

บันทึกวิชาการฉบับที่ 14

การปรับระดับเส้นทาง
บริเวณที่เกิดเส้นทางสูงขึ้นในช่วงสั้น ๆ

บันทึกวิชาการฉบับที่ 14

การปรับระดับเส้นทางบริเวณที่เกิดเส้นทางสูงขึ้นในช่วงสั้น ๆ

สารบัญ

หน้า

การปรับระดับเส้นทางบริเวณที่เกิดเส้นทางสูงขึ้นในช่วงสั้น ๆ	1 - 5
รูปที่ 1 : ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของยานและรัศมีของ Sag Vertical Curve ต่ำสุด	4
รูปที่ 2 : การปรับระดับบริเวณคอสะพานที่ทรุดตัว	6
รูปที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของโค้ง Reverse และ Raised Profile ที่ความเร็วของยานต่าง ๆ ทั้งนี้โดยใช้ค่า $b = 0.7 \text{ ม./วินาที}^2$	7
รูปที่ 4 : ระยะ Offset ของ Reversed Vertical Curves	8

คำนำ

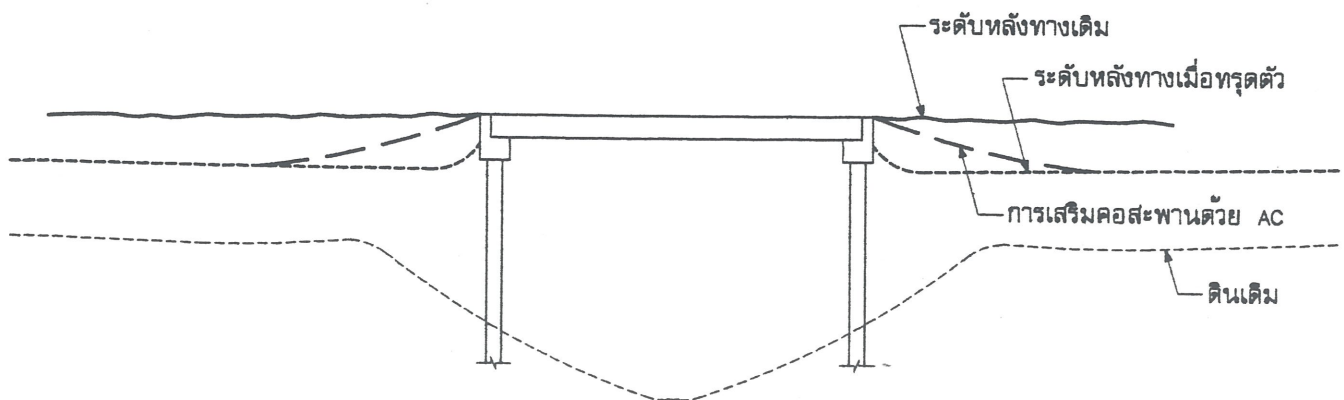
บันทึกวิชาการนี้ ซึ่งเป็นฉบับที่ 14 ซึ่งฝ่ายวิศวกรรมทางหลวง ได้จัดเตรียมขึ้น เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับงานออกแบบ ฉบับนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการปรับระดับเพื่อให้การระดับที่อยู่สูงกว่าเฉพาะที่ซึ่งเกิดจากคอสะพานทรุดหรือบริเวณที่อกลม หรือท่อเหลี่ยมที่อยู่ก่อน หรือก่อสร้างหรือวางภายหลัง ถ้าให้โหนก (Hump) ขึ้นบน Profile Grade การปรับแก้ Profile Grade เพื่อให้เกิด Smooth Riding Profile จำเป็นต้องมีลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการปรับระดับใช้ Reverse Circular Curve โดยรัศมีขึ้นกับความเร่งหนีศูนย์กลาง ซึ่งมีเอกสารระบุว่าไม่เกิน 0.7 เมตร/วินาที² จากนั้นได้คำนวณรัศมีของ Vertical Curve ที่ความเร็วของยานต่าง ๆ กัน หรือความเร็วที่ใช้ออกแบบ ต่อจากนั้นต้องคำนวณความยาวของ Reverse Circular Curve ที่ต้องการในการปรับระดับ ซึ่งขึ้นกับค่า H (Raised Profile Height) และค่ารัศมีของโค้งแนวดิ่ง และระยะ Offset ตามระยะต่างๆ ของความยาวของโค้งนั้น

