บทที่4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้เป็นการแสดงผลที่ได้จากการทดลองตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่3 ซึ่งค่าที่ได้นั้น จะนำมาศึกษาเปรียบเทียบถึงค่าเปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในข้อกำหนดมาตรฐานที่ต้องการกำลังรับกดอัด U.C.S ที่ 17.5 ksc ที่ 7 วันและหาค่าความแตกต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ว่ามีค่าต่างกันตามสมมุติฐานหรือไม่

โดยการทดลองสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีด้วยกันทั้งหมด 3 การทดลองด้วยกัน ประกอบด้วย

1. การทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง
2. การทดลอง Compaction test แบบสูงกว่ามาตรฐาน
3. การทดลองหาค่า Uneonfined Compressive Strength (UCS.)ของดิน

ซึ่งแต่ละการทดลองต้องทำสองครั้ง คือ ครั้งแรกกับตัวอย่างชุดที่1 ที่ได้จากการขุดเจาะถนนโดยแรงงานคน และครั้งที่สองจากตัวอย่างชุดที่2 ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น(Cold Recycler) เพื่อนำค่าทั้งสองกรณีมาเปรียบเทียบศึกษาดังกล่าว

4.1 การทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง

การทดลองนี้เพื่อหาขนาดเม็ด (Particle Size Distribution)ของ Aggregate ทั้งชนิดเม็ดละเอียดและหยาบ โดยให้ผ่านตะแกรงจากขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็กซึ่งมีขนาดช่อนผ่านตะแกรงเบอร์200 แล้วเปรียบเทียบมวลของตัวอย่างที่ผ่านหรือค้างตะแกรงขนาดต่างๆกับมวลทั้งหมดของตัวอย่าง วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงจาก AASHO T 27-70

ซึ้งการหาขนาดของเม็ดดินขนาดต่างๆจะแสดงในรูปของความสัมพันธ์ที่เป็นสัดส่วนของเม็ดดินที่มีอยู่ในมวลดิน

แต่การทดลองนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่าเม็ดดินมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมหรือกลมแต่บอกได้เพียงมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ที่เท่าไหร่เท่านั้น ซึ้งข้อมูลที่ได้จากการหาขนาดของเม็ดดินนี้สามารถนำมาแสดงในรูปของเส้นกราฟเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและพิจารณาการกระจายขนาดของเม็ดดิน

ตารางที่ 4.1.1 แสดงร้อยละของขนาดคละตัวอย่างชุดที่1

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

อันดับทดลองที่_____-_____วันที่รับตัวอย่าง_____18/01/2547_____วันที่ทดลอง 23/01/2547

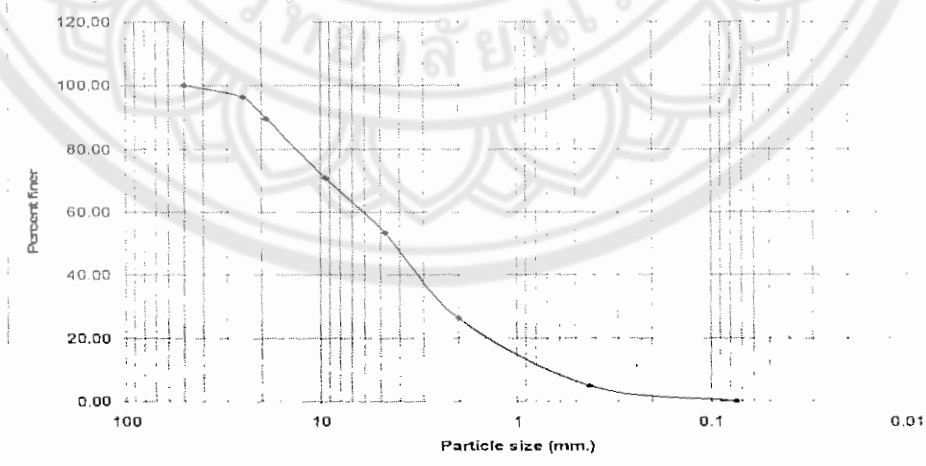
เจ้าของตัวอย่าง_____-_____หนังสือที่_____-

