บทที่ ๓

การออกแบบถนนทางด้านเรขาคณิต

การออกแบบถนนแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้สอง[๔] ส่วน คือ การออกแบบทางด้านโครงสร้าง และการออกแบบทางด้านเรขาคณิต

การออกแบบทางด้านโครงสร้าง ได้แก่การออกแบบความหนาของผิวจราจร โดยคำนึงถึงความคงทนและความประหยัด การออกแบบรากฐานของผิวจราจร รวมทั้งความมั่นคงแข็งแรงของดินที่ใช้เป็นรากฐานของถนน การออกแบบตัวสะพานข้ามคลองและสะพานลอย การออกแบบถนนทางด้านโครงสร้างนี้ ต้องการข้อมูลที่สำคัญ คือ น้ำหนักที่ล้อรถยนต์คาดว่ามากที่สุดที่กดลงบนผิวจราจร ปริมาณการจราจร การแบ่งประเภทของดิน และคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้

การออกแบบถนนทางด้านเรขาคณิต ได้แก่การออกแบบทางแยกต่าง ๆ การออกแบบความกว้างของผิวจราจรและไหล่ถนน การออกแบบถนนตอนที่เป็นส่วนโค้งในแนวดิ่ง เช่น ถนนผ่านคลอง ทางรถไฟ ซึ่งต้องมีการยกระดับของสะพานข้ามคลอง สะพานลอย และต้องคำนึงถึงระยะทางมองเห็นด้วย การออกแบบถนนตอนที่เป็นส่วนโค้งในแนวราบ ซึ่งจะต้องยกซุปเปอร์เอลลีเวชั่น (Superelevation) การออกแบบความลาดการระบายน้ำของผิวจราจร เป็นต้น การออกแบบถนนทางด้านเรขาคณิตนี้ ต้องการข้อมูลที่สำคัญคือ ความหนาแน่นของการจราจร ลักษณะของการจราจร และความเร็วของรถยนต์ที่ใช้ในการออกแบบ

---

[๔]Leoncio O. Limjuco, Notes in Highway Engineering (Manila : The Bureau of Public Highways, 1954), p. 22

ระยะทางมองเห็นบนส่วนโค้งในแนวดิ่ง

(The Sight Distance on Vertical Curve)

ระยะทางมองเห็นบนส่วนโค้งในแนวดิ่ง เป็นความยาวของผิวจราจรบนส่วนโค้งบนระยะทางข้างหน้า ซึ่งตาของผู้ขับสามารถมองเห็นได้ ระยะทางมองเห็นบนส่วนโค้งนี้เป็นสิ่งสำคัญมากที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบถนน โดยแบ่งออกเป็น ๒[๕] อย่าง คือ

๑. Passing sight distance.

๒. Non-passing sight distance.

ดูภาพประกอบที่ ๑

Passing sight diatance

เป็นระยะทางยาวที่สุด ซึ่งตาของผู้ขับรถถูกสมมุติว่าสูง ๑.๓๗ เมตร เหนือผิวจราจร สามารถที่จะมองเห็นยอดของวัตถุสูง ๑.๓๗ เมตร บนผิวจราจรได้

