สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เทคนิคในการปรับปรุงซ่อมแซมผิวจราจร

2.1 แนวทางในการ เลือกวิธีการซ่อมแซม

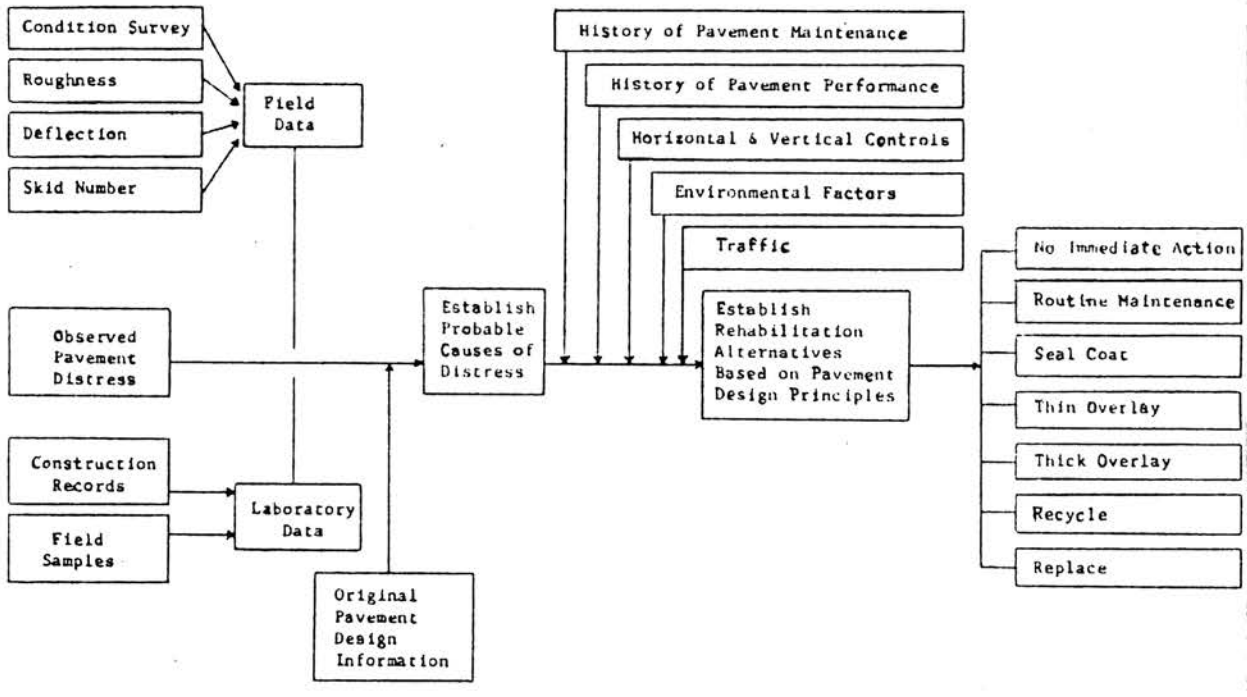
วิธีการในการซ่อมแซมผิวจราจรที่ เกิดความ เสียหายหรือมีสถานที่ใช้งานไม่ได้แล้ว มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ในการ เลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งขึ้นอยู่กับการสัง เกตความ เสียหายที่ เกิดขึ้นบนผิวจราจร การศึกษาหาสา เหตุของการ เกิดความ เสียหายขึ้น ทั้งในการศึกษาในห้องปฏิบัติการและการสำรวจในสนาม และข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้ในการออกแบบได้แก่

1. ประวัติการซ่อมแซมผิวจราจรและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ
2. ประวัติการทำงานของผิวจราจร
3. การควบคุม Horizontal and vertical geometric
4. ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม
5. การจราจรบนผิวจราจร

ข้อมูล เหล่านี้รวมกับการศึกษาความ เสียหายบนผิวจราจรทั้งในสนามและห้องปฏิบัติการจะนำมาสร้างหรือ เลือกใช้วิธีการซ่อมแซมและปรับปรุงใหม่บนพื้นฐานของหลักการออกแบบ รูปที่ 2-1 แสดงถึงแนวทางในการ เลือกใช้วิธีการซ่อมแซมผิวจราจรที่ เหมาะสม

2.2 การ เลือกวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจร เก่านำมาใช้งานใหม่ เป็นวิธีซ่อมแซม

การศึกษานี้จะไม่กล่าวถึงวิธีการในการ เลือกวิธีการซ่อมแซม แต่จะกล่าวถึงพื้นฐานที่สำคัญและความ เหมาะสมที่จะใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจร เก่านำมาใช้งานใหม่ในการปรับปรุงซ่อมแซมผิวจราจร ปัญหาในการพิจารณา เลือกวิธีการนี้ เป็นวิธีการในการปรับปรุงซ่อมแซมผิวจราจรได้แก่



รูปที่ 2-1 แนวทางในการเลือกใช้วิธีการปรับปรุงซ่อมแซมผิวจราจร

1. การพิจารณาเลือกใช้ชนิดและลักษณะของผิวจราจรและความเสียหายบนผิวจราจรที่จะสามารถแก้ไขได้โดยวิธีการนี้

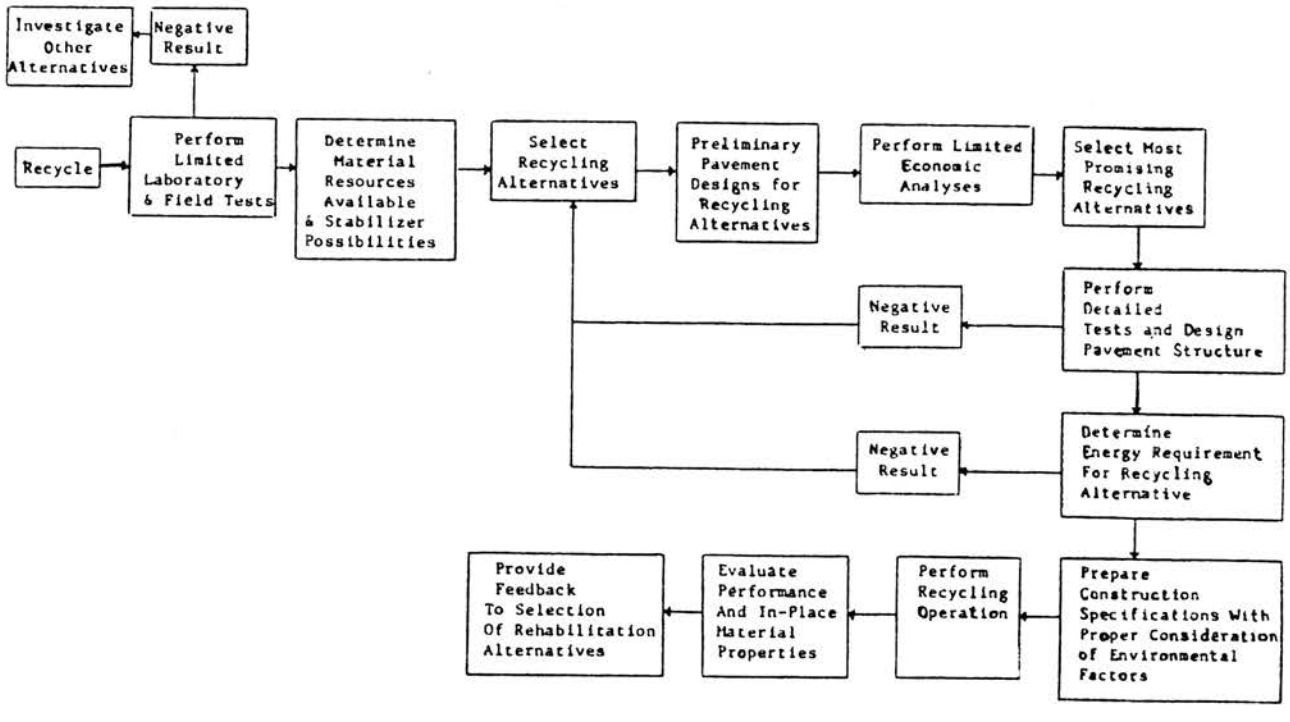
2. การเลือกใช้เทคนิคของวิธีการนี้ชนิดใดรวมถึงเครื่องมือชนิดใดที่จะเหมาะสมกับผิวจราจรนั้น

3. วิธีการทดสอบทั้งในสนามและห้องปฏิบัติการใดที่จะใช้ในการประเมินผล การออกแบบโครงสร้าง อายุการใช้งานของผิวจราจรที่ได้ทำการซ่อมแซมโดยวิธีการนี้

4. การพิจารณาถึงสภาวะแวดล้อม การใช้พลังงานและผลต่าง ๆ ในการใช้วิธีการนี้

5. การประเมินค่าใช้จ่ายและราคาในการซ่อมแซมโดยวิธีการนี้

ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกนำมาพิจารณา เมื่อ เลือกใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุ เป็นวิธีการในการซ่อมแซม รูปที่ 2-2 แสดงถึงการ เลือกใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุ เก่านำมาใช้งานใหม่ เริ่มต้นด้วยการกำหนดการทดสอบผิวจราจรทั้งในสนามและห้องปฏิบัติการในการหาชนิดของวัสดุในผิวจราจรและวิธีการปรับสภาพ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการ เลือก เทคนิคของการปรับสภาพ การพิจารณาความ เหมาะสมจะพิจารณาจากการออกแบบ เบื้องต้น การวิ เคราะห์ทาง เศรษฐกิจ และตามด้วยการทดสอบและการออกแบบอย่างละ เอียดของโครงสร้างวัสดุผิวจราจร การใช้พลังงานในแต่ละวิธีการควรที่จะนำมาพิจารณาด้วย เมื่อได้วิธีการที่ เหมาะสมแล้ว การวางแผนในการก่อสร้าง การใช้งานของผิวจราจรควรจะได้มีการประ เมินผล เพื่อที่จะ เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ ต่อการ เลือกใช้วิธีการปรับปรุงซ่อมแซมผิวจราจรต่อไปในอนาคต



รูปที่ 2-2 การ เลือกใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุ เก่านำมาใช้งานใหม่ เป็นวิธีการซ่อมแซม

จากการเลือกใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุเก่านำมาใช้งานใหม่ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมที่สุด อาจแบ่งออกได้เป็นแนวทาง 4 ขั้นตอน[2] ด้วยกันคือ

1. Recognition คือการเลือกวิธีการปรับปรุงสภาพวัสดุเก่าเพื่อนำมาใช้งานใหม่เป็นวิธีการปรับปรุงซ่อมแซมผิวจราจร โดยพิจารณาถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้วิธีการนี้

2. Preliminary Analysis คือการวิเคราะห์เบื้องต้นในการเลือกเทคนิคของการปรับสภาพวัสดุเก่า โดยการพิจารณาจากคุณสมบัติของผิวจราจรเดิม ประวัติและปัจจัยอื่น ๆ เช่น ตำแหน่งสถานที่ก่อสร้าง เครื่องมือ การใช้งานของผิวจราจรและสภาพแวดล้อม

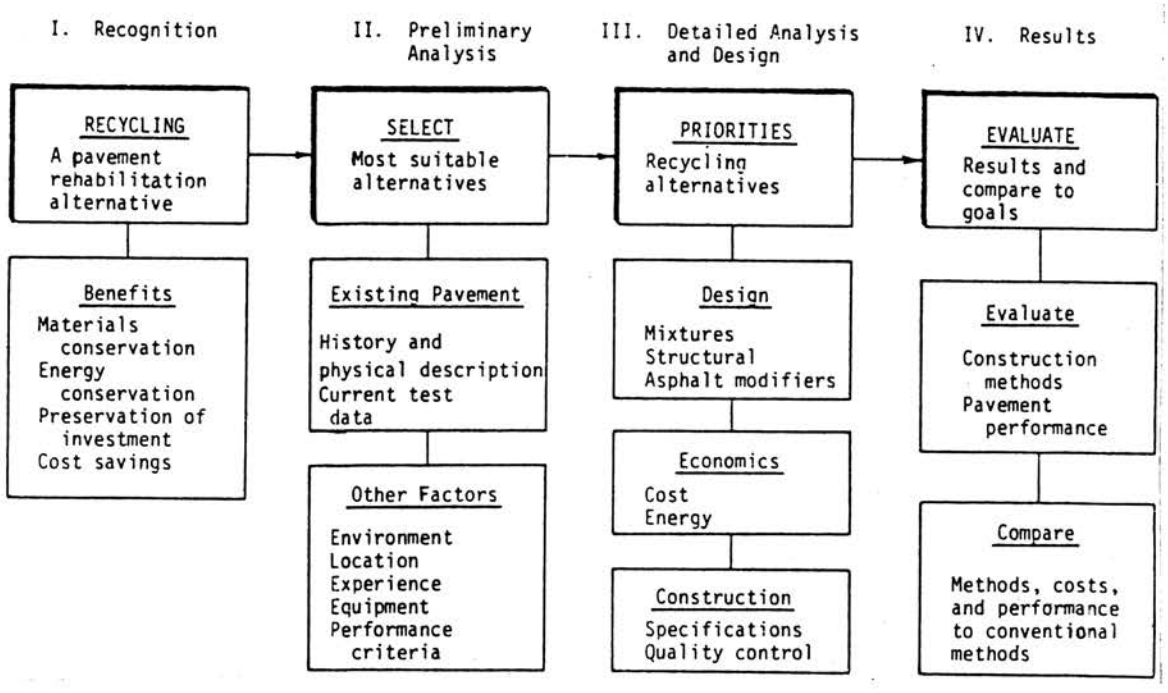
3. Detailed Analysis and Design เมื่อได้เทคนิคในการปรับสภาพวัสดุเก่าที่เหมาะสมที่สุดแล้ว จะเป็นการออกแบบโดยละเอียดถึงการก่อสร้าง ส่วนผสม ราคาค่าใช้จ่ายและการใช้พลังงาน

4. Results คือการประเมินผลในการใช้วิธีการนี้ จากวิธีการก่อสร้างและการใช้งานของผิวจราจร เพื่อนำผลที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับการซ่อมแซมโดยวิธีทั่วไป

ขั้นตอนทั้ง 4 แสดงเป็นแผนภูมิได้ ดังรูปที่ 2-3 ถึงแนวทางในการเลือกวิธีการปรับสภาพวัสดุเป็นวิธีการซ่อมแซม

2.3 เทคนิคของวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่า

วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าเพื่อนำมาใช้งานใหม่ ในการซ่อมแซมปรับปรุงผิวจราจรไม่ใช่เป็นวิธีการที่ใหม่ แต่ได้มีแพร่หลายมานาน Charles Neville, Edward L. Lombard และ Fritz S. Rostler [3] ได้ชื่อว่าเป็นผู้ริเริ่มในวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตเก่าเพื่อนำมาใช้งานใหม่ สิ่งตีพิมพ์ชิ้นแรกในเรื่องของวิธีการนี้อยู่ใน Warren Brother's portable asphalt plant sales brochure ของปี 1915 เพื่อที่จะ "ให้ความร้อนและนำมาใช้งานใหม่ของแผ่นผิวจราจรแอสฟัลท์เก่าที่มีอยู่ด้วยผลลัพธ์ที่ดีและประหยัดค่าใช้จ่ายของส่วนผสมที่ได้" จากปี 1915 วิธีการนี้ได้มีการใช้ต่อไปอีก 15-20 ปี



รูปที่ 2-3 ขั้นตอนในการ เลือกใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจร เก่า เป็นวิธีการปรับปรุงซ่อมแซม

ส่วนมากทำในบริ เวณเขต เมืองในภาคตะวันออกของสหรัฐอ เมริกา ต่อมาวิธีการนี้ค่อย ๆ เลิกทำ เมื่อโรงกลั่นน้ำมันใหม่ ๆ สร้างขึ้น ผลผลิตแอสฟัลท์มีมากขึ้นและราคาถูกลง ราคาของแอสฟัลท์ เริ่มสูงขึ้น เมื่อมีการใช้พลังงานกันมากร่วมไปกับราคาของวัสดุมวลรวมสูงขึ้นและค่าขนส่งวัตถุดิบสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึง เริ่มมาให้ความสนใจในวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่า เพื่อนำมาใช้งานใหม่กันมากอีกครั้ง ยิ่งไปกว่านั้น ความต้องการในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและงบประมาณที่ใช้ในกิจการถนนมีจำกัด จึง เป็นผลอย่างหนึ่งที่ทำให้ เกิดความสนใจในวิธีการนี้

แต่ เดิมการซ่อมแซมผิวจราจรที่หมดสภาพใช้งาน เสียค่าใช้จ่ายมาก เป็น เวลานานที่วิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการซ่อมแซมผิวจราจรที่แตกร้าวด้วยการปูทับด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay) [4] วิธีการปรับสภาพวัสดุ เก่าได้กลาย เป็นวิธีการซ่อมแซมผิวจราจรอีกวิธีหนึ่ง เนื่องจากประโยชน์ที่ดีกว่าการใช้วิธีการนำวัสดุใหม่ ดังนั้นได้มีหน่วยงานต่าง ๆ เช่น The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), Federal Highway Administration (FHWA), Corps of Engineers, Navy และหน่วยงานของรัฐอีกมากมายให้ความ

สนใจในการวิจัยและพัฒนาโครงการต่าง ๆ สถาบันต่าง ๆ ได้แก่ The American Concrete Paving Association, Asphalt Emulsion Manufactures Association, Asphalt Reclaiming and Recycling Association, The Asphalt Institute, National Asphalt Pavement Association, Portland Cement Association และ West Coast User Producer Group on Asphalt Specifications ได้รวบรวมกระจายข่าวและข้อมูลของวิธีการปรับสภาพวัสดุเก่า นอกจากนั้นยังได้จัดให้มีการประชุมและสัมนาทางวิชาการที่ The Transportation Research Board, American Society for Testing and Materials และ Association of Asphalt Paving Technologists meetings หลักการและจุดประสงค์ของการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมของวิธีการปรับสภาพวัสดุเก่า เน้นไปทางการพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องมือ เทคนิคการก่อสร้าง การออกแบบส่วนผสม Pavement performance และการพิจารณาทางด้านพลังงานและราคา[5]

เทคนิคต่าง ๆ ของการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าที่จะนำมาใช้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานต่างๆ[6] ได้แก่

1. ขบวนวิธีการในการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่านำมาใช้งานใหม่

2. ชนิดของวัสดุผิวจราจรที่จะนำมาปรับสภาพและวัสดุที่ได้หลังจากการปรับสภาพแล้ว

3. ประโยชน์ทางด้านโครงสร้างที่ได้รับจากการใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุเก่า

แต่ละเทคนิคของการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าต่างก็มีประโยชน์แตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์และการปฏิบัติ เพื่อเป็นการสะดวก เทคนิคของการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าอาจแบ่งทั่ว ๆ ไปได้เป็น 3 ลักษณะคือ

1. การปรับสภาพเฉพาะผิวบนของผิวจราจร (Surface recycling) คือการปรับสภาพวัสดุเฉพาะผิวบนของผิวจราจรโดยมีความลึกไม่เกินกว่า 1 นิ้ว (25 มม.) โดยการใช้เครื่องมือ heater-planer, heater-scarifier, hot-milling, cold-milling หรือ cold-planing การทำโดยวิธีการนี้กระทำอย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนเดียวหรือหลายขั้นตอน

ซึ่งอาจจะมีการนำเอาวัสดุใหม่ เช่น ส่วนผสมแอสฟัลท์ติคคอนกรีต วัสดุมวลรวมหรือสารที่ใช้ปรับสภาพมาใช้ร่วมในวิธีการนี้

2. การปรับสภาพในสนาม (In-place recycling) คือการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรที่มีความลึกของผิวจราจรมากกว่า 1 นิ้ว (25 มม.) โดยการบดวัสดุผิวจราจรออกเป็นก้อนเล็ก ๆ ตามด้วยการปรับรูปลักษณะของวัสดุและทำการบดอัดผิวจราจรให้แน่น การกระทำนี้อาจจะมีการเพิ่มสารช่วยในการปรับสภาพหรือไม่มีการเพิ่มสารปรับสภาพก็ได้

3. การปรับสภาพภายในโรงงาน (Central-plant recycling) คือการขุดลอกเอาวัสดุผิวจราจรเก่าออกจากถนนที่ทำการซ่อมแซม ทำการบดให้เป็นก้อนเล็ก ๆ ภายในขบวนการอาจจะมีการเพิ่มสารปรับหรือเพิ่ม เสถียรภาพหรือไม่มีการเพิ่มสารปรับสภาพก็ได้ ต่อจากนั้นจึงนำเอาวัสดุนั้นไปปูลงบนถนนเดิมและทำการบดอัดให้ได้ระดับตามที่ออกแบบไว้ การกระทำนี้อาจเกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาปรับสภาพและสารที่ใช้ในการเพิ่มความเสถียรภาพ

National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) ได้แบ่งวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าและได้ให้รหัสสำหรับวิธีการเหล่านี้ดังแสดงในตารางที่ 2-1 รวบรวมไว้ในรายงานฉบับที่ 224 ชื่อว่า "Guidelines for Recycling Pavement Materials"[6] เพื่อเป็นแนวทางสำหรับวิศวกรที่จะเลือกใช้เทคนิคในวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรให้เหมาะสมตามแต่ชนิดของเครื่องมือและวัสดุที่นำมาใช้ตลอดจนระดับความต้องการในการปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจร ซึ่งรายละเอียดในแต่ละเทคนิควิธีการต่าง ๆ จะได้กล่าวในภายหลัง

2.3.1 การปรับสภาพเฉพาะผิวบนของผิวจราจร (Surface Recycling)

การปรับสภาพเฉพาะผิวบนของผิวจราจรต่างจากเทคนิคของการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าทั้งหลายโดยที่เกี่ยวข้องกับการปรับสภาพวัสดุเฉพาะผิวบนของผิวจราจรที่มีความลึกน้อยกว่า 1 นิ้ว (25 มม.) ยกเว้นแต่จะกระทำหลาย ๆ ขั้นตอน ดังนั้นการปรับสภาพเฉพาะผิวบนจึงมีขอบเขตจำกัดในการซ่อมแซมสภาพการขับขี่ ความไม่สม่ำเสมอหรือเป็นร่องรอยของผิว

009859

ตารางที่ 2-1 การเลือกใช้เทคนิคในการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีต

OPTIONS FOR BITUMINOUS PAVEMENT RECYCLING

Category	Method	Description	Code
Surface	Heater Planer	Without additional aggregate	A1
		With additional aggregate	A2
	Heater scarify	Heater scarify only	A3
		Heater scarify plus thin overlay or aggregate	A4
		Heater scarify plus thick overlay	A5
	Surface milling or grinding	Surface milling only	A6
		Surface milling plus thin overlay	A7
		Surface milling plus thick overlay	A8
In Place	Asphalt concrete surface less than 5 inches	Minor structural improvement without new binder	B1
		Minor strctural improvement with binder	B2
		Major structural improvement without new binder	B3
		Major structural improvement with new binder	B4
	Asphalt concrete surface greater 5 inches	Minor structural improvement without new binder	B5
		Minor structural improvement with new binder	B6
		Major structural improvement without new binder	B7
		Major structural improvement with new binder	B8
Central Plant	Cold mix process	Minor structural improvement without new binder	C1
		Minor structural improvement with new binder	C2
		Major structural improvement without new binder	C3
		Major structural improvement with new binder	C4
	Hot mix process	Minor structural improvement without new binder	C5
		Minor structural improvement with new binder	C6
		Major structural improvement without new binder	C7
		Major structural improvement with new binder	C8

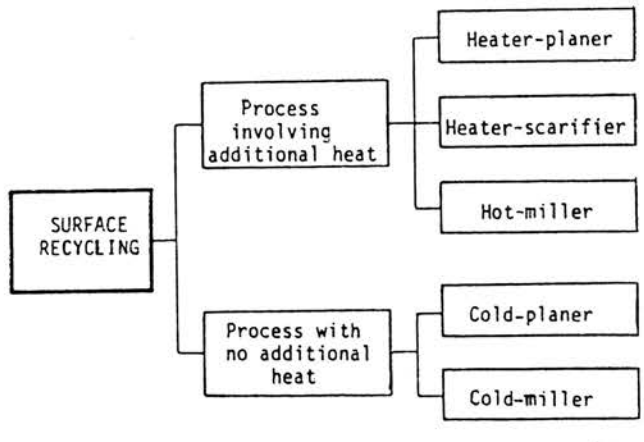
จราจรหรือในการเพิ่มการรับน้ำหนักการจราจร อย่างไรก็ตาม เทคนิคของการปรับสภาพวิธีนี้เป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันมากกว่า เทคนิคของการปรับสภาพอื่น ๆ [6] เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมและสามารถซ่อมแซมลักษณะความเสียหายของผิวจราจรได้หลายชนิด raveling, rutting, flushing และ corrugations ซึ่งเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวจราจรที่มีความลึกลงไปไม่มากนัก สามารถแก้ไขโดยเทคนิควิธีการนี้ เพื่อให้การขับขี่มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น นอกจากนี้การปรับสภาพเฉพาะผิวบนก่อนการปูทับด้วยวัสดุใหม่ (Overlay) จะทำให้มีแรงยึดกันระหว่างผิวจราจรบนถนนเดิมกับวัสดุใหม่ที่ปูทับ และช่วยในการปรับระดับของการปูวัสดุใหม่ที่ช่วงต่อระหว่างสะพาน รางระบายน้ำและผิวจราจรที่มีอยู่เดิม วัสดุที่ขุดลอก

ออกมาสามารถนำกลับมาใช้ใหม่เป็นชั้นพื้นทางและไหล่ทางแทนหรือเป็นผิวทางอีกก็ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพเฉพาะผิวบนที่นำความร้อนเข้ามาใช้เริ่มขึ้นใน California ระหว่างปี ค.ศ. 1930-1939[6] เครื่องมือที่ใช้กันเริ่มแรกมีอยู่ 3 หน่วย หน่วยแรกคือส่วนของความร้อนที่ติดอยู่กับรถลากจูง Semitrailer หน่วยที่ 2 เป็นส่วนที่ประกอบด้วยส่วนของความร้อนรวมกับส่วนของการวางแนวราบ (Planer) หน่วยที่ 3 เป็นส่วนของความร้อนติดอยู่กับส่วนของการปรับระดับ (Grader) เครื่องจักรกลที่ไม่ใช้ความร้อนในการปรับสภาพเฉพาะผิวบนมีขึ้นประมาณปี ค.ศ. 1936[6] เครื่องมือนี้จะใช้ฟันลักษณะคล้ายสิ่วตัดผิวจราจรบนถนน ต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ไม่ใช้ความร้อนเพื่อที่จะตัดผิวจราจร โดยการใช้ Rotating drums ที่มี cutting teeth.

หลังจากปี ค.ศ. 1930 เป็นต้นมา ได้มีการพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือเครื่องจักรกลและเทคนิควิธีการที่ใช้ในการปรับสภาพเฉพาะผิวบนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เครื่องมือเหล่านี้พัฒนาไปตามวิธีการตลอดจนการใช้งาน ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น Heater planers, heater scarifiers, hot millers, cold planers และ cold millers[2,6]

รูปที่ 2-4 แสดงถึงกรรมวิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพผิวจราจรเฉพาะผิวบน

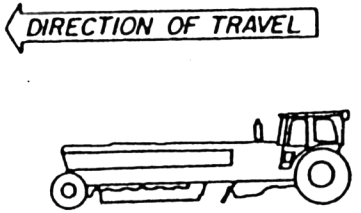


รูปที่ 2-4 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพเฉพาะผิวบน

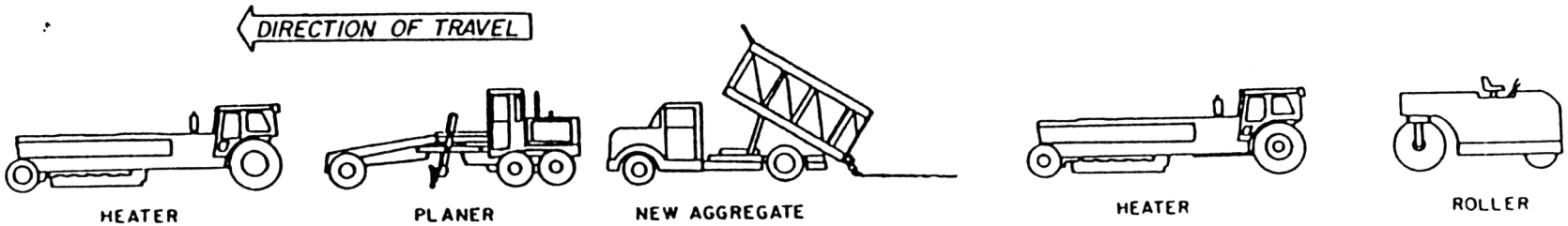
Heater Planning วิธีการนี้ใช้ในการซ่อมแซมแก้ไขระดับและความลาดเอียงทั้งความยาวตามแนวราบและหน้าตัดตามขวางของผิวจราจร ประโยชน์อื่น ๆ ของวิธีการนี้ได้แก่ การขุดลอกเอาวัสดุผิวจราจรเก่าออก เป็นการลดน้ำหนัก (Dead weight) ของโครงสร้างต่าง ๆ เช่น ผิวจราจรบนสะพาน และเป็นการปรับปรุงแก้ไขระยะการมองเห็นระดับของผิวจราจรในบริเวณอุโมงค์ คอต่อของสะพาน ทางใต้ดิน ขุดลอกวัสดุผิวจราจรที่เกิดความไม่เสถียรภาพ หรือเกิดจากการออกแบบและก่อสร้างที่ไม่เหมาะสมหรือเกิดจากการซ่อมแซมชั่วคราว เช่นการเททับรอยแตกร้าวบนผิวจราจรโดยชั้นของแอสฟัลท์ติคคอนกรีตบาง ๆ (Sealing) วัสดุที่ตัดออกจากผิวจราจรเดิมสามารถนำมาปรับสภาพเพื่อใช้งานใหม่ได้

เครื่องมือของการทำ Heater Planning จะประกอบด้วยส่วนของการให้ความร้อนและตามด้วยส่วนของการปรับระดับตามแนวราบ ส่วนทั้ง 2 ส่วนนี้อาจจะประกอบอยู่ในส่วนเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 2-5a หรืออาจเป็นเครื่องมือ 2 ส่วนแยกจากกัน สำหรับผิวจราจรที่มีความเสียดทานต่ำ การใช้ความร้อนให้แก่ผิวบนของผิวจราจรและปูวัสดุมวลรวมที่มีความต้านทานต่อการสึกกร่อนจะถูกเพิ่มตามหลังจากส่วนของ Heater Planing ได้ทำแล้ว และทำการบดอัดโดยการใช้รถบดล้อเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 2-5b วัสดุมวลรวมจะถูกบดอัดแน่นลงในผิวจราจรเดิม จะเป็นวิธีที่ช่วยแก้ไขปรับปรุงความต้านทานการลื่นไถลของผิวจราจรได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเป็นผลดียิ่งขึ้นต่อผิวจราจรที่มีปัญหาของการ Flushing และ bleeding

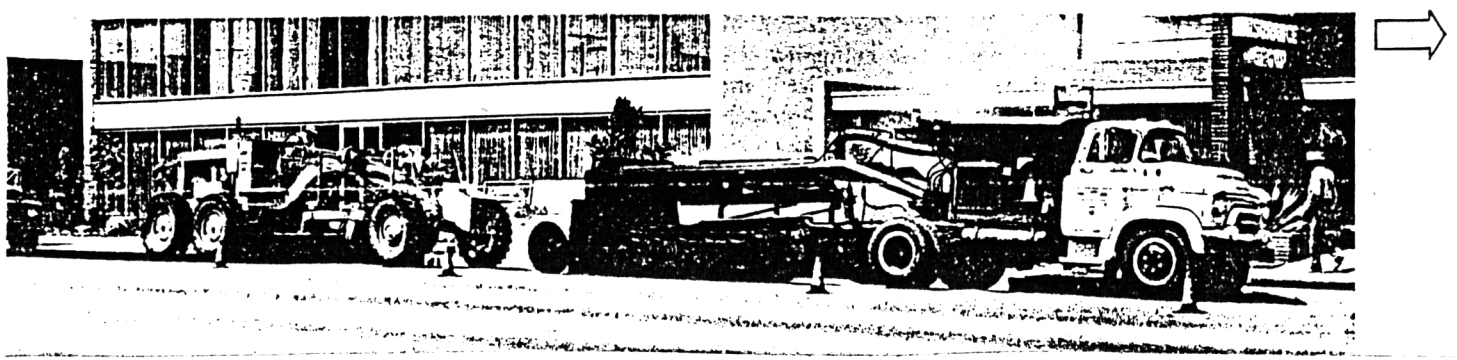
วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับผิวจราจรต่าง ๆ สำหรับ (1) การขุดลอกผิวจราจรที่ไม่เสถียรภาพ (2) การแก้ไขระบบการมองเห็นและปัญหาของร่องรอยของล้อยวดยาน (Rutting) (3) แก้ไขผิวหน้าของผิวจราจรที่เกิดการ Bleeding ที่ซึ่งวัสดุมวลรวมสามารถเพิ่มเข้าไปได้ (4) ขุดลอกผิวจราจรที่เกิดความไม่คงทน เนื่องจากการพองตัวของดินใต้ผิวจราจรและการแข็งตัวของน้ำแข็งในฤดูหนาว และ (5) การขุดลอกวัสดุผิวจราจรเก่าก่อนการปูทับด้วยวัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay) ให้ได้ระดับที่เหมาะสมกับโครงสร้างทางระบายน้ำเดิมและคอต่อของสะพาน การใช้ความร้อนก่อนการปูทับด้วยวัสดุใหม่ จะช่วยป้องกันการแยกตัวของวัสดุเก่าและวัสดุใหม่ได้ดี



a. SINGLE UNIT HEATER-PLANER OPERATION.



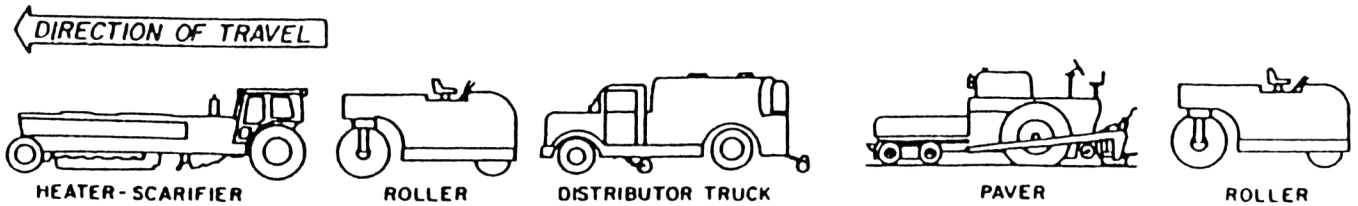
b. HEATER-PLANER OPERATION WITH THE ADDITION OF NEW AGGREGATE.



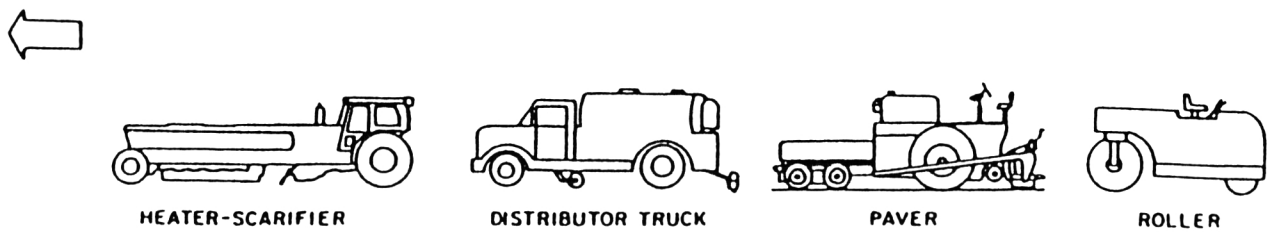
รูปที่ 2-5 เครื่องมือและเครื่องจักรกลในการใช้ Heater planer

Heater Scarifying วิธีการนี้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กันหลายรูปแบบ แต่การปฏิบัติโดยทั่วไปประกอบด้วย การเตรียมผิวจราจร การให้ความร้อน การขูดผิวบนของผิวจราจร การเพิ่มวัสดุถ้าต้องการ การบดอัดและการปรับระดับให้เหมาะสมกับโครงสร้างทางระบายน้ำและบ่อพักระบายน้ำและการเปิดการจราจร โดยวิธีการนี้จะสามารถขูดลอกผิวจราจรที่ผิดปกติออก และสามารถใช้วิธีการนี้ก่อนการปูทับผิวบนด้วยวัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay) ซึ่งจะปรับปรุงการยึดเกาะกันระหว่างชั้นของแอสฟัลท์ติคคอนกรีตเก่าและใหม่ การแตกร้าวที่ผิวบนของผิวจราจรที่เกิดจากการสะท้อนของน้ำหนักของผิวจราจร (Reflection cracking) ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในการออกแบบด้วยวิธีปูทับด้วยวัสดุใหม่ อาจจะลดลงได้จากการใช้วิธีการนี้ก่อนการทำการปูทับด้วยวัสดุใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในวิธีการนี้ แสดงไว้ในรูปที่ 2-6 ซึ่งแยกออกได้เป็น 3 ชนิด คือ การใช้แอสฟัลท์เพิ่มลงขณะทำการ การใช้สารปรับสภาพแอสฟัลท์เพิ่มลงขณะทำการ และการใช้วัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่เททับในขบวนการ ในการเททับด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ สามารถแยกขบวนการออกได้เป็นขั้นตอนดังนี้ คือ (1) เตาเผาไหม้ขนาดใหญ่ที่จะให้ความร้อนต่อผิวจราจรเพื่อทำให้แอสฟัลท์ในผิวจราจรเดิมอ่อนตัวลง (2) ใช้ฟันของเครื่องมือขูดผิวจราจรที่อ่อนตัวเนื่องจากความร้อนต่อเนื่องกัน (3) ทำการบดอัดผิวจราจรใหม่ (4) เติมสารปรับสภาพลงในผิวจราจรที่ได้ทำการบดอัดใหม่ (5) เทแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (6) ทำการบดอัดผิวจราจรให้เกิดการยึดเกาะของโครงสร้างผิวจราจรเก่าและวัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่

