หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีการและหลักเกณฑ์การออกแบบถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อค

การออกแบบถนนที่ปูด้วยแผ่นคอนกรีตบล็อคนั้น แต่ละประเทศที่มีวิธีการแตกต่างกันออกไป แต่สามารถสรุปได้ว่า ประกอบด้วยหลักการ 3 ขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งพอจะกล่าวได้ดังต่อไปนี้

3.1 <u>วิธีการออกแบบถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อค</u> มี 4 วิธีได้แก่

3.1.1 <u>การออกแบบโดยประสบการณ์</u> วิธีนี้ใช้ประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อคหลายโครงการ แล้วสังเกตุสภาพและคุณลักษณะของดินดันทาง ปริมาณการจราจร และความหนาของแผ่นคอนกรีตบล็อค สุดท้ายสามารถสรุปได้เป็นข้อแนะนำในการออกแบบ ตัวอย่างเช่น ข้อแนะนำในการออกแบบของทวีปยุโรป (ตารางที่ 2.1-2.4)

3.1.2 <u>การออกแบบโดยการดัดแปลงวิธีออกแบบทางลาดยาง</u> ตัวอย่างการออกแบบวิธีนี้ คือ การออกแบบโดยกรมทางหลวงของประเทศอินโดนีเซีย (หัวข้อ 2.1.2) จะสมมติให้ความแข็งแรงของชั้นวัสดุแต่ละชั้น มีค่าแตกต่างกันแต่จะเทียบได้เป็นความหนาเท่าใด เมื่อเทียบกับวัสดุมาตรฐาน รวมทั้งพิจารณาค่าความแข็งแรงของดินดันทาง สภาพภูมิอากาศ อายุการใช้งาน น้ำหนักบรรทุก แล้วนำไปหาค่าใน Design Chart ก็จะได้ความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจร

3.1.3 <u>การออกแบบโดยการใช้งานจริงของถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อค</u> การทดสอบวิธีนี้จะเก็บข้อมูลจากถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อคหรือถนนทดสอบ ข้อมูลที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ คือ ปริมาณการจราจร ชนิดและขนาดรวมทั้งน้ำหนักรถ ชนิดของเพลาและล้อ การเสียรูปที่คืนตัวได้ (Deflection)การเสียรูปถาวรที่ร่องล้อ (Deformation) ความหนาและคุณสมบัติของวัสดุ เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาสรุปและคำนวณเพื่อออกแบบโครงสร้างถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อคได้ วิธีการนี้ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ซึ่งจะกล่าวถึงในบทต่อไป

3.1.4 <u>การออกแบบโดยอาศัยข้อมูลจากการทดสอบในสนามและในห้องทดลอง</u> วิธีการออกแบบนี้ได้พัฒนาขึ้นในประเทศออสเตรเลีย โดยการอาศัยทฤษฎี Layered Elasticในการวิเคราะห์วิธีนี้จะทำการจำลองโครงสร้างเป็นชั้น ๆ และให้แต่ละชั้นมีคุณสมบัติเป็น Linear elastic และIsotropic ด้วย โดยเลือกชนิดของวัสดุพร้อมทั้งคุณสมบัติต่าง ๆ ในการจำลองโครงสร้าง น้ำหนักของยวดยาน ความหนาแผ่นคอนกรีตบล็อค เมื่อได้ข้อมูลเหล่านี้ก็วิเคราะห์หาการกระจายความเค้นและความเครียดที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกออกแบบ แล้วปรับความหนาของชั้นวัสดุต่าง ๆ โดยไม่ให้ค่าความเค้นและความเครียดที่จะทำให้ชั้นวัสดุนั้นเกิดความเสียหาย การคำนวณในขั้นนี้เป็นแบบ Iterative และมีความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์มาก ดังนั้นควรใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย ในประเทศออสเตรเลียได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบนี้

แล้ว คอมพิวเตอร์นี้ใช้เป็นแบบไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิท ผลของการออกแบบนี้แสดงในรูปที่ 2.2

3.2 ข้อมูลประกอบการออกแบบ(Design factor)ถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อค

สำหรับถนนชนิดลาดผิว (Paved Road หรือ Surfaced Road)แบ่งเป็นผิวทาง 2 ประเภท คือ ชนิดยืดหยุ่นได้ (Flexible pavement) เช่น ผิวทางลาดยาง และชนิดผิวแข็ง (Rigid pavement) เช่น ผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น ส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ ผิวทาง (Wearing Surface) พื้นทาง (Base Course) และ Subgrade

