สารบัญ

บทที่ 1
ความรู้เกี่ยวกับเครนและอุปกรณ์ยกแบบอื่นๆ

1 คุณสมบัติของคนดูแลสลิง (หน้า 1) 3
2 ภาพรวมของเครน (หน้า 2) 4
3 การเคลื่อนที่ของเครน (หน้า 3) 5
4 คำศัพท์ทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับเครน (หน้า 6) 8

บทที่ 2
ความรู้เกี่ยวกับไดนามิกที่จำเป็นสำหรับการขึงสลิงน้ำหนักบรรทุกของเครน

1 หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับแรง (หน้า 35) 12
2 น้ำหนักและจุดศูนย์ถ่วง (หน้า 43) 17
3 การเคลื่อนที่ (หน้า 48) 21
4 บล็อกรอก (หน้า 53) 24
5 น้ำหนักบรรทุก แรงกดดัน ความแข็งแรงของวัสดุ (หน้า 56) 27
6 ความแข็งแรงของลวดสลิง โซ่และอุปกรณ์สลิงอื่นๆ (หน้า 60) 31

บทที่ 3
วิธีเลือกและใช้อุปกรณ์สลิง

1 ลวดสลิง (หน้า 67) 36
2 โซ่ (หน้า 87) 45
3 เชือกไฟเบอร์ (หน้า 89) 46
4 อุปกรณ์สลิงอื่นๆ (หน้า 97) 49
5 การตรวจสภาพอุปกรณ์สลิง (หน้า 106) 59

หมายเลขรูปภาพ หมายเลขตารางและหมายเลขหน้าในเครื่องหมายวงเล็บหมายถึงตำราเรียนเล่มอื่น (ภาษาญี่ปุ่น)

บทที่ 4
การขึงสลิงและวิธีการส่งสัญญาณ

1 ขั้นตอนการขึงสลิงขั้นพื้นฐาน (หน้า 119) 68
2 ลำดับการเลือกอุปกรณ์สลิง (หน้า 123) 72
3 ข้อควรระวังโดยทั่วไปสำหรับการขึงสลิง (หน้า 124) 73
4 วิธีการขึงสลิงด้วยลวดสลิง (หน้า 126) 76
5 วิธีการขึงสลิงด้วยสลิงโซ่ (หน้า 136) 78
6 วิธีการส่งสัญญาณ (หน้า 137) 78

บทที่ 5
วิธีการขึงสลิงที่เหมาะสม

1 ขั้นตอนการขึงสลิง (หน้า 149) 80

บทที่ 6
กฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

1 กฎหมายความปลอดภัยเชิงอุตสาหกรรมและสุขภาพ 100
2 กฎการบังคับใช้ของกฎหมายความปลอดภัยเชิงอุตสาหกรรมและสุขภาพ 100
3 พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน 101

บทที่ 1

ความรู้เกี่ยวกับเครนและอุปกรณ์ยกแบบอื่นๆ

การขึงสลิงคือวิธีการทำงานเพื่อยึดน้ำหนักบรรทุกให้มั่นคง หรือการใช้อุปกรณ์สลิงเพื่อยกน้ำหนักบรรทุกออกจากอุปกรณ์ชักรอก

1 คุณสมบัติของคนดูแลสลิง (หน้า 1)

กฎหมายกำหนดให้ผู้ที่ทำหน้าที่ชักรอกสิ่งของด้วยเครน โมบายเครน เดอร์ริคหรือรอกส่งของต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้ โดยพิจารณาจากน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่เครื่องยกสามารถยกได้:

ตาราง 1-1 คุณสมบัติของคนดูแลสลิง

ประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์	น้ำหนักการยกหรือพิกัดน้ำหนัก	
	1 ตันขึ้นไป	**ไม่ถึง 1 ตัน**
เครน โมบายเครน เดอร์ริค รอกส่งของ	• ผู้ที่จบหลักสูตรการฝึกอบรมทักษะการขึงสลิง • ผู้ที่จบหลักสูตรการฝึกอบรมพิเศษ *1 • ผู้ที่ได้รับการอนุมัติจากกระทรวงสุขภาพแรงงานและสวัสดิการ*2	• ผู้ที่จบหลักสูตรการฝึกอบรมทักษะการขึงสลิง • ผู้ที่จบหลักสูตรการฝึกอบรมพิเศษ*1 • ผู้ที่ได้รับการอนุมัติจากกระทรวงสุขภาพแรงงานและสวัสดิการ*2 • ผู้ที่สำเร็จการศึกษาพิเศษด้านงานสลิง

*1: ผู้ที่สำเร็จหลักสูตรการฝึกอบรมคนดูแลสลิงที่รวมอยู่ในรายการหลักสูตรการฝึกอบรมในตารางภาคผนวก 4 ของการบังคับใช้กฎระเบียบด้านการพัฒนาทรัพยากรบุคคลและการสนับสนุน

*2: บุคคลที่สำเร็จหลักสูตรการฝึกอบรมด้านการทำงานของเครนตามที่อธิบายไว้ในกฎระเบียบด้านการพัฒนาทรัพยากรบุคคลและการสนับสนุน

2 ภาพรวมของเครน (หน้า 2)

2.1 คำจำกัดความของเครน (หน้า 2)

เครน

"เครน" หมายถึงอุปกรณ์ทางกลที่ออกแบบมาเพื่อใช้กำลังยกน้ำหนักบรรทุก และเคลื่อนย้ายน้ำหนักบรรทุกที่ยกไว้แล้วในแนวนอน ซึ่งในที่นี้ไม่ใช่โมบายเครน เดอร์ริคและรอกส่งของ ดังนั้น เครนจึงไม่ได้รวมอุปกรณ์ทางกลใดๆ ที่ทำหน้าที่เพียงการยกอย่างเดียว แต่เครนจะรวมอุปกรณ์ทางกลที่ทำหน้าที่ยกสินค้าด้วยกำลังแม้จะเป็นการออกแรงของคนงานเพื่อลำเลียงสินค้าที่ยกแล้วไปในแนวนอน

โมบายเครน

"โมบายเครน" หมายถึงหนึ่งในเครนต่างๆ เหล่านี้ที่มีมอเตอร์ภายในเครื่องเพื่อขับเคลื่อนเครนไปยังพื้นที่ที่ไม่ได้ระบุ

เดอร์ริค

เดอร์ริคคืออุปกรณ์ทางกลที่ออกแบบมาเพื่อยกสินค้าด้วยแรงเครื่องกล มีเสายกหรือบูม และทำงานได้ด้วยลวดสลิงที่ติดตั้งมอเตอร์ไว้แยกต่างหาก

รอกส่งของ

รอกส่งของคืออุปกรณ์ทางกลที่ติดตั้งเข้ากับเรือเพื่อลำเลียงสินค้าขึ้นหรือลงเรือ หรือขยับสินค้าที่มีอยู่

3 การเคลื่อนที่ของเครน (หน้า 3)

เครนเคลื่อนที่ในลักษณะต่อไปนี้ขณะที่ยกน้ำหนักบรรทุกและเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ที่ต้องการ

3.1 การยกขึ้นและการลดลง

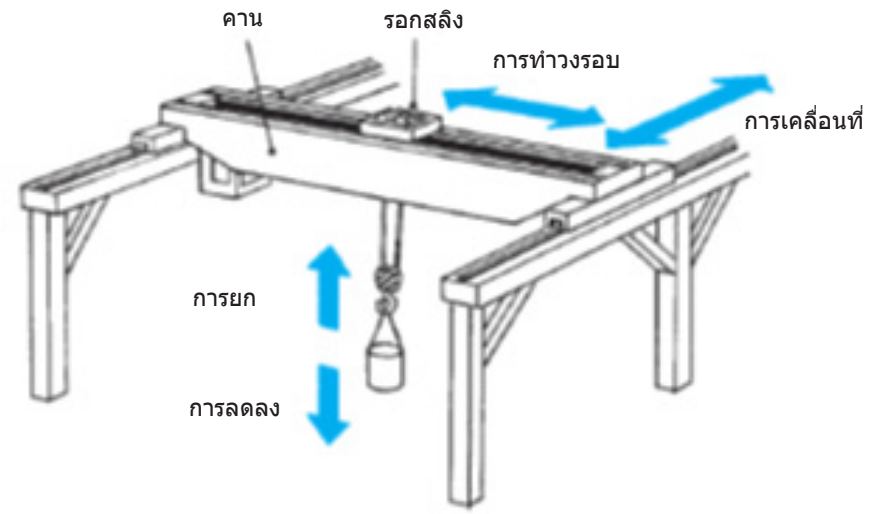
การยกขึ้นหมายถึงการเคลื่อนที่ของเครนเพื่อย้ายน้ำหนักบรรทุกขึ้น และการลดลงคือการเคลื่อนที่ในทิศทางย้อนกลับเพื่อลดน้ำหนักบรรทุกลง

3.2 การทำวงรอบ

การทำวงรอบคือการเคลื่อนที่ของเครนเพื่อเลื่อนรอกสลิง (หรือรอก) ไปตามคานของเครนเหนือศีรษะ/บริดจ์เครน เสาตั้งแนวนอนของเครนแบบบูมราบ หรือเชือกของเคเบิลเครน ดูรูปภาพ 1-1

3.3 การเคลื่อนที่

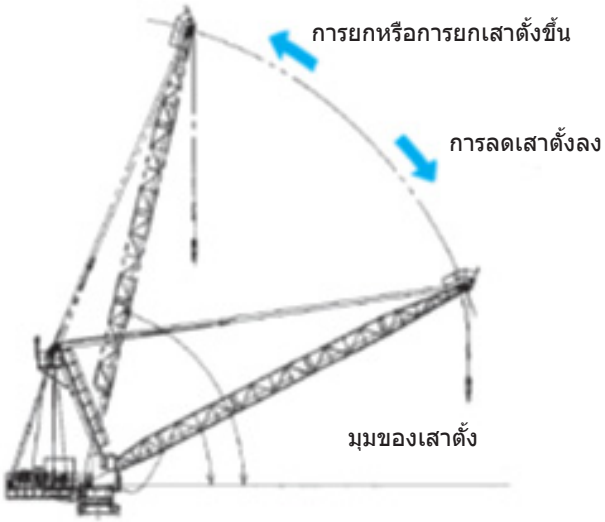
การเคลื่อนที่หมายถึงการเคลื่อนตัวของทั้งเครน เช่น คาน เสาตั้ง และหอคอยบนรางเลื่อนหรือทางวิ่ง ดูรูปภาพ 1-1



รูปภาพ 1-1 การยกขึ้น การลดลง การทำวงรอบ การเคลื่อนที่

3.4 การยกบูมขึ้นหรือลง

การยกบูมขึ้นหรือลงคือการเลื่อนขึ้น/ลงของเสาตั้งหรือบูมจากส่วนปลายสุด

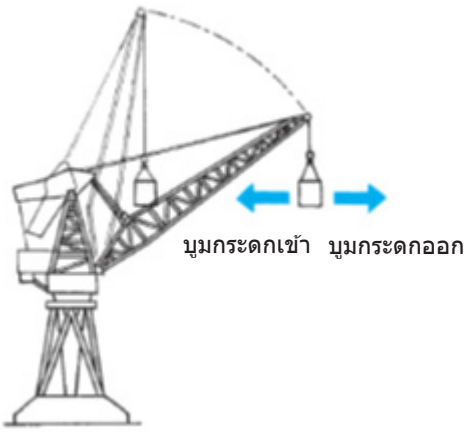


รูปภาพ 1-2 การยกบูมขึ้นหรือลง

การเคลื่อนที่ของเสาตั้งในทิศทางที่เพิ่มมุมของเสาตั้ง (มุมระหว่างเส้นกึ่งกลางของเสาตั้งและระนาบในแนวนอน) เรียกว่า "การยกหรือการเลื่อนเสาตั้งขึ้น" ขณะที่การเลื่อนสู่มุมของเสาตั้งที่เล็กน้อยเรียกว่า "การลดลงของเสาตั้ง" เครนแบบเสาตั้งโดยทั่วไปเมื่อมีการยกบูมขึ้นหรือลงแล้ว จะทำให้น้ำหนักบรรทุกเลื่อนขึ้นหรือลงด้วย

มีการปรับปรุงโครงสร้างเพื่อป้องกันไม่ให้เครนประเภทนี้ขยับโดยไม่จำเป็น เพื่อให้สามารถรักษาน้ำหนักบรรทุกไว้ ณ ระดับความสูงที่กำหนด และเลื่อนตัวในแนวนอนในระหว่างการยกบูมขึ้นหรือลง การปรับปรุงการเคลื่อนตัวในลักษณะนี้เรียกว่า "แขนกระดกปรับระดับ" "บูมกระดกเข้า" หมายถึงการเคลื่อนที่ของน้ำหนักบรรทุกไปยังเสาตั้ง และ "บูมกระดกออก" หมายถึงการเคลื่อนที่ของน้ำหนักบรรทุกออกจากเสาตั้ง

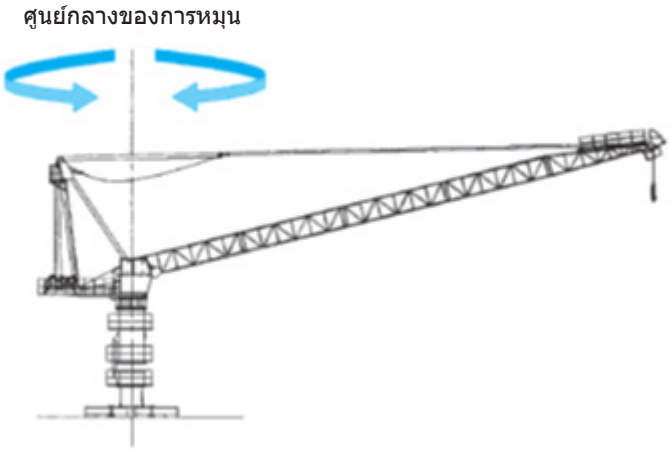
แขนกระดกปรับระดับไม่ได้รวมถึงการเคลื่อนที่ในทิศทางเลื่อนขึ้นหรือเลื่อนลงของน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นไว้แล้ว ที่อาจรวมอยู่ในขั้นตอนการยกบูมขึ้นหรือลงในเครนแบบเสาตั้ง



รูปภาพ 1-3 แขนกระดกปรับระดับ

3.5 การแกว่ง

"การแกว่ง" หมายถึงการหมุนของเสาตั้งหรือส่วนประกอบอื่นๆ ที่คล้ายกันของเครนแบบเสาตั้ง/โมบายเครน โดยจุดศูนย์กลางของการหมุนคือแกน



รูปภาพ 1-4 การแกว่ง

3.6 การเคลื่อนที่แบบเทเลสโคปิค

การเคลื่อนที่นี้คือการเคลื่อนที่ของเครนเพื่อเปลี่ยนความยาวของเสาตั้ง

การเพิ่มความยาวของเสาตั้งเรียกว่า "การยืดออก" และการลดความยาวของเสาตั้งเรียกว่า "การหดเข้า" (ดูรูปภาพ 1-7: หน้า 6)

4 คำศัพท์ทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับเครน (หน้า 6)

4.1 น้ำหนักการยก

คำว่า "น้ำหนักการยก" หมายถึงน้ำหนักสูงสุดที่อาจวางบนเครน โมบายเครน หรือเดอร์ริคโดยพิจารณาจากโครงสร้างของเครนเหล่านั้นและวัสดุที่ใช้ น้ำหนักการยกประกอบด้วยน้ำหนักของอุปกรณ์ชักรอกของเครน เช่น ตะขอหรือตะกร้าขุด

4.2 น้ำหนักบรรทุกที่กำหนด

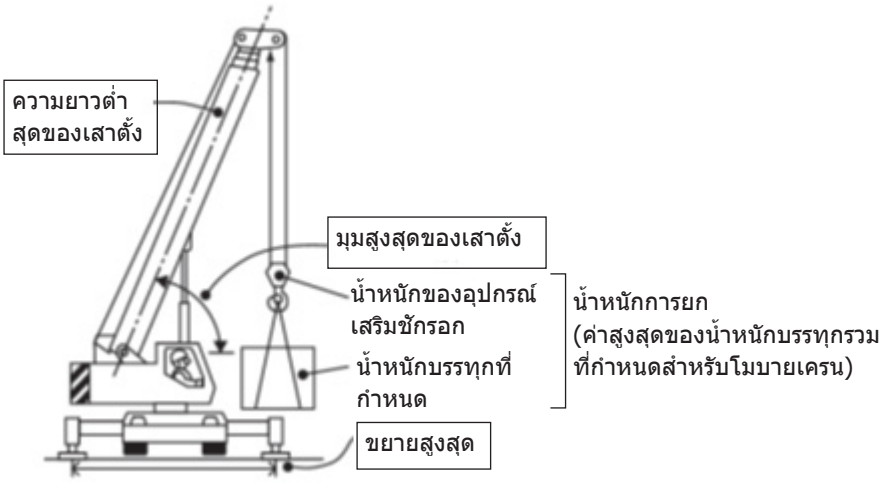
คำว่า "น้ำหนักบรรทุกที่กำหนด" หมายถึงน้ำหนักสุทธิหลังจากหักน้ำหนักของตะขอ ตะกร้าขุด หรืออุปกรณ์ชักรอกอื่นๆ ออกจากน้ำหนักการยกของเครนโดยไม่มีเสาตั้งและเดอร์ริค

สำหรับเครนที่มีเสาตั้งหรือโมบายเครน/เดอร์ริคที่มีบูม น้ำหนักบรรทุกที่กำหนดคือน้ำหนักบรรทุกหลังจากหักน้ำหนักของตะขอ ตะกร้าขุด หรืออุปกรณ์ชักรอกอื่นๆ ออกจากน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่อาจวางอยู่บนโครงสร้างหรือรูปแบบ (เช่น มุมและความยาวของเสาตั้ง/บูม ตำแหน่งของรอกสลิงบนเสาตั้งแนวนอน) และวัสดุที่ใช้

4.3 น้ำหนักบรรทุกรวมที่กำหนด

คำว่า "น้ำหนักบรรทุกรวมที่กำหนด" หมายถึงน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่อาจวางอยู่บนโมบายเครนโดยดูจากโครงสร้าง วัสดุของชิ้นส่วนและมุมหรือความยาวของเสาตั้ง

สำหรับโมบายเครนนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงตะขอตามประเภทของการทำงาน แม้ขณะที่ความยาวของเสาตั้งเท่ากับรัศมีการทำงาน แต่น้ำหนักบรรทุกที่กำหนดจะแตกต่างกันตามการเปลี่ยนแปลงของตะขอ โดยทั่วไปนั้น น้ำหนักบรรทุกรวมที่กำหนด (น้ำหนักของตะขอหรืออุปกรณ์ชักรอกอื่นๆ ที่ทำให้น้ำหนักบรรทุกที่กำหนดเพิ่มขึ้น) จะถูกนำมาใช้ ดูรูปภาพ 1-5



รูปภาพ 1-5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักการยก น้ำหนักบรรทุกรวมที่กำหนด และน้ำหนักบรรทุกที่กำหนด

4.4 พิกัดน้ำหนัก

คำว่า "พิกัดน้ำหนัก" หมายถึงน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่อาจวางบนรอกส่งของโดยพิจารณาจากโครงสร้างของรอกส่งของและวัสดุที่ใช้ พิกัดน้ำหนักจะรวมน้ำหนักของอุปกรณ์ชักรอก เช่น ตะขอหรือตะกร้าขุด

4.5 ความเร็วที่กำหนด

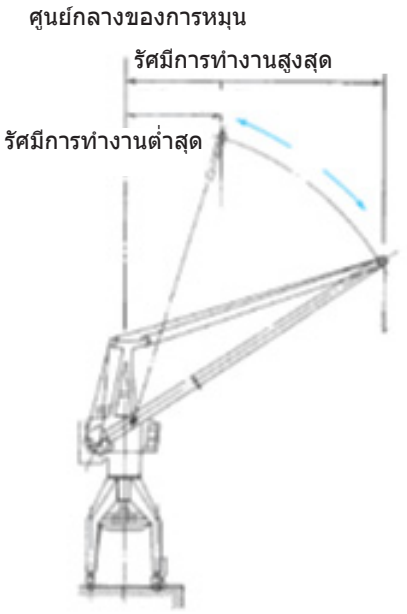
คำว่า "ความเร็วที่กำหนด" หมายถึงความเร็วสูงสุดที่เครน โมบายเครนหรือเดอร์ริคอาจทำงาน เช่น ทำการเคลื่อนที่เพื่อยกเพื่อปรับบูมขึ้นหรือลง เพื่อการวนรอบ เพื่อการเคลื่อนที่ หรือเพื่อการแกว่งโดยมีน้ำหนักบรรทุกที่กำหนดอยู่บนอุปกรณ์ชักรอก

4.6 ความสูงการยก

คำว่า "ความสูงการยก" หมายถึงระยะห่างระหว่างเพดานจำกัดด้านบนและด้านล่างที่เครนสามารถยกตะขอ ตะกร้าขุดหรืออุปกรณ์ชักรอกอื่นๆ ขึ้นและลงเป็นปกติ

4.7 รัศมีการทำงาน

"รัศมีการทำงาน" หมายถึงระยะห่างแนวนอนระหว่างศูนย์กลางของการหมุนของเครนแบบเสาตั้งและศูนย์กลางของอุปกรณ์ชักรอกของเครนดังกล่าว รัศมีการทำงานยังมีอีกชื่อหนึ่งว่า "รัศมีการแกว่ง" โดยเพดานจำกัดที่ใหญ่ที่สุดเรียกว่า "รัศมีการทำงาน (หรือการแกว่ง) สูงสุด" และเพดานจำกัดที่เล็กที่สุดเรียกว่า "รัศมีการทำงาน (หรือการแกว่ง) ต่ำสุด" (ดูตาราง 1-2: หน้า 9)



รูปภาพ 1-6 รัศมีการทำงาน

4.8 ช่วงการทำงาน

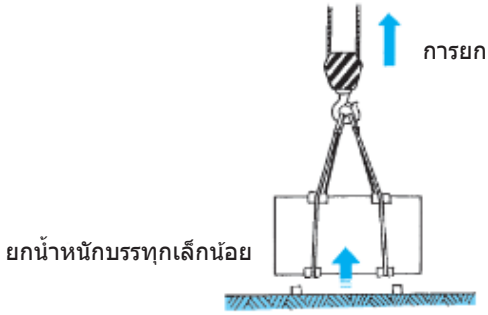
คำว่า "ช่วงการทำงาน" หมายถึงระยะภายในที่เครนหรืออุปกรณ์ชักรอกอื่นๆ สามารถย้ายน้ำหนักบรรทุกด้วยการใช้การเคลื่อนที่หลายๆ แบบที่มีรวมกัน เช่น การทำวงรอบ การเคลื่อนที่หรือการแกว่ง สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับช่วงการทำงานของเครนและการเคลื่อนที่ทั่วๆ ไปหลายๆ ลักษณะ ให้ดูที่ตำราเรียน (รูปภาพ 1-12: หน้า 40)

4.9 อุปกรณ์สลิง

คำว่า "อุปกรณ์สลิง" หมายถึงเครื่องมือต่างๆ ที่นำมาใช้ยึดน้ำหนักบรรทุกเข้ากับอุปกรณ์เสริมชักรอกของเครนหรืออุปกรณ์ชักรอกอื่นๆ ให้แน่น ดู บทที่ 3: วิธีเลือกและใช้อุปกรณ์สลิง