สูตร[๖] $S = \frac{5.466}{A} + \frac{L}{2}$ เมื่อ $S > L$

$S = 3.313\sqrt{\frac{L}{A}}$ เมื่อ $S < L$

L = ความยาวของส่วนโค้งในแนวดิ่ง (vertical curve) หน่วยเป็นเมตร

A = ผลต่างทางพีชคณิตของเกรด[๗](grade) หน่วยเป็น เปอร์เซนต์/๑๐๐

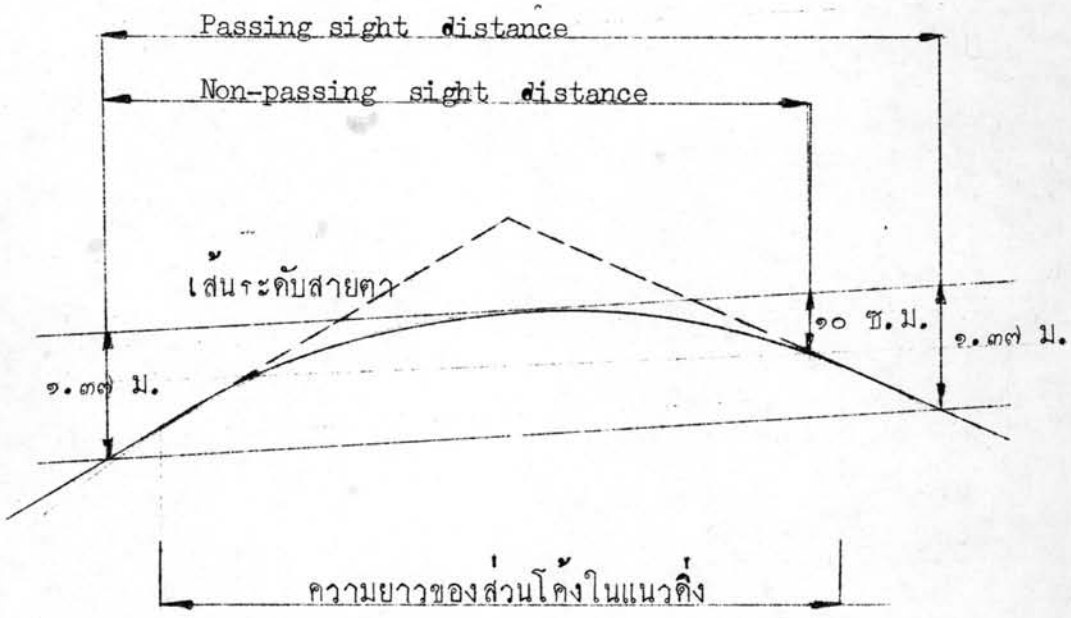
S = ระยะทางมองเห็น (sight distance) หน่วยเป็นเมตร

---

[๕]Thomas F. Hickerson, Route Surveys and Design (New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1959), p. 211.

[๖]Limjuco, op.cit., p. 37.

[๗]เป็นส่วนเอียงลาดที่ค่าระดับเปลี่ยนไป โดยเทียบกับหนึ่งร้อยหน่วยของระยะทางในแนวราบ



ภาพประกอบที่ ๑
ระยะทางมองเห็นบนส่วนโค้งในแนวดิ่ง

Non-passing sight distance

เป็นระยะทางยาวที่สุดซึ่งตาของผู้ขับรถ ถูกสมมุติว่าสูง ๑.๓๗ เมตร เหนือผิวจราจร สามารถที่จะมองเห็นยอดของวัตถุสูง ๑๐ เซนติเมตรบนผิวจราจรได้

สูตร[๔] $S = \frac{2.219}{A} + \frac{L}{2}$ เมื่อ $S > L$

$S = 2.109\sqrt{\frac{L}{A}}$ เมื่อ $S < L$

L = ความยาวของส่วนโค้งในแนวดิ่ง (vertical curve) หน่วยเป็นเมตร

A = ผลต่างทางพีชคณิตของเกรด (grade) หน่วยเป็น เปอร์เซนต์/๑๐๐

S = ระยะทางมองเห็น (sight distance) หน่วยเป็นเมตร

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการเขียนโปรแกรมใช้สัญญลักษณ์ ดังนี้

AA = ผลต่างทางพีชคณิตของเกรด หน่วยเป็น เปอร์เซนต์/๑๐๐

AL = ความยาวของส่วนโค้งในแนวดิ่ง หน่วยเป็นเมตร

AS1 = ระยะทางมองเห็น เมื่อ $S < L$

AS2 = ระยะทางมองเห็น เมื่อ $S > L$

ALL = ความยาวของส่วนโค้งในแนวดิ่งหน่วยเป็นเมตร

ASS1 = ระยะทางมองเห็น เมื่อ $S < L$

ASS2 = ระยะทางมองเห็น เมื่อ $S > L$

---

[๔] Ibid., p. 38.

```
FORTRAN    200        SOURCE LISTING AND DIAGNOSTICS                    PROGRAM: 000

      C     TO COMPUTE THE SIGHT DISTANCE ON VERTICAL CURVE.
001        77 READ (2, 200) AA
002       200 FORMAT (F6.3)
003           WRITE (3, 500)
004       500 FORMAT (1H1, 24X, 46HPASSING SIGHT DISTANCE ON VERTICAL CUR
          1VE., ///)
005           AAAA = AA*100.
006           WRITE (3, 502) AAAA
007       502 FORMAT (20X, 33HALGEBRAIC DIFFERENCE OF GRADE = , F6.2,
          111H  PER CENT., ///)
010           WRITE (3, 505)
011       505 FORMAT (20X, 59HLENGTH OF VERTICAL CURVE (M.)          SIGHT DISTA
          1NCE (M.) , /)
012           DO 99 I = 20, 800, 20
013           AL = I
014           ASTA = SQRT (AL/AA)
015           AS1 = 3.313*ASTA
016           IF (AL-AS1) 20, 30, 30
017        30 AS = AS1
020           GO TO 55
021        20 AS2 = (5.466/AA)+(AL/2.)
022           AS = AS2
023           GO TO 55
024        55 WRITE (3, 510) AL, AS
025       510 FORMAT (28X, F10.3, 23X, F10.3)
026        99 CONTINUE
027           WRITE (3, 580)
030       580 FORMAT (/////, 42X, 17HEND  OF  PROGRAM., //)
031           GO TO 22
032        22 WRITE (3, 520)
033       520 FORMAT (1H1, 22X, 52HNON - PASSING SIGHT DISTANCE ON VERTICAL
          1 CURVE., ///)
034           WRITE (3, 502) AAAA
035           WRITE (3, 505)
036           DO 88 J = 20, 800, 20
037           ALL = J
040           ASBB = SQRT (ALL/AA)
041           ASS1 = 2.109*ASBB
042           IF (ALL-ASS1) 40, 50, 50
043        50 ASS = ASS1
044           GO TO 44
045        40 ASS2 = (2.219/AA)+(ALL/2.)
046           ASS = ASS2
047           GO TO 44
050        44 WRITE (3, 510) ALL, ASS
051        88 CONTINUE
052           WRITE (3, 580)
053           GO TO 77
054           END
```

