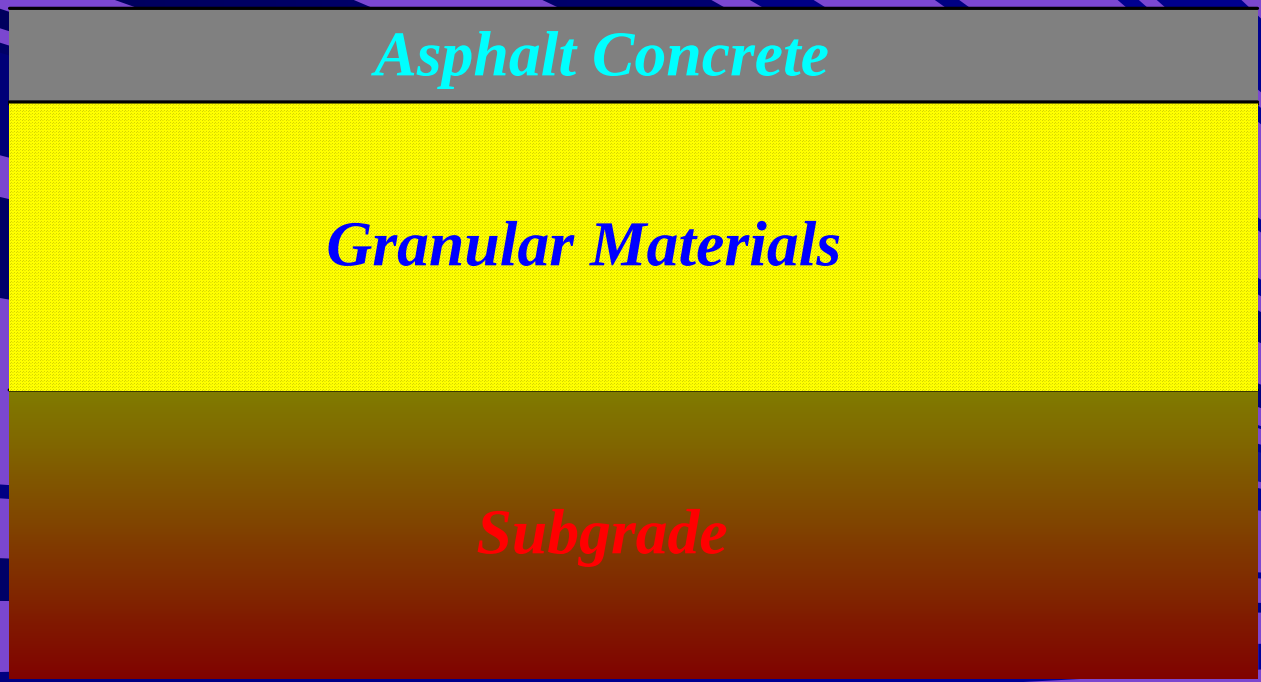
การทดสอบ / วิเคราะห์เพื่อออกแบบโครงสร้างทาง

โดย

ดร.มนตรี เดชาสกุลสม

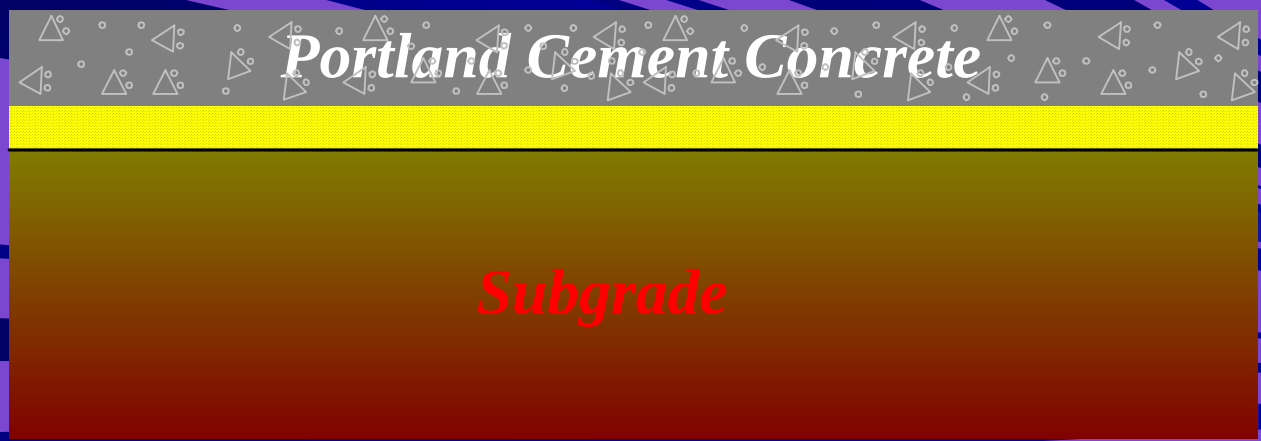
Where the pavement largely consists of crushed rocks or gravel the pavement is known as a

flexible pavement



Where the pavement is made from cast – in – place portland cement concrete it is known as

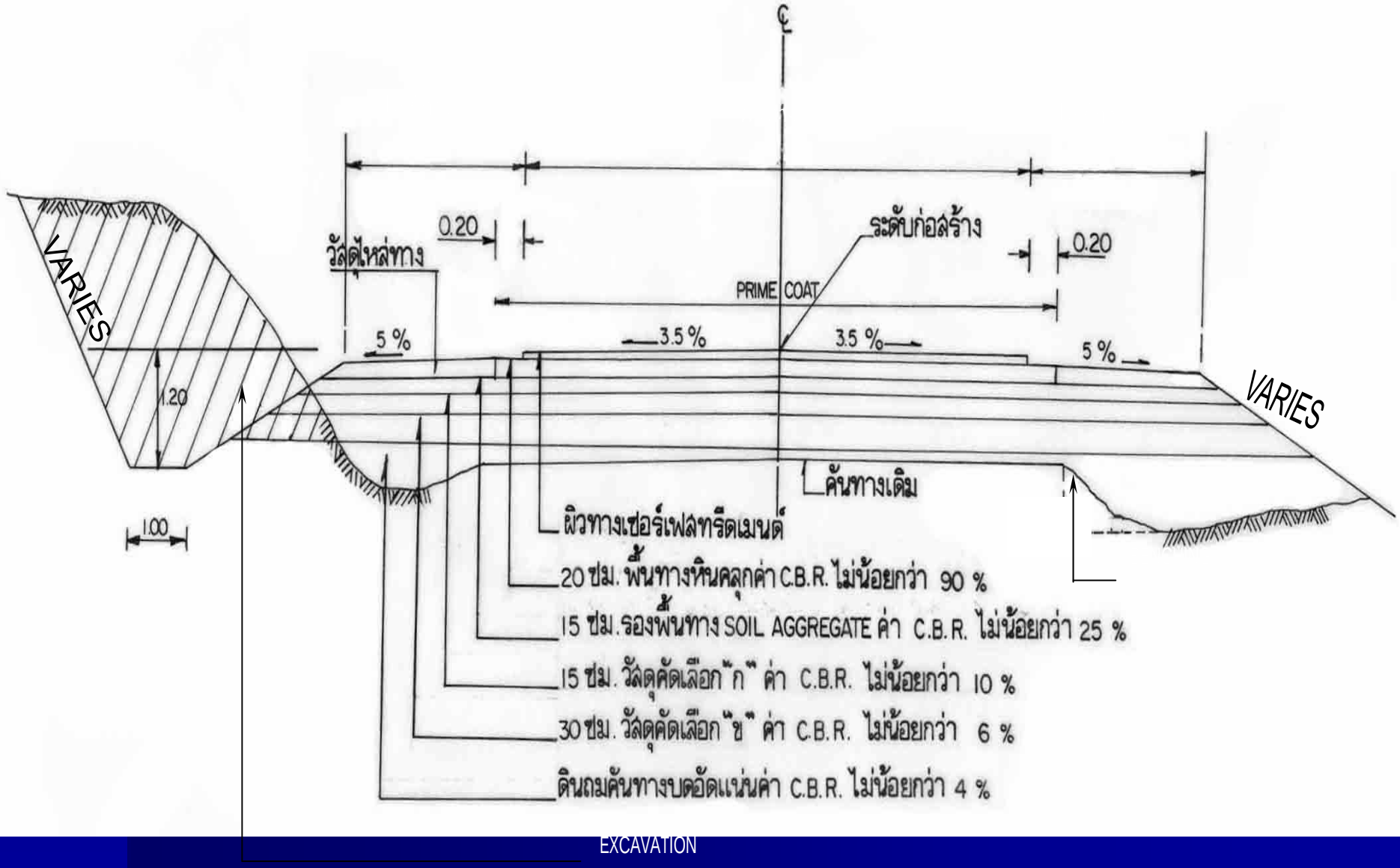
rigid pavement



Typical Pavements in Thailand

- Asphalt Pavement
  - flexible
  - uses asphalt concrete as a surface
- Portland Cement Concrete Pavement
  - rigid
  - uses portland cement concrete as a surface

รูปตัดโครงสร้างทาง

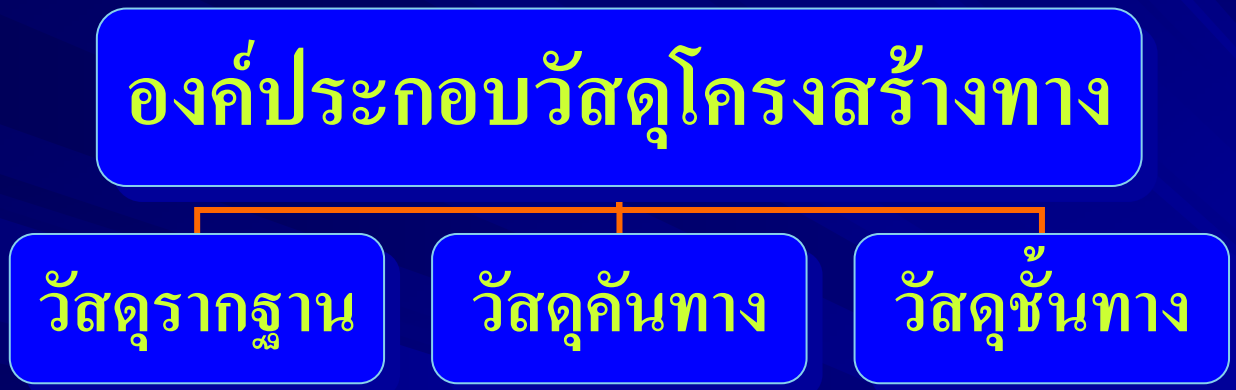


- **ดินคันทาง (Subgrade)** คือ วัสดุชั้นที่ถัดลงไปจากโครงสร้างชั้นทาง (Pavement Structure) ทำหน้าที่รับน้ำหนักล้อรถซึ่งถ่ายจากโครงสร้างชั้นทาง เป็นดินหรือวัสดุอื่นใด ที่ปราศจากหน้าดิน และวัชพืชจากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบแล้วมีคุณสมบัติตามที่กำหนดในแบบ
- **วัสดุคัดเลือก (selected Material)** เป็นชั้นวัสดุที่อยู่ใต้ชั้นรองพื้นทาง เพื่อลดหน่วยแรงที่จะเกิดในดินคันทางให้น้อยลง สามารถรับแรงเฉือนเนื่องจากน้ำหนักล้อรถได้ วัสดุที่นำมาใช้ควรหาได้ง่าย ราคาถูก มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมดีกว่าดินคันทาง วัสดุคัดเลือกที่ใช้ในงานก่อสร้างทางของกรมทางหลวงมี 2 ชนิด
  - วัสดุคัดเลือก “ก”
  - วัสดุคัดเลือก “ข”