บันทึกวิชาการฉบับนี้ เป็นการช่วยในการกำหนดระดับในกรณีที่เกิด Hump เฉพาะที่ สาเหตุที่ได้กล่าวแล้ว เพื่อให้รถวิ่งผ่านด้วยความราบเรียบ ไม่เกิดอาการยวบ ซึ่งพบได้ทั่วไปขณะลงจากสะพาน

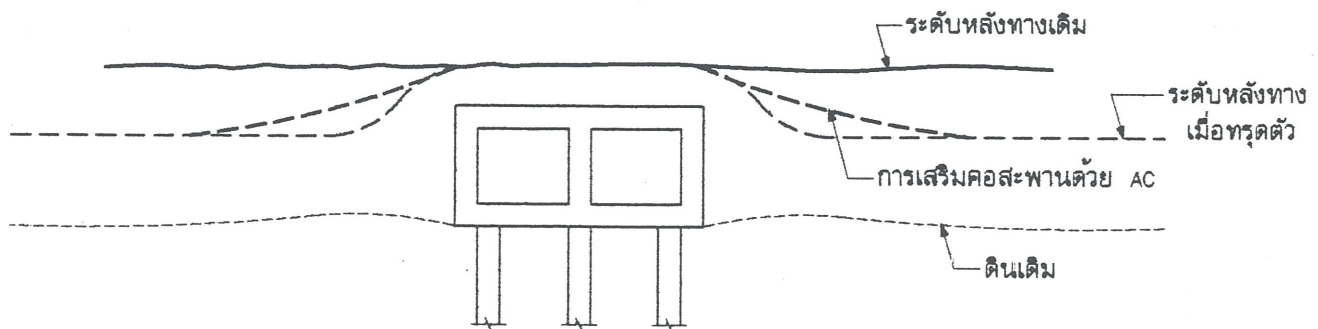
การปรับระดับสันทาง บริเวณที่เกิดสันทางสูงนั้นในช่วงสั้น ๆ