ความลาดการระบายน้ำสำหรับผิวจราจร

(The Drainage slope for Pavement)

ในการออกแบบและการก่อสร้างถนน โดยทั่ว ๆ ไปส่วนโค้งหลังถนนใช้ความลาดต่ำสุด ดังนี้

ก. ผิวจราจรคอนกรีต ใช้ความลาดการระบายน้ำ ไม่น้อยกว่า ๑[๙] เปอร์เซนต์คราวน์ (per sent crown)

ข. ผิวจราจรแอสฟัลต์ ใช้ความลาดการระบายน้ำไม่น้อยกว่า ๑.๖๕[๑๐] เปอร์เซนต์คราวน์ (per cent crown)

สูตร[๑๑] $y = kx^2$

เมื่อ $k = \frac{S \times W/100}{w^2}$

ดูภาพประกอบที่ ๖

S = ค่าความลาด หน่วยเป็นเปอร์เซนต์คราวน์[๑๒]

W = ความกว้างของผิวจราจร หน่วยเป็นเมตร

w = ครึ่งหนึ่งของความกว้างของผิวจราจร หน่วยเป็นเมตร

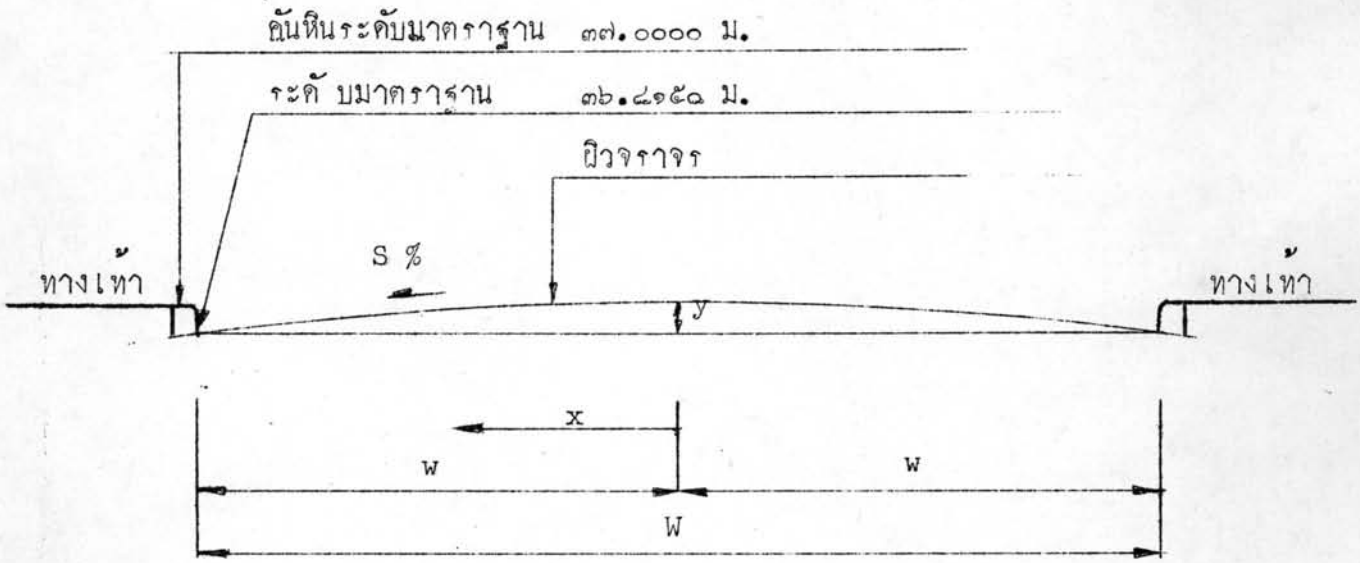
---

[๙] Henry k. Evans, Traffic Engineering Handbook (New York : Peter F. Mallon, Inc., 1964), p.470.