- **รองพื้นทาง** วัสดุที่อยู่ใต้ชั้นพื้นทาง โดยมากใช้วัสดุมวลรวมที่มีเม็ดแข็งทนทาน ผสมกับวัสดุเชื้อประสานที่ดีมีขนาดคละกันอย่างสม่ำเสมอจากขนาดใหญ่ไปขนาดเล็ก ปราศจากดินเหนียว วัชพืช
- **พื้นทาง (Base)**
  - พื้นทางหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base) เป็นโครงสร้างชั้นทางทำหน้าที่รับน้ำหนักจากผิวทางก่อนถ่ายลงชั้นรองพื้นทาง วัสดุคัดเลือก และชั้นดินคันทางตามลำดับ วัสดุหินคลุกต้องเป็นหินโม่มวลรวมที่มีขนาดคละกันอย่างสม่ำเสมอจากขนาดใหญ่ไปขนาดเล็ก หินโม่มวลรวมต้องมีความแข็งแกร่ง เหนียว สะอาด ปราศจากวัสดุอื่นเจือปนและมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด
  - พื้นทาง Soil Cement (Soil Cement Base) ได้จากการปรับปรุงคุณภาพวัสดุ กระทำโดยการนำซีเมนต์ผสมลงไปกับวัสดุเพื่อให้มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมดีขึ้น ใช้ในงานก่อสร้างทางที่อยู่ไกลแหล่งหิน หรือบริเวณที่วัสดุหินคลุกขาดแคลน จึงทำการก่อสร้างพื้นทางด้วย Soil Cement วัสดุที่ใช้ทำ Soil Cement มักจะเป็นดินลูกรัง

ผิวทาง

- **ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต** คือวัสดุผสมที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่โรงงานผสมโดยการควบคุมอัตราส่วนผสมและอุณหภูมิตามที่กำหนดผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นผิวทางที่มีคุณภาพแข็งแรงมีคุณสมบัติรับน้ำหนักได้มาก
- **ผิวทางคอนกรีต** เป็นผิวทางที่มีคุณภาพแข็งแรงมีคุณสมบัติรับน้ำหนักบรรทุกได้มาก หากดำเนินการออกแบบและควบคุมการก่อสร้างอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว จะมีความแข็งแรงทนทาน และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานผิวทางคอนกรีตทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกจากล้อรถ ถ่ายลงสู่พื้นทางและดินคันทางแต่เนื่องจากคอนกรีตมีกำลังแข็งแรงและมีค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นสูงมาก จึงมีการแผ่กระจายน้ำหนักล้อลงบนพื้นเป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นความสามารถในการรับน้ำหนักจึงเกิดจากตัวคอนกรีตเอง


องค์ประกอบวัสดุโครงสร้างทาง
วัสดุรากฐาน
วัสดุคันทาง
วัสดุชั้นทาง

วัสดุรากฐาน

ดินเดิมบริเวณที่จะก่อสร้างทางผ่านพื้นที่นั้น รวมถึงดินภายใต้บริเวณพื้นที่นั้นๆ ด้วย ซึ่งภายหลังการก่อสร้างทางแล้ว ดินที่กล่าวถึงนั้นจะต้องทำหน้าที่เป็นฐานรากรองรับตัวคันทาง ซึ่งวางดินอยู่เหนือบริเวณดังกล่าว ซึ่งพอจำแนกวัสดุรากฐานได้เป็น 3 จำพวก

- ดินอ่อน เมื่อรับน้ำหนักจะเกิดการอ่อนตัว เสียรูป เช่น Soft Clay, Loose Sand
- ดินแข็ง เมื่อรับน้ำหนักจะไม่เกิดการเสียรูป ยังคงตัว เช่น Stiff Clay, Dense Sand
- วัสดุไม่เหมาะสม คุณภาพต่ำกว่ากำหนด ได้แก่วัสดุประเภท ดินอินทรีย์ เศษวัสดุ ขยะต่าง ๆ ดินเลน

วัสดุคันทาง

- วัสดุงานดินตัด (Excavation)
- วัสดุงานดินถม (Embankment)

วัสดุงานตัดคันทาง

- งานตัดดิน (Earth Excavation)
- งานตัดหินผุ (Soft Rock Excavation)
- งานตัดหินแข็ง (Hard Rock Excavation)
- งานขุดวัสดุไม่เหมาะสม (Unsuitable Material Excavation)
- งานขุดบริเวณดินอ่อน (Soft Spot Excavation)

วัสดุงานดินถม

วัสดุงานถมคันทาง หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างถมคันทางและการตัดลาดคันทางเดิมเป็นขั้นบันได (Benching) เพื่อถมขยายคันทางด้วยวัสดุที่มีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด จากแหล่งที่ได้ความเห็นชอบแล้วมาถมเป็นคันทาง โดยการเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนว ระดับและรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในรูปแบบ วัสดุงานถมคันทางจำแนกเป็น 3 ประเภท

- ดินถมคันทาง (Earth Embankment)

ดินถมคันทาง หมายถึง ดินหรือวัสดุอื่นใด ต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากหน้าดินและวัชพืช ส่วนที่จับตัวเป็นก้อนหรือยึดเกาะกันมีขนาดโตกว่า 50 มิลลิเมตร จะต้องจำกัดออกไปหรือทำให้แตกและผสมเข้าด้วยกันให้มีลักษณะสม่ำเสมอ และมีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนดและรูปแบบ

วัสดุงานดินถม

- **ทรายถม (Sand Embankment)**

ทรายถมคันทาง หมายถึง ทรายหรือวัสดุอื่นใด ต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) หน้าดิน (Top Soil) และวัชพืช และมีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนดและรูปแบบ

- **หินถมคันทาง (Rock Embankment)**

หินถมคันทาง หมายถึง หินที่จะนำมาใช้ถมคันทาง ต้องมีขนาดคละจากขนาดใหญ่ไปหาเล็ก ปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ ทั้งนี้การถมหินคันทาง ต้องดำเนินการควบคุมงานให้ถูกต้องตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในวิธีการก่อสร้าง

วัสดุชั้นทาง

วัสดุที่นำมาใช้เป็นโครงสร้างชั้นทาง เพื่อรองรับน้ำหนักการจราจร ชั้นบนจะทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกและกระจายแรงกระทำลงสู่ชั้นล่างเป็นทอดๆ ต่อเนื่องกันในขณะที่ชั้นผิวทางจะต้องทำหน้าที่อื่นด้วย เช่น ป้องกันน้ำซึม ป้องกันการลื่นไถล ป้องกันการขัดสี และหลุดลอก เป็นต้น วัสดุโครงสร้างชั้นทาง จำแนกได้ 4 ชั้นทาง

วัสดุคัดเลือก (Selected Material)

วัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

วัสดุพื้นทาง (Base)

วัสดุผิวทาง (Surface)

Base and Subbase

Properties	Standard	Requirements	
		Base Course	Subbase Course
Los Angeles Abrasion	ASTM C131	≤ 40 %	≤ 60 %
Soundness	AASHTO T-104	≤ 9 %	not specifie
Liquid Limit	AASHTO T-89	≤ 25 %	≤ 35 %
Plastic Index	AASHTO T-90	≤ 6 %	≤ 6 %
CBR*	AASHTO T - 193	≥ 80 %	≥ 25 %

Base and Subbase

Sieve Size (mm)	% Passing (by weight)				
	A*	B*	C	D	E
50	100	100	-	-	-
25	-	-	100	100	100
9.5	30-65	40-75	50-85	60-100	-
2.00	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100
0.425	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50
0.075	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20

Selected Materials

Properties	Standard	Requirements	
		Selected Material "A"	Selected Material "B"
Maximum Size	AASHTO T-27	50 mm	50 mm
Passing Sieve No. 200	AASHTO T-27	≤ 30 %	≤ 35 %
Liquid Limit	AASHTO T-89	≤ 40 %	not specified
Plastic Index	AASHTO T-90	≤ 20 %	not specified
CBR*	AASHTO T-193	≥ 10 %	≥ 6 %
Swelling	AASHTO T-193	≤ 3 %	≤ 3 %
Durability Index (for Shale)	ASSHTO T-210	≤ 30 %	not specified

Cemented Materials

- bound material
- produced by additions of cement, lime or hydraulic binding agent to granular materials in sufficient quantities

Quality requirements for soil cement base/subbase

Materials	% Passing Sieve No. 200	Maximum Size	LL (%)	PI (%)	Target Unconfined Compressive Strength* (7 days)
Soil Cement Base	< 25 %	< 50 mm	< 40	<15	1750 kPa
Soil Cement Subbase	< 40 %	< 50 mm	< 40	< 20	689 kPa

The California Bearing Ratio (CBR)

- ASSHTO T - 193
- used to express the subgrade strength
- CBR is the material ranking test by comparing with standard material
- simple to perform
- samples are soaked for 4 days before bringing to the test

Asphalt

- A combination of bitumen and aggregates which is mixed together, spread and compacted while hot, to form a pavement surface
- bound material
- used for surface and binder courses

Standard proportion of asphalt mixture

Type of Mixture	Surface course	Surface course	Binder Course
Thickness (mm)	25 – 35	40 - 70	40 – 80
Nominal size (mm)	9.5	12.5	19.0
Sieve size (mm)		% Passing by weight	
37.5	-	-	-
25.0	-	-	100
19.0	-	100	90-100
12.5	100	80-100	-
9.5	90-100	-	56-80
4.75	55-85	44-74	35-65
2.36	32-67	28-58	23-49
1.18	-	-	-
0.600	-	-	-
0.300	7-23	5-21	5-19
0.150	-	-	-
0.075	2-10	2-10	2-8
Asphalt content (% by weight)	4.0 – 8.0	3.0 – 7.0	3.0 – 6.5
Asphalt Penetration		60-70	

Marshall design standards

Type of Mixture		Surface Course	Surface Course	Binder Course
Nominal Size (mm)		9.5	12.5	19.0
Number of Blows		75	75	75
Stability	N	8006	8006	8006
	lb	1800	1800	1800
Flow 0.25 mm (1 inch)		8-16	8-16	8-16
Percentage of air void (%)		3-5	3-5	3-5
Percentage of Void in Mineral Aggregate (%)		15	14	13
Stability/Flow (min.)	N/0.25mm	712	712	712
	lb/0.01in.	160	160	160
Percent strength Index (min.)		75	75	75