-

ทางสาย ทางหลวงหมายเลข 1 พลโยธิน ช่วง กม.368-369 Test by นายปริญญา แย้มกันชู และนายภัทรภูมิ ชิตพันธ์

Type and No .ot test ชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง

Sieve No	Sieve Opening mm.	Wt. Of Sieve gm.	Sieve +Soil gm.	Soil Retained gm.	% Soil Retained	Cumulative	% Finer
2"	50						100.00
1"	25						96.41
3/4"	19						89.71
3/8"	9.5						70.92
#4	4.76						53.39
#10	2						26.32
#40	0.425						4.94
#200	0.075						0.11



Diameter in mm

Grain size Distribution Curve.

รูปที่4.1.1แผนภูมิแสดงขนาดคละของตัวอย่างชุดที่1

ตารางที่ 4.1.2 แสดงร้อยละของขนาดคละของตัวอย่างชุดที่2

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

อันดับทดลองที่_____-_____วันที่รับตัวอย่าง_____18/01/2547_____วันที่ทดลอง 23/01/2547

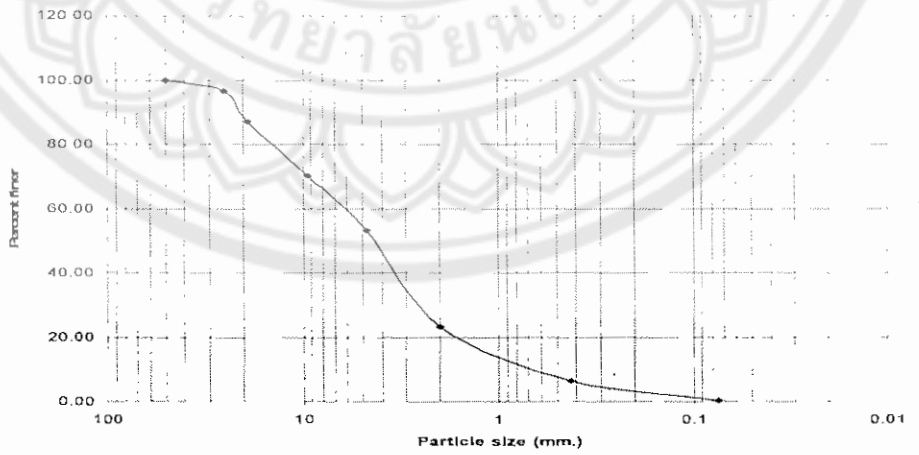
เจ้าของตัวอย่าง_____-_____หนังสือที่_____-

-

ทางสาย ทางหลวงหมายเลข 1 พลโยธิน ช่วง กม.368-369 Test by นายปริญญา แย้มกันชู และนายภัทรภูมิ ชิตพันธ์

Type and No .ot test ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น

Sieve No	Sieve Opening mm.	Wt. Of Sieve gm.	Sieve +Soil gm.	Soil Retained gm.	% Soil Retained	Cumulative	% Finer
2"	50						100.00
1"	25						96.39
3/4"	19						87.10
3/8"	9.5						70.08
#4	4.76						53.11
#10	2						23.22
#40	0.425						6.57
#200	0.075						0.29



Diameter in mm

Grain size Distribution Curve.

