

มาตรฐานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์
(Cement Modified Crushed Rock Base)

1. ขอบข่าย

งานนี้ประกอบด้วยการก่อสร้างพื้นทางที่ใช้หินคลุกผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้น ไปบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการปูเกลี่ยแต่ง แล้วบดทับให้ถูกต้องตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ ทั้งนี้ชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์เป็นโครงสร้างทางประเภทพื้นทางปรับปรุงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกและเพิ่มความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างถนน รวมถึงยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น เหมาะสำหรับงานก่อสร้างถนนที่ต้องรองรับปริมาณการจราจรสูง

2. วัสดุ

2.1 หินคลุก ต้องเป็นวัสดุหินไม่มวลรวม (Crushed Rock Soil Aggregate Type) ที่มีเนื้อแข็ง เหนียว สะอาด ไม่ฝุ่น และปราศจากวัสดุอื่นเจือปน จากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงชนบทแล้ว วัสดุจำพวก Shale ห้ามนำมาใช้

ห้ามใช้หินที่มีแร่ที่ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์หรือน้ำ แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายได้ เช่น แร่แอนไฮไดรต์ แร่โดโลไมต์ เป็นต้น

ในกรณีที่มิได้ระบุคุณสมบัติของหินคลุกไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำหินคลุกผสมซีเมนต์ จะต้องมีความสมบัติดังต่อไปนี้

2.1.1 มีค่าความสึกหรอเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบที่ มทข.(ท) 501.9 “วิธีการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ LOS ANGELES ABRASION” ไม่มากกว่าร้อยละ 40

2.1.2 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ของมวลรวมหยาบ เมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ ที่ มทข.(ท) 501.12 “มาตรฐานวิธีการทดสอบหาค่าความคงทน (soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซิลเฟต จำนวน 5 รอบ แล้วไม่มากกว่าร้อยละ 9

2.1.3 ส่วนละเอียด (Fine Aggregate) ต้องเป็นวัสดุชนิดและคุณสมบัติเช่นเดียวกันกับส่วนหยาบ (Coarse Aggregate) การใช้วัสดุส่วนละเอียดชนิดอื่นใดเจือปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงชนบทก่อน

2.1.4 มีขนาดคละที่ดี และเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบที่ มทข.(ท) 501.8 “วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (SIEVE ANALYSIS)” ต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่งตามตารางที่ 1

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

2.1.6 มีค่า Liquid Limit เมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบที่ มทข.(ท) 501.5 “วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (LIQUID LIMIT : L.L.)” ไม่มากกว่าร้อยละ 25

2.1.7 มีค่า Plasticity Index เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.6 “วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (PLASTIC LIMIT : P.L.)” ไม่มากกว่าร้อยละ 6

2.1.8 มีค่า CBR เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.3 “วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์ (C.B.R.)” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลอง ตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.2 “วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (MODIFIED COMPACTION TEST)”

2.1.9 ไม่เป็นวัสดุชนิดเนื้อหยาบหรือเนื้อพรุน มีค่าการดูดซึมน้ำ เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 101.4 “วิธีการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความดูดซึมน้ำของวัสดุมวลรวมหยาบ (COARSE AGGREGATE)” ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 2.5

ตารางที่ 1 ขนาดตะแกรงของวัสดุหินคลุกที่ใช้ผสมกับปูนซีเมนต์

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยมวล	
	ชนิด ข.	ชนิด ค.
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

2.2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ชนิดใช้งานทั่วไป สัญลักษณ์ GU ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2594 หรือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 ปูนซีเมนต์ที่ใช้อาจบรรจุอยู่ในไซโลหรือเป็นแบบบรรจุถุงก็ได้ ถ้าเป็นแบบบรรจุถุง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโรงเก็บปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้ปูนซีเมนต์ขึ้น

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ตลอดงานตามสัญญาต้องเป็นตราและประเภทเดียวกัน เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเป็นอย่างอื่น

