อภินันทนาการ

I. 2A1X150

สำนักหอสมุด

การศึกษาโครงสร้างพื้นฐานงานถนน

Study of Infrastructure of Road Construction

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน - 4 ก.ค. 2543
เลขทะเบียน 4340235
เลขเรียกหนังสือ TE 176 ภ59ช 2542

นางสาวสุดารัตน์ อยู่เอม
นายชัยอนันต์ ศรทอง
นายสิทธิโชค พลอยบุตร
นางสาวรัฐกานต์ เผือกยอด

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2542

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมโยธา

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมโยธา : *โครงสร้างพื้นฐานงานถนน*

ผู้ดำเนินงาน : นางสาวสุดารัตน์ อยู่เอม

นายชัยอนันต์ ศรทอง

นายสิทธิโชค พลอยบุตร

นางสาวรัฐกานต์ เผือกยอด

ที่ปรึกษาโครงการ : *รศ.วิชัย ฤกษ์ภูริทัต*

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานวิศวกรรมโยธา ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรรมโยธา

.....ประธานกรรมการ

(รศ.วิชัย ฤกษ์ภูริทัต)

.....กรรมการ

(อาจารย์ศักดา ปุณยานันต์)

.....หัวหน้าภาค

(ผศ.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมโยธา	**: โครงสร้างพื้นฐานงานถนน**			
ผู้ดำเนินงาน	**: นางสาวสุดารัตน์**	**อยู่เอม**	**รหัส**	**39360508**
	นายชัยอนันต์	**ศรทอง**	**รหัส**	**39361134**
	นายสิทธิโชค	พลอยบุตร	รหัส	39361498
	นางสาวรัฐกานต์	เผือกยอด	รหัส	39361597
ที่ปรึกษาโครงการ	: รศ.วิชัย	ฤกษ์ภูริทัต		
สาขาวิชา	: วิศวกรรมโยธา			
ภาควิชา	: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร			
ปีการศึกษา	: 2542			

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาถึงขั้นตอนในการดำเนินงาน และวิธีการก่อสร้าง ใช้โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) เป็นข้อมูลในการศึกษา ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้แก่ การวางแผนทางหลวง , การสำรวจเส้นทางเพื่อออกแบบถนน และการออกแบบถนน นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์วิธีการและขั้นตอนการดำเนินงานก่อสร้าง เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการก่อสร้างถนนในประเทศไทยให้มีคุณภาพและมาตรฐานต่อไปในอนาคต

สำหรับโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) ที่ไปทำการศึกษาโครงสร้างพื้นฐานงานถนนนั้น เป็นการก่อสร้างถนนคอนกรีต มีโครงสร้าง Rigid Pavement ประกอบด้วยชั้นทางดังนี้ ผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Pavement) หนา 25 ซม. ทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement)หนา 10 ซม. รองพื้นทาง (Subbase) หนา 15 ซม. ไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) หนา 5 ซม. และไหล่ทางหินคลุก (Crushed Rock Shoulder) หนา 20 ซม. การก่อสร้างแต่ละชั้นต้องมีวิธีการก่อสร้างและเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละงาน ปัญหาที่พบในการทำงานคือ ฤดูกาล ฤดูแล้งน้ำไม่พอเพียงกับการใช้งานบดอัดทาง ฤดูฝนทำงานได้ล่าช้าและการขนส่งวัสดุก็มีปัญหา เครื่องจักร มีจำนวนน้อยเกินไปและชำรุด ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ ทำให้ขาดเงินทุนหมุนเวียน ดังนั้น ในการทำงานจึงต้องมีการวางแผนการดำเนินงานเป็นอย่างดีเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆที่กล่าวมา

Project Title	: Study of Infrastructure of Road Construction			
Name	: Miss.Sudarat	Yoo - em	Code	39360508
	Mr. Chaianan	SonThong	Code	39361134
	Mr. Sitthichok	Ploybutr	Code	39361498
	Miss.Rattakan	Puakyod	Code	39361597
Project Advisor	: Asso.Prof.Vichai	Rurkpuritat		
Major	: Civil Engineering			
Department	: Civil Engineering			
Academic Year	: 1999			

Abstract

This project is the study of the process and the way of construction by using the highway project number 117 , Nakornsawan-Phitsanulok (Kampeangphet-Phitsanulok intersection part) as a studying data. There are many theories which concern the highway construction, such as the highway construction plan, the pavement survey and the pavement design ; trerefore, all the collected data was analyzed in each step and procedure of the construction in order to get a high standard and the effective quality of the highway construction of Thailand in the future.

The basic structure of highway construction was studied by referring to the highway project number 117 , Nakornsawan-Phitsanulok (Kampeangphet-Phitsanulok interseetion part). This concrete pavement project used the rigid pavement structure in the construction which was composed of the important pavement levels : 25-centimeter thickness of reinforced concrete pavement, 10-centimeter thickness of sand cushion under pavement, 15-centimeter thickness of subbase, 5-centimeter thickness of asphalt concrete shoulder and 20-centimeter thickness of crushed rock shoulder. There were many problems in the highway eonstruction. Seasonal problems were the first obstacle. In the hot season, there is not enough water to roll the pavement; furthermore, there are many obstacles in the rainy season. For instance, the construction of the highway is delayed because the building material can not be transported to the work site. Second, therc are not enough vehicles which can be used in highway construction and some of them are out of order. Third, the effect of the economic crisis caused the lack of capital to support the construction ; therefore, the project must be carefully planned to prevent the problems which were previously mentioned.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการโครงงานวิศวกรรมโยธา ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลและคำปรึกษาทำให้โครงงานวิศวกรรมโยธานี้ ประสบความสำเร็จด้วยดี ขอขอบพระคุณ รศ.วิชัย ฤกษ์ภูริทัต ที่ให้คำแนะนำในการศึกษาโครงงาน และเป็นผู้ติดต่อโครงการก่อสร้างหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) เพื่อทำการศึกษา ขอขอบคุณนายช่างโครงการวุฒิ หงษ์ยนต์ และเจ้าหน้าที่ในโครงการฯ ที่อนุญาตให้ทำการศึกษาโครงการ โดยได้เอื้อเฟื้อให้ข้อมูลเกี่ยวกับการก่อสร้างถนน อันได้แก่ รายงานความก้าวหน้า แผนภูมิแสดงความก้าวหน้า แผนภูมิที่ตั้งโครงการ แผนที่สังเขปของโครงการ แผนที่แหล่งวัสดุ แผนที่แนวทาง รูปตัดโครงสร้างทาง รายละเอียดและข้อกำหนดการก่อสร้างทางหลวง รวมทั้งให้คำแนะนำวิธีการเกี่ยวกับการก่อสร้างถนนเป็นอย่างดี ขอบคุณนายวีรชน เชื้อวีระชน ผู้ช่วยนายช่างโครงการฯ ของบริษัท บีอาร์ ก่อสร้างจำกัด ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการก่อสร้างถนน ขอขอบคุณ นางสมพร แซ่หั่น ดต.สุเทพ อยู่เอม น.ส.อมรรัตน์ ทศกร และน.ส.เนาวรัตน์ ชอบขุนทด ที่ช่วยให้โครงการนี้สำเร็จ

คณะผู้ดำเนินงานโครงงานวิศวกรรมโยธา

1. นางสาวสุดารัตน์ อยู่เอม
2. นายชัยอนันต์ ศรทอง
3. นายสิทธิโชค พลอยบุตร
4. นางสาวรัฐกานต์ เผือกยอด

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		ก.
สารบัญภาพ		ค.
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 สถานที่เก็บข้อมูล	1
	1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน	1
	1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
	1.5 ขอบเขตของโครงงาน	2
	1.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	2
	1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	2
	1.8 รายละเอียดงบประมาณของโครงการ	3
บทที่ 2	หลักการและทฤษฎี	4
	2.1 การวางแผนทางหลวง	4
	2.2 การสำรวจเส้นทางเพื่อออกแบบก่อสร้างถนน	17
	2.3 การออกแบบถนนทางด้านเรขาคณิต	27
	2.4 การออกแบบรูปตัดของถนน	58
	2.5 เกาะกลางถนน	61
	2.6 ทางแยกทางร่วม	64
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	76
	3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	76
	3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	77
บทที่ 4	ผลการศึกษาโครงการ	78
	4.1 ข้อมูลแสดงรายละเอียดโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117	78
	4.2 ขั้นตอนการก่อสร้างด้านโครงสร้าง	122
บทที่ 5	สรุปวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ	155
	5.1 สรุปและวิเคราะห์	155
	5.2 ข้อเสนอแนะ	156

สารบัญ(ต่อ)

บรรณานุกรม 157

ภาคผนวก ลำดับภาพขั้นตอนการก่อสร้าง 158

ประวัติผู้เขียน 173

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรสูงสุดในแต่ละชั่วโมงกับ ADT ในถนนสายนอกเมือง 9
ภาพที่ 2.2 ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการนับปริมาณการจราจรพิจารณาจาก %ADT ใน 24 ชั่วโมง 11
ภาพที่ 2.3 แสดงการทำหมุดพยาน 21
ภาพที่ 2.4 แสดงการทำรูปตัดตามยาวของเส้นทางในแนวศูนย์กลางถนน 22
ภาพที่ 2.5 แสดงการทำรูปตัดตามขวาง 22
ภาพที่ 2.6 โค้งวงกลม 36
ภาพที่ 2.7 โค้งผสมมี 2 ศูนย์กลาง 38
ภาพที่ 2.8 โค้งผสมมี 3 ศูนย์กลาง 38
ภาพที่ 2.9 โค้งหลังหัก 39
ภาพที่ 2.10 โค้งผสมย้อนทาง 39
ภาพที่ 2.11 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโค้งก้นหอยและโค้งวงกลม 40
ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะของทางโค้ง 40
ภาพที่ 2.13 ระยะแซงโดยปลอดภัยในถนน 2 ช่องจราจร 45
ภาพที่ 2.14 ระยะมองเห็นปลอดภัย S < L 47
ภาพที่ 2.15 ระยะมองเห็นปลอดภัย S > L 48
ภาพที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะมองเห็นปลอดภัย รัศมีทางโค้ง และระยะห่างของวัตถุจากขอบทาง 49
ภาพที่ 2.17 ทางขึ้นและลงเนินที่ต้องออกแบบโค้งทางตั้ง 50
ภาพที่ 2.18 ลักษณะต่าง ๆ ของโค้งตั้ง 50
ภาพที่ 2.19 โค้งสมมาตร 50
ภาพที่ 2.20 โค้งไม่สมมาตร 51
ภาพที่ 2.21 แสดงระยะหยุดโดยปลอดภัย 52
ภาพที่ 2.22 ระยะมองเห็นโดยปลอดภัยในทางโค้งลักษณะก้นกระทะ 53
ภาพที่ 2.23 การขยายขอบทางโค้งตามวิธีของ AASHTO 55
ภาพที่ 2.24 รถเมื่อเข้าโค้งรัศมีขณะเข้าโค้งของล้อหน้ายาวกว่ารัศมีของล้อหลัง 56
ภาพที่ 2.25 ช่องจราจรสำหรับรถแล่นช้า 58

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.26 ภาพตัดขวางของถนนตามมาตรฐานของ AASHTO 58
ภาพที่ 2.27 แสดงรูปตัดของทางหลวงแผ่นดินสายประธาน (นอกเมือง) 59
ภาพที่ 2.28 แสดงรูปตัดของทางหลวงแผ่นดินสายรอง (นอกเมือง) 59
ภาพที่ 2.29 แสดงรูปตัดของทางหลวงจังหวัด (นอกเมือง) 60
ภาพที่ 2.30 แสดงรูปตัดของทางหลวงจังหวัดผิวทางลูกรัง 60
ภาพที่ 2.31 เกาะกลางถนนแบบต่าง ๆ 61
ภาพที่ 2.32 Divisional Islands ตรงทางแยก 62
ภาพที่ 2.33 ช่องจราจรใช้ที่ว่างของเกาะกลางถนนสำหรับรถรอเลี้ยวขวา 63
ภาพที่ 2.34 ลักษณะของ Taper Length 64
ภาพที่ 2.35 ทางแยกทางร่วมตัดกันในระดับเดียวกัน 64
ภาพที่ 2.36 ทางแยกมีลักษณะเยื้องกัน 66
ภาพที่ 2.37 การแก้ไขแนวทางที่มีการจราจรมากให้การไหลของจราจร ใกล้เคียงกับแนวเส้นตรง 66
ภาพที่ 2.38 ระยะมองเห็นปลอดภัยในทางแยก 67
ภาพที่ 2.39 ทางแยกที่มีเกาะแบ่งแยกช่องจราจร 70
ภาพที่ 2.40 ช่องทางแยกเร่งความเร็ว 71
ภาพที่ 2.41 ช่องทางแยกลดความเร็ว 72
ภาพที่ 2.42 คันขอบถนนประเภทต่าง ๆ 73
ภาพที่ 2.43 ทางแยกต่างระดับแบบต่าง ๆ 75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 สถานที่เก็บข้อมูล

1.1.1 โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไป กำแพงเพชร – ม.นเรศวร)

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

เนื่องจากถนนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศ เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาความเจริญของบ้านเมืองอย่างมาก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานและวิธีการก่อสร้างถนน เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการดำเนินการและวิธีการก่อสร้างที่ถูกต้องตามข้อกำหนด เพื่อจะนำไปสู่ถนนที่มีคุณภาพและได้มาตราฐานต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.3.1 เพื่อศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานในการก่อสร้างถนน

1.3.2 เพื่อศึกษาวิธีการก่อสร้างโครงสร้างถนน

1.3.3 เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมของเครื่องจักรและงานแต่ละชนิด

1.3.4 จัดทำเอกสาร โปสเตอร์ และแบบจำลอง เกี่ยวกับโครงสร้างงานถนน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานก่อสร้างถนนให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

1.4.2 ทำให้ทราบถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการทำงาน และแนวทางในการแก้ปัญหานั้น

1.4.3 เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย

1.4.4 เพื่อให้ผู้สนใจได้รับความรู้เกี่ยวกับงานถนน

1.4.5 เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงในงานถนน

1.5 ขอบเขตของโครงงาน

1.5.1 ศึกษาโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก

1.5.2 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานควบคุมการก่อสร้าง

1.5.3 ศึกษา Progress Chart และ Time And Location Chart ของทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก

1.5.4 ศึกษาเครื่องจักรแต่ละชนิดที่ใช้ในการก่อสร้างถนน

1.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1.6.1 รวบรวมข้อมูลงานถนน จากโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก

1.6.2 รวบรวมภาพถ่ายขั้นตอนการก่อสร้างงานถนนสายนครสวรรค์ – พิษณุโลก

1.6.3 สัมภาษณ์นายช่างโครงการ และวิศวกรประจำบริษัท บีอาร์ ก่อสร้าง จำกัด

1.6.4 รวบรวมภาพถ่ายเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างถนนสายนครสวรรค์ – พิษณุโลก

1.6.5 จัดทำแบบจำลองการก่อสร้างงานถนน

1.6.6 จัดทำรายงาน

1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

รายการ	ระยะเวลาการดำเนินการ					
	ต.ค 42	พ.ย 42	ธ.ค 42	ม.ค 43	ก.พ 43	มี.ค 43
1.รวบรวมข้อมูลงานถนน						
สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก						
2.รวบรวมภาพถ่ายขั้นตอนการก่อสร้างงานถนน						
สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก						
3.สัมภาษณ์นายช่างโครงการและ						
วิศวกรประจำบริษัท บีอาร์ ก่อสร้าง จำกัด						
4.รวบรวมภาพถ่ายเครื่องจักรที่ใช้ใน						
การก่อสร้างถนนสายนครสวรรค์ – พิษณุโลก						
5.จัดทำแบบจำลองการก่อสร้างงานถนน						
6.จัดทำรายงาน						

1.8 รายละเอียดงบประมาณของโครงการ

1.	ค่าหมึกสีดำ Epson Stylus Color 500	ราคา	2,500	บาท
2.	ค่าหมึกสี Epson Stylus Color 500	ราคา	1,350	บาท
3.	ค่ารถเด็กเล่น	ราคา	163	บาท
4.	ค่าต้นไม้เทียม	ราคา	450	บาท
5.	ค่ากาว	ราคา	135	บาท
6.	ค่าถ่ายเอกสาร	ราคา	600	บาท
7.	ค่าฟิล์มถ่ายรูป	ราคา	725	บาท
8.	ค่าอัดรูป	ราคา	435	บาท
9.	ค่ากระดานอัด	ราคา	142	บาท
	รวมทั้งสิ้น		*6,500*	บาท

คณะผู้ดำเนินงานโครงงานวิศวกรรมโยธา

1. นางสาวสุดารัตน์ อยู่เอม
2. นายชัยอนันต์ ศรทอง
3. นายสิทธิโชค พลอยบุตร
4. นางสาวรัฐกานต์ เผือกยอด

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมโยธา

รศ.วิชัย ฤกษ์ภูริทัต

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การวางแผนทางหลวง

การขนส่งและการคมนาคมทางรถยนต์มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีควบคู่ไปกับการขยายตัวและความเจริญของเมือง ระบบถนนและผังเมืองจำเป็นต้องวางแผนไว้ล่วงหน้าเพื่อรับกับการเพิ่มของยานพาหนะในอนาคต 25-30 ปี จึงจะทำให้ระบบการจราจรดำเนินการไปอย่างคล่องตัวและมีประสิทธิภาพ ในการวางแผนจะต้องทำการศึกษาเก็บข้อมูลอย่างจริงจังและดำเนินการไปตลอดเวลา แต่ละรัฐจะต้องจัดสรรงบประมาณมาลงทุนในกิจการสาธารณูปโภคทุก ๆ ด้านให้แก่ชุมชนต่าง ๆ ทั่วประเทศรวมทั้งการก่อสร้างบูรณะถนนหนทางด้วย แต่งบประมาณของประเทศมีอยู่จำกัด การใช้เงินลงทุนในแต่ละด้านควรที่จะต้องวางแผนอย่างรอบคอบและเหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดผลประโยชน์ตอบแทนต่อส่วนรวมมากที่สุด

2.1.1 ขั้นตอนการวางแผน แบ่งรายละเอียดเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. สำรวจความต้องการที่จะให้สร้างถนนตามส่วนราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ว่าราชการจังหวัด กรมโยธาธิการ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท แขวงการทาง เขตการทาง ฯลฯ

2. สำรวจหาข้อมูลและสถิติของผิวทางที่มีอยู่ในปัจจุบัน ในบริเวณหรือท้องถิ่นที่จะทำการก่อสร้างทาง รายงานถึงสภาพของถนน (ดี ปานกลาง ขรุขระมาก) ความต้องการของจำนวนช่องจราจร ความยาวของผิวทางแต่ละประเภท ลักษณะและชนิดของสะพาน ท่อลอด ทางโค้งอันตราย ทางลาดชัน ฯลฯ ลักษณะการใช้พื้นที่ ๆ ถนนตัดผ่าน (Land Use) เช่น สวน ไร่ นา หมู่บ้าน ชุมนุมชน เมือง

3. สำรวจระบบการขนส่งทางด้านอื่น ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงและมีผลสะท้อนถึงกันเช่น ทางรถไฟ ทางเรือ ทางอากาศ เมื่อมีการปรับปรุงสร้างถนนใหม่ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจคัดเลือกเส้นทางที่จะปรับปรุงก่อนหรือปรับปรุงภายหลัง

4. สำรวจและคำนวณด้านการจราจร ทั้งในปัจจุบันและคาดคะเนปริมาณการจราจรในอนาคตเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบกำหนดเส้นทาง จำนวนช่องจราจร ชนิดของผิวทางความหนาของโครงสร้างทางฯลฯ

5. *ทำการคัดเลือกสายทางที่จะออกแบบปรับปรุงหรือก่อสร้างขั้นแรกด้วยการให้คะแนน* ตามข้อเท็จจริงทางด้านเศรษฐกิจและวิศวกรรมโดยประมาณ เช่น จากปริมาณการจราจร การอุตสาหกรรมการเกษตรกรรม การท่องเที่ยว การปกครอง และนำเอาเส้นทางที่เหมาะสมมาศึกษาขั้นรายละเอียด

6. ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility study) หาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจและวิศวกรรมในแต่ละโครงการ ว่าต้องลงทุนก่อสร้างเท่าไร ได้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ และเวลาใดจึงจะมีความเหมาะสมที่จะลงทุน

7. จัดลำดับความสำคัญของโครงการ จากการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เรียงลำดับก่อนหลังตามความสำคัญ และตามเส้นทางที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด

8. หาแหล่งเงินทุนที่จะนำมาใช้ก่อสร้างและบำรุงรักษา ซึ่งอาจจะได้จากงบประมาณแผ่นดิน จากแหล่งเงินกู้ภายในหรือภายนอกประเทศ จากความช่วยเหลือของรัฐบาลต่างประเทศ

2.1.1.1 การเก็บข้อมูล (Data Collection) ข้อมูลที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับการวางแผน แบ่งออกได้ดังนี้

<u>ด้านเศรษฐกิจและสังคม</u> ใช้ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและต้นทุนที่ใช้ลงทุนในการพัฒนาก่อสร้างถนน เปรียบเทียบผลประโยชน์ที่จะเกิดจากการลงทุน รายละเอียดของข้อมูลที่ควรเก็บได้แก่จำนวนประชากร อัตราการเพิ่มของประชากร ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประชาชาติเบื้องต้น การเกษตรกรรมป่าไม้ เหมืองแร่ อุตสาหกรรมและการบริการ

<u>ด้านการจราจร</u> สำรวจเก็บข้อมูลจากอดีตถึงปัจจุบัน แยกประเภทของการจราจร ประเภทของยานพาหนะ ลักษณะส่วนใหญ่ของรถ แล้วใช้ข้อมูลที่เก็บได้คาดคะเนการเพิ่มของประมาณการจราจรตามปกติที่ควรจะเป็นและการจราจรที่เปลี่ยนจากทางสายอื่นมาใช้เส้นทางสายปรับปรุงใหม่

<u>ด้านผู้ใช้ทาง</u> (Road User Costs) ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับรถ มูลค่าของเวลาที่เสียไปหรือเวลาที่ลดลงจากการเดินทาง มูลค่าอุบัติเหตุ มูลค่าจากค่าน้ำมัน ค่าสึกหรอที่ลดลง

2.1.2 การสำรวจปริมาณการจราจร (Traffic Survey)

เพื่อที่จะทราบความต้องการใช้ถนนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการจราจรต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนานพอสมควร แล้วนำมาใช้ประโยชน์ในการคาดคะเนถึงปริมาณความต้องการในอนาคต หน่วยงานซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลนี้ได้แก่ สำนักงานวิศวกรรมการจราจร กองวางแผนกรมทางหลวง ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้านการจราจรสามารถนำไปหาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน

ตลอดปี (Average Annual Daily Traffic) ของปีปัจจุบันหรือเรียกว่าปีฐาน (Base year) แล้วนำไปประมาณการจราจรในอนาคตทั้งบนทางสายเก่าและทางสายที่จะสร้างใหม่

2.1.2.1 ประเภทของการจราจรแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

- การจราจรปกติ (Normal Traffic)
- การจราจรเกิดใหม่ (Generated Traffic)
- การจราจรที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่ (Development Traffic)
- การจราจรเปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic)
- การจราจรพิเศษ (Special Traffic)

การจราจรปกติ (Normal Traffic) คือการจราจรซึ่งใช้ถนนสายทางเดิมอยู่แล้วโดยที่การจราจรนี้เกิดขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจประจำวันในพื้นที่เขตอิทธิพลของทางนั้น ๆ โดยทั่วไปแล้วประกอบด้วยการจราจรในท้องถิ่น (Local Traffic) ซึ่งมีจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางอยู่ในเขตอิทธิพลของถนนเท่านั้น อีกประเภทหนึ่งคือการจราจรผ่านเขตท้องถิ่น (Through Traffic) ซึ่งมีจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางอยู่นอกเขตอิทธิพลของถนนสายนั้น ๆ

การจราจรเกิดใหม่ (Generated Traffic) การจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องจากความสะดวกเพราะได้มีการปรับปรุงทางเก่าให้มีสภาพดีขึ้น ระยะทางสั้นลง ในสภาวะเศรษฐกิจปกติ การปรับปรุงเส้นทางเดิมทำให้มีความสะดวกในการเดินทาง ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จึงทำให้เกิดการเดินทางเพิ่มขึ้น

การจราจรที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่ (Development Traffic) คือการจราจรที่เกิดใหม่นอกเหนือจากการจราจรปกติและเกิดขึ้นเนื่องจากความสะดวกสบายและลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ได้มีการตัดถนนสายใหม่เข้าไปสู่ท้องถิ่นนั้น ๆ ส่งผลให้มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจดีขึ้น ผลิตผลทางเกษตรผลิตได้มากขึ้นเพราะสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกและขนออกสู่ตลาดได้ง่ายเช่น ยานพาหนะที่บรรทุกสินค้าซึ่งเกิดจากการพัฒนาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอันเนื่องมาจากการปรับปรุงถนน

การจราจรเปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic) คือการจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการลดระยะการเดินทาง ลดเวลาและค่าใช้จ่าย ตลอดจนมีความสะดวกสบายในเส้นทางใหม่ทำให้ผู้ใช้ทางเก่าหรือการขนส่งทางอื่นมาใช้สายทางใหม่

การจราจรพิเศษ (Special Traffic) คือการจราจรที่มิได้เกิดขึ้นตามปกติดังกล่าวมาแล้วทั้ง 4 ประเภท เช่น รถบรรทุกขนคนงาน วัสดุก่อสร้าง ซึ่งทำงานระหว่างหน่วยงานก่อสร้างใหญ่ ๆ

2.1.2.2 ชนิดของยานพาหนะ (Vehicle Classification)

ยานพาหนะที่ใช้แล่นบนถนนแบ่งแยก ประเภทได้ดังนี้

1. รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ (Motor-cycle)
2. รถนั่งส่วนบุคคล (Passenger car)
3. รถยนต์รับจ้าง (Taxi)
4. รถยนต์ขับเคลื่อน 4 ล้อ (Four-wheel Drive)
5. รถบรรทุกขนาดเล็ก (Light Truck)
6. รถบรรทุกขนาดกลาง (Medium Truck)
7. รถบรรทุกขนาดใหญ่ (Heavy Truck)
8. รถบรรทุกกึ่งพ่วง (Semi Trailor)
9. รถโดยสารขนาดเล็ก (Light Bus)
10. รถโดยสารขนาดกลาง (Medium Bus)
11. รถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy Bus)
12. รถแทรกเตอร์ (Tractor)
13. อื่น ๆ (Other) เช่น รถพ่วง รถลากจูง รถบด แทรคเตอร์ รถพ่วงจักรยานยนต์ ฯลฯ

กรมทางหลวงจัดชนิดของยานพาหนะเป็น 9 ชนิด โดยให้รถยนต์รับจ้างและรถยนต์ขับเคลื่อน 4 ล้อ จัดอยู่ในประเภทรถนั่งส่วนบุคคล ยานพาหนะกึ่งพ่วงจัดรวมอยู่ในประเภทรถบรรทุกขนาดใหญ่รถโดยสารขนาดกลางจัดรวมอยู่ในประเภทรถโดยสารขนาดใหญ่

2.1.2.3 ความหมายของ ADT AADT WADT และDHV

(1) ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic) หมายถึงปริมาณการจราจรทั้งหมดในช่วงใดช่วงหนึ่งที่ทำการสำรวจต่อจำนวนวันที่ทำการสำรวจ

$$ADT = \frac{\text{ปริมาณการจราจรทั้งหมดที่สำรวจได้}}{\text{จำนวนวันที่ทำการสำรวจ}}$$

(2) ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic) หมายถึงปริมาณการจราจรทั้งหมดตลอดปีต่อจำนวนวันในปีนั้น

$$AADT = \frac{\text{ปริมาณการจราจรทั้งหมดนับได้ใน 1 ปี}}{\text{365 วัน}}$$

(3) ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดสัปดาห์ (Weekly Average Daily Traffic) หมายถึงปริมาณการจราจรทั้งหมดตลอดสัปดาห์ต่อจำนวนวันในหนึ่งสัปดาห์

$$WADT = \frac{\text{ปริมาณการจราจรทั้งหมดใน 1 สัปดาห์}}{\text{7 วัน}}$$

(4) ปริมาณการจราจรในชั่วโมงที่ใช้ออกแบบ (Design Hourly Volume) ปริมาณการจราจรในถนนแต่ละสายจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาถ้าทำการสำรวจเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรทุก ๆ ชั่วโมงตลอดทั้งปี (8760 ชั่วโมง) และนำจำนวนปริมาณของการจราจรแต่ละชั่วโมงมาเขียนกราฟจัดเรียงปริมาณการจราจรรายชั่วโมงที่นับได้จากมากไปหาน้อยก็จะได้รูปของกราฟดังภาพที่ 2.1 การออกแบบถนนถ้าออกแบบกำหนดให้จำนวนช่องจราจรมีความสามารถรับปริมาณการจราจรได้ทั้งหมดทุกชั่วโมงตลอดปี (สองทิศทาง) ต้องใช้จำนวนช่องจราจรมากช่องเกินไปไม่ประหยัด AASHTO จึงได้กำหนดให้ชั่วโมงที่ 30 (30 HV) เป็นค่าที่ใช้ในการออกแบบความจุของถนน (Desing Hourly Volume) ในช่วงเวลา 1 ปี จะมีปริมาณการจราจรในถนนมากกว่าความจุของถนนเพียง 29 ชั่วโมง ถ้านำค่า 30 HV ต่อ ADT ในถนนแต่ละสายมีค่าค่อนข้างจะคงที่ (K)

$$K = \frac{30\ HV}{ADT} * 100\ \%$$

ถนนในเมืองในช่วงเช้าและเย็นซึ่งมีปริมาณการจราจรสูงค่า K ประมาณ 8-10 % ถนนนอกเมืองค่า K ประมาณ 12-14 ถนนในแหล่งท่องเที่ยวที่มีการจราจรมากเฉพาะบางช่วงของปีมีค่า K ประมาณ 20-30 %

2.1.2.4 การจดบันทึกปริมาณการจราจร ข้อมูลที่จำเป็นต้องสำรวจในระหว่างการจดนับปริมาณการจราจรมี

ก. ปริมาณการจราจร (Volume)

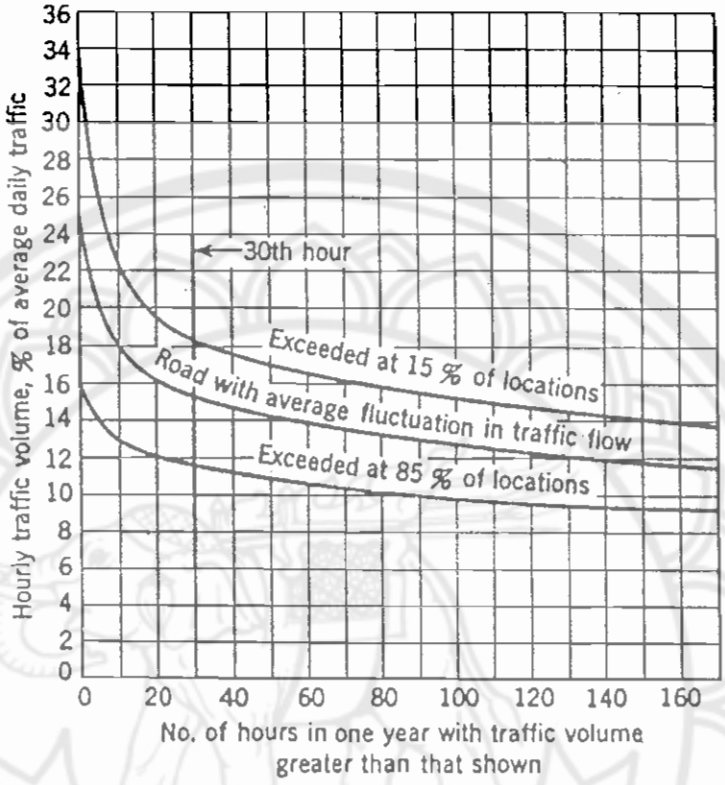
ข. ชนิดและน้ำหนักเพลา (Axle Load)

ค. จุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางของการเดินทาง (Origin and Destination)

ง. ความเร็วของรถ (Speed)

จ. เวลาที่ใช้ในการเดินทางและการล่าช้าเนื่องจากการติดขัดของการจราจร (Travel Time and Delay)

ฉ. จำนวนอุบัติเหตุ (Accident)



Relationsihip between peak hourly flows and annual average daily traffic on main rural highways. (Courtesy U.S. Bureau of Public Roads)

ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรสูงสุดในแต่ละชั่วโมงกับ ADT ในถนนสายนอกเมือง

2.1.2.5 การเก็บสำรวจข้อมูลการจราจร มีหลายวิธี

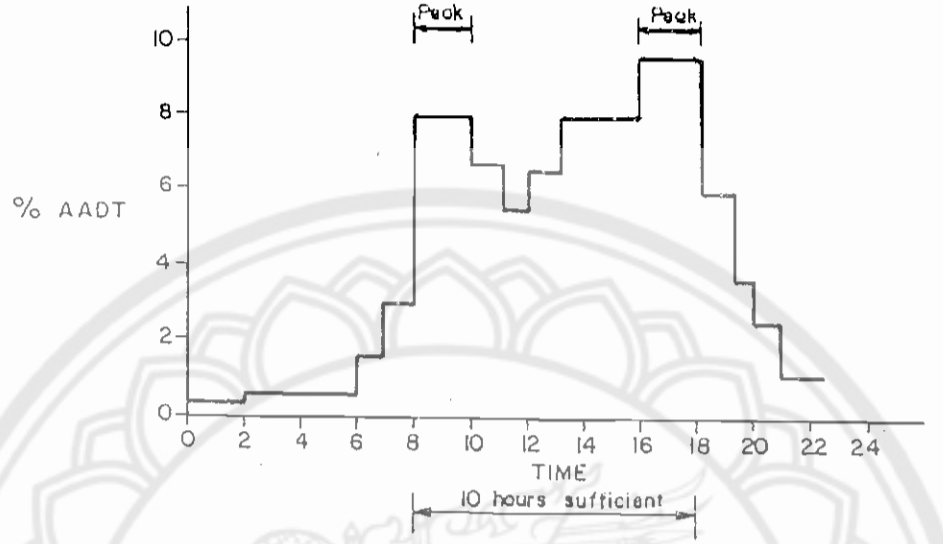
(1) การนับรถแยกประเภท (Classified count) การสำรวจในถนนที่เป็นเส้นทางเดิมจะต้องใช้คนแจงนับแยกประเภทของรถติดต่อกันหลาย ๆ วัน และวันละหลายชั่วโมงเท่าที่จะทำได้ เพื่อนำมาใช้หา ADT ระยะเวลาที่ทำการนับรถแยกประเภทในแต่ละโครงการจะต้องทำการนับไม่ต่ำกว่า 3 วันวันละ 8 ชั่วโมงและจะต้องเป็นวันสุดสัปดาห์ 1 วัน จะเป็นวันเสาร์หรืออาทิตย์ก็ได้ และถ้าท้องถิ่นใดมีตลาดนัดสำคัญจะต้องทำการแจงนับในวันที่ตลาดเปิดทำการค้าขาย 1 วันด้วย

ส่วนในวันนักขัตฤกษ์และวันหยุดราชการพิเศษไม่ควรทำการสำรวจเพราะจะได้รูปแบบของปริมาณการจราจรที่ผิดจากความเป็นจริงการเลือกจุดสำรวจจะต้องเลือกกำหนดจุดที่สามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจรหรือการกระจายของปริมาณการจราจรในถนนแต่ละช่วง ที่มีชนิด สภาพของผิวจราจร ความกว้างของผิวจราจรและไหล่ทางเท่ากันโดยตลอด จุดสำรวจไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณตัวเมืองหรือหมู่บ้าน เพื่อหลีกเลี่ยงการนับการจราจรในท้องถิ่นที่วิ่งในระยะสั้น ๆ และจุดสำรวจนี้ไม่ควรเลือกจุดที่อยู่ใกล้แหล่งชุมนุมชนใหญ่ของยานพาหนะเช่น ใกล้โรงงาน อู่จอดรถโดยสาร ร้านค้า โรงเรียน จำนวนผู้สำรวจถ้ามีปริมาณการจราจรน้อยกว่า 300 คัน/ชม. 2 ทิศทางใช้เพียงคนเดียว ถ้าการจราจรมากกว่า 300คัน/ชม. ใช้ 2 คน ถ้าปริมาณมากกว่า 700คัน/ชม. ควรใช้คนมากกว่า 2 คน โดยแบ่งไปนับรถบรรทุก

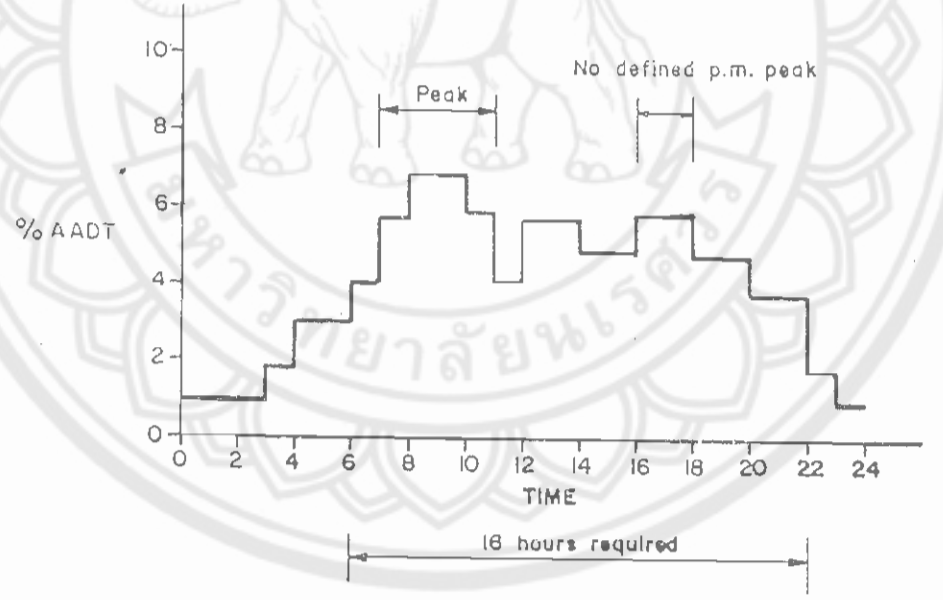
(2) การนับรถในระยะยาว (Long-time count) กำหนดจุดสำรวจตามถนนสายสำคัญระยะห่างเมืองหรือจังหวัด เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณ ชนิดและระดับการเปลี่ยนแปลงของการจราจร โดยใช้คนแจงนับ (Manual Count) ตลอด 24 ชั่วโมง ในระยะเวลา 1 ปี วิธีนี้จะได้ข้อมูลที่ถูกต้องละเอียดมากที่สุด สามารถแยกประเภท ขนาด ตลอดจนทิศทางของการจราจรได้ถูกต้อง

(3) การนับปริมาณการจราจรโดยการใช้เครื่องอัตโนมัติ (Automatic Traffic Counts) การใช้คนแจงนับปกติจะทำกันเพียง 8-12 ชั่วโมงให้เป็น 24 ชั่วโมงในหนึ่งวัน ด้วยการใช้เครื่องอัตโนมัติ โดยใช้สายยางติดตั้งพาดขวางถนนแล้วนำมาประกอบกับสวิทลมภายในตัวเครื่องเป็นตัวช่วยในการนับรถ และทุก ๆ 15 นาทีหรือ 1 ชั่วโมง เครื่องนับรถก็จะพิมพ์ตัวเลขบอกจำนวนรถที่แล่นผ่านจุดสำรวจ

(4) การนับปริมาณการจราจรในระยะสั้นเฉพาะจุด (Short Count) จัดคนไปจดนับตรงจุดที่ต้องการศึกษาปริมาณการจราจรในบางเวลาที่การจราจรคับคั่งมาก เช่น ช่วงเช้าหรือช่วงเย็นตรงบริเวณทางแยก สะพานข้ามแม่น้ำ ถนนสายสำคัญที่มีการจราจรติดขัดมาก ฯลฯ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.2 ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการนับปริมาณการจราจรพิจารณาจาก % ADTใน 24 ชั่วโมง

(ก) ควรเก็บข้อมูลอย่างน้อย 10 ชม.

(ข) ควรเก็บข้อมูลอย่างน้อย 16 ชม.

(5) การสำรวจจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง (Origin and Destination Surveys หรือ O.D. Surveys) สำรวจด้วยวิธีสัมภาษณ์หรือแจกแบบสอบถามผู้ใช้ยานพาหนะตามจุดที่กำหนด การสำรวจอาจจะสอบถามกับยานพาหนะทุกคัน หรือสุ่มตัวอย่างสำรวจก็ได้ ข้อมูลที่จะต้องสำรวจโดยทั่วไปมีดังนี้

- ชนิดของยานพาหนะ
- จำนวนผู้โดยสารในยานพาหนะ
- จุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของผู้โดยสาร
- เส้นทางของรถโดยสาร
- จำนวนครั้งของการเดินทาง
- การหยุดแวะระหว่างการเดินทาง
- ชนิด ปริมาณและน้ำหนักบรรทุกของสินค้า
- การสำรวจ OD ใช้ระยะเวลา 2-5 วันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ กำลังคนงบประมาณและอาจจะกระทำร่วมกับการสำรวจวิธีอื่น ๆ ด้วยคือ

ก. ใช้คนแจงนับรถตรงจุดสำรวจเป็นระยะเวลา 12 ชม. ช่วง 6.00-18.00 น.

ข. ใช้เครื่องตรวจนับเป็นระยะเวลา 24 ชม.

ค. แจกแบบสอบถามตรงจุดตรวจนับเป็นระยะเวลา 10 ชม. โดยเลือกกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งการจราจรส่วนใหญ่แล่นผ่านจุดสำรวจเช่น 6.00-16.00 น. หรือ 18.00-4.00น. ฯลฯ

การกำหนดจุดสำรวจควรเลือกบริเวณที่ยานพาหนะแล่นผ่านมากที่สุดหรือบริเวณที่คาดว่ามียานพาหนะจะหันมาใช้เส้นทางในอนาคตซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากแผนที่ทางหลวงมาตราส่วน 1: 250,000 จะช่วยให้การกำหนดจุดสำรวจได้อย่างเหมาะสมบริเวณที่ตั้งจุดสำรวจจะต้องพิจารณาถึงความกว้างของถนน ระยะไกลสุดที่ผู้ขับรถมองเห็นอย่างปลอดภัย จะต้องมีเพียงพอที่เตือนให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะรู้ตัวว่ามีจุดสำรวจอยู่ข้างหน้า

จำนวนตัวอย่างที่จะเก็บสำรวจ ถ้าถนนสายนี้มีรถแล่นผ่านไม่เกิน 500คัน/ชม. อาจจะสามารถสำรวจได้เกือบครบทุกคันแต่ถ้าปริมาณการจราจรมากกว่านี้อาจจะใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง เช่น **ทุก ๆ คันที่ 3 เพื่อที่จะได้ข้อมูล 33% ของปริมาณการจราจรทั้งหมด และนำมาคูณกับข้อมูลที่ได้จากการนับรถแยกประเภท**

(6) การสำรวจข้อมูลในสถานีชั่งน้ำหนักรถบรรทุก (Loadometer Surveys) ใช้คนเก็บข้อมูล จดสถิติเกี่ยวกับ ชนิด น้ำหนักเพลา น้ำหนักรถบรรทุก น้ำหนักตัวรถ ความกว้าง ความยาวของรถบรรทุก ชนิดของสินค้า รวมทั้งสำรวจ OD ไปด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นำมาวิเคราะห์คำนวณเพื่อใช้ประโยชน์ในการทำแผนที่การไหลของการจราจร แผนที่เส้นทางที่ต้องการเดินทางของยานพาหนะและผู้โดยสาร หาแนวโน้มปริมาณการจราจร หาชั่วโมงที่มีการจราจรสูงสุด

2.1.2.6 แผนที่การไหลของการจราจร (Traffic Flow Map)

ใช้วิธีเขียนปริมาณการจราจรลงบนแผนที่ตามเส้นทางของถนน กำหนดให้ความกว้างของปริมาณการจราจรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรถที่แล่นในถนนตามจุดสำรวจที่กำหนด (Key Station)

2.1.2.7 เส้นทางที่ต้องการเดินทาง (Desire Line)

ใช้ข้อมูลจาก OD.Survey นำมาเขียนลากเป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางบอกให้รู้ถึงความต้องการว่า เส้นทางใดหรือเมืองใดมีปริมาณการจราจรติดต่อมากน้อยตามลำดับ ซึ่งสามารถเห็นได้ชัดเจนจากภาพที่เขียนตามมาตราส่วนของปริมาณการจราจร และเมื่อทราบความต้องการการก็จะได้นำมาเป็นแนวทางช่วยตัดสินใจ กำหนดเส้นทางปรับปรุงขยายถนนก่อนหลังตามลำดับ

2.1.2.8 แนวโน้มปริมาณการจราจร (Future Traffic Volume)

นำปริมาณการจราจรที่เพิ่มในแต่ละปีมาเขียนแผนภูมิหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรกับจำนวนปีที่เก็บข้อมูล การวางแผนระบบถนนจะต้องคำนึงถึงปริมาณของรถที่จะแล่นบนถนนในอีก 20 ปีข้างหน้า โดยอาศัยสถิติที่เก็บได้ในอดีตและปัจจุบัน การคาดคะเนอัตราเพิ่มของยานพาหนะได้มากจาก

(1) อัตราการเพิ่มของพลเมือง จากการสำรวจทะเบียนสำมะโนครัว นอกจากนี้อาจจะหาได้จากสถิติจำนวนผู้โดยสารรถไฟ รถประจำทางหรือเครื่องบินมาประกอบ

(2) อัตราการเพิ่มของการจดทะเบียนรถยนต์

(3) จากสถิติของรถที่นับได้เป็นระยะเวลาติดต่อกันเป็นเวลานาน ที่จุดสำรวจทั่วประเทศ ด้วยสถิติดังกล่าวแล้วสามารถนำมาเขียนแผนภูมิคาดคะเนอัตราการเพิ่มของยานพาหนะในระยะเวลา 10-20 ปีข้างหน้าได้

การนำผลวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรมาใช้ประโยชน์

สถิติและข้อมูลที่วิเคราะห์ได้นำมาใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. ใช้กำหนดความกว้างของผิวทาง ไหล่ทางและสะพาน
2. ใช้ออกแบบความหนาของโครงสร้างทาง
3. ใช้ศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจเพื่อวางแผนก่อสร้างและบูรณะถนน
4. ใช้กำหนดติดตั้งเครื่องหมายควบคุมการจราจร
5. ใช้พิจารณาความสำคัญก่อน หลัง ในการเลือกกำหนดเส้นทางก่อสร้าง ปรับปรุงถนน
6. ใช้ศึกษาหาแนวโน้มการเพิ่มปริมาณการจราจร
7. ใช้วางแผนระบบทางหลวง
8. ใช้ออกแบบทางแยกทางร่วม
9. ใช้แก้ไขและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

2.1.2.9 การจราจรปีฐาน (Base Year Traffic)

ดือปริมาณการจราจรที่คาดว่าจะมีมาใช้ถนนในปีที่สร้างทางเสร็จและเปิดการจราจร ปริมาณการจราจรนี้ได้มาจากการคาดคะเนปริมาณการจราจรจากถนนสายอื่น ๆ และการขนส่งประเภทอื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งการจราจรดังกล่าวประกอบด้วยการจราจรปกติ การจราจรเกิดใหม่ การจราจรเกิดจากการพัฒนาพื้นที่ การจราจรเปลี่ยนเส้นทางและการจราจรพิเศษดังได้กล่าวมาแล้ว

2.1.2.10 อัตราส่วนปริมาตรที่เหมาะสม (Sufficiency Rating)

เป็นวิธีการให้คะแนนเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกโครงการปรับปรุงก่อสร้างถนนสายเก่าเหมาะกับโครงการขนาดเล็กและวางแผนระยะสั้น โดยคำนึงถึงส่วนประกอบ 3 ประการคือ สภาพของถนน (Condition) เช่น อายุการใช้งานของถนน ความสามารถในการรับน้ำหนักรถ ความแข็งแรงของโครงสร้างทางและผิวทางรวมทั้งไหล่ทาง ความปลอดภัย (Safety) เช่น ความกว้างของตัวถนน ระยะหยุดและแซงโดยปลอดภัย ความกว้างของไหล่ทาง จำนวนอุบัติเหตุ ทางโค้งอันตราย สะพานแคบ ฯลฯ ระดับการใช้งาน (Service) เช่น ความลาดชันผิวจราจรเรียบหรือขรุขระ ความ

กว้างของผิวจราจร ความรู้สึกสะดวกสบายเมื่อขับรถบนถนน และโอกาสที่จะเร่งความเร็วแซงรถบนถนนดังกล่าว ฯลฯ การกำหนดคะแนนให้สภาพของถนนมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน ความปลอดภัย 30 คะแนน และระดับการใช้งาน 30 คะแนน ถนนสายใดที่ได้คะแนนน้อยจะได้รับการพิจารณาปรับปรุงก่อน จะเห็นได้ว่าวิธีการนี้มิได้พิจารณาถึงด้านเศรษฐศาสตร์หรือเรื่องของเงินค่าลงทุนเลย

2.1.3 การศึกษาหาความเหมาะสมก่อนการลงทุน (Feasibility Study)

เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการลงทุนตลอดอายุการใช้งานของโครงการว่าได้ผลตอบแทนคุ้มค่าสมควรที่จะลงทุนหรือไม่ สำหรับวิธีการศึกษานั้นมี เช่น วิธี Benefit Cost Ratio วิธี Rate of Return เป็นต้น ซึ่งต่างก็ต้องอาศัยวิธีการคำนวณจากเงินต้นที่ลงทุน (Costs) รวมทั้งดอกเบี้ยที่จะต้องจ่ายและผลประโยชน์ตอบแทน (Benefits) ที่ได้รับตลอดอายุการใช้งานของโครงการนั้น ๆ โดยคิดเปรียบเทียบเป็นอัตราเฉลี่ยต่อปี ผลจากการศึกษานี้จะเป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจพิจารณาเลือกก่อสร้างโครงการต่าง ๆ และยังสามารถชี้ให้เห็นถึงผลได้ผลเสียตลอดจนจังหวะเวลาที่เหมาะสมในการลงทุน โครงการก่อสร้างปรับปรุงถนนแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภทคือ

ก. โครงการปรับปรุงก่อสร้างทางที่มีอยู่เดิมแล้ว ซึ่งปัจจุบันก็ยังมีสภาพใช้งานได้ตลอดปีแต่ต้องการปรับปรุงเนื่องจากมีปริมาณรถมากขึ้น ชุมชนขยายใหญ่ขึ้น หลังจากปรับปรุงแล้ว ผลประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงคือประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ และหรือลดระยะเวลาในการเดินทาง ทางประเภทนี้ค่าลงทุนกับผลประโยชน์ที่ควรนำมาคิดมีดังนี้

ค่าลงทุน (Cost)

1. ค่าก่อสร้าง เช่น งานดิน งานผิวทาง งานพื้นทาง งานสะพาน ทางระบายน้ำ ฯลฯ
2. ค่าบำรุงรักษาค่าดอกเบี้ยจากเงินต้นที่ลงทุนก่อสร้าง
3. ค่าบริหาร ค่าสำนักงาน เงินเดือนพนักงานก่อสร้างและดูแลรักษาทาง

ผลประโยชน์ (Benefits)

1. ค่าประหยัดจากการใช้รถ เช่น ค่าสึกหรอ ค่าน้ำมันและเวลาในการเดินทาง อุบัติเหตุ ฯลฯ
2. ค่าบำรุงรักษาที่ลดน้อยลงกว่าถนนเก่า
3. มูลค่าของโครงสร้างทางภายหลังสิ้นสุดอายุทางเศรษฐกิจแล้ว (Salvage Costs)

ข. โครงการก่อสร้างที่เป็นเส้นทางใหม่ หรือเส้นทางเดิมแต่มีสภาพไม่ดีใช้งานได้เฉพาะบางฤดูกาล ถนนประเภทนี้ค่าลงทุนกับผลประโยชน์ที่ควรนำมาคิดมีดังนี้

ค่าลงทุน (Cost)

1. ค่าเวนคืนที่ดิน
2. ค่าก่อสร้าง เช่น งานดิน ตัวโครงสร้างทางสะพาน ทางระบายน้ำ ฯลฯ
3. ค่าบำรุงรักษา
4. ค่าดอกเบี้ยจากเงินต้นที่ลงทุนก่อสร้าง
5. ค่าบริหาร ค่าสำนักงาน เงินเดือนพนักงานก่อสร้างดูแลรักษาทาง

ผลประโยชน์ (Benefits)

1. ค่าประหยัดจากการใช้รถ
2. ผลประโยชน์จากการเพิ่มผลผลิต เช่น ผลผลิตทางเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ท่องเที่ยว ทรัพยากรธรรมชาติ ฯลฯ
3. มูลค่าของโครงสร้างทางภายหลังสิ้นสุดอายุทางเศรษฐกิจแล้ว
4. มูลค่าของพื้นที่ที่เจริญหรือพัฒนาขึ้นเมื่อมีถนนตัดผ่านเข้าไป ค่าที่ดินสูงขึ้นรัฐเก็บภาษีได้เพิ่มขึ้น
5. ผลประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น ให้ความสะดวกในด้านสาธารณูปโภค ไฟฟ้า ประปา ดับเพลิง ให้ประโยชน์ในด้านความมั่นคงของประเทศ ฯลฯ

2.1.3.1 ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนน (Road User Costs)

คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้รถเดินบนถนนทั้งทางตรงและทางอ้อม แยกออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

ก. ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Costs = VOC) เช่น ค่าน้ำมัน เชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ค่าสึกหรอของยางรถ ค่าซ่อมบำรุงรถ ค่าเสื่อมราคา ค่าพนักงานขับรถและพนักงานประจำรถ ค่าใช้จ่ายส่วนนี้มีมูลค่าสูงกว่าค่าใช้จ่ายส่วนอื่น

ข. ค่าของเวลาของผู้ใช้รถ (Road User Time Costs) ผู้ใช้รถสามารถประหยัดเวลาในการเดินทาง และสามารถใช้เวลาดังกล่าวไปดำเนินกิจการอย่างอื่น เพื่อเพิ่มผลผลิตค่าใช้จ่ายส่วนนี้อาจจะเกิดได้ทั้งจากผู้ใช้รถเอง หรือผู้ซึ่งเป็นนายจ้างซึ่งเป็นเจ้าของรถ

2.2 การสำรวจเส้นทางเพื่อออกแบบก่อสร้างถนน (Highway Survey and Plan)

การกำหนดแนวเส้นทางของถนนระหว่างจุดสองจุด ซึ่งอยู่ห่างกันนับสิบหรือนับร้อยกิโลเมตร ควรที่จะมีการศึกษาพิจารณาอย่างรอบคอบทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์ และวิศวกรรมสาขาต่าง ๆ จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ดังกล่าวแล้วในเบื้องต้น หลักเกณฑ์ในการเลือกกำหนดเส้นทางอย่างกว้าง ๆ ก่อนลงมือสำรวจมีดังนี้

1. เลือกเส้นทางที่ช่วยให้เกิดการไหลของการจราจรเป็นไปอย่างสะดวก ปลอดภัยมากที่สุดตามทิศทาง และความต้องการของการเดินทาง (Desire Line)
2. หลีกเส้นทางที่มีขีดจำกัดในการมองเห็นได้ไกล (sight Distance) โดยเฉพาะใกล้ทางแยก ทางร่วม เช่น ทางหักข้อศอก ทางซึ่งมีสิ่งก่อสร้างหรือเนินเขาชิดขอบทางโค้ง
3. เลือกเส้นทางที่มีเส้นโค้ง ทางลาดชันน้อยที่สุด
4. หลีกเลี่ยงเส้นทางมีพื้นที่ก่อสร้างจำกัด จนต้องเกิดทางโค้งอันตราย (Sharp curve)
5. ถนนในตัวเมือง ควรหลีกเลี่ยงการตัดผ่านย่านที่มีอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างหนาแน่นจะทำให้ค่าเวนคืนสูง
6. ถนนในบริเวณชนบท พยายามเลือกให้เส้นทางทับสายทางเก่า ซึ่งอาจเป็นทางลำลองที่ใช้กันอยู่แล้วเพื่อประหยัดค่าเวนคืนที่ดิน และค่าก่อสร้าง
7. ควรเลือกเส้นทางหลีกสถานที่สำคัญซึ่งเป็นที่เคารพนับถือหรือจุดรวมของชุมชน เช่น วัด โบสถ์ โรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ
8. หลีกเลี่ยงการตัดทางแยกทางร่วมบนยอดเนินหรือเชิงเขา
9. สะพานข้ามแม่น้ำควรกำหนดให้ตั้งฉากกับการไหลของลำน้ำ และไม่ควรกำหนดให้สะพานอยู่ในทางโค้งหรือใกล้ทางโค้ง
10. เลือกบริเวณที่มีงานดินน้อยที่สุด ถ้าตัดผ่านเนินเขา ไหล่เขา ควรเลือกเส้นทางที่ผ่านช่องเขา ขณะเดียวกันก็ควรคำนึงถึงเรื่องดินพัง (Landslide)จากไหล่เขาด้วย
11. หลีกเลี่ยงการตัดถนนผ่านป่าสงวนแห่งชาติ