รูปที่4.1.2แผนภูมิแสดงขนาดคละของตัวอย่างชุดที่2

4.1 การทดลอง Compaction test แบบสูงกว่ามาตรฐาน

การทดลอง Compaction วิธีนี้เป็นการทดลองโดยวิธี Dynamic Compaction เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดินกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดทับ เมื่อทำการบดทับในแบบ (Mold)ตามขนาดข้างล่างนี้ด้วยค้อนหนัก 4.537 กิโลกรัม (10.0 ปอนด์)ระยะปล่อยค้อนตก 457.2 มิลลิเมตร (18 นิ้ว)

วิธีการทดลองนี้อาศัยวิธีการและปรับปรุงจากการทดลองของAASHO T180 และ ASTM D 1557 T

โดยสิ่งที่ได้จากการทดลองคือความสัมพันธ์ระหว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Water Content) กับความหนาแน่น(Density)ของดินตัวอย่างที่ได้จากการบดอัด

เม็ดดินจะถูกล้อมรอบไปด้วยแผ่นฟิล์มบางๆของน้ำ เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ปริมาณที่เพิ่มเข้าไปจะทำให้เม็ดดินสามารถที่จะถูกบดอัดได้ง่ายขึ้นและอากาศภายในดินจะถูกแทนที่ด้วยน้ำที่เพิ่มเข้าไป ส่งผลให้ค่า Desity เพิ่มมากขึ้น จนกระทั้งถึงจุดที่เม็ดดินจะถูกบดอัดถึงสภาวะที่แน่นที่สุด และเมื่อเพิ่มน้ำเข้าไปอีก ก็จะเกิดการผลักกันของเม็ดดิน ทำให้ดินหลวม และค่า Desity จะลดลงตามไปด้วย

สำนักงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

Type and No .ot test ชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง

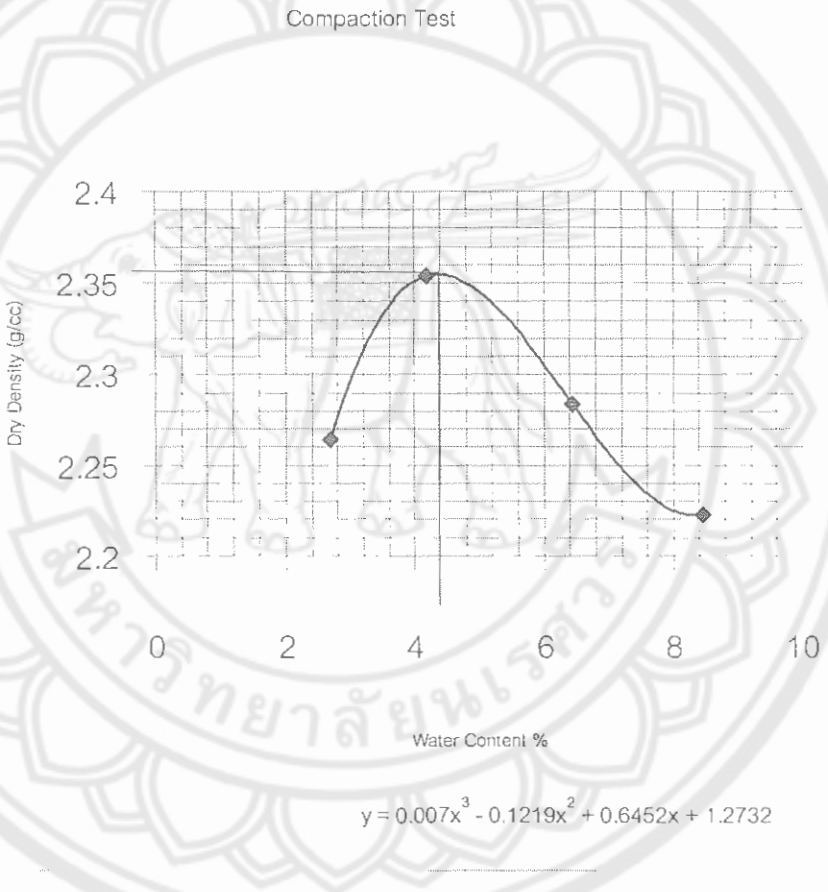
Test No._____-_____-

Type of test __ compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน

Date __ 25/03/2547

Source : ทางหลวงหมายเลข 1 พลูโยธิน ช่วง กม.368-369

Plotted by นายปริญญา แย้มกันชู



Optimum Moisture Content %	= 4.187 %
Maximum Dry Density (g/cc)	= 2.358 g/cc

รูปที่ 4.2.1 แผนภูมิแสดงค่าระหว่างค่า Water Contentและ Dry Density เพื่อหา Optimum Moisture Contentชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง

สำนักงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

Type and No .ot test ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น

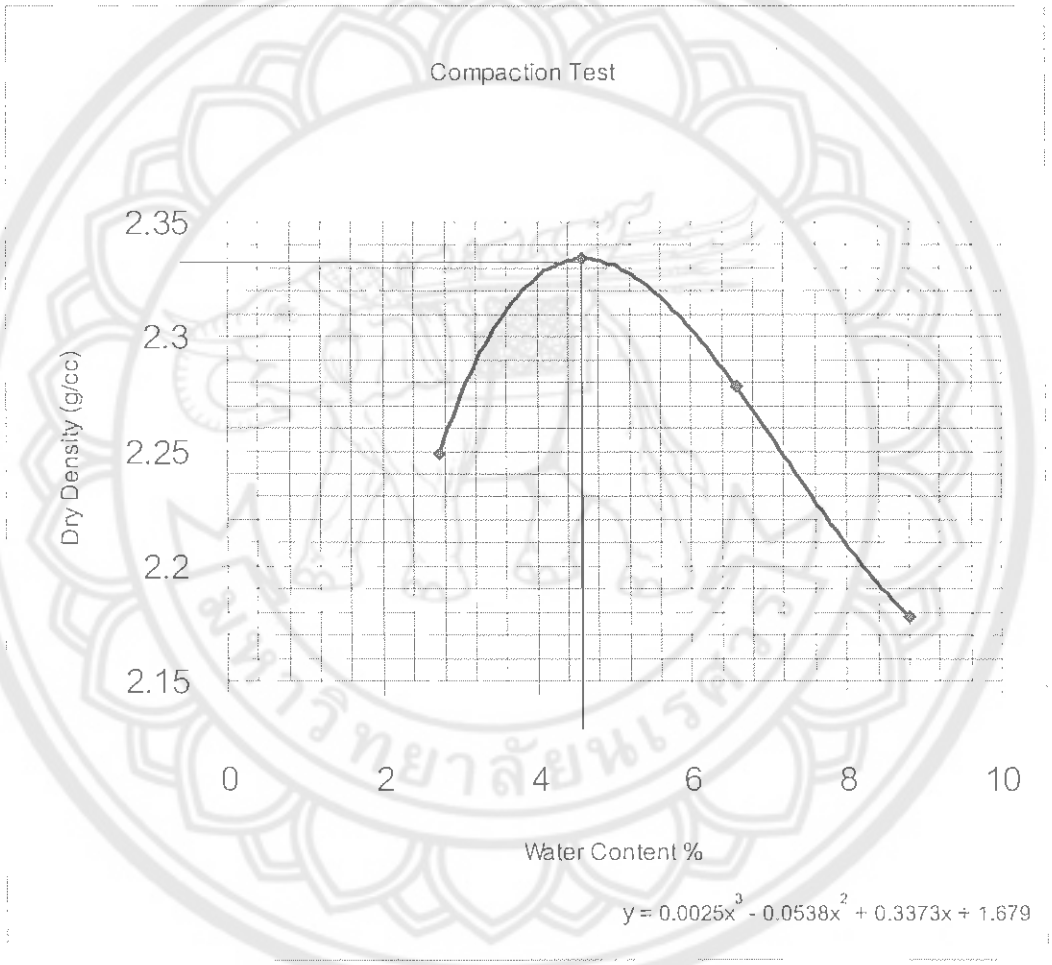
Test No._____-_____-

Type of test ____compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน

Date ____25/03/2547

Source : ทางหลวงหมายเลข 1 พลโยธิน ช่วง กม.368-369

Plotted by นายปริญญา แย้มกันซู



Optimum Moisture Content %	= 4.58 %
Maximum Dry Density (g/cc)	= 2.335 g/cc

รูปที่ 4.2.2 แผนภูมิแสดงค่าระหว่างค่า Water Contentและ Dry Density เพื่อหา Optimum Moisture Content ของชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น(Cold Recycler)