ห้ามนำปูนซีเมนต์ที่จับตัวเป็นก้อนปนอยู่มาใช้งาน เว้นแต่จะได้มีการออกแบบส่วนผสมใหม่ และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานแล้ว

2.3 น้ำ

น้ำที่จะนำมาใช้ผสมหรือบ่มชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ จะต้องสะอาดปราศจากสารต่างๆ เช่น เกลือ น้ำมัน กรด ด่าง และอินทรีย์วัตถุ หรือสารอื่นใด ที่จะเป็นอันตรายแก่ชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ทั้งนี้ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

ห้ามใช้น้ำทะเลในการผสมหรือบ่มชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์

3. เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร

ถ้าเครื่องจักรและเครื่องมือชิ้นใดทำงานได้ไม่เต็มที่ หรือทำงานไม่ได้ผลตามวัตถุประสงค์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขหรือจัดหาเครื่องจักรและเครื่องมืออื่นใดมาใช้แทนหรือเพิ่มเติม ทั้งนี้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงชนบทก่อน

3.1 โรงผสมแบบติดตั้งกับที่ (Central Mixing Plant)

3.1.1 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปของโรงผสมแบบติดตั้งกับที่ วัสดุต่างๆ ของส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ ให้จัดอัตราส่วนเป็นหน่วยน้ำหนักทั้งหมด โดยวัสดุหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ จะผสมรวมกันในโรงผสม การชั่งวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ จะต้องดำเนินการตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร

ปริมาณของวัสดุที่ใส่เข้าไปในเครื่องผสมจะต้องไม่มากจนทำให้หินคลุกผสมซีเมนต์ผสมไม่เข้ากัน และถ้าหากพบว่าหินคลุกผสมซีเมนต์ผสมไม่เข้ากัน ผู้รับจ้างจะต้องลดอัตราการใส่วัสดุเข้าไปในเครื่องผสมลงตามสัดส่วนของวัสดุแต่ละอย่าง

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

โรงผสมแบบชุดหรือแบบผสมต่อเนื่อง ต้องมีเครื่องป้อนวัสดุ และมาตรวัดปริมาณวัสดุที่ผ่านเข้าไปในเครื่องผสมตามปริมาณที่ได้กำหนดไว้จากการออกแบบ

โรงผสมหินคลุกผสมซีเมนต์อาจจะดัดแปลงมาจากโรงผสมซีเมนต์คอนกรีต หรือโรงผสมแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้ แต่จะต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เหมาะสมโดยได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงชนบทก่อนนำมาใช้งาน

3.1.2 โรงผสมแบบชุด (Batch Mixer)

โรงผสมแบบชุดจะประกอบด้วยเครื่องผสมที่มีตัวผสมที่เหมาะสม ทำหน้าที่คลุกเคล้าหินคลุกผสมซีเมนต์ให้เข้ากันดี

โรงผสมแบบชุดจะต้องมีเครื่องจับเวลาของการผสม ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมสามารถจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน เครื่องจับเวลาจะต้องสามารถอ่านเวลาละเอียดถึง 2 วินาที นอกจากนี้ โรงผสมจะต้องติดตั้งเครื่องนับจำนวนชุดที่ผสมแล้วเสร็จติดอยู่กับโมเตอร์

เวลาของการผสมให้เริ่มนับเมื่อวัสดุทุกอย่างถูกใส่ลงในห้องผสม จนถึงเวลาเมื่อหินคลุกผสมซีเมนต์ถูกปล่อยออกจากห้องผสม การผสมจะต้องดำเนินต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งหินคลุกผสมซีเมนต์มีลักษณะคลุกเคล้าเข้ากันอย่างดี โดยสังเกตจากสีและลักษณะของส่วนผสมที่ควรจะถูกกลมกลืนกันดี โดยปกติเวลาของการผสมไม่ควรน้อยกว่า 30 วินาที

