บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 ความรู้ทั่วไป

2.1.1 รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับทางแยก

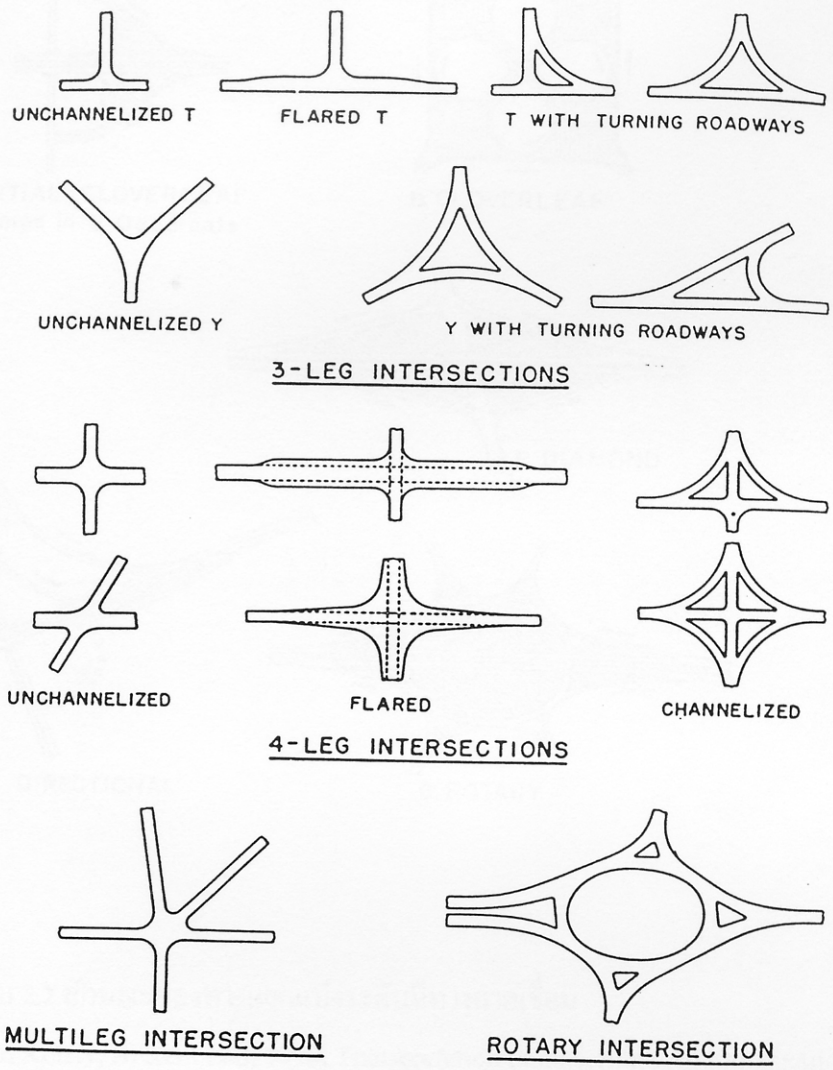
โดยทั่วไปแล้วถ้าถนนเป็นเส้นเดียวกันตลอดก็จะทำให้กระแสการจราจรไหลไปได้อย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าเมื่อใดก็ตามมีถนนอีกเส้นหรือหลายๆ เส้นเข้ามาเกี่ยวข้องก็จะทำให้เกิดอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของกระแสการจราจรซึ่งกันและกัน ดังนั้นทางแยกจะต้องได้รับการออกแบบทั้งทางด้านเรขาคณิต (Geometry Design) ให้สอดคล้องกับลักษณะพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างกัน เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ขับขี่ขับผ่านทางแยกไปได้อย่างปลอดภัย และต้องมีการวางแผนการควบคุมระบบการจราจร (Traffic Control) สำหรับทางแยกให้สามารถรองรับกับปริมาณจราจรที่เป็นอยู่ในขณะนั้นได้เป็นอย่างดีแล้ว ก็จะช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรลงได้ อีกทั้งสามารถลดจำนวนอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้

ทางแยกของถนน หมายถึง บริเวณที่มีถนนตั้งแต่สองเส้นทางขึ้นไปมาเชื่อมเข้าด้วยกันหรือแยกออกจากกัน หรือตัดผ่านกันเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการเคลื่อนที่ของกระแสการจราจรในบริเวณนั้นๆ อีกทั้งทางแยกยังเป็นส่วนที่สำคัญของเส้นทาง เนื่องจากประสิทธิภาพ, ความปลอดภัย, ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการควบคุมการจราจร และความจุของถนนขึ้นอยู่กับการออกแบบลักษณะทางแยกให้มีความเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ด้วย

ตามปกติสามารถแบ่งทางแยกออกเป็น 3 ประเภท ได้ดังนี้

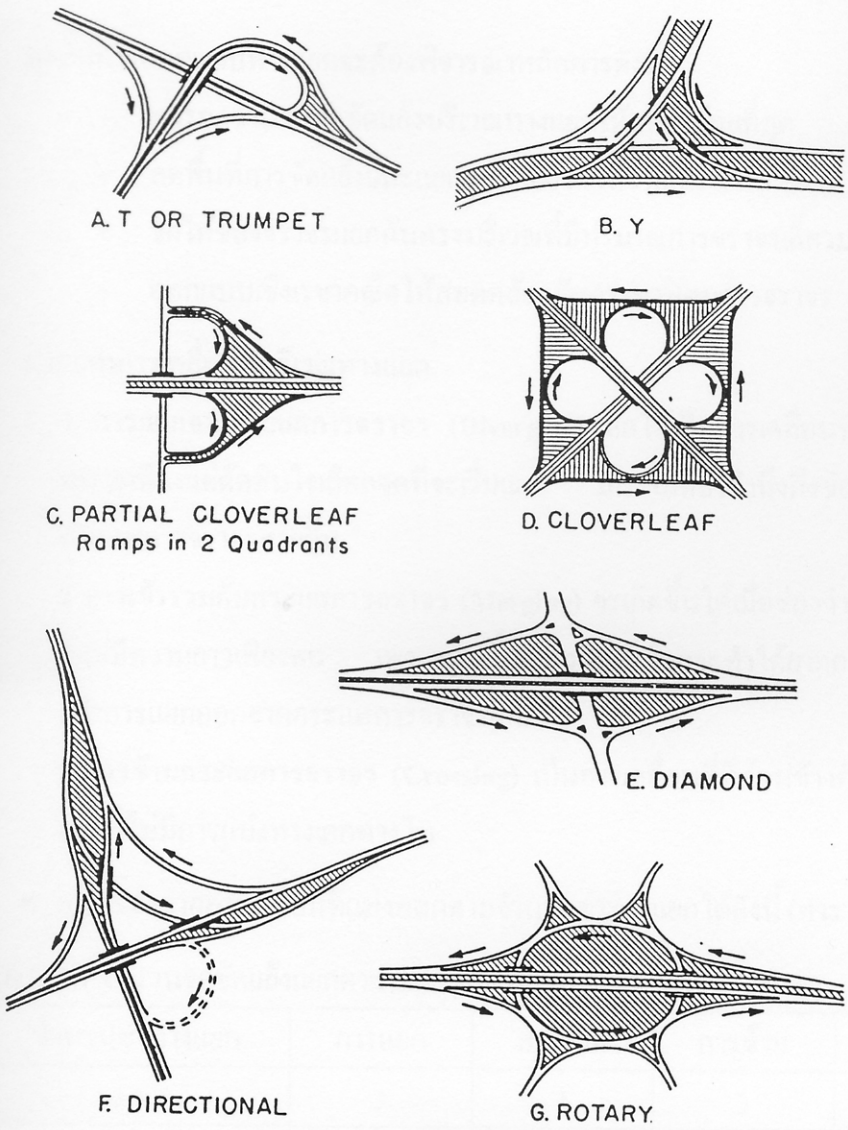
- ทางแยกที่ระดับเดียวกัน (At-Grade Intersections) แบ่งเป็นทางแยกแบบ 3 ขา, ทางแยกแบบ 4 ขา และทางแยกที่มีมากกว่า 4 ขา หรือวงเวียน (ภาพประกอบ 2.1)
- ทางแยกแบ่งระดับที่ไม่มีทางลาดเชื่อม (Grade-Separated Intersections) สามารถรองรับปริมาณการจราจรที่หนาแน่นและมีความปลอดภัยสูง เนื่องจากแยกช่องจราจรออกจากกัน ทำให้กระแสการจราจรเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ

- ทางแยกแบ่งระดับมีทางลาดเชื่อม (Interchanges) ต้องใช้งบประมาณในการก่อสร้างสูง และเป็นทางแยกที่มีขนาดใหญ่ รูปแบบต่างๆ ของทางแยกแบ่งระดับมีทางลาดเชื่อม (ภาพประกอบ 2.2)



