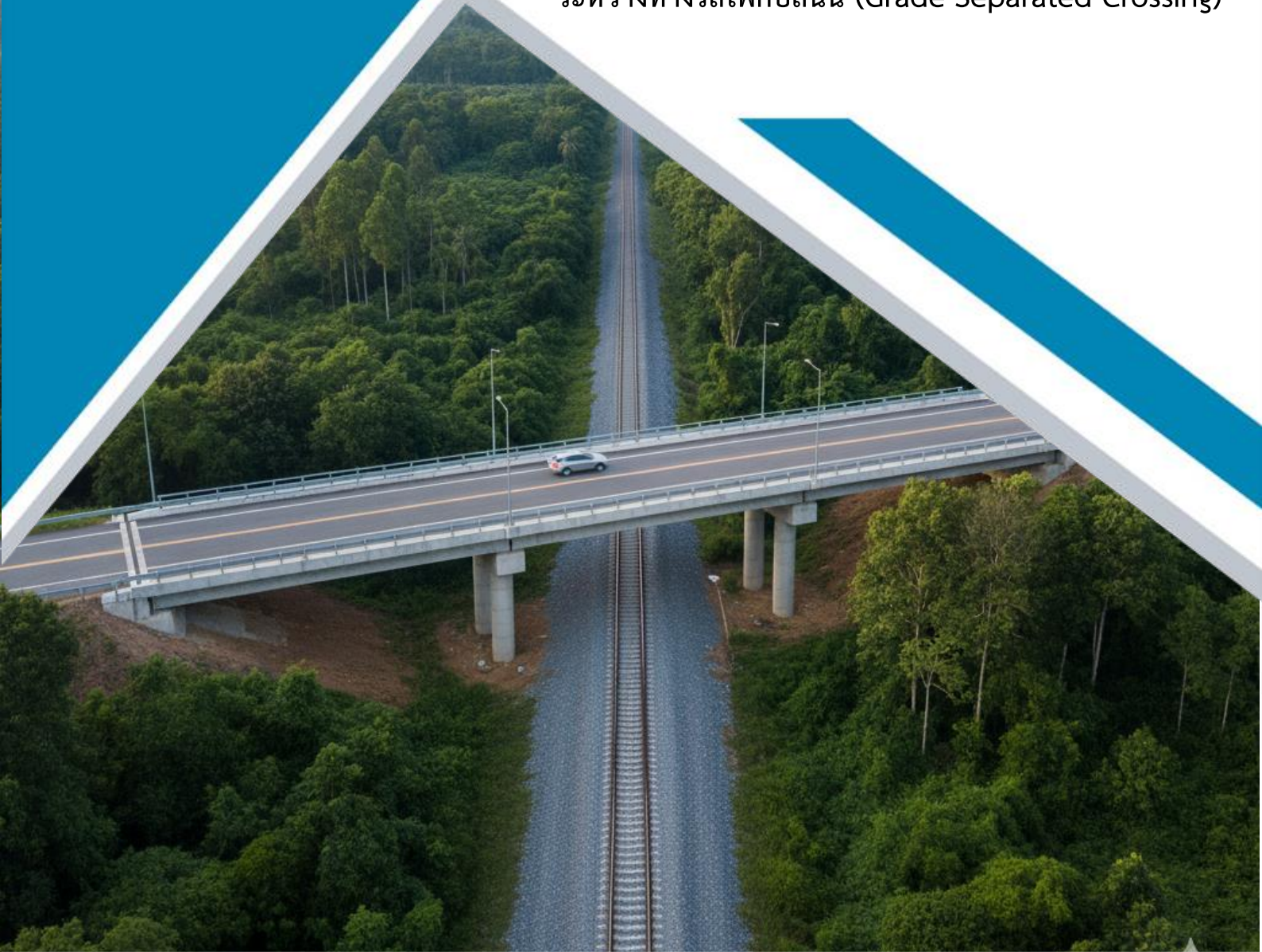




กรมการขนส่งทางราง
Department of Rail Transport

มขร. - C - 013 -2568 มาตรฐานทางตัดผ่านต่างระดับ
ระหว่างทางรถไฟกับถนน (Grade Separated Crossing)



กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง



514/1 Lon Luang Road, Dusit,
Bangkok, Thailand 10300



<http://www.drt.go.th/>



Facebook/DRT.OfficialFanpage



รายนามคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานการขนส่งทางราง

คณะกรรมการ

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. นายอริญ จิตรานุกเคราะห์
กรรมการขนส่งทางราง | ประธานกรรมการ |
| 2. นายปณัฏฐ์วิวัฒน์ ลุชัยชนะ
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม | กรรมการ |
| 3. นายมนต์ชัย ชุ่มอินทรจักร
สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร | กรรมการ |
| 4. นายกำพล บุญชม
การรถไฟแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 5. นายสุพัต พิพัฒน์กุล
การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 6. นายอานุภาพ เกียรติกำจร
บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด | กรรมการ |
| 7. นายภณสินธุ์ ไพทีกุล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 8. นายสุธี โอฬารฤทธินันท์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ | กรรมการ |
| 9. นายอนุสรณ์ ทนหมื่นไวย
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ | กรรมการ |
| 10. นายบุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ | กรรมการ |
| 11. นายวิศาล ลัญฉน์วัฒน์
บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | กรรมการ |
| 12. นายหลักฐาน ทองนพคุณ
บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | กรรมการ |
| 13. นายนิวัฒน์ ธัญปิตินันท์
สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 14. นายทยากร จันทรางศุ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ
และเลขานุการ |
| 15. นายศุภฤกษ์ สูดยอดประเสริฐ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 16. นายพลากร กลัดเจริญ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 17. นายนรินทร์ จาตุรพิศานุกุล
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 18. นางสาวโสภิตา อำนวยศิลป์
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 19. นายพงษ์ธร ศิริจันทร์เพ็ญ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 20. นายปกรณ์ ศรีรักษา
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |

รายนามคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานโครงสร้างพื้นฐานด้านงานโยธา และความปลอดภัยของระบบราง