[๑๐] Ibid.

[๑๑] Limjuco, op.cit., p. 54

[๑๒] เป็นอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นที่รูปตัดของถนนจากจุดต่ำที่สุดถึงจุดสูงที่สุดที่เส้นกึ่งกลางถนนเทียบกับความกว้างทั้งหมดของผิวจราจร



ฉวฟประกอบที่ ๒

ความลาดการระบายน้ำสำหรับผิวจราจร

y = ระยะความสูงในแนวดิ่ง หน่วยเป็นเมตร

x = ระยะความกว้างในแนวราบ หน่วยเป็นเมตร

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการเขียน โปรแกรม ใช้สัญญลักษณ์ดังนี้

AS = ค่าของความลาด

ELEV = ค่าระดับถนนมาตรฐานที่หน้าคันดิน ระดับ ๓๖.๘๑๕๐ ม.

M, AI= ความกว้างของผิวจราจรเป็นเมตร

AAW = ครึ่งหนึ่งของความกว้างของผิวจราจร หน่วยเป็นเมตร

Ak = ค่า k ตามสูตร

Ay = ค่า y ตามสูตร

ASET = ค่า offset

ELEVT= ค่าระดับที่จุดต่าง ๆ ของส่วนโค้งถนน ที่ค่า x เปลี่ยนแปลงไป

```
      C     TO COMPUTE THE DRAINAGE SLOPE OF PAVEMENTS.
001     555 READ (2, 300) AS, ELEV
002     300 FORMAT (F5.2, F7.4)
003         DO  99 I = 5, 21, 1
004         M = I
005         AI = I
006         WRITE (3, 310)
007     310 FORMAT (1H1, 20X, 37HTHE  DRAINAGE  SLOPE  FOR  PAVEMENTS., ///)
010         WRITE (3, 315) AS, AI
011     315 FORMAT (20X, 20HDRAINAGE SLOPE    = , F8.2, 16H PER CENT CROWN.,
           1    //, 20X, 20HWIDTH OF PAVEMENT = , F8.2, 3H M., /)
012         WRITE (3, 320)
013     320 FORMAT (20X, 8HDISTANCE, 7X, 2HY., 7X, 6HOFFSET, 4X, 9HELEVATION)
014         AAW = AI/2.
015         AAA = (AS*AI)/100.
016         AK = AAA/(AAW**2)
017         DO 88 J = 0, M, 1
020         AJ = J
021         AW = AJ/2.
022         AY = AK*(AW**2)
023         ASET = AAA-AY
024         ELEVT = ELEV+ASET
025         WRITE (3, 330) AW, AY, ASET, ELEVT
026     330 FORMAT (/, 20X, F6.2, 3F12.4)
027      88 CONTINUE
030         WRITE (3, 350)
031     350 FORMAT (/////, 30X, 17HEND  OF  PROGRAM., ///)
032      99 CONTINUE
033         GO TO 555
034         END
```

006261

18138883

ค่าระดับที่จุดต่าง ๆ ตามส่วนโค้งในแนวดิ่ง
(The Elevation along Vertical Curve)

ในการออกแบบถนนตอนที่เป็นส่วนโค้งในแนวดิ่ง เช่น ถนนตอนที่ผ่านคลอง ทางรถไฟ ซึ่งต้องมีการยกระดับให้สูงกว่าระดับถนนในแนวราบ โดยการสร้างสะพานข้ามคลอง สร้างสะพานลอย เพื่อให้การขับรถมีความสะดวกสบาย จึงเพิ่มความสูงทีละน้อย ๆ เป็นรูปของส่วนโค้งแบบพาราโบลิค[๑๓] (parabolic curve) ดังแสดงในภาพประกอบที่ ๓

จุด V เป็นจุดที่เส้นสัมผัสวงกลมสองเส้นตัดกันเรียกว่า P.I. (Point of intersection)

จุด A เป็นจุดเริ่มต้นของส่วนโค้ง เรียกว่า P.C. (Point of curvature)