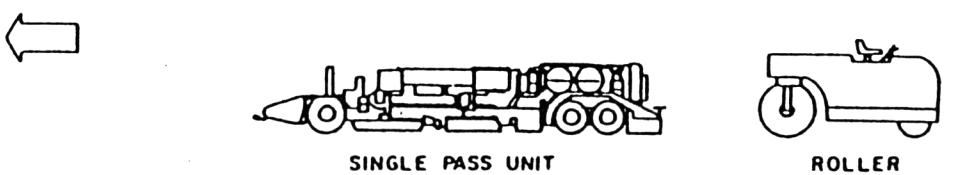
วิธีการ Heater-scarification เหมาะสำหรับผิวจราจรดังนี้คือ (1) การขูดลอกผิวจราจรที่ไม่เสถียรภาพและมีปัญหาของความต้านทานการลื่นไถลโดยการเพิ่มวัสดุมวลรวมใช้ในวิธีการ (2) แก้ไขปัญหาของร่องรอยของล้อยวดยาน (Rutting) (3) แก้ไขการแตกร้าวของผิวจราจรทั้งแนวยาวและแนวขวาง Reflection cracking และปรับสภาพผิวจราจรที่ใช้งานมานาน (4) สร้างแรงยึดเกาะระหว่างผิวจราจรเก่าและวัสดุผิวจราจรใหม่ที่ใช้เททับผิวหน้า รูปที่ 2-7 แสดงแผนภูมิของวิธีการที่ใช้การ Heater-planing และ Heater scarifying



a. PROCEDURE UTILIZING ROLLING PRIOR TO DISTRIBUTION OF ASPHALT AND/OR MODIFIER

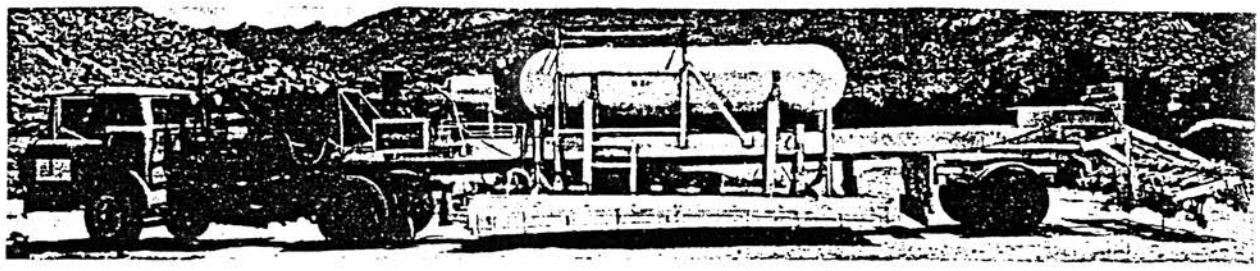


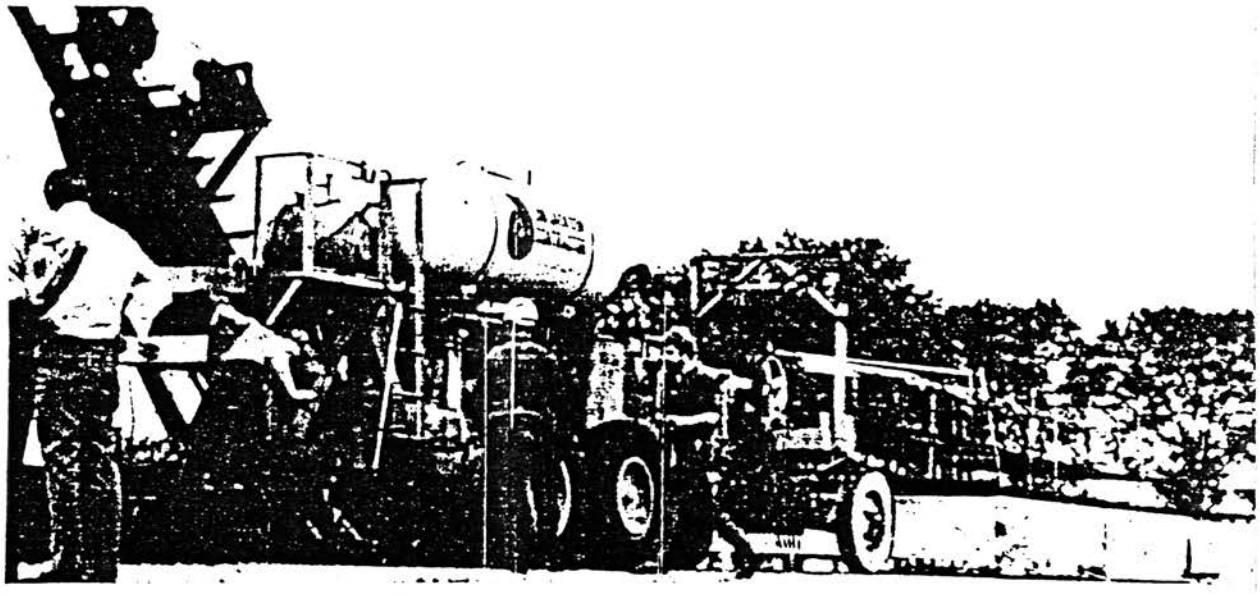
b. PROCEDURE WITHOUT ROLLING PRIOR TO DISTRIBUTION OF ASPHALT AND/OR MODIFIER

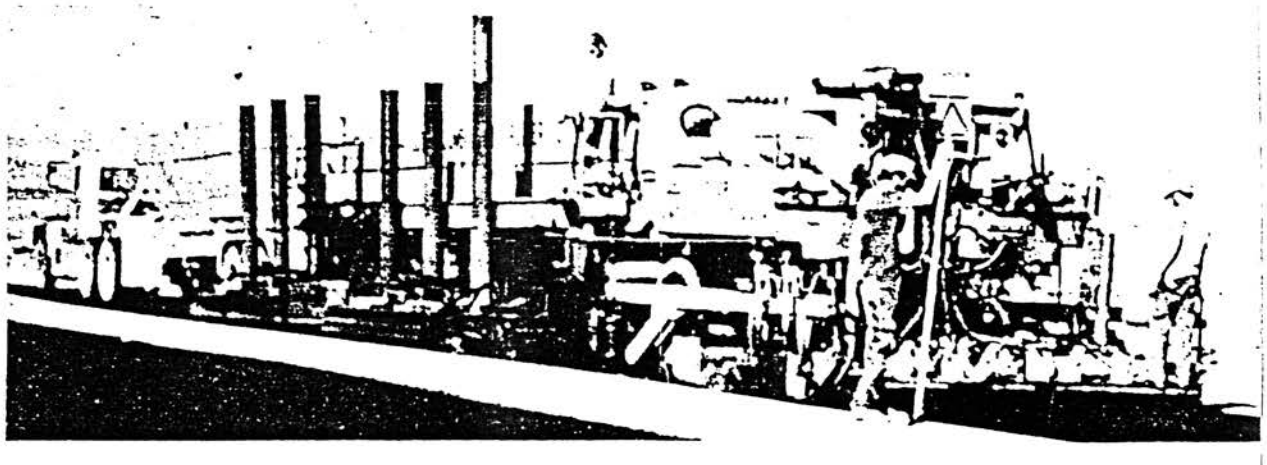


c. PROCEDURE UTILIZING SINGLE UNIT TO HEAT, SCARIFY, ADD ADDITIONAL ASPHALT AND/OR MODIFIER AND NEW ASPHALT CONCRETE.

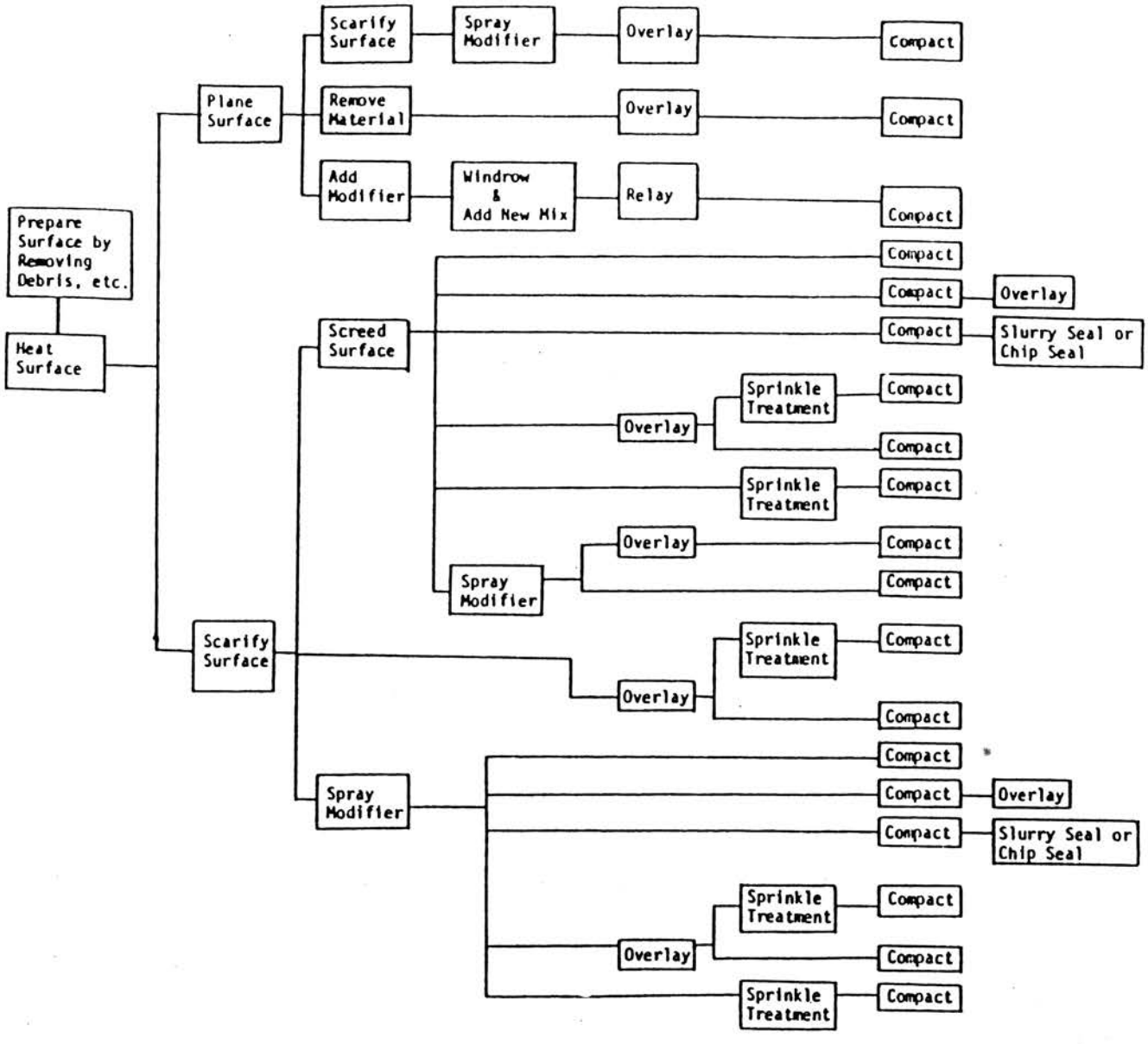
รูปที่ 2-6 เครื่องมือและเครื่องจักรกลในการใช้ Heater scarifier







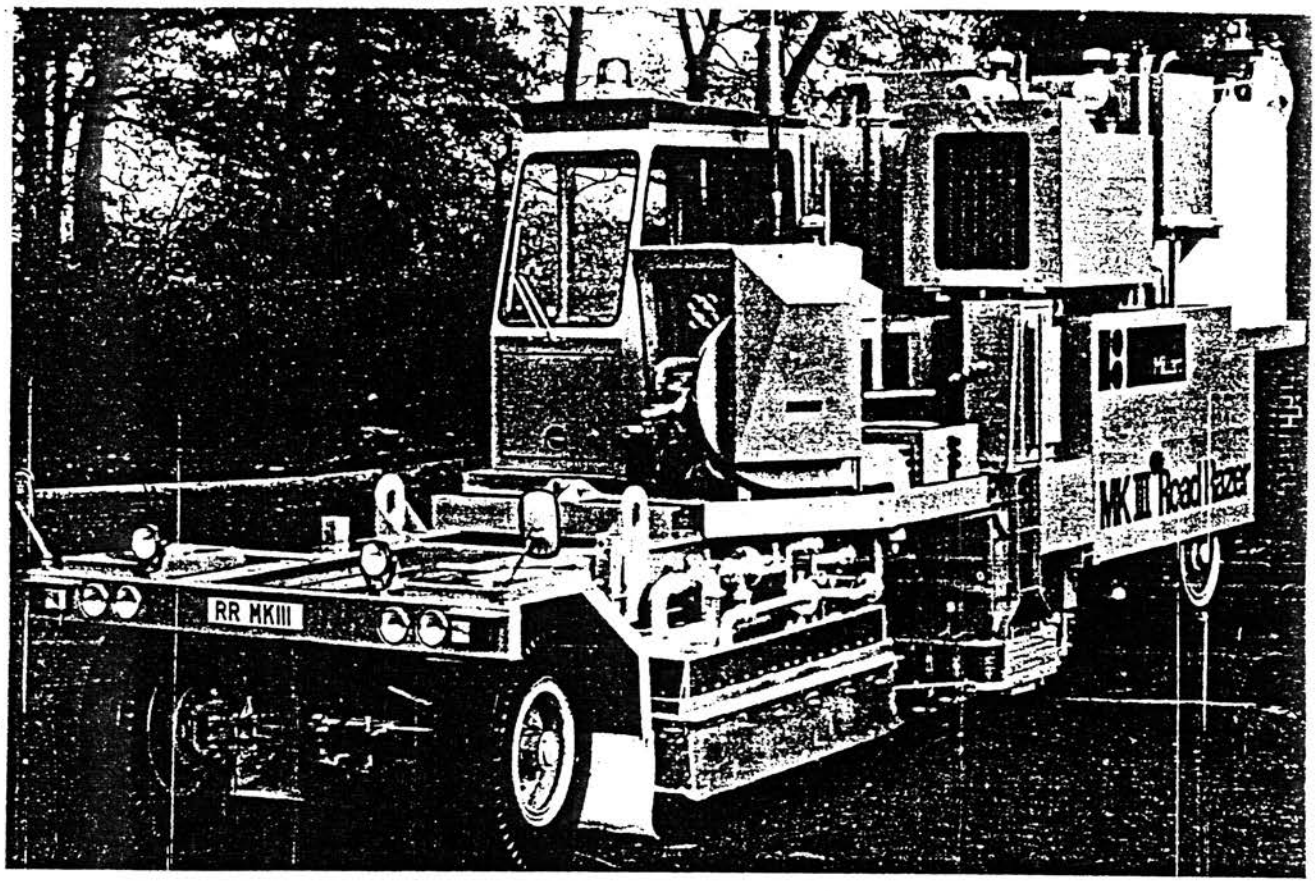
รูปที่ 2-6 (ต่อ) ภาพแสดงเครื่องมือของ Heater scarifier

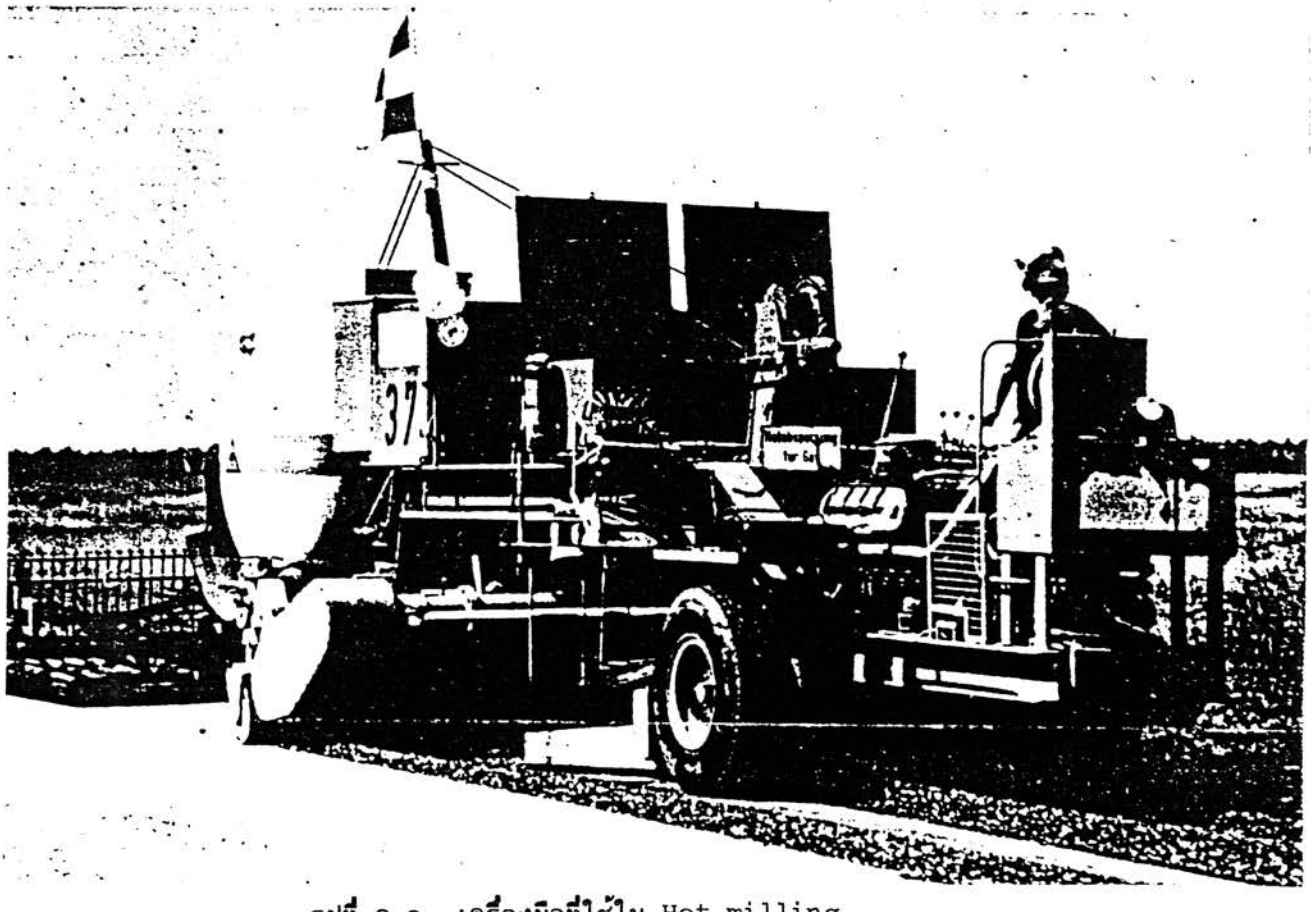


รูปที่ 2-7 แผนภูมิของวิธีการที่ใช้ในการ Heater planer และ Heater scarifier

Hot Milling วิธีการนี้ไม่ค่อยนิยมใช้ในสหรัฐอเมริกา[6] เนื่องจากขบวนการของเครื่องมือนี้มีขอบเขตจำกัด อย่างไรก็ตาม จุดประสงค์ของเครื่องมือนี้จะเป็นเช่นเดียวกับที่จะกล่าวในส่วนของ Cold milling รูปที่ 2-8 แสดงถึงเครื่องมือของ Hot milling

Cold Planing วิธีการนี้มักจะทำช่วงฤดูร้อน จุดประสงค์ของวิธีการนี้เพื่อขจัดวัสดุที่เกิดรอยแตกร้าวและไม่เสถียรภาพ ลดจำนวนของร่องรอยที่เกิดจากล้อของยวดยาน (Rutting) และขุดลอกเอาวัสดุที่เกิดจากการปูทับ (Chip seals or slurry seals) จาก