เครื่องชั่งที่ใช้ชั่งปูนซีเมนต์ในแต่ละชุดจะต้องอ่านได้ละเอียดกว่าเครื่องชั่งที่ใช้ชั่งหินคลุก

3.1.3 โรงผสมแบบผสมต่อเนื่อง (Continuous Mixer)

โรงผสมแบบผสมต่อเนื่องจะจัดสัดส่วนของหินคลุกและปูนซีเมนต์ โดยส่งจากยูนิตผ่านสายพานหรือเครื่องป้อนอื่นใดผ่านเข้าไปยังโรงผสมอย่างต่อเนื่อง ปริมาณของหินคลุก ปูนซีเมนต์ และน้ำ จะถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ

ระบบการป้อนหินคลุกเข้าสู่โรงผสมอาจจะเป็นระบบทางกลหรือทางไฟฟ้าก็ได้ แต่ควรเป็นระบบเดียวกันกับระบบการป้อนปูนซีเมนต์

ในการผสมหินคลุกผสมซีเมนต์แบบผสมต่อเนื่อง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องชั่งสำหรับชั่งหามวลของหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ เพื่อตรวจสอบส่วนผสมให้ถูกต้อง

3.1.4 เครื่องชั่ง

เครื่องชั่งที่ใช้ในการหามวลของหินคลุก ปูนซีเมนต์ และน้ำ จะต้องเป็นแบบคาน มีความละเอียดผิดพลาดไม่มากกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักที่ชั่ง

กรณีควบคุมปริมาณน้ำโดยใช้ปริมาตร เครื่องมือควบคุมปริมาณน้ำจะต้องมีความละเอียดผิดพลาดไม่มากกว่าร้อยละ 0.5 ของปริมาตรที่ตวง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตม้น้ำหนักมาตรฐาน เช่น ขนาด 20 กิโลกรัม เป็นต้น เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่งให้ครอบคลุมช่วงน้ำหนักใช้งาน

ห้ามใช้เครื่องชั่งซึ่งเป็นแบบที่ใช้สปริง

การคานน้ำหนักปูนซีเมนต์อาจจะใช้วิธีชั่งโดยตรง หรือจากการนับจำนวนถุงบรรจุมาตรฐานก็ได้ โดยทั่วไปปูนซีเมนต์บรรจุในถุงมาตรฐานจะหนัก 50 กิโลกรัม ถ้าใช้วิธีชั่งก็จะมีเครื่องชั่งและถังสำหรับชั่งปูนซีเมนต์ต่างหาก พร้อมทั้งรางและเครื่องมืออื่นๆ เพื่อใช้สำหรับปล่อยให้ปูนซีเมนต์ออกจากถังชั่งไปสู่ห้องผสม การดำเนินงานในเรื่องนี้จะต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

3.2 เครื่องจักรผสมแบบเคลื่อนที่ (Travelling Mixing Machine)

เครื่องจักรผสมแบบเคลื่อนที่ ต้องเป็นแบบที่มีใบมีดผสมแบบแกนหมุน (Mechanical Rotor) ซึ่งผสมได้ตลอดความลึก สำหรับผสมหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ ติดตั้งอยู่และต้องมีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จ่ายปูนซีเมนต์หรือน้ำ ที่สามารถควบคุมอัตราการจ่ายได้อย่างสม่ำเสมอตามปริมาณที่กำหนดหรือเป็นเครื่องจักรผสมอื่นใด ที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงชนบทแล้วว่าสามารถควบคุมการผสมหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ ให้มีลักษณะคลุกเคล้าเข้ากันได้อย่างสม่ำเสมอ ห้ามใช้รถเกลี่ยเป็นเครื่องจักรผสมหินคลุกกับปูนซีเมนต์โดยตรง

3.3 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับทุกชนิดจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง โดยมีขนาด ชนิด น้ำหนัก และจำนวนเหมาะสมกับการก่อสร้าง ชั้นทาง ชนิดวัสดุ ฯลฯ และสามารถอำนวยความสะดวกให้การก่อสร้างดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก การกำหนดรายละเอียดเรื่องเครื่องจักรบดทับให้พิจารณาจากการก่อสร้างแปลงทดสอบในสนามเป็นหลัก โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