2.2.1 การสำรวจเพื่อการออกแบบ (Highway Survey)

งานสำรวจทางเป็นงานขั้นบุกเบิกโดยเฉพาะแนวถนนตัดใหม่ซึ่งต้องตัดผ่าน ป่า ทุ่งนา หรือในบางครั้งอาจจะต้องสำรวจวางแนวเพื่อปรับปรุงแก้ไขขยายถนนเก่าที่ใช้งานนานมาแล้ว เพื่อช่วยในการจราจรแล่นได้คล่องตัวด้วยความเร็วสูง ในบางท้องที่ความเจริญของตัวเมืองมีมากจนมีความจำเป็นที่จะต้องก่อสร้างสายทางด่วน (Expressway) ถนนวงแหวน (Ring Road) เพื่อระบายความแออัดของการจราจร การวางแนวเส้นทางเพื่อก่อสร้างถนนจำเป็นต้องเก็บและศึกษาข้อมูลต่าง

ๆ เช่น สภาพธรรมชาติ และพื้นภูมิประเทศ คุณสมบัติของดินบริเวณในเขตทางและบริเวณใกล้เคียง ที่ถนนตัดผ่าน ระดับน้ำสูงสุด ระบบระบายน้ำ ฯลฯ ก่อนลงมือสำรวจควรกำหนดมาตราฐานของถนนสายที่จะออกแบบก่อสร้างใหม่เสียก่อน เช่น ประเภทของผิวทางความเร็วที่จะกำหนดให้รถแล่น จำนวนช่องจราจร ความลาดชันสูงสุดของทาง ฯลฯ ขั้นตอนการสำรวจเพื่อนำมาใช้ออกแบบควรกระทำตามลำดับดังนี้

2.2.1.1 การสำรวจภูมิประเทศเบื้องต้น (Reconnaissance Survey)

เป็นการสำรวจอย่างกว้าง ๆในพื้นที่บริเวณที่จะตัดถนนผ่าน หารายละเอียดที่จำเป็นนำมาช่วยในการตัดสินใจวางแผนงานขั้นต้น เพื่อประโยชน์ในการกำหนดแนวทางก่อสร้างจริง ๆ ภายหลัง รายละเอียดที่จะต้องเก็บสำรวจหาข้อมูล เช่น ลักษณะสูงต่ำของภูมิประเทศ (Topography) ลักษณะของชั้นดิน สภาพดินฟ้าอากาศ จำนวนพลเมืองในท้องถิ่น แนวเส้นเขา และแม่น้ำ ฯลฯ รายละเอียดเหล่านี้อาจหาได้จากแผนที่ ๆ มีอยู่ในปัจจุบันของกรมทรัพยากรธรณี กรมแผนที่ทหาร กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงมหาดไทย ฯลฯ ในปัจจุบันวิทยาการก้าวหน้าไปมาก การใช้ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photographs in Reconnaissance)ช่วยให้การสำรวจเบื้องต้นเป็นไปได้ง่ายและรวดเร็ว ภาพถ่ายอากาศที่ถ่ายจากเครื่องบิน จะต้องถ่ายให้แต่ละภาพซ้อนกันทางด้านปลาย (End Lap) 55-65 %และซ้อนกันทางด้านข้างในแต่ละแถวประมาณ 25 % หลังจากได้ภาพถ่ายทางอากาศแล้วก็ใช้เครื่องมือพิเศษ เช่น Stereoscopic Plotter หรือ Stereoplanigraph เขียนแผนที่แล้วกำหนดเส้นสูงต่ำของพื้นที่โดยใช้มาตราส่วน 1:5,000 ถึง 1:10,000 ภาพถ่ายทางอากาศซึ่งแต่ละแผ่น มีภาพทับกัน 55-65%นำมาต่อกันเป็นช่วง ๆ แล้วมองผ่านกล้อง Stereoscope จะเห็นพื้นที่ประเทศเป็นภาพนูน 3 มิติ สามารถมองเห็นแนวทางผ่านเนิน ช่องเขา ยอดเขา หรือส่วนสูงของอาคาร ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้าง หรือพื้นที่ขรุขระ การศึกษาจากเครื่อง Stereoscope จะช่วยลดการสำรวจทางภาคพื้นดิน และช่วยในการวางแนวถนนได้ง่ายและรวดเร็ว

การกำหนดเลือกเส้นทางต้องพิจารณาถึงส่วนควบคุมอันดับแรก(Primary Control)เช่น จุดก่อสร้างสะพาน ช่องเขา ป่าสงวน น้ำตก ทะเลสาบ หมู่บ้าน ส่วนกำหนดเส้นทางอันดับรอง (Secondary Control) เช่นการระบายน้ำ ช่องเขาอื่น ๆ จุดต่ำสุดของยอดเนินเขา บริเวณที่ต่ำน้ำท่วมขัง สภาพดิน งานดิน ความลาดชันของพื้นที่ ฯลฯ เหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดการวางแนวเส้นทางของถนน เพราะมีผลต่อความยากง่ายในการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้างอย่างมากมายด้วย หลังจากอ่านภาพถ่ายทางอากาศแล้วก็กำหนดเส้นทางที่เหมาะสมเพื่อจะได้ศึกษารายละเอียดในภาพถ่ายที่มีมาตราส่วนใหญ่ขึ้นไปอีก เช่น 1:6,000 ถึง 1:3,000 จากภาพถ่ายเหล่านี้ก็นำมาเขียน Topographic Map เขียนเส้นคอนทัวร์บอกระดับความสูงต่ำของพื้นที่ ลงในแผนที่ใช้มาตราส่วน 1:2,500 ได้

2.2.1.2 การสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Survey)

เมื่อพิจารณาภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่แล้วก็กำหนดเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดตามภาพที่ 6.4 แล้วส่งคณะสำรวจ (Survey Party) เข้าไปสำรวจวางแนวหลัก ใช้กล้องวัดมุม กล้องระดับและเทปเหล็กวางแนวเป็นเส้นตรง พยายามกำหนดให้มุมเบี่ยงเบน ไม่เกิน 30 วางแนวศูนย์กลางของทางใช้หลักไม้ ตอกเป็นระยะห่างจากจุดละ 25 เมตร เก็บรายละเอียดตามเส้นทาง ขณะเดียวกันก็จัดทำระดับแนวทางวัดมุมระดับ หาระดับความสูงต่ำของพื้นดินในแนวกว้าง 60 ถึง 120 เมตร ตามแนวเส้นทางเพื่อใช้ประกอบในการคำนวณงานดินจากนำข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดเขียนลงแผนที่มาตราส่วน 1:1,000 ในปัจจุบัน อาจใช้ภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งถ่ายเป็นครั้งที่ 2 ตามเส้นทางที่กำหนดเลือกไว้ แต่ใช้มาตราส่วนขยายใหญ่ขึ้นถึง 1:6,000 สามารถเก็บและอ่านรานละเอียดได้ดีถูกต้องตามความเป็นจริงมากขึ้น

ข้อแนะนำบางประการในการสำรวจแนวทางเบื้องต้น

1. แนวทางที่ดีจะต้องเลือกเส้นทางที่ประหยัดค่าก่อสร้างและค่าบำรุงรักษา สะดวกปลอดภัย ในการเดินทาง

2. มาตราฐานของทางอาจจะกำหนดตามความเหมาะสมของปริมาณการจราจร และความประหยัด

3. จุด P.I. ของทางโค้งไม่ควรอยู่บนเนินเขาเพราะจะทำให้เกิดทางโค้งราบร่วมกับทางโค้งแนวตั้ง และพยายามอย่าให้มีการเปลี่ยนระดับความชัน (Grade) ในทางโค้งราบ

4. หลีกเลี่ยงโค้งอันตราย (Sharp curve) ที่มีรัศมีโค้งต่ำ และมีเส้น Tangent ยาวมาก ๆ จะทำให้เกิดอุบัติเหตุสูง

5. บริเวณที่มีบริเวณทางเลี้ยวโค้ง 2 โค้ง ใกล้กันควรจะอยู่ห่างไม่น้อยกว่า 60 เมตรเพื่อให้มีระยะยกโค้ง (Super Elevation) ได้พอเพียง หรือพยายามวางแนวเป็นโค้งเดียว (Simple Curve) หรือCompound Curve

6. หลีกเลี่ยงบริเวณที่จะเกิด Reversing Curve ถ้าจำเป็นต้องมีก็ควรอยู่ห่างกันมากกว่า 120 เมตร เพื่อจะได้มีระยะยกโค้งพอเพียง

7. หลีกเลี่ยงการวางแนวทางให้สะพานอยู่ในทางโค้ง เพราะจะก่อสร้างยาก มีราคาแพง และความปลอดภัยต่ำ

8. แนวทางข้ามร่องน้ำทั่วไปไม่ควรให้มีมุม Skew เกิน 30 และถ้าเป็นแม่น้ำใหญ่ก็ไม่ควรเกิน 20

9. บริเวณทางแยกร่วมมุมตัดไม่ควรน้อยกว่า 60 และควรจะอยู่ในบริเวณที่ราบมีความลาดชันไม่เกิน 3% ถ้าตัดเกินบริเวณทางโค้งก็จะต้องมีรัศมีมากจนไม่ต้องยกขอบทางโค้งหรือมี Degree of Curve ไม่เกิน 6 %

10. หลีกเลี่ยงการวางแนวทางผ่านโบราณสถาน ปูชนียสถาน วัดหรือบริเวณที่ทำให้ชุมชนจะต้องเดือดร้อนมาก

2.2.1.3 การสำรวจกำหนดแนวทาง (Location Survey)

เป็นการสำรวจแนวทางขั้นสุดท้าย ตามแนวทางที่ได้พิจารณาเลือกแล้วว่าเหมาะสมที่สุด แบ่งงานออกเป็นประเภทได้ดังนี้

1. วางศูนย์กลางแนวทาง และวางโค้งด้วยกล้องธีโอโดไลท์

2. วัดระยะตามแนวเส้นทางพร้อมปักหมุดศูนย์กลางแนวทางระยะห่าง 25 เมตร ในที่ราบ และระยะ 10 เมตร ในที่เป็นเนินเขา

3. ทำหมุดพยาน เพื่อใช้สำหรับค้นหาหรือกำหนดหมุดศูนย์กลางแนวทางที่อาจสูญหายไป ทุกระยะ 300 เมตร ในที่ราบตรง ทุกระยะ 200 เมตรในที่ราบเป็นป่า และ 150 เมตร ในบริเวณเนินเขา

4. ทำหมุดหลักฐานระดับ (B.M) บอกค่าระดับความสูง กำหนดไว้ในที่คงทนถาวร ไม่ทรุด โยกคลอน ระยะห่างของ B.M. ไม่ควรเกิน 400 เมตร B.M ทุกจุดจะต้องทำเครื่องหมายบอกเลขที่ให้เห็นชัดเจนและกำหนดให้อยู่ห่างจากศูนย์กลางแนวสำรวจไม่ต่ำกว่า 30 เมตร หรือนอกเขตทาง เพื่อจะมิได้สูญหายขณะก่อสร้าง

5. ทำรูปตัดตามแนวยาว (Profile) หาระดับของหมุดศูนย์กลางแนวทาง นำค่าระดับมาเขียนรูปตัดตามแนวยาวในแผนที่ใช้มาตราส่วน 1: 100 ทางนอน 1:1,000 และใช้แผนที่นี้กำหนด Grade ของผิวทาง ตำแหน่งของท่อและสะพาน

6. ทำรูปตัดตามขวาง (Cross Section) หาค่าระดับผิวดินดันทางในแนวตั้งฉากกับศูนย์กลางของเส้นทางออกไปทั้ง 2 ข้าง จนถึงเขตทางทุกระยะที่ปักหมุดศูนย์กลางแนวทาง รูปตัดตามขวางนี้นำไปใช้คำนวณงานดินประกอบกับรูปตัดตามแนวยาวในข้อ 5

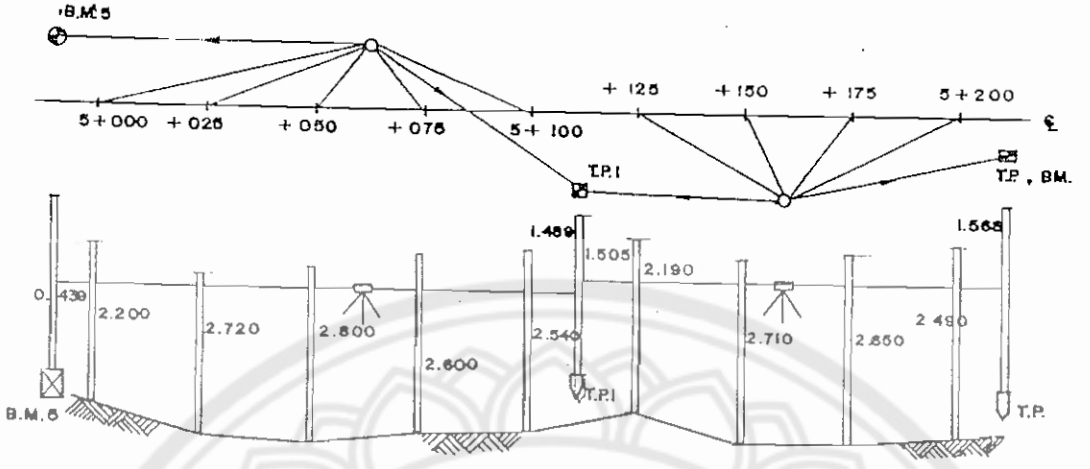
7. สำรวจเก็บรายละเอียด 2 ข้างทาง เช่น ลักษณะภูมิประเทศ สิ่งปลูกสร้างอาคาร ทางร่วม ทางแยก ต้นไม้ใหญ่ ๆ ที่ต้องเสียค่าโคนขุด ระยะทางของเขตตำบล เขตอำเภอท่อลอดให้บอกขนาด จำนวนแถว ตำแหน่งที่ตั้ง และสภาพของท่อ สะพานให้บอกชนิด ลักษณะความกว้างยาว ตำแหน่งที่ตั้งและสภาพของสะพาน ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาให้บอกระยะของห้วย สันเขา กิ่วเขา ยอดเขา ที่นอกเขตทางเพื่อใช้ประกอบเขียนแผนที่เกี่ยวกับเส้นระดับให้ถูกต้อง ใกล้เคียงมากขึ้น

ทางในเมืองที่ผ่านเขตชุมชนให้บอกรายละเอียดท่อระบายน้ำ ท่อประปา เสาไฟฟ้า และสายเคเบิล ฯลฯ

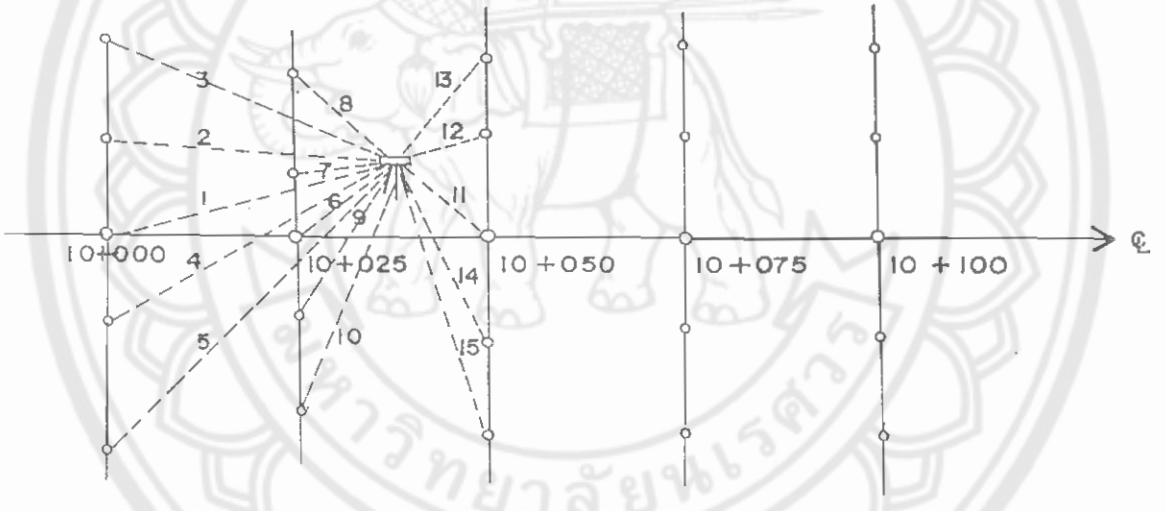
8. สำรวจรายละเอียดร่องน้ำ เพื่อนำไปใช้ออกแบบท่อลอดหรือสะพาน หาระดับร่องน้ำให้ละเอียด บอกทิศทางน้ำไหล ถ้าภูมิประเทศเป็นเนินเขา ให้บอกรูปร่างความคดโค้งของห้วยด้วย ระดับของห้วย ถ้ามีสะพานข้ามลำใกล้เคียง ให้บอกค่าระดับหลังสะพาน ชนิด ขนาด ความกว้าง ยาว ช่วงห่างของตอม่อเพื่อนำมาช่วยประกอบการออกแบบ ถ้ามีเขื่อน ฝาย ประตูระบายน้ำ บริเวณใกล้เคียง ควรจะบอกรายละเอียดไปด้วย

9. เขียนแผนที่จากข้อมูลที่สำรวจมาได้ บอกรายละเอียดของแนวทาง รูปตัดตามแนวยาว รูปตัดตามขวาง

ภาพที่ 2.3 แสดงการทำหมุดพยาน



ภาพที่ 2.4 แสดงการทำรูปตัดตามยาวของเส้นทางในแนวศูนย์กลางถนน



ภาพที่ 2.5 แสดงการทำรูปตัดตามขวาง

2.2.2 การสำรวจดิน (Soil Survey)

ในเบื้องต้นควรเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานหรือหน่วยราชการที่เคยสำรวจข้อมูลรายละเอียดไว้บ้างแล้วเช่น จากแผนที่ธรณีของกรมทรัพยากรธรณี จากเทศบาลเมืองที่ถนนตัดผ่าน จากกรมชลประทานที่ก่อสร้างเขื่อนฝ่ายกันน้ำในบริเวณใกล้เคียง จากข้อมูลของถนนสายเก่า ฯลฯ การสำรวจดินในสนามจะเริ่มพร้อมกับงานสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Survey) ตามมาตราฐาน AASHTO เกี่ยวกับ Specification for Highway Materials กำหนดไว้ว่าจะต้องเก็บข้อมูลเพื่อใช้ประกอบในการ

1. กำหนดตำแหน่งของถนน (Location) ทั้งทางราบและทางดิ่ง

2. กำหนดตำแหน่งของบ่อยืมดิน (Borrow Pits) สำหรับนำมาใช้ในงานก่อสร้างถนน

3. ออกแบบและกำหนดตำแหน่งของคู ท่อลอดการระบายน้ำ

4. ออกแบบรูปตัดของถนน (Cross-section)

5. กำหนดรายละเอียดการบดอัดดินคันทาง เพื่อให้ได้ความแข็งแรงที่เหมาะสมกับการใช้งาน

6. กำหนดแหล่งของวัสดุที่จะนำมาใช้ก่อสร้างพื้นทางรวมทั้งทำผิวทาง

7. ออกแบบโครงสร้างของถนนและผิวทาง

การเก็บตัวอย่างดินใช้วิธีขุดเก็บตัวอย่างดินตามแนวเส้นศูนย์กลางของถนนด้วยสว่านเจาะดิน (Auger) เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะของผิวดิน พร้อมทั้งขุดหลุมเก็บดินตัวอย่างโดยมีกฎเกณฑ์ดังนี้คือ

1. ระยะห่างของจุดเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำเข้าทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการในบริเวณที่มีชั้นดินสม่ำเสมอเท่ากัน 300 เมตร และถ้าชั้นดินเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงควรเก็บทุกระยะ 16 เมตร

2. ถ้าลักษณะชั้นดินเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงจะต้องพยายามหาจุดที่เริ่มเปลี่ยนแปลงนี้

3. ในบริเวณที่เป็นเนินขึ้นลง และความลาดชันเปลี่ยนจากดินถมเป็นดินตัดให้เก็บตัวอย่างดินเฉพาะบริเวณที่เป็นดินตัด

4. ถ้าเป็นถนนเก่าและระดับถนนที่จะสร้างใหม่ถมดินสร้างอยู่บนพื้นทางเดิมก็ไม่จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างดินคันทางเดิม เว้นแต่จะเก็บเป็นบางจุดเพื่อหาคุณสมบัติของดินพื้นทางเก่าเพื่อนำมาพิจารณาความสามารถในการรับน้ำหนักประกอบการออกแบบ

ความลึกของชั้นดินที่ควรจะเก็บอย่างน้อย 1.0-1.5 เมตร หรือถ้าเป็นบริเวณที่เป็นดินตัดก็ควรจะให้ลึกถึงชั้นดินที่จะขุดออก นอกเหนือจากที่กล่าวแล้ว ความลึกของการเก็บตัวอย่างมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคือ

1. ถ้าถนนตัดผ่านบริเวณที่มีชั้นดินสม่ำเสมอควรขุดเจาะให้ลึกลงไปถึงดินชั้นแรก (First Layer) ต่ำกว่าก้นคูระบายน้ำ หรือทะลุไปจนถึงชั้นที่น้ำซึมผ่านได้

2. บริเวณบ่อยืมดิน (Borrow Pits) ข้างทางควรขุดไปจนถึงระดับความลึกของก้นบ่อยืมดิน

3. บริเวณที่ต้องถมดินคันทางและดินพื้นทางสูงกว่า 7.5-9.0 เมตร ซึ่งจะมีปัญหาเกี่ยวกับแรงแบกทาน (Bearing Pressure) ของดินบริเวณดังกล่าว ควรจะต้องขุดหรือสำรวจให้ลึกอย่างน้อย 2.5 เท่าของความสูงดินถม

4. บริเวณที่ต้องถมดินต่ำกว่า 3 เมตร น้ำหนักบรรทุกเนื่องจากดินถมมีไม่สูงนักควรขุดสำรวจลึก 3.0-4.5 เมตร ก็พอเพียง

5. ถ้าบริเวณที่ถนนตัดผ่านเป็นที่ลุ่มมีน้ำขังจะต้องวัดความลึกของระดับน้ำทุก 15 เมตร ดินตัวอย่างที่เก็บได้ต้องเคลือบด้วยพาราฟฟินใส่ถุงพลาสติก เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ นำส่งเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบหาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม ตามกระบวนการต่าง ๆ เช่น Field Moisture content, Sieve Analysis, Liquid Limit, Plastic Limit, Soil Classification, Compaction Test, CBR Test ฯลฯ จุดมุ่งหมายและรายละเอียดการทดสอบตลอดจนการนำผลการทดสอบมาใช้ประโยชน์ อาจจะศึกษาค้นคว้ารายละเอียดได้จากตำราปฐพีกลศาสตร์โดยทั่วไป

ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) มีผลต่อความแข็งแรงของถนน ถ้าระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดินทำให้เกิด Capillary Rise มีผลให้ดอนคันทางอ่อน ดังนั้นในการสำรวจดินต้องเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับน้ำใต้ดินจากบ่อสำรวจดินด้วยเพื่อประกอบในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้าง ตลอดจนการออกแบบการระบายน้ำเหนือพื้นดินและใต้ดินให้เหมาะสม

2.2.3 แบบก่อสร้างถนน (Highway Plans)

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในสนามมารวบรวมแล้วเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงบนแผ่นกระดาษ เพื่อนำไปก่อสร้างต่อไปภาพที่ 6.11 แสดงตัวอย่างแบบก่อสร้างสายบางบัวทอง-สุพรรณบุรี และท่อลอด แบบก่อสร้างนี้ประกอบด้วยรายละเอียดเช่น

1. แสดงตำแหน่งและแนวถนนที่จะก่อสร้าง

2. แสดงรายละเอียดบอกหมุด (Pegs) ตามแนวศูนย์กลางเส้นสัมผัส (Tangent) ทางโค้ง รัศมีทางโค้ง ขอบเขตทางหลวง แม่น้ำ จุดทางรถไฟตัดผ่าน อาคารข้างเคียง รั้ว ท่อน้ำประปา แนวเสาไฟฟ้า และโทรศัพท์ ตำแหน่งสะพานและท่อลอด หมุดบอกระดับ (Bench Mark)

3. แสดง Profile ของถนนตามแนวศูนย์กลางถนน บอกรายละเอียดระดับผิวดินเดิมในปัจจุบัน ระดับความลาดชันหลังถนนเมื่อสร้างเสร็จแล้ว ระดับความลึกของร่องน้ำ ระดับสะพานท่อลอด

4. แสดงรูปตัดตามขวางของดินตัดของดินถมเพื่อใช้คำนวณงานดินทุกระยะของถนน บอกรายละเอียดถึงระดับดินคันทางในปัจจุบัน ระยะความลึกของดินตัดและถม

5. แสดงรูปตัดโดยทั่วไปของถนนระบุความหนาและคุณสมบัติของวัสดุคัดเลือก รองพื้นทาง พื้นทาง ความหนาของผิวทาง ชนิดของผิวทาง ความกว้างช่องจราจรและไหล่ทาง ความลาดชันของดินข้างไหล่ถนนถึงดูระบายน้ำ

6. แสดงจุดบ่อยืมดิน ระยะทางขนดิน

ป
TE
167
ก522
ล542

- 4 ก.ค. 2543

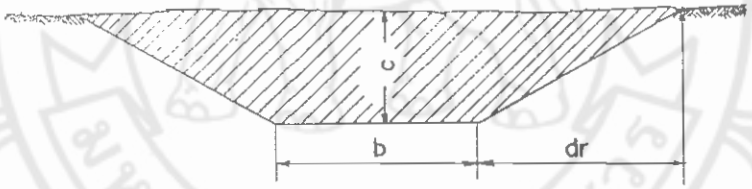
4340235

25
สำนักหอสมุด

7. แสดงแบบรายละเอียดของโครงสร้างสะพาน ท่อลอด รั้วกันรถขอบถนนตรงทางโค้ง และบริเวณใกล้สะพาน เกาะกลางถนน ขอบทางเท้า ท่อระบายน้ำ และบ่อพักรอยต่อของแผ่นคอนกรีต รายละเอียดการยกขอบทางโค้ง ขยายขอบทางโค้ง ฯลฯ

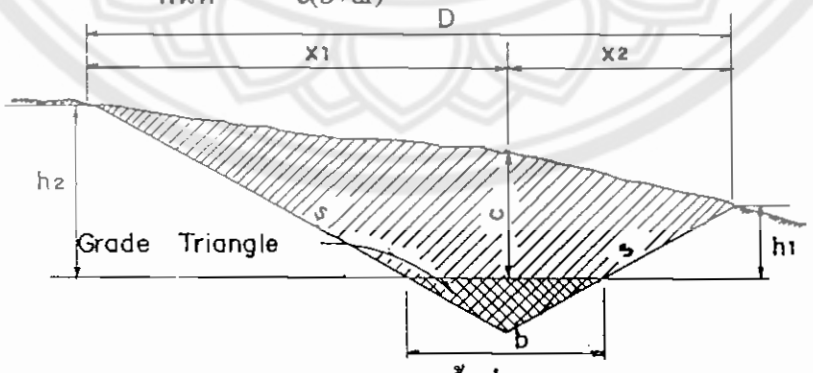
2.2.4 การคำนวณงานดิน (Estimating Earthwork Quantities)

งานดินหมายถึงดินที่ขุดและดินที่นำไปถมเพื่อก่อสร้างถนน คำนวณได้จากรูปตัดตามขวางของถนน (Cross-section) ซึ่งจะต้องแสดงไว้ทุกระยะ 15-30 เมตร การคำนวณหาพื้นที่รูปตัดของถนน ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีรูปร่างและระดับสม่ำเสมอ ก็สามารถคำนวณได้โดยใช้หลักเรขาคณิตอย่างง่าย ๆ เช่น คำนวณจากรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปสามเหลี่ยม ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีรูปร่างและระดับสม่ำเสมอ ก็สามารถคำนวณได้โดยใช้หลักเรขาคณิตอย่างง่าย ๆ เช่น คำนวณจากรูปสี่เหลี่ยมคางหมู หรือรูปสามเหลี่ยม ถ้าเป็นพื้นที่ ๆ มีรูปร่างและระดับไม่สม่ำเสมออาจใช้ Planimeter ช่วยในการหาพื้นที่หน้าตัด



ถ้ารูปตัดงานดินอยู่บริเวณที่มีรูปร่างสม่ำเสมอ คำนวณได้จาก

พื้นที่ = c(b+dr)



รูปตัดมีรูปร่างไม่แน่นอน คำนวณพื้นที่ได้จาก

พื้นที่ = $C(X_1+X_2)/2 + b/4(h_1 + h_2)$

จากพื้นที่รูปตัดถนน นำไปคำนวณปริมาตรของงานดินได้ด้วยวิธี

1. หาผลคูณระหว่างค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลายทั้งสองข้างกับระยะระหว่างพื้นที่ปลายทั้งสอง

ปริมาตร = $D/2(A_1+A_2)$

เมื่อ D = ระยะระหว่างพื้นที่ปลายทั้งสอง (เมตร)

A_1, A_2 = พื้นที่ (ตร.เมตร)

2. ถ้ามีพื้นที่หน้าตัดหลาย ๆ ขนาด A_1 , A_2 , A_3 ...A_n แต่ละพื้นที่อยู่ห่างกันเท่ากับ D คำนวณหาปริมาตรจาก

$$V = D/2(A_1+A_2)+ D/2(A_2+A_3)\ldots D/2(A_{n-1}+A_n)$$

$$= D/2(A_1+A_n)+ D\,(A_2+A_3+A_4\ldots+A_{n-1})$$

สูตรดังกล่าวจะให้ค่าถูกต้องใกล้เคียงที่สุด ถ้าพื้นที่ $A_1, A_2, A_3 \ldots A_n$ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ถ้าพื้นที่เหล่านั้นมีค่าแตกต่างกันผลที่ได้อาจมีค่าสูงกว่าที่เป็นจริงเล็กน้อย ถ้าต้องการค่าที่ถูกต้องละเอียดยิ่งขึ้นจะต้องใช้ Prismoidal Formula

$$V = D/6(A_1+4A_m+A_2)$$

A_m = พื้นที่ที่อยู่กึ่งกลางระหว่าง A_1 กับ A_2 และมีระนาบขนานกัน (ไม่ใช่ค่าเฉลี่ยระหว่าง A_1 และ A_2)

ถ้ามีพื้นที่มีทั้งหมด $A_1, A_2, A_3 \ldots A_n$ ต่างมีระยะห่างเท่ากันและ n เป็นเลขคี่จะได้ปริมาตร

$$V = D/6(A_1+4A_2+2A_3+4A_4+2A_5+\ldots+2A_{n-2}+4A_{n-1}+A_n)$$

2.2.4.1 การหดตัวและการเพิ่มปริมาตรของดิน (Shrinkage and Swell)

ดินเมื่อนำไปถมและบดอัดให้แน่นจะมีปริมาตรหดลดลง เนื่องจากช่องว่างระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง เปอร์เซ็นต์การหดตัวขึ้นอยู่กับชนิดของดินมีค่าประมาณ 20-40 % ในขณะเดียวกัน ดินเมื่อขุดมาจากสภาพที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติก็จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดช่องว่างระหว่างเม็ดดินเพิ่มขึ้น ถ้าเป็นหิน การขยายตัวจะมีปริมาณ 5-25 % ขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนหินที่ขุดออก ถ้าเป็นดินการขยายตัวมีประมาณ 10-20 % จากเหตุผลดังกล่าวปริมาณของดินที่จะนำมาถม หรือปริมาณของดินที่จะขนมาถม จำเป็นจะต้องคิดคำนวณจากปริมาตรของดินที่มากกว่าปริมาตรหลังบดอัดแล้ว

2.2.5 รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง (Highway Specification)

เป็นข้อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุและวิธีการก่อสร้างตามขั้นตอนตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะต้องนำไปใช้งานก่อสร้างถนน ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบจะต้องกำหนดเขียนขึ้นเพื่อประกอบและควบคุมการก่อสร้างให้ได้ความแข็งแรงทนทานตามมาตราฐานที่ออกแบบไว้ รายละเอียดที่กำหนดนั้นครอบคลุมไปถึงชนิดและคุณภาพ ของวัสดุที่ใช้ ชนิดและขนาดของเครื่องมือหนักที่จะนำมาก่อสร้างบดอัดให้ได้ความแน่นและความหนาตามต้องการ คุณภาพของฝีมือแรงงาน (Workmanship) วิธีการทดสอบวัสดุ เช่นวิธีทดสอบตามมาตราฐานของกรมทางหลวง วิธีของ AASHTO หรือ BS.Standard วิธีการประเมินปริมาณงานและการจ่ายเงินตามผลงานก่อสร้าง รายละเอียดแบบนี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในสัญญาก่อสร้างจึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ ซึ่งถ้าเขียนไว้อย่างคลุมเครือไม่ละเอียดจะทำให้เกิดกรณีพิพาทระหว่างเจ้าของงานและผู้รับจ้างก่อสร้างได้ และอาจให้ผลงานที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร หรือถ้าเขียนไว้เฉพาะเจาะจงเกินไปก็ทำให้ราคาค่าก่อสร้างแพงกว่าที่ควรมากเกินไป ในหน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับงานออกแบบก่อสร้างถนนจะมีรายละเอียดสองส่วนคือ มาตราฐานรายละเอียดประกอบแบบก่อสร้างโดยทั่วไป (Standard Specifications for Highway Construction) ใช้กับงานก่อสร้างถนนทุกโครงการและมาตราฐานรายละเอียดเพิ่มเติมเฉพาะงานหรือเฉพาะโครงการเพิ่มเติมอีกฉบับหนึ่งซึ่งมีรายละเอียดเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่มีในฉบับแรก รายการโดยทั่วไปของรายละเอียดควบคุมการก่อสร้างทางกรมทางหลวง

2.3 การออกแบบถนนทางด้านเรขาคณิต (GEOMETRIC DESIGN)

การออกแบบทางด้านเรขาคณิตเป็นการออกแบบในด้านขนาด รูปร่าง ลักษณะที่สามารถมองเห็นได้ เช่น ความกว้างของช่องจราจร (Lane Width) ความลาดชันของถนนเมื่อขึ้นและลงเนิน

(Grade) ระยะทางที่คนขับสามารถมองเห็นพร้อมที่จะหยุดหรือแซงโดยปลอดภัย (Sight Distance) รัศมีทางโค้งทั้งแนวราบและแนวตั้ง (Vertical and Horizontal Curve) ที่สามารถขับขี่ยานพาหนะด้วยความสูงอย่างปลอดภัย ทางแยก (Intersection) ฯลฯ การก่อสร้างทางสมัยก่อน มิได้เน้นถึงการออกแบบด้านนี้มากนัก เนื่องจากความเร็วของยานพาหนะที่ใช้อยู่มีไม่สูงนัก ปัจจุบันเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยนต์ได้พัฒนาออกแบบให้สามารถขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูงบรรทุกน้ำหนักได้มากขึ้น จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้โดยสารและยานพาหนะให้สามารถขับขี่ด้วยความปลอดภัยสะดวกสบาย ประหยัด ถึงที่หมายโดยรวดเร็ว

องค์ประกอบที่สำคัญใช้ในการออกแบบทางเลขาคณิตได้แก่

ก. ปริมาณการจราจร ใช้ในการแบ่งประเภทและมาตราฐานของทางหลวง ปริมาณการจราจรที่นำมาประกอบการออกแบบจะต้องคำนวณทำนายปริมาณการจราจรในอนาคตข้างหน้า 7-20 ปี

ข. ลักษณะของยานพาหนะ เช่น ความกว้าง ยาว ประเภท น้ำหนัก สมรรถนะ ยานพาหนะที่นำมาพิจารณามี รถยนต์นั่ง รถบรรทุก และรถโดยสาร

ค. ความเร็วของยานพาหนะที่จะพิจารณาออกแบบให้รถแล่นบนถนนได้สูงสุดอย่างปลอดภัย

องค์ประกอบสำคัญทั้ง 3 ประการดังกล่าว นำไปใช้ในการออกแบบความกว้างของช่องจราจร จำนวนช่องจราจร ความกว้างของไหล่ทาง รัศมีทางโค้ง การยกโค้ง การขยายขอบทางโค้ง ความลาดชันของทาง การหยุดและการแซง ชนิดของผิวทาง ฯลฯ

2.3.1 มาตราฐานการออกแบบทางของกรมทางหลวง (Highway Design Standard)

กรมทางหลวงได้นำปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันเป็นองค์ประกอบสำคัญในการกำหนดมาตราฐานทางหลวงแบ่งออกเป็นชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1. ทางหลวงสายประธาน (Primary Highway) มีมาตราฐานขั้นต่ำสุด 4 มาตรฐาน คือ P_D, P_1 ,P_2 ,P_3

2. ทางหลวงสายรอง (Secondary Highway) มีมาตราฐานขั้นต่ำสุด 6 มาตรฐาน คือ S_D, S_1 , S_2 , S_3 ,S_4 ,S_5

3. ทางหลวงจังหวัด (Provincial Highway) มีมาตราฐานขั้นต่ำสุด 7 มาตรฐาน คือF_D , F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , F_5, F_6

2.3.2 มาตราฐานขั้นต่ำที่ใช้ออกแบบทางหลวงสายประธาน (นอกเมือง) ของกรมทางหลวง

หลักการ

1. การควบคุมทางเข้า-ออกทางหลวง ตามกฎหมายทางหลวง

2. ทางหลวงตัดกัน เป็นทางตัดระดับกันต่อเมื่อได้ศึกษาและคำนวณค่าตอบแทนทางด้านเศรษกิจแล้วได้ผลคุ้มค่าเท่านั้น

3. ทางหลวงที่ตัดกับทางรถไฟ เป็นทางต่างระดับกัน ต่อเมื่อได้ศึกษาและคำนวนค่าตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจแล้วได้ผลคุ้มค่าเท่านั้น

4. ความกว้างของสะพาน (1) : ความกว้างของสะพานจะต้องกว้างเท่ากับข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

ก) กว้างเต็มคันทาง (ไหล่ทางถึงไหล่ทางหรือขอบทางถึงขอบทาง)

ข) กว้างกว่าผิวทาง 1.50 เมตร

5. ความกว้างของทางเท้า (2) : ความกว้างของทางเท้าจะต้องกว้างเท่ากับข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

ก) 1.50 เมตร สำหรับสะพานในเมืองและชานเมือง

ข) 1.00 เมตร สำหรับสะพานนอกเมือง

ค) 0.50 เมตร สำหรับสะพานที่ไม่มีคนเดินเท้า

6. ความสูงของช่องลอด = 4.90 เมตร(16 ฟุต)

7. น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ออกแบบสะพาน = HS20-44(MS 18)

8 การออกแบบผิวจราจรออกแบบตามจำนวนน้ำหนักลงเพลาสะสมระหว่าง 7 ปีแรกหลังการก่อสร้างตามที่คาดคะเนไว้

9. รายละเอียดในการออกแบบที่ไม่ได้ระบุไว้ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของ AASHTO

ตารางที่ 2.1 มาตราฐานขั้นต่ำใช้ออกแบบทางหลวงสายประธาน(นอกเมือง)

ลักษณะภูมิประเทศ	ทางราบ	ทางเนิน	ทางเขา
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม. (3)	80-100	60-80	50-60
ความลาดชันสูงสุด % (4)	4	6	8
ความกว้างของเขตทาง ม. (5)	←——— 60-80 ———→		

ชั้นทาง ( )	P_D	P_1	P_2	P_3
ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (6)	มากกว่า 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	น้อยกว่า 2,000
ประเภทของผิวทางจราจรที่เสนอแนะ	ชั้นสูง	ชั้นสูง	ชั้นกลาง	ชั้นกลาง
ความกว้างของผิวจราจร ม.	ทางที่แบ่งแยกการจราจรไป-กลับ กลับ ข้างละ 7.00 ม.	7.00	6.50	6.00
ความกว้างของไหล่ทาง ม.	2.50	2.50	2.25	2.00

คำอธิบายตารางที่ 2.1

1. สะพานโดยทั่วไปจะต้องกว้างเต็มคันทาง นอกจากในกรณีดังต่อไปนี้

ก) สะพานบนทางหลวงที่อยู่ในเมือง

ข) สะพานที่อยู่ในโค้งแคบ

ค) สะพานที่อยู่ในทางหลวงที่มีการจราจรน้อย

ง) สะพานขนาดพิเศษ สะพานข้ามลำน้ำใหญ่ๆ

2. ในกรณีที่มีคนเดินเท้า สำหรับสะพานที่มีรถวิ่งสองทาง จะต้องมีทางเท้ากว้างอย่างน้อย 1.00 ม. ทั้งสองข้าง และสำหรับที่มีรถวิ่งทางเดียวจะต้องมีทางเท้ากว้างอย่างน้อย 1.00 ม. ทางด้านซ้ายของสะพาน

3. ความเร็วที่ใช้ออกแบบอาจลดลงได้ในกรณีที่จำเป็นที่มีปัญหาเรื่องเขตทางหรือบนทางเขา

4. ตามข้อกำหนดการออกแบบทางหลวงนอกเมืองของ AASHTO เกี่ยวกับความลาดชัน ความยาวของลาดช่องเดินรถหนักบนทางชัน เป็นต้น

5. ทางหลวงในเมืองหรือชานเมือง เขตทางอาจลดลงได้ แต่จะต้องกว้างพอสำหรับก่อสร้างทางรวมทั้งทางคู่ขนานเมื่อมีความจำเป็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของกรมทางหลวง

ตารางที่ 2.2 มาตราฐานขั้นต่ำที่ใช้ออกแบบทางหลวงสายรอง (นอกเมือง)

ลักษณะภูมิประเทศ			ทางราบ	ทางเนิน	ทางเขา
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.		(3)	70-90	55-70	40-55
ความลาดชันสูงสุด	%	(4)	6	8	10
ความกว้างของเขตทาง	ม.	(5)	40-60		

ชั้นทาง ( )	S_D	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (6)	มากกว่า 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	น้อยกว่า 300
ประเภทของผิวทางจราจรที่เหมาะสม	ชั้นสูง	ชั้นสูง	ชั้นกลาง	ชั้นกลาง	ชั้นกลาง-ต่ำ	ลูกรัง
ความกว้างของผิวทางจราจร ม.	ทางที่แบ่งแยกการจราจรไป-กลับข้างละ 7.00 ม.	7.00	6.50	6.00	5.50	คันทาง
ความกว้างของไหล่ทาง ม.	2.50	2.50	2.25	2.00	1.75	0.00

คำอธิบายตารางที่ 2.2

1. สะพานโดยทั่วไปจะต้องกว้างเต็มคันทาง นอกจากในกรณีดังต่อไปนี้

ก) สะพานทางหลวงที่อยู่ในเมือง

ข) สะพานที่อยู่ในโค้งแคบ

ค) สะพานที่อยู่ในทางหลวงที่มีการจราจรน้อย

ง) สะพานขนาดพิเศษ สะพานข้ามลำน้ำใหญ่ ๆ

2. ในกรณีที่มีคนเดินเท้า สำหรับสะพานที่มีรถวิ่งสองทาง จะต้องมีทางเท้ากว้างอย่างน้อย 1.00 ม. ทั้งสองข้าง และสำหรับที่มีรถวิ่งทางเดียวจะต้องมีทางเท้ากว้างอย่างน้อย 1.00 ม. ทางด้านซ้ายของสะพาน

3. ความเร็วที่ใช้ออกแบบอาจลดลงได้ในกรณีที่จำเป็นที่มีปัญหาเรื่องเขตทางหรือบนทางเขา

4. ตามข้อกำหนดการออกแบบทางหลวงนอกเมืองของ AASHTO เกี่ยวกับความลาดชัน ความยาวของลาดช่องเดินรถหนักบนทางชัน เป็นต้น

5. ทางหลวงในเมืองหรือชานเมือง เขตทางอาจลดลงได้ แต่จะต้องกว้างพอสำหรับก่อสร้างทางรวมทั้งทางคู่ขนานเมื่อมีความจำเป็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของกรมทางหลวง

6. ทางชั้น S_D จะก่อสร้างตามผลการคาดคะเนปริมาณการจราจรใน 7 ปีข้างหน้าหรือหลังจากได้ศึกษาแล้วได้ผลดอบแทนคุ้มค่า ทางชั้น S_1 S_2 ถึง S_3 ก่อสร้างตามผลการคาดคะเนปริมาณการจราจรใน 15 ปีข้างหน้า ทางชั้น S_4 เมื่อมีปริมาณการจราจรเฉลี่ยถึง 8000 คัน/วัน ก่อนถึงปีที่และควรจะวางแผนยกขึ้นเป็นชั้นทาง SD เมื่อมีปริมาณการจราจรเฉลี่ยถึง 8000 คัน/วัน หรือเมื่อแสดงว่ามีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ ทางชั้น S_4 จะต้องมีปริมาณการจราจรมากกว่า 300 คัน/วันใน 7 ปี แต่น้อยกว่า 1000 คัน/วัน ใน15 ปี ทางชั้น S_5 มีปริมาณการจราจรน้อยกว่า 300 คัน/วันใน 7 ปี

หมายเหตุ ในกรณีจำเป็น กรมทางหลวงอาจพิจารณาลาดยางกว้าง 3.50,4.00,4.50 หรือ 5.00 เมตร บนคันทางกว้างขนาดต่าง ๆ ได้ เช่น ลาดยางกว้าง 5 เมตรบนคันทาง 8 เมตร ในกรณีเช่นนี้จะเรียกมาตราฐานเป็น S_4 (5/8) และหากแนวทางของทางตอนนี้ยังไม่ได้มาตราฐาน ก็จะเรียกมาตราฐานนี้ว่า S_4(5/8) เป็นต้น

2.3.4 มาตราฐานขั้นต่ำที่ใช้ออกแบบทางหลวง จังหวัด (นอกเมือง) ของกรมทางหลวง

หลักการ

1. การควบคุมทางเข้า-ออกทางหลวง : ตามกฎหมายทางหลวง

2. ทางหลวงตัดกัน : เป็นทางต่างระดับกันต่อเมื่อได้ศึกษาและคำนวณค่าตอบแทนด้านเศรษฐกิจแล้วได้ผลคุ้มค่าเท่านั้น

3. ทางหลวงที่ตัดกับทางรถไฟ : เป็นทางต่างระดับกันต่อเมื่อได้ศึกษา และคำนวณค่าตอบแทนด้านเศรษฐกิจแล้วได้ผลคุ้มค่าเท่านั้น

4. ความกว้างของสะพาน (1) ความกว้างของสะพานจะต้องกว้างเท่ากับข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

ก) กว้างเต็มคันทาง (ไหล่ทางถึงไหล่ทางหรือขอบทางถึงขอบทาง)

ข) กว้างกว่าผิวทาง 1.50 เมตร

ค) กว้าง 7.00 ม. ตามมาตรฐาน F_6

5. ความกว้างของทางเท้า (2) : ความกว้างของทางเท้าจะต้องกว้างเท่ากับข้อใดข้อหนึ่ง

ก) 1.50 เมตร สำหรับสะพานในเมืองและชานเมือง

ข) 1.00 เมตร สำหรับสะพานนอกเมือง

ค) 0.50 เมตร สำหรับสะพานที่ไม่มีคนเดินเท้า

6. ความสูงของช่องลอด = 4.30 เมตร (14 ฟุต)

7. น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ออกแบบสะพาน = HS20-44 (MS 18)

8. การออกแบบผิวจราจรจะออกตามจำนวนน้ำหนักลงเพลาสะสมระหว่าง 7 ปี แรกหลักการก่อสร้างตามที่คาดคะเนได้

9. รายละเอียดในการออกแบบที่ไม่ได้ระบุไว้ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของ AASHTO

ตารางที่ 2.3 มาตราฐานชั้นต่ำใช้ออกแบบทางหลวงจังหวัด (นอกเมือง)

ชั้นทาง ( )	F_D	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (6)	มากกว่า 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	น้อยกว่า 300	
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม. (3)							
ทางราบ	70-90				60-80	60	
ทางเนิน	55-70				45-60	45	
ทางเขา	40-55				30-45	30	
ความลาดชันสูงสุด (4)							
ทางราบ	6				8	12	
ทางเนิน	8				10	12	
ทางเขา	10				10	12	
ประเภทผิวทางจราจรที่เสนอแนะ	ชั้นสูง			ชั้นกลาง	ชั้นต่ำ	ลูกรัง	
ความกว้างของผิวทางจราจร ม.	ข้างละ 7.00 ม.	7.00	6.50	6.00	5.50	คันทาง	คันทาง
ความกว้างของไหล่ทาง ม.	2.50	2.50	2.25	2.00	1.75	9.00	6.00
ความกว้างของเขตทาง ม. (5)	40-60					20-40	

คำอธิบายตารางที่ 2.3

1. สะพานโดยทั่วไปจะต้องกว้างเต็มคันทาง นอกจากในกรณีดังต่อไปนี้

ก) สะพานทางหลวงที่อยู่ในเมือง

ข) สะพานที่อยู่ในโค้งแคบ

ค) สะพานที่อยู่ในทางหลวงที่มีการจราจรน้อย

ง) สะพานขนาดพิเศษ สะพานข้ามลำน้ำใหญ่ ๆ

2. ในกรณีที่มีคนเดินเท้า สำหรับสะพานที่มีรถวิ่งสองทาง จะต้องมีทางเท้ากว้างอย่างน้อย 1.00 ม. ทั้งสองข้าง และสำหรับที่มีรถวิ่งทางเดียวจะต้องมีทางเท้ากว้างอย่างน้อย 1.00 ม. ทางด้านซ้ายของสะพาน

3. ความเร็วที่ใช้ออกแบบอาจลดลงได้ในกรณีที่จำเป็นที่มีปัญหาเรื่องเขตทางหรือบนทางเขา

4. ตามข้อกำหนดการออกแบบทางหลวงนอกเมืองของ AASHTO เกี่ยวกับความลาดชัน ความยาวของลาดช่องเดินรถหนักบนทางชัน เป็นต้น

5. ทางหลวงในเมืองหรือชานเมือง เขตทางอาจลดลงได้ แต่จะต้องกว้างพอสำหรับก่อสร้างทางรวมทั้งทางคู่ขนานเมื่อมีความจำเป็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของกรมทางหลวง

6. ทางชั้น F_D จะก่อสร้างตามผลการคาดคะเนปริมาณการจราจรใน 7 ปีข้างหน้าหรือหลังจากได้ศึกษาแล้วได้ผลตอบแทนคุ้มค่า ทางชั้น F_1 ถึง F_3 ก่อสร้างตามผลการคาดคะเนปริมาณการจราจรใน 15 ปีข้างหน้า ทางชั้น F_4 เมื่อมีปริมาณการจราจรเฉลี่ยถึง 300 คัน/วัน ใน 7 ปี และน้อยกว่า1,000 คัน/วันใน15 ปี ทางชั้น F_5 จะต้องมีปริมาณการจราจรน้อยกว่า 300 คัน/วันใน 7 ปี แต่มากกว่า 300 คัน/วันใน15 ปี ทางชั้น F_6 มีปริมาณการจราจรน้อยกว่า 300 คัน/วันใน 15 ปี

หมายเหตุ ในกรณีจำเป็น กรมทางหลวงอาจพิจารณาลาดยาวกว้าง 3.50,4.00,4.50 หรือ 5.00 เมตร บนคันทางกว้างขนาดต่าง ๆ ได้ เช่น ลาดยางกว้าง 5 เมตรบนคันทาง 8 เมตร ในกรณีเช่นนี้จะเรียกมาตราฐานเป็น S (5/8) และหากแนวทางของทางตอนนี้ยังไม่ได้มาตราฐาน ก็จะเรียกมาตราฐานนี้ว่า S (5/8) เป็นต้น

2.3.5 การออกแบบแนวทางราบ (Horizontal Alignment)

มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1. ควรเลือกแนวทางที่มีระยะสั้นและไม่มีทางโค้งมาก
2. หลีกเลี่ยงแนวทางที่ไม่เหมาะสมยากแก่การก่อสร้างและมีราคาค่าก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษาสูง เช่น ที่มีความลาดชันมาก เป็นที่ลุ่มต่ำ ที่ตัดผ่านลำน้ำมากแห่ง ที่บริเวณที่มีน้ำใต้ดินสูงมาก ตลอดจนบริเวณที่มีปัญหาในเรื่องการเวนคืนที่ดิน
3. หลีกเลี่ยงทางตรงยาวมากแล้วต่อด้วยโค้งสั้น จะทำให้มีอุบัติเหตุสูง
4. ทางแยกที่ตัดกันของทาง 2 สาย ไม่ควรให้มีมุมตัดกันเฉียงมากกว่า 60 องศา
5. เส้นทางที่มีมุมหักเหของแนวทางตรงน้อยกว่า 1 องศา ไม่ต้องออกแบบใส่โค้งราบ
6. แนวทางที่ตัดกับลำน้ำที่ต้องสร้างสะพานไม่ควรให้มีมุมตัดเฉียงมากกว่า 30 องศา
7. ความเร็วที่ใช้ออกแบบในทางโค้งในช่วงที่อยู่ในบริเวณใกล้กัน ควรออกแบบให้รถแล่นด้วยความเร็วเท่ากัน
8. หลีกเลี่ยงการออกแบบทางโค้งอันตราย เช่น โค้งหักมาก (Sharp curve)โค้งกลับทางกันที่อยู่ติดกัน(Reversing Curve) โค้งทางเดียวกันแต่อยู่ใกล้กันมาก (Broken Back Curve)โค้งทางเดียวกันอยู่ติดกัน (Compound Curve) ซึ่งมีรัศมีต่างกันมาก

9. หลีกเลี่ยงการออกแบบให้สะพานอยู่ในทางโค้ง ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ควรให้ตัวสะพานอยู่ในช่วงยกโค้งเต็มที่ (Full super Elevation)

10. ช่วงที่เป็นบริเวณดินถมสูงและยาว ช่วงใกล้ทางแยกและทางรถไฟ ควรออกแบบโค้งให้มีรัศมียาวที่สุดเท่าที่จะทำได้

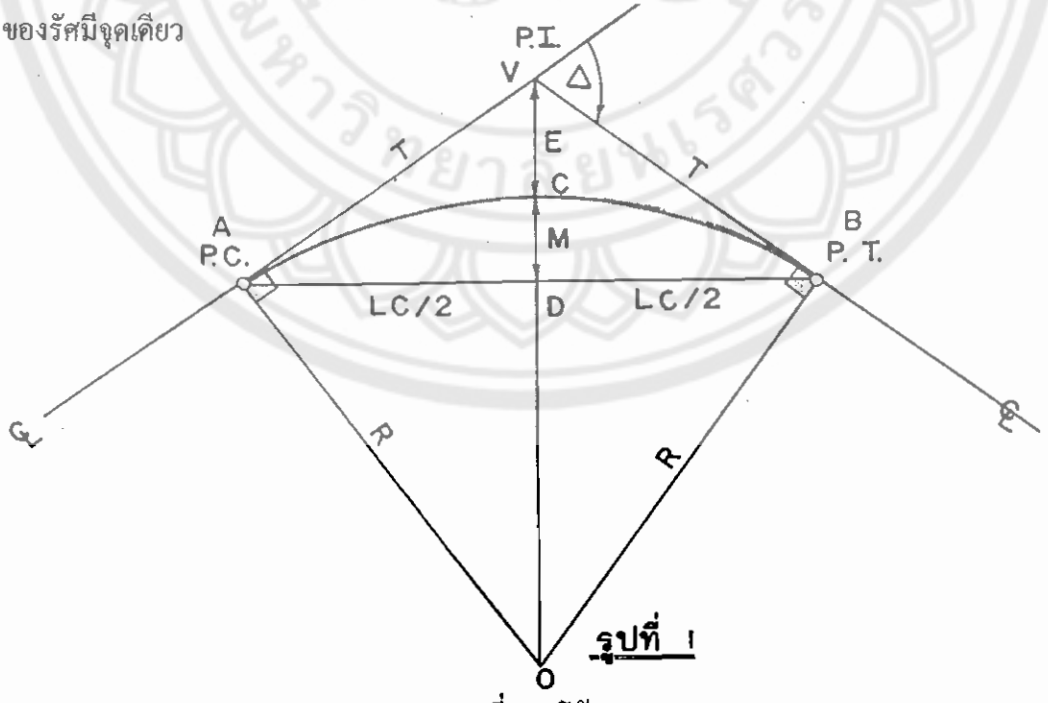
11. โค้งราบที่ออกแบบให้รถใช้ความเร็วสูงควรมี Spiral Curve

12. ควรพิจารณาถึงระยะมองเห็นและหยุดโดยปลอดภัย (Stopping Sight Distance) ตลอดแนวเส้นทาง