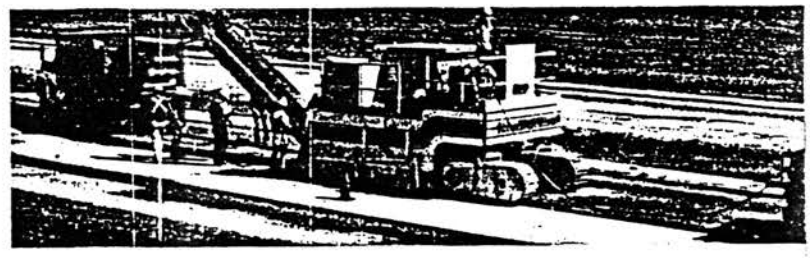


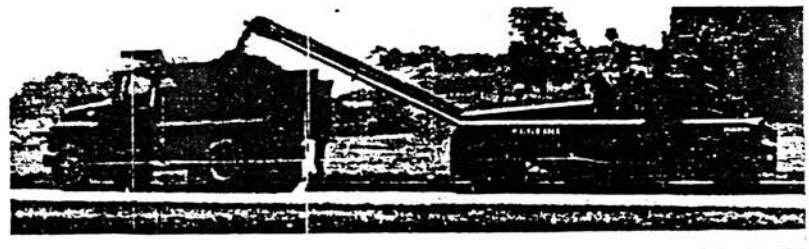
รูปที่ 2-8 เครื่องมือที่ใช้ใน Hot milling

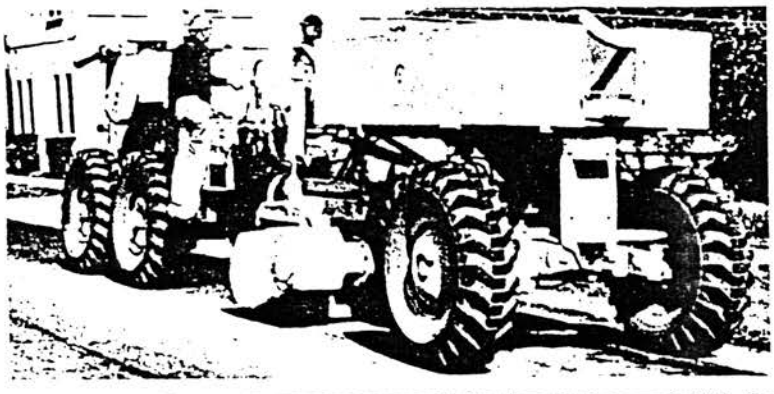
การออกแบบและก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม การใช้วิธีการนี้ยังไม่ดีพอเมื่อเทียบกับ Heater planer เครื่องมือของ Cold planing จะเป็นส่วนของการปรับแนวระดับ (Grader) ซึ่งมีแผ่นหรือใบมีดที่ทำจากเหล็กที่แข็งมาก การปฏิบัติด้วยเครื่องมือนี้ใช้ในการซ่อมแซมและขุดลอกเอาวัสดุเพื่อนำมาปรับสภาพนำไปใช้งานใหม่

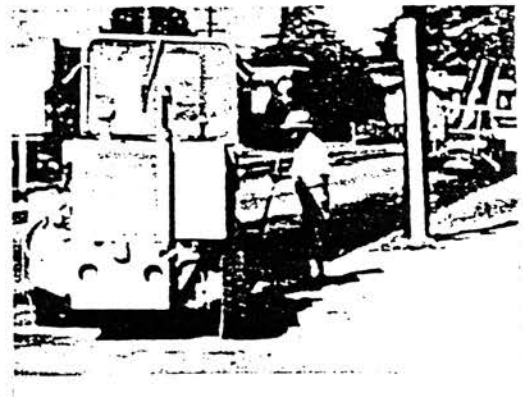
Cold Milling เครื่องมือในวิธีการนี้สามารถใช้กับผิวจราจรทั้งแอสฟัลท์ติคคอนกรีตและผิวจราจรปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต จุดประสงค์ของวิธีการ Cold milling เพื่อนำเอาวัสดุผิวจราจรที่เกิดความเสียหายออก วัสดุที่ขุดลอกจากผิวจราจรโดยวิธีนี้สามารถนำไปใช้เป็นชั้นพื้นทาง หรือนำมาใช้เป็นชั้นผิวทางได้อีก และอาจนำไปใช้เป็นวิธีการปรับสภาพในสนามหรือการปรับสภาพภายในโรงงานได้เช่นกัน ความเสียหายของผิวจราจรที่สามารถใช้ Cold milling ได้แก่ Rutting, raveling, flushing และ corrugations ที่เกิดในผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีต การใช้วิธีการนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของความเสียหายรวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ด้วย การปฏิบัติโดยใช้วิธีการนี้จะใช้ในการซ่อมแซมปรับปรุงความสะดวกสบายในการขับขี่ การปรับปรุงความต้านทานการลื่นไถลของผิวจราจรและเตรียมการก่อนการปูทับด้วยวัสดุใหม่ (Overlay) การใช้วิธีขุดเจาะผิวจราจรสามารถปรับปรุงผิวของถนน (Surface texture) และบดผิวของวัสดุมวลรวม การปรับปรุงผิวของถนน (Macrotexture) และการบดผิวของวัสดุมวลรวม (Microtexture) จะสร้างแรงเสียดทานได้ดีขึ้น นอกจากนี้ การขุดเจาะจะสร้างและปรับปรุงแรงยึดเกาะหรือกำลังแรงเฉือนระหว่างผิวจราจรเก่าและวัสดุใหม่ได้ดียิ่งขึ้น รูปที่ 2-9 แสดงถึงเครื่องมือในวิธีการนี้

การขุดผิวจราจร (Surface Milling and Grinding) เครื่องมือที่ใช้สามารถจะขุดลอกวัสดุที่มีความลึกมากกว่า 1 นิ้วได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการปรับสภาพในสนามและการปรับสภาพในโรงงาน เครื่องมือนี้สามารถขุดได้ลึกถึง 5 นิ้ว และความกว้างได้ถึง 12 ฟุต ใน Hot milling จะมีส่วนของความร้อนให้แก่ผิวจราจรก่อนทำการขุดลอก ผิวจราจรที่ใช้วิธีการนี้เหมาะสำหรับ (1) ขุดลอกเอาวัสดุที่ไม่เสถียรภาพออก (2) แก้ไขปัญหาของการลื่นไถลได้แก่ Bleeding cross slopes และ macrotexture (3) ขุดลอกผิวที่ไม่คงทนเนื่องจากการพองตัวของดินใต้ผิวจราจรและการแข็งตัวของน้ำในฤดูหนาว (4) ขุดลอกวัสดุผิวจราจรเก่าเพื่อปรับระดับในการเททับวัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่กับทางระบายน้ำและคอต่อของสะพาน (5) ปรับปรุง









รูปที่ 2-9 ภาพแสดงถึงเครื่องมือที่ใช้ใน Cold milling

แรงยึดเกาะระหว่างผิวจราจรเก่าและผิวจราจรใหม่

เครื่องมือและวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้ว ในการปรับสภาพเฉพาะผิวบน อาจจะนำเป็นวิธีการส่วนหนึ่งหรือใช้เครื่องมือเหล่านี้ในการปรับสภาพในสนามหรือการขุดลอกวัสดุที่จะนำไปปรับสภาพในโรงงานก็ได้ วิธีการปรับสภาพเฉพาะผิวบน อาจแบ่งได้ตามลักษณะของการใช้เครื่องมือ การเพิ่มวัสดุ (ดูตารางที่ 2-1)[6] ได้ดังต่อไปนี้

Heater Planer Without Additional Aggregates (A1) การปฏิบัติเกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อนและการตัดผิวจราจร เพื่อให้เรียบรวมถึงการควบคุมการจราจร การทำแต่ละครั้งจะตัดผิวจราจรได้ลึกเพียง 3/4 นิ้ว ดังนั้นผิวจราจรบางแห่งอาจจะต้องกระทำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ถนนได้ระดับตามที่ต้องการ

Heater Planer with Additional Aggregates (A2) การปฏิบัติในวิธีการนี้อาจจะเกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อนเพื่อตัดผิวจราจรให้เรียบก่อนที่จะปูด้วยวัสดุมวลรวมที่มีความต้านทานต่อการลื่นไถล วัสดุมวลรวมเหล่านี้จะปูกระจายบนผิวจราจรด้วยอัตราประมาณ 1 ลูกบาศก์หลาของวัสดุมวลรวมต่อ 250 ตารางหลาของพื้นที่ผิวจราจร หลังจากปูวัสดุมวลรวมแล้ว ส่วนของเครื่องจักรกลที่ให้ความร้อนจะให้ความร้อนแก่วัสดุมวลรวมและผิวจราจร เดิมที่ความลึกเพียงพอที่จะให้วัสดุมวลรวมจมลงในผิวจราจร ต่อจากส่วนของการให้ความร้อนจะต่อด้วยการอัดผิวจราจรทันที เพื่อที่จะกดหินให้แน่นลงกับผิวที่ถูกความร้อน

Heater Scarify (A3) การปฏิบัติด้วยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อนและการขุดผิวจราจรแอสฟัลท์ วิธีการอาจจะรวมถึงการเพิ่มแอสฟัลท์และ/หรือ สารที่ใช้ปรับสภาพแอสฟัลท์เก่า รูปแบบต่าง ๆ ได้แสดงดังรูปที่ 2-7 การขุดผิวจราจรจะมีขอบเขตที่ความลึก 3/4 นิ้ว ถึง 1 นิ้วในการกระทำแต่ละครั้ง

Heater Scarify Plus Thin Overlay or Aggregate (A4) การปฏิบัติด้วยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการขุดผิวจราจรแอสฟัลท์และตามด้วยการเพิ่มวัสดุมวลรวมที่มีความต้านทานต่อการลื่นไถลหรือตามด้วยการปูทับด้วยแอสฟัลท์ติดคอนกรีตบาง ๆ (Slurry seal, chip seal) การทำวิธีการนี้อาจเกี่ยวข้องกับการผสมวัสดุแอสฟัลท์ติดคอนกรีตเก่ากับของใหม่และ/หรือกับวัสดุมวลรวม และ/หรือกับสารปรับสภาพ รูปแบบต่าง ๆ ของวิธีการนี้ได้แสดงดังรูปที่ 2-7

Heater Scarify Plus Thick Overlay (A5) การปฏิบัติด้วยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการขุดผิวจราจรแอสฟัลท์และตามด้วยการเพิ่มส่วนผสมของแอสฟัลท์ติคคอนกรีต การทำในวิธีการนี้อาจเกี่ยวข้องกับการผสมวัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตเก่ากับของใหม่ และ/หรือกับวัสดุมวลรวม และ/หรือกับสารปรับสภาพ รูปแบบต่าง ๆ ของวิธีการนี้ได้แสดงดังรูปที่ 2-7

Surface Milling (A6) การปฏิบัติด้วยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการขุดลอกวัสดุผิวจราจรออกโดยวิธี Hot milling, cold milling หรือ Cold planing ความลึกของการขุดลอกแตกต่างกันออกไปและอาจจะลึกถึง 4 นิ้ว ในการกระทำแต่ละครั้ง วัสดุที่ขุดลอกจะนำออกจากบริเวณที่ก่อสร้าง

Surface Milling Plus Thin Overlay (A7) การปฏิบัติการด้วยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการขุดลอกเอาวัสดุผิวจราจรออกด้วยวิธี Hot milling, cold milling หรือ Cold planing และเพิ่มการปูทับด้วยส่วนผสมของแอสฟัลท์ติคคอนกรีตบาง ๆ (Slurry seal หรือ chip seal) วัสดุที่ใช้ในการปูทับอาจจะเป็นแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ หรือส่วนผสมที่ได้เตรียมจากการขุดลอกหรือทำการปรับสภาพแล้ว

Surface Milling Plus Thick Overlay (A8) การปฏิบัติด้วยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการขุดลอกผิวจราจรออกด้วยวิธี Hot milling, cold milling หรือ Cold planing และเพิ่มการปูทับด้วยส่วนผสมของแอสฟัลท์ติคคอนกรีตหนา วัสดุที่ใช้สำหรับการปูทับอาจจะเป็นส่วนผสมแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ หรือส่วนผสมที่ได้เตรียมจากการขุดลอกหรือทำการปรับสภาพแล้ว

2.3.2 การปรับสภาพในสนาม (In-place Recycling)

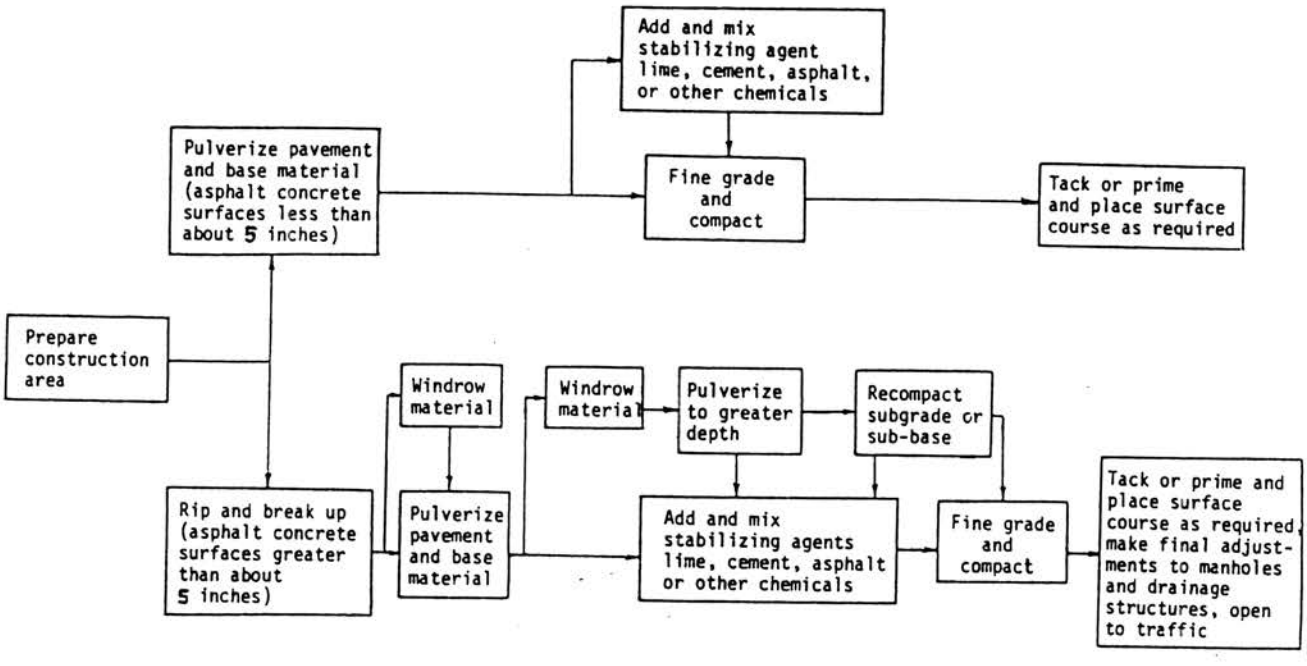
วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตในสนามได้มีการกระทำมานาน โดยการใช้เครื่องมือการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป เช่น รถขุด รถบดถนน[7] เพื่อที่จะตัดหรือทำให้ผิวจราจรเก่าแตกออกจากถนนเดิมและนำมาผสมใหม่เพื่อจัดเป็นชั้นโครงสร้างผิวจราจร

ขึ้นใหม่ วัสดุที่ใช้ในการผสมเพื่อสร้างความเสถียรภาพได้แก่ ปูนขาว (Lime) ปูนซีเมนต์ แอสฟัลท์ และสารเคมีอื่น ๆ ใช้ร่วมอยู่ในขบวนการเหล่านี้[6] ความแตกต่างในวิธีการขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ[8] ได้แก่

1. ความหนาของผิวจราจรที่ต้องการปรับปรุงและความหนาของผิวจราจรเดิมทั้งหมด
2. ความต้องการปรับปรุงซ่อมแซมขั้นพื้นฐานร่วมด้วยหรือไม่
3. ชนิดของตัวประสานใหม่ที่ใช้ในการผสม
4. การเพิ่มวัสดุมวลรวมใหม่ในการผสม
5. ระดับความต้องการในการปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจร
6. การจะใช้วัสดุที่ทำการผสมเพื่อเป็นชั้นผิวทาง พื้นทางหรือชั้นรองพื้นทาง

แนวทางพื้นฐานของการปรับสภาพผิวจราจรในสนามมีอยู่ 2 แนวทาง[6] ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของผิวจราจรที่ต้องการจะปรับปรุงและความหนาของผิวจราจรทั้งหมด โดยที่ถ้าความหนาของผิวจราจร ประมาณ 5 นิ้ว (125 มม.) หรือน้อยกว่า เครื่องมือที่ใช้ในการบดผิวจราจรเดิมให้แตกสามารถกระทำได้ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องขุดหรือทุบผิวจราจรให้แตกเริ่มแรกก่อน แต่ถ้าผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตมีความหนามากกว่า 5 นิ้ว (125 มม.) ขึ้นไป จะต้องใช้เครื่องจักรที่มีฟันขุดผิวจราจรให้แตกออกเริ่มแรกเสียก่อน หลังจากนั้นจึงใช้เครื่องมือหนักเพิ่มในการบดผิวจราจรให้แตกออก รูปที่ 2-10 แสดงถึงแนวทางพื้นฐานทั้ง 2 ในการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรในสนาม

ประโยชน์ที่สำคัญของการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรในสนาม คือความสามารถในการปรับปรุงการรับน้ำหนักของการจราจรโดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของรูปเรขาคณิตทั้งแนวราบและแนวดิ่ง (Horizontal and vertical geometry) ของถนน ประโยชน์อื่น ๆ ได้แก่ ความสามารถในการปรับปรุงซ่อมแซมความเสียหายของผิวจราจรได้เกือบทุก ๆ ชนิด ลดการแตก



รูปที่ 2-10 แนวทางในการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรในสนาม

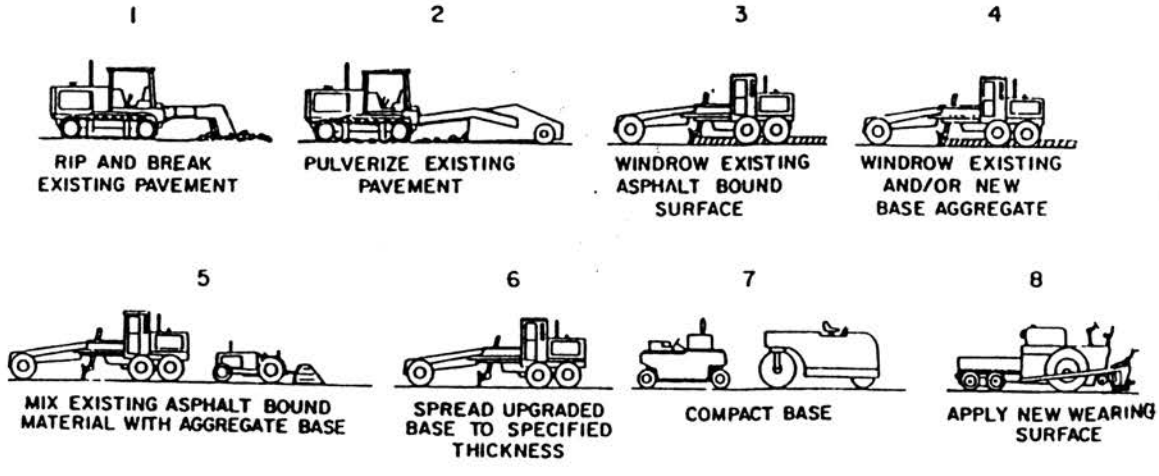
ร้าวของการสะท้อนจากน้ำหนักการจราจร (Reflection cracking) ปรับปรุงความต้านทานในการลื่นไถลและปรับปรุงความสะดวกสบายในการขับขี่

