



กรมการขนส่งทางราง
Department of Rail Transport

มขร. – R – 003 -2565

ข้อกำหนดการออกแบบโครงสร้างสำหรับ
รถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (บพต.)
(Structural Requirements of Bogie
Container Flat Wagon)



กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง



514/T Lan Luang Road, Dusit,
Bangkok, Thailand 10300



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



Facebook/DRT.OfficialFanpage



มขร. – R – 003 – 2565

ข้อกำหนดการออกแบบโครงสร้างสำหรับรถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (บตต.) (Structural Requirement of Bogie Container Flat Wagon: BCF)

1.ทั่วไป

1.1 ขอบเขต

มาตรฐานฉบับนี้ระบุข้อกำหนดขั้นต่ำของโครงสร้างสำหรับรถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (บตต.) และได้อธิบายแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อโครงสร้างของ บตต. โดยได้ระบุวิธีการใช้งานมาตรฐานนี้ รวมถึงหลักการต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ

การตรวจสอบผลการออกแบบนี้ประกอบด้วย 2 วิธี ได้แก่ 1) การตรวจสอบผลการออกแบบตามขั้นตอนการออกแบบและการประเมิน บตต. ตามที่ได้ระบุใน มขร. – R – 001 – 2563 เหมาะสำหรับการตรวจสอบ Prototype ของ บตต. และ 2) การตรวจสอบผลการออกแบบที่ขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำกับ บตต. ที่ทำขึ้นจากเหล็ก โดยมีวิธีการทดสอบและเงื่อนไขให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ UIC เหมาะสำหรับการตรวจสอบเพื่อรับรถในแต่ละคัน (Routine Tests) จากกระบวนการผลิต

มาตรฐานฉบับนี้ใช้สำหรับออกแบบ บตต. ที่โครงสร้างต้องประกอบขึ้นจากเหล็กกล้าหรือวัสดุประเภทอื่น ๆ ด้วยวิธีการเชื่อมหรือข้อต่อทางกล หรือรถขนส่งทางรางมีวัตถุประสงค์ใกล้เคียงกันและมีน้ำหนักกดเพลตามักที่ผู้ใช้งานกำหนด

1.2 วัตถุประสงค์

มาตรฐานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางการในออกแบบโครงสร้างสำหรับรถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (บตต.) (Bogie Container Flat Wagon: BCF) หรือรถโบกี้บรรทุกที่มีวัตถุประสงค์เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้

1.3 มาตรฐานที่อ้างอิงถึง

1.3.1 EN 15663 Railway application – Definition of vehicle reference masses

1.3.2 มขร. – R – 001 – 2563 มาตรฐานการทดสอบรถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (Bogie Container Flat Wagon, BCF)

1.3.3 EN 13749 Railway applications - Wheelsets and bogies - Method of specifying the structural requirements of bogie frames

1.3.4 UIC 577 Wagon Stress

1.4 นิยาม

1.4.1 รถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (บตต.) หมายถึง รถขนส่งทางรางที่ใช้สำหรับขนส่งสินค้า ทำขบวนโดยใช้รถจักรลากเลื่อน โดยรถดังกล่าวถูกออกแบบเพื่อเน้นพื้นที่ในการบรรทุกสิ่งของที่ไม่ต้องการปกคลุม เช่น ตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น



1.4.2 โครงสร้างหรือโครงประธาน หมายถึง ส่วนที่รับน้ำหนักของสิ่งที่ยกและเป็นส่วนประกอบหลักของรถบรรทุกตู้สินค้า โครงสร้างดังกล่าวจะอยู่เหนือระบบป้องกันการสั่นสะเทือน รวมถึงอุปกรณ์อื่นที่เชื่อมต่ออยู่ด้วยกัน ซึ่งมีส่วนช่วยในด้านความแข็งแรง (Strength) ความแข็งแกร่ง (Stiffness) และเสถียรภาพ (Stability)

ข้อสังเกต : อุปกรณ์ทางกลและส่วนที่เกี่ยวข้องที่ติดอยู่กับโครงสร้างหรือโครงประธาน จะไม่ถูกพิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างหรือโครงประธานถึงแม้ว่าจะถูกยึดติดอยู่ก็ตาม