ชั้นผิวทางจะต้องมีคุณสมบัติในการต้านทานต่อการสึกกร่อนจากล้อรถ และต้องมีเสถียรภาพเพียงพอ ไม่เลื่อนไถลเมื่อมีแรงกระทำจากยวดยานต่าง ๆ ส่วนชั้นพื้นทางนั้น ทำหน้าที่เป็นตัวกระจายน้ำหนักจากล้อรถแล้วถ่ายลง Subgrade ซึ่งความเค้นที่เกิดขึ้นนี้จะต้องไม่ทำให้เกิด Excessive deformation ในชั้นฐานรองรับ (Foundation layer) ชั้นรองพื้นทางจะใช้กับถนนในบริเวณที่ Subgrade เป็นดินอ่อน Subgrade เป็นชั้นรองรับถนนซึ่งจะเป็นตัวรับน้ำหนักที่ถ่ายจากถนนทั้งหมด

ข้อแตกต่างที่สำคัญในการแผ่กระจายน้ำหนัก (Distribution Load) ระหว่างทางคอนกรีตและทางลาดยางก็คือ ทางคอนกรีตมี Rigidity สูง มี Modulus of Elasticity สูง มีความแข็งแกร่งในตัว ดังนั้น การกระจายน้ำหนักจากล้อรถลงสู่ดินทางจึงเป็นเนื้อที่กว้าง มีผลให้ความเค้นที่เกิดในดินดันทางต่ำ ทางลาดยางการถ่ายน้ำหนักจากล้อรถลงสู่ดินดันทางจากผิวทางมีเนื้อที่เล็ก ๆ และกระจายออกมาในรูปกรวย ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดความเข้มของความเค้นสูง ความหนาของวัสดุโครงสร้างทางชั้นต่าง ๆ คือ ร่องพื้นทาง พื้นทาง และผิวทางรวมกันจะต้องมากพอที่จะทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นใน subgrade ลดต่ำลงจนไม่ทำให้เกิด excessive deformation หรือ excessive displacement ขึ้นใน subgrade กรณีของถนนปูแผ่นคอนกรีตบล็อคก็ยึดหลักแนวความคิดดังกล่าวเช่นเดียวกัน โดยแผ่นคอนกรีตบล็อคทำหน้าที่เป็นผิวทาง

องค์ประกอบสำคัญที่ใช้ประกอบการพิจารณาออกแบบความหนาถนน ได้แก่ น้ำหนักรถ จำนวนครั้งของการกระทำซ้ำของรถ สภาพแวดล้อม คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง และวิธีการก่อสร้าง

3.2.1 น้ำหนักล้อรถ

น้ำหนักล้อรถของยานพาหนะมีผลต่อความหนาของผิวทาง ระดับความรุนแรงของการทำลายจากยวดยานพาหนะที่มีต่อถนนขึ้นอยู่กับขนาดของน้ำหนักรถที่ถ่ายลง เพลาและล้อแต่ละล้อ และจำนวนครั้งของการกระทำซ้ำ ระดับความรุนแรงของการทำลายจากน้ำหนักรถที่ถ่ายลงล้อที่มีขนาดแตกต่างกันจะมีผลแตกต่างกัน

ลักษณะการวางตัวของเพลาและล้อ แบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

ก. เพลา มีทั้งเพลาเดี่ยว (Single Axle) และเพลาคู่ (Tandem Axles)

ข. ล้อ มีล้อเดี่ยว (Single Wheel) และล้อคู่ (Tandem Wheel)

น้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐาน (Single Axle) ที่ใช้ออกแบบถนนคือ 18,000 ปอนด์ (8,200 กก.) และเพลาคู่ (Tandem Axle) 32,000 ปอนด์ (14,500 กก.) น้ำหนักล้อที่มาใช้ถนนมีขนาดคละกัน คือ มีน้ำหนักเพลาไม่เท่ากัน จึงจำเป็นต้องหาแฟคเตอร์มาคูณเพื่อจะกำหนดปริมาณ หรือจำนวนของปริมาณการจราจรมาตรฐาน เรียกว่า Load Equivalency factor ซึ่งใช้เป็นตัวคูณเปลี่ยนน้ำหนักเพลาที่มากกว่า 8,200 กก. และ 14,500 กก. ให้เป็นน้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐาน

3.2.2 <u>สภาพแวดล้อม</u>
ที่มีผลต่อการออกแบบความหนาถนน เช่น ความชื้น อุณหภูมิ เป็นต้น

3.2.2.1 ความชื้น วัดเป็น moisture content หรือ degree of saturation ผลของความชื้นต่อถนนคือ ทำให้คุณสมบัติของวัสดุโครงสร้างทางเปลี่ยนแปลงไป เช่น เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ความสามารถในการต้านทานการเกิด deformation จะลดลง ในดินบางชนิด ถ้าความชื้นเปลี่ยนแปลงอาจทำให้ปริมาตรของมวลดินเปลี่ยนแปลงไปด้วย

3.2.2.2 อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อผิวถนน ถ้าเป็นถนน คสล. จะมีการขยายตัว หดตัว เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง และอาจเกิดการบิดงอขึ้นได้ ดังนั้น จึงต้องมีการเสริมเหล็กอย่างเพียงพอ และทำแนวรอยต่อ สำหรับถนนลาดยางก็มีผลมาก ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 15 องศาเซลเซียส เป็น 40 องศาเซลเซียส จะทำให้ค่า Stiffness ของผิวลาดยางลดลงจากเดิมถึง 10 เท่า เดิมมีค่า 28,570 กก./ตร.ซม. จะเปลี่ยนไปเหลือเพียง 2,857 กก./ตร.ซม. ในทางตรงข้าม อุณหภูมิจะไม่มีผลต่อถนนที่ปูด้วยคอนกรีตบล็อคเลย จากประสบการณ์พบว่า ถึงแม้พื้นที่ปูแผ่นคอนกรีตบล็อคจะมีขนาดใหญ่แต่ไม่มีความจำเป็นที่ต้องทำแนวรอยต่อ เนื่องจากรอยต่อเพื่อการขยายตัวหรือหดตัวซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า การที่ไม่ต้องการทำแนวรอยต่อ เนื่องจากรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตบล็อคมีช่องว่างอยู่ประมาณ 1.5 ถึง 2.5 % ของพื้นที่แผ่นคอนกรีตบล็อคอยู่แล้ว เพื่อรองรับการขยายตัวหรือหดตัว

3.2.3 <u>การก่อสร้าง วิธีการก่อสร้าง</u> เช่น การควบคุมการบดอัดให้ดีก็จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ถนน ระบบการระบายน้ำของถนนจะช่วยในการควบคุมความชื้น

3.3 การประเมินสมรรถนะการใช้งาน

หลักเกณฑ์ทั่วไปที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะการใช้งานมีดังนี้ คือ

3.3.1 การแอ่นตัว (Deflection) ของผิวจราจรที่คืนตัวได้

3.3.2 การเสียรูป (Deformation) ของผิวจราจรแบบถาวรหรือการเกิดร่องล้อ(Rutting)

การแอ่นตัวโดยปกติสำหรับทั้งถนนแบบ คสล.และแบบลาดยางยอมให้เกิดการแอ่นตัวได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแตกของผิวถนนเนื่องจาก Fatigue ผลการวิจัยชี้แนะว่าสำหรับผิวถนนที่ทำด้วยคอนกรีตบล็อคยอมให้เกิดการแอ่นตัวได้ 2 ถึง 3 มิลลิเมตรโดยไม่เกิดการเสียหาย

การเสียรูปแบบถาวรของทางที่ปูคอนกรีตบล็อคเกิดขึ้นคล้ายกับทางลาดยางส่วนใหญ่ การเสียรูปจะเกิดขึ้นในช่วงแรกของการใช้งาน โดยจะเกิดขึ้นก่อนการเกาะยึดกันระหว่างแผ่นคอนกรีตบล็อค การควบคุมขนาดของการเสียรูปหรือร่องล้อให้มีขนาดจำกัดมีผลโดยตรงต่อคุณภาพและมาตรฐานการขับขี่ และที่สำคัญไม่ควรให้ร่องล้อเป็นที่น้ำขัง ซึ่งสามารถแก้ได้โดยการทำผิวจราจรลาดลงไปด้านไหล่ทาง

