บทที่2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Traffic Signals (สัญญาณไฟจราจร)

1. General

สัญญาณจราจรตามความหมายกว้างๆ นั้นรวมความถึง สัญญาณที่มีผลบังคับใช้ในการควบคุมสี่แยกเครื่องเตือนสะท้อนแสง สัญญาณบอกช่องทางเดินรถ สัญญาณบอกความลาดชันหรือโค้ง สัญญาณคนเดินเท้า สัญญาณทางข้ามรถไฟ และสัญญาณต่างๆ ที่คล้ายๆ กัน ซึ่งในบทนี้เราจะกล่าวเน้นในเรื่องสัญญาณไฟจราจรที่ใช้ควบคุมบริเวณสี่แยก

1.1 ประวัติ

สัญญาณจราจรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากเสาสัญญาณมือ หรือธง ซึ่งถูกใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1868 ที่กรุงลอนดอน และต่อมาในปี ค.ศ. 1913 James Hoge ได้ประดิษฐ์สัญญาณไฟจราจรขึ้นมาใช้จนถึงทุกวันนี้ ซึ่งสัญญาณไฟจราจรที่มีสามสีนี้ ได้แพร่หลายไปยังประเทศต่างๆ ในปี ค.ศ. 1920 ซึ่งในปี ค.ศ. 1917 ที่เมือง Salt Lake City เป็นเมืองที่เริ่มใช้ก่อน และก็ได้มีการพัฒนาระบบขึ้นมาอีกในปี ค.ศ. 1922 และพัฒนาเรื่อยมาจนถึงทุกวันนี้

1.2 คุณค่าของสัญญาณไฟจราจร

การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม และใช้การได้นั้น ส่งผลดีสำหรับการควบคุมการจราจรและความปลอดภัย และการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรในที่ที่ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้สัญญาณไฟจราจรนั้นไม่เกิดประโยชน์ขึ้นมา

1.2.1 ข้อดีของการใช้สัญญาณไฟจราจร

- ทำให้การจราจรเคลื่อนที่ได้ตามที่สั่ง
- สามารถลดอุบัติเหตุบางประเภทได้ (เช่น คนเดินข้ามถนน)
- ช่วยจัดหาการจราจรในรูปแบบอื่นๆ มาแก้ไขการจราจรที่ติดขัด สำหรับผู้ขับขี่และคนเดินเท้า เช่น การเปิดให้เข้า หรืออนุญาตให้ข้ามทางต่างๆ
- เสริมความมั่นใจให้กับผู้ขับขี่ว่าได้ขับขี่ไปในช่องทางที่ถูกต้องแล้ว

1.2.2 ข้อเสียของการใช้สัญญาณไฟจราจร

- อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุบางประการได้ เช่น การชนท้ายกัน

- เมื่อใช้สัญญาณจราจรไม่ถูกอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความล่าช้า และอาจทำให้ผู้ขับขี่ไม่เคารพสัญญาณไฟจราจรได้
- เมื่อตั้งเวลาไม่เหมาะสมก็อาจทำให้ผู้ขับขี่ละเมิดสัญญาณได้เช่นกัน

1.3 ความหมาย

ความหมายที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะพูดถึงศัพท์ทั่วๆ ไป ที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟต่างๆ

1.3.1 สัญญาณจราจรมี 2 ความหมาย คือ

- ใช้ในเรื่องทั่วๆ ไป : สัญญาณจราจรคือการติดตั้งที่สมบูรณ์ รวมถึงสัญญาณตอนหน้าสายไฟ กลไกควบคุม และอื่นๆ
- ใช้ในกรณีเฉพาะ : หมายถึงเครื่องหมายหรืออุปกรณ์ที่มีการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องควบคุมสัญญาณจราจร และสื่อถึงข้อกำหนดของการปฏิบัติตามกฎจราจร

1.3.2 เครื่องควบคุมสัญญาณจราจร

เครื่องควบคุม เป็นเครื่องจักรที่ตั้งเวลา ซึ่งควบคุมสัญญาณเป็นช่วงๆ ที่สี่แยก ซึ่งอุปกรณ์นี้อาจเป็นเครื่องจักรไฟฟ้า เครื่องไฟฟ้า หรือเสาที่แข็งแรง

- เครื่องควบคุมแบบ Pretimed Controller เป็นเครื่องควบคุมสัญญาณจราจรตามเวลาที่ตั้ง โดยจะแบ่งเวลาออกเป็นช่วงๆ หรือเป็นรอบๆ (Cycle)
- เครื่องควบคุมแบบ Traffic – Actuated Controller เป็นเครื่องควบคุมสัญญาณจราจรแบบจัดรอบเวลา (Cycle) โดยใช้ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นจริง โดยจะมีเครื่องนับปริมาณการจราจรอยู่ด้วย
- เครื่องควบคุมแบบ Traffic – Adjusted Controller เป็นเครื่องมือที่ใช้ต่อสัญญาณต่างๆ ตามบริเวณสี่แยก ซึ่งเครื่องมือชนิดนี้ จะถูกควบคุมจาก Computer อีกที และเครื่องมือนี้จะใช้ตรวจสอบปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้น ณ สภาพการจราจรในปัจจุบัน

1.3.3 เครื่องเตือน (Beacon)

สัญญาณเตือนสีแดง หรือสีเหลือง ซึ่งจะทำให้ผู้ขับขี่ทราบว่า ควรระวัง หรือต้องหยุด

1.3.4 Signal Head

เป็นสัญญาณจราจรที่ติดตั้งอยู่บริเวณเหนือศรีษะ จะรวมถึงสัญญาณที่ติดตั้งในบริเวณข้างหน้าผู้ขับขี่ด้วย

1.3.5 Signal Face

เป็นสัญญาณจราจรที่ติดตั้งเพื่อควบคุมการจราจรในช่องที่ติดตั้ง

1.3.6 Signal Indication

เป็นสัญญาณจราจรที่ติดตั้งเพื่อบอกให้ผู้ขับขี่หรือคนเดินเท้าปฏิบัติตามสัญญาณที่บอกไว้

1.3.7 รอบเวลา (Cycle)

เป็นจำนวนวินาทีในการแสดงสัญญาณไฟจราจรใน 1 รอบ

1.3.8 Traffic Phase

เป็นจังหวะการให้สัญญาณ หรือการหยุดของสัญญาณจราจร ตามรอบการทำงานที่ตั้ง

2. Pretimed Signals

เป็นสัญญาณจราจรที่ควบคุมโดยการตั้งเวลาไว้ล่วงหน้า ในการตั้งเวลาจะตั้งตามรอบเวลาที่ถูกคำนวณไว้แล้ว ตามรูปแบบที่ได้มีการคิดไว้ล่วงหน้า

เครื่องควบคุมสัญญาณจราจรแบบ Pretimed Signals มีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี

- เป็นเครื่องมือที่ใช้ง่าย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา
- สามารถประสานงานกับการจราจรตามถนนสายใหญ่ๆเพื่อให้การจราจรเป็นไปอย่างต่อเนื่องได้
- สามารถปรับเวลาได้อย่างรวดเร็วและง่าย
- สามารถตั้งโปรแกรมรับมือกับการจราจรที่หนาแน่นได้

ข้อเสีย

- ไม่ได้ให้ความสะดวกแก่ความต้องการจราจรในระยะเวลาสั้นๆ
- สามารถทำให้เกิดความล่าช้าแก่ผู้ขับขี่และคนเดินเท้าได้ถ้าไม่ใช่ช่วงที่มีการจราจรหนาแน่นมาก

3. Traffic Actuated Signals

เป็นสัญญาณจราจรที่ควบคุมโดยการใช้เครื่องนับจำนวนยานพาหนะที่เกิดขึ้นจริงในสภาพปัจจุบัน แล้วเครื่องควบคุมชนิดนี้จะนำข้อมูลที่นับจำนวนยานพาหนะได้ ไปประเมินว่าควรที่จะเปิดสัญญาณไฟในแต่ละชนิด และในแต่ละเฟส (Phase) เป็นอย่างไร

เครื่องควบคุมสัญญาณจราจรแบบ Traffic Actuated Signals มีทั้งข้อดี และข้อเสียดังนี้

ข้อดี

- ช่วยลดความล่าช้า (ถ้าแป็นเวลาที่เหมาะสม)
- ช่วยปรับลดสภาพการจราจรที่ติดขัดได้ในระยะสั้น
- ช่วยเพิ่มความสามารถ หรือความจุของปริมาณการจราจรบนท้องถนน
- ทำให้เกิดกระแสจราจรที่ต่อเนื่องภายใต้สภาพการจราจรที่เบาบาง
- ในบริเวณสี่แยกที่มีความซับซ้อนมาก สามารถจัดการจราจรที่มีประสิทธิภาพได้มาก

ข้อเสีย

- ราคาที่ต้องใช้จะมากกว่าการใช้สัญญาณแบบ Pretimed Signals ถึง 2-5 เท่าตัว
- มีความยุ่งยากมากกว่าเครื่องควบคุมแบบ Pretimed Signals
- มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและดูแล สูงกว่า เครื่องควบคุมแบบ Pretimed Signals
- เครื่องที่ใช้นับปริมาณยานพาหนะจะมีความละเอียดอ่อนในการติดตั้งมาก อีกทั้งยังต้องระมัดระวังในการดูแลรักษามาก

เครื่องควบคุมสัญญาณจราจรแบบ Traffic Actuated Signals แบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