4.10 ยกออก

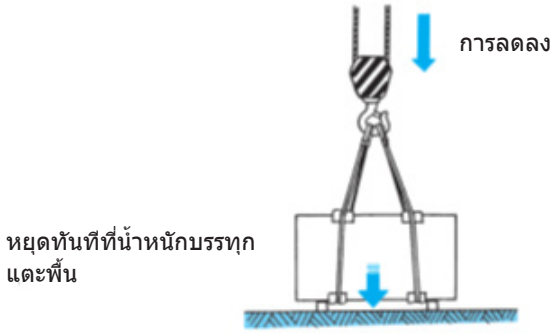
คำนี้หมายถึงการเคลื่อนที่เพื่อยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นจากพื้นดิน พื้นอาคาร และ/หรือบล็อกหมอนรองเพียงเล็กน้อย สำหรับงานแขวนด้วยสลิงนั้น คำนี้หมายถึงการค่อยๆ ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้น และหยุดทันทีเมื่อยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นแล้ว และยืนยันว่าน้ำหนักบรรทุกมั่นคงดี และอุปกรณ์สลิงมีความปลอดภัย



รูปภาพ 1-7 ยกออก

4.11 การลดระดับลงพื้น

คำนี้หมายถึงการเคลื่อนที่เพื่อลดน้ำหนักบรรทุกลงมายังตำแหน่งที่ต้องการ สำหรับการขึงสลิง ให้ตรวจสอบสภาพของพื้นที่ที่จะวางน้ำหนักบรรทุก และจัดตำแหน่งบล็อกหมอนรองเพื่อทำให้น้ำหนักบรรทุกมั่นคงและมีเสถียรภาพ ค่อยๆ หย่อนน้ำหนักบรรทุกลง และหยุดทันทีที่น้ำหนักบรรทุกแตะพื้น เมื่อตรวจสอบแล้วว่าน้ำหนักบรรทุกทรงตัวได้ดี ให้ลดน้ำหนักบรรทุกลงทั้งหมด และนำอุปกรณ์สลิงออก



รูปภาพ 1-8 การลดระดับลงพื้น

บทที่ 2
ความรู้เกี่ยวกับไดนามิกที่จำเป็นสำหรับการขึงสลิงน้ำหนักบรรทุกของเครน

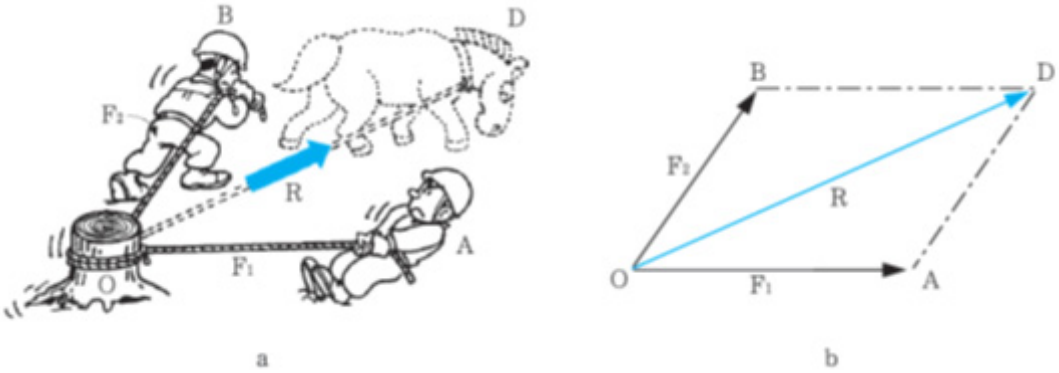
1 หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับแรง (หน้า 35)

1.1 สามองค์ประกอบของแรง แรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา (หน้า 35)

โปรดดูที่ตำราเรียน

1.2 การรวมแรงย่อยและการแตกแรง (หน้า 36)

เมื่อดูจากรูปภาพ 2-1 a ขณะที่คนสองคนใช้เชือกดึงตอไม้ ตอไม้จะถูกดึงไปตามทิศทางของลูกศร ดังนั้น เมื่อแรงสองแรงกระทำบนวัตถุ แรงสองแรงนั้นสามารถแทนที่ด้วยแรงลัพธ์หนึ่งแรง (แรงรวม) ที่มีผลแบบเดียวกัน



รูปภาพ 2-1 การรวมแรงย่อย

รูปภาพ 2-1 b อธิบายวิธีหาแรงลัพธ์ กำหนดแรงลัพธ์ F1 และ F2 ที่กระทำบนจุด O จากสองทิศทางที่แตกต่างกันได้ด้วยการวาดสี่เหลี่ยมด้านขนาน (OADB) โดยมีสองแรงนี้อยู่บนด้านสองด้าน เส้นแนวทะแยง R ในรูปภาพแทนขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ที่จะต้องระบุ ลักษณะนี้เรียกว่ากฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน

"การแตกแรง" คือกระบวนการเพื่อแยกแรงที่กระทำต่อวัตถุออกเป็นสองแรงหรือมากกว่านั้น ณ มุมของแต่ละแรง แต่ละส่วนที่แบ่งแรงออกนั้นเรียกว่า "องค์ประกอบ" หรือ "แรงองค์ประกอบ" ของแรงตั้งต้น หากต้องการค้นหาองค์ประกอบของแรง จะต้องใช้สี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงตามที่ปรากฏใน "การรวมแรงย่อย" ในลำดับย้อนกลับเพื่อแบ่งแรงออกเป็นสองแรงหรือมากกว่านั้น ณ มุมของอีกแรงหนึ่ง

ลองกลับมาดูรูปชายคนหนึ่งที่กำลังลากเลื่อนตามที่แสดงในรูปภาพ 2-2 a เพื่อใช้เป็นตัวอย่าง เนื่องจากเขาดึงเชือกออกจากตัวไปยังมุมที่พื้น เช่น การดึงขึ้น เลื่อนจึงขยับแนวนอน (ตามยาว) แต่ก็ขยับในแนวดิ่งไปพร้อมๆ กันด้วย ดังนั้น เราจึงต้องหาขนาดจริงๆ ของแรงที่ดึงเลื่อนในแนวนอน

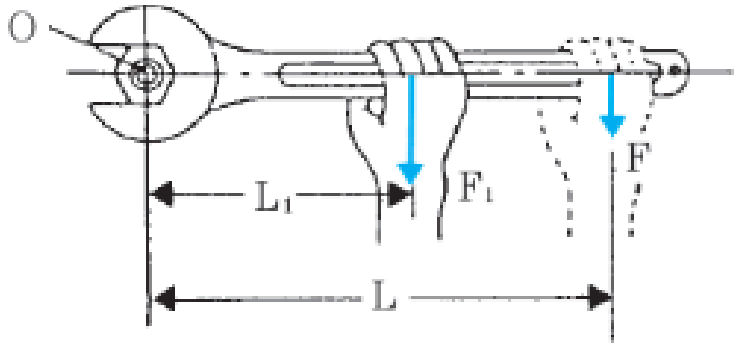
รูปภาพ 2-2 การแตกแรง

เช่นที่เห็นในรูปภาพ 2-2 b แรง F (OA) ถูกแบ่งออกเป็น F1 (OB) และ F2 (OC) โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนานแบบย้อนกลับ นี่คือการแตกของแรง และพบว่าแรงแนวนอนของเลื่อนได้กลายเป็น F1 (OB)

1.3 โมเมนต์ของแรง (หน้า 38)

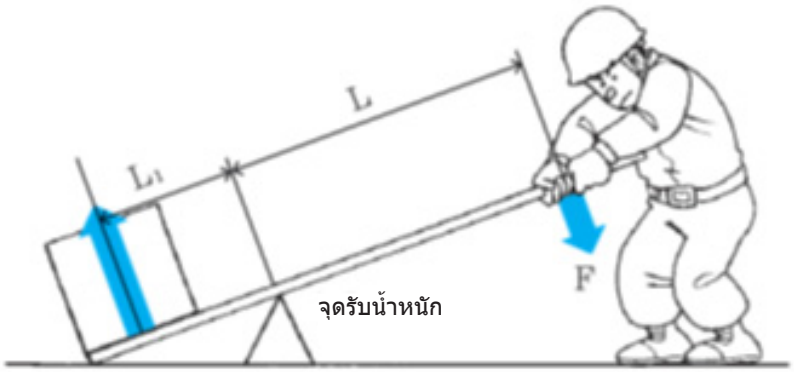
โมเมนต์ของแรงคือการทำงานของแรงเพื่อหมุนวัตถุ

หากจะหมุนน็อตด้วยประแจรูปตัวซีตามที่ปรากฏในรูปภาพ 2-3 คุณจะออกแรงน้อยลงหากคุณจับประแจใกล้ๆ กับปลายสุดของด้ามประแจ เมื่อเทียบกับที่คุณจับประแจตรงกลางด้าม ตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่า การทำงานเพื่อหมุนของแรงจะเชื่อมโยงไม่เฉพาะกับขนาดของแรง แต่ยังรวมถึงระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของแกนของการหมุนและเส้นของการกระทำของแรง (เช่น ความยาวจากแกนการหมุน O ไปยัง F1 หรือ F) ระยะห่างนี้ (L1 หรือ L ในรูปภาพ 2-3) เรียกว่า "ความยาวแขน"



รูปภาพ 2-3 ขนาดของแรงและความยาวแขน

ในการยกน้ำหนักบรรทุกที่หนักด้วยคันโยกเช่นที่แสดงในรูปภาพ 2-4 หากตำแหน่งที่มือจับอยู่ใกล้จุดรับน้ำหนัก แรงที่ใช้จะต้องมากขึ้นตามลำดับ



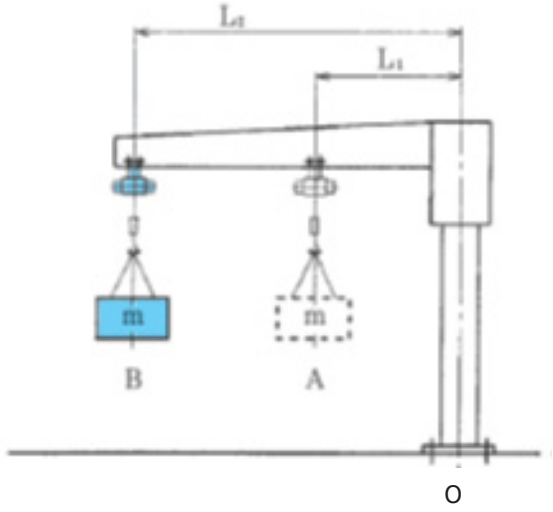
รูปภาพ 2-4 โมเมนต์ของแรงเฉลี่ย

ปริมาณที่แทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดของแรง และความยาวแขน ในลักษณะที่สัมพันธ์กับแกนของการหมุนที่ให้ หรือจุดรับน้ำหนักที่ให้ ซึ่งปริมาณนี้เรียกว่า "โมเมนต์ของแรง" เมื่อกำหนดขนาดของแรงที่ให้เป็น F และความยาวแขนที่ให้เป็น L โมเมนต์ของแรง M สามารถเขียนได้เป็น M = F x L โดยขนาดของแรง F จะมีหน่วยเป็น N (นิวตัน) และความยาวแขน L จะมีหน่วยเป็น m (เมตร) ทำให้โมเมนต์ของแรง M สามารถแสดงเป็น N·m (นิวตันเมตร)

ลักษณะนี้นำมาใช้กับการยกน้ำหนักบรรทุกด้วยเครนแบบเสาตั้งเช่นที่อธิบายไว้ในรูปภาพ 2-5 ความยาวแขนจากจุดรับน้ำหนัก O (หรือแกนของการหมุน) ณ ตำแหน่งของเสาตั้ง A และ B คือ L1 และ L2 ตามลำดับในแผนภาพ ดังนั้น จึงเขียนแต่ละโมเมนต์ (M1 และ M2) ได้ดังนี้:

M1 = 9.8 x m x L1, M2 = 9.8 x m x L2

เมื่อเปรียบเทียบความยาวสองค่านี้ คุณจะพบว่า L1 < L2 ดังนั้นโมเมนต์ M1 จึงเล็กกว่าโมเมนต์ M2 ซึ่งหมายความว่า หากน้ำหนักบรรทุกอยู่ใกล้กับปลายของเสาตั้ง โมเมนต์ที่ทำงานจนเป็นเหตุให้เครนล้มลงมาก็ยิ่งมีมากขึ้น



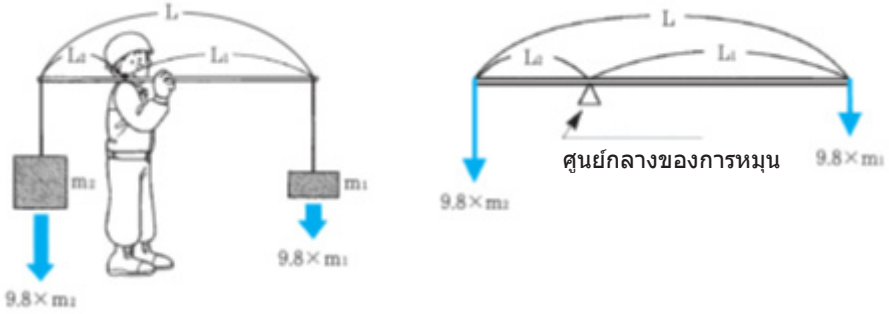
รูปภาพ 2-5 โมเมนต์ที่ทำงานบนเครนแบบเสาตั้ง

เมื่อแรงกระทำในทิศทางเดียวกัน แรงจะรวมเข้าด้วยกันเพื่อให้โมเมนต์ที่ใหญ่ขึ้น เมื่อแรงกระทำในทิศทางตรงกันข้ามกัน แรงสามารถยกเลิกอีกแรงหนึ่งได้ หากต้องการคันหาผลรวมหรือสมดุลของโมเมนต์สองโมเมนต์หรือมากกว่านั้น คุณจะต้องพิจารณาถึงทิศทางการหมุนของแต่ละโมเมนต์

1.4 สมดุลของแรง (หน้า 40)

สมดุลของแรงคู่ขนาน

รูปภาพ 2-6 แสดงภาพคนงานกำลังแบกน้ำหนักบรรทุกคู่หนึ่งที่ปลายเสา เพื่อแบกน้ำหนักบรรทุกให้สมดุลบนบ่า ต้องถือเสาตรงกลางหากน้ำหนักบรรทุกทั้งสองอย่างมีน้ำหนักเท่ากัน แต่หากน้ำหนักไม่เท่ากัน ให้แบกเสาในจุดที่ใกล้กับน้ำหนักบรรทุกที่หนักกว่า เนื่องจากความจำเป็นต้องสร้างสมดุลให้กับโมเมนต์ของแรง



รูปภาพ 2-6 สมดุลของแรงคู่ขนาน

ในแผนภาพนี้ เราลองศึกษาโมเมนต์ของแรงโดยบ่าของคนงานคือแกนของการหมุน ขณะที่น้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกสองชิ้นที่ให้เป็น m1 และ m2 และจุดที่รองรับน้ำหนักบรรทุกบนเสา (ระยะห่างแนวนอนระหว่างน้ำหนักบรรทุกและไหล่) คือ L1 และ L2

โมเมนต์ตามเข็มคือ: M1 = 9.8 x m1 x L1

โมเมนต์ทวนเข็มคือ: M2 = 9.8 x m2 x L2

โมเมนต์ที่อยู่รอบๆ แกนของการหมุนจะมีสมดุล (M1 = M2) ตามภาพด้านล่าง:

9.8 x m1 x L1 = 9.8 x m2 x L2 (1)

m1 x L1 = m2 x L2 (2)

m1 x L1 = m2 x (L - L1) (3)

m1 x L1 = m2 x L - m2 x L1 (4)

m1 x L1 + m2 x L1 = m2 x L (5)

L1 x (m1 + m2) = m2 x L (6)

(โปรดทราบว่า L = L1 + L2)

ดังนั้นไหล่ของคนงานก็เปรียบเสมือนแกนของการหมุนที่รองรับน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก (m1 + m2)

เราสามารถเขียนสูตร (6) ใหม่ได้ดังนี้:

$$L1 = \frac{m2}{m1 + m2} \times L$$

น้ำหนักบรรทุกจะมีสมดุลได้หากแบกเสาในจุดที่กำหนดไว้ด้วยการแบ่งเสาออกเป็นสัดส่วนย้อนกลับกับน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก m1 และ m2

2 น้ำหนักและจุดศูนย์ถ่วง (หน้า 43)

2.1 น้ำหนัก (หน้า 43)

น้ำหนักของวัตถุที่ทำจากวัสดุหลายๆ อย่างอาจแตกต่างกันแม้จะมีปริมาตรที่เท่ากันพอดี ตัวอย่างเช่น อลูมิเนียมหนักกว่าไม้และเหล็กเบากว่าตะกั่ว

ตาราง 2-1 แสดงน้ำหนักโดยประมาณที่มีหน่วยเป็นตัน (t) ของวัสดุประเภทต่างๆ ต่อลูกบาศก์เมตร (m^3) เมื่อดูจากตาราง คุณจะหาน้ำหนักของตัววัสดุเฉพาะได้หากทราบปริมาตรของวัสดุนั้น (หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร) สูตรสำหรับความหนาแน่นคือ d = m/V โดยที่ d คือความหนาแน่น, m คือมวล และ V คือปริมาตร

เราจะหาน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกที่จะยกขึ้น (m มีหน่วยเป็นตัน) ได้ด้วยการคูณปริมาตรของน้ำหนักบรรทุก (V มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร) กับค่าที่เป็นตัวเลขในตารางที่แสดงน้ำหนักของวัสดุต่อลูกบาศก์เมตร (d มีหน่วยเป็นตัน) M = d x V

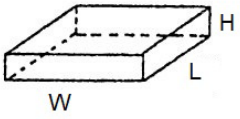
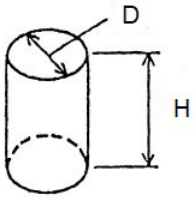
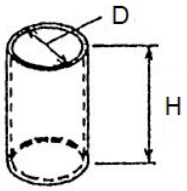
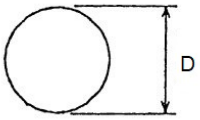
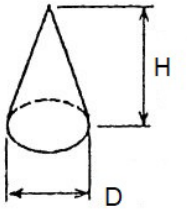
ตาราง 2-1 น้ำหนักของส่วนวัสดุต่อพื้นที่หนึ่งลูกบาศก์เมตร

วัสดุ	W t/m^3 (t)	วัสดุ	W t/m^3 (t)
ตะกั่ว	11.4	ทราย	1.9
ทองแดง	8.9	มะนาวผง	1.0
เหล็กกล้า	7.8	ถ่านหิน	0.8
เหล็กหล่อ	7.2	ถ่านโค้ก	0.5
อลูมิเนียม	2.7	น้ำ	1.0
หินแกรนิต	2.6	ไม้โอ๊ค	0.9
คอนกรีต	2.3	ไม้ซีดาร์	0.4
พื้นดิน	2.0	สนไซเพรส	0.4
กรวด/ทราย	1.9	พอโลเนีย	0.3

หมายเหตุ:
(1) น้ำหนักของไม้ที่อิงกับสภาพที่อบแห้งในบรรยากาศ
(2) น้ำหนักของดิน ทราย ถ่านหิน และถ่านโค้กมีความหนาแน่นเป็นพิเศษ (ความหนาแน่นเป็นพิเศษคือคุณสมบัติของมวลของวัสดุที่มีอนุภาค)

ดูสมการง่ายๆ ที่ใช้คำนวณปริมาตรได้จาก ตาราง 2-2

ตาราง 2-2 สมการง่ายๆ สำหรับการคำนวณปริมาตร

รูปทรงของวัตถุ		**สมการ**
รูปทรง	**ภาพประกอบ**	
สี่เหลี่ยมด้านขนาน		ยาว x กว้าง x สูง (ย x ก x ส)
กระบอกสูบทรงกลม, ทึบ		$(D)^2$ x H x 0.8
กระบอกสูบทรงกลม, กลวง		D x ความหนาของผนัง x H x 3.1
ทรงกลม		$(D)^3$ x 0.53
กรวยทรงกลม		$(D)^2$ x H x 0.3

[แบบฝึกหัด]

คำนวณน้ำหนักของเหล็กแผ่น (ความหนา: 0.05 m, ความกว้าง: 1.5 m, ความยาว: 3.0 m)

[คำตอบ]

ปริมาตรของเหล็กแผ่น: V = 0.05 x 1.5 x 3.0 = 0.225 m^3

จาก ตาราง 2-1 น้ำหนักของเหล็กแผ่นต่อลูกบาศก์เมตรคือ 7.8

ดังนั้น น้ำหนัก m = 7.8 x 0.225 = 1.755 (t)

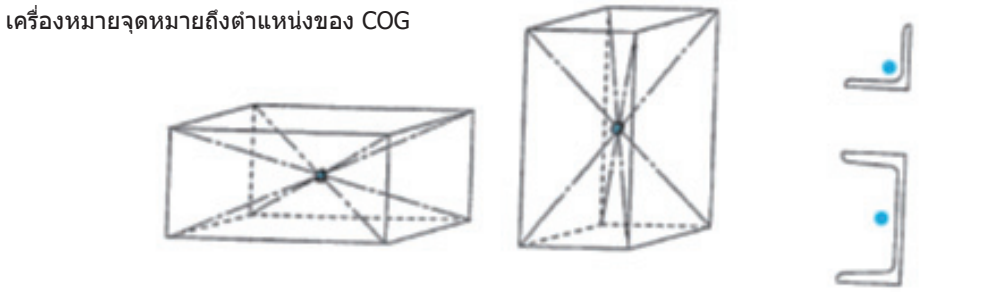
2.2 ความถ่วงจำเพาะ (หน้า 44)

ความถ่วงจำเพาะของตัววัสดุคืออัตราส่วนของน้ำหนักของวัสดุกับน้ำหนักของปริมาตรที่เท่ากันของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 4°C ซึ่งสามารถเขียนในทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้:

ความถ่วงจำเพาะ = น้ำหนักของตัววัสดุ / น้ำหนักของปริมาตรที่เท่ากันของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 4°C

2.3 จุดศูนย์ถ่วง (หน้า 45)

จุดการกระทำของแรงลัพธ์เรียกว่า "จุดศูนย์ถ่วง" (COG) ซึ่งจะอยู่ ณ ตำแหน่งที่ตายตัวสำหรับตัววัสดุบางประเภท กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ตำแหน่งของ COG ของตัววัสดุใดๆ เหล่านี้จะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะวางรูปทรงวัสดุนั้นที่ไหนและในลักษณะใด นอกจากนั้น สิ่งที่สำคัญคือ COG ไม่จำเป็นต้องอยู่ภายในรูปทรง (ดูรูปภาพ 2-7)



รูปภาพ 2-7 ตำแหน่งของ COG

วิธีหา COG

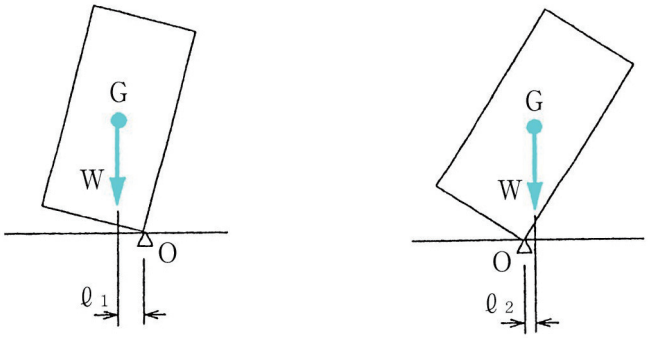
COG ของรูปทรงวัสดุหนึ่งดูจากได้ปรากฏการณ์เมื่อแขวนรูปทรงใดๆ ด้วยสตริง เส้นการกระทำของแรงที่พาดผ่าน COG จะกลายเป็นเส้นตั้งฉาก ซึ่งจะทำให้ตำแหน่งของ COG อยู่ใต้ตำแหน่งของรูปทรงทันทีที่ถูกแขวนลอยไว้ กล่าวให้เฉพาะเจาะจงคือ คุณสามารถระบุ COG ได้ด้วยการแขวนรูปทรงที่ทำจากวัสดุหนึ่งไว้ที่จุดที่แตกต่างกันสองจุด และค้นหาจุดที่เส้นการกระทำของแรงรองรับตัวรูปทรงในสองตัวอย่างที่ตัดผ่านกัน (รูปภาพ 2-19: หน้า 46)

2.4 ภาวะทรงตัว (หน้า 47)