โดยทั่วไปทางลาดยางยอมให้เกิดรอยร่องล้อได้ 10 มิลลิเมตรสำหรับทางด่วนและอาจยอมให้ค่ามากถึง 40 ถึง 50 มิลลิเมตรสำหรับทางชนบท แต่ทางที่ปูด้วยแผ่นคอนกรีตบล็อคยอมให้เกิดร่องล้อได้ไม่เกิน 5 ถึง 10 มิลลิเมตร ก่อนเกิดการยึดเกาะกันระหว่างแผ่นคอนกรีตบล็อคแต่อย่างไรก็ตามในประเทศเนเธอร์แลนด์ยอมให้ทางปูแผ่นคอนกรีตบล็อคเกิดร่องล้อได้ลึก 25 มิลลิเมตรแต่ไม่เกิน 35 มิลลิเมตร

3.4 การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์

3.4.1 ทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์ถนนที่ปูแผ่นคอนกรีตบล็อคมีหลายวิธี ที่พอจะกล่าวถึงมีดังต่อไปนี้

ก. วิธี Modified Slab

ข. วิธี Finite Element

ค. วิธี Layered Elastic

วิธี ก และ ข ไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย ส่วนวิธีที่ 3 วิธี Layered Elastic เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้กันกว้างขวางมากที่สุด วิธีนี้จะทำการจำลองโครงสร้างเป็นชั้นๆ และให้แต่ละชั้นมีคุณสมบัติเป็น Linear elastic ดังนั้นค่าความเค้นและความเครียดของโครงสร้างถนนจึงสามารถคำนวณได้จากขนาดและตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุก ความหนาและคุณสมบัติของชั้นที่จะพิจารณา วิธีการคำนวณเป็นแบบ Iterative หลายร้อยรอบ ปกติต้องใช้คอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรมซึ่งมีโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น CHEVRON,ELSYM,BISTRO

และ CIRCLY ด้วยวิธีการที่ซับซ้อนและยุ่งยาก วิศวกรจึงได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์โดยประมาณขึ้นจากวิธี Layered Elastic ซึ่งได้แก่วิธี Regression และวิธี Equivalent thickness

วิธี Equivalent thickness เหมาะสมกับการนำมาใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์มาก เนื่องจากมีสัญลักษณ์ในการคำนวณไม่ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ของโปรแกรม CHEVRON ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรม แต่ให้คำตอบที่ใกล้เคียงกับวิธีวิเคราะห์อย่างละเอียดแบบโปรแกรม CHEVRON ในการวิเคราะห์โดยวิธี Equivalent thickness ถือว่าวัสดุมีคุณสมบัติเป็นแบบ Isotropic

3.4.2 คุณสมบัติโครงสร้างทางที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.4.2.1 แผ่นคอนกรีตบล็อค

ถือว่าแผ่นคอนกรีตบล้อคมีคุณสมบัติเป็น Isotropic และ Linearly elastic

แผ่นคอนกรีตบล็อครปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่า Elastic modulas (E)อยู่ในช่วง 5,102-71,248 กก./ตร.ซม. แต่แนะนำให้ใช้ค่า 25,510 กก./ตร.ซม.

แผ่นคอนกรีตบล็อครูปร่างมีพันหรือส่วนยื่นมีค่า Elastic modulas(E)ในช่วง 9,184-76,530 กก./ตร.ซม. แต่แนะนำให้ใช้ค่า 32,650 กก./ตร.ซม.

ค่า Possion's ratio (ν)ของแผ่นคอนกรีตบล็อคทุกรูปร่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.30 แต่แนะนำให้ใช้ค่า 0.30

3.4.2.2 ชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทาง

โดยปกติการวิเคราะห์ความเค้นโดยไมโครคอมพิวเตอร์มักจะใช้กฎการเสียรูปแบบ Linearly elastic เป็นคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างทาง ซึ่งใช้ได้ดีเฉพาะในกรณีที่วัสดุชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทางเป็นแบบ stiff materials ได้แก่ คอนกรีตหรือชั้นดินที่ทำการ stabilised แล้ว แต่ไม่เหมาะกับการนำไปใช้กับวัสดุที่เป็น Unbound materials เช่น หินย่อยหรือกรวด จะพบว่า stiffness ของ Unbound materials มีค่าแปรผันโดยตรงกับความแข็งแรงของชั้น subgrade หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า stiffness ของ Unbound materials ขึ้นอยู่กับความเค้นที่วัสดุนั้นสามารถรับได้ โดยปกติค่าความเค้นจะเปลี่ยนแปลงในแต่ละจุดของชั้นวัสดุนั้น นั่นแสดงว่าการตอบสนองต่อความเค้นของวัสดุมีคุณสมบัติเป็น Non-linear