3.1 Semi – Traffic Actuated Signals

เป็นสัญญาณไฟจราจรที่ใช้กับบริเวณทางแยกที่เกิดจากถนนบนทางโท (Minor) ตัดกับถนนสายหลัก (Major) และปริมาณรถในทางโทมีน้อย หรืออาจจะมีมากในบางช่วง หรือบางช่องจราจร ส่วนถนนสายหลักมีรถมากสม่ำเสมอ หลักการทำงานของสัญญาณไฟจราจรแบบ Semi – Traffic Actuated Signals คือจะมี Detectors ซึ่งเป็นตัวนับปริมาณรถยนต์ที่วิ่งผ่านในทางโท จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่ตัว Controller ซึ่งลำดับการทำงานของสัญญาณไฟจราจรแบบ Semi – Traffic Actuated Signals มีดังนี้

- ถนนทางเอกได้รับไฟสัญญาณสีเขียวนานเท่ากับเวลาไฟสีเขียวน้อยที่สุด (Minimum green time)
- ไฟสีเขียวจะยังคงมีต่อไปจนกระทั่งได้รับสัญญาณจากทางโท คือเมื่อมีรถวิ่งผ่าน Detectors ในทางโท ตัว Controller ก็จะทราบว่ามีรถในทางโทต้องการใช้ทางแยก
- รถทางโทจะได้รับสัญญาณไฟเขียวทันที (แต่มีข้อแม้ว่าในถนนสายหลักต้องพ้นเวลาไฟสีเขียวน้อยที่สุดไปแล้ว)
- ถ้ายังมีรถในทางโทเหลืออยู่อีกเวลาไฟเขียวจะขยายต่อไปจนถึงเวลาไฟเขียวที่มากที่สุด (Maximum green time) ที่ตั้งเอาไว้

- จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นให้สัญญาณไฟเขียวแก่ทางสายหลัก ขณะเดียวกัน หน่วยความจำจะบันทึกปริมาณรถที่ดกค้างในทางโทเอาไว้ และสัญญาณจะเปลี่ยนเป็นไฟเขียวอีกครั้ง เมื่อถึงเวลาไฟสีเขียวที่น้อยที่สุดของทางหลัก

3.2 Fully – Traffic Actuated Signals

ไฟสัญญาณจราจรแบบนี้ นิยมใช้กับทางแยกที่อยู่เดี่ยวๆ ห่างจากทางแยกใกล้เคียง ปริมาณการจราจรบนถนนแต่ละสายเท่าๆ กัน และมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่างๆ ของวัน หลักการทำงานของไฟสัญญาณจราจรแบบนี้ จะคล้ายกับแบบ Semi – Traffic Actuated Signals เพียงแต่มีตัว Detectors ประจำในถนนทุกสาย สัญญาณจาก Detectors จะบอกปริมาณการจราจรของถนนทุกสาย เมื่อมีสัญญาณของดีมานด์ (Demand) (ไม่มีรถวิ่งผ่านตัว Detectors) ไฟสัญญาณจะเปิดอยู่อยู่เช่นเดิม นั่นคือเปิดค้างไว้ที่เฟสสุดท้าย

สัญญาณไฟจราจรมีหลายชนิด ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

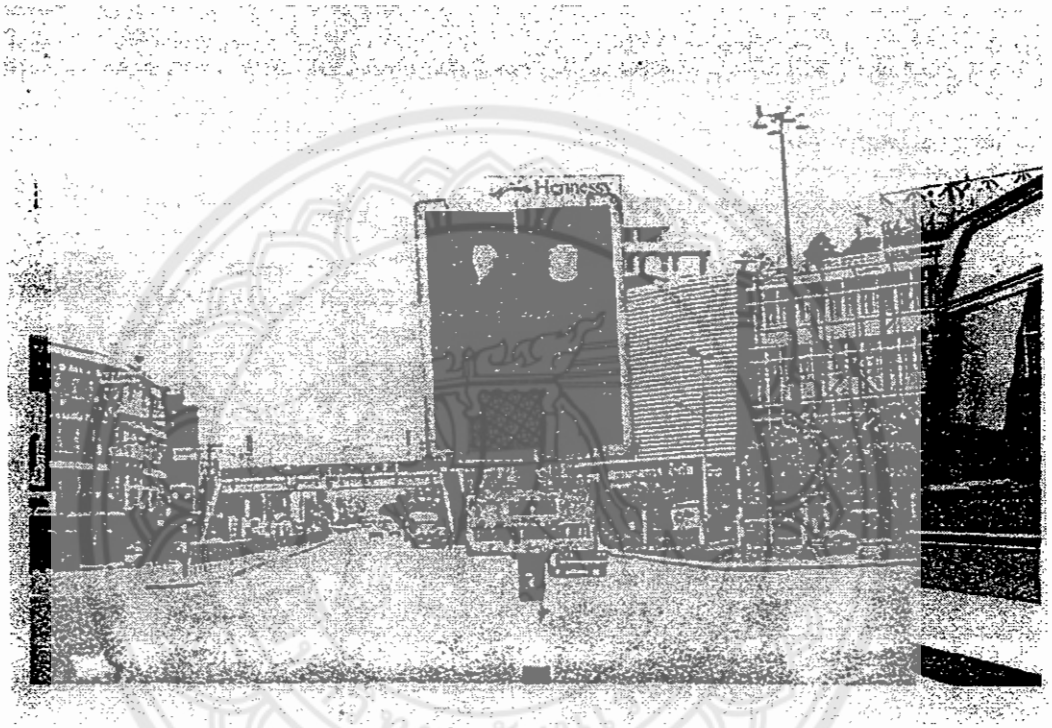
1) สัญญาณควบคุมการจราจร (Traffic Control Signal)

เป็นสัญญาณไฟที่ใช้ควบคุมการจราจรตามบริเวณทางแยกต่างๆ ประกอบด้วย ไฟสีแดง สีเหลือง และสีเขียว วางเรียงกันตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 2.1 สัญญาณไฟชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

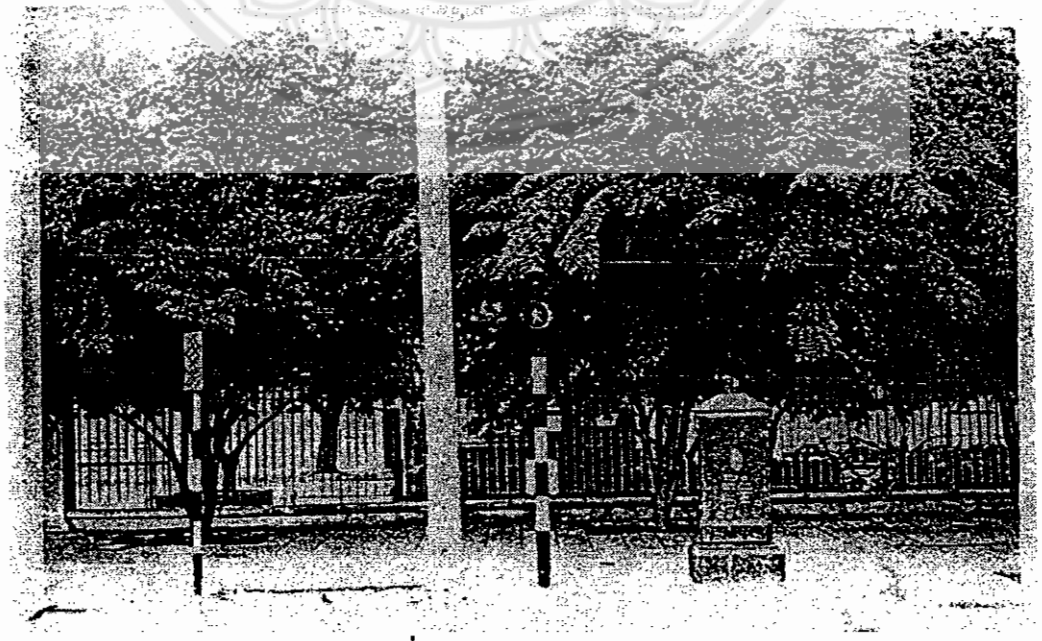
- 1) สัญญาณไฟที่มีระยะเวลาใน 1 รอบ (Cycle Length) คงที่ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า " Pre-Timed Signal หรือ Fixed Time Signal" เป็นระบบสัญญาณไฟที่ได้กำหนดระยะเวลาในหนึ่งรอบไว้คงที่ ซึ่งหมายความว่า ได้กำหนดระยะเวลาของสัญญาณไฟเขียวไว้แน่นอน ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าทางแยกนั้นๆ จะมียวดยานวิ่งผ่านหรือไม่ จะสังเกตุได้ว่าสัญญาณไฟประเภทนี้ไม่เหมาะกับช่วงเวลาที่มีการจราจรเบาบาง เนื่องจากรถต้องหยุดรอสัญญาณไฟเขียว เป็นการเพิ่มปัญหาความล่าช้า
- 2) สัญญาณไฟที่เปลี่ยนไปตามปริมาณการจราจร (Actuated Signal)
  เป็นสัญญาณไฟที่ระยะเวลาของสัญญาณไฟเขียวจะเปลี่ยนไปตามปริมาณการจราจร เช่น ในทิศทางที่ไม่มียวดยานพาหนะวิ่งผ่าน ทางสายนั้นจะได้รับสัญญาณไฟแดง และจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟเขียวเมื่อเริ่มมียานพาหนะวิ่งผ่าน

2) สัญญาณไฟสำหรับคนข้าม (Pedestrain Signal)

เป็นสัญญาณไฟที่ใช้ควบคุมยานพาหนะและคนเดินถนนบริเวณทางข้าม ซึ่งอาจจะติดตั้ง ณ บริเวณทางแยก หรือบริเวณที่มีคนข้ามถนนจำนวนมาก เช่น โรงภาพยนต์ บริเวณศูนย์การค้า โรงพยาบาล ฯลฯ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายแก่ผู้เดินถนนและลดอุบัติเหตุต่างๆ อันพึงจะเกิดขึ้น สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนมีลักษณะคล้ายคลึงกับสัญญาณไฟควบคุมการจราจร แต่แตกต่างกันเพียงสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามมีเฉพาะสีแดง และสีเขียว ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และในบางครั้งใช้ไฟกระพริบสีเหลือง (ดังแสดงในรูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.1 สัญญาณไฟจราจร