ภาพประกอบ 2.1 ลักษณะของทางแยกระดับเดียวกัน แบบ 3 ขา, 4 ขา และมากกว่า 4 ขา

ที่มา : C.Jotin Khisty, B. Kent Lall, 1998, Transportation Engineering : An Introducttion, Second Edition, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, Figure 8-1



ภาพประกอบ 2.2 ลักษณะของทางแยกแบ่งระดับมีทางลาดเชื่อม

ที่มา : C.Jotin Khisty, B. Kent Lall, 1998, Transportation Engineering : An Introducttion, Second Edition, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, Figure 8-2

พฤติกรรมของผู้ขับขี่ยานพาหนะเมื่อขับมาถึงทางแยกจะเกิดการตัดสินใจสองอย่าง คือขับข้ามทางแยกหรือเลี้ยวเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่. ซึ่งในการขับข้ามทางแยกจะมีผลกระทบต่อกระแสการจราจรใหม่น้อยกว่าการเปลี่ยนทิศทางเนื่องจากคนขับรถจะเข้าร่วมกับกระแสการจราจรอีกกระแสหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบต่อรถในกระแสการจราจรใหม่

ดังนั้นการออกแบบทางแยกจะต้องพิจารณาหลักการดังนี้

- ควรลดจำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกให้เหลือน้อยที่สุด
- ลดพื้นที่การขัดแย้งและแยกจุดขัดแย้งออกจากกัน
- จัดให้ช่องจราจรแยกกันตรงบริเวณที่มีปริมาณการจราจรเลี้ยวมาก
- ออกแบบเชิงเรขาคณิตให้สอดคล้องกับการควบคุมการจราจร

ประเภทการเคลื่อนที่บริเวณทางแยก

1 การแยกจากกระแสการจราจร (Diverging) ถือได้เป็นการเคลื่อนที่ง่ายที่สุดที่ทางแยก เพราะเพียงแต่ตัดสินใจเลือกจุดที่จะเริ่มแยก และไม่ต้องคำนึงถึงช่องว่างระหว่างรถในกระแสการจราจรสายอื่น

2 การเข้ารวมกับกระแสการจราจร (Merging) จะเกิดขึ้นได้เมื่อช่องว่างระหว่างรถในสายใหม่มีความยาวเพียงพอ เพราะฉะนั้นการรวมเข้าจึงกระทำได้ยากกว่าและเสียเวลามากกว่าการแยกออกจากกระแสการจราจรเดิม

3 การข้ามกระแสการจราจร (Crossing) เป็นการเคลื่อนที่ที่ค่อนข้างอันตรายมากบนทางแยกที่ไม่มีการแบ่งทางเอกทางโท

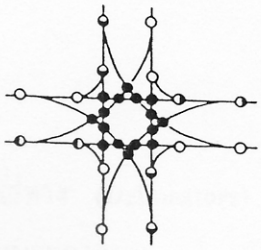
ความขัดแย้งจากการเคลื่อนที่แบ่งออกตามจำนวนขาทางแยกได้ดังนี้ (ตาราง 2.1)

ตาราง 2.1 จำนวนจุดขัดแย้งแยกตามประเภททางแยก

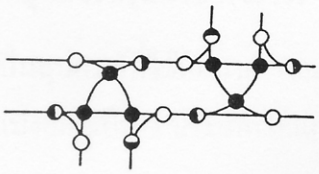
จำนวนขาทางแยก	การแยก	การรวม	การข้าม	รวม
3 ขา	3	3	3	9
4 ขา	8	8	16	32
5 ขา	5	15	49	79

ที่มา : C.Jotin Khisty, B. Kent Lall, 1998, Transportation Engineering : An Introducttion, Second Edition, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey

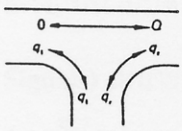
ข้อมูลจากตาราง 2.1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อทางแยกมีถนนเข้ามาเชื่อมต่อมากขึ้น (ขาทางแยกมากขึ้น) ย่อมเป็นการเพิ่มจุดขัดแย้งบนทางแยก ดูภาพประกอบ 2.3 แสดงจุดขัดแย้งบนทางแยกชนิด 3 ขา และ 4 ขา



● 16 crossing conflicts
○ 8 merging conflicts
◒ 8 diverging conflicts



● 6 crossing conflicts
○ 6 merging conflicts
◒ 6 diverging conflicts



Vehicle streams at a three-way intersection

ที่มา : C.Jotin Khisty, B. Kent Lall, 1998, Transportation Engineering : An Introducttion, Second Edition, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, Figure 8-3

2.1.2 เครื่องมือที่ใช้สำหรับควบคุมการจราจร[1]

เหตุที่ต้องมีการควบคุมการจราจรก็เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเดินทางและเป็นการจัดระบบระเบียบการจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริการอีกทั้งยังช่วยลดความล่าช้าการเดินทาง ลำดับต่อไปเป็นรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการจราจร

2.1.2.1 เครื่องหมายบนผิวทาง (Pavement Markings) เป็นการทำสัญลักษณ์หรือทำเครื่องหมายลงบนผิวทาง เพื่อจัดระเบียบการจราจรและช่วยให้ผู้ขับขี่เข้าใจกฎเกณฑ์แห่งความปลอดภัยที่ใช้ควบคุมในขณะนั้น เช่น เส้นแบ่งช่องจราจร, เส้นแบ่งทิศทางการจราจร หรือเส้นห้ามจอดรถ เป็นต้น

2.1.2.2 เครื่องหมายแสดงสิ่งกีดขวาง (Object Markings) เป็นการทำสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายลงบนผิวทางเพื่อให้ผู้ขับขี่รับรู้ว่ามีสิ่งกีดขวางข้างหน้า และสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น เส้นกรอบเกาะกลางถนน หรือเส้นเตือนมีสะพานข้างหน้า เป็นต้น

---

[1] Paul H. Wright, Norman J. Ashford, 1997, Transportation Engineering : Planing and Design, Fourth Edition, New York, PP. 113-123

2.1.2.3 ตัวสะท้อนแสงบริเวณไหล่ทาง (Delineators) เป็นตัวช่วยให้ผู้ขับขี่ขับรถได้อย่างปลอดภัยในตอนกลางคืน ทำให้รู้แนวของถนน

2.1.2.4 ตาแมว (Studs) เป็นตัวสะท้อนแสงแบ่งช่องจราจรในเวลากลางคืน โดยติดตั้งลงบนผิวจราจร อำนวยความสะดวกให้ผู้ขับขี่รับรู้แนวช่องจราจร

2.1.2.5 ป้ายจราจร (Signs) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันมาก และเป็นเครื่องมือสำหรับควบคุมการจราจรที่เก่าแก่ที่สุด โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ 1) ป้ายบังคับ, 2) ป้ายเตือน และ 3) ป้ายแนะนำ

2.1.2.6 การจัดแบ่งช่องทางจราจร (Channelization) เป็นการจัดแบ่งช่องการจราจรแยกการเคลื่อนที่ออกจากกันโดยอาจใช้เกาะกลางถนน เป็นต้น นับว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก

2.1.2.7 สัญญาณไฟจราจร (Traffic Signals) เหมาะสำหรับทางแยกที่มีปริมาณการจราจรสูงหรือมักจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยๆ และไม่สามารถใช้วิธีการควบคุมการจราจรแบบอื่นๆได้ ดูรายละเอียดการพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจรซึ่งจะกล่าวต่อไป

2.2 วัตถุประสงค์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

วัตถุประสงค์หลัก 3 ข้อสำหรับการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

- เพื่อลดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น
- เพื่อลดเวลาการเดินทางผ่าน และยังช่วยเพิ่มความจุของทางแยก
- เพื่อทำให้ระดับการบริการของทางแยกต่อกระแสการจราจรอยู่ในระดับเดียวกัน

2.3 รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจร

ทางแยกเป็นส่วนสำคัญของโครงข่ายถนนและการเดินทาง เพื่อผู้ขับขี่สามารถเดินทางเข้าถึงจุดต่างๆ ของพื้นที่ได้ วิศวกรจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและการเคลื่อนที่ของการจราจรที่ทางแยกเป็นหลัก โดยทั่วไปแล้วตำแหน่งของทางแยกจะต้องมีการศึกษาถึงความเหมาะสมก่อน แล้วจะต้องมีการควบคุมจัดระเบียบการเดินรถ และวางกฎเกณฑ์ในการบังคับรถ เช่น ติดตั้งป้ายหยุด สัญญาณไฟจราจร หรือวางระบบเดินรถทิศทางเดียว เป็นต้น

การควบคุมจราจรบนทางแยกมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการออกแบบลักษณะกายภาพทางแยก และสามารถกระทำได้หลายวิธีเพื่อที่จะลดจำนวนจุดขัดแย้งบนทางแยก และเพิ่มความสะดวกความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่ การควบคุมการจราจรที่สำคัญมากอย่างหนึ่งคือการใช้สัญญาณไฟจราจร ซึ่ง

