หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การทบทวนขั้นตอนการปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีตที่เคยดำเนินมา

การจะเริ่มปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต ก่อนอื่นจำเป็นที่จะต้องมีการเตรียมการเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องจักร รวมถึงวัสดุผสมที่จะใช้ในการปูผิว ซึ่งวิศวกรหรือผู้เกี่ยวข้องกับการปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนงานให้ดี รวมถึงการตรวจสอบสิ่งที่จำเป็นดังต่อไปนี้คือ

1. จะต้องมีการเตรียมชั้นพื้นทางหรือผิวทางให้เหมาะสมถูกต้องเสียก่อน
2. จัดเตรียมส่วนผสมให้พอเหมาะกับการปูและบดทับ
3. ตรวจสอบและปรับแก้เครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี
4. จัดลำดับและการต่อเนื่องของการปฏิบัติงาน
5. จัดจำนวนรถบด รถบรรทุก และเครื่องปูให้เหมาะสม เพื่อให้งานเป็นไปด้วยประสิทธิภาพที่ดีที่สุด
6. วางแผนควบคุมการจราจร ณ จุดที่ดำเนินงาน

ซึ่งถ้าได้ปฏิบัติตามที่ได้วางแผนข้างต้น จะช่วยให้การดำเนินงานของผู้รับเหมาหรือผู้เกี่ยวข้อง มีความคล่องตัว ช่วยลดเวลาการทำงาน และลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอีกด้วย

2.1 <u>เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต</u> ประกอบไปด้วย

2.1.1 เครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต (Asphalt Paver)

2.1.2 รถบด (Rollers) สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

- รถบดล้อเหล็ก (Steel-Wheeled Rollers)
- รถบดล้อยาง (Pneumatic-tired Rollers)
- รถบดสั่นสะเทือน (Vibrating Rollers)

2.1.3 โรงงานผสมแอสฟัลท์ (Asphalt Mixing Plant)

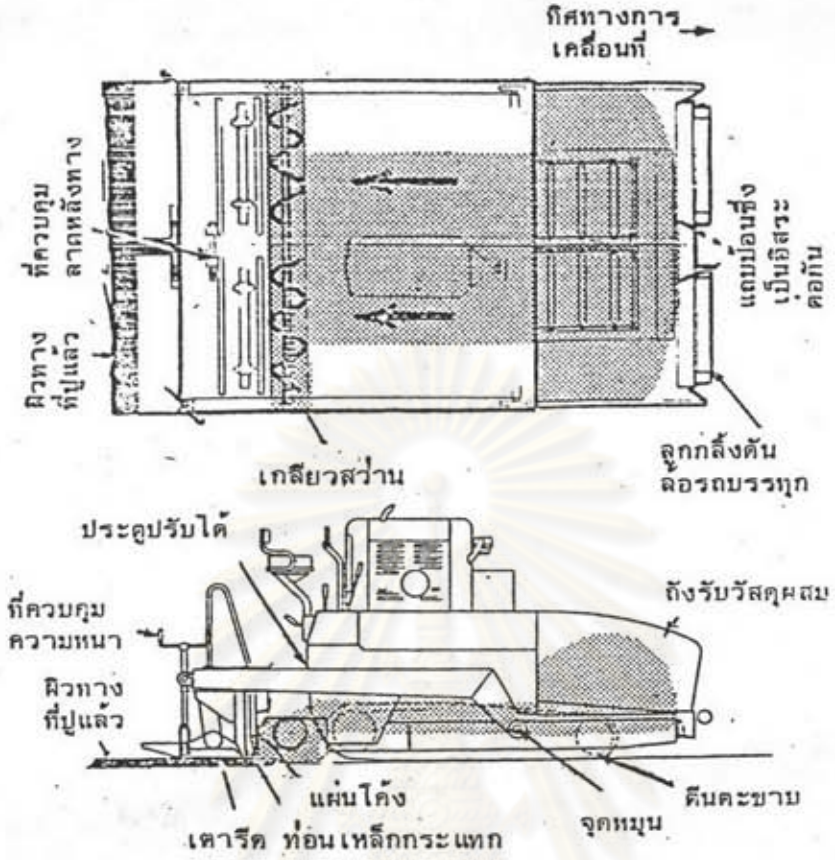
2.1.4 รถบรรทุก (Trucks)

2.1.1 เครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต (Asphalt Paver)

เครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต เป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่มีส่วนประกอบหลายส่วนและตั้งปรับได้ เครื่องที่ใช้ในปัจจุบันอาจมีรายละเอียดแตกต่างกัน แต่หลักการแล้วมีสิ่งสำคัญที่คล้ายคลึงกัน คือทำหน้าที่ปู (Spread) วัสดุผสมให้เป็นชั้นสม่ำเสมอตามความหนาและรูปร่างที่ต้องการ หรือลงชั้นผิวทางให้ได้ระดับตามหน้าตัดที่กำหนด เครื่องปูผิวแอสฟัลท์นี้สามารถปูชั้นผิวให้ได้ความหนาตั้งแต่ 25 ม.ม. (1 นิ้ว) จนถึงความหนาประมาณ 250 ม.ม. (10 นิ้ว) โดยสามารถปูผิวได้กว้างตั้งแต่ 1.8 - 9.8 เมตร (6-32 ฟุต) อัตราความเร็วในการทำงานโดยทั่วไปอยู่ในช่วงระหว่าง 3.05 - 21.3 เมตร/นาที (10-70 ฟุต/นาที)

รูปที่ 2.1 แสดงทิศทางการไหลของส่วนผสมแอสฟัลท์ (Asphalt Mix) จากถังรับวัสดุผสม (Receiving Hopper) ซึ่งอยู่ด้านหน้าของเครื่องปู โดยส่วนผสมจะถูกเท (Dumped) ลงใส่ในถังรับที่อยู่ตอนหน้าของเครื่องปูจากรถบรรทุกที่ถูกผลักดันไปข้างหน้าด้วยเครื่องปูนั่นเอง โดยมีลูกกลิ้ง (Rollers) ที่ติดอยู่ด้านหน้าของเครื่องปูจะสัมผัสกับล้อหลังของรถบรรทุกและทำหน้าที่ดันรถบรรทุกให้เคลื่อนไปข้างหน้าขณะที่เทส่วนผสมลงสู่ถังรับ หลังจากเทวัสดุผสมลงในถังรับแล้ว แถบป้อน (Bar Feeders) สองอันจะนำส่วนผสมไปยังด้านหลังผ่านประตูควบคุม (Control Gates) ไปยังเกลียวลำเลียง (Spreading Screws) เกลียวลำเลียงแต่ละอันจะทำงานเข้าจังหวะกับแถบป้อนเพื่อให้มีการแจกจ่ายปริมาณส่วนผสมด้านหน้าของส่วนเตารีด (Screed Unit) เป็นไปอย่างถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 แสดงทิศทางการไหลของส่วนผสมแอสฟัลท์

2.1.1.1 <u>ส่วนประกอบของเครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต</u> สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนขับเคลื่อน (Tractor Unit)
2. ส่วนเตารีด (Screed Unit)

1. <u>ส่วนขับเคลื่อน</u> (Tractor Unit) เป็นส่วนที่ให้กำลังขับเคลื่อนผ่านตีนตะขาบ (Crawlers) หรือล้อยาง (Pneumatic Tires) ในการเคลื่อนที่บนชั้นทาง ส่วนนี้ประกอบด้วยถังรับส่วนผสมแอสฟัลท์ (Receiving Hopper) สายพานป้อนส่วนผสม (Feed Conveyor) เกลียวส่วน (Spreading Screw) ทำหน้าที่เกลี่ยจ่ายหรือแผ่กระจายส่วนผสม เครื่องจักรผลิตกำลัง (Power Plant) เครื่องควบคุม (Controls) และที่นั่งของคนควบคุมเครื่อง (Operator's Seat)

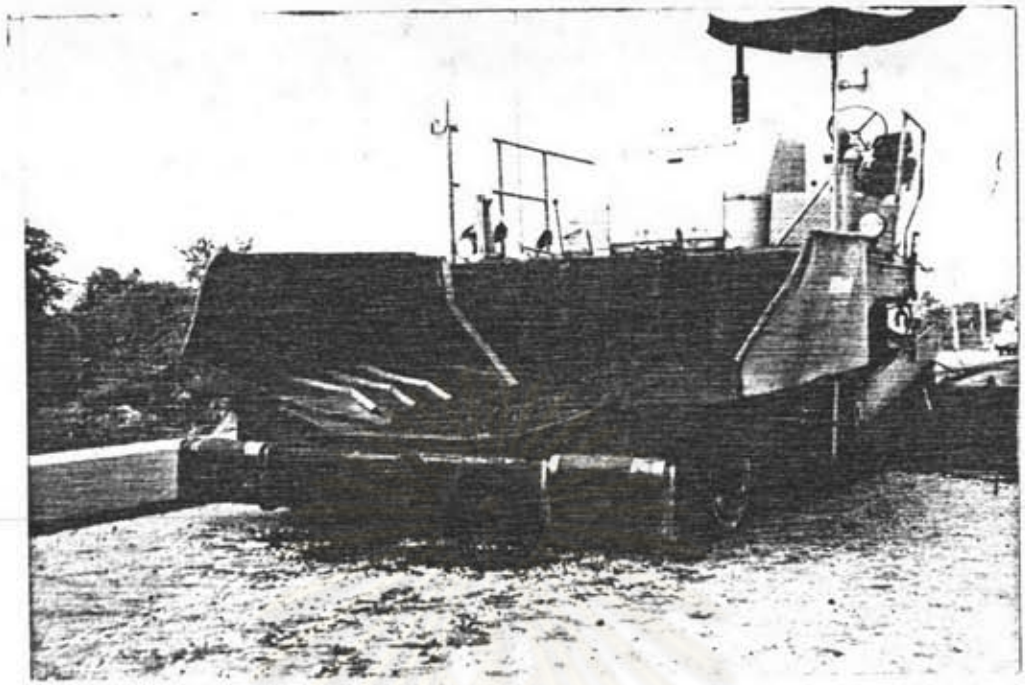
ก่อนทำงานควรมีการตรวจสอบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องปูผิว เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถจะทำงานได้อย่างถูกต้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(ก) ตรวจสอบตัวควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพื่อให้แน่ใจว่าความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างเดินเครื่อง ถ้าตัวควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ทำงานไม่ถูกต้อง เมื่อเครื่องยนต์ทำงานจะทำให้กำลังตก ซึ่งมีผลทำให้ความแรงของแผ่นเหล็กสั่นสะเทือน (Vibrators) หรือท่อนเหล็กกระแทก (Tamping bars) ในส่วนเตารีดลดน้อยลง ทำให้ส่วนผสมที่ปูมีความแน่นไม่สม่ำเสมอ หรือมีปริมาณส่วนผสมไม่สม่ำเสมอภายหลังบดอัดบริเวณดังกล่าว โดยจะปรากฏเป็นคลื่นตามยวางขึ้น

(ข) ตรวจสอบล้อยางหรือสายพานตีนตะขาบ กรณีที่เครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีตเป็นชนิดล้อยาง ควรจะมีการตรวจสอบสภาพของล้อยางและแรงดันลม โดยจะต้องมีแรงดันลมเท่ากันทั้ง 2 ข้าง หากเป็นเครื่องปูผิวที่มีล้อแบบสายพานตีนตะขาบควรตรวจสอบสายพานว่าแน่นดีหรือเปล่า และเฟืองขับเคลื่อนสายพาน (Drive Spockets) ว่าไม่มีการชำรุดสึกหรอ ถ้าหากสายพานตีนตะขาบหลวม ทำให้การเคลื่อนตัวของเครื่องปูไม่ปกติ ซึ่งจะมีผลต่อส่วนเตารีด ทำให้ผิวส่วนผสมที่ปูลงไปมีความหนาไม่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นควรทำความสะอาดล้อยางหรือสายพานเพื่อไม่ให้มีส่วนผสมไปพอกติดอยู่ ก่อนที่จะเริ่มทำงาน

(ค) ตรวจสอบประตูควบคุมการไหลของส่วนผสม, เกลียวลำเลียง โดยตรวจสอบว่ามีการสึกหรอหรือไม่ การทำงานถูกต้องดีหรือเปล่า ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าการป้อนส่วนผสม ผ่านเกลียวลำเลียงทำงานสัมพันธ์กันได้ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