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อความเค้นแบบ Non-linear นี้เป็นแบบ Iterative ไม่เหมาะกับการคำนวณด้วยมือ ดังนั้นจึงต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณโดยการแบ่งชั้นวัสดุแบบ Unbound

materials เป็นชั้นย่อยๆ ดังนี้

ชั้นผิวทางที่เป็นหินย่อย แนะนำให้ใช้ค่า Elastic modulas (E) 3,570 กก./ตร.ซม. และค่า Possion's ratio (ν)0.35

ชั้นผิวทางที่ปรับปรุงคุณภาพ(Stabilised)แนะนำให้ใช้ค่า Elastic modulas (E)23,470 กก./ตร.ซม. และค่า Possion's ratio (ν)0.35

ชั้นรองผิวทางที่เป็นกรวด แนะนำให้ใช้ค่า Elastic modulas (E)23,470 กก./ตร.ซม. และค่า Possion's ratio(ν)0.35

ชั้นรองผิวทางที่ปรับปรุงคุณภาพ(Stabilised)แนะนำให้ใช้ค่า Elastic modulas(E)15,310 กก./ตร.ซม. และค่า Possion's ratio (ν)0.35

3.4.2.3 ชั้นดินคันทาง

โดยปกติคุณสมบัติของดินคันทางจะอยู่ในรูปของ CBR และจากการศึกษาพบว่าสามารถคำนวณหาค่า Elastic modulas ของดินคันทางในรูปความสัมพันธ์กับค่า CBR ได้ดังนี้

$$E = 10 * CBR$$

หรือ $E = 17.6\ CBR^{0.64}$

เมื่อ E มีหน่วยเป็น MPa และค่า CBR อยู่ในรูปร้อยละ

3.4.3 ขั้นตอนการออกแบบ

3.4.3.1 วิเคราะห์หาการกระจายของความเค้นและความเครียดที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกที่จะออกแบบ

3.4.3.2 ปรับความหนาของชั้นวัสดุต่างๆโดยไม่ให้ค่าความเค้นและความเครียดถึงระดับที่จะทำให้ชั้นวัสดุนั้นเกิดความเสียหาย การคำนวณในขั้นนี้เป็นแบบ Iterative และมีความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์มาก ดังนั้นควรใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย

3.4.4 รายละเอียดวิธีการออกแบบ

จากการสังเกตุการออกแบบโดยคอมพิเตอร์จากแผนภูมิ(Flow chart)รูปที่ 3.1 จะ

ประกอบด้วยขั้นตอน 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การป้อนข้อมูล ประกอบด้วยการเลือกชนิดของวัสดุต่างๆพร้อมกับคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบโครงสร้างทาง ประกอบด้วยการคำนวณหาความหนาของชั้นต่างๆที่แข็งแรงและประหยัด

ข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่
-คุณสมบัติของแผ่นคอนกรีตบล็อค,วัสดุชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทาง
-ความแข็งแรงของชั้นดินคันทาง
-น้ำหนักบรรทุกที่จะออกแบบ

สำหรับแผ่นคอนกรีตบล็อคความหนา 8 เซ็นติเมตรก็เพียงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกทุกขนาด

ผู้ออกแบบต้องเลือกวัสดุที่จะนำมาทำชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทางให้ประหยัดที่สุด ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้วัสดุในชั้นพื้นทางเป็นแบบ Stabilised จะทำให้สมรรถนะการใช้งานของถนนแผ่นคอนกรีตบล็อคเหนือกว่าการใช้หินย่อยหรือกรวด นอกจากนั้นยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจรและการเปลี่ยนแปลงกำลังของชั้นดินคันทางมีผลต่อการใช้วัสดุชั้นพื้นทาง

ลำดับการออกแบบโดยคอมพิวเตอร์ควรดูแผนภูมิ(Flow chart)รูปที่ 3.1 ประกอบตามไปด้วยจะทำให้เข้าใจง่ายขึ้น มีลำดับการทำงานดังนี้

ก.เมื่อป้อนข้อมูลน้ำหนักบรรทุกของยวดยานที่ออกแบบแล้ว คอมพิวเตอร์จะคำนวณหาการกระจายปริมาณและน้ำหนักยวดยานอย่างอัตโนมัติ

