

การสำรวจออกแบบซ่อมแซมถนนสีฐานภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประสิทธิ์ จิ่งสงวนพรสุข *

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึง การสำรวจและออกแบบเพื่อซ่อมแซมโครงสร้างตัวคันทางของถนนสีฐานภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ข้อมูลจากการสำรวจมี 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลสภาพทั่วไป ข้อมูลทางด้าน survey ข้อมูลทางด้านปฐพีกลศาสตร์และข้อมูลทางด้านจราจร จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านปฐพีกลศาสตร์ของวัสดุเดิมในชั้นต่าง ๆ ของตัวคันทาง กับมาตรฐานของกรมทางหลวง พบว่าวัสดุเดิมในชั้นพื้นทางและรองพื้นทางมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ควรใช้วัสดุใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมแทน ส่วนในชั้นดินเดิมมีความหนาแน่นในสนามต่ำกว่ามาตรฐาน ควรทำการบดอัดใหม่ ในส่วนของการออกแบบเพื่อกำหนดความหนาใหม่ของชั้นพื้นทางและรองพื้นทาง ได้ใช้วิธีการออกแบบของกรมทางหลวงซึ่งปรับปรุงมาจากวิธีของ The Asphalt Institute

* อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. บทนำ

เนื่องจากสภาพผิวจราจรของถนนศรีฐานในมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีลักษณะเป็น ลูกคลื่นตลอดตั้งแต่ประตูศรีฐานถึงบริเวณหน้าคณะศึกษาศาสตร์ เป็นระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร เป็นเหตุให้การสัญจรของยานยนต์ในช่วงดังกล่าวไม่สะดวกสบาย จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจออกแบบซ่อมแซมให้มีสภาพดีขึ้น โดยเน้นทำการปรับปรุงในส่วนของโครงสร้างตัวคันทาง ส่วนลักษณะทางเรขาคณิตยังคงไว้เช่นเดิมยกเว้นระดับ grade line มีการเปลี่ยนแปลงให้ราบเรียบขึ้นและให้มีค่าระดับสูงขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย

2. การสำรวจและเก็บข้อมูล

2.1 ข้อมูลสภาพทั่วไป

จากการสังเกตด้วยสายตาพบว่าผิวจราจรเป็นแบบ surface treatment ไม่ปรากฏว่ามีรอยแตกให้เห็นอย่างชัดเจน แต่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นสูง ๆ ต่ำ ๆ ไล่ไปตามแนวยาว ค่าต่างระดับระหว่างจุดที่เอนลงไปกับจุดที่นูนขึ้นมามีค่าประมาณ 5 ถึง 10 เซนติเมตร กระจายตลอดความยาว 1 กิโลเมตร

ลักษณะที่เป็นลูกคลื่นดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการเสียรูปอย่างถาวร (Plastic deformation) ของวัสดุในชั้นพื้นทาง, รองพื้นทางหรือชั้นดินเดิม รูปที่ 1 ซึ่งแสดงลักษณะทั่วไปของการเสียรูปอย่างถาวรของวัสดุในชั้นพื้นทาง, รองพื้นทาง หรือชั้นดินเดิม

2.2 ข้อมูลทางตาม Survey

ทำการสำรวจหาการระดับ profile และ cross-section ของถนนเดิมทุกระยะ 25 เมตร เพื่อนำข้อมูลมาใช้ออกแบบกำหนดการระดับ grade line และคำนวณหาปริมาณงานดิน

2.3 ข้อมูลทางตามปฐพีกลศาสตร์

ทำการสุ่มخذสำรวจสภาพของดินคันทางเดิม 2 จุด โดยทำการขุดสำรวจบริเวณไหล่ทาง หาความหนาของชั้นพื้นทางและรองพื้นทาง พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินนำ

ไปทดสอบหาค่า Atterberg Limits, California Bearing Ratio (CBR), การกระจายขนาดของเม็ดดิน และความหนาแน่นของดินในสนาม เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบ กำหนดความหนาของชั้นต่าง ๆ ของคันทาง และพิจารณาวัสดุเดิมมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาใช้อีกหรือไม่