จุด B เป็นจุดสุดท้ายของส่วนโค้ง เรียกว่า P.T. (Point of tangency)

g_1 , g_2 = เปอร์เซนต์เกรด (percent grade) ของเส้นสัมผัสวง AV และ VB

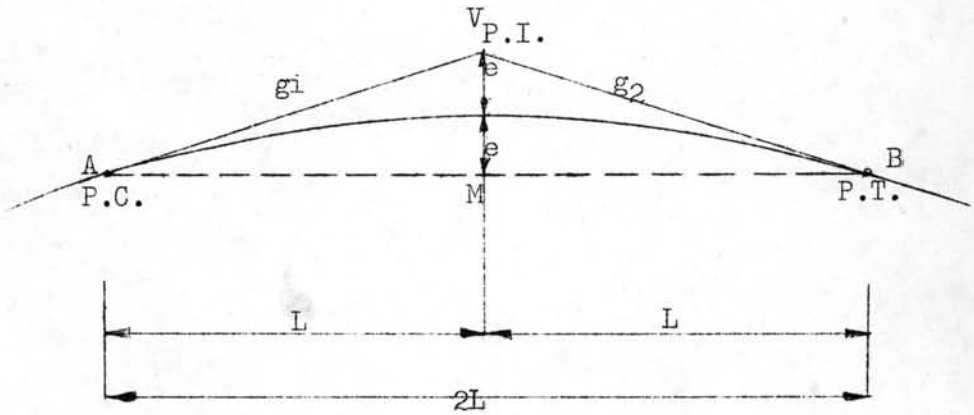
2L = ความยาวของส่วนโค้งทั้งหมด หน่วยเป็นเมตร

L = ครึ่งหนึ่งของส่วนโค้งทั้งหมด

e = ระยะทางตรง (offset) ในแนวดิ่งจากจุดยอด V ถึงจุดกึ่งกลางของส่วนโค้ง

---

[๑๓] เป็นส่วนโค้งที่มีความสมดุลย์กับแกนของมันเองทั้งสองข้าง



ภาพประกอบที่ ๓
ค่าระดับที่จุดต่างๆตามส่วนโค้งในแนวดิ่ง

สูตร[14] $e = \frac{1}{800} (g_2 - g_1) C$

แต่ส่วนโค้งทั้งสองข้างเท่ากัน $g_1 = g_2$ โดยคิดเครื่องหมายด้วย

g_1 มีเครื่องหมายเป็นบวก g_2 มีเครื่องหมายเป็นลบ

$$(g_2 - g_1) = -2g_1 = 2G$$

$$C = 2L$$

แทนค่า $e = \frac{1}{800} 2G \times 2L$

$$= \frac{1}{200} GL$$

และ[15] $n = (\frac{x}{L})^2 \times e$

$$m = \frac{G \times x}{100}$$

G = ผลต่างทางพีชคณิตของเปอร์เซนต์เกรด

L = ครึ่งหนึ่งของความยาวของส่วนโค้งทั้งหมด หน่วยเป็นเมตร

e = ระยะทางตรงในแนวดิ่ง จากจุดยอดถึงจุดกึ่งกลางของส่วนโค้ง หน่วยเป็นเมตร

x = ระยะทางจากจุด P.C. ถึงจุดที่ต้องการหาค่าระดับ หน่วยเป็นเมตร

n = ค่าระยะทางตรงในแนวดิ่งที่จุดใด ๆ ที่ x เปลี่ยนแปลงไป

m = ค่าระยะทางตรงในแนวดิ่งทั้งหมดที่จุดใด ๆ ที่ x เปลี่ยนแปลงไป

---

[14] Hickerson, op. cit., p. 129.

[15] Ibid., p. 131.

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการเขียนโปรแกรม ใช้สัญญลักษณ์ดังนี้

G = ค่าผลต่างทางพีชคณิต ของเปอร์เซนต์เกรด หน่วยเป็นเปอร์เซนต์

EL = ค่าระดับผิวจราจรมาตรฐาน ๓๖.๘๑๕๐ ม.

L = ครึ่งหนึ่งของความยาวของส่วนโค้ง หน่วยเป็นเมตร

E = ระยะทางตรงในแนวดิ่ง จากจุดยอดถึงจุดกึ่งกลางของส่วนโค้ง หน่วยเป็นเมตร

DN = ระยะทางตรงในแนวดิ่ง ที่จุดใด ๆ หน่วยเป็นเมตร

DI = ค่าของ x ที่จุดต่าง ๆ โดยเริ่มจาก P.C.