1.4.3 อุปกรณ์ยึดติดโครงสร้าง หมายถึง สลักเกลียวต่าง ๆ และโครงสร้างย่อยรับน้ำหนักบรรทุกหรือโครงที่ยึดติดกับโครงสร้างตัวรถ

2. ข้อกำหนดด้านโครงสร้าง

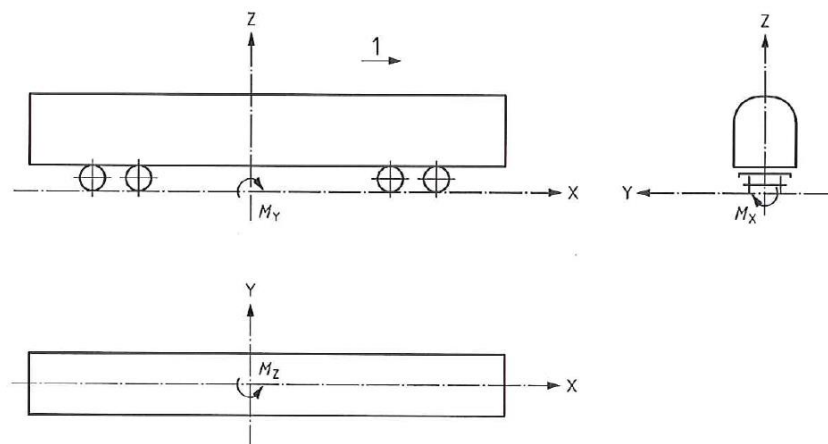
2.1 ทัวไป

โครงสร้างหรือโครงประธานจะต้องถูกออกแบบให้ทนต่อการรับน้ำหนักสูงสุดที่สอดคล้องกับการใช้งานตลอดอายุที่กำหนด โดยไม่เสียรูปทรงถาวรและเกิดการแตกหักของวัสดุ

พารามิเตอร์ที่กล่าวทั้งหมดในมาตรฐานฉบับนี้แสดงเป็นหน่วย SI และหน่วยที่แปลงมาจากหน่วย SI โดยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง g เท่ากับ -9.81 m/s^2

2.2 ระบบพิกัด

ระบบพิกัดที่ใช้ในมาตรฐานฉบับนี้แสดงในรูปที่ 1 โดยที่แกน X เป็นแกนตามแนวยาวของรถไฟ มีทิศทางบวกตามทิศการเคลื่อนที่ของตัวรถไฟ แกน Y เป็นแกนตามขวางของรถไฟ มีทิศทางบวกอยู่ในระนาบแนวนอน และแกน Z เป็นแกนแนวตั้งของรถไฟ มีทิศบวกอยู่ในทิศชี้ขึ้น โดยแกนทั้งสามจะเป็นไปตามกฎมือขวาของระบบพิกัดฉาก



รูปที่ 1 แสดงระบบพิกัดของรถขนส่งทางราง

- หมายเหตุ
- X ทิศทางตามแนวยาวของรถไฟ
 - Y ทิศทางตามแนวขวางของรถไฟ
 - Z ทิศทางตามแนวตั้งของรถไฟ
 - 1 ทิศทางการเดินทาง
 - M โมเมนต์

3. กรณีของแรงกระทำ

3.1 ทัวไป

นิยามแรงกระทำที่ระบุในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 5 จะถูกพิจารณาร่วมกับแรงกระทำเนื่องจากน้ำหนักของมวลที่เกิดขึ้นจากความเร่งในแนวตั้ง $1g$ ของมวล m_1

มวลต่าง ๆ ของยานพาหนะที่ใช้ในการกำหนดการออกแบบมวลถูกระบุตามตารางที่ 1
ตารางที่ 1 คำนิยามมวลที่ใช้ในการออกแบบ