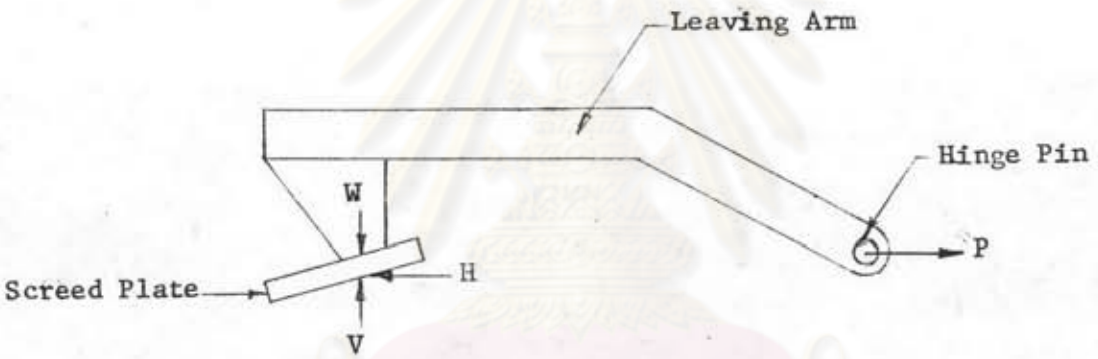


รูป 2.2 แสดงส่วนขับเคลื่อนของเครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต

2. ส่วนเตารีด (Screed Unit) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่บดทับ และรีดส่วนผสมให้มีความหนาและความเรียบตามที่กำหนด ส่วนนี้ประกอบไปด้วยท่อนเหล็กกระแทก (Tamping Bars) หรือแบบแผ่นเหล็กสั่นสะเทือน (Vibrator) โดยมีแขนยื่นออกไปข้างหน้าเกาะกับส่วนโครงของส่วนขับเคลื่อน รายละเอียดดูจากรูป 2.3

รูป 2.3 แสดงส่วนประกอบของส่วนเตารีด

ในขณะทำงานส่วนยับเคลื่อนของเครื่องปูจะทำหน้าที่ลากส่วนเตารีดให้เคลื่อนที่ตามหลังไป โดยแขนของส่วนเตารีดทั้ง 2 ข้างซึ่งเกาะอยู่ที่โครงของส่วนยับเคลื่อนจะทำให้ส่วนเตารีดเคลื่อนไปในลักษณะลอยตัวไปบนส่วนผสมที่รีดออกมา ขณะที่ส่วนยับเคลื่อนลากส่วนเตารีดดันผ่านเข้าไปในส่วนผสม ส่วนเตารีดก็จะปรับระดับและทิศทางให้ขนานและเป็นแนวเดียวกับทิศทางการลากของส่วนยับเคลื่อน ณ จุดนี้ แรงที่มากระทำต่อส่วนเตารีดจะสมดุลย์ ขณะที่ส่วนเตารีดเคลื่อนที่ไป แผ่นเตารีดจะรีดส่วนผสมออกมาให้ได้ความหนาตามที่กำหนด ความหนาของส่วนผสมและความลาดเอียงนี้สามารถปรับได้จากเครื่องควบคุมท่อนเหล็กกระแทกหรือแผ่นเหล็กบดอัดแบบสั่นสะเทือน รายละเอียดของแรงที่กระทำต่อเตารีดดูจากรูป 2.4



รูป 2.4 แสดงแรงที่กระทำต่อส่วนเตารีด

โดยที่ P = แรงดึงไปข้างหน้าโดยส่วนยับเคลื่อน

H = แรงต้านของส่วนผสมที่เกลี่ยวสวนกระทำในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนตัวของเตารีด

W = แรงกระทำที่เกิดจากน้ำหนักของเตารีดเอง

V= แรงดันขึ้นของส่วนผสมภายใต้ส่วนเตารีด

ข้อควรคำนึง

- การที่จะปูส่วนผสมให้ได้ความหนาถูกต้อง จะต้องทำให้เกิดความสมดุลย์ระหว่างแรงกระทำต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมา

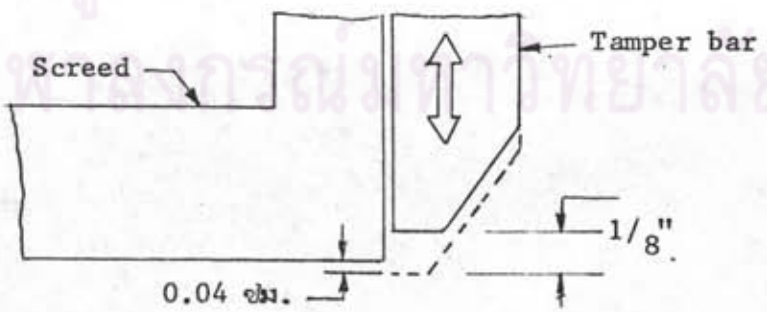
- การที่จะทำให้ล่วนเตารีดเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แรง P ต้องมากกว่าแรง H
- การเพิ่มความหนาของชั้นล่วนผสมขึ้นจากเดิม จะต้องปรับแผ่นเตารีดให้เอียงขึ้น เพื่อที่จะให้มีปริมาณล่วนผสมภายใต้มากขึ้น แผ่นเตารีดจะถูกยกสูงขึ้นจนกระทั่ง เมื่อผิวที่ปูยนานกับทิศทางของแรง P ซึ่งขณะนี้แรง P จะลด และแรง P จะทำให้เกิดการสมดุลย์ขึ้น
- การลดความหนาของการปูลง โดยการปรับแผ่นเตารีดให้เอียงลงจนกระทั่งล่วนผสมใต้แผ่นเตารีดมีปริมาณลดลง

ปริมาณและลักษณะของล่วนผสมที่ออกมาจากเกลียวลำเลียง อาจทำให้ความสมดุลย์ของแรงทั้ง 4 แรงดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปได้ ถ้าล่วนผสมไหลออกมามากเกินไปแรง H จะเพิ่ม ชั้นล่วนผสมที่เย็นและกระด้างจะทำให้แรง H เพิ่ม และบางทีแรง V อาจเพิ่มด้วย ล่วนผสมที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปและอ่อนตัวลง จะลดแรง H และ V การเดิน ๆ หยุด ๆ ของเครื่องปูผิว เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความสมดุลย์ของแรงทั้ง 4 แรง เปลี่ยนแปลงไป การที่จะควบคุมล่วนเตารีดให้ทำงานปกตินั้น จะต้องทำให้แรงทั้ง 4 ดังกล่าวเกิดการสมดุลย์ตลอดเวลา

(ก) <u>ล่วนประกอบของล่วนเตารีด</u>

ระบบการบดอัดของเครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีตแบบต่าง ๆ มีลักษณะการทำงานแตกต่างกัน พอจะแยกได้ดังนี้

- <u>แบบท่อนเหล็กกระแทก</u> (Tamping bars Types) ล่วนเตารีดล่วนนี้จะทำหน้าที่ปาดล่วนผสมที่หนาเกินความต้องการออก และรีดล่วนผสมที่อยู่ภายใต้แผ่นเหล็กให้ได้ระดับ



รูป 2.5 แสดงท่อนเหล็กกระแทก

จากรูป 2.5 แสดงให้เห็นท่อนเหล็กกระแทกซึ่งมี 2 หน้า ผิวหน้าบากที่ด้านหน้าจะอัดส่วนผสม ขณะที่ส่วนเตารีดเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ส่วนผิวด้านที่ยานกับพื้นจะทำหน้าที่อัดและปาดส่วนผสมที่หนาเกินต้องการออก ทั้งนี้เพื่อให้เตารีดเคลื่อนที่ไปบนผิวที่ปูได้โดยราบเรียบ

ความลึกของการกระแทกของท่อนเหล็ก มีผลต่อลักษณะผิวหน้าและความเรียบของผิวที่ปู ปกติความลึกของผิวด้านล่างของท่อนเหล็กกระแทก จะต้องลึกจากระดับผิวของแผ่นเตารีด 0.04 ซม. (ประมาณความหนาของเล็บมือ) ถ้ากระแทกลึกกว่านี้ ส่วนผสมจะถูกอัดแรงเกินไปทำให้ส่วนผสมปูดขึ้นที่ภายใต้แผ่นเตารีด ซึ่งจะมีผลทำให้ผิวส่วนผสมมีรอยยูดรีดอีกประการหนึ่ง การที่ท่อนเหล็กกระแทกแรงเกินไป ทำให้แผ่นเตารีดถูกยกตัวขึ้นเล็กน้อย ทำให้ผิวหน้าเกิดเป็นคลื่นได้ ขณะทำงานถ้าผิวด้านใต้ของท่อนเหล็กกระแทกปรับให้อยู่สูงเกินไป (อาจจะโดยการปรับไม่ดีหรือผิวลึกไปก็ตาม) ท่อนเหล็กจะไม่รีดส่วนผสมส่วนเกินที่ผิว ซึ่งบ่อยครั้งจะทำให้ผิวส่วนผสมเป็นรอยบุ๋มหรือเป็นหลุม ด้วยเหตุนี้ ก่อนเริ่มงานควรจะตรวจสอบท่อนเหล็กกระแทกเสียก่อนทุกครั้ง

- <u>แบบแผ่นสั่นสะเทือน</u> (Vibrating Types) ลักษณะการทำงานของส่วนเตารีด ส่วนนี้คล้าย ๆ กับแบบท่อนเหล็กกระแทก เว้นแต่ว่าแรงอัดเกิดจากเครื่องสั่นสะเทือนแบบไฟฟ้า จากเพลาลูกเบี้ยวหรือจากมอเตอร์ไฮดรอลิก เครื่องปูผิวบางแบบสามารถตั้งความถี่ของการสั่นสะเทือน (จำนวนรอบ/นาที) และระยะยก (ช่วงการเต้น) ซึ่งสามารถปรับได้ แต่บางแบบความถี่จะคงที่ แต่ระยะยกสามารถยกปรับได้

การตั้งความถี่และระยะยก จะต้องให้เหมาะกับแบบของเครื่องปูผิว ความหนาของชั้นที่ปู ความเร็วของเครื่องปูผิว และลักษณะเฉพาะของส่วนผสม ปกติเมื่อได้ตั้งความถี่และระยะยกแล้ว ก็ไม่ต้องปรับอีกจนกว่าความหนาของชั้นที่ปูหรือลักษณะเฉพาะของส่วนผสมจะเปลี่ยนไป เตารีดบางชนิดมีแผ่นเหล็กปาดส่วนผสมติดตั้งไว้ด้วย เป็นแผ่นเหล็กมีลักษณะโค้งใช้ในการควบคุมปริมาณของส่วนผสมที่ผ่านเข้าไปในเตารีด

(ย) <u>การควบคุมส่วนเตารีด</u> (Screed Unit) การควบคุมการทำงานของเตารีดกระทำได้ โดยการควบคุมความหนาของชั้นที่ปู และควบคุมความลาดเอียง แต่มีข้อควรคำนึงถึงอย่างหนึ่งก็คือการที่จะปรับการทำงาน จะต้องใช้เวลาบ้าง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอาจไม่ปรากฏ

ผลพันที่ทันใด เช่น เมื่อหมุนเกลียวที่ควบคุมความหนา กว่าที่จะได้ความหนาใหม่ที่ต้องการ เครื่องปูผิวก็จะต้องเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางพอสมควรก่อน นอกจากนั้นก่อนทำงานควรมีการตรวจสอบแผ่นเหล็กเตารีดว่ามีการสึกหรอเช่นบิดงอหรือเปล่า จะได้ปรับแต่งให้ใช้การได้ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

2.1.1.2 การคำนวณความเร็วของเครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต

จุดประสงค์หลักของการปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต ก็เพื่อให้เกิดความเรียบและความแน่นสม่ำเสมอ การที่จะทำเช่นนั้นได้ เครื่องปูจะต้องทำงานต่อเนื่องกันไม่ใช่เดิน ๆ หยุด ๆ การจะปูผิวให้ต่อเนื่องกันจะต้องคำนวณความเร็วของเครื่องปูผิวขณะที่ทำงานให้สมดุลย์กับปริมาณส่วนผสมที่ผลิตได้จากโรงงานผสม และความสามารถในการจัดการขนส่งส่วนผสมไปยังหน้างาน ซึ่งอาจคำนวณได้จากความจุของรถบรรทุกที่ใช้ขนส่ง ระยะทางและเวลาในการขนส่ง เวลาในการรอส่วนผสมที่ปล่อยจากโรงงานผสมลงยังรถบรรทุก เวลาในขบวนการเข้าเทส่วนผสมลงบนยังถังรับของเครื่องปูผิว ฯลฯ

สูตรที่ใช้คำนวณความเร็วของเครื่องปูผิว ให้สมดุลย์กับปริมาณส่วนผสมที่ผลิตได้จากโรงงานผสมแอสฟัลท์ คือ

$$S = \frac{\text{SPEED NUMBER}}{W \times D}$$

โดยที่ S = ความเร็วของเครื่องปูผิว (เมตร/นาที)

Speed Number = ค่าที่ได้จากตาราง 2.1 ซึ่งเป็นความเร็ว (เมตร/นาที) จากการปูผิวกว้าง 1 เมตร และหนา 1 ซม. (บดอัดแล้ว)

W = ความกว้างของการปู (เมตร)

D = ความหนาของส่วนผสมที่ปูเมื่อบดอัดแล้ว (ซม.)