ข้อเสียของการปรับสภาพวัสดุในสนามได้แก่ การควบคุมคุณภาพไม่ดีเท่ากับการปรับสภาพวัสดุในโรงงาน และในการก่อสร้างในสนามทำให้เกิดการรบกวนการจราจรบนถนนระหว่างการซ่อมแซม อย่างไรก็ตาม การปรับสภาพในสนามช่วยในการประหยัดค่าขนส่งวัสดุมากกว่าการปรับสภาพในโรงงาน

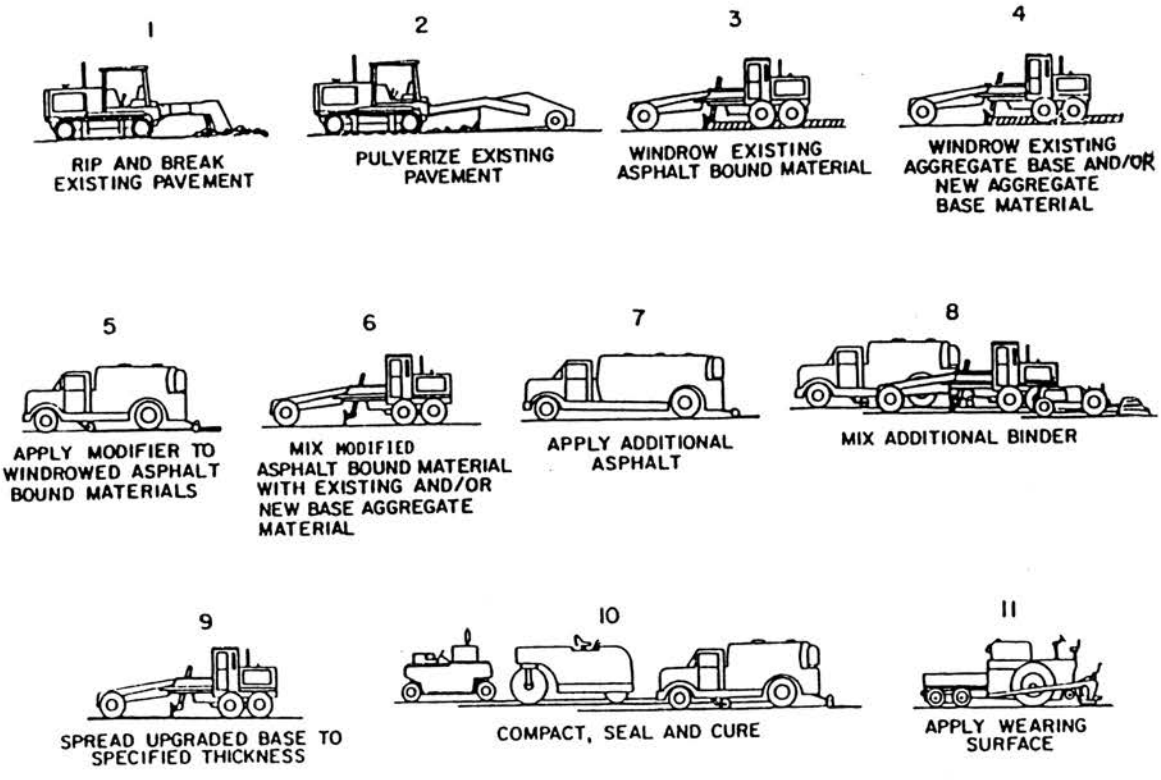
เครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพในสนาม สามารถใช้เครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินให้เกิดความเสถียรในสนาม (In-place stabilisation)[8] หรือเครื่องมือทั่ว ๆ ไป เช่น rollers, bulldozers, scarifiers, planers, milling machines, rotary mixers, motor graders, window devices, power brooms, self-propelled vibratory or steel-tyr d tandem และ pneumatic-tyred rollers, pressure distributors, water distributors และเครื่องมือชนิดอื่น ๆ เพื่อที่จะทำให้ผิวจราจรเดิมแตกออก ทำการผสมกับวัสดุอื่น ๆ ที่ได้ออกแบบและนำกลับไปปูและบดอัดบนถนนต่อไป

เครื่องมือต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาปรับปรุงให้ใช้ในการปรับสภาพในสนามโดยเฉพาะเพื่อที่จะบดวัสดุผิวจราจรเดิมให้แตกออก รวมถึงการใช้วัสดุที่ช่วยในการปรับสภาพวัสดุให้มีความเสถียรภาพมากขึ้นในขบวนกรรมวิธีเพื่อให้ได้วัสดุมีคุณภาพมากขึ้น ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้นอกเหนือจากการปรับปรุงคุณภาพดินให้เกิดความเสถียรในสนามได้แก่ designed pulverizers, hammer mills หรือ cold-milling machines ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ต้องการกำลังและมีส่วนที่ต้านทานการสึกหรอสูงมากกว่าเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน[6]

รูปที่ 2-11 แสดงถึงเครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพในสนามโดยที่ไม่ได้ใช้สารเพิ่มเสถียรภาพ เช่นปูนขาว ซีเมนต์หรือแอสฟัลท์ เพิ่มลงในวัสดุเดิม ในรูปที่ 2-12 แสดงถึงเครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพในสนามโดยใช้สารเพิ่มเสถียรภาพ เพิ่มลงในวัสดุด้วย วิธีการปรับสภาพในสนามขึ้นอยู่กับความหนาของผิวจราจรที่ต้องการปรับสภาพด้วย ดังแสดงแผนภูมิในรูปที่ 2-10 สำหรับผิวจราจรที่มีความหนาไม่เกินกว่า 5 นิ้ว ขั้นตอนที่ 1 ในรูปที่ 2-11 และ 2-12 อาจไม่จำเป็นต้องกระทำก็ได้ ส่วนในกรณีที่ใช้สารเพิ่มเสถียรภาพวัสดุ เช่นปูนขาวหรือซีเมนต์ ขั้นตอนที่ 5, 6 และ 7 ในรูปที่ 2-12 จะใช้ขั้นตอนของการผสมด้วยปูนขาวหรือซีเมนต์ในวัสดุแทนการกระทำดังรูปที่ 2-11 และ 2-12 จะเป็นการปรับสภาพของชั้นพื้นทางร่วมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์มากที่จะทำให้ถนนสามารถรับน้ำหนักการจราจรมากขึ้นเป็นการประหยัดโดยไม่จำเป็นต้องมีชั้นผิวทางหนามาก รูปที่ 2-13 เป็นเครื่องมือในการปรับสภาพในสนาม



รูปที่ 2-11 ชนิดของการปรับสภาพในสนามที่ไม่ใช้สารเพิ่มเสถียรภาพวัสดุ เพิ่มลงในวัสดุ

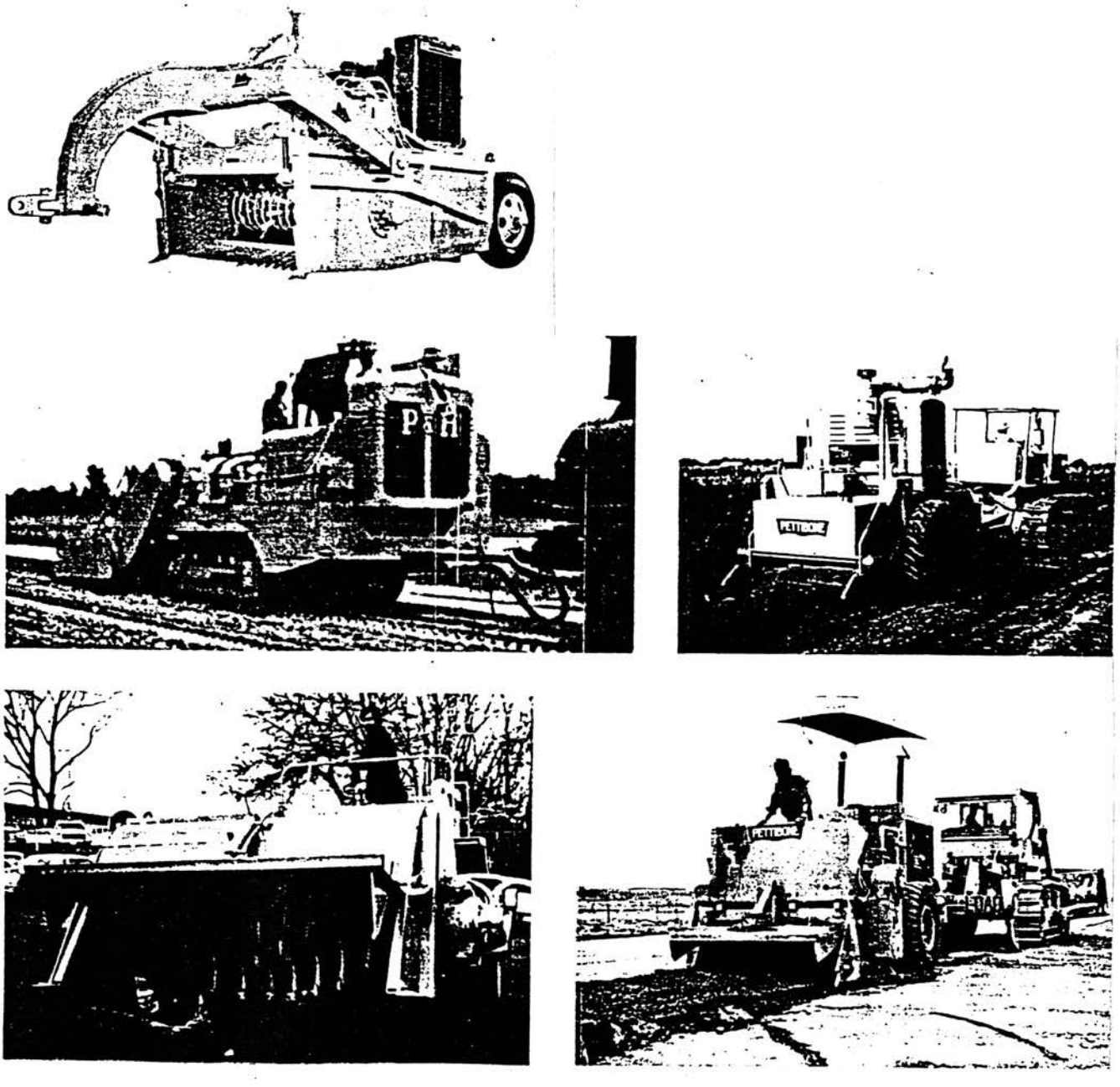


รูปที่ 2-12 ชนิดของการปรับสภาพในสนามที่ใช้สารเพิ่มเสถียรภาพวัสดุ เพิ่มลงในวัสดุ

เช่นเดียวกับการปรับสภาพเฉพาะผิวบน ในการปรับสภาพในสนาม อาจแบ่งได้ตามลักษณะของการใช้เครื่องมือ การเพิ่มวัสดุ ระดับความต้องการในการปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจร (ดูตารางที่ 2-1)[6] ดังต่อไปนี้

Minor Structural Improvement Without New Binder (B1) การปฏิบัติโดยวิธีนี้เกี่ยวข้องกับการปรับแนวผิวจราจรโดยไม่ใช้ความร้อนหรือตัดและบดวัสดุผิวจราจรเก่าที่มีความหนาไม่เกินกว่า 5 นิ้ว และนำมาผสมรวมกับชั้นพื้นทางหรือชั้นรองพื้นทางเพื่อให้ได้ชั้นผิวจราจรขึ้นมาใหม่ การบดหรือตัดผิวจราจรที่บาง ไม่จำเป็นต้องทำการขุดลอกหรือทำให้แตกก่อนและสามารถทำโดยการใช้เครื่องมือในการบดวัสดุพิเศษเพียงอย่างเดียวก็พอเพียง

Minor Structural Improvement With New Binder (B2) การปฏิบัติโดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการบดหรือตัดวัสดุผิวจราจรเก่าที่มีความหนาไม่เกินกว่า 5 นิ้ว และติดตามด้วยการเติมตัวประสานใหม่หรือสารปรับสภาพวัสดุผิวจราจรหรือผสมรวมกับชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทาง



รูปที่ 2-13 เครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรในสนาม

สารที่ใช้เพิ่มเสถียรภาพวัสดุ เช่นปูนขาว ซีเมนต์ แอสฟัลท์ อาจนำมาใช้เพื่อให้ได้ชั้นผิวจราจรที่ดีขึ้นหรือแข็งแรงขึ้น การบดวัสดุผิวจราจรชั้นบาง ๆ ไม่จำเป็นต้องทำการขุดลอกหรือทำให้ผิวจราจรแตกก่อน และสามารถใช้เครื่องมือในการบดผิวจราจรพิเศษเพียงอย่างเดียวก็พอเพียง

Major Structural Improvement Without New Binder (B3) การปฏิบัติโดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการบดหรือตัดผิวจราจรเก่าที่มีความหนาไม่เกิน 5 นิ้ว และทำการผสมกับวัสดุในชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทาง เพื่อให้ได้ชั้นของผิวจราจรขึ้นใหม่ การบดผิวจราจรชั้นบาง ๆ ไม่จำเป็นต้องทำการขุดลอกหรือทำให้ผิวจราจรแตกก่อนและสามารถใช้เครื่องมือในการบดผิวจราจรพิเศษเพียงอย่างเดียวก็พอเพียง การปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจรสามารถทำได้โดยการเพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือการเพิ่มการปูทับด้วยวัสดุผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay)

Major Structural Improvement With New Binder (B4) การปฏิบัติโดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการบดหรือตัดผิวจราจรเก่าที่มีความหนาไม่เกิน 5 นิ้ว และติดตามด้วยการเติมตัวประสานใหม่ หรือสารปรับสภาพวัสดุผิวจราจรและผสมรวมกับชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทาง สารที่ใช้เพิ่มเสถียรภาพวัสดุ เช่น ปูนขาว ซีเมนต์ แอสฟัลท์ อาจนำมาใช้เพื่อให้ได้ผิวจราจรที่ดีขึ้นหรือแข็งแรงขึ้น การบดผิวจราจรชั้นบาง ๆ ไม่จำเป็นต้องทำการขุดลอกหรือทำให้ผิวจราจรแตกก่อน และสามารถใช้เครื่องมือในการบดผิวจราจรพิเศษเพียงอย่างเดียวก็พอเพียง การปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจรสามารถทำได้โดยการเพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือการเพิ่มการปูทับด้วยวัสดุผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay)

Minor Structural Improvement Without New Binder (B5) การปฏิบัติโดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการตัดหรือบดผิวจราจรเก่าที่มีความหนาเกินกว่า 5 นิ้ว และผสมกับวัสดุชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทาง เพื่อให้ได้ชั้นของผิวจราจรใหม่ การขุดลอกหรือทำให้ผิวจราจรแตกก่อนเริ่มแรกก่อนทำการบดผิวจราจร จำเป็นสำหรับผิวจราจรชั้นหนา ๆ

Minor Structural Improvement With New Binder (B6) การปฏิบัติโดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการตัดหรือบดผิวจราจรเก่าที่มีความหนาเกินกว่า 5 นิ้ว และติดตามด้วยการเติมตัวประสานใหม่หรือสารปรับสภาพวัสดุผิวจราจรและผสมรวมกับวัสดุชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทางเพื่อให้ได้ชั้นของผิวจราจรใหม่ สารที่ใช้เพิ่มเสถียรภาพวัสดุ เช่น ปูนขาว ซีเมนต์ แอสฟัลท์ อาจจะนำมาใช้เพื่อให้ได้ชั้นผิวจราจรที่ดีขึ้นหรือแข็งแรงขึ้น การขุดลอกหรือทำให้ผิวจราจรแตกเริ่มแรกก่อนทำการบดผิวจราจร จำเป็นสำหรับชั้นผิวจราจรหนา ๆ

Major Structural Improvement Without New Binder (B7) การปฏิบัติโดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการตัดหรือบดผิวจราจรเก่าที่มีความหนาเกินกว่า 5 นิ้วและผสมกับวัสดุชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทาง เพื่อให้ได้ชั้นของผิวจราจรใหม่ การขุดลอกหรือทำให้ผิวจราจรแตกเริ่มแรกก่อนทำการบดผิวจราจร จำเป็นสำหรับชั้นผิวจราจรหนา ๆ การปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจรสามารถทำได้โดยการเพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือเพิ่มการปูทับด้วยวัสดุผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay)

Major Structural Improvement With New Binder (B8) การปฏิบัติโดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการตัดหรือบดวัสดุผิวจราจรเก่าที่มีความหนาเกินกว่า 5 นิ้ว ติดตามด้วยการเติมตัวประสานใหม่ หรือสารปรับสภาพวัสดุผิวจราจร และผสมรวมกับวัสดุชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทาง เพื่อให้ได้ชั้นของผิวจราจรใหม่ สารที่ใช้เพิ่มเสถียรภาพวัสดุ เช่น ปูนขาว ซีเมนต์ และแอสฟัลท์ อาจจะนำมาใช้เพื่อให้ได้ชั้นผิวจราจรที่ดีขึ้นหรือแข็งแรงขึ้น การขุดลอกหรือทำให้ผิวจราจรแตกเริ่มแรกก่อนทำการบดผิวจราจร จำเป็นสำหรับชั้นผิวจราจรหนา ๆ การปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจรสามารถทำได้โดยการเพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือเพิ่มการปูทับด้วยวัสดุผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay)

2.3.3 การปรับสภาพภายในโรงงาน (Off-site Recycling or Central Plant Recycling)

การปรับสภาพวัสดุผิวจราจรภายในโรงงานได้มีการกระทำมาเป็นเวลานาน เพื่อนำวัสดุที่ได้หลังการปรับสภาพมาใช้เป็นพื้นทางหรือชั้นผิวทางใหม่ การปรับสภาพผิวจราจร