รูปที่ 2.2 สัญญาณไฟคนข้ามถนน

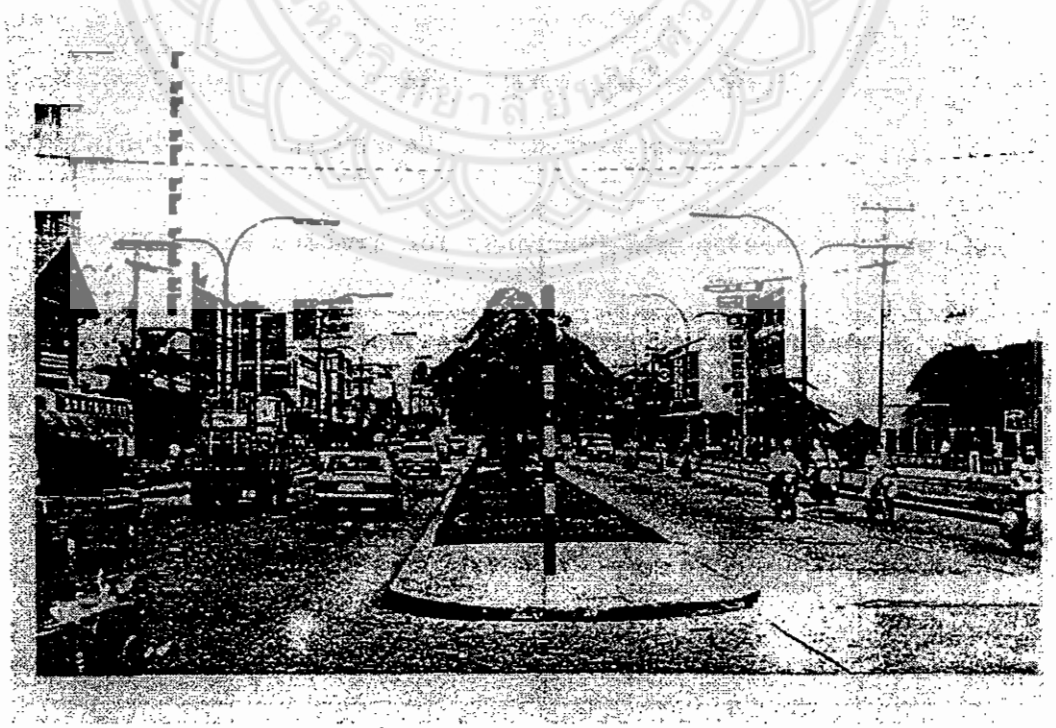
3) สัญญาณไฟสำหรับกรณีพิเศษ (Special Traffic Signal) ซึ่งได้แก่

1) สัญญาณไฟกระพริบ (Flashing Beacon) เป็นสัญญาณไฟที่ ติดตั้งเพื่อเตือนผู้ใช้ยวดยานให้ระมัดระวังมากขึ้นและให้ชะลอความเร็ว โดยทั่วไปสัญญาณไฟชนิดนี้จะติดตั้งบริเวณทางข้าม โดยใช้ไฟกระพริบสีเหลือง สำหรับในต่างประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา จะใช้สัญญาณไฟกระพริบแทนสัญญาณไฟจราจรในช่วงที่มีการจราจรเบาบางมาก เช่น ช่วงตึก หรือรุ่งเช้า โดยกำหนดให้ถนนทางเอกใช้สัญญาณไฟกระพริบสีเหลือง และถนนทางโทใช้สัญญาณไฟกระพริบสีแดง ยานพาหนะที่ได้รับสัญญาณไฟกระพริบสีแดงจะต้องหยุดและให้ทางแก่ยานพาหนะบนถนนที่มีสัญญาณไฟกระพริบสีเหลือง การใช้ไฟกระพริบในช่วงที่มีการสัญจรน้อยมากนั้น จะช่วยลดปัญหาความล่าช้า ณ บริเวณทางแยก

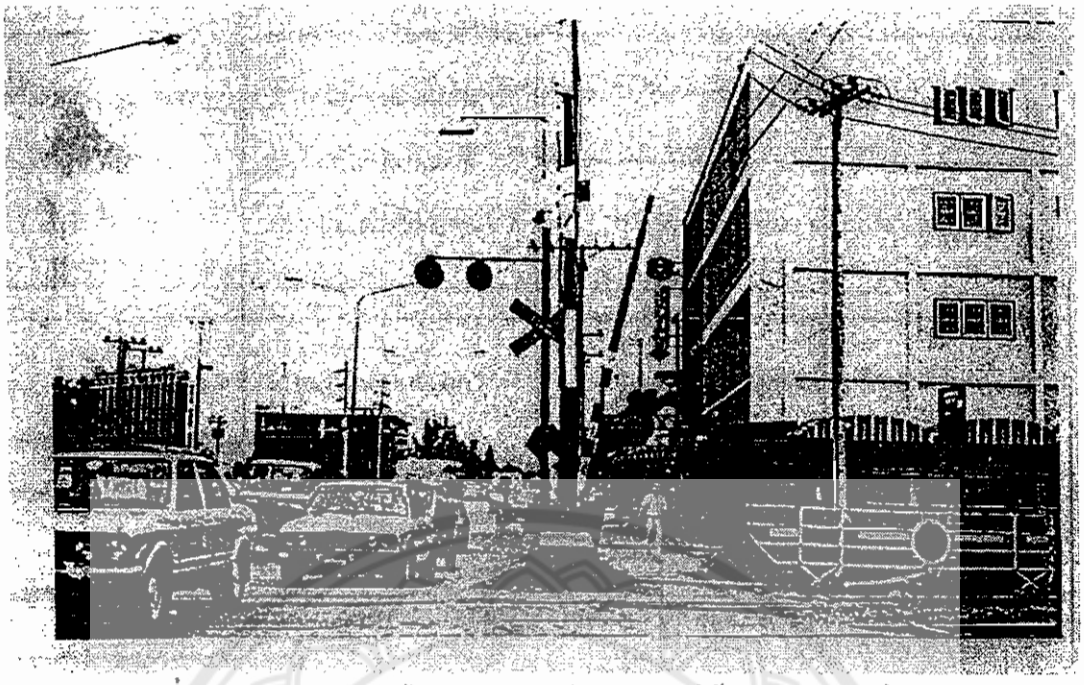
2) สัญญาณไฟควบคุมช่องทางวิ่ง (Lane Use Control Signal) ใช้ในกรณีที่ถนนบางสายอาจจะมีจำนวนช่องทางวิ่งที่ไม่เท่ากันในแต่ละทิศทาง และบางช่องทางวิ่งอาจใช้เป็นช่องทางพิเศษ (Reversible Lane) เพื่ออนุญาตให้ยวดยานแล่นไปและมาในทิศทางตรงกันข้าม ในช่วงเวลาที่กำหนด เช่น การจราจรบนสะพานพุทธยอดฟ้า

3) สัญญาณไฟสำหรับสะพานเปิด (Drawbridge Signal) เป็นสัญญาณไฟที่เตือนผู้ใช้ยวดยานในกรณีที่มีการเปิดสะพาน

4) สัญญาณไฟสำหรับทางรถไฟตัดผ่าน (Railroad Crossing Signal) เป็นสัญญาณไฟที่ใช้เตือนผู้ใช้ยวดยานให้ทราบเมื่อมีรถไฟวิ่งตัดผ่าน



รูปที่ 2.3 สัญญาณไฟกระพริบ (สีเหลือง)



รูปที่ 2.4 แสดงสัญญาณไฟสำหรับกรณีพิเศษ ---- ใช้สำหรับทางรถไฟตัดผ่าน

4. ข้อกำหนดในการติดตั้งสัญญาณไฟ (Warrants for Traffic Signal)

การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรมิใช่ว่าจะทำการติดตั้ง ณ บริเวณใดก็ได้ หากจะต้องคำนึงถึงสภาพการจราจรและสภาพทั่วไปในบริเวณที่จะติดตั้ง โดยทั่วไปมีข้อกำหนดต่างๆดังต่อไปนี้

-1) ปริมาณการจราจร

ณ บริเวณทางแยกใดๆ ที่จะติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จะต้องมีปริมาณการจราจรผ่านทางแยกนั้นไม่น้อยกว่าปริมาณที่ได้กำหนดไว้ในตาราง2.1 และตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ปริมาณรถยนต์ต่ำสุด (Minimum Vehicular Volume)

จำนวนช่องทางวิ่ง		ปริมาณบนทางเอก* ทั้งสองทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณบนทางโท* ในทิศทางเดียว (คัน/ชั่วโมง)
ทางเอก	ทางโท		
1	1	500	150
2 หรือมากกว่า	1	600	150
2 หรือมากกว่า	2 หรือมากกว่า	600	200

* หมายเหตุ ปริมาณการจราจรจะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณการจราจรที่กำหนดเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 2.2 ปริมาณรถยนต์ต่ำสุดสำหรับทางโท (Minimum Volume for Minor Street)

จำนวนช่องทางวิ่ง		ปริมาณบนทางเอก* ทั้งสองทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณบนทางโท* ในทิศทางเดียว (คัน/ชั่วโมง)
ทางเอก	ทางโท		
1	1	750	75
2 หรือมากกว่า	1	900	75
2 หรือมากกว่า	2 หรือมากกว่า	900	100

* หมายเหตุ ปริมาณการจราจรจะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณการจราจรที่กำหนดเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง

-2) ปริมาณคนข้ามถนน

การติดตั้งสัญญาณไฟอาจจะกำหนดได้โดยพิจารณาจากปริมาณคนข้ามถนน และปริมาณรถยนต์บนถนน ซึ่งจะต้องน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ปริมาณต่ำสุดของคนข้ามถนน (Minimum Pedestrain Volume)