ตาราง 2.1 : ค่า Speed Numbers ที่ใช้ในสมการหาความเร็วของเครื่องปูผิว

Compacted Density, D, T/m^3	Mix Production, P, t/hr.									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
2.0	83.3	166.7	250.0	333.3	416.7	500.0	583.3	666.7	750.0	833.3
2.1	79.4	158.7	238.1	317.5	396.8	476.2	555.6	634.9	714.3	793.6
2.2	75.8	151.5	227.3	303.0	378.8	454.5	530.3	606.1	681.8	757.6
2.3	72.5	144.9	217.4	289.8	362.3	434.9	507.2	579.7	692.2	724.6
2.4	69.4	138.9	208.3	277.8	347.2	416.7	456.1	555.6	625.0	694.4

ที่มา : วารสารทางหลวง

2.1.2 รถบด (Rollers)

รถบดที่ใช้ในการบดอัดแอสฟัลติกคอนกรีต ส่วนมากจะเป็นรถบดอัดแบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. รถบดล้อเหล็ก (Steel - Wheeled Rollers)
2. รถบดล้อยาง (Pneumatic - tired Rollers)
3. รถบดสั่นสะเทือน (Vibrating Rollers)

2.1.2.1 รถบดล้อเหล็ก (Steel - Wheeled Rollers)

รถบดล้อเหล็กที่ใช้อาจเป็นชนิด 2 ล้อ หรือ 3 ล้อ แต่ปัจจุบันนิยมใช้รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ มากกว่าชนิด 3 ล้อ ทั้งนี้เนื่องมาจากจำนวนผู้ผลิตรถบดชนิด 3 ล้อ มีจำนวนน้อย จึงทำให้ความนิยมในการนำมาใช้งานจึงมีน้อยลง

รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ มีรูปร่างดังรูป 2.6 โดยทั่วไปมีน้ำหนักตัวถังประมาณ 3 - 14 ตัน หรือมากกว่านั้น แต่สามารถจะเพิ่มน้ำหนักได้โดยการเติมน้ำหรือทรายเข้าไป เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตั้งแต่ 100 - 150 ซม. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกรถบดมากที่สุดคือ จะต้องใช้แรงฉุดในการขับเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งรถบดที่มีล้อใหญ่กว่าก็ต้องการแรงฉุดในการเคลื่อนที่น้อยกว่า ทั้งนี้เพราะรถบดที่มีขนาดล้อใหญ่กว่าจะจมลงไปในแอสฟัลติกคอนกรีตน้อยกว่า ฉะนั้นถ้าเป็นไปได้ควรเลือกใช้รถบดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางล้อใหญ่จะเป็นการดี นอกจากจะพิจารณาแรงฉุดของรถบดล้อเหล็กแล้ว ยังต้องพิจารณาน้ำหนักต่อความกว้างของล้อและแรงอัดเฉลี่ยที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบด

โดยที่ แรงอัดเฉลี่ยที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบด = ส่วนโค้งที่ผิวหน้าสัมผัส × น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด

ส่วนโค้งที่ผิวหน้าสัมผัสขึ้นอยู่กับความลึกของล้อรถบดที่จมลงในผิวหน้าส่วนผสมที่กำลังบดอัดอยู่ และความลึกนี้จะลดลง เมื่อส่วนผสมสามารถต้านทานน้ำหนักของล้อรถบดมากขึ้น รูปลักษณะของพื้นที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดแสดงไว้ในรูป 2.7

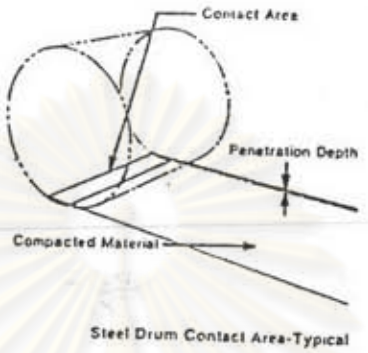
ส่วนน้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด จะเกี่ยวข้องกับเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อรถบดเล่มอ ซึ่งล้อรถบดที่ใหญ่กว่าจะจมลงในส่วนผสมน้อยกว่าล้อรถบดที่เล็กกว่า จึงทำให้เกิดคลื่นตื้นและน้อยกว่า

รูป 2.8 แสดงส่วนโค้งผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดขนาดต่าง ๆ ที่ความลึกที่ล้อรถบดจมลงไปในส่วนผสมต่าง ๆ ที่สมมติขึ้น ความลึกนี้ได้มาจากตาราง 2.2 และรูป 2.7 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความหนาของชั้นที่กำลังปูกับที่บดอัดแล้ว และอัตราการยุบตัวเมื่อบดอัดเทียบกับจำนวนเที่ยวของการบดอัด ตามลำดับ

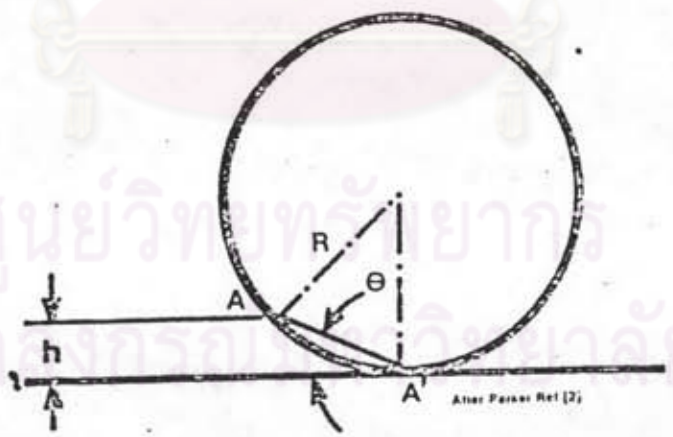
รูป 2.6 แสดงรถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

011920



รูป 2.7 แสดงพื้นที่ผิวหน้าสัมผัสของรถบดล้อเหล็ก



รูป 2.8 แสดงส่วนโค้งผิวหน้าสัมผัสและมุมเอียง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 2.2 : ความหนายั้นส่วนที่ปูเปรียบเทียบกับความหนาเมื่อบดอัดแล้ว

Typical Laydown Thickness for Compacted Lift Thickness

Laydown Thickness		Compacted Thickness		Total Amount of Compression	
mm	inch	mm	inch	mm	inch
32-38	1.25-1.5	25	1.0	6-13	25-50
51-57	2.00-2.25	38	1.5	13-19	50-75
64-79	2.50-2.75	51	2.0	13-19	50-75
83-89	3.25-3.50	64	2.5	19-25	75-100
102	4.0	76	3.0	25	1.00

ที่มา : วารสารทางหลวง

รถบดล้อเหล็กที่ใช้ในการบดอัดผิวแอสฟัลติกคอนกรีต มักใช้บดอัดขั้นต้น (Breakdown Rolling) และบดอัดขั้นสุดท้าย (Finish or Final Rolling) สำหรับการบดอัดขั้นสุดท้ายควรใช้รถบดที่มีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 8 - 10 ตัน ในการบดอัดรถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ควรจะต้องมีน้ำหนักต่อความกว้างของล้อเหล็กขับเคลื่อน (Drive Wheel) ไม่ต่ำกว่า 250 ปอนด์/นิ้ว (4,465 กิโลกรัม/เมตร) รายละเอียดดูจากตาราง 2.3

ตาราง 2.3 : ข้อมูลจำเพาะของรถบดล้อเหล็กชนิดไม่สั่นสะเทือน

Static Steel Wheel Rollers - Typical Data

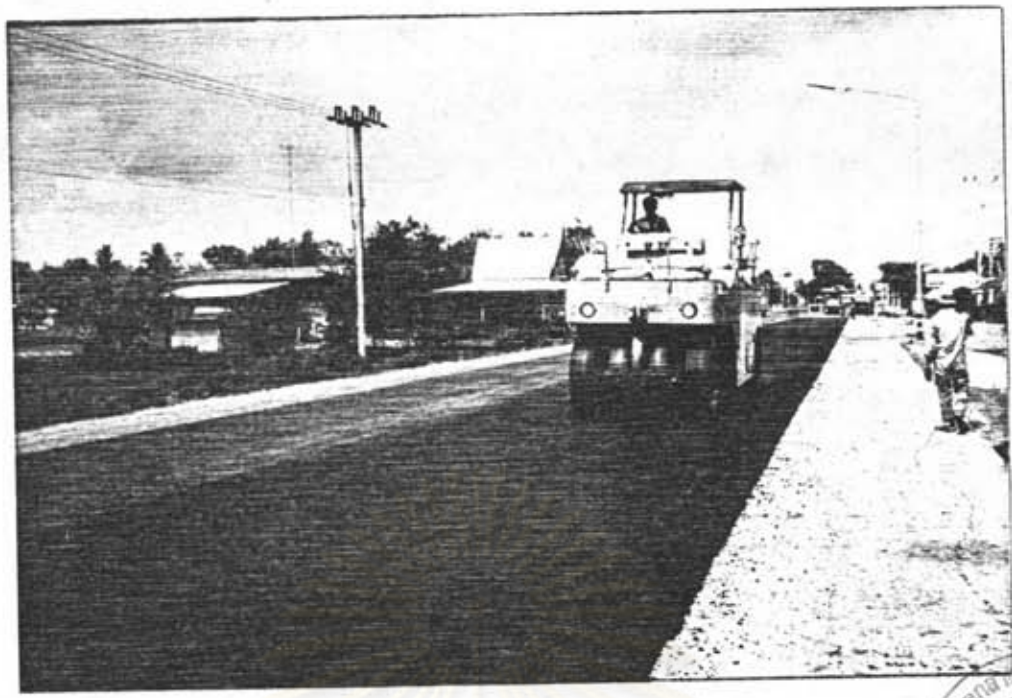
3-Wheel Static Rollers						
Ballasted Weight tons / kg	8 / 7,257	12 / 10,886	14 / 12,701			
Number of U.S. Mfrs	1	1	1			
Compress. Drum Dia. x Width inches / mm	55 x 18 / 1397 x 457	69 x 20 / 1753 x 508	69 x 20 / 1753 x 508			
Static Linear Load PLI (Ballasted) kg/cm	253 / 45.3	341 / 61	429 / 76.8			
Tandem Steel Wheel Static Rollers						
Ballasted Weight tons / kg	5 / 4,536	6 / 5,443	8 / 7,257	10 / 9072	12 / 10886	14 / 12701
Number of U.S. Mfrs	4	5	5	5	6	6
Compress. Drum Dia. x Width inches / mm	48 x 42 / 1220 x 1067	48 x 42 / 1219 x 1067	53 x 50 / 1345 x 1270	53 x 50 / 1345 x 1270	60 x 54 / 1525 x 1372	60 x 54 / 1525 x 1372
Static Linear Load PLI (Ballasted) kg/cm	157 / 28.1	190 / 34	212 / 37.9	264 / 47.3	298.3 / 53.0	342.6 / 61.3

ที่มา : วารสารทางหลวง

ก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงานควรจะมีการตรวจสอบสภาพของรถบดว่าอยู่ในสภาพดีพร้อมที่จะใช้งานได้หรือไม่ โดยการตรวจสอบความลึกหรอของล้อ โดยใช้ไม้บรรทัดเหล็กตรวจสอบ ถ้าผิวหน้าของล้อเหล็กมีรอยลึกเป็นร่อง (Grooved) เป็นหลุมหรือรอยบุ๋ม (Pitted) ก็ไม่ควรนำมาใช้ นอกจากนั้นควรยุดทำความสะอาดล้อรถบดเพื่อป้องกันไม่ให้มีส่วนผสมติดล้อขณะบดอัดด้วย ถ้าเกิดการลึกหรอก็ให้ทำการเปลี่ยนให้ใช้การได้ดี