4. ข้อกำหนดของส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์

4.1 อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์และน้ำที่ใช้ผสมกับหินคลุกนั้น ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ที่ทำงาน และอาจจะสั่งเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับการทดลองหาค่ากำลังรับแรงอัดตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ทั้งในห้องทดลองและจากการทำพื้นที่ทางทดลองในสนาม

4.2 ในการออกแบบหาปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะผสมกับหินคลุกและน้ำ ให้ถือเอาค่ากำลังรับแรงอัดแห้งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 303 “วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าแรงอัดแกนเดียว (UNCONFINED COMPRESSION TEST)” โดยอนุโลม ซึ่งแห้งตัวอย่างทดสอบจะถูกบดอัดในแบบ ตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.2 “วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (MODIFIED COMPACTION TEST)” ภายหลังการบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน 7 วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง จะต้องมีย่านไม่น้อยกว่า 24.5 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

4.3 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแห้งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ เพื่อการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดลองในข้อ 4.2 ให้ใช้ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการทดลองการบดอัดหินคลุกตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.2 “วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (MODIFIED COMPACTION TEST)” ปริมาณน้ำปริมาณนี้ใช้เป็นแนวทางในการควบคุมการบดทับในสนามขณะทำการก่อสร้างพื้นที่ทางหินคลุกผสมซีเมนต์

หมายเหตุ หากต้องการหาปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ที่แท้จริงของส่วนผสมแล้ว ให้หาจากการทดลองบดอัดหินคลุกผสมซีเมนต์ที่อัตราส่วนของปูนซีเมนต์จากส่วนผสมตามข้อ 4.2 แล้วดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.2 “วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (MODIFIED COMPACTION TEST)” อย่งไรก็ดี ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการบดอัดหินคลุก

ผสมซีเมนต์ จะให้ค่าที่ไม่แตกต่างไปจากปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการบดอัดหินคลุกตามข้อ 4.3 โดยวิธีการทดลองแบบเดียวกันมากนัก

4.4 วัสดุต่างๆ ของส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ ได้แก่ หินคลุก ปูนซีเมนต์ และน้ำ ให้จัดอัตราส่วนเป็นหน่วยน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 และไม่มากกว่าร้อยละ 2 โดยมวลของหินคลุก หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

4.5 หินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้จากการทำพื้นทางทดลองในสนามจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องตามข้อกำหนดต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) การผสมทดลองทั้งในห้องทดลองและทำพื้นทางทดลองในสนาม จะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มงานก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ไม่น้อยกว่า 30 วัน

(2) ส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ จะต้องมีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 24.5 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) การทดสอบกำลังรับแรงอัด ให้ดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 303 “วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าแรงอัดแกนเดียว (UNCONFINED COMPRESSION TEST)” โดยอนุโลม ซึ่งแต่งตั้งอย่างทดสอบจะถูกบดอัดในแบบ ตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.2 “วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (MODIFIED COMPACTION TEST)” ภายหลังการบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน 7 วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง

(4) จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบจากการผสมทดลองในห้องทดลองและจากการทำพื้นทางทดลองในสนามแต่ละอย่างจะต้องไม่น้อยกว่า 27 ตัวอย่าง