รูปทรงวัสดุถือว่าทรงตัวได้หากกลับไปยังตำแหน่งเดิมได้เมื่อปล่อยหลังจากใช้มือเอียงรูปทรงที่อยู่กลับที่นั้นเล็กน้อย ในทางกลับกัน หากรูปทรงวัสดุเทไปข้างใดข้างหนึ่ง แสดงว่ารูปทรงทรงตัวได้ไม่ดี

ตัวอย่างเช่น หากวัตถุที่ตั้งอยู่บนพื้นผิวได้ระดับเอียงเหมือนกับในรูปภาพ 2-8 (a) ก่อนปล่อย วัตถุนั้นจะกลับไปยังตำแหน่งดั้งเดิม เนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำบน COG ดังนั้น G จะก่อให้เกิดโมเมนต์ของแรงซึ่งจะกระทำที่ด้านขวาของวัตถุที่เอียง โดยใช้ศูนย์กลางการหมุน O เป็นจุดรับน้ำหนัก อย่างไรก็ตาม หากวัตถุเอียงมากจนเส้นตั้งฉากพาดผ่าน COG มายังด้านนอกของฐานตามที่ปรากฏในรูปภาพ 2-8 (b) วัตถุนั้นจะเทลงด้านข้างแทนการกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิม

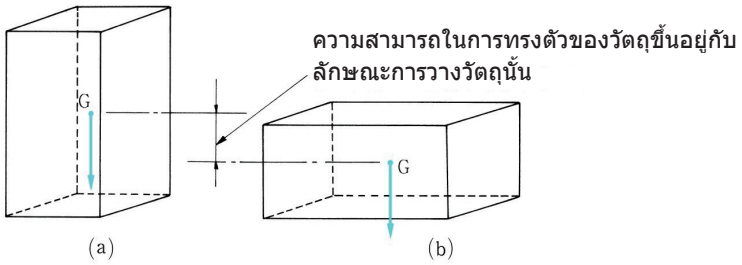
ดังนั้น แผนภาพ (a) แสดงถึงการทรงตัวที่ดี และ (b) คือไม่สามารถทรงตัวได้



(a) ทรงตัวได้ (b) ทรงตัวไม่ได้

รูปภาพ 2-8 การทรงตัวของรูปทรงวัสดุ

สิ่งที่ควรพิจารณาเมื่อวางวัตถุในสภาวะที่ทรงตัวได้ดีคือวางวัสดุนั้นไว้บนฐานที่กว้างกว่าและมี COG ต่ำกว่า



รูปภาพ 2-9 การทรงตัวของรูปทรงวัสดุเมื่อวางในแบบอื่น

3 การเคลื่อนที่ (หน้า 48)

3.1 อัตราเร็วและความเร็ว (หน้า 49)

อัตราเร็วคือปริมาณที่แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ได้เร็วมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะแทนที่ด้วยระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่และแสดงความยาวของหน่วยเวลา

หากวัตถุเคลื่อนที่เหมือนๆ กันในระยะ 50 เมตรใน 10 วินาที อัตราเร็วของวัตถุคือ 5 m/s อัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เหมือนกันแสดงเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการหารระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในช่วงเวลาหนึ่งที่แท้จริงด้วยจำนวนหน่วยความยาวของเวลาที่ต้องการ ซึ่งเขียนได้ดังนี้:

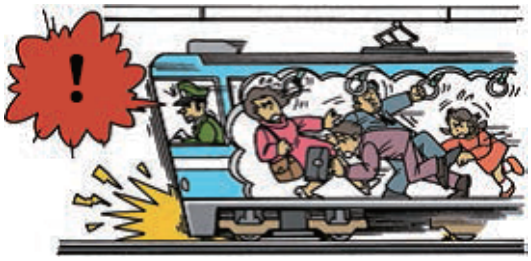
$$\text{ความเร็ว (v)} = \frac{\text{ระยะทาง (L)}}{\text{เวลา (t)}}$$

หน่วยอัตราเร็วที่ใช้กันทั่วไปประกอบด้วยเมตรต่อวินาที (m/s), เมตรต่อนาที (m/min) และกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h)

ในการพิจารณาเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ การดูแค่เรื่องของอัตราเร็วเพียงอย่างเดียวคงไม่เพียงพอ เราจะต้องค้นหาทิศทางการเคลื่อนที่ด้วย และคำว่า "ความเร็ว" จึงมักนำมาใช้บ่อยๆ ในความหมายของปริมาณที่แสดงทั้งทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่

3.2 ความเฉื่อย (หน้า 50)

รูปทรงวัสดุจะคงสภาพเดิมหากอยู่กับที่ แต่ถ้ามีการเคลื่อนที่ รูปทรงวัสดุก็จะเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันไปเรื่อยๆ เว้นแต่จะถูกกระทำจากแรงภายนอกบางแรง แนวโน้มเช่นนี้เรียกว่า "ความเฉื่อย"

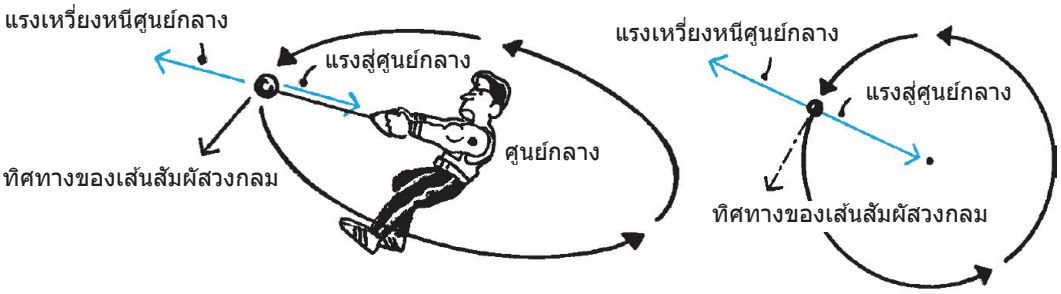


รูปภาพ 2-10 ความเฉื่อย

3.3 แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (หน้า 51)

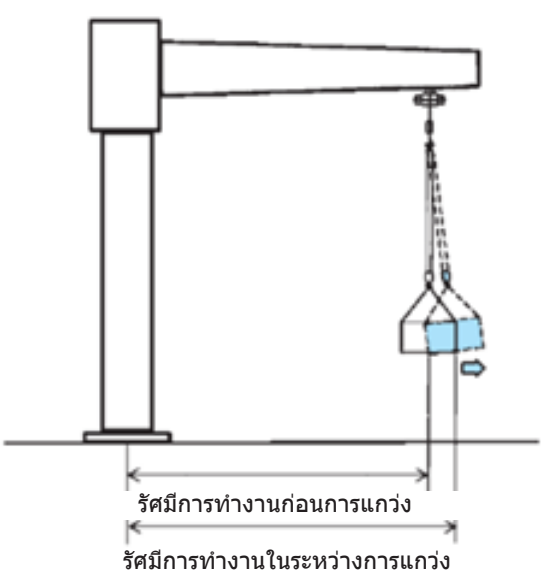
ในรูปภาพ 2-11 เมื่อคนถือลูกตุ้มเริ่มเหวี่ยงลูกตุ้มเป็นวงกลมอย่างรวดเร็ว มือของเขาจะถูกดึงเข้าไปหาลูกตุ้ม สิ่งนี้เรียกว่าแรงภายใน (ซึ่งในกรณีนี้ แรงที่ดึงเข้าสู่ภายในที่อยู่บนลูกตุ้มผ่านทางเส้นลวด) เพื่อทำให้วัตถุหมุนไปเรื่อยๆ ซึ่งเราเรียกว่า "แรงสู่ศูนย์กลาง"

แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมีขนาดเท่ากันแต่อยู่ตรงกันข้ามกัน



รูปภาพ 2-11 แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

จากรูปภาพ 2-12 หากหมุนน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นแล้วเร็วขึ้น แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะยิ่งรุนแรงขึ้น ทำให้น้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่ออกไปมากขึ้น เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่น้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นแล้วอยู่กับที่ สภาพนี้จะเพิ่มโมเมนต์ของแรงที่ทำงานและทำให้เครนแบบเสาตั้งล่มได้



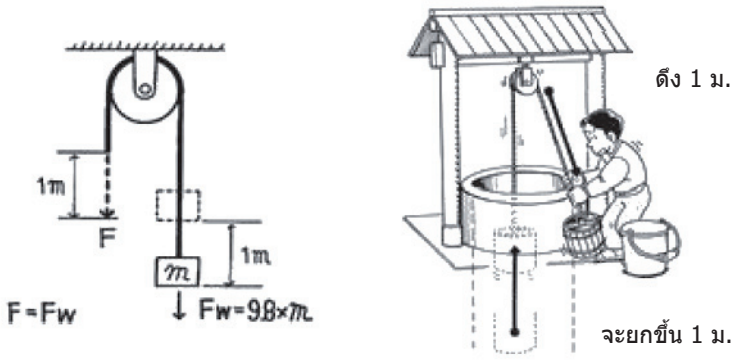
รูปภาพ 2-12 การเหวี่ยงออกด้านนอกของน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นแล้วและรัศมีการทำงานที่เปลี่ยนไปเนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

4 บล็อกรอก (หน้า 53)

บล็อกรอกนำมาใช้เพื่อช่วยเครนยกน้ำหนักบรรทุกขนาดหนัก บล็อกรอกสามารถเปลี่ยนแปลงทิศทางของแรง และลดปริมาณแรงที่จำเป็นต้องใช้เพื่อยกน้ำหนักบรรทุก ซึ่งทำให้ยกวัตถุที่หนักมากได้ง่ายขึ้น รอกแบ่งออกเป็นหลายประเภทดังต่อไปนี้:

4.1 รอกแบบสเตชันนารี (หน้า 53)

รอกประเภทนี้จะยึดอยู่ในตำแหน่งเฉพาะตามที่ปรากฏในรูปภาพ 2-13 สิ่งที่คุณต้องทำเพื่อยกน้ำหนักบรรทุกด้วยรอกแบบสเตชันนารีคือดึงปลายอีกด้านหนึ่งของเชือกลง หรือพูดอีกอย่างหนึ่งคือ อุปกรณ์นี้จะเปลี่ยนแค่ทิศทางของแรงที่ป้อนเข้าไป ส่วนขนาดของแรงไม่เปลี่ยนแปลง เช่น หากจะยกน้ำหนักบรรทุกขึ้น 1 เมตร คุณต้องดึงเชือกลงไป 1 เมตร

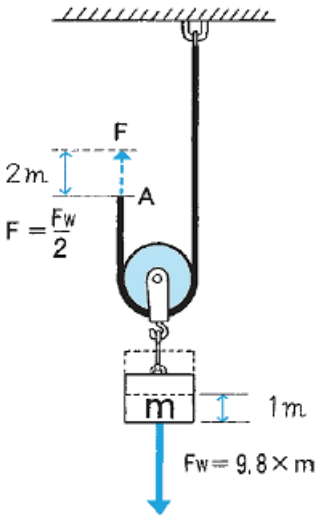


รูปภาพ 2-13 รอกแบบสเตชันนารี

4.2 รอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้ (หน้า 54)

นี่คือรอกแบบเดียวกับที่ใช้กับบล็อกตะขอของเครน จากที่เห็นในรูปภาพ 2-14 รอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้จะทำงานได้ด้วยการขยับปลายเชือกด้านหนึ่งขึ้นและลง (A ในแผนภาพ) โดยเชือกเส้นนี้ต้องวิ่งอยู่บนล้อหรือล้อที่มีปลายเชือกตรึงอยู่อีกด้านหนึ่ง ตัวรอกเองจะเลื่อนขึ้นหรือลงพร้อมๆ กับแบกน้ำหนักบรรทุกไว้ตามการเคลื่อนที่แนวดิ่งของปลายเชือก A คุณสามารถใช้อุปกรณ์นี้ยกน้ำหนักบรรทุกได้โดยออกแรงเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนัก (แรงดึงลงที่ได้จากมวล) ของน้ำหนักบรรทุก (โดยตั้งสมมุติฐานว่า รอกไม่มีแรงเสียดทาน) แต่เมื่อดึงเชือก 2 เมตร เป็นต้น น้ำหนักบรรทุกจะขยับขึ้นเพียง 1 เมตร ซึ่งก็คือครึ่งหนึ่งของความยาวของเชือกที่ถูกดึง พูดอีกนัยหนึ่งก็คือ รอกใช้แรงป้อนเข้าน้อยลงเพื่อยกน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกที่ให้แต่ต้องดึงเชือกยาวมากกว่าเดิมมาก

ขณะเดียวกัน ทิศทางของแรงป้อนเข้ายังคงไม่เปลี่ยนแปลงขณะที่ดึงเชือกขึ้นทุกครั้งที่ยกน้ำหนักบรรทุก



รูปภาพ 2-14 รอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้

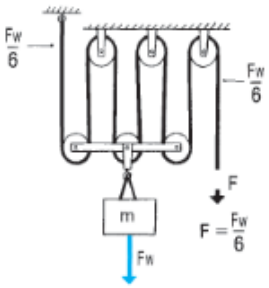
4.3 รอกพวง (หน้า 55)

บล็อกรอกหลายๆ แบบที่ทำมาจากรอกแบบสเตชันนารีและรอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้จะยกน้ำหนักบรรทุกที่หนักมากขึ้นหรือลงได้ด้วยแรงไม่มากแต่สัมพันธ์กัน การรวมรอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้สามตัวและรอกแบบสเตชันนารีสามตัวตามที่เห็นในรูปภาพ 2-15 จะสามารถยกน้ำหนักบรรทุกโดยใช้แรงเท่ากับหนึ่งในหกของน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกเท่านั้น โดยมองข้ามเรื่องแรงเสียดทานและมวลของรอก อย่างไรก็ดี รอกจะยกน้ำหนักบรรทุกได้เพียงหนึ่งในหกของหนึ่งเมตรจากการดึงเชือกยาวทุกๆ หนึ่งเมตร ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของการยกหรือการลดน้ำหนักบรรทุกลงคือหนึ่งในหกของความเร็วของแรงที่ป้อนเข้า

หากจำนวนของรอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้คือ "n" ในนิพจน์ทั่วไป นิพจน์ที่จะได้คือ

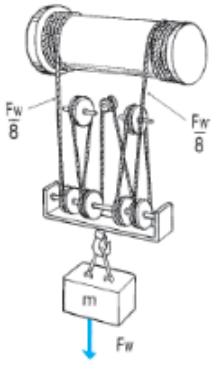
$$F = \frac{1}{2 \times n} \times Fw \qquad Vm = \frac{1}{2 \times n} \times v \qquad L = 2 \times n \times Lm$$

F: แรงเพื่อดึงเชือก
Fw: น้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก
Vm: ความเร็วในการพัน
v: ความเร็วการยกของน้ำหนักบรรทุก
L: ความยาวในการพัน
Lm: ระยะทางในการยกของน้ำหนักบรรทุก



รูปภาพ 2-15 รอกพวง

ภาพที่แสดงในรูปภาพ 2-16 คือตัวอย่างของรอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้สี่ตัวสำหรับเครน



รูปภาพ 2-16 รอกพวง

5 น้ำหนักบรรทุก แรงกดดัน ความแข็งแรงของวัสดุ (หน้า 56)

5.1 น้ำหนักบรรทุก (หน้า 56)

น้ำหนักบรรทุกคือแรงที่กระทำบนวัตถุจากด้านนอก (เช่น แรงภายนอก) น้ำหนักบรรทุกสามารถจำแนกออกได้หลายแบบตามวิธีที่แรงกระทำบนวัตถุที่เกี่ยวข้อง

การจำแนกประเภทตามทิศทางของแรง

แรงดึง

แรงดึงจะดึงเชือกด้วยแรง F ที่ทำงานบนแกนตามแนวยาวของเชือก ตัวอย่างที่พบได้โดยทั่วไปคือ น้ำหนักบรรทุกที่อยู่บนลวดสลิงที่กำลังยกสินค้า

รูปภาพ 2-17 แรงดึง

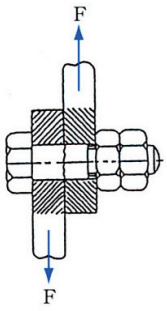
ค่าแรงอัด

ค่าแรงอัดทำงานในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับแรงดึงเช่นที่แสดงไว้ในรูปภาพ 2-18 เพื่อบีบอัดเชือกตามแนวยาวด้วยแรง F คุณจะเห็นตัวอย่างโดยทั่วไปของค่าแรงอัดได้จากแรงที่ทำงานบนขาค้ำยันของเครนสนาม

รูปภาพ 2-18 ค่าแรงอัด

แรงเฉือน

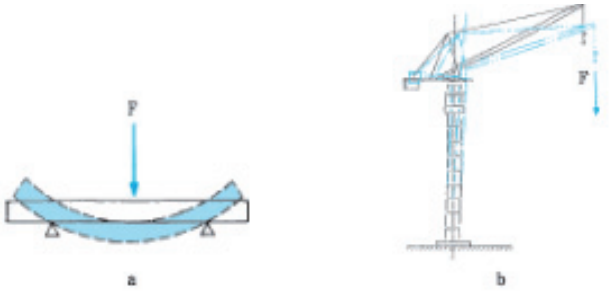
แรงเฉือนทำงานเหมือนกับกรรไกรที่ตัดวัสดุ เมื่อเจอกับแรง F เช่นที่แสดงในภาพ รูปภาพ 2-19 โบลท์หัวเหลี่ยมอาจถูกตัดตามระนาบที่ขนานกับทิศทางของ F หากแรงนี้แข็งแรงมาก การกระทำของแรงในลักษณะนี้เรียกว่า "แรงเฉือน"



รูปภาพ 2-19 แรงเฉือน

โมเมนต์ดัด

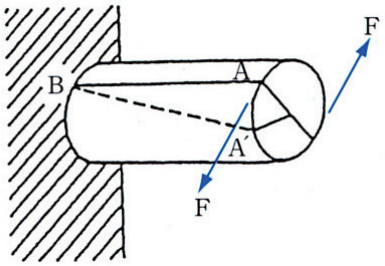
คานที่ยันปลายทั้งสองด้านอาจโค้งงอได้หากแรง F ที่ตั้งฉากกับแกนตามยาวทำงานบนคานเหมือนที่แสดงในรูปภาพ 2-20 การกระทำของแรงในลักษณะนี้เรียกว่า "โมเมนต์ดัด" ตัวอย่างของโมเมนต์ดัดดูได้จากน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกหรือรอกที่ทำงานบนคานของเครนเหนือศีรษะ หรือหอคอยหรือเสาตั้งของเครนแบบเสาตั้ง



รูปภาพ 2-20 โมเมนต์ดัด

แรงบิด

เพลาอาจบิดได้หากปลายด้านหนึ่งของเพลายึดอยู่กับที่ และอีกด้านหนึ่งเจอกับแรง F ที่ทำงานในสองทิศทางที่ตรงกันข้ามกันบนเส้นรอบวงเช่นที่อธิบายไว้ในรูปภาพ 2-21 การทำงานของแรงในลักษณะนี้เรียกว่า "แรงบิด" คุณจะพบตัวอย่างของแรงลักษณะนี้ในจุดที่เพลาของเครื่องกว้านถูกดึงและบิดด้วยลวดสลิง



รูปภาพ 2-21 แรงบิด

แรงผสม

องค์ประกอบเชิงกลของเครนได้รับผลกระทบบ่อยครั้งจากแรงหลายๆ แรงที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้มากกว่าจากการกระทำของแรงใดแรงหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ลวดสลิงและตะขอต่างขึ้นอยู่กับทั้งแรงดึงและโมเมนต์ดัด ขณะที่เพลาในชุดกำลังโดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงตามโมเมนต์ดัดและแรงบิด

การจำแนกประเภทตามอัตราเร็วของน้ำหนักบรรทุก (รูป 2-22)

น้ำหนักบรรทุกสถิต

น้ำหนักบรรทุกสถิตหมายถึงน้ำหนักบรรทุกที่มีขนาดที่ไม่ผันแปร และทิศทางของแรงเหมือนกับน้ำหนักตายของโครงสร้างเครน

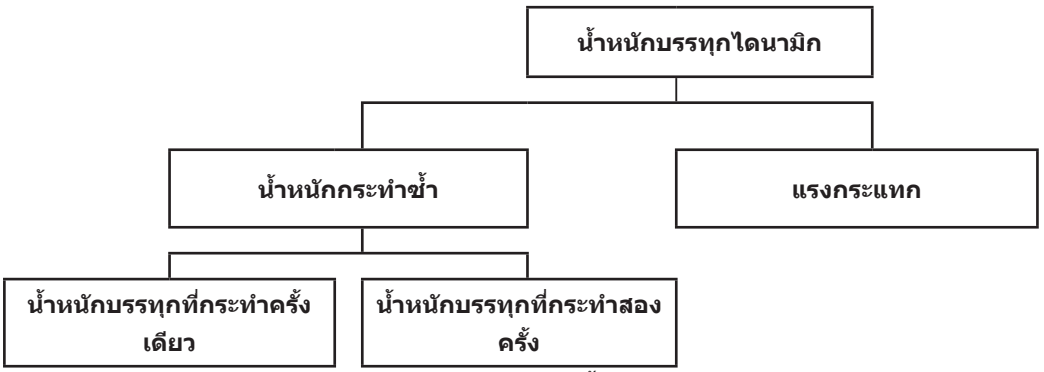
น้ำหนักบรรทุกไดนามิก

น้ำหนักบรรทุกไดนามิก ซึ่งจะผันแปรตามขนาด จะอยู่ในประเภทใดประเภทหนึ่งได้แก่ ประเภทแรกคือน้ำหนักบรรทุกซ้ำที่จะผันแปรต่อเนื่องไปตามกาลเวลา และอีกประเภทหนึ่งคือน้ำหนักกระแทกที่จะปรับใช้แรงกับวัตถุในทันทีในระยะเวลาที่สั้นมาก

น้ำหนักบรรทุกซ้ำยังสามารถแบ่งออกเป็นน้ำหนักบรรทุกที่กระทำครั้งเดียว และน้ำหนักบรรทุกที่กระทำสองครั้ง โดยอย่างแรกมักทำงานในทิศทางเดียวกันแต่ความเร็วและเวลาจะแตกต่างกันเหมือนกับน้ำหนักบรรทุกที่อยู่บนองค์ประกอบของเครน เช่นเดียวกันลวดสลิงและลูกปืนรอก ขณะที่อย่างหลังจะแตกต่างตามเวลาทั้งในส่วนของทิศทางและขนาด อย่างเช่นน้ำหนักบรรทุกที่อยู่บนเพลาเกียร์

เครื่องจักรหรือโครงสร้างอาจหักได้ภายใต้น้ำหนักบรรทุกไดนามิกแบบใดแบบหนึ่งเหล่านี้แม้ขนาดของน้ำหนักบรรทุกจะน้อยกว่าน้ำหนักบรรทุกสถิตมาก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า "การหักเนื่องจากความล้า" ซึ่งเกิดขึ้นจากความล้าของวัสดุ ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ชัดเจนของความล้าที่เกิดขึ้นจริง

น้ำหนักกระแทกมีสาเหตุมาจากการหักอย่างรุนแรงในระหว่างการคลายลวดสลิงออก หรือการยกน้ำหนักบรรทุกด้วยความเร็วสูงสุดขณะที่ลวดสลิงหลวม ในกรณีนี้ มีการใช้น้ำหนักบรรทุกมากกว่าน้ำหนักบรรทุกมากเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นแล้ว



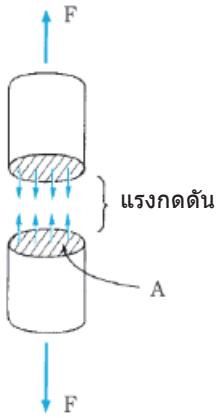
รูปภาพ 2-22 การจำแนกประเภทน้ำหนักบรรทุกไดนามิก