นิยาม	เครื่องหมาย	คำอธิบาย
การออกแบบมวลของตัวรถในสถานะที่ใช้งาน (Underframe Mass)	m_1	การออกแบบมวลของโครงประธานในสถานะใช้งานตามมาตรฐาน EN 15663 โดยไม่รวมมวลแคร่
การออกแบบมวลของแคร่หรือชุดขับเคลื่อน (Bogie Mass)	m_2	มวลของอุปกรณ์ช่วงล่างรวมถึงชุดระบบกันสะเทือนที่ซึ่งมวลของการเชื่อมต่อตัวรถกับแคร่หรือชุดขับเคลื่อนนั้น m_1 และ m_2 ถูกนำมารวมกัน
การออกแบบมวลที่ใช้บรรทุกปกติ	m_3	มวลบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบตามมาตรฐาน EN 15663

หมายเหตุ สำหรับรถขนส่งสินค้า น้ำหนักบรรทุกพิเศษกับน้ำหนักบรรทุกปกติที่ใช้ในการออกแบบมีค่าเท่ากัน (m_3)

ในกรณีที่มีแรงกระทำในลักษณะของแรงที่กระจายทั่วทั้งโครงสร้าง บพต. แรงกระทำเหล่านั้นจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์และทดสอบในลักษณะที่แสดงถึงเงื่อนไขของแรงที่เกิดขึ้นจริง เพื่อที่จะทำให้เกิดความแม่นยำและเหมาะสมกับการใช้งานของโครงสร้าง

3.2 แรงสถิตที่กระทำตามแนวยาวสำหรับรถขนส่งทางรางที่กันชน (บัฟเฟอร์) และ/หรือบริเวณขอฟ่วง

แรงสถิตที่กระทำตามแนวยาวสำหรับรถขนส่งทางรางที่กันชน (บัฟเฟอร์) และ/หรือบริเวณขอฟ่วงให้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รูปแบบกระทำตามแกน x สำหรับรถขนส่งทางรางที่กันชน (บัฟเฟอร์) และ/หรือบริเวณขอฟ่วง

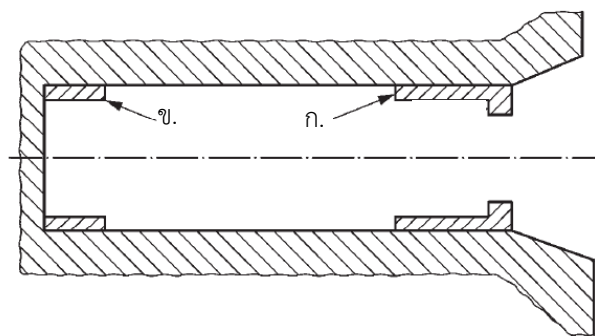
กรณีของแรง	แรงที่กระทำต่อโครงสร้าง (กิโลนิวตัน)
1. แรงกระทำตามแกน x แบบกดที่ระดับความสูงของขอฟ่วง	2000 ^a
2. แรงกระทำตามแกน x แบบกดในแนวทแยงมุมที่ตำแหน่งกันชน (บัฟเฟอร์) และ/หรือขอฟ่วง (ถ้าติดตั้งกันชนด้านข้างที่ปลายด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน)	400 ^b
3. แรงกระทำตามแกน x แบบดึงที่บริเวณขอฟ่วง	1500 ^c
หมายเหตุ : a แรงอัดที่กระทำต่อจุด ข. ของ draw Gear ตามรูปที่ 4 b การต่อขอฟ่วง บพต. ด้วย Drawbar ตำแหน่งของแรงที่กระทำในแนวทแยงมุมที่ตำแหน่งกันชนให้เป็นไปตามรูปที่ 2 และการต่อขอฟ่วง บพต. ด้วย Diagonal Buffer ตำแหน่งของแรงที่กระทำในแนวทแยงมุมที่ตำแหน่งกันชนให้เป็นไปตามรูปที่ 3 c แรงดึงขนาด 1500 กิโลนิวตัน กระทำที่จุดหยุด Draw Gear “ก.” ในกรณีที่มีการใช้ Draw Gear ดังรูปที่ 4	