การควบคุมแบบนี้เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีลักษณะที่สำคัญคือการตัดขาดความต่อเนื่องของกระแสการจราจรและอนุญาติให้มีกระแสการจราจรสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกได้ ตามรูปแบบจังหวะสัญญาณไฟจราจร และตามรอบเวลาสัญญาณไฟจราจรที่กำหนดไว้

2.3.1 ความหมายสัญญาณไฟจราจร

คือเครื่องมือที่ควบคุมด้วยมือหรือทำงานเองโดยอัตโนมัติ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของกระแสการจราจร โดยการเปลี่ยนสีของไฟแสดงสัญญาณ มี 3 สีคือ

- สีแดง บังคับให้ยวดยานทุกคันหยุด
- สีเหลือง เตือนให้ลดความเร็ว หรือเตรียมที่จะเคลื่อนไปข้างหน้าได้
- สีเขียว ให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านไปได้

2.3.2 หน้าที่ของสัญญาณไฟจราจร สามารถนำมาใช้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

- เพื่ออำนวยความสะดวกแก่กระแสการจราจรและเพื่อลดจุดขัดแย้งระหว่างยานพาหนะด้วยกัน หรือระหว่างยานพาหนะกับคนเดินเท้า
- เพื่อบอกเหตุร้ายข้างหน้า เช่น อุบัติเหตุบนถนน ฯลฯ
- เพื่อควบคุมการจราจรบังคับให้ยานพาหนะเคลื่อนที่อยู่ในช่องทางที่กำหนด

2.3.3 ข้อพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

จะต้องเลือกพิจารณาสถานที่และปริมาณการจราจรอย่างเหมาะสม ควรมีข้อมูลภาคสนามเพื่อประกอบการพิจารณา ถ้าไปติดตั้งบนทางแยกที่มีปริมาณการจราจรน้อยเกินไป หรือเป็นทางแยกที่สามารถใช้เครื่องมือแบบอื่นๆ ในการควบคุมการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่แล้ว อาจมีข้อเสียคือจะทำให้เกิดการรอสัญญาณไฟเขียวนานเกินไปโดยที่กระแสการจราจรในทิศทางที่ได้รับไฟเขียวมีน้อย หรือไม่มีเลย ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรได้ง่าย และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุจราจรตามมา

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจรตามมาตรฐานของหน่วยงานต่างๆ ของหลายประเทศ เช่นประเทศออสเตรเลีย หรือประเทศสหรัฐอเมริกาฯลฯ มีส่วนที่คล้ายคลึงกันหลายข้อ ผู้วิจัยจึงขอเลือกแสดงเฉพาะหลักเกณฑ์ของหน่วยงาน Federal Highway Administration (FHWA) ประเทศสหรัฐอเมริกา[1] มีรายละเอียดดังนี้

หลักเกณฑ์ที่ 1 พิจารณาจากปริมาณการจราจรต่ำสุด (Minimum Vehicular Volume) จากข้อมูลปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกโดยเฉลี่ยคันต่อชั่วโมง แยกทางเอก และทางโท โดยจะต้องเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน จะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่แสดงไว้ในตาราง 2.2

ตาราง 2.2 ปริมาณจราจรต่ำสุดที่จะพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

จำนวนช่องจราจร (ทิศทางเดียว)		ปริมาณการจราจรบนทางเอก (สองทิศทาง, คัน/ชม.)		ปริมาณการจราจรบนทางโท (ทิศทางเดียว, คัน/ชม.)	
ทางเอก	ทางโท	ในเมือง	นอกเมือง	ในเมือง	นอกเมือง
1	1	500	350	150	105
≥2	1	600	420	150	105
≥2	≥2	600	420	200	140
1	≥2	500	350	200	140

หลักเกณฑ์ที่ 2 พิจารณาจากการรบกวนกระแสการจราจรบนทางเอก (Interruption of Continuous Traffic) ทางแยกที่มีปริมาณการจราจรสูงมากและช่องว่างระหว่างรถแต่ละคันสั้นจะทำให้คนเดินเท้าและรถในทางโทเสียเวลารอจังหวะนานเพื่อให้รถในทางเอกว่าง ทำให้เกิดความล่าช้า และอาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุเกิดขึ้นสูง ตาราง 2.3 แสดงปริมาณจราจรต่ำสุดที่จะพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ตามหลักเกณฑ์ที่ 2

[1] The National Joint Committee on Uniform Traffic Control Devices, 1988, Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways, Washington, D.C.

ตาราง 2.3 ปริมาณจราจรต่ำสุดเมื่อมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องในทางเอก

จำนวนช่องจราจร (ทิศทางเดียว)		ปริมาณการจราจรบนทางเอก (สองทิศทาง, คัน/ชม.)		ปริมาณการจราจรบนทางโท (ทิศทางเดียว, คัน/ชม.)	
ทางเอก	ทางโท	ในเมือง	นอกเมือง	ในเมือง	นอกเมือง
1	1	750	525	75	53
≥2	1	900	630	75	53
≥2	≥2	900	630	100	70
1	≥2	750	525	100	70

หลักเกณฑ์ที่ 3 พิจารณาจากปริมาณคนข้ามถนนต่ำสุด (Minimum Pedestrian Volume) ปริมาณคนข้ามถนน (บนทางเอก) จะต้องไม่น้อยกว่า 190 คนในหนึ่งชั่วโมง

หลักเกณฑ์ที่ 4 พิจารณาจากการข้ามถนนบริเวณโรงเรียน (School Crossings) พิจารณาจากความสามารถข้ามถนนได้โดยสะดวกและปลอดภัยของอาจารย์, นักเรียน หรือบุคคลอื่นๆ ซึ่งสัมพันธ์กับช่องว่างระหว่างรถในกระแสการจราจรต้องกว้างเพียงพอ

หลักเกณฑ์ที่ 5 พิจารณาจากความต่อเนื่องของการเคลื่อนที่ (Progressive Movement) ในกรณีที่มีทางแยกมากกว่าหนึ่งทางแยกใกล้เคียงกัน ควรคำนึงถึงความต่อเนื่องของกระแสการจราจรที่เคลื่อนที่ผ่านทางแยก แต่หากว่าระยะทางระหว่างทางแยกน้อยกว่า 305 เมตรหลักเกณฑ์นี้ก็ไม่ต้องคำนึงถึง

หลักเกณฑ์ที่ 6 พิจารณาจากสถิติการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Experience) อาศัยเหตุผลประกอบการตัดสินใจติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ดังนี้

- ขาดเจ้าหน้าที่ที่คอยอำนวยความสะดวกให้แก่การจราจร
- มีข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินไม่น้อยกว่า 5 ครั้งในรอบ 1 ปี
- มีปริมาณจราจรไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ตามหลักเกณฑ์ที่ 1 และ 2
- การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรจะต้องไม่รบกวนต่อการไหลต่อเนื่องของกระแสการจราจร (Progressive Traffic Flow)

หลักเกณฑ์ที่ 7 การพิจารณาเป็นระบบ (Systems) โดยอาศัยแนวคิดว่าถนนทุกเส้นที่เข้าสู่ทางแยกมีความสำคัญเท่าเทียมกัน ดังนั้นจะต้องพิจารณาเป็นระบบเดียวกัน และอาศัยข้อมูลปริมาณจราจรจากถนนทุกเส้นที่เข้าสู่ทางแยกจะต้องไม่น้อยกว่า 1,000 คัน ในช่วงเวลาเร่งด่วนของวันทำงาน หรือในช่วงระยะเวลา 5 ชั่วโมงของวันเสาร์ หรือวันอาทิตย์ ประกอบการพิจารณา

หลักเกณฑ์ที่ 8 พิจารณาจากหลักเกณฑ์ต่างๆ ร่วมกัน (Combination of Warrants) ในบางครั้งไม่สามารถพิจารณาตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้นได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นหากพิจารณาจากหลักเกณฑ์ที่ 1 และ 2 แล้วอยู่ในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 ก็ถือว่ายอมรับได้

หลักเกณฑ์ที่ 9 พิจารณาจากปริมาณจราจรต่อ 4 ชั่วโมง (Four - Hour Volume) คือการแสดงปริมาณจราจรต่อชั่วโมงบนทางเอก (สองทิศทาง) และค่าที่สูงกว่าปริมาณจราจรบนทางโท (ทิศทางเดียว) ในรูปของกราฟ โดยใช้ปริมาณจราจรใน 4 ชั่วโมงแทนปริมาณจราจรใน 8 ชั่วโมง

หลักเกณฑ์ที่ 10 พิจารณาจากความล่าช้าในเวลาเร่งด่วน (Peak – Hour Delay) อาศัยข้อมูลประกอบการพิจารณาดังนี้