การจำแนกประเภทอื่นๆ

น้ำหนักบรรทุกสามารถจำแนกประเภทตามสถานะของการกระจายตัวของน้ำหนักบรรทุกออกเป็นน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุดและน้ำหนักบรรทุกแผ่กระจาย โดยอย่างแรกเน้นที่จุดๆ เดียวหรือพื้นที่ขนาดเล็กมากขณะที่อย่างหลังจะทำงานบนพื้นที่กว้าง

5.2 แรงกดดัน (หน้า 58)

วัตถุใดก็ตามเมื่ออยู่ภายใต้น้ำหนักบรรทุกจะสร้างแรงไว้ภายใน (แรงภายใน) ที่จะทำงานเพื่อต้านทานและถ่วงน้ำหนักบรรทุกที่นำมาใช้ แรงภายในนี้เรียกว่า "แรงกดดัน" ซึ่งความหนาแน่นจะแทนที่ด้วยขนาดของแรงต่อหนึ่งพื้นที่หน่วย รูปภาพ 2-23 แสดงตัวอย่างของแรงที่สร้างขึ้นจากแรงตามทางยาวที่กระทำบนลวด



รูปภาพ 2-23 แรงกดดัน

แรงกดดันสามารถแบ่งออกเป็นความเค้นแรงดึง ความเค้นอัดและความเค้นเฉือน โดยแรงอย่างแรกเกิดขึ้นภายใต้แรงดึง แรงที่สองภายใต้แรงอัด และแรงที่สามภายใต้แรงเฉือน พื้นที่หน้าตัดขององค์ประกอบเชิงโครงสร้างภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่ให้เป็น A (mm^2) และแรงดึงที่กระทำบนองค์ประกอบที่ให้เป็น F (N) kg ทำให้เราสามารถเขียนความเค้นแรงดึงได้ดังนี้:

$$\text{ความเค้นแรงดึง} = \frac{\text{แรงดึงที่นำมาใช้กับองค์ประกอบเชิงโครงสร้าง (N)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดขององค์ประกอบเชิงโครงสร้าง } (mm^2)} = \frac{F}{A} (N/mm^2)$$

6 ความแข็งแรงของลวดสลิง โซ่และอุปกรณ์สลิงอื่นๆ (หน้า 60)

ลวดสลิง โซ่หรืออุปกรณ์สลิงอื่นๆ อาจแข็งแรงไม่เท่ากันตามวัสดุที่ใช้ แม้จะมีขนาดและรูปทรงเหมือนกัน วัสดุเหล่านี้ยังผันแปรตามแรงที่กำลังมากกว่าน้ำหนักของตัวน้ำหนักบรรทุกที่ยกเนื่องจากน้ำหนักดังกล่าวจะกระจำอย่างรุนแรงบนวัสดุ ทำให้วัสดุล้าจากการใช้น้ำหนักบรรทุกซ้ำไปซ้ำมา

เมื่อพิจารณาจากปัจจัยเหล่านี้ เราจึงต้องดำเนินมาตรการเพื่อกำหนดมาตรฐานการอ้างอิงที่ต่ำกว่าน้ำหนักบรรทุก ณ จุดที่อุปกรณ์สลิงที่เลือก เช่น ลวดสลิงหรือโซ่ อาจหักได้ ก่อนจัดหาวิธีการเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์สลิงสูงกว่าน้ำหนักบรรทุกอ้างอิง และเพื่อนำเสนอวิธีการที่มีประสิทธิภาพเพื่อการเปรียบเทียบโดยตรงระหว่างน้ำหนักบรรทุกอ้างอิงกับน้ำหนักบรรทุกที่แท้จริงที่จะอยู่บนอุปกรณ์สลิง เพื่อให้ยกน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัยและราบรื่น

6.1 ค่าสัดส่วนความปลอดภัยและน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของลวดสลิง โซ่ (หน้า 60)

แรงดึงขาด

แรงดึงขาดคือแรงสูงสุดที่ทำให้ลวดสลิงหนึ่งเส้นขาด (หน่วย: kN)

ค่าสัดส่วนความปลอดภัย

อัตราส่วนของแรงดึงขาดของลวดสลิงและโซ่ต่อแรงสูงสุดที่นำมาใช้กับลวดสลิงและโซ่นั้นเรียกว่า “ค่าสัดส่วนความปลอดภัย”

ค่าสัดส่วนความปลอดภัยกำหนดได้จากการพิจารณาประเภท รูปทรง วัสดุและการใช้วิธีการใช้อุปกรณ์สลิง ดูข้อมูลค่าสัดส่วนความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์สลิงได้จากรายละเอียดที่ปรากฏในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน

- ลวดสลิง: 6 เส้นหรือมากกว่า
- โซ่: 5 เส้นหรือมากกว่า หรือ 4 เส้นหรือมากกว่าเมื่อตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด
- ตะขอ สเก็น: 5 อันหรือมากกว่า

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน (หรือน้ำหนักบรรทุกการทำงานมาตรฐาน) คือน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่สามารถยกในแนวดิ่งได้เมื่อใช้ลวดสลิงเส้นเดียว โดยพิจารณาค่าสัดส่วนความปลอดภัยนี้ ค่าดังกล่าวสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการต่อไปนี้

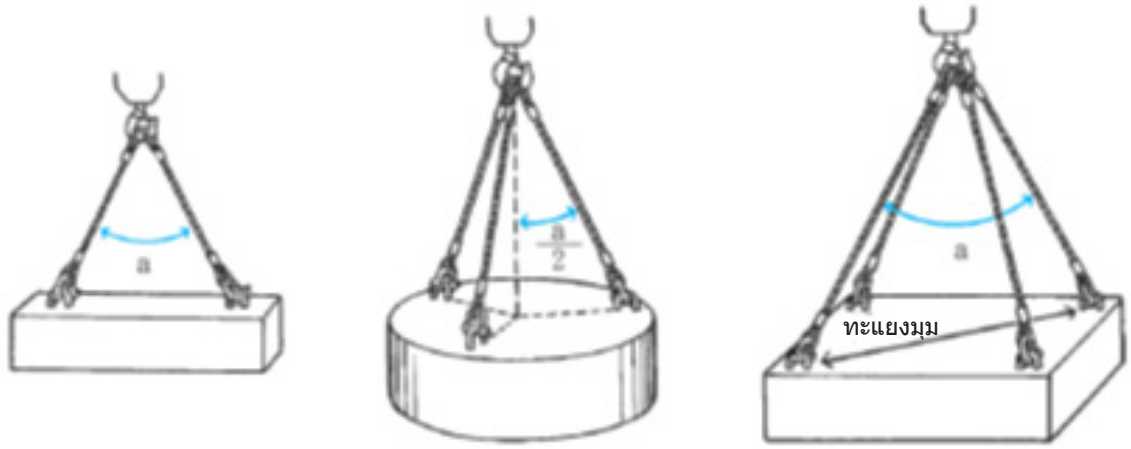
น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน (t) = แรงดึงขาด (kN) / 9.8 x ค่าสัดส่วนความปลอดภัย

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัย

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัย (หรือน้ำหนักบรรทุกการทำงาน) คือน้ำหนักบรรทุกสูงสุด (t) ที่สามารถยกได้ในแนวดิ่งด้วยลวดสลิงหรือโซ่ โดยดูจากจำนวนของลวดสลิงและมุมของสลิง อุปกรณ์สลิงบางชนิดแสดงน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยในรูปของน้ำหนักบรรทุกที่กำหนดหรือน้ำหนักบรรทุกการทำงาน

จำนวนของลวดสลิงและมุมของสลิง

จำนวนของลวดสลิงจะแสดงเป็นวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสองจุด วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสองจุด วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสามเส้นและจุดสามจุด วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสี่เส้นและจุดสี่จุด หรือในแบบที่คล้ายกันนี้ โดยดูจากจำนวนของจุดที่ใช้สลิงบนน้ำหนักบรรทุก ดูมุมของสลิง (มุมระหว่างลวดสลิงที่ยึดเข้ากับตะขอ) ได้จากรูปภาพ 2-24



วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสองจุด

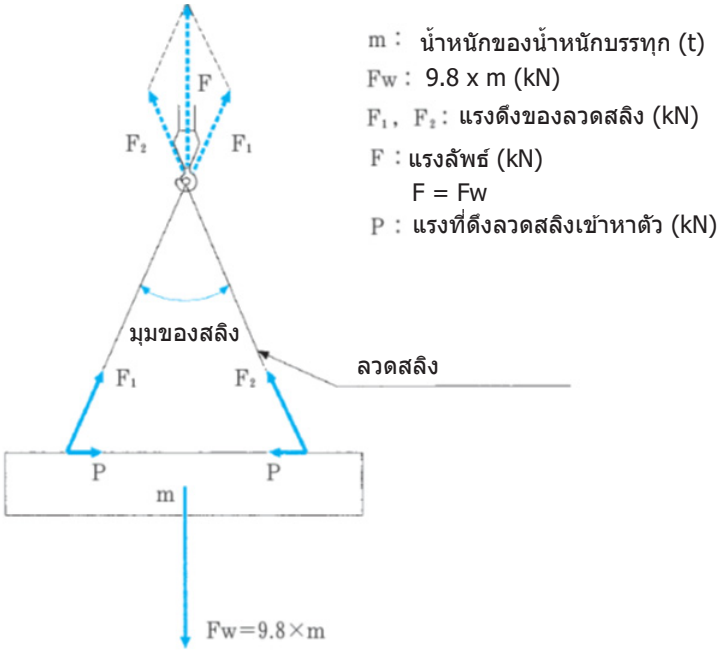
วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสามเส้นและจุดสามจุด

วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสี่เส้นและจุดสี่จุด

รูปภาพ 2-24 จำนวนของลวดสลิงและมุมของสลิง (a = มุมของสลิง)

เมื่อใช้ลวดสลิงสองเส้นยกน้ำหนักบรรทุกเหมือนที่ปรากฏในรูปภาพ 2-25 แรงที่รองรับน้ำหนัก m ของน้ำหนักบรรทุกคือแรงลัพธ์ (F) ของแรงดึง (F1, F2) ซึ่งแต่ละแรงมากกว่าค่าของ F/2 สำหรับแรงของน้ำหนักที่กำหนด แรงดึง F1 และ F2 จะเพิ่มขึ้นเมื่อมุมของสลิงเพิ่มขึ้น

นอกจากนั้น องค์ประกอบแนวนอน P ของแรงดึง F1 และ F2 ยังจะเพิ่มขึ้นพร้อมๆ กับมุมของสลิง องค์ประกอบแนวนอน P นี้จะทำหน้าที่เป็นแรงอัดบนน้ำหนักบรรทุก และดึงลวดสลิงเข้ามาด้านใน จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเมื่อสลิงมีมุมที่กว้าง



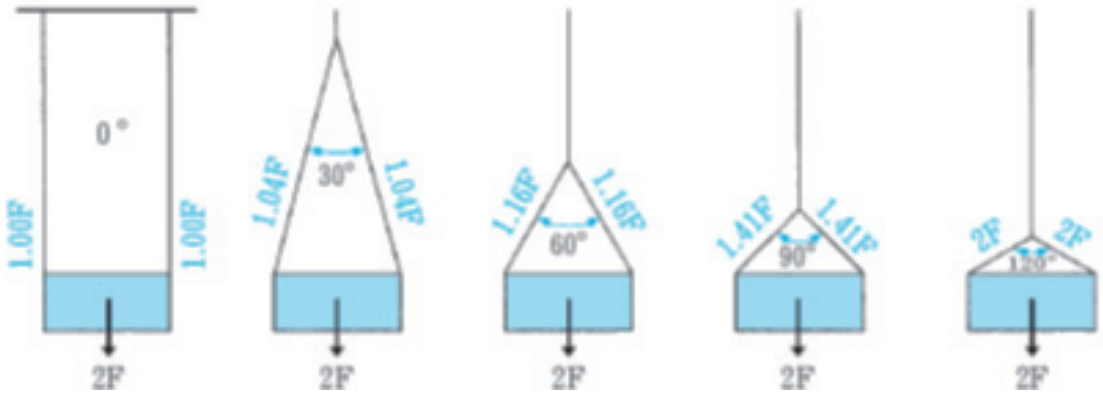
m : น้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก (t)
Fw : 9.8 x m (kN)
F_1, F_2 : แรงดึงของลวดสลิง (kN)
F : แรงลัพธ์ (kN)
F = Fw
P : แรงที่ดึงลวดสลิงเข้าหาตัว (kN)

รูปภาพ 2-25 แรงดึงของลวดสลิง

ค่าสัดส่วนแรงดึง

ค่าสัดส่วนแรงดึงคือค่าที่จะคำนวณแรง (แรงดึง) ที่ใช้กับลวดสลิงเส้นเดียวสำหรับแต่ละมุมของสลิง แรง (แรงดึง) บนลวดสลิงเส้นเดียวคำนวณได้ด้วยการค้นหาค่าสัดส่วนแรงดึงและจำนวนของลวดสลิงแม้จำนวนของลวดสลิงจะเปลี่ยนแปลง ในส่วนความสัมพันธ์ระหว่างมุมของสลิงของลวดสลิงและแรงดึง ให้ดูที่ตำราเรียน (ตาราง 2-4: หน้า 63)

รูปภาพ 2-26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมของสลิงและแรงดึงของลวดสลิง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขณะที่มุมของสลิงเพิ่มขึ้น เราจำเป็นต้องใช้ลวดสลิงที่หนาขึ้นแม้น้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกยังไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากแรงดึงที่ใช้กับลวดสลิงเพิ่มขึ้น



รูปภาพ 2-26 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของสลิงและแรงดึง

ค่าสัดส่วนฐานนิยม

อัตราส่วนของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของลวดสลิงต่อน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานเมื่อมีจำนวนลวดสลิงและมุมของสลิงที่แน่นอนรวมเรียกว่า "ค่าสัดส่วนฐานนิยม" (ดูตาราง 2-5: หน้า 61)

ค่านี้แตกต่างไปตามมุมที่แท้จริงของสลิง แต่เราแบ่งมุมของสลิงออกเป็นช่วงที่แน่นอน และจะมีการแสดงค่าที่แน่นอนในแต่ละช่วงเพื่อการใช้งานได้จริง

6.2 การคำนวณเพื่อเลือกลวดสลิง (หน้า 64)

หากจะคำนวณน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยเพื่อเลือกลวดสลิง ให้ใช้ทั้งค่าสัดส่วนแรงดึงและค่าสัดส่วนฐานนิยม

การคำนวณด้วยค่าสัดส่วนแรงดึง

คำนวณน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับลวดสลิงเส้นเดียวได้ด้วยสมการต่อไปนี้

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับลวดสลิงเส้นเดียว = (น้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก / จำนวนของลวดสลิง) x ค่าสัดส่วนแรงดึง

มุมของสลิง: 40 °
น้ำหนัก: 8 t

รูปภาพ 2-27 การขึงสลิงแบบหมุนครั้งเดียวพร้อมกับลวดสองเส้นและจุดสี่จุด

การคำนวณด้วยค่าสัดส่วนฐานนิยม

คำนวณน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับลวดสลิงเส้นเดียวได้ด้วยสมการต่อไปนี้

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน = น้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก / ค่าสัดส่วนฐานนิยม

บทที่ 3

วิธีเลือกและใช้อุปกรณ์สลิง

ลวดสลิง โซ่ สายเข็มขัดสลิง ตะขอและสเก็นคืออุปกรณ์ที่นำมาใช้เป็นอุปกรณ์สลิงเมื่อต้องใช้การขึงสลิงร่วมกับเครน โดยจะใช้อุปกรณ์ใดนั้นให้พิจารณาจากน้ำหนักและรูปทรงของน้ำหนักบรรทุกเป็นสำคัญ ดูข้อมูลค่าสัดส่วนความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์สลิงเหล่านี้ได้จากรายละเอียดที่ปรากฏในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน (มาตราที่ 213 และ 214)

- ลวดสลิง: 6 หรือมากกว่า
- โซ่สำหรับลวดสลิง: 5 เส้นหรือมากกว่า หรือ 4 เส้นหรือมากกว่าเมื่อตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด
- ตะขอ สเก็น: 5 อันหรือมากกว่า

แคลัมป์ยึดและแฮคเกอร์นำมาใช้ได้ด้วย ส่วนการใช้เชือกไฟเบอร์ เช่น สายเข็มขัดสลิงและสลิงกลมเริ่มแพร่หลายมากขึ้น แม้กฎระเบียบเหล่านี้ไม่ได้กล่าวถึงค่าสัดส่วนความปลอดภัยของอุปกรณ์เหล่านี้ แต่มาตรฐานของสมาคมเครนแห่งญี่ปุ่นได้ระบุถึงค่าสัดส่วนความปลอดภัยไว้ดังนี้

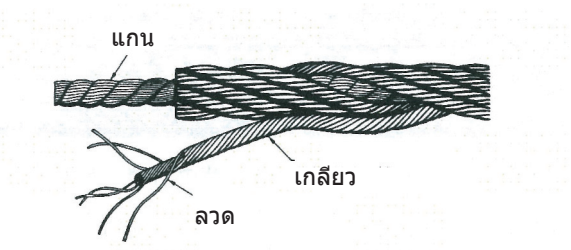
- แคลัมป์ยึดและแฮคเกอร์: 5 หรือมากกว่า
- สายเข็มขัดสลิง สลิงกลม: 6 หรือมากกว่า

1 ลวดสลิง (หน้า 67)

1.1 ภาพรวมของลวดสลิง (หน้า 67)

รูปแบบเกลียวลวดสลิง

ลวดสลิงผลิตขึ้นได้ด้วยการบิดเกลียวลวดหลายๆ เกลียวเข้าด้วยกัน โดยเกลียวลวดแต่ละเกลียวได้มาจากการบิดลวดนับสิบเส้นที่ได้มาจากเหล็กคาร์บอนชั้นดีเข้าด้วยกัน



รูปภาพ 3-1 รูปแบบเกลียวลวดสลิง

วัสดุตรงกลางลวดสลิงเรียกว่า "แกน" ที่ทำหน้าที่รักษารูปทรงของลวดสลิง ให้ความยืดหยุ่น และดูดซับแรงกระแทกและแรงสั่นสะเทือนเพื่อป้องกันการหักของลวดสลิง แกนทำจากเส้นใยผ้าหรือลวด และในการขึงสลิง ลวดสลิงที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางคือลวดสลิงที่ประกอบด้วยเกลียวลวด 6 เกลียว (ดูตาราง 3-1: หน้า 68)

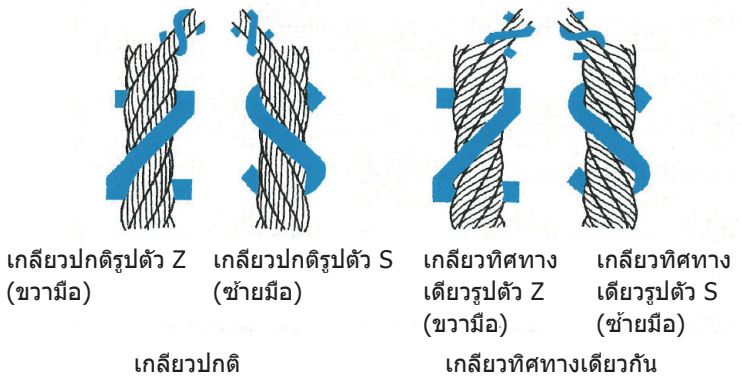
ลวดสลิงที่เติมด้วยลวด (ลวดเติม) ภายในเกลียวเรียกว่า "ชนิดเติม"

สิ่งที่ใช้ระบุถึงรูปแบบลวดสลิงคือรหัสเชิงโครงสร้าง (จำนวนของเกลียว x จำนวนของลวดที่อยู่ภายในเกลียวแต่ละเกลียว) เช่น 6 x 24 หรือ 6 x 37

ลวดสลิงแบบต่างๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่กำหนด โดยลวดสลิงที่มีจำนวนเส้นลวดขนาดเล็กลงจำนวนมากขึ้นมักมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น ส่วนลวดสลิงที่ผลิตขึ้นโดยแกนตรงกลางของเกลียวแต่ละเกลียวยังคงมีความยืดหยุ่นมากกว่าและใช้ได้ง่ายกว่าด้วย

ประเภทของเกลียว

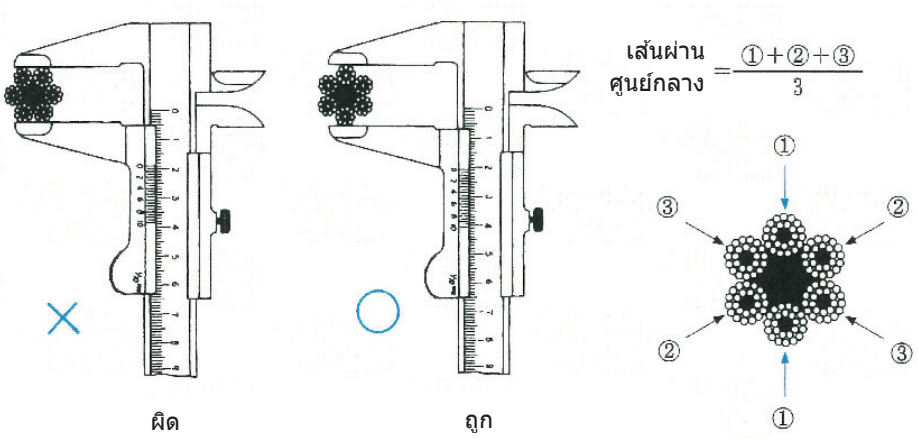
รูปภาพ 3-2 แสดงประเภทของเกลียวที่ใช้ในลวดสลิง "เกลียวปกติ" คือลวดสลิงที่การบิดของลวดสลิงและของเกลียวจะอยู่ในทิศทางตรงกันข้ามกัน ขณะที่ "เกลียวทิศทางเดียวกัน" คือลวดสลิงที่การบิดของลวดสลิงและของเกลียวจะไปในทิศทางเดียวกัน เกลียวเหล่านี้แต่ละเกลียวยังแบ่งออกเป็นเกลียวขวามือและเกลียวซ้ายมือ (Z และ S) เมื่อเทียบกับเกลียวทิศทางเดียวกัน พบว่าลวดสลิงที่มีเกลียวปกติจะเสื่อมสภาพเร็วกว่า แต่ใช้ได้ง่ายกว่า เนื่องจากลวดสลิงนี้จะคายตัวหรือเป็นปมได้น้อยกว่า แต่สำหรับการขึงสลิงนั้น ลวดสลิงที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือลวดสลิงเกลียวปกติ Z (ขวามือ)



รูปภาพ 3-2 ประเภทของเกลียว

เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิง

ดูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิงได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่อยู่รอบพื้นที่หน้าตัดของวงกลมนั้น หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้โดยใช้สไลด์คาลิเปอร์หรือปากกาวัด วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิงในสามทิศทางบนพื้นที่หน้าตัดที่ให้ ตามที่ปรากฏในรูปภาพ 3-3 ก่อนหาค่าเฉลี่ยจากผลลัพธ์ที่วัดได้ ค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางที่กำหนดได้ ณ เวลาที่ทำการผลิตต้องอยู่ระหว่าง 0 ถึง +7 เปอร์เซ็นต์ (แต่สำหรับลวดสลิงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 มม. ค่าความคลาดเคลื่อนจะอยู่ที่ 0 ถึง +10 เปอร์เซ็นต์)



รูปภาพ 3-3 วิธีวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิง

1.2 น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับลวดสลิง (หน้า 70)

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัย ("น้ำหนักบรรทุกการทำงาน" ใน JISB8817)

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยคือ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (t) ที่สามารถยกขึ้นได้โดยดูจากจำนวนของลวดสลิงและมุมของสลิง

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยคำนวณได้ด้วยการใช้ค่าสัดส่วนแรงดึงและค่าสัดส่วนฐานนิยม และตารางน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย

- การคำนวณด้วยค่าสัดส่วนแรงดึง
  น้ำหนักบรรทุกปลอดภัย = น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน x (จำนวนของลวดสลิง / ค่าสัดส่วนแรงดึง)
- การคำนวณด้วยค่าสัดส่วนฐานนิยม
  น้ำหนักบรรทุกปลอดภัย = น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน x ค่าสัดส่วนฐานนิยม
- การคำนวณด้วยตารางน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย

หากใช้ตารางน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์สลิงได้ ให้ค้นหาน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยจากตาราง (ตาราง 3-7 (a) - (d): หน้า 75 - หน้า 78) ตัวอย่างเช่น น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสามารถคำนวณได้ง่ายๆ โดยใช้มุมของสลิงและจำนวนของลวดสลิงเมื่อได้ระบุประเภทของลวดสลิงไว้แล้ว

สำหรับคำศัพท์ทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักบรรทุกของลวดสลิง โปรดดู บทที่ 2: ความแข็งแรงของลวดสลิง โซ่และอุปกรณ์สลิงอื่นๆ

ค่าสัดส่วนแรงดึง

ค่าสัดส่วนแรงดึงคือค่าที่จะคำนวณแรง (แรงดึง) ที่ใช้กับลวดสลิงเส้นเดียวสำหรับแต่ละมุมของสลิง

ตาราง 3-1 ค่าสัดส่วนแรงดึงจากมุมของสลิงของลวดสลิง

มุมของสลิง	ค่าสัดส่วนแรงดึง
0°	1.00
30°	1.04
60°	1.16
90°	1.41
120°	2.00

ค่าสัดส่วนฐานนิยม

อัตราส่วนของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของอุปกรณ์สลิงต่อน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานเมื่อมีจำนวนลวดสลิงและมุมของสลิงที่แน่นอนรวมเรียกว่า "ค่าสัดส่วนฐานนิยม" (ดูตาราง 3-3, หน้า 72)

แรงดึงขาดของลวดสลิง

มีการจัดเกรดความแข็งแรงของลวดสลิงเป็นเกรด G, เกรด A หรือเกรดอื่นตามแรงที่ใช้ในการดึงลวด (ตาราง 3-4: หน้า 72)

สำหรับแรงดึงขาดของลวดสลิง 6 x 24 และ 6 x 37 เกรด G และ A ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเมื่อใช้สลิง ให้ดูรายละเอียดจากตำราเรียน (ตาราง 3-5: หน้า 73)

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานสำหรับลวดสลิง

ค่าสัดส่วนความปลอดภัยสำหรับลวดสลิงคือ 6 หรือมากกว่าตามที่ปรากฏในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน ทั้งนี้ น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานคือน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่สามารถใช้ลวดสลิงหนึ่งเส้นยกขึ้นได้ในแนวดิ่ง โดยต้องพิจารณาถึงค่าสัดส่วนความปลอดภัยนี้ด้วย (ดูตาราง 3-6: หน้า 74)

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานโดยประมาณสำหรับลวดสลิง 6 x 24 คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้:

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน (t) ≈ 0.008 x (เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิง)^2

โปรดทราบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิงมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรหรือ มม.