การควบคุม/ตรวจสอบคุณภาพวัสดุ

ในระหว่างการก่อสร้าง การที่โครงสร้างแต่ละชั้นจะแข็งแรงคงทนนั้น ประกอบด้วยปัจจัยหลายอย่าง ตลอดจนการควบคุมในทุกขั้นตอนการก่อสร้าง

การผสม และปูวัสดุบนถนน เริ่มตั้งแต่การขนย้ายวัสดุที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วมาลงและตีแผ่ลงบนชั้นที่เตรียมไว้ จากนั้นจึงผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันด้วยเครื่องจักรที่เหมาะสม ผสมน้ำที่ปริมาณความชื้นเหมาะสมให้มีความชื้นที่สม่ำเสมอ น้ำที่ใช้หากมากไปการบดอัดก็จะทำไม่ได้ผล เนื่องจากน้ำส่วนเกินจะไปคั่นระหว่างเม็ดวัสดุ ไม่สามารถบดอัดให้เม็ดวัสดุเรียงชิดติดกันได้ หรือปริมาณน้ำที่น้อยเกินไปไม่เพียงพอที่จะหล่อลื่น เพื่อลดความฝืดของเม็ดวัสดุก็จะทำให้บดอัดวัสดุได้ไม่แน่นเช่นกัน

การควบคุม/ตรวจสอบคุณภาพวัสดุ

การบดอัด ต้องเลือกใช้เครื่องมือเครื่องจักรบดอัดที่เหมาะสมกับชนิดของวัสดุ เครื่องจักรบดอัดนับเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งเป็นตัวให้พลังงานในการบดอัด

การก่อสร้าง ในแต่ละโครงสร้างชั้นทาง ให้ก่อสร้างเป็นชั้นๆ โดยมีการควบคุมความหนาของวัสดุหลังการบดอัดในแต่ละชั้นตามที่กำหนดในแบบ ความหนาของวัสดุในแต่ละชั้นที่ทำการก่อสร้างจะหนาได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องจักรเครื่องมือบดอัดที่จะทำให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด

การควบคุม ตรวจสอบคุณภาพวัสดุ

ระหว่างการก่อสร้างแต่ละชั้น ตั้งแต่ชั้นงานดินคันทาง (Subgrade) จนถึงชั้นพื้นทางมีขั้นตอนวิธีการเดียว เช่นเดียวกัน จะต่างกันเฉพาะ การควบคุมคุณภาพวัสดุซึ่งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละชั้น

การเก็บตัวอย่างวัสดุบนถนนเพื่อทดสอบ

เป็นการเก็บตัวอย่างตัวแทนของวัสดุระหว่างทำการก่อสร้างบนถนน เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติเป็น Control Test โดยการเก็บตัวอย่างจะกระทำหลังจากวัสดุถูกผสม คลุกเคล้า เข้ากันอย่างสม่ำเสมอแล้ว

ผลการทดลอง

- เป็นหลักฐานการจ่ายเงินค่างาน
- ข้อมูลประวัติสายทางที่ได้ก่อสร้าง
- เป็นข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาฯ หากเกิดมีขึ้นภายหลังเปิดการจราจร
- เป็นข้อมูลออกแบบปรับปรุงเพิ่มมาตรฐานทางในอนาคต
- เป็นข้อมูลวางแผนการเสริมความแข็งแรง
- เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัย

การเก็บตัวอย่างในแต่ละชั้นทางต้องดำเนินการเก็บและทดสอบดังนี้

* **งานวัสดุดินคันทาง, วัสดุรองพื้นทาง และหินคลุกพื้นทาง** หลังจากการผสมคลุกเคล้าวัสดุบนถนนจนเข้ากันดีแล้ว ให้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติเพื่อหาค่า Gradation Atterberg Limit Compaction Swelling และ CBR

* **Soil Cement** ให้เก็บตัวอย่างวัสดุมาผสมซีเมนต์ตามอัตราส่วนที่จะใช้ในการก่อสร้างแปลงทดลองนำมาทดสอบ Compaction โดยให้ทำการทดลอง 1 ครั้งต่อปริมาณวัสดุที่จะนำไปใช้ก่อสร้างประมาณ 500 ลูกบาศก์เมตร

- Optimum Moisture Content
- ความแน่นแห้งสูงสุด ใช้เป็นของการบดอัด (Field Density Test)

ตามวิธีการทดลองที่ ทล.ท.-108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน" โดยเก็บตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง ต่อ 1 ชุด ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของดินซีเมนต์หนาไม่เกิน 150 มิลลิเมตร พื้นที่ไม่เกิน 1,500 ตารางเมตร ระยะการก่อสร้าง 500 เมตร นำตัวอย่างที่ได้ไปบ่มในถุงพลาสติกเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำไปทดสอบ Unconfined Compression Test เพื่อหาค่า UCS เฉลี่ย

* **งานผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต** ด้วยเครื่องเจาะตัวอย่าง โดยให้เจาะเก็บก้อนตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร จำนวน 1 ก้อนตัวอย่าง ทุกๆ ระยะทางก่อสร้างประมาณ 250 เมตร หรือทุกๆ ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่นำมาใช้งาน ประมาณ 100 ตัน แล้วนำไปทดลองหาค่าความแน่นตาม ทล.-ท.604 "วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall"

* **งานผิวทางคอนกรีต** การเก็บตัวอย่างให้ดำเนินการตาม ทล.-ม.302/2532 "มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตสดในสนาม" การเก็บตัวอย่างคอนกรีตในสนามให้เก็บอย่างน้อย 1 ครั้ง ต่อคอนกรีตที่เท 100 ลูกบาศก์เมตร

ขนาด 150x150x150 มิลลิเมตร ตาม ทล.-ม.303/2532 "มาตรฐานการหล่อแท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์" จำนวน 3 แท่ง ต่อ 1 ชุด เพื่อทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน มาตรฐานเลขที่ มอก.409 โดยผลการทดสอบของชุดตัวอย่างแต่ละชุดต้องมีค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 325 กก./ซม.2 และทำการหล่อแท่งคอนกรีตรูปคานขนาด 150x150x600 มิลลิเมตร ตาม ทล.-ม.305/2532 "มาตรฐานการหล่อแท่งคอนกรีตรูปคาน" จำนวน 3 แท่งต่อ 1 ชุด เพื่อทดสอบหาค่าความต้านแรงดัด ที่อายุ 28 วัน โดยผลการทดสอบของชุดตัวอย่างแต่ละชุดต้องมีค่ากำลังรับแรงดัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 42 กก./ซม.2 ตาม AASHTO T 97 : Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

การทดสอบความหนาและความแน่นภายหลังการบดอัด

* วิธีการทดลองหาความแน่นในสนาม (Field Density Test)

- วิธีหาความหนาแน่นโดยใช้กรวยทราย (Sand Cone)

ตามมาตรฐาน ทล.-ท. 603 “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย

- วิธีหาความหนาแน่นโดยใช้ลูกโป่งยาง (Rubber Ballon)

ตามมาตรฐาน ASTM D - 2167 หรือ AASHTO - T250

การทดสอบโดยใช้ทราย เป็นการทดสอบแบบมาตรฐานที่สามารถทำการทดสอบชั้นดินได้ทุกชนิด ให้ผลการทดสอบละเอียด แต่จะมีข้อเสียอยู่บ้างตรงที่วิธีการยุ่งยากกว่า การทดสอบโดยใช้ลูกโป่งยางทำได้สะดวก เพราะสามารถวัดปริมาตรหลุมทดสอบได้โดยตรง แต่จะมีขีดจำกัด ที่ไม่สามารถใช้ทำการทดสอบชั้นดินที่มีขนาดเม็ดใหญ่ได้ เพราะเครื่องมือสามารถเจาะหลุมทดสอบได้ปริมาตรจำกัด

การทดสอบความแน่นของการบดอัด

* **งานชั้นดินคันทาง** ให้ทำการทดสอบความแน่นของการบดอัด โดยดำเนินการทดสอบตาม ทล.-ท.603 "วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย" ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 700 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่าง ซึ่งความแน่นที่ได้ต้องไม่น้อยกว่า 1.44 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร และไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตัวอย่างดินที่เก็บจากหน้างานในสนามหลังการผสมและปูลงบนถนน ตาม ทล.-ท.107 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบมาตรฐาน"

* **งานวัสดุคัดเลือก, รองพื้นทาง และหินคลุกพื้นทาง** ให้ทำการทดสอบความแน่นของการบดอัด โดยดำเนินการทดสอบตาม ทล.-ท.603 "วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย" ทุกระยะประมาณ 100 เมตรต่อ 1

ข้อควรระวังในการใช้ทรายธรรมดาแทนทรายออตตาวา (Ottawa Sand)

ทรายที่ใช้ในการหาค่าความแน่นในสนาม คือ ทรายออตตาวา ซึ่งมีลักษณะเป็นทรายเม็ดกลมไหลได้โดยอิสระ (Free Flowing) และมีขนาดเท่าๆ กัน หากแต่ทรายออตตาวา มีราคาแพงและหายาก ดังนั้น จึงมักจะใช้ทรายที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และค้างตะแกรง เบอร์ 40 ล้างทำความสะอาด และอบแห้ง สามารถนำมาใช้ได้ แต่บางครั้งเราสามารถใช้ทรายที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และค้างตะแกรงเบอร์ 30 ก็ได้ซึ่งจะได้เม็ดทรายที่มีขนาดเท่าๆ กัน

ข้อควรระวังในการทดลองหาค่าความแน่นของชั้นวัสดุในสนามโดยวิธีการใช้ทรายแทนที่

1.ทรายที่ใช้ต้องมีความสะอาด แห้ง ไหลได้โดยอิสระ เม็ดกลมแข็ง ขนาดเล็กผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ค้างตะแกรงเบอร์ 40 ไม่เป็นเชื้อประสาน

2. การตรวจสอบความแน่นของทราย (Bulk Density of Sand) ให้ทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ค่าความแน่นที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 1% ในการทดลองต้องระวังแรงสั่นสะเทือนจะทำให้ความแน่นเปลี่ยนแปลงได้ ต้องตรวจสอบความแน่นอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

3. การวางแผ่นฐาน ให้วางบนพื้นที่ผิวที่เรียบและได้ระดับ และต้องไม่ให้เคลื่อนขยับตัวได้ขณะทำการทดลอง

ข้อควรระวังในการทดลองหาค่าความแน่นของชั้นวัสดุในสนามโดยวิธีการใช้ทรายแทนที่ (ต่อ)