- ทางแยกที่ควบคุมการจราจรโดยใช้ป้ายหยุดจะต้องมีรถบนทางโทจอดรอข้ามผ่านทางแยกไม่น้อยกว่า 5 คันต่อชั่วโมง (สองช่องจราจร) หรือไม่น้อยกว่า 4 คันต่อชั่วโมง (หนึ่งช่องจราจร) ในช่วงเวลาเร่งด่วน
- ปริมาณจราจรบนทางโทไม่น้อยกว่า 150 คันต่อชั่วโมง (สองช่องจราจร) หรือ ไม่น้อยกว่า 100 คันต่อชั่วโมง (หนึ่งช่องจราจร)
- ปริมาณจราจรทั้งหมดที่เข้าสู่ทางแยกในช่วงเวลาเร่ง กรณีเป็นสี่แยกปริมาณจราจรไม่น้อยกว่า 800 คันต่อชั่วโมง และกรณีเป็นสามแยกปริมาณจราจรไม่น้อยกว่า 650 คันต่อชั่วโมง

หลักเกณฑ์ที่ 11 พิจารณาจากปริมาณจราจรในเวลาเร่งด่วน (Peak – Hour Volume) ในกรณีที่การจราจรบนทางโทมีความล่าช้ามาก หรือมีความยุ่งยากในการขับผ่านทางเอกอาจก่อให้เกิดอันตราย โดยการเปรียบเทียบเส้นกราฟจากปริมาณจราจรบนทางเอกกับปริมาณจราจรที่ขับผ่านทางแยกในทุกช่วงเวลา 15 นาทีในหนึ่งชั่วโมงเร่งด่วน อยู่เหนือเส้นกราฟระหว่างปริมาณจราจรบนทางเอก (สองทิศทาง) กับปริมาณจราจรต่ำสุดบนทางโท (ทิศทางเดียว)

2.3.4 ประเภทสัญญาณไฟจราจร สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

2.3.4.1 สัญญาณแบบตั้งเวลาไว้ก่อนหรือตั้งเวลาไว้แน่นอน(Pre-Timed or Fixed-Time Signal Controllers) สัญญาณนี้จะมีเครื่องควบคุมเวลา ซึ่งได้มีการตั้งไว้ก่อนใช้งาน โดยที่ลำดับไฟเขียวในแต่ละทิศทางมีการกำหนดไว้บนเครื่อง และระยะเวลาไฟเขียวมีการคำนวณไว้คงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ใช้งาน

ข้อเสีย คือไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการจราจรได้ เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของเครื่องจึงต่ำ แต่ตัวเครื่องมีราคาถูกและรักษาซ่อมแซมได้ง่าย นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจรเพียงเล็กน้อยจะไม่ค่อยกระทบกระเทือนต่อประสิทธิภาพการทำงานของสัญญาณไฟ และประสิทธิภาพของสัญญาณไฟอาจเพิ่มขึ้นได้โดยการเพิ่มตัวควบคุมเพื่อปรับเวลาที่ตั้งไว้ให้มีหลายชุด

ในปัจจุบันเมื่อสัญญาณแบบนี้ถูกนำมาใช้ในทางแยกหลายแห่งบนถนนสายเดียวกันจะมีเครื่องปรับเวลาเริ่ม(Offset) ของสัญญาณไฟเขียวติดไว้ในเครื่อง การปรับแบบนี้อาจจะทำได้โดยการวิทยุสื่อสาร หรือผ่านสายโทรศัพท์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ของศูนย์ควบคุม ประโยชน์ที่ได้จากการปรับ คือการประสานของสัญญาณไฟเขียวที่ทางแยกต่างๆ เพื่อลดการจอดรอสัญญาณไฟเขียวทุกทางแยกที่เคลื่อนที่ผ่าน

2.3.4.2 สัญญาณไฟแบบปรับตามพาหนะ (Vehicle Actuated Signal)

ในระบบสัญญาณไฟชนิดนี้พาหนะที่มาจากทางแยกจะถูกรับรู้ด้วยตัวจับสัญญาณ (Detectors) แบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นสายยางพาดบนพื้นถนน หรือสนามแม่เหล็กตามร่องเจาะที่พื้นถนน จากข้อมูลบันทึกของรถที่ผ่านและช่วงเวลาระหว่างรถที่ผ่าน เครื่องสัญญาณไฟจะสามารถคำนวณและเปลี่ยนไฟเขียวให้แก่ด้านที่ยานพาหนะมารอมาก

เมื่อเปรียบเทียบกับระบบสัญญาณไฟแบบตั้งเวลาก่อน ระบบใหม่นี้สามารถปรับเข้ากับสภาพที่เปลี่ยนแปลงของการจราจรได้ จึงลดความติดขัดของรถแต่ละคันลง ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่าแบบแรก นอกจากนี้ระบบสัญญาณไฟแบบนี้ยังสามารถให้ทำงานเองตลอด 24 ชั่วโมง และตัวเครื่องจะปรับสัญญาณเองให้เข้ากับการไหลของการจราจรใน

---

[1]"เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรสัญญาณไฟจราจร", ธันวาคม 2539, กองวิศวกรรมกรมทางหลวง, กรมทางหลวง

ทุกขณะ หากเป็นแบบตั้งเวลาไว้ก่อนในตอนดึกช่วงที่มีรถน้อย รถที่ทางแยกอาจเสียเวลารอไฟเขียวเป็นเวลานานโดยใช่เหตุ ซึ่งแบ่งสัญญาณไฟจราจรตามลักษณะของการควบคุมระบบได้เป็น 2 ประเภท คือ

Semi-Actuated Control เป็นระบบที่มีการติดตั้งระบบตรวจจับการจราจรในเฉพาะขาทางแยกหรือเฉพาะทิศทางกระแสการจราจรบางทิศทางเท่านั้น ในส่วนของขาทางแยกที่เหลือหรือทิศทางกระแสการจราจรที่เหลือจะควบคุมโดยระบบ Fixed-Time control ซึ่งจะตั้งเวลาไว้ล่วงหน้า เป็นระบบที่กรมทางหลวงใช้อยู่ในปัจจุบัน เหมาะสำหรับบริเวณทางแยกที่กระแสการจราจรรอง(Minor Flow) มีปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับกระแสการจราจรหลัก(Major Flow)

Fully Actuated Control เป็นระบบที่มีการติดตั้งระบบตรวจจับการจราจรในทุกขาทางแยกหรือกระแสการจราจร จังหวะสัญญาณไฟเขียวของทุกกระแสการจราจรจะถูกควบคุมโดย VA ในระบบนี้ระยะเวลาของสัญญาณไฟในแต่ละจังหวะสัญญาณจะมีความยืดหยุ่นมากและขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในสนามในขณะนั้น เป็นระบบที่ใช้กันอยู่แพร่หลายในต่างประเทศ

2.3.4.3 สัญญาณไฟสำหรับคนข้าม (Pedestrain Actuated Signal)

ควรติดตั้งบนถนนตรงจุดที่มีคนเดินข้ามมากซึ่งอาจเป็นโรงเรียน โรงพยาบาล ศูนย์การค้า นอกจากนี้ตำแหน่งดังกล่าวควรอยู่ระหว่างทางแยก เพื่อบริการคนเดินเท้าที่ไม่สามารถใช้ทางข้ามที่ทางแยกซึ่งอยู่ไกล โดยทั่วไปเวลาคนข้ามต้องการใช้เครื่องก็เพียงกดปุ่มให้สัญญาณไฟทำงาน คือการเปลี่ยนไฟจากเขียวเป็นแดงบังคับให้พาหนะหยุดและปล่อยคนเดินข้ามถนน

2.4 มาตรฐานการติดตั้งอุปกรณ์สัญญาณไฟจราจร[1]

2.4.1 เครื่องควบคุม (Local Controller)

2.4.1.1 ลักษณะและความสามารถทั่วไป

เป็นเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรระบบไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดไม่ต่ำกว่า 16 บิท (16 Bit Microprocessor Chip Type Controller) ที่มีส่วนบันทึกความจำข้อมูล (Data Memory Unit : Rom, Ram) สามารถควบคุมจังหวะสัญญาณไฟจราจรได้ไม่น้อยกว่า 8 จังหวะและขยายได้ถึง 12 จังหวะ โดยการเพิ่มอุปกรณ์ในส่วนควบคุม ต้องควบคุมสัญญาณไฟจราจรในระบบประสานสัมพันธ์แบบไม่ใช้สายได้อย่างน้อย 8 Fixed Time Plans และสามารถบันทึกแผนควบคุมเวลาได้ไม่น้อยกว่า 20 แผนต่อวัน อีกทั้งสามารถติดตั้งระบบดีเทคเตอร์ ซึ่งตรวจจับการเคลื่อนตัวของยานพาหนะในเครื่องควบคุมได้ไม่น้อยกว่า 24 ช่องข้อมูล