DM = ระยะทางตรงในแนวดิ่งทั้งหมดที่จุดใด ๆ หน่วยเป็นเมตร

ELEV= ค่าระดับผิวจราจรที่จุดต่าง ๆ โดยที่ระยะทาง x เปลี่ยนแปลงไป

```
      C     TO EVALUATE THE ELEVATION OF CURVE
001       10 READ (2, 200) G, EL, L
002      200 FORMAT (F5.2, F7.4, I4)
003          WRITE (3, 500)
004      500 FORMAT (1H1, 36X, 33HELEVATIONS ALONG VERTICAL CURVES., //)
005          WRITE (3, 300)
006      300 FORMAT (20X, 13HPERCENT GRADE, 4X, 6HLENGTH,  7X, 8HDISTANCE, 6X,
                17HOFFSETS,   3X, 11HELEVATIONS , /)
007          WRITE (3, 400) G, L
010      400 FORMAT (22X, F8.2, 6X, I4, 3H M.)
011          AL = L
012          E = (G*AL)/200.
013          DO 100 I = 0, L, 2
014          DI = I
015          DN = (E*(DI**2))/(AL**2)
016          DM = (G*DI)/100.
017          DC = DM-DN
020          ELEV = EL+DC
021          WRITE (3, 201) I, DC, ELEV
022      201 FORMAT (51X, I4, 3X, 2F12.4)
023      100 CONTINUE
024          WRITE (3, 555)
025      555 FORMAT (//,  63X, 17HEND  OF  PROGRAM.)
026          GO TO 10
027          END
```

การยกซุปเปอร์เอลลีเวชั่นของถนน

(The Superelevation of Roads)

เพื่อหลีกเลี่ยงการขับรถที่ไม่สะดวกสบายในถนนตอนที่เป็นทางโค้ง ผิวจราจรต้องยกระดับขึ้นเพื่อให้ผิวจราจรทางด้านนอก(outside edge) สูงกว่าผิวจราจรทางด้านใน (inside edge) การยกระดับนี้รวมทั้งจำนวนความสูงเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างยางรถยนต์และผิวจราจร รวมกับแรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากรถยนต์เลี้ยวไปตามโค้ง ในทางปฏิบัติ การยกซุปเปอร์เอลลีเวชั่น ไม่ควรเกิน ๐.๑๐[๒๖] เมตรต่อเมตรความกว้างของผิวจราจร เพราะถ้ายกซุปเปอร์เอลลีเวชั่นมากไป จะมีความรู้สึกกับตัวรถยนต์เอง ถ้ารถยนต์มีความเร็วต่ำกว่าความเร็วที่กำหนดไว้ จะไม่มีแรงหนีศูนย์กลางเกิดขึ้น ทำให้ขาดการสมดุลย์ รถยนต์จะลื่นลงมาและคว่ำได้ ถ้าใช้ความเร็วมากกว่าที่กำหนด รถยนต์จะตกถนนได้ เพราะแรงหนีศูนย์กลางมีมากกว่าความเสียดทานในทางแนวนอนและความฝืด

ที่ความเร็วปลอดภัยสูงสุด (ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ) รถยนต์จะวิ่งอยู่ในทางที่ถูกต้อง สมดุลย์ของแรงจะเป็น

สูตร[๒๗] $$\frac{Wv^2}{gR} = W.e + W.f$$

W = น้ำหนักของรถยนต์

v = ความเร็วของรถยนต์ หน่วยเป็น ฟุต/วินาที

g = ความเร่งของศูนย์ถ่วง หน่วยเป็น ฟุต/วินาที[๒๖]

---

[๒๖] Limjuco, op. cit., p. 39.

[๒๗] Laurence I. Hewes, and Clarkson H. Oglesby, Highway Engineering (New York : John Wiley and Sons, Inc. [illegible] . 1954), p. 182.

R = รัศมีของถนนที่เป็นส่วนโค้ง หน่วยเป็นฟุต

e = อัตราส่วนของซุปเปอร์เอลลีเวชั่น หน่วยเป็น ฟุต/ฟุต

f = ตัวประกอบความฝืด

ดูภาพประกอบที่ ๔

กำจัด w ได้ $\frac{v^2}{gR} = e + f$

เปลี่ยน v เป็น ไมล์/ช.ม.