2.3.6 การออกแบบโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

การออกแบบก่อสร้างทางโค้งจะต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยในการขับขี่ยวดยาน ให้สามารถขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูง การออกแบบโค้งมาตราฐานอาจกำหนดเป็นความยาวของรัศมีทางโค้ง ซึ่งรองรับทางโค้ง หรือกำหนดเป็น Degree of Curve หรือกำหนดมุมที่จุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง ซึ่งรองรับทางโค้งยาว 100 เมตร ค่า Degree of Curve ที่เหมาะสมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5 องศา-7 องศา ในบริเวณที่โล่งราบ และไม่เกิน 10 องศา ในบริเวณภูมิประเทศเป็นเนินเขาทางโค้งแบ่งออกได้ดังนี้

2.6.3.1 ทางโค้งวงกลม (Circular Curve) ทางโค้งที่รัศมีเท่ากันตลอด และมีจุดศูนย์กลางของรัศมีจุดเดียว



รูปที่ 1

ภาพที่ 2.6 โค้งวงกลม

ทางโค้งมีรัศมีเท่ากันตลอด และมีจุดศูนย์กลางรัศมีจุดเดียว

P.I = Point of Intersection คือจุดเบนมุม หรือจุดเลี้ยว

Δ = Delta ค่ามุมเบน เป็นค่ามุมภายนอกระหว่างเส้นสัมผัสทั้งสอง มีค่าเท่ากับมุมที่จุดศูนย์กลางโค้งที่รองรับด้วยส่วนโค้งคือมุม AOB ซึ่งรองรับส่วนโค้ง AB (L) ในภาพที่ 7.1

P.C = Point of Curvature จุดเริ่มต้นโค้งที่เบี่ยงเบนออกจากเส้นตรงคือจุด A ในภาพที่ 7.1

P.T = Point of Tangency จุดสิ้นสุดโค้ง ซึ่งเข้าบรรจบกับเส้นตรงคือจุด B ในภาพที่ 7.1

T = Tangent Distance ระยะเส้นสัมผัสจากจุด P.I ถึงจุดเริ่มต้นโค้ง P.C หรือปลายโค้ง P.T คือระยะ AV หรือVB

R = Radius ค่าระยะรัศมีโค้งที่มีจุดศูนย์กลางที่ 0

E = External Distance คือระยะจากจุด P.I ถึงจุดกึ่งกลางของโค้ง AB คือระยะ VC

LC = Long Chord คือระยะเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นโค้ง P.C ถึงจุดสิ้นสุดโค้ง P.T หรือคือระยะ AB

M = Middle Ordinate คือระยะจากจุดกึ่งกลางทางโค้งถึงจุดกึ่งกลางคอร์ดคือระยะ CD

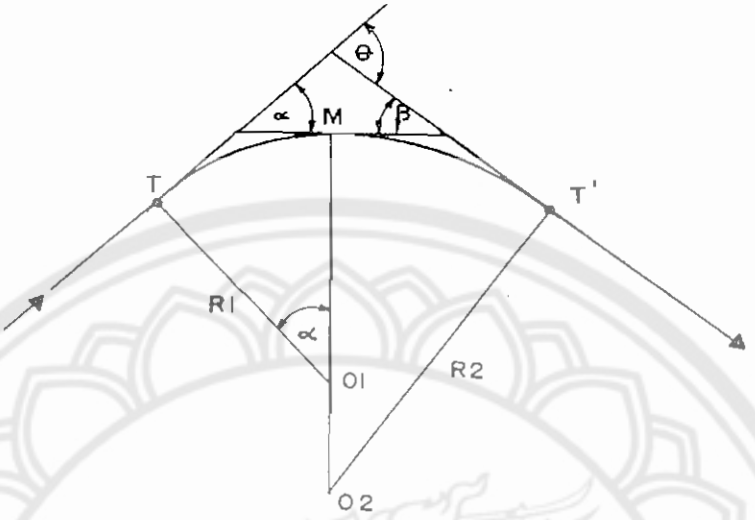
L = Length of Curve คือระยะความยาวทางโค้ง AB

D = Degree of Curve มุมที่จุดศูนย์กลางรองรับส่วนโค้งยาว 100 เมตร หรือคอร์ดยาว 100 เมตร ใช้เป็นค่ากำหนดความโค้ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่ารัศมีโค้ง R

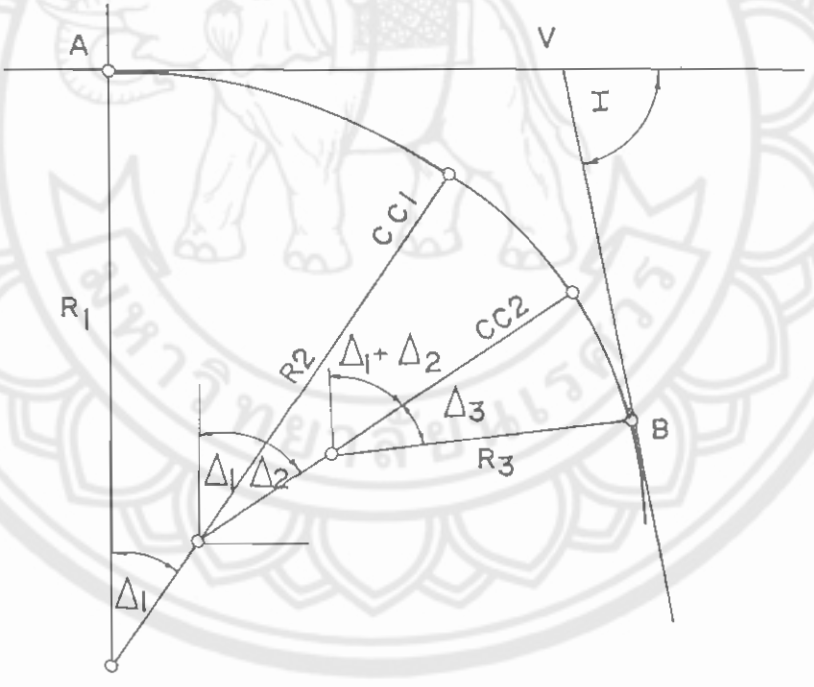
$$R = \frac{5729.58}{D}$$

(R มีหน่วยเป็นเมตร , D มีหน่วยเป็นองศา)

2.3.6.2 โค้งผสม (Compound Curve) ประกอบด้วยโค้งวงกลม มีรัศมีขนาดต่างกันมาเชื่อมต่อกัน มีจุดศูนย์กลางรัศมี 2 จุด ทางโค้งลักษณะนี้ใช้กับพื้นที่บริเวณเนินเขา หรือมีเหวลึกเพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง โค้งผสม 3 ศูนย์กลางใช้ลบมุมทางแยกให้ล้อรถทางแยกให้ล้อรถกลมกลืนกับมุมทางแยก

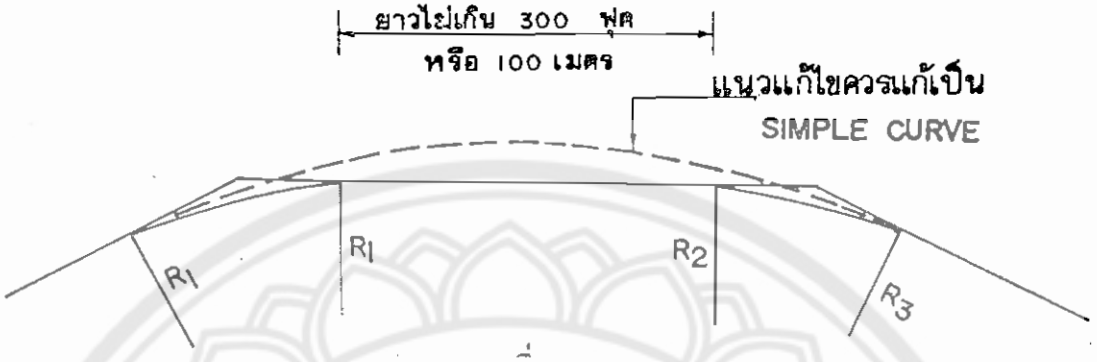


ภาพที่ 2.7 โค้งผสมมี 2 ศูนย์กลาง



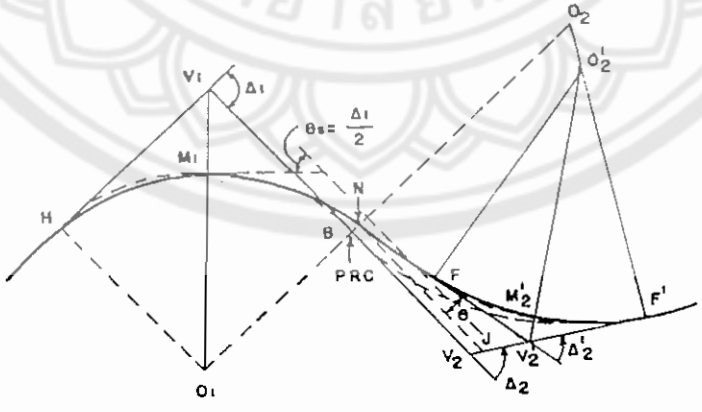
ภาพที่ 2.8 โค้งผสมมี 3 ศูนย์กลาง

2.3.6.3 โค้งหลังหัก (Broken Back Curve) โค้ง 2 โค้งหันเหไปในทิศทางเดียวกันเชื่อมต่อกันด้วยทางตรงยาวไม่เกิน 100 เมตร ควรออกแบบแก้ไขให้เป็นโค้งวงกลม เพราะยากแก่การยกโค้งในเวลากลางคืนผู้ขับยวดยานมองไม่เห็นแนวทางข้างหน้า จะเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย



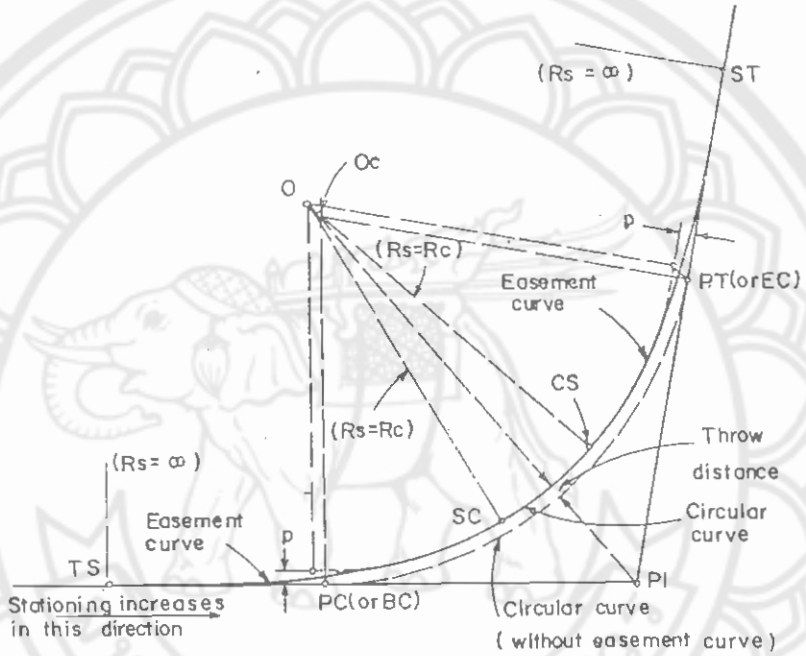
ภาพที่ 2.9 โค้งหลังหัก

2.3.6.4 โค้งผสมย้อนทาง (Reverse Curve) มีโค้งวงกลม 2โค้งต่อเนื่องกันในลักษณะที่จุดศูนย์กลางของโค้งอยู่ในทิศตรงกันข้าม ทางโค้งลักษณะนี้ใช้กับบริเวณที่เป็นไหล่เขา หรือบริเวณถนนขนานทางรถไฟและต้องตัดข้างทางรถไฟ ระยะเชื่อมต่อระหว่างโค้งทั้ง 2 ควรจะมีอย่างน้อย 100 เมตร เพื่อให้รถที่แล่นออกจากโค้งแรกปรับตัวให้ได้ระดับก่อนเข้าโค้งที่ 2 โค้งที่มีรัศมีสั้นจะต้องมีรัศมีความยาว > 50% ของโค้งที่มีรัศมียาวกว่าและควรมีรัศมีความยาวของโค้ง > 300 เมตร

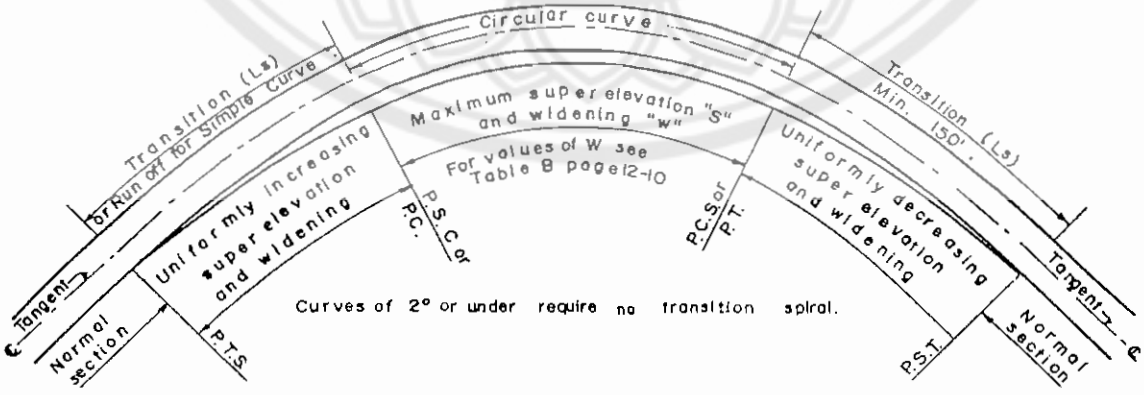


ภาพที่ 2.10 โค้งผสมย้อนทาง

2.3.6.5 โค้งก้นหอย (Spiral Curve) ขณะที่รถวิ่งทางตรงเข้าสู่ทางโค้งวงกลมด้วยความเร็วสูงจะเกิดแรงเหวี่ยงขึ้นทันที ทำให้ผู้อยู่ในรถรู้สึกว่าจะถูกเหวี่ยงออกไปนอกทางโค้ง เพื่อจะช่วยให้ขับขี่อย่างสบายและปลอดภัยจึงควรเพิ่มโค้งเปลี่ยนแนว (Transition Curve) เข้าไปในช่วงระหว่างทางตรงก่อนจะเข้าทางโค้ง โดยที่รัศมีของโค้งเปลี่ยนแนวจะเปลี่ยนจากอินฟินิตี้จนกระทั่งมีระยะความยาวเท่ากับรัศมีของโค้งวงกลม โค้งเปลี่ยนแนวหลายแบบ เช่น Lemniscate , Cubic , Parabola , Spiral แต่ที่นิยมใช้คือโค้งก้นหอย หรือ Spiral



ภาพที่ 2.11 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโค้งก้นหอยและโค้งวงกลม



ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะของทางโค้งซึ่งมีโค้งก้นหอย

2.3.6.4 ความยาวของโค้งก้นหอย หรือความยาวของโค้งเปลี่ยนแนว จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบสำคัญคือ ความปลอดภัยและความสบายของผู้ขับยานพาหนะ เมื่อเข้าสู่ทางโค้งรถจะไม่โคลงโดยวิธีค่อยๆ เปลี่ยนแปลงค่าแรงหนีศูนย์กลางที่จุด TS. ซึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์ และเพิ่มขึ้นจนเท่ากับ wv^2/gR ที่จุด SC. ในทางกลับกัน ค่าของแรงหนีศูนย์กลางจะลดลง wv^2/gR ที่จุด CS จนเป็นศูนย์ที่จุด ST. เมื่อรถแล่นผ่านพ้นทางโค้งสู่ทางตรง การหาความยาวของโค้งเปลี่ยนแนว โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงอัตราเร่งตามแนวรัศมี มีดังต่อไปนี้

ถ้าให้ R = รัศมีทางโค้งจาก PC ถึง PT (เมตร)

V = ความเร็วของรถ (กม./ชม.)

v = ความเร็วของรถ (เมตร/วินาที)

t = ระยะเวลาที่รถแล่นจาก TS. ไป SC. (วินาที)

v^2/R = อัตราเร่งตามแนวรัศมีทางโค้ง (Radial Acceleration)

เมตร/วินาที^{2}

$$C = \frac{\text{อัตราเร่งในแนวรัศมีทางโค้ง}}{t}$$

$$= v^2/Rt \quad (\text{เมตร/วินาที}^3)$$

ความยาวของโค้ง $L_s = t*v$

$t = L_s/v$

จาก $C = v^2/Rt$

$= (v^2/R)/(L_s/v)$

$= v^3/RL_s$

$L_s = v^3/CR$

$= v^3/3.6^3R$

อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร่งของ Radial Acceleration มีค่าประมาณ 0.3 – 0.6 เมตร/วินาที^{3} สังเกตได้ว่าถ้า C มีค่าน้อย ความยาวของโค้งเปลี่ยนแนวจะยาว ในบางหน่วยงานจะกำหนดให้ $C = 72/(V+65)$ เมื่อ V มีหน่วยเป็น กม./ชม. จากการทดลองโดยวิธีเอมไพริคอลพบว่าระยะความยาวโค้งเปลี่ยนแนวควรจะใช้เวลาตั้งแต่ 3 วินาทีขึ้นไปซึ่งจะได้ค่าตามตารางที่ 7.4 จะช่วยให้ผู้ขับขี่ขับได้อย่างสบายและปลอดภัย

ตารางที่ 2.4 ความยาวต่ำสุดของโค้งเปลี่ยนแนว

ความเร็วออกแบบ (กม./ชม.)	120	100	80	60	50	40	30	20
ความยาวโค้งเปลี่ยนแนว(ม.)	100	85	70	50	40	35	25	20

2.3.6.5 ระยะมองเห็นปลอดภัย (Sight Distance) เป็นระยะทางเบื้องหน้าของผู้ขับยานพาหนะสามารถมองเห็นได้ไกลสุด ผู้ที่ขับยานพาหนะจะหยุดหรือแซงอย่างกระทันหัน เมื่อเกิดอุบัติเหตุมาขวางทางข้างหน้าโดยมิได้คาดการณ์ไว้ก่อน ซึ่งจะมีการพิจารณาออกแบบทั้งในทางราบและทางขึ้นเนิน

2.3.6.6 ระยะมองเห็นโดยปลอดภัยในทางราบ (Horizontal Sight Distance) แบ่งออกเป็น

1) ระยะหยุดโดยปลอดภัย (Safe Stopping Distance) เป็นระยะทางที่รถซึ่งแล่นด้วยความเร็วสูงสุด (Design Speed) สามารถหยุดได้ทันก่อนที่จะชนวัตถุซึ่งผู้ขับเห็นขวางหน้าอยู่ทันทีทันใด ประกอบด้วย 2 ระยะทางคือ

ก. ระยะผู้ขับยานพาหนะเริ่มเห็นวัตถุขวางหน้าและเริ่มยกเท้าไปแตะห้ามล้อ (Perception and Distance)

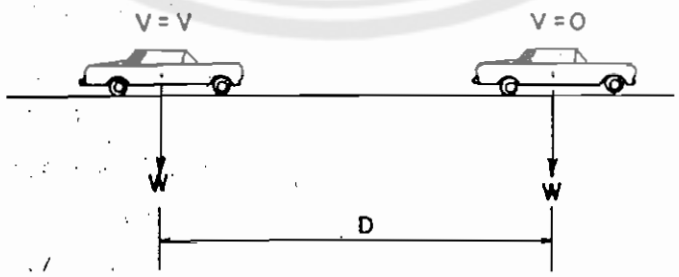
ถ้าให้ V = ความเร็วของยานพาหนะ กม./ชม.

t = ระยะเวลาที่เริ่มเห็นวัตถุและยกเท้าไปแตะห้ามล้อ,วินาที

Perception and Reaction Distance = (V*100*t)/(60*60)

= 0.278 Vt เมตร

ข. ระยะเมื่อขับรถเริ่มเหยียบห้ามล้อจนกระทั่งหยุด



ระยะห้ามล้อบนทางราบ ถ้ากำหนดให้

D = ระยะทางตั้งแต่เริ่มเหยียบห้ามล้อจนกระทั่งรถหยุด (ม.)

F = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนน มีค่าประมาณ 0.3-0.6ใช้ค่าเฉลี่ย 0.4

V = ความเร็วของรถ (กม./ชม.)

W = น้ำหนักของรถ (กก.)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที ^{2})

Force = fW

Work done = fWD

พลังงานจลน์ขณะที่รถเคลื่อนด้วยความเร็ว V (ม./วินาที) จนกระทั่งหยุด

$= (W/g)*(v^2/2 - 0)$

$= Wv^2/2g$

$fWD = Wv^2/2g$

$D = Wv^2/2gf$

ถ้าให้ความเร็ว V = กม./ชม.

$$D = \frac{(0.278V)^2}{2gf}$$

Stopping Distance = Reaction Distance + Braking Distance

$$= 0.278Vt + \frac{(0.278V)^2}{2gf}$$

ถ้า f = 0.4

$$= 0.278Vt + \frac{(0.278V)^2}{2*9.8*0.4}$$

$= 0.278Vt + 0.01V^2$ เมตร

ระยะห้ามล้อบนทางลาดชันจะต้องนำค่าของน้ำหนักรถในทางเอียงมาพิจารณาด้วย

ถ้าให้ S = ความลาดชัน

ระยะห้ามล้อบนทางเอียง

$$= \frac{(0.278V)^2}{2g(f \pm S/100)}$$

$$= \frac{(0.278V)^2}{2*9.8(0.4\pm S/100)}$$

$$= \frac{V^2}{100\pm 2.5\,S}$$

$$\text{SD บนทางเอียง} = 0.278\ Vt + \frac{V^2}{100\pm 2.5\,S} \quad \text{เมตร}$$

ค่าความเสียดทาน (f) ระหว่างล้อกับถนนขึ้นอยู่กับสภาวะของผิวจราจร และความเร็วของยานพาหนะ โดยจะมีค่าลดลงเมื่อความเร็วของยานพาหนะเพิ่มขึ้น ถ้าสภาพถนนแห้งค่า F เท่ากับ 0.62 ที่ความเร็วของรถ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ F เท่ากับ 0.55 ที่ความเร็วของรถ 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ระยะเวลา Perception and Reaction Time (t) ขึ้นอยู่กับสภาวะของร่างกายและจิตใจของผู้ขับยานพาหนะและความเร็วของยานพาหนะ ถ้ารถแล่นเร็วมาก ค่า t จะน้อยเพราะผู้ขับรถจะต้องระมัดระวังอยู่ตลอดเวลา แต่ถ้าผู้ขับรถอยู่ในสภาพที่อ่อนเพลีย เนื่องจากขับรถมาตลอดทั้งวันแล้วสภาพความตื่นตัวน้อยมาก ค่า t จะมาก โดยเฉลี่ยแล้วในสภาพปกติค่าเฉลี่ย t ประมาณ 2.5 วินาที

ตารางที่ 2.5 ระยะหยุดโดยปลอดภัย

ความเร็วของยานพาหนะ กม./ชม.	20	25	30	35	40	50	80	100
ระยะหยุดรถโดยปลอดภัย	20	30	35	45	50	70	120	170

2.3.6.6 ระยะแซงโดยปลอดภัย (Passing Sight Distance) เป็นระยะทางที่สั้นที่สุดในถนนที่มี 2 ช่องจราจรซึ่งผู้ขับขี่รถสามารถเร่งความเร็วแซงรถข้างหน้า และเบี่ยงกลับเข้าช่องทางเดินโดยปลอดภัย โดยมีข้อกำหนดดังนี้

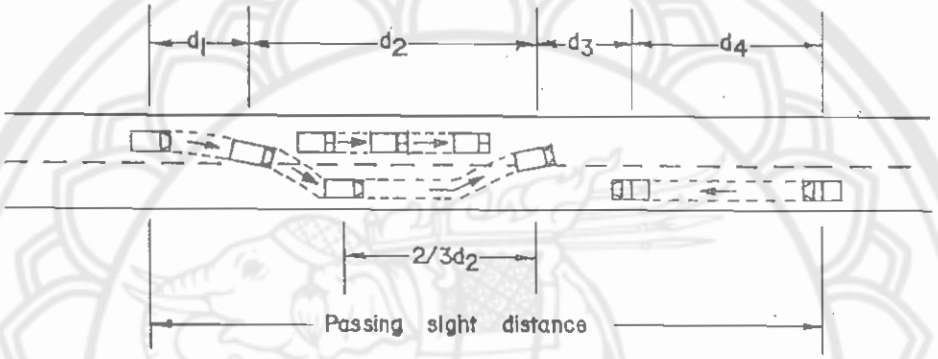
ก. รถคันที่ถูกแซงจะต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ข. รถคันที่แซงจะต้องรถความเร็วลงและแล่นตามรถคันที่จะแซง เพื่อรอจังหวะแซงโดยปลอดภัย

ค. เมื่อผู้ขับรถคันที่จะแซงเห็นทางข้างหน้ามีระยะห่างจากรถคันที่แล่นสวนมาพอที่จะแซงได้โดยปลอดภัย จึงเริ่มแซง

ง. ขณะที่ทำการเร่งความเร็วแซง รถคันที่ถูกแซงต้องไม่เร่งความเร็วหนี และความเร็วของรถทั้ง 2 คันจะต้องมีความเร็วต่างกันอย่างน้อย 16 กม./ชม.

จ. เมื่อแซงพ้นแล้วจะเบี่ยงกลับเข้าช่องทางเดิมแล้วจะต้องมีระยะห่างจากรถคันที่แล่นสวนมาพอเพียงและปลอดภัย



ภาพที่ 2.13 ระยะแซงโดยปลอดภัยในถนน 2 ช่องจราจร

ภาพที่ 2.13 แสดงให้เห็นภาพการแซงและระยะแซงโดยปลอดภัย ซึ่งประกอบด้วยระยะทางต่าง ๆ ดังนี้

d_1 = ระยะทางที่รถคันที่จะแซงแล่นตามรถข้างหน้าไปเพื่อรอจังหวะปลอดภัยข้างหน้าแล้วจึงแซง (ม.)

$$= v_1t_1 + \frac{at_1^2}{2}$$

$$= 0.278V_1t_1 + \frac{at_1^2}{2}$$

d_2 = ระยะทางที่รถเริ่มเร่งความเร็วแซงจนพ้นและเคลื่อนรถกลับมาอยู่ในช่อง ทางเดิม(ม.)

$$= v_2t_2$$

$$= 0.278V_2t_2$$

d_3 = ระยะทางที่รถแล่นสวนมาข้างหน้ากับรถที่แซงเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(ม.)

= 35-90 เมตร ขึ้นอยู่กับความเร็วของรถทั้งสองคัน

d_4 = ระยะทางของรถคันที่แล่นสวนมาเคลื่อนที่นับตั้งแต่เริ่มแซงจนกระทั่งเคลื่อนกลับเข้าช่องทางเดิมโดยปลอดภัย (ม.)

= $(2/3)d_2$

กำหนดให้

v_1 = ความเร็วเฉลี่ยของรถคันที่ถูกแซง(ม./วินาที)

V_1 = ความเร็วเฉลี่ยของรถคันที่ถูกแซง(กม./ชม.)

t_1 = ระยะเวลาที่รอจังหวะจะแซง(วินาที)

a = อัตราเร่งเฉลี่ยของรถคันที่จะแซง(ม./วินาที)

t_2 = ระยะเวลาที่อยู่ในช่องจราจรช่องตรงข้ามขณะแซง(วินาที)

v_2 = ความเร็วเฉลี่ยของรถคันที่จะแซง(ม./วินาที)

V_2 = ความเร็วเฉลี่ยของรถคันที่จะแซง(กม./ชม.)

สรุป

ระยะแซงโดยปลอดภัยของถนนมี 2 ช่องจราจร = $d_1 + d_2 + d_3 + d_4$

ระยะแซงโดยปลอดภัยของถนนมี 3 ช่องจราจร = $d_1 + d_2 + d_3$

ตารางที่ 2.6 ระยะแซงโดยปลอดภัยสำหรับ 2 ช่องจราจร

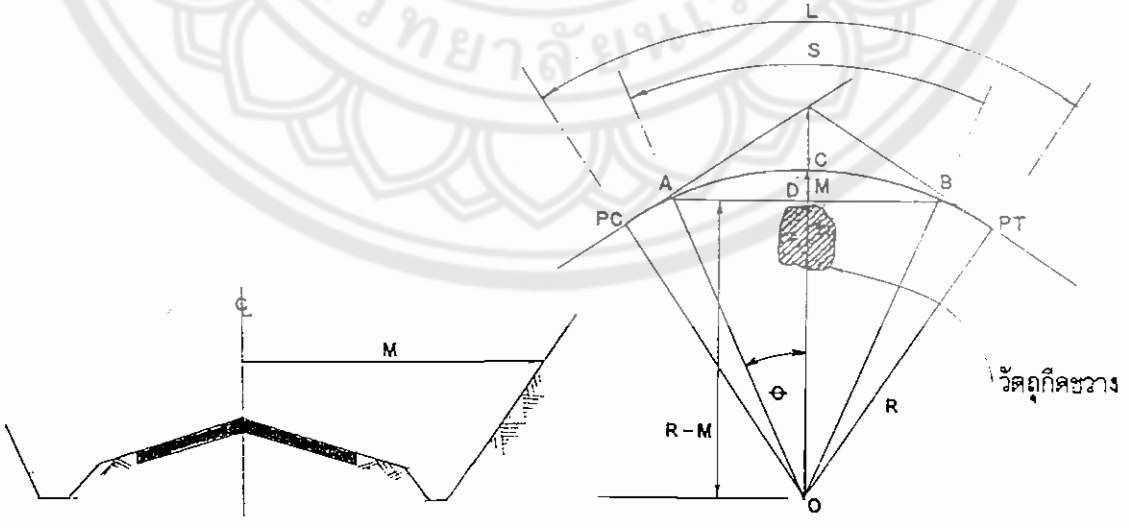
กลุ่มความเร็ว(กม./ชม.)	48-64	64-80	80-96
ระยะเวลารอจังหวะแซง t_1(วินาที)	3.6	4.0	4.3
ความเร็วเฉลี่ยของรถคันที่ถูกแซง V_1 (กม./ชม.)	40.0	54.3	68.4
อัตราเร่งเฉลี่ยของรถคันที่จะแซง a (ม./วินาที)	0.63	0.64	0.66
ความเร็วเฉลี่ยของรถคันที่จะแซง V_2 (กม./ชม.)	**56.1**	**70.5**	**84.5**
ระยะเวลาที่อยู่ในช่องจราจรช่องตรงข้าม t_2(วินาที)	**9.3**	**10.0**	**10.7**
ระยะทางที่รอจังหวะจะแซง d_1 (ม.)	**44.0**	**66.0**	**88.0**

กลุ่มความเร็ว (กม./ชม.)	48-64	64-80	80-96
ระยะทางเริ่มแซงจนพ้นและกลับมาอยู่ในช่องทางเดิม d_2 (ม.)	145.0	196.0	251.0
ระยะระหว่างรถคันที่แซงกับรถที่สวนมา d_3 (ม.)	30.0	55.0	76.0
ระยะทางที่รถคันแล่นสวนมาเคลื่อนที่ $d_4 = (2/3)\, d_2$	96.0	130.0	168.0
รวมระยะแซงโดยปลอดภัย (ม.)	315.0	447.0	583.0

2.3.6.7 ระยะมองเห็นโดยปลอดภัยในทางโค้ง

การออกแบบทางโค้งจะต้องพิจารณากำหนดระยะมองเห็นปลอดภัย (Sight Distance) ให้พอเพียงเพื่อความปลอดภัยของผู้ขับยานพาหนะและทรัพย์สินสิ่งปลูกสร้าง อาคาร ต้นไม้ หรือวัตถุใด ๆ ที่อยู่ชิดขอบทางด้านใน อาจจะต้องรื้อถอนหรือตัดออกเพื่อให้มีระยะมองเห็นโดยปลอดภัยที่เหมาะสม ในทางหลวงที่มีเขตทางแคบหรือมีสิ่งรื้อถอนไม่ได้อยู่ชิดแนวทาง ระยะห่างระหว่างสิ่งของหรือวัตถุดังกล่าวกับระยะมองเห็นปลอดภัยต่ำสุดที่หยุดรถโดยปลอดภัยจะเป็นตัวกำหนดรัศมีช่องทางโค้งและความเร็วออกแบบ

กรณีที่ 1 ระยะมองเห็นปลอดภัยสั้นกว่าความยาวทางโค้ง (S < L)



ภาพที่ 2.14 ระยะมองเห็นปลอดภัย S < L

กำหนดให้

M = ระยะระหว่างเส้นแบ่งครึ่งถนนกับริมในของวัสดุกีดขวาง

S = ระยะมองเห็นปลอดภัย

R = รัศมีทางโค้ง

θ = มุมทางโค้ง (DEGREE OF CURVATURE)

$AC^2 = AD^2 + M^2$

$AD^2 = R^2 - DO^2$

$= R^2 - (R-M)^2$

ถ้าให้ $AC = (1/2)*S$

$(1/4)*S^2 = R^2-(R-M)^2+M^2$

$= 2RM$

$R = (1/8)*(S^2/M)$

$M = S^2/8R$

หรืออาจจะคำนวณได้จาก Δ ADO

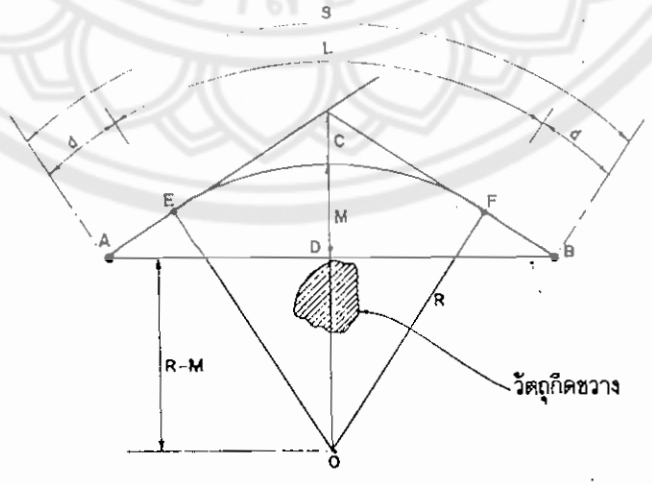
$\cos\theta = (R-M)/R$

$R\cos\theta = R-M$

$M = R(1-\cos\theta)$

$= R \text{ Vers } \theta$

กรณีที่ 2 ระยะ Sight Distance ยาวกว่าความยาวทางโค้ง S > L



ภาพที่ 2.15 ระยะมองเห็นปลอดภัย S > L

ใน Δ ACD , $AC^2 = AD^2+M^2$

Δ ADO , $AD^2 = AO^2- (R-M)^2$

Δ AEO , $AO^2 = AE^2+R^2$

$AE = D = (1/2)*(S-L)$

$AO^2 = [(1/2)*(S-L)]^2+R^2$

$AD^2 = 1/4(S-L)^2 + R^2 - (R -M)^2$

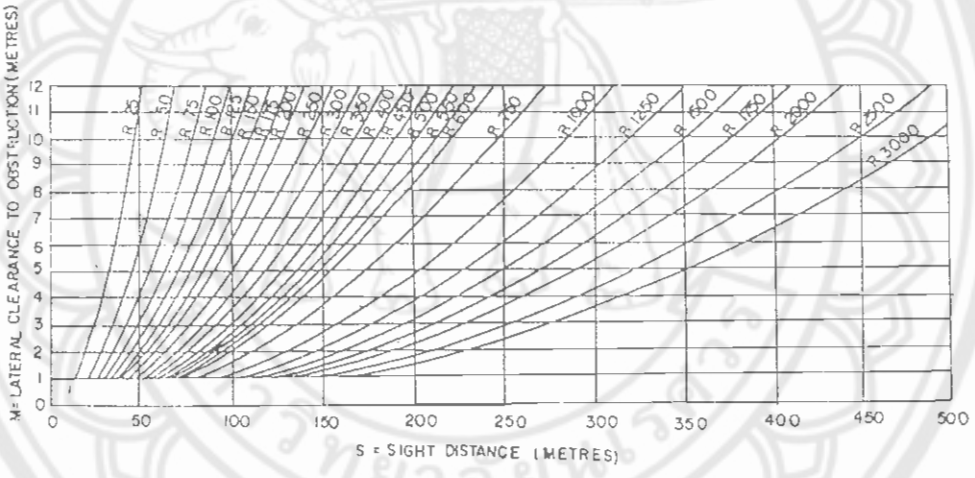
$AC^2 = 1/4(S-L)^2 + R^2 - (R -M) +M^2$

$= 1/4(S-L)^2 +2RM$

assume $AC = S/2$

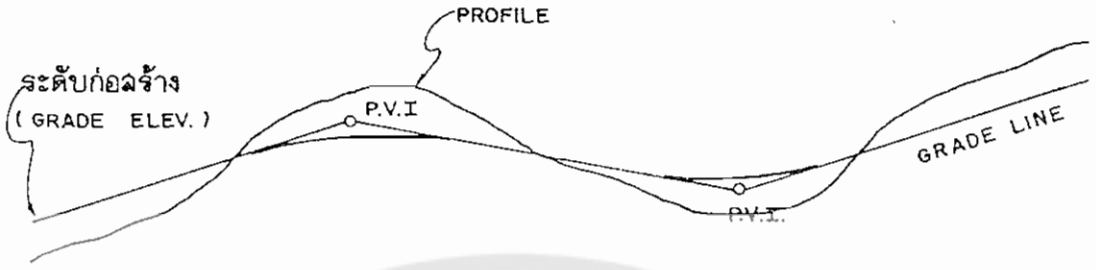
$S^2/4 = S^2/4 -1/2SL + 1/4L^2 +2RM$

$M = L(2S - L)/8R$

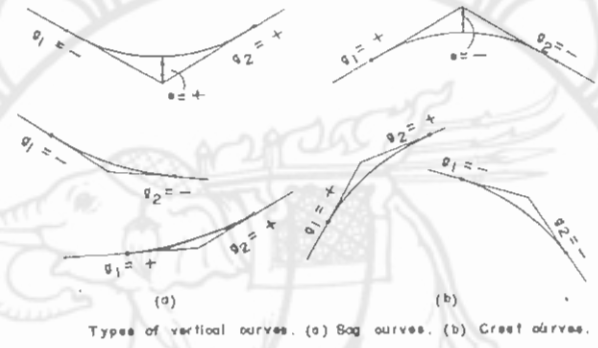


ภาพที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะมองเห็นปลอดภัย รัศมีทางโค้ง และระยะห่างของวัตถุจากขอบทาง

2.3.6.8 โค้งตั้ง (Vertical Curve) ทางขึ้นเนินและลงเนินควรมีความลาดชันไม่เกิน 7% บริเวณจุดสูงสุดหรือต่ำสุดของโค้งที่ความลาดชันของทางตัดกันจะเกิดจุด PVI (Point of Vertical Intersection) ควรลบมุมด้วยโค้งวงกลมหรือ โค้งพาราโบรา ถ้าผลรวมทางพีชคณิตของความลาดชัน (Algebraic Difference) มีค่าไม่เกิน 0.3 % ทางนั้นก็ไม่จำเป็นต้องออกแบบโค้งทางตั้ง



ภาพที่ 2.17 ทางขึ้นและลงเนินที่ต้องออกแบบโค้งทางตั้ง

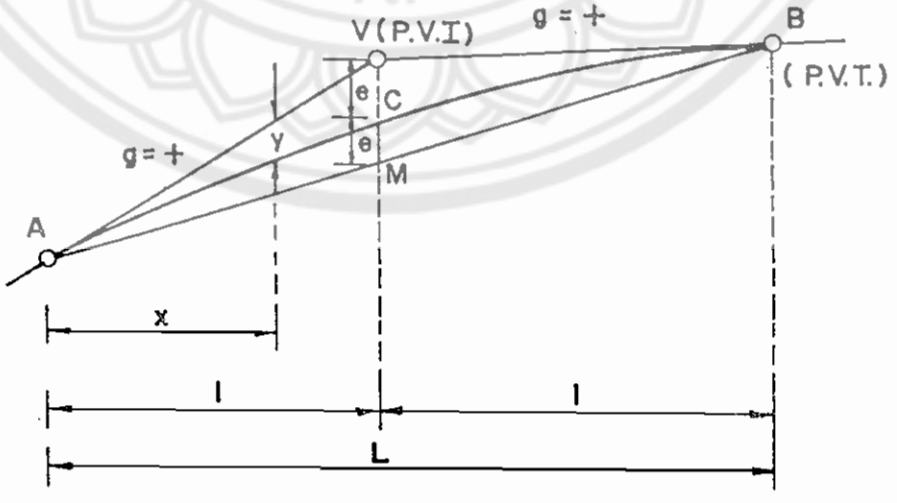


Types of vertical curves. (a) Sag curves. (b) Crest curves.

ภาพที่ 2.18 ลักษณะต่าง ๆ ของโค้งตั้ง (a) โค้งหงาย (b) โค้งคว่ำ

โค้งตั้งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ โค้งสมมาตร (Symmetrical Curve) และโค้งไม่สมมาตร (Unsymmetrical Curve)

โค้งสมมาตร คือโค้งที่ความยาวแต่ละข้างของจุดตัดโค้งตั้งยาวเท่ากัน



ภาพที่ 2.19 โค้งสมมาตร

กำหนดให้

e = ระยะระหว่าง PVI มายังจุดยอดของโค้ง,เมตร

g,g = เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน ลาดขึ้นมีเครื่องหมาย+ ลาดลงมีเครื่องหมาย -

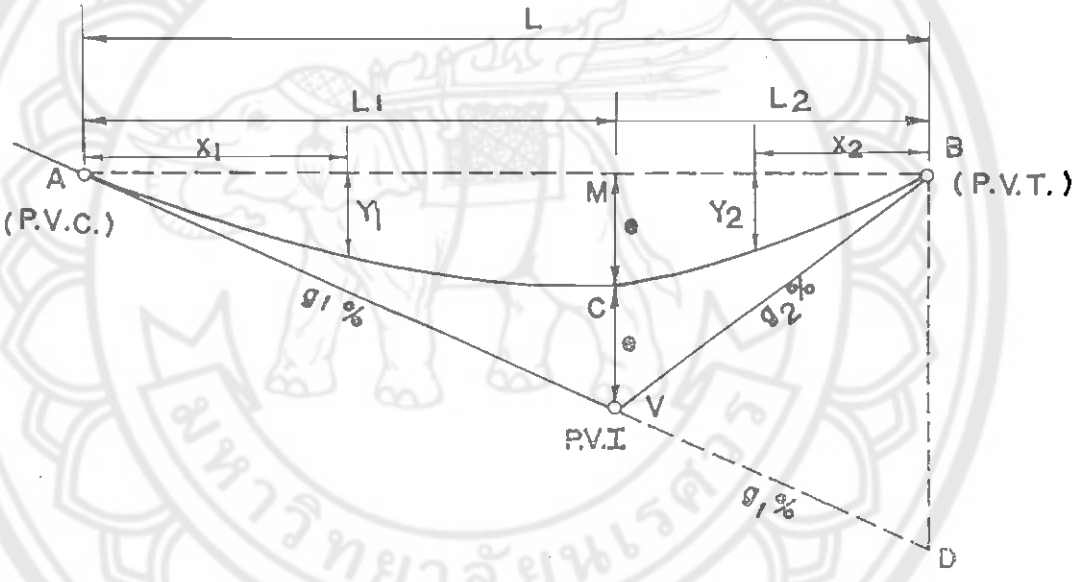
A = ผลต่างทางพีชคณิตของความลาดชัน, %

L = ความยาวทางโค้งวัดตามทางราบ,เมตร

Y = ระยะจากจุดต่าง ๆ บนทางลาดมายังโค้ง,เมตร

X = ระยะจากจุดเริ่มโค้งไปยังจุดต่าง ๆ บนทางโค้ง,เมตร จะได้

โค้งไม่สมมาตร คือโค้งที่ความยาวแต่ละข้างของจุดโค้งตั้งยาวไม่เท่ากัน



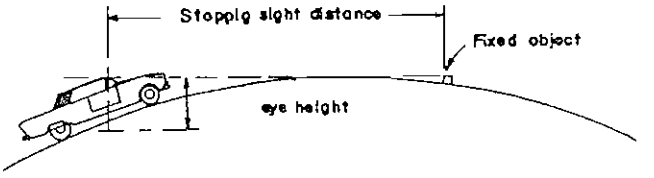
ภาพที่ 2.20 โค้งไม่สมมาตร

$e = Al_1l_2/200L$

$y_1 = (X_1/l_1)^2.e$

$y_2 = (X_2/l_2)^2.e$

2.3.6.9 ระยะหยุดโดยปลอดภัยบนทางขึ้นเนิน (Stopping Sight Distance Over Crest) เป็นระยะทางที่สั้นที่สุดซึ่งตาของผู้ขับรถมองเห็นวัตถุวางอยู่บนพื้นทางข้างหน้าของผู้ขับรถบนยอดเนิน โดยที่ผู้ขับรถสามารถหยุดรถได้อย่างกระทันหัน และปลอดภัย



ภาพที่ 2.21 แสดงระยะหยุดโดยปลอดภัย

2.3.6.10 ระยะแซงโดยปลอดภัยบนทางขึ้นเนิน (Passing Sight Distance Overcrests) เป็นระยะทางที่ยาวที่สุดซึ่งตาของผู้ขับรถอยู่สูงจากพื้น 1.15 เมตร สามารถมองเห็นวัตถุอยู่สูงจากพื้น 1.15 เมตร

กรณีที่ 1 ระยะแซงโดยปลอดภัยสั้นกว่าความยาวทางโค้งขึ้นเนิน (S < L)

$$L = S^2A/920 \quad \text{เมตร}$$

กรณีที่ 2 ระยะแซงโดยปลอดภัยยาวกว่าความยาวทางโค้งขึ้นเนิน (S > L)

$$L = 2S - 920/A \quad \text{เมตร}$$

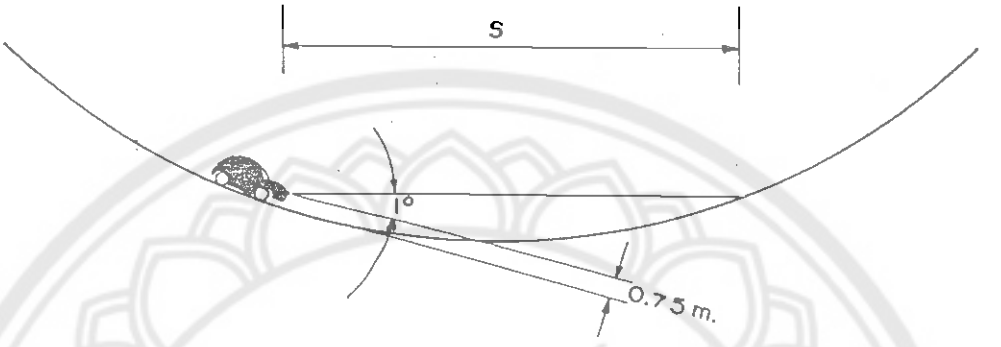
ถนนขึ้นเนินที่มีเพียง 2 ช่องจราจร ถ้าจะออกแบบให้มีระยะแซงโดยปลอดภัย จะต้องเป็นบริเวณที่ไม่ลาดชันมากนัก เพราะจะสิ้นเปลืองค่าก่อสร้างเกี่ยวกับงานดินสูง และถ้าไม่ได้กำหนดระยะแซงโดยปลอดภัยก็จะต้องมีเครื่องหมายจราจรกำหนดไว้ให้ชัดเจน เช่น เส้นแบ่งช่องจราจรเป็นเส้นทึบตลอดทางขึ้นเนิน แสดงเครื่องหมายห้ามแซง และในบริเวณที่มีรถบรรทุกหนักแล่นผ่านเป็นจำนวนมากก็จำเป็นจะต้องมีช่องจราจรที่สามสำหรับรถบรรทุกหนักทางด้านขึ้นเนิน (Slow Vehicle Lane)

2.3.6.11 ระยะมองเห็นโดยปลอดภัยในทางโค้งลักษณะก้นกะทะ (Sag Vertical Curves)

การออกแบบถนนลักษณะนี้จะต้องพิจารณาถึง

1. ระยะไฟสูงส่องสว่างที่สามารถส่องได้ไกลสุดเป็นตัวกำหนดระยะมองเห็นโดยปลอดภัย
2. ความสะดวกสบายของผู้ขับและผู้โดยสารรถ
3. การระบายน้ำฝนไม่ให้ท่วมถนนซึ่งก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหาย
4. ลักษณะโดยทั่วไปมองแล้วไม่น่ากลัวหรือหวาดเสียว

AASHTO กำหนดให้ระยะส่องสว่างของไฟหน้ารถในเวลากลางคืน (Head Light Sight Distance) เป็นระยะกำหนดที่สำคัญ โดยบ่งให้ไฟหน้าของยานพาหนะอยู่สูงจากผิวจราจร 0.75 เมตร มีลำแสงทำมุม 1 องศา Upward Divergence



ภาพที่ 2.22 ระยะมองเห็นโดยปลอดภัยในทางโค้งลักษณะก้นกระทะ

2.3.6.12 ความยาวทางลาดวิกฤต (Critical length of grade) คือความยาวทางลาดขึ้นเนินที่ใช้ออกแบบให้รถบรรทุกหนักสามารถไต่ขึ้นเนินได้โดยความเร็วไม่ลดมากเกินไป ซึ่งเป็นเหตุให้กีดขวางการจราจรของรถประเภทอื่น ความเร็วของรถบรรทุกที่จะแล่นขึ้นทางลาดชันนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักบรรทุกกำลังรถบรรทุก ความชำนาญของคนขับ เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน ฯลฯ โดยทั่วไปจะพิจารณาออกแบบให้รถสามารถแล่นได้ 25 กม./ชม. เมื่อถึงปลายทางลาด ถ้าจำเป็นต้องออกแบบให้ความยาวทางลาดมีมากเกินกว่าระยะความยาวทางลาดวิกฤต ประกอบกับปริมาณรถสัญจรไปมามากก็จะต้องเพิ่มช่องทางสำหรับรถบรรทุกเข้าไปอีกช่องหนึ่ง

2.3.6.13 การยกโค้ง (Super Elevation) ในถนนที่รถแล่นด้วยความเร็วสูงเมื่อเข้าโค้งราบจะเกิดแรงหนีศูนย์กลางอาจทำให้รถเสียหลักไถลหลุดออกจากทางโค้งได้ จึงจำเป็นต้องยกผิวทางด้านนอกให้ลาดเอียงเพื่อต้านรับแรงหนีศูนย์กลาง

ถ้าให้ W = น้ำหนักรถ,กก.

V = ความเร็ว, กม./ชม.

v = ความเร็วของรถบนทางโค้ง ,ม./วินาที

= 0.278 V

= มุมเอียงทางโค้ง

e = $\tan\alpha$

= Super Elevation Slope

= อัตราการยกโค้งของผิวทาง ,ม./ม.

f = สปส.ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนน

F = แรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน

R = รัศมีของโค้งราบ ,ม.