การปรับระดับสันทางเกิดขึ้นในบริเวณหลายแห่ง อาทิเช่น

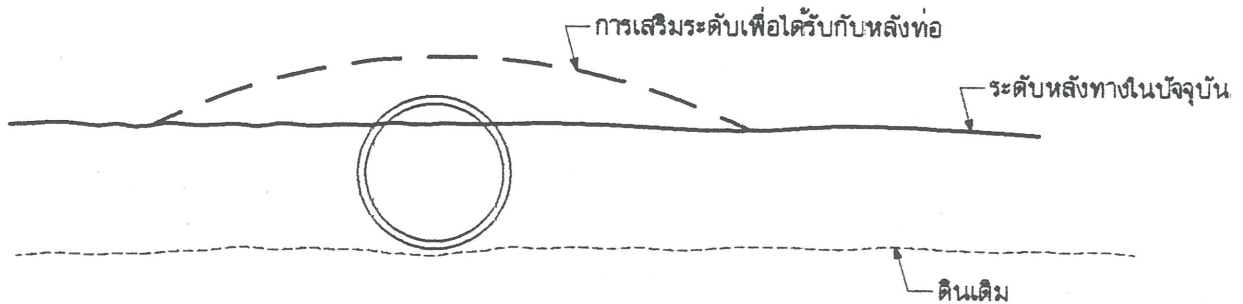
1. บริเวณคอสะพานซึ่งเดิมสะพานและถนนบรรจบอาจมีระดับเท่ากันและเป็น Zero Grade ตลอด แต่เนื่องจากถนนบรรจบตั้งอยู่บนดินซึ่งต้องมีการยุบตัวลง เนื่องจากสภาพดินรองรับ (Foundation Soil) จะยุบตัวเนื่องจากดินคายน้ำ (Consolidation) และตัวคันทางเองก็กดยุบ (Compression) ในตัวของมันเอง เนื่องจากน้ำหนักการจราจรที่กระทำ และเนื่องจากโครงสร้างสะพานตั้งอยู่บนเสาเข็มที่ปลายหยั่งลึกยังชั้นดินแข็งที่ไม่มีการทรุดตัว ดังนั้นโครงสร้างสะพานจึงคงระดับเดิมตลอด ในลักษณะเช่นนี้เมื่อเวลาผ่านไป ในระยะเวลาหนึ่งพอสมควร ถนนส่วนบรรจบจะต่ำกว่าตัวสะพาน ซึ่งจำเป็นต้องทำการเสริมผิวบริเวณคอสะพาน เพื่อไม่ให้รถวิ่งผ่านกระโดด สภาพดังกล่าวพบเห็นได้ทั่วไปในบริเวณเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งมีฐานดินรองรับเป็นชั้นดินอ่อนอยู่ถึง 10 - 15 เมตร โดยทั่วไปในบางแห่งจะพบว่าบริเวณถนนบรรจบต่ำกว่าระดับสะพานถึงประมาณ 1 เมตร ซึ่งในเริ่มแรกนั้นเป็นระดับเดียวกัน และอยู่ที่ 0% grade แม้ในบางแห่งจะได้เตรียมการแก้ไขบริเวณดังกล่าวด้วยการก่อสร้างโครงสร้างปรับระดับในลักษณะของ Bearing Unit เพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนจากสะพานมายัง Bearing Unit ต่อจากนั้นเป็น Embankment on Ground แต่เท่าที่ปฏิบัติกันมาโดยวิธีการดังกล่าว ปัญหาคอสะพานทรุดต้องเสริมคอสะพานด้วย Asphaltic Concrete เพื่อให้สภาพการขับชียวดยานผ่านบริเวณดังกล่าวไม่เกิดอาการยวบ ซึ่งพบโดยทั่วไปเมื่อขับรถลงสะพาน ทั้งนี้เนื่องจากการปรับระดับด้วย Asphaltic Concrete อาจกระทำในช่วงระยะทางสั้นไปเมื่อเทียบกับขนาดการทรุดตัวของคอสะพาน และการปรับระดับนั้นอาจมี Profile ไม่เหมาะสมทำให้รถเกิดอาการยวบดังที่ได้กล่าวแล้ว ลักษณะคอสะพานทรุดและการเสริมคอสะพานแสดงในรูปข้างล่าง



2. บริเวณก่อสร้าง Box Culvert บนชั้นดินอ่อน ตั้งอยู่บนเสาเข็มหรือไม่ก็ตาม Box Culvert นั้นเมื่อเวลาผ่านไปจะอยู่สูงกว่าระดับถนนที่มารับจราจรเกิดสันทางสูงขึ้นในช่วง ๆ นั้นเฉพาะตำแหน่งของ Box Culvert ถ้าใช้เสาเข็มรองรับ Box Culvert ลักษณะดังกล่าวจะค่อนข้างมากเช่นเดียวกับสะพาน และคอสะพานดังกล่าวแล้ว



3. การวางท่อลอดในภายหลังในบริเวณซึ่งพบภายหลังว่าไม่ได้วางท่อลอดไว้หรือบริเวณนั้นมีการระบายน้ำข้ามถนนไม่เพียงพอ การวางมักใช้ท่อขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับความสูงของคันทาง จึงทำให้เกิดลักษณะสันทางสูงขึ้นในบริเวณท่อลอด และจำเป็นต้องปรับระดับเพื่อรับกับบริเวณหลังท่อนั้น



ในทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวซึ่งทำให้ระดับสันทางสูงขึ้น เฉพาะแห่งเป็นช่วงสั้นๆ ถ้าระดับสันทางในบริเวณจุดปรับเปลี่ยน ไม่เหมาะสมจะทำให้รถยนต์ขาลงจากสันที่สูงขึ้น เกิดอาการยวบซึ่งพบได้เสมอ ทั้งนี้เนื่องจากการปรับระดับสันทางกระทำในช่วงทางสั้นไป และการปรับมี Profile ไม่เหมาะสม