2.4 ข้อมูลทางคานจรรยา

ทำการสุ่มนับปริมาณการจราจรติดต่อกัน 1 ชั่วโมงในวันทำงานปกติ โดย จำแนกประเภทของยานพาหนะออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1. รถบรรทุก และโดยสารขนาดใหญ่ 2. รถยนต์ส่วนตัวและรถปิคอัพ 3. รถจักรยานยนต์ แล้วแปลงจำนวนยานพาหนะประเภทต่างๆ ให้เป็นหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนตัว (passenger car unit, CPU) กำหนดให้รถจักรยานยนต์ 2 คันเทียบเท่ารถยนต์ส่วนตัว 1 คัน ส่วนรถบรรทุกและรถโดยสารขนาดใหญ่ 1 คันเทียบเท่ารถยนต์ส่วนตัว 2 คัน จากนั้นกระจายค่าปริมาณการจราจรในหน่วย CPU ต่อชั่วโมงไปเป็นค่าปริมาณการจราจรในหน่วย CPU ต่อวัน พร้อมทั้ง หาค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนรถบรรทุกนำข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลทางคานปฏิกล ศาสตร์มาคำนวณออกแบบกำหนดความหนาของชั้นต่าง ๆ ของคันทาง

3. ผลการสำรวจและเก็บข้อมูล

3.1 ข้อมูลทางคานปฏิกลศาสตร์

	ชั้นพื้นทาง	ชั้นรองพื้นทาง	ชั้นดินเดิม
ความหนา(ซม.)	15-20	15-30	-
ประเภทของวัสดุ	A-2-4	A-4	A-4
PI (%)	4-6	4-8	NP
LL (%)	20	17-21	-
% ผ่าน No.200	32-33	42-51	48-50
% ผ่าน No. 40	16-26	88-89	87-92
CBR (%)	18-19	15-34	13-24
% ความหนาแน่นในสนาม	86-88 %MOD	83-85 %MOD	77-85 %STD

3.2 ข้อมูลทางด้านจราจร

ปริมาณการจราจร	=	2500	คัน / วัน
เปอร์เซ็นต์รถบรรทุก	=	3	เปอร์เซ็นต์

4. มาตรฐานของกรมทางหลวงเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำคันทาง

	ชั้นพื้นทาง	ชั้นรองพื้นทาง	ชั้นดินเดิม
PI (%) ไม่เกิน	6	11	-
LL (%) ไม่เกิน	25	35	-
% ผ่าน No. 200 ไม่เกิน	20	20	-
% ผ่าน No. 40 ไม่เกิน	45	50	-
CBR (%) ไม่น้อยกว่า	80	20	-
% ความหนาแน่นในสนาม ไม่น้อยกว่า	95 %MOD	95 %MOD	95 %STD

5. การพิจารณาความเหมาะสมของคุณสมบัติของวัสดุเดิม

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุเดิมกับมาตรฐานของกรมทางหลวงพบว่า

5.1 ชั้นพื้นทาง

	คุณสมบัติของวัสดุเดิม	คุณสมบัติมาตรฐาน
%ผ่าน No.200 มากเกินไป	32-33	ไม่เกิน 20
CBR (%) ต่ำเกินไป	18-19	ไม่น้อยกว่า 80
% ความหนาแน่นในสนาม ต่ำเกินไป	86-88% MOD	ไม่น้อยกว่า 95%MOD

จะเห็นว่าวัสดุเดิมมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ควรใช้วัสดุใหม่

5.2 ชั้นรองพื้นทาง

	คุณสมบัติของวัสดุเดิม	คุณสมบัติมาตรฐาน
%ผ่าน No.40 มากเกินไป	88-89	ไม่เกิน 50
%ผ่าน No.200 มากเกินไป	42-51	ไม่เกิน 20
CBR (%) ต่ำเกินไป	15-34	ไม่น้อยกว่า 20
% ความหนาแน่นในสนาม ต่ำเกินไป	83-85% MOD	ไม่น้อยกว่า 95%MOD
จะเห็นว่าวัสดุเดิมมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ควรใช้วัสดุใหม่		

5.3 ชั้นดินเดิม

	คุณสมบัติของวัสดุเดิม	คุณสมบัติมาตรฐาน
% ความหนาแน่นในสนาม ต่ำเกินไป	77-85%STD	ไม่น้อยกว่า 95%STD
ดังนั้นชั้นดินเดิมควรทำการบดอัดใหม่		