คณะกรรมการ

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. นายพิเชฐ คุณาธรรมรักษ์
กรรมการขนส่งทางราง | ประธานกรรมการ |
| 2. นายทยากร จันทรางศุ
กรรมการขนส่งทางราง | รองประธานกรรมการ |
| 3. นายพิษณุ พงษ์ไทย
การรถไฟแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 4. นายพดตินัย เลือดนักรบ
การรถไฟแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 5. นายสุพัต พิพัฒน์กุล
การรถไฟฟ้ามหานครแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 6. นางสาวพัชรินา เพชรผ่อง
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) | อนุกรรมการ |
| 7. นายอานภาพ เกียรติกำจร
บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด | อนุกรรมการ |
| 8. นายพรศักดิ์ ครุฑกุล
บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | อนุกรรมการ |
| 9. นายใหม่ เพ็ชรขอบ
บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | อนุกรรมการ |
| 10. นายดิศพล ผดุงกุล
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ | อนุกรรมการ |
| 11. นายประยงค์ อรัญญะ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 12. นายศุภฤกษ์ สูดยอดประเสริฐ
กรรมการขนส่งทางราง | อนุกรรมการ
และเลขานุการ |
| 13. นายนรินทร์ จาตุรพิศานุกุล
กรรมการขนส่งทางราง | อนุกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 14. นายปกรณ์ ศรีรักษา
กรรมการขนส่งทางราง | อนุกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |

มขร. – C – 013 – 2568
มาตรฐานทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนน
(Grade Separated Crossing)

1 บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์

มาตรฐานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ข้อมูลและแนวทางแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและก่อสร้างทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาทางผ่านเสมอระดับที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้ถนนและขบวนรถไฟ

การพัฒนาทางตัดผ่านต่างระดับมีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดอุบัติเหตุ เพิ่มความปลอดภัยในการเดินทาง และช่วยให้การจราจรบนถนนและทางรถไฟเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่ติดขัด มาตรฐานนี้จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์ด้านวิศวกรรมและข้อพิจารณาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของพื้นที่แต่ละแห่ง

1.2 คำนิยาม

- 1) **ถนนยกระดับ (overpass)** หมายถึง รูปแบบทางตัดผ่านที่ถูกยกข้ามทางรถไฟ
- 2) **สะพานข้ามทางรถไฟรูปตัวยู (u bridge)** หมายถึง รูปแบบทางตัดผ่านที่ถนนถูกยกให้ข้ามทางรถไฟโดยมีลักษณะเป็นรูปตัวยูโดยจะมีการก่อสร้างถนนเรียบทางรถไฟเพื่อเป็นทางขึ้นไปยังสะพานรูปตัวยู
- 3) **ถนนทางลอด (underpass)** หมายถึง ถนนที่ถูกออกแบบให้ลดระดับลงต่ำกว่าระดับของทางรถไฟเพื่อลอดผ่านทางรถไฟ
- 4) **ทางรถไฟยกระดับ** หมายถึง รูปแบบโครงสร้างที่ยกระดับทางรถไฟข้ามถนนเดิม
- 5) **ระยะห่างปลอดภัย (clearance)** ระยะห่างเพื่อความปลอดภัยในการใช้ทาง โดยไม่มีสิ่งกีดขวางทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ เพื่อให้ยานพาหนะสามารถสัญจรผ่านได้โดยไม่เกิดการเฉี่ยวชนหรืออันตราย
- 6) **ระยะมองเห็นปลอดภัย** หมายถึง ระยะทางที่ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นวัตถุที่คาดว่าจะทำให้เกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายแล้วสามารถควบคุมรถได้อย่างปลอดภัย
- 7) **การยกโค้ง (superelevation)** หมายถึง การยกขอบทางด้านนอกของถนนบริเวณทางโค้งให้สูงกว่าขอบทางด้านใน เพื่อช่วยให้รถสามารถวิ่งผ่านทางโค้งได้อย่างปลอดภัยและสะดวกสบาย
- 8) **อัตราการยกโค้ง** หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงความลาดชันของพื้นผิวถนนในแนวขวาง ณ บริเวณทางโค้ง มีหน่วยเป็นเมตรต่อเมตร หรือเป็นเปอร์เซ็นต์
- 9) **รัศมีโค้ง** หมายถึง รัศมีของเส้นทางโค้ง
- 10) **ความเร็วออกแบบ** หมายถึง ความเร็วที่คาดว่าจะสามารถวิ่งผ่านทางโค้งได้อย่างปลอดภัยและสะดวก มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
- 11) **สัมประสิทธิ์ความเสียดทานด้านข้าง** หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถกับผิวจราจรในแนวขวาง

1.3 ขอบเขตของมาตรฐาน

มาตรฐานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกประเภทของทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนนสำหรับรถไฟระหว่างเมืองและเป็นแนวทางในการออกแบบสำหรับการก่อสร้างสำหรับทางผ่านต่างระดับ ประกอบด้วย ถนนยกระดับ ถนนทางลอด สะพานข้ามทางรถไฟรูปตัวยู และทางรถไฟยกระดับ

1.4 มาตรฐานอ้างอิง

- 1) แบบมาตรฐานและคู่มือการใช้แบบมาตรฐานของกรมทางหลวง พ.ศ. 2558
- 2) แบบมาตรฐานงานทางของกรมทางหลวงชนบท พ.ศ. 2561
- 3) AASTHO (2018) Policy on Geometric Design of Highways and Streets (7th Edition)
- 4) FHWA (2007) Railroad-Highway Grade Crossing Handbook - Revised Second Edition
- 5) Union Pacific Railroad – BNSF Railway (2016) Guidelines for Railroad Grade Separation Projects
- 6) American Railway Engineering and Maintenance-of-way Association (AREMA) – 2019
- 7) Highway Capacity Manual 7th Edition (2022)
- 8) มขร. - C - 001 - 2564 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ
- 9) มขร. - C - 005 - 2566 มาตรฐานองค์ประกอบทางรถไฟ
- 10) มขร. - C - 008 - 2566 มาตรฐานระบบระบายน้ำบนทางรถไฟสำหรับระบบขนส่งทางรางระหว่างเมือง
- 11) มขร. - C - 011 - 2567 มาตรฐานพิกัดโครงสร้างทางรถไฟ
- 12) มขร. - C - 00x - 256x มาตรฐานการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในเขตขนส่งทางรางระดับดิน และการลดความสูญเสียกรณีเกิดอุบัติเหตุรถไฟตกราง และชนกับสิ่งปลูกสร้าง

2 เกณฑ์ในการพิจารณาสำหรับการออกแบบทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนน

การออกแบบทางถนนตัดผ่านทางรถไฟแบบต่างระดับจะต้องทำการพิจารณารูปแบบของทางต่างระดับที่มีความเหมาะสมระหว่างการก่อสร้างถนนยกระดับ (overpass) การก่อสร้างสะพานข้ามทางรถไฟรูปตัวยู (u bridge) การก่อสร้างถนนทางลอด (underpass) ซึ่งแต่ละรูปแบบจะต้องพิจารณาบนเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) การพิจารณาในการเลือกใช้ทางตัดผ่านต่างระดับ มีเงื่อนไขดังนี้

1.1) ถนนตัดผ่านทางรถไฟที่อยู่ในช่วงของทางโค้งในแนวนราบ (horizontal curve) จะทำให้ความกว้างบริเวณจุดตัดทางถนนและทางรถไฟถูกจำกัด และไม่ส่งผลดีต่อความปลอดภัยเนื่องจากอาจมีระยะการมองเห็นที่จำกัด

1.2) หากถนนตัดผ่านทางรถไฟที่อยู่ในช่วงที่ทางมีความลาดชัน เนื่องจากรถไฟจะไม่สามารถใช้ความเร็วในช่วงดังกล่าว หากเป็นทางรถไฟเสมอระดับ

1.3) ทิศนวิสัยของพนักงานขับรถไฟและผู้ขับขี่ยานพาหนะบนถนน ต้องมีระยะมองเห็นปลอดภัยน้อยกว่า 1,000 เมตร จากป้ายหยุดรถ หรืออยู่ในย่านสถานี

1.4) ถนนอยู่ห่างจากปลายโค้ง ปากอุโมงค์ สะพาน ช่องเขา (cutting) ของทางรถไฟเป็นระยะต่ำกว่า 2,000 เมตร หรืออยู่ในย่านสถานี

1.5) มีค่าคุณควบจากรมากกว่า 80,000 ขบวน-คัน ต่อ วัน หรือถ้าทางตัดผ่านเสมอระดับเดิมที่มีอยู่แล้วและมีค่าคุณควบจากรตั้งแต่ 60,000 ขบวน-คัน ต่อวันขึ้นไป และทำการพยากรณ์การจราจรในอนาคตได้ว่าภายใน 5 ปี ค่าคุณควบจากรเกิน 100,000 ขบวน-คัน ต่อวัน

2) ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์

ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ประกอบการพิจารณา รูปแบบของทางตัดผ่านต่างระดับ ประกอบด้วย ต้นทุนค่าก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา ต้นทุนของผู้ใช้งานถนน และต้นทุนจากผลกระทบต่อการเดินทาง

3) มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบ (design code and standard)

มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบงานด้านต่าง ๆ เช่น การออกแบบทางเรขาคณิต การออกแบบโครงสร้างชั้นทาง การออกแบบโครงสร้างทางลอด ให้อ้างอิงจากมาตรฐานของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทเป็นหลัก รวมถึงมาตรฐานแนะนำในแต่ละหัวข้อ หรือมาตรฐานเทียบเท่าอื่น ตามแต่ละประเภทหรือลำดับชั้นของถนน โดยต้องคำนึงถึงปริมาณจราจร ประเภทและคุณลักษณะของยานพาหนะที่จะมาใช้งาน จุดตัดทางถนนและทางรถไฟ ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้าง ความปลอดภัย และการออกแบบระบบไฟฟ้า

4) ลักษณะภูมิประเทศ

การพิจารณารูปแบบของทางต่างระดับด้วยลักษณะของภูมิประเทศจะต้องพิจารณาจากระดับของทางรถไฟกับถนนเป็นหลัก หากระดับของทางรถไฟอยู่เหนือระดับถนน ควรลดระดับของถนนเพื่อก่อสร้างอุโมงค์ทางลอด เพื่อแก้ไขปัญหาจุดตัดทางถนนและทางรถไฟ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาโครงข่ายถนน และทางน้ำในพื้นที่ของโครงการการก่อสร้าง สะพานข้ามทางรถไฟรูปตัวยู (u bridge) เหมาะสำหรับถนนที่มีปริมาณจราจรในระดับต่ำ มีความเร็วออกแบบไม่สูงมาก เนื่องจากหากรถยนต์ใช้ความเร็วสูงอาจจะส่งผลในด้านของความปลอดภัย และรัศมีโค้งต่ำเนื่องจากมีข้อจำกัดที่จะต้องก่อสร้างภายในเขตทางรถไฟ

5) การก่อสร้าง

การก่อสร้างต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติเอกสารการก่อสร้างจากหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟ ก่อนเริ่มดำเนินการ เพื่อไม่ให้รบกวนการเดินรถ และมีความปลอดภัยตลอดระยะเวลาโครงการ โดยให้พิจารณาการใช้ทางเบี่ยงและให้มีการประสานกับผู้ให้บริการเดินรถตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการเดินรถเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อการเดินรถมากที่สุด โดยผู้ขออนุญาตก่อสร้างจะต้องปฏิบัติตามเอกสารการก่อสร้างที่ได้รับอนุมัติ และผู้ตรวจสอบภาคสนามต้องรายงานคุณภาพของวัสดุและงานก่อสร้างที่ดำเนินการ โดยให้หน่วยงานเจ้าของทางรถไฟทำการตรวจสอบทั้งก่อนและหลังการก่อสร้าง หากการก่อสร้างส่งผลกระทบต่อเดินรถต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟในทุกขั้นตอน

2.1 รูปแบบที่ 1 การก่อสร้างถนนยกระดับ

การก่อสร้างถนนยกระดับ (overpass) ข้ามทางรถไฟ ถือเป็นรูปแบบที่ถูกเลือกใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากส่งผลกระทบต่อเดินรถและโครงสร้างทางเดิมน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเส้นทางรถไฟที่การเดินรถอยู่ อีกทั้งยังสะดวกต่อการซ่อมบำรุงและช่วยประหยัดงบประมาณในการก่อสร้าง รูปแบบนี้เหมาะสำหรับถนนสายหลักที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น อย่างไรก็ตามข้อจำกัดด้านความยาวของเชิงลาดสะพานที่อาจส่งผลกระทบต่อความสะดวกและความปลอดภัยของผู้ใช้ถนน

2.2 รูปแบบที่ 2 การก่อสร้างถนนทางลอด

เพื่อให้สามารถรองรับการสัญจรของยานพาหนะทุกประเภทผ่านถนนทางลอดทางรถไฟให้พิจารณาดำเนินการดังนี้