ปริมาณการจราจรบนถนนทางเอก* ทั้งสองทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)		ปริมาณข้ามในชั่วโมงสูงสุด** (จำนวนคน/ชั่วโมง)
มีเกาะกลางถนน	ไม่มีเกาะกลางถนน	
1000	600	150

หมายเหตุ * ปริมาณการจราจรจะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณการจราจรที่กำหนด เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง

** ปริมาณคนข้ามถนนจะต้องอยู่ในช่วงระยะเวลาเดียวกันกับการนับปริมาณการจราจร 8 ชั่วโมง และสำหรับบริเวณโรงเรียนและสถานศึกษาจะต้องพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อกำหนดในตารางที่ 2.3

-3) ระยะห่างระหว่างทางแยกที่จะติดตั้งสัญญาณไฟต้องไม่น้อยกว่า 300 เมตร (1000 ฟุต)

-4) อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Experience) เป็นข้อกำหนดสำหรับทางแยกที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุในรอบปีที่ผ่านมาไม่น้อยกว่า 5 ครั้งและสูญเสียทรัพย์สินมีค่าไม่น้อยกว่า 2000 บาท และมีปริมาณการจราจรที่ไม่น้อยกว่า 80% ของปริมาณการจราจรที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1 ตารางที่ 2.2 หรือ 2.3

4.1 ผลดีและผลเสียของการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจรที่ติดตั้งตามบริเวณต่างๆ นั้นมีทั้งผลดีและผลเสียซึ่งพอจะสรุปกล่าวได้ดังนี้

ผลดี

- ทำให้การจราจรเป็นไปอย่างมีระเบียบ ลดปัญหาความติดขัด
- ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบางชนิด เช่น การประสานงา อุบัติเหตุของคนเดินถนน
- ให้โอกาสแก่รถจากถนนทางโทสามารถแล่นตัดหรือผ่านเข้าสู่ถนนสายเอกได้อย่างปลอดภัย
- เสริมความมั่นใจให้กับผู้ใช้ยวดยาน

ผลเสีย

- เพิ่มปัญหาความล่าช้า ณ บริเวณทางแยก โดยเฉพาะเมื่อมิใช่ช่วงเวลาเร่งด่วน
- เพิ่มอุบัติเหตุบางประเภท เช่น การชนท้าย
- การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรในบริเวณที่ไม่เหมาะสม อาจเพิ่มความล่าช้าโดยไม่จำเป็น
- การติดตั้งสัญญาณไฟที่มีระยะเวลาของสัญญาณไฟที่ไม่เหมาะสม จะเพิ่มปัญหาความล่าช้า และสร้างความเบื่อหน่ายแก่ผู้ใช้ยวดยานในการรอคอย

4.2 การออกแบบสัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจร โดยทั่วไปควรมีระยะเวลาใน 1 รอบระหว่าง 60 วินาที ถึง 120 วินาที สำหรับวิธีการคำนวณ/ออกแบบ ระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรสามารถกระทำได้ 3 วิธีคือ

-1) วิธี Basic Principle (Basic Principle Method)

-2) วิธีของ Webster (Webster's Method)

-3) วิธีของ Drew (Drew's Method)

แต่ก่อนที่จะกล่าวถึงวิธีการออกแบบระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรแต่ละชนิดอย่างละเอียด ควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ ซึ่งใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟเสียก่อน

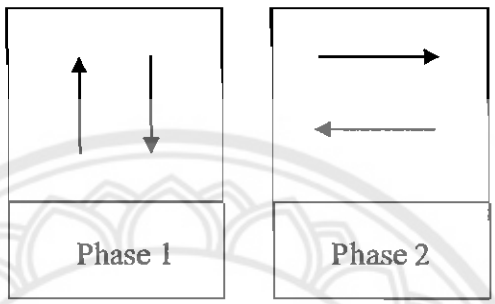
4.3 คำจำกัดความ

สำหรับศัพท์เฉพาะหรือคำจำกัดความซึ่งใช้ในการคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟมีดังต่อไปนี้

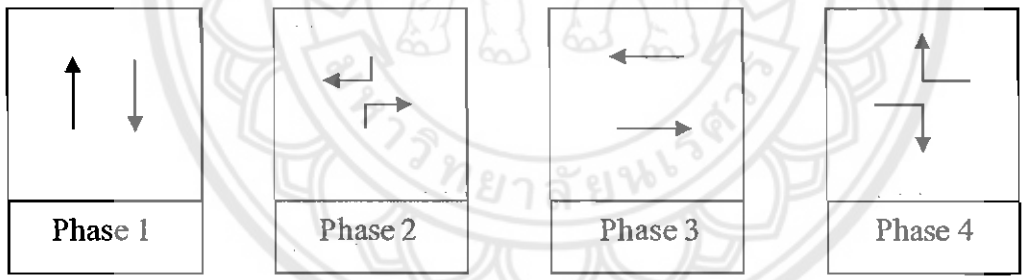
Cycle Length	- ระยะเวลาของสัญญาณไฟใน 1 รอบ ระยะเวลาจะเริ่มนับให้ครบ 1 รอบ คือ ถ้าหาก เริ่มจากแดงไปเขียวเหลือง และกลับมาแดงอีกครั้ง

Signal Phasing

- Phasing เป็นการจัดระบบสัญญาณไฟ ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นกำหนดตามความเหมาะสมของสภาพการจราจร ณ บริเวณทางแยกที่จะมีการติดตั้งสัญญาณไฟ เช่น บริเวณสี่แยกซึ่งมีปริมาณรถเลี้ยวขวาน้อย ผู้ออกแบบอาจจะจัดเป็น 2 phases ดังแสดงในรูป



แต่ถ้าหากบริเวณสี่แยกนั้นมีปริมาณรถเลี้ยวขวามาก ผู้ออกแบบอาจติดตั้งสัญญาณไฟเป็น 3 phases หรือ 4 phases ตามความเหมาะสม



Critical Lane Volume

- ปริมาณรถยนต์สูงสุดต่อ ช่องทางวิ่ง Critical Lane Volume ขึ้นอยู่กับการจัด phases ในแต่ละ phase Critical Lane Volume สามารถคำนวณได้โดยเอาปริมาณ (Volume) ในแต่ละทิศทางหารด้วยจำนวนช่องทางวิ่งในทิศทางนั้น ปริมาณในทิศทางใดที่มีค่ามากกว่าจะนำมาใช้เป็นCritical Lane Volume

Headway

- ระยะห่างระหว่างรถ 2 คัน ซึ่งวัดเป็นหน่วยเวลา ส่วนใหญ่เป็นวินาที

Lost Time

- ระยะเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการ

ออกรถหรือ / และการหยุดรถ คือเมื่อคนขับ
ได้รับสัญญาณไฟเขียว คนขับจะไม่สามารถ
นำรถเคลื่อนที่ออกไปได้ทันทีทันใด
ระยะเวลาที่สูญเสียไปเหล่านี้เป็น Lost Time

4.4 วิธี Basic Principle

วิธี Basic Principle เป็นวิธีการคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟแบบง่ายๆ โดยอาศัยหลักความเข้าใจ และไม่มีสูตรคำนวณดังเช่นวิธีของ Webster หรือวิธีของ Drew การคำนวณจะกระทำเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

-1) จัดระบบสัญญาณไฟ (Signal Phasing) ตามความเหมาะสมของสภาพถนนและปริมาณการจราจร

-2) คำนวณหา Critical Lane Volume ในแต่ละ phase

-3) หาผลรวมของ Critical Lane Volume โดยบวก Critical Lane Volume ของทุก phase เข้าด้วยกัน

-4) คำนวณระยะเวลาไฟเขียวที่กำหนด (Required Green Time) โดยนำผลรวมของ Critical Lane Volume คูณด้วย Headway

-5) คำนวณระยะเวลาสูญเสียที่เป็นไปได้ (Available Lost Time) ซึ่งเท่ากับ 3600 ลบด้วย Required Green Time

-6) คำนวณระยะเวลาสูญเสียใน 1 รอบ (Lost Time Per Cycle) ซึ่งเท่ากับจำนวน phase ทั้งหมดคูนด้วย Lost Time ต่อ phase

-7) คำนวณจำนวนรอบใน 1 ชั่วโมง (Number of Cycles) ซึ่งเท่ากับ Available Lost Time หารด้วย Lost Time Per Cycle

-8) คำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟ (Cycle Length) ซึ่งเท่ากับ 3600 หารด้วย Number of Cycles ระยะเวลาของสัญญาณไฟที่ได้จะมีหน่วยเป็นวินาที

4.5 วิธีของ Webster

Webster (ชาวอังกฤษ) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องสัญญาณไฟจราจรและได้จัดตั้งสูตรคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟดังต่อไปนี้

$$C_m = \frac{L}{1-Y} \qquad (4.1)$$

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-Y} \qquad (4.2)$$

สำหรับสูตรคำนวณแรก (4.1) เป็นสูตรที่ใช้คำนวณระยะเวลาใน 1 รอบ ที่น้อยที่สุด (Minimum Cycle Length) และสูตรที่สอง (4.2) เป็นสูตรที่ใช้คำนวณระยะเวลาใน 1 รอบที่มากที่สุด (optimum Cycle Length) โดยที่

L = ผลรวมของ Lost Time ในทุก phase มีหน่วยเป็นวินาที

Y = ผลรวมของ y ในทุก phase

= $\sum y$

y = อัตราส่วนระหว่างปริมาณการจราจรต่อปริมาณที่จุดอิ่มตัว (Ratio of Actual Flow To Saturation Flow)

= q/S

q = ปริมาณการจราจร ซึ่งโดยทั่วไปในการออกแบบจะเลือกปริมาณที่สูงสุดในแต่ละ Phase (ลักษณะเดียวกันกับ Critical Lane Volume)