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐานสำหรับลวดสลิงที่คำนวณจากจำนวนของลวดสลิงและมุมของสลิง

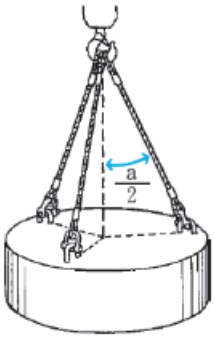
น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสองจุด

สำหรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของลวดสลิง 6 x 24 และ 6 x 37 ในเส้นผ่านศูนย์กลางปกติแต่ละเส้น ให้ดูที่ตำราเรียน (ตาราง 3-7 (a): หน้า 75, ตาราง 3-7 (b): หน้า 76, ตาราง 3-7 (c): หน้า 77, ตาราง 3-7 (d): หน้า 78)

รูปภาพ 3-4 มุมของสลิงสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสองจุด

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสามเส้นและจุดสามจุด

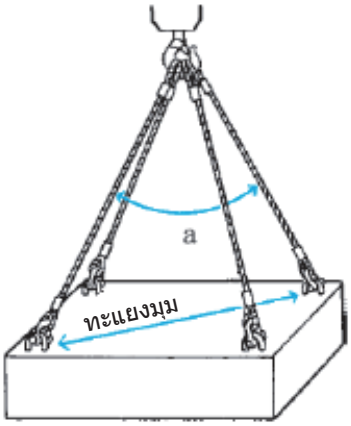
เมื่อกระจายน้ำหนักบรรทุกให้เท่าๆ กันบนลวดสลิงทั้งสามเส้นตามที่แสดงในรูปภาพ 3-5 มุมของสลิงจะมีขนาดใหญ่เป็นสองเท่าของ a/2 และน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยคือ 1.5 เท่าของค่าที่ได้มาจาก (ตาราง 3-7) ที่แสดงน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสองจุด



รูปภาพ 3-5 มุมของสลิงสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสามเส้นและจุดสามจุด

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสี่เส้นและจุดสี่จุด

สำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสี่เส้นและจุดสี่จุดนั้น น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยจะมากกว่าเป็นสองเท่าของวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสองจุด ดังนั้น น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยจึงมากกว่าเป็นสองเท่าของน้ำหนักบรรทุกที่ตรงกันที่ปรากฏใน (ตาราง 3-7) หากกระจายน้ำหนักให้เท่าๆ กันบนลวดสลิงทั้งสี่เส้นได้ยากเนื่องจากรูปทรงของน้ำหนักบรรทุกหรือความยาวของลวดสลิงแตกต่างกันเล็กน้อย แนะนำให้คำนวณน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยตามค่าสัดส่วนฐานนิยมสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสามเส้น

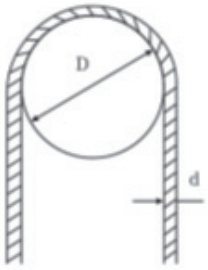


รูปภาพ 3-6 มุมของสลิงสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสี่เส้นและจุดสี่จุด

ลวดสลิงมีความแข็งแรงลดลงเนื่องจากลวดสลิงงอ

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยจะลดลงตามอัตราส่วน (D/d) ของเส้นผ่านศูนย์กลาง D ของเฟือง เช่น ตะขอและสเก็น กับเส้นผ่านศูนย์กลาง d ของลวดสลิง ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงเส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ทำงาน

(การอ้างอิง)



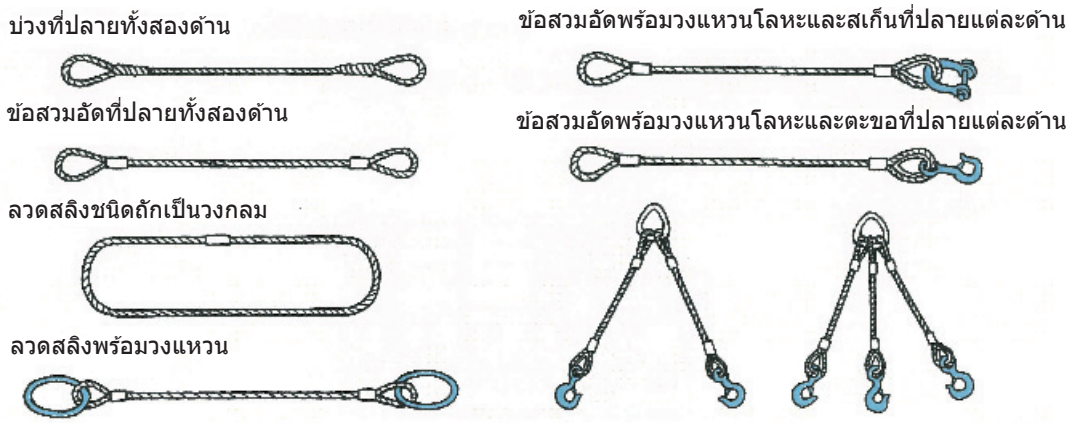
(%)

รูปแบบลวดสลิง D/d	1	5	10	20
6 x 24	50	30	25	10
6 x 37	45	22	10	5
6 x Fi (25), Fi (29)	45	25	15	4

ตัวอย่างของลวดเส้นที่ความแข็งแรงลดลงเนื่องจากลวดสลิงงอ (สมาพันธ์ผลิตภัณฑ์เส้นลวดแห่งญี่ปุ่น)

1.3 ลักษณะของปลายลวดสลิง (หน้า 83)

ลวดสลิงที่ใช้ในอุปกรณ์สลิงต้องเป็นแบบถักเป็นวลกม หรือมีตะขอ สเก็น วงแหวนหรือบ่วงปิดหัวท้าย รูปภาพ 3-7 แสดงภาพลวดสลิงที่ใช้สำหรับการขึงสลิง



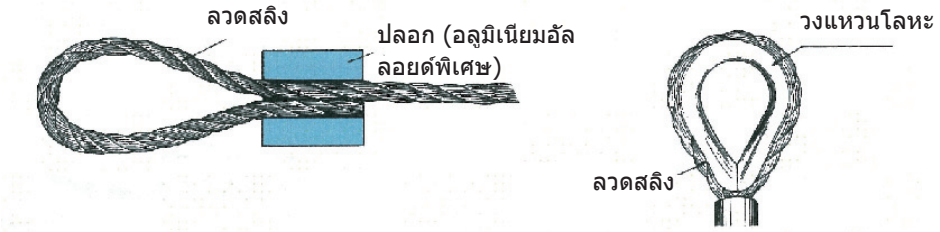
รูปภาพ 3-7 ลวดสลิง

"Makisashi" (การพัน) ง่ายกว่า "kagosashi" (การแทรก) แต่เมื่อใช้ในสถานการณ์ที่ต้องใช้แรงเพื่อหมุนลวดสลิง ลวดที่พันในลักษณะนี้อาจคายตัวและหลวมได้

การแทงบ่วงคือกระบวนการที่ทำด้วยมือ ความแข็งแรงที่ได้จึงอาจแตกต่างกันตามระดับทักษะในการแทงบ่วง ขณะที่เราใช้ลวดสลิงเพื่อยกน้ำหนักบรรทุก เราจะใช้ลวดยึดเพื่อรัดสิ่งของที่บรรทุกให้อยู่กับที่หรือมัดให้แน่น (รูปภาพ 3-14: หน้า 84)

ข้อสวมอัด

การทำข้อสวมอัดหรือที่เรียกว่า "การล็อค" คือวิธีการผูกปลายลวดสลิงเป็นวงแหวนด้วยการประกอบและบีบวัสดุโลหะพิเศษเป็นรูปบ่วง จำเป็นต้องใช้ลวดสลิงเพื่อทำข้อสวมอัดที่ผลิตจากโรงงานเฉพาะและน่าเชื่อถือ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีคุณภาพที่แตกต่างกันตามวิธีการดำเนินการเป็นสำคัญ แต่โปรดระวังข้อเสียของลวดสลิงเพื่อทำข้อสวมอัด เพราะขณะที่ดึงลวดสลิงออกจากใต้น้ำหนักบรรทุก ปลายของลวดสลิงอาจเกี่ยวติดกับน้ำหนักบรรทุกได้

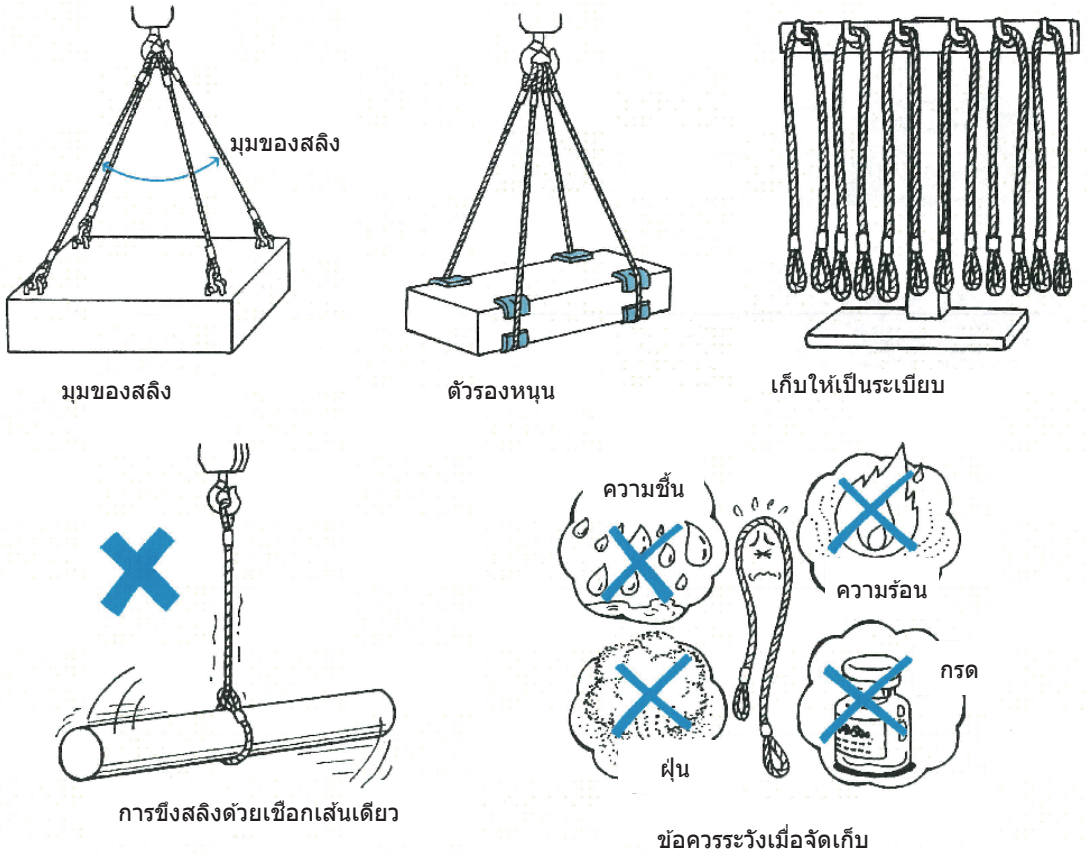


รูปภาพ 3-8 วิธีการทำข้อสวมอัด

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้ลวดสลิงได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- ยกน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดที่มีมุมของสลิงที่เหมาะสมขณะที่ค่าสัดส่วนความปลอดภัยอยู่ที่ 6 หรือมากกว่า
- ต้องวางตัวรองหนุนชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียหายได้ของลวดสลิงทุกครั้ง
- ห้ามใช้ลวดสลิงที่ขาดหรือมีปมหรือมีความเสียหายอื่นๆ
- หลีกเลี่ยงการขึงสลิงสินค้าที่มีอุณหภูมิสูงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- แนะนำให้ใช้ลวดสลิงแบบชุบ (เกรด G) หากพื้นที่ทำงานอยู่แถบชายฝั่งหรือในสถานที่อื่นที่อาจได้รับความเสียหายจากเกลือ
- หลีกเลี่ยงการขึงสลิงด้วยเชือกเส้นเดียวหากทำได้ น้ำหนักบรรทุกที่หมุนอาจคายเกลียวของลวดสลิง และทำให้น้ำหนักบรรทุกหล่นลงมาได้ (ดูหน้า 135)
- เมื่อเก็บลวดสลิง ให้จัดกลุ่มตามลักษณะการใช้งานและเก็บไว้ให้เป็นระเบียบภายในพื้นที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก ไม่มีความชื้นสูง ความร้อน ฝุ่น กรดและปัจจัยที่ไม่น่าพึงประสงค์อื่นๆ
- ห้ามงอหรือรัดลวดสลิงชนิดถักเป็นวงกลมตรงจุดที่เป็นรอยต่อ
- ห้ามแช่ลวดสลิงที่ทำจากอลูมิเนียมอัลลอยด์ลงในน้ำทะเล
- (หากใช้เป็นเวลานาน อลูมิเนียมอัลลอยด์อาจชำรุดเสียหาย และแรงขันอาจลดลง)
- มุมเปิดของบ่วงของลวดสลิงที่มีข้อสวมอัดต้องไม่เกิน 60 องศา

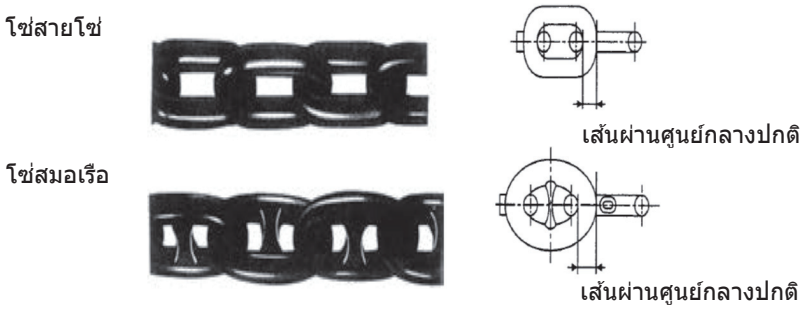


รูปภาพ 3-9 ข้อควรระวังเมื่อใช้ลวดสลิง

2 โซ่ (หน้า 87)

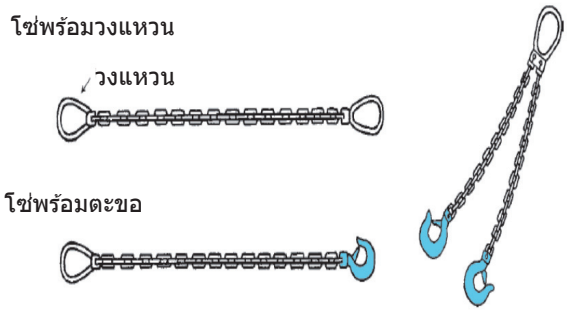
โซ่ทนต่อความร้อน การกัดกร่อนและการผิดสัดส่วนได้มากกว่าเมื่อเทียบกับลวดสลิง

ตรวจสอบขนาดของโซ่ได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งโลหะทรงกลมของส่วนประกอบ (มม.) ซึ่งเราเรียกว่า "เส้นผ่านศูนย์กลางปกติ" ของโซ่ โซ่มีอยู่หลายประเภท แต่ที่ใช้กันมากที่สุดคือโซ่สายโซ่ และบางครั้งก็นำโซ่สมอเรือมาใช้ขึงสลิงน้ำหนักบรรทุกขนาดหนัก



รูปภาพ 3-10 ประเภทของโซ่

สลิงโซ่มักประกอบด้วยโซ่ที่มาพร้อมกับตะขอ วงแหวนหรือชิ้นส่วนโลหะแบบอื่นๆ ที่ประกอบติดเข้ากับปลายทั้งสองด้าน เหมือนกับที่อธิบายไว้ในรูปภาพ 3-11



รูปภาพ 3-11 สลิงโซ่

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้โซ่ได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- เลือกใช้สลิงโซ่ที่ทราบน้ำหนักบรรทุกการทำงาน (แท็กระบุน้ำหนักบรรทุกการทำงานจะติดอยู่ที่ส่วนของวงแหวนในสินค้าบางประเภท)
- ตรวจสอบว่าจะใช้สลิงโซ่ทุกเส้นโดยมีมุมของสลิงที่เหมาะสม พร้อมค่าสัดส่วนความปลอดภัยในระดับ 5 หรือมากกว่านั้นตามที่บัญญัติไว้ในระเบียบการด้านความปลอดภัยสำหรับเครน
- คายโซ่ที่บิดออกก่อนใช้งาน
- ต้องระวังไม่ให้สลิงโซ่หล่นออกมาจากพื้นที่ต่างระดับ
- อย่าให้สลิงโซ่โดนความร้อนโดยตรง
- ห้ามใช้เครนดึงโซ่ที่อยู่ใต้น้ำหนักบรรทุก
- ห้ามยัดปลายตะขอ สลักหรือชิ้นส่วนใดๆ ลงในข้อลูกโซ่ภายในโซ่เพื่อลดความยาวของโซ่
- เมื่อใช้สลิงโซ่ในบริเวณที่อากาศเย็น ให้ใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเพื่อไม่ให้เกิดการกระตุก
- ห้ามใช้โซ่นั่งร้านเพื่อชึงสลิงน้ำหนักบรรทุกที่จะยก (รูปภาพ 3-20: หน้า 89)

3 เชือกไฟเบอร์ (หน้า 89)

เชือกไฟเบอร์เบากว่าและใช้งานได้ง่ายกว่าลวดสลิงหรือโซ่ และสินค้าที่ใช้เชือกประเภทนี้ยกจะไม่ค่อยเสียหาย

3.1 สายเข็มขัดสลิง (หน้า 89)

สำหรับสายเข็มขัดสลิง ให้เลือกแบบที่มีทั้งส่วนของเข็มขัดและส่วนที่ทำจากโลหะ ซึ่งมีค่าสัดส่วนความปลอดภัยเป็น 6 หรือมากกว่า และ 5 หรือมากกว่าตามลำดับ

ประเภทและน้ำหนักบรรทุกการทำงานสูงสุด (น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยมาตรฐาน)

สิ่งที่กำหนดประเภทของสายเข็มขัดสลิงคือเกรด ประเภทและความกว้าง โดยเราดูข้อมูลเหล่านี้ได้จากแท็ก โดยสายเข็มขัดสลิงที่มีวางจำหน่ายแบ่งออกเป็นสองประเภทที่มีความกว้างให้เลือกหลายช่วง

โปรดดูตำราเรียนหากต้องการรายละเอียดน้ำหนักบรรทุกการทำงานสูงสุดสำหรับสายเข็มขัดสลิงแต่ละประเภท (ตาราง 3-11: หน้า 92, ตาราง 3-12: หน้า 92)

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้สายเข็มขัดสลิงได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด (รูปภาพ 3-22: หน้า 93)

- เลือกและใช้สายเข็มขัดสลิงที่เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ เลี่ยงการใช้สายเข็มขัดสลิงที่ทำจากพอลิโพรไพลีนกลางแจ้งเพราะสายเข็มขัดสลิงประเภทนี้ไวต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ต ติดต่อผู้ผลิตหากจะใช้สายเข็มขัดสลิงร่วมกับวัสดุเคมีใหม่หรือสารละลายที่ไม่รู้จัก
- ห้ามใช้สายเข็มขัดสลิงที่เกินค่าการใช้งาน เนื่องจากเครื่องหมายที่แสดงเป็นสีต่างๆ จะปรากฏขึ้นหากสายเข็มขัดสลิงชำรุดเสียหายเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
- เมื่อใช้สายเข็มขัดสลิงนอกช่วงอุณหภูมิที่กำหนด (ระหว่าง -30 °C และ 50 °C) ให้ติดต่อผู้ผลิตเพื่อตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกการทำงาน ห้ามใช้สายเข็มขัดสลิงในที่ที่อุณหภูมิเกิน 100 °C
- หากสายเข็มขัดสลิงเปียกหรือเปื้อนน้ำมัน สายจะลื่นได้ง่าย
- ต้องเสริมตัวหนุนรองบริเวณขอบของน้ำหนักบรรทุกทรงเหลี่ยมเพื่อป้องกันน้ำหนักบรรทุกและสายเข็มขัดสลิง และเพื่อป้องกันการลื่นไถลไปด้านข้าง
- เมื่อใช้วิธีผูกสลิงแบบ Choke Hitch ให้ชักรอกน้ำหนักบรรทุกด้วยวิธีการแทงบ่วงสายเข็มขัดสลิงเพื่อมัดให้แน่น
- คนควบคุมเครนต้องไม่ละทิ้งหน้าที่ขณะที่ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นแล้ว
- ห้ามใช้สายเข็มขัดสลิงที่บิดไปมามากเกินไป หรือสายเข็มขัดสลิงที่ผูกหรือดึงรั้งกันเอง
- เมื่อดึงสายเข็มขัดสลิงที่มีน้ำหนักบรรทุกทับไว้ ต้องระวังอย่าทำให้สายเข็มขัดสลิงชำรุดเสียหาย
- ห้ามลากสายเข็มขัดสลิงบนพื้นดินหรือพื้นอาคาร ระวังสายเข็มขัดสลิงที่ยังมีส่วนที่ทำจากโลหะติดอยู่หล่นลงมาจากที่สูง
- ห้ามให้น้ำหนักบรรทุกวางทับสายเข็มขัดสลิง (ติดต่อกันเป็นเวลานาน)
- เมื่อใช้สายเข็มขัดสลิงร่วมกับอุปกรณ์สลิงหรืออุปกรณ์เสริมชักรอกอื่น ต้องระวังไม่ทำให้ส่วนเชื่อมต่อชำรุดเสียหาย
- เก็บสายเข็มขัดสลิงให้ห่างจากความร้อน สารเคมีและแสงแดด
- สำหรับสายเข็มขัดสลิงที่ใช้เคลื่อนย้ายเคมีภัณฑ์ ต้องล้างทำความสะอาดให้ดีก่อนจัดเก็บ
- หากสายเข็มขัดสลิงสกปรกเนื่องจากเปื้อนน้ำมันหรือฝุ่น ต้องล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาดที่มีฤทธิ์เป็นกลางก่อนจัดเก็บ
- หากมีคำสั่งให้ทิ้งสายเข็มขัดสลิงหรือส่วนที่ทำจากโลหะหลังตรวจสอบสภาพแล้ว ห้ามนำอุปกรณ์เหล่านี้กลับมาใช้ด้วยการซ่อมหรือลดน้ำหนักบรรทุกการทำงาน
- ปรึกษาผู้ผลิตหากต้องใช้สายเข็มขัดสลิงในสภาพแวดล้อมที่ผิดธรรมชาติ