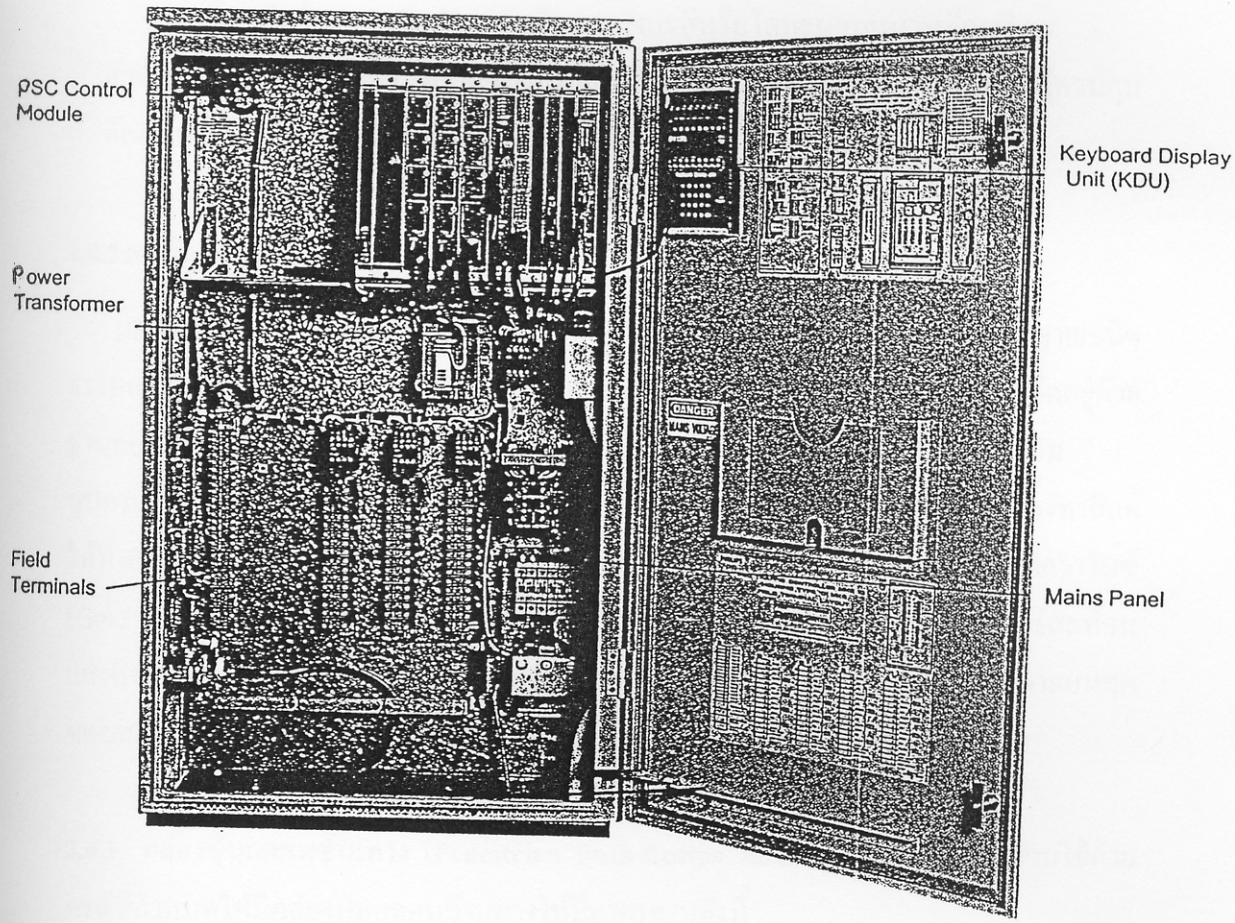
2.4.1.2 ระบบการทำงานของเครื่องควบคุม

สามารถเลือกรูปแบบระบบการทำงานของเครื่องควบคุม (Mode of Control) ได้ดังนี้ 1) ระบบประสานแบบใช้สาย (Cable Link Mode, ATC or UTC), 2) ระบบประสานแบบไม่ใช้สาย (Cableless Linking Mode), 3) ระบบปรับตามยานพาหนะ (Vehicle Actuated Mode), 4) ระบบควบคุมด้วยมือ (Manual Control Mode), 5) ระบบสัญญาณไฟกระพริบ (Flashing Mode) และ6) ระบบสัญญาณตั้งเวลาไว้คงที่ (Fixed Time Mode) สามารถกำหนดรอบเวลา (Cycle Time) ได้ไม่ต่ำกว่าช่วง 20-240 วินาที รอบเวลาสำหรับเครื่องควบคุมทางข้ามไม่ต่ำกว่าช่วงเวลา 60-120 วินาที (ภาพประกอบ 2.4)

---

[1] กองวิศวกรรมจราจร สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร, มกราคม 2537, รายการมาตรฐานการติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจร มาตรฐานเลขที่ กวจ. 001-35/37

เครื่องควบคุมต้องมีแบตเตอรี่แห้งชนิดลิเทียม (Lithium) หรือนิคเกิ้ล แคทเมียม (Nickel Cadmium) ที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ต่อไปไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง เมื่อไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติดับ เครื่องควบคุมจะสามารถทำงานในแรงดันไฟฟ้าในช่วง 220v + 10% หรือ –15%และ 50 เฮิร์ต + 4% จะต้องมีระบบตัดวงจรการทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าตกหรือไม่สม่ำเสมอเกินกว่าที่ระบบควบคุมยอมรับได้ และจะกลับทำงานได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อภาวะนั้นกลับสู่ปกติ และให้มีระบบตรวจสอบและป้องกันการเกิดการแสดงผลขัดแย้ง (Conflict Monitoring) ที่ดวงโคมสัญญาณไฟในเวลาเดียวกัน



ภาพประกอบ 2.4 ตู้ควบคุมการจราจรระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 16 บิท
ที่มา : เอกสารยื่นประมูลงาน–รายละเอียดงานติดตั้งไฟสัญญาณจราจร, บริษัทพัชรกฤษณ์ จำกัด

2.4.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม

เครื่องควบคุมต้องมีคีย์บอร์ดสำหรับการบันทึก แก้ไข เปลี่ยนแปลง ตรวจสอบข้อมูล และตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมในตัวเครื่อง หรือเป็นชนิดถอดเคลื่อนที่ (Portable Keyboard) ส่วนสวิตช์สำหรับหลอดสัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal Lamp Switch) ที่ใช้ในเครื่องควบคุมต้องเป็นชนิดโซลิดสเตทสวิตช์ (Solid State Switch) และไฟเตือน (Indicator Lamp) ทั้งหมดต้องอยู่ในแผงควบคุมเดียวกันเป็นสัดส่วน มีฝาปิด

2.4.1.4 ตู้เครื่องควบคุม

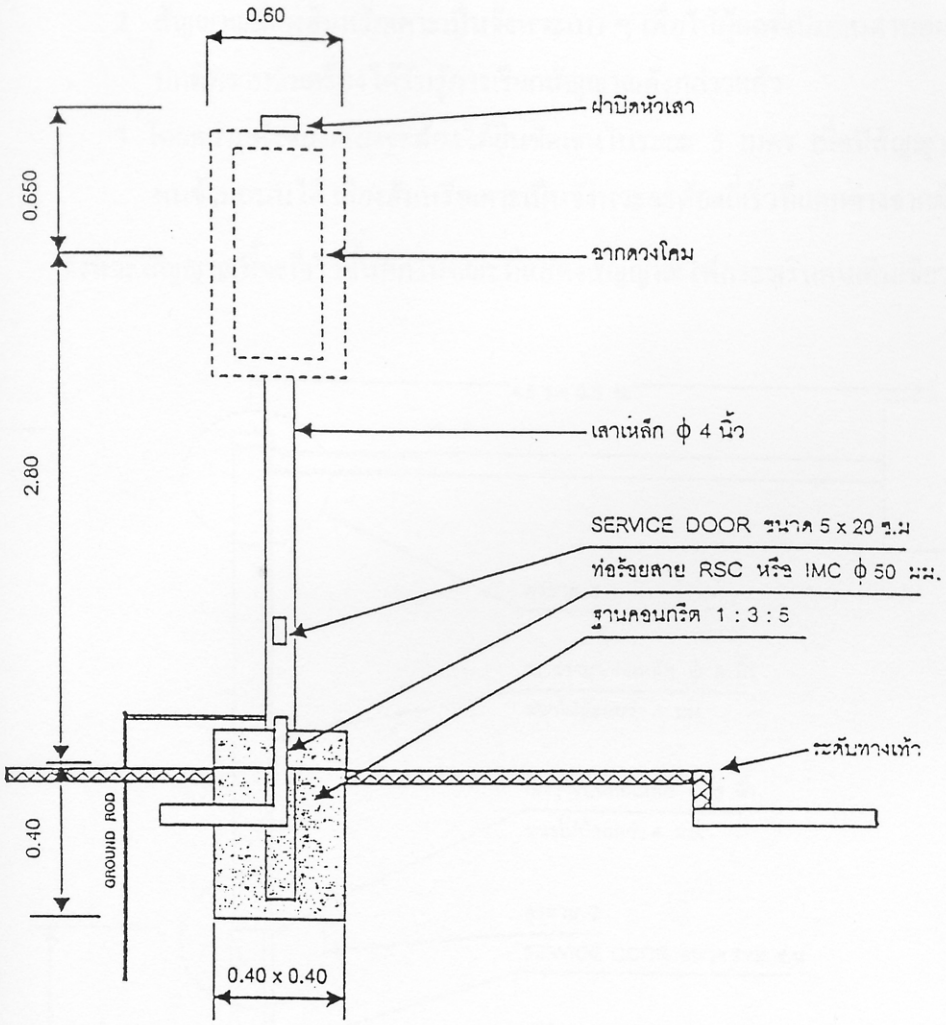
เปลือกตู้เครื่องควบคุมทำจากเหล็กอาบสังกะสีหรือโลหะผสมหนาเคลือบสีเทา สามารถป้องกันฝุ่นละออง ความชื้นในอากาศได้ดี และวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ภายในตู้ควบคุมต้องเป็นชนิดที่ไม่เป็นสนิม หรือผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วเท่านั้น