2.1.2.2 รถบดล้อยาง (Pneumatic - tired Rollers)

รถบดล้อยางมีรูปร่างดังแสดงในรูป 2.9 ซึ่งประกอบด้วยล้อหน้า 4 ล้อ และล้อหลัง 5 ล้อ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อไม่ควรน้อยกว่า 51 ซม. และเป็นยางหน้าเรียบ ล้อแต่ละล้อเคลื่อนตัวขึ้นลงได้อิสระ มีเพลาที่เคลื่อนที่ขึ้นลงได้ ล้อยางประกอบด้วยจำนวนชั้นผ้าใบต่าง ๆ กัน รถบดล้อยางปกติมีน้ำหนักตั้งแต่ 3 - 35 ตัน รายละเอียดดูจากตาราง 2.4



รูป 2.9 แสดงรถบดล้อยาง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 : ข้อมูลจำเพาะของรถบดล้อยาง

Static Pneumatic - Tired Rollers - Typical Data

Tire Size	7.5×15			9.00×20	11.00×20		13:00×24
Number of U.S. Mfrs.	6	2	1	1	1	2	1
Number of Tires	9	11	13	11	7	9	7
Wheel Load with Water Ballast							
lbs	1,735	1,740	1,500	3,880	4,080	3,900	3,220
kg	787	789	680	1,760	1,850	1,780	1,465
Wheel Load with Wet Sand Ballast							
lbs	4,000	3,225	2,345'	5,700	6,000	6,000	10,000
kg	1,814	1,463	1,064	2,586	2,722	2,722	4,536
Manufacturers Offering Variable Tire Inflation Control	3	0	0	0	1	2	1

ที่มา : วารสารทางหลวง

ข้อดีของการใช้รถบดล้อยาง บดผิวแอสฟัลติกคอนกรีต ก็คือ รถบดล้อยางจะทำหน้าที่นวด หลังจากที่รถบดล้อเหล็กได้บดอัดส่วนผสมในขั้นต้นแล้ว การนวดทำให้แอสฟัลท์ในส่วนผสมถูกดันขึ้นบนจนถึงผิวได้ ทำให้ส่วนผิวมีช่องว่างน้อยลงและเพิ่มความแน่นที่ส่วนผิวอีกด้วย ข้อดีอย่างหนึ่งของรถบดล้อยางก็คือสามารถจะเปลี่ยนแปลงความดันลมยางโดยจะลดหรือเพิ่มได้ จึงทำให้ได้ความดันที่ผิวหน้าสัมผัสกับล้อยางตามต้องการ ด้วยข้อดีเหล่านี้จึงทำให้สามารถใช้รถบดล้อยางกับส่วนผสมหลายชนิดตั้งแต่อ่อนจนถึงกระด้างได้

การที่รถบดล้อยาง สามารถจะถ่ายความดันที่ผิวหน้าสัมผัสกับล้อยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ก) ขนาดของยาง

ข) จำนวนชั้นผ้าใบ

ค) น้ำหนักต่อล้อของรถบด

ง) ความดันลมยาง

เนื่องจากความดันที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อยาง และพื้นที่ผิวสัมผัสของล้อยางนั้นเป็นมาตรฐานสำคัญที่ใช้ในการจัดลำดับความเหมาะสมของรถบดล้อยาง ที่จะนำมาใช้งานลำดับความสำคัญนี้สามารถจัดได้โดยการพิจารณาองค์ประกอบข้อ ก ข ค และ ง ดังกล่าวข้างต้น ตาราง 2.5 แสดงข้อมูลของแรงอัดสูงสุดที่ผิวหน้าของล้อยางแต่ละขนาด ค่าเฉลี่ยของแรงอัดนี้ได้มาจากการนำน้ำหนักต่อล้อหารด้วยพื้นที่สัมผัสของล้อยาง สาเหตุที่ต้องหาค่าเฉลี่ยของแรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อยาง เนื่องจากแรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อยาง ซึ่งเป็นรูปวงรีนั้น ไม่สม่ำเสมอกันทั่วผิวหน้าสัมผัส จึงต้องใช้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ผิวสัมผัสสำหรับน้ำหนักต่อล้อ ส่วนความดันลมยางต่าง ๆ หาได้จากการวาดรูปพื้นที่ ที่ล้อยางสัมผัสบนกระจกหรือแผ่นเหล็กขณะที่รถบดจอดอยู่กับที่

ตาราง 2.5 : แรงอัดสูงสุดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อยาง Certified Maximum Ground Contact Pressures for 13. 00 x 24 Smooth Compactor Tire

Ground Contact Pressure, PSI

CERTIFIED MAXIMUM GROUND CONTACT PRESSURES

ISSUED BY
BITUMINOUS EQUIPMENT MANUFACTURERS BUREAU
UNDER THE SPONSORSHIP OF
CONSTRUCTION INDUSTRY CIMA MANUFACTURERS ASSOCIATION
FOR 13.00 x 24 SMOOTH TREAD COMPACTOR TIRES

TIRE PLY		12 PLY				22 PLY					26 PLY					
TIRE PRESSURE		35	60	80	100	35	60	80	100	125	35	60	80	100	125	150
WHEEL LOAD		GROUND CONTACT PRESSURES and CONTACT AREAS														
4000	GCP	50	63	71	80	50	66	77	87	99	54	69	81	91	103	112
	CA	80	63	56	50	80	61	52	46	40	74	58	49	44	39	36
8000	GCP	54	66	75	85	54	69	81	91	103	59	73	85	96	108	117
	CA	111	91	80	71	111	87	74	66	58	102	82	71	63	56	51
8000	GCP	57	69	79	88	57	72	84	95	107	62	76	89	100	113	121
	CA	140	116	101	91	140	111	95	84	75	129	105	90	80	71	66
10000	GCP	59	72	82	92	61	75	86	98	110	66	79	92	103	116	124
	CA	169	139	122	109	164	133	116	102	91	152	127	109	97	86	81

GCP—Ground Contact Pressure
CA—Ground Contact Area

PERFORMANCE FIGURES HAVE BEEN APPROVED, SUBJECT TO TIRE MANUFACTURERS NORMAL TOLERANCE BY
FIRESTONE TIRE & RUBBER CO.
GOODYEAR TIRE & RUBBER CO.
GOODRICH TIRE & RUBBER CO.
U.S. RUBBER TIRE CO.
GENERAL TIRE CO.

MAXIMUM ALLOWABLE WHEEL LOAD THIS ROLLER 10000

ที่มา : วารสารทางหลวง

ตาราง 2.6 เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างล้อยาง ภายใต้น้ำหนักรถบดต่อล้อเดียวกัน ซึ่งจะเห็นว่าที่ความดันลมยาง 80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พื้นที่ผิวสัมผัสและความกว้างสัมผัสจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าที่น้ำหนักล้อรถเท่า ๆ กัน ล้อยางใหญ่กว่าจะใช้ความดันลมยางมากกว่า เพื่อให้ได้แรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัส 80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ตาราง 2.6 : เปรียบเทียบพื้นที่สัมผัสและความกว้างที่น้ำหนักต่อล้อเดียวกันกับแรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัส

Comparison of Contact Areas and Widths for Comparable Wheel Loads and Contact Pressure

METRIC UNITS

Tire Size	Wheel Load N	Infl. kPa	Contact Area m^2	Contact Width m	Contact Pressute kPa
7.50 x 15 - 10 ply	22 241	552	0.039 0	0.187	570
9.00 x 20 - 12 ply	22 241	586	0.040 2	0.198	553
10.00 x 15 - 14 ply	22 241	620	0.039 6	0.187	562
13.00 x 24 - 22 ply	22 241	827	0.040 3	0.152	552

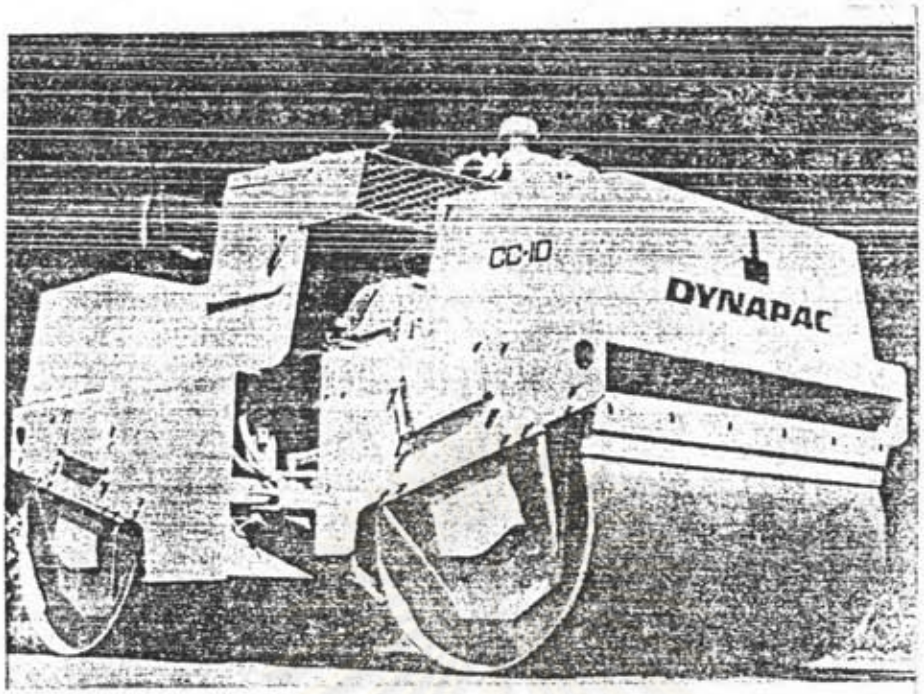
CUSTOMARY UNITS

Tire Size	Wheel Load Lbs.	Infl. psi	Contact Area Sq. In.	Contact Width In.	Contact Pressure psi
7.50 x 15 - 10 ply	5000	80	60.5	7.36	82.6
9.00 x 20 - 12 ply	5000	85	62.4	7.79	80.1
10.00 x 15 - 14 ply	5000	90	61.4	7.38	81.4
13.00 x 24 - 22 ply	5000	120	62.5	6.00	80.0

ที่มา : วารสารทางหลวง

2.1.2.3 รถบดสั่นสะเทือน (Vibrating Rollers)

รถบดสั่นสะเทือนที่ใช้กันในการปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต มีอยู่ 2 แบบ คือแบบมีล้อเหล็กล้อเดียว และแบบมีล้อเหล็ก 2 ล้อ แต่ที่นิยมใช้กันในงานบดอัดผิวแอสฟัลติกคอนกรีต จะเป็นแบบมีล้อเหล็ก 2 ล้อ รายละเอียดดูจากรูป 2.10



รูป 2.10 แสดงรถบดสั่นสะเทือน

โดยทั่วไปแล้วรถบดสั่นสะเทือน จะมีน้ำหนักตั้งแต่ 7 - 17 ตัน ล้อรถบดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.90 - 1.50 เมตร ล้อกว้าง 1.20 - 2.40 เมตร น้ำหนักต่อความกว้างของล้อยณะไม่สั่นสะเทือน 2.90 - 3.20 กิโลกรัม/มิลลิเมตร

ก) <u>หลักการทำงานของรถบดสั่นสะเทือน</u> จะมีเครื่องยนต์ต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนตัวรถบดและให้กำลังไฮดรอลิคในการสั่นสะเทือนด้วย การสั่นสะเทือนเกิดจากการหมุนของลูกเยี้ยวภายในล้อรถบด ความถี่ของการสั่นสะเทือนวัดจากความเร็วของลูกเยี้ยวที่หมุนเป็นรอบต่อนาที ระยะเต้น (Amplitude) ได้จากน้ำหนักและระยะห่างจากก้านลูกเยี้ยว ทำให้เกิดแรงกระแทกขึ้น ซึ่งความถี่และระยะเต้นของการสั่นสะเทือนสามารถควบคุมได้จากความเร็วและรอบเครื่องยนต์ของรถบดที่ใช้โดยปกติแล้วการบดผิวแอสฟัลท์ติดคอนกรีตจะใช้ความถี่ของการสั่นสะเทือน 2,000 - 3,000 รอบ/นาที และระยะเต้น 0.4 - 0.8 มิลลิเมตร

ข) <u>แรงที่เกิดจากการบดอัดของรถบดสั่นสะเทือน</u> ขึ้นอยู่กับ

1. น้ำหนักของรถบดสั่นสะเทือน
2. แรงกระแทกหรือแรงสั่นสะเทือนของรถบดอัด
3. การตอบสนองของส่วนผสมต่อความสั่นสะเทือน