แรงหนีศูนย์กลาง

$CF = Wv^2/gR$

$F = fN$

$= f(W\cos\alpha + Wv^2\sin\alpha/gR)$

ตารางที่ 2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ f

ความเร็วออกแบบ กม./ชม.	50	65	80	95	110	130
f	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

อัตราการเพิ่มค่า e หรือ tan (Rate of Super Elevation) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06 –0.12 และค่า e ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ สภาพภูมิประเทศ (Terrain) จำนวนรถบรรทุกซึ่งแล่นช้าถ้ากำหนดให้ f มีค่าต่ำสุด = 0.1 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความปลอดภัยสูง และทำนองเดียวกันให้ค่า e มีค่า = 0.1 จะได้

อัตราการยกโค้งที่เหมาะสม ขึ้นกับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความสะดวกสบายในการขับรถ สภาพดินฟ้าอากาศ ถนนในเมืองหรือนอกเมือง สภาพภูมิประเทศเป็นเนินเขาหรือที่ราบ ความเร็วออกแบบ จากการพิจารณาองค์ประกอบเหล่านี้ จากการทดลองและจากประสบการณ์ AASHTO แนะนำให้ใช้อัตราการยกโค้งดังแสดงในตารางที่ 7.9

ตารางที่ 2.8 อัตราการยกโค้งสูงสุดที่ AASHTO แนะนำให้ใช้

อัตราการยกโค้ง	ประเภทของถนน
4 %	ค่าเฉลี่ยสำหรับถนนสายหลักในย่านการค้า
6 %	ค่าสูงสุดสำหรับถนนสายหลักในย่านการค้า
8 %	ค่าสูงสุดสำหรับถนนสายในเมือง
10%	ค่าเฉลี่ยสำหรับถนนนอกเมืองและทางด่วน
12%	ค่าสูงสุดสำหรับถนนนอกเมืองและทางด่วน

วิธีการยกโค้งขอบทางโค้ง ในช่วงที่จะเข้าโค้งและจำเป็นต้องยกขอบถนนด้านนอกให้สูงขึ้นจากลักษณะหลังเต่า (Crown Slope) จนกระทั่งสูงได้ระดับ (Full Super Elevation) วิธีการยกขอบถนนอาจจะกำหนดจุดหมุนได้ 3 ตำแหน่งคือ

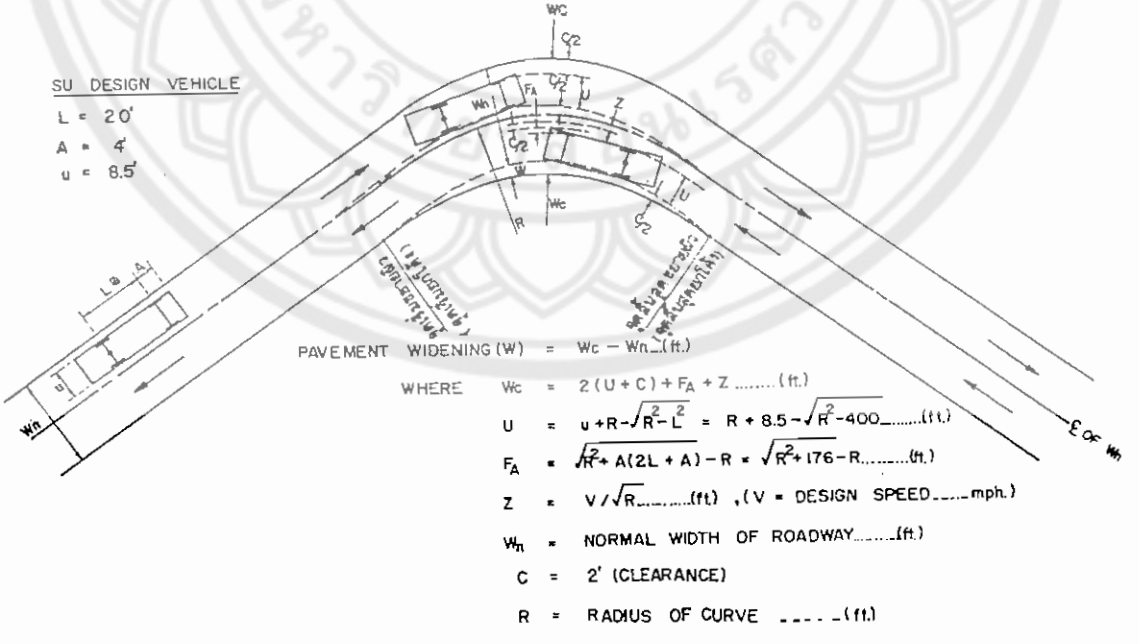
ก. ให้เส้นแบ่งครึ่งถนนเป็นจุดหมุน

ข. ให้ขอบถนนด้านในเป็นจุดหมุน

ค. ให้ขอบถนนด้านนอกเป็นจุดหมุน

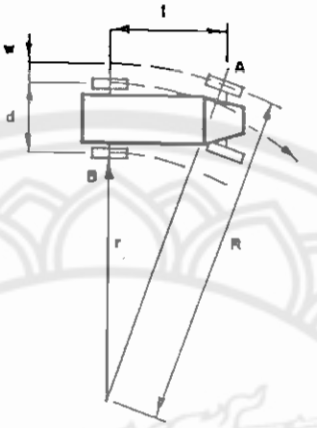
การขยายขอบทางโค้ง (Pavement Widening On Curves) ขณะรถแล่นเข้าทางโค้งล้อหน้าและล้อหลังจะแล่นเข้าโค้งด้วยรัศมีไม่เท่ากัน กล่าวคือ ล้อหลังจะมีรัศมีสั้นกว่าล้อหน้าและถ้าช่วงระหว่างล้อหน้าและล้อหลังห่างกันมากรัศมีในทางโค้งของล้อทั้งสองก็ยิ่งห่างกันมากขึ้น อาจทำให้ล้อหลังตกจากขอบทางผิวจราจรได้ จึงจำเป็นต้องขยายขอบผิวจราจรให้กว้างขึ้น เพื่อให้ความปลอดภัยกับรถที่แล่นด้วยความเร็วสูง จุดที่เริ่มขยายขอบทางก็เริ่มจากจุดเดียวกับการยกโค้ง คือเริ่มขยายจากจุดเริ่มต้นการยกโค้งทั้งสองข้าง และขยายเต็มที่เมื่อถึงจุดเริ่มยกโค้งสูงสุด วิธีคำนวณมีหลายวิธี เช่น

วิธีของ AASHTO ใช้ข้อมูลจากรถบรรทุกประเภท Single Unit Truck มาคำนวณหาความกว้างของผิวทางที่จะขยาย ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ขนาดของรถรัศมีทางโค้งและความเร็วออกแบบ ดูภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.23 การขยายขอบทางโค้งตามวิธีของ AASHTO

วิธีของสหราชอาณาจักรและประเทศอื่น ๆ ใช้ข้อมูลจากช่วงความยาวระหว่างเพลาหน้ากับเพลาหลังของรถบรรทุกหนักที่กำหนดให้ใช้แล่นบนทางทางหลวง และรัศมีทางโค้งมากำหนดออกแบบความกว้างของทางที่ควรจะขยาย ดูภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.24 รถเมื่อเข้าโค้งรัศมีขณะเข้าโค้งของล้อหน้ายาวกว่ารัศมีของล้อหลัง

2.3.7 ไหล่ทาง (Shoulder) มีไว้เพื่อประโยชน์เป็นฐานรองรับและเสริมความแข็งแรงของผิวทาง ใช้เป็นที่จอดพักรถ กองวัสดุเพื่อซ่อมผิวทาง หรือปักป้ายเครื่องหมายจราจร ให้คนเดินเท้า เป็นทางของจักรยาน ฯลฯ ความกว้างของไหล่ทางมีตั้งแต่ 1.50-2.50 เมตร ผิวของไหล่ทางอาจเป็นยางหรือดินลูกรังก็ได้ สีของไหล่ทางกับสีของผิวทางควรจะก่อสร้างให้แตกต่างกันจนเห็นได้ชัด (Contrast) เพื่อจุดประสงค์มิให้ยานพาหนะใช้ไหล่ทางเป็นช่องจราจรซึ่งจะทำให้ถนนชำรุดเสียหายเร็ว เนื่องจากความแข็งแรงของไหล่ทางมีต่ำกว่าผิวทาง ความลาดเอียงของไหล่ทางขึ้นอยู่กับชนิดของไหล่ทาง ดูตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ความลาดเอียงของไหล่ทาง

ชนิดของไหล่ทาง	ความลาดเอียง %
<u>มีคันคอนกรีตเป็นขอบทางเท้า</u>	
ลาดยาง	3-4
ลูกรัง หรือโรยหิน	4-6
ปลูกหญ้า	8
<u>ไม่มีคันคอนกรีตขอบทางเท้า</u>	
ลาดยาง	2
ลูกรัง หรือโรยหิน	2-4
ปลูกหญ้า	3-4

2.3.8 ลาดหลังทาง (Crown Slope) เพื่อจะระบายน้ำจากผิวทางลงสู่ท่อหรือคูระบายน้ำข้างทาง เปอร์เซนต์ความลาดเอียงขึ้นอยู่กับชนิดของผิวทาง ดูตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ความลาดเอียงของผิวทาง

ชนิดของผิวทาง	ความลาดเอียง
ผิวทางคอนกรีต	1.0 – 2.0
ผิวทางลาดยางแอสฟัลท์คอนกรีต	2.0 – 2.5
ผิวทางแมคคาดั้ม	2.0 – 2.5
ผิวทางลูกรัง	2.5 – 4.0

2.3.9 ความลาดเอียงของดินถมและดินตัดข้างขอบถนน (Side Slope) การกำหนดค่า Side Slope ของดินขึ้นอยู่กับ

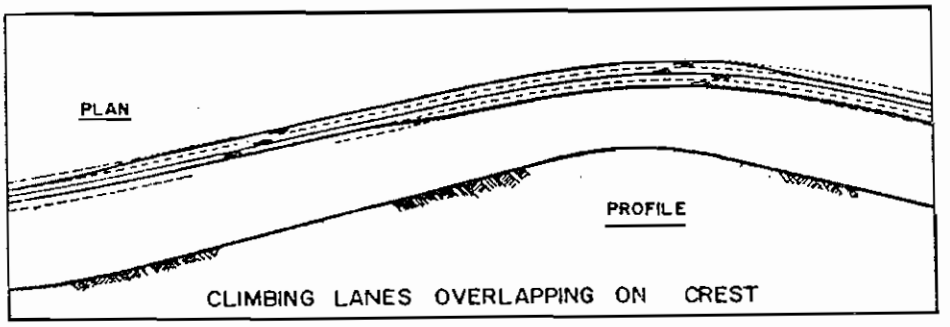
ก. มุม Angle of Repose ของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง

ข. ความเหมาะสม เช่น ความคงทน ความปลอดภัย ความประหยัดและความสูง

ตารางที่ 2.11 ความลาดชันของดินขอบข้างถนน

ความสูงของดินถม ดินตัด (เมตร)	ดิน		หินผุ		หินแข็ง	
	ถม	ตัด	ถม	ตัด	ถม	ตัด
ต่ำกว่า 1.0 เมตร	4:1	3:1	3:1	2:1	1.5:1	0:1
1.0 –3.0	2:1	2:1	1.5:1	1:1	1:1	0:1
> 3.0	1.5:1	1.5:1	1:1	1.5:1	1:1	0:1

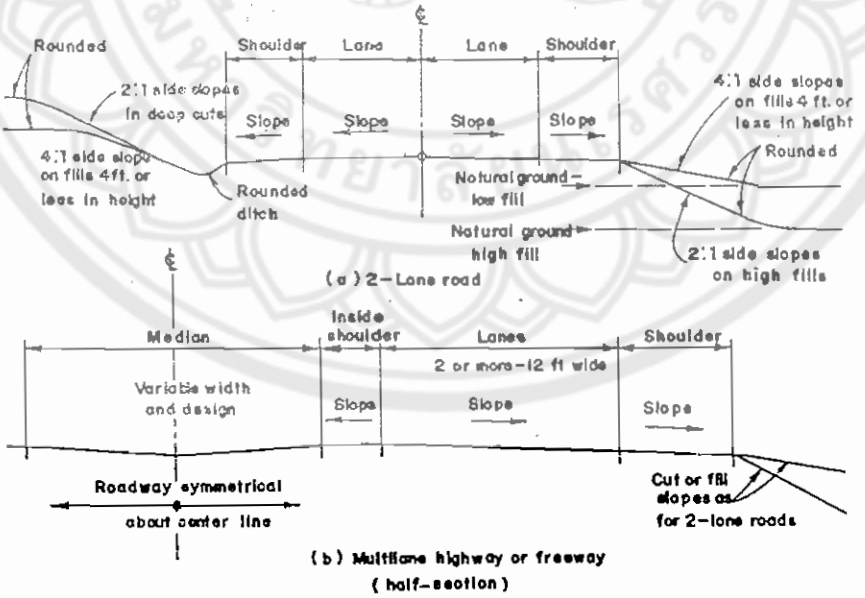
2.3.10 ความลาดชันของทางขึ้นเนิน (Highway Greades) ทางขึ้นเนินมีผลต่อความเร็วของยานพาหนะอย่างยิ่ง ถ้าเกิน 3% สำหรับรถบรรทุก และ 7% สำหรับรถนั่งส่วนบุคคล ดังนั้นการออกแบบถนนขึ้นเนินจึงควรกำหนดให้มีความลาดชันประมาณ 4% - 6% เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้ขีดความสามารถของทาง (Highway Capacity) ลดต่ำเกินไป เนื่องจากรถบรรทุกแล่นช้า ในช่วงระยะขึ้นเนิน จึงควรมีช่องจราจรสำหรับรถแล่นโดยเฉพาะ (Climbing Lane) เพื่อให้รถบรรทุกหลบแล่นเข้าช่องจราจรดังกล่าว



ภาพที่ 2.25 ช่องจราจรสำหรับรถแล่นช้า (Climbing Lane) บนทางขึ้นเนิน

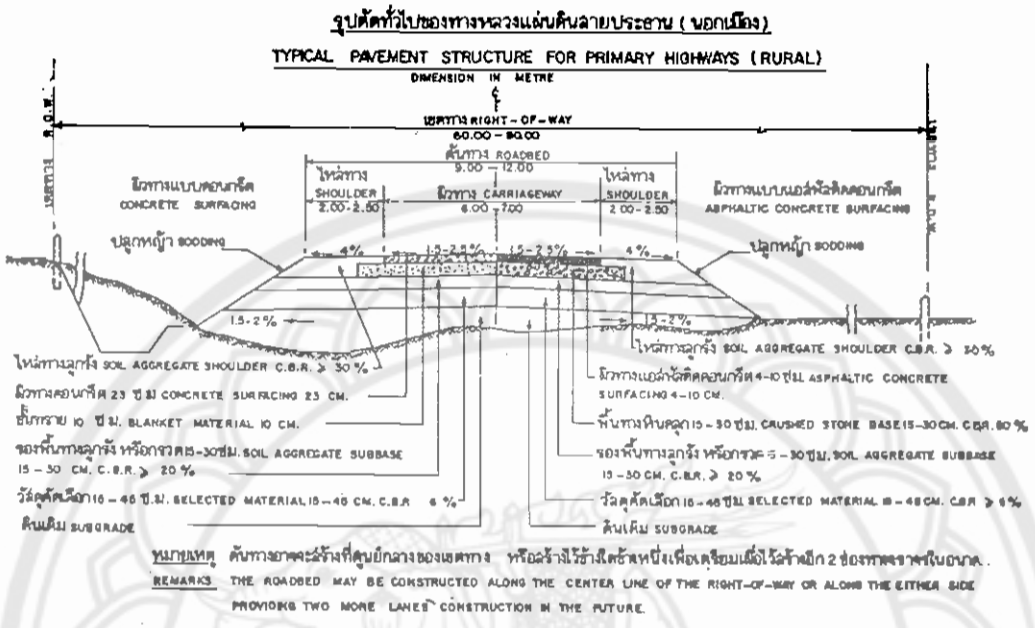
2.4 การออกแบบรูปตัดของถนน (Cross-Section Element)

องค์ประกอบของถนนประกอบด้วย คันทาง (Road Bed) ช่องจราจร ไหล่ทาง ลาดหลังทาง (Crown Slope) ลาดคันทาง(Side slope) ลาดดินตัดและดินถม ร่องระบายน้ำข้างทาง (Side ditch) เกาะกลาง(Median) ทางเท้า(Side Walk) ฯลฯ ความกว้างของช่องจราจรและไหล่ทางมีผลต่อขีดความสามารถของทางที่จะรับปริมาณการจราจร ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง ความกว้างของช่องจราจร มีตั้งแต่ 2.75 – 3.5 เมตร ขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรและประเภทของทาง ถนนส่วนใหญ่มี 2 ช่องจราจร บริเวณในเมืองที่มีการจราจรคับคั่งอาจมี 4 –10 ช่องจราจร สำหรับถนน 3 ช่องจราจรไม่นิยมให้มีเพราะอัตราการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการแซงและชนประสานงานมีประมาณค่อนข้างสูง

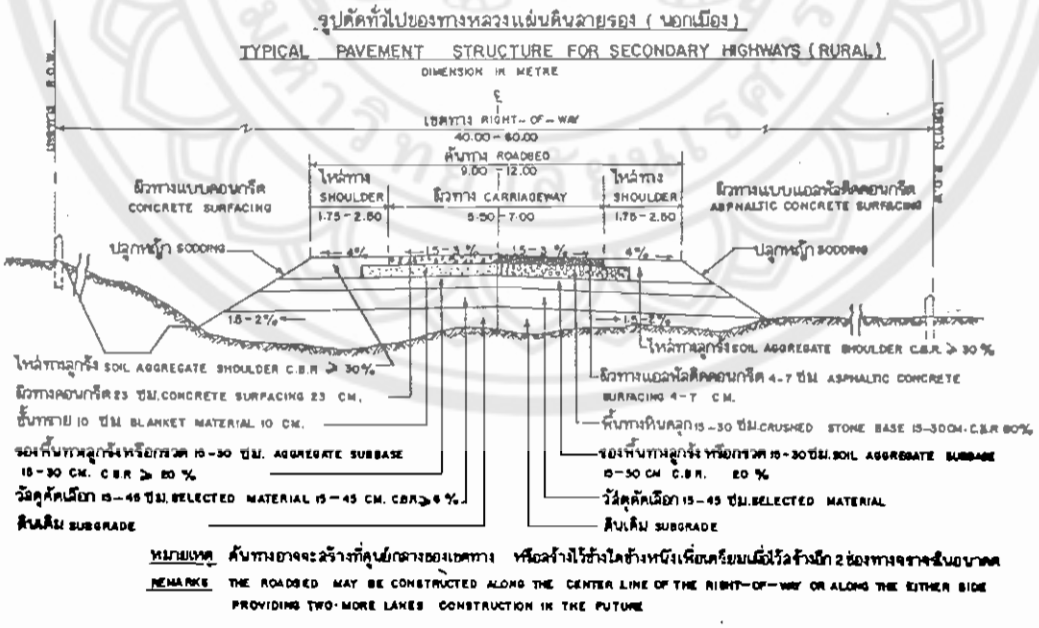


AASHO recommended standard cross sections for 2–lane highways and for multilane highways and freeways

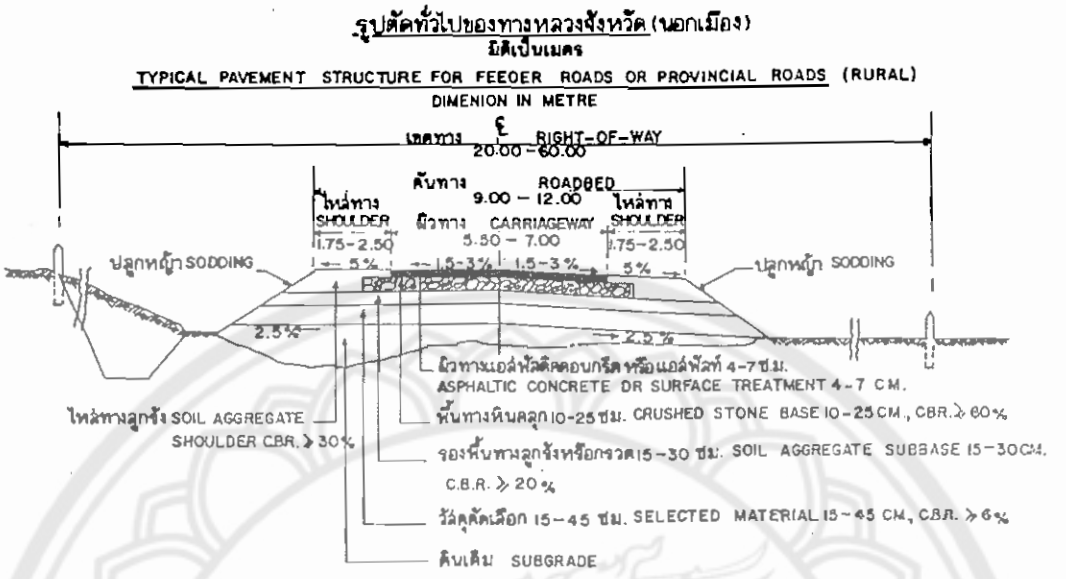
ภาพที่ 2.26 ภาพตัดขวางของถนนตามมาตรฐานของ AASHTO



ภาพที่ 2.27 แสดงรูปตัดของทางหลวงแผ่นดินสายประธาน (นอกเมือง)



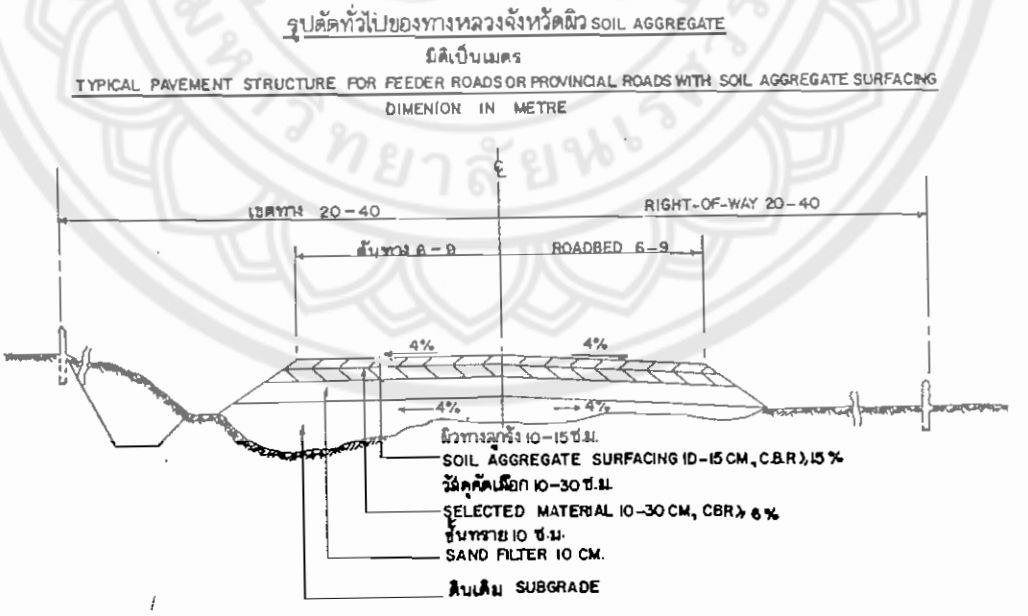
ภาพที่ 2.28 แสดงรูปตัดของทางหลวงแผ่นดินสายรอง (นอกเมือง)



หมายเหตุ คันทางอาจจะสร้างที่ศูนย์กลางของเขตทางหรือสร้างไว้ข้างใดข้างหนึ่งเพื่อเตรียมเผื่อไว้สร้างอีก 2 ช่องทางจราจรในอนาคต

REMARKS THE ROADBED MAY BE CONSTRUCTED ALONG THE CENTER LINE OF THE RIGHT-OF-WAY OR ALONG THE EITHER SIDE, PROVIDING TWO MORE LANES CONSTRUCTION IN THE FUTURE

ภาพที่ 2.29 แสดงรูปตัดของทางหลวงจังหวัด (นอกเมือง)

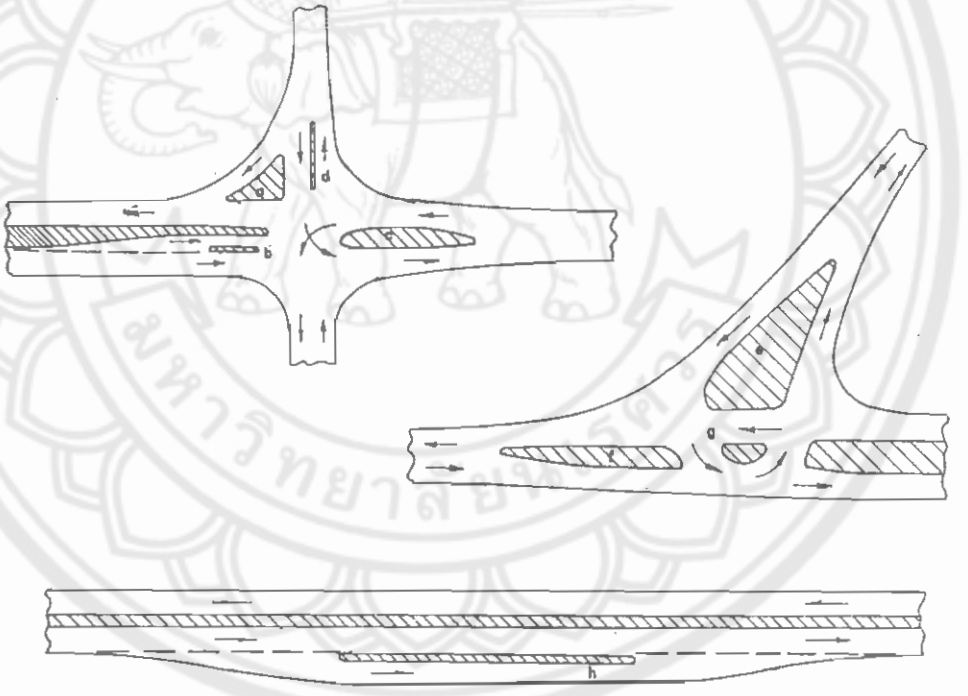


ภาพที่ 2.30 แสดงรูปตัดของทางหลวงจังหวัดผิวทางลูกรัง

2.5 เกาะกลางถนน (Central Reservation)

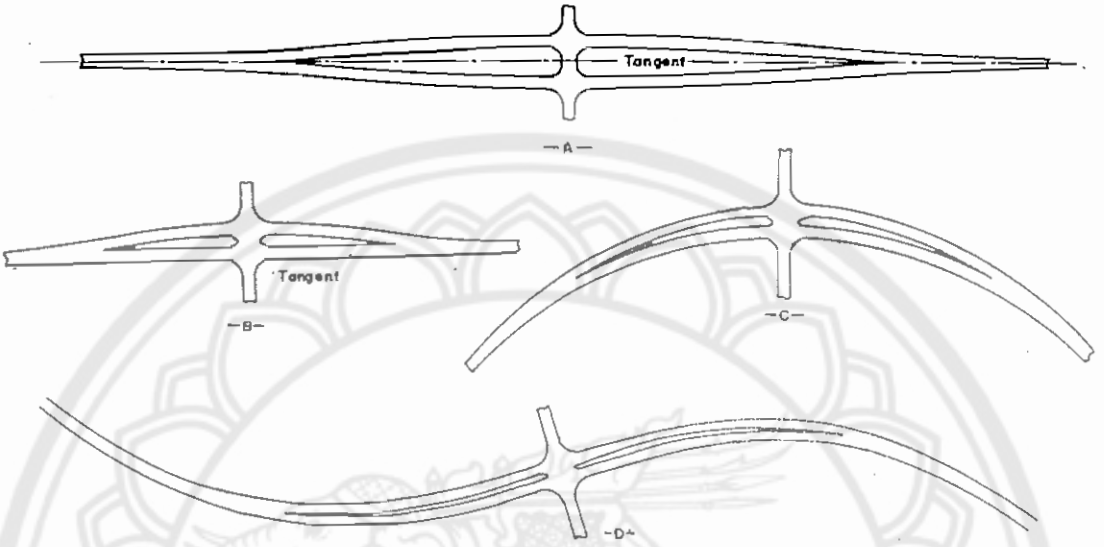
ใช้แบ่งแยกการจราจรออกเป็น 2 ทิศทาง ช่วยในการลดและป้องกันอุบัติเหตุ โดยเฉพาะทางด่วนซึ่งรถแล่นด้วยความเร็วสูง จะต้องมีเกาะหรือที่ว่างกลางถนน นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์สำหรับเป็นช่องทางรถรอเลี้ยวและกลับรถ ใช้เป็นที่พักของคนเดินข้ามถนน ใช้เป็นที่ติดตั้งไฟแสงสว่าง ไฟสัญญาณ ป้ายจราจร ท่อประปา คูระบายน้ำและพื้นที่สำรองเพื่อการขยายถนนในอนาคต ลักษณะของเกาะอาจจะยาวไปตามเส้นแบ่งครึ่งถนน หรือเป็นรูปสามเหลี่ยมตรงทางแยก ทางเลี้ยว อาจจะแบ่งประเภทเกาะเป็น 3 ลักษณะคือ

1. Directional Islands ใช้ช่วยควบคุมและบังคับให้รถเคลื่อนไปในทิศทางตามที่ผู้ขับรถต้องการอย่างเป็นระเบียบ เช่น ตรงทางแยก อาจจะมีรูปร่างและขนาดเท่าใดก็ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ๆ มีอยู่



ภาพที่ 2.31 เกาะกลางถนนแบบต่างๆ

2. Divisional Islands ใช้กับถนนที่ไม่มีเกาะกลางถนน (Undivided Highways) และจะมีเกาะตรงบริเวณทางแยก เพื่อเตือนผู้ขับขี่ยานพาหนะให้รู้ตัวว่าจะถึงทางแยกข้างหน้าแล้วสมควรที่จะต้องลดความเร็วลง และขณะเดียวกันก็ช่วยแบ่งแยกการจราจรของรถที่สวนมาตามเกาะ c , d , e และ f ในภาพที่ 2.29 และภาพที่ 2.30

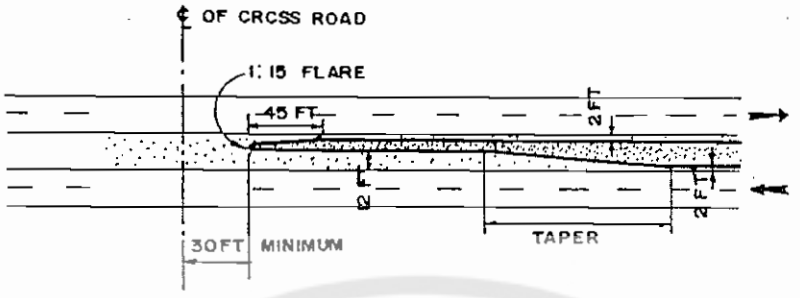


ภาพที่ 2.32 Divisional Islands ตรงทางแยก

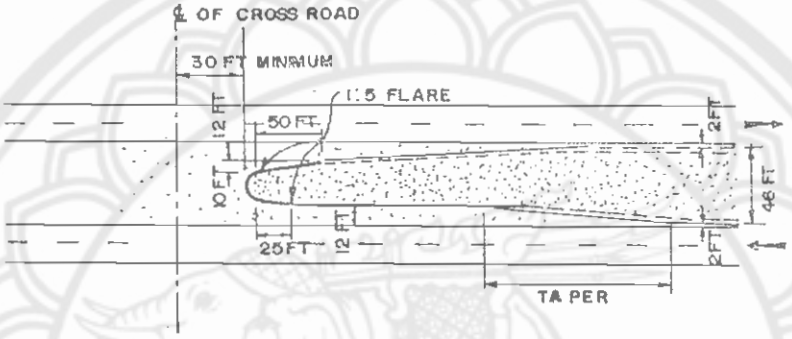
3. Refuge Islands ใช้เป็นที่หลบพักของคนข้ามถนนรอจังหวะรถว่าง เช่น เกาะ a , c , d , e และ f ในภาพที่ 2.29

ขนาดของเกาะกลางถนนจะต้องใหญ่พอที่จะมองเห็นในระยะไกล หรือควรมีพื้นที่อย่างน้อยที่สุด 5 ถึง 7 ตารางเมตร ถ้าเป็นรูปลักษณะสามเหลี่ยมความยาวของด้านแต่ละด้านควรจะมีอย่างน้อย 2.5 ถึง 3.5 เมตร สำหรับ Divisional Islands ควรจะมีความกว้างไม่ต่ำกว่า 1.2 เมตรและยาวตั้งแต่ 3.5 ถึง 6 เมตร บริเวณที่มีความเร็วรถไม่สูง ถ้าเป็นถนนซึ่งออกแบบให้รถแล่นด้วยความเร็วสูง Divisional Islands ควรมีความยาวอย่างน้อย 30 เมตรขึ้นไป

2.5.1 ทางเลี้ยวขวาในเกาะกลางถนน (Right Turn Pocket Lanes) ช่องจราจรจัดไว้สำหรับรถรอเลี้ยวขวา โดยใช้พื้นที่ของเกาะกลางถนนเป็นช่องจราจร ช่วยไม่ให้รถรอเลี้ยวไปกีดขวางการจราจรของรถทางตรง ความยาวของช่องจราจรนี้ประกอบด้วยระยะที่รถใช้ชะลอความเร็วจนกระทั่งหยุดและระยะที่จอดรอจังหวะเลี้ยวขวาเมื่อทางข้างหน้ามีช่องว่างปลอดภัยพอเพียง



(a) RIGHT TURN POCKET LANE INTRODUCED INTO KERBED MEDIAN ISLAND



(b) RIGHT TURN POCKET LANE INTRODUCED INTO WIDE CENTRAL RESERVATION ACCELERATION LANE PROVIDED FOR VEHICLES TURNING RIGHT FROM CROSS ROAD

ภาพที่ 2.33 ช่องจราจรใช้ที่ว่างของเกาะกลางถนนสำหรับรถรอเลี้ยวขวา

ถ้าให้ T = ปริมาณสูงสุดของรถเลี้ยวขวา (คัน/ชม.)

l = ระยะความยาวเฉลี่ยของรถแต่ละคันต้องใช้

= 6 เมตร

V = ความเร็วของรถทางตรง (กม./ชม.)

t = ระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนช่องทางแล่น

= 3 วินาทีโดยเฉลี่ย

Storage Length = 1 * (จำนวนรถเลี้ยวขวาต่อนาที)

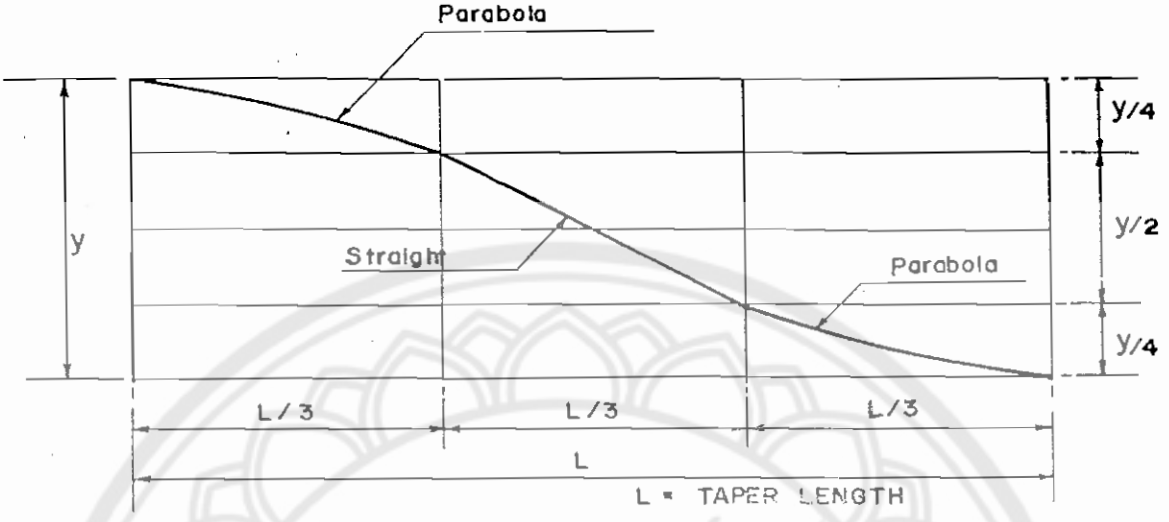
= 6*(T/60)

= T/10

= 2*(T/10) ให้เพิ่ม FS =2

= 0.2T เมตร

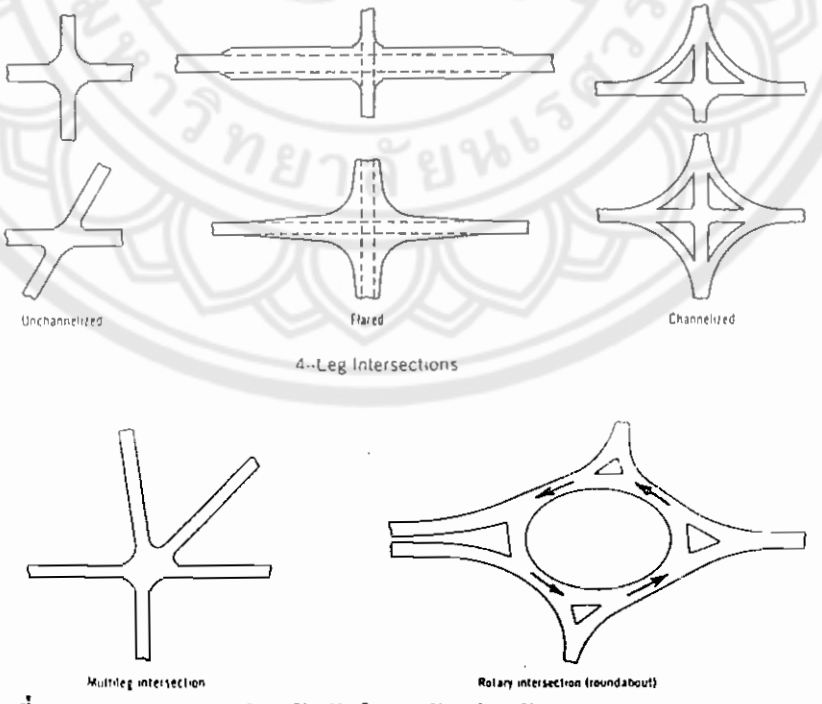
Taper Length = 0.278 Vt เมตร



ภาพที่ 2.34 ลักษณะของ Taper Length

2.6 ทางแยกทางร่วม (Intersection)

บริเวณที่ถนนสองสายมาตัดกันหรือบรรจบกันเป็นสามแยกสี่แยก หรือห้าแยก เป็นจุดที่มีปัญหาการจราจรมากที่สุด โดยเฉพาะในเมืองที่มีการจราจรคับคั่งทุกเมืองทางแยกอาจแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ ทางแยกที่มีถนนตัดกันในระดับเดียวกัน (At Grade Intersection) หรือถนนตัดกันในลักษณะต่างระดับ (Grade Separation)



ภาพที่ 2.35 ทางแยกทางร่วมตัดกันในระดับเดียวกัน (At Grade Intersection)

2.6.1 ทางแยกระดับเดียว มีหลายแบบดังแสดงในภาพที่ 7.48 แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 4 แบบคือสามแยกแบบ T หรือ Y สี่แยก มากกว่าสี่แยก วงเวียน ข้อควรพิจารณาในการกำหนดออกแบบทางแยกมีดังนี้

1. ทางแยกในถนนที่มีปริมาณการจราจรต่ำตัดกับถนนสายที่มีการจราจรสูงการควบคุมการจราจรอาจใช้ไฟสัญญาณหรือป้ายหยุดติดตั้งในทางโท

2. ความกว้างของช่องจราจรในบริเวณทางแยกอาจจะลดให้เล็กลงกว่าความกว้างปกติเพื่อมีผลในการลดความเร็วของยวดยาน เช่น ช่องทางตรงกว้าง 3.0 – 3.25 เมตร ช่องทางเลี้ยวกว้าง 2.75 – 3.0 เมตร

3. จำนวนช่องจราจรขาเข้าในทางแยกสามารถแบ่งให้มากกว่าจำนวนช่องทางออกจากทางแยก ถ้าทางแยกนั้นมีปริมาณการจราจรสูงมาก

4. การจัดแบ่งช่องบังคับจราจร (Channelization) ด้วยเกาะ ขอบทาง ทาสีแบ่งช่องเส้นทาง จะช่วยเพิ่มความสามารถของทางแยกและเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ยวดยาน

5. ในถนนที่ยวดยานแล่นด้วยความเร็วสูงมาก เช่น 100 กม./ชม. การติดตั้งไฟสัญญาณจราจร อาจจะทำให้มีอุบัติเหตุสูง ถ้าจำเป็นต้องมีการติดตั้งไฟสัญญาณจราจรก็ต้องมีป้ายบอกเตือนอย่างชัดเจนเป็นระยะๆ ก่อนถึงทางแยก

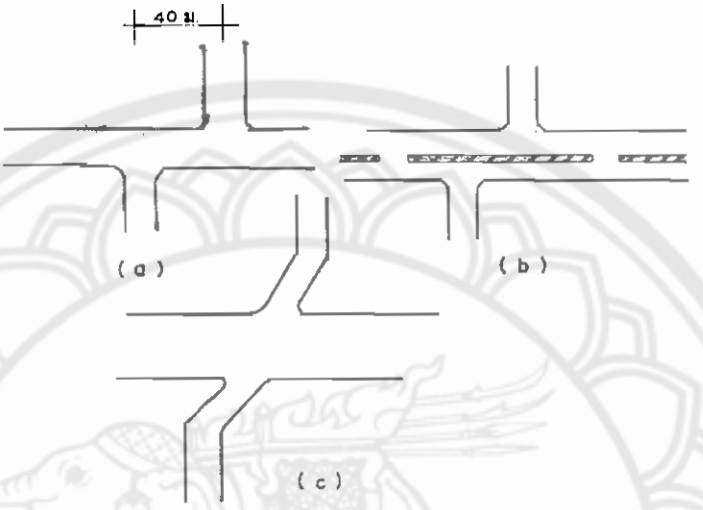
6. บริเวณที่ควรหลีกเลี่ยงมิให้มีทางแยกคือในทางโค้ง บริเวณดินตัด โค้งตั้งก้นกระทะ โค้งตั้งบนเนิน ใกล้สะพาน ใกล้อุโมงค์ลอด ใกล้ทางข้ามทางรถไฟ

7. ทางแยกไม่ควรเกินกว่า 4 แยก ถ้ามีเกินกว่านี้ควรจัดให้เป็นทางออก (Exit) จากทางแยกเท่านั้น เพราะมีจุด conflict ในบริเวณทางแยกมากจนยากแก่การจัดระบบการจราจรให้เคลื่อนไป อย่างสะดวกและรวดเร็ว

ตารางที่ 2.12 จุดที่เกิด conflict ในทางแยก

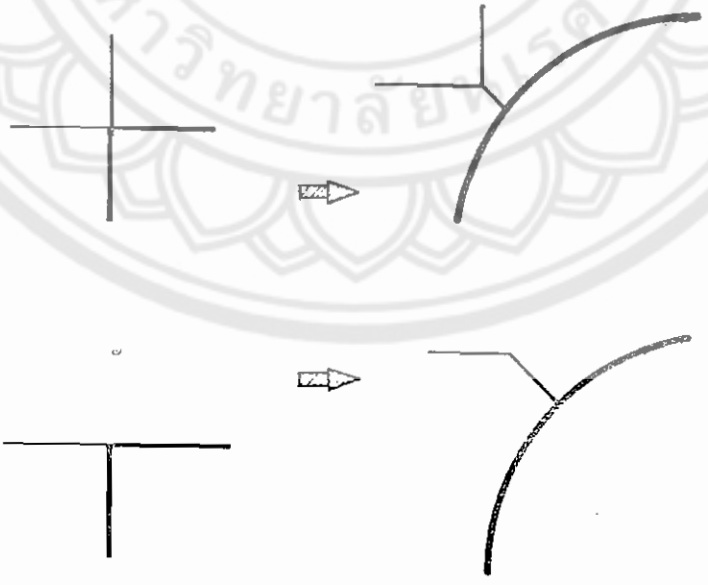
จำนวนขาทางแยก	Cross	Merge	diverge	รวม
3 ขา	3	3	3	9
4 ขา	16	8	8	32
5 ขา	49	15	15	79
6 ขา	124	24	24	172

8. ทางแยกมีลักษณะเยื้องกัน (Staggered) ควรหลีกเลี่ยง ถ้าจำเป็นต้องมีควรจัดให้ห่างกันอย่างน้อย 40 เมตร หรืออาจจะจัดระบบการเลี้ยวในบริเวณทางแยกให้เหมาะสมโดยใช้เกาะกลางบังคับการจราจร



ภาพที่ 2.36 ทางแยกมีลักษณะเยื้องกัน (a) ควรมีระยะห่างอย่างน้อย 40 ม.
(b) ใช้เกาะช่วยในการจัดระบบการจราจร
(c) ปรับแนวให้เป็นสี่แยกที่จุดเดียวกัน

9. เส้นทางที่มีการจราจรมากควรตัดแนวถนนให้ใกล้เคียงกับเส้นตรงมากที่สุด



ภาพที่ 2.37 การแก้ไขแนวทางที่มีการจราจรมากให้การไหลของการจราจรใกล้เคียงแนวเส้นตรง

10. มุมตัดของถนนในทางแยกควรจะมีมุมตั้งแต่ 60 องศาขึ้นไป เพราะถ้ามุมแคบเล็กจะเลี้ยวยากและระยะมองเห็นปลอดภัยสั้นมาก

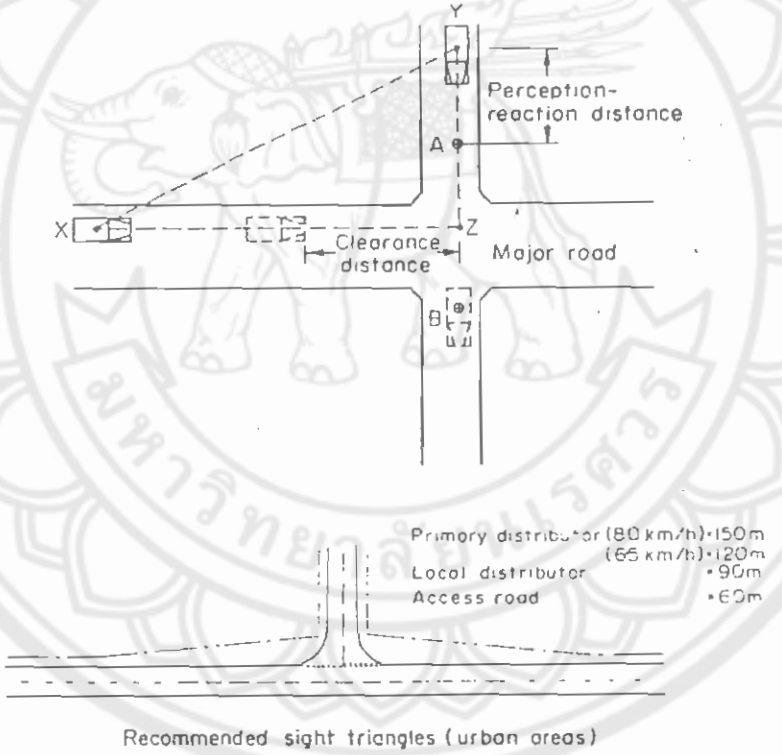
11. ระยะห่างของทางแยก 2 จุด ควรจะห่างกันให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จาก

ก. ความยาวของระยะรถแล่นไขว้สลับกัน (Weaveing Section)

ข. ปริมาณรถที่มาติดไฟสัญญาณจราจรในบริเวณทางแยก

ค. ความยาวของช่องทางรถรอเลี้ยวขวา

1.2 ระยะมองเห็นโดยปลอดภัยในทางแยกจะต้องมีมากพอที่ให้ผู้ขับขี่ยวดยานสามารถตัดสินใจได้ว่า ควรจะหยุดหรือควรจะขับรถแล่นผ่านทางแยกไป ดูภาพที่ 2.37



ภาพที่ 2.38 ระยะมองเห็นปลอดภัยในทางแยก

จากภาพที่ 2.37 ในสามเหลี่ยม XYZ มี XZ เป็นทางเอก รถที่แล่นมาในแนว YZ อาจจะหยุดรอตรงทางแยกหรือแล่นผ่านทางแยก ถ้ารถที่แล่นมาจากแนว XZ อยู่ห่างมากพอ ระยะ YZ คำนวณได้จาก

$YZ = ut_1 + u^2/2d$

กำหนดให้ u = ความเร็วของรถใกล้ทางแยก , ม./วินาที

t = ระยะเวลามองเห็นและตัดสินใจ ,วินาที

d = อัตราการชะลอความเร็ว , ม./(วินาที)^2

YZ = ระยะทาง , ม.

ทางในแนว XZ เป็นทางเอกรถแล่นด้วยความเร็ว ถ้ากำหนดให้

t_1 = ระยะเวลามองเห็นและตัดสินใจของรถในทางโท ,วินาที

t_2 = ระยะเวลารถในทางโทเคลื่อนที่จาก A ไป B

t_3 = ระยะเวลาที่รถในทางเอกใช้เคลื่อนไปในช่วงระยะเผื่อไว้เพื่อความปลอดภัยก่อนถึงทางแยก , วินาที

$$t_2 = \frac{(u^2+2as)^{0.5}-u}{a}$$

กำหนดให้ S = ระยะ AB , ม.

= $u^2/2d$ + ความกว้างทางเอก + ความยาวตัวรถในทางโท

u = ความเร็วของรถในทางโท ,ม./วินาที

V = ความเร็วของรถในทางเอก ,ม./วินาที

$T = t_1 + t_2 + t_3$

$XZ = vT$

ทางแยกที่มีป้ายหยุดใช้บังคับการจราจรในทางโท ตามกฎหมายกำหนดให้ก่อนที่จะขับรถเข้าในทางแยกจะต้องจอดรอจังหวะปลอดภัยก่อนจึงจะขับเคลื่อนผ่านทางแยกไป ดังนั้นระยะเวลาปลอดภัยจึงประกอบไปด้วย

t_1 = ระยะเวลามองเห็นและตัดสินใจ , วินาที

t_2 = ระยะเวลาจากเส้นหยุดแล้วเร่งความเร็วเคลื่อนที่ผ่านทางแยกไป , วินาที

ระยะมองเห็นปลอดภัย $SD = v(t_1 + t_2)$

กำหนดให้ v = ความเร็วของรถในทางเอก ,ม./วินาที

t_2 = ระยะเวลาเร่งความเร็วเพื่อเคลื่อนที่ ระยะ S จากเส้นหยุดผ่านทางแยกไปด้วยอัตราเร่ง a ม./(วินาที)^2

$= (2S/a)^{0.5}$

ถ้าทางแยกอยู่ในบริเวณที่เป็นเนิน ก็จะต้องพิจารณาเพิ่มระยะเบรค และระยะเวลาในการเพิ่มความเร็วจากเส้นหยุดจนพ้นทางแยก เช่น ถ้าเป็นทางขึ้นเนิน 3% จะต้องเพิ่มระยะ YZ อีก 20% สำหรับรถยนต์นั่ง และ 50% สำหรับรถบรรทุก

2.6.2 การจัดระเบียบแบ่งแยกช่องจราจรตรงทางแยก (Channelized Intersection)

ทางแยกที่มีการจราจรน้อยอาจจะไม่มีการแบ่งแยกช่องทางจราจร แต่อาจจะเพิ่มช่องจราจรพิเศษขึ้นเรียกว่า Flare Intersection ผลประโยชน์ที่ได้จากการเพิ่มช่องจราจรพิเศษมีอย่างน้อย 2 ประการคือ ลดอุบัติเหตุ และช่วยให้การจราจรคล่องตัวขึ้น เนื่องจากรถเลี้ยวไม่ไปกีดขวางรถทางตรง สฯหรับทางแยกที่มีการจราจรปริมาณมาก หรือมีพื้นที่ในทางแยกกว้าง เพื่อที่จะเพิ่มความสามารถของทางแยก ลดความสับสนในบริเวณทางแยกและบังคับให้รถแล่นไปในช่องทางที่กำหนดอย่างเป็นระเบียบ ก็ควรที่จะจัดตีเส้นหรือมีเกาะแบ่งแยกการจราจรเรียกว่า Channelized Intersection ผลประโยชน์ที่เกิดจากการแบ่งช่องทางจราจรดังกล่าวมีหลายประการ คือ

1. บังคับให้การไหลของการจราจรอยู่ในช่องจราจรอย่างเป็นระเบียบ ไม่แซงซ้ายแซงขวากันจนเกิดอุบัติเหตุ

2. บังคับมุมเลี้ยวของรถให้เหมาะสม เพื่อป้องกันอุบัติเหตุชนประสานงานกัน เช่น ทำมุมประมาณ 75 ° - 105° แทนดังรูป 2.38 (c) และการที่ถนนบรรจบกันเป็นมุมฉาก ทำให้ผู้ขับยานพาหนะต้องชะลอความเร็วลงหรือหยุดรถก่อนที่จะตัดสินใจเคลื่อนรถต่อไปจะต้องแน่ใจว่ามีระยะปลอดภัยเพียงพอ

3. บังคับให้รถเลี้ยวซ้ายจากทางแยกย่อย แล่นเข้าทางเอก(Merging) ได้โดยปลอดภัยด้วยการจัดมุมถนนเชื่อมให้เหมาะสมดังรูป 2.38 (b) ซึ่งเป็นมุมแหลมมาก

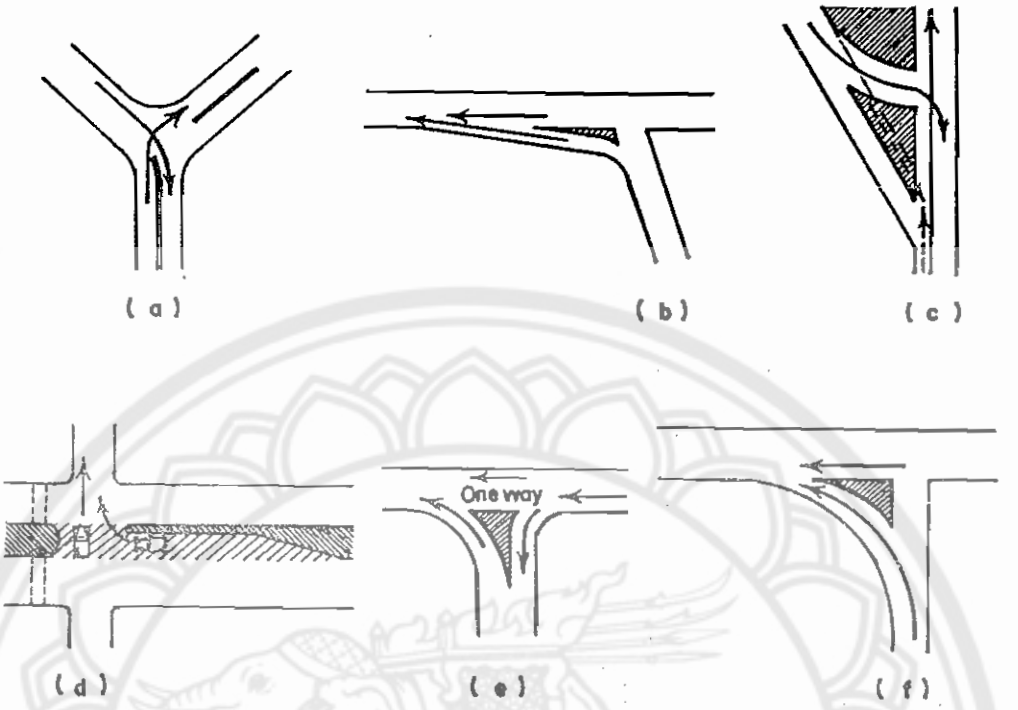
4. บังคับให้ยานพาหนะลดความเร็วลงเมื่อถึงบริเวณทางแยกโดยการสร้างเกาะบังคับทำให้ผู้ขับยานพาหนะเกิดความรู้สึกว่าต้องลดความเร็วลง เพราะช่องจราจรตีบลง และขณะเดียวกันก็ป้องกันไม่ให้มีการแซงตรงทางแยกทางร่วม เนื่องจากมีเกาะบังคับอยู่ดังรูป 2.38 (a) และ (f)

5. ป้องกันไม่ให้รถเลี้ยวผิดทางสวนการจราจร โดยเฉพาะในถนนที่เปิดให้รถเดินทางเดียว (Oneway) ดังรูป 2.38 (e)

6. ใช้เป็นที่หลบรถทางตรงรอจังหวะจะเลี้ยวขวาดังรูป 2.38 (d) ขณะเดียวกันก็ใช้เป็นที่หลบพักของคนเดินเท้าขณะข้ามถนน

7. ช่วยให้รถเลี้ยวขวาตัดสินใจรอจังหวะเลี้ยวได้ง่ายเพราะการจราจรจะไหลไปอย่างมีระเบียบ

8. บริเวณเกาะใช้เป็นที่ปักป้ายหรือเครื่องหมายสัญญาณจราจร



ภาพที่ 2.39 ทางแยกที่มีเกาะแบ่งแยกช่องจราจร

2.6.3 วงเวียน (Rotary Intersection)

เป็นทางแยกซึ่งจัดให้รถแล่นหมุนวนไปทางเดียว (Oneway Traffic) รอบเกาะตรงศูนย์กลางของวงเวียนในลักษณะตามเข็มนาฬิกา (ในประเทศที่ขับรถทางซ้ายของถนนเช่นประเทศไทย) วงเวียนเหมาะสำหรับทางแยกซึ่งเป็นจุดตั้งแต่สี่แยกหรือมากกว่าสี่แยกขึ้นไปและมีปริมาณการจราจรไม่สูงจนเต็มความสามารถของถนนเพราะจะทำให้เกิดการติดขัดมากกว่าทางแยกตัดกันธรรมดา ข้อดีของวงเวียนมีดังนี้

1. ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ได้ติดต่อกันโดยไม่หยุดชะงักติดขัด ถ้าหากปริมาณการจราจรไม่สูงมาก

2. อุบัติเหตุที่เกิดภายในวงเวียนจะไม่ร้ายแรงเพราะความเร็วไม่สูง และจุดที่เส้นทางตัดกันมีน้อย และตัดกันในลักษณะ Weaving แทนการตัดกันเป็นมุมฉาก

3. ออกแบบได้ง่ายโดยเฉพาะทางแยกที่มีตั้งแต่ห้าขาขึ้นไป และค่าบำรุงรักษาต่ำ

4. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถูกเมื่อเทียบกับการสร้างสะพานลอยแบบทางด่วน

ข้อเสียของวงเวียนก็มีเช่นเดียวกัน คือ

1. ถ้าปริมาณการจราจรมีสูงใกล้เคียงกับขีดความสามารถของทาง (Highway Capacity) ตั้งแต่สองขาขึ้นไปแล้วจะเกิดการจราจรติดขัดมากกว่าทางแยกตัดกันธรรมดา ซึ่งเป็น

ผลให้วงเวียนหลายแห่งในกรุงเทพฯ ต้องรื้อเปลี่ยนเป็นทางแยกธรรมดา เช่น วงเวียนราชเทวี วงเวียนพญาไท วงเวียนถนนศรีอยุธยา ฯลฯ

2. ต้องใช้ที่ราบบริเวณกว้างกว่าทางแยกตัดกันธรรมดา

3. เหมาะสำหรับบริเวณซึ่งการจราจรมีความเร็วไม่สูงนัก ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับถนนเชื่อมต่อที่มีความเร็วสูง เพราะอัตราการเกิดอุบัติเหตุจะสูง

4. จะต้องมีไฟส่องสว่างตามวงเวียนและทางเข้าวงเวียนให้สว่างพอเพียง มองเห็นได้ชัดเจน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุรวมทั้งป้ายเครื่องหมายจราจรต้องมีไว้อย่างพอเพียง

5. ไม่เหมาะกับบริเวณที่มีคนเดินข้ามถนนจำนวนมาก จะทำให้เกิดการติดขัดในการจราจร

2.6.4 ช่องทางสำหรับเปลี่ยนความเร็ว (Speed Change Lanes)

ในถนนที่เป็นสายเอก (Main Road) รถแล่นด้วยความเร็วสูง เมื่อมีทางแยกหรือทางเชื่อมเพื่อความปลอดภัยสำหรับรถที่จะเลี้ยวเข้าออกในทางสายเอก จำเป็นจะต้องมีช่องจราจรพิเศษซึ่งเรียกว่า ช่องทางแยกเร่งความเร็ว (Acceleration Lane) หรือลดความเร็วลง (Deceleration Lane) เพื่อช่วยให้รถที่จะเข้าหรือออกจากทางเชื่อมสามารถปรับความเร็วให้เหมาะสมกับความเร็วในถนนที่จะขับเคลื่อนต่อไปในทางข้างหน้า

ช่องทางแยกเร่งความเร็ว (Acceleration Lane) ใช้เป็นช่องทางให้รถที่จะเลี้ยวเข้าถนนสายเอกรอจังหวะรถว่างแล้วเร่งความเร็วแทรกเข้าไปในช่องจราจร (Traffic Stream) ได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ถูกชนท้ายหรือไปเกะกะกีดขวางการจราจรที่มาจากทางตรง

ภาพที่ 2.40 ช่องทางแยกเร่งความเร็ว

ช่องทางแยกลดความเร็วลง (Deceleration Lane) ใช้เป็นช่องทางให้รถที่จะเลี้ยวออกจากถนนสายเอกเลี้ยวเข้าถนนแยกหรือถนนซอย ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับถนนสายด่วนหรือถนนที่มีการจราจรคับคั่ง เนื่องจากรถที่เลี้ยวจะไปกีดขวางรถแล่นทางตรง ถ้าหากไม่มีช่องจราจรสำหรับหลบรอจังหวะเลี้ยวทำให้เกิดการติดขัดหรือเกิดอุบัติเหตุชนท้ายกันได้

ภาพที่ 2.41 ช่องทางแยกลดความเร็ว

ตารางที่ 2.13 ความยาวของช่องทางแยกลดความเร็วและเร่งความเร็วบนทางราบมีความลาดชันไม่เกิน 2 %

DESIGN SPEED OF TURNING ROAD WAY CURVE K.P.H.		STOP CONDITION	24	32	40	48	56	64	72	80
MINI CURVE RADIUS, METER			15	27	45	69	93	129	165	207
APPROX. DESIGN SPEED OF HIGHWAY K.P.H.	LENGTH OF TAPER, METER	TOTAL LENGTH OF DECELERATION LANE, INCLUDING TAPER, M (METERS)								
65	57	97.5	90	82.5	75	60	-	-	-	-
80	69	127.5	120	112.5	105	97.5	82.5	-	-	-
95	81	150	150	142.5	135	127.5	120	97.5	90	-
100	87	165	165	157.5	150	142.5	135	112.5	97.5	-
110	90	180	172.5	165	165	157.5	150	127.5	120	105
APPROX. DESIGN SPEED OF HIGHWAY K.P.H.	LENGTH OF TAPER, METER	TOTAL LENGTH OF ACCELERATION LANE, INCLUDING TAPER, M (METERS)								
65	57	-	97.5	75.0	67.5	-	-	-	-	-
80	69	-	210.0	187.5	180.0	150.0	120.0	-	-	-
95	81	-	337.5	322.5	300.0	270.5	240.0	180.0	120.0	-
110	90	-	465.0	450.0	420.0	397.5	367.5	300.0	247.5	127.5