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 การทำพื้นทางทดลองในสนาม

5.1.1 ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมทดลองแปลงแรก

อัตราส่วนของปูนซีเมนต์และน้ำที่จะใช้ผสมกับหินคลุกเป็นส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ระหว่างการทดลองก่อสร้างพื้นทางทดลองในสนามแปลงแรก ให้ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ได้จากการออกแบบ ตามข้อ 4.2 และใช้ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ตามข้อ 4.3 และเลือกส่วนผสมทดลองที่ให้ค่ากำลังรับแรงอัดในช่วงร้อยละ 105 ถึงร้อยละ 125 (โดยทั่วไปควรเลือกที่ประมาณค่าตัวกลาง คือร้อยละ 115) ของค่ากำลังรับแรงอัดที่ 24.5 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ เป็นส่วนผสมที่จะก่อสร้างแปลงทดลองแปลงแรก ก่อสร้างแปลงทดลองยาวประมาณ 200 - 500 เมตร และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ให้ดำเนินการเตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบหาลำดับรับแรงอัดตามข้อ 4.5 ทันทีที่เริ่มงาน การเตรียมแท่งตัวอย่างให้เตรียมในสนาม โดยเก็บตัวอย่างตัวแทนขณะทำการปูส่วนผสมพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ เพื่อที่จะได้แท่งตัวอย่างทดสอบที่มีคุณภาพคล้ายส่วนผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ในสนามมากที่สุด ห้ามทำการผสมคลุกเคล้าตัวอย่างใหม่ทั้งก่อนและขณะทำการบดอัดตัวอย่าง

5.1.2 ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมในระหว่างการก่อสร้าง

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมในระหว่างการก่อสร้าง จะต้องคิดเผื่อประสิทธิภาพของการผสมด้วย เมื่อใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ตามที่ได้ออกแบบไว้แล้วตามข้อที่ 5.1.1 ประสิทธิภาพของการผสมสามารถคิดคำนวณได้จากสูตรดังนี้

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

เมื่อ กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์จากการผสมในสนาม หาได้จากการทดลอง
กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์ที่เตรียมจากตัวอย่างที่ได้จากการผสมในสนาม
และ กำลังรับแรงอัดของหินคลุกผสมซีเมนต์จากการผสมในห้องทดลอง คือ กำลังรับแรงอัด
ของหินคลุกผสมซีเมนต์จากค่าที่ได้เลือกไว้แล้วตามข้อ 5.1.1

โดยทั่วไปการผสมในสนามจะมีประสิทธิภาพของการผสมน้อยกว่าการผสมในห้องทดลอง กล่าวอีกนัยหนึ่ง แท่งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ที่เตรียมจากการผสมในสนามจะให้กำลังรับแรงอัดน้อยกว่าแท่งตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ที่เตรียมจากห้องทดลองเมื่อใช้ปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้กำลังรับแรงอัด ตามข้อ 4.2 ด้วยประสิทธิภาพของการผสม

5.1.3 ภายหลังจากการก่อสร้างแปลงทดลองแล้วเสร็จไม่มากกว่า 28 วัน ให้ดำเนินการเจาะเก็บตัวอย่างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์และความหนาของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์อย่างน้อย 3 จุด ให้ครอบคลุมพื้นที่แปลงทดลอง

5.2 การก่อสร้าง

5.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

เมื่อผลการตรวจสอบคุณภาพของพื้นทางทดลองแปลงแรกเป็นไปตามข้อกำหนดตามข้อ 5.3 แล้วสำหรับแปลงก่อสร้างต่อไป ให้ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ตามที่ได้ออกแบบไว้

ปริมาณน้ำที่ใช้ในระหว่างการผสมหินคลุกผสมซีเมนต์ ให้ใช้ที่ Optimum Moisture Content โดยประมาณ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็นแหล่งวัสดุ ปูนซีเมนต์ เครื่องจักร เครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่มีผลทำให้คุณภาพของหินคลุกผสมซีเมนต์เปลี่ยนไป จะต้องทำการตรวจสอบหาอัตราส่วนผสมใหม่ทุกครั้ง เพื่อปรับส่วนผสมให้คุณภาพถูกต้องอยู่เสมอ

การบดทับและปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการก่อสร้าง ก็มีผลอันอาจทำให้ต้องมีการปรับปริมาณปูนซีเมนต์เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงด้วย