S = ปริมาณที่จุดอิ่มตัว (Saturation Flow) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เป็นปริมาณการจราจรสูงสุดที่ถนนสายนั้นสามารถจะรองรับได้ Webster ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณที่จุดอิ่มตัวและกำหนดว่า

S = 525 W เมื่อ W มีหน่วยเป็นเมตร

และ S = 160 W เมื่อ W มีหน่วยเป็นฟุต

(S มีหน่วยเป็น p.c.e ต่อชั่วโมง)

โดยที่ w = ความกว้างของถนน โดยวัดจากขอบถนนไปยังเส้นแบ่งครึ่งกลาง (Center Line)

(อนึ่งในการใช้ปริมาณที่จุดอิ่มตัวนี้ ตำราต่างประเทศบางเล่มจะอนุโลมให้ใช้ S = 1800 คันต่อชั่วโมงต่อช่องทางวิ่ง)

C_m = ระยะเวลาใน 1 รอบน้อยที่สุด มีหน่วยเป็นวินาที

C_o = ระยะเวลาใน 1 รอบมากที่สุด มีหน่วยเป็นวินาที

4.6 วิธีของ Drew

เช่นเดียวกัน Webster Drew (ชาวอเมริกัน) ได้คิดสูตรคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจร ซึ่งมีลักษณะเด่นที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างสูตรคำนวณของ Webster และ Drew คือ สูตรคำนวณของ Drew ไม่มีตัวคงที่ (Constant) มีแต่ตัวแปร (Variable) ซึ่งตามหลักวิชาการแล้วการใช้ตัวแปรนั้นเหมาะสมกว่าตัวคงที่ เนื่องจากค่าของตัวแปรสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม สูตรของ Webster ประกอบไปด้วยตัวคงที่ (1.5L+5) ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่ Webster ได้ทำการศึกษา ทดลอง วิจัย และพิจารณาแล้วว่าค่าเหล่านั้น (1.5 และ 5) เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟ แต่จะมีผู้ใดกล้ารับประกันได้ว่าค่าคงที่เหล่านั้นซึ่งเหมาะสมกับสภาพจราจรในประเทศอังกฤษ จะเหมาะสมกับสภาพการจราจรในประเทศไทย หรือแม้แต่ในประเทศอื่นๆ

Drew ได้จัดตั้งสูตรคำนวณดังต่อไปนี้

$$C = \frac{3600n(K-D)}{3600 - D\Sigma V_i} \qquad (4.6)$$

$$P_i = \frac{V_i DC}{3600} + (K - D) \qquad (4.7)$$

สูตร (4.6) เป็นสูตรคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟใน 1 รอบ และสูตร (4.7) เป็นสูตรคำนวณระยะเวลาของสัญญาณไฟเขียวใน phase ต่างๆ โดยที่

n	=	จำนวน phases
K	=	Lost Time ต่อ phase
D	=	ระยะห่างระหว่างรถที่วัดเป็นหน่วยเวลา หรือ Headway
ΣV_i	=	ผลรวมของ Critical Lane Volume
V_i	=	Critical Lane Volume ใน phase i
C	=	ระยะเวลาใน 1 รอบ
P_i	=	ระยะเวลาในแต่ละ phase (phase length) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ระยะเวลาของสัญญาณไฟเขียวซึ่งรวมทั้งระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลือง

4.7 การออกแบบสัญญาณไฟเหลือง (Amber Time)

นอกเหนือไปจากการออกแบบระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมจราจรแล้ว การออกแบบระยะเวลาสัญญาณไฟเหลืองก็มีส่วนสำคัญในการควบคุมจราจรเช่นกัน ยังมีผู้เข้าใจผิดกันอีกมากเกี่ยวกับความหมายที่แท้จริงของสัญญาณไฟเหลือง จุดประสงค์ในการใช้สัญญาณไฟเหลืองนั้นเพื่อให้โอกาสแก่รถคันสุดท้ายซึ่งแล่นมาถึงทางแยกแล้วสัญญาณไฟเขียวสิ้นสุดลงพอดี รถคันสุดท้ายดังกล่าวควรมีระยะเวลานานพอเพียงที่จะแล่นผ่านทางแยกได้อย่างปลอดภัยในกรณีที่คนขับตัดสินใจแล่นผ่าน แทนที่จะหยุดรอสัญญาณไฟเขียวในรอบต่อไป

โดยทั่วไปแล้วสัญญาณไฟเหลืองควรมีระยะเวลาประมาณ 3 – 5 วินาที การออกแบบสัญญาณไฟเหลืองที่น้อยกว่า 3 วินาที อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุและความไม่น่าปลอดภัยในกรณีที่คนขับตัดสินใจที่จะแล่นผ่านทางแยก การออกแบบสัญญาณไฟเหลืองที่นานกว่า 5 วินาที จะทำให้คนขับฉวยโอกาสฝ่าฝืนโดยแล่นผ่านทางแยกกันมากขึ้น และนอกไปจากนี้ยังทำให้ระยะเวลาของสัญญาณไฟเขียวลดน้อยลง อย่างไรก็ตามจะขอเสนอการออกแบบระยะเวลาสัญญาณไฟเหลืองจากสูตรคำนวณดังต่อไปนี้

$$A = t + \frac{1}{2}\frac{V}{a} + \frac{w+1}{V} \qquad (2.8)$$

A	คือ	ระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลือง มีหน่วยเป็นวินาที
T	คือ	ระยะเวลาการตัดสินใจของคนขับ หรือ PIEV (Perception Reaction Time) โดยทั่วไป t มีค่าประมาณ 1 วินาที
V	คือ	อัตราความเร็วของรถขณะแล่นมาถึงทางแยก
A	คือ	อัตราความเร่ง/ความหน่วง โดยทั่วไป a มีค่าประมาณ 15 ฟุต/วินาที^{2} หรือประมาณ 5.0 เมตร/วินาที^{2}
w	คือ	ความกว้างของทางแยก
l	คือ	ความยาวของยานพาหนะ

5. ปริมาตรการจราจร (TRAFFIC VOLUME STUDIES)

ปริมาณการจราจรหรือการเคลื่อนที่ของรถบนถนน สามารถเปรียบได้กับการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าตามขดลวด หรือกระแสน้ำที่ไหลไปตามท่อ เมื่อมีความจำเป็นต้องวัดกระแสไฟฟ้าหรืออัตราการไหลของน้ำ เพื่อกำหนดขนาดของขดลวดหรือขนาดของท่อที่ใช้ ในทำนองเดียวกันการศึกษาปริมาณการจราจรก็เพื่อกำหนดความกว้างและจำนวนช่องทางวิ่งของถนน ซึ่งถ้าจะ

พิจารณาศึกษารายละเอียดให้ลึกซึ้งแล้วจะเห็นได้ว่า อัตราการไหลของน้ำในท่อจะไหลผ่านด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากันซึ่งขึ้นอยู่กับความดันภายในท่อ เช่นเดียวกับปริมาณการจราจรซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปอยู่ตลอดเวลา

การศึกษาปริมาณการจราจรคือ การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวางแผน การออกแบบ และการดำเนินการทางด้านการจารจร การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ การควบคุมด้านการจราจรและสภาพแวดล้อม ตลอดจนการค้นคว้าวิจัย เพื่อใช้จัดตั้งและปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบให้ทันสมัยและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.1 การสำรวจปริมาณการจราจร

การสำรวจปริมาณการจราจรหมายถึง การนับจำนวนรถซึ่งแล่นผ่านบริเวณที่กำหนดและภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้คือ

- เพื่อการแบ่งประเภทของถนน
- การวางแผนระบบควบคุมการจราจร
- การออกแบบระบบการจราจร
- การคาดคะเนปริมาณการจราจร

สำหรับการสำรวจปริมาณการจราจรตามถนนสายต่างๆ นั้น สามารถกระทำได้หลากวิธีคือ

- การสำรวจโดยวิธีใช้คนนับ (Manual Counting)
- การสำรวจโดยใช้เครื่องมือ (Mechanical Counting)
- การสำรวจโดยใช้ภาพถ่าย (Photographic Techniques)
- การสำรวจโดยวิธีการเคลื่อนที่ของรถ (Moving Vehicles Method)

5.1.1 การสำรวจโดยวิธีใช้คนนับ

การสำรวจปริมาณการจราจรโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายต่อการศึกษาปริมาณการจราจร ผู้สำรวจเพียงแต่นับจำนวนรถที่แล่นผ่านพร้อมกับทำเครื่องหมายหรือ สัญลักษณ์ลงบนกระดาษบันทึก

การศึกษาปริมาณการจราจรโดยวิธีใช้คนนับไม่เหมาะสมกับถนนที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น เนื่องจากอาจเกิดปัญหาความผิดพลาดในการนับ และบางครั้งไม่เหมาะกับสภาพภูมิอากาศในบางฤดูกาล หรือในช่วงบางเวลา เช่น เวลากลางคืน เป็นต้น การนับรถโดยวิธีนี้จะเสียค่าใช้จ่ายมากในกรณีที่ต้องการสำรวจข้อมูลเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากใช้แรงงานมาก

แต่อย่างไรก็ตามการสำรวจปริมาณจราจรโดยวิธีคนนับมีประโยชน์หลายประการ คือ

1. สามารถสำรวจปริมาณรถเลี้ยว (Turning Movement)
2. สามารถแยกประเภทรถ (Vehicle Classification)

3. สามารถศึกษาจำนวนผู้โดยสารบนรถ (Occupancy Studies)

4. สามารถศึกษาปริมาณคนเดินถนน (Pedestrian counts)

