การปรับปรุงวัสดุกากแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อใช้ทดแทนหินคลุกสำหรับชั้นรองพื้นทาง กรณีศึกษา กากแอสฟัลต์คอนกรีตถนนสาย 418 งาแม่–ท่าสาป จังหวัดปัตตานี

Improving Asphalt Concrete Waste Materials to Replace Crushed Stone. Case Study: Asphalt Concrete Waste on Road 418, Nga Mae–Tha Sap Route. Pattani

นายวรท บุญสิงห์[1], นางสาวรุ่งรวิน ไชยมุสิก[2,*] นายกิติศักดิ์ กาญจนันท์[3], นายฆนากานต์ มาศโอสถ[4], นายสรธัญ ระโซ๊ะโซ๊ะ[5], และ นายชัชฎาภัทร ไชยชนะ[6]

[1]แผนกวิชาช่างก่อสร้างและโยธา วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร
[2]แผนกวิชาช่างก่อสร้าง-โยธา วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 จ.ปัตตานี
[3,5]แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคสตูล สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 จ.สตูล
[4]บริษัท ซีเทค ไดแด็คติค จำกัด จ.กรุงเทพมหานคร
[5]กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี จ.ปทุมธานี
**Corresponding author; E-mail address: Bayrawin@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติกากแอสฟัลต์ของถนนคอนกรีตถนนสาย 418 งาแม่–ท่าสาป อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี เพื่อปรับปรุงวัสดุกากแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อใช้ทดแทนหินคลุก ทดลองโดยแบ่งอัตราส่วนระหว่างกากแอสฟัลต์คอนกรีตกับหินคลุกเป็น 6 อัตราส่วนผสม ได้แก่ 100:0, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60 และ 30:70 ทำการทดสอบคุณสมบัติด้วย Sieve Analysis, Atterberg Limits, Abrasion Test, Compaction Test, California Bearing Ratio Test พบว่าอัตราส่วนผสม 70:30 มีขนาดคละอยู่ในช่วง Grade B มีค่าดัชนีพลาสติก (Plasticity Index, PI) เป็น Non ค่าสึกหรออยู่ที่ร้อยละ 53.7 และมีค่า C.B.R. อยู่ที่ร้อยละ 36.5 ซึ่งตัวอย่างมีขนาดคละที่ดี เป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็นชั้นรองพื้นทางตามมาตรฐาน ทล.-ม 205/2532 จึงทำให้อัตราส่วนนี้เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดตามมาตรฐานจากกรมทางหลวง ในงานพื้นทางการทดลอง California Bearing Ratio Test ต้องมีค่า ≥ ร้อยละ 80 เมื่อนำดินลูกรังผสมกับกากแอสฟัลต์คอนกรีตทำให้ค่า California Bearing Ratio Test เพิ่มจากร้อยละ 30.3 เป็น ร้อยละ 36.5 คิดเป็น ร้อยละ 20.5 โดยประมาณ ซึ่งค่าที่ได้จากทดลองไม่ถึงเกณฑ์ตามมาตรฐานกรมทางหลวง จึงทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนหินคลุกได้ แต่สามารถนำไปใช้ในงานชั้นรองพื้นทางได้

คำสำคัญ: กากแอสฟัลต์คอนกรีต, การปรับปรุงคุณภาพวัสดุงานทาง, ทดแทนหินคลุก

Abstract

This research studies the properties of asphalt residue of concrete road, Road 418, Nga Mae–Tha Sap Road, Nong Chik District, Pattani Province. Improve asphalt concrete waste material to be used as a substitute for crushed stone. Experiment by dividing the ratio between Asphalt concrete waste and mixed stone in 6 ratios, namely 100:0, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, and 30:70 Test properties with Sieve Analysis, Atterberg Limits, Abrasion Test, Compaction Test, and California Bearing Ratio Test found that the mixture ratio was 70:30 with mixed sizes, in the Grade B range, with a Plasticity Index (PI) of Non, wear and tear at 53.7 percent and a C.B.R. At 36.5 percent, which is the sample There's a good mix of sizes. It has suitable properties for use as a road foundation layer according to the standard THL-M 205/1989, making this ratio the best ratio. According to standards from the Department of Highways In experimental groundwork, the California Bearing Ratio Test must have a value ≥ 80 percent. When laterite soil is mixed with asphalt concrete waste, the California Bearing Ratio Test value increases from 30.3 percent to 36.5 percent, equivalent to approximately 20.5 percent. The values obtained from the experiment did not reach the criteria according to the standards of the Department of Highways. Therefore, it cannot be used as a substitute for crushed stone. However, it can be used for pavement foundation work.