4. ต้องเก็บทรายที่เทครั้งแรกออกจากผิวหน้าทดลองให้หมดก่อนทำการขุดเจาะ ทรายที่เปียกชื้นและหรือปนเปื้อนให้แยกออกไปเพื่อทำความสะอาดร่อนคัดตามข้อ (1)

5. การเจาะดินตรงกลางแผ่นฐานให้เป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับรูของแผ่นฐาน ผนังของหลุมทดลองให้เป็นแนวตั้งฉาก ความลึกให้ใกล้เคียงกับความหนาของแต่ละชนิดชั้นทาง

6. การคว่ำขวดทรายต้องปิดลิ้นรูกรวยก่อนทุกครั้ง และให้ปากกรวยตรงกับร่องของแผ่นฐานขณะทำการทดลองจะต้องไม่ให้กระทบกระเทือน เพราะจะทำให้การไหลและการจัดเรียงตัวของทรายผิดไปจากสภาพ Free Flow

ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่าง ซึ่งมีความแน่น ที่ได้ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตัวอย่างดิน ที่เก็บจากหน้างานในสนามหลังการผสมและปูลงบนถนน ตาม ทล.-ท.108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน"

* **งานชั้นรองพื้นทาง Soil Cement** โดยดำเนินการทดสอบตาม ทล.-ท.603 "วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย" ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่าง ซึ่งความแน่นที่ได้ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตัวอย่างดินซีเมนต์จากแหล่งผลิต ตาม ทล.-ท.108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน" และทำการทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งดินซีเมนต์ตัวอย่างที่เก็บในสนามหลังการ

บ่มระยะเวลา 7 วัน และแช่น้ำไว้นาน 2 ชั่วโมง ตาม ทล.-ท.105 "วิธีการทดลองหาUnconfined Compressive Strength ของดิน"

* **งานชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต** หลังการก่อสร้างชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเสร็จสิ้นให้เจาะผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามด้วยเครื่องเจาะตัวอย่าง วัดความหนาของก้อนตัวอย่าง ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดตามแบบ และตรวจสอบความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบค่าความแน่นของก้อนตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ตาม ทล.-ท.604 "วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall" สำหรับชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ค่าความแน่นในสนามต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน

การทดสอบความหนาและความแน่นภายหลังการบดอัด

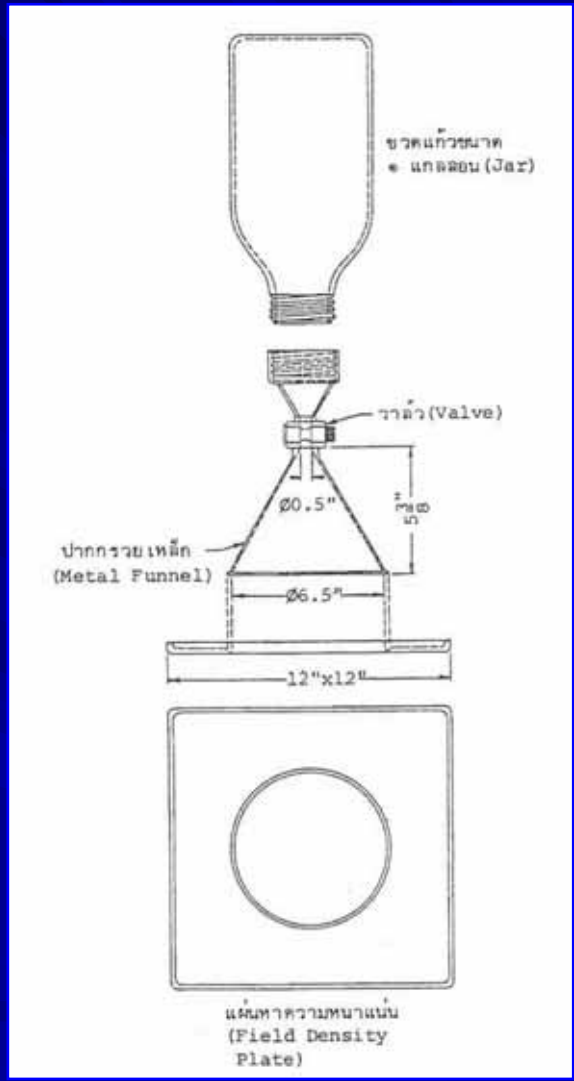
เป็นการทดสอบหาความแน่นภายหลังการบดอัดของวัสดุทุกชั้นในสนามตั้งแต่ชั้นงานดินคันทางจนถึงชั้นพื้นทางและตรวจสอบความหนาของโครงสร้างทุกชั้นยกเว้นชั้นงานดินคันทาง

การทดลองหาความแน่นในสนาม (Field Density Test)

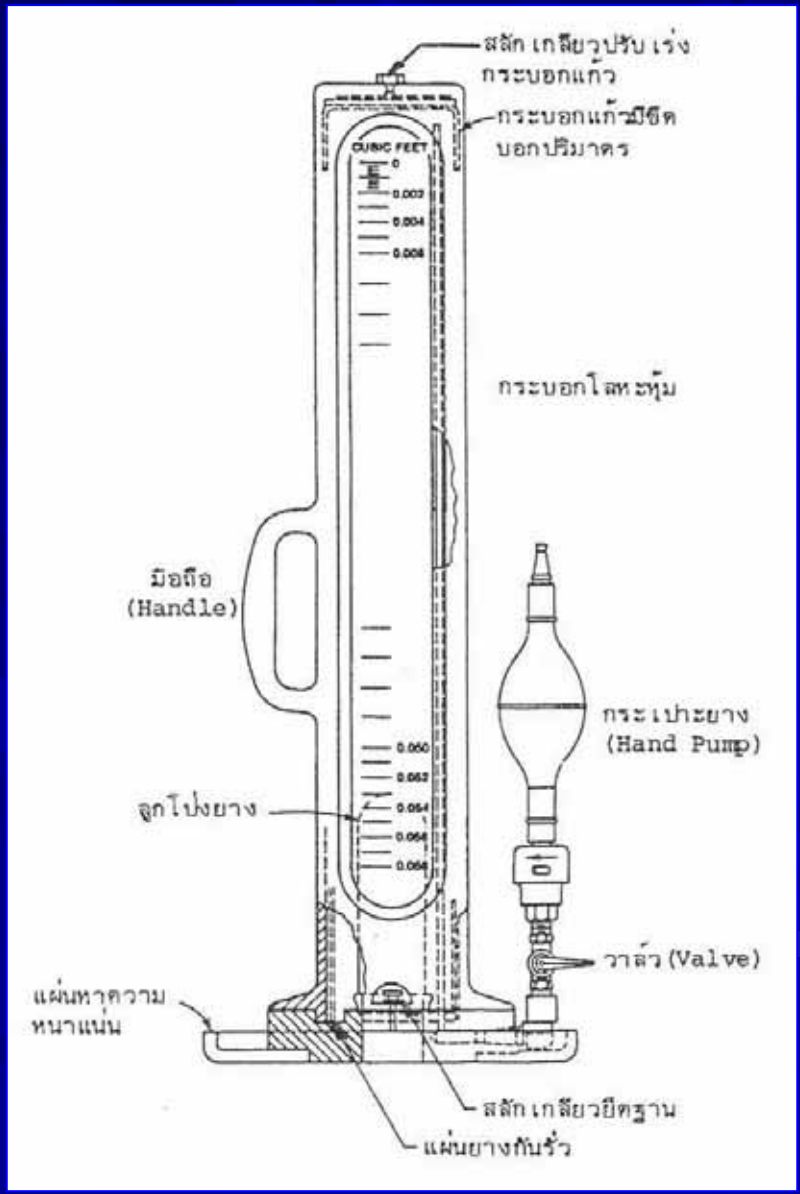
- ✓ วิธีหาความหนาแน่นโดยใช้กรวยทราย (Sand Cone)
- ✓ วิธีหาความหนาแน่นโดยใช้ลูกโป่งยาง (Rubber Ballon)
- ✓ วิธีหาความหนาแน่นโดยใช้กระบอกตอก (Drive Cylinder)