การสำรวจปริมาณรถเลี้ยวและการแยกประเภทรถมีความสำคัญต่อการออกแบบระบบควบคุมการจราจร เช่น ระบบสัญญาณไฟ ป้ายจราจร การกำหนดบริเวณที่จอดรถ การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและความจุของถนน ฯลฯ การศึกษาถึงจำนวนผู้โดยสารมีส่วนสำคัญในการวางแผนระบบการขนส่ง และการศึกษาปริมาณคนเดินถนนเพื่อการออกแบบวางแผนและควบคุมให้เป็นไปอย่างมีระเบียบและปลอดภัย

5.1.2 การสำรวจโดยใช้เครื่องมือ

วิธีการสำรวจปริมาณการจราจรโดยใช้เครื่องมือซึ่งประกอบด้วย "ตัวจับคลื่น (Detector)" และเครื่องนับ(Counter)" ตัวจับคลื่นจะเป็นตัวจักรสำคัญในการนับรถโดยวิธีนี้ แคนที่จะใช้คนบังคับเครื่องนับแทนดังเช่นวิธีแรก ตัวจับคลื่นจะเป็นตัวทำหน้าที่แทน โดยส่งสัญญาณ (เมื่อมีรถวิ่งผ่าน) ไปยังเครื่องนับ เครื่องนับจะทำงานเมื่อสัญญาณส่งเข้ามา

สำหรับตัวจับคลื่นนั้นมีชนิดที่ใช้แตกต่างกันหลายชนิดเช่น ชนิดโลหะกระทบ (Positive Contact Detector) ชนิดใช้ความดัน (Pneumatic Detector) ชนิดใช้ของเหลวแทนความดัน (Hydraulic Detector) ชนิดใช้สนามแม่เหล็ก (Magnetic Detector) และชนิดใช้ลำแสง(Photo Electric Eyes)

ในประเทศไทยชนิดที่นิยมใช้กันคือ ประเภทใช้ความดัน(Pneumatic Detector) ซึ่งลักษณะของเครื่องมือประกอบไปด้วยสายยางวางพาดอยู่บนผิวถนน เมื่อมีรถแล่นผ่าน ล้อจะทับยาง ทำให้เกิดความดันส่งไปยังเครื่องนับ เครื่องนับจะทำงานบันทึกจำนวนรถ โดยทั่วไปแล้วเครื่องมือชนิดนี้จะออกแบบให้ล้อทับสองครั้งมีค่าเท่ากับ 1 คัน ซึ่งในกรณีที่มีรถมากกว่า 2 เพลา เช่น รถบรรทุก จะทำให้ค่าที่ได้เกิดการผิดพลาด จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปลงแก้ไขข้อมูล

ผลดีและผลเสียของการใช้เครื่องมือนับรถ

ผลดี

- ประหยัดเมื่อต้องการนับปริมาณการจราจรเป็นระยะเวลานาน
- สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา เช่น ทั้งกลางวันกลางคืน

ผลเสีย

- ไม่สามารถแยกประเภทรถ
- ไม่สามารถนับปริมาณรถเลี้ยว
- สายยางที่ใช้อาจชำรุดได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอยู่บ่อยๆ
- จำเป็นต้องมีการดัดแปลกแก้ไขข้อมูล เพื่อความเหมาะสมในกรณีที่ใช้ในบริเวณที่มีรถบรรทุก

5.1.3 การสำรวจโดยใช้ภาพถ่าย

การนับปริมาณการจราจรสามารถใช้ภาพถ่ายในการศึกษาได้ ซึ่งอาจจะถ่ายเป็นภาพยนตร์ หรือถ่ายจากกล้องถ่ายรูป โดยปรกติจะถ่ายจากที่สูงซึ่งสามารถมองเห็นได้ทั่วบริเวณ เช่น ถ่ายภพจากยอดตึกสูงหรือถ่ายจากเครื่องบิน แล้ว จึงนับจำนวนยานพาหะนะที่ปรากฏในภาพถ่าย ซึ่งจะได้ผลเต็มที่และได้จำนวนที่แน่นอน แต่ค่าในใช้จ่ายในการถ่ายภาพจะสิ้นเปลืองมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถ่ายภาพทางอากาศ

5.1.4 การสำรวจด้วยวิธีนับรถ

6. ระยะเวลาการเก็บข้อมูล

เนื่องจากปริมาณการจราจรจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาดังแสดงในรูปที่ 5.2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณการจราจรบนถนนสุขุมวิทตลอด 24 ชั่วโมงซึ่งจะสังเกตได้ว่าในชั่วโมงเร่งด่วนระหว่าง 7.00-8.00 น. จะมีปริมาณการจราจรมากถึง 2400 คัน/ชั่วโมงขณะที่ช่วงระหว่าง 3.00-4.00 น จะมีปริมาณการจราจรเพียง 300 คัน/ชั่วโมง ดังนั้นระยะเวลาการเก็บข้อมูลจะแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการศึกษา โดยทั่วไปมีช่วงเวลาการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ช่วงเวลาเร่งด่วน(Peak-Hour Counts) จะเก็บข้อมูลประมาณ 4 ชั่วโมงต่อวัน โดยเก็บในช่วงเช้า 7.00 ถึง9.00 น. และช่วงเวลาเย็น 16.00-18.00 น.
2. นับ 12 ชั่วโมง จะเก็บข้อมูลระหว่าง 7.00-19.00 น
3. นับ 16 ชั่วโมง จะเก็บข้อมูลระหว่าง 6.00-22.00 น
4. นับ 24 ชั่วโมง จะเริ่มนับตั้งแต่ 0.00 น ของวันเดิม จนกระทั้ง 0.00 น ของวันต่อไป.
5. นับสุดสัปดาห์ จะเริ่มนับตั้งแต่ 18.00 น ของวันศุกร์ถึง 6.00 ของวันจันทร์

7.ชนิดของปริมาณการจราจร

การศึกษาปริมาณการจราจรจะจำแนกตามช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งแต่ละชนิดมีวัตถุประสงค์ต่างๆดังต่อไปนี้คือ

1. ปริมาณการจราจรเฉลี่ยประจำปี (Average Annual Daily Traffic) มีประโยชน์สำหรับ
   - กำหนดจำนวนการเดินทางในแต่ละปีในพื้นที่ที่ทำการศึกษา
   - ประเมินรายรับ / รายจ่ายจากผู้ใช้ถนน
   - ศึกษาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ
   - ใช้เป็นข้อมูลในการจัดสรรงบประมาณค่าบำรุงรักษต่อปี
2. ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic)
   - คาดคะเนปริมาณความต้องการในการใช้รถใช้ถนน

- วิเคราะห์ถึงสภาพการจราจรกับความสามารถในการรองรับการจราจรของระบบถนน

3. ปริมาณการจราจรในแต่ละชั่วโมง (Hourly Traffic)
   - คำนวณระยะเวลาที่มีปริมาณจราจรสูงสุด
   - จัดตั้งระบบควบคุมการจราจร โดยเป็นตัวกำหนดสำหรับ
     i. การติดตั้งสัญญาณไฟและเครื่องหมายจราจร
     ii. การกำหนดการเดินรถทางเดียว
     iii. การกำหนดบริเวณที่ห้ามจอดรถ หยุดรถ หรือห้ามกลับรถ
4. ปริมาณการจราจรในช่วงสั้น (Shot Term Counts) เช่นในช่วง 5 นาที 15 นาที ใช้สำหรับ

- วิเคราะห์อัตราการจราจรสูงสุดในช่วงเวลาที่กำหนด
- วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงนี้มีชื่อเรียกว่า Peak Hour Factor , PHF

7.1 Peak Hour Factor

PFH คือ การวัดความคงที่ของปริมาณการจราจร เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน ต่อปริมาณการจราจรสูงสุดในช่วงเวลาที่กำหนด (5 นาที หรือ 15 นาที) ภายในชั่วโมงเร่งด่วน

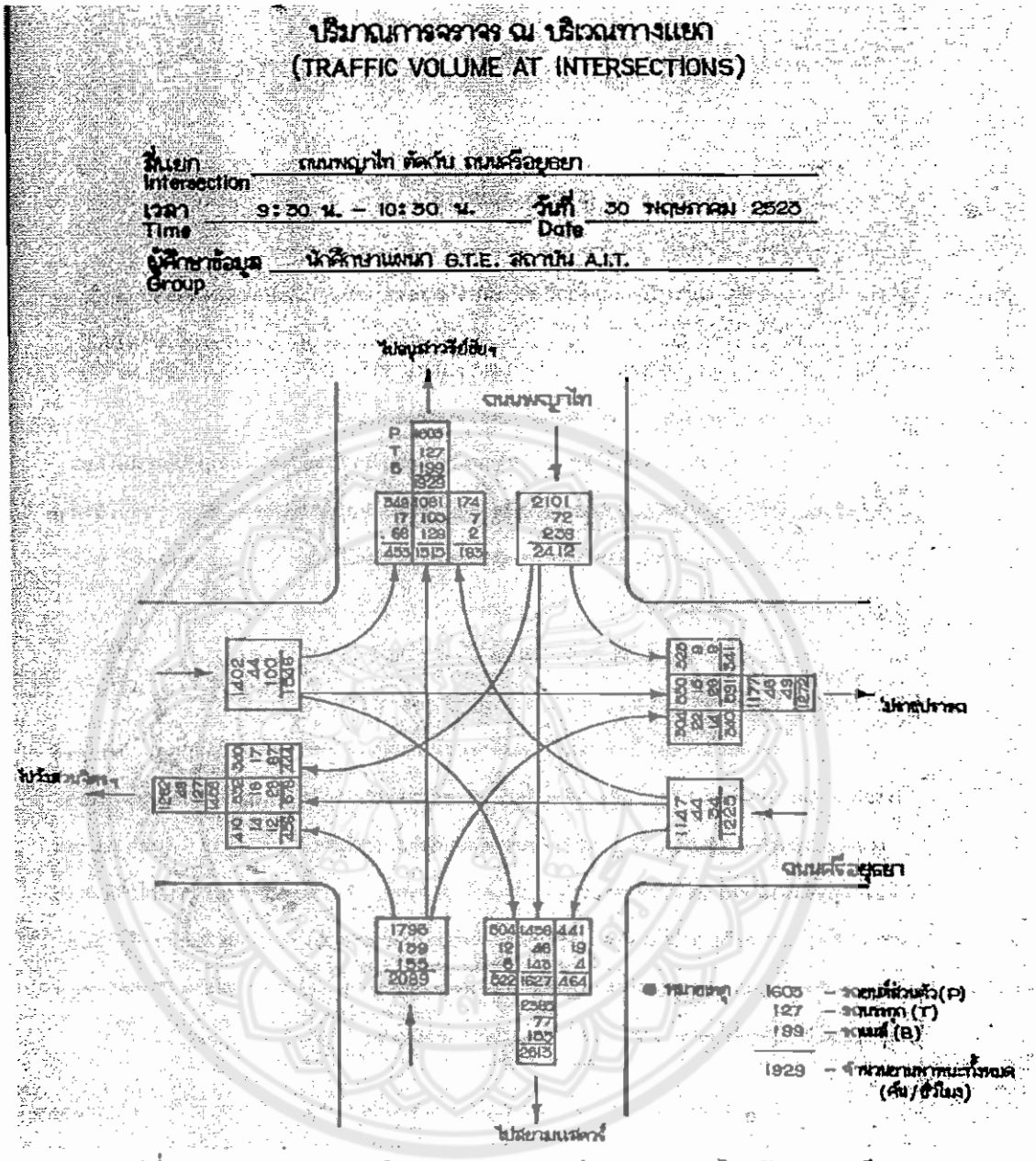
หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า