ในขาลงจากสันที่ยกสูงนั้นจะเป็นลักษณะของ Sag Vertical Curve ถ้าให้โค้งแนวดิ่งเป็นโค้งวงกลม รัศมีจะต้องยาวเพียงพอเพื่อให้ความสบายในการขับขี่ยวดยานลงจากสันทาง ในลักษณะที่กล่าวไว้แล้วทั้ง 3 กรณี การปรับระดับเพื่อให้สอดคล้องกันเช่นนี้จะเป็น Reverse Circular Curve โดยรัศมีจะพิจารณาจาก Sag Curve

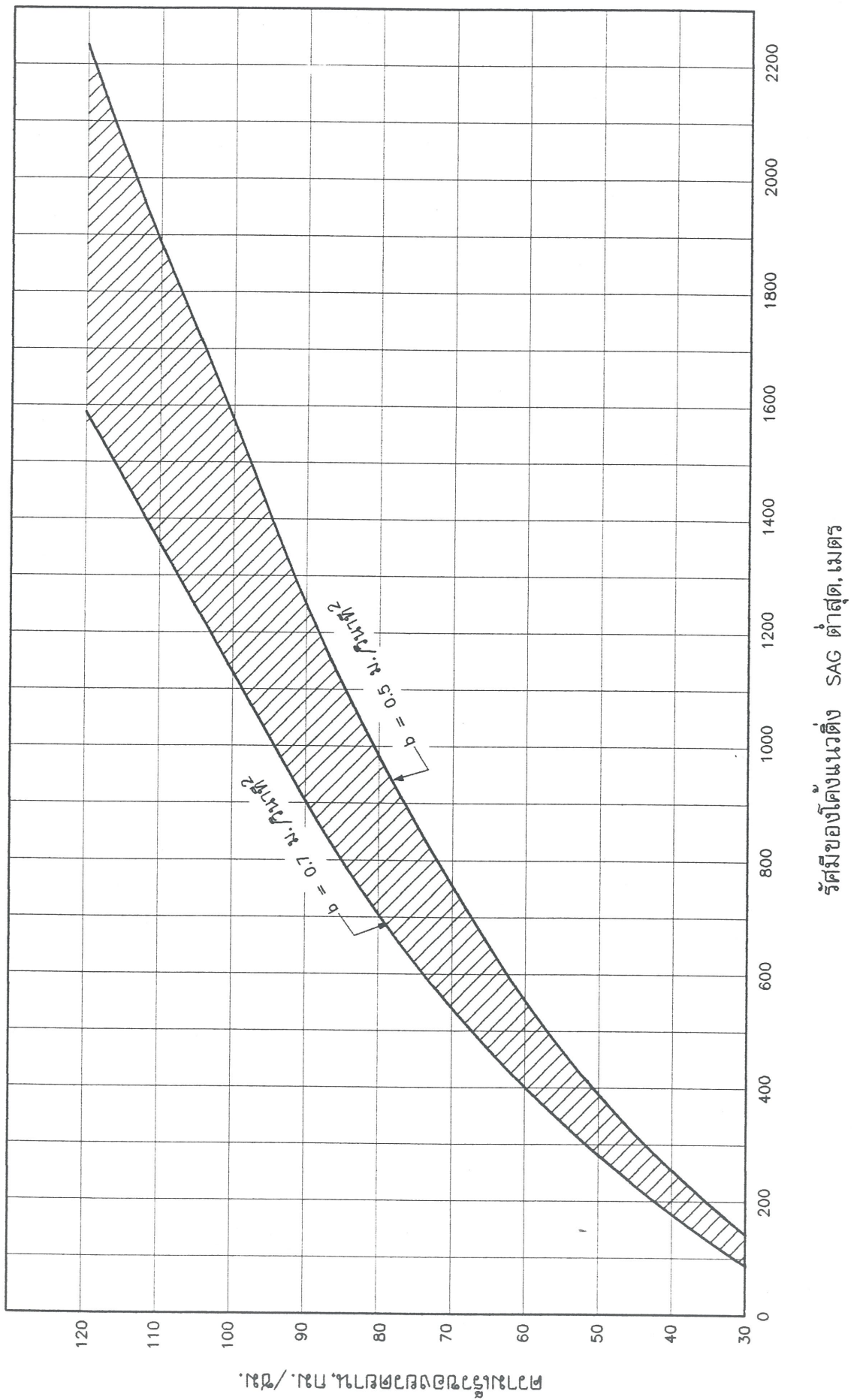
ถ้า b เป็นค่าความเร่งจากการหนีศูนย์สูงสุดที่ยินยอมให้