2.2.1 ลดระดับของถนน

โดยให้ทางรถไฟอยู่ระดับดิน แนวทางนี้ช่วยให้ถนนทางลอดมีระยะห่างปลอดภัยในแนวดิ่งที่เพียงพอจากข้อจำกัดในการปรับระดับทางรถไฟ เนื่องจากข้อจำกัดของความลาดชันของราง ทั้งนี้ ต้องติดตั้งระบบป้องกันน้ำท่วมเพื่อให้ถนนทางลอดสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

2.2.2 ยกระดับรางรถไฟเฉพาะช่วง

โดยให้ถนนอยู่ระดับดิน เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ถนนหรือทางลอดมีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมซ้ำซากคืองบประมาณสูงในการปรับระดับรางรถไฟ รวมถึงอาจส่งผลกระทบต่อการเดินรถ

2.2.3 การปรับระดับแบบผสม (half cut half fill)

ทำการยกระดับรางรถไฟขึ้นบางส่วน พร้อมกับปรับลดระดับถนนในคราวเดียวกัน วิธีนี้ช่วยลดผลกระทบต่อผลต่างค่าระดับของทั้งถนนและทางรถไฟ เช่น ถนนไม่ต้องลดระดับมากเกินไปทำให้สามารถป้องกันความเสี่ยงน้ำท่วมได้ ในส่วนของทางรถไฟยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและลดระยะทางที่ต้องใช้ในการปรับระดับ

แต่ละแนวทางมีข้อดีและข้อจำกัดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและข้อกำหนดในพื้นที่นั้น ๆ การเลือกใช้ต้องพิจารณาถึงปัจจัยทางเทคนิค งบประมาณ และความปลอดภัยร่วมกัน

2.3 รูปแบบที่ 3 การก่อสร้างสะพานทางรถไฟรูปตัวยู

เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับถนนที่มีปริมาณจราจรต่ำ เนื่องจากสะพานประเภทนี้มักมีรัศมีโค้งราบที่จำกัดจากข้อจำกัดในเขตทางรถไฟ โดยปริมาณจราจรไม่ควรเกิน 800 คันต่อชั่วโมง ทางผ่านต่างระดับประเภทนี้ช่วยลดผลกระทบจากการเวนคืนที่ดินของประชาชน และเชิงลาดสะพานไม่กีดขวางถนนที่ขนานกับทางรถไฟ อีกทั้งยังเหมาะกับจุดตัดทางรถไฟกับถนนที่มีถนนคู่ขนาน ทั้งนี้หากสะพานมีตำแหน่งอยู่ห่างจากจุดตัดเสมอระดับเดิม อาจทำให้ผู้ขับขี่ต้องเดินทางไกลขึ้น ดังนั้นในการพิจารณาเลือกใช้สะพานข้ามทางรถไฟรูปตัวยูควรพิจารณาความเหมาะสมด้านพื้นที่ ความสะดวกของผู้ใช้งาน ประสิทธิภาพพาหนะ และผลกระทบในด้านอื่น ๆ อย่างรอบคอบ

2.4 รูปแบบที่ 4 การก่อสร้างทางรถไฟยกระดับ

การก่อสร้างทางรถไฟยกระดับ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับแก้ปัญหาทางตัดผ่านเสมอระดับในเขตเมือง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีจุดตัดหลายแห่งอยู่ใกล้กัน และแต่ละจุดมีปริมาณจราจรหนาแน่น ซึ่งทำให้การก่อสร้างถนนทางลอดหรือถนนยกระดับให้ปลอดภัยตามหลักวิศวกรรมเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้ การก่อสร้างรูปแบบอื่นอาจส่งผลกระทบต่อชุมชนและการเวนคืนที่ดินมากกว่า การยกระดับทางรถไฟจึงถือเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในเงื่อนไขข้างต้น

3 เงื่อนไขและมาตรฐานในการออกแบบ

3.1 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการออกแบบทางต่างระดับ

ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับโครงสร้างต่างระดับมีดังต่อไปนี้

3.1.1 ประเภทโครงสร้างทางต่างระดับ

การเลือกรูปแบบโครงสร้างต่างระดับที่เหมาะสม ควรพิจารณาในหลายปัจจัย เช่น วัตถุประสงค์ของการใช้งานพื้นที่ ข้อจำกัดด้านงบประมาณ ขนาดและสภาพของพื้นที่ก่อสร้าง ลักษณะทางธรณีวิทยาของดิน ตลอดจนข้อกำหนดและมาตรฐานทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ตัดสินใจเลือกรูปแบบโครงสร้างให้มีความเหมาะสม และสามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนที่ใช้งานสัญจรบริเวณทางผ่าน

3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

การออกแบบโครงสร้างทางต่างระดับจะต้องพิจารณารูปแบบของทางลาดและความลาดชันให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของภูมิประเทศบริเวณจุดตัดนั้น ๆ และให้ทำการคัดเลือกรูปแบบทางผ่านต่างระดับที่เหมาะสมโดยพิจารณาระยะมองเห็นปลอดภัยเป็นสำคัญ

นอกจากพิจารณาจากข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ การเลือกรูปแบบโครงสร้างทางต่างระดับ ควรพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเนื่องจากดินตัดดินถม การปรับปรุงคุณภาพดิน กำแพงกันดิน ความลาดชันของภูมิประเทศ และความเสี่ยงเนื่องจากดินถล่มด้วย



3.1.3 การพิจารณาประเภทชั้นทางของถนน (road class) และประเภทของทางรถไฟ (รถไฟธรรมดา และรถไฟความเร็วสูง)

ต้องพิจารณาชั้นทางของถนน (road Hierarchy) และประเภทของทางรถไฟทั้งในส่วนของรถไฟธรรมดา และรถไฟความเร็วสูง เพื่อให้ทราบถึงระยะห่างที่ปลอดภัยทั้งในส่วนของแนวนราบและแนวตั้ง (horizontal and vertical clearance)

3.1.4 การพิจารณามาตรฐานงานโครงสร้าง (structural design) มาตรฐานอ้างอิงที่ใช้ประกอบด้วย

- 1) Standard Specification for Highway Bridges, 17th Edition (AASHTO - 2002)
- 2) AASHTO LRFD Bridge Design Specification, 9th Edition 2020 (USA)
- 3) PCI Design Handbook 8th Edition, 2019
- 4) FIB Model Code for Concrete Structure 2010
- 5) Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI318-02) and Commentary
- 6) Manual of Steel Construction-Allowable Stress Design 9th Edition, 1989 (AISC)