PHF = ปริมาณการจราจรสูงสุด (หนึ่งชั่วโมง)/ 4 (ปริมาณสูงสุดในระวะเวลา 15 นาที) หรือ

PHF = ปริมาณการจราจรสูงสุด (หนึ่งชั่วโมง)/ 12(ปริมาณสูงสุดในระวะเวลา 5 นาที)

8. การบันทึกมูล

โดยทั่วไปการศึกษาเรื่องปริมาณการจราจร จะบันทึกข้อมูลในลักษณะของการแยกประเภทของยานพาหนะ เช่น รถยนต์นั่ง รถโดยสารหรือรถเมล์ และ รถบรรทุก ฯลฯ รวมทั้งการบันทึกจำนวนรถเลี้ยวในกรณีที่ต้องการศึกษาปริมาณการจราจรตามทางแยกต่างๆ รูป 2.5 แสดงถึงแผนภาพประกอบการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร ณ บริเวณทางแยกระหว่างถนนพญาไทกับถนนศรีอยุธยา



รูปที่ 2.5 การจราจร ณ บริเวณทางแยก ระหว่าง ถนนพญาไท กับ ถนนศรีอยุธยา

9. ป้ายจราจรและเครื่องหมายจราจร (Traffic Signs And Markings)

9.1 ป้ายจราจร (Traffic Signs)

ป้ายจราจรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แจ้งกฎหรือระเบียบแก่ผู้ใช้ยวดยานบนถนน เพื่อให้การเคลื่อนที่เป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย ป้ายแจ้ง (ซึ่งอาจจะเป็นตัวอักษร ตัวเลขสามารถ เครื่องหมาย สัญลักษณ์) อาจจะอยู่ในลักษณะของการควบคุมบังคับ การเตือนให้ทราบอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น หรือแนะนำให้ทราบถึงเส้นทางและข้อมูลต่างๆที่จำเป็น

สำหรับข้อกำหนดหรือหลักการปฏิบัติในการใช้ป้ายจราจรมีดังต่อไปนี้คือ

1. ป้ายจราจรแต่ละป้ายมีจุดประสงค์เฉพาะ ฉะนั้นควรติดตั้งเฉพาะป้ายจราจรที่จำเป็นตามตำแหน่งที่เหมาะสมให้เรียบร้อยก่อนจะเปิดการจราจรบนถนนสายใหม่ ทางเบี่ยง หรือทางชั่วคราว

2. ป้ายจราจรจะต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพการจราจรบนถนน ฉะนั้นการติดตั้งเพิ่มเติมหรือ/และรื้อถอนป้ายออกจะต้องกระทำทันทีเมื่อสภาพของถนนเปลี่ยนแปลงไป

3. การติดตั้งป้ายจราจรควรจะต้องคำนึงถึงมาตรฐานการออกแบบและการติดตั้งตลอดจนความสม่ำเสมอในการใช้ป้ายจราจร สภาพของถนนแบบเดียวกันควรใช้ป้ายจราจรแบบเดียวกันติดตั้ง

4. ไม่ควรติดตั้งป้ายจราจรมากจนเกินความจำเป็น เพราะจะทำให้ผู้ใช้ยวดยานขาดความสนใจ

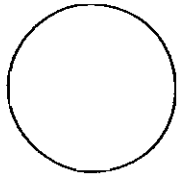
9.2 มาตรฐานการออกแบบป้ายจราจร

แบบ รูปร่าง ขนาด สี ตัวอักษร ตัวเลข เครื่องหมายและสัญลักษณ์ของป้ายจราจรที่ออกแบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้ยวดยานบนถนนสามารถสังเกตได้ง่าย ให้มีเวลาทำความเข้าใจและปฏิบัติตามได้ทัน มองเห็นได้ชัดเจน เข้าใจและจดจำได้ง่าย และสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้องสม่ำเสมอเป็นมาตรฐานเดียวกัน

9.3 ลักษณะของป้ายจราจร

ป้ายจราจรทุกป้ายซึ่งจะติดตั้งบนถนนทุกแห่ง จะต้องเป็นป้ายที่มีลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด สำหรับรูปร่างของป้ายมีดังต่อไปนี้คือ

รูปแปดเหลี่ยม (Octagon Shape) ใช้เฉพาะป้ายหยุด



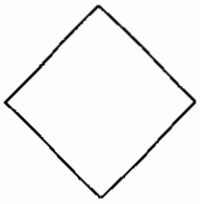
รูปกลม (Round Shape) ใช้เฉพาะป้ายบังคับ

HV
6425
.T5
O187ก
2549

สำนักหอสมุด

15 ก.พ. 2550

5040459



รูปสี่เหลี่ยมตั้งมุมขึ้น (diamond shape) ป้ายเตือน

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Shape) ใช้เฉพาะป้ายแนะนำและป้ายเตือนบางชนิด

รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Shape) ใช้เฉพาะป้ายแนะนำและป้ายเตือนความเร็ว

9.4 การติดตั้งป้ายจราจร

ป้ายจราจรจะทำการติดตั้งทางด้านซ้ายของผิวจราจร แต่ในกรณีที่ถนนแคบ ควรใช้ป้ายชนิดแขวนสูง (Overhead Signs) ติดคร่อมถนนสายนั้นๆและนอกเหนือไปจากนี้ป้ายแขวนสูงยังนิยมใช้กับถนนชนิดทางสายด่วน (Expressway) และถนนที่มีช่องทางวิ่งมากกว่า 3 ช่องทางขึ้นไป เนื่องจากคนขับไม่สามารถมองเห็นข้างทางได้ถนัด สำหรับป้ายจราจรที่ติดตั้งทางด้านขวาของทางควรเป็นป้ายที่ติดตั้งไว้เพื่อเสริมป้ายจราจรอื่นๆที่มีอยู่แล้ว

เสาป้ายจราจรจะต้องตอกหรือฝังลงในดินให้มั่นคงและแข็งแรง ไม่โยกคลอนหรือบิดไปมาได้ เสาป้ายจราจรสำหรับป้ายบังคับ ป้ายเตือนและป้ายหมายเลขทางให้ใช้เสาเดี่ยว ส่วนเสาป้ายแนะนำอื่นๆและป้ายเตือนที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ใช้เสาคู่ ที่เสาหรือติดตั้งป้ายจราจรเพียงแห่งเดียว

1. ห้ามติดตั้งป้ายแนะนำร่วมกับป้ายชนิดอื่น
2. ไม่ควรติดตั้งป้ายบังคับหรือป้ายเตือนเกิน 1 ป้าย

3. ถ้าจะต้องติดตั้งป้ายบังคับหรือป้ายเตือนร่วมกันจะต้องเป็นป้ายที่มีความหมายช่วยเสริมกันและติดตั้งไม่เกิน 2 ป้าย

4. ถ้าใช้ป้ายหยุดให้ติดตั้งเดี่ยวให้ดิดตั้งเดี่ยว

9.5 ชนิดของป้ายจราจร

ป้ายจราจรแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. ป้ายบังคับ เป็นป้ายซึ่งมีผลบังคับตามกฎหมาย ผู้ที่ละเมิดหรือฝ่าฝืนจะต้องโทษตามที่กฎหมายระบุ

2. ป้ายเตือน เป็นป้ายซึ่งใช้เพื่อเตือนผู้ใช้ยวดยานให้ระมัดระวังก่อนถึงจุดหรือตำแหน่งที่อาจจะเกิดอันตราย

3. ป้ายแนะนำ เป็นป้ายแสดงทิศทาง จุดหมายปลายทาง ระยะทาง สถานที่น่าสนใจ ตลอดจนหมายเลขของทาง (ถนน)

9.6 ป้ายบังคับ

6.1 ความมุ่งหมาย

ป้ายบังคับใช้ติดตั้งในถนนเพื่อให้ผู้ใช้ยวดยานปฏิบัติตาม ผู้ใดฝ่าฝืนย่อมมีความผิดตามกฎหมาย การติดตั้งป้ายบังคับนี้จะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และจะติดตั้งเฉพาะบริเวณที่จำเป็นเท่านั้น