4.1 การทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน

Unconfined Compressive Strength คือค่าแรงอัด (Compressive Load) สูงสุดต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งแท่งตัวอย่างดินรูปทรงกระบอกหรือรูป Prismatic จะรับได้ ถ้าในกรณีที่ค่าแรงอัดต่อหน่วยพื้นที่ไม่ถึงค่าสูงสุดเมื่อความเครียด (Strain) ในแนวดิ่งเกิน 20 % ให้ใช้ค่าแรงอัดต่อหน่วยพื้นที่ที่ความเครียด 20% นั้นเป็นค่า Unconfined Compressive Strength

การทดลองนี้ได้ปรับปรุงจาก AASHTO T 208-70 อธิบายถึงการหาค่า Unconfined Compressive Strengthของดินในสภาพ Undisturbed และRemolded อัตราการเพิ่มแรงอัดในระหว่างการทดลอง จะควบคุมโดยความเครียด (Strain) หรือควบคุมโดยความเค้น (Stress) ก็ได้

4.3.1 ผลการทำลองหาค่า Unconfined Compressive Strength (UCS.)ของตัวอย่างชุดที่1ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง ที่ได้เพิ่มเปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ขึ้นไป

Cement %	1	2	3	4	5	6	7
Strength ksc	9.24	17.15	17.64	21.76	25.02	27.89	29.79

ตารางที่ 4.3.1 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง

4.3.2 ผลการทำลองหาค่า Unconfined Compressive Strength (UCS.)ของตัวอย่างชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) ที่ได้เพิ่มเปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ขึ้นไป

Cement %	1	2	3	4	5	6	7
Strength ksc	9.53	17.7	18.82	23.97	26.73	28.72	30.47

ตารางที่ 4.3.2 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของ ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler)

สำนักหอสมุด
30 มิ.ย. 2
474032

4.4 การพอร์ตกราฟเปรียบเทียบค่า Uitmate Compressive Strength (UCS)

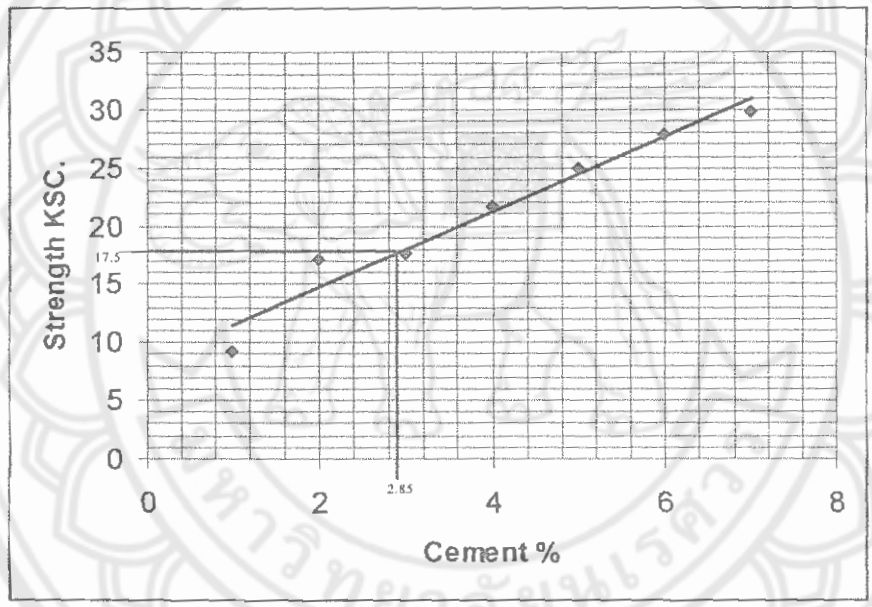
จากการทำลองหาค่าการรับกำลังในแนวดิ่งโดยไม่มีแรงกระทำด้านข้างหรือที่เรียกว่าค่า Unconfined Compressive Strength (UCS.)แล้วนั้น นำค่าที่ได้มาพอร์ตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Cement และ Strength และทำการหาเส้นแนวโน้มเพื่อหาค่าหรือสมการการพัฒนากำลังของ Strength เมื่อ เปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์ซีเมนต์ไป โดยปรกติค่ากำลังจะเพิ่มตามเปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่เพิ่มไป เนื่องจากหน้าที่ของปูนซีเมนต์ที่เป็นตัวประสานมวลรวมที่ได้จากตัวอย่างที่ต่างกัน ทั้ง ชุดที่ 1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง และ ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler)