$$\text{ดังนั้นรัศมีต่ำสุดแนวโค้ง คือ } R = \frac{v^2}{b}$$

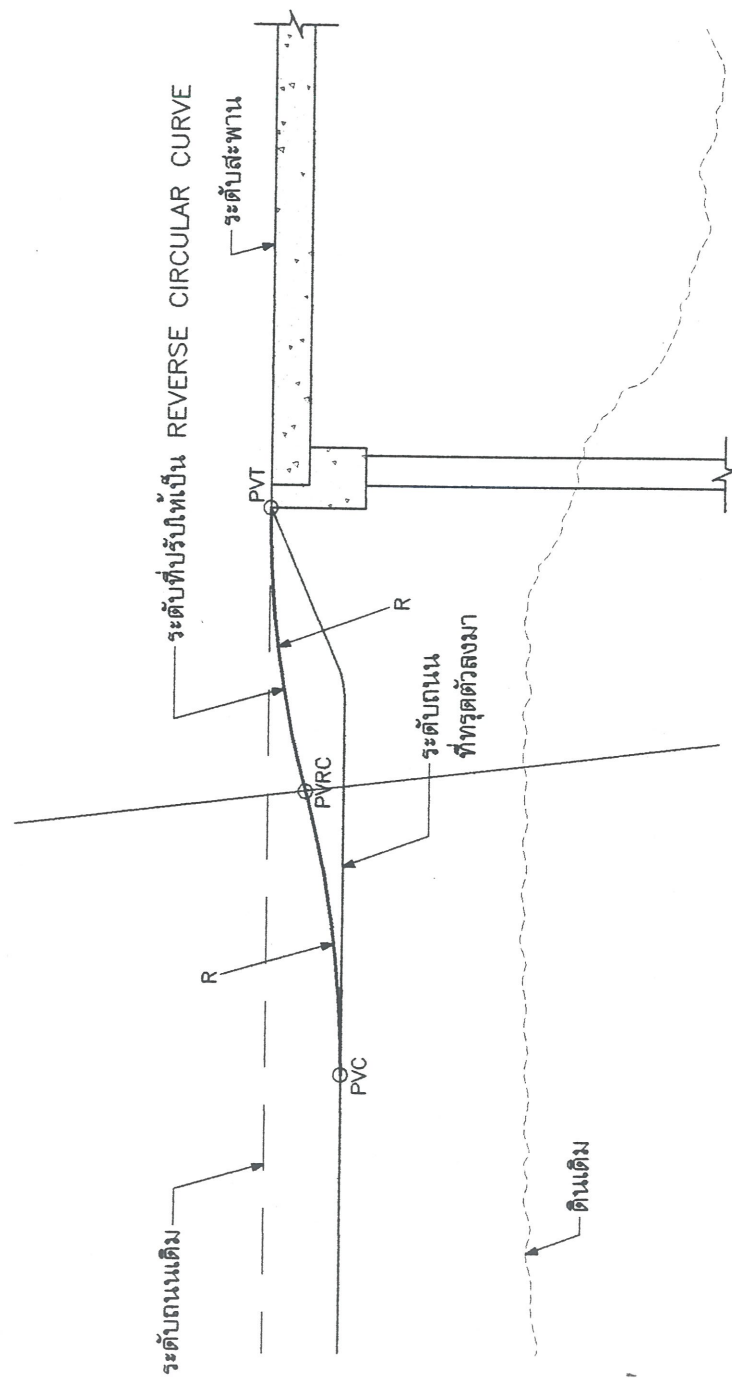
ถ้า b สูงสุด โดยทั่วไปกำหนดให้เท่ากับ 0.7 ม./วินาที² รัศมีของโค้งแนวดิ่งที่สัมพันธ์กับความเร็วของยวดยาน หรือเป็นความเร็วที่ใช้ออกแบบดังนี้