2.4.2 เสาสัญญาณ

เสาสัญญาณทุกต้นต้องเป็นเสาเหล็กอาบสังกะสี แบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้ 1) เสาสัญญาณชนิดธรรมดา (ภาพประกอบ 2.5) และ 2) เสาสัญญาณชนิดเสาสูง (ภาพประกอบ 2.6)โดยยึดอยู่ด้วยฐานคอนกรีตเสริมเหล็กอย่างมั่นคงแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักของหัวสัญญาณพร้อมอุปกรณ์ประกอบตลอดจนแรงลมและแรงสั่นสะเทือนได้อย่างเหมาะสม ผิวนอกไม่ต้องทาสีแต่ให้ทำความสะอาดผิวให้เรียบร้อยยกเว้นบริเวณรอยเชื่อมให้ทาหรือพ่นด้วยสี โกลด์กัลวาไนซ์ (Gold Galvanized) โดยรอบเสา และให้แสดงเลขหมายต้นเสาสัญญาณด้วยสติ๊กเกอร์สะท้อนแสงสีขาว ขนาดตัวเลขสูง 10 เซนติเมตร ติดสูงจากระดับดินประมาณ 1.50 เมตร ที่ปลายบนสุดของเสาหรือปลายแขนเสาต้องมีผาปิดป้องกันมิให้น้ำเข้า

2.4.3 กล่องปุ่มกดคนข้ามทาง (Pedestrian Push-Button Box) สำหรับคนตาบอดร่วมใช้ด้วย กรณีที่กำหนดให้มีกล่องปุ่มกดคนข้ามทางให้มีมาตรฐานดังนี้

- เป็นปุ่มกดชนิดที่ผลิตขึ้นสำหรับเป็นมาตรฐานสำหรับให้คนตาบอดร่วมใช้งานได้ โดยต้องมีเครื่องหมายเป็นลูกศรนูนหรือเป็นปุ่มนูนขึ้นชี้ไปในทิศทางที่ทางข้ามนั่น ๆ ตั้งอยู่เพื่อให้คนตาบอดสามารถใช้ถือสัมผัสแล้วรับรู้ว่าทางข้ามที่ตนกดนั้นอยู่ในทิศทางใดของผู้กด



ภาพประกอบ 2.5 เสาไฟจราจรชนิดแบบธรรมดา

ที่มา : เอกสารยื่นประมูลงาน–รายละเอียดงานติดตั้งไฟสัญญาณจราจร, บริษัทพัชรกฤษณ์ จำกัด

- ตัวกล่องปุ่มกดคนข้ามทาง ต้องเป็นชนิดที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานชนิดนี้โดยเฉพาะ ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผสม ที่มีความแข็งแรง คงทน มีการป้องกันฝุ่น น้ำฝน และการเป็นสนิม โดยให้ปุ่มกดสูงกว่าบาทวิถีประมาณ 1.20 เมตร

- ต้องมีปุ่มกดเพื่อเรียกสัญญาณไฟให้คนเดินเท้าข้าม และเมื่อกดปุ่มแล้วมีส่วนแสดงสัญญาณให้คนเดินเท้าปฏิบัติ ดังนี้

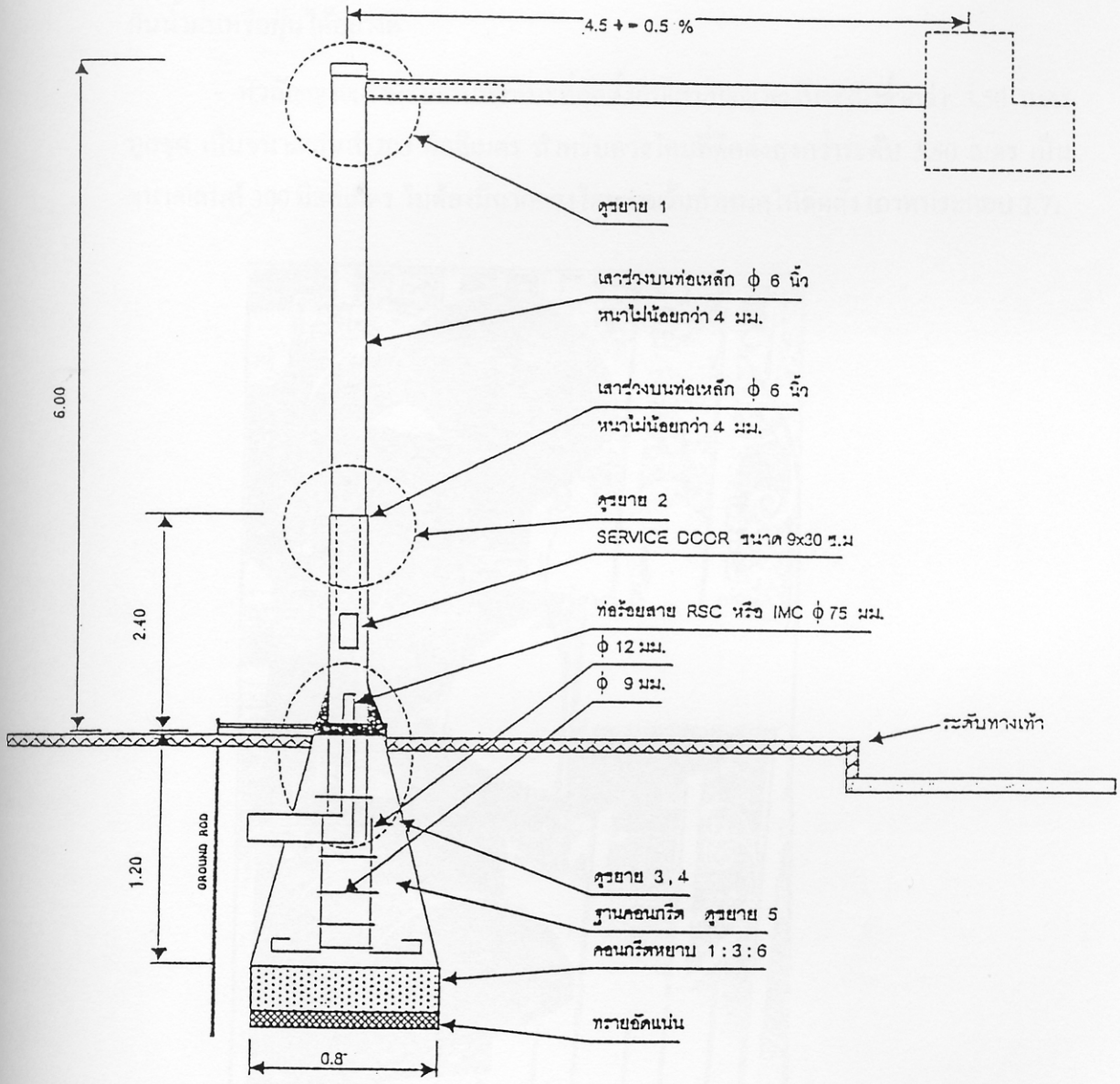
1 สัญญาณแสดงการสั่นสะเทือนที่กล่องปุ่มกดส่วนใดส่วนหนึ่งที่ผู้กดหรือสัมผัสสามารถจับหรือสัมผัสได้ตลอดเวลา

Central Library
Prince of Songkla University

2 สัญญาณเสียงฮัมหรือเคาะเป็นจังหวะเบา ๆ เพื่อให้ผู้กดที่เป็นคนตาบอดและคนปกติทราบว่าเครื่องได้รับรู้การเรียกสัญญาณดังกล่าวแล้ว