เมื่อทำการพอร์ตค่าแล้วจากนั้นจะกำหนดค่า Unconfined Compressive Strength ตามมาตรฐานของกรมทางหลวงที่ 17.5 KSC. ที่อายุของแท่งตัวอย่างที่ 7 วัน และก่อนนำไปทดลองกดนั้นต้องนำไปแช่น้ำ 2 ชั่วโมงเพื่อจำลองสถานการณ์วิกฤตในกรณีที่น้ำท่วมแล้วทำการหาค่าเปอร์เซ็นต์ที่ต้องใช้ ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้นั้นจะต่างกันไปเนื่องจากขนาดคละของมวลรวมที่ต่างกันตามที่ได้ตั้งสมมุติฐานไว้และนำค่าที่ได้ไปสรุปวิเคราะห์ในบทต่อไป

4.4.1 กราฟแสดงการพัฒนากำลังรับแรงกด UCS ของชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง

Cement %	1	2	3	4	5	6	7
Strength ksc	9.24	17.15	17.64	21.76	25.02	27.89	29.79

ตารางที่ 4.4.1 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทางเพื่อพอร์ตกราฟ



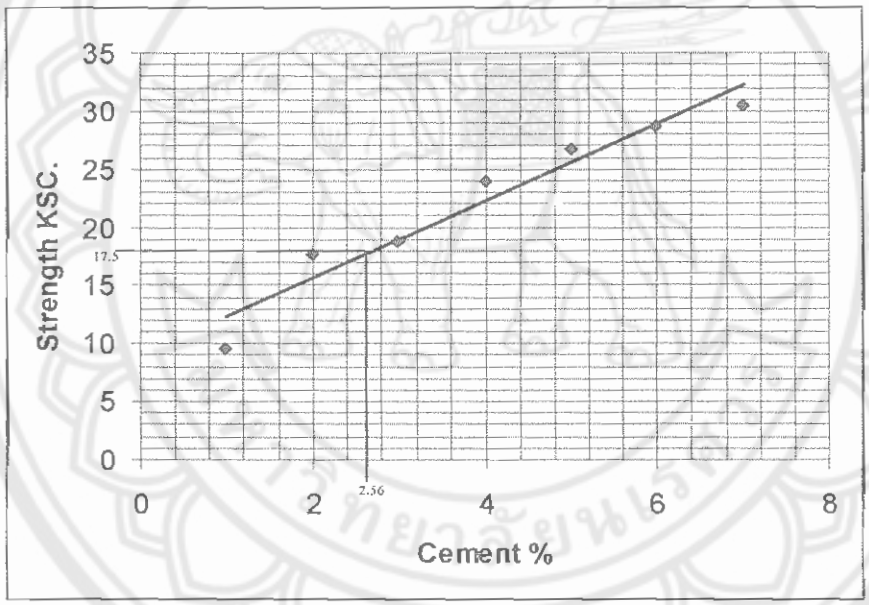
รูปที่4.4.1แผนภูมิแสดงการพัฒนาค่า Strength เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ Cement ของชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง

**ที่กำลัง U.C.S 17.5 ksc ใช้ Cement 2.85 % by wt.of Dry Agg.

4.4.2 กราฟแสดงการพัฒนากำลังรับแรงกด UCS ของชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler)