6. การออกแบบกำหนดความหนาของชั้นต่าง ๆ

ใช้วิธีการออกแบบของกรมทางหลวง ซึ่งปรับปรุงมาจากวิธีการออกแบบของ

The Asphalt Institute

เนื่องจากไม่มีข้อมูลปริมาณการจราจรในอดีตบนถนนในช่วงดังกล่าว ที่พอจะบอกแนวโน้มของอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรต่อไปในอนาคต การประมาณอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรจึงอาศัยข้อมูลจาก อัตราการเพิ่มของบุคคลากร ภายในมหาวิทยาลัย (โดยมีสมมติฐานว่าอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรแปรตรงกับอัตราการเพิ่มของบุคคลากรภายในมหาวิทยาลัย และบุคคลากร 1 ใน 3 คนจะมีรถยนต์ 1 คัน) จากอัตราการเพิ่มของบุคคลากรภายในมหาวิทยาลัยโดยเฉลี่ยประมาณ 9% (ข้อมูลจากผังเฉพาะมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2529) ดังนั้นอัตราการเพิ่มของปริมาณจราจรจะประมาณ = 9% คูณด้วย $(1/3) = 3$ เปอร์เซ็นต์

6.1 การคำนวณหาความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีต

ปริมาณการจราจรในปี 2531	= 2500	คันต่อวัน
ปริมาณการจราจรในปี 2532	= $2500(1.03)^1$	คันต่อวัน
(ซึ่งคาดว่าจะซ่อมแซมเสร็จและเริ่มใช้งานได้)	= 2575	คันต่อวัน
% รถบรรทุก	= 3	เปอร์เซ็นต์
% การกระจายปริมาณรถบรรทุกในแต่ละช่องทางจราจร	= 50	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณรถบรรทุกในช่องทางจราจรที่ออกแบบ	= $2575 \times 0.03 \times 0.5$	คันต่อวัน
	= 39	คันต่อวัน
น้ำหนักเพลาดียวไม่เกิน	= 18,000	ปอนด์
น้ำหนักรวมทั้งหมดของรถบรรทุกไม่เกิน	= 46,000	ปอนด์
จาก รูปที่ 2, ได้ค่า ITN (Initial Traffic Number)	= 30	
ใช้ design period	= 7	ปี
ค่าปรับแก้เมื่อ design period ไม่เท่ากับ 20 ปี	= $\frac{(1+r)^n - 1}{20r}$	
	= $\frac{(1+0.03)^7 - 1}{20 \times 0.03}$	
	= 0.383	
Design Traffic Number, DTN_7	= ITN * ค่าปรับแก้	
	= 30×0.383	
	= 12	
ความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีต, TA	= $\frac{9.19 + 3.97 \log DTN}{(CBR)^{0.4}}$	นิ้ว
ใช้ CBR ของชั้นดินเดิม	= 13	%
ดังนั้น TA	= $\frac{9.19 + 3.97 \log 12}{(13)^{0.4}}$	
	= 4.83	นิ้ว (12.3 ซม.)