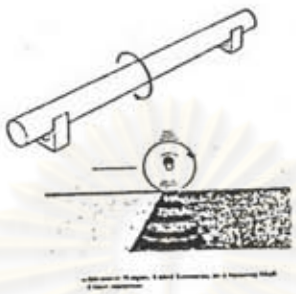
1. น้ำหนักของรถบดสั่นสะเทือน มีผลต่อแรงที่ใช้ในการบดอัดผิวหน้าแอสฟัลติกคอนกรีต ทั้งนี้เพราะแรงอัดเฉลี่ยที่ผิวหน้าสัมผัสของรถบดจะมีค่าเท่ากับผลคูณของส่วนโค้งที่ผิวหน้าสัมผัส (Contact Area) กับน้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด

2. แรงกระแทกหรือแรงสั่นสะเทือนของรถบดอัด ที่จะทำให้ผิวแอสฟัลติกคอนกรีต เกิดความแน่นสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและอุณหภูมิของส่วนผสม ความหนาแรงอัดด้านข้างต่อส่วนผสมที่กำลังบดอัด นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความกว้างของล้อรถบดอัดรา ส่วนระหว่างน้ำหนักรถบดและแรงสั่นสะเทือนอีกด้วย

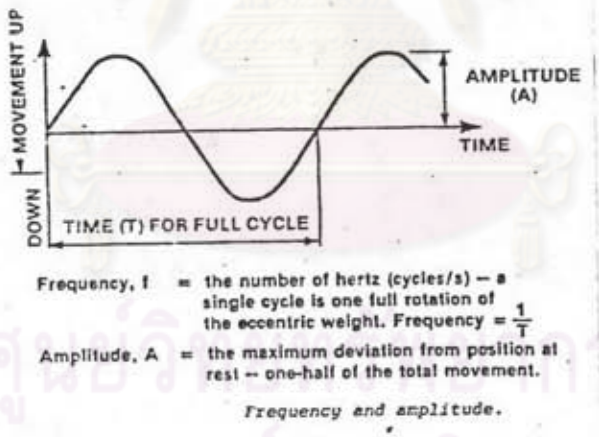
สิ่งที่เกี่ยวข้องกับแรงกระแทกหรือแรงสั่นสะเทือนของรถบดอัดคือ

- ความถี่ (Frequency) การสั่นสะเทือนของล้อรถบด เกิดจากการหมุนรอบเพลาของลูกเยื้องความเร็วรอบของเพลาเป็นตัวกำหนดความถี่ (จำนวนรอบการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกต่อนาที) ความถี่มีหน่วยเป็นจำนวนรอบ/นาที การหมุนรอบเพลาของลูกเยื้องครบ 1 รอบคือ 1 ไซเกิล (Cycle)

จากรูป 2.11, 2.12 และ 2.13 แสดงให้เห็นการหมุนของลูกเยื้องยิ่งลูกเยื้องมีน้ำหนักมากหรือมีระยะห่างจากแกนเพลามาก ก็ยิ่งทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางมาก ขณะที่รถบดเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ล้อที่สั่นสะเทือนจะทำให้เกิดการกระแทกเป็นระยะ ๆ บนผิวแอสฟัลติกคอนกรีตที่บดอัด ระยะการกระแทกนี้จะเท่ากับความถี่ของการสั่นสะเทือนเมื่อความเร็วคงที่ การใช้ความถี่สูงจะทำให้ระยะของการกระแทกในการบดอัดสั้น ทำให้ได้ผิวแอสฟัลติกคอนกรีตที่กำลังบดอัดนั้นเรียกว่า การใช้ความถี่ต่ำ ซึ่งจะได้ระยะของการกระแทกในการบดอัดห่างกัน ในการตั้งความถี่ของรถบดสั่นสะเทือน แต่ละแบบควรจะปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิต สำหรับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และระยะกระแทกแสดงไว้ในรูป 2.14 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของรถบดและระยะกระแทกแสดงไว้ในรูป 2.15



รูป 2.11 ลูกเบี้ยวบนเพลากำลังหมุนทำให้เกิดการสั่นสะเทือน



รูป 2.12 แสดงความถี่และระยะเต้น

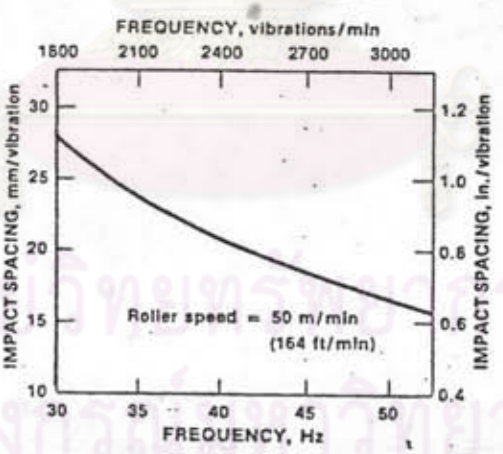
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Centrifugal force, N (lb) = $\frac{(4\pi^2 f^2 Fr)}{g}$

where: F = weight of eccentric, N (1 lb)
r = eccentricity, m (ft)
Fr = eccentric moment, Nm (1 lb · ft)
f = frequency, Hz (cycles/s)
g = acceleration due to gravity, 9.81 m/s^2 (32.17 ft/s^2)

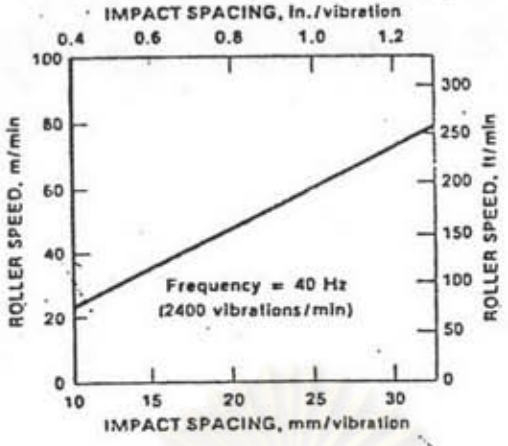
Centrifugal force.

รูป 2.13 แรงหนีศูนย์กลาง



Impact spacing decreases with increasing frequency (constant roller speed).

รูป 2.14 เมื่อความถี่เพิ่มขึ้น ระยะการกระแทกจะลดลง

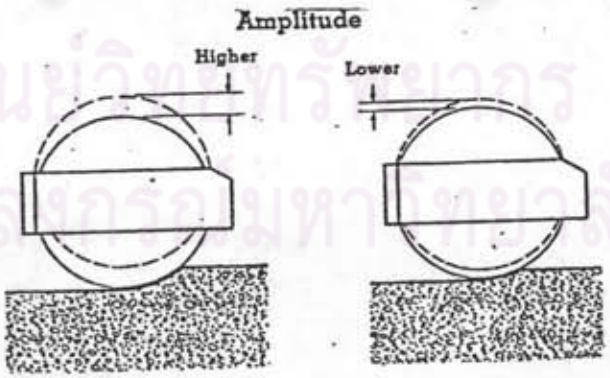


Impact spacing increases with increasing roller speed (constant vibration frequency)

46

รูปที่ 2.15 เมื่อความเร็วรถบดเพิ่ม ระยะการกระแทกจะเพิ่มขึ้น

- ระยะเต้น (Amplitude) คือระยะสูงสุดที่ล้อรถบดเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงจากตำแหน่งที่อยู่กับที่ ตัวแปรที่มีส่วนควบคุมการเต้นของรถบดคือ น้ำหนักและระยะห่างของลูกเยื้วกับเพลา ถ้าลูกเยื้วมีน้ำหนักมากกว่าและมีระยะห่างจากเพลามากกว่าจะมีระยะเต้นสูงกว่า โดยทั่วไปแล้วบริษัทผู้ผลิตรถบดอัดสั่นสะเทือน จะให้ค่าระยะเต้นสำหรับการใช้งานแต่ละอย่างไว้อย่างเหมาะสมแล้ว รายละเอียดดูจากรูป 2.16



รูป 2.16 แสดงระยะเต้นของล้อบดแบบสั่นสะเทือน

3. การตอบสนองของส่วนผสมต่อความสั่นสะเทือน

การตอบสนองของส่วนผสมต่อความสั่นสะเทือน แท้จริงก็คือปฏิกริยาของส่วนผสมขณะได้รับแรงบดอัด โดยที่การบดอัดจะยากหรือง่ายนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ แรงยึดเกาะลักษณะรูปร่าง และผิวของก้อนวัสดุ แรงอัดตัวด้านข้างต่อส่วนผสม ความซ้ำซ้อนของแรงกระแทกขณะบดอัดและองค์ประกอบอื่น ๆ

2.1.3 โรงงานผสมแอสฟัลท์ (Asphalt Mixing Plant)

โรงงานผสมแอสฟัลท์ นับว่าเป็นจุดที่มีความสำคัญต่อการก่อสร้างถนนลาดยางผิวแอสฟัลติกคอนกรีตมาก เนื่องจากเป็นสถานที่ที่ใช้เตรียมส่วนผสมสำหรับผลิตเป็นวัสดุผสมร้อน (Hot Asphalt Paving Mixture) โรงงานผสมแอสฟัลท์อาจมีขนาดเล็กและเป็นแบบง่าย ๆ หรืออาจเป็นโรงงานผสมขนาดใหญ่ที่มีระบบค่อนข้างซับซ้อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของวัสดุผสมสำหรับถนนลาดยางที่ต้องการผลิต

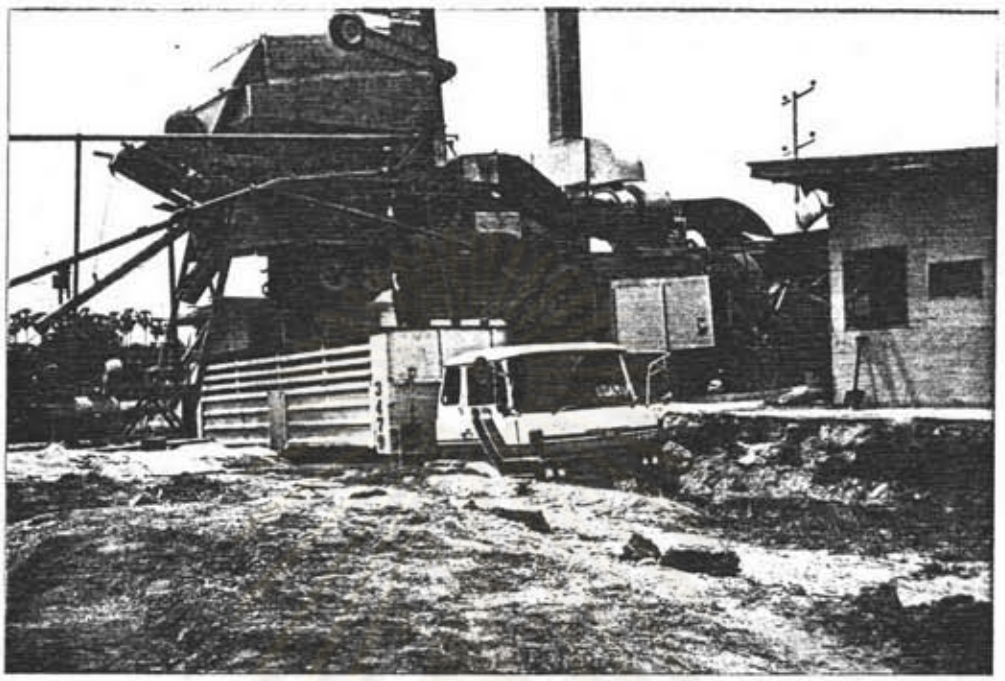
2.1.3.1 ชนิดของโรงงานผสมแอสฟัลท์ (Type of Asphalt Plants)

โรงงานผสมแอสฟัลท์มีทั้งชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่และชนิดที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดได้เป็น 3 ประเภทคือ