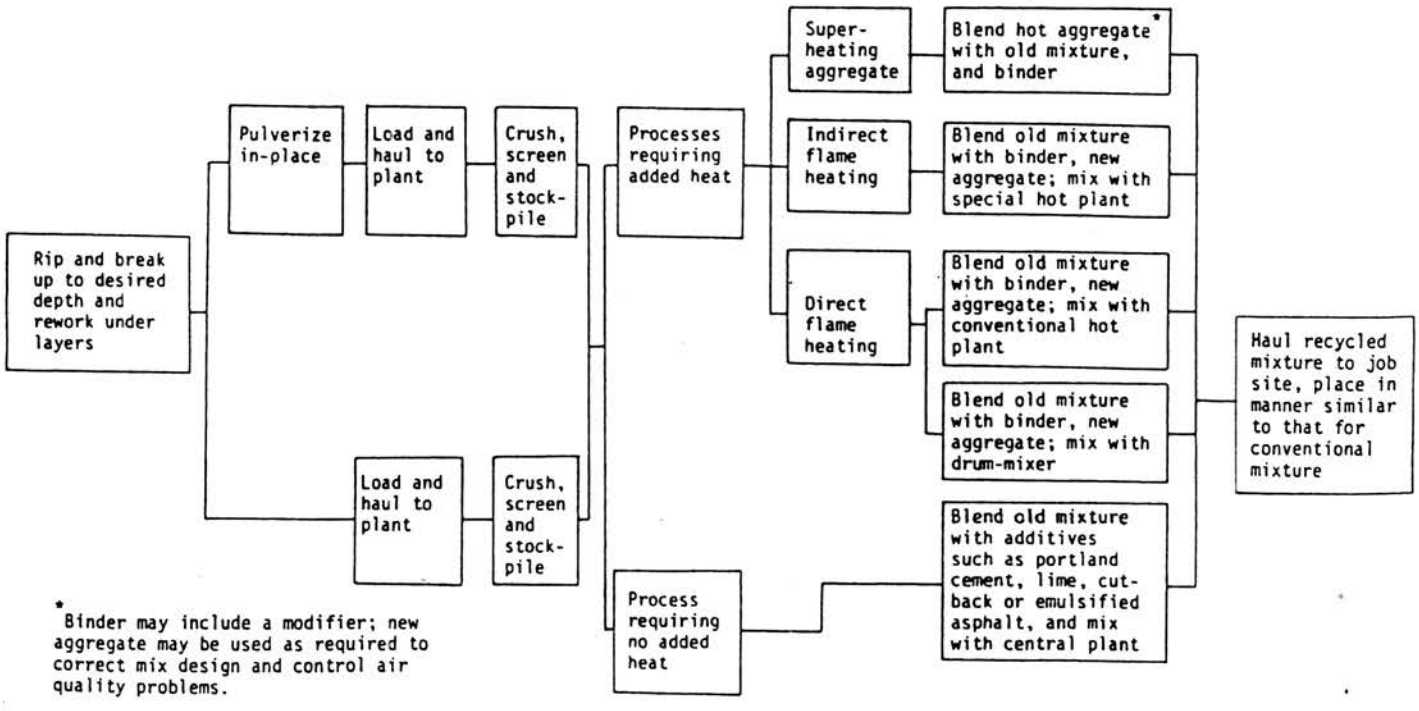
i 17613061

แอสฟัลท์ติคคอนกรีตภายในโรงงานพบเริ่มแรกเมื่อปี 1915[6] ในโรงงาน Warren Brothers แต่ยังได้มีการกระทำเพียงเล็กน้อยจนในปี 1974 เมื่อเกิดวิกฤติการณ์ทางด้านพลังงานไปทั่วโลก จึงได้เริ่มความสนใจกันใหม่ในวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรในโรงงาน จากความสนใจที่เพิ่มมากขึ้นทำให้มีการพัฒนาเครื่องมือและวิธีการในการให้ความร้อนแก่วัสดุผิวจราจรเก่า การเคลื่อนย้ายขุดลอกวัสดุเก่า และการบดขนาดของวัสดุให้ได้ขนาดตามต้องการ

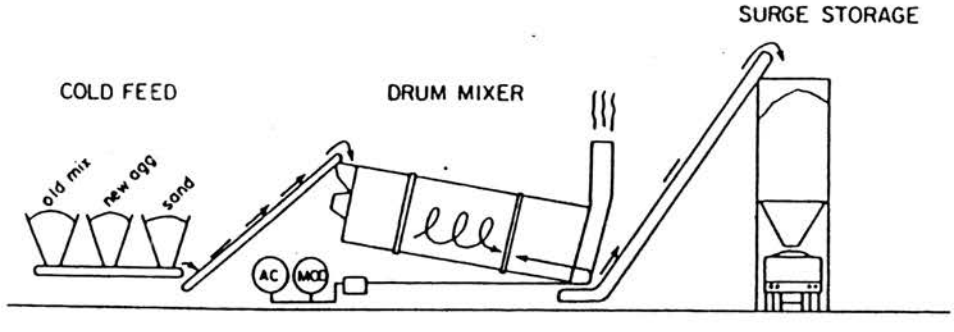
ก่อนการทำการปรับสภาพวัสดุในโรงงาน มีแนวทางในการย่อยวัสดุผิวจราจรเก่าอยู่ 2 แนวทางด้วยกันคือ การใช้เครื่องมือในการบดวัสดุในสนาม เช่นเดียวกับการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรในสนาม แล้วจึงขนวัสดุไปยังโรงงานเพื่อทำการปรับสภาพ และโดยการขุดลอกผิวจราจรเก่าออกมาก่อน แล้วจึงทำการบดหรือย่อยขนาดของวัสดุด้วยเครื่องมือที่ใช้เช่นเดียวกับวัสดุมวลรวม เครื่องมือสำหรับบดวัสดุในสนามได้แก่ Hot and cold milling machines, heater-planing equipment และ On-grade pulverizers การย่อยวัสดุอาจใช้เครื่องมือในการก่อสร้างทั่วไปเพื่อทำให้วัสดุผิวจราจรถูกการขุดลอกและบดออกให้ได้ขนาดที่ต้องการก่อนการขนไปยังโรงงาน

ขบวนการและเครื่องมือที่ใช้ในการปรับสภาพวัสดุภายในโรงงานที่ได้มีการกระทำกันอยู่ทั่วไป สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด[6] คือ (1) การให้ความร้อนโดยตรง (Direct flame heating) (2) การให้ความร้อนทางอ้อม (Indirect flame heating) (3) การทำการเผาวัสดุมวลรวม (Superheated aggregate) และ (4) ขบวนการปราศจากความร้อน (Without heat) ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 2-14

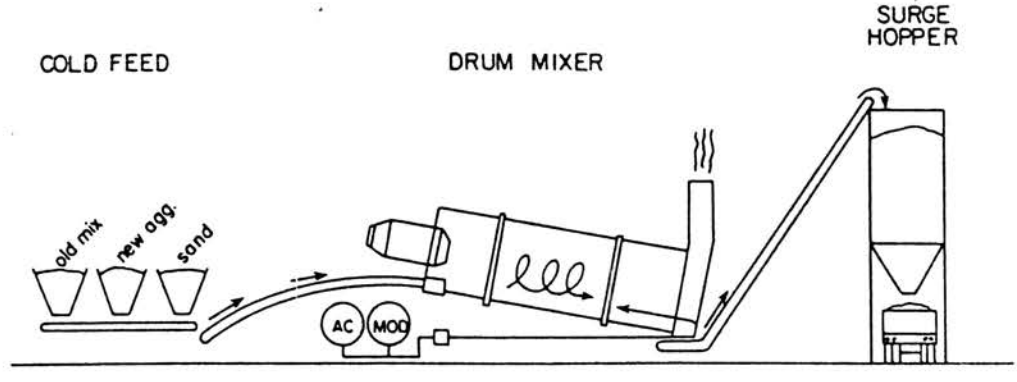
การให้ความร้อนโดยตรง (Direct flame heating) เป็นชนิดที่ผสมอยู่ในถังกลม (Drum dryer plants) หรือ Conventional batch และ continuous hot-mix plants ที่ใช้ในการผสมร้อนทั่วไป โดยที่วัสดุทุกอย่างจะถูกผสมเข้าด้วยกันในถังผสมกลมที่หมุนรอบตัวเองและให้ความร้อนที่ปลายข้างหนึ่ง โรงงานที่ใช้ถังกลมผสมมาตรฐานแสดงดังรูปที่ 2-15 ซึ่งได้ใช้กันในหลายโครงการ ปัญหาที่เกิดจากมลภาวะของอากาศถูกปรับปรุงแก้ไขในหลาย ๆ ด้าน เช่น การเพิ่มแผงกระจายความร้อน การแยกการป้อนวัสดุ การใช้ถังกลมซึ่งมีแผงกระจายความร้อนได้ถูกสร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2-16 แผงกระจายความร้อนและการเพิ่มอากาศเย็นผ่าน



รูปที่ 2-14 การปรับสภาพผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตภายในโรงงาน



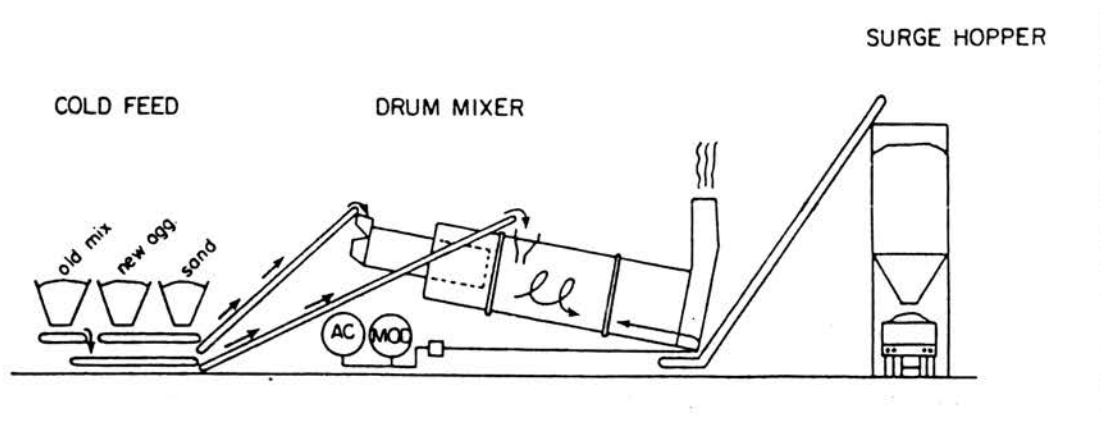
รูปที่ 2-15 โรงงานมาตรฐานของถังกลมผสม



รูปที่ 2-16 ถังกลบผสมซึ่งมีแผงกระจายความร้อน

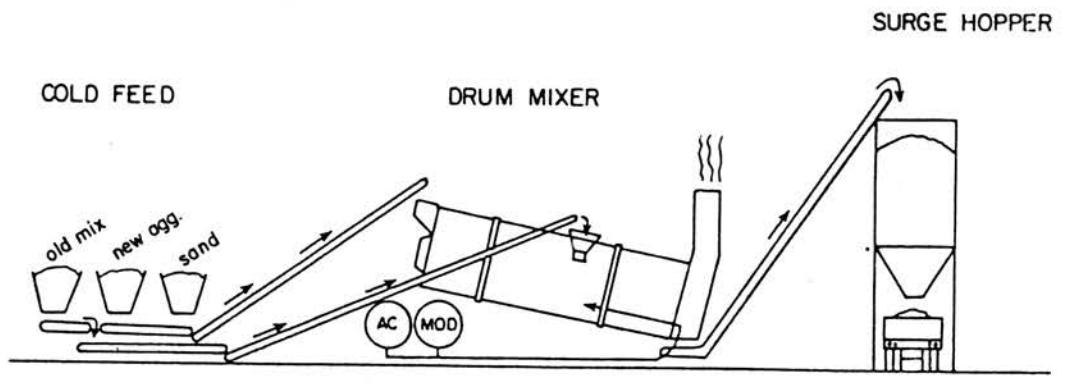
เข้าไปจะใช้ในการลดอุณหภูมิของแก๊สร้อนลงต่ำประมาณ 800 ถึง 1200 F (425 ถึง 650 C) ดังนั้นจะทำให้ลดจำนวนของควันเสียลงด้วย

เครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่ใช้ถังกลบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กติดอยู่กับปลายที่ป้อนวัสดุในถังกลบผสม โดยที่วัสดุมวลรวมใหม่จะถูกป้อนเข้าในถังกลบเล็กที่ซึ่งจะถูกความร้อนถึง 300 ถึง 500 F (150 ถึง 260 C) และวัสดุเก่าที่ต้องการปรับสภาพจะถูกป้อนเข้าในถังกลบใบนอกในช่วงป้อนวัสดุอีกทางหนึ่ง วัสดุทั้งหมดจะพบกันในส่วนในของถังกลบผสมที่ซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้น รูปที่ 2-17 แสดงถึงเครื่องมือชนิดนี้



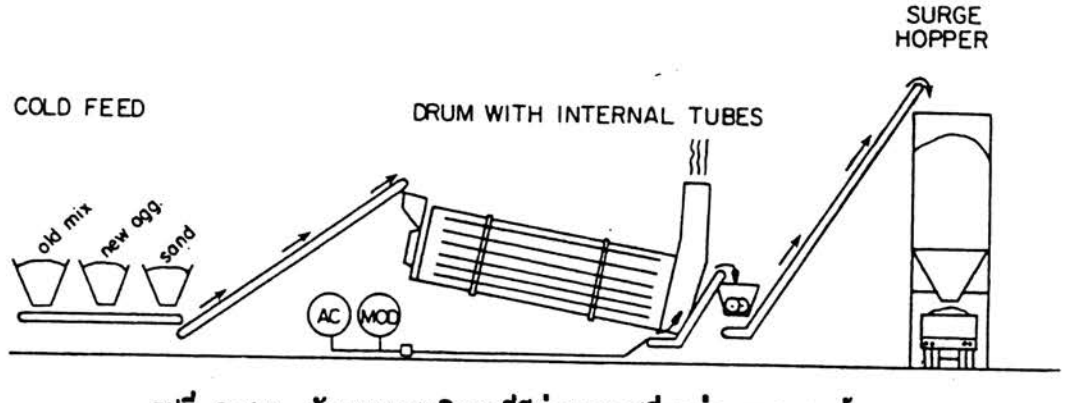
รูปที่ 2-17 ถังกลบในเล็กในถังกลบผสม

รูปที่ 2-18 แสดงถึงเครื่องมือของถังกลบผสมซึ่งแยกทางป้อนวัสดุต่าง ๆ กันนำมาใช้เป็นครั้งแรกในปี 1976[6] วัสดุมวลรวมใหม่จะถูกป้อนที่ปลายของถังกลบผสมและให้ได้รับความร้อนสูงถึง 300 ถึง 500 F (150 ถึง 260 C) ที่ประมาณกึ่งกลางของถังกลบผสม วัสดุเก่าที่จะนำมาปรับสภาพจะถูกป้อนในทางนี้และได้รับความร้อนจากแก๊สร้อนหรือจากการถ่านเทความร้อนที่เกิดจากการเผาวัสดุมวลรวมใหม่



รูปที่ 2-18 ถังกลบผสมที่แยกทางป้อนวัสดุต่าง ๆ กัน

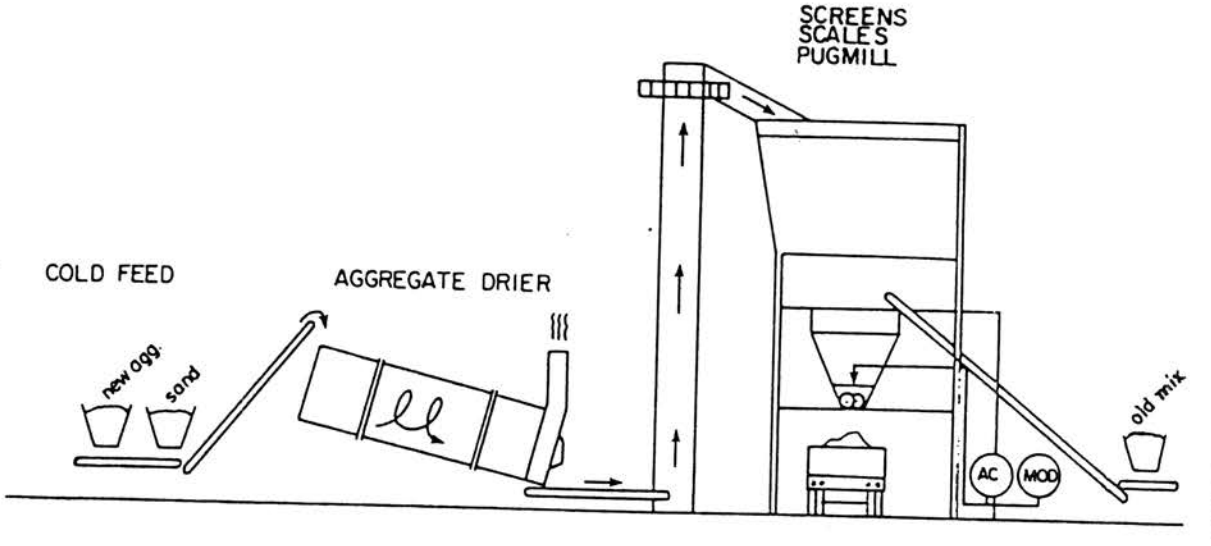
การให้ความร้อนทางอ้อม (Indirect flame heating) วิธีการนี้จะใช้เครื่องมือที่จะให้ความร้อนทางอ้อมด้วยถังกลบผสมที่มีท่อแลกเปลี่ยนถ่ายเทความร้อนพิเศษ ท่อเหล่านี้จะถ่ายเทแก๊สร้อนและป้องกันไม่ให้ส่วนผสมของผิวจราจรเก่าสัมผัสกับความร้อนโดยตรงหรือมีอุณหภูมิสูงมาก วิธีการที่ใช้ในโรงงานนี้เรียกว่า "Thermomatic plant"[7] สามารถที่จะผลิตส่วนผสมที่มีคุณภาพได้ดีเช่นเดียวกันกับวิธีการอื่น ๆ รูปที่ 2-19 แสดงถึงเครื่องมือและวิธีการนี้



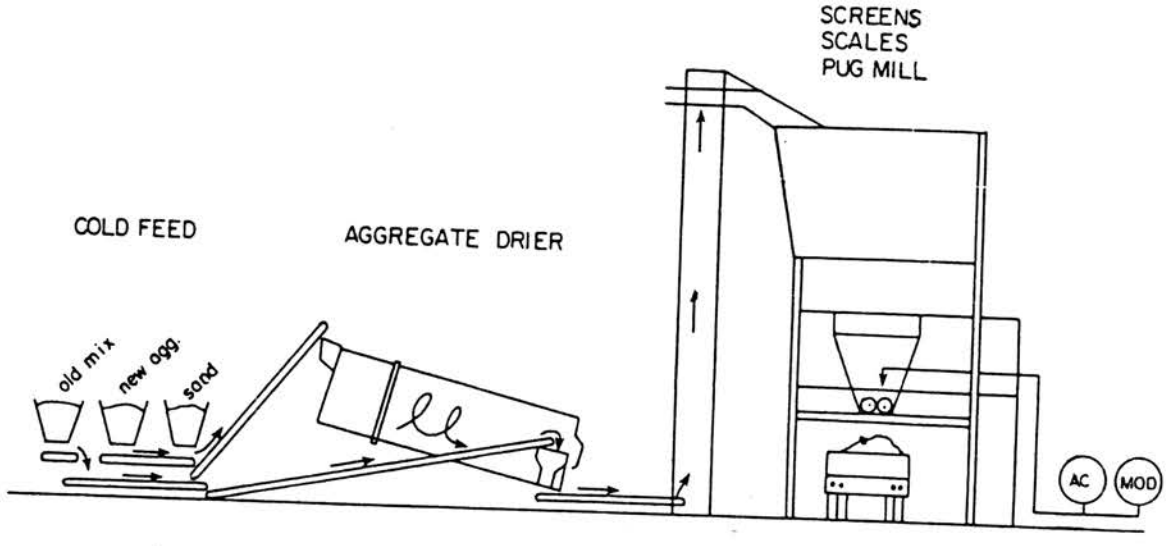
รูปที่ 2-19 ถังกลบผสมพิเศษที่มีท่อแลกเปลี่ยนถ่ายเทความร้อน