3 โดยความดังของเสียงจะต้องได้ยินชัดเจนในระยะ 5 เมตร เมื่อมีสัญญาณไฟให้คนข้ามถนนได้ เสียงฮัมหรือเคาะเป็นจังหวะจะต้องถี่เร็วที่แตกต่างจากข้อ 2

- จังหวะสัญญาณนี้จะถี่เร็วขึ้นอีกในขณะที่แสดงสัญญาณไฟกระพริบคนเดินเขียว



ภาพประกอบ 2.6 เสาไฟจราจรชนิดเสาสูง

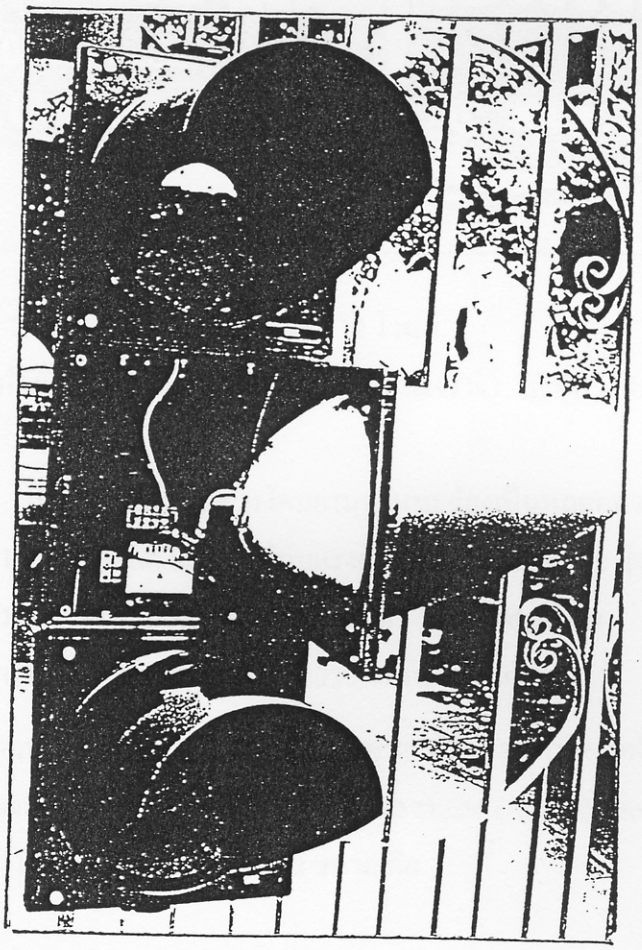
ที่มา : เอกสารยื่นประมูลงาน–รายละเอียดงานติดตั้งไฟสัญญาณจราจร, บริษัทพัชรกฤษณ์ จำกัด

2.4.4 หัวสัญญาณ

2.4.4.1 ส่วนประกอบของหัวสัญญาณ

- กล่องดวงโคม ทำด้วยสารโพลีคาร์บอเนตหรือสารประเภทเทอร์โมพลาสติก ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนของสภาวะอากาศกลางแจ้ง มีเนื้อสีดำในตัวสามารถป้องกันการเสื่อมสภาพจากแสงอุลตราไวโอเลต กล่องดวงโคมจะต้องเปิด-ปิด เพื่อการบำรุงรักษาได้ง่ายแต่สามารถกันน้ำฝนหรือฝุ่นได้อย่างดี

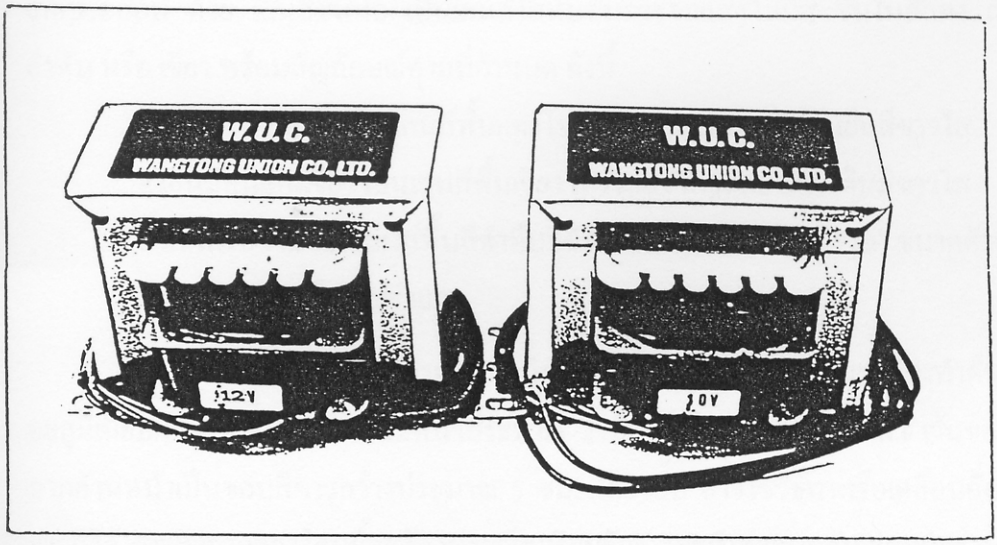
- หัวสัญญาณสำหรับยานพาหนะที่ติดตั้งกับเสาสัญญาณในระดับต่ำกว่า 3.50 เมตร ทุกชุด เป็นขนาดเลนส์ 200 มิลลิเมตร สำหรับดวงโคมที่ติดตั้งสูงกว่าระดับ 3.50 เมตร เป็นขนาดเลนส์ 300 มิลลิเมตร ไม่ต้องมีฉากดวงโคม ยกเว้นกำหนดให้ติดตั้ง (ภาพประกอบ 2.7)



ภาพประกอบ 2.7 ดวงโคมสัญญาณไฟจราจรขนาด 200 และ 300 มิลลิเมตร
ที่มา : เอกสารยื่นประมูลงาน–งานติดตั้งไฟสัญญาณจราจร, บริษัทวังทอง ยูเนี่ยน จำกัด

- ควงโคมทุกดวงต้องมีกะบังไฟ (Visor) สีดำประกอบ กะบังไฟนี้จะต้องมีความทรงตัวที่ไม่อ่อนจนเกินไป หรือเปลี่ยนรูปทรงเมื่อติดตั้งใช้งาน การยึดกระบังไฟกับดวงโคมจะต้องมั่นคงแข็งแรงไม่หลุดง่าย

- หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) สำหรับดวงโคม มี Output อยู่ระหว่าง 10-12 โวลท์ต้องบรรจุอยู่ในดวงโคมแต่ละดวง หรือหัวสัญญาณอย่างเหมาะสม (ภาพประกอบ 2.8)



ภาพประกอบ 2.8 หม้อแปลงขนาด 10 และ 12 โวลท์
ที่มา : เอกสารยื่นประมูลงาน–งานติดตั้งไฟสัญญาณจราจร, บริษัทวังทอง ยูเนี่ยน จำกัด

- หลอดไฟสำหรับดวงโคมยานพาหนะต้องเป็นหลอดความเข้มสูง (Long Life Tungsten Halogen)ชนิดไม่มีสี ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 10 หรือ 12 โวลท์ 50 วัตต์ สำหรับดวงโคมคนข้ามชนิดที่ใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent) ต้องเป็นชนิดที่ผลิตใช้กับสัญญาณไฟจราจรขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ 60 วัตต์

- เลนส์สำหรับหัวสัญญาณยานพาหนะ ต้องทำจากวัสดุโพลีคาร์บอเนตโปร่งแสง ไม่ซีดจาง บิดงอและออกแบบเป็นชนิดด้านการลวงแสง (Anti-Phantom Lens) มี 3 สี คือเลนส์กลมสีเขียว เหลืองอำพัน และแดงมี 2 ขนาด คือ

1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200-210 มิลลิเมตร (ชื่อเรียกขนาด 200 มม.)

2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 290-310 มิลลิเมตร (ชื่อเรียกขนาด 300 มม.)