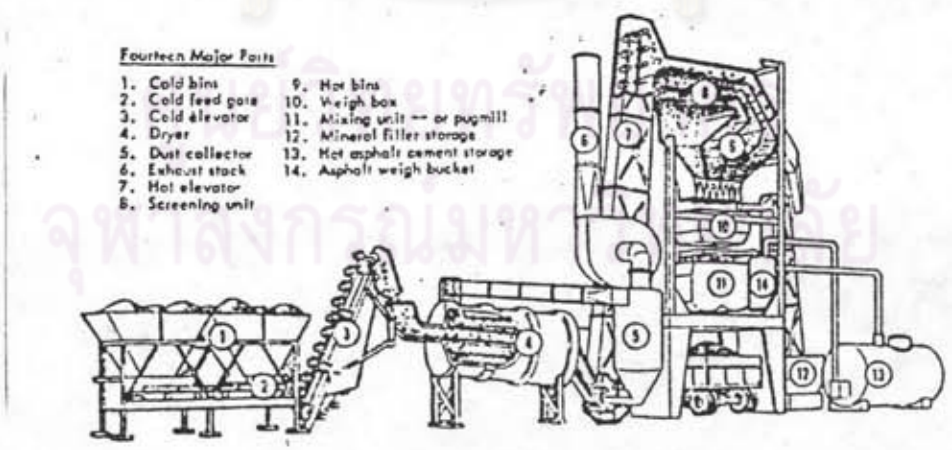
1. โรงงานผสมแบบฮุด (Batch - type mixing plant)
2. โรงงานผสมแบบต่อเนื่อง (Continuous - type mixing plant)
3. โรงงานผสมแบบเตาผสม (Drum mixing plant)

1. โรงงานผสมแบบฮุด (Batch - type mixing plant)

ก. ส่วนประกอบ ส่วนประกอบหลักของโรงงานผสมแบบฮุด สามารถจำแนกได้ตามรูป 2.17 และ 2.18



รูป 2.17 แสดงโรงงานผสมแอสฟัลท์แบบชุด

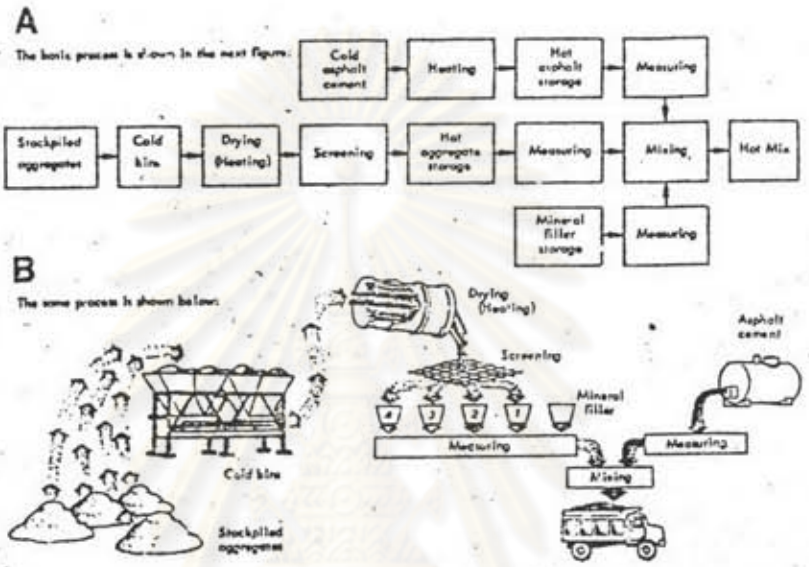


รูป 2.18 แสดงส่วนประกอบของโรงงานผสมแอสฟัลท์แบบชุด

หมายเลย	1	ยุ้งเก็บหินดิบ (Cold Bins)
"	2	ประตูควบคุมการจ่ายหินของยุ้งเก็บหินดิบ (Cold Feed Gate)
"	3	ลายพานลำเลียงหรือกะพ้อเลื่อน (Cold Elevator)
"	4	หม้อเผา (Dryer)
"	5	เครื่องเก็บฝุ่น (Dust Collector)
"	6	ปล่องก๊าซเสีย (Exhaust Stack)
"	7	ลายพานหรือกะพ้อเลื่อน ที่ใช้ลำเลียงหินที่เผาจนร้อนไปยังตะแกรงร่อน (Hot Elevator)
"	8	ตะแกรงร่อน (Screening Unit)
"	9	ยุ้งเก็บหินร้อนที่ผ่านการเผาและผ่านตะแกรงร่อนแยกขนาดแล้ว (Hot Bins)
"	10	เครื่องชั่งหิน (Weigh Box)
"	11	เครื่องผสมหรือหม้อผสม (Mixing Unit or Pugmill)
"	12	ที่เก็บวัสดุผสมแทรก (ถ้าต้องใช้) (Mineral Filler Storage)
"	13	ถังเก็บแอสฟัลท์ที่ต้มร้อนแล้ว (Hot Asphalt Cement Storage tank)
"	14	ถังเครื่องชั่งแอสฟัลท์ (Asphalt Weigh Bucket)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. ขั้นตอนการทำงาน รายละเอียดของขั้นตอนการทำงานดูจากรูป 2.19

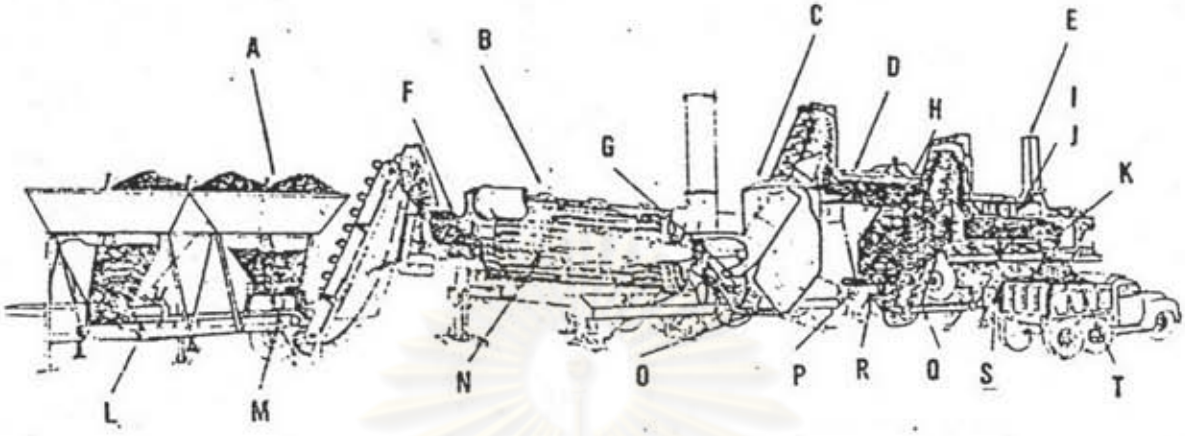


รูป 2.19 แสดงขั้นตอนการทำงานของโรงงานผสมแอสฟัลท์แบบฤดู

เริ่มแรกจะนำหินจากที่กองหรือเก็บไว้ ที่มีการควบคุมปริมาณไว้แล้วส่งผ่านไปยังหม้อเผา เพื่อเผาให้ร้อนและแห้ง โดยควบคุมอุณหภูมิตามที่กำหนด จากนั้นนำหินที่เผาเหล่านี้ส่งผ่านไปยังตะแกรงร่อน เพื่อแยกเป็นขนาดต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในการออกแบบแล้วนำไปเก็บไว้ในยุ้งแยกเฉพาะขนาด จากนั้นจะชั่งน้ำหนักหินแต่ละขนาดตามที่กำหนด ผสมกับแอสฟัลท์ ส่วนผสมที่เสร็จแต่ละฤดูจะถูกปล่อยลงยังรถบรรทุกเพื่อขนส่งไปยังหน้างานต่อไป

2. โรงงานผสมแบบต่อเนื่อง (Continuous - type mixing plant)

ก. ส่วนประกอบ ส่วนประกอบของโรงงานผสมแบบต่อเนื่องส่วนใหญ่แล้วจะคล้าย ๆ กับโรงงานผสมแบบฤดู เว้นแต่ลักษณะการทำงานจะแตกต่างกันคือ เป็นการผสมแบบต่อเนื่องกัน รายละเอียดดูจากรูป 2.20



รูป 2.20 แสดงส่วนประกอบของโรงงานผสมแอสฟัลท์แบบต่อเนื่อง

สัญญลักษณ์ A = ยุ้งหินดิบและการป้อนหินดิบ ทำหน้าที่เก็บและป้อนหินดิบแต่ละขนาดอย่างถูกต้องตามปริมาณที่ต้องการและสม่ำเสมอ เพื่อผ่านไปยังชุดตะแกรงร่อน

B = หม้อเผา เมื่อหินดิบผ่านไปในหม้อเผาจะสัมผัสกับเปลวไฟและก๊าซร้อนจ้า แล้วจ้าอีก เพื่อทำให้หินแห้งมากที่สุด

C = เครื่องเก็บฝุ่น ทำหน้าที่ดักเก็บฝุ่นซึ่งอาจนำกลับไปใช้ผสมได้อีกถ้าต้องการ

D = ชุดตะแกรงร่อน ทำหน้าที่แยกหินร่อนออกเป็นขนาดต่าง ๆ เก็บไว้แล้วป้อนหินแต่ละขนาดเข้าสู่หม้อผสมตามปริมาณที่ต้องการ

E = หม้อผสม ในหม้อผสมนี้ แอสฟัลท์จะถูกปล่อยออกมาผสมกับหินในห้องผสมแบบล่องเพลา ผสมตามปริมาณที่ถูกต้องโดยอัตโนมัติ การป้อนหินและแอสฟัลท์ต้องทำงานสัมพันธ์กัน

F = ตะแกรงที่ใช้คัดหินขนาดโตเกินความต้องการออกก่อนเข้าหม้อเผา

G = พัดลมที่ใช้ควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลผ่านระบบหม้อเผาและเครื่องเก็บฝุ่น

สัญญลักษณ์ H = ตะแกรงร่อนแบบสั่นสะเทือน ทำหน้าที่ร่อนหิน แยกขนาดและคัดหินขนาดโตเกินต้องการทิ้ง

I = ปั๊มส่งแอล์ฟลัท์ ทำหน้าที่ส่งแอล์ฟลัท์ โดยรักษาระดับความดันของแอล์ฟลัท์ให้คงที่ เข้าปั๊มจ่ายแอล์ฟลัท์

J = ห้องผสมแบบล่อง เพลาผสม ทำหน้าที่ผสมส่วนผสมแอล์ฟลัท์ให้ทั่วถึง

K = เสื้อหม้อผสม ทำหน้าที่รักษาระดับอุณหภูมิการผสมให้ถูกต้อง

L = เครื่องป้อนหินดิบแบบสายพานยาง ติดตั้งอยู่ภายใต้ยุ้งเก็บหินดิบ ที่มีประตูยุ้งแบบปรับได้

M = เครื่องป้อนหินดิบแบบแผ่นยัก ติดตั้งอยู่ภายใต้ยุ้งเก็บหินดิบที่มีประตูแบบปรับได้

N = ราง เหล็กภายในหม้อเผา ทำหน้าที่นำหินขึ้นไปโรยผ่านเปลวไฟ และก๊าซร้อน เพื่อให้หินแห้งมากที่สุด

O = การนำหินฝุ่นที่รวบรวมได้โดยเกลียวลำเลียงไปยังกะพ้อของสายพานลำเลียงหินร้อน

P = ประตูยุ้งของแต่ละยุ้งซึ่งสามารถปรับได้ เพื่อให้ได้ปริมาณหินที่ออกมาแต่ละยุ้งตามอัตราส่วนที่ต้องการโดยถูกต้อง

Q = การป้อนวัสดุผสมแทรก และระบบการวัดปริมาณถังเก็บ ติดตั้งที่ระดับพื้นดิน

R = การเก็บตัวอย่างหินโดยเฉพาะแต่ละยุ้ง ซึ่งกระทำได้ง่ายและรวดเร็วโดยการดันวัสดุที่ไหลผ่านให้เข้าไปในถังเก็บตัวอย่าง

S = ปั๊มที่จ่ายแอล์ฟลัท์ ทำงานสัมพันธ์กับการป้อนหินร้อน โดยสามารถจ่ายแอล์ฟลัท์ตามอัตราส่วนที่ต้องการไปยังห้องผสมได้อย่างถูกต้อง

T = ยุ้งปล่อยส่วนผสมแอล์ฟลัท์ ทำให้การปล่อยส่วนผสมแอล์ฟลัท์เป็นไปโดยต่อเนื่องระหว่างรถบรรทุกแต่ละคัน เพื่อป้องกันการแยกตัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. ขั้นตอนการทำงาน