V		R (เมตร)	
กม./ชม.	ม./วินาที	b = 0.7	b = 0.5
30	8.333	99.2	138.9
35	9.722	135.0	189.0
40	11.111	176.4	246.9
45	12.500	223.2	312.5
50	13.889	275.6	385.8
60	16.667	396.8	555.6
70	19.444	540.1	756.1
80	22.222	705.5	987.6
90	25.000	892.9	1250
100	27.778	1102.3	1543.2
110	30.556	1333.8	1867.3
120	33.333	1587.3	2222.2

ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 1

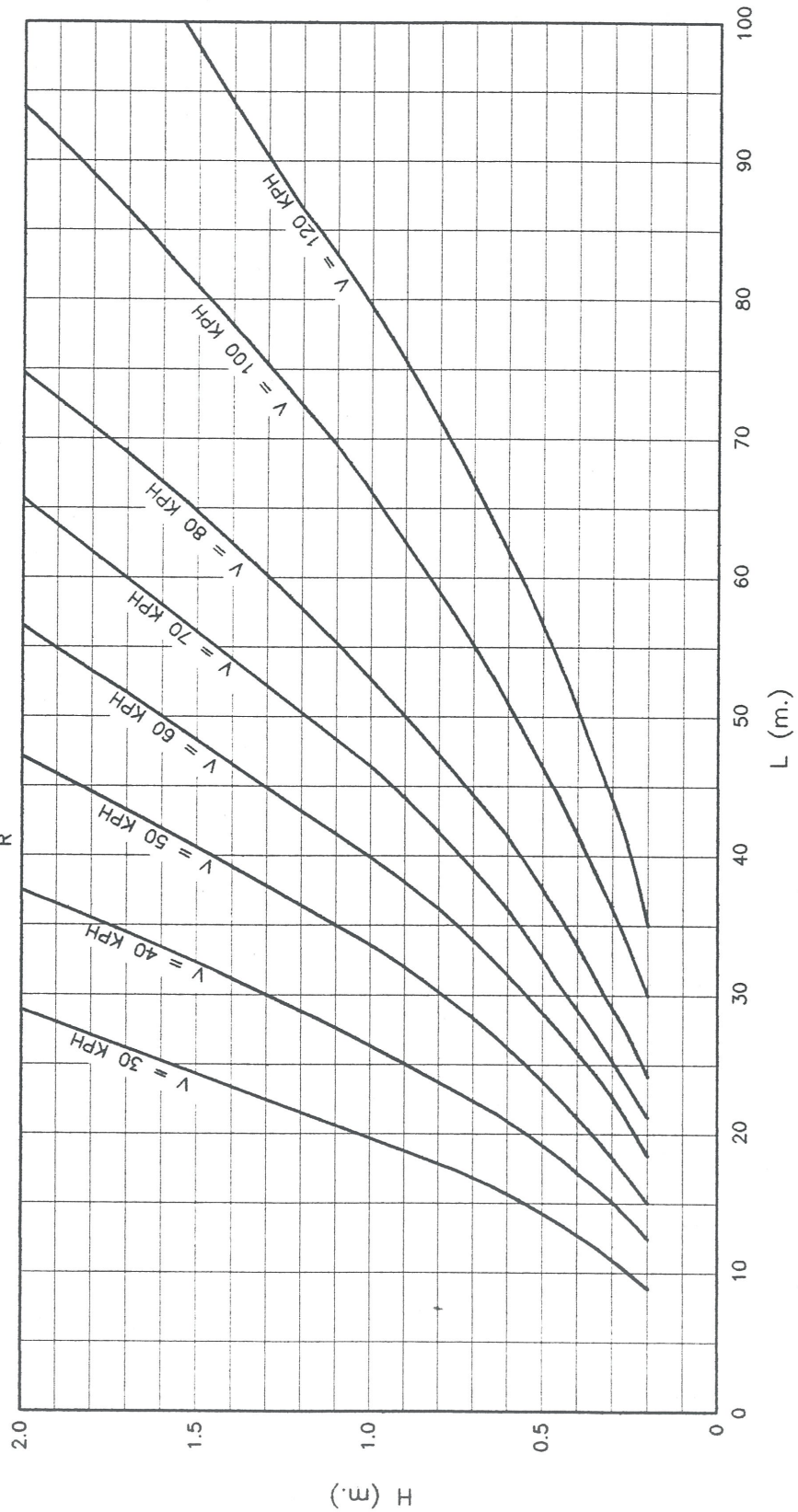
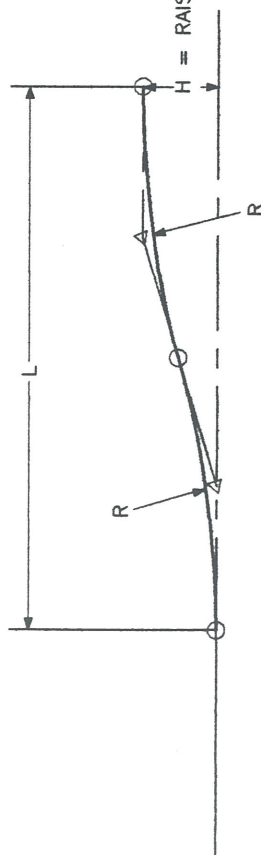