$$e + f = \frac{v^2}{gR}$$

$$= \frac{(5280)^2 \ v^2}{32.2 \times (3600)^2 R}$$

$$= \frac{0.067v^2}{R}$$

เปลี่ยนค่าให้เป็นหน่วยเมตริก

$$e + f = \frac{0.067 \times (0.621)^2 v^2}{R \times 3.28}$$

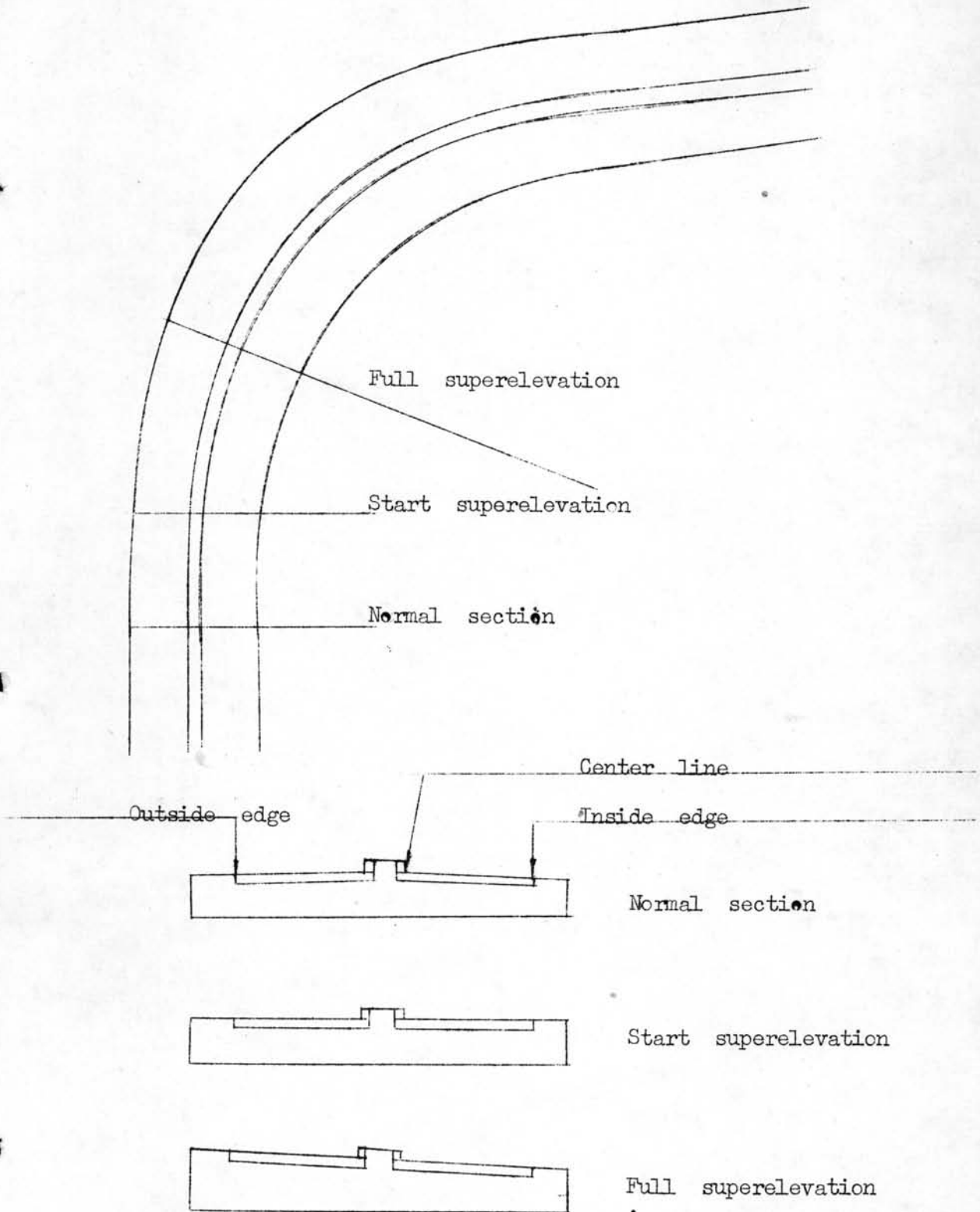
$$= \frac{0.0079v^2}{R}$$

แต่ปรากฏว่า ความฝืดอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะบังคับรถให้วิ่งในทางได้ สำหรับรถที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูง เพราะซุปเปอร์เอลลีเวชั่นขึ้นกับแรงหนีศูนย์กลาง และความแบนของส่วนโค้งรวมกัน ต้องไม่มากกว่า ๐.๑๐ เมตร/เมตร ในการออกแบบทางปฏิบัติ เพื่อให้รถยนต์ที่แล่นมีความสมดุลย์ จึงใช้ความเร็วในการออกแบบเพียง ๐.๗๕[๑๘] ของความเร็วปลอดภัยสูงสุด

∴ สูตรในการออกแบบเป็น

---

[๑๘] Limjuco, op. cit., p. 40.



ภาพประกอบที่ ๔

การยกซุปเปอร์เอลลีเวชั่นของถนน

$$e = \frac{0.0079\ (0.75v)^2}{R}$$

$$= \frac{0.00444v^2}{R}$$

v = ความเร็วรถยนต์ หน่วยเป็น กิโลเมตร/ช.ม.