3.1.5 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบทางต่างระดับ ซึ่งจะสามารถใช้ครอบคลุมทั้งในส่วนของถนนยกระดับ ถนนทางลอด สะพานข้ามทางรถไฟส่วนตัว และรวมถึงการก่อสร้างทางรถไฟยกระดับ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ในการออกแบบ
จำนวนช่องจราจร	- ขึ้นกับผลการคาดการณ์ปริมาณจราจร ความลาดชัน และจำนวนช่องจราจรของถนนตัดผ่านทางรถไฟ - ค่าความจุแนะนำ 800 – 1200 pc/ชั่วโมง/ช่องจราจร
อัตราความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ - ถนนยกระดับและถนนทางลอด - สะพานข้ามทางรถไฟส่วนตัว	- พิจารณาความเร็วในแต่ละชั้นทางตามมาตรฐานของกรมทางหลวงหรือกรมทางหลวงชนบท - ความเร็วออกแบบขึ้นอยู่กับรัศมีโค้ง
ความลาดชันสูงสุด ขึ้นอยู่กับความเร็วออกแบบ ดังนี้ - 70 กม./ชม. หรือมากกว่า - 60 กม./ชม. - 40-50 กม./ชม. - 20-30 กม./ชม.	- ร้อยละ 3-5 - ร้อยละ 4-6 - ร้อยละ 5-7 - ร้อยละ 6-8
ประเภทผิวทาง	- ผิวทางลาดยาง (asphaltic concrete) หรือ - ผิวทางคอนกรีต (reinforced concrete)
ความกว้างของช่องจราจร	- 3.00 – 3.50 เมตร
ความกว้างของไหล่ทาง	- ข้างละไม่ต่ำกว่า 1.00 – 2.50 เมตร ขึ้นอยู่กับชั้นทาง
ยกโค้งราบ (superelevation) - ทางหลวงหรือนอกเขตเมือง - เขตเมืองและชุมชน	- ไม่เกินร้อยละ 6 - ไม่เกินร้อยละ 10

3.1.6 ระยะห่างปลอดภัยและการกำหนดตำแหน่งของโครงสร้าง

1) การกำหนดตำแหน่งของโครงสร้างทางต่างระดับทั้งแนวตั้งและแนวนอนจะต้องพิจารณาโดยอ้างอิงข้อมูลตำแหน่งของทางในปัจจุบันและรางในอนาคต ขนาด รวมถึงถนนสำหรับเข้าซ่อมบำรุงทางรถไฟจะต้องมีการตรวจสอบเพื่อกำหนดระยะห่างปลอดภัยในแนวนอน เพื่อใช้กำหนด ตำแหน่งของเสาและต่อม่อ รวมถึงโครงสร้างต่าง ๆ ที่อาจกีดขวางการเดินรถให้อยู่นอกเขตทางเพื่อความปลอดภัย

2) การก่อสร้างโครงสร้างต่างระดับประเภทถนนยกระดับ (overpass) จะไม่มีข้อจำกัดระยะห่างปลอดภัยในแนวตั้งของถนน ซึ่งเหมาะกับถนนที่มีการขนส่งด้วยรถบรรทุกทุกขนาด แต่ในทางตรงกันข้าม การก่อสร้างทางลอดจะต้องพิจารณาถึงระยะห่างปลอดภัยในแนวตั้งสำหรับทางลอดแต่ละแห่ง

3) ความสูงของสันรางและแนวนอน จะต้องได้รับการบันทึกและมีการตรวจสอบสำหรับทุกทาง ในบริเวณที่จะทำการออกแบบ เพื่อรักษาระยะห่างปลอดภัยในแนวตั้ง กรณีที่มีการปรับปรุงดินคันทาง หรือการก่อสร้างกำแพงกันดิน

4) ระยะห่างปลอดภัยในแนวตั้งจากสันราง วัดในแนวตั้งฉากจนถึงจุดต่ำสุดของโครงสร้างต่างระดับจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร และ 7.25 เมตร สำหรับรถไฟที่มีระบบจ่ายไฟฟ้าเหนือพื้นดิน

5) ระยะห่างปลอดภัยในแนวนอน จะต้องมียะห่างของโครงสร้างทางต่างระดับโดยวัดจากขอบนอกของโครงสร้างตามแนวตั้งฉากกับศูนย์กลางทางในอนาคตต้องไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร

3.1.7 ระบบสาธารณูปโภค

ข้อกำหนดสำหรับการจัดการสาธารณูปโภคภายในเขตทางรถไฟ

1) ระบบสาธารณูปโภคใหม่หรือการย้ายสาธารณูปโภคเดิมภายในเขตของหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟ จะต้องมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูล รวมถึงได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟในขั้นตอนของการออกแบบโครงสร้างทางต่างระดับ

2) ระบบสาธารณูปโภคอื่น ๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคตที่ไม่เกี่ยวข้องกับการให้บริการรถไฟ ควรดำเนินการแยกออกจากโครงสร้างทางต่างระดับเพื่ออำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุงและการปรับปรุงสาธารณูปโภคดังกล่าวในอนาคต

3) มีมาตรการที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง ป้องกัน และย้ายสายเคเบิลใยแก้วนำแสง รวมถึงสายสัญญาณและสายสื่อสารทางรถไฟ จะต้องได้รับการพิจารณาในขั้นตอนการออกแบบ และต้องระบุไว้ในแผนงานและเอกสารสัญญาเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานของหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟ

3.1.8 การระบายน้ำ

1) การดูแลระบบระบายน้ำเดิม การก่อสร้างจะต้องสามารถระบายน้ำได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ขัดขวางการไหลของน้ำหรือเปลี่ยนเส้นทางระบบระบายน้ำเดิม และไม่เพิ่มน้ำไหลเข้าสู่เขตทางรถไฟ ระบบระบายน้ำในทางรถไฟออกแบบเพื่อป้องกันน้ำไม่ให้ไหลลงในรางและวัสดุกรวดใต้ราง ซึ่งรวมถึงร่องน้ำข้างทาง สะพาน ท่อระบายน้ำ และโครงสร้างอื่น ๆ ที่ช่วยระบายน้ำได้ราง