หากเป็นเลนส์ลูกศรสำหรับแสดงทิศทางเป็นรูปลูกศรส่วนหัวลูกศรและตัวลูกศรไม่ต่อเนื่องกันเป็นสีเขียว บนพื้นสีดำทึบ

- เลนส์ดวงโคมสำหรับหัวสัญญาณคนเดินข้ามทาง เป็นเลนส์สี่เหลี่ยมชื่อขนาด 200 มิลลิเมตร ทำจากแผ่นโพลีคาร์บอนเนตโปร่งแสง 2 ชั้น ชนิดทนร้อนและแสงอุลตราไวโอเลตประกอบ ด้วย เลนส์ชั้นนอกเป็นเลนส์ใสทับทิมกระจกแสงไม่มีสี ชั้นในสีแดง เหลืองอำพัน หรือ เขียว พร้อมสัญลักษณ์ตามที่กำหนด ดังนี้

1 เลนส์คนยืนแดง เป็นเลนส์พื้นแดงโปร่งแสง สัญลักษณ์รูปคนยืนสีขาวใส

2 เลนส์คนเดินเขียว เป็นเลนส์พื้นเขียวโปร่งแสง สัญลักษณ์คนเดินสีขาวใส

3 เลนส์รอข้าม เป็นเลนส์พื้นสีดำทึบมีข้อความภาษาไทยคำว่า “รอ” ขนาดตัวอักษรสูง 12 ซม. สีเหลืองโปร่งแสง

- ฉากดวงโคม (กรณีที่กำหนดให้มีฉากดวงโคม) ฉากดวงโคมจะต้องทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผสมหรือโลหะไร้สนิมหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร สีดำทั้ง 2 หน้า เว้นขอบของฉากด้านหน้าเป็นขอบสีขาวกว้างประมาณ 5 ซม. โดยรอบ อาจใช้วิธีทาหรือเคลือบอัดด้วยสีขาวก็ได้ การทำฉากดวงโคมนี้จะต้องประณีต เรียบร้อย และเรียบเสมอกัน รอยต่อต่าง ๆ จะต้องสนิทและขัดลบมุมต่าง ๆ ให้เรียบร้อย

- โคมสัญญาณไฟจราจรชนิด (Light Emitting Diode, LED) ปัจจุบันโคมสัญญาณไฟจราจรได้พัฒนาเป็นหลอด LED มีความเข้มสูงเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอด Tungsten Halogen อายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง โดยเปล่งแสงสีแดง สีเหลือง หรือสีเขียว (ตามมาตรฐาน ITE) ไม่พึ่งพาสีจากเลนส์ และออกแบบให้ใช้งานในช่วงอุณหภูมิ –40 องศาเซลเซียส ถึง 74 องศาเซลเซียส

ข้อกำหนดทางไฟฟ้าของโคมสัญญาณไฟจราจรชนิด LED

1 กินกำลังไฟไม่เกิน 20 วัตต์ต่อดวงโคมที่ค่าแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์

2 ถ้า LED เสียหนึ่งดวงจะมีผลให้ความเข้มแสงลดลงไม่เกิน 3% ของความแสงทั้งหมด

3 ให้ความเข้มแสงคงที่ในสภาพไฟตกไม่เกินในช่วง 220 v. ± 20%

4 มี Power Factor มากกว่า 0.90 และมีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากจากฟ้าผ่า

2.4.4.2 การติดตั้งหัวสัญญาณ

- การยึดหัวสัญญาณยานพาหนะกับเสาสัญญาณชนิดธรรมดาหรือโคนเสาสูงให้ติดตั้งทางตั้งเรียงลำดับจากบนลงล่างเป็นสีแดง เหลืองอำพัน และเขียวตามลำดับ โดยให้จุดศูนย์กลางของดวงโคมสัญญาณไฟสีเหลืองของหัวสัญญาณอยู่สูงกว่าระดับพื้นดินหรือบาทวิถีติดตั้งประมาณ 2.80 เมตร หากมีการติดตั้งดวงโคมลูกศรให้ติดตั้งต่อเนื่องตามลำดับจาก ศรขวา ศรซ้าย ในแนวดิ่งลงโดยต่อเนื่องจากชุดหลัก โดยใช้ขายึดดวงโคมที่ผลิตใช้เฉพาะกับดวงโคมสั้น ๆ ดวงโคมสำหรับคนเดินข้ามทางให้ติดตั้งเรียงลำดับจากบนลงล่าง คือคนยืนแดง รอเหลือง และคนเดินเขียว ระดับเดียวกับดวงโคมสำหรับยานพาหนะ

- การยึดหัวสัญญาณยานพาหนะกับแขนเสาสัญญาณเหนือผิวการจราจรให้ติดตั้งกับขายึดดวงโคมตามแบบที่กำหนด โดยให้ส่วนต่ำสุดของส่วนประกอบหัวสัญญาณอยู่สูงเหนือผิวการจราจรไม่น้อยกว่า 5.00 เมตร การเรียงลำดับจากซ้ายไปขวาเป็นสีเขียว เหลือง และแดงตามลำดับตามแนวนอน กรณีที่มีดวงโคมลูกศร ให้ติดตั้งศรเขียว (สำหรับรถเลี้ยวซ้าย) ทางด้านขวาของหัวสัญญาณหลัก มีระยะห่างจากชุดหลัก 20 ซม. กรณีการติดตั้งเกิน 1 ชุดในแขนเดียวกันให้ติดตั้งระหว่างชุดห่างกัน 20 ซม. ให้ปรับระดับหัวสัญญาณทั้งหมดให้ขนานกับแนวราบ

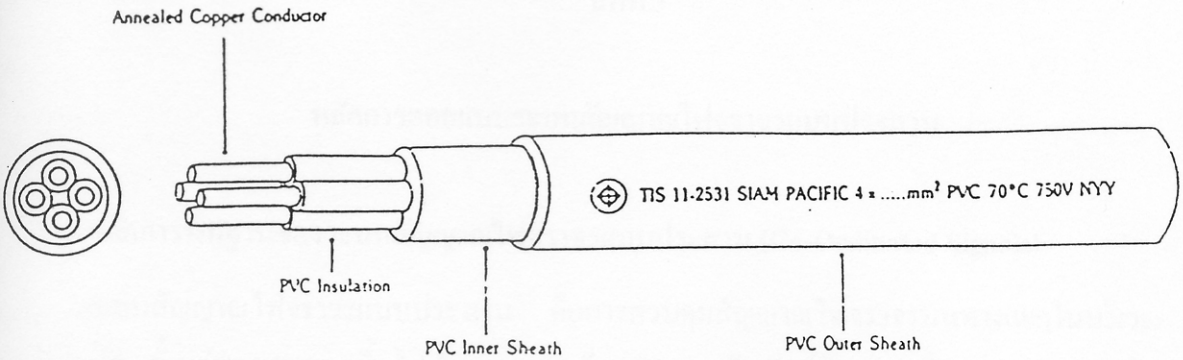
2.4.5 ท่อร้อยสาย เป็นท่อโลหะชนิด Rigid Steel Conduit -RSC หรือชนิด Intermediate Metal Conduit – IMC ท่อที่ลอดผ่านใต้ผิวการจราจรให้มีขนาดผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร สำหรับท่อร้อยสายที่อยู่นอกผิวการจราจรให้ใช้ขนาดผ่าศูนย์กลาง 50 มม.ก็ได้

2.4.6 สายเคเบิล แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- สายเคเบิลเมนไฟฟ้าต้องเป็นชนิด 2 แกน แบบ NYY ซึ่งมีหน้าตัดของตัวนำไฟฟ้าทองแดงรวมไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตรต่อแกน

- สายเคเบิลสัญญาณไฟจราจรต้องเป็นแบบ NYY มีขนาดสายแต่ละแกนมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำไฟฟ้าทองแดงไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตรต่อแกน

- สายเคเบิลไฟส่องสว่างต้องเป็นชนิด 4 แกน แบบ NYY ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำไฟฟ้าทองแดงรวมไม่น้อย 2.5 ตารางมิลลิเมตรต่อแกน (ภาพประกอบ 2.9)



ภาพประกอบ 2.9 สายเคเบิลชนิด NYY 4 แกน
ที่มา : เอกสารยื่นประมูลงาน–งานติดตั้งไฟสัญญาณจราจร, บริษัทวังทอง ยูเนี่ยน จำกัด

2.4.7 ดวงโคมไฟส่องสว่าง

กล่องดวงโคมไฟส่องสว่าง ทำด้วยอลูมิเนียมอัลลอยด์ชนิดกันการกัดกร่อน (Corrosion Resistant Die-Cast Aluminun Alloy) ภายนอกพ่นสีอบเคลือบอีนาเมล (Enamel) สีเทา ภายในประกอบด้วยฉากสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดเงา หรือชุบผิวเคลือบมัน หรือเหล็กไร้สนิมขัดเงา ด้านหน้ามีแผ่นกระจกกระจายแสงชนิดหน้าตัดแบนราบ กระจายแสงสม่ำเสมอไม่เข้าตาผู้ขับรถ และผู้เดินข้ามทาง ทำด้วยกระจกกันความร้อน (Thermal Shack Resistant Safety Glass) สามารถถอดเปลี่ยนหลอดไฟและอุปกรณ์ต่างๆ ได้ง่าย

หลอดไฟ ใช้หลอดไฮเพรซเซอร์โซเดียม (High Pressure Sodium Lamp) แบบ NAV-T ขนาด 400 วัตต์ 1 หลอดต่อดวงโคม มีอายุการใช้งานได้ไม้น้อยกว่า 7,500 ชั่วโมง ปริมาณกำลังส่องสว่าง 48,000 ลูเมน และมีความเข้มการส่องสว่างตามตารางดังนี้ (เสาสูง 6 เมตร ดวงโคมทำมุม 10 องศา กับแนวระดับ)