น้ำหนักบรรทุกการทำงานของสายเข็มขัดสลิง

ในการขึงสลิงจริงนั้น สิ่งที่สำคัญคือการพิจารณาถึงค่าสัดส่วนฐานนิยมและมุมของสลิงเพื่อเลือกสายเข็มขัดสลิงที่เหมาะสม

โปรดดูข้อมูลน้ำหนักบรรทุกการทำงานและวิธีการขึงสลิงของผลิตภัณฑ์เกรด III ได้จากตำราเรียน (ตาราง 3-13: หน้า 94, ตาราง 3-14: หน้า 94) เพื่อความปลอดภัย โปรดใช้โดยมุมของสลิงน้อยกว่า 60 องศา

3.2 สลิงกลม (หน้า 95)

สลิงกลมมีชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่วัสดุตรงแกนที่ทำจากเกลียวเชือกสังเคราะห์ที่บิดเข้าด้วยกัน หุ้มชั้นนอกด้วยผ้า ค่าสัดส่วนความปลอดภัยของสลิงกลมเหมือนกับของสายเข็มขัดสลิง

ลักษณะภายนอก วัสดุที่ใช้เป็นแกน

รูปภาพ 3-12 สลิงกลม

สลิงกลมประเภทต่างๆ

มีการจำแนกสลิงกลมออกเป็นประเภทต่างๆ ตามชนิดของด้ายที่ใช้เป็นวัสดุตรงแกน รูปทรงของสลิง และน้ำหนักบรรทุกการทำงานสูงสุด (ตาราง 3-16: หน้า 96)

มาตรฐาน JIS B 8811 จะกำหนดรหัสสีที่ใช้กับผ้าที่หุ้มด้านนอก เพื่อระบุถึงน้ำหนักบรรทุกการทำงานสูงสุด ตามที่ปรากฏในตารางด้านล่าง แต่ผลิตภัณฑ์บางประเภทอาจมีรหัสสีที่ต่างไปจากนี้ตามข้อตกลงระหว่างบริษัทต่างๆ

น้ำหนักบรรทุกการทำงานสูงสุด (t)	0.5	1.0	1.6	2.0	3.2	5.0	8.0
สีของผ้าที่หุ้มด้านนอก	เทา	ม่วง	ฟ้า	เขียว	เหลือง	แดง	ฟ้าเข้ม

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ข้อควรระวังในการขึงสลิงกลมเกือบจะเหมือนกับของสายเข็มขัดสลิงทุกข้อ แต่ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษในเรื่องต่างๆ ด้านล่างนี้

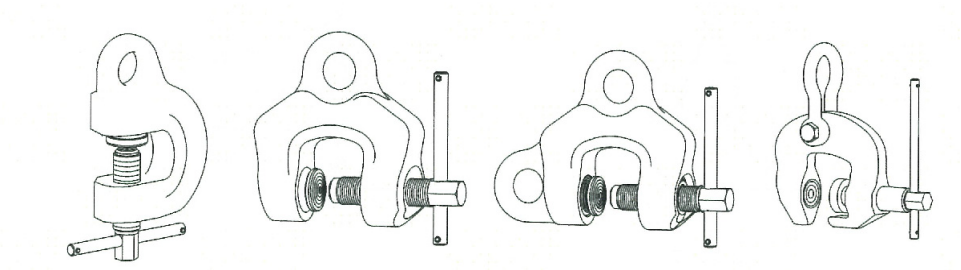
- ห้ามนำสลิงกลมสำหรับงานทั่วๆ ไป มาใช้กับสารเคมีหรือเมื่อกำหนดให้ต้องใช้สลิงที่ทนความร้อนได้
- เมื่อคุณทำการตรวจเช็คสภาพและพบร่องรอยความเสียหายเพียงเล็กน้อยตรงผ้าที่หุ้มด้านนอก โปรดแจ้งผู้ผลิตเพื่อทำการซ่อม

4 อุปกรณ์สลิงอื่นๆ (หน้า 97)

4.1 แคลัมป์ยึด (หน้า 97)

แรงของตัวหนีบจะเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักของสินค้าที่บรรทุก แคลัมป์ยึดในแบบแคมจึงมักคายตัว ทำให้สินค้าร่วงลงมาขณะที่วางสินค้าลงบนพื้นอาคารหรือพื้นดิน หรืออาจจะชนเข้ากับวัตถุอื่นได้ ทำให้เกิดสภาวะไร้น้ำหนักบรรทุกเป็นการชั่วคราว ดังนั้น แคลัมป์ยึดแบบมีรูคล้องส่วนใหญ่ที่ใช้กันแพร่หลายจึงมาพร้อมกับตัวล็อคนิรภัย เหมือนกับที่แสดงในรูปภาพ 3-13 เพื่อป้องกันไม่ให้แคลัมป์ยึดคายการยึดเกาะสินค้าลง

รูปภาพ 3-13 แคลัมป์ยึดแบบมีรูคล้อง



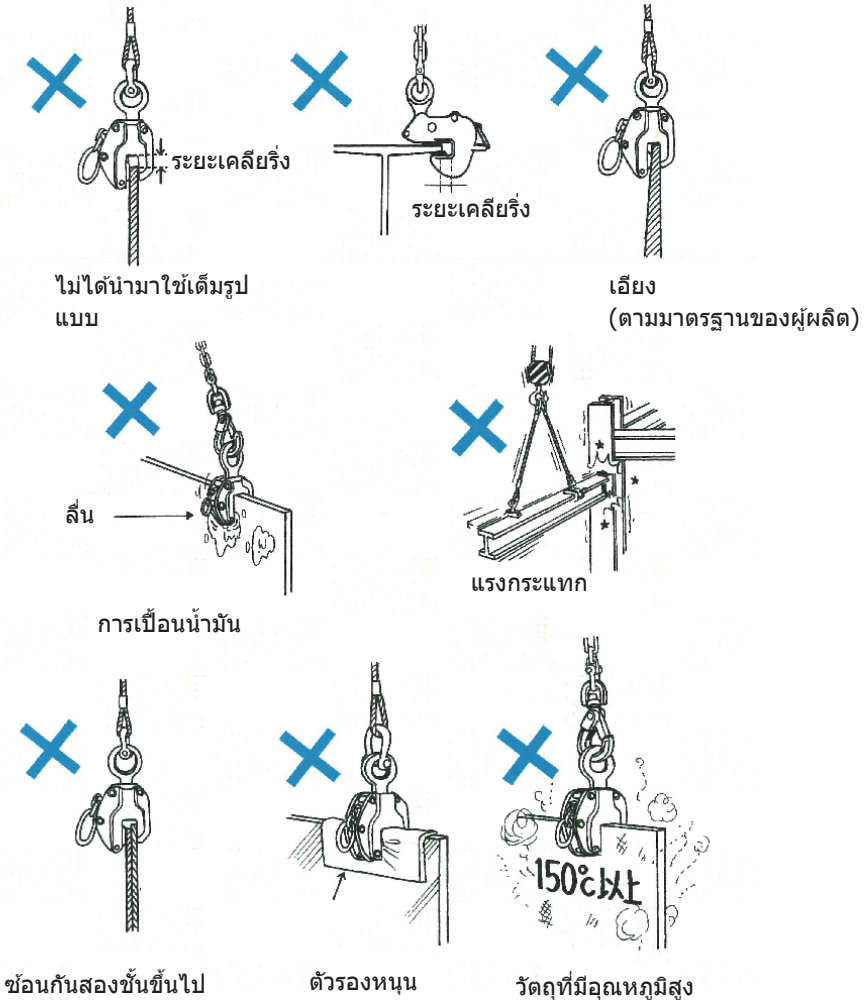
รูปภาพ 3-14 แคลัมป์ยึดแบบมีสกรูขัน

แคลัมป์ยึดแบบมีสกรูขันกำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้แคลัมป์ยึดได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

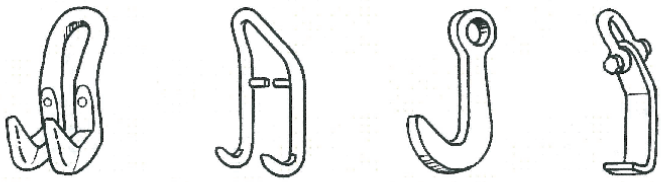
- **ใช้แคลัมป์ยึดในแนวตั้งหรือแนวนอนตามประเภทของงาน (ยังมีแคลัมป์ยึดแบบหลายชั้นสำหรับใช้กับสลิงแนวตั้งและแนวนอนให้เลือกซื้อในท้องตลาด)**
- **ต้องใช้แคลัมป์ยึดภายในช่วงน้ำหนักบรรทุกการทำงาน (ต่ำสุดและสูงสุด) และความหนาของแผ่นเพลทตามที่กำหนดไว้**
- **มุมของสลิงต้องอยู่ที่ 60 องศาหรือน้อยกว่า และมุมระหว่างสลิงที่อยู่ติดกันต้องอยู่ที่ 30 องศาหรือน้อยกว่า (รูปภาพ 3-27)**
- **เลี่ยงการขึงสลิงแบบจุดหนึ่งจุดเพราะแคลัมป์ยึดอาจไม่มีแรงหนีบได้หากสินค้าที่บรรทุกแกว่งไปมา แม้แคลัมป์ยึดจะอยู่ที่ COG**
- **เมื่อหนีบแคลัมป์ยึดเข้ากับน้ำหนักบรรทุก ต้องสอดเข้าไปในช่องจนสุด และปิดด้วยล็อคนิรภัย**
- **หากส่วนของสินค้าที่จะสอดแคลัมป์ยึดลงไปเอียงไปยังส่วนที่จะดึงออก ให้ขอคำแนะนำจากผู้ผลิตก่อนใช้**
- **หากมีสิ่งอุดตันบริเวณรูคล้องและฟันเฟือง ต้องนำสิ่งอุดตันออกก่อนใช้งาน**
- **ห้ามใช้รูคล้องและฟันเฟืองที่สึก (เทียบจากมาตรฐานของผู้ผลิต)**
- **ก่อนใช้สลิงยกน้ำหนักบรรทุก ต้องขจัดคราบน้ำมัน สารที่เคลือบอยู่ รวมถึงสนิมหรือคราบ หากมี ออกจากพื้นผิวของสลิงก่อน**
- **ระวังอย่าให้น้ำหนักบรรทุกหรือแคลัมป์ยึดเจอกับแรงกระแทก**
- **ห้ามใช้แคลัมป์ยึดเพื่อสลิงของที่มีอุณหภูมิสูง 150 °C หรือสูงกว่า**
- **ห้ามยกน้ำหนักบรรทุกที่วางซ้อนกันเกินสองชั้นหรือยกของที่รองด้วยตัวรองหนุน**
- **ต้องใช้สเก็นแทนการร้อยลวดสลิงในวงแหวนโดยตรง**



รูปภาพ 3-15 วิธีใช้สลิงร่วมกับแคลัมป์ยึดที่ผิดวิธี

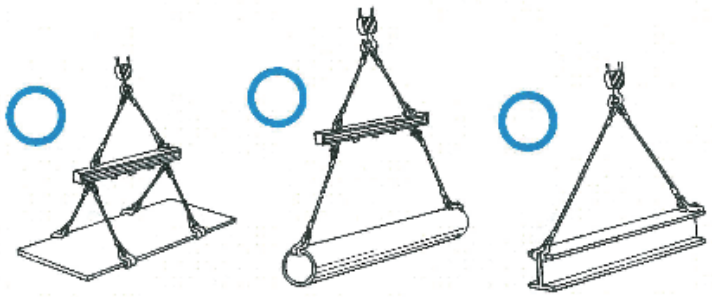
4.2 แฮคเกอร์ (หน้า 99)

แฮคเกอร์คืออุปกรณ์สลิงที่มีก้ามหนึ่งอันหรือสองอันตรงปลายเพื่อใช้ยึดผลิตภัณฑ์เอาไว้ ไม่ว่าจะเป็นเหล็กแผ่น เหล็กขึ้นรูป หรือท่อสำหรับลำเลียง

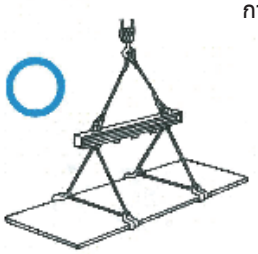


แฮคเกอร์แบบสองก้าม แฮคเกอร์แบบหนึ่งก้าม

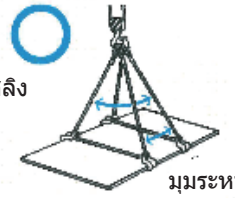
รูปภาพ 3-16 แฮคเกอร์



การขึงสลิงด้วยตะขอ



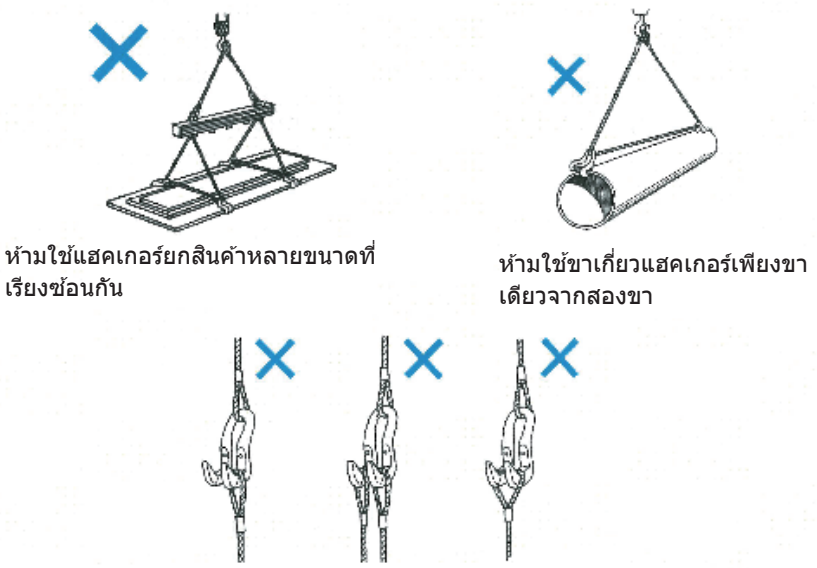
การขึงสลิงที่คนดูแลสลิงเป็นผู้ดึง



มุมของสลิง

มุมระหว่างสลิงที่อยู่ติดกัน

รูปภาพ 3-17 การขึงสลิงร่วมกับแฮคเกอร์



รูปภาพ 3-18 วิธีใช้แฮคเกอร์ที่ผิดวิธี

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้แฮคเกอร์ได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- เลือกแฮคเกอร์ที่เหมาะกับรูปทรง น้ำหนักและความหนาของสินค้าที่บรรทุก (รูปภาพ 3-30)
- ห้ามใช้แฮคเกอร์ยกสินค้าหลายขนาดที่เรียงซ้อนกัน
- มุมของสลิงต้องอยู่ที่ 60 องศาหรือน้อยกว่า และมุมระหว่างสลิงที่อยู่ติดกันต้องอยู่ที่ 30 องศาหรือน้อยกว่า
- ตรวจสอบ COG ของน้ำหนักบรรทุกให้ถูกต้อง ก่อนประกบแฮคเกอร์สองตัวหรือมากกว่านั้นตรงจุดต่างๆ ระหว่าง COG
- สอดแฮคเกอร์เข้าไปที่ส่วนปลายสุดของขาเกี่ยวจนสุด
- ห้ามใช้ขาเกี่ยวเพียงขาเดียวจากสองขา
- ห้ามคล้องลวดสลิงเข้ากับขาเกี่ยว
- ห้ามใช้แฮคเกอร์เพื่อยกสลิงสิ่งของที่มีอุณหภูมิสูง 150 °C หรือสูงกว่านี้ หรือในบริเวณที่มีอากาศเย็นที่อุณหภูมิภายนอกต่ำกว่า - 15 °C (คู่มือการตรวจสอบมาตรฐานของสมาคมเครนแห่งญี่ปุ่นสำหรับแฮคเกอร์)
- ห้ามใช้แฮคเกอร์ที่ผ่านการดัดแปลงหรือซ่อมแซมด้วยการเชื่อมยึด

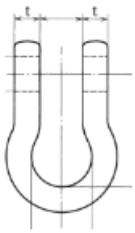
4.3 อื่นๆ (หน้า 101)

นอกจากอุปกรณ์ที่อธิบายไว้ข้างต้น เรายังสามารถขึงสลิงสิ่งของได้ด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้

สเก็น

สเก็นที่นำมาใช้ในการขึงสลิงประกอบด้วยสเก็นโอเมก้าและสเก็นรูปตัวยูตรงที่ยังแบ่งย่อยตามประเภทของโบลท์หรือสลักยึด

เราจำแนกเกรดของสเก็นออกเป็นเกรด M, S, T หรือ V โดยขึ้นอยู่กับแรงดึงของวัสดุที่นำมาใช้ (รูปภาพ 3-32: หน้า 101, รูปภาพ 3-33, ตาราง 3-17: หน้า 102)



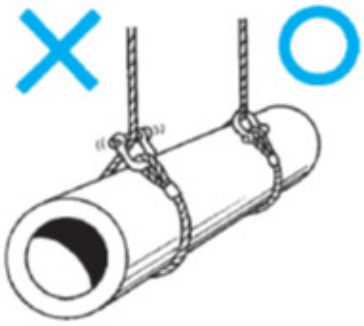
แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางปกติ

รูปภาพ 3-19 เส้นผ่านศูนย์กลางปกติของสเก็น

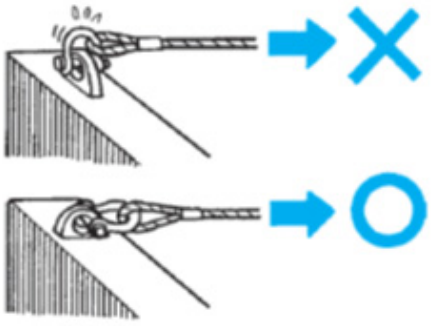
ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้สเก็นได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- เลือกสเก็นที่เหมาะสมกับน้ำหนักบรรทุกการทำงานและการใช้งานที่กำหนด
- เมื่อใช้สเก็นแบบมีสกรูขัน ให้ต่อโบลท์ของสเก็นเข้ากับห่วงของลวดสลิงเหมือนกับรูปในรูปภาพ 3-20
- ห้ามคล้องลวดสลิงผ่านด้านที่มีโบลท์ของสเก็นเหมือนกับรูปในรูปภาพ 3-21 เพราะโบลท์อาจหมุนได้
- ต้องไม่มีโมเมนต์ดัดกระทำบนตัวสเก็นเอง
- ห้ามใช้สเก็นที่ร้อนหรือผ่านการซ่อมแซม (ด้วยการตี)



รูปภาพ 3-20 ตำแหน่งของสเก็น

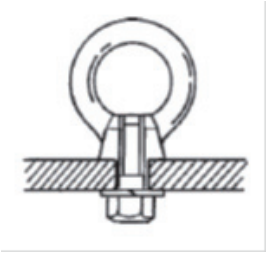


รูปภาพ 3-21 ตัวอย่างการใช้สเก็น

อายโบลท์และอายนัท

อายโบลท์และน็อตคือโบลท์และน็อตพร้อมวงแหวน เหมือนกับที่แสดงในรูปภาพ 3-22 และในรูปภาพ 3-23 ติดอุปกรณ์นี้เข้ากับเครื่องจักรหรือส่วนประกอบของเครื่องจักรไว้ล่วงหน้าเพื่อนำมาใช้ชักรอกได้ง่ายๆ เมื่อยกน้ำหนักบรรทุก

รูปภาพ 3-22 อายโบลท์

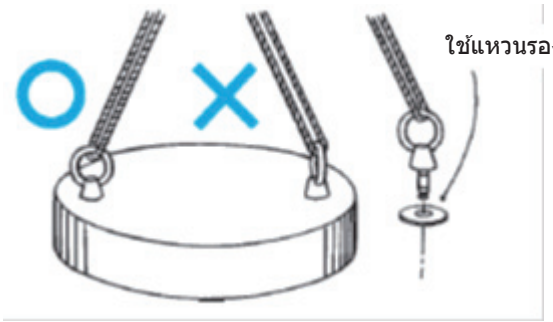


รูปภาพ 3-23 อายนัท

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้อายโบลท์และอายนัทได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- เลือกอายโบลท์และอายนัทที่เหมาะสมตามประเภทของน้ำหนักบรรทุก
- อย่าให้อายโบลท์เจอกับแรงกระทำด้านข้างที่จะลดความแข็งแรงลงอย่างเห็นได้ชัด
- พื้นที่รับน้ำหนักต้องอยู่ติดกัน ใช้แหวนรองเพื่อปรับหากระยะของห่วงไม่พอดี



รูปภาพ 3-24 ตัวอย่างการใช้อายโบลท์

คานยก

เราใช้คานยกเพื่อยกวัตถุที่ยาว หรือยกลวดสลิงในแนวดิ่งเพื่อไม่ให้สินค้าที่บรรทุกชำรุดเสียหาย (รูปภาพ 3-39: หน้า 104)

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้คานยกได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

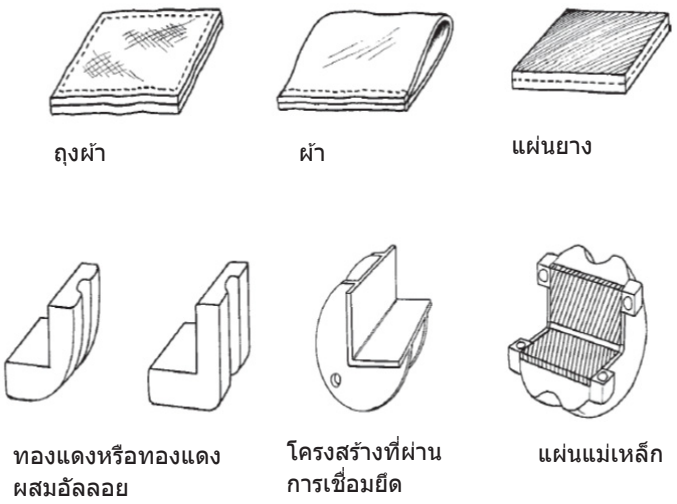
- เลือกคานยกที่เหมาะสมตามประเภทของน้ำหนักบรรทุก
- ตรวจสอบจุดที่จะใช้สลิงและสภาพของน้ำหนักบรรทุกก่อนล่วงหน้าหากใช้คานยกอเนกประสงค์
- หากใช้คานยกกับจุดสลิงหลายจุด ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการกระจายน้ำหนักบรรทุกที่ไม่สม่ำเสมอบนจุดสลิงเหล่านั้น ให้คำนึงถึงน้ำหนักบรรทุกที่กระจายน้ำหนักไม่สม่ำเสมอด้วย และใช้อุปกรณ์สลิงที่กำหนดไว้เพื่อให้คานยกอยู่ในแนวนอน