R = รัศมีของถนนที่เป็นส่วนโค้ง หน่วยเป็นเมตร

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการเขียนโปรแกรม ใช้สัญญลักษณ์ดังนี้

AR = รัศมีของถนนที่เป็นส่วนโค้ง หน่วยเป็นเมตร

B = ความกว้างของผิวจราจรหนึ่งข้าง หน่วยเป็นเมตร

ELEV = ค่าระดับมาตรฐาน ๓๖.๘๑๕๐ ม.

ACR = ความสูงที่จะต้องยกสำหรับระบายน้ำ

AV = ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ หน่วยเป็นกิโลเมตร/ช.ม.

AE = ค่าซุปเปอร์เอลลีเวชั่นที่ยกให้สูงขึ้น หน่วยเป็น เมตร/เมตร

FUSUP = ระยะความสูงที่ต้องการจะยกซุปเปอร์เอลลีเวชั่น ในหนึ่งข้าง หน่วยเป็นเมตร

```
      C     TO COMPUTE THE SUPERELEVATION OF ROADS.
001       10 READ (2, 200) AR, B, ELEV
002      200 FORMAT (F7.2, F6.2, F7.4)
003          WRITE (3, 300) AR, B
004      300 FORMAT (1H1, 19X, 32HRADIUS  OF  CURVE                = , F10.2,
                15H   M., //, 20X, 32HWIDTH  OF  ONE  ROADWAYS.    = , F10.2,
                25H   M., ///)
005           ACR = 1.5*B/100.
006           ELEV1 = ELEV+ACR
007           WRITE (3, 305)
010      305 FORMAT (20X, 16HNORMAL  SECTION., /)
011          WRITE (3, 310) ELEV, ELEV1, ELEV
012      310 FORMAT (20X, 32HELEVATION  OF  OUTSIDE  EDGE  = , F12.4, 3H M., /,
               120X, 32HELEVATION  OF  CENTER   LINE  = , F12.4, 3H M., /,
               220X, 32HELEVATION  OF  INSIDE   EDGE  = , F12.4, 3H M., ///)
013          WRITE (3, 320)
014      320 FORMAT (//, 20X, 22HSTART  SUPERELEVATION., /)
015          WRITE (3, 310) ELEV1, ELEV1, ELEV1
016          DO 99 I = 45, 70, 5
017          AV = I
020          AE = 0.00444*(AV**2)/AR
021          FUSUP = AE*B
022          ELEV2 = ELEV1+FUSUP
023          ELEV3 = ELEV2+FUSUP
024          WRITE (3, 330) AV
025      330 FORMAT (//, 20X, 21HFULL  SUPERELEVATION., //, 20X, 25HDESIGN  SPE
               1ED          = , F10.2, 12H KM. PER HR., /)
026          WRITE (3, 310) ELEV3, ELEV2, ELEV1
027       99 CONTINUE
030          WRITE (3, 360)
031      360 FORMAT (/////, 30X, 17HEND  OF  PROGRAM., //)
032          GO TO 10
033          END
```

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้ออกมามีตารางข้อมูล และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งแต่ละโปรแกรมสั้น ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งเป็นผลดีแก่การนำไปใช้ ผลการคำนวณของแต่ละโปรแกรมได้เปรียบเทียบกับการคิดด้วยไม้บรรทัดคำนวณ แต่ตารางข้อมูลที่ได้จากคอมพิวเตอร์นี้ มีความละเอียดถูกต้องในค่าตัวเลขมากกว่า และทำได้รวดเร็วกว่ามาก โปรแกรมแต่ละโปรแกรมสามารถป้อนข้อมูลเข้าไป แล้วสั่งให้พิมพ์ตารางข้อมูลสำเร็จรูปออกมาได้หลายร้อยหน้าในแต่ละโปรแกรม แต่ในผลการวิจัยนี้ ได้แนบเสนอตัวอย่างบางส่วนของตารางข้อมูลแต่ละเรื่อง ทั้งนี้เพราะไม่สามารถจัดพิมพ์ตารางข้อมูลทั้งหมดได้ เพราะเสียค่าใช้จ่ายในการพิมพ์สูง และจะทำให้วิทยานิพนธ์มีความหนามาก

เมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการวิจัยนี้ ส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณ พิมพ์ตารางข้อมูลที่สมบูรณ์ออกมาได้ ค่าตัวเลขในแต่ละตารางข้อมูลมีความละเอียดถูกต้องเพียงพอ สามารถนำไปใช้ออกแบบถนนในลักษณะต่าง ๆ ได้ทันที ทำให้การออกแบบเสร็จเร็วขึ้น เป็นการประหยัดเวลา ประหยัดแรงงาน และประหยัดค่าใช้จ่าย