ข.การเลือกชนิดวัสดุที่ใช้ในชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทางว่าจะใช้ Unbound materials (หินย่อย,กรวด)หรือ Bound materials (คอนกรีตหยาบ,soil cement) ผู้ออกแบบต้องทราบถึงคุณสมบัติและราคาของวัสดุอย่างถ่องแท้ อาจต้องทำการออกแบบหลายครั้งเพื่อเปรียบเทียบว่า ถนนจะประกอบด้วยวัสดุชนิดใดจึงจะเหมาะสมและประหยัดที่สุด อย่างไรก็ตามมีข้อแนะนำว่า เมื่อมีกรณีที่ต้องใช้ชั้นรองพื้นทาง ก็ต่อเมื่อ

-ชั้นดินคันทางไม่แข็งแรง (ค่า CBR ต่ำกว่า 5%)
-น้ำหนักเพลาสูง

-วัสดุที่ใช้ทำผิวทางมีราคาสูง

ค.ความแข็งแรงของดินคันทางอยู่ในรูป CBR ซึ่งควรทำการหาค่าเฉลี่ย CBR ในบริเวณที่จะก่อสร้างเป็นช่วงๆแต่ค่าเฉลี่ย CBRที่หาได้ควรนำมาปรับเพื่อให้ปลอดภัยมากขึ้นโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่Percentile ที่90 (ค่า CBR เฉลี่ย-1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)นั่นหมายความว่าจะมีโอกาส 10 เปอร์เซ็นต์ที่จะพบค่า CBR จริงต่ำกว่าค่าออกแบบ

ง.ระบุความหนาของแผ่นคอนกรีตบล็อค ปกติใช้ความหนา 8 เซ็นติเมตร

จ.โปรแกรมจะคำนวณหาการกระจายของความเค้นและความเครียดที่เกิดจากน้ำหนักเพลาออกแบบในกรณีที่ผู้ออกแบบเลือกใช้ Unbound materials เป็นชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทาง โปรแกรมจะแบ่งชั้นเหล่านี้ออกเป็น 3 ชั้นย่อยๆอย่างอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ออกแบบป้อนข้อมูลค่าคุณสมบัติต่างๆของวัสดุ เช่น Elastic modulas ให้เหมาะสมกับชั้นทางที่รองรับ หมายความว่า วัสดุในชั้นนี้จะถูกกำหนดให้ความเค้นเป็น Non-linear

ฉ.โปรแกรมจะเปิดโอกาสให้เลือกความหนาของชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทางได้หลายค่า(แต่ละชั้นความหนามากกว่า 10 เซ็นติเมตร)

ช.เมื่อคำนวณหาการกระจายความเค้นและความเครียดแล้ว โปรแกรมจะคำนวณจำนวนครั้งที่น้ำหนักล้อกระทำซึ่งแผ่นคอนกรีตบล็อคสามารถรับได้ก่อนเกิด failure

ซ.การคำนวณในชั้น ฉ.และ ช.จะถูกกระทำนับพันครั้ง เพื่อให้แผ่นคอนกรีตบล็อคมีความสามารถรับการกระทำจากน้ำหนักยวดยานโดยไม่ก่อให้เกิด failure

ผลการออกแบบที่ได้จากการใช้โปรแกรมจะให้ค่าที่ conservative และมีความปลอดภัยในการใช้งาน

3.4.5 ข้อดีของการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์

การออกแบบโดยใช้คอมพิเตอร์มีข้อดีเหนือกว่าการออกแบบธรรมดา คือ

ก.สามารถออกแบบโครงสร้างที่มีความซับซ้อนได้ทุกกรณีของน้ำหนักบรรทุกและทุกกรณีของชนิดวัสดุก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว

ข.เป็นการออกแบบที่กว้างขวาง เนื่องจากสามารถใช้วัสดุต่างๆมาประกอบกันเป็นโครงสร้างทาง

แล้วนำมาหาราคาเปรียบเทียบกันในแต่ละชุดของโครงสร้าง แล้วหาชุดที่ประหยัดและเหมาะสมที่สุด

ค. วิธีการออกแบบโดยคอมพิวเตอร์เป็นระเบียบแบบแผนมีขั้นตอนที่รัดกุมแน่นอน ถึงแม้ผู้ใช้จะมีประสบการณ์หรือความรู้ทางวัสดุน้อน โปรแกรมจะชี้เตือนว่าผู้ใช้ว่า "ตัดสินใจออกแบบไม่ถูกต้อง" เมื่อผู้ใช้ออกแบบไม่เหมาะสม