2) การเปลี่ยนแปลงระบบระบายน้ำเดิม หากมีการเปลี่ยนแปลงระบบระบายน้ำจากการก่อสร้างใหม่หรือทดแทน หรือจากปัญหาการระบายน้ำ ระบบระบายจะต้องปรับปรุงให้สามารถรองรับน้ำฝนตามสภาพปัจจุบัน ขนาดของระบบระบายน้ำที่เสนอจะต้องสามารถรองรับปริมาณน้ำและเป็นไปตามเกณฑ์พลศาสตร์ของไหล

3.1.9 ถนนเข้าซ่อมบำรุง

ตำแหน่งขอบนอกสุดของถนนทางเข้าซ่อมบำรุงควรอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของสันรางทั้งในปัจจุบันและอนาคตไม่น้อยกว่า 8 เมตร โดยหากมีรางมากกว่าสองราง จะต้องมียกนทางเข้าทั้งสองด้านของทางรถไฟ

3.1.10 รั้วสำหรับเขตทาง

การออกแบบโครงสร้างทางต่างระดับจะต้องมีรั้วเพื่อป้องกันการบุกรุกเข้าไปในเขตทางรถไฟ รวมถึงรางหรือโครงสร้างทางรถไฟอื่น ๆ

3.1.11 กำแพงกันดิน

กำแพงกันดินต้องตั้งอยู่ห่างจากแนวศูนย์กลางรางรถไฟไม่น้อยกว่า 15 เมตร หากตั้งอยู่ภายในระยะดังกล่าว จะต้องได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟก่อน โดยต้องออกแบบให้ทนต่อแรงดันจากดินและน้ำ น้ำหนักบรรทุกจากการจราจร น้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักของโครงสร้างกำแพง การขยายและหดตัวของวัสดุจากอุณหภูมิ แรงแผ่นดินไหว และน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการออกแบบถนนยกระดับ

ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการออกแบบถนนยกระดับบริเวณจุดตัดทางถนนและทางรถไฟ กำหนดขึ้นเพื่อสร้างความปลอดภัยต่อการให้บริการของรถไฟ การใช้พื้นที่ในบริเวณเขตทางรถไฟให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดการหยุดชะงักในการให้บริการรถไฟในเส้นทางที่เปิดให้บริการแล้ว

3.2.1 ระยะห่างปลอดภัยในแนวดิ่งและแนวราบ (vertical and horizontal clearances)

1) ระยะห่างปลอดภัยในแนวดิ่งเมื่อวัดจากระดับของสันรางในปัจจุบันและอนาคตจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร และ 7.25 เมตร สำหรับรถไฟที่มีระบบจ่ายไฟฟ้าเหนือพื้นดิน โดยการพิจารณา ระยะห่างปลอดภัยอาจเผื่อระยะห่างปลอดภัยจากการยกระดับคันทางเนื่องจากปัญหาน้ำท่วม เทคนิคการก่อสร้าง และการซ่อมบำรุง

2) โครงสร้างสะพานต้องมีระยะห่างจากศูนย์กลางทางรถไฟของทางที่ใกล้ที่สุดในปัจจุบันหรือทางที่อาจก่อสร้างในอนาคต ไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร ทั้งนี้ ระยะห่างด้านข้างในแนวราบของตอม่อโครงสร้างสะพานจะต้องคำนวณโดยคำนึงถึงอุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้นเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตอม่อในกรณีที่มีความจำเป็นต้องกำหนดระยะห่างน้อยกว่า 3.00 เมตร จะต้องมีการเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการป้องกันโครงสร้างสะพานรถไฟจากการชนของยานพาหนะทางถนน

3.2.2 น้ำหนักบรรทุก

โครงสร้างถนนยกระดับข้ามทางรถไฟจะต้องสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกและแรงกระทำต่าง ๆ ได้ตามที่กำหนดไว้ใน AASHTO LRFD Bridge Design Specification ทั้งนี้ ให้พิจารณาแรงจากแผ่นดินไหวตาม AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบที่อ้างอิงจากมาตรฐาน มยผ. 1301/1302-2561 มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว และต้องเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

3.2.3 โครงสร้างเหนือระดับดิน (superstructures)

1) หลักเลี้ยวโครงสร้างคอนกรีตหล่อในที่ และควรพิจารณาใช้โครงสร้างประเภทอื่นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อรถไฟในระหว่างการก่อสร้าง

2) ควรติดตั้งรั้วตาข่ายป้องกันสิ่งของร่วงหล่นจากถนนยกระดับข้ามทางรถไฟลงสู่ทางรถไฟซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตราย

3.2.4 โครงสร้างใต้ระดับดิน (substructures)

- 1) ฐานรากของโครงสร้างใต้ระดับจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่มีความปลอดภัยเพียงพอเพื่อติดตั้งอุปกรณ์และการดำเนินงานในขั้นตอนของการก่อสร้าง
- 2) เสาค้ำจุนที่อยู่ในบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำหนักบรรทุกของทางรถไฟ ในการออกแบบและการก่อสร้างจะต้องมีการติดตั้งปลอกเหล็กถาวร (permanent casing) เพื่อป้องกันทางรถไฟจากการพังทลาย การทรุดตัว และ/หรือ การเคลื่อนตัวของดินโดยรอบ ทั้งนี้ ปลอกเหล็กดังกล่าวต้องสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกจากรถทางรถไฟ นอกเหนือจากน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

3.2.5 ระบบไฟส่องสว่าง (lighting)

- 1) สำหรับโครงสร้างสะพานหรือถนนยกระดับที่มีระยะตามแนวทางรถไฟมากกว่า 25 เมตร จะต้องมีการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง เพื่อให้มีความสว่างเพียงพอบริเวณราง แต่หากมีระยะน้อยกว่า 25 เมตร แต่บริเวณใต้โครงสร้างสะพานมีประแจสับราง หรืออุปกรณ์ที่มีความสำคัญ ก็จะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เพื่อให้สามารถมองเห็น และทำความเข้าใจอาณัติสัญญาณได้อย่างชัดเจน
- 2) บริเวณเส้นทางต้องมีค่าความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 10 ลักซ์ และในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุต้องมีค่าความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 21.5 ลักซ์
- 3) การบำรุงรักษาระบบไฟส่องสว่างเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานเจ้าของถนนข้ามทางรถไฟ
- 4) ไฟฟ้าส่องสว่างจะต้องมีความครอบคลุมพื้นที่บริเวณรางทั้งหมด โดยการติดตั้งไฟฟ้าส่องสว่างจะต้องไม่ส่งผลต่อการลดระยะห่างปลอดภัยในแนวราบและแนวดิ่ง