ลักษณะการปรับระดับสันทางจะเป็น Reverse Circular Curve โดยให้รัศมีทั้ง Crest และ Sag เท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งการปรับระดับสำหรับบริเวณ Box Culvert หรือท่อกลมจะมีลักษณะแบบเดียวกัน สำหรับระยะ L (คือระยะทางที่ใช้ปรับระดับแต่ละข้าง) ดังแสดงในรูปที่ 3 ลักษณะของ Profile ที่สอดคล้องกับ Reverse Circular Curve เป็นระยะ Offset ตามระยะทางของโค้ง ดังแสดงในรูปที่ 4

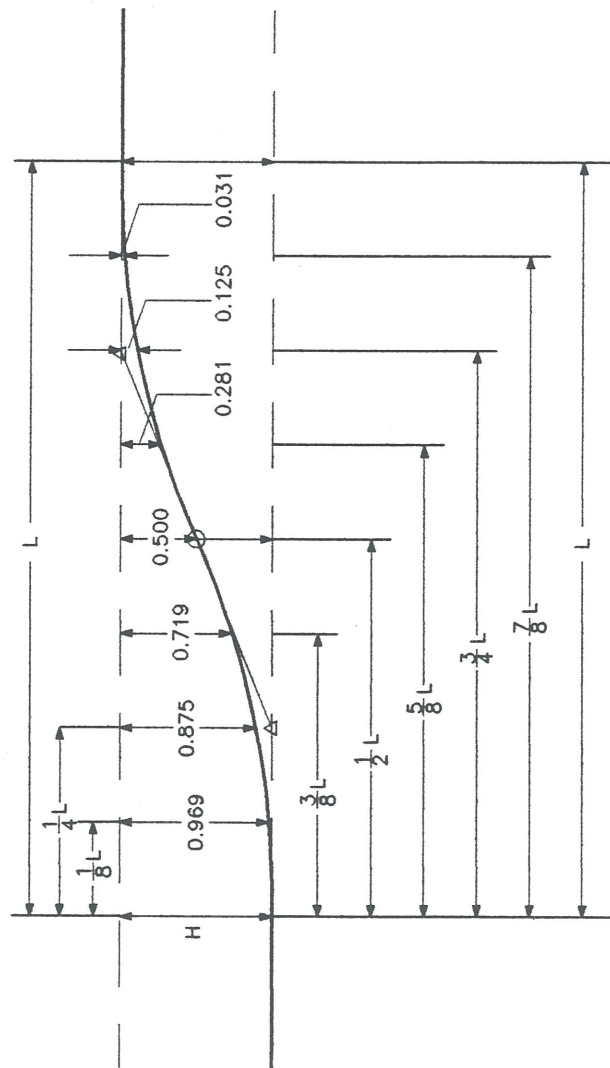


รูปที่ 2 การปรับระดับบริเวณคอสะพานที่ทรุดตัว

L = MINIMUM LENGTH OF REVERSE CIRCULAR CURVE
REQUIRE TO OBTAIN RAISED PROFILE
AS SHOWN



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของโค้ง REVERSE และ RAISED PROFILE
ที่ความเร็วของยานต่าง ๆ ทั้งนี้โดยใช้ค่า $b = 0.7$ ม./วินาที²



รูปที่ 4 ระยะ OFFSET ของ REVERSED VERTICAL CIRCULAR CURVES