Keywords: Asphalt concrete waste, improving the quality of road work materials, replacing crushed stone

1. คำนำ

ในปัจจุบันระบบการคมนาคมถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการคมนาคมทางถนน ถือเป็นสิ่งก่อสร้างที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกทั้งในด้านการคมนาคมของผู้คน การขนส่งสินค้าหรือบริการต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนได้รับความสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยในการเดินทาง จากข้อมูลกรมทางหลวงชนบทใน พ.ศ.2567 โครงข่ายสายทางในความรับผิดชอบมีความยาวถนนมากกว่า 49,000 กิโลเมตร ซึ่งได้กระจายอยู่ทั่วภูมิภาคของประเทศไทย [1]

ถนนสายหลักจะนิยมก่อสร้างเป็นผิวทางแอสฟัลต์ (Asphalt Pavement) เมื่อมีการซ่อมแซ่มผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีขูดไส (Miling) ซึ่งจะได้ผิวทางแอสฟิลต์คอนกรีตเก่า ในปัจจุบันหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านงานทางมีการขุดรื้อผิวจราจรด้วยวิธีดังกล่าวและพบว่าผิวทางเก่าที่ขุดรื้อมาส่วนใหญ่มักจะถูกนำไปกองเก็บหรือทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้เกิดเป็นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ได้ใช้งาน ซึ่งในแต่ละปีมีการซ่อมแซมผิวทางด้วยวิธีขูดไส (Miling) มากขึ้น จึงทำให้เกิดผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ขุดรื้อมามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น กรมทางหลวงชนบทจึงได้มีมาตรฐานในการนำวัสดุผิวทางแอสฟิลต์คอนกรีตที่ไม่ได้ใช้งานกลับมาใช้ใหม่ โดยการใช้ผิวทางแอสฟิลต์คอนกรีตไม่ได้ใช้งานที่ทำการปรับปรุงคุณภาพด้วยวัสดุผสมเพิ่มมาแทนมวลรวมหยาบจากธรรมชาติ [2]

อีกทั้งยังเป็นการช่วยสนับสนุนการใช้วัสดุผิวทางเก่ามารีไซเคิลในกระบวนการก่อสร้างทางและลดความต้องการใช้มวลรวมใหม่จากธรรมชาติลง เนื่องจากปัจจุบันมีการก่อสร้างถนน ขยาย ปรับปรุง ซ่อมแซมถนนด้วยแอสฟัลต์ติดคอนกรีตเพิ่มมากขึ้นทำให้ต้องขูดผิวถนนเก่าออกเป็น กากแอสฟัลต์ (Milling) [2] ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อีก และในการสร้างถนนต้องทำงานชั้นทาง ซึ่งแต่ละชั้นทางมีความสำคัญอย่างมาก โดยมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน เช่น งานคันทางใช้ ดินคันทางบดอัดแน่น (Subgrade) งานรองพื้นทางใช้ดินลูกรังหินผุ (Subbase) งานพื้นทางใช้วัสดุหินคลุกหินโม่ หรือกรวดคลุก กรวดโม่ (Base) เป็นต้น ซึ่งวัสดุพื้นทางเดิมนั้นเป็นหินคลุกเป็นวัสดุหลักของพื้นทางผู้วิจัยจึงอยากจะหาวัสดุอื่นลองมาทดแทนหินคลุกเพื่อเป็นทางเลือกในงานพื้นทาง [3]

จากปัญหาผู้ทดลองจึงสนใจที่จะนำหินผุที่เป็นวัสดุที่อยู่ในงานรองพื้นทางมาผสมกับกากแอสฟัลต์ (Milling) โดยทำการทดสอบตามมาตรฐานงานรองพื้นทางของกรมทางหลวงเพื่อให้ได้ค่าเท่ากับตามมาตรฐานเดิมที่เป็นหินคลุก ซึ่งถ้าสามารถทำได้ก็จะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับวัสดุงานพื้นทางและเป็นการนำวัสดุที่ใช้แล้วอย่าง กากแอสฟัลต์ (Milling) กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกครั้ง

2. วัสดุและวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุ

2.1.1 หินคลุก

หินคลุก เป็นหินก่อสร้างประกอบด้วยหินปูนและหินแกรนิตที่มีลักษณะ รูปร่าง และขนาดของหินที่ไม่สม่ำเสมอกัน เพื่อที่จะนำมาใช้งานในการบดอัด เทพื้นบริเวณที่เป็นหลุม เป็นบ่อเพื่อปรับระดับพื้นอย่าง เช่น พื้นถนน โดยคุณสมบัติของหินคลุกนั้นจะช่วยทำให้การบดอัดพื้นมีคุณภาพที่แน่นและแข็งแรงมากขึ้น [4]

รูปที่ 1 หินคลุก

2.1.2 กาก Milling

กาก Milling เป็นวัสดุแอสฟัลต์ติกคอนกรีตของชั้น Wearing Course ที่เสื่อมสภาพจากการ ใช้งาน จึงต้องมีการบูรณะถนนใหม่ แต่ต้องขูดชั้น Wearing Course ของเก่าออกก่อน เมื่อขูดผิวออกแล้วจะกลายเป็นกาก Milling [3]

รูปที่ 2 กาก Milling

2.2 การเตรียมตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 1 นำหินคลุกตรวจสอบหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion ไม่เกินร้อยละ 60

ขั้นตอนที่ 2 นำหินคลุกหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง

ขั้นตอนที่ 3 นำหินคลุกหาค่า C.B.R. ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ความแน่นแห่งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลอง

กำหนดอัตราส่วนผสมของวัสดุหินคลุก และกากแอสฟัลท์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของวัสดุ

อัตราส่วนที่กำหนดไว้	หินคลุก (%)	กากแอสฟัลต์ (%)
อัตราส่วนที่ 1	100	0
อัตราส่วนที่ 2	70	30
อัตราส่วนที่ 3	60	40
อัตราส่วนที่ 4	50	50
อัตราส่วนที่ 5	40	60
อัตราส่วนที่ 6	30	70

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบส่วนผสมหินคลุก และกากแอสฟัลท์ ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

2.3 มาตรฐานการทดสอบ

การวิจัยในครั้งนี้ทำการทดสอบวัสดุชั้นรองพื้นทางตามมาตรฐานของกรมทางหลวงซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

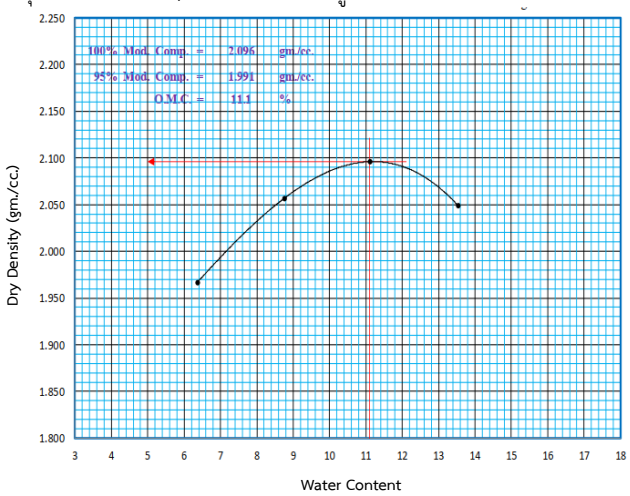
ตารางที่ 2 มาตรฐานการทดสอบ

การทดสอบ	มาตรฐาน
การทดลองหาค่าความสึกหรอ	ทล.-ท. 202/2515 [5]
การทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง	ทล.-ท. 205/2517 [6]
การทดลองเพื่อหาค่า C.B.R.	ทล.-ท. 109/2517 [7]

3. ผลการวิจัย

3.1 การทดสอบการบดอัด (Compaction test)

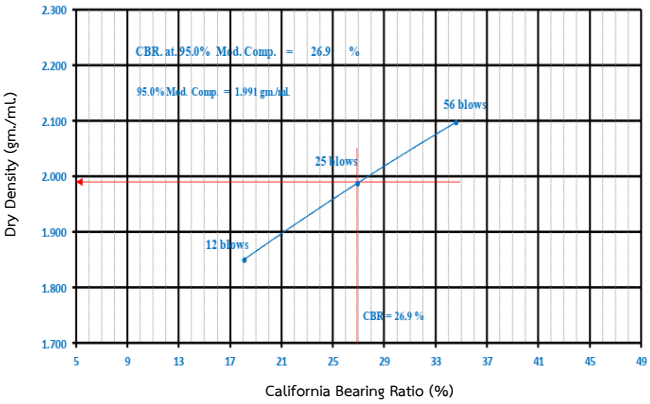
ผลการทดสอบ Compaction test ของหินคลุกผสมกากแอสฟัลต์เพื่อหาปริมาณความชื้นที่เหมาะสม Optimum Moisture Content (OMC) พบว่า ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม อยู่ที่ร้อยละ 11.1 ของอัตราส่วน (หินคลุก : กากแอสฟัลท์) 30:70 แสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่า Compaction test อัตราส่วน 30:70

3.2 การทดสอบ California Bearing Ratio test (C.B.R.)