รูปที่ 2 แสดงการต่อพ่วงรถขนส่งทางรางด้วย Draw Bar



รูปที่ 3 แสดงแรงกดที่กระทำรถขนส่งทางรางด้วย Diagonal Buffers



รูปที่ 4 Draw Gear Stop

3.3 แรงกระทำตามแกน Z สำหรับรถขนส่งทางราง

3.3.1 แรงกระทำแนวตั้งที่มากที่สุดในการใช้งานตามที่ระบุในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แรงกระทำตามแกน Z ที่มากที่สุดในการใช้งาน

แรงในหน่วยนิวตัน

$1.3 \times g \times (m_1 + m_3)$
ถ้ามีการกำหนดแรงสูงสุดในภาวะที่ใช้งานที่มากกว่าค่าข้างต้น ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากพฤติกรรมทางพลวัตหรือเงื่อนไขการบรรทุก ค่าอื่น ๆ จะต้องถูกระบุไว้ในคุณลักษณะเฉพาะ

3.3.2 แรงสำหรับการยกและการดัน

แรงสำหรับการยกและการดันตามสมการที่ระบุตามตารางที่ 4 ใช้สำหรับรถไฟ 1 คัน ที่มี 2 แคร่ ซึ่งสามารถใช้หลักการเดียวกันนี้ในรถไฟขนส่งสินค้าที่มีระบบช่วงล่างแบบอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน

ในบางกรณี มวลที่ถูกยกไม่ได้รวมน้ำหนักบรรทุกเต็มพิกัดหรือแคร่เข้าไปด้วย ค่า m_2 และ m_3 ตามตารางที่ 4 จะมีค่าเป็นศูนย์หรือให้ใช้ค่าตามที่กำหนด

**ตารางที่ 4** แรงสำหรับการยกและการดัน

กรณีของแรง	แรงที่กระทำต่อโครงสร้าง (นิวตัน)
1. การยกและการดันที่ปลายด้านหนึ่งของรถขนส่งทางรางที่ตำแหน่งจุดยกที่กำหนด	$1.0 \times g \times (m_1 + m_2 + m_3)$
2. การยกและการดันรถขนส่งทางรางทั้งคันที่ตำแหน่งจุดยกที่กำหนด	$1.0 \times g \times (m_1 + 2 \times m_2 + m_3)$
หมายเหตุ : อีกปลายด้านหนึ่งของรถจะต้องถูกติดตั้งเหมือนกับเงื่อนไขในการทำงานปกติ	

สำหรับการยกและดันโดยใช้แม่แรงแบบเลื่อน (Displaced Support) การใช้แรงตามที่ระบุข้างต้นสำหรับการยกและดันทั้งคัน จะต้องระวังไม่ให้จุดใดจุดหนึ่งที่ยกในแนวตั้งนั้น มีความแตกต่างของการกระจัดในแนวตั้งที่จุดยกต่างกันไม่เกิน 10 มิลลิเมตร เทียบกับระดับที่ต่ำที่สุดของแนวระนาบของจุดยก 3 จุดที่เหลือ หากจำเป็นต้องระบุค่านี้ให้สูงขึ้นต้องระบุเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนด

3.3.3 การรวมกันของกรณีของแรงกระทำสถิตสำหรับตัวรถขนส่งทางราง

เพื่อที่จะทำให้รถขนส่งทางรางมีความแข็งแรง การรวมกันของแรงสถิตเนื่องจากน้ำหนักที่น้อยที่สุดจะต้องเป็นไปตามที่ระบุในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการรวมกันของแรงสถิตเนื่องจากน้ำหนักสำหรับตัวรถขนส่งทางราง

การซ้อนทับกันของน้ำหนัก	ค่าที่ใช้
แรงกระทำแนวนอนแบบกดและน้ำหนักตามแนวตั้ง	ตารางที่ 2 ^a และ $g \times 1.3 \times (m_1 + m_3)$
แรงกระทำแนวนอนแบบกดและน้ำหนักแนวตั้งที่น้อยที่สุด	ตารางที่ 2 ^a และ $g \times m_1$
แรงกระทำแนวนอนแบบดึงและน้ำหนักตามแนวตั้ง	ตารางที่ 2 ^b และ $g \times 1.3 \times (m_1 + m_3)$
แรงกระทำแนวนอนแบบดึงและน้ำหนักตามแนวตั้งที่น้อยที่สุด	ตารางที่ 2 ^b และ $g \times m_1$
หมายเหตุ : a กรณีของแรง 1 และ 2 b กรณีของแรง 3	