3.2.6 การระบายน้ำและการกัดเซาะ (drainage and erosion)

- 1) การระบายน้ำจากโครงสร้างสะพานจะต้องเลี่ยงการระบายลงไปในเขตทางรถไฟ รางรถไฟ หรือถนนขนานทางรถไฟ หากมีการระบายน้ำโดยใช้ท่อหรือรางระบายน้ำจะต้องเชื่อมไปยังระบบระบายน้ำฝนที่มีการออกแบบไว้ เพื่อให้ไหลต่อไปยังรางระบายน้ำที่เหมาะสมต่อไป โดยการติดตั้งท่อหรือรางระบายน้ำจะต้องอยู่ห่างจากทางรถไฟเพียงพอ เพื่อให้ให้กระทบกับทางรถไฟ
- 2) รางระบายน้ำจากทางรถไฟจะต้องแสดงในแบบ โดยต้องแสดงระยะห่างจากแนวศูนย์กลางที่ใกล้ที่สุดของทางรถไฟ และระยะห่างจากทางรถไฟที่ใกล้ที่สุด
- 3) จะต้องสามารถรองรับการก่อสร้างรางระบายน้ำเพิ่มเติม โดยขนาดของรางระบายน้ำจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลและลักษณะภูมิประเทศในบริเวณดังกล่าว

3.3 ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับถนนทางลอด

3.3.1 การออกแบบทั่วไปสำหรับถนนทางลอด

- 1) ต้องพิจารณาตามข้อ 2 เกณฑ์ในการพิจารณาสำหรับการออกแบบทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนน
- 2) ต้องใช้คานช่วงเดียวที่มีหินโรยทาง และหลีกเลี่ยงการใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดหล่อในที่ (cast-in-place)

3.3.2 น้ำหนักบรรทุก

การออกแบบน้ำหนักบรรทุกสำหรับโครงสร้างทางลอดจะต้องพิจารณาถึงน้ำหนักบรรทุกดังต่อไปนี้

- 1) น้ำหนักบรรทุกจรและแรงกระแทกตามที่กำหนดโดยมาตรฐาน AREMA หรือมาตรฐานเทียบเท่า สำหรับโครงสร้างทางที่มีหลายทาง ให้คำนวณตามสมมติฐานที่วางสามารถวางได้ทุกตำแหน่งบนสะพาน ซึ่งต้องมีระยะห่างปลอดภัยในแนวราบถึงราวกันตก และระยะห่างระหว่างทางไม่เกิน 4 เมตร

2) น้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ต้องรวมน้ำหนักของหินโรยทางที่มีความหนาสูงสุด 75 เซนติเมตร โดยวัดจากด้านบนของพื้นสะพาน (deck) ไปจนถึงด้านบนของหมอนรองรับ และน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

ตารางแสดงน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ (ที่มา : AREMA บทที่ 15)

ประเภทวัสดุ	น้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
เหล็ก (steel)	7,850
คอนกรีต (concrete)	2,400
ทราย กรวด หินโรยทาง (sand, gravel, and ballast)	1,600–1,650
ยางมะตอย (asphalt-mastic and bituminous macadam)	2,400
หินแกรนิต (granite)	2,700
อิฐปูพื้น (paving bricks)	2,400
ไม้ (timber)	900

3) การออกแบบด้านแผ่นดินไหวจะต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ของ AREMA ฉบับปัจจุบัน บทที่ 9 การออกแบบด้านแผ่นดินไหวสำหรับโครงสร้างทางรถไฟ และเป็นไปกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

3.3.3 โครงสร้างที่มีมุมเอียง (skewed structure)

- 1) กรณีที่ใช้กำแพงกันดินที่มีมุมเอียง ต้องมีพื้นคอนกรีตลาดเชิงสะพาน (approach slab)
- 2) มุมตัดกันที่เหมาะสมระหว่างแนวศูนย์กลางของรางและแนวศูนย์กลางของโครงสร้างรองรับสะพานในแนวขวางควรเป็น 90 องศา
- 3) โดยหากมีความจำเป็นมุมตัดกันระหว่างแนวศูนย์กลางของรางและแนวศูนย์กลางของโครงสร้างรองรับสะพานในแนวขวางต้องไม่น้อยกว่า 75 องศาสำหรับโครงสร้างคอนกรีต และ 60 องศาสำหรับโครงสร้างเหล็ก

4) หากไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดข้างต้นได้ ให้พิจารณาทางโครงสร้างเป็นพิเศษ ให้มีความมั่นคงแข็งแรง

- 5) ต้องจัดแนวเสาสะพานและกำแพงกันดินให้เป็นไปตามข้อจำกัดของมุมเอียงสูงสุดข้างต้น

3.3.4 พื้นคอนกรีตเชิงลาดคอสะพาน (approach slab)

1) พื้นคอนกรีตเชิงลาดคอสะพาน (approach slab) จะต้องยึดเข้ากับโครงสร้างเชิงลาดสะพาน หรือต่อม่อตัวริม

2) กรณีที่แนวของทางลอดทำมุมกับแนวตั้งฉากของทางรถไฟ พื้นคอนกรีตเชิงลาดคอสะพาน จะต้องวางในแนวให้สอดคล้องกับโครงสร้างเชิงลาดสะพาน และบริเวณปลายของแผ่นพื้นคอนกรีตเชิงลาดคอสะพานจะต้องมีทิศทางตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางของราง

3.3.5 ระยะห่างปลอดภัย (clearances)

1) โครงสร้างสำหรับถนนทางลอดจะต้องออกแบบเพื่อให้เพียงพอต่อการรองรับน้ำหนักบรรทุกเกิน หรือน้ำหนักบรรทุกที่ไม่ได้รับอนุญาต รวมถึงมีระยะห่างปลอดภัยในแนวตั้งที่เพียงพอ เว้นแต่หน่วยงานเจ้าของทางรถไฟจะระบุเป็นอย่างอื่น

2) ให้พิจารณาการโค้งตัวจากน้ำหนักบรรทุกของทางรถไฟในส่วนบนของโครงสร้างส่วนถนนทางลอด

3) หน่วยงานเจ้าของทางรถไฟสามารถกำหนดระยะห่างปลอดภัยอื่นได้ตามความเหมาะสม โดยให้พิจารณาด้านความปลอดภัยเป็นหลัก