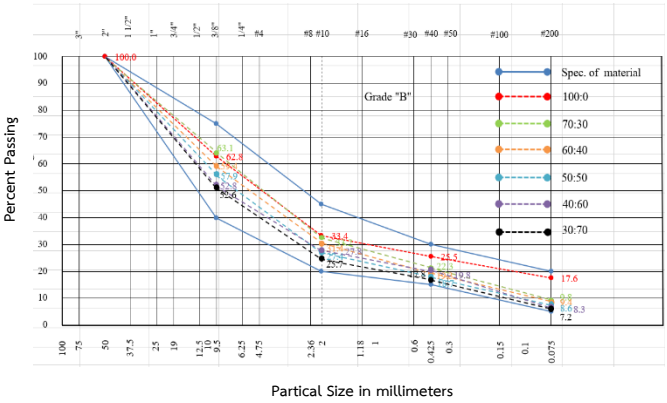
ผลการทดสอบ C.B.R. เพื่อหากำลังรับน้ำหนักของดินที่บดอัดแน่น เพื่อต้องการให้ดินได้กำลังของดินเพิ่มขึ้น โดยค่า California Bearing Ratio test ดีที่สุดต้อง ≥ร้อยละ 25 นั่นก็คือ อัตราส่วน (หินคลุก:กากแอสฟัลท์) 30:70 อยู่ที่ร้อยละ 26.9 แสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟแสดงผล C.B.R. Test อัตราส่วน 30:70

3.3 การทดสอบหาค่า Sieve Analysis of Fine And Coarse Aggregates

ผลการทดสอบหาค่า Sieve Analysis of Fine And Coarse Aggregates พบว่า อัตราส่วน (หินคลุก:กากแอสฟัลท์) 30:70 ค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านอยู่ที่ตะแกรงเบอร์ 3/8 นิ้ว อยู่ที่ร้อยละ 63.1 ตะแกรงเบอร์ 10 อยู่ที่ร้อยละ 33.2 ตะแกรงเบอร์ 40 อยู่ที่ร้อยละ 22.3 ตะแกรงเบอร์ 200 อยู่ที่ร้อยละ 9.8 ซึ่งเป็นค่าการทดลองของ Sieve Analysis ที่ดีของอัตราส่วนทั้งหมดอยู่ในช่วง Grade B โดยอัตราส่วน 30:70 มีเปอร์เซ็นต์การผ่านใน Grade ดีที่สุด แสดงได้ดังรูปที่ 5

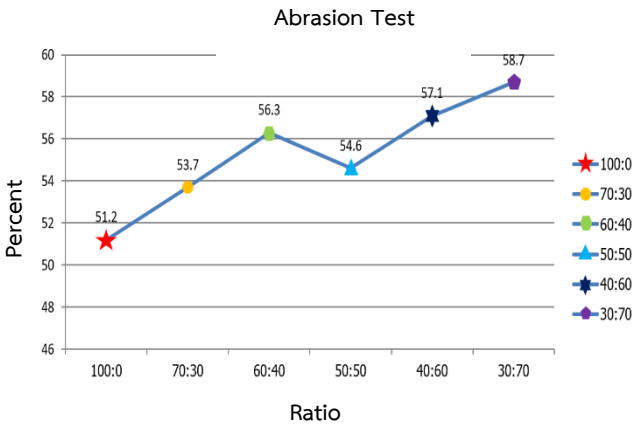


รูปที่ 5 กราฟแสดงผลการทดสอบ Sieve Analysis ของ 6 อัตราส่วน

3.4 การทดสอบ Abrasion Test Of Coarse Aggregate By Los Angles Machine

ผลการทดสอบหาค่า Abrasion Test Of Coarse Aggregate By Los Angles Machine พบว่าอัตราส่วน (หินคลุก:กากแอสฟัลท์) 30:70 มีค่า