6.2 การคำนวณหาความหนาของชั้นต่าง ๆ

ใช้ค่าเทียบเท่ากับแอสฟัลต์คอนกรีต, SR ดังนี้

วัสดุหินคลุกสำหรับชั้นพื้นทาง, SR = 2.0

วัสดุชั้นรองพื้นทาง, SR = 2.7

จะได้ความหนาของชั้นต่าง ๆ ดังนี้

สำหรับดินเดิม CBR = 13 % , TA ที่ต้องการ = 12.3 เซนติเมตร

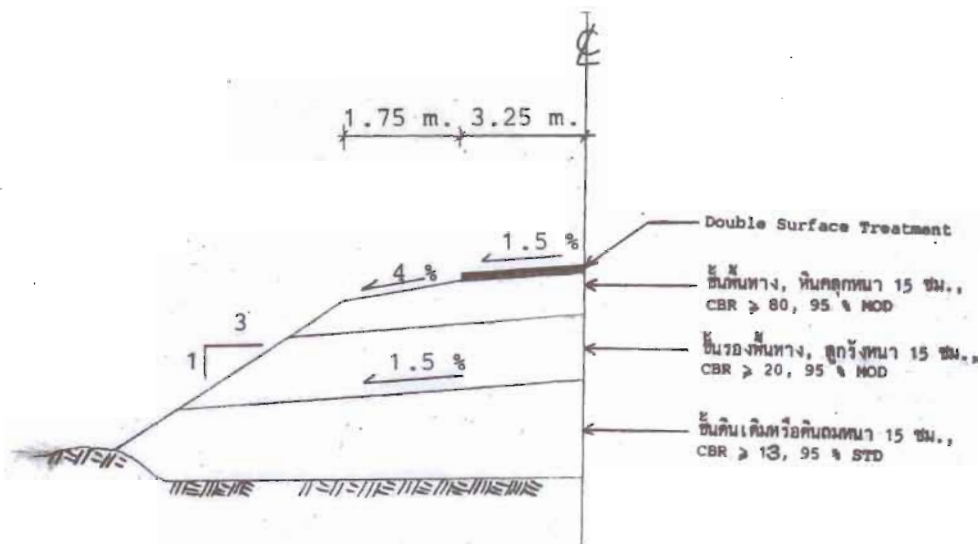
ผิวทางแบบ Double Surface Treatment

พื้นทางหนา 15 ซม. เทียบเท่า TA = $15/2 = 7.5$ ซม.

รองพื้นทางหนา 15 ซม. เทียบเท่า TA = $15/2.7 = 5.6$ ซม.

รวม TA ที่ใช้ = 13.1 ซม.

6.3 รูปตัดแสดงโครงสร้างของคันทางใหม่



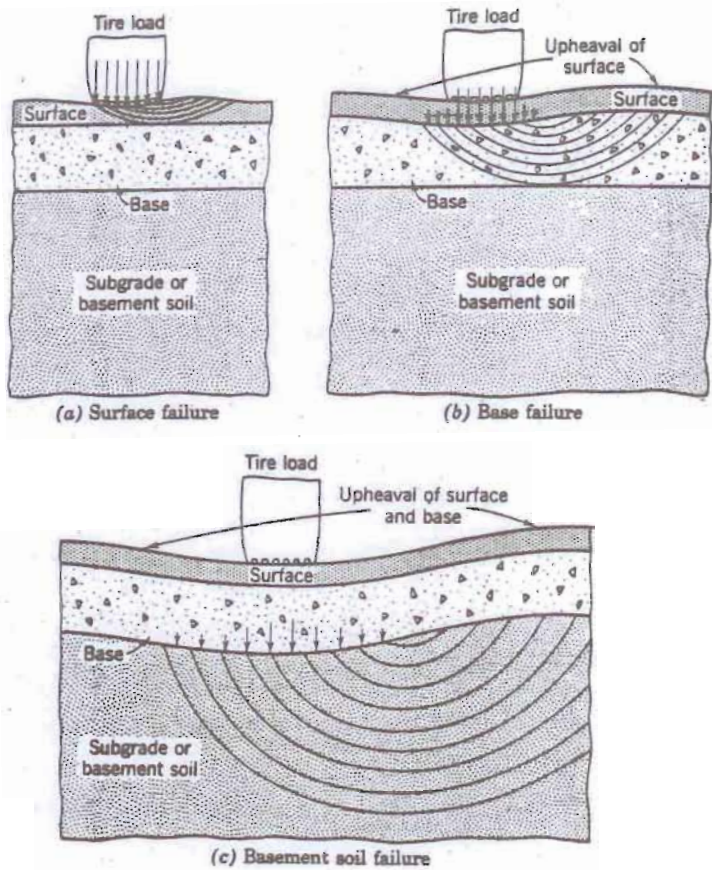
6.4 ข้อกำหนดประกอบแบบก่อสร้าง

1. ให้รื้อโครงสร้างของถนนเดิมจนถึงชั้นดินถมหรือดินเดิมแล้ว Scarify ชั้นดินถมหรือดินเดิมลงไปไม่น้อยกว่า 15 ซม. บดอัดให้ไคความแน่นตามต้องการ แล้วจึงทำการก่อสร้างชั้นต่อไป
2. คุณภาพของวัสดุ เครื่องมือ เครื่องจักรและวิธีการก่อสร้าง ให้ใช้ตามมาตรฐานและข้อกำหนดของกรมทางหลวง