Field Density Test

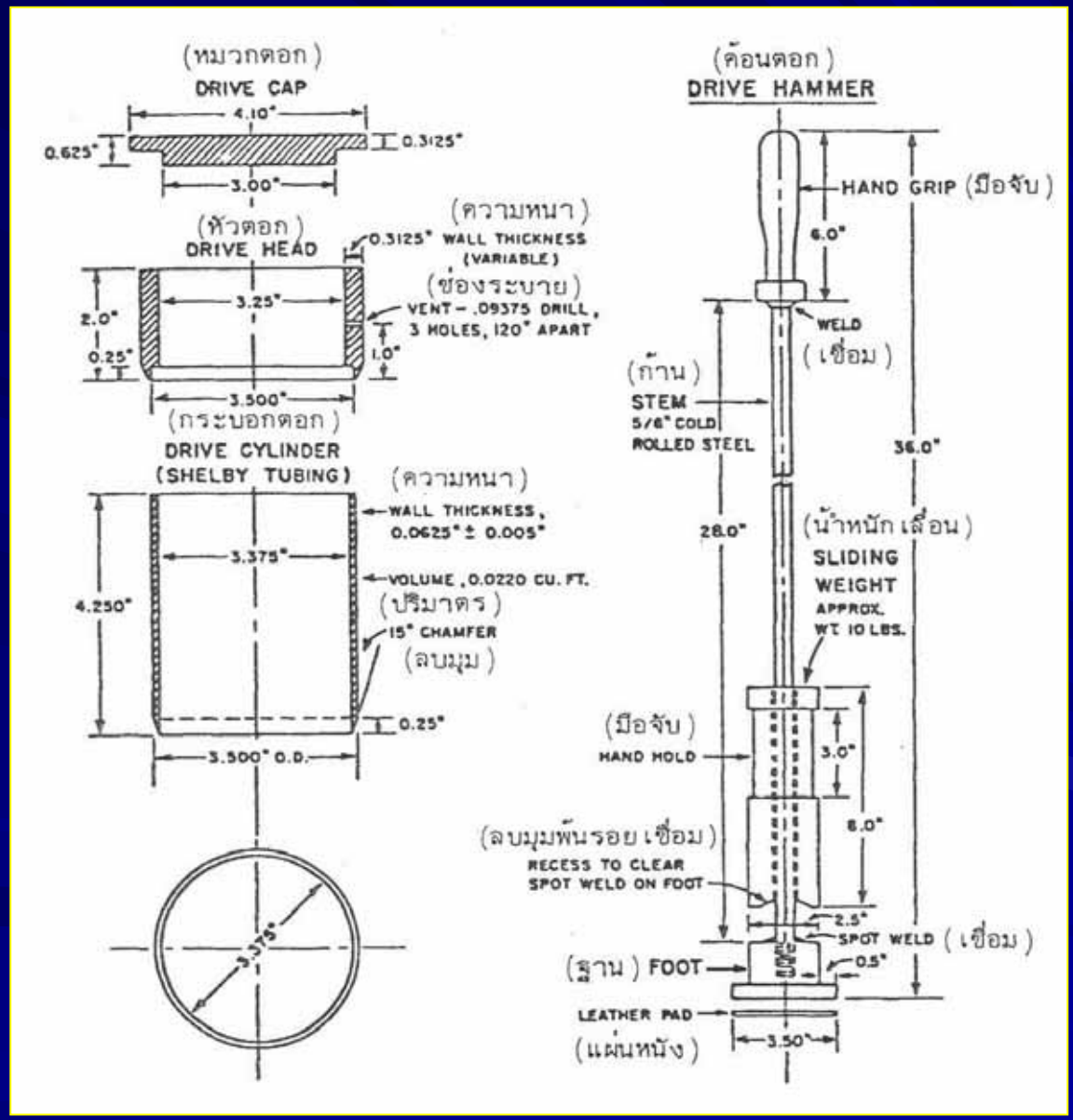
เครื่องมือแบบกรวยทราย



เครื่องมือแบบลูกโป่ง



เครื่องมือทดสอบความหนาแน่นในสนามแบบกระบอกตอก



การควบคุม/ตรวจสอบคุณภาพจากโรงงาน

- **Soil Cement** จะทำการผสมในโรงผสมโดยอาจใช้โรงผสมแบบชุด (Batch Mixer) หรือโรงผสมแบบต่อเนื่อง (Continuous Mixer) ก็ได้ซึ่งต้องทำการตรวจสอบก่อนการใช้งาน
- **Asphalt Concrete** โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแบ่งตามกรรมวิธีในการผลิตออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ แบบชุด (Batch Type) และแบบผสมต่อเนื่อง (Continuous Type) เครื่องมือและอุปกรณ์ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเพื่อให้สามารถผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตได้อย่างต่อเนื่องและมีคุณภาพสม่ำเสมอ
- **Portland Cement Concrete**
  - การตรวจสอบโรงงานผสมคอนกรีต
    - ห้องควบคุมการผลิต
    - เครื่องผสมคอนกรีต (Mixer)
  - ตรวจสอบเครื่องชั่ง ทำการสอบเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่องชั่งหรือเครื่องตวง ที่ใช้สำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสม

การทดสอบคุณภาพ

Sieve Analysis

Atterberg Limit

Compaction

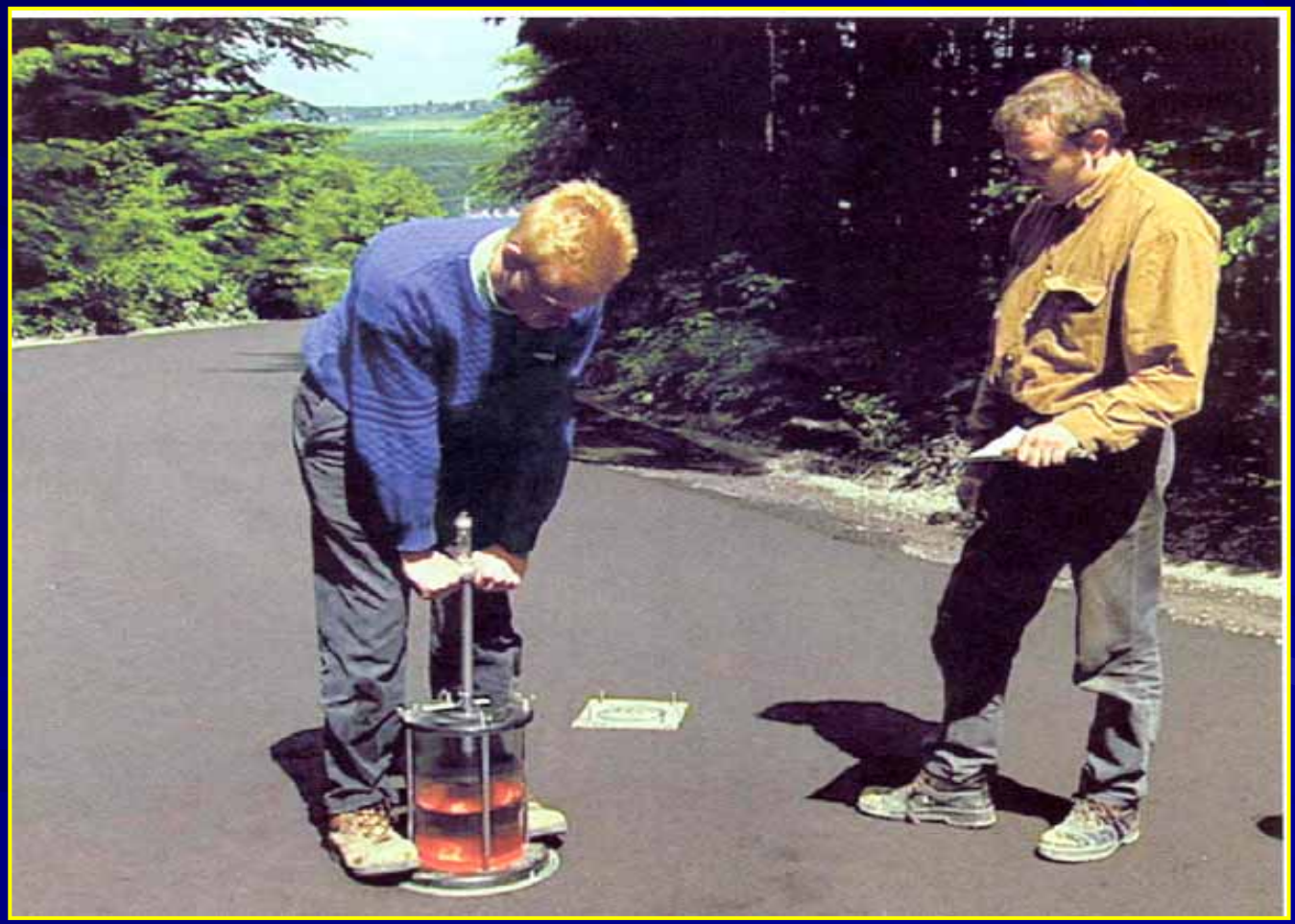
CBR และ Swell

- การทดสอบในสนาม

  Field Density Test

  - ดินคันทาง Standard Compaction
  - โครงสร้างชั้นทาง Modified Compaction

Density of the constructed base layer being tested using the balloon test.



Soil Cement

Modified Crushed Rock Base

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำผิวทางคอนกรีต โดยทั่วไป

- **ปูนซีเมนต์ (Cement)**

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มาตรฐานเลขที่ มอก.15 โดยทั่วไปให้ใช้ปูนซีเมนต์ประเภท 1

- **น้ำ**

น้ำที่ใช้ผสมและบ่มคอนกรีตต้องสะอาด ปราศจากน้ำมัน กรด ด่าง สิ่งสกปรกหรือสารอื่นใดซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อคอนกรีตหรือเหล็กเสริม

- สารผสมเพิ่ม

สารผสมเพิ่มหรือน้ำยาเพิ่มคอนกรีต ที่ใช้เติมลงไปในส่วนผสมของคอนกรีต เพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพของคอนกรีตให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ มาตรฐานเลขที่ มอก.733 จะต้องไม่มีสารเคมีในปริมาณที่จะเป็นอันตรายต่อเหล็กเสริมและปูนซีเมนต์

- มวลรวมละเอียด

ประกอบด้วยเม็ดทรายธรรมชาติหรืออนุภาคของหิน ที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม หรือเหลี่ยมไม่แบน มีผิวหยาบ แข็งแรงทนทาน สะอาดปราศจากฝุ่นผงหรือสิ่งสกปรก โดยทั่วไปให้ใช้ทรายน้ำจืด

- **มวลรวมหยาบ**

ลักษณะเป็นก้อนเหลี่ยมหรือกลม มีเนื้อแข็งเหนียว ไม่ผุ ไม่แบน หรือยาวมากเกินไป

- **เหล็กเสริม**

* ตะแกรงลวดเหล็กกล้า มาตรฐานเลขที่ มอก.737 ลวดที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.3 มิลลิเมตร และพื้นที่หน้าตัด 8.56 ตารางมิลลิเมตร ลวดเหล็กดึงเย็นเสริมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.747

* ตะแกรงเหล็กเส้น อุตสาหกรรมเหล็กเส้นกลม มาตรฐานเลขที่ มอก.20 หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กข้ออ้อย มาตรฐานเลขที่ มอก.24

* เหล็กเดือย มาตรฐานเลขที่ มอก.20 มีผิวเรียบ ปราศจากครีบ บั้ง ส่วนคดงอ ที่จะทำให้เกิดการยึดติดในคอนกรีต

* เหล็กยึด มาตรฐานเลขที่ มอก.24

* ปลอกเหล็กเดือย เป็นโลหะหรือวัสดุสังเคราะห์ เหล็กเดือยเข้าไปได้ลึกไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ปลายอีกข้างหนึ่งปิด มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

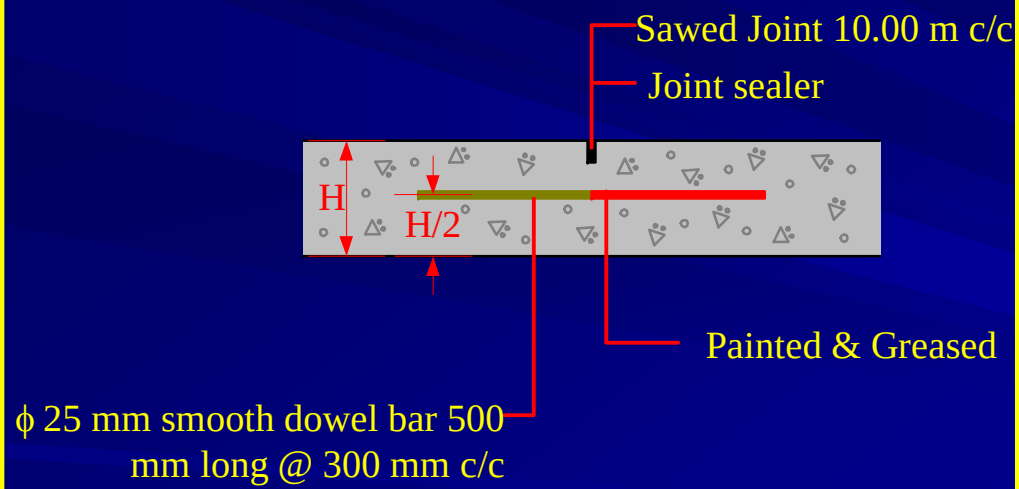
- **วัสดุสำหรับรอยต่อ**

* วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Filler) วัสดุที่ใช้อุดรอยต่อเผื่อขยาย ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด มอก.1041 หรือ มอก.1079

* วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer)มีความหนืด30-50 วินาที ที่อุณหภูมิ 25 เซลเซียส มีความแน่นไม่สูงกว่า 850 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และต้องแห้งภายใน 4 ชั่วโมง

* วัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint Sealing Compound) เลขที่ มอก.479

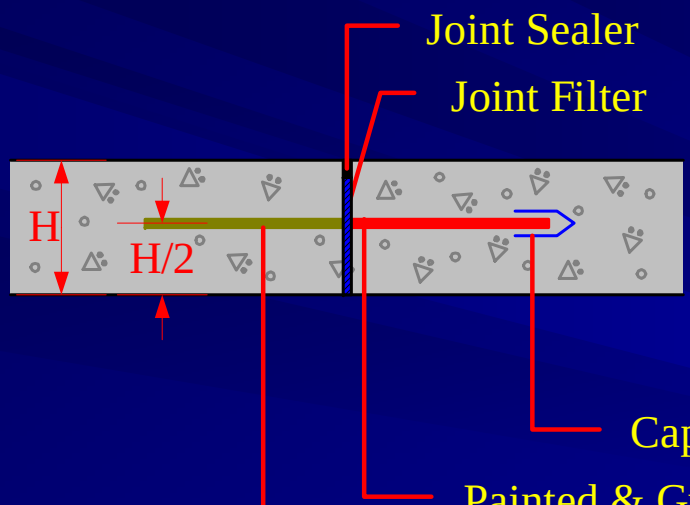
Contraction Joint



Contraction Joint

- transverse joint
- control cracks
- made by sawing concrete after it is set
- cracks will occur at the joints
- dowels are needed to provide load transfer
- placed at regular interval about 5 - 10 m

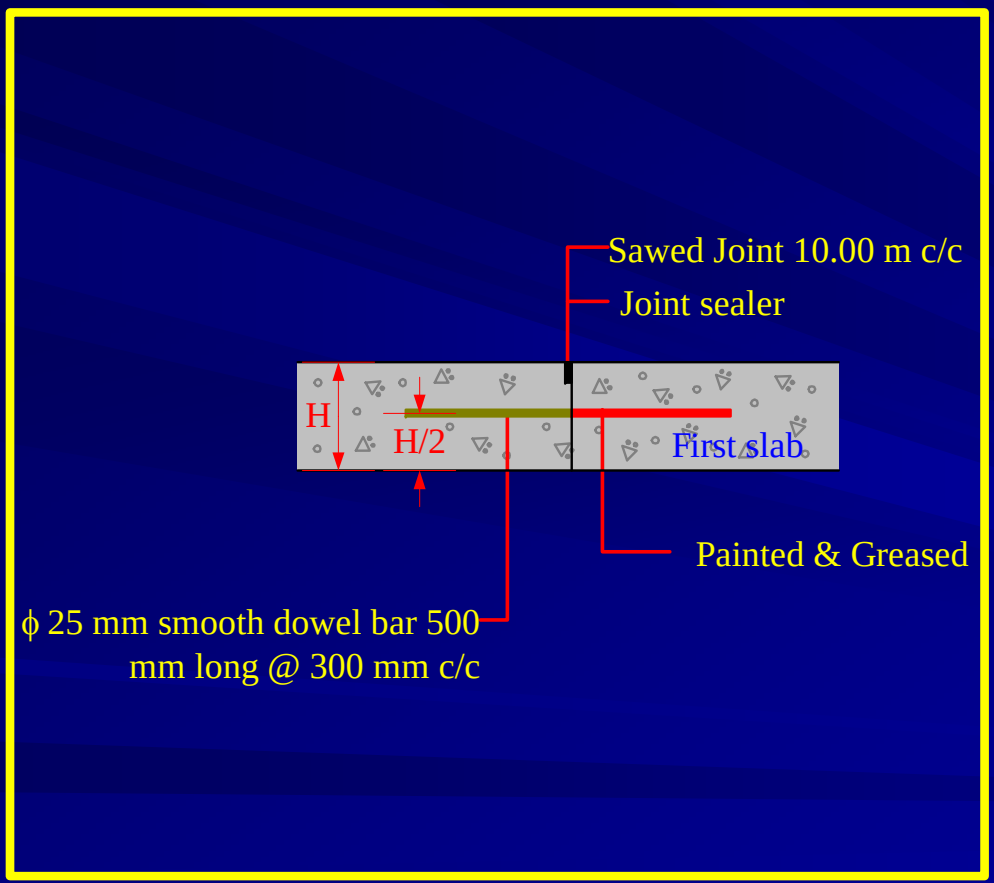
Expansion Joint



Expansion Joint

- transverse joint
- relief compressive stress due to thermal expansion of concrete
- dowel bar lubricated on one side are needed to provide load transfer
- cap must be installed at free end to provide space for dowel movement
- placed at regular interval about 100 - 150 m

Construction Joint



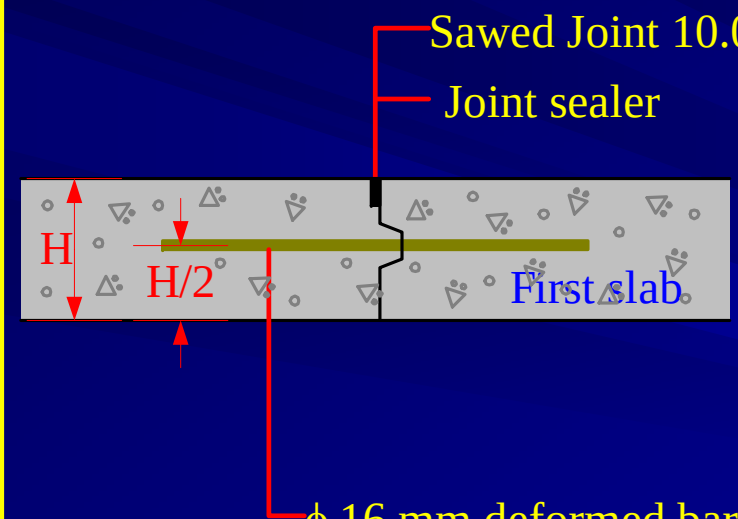
Construction Joint

- installed when constructions temporarily stop

- should be placed at the locations of contraction joints

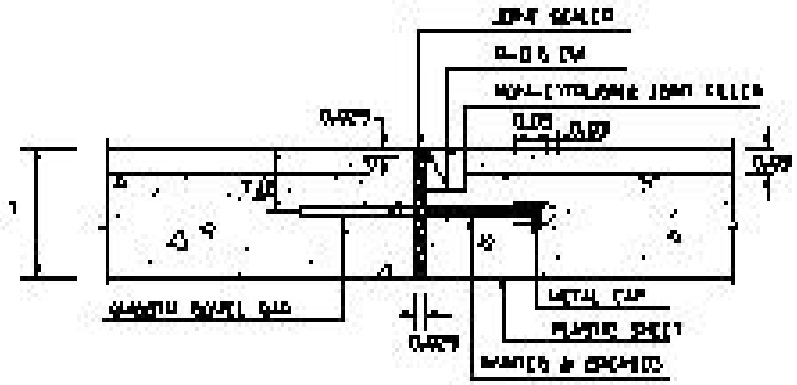
- dowel bar lubricated on one side are needed to provide load transfer

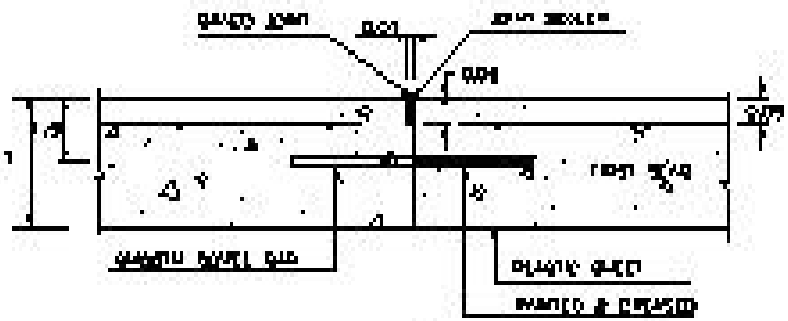
Longitudinal Joint

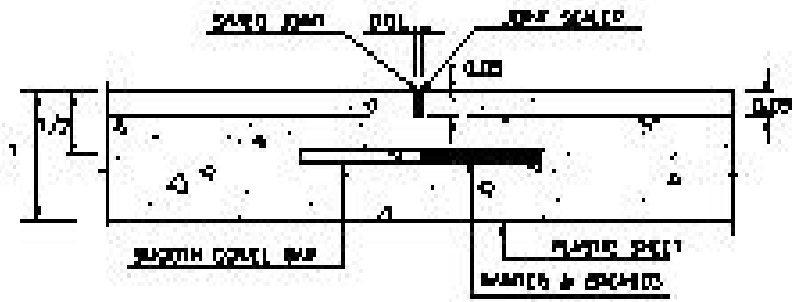


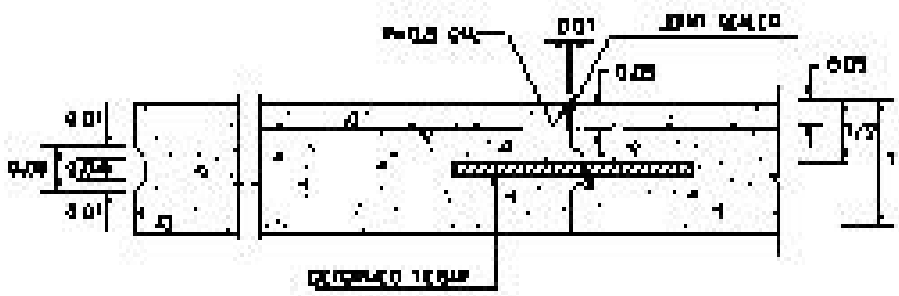
Longitudinal Joint

- relieve curling and warping stresses
- pavements are tied together with tie bars