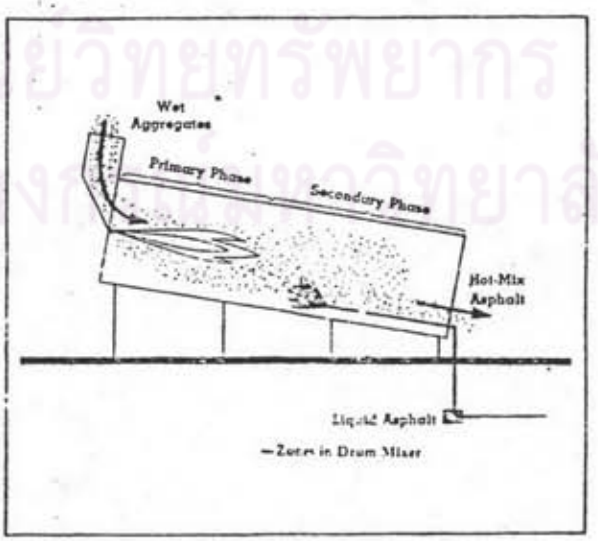
ขั้นตอนการทำงานของโรงงานแบบนี้คล้ายกับโรงงานผสมแบบชุด แต่มีข้อแตกต่างตรงที่การป้อนหินและแอสฟัลท์เข้าไปในหม้อผสม จะวัดเป็นปริมาตรและต่อเนื่องกัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการป้อนหินและแอสฟัลท์ จะติดตั้งไว้ตายตัวโดยทำการควบคุมการป้อนตามอัตราส่วนที่ตั้งไว้โดยอัตโนมัติ การคำนวณการป้อนวัสดุส่วนผสมจะคำนวณเป็นชุด แต่การควบคุมและวัดปริมาณพิจารณาจากกรอบของเครื่องหรือช่วงเวลาเป็นหลัก

3. โรงงานผสมแบบเตาผสม (Drum mixing plant)

ก. ส่วนประกอบ ส่วนประกอบที่สำคัญของโรงงานผสมแบบนี้อยู่ที่เตาผสมนั่นเอง ลักษณะก็คล้าย ๆ กับหม้อเผาของโรงงานผสมแบบชุด เว้นแต่เตาผสมทำหน้าที่เผาหินให้แห้งและผสมกับแอสฟัลท์ภายในเตา กลายเป็นวัสดุผสมร้อนเสร็จเรียบร้อยเลย

ส่วนประกอบของเตาผสม แบ่งได้เป็น 2 ตอนคือ

1. ตอนต้นเตาหรือตอนแผ่กระจายความร้อน (Primary or Radiation Zone)
2. ตอนปลายเตาหรือตอนพาความร้อนและเคลือบแอสฟัลท์ (Secondary or Convection Coating Zone)



รูป 2.21 แสดงส่วนประกอบโรงงานผสมแอสฟัลท์แบบเตาผสม

ข. ขั้นตอนการทำงาน เริ่มแรกหินดิบจะถูกป้อนเข้าเตาผสมโดยรางแบบเวียน (Spiral Fight) ที่ติดตั้งที่ปากทางเข้าเตาผสมอย่างสม่ำเสมอ การทำงานภายในเตาผสม ขณะที่เตาผสมหมุนไปจะทำให้หินที่อยู่ภายในเตาผสมหมุนตามไปด้วย โดยจะแผ่กระจายออกไปทำให้หินสัมผัสกับความร้อนอย่างทั่วถึง ช่วยทำให้หินทุกก้อนแห้งเร็วขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้การไหลและแผ่กระจายของหินเป็นไปด้วยดี และเติมหินที่หน้าตัดของเตาผสม อุณหภูมิขณะทำการผสมจะถูกควบคุมอยู่ตลอดเวลา โดยใช้เครื่องวัดที่ติดอยู่ที่ปลายทางออกของส่วนผสม เครื่องบันทึกอุณหภูมิและเครื่องวัดอื่น ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในห้องควบคุม รวมทั้งเครื่องควบคุมหัวเผา เมื่อมีการผลิตวัสดุผสมร้อนออกมาอย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นที่จะต้องมีถังเก็บชั่วคราวเพื่อรอจ่ายและควบคุมน้ำหนักที่ปล่อยลงบนรถบรรทุก เครื่องชั่งน้ำหนักนี้อาจจะติดตั้งอยู่ที่ปากของถังเก็บ และจะบันทึกน้ำหนักเอาไว้โดยแผงควบคุมเครื่องชั่งภายในห้องควบคุม

2.1.4 รถบรรทุก (Trucks)

ในการขนส่งวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ เช่น หิน ทราย วัสดุผสมร้อน สำหรับงานปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต ฯลฯ จำเป็นต้องใช้รถบรรทุกในการขนส่ง เนื่องจากสามารถเดินทางได้เร็วและบรรทุกได้เป็นจำนวนมาก รถบรรทุกโดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้วิ่งบนทางหลวง บางชนิดวิ่งได้เฉพาะบนทางชั่วคราว บางชนิดวิ่งได้ทั้งบนทางหลวงและทางชั่วคราว

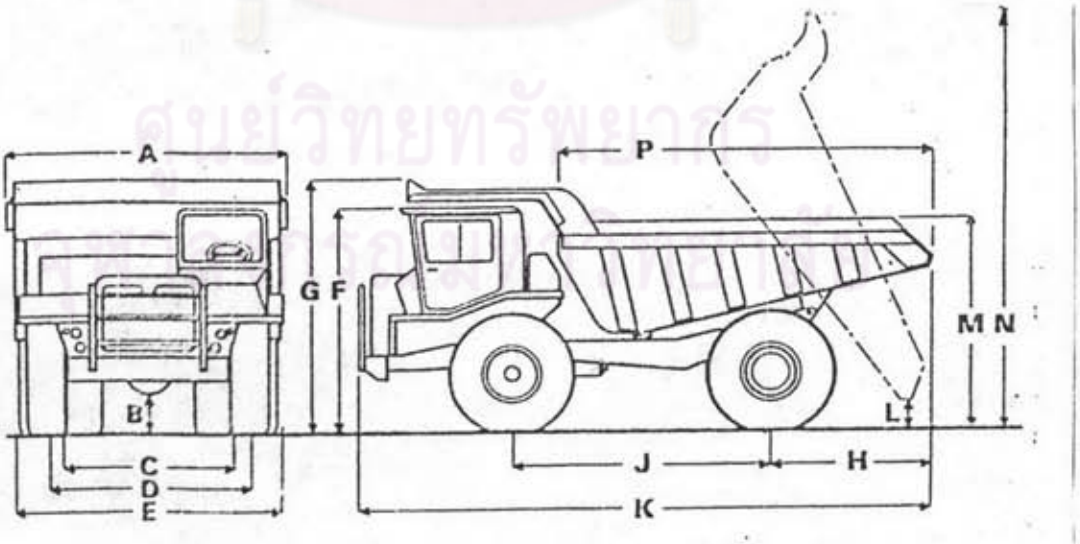
รถที่วิ่งบนทางหลวงจะต้องออกแบบให้เป็นไปตามข้อบังคับของกรมขนส่งทางบก โดยปกตินำหนักรวมของตัวรถและน้ำหนักบรรทุกสำหรับรถ 10 ล้อ จะต้องไม่เกิน 21 ตัน การออกแบบรถโดยทั่วไปจะออกแบบให้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักตัวรถเปล่าประมาณ 1 : 1 ถึง 1.4 : 1 ปัจจุบันรถที่วิ่งบนทางหลวงทั่วไปจะมีทั้ง 6 ล้อ 10 ล้อ และรถพ่วง รายละเอียดดูจากรูป 2.22

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 10297439

รูป 2.22 แสดงรถบรรทุกที่วิ่งบนทางหลวง

รถอีกประเภทหนึ่งคือ รถที่วิ่งได้เฉพาะถนนนอกทางหลวง รถประเภทนี้ถ้ามีน้ำหนักบรรทุกจะเกินอัตราที่ทางกฎหมายกำหนดไว้ นอกจากน้ำหนักบรรทุกจะเกินแล้ว ขนาดความกว้าง ความยาวและความสูงของตัวรถอาจใหญ่กว่ารถบรรทุกปกติ ขนาดที่ใหญ่มาก ๆ อาจจะบรรทุกได้ถึง 200 ตัน รายละเอียดดูจากรูป 2.23



รูป 2.23 แสดงรถบรรทุกที่วิ่งนอกทางหลวง

2.1.4.1 การใช้งานของรถบรรทุก

การเลือกรถให้เหมาะสมกับงานที่จะทำนั้น จะต้องวิเคราะห์และศึกษาถึงขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ เช่น การยนวัสดุใส่รถ การวิ่งรถจากจุดยนไปยังจุดหมายปลายทาง การยนวัสดุลงและการวิ่งรถกลับ ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องนำมาพิจารณาประกอบ ดังนี้

1. การยนวัสดุขึ้นรถ ในการยนวัสดุขึ้นรถ ผู้ที่จะยนวัสดุจะต้องทำการศึกษาถึงเครื่องจักรที่จะนำมาใช้ยนวัสดุขึ้น เช่น ล่ายพานลำเลียง รถตัก รถขุด ชนิดของวัสดุและสภาพวัสดุจะต้องทราบว่าเป็นดินทราย ดินเหนียว หิน หรือวัสดุผสมร้อน และความจุของรถบรรทุก

2. เส้นทางที่จะยนวัสดุไปและกลับ จะต้องศึกษาถึงระยะทาง สภาพทางเรขาคณิตของเส้นทาง สภาพผิวจราจร ความลาดชันของถนน

3. การยนวัสดุลงจากรถบรรทุก จะต้องศึกษาถึงชนิดของวัสดุ การทิ้งวัสดุลง เช่น ทิ้งวัสดุลงตาม slope ทิ้งวัสดุเป็นกองเพื่อเตรียมการเกลี่ยและบดอัด รวมทั้งสภาพของพื้นที่ที่จะยนวัสดุลง

4. ตำแหน่งที่รถจอดเพื่อยนวัสดุขึ้นและลง จะต้องเลือกตำแหน่งให้การยนลำเป็นไปได้ละดวกที่สุด

การยนลำวัสดุหลวมเป็นระยะทางเกินกว่า 1,000 เมตร ถ้าใช้รถบรรทุกยนจะประหยัดกว่า กรณีทางผ่านเป็นถนนหลวง การวางแผนจะต้องเตรียมใช้รถสำหรับที่วิ่งบนทางหลวงได้ วัสดุจะมีผลในการยนวัสดุขึ้นลง ถ้าเป็นพวกดินทรายจะลงได้ละดวก แต่กรณีวัสดุผสมร้อนจะต้องทาน้ำมันที่พื้นตัวถังที่ใช้บรรทุกด้วย การใช้รถดัมพ์จะใช้เวลาในการยนน้อยมาก ความเร็วที่ใช้โดยทั่วไปประมาณ 70 - 80 กม./ชม. แต่ถ้าบริเวณอยู่ใกล้จุดที่จะยน ความเร็วจะลดลงเหลือประมาณ 15 - 30 กม./ชม.

2.1.4.2 อัตราการทำงาน

ในการคำนวณหาอัตราการทำงานของรถดัมพ์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1. จะต้องทราบขั้นตอนการยนวัสดุขึ้นรถ และยนไปยังจุดที่ต้องการ
   - ปริมาณของวัสดุที่จะยนทั้งหมด

- ระยะทางที่รถดัมพ์วิ่ง

2. สภาพหน้างานสำหรับยนวัสดุขึ้นและสำหรับรถบรรทุกวิ่ง

- สภาพภูมิประเทศ

- สภาพผิวจราจร

3. เครื่องจักรที่จะเลือกใช้

- ชนิดและขนาดของโรงผสมและเครื่องปูผิว

- ชนิดและขนาดของรถดัมพ์ที่เหมาะสมกับสภาพงาน

2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การเตรียมสถานที่ เป็นขั้นตอนแรกสุดก่อนที่จะมีการปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต โดยตรวจสอบสภาพผิวทางหรือพื้นทางเดิม หากมีการทรุดตัวจนเป็นแอ่ง จะต้องปรับระดับบริเวณนั้นให้ได้ความลาดชันและรูปตัดที่ถูกต้องเสียก่อน จากนั้นใช้เครื่องกวาดฝุ่น, กวาดฝุ่นหรือลิ่วนละเอียดที่ค้างบนพื้นทางออกจนหมด เสร็จแล้วใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นออกให้หมดแล้วพรมน้ำบาง ๆ ให้ผิวทางพอชื้น จากนั้นจึงทำ Prime Coat หากผิวทางเดิมเป็นผิวทางลาดยางหรือผิวแอสฟัลติกคอนกรีตจะต้องลงยึด Tack Coat ก่อนปูทับด้วยแอสฟัลติกคอนกรีตใหม่ รายละเอียดดูจากรูป 2.24, 2.25, 2.26 และ 2.27