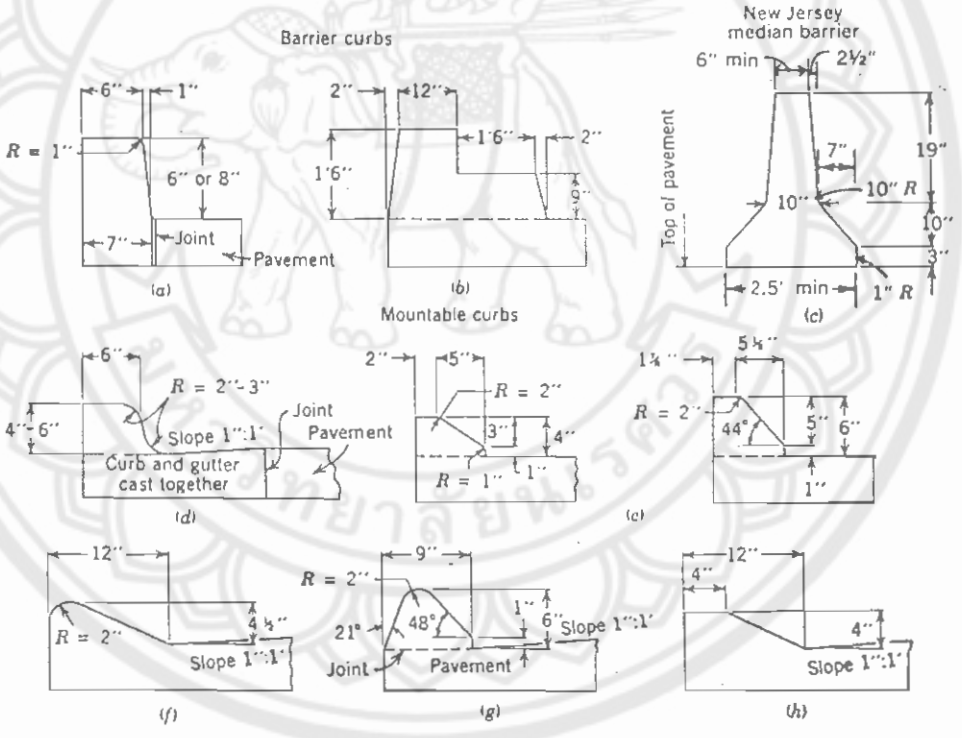
2.6.5 คันขอบถนน (Curb)

ส่วนใหญ่จะมีในบริเวณที่เป็นขอบถนนซึ่งมีทางเท้าหรือเกาะกลางถนนในขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่คล้ายกับรางระบายน้ำ (Gutter) ขอบถนนด้วย ขอบด้านชิดกับผิวจราจร อาจใช้สีทาแสดงเครื่องหมายจราจร เช่น บริเวณห้ามจอด บริเวณรับส่งผู้โดยสาร ประเภทของคันขอบถนนแบ่งออกเป็น

Barrier Curb มีขอบสูงจากผิวจราจร 15 ซม. ใช้ป้องกันไม่ให้รถปีนข้ามออกนอกผิวจราจร

Semi- Barrier Curb มีขอบสูงจากผิวจราจร 15 ซม. มีความลาดเอียง 1:1 ใช้กับขอบถนนที่อาจให้รถแล่นข้ามได้เมื่อจำเป็น

Rolled Curb ใช้ระหว่างขอบถนนกับไหล่ถนน ให้รถแล่นข้ามไปอยู่ข้างๆได้



ภาพที่ 2.42 คันขอบถนนประเภทต่างๆ

2.6.6 เขตทางหลวง (Right of Way)

เป็นบริเวณสาธารณะประโยชน์รวมผิวจราจร ไหล่ถนน คูระบายน้ำ ทางเท้า ฯลฯ ซึ่งรัฐบาลได้เวนคืน โดยจ่ายค่าทดแทนตามราคาประเมินของกรมที่ดินแล้ว หรือที่เอกชนได้ยกมอบให้กับเทศบาล หรือหน่วยงานราชการเป็นลายลักษณ์อักษรแล้ว การทำทางเชื่อมกับถนนที่อยู่ในความ

ดูแลของกรมทางหลวง จำเป็นจะต้องขออนุญาตจากเขตการทาง หรือแขวงการทางกรมทางหลวงเป็นลายลักษณ์อักษรเสียก่อน จึงจะดำเนินการก่อสร้างทางเชื่อมได้ ความกว้างของเขตทางขึ้นอยู่กับประเภทของทางหลวง ทางหลวงที่มีมาตรฐานสูงจะต้องมีเขตทางกว้าง ซึ่งอาจจะใช้พื้นที่เพื่อขยายช่องจราจรในอนาคต ใช้กองวัสดุหรืออุปกรณ์และเครื่องจักรในการซ่อมบำรุง การดูแลรักษาบริเวณไหล่ทางไปจนถึงเขตทางหลวงเป็นเรื่องที่จำเป็น ทำให้แลดูสะอาดและช่วยให้มีระยะมองเห็นปลอดภัยพอเพียงโดยเฉพาะในบริเวณทางโค้ง

2.6.7 ทางแยกต่างระดับ (Grade Separated Intersection)

อาจจะเป็นแบบง่ายๆ คือมีสะพานลอย (Fly Over) คืออุโมงค์ลอดใต้ถนน (Under Pass) ทางแยกตัดกันในลักษณะดังกล่าวสามารถลดการติดขัดการจราจรได้บ้าง แต่ก็ไม่มากนัก โดยเฉพาะในบริเวณที่มีปริมาณการจราจรสูงมาก

Interchanges เป็นทางแยกต่างระดับชนิดพิเศษ มีสะพานลอยตั้งแต่หนึ่งสะพานขึ้นไป และมี Loop กับ Ramp ประกอบช่วยให้การไหลของการจราจรเป็นไปอย่างคล่องตัว ช่วยขจัดการติดขัดตรงบริเวณที่ถนนตัดกันได้อย่างเด็ดขาด

T และ Y Interchanges ถนนทางแยกมี 3 ขาตัดกันหรือพบกันในลักษณะมุมฉาก T และมุมแหลม Y

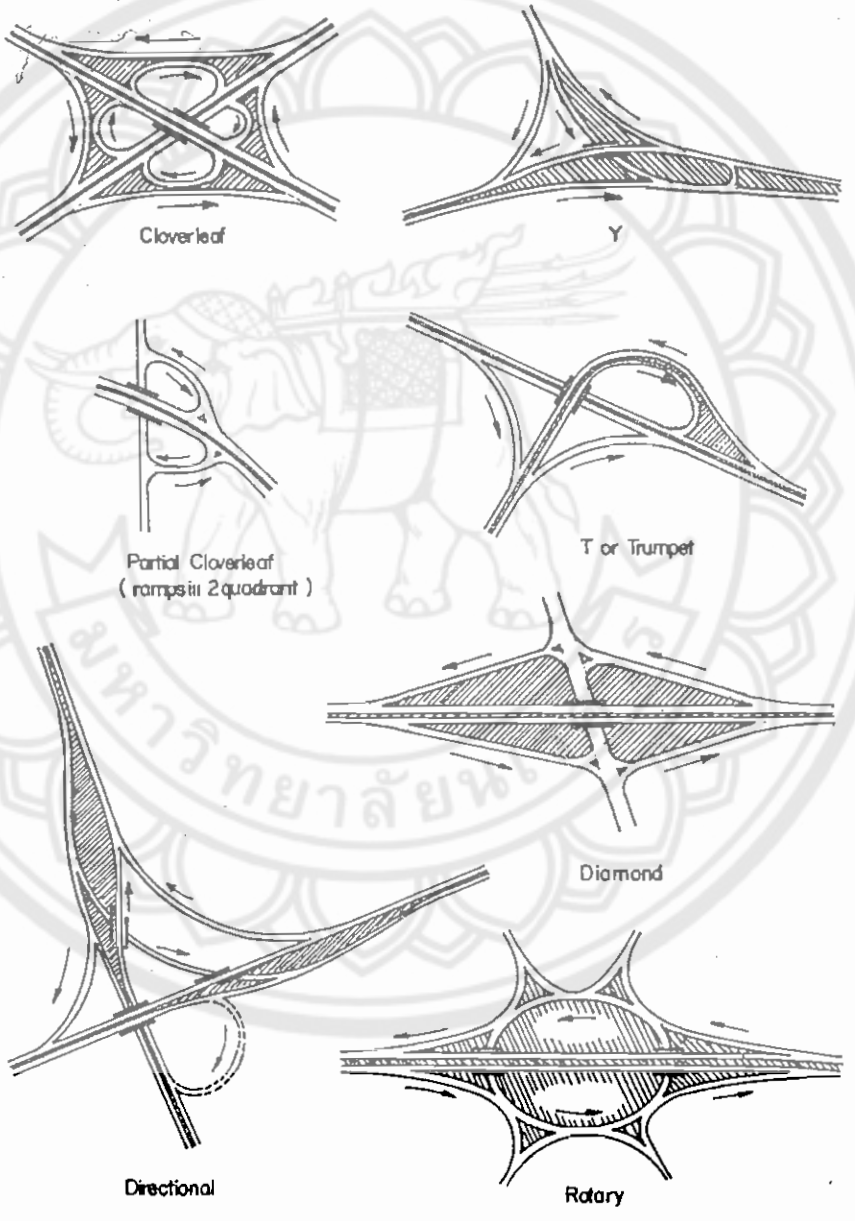
Diamond Interchanges เหมาะกับบริเวณถนนสองสายตัดกัน โดยที่ถนนสายหนึ่งจะมีปริมาณการจราจรสูง ด้านที่เป็นถนนสายสำคัญ (Major Flow) จะมีสะพานลอยยกแยกการจราจรออกไม่ให้ติดขัด ส่วนถนนด้านที่มีการจราจรน้อยกว่า (Minor Flow) อาจจะมีทางแยกชนิด At Grade สำหรับรถที่จะเลี้ยวหรือออกจากถนนสาย Minor Flow

Cloverleaf Interchanges เป็น Interchanges ที่สมบูรณ์แบบสามารถออกแบบไม่ให้มีจุดตัดกันระหว่างรถที่แล่นไปทางตรงกับรถที่จะเลี้ยว แต่ข้อเสียคือต้องใช้พื้นที่กว้างขวางมากและค่าก่อสร้างก็สูงเช่นกัน ในบางสถานที่ถ้าพื้นที่ไม่อำนวยหรือความกว้างของพื้นที่มีไม่มากพอก็อาจจะสร้างเป็นชนิด Partial Cloverleaf ซึ่งขีดความสามารถก็จะลดต่ำลงกว่า Full Cloverleaf

Directional Interchanges เหมาะกับถนนที่มีทางด่วน 2 สายตัดกัน และออกแบบให้รถแล่นด้วยความเร็วสูงทั้ง Loop และ Ramp จึงมีรัศมียาวมาก ใช้เนื้อที่ก่อสร้างใหญ่มากเช่นกัน สะพานลอยจะมีมากกว่าหนึ่งสะพาน สามารถรับการจราจรได้สูงกว่า Interchanges ประเภทอื่น

Rotary Interchanges เหมาะกับทางแยกที่มีมากกว่า 4 ขาขึ้นไป โดยจะออกแบบให้ถนนสายเอก (Main Road) เป็นสะพานลอยยกต่างระดับจากถนนสายอื่น Interchanges ประเภทนี้เหมาะ

สมที่จะใช้ปรับปรุงบริเวณทางแยกที่เป็นวงเวียนอยู่เดิมซึ่งมีการจราจรติดขัด เนื่องจากการจราจรในถนนบางสายสูงมาก



ภาพที่ 2.43 ทางแยกต่างระดับแบบต่างๆ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลงานถนน จากโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์-พิษณุโลก
   - ขออนุญาตทางผู้รับผิดชอบโครงการโครงการ เข้าไปศึกษาและรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้าง ภายในโครงการ
   - รวบรวมรายงานความก้าวหน้าของงานแต่ละงวดที่ผ่านมาเป็นฐานข้อมูลที่จะวิเคราะห์
   - ติดตามวิศวกรเพื่อศึกษาขั้นตอนการทำงานโครงสร้างถนนชั้นต่าง ๆ ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้างทาง
2. รวบรวมภาพถ่ายขั้นตอนการก่อสร้างงานถนนสายนครสวรรค์-พิษณุโลก
   - อัดภาพงานที่ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จไปแล้วบางส่วนก่อนที่จะมาทำการศึกษาโครงการ
   - ถ่ายภาพบริเวณที่ทำการก่อสร้างในขั้นตอนต่าง ๆ เพิ่มเติม
3. สัมภาษณ์นายช่างโครงการ และวิศวกรบริษัท บีอาร์ ก่อสร้าง จำกัด
   - สัมภาษณ์นายช่างโครงการฯ ของกรมทางหลวง : นายช่างโครงการวุฒิ หงษ์ยนต์ และวิศวกรบริษัท บีอาร์ ก่อสร้าง จำกัด เกี่ยวกับเรื่องการวางแผนงานก่อสร้างขั้นตอนการดำเนินการและวิธีการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์-พิษณุโลก ปัญหาที่พบระหว่างการทำงาน แนวทางการแก้ไข และวิธีการควบคุมของสำนักงานทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์-พิษณุโลก
4. **รวบรวมภาพถ่ายเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์-พิษณุโลก**
   - **ถ่ายภาพเครื่องจักรชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อสร้างทางหลวง**
   - **หาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของรถและประเภทการใช้งานที่เหมาะสม**
5. **จัดทำแบบจำลองโครงสร้างก่อสร้างถนน**
   - **ศึกษาภาพตัดงานถนนของทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์-พิษณุโลก**

- จัดซื้ออุปกรณ์เพื่อใช้ทำแบบจำลองโครงสร้างก่อสร้างถนน

6. จัดทำรายงาน
   - รวบรวมข้อมูลงานถนน ขั้นตอนการก่อสร้างถนน ทางทฤษฎีจากหนังสือ
   - พิมพ์รายงาน
   - ตรวจสอบ
   - ทำการเข้าเล่มรายงาน

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. อุปกรณ์สำหรับการรวบรวมข้อมูล
   - กล้องถ่ายวิดีโอ
   - กล้องถ่ายภาพ
   - คอมพิวเตอร์
   - เครื่อง SCAN
2. อุปกรณ์สำหรับ จัดทำแบบจำลอง
   - กาว
   - กรรไกร
   - กระดาษอัด
   - ต้นไม้จำลอง
   - รถเด็กเล่น
   - กระดาษ
3. อุปกรณ์สำหรับทำเล่มรายงาน
   - กระดาษ
   - คอมพิวเตอร์
   - เครื่องพิมพ์

บทที่ 4
ผลการศึกษาโครงการ

4.1 ข้อมูลแสดงรายละเอียดโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117

4.1.1 รายละเอียดโครงการ

ชื่อโครงการ	โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร)
ระหว่าง	กม. 88+700 ถึง กม. 114+000
ระยะทางประมาณ	25.300 กิโลเมตร
มาตรฐานทาง	ชั้นทางพิเศษ (ผิวทางคอนกรีต 4 ช่องจราจร)
สัญญาที่	สท.1/2/2541
วันเริ่มสัญญา	8 พฤษภาคม 2541
วันสิ้นสุดสัญญา	22 ธันวาคม 2543
ระยะเวลาทำการ	960 วัน (รวมขยายเวลา 120 วัน)
ค่างานตามสัญญา	777,492,105.00 บาท
ค่าปรับวันละ	233,200.00 บาท
ผู้รับจ้าง	บริษัท บีอาร์ ก่อสร้าง จำกัด
ผู้ออกแบบ	สำนักสำรวจและออกแบบ
ผู้จัดการโครงการฯ	นายประสิทธิ์ อักษรวงศ์
นายช่างโครงการฯ	นายวุฒิ หงษ์ยนต์

คณะกรรมการตรวจการจ้าง

นายประสิทธิ์ อักษรวงศ์	ผส.ทล.4	ประธานกรรมการ
นายสุนทร มนูญผล	ชขท.พิจิตร	กรรมการ

นายวินิจ	บูรณ์ทอง	ชขท.พิษณุโลก	กรรมการ
นายวุฒิ	หงษ์ยนต์	ชด.สท.1 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร)	กรรมการ

4.1.2 ลักษณะโครงการ

สภาพทางเดิมก่อนทำการก่อสร้าง

เดิมเป็นทางหลวงแผ่นดิน มาตรฐานชั้นทางที่ 2 คันทางกว้าง 11.00 เมตร ผิวจราจรภายหลังการบูรณะบำรุง เป็น Asphaltic กว้าง 6.5 เมตร ไหล่ทางกว้างข้างละ 2.25 เมตร ช่วงต้นทาง ถึง กม. 99+370 (กม. 99+386 เดิม) อยู่ในความรับผิดชอบของแขวงการทางพิจิตร ช่วง กม.99+370 จนถึงจุดสิ้นสุดการก่อสร้างอยู่ในความรับผิดชอบของแขวงการทางพิษณุโลก ทางหลวงสายนี้เปิดใช้การจราจรมาแล้วประมาณ 16 ปี ผิวทางและไหล่ทางได้รับการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีตลอดมา แต่จากการที่ปริมาณการจราจรได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามสภาพความเจริญด้านเศรษฐกิจ และสังคมและการขยายตัวของชุมชน ทำให้ทางเดิมซึ่งมีเพียงคันทางเดียว ไม่สามารถรองรับการจราจรได้สะดวกและไม่ปลอดภัยต่อผู้ใช้เส้นทาง

การก่อสร้าง ตามสัญญาที่ สท.1/2/2541 ลงวันที่ 10 เมษายน 2541

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) มีลักษณะงานโดยสังเขปดังนี้.-

แนวทาง เริ่มต้นก่อสร้างที่ กม. 88+700 สิ้นสุดการก่อสร้างที่ กม. 114+000 ระยะทางยาวประมาณ 25.300 กิโลเมตร สภาพภูมิประเทศทั้งสองข้างทางตลอดแนวเป็นทุ่งนาสลับกับหมู่บ้าน

จากต้นทางถึง กม. 101+350.00 อยู่ในพื้นที่ ตำบลหนองหลุม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร จาก กม. 101+350.00 ถึงปลายทาง อยู่ในพื้นที่ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

มาตรฐานทาง ก่อสร้างเป็นมาตรฐานชั้นทางพิเศษ (4 ช่องจราจร) แยกเป็น 2 คันทางๆ ละ 2 ช่องจราจร สำหรับการจราจรแต่ละทิศทางศูนย์กลางทางห่างกัน = 24.30 เมตร ระหว่างคันทางเป็นร่องน้ำกว้าง 15.00 เมตร ลึก 1.20 เมตร กำหนดคันทางรูปร่างดังนี้

ด้านคันทางเดิม (NORTH BOUND)

- คันทาง	กว้าง	10.05	เมตร
- ผิวทาง 2 ช่องจราจร	กว้างช่องละ	3.50	เมตร

- ไหล่ทาง	ด้านในกว้าง	0.80	เมตร
	ด้านนอกกว้าง	2.25	เมตร
ด้านคันทางใหม่ (SOUTH BOUND)			
- คันทาง	กว้าง	11.00	เมตร
- ผิวทาง 2 ช่องจราจร	กว้างช่องละ	3.50	เมตร
- ไหล่ทาง	ด้านในกว้าง	1.50	เมตร
	ด้านนอกกว้าง	2.50	เมตร

โครงสร้างทาง ก่อสร้างโครงสร้างทาง RIGID PAVEMENT ประกอบด้วยชั้นทางดังนี้.-

- ผิวทาง	REINFORCED CONCRETE	หนา 25	ซม.
- รองผิวทาง	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	หนา 10	ซม.
- รองพื้นทาง	SUBBASE	หนา 15	ซม.
- ไหล่ทาง	- ASPHALT CONCRETE	หนา 5	ซม.
	- SOIL AGGREGATE TYPE BASE	หนา 20	ซม.

ประโยชน์ที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของโครงการฯ

- ทำให้การจราจรคล่องตัว สะดวก และปลอดภัย
- การขนส่งวัสดุการเกษตร และทรัพยากรธรรมชาติสู่ตลาด และแหล่งรับซื้อได้สะดวกรวดเร็ว เป็นการลดต้นทุนในการผลิต และลดเวลาการเดินทาง
- เกิดการพัฒนาพื้นที่ทั้งสองข้างทาง มีผลดีต่อการขยายตัวด้านเศรษฐกิจสังคม และการปกครอง
- เป็นเส้นทางลัดระหว่างจังหวัดนครสวรรค์ – พิจิตร –พิษณุโลก – อุตรดิตถ์ – แพร่ – น่าน ช่วยแบ่งเบาปริมาณการจราจร จากทางหลวงหมายเลข 1 สำหรับผู้ใช้ยานพาหนะเดินทางไปภาคเหนือและภาคอีสานตอนบน

ที่ตั้งโครงการฯ

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117

สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร)

60/1 หมู่ที่ 1 ตำบลหนองหญ้าปล้อง

อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร

66220

โทร. 01 – 2807852

4.1.3 ประวัติความเป็นมา

ทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก เป็นเส้นทางหลักของประเทศอีกสายหนึ่ง ที่เชื่อมการจราจรระหว่าง จังหวัดนครสวรรค์ กับ จังหวัดพิษณุโลก อีกทั้งยังสามารถรองรับการสัญจรและคมนาคม กับจังหวัดใกล้เคียงได้อีกหลายจังหวัด เช่น พิจิตร และกำแพงเพชร ต่อเนื่องไปยังเขตจังหวัดภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยมีจังหวัดพิษณุโลกเป็นพื้นที่ศูนย์กลางชุมทางการจราจร ประวัติการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 พอสรุปได้ดังนี้

ปี พ.ศ. 2519 เริ่มทำการสำรวจเพื่อออกแบบและเตรียมการก่อสร้าง โดยกองสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง เริ่มจาก กม. 0+000 พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ถึง กม. 131+677.56 พื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ระยะทางยาวประมาณ 131.679 กิโลเมตร

ปี พ.ศ. 2521 กรมทางหลวงประกาศประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้าง ช่วง กม. 0+000 ถึง กม. 126+800 ระยะทาง 126.800 กิโลเมตร ผู้ประมูลได้และได้รับการพิจารณาให้เป็นผู้รับจ้าง คือ บริษัท เกอร์สันแอนด์ซันส์ จำกัด เริ่มสัญญาก่อสร้างเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2521 สิ้นสุดสัญญาวันที่ 22 เมษายน 2525 วงเงินงบประมาณค่าก่อสร้าง 241,166,459.15 บาท ควบคุมงานโดยบริษัทผู้ออกแบบ คือ ห้างหุ้นส่วนจำกัด วาเลนไทน์ลอรี่แอนเดรี่ กำหนดมาตรฐานการก่อสร้างไว้แตกต่างกันเป็นช่วงๆ ดังนี้

- ช่วง กม. 0+000 - กม. 101+479.00 ก่อสร้างตามมาตรฐาน S2 (6.50) ผิว 11.00

จราจร Double Surface Treatment กว้าง 6.50 เมตร ไหล่ทางเป็นลูกรังกว้างข้างละ 2.25 เมตร

- ช่วง กม. 101+479.00 – กม. 123+441.00 ก่อสร้างตามมาตรฐาน S2 ผิวจราจร Asphaltic Concrete กว้าง 6.50 เมตร ไหล่ทางเป็นลูกรังกว้างข้างละ 2.25 เมตร
- ช่วง กม. 123+441.00 – กม. 126+800.00 ก่อสร้างตามมาตรฐาน S1 ผิวจราจร Asphaltic Concrete กว้าง 7.00 เมตร ไหล่ทางเป็นลูกรังกว้างข้างละ 2.50 เมตร

ภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ กองก่อสร้างทางหลวงแผ่นดิน (สำนักก่อสร้างทางหลวงที่ 3 ปัจจุบัน) ได้ส่งมอบเส้นทางนี้ให้กับกองบำรุง เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2525 ซึ่งกรมฯ ได้จัดแบ่งเขตควบคุมและบำรุงรักษาแยกเป็น 2 ช่วงระยะทาง กำหนดให้ช่วงต้นทางเป็นเขตความรับผิดชอบของแขวงการทางนครสวรรค์ และช่วงปลายทางเป็นเขตความรับผิดชอบของแขวงการทางพิษณุโลก ซึ่งทั้ง 2 แขวงฯ สังกัดเขตการทางพิษณุโลก (สำนักทางหลวงที่ 4 ปัจจุบัน)

ทางหลวงหมายเลข 117 เปิดใช้การจราจรมาแล้วประมาณ 16 ปี นับเป็นเวลานานเกินอายุการใช้งานสำหรับมาตรฐานทางที่กำหนดให้ก่อสร้างไว้ ถึงแม้ว่าผิวทางและไหล่ทางจะได้รับการบำรุงดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพพร้อมรองรับการจราจร จากแขวงฯ ที่รับผิดชอบตลอดมา แต่จากการที่ปริมาณการจราจรที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามสภาพความเจริญด้านเศรษฐกิจสังคมและการขยายตัวของชุมชนในพื้นที่ทำให้ทางเดิมซึ่งมีเพียงเส้นทางเดียว ไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณการจราจรได้ การเดินทางขาดความรวดเร็ว และไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้เส้นทาง สมควรได้รับการพิจารณาให้ดำเนินการก่อสร้างใหม่

กรมทางหลวงได้ศึกษาถึงความเหมาะสมและความจำเป็นดังกล่าว จึงได้พิจารณาบรรจุโครงการก่อสร้าง ไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อเป็นการแบ่งเบาและอำนวยความสะดวกด้านการจราจร และความปลอดภัยแก่ผู้ใช้เส้นทาง โดยกำหนดมาตรฐานการออกแบบเป็นชั้นทางพิเศษ 4 ช่องจราจร

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) เป็นอีกตอนหนึ่งในโครงการฯ จุดเริ่มก่อสร้างที่ กม. 88+700 ถึง กม. 114+000 ระยะทางยาวประมาณ 25.300 กิโลเมตร

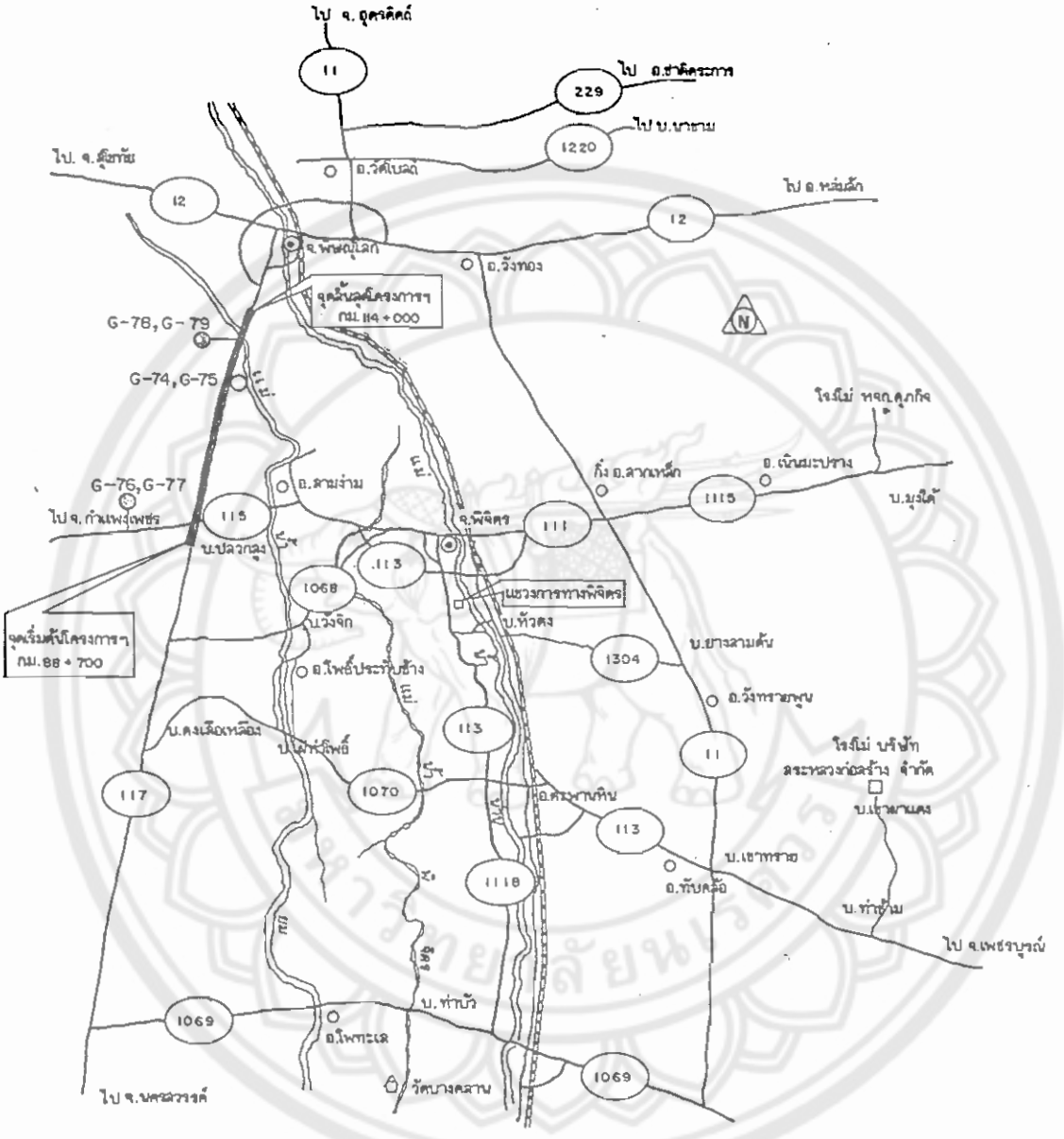
กรมทางหลวง โดยสำนักก่อสร้างทางที่ 1 ได้ออกประกาศเรียกประกวดราคาเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2540 และกำหนดวันรับซองประกวดราคาใน วันที่ 9 กรกฎาคม 2540 มีผู้เสนอราคารวม 6 ราย

บริษัท บีอาร์ ก่อสร้าง จำกัด เป็นผู้เสนอราคาต่ำสุด ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการ พิจารณาผลการประกวดราคา รับราคาของบริษัทฯ ในงานจ้างเหมาทำการก่อสร้างทาง

หลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) เป็นเงิน 777,492,105.00 บาท ลงนามในสัญญาวันที่ 10 เมษายน 2541 ตามสัญญาที่ สท.1/2/2541 วันเริ่มสัญญา 8 พฤษภาคม 2541 และวันสิ้นสุดสัญญาวันที่ 22 ธันวาคม 2543 ระยะเวลาทำการ 960 วัน (รวมขยายเวลา 120 วัน ตามบันทึกเพิ่มเติมแนบท้ายสัญญาที่ สท.1/2/2541 ลงวันที่ 20 กรกฎาคม 2541)

แผนที่ประเทศไทย

แผนที่แหล่งวัสดุ



Stock Pile Subgrade

○ G-74 ชั้นบน วัสดุเป็นทรายละเอียด , G-75 ชั้นล่าง วัสดุเป็นทรายหยาบ กม. 107+250 ขวาทาง 1,900 เมตร ในสายทางหลวงหมายเลข 117 มีปริมาณมาก

⊙ G-76 ชั้นบน วัสดุเป็นทรายหยาบ , G-77 ชั้นล่าง วัสดุเป็นทรายละเอียด กม. 61+800 ซ้ายทาง 1,000 เมตร ในสายทางหลวงหมายเลข 115 มีปริมาณมาก

◉ G-78 ชั้นบน วัสดุเป็นดินปนทราย, G-79 ชั้นล่าง วัสดุเป็นทรายละเอียด กม. 110+600 ซ้ายทาง 2,200 เมตร ในสายทางหลวงหมายเลข 117 มีปริมาณมาก

แผนที่สังเขป

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117

สาย นครสวรรค์ - พิษณุโลก

ตอน แยกไปกำแพงเพชร - ม.นเรศวร

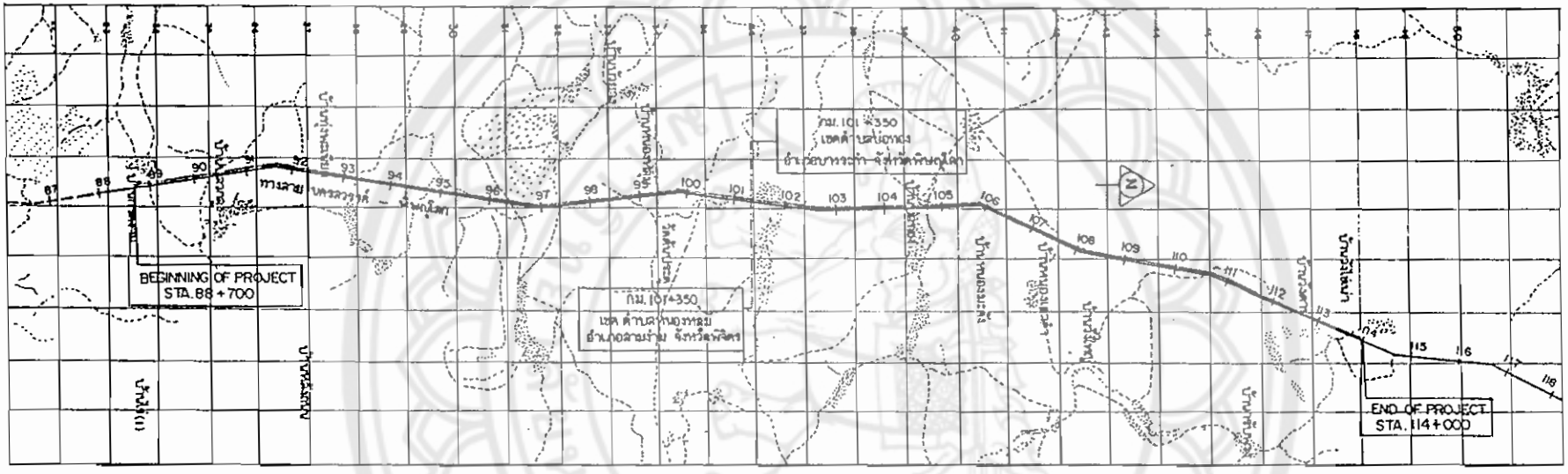
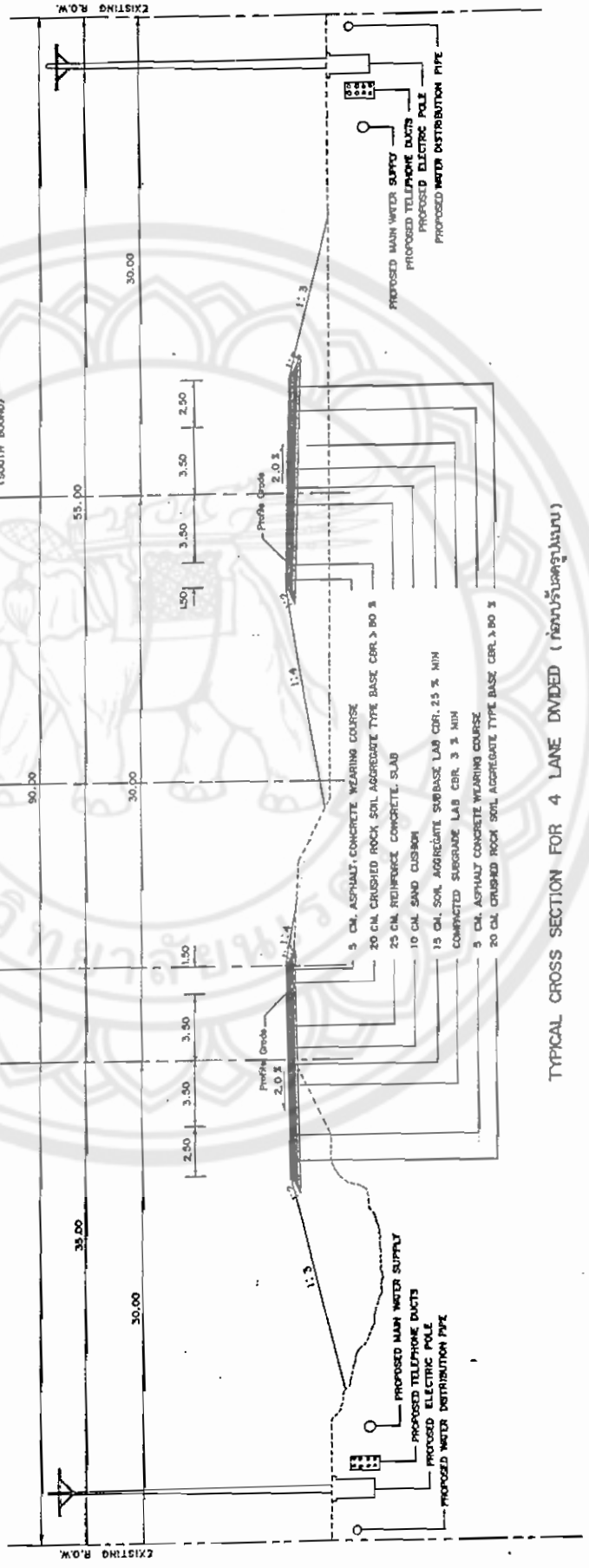


TABLE OF R.O.W.

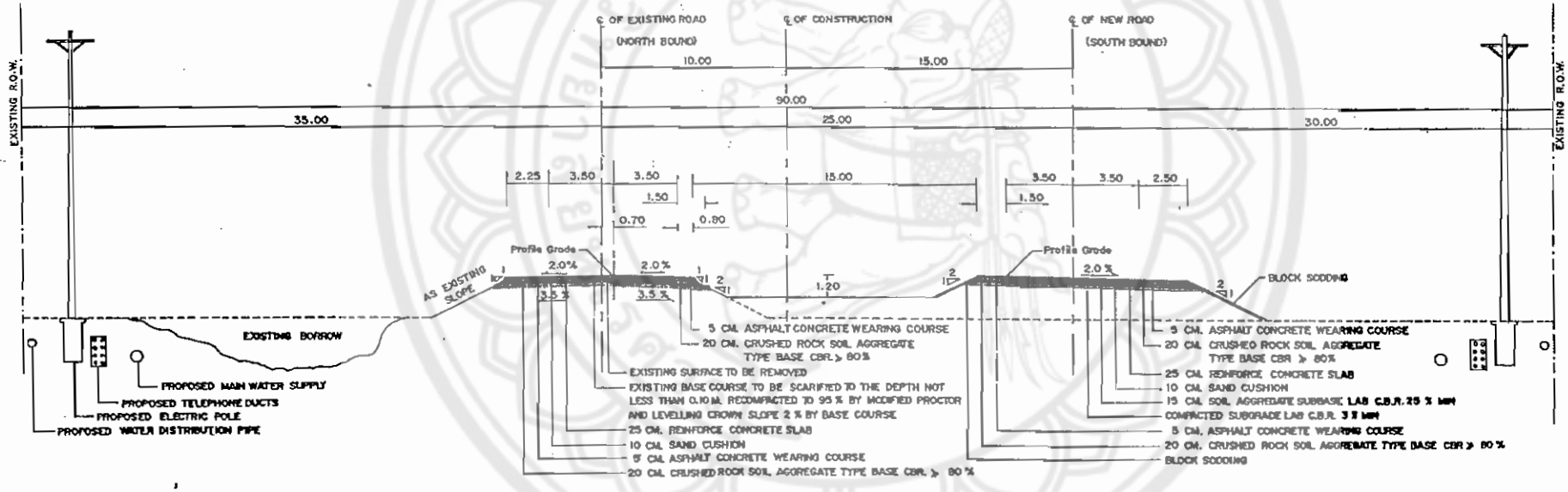
FROM STA. TO STA.	EXISTING R.O.W. LT. TO RT.	PROPOSED R.O.W. LT.	PROPOSED R.O.W. RT.	REMARKS
88+700 - 92+700	90.00	-	-	35 LT., 55 RT.
92+700 - 100+200	80.00	-	-	30 LT., 50 RT.
100+200 - 100+385	85.00	-	-	35 LT., 50 RT.
100+385 - 112+507	90.00	-	-	35 LT., 55 RT.
112+507 - 112+957.50	110.00	-	-	35 LT., 75 RT.
112+957.50 - 114+000	90.00	-	-	35 LT., 55 RT.

รูปตัดโครงสร้างตามแบบในสัญญา



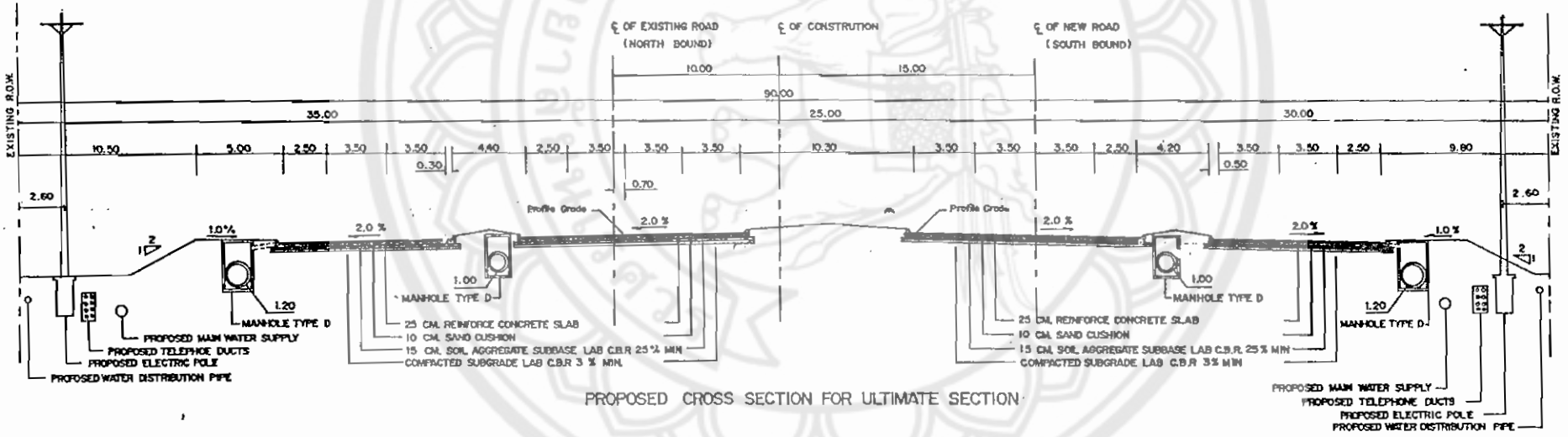
TYPICAL CROSS SECTION FOR 4 LANE DIVIDED (ก่อสร้างเสร็จแล้วบางส่วน)

รูปตัดโครงสร้างปรับปรุงแก้ไข



TYPICAL CROSS SECTION FOR 4 LANE DIVIDED (หลังปรับลดรูปแบบ)
STA. 88+700 – STA. 114+000

PROPOSED CROSS SECTION FOR ULTIMATE SECTION



PROPOSED CROSS SECTION FOR ULTIMATE SECTION

สรุปปริมาณงานและค่างาน

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 1 ประจำเดือน มิถุนายน 2541

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	396,000.000	ม.2	2.00	792,000.00	-ลำดับที่ 1 คิดคลากมณฑ์ว้าง = 33.000 เมตร
2	1.3.1	EMBANKMENT	240,600.000	ม.3	139.00	334,434,000.00	จากขอบทางเดิมด้านขวา
3	5.3.6	R.C.P.Ø 1.00 M.	240.000	ม.	2,270.00	544,800.00	-ลำดับที่ 2 จ่ายPartial ครั้งที่ 1
							- ลำดับที่ 3 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							ผลงานเดือนนี้ 4.473 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 4.473 %
							ช้ากว่าแผน 1.434 %
รวมเป็นเงิน						34,780,200.00	

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 2 ประจำเดือน สิงหาคม 2541

ลำดับที่	ประเภท	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	99,000.000	ม.^{2}	2.00	198,000.00	-ลำดับที่ 1 คิดความกว้าง = 33.000 เมตร
2	1.3.1	EMBANKMENT	65,136.141	ม.^{3}	139.00	9,053,923.60	จากขอบทางเดิมด้านขวา
3	1.3.1	EMBANKMENT	111,717.106	ม.^{3}	139.00	15,528,677.73	-ลำดับที่ 2 จ่าย FINSHED
4	5.1.2	R.C. BRIDGE STA.102+579.173 RT.	20.000	%	36,000.00	720,000.00	-ลำดับที่ 3 จ่าย PARTIAL ครั้งที่ 1
5	5.1.3	R.C. BRIDGE STA.105+405.000 RT.	12.000	%	36,000.00	432,000.00	-ลำดับที่ 4 จ่าย FINSHED
6	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	13.000	%	478,500.00	6,220,500.00	-ลำดับที่ 5,6 จ่าย PARTIAL ครั้งที่ 1
7	5.2.1	R.C. BOX CULVERT SIZE 1*(1.5*1.5)	166.500	ม.	130,000.00	2,164,500.00	-ลำดับที่ 7,8 เป็นท่อเหลี่ยมต่อความยาว
8	5.2.3	R.C. BOX CULVERT SIZE 2*(1.5*1.5)	55.500	ม.	17,000.00	943,500.00	ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
9	5.3.6	R.C.P.Ø 1.00 M.	136.000	ม.	2,270.00	308,720.00	-ลำดับที่ 9 เป็นท่อต่อความยาว
							ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							ผลงานเดือนนี้ 4.575 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 9.048 %
							ช้ากว่าแผน 6.363 %
รวมเป็นเงิน						35,569,821.33	

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 3 ประจำเดือน กันยายน 2541

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	39,600.000	ม.^{2}	2.00	79,200.00	-ลำดับที่ 1 คิดความกว้าง = 33.000 เมตร
2	1.3.1	EMBANKMENT	79,911.700	ม.^{3}	139.00	9,053,923.60	จากขอบทางเดิมด้านขวา
3	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	1,714.500	ม.^{3}	340.00	15,528,677.73	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานจาก X-SECTION
4	5.1.2	R.C. BRIDGE STA.102+579.173 RT.	10.000	ม.	90,000.00	720,000.00	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
5	5.1.3	R.C. BRIDGE STA.105+405.000 RT.	3.200	ม.	90,000.00	432,000.00	-ลำดับที่ 3 ปริมาณงานคิดตามค่า
6	5.1.4	R.C. BRIDGE STA.106+496.745 RT.	3.400	ม.	90,000.00	6,220,500.00	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
7	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	23.400	ม.	145,000.00	2,164,500.00	-ลำดับที่ 4-7จ่าย PARTIAL
8	5.2.1	R.C. BOX CULVERT SIZE 1*(1.5*1.5)	135.500	ม.	13,000.00	943,500.00	-ลำดับที่ 8 เป็นท่อเหลี่ยมต่อความยาว
9	5.3.6	R.C.P. Ø 1.00 M.	20.000	ม.	2,270.00	308,720.00	ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							-ลำดับที่ 9 เป็นท่อต่อความยาว
							ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							ผลงานเดือนนี้ 2.375 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 11.423 %
							ช้ากว่าแผน 8.018 %
รวมเป็นเงิน						18,463,756.30	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						88,813,777.63	คิดเป็นผลงานรวม = 11.423 %

การดำเนินการของผู้รับจ้าง

บริษัทฯ ผู้รับจ้างได้ใช้เวลาในสัญญามาแล้วประมาณ 161 วัน ดำเนินการก่อสร้าง ตันทางด้าน SOUTH BOUND เป็นบางรายการพอสรุปได้ดังนี้

1. ก่อสร้างงานดินคันทาง - ช่วง กม. 91+000 - กม. 103+200
   - ช่วง กม. 108+500 - กม. 112+700
2. ก่อสร้างงานรองพื้นทาง - ช่วง กม. 93+000 - กม. 96+000
3. ก่อสร้างท่อเหลี่ยม แล้วเสร็จจำนวน 13 แห่ง (จำนวนทั้งหมด = 30 แห่ง)
4. วางท่อกลมแล้วเสร็จจำนวน 15 แห่ง (จำนวนทั้งหมด = 24 แห่ง)
5. งานก่อสร้างสะพาน ค.ส.ล. - กม. 102+579.173 ตอกเสาเข็มแล้วเสร็จ หล่อตอม่อแล้วเสร็จ
   - กม. 105+405.000 ตอกเสาเข็มแล้วเสร็จ
   - กม. 106+496.745 ตอกเสาเข็มได้ 18 ต้น ของจำนวนทั้งหมด = 63 ต้น
   - กม. 113+056.000 ตอกเสาเข็มได้ 330 ต้น ของจำนวนทั้งหมด = 468 ต้น หล่อตอม่อแล้วเสร็จ 6 ตับ (ตับที่ 1-6) ของจำนวนทั้งหมด = 20 ตับ

คิดเป็นค่างานที่ทำได้ = 88,813,777.63 บาท
คิดเป็นผลงาน = 11.423 %
ช้ากว่าแผนงานประมาณ = 8.018 %

เหตุผล ที่ผลงานล่าช้ากว่าแผนงานเนื่องจากช่วงนี้เป็นฤดูกาลหน้าฝน แหล่งวัสดุมีน้ำท่วมขัง สภาพทางเข้า – ออก ไม่สะดวก ปริมาณวัสดุที่นำมาลงหน้างาน ต่อวันมีจำนวนน้อย ประกอบกับวัสดุมีความเปียกชื้นต้องใช้เวลาในการ Process นานกว่าปกติ

เมื่อพ้นฤดูกาลหน้าฝนไปแล้ว โครงการฯ คาดว่าผลงานในสนามจะรวดเร็วขึ้น

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 4 ประจำเดือน ตุลาคม 2541

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3.	CLEARING & GRUBBING	49,500.000	ม.^{2}	2.00	99,000.00	-ลำดับที่ 1 คิดความกว้าง = 33.000 เมตร
2	1.3.1	EMBANKMENT	94,005.002	ม.^{3}	139.00	13,066,695.28	จากขอบทางเดิมด้านขวา
3	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	9,334.500	ม^3	340.00	3,173,730.00	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานจาก X-SECTION
4	5.1.3.	R.C. BRIDGE STA.105+405.000 RT.	10.000	ม.	90,000.00	900,000.00	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
5	5.1.4	R.C. BRIDGE STA.106+496.745 RT.	8.600	ม.	90,000.00	774,000.00	-ลำดับที่ 3 ปริมาณงานคิดตามค่า
6	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	23.900	ม.	145,000.00	3,465,500.00	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
7	5.2.2	R.C. BOX CULVERT SIZE 1*(2.1*1.8)	54.500	ม.	15,000.00	817,500.00	-ลำดับที่ 4-5จ่าย FINISHED
							-ลำดับที่ 6 จ่าย PARTIAL
							-ลำดับที่ 7 เป็นท่อเหลี่ยมต่อความยาว
							ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							ผลงานเดือนนี้ 2.868 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 14.291 %
							เร็วกว่าแผน 1.665 %
รวมเป็นเงิน						22,296,425.28	

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 5 ประจำเดือน พฤศจิกายน 2541

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	184,800.000	ม.^{2}	2.00	369,600.00	-ลำดับที่ 1 คิดความกว้าง = 33.000 เมตร
2	1.3.1	EMBANKMENT	120,441.530	ม.^{3}	139.00	16,741,372.67	จากขอบทางเดิมด้านขวา
3	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	960.776	ม^3	340.00	326,663.84	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานจาก X-SECTION
4	5.1.4	R.C. BRIDGE STA.106+496.745 RT.	6.400	ม.	90,000.00	576,000.00	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
5	5.2.1	R.C. BOX CULVERT SIZE 1*(1.5*1.5)	27.000	ม.	13,000.00	351,000.00	-ลำดับที่ 3 ปริมาณงานคิดตามค่า
6	5.2.5	R.C. BOX CULVERT SIZE 3*(1.5*1.5)	25.000	ม.	27,000.00	675,000.00	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
7	5.2.8	R.C. BOX CULVERT SIZE 3*(2.4*2.4)	27.000	ม.	44,000.00	1,188,000.00	และเป็นปริมาณงานส่วนขยายบริเวณ
8	5.3.2	R.C.P.Ø 0.60 M.	179.000	ม.	1,100.00	196,900.00	MEDIAN OPENING , BUS STOP
							-ลำดับที่ 4 จ่าย PARTIAL ครั้งที่ 1
							-ลำดับที่ 5-7 เป็นท่อเหลี่ยม
							-ลำดับที่ 8 เป็นท่อกลม ค.ส.ล.
							-ลำดับที่ 5-8 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							ผลงานเดือนนี้ 2.627 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 16.918 %
							เร็วกว่าแผน 1.363 %
รวมเป็นเงิน						20,424,536.51	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						131,534,739.42	คิดเป็นผลงานรวม = 16.918 %

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 6 ประจำเดือน ธันวาคม 2541

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	33,000.000	ม.^{2}	2.00	66,000.00	-ลำดับที่ 1 คิดความกว้าง = 33.000 เมตร
2	1.3.1	EMBANKMENT	169,726.848	ม.^{3}	139.00	23,592,031.87	จากขอบทางเดิมด้านขวา
3	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	1,484.000	ม^3	300.00	445,200.00	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานจาก X-SECTION
4	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	14,840.000	ม.^{2}	560.00	8,310,400.00	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
5	5.1.1	R.C. BRIDGE STA. 92+797.984 RT.	5.000	ม.	90,000.00	450,000.00	-ลำดับที่ 3 ปริมาณงาน SAND
6	5.1.4	R.C. BRIDGE STA.106+496.745 RT.	6.400	ม.	90,000.00	576,000.00	CUSHION UNDER PAVEMENT
7	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	31.460	ม.	145,000.00	4,561,700.00	ปริมาณงานวัดจริงในสนาม คิดความ
8	5.2.2	R.C. BOX CULVERT SIZE 1*(2.1*1.8)	28.000	ม.	15,000.00	420,000.00	กว้าง 7.000 เมตร
							-ลำดับที่ 4 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							คิดความกว้าง 7.000 เมตร
							-ลำดับที่ 5-7 จ่าย PARTIAL
							-ลำดับที่ 8 เป็นท่อเหลี่ยมต่อความยาว
							ผลงานเดือนนี้ 4.942 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 21.860 %
							เร็วกว่าแผน 1.697 %
รวมเป็นเงิน						38,421,331.87	

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 7 ประจำเดือน มกราคม 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.3.1	EMBANKMENT	81,172.821	ม.^{3}	139.00	11,283,022.12	-ลำดับที่ 1 ปริมาณงานจาก X-SECTION
2	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	6,528.763	ม.^{3}	340.00	2,219,779.42	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
3	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	2,552.900	ม.^{3}	300.00	765,870.00	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานคิดตามค่า
4	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	25,529.000	ม.^{2}	560.00	14,296,240.00	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
5	5.1.1	R.C. BRIDGE STA. 92+797.984 RT.	13.300	ม.	90,000.00	1,197,000.00	และเป็นปริมาณงานส่วนขยายบริเวณ
6	5.1.4	R.C. BRIDGE STA.106+496.745 RT.	2.200	ม.	90,000.00	198,000.00	MEDIAN OPENING , BUS STOP
7	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	39.480	ม.	145,000.00	5,724,600.00	-ลำดับที่ 3,4 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
8	5.2.2	R.C. BOX CULVERT SIZE 1*(2.1*1.8)	28.000	ม.	15,000.00	420,000.00	-ลำดับที่ 5-7 จ่าย PARTIAL
9	5.2.6	R.C. BOX CULVERT SIZE 3*(2.1*1.8)	28.500	ม.	36,000.00	1,026,000.00	-ลำดับที่ 8,9 เป็นท่อเหลี่ยมต่อความยาว
10	5.3.6	R.C.P.Ø 1.00 M.	192.000	ม.	2,270.00	435,840.00	-ลำดับที่ 10 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
							ผลงานเดือนนี้ 4.831 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 26.691 %
							เร็วกว่าแผน 2.207 %
รวมเป็นเงิน						37,566,351.54	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						207,522,422.83	คิดเป็นผลงานรวม = 26.691 %

การดำเนินการของผู้รับจ้าง

บริษัทฯ ผู้รับจ้างได้ใช้เวลาในสัญญามาแล้วจำนวน 269 วัน (นับจากวันเริ่มสัญญาจนถึงสิ้นเดือน มกราคม 2542) ดำเนินการก่อสร้างคันทางใหม่ (คันทางด้าน SOUTH BOUND) เป็นบางรายการ พอสรุปได้ดังนี้

1. ก่อสร้างงานดินคันทาง
   - ช่วง กม.88+700 – กม.90+450
   - ช่วง กม.91+000 – กม.105-300
   - ช่วง กม.105+600 – กม.106+400
   - ช่วง กม.106+700 – ม.112+800