3.4 แรงกระทำสถิตที่บริเวณรอยต่อเพื่อใช้ในการออกแบบ**3.4.1 กรณีแรงกระทำที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างโครงสร้างกับแคร่**

รอยต่อต่อโครงสร้าง บพต. กับแคร่จะต้องมีความคงทนต่อแรงกระทำตามหัวข้อ 3.3.1 (แรงกระทำแนวตั้งที่มากที่สุดในการใช้งาน) และ 3.3.2 (แรงสำหรับการยกและการดัน)

รอยต่อต่อโครงสร้าง บพต. กับแคร่จะต้องคงทนต่อแรงในกรณีเหล่านี้ด้วย โดยในแต่ละกรณีต้องรวมกับน้ำหนักของตัว บพต. (มวล m_1) โดยแรงเหล่านั้น ได้แก่

- ความเร่งสูงสุดของแคร่ในทิศทาง x ซึ่งอ้างอิงตามตารางที่ 6
- แรงด้านข้างที่กระทำกับแต่ละแคร่ซึ่งสอดคล้องกับแรงตามขวางตามที่กำหนด

ใน EN 13749 หรือแรงที่เกิดจากมวล m_2 ที่เกิดจากความเร่ง $1g$ โดยให้ใช้ค่ามากกว่า

3.4.2 กรณีแรงกระทำสำหรับอุปกรณ์ที่ยึดติดโครงสร้าง

การคำนวณหาแรงในแต่ละแกนที่กระทำบนตัวยึดเหนี่ยวระหว่างการใช้งานของรถมวลของชิ้นส่วนดังกล่าวจะต้องโดนคูณด้วยค่าความเร่งในแต่ละแกนตามที่ระบุในตารางที่ 6 ทั้งนี้ แรงที่เกิดจากความเร่งในแนวแกน X และ Y จะต้องรวมกับน้ำหนักสูงสุดของอุปกรณ์ที่ยึดติดโครงสร้าง และแรงที่เกิดจาก

ความเร่งตามแนวแกน Z จะรวมเฉพาะน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ยึดติด (Dead Weight) ถ้ามวลของอุปกรณ์หรือวิธีการยึดติดอุปกรณ์นั้น ๆ มีผลกระทบต่อพฤติกรรมทางพลวัตของ บพด. ควรนำหลักการระบุค่าความเร่งที่เหมาะสมจึงมาปรับใช้เพื่อตรวจสอบหรือพิจารณา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการขนส่งตู้บรรทุกสินค้าซึ่งได้รับผลกระทบของลมตามแนวขวางที่กระทำต่อตู้บรรทุกสินค้า

ตารางที่ 6 ความเร่งตามแนวแกน X Y และ Z สำหรับแรงกระทำสถิตที่บริเวณรอยต่อ

ความเร่งในหน่วย m/s^2

กรณี	ความเร่ง
1. ความเร่งตามแกน X	$\pm 5 \times g$
2. ความเร่งตามแกน Y	$\pm 1 \times g$
3. ความเร่งตามแกน Z	$(1 \pm C) \times g$ C = 2 ที่ปลายตัวรถ และลดลงแบบเชิงเส้นจนมีค่า 0.5 ที่กึ่งกลางตัวรถ

3.5 กรณีแรงกระทำที่ทำให้เกิดความล่าเพื่อใช้ในการออกแบบ

3.5.1 แรงกระทำที่เกิดจากโครงสร้างทาง

ตารางที่ 7 แสดงค่าความเร่งตามแกน x และแกน Z เหมาะสำหรับการกำหนดขีดจำกัดความทนทานสำหรับการออกแบบและประเมินของรถบรรทุกตู้สินค้าที่สอดคล้องกับการเดินรถในยุโรป

ตารางที่ 7 ความเร่งตามแนวแกนเพื่อใช้ในการกำหนดแรงกระทำจากโครงสร้างทางที่ทำให้เกิดความล่า