รูป 2.24 การตรวจสอบระดับพื้นทาง

รูป 2.25 การปรับระดับยั้นพื้นทางให้ถูกต้องตามรูปตัดที่กำหนด

รูป 2.26 การทำความสะอาดยั้นพื้นทางด้วยเครื่องกวาดฝุ่นและเครื่องเป่าลม

รูป 2.27 การทำ Prime Coat ยันพื้นทางที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

2.2.2 การขนวัสดุผสมร้อนจากเครื่องผสมไปยังจุดที่ก่อสร้าง

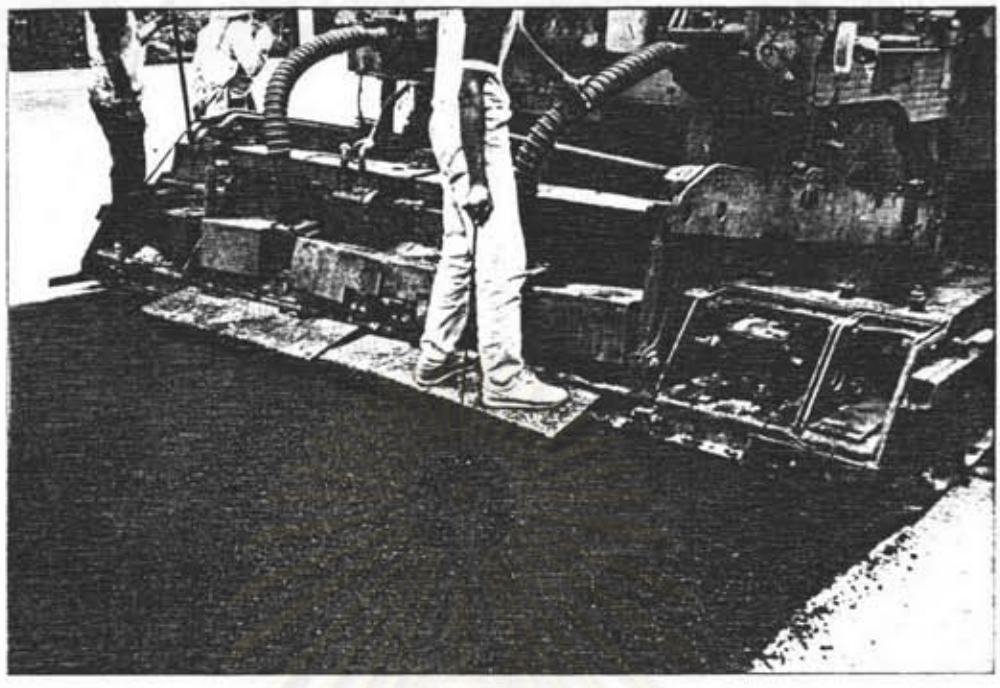
มักนิยมใช้รถบรรทุก (รถดัมพ์) ที่มีพื้นละอาดโดยทาด้วยน้ำมันหล่อลื่น เพื่อกันไม่ให้วัสดุผสมร้อนติดพื้นรถ โดยควบคุมอุณหภูมิของวัสดุผสมร้อนไม่ให้ต่ำกว่า 270 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อถึงสถานที่ก่อสร้าง

รูป 2.28 รถบรรทุกที่ใช้ขนวัสดุผสมร้อน

2.2.3 การปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีต

หลังจากรถบรรทุกยนวัสดุผสมร้อนมาถึงสถานที่ก่อสร้าง และเริ่มเทวัสดุผสมร้อนจากรถบรรทุกลงบนถังรับของเครื่องปูผิว ก่อนที่เครื่องปูผิวแอสฟัลติกคอนกรีตจะเริ่มปู ให้หาท่อนไม้ที่มีความหนาเท่ากับความหนาของชั้นที่จะปูมารองใต้แผ่นเตารีด (Screed) จากนั้นเลื่อนแผ่นเตารีดลงวางบนท่อนไม้พร้อมปรับเกลียวควบคุมความหนา เมื่อปูวัสดุผสมร้อนกะบะแรกเสร็จแล้ว ก่อนบดทับควรจะตรวจสอบความสม่ำเสมอของผิวที่ปูเสียก่อน ถ้ายังไม่ดีพออาจจะต้องปรับแผ่นเตารีด ตรวจสอบความถี่ของการสั่นสะเทือนของแผ่นเตารีดชนิดสั่นสะเทือนและสว่านเกลียว สำหรับเกลี่ยส่วนผสมของการป้อนส่วนผสมจากกะบะ เพื่อให้แน่ใจว่าการปูสม่ำเสมอ ถูกต้องตามแนวและลาดเอียงตามที่ต้องการ โดยใช้ Straight Edge ตรวจสอบความเรียบของผิวทางเสียก่อน ถ้าพบว่ามีการแยกตัวของส่วนผสมเกิดขึ้นให้หยุดปูทันที แล้วหาสาเหตุและจัดการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนที่จะปูใหม่ รายละเอียดดูจากรูป 2.29 และรูป 2.30

รูป 2.29 การเทวัสดุผสมร้อนจากรถบรรทุกลงบนถังรับวัสดุของเครื่องปูผิว



รูป 2.30 การตรวจสอบความหนาของชั้นที่ปู

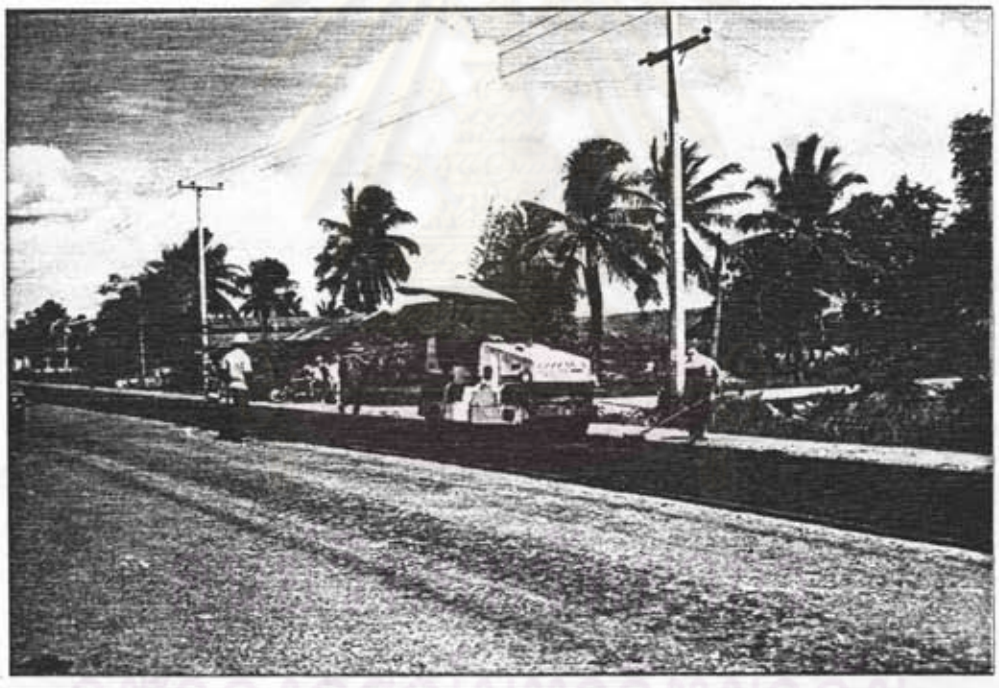
2.2.4 การบดทับ

หลังจากเครื่องปูผิวได้ปูวัสดุผสมร้อนเป็นผิวทางแล้ว ให้บดทับครั้งแรกด้วยรถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ หรือ 3 ล้อ ที่มีน้ำหนัก 8 - 10 ตัน บดทับด้วยความเร็ว 5 กม./ชม. การบดทับครั้งแรกเรียกว่า "Initial Breakdown Rolling" อุณหภูมิของวัสดุผสมร้อน (Asphaltic Concrete) จะต้องไม่ต่ำกว่า 250°F การบดทับให้บดทับเริ่มจากขอบถนนเข้าหา Centre line การบดทับครั้งแรกให้บดประมาณ 2 เที่ยว พื้นที่ที่การบดทับเที่ยวที่ 1 ผ่านไปให้ตรวจสอบด้วย Straightedge อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าผิวทางที่ลงได้ระดับดี ถ้าหากส่วนใดต่ำหรือสูงไป ให้รีบแก้ไขด้วยการเติมวัสดุผสมร้อนหรือขุดออกในขณะที่ผิวทางยังร้อนอยู่แล้วทำการปูผิวใหม่ หลังจากบดทับขั้น Initial Breakdown Rolling เรียบร้อยแล้วให้บดทับตามด้วยรถบดล้อยางขนาด 10 - 12 ตันทันที รถบดล้อยางควรมีล้ออย่างน้อย 9 ล้อ บดทับด้วยความเร็ว 7 กม./ชม. และมีแรงดันมากพอที่จะทำให้ผิวที่ปูมีความแน่นตามที่ต้องการ เมื่อแน่ใจว่าผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีตมีความแน่นตามต้องการแล้ว ให้บดทับครั้งสุดท้าย (Finish Rolling) เพื่อปรับรอยล้อยางรถบดล้อยางด้วยรถบดล้อเหล็กที่มีน้ำหนักพอที่จะลบรอยดังกล่าวได้ โดยบดทับด้วยความเร็ว 5 กม./ชม. หลังจากบดทับครั้งนี้แล้ว ผิวทางจะ

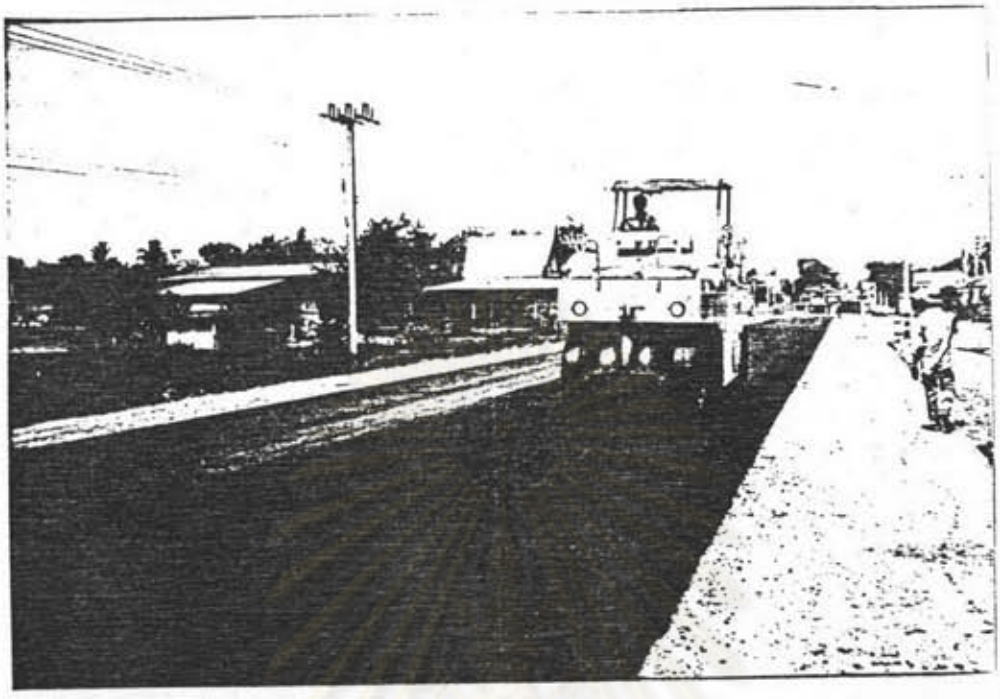
ต้องเรียบได้ระดับ ไม่มีรอยรถบดล้อยางหรือรถใด ๆ ที่ใช้อยู่บนผิวทางนั้น จากนั้นทิ้งไว้อย่างน้อย 16 ชม. จึงเปิดให้รถผ่านได้ รายละเอียดดูจากรูป 2.31 และ 2.32

การควบคุมอุณหภูมิของแอสฟัลติกคอนกรีต ขณะบดทับมีดังนี้

- การบดทับขั้นแรก (Initial Breakdown Rolling) ควรมีอุณหภูมิ 250°F
- การบดทับขั้นกลาง (Pneumatic Tired Rolling) ควรมีอุณหภูมิ 170°F $\pm$ 15°F
- การบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ควรมีอุณหภูมิ 140°F$\pm$15°F



รูป 2.31 การบดทับขั้นแรกและขั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็ก



รูป 2.32 การบดทับชั้นกลางด้วยรถบดล้อยาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย