คู่มือ

“การเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง”

เรื่อง

วิศวกรรมจราจร

(Traffic Engineering)

สำนักอำนวยความปลอดภัย

กรมทางหลวง

กันยายน ๒๕๔๙

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาอุบัติเหตุบนทางหลวงเป็นปัญหาสำคัญระดับประเทศ ที่จำเป็นต้องให้ความสำคัญและมีความจำเป็นเร่งด่วนในการดำเนินการหาทางแก้ไข และป้องกันอย่างมีประสิทธิผล เพื่อการนำไปปฏิบัติใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม สำนักอำนวยความปลอดภัยร่วมกับกองฝึกอบรมและสำนักงานพัฒนาระบบบริหารได้นำหลัก การจัดการความรู้ (Knowledge Management) เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ตามยุทธศาสตร์ที่ 2 เกี่ยวกับการพัฒนาทางหลวงที่ปลอดภัย และยุทธศาสตร์ที่5 เกี่ยวกับการพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารจัดการ เพื่อนำไปสู่หลักการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี โดยนำความรู้และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญร่วมกับความรู้จากตำราหรือคู่มือที่มีอยู่ จัดทำเป็นหมวดหมู่ประกอบเป็นเอกสารที่สมบูรณ์และมีมาตรฐาน จำแนกได้ 3 หมวดความรู้ ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit) การวิเคราะห์จุดบริเวณอันตราย (Black Spot Analysis) และวิศวกรรมจราจร (Traffic Engineering) สำหรับเอกสารเล่มนี้ คือ วิศวกรรมจราจร(Traffic Engineering) ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย องค์ประกอบของอุบัติเหตุ ระยะมองเห็นปลอดภัย ความรู้ด้านป้ายจราจร และอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการนำไปใช้สำหรับผู้ปฏิบัติการในระดับแขวงการทางและสำนักงานบำรุงทาง สำหรับผู้ที่สนใจเนื้อหาเพิ่มเติมสามารถค้นคว้าได้จากหนังสือวิศวกรรมจราจรทั่วไป หรือหนังสือตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารอ้างอิงท้ายเล่ม

คณะทำงานย่อยการจัดทำและพัฒนาระบบบริหารความรู้ในองค์กร

กันยายน 2549

กิตติกรรมประกาศ

คณะทำงานขอขอบพระคุณ คุณเอนก อัมระปาล รองอธิบดีกรมทางหลวงฝ่ายบริหาร คุณนพดล วิชญานันต์ ผู้อำนวยการสำนักอำนวยความปลอดภัย คุณณัฐวรรณ เปียลัดดา ผู้อำนวยการกองฝึกอบรม คุณบวรลักษณ์ ศรีดามา ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาระบบบริหาร คุณอมรรัตน์ มีรักดี ผู้อำนวยการกลุ่มแผนพัฒนาระบบงานและวิชาการ คณะทำงานการพัฒนาระบบบริหารความรู้ในองค์กร บุคลากรจากสำนักอำนวยความปลอดภัยทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่างๆ และเจ้าหน้าที่จากกองฝึกอบรม รวมถึงสำนักงานพัฒนาระบบบริหาร ที่ช่วยในด้านการดำเนินการและการจัดรูปเล่มเอกสารรวมถึงการประสานงานต่างๆ ผู้เข้าร่วมเสวนาการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง” ในวันที่ 17-18 กรกฎาคม 2549 และในวันที่ 10-11 สิงหาคม 2549 ที่โรงแรม เดอะทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ ที่ให้ความรู้และข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ คุณสุภาพ นวลพลับ ผู้อำนวยการแขวงการทางกระบี่ ที่เอื้อเฟื้อภาพประกอบ รวมถึงบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะทำงานย่อยการจัดทำและพัฒนาระบบบริหารความรู้ในองค์กร

กันยายน 2549

สารบัญ

คำนำ i

กิตติกรรมประกาศ ii

สารบัญ iii

บทที่1 องค์ประกอบของอุบัติเหตุ 1

1.1 กล่าวนำ 1

1.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ 3

1.2.1 ผู้ใช้ถนน 3

1.2.2 ยานพาหนะ 10

1.2.3 ถนนและสิ่งแวดล้อมข้างทาง 12

บทที่2 ระยะมองเห็นปลอดภัย 18

2.1 ระยะการหยุดปลอดภัย 18

2.2 ระยะการแซงปลอดภัย 19

2.3 ระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางแยก 20

2.4 ระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางโค้งตั้ง 23

บทที่3 ความรู้ด้านป้ายจราจร 25

3.1 ความมุ่งหมายของป้ายจราจร 25

3.2 หลักปฏิบัติทั่วไป 25

3.3 ประเภทของป้ายจราจร 25

3.4 รูปร่างของป้ายจราจร 29

3.5 การติดตั้งป้ายจราจรทั่วไป 30

บทที่4 อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย 33

4.1 รั้วหรือราวกันอันตราย 33

4.1.1 ชนิดรั้วหรือราวกันอันตราย 33

4.1.2 เหตุอันควรในการติดตั้งรั้วหรือราวกันอันตราย 36

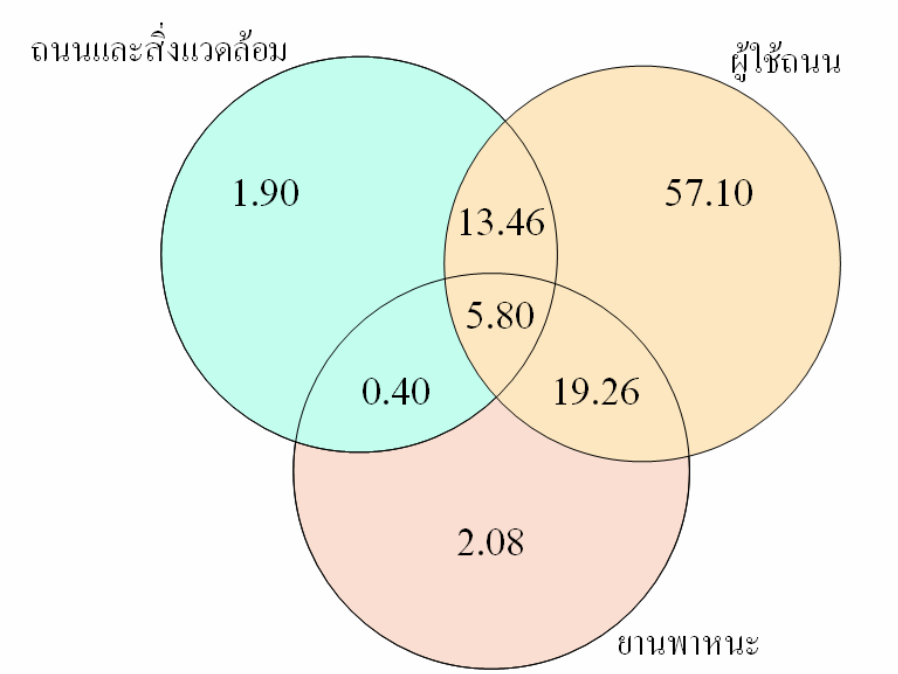
4.1.3 การเลือกใช้รั้วหรือราวกันอันตราย 39

4.2 ไฟฟ้าแสงสว่าง 40
4.2.1 เหตุอันควรในการพิจารณาติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง 41
4.2.2 เหตุอันควรในการพิจารณาติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างลักษณะต่อเนื่อง 41
4.2.3 เหตุอันควรในการพิจารณาติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างลักษณะเฉพาะบริเวณ 41
4.2.4 การเลือกใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง 41
4.3 ไฟสัญญาณจราจร 43
4.3.1 ชนิดของไฟสัญญาณจราจร 44
4.3.2 เหตุอันควรในการติดตั้งไฟสัญญาณจราจร 45
4.4 เครื่องหมายนำทาง 45
4.4.1 ชนิดของเครื่องหมายนำทาง 46
เอกสารอ้างอิง 52

บทที่1
องค์ประกอบของอุบัติเหตุ

1.1 กล่าวนำ

อุบัติเหตุเป็นเหตุการณ์ที่ไม่อาจคาดการณ์ล่วงหน้าได้ แต่สามารถที่จะป้องกันได้ ซึ่งมีองค์ประกอบเกิดจาก ผู้ใช้ถนน ยานพาหนะ และ ถนนและสิ่งแวดล้อม โดยมีอัตราส่วนดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ร้อยละขององค์ประกอบของการเกิดอุบัติเหตุ

จากรูปที่ 1.1 องค์ประกอบส่วนใหญ่มาจากผู้ใช้ถนน มากถึงร้อยละ 95.62 ตามมาด้วย ยานพาหนะร้อยละ 27.54 และถนนและสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 21.56 สำหรับถนนและสิ่งแวดล้อมเป็นองค์ประกอบที่มีผลน้อยที่สุด ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจาก ลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น แนวทิศทางถนน การวางโค้ง ความลาดชัน สภาพพื้นผิวถนน สิ่งกีดขวางข้างทาง ไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น

รูปที่1.2 และ รูปที่1.3 แสดงลักษณะทางกายภาพของถนนเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ อันเนื่องมาจาก การวางแนวโค้ง และสภาพแวดล้อมข้างทางที่มีระยะมองเห็นปลอดภัยที่ไม่พอเพียง อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ทางที่ไม่คุ้นเคยต่อเส้นทาง

รูปที่1.2 อันตรายจากการลักษณะทางกายภาพของถนน

รูปที่1.3 อันตรายจากระยะมองเห็นปลอดภัยไม่พอเพียง

1.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

1.2.1 ผู้ใช้ถนน (Road Users)

ผู้ใช้ทางในฐานะของคนขับรถหรือผู้ขับขี่ยานพาหนะ หรือคนเดินเท้า เป็นหนึ่งในสามองค์ประกอบหลักในระบบการจราจรและขนส่งทางถนนหรือทางหลวง มาตรการทางด้านวิศวกรรมจราจรจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ทางซึ่งความเข้าใจพฤติกรรมทางกายภาพและจิตใจยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องรู้ถึงขีดความสามารถของคนที่กระทำหรือแสดงออกได้ด้วย

การศึกษาและเรียนรู้ปัจจัยของคน (Human Factors) ในระบบการจราจร มีอยู่ 3 หัวข้อสำคัญ คือ การประมวลผลข่าวสารข้อมูล ลักษณะการมองเห็น และข่าวสารที่จำเป็นของผู้ขับขี่

ก. การประมวลข่าวสารข้อมูล (Information Processing) ประกอบด้วย

- *กระบวนการขับรถ (Driving Task)* ในการขับขี่รถยนต์มีสามกิจกรรมหลักที่สำคัญคือ

1. การนำร่อง ได้แก่การวางแผนเส้นทางที่จะเดินทางต่อไป
2. การนำทาง ได้แก่การวิ่งไปตามเส้นทาง และพยายามให้อยู่ในช่องทางที่ปลอดภัย โดยสนองตอบต่อการจราจรรอบข้าง
3. การควบคุมรถ ได้แก่การควบคุมการเลี้ยวและความเร็ว ถือเป็นกิจกรรมที่ง่ายที่สุดซึ่งผู้ที่ขับรถที่ชำนาญจะกระทำในลักษณะอัตโนมัติ การวางแผนเส้นทางต้องการข้อมูลจากป้ายจราจรและการควบคุมจราจร และการนำทางขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรและเครื่องหมายนำทางของถนน จึงทำให้เกิดปัญหามากมาย ตัวอย่างของปัญหาดังกล่าว เช่น การได้รับข้อมูลไม่เพียงพอ เช่น ในเวลากลางคืนหรือระยะการมองเห็นไม่ดี หรือเป็นทางแยกที่ออกแบบสับสน ผู้ขับขี่ยุ่งยากในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมากเกินไป หรือไม่เข้าใจกับข้อมูลที่ผิดจากปกติธรรมดา เมื่อมีข้อมูลที่มากเกินไป ผู้ขับขี่อาจเลือกข้อมูลที่มีความสำคัญกว่า ผู้ขับขี่ที่มีความเครียด ตื่นเต้น ขาดประสบการณ์ หรือมีการตื่นตัวช้า

- *การคาดการณ์ล่วงหน้า (Expectancy)*

ประสบการณ์ในการขับรถเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดเวลาการตอบสนอง (Reaction times) ลงได้ และทำให้ผู้ขับขี่สามารถลดการรับปริมาณข่าวสารข้อมูลลงได้เมื่อขับรถอีกครั้ง การพัฒนาของประสบการณ์การขับขี่จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ทำให้สามารถคาดการณ์และวางแผนล่วงหน้าในการขับรถได้

- *เวลาตอบสนอง (Reaction Time)*

เมื่อรับข้อมูลข่าวสารมาแล้วต้องใช้เวลาในการประมวลผลข้อมูลข่าวสารนั้นๆ คำว่า "เวลาตอบสนอง (reaction time)" เพื่ออธิบาย ช่วงเวลาระหว่างการเกิด "สัญญาณ" (ส่วนใหญ่จะเป็นสัญญาณการกระตุ้นที่มองเห็น) และผู้ขับขี่มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสัญญาณนั้น เวลาตอบสนองโดยปกติจะประกอบด้วย 4 ช่วงด้วยกันคือ

1. Perception: การใช้ความสามารถของตามองดูสัญญาณ
2. Identification: ผู้ขับขี่พิสูจน์ทราบสัญญาณและเข้าใจสิ่งกระตุ้นนั้นๆ
3. Emotion: ผู้ขับขี่ตัดสินใจว่าจะใช้การกระทำใดที่จะสนองตอบต่อสิ่งกระตุ้น (เช่น จะเหยียบห้ามล้อหมุนพวงมาลัย ฯลฯ)
4. Volition: เป็นช่วงเวลาที่ผู้ขับขี่กระทำตามที่ได้ตัดสินใจไว้

- *ความจำ (Memory)* ความจำของคนสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1. Sensory memory เป็นความจำที่เกิดจากสัญญาณที่มากระทบและจำอยู่ชั่วขณะ และจะหายไปภายในเวลาประมาณ 1 วินาที

2. Short term memory หรือ working memory ข้อมูลที่จะใช้ประมวลผลจึงเก็บไว้ชั่วคราว และข้อมูลจะหายไปหลังจากเก็บไว้ประมาณ 30 วินาที นอกเสียจากจะได้มีการสนับสนุนจากข้อมูลซ้ำๆ หรือนำไปใช้ในการอื่นๆ

3. Long term memory ข้อมูลจะยังคงอยู่และเมื่อผ่านเหตุการณ์นั้นมาแล้วยังสามารถเรียกคืนกลับมาได้

ความจำระยะสั้นมีปฏิกิริยาต่อกันกับความสามารถในการรับรู้ ถ้าผู้ขับขี่พยายามที่จะทวนความจำระยะสั้นจะทำให้ความสามารถในการรับรู้ลดลง อาจทำให้พลาดสัญญาณไปได้ ในทางกลับกัน ถ้าผู้ขับขี่ใส่ใจกับสัญญาณความจำก็จะเลือนหายไป เหตุปัจจัยนี้นำมาใช้ประโยชน์ในด้านวิศวกรรมจราจร เช่น

(1) การเตือนต้องการให้มีการสนองตอบโดยทันที เช่น ป้ายเตือนให้ลดความเร็ว ผู้ขับขี่ต้องเห็นสภาพทางข้างหน้าที่เป็นทางโค้ง

(2) ผู้ขับขี่ควรได้รับข้อมูลที่ควบคุมการจราจรเตือนความจำเป็นระยะๆ เช่น การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

(3) ข่าวสารข้อมูลที่ผู้ขับขี่ได้รับต้องจำกัด เพื่อให้สามารถมีเวลาสนองตอบต่อเรื่องหนึ่งก่อนที่จะรับข้อมูลต่อไป เช่น การติดตั้งป้ายจราจรต้องให้มีระยะห่างกันอย่างน้อย 2.5 วินาที (ดูรูปที่1.4)

รูปที่ 1.4 การติดตั้งป้ายที่มีระยะใกล้เกินไป จะทำให้ผู้ขับขี่ประมวลข้อมูลไม่ทัน

- *ความล้าจากการประมวลผลข้อมูลจำนวนมาก (Hysteresis Effect)*

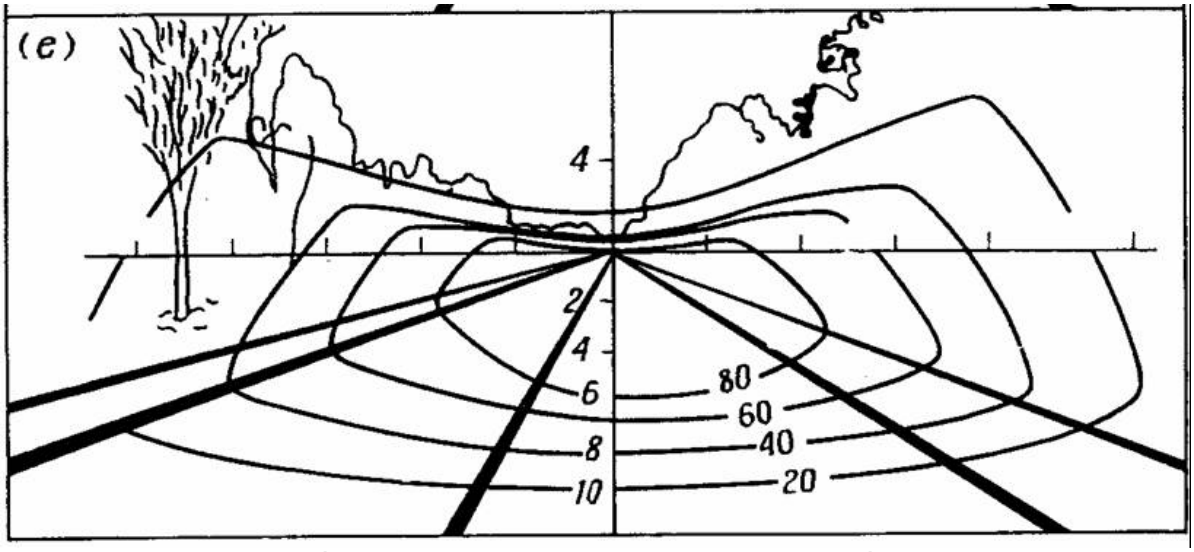
การที่ผู้ขับขี่ได้ข้อมูลมากไปจนถึงจุดหนึ่ง จะทำให้ความสามารถในการประมวลผลลดลง แม้ว่าจะลดปริมาณข้อมูลออกจากจุดนั้น ความสามารถในการประมวลผลของผู้ขับขี่ก็ยังคงอยู่ในระดับต่ำ

ข. คุณลักษณะการมองเห็น (Visual Characteristics)

ผู้ขับขี่จะรับรู้ข้อมูลข่าวสารร้อยละ 90 จากการมองเห็นทั้งป้ายจราจร เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง สัญญาณไฟจราจร และเครื่องหมายนำทางอื่นๆ นอกนั้นเป็นการรับรู้ทางเสียง การสั่นสะเทือน การโยนตัว และบางครั้งเป็นกลิ่น (ดูรูปที่1.5)

เมื่อรถวิ่งด้วยความเร็วสูงขึ้นมุมกว้างของการมองเห็นก็ยิ่งแคบลง โดยที่ความเร็ว 30 กม./ชม. มุมการมองเห็นจะลดลงจาก 180 องศาเหลือ 100 องศา และที่ความเร็ว 100 กม./ชม. มุมการมองเห็นจะลดเหลือเพียง 40 องศา (ดูรูปที่1.6)

รูปที่ 1.5 การรับรู้ด้วยการมองป้ายบอกทิศทาง



รูปที่ 1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและมุมมองที่เห็น

ด้วยคุณสมบัติของทัศนะวิสัยข้างต้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยตรงการออกแบบทางวิศวกรรมจราจร ดังนี้

(1) ป้ายจราจร สัญญาณจราจร จะต้องอยู่ในทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่รถยนต์ โดยคำนึงถึงความเร็วของการเดินทางด้วย

(2) ผู้ขับขี่ต้องการการเตือนภัยเมื่อปรากฏทางแยกที่ไม่มีเครื่องหมายหรือสัญญาณควบคุม เพื่อที่เขาจะได้เคลื่อนไหวศีรษะไปดูรถสองข้างทางที่จะมาตัดกระแส (ดูรูปที่1.7)

(3) ต้องการการระมัดระวังโดยเฉพาะที่ทางข้ามรถไฟที่ไม่มีสัญญาณเตือนหรือรั้วกั้น

รูปที่1.7 การติดตั้งป้ายบริเวณทางแยกที่ไม่มีเครื่องหมายหรือสัญญาณควบคุม

- *สายตาบกพร่อง (Visual Disabilities)*

จากสถิติของต่างประเทศพบว่า ประชากรชายประมาณร้อยละ 2.5 มีปัญหาเรื่องตาบอดสี คือการไม่สามารถแยกระหว่าง สีเขียว สีเหลือง สีแดง (ซึ่งเป็นสีของสัญญาณไฟจราจร) หรือการรวมกันของสีเหล่านั้น บางคนมีสายตาพล่ามัว ทำให้ไม่สามารถอ่านป้ายในระยะที่เป็นมาตรฐานได้ สำหรับประเทศไทยยังไม่ปรากฏสถิติเกี่ยวกับความบกพร่องของสายตาของผู้ขับขี่รถยนต์ การออกแบบทางด้านการจราจรควรคำนึงถึงเรื่องดังกล่าวด้วย ตัวอย่างการออกแบบเพื่อช่วยผู้ที่มีความบกพร่องทางสายตา มีดังนี้

(1) ใช้หัวสัญญาณไฟจราจรแบบมาตรฐาน คือ ไฟแดงอยู่บน สีเหลืองตรงกลางและสีเขียวอยู่ล่าง

(2) ความเข้มของสัญญาณไฟจราจรและสีที่ถูกต้อง ต้องกำหนดอย่างเฉพาะเจาะจงที่สุด

(3) ให้พิจารณาขนาดของป้ายจราจรและตัวอักษรที่เขียนข้อความบนป้ายด้วย

ค. ข้อมูลข่าวสารที่ผู้ใช้ทางต้องการ (Information needs of road users)

ความต้องการหลักๆของผู้ใช้ทางที่เกี่ยวข้อมูลข่าวสารการควบคุมจราจร คือ สัญญาณต้องเห็นเด่นชัด (Conspicuity) ข่าวสารต้องอ่านออกได้ (Legibility) ข่าวสารต้องเข้าใจได้ (Comprehensibility) และข่าวสารที่ได้รับต้องเป็นจริง (Credibility) (ดูรูปที่1.8)

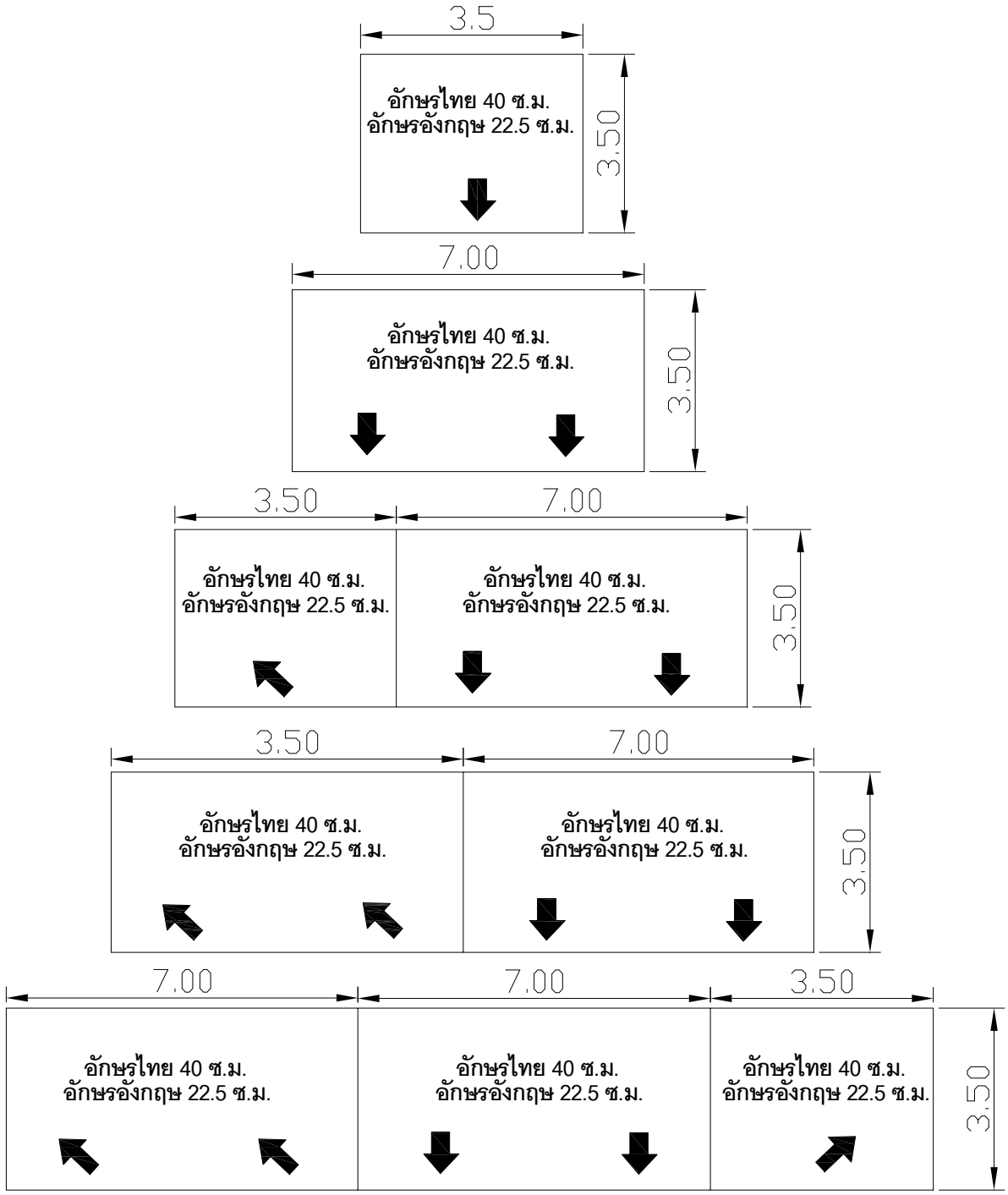
รูปที่1.8 ความชัดเจนและขนาดตัวอักษรบนป้ายบอกทาง

- *การมองเห็นชัดเจน (Conspicuity)* ปัจจัยที่ที่ทำให้มองเห็นสัญญาณชัดเจนมีดังต่อไปนี้

1. ขนาด (ป้ายที่มีขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดเจนกว่า)
2. ความสว่างสดใส(ป้ายที่สว่างสดใสเห็นได้เด่นชัดกว่า)
3. ตัวอักษรเข้ม (ตัวอักษรยิ่งใหญ่ยิ่งเห็นได้ชัดเจนกว่า)
4. เส้นตัดขอบป้าย(เส้นขอบรอบตัวป้าย)
5. การตัดสี (การตัดสีมาก โดยเฉพาะในที่มีแสงสว่างมาก)
6. สบายตา (พื้นหลังธรรมดา จะทำให้เห็นป้ายชัดเจน)
7. การเอียงป้าย (สัญญาณจะไม่สามารถจับได้ถ้าเอียงไปจากแนวสายตามากกว่า 6 – 7 องศา)

- *การอ่านออกได้ (Legibility)*

เพิ่มขนาดของป้ายก็ทำให้เพิ่มระยะการอ่านออกได้ ผู้ขับขี่มีโอกาสในการมองเห็นและอ่านป้ายได้ง่ายขึ้น ตามมาตรฐานตัวอักษรป้ายจราจรของกรมทางหลวง ระยะ 5 เมตร ต่อความสูงตัวอักษร 1 ซม. ซึ่งเทียบแล้วใกล้เคียงกับของอเมริกันมาก ป้ายแนะนำจุดหมายปลายที่ใช้ตัวอักษรสูง 25 ซม. สามารถอ่านออกได้ในระยะ 125 เมตร ดูรูปที่1.9



รูปที่1.9 ขนาดสัดส่วนตัวอักษรและป้ายแขวนเหนือศีรษะ

- *ความเข้าใจ (Comprehensibility)*

ผู้ขับขี่จะละเลยไม่สนใจต่อสัญญาณที่ไม่สำคัญ หรือป้ายที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อเขาสิ่งที่สำคัญสุดผู้ขับขี่จะรับสัญญาณที่มีผลดีต่อการดำรงชีวิตส่วนตัวของเขา หรือตรงกับเรื่องที่เขามีปัญหาในการตัดสินใจ

- *ความเชื่อถือ (Credibility)*

ผู้ขับขี่มีความเชื่อต่อป้ายจราจรต่อเมื่อข่าวสารที่แจ้งเป็นจริงและเกี่ยวกับการขับรถของเขา หรือให้ข่าวสารที่เป็นประโยชน์ต่อการนำทางและควบคุมรถ เครื่องหมายจราจรที่ล้าสมัยหรือไม่ตรงกับสภาพทางที่เปลี่ยนแปลงนอกจากจะสร้างปัญหาให้กับผู้ขับขี่แล้ว ยังทำให้ผู้ขับขี่ขาดความเชื่อถืออีกด้วย ตัวอย่างที่จะสร้างความเชื่อถือต่อเครื่องหมายจราจรมีดังต่อไปนี้

1. ต้องแน่ใจว่าป้ายจราจรที่ใช้สอดคล้องกับสภาพทาง
2. ต้องแน่ใจว่าป้ายที่ใช้ถูกต้องตามกฎหมายที่ประกาศใช้
3. หลีกที่จะใช้ป้ายจราจรหรือเครื่องหมายควบคุมการจราจรเกิดความจำเป็น
4. หลีกเลี่ยงที่จะใช้ป้ายบังคับ “หยุด” ทุกแห่ง ควรได้ตรวจสอบบางบริเวณที่สามารถใช้ป้าย “ให้ทาง” ได้อย่างปลอดภัย
5. ควรแสดงข่าวสารที่สำคัญให้เพียงพอ เช่น ป้ายจำกัดความเร็วต้องติดตั้งซ้ำเป็นระยะๆ ป้ายแนะนำทิศทางต้องเด่นชัดและสม่ำเสมอ
6. ความเร็วบนป้ายแนะนำความเร็วต้องเป็นจริงและมีรูปแบบการใช้อย่างกันเสมอ กล่าวคือ การแนะนำความเร็วบนทางโค้งไม่ควรต่ำกว่าความเร็วปลอดภัยอย่างมากจนผู้ขับขี่ไม่สนใจ

1.2.2 ยานพาหนะ

การออกแบบถนนนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะของยานพาหนะที่ใช้บนถนนด้วย ลักษณะสำคัญของยานพาหนะคือ ความสามารถในการเคลื่อนที่ การมองเห็น การเลี้ยว และการหยุด

- *การเคลื่อนที่ (Maneuverability)*

ความสามารถในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนย้ายไปมาของรถเกี่ยวข้องกับขนาด ความยาว ความกว้าง ความสูง และมวลหรือความหนักของรถ

- *การมองเห็น (Visibility)*

การมองเห็นถนนและบริเวณโดยรอบถนนขึ้นอยู่กับการออกแบบยานพาหนะ เช่นเดียวกับการออกแบบถนน ระดับความสูงของสายตาผู้ขับขี่รถจะสูงจากพื้นประมาณ 1.15 เมตรในรถยนต์ส่วนบุคคล 1.8 เมตรในรถบรรทุก และ1.3-1.6 เมตรในรถจักรยานยนต์

- *ลักษณะการเข้าโค้ง (Cornering characteristics)*

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการลอยตัว ร่องล้อ ฐานล้อและตำแหน่งของจุดศูนย์กลางความโน้มถ่วงของยานพาหนะส่วนมากเป็นองค์ประกอบที่จำกัดการเข้าโค้งของรถ ยานพาหนะสมัยใหม่ส่วนมากมีความสามารถในการต้านแรงด้านข้าง จึงไม่พลิกคว่ำเว้นเสียแต่ล้อจะไปกระทบกับอุปสรรคบนผิวทาง (ดูรูปที่ 1.10)

รูปที่ 1.10 ความสัมพันธ์ของการเข้าโค้งระหว่างรถและถนน

- *การหยุด (breaking characteristics)*

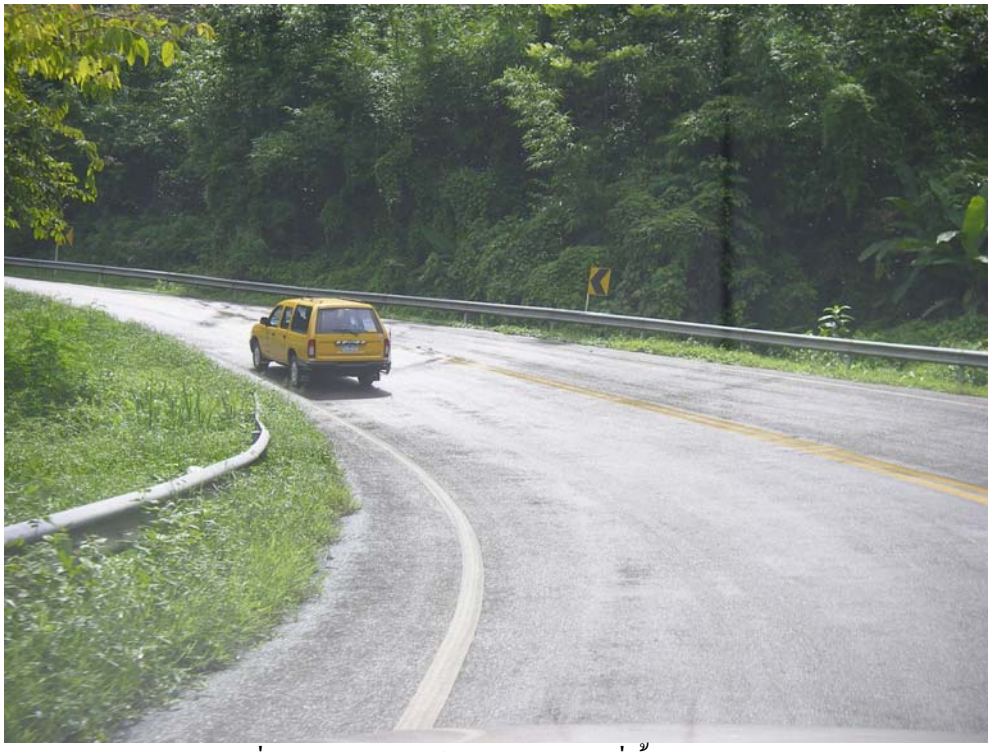
ผลกระทบของลักษณะการหยุดรถที่สำคัญเพื่อใช้ในการคำนวณระยะการมองเห็นสำหรับหยุดรถ (Stopping Sight Distance) รถส่วนใหญ่สามารถหยุดได้ดีกว่าที่ใช้ในมาตรฐานการออกแบบ

1.2.3 ถนนและสิ่งแวดล้อมข้างทาง (Road Environment)

สภาพแวดล้อมของถนนในนัยของความปลอดภัยบนท้องถนน สามารถจำแนกเป็นองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ วิศวกรรมงานทาง วิศวกรรมจราจร วัสดุข้างทาง และสภาพแวดล้อมรอบข้าง ประเด็นต่างๆข้างต้นสามารถให้ความจำกัดความโดยย่อได้ดังนี้

- *วิศวกรรมงานทาง*

องค์ประกอบของวิศวกรรมการทางประกอบด้วย ส่วนประกอบต่างๆของการออกแบบถนนเช่น ความกว้างถนน ระดับแนวนอน ระดับแนวตั้ง ความชัน ระยะการมองเห็น พื้นถนน ความฝืดของพื้นถนน ความกว้างของไหล่ทาง และ เกาะกลาง (ดูรูปที่ 1.11-1.14)



รูปที่1.11 ลักษณะโค้งอันตรายขณะที่พื้นถนนเปียก

รูปที่1.12 การชำรุดของผิวถนนบริเวณเขตห้ามแซง

รูปที่1.13 ลักษณะทางกายภาพของโค้งแนวตั้ง

รูปที่1.14 การขาดระยะมองเห็นที่ปลอดภัยบริเวณโค้ง

- *วิศวกรรมจราจร*

วิศวกรรมการจราจรประกอบด้วย เครื่องมือการจัดการการจราจรต่างๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องหมายจราจรต่างๆ หมุดแบ่งช่องจราจร เขตจำกัดความเร็วในระดับต่างๆ และ การควบคุมจุดเข้าออกของทางเชื่อม (ดูรูปที่ 1.15-1.17)

รูปที่1.15 การขาดการควบคุมจุดเข้าออกของทางสี่แยก

รูปที่1.16 การมีจุดเชื่อมทางบริเวณโค้ง

รูปที่1.17 การมีจุดเชื่อมทางบริเวณปลายทางโค้ง

- *วัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างทาง*

วัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างทางประกอบด้วย เสาไฟฟ้า ต้นไม้ ป้ายและเสาสัญญาณไฟจราจร ราวกันอันตราย ขอบสะพาน ทางระบายน้ำ ร้านค้า และขอบข้างถนน (ดูรูปที่1.18 และ รูปที่1.19)

รูปที่1.18 ร้านค้าข้างทางใกล้สี่แยก

รูปที่1.19 การติดตั้งป้ายห้ามขายบนทางเท้าและไหล่ทาง

- *สภาพแวดล้อมรอบข้างทาง*

สภาพแวดล้อมรอบข้างคือ สิ่งแวดล้อมต่างๆที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของมนุษย์ (ดูรูปที่1.20)

รูปที่1.20 บ่อน้ำข้างทางบริเวณทางโค้ง

บทที่2

ระยะมองเห็นปลอดภัย (Sight Distance)

2.1 ระยะการหยุดปลอดภัย (Stopping Sight Distance, SSD)

ระยะการหยุดปลอดภัย หมายถึงระยะทางที่ผู้ขับขี่ใช้ในการหยุดรถเมื่อเห็นอุปสรรคข้างหน้า ซึ่งได้จากผลรวมของระยะทางที่เกิดช่วงของ PIEV Time และระยะทางใช้ในการเปลี่ยนความเร็วจากที่วิ่งอยู่เป็นการหยุด แสดงได้ตามสูตรข้างล่าง

$$SSD = 0.278Vt + 0.039\frac{V^2}{a}$$

เมื่อ SSD = ระยะการหยุดปลอดภัย (เมตร)

V = ความเร็วของรถ (กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง)

t = ระยะเวลารับรู้และตอบสนองในการเบรค 2.5 วินาที

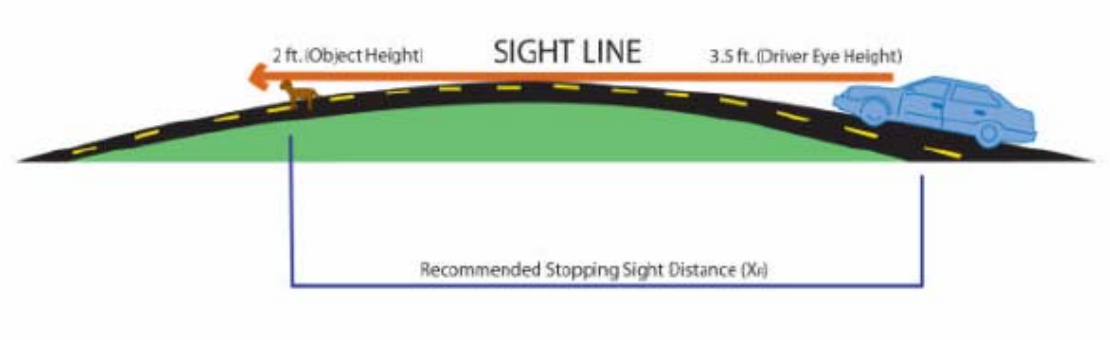
a = อัตราหน่วงความเร็ว 3.4 เมตร/วินาที^{2}

ตารางที่ 2.1 ระยะการหยุดปลอดภัย (Stopping Sight Distance)

Design Speed (km/h)	Brake[1] Reaction Distance (m)	Braking[2] Distance On Level (m)	Design Stopping Sight Distance (m)
30	20.9	10.3	35
40	27.8	18.4	50
50	34.8	28.7	65
60	41.7	41.3	85
70	48.7	56.2	105
80	55.6	73.4	130
90	62.6	92.9	160
100	69.5	114.7	185

Notes:

1. *Brake reaction distance based on a time of 2.5 s.*
2. *Driver deceleration based on a rate of 11.2 ft/s^2 (3.4 m/s^2).*

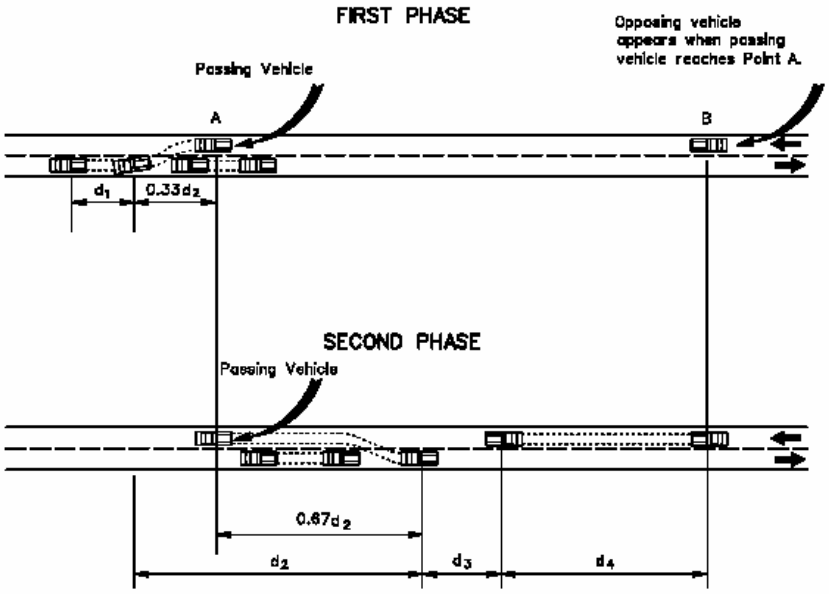


รูปที่ 2.1 ระดับความสูงของสายตาคนขับรถและวัตถุบนถนน

รูปที่2.1 แสดงความสูงของระดับสายตาคนขับรถและความสูงของวัตถุที่อยู่สูงจากผิวถนน 3.5 ฟุต และ 2 ฟุต ตามลำดับ

2.2 ระยะการแซงปลอดภัย (Passing Sight Distance)

ระยะการแซงปลอดภัย หมายถึงระยะห่างระหว่างรถที่เริ่มต้นจะแซงกับรถที่วิ่งสวนทางมาในทิศทางฝั่งตรงข้าม ตามรูปที่2.2 จะได้แก่ผลรวมของระยะ d_1, d_2, d_3 และ d_4



d_1 = Initial maneuver distance, ft (m)
d_2 = Distance while passing vehicle occupies left lane, ft (m)
d_3 = Clearance length, ft (m)
d_4 = Distance traversed by the opposing vehicle, ft (m)

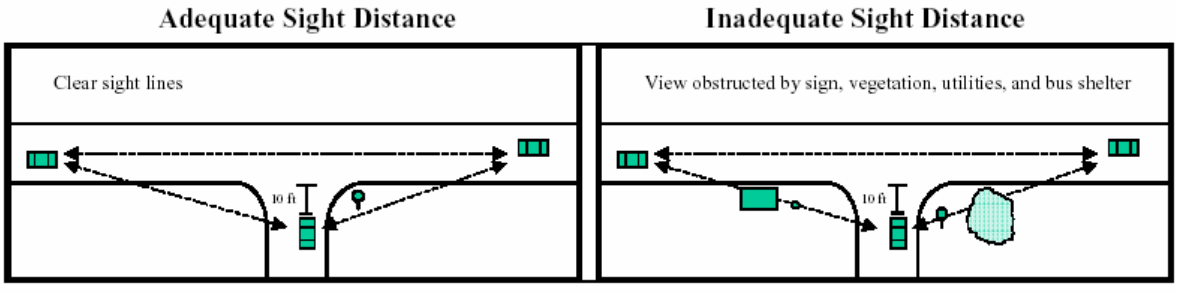
Note: To determine d_1, d_2, d_3, and d_4, see the AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets and/or Section 47-2 of the BDE Manual.

Design Speed (km/h)	Design Passing Sight Distance (m)
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540
90	615
100	670

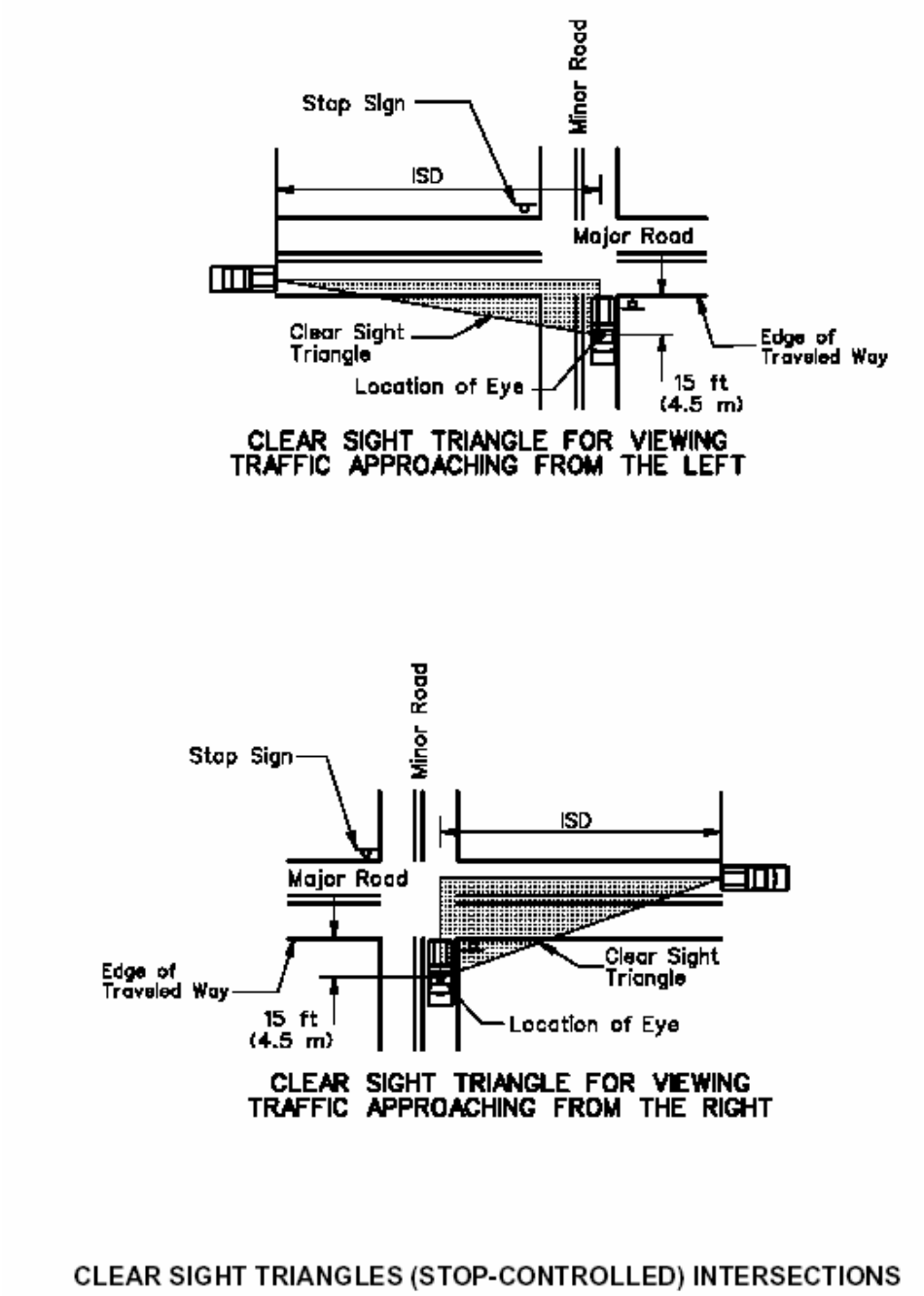
รูปที่ 2.2 ระยะการแซงปลอดภัย (Passing Sight Distance)

2.3 ระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางแยก (Intersection Sight Distance, ISD)

ระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางแยกนับว่า มีความสำคัญมากในการวิเคราะห์ความปลอดภัยบริเวณทางแยก (ดูรูปที่ 2.3) การคำนวณระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางแยกจะพิจารณาโดยคิดถึงกรณีที่รถในทางสายรอง ซึ่งหยุดรอก่อนจะสามารถวิ่งผ่านทางแยกได้อย่างปลอดภัย โดยที่รถบนทางสายหลักไม่ต้องชะลอความเร็ว ซึ่งจะคำนวณจากระยะช่วงเวลาระหว่างรถ (Gap Acceptance) บนทางเอกที่รถทางโทสามารถวิ่งผ่านไปได้ (ดูรูปที่2.4)



รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบระยะมองเห็นที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมบริเวณทางแยก



รูปที่ 2.4 สามเหลี่ยมการมองเห็นบริเวณทางแยก

จากรูปที่2.4 พื้นที่สามเหลี่ยมช่วยให้คนขับรถสามารถมองเห็นทางแยกได้ง่ายและสะดวก พื้นที่บริเวณนี้ต้องมีมากพอที่จะช่วยให้คนขับมีเวลาพอที่จะชะลอความเร็วหรือหยุด เพื่อหลีกเลี่ยงการชนยานพาหนะคันอื่น หรือคนเดินเท้า

ค่าของระยะมองเห็นปลอดภัย ซึ่งวัดระยะบนทางเอกจะคำนวณได้จากสูตรข้างล่าง หรือจากตารางที่ 2

$$ISD = 0.278\ V_{major}\ t_g$$

เมื่อ ISD = ระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางแยก (เมตร)

V_{major} = ความเร็วของรถบนทางเอก (กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง)

t_g = ระยะช่วงเวลาระหว่างรถ (Gap Acceptance) บนทางเอกที่รถทางโท สามารถวิ่งผ่านไปได้ (วินาที)

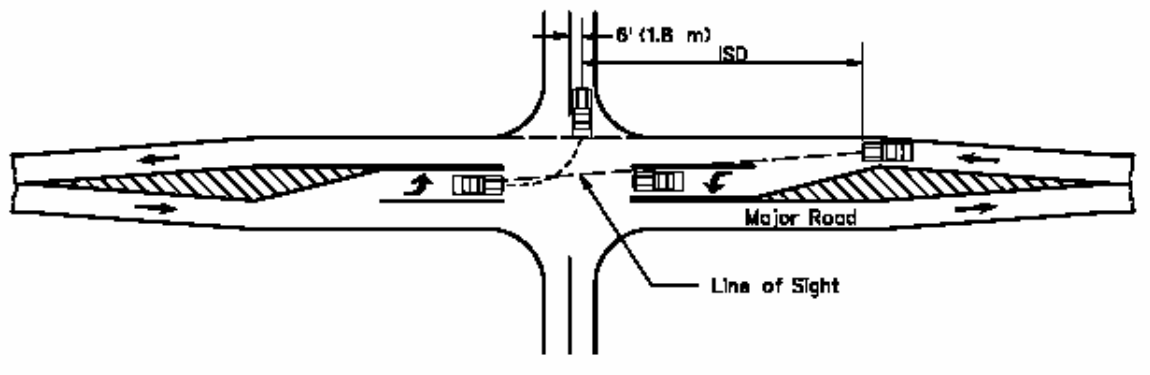
ตารางที่ 2.2 ระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางแยก (ISD)

Design Speed (V_{major}) (km/h)	ISD (m) [1][2]
30	65
40	85
50	105
60	130
70	150
80	170
90	190
100	210

Notes:

1. *These ISD values assume crossing or left or right turns onto a 2-lane facility without a median.*
2. *Where the approach grade on the minor road is on an upgrade greater than 3.0%, increase the ISD value by 10%.*

สำหรับกรณีรถทางเอกรอเลี้ยวขวา ระยะมองเห็นปลอดภัยก็สามารถวิเคราะห์ได้ในแนวทางเดียวกัน คือใช้ระยะช่วงเวลาระหว่างรถ (Gap Acceptance) บนทางเอกฝั่งที่วิ่งสวนมาที่รถรอเลี้ยวสามารถวิ่งผ่านไปได้ (วินาที) ดังแสดงตามรูปที่ 2.5



Design Speed (km/h)	ISD Crossing 1-Lane (m)	ISD Crossing 2-Lanes (m)
30	50	55
40	62	69
50	75	81
60	87	94
70	99	108
80	111	122
90	123	136
100	136	149

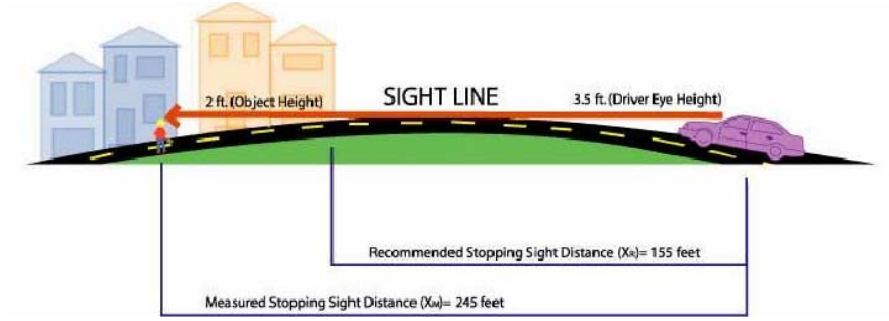
รูปที่ 2.5 ระยะมองเห็นปลอดภัย กรณีรถทางเอกรอเลี้ยวขวา

2.4 ระยะมองเห็นปลอดภัยบริเวณทางโค้งตั้ง (Sight Distance on Vertical Curve)

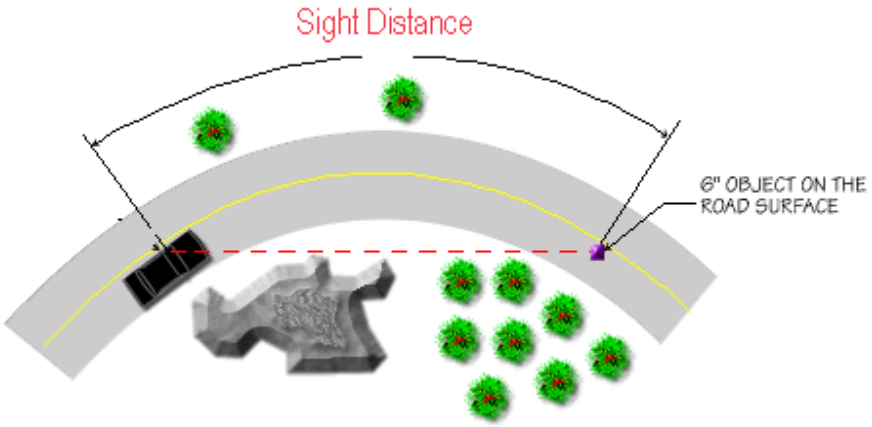
การวิเคราะห์ระยะมองเห็นของบริเวณโค้งตั้งและโค้งราบ ได้ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับการคำนวณระยะหยุดที่ปลอดภัย (Stopping Sight Distance) กล่าวคือการกล่าวว่าระยะมองเห็นที่บริเวณโค้งไม่เพียงพอจะหมายถึง ระยะที่ผู้ขับขี่เห็นอุปสรรคข้างหน้าทางโค้งสั้นกว่าระยะหยุดที่ปลอดภัย ข้อกำหนดของการมองและขนาดของอุปสรรคหรือวัตถุข้างหน้าตามที่ระบุไว้ใน AASHTO ซึ่งถือเป็นมาตรฐานสากล คือ

2.5 สำหรับทางโค้งตั้ง กำหนดให้เป็นระยะปลอดภัยที่ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นวัตถุที่สูง 60 เซนติเมตร และหยุดรถได้ทัน ในระดับสายตาของผู้ขับขี่ที่ 1.08 เมตร

2.6 สำหรับทางโค้งราบ กำหนดให้เป็นระยะปลอดภัยที่ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นวัตถุที่สูง 15 เซนติเมตร และหยุดรถได้ทัน ในระดับสายตาของผู้ขับขี่ที่ 1.08 เมตร



รูปที่2.6 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับทางโค้งตั้ง



รูปที่2.7 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับทางโค้งราบ

บทที่3
ความรู้ด้านป้ายจราจร

การเดินทางสำหรับผู้ใช้ทางทุกประเภท โดยเฉพาะผู้ที่ไม่คุ้นเคยเส้นทาง บางครั้งอาจจะสร้างความยากลำบากในการเดินทางเพื่อที่จะให้ถึงจุดหมายปลายทางดังที่วางแผนไว้ บางครั้งอาจจะเสียเวลาหรืออาจเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ดังนั้นป้ายจราจรจึงมีความสำคัญมากสำหรับผู้ใช้ทางทุกคนไม่เพียงแต่ผู้ขับขี่เท่านั้น แต่ยังรวมถึงคนเดินเท้าด้วย

3.1 ความมุ่งหมายของป้ายจราจร

ป้ายจราจรเป็นอุปกรณ์สำหรับการควบคุม แนะนำ และให้ข่าวสารการเดินทางเพื่อให้ยวดยานสามารถเคลื่อนที่ไปถึงจุดหมายปลายทางได้ถูกต้อง รวดเร็ว และปลอดภัย

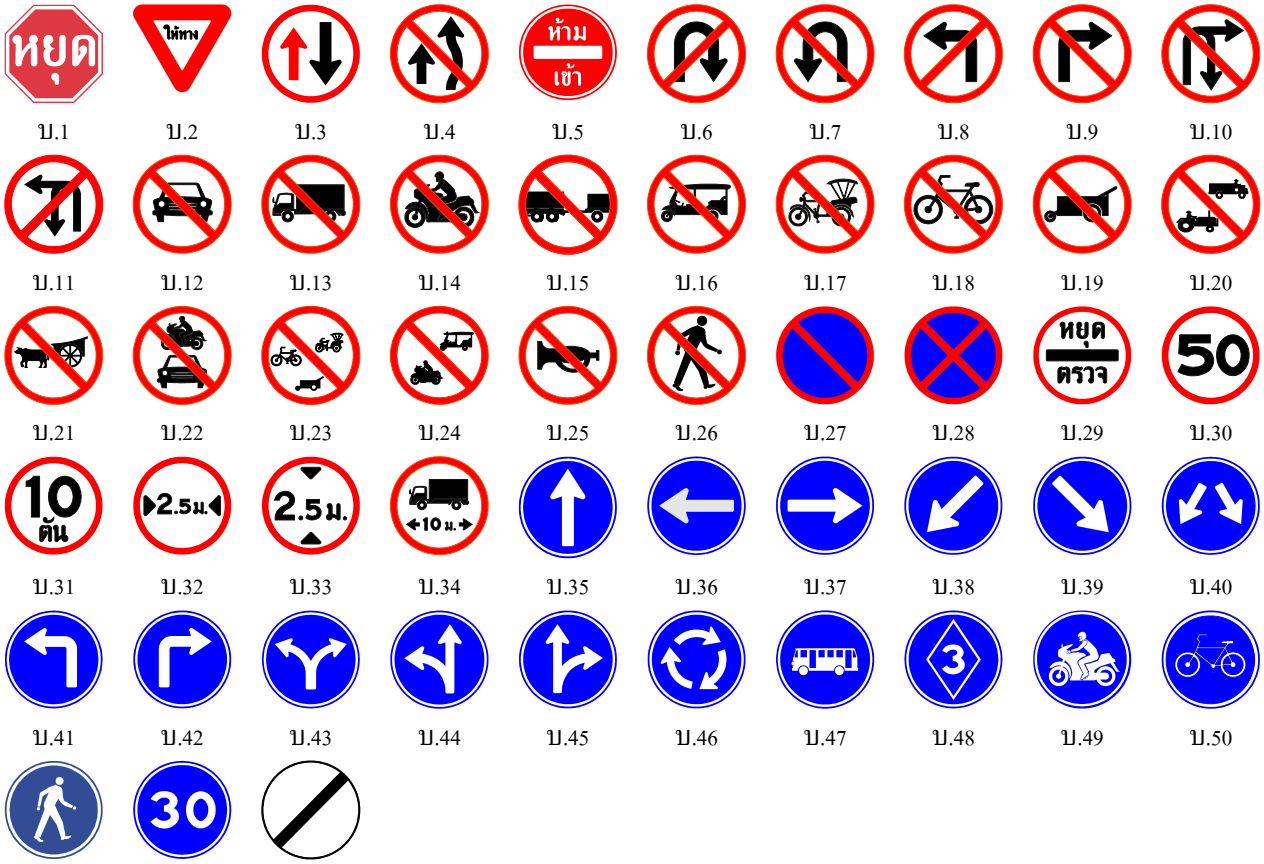
3.2 หลักปฏิบัติทั่วไป

- พิจารณาถึงความจำเป็นในการใช้ป้าย ไม่ควรหวังผลเพื่อแก้ไขความบกพร่องของการออกแบบทาง
- ติดตั้งป้ายที่จำเป็นตามจุดที่เหมาะสมและถูกต้อง
- ต้องสอดคล้องกับสภาพและการจราจรบนทางหลวง
- คำนึงถึงมาตรฐานการออกแบบป้าย การติดตั้งป้ายตลอดจนถึงความสม่ำเสมอในการใช้ป้ายจราจร
- ไม่ควรติดตั้งป้ายเกินความจำเป็น
- การติดตั้งป้ายแนะนำประเภทป้ายบอกจุดหมายปลายทางและป้ายเลขหมายทางหลวง จะทำให้เกิดประโยชน์กับผู้ใช้ทางหลวงมากขึ้น
- ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ได้ ให้พิจารณาเลือกทางปฏิบัติให้เหมาะสมเฉพาะราย

3.3 ประเภทของป้ายจราจร

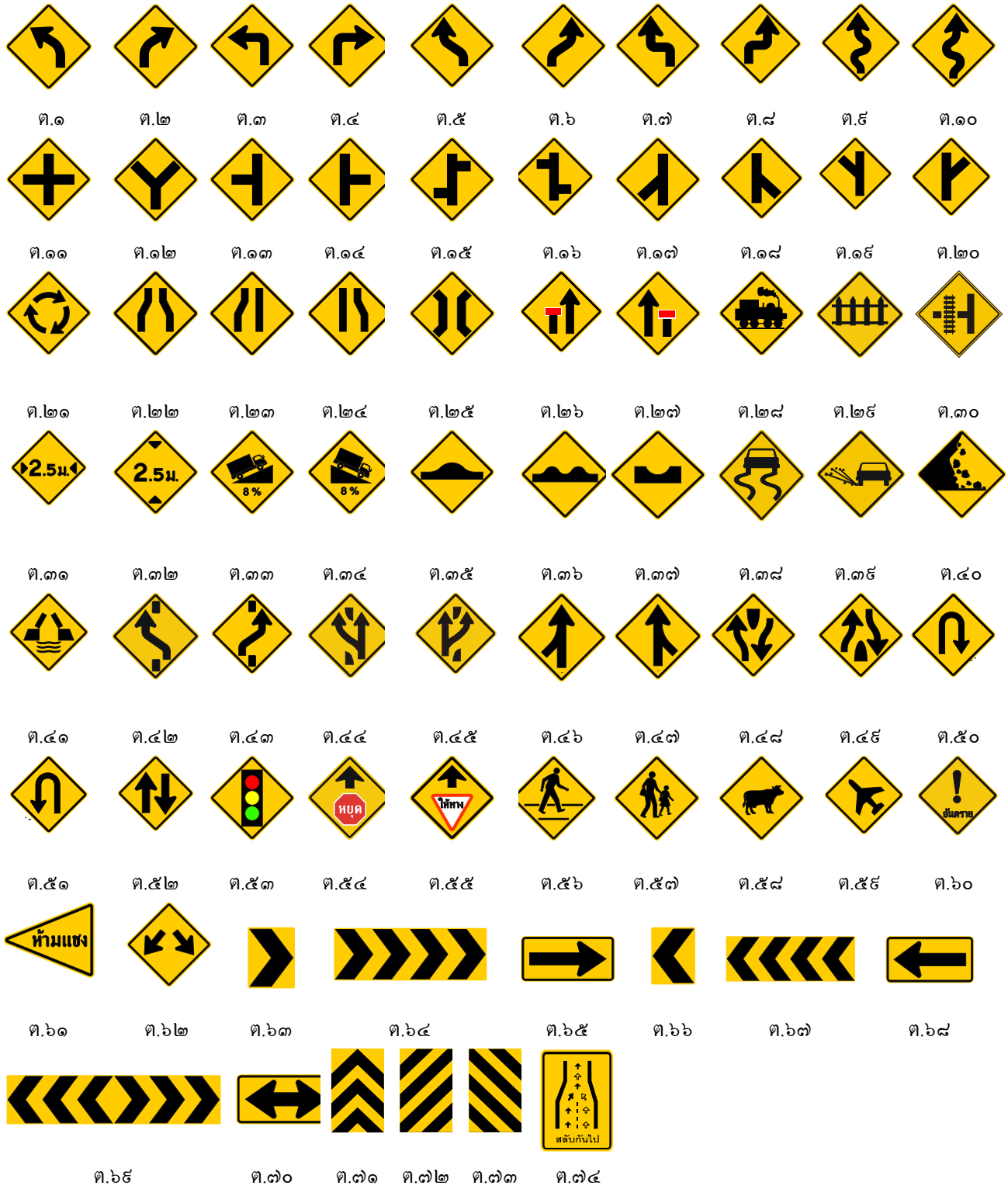
แบ่งแยกตามหน้าที่ได้ดังนี้

- ป้ายบังคับ เป็นป้ายซึ่งแสดงกฎจราจรเฉพาะที่นั้นๆ ใช้เพื่อบังคับและควบคุมการจราจร ป้ายบังคับมีผลบังคับตามกฎหมาย (ดูรูปที่3.1)
- ป้ายเตือน เป็นป้ายเพื่อใช้เตือนผู้ขับขี่ยวดยานถึงลักษณะ สภาพทางที่อาจเกิดอันตราย หรือมีการบังคับควบคุมการจราจรข้างหน้าซึ่งควรต้องระมัดระวัง (ดูรูปที่3.2)
- ป้ายแนะนำ เป็นป้ายที่ใช้แนะนำให้ผู้ใช้ทางสามารถเดินทางไปสู่จุดหมายปลายทางได้ถูกต้อง สะดวกปลอดภัย (ดูรูปที่3.3)



ป.1 ป.2 ป.3 ป.4 ป.5 ป.6 ป.7 ป.8 ป.9 ป.10
ป.11 ป.12 ป.13 ป.14 ป.15 ป.16 ป.17 ป.18 ป.19 ป.20
ป.21 ป.22 ป.23 ป.24 ป.25 ป.26 ป.27 ป.28 ป.29 ป.30
ป.31 ป.32 ป.33 ป.34 ป.35 ป.36 ป.37 ป.38 ป.39 ป.40
ป.41 ป.42 ป.43 ป.44 ป.45 ป.46 ป.47 ป.48 ป.49 ป.50

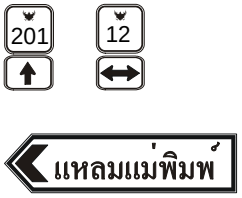
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างป้ายบังคับ



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างป้ายเตือน

น.๑

น.๒



น.๓

น.๔

น.๕

น.๖

น.๗

น.๘

น.๙

น.๑๐

น.๑๑

น.๑๒

น.๑๓

น.๑๔

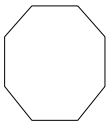
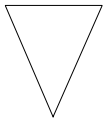
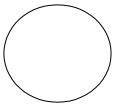
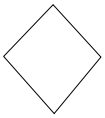
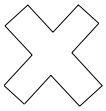
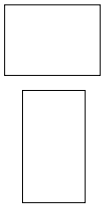
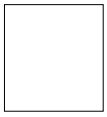
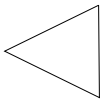
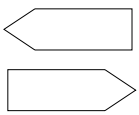
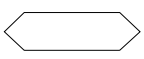
น.๑๕

น.๑๖

น.๑๗

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างป้ายแนะนำ

3.4 รูปร่างของป้ายจราจร (ดูรูปที่3.4)

รูปแบบ	รูปแบบ	รูปแบบ
	ป้ายทรงแปดเหลี่ยมด้านเท่า (Octagon Shape)	ใช้เฉพาะป้ายหยุด
	ป้ายทรงสามเหลี่ยมด้านเท่า (Equilateral) Triangle Shape) หันด้านแหลมชี้ลง	ใช้เฉพาะป้ายให้ทาง
	ป้ายทรงกลม (Round Shape)	ใช้เฉพาะป้ายบังคับ
	ป้ายทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งมุมขึ้น (Diamond Shape)	ใช้เฉพาะป้ายเตือน
	ป้ายทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าไขว้กันเป็นรูปกากบาท (Diamond cross)	ใช้เฉพาะป้ายเตือนทางรถไฟตัดผ่าน
	ป้ายทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Shape) แนวนอนและแนวตั้ง	ใช้เฉพาะป้ายเตือนและป้านแนะนำบาง ประเภทและป้ายเสริมที่ใช้คู่กับป้ายหลัก
	ป้ายทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (SquareShape) ประเภทและป้ายเสริมที่ใช้คู่กับป้ายหลัก	ใช้เฉพาะป้ายเตือนและป้ายแนะนำ บางประเภท
	ป้ายทรงสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (Isosceles Triangle Shape) มุมแหลมชี้ไปทางซ้าย	ใช้เฉพาะป้ายเขตห้ามแซง
	ป้ายทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวนอนปลายแหลม หนึ่งด้าน	ใช้เฉพาะป้ายแนะนำประเภทชี้บอก ทิศทางบริเวณทางแยก
	ป้ายทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวนอนปลายแหลม สองด้าน	ใช้เฉพาะป้ายแนะนำชื่อถนนและ ซอยต่างๆ

รูปที่ 3.4 รูปร่างและลักษณะป้ายจราจร

3.5 การติดตั้งป้ายจราจรทั่วไป (พอสังเขป)

- การปักหรือติตั้งป้ายจราจร โดยปกติทางหลวง 2 ช่องจราจร จะติดตั้งป้ายทางด้านซ้ายของผิวจราจร บกเว้นป้ายเขตห้ามแซง
- ป้ายจราจรจะต้องปักหรือติดตั้งเข้าหาทิศทางของยวดยาน โดยติดตั้งให้ออกจากแนวตั้งฉากการจราจร ประมาณ 5 องศา เพื่อป้องกันการสะท้อน
- ไม่ควรติดตั้งป้ายบังคับหรือป้ายเตือนเกินหนึ่งป้าย ยกเว้นป้ายเตือนความเร็วที่ใช้ติดตั้งร่วมกับป้ายเตือนอื่นๆ
- การติดตั้งป้ายบังคับและป้ายเตือนร่วมกันจะต้องเป็นป้ายที่มีความหมายเสริมกัน
- ป้ายหยุดให้ติดตั้งเดี่ยว
- บนทางหลวงนอกเมือง ป้ายจราจรสองป้ายที่มีวัตถุประสงค์ต่างกันไม่ควรจะติดตั้งห่างกันน้อยกว่า 60 เมตร แต่ถ้าเป็นป้ายแนะนำ ต้องติดตั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 100 เมตร

ตารางที่3.1 ระยะสำหรับติดตั้งป้ายล่วงหน้าเพื่อให้ผู้ขับขี่รกความเร็ว

ความเร็ว	ความเร็วที่ให้ใช้ตรงจุดที่กำหนด กม./ชม.							
สำคัญ (1)	หยุ ด	20	30	40	50	60	70	80
กม./ชม.	ระยะทางสำหรับเตือนล่วงหน้า (เมตร) (2)							
100	400	375	375	350	300	250	175	125
90	325	325	300	275	250	150	125	125
80	275	250	250	200	175	150	125	-
70	175	175	175	150	125	125	-	-
60	150	125	125	125	125	-	-	-
50	125	125	125	125	-	-	-	-
40	100	100	100		-	-	-	-
30	100	100	-		-	-	-	-

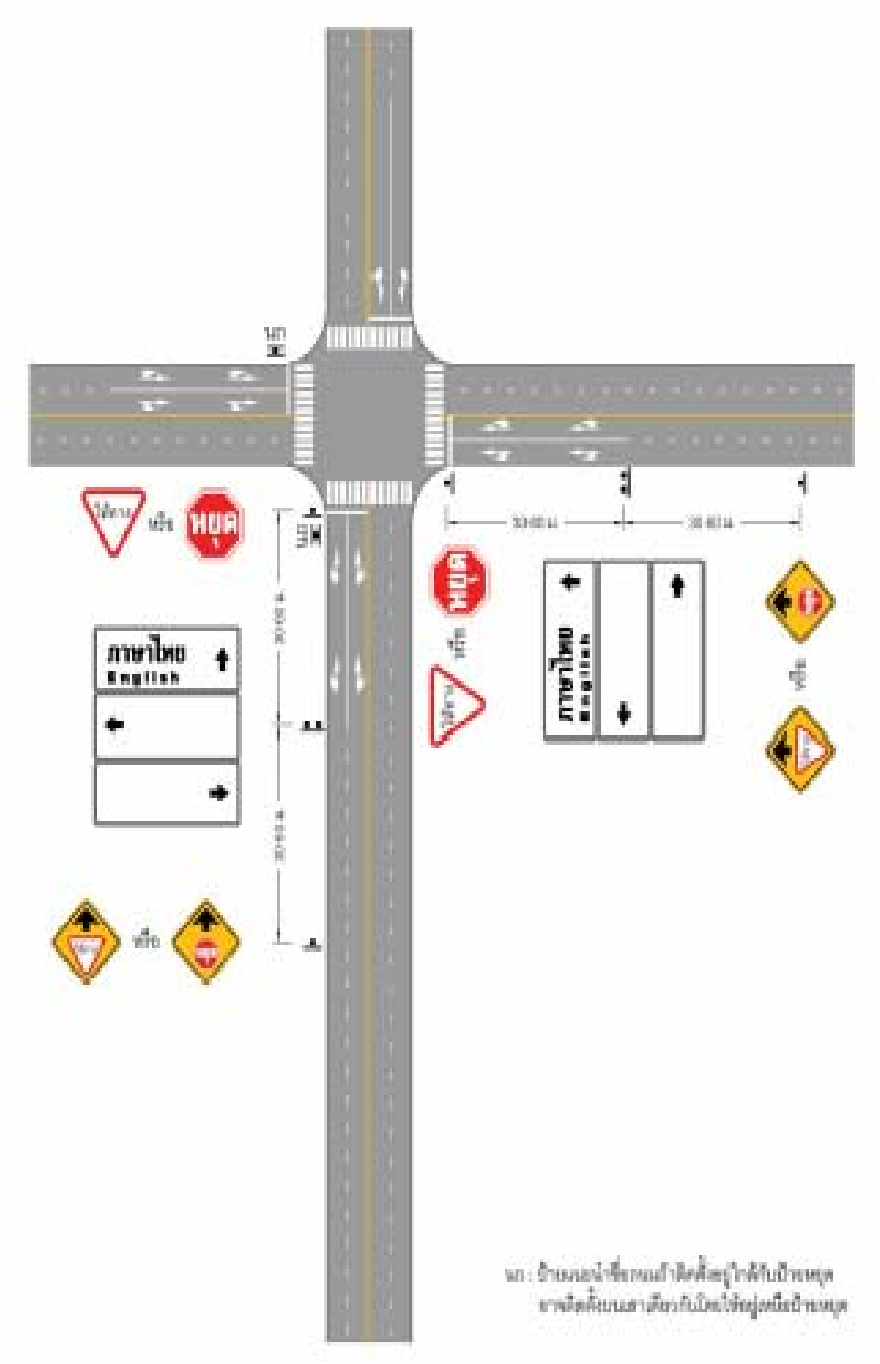
หมายเหตุ 1. ความเร็วสำคัญ คือ ความเร็วซึ่ง 85% ของยวดยานทั้งหมดใช้ความเร็วต่ำกว่าความเร็วนี้ ความเร็วสำคัญสำหรับทางหลวงที่ออกแบบก่อสร้างใหม่ให้ใช้ความเร็วออกแบบ (Design Speed)

2. ระยะทางที่กำหนดไว้ ให้ใช้เฉพาะทางหลวงที่อยู่ในแนวราบ สำหรับทางลงเขาหรือขึ้นเขา ระยะทางอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้

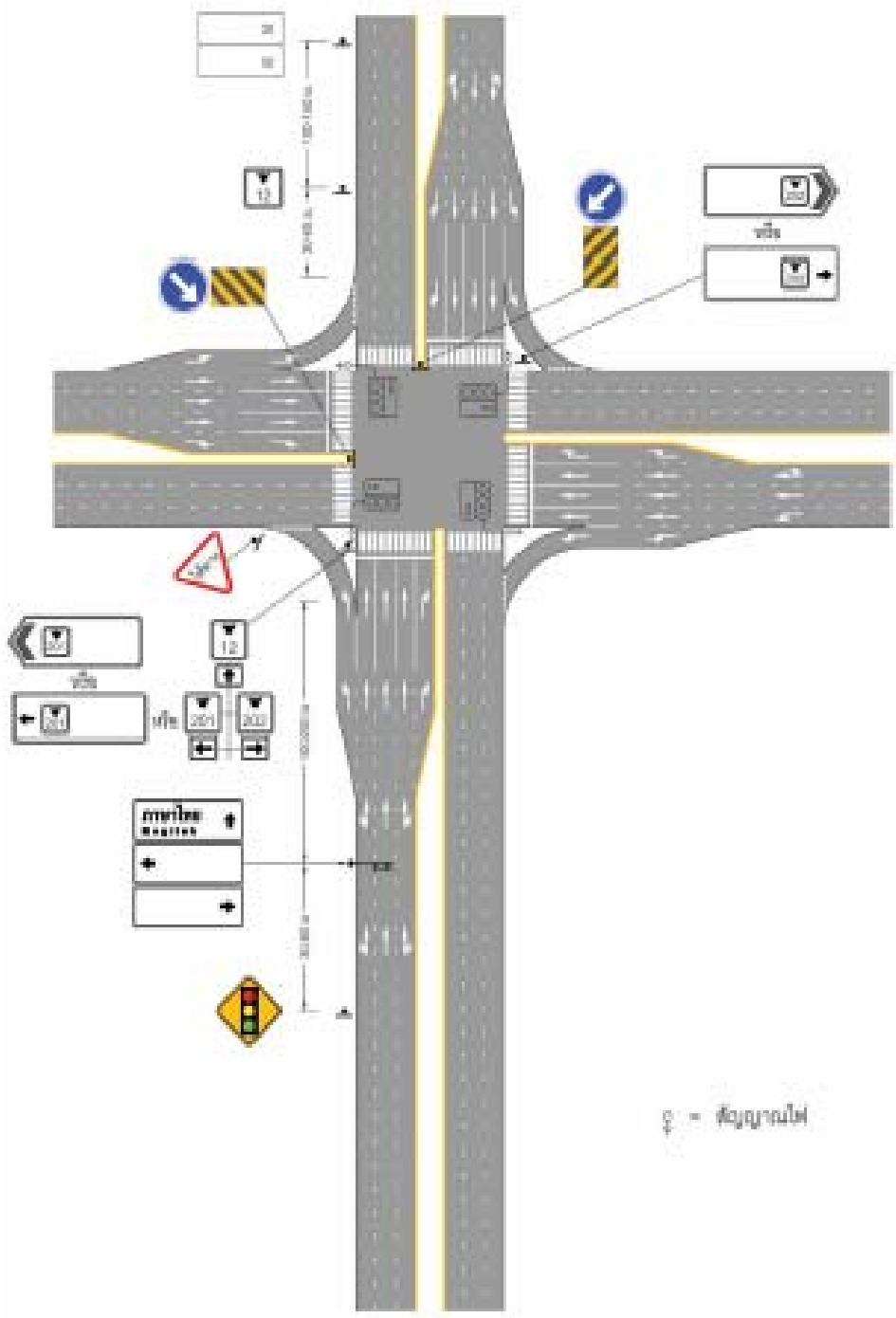
ตารางที่3.1 อธิบายระยะที่จะติดตั้งป้ายเพื่อให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถลดความเร็วลง พอที่จะอ่านป้ายจราจร ขณะเดียวกันเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ทางทุกประเภทด้วย ยกตัวอย่างการใช้ตารางนี้ เช่น ทาง

หลวงจะติดตั้งป้ายมีความเร็วสำคัญ 100 กม./ชม. ตำแหน่งติดตั้งป้ายจราจรล่วงหน้าทางโค้งที่ต้องการให้ลดวิ่งความเร็ว 50 กม./ชม. คือ 300 เมตร

รูปที่ 3.5และ3.6 แสดงตัวอย่างตำแหน่งการติดตั้งป้ายบริเวณทางแยก



รูปที่3.5 ตัวอย่างการใช้และติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจรบริเวณสามแยก



รูปที่3.6 ตัวอย่างการใช้และติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจรบริเวณสี่แยก

บทที่4
อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย

4.1 รั้วหรือราวกันอันตราย (Guard Fence)

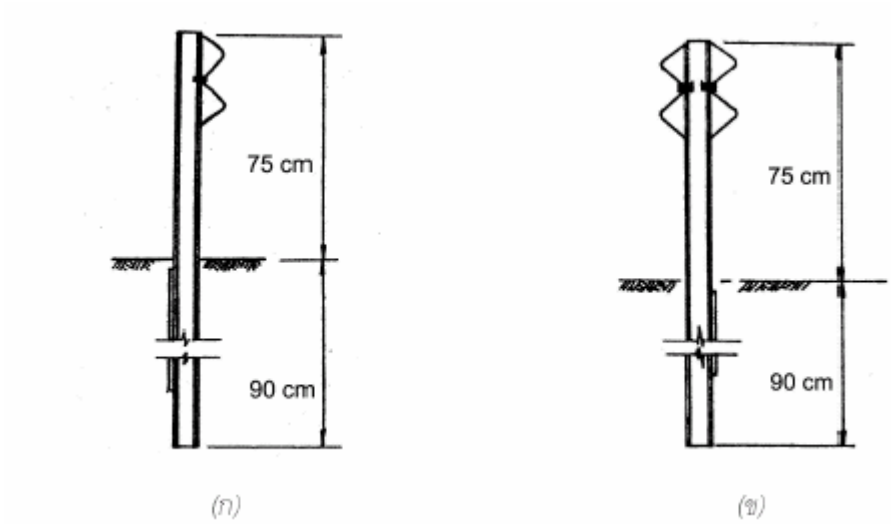
รั้วหรือราวกันอันตรายมีหน้าที่ในการป้องกัน และควบคุมไม่ให้ยวดยานที่เสียการทรงตัววิ่งออกนอกเส้นทางไปสู่บริเวณอันอาจก่อให้เกิดอันตรายข้างทาง เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายอย่างรุนแรงแก่ผู้ขับขี่ยวดยาน และยังช่วยลดความรุนแรงของอุบัติเหตุและความเสียหายต่อยานพาหนะ นอกจากนี้ราวกันอันตรายยังมีหน้าที่อื่น ๆ ดังต่อไปนี้

- เพื่อลดความรุนแรงของอุบัติเหตุที่มีต่อผู้ขับขี่
- เพื่อเปลี่ยนทิศทางของยวดยานที่วิ่งออกนอกเส้นทางโดยไม่ก่อให้เกิด
- อันตรายต่อการจราจรรอบข้าง
- เพื่อป้องกันอันตรายต่อคนเดินเท้า
- เพื่อป้องกันคนเดินเท้าข้ามเส้นทางจราจร ในบริเวณที่ไม่เหมาะสม

4.1.1 ชนิดของรั้วหรือราวกันอันตราย

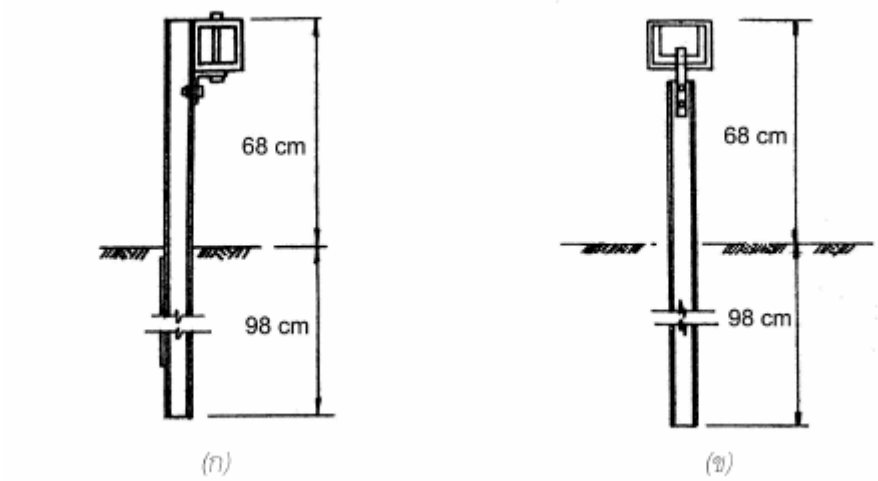
ชนิดของรั้วหรือราวกันอันตรายที่ใช้ในงานวิศวกรรมจราจรมีอยู่หลายชนิด หากแบ่งกลุ่มตามลักษณะรูปแบบและวัสดุที่ใช้ทำ สามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ 5 กลุ่ม ได้แก่

1) การ์ดเรล (Guard Rail) มีลักษณะเป็นรางเหล็กลูกฟูก รูปตัว W ติดตั้งบนเสาเหล็กหรือเสาไม้ การทำงานตัวรางเหล็กจะมีความยืดหยุ่นในการรับแรงชนกระแทก ทำให้ยานพาหนะสามารถหยุดหรือกลับเข้าสู่คันทางได้ (ดูรูปที่4.1)



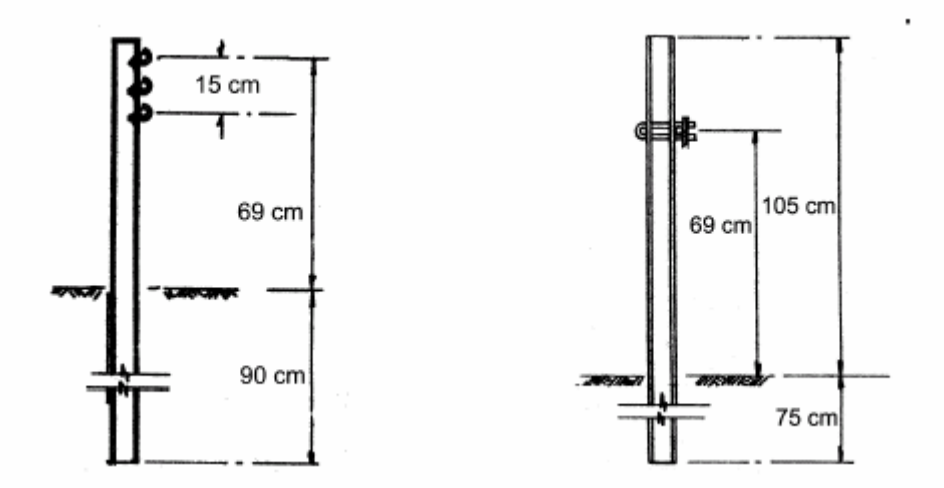
รูปที่ 4.1 การ์ดเรลชนิดติดตั้งข้างทาง (ก) และติดตั้งเกาะกลาง(ข)

2) รั้วแบบท่อเหลี่ยม (Box Beam Guard Fence) มีลักษณะเป็นคานเหล็กรูปตัดท่อเหลี่ยม ตั้งอยู่บนเสาเหล็ก เหมาะสำหรับติดตั้งเป็นฉนวนกั้นกลางแบ่งแยกทิศทางการจราจร ในบริเวณที่มีพื้นที่เกาะกลางค่อนข้างแคบ (ดูรูปที่4.2)



รูปที่ 4.2 รั้วแบบท่อเหลี่ยม (Box Beam Guard Fence) ชนิดติดตั้งข้างทาง (ก) และติดตั้งเกาะกลาง(ข)

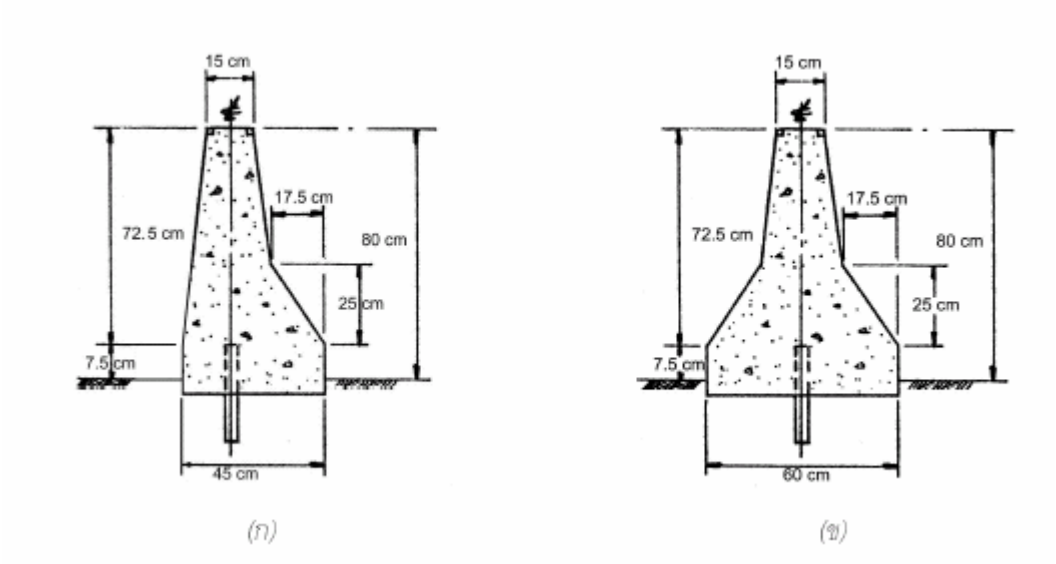
3) รั้วแบบลวดสลิง (Guard Cable) เป็นรั้วที่ใช้ตัวลวดเคเบิลสลิงเป็นตัวรับการชน โดยใช้ความยืดหยุ่นตัวเคเบิล ด้วยลักษณะความโปร่งของเคเบิล ทำให้มีผลกระทบต่อความรู้สึกของคนขับขี่ค่อนข้างน้อยกว่ารั้วชนิดอื่นๆ และสามารถที่จะติดตั้งแฝงอยู่ในพุ่มไม้ได้เป็นอย่างดี นิยมใช้ในบริเวณทางตรงที่มีระยะทางยาว และต้องการที่จะรักษาภูมิทัศน์ของเส้นทางด้วย (ดูรูปที่ 4.3)



รูปที่ 4.3 รั้วแบบลวดสลิง (Guard Cable) ชนิดติดตั้งข้างทาง (ก) และติดตั้งเกาะกลาง(ข)

4) รั้วแบบท่อเหล็กกลม (Guard Pipe) เป็นการนำท่อเหล็กมาประกอบเป็นรั้ว โดยใช้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยคนเดินเท้า แต่ข้อเสียคือไม่สามารถทนแรงกระแทกได้สูง จึงมักใช้ในบริเวณที่การจราจรมีความเร็วไม่สูง เช่น ในเขตเมือง

5) กำแพงคอนกรีต (Concrete Barrier) เป็นการก่อสร้างกำแพงคอนกรีต ซึ่งลักษณะรูปแบบอาจมีได้หลายรูปแบบ ในส่วนของฐานจะมีลักษณะโค้งมลเพื่อให้ยานพาหนะสามารถเบี่ยงกลับเข้าคันทางได้เมื่อมีการชนเกิดขึ้น มักใช้กับบริเวณที่หากมีการเสียหลักออกนอกคันทางแล้ว อาจเกิดอันตรายอย่างมาก ข้อจำกัดของกำแพงคอนกรีตคือ ตัวฐานรากซึ่งต้องใช้มากกว่ารั้วชนิดอื่นๆในบริเวณที่คันทางแคบ เช่น บริเวณภูเขา อาจไม่สามารถทำได้ (ดูรูปที่ 4.4)

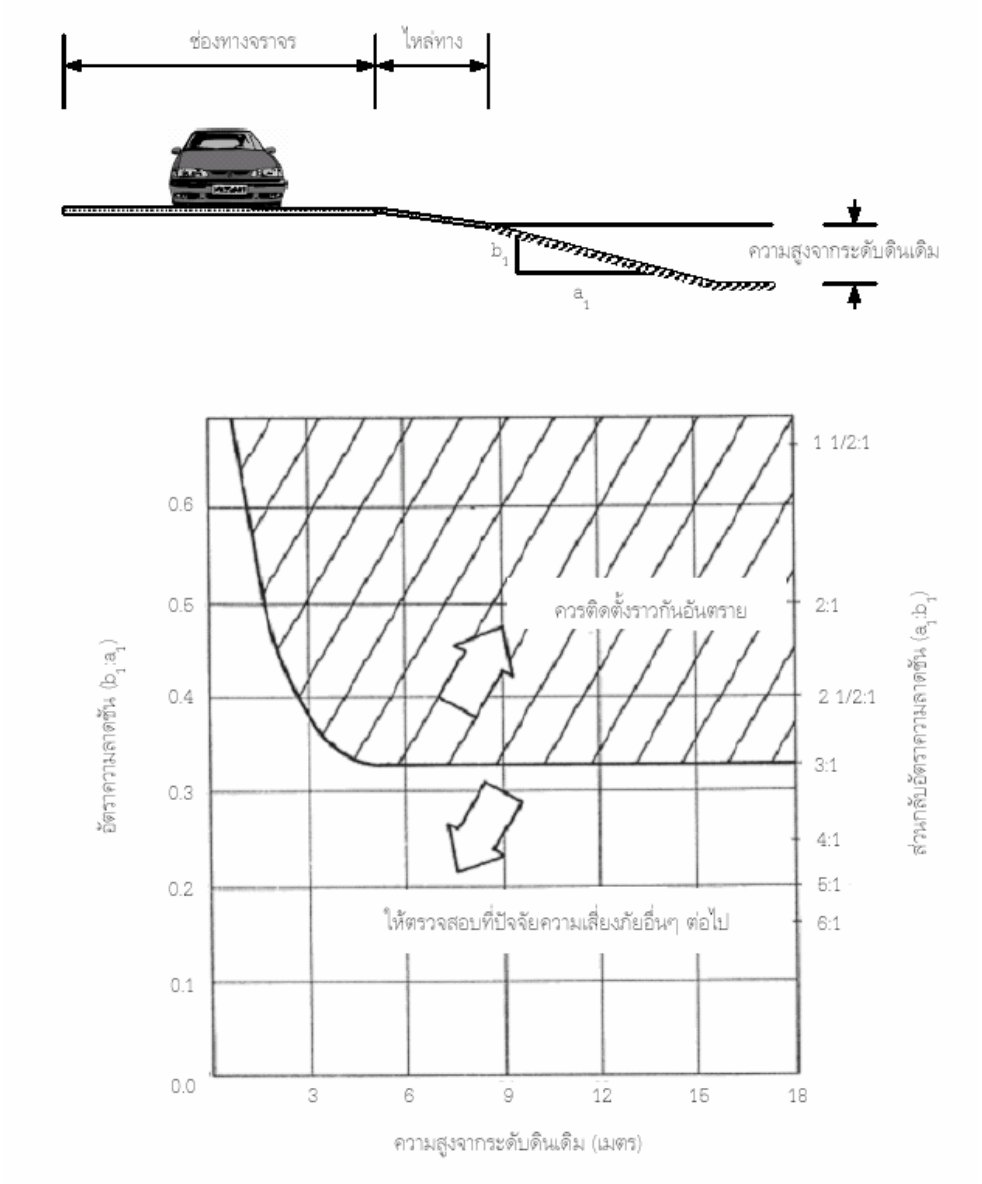


รูปที่ 4.4 รั้วกำแพงคอนกรีด (Concrete Barrier) ชนิดติดตั้งข้างทาง (ก) และติดตั้งเกาะกลาง(ข)

4.1.2 เหตุอันควรในการติดตั้งรั้วหรือราวกันอันตราย

- ***กรณีติดตั้งข้างทาง (Road side guard fence)***

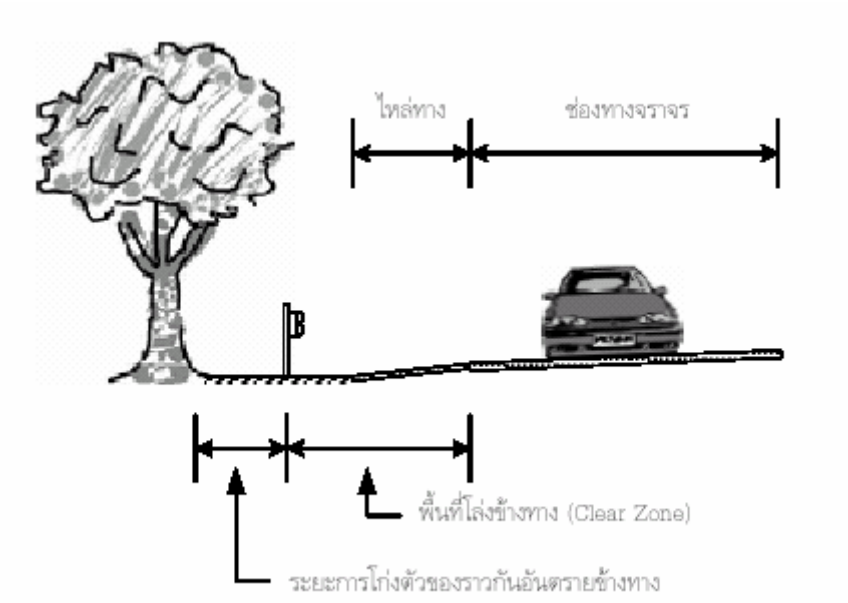
(1) เป็นคันทางที่มีความสูงมาก และความลาดชันด้านข้างสูง ซึ่งหากพลัดตกลงไปแล้วจะเกิดความอันตรายต่อผู้โดยสารและยานพาหนะที่พลัดตกลงไป โดยมีองค์ประกอบของความสูงต่อคันทางตาม (ดูรูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.5 เหตุอันควรในการติดตั้งราวกันอันตรายในกรณีคันทางสูงชัน

(2) เป็นทางที่วิ่งลัดเลาะลำน้ำ ชายฝั่งทะเล หรือสันเขื่อน ที่มีความลึกมากกว่า 1.50 เมตร

(3) มีสิ่งอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางข้างทางขนาดใหญ่ เช่น ต้นไม้ขนาดใหญ่ หิน ขนาดใหญ่ ตอม่อสะพาน ในระยะ 2.00 เมตร จากคันทาง (ดูรูปที่4.6)



รูปที่ 4.6 เหตุอันควรในการติดตั้งราวกันอันตรายในกรณีมีสิ่งอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางข้างทางขนาดใหญ่

(4) บริเวณทางโค้งรัศมีตั้งแต่ 200 เมตรลงมา สำหรับทางหลวงที่มีความเร็วสำคัญ(85 percentile speeds) เกินกว่า 80 กม./ชม. ขึ้นไป

(5) บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของความกว้างคันทางอย่างกะทันหัน

(6) บริเวณที่มีสถิติอุบัติเหตุสูง โดยเฉพาะอุบัติเหตุที่เป็นการขับรถตกถนนหรือตกลงข้างทาง

- ***กรณีติดตั้งกึ่งกลางถนน***

(1) บริเวณทางหลวงที่ความเร็วสำคัญของยวดยาน (85 Percentile Speeds) ตั้งแต่ 80 กม./ชม.ขึ้นไป และทางหลวงช่วงนั้นมีความลาดชันตั้งแต่ 3% ขึ้นไป หรือเป็นทางโค้งที่มีรัศมีความโค้งตั้งแต่ 750 เมตรลงมา

(2) บริเวณที่การจราจรใช้ความเร็วสูง และเกาะกลางมีความแคบ

- ***กรณีติดตั้งข้างทางเท้า***

(1) บริเวณชุมชนที่มีคนเดินเท้าสูง และการจราจรใช้ความเร็วสูง

(2) บริเวณที่ต้องการควบคุม และจัดระเบียบการเดินข้าม

4.1.3 การเลือกใช้รั้วหรือราวกันอันตราย

ตามที่กล่าวข้างต้น รั้วหรือราวกันอันตรายมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีทั้งข้อดีและข้อด้อย การเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพทางหลวงจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ตารางที่ 4.1 แสดงข้อดีและข้อด้อยของรั้วหรือราวกันอันตรายในแต่ละชนิด และตารางที่ 4.2 เป็นคำแนะนำในการเลือกใช้รั้วหรือราวกันอันตราย

ตารางที่ 4.1 ข้อดีและข้อด้อยของรั้วหรือราวกันอันตรายชนิดต่างๆ

ชนิด	จุดดี	จุดด้อย	การใช้งาน
การ์ดเรล	1.เปลี่ยนส่วนที่ชำรุดได้ง่าย 2.เป็นเครื่องนำทางที่ดี 3.ปรับแต่งติดตั้งทางโค้งรัศมีแคบได้ดี	1.ค่าติดตั้งสูงในกรณีติดสองด้านของเกาะกลาง	1.ข้างทาง 2.กลางทาง 3.ริมทางเท้า
รั้วแบบท่อเหลี่ยม	1.ติดตั้งที่เกาะกลางแคบๆ ได้ดี 2.ดูสวยงาม	1.ติดตั้งทางโค้งรัศมีแคบได้ลำบาก	1.กลางทาง
รั้วแบบลวดสลิง	1.ซ่อมแซมได้ง่าย โดยนำของเก่ามาใช้ได้อีก 2.ดูสวยงาม	1.ติดตั้งทางโค้งรัศมีแคบได้ ลำบาก	1.ข้างทาง 2.กลางทาง
รั้วแบบท่อเหล็กกลม	1.ปรับแต่งติดตั้งทางโค้งรัศมีแคบได้ดี 2.ดูสวยงาม	1. รับแรงกระแทกได้ไม่มาก	1.ริมทางเท้า
กำแพงคอนกรีต	1.มีความแข็งแรงสูง	2. ซ่อมแซมได้ยาก 3. ไม่สวยงาม 4. ใช้พื้นที่ฐานรากกว้าง	1.ข้างทาง 2.กลางทาง

ตารางที่ 4.2 การเลือกใช้รั้วหรือราวกันอันตรายชนิดต่างๆ

	การ์ดเรล	**รั้วท่อเหลี่ยม**	**รั้วลวดสลิง**	**รั้วท่อกลม**	กำแพงคอนกรีต
โค้งรัศมีแคบ	◎	○		○	
ต้องการนำทางด้วย	◎				
ทัศนียภาพสวยงาม		○	◎	○	
ฉนวนหรือเกาะกลางแคบ		◎			◎
มีการทรุดตัวมาก			◎		
ต้องการรับแรงชนสูง	○	○	○		◎
ทางตรงระยะยาว	○		◎		◎

◎ ดีมาก ○ ดี

4.2 ไฟฟ้าแสงสว่าง (Street Lighting)

ไฟฟ้าแสงสว่างบนถนนหรือทางหลวงมีไว้เพื่อ เพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ในเวลากลางคืน โดยช่วยให้ผู้ขับขี่รับรู้ข้อมูลข่าวสารได้ชัดเจนเทียบเท่ากับในเวลากลางวัน ซึ่งข้อมูลข่าวสารดังกล่าวได้แก่

(1) *ข่าวสารเกี่ยวกับตำแหน่งอุปสรรค* เพื่อเป็นข้อมูลใช้ประโยชน์ในการควบคุมการบังคับทิศทางและความเร็วของยานพาหนะ ได้แก่ ลักษณะทางเรขาคณิตของทางข้างหน้า การจัดแบ่งช่องจราจร ลักษณะข้างทาง วัตถุและอุปสรรคต่างๆที่อยู่ข้างหน้า

(2) *ข่าวสารเกี่ยวกับเหตุการณ์* ใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเปลี่ยนแปลงความเร็ว ทิศทางของยานพาหนะ ได้แก่ การจราจรข้างทาง คนเดินเท้า สัญญาณไฟจราจร ตำแหน่งของยานพาหนะบนทางข้างหน้า

(3) *ข่าวสารเกี่ยวกับการนำทาง* ใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกเส้นทางไปสู่จุดหมายปลายทาง ได้แก่ ป้ายจราจรและป้ายแนะนำต่างๆ ลักษณะข้างทาง ทางแยก

ความต้องการไฟฟ้าแสงสว่างของทางหลวงในแต่ละบริเวณจะแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะทางกายภาพของทางหลวง สภาพการจราจร และข้อมูลข่าวสารที่ผู้ขับขี่ต้องการรับรู้ในการขับขี่ เช่น ในบางบริเวณอาจต้องการไฟฟ้าแสงสว่างเพียง เพื่อมองเห็นแนวเส้นทางที่คดเคี้ยวหรือลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวง หรือในบางบริเวณอาจจำเป็นต้องมีไฟฟ้าแสงสว่างให้สามารถมองเห็นคนเดินเท้าข้างทางด้วย นอกจากนี้แล้วในบางครั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยอย่างอื่นยังอาจสามารถนำมาทดแทนไฟฟ้าแสงสว่างได้ เช่น หมุดสะท้อนแสง ป้ายและเครื่องหมายนำทาง ไฟกระพริบ เป้าสะท้อนแสง ซึ่งในกรณีเหล่านี้วิศวกรจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับความจำเป็นก่อนคิดที่จะติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง

4.2.1 เหตุอันควรในการพิจารณาติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง

การติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างมีอยู่ 2 แบบ คือ การติดตั้งในลักษณะต่อเนื่อง (Continuous Lighting) ได้แก่การติดตั้งบนช่วงของถนนในลักษณะต่อเนื่องยาวตามแนวถนน และการติดตั้งเฉพาะบริเวณ(Specific Lighting) ได้แก่การติดตั้งเฉพาะพื้นที่บริเวณ เช่น ทางแยก สะพาน

4.2.2 เหตุอันควรในการพิจารณาติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างลักษณะต่อเนื่อง

(1) ปริมาณจราจรโดยเฉลี่ยตอวันเกินกว่า 25,000 คัน ต่อ วัน
(2) พื้นที่ใกล้เคียงมีแสงสว่างจ้ามาก รบกวนต่อการมองเห็นของคนขับ
(3) มีปริมาณคนเดินเท้าสูงในเวลากลางคืน
(4) มีความสับสนของการจราจร
(5) มีสถิติอุบัติเหตุในเวลากลางคืนมากกว่า 2 เท่าของเวลากลางวัน

4.2.3 เหตุอันควรในการพิจารณาติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างลักษณะเฉพาะบริเวณ

(1) ทางแยกที่มีการติดตั้งไฟสัญญาณจราจร
(2) ทางหลวงที่มีการเปลี่ยนแปลงกายภาพในทันที
(3) ทางโค้งรัศมีแคบ หรือมีความลาดชันมาก
(4) สะพานที่โค้ง และทางแยกต่างระดับ
(5) ทางข้ามหรือทางม้าลายที่มีไฟสัญญาณจราจร หรือที่มีจำนวนคนเดินข้ามทางสูง
(6) มีสถิติอุบัติเหตุในเวลากลางคืนมากกว่า 2 เท่าของเวลากลางวัน

4.2.4 การเลือกใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง

ในงานไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวง การเลือกใช้ไฟฟ้าแสงสว่างจะพิจารณาใน 2 ลักษณะ คือ คุณสมบัติการกระจายแสง (Light Distribution) และ ชนิดของต้นกำเนิดแสง (Typical Light Sources)

- ***คุณสมบัติการกระจายแสง (Light Distribution)***

โคมไฟฟ้าแสงสว่างแบ่งตามคุณสมบัติการกระจายแสงได้ใน 3 ลักษณะ คือ

(1) การกระจายแสงแบบ Cut-off ได้แก่ โคมไฟที่มีการควบคุมแนวส่องของลำแสงอย่างสมบูรณ์ เหมาะสำหรับติดตั้งในทางหลวงสายหลักทั่วไป ที่การจราจรใช้ความเร็วสูง

(2) การกระจายแสงแบบ Semi-cut-off ได้แก่ โคมไฟที่มีการควบคุมแนวส่องของลำแสงกึ่งสมบูรณ์ เหมาะสำหรับทางหลวงที่มีพื้นที่สองข้างทางเป็นชุมชน และมีแสงจากสภาพแวดล้อมค่อนข้างมาก

(3) การกระจายแสงแบบ Non-cut-off ได้แก่โคมไฟที่ไม่มีการควบคุมแนวส่องของลำแสง ไม่เหมาะสมที่จะติดตั้งบนทางหลวง

- ***ชนิดของต้นกำเนิดแสง (Typical Light Sources)***

หลอดไฟที่ใช้ในงานติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวง จำเป็นต้องเป็นหลอดที่มีความคงทน ที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบันมีอยู่ 5 ชนิด คือ

(1) หลอดไฮเพรสเชอร์โซเดียม (High pressure sodium lamp)

(2) หลอดโลว์เพรสเชอร์โซเดียม (Low pressure sodium lamp)

(3) หลอดเมอร์คิวรีเวเพอร์ (Mercury vapor lamp)

(4) หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal halide lamp)

(5) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent lamp)

สำหรับ Low - Pressure Sodium Lamp ไม่นิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากคุณภาพของการให้สีที่ไม่ถูกต้อง ส่วนไฟฟ้าส่องสว่างในเวลากลางคืนตามถนนของเมืองไทยเป็นลักษณะการใช้หลอดไฟแบบHigh Pressure Sodium ซึ่งสีที่ได้จะเพี้ยนไปจากความเป็นจริงไม่มากนักแต่การมองเห็นจะชัดเจน

ลักษณะของหลอดชนิดต่างๆ ทั้งกำลังไฟ สีของแสง ชั่วโมงใช้งาน วิศวกรผู้ออกแบบควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และบริเวณที่จะใช้งาน ซึ่งได้สรุปไว้ตามตารางที่4.3

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของหลอดไฟชนิดต่างๆ

	ไฮเพรสเชอร์โซเดียม	โลว์เพรสเชอร์โซเดียม	เมอร์คิวรีเวเพอร์	เมทัลฮาไลด์	ฟลูออเรสเซนต์
กำลังไฟ (วัตต์)	220	35	400	400	40
ประสิทธิภาพ (ลูเมน/วัตต์)	87	78	47	65	55
อายุใช้งาน (ชั่วโมง)	12,000	9,000	12,000	9,000	10,000
สีของแสง	ส้มอ่อน	เหลือง	ขาว	ขาว	ขาว
คุณภาพของสี	พอใช้	ไม่ดี	ดี	ดี	ดี

ประเภทถนน	ประเภทของแหล่งกำเนิดแสง				
	High- pressure Sodium Lamp	Low - pressure Sodium Lamp	Mercury Vapor Fluorescent Lamp	Metal Halide Lamp	Fluorescent Lamp
ทางด่วน	●	○	○		
Inter City Road	●	○	○		
Urban Road	●		●	●	
Commercial Street			●	●	○
Road in Residential Area			●	●	○

สัญลักษณ์ ● ที่มีความเหมาะสม ○ พอใช้

ที่มา : U.S., Illuminating Engineering Society of North America ,The IESNA Lighting Handbook Reference & Application, 9th Ed. (New York 2001), 126.

4.3 ไฟสัญญาณจราจร

ไฟสัญญาณจราจรเป็นอุปกรณ์ควบคุมการจราจร ทำหน้าที่ในการจัดสรรเวลาสลับการใช้พื้นที่บริเวณทางแยกโดยให้ยวดยานทิศทางหนึ่งผ่านทางแยกไป และห้ามยวดยานอีกทิศทางหนึ่งไว้ เพื่อให้การจราจรสามารถผ่านทางแยกไปได้อย่างเป็นระเบียบและปลอดภัย เฟสสัญญาณจราจรจะสามารถเกิดประโยชน์สูงสุดเมื่อการจราจรบริเวณทางแยกอยู่ในระดับวิกฤตระดับหนึ่ง ในบางครั้งหากปริมาณการจราจรไม่สูงนัก

การติดตั้งไฟสัญญาณจราจร อาจทำให้เกิดความล่าช้าบริเวณทางแยกเพิ่มขึ้นได้โดยไม่จำเป็น ซึ่งจะนำมาสู่การที่ประชาชนไม่เชื่อฟังสัญญาณไฟ เนื่องจากไม่มีการจราจรที่จะต้องรอ หรือนำไปสูการเปิดใช้งานเป็นไฟกระพริบในที่สุด ดังนั้นก่อนการพิจารณาติดตั้งไฟสัญญาณจราจร ควรที่จะมีการวิเคราะห์การจราจรอย่างละเอียดก่อน ถึงความจำเป็นในการติดตั้ง

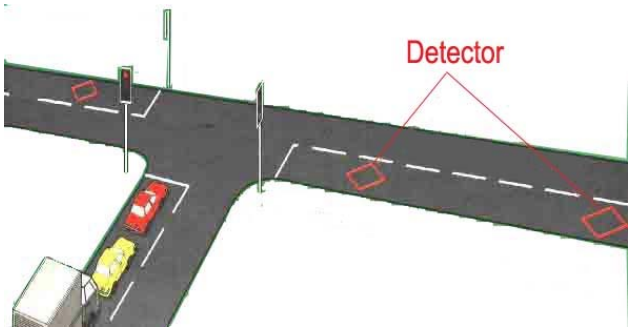
4.3.1 ชนิดของไฟสัญญาณจราจร

ระบบของไฟสัญญาณจราจรจำแนกตามรูปแบบการควบคุม สามารถจำแนกได้เป็น 2 ระบบ คือ

(1) ***ระบบควบคุมอิสระ (Isolated control)*** เป็นระบบการควบคุมทางแยกเดี่ยวรอบสัญญาณและจังหวะไฟจะมีความเป็นอิสระในแต่ละทางแยกนั้นๆ เหมาะสำหรับการติดตั้งในบริเวณทางแยกเดี่ยวที่ห่างจากทางแยกข้างเคียงมากกว่า 1 กิโลเมตร ในระบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิดของการควบคุม ตามลักษณะของการควบคุมรอบจังหวะ คือ

- *ชนิดตั้งเวลาล่วงหน้า (Fixed time control)* รอบเวลา และจังหวะของสัญญาณจะถูกตั้งเวลากำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจเป็นแบบ 1 โปรแกรม หรือหลายโปรแกรมตามช่วงเวลาของแต่ละวันก็ได้

- *ชนิดจังหวะเวลาแปรเปลี่ยนตามปริมาณจราจร (Vehicle actuated control)* ระยะเวลาของจังหวะสัญญาณจะถูกควบคุมอัตโนมัติด้วยตัวดักสัญญาณ(Detector) ซึ่งตัวดักสัญญาณมีได้ทั้งแบบขดลวดเหนี่ยวนำ และแบบใช้ลำแสงอินฟราเรด หรือไมโครเวฟ ระบบสัญญาณไฟระบบนี้เหมาะสำหรับทางแยกที่ปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกต่ำ และไม่สม่ำเสมอ (ดูรูปที่4.7)



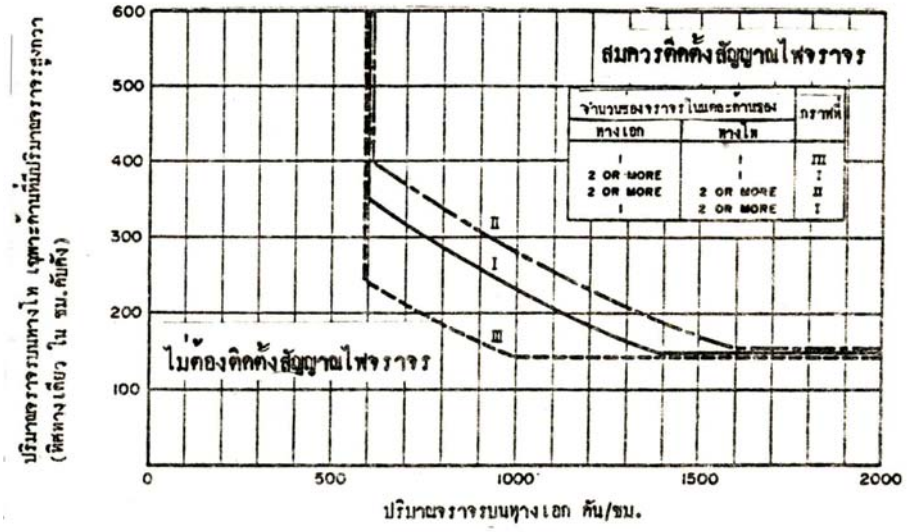
รูปที่ 4.7 ไฟสัญญาณจราจรระบบ Vehicle Actuated Control

(2) ***ระบบควบคุมแบบพื้นที่ (Area Traffic Control)*** เป็นระบบที่มีการควบคุมรอบสัญญาณ และจังหวะสัญญาณ ในแต่ละทางแยกให้มีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของการจราจรในลักษณะของคลื่นไฟเขียว(Green band) ซึ่งจะช่วยลดการติดขัดของการจราจรในระบบโครงข่ายได้ ในระบบนี้การควบคุมสัญญาณไฟแต่ละทางแยกจะต้องสั่งการมาจากศูนย์ควบคุม ซึ่งประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ จาก

ข้อมูลทางด้านการจราจรในบริเวณโครงข่าย ทั่วโลก มีอยู่หลายระบบ เช่น SCOOT , SCAT, UTC เป็นต้น

4.3.2 เหตุอันควรในการติดตั้งไฟสัญญาณจราจร

- ***ชนิดตั้งเวลาล่วงหน้า (Fixed time control)***



รูปที่ 4.8 เหตุอันควรในการติดตั้งไฟสัญญาณจราจรชนิดตั้งเวลาล่วงหน้า

- ***ชนิดจังหวะเวลาแปรเปลี่ยนตามปริมาณจราจร (Vehicle actuated control)***

เมื่อปริมาณจราจรบนทางเอกในชั่วโมงคับคั่งมีมากกว่า 900 คัน/ชั่วโมง (2ทิศทาง) และปริมาณจราจรบนทางโทในชั่วโมงคับคั่งมีมากกว่า 100 คัน/ชั่วโมง (ทิศทางเดียว)

4.4 เครื่องหมายนำทาง (Delineators)

เครื่องหมายนำทางมีไว้เพื่อช่วยผู้ขับขี่ให้สามารถมองเห็นแนวทางของเส้นทางในขณะที่ทัศนะวิสัยการมองเห็นไม่ดีพอ หรือในเวลากลางคืน โดยทั่วไปจะติดตั้งในบริเวณดังต่อไปนี้

(1) บริเวณทางโค้งราบและทางโค้งตั้ง

(2) บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความกว้างผิวจราจร

(3) บริเวณที่ต้องการนำทางเพื่อมิให้ยานพาหนะพลัดหลุดจากคันทาง หรือในบริเวณทางแยกที่สับสน

(4) บริเวณอื่นๆเพื่อป้องกันอุบัติเหตุการชนวัสดุหรืออุปกรณ์งานทาง และช่วยการนำทางด้วย

(5) บริเวณที่มีหมอกลงจัด หรือฝนตกชุก ไม่สามารถมองเห็นแนวเส้นทางได้ชัดเจน

4.4.1 ชนิดของเครื่องหมายนำทาง

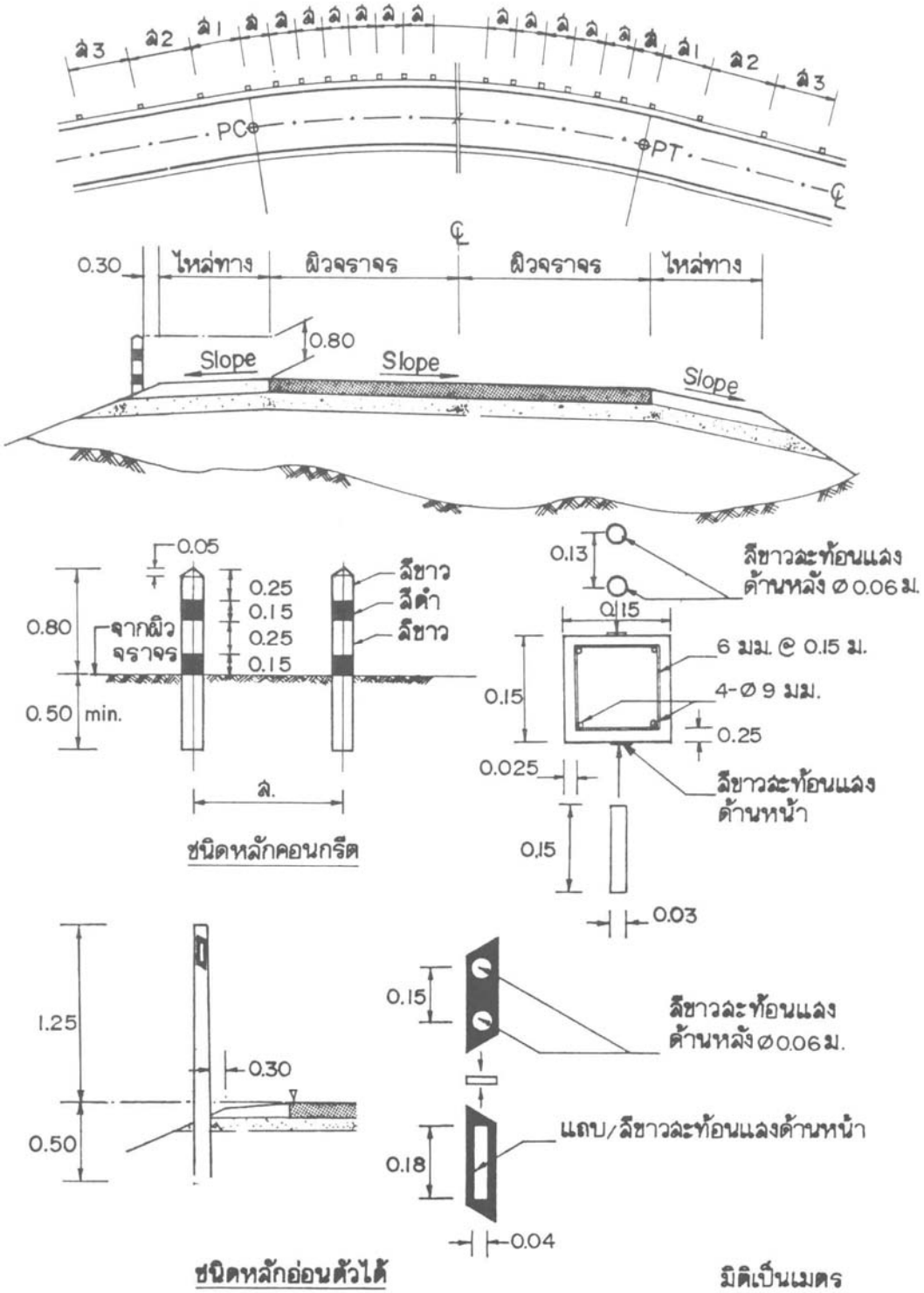
เครื่องหมายนำทางสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการติดตั้งได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ 3 ชนิด ได้แก่

(1) ***หลักนำทาง (Guide Post)*** หมายถึง หลักไม้ คอนกรีต โลหะ หรืออโลหะอื่นๆ ซึ่งทาหรือติดเป้าสะท้อนแสง เพื่อเป็นเครื่องหมายนำทางให้ผู้ขับขี่ได้เห็นแนวเส้นทางเมื่อฉายด้วยไฟสูงมาตรฐานรถยนต์ทั่วไป

หลักนำทางใช้ปักติดตั้งเพื่อแสดงแนวโค้งตั้งและโค้งราบ ความสูงของเป้าสะท้อนแสงจะอยู่สูงจากผิวจราจรไม่น้อยกว่า 70 ซม. และไม่เกิน 125 ซม. และห่างจากขอบไหล่ทาง 30 ซม. การติดตั้งระดับความสูงของเป้าและระยะห่างจากขอบไหล่ทาง จะต้องไม่ความสูงและห่างเท่ากันโดยตลอด ยกเว้นในส่วนหัวและท้ายอาจสอบแนวให้เข้ากับอุปสรรค ข้างทาง ระยะการติดตั้งหลักนำทางในโค้งราบ ให้ใช้ระยะห่างของหลักนำทางตามแสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.9 การติดตั้งหลักนำทางก่อนถึงสะพานจะช่วยให้รถสามารถเข้าสู่ช่องทางได้ถูกต้อง และช่วยป้องกันอุบัติเหตุจากการชนราวสะพาน หรือตกสะพานได้ มาตรฐานการติดตั้งดังแสดงตามรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.4 ระห่างของหลักนำทางบนทางโค้งราบ

รัศมีโค้ง (เมตร)	ระยะห่างของหลักนำทาง (เมตร)			
	ส	ส1	ส2	ส3
15-74	4	7	12	24
75-99	6	11	18	36
100-149	7	13	21	42
150-199	8	14	24	48
200-299	9	16	27	54
300-499	10	18	30	60
500-999	15	27	45	60
1000-1500	21	38	60	60



รูปที่ 4.9 รูปแบบการติดตั้งหลักนำทางในบริเวณทางโค้งราบ

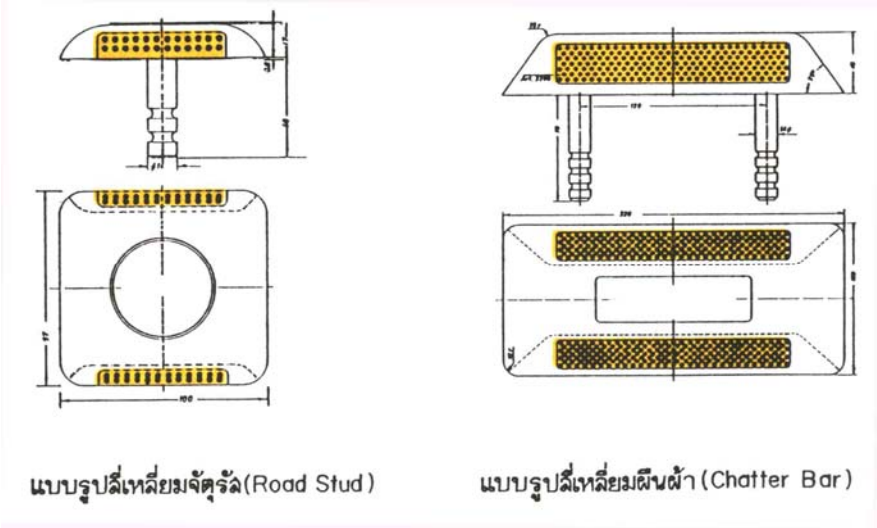
(2) ***เป้าสะท้อนแสง (Reflector)*** หมายถึง วัตถุสะท้อนแสงที่ติดตั้งกับวัตถุจราจร หรืออุปสรรคข้างทาง เช่น ราวกันอันตราย ราวสะพาน กำแพงคอนกรีต ต้นไม้ เป็นต้น เพื่อช่วยในการนำทางให้ผู้ขับขี่สามารถรู้แนวของเส้นทางและอุปสรรคข้างทาง และสามารถแยกแยะตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง

การติดตั้งเป้าสะท้อนแสงที่ราวกันอันตรายตามแนวโค้งราบให้ใช้ตามระยะห่างของหลักนำทางที่กำหนดไว้สำหรับทางโค้งราบ และถ้าติดตั้งในส่วนของโค้งตั้งหรือทางตรงให้ใช้ระยะห่างของเป้าสะท้อนแสงที่ทุกๆ 24 เมตร การติดตั้งที่สันขอบทางในบริเวณทางแยกที่สับสนให้ติดตั้งทุกระยะ 12 เมตร

(3) ***เครื่องหมายปุ่มบนผิวจราจร (Raised Pavement Markers)*** ได้แก่ปุ่มเครื่องหมายบนผิวจราจร โดยทั่วไปจะทำด้วยโลหะหรืออโลหะ ใช้ติดตั้งบนผิวจราจร มีทั้งชนิดแบบสะท้อนแสงและไม่สะท้อนแสง ช่วยทำให้ผู้ขับรถมองเห็นช่องจราจรได้ดี ในขณะที่ที่มีทัศนะวิสัยการมองที่ไม่ดี ช่วยทำให้การตัดสินใจใช้ช่องทางจราจรในบริเวณที่มีการจราจรสับสนได้เร็วขึ้น และเตือนให้ผู้ขับขี่รู้ว่ายวดยานไม่ได้อยู่ในช่องจราจร เครื่องหมายปุ่มบนผิวจราจรแบ่งได้ตามรูปร่างของปุ่มได้ 2 แบบ คือ (ดูรูปที่ 4.10)

1) รูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือวงกลม (Road Stud) ใช้ติดตั้งบนเส้นจราจรตามแนวยาว มีความนูนจากผิวจราจรประมาณ 15-20 มิลลิเมตร
2) รูปแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Chatter Bar/City Stud) ใช้ติดตั้งในแนวทิศทางขวางการจราจร เช่น บริเวณหัวเกาะ เกาะแบ่งช่องจราจร หรือ เกาะแบ่งทิศทางการจราจร

การติดตั้งปุ่มบนผิวจราจรไม่ควรที่จะติดตั้งในบริเวณทางหลวงที่มีความกว้างน้อยกว่า 6.00 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากโอกาสที่ถูกล้อรถขนาดใหญ่ทับจะมีได้ง่าย ซึ่งจะทำให้ปุ่มจมลงในผิวจราจรได้ในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้แล้วในบริเวณที่ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างแล้ว ไม่มีความจำเป็นที่จะติดตั้งปุ่มชนิดสะท้อนแสงที่เส้นจราจรอีก เพื่อให้เครื่องหมายปุ่มสะท้อนแสงสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ การทำความสะอาดและปัดกวาดทรายที่มักจะสะสมบริเวณปุ่มสะท้อนแสงออกมีความจำเป็นอย่างมาก

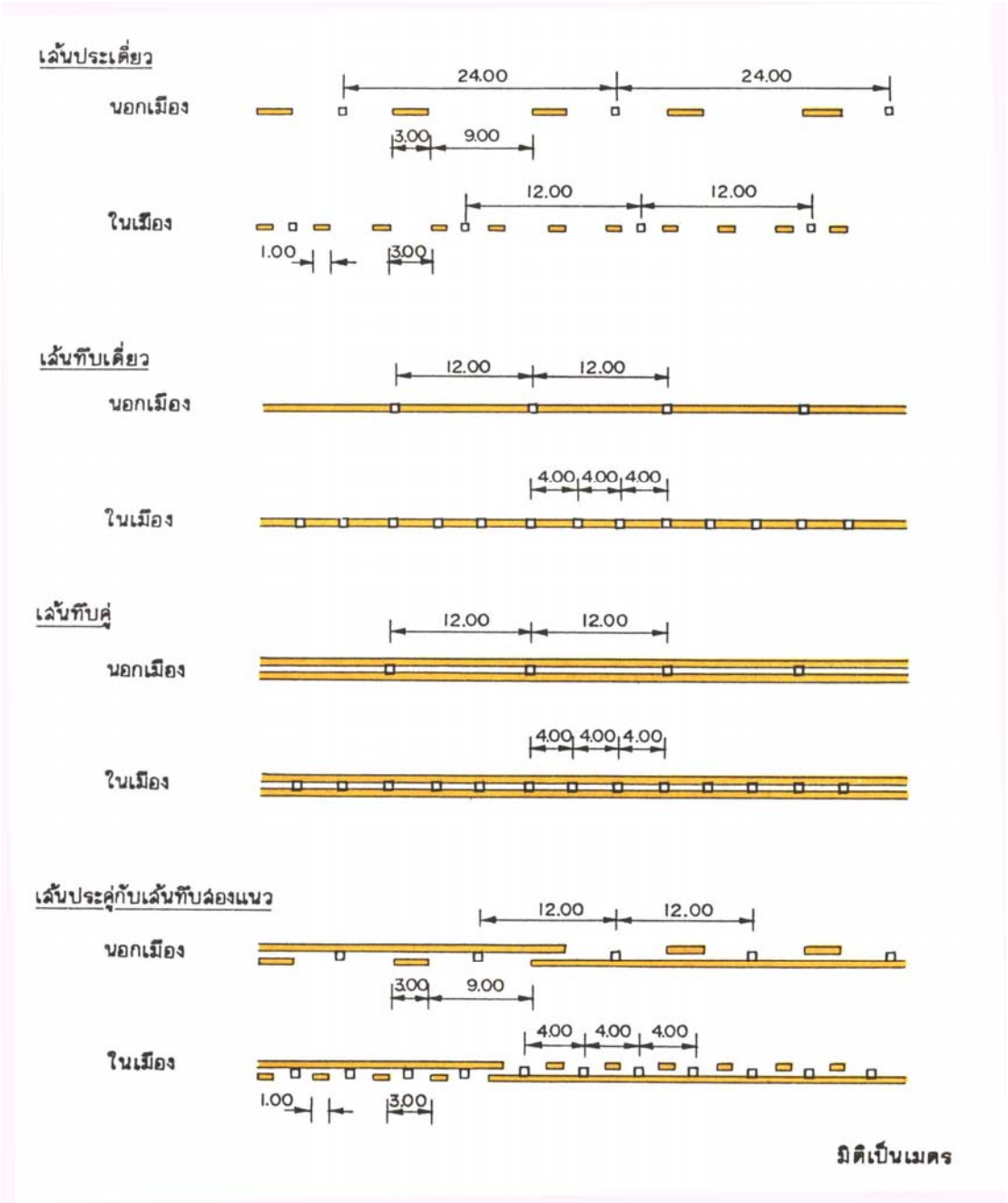


รูปที่ 4.10 รูปแบบปุ่มสะท้อนแสงที่ใช้อยู่โดยทั่วไป

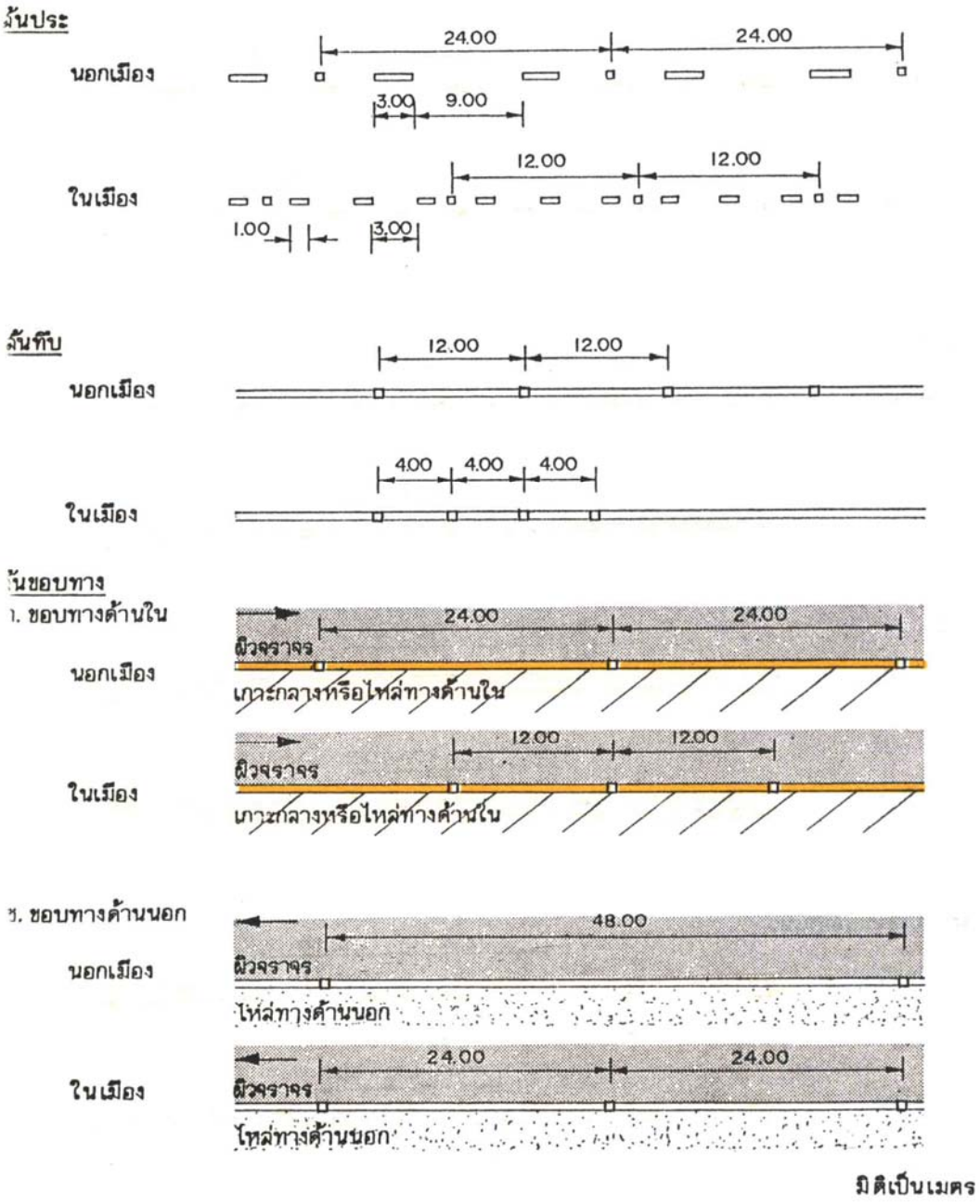
- ***หลักเกณฑ์ทั่วไปในการติดตั้งเครื่องหมายปุ่มบนผิวจราจร*** **มีดังนี้คือ**

(1) บริเวณที่มีฝนตกชุก หรือมีหมอกลงจัดในบางฤดูกาล
(2) บริเวณที่มีอุบัติเหตุชนประสานงาอยู่บ่อยครั้ง
(3) บริเวณทางแยกทางร่วมที่มีช่องจราจรสับสน และไม่มีไฟฟ้าแสงสว่าง
(4) บริเวณทางโค้งอันตราย
(5) บริเวณหัวเกาะกลางของทางคู่
(6) บริเวณทางแยกต่างระดับที่มีปริมาณจราจรสูง แม้จะมีการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างแล้ว

รูปที่ 4.11 และ รูปที่4.12 แสดงถึง การติดตั้งปุ่มสะท้อนแสงบนเส้นแบ่งทิศทางการจราจร (Center Lines) และ การติดตั้งปุ่มสะท้อนแสงบนเส้นแบ่งช่องจราจร (Lane Lines) และเส้นขอบทาง (Edge Lines) ตามลำดับ



รูปที่ 4.11 การติดตั้งปุ่มสะท้อนแสงบนเส้นแบ่งทิศทางการจราจร (Center Lines)



รูปที่ 4.12 การติดตั้งปุ่มสะท้อนแสงบนเส้นแบ่งช่องจราจร (Lane Lines) และเส้นขอบทาง (Edge Lines)

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2548, **คู่มือและมาตรฐานป้ายจราจร.**
2. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2548, **คู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณทางแยก.**
3. กรมทางหลวง, 2543, **คู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร ภาค1 ฉบับปี พ.ศ.2531.**
4. กิติพล อัศภาภรณ์, 2549, เอกสารการบรรยาย เรื่อง **วิศวกรรมจราจร.**
5. สุจิณ มั่งนิมิตร, 2549, เอกสารการบรรยาย เรื่อง **งานวิศวกรรมจราจรกับงานด้านความปลอดภัย.**

คณะผู้จัดทำ

ก. ผู้เชี่ยวชาญภายใน

1.	นายนพดล	วิชญานันต์	ผู้อำนวยการ	สำนักอำนวยความปลอดภัย
2.	นายวิษณุ	ตันเรืองศิลป์	รองผู้อำนวยการ	สำนักอำนวยความปลอดภัย
3.	นายชัชวาลย์	บุญเจริญกิจ	รองผู้อำนวยการ	สำนักทางหลวงที่ 10
4.	นายวันชัย	ภาคลักษณ์	รองผู้อำนวยการ	สำนักทางหลวงที่ 11
5.	นายสุจินต์	เรืองพรวิสุทธิ์	รองผู้อำนวยการ	สำนักทางหลวงที่ 12
6.	นายมนตรี	ธารีสุวรรณ	รก. วิศวกรวิชาชีพ 9วช.	สำนักอำนวยความปลอดภัย
7.	นายสุจิณ	มั่งนิมิตร	วิศวกรโยธา 8วช.	สำนักอำนวยความปลอดภัย
8.	นายภูวนัย	ไพบูลย์สิน	วิศวกรโยธา 8วช.	สำนักอำนวยความปลอดภัย
9.	ดร. ดนัย	เรืองสอน	วิศวกรโยธา 5	สำนักสำรวจและออกแบบ
10.	ดร. สืบพงษ์	ไพศาลวัฒนา	วิศวกรโยธา 5	สำนักสำรวจและออกแบบ
11.	ดร. พลเทพ	เลิศวรวนิช	วิศวกรโยธา 5	สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
12.	นายมงคล	ทวีชัยทศพล	วิศวกรโยธา 5	สำนักอำนวยความปลอดภัย
13.	ดร. ทรงฤทธิ์	ชยานันท์	วิศวกรโยธา 5	สำนักอำนวยความปลอดภัย
14.	นายทวีศักดิ์	ชาญวรรณกุล	วิศวกรโยธา 3	สำนักอำนวยความปลอดภัย

ข. ผู้เชี่ยวชาญภายนอก

1.	รศ.ลำดวน ศรีศักดา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาโยธา ม.เชียงใหม่
2.	ผศ.ดร.ธวัชชัย เหล่าศิริหงษ์ทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาโยธา ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3.	ดร.ทวีศักดิ์ แตะกระโทก	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาโยธา ม.นเรศวร
4.	นายกิติพล อัศภาภรณ์	ข้าราชการบำนาญ กรมทางหลวง

ค. ผู้ประสานงานโครงการ

1.	น.ส.อมรรัตน์ มีรักดี	ผู้อำนวยการกลุ่มแผนพัฒนาระบบงานและวิชาการ
2.	นายทรงวุฒิ หงวนเสงี่ยม	นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 8 ว.
3.	น.ส.จิตรา ศรีเจริญ	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 7 ว.
4.	นายวิสุทธิ์ สุขบำรุง	นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 5