ง. ทำให้วิศวกรไม่ต้องเสียเวลาคำนวณตัวเลขการออกแบบที่ซับซ้อนยุ่งยาก ดังนั้นวิศวกรจึงมีเวลาในการคิดหาแนวทางการออกแบบที่จะให้ผลประโยชน์สูงสุดและมีเวลากลั่นกรองหาหลักเกณฑ์หรือข้อสมมุติฐานในการออกแบบได้มากขึ้น

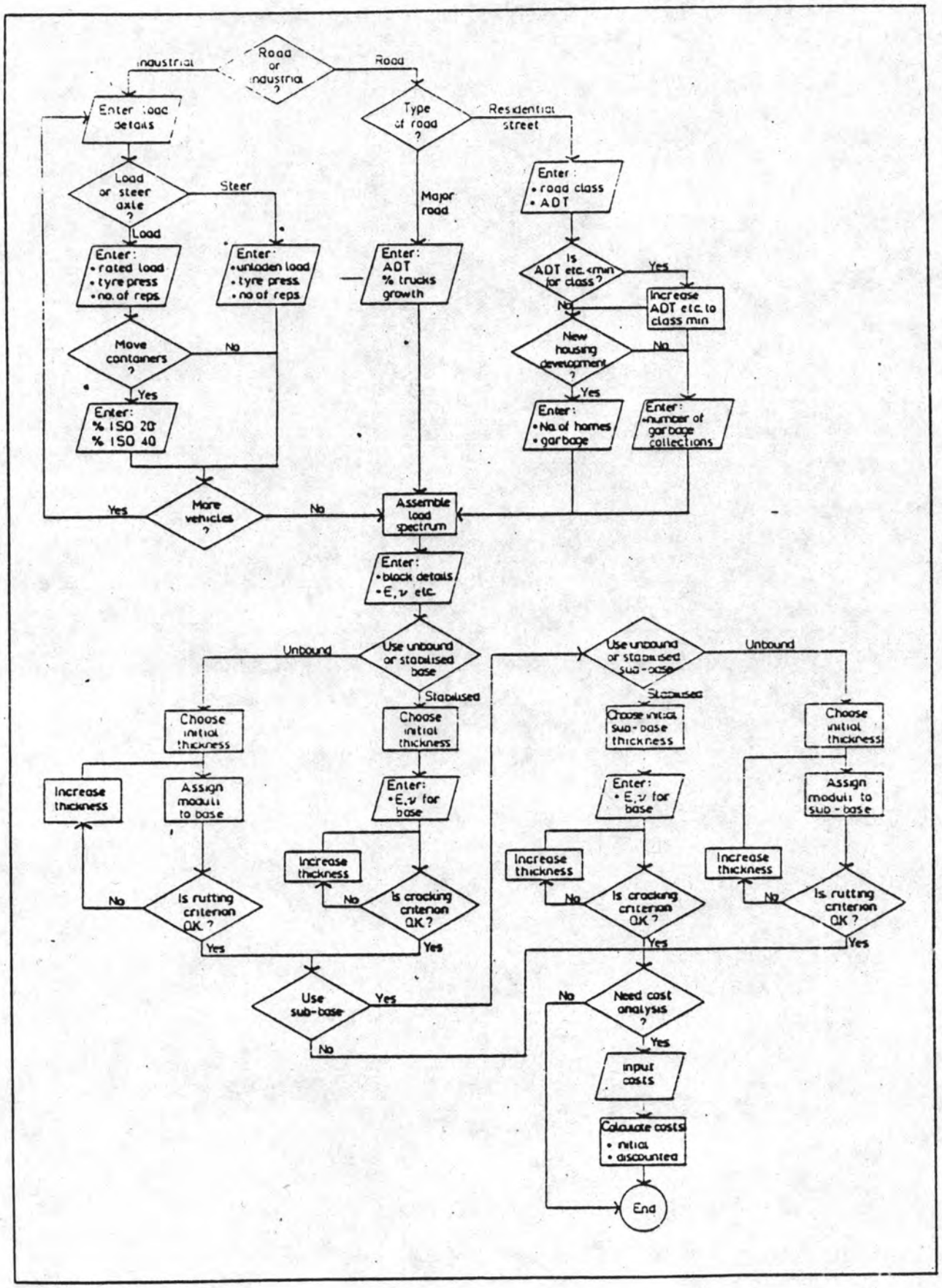

Fig 3.1 - Flow chart of computer program