5.2.2 ระยะเวลาดำเนินการก่อสร้าง

กรณีใช้โรงผสมแบบติดตั้งกับที่ ภายหลังจากผสมหินคลุกผสมซีเมนต์เข้ากันดีแล้วให้ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม เช่น รถบรรทุกกระบะยกขนหินคลุกผสมซีเมนต์จากโรงผสมไปปูลงบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยปูลงไปในที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ ทำการบดทับให้แน่นโดยใช้เครื่องมือบดทับที่เหมาะสม ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนกระทั่งเสร็จการบดทับไม่ควรมากกว่า 2 ชั่วโมง

กรณีใช้เครื่องจักรผสมแบบเคลื่อนที่ ภายหลังจากที่ส่วนผสมหินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำคลุกเคล้าเข้ากันอย่างสม่ำเสมอ ให้เกลี่ยแต่งแล้วทำการบดทับให้แน่น ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนกระทั่งเสร็จการบดทับ ไม่ควรมากกว่า 2 ชั่วโมง

ภายหลังการบดทับให้ทำการแต่งระดับชั้นสุดท้าย (Fine Grading) ทันที

5.2.3 การก่อสร้างรอยต่อ

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

5.2.3.1 รอยต่อตามยาว

ในกรณีการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในที่ การทำรอยต่อตามยาวจะต้องจัดแนวรอยต่อไม่ให้อยู่ในแนวรอยล้อรถ ก่อนก่อสร้างต้องทำเครื่องหมายแนวขุดตัดแนวแรกให้ชัดเจน เพื่อให้อุปกรณ์ขุดตัดเดินตรงตามแนวขุดตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ ความกว้างและการเหลื่อมทับของแนวขุดตัดตามยาวขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นทาง ขนาดวัสดุ ชนิดและประสิทธิภาพของเครื่องจักร ความกว้างและการเหลื่อมทับแนวขุดตัดตามยาวปกติไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

ในกรณีการปูวัสดุด้วยเครื่องจักรปูวัสดุ ก่อนปูวัสดุแปลงถัดไปจะต้องตัดแต่งรอยต่อตามยาวเข้าไปในแปลงเดิมโดยปกติไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร ความกว้างของการตัดแต่งรอยต่อตามยาวอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือเครื่องจักรและประสิทธิภาพของการทำงาน ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน การปูวัสดุด้วยเครื่องจักรปูวัสดุหลายเครื่องพร้อมกัน ไม่จำเป็นต้องตัดรอยต่อตามยาวหารอยต่อตามยาวเชื่อมกันสนิทและวัสดุมีความสม่ำเสมอ

5.2.3.2 รอยต่อตามขวาง

ในกรณีการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในที่ รอยต่อตามขวางเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรขุดตัดเริ่มทำงานหรือหยุด หรือเมื่อชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ผสมแล้วนั้นเลยเกณฑ์ระยะเวลาดำเนินการก่อสร้างในสนามตามที่ระบุไว้ในข้อ 5.2.2 ฉะนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดรอยต่อตามขวางมาก จึงควรทำการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง ไม่ควรหยุดการก่อสร้างโดยไม่จำเป็น เมื่อเครื่องจักรหยุดการขุดตัดในแต่ละครั้ง ให้ทำ

เครื่องหมายแนวที่เครื่องจักรหยุดบนชั้นทางตรงกับกึ่งกลางของอุปกรณ์ชุดตัด ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องจักรหยุดชุดตัดจ่ายวัสดุ เมื่อเครื่องจักรชุดตัดจะทำงานต่อไป ให้ชุดตัดเคลื่อนที่บรียต่อเข้าไปในชั้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ก่อสร้างแล้วไม่น้อยกว่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของอุปกรณ์ชุดตัด หรือน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร แล้วแต่ความเหมาะสม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

5.3 การควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้าง

การก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ให้ก่อสร้างเป็นชั้นๆ โดยให้ความหนาหลังการบดทับแต่ละชั้นไม่มากกว่า 150 มิลลิเมตร