ความเร่งในหน่วย m/s^2

กรณี	ความเร่ง
ความเร่งตามแกน Y	$\pm 0.2 \times g$
ความเร่งตามแกน Z	$(1 \pm 0.3) \times g^{ab}$
หมายเหตุ a สำหรับ บพด. ที่มีระบบป้องกันการสั่นสะเทือนสองชั้น (primary and Secondary suspension) ให้ใช้ $(1 \pm 0.25) \times g$ b สามารถใช้ค่าที่สูงกว่าที่ระบุได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบของพลวัต แต่ต้องระบุในคุณสมบัติเฉพาะ	

3.5.2 แรงกระทำที่เกิดที่ผิวรอยต่อของอุปกรณ์ยึดติดโครงสร้าง

อุปกรณ์ยึดติดโครงสร้างจะต้องมีความคงทนต่อแรงกระทำต่าง ๆ ที่เกิดจากความเร่งเนื่องจากพฤติกรรมทางพลวัตของ บพด. และแรงกระทำต่าง ๆ จากการใช้งานซึ่งเป็นผลจากตัวอุปกรณ์เอง โดยมีระดับของความเร่งมีการระบุอยู่ในหัวข้อที่ 3.5.1 ในส่วนของการเดินรถทั่วไปในยุโรป ระดับความเร่งของอุปกรณ์ยึดติดโครงสร้างจะมีค่าตามที่ระบุในตารางที่ 8 โดยมีขีดจำกัดความทนทาน 10^7 รอบ ในแต่ละแกน

ตารางที่ 8 ความเร่งตามแกนกรณีแรงกระทำที่เกิดจากอุปกรณ์ยึดติดโครงสร้างที่ทำให้เกิดความล่า

ความเร่งในหน่วย m/s^2

กรณี	ความเร่ง
1. ความเร่งตามแกน X	$\pm 0.3 \times g$
2. ความเร่งตามแกน Y	$\pm 0.4 \times g^a$
3. ความเร่งตามแกน Z	$(1 \pm 0.4) \times g^a$
หมายเหตุ a สำหรับรถขนส่งสินค้าทางรางที่มีระบบป้องกันการสั่นสะเทือนสองชั้น (primary and Secondary suspension) ให้ใช้ $(1 \pm 0.25) \times g$	



4. การตรวจสอบการออกแบบ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการออกแบบของโครงสร้าง บตด. ว่าสามารถทนทานต่อการบรรทุกด้วยน้ำหนักสูงสุด ซึ่งต้องมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดในการทำงานและอายุการใช้งานภายใต้สภาวะการทำงานที่เป็นปกติ โดยใช้วิธีการคำนวณ หรือการทดสอบหรือทั้งสองอย่าง ซึ่งโครงสร้างโดยรวมทั้งหมดและองค์ประกอบอื่น ๆ จะต้องไม่เกิดการเสียรูปทรงหรือการแตกหักภายใต้การออกแบบแรงกระทำต่าง ๆ ตามที่กำหนด การตรวจสอบความถูกต้องขึ้นอยู่กับลักษณะเบื้องต้นของการออกแบบและการเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงแนวทางการดำเนินการตรวจสอบสมรรถนะของโครงสร้างรถขนส่งทางรางตามมาตรฐาน EN 12663

รูปแบบการดำเนินการกับโครงสร้างรถ	การวิเคราะห์โครงสร้างทั้งหมด	การวิเคราะห์เปรียบเทียบโครงสร้างในภาพรวมหรือเฉพาะบางจุด	การทดสอบตามที่มาตรฐานนี้	การทดสอบการล้า และ/หรือ การทดสอบเพื่อนำไปใช้งาน
การออกแบบใหม่	N/A	N/A	ดำเนินการ	ทดสอบต่อเมื่อการวิเคราะห์อื่นไม่เพียงพอต่อการประเมินความปลอดภัย
มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ และ/หรือ มีการใช้งานแบบใหม่	ไม่ดำเนินการ	ดำเนินการ	ไม่ทดสอบ หรือลดรูปแบบการทดสอบ	ทดสอบต่อเมื่อการวิเคราะห์อื่นไม่เพียงพอต่อการประเมินความปลอดภัย
การออกแบบและการใช้งานเหมือนเดิม				
มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ โดยมีรูปแบบการใช้งานเหมือนเดิม	ไม่ดำเนินการ	ดำเนินการ	ไม่ทดสอบ หรือลดรูปแบบการทดสอบ	ไม่ดำเนินการ