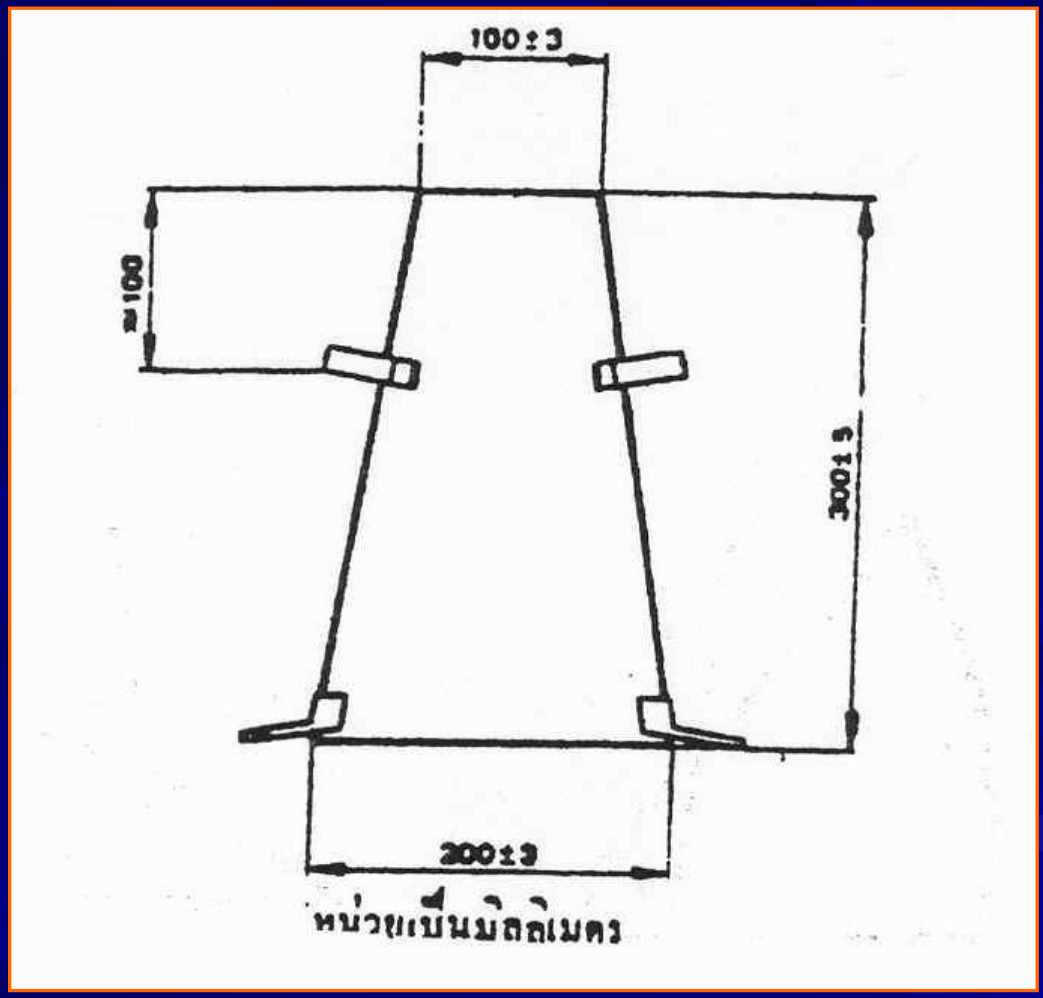






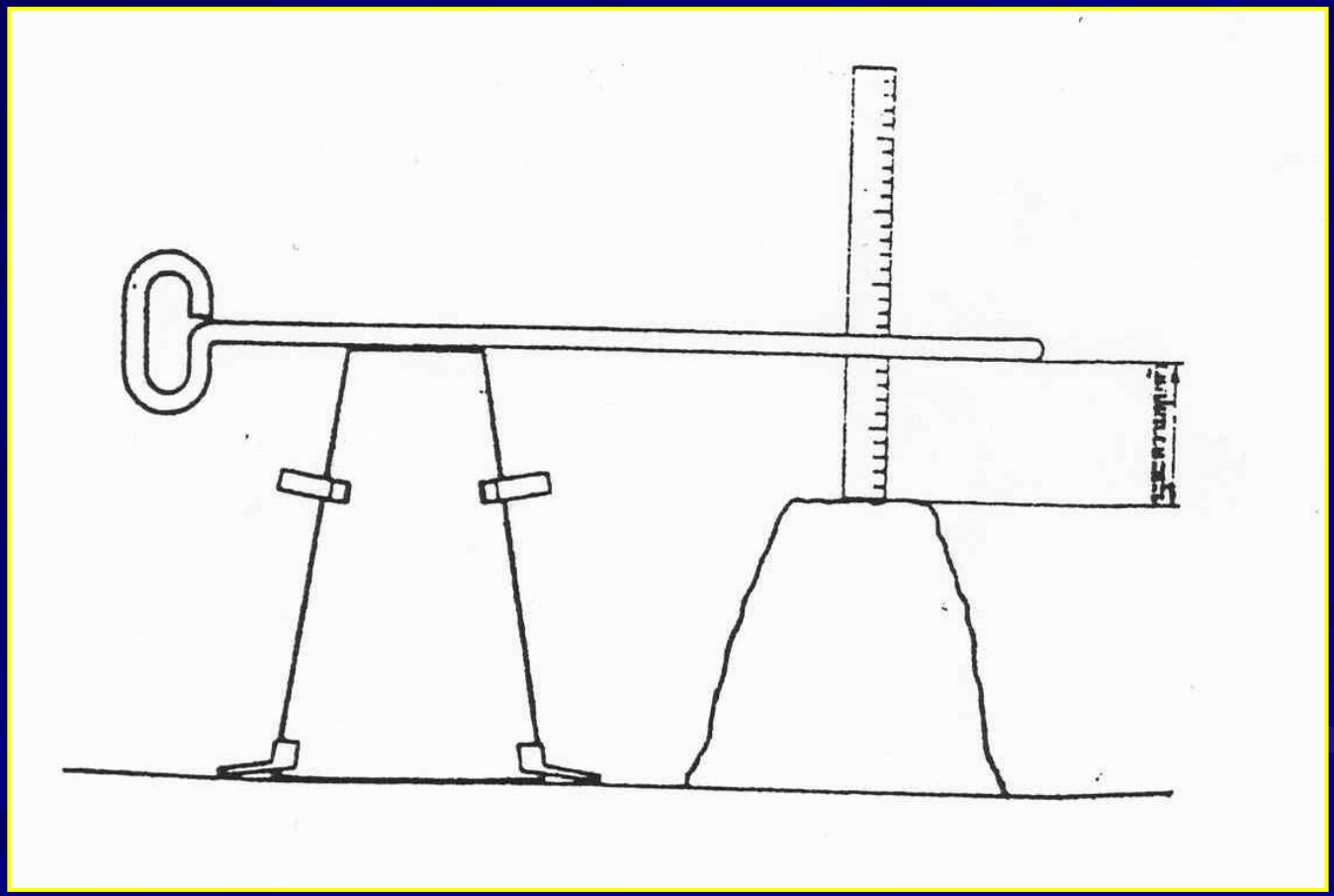
รูปแสดง รอยต่อของแผ่นพื้นถนนคอนกรีต

Slump Test



แบบโลหะ

การวัดความยุบตัว



ลักษณะการยุบตัว

(ก)
การยุบตัวจริง
(TRUE SLUMP)

(ข)
การยุบตัวแบบเฉือน
(SHEAR SLUMP)

(ค)
การยุบตัวแบบพังทะลาย
(COLLAPSE SLUMP)

การปรับปรุงคุณภาพวัสดุและปัญหาในประเทศไทย

การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุและปัญหาในประเทศไทย

การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุเป็นขนวนการซึ่งวิศวกรพยายามที่จะใช้ปรับปรุงวัสดุที่มีคุณภาพต่ำ หรือมีคุณภาพต่ำ หรือมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานให้มีคุณภาพดีขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการสร้างทาง หรือเพื่อจุดมุ่งหมายอย่างอื่น เช่น การผสมซีเมนต์ หรือปูนขาวลงไปในดินลูกรังที่มี PI สูง เพื่อให้ลูกรังมีคุณสมบัติการรับน้ำหนักดีขึ้น และช่วยให้การทำงานง่ายขึ้น วิธีการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุที่โดยการเพิ่มวัสดุผสมอื่นใดเข้าไปเรียกว่า soil stabilization

วิธีการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุ (Methods of Soil Stabilization)

วัสดุที่มีอยู่ขาดอะไรและต้องการอะไรเพื่อมาช่วยให้คุณสมบัติดีขึ้นความยากง่ายในการทำงาน ราคาวัสดุผสม ระยะทางขุดขน และมาตรฐานของถนนที่จะสร้างตลอดจนปริมาณการจราจร เป็นต้น

การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุและปัญหาในประเทศไทย

การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุเป็นขนวนการซึ่งวิศวกรพยายามที่จะใช้ปรับปรุงวัสดุที่มีคุณภาพต่ำ หรือมีคุณภาพต่ำ หรือมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานให้มีคุณภาพดีขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการสร้างทาง หรือเพื่อจุดมุ่งหมายอย่างอื่น เช่น การผสมซีเมนต์ หรือปูนขาวลงไปในดินลูกรังที่มี PI สูง เพื่อให้ลูกรังมีคุณสมบัติการรับน้ำหนักดีขึ้น และช่วยให้การทำงานง่ายขึ้น วิธีการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุที่โดยการเพิ่มวัสดุผสมอื่นใดเข้าไปเรียกว่า soil stabilization

วิธีการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุ (Methods of Soil Stabilization)

วัสดุที่มีอยู่ขาดอะไรและต้องการอะไรเพื่อมาช่วยให้คุณสมบัติดีขึ้นความยากง่ายในการทำงาน ราคาวัสดุผสม ระยะทางขุดขน และมาตรฐานของถนนที่จะสร้างตลอดจนปริมาณการจราจร เป็นต้น

การปรับปรุงคุณสมบัติโดยใช้เครื่องมือกล (Mechanical Stabilization)

วัสดุที่แข็งแรงที่สุดจะต้องมีดีกรีการขัดกับทางกล (mechanical interlock) สูง และมีแรงเกาะยึด (cohesion) ดี ดีกรีการเกาะยึดทางกลได้จากความเป็นเหลี่ยมเป็นมุมของเม็ดวัสดุ และความขรุขระของผิวหน้า

การปรับปรุงคุณภาพโดยการผสมซีเมนต์ (Cement Stabilization)

วัสดุที่จะใช้ทำ cement stabilization มักจะเป็นดินลูกรังที่มีคุณภาพต่ำหรือค่า CBR ไม่ได้ตามมาตรฐานพอที่จะทำพื้นทางได้ และก็ไม่มีหินจะมาใช้ในการทำพื้นทางจึงมีความจำเป็นจะต้องปรับปรุงลูกรังที่มีอยู่ให้มีมาตรฐานสูงขึ้น วิธีที่ถูกที่สุดดูเหมือนว่าจะเป็นวิธีใส่ซีเมนต์ลงไปในลูกรัง ในบางครั้งการทำ soil-cement มีความจำเป็นจะต้องใส่ปูนขาวลงไปด้วยเป็น secondary additive ปูนขาวที่ใส่ลงไปจะช่วยลด PI ของลูกรังที่มีดินเหนียวปนมาก ๆ และยังช่วยให้วัสดุผสมมี

workability ดียิ่งขึ้นการเพิ่มกำลังรับน้ำหนักของดินลูกรังภายหลังที่ใส่ซีเมนต์ลงไปเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารประกอบในดินและสารประกอบในซีเมนต์ โดยมีน้ำเป็นสื่อช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดขั้นเร็วขึ้น ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นมีผลในการเพิ่มกำลังรับน้ำหนักของวัสดุผสม soil-cement หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ กำลังรับน้ำหนักของวัสดุ soil-cement เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างดินกับซีเมนต์ ซึ่งปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นใน soil-cement มี 3 ชนิด คือ

1.การเกิดสารประกอบ calcium silicate ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีแรงเกาะยึดทั้งภายในโมเลกุลของตัวเอง และระหว่างตัวของมันเองกับวัสดุอื่น

2.การเกาะยึดระหว่าง clay particles โดยมี Ca++ ซึ่งได้มาจากปฏิกิริยา Ion Exchange เป็นสื่อกลาง (Ca++ ได้มาจากการแตกตัวของ Ca (OH) 2) ซึ่งจะทำให้ดินเหนียวรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ และมีการขัดกันภายในเม็ดดินทำให้กำลังรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น

3.ปฏิกิริยา Pozzolanic ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีซึ่งมีผลในการรวมตัวของเม็ดดินช้า ๆและเพิ่มกำลังรับน้ำหนักของวัสดุผสมไปด้วย

โดยทั่ว ๆ ไปมักจะกำหนด unconfined compressive strength ไว้ระหว่าง 250 –400 psi เพราะว่าถ้าค่า unconfined compressive strength สูงเกินไป พฤติภาพของพื้นทางจะค่อนไปทาง rigid pavement ซึ่ง soil-cement ไม่สามารถจะรับ tension และทน deflection ได้มาก จะทำให้ soil-cement แตก เปอร์เซ็นต์ซีเมนต์ที่ใช้แปรเปลี่ยนไปตามชนิดของดินลูกรัง แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง 3 – 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินแห้งรอยแตกในถนน soil-cement เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการด้วยกันคือเกิดจากการหดตัวของ soil-cement ในขณะที่น้ำระเหยออกไป เกิดจากการหดตัวอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน soil-cement และเกิดจาก flexibility ของ pavement structure (ความหยุ่นตัวของชั้น soil-cement และชั้นที่อยู่ภายใต้มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดรอยแตกใน soil-cement มาก) uniformity ของวัสดุผสมก็มีส่วนสำคัญในการที่จะก่อให้เกิดรอยแตกได้มากเช่นเดียวกัน จากประสบการณ์พบว่าวัสดุที่มีดินเหนียวปนอยู่มากจะมีรอยแตกมาก ส่วนที่มีดินเหนียวปนน้อยจะไม่ค่อยแตก

การปรับปรุงคุณภาพโดยผสมปูนขาว (Lime Stabilization)

การปรับปรุงคุณภาพของดินโดยใช้ปูนขาวกระทำได้ผลมากที่สุดเฉพาะกับดินเหนียว หรือวัสดุที่มีดินเหนียวปนอยู่ด้วยมาก ๆ เช่น ดินพวก silty clay หรือ silty and sandy clay เพราะว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างปูนขาวกับวัสดุส่วนใหญ่จะเกิดจากการแลกเปลี่ยนของอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าในดินเหนียวและในปูนขาว (Ion Exchange) ฉะนั้นการทำ lime stabilization ถ้าทำกับดินลูกรังที่มี PI สูง หรือดินเหนียว การปรับปรุงคุณภาพจะได้ผลมาก ปฏิกริยา Ion Exchange ในดินเหนียวจะทำให้ดินเหนียวเม็ดเล็ก ๆ รวมตัวกันเป็นเม็ดใหญ่และมีการขัดกันระหว่างเม็ด (Interlocking) มากขึ้น ในขณะเดียวกันแรงเกาะยึดระหว่างเม็ดดินเหนียวก็ยังคงมีอยู่ ปฏิกิริยา Ion Exchange จะมีมากในระยะแรกเริ่ม เพราะฉะนั้นกำลังรับน้ำหนักของวัสดุจะเพิ่มมากที่สุดในระยะ 7 วันแรกที่ผสมปูนขาว

นอกจากปูนขาวจะใช้ผสมกับดินเหนียวเป็น primary additive เพื่อช่วยเพิ่มกำลังรับน้ำหนักแล้ว ปูนขาวยังใช้ผสมกับดินลูกรังที่มี PI สูง ๆ เป็น secondary additive ในการทำถนน soil-cement ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะว่าปูนขาวจะช่วยลด PI ของดินลูกรังและช่วยให้การทำงาน soil-cement ง่ายเข้า (workability ดียิ่งขึ้น) นอกจากนี้ยังช่วยให้ซีเมนต์กับดินลูกรังผสมเข้ากันดีทั่วถึงยิ่งขึ้น

การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุโดยผสมยางมะตอย (Bituminous Stabilization)

จุดมุ่งหมายเพื่อที่จะเพิ่มแรงเกาะยึดระหว่างเม็ดวัสดุและเพื่อใช้เป็นตัวกันน้ำไม่ให้ซึมลงไปภายใต้ โดยทั่ว ๆ ไปวัสดุที่จะใช้ผสมกับยางมะตอยเพื่อทำถนนมักจะเป็นทราย หรือ sandy soil หรือ siity sand เพราะหว่าทรายเป็นวัสดุที่ไม่มี PI การผสมยางมะตอย ลงไปจะช่วยเพิ่มแรงเกาะยึดระหว่างเม็ดทรายซึ่งช่วยให้ถนนสามารถจะทนต่อแรงเฉือนได้มาก เพื่อจะให้ได้ผลดี ทรายที่ใช้ควรจะเป็น well grade sand ถ้าทรายมี gradation ไม่ดีก็อาจจะต้องใส่ปูนขาว หรือซีเมนต์เพื่อช่วยให้มีแรงเกาะยึดมากขึ้นไปอีก

ในประเทศไทยมีโครงการสร้างถนนทดลองสาย เดชอุดม- บุณฑริก (จังหวัดอุบลราชธานี) โดยใช้ยางมะตอยน้ำใส่ลงไปผสมกับ silty sand คาดว่า silty sand สามารถจะนำมาใช้เป็นวัสดุพื้นทางของถนนที่มีการจราจรไม่มากนัก โดยผสมกับยางมะตอยน้ำซึ่งถ้าเป็นจริงดังที่คาดก็นับว่าเป็นอีกก้าวหนึ่งของกรมทางหลวงที่ได้พยายามปรับปรุงคุณภาพของวัสดุที่มีอยู่เดิมในท้องถิ่นนั้น ๆ ให้มีคุณภาพดีพอจะนำมาใช้แทนหินเพื่อเป็นพื้นทางของถนนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศออสเตรเลียก็เคยได้รับความสำเร็จในการผสม beach sand กับยางมะตอยน้ำในการทำถนนเลียบชายฝั่งทะเล ปัญหาใหญ่เกี่ยวกับ bituminous stabilization ในประเทศไทยก็คือราคายางมะตอยน้ำในงาน soil stabilization จึงจำเป็นจะต้องพิจารณาให้รอบคอบว่าจะประหยัดหรือไม่

การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุโดยใช้สารเคมี (Chemical Stabilization)

การก่อสร้างถนนราคาถูกมักจะใช้สารเคมีเป็นตัวช่วยกำจัดฝุ่น สารเคมีที่ใช้ก็มีสารประกอบ lignin ในรูปต่าง ๆ molasses (waste product จากโรงงานน้ำตาล) เกลือแกง เกลือแคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) และสารประกอบเคมีอื่นๆ อีกมาก ซึ่งบ้างก็อยู่ในรูปของ trade name บ้างก็อยู่ในรูปของชื่อทางเคมี

ประเทศไทยเคยมีการกำจัดฝุ่นด้วยการราดถนนที่มีฝุ่นมาก ๆ ด้วยน้ำทะเลหรือน้ำที่ผสมเกลือแกง เมื่อน้ำระเหยออกไปก็จะเหลือเกลือเกาะติดอยู่ที่เม็ดดิน เกลือจะดูดความชื้นจากอากาศช่วยให้ถนนชื้นอยู่ตลอดเวลา และช่วยลดฝุ่นให้น้อยลงด้วย แต่ถนนที่ราดด้วยน้ำทะเลจะทำให้รถยนต์หรือรถบรรทุกน้ำทะเลผุกร่อนเป็นสนิทเร็วกว่าปกติ การใช้น้ำทะเลหรือน้ำผสมเกลือแกงราดถนนจึงไม่ค่อยจะนิยม

ปัญหาที่พบเห็นในงาน soil stabilization ในประเทศไทย

1. ถนน soil-cement จะเกิดรอยแตกทั้งตามขวางและตามยาวของถนนมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับชนิดของดินลูกรัง คุณภาพของซีเมนต์ ความสม่ำเสมอของซีเมนต์ที่คลุกเคล้ากับดินลูกรัง flexibility หรือ rigidity ของ pavement structure และเทคนิคการทำงานในสนาม

2. รอยแตกในชั้น soil-cement base จะก่อให้เกิดรอยแตก (reflected crack) ผิว asphaltic concrete และผิว double asphalt surface treatment

3. รอยแตกใน soil-cement base ต้องมา seal รอยแตกด้วยยางมะตอยหรือยางมะตอยผสมหินเกล็ด เป็นการเพิ่มภาระในงานบำรุงทาง

4. ถนน soil-cement ในประเทศไทยมีทั้งที่ผสมบนถนนและผสมใน plant การผสมใน plant จะสะดวกในการควบคุมส่วนผสมได้ดีกว่าการผสมบนถนน

4. นอกจากรอยแตกแล้วถนน soil-cement จะเรียบกว่าถนนชนิดอื่น เพราะว่า soil-cement มี rigidity สูงกว่าถนนที่มีพื้นเป็นหินคลุก เพราะฉะนั้น plastic failure จะไม่เกิดในถนน soil-cement เลย (ถนน soil-cement มักจะไม่ปรากฏแอ่งลึกๆ หรือ rut depth ลึก ๆ ตรงรอยร่องล้อ)

5. การใช้ stage construction คาดว่าจะช่วยให้ถนน soil-cement มีอายุอยู่ได้นาน และช่วยให้ performance และ riding quality ของถนนอยู่ในระดับดีถนน soil-cement ควรจะทำผิวแบบ double surface treatment หรือ penetration macadam พอเปิดใช้สักสองสามปีแล้วค่อยปูทับด้วย asphaltic concrete ซึ่งจะทำให้รอยแตก (reflected crack) บนผิวทางหายไป

สรุป

1. การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุสร้างทางมีหลายวิธี แต่ที่ใช้มากที่สุดในประเทศไทยขณะนี้ก็คือ mechanical stabilization และ cement stabilization

2. ถนน soil-cement มีลักษณะเด่นที่สุดก็คือรอยแตกบนผิวทาง

3. วัสดุที่เหมาะที่จะปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนขาวได้แก่ พวกดินเหนียว วัสดุที่เหมาะที่จะปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์ได้แก่ พวกดินลูกรัง และวัสดุที่เหมาะที่จะปรับปรุงคุณภาพด้วยยางมะตอยได้แก่ พวกดินทราย หรือ silty sand

4. การปรับปรุงคุณภาพของวัสดุโดยใช้สารประกอบทางเคมียังอยู่ในระหว่างการค้นคว้าวิจัย