เมื่อได้ก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ซึ่งแบบกำหนดไว้หนาไม่มากกว่า 150 มิลลิเมตร จนได้ความยาวพอเหมาะในแต่ละวันแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับตามข้อ 5.3.1 และทดสอบกำลังรับแรงอัดตามข้อ 5.3.2 หากผลการทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ดำเนินการก่อสร้างชั้นทางในชั้นต่อไปได้

ในกรณีที่แบบพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์กำหนดไว้หนา 200 มิลลิเมตร ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างพื้นทางเป็น 2 ชั้น หนาชั้นละประมาณ 100 มิลลิเมตร โดยที่เมื่อได้ก่อสร้างพื้นทางชั้นแรก จนได้ความยาวพอเหมาะที่จะก่อสร้างพื้นทางในชั้นถัดไปแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับตามข้อ 5.3.1 และทดสอบกำลังรับแรงอัดตามข้อ 5.3.2 หากผลทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ดำเนินการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในชั้นต่อไปได้

ก่อนการปูพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ชั้นถัดไป ให้ทำการพ่นน้ำให้ผิวหน้าของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วชุ่มชื้น ถ้าผิวหน้าของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์เรียบเป็นมัน ให้ผู้รับจ้างทำการครูดผิวหน้าของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้ว ให้เป็นริ้วรอยก่อน แล้วค่อยพ่นน้ำให้ชุ่มชื้น

ผิวหน้าของพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว ควรมีความชุ่มชื้นพอควรในขณะที่ทำการปูพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ในชั้นถัดไป เพื่อช่วยให้ชั้นหินคลุกผสมซีเมนต์เกาะยึดกันดี ผิวหน้าที่หยาบของพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้วที่มีความชื้นพอเหมาะ จะช่วยให้เกิดการเกาะยึดที่ดีกับชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ที่กำลังจะก่อสร้างทับลงไป

ผู้รับจ้างอาจก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ให้มีความหนาหลังบดทับแต่ละชั้นมากกว่า 150 มิลลิเมตร แต่ไม่มากกว่า 200 มิลลิเมตร ทั้งนี้ ต้องแสดงรายการเครื่องจักรและเครื่องมือที่เหมาะสม แสดงวิธีการปฏิบัติงาน และต้องก่อสร้างแปลงทดลองยาวประมาณ 200 - 500 เมตร และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ให้ตรวจสอบคุณภาพก่อน เพื่อขอรับการพิจารณาอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน หากพบว่าระหว่างการก่อสร้างมีปัญหาเกี่ยวกับความแน่น หรือกำลังรับแรงอัดของพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ไม่ได้ตามข้อกำหนด ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาระงับการก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ชั้นละมากกว่า 150 มิลลิเมตร

5.3.1 การทดสอบความแน่นของการบดทับ งานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบของความแน่นแห้งสูงสุด ที่ได้จากการทดลองตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ในห้องทดลองตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.2 “วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (MODIFIED COMPACTION TEST)”

การทดสอบความแน่นของการบดทับ ควรดำเนินการทดสอบในวันที่ทำการบดทับเสร็จ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.4 “วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (FIELD DENSITY TEST)” หรือตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.14 “วิธีการทดสอบหาค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของดินและวัสดุมวลรวมในสนามโดยใช้เครื่องวัดเชิงนิวเคลียร์” ทุกกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อความกว้าง 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่าง หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

ภายหลังการก่อสร้างไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้ทำการเจาะเก็บตัวอย่าง อย่างน้อยทุก 5,000 ตารางเมตร เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์และความหนาของชั้นพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์

5.3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด ให้เตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบโดยการเก็บตัวอย่างตัวแทน 3 ตัวอย่าง ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของหินคลุกผสมซีเมนต์หนาไม่มากกว่า 150 มิลลิเมตร พื้นที่ไม่มากกว่า 1,500 ตารางเมตร และให้ถือว่าตัวอย่างตัวแทน 3 ตัวอย่างนี้ เป็น 1 ชุดทดสอบ

ภายหลังการบดอัดตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 501.2 “วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (MODIFIED COMPACTION TEST)” ให้ดันตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ออกจากแบบและบ่มไว้ในถุงพลาสติก เพื่อป้องกันมิให้ตัวอย่างสูญเสียความชื้นเป็นระยะเวลานาน 7 วัน เมื่อครบ 7 วัน ให้นำตัวอย่างทดสอบแต่ละชุด (3 ตัวอย่าง) ออกจากถุงพลาสติก แฉ่น้ำไว้นาน 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ ไปทดสอบกำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดลองที่ มทข.(ท) 303 “วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าแรงอัดแกนเดียว (UNCONFINED COMPRESSION TEST)” โดยอนุโลม

ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของหินคลุกผสมซีเมนต์ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วง จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้ อนุญาตให้มีแท่งตัวอย่างที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบได้ไม่มากกว่า 1 ก้อน แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของค่าที่กำหนด

5.3.3 การทดสอบซ้ำ ในกรณีที่ค่าความแน่นของการบดทับตามข้อ 5.3.1 หรือค่ากำลังรับแรงอัดตามข้อ 5.3.2 ต่ำกว่าที่กำหนด ผู้รับจ้างอาจขอให้เจาะเก็บตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ช่วงที่เป็นปัญหา เพื่อนำตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงอัดใหม่ โดยดำเนินการในลักษณะเดียวกับข้อ 5.3.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบที่เจาะจากสนามจำนวน 3 ก้อน ที่อายุไม่มากกว่า 28 วัน จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของกำลังรับแรงอัดที่กำหนดไว้ในแบบ จึงจะถือว่าหินคลุกผสมซีเมนต์ในช่วงนั้นใช้ได้ ทั้งนี้ อนุญาตให้มีแท่งตัวอย่างที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าร้อยละ 85 ของกำลังรับแรงอัดที่กำหนดได้ไม่มากกว่า 1 ก้อน แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนด

ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ตามที่กำหนดนี้ถือว่าหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อเอาหินคลุกผสมซีเมนต์ในชว่นนี้ออกทิ้งไป และให้ทำการก่อสร้างหินคลุกผสมซีเมนต์ให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำ และค่าใช้จ่ายในการรื้อเอาหินคลุกผสมซีเมนต์ที่ใช้ไม่ได้ตามข้อกำหนดนี้ออกทิ้งไปทั้งสิ้น

5.4 การบ่มและการเปิดการจราจร

หลังก่อสร้างเสร็จ ให้บ่มหินคลุกผสมซีเมนต์ทุกชั้น โดยพ่นน้ำลงไปบนผิวหน้าของหินคลุกผสมซีเมนต์ ที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว ให้ผิวหน้าชุ่มชื้นตลอดเวลาติดต่อกันนานไม่น้อยกว่า 3 วัน นับจากวันที่บดทับเสร็จ ในช่วงเวลาของการบ่ม อนุญาตให้เปิดการจราจรได้ตามปกติ

5.5 การลาดแอสฟัลต์ Prime Coat

5.5.1 ให้ผู้รับจ้างทำการลาดแอสฟัลต์ Prime Coat ภายหลังจากการบ่มตามข้อ 5.4

5.5.2 การลาดแอสฟัลต์ชั้น Prime Coat ลงบนพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ ให้ใช้ชนิดของแอสฟัลต์ และอัตราการลาด ตามมาตรฐานที่ มทข.225 “มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat)”

5.6 การก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไป

ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปได้ ภายหลังจากที่ได้ก่อสร้างพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์แล้วเสร็จ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน

5.7 เครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างหินคลุกผสมซีเมนต์ประจำไว้ที่หน้างาน โดยเครื่องมือดังกล่าวจะต้องมีสภาพที่สามารถจะใช้งานได้ตลอดเวลา และมีความสามารถในการเจาะเก็บ ก่อนตัวอย่างได้ตลอดความลึกที่ทำการก่อสร้าง