   ผลงานแล้วเสร็จ คิดเป็นร้อยละ 55.54 (Item Complete)

2. ก่อสร้างงานรองพื้นทาง
   - ช่วง กม.92+900 – กม.102+500

   ผลงานแล้วเสร็จ คิดเป็นร้อยละ 12.86 (Item Complete)

3. ก่อสร้างงาน SAND CUSHION
   - ช่วง กม.93+000 – กม.98+400

   ผลงานแล้วเสร็จ คิดเป็นร้อยละ 6.09 (Item Complete)

4. ก่อสร้างงานผิวทาง CONCRETE PAVEMENT
   - ช่วง กม.93+000 – กม.98+400

   ผลงานแล้วเสร็จ คิดเป็นร้อยละ 10.12 (Item Complete)

5. ก่อสร้างสะพาน คสล.
   - กม.92+797.984 ตอกเสาเข็มแล้วเสร็จ หล่อตอม่อแล้วเสร็จ 4 ต้น ของจำนวนทั้งหมด 6 ต้น

   ผลงานคิดเป็นร้อยละ 36.60 (Item Complete)

   - กม.102+579.173 หล่อตอม่อแล้วเสร็จ

   ผลงานคิดเป็นร้อยละ 45.00 (Item Complete)

   - กม.105+405.000 หล่อตอม่อแล้วเสร็จ

   ผลงานคิดเป็นร้อยละ 45.00 (Item Complete)

   - กม.106+496.745 หล่อตอม่อแล้วเสร็จ

   ผลงานคิดเป็นร้อยละ 45.00 (Item Complete)

- กม.113+056.000

ตอกเสาเข็มแล้วเสร็จจำนวน 19 ต้น จำนวนทั้งหมด 20 ต้น

หล่อตอม่อแล้วเสร็จจำนวน 16 ต้น

หล่อคานช่วง 15.00 เมตร แล้วเสร็จจำนวน 100 คาน จำนวนทั้งหมด = 112 คาน

หล่อคานช่วง 30.00 เมตร แล้วเสร็จจำนวน 6 คาน จำนวนทั้งหมด = 18 คาน

วางคานช่วง 15.00 เมตร แล้วเสร็จจำนวน 10 ช่วง จำนวนทั้งหมด = 16 ช่วง

วางพื้นสะพาน (งาน Topping) ช่วง 15.00 เมตร แล้วเสร็จจำนวน 4 ช่วง จำนวนทั้งหมด =16 ช่วง

ผลงานคิดเป็นร้อยละ 48.83 (Item Complete)

6. ก่อสร้างท่อเหลี่ยม แล้วเสร็จจำนวน 21 แห่ง จำนวนทั้งหมด = 30 แห่ง

ผลงานคิดเป็นร้อยละ 43.40 (Item complete)

7. งานวางท่อกลม แล้วเสร็จจำนวน 24 แห่ง (งานแล้วเสร็จตามแบบกำหนด)

คิดเป็นค่างานที่ทำได้	=	207,522,422.83	บาท
คิดเป็นผลงาน	=	26.69	%
เร็วกว่าแผนงาน	=	2.21	%

ปัญหาและอุปสรรค

การก่อสร้างดำเนินไปด้วยดี ยังไม่มีปัญหาและอุปสรรคใด ๆ ผลงานในสนามเร็วกว่าแผนงาน โครงการฯคาดว่า งานจะแล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 8 ประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.3.1	EMBANKMENT	50,044.458	ม.^{3}	139.00	6,956,179.66	-ลำดับที่ 1 ปริมาณงานจาก X-SECTION
2	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	5,143.500	ม.^{3}	340.00	1,748,790.00	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
3	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	2,768.896	ม.^{3}	300.00	830,668.80	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานคิดตามค่า
4	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	27,686.867	ม.^{2}	560.00	15,504,645.52	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
5	4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	4343.55	ม.	65.00	282,330.75	-ลำดับที่ 3-6 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
6	4.4.2	CONTRACTION JOINT	2833.25	ม.	158.00	447,653.50	-ลำดับที่ 7,8 จ่าย PARTIAL
7	5.1.1	R.C. BRIDGE STA. 92+797.984 RT.	4.200	ม.	90,000.00	378,000.00	-ลำดับที่ 9,10 เป็นท่อเหลี่ยมต่อความยาว
8	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	31.270	ม.	145,000.00	4,534,150.00	
9	5.2.1	R.C. BOX CULVERT SIZE 1*(1.5*1.5)	170.000	ม.	13,000.00	2,210,000.00	
10	5.2.7	R.C. BOX CULVERT SIZE 3*(2.1*2.1)	27.500	ม.	37,000.00	1,017,500.00	
							ผลงานเดือนนี้ 4.005 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 35.058 %
							เร็วกว่าแผน 0.986 %
รวมเป็นเงิน						33,909,918.23	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						375,342,259.29	คิดเป็นผลงานรวม = 31.053 %

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 9 ประจำเดือน มีนาคม 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.3.1	EMBANKMENT	46,258.912	ม.^{3}	139.00	6,429,988.77	-ลำดับที่ 1 ปริมาณงานจาก X-SECTION
2	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	12,293.801	ม.^{3}	340.00	4,179,892.34	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
3	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	3,420.000	ม.^{3}	300.00	1,026,000.00	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานคิดตามค่า
4	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	23,798.513	ม.^{2}	560.00	13,327,167.28	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
5	4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	5,343.625	ม.	65.00	347,335.63	-ลำดับที่ 3-6 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
6	4.4.2	CONTRACTION JOINT	3,683.000	ม.	158.00	581,914.00	-ลำดับที่ 7,8 จ่าย PARTIAL
7	5.1.2	R.C. BRIDGE STA.102+579.173 RT.	16.000	ม.	90,000.00	1,440,000.00	-ลำดับที่ 9 ปริมาณงานนับจริงในสนาม
8	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	25.400	ม.	145,000.00	3,683,000.00	
9	5.11.2	R.C. DROP INLET FOR R.C.P.1.00 $\varnothing$	12.000	แห่ง	10,500.00	126,000.00	
							ผลงานเดือนนี้ 4.005 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 35.058 %
							เร็วกว่าแผน 0.986 %
รวมเป็นเงิน						31,141,298.01	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						272,573,639.07	คิดเป็นผลงานรวม = 35.058 %

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 10 ประจำเดือน เมษายน 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	15,807.000	ม.^{2}	2.00	31,614.00	-ลำดับที่ 1 คิดความกว้าง = 33.000 เมตร
2	1.3.1	EMBANKMENT	22,745.826	ม.^{3}	139.00	3,161,669.81	จากขอบทางเดิมด้านขวา
3	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	7,433.072	ม.^{3}	340.00	2,527,244.48	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานจาก X-SECTION
4	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	6,580.537	ม.^{3}	300.00	1,974,161.10	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
5	2.3.2	CRUSHED ROCK SIOL AGGREGATE	5,365.992	ม.^{3}	677.00	3,632,776.58	-ลำดับที่ 3 ปริมาณงานคิดตามค่า
		TYPE BASE					CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
6	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	21838.33	ม.^{2}	560.00	12,229,464.80	-ลำดับที่ 4,6-8 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
7	4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	399.950	ม.	65.00	25,996.75	-ลำดับที่ 5 ปริมาณงานคิดตามค่า
8	4.4.2	CONTRACTION JOINT	273.000	ม.	158.00	43,134.00	CONSTANT AREA ด้านซ้าย = 0.358 ม.^{2}/ม
9	5.1.1	R.C. BRIDGE STA. 92+797.984 RT.	20.000	ม.	90,000.00	1,800,000.00	ด้านขวา = 0.562 ม.^{2}/ม
10	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	11.540	ม.	145,000.00	1,673,300.00	-ลำดับที่ 9 จ่าย FINISHED
							-ลำดับที่ 10 จ่าย PARTIAL
							ผลงานเดือนนี้ 3.485 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 38.543 %
							เร็วกว่าแผน 0.164 %
รวมเป็นเงิน						27,099,361.53	

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 11 ประจำเดือน พฤษภาคม 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.3.1	EMBANKMENT	49,146.927	ม.^{3}	139.00	6,831,422.85	-ลำดับที่1 ปริมาณงานจาก X-SECTION
2	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	1,638.299	ม.^{3}	340.00	557,021.66	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
3	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	3,205.116	ม.^{3}	300.00	961,534.80	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานคิดตามค่า
4	2.3.2	CRUSHED ROCK SIOL AGGREGATE TYPE BASE	6,410.306	ม.^{3}	677.00	4,339,777.16	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
5	3.1	PRIME COAT	51,958.340	ม.^{2}	14.00	727,416.76	-ลำดับที่ 3,5,7-9,13 ปริมาณงานวัดจริง
6	3.4.3	ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE	2,139.380	ม.^{3}	2,400.00	5,134,512.00	ในสนาม
7	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	17,182.440	ม.^{2}	560.00	9,622,166.40	-ลำดับที่ 4 ปริมาณงานคิดตามค่า
8	4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	2,249.850	ม.	65.00	146,240.25	CONSTANT AREA ด้านซ้าย = 0.358 ม.^{2}/ม
9	4.4.2	CONTRACTION JOINT	1,526.000	ม.	158.00	241,108.00	ด้านขวา = 0.562 ม.^{2}/ม
10	5.1.1	R.C. BRIDGE STA. 92+797.984 RT.	7.500	ม.	90,000.00	675,000.00	-ลำดับที่ 6ปริมาณงานคิดตามค่า
11	5.1.2	R.C. BRIDGE STA.102+579.173 RT.	6.000	ม.	90,000.00	540,000.00	CONSTANT AREA ด้านซ้าย = 0.077ม.^{2}/ม
12	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	23.100	ม.	145,000.00	3,349,500.00	ด้านขวา = 0.128 ม.^{2}/ม
13	5.2.3	R.C. BOX CULVERT SIZE 2*(1.5*1.5)	31.000	ม.	17,000.00	527,000.00	-ลำดับที่ 10,11,14 จ่าย FINISHED
14	5.11.2	R.C. DROP INLET FOR R.C.P.1-Ø 1.00 M	6.000	แห่ง	10,500.00	63,000.00	-ลำดับที่ 12 จ่าย PARTIAL
							ผลงานเดือนนี้ 4.336 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 42.879 %
							เร็วกว่าแผน 0.564 %
รวมเป็นเงิน						33,715,699.89	

การดำเนินการของผู้รับจ้าง

บริษัทฯ ผู้รับจ้างได้ใช้เวลาในสัญญามาแล้วจำนวน 389 วัน (นับจากวันเริ่มต้นสัญญาจนถึงสิ้นเดือน พฤษภาคม 2542) ทำการก่อสร้างคันทางด้าน SOUTH BOUND (ด้านคันทางใหม่) เป็นบางรายการ พอจะสรุปผลงานได้ดังนี้

1. งาน EMBANKMENT

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ ช่วง กม. 88+700 – กม. 112+650 รวมความยาว = 23.950 กม.
- กำลังดำเนินการ ช่วง กม. 112+650. – กม. 113+700 รวมความยาว = 1.050 กม.

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 65.00 (Item Complete)

2. งาน SUBBASE

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ ช่วง กม. 88+700 – กม. 112+650 รวมความยาว = 23.950 กม.

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 31.00 (Item Complete)

3. งาน SAND CUSHION

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ ช่วง กม. 88+900 – กม. 92+650
  กม. 93+000 – กม. 102+400
  กม. 102+750 – กม. 106+350
  กม. 106+750 – กม. 108+400

รวมความยาว = 18.400 กม

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 30.00 (Item Complete)

4. งาน ผิวทาง R.C. CONCRETE PAVEMENT

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ ช่วง กม. 88+900 – กม. 92+650
  กม. 93+000 – กม. 102+400
  กม. 102+750 – กม. 106+350
  กม. 106+750 – กม. 108+400

รวมความยาว = 18.400 กม

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 33.00 (Item Complete)

5. งาน BASE COURSE

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ ช่วง กม. 91+000 – กม. 92+650
  กม. 93+000 – กม. 102+400
  กม. 102+750 – กม. 106+350
  กม. 106+750 – กม. 108+400

รวมความยาว = 16.300 กม

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 22.00 (Item Complete)

6. งาน PRIME COAT

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ ช่วง กม. 91+000 – กม. 92+650
  กม. 93+000 – กม. 102+400
  กม. 102+800 – กม. 104+200

รวมความยาว = 12.450 กม

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 21.00 (Item Complete)

7. งาน ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ ช่วง กม. 91+000 – กม. 92+650
  กม. 93+000 – กม. 101+500

รวมความยาว = 10.150 กม

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 17.00 (Item Complete)

8. งาน R.C BRIDGE (กำหนดให้ก่อสร้างจำนวน 5 แห่ง)

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ จำนวน 2 แห่ง คือ กม. 92+797.98 และ กม. 102+579.173
- ก่อสร้างได้ 45% จำนวน 2 แห่ง คือ กม. 105+405.00 และ กม. 106+496.745
- ก่อสร้างได้ 57% จำนวน 1 แห่ง คือ กม. 113+056.00

9. งาน R.C BOX CULVERT (กำหนดให้ก่อสร้างจำนวน 30 แห่ง)

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ จำนวน 28 แห่ง

- ก่อสร้างแล้วเสร็จ จำนวน 2 แห่ง คือ กม. 113+552.00 และ กม. 113+851.00

10. งาน R.C PIPE CULVERT

ก่อสร้างแล้วเสร็จครบทุกแห่ง (เฉพาะ SB. Main Road)

ผู้รับจ้างได้ขอส่งงานไปแล้วจำนวน 11 งวด (งวดที่ 11 ประจำเดือน พฤษภาคม 2542)

คิดเป็นค่างานที่ทำได้	=	333,388,839.47	บาท
คิดเป็นผลงาน	=	42.879	%
เร็วกว่าแผนงานประมาณ	=	0.564	%

ปัญหาและอุปสรรค

การก่อสร้างดำเนินไปด้วยดี ยังไม่มีปัญหาและอุปสรรคใดๆ ผลงานในสนามเร็วกว่าแผนงาน โครงการฯ คาดว่าการก่อสร้างจะแล้วเสร็จสมบูรณ์ก่อนที่กำหนดไว้ในสัญญา

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 12 ประจำเดือน มิถุนายน 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.3.1	EMBANKMENT	37,394.314	ม.^{3}	139.00	5,197,809.65	-ลำดับที่ 1 ปริมาณงานจาก X-SECTION
2	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	4,341.495	ม.^{3}	340.00	1,476,108.30	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
3	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	2,852.290	ม.^{3}	300.00	855,687.00	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานคิดตามค่า
4	2.3.2	CRUSHED ROCK SIOL AGGREGATE TYPE BASE	5,402.930	ม.^{3}	677.00	3,657,783.61	CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
							-ลำดับที่ 3 ปริมาณงาน SAND CUSHION
5	3.1	PRIME COAT	19,136.670	ม.^{2}	14.00	267,913.38	UNDER PAVEMENT ปริมาณงานวัดจริง
6	3.4.3	ASPHALTIC CONCRETE WEARING COU	1,249.476	ม.^{3}	2,400.00	2,998,742.40	ในสนาม ค่า CONSTANT AREA
7	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	12,626.037	ม.^{2}	560.00	7,070,580.72	ไหล่ด้านซ้าย = 0.208 ม.^{2}/ม.
8	4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	2,249.825	ม.	65.00	146,238.63	ไหล่ด้านขวา = 0.312 ม.^{2}/ม.
9	4.4.2	CONTRACTION JOINT	1,701.000	ม.	158.00	268,758.00	-ลำดับที่ 4 ปริมาณงานคิดตามค่า
10	4.4.3	EXPANSION JOINT	49.000	ม.	277.00	13,573.00	CONSTANT AREA ไหล่ด้านซ้าย = 0.358 ม.^{2}/ม
11	5.1.3	R.C. BRIDGE STA. 105+405.000 RT.	8.000	ม.	90,000.00	720,000.00	ไหล่ด้านขวา = 0.562 ม.^{2}/ม
12	5.1.4	R.C. BRIDGE STA.106+496.745 RT.	24.000	ม.	90,000.00	2,160,000.00	-ลำดับที่ 5,7-10,14-17 ปริมาณงานวัดจริง
13	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	21.582	ม.	145,000.00	3,129,390.00	ในสนาม
14	5.2.4	R.C. BOX CULVERT SIZE 2*(2.1*1.8)	49.500	ม.	26,000.00	1,287,000.00	-ลำดับที่ 6 ปริมาณงานคิดตามค่า
15	5.11.1	R.C. DROP INLET FOR R.C.P.1-ϕ 0.80 M	1.000	แห่ง	6,541.00	6,541.00	CONSTANT AREA ไหล่ด้านซ้าย = 0.077 ม.^{2}/ม
16	5.11.2	R.C. DROP INLET FOR R.C.P.1-ϕ 1.00 M	4.000	แห่ง	10,500.00	42,000.00	ไหล่ด้านขวา = 0.128 ม.^{2}/ม
17	5.11.3	R.C. DROP INLET FOR R.C.P.3-ϕ 1.00 M	1.000	แห่ง	23,212.00	23,212.00	-ลำดับที่ 11-13 จ่าย PARTIAL
							ผลงานเดือนนี้ 3.771 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 46.650 %
							เร็วกว่าแผน 1.000 %
รวมเป็นเงิน						29,321,337.68	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						362,710,038.15	คิดเป็นผลงานรวม = 46.650 %

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 13 ประจำเดือน กรกฎาคม 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	27,125.000	ม.^{2}	2.00	54,250.00	-ลำดับที่ 1 ,4,6,8-11,15-17 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
2	1.3.1	EMBANKMENT	23,103.072	ม.^{3}	139.00	3,211,327.01	
3	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	3,492.333	ม.^{3}	340.00	1,187,393.22	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานจาก X-SECTION
4	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	1,594.272	ม.^{3}	300.00	478,281.60	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
5	2.3.2	CRUSHED ROCK SIOL AGGREGATE TYPE BASE	1,818.548	ม.^{3}	677.00	1,231,157.00	-ลำดับที่ 3 ปริมาณงานคิดตามค่า CONSTANT AREA = 1.905 ม.^{2}/ม.
6	3.1	PRIME COAT	16,350.299	ม.^{2}	14.00	228,904.19	-ลำดับที่ 5 ปริมาณงานคิดตามค่า
7	3.4.3	ASPHALTIC CONCRETE WEARING C	1,169.513	ม.^{3}	2,400.00	2,806,831.20	CONSTANT AREA
8	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	11,199.750	ม.	560.00	6,271,860.00	ไหล่ด้านซ้าย = 0.358 ม.^{2}/ม.
9	4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	1,099.920	ม.	65.00	71,494.80	ไหล่ด้านขวา = 0.562 ม.^{2}/ม.
10	4.4.2	CONTRACTION JOINT	763.000	ม.	158.00	120,554.00	-ลำดับที่ 7 ปริมาณงานคิดตามค่า
11	4.4.3	EXPANSION JOINT	21.000	ม.	277.00	5,817.00	CONSTANT AREA ไหล่ด้านซ้าย = 0.077 ม.^{2}/ม
12	5.1.3	R.C. BRIDGE STA. 105+405.000 RT.	8.000	ม.	90,000.00	720,000.00	ไหล่ด้านขวา = 0.128 ม.^{2}/ม
13	5.1.4	R.C. BRIDGE STA.106+496.745 RT.	9.000	ม.	90,000.00	810,000.00	-ลำดับที่ 12,14 จ่าย PARTIAL
14	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	34.232	ม.	145,000.00	4,963,640.00	-ลำดับที่ 13 จ่าย FINISHED
15	5.3.2	R.C.P.Ø 0.60 M.	70.000	ม.	1,100.00	77,000.00	
16	5.3.3	R.C.P.Ø 0.80 M.	15.000	ม.	1,500.00	22,500.00	
17	5.3.6	R.C.P.Ø 1.00 M.	118.000	ม.	2,270.00	267,860.00	
							ผลงานเดือนนี้ 2.898 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 49.548 %
							เร็วกว่าแผน 1.272 %
		รวมเป็นเงิน				22,528,870.02	
		ค่างานรวมถึงเดือนนี้				385,238,908.17	คิดเป็นผลงานรวม = 49.548 %

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 14 ประจำเดือน สิงหาคม 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	1.1.3	CLEARING & GRUBBING	152,680.000	ม.^{2}	2.00	305,360.00	-ลำดับที่ 1 ความกว้าง 8.000 เมตร จากขอบ
2	1.3.1	EMBANKMENT	1,016.906	ม.^{3}	139.00	141,349.93	ทางด้านซ้ายของถนนทาง NORTH BOUND
3	2.1.1	SIOL AGGREGATE SUBBASE	2,118.913	ม.^{3}	340.00	720,430.42	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานจาก X-SECTION
4	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	6,141.598	ม.^{3}	300.00	1,842,479.40	คำนวณตาม CO-ORDINATE METHOD
5	2.3.2	CRUSHED ROCK SIOL AGGREGATE TYPE BASE	17,353.307	ม.^{3}	677.00	11,748,188.84	-ลำดับที่ 3 ปริมาณงานคิดตามค่า OONSTANT AREA = 1.637 ม.^{2}/ม.
6	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	44,120.260	ม.^{2}	560.00	24,707,345.60	-ลำดับที่ 4,6,7-9,12 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
7	4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	5,720.975	ม.	65.00	371,863.38	
8	4.4.2	CONTRACTION JOINT	3,089.900	ม.	158.00	488,204.20	-ลำดับที่ 5 ปริมาณงาน คิดตามค่า
9	4.4.3	EXPANSION JOINT	83.650	ม.	277.00	23,171.05	CONSTANT AREA
10	5.1.3	R.C. BRIDGE STA. 105+405.000 RT.	6.000	ม.	90,000.00	540,000.00	ไหล่ด้านซ้าย = 0.358 ม.^{2}/ม.
11	5.1.6	R.C. BRIDGE STA.113+056.000 RT.	21.736	ม.	145,000.00	3,151,720.00	ไหล่ด้านขวา = 0.562 ม.^{2}/ม.
12	5.3.2	R.C.P.Ø 0.60 M.	183.000	ม.	1,100.00	201,300.00	-ลำดับที่ 10,11 การก่อสร้างแล้วเสร็จ
13	6.17.1	OVERPASS BRIDGE FOR PEDESTRION CROSS WALK FOR STA.95+180.000	45.000	%	32,500.00	1,462,500.00	-ลำดับที่ 13 จ่าย PARTIAL
						45,703,912.82	
							ผลงานเดือนนี้ 5.878 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 55.426 %
							เร็วกว่าแผน 4.493 %
รวมเป็นเงิน						45,703,912.81	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						430,942,820.98	คิดเป็นผลงานรวม = 55.426 %

สรุปปริมาณงานและค่างาน งวดที่ 15 ประจำเดือน กันยายน 2542

ลำดับที่	ประเภทที่	รายงาน	ปริมาณที่ส่งงานเดือนนี้	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	8,543.715	ม.^{3}	300.00	2,563,114.50	-ลำดับที่ 1 ,3,5,6 ปริมาณงานวัดจริงในสนาม
2	2.3.2	CRUSHED ROCK SOIL AGGREGATE	3,876.066	ม.^{3}	677.00	2,624,096.68	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานคิดตามค่า
		TYPE BASE					CONSTANT AREA ด้าน LT. = 0.358 ม.^{2}/ม
3	3.1	PRIME COAT	24,967.586	ม.^{2}	14.00	349,546.20	ด้าน RT. = 0.562 ม.^{2}
4	3.4.3	ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE	1,320.596	ม.^{3}	2,400.00	3,169,430.40	ด้าน RT. = 0.571 ม.^{2}
5	4.1	R.C. PAVEMENT (25 CM.)	75,604.220	ม.^{2}	560.00	42,338,363.20	-ลำดับที่ 2 ปริมาณงานคิดตามค่า
6	5.14.12.1	BLOCK SODDING	63,291.900	ม.^{2}	13.00	822,794.70	CONSTANT AREA ด้าน LT. = 0.077 ม.^{2}/ม
							ด้าน RT. = 0.128 ม.^{2}
							ด้าน RT. = 0.180 ม.^{2}
							ผลงานเดือนนี้ 6.671 %
							ผลงานรวมถึงเดือนนี้ 62.097 %
							เร็วกว่าแผน 8.046 %
รวมเป็นเงิน						51,867,345.69	
ค่างานรวมถึงเดือนนี้						482,810,166.41	คิดเป็นผลงานรวม = 62.097 %

การดำเนินการของผู้รับจ้าง

บริษัทฯ ผู้รับจ้างได้ใช้เวลาในสัญญามาแล้วจำนวน 510 วัน (นับจากวันเริ่มต้นสัญญาจนถึงสิ้นเดือนกันยายน 2542 พอจะสรุปผลงานได้ดังนี้)

1. งาน EMBANKMENT

1.1 ด้าน SOUTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 8 แห่ง
กำลังดำเนินการ 12 แห่ง

1.2 ด้าน NORTH BOUND - Main Road -
- Connection Road กำลังดำเนินการ 4 แห่ง

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 68.80 (Item Complete)

2. งาน SUBBASE

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 8 แห่ง
กำลังดำเนินการ 12 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND - Main Road ก่อสร้างบริเวณคอสะพานแล้วเสร็จ
- Connection Road กำลังดำเนินการ 4 แห่ง

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 40.00 (Item Complete)

3. งาน SAND CUSHION

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย

2.2 ด้าน NORTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จ 14.00 กม.

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 59.00 (Item Complete)

4. งาน ผิวทาง R.C PAVEMENT

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย

2.2 ด้าน NORTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จ 14.00 กม.

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 68.80 (Item Complete)

5. งาน BASE COURSE

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 8 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จ 14 กม.
- Connection Road ยังไม่ได้ดำเนินการ

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 75.40 (Item Complete)

6. งาน PRIME COAT

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 8 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND - ยังไม่ได้ดำเนินการ

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 46.40 (Item Complete)

7. งาน ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 8 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND - ยังไม่ได้ดำเนินการ

8. งาน R.C BRIDGE

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จครบทั้ง 5 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND - เป็นสะพานต่อความยาว 1 แห่งกำลังเตรียมการ

9. งาน R.C BOX CULVERT

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จครบทั้ง 30 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND - กำหนดให้ก่อสร้าง 1 แห่งกำลังดำเนินการก่อสร้าง

10. งาน R.C PIPE CULVERT

2.1 ด้าน SOUTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จครบทั้ง 24 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จครบทั้ง 5 แห่ง

ผู้รับจ้างได้ขอส่งงานไปแล้วจำนวน 15 งวด (งวดที่ 15 ประจำเดือนกันยายน 2542)

คิดเป็นค่างานที่ทำได้	=	482,810,166.41	บาท
คิดเป็นผลงาน	=	62.097	%
เร็วกว่าแผนงานประมาณ	=	8.046	%

ปัญหาและอุปสรรค

การก่อสร้างดำเนินไปด้วยดี ยังไม่มีปัญหาและอุปสรรคใดๆ ผลงานในสนามเร็วกว่าแผนงาน โครงการฯ คาดว่าการก่อสร้างจะแล้วเสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วที่กำหนดไว้ในสัญญา

การดำเนินการของผู้รับจ้าง

บริษัทฯ ผู้รับจ้างได้ใช้เวลาในการดำเนินการก่อสร้างมาแล้ว จำนวน 664 วัน (นับจากวันเริ่มต้นสัญญาจนถึงสิ้นเดือน มกราคม 2543) พอจะสรุปผลงานได้ดังนี้

1. งาน EMBANKMENT.

1.1 ด้าน SOUTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 18 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 3 แห่ง

1.2 ด้าน NORTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 9 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 6 แห่ง

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 75.24 (Item Complete)

2. งาน SUBBASE.

2.1 ด้าน SOUTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 18 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 3 แห่ง

2.2 ด้าน NORTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 12 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 4 แห่ง

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 49.34 (Item Complete)

3. งาน SAND CUSHION

3.1 ด้าน SOUTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย

3.2 ด้าน NORTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จ 25.000 กิโลเมตร

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 80.00 (Item Complete)

4. งานผิวทาง R.C. PAVEMENT.

4.1 ด้าน SOUTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย

4.2 ด้าน NORTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จ 25.000 กิโลเมตร

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 95.62 (Item Complete)

5. งาน BASE COURSE.

5.1 ด้าน SOUTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 16 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 3 แห่ง

5.2 ด้าน NORTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 11 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 4 แห่ง

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 132.40 (Item Complete)

6. งาน PRIME COAT.

6.1 ด้าน SOUTH BOUND-
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 16 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 3 แห่ง

6.2 ด้าน NORTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จ 25.000 กิโลเมตร
- Connection Road แล้วเสร็จ 9 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 6 แห่ง

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 88.80 (Item Complete)

7. งาน ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE.

7.1 ด้าน SOUTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จตลอดสาย
- Connection Road แล้วเสร็จ 13 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 6 แห่ง

7.2 ด้าน NORTH BOUND
- Main Road แล้วเสร็จ25.000 กิโลเมตร
- Connection Road แล้วเสร็จ 9 แห่ง
- กำลังดำเนินการ 6 แห่ง

ผลงานแล้วเสร็จคิดเป็นร้อยละ 89.30 (Item Complete)

8. งาน R.C. BRIDGE.

8.1 ด้าน SOUTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จตรบทั้ง 5 แห่ง

8.2 ด้าน NORTH BOUND - เป็นสะพานต่อความยาว 1 แห่ง กำลังดำเนินการ

9. งาน R.C. BOX CULVERT.

9.1 ด้าน SOUTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จตรบทั้ง 30 แห่ง

9.2 ด้าน NORTH BOUND - กำหนดให้ก่อสร้าง 1 แห่ง ก่อสร้างแล้วเสร็จ

10. งาน R.C. PIPE CULVERT.

10.1 ด้าน SOUTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จตรบทั้ง 24 แห่ง

10.2 ด้าน NORTH BOUND - ก่อสร้างแล้วเสร็จตรบทั้ง 5 แห่ง

ผู้รับจ้างได้ขอส่งงานไปแล้วจำนวน 19 งวด (งวดที่ 19 ประจำเดือน มกราคม 2543)

คิดเป็นค่างาน	=	626,008,190.26	บาท
คิดเป็นผลงาน	=	80.516	%
เร็ว กว่าแผน	=	8.822	%

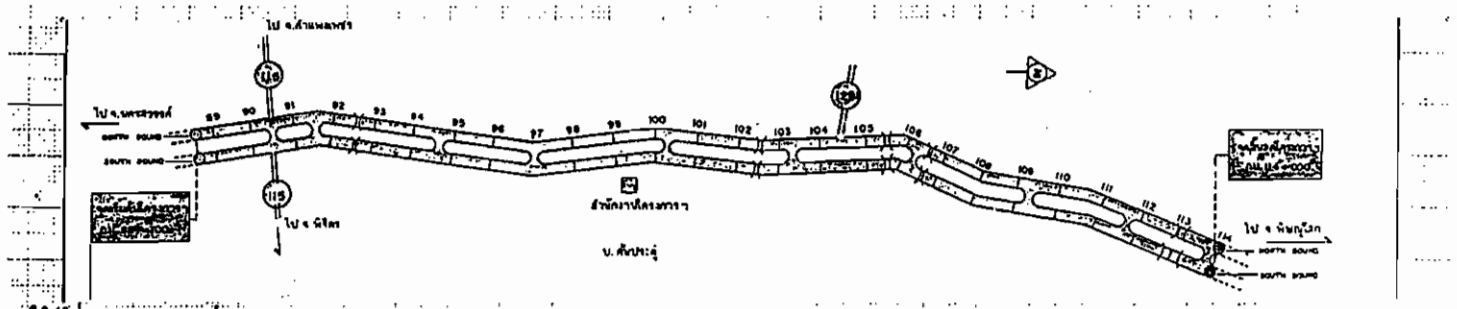
โครงการฯ คาดว่าการก่อสร้างทุกรายการจะแล้วเสร็จ ประมาณสิ้นเดือน เมษายน 2543 คิดเป็นผลงานแล้วเสร็จประมาณ 86.10 %

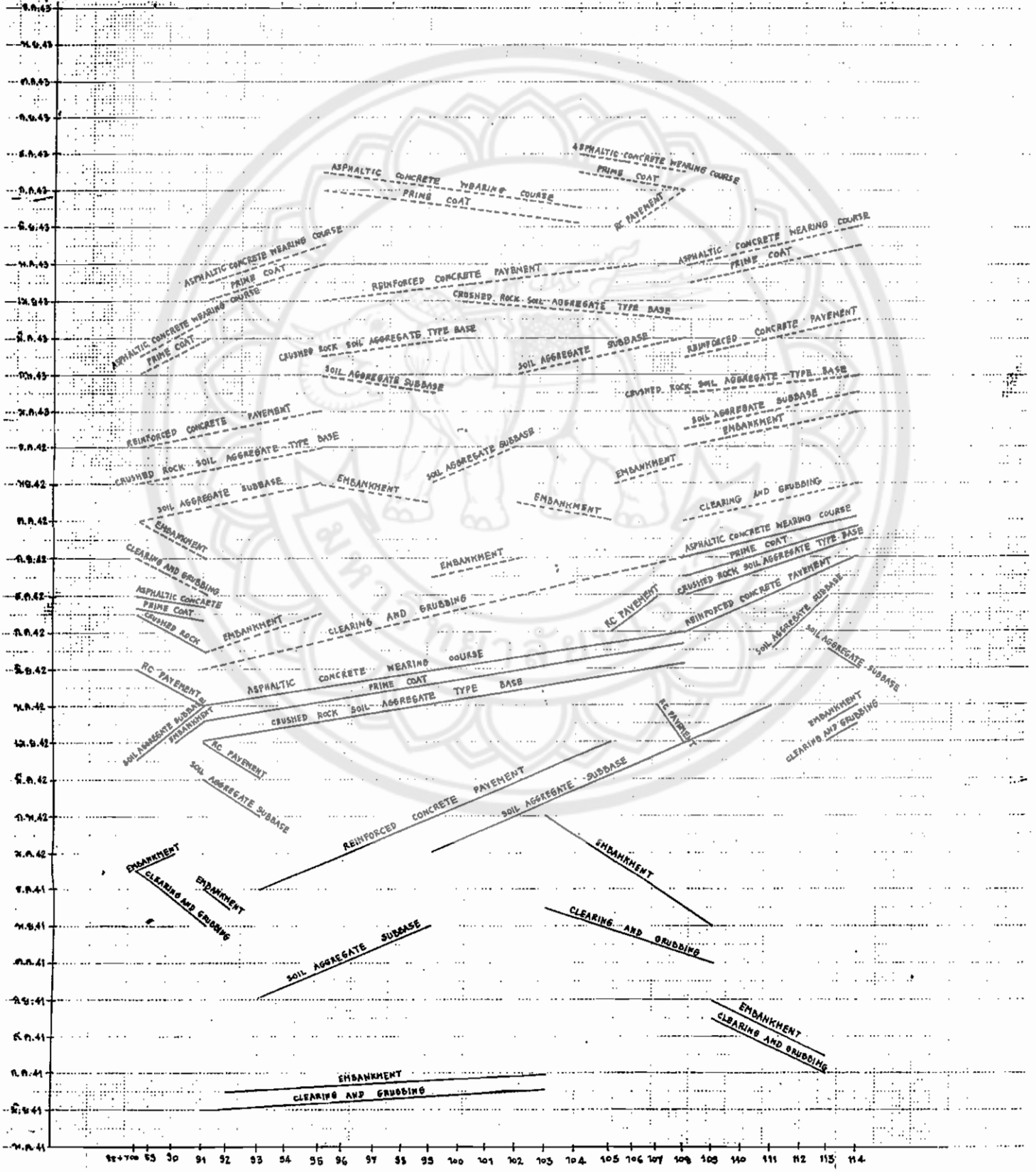
เครื่องจักร

บัญชีเครื่องจักร

NO.	DESCRIPTION	MANUFACTURER	CAPACITY	QUATITY	REMARKS
1	EXCAVATOR	CATERPILLAR	E320	6	
		CATERPILLAR	E330	3	
		KOMUSU	PC - 200	4	
		JOHNDEAR	428	1	
2	BULL DOZER	CATERPILLAR	D 5 H	2	
		CATERPILLAR	D4 H	1	
		CATERPILLAR	D 6 H	1	
		CATERPILLAR	D 6 C	1	
3	MOTOR GRADER	CATERPILLAR	140 G	6	
4	VIBRATOR	DYNAPAC	CA-25 , CA-251	5	
		BOMAG	BW-212	1	
5	LOADER	CAERPILLAR	966E	2	
6	TIRE ROLLER	DYNAPAC	CP-20	4	
		DYNAPAC	WP=20	3	
7	STEEL ROLLER	WATANABE	WT-062	2	
		DYNAPAC	KMRH-12	2	
8	WATER TRUCK	HINO	15,000L	4	
		ISUZU	15,000L	4	
9	DUMP TRUCK	HINO	FM1M	10	
		HINO	FM3M	30	
10	ASPHALTIC PLANT	PARKER	120 TON/Hr	1	
11	ASPHALTIC PAVER	MITSUBISHI	-	1	
12	CONCRETE PLANT	STETTER	80CU.M./Hr	1	
13	CONCRETE PAVER	KONGKONLAKARN	-	1	
14	TRANSIT	HINO	5.50 CU.M.	10	
15	DISTRIBUTOR	HINO	ECONO FF	1	
16	FARM TRACTOR	FORD	6610 III	1	
17	TRAILER	HINO	ECONO SS	1	
18	CRANE	KATO	25 TON	2	
19	CHIP SPREADER	PHOENIX	MK-2	1	
20	OILER	HINO	KMRH-12	2	

Time & Location Chart


ไป จ.สระแก้ว
116
115
ไป จ. นครราชสีมา
ไป จ. ปราจีนบุรี
ไป จ. นครนายก
ไป จ. พิษณุโลก
สำนักงานโครงการฯ
บ. ศิลาแลง
SOUTH BOUND
NORTH BOUND


ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE
PRIME COAT
RC PAVEMENT
REINFORCED CONCRETE PAVEMENT
CRUSHED ROCK SOIL AGGREGATE TYPE BASE
SOIL AGGREGATE SUBBASE
EMBANKMENT
CLEARING AND GRUBBING
ASPHALTIC CONCRETE
SOIL AGGREGATE -SUBBASE
AC PAVEMENT
92+700 93 30 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114

จากการศึกษางานในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) สามารถสรุปรายละเอียด ในขั้นตอนการก่อสร้างทางด้านโครงสร้างได้ดังต่อไปนี้

4.2 ขั้นตอนการก่อสร้างด้านโครงสร้าง

ขั้นตอนการก่อสร้างนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการก่อสร้างถนนคอนกรีต จากการศึกษาโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) จุดเริ่มก่อสร้างที่ กม. 88+700 ถึง กม. 114+000 ระยะทางยาวประมาณ 25.300 กิโลเมตร โดยเนื้อหาและรายละเอียดเริ่มตั้งแต่ การสำรวจหาระดับดินเดิม หลังจากทราบว่าจะทำการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 งานตรวจสอบระดับดินเดิม (Test Cross-section)

เมื่อรับทราบว่าต้องทำการก่อสร้าง สำนักทางหลวงที่ 4 และบริษัท บีอาร์ ก่อสร้าง จำกัด ได้ส่งทีมงานมาทำการตรวจสอบหาระดับดินเดิม จากนั้นก็นำค่าระดับดินเดิมที่หาได้มาเปรียบเทียบกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องถ้าค่าที่ได้ต่างกันอย่างมากก็ต้องมีการสำรวจใหม่ เมื่อตรวจสอบหาค่าระดับดินเดิมเรียบร้อยแล้วก็เตรียมงานขั้นตอนต่อไป

4.2.2 งานถางป่าและขุดตอ (Clearing and Grubbing)

ขั้นตอนงานถางป่าและขุดตอ (Clearing and grubbing) เป็นการเตรียมพร้อมบริเวณที่จะทำการก่อสร้างถนนงานถางป่าและขุดตอ (Clearing and grubbing) ได้แก่ การกำจัดต้นไม้ พุ่มไม้ ตอไม้ ขยะ วัชพืช และสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ เช่น โครงสร้าง หรือสิ่งปลูกสร้าง ฯลฯ เพื่อประโยชน์แก่การก่อสร้างและหรืออาจยังความเสียหายให้แก่ความมั่นคงแข็งแรงของคันทางที่จะก่อสร้างใหม่ โดยงาน Clearing and grubbing ที่ไปศึกษาจากโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) จะเป็นการขุดลอกหน้าดิน และดินเลนต่าง ๆ ออกจากบริเวณที่จะทำการก่อสร้าง

วัสดุ ที่เกิดจากการถางป่าและขุดตอ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) นั้นถ้าเป็นหน้าดินซึ่งสามารถใช้

โครงการฯ สาย นครสวรรค์ - พิษณุโลก ตอน แยกไปกำแพงเพชร - ม.นเรศวร

สัญญาที่ สท. 1/2/2541

ผลงานและแผนงาน

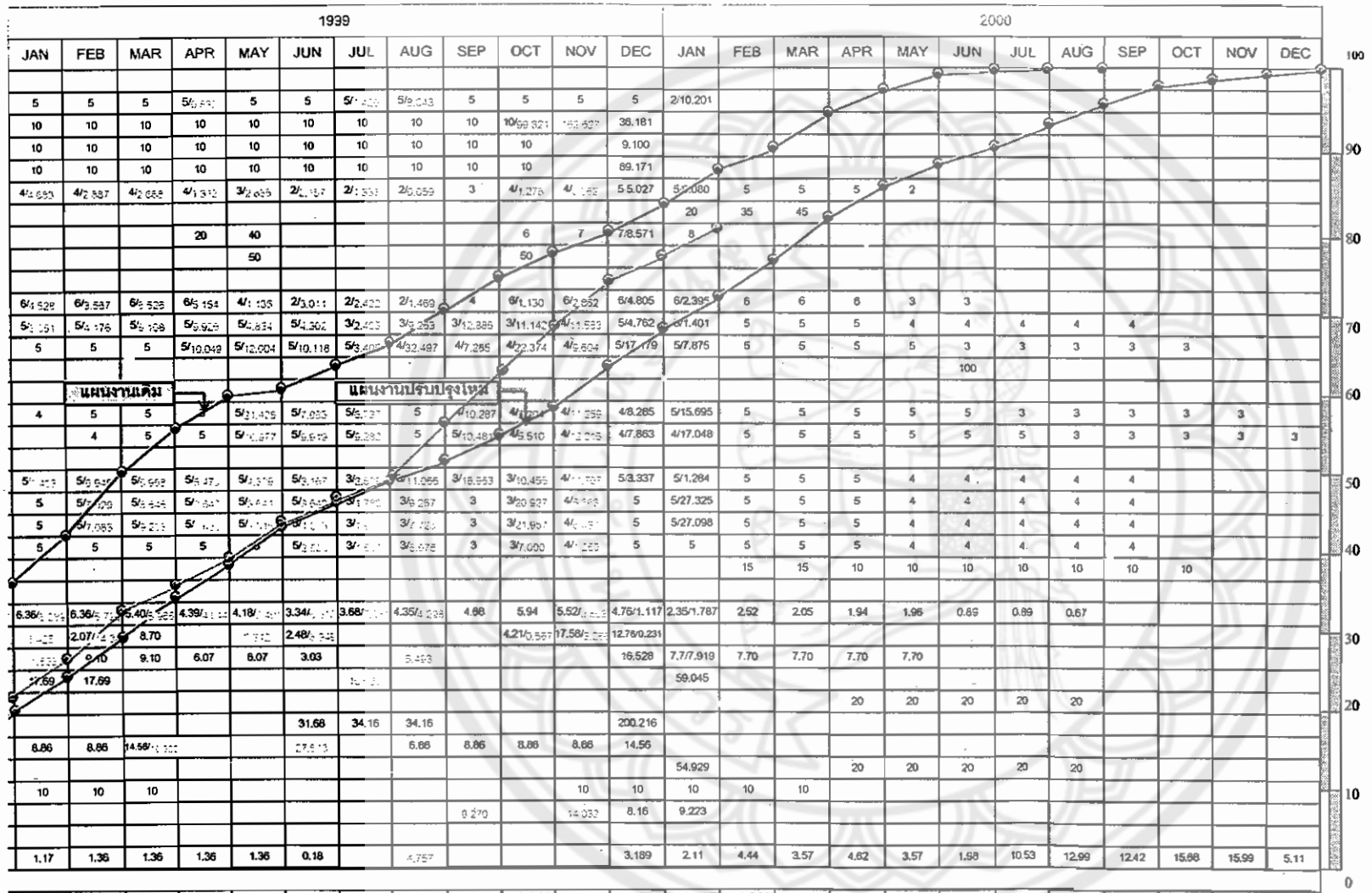
ดำเนินการก่อสร้างโดย บริษัท บีอาร์ก่อสร้าง จำกัด

ควบคุมการก่อสร้างโดย สำนักก่อสร้างทางที่ 1 กรมทางหลวง

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY	AMOUNT (BATH)	%WEIGTH OF JOB	% ITEM COMP.	% PROJ. COMP.	1998 MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR
1	CLEARING AND EARTHWORK																		
1.1.3	CLEARING & GRUBBING	Sq.M.	1,898,400	3,796,800.00	0.488	52.545	[illegible]	13.75	3.86/20.86	6.25	2.26/[illegible]	2.86/[illegible]	3/[illegible]	3/[illegible]	3/[illegible]	5	5	5	5/[illegible]
1.2.1	ROADWAY EXCAVATION, EARTH	Cu.M	19,000	855,000.00	0.110	261.948	0.288									10	10	10	10
1.2.4	ROADWAY EXCAVATION, UNSUITABLE MATERIAL	Cu.M.	1,400	77,000.00	0.010											10	10	10	10
1.2.5	SOFT MATERIAL EXCAVATION (EXCAVATION ONLY)	Cu.M.	2,800	134,400.00	0.017											10	10	10	10
1.3.1	EMBANKMENT	Cu.M.	1,733,500	0.00	30.992	70.127	21.730	4,742	1.335/6.15	3.750	0.444/[illegible]	2.241/5.241	2.245/5.422	2.24/5.849	4/5.751	4/4.683	4/2.887	4/2.668	4/[illegible]
1.3.6	EARTH FILL IN MEDIAN & ISLAND	Cu.M.	14,700	1,396,500.00	0.180														
1.3.8	POROUS BACKFILL	Cu.M.	350	94,500.00	0.012									4	8				20
1.3.15	REMOVED EXISTING CONCRETE BRIDGE	Each	4	1,321,600.00	0.170														
2	SUBBASE, BASE & SHOULDER																		
2.1.1	SOIL AGGREGATE SUBBASE	Cu.M.	144,200	49,028,000.00	6.306	42.133	2.656					2/[illegible]	2/5.475	4/5.665	6	6/4.528	6/3.567	6/5.526	6/[illegible]
2.2.2	SAND CUSHION UNDER PAVEMENT	Cu.M.	66,300	19,890,000.00	2.558	81.764	2.092							4	5/[illegible]	5/[illegible]	5/4.176	5/5.158	5/[illegible]
2.3.2	CRUSHED ROCK SOIL AGGREGATE TYPE BASE	Cu.M.	53,400	36,151,800.00	4.650	107.336	4.989								4	5	5	5	5/[illegible]
2.4.1	SOIL AGGREGATE SHOULDER	Cu.M.	250	147,500.00	0.019														
3	ASPHALT SURFACE COURSE																แผนงานเดิม		
3.1	PRIME COAT	Sq.M.	242,700	3,397,800.00	0.437	64.780	0.278									4	5	5	
3.4.3	ASPHALTIC CONCRETE WEARING COURSE	Cu.M.	12,600	30,240,000.00	3.889	64.384	2.641										4	5	5/[illegible]
4	CONCRETE PAVEMENT																		
4.1	REINFORCED CONCRETE PAVEMENT (25 CM.)	Sq.M.	398,700	223,272,000.00	28.717	90.092	25.871							4	5/[illegible]	5/5.403	5/6.945	5/5.998	5/[illegible]
4.4.1	LONGITUDINAL JOINT	M.	61,800	4,017,000.00	0.517	61.230	0.316							4	5	5	5/[illegible]	5/3.648	5/[illegible]
4.4.2	CONTRACTION JOINT	M.	40,000	6,320,000.00	0.813	62.667	0.509							4	5	5	5/[illegible]	5/3.206	5/[illegible]
4.4.3	EXPANSION JOINT	M.	1,400	387,800.00	0.050	19.225	[illegible]							4	5	5	5	5	5
4.4.4	DUMMY JOINT	M.	4,300	215,000.00	0.028														
5	DRAINAGE STRUCTURES																		
5.1.1-6	REINFORCED CONCRETE BRIDGE	M.	738	85,886,000.00	11.046	76.516	8.453			1.33	7.3/[illegible]	3.4/[illegible]	4.32/[illegible]	4.6/[illegible]	6.22/[illegible]	6.36/[illegible]	6.36/5.72[illegible]	6.40/[illegible]	4.39/[illegible]
5.2.1-8	REINFORCED CONCRETE BOX CULVERT	M.	1,293.35	22,504,350.00	2.895	69.636	2.015				15.34/[illegible]	5.69/[illegible]	4.21/[illegible]	4.21/[illegible]	12.75/[illegible]	1.405	2.07/[illegible]	8.70	
5.3.1-3,6	REINFORCED CONCRETE PIPE CULVERT	M.	2500	3,664,600.00	0.471	57.314	[illegible]		17.69/[illegible]		8.42/[illegible]	1.8/[illegible]	0.82	[illegible]		1.695	9.10	9.10	[illegible]
5.4.1-3	CONCRETTE HEADWALL FOR RC. PIPE CULVERT	Each.	24	398,000.00	0.051							2.76	26.48	17.69	17.69	17.69	17.69		
5.5	RC. RECTANGULAR PIPE FROM CURB INLET	M.	70	81,200.00	0.010														
5.6.1-3	RELOCATED REINFORCED CONCRETE PIPE CULVER	M.	254	167,720.00	0.022														
5.11.1-3	RC. DROP INLET	Each.	24	260,753.00	0.034	100.000	[illegible]							8.86	8.86	8.86	8.86	14.56/[illegible]	
5.12	INLET CATCH BASIN	Each.	71	518,300.00	0.067				ผลงาน										
5.14.7	CONCRETE SLOPE PROTECTION	Sq.M.	4,800	1,617,600.00	0.208									10	10	10	10	10	
5.14.12.1	BLOCK SODDING	Sq.M.	765,300	9,948,900.00	1.280	22.302	[illegible]												
6	MISCELLANEOUS																		
	MISCELLANEOUS			30,745,482.00	3.953	4.757	[illegible]									1.17	1.36	1.36	[illegible]
	CONTRACT VALUE			536,535,605.00	100.000		73.014												
	ESTIMATE			PERCENTTAG				1.537	3.612	1.342	3.298	1.385	1.452	2.929	4.608	4.321	4.880	4.708	[illegible]
				ACCUMULATED PERCAGE				1.537	5.149	6.491	9.789	11.174	12.626	15.555	20.163	24.484	29.364	34.072	[illegible]
	ACTUAL			PERCENTTAG				0.000	4.473	0.000	4.575	2.375	2.868	2.627	4.942	4.831	4.362	4.005	[illegible]
				ACCUMULATED PERCAGE				0.000	4.473	4.473	9.048	11.423	14.291	16.918	21.860	26.691	31.053	35.058	[illegible]

งเพชร - ม.นเรศวร

วันเริ่มต้นสัญญา 8 พฤษภาคม 2541
วันสิ้นสุดสัญญา 22 ธันวาคม 2543
ระยะเวลาทำการ 960 วัน (รวมขยายเวลา 120 วัน)
วงเงินค่าก่อสร้าง 777,492,105.00 บาท



3	4.321	4.880	4.708	4.307	3.936	3.335	2.626	2.657	3.118	3.862	4.451	4.913	4.417	4.587	4.519	4.461	2.976	2.321	2.443	2.437	2.325	1.156	0.762	0.319
3	24.484	29.364	34.072	38.379	42.315	45.650	48.276	50.933	54.051	57.913	62.364	67.277	71.694	76.281	80.800	85.261	88.237	90.558	93.001	95.438	97.763	98.919	99.681	100.00
2	4.831	4.362	4.005	3.485	4.336	3.771	2.898	5.878	6.671	5.457	5.460	4.545	2.957											
0	26.691	31.053	35.058	38.543	42.879	46.650	49.548	55.426	62.097	67.554	73.014	77.559	80.516											

4.2.3 งานตัดคันทาง (Sub – Grade)

การก่อสร้างงานตัดคันทาง (Sub-Grade) ทำการก่อสร้างบนชั้นฐานราก (Foundation) ที่ได้ทำการบดอัดไว้เรียบร้อยแล้วในขั้นตอนของการถางป่าและขุดตอ (Clearing and grubbing) ด้วยวัสดุมวลรวมที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยการเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.2.3.1 วัสดุ

วัสดุมวลรวม ที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุที่เป็นเม็ดแข็ง ทนทาน ปราศจากก้อนดินเหนียว และวัชพืชอื่น ๆ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) แหล่งวัสดุที่ได้รับความเห็นชอบให้นำมาใช้ คือ จากแหล่งวัสดุวัดโบสถ์ และ แหล่งวัสดุเนินมะปราง เนื่องจากว่าเป็นแหล่งวัสดุที่ใกล้ที่สุด และมีคุณภาพตามมาตรฐานกำหนด

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ทำงานตัดคันทาง (Sub-Grade) วัสดุมวลรวมมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีความสึกหรอ เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 202 "วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion" ไม่เกินร้อยละ 60

2. มีขนาดคละที่ดีเมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 205 "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง" ต้องมีขนาดตามข้อกำหนด

3. มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 102 "วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L.) ของดิน" ไม่เกินร้อยละ 35

4. มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 103 "วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และPlasticity Index" ไม่เกินร้อยละ 11

5. มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 109 "วิธีการทดลองหาค่า CBR" ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ความหนาแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความหนาแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม ทล.-ท. 108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน"

6. กรณีใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิด ผสมกันเพื่อให้ได้คุณภาพถูกต้อง วัสดุแต่ละชนิดต้องมีขนาดคละสม่ำเสมอและเมื่อผสมกันแล้วจะต้องมีลักษณะสม่ำเสมอและได้คุณภาพตามข้อกำหนด ทั้งนี้จะต้องขอรับอนุญาตให้ใช้ได้จากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

4.2.3.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานตัดคันทาง (Sub-Grade) ได้แก่

1. DUMP TRUCK คือ รถบรรทุกซึ่งยกดั้มได้ ใช้สำหรับ ขนวัสดุมวลรวมมาลงในสถานที่ก่อสร้างเพื่อจะทำการบดอัดงานตัดคันทาง (Sub-Grade)

2. WATER TRUCK คือ รถบรรทุกน้ำ ใช้สำหรับพ่นน้ำเพื่อให้ชั้นดินและเม็ดดินเกิดการประสานตัวกัน ก่อนที่จะทำการบดอัด

3. MOTOR GRADER คือ รถเกรด ใช้สำหรับเกลี่ยแต่ง และคลุกเคล้าดินที่นำมาถมเพื่อบดอัดงานตัดคันทาง (Sub-Grade)

4. TIRE ROLLER คือ รถบดล้อยาง ใช้สำหรับบดอัด เนื่องจากรถบดล้อยางมีหลายล้อและมีความยืดหยุ่น ทำให้วัสดุเกิดการเรียงเม็ดกัน

5. VIBRATOR คือ รถบดล้อเหล็ก และสามารถเปลี่ยนเป็นรถบดล้อหนามได้ รถบดล้อเหล็ก ใช้สำหรับบดอัดดิน ในงานตัดคันทาง (Sub-Grade) ซึ่งการบดอัดชั้นนี้ต้องใช้รถบดล้อหนามก่อนในช่วงต่อกับชั้น Foundation เพื่อให้ดินทั้งสองชั้นมีความประสานกัน จากนั้นจึงเปลี่ยนใช้ล้อเหล็กธรรมดาตามเดิม การบดด้วย รถบดล้อเหล็ก เพื่อทำให้ดินมีความหนาแน่นสูงตามต้องการ

4.2.3.3 วิธีการก่อสร้าง

4.2.3.3.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

1. การเตรียมวัสดุ

วัสดุมวลรวม ที่จะนำมาใช้เป็นชั้นงานตัดคันทาง (Sub – Grade) จะต้องถูกคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอ (Uniform) แล้วกองไว้เป็นกอง ๆ ในปริมาณที่พอสมควร ไว้เพื่อการทดสอบคุณภาพก่อน

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) พิจารณาตามความเหมาะสม และต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน โดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ

วัสดุมวลรวม จากกองวัสดุในแหล่งเมื่อผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานรองพื้นทาง หากไม่ได้นำมาใช้ในทันทีให้กองไว้เป็นกอง ๆ ในปริมาณที่พอสมควร

2. การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ชั้น Foundation ที่จะต้องรองรับงานตัดคันทาง (Sub-Grade) จะต้องเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ)

ก่อนลงวัสดุมวลรวม ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่างๆ เช่น เครื่องจักรและเครื่องมือในการทำงาน และเครื่องหมายในการควบคุมการจราจรที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว

4.2.3.3.2 การก่อสร้าง

ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามข้อ 4.2.3.3.1 แล้วจะดำเนินการดังต่อไปนี้ตามลำดับ

1. พ่นน้ำชั้น Foundation ที่รองรับพื้นทางให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ด้วยรถ WATER TRUCK (รถบรรทุกน้ำ) เพื่อให้ชั้นดิน Foundation ประสานตัวกับงานตัดคันทาง (Sub-Grade)

2. ขนวัสดุมวลรวมจากกองวัสดุไปปูลงบนชั้น Foundation ด้วยรถ DUMP TRUCK(รถบรรทุกมีดั้ม)

3. ตีแผ่เกลี่ยวัสดุมวลรวมคลุกเคล้า ผสมน้ำ ด้วยรถ MOTOR GRADER (รถเกรด) โดยที่ประมาณว่าให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm$ 3% ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องใช้รถ WATER TRUCK พ่นน้ำนำก่อน และทำควบคู่กันไป

4. หลังจากเกลี่ยแต่งวัสดุมวลรวมจนได้ที่แล้ว ทำการบดทับทันที โดยต้องทำการบดด้วย TIRE ROLLER(รถบดล้อยาง) ก่อนเพื่อให้วัสดุมวลรวมเรียงตัวกัน การบดอัดจะได้มีความหนาแน่นสูง

5. หลังจากบดทับด้วย TIRE ROLLER เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการบดทับด้วย VIBRATOR (รถบดล้อเหล็ก) ทันที

ทำการบดทับให้ทั่วผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอจนได้ความแน่นตลอดความหนาตามข้อกำหนด เกลี่ยแต่งวัสดุให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ) ไม่มีหลุมบ่อหรือวัสดุหลุดหลวมไม่แน่นอยู่บนผิว

ในการบดทับแต่ละชั้นนั้นต้องมีความหนา 15 – 20 ซม. และบดทับแต่ละชั้นจนได้ระดับตามที่แบบกำหนด

4.2.3.4 การตรวจสอบ

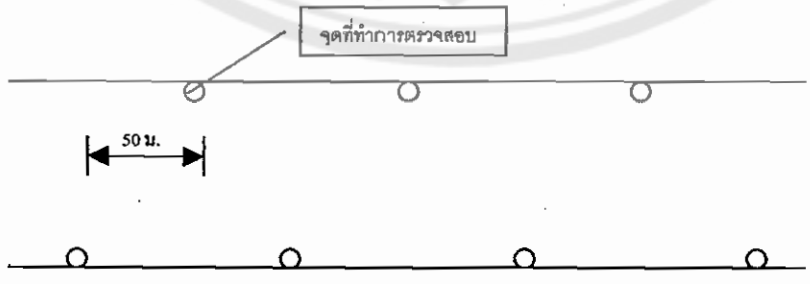
1. การตรวจสอบค่าระดับ

งานตัดคันทาง(Sub-Grade) ที่ก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างราบเรียบตามแบบ โดยเมื่อทำการตรวจสอบด้วยบรรทัดตรงยาว 3.00 เมตร ทั้งตามแนวขนาน และตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง มีความแตกต่างได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร และต้องมีค่าระดับแตกต่างไปจากค่าที่แสดงไว้ในแบบได้ไม่เกิน 15 มิลลิเมตร การตรวจสอบค่าระดับในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) ทำการตรวจสอบทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่าตามแต่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร และถ้ามีช่วงใดที่ทำการตรวจสอบแล้วได้ค่าที่เกินกว่าที่ยอมให้ ก็ต้องทำการแก้ไข โดยการปาดออก หรือรื้อแล้วก่อสร้างใหม่

2. การทดสอบความแน่นของการบดทับ

งานตัดคันทาง (Sub-Grade) จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุด ที่ได้จากการทดลองวัสดุมวลรวม เก็บจากหน้างานในสนามหลังจากคลุกเคล้าผสมและปูบนถนนแล้ว ตาม ทล.-ท.108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน"

การทดสอบความแน่นของการบดทับ ให้ดำเนินการทดสอบตาม ทล.-ท.603 "วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย" ทำการตรวจสอบทุกระยะ 50 เมตร โดยสลับไป-มาทางด้านซ้ายและขวาของถนน ดังภาพ



ภาพแสดงระยะที่ต้องทำการตรวจสอบ

4.2.4 งานรองพื้นทาง (Subbase)

การก่อสร้างชั้นรองพื้นทาง หนา 15 ซม. ทำการก่อสร้างบนงานตัดคันทาง (Sub-Grade) ด้วยวัสดุมวลรวม ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยการเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับและรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.2.4.1 วัสดุ

วัสดุมวลรวมต้องเป็นวัสดุที่เป็นเม็ดแข็ง ทนทาน มีส่วนหยาบผสมกับส่วนละเอียดที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุเชื้อประสานที่ดี ปราศจากก้อนดินเหนียว และวัชพืชอื่น ๆ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) แหล่งวัสดุที่ได้รับความเห็นชอบให้นำมาใช้ คือ แหล่งวัสดุวัดโบสถ์ และ แหล่งวัสดุเนินมะปราง เนื่องจากว่าเป็นแหล่งวัสดุที่ใกล้ที่สุด และมีคุณภาพตามมาตราฐานกำหนด

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ทำชั้นรองพื้นทางวัสดุมวลรวมมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีความสึกหรอ เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 202 “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion “ ไม่เกินร้อยละ 60

2. มีขนาดคละที่ดีเมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 205 “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” ต้องมีขนาดตามข้อกำหนด

3. มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 102 “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L.) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 35

4. มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 103 “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และPlasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 11

5. มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 109 “วิธีการทดลองหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ความหนาแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความหนาแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

6. กรณีใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิด ผสมกันเพื่อให้ได้คุณภาพถูกต้อง วัสดุแต่ละชนิดต้องมีขนาดคละสม่ำเสมอและเมื่อผสมกันแล้วจะต้องมีลักษณะสม่ำเสมอและได้คุณภาพตามข้อกำหนด ทั้งนี้จะต้องขอรับอนุญาตให้ใช้ได้จากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

4.2.4.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานรองพื้นทาง(Subbase) ได้แก่

1. DUMP TRUCK คือ รถบรรทุกซึ่งยกดั้มได้ ใช้สำหรับ ขนวัสดุมวลรวมมาลงในสถานที่ก่อสร้างเพื่อจะทำการบดอัดงานรองพื้นทาง(Subbase)

2. WATER TRUCK คือ รถบรรทุกน้ำ ใช้สำหรับพ่นน้ำเพื่อให้ชั้นดินและเม็ดดินเกิดการประสานตัวกันที่ดี ก่อนที่จะทำการบดอัด

3. MOTOR GRADER คือ รถเกรด ใช้สำหรับเกลี่ยแต่ง และคลุกเคล้าดินที่นำมาถมเพื่อบดอัดเป็นชั้นรองพื้นทาง(Subbase)

4. TIRE ROLLER คือ รถบดล้อยาง ใช้สำหรับบดอัด เนื่องจากรถบดล้อยางมีหลายล้อและมีความยืดหยุ่น ทำให้วัสดุเกิดการเรียงเม็ดกัน

5. VIBRATOR คือ รถบดล้อเหล็ก และสามารถเปลี่ยนเป็นรถบดล้อหนามได้ รถบดล้อเหล็ก ใช้สำหรับบดอัดดินในงานรองพื้นทาง(Subbase) ซึ่งการบดชั้นนี้ต้องใช้รถบดล้อหนามก่อนในช่วงต่อกับงานตัดคันทาง(Sub-Grade) เพื่อให้ดินทั้งสองชั้นประสานกัน จากนั้นจึงเปลี่ยนใช้ล้อเหล็กธรรมดาตามเดิม

4.2.4.3 วิธีการก่อสร้าง

4.2.4.3.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

1. การเตรียมวัสดุ

วัสดุมวลรวมที่จะนำมาใช้เป็นชั้นรองพื้นทาง จะต้องถูกคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอ (Uniform) แล้วกองไว้เป็นกอง ๆ ในปริมาณที่พอสมควร ไว้เพื่อการทดสอบคุณภาพก่อน

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) พิจารณาตามความเหมาะสม และต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน โดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ

วัสดุมวลรวมจากกองวัสดุในแหล่งเมื่อผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานรองพื้นทาง หากไม่ได้นำมาใช้ในทันทีให้กองไว้เป็นกอง ๆ ในปริมาณที่พอสมควร

2. การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

งานตัดคันทาง(Sub-grade) ที่จะต้องรองรับชั้นรองพื้นทาง จะต้องเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ(ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ)

ก่อนลงวัสดุมวลรวม ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่างๆ เช่น เครื่องจักรและเครื่องมือในการทำงาน และเครื่องหมายในการควบคุมการจราจรที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว

4.2.4.3.2 การก่อสร้าง

ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามข้อ 4.2.4.3.1 แล้วจะดำเนินการดังต่อไปนี้ตามลำดับ

1. พ่นน้ำชั้นงานตัดคันทาง(Sub-Grade) ที่รองรับพื้นทางให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ด้วยรถ WATER TRUCK (รถบรรทุกน้ำ) เพื่อให้ชั้นงานตัดคันทาง(Sub-Grade) เกิดการประสานตัวกับชั้นรองพื้นทาง(Subbase)

2. ขนวัสดุมวลรวมจากกองวัสดุปูลงบนชั้นงานตัดคันทาง(Sub-Grade) ด้วยรถ DUMP TRUCK(รถบรรทุกมีดั้ม)

3. ตีแผ่เกลี่ยวัสดุมวลรวมคลุกเคล้า ผสมน้ำ ด้วยรถ MOTOR GRADER (รถเกรด) โดยที่ประมาณว่าให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm$ 3% ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องใช้รถ WATER TRUCK พ่นน้ำนำก่อน และทำควบคู่กันไป

4. หลังจากเกลี่ยแต่งวัสดุมวลรวมจนได้ที่แล้ว ทำการบดทับทันที โดยต้องทำการบดด้วย TIRE ROLLER(รถบดล้อยาง) ก่อนเพื่อให้วัสดุมวลรวมเรียงตัวกัน

5. หลังจากบดทับด้วย TIRE ROLLER เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการด้วย VIBRATOR(รถบดล้อเหล็ก)ทันที

บดทับให้ทั่วผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอจนได้ความแน่นตลอดความหนาตามข้อกำหนด เกลี่ยแต่งวัสดุมวลรวมให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ) ไม่มีหลุมบ่อหรือวัสดุหลุดหลวมไม่แน่นอยู่บนผิว

ในการบดทับแต่ละชั้นนั้นต้องมีความหนา 15 – 20 ซม. และบดทับแต่ละชั้นจนได้ความหนาตามแบบที่กำหนด

4.2.4.4 การตรวจสอบ

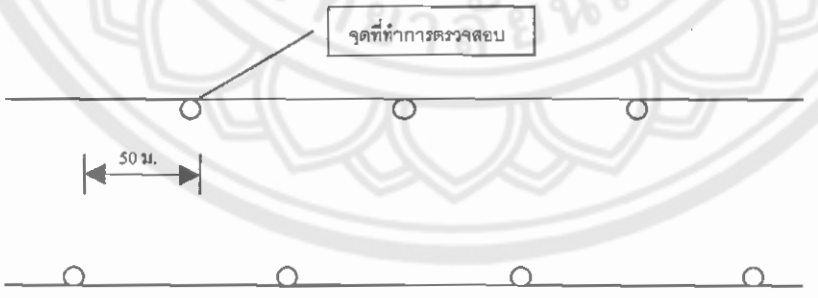
1. การตรวจสอบค่าระดับ

งานรองพื้นทางวัสดุมวลรวม ที่ก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างราบเรียบตามแบบ โดยเมื่อทำการตรวจสอบด้วยบรรทัดตรงยาว 3.00 เมตร ทั้งตามแนวขนานและตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง มีความแตกต่างได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร และต้องมีค่าระดับแตกต่างไปจากค่าที่แสดงไว้ในแบบได้ไม่เกิน 15 มิลลิเมตร การตรวจสอบค่าระดับในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) ทำการตรวจสอบทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่าตามแต่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร และถ้ามีช่วงใดที่ทำการตรวจสอบแล้วได้ค่าที่เกินกว่าที่ยอมให้ ก็ต้องทำการแก้ไข โดยการปาดออก หรือรื้อแล้วก่อสร้างใหม่

2. การทดสอบความแน่นของการบดทับ

งานรองพื้นทางวัสดุมวลรวม จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุด ที่ได้จากการทดลองวัสดุมวลรวม เก็บจากหน้างานในสนามหลังจากคลุกเคล้าผสมและปูบนถนนแล้ว ตาม ทล.-ท.108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน"

การทดสอบความแน่นของการบดทับ ให้ดำเนินการทดสอบตาม ทล.-ท.603 "วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย" ทำการตรวจสอบทุกระยะ 50 เมตร โดยสลับไป-มาทางด้านซ้ายและขวาของถนน ดังภาพ



<u>ภาพแสดงระยะที่ต้องทำการตรวจสอบ</u>

4.2.5 ทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement)

การก่อสร้างชั้นรองใต้ผิวทางคอนกรีตความหนา 10 ซม. บนชั้นรองพื้นทางด้วยทรายที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยการเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.2.5.1 วัสดุ

ทรายที่นำมาใช้ ในการก่อสร้างชั้นทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement) ต้องเป็นวัสดุที่เป็นเม็ดแข็ง ทนทาน สะอาด ปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) แหล่งวัสดุที่ได้รับความเห็นชอบให้นำมาใช้ คือ จากแหล่งวัสดุวัดโบสถ์ และ แหล่งวัสดุเนินมะปราง เนื่องจากว่าเป็นแหล่งวัสดุที่ใกล้ที่สุด และมีคุณภาพตามมาตราฐานกำหนด

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ทำชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ มีขนาดคละที่ดี เมื่อทดลองตาม ทล.-ท.205 "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง" ต้องมีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร ไม่เกินร้อยละ 10

4.2.5.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement) ได้แก่

1. เหล็กแบบ ใช้สำหรับ ทำแบบเพื่อเทคอนกรีต ซึ่งดำเนินการตั้งแบบตั้งแต่ขั้นตอนชั้นทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement)
2. DUMP TRUCK คือ รถบรรทุกซึ่งยกดั้มได้ ใช้สำหรับ ขนทรายซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ทำชั้นรองใต้ผิวทางคอนกรีต มาลงในสถานที่ก่อสร้าง
3. WATER TRUCK คือ รถบรรทุกน้ำ ใช้สำหรับพ่นน้ำเพื่อให้ชั้นดินและเม็ดดินเกิดการประสานตัวกันที่ดี ก่อนที่จะทำการบดอัด
4. MOTOR GRADER คือ รถเกรด ใช้สำหรับเกลี่ยแต่ง และคลุกเคล้าดินที่นำมาถมเพื่อบดอัดชั้นทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement)

5. VIBRATOR คือ รถบดล้อเหล็ก และสามารถเปลี่ยนเป็นรถบดล้อหนามได้ ในชั้นทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement) ใช้รถบดล้อเหล็ก สำหรับบดอัดทรายซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ทำชั้นรองใต้ผิวทางคอนกรีต

4.2.5.3 วิธีการก่อสร้าง

4.2.5.3.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

1. การเตรียมวัสดุ

ทรายจากแหล่งวัสดุเมื่อผ่านการตรวจสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานรองใต้ผิวทางคอนกรีตในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) หากไม่ได้นำมาลงบนชั้นรองพื้นทางที่ได้เตรียมไว้โดยตรงให้กองไว้เป็นกองๆ ให้กองไว้เป็นกอง ๆ ในปริมาณที่พอสมควร ห้ามนำทรายที่ยังไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาลงบนชั้นรองพื้นทาง ที่ได้เตรียมไว้โดยตรง

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) พิจารณาตามความเหมาะสม และต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน โดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ

2. การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ชั้นรองพื้นทาง ที่จะต้องรองรับชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต จะต้องเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ(ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ)

ก่อนลงทราย ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่างๆ เช่น เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน และเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว

4.2.5.3.2 การก่อสร้าง

ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามข้อ 4.2.5.3.1 แล้วจะดำเนินการดังต่อไปนี้ตามลำดับ

1. ดำเนินการตั้งแบบเพื่อเทคอนกรีต ก่อนลงทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต

2. พ่นน้ำชั้น รองพื้นทางที่รองรับทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ด้วยรถ WATER TRUCK (รถบรรทุกน้ำ) เพื่อให้ชั้นดินรองพื้นทาง ประสานตัวกับทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต

3. ขนทรายจากกองวัสดุนำไปปูลงบนชั้นรองพื้นทางด้วยรถ DUMP TRUCK(รถบรรทุกมีดั้ม)

4. ตีแผ่เกลี่ย ด้วยรถ MOTOR GRADER (รถเกรด) และเพิ่มน้ำ โดยใช้รถ WATER TRUCK พ่นน้ำ จนประมาณว่าให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm$3% ซึ่งเป็นปริมาณที่พอเหมาะ

5. หลังจากเกลี่ยแต่งวัสดุจนได้ที่แล้ว ทำการบดทับทันที ด้วย VIBRATOR(รถบดล้อเหล็ก) บดทับให้ทั่วผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอ เกลี่ยแต่งวัสดุให้ได้ ระดับ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ (ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ)

เมื่อได้ก่อสร้างชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต จนได้ความยาวพอเหมาะแล้ว ให้ตรวจสอบค่าระดับ โดยให้มีความหนา 10 ซม. หากผลที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนด ก็ให้ดำเนินการเตรียมการเทคอนกรีตต่อไปได้

4.2.5.4 การตรวจสอบ

1. การตรวจสอบค่าระดับ

งานทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต ที่ก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างราบเรียบตามแบบ โดยเมื่อทำการตรวจสอบด้วยบรรทัดตรงยาว 3.00 เมตร ทั้งตามแนวขนานและตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง มีความแตกต่างได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร และต้องมีค่าระดับแตกต่างไปจากค่าที่แสดงไว้ในแบบได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร การตรวจสอบค่าระดับในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) ทำการตรวจสอบทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่าตามแต่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร และถ้ามีช่วงใดที่ทำการตรวจสอบแล้วได้ค่าที่เกินกว่าที่ยอมให้ ก็ต้องทำการแก้ไข

4.2.6 ผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Pavement)

การก่อสร้างผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก ความหนา 25 ซม. บนชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตที่เตรียมไว้ ด้วยส่วนผสมปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตที่มีคุณภาพตามที่กำหนด ให้ได้แนว และรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.2.6.1 วัสดุ

ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) ใช้คอนกรีตจาก Plant CPAC เนื่องจากเป็น Plant ที่ผลิตคอนกรีตมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้มาตรฐาน โดยทาง CPAC ได้มาตั้ง Plant Concrete ที่หน้างานเพื่อผสมคอนกรีตใช้ในโครงการนี้โดยเฉพาะ

1. คอนกรีตที่ผลิตมีคุณสมบัติดังนี้ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 หรือที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า ก่อนนำมาใช้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพก่อน คอนกรีตที่ใช้ในโครงการมี Strength 350 ksc.

2. เหล็กเสริมในงานผิวทางคอนกรีต เป็นตะแกรงเหล็กเส้น และต้องมีเหล็กเดือย เหล็กยึด และส่วนประกอบอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ปลายแผงตะแกรงลวดเหล็กเส้น จะต้องอยู่ห่างจากขอบของแผงคอนกรีตทุกด้านไม่เกิน 50 มิลลิเมตร ในขณะทำการวางตะแกรงเหล็กเส้นเพื่อก่อสร้างผิวทางคอนกรีต แผงตะแกรงเหล็กเส้นต้องมีลักษณะเป็นแผงเรียบ ไม่ม้วนงอหรือบิดเบี้ยวในทุกทิศทาง

3. เหล็กเดือย เป็นเหล็กเส้นกลม มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กเส้นกลม มาตรฐานเลขที่ มอก.20 มีขนาดและระยะเรียงตามที่แสดงไว้ในแบบ

4. เหล็กยึด เป็นเหล็กข้ออ้อย มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กข้ออ้อย มาตรฐานเลขที่ มอก.24 มีขนาดและระยะเรียงตามที่แสดงไว้ในแบบ

5. ปลอกเหล็กเดือย เป็นโลหะ ที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนจะนำมาใช้งาน ต้องออกแบบให้สวมเหล็กเดือยลึกเข้าไปได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ปลอกเหล็กเดือยจะต้องเป็นแบบที่ไม่โก่ง หรือชำรุดเสียหายในระหว่างการก่อสร้าง การจัดวางจะต้องเป็นไปตามที่กำหนด หนาไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร

6. กระสอบ ใช้ในการบ่มคอนกรีต ต้องทำมาจากป่านหรือปอ และในขณะที่นำมาใช้จะต้องอยู่ในสภาพดีไม่เปรอะเปื้อนดินโคลนหรือวัสดุอื่นใด ซึ่งจะทำให้กระสอบนั้นดูดซึมน้ำได้ไม่ดี ไม่ประกอบด้วยวัสดุที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต เมื่อจุ่มหรือราดน้ำสามารถดูดน้ำได้ดีมีคุณสมบัติตาม AASHTO M 182 : Burlap Cloth made From Jute or Kenaf หรือเทียบเท่า

4.2.6.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่นำมาใช้งาน จะต้องมีสภาพที่ใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ และนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้งานได้ ในระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ ในงานการก่อสร้างผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้แก่

1. TRANSIT คือ รถสำหรับขนคอนกรีตสำเร็จจาก Plant CPAC มาเทหน้างาน
2. CONCRETE PAVER คือ เครื่องปูและแต่งผิวชนิดติดตั้งแบบหล่อ ประกอบด้วย

- เครื่องปูคอนกรีต เป็นแบบที่เลื่อนไปมาบนแบบหล่อหรือบนรางที่ได้ติดตั้งไว้ข้างแบบหล่อได้ด้วยตัวเอง และมีเครื่องเกลี่ยคอนกรีตติดตั้งอยู่เพื่อทำการเกลี่ยคอนกรีตให้แผ่กระจายเต็มผิวหน้าของแบบได้โดยคอนกรีตไม่เกิดการแยกตัว

- เครื่องสั่นสะเทือน จะต้องสั่นสะเทือนให้ได้เต็มความกว้างของแผ่นพื้นคอนกรีตที่หล่อ ประกอบด้วยทุ่นสั่นสะเทือนภายในและแผ่นสั่นสะเทือน เครื่องสั่นสะเทือนนี้ติดตั้งกับเครื่องปูคอนกรีต ขณะทำงานจะต้องระมัดระวังไม่ให้ไปกระทบกับขอบแบบหล่อรอยต่อ เหล็กเดือย หรือเหล็กยึด และส่วนประกอบอื่นๆที่จัดเตรียมไว้

- เครื่องแต่งผิวคอนกรีตตามขวาง เป็นชนิดเลื่อนไปมาตามขวางได้ด้วยตัวเองติดตั้งไว้ ที่เครื่องปูคอนกรีต โดยอยู่ลำดับท้ายสุด ใช้ปาดและแต่งผิวคอนกรีตเพื่อลบรอยคลื่นบางๆ ที่เกิดจากเครื่องสั่นสะเทือน

- เครื่องมือปรับแต่งความเรียบที่ผิวหน้า โดยจะใช้เมื่อเริ่มงานตบแต่งผิวคอนกรีตแล้ว

3. แบบหล่อคอนกรีต แบบหล่อคอนกรีตที่ใช้ต้องมีผนังและขอบตรง ทำด้วยโลหะที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ยกเว้นแบบหล่อที่ใช้ในแนวโค้ง อาจทำด้วยวัสดุอย่างอื่น โดยได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน แบบหล่อต้องมีความสูงมากพอที่จะทำให้ความหนาของผิวทางคอนกรีตได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ การติดตั้งแบบจะต้องทำให้รัดกุม แข็งแรง และจะต้องแน่ใจว่าไม่เกิดการรั่วไหลของคอนกรีตออกนอกแบบ

4.2.6.3 วิธีการก่อสร้าง

4.2.6.3.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

1. การตั้งแบบ ทำการติดตั้งบนชั้นรองพื้นทางในขั้นตอนการทำทรายรองใต้ผิวทาง (Sand Cushion Under Pavement) โดยต้องให้ได้ระดับและแนวตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแนวและระดับผ่านเรียบร้อยแล้ว ให้ทำความสะอาดแบบและทาน้ำมันที่แบบก่อนเทคอนกรีต

2. ชั้นทรายรองใต้ผิวทาง(Sand Cushion Under Pavement) ที่ตบแต่งไว้แล้วนั้นในขณะเทคอนกรีตต้องอยู่ในสภาพที่เรียบ แน่นและมีความชื้นที่พอเหมาะ

4.2.6.3.2 การก่อสร้าง

ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามข้อ 4.2.6.3.1 แล้วจะดำเนินการดังต่อไปนี้ตามลำดับ

1. นำวัสดุจาก Plant CPAC มาลงที่หน้างานโดย TRANSIT (รถสำหรับขนคอนกรีตสำเร็จ)

2. เทคอนกรีตลงบนทรายรองใต้ผิวทางที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว อย่างระมัดระวังอย่าให้คอนกรีตเกิดการแยกตัว และห้ามเทคอนกรีตเป็นกอง ให้ค่อยๆไล่เทไปโดยชั้นแรกที่เทต้องประมาณว่าเกลี่ยแต่งแล้ว ให้เหลือไว้ 50 มิลลิเมตร

3. หลังจากเทคอนกรีตลงบนทรายรองใต้ผิวทางเรียบร้อยแล้ว จากนั้นใช้ CONCRETE PAVER เพื่อทำการเกลี่ยแต่ง เพื่อให้คอนกรีตได้ระดับ

4. วางตะแกลงเหล็กเส้น ลงบนคอนกรีตที่เกลี่ยแต่งแล้ว ซึ่งมีระดับต่ำกว่าแบบ 50 มิลลิเมตร

5. เทคอนกรีตลงบนคอนกรีตชั้นแรกที่วางตะแกรงเหล็กเส้นเรียบร้อยแล้ว

6. ใช้ ชุดเครื่องมือ CONCRETE PAVER ประกอบด้วยลำดับการทำงานดังนี้ เครื่องเกลี่ยคอนกรีตให้ได้ระดับและทั่วถึง เครื่องสั่นสะเทือนมี หุ่นสั่นสะเทือนทำให้คอนกรีตแน่นและเข้าไปตามช่องว่างอย่างทั่วถึง เครื่องแต่งผิวคอนกรีตตามขวางใช้ปาดแต่งผิวคอนกรีตให้เรียบ จากนั้นเก็บรายละเอียดอีกครั้งด้วยไม้ซึ่งได้ระดับตามข้อกำหนด

7. เมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัว ใช้คราดคราดตามขวางของผิวทางคอนกรีตเพื่อให้ถนนมีแรงเสียดทาน

8. ทำการก่อสร้างรอยต่อ(จะแสดงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป)

9. หลังจากกวาดและแต่งคอนกรีตเสร็จแล้ว ให้รีบทำการบ่มคอนกรีต โดยการใช้กระสอบชุบน้ำ และราดน้ำ บ่มประมาณ 14 วัน - 28 วัน พิจารณาตามความเหมาะสม และได้รับความเห็นชอบจาก นายช่างผู้ควบคุมโครงการ

10. ให้ทำการรื้อแบบได้เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 12 ชั่วโมง การรื้อแบบต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นพื้นคอนกรีตนั้น

4.2.6.4 การตรวจสอบ

1. การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของผิวคอนกรีต

เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วให้วัดสอบผิวหน้าทั้งหมด โดยเฉพาะที่รอยต่อด้วยบรรทัดตรงยาว 3.00 เมตร การวัดให้วัดติดต่อกันไปโดยเลื่อนบรรทัดไปทีละ 1.50 เมตร และมีระยะเหลื่อมกัน 1.50 เมตร ถ้าผิวหน้าตอนใดเมื่อวัดสอบเกินกว่า 3.5 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 7 มิลลิเมตร ก็ให้ทำเครื่องหมายไว้ และใช้เครื่องฝนคอนกรีตที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว รีบฝนออกให้ต่ำลงจนกระทั่งความไม่สม่ำเสมอนั้นเหลือไม่เกิน 3.5 มิลลิเมตร

2. การทดสอบความต้านแรงของคอนกรีต

ในระหว่างการเทคอนกรีตนายช่างผู้ควบคุมงานจะเก็บตัวอย่างคอนกรีตโดยให้ผู้รับจ้างหล่อแท่งตัวอย่างเพื่อเก็บไว้ทดสอบความต้านทานของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน การเก็บตัวอย่างคอนกรีตให้ดำเนินการตาม ทล.-ม. 302 "มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตสดในสนาม" สำหรับการบ่มแท่งตัวอย่างคอนกรีตให้ทำการบ่มในสภาวะเดียวกับการบ่มพื้นผิวทางคอนกรีต

3. การทดสอบความต้านแรงอัด

การเก็บตัวอย่างเพื่อการทดสอบความต้านทานแรงอัดให้เก็บตัวอย่างอย่างน้อย 1 ครั้งต่อคอนกรีตที่เท 100 ลูกบาศก์เมตร หรือทุก ๆ ครั้งที่มีการเทคอนกรีต (ในกรณีที่เทน้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เมตร) นำตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บแต่ละครั้งมาหล่อแท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์ขนาด 150*150*150 มิลลิเมตร ตาม ทล.-ม. 303 "มาตรฐานการหล่อแท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์" จำนวน 3 แท่ง (1ชุด) เพื่อเก็บไว้ทดสอบความต้านแรงอัด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีการทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก. 409

ผลการทดสอบเมื่อแท่งคอนกรีตมีอายุครบ 28 วันของแต่ละชุด จะต้องให้ค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 32 เมกะพาสคัล หรือที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งคอนกรีตที่ให้ค่าความต้านแรงอัดต่ำกว่า 32 เมกะพาสคัล หรือที่กำหนดไว้ในแบบ ได้ไม่เกิน 1 แท่ง แต่ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของค่าที่กำหนด

ในกรณีที่ผลการทดสอบให้ค่าความต้านแรงอัดต่ำกว่าค่าที่กำหนดและผู้รับจ้างไม่ประสงค์ที่จะขอเจาะตัวอย่างในสนามมาทดสอบหาความต้านแรงอัดใหม่ นายช่างผู้ควบคุมงานมีอำนาจสั่งรื้อแล้วให้เทคอนกรีตช่วงที่รื้อใหม่ได้

ค่าใช้จ่ายในกานดำเนินการทั้งหมดนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

4. การทดสอบความต้านทานแรงดัด

การเก็บตัวอย่างเพื่อการทดสอบความต้านแรงดัดให้เก็บอย่างน้อย 1 ครั้งต่อคอนกรีตที่เท 100 ลูกบาศก์เมตร หรือทุก ๆ ครั้งที่มีการเทคอนกรีต (ในกรณีที่เทน้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เมตร) นำตัวอย่างที่เก็บแต่ละครั้งมาหล่อแท่งคอนกรีตรูปคานขนาด 150*150*600 มิลลิเมตร ตาม ทล.-ม.305 "มาตรฐานการหล่อแท่งคอนกรีตรูปคาน" จำนวน 3 แท่ง (1 ชุด) เพื่อเก็บไว้ทดสอบหาค่าความต้านแรงดัด ตาม AASHTO T 97 : Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

ผลการทดสอบเมื่อแท่งคอนกรีตอายุครบ 28 วัน ของแต่ละชุดจะต้องให้ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 4.2 เมกะพาสคัล หรือที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้อนุญาตให้ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งคอนกรีตที่ให้ค่าความต้านแรงดัดต่ำกว่า 4.2 เมกะพาสคัล หรือที่กำหนดไว้ในแบบ ได้ไม่เกิน 1 แท่ง แต่ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของค่าที่กำหนด

ในกรณีที่ผลการทดสอบแท่งคอนกรีตหล่อค่าความต้านแรงดัดต่ำกว่าค่าที่กำหนด และผู้รับจ้างไม่ประสงค์ที่จะขอตัดตัวอย่างในสนามมาทดสอบหาความต้านแรงดัดใหม่ นายช่างผู้ควบคุมงานมีอำนาจสั่งรื้อแล้วให้เทคอนกรีตช่วงที่รื้อใหม่ได้

ค่าใช้จ่ายในกานดำเนินการทั้งหมดนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

4.2.7 งานก่อสร้างรอยต่อ (Joint)

งานรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) มี 4 ชนิด ดังนี้

1. Longitudinal Joint (รอยต่อตามยาว) แบ่งรอยต่อตามความยาวของถนน ทำหน้าที่ช่วยป้องกันการแตกร้าวของผิวทางคอนกรีตเนื่องมาจากแรงห่อตัว ขณะเดียวกันก็ใช้แบ่งช่องจราจรระหว่างรอยต่อมีเหล็กยึดเรียกว่า Tie Bar

2. Contraction Joint (รอยต่อเพื่อการหดตัว) ทำหน้าที่ บังคับให้รอยแตกในแผ่นคอนกรีต (Crack) เกิดตรงจุดที่ต้องการ และถ้ามีการแตกร้าวก็จะเกิดอย่างเป็นระเบียบ

3. Expansion Joint (รอยต่อเพื่อการขยายตัว) ทำหน้าที่ ป้องกันไม่ให้ถนนได้รับความเสียหายเนื่องจากการหดตัวและขยายตัวของแผ่นคอนกรีต เมื่อได้รับอุณหภูมิแตกต่างกัน

4. Dummy Joint (รอยต่อก่อสร้าง) คือรอยต่อที่จะต้องหยุดการเทคอนกรีตหลังจากสิ้นสุดการทำงานในแต่ละวัน หรือในช่วงที่มีเหตุจำเป็นต้องจะต้องหยุดการทำงานบางครั้งเรียกว่า Contruction Joint

รอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต ต้องได้รูปและเป็นไปตามข้อกำหนด

4.2.7.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในงานรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) ต้องเป็นไปตามแบบ และมีคุณภาพตามมาตราฐานกำหนด วัสดุในงานรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตมีดังนี้

1. เหล็กเดือย (Dowel Bar) เสริมตรงรอยต่อประเภท Contraction Joint , Dummy Joint และ Expansion Joint ทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักของล้อระหว่างรอยต่อของแผ่นคอนกรีต เหล็กเดือยเป็นเหล็กเส้นกลม มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กเส้นกลม มาตรฐานเลขที่ มอก.20 มีขนาดและระยะเรียงตามที่แสดงไว้ในแบบ

2. เหล็กยึด (Tie Bar) ใช้ยึดรอยต่อใน Longitudinal Joint เป็นเหล็กข้ออ้อย เนื่องจากต้องการแรงยึดเกาะสูง ป้องกันไม่ให้แผ่นคอนกรีตแยกหลุดออกจากกัน เหล็กยึดเป็นเหล็กข้ออ้อย มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กข้ออ้อย มาตรฐานเลขที่ มอก.24 มีขนาดและระยะเรียงตามที่แสดงไว้ในแบบ

3. ปลอกเหล็กเดือย เป็นโลหะ ที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนจะนำมาใช้งาน ต้องออกแบบให้สวมเหล็กเดือยลึกเข้าไปได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ปลอกเหล็กเดือยจะต้องเป็นแบบที่ไม่โก่ง หรือชำรุดเสียหายในระหว่างการก่อสร้าง การจัดวางจะต้องเป็นไปตามที่กำหนด หนาไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร

4. วัสดุทารอยต่อ ต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการไหลแทรกซึมเข้าไปในรูพรุนของคอนกรีตได้สูง เมื่อทดลองทาทาบทับไปบนผิวคอนกรีตจะต้องแห้งภายใน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25°C ห้ามใช้แอสฟัลต์อิมัลชันเป็นวัสดุทารอยต่อ วัสดุอื่นใดที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุทารอยต่อได้ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อน

5. วัสดุยาแนวรอยต่อ เป็นชนิดเทร้อน มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบยืดหยุ่นชนิดเทร้อน มาตรฐาน มอก. เลขที่ 479 และได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

4.2.7.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานก่อสร้างรอยต่อ ได้แก่

1. เลื่อยตัดรอยต่อ สำหรับตัดรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต โดยเลื่อยที่ใช้ตัดรอยต่อจะต้องเป็นเครื่องที่มีกำลังสูงเพียงพอ สามารถตัดให้ได้ความลึกตามต้องการได้อย่างรวดเร็วโดยใช้ใบเลื่อยหัวเพชรหรือใบเลื่อยหัวกลมชนิดแข็งอื่นใด ต้องจัดให้มีน้ำหล่อเลี้ยงขณะตัด และผู้รับจ้างต้องเตรียมเลื่อยอีกอย่างน้อยหนึ่งเครื่องสำรองไว้ที่หน้างาน ในขณะที่ทำการตัดรอยต่อย

2. เครื่องเป่าลม สำหรับทำความสะอาดรอยต่อที่ทำการตัดด้วยเลื่อยตัดรอยต่อ เรียบร้อยแล้ว

3. แปรงทาสี สำหรับทาวัสดุทารอยต่อหลังจากทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว

4. เครื่องหยอด วัสดุยาแนวรอยต่อชนิดเทร้อน สำหรับหยอดวัสดุยาแนวที่รอยต่อหลังจากทาวัสดุทารอยต่อเรียบร้อยแล้ว

4.2.7.3 วิธีการก่อสร้าง

1. Expansion Joint (รอยต่อเพื่อการขยายตัว) วัสดุที่ใช้สำหรับทำเป็นรอยต่อเพื่อขยายตามขวางจะต้องประกอบนอกช่องที่จะเทคอนกรีต และจะต้องประกอบให้เสร็จเรียบร้อยก่อนนำมาติดตั้งในแบบ วัสดุอุดรอยต่อแต่ละชุดจะต้องประกอบด้วยแผงสำหรับยกที่ให้ติดตั้งในที่ หรือสิ่งอื่นที่ได้รับความเห็นชอบให้ใช้แทนได้ วัสดุอุดรอยต่อขนาดตามที่กำหนด ปลอกเหล็กเดือยหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร ทำด้วยโลหะหรือวัสดุสังเคราะห์ที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน และมีช่องว่างภายในระหว่างปลายเหล็กเดือยถึงก้นปลอกไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร เหล็กเดือยซึ่งขนาดและความยาวถูกต้องติดตั้งไว้ตามตำแหน่งที่ต้องการ ปลอกเหล็กเดือยและสิ่งที่ช่วยรองรับและยึดเหล็กเดือยให้มีระยะถูกต้องติดตั้งไว้ที่ปลายหรือใกล้ปลายของเหล็กเดือย

ปลอกเหล็กเดือยอาจจะแยกเป็นอีกส่วนต่างหาก หรือติดรวมกันเป็นส่วนของแผงสำหรับยกก็ได้ ให้ทำความสะอาดสำหรับยกปลอกเหล็กเดือยแต่ละท่อน ให้ทาสีทาน้ำมันทาก่อนแล้วทาทับด้วยจาระบีอีกชั้นหนึ่งก็ได้ หรือวัสดุอื่นใดที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสมที่จะช่วยป้องกันมิให้คอนกรีตยึดหน่วงปลายเหล็กเดือย ให้สวมปลอกเหล็กเดือยเข้าที่ปลายเหล็กเดือยข้างที่ทาแล้วทุกปลาย แล้วอุดด้วยวัสดุที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำปูนไหลเข้าไปในปลายเหล็กเดือยและช่วยให้เหล็กเดือยอยู่ตรงกลางของปลอกเหล็กเดือย

ที่รองรับและยึดเหล็กเดือย จะต้องเป็นแบบที่จัดทำไว้ให้สามารถยึดเหล็กเดือยให้อยู่ในแนวที่ถูกต้องทั้งทางดิ่งและทางราบ โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ต่อระยะ 100 มิลลิเมตร

เมื่อนำส่วนต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน ขอบบนของแผงสำหรับยกจะต้องสูงกว่าขอบบนของแผ่นวัสดุอุดรอยต่อประมาณ 5 มิลลิเมตร วัสดุอุดรอยต่อจะต้องอยู่แนวดิ่ง เมื่อเหล็กเดือยอยู่ในแนวราบ ผิวหน้าของแผ่นวัสดุอุดรอยต่อจะต้องอยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางถนน และยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร ในช่วงความกว้างของช่องทางจราจร I ช่องเหล็กเดือย ทุกอันจะต้องขนานกันและจะต้องตั้งฉากกับผิวหน้าของวัสดุอุดรอยต่อ

การติดตั้งส่วนประกอบวัสดุอุดรอยต่อทั้งชุดนี้ ให้แผงสำหรับยกอยู่ทางด้านที่ไม่ได้เทคอนกรีตขอบบนของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องต่ำกว่าระดับผิวคอนกรีตที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ขอบล่างตั้งอยู่บนหรือฝังลงไปในชั้นทางเล็กน้อยและจะต้องอยู่ในแนวดิ่ง ให้ตอกหมุดยึดส่วนประกอบวัสดุอุดรอยต่อทั้งชุดให้มั่นคงแข็งแรง และอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตลอดเวลาการก่อสร้าง

หมุดยึดจะต้องมีรูปตัดและความยาว ตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ถ้าเป็นโลหะรูปตัว U ความหนาของโลหะนั้น จะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร หมุดยึดจะต้องยาว 400 มิลลิเมตร หรือมากกว่าถ้าจำเป็น เพื่อตอกยึดส่วนประกอบให้มีความมั่นคงแข็งแรง

ส่วนประกอบวัสดุอุดรอยต่อและการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบ และความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนที่จะเริ่มเทคอนกรีต

Contraction Joint (รอยต่อเพื่อการหดตัว) ให้ทำรอยต่อเพื่อการหดตามขวางโดยใช้เลื่อยตัดให้เป็นรองลงไปจากผิวของคอนกรีต เพื่อทำให้เกิดระนาบที่มีความแข็งแรงน้อยลง รอยต่อแบบนี้จะรวมไปถึงเหล็กเดือยสำหรับถ่ายน้ำหนักด้วย ถ้ามีระบุไว้ในแบบ

ระนาบที่มีความแข็งแรงน้อยลง การทำร่องสำหรับระนาบดังกล่าวให้ใช้เลื่อยตัดหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 6 ชั่วโมง แนวร่องจะต้องตั้งได้ฉากกับแนวศูนย์กลางถนน และจะต้องได้แนวที่ถูกต้องซึ่งยอมให้คาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร ต่อความกว้างของแผ่นพื้นคอนกรีตนั้น

โดยปกติให้เริ่มทำการตัดรอยต่อเพื่อการหดในระหว่าง 6-24 ชั่วโมง หลังจากเทคอนกรีตแล้วโดยให้เริ่มทำการตัดรอยต่อที่มีระยะห่างกันประมาณ 30 เมตร ให้เสร็จก่อนที่คอนกรีตจะมีรอยแตกร้าวเพราะการหดตัว และแนวรอยต่อที่อยู่ระหว่างรอยต่อที่ได้ตัดไปแล้วนั้นให้จัดการทำให้เสร็จก่อนสิ้นสุดระยะเวลาการบ่มคอนกรีต หรือหลังจากนั้นเล็กน้อย

ความกว้าง และความลึกของรอยต่อที่ใช้เลื่อยตัดจะต้องลึกไม่น้อยกว่า 1 ใน 4 ของความหนาของแผ่นคอนกรีต ความกว้างของรอยต่อจะต้องไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

รอยต่อที่ตัดแล้วแตกหักหรือหินหลุดเสียหาย ให้ทำการซ่อมแซมรอยต่อ โดยใช้วัสดุอีพอกซีอุดและตกแต่งให้ตรงแนวและเรียบร้อย ตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

Longitudinal Joint(รอยต่อตามยาว) ต้องก่อสร้างรอยต่อตามยาวให้เป็นไปตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ โดยใช้เลื่อยตัดให้เป็นร่องเพื่อทำให้เกิดระนาบที่มีความแข็งแรงน้อยลง

เหล็กยึดที่รอยต่อตามยาว ต้องวางให้ตั้งได้ฉากกับแนวรอยต่อ และอยู่ในตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบ ห้ามทาสีหรือทาด้วยยางแอสฟัลต์ หรือวัสดุอื่นใดที่เหล็กยึด ในกรณีที่แผ่นพื้นคอนกรีตในช่องที่ติดกันนั้นสร้างไม่พร้อมกัน ให้ใช้แบบเหล็กแบบลิ้นรางตลอดความยาวของรอยต่อก่อสร้างเหล็กยึดอาจจะงอให้ตั้งฉากกับแบบได้ก็ต่อเมื่อได้หล่อคอนกรีตช่องแรกเสร็จแล้วหลังจากนั้นให้ดัดให้ตรงอย่างเดิม ก่อนที่จะทำการหล่อแผ่นพื้นคอนกรีตในช่องที่อยู่ถัดไป

Dummy Joint (รอยต่อก่อสร้าง) รอยต่อก่อสร้างตามขวางจะเป็นแบบต่อชน หรือเป็นแบบลิ้นรางก็ได้ และให้มีเหล็กเดือยตรงบริเวณที่ทำรอยต่อก่อสร้างตามขวาง รอยต่อก่อสร้างตามขวางจะทำตรงที่เป็นรอยต่อระหว่างคอนกรีตเก่ากับคอนกรีตใหม่ โดยปกติจะทำตรงที่สิ้นสุดการเทคอนกรีตตลอดช่วงความยาวของแผ่นพื้นคอนกรีตแผ่นสุดท้ายในแต่ละวัน

ในกรณีเหตุฉุกเฉิน ต้องหยุดเทคอนกรีตนานเกินกว่า 30 นาที ให้ทำรอยต่อก่อสร้างตามขวางทันที ห้ามทำรอยต่อก่อสร้างตามขวางภายในระยะ 3 เมตร ใกล้กับรอยต่อเพื่อการขยายตัวรอยต่อเพื่อการหดตัวหรือระนาบที่มีความแข็งแรงน้อยลงทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.2.7.4 การตรวจสอบ

การตรวจสอบทำในขั้นตอนการตรวจสอบการก่อสร้างผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็กดังได้กล่าวมาแล้ว

4.2.8 งานไหล่ทางหินคลุก (Crushed Rock Shoulder)

การก่อสร้างชั้นไหล่ทางหินคลุก (Crushed Rock Shoulder) หนา 20 ซม. บนชั้นรองพื้นทางซึ่งมีการลงทรายบนชั้นรองพื้นทาง ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ด้วยวัสดุหินคลุกที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยการเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ได้ แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.2.8.1 วัสดุ

วัสดุหินคลุกต้องเป็นหินโม่มวลรวม (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base) ที่มีเนื้อแข็ง เหนียว สะอาด ไม่ผุ และปราศจากวัสดุเจือปน ในโครงการทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) ใช้วัสดุจากแหล่งวัสดุวัดโบสถ์ และแหล่งวัสดุเนินมะปราง เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดและอยู่ใกล้ที่สุด

พื้นทางหินคลุกจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีค่าความสึกหรอ เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 202 "วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion" ไม่เกินร้อยละ 40

2. มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 213 "วิธีการทดลองหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม" โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ แล้วไม่เกินร้อยละ 9

3. ส่วนละเอียด (Fine Aggregate) ต้องเป็นวัสดุชนิดและคุณสมบัติเช่นเดียวกันกับส่วนหยาบ (Coarse Aggregate)

หากมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุส่วนละเอียดชนิดอื่นเจือปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงเสียก่อน

4. ขนาดคละที่ดี เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 205 "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง" ต้องมีขนาดตามข้อกำหนด

5. ส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร ต้องไม่มากกว่าสองในสาม (2/3) ของส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.425 มิลลิเมตร

6. มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 102 "วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L.) ของดิน" ไม่เกินร้อยละ 25

7. มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 103 "วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index" ไม่เกินร้อยละ 6

8. มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 109 "วิธีการทดลองเพื่อหาค่า CBR" ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 สำหรับผิวทางแบบแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จาการทดลองตาม ทล.-ท. 108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตราฐาน" (Modified)

4.2.8.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาดและอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานไหล่ทางหินคลุก ได้แก่

1. DUMP TRUCK คือ รถบรรทุกซึ่งยกดั้มได้ ใช้สำหรับ ขนวัสดุหินคลุกมาลงในสถานที่ก่อสร้างเพื่อจะทำการบดอัดชั้นไหล่ทางหินคลุก

2. WATER TRUCK คือ รถบรรทุกน้ำ ใช้สำหรับพ่นน้ำเพื่อให้ชั้นวัสดุเกิดการประสานตัวกัน ก่อนที่จะทำการบดอัด

3. MOTOR GRADER คือ รถเกรด ใช้สำหรับเกลี่ยแต่ง และคลุกเคล้าวัสดุหินคลุกที่นำมาถมเพื่อบดอัดเป็นชั้น ไหล่ทางหินคลุก

4. TIRE ROLLER คือ รถบดล้อยาง ใช้สำหรับบดอัด เนื่องจากรถบดล้อยางมีหลายล้อและมีความยืดหยุ่น ทำให้วัสดุเกิดการเรียงเม็ดกัน

5. VIBRATOR คือ รถบดล้อเหล็ก และสามารถเปลี่ยนเป็นรถบดล้อหนามได้ ใช้รถบดล้อเหล็ก สำหรับบดอัดดิน ในชั้น ไหล่ทางหินคลุก เพื่อทำให้วัสดุมีความหนาแน่นตามต้องการ

4.2.8.3 วิธีการก่อสร้าง

4.2.8.3.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

1. การเตรียมวัสดุ

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุ ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) พิจารณาตามความเหมาะสม และต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน โดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ

วัสดุหินคลุกจากแหล่งเมื่อผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานไหล่ทางหินคลุก หากไม่ได้นำมาใช้ในทันทีให้กองไว้เป็นกอง ๆ ในปริมาณที่พอสมควร

2. การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ชั้นรองพื้นทางซึ่งมีทรายปูแล้ว ที่จะต้องรองรับชั้นไหล่ทางหินคลุกจะต้องเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ)

ก่อนลงวัสดุหินคลุก ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่างๆ เช่น เครื่องจักรและเครื่องมือในการทำงาน และเครื่องหมายในการควบคุมการจราจรที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว

4.2.8.3.2 การก่อสร้าง

ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามข้อ 4.2.8.3.1 แล้วจะดำเนินการดังต่อไปนี้ตามลำดับ

1. พ่นน้ำชั้นรองพื้นทางซึ่งปูด้วยทรายแล้ว ให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ด้วยรถ WATER TRUCK (รถบรรทุกน้ำ) เพื่อให้ชั้นวัสดุ เกิดการประสานตัวกัน

2. ขนวัสดุหินคลุกจากกองวัสดุไปปูลงบนชั้นรองพื้นทางซึ่งปูด้วยทรายแล้ว ด้วยรถ DUMP TRUCK(รถบรรทุกมีดั้ม)

3. ตีแผ่เกลี่ยวัสดุหินคลุก คลุกเคล้า ผสมน้ำ ด้วยรถ MOTOR GRADER (รถเกรด) โดยที่ประมาณว่าให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm$ 2% ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องใช้รถ WATER TRUCK พ่นน้ำนำก่อน และทำควบคู่กันไป

4. หลังจากเกลี่ยแต่งวัสดุมวลรวมจนได้ที่แล้ว ทำการบดทับทันที โดยต้องทำการบดด้วย TIRE ROLLER(รถบดล้อยาง) ก่อนเพื่อให้วัสดุมวลรวมเรียงตัวกัน การบดอัดจะได้มีความหนาแน่นสูงตามต้องการ

5. หลังจากบดทับด้วย TIRE ROLLER เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการด้วยบดอัดด้วย VIBRATOR(รถบดล้อเหล็ก)ทันที

บดทับให้ทั่วผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอจนได้ความแน่นตลอดความหนาตามข้อกำหนด เกลี่ยแต่งวัสดุมวลรวมให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ดูรูปตัดโครงสร้างของถนน ประกอบ) ไม่มีหลุมบ่อหรือวัสดุหลุดหลวมไม่แน่นอยู่บนผิว

4.2.8.4 การตรวจสอบ

1. การตรวจสอบค่าระดับ

งานไหล่ทางหินคลุก ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างราบเรียบตามแบบ โดยเมื่อทำการตรวจสอบด้วยบรรทัดตรงยาว 3.00 เมตร ทั้งตามแนวขนานและตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง มีความแตกต่างได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร และมีค่าระดับแตกต่างไปจากค่าระดับที่กำหนดไว้ในแบบได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร การตรวจสอบค่าระดับให้ทำทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า ตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ตอนใดที่ผิดไปจากนี้ให้แก้ไข โดยการปาดออกหรือรื้อแล้วก่อสร้างใหม่

2. การทดสอบความแน่นของการบดทับ

งานไหล่ทางหินคลุก จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุด ที่ได้จากการทดลองตัวอย่างหินคลุก เก็บจากหน้างานในสนาม

หลังจากคลุกเคล้า ผสมและปูลงบนถนนแล้ว ตาม ทล.-ท. 108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตราฐาน"

การทดสอบความแน่นของการบดทับ ให้ดำเนินการทดสอบตาม ทล.-ท. 603 "วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย" ทุกระยะประมาณ 25 เมตร

4.2.9 งานไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder)

การก่อสร้างไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) ความหนา 5 ซม. โดยปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับบนชั้นไหล่ทางหินคลุก ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ให้ได้แนว และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.2.9.1 วัสดุ

ในโครงการทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์-พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร-มหาวิทยาลัยนเรศวร) ใช้ Asphalt Concrete จาก Plant ที่นครสวรรค์ เนื่องจากเป็นงานต่อเนื่องมาจากนครสวรรค์ และระยะทางและเวลาที่ขนส่ง ยังอยู่ในข้อกำหนด ซึ่งถ้าทำการย้าย Plant มาที่ พิษณุโลก จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการ รื้อถอนและก่อสร้าง Plant ใหม่ จึงเลือกใช้ Plant ที่นครสวรรค์ ตามเดิม โดย Asphalt Concrete ที่ผลิตได้เป็นไปตามข้อกำหนดและผลิตไว้ใช้ในโครงการโดยเฉพาะ

4.2.9.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาดและอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) ได้แก่

1. TRAILER คือรถสำหรับขน Asphalt Concrete จาก Plant มาลงที่หน้างาน
2. ASPHALTIC PAVER คือเครื่องปู Asphalt Concrete
3. CHIP SPREADER รถที่ใช้ทำ Prim Coat ก่อนทำการปู Asphalt Concrete
4. VIBRATOR คือ รถบดล้อเหล็ก และสามารถเปลี่ยนเป็นรถบดล้อหนามได้ รถบดล้อเหล็ก ใช้สำหรับบดอัดชั้นไหล่ทาง Asphalt Concrete เพื่อทำให้วัสดุมีความหนาแน่นตาม

ต้องการ โดยรถบดล้อเหล็กที่ใช้ในงาน ไหล่ทาง Asphalt Concrete จะใช้ล้อขนาดเล็กกว่าการบดอัดงานดินทั่วไป

5. TIRE ROLLER คือ รถบดล้อยาง ใช้สำหรับบดอัด เนื่องจากรถบดล้อยางมีหลายล้อและมีความยืดหยุ่น ทำให้วัสดุเกิดการเรียงเม็ดกัน มีผลให้ไม่มีช่องว่าง จะทำให้การบดอัดชั้นได้ความหนาแน่นสูง ซึ่งในงาน Asphalt Concrete นี้ รถบดล้อยางต้องมีการ พ่นน้ำด้วย เพื่อลดอุณหภูมิ ล้อที่ใช้ต้องเป็นล้อใหม่ มีดอกสม่ำเสมอ

6. WATER TRUCK คือ รถบรรทุกน้ำ ต้องอยู่ในสภาพดี มีท่อพ่นน้ำและอุปกรณ์ฉีดน้ำที่ใช้การได้ดี

7. FARM TRACTOR คือ รถไถนา ซึ่งติดตั้งเครื่องกวาดฝุ่น เป็นไม้กวาดแบบหมุน

8. BLOWER คือเครื่องเป่าลม ต้องให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

4.2.9.3 วิธีการก่อสร้าง

4.2.9.3.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

1. การเตรียมวัสดุ

ต้องจัดเตรียมสั่ง Asphalt Concrete จาก Plant ให้พอเพียง และทันต่อเวลาในการทำการก่อสร้าง Asphalt Concrete ที่นำมาใช้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

เครื่องจักรเครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องได้รับการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ ตามรายการและวิธีการที่กำหนดและนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักรเครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิด ต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะอำนวยให้การก่อสร้างไหล่ทาง Asphalt Concrete ดำเนินไปโดยต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

2. การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ชั้นไหล่ทางหินคลุก จะต้องราบเรียบสม่ำเสมอได้ระดับ และความลาดตามรูปแบบ ก่อนทำชั้น ไหล่ทาง Asphalt Concrete ทับ กรณีที่ชั้นไหล่ทางหินคลุกมีความเสียหาย เป็นคลื่น เป็นหลุมบ่อ มีจุดอ่อนตัว หรือไม่ถูกต้องตามรูปแบบให้แก้ไขให้ถูกต้องก่อน โดยได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน

ชั้นไหล่ทางหินคลุก ต้องผ่านการทำความสะอาด จาก เครื่อง FARM TRACTOR ซึ่งติดตั้งเครื่องกวาดฝุ่น และ BLOWER เป่าลม ให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาดปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ

ทำชั้น Prime Coat ที่ไหล่ทางหินคลุก รอจนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของ Asphalt ที่ใช้ทำ Prime Coat ก่อน จึงทำชั้นไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) ทับ

4.2.9.3.2 การก่อสร้าง

ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามข้อ 4.2.9.3.1 แล้วจะดำเนินการดังต่อไปนี้ตามลำดับ

1. นำ Asphalt Concrete จาก Plant มาลงหน้างาน ด้วยTRAILER(รถสำหรับขน Asphalt Concrete)
2. ปู Asphalt Concrete ด้วยเครื่อง ASPHALT PAVER
3. ทำการบดทับทันทีหลังจากปู Asphalt Concrete แล้ว ซึ่งมีอุณหภูมิ 120°C - 150°C ด้วยรถบดล้อยาง และต้องมีการพ่นน้ำให้ล้อยางด้วยในขณะบดอัด เพื่อไม่ให้ Asphalt Concrete ซึ่งมีอุณหภูมิสูงติดล้อยาง การพ่นน้ำที่ล้อจะหยุดเมื่อเห็นว่าสมควรแล้ว
4. ทำการบดทับด้วยรถบดล้อเหล็ก ซึ่งวิ่งตามรถบดล้อยาง

ทำการบดทับไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) จนกระทั่งมีความหนาแน่น ความเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับ และความลาดตามแบบ ชั้นไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) เมื่อแล้วเสร็จต้องไม่มีรอยแตก รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง รอยคลื่น รอยล้อรถบด หรือความเสียหายของผิวชั้นไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder)

4.2.9.4 การตรวจสอบ

1. การตรวจสอบลักษณะผิว

ชั้นไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้ระดับความลาดตามแบบ มีลักษณะผิว และลักษณะการบดทับที่สม่ำเสมอ ไม่ปรากฏความเสียหาย เช่น รอยฉีก ผิวหน้าหลวมหรือแยกตัว เป็นคลื่น หรือความเสียหายอื่นๆ หากตรวจสอบแล้วปรากฏความเสียหายดังกล่าว จะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่นายช่างควบคุมเห็นสมควร

2. การตรวจสอบความเรียบที่ผิว

เมื่อใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบ วางบนผิวชั้นไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) ในแนวตั้งฉากและในแนวขนานกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวของชั้นไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) ภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบจะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3. การตรวจสอบความแน่น

การตรวจสอบความแน่นของชั้นไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Shoulder) ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จากการเปรียบเทียบค่าความแน่นของตัวอย่างชั้นไหล่ทาง Asphalt Concrete กับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลองตาม ทล. –ท. 604 "วิธีการทดลอง Asphalt Concrete โดยวิธี Marshall"โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง

จากการศึกษางานในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์-พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร-มหาวิทยาลัยนเรศวร) ทำให้ทราบว่าในการก่อสร้างโครงสร้างถนนแต่ละชั้นตามลำดับขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น ระยะทางที่เหมาะสมในการก่อสร้างถนน ต่อเครื่องจักร 1 ชุด คือ 300 เมตร- 400 เมตร เนื่องจากถ้าทำในระยะทางมากกว่านี้จะทำให้ผลงานออกมาไม่ได้คุณภาพ และถ้าทำในระยะทางน้อยกว่านี้ถึงแม้ได้งานมีคุณภาพดีแต่ก็สิ้นเปลืองเมื่อเทียบกับปริมาณงานที่ได้

4.2.10 การก่อสร้างสะพาน (Bridge)

ในการก่อสร้างสะพานในโครงการทางหลวงหลายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) มีการก่อสร้างจำนวน 5 แห่ง โดยเป็นการก่อสร้างสะพานคอนกรีตอัดแรง (Prestressed concrete bridge) 1 แห่ง และสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กอีก 4 แห่ง

โดยสะพานคอนกรีตอัดแรง (Prestressed concrete bridge) เป็นสะพานข้ามแม่น้ำยมที่ก่อสร้างใหม่มี ความยาว 330 เมตร ปัจจัยที่ใช้เป็นคอนกรีตอัดแรงเนื่องจาก มีราคาต่ำ การซ่อมและบำรุงถูก มีความคงทนและมีความงามดึงดูดใจผู้พบเห็นได้

สะพานข้ามแม่น้ำยม ถือว่าเป็นสะพานช่วงสั้น (Short span bridge) เป็นชนิดหล่อก่อน ซึ่งต้องคำนึงถึงรอยต่อ สำหรับสะพานช่วงสั้น (Short span bridge) ในโครงการทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) จะสั่งทางบริษัทที่กรุงเทพ ฯ หล่อมาก่อนทุกชิ้นส่วน ยกเว้น I – girder จะหล่อที่หน้างาน นอกนั้น T – girder , Flat slabs รูปตัวยูคว่ำ พื้นรองหัวเสา (Deck slab) เพื่อวางคานเหนือขึ้นไปจะหล่อก่อน

ส่วนสะพานอีก 4 แห่งเป็นงานสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก แบบหล่อในที่ ซึ่งเป็นสะพานช่วงสั้น โดยสะพานจะมีมุมเอียง (Skew Angle) ทุกแห่ง

4.2.10.1 ขั้นตอนการดำเนินการก่อสร้างสะพาน

4.2.10.1.1 ก่อนดำเนินการก่อสร้างสะพานจะดำเนินการดังนี้

1. ทำการตรวจสอบ PLAN และ PROFILE ของถนนตามสภาวะปัจจุบันพร้อมทั้งทำ PROFILE ในสนามออกไปจากคอสะพานข้างละ 300 เมตร

2. ทำรูปตัด (Cross Section) ของลำน้ำจำนวนอย่างน้อย 3 แห่ง โดยแห่งแรกจะอยู่บริเวณแนวสะพานทุกสะพาน และอีก 2 แห่ง โดยจะห่างออกไปจากบริเวณสะพานทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ด้านละประมาณ 50 เมตร แล้วนำมาหาแนวร่องน้ำที่ถูกต้อง เพื่อพิจารณาตำแหน่งและขนาดของสะพานที่เหมาะสม

3. ตรวจสอบค่าระดับที่จะใช้ในการก่อสร้าง ให้ถ่ายระดับจากหมุดหลักฐานมาไว้ในบริเวณก่อสร้างในกรณีที่มีหมุดหลักฐานหลายหมุด จะต้องตรวจระดับและหาความสัมพันธ์ของหมุดต่าง ๆ เหล่านี้และปรับค่าระดับให้เข้ากันได้

4. ให้ตรวจสอบเขตทางในสนาม โดยดำเนินการร่วมกับสำนักทางหลวง ให้ถูกต้องและวางแนวศูนย์กลางสะพานให้ถูกต้องตามแบบ

5. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นมาเปรียบเทียบกับแบบ โดยพิจารณาเกี่ยวกับหลังสะพาน ความยาวของสะพาน ระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำต่ำสุด ช่องลอด มุมเอียง การกัดเซาะ ขนาดช่องของสะพาน และตำแหน่งของตอม่อแต่ละตับ ซึ่งในโครงการนี้ไม่พบปัญหาแต่อย่างใดที่จะต้องแก้ไขแบบ

6. วัสดุก่อสร้างที่ผู้รับเหมานำมาใช้ในงานก่อสร้าง ให้เก็บตัวอย่างแล้วนำไปทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

7. ตรวจสอบปริมาณของวัสดุก่อสร้างว่าพอเพียงและทันต่อความต้องการของงานหรือไม่ โดยห้ามให้ผู้รับเหมานำวัสดุก่อสร้างไปใช้งานก่อนได้รับแจ้งผลการทดลองว่าใช้ได้

8. ตรวจสอบสภาพ จำนวน และชนิดของเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างรวมทั้งจำนวนแรงงานว่ามีพอเพียงต่อความต้องการของงานหรือไม่

9. ให้ทำหลักฐานตำแหน่งตอม่อทุกตับ พร้อมระดับหลังสะพานระหว่างการก่อสร้างเพื่อสะดวกในการตรวจสอบ

4.2.10.1.2 การดำเนินงานฐานราก

ในที่นี้จะเป็นฐานรากชนิดใช้เสาเข็ม

1. เมื่อศึกษาบริเวณสถานที่ก่อสร้างสะพานเรียบร้อยแล้วให้ทำการถางป่าและขุดตอ (Clearing and Gubbing)

2. ให้ดำเนินการตอกเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ เสนอบัญชีตอกเสาเข็มทุกต้น ซึ่งแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ให้แก่นายช่างผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบก่อนที่จะทำการก่อสร้างสะพานต่อไป กรณีที่ผลการตอกเสาเข็มไม่เป็นไปตามกำหนดผู้รับจ้างอาจจะต้องร้องขอให้มีการทดลองการรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม (Pile Load Test) โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษรก่อน และเสาเข็มต้นนั้น ๆ ต้องรับน้ำหนักบรรทุกได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

3. กรณีนี้ผู้รับเหมาตอกเสาเข็มโดยใช้วิธีลูกตุ้มปล่อยตก (Drop Hammer) ต้องใช้ลูกตุ้มหนักไม่น้อยกว่า 50 % ของน้ำหนักเสาเข็มที่จะตอก และลูกตุ้มนั้นจะต้องหนักไม่น้อยกว่า 3.5 ตันด้วย

4. เสาเข็มที่ตอกจนรับน้ำหนักได้ตามกำหนดแล้ว ต้องมีส่วนของเสาเข็ม จมลงดินเดิมไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของความยาวจากปลายเสาเข็มถึงท้องดานตอม่อ และต้องไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร

5. การตอกเสาเข็มต้องตอกให้ตรงตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ หากมีการเยื้องศูนย์ต้องไม่มากกว่า 150 มม. และระยะห่างระหว่างเสาเข็มสองต้นที่อยู่ติดกันจะแตกต่างจากที่กำหนดในแบบไม่เกิน 150 มม. ถ้าเกินกว่านี้ให้รายงานกองเจ้าของงาน ซึ่งไม่พบปัญหานี้ในการก่อสร้างโครงการนี้

6. เมื่อเสาเข็มที่ดำเนินการตอกอยู่มีความยาวไม่เพียงพอแล้วให้ดำเนินการหล่อเสาเข็มต้นนั้น ๆ ให้ยาวขึ้นตามที่ระบุไว้ในแบบ เมื่อส่วนที่หล่อใหม่แข็งแรงเพียงพอแล้วให้ดำเนินการตอกเสาเข็มต้นนั้นต่อ ทั้งนี้โดยค่อย ๆ ตอกลงไปเบา ๆ ก่อนจนสังเกตเห็นว่าเสาเข็มเริ่มจมลงไปแล้วจึงดำเนินการตอกเสาเข็มตามปรกติจนเสร็จ แต่สำหรับโครงการนี้ความยาวของเสาเข็มเพียงพอทุกจุด

7. ขณะตอกเสาเข็ม ถ้าปรากฏว่ามีรอยแตกร้าวหรือเสาเข็มหักด้วยประการใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องถอนเสาเข็มต้นนั้นออก และตอกเสาเข็มต้นใหม่ทดแทน หากไม่สามารถถอนออกได้ ให้รายงานสำนักทางหลวง แต่ก็ไม่พบปัญหานี้ในการก่อสร้างโครงการนี้

8. บันทึกระดับปลายเสาเข็มลงในแบบก่อสร้างสะพานเมื่อตอกเสาเข็มเสร็จเรียบร้อยแล้ว

โดยการก่อสร้างโครงการนี้เสาเข็มแต่ละต้น จะรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 90 ตัน และก่อนการตัดเสาเข็มทุกครั้งต้องมีการตรวจสอบระดับ

4.2.10.1.3. ก่อนเริ่มงานก่อสร้างตอม่อ

1. ให้ดำเนินการตรวจสอบระยะช่วง (Span) ของตอม่อทุกตับและระยะห่างของเสาแต่ละต้นในตอม่อ หากผิดพลาดให้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องตามแบบหรือหากสุดวิสัยที่จะแก้ไขได้ ให้นายช่างผู้ควบคุมงานรายงานสำนักสำรวจและออกแบบ

2. ในการการเทปูน และการตั้งแบบทุกครั้งต้องมีการตรวจสอบระดับ

3. ในกรณีที่ตอม่อสูงกว่า 3 เมตรจะต้องมีคานยึดที่เรียกว่า Basing ทุกช่วง 3 เมตร

4.2.10.1.4 ก่อนเริ่มงานก่อสร้างคาน

1. ให้ดำเนินการตรวจสอบขนาดและระดับของคานรับพื้น (Cap Beam) และคานยึด (Bracing) ให้ถูกต้องตามแบบ

2. ตั้งแบบคาน ทำการประกอบเหล็กคาน และหล่อคอนกรีตคานคอดิน ทุกครั้งต้องมีการตรวจสอบระดับ

4.2.10.1.5 ก่อนเริ่มงานพื้น

1. ให้ดำเนินการตรวจสอบระดับและตำแหน่งของระบบระบายน้ำบนพื้นสะพานและใต้พื้นสะพานให้เหมาะสมกับสภาพในแต่ละพื้นที่

2. ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับชิ้นส่วนต่าง ๆ ของสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กให้เป็นไปตาม ส่วนผสมคอนกรีต การควบคุมคุณภาพของคอนกรีต และการชั่งตวงวัดวัสดุ และสามารถแยกย่อยได้ดังนี้ การผสมคอนกรีต การขนส่งคอนกรีต การเทคอนกรีต การทำให้คอนกรีตแน่น การบ่มคอนกรีต งานเสริมเหล็กธรรมดา งานเสริมเหล็กสำหรับคอนกรีตอัดแรง แบบหล่อคอนกรีต ค้ำยัน นั่งร้าน และโครงสร้างชั่วคราว กรณีที่ใช้สายยึดอีพ็อกซีเรซินสำหรับคอนกรีต กรณีที่ใช้วัสดุสำหรับใส่รอยต่อ

3. ส่วนการใช้พื้นคอนกรีตแบบหล่อสำเร็จจะต้องมีการรองใต้สะพานด้วย Roller เพื่อป้องกันการกระแทกของตัวสะพานกับคานรองพื้น

4.2.11 งานอาคารทางระบายน้ำ

โครงการทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) ได้มีการก่อสร้างท่อลอดเป็นทางระบายน้ำ โดยเป็นแบบท่อเหลี่ยม(Box Culvert) จำนวน 30 แห่ง และแบบท่อกลม(Pipe Culvert) จำนวน 24 แห่ง โดยเหตุที่ใช้ต่างกันเนื่องจากกระแสน้ำในแต่ละจุด และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเป็นปัจจัยในการออกแบบ

4.2.11.1 วิธีในการก่อสร้างทางระบายน้ำ

การก่อสร้างทางระบายน้ำจะสร้างไปพร้อม ๆ กับงานดิน

โดยจะขุดดินให้เป็นช่องลงไปในระดับที่แบบกำหนด ซึ่งแต่ละจุดจะไม่เท่ากัน เนื่องจากค่าระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดในแต่ละจุดไม่เท่ากัน ขนาดของกล่องเปลี่ยนไปทางกว้างและสูง ตามที่จะมีการระบายน้ำมากเพียงไร ท่ออาจเปิดเป็นทางเดี่ยว เรียกท่อลอดเดี่ยว (Single barrel) และเปิด 2 ทาง หรือเรียงกันมากกว่าหนึ่ง เรียกว่าท่อลอดเดียง (Multiple barrel)

ปรับระดับพื้นด้วยทราย แล้วทำการเทคอนกรีตหนา 10 ซม.เพื่อเป็นพื้นสำหรับแบบท่อเหลี่ยม แล้วทำการก่อสร้างต่อไปจนเป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยม ส่วนแบบท่อกลมเมื่อขุดดินและรองพื้นด้วยทรายแล้วให้วางกล่องท่อลอดลงไป

เมื่อวางทางระบายน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการถมทรายลงไป โดยการถมด้านรอบๆ ท่อใช้ทรายทำ และทำการบดอัดเป็นชั้นแบบงานดินเพื่อป้องกันการทรุดตัว ซึ่งจะส่งผลให้ผิวถนนเสียหายได้

โดยระหว่างก่อสร้างจะต้องจัดทำแผงกั้นปากทาง (Wing Wall) เพื่อกั้นดินถมไหล่ทางเอาไว้ไม่ให้ตกลงไปในท่อ จากนั้นจะมีขอบเขตพื้นรองล่างเป็นขอบกันดิน (Apron)

4.2.11.2 ปัญหาและวิธีแก้ไข

ในการก่อสร้างจะไม่พบปัญหามากนัก เนื่องจากเป็นการต่อความยาวท่อจากท่อเดิม แต่ก็พบอยู่ 1 จุดที่กม. 111+496 เป็นปัญหาเนื่องจากระดับของทางระบายน้ำสูงกว่าระดับสูงสุดถึง 1 เมตร ทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องทำการขุดลอกและทุบแล้วทำการก่อสร้างใหม่เพื่อให้ใช้งานได้

บทที่ 5
สรุปวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและวิเคราะห์

5.1.1. สรุปผลการรวบรวม การศึกษาโครงสร้างพื้นฐานงานถนน

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล การสัมภาษณ์วิศวกรผู้เกี่ยวข้อง การศึกษาในโครงการทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (ตอนแยกไปกำแพงเพชร – มหาวิทยาลัยนเรศวร) และวิเคราะห์ข้อมูลทำให้เข้าใจการดำเนินงานก่อสร้างถนน และกระบวนการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างถนน โดยเฉพาะถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก

5.1.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขในการดำเนินงานก่อสร้าง

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (แยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร)ได้แก่

1. ปัญหาเรื่องฤดูกาล ทำให้งานล่าช้า คือในช่วงของฤดูฝนก็จะเกิดปัญหาบดอัดไม่ได้เนื่องจากวัสดุจะอ่อนเกินไปไม่สามารถบดอัดได้ อีกทั้งในขณะฝนตกก็ไม่สามารถเทคอนกรีตได้ รวมถึงปัญหาในการขนส่งวัสดุก็เกิดขึ้นตามไปด้วย วิธีแก้ไขคือถ้าในส่วนไหนยังสามารถทำงานได้ก็ให้ดำเนินการต่อไป ส่วนในช่วงของฤดูแล้งก็จะเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินงาน เช่น การบดอัดในแต่ละชั้นต้องใช้น้ำในการประสานชั้นดินแต่ละชั้น วิธีแก้ปัญหาคือการจัดหาบ่อน้ำหรือทำการขุดบ่อดาลเพื่อนำน้ำมาใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้การดำเนินงาน ดำเนินได้ต่อไปไม่ล่าช้าหรือต้องหยุดชะงัก

2. ปัญหาทางด้านการเงิน ถนนสายนี้ได้รับผลกระทบในช่วงเศรษฐกิจตกต่ำ เงินบาทลอยตัวทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงาน และปัญหาขาดแคลนเงินทุนทั้งในส่วนของกรมทางหลวง และในส่วนของผู้รับเหมาเอง ในส่วนของกรมทางหลวงจึงได้มีการปรับแผนงานให้ยืดเวลาออกไปอีก 4 เดือน และมีการตัดงบประมาณลงเหลือ 670 ล้านบาท โดยตัดงานไหล่ทางด้านในเหลือความกว้างเพียง 80 ซม. ตัดงานสร้างสะพานใหม่ในส่วนของเส้นทางเดิมออกโดยใช้สะพานตัวเดิม ลดปริมาณเสาไฟฟ้า 100 ต้น และใช้แนวถนนเดิมในการก่อสร้าง รวมเป็นมูลค่าที่ลดลง 107 ล้านบาท ส่วนของผู้รับเหมานั้นได้มีการรวมทุนกับบริษัทอื่นเพื่อเพิ่มทุน ทำให้งานในช่วงหลังเสร็จเร็วกว่าแผนงานหลัก

3. *ปัญหาเครื่องจักรและเครื่องมือไม่เพียงพอ* เนื่องจากว่าการทำงานก่อสร้างถนนนั้นต้องมีการทำงานที่เป็นขั้นตอนและต้องใช้เครื่องจักรทำงานควบคู่กันไป ถ้าเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่งเสียและไม่มีเครื่องจักรสำรองไว้ให้ใช้ ก็จะส่งผลให้งานล่าช้าเนื่องจากทำงานอื่นๆไม่ได้ ต้องรอจนกว่าเครื่องจักรตัวนั้นจะใช้การได้ วิธีการแก้ไขคือต้องมีการจัดเตรียมเครื่องจักรให้เพียงพอ จัดให้มีหน่วยซ่อมบำรุงที่มีความสามารถ และต้องเตรียมจัดหาเครื่องจักรสำรองไว้เพื่อในกรณีที่เครื่องจักรเกิดขัดข้อง แต่ในโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 117 สายนครสวรรค์ – พิษณุโลก (แยกไปกำแพงเพชร – ม.นเรศวร) นั้นไม่ประสบกับปัญหา เครื่องจักรและเครื่องมือไม่เพียงพอ เนื่องจากมีการเตรียมการไว้เป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

การดำเนินการก่อสร้างถนนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดผู้รับเหมาต้องดำเนินการดังนี้

1. มีการวางแผน ในเรื่อง เงินทุน วัสดุ เครื่องจักร แรงงาน และการดำเนินงาน เป็นอย่างดี รอบคอบและรัดกุม โดยอาศัย หลักการทางทฤษฎีและ ประสบการณ์

2. มีการควบคุมงานก่อสร้างอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ เพื่อให้งานเป็นไปตามแบบและข้อตกลง รวมทั้งตามแผนที่ได้กำหนดไว้ เพราะงานก่อสร้างนั้นมีการลงทุนสูงถ้าเกิดความผิดพลาด ก็จะนำมาซึ่งความเสียหายอย่างมากทั้งในเรื่องของเวลาและเงินทอง เช่น การทำคอม่อสะพาน ถ้าไม่ได้แนวตามแบบที่กำหนด ก็ต้องรื้อทำใหม่อย่างเดียวเท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างมาก ที่ต้องมีการควบคุมงานก่อสร้างที่ดี เพื่อให้งานเป็นไปตามแบบ และข้อตกลง รวมทั้งตามแผนที่ได้กำหนดไว้

3. มีการประเมินผล โดยการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของงานแต่ละประเภท โดยแยกส่วนดี และส่วนบกพร่องออกมาให้เห็นชัดและนำข้อมูลส่วนดีไปใช้ในงานต่อไป ข้อมูลส่วนบกพร่องของงานก็นำมาปรับปรุงเสียใหม่ เพื่อจะไม่เกิดข้อผิดพลาดสำหรับงานซึ่งจะทำในอนาคตต่อไป

อย่างไรก็ตามการทำงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับการบริหารบุคลากรในองค์กรให้มีความร่วมมือร่วมใจกันสร้างผลงานที่มีคุณภาพและเสร็จในเวลาแห่งสัญญาการก่อสร้าง

บรรณานุกรม

กรมทางหลวง . รายละเอียดและข้อกำหนดการก่อสร้างทางหลวง เล่มที่ 1 , 2535

กรมทางหลวง . คู่มือการออกแบบทางหลักสูตรที่ 1 เล่มที่ 1 – 2 , 2539

ประกอบ บำรุงผล. การบริหารและควบคุมการก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

รศ.จิรพัฒน์ โชติกไกร . วิศวกรรมการทาง . กรุงเทพ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 2531

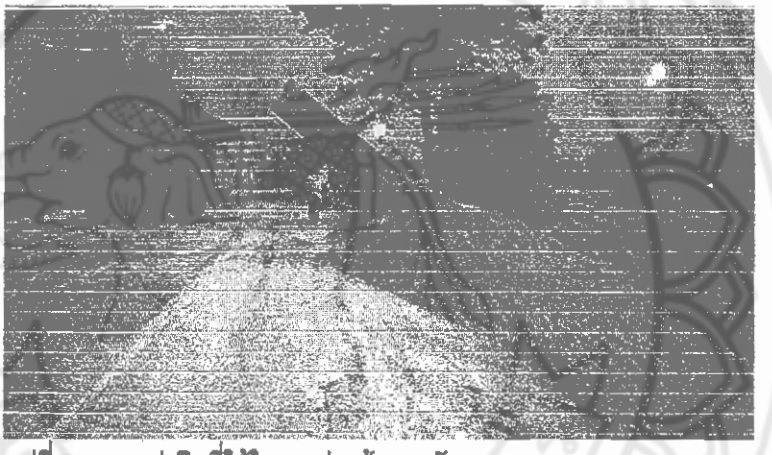
ศักดา ปุณยานันต์ . HIGHWAY ENGINEERING

สนั่น ศรีรุ่งโรจน์. การวางแผนก่อสร้างทางหลวงของกรมทางหลวงของกรมทางหลวง. บทความทางวิชาการประ งำปี 2523 . กองวิเคราะห์และวิจัย . กรมทางหลวง . 2525

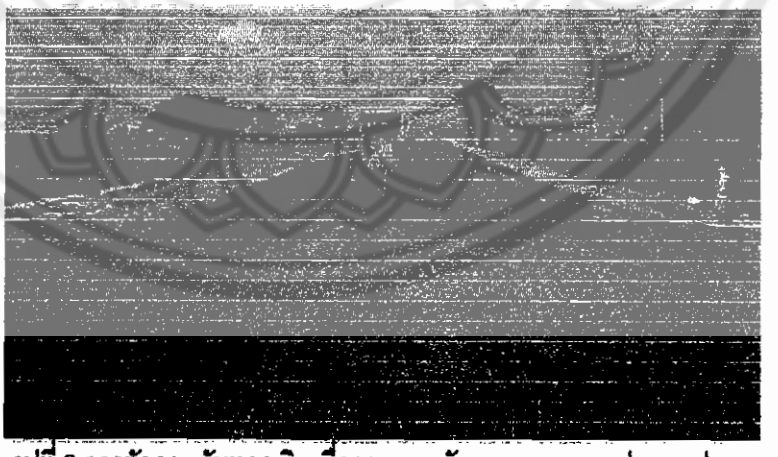
ภาคผนวก

ลำดับภาพขั้นตอนการก่อสร้าง

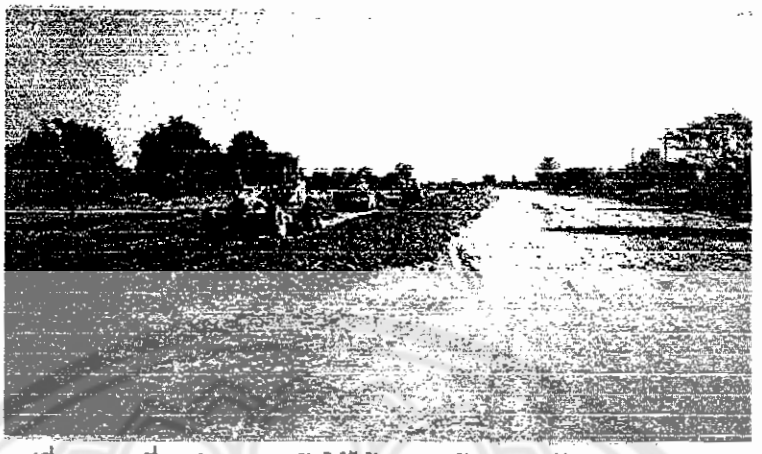
รูปที่ 1.งานขุดดินแลนที่มีคุณภาพต่ำไม่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้าง



รูปที่ 2.การขนส่งดินที่ใช้ในการก่อสร้างถมคันทาง

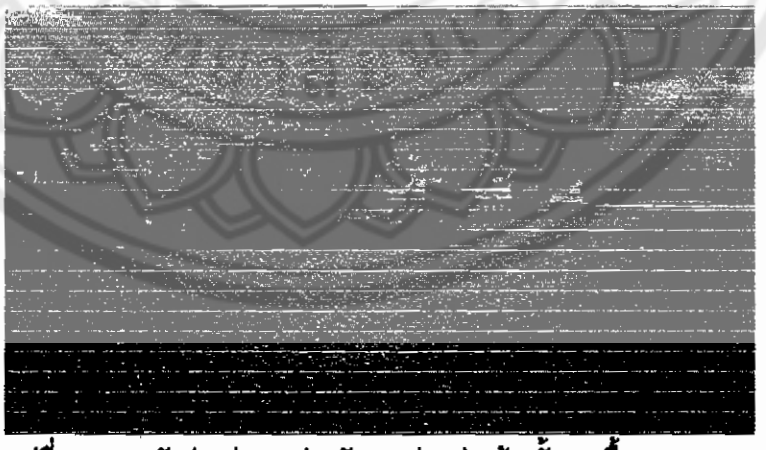


รูปที่ 3.การตัดลาดคันทางเดิมเพื่อถมขยายคันทางและกลบแต่งหลุมบ่อ

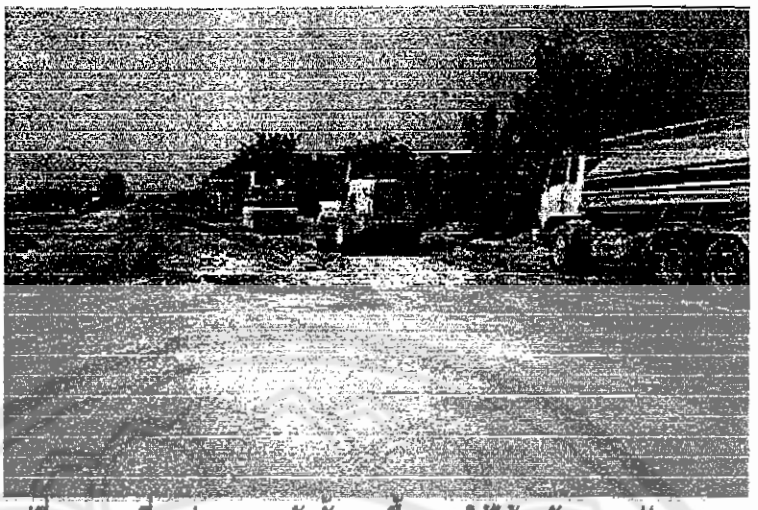


รูปที่ 4.การเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับ และรูปร่างตามแบบ

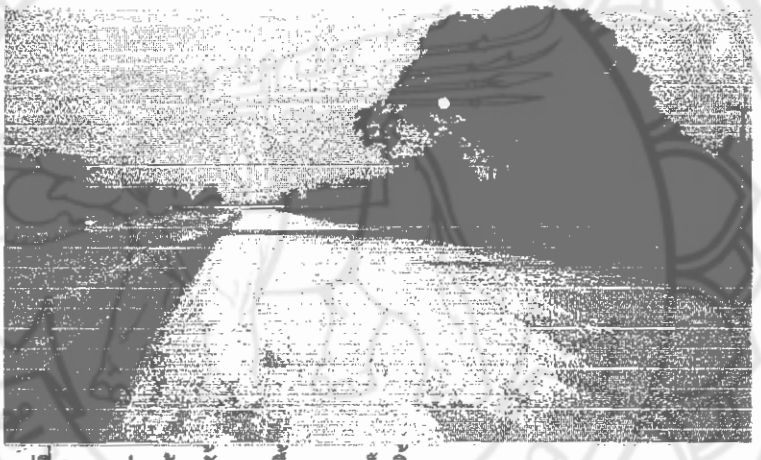
รูปที่ 5.การก่อสร้างคันทางแล้วเสร็จ



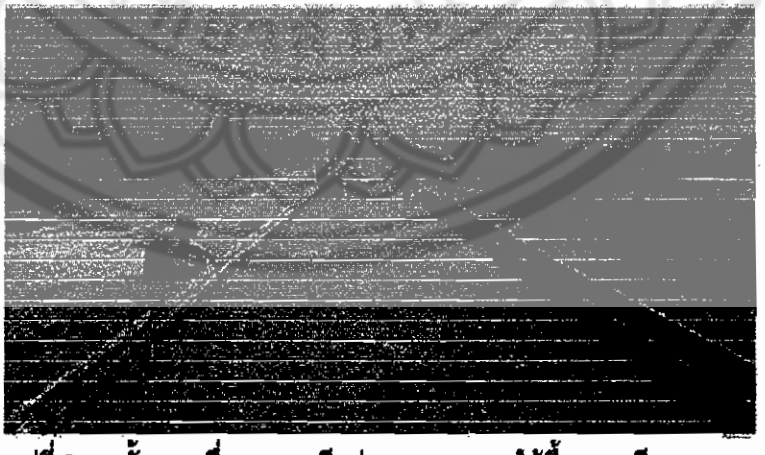
รูปที่ 6.การบดอัดช่วงต่อระหว่างคันทางก่อนก่อสร้างชั้นรองพื้นทาง



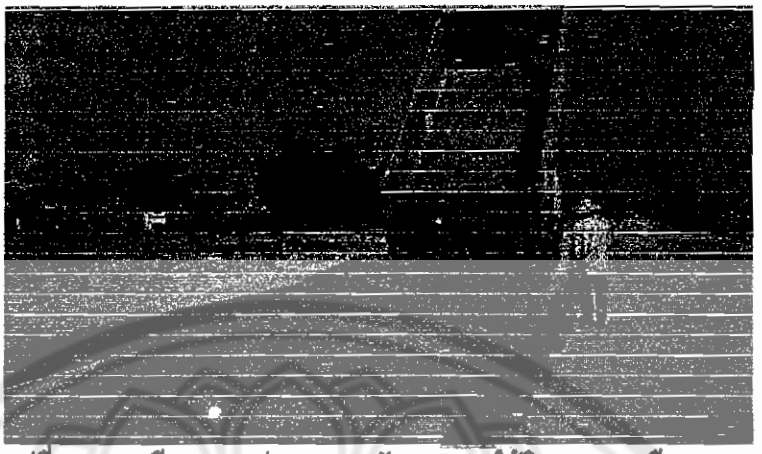
รูปที่ 7.การเกลี่ยแต่งและบดอัดชั้นรองพื้นทาง ให้ได้ระดับและรูปร่างตามแบบ



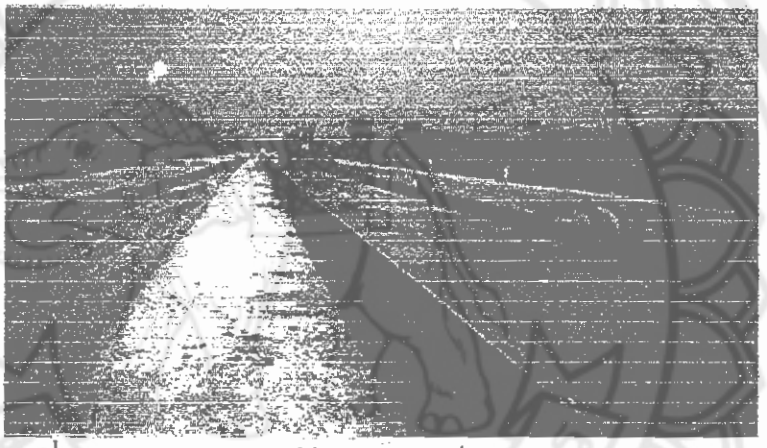
รูปที่ 8.การก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จสิ้น



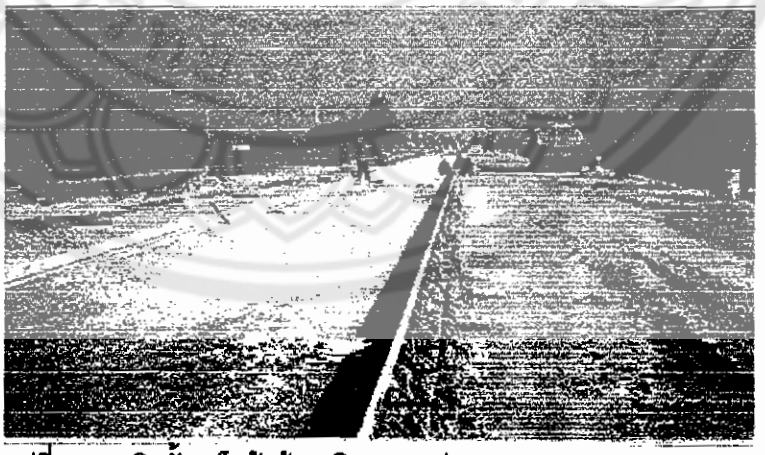
รูปที่ 9.การตั้งแบบเพื่อเทคอนกรีตก่อนลงทรายรองใต้พื้นคอนกรีต



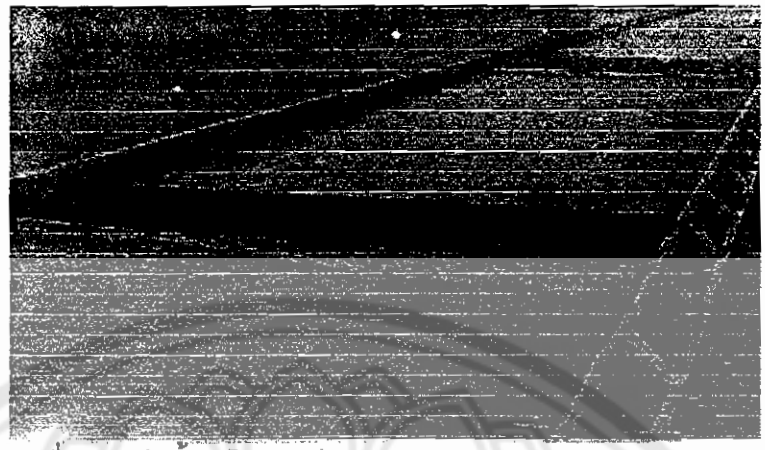
รูปที่ 10.การเตรียมทรายก่อนการบดอัดทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต



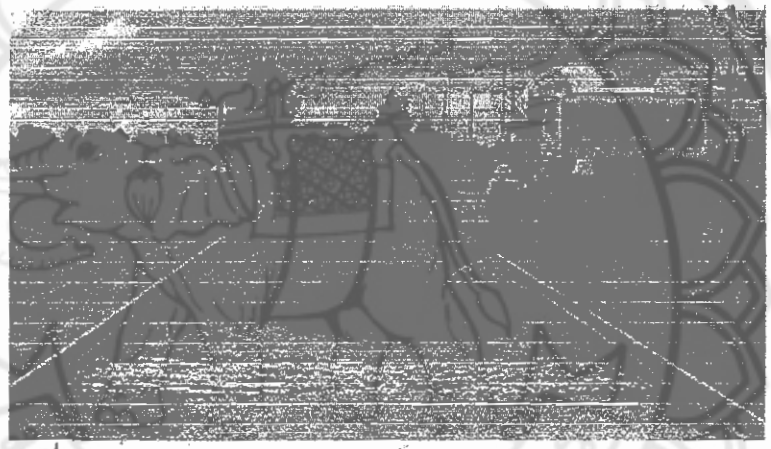
รูปที่ 11.การบดอัดทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต



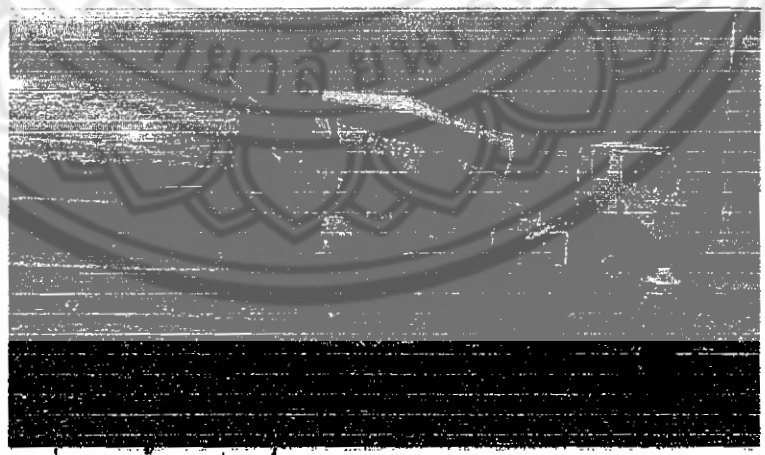
รูปที่ 12.การติดตั้งเหล็กข้ออ้อยบริเวณรอยต่อตามยาว



รูปที่ 13.การติดตั้งเหล็กกลมบริเวณรอยต่อตามขวาง

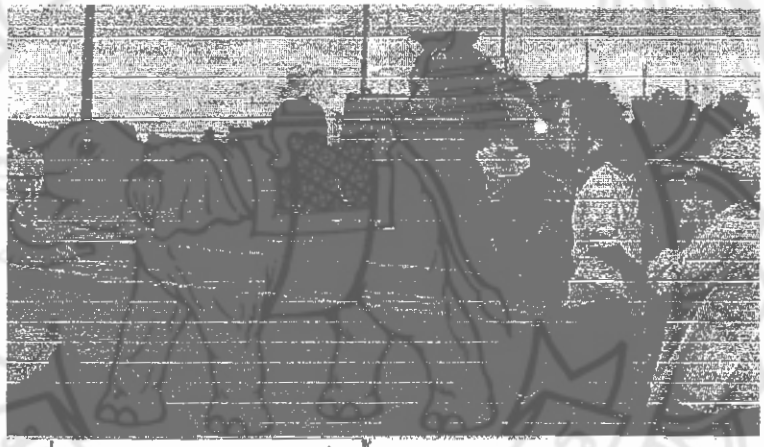


รูปที่ 14.การเทคอนกรีต



รูปที่ 15.การจี้คอนกรีตเครื่องจักร

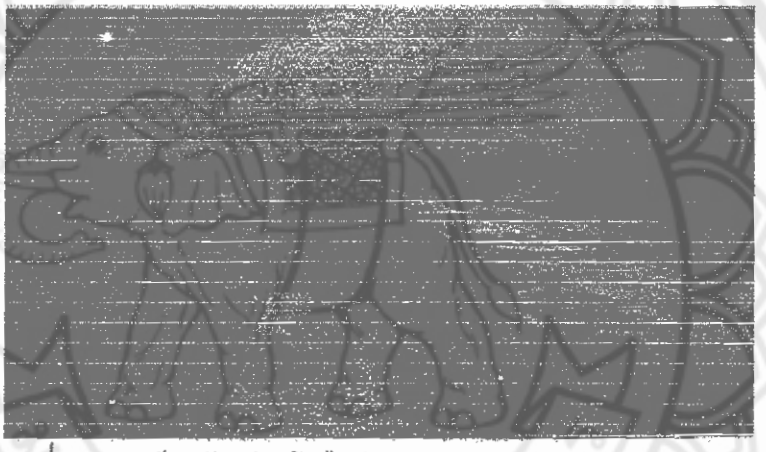
รูปที่ 16.การเกลี่ยคอนกรีตให้ได้ระดับตามแบบที่ตั้งไว้ด้วยเครื่องจักร



รูปที่ 17. การปรับแต่งผิวคอนกรีตเบื้องต้น

รูปที่ 18. การปรับแต่งผิวคอนกรีตให้เรียบยิ่งขึ้นด้วยไม้สามเหลี่ยม

รูปที่ 19.การปูมคอนกรีต

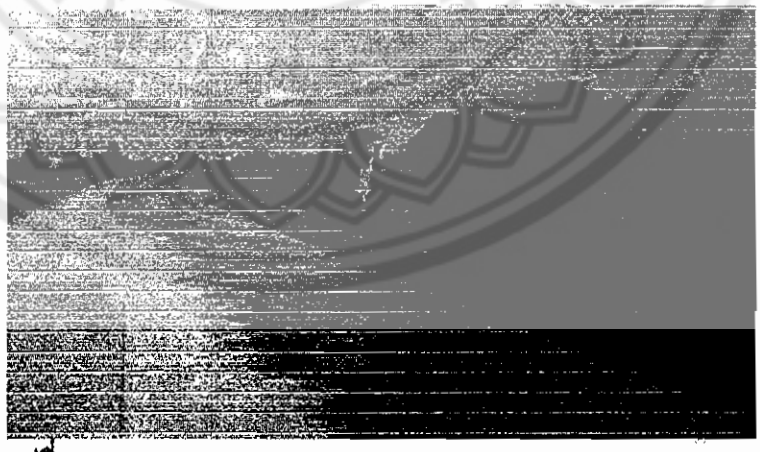


รูปที่ 20.การเตรียมวัสดุก่อสร้างไหล่ทาง

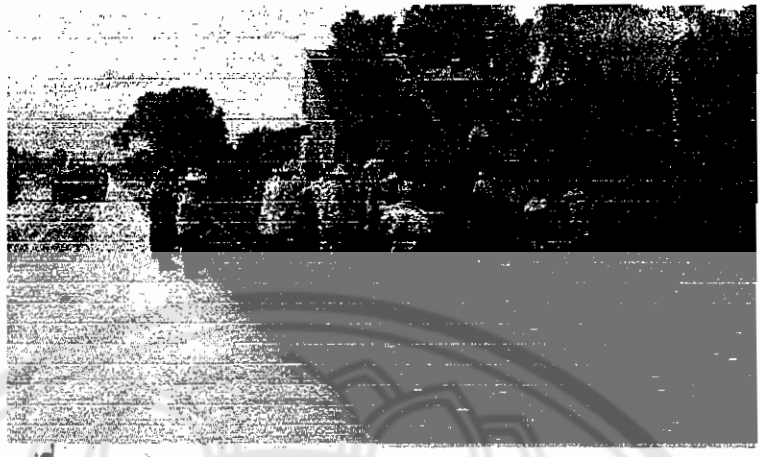
รูปที่ 21.การเกลี่ยวัสดุก่อสร้างไหล่ทาง

รูปที่ 22.รถฉีดน้ำเพื่อบดอัดไหล่ทาง

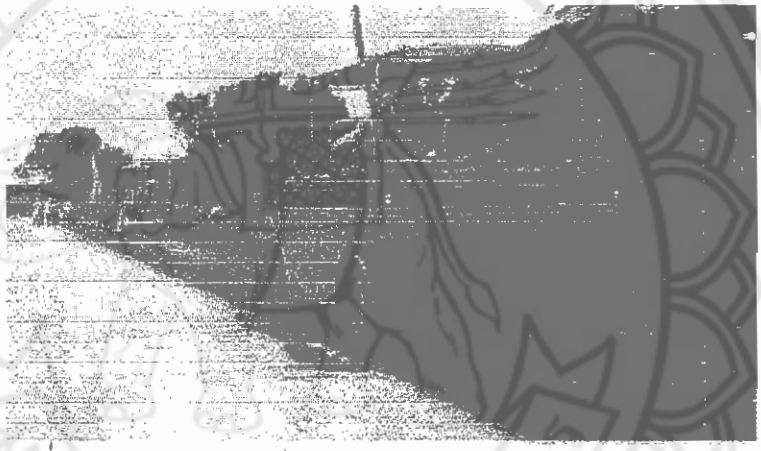
รูปที่ 23.การบดอัดไหล่ทาง



รูปที่ 24.Prime Coat



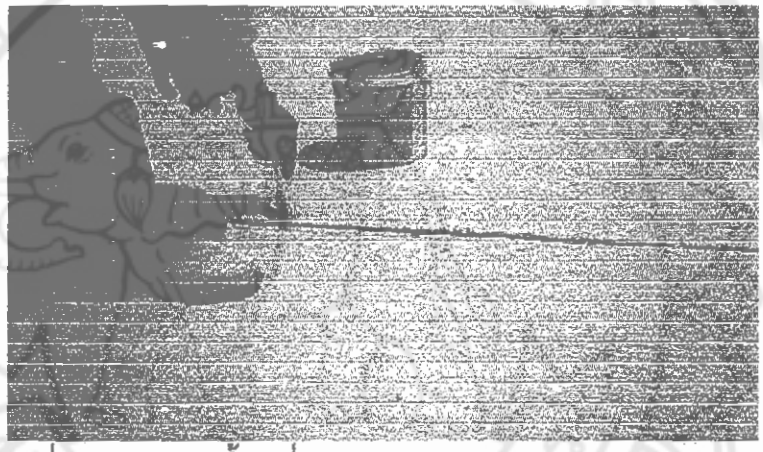
รูปที่ 25.การปู Asphaltic Concrete



รูปที่ 26.การบดอัด Asphaltic Concrete

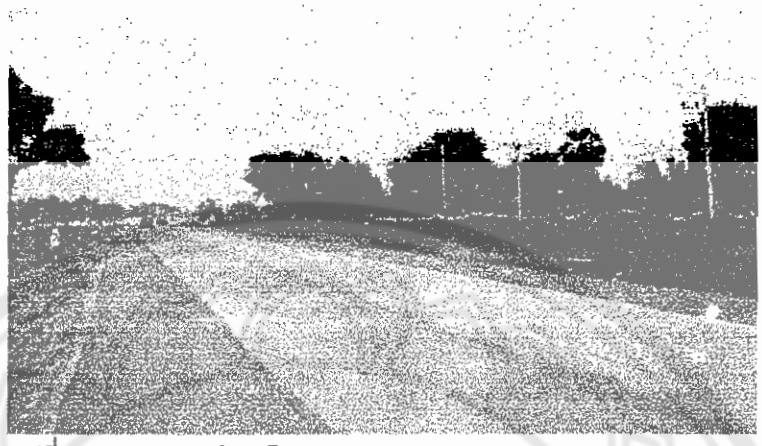
รูปที่ 27.แสดงการตัด Joint ตามขวาง

รูปที่ 28.แสดงการทำความสะอาดรอยต่อตามขวาง

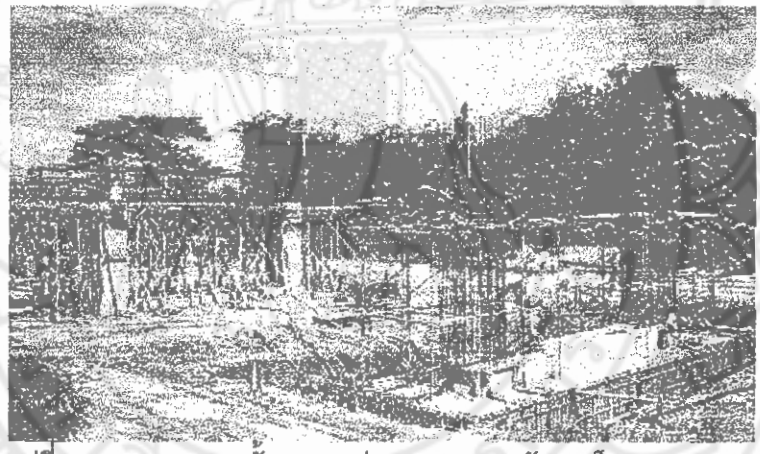


รูปที่ 29.แสดงการทาน้ำยาที่รอยต่อตามขวาง

รูปที่ 30.แสดงการหยอดยางที่รอยต่อตามขวาง



รูปที่ 31. ภาพถนนแล้วเสร็จ



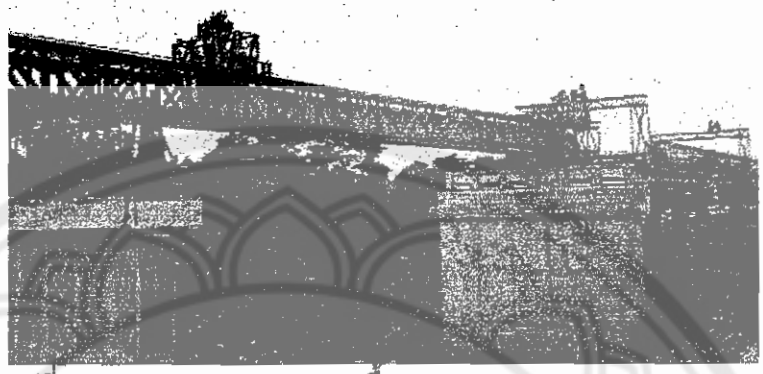
รูปที่ 32. ภาพแสดงการตั้งแบบตอม่อบนฐานครอบหัวเสาเข็ม

รูปที่ 33. ภาพแสดงการผูกเหล็กที่บริเวณลำน้ำ

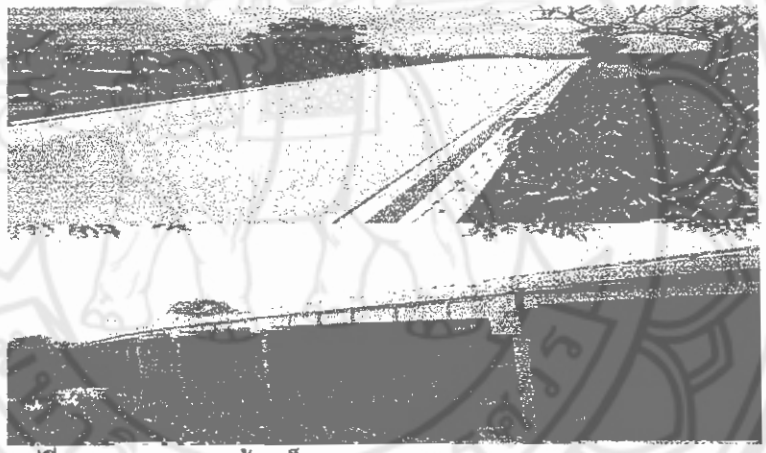
รูปที่ 34. ภาพการเทคอนกรีตเสาบริเวณลำน้ำ

รูปที่ 35. ภาพคานรับคานรองพื้นบริเวณคอสะพานแล้วเสร็จ

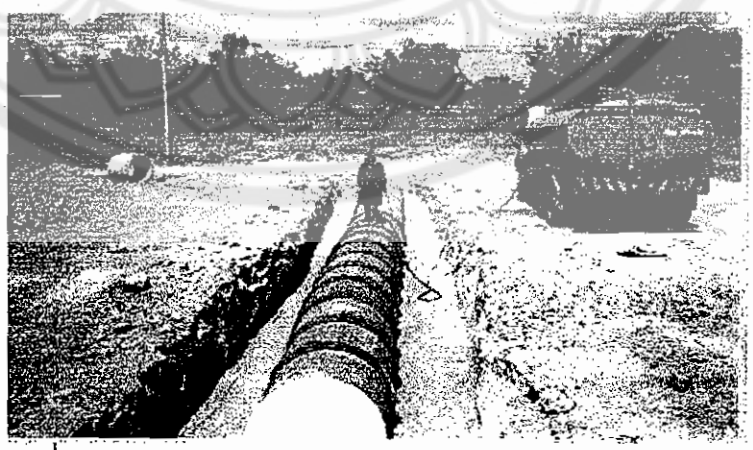
รูปที่ 36. ภาพแสดงคานรับคานรองพื้นบริเวณกลางลำน้ำ



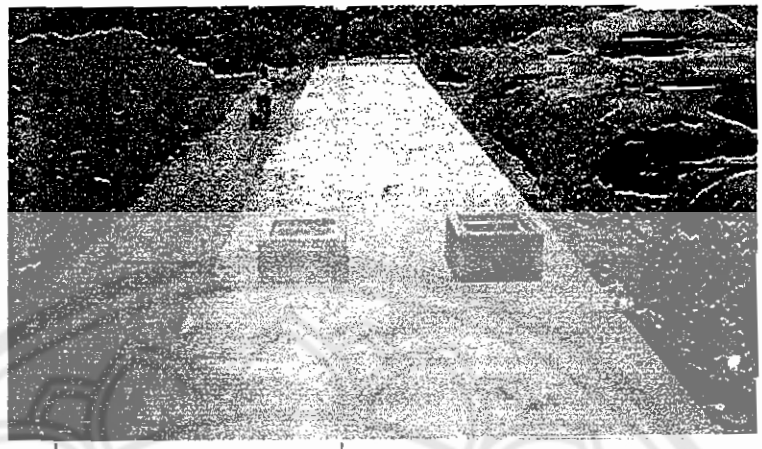
รูปที่ 37.ภาพแสดงการวางคานรองพื้น



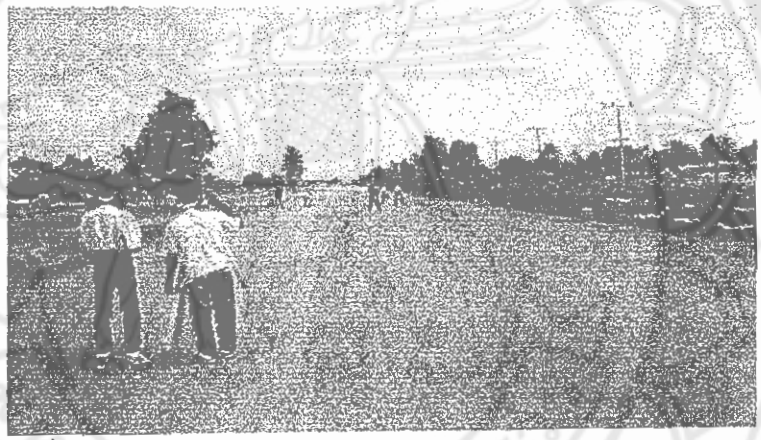
รูปที่ 38.ภาพสะพานแล้วเสร็จ



รูปที่ 39. ภาพการก่อสร้างท่อกลม (Pipe Culvert)



รูปที่ 40. ภาพการก่อสร้างท่อเหลี่ยม (Box Culvert)



รูปที่ 41.ภาพการทดสอบระดับถนน

ภาพที่ 42.ภาพการทดสอบหาค่าความหนาแน่น