Cement %	1	2	3	4	5	6	7
Strength ksc	9.53	17.7	18.82	23.97	26.73	28.72	30.47

ตารางที่ 4.4.2 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของ ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) เพื่อพอร์ดกราฟ



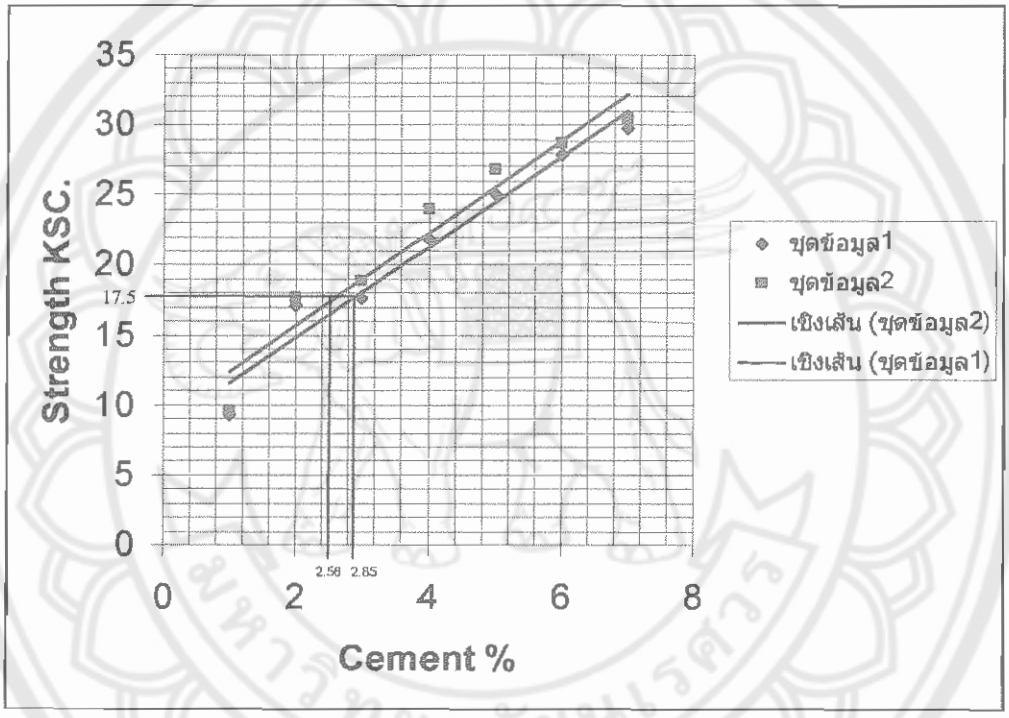
รูปที่4.4.2แผนภูมิแสดงการพัฒนาค่า Strength เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ Cement ของ ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler)

**ที่กำลัง U.C.S 17.5 ksc ใช้ Cement 2.56 % by wt.of Dry Agg.

4.4.3 กราฟแสดงเปรียบเทียบกำลัง UCS ระหว่างตัวอย่าง 2ชุด

Cement %	1	2	3	4	5	6	7
Case1 Strength ksc	9.24	17.15	17.64	21.76	25.02	27.89	29.79
Case2 Strength ksc	9.53	17.7	18.82	23.97	26.73	28.72	30.47

ตารางที่ 4.4.3 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของ ชุดตัวอย่างทั้งสองชุดเพื่อพอร์ตกราฟ



รูปที่4.4.3แผนภูมิแสดงการพัฒนาค่า Strength เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ Cement ของตัวอย่างทั้งสองชุด

Case I (ตัวอย่างจากการขุดเจาะถนนโดยแรงงานคน)

**ที่กำลัง U.C.S 17.5 ksc ใช้ Cement 2.85 % by wt.of Dry Agg.

Case 2 (ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น(Cold Recycler))

**ที่กำลัง U.C.S 17.5 ksc ใช้ Cement 2.56 % by wt.of Dry Agg.