หมายเหตุ : การออกแบบใหม่คือ ตัวรถ หรือองค์ประกอบ ที่มีการสร้างขึ้นใหม่และมีรูปแบบแตกต่างจากโครงสร้างอื่น ๆ ที่มีอยู่เดิม
การเปลี่ยนแปลงการออกแบบ คือ การนำรูปแบบโครงสร้างเดิมที่มีอยู่แล้วนำมาดัดแปลงและออกแบบใหม่
N/A คือ ตามดุลยพินิจของผู้ใช้งานรถ บตด.

4.1 โปรแกรมการทดสอบโครงสร้าง บตด. สำหรับการออกแบบใหม่

4.1.1 การทดสอบตามมาตรฐาน

สำหรับ บตด. ที่โครงประธานประกอบขึ้นจากเหล็กกล้าหรือวัสดุประเภทอื่น ๆ ด้วยวิธีการเชื่อมหรือข้อต่อทางกล โดยรถบรรทุกตู้สินค้าหรือรถโบกี้บรรทุกที่มีวัตถุประสงค์ใกล้เคียงกันมีน้ำหนักดเพล่าไม่เกิน 20 ตัน และรถโบกี้บรรทุกตู้สินค้าดังกล่าวจะต้องมีประเภทของการบรรทุก ดังนี้

- 1) ตู้บรรทุกสินค้าขนาด 20 ฟุต จำนวน 2 ตู้ พร้อมกับมีอุปกรณ์ยึดตู้สินค้า (Twist Lock)
- 2) ตู้บรรทุกสินค้าขนาด 40 ฟุต วางที่ตำแหน่งบริเวณกึ่งกลางของรถไฟบรรทุกตู้สินค้า จำนวน 1 ตู้

พร้อมกับมีอุปกรณ์ยึดตู้สินค้า (Twist Lock)



3) ตู้บรรทุกสินค้าขนาด 20 ฟุต วางที่ตำแหน่งบริเวณกึ่งกลางของรถไฟบรรทุกตู้สินค้า จำนวน 1 ตู้ พร้อมกับมีอุปกรณ์ยึดตู้สินค้า (Twist Lock)

4) การบรรทุกรูปแบบอื่น ๆ ที่มีวัตถุประสงค์เป็นไปตามของผู้ใช้
ให้ดำเนินการทดสอบตาม มขร. – R – 001 -2563

4.1.2 การทดสอบความล้า

การทดสอบความล้าแบบไดนามิกที่เกิดกับโครงสร้างของ บตด. แบบเต็มรูปแบบในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้ยาก แต่ในบางกรณีจะทดสอบความล้ากับโครงสร้างเฉพาะของ บตด. เพื่อทดสอบความแข็งแรงของความล้าว่าเพียงพอหรือไม่อาจจะเหมาะสมกว่าหากการทดสอบที่ระบุตามมาตรฐาน มขร. – R – 001 -2563 ไม่เพียงพอต่อความปลอดภัย

4.1.3 การทดสอบการให้บริการ

การทดสอบวิ่งบนสายทางจริงมีจุดประสงค์คือเพื่อวัดค่าความเค้นในการใช้งานและตรวจสอบสมรรถนะของ บตด. เพื่อประเมินความแข็งแรงต่อการล้า ในกรณีการทดสอบที่ระบุในมาตรฐาน มขร. – R – 001 – 2563 ไม่เพียงพอต่อการประเมินความปลอดภัย อุปกรณ์การวัด (สเตรนเกจ) จะต้องถูกติดตั้งในตำแหน่งสำคัญของ บตด. (ที่มีการบรรทุกน้ำหนักออกแบบปกติ (m_3)) เพื่อเก็บข้อมูลการตอบสนองของโครงสร้างต่อเงื่อนไขการให้บริการ โดยที่ตำแหน่งเหล่านั้นจะต้องครอบคลุมบริเวณที่มีความวิกฤตตามผลของการวิเคราะห์โครงสร้างและ/หรือการทดสอบสถิต

การดำเนินการในขั้นนี้จะเป็นการดำเนินการในขั้นสุดท้ายเพื่อจะพิสูจน์ว่า บตด. ดังกล่าวมีความปลอดภัยและสามารถใช้ในการให้บริการได้

4.2 โปรแกรมการทดสอบสำหรับการเปลี่ยนแปลงการออกแบบของโครงสร้าง บตด.