เปอร์เซ็นต์ผ่านร้อยละ 58.7 ซึ่งมีค่าที่ดีที่สุด และทั้ง 6 อัตราส่วนมีค่าไม่เกินร้อยละ 60 แสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 กราฟแสดงผลการทดสอบ Abrasion Test Of Coarse Aggregate By Los Angles Machine ของ 6 อัตราส่วน

จากผลการทดสอบ Sieve Analysis of Fine And Coarse Aggregates, Abrasion Test of Coarse Aggregate By Los Angles Machine , Compaction Test , California Bearing Ratio Test จากทั้ง 6 อัตราส่วนพบว่า อัตราส่วนที่เปอร์เซ็นต์ของแต่ละการทดลองดีที่สุด คือ อัตราส่วน 30:70

4. สรุปผลวิจัย

จากผลการวิจัยสรุปผลได้ว่า

1.การนำกาก Milling มาใช้ผสมกับลูกรังหินผุสามารถปรับคุณภาพของลูกรังหินผุได้เนื่องจากตัวกาก Milling มีเม็ดหินโดยนำมาผสมแล้วทำให้ดินลูกรังมีขนาดคละที่ดีขึ้น และกาก Milling เมื่อนำมาผสมกับลูกรังหินผุแล้วทำให้การบวมเนื่องจากค่า Swell ลดลง

2.จากการทดลอง Sieve Analysis Of Fine And Coarse Aggregates พบว่าอัตราส่วนที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านใน Grade B ที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วน 30:70

3.จากการทดลอง Abrasion Test Of Coarse Aggregate By Los Angles Machine พบว่าอัตราส่วนที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านในมาตรฐานที่ ไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ คือ อัตราส่วน 100:0

4.จากการทดลอง Compaction Test พบว่าอัตราส่วนที่มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำ (O.M.C.) ที่นำไปทำการทดสอบ California Bearing Ratio Test ต่อไปที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วน 30:70

5.จากการทดลอง California Bearing Ratio Test พบว่าอัตราส่วนมีค่าเปอร์เซ็นต์ C.B.R. ที่ร้อยละ 95 คือ อัตราส่วน 30:70

จากการทดสอบปรับปรุงวัสดุพื้นทางทดแทนหินคลุก พบว่าอัตราส่วน 30:70 คืออัตราส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจากมีขนาดคละที่เหมาะสม โดยตามมาตรฐานจากกรมทางหลวง ในงานพื้นทางการทดลอง California Bearing Ratio Test ต้องมีค่า ≥ ร้อยละ 80 เมื่อนำดินลูกรังหินผุมาผสมกับกาก Milling ทำให้ค่า California Bearing Ratio Test เพิ่มจากร้อยละ 30.3 เป็นร้อยละ 36.5 คิดเป็นร้อยละ 20.5 โดยประมาณ ซึ่งค่าที่ได้จากทดลองไม่ถึงเกณฑ์ตามมาตรฐานกรมทางหลวง จึงทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนหินคลุกได้ แต่สามารถนำไปใช้ในงานชั้นรองพื้นทางได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณสำนักงานทางหลวงที่ 18 ที่เอื้อเฟื้อวัสดุผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตรีไซเคิลที่ใช้ในการทำวิจัย, ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุวิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักบำรุงทาง, กรมทางหลวงชนบท. (2564). บัญชีโครงข่ายทางหลวงชนบท ประจำปีงบประมาณ 2567

[2] กรมทางหลวงชนบท. (2555). มทช.242-2555 งานหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่ (Pavement in-place recycling).

[3] พงษ์พัฒน์ วังโน. (2560). *การปรับปรุงคุณภาพผิวทางแอสฟัลท์คอนกรีตรีไซเคิลด้วยกากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าลอย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุร-นารี]. http://sutir.sut.sc.th:

[4] ทวีศักดิ์ ปิติคุณพงศ์สุข (2556). การปรับปรุงหินคลุกด้อยคุณภาพเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุงานทาง. วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 24, ฉบับที่ 3, หน้า 4

[5] กรมทางหลวง. (2515). ทล.-ม.202-2515 วิธีการทดลองหาความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion

[6] กรมทางหลวง. (2517). ทล.-ม.205-2517 วิธีการทดลองหาขนาดของเม็ดของวัสดุ โดยผ่านตะแกรงแบบล้าง

[7] กรมทางหลวง. (2517). ทล.-ม.109-2517 วิธีการทดลองเพื่อหาค่า C.B.R.