การทำการเผาวัสดุมวลรวม (Superheated aggregate) วิธีการเผาวัสดุมวลรวมสามารถที่จะให้ความร้อนแก่วัสดุที่นำมาปรับสภาพ จากวิธีการให้ความร้อนโดยตรงที่ได้กล่าวมาแล้วนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการให้ความร้อนแก่วัสดุที่นำมาปรับสภาพ รูปที่ 2-20, 2-21 และ 2-22 แสดงถึงวิธีการนี้ซึ่งให้ความร้อนสูงแก่วัสดุมวลรวมใหม่ วัสดุมวลรวมที่ได้รับความร้อนสูงนี้จะถ่ายเทความร้อนไปให้กับวัสดุที่นำมาปรับสภาพหรือวัสดุเก่า รูปที่ 2-20 และ 2-21 แสดงถึงตำแหน่งในการผสมวัสดุมวลรวมใหม่และวัสดุที่นำมาปรับสภาพที่ต่างกัน

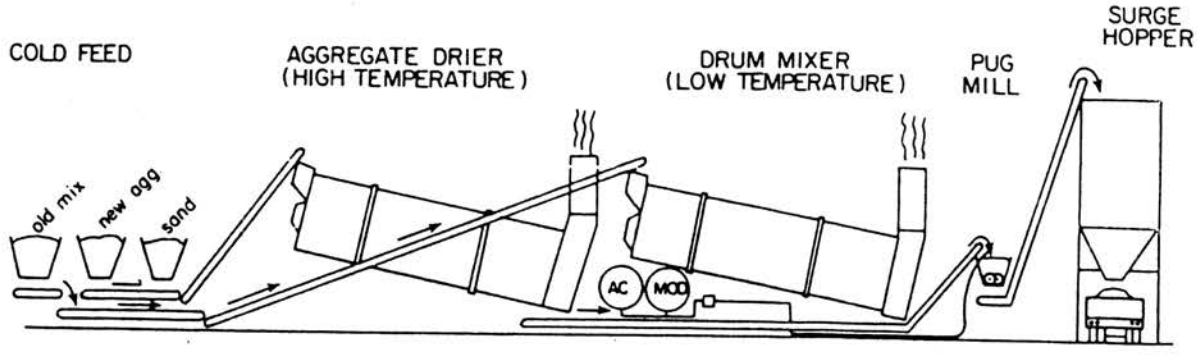
ถังผสม 2 ใบที่วางต่อกันสามารถนำมาใช้ ถังผสมใบแรกจะทำการเผาวัสดุมวลรวมใหม่และถังผสมใบที่สองจะใช้ในการให้ความร้อนแก่วัสดุที่นำมาปรับสภาพ หรือใช้ในการผสมและให้ความร้อนกับวัสดุมวลรวมใหม่และวัสดุที่นำมาปรับสภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2-22 แก๊สร้อนที่เกิดจากถังผสมใบแรกสามารถใช้เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนของถังผสมใบที่สองได้



รูปที่ 2-20 โรงงานมาตรฐานที่ผสมวัสดุเก่าและวัสดุมวลรวมร้อนที่ pug mill

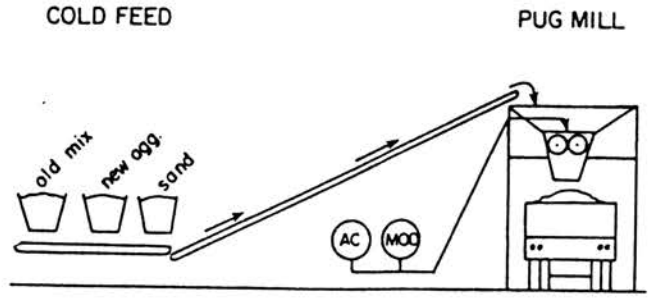


รูปที่ 2-21 โรงงานมาตรฐานที่ผสมวัสดุเก่าและวัสดุมวลรวมร้อนที่ drier discharge



รูปที่ 2-22 ถังกลม 2 ใบวางต่อกัน ใบแรกสำหรับให้ความร้อนวัสดุมวลรวม อีกใบสำหรับให้ความร้อนวัสดุเก่าและผสมกันใน pug mill

ขบวนการปราศจากความร้อน (Without heat) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ใช้ความร้อนมาเกี่ยวข้อง การผลิตที่มีอัตราการผลิตสูงสามารถใช้วิธีการชนิดนี้ ซึ่งใช้ปูนขาว ซีเมนต์ หรือแอสฟัลท์ เป็นตัวประสาน รูปที่ 2-23 แสดงถึงวิธีการนี้ ซึ่งวัสดุต่าง ๆ จะผสมรวมกันอยู่ใน pug mill



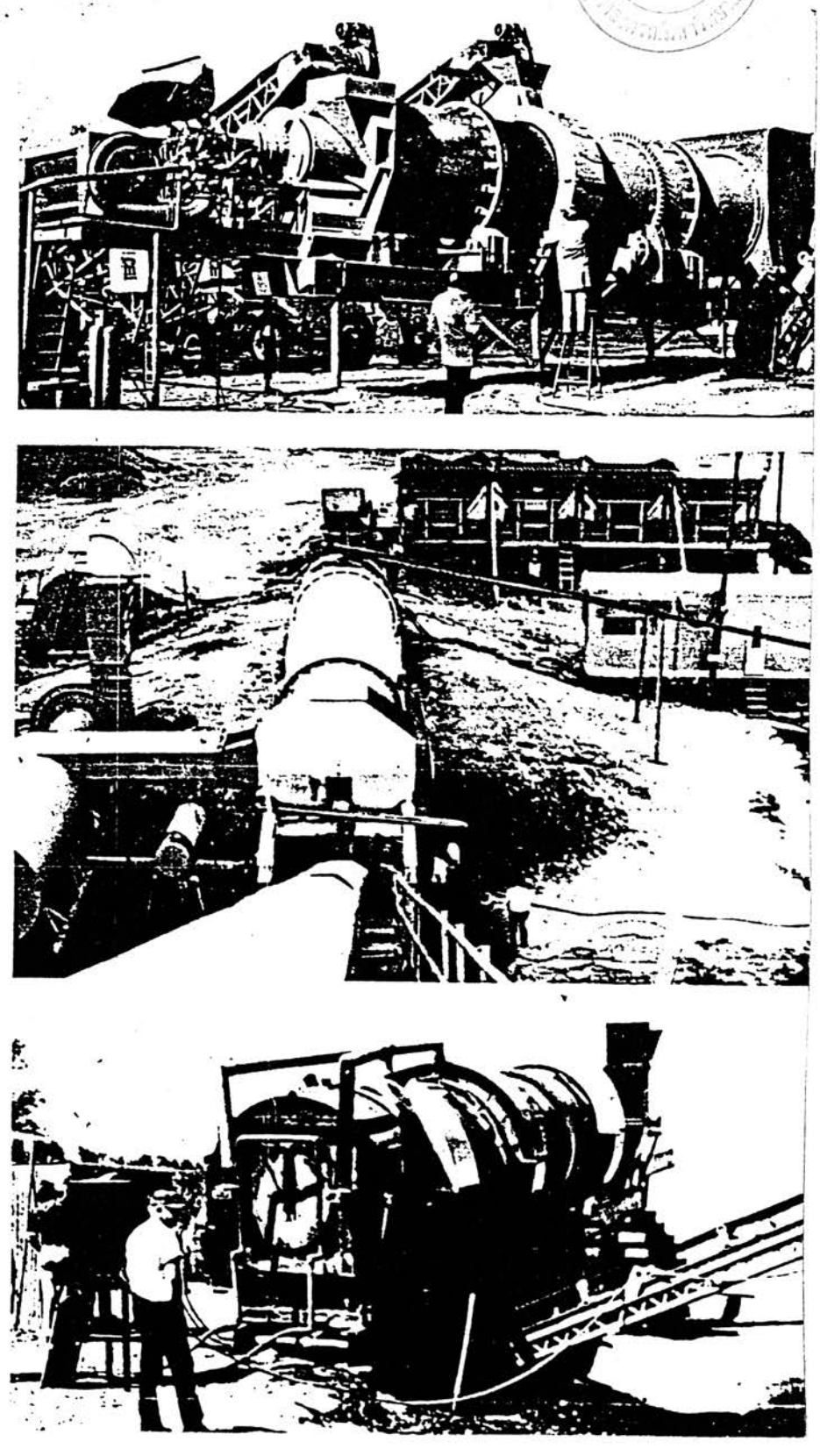
รูปที่ 2-23 วิธีการปรับสภาพในโรงงานโดยปราศจากการใช้ความร้อน

รูปที่ 2-24 แสดงถึงเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับสภาพภายในโรงงาน เครื่องมือและวิธีการปรับสภาพภายในโรงงานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อาจแบ่งได้ตามลักษณะของการใช้เครื่องมือ การใช้ความร้อนในขบวนการ การเพิ่มวัสดุใหม่หรือตัวประสาน (Binder) ชนิดใหม่และความต้องการในการปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจร (ดูตารางที่ 2-1)[6] ได้ดังต่อไปนี้

Minor Structural Improvement Without New Binder (C1) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ใช้ความร้อนมาเกี่ยวข้อง วัสดุผิวจราจรเก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออกในสนามหลังจากทำให้แตกออกแล้ว จะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและเก็บรักษาไว้ วัสดุที่ได้ขนาดแล้วจะนำมาผสมใหม่ให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสม

Minor Structural Improvement With New Binder (C2) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ใช้ความร้อนมาเกี่ยวข้อง วัสดุผิวจราจรเก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออกในสนาม หลังจากทำให้แตกออกแล้วจะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและเก็บรักษาไว้ วัสดุที่ได้ขนาดแล้วจะนำมาผสมกับสารที่ใช้เพิ่มเสถียรภาพ โดยการผสมใน pugmill สารสร้างเสถียรภาพวัสดุ ได้แก่ ปูนขาว ซีเมนต์ แอสฟัลท์ เพื่อใช้ในการปรับคุณภาพของวัสดุให้ดีขึ้นหรือเพิ่มความแข็งแรงให้มากขึ้น

Major Structural Improvement Without New Binder (C3) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ใช้ความร้อนมาเกี่ยวข้อง วัสดุผิวจราจรเก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออก



รูปที่ 2-24 เครื่องมือชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับสภาพภายในโรงงาน

ในสนามหลังจากทำให้แตกออกแล้ว จะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและเก็บรักษาไว้ วัสดุที่ได้ขนาดแล้วจะนำมาผสมให้ได้ส่วนผสมที่พอเหมาะ การปรับปรุงโครงสร้างหลักอยู่ที่การเพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือการปูทับผิวหน้าด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีต (Overlay)

Major Structural Improvement With New Binder (C4) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ใช้ความร้อนมาเกี่ยวข้อง วัสดุผิวจราจรเก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออกในสนามหลังจากทำให้แตกออกแล้วจะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและเก็บรักษาไว้ วัสดุที่ได้ขนาดแล้วจะนำมาผสมกับสารที่ใช้เพิ่มเสถียรภาพ โดยผสมใน pugmill สารเพิ่มเสถียรภาพวัสดุ ได้แก่ ปูนขาว ซีเบนต์ แอสฟัลท์ เพื่อที่จะให้ได้ส่วนผสมที่มีคุณภาพดีและมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น การปรับปรุงโครงสร้างหลักอยู่ที่การเพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือการปูทับผิวหน้าด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีต (Overlay)

Minor Structural Improvement Without New Binder (C5) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนในการผสม วัสดุผิวจราจรเก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออกในสนาม หลังจากทำให้แตกออกแล้วจะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและเก็บรักษาไว้ วัสดุผิวจราจรเก่าที่นำมาปรับสภาพอาจจะนำมารวมกับวัสดุมวลรวมใหม่หรือไม่มีการเพิ่มก็ได้ ก่อนการทำการให้ความร้อนและการผสม ขบวนการที่นำมาใช้ได้แก่การให้ความร้อนโดยตรง การให้ความร้อนทางอ้อมหรือการเผาวัสดุมวลรวมดังได้กล่าวมาแล้ว

Minor Structural Improvement With New Binder (C6) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนในการผสม วัสดุผิวจราจรเก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออกในสนามหลังจากทำให้แตกออกแล้วจะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและเก็บรักษาไว้ วัสดุผิวจราจรเก่าที่นำมาปรับสภาพอาจจะนำมารวมกับวัสดุมวลรวมใหม่หรือไม่มีการเพิ่มก็ได้ ก่อนการทำการให้ความร้อนและการผสม การเพิ่มแอสฟัลท์ใหม่หรือสารปรับสภาพเป็นส่วนหนึ่งในขบวนการ ขบวนการที่นำมาใช้ได้แก่ การให้ความร้อนโดยตรง การให้ความร้อนทางอ้อมหรือการเผาวัสดุมวลรวมดังได้กล่าวมาแล้ว

Major Structural Improvement Without New Binder (C7) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนในการผสม วัสดุผิวจราจรเก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออกใน

สนามหลังจากทำให้แตกออกแล้วจะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและ เก็บรักษาไว้ วัสดุผิวจราจร เก่าที่นำมาปรับสภาพอาจจะนำมารวมกับวัสดุมวลรวมใหม่หรือไม่มีการ เพิ่มก็ได้ก่อนการทำการให้ความร้อนและการผสม ขบวนการที่นำมาใช้ได้แก่ การให้ความร้อนโดยตรง การให้ความร้อนทางอ้อมหรือการ เผาวัสดุมวลรวมดังได้กล่าวมาแล้ว การปรับปรุงโครงสร้างหลักอยู่ที่การ เพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือการปูทับผิวหน้าด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีต (Overlay)

Major Structural Improvement With New Binder (C8) วิธีการนี้ เป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนในการผสม วัสดุผิวจราจร เก่าจะถูกขุดลอกและทำให้แตกออกในสนามหลังจากทำให้แตกออกแล้ว จะถูกขนไปยังโรงงานและทำการบดให้ได้ขนาดและ เก็บรักษาไว้ วัสดุผิวจราจร เก่าที่นำมาปรับสภาพอาจจะนำมารวมกับวัสดุมวลรวมใหม่หรือไม่มีการ เพิ่มก็ได้ก่อนการทำการให้ความร้อนและการผสม การ เพิ่มแอสฟัลท์ใหม่หรือสารปรับสภาพ เป็นส่วนหนึ่งในขบวนการ ขบวนการที่นำมาใช้ได้แก่ การให้ความร้อนโดยตรง การให้ความร้อนทางอ้อมหรือการ เผาวัสดุมวลรวมดังได้กล่าวมาแล้ว การปรับปรุงโครงสร้างหลักอยู่ที่การ เพิ่มความหนาของชั้นผิวจราจรหรือการปูทับผิวหน้าด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีต (Overlay)

วิธีการปรับสภาพภายในโรงงานดังได้กล่าวมาแล้วนั้น ให้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น[8]

1. สามารถนำมาใช้กับการซ่อมแซมความ เสียหายของผิวจราจรได้ เกือบทุกชนิด

2. ง่ายต่อการ เปลี่ยนแปลงรูป เรขาคณิตของถนน (Highway geometrics) และสามารถปรับปรุงความสามารถในการรับน้ำหนักการจราจรได้โดยไม่จำ เป็นต้อง เปลี่ยนแปลง Vertical หรือ Horizontal geometry

3. สามารถควบคุมคุณภาพให้ได้มาตรฐาน ง่ายต่อการตรวจสอบขนาด (Gradation) ปริมาณตัวประสาน (Binder content) และสามารถผสมให้ เป็น เนื้อ เดียวกันได้ดี (Homogeneous mixture)

ความเหมาะสมในทางเศรษฐกิจยังขึ้นอยู่กับการมีโรงงานผสมของผู้ผลิตภายในระยะทางระหว่างสถานที่ก่อสร้างกับโรงงานผสมที่เป็นประโยชน์และการพยายามปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ให้ได้ความเหมาะสมกับวิธีการอยู่เสมอ

วิธีการทั้ง 3 ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไปในแต่ละวิธีตารางที่ 2-2 แสดงถึงข้อดีและข้อเสียหลักใหญ่ของแต่ละเทคนิควิธีการ ในโครงสร้างของผิวจราจรบางแห่งอาจจะต้องใช้วิธีเหล่านี้มากกว่า 1 วิธีการ นอกจากนั้นวัสดุผิวจราจรเก่าของถนนสายหนึ่งอาจนำไปใช้เป็นผิวจราจรใหม่ของถนนอีกสายหนึ่งหรือนำวัสดุเดิมไปใช้ใหม่เป็นชั้นพื้นทาง ชั้นรองพื้นทางหรือไหล่ทาง เพื่อให้เป็นไปตามความเหมาะสมตามวิธีการ เครื่องมือ ความต้องการการปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจร การใช้ความร้อนในขบวนการและงบประมาณที่มีอยู่และในอนาคต สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะใช้วิธีการนำวัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตเก่ามาปรับสภาพให้ใช้งานได้ใหม่ ให้เป็นวิธีการซ่อมแซมต่อไปก็ขึ้นอยู่กับราคาของวัสดุและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เวลาและความง่ายในการนำวัสดุเก่ามาใช้ใหม่ โดยไม่จำเป็นต้องทิ้งวัสดุเก่าหรือขนย้ายออกไปให้เสียโดยเปล่าประโยชน์

ตารางที่ 2-2 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรในแต่ละวิธีการ

MAJOR ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF RECYCLING TECHNIQUES

Recycling Techniques	Advantages	Disadvantages
Surface	• Reduces frequency of reflection cracking • Promotes bond between old pavement and thin overlay • Provides a transition between new overlay and existing gutter, bridge, pavement, etc. that is resistant to raveling (eliminates feathering) • Reduces localized roughness due to compaction • Treats a variety of types of pavement distress (raveling, flushing, corrugations, rutting, oxidized pavement, faulting) at a reasonable initial cost • Improved skid resistance	• Limited structural improvement • Heater-scarification and heater-planing has limited effectiveness on rough pavement without multiple passes of equipment • Limited repair of severely flushed or unstable pavements • Some air quality problems • Vegetation close to roadway may be damaged • Mixtures with maximum size aggregates greater than 1-inch cannot be treated with some equipment
In-Place	• Significant structural improvements • Treats all types and degrees of pavement distress • Reflection cracking can be eliminated • Frost susceptibility may be improved • Improve skid resistance	• Quality control not as good as central plant • Traffic disruption • Pulverization equipment in need of frequent repair • Pavements cannot be rejected in place
Central	• Significant structural improvements • Improved quality control • Treats all types and degrees of pavement distress • Reflection cracking can be eliminated • Improve skid resistance • Frost susceptibility may be improved • Geometrics can be more easily altered • Improved quality control if addition binder and/or aggregates must be used • Improve ride quality	• Increased disruption • Potential air quality problems at plant site • Traffic disruption

2.4 การเลือกใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าที่เหมาะสม

ในการเลือกใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่า นอกจากข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมจะต้องศึกษาถึงลักษณะของผิวจราจรในกรณีต่าง ๆ ลักษณะของผิวจราจรที่สำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมได้แก่[6]

1. ลักษณะผิวทาง (Surface conditions)
2. ลักษณะโครงสร้าง (Structural conditions)
3. ความราบเรียบ (Roughness) และ
4. ความต้านทานการลื่นไถล (Skid resistance)

ปัจจัยอื่นที่ควรจะศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้วิธีการให้เหมาะสมได้แก่