4.2.1 ทั่วไป

ถ้าโครงสร้าง บตด. ใหม่ได้ถูกพัฒนามาจากการออกแบบที่ถูกตรวจสอบแล้วก่อนหน้านี้ การทดสอบอาจจะลดการทดสอบลงได้ ดังนี้

4.2.2 การวิเคราะห์โครงสร้าง

ในกรณีของตัว บตด. ใหม่ที่มีการพัฒนามาจากการออกแบบก่อนหน้านี้ได้แสดงให้เห็นถึงความปลอดภัยและเงื่อนไขการให้บริการแบบเดียวกันมาแล้ว ข้อมูลการทดสอบก่อนหน้านี้จะนำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับกรณีวิเคราะห์โครงสร้างของรถขนส่งทางรางที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ ส่วนของ บตด. ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญจะต้องมีการวิเคราะห์ใหม่ โดยที่แรงกระทำกับ บตด. ยังคงเดิมและความเค้นจะต้องต่ำกว่าระดับที่กำหนด ซึ่งการวิเคราะห์โครงสร้างเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอที่จะยอมรับการพัฒนานั้นได้

4.2.3 การทดสอบ

4.2.3.1 ทั่วไป

ควรจัดให้มีการดำเนินการทดสอบในกรณีที่ไม่สามารถตรวจสอบ/ประเมินการออกแบบโครงสร้างตามวิธีใน 4.2.2



4.2.3.2 การทดสอบที่ได้ระบุไว้ใน มาตรฐาน มขร. – R – 001 – 2563

จะต้องดำเนินการทดสอบโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้าง บตด. และแรงกระทำที่เกี่ยวข้อง

4.2.3.3 การทดสอบความล้า

การทดสอบความล้าจะต้องถูกดำเนินการตามที่ระบุใน 4.1.2

4.2.3.4 การทดสอบการให้บริการ

ในกรณีที่การวิเคราะห์โครงสร้างหรือทดสอบแบบสถิติที่ไม่เป็นไปตามที่ระบุในมาตรฐานนี้ และ มขร. – R – 001 – 2563 และการใช้งานบนเส้นทางใหม่มีแรงกระทำต่อโครงสร้าง บตด. ที่แตกต่างจากกรณีของแรงกระทำอย่างมีนัยสำคัญ สามารถใช้การทดสอบบริการบนทางวิ่งจริงเพื่อวัดความเค้นและตรวจสอบความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ได้ โดยอาจลดจำนวนของสเตรนเกจลงได้เพื่อใช้เปรียบเทียบกับการวัดของการออกแบบเดิม

อ้างอิงการวัดค่าต่างๆ ของการออกแบบเหล่านี้ การประเมินความแข็งแรงต่อความล้าจากการวัดในตำแหน่งและพื้นที่ที่มีค่าวิกฤตจะต้องถูกทดสอบเป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อพิสูจน์ว่าการออกแบบดังกล่าวมีความปลอดภัยและพร้อมให้บริการได้



บรรณานุกรม

- [1] EN 12663 - 1: 2010 Railway application – Structural requirements of railway vehicle bodies Part 1: Locomotives and passenger rolling stock (and alternative method for freight wagons)
- [2] BS - EN 12663 - 2: 2010 Railway application – Structural requirements of railway vehicle bodies Part 2: Freight wagon
- [3] มาตรฐาน วสท. 012036-20 มาตรฐานตู้รถไฟ/ตู้รถไฟสำหรับประเทศไทย ส่วนที่ 1 ตู้รถโดยสาร