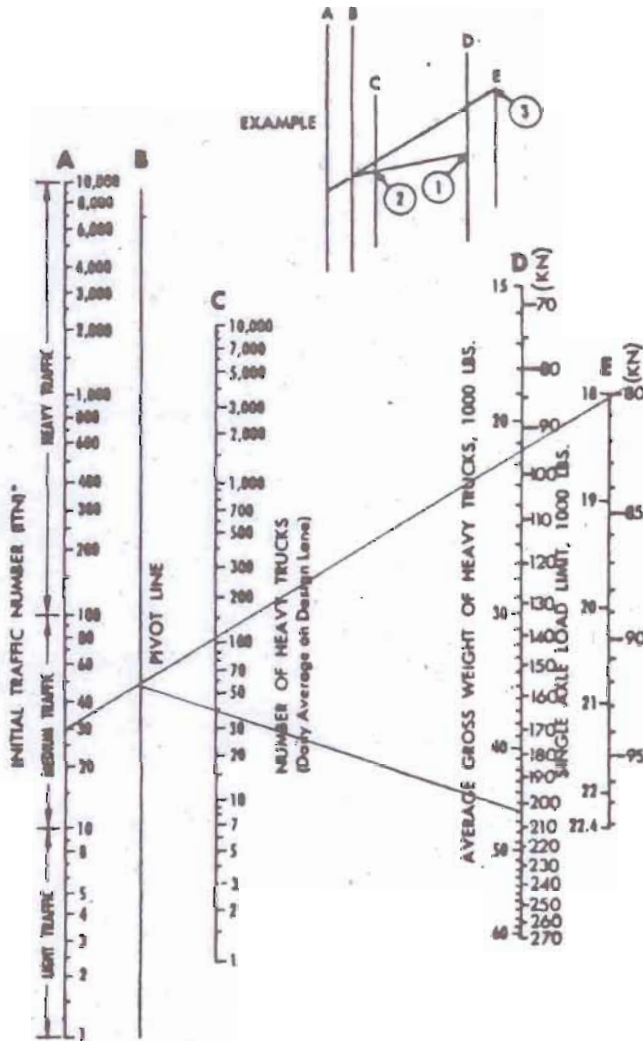
7. สรุป

ผลจากการสำรวจออกแบบซ่อมแซมโครงสร้างตัวคันทางของถนนศรีฐานภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เสนอแนะให้รีดโครงสร้างเดิมของตัวคันทางจนถึงชั้นดินเดิม แล้วตักชั้นดินเดิมใหม่ จากนั้นให้ใช้วัสดุใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมมาแทนในชั้นรองพื้นทางและชั้นพื้นทาง ในส่วนของผิวจราจรได้กำหนดให้เป็นแบบ Double Surface Treatment

1. กรมทางหลวง, "รายละเอียดควบคุมการก่อสร้างทางหลวง", 2513
2. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, "ผังเฉพาะ มหาวิทยาลัยขอนแก่น", 2529
3. ยงยุทธ ป้อมเย็น, "การออกแบบ Flexible Pavement", วิชาการ
ฉบับที่ วว.12/2520, กองวิเคราะห์และวิจัย, กรมทางหลวง, 2520
4. Oglesby, Clarkson H. & Hicks, R. Gary, "Highway
Engineering", John Wiley & Sons, 1982
5. Wallace, Hugh A. & Martin J. Rogers, "Asphalt
Pavement Engineering", McGraw-Hill, 1967
6. Wright, Paul H. & Paquette, Radnor J., "Highway
Engineering", John Wiley & Sons, 1987
7. Yoder, E.J. & Witczak, M.W., "Principle of Pavement
Design", John Wiley & Sons, 1975



รูปที่ 1 แสดงลักษณะทั่วไปของการเสียรูปอย่างถาวร
ของวัสดุในชั้นพื้นทาง, รองพื้นทาง หรือชั้นดินเดิม



Traffic analysis chart. (Courtesy: The Asphalt Institute.)

รูปที่ 2 แสดงการหาค่า Initial Traffic Number, (ITN)