4.4 อุปกรณ์เสริมของสลิง (หน้า 105)

ในการยกสินค้าด้วยสลิงก่อนใช้เครนลำเลียงนั้น อุปกรณ์เสริมของสลิง เช่น ตัวรองหนุนและบล็อกหมอนรองจะนำมาใช้เพื่อป้องกันอุปกรณ์สลิงหรือสินค้าที่ยกขึ้นแล้ว หรือเพื่อทำให้งานสลิงทำได้ง่ายขึ้น

ตัวรองหนุน

เมื่อต้องยกสินค้าที่มีเหลี่ยมหรือสินค้าที่เปราะหักง่าย เราจะใช้ตัวรองหนุนเพื่อป้องกันไม่ให้ลวดสลิงหรือสินค้าที่บรรทุกชำรุดเสียหาย



รูปภาพ 3-25 ตัวรองหนุน

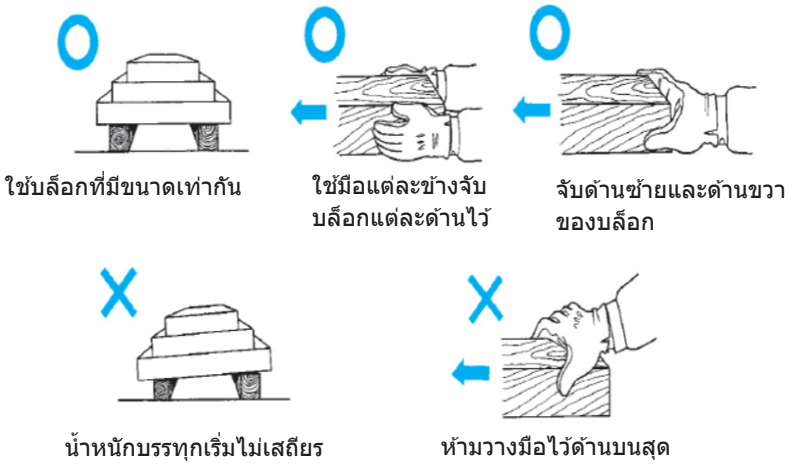
บล็อกหมอนรอง

เราใช้บล็อกหมอนรองเพื่อป้องกันลวดสลิงและน้ำหนักบรรทุก และใช้เพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่างานสลิงจะมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ระวังเท้าที่ต้องไม่ติดอยู่ใต้สัมภาระที่บรรทุก

ข้อควรระวังในการใช้งาน

ใช้บล็อกหมอนรองได้อย่างปลอดภัยหากสังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- ใช้บล็อกที่มีขนาดเท่ากัน หากใช้บล็อกที่สูงไม่เท่ากัน น้ำหนักบรรทุกจะไม่เสถียร
- สำหรับบล็อกไม้ ให้เลือกใช้บล็อกไม้ที่ไม่มีรอยแตกหรือผุกร่อน
- ใช้มือแต่ละข้างจับบล็อกแต่ละด้านไว้ ห้ามวางมือไว้ด้านบนสุด
- เมื่อปรับตำแหน่งของบล็อกหมอนรองใต้น้ำหนักบรรทุก ต้องจับที่ด้านซ้ายและด้านขวาของบล็อก



รูปภาพ 3-26 บล็อกหมอนรอง

5 การตรวจสภาพอุปกรณ์สลิง (หน้า 106)

ต้องตรวจสภาพของอุปกรณ์สลิงอย่างสม่ำเสมอ และตามจำเป็นเพื่อให้อุปกรณ์นี้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการใช้งาน หากไม่สามารถทำการตรวจสอบนี้ได้อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง ก่อนนำมาใช้กับงานประจำวัน ต้องตรวจสอบส่วนประกอบทั้งหมดของอุปกรณ์สลิงให้ละเอียดเพื่อยืนยันความพร้อมในการทำงาน นอกจากการตรวจเช็คสภาพทุกวันแล้ว เรายังต้องตรวจสภาพอุปกรณ์เหล่านี้เป็นระยะๆ เช่น สัปดาห์ละหนึ่งครั้งหรือเดือนละสองสามครั้ง โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เนื่องจากอายุการใช้งานมักเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยต่างๆ เช่น ความถี่ในการนำมาใช้ในงานประจำวันและจำนวนน้ำหนักของสินค้าที่ต้องยกในแต่ละครั้ง เมื่อนำอุปกรณ์กลับมาใช้หลังจากจัดเก็บไว้เป็นเวลานาน ให้ตรวจสอบอุปกรณ์ดังกล่าวอย่างละเอียด

พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครนได้กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการห้ามใช้อุปกรณ์สลิงที่หย่อนประสิทธิภาพ ดูรายละเอียดของปัจจัยต่างๆ เช่น ระดับการสึกหรอหรือการผิดสัดส่วนได้จาก "คู่มือการตรวจสอบเครนเหนือศีรษะด้วยตัวเองเป็นครั้งคราว"

ขณะเดียวกัน ในส่วนของอุปกรณ์ที่ไม่ได้รวมอยู่ในระเบียบข้อบังคับ ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่รวมอยู่ในคู่มือการใช้งานที่ได้จากผู้ผลิต หากพบความผิดปกติของอุปกรณ์สลิงเมื่อทำการตรวจสอบไม่ว่าจะเป็นการปริแตก การผิดรูปและความเสียหายอื่นๆ ต้องซ่อมอุปกรณ์สลิงที่ชำรุดเสียหายทันที หรือถอดออก สิ่งที่ต้องทำคือการใช้มาตรการที่จำเป็นเพื่อแยกอุปกรณ์สลิงที่ใช้การไม่ได้ออกเพื่อไม่ให้นำกลับมาใช้งานได้อีก

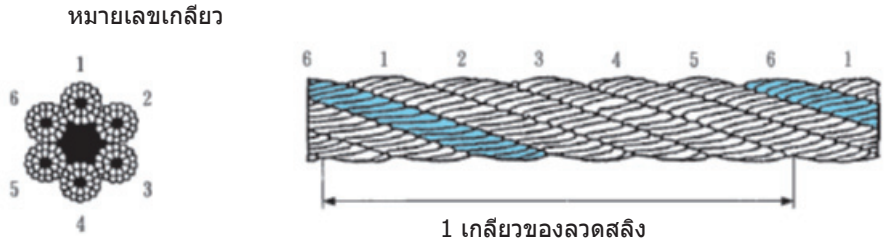
5.1 ลวดสลิง (หน้า 107)

จุดที่ควรตรวจสอบสำหรับลวดสลิง

- ลวดที่ขาด
- เส้นผ่านศูนย์กลางลดลงและสึกหรอ
- เป็นปมและผิดรูป
- กัดกร่อน
- ความผิดปกติบริเวณส่วนปลายสุดและจุดเชื่อมต่ออื่นๆ

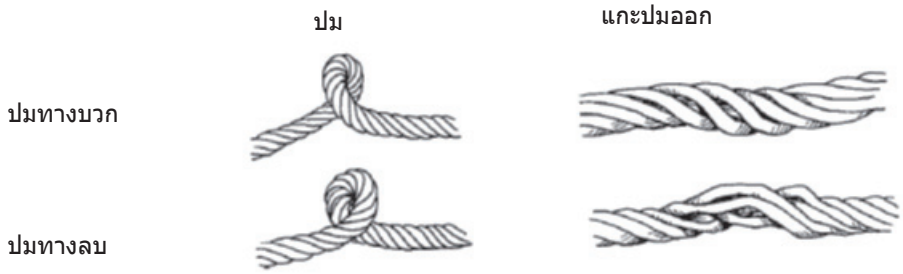
มาตรฐานที่ใช้พิจารณาปฏิเสธลวดสลิง

- ลวดสลิงที่ 10% ของจำนวนเส้นลวดทั้งหมด (ยกเว้นลวดเติม) มีเกลียวหนึ่งเกลียวที่ขาดหรือหัก



รูปภาพ 3-27 1 เกลียวของลวดสลิง

- ส่วนที่เป็นห่วงซึ่งคิดเป็น 5% ของจำนวนเส้นลวดทั้งหมด (ยกเว้นลวดเติม) มีเกลียวลวดหนึ่งเกลียวที่ขาดหรือหัก (การอ้างอิง: คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของการขึงสลิง)
- สลิงที่เส้นผ่านศูนย์กลางลดลงมากกว่า 7% ของเส้นผ่านศูนย์กลางปกติ
- สลิงที่มีส่วนที่เป็นปม (ห้ามซ่อมเพื่อนำมาใช้ใหม่)



รูปภาพ 3-28 ปม

- สลิงที่ผิดรูปมากหรือผุกร่อนรุนแรง
- สลิงที่ปลายด้านใดด้านหนึ่งหรือข้อสวมอัดมีความผิดปกติ (ส่วนที่ถักเป็นเปียของห่วงหรือปลอกโลหะของข้อสวมอัด)

ทั้งหมดนี้คือเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นภายใต้กฎหมายที่นำมาใช้เพื่อพิจารณาว่าควรเลิกใช้ลวดสลิงนั้นหรือไม่ แนะนำให้เปลี่ยนลวดสลิงที่มีเส้นลวดขาดหรือเส้นผ่านศูนย์กลางลดลงมากก่อนจะเข้าเกณฑ์ที่ระบุไว้ข้างต้น ห้ามใช้ลวดสลิงที่มีรูปลักษณ์ผิดไปจากเดิมตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป เช่น ผิดรูป สึกหรอและฉีก และมีลวดที่ขาดหากเมื่อความเสียหายรวมทั้งหมดจากสาเหตุที่กล่าวมานี้แล้วตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดแม้ความเสียหายแต่ละลักษณะต่ำกว่าเกณฑ์เพื่อพิจารณาเปลี่ยนก็ตาม

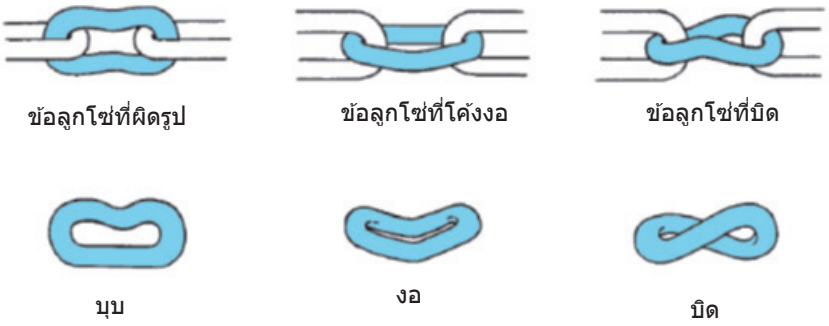
5.2 โซ่

จุดที่ควรตรวจสอบสำหรับโซ่

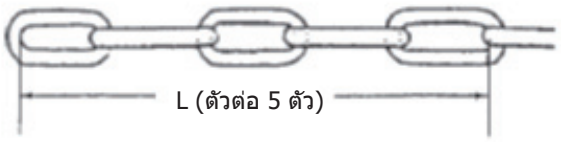
- การยืดตัว
- การสึกหรอ
- รอยร้าว
- ข้อลูกโซ่ผิดรูปหรือบิด
- ส่วนที่เชื่อมยึดหรือหลอมมีลักษณะผิดปกติ

มาตรฐานที่ใช้พิจารณาปฏิเสธโซ่

- โซ่ที่ยืดตัวออกมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ของความยาวเดิมจะได้รับการพิจารณาในทันทีหลังจากออกจากสายการผลิต
- โซ่ที่ข้อลูกโซ่ระหว่างโซ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลดลงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของขนาดเดิม ซึ่งระบุได้ ณ เวลาที่ผลิต
- โซ่ที่มีรอยร้าว
- โซ่ที่มีตำหนิหรือสิ่งผิดปกติภายในส่วนที่เชื่อมต่อหรือหลอม หรือผิดรูปไปอย่างเห็นได้ชัด



รูปภาพ 3-29 ลักษณะที่ผิดสัดส่วนของโซ่



รูปภาพ 3-30 ความยาวมาตรฐานของสายโซ่

ตรวจสอบการยืดตัวของโซ่แต่ละอันได้ด้วยการวัดความยาวของข้อลูกโซ่ห้าข้อ โดยเลือกวัดข้อลูกโซ่ที่น่าจะยืดตัวรุนแรงที่สุดขณะใช้งาน แล้วจึงคำนวณส่วนต่างระหว่างความยาวที่วัดได้นี้กับความยาวดั้งเดิมของข้อลูกโซ่ทั้งห้าอัน ณ เวลาที่มีการผลิตเพื่อใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิงหรือความยาวมาตรฐาน ดูรูปภาพ 3-30 จำเป็นต้องวัดและเปรียบเทียบขนาดของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่งผลิต เพื่อบันทึกข้อมูลสายโซ่แต่ละเส้นเก็บไว้

5.3 เชือกไฟเบอร์ (หน้า 110)

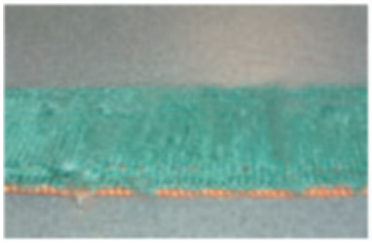
ค่อนข้างยุ่งยากหากจะวัดสภาพที่เสื่อมลงของเชือกไฟเบอร์และสายพาน หรือกำหนดมาตรฐานอ้างอิงความแข็งแรง ดังนั้น จึงควรให้ความสนใจเป็นพิเศษเมื่อตรวจสอบในจุดต่างๆ ดังต่อไปนี้:

สายเข็มขัดสลิง

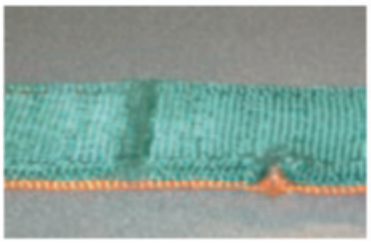
จุดที่ควรตรวจสอบ

- สภาพความเสียหาย: สึก (เป็นขุย) มีรอยขีดข่วน เกลียวของส่วนที่เย็บไว้เกิดขาด พื้นผิวหลุดลอก
- รูปลักษณ์ที่ผิดปกติ: สภาพทรุดโทรม ลักษณะสี มีส่วนที่ละลาย แยกตัว สกปรก
- ชุดเชื่อมยึดที่ทำจากโลหะ: ผิดรูป มีรอยขีดข่วน มีรอยร้าว สึก ผุกกร่อน

รูปภาพ 3-31 สายพานลอกออก



รูปภาพ 3-32 ตัวสายเป็นขุย



รูปภาพ 3-33 ห่วงชำรุดเสียหาย

มาตรฐานที่ใช้พิจารณาปฏิเสธเชือกไฟเบอร์และสายพาน

- เมื่อไม่เห็นผิวสัมผัสของสลิงเนื่องจากผิวสัมผัสเป็นขุย เกลียวที่เย็บไว้ชำรุดเสียหายหรือแตก เมื่อเกลียวที่เย็บไว้ฉีกออก ยาวเกินความกว้างของเกลียว
- เชือกหรือสายพานที่รอยตัดหรือรอยขีดข่วนมีขนาดเท่ากับ 1/10 ของความกว้างตามกว้าง หรือ 1/5 ของความหนาตาม ความหนา
- เมื่อส่วนที่เย็บและส่วนหลักฉีกออก
- เชือกหรือสายพานที่ระบุขีดการใช้งาน และเกินขีดการใช้งานแล้ว
- เชือกหรือสายพานที่สีผิดไปจากเดิมมาก รวมถึงลักษณะสี มีส่วนที่ละลายหรือแยกตัวเนื่องจากความร้อนหรือสารเคมี
- เชือกหรือสายพานที่ร้าว งอ บิดตัว ผิดรูป และมีรอยขีดข่วนบนชุดเชื่อมยึดที่ทำจากโลหะ
- เมื่อสังเกตเห็นว่าชุดเชื่อมยึดที่ทำจากโลหะสึกหรอ (ระดับการสึกหรอเกิน 10% ของขนาดเดิม)
- เมื่อชุดเชื่อมยึดที่ทำจากโลหะทั้งหมดผุกร่อน หรือเห็นลักษณะผุกร่อนชัดเจนบนชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์เชื่อมยึดที่ทำจาก โลหะ
- เมื่อมีอายุงานเกินกว่าที่กำหนดไว้ (การอ้างอิง: 7 ปีในร่มและ 3 ปีกลางแจ้ง)
- เชือกหรือสายพานที่ห่วงชำรุดเสียหาย

สลิงกลม

จุดที่ควรตรวจสอบ

- สภาพความเสียหาย: สึก มีรอยขีดข่วน เกลียวของส่วนที่เย็บไว้เกิดขาด
- รูปลักษณ์ที่ผิดปกติ: สภาพทรุดโทรม ลักษณะสี มีส่วนที่ละลาย แยกตัว สกปรก
- แกนที่ผิดปกติ: บางส่วนของแกนแข็ง และหนาไม่เสมอกัน

มาตรฐานที่ใช้พิจารณาปฏิเสธสลิงกลม

- เมื่อผ้าที่หุ้มอยู่ฉีกขาดและมองเห็นแกนที่อยู่ด้านใน
- เมื่อเกลียว ณ จุดที่เชื่อมถึงกันหลุดลุ่ยและมองเห็นแกนที่อยู่ด้านใน
- เมื่อพบเห็นสภาพที่เกินพอดีทั้งลักษณะที่เป็นขุย สีผิดเพี้ยน การแยกตัว บางส่วนละลายหรือผุกร่อน ที่ล้วนมีสาเหตุมาจากแรงเสียดทาน ความร้อนหรือสารเคมี
- เมื่อสกปรกเกินไปและยากที่จะประเมินว่าควรนำมาใช้ต่อดีหรือไม่
- เมื่อบางส่วนของแกนแข็งเป็นไต
- เมื่อส่วนของแกนหนาไม่เสมอกัน
- เมื่อมีอายุงานเกินกว่าที่กำหนดไว้ (การอ้างอิง: 7 ปีในร่มและ 3 ปีกลางแจ้ง)

รูปภาพ 3-34 ผ้าที่หุ้มด้านนอกชำรุดเสียหาย

รูปภาพ 3-35 เกลียวชำรุดเสียหาย

รูปภาพ 3-36 การแยกตัว, บางส่วนละลาย

รูปภาพ 3-37 ความสกปรก

5.4 อุปกรณ์สลิงอื่นๆ (หน้า 112)

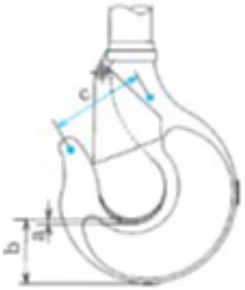
ตะขอ สเก็น วงแหวน

จุดที่ควรตรวจสอบ

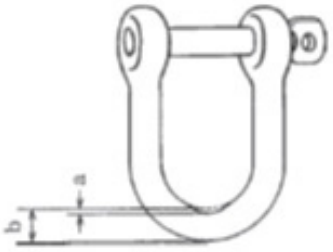
- ฉีกขาด
- รอยร้าว
- ชำรุดเสียหาย
- ยืดตัวและผิดรูป

มาตรฐานที่ใช้พิจารณาปฏิเสธตะขอ สเก็นและวงแหวน

- ตะขออ้าออกได้กว้างเกินไป
  วัดขนาดของระยะ C ในรูปภาพ 3-38 และค่าที่วัดได้เกินกว่าที่ผู้ผลิตกำหนดไว้
- วงแหวนผิดรูปมากเกินไป และมองเห็นความผิดปกตินี้ได้จากสายตา
- เมื่อตรวจพบรอยร้าวได้ด้วยตาเปล่า
  สำหรับตะขอ แนะนำให้มองหารอยร้าวเป็นระยะๆ ด้วยการตรวจสอบสีหรือทดสอบอนุภาคแม่เหล็ก
- ตะขอที่เห็นได้ชัดเจนว่ามีการสึกหรอ (ระดับการสึกหรอเกิน 5% ของขนาดเดิม)



รูปภาพ 3-38 ลักษณะการอ้าและการสึกของตะขอ



รูปภาพ 3-39 การสึกหรอของสเก็น

แคลมป์ยึด

จุดที่ควรตรวจสอบก่อนทำงาน

- ลักษณะภายนอก (ซี่อุดตันหรือไม่)
- ระบบการทำงาน (อุปกรณ์ล็อค วงแหวน จุดเชื่อมต่อ รูคล้อง)
- การสึกหรอ รอยร้าวหรือรอยแหว่งของรูคล้องและก้าม
- การผิดรูป การคายตัวออกหรือการหลุดออกของโบลท์และน็อต

มาตรฐานที่ใช้พิจารณาปฏิเสธแคลัมป์ยึด

- แคลัมป์ยึดที่ไม่ทราบน้ำหนักบรรทุกการทำงาน
- แคลัมป์ยึดที่บริเวณซี่เกิดการสึกหรอ มีรอยร้าวหรือมีรอยแหว่ง
- แคลัมป์ยึดที่ช่องที่เปิดออกได้เกิดการผิดรูปหรือมีรอยร้าว
- แคลัมป์ยึดที่โค้งงอ รูมีลักษณะผิดรูปและมีรอยร้าวตรงวงแหวน
- เมื่อสลักในแต่ละส่วนเกิดสึกหรอ โค้งงอและมีรอยร้าว
- แคลัมป์ยึดที่ส่วนตัวเชื่อมมีลักษณะโค้งงอ รูผิดรูปไปจากเดิมและมีรอยร้าว
- อุปกรณ์ล็อคทำงานผิดปกติ หรือสปริงไม่มีแรง
- แคลัมป์ยึดที่มีรอยอาร์ค (รอยเชื่อมอาร์คในระหว่างการเชื่อมอาร์ค)

การบำรุงรักษาและการจัดเก็บ

แคลัมป์ยึดมีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ได้มากมาย และจำเป็นต้องได้รับการบำรุงรักษาทุกวัน

- เก็บเศษสีและตะกอนออกจากชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ และทำการหล่อลื่น
- เก็บเศษสีและตะกอนออกจากรูคล้องและก้าม
- เช็ดคราบน้ำมันที่ติดอยู่ตรงบริเวณฟันของรูคล้องและก้าม
- จัดเก็บไว้ในพื้นที่ที่เตรียมไว้เฉพาะและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดี
- ทิ้งชิ้นส่วนที่ไม่ใช้แล้วเพื่อป้องกันการนำกลับมาใช้อีก

การตรวจสอบสเก็น

จุดที่ควรตรวจสอบ

- **การยืดตัว**
- **การสึกหรอ**
- **การผิดรูป**
- **รอยร้าว**
- **ชำรุดเสียหาย**
- **รอยอาร์ค**

มาตรฐานที่ใช้พิจารณาปฏิเสธแฮคเกอร์

- **แฮคเกอร์ที่ยืดออก สึกหรอ หรือผิดรูปเกินค่าเฉพาะที่ผู้ผลิตกำหนดไว้**
- **แฮคเกอร์ที่มีรอยร้าว**
- **แฮคเกอร์ที่มีรอยขีดข่วน หย่อน หรือชำรุดเสียหายตรงส่วนก้ามเกินค่าที่ผู้ผลิตกำหนดไว้**

บทที่ 4

การขึงสลิงและวิธีการส่งสัญญาณ

1 ขั้นตอนการขึงสลิงขั้นพื้นฐาน (หน้า 119)

