

กรมทางหลวง

มาตรฐานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์  
(Cement Modified Crushed Rock Base)

\* \* \* \* \*

งานนี้ประกอบด้วยการก่อสร้างพื้นทางที่ใช้หินคลุกผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นไปบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการปู เกลี่ยแต่ง แล้วบดทับให้ถูกต้องตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

1. วัสดุ

1.1 หินคลุก ต้องเป็นวัสดุหินไม่มวลรวม (Crushed Rock Soil Aggregate Type) ที่มีเนื้อแข็งเหนียว สะอาด ไม้ผุ และปราศจากวัสดุอื่นเจือปน จากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงแล้ว วัสดุจำพวก Shale ห้ามนำมาใช้

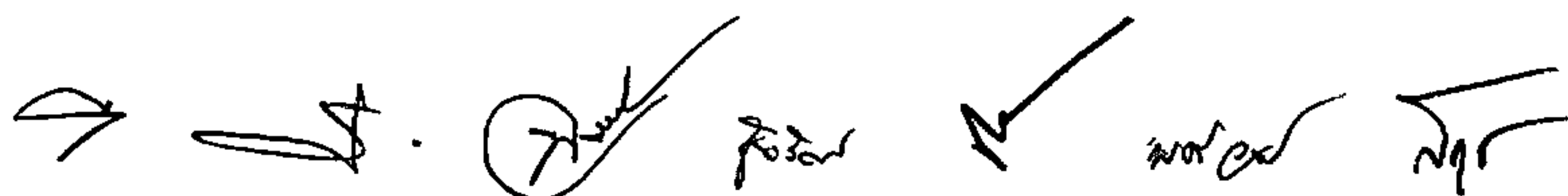
ห้ามใช้หินที่มีแร่ที่ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์หรือน้ำ แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายได้ เช่น แร่แอนไฮไดรต์ แร่โดโลไมต์ เป็นต้น

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของหินคลุกไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำหินคลุกผสมซีเมนต์จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.1.1 มีค่าความสึกหรอเมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 202 “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่มากกว่าร้อยละ 40

1.1.2 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ของมวลรวมหยาบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 213 “วิธีการทดลองหาความคงทน (Soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบแล้วไม่มากกว่าร้อยละ 9

1.1.3 ส่วนละเอียด (Fine Aggregate) ต้องเป็นวัสดุชนิดและคุณสมบัติเช่นเดียวกันกับส่วนหยาบ (Coarse Aggregate) การใช้วัสดุส่วนละเอียดชนิดอื่นใดเจือปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน



1.1.4 มีขนาดคละที่ตี และเมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 205 “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” ต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่งตามตารางที่ 1

1.1.5 ส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ต้องไม่มากกว่าสองในสาม (2/3) ของส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.425 มิลลิเมตร (เบอร์ 40)

1.1.6 มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 102 “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน” ไม่มากกว่าร้อยละ 25

1.1.7 มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 103 “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (PL) และ Plasticity Index (PI) ของดิน” ไม่มากกว่าร้อยละ 6

1.1.8 มีค่า CBR เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 109 “วิธีการทดลองเพื่อหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

1.1.9 ไม่เป็นวัสดุชนิดเนื้อหยาบหรือเนื้อพรุน มีค่าการดูดซึมน้ำ เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 207 “วิธีการทดลองหาความถ่วงจำเพาะวัสดุเม็ดหยาบ” ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 2.5

ตารางที่ 1 ขนาดคละของวัสดุหินคลุกที่ใช้ผสมกับปูนซีเมนต์

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยมวล	
	B	C
50.0 (2 นิ้ว)	100	-
25.0 (1 นิ้ว)	75-95	100
9.50 (3/8 นิ้ว)	40-75	50-85
4.75 (เบอร์ 4)	30-60	35-65
2.00 (เบอร์ 10)	20-45	25-50
0.425 (เบอร์ 40)	15-30	15-30
0.075 (เบอร์ 200)	5-20	5-15

## 1.2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกชนิดใช้งานทั่วไปสัญลักษณ์ GU ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2594 ปูนซีเมนต์ที่ใช้อาจบรรจุอยู่ในไซโลหรือเป็นแบบบรรจุถุงก็ได้ ถ้าเป็นแบบบรรจุถุง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโรงเก็บปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้ปูนซีเมนต์ชื้น

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ตลอดงานตามสัญญาต้องเป็นตราและประเภทเดียวกัน เว้นแต่จะได้รับ  
ความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเป็นอย่างอื่น

ห้ามนำปูนซีเมนต์ที่จับตัวเป็นก้อนปนอยู่มาใช้งาน เว้นแต่จะได้มีการออกแบบส่วนผสมใหม่  
และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานแล้ว

### 1.3 น้ำ

น้ำที่จะนำมาใช้ผสมหรือบ่มชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์จะต้องสะอาดปราศจากสารต่างๆ  
เช่น เกลือ น้ำมัน กรด ต่าง และอินทรีย์วัตถุ หรือสารอื่นใด ที่จะเป็นอันตรายแก่ชั้นพื้นทางหินคลุก  
ผสมซีเมนต์ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

ห้ามนำน้ำทะเลในการผสมหรือบ่มชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์

## 2. เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงาน  
ทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้  
อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