1. ขนาดและสถานที่ก่อสร้างโครงการ
2. ชนิดและระดับของถนน
3. ลักษณะภาคตัดขวางของผิวจราจร
4. รูปทางเรขาคณิตของถนน
5. การจราจรบนถนน และ
6. ลักษณะของผิวดินที่รองรับผิวจราจร

ตารางที่ 2-3 แสดงถึงการศึกษาลักษณะของผิวจราจรที่จะทำการซ่อมแซม

ตารางที่ 2-3 ลักษณะต่าง ๆ ของผิวจราจรที่ทำการศึกษา

FEATURE	VALUE	COMMENT
Location		
Size of Project (lane-miles)		
Class of Roadway		
Existing Pavement Cross Section (Include date, thickness and type of original pavement layers; date, thickness and type of subsequent rehabilitation and maintenance activities)		
Geometrics (Number of lanes, width, vertical clearance, other constraints)		
Traffic Characteristics ADT Average daily eq. 18 kip axle loads		
Subgrade Characteristics		
Surface Condition (Pavement Rating Score, PRS)		
Structural Condition (Deflection, 0.001 inch overlay required)		
Roughness (Serviceability Index)		
Skid Resistance (SN_{40})		
Other Factors (Distance to aggregate and binder source, available equipment and contractor experience)		

2.4.1 ลักษณะของผิวทาง (Surface Condition)

ในการซ่อมแซมถนน สิ่งจำเป็นที่จะต้องทำการสำรวจคือ ความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทาง เพื่อที่จะหาสาเหตุและดำเนินแก้ไขได้ถูกต้อง ความเสียหายของผิวทางแบ่งออกได้เป็นระดับคือ Raveling, rutting, tenderness, non-load associated cracking และ load associated cracking[9]

Raveling เกิดจากปฏิกริยาการหลุดลอกเนื่องจากการจราจร ซึ่งทรายจะหลุดออกจากผิวจราจร ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด Raveling ได้แก่ ขนาดของวัสดุมวลรวม (Aggregate gradation) การตึงผิวของน้ำ ความหนืดของแอสฟัลท์ที่มีค่าต่ำเกินกว่าที่จะยึดส่วนผสมของวัสดุมวลรวมเข้าด้วยกันและแอสฟัลท์เปราะเกินไปต่อผลจากความเค้นที่ผิวจราจร การทำการปรับสภาพแอสฟัลท์เก่าให้เหมือนใหม่และการปรับขนาดของวัสดุมวลรวมให้เหมาะสมจะช่วยแก้ปัญหาและลดการเกิด Raveling ลงได้

Rutting เป็นการทรุดตัวของผิวจราจรเนื่องจากน้ำหนักล้อของยวดยาน ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของวัสดุชั้นพื้นทางและเกิดจากการปูลาดและบดอัดแอสฟัลท์ติคคอนกรีตที่ไม่ดีพอ ดังนั้นการเกิด Rutting จึงไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแอสฟัลท์และไม่มีผลต่อการใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่า

Tenderness แสดงถึงปัญหาของการบดอัดทำให้เกิดการฉีกขาดมากเกินไปเนื่องจากแรงการผสมและการไหลของแอสฟัลท์ในส่วนผสม ดังนั้นการเกิด Tenderness แสดงถึงการขาดการบดอัดและขนาดของวัสดุมวลรวมที่ดีพอ การปรับขนาดของวัสดุมวลรวมและปรับคุณสมบัติของแอสฟัลท์ในการทำการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าจึงช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้

Non-load Associated cracking จะเกิดขึ้นโดยมีลักษณะเป็นรอยแตกตามขวาง (Transverse cracks) ห่างกันเป็นช่วง ๆ หรือเกิดรอยแตกเป็นแห่ง ๆ (Block or polygonal cracks) การเกิดรอยแตกนี้เกิดเนื่องจากผิวจราจรไม่สามารถลดความเค้นซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมได้ จนทำให้ผิวจราจรแตกร้าว นอกจากนี้รอยแตกซึ่งเกิดจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง (Thermal cracking) เป็นสาเหตุหนึ่งที่เกิดขึ้นมาก

Load Associated crack หรือ Fatigue cracking เกิดจากปัญหาของการออกแบบผิวจราจรไม่ใช่ปัญหาที่เกิดกับแอสฟัลท์ จึงไม่มีผลต่อการใช้วิธีการปรับสภาพผิวจราจร

ความเสียหายของผิวจราจรซึ่งจะใช้วิธีการปรับสภาพเป็นวิธีการซ่อมแซมอาจแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ[10]

ขั้นตอนแรกจะเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างเนื่องจากการแข็งตัวของแอสฟัลท์ซีเมนต์ในถังผสม (Pugmill) การทดสอบในห้องปฏิบัติการของแอสฟัลท์ที่ได้จากส่วนผสมของผิวจราจรจะนำตัวอย่างจากถังผสมเพื่อหาระดับของการแข็งตัวของแอสฟัลท์ (Hardening)

ขั้นตอนที่สองเกิดจากสภาพอากาศ (Weathering) และเกิดจากการชำรุดโดยปกติในระหว่างการใช้งาน 2-3 ปีแรกของผิวจราจร ความเสียหายที่เกิดขึ้นจะปรากฏเป็น

รอยแตกร้าวเล็ก ๆ หรือการชำรุดของผิวหน้าเล็กน้อย อากาศและน้ำซึมผ่านได้มากขึ้น ความเสียหายในขั้นนี้สามารถวัดได้จากสนามหรือจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ การซ่อมแซมสำหรับขั้นตอนนี้อาจใช้เครื่องมือที่ใช้ปรับสภาพในสนามซึ่งจะทำได้ผลดีและควรจะได้บันทึกถึงวิธีการและเทคนิคที่ใช้

ขั้นตอนที่สาม จะปรากฏการชำรุดของผิวจราจรมากขึ้น เกิดการสึกหรอหลุดลอกและทำให้การขับขี่ไม่ดี แต่ยังคงความแข็งแรงของโครงสร้าง ความเสียหายของผิวจราจรในขั้นตอนนี้สามารถซ่อมแซมได้โดยวิธีการปรับสภาพโดยใช้ Heater scrarifier, rejuvenator หรือใช้ขบวนการของการปูทับหน้าด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ (Overlay)

ขั้นตอนที่สี่ ความเสียหายจะเกิดขึ้นในผิวจราจรที่เสื่อมสภาพและจะใช้งานได้อีกในเวลาไม่นาน ความเสียหายเกิดจากการมีอายุการใช้งานมานาน มีการชำรุดอย่างหนัก ขาดการดูแลเอาใจใส่และไม่มีการซ่อมแซมที่เพียงพอ ผิวจราจรที่มีความเสียหายดังขั้นตอนนี้ไม่สามารถซ่อมแซมได้โดยการปรับสภาพในสนาม[10] จำเป็นต้องขุดลอกออกและทำการซ่อมแซมและก่อสร้างใหม่จากชั้นพื้นทางขึ้นมา

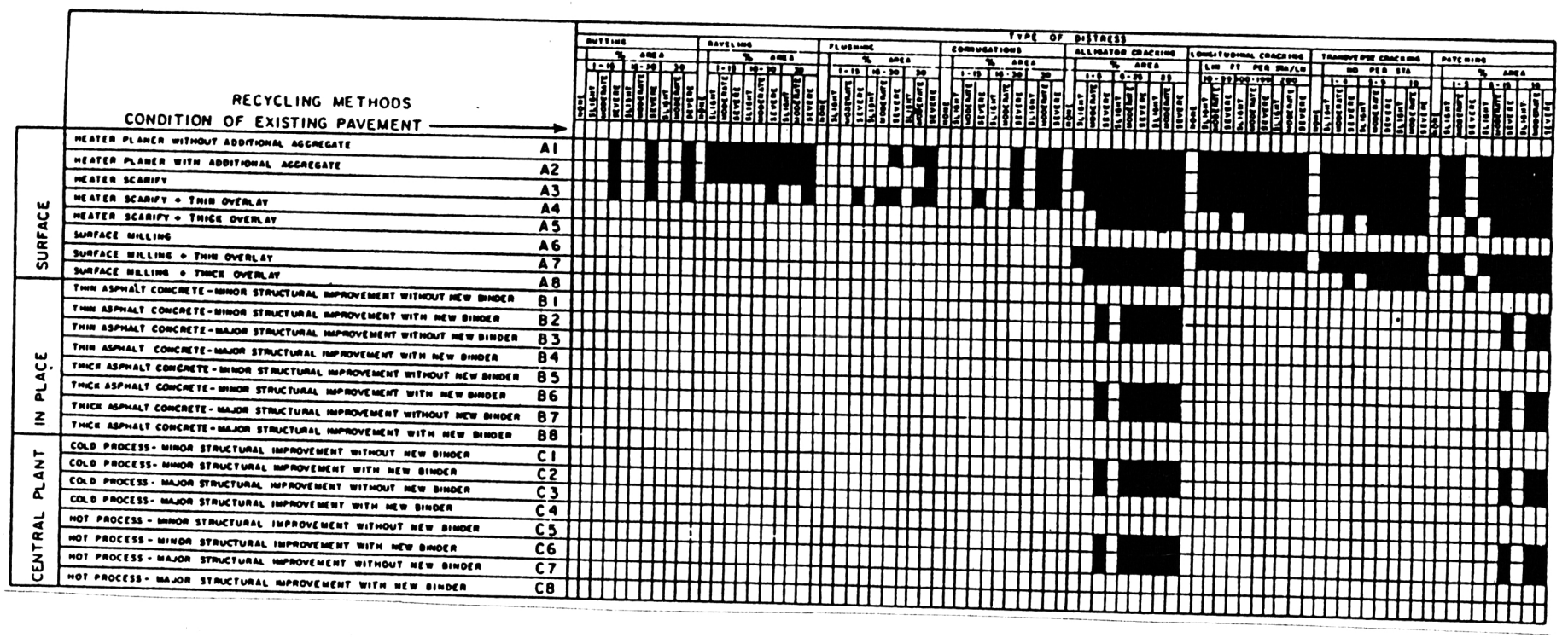
ตารางที่ 2-4 แสดงถึงการใช้วิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าที่เกิดความเสียหายขึ้นต่าง ๆ กัน ตารางนี้แสดงถึงความเสียหายทุกชนิดที่มักเกิดขึ้นกับผิวจราจรตลอดจนวิธีการปรับสภาพผิวจราจรเก่าที่สามารถแก้ไขได้และวิธีการใดที่ไม่เหมาะสม

2.4.2 ลักษณะของโครงสร้าง (Structural Condition)

ลักษณะของโครงสร้างหรือความแข็งแรงในการรับน้ำหนักการจราจรหาได้จากความหนาของผิวจราจรแอสฟัลท์ติคคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น การพิจารณาเทคนิควิธีการปรับสภาพวัสดุผิวจราจรเก่าที่เหมาะสม โดยพิจารณาลักษณะโครงสร้างที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 2-25 นอกจากนั้นความหนาที่เพิ่มขึ้นของการปูทับด้วยวัสดุแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ยังมีผลต่อการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ตารางที่ 2-5 แสดงถึงวิธีการปรับสภาพที่เหมาะ

ตารางที่ 2-4 การเลือกเทคนิควิธีการปรับสภาพบนพื้นฐานของลักษณะของผิวทาง

SELECTION OF RECYCLING TECHNIQUES BASED ON ROADWAY CONDITIONS

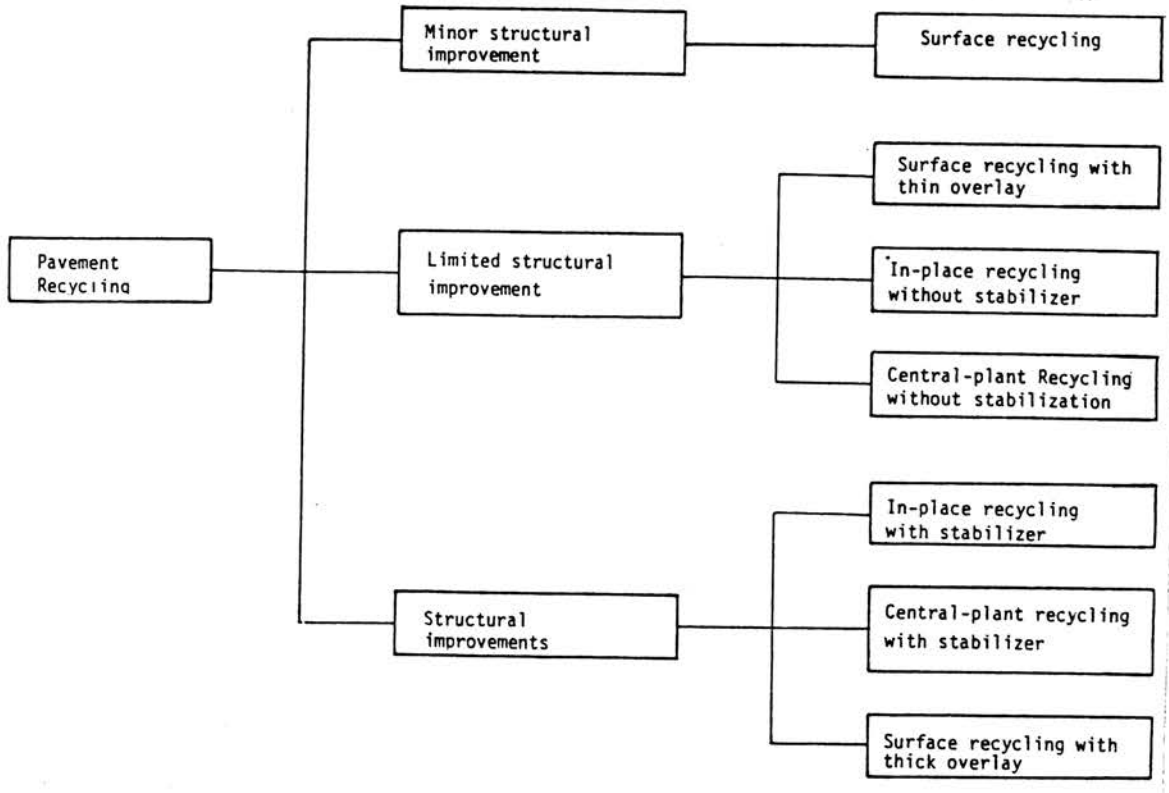


สมกับความต้องการระดับความหนาของการปูทับด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับความต้องการปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจรด้วย

ตารางที่ 2-5 การเลือกเทคนิควิธีการปรับสภาพผิวจราจรบนพื้นฐานของลักษณะของโครงสร้าง

SELECTION OF RECYCLING TECHNIQUES TO IMPROVE STRUCTURAL STRENGTH BASED ON PAVEMENT DEFLECTION

Recycling Methods			Thickness of Required Overlay		
			None	Less Than 2 inches	Greater Than 2 inches
Heater Planer	A1	Without additional aggregate			
	A2	With additional aggregate			
Heater scarify	A3	Heater scarify only			
	A4	Heater scarify plus thin overlay or aggregate			
	A5	Heater scarify plus thick overlay			
Surface milling or grinding	A6	Surface milling only			
	A7	Surface milling plus thin overlay			
	A8	Surface milling plus thick overlay			
Asphalt concrete surface less than 5 inches	B1	Minor structural improvement without new binder			
	B2	Minor structural improvement with new binder			
	B3	Major structural improvement without new binder			
	B4	Major structural improvement with new binder			
Asphalt concrete surface greater than 5 inches	B5	Minor structural improvement without new binder			
	B6	Minor structural improvement with new binder			
	B7	Major structural improvement without new binder			
	B8	Major structural improvement with new binder			
Cold mix process	C1	Minor structural improvement without new binder			
	C2	Minor structural improvement with new binder			
	C3	Major structural improvement without new binder			
	C4	Major structural improvement with new binder			
Hot mix process	C5	Minor structural improvement without new binder			
	C6	Minor structural improvement with new binder			
	C7	Major structural improvement without new binder			
	C8	Major structural improvement with new binder			



รูปที่ 2-25 การใช้วิธีการปรับสภาพให้เหมาะสมกับความต้องการในการปรับปรุงโครงสร้างผิวจราจร

2.4.3 ความราบเรียบ (Roughness)

ความราบเรียบของผิวจราจรมีผลต่อความสะดวกสบายในการขับขี่ ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยในการตัดสินใจที่จะซ่อมแซมผิวจราจร การแก้ไขผิวจราจรที่ไม่ราบเรียบอาจใช้การปรับสภาพเฉพาะผิวบนของผิวจราจร แต่ถ้าหากมีความผิดปกติอื่น ๆ ใดที่จำเป็นต้องซ่อมแซม ความราบเรียบของผิวทางก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องทำร่วมไปกับการซ่อมแซมนั้น ๆ ด้วย ความราบเรียบสามารถวัดได้จากดรรชนีของการบริการ (Serviceability index, SI) ดังนั้นในการซ่อมแซมจึงพิจารณาถึงค่าดรรชนีของการบริการ ตารางที่ 2-6 แสดงถึงความเหมาะสมของเทคนิควิธีการปรับสภาพเฉพาะผิวบนของผิวจราจรโดยการพิจารณาดรรชนีของการบริการ

ตารางที่ 2-6 การเลือกเทคนิควิธีการปรับสภาพเฉพาะผิวบนบนพื้นฐานของความราบเรียบของผิวจราจร

SELECTION OF SURFACE RECYCLING TECHNIQUES BASED ON ROAD ROUGHNESS

Type of Facility	Interstate Urban Freeway				Primary				Secondary				Urban Streets			
Serviceability Index / Recycling Methods	+3.0	2.5-2.9	2.0-2.4	-2.0	+3.0	2.5-2.9	2.0-2.4	-2.0	+3.0	2.5-2.9	2.0-2.4	-2.0	+3.0	2.5-2.9	2.0-2.4	-2.0
Heater Planer Without Additional Aggregate A1		▒	▒	▒			▒	▒				▒			▒	▒
Heater Planer With Additional Aggregate A2		▒	▒	▒			▒	▒				▒			▒	▒
Heater Scarify A3		▒	▒	▒			▒	▒				▒			▒	▒
Heater Scarify and Thin Overlay A4			▒	▒				▒								▒
Heater Scarify and Thick Overlay A5																
Surface Milling A6			▒	▒				▒								
Surface Milling and Thin Overlay A7				▒												
Surface Milling and Thick Overlay A8																

2.4.4 ความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance)

วิธีการปรับสภาพผิวจราจรเก่าสามารถแก้ไขปัญหาของการลื่นไถลของผิวจราจรได้ การลื่นไถลอาจเกิดได้จากการมีแอสฟัลท์ซีเมนต์มากเกินไปและการมีวัสดุมวลรวมที่มีผิวลื่น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวัสดุมวลรวมในแอสฟัลท์ติคคอนกรีตเก่าที่ได้มีการใช้งานมาเป็นเวลานาน อาจถูกเสียดสีจากล้อของยวดยานในระยะเวลาของการใช้งาน จนทำให้ขาดแรงเสียดทานต่อการลื่นไถล แม้ว่าในการปรับสภาพผิวจราจรเก่าได้ทำการผสมใหม่และปูลาดบนผิวจราจรเดิมแล้ว การเพิ่มความต้านทานการลื่นไถล สามารถทำได้ด้วยการปูแอสฟัลท์ติคคอนกรีตใหม่ชั้นบาง ๆ (Seal coat) ก็สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้และยังเป็นการป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ดีขึ้น