การขึงสลิงจะเกี่ยวข้องกับอันตรายหลายรูปแบบเนื่องจากสลิงต้องจัดการกับน้ำหนักจำนวนมากของสินค้า สิ่งสำคัญคือการจัดการที่ได้มาตรฐานเพื่อรับประกันถึงความปลอดภัยในด้านสมรรถนะของการทำงานนี้ โดยการกำหนดมาตรฐานและแผนการทำงาน ให้ความสนใจเป็นพิเศษกับเรื่องความปลอดภัยของสภาพแวดล้อมในการทำงาน ปฏิบัติตามขั้นตอนการขึงสลิงที่เหมาะสมอย่างเคร่งครัด และการให้สัญญาณหรือเครื่องหมายที่ถูกต้องและชัดเจน ตาราง 4-1 แสดงขั้นตอนการขึงสลิงขั้นพื้นฐาน

ตาราง 4-1 ขั้นตอนการขึงสลิงขั้นพื้นฐาน

- การเตรียมความพร้อม

รายการ		เรื่องที่สำคัญ	หมายเหตุ
1	ยืนยันน้ำหนักบรรทุกที่กำหนดของเครน	เลือกเครนที่เหมาะสมกับลักษณะการทำงาน	เมื่อใช้เครนที่มีเสาตั้ง ให้ตรวจสอบตารางเส้นโค้งน้ำหนักบรรทุกที่กำหนดและน้ำหนักบรรทุกรวมที่กำหนด
2	ทำความเข้าใจเรื่องรูปทรง ขนาด วัสดุและน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกให้ถูกต้องที่สุดเท่าที่จะทำได้	ตรวจสอบรายละเอียดบนใบแจ้งหนี้หรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง	หากข้อมูลไม่ชัดเจน โปรดสอบถาม ตรวจสอบหรือคำนวณ
3	ระบุตำแหน่งของ COG	โปรดทราบว่า COG แสดงตำแหน่งเป็นจุด	ระบุตำแหน่งของ COG ให้ถูกต้อง (ดูหน้า 151)
4	เลือกวิธีการขึงสลิง	ระบุจำนวนของลวดสลิง วิธีการขึงสลิงและตำแหน่งที่ใช้สลิง	
5	เลือกอุปกรณ์สลิง	ระบุจำนวน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของอุปกรณ์สลิงตามรูปทรง น้ำหนักและวิธีการยกน้ำหนักบรรทุกด้วยสลิง	(ดูหน้า 123)
6	ตรวจสอบอุปกรณ์สลิง	ตรวจหาความเสียหาย การผิดรูป การบิดหรือการสึกหรอ	ระวังอย่าให้มือหรือนิ้วเจ็บ
7	ตรวจสอบพื้นที่ที่จะหย่อนสินค้าลงมาวางไว้	• ตรวจสอบว่าพื้นที่ที่จะวางสินค้ามีขนาดใหญ่ แข็งพอและไม่เอียง • ตรวจสอบว่าเตรียมบล็อกหมอนรองไว้พร้อมแล้ว	ตรวจสอบความปลอดภัยในพื้นที่ที่คนงานสามารถอพยพได้

- การยก

รายการ		เรื่องที่สำคัญ	หมายเหตุ
1	เตรียมเครนไว้ให้พร้อม	• แจ้งคนควบคุมและพื้นที่ที่จะมีการยกสินค้า • ประจำอยู่ในตำแหน่งที่จะมองเห็นคนควบคุมเครนได้อย่างชัดเจน	• ใช้นกหวีดด้วย • เมื่อใช้อุปกรณ์ไร้สาย ให้ตรวจสอบระดับความไวของเครื่องและต้องไม่มีสัญญาณรบกวน
2	ควบคุมตะขอ	• แสดงน้ำหนักบรรทุกที่จะยก • ขยับตะขอมาไว้เหนือน้ำหนักบรรทุก	ตะขอต้องอยู่ในระดับความสูงที่เหมาะสม
3	การให้สัญญาณลดตะขอลง	ให้สัญญาณเพื่อลดตะขอลงหลังจากหยุดนิ่งเหนือน้ำหนักบรรทุก	ระวังไม่ให้ตะขอกระแทกศีรษะคนดูแลสลิง
4	การให้สัญญาณหยุด	จับตะขอไว้เหนือ COG ของน้ำหนักบรรทุกในจุดที่ใช้สลิงได้ง่าย	หากน้ำหนักบรรทุกมีขนาดใหญ่ ให้หยุดตะขอไว้ตรงตำแหน่งที่ใช้สลิงได้ง่าย
5	ใช้สลิงเกี่ยวน้ำหนักบรรทุก	• พิจารณาตำแหน่ง COG • ระวังอย่าให้น้ำหนักบรรทุกลัมครีนลงมา • ใช้ตัวรองหนุนบริเวณขอบของน้ำหนักบรรทุกทรงกลม • ต้องระวังไม่ให้ลวดสลิงลื่น	• ระวังนิ้วของคุณติด • ระวังเท้าถูกหนีบ
6	ยึดลวดสลิงเข้ากับตะขอ	• ระวังอย่าให้ลวดสลิงบิดไปบิดมา • บ่วงของลวดสลิงต้องไม่ไขว้กันไปมา • จัดลวดสลิงให้ขนานกับอีกเส้นตรงกลางของตะขอ	ยึดลวดสลิงที่อยู่บนตะขอให้แน่นในลำดับที่เหมาะสม ดู บทที่ 5: วิธีการขึงสลิงที่เหมาะสม.

รายการ		เรื่องที่สำคัญ	หมายเหตุ
7	การให้สัญญาณเพื่อค่อยๆ ขยับน้ำหนักบรรทุกขึ้น	• ตรวจสอบตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของคนงานอย่างละเอียด • ประจำอยู่ในตำแหน่งที่จะมองเห็นคนควบคุมเครนได้อย่างชัดเจน • ค่อยๆ ขยับน้ำหนักบรรทุกขึ้นเพื่อป้องกันลวดสลิงลื่นหลุด • ตรวจสอบว่า COG ของน้ำหนักบรรทุก ตะขอและลวดสลิงอยู่ในแนวดิ่ง	ระวังมือหรือเท้าถูกหนีบ
8	การให้สัญญาณเพื่อหยุดเครน	• สายรอกต้องตึงพอๆ กับลวดสลิงก่อนยกขึ้นจากบล็อกหมอนรอง • ตรวจสอบมุมของสลิง • ตรวจสอบว่าได้ทำบ่วงติดไว้ตรงกลางตะขอแล้ว • ตรวจสอบสายรอกของเครนว่าอยู่ในแนวดิ่งเรียบร้อยแล้ว • หากยังไม่ได้อยู่ในแนวดิ่ง ให้ส่งสัญญาณเพื่อขยับเครน แล้วปรับตำแหน่งของตะขอหรือลดตะขอลงมาที่พื้นเพื่อใส่สลิงอีกครั้ง	ตรวจสอบจากทุกทิศทาง
9	การให้สัญญาณเพื่อค่อยๆ ขยับน้ำหนักบรรทุกขึ้น	• ตรวจสอบสภาพของน้ำหนักบรรทุก • ตรวจสอบว่าได้ยกน้ำหนักบรรทุกในแนวนอน • หากน้ำหนักบรรทุกแกว่งไปมา ให้หยุดทันทีเพื่อผ่อนน้ำหนักบรรทุกลงและใส่สลิงอีกครั้ง • ค่อยๆ ยกสินค้าขึ้นจากบล็อกหมอนรอง	
10	การให้สัญญาณเพื่อหยุดเครนหลังจากยกสินค้าขึ้นแล้ว	• ตรวจสอบว่าสินค้าแขวนในแนวนอน • ตรวจสอบว่าน้ำหนักบรรทุกทรงตัวได้เป็นปกติ • ตรวจสอบแรงดึงของลวดสลิง • หากมีปัญหา ให้ผ่อนลวดสลิงลงมาและสลิงใหม่อีกครั้ง	ประเมินว่าจะยกน้ำหนักบรรทุกได้หรือไม่
11	การให้สัญญาณเพื่อยกสินค้าขึ้น	ใช้ความระมัดระวังไม่ให้น้ำหนักบรรทุกชนเข้ากับสิ่งของที่อยู่รอบๆ	
12	การให้สัญญาณหยุด	ยกสินค้าไว้จนกว่าจะอยู่ในระดับความสูงที่คนงานจะเดินเข้าออกได้อย่างปลอดภัย	
13	บังคับน้ำหนักบรรทุกไปยังจุดที่จะวางลง	• ระบุจุดที่จะใช้วางน้ำหนักบรรทุก • ขยับไปอยู่ด้านหน้าเครน	ย้ายคนงานที่อยู่ใต้เส้นการลำเลียงออกไป

- การลดลง

รายการ		เรื่องที่สำคัญ	หมายเหตุ
1	ระบุจุดที่จะใช้วางสินค้าและให้สัญญาณเพื่อหยุด	ประจำอยู่ในตำแหน่งที่จะมองเห็นคนควบคุมเครนได้อย่างชัดเจน	-
2	การให้สัญญาณลดตะขอลง	• ต้องกันคนงานออกจากพื้นที่แล้ว • สินค้าจะต้องไม่ชนกับสิ่งของอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ	ห้ามอยู่ใต้สินค้าที่ยกโดยเด็ดขาด
3	การให้สัญญาณเพื่อหยุดเครน	• ปรับน้ำหนักบรรทุกไว้ตรงความสูงที่ต้องการ (ประมาณระดับเอว) • น้ำหนักบรรทุกต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง	หยุดเครน
4	ปรับตำแหน่งที่จะวางสินค้า	ตรวจสอบพื้นที่รอบๆ	ระวังอย่าให้ตัวเองติดอยู่ด้านใน
5	การให้สัญญาณลดตะขอลง	• ประจำอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัย • ตรวจสอบว่าคนงานทุกคนอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัยแล้ว • ให้สัญญาณเครนขณะที่ดูแลไม่ให้สินค้ากระแทกกับสิ่งของที่อยู่รอบๆ	ห้ามวางมือบนน้ำหนักบรรทุก
6	การให้สัญญาณเพื่อหยุดเครน	ตรวจสอบตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุกและบล็อกหมอนรองทันทีก่อนปรับตำแหน่งให้เหมาะสมเพื่อวางน้ำหนักบรรทุก	
7	การให้สัญญาณเพื่อหย่อนน้ำหนักบรรทุกลง	ตรวจสอบสภาพของสินค้าและวางลงบนบล็อกหมอนรอง	
8	การให้สัญญาณหยุด	• ลวดสลิงต้องตึง • ตรวจสอบว่าบล็อกหมอนรองรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างเหมาะสม • ตรวจสอบว่าลวดสลิงไม่ได้ถูกน้ำหนักบรรทุกทับไว้	

9	ค่อยๆ ลดระดับน้ำหนักบรรทุกลงและหยุด	• ลวดสลิงต้องคายลงเล็กน้อย • ตรวจสอบว่าน้ำหนักบรรทุกทรงตัวได้ดี • ไม่ควรลดระดับลงมากเกินไป	ระวังอย่าให้น้ำหนักบรรทุกล้มครืนลงมา
10	การให้สัญญาณลดตะขอลง	หยุดลวดสลิงในตำแหน่งที่สามารถปลดบ่วงได้	
11	การให้สัญญาณหยุด	• ตรวจสอบว่าได้วางน้ำหนักบรรทุกไว้อย่างถูกต้อง • ตรวจสอบจุดที่จะใช้วางน้ำหนักบรรทุก	
12	ปลดลวดสลิงออก	• รอจนกระทั่งตะขอหยุดสนิท • แกะลวดสลิงออกแต่ระวังอย่าให้สินค้าล้มครืนลงมา • ห้ามดึงลวดสลิงที่ยังมีตะขอเครนติดอยู่	ระวังเท้าถูกหนีบ
13	การให้สัญญาณเพื่อยกสินค้าขึ้น	• ยกตะขอจนได้ความสูงที่เหมาะสม • ให้สัญญาณเครนขณะที่ระวังไม่ให้ตะขอชนกับวัตถุที่อยู่รอบๆ	โดยปกติแล้ว เราจะยกตะขอขึ้นอย่างน้อย 2 เมตรเหนือระดับพื้น

2 ลำดับการเลือกอุปกรณ์สลิง (หน้า 123)

ตรวจสอบอุปกรณ์สลิงที่อยู่ในรายการเพื่อเลือกอุปกรณ์สลิงที่ต้องการ (ตาราง 4-2: หน้า 123)

3 ข้อควรระวังโดยทั่วไปสำหรับการขึงสลิง (หน้า 124)

3.1 ชุดที่ใช้ทำงานการขึงสลิง

การทำงานกับสลิงมีอันตรายและมักทำในที่สูง ดังนั้นชุดที่ใส่ทำงานนี้จึงต้องเหมาะกับการเคลื่อนไหว พร้อมปกป้องคนงานจากอันตรายต่างๆ ได้ด้วย ไม่ว่าจะเป็นอุบัติเหตุจากการพลัดตก วัตถุหล่นลงมา และของหนักที่อาจตกกระแทกใส่เท้าคนงาน

- สวมหมวกนิรภัยและยึดสายรัดคางให้แน่น สวมอุปกรณ์ป้องกันการพลัดตกเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจพลัดตกหากทำงานจากจุดที่สูง
- เมื่อใช้ลวดสลิง ต้องสวมถุงมือหนังเพื่อป้องกันการบาดเจ็บ
- สวมรองเท้านิรภัยที่เหมาะกับงานที่กำลังทำ แนะนำให้สวมรองเท้าบูทสำหรับทำงานหรือแล็คกิ้งเพื่อป้องกันเท้า แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากประเภทของงานที่ทำเป็นหลัก
- สวมเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวเพื่อป้องกัน

3.2 ตำแหน่งประจำการของคนงานและอื่นๆ

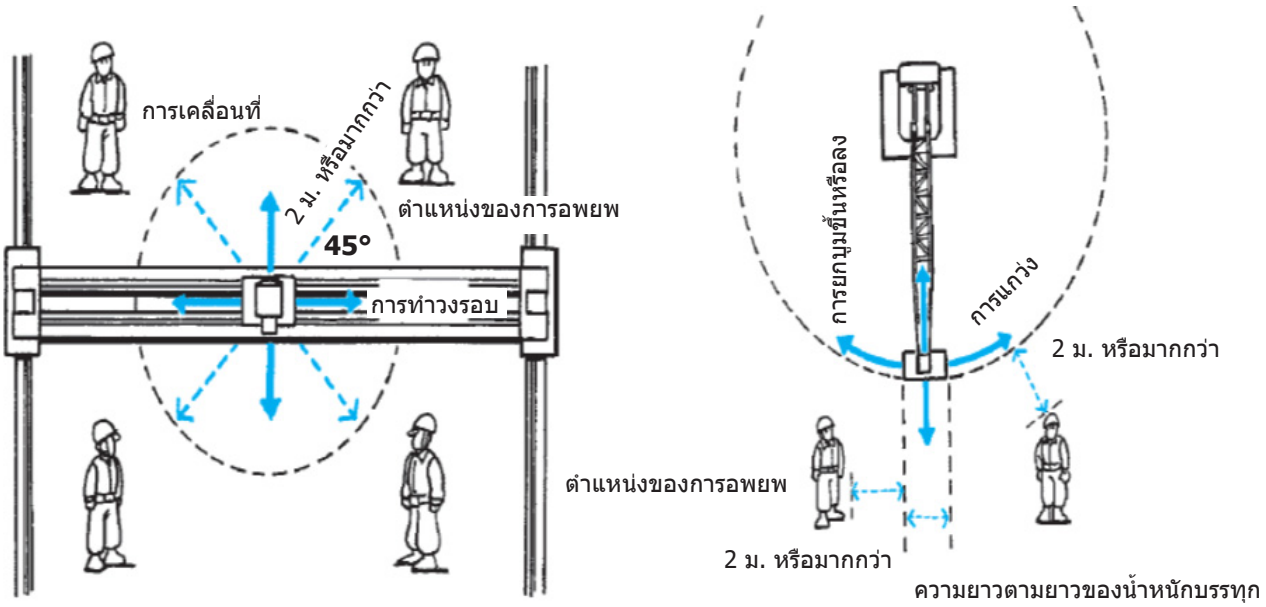
นายจ้างจะเป็นผู้พิจารณาเรื่องตำแหน่งประจำการของคนงานและเรื่องอื่นๆ ที่ปรากฏด้านล่างนี้:

- กำหนดตัวบุคคลที่จะดูแลงานทั้งหมดจากกลุ่มคนงานที่ทำหน้าที่ใช้สลิง (คนควบคุมเครน คนให้สัญญาณ คนดูแลสลิง ผู้ช่วยงานสลิง เป็นต้น) มอบหมายหน้าที่ให้กับพนักงานแต่ละคน พิจารณาเรื่องการจัดสถานที่ทำงาน ระบุพื้นที่ส่วนที่ห้ามเข้า กำหนดโครงสร้างผู้บังคับบัญชาและผู้ใต้บังคับบัญชา และเปิดเผยข้อมูลนี้ให้กับพนักงานก่อนเริ่มทำงาน
- แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุก เช่น ประเภท น้ำหนัก รูปทรง ปริมาณและเส้นทางการลำเลียง ให้กับบุคคลที่ดูแลเรื่องการขึงสลิง
- พิจารณาเรื่องสัญญาณเฉพาะที่จะนำมาใช้กับการทำงานของเครน และมีความเหมาะสมกับสถานที่ทำงาน พร้อมแต่งตั้งผู้ที่จะทำหน้าที่ให้สัญญาณ

3.3 การประชุมก่อนเริ่มการทำงาน (รูปภาพ 4-3: หน้า 126)

ผู้ที่ดูแลการขึงสลิงได้จัดประชุมร่วมกับพนักงานคนอื่นๆ ก่อนเริ่มทำงานเพื่อพิจารณามาตรฐานของงานหรือแผนการทำงาน แล้วจึงนำรายการต่างๆ ที่อธิบายไว้ด้านล่างมาใช้:

- แจ้งรายละเอียด (ประเภท น้ำหนัก รูปทรง ปริมาณ) ของน้ำหนักบรรทุก
- ตรวจสอบสภาพของพื้นที่ทำงาน และเลือกเส้นทางการลำเลียงที่เหมาะสม ที่ไม่ผ่านเหนือคนงานคนอื่นๆ กำหนดจุดรวมพลที่ปลอดภัยโดยพิจารณาจากความสูงของน้ำหนักบรรทุกที่แขวนกลางอากาศและแจ้งขั้นตอนการอพยพที่ปลอดภัยให้กับพนักงานทุกคนหากจำเป็นต้องกำหนดเส้นทางลำเลียงภายในพื้นที่งาน
  - (a) เมื่อทำงานกับเครนเหนือศีรษะหรือบริดจ์เครนที่มีฟังก์ชันการเคลื่อนที่หรือการทำวงรอบ ให้อพยพห่างจากทิศทางการเคลื่อนที่ 45° และระยะห่างจากปลายสุดของน้ำหนักบรรทุกต้องอยู่ที่ 2 เมตรหรือมากกว่า
  - (b) เมื่อทำงานกับโมบายเครนหรือเครนแบบเสาตั้งที่มีฟังก์ชั่นการแกว่ง ระยะห่างต้องอยู่ที่ 2 เมตรหรือมากกว่าในลักษณะของการเลื่อนออกจากปลายน้ำหนักบรรทุกที่กำลังแกว่ง



เครนเหนือศีรษะ, บริดจ์เครน

โมบายเครน, เครนแบบเสาตั้ง

รูปภาพ 4-1 ตำแหน่งของการอพยพ

- แจ้งให้พนักงานทราบถึงวิธีการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน และการมอบหมายงาน
- ประกาศจุดที่จะใช้ทำงานและตำแหน่งประจำการของคนดูแลสลิง คนให้สัญญาณและผู้ช่วยงานสลิง แจ้งให้พนักงานแต่ละคนทราบถึงตำแหน่งประจำการขณะทำงานและวิธีป้องกันการเขวี่ยงของสินค้าหากต้องป้องกันไม่ให้สินค้าเขวี่ยงไปมา
- สั่งการและตรวจสอบการใช้อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม
- ตรวจสอบว่าได้ใช้วิธีการให้สัญญาณตลอดเวลาภายในพื้นที่ทำงานแต่ละแห่ง
- คนให้สัญญาณจะต้องสวมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปลอกแขนและหมวกนิรภัยที่ทำเครื่องหมายไว้ชัดเจน เพื่อให้คนควบคุมเครนสามารถแยกบุคคลเหล่านี้ได้โดยง่าย
- ตรวจสอบสภาพของระบบการสื่อสารไร้สาย เช่น ช่วงการรับส่งสัญญาณก่อนเริ่มต้นทำงานหากใช้อุปกรณ์ไร้สายเป็นตัวให้สัญญาณ

3.4 ข้อควรระวังขั้นพื้นฐานสำหรับการขึงสลิง

- หากมีข้อกังวลใดๆ ในระหว่างที่ใช้งานสลิง โปรดใช้สลิงซ้ำอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าปลอดภัย
- ห้ามนั่งบนสินค้าที่บรรทุก
- ห้ามวางเครื่องมือไว้บนสินค้าที่บรรทุก
- ห้ามเข้าไปหรือปล่อยให้คนอื่นเข้าไปภายในพื้นที่ใต้น้ำหนักบรรทุก

4 วิธีการขึงสลิงด้วยลวดสลิง (หน้า 126)

สำหรับการขึงสลิงโดยใช้เครน อุปกรณ์ที่ต้องใช้ได้แก่ ลวดสลิง โซ่ หรือสายเข็มขัดสลิง แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาประเภทของน้ำหนักบรรทุกเป็นหลัก เนื้อหาส่วนนี้จะพูดถึงวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสลิง

4.1 วิธียึดลวดสลิงเข้ากับตะขอ (หน้า 126)

การแขวนบ่วงเข้ากับตะขอ

นี่คือวิธีแขวนบ่วงของลวดสลิงเข้ากับตะขอ การขึงสลิงจะแบ่งออกเป็นหลายแบบตามจำนวนของลวดสลิง ได้แก่ วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้น วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสามเส้น วิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสี่เส้น เป็นต้น (รูปภาพ 4-4: หน้า 126)

การขึงสลิงแบบหมุนครั้งเดียว

นี่คือวิธีการแขวนส่วนที่เป็นจุดกึ่งกลางของลวดสลิงเข้ากับตะขอ (ดูรูปภาพ 4-5: หน้า 127)

การขึงสลิงแบบหมุนหนึ่งรอบ

นี่คือวิธีการพันลวดสลิงรอบๆ ตะขอหนึ่งรอบ (ดูรูปภาพ 4-6: หน้า 128)

การผูกเงื่อนหักคอขอ

นี่คือวิธีพันลวดสลิงรอบๆ ส่วนที่เป็นบ่าของตะขอหนึ่งรอบ ไม่ค่อยเห็นการใช้ลวดสลิง 2 เส้นขึ้นไปพร้อมกัน

เงื่อนลักษณะนี้ได้มาจากการย้ายตำแหน่งที่พันของสลิงแบบหมุนรอบเดียวไปยังส่วนที่เป็นบ่าของตะขอ (ดูรูปภาพ 4-7: หน้า 128)

การวนลูป (เป็นข้อห้ามในทางหลักการ)

นี่คือวิธีใช้ลวดสลิงสองเส้นและพับลวดส่วนหนึ่งเพื่อทำให้ลวดสลิงสั้นลง แต่จะใช้วิธีการขึงสลิงแบบสามจุดแทนเพื่อการขึงสลิงได้อย่างปลอดภัย (ดูรูปภาพ 4-8: หน้า 129, หน้า 159)

4.2 วิธียึดลวดสลิงเข้ากับน้ำหนักบรรทุก (หน้า 130)

การแขวนห่วงของลวดสลิงบนที่แขวนน้ำหนักบรรทุก

นี่คือวิธียึดลวดสลิงเข้ากับน้ำหนักบรรทุกอย่างปลอดภัยด้วยการแขวนห่วงเข้ากับที่แขวนน้ำหนักบรรทุก (ดูรูปภาพ 4-9: หน้า 130)

การขึงสลิงแบบหมุนครั้งเดียว

นี่คือวิธีค้ำยันน้ำหนักบรรทุกจากด้านล่างโดยสอดลวดสลิงไว