ถ้าเครื่องจักรและเครื่องมือชิ้นใดทำงานได้ไม่เต็มที่ หรือทำงานไม่ได้ผลตามวัตถุประสงค์ ผู้รับจ้าง  
จะต้องทำการแก้ไขหรือจัดหาเครื่องจักรและเครื่องมืออื่นใดมาใช้แทนหรือเพิ่มเติม ทั้งนี้ต้องได้รับ  
ความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน

### 2.1 โรงผสมแบบติดตั้งกับที่ (Central Mixing Plant)

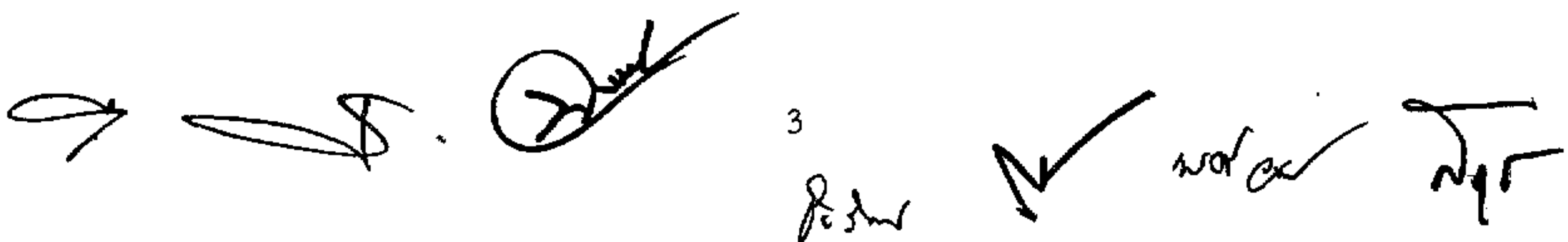
#### 2.1.1 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปของโรงผสมแบบติดตั้งกับที่ วัสดุต่างๆ ของส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์  
ให้จัดอัตราส่วนเป็นหน่วยน้ำหนักทั้งหมด โดยวัสดุหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ จะผสมรวมกันในโรงผสม  
การชั่งวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการผสมหินคลุกผสมซีเมนต์จะต้องดำเนินการตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

ปริมาณของวัสดุที่ใส่เข้าไปในเครื่องผสมจะต้องไม่มากจนทำให้หินคลุกผสมซีเมนต์  
ผสมไม่เข้ากัน และถ้าหากพบว่าหินคลุกผสมซีเมนต์ผสมไม่เข้ากัน ผู้รับจ้างจะต้องลดอัตราการใส่วัสดุเข้าไป  
ในเครื่องผสมลงตามสัดส่วนของวัสดุแต่ละอย่าง

ผู้รับจ้างอาจจะเลือกใช้โรงผสมแบบชุด (Batch Mixer) หรือแบบผสมต่อเนื่อง (Continuous  
Mixer) ก็ได้ โดยเครื่องจักรที่จะใช้งานจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

โรงผสมแบบชุดหรือแบบผสมต่อเนื่องต้องมีเครื่องป้อนวัสดุ และมาตรวัดปริมาณวัสดุ  
ที่ผ่านเข้าไปในเครื่องผสมตามปริมาณที่ได้กำหนดไว้จากการออกแบบ



โรงผสมหินคลุกผสมซีเมนต์อาจจะดัดแปลงมาจากโรงผสมซีเมนต์คอนกรีต หรือโรงผสมแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้ แต่จะต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อนนำมาใช้งาน

#### 2.1.2 โรงผสมแบบชุด (Batch Mixer)

โรงผสมแบบชุดจะประกอบด้วยเครื่องผสมที่มีตัวผสมที่เหมาะสม ทำหน้าที่คลุกเคล้าหินคลุกผสมซีเมนต์ให้เข้ากันดี

โรงผสมแบบชุดจะต้องมีเครื่องจับเวลาของการผสมติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมสามารถจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน เครื่องจับเวลาจะต้องสามารถอ่านเวลาละเอียดถึง 2 วินาที นอกจากนี้โรงผสมจะต้องติดตั้งเครื่องนับจำนวนชุดที่ผสมแล้วเสร็จติดอยู่กับไม้ด้วย

เวลาของการผสมให้เริ่มนับเมื่อวัสดุทุกอย่างถูกใส่ลงในห้องผสม จนถึงเวลาเมื่อหินคลุกผสมซีเมนต์ถูกปล่อยออกจากห้องผสม การผสมจะต้องดำเนินต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งหินคลุกผสมซีเมนต์มีลักษณะคลุกเคล้าเข้ากันอย่างดี โดยสังเกตจากสีและลักษณะของส่วนผสมที่ควรจะกลมกลืนกันดี โดยปกติเวลาของการผสมไม่ควรน้อยกว่า 30 วินาที

เครื่องชั่งที่ใช้ชั่งปูนซีเมนต์ในแต่ละชุดจะต้องอ่านได้ละเอียดกว่าเครื่องชั่งที่ใช้ชั่งหินคลุก

#### 2.1.3 โรงผสมแบบผสมต่อเนื่อง (Continuous Mixer)

โรงผสมแบบผสมต่อเนื่องจะจัดสัดส่วนของหินคลุกและปูนซีเมนต์ โดยส่งจากถังผ่านสายพานหรือเครื่องป้อนอื่นใดผ่านเข้าไปยังโรงผสมอย่างต่อเนื่อง ปริมาณของหินคลุก ปูนซีเมนต์ และน้ำ จะถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ

ระบบการป้อนหินคลุกเข้าสู่โรงผสมอาจจะเป็นระบบทางกลหรือทางไฟฟ้าก็ได้ แต่ควรเป็นระบบเดียวกันกับระบบการป้อนปูนซีเมนต์

ในการผสมหินคลุกผสมซีเมนต์แบบผสมต่อเนื่อง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องชั่งสำหรับชั่งหามวลของหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ เพื่อตรวจสอบส่วนผสมให้ถูกต้อง

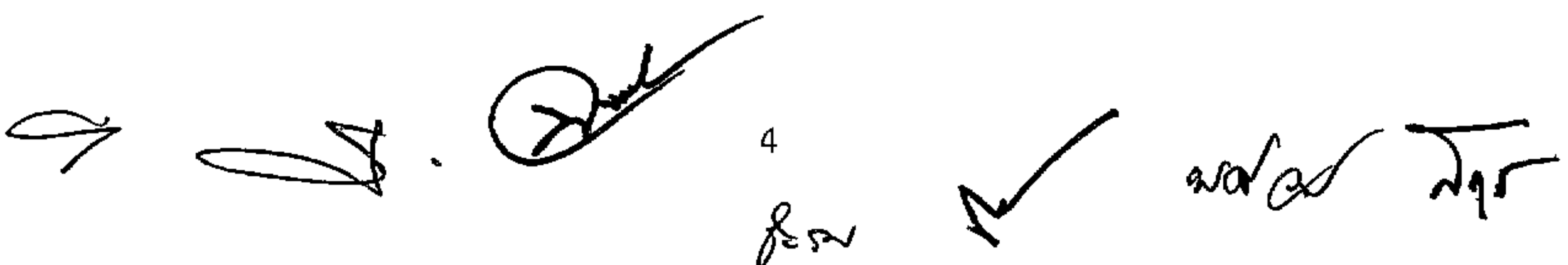
#### 2.1.4 เครื่องชั่ง

เครื่องชั่งที่ใช้ในการหามวลของหินคลุก ปูนซีเมนต์ และน้ำ จะต้องเป็นแบบคาน มีความละเอียดผิดพลาดไม่มากกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักที่ชั่ง

กรณีควบคุมปริมาณน้ำโดยใช้ปริมาตร เครื่องมือควบคุมปริมาณน้ำจะต้องมีความละเอียดผิดพลาดไม่มากกว่าร้อยละ 0.5 ของปริมาตรที่ตวง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัมน้ำหนักมาตรฐาน เช่น ขนาด 20 กิโลกรัม เป็นต้น เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่งให้ครอบคลุมช่วงน้ำหนักใช้งาน

ห้ามใช้เครื่องชั่งซึ่งเป็นแบบที่ใช้สปริง



การคือน้ำหนักปูนซีเมนต์อาจจะใช้วิธีชั่งโดยตรงหรือจากการนับจำนวนถุงบรรจุมาตรฐานก็ได้ โดยทั่วไปปูนซีเมนต์บรรจุในถุงมาตรฐานจะหนัก 50 กิโลกรัม ถ้าใช้วิธีชั่งก็จะมีเครื่องชั่งและถังสำหรับชั่งปูนซีเมนต์ต่างหาก พร้อมทั้งรางและเครื่องมืออื่นๆ เพื่อใช้สำหรับปล่อยให้ปูนซีเมนต์ออกจากถังชั่งไปสู่ห้องผสม การดำเนินงานในเรื่องนี้จะต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

## 2.2 เครื่องจักรผสมแบบเคลื่อนที่ (Travelling Mixing Machine)

เครื่องจักรผสมแบบเคลื่อนที่ ต้องเป็นแบบที่มีใบมีดผสมแบบแกนหมุน (Mechanical Rotor) ซึ่งผสมได้ตลอดความลึก สำหรับผสมหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ ติดตั้งอยู่และต้องมีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จ่ายปูนซีเมนต์หรือน้ำที่สามารถควบคุมอัตราการจ่ายได้อย่างสม่ำเสมอตามปริมาณที่กำหนดหรือเป็นเครื่องจักรผสมอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงแล้วว่าสามารถควบคุมการผสมหินคลุกปูนซีเมนต์และน้ำ ให้มีลักษณะคลุกเคล้าเข้ากันได้เป็นอย่างดี ห้ามใช้รถเกลี่ยเป็นเครื่องจักรผสมหินคลุกกับปูนซีเมนต์โดยตรง

## 2.3 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับทุกชนิดจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง โดยมีขนาด ชนิด น้ำหนัก และจำนวนเหมาะสมกับการก่อสร้าง ชั้นทาง ชนิดวัสดุ ฯลฯ และสามารถอำนวยความสะดวกให้การก่อสร้างดำเนินไปได้ อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก การกำหนดรายละเอียดเรื่องเครื่องจักรบดทับให้พิจารณาจากการก่อสร้างแปลงทดสอบในสนามเป็นหลัก โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

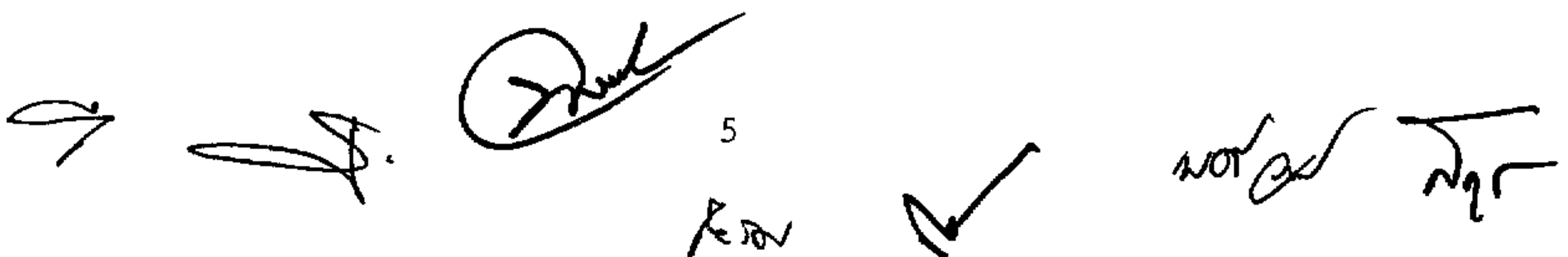
## 3. ข้อกำหนดของส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์

3.1 อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์และน้ำที่ใช้ผสมกับหินคลุกนั้น ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ที่หน้างาน และอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองหากำลังรับแรงอัดแห้งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ ทั้งในห้องทดลองและจากการทำพื้นที่ทางทดลองในสนาม

3.2 ในการออกแบบหาปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะผสมกับหินคลุกและน้ำ ให้ถือเอาค่ากำลังรับแรงอัดแห้งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.105 “วิธีการทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลม ซึ่งแห้งตัวอย่างทดสอบจะถูกบดอัดในแบบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ภายหลังจากบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน 7 วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง จะต้องมีย่าน้อยกว่า 2 413 กิโลพาสคัล (350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

3.3 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแห้งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ เพื่อการทดสอบหากำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดลองในข้อ 3.2 ให้ใช้ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการทดลองการบดอัดหินคลุกตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่า

5





มาตรฐาน” ปริมาณน้ำปริมาณนี้ใช้เป็นแนวทางในการควบคุมการบดทับในสนามขณะทำการก่อสร้างพื้นทาง หินคลุกผสมซีเมนต์

หมายเหตุ หากต้องการหาปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ที่แท้จริงของส่วนผสมแล้ว ให้หาจากการทดลองบดอัดหินคลุกผสมซีเมนต์ที่อัตราส่วนของปูนซีเมนต์จากส่วนผสมตามข้อ 3.2 แล้วดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ใดๆก็ตาม ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการบดอัดหินคลุกผสมซีเมนต์ จะให้ค่าที่ไม่แตกต่างไปจากปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการบดอัดหินคลุกตามข้อ 3.3 โดยวิธีการทดลองแบบเดียวกันมากนัก

3.4 วัสดุต่างๆ ของส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ได้แก่ หินคลุก ปูนซีเมนต์ และน้ำ ให้จัดอัตราส่วนเป็นหน่วยน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 และไม่มากกว่าร้อยละ 2 โดยมวลของหินคลุก หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

3.5 หินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้จากการทำพื้นทางทดลองในสนามจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องตามข้อกำหนดต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) การผสมทดลองทั้งในห้องทดลองและทำพื้นทางทดลองในสนามจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มงานก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ไม่น้อยกว่า 30 วัน

(2) ส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์จะต้องมีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 2 413 กิโลพาสคัล (350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) การทดสอบกำลังรับแรงอัดให้ดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.105 “วิธีการทดลอง หาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลม ซึ่งแท่งตัวอย่างทดสอบจะถูกบดอัดในแบบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ภายหลังจากบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน 7 วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง

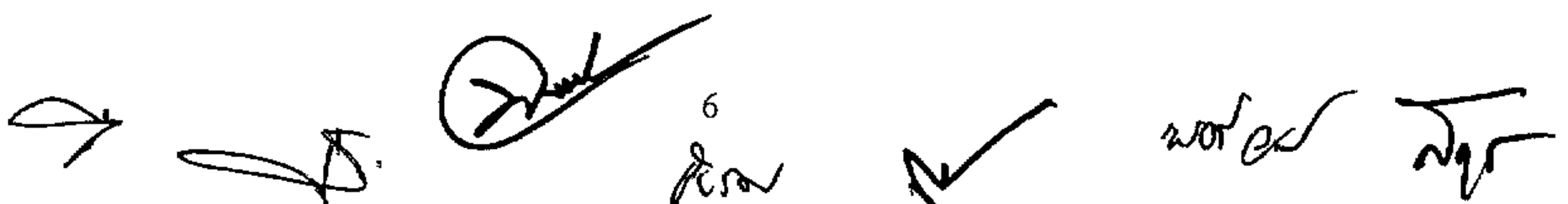
(4) จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบจากการผสมทดลองในห้องทดลองและจากการทำพื้นทางทดลองในสนามแต่ละอย่างจะต้องไม่น้อยกว่า 27 ตัวอย่าง

#### 4. วิธีการก่อสร้าง

##### 4.1 การทำพื้นทางทดลองในสนาม

##### 4.1.1 ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมทดลองแปลงแรก

อัตราส่วนของปูนซีเมนต์และน้ำที่จะใช้ผสมกับหินคลุกเป็นส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ ระหว่างการทดลองก่อสร้างพื้นทางทดลองในสนามแปลงแรก ให้ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ได้จากการออกแบบตามข้อ 3.2 และใช้ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ตามข้อ 3.3 และเลือกส่วนผสมทดลองที่ให้ค่ากำลังรับแรงอัดในช่วงร้อยละ 105 ถึงร้อยละ 125 (โดยทั่วไปควรเลือกที่ประมาณค่าตัวกลาง



6

คือร้อยละ 115) ของค่ากำลังรับแรงอัดที่ 2 413 กิโลพาสคัล (350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นส่วนผสมที่จะก่อสร้างแปลงทดลองแปลงแรก ก่อสร้างแปลงทดลองยาวประมาณ 200 – 500 เมตรและมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ให้ดำเนินการเตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบหากำลังรับแรงอัดตามข้อ 3.5 ทันทีที่เริ่มงาน การเตรียมแท่งตัวอย่างให้เตรียมในสนาม โดยเก็บตัวอย่างตัวแทนขณะทำการปูส่วนผสมพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ เพื่อที่จะได้แท่งตัวอย่างทดสอบที่มีคุณภาพคล้ายส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ในสนามมากที่สุด ห้ามทำการผสมคลุกเคล้าตัวอย่างใหม่ทั้งก่อนและขณะทำการบดอัดตัวอย่าง

#### 4.1.2 ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมในระหว่างการก่อสร้าง

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมในระหว่างการก่อสร้างจะต้องคิดเพื่อประสิทธิภาพของการผสมด้วยเมื่อใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ตามที่ได้เลือกไว้แล้วตามข้อที่ 4.1.1 ประสิทธิภาพของการผสมสามารถคิดคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของการผสม} = \frac{\text{กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์จากการผสมในสนาม}}{\text{กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์จากการผสมในห้องทดลอง}}$$

เมื่อ กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์จากการผสมในสนาม หาได้จากการทดลอง  
กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์ที่เตรียมจากตัวอย่างที่ได้จากการผสมในสนาม  
และ กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์จากการผสมในห้องทดลอง คือ กำลังรับแรงอัด  
ของหินคลุกผสมซีเมนต์จากค่าที่ได้เลือกไว้แล้วตามข้อ 4.1.1

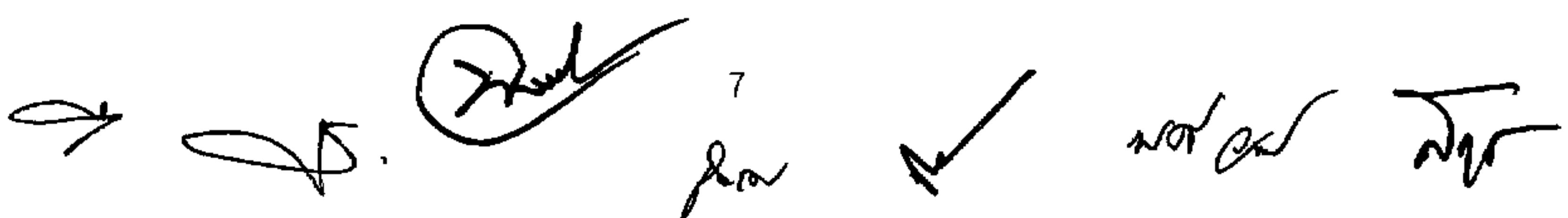
โดยทั่วไปการผสมในสนามจะมีประสิทธิภาพของการผสมน้อยกว่าการผสมในห้องทดลอง กล่าวอีกนัยหนึ่ง แท่งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ที่เตรียมจากการผสมในสนามจะให้กำลังรับแรงอัดน้อยกว่าแท่งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ที่เตรียมจากห้องทดลองเมื่อใช้ปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้กำลังรับแรงอัดตามข้อ 3.2 ด้วยประสิทธิภาพของการผสม

4.1.3 ภายหลังจากการก่อสร้างแปลงทดลองแล้วเสร็จไม่มากกว่า 28 วัน ให้ดำเนินการเจาะเก็บตัวอย่างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์และความหนาของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ อย่างน้อย 3 จุด ให้ครอบคลุมพื้นที่แปลงทดลอง

#### 4.2 การก่อสร้าง

##### 4.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

เมื่อผลการตรวจสอบคุณภาพของพื้นทางทดลองแปลงแรกเป็นไปตามข้อกำหนดตามข้อ 4.3 แล้ว สำหรับแปลงก่อสร้างต่อไปให้ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ตามที่ได้ออกแบบไว้



ปริมาณน้ำที่ใช้ในระหว่างการผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ให้ใช้ที่ Optimum Moisture Content โดยประมาณ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็นแหล่งวัสดุ ปูนซีเมนต์ เครื่องจักร เครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่มีผลทำให้คุณภาพของหินคลุกผสมซีเมนต์เปลี่ยนไป จะต้องทำการตรวจสอบหาอัตราส่วนผสมใหม่ทุกครั้ง เพื่อปรับส่วนผสมให้คุณภาพถูกต้องอยู่เสมอ

การบดทับและปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการก่อสร้าง ก็มีผลอันอาจทำให้ต้องมีการปรับปริมาณปูนซีเมนต์เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงด้วย

#### 4.2.2 ระยะเวลาดำเนินการก่อสร้าง

กรณีใช้โรงผสมแบบติดตั้งกับที่ ภายหลังจากผสมหินคลุกผสมซีเมนต์เข้ากันดีแล้วให้ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม เช่น รถบรรทุกกระบะยกขนหินคลุกผสมซีเมนต์จากโรงผสมไปปูลงบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยปูลงไปในที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ ทำการบดทับให้แน่นโดยใช้เครื่องมือบดทับที่เหมาะสม ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนกระทั่งเสร็จการบดทับไม่ควรมากกว่า 2 ชั่วโมง

กรณีใช้เครื่องจักรผสมแบบเคลื่อนที่ ภายหลังจากที่ส่วนผสมหินคลุก ปูนซีเมนต์ และน้ำคลุกเคล้าเข้ากันอย่างสม่ำเสมอให้เกลี่ยแต่งแล้วทำการบดทับให้แน่น ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนกระทั่งเสร็จการบดทับไม่ควรมากกว่า 2 ชั่วโมง

ภายหลังการบดทับให้ทำการแต่งระดับชั้นสุดท้าย (Fine Grading) ทันที

#### 4.2.3 การก่อสร้างรอยต่อ

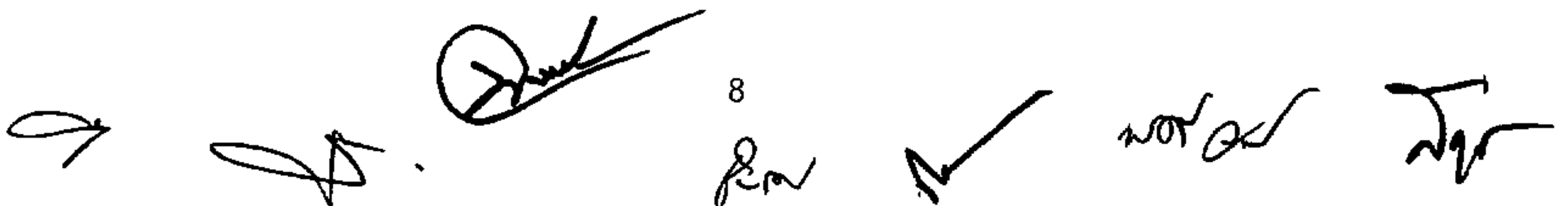
การก่อสร้างรอยต่อ รอยต่อในการก่อสร้างมี 2 แบบ คือ รอยต่อตามยาว และรอยต่อตามขวาง รอยต่อตามยาวเป็นรอยต่อที่ขนานไปกับเส้นแนวศูนย์กลางถนน รอยต่อตามขวางเป็นรอยต่อที่ตั้งฉากกับเส้นแนวศูนย์กลางถนน รอยต่อดังกล่าวมีความสำคัญต่อความแข็งแรงของโครงสร้างถนน การก่อสร้างรอยต่อที่ไม่ถูกต้องจะทำให้ชั้นทางไม่สม่ำเสมอเป็นจุดอ่อนทำให้ถนนเสียหายภายหลังได้ ในกรณีก่อสร้างชั้นทางมากกว่าหนึ่งชั้นทางควรก่อสร้างให้รอยต่อในแต่ละชั้นเชื่อมกันด้วย รอยต่อตามยาวแตกต่างกับรอยต่อตามขวาง จึงต้องพิจารณาแต่ละแบบดังนี้

##### 4.2.3.1 รอยต่อตามยาว

ในกรณีการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในที่ การทำรอยต่อตามยาวจะต้องจัดแนวรอยต่อไม่ให้อยู่ในแนวรอยล้อรถ ก่อนก่อสร้างต้องทำเครื่องหมายแนวขุดตัดแนวแรกให้ชัดเจน เพื่อให้อุปกรณ์ขุดตัดเดินตรงตามแนวขุดตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ ความกว้างและการเหลื่อมทับของแนวขุดตัดตามยาวขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นทาง ขนาดวัสดุ ชนิดและประสิทธิภาพของเครื่องจักร ความกว้างและการเหลื่อมทับแนวขุดตัดตามยาวปกติไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

ในกรณีการปูวัสดุด้วยเครื่องจักรปูวัสดุ ก่อนปูวัสดุแปลงถัดไปจะต้องตัดแต่งรอยต่อตามยาวเข้าไปในแปลงเดิมโดยปกติไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร ความกว้างของการตัดแต่งรอยต่อตามยาว

8





อาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือเครื่องจักรและประสิทธิภาพของการทำงาน ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน การปฐพีด้วยเครื่องจักรปฐพีหลายเครื่องพร้อมกันไม่จำเป็นต้องตัดรอยต่อตามยาวหารอยต่อตามยาวเชื่อมกันสนิทและวัสดุมีความสม่ำเสมอ

#### 4.2.3.2 รอยต่อตามขวาง

ในกรณีการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในที่ รอยต่อตามขวางเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรขุดตัดเริ่มทำงานหรือหยุด หรือเมื่อชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ผสมแล้วนั้นเลยเกณฑ์ระยะเวลาดำเนินการก่อสร้างในสนามตามที่ระบุไว้ในข้อ 4.2.2 ฉะนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดรอยต่อตามขวางมาก จึงควรทำการก่อสร้างอย่างต่อเนื่องไม่ควรหยุดการก่อสร้างโดยไม่จำเป็น เมื่อเครื่องจักรหยุดการขุดตัดในแต่ละครั้งให้ทำเครื่องหมายแนวที่เครื่องจักรหยุดบนชั้นทางตรงกับกึ่งกลางของอุปกรณ์ขุดตัด ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องจักรหยุดขุดตัดจ่ายวัสดุ เมื่อเครื่องจักรขุดตัดจะทำงานต่อไปให้ขุดตัดเหลื่อมทับรอยต่อเข้าไปในชั้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ก่อสร้างแล้วไม่น้อยกว่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของอุปกรณ์ขุดตัด หรือไม่น้อยกว่า 1 500 มิลลิเมตร แล้วแต่ความเหมาะสม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

#### 4.3 การควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้าง

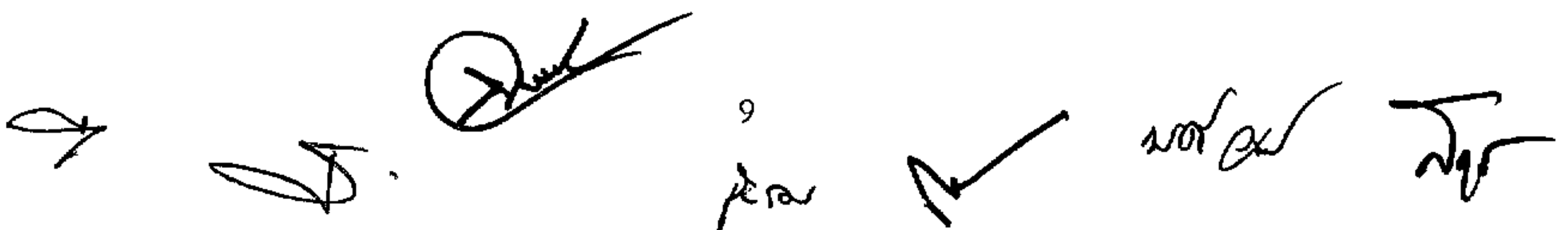
การก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ให้ก่อสร้างเป็นชั้นๆ โดยให้ความหนาหลังการบดทับแต่ละชั้นไม่มากกว่า 150 มิลลิเมตร

เมื่อได้ก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ซึ่งแบบกำหนดไว้หนาไม่มากกว่า 150 มิลลิเมตร จนได้ความยาวพอเหมาะในแต่ละวันแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับตามข้อ 4.3.1 และทดสอบกำลังรับแรงอัดตามข้อ 4.3.2 หากผลการทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ดำเนินการก่อสร้างชั้นทางในชั้นต่อไปได้

ในกรณีที่แบบพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์กำหนดไว้หนา 200 มิลลิเมตร ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างพื้นทางเป็น 2 ชั้น หนาชั้นละประมาณ 100 มิลลิเมตร โดยที่เมื่อได้ก่อสร้างพื้นทางชั้นแรก จนได้ความยาวพอเหมาะที่จะก่อสร้างพื้นทางในชั้นถัดไปแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับตามข้อ 4.3.1 และทดสอบกำลังรับแรงอัดตามข้อ 4.3.2 หากผลทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ดำเนินการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในชั้นต่อไปได้

ก่อนการปูพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ชั้นถัดไป ให้ทำการพ่นน้ำให้ผิวหน้าของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วชุ่มชื้น ถ้าผิวหน้าของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์เรียบเป็นมัน ให้ผู้รับจ้างทำการครูดผิวหน้าของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้ว ให้เป็นริ้วรอยก่อนแล้วค่อยพ่นน้ำให้ชุ่มชื้น

ผิวหน้าของพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว ควรมีความชุ่มชื้นพอควรในขณะที่ทำการปูพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในชั้นถัดไป เพื่อช่วยให้ชั้นหินคลุกผสมซีเมนต์เกาะยึดกันดี



9

ผิวหน้าที่หยาบของพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้วที่มีความชื้นพอเหมาะ จะช่วยให้เกิดการเกาะยึดที่ดีกับชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่กำลังจะก่อสร้างทับลงไป

ผู้รับจ้างอาจก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ให้มีความหนาหลังบดทับแต่ละชั้นมากกว่า 150 มิลลิเมตร แต่ไม่มากกว่า 200 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องแสดงรายการเครื่องจักรและเครื่องมือที่เหมาะสม แสดงวิธีการปฏิบัติงาน และต้องก่อสร้างแปลงทดลองยาวประมาณ 200 – 500 เมตรและมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ให้ตรวจสอบคุณภาพก่อน เพื่อขอรับการพิจารณาอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน หากพบว่าระหว่างการก่อสร้างมีปัญหาเกี่ยวกับความแน่นหรือกำลังรับแรงอัดของพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ไม่ได้ตามข้อกำหนด ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาระงับการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ชั้นละมากกว่า 150 มิลลิเมตร

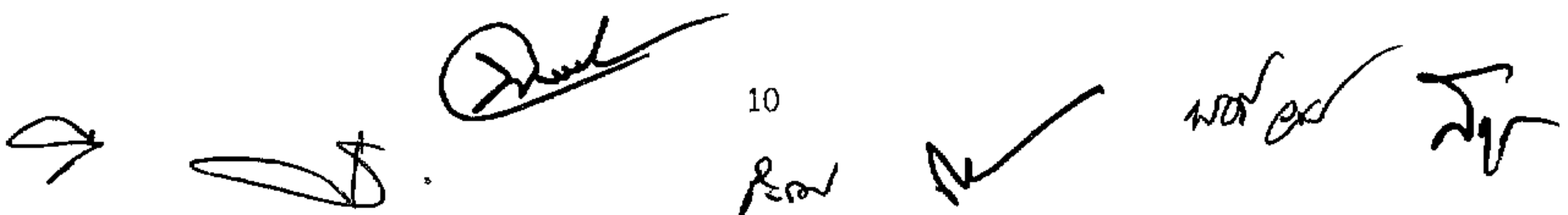
4.3.1 การทดสอบความแน่นของการบดทับ งานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ในห้องทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

การทดสอบความแน่นของการบดทับ ควรดำเนินการทดสอบในวันที่ทำการบดทับเสร็จ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 603 “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย” หรือตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 607 “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นและค่าความชื้นของดินและวัสดุผสมรวมในสนามระดับต้นโดยใช้วิธีนิวเคลียร์” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อความกว้าง 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่าง หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

ภายหลังการก่อสร้างไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้ทำการเจาะเก็บตัวอย่าง อย่างน้อยทุก 5 000 ตารางเมตร เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์และความหนาของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์

4.3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด ให้เตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบโดยการเก็บตัวอย่างตัวแทน 3 ตัวอย่าง ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของหินคลุกผสมซีเมนต์หนาไม่มากกว่า 150 มิลลิเมตร พื้นที่ไม่มากกว่า 1 500 ตารางเมตร และให้ถือว่าตัวอย่างตัวแทน 3 ตัวอย่างนี้เป็น 1 ชุดทดสอบ

ภายหลังการบดอัดตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ให้ดันตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ออกจากแบบและบ่มไว้ในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันมิให้ตัวอย่างสูญเสียความชื้นเป็นระยะเวลาานาน 7 วัน เมื่อครบ 7 วันให้นำตัวอย่างทดสอบแต่ละชุด (3 ตัวอย่าง) ออกจากถุงพลาสติก แช่น้ำไว้นาน 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ไปทดสอบกำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 105 “วิธีการทดลองหา Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลม



ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของหินคลุกผสมซีเมนต์ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วง จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งตัวอย่างที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบได้ ไม่มากกว่า 1 ก้อน แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของค่าที่กำหนด

4.3.3 การทดสอบซ้ำ ในกรณีที่ค่าความแน่นของการบดทับตามข้อ 4.3.1 หรือค่ากำลังรับแรงอัดตามข้อ 4.3.2 ต่ำกว่าที่กำหนด ผู้รับจ้างอาจขอให้เจาะเก็บตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ช่วงที่เป็นปัญหา เพื่อนำตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงอัดใหม่ โดยดำเนินการในลักษณะเดียวกับข้อ 4.3.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบที่เจาะจากสนามจำนวน 3 ก้อน ที่อายุไม่มากกว่า 28 วัน จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของกำลังรับแรงอัดที่กำหนดไว้ในแบบจึงจะถือว่าหินคลุกผสมซีเมนต์ในช่วงนั้นใช้ได้ ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งตัวอย่างที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าร้อยละ 85 ของกำลังรับแรงอัดที่กำหนดได้ไม่มากกว่า 1 ก้อน แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนด

ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ตามที่กำหนดนี้ถือว่าหินคลุกผสมซีเมนต์ใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อเอาหินคลุกผสมซีเมนต์ในช่วงนี้ออกทิ้งไป และให้ทำการก่อสร้างหินคลุกผสมซีเมนต์ให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำและค่าใช้จ่ายในการรื้อเอาหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ใช้ไม่ได้ตามข้อกำหนดนี้ออกทิ้งไปทั้งสิ้น

#### 4.4 การบ่มและการเปิดการจราจร

หลังก่อสร้างเสร็จ ให้บ่มหินคลุกผสมซีเมนต์ทุกชั้นโดยพ่นน้ำลงไปบนผิวหน้าของหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว ให้ผิวหน้าชุ่มชื้นตลอดเวลาติดต่อกันนานไม่น้อยกว่า 3 วัน นับจากวันที่บดทับเสร็จ ในช่วงเวลาของการบ่มอนุญาตให้เปิดการจราจรได้ตามปกติ

#### 4.5 การลาดแอสฟัลต์ Prime Coat

4.5.1 ให้ผู้รับจ้างทำการลาดแอสฟัลต์ Prime Coat ภายหลังจากการบ่มตามข้อ 4.4

4.5.2 การลาดแอสฟัลต์ชั้น Prime Coat ลงบนพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ให้ใช้ชนิดของแอสฟัลต์และอัตราการลาด ตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 402 “มาตรฐานการลาดแอสฟัลต์ Prime Coat”

#### 4.6 การก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไป

ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปได้ ภายหลังจากที่ได้ก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์แล้วเสร็จเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน

#### 4.7 เครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ประจำไว้ที่หน้างาน โดยเครื่องมือดังกล่าวจะต้องมีสภาพที่สามารถจะใช้งานได้ตลอดเวลาและมีความสามารถในการเจาะเก็บก้อนตัวอย่างได้ตลอดความลึกที่ทำการก่อสร้าง

\* \* \* \* \*