6.2 ลักษณะของป้ายบังคับ

ป้ายบังคับโดยทั่วไป มีลักษณะเป็นแผ่นกลม โดยมีตัวอักษร ตัวเลข เครื่องหมายสัญลักษณ์เป็นสีดำอยู่บนพื้นป้ายสีขาว ขอบป้ายสีแดง ยกเว้นป้ายหยุด (Stop Sign) ป้ายให้ทาง (Yield Sign) และป้ายห้ามจอดรถ (No Parking Sign)

ป้ายหยุดมีลักษณะเป็นรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า มีตัวอักษรสีขาว “หยุด” บนพื้นป้ายสีแดง ป้ายให้ทางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า โดยมีปลายแหลมชี้ลง มีตัวอักษรสีดำว่า “ให้ทาง” บนพื้นป้ายสีขาว ขอบป้ายสีแดง และสำหรับป้ายห้ามจอดรถนั้นเป็นลักษณะแผ่นกลมมีเส้นคาดทแยงสีแดงบนพื้นป้ายสีน้ำเงิน ขอบป้ายสีแดง

9.7 ป้ายเตือน

9.7.1 ความมุ่งหมาย

ป้ายเตือนที่ติดตั้งในถนนเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ยวดยานล่วงหน้า ให้ทราบถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากสภาพของถนน หรือสภาวะที่อาจจะเกิดขึ้น ผู้ใช้ยวดยานจะได้ระมัดระวังให้มากขึ้นโดยชะลอความเร็วลงเพื่อความปลอดภัย การใช้ป้ายเตือนที่ถูกต้องและเพียงพอจะมีส่วนช่วยในการขับรถและป้องกันอันตรายได้เป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามการติดตั้งป้ายเตือนควรติดตั้งเท่าที่จำเป็นเท่านั้นทั้งนี้เพราะการติดตั้งพร่ำเพรื่อหรือโดยไม่จำเป็นจะทำให้ป้ายขาดความสนใจจากผู้ใช้ยวดยาน

9.7.2 การใช้ป้ายเตือน

ตำแหน่งและบริเวณอันตราย ซึ่งควรจะใช้ป้ายเตือนเพื่อทราบล่วงหน้ามีดังต่อไปนี้คือ

1. ทางโค้ง
2. ทางแยก
3. สัญญาณไฟ
4. การลดจำนวนช่องทางวิ่ง (จำนวนเลน)
5. ผิวจราจรแคบลง
6. ทางลาด / ทางชัน
7. สภาพของผิวจราจร
8. ทางข้าม
9. บริเวณโรงเรียน สถานที่ศึกษา
10. ทางรถไฟ และอื่นๆ

9.7.3 ลักษณะของป้ายเตือน

1. กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ได้กำหนดลักษณะของป้ายดังต่อไปนี้

ป้ายเตือนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งมุมขึ้น ยกเว้นป้ายเตือนความเร็วซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ป้ายเตือนทุกแบบใช้พื้นป้ายสีเหลือง เส้นขอบป้ายเครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวเลข ตัวอักษร สีดำ ยกเว้นป้ายเตือนเกี่ยวเนื่องกับงานก่อสร้างและงานบำรุงทาง ใช้พื้นป้ายสีแสด เส้นขอบป้าย เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวเลข ตัวอักษรสีดำ

2.คณะกรรมการจราจรแห่งชาติและกองกำกับกลาง กองตำรวจจราจร กระทรวงมหาดไทย ได้กำหนดลักษณะป้ายเตือนดังต่อไปนี้

ป้ายเตือนเป็นลักษณะรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า พื้นป้ายสีขาว เส้นขอบป้ายสีแดง เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวอักษรสีดำ

สำหรับในต่างประเทศ มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศออสเตรเลียมีลักษณะเดียวกันกับลักษณะที่กำหนดโดยคณะกรรมการจราจรแห่งชาติ กระทรวงมหาดไทย

9.8 ป้ายแนะนำ

9.8.1 จุดมุ่งหมาย

ป้ายแนะนำติดตั้งขึ้นเพื่อใช้แนะนำให้ผู้ใช้ยวดยานไปสู่จุดหมายปลายทางได้ถูกต้องและให้ข้อมูลต่างๆที่จำเป็นในการเดินทางตลอดเส้นทางนั้นๆด้วย

9.8.2 การใช้ป้ายแนะนำ

ป้ายแนะนำใช้ติดตั้งบริเวณทางแยก เพื่อให้ผู้ใช้ยวดยานทราบถึงทิศทางระยะทาง ถ้าใช้ติดตั้งบริเวณอื่นเพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้ขับขี่เกี่ยวกับระยะทาง และสถานที่ต่างๆเช่น สวนสาธารณะฯลฯ รวมทั้งบริเวณสถานที่ท่องเที่ยว และสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์

9.8.3 ลักษณะของป้ายแนะนำ

ลักษณะโดยทั่วไปของป้ายแนะนำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยมีด้านสั้นเป็นด้านตั้ง และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนสีบนป้ายแนะนำนั้นมี 3 แบบคือ

1. ใช้พื้นป้ายสีขาว เส้นขอบป้าย เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวเลข ตัวอักษรสีดำ

2. ใช้พื้นป้ายสีน้ำเงิน เส้นขอบป้ายสีขาว เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวเลข ตัวอักษรเป็นสีขาวสีดำ หรือ สีแดง

3. ใช้พื้นป้ายสีเขียว เส้นขอบป้าย เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวเลข ตัวเลขสีขาว ป้ายชนิดนี้ใช้เฉพาะกับถนนประเภททางสายด่วน (Expressway or Freeway)

9.9 เครื่องหมายจราจร

เครื่องหมายจราจรเป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการจราจร ซึ่งทำให้ยวดยานสามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย ในบางครั้งเครื่องหมายจราจรใช้เพื่อเสริมความหมายของระบบควบคุมการจราจรชนิดอื่น เช่น ช่วยเสริมความหมายของสัญญาณไฟ และป้ายจราจร

9.10 สีของเครื่องหมายจราจร

โดยทั่วไปเครื่องหมายจราจรบนผิวทางจะใช้สีขาวและสีเหลือง (สีดั้นอนุโลมให้ใช้ร่วมกับสีขาวได้เฉพาะกรณีผิวทางมีสีอ่อนเพื่อเพิ่มการตัดของสี) แต่ในประเทศไทยยังไม่มีกฎกระทรวงอนุญาตให้ใช้เครื่องหมายจราจรสีเหลืองได้ สำหรับในต่างประเทศสีเหลืองจะใช้ในการแบ่งทิศทางจราจร แสดงถึงการเดินทางในทิศทางตรงกันข้ามและใช้เป็นเส้นแบ่งทิศทางจราจร (Center Line) โดยทำหน้าที่ซึ่งให้ความหมายดังต่อไปนี้

1. เส้นประเดี่ยวสีเหลือง เป็นการแบ่งทิศทางของการจราจร อนุญาตให้รถแซงกันได้ทั้งสองทิศทาง

2. เส้นประคู่เส้นทึบ เป็นการแบ่งทิศทางจราจร อนุญาตให้รถแซงในทิศทางหนึ่ง แต่ไม่อนุญาตให้แซงในอีกทิศทางหนึ่ง ด้านที่ห้ามแซงใช้เส้นทึบ ส่วนด้านที่ยอมให้แซงใช้เส้นประ ตัวอย่างของการใช้เส้นทึบได้แก่ การขับรถขึ้นและลงเขา ด้านซึ่งคนขับอยู่ในทิศทางขึ้นเขาจะต้องตีเส้นทึบ เนื่องจากทัศนะวิสัยและระยะสายตาไม่ดีเท่าด้านซึ่งคนขับในทิศทางลงเขาซึ่งตีเส้นประ ดังนั้นผู้ขับรถขึ้นเขาจึงไม่อนุญาตให้แซง แต่ผู้ขับรถลงอาจจะแซงได้

3. เส้นทึบคู่ เป็นการแบ่งทิศทางจราจรในบริเวณที่ห้ามแซงทั้งสองทิศทางบนถนน

สำหรับสีขาวให้เป็นเครื่องหมายจราจรดังต่อไปนี้

1. เส้นแบ่งช่องทางวิ่ง (ในทิศทางเดียวกัน)

2. เส้นขอบทางด้านซ้ายและขวา

3. เส้นหยุด

4. ทางคนข้าม

5. เส้นแสดงการจอดรถ

6. เครื่องหมายและข้อความบนผิวจราจร

9.11 ชนิดของเครื่องหมายจราจร

เครื่องหมายจราจรแบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. เครื่องหมายจราจรบนผิวตามยาว (Longitudinal Pavement Marking) ซึ่งได้แก่ เส้นแบ่งทิศทางจราจร เส้นแบ่งช่องทางวิ่ง เส้นขอบทาง

2. เครื่องหมายจราจรบนผิวตามขวาง (Transverse Pavement Marking) ซึ่งได้แก่ เส้นหยุด (Stop Line) ทางคนข้าม (Cross Walk) เขตที่จอดรถ (Parking Space Marking)

3. เครื่องหมายจราจรบนผิวทางเฉพาะแห่ง เช่น เขตห้ามแซง (No – Passing Zone) บริเวณแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนช่องทางวิ่ง บริเวณที่มีสิ่งกีดขวางบนถนน บริเวณข้างหน้ามีทางรถไฟตัดผ่าน

4. เครื่องหมายจราจรบนลันขอบทาง (Curb Markings) เช่น บริเวณหัวเกาะวงเวียน ทางแยก

5. เครื่องหมายจราจรแสดงตำแหน่งของวัตถุ (Object Markings) เช่น สะพาน ฯลฯ

6. เครื่องหมายนำทาง (Delineators) เป็นเครื่องหมายที่ติดตั้งเพื่อช่วยให้ผู้ใช้ยวดยานสามารถมองเห็นแนวทางของถนนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในเวลากลางคืน โดยทั่วไปจะเป็นวัตถุสะท้อนแสง