4) หากมีการปรับปรุงพื้นผิวถนนหรือดำเนินกิจกรรมอื่นใดใต้โครงสร้างถนนทางลอด หน่วยงานเจ้าของถนนต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟก่อน โดยคำขอต้องระบุระยะห่างปลอดภัยแนวตั้งทั้งก่อนและหลังโครงการ

3.3.6 ข้อกำหนดความลาดชันตามแนวตั้ง (vertical grade)

ความลาดชันตามแนวตั้งแนะนำต้องไม่เกินร้อยละ 5 หรืออาจเพิ่มได้สูงสุดถึงร้อยละ 10 เฉพาะในกรณีที่มีปริมาณจราจรต่ำมาก ทั้งนี้ หากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ซึ่งไม่เอื้อต่อการจัดให้มีความลาดชันตามเกณฑ์ ควรพิจารณาใช้รูปแบบถนนลอดรูปตัวยู เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวและคงไว้ซึ่งความปลอดภัยและประสิทธิภาพการจราจร

3.3.7 อุปกรณ์ป้องกันแรงกระแทกจากการชน

สำหรับโครงสร้างที่มีระยะห่างปลอดภัยแนวตั้งต่ำกว่าเกณฑ์ในข้อ 3.3.5 จำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการชน (impact protection devices) บนถนนทางลอด

การป้องกันนี้อาจอยู่ในรูปแบบของคานเหล็กรับแรงเสริม หรือคานคอนกรีตเชิงชาย โดยการออกแบบจะต้องช่วยลดแรงกระแทกที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างของถนนทางลอด เพื่อลดผลกระทบและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้าง

3.3.8 การระบายน้ำ (drainage)

1) ความชันของทางรถไฟตามแนวทางต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.2%

2) ออกแบบให้มีจุดระบายน้ำที่ปลายด้านใดด้านหนึ่งของโครงสร้าง แต่หากโครงสร้างมีความยาวมากควรกำหนดความชันให้สามารถระบายน้ำออกทางปลายทั้งสองด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) หากความชันตามยาวบนสันรางน้อยกว่า 0.2% สามารถปรับความลึกของหินโรยทางได้ตามความเหมาะสม

4) หากความยาวตามยาวมีลักษณะลาดช่วงเข้าสู่สะพาน จะต้องมียระบบระบายน้ำที่สามารถดักน้ำจากทางลาด เพื่อไม่ให้น้ำไหลลงสู่ตัวสะพาน

5) การระบายน้ำที่ไม่เพียงพออาจสร้างความเสียหายและส่งผลต่ออายุการใช้งานของโครงสร้างส่วนบนของสะพานได้ ดังนั้น ในการออกแบบระบบระบายน้ำสำหรับโครงสร้างสะพานที่ระบายน้ำจะต้องไม่ปล่อยน้ำลงสู่ส่วนประกอบอื่น ๆ ของสะพาน หรือไหลลงไปที่กระทบกับการสัญจรอยู่ใต้สะพาน

5) กรณีทางรถไฟแบบพื้นคอนกรีต พื้นคอนกรีตต้องมีความชันตามแนวขวางไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5

6) กรณีที่ระดับผิวจราจรของถนนทางลอดอยู่ต่ำกว่าระดับที่ระบายน้ำเดิม จำเป็นต้องติดตั้งระบบสูบน้ำเพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่ทางลอดอย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับสะพานข้ามทางรถไฟรูปตัวยู (u bridge)

การออกแบบสะพานข้ามทางรถไฟรูปตัวยู (u bridge) ข้ามทางรถไฟจำเป็นต้องพิจารณาการออกแบบทางเรขาคณิต (geometric design) เพื่อให้เกิดความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการจราจร เนื่องจากต้องมีการออกแบบโค้งราบและมีข้อจำกัดด้านพื้นที่เนื่องจากส่วนใหญ่มักต้องก่อสร้างในเขตทางรถไฟ

การออกแบบทางเรขาคณิตมีความสำคัญในการกำหนดความเร็วที่เหมาะสมบนสะพานข้ามทางรถไฟรพว รวมถึงส่วนทางขึ้น-ลง และทางโค้ง โดยพิจารณา ดังนี้

1) ความเร็วออกแบบ (design speed)

ให้กำหนดความเร็วออกแบบให้สอดคล้องกับชั้นทางตามมาตรฐานของกรมทางหลวง ซึ่งกำหนดความเร็วออกแบบตามประเภทของถนนแต่ละชั้นทาง โดยสะพานสะพานข้ามทางรถไฟรพวและทางขึ้น-ลง ควรออกแบบให้รองรับความเร็วออกแบบที่สอดคล้องกับถนนหลักที่เชื่อมต่อ เพื่อให้การเปลี่ยนความเร็วเป็นไปอย่างปลอดภัย

2) รัศมีโค้ง (curve radius) และการยกโค้ง (superelevation)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วออกแบบ (V) รัศมีโค้ง (R) การยกโค้ง (e) และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานด้านข้าง (f) เป็นไปตามสมการ

$$e+f = V^2/(127R)$$

โดยใช้ค่า e ตามที่กำหนดในข้อ 2.1.6 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบทางต่างระดับ โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วออกแบบกับรัศมีโค้งแสดงดังนี้

ตารางสัมพันธ์ระหว่างความเร็วออกแบบ (design speed) กับรัศมีโค้ง (radius)

design speed (km/h)	e (%)	f	total (e/100 + f)	calculated Radius (m)	radius (m)
30	6	0.28	0.34	20.8	21
40	6	0.23	0.29	43.4	43
60	6	0.17	0.23	123.2	123
70	6	0.15	0.21	183.7	184
80	6	0.14	0.2	252.0	252
90	6	0.13	0.19	335.7	336
100	6	0.12	0.18	437.4	437
110	6	0.11	0.17	560.4	560
120	6	0.09	0.15	755.9	756
30	10	0.28	0.38	18.6	19
40	10	0.23	0.33	38.2	38
60	10	0.17	0.27	105.0	105
70	10	0.15	0.25	154.3	154
80	10	0.14	0.24	210.0	210
90	10	0.13	0.23	277.3	277
100	10	0.12	0.22	357.9	358
110	10	0.11	0.21	453.7	454
120	10	0.09	0.19	596.8	597

กรมการขนส่งทางราง

514/1 ถนนลาดพร้าว แขวงคลองจั่น เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10300
โทร: 02 164 2607 โทรสาร: 02 164 2606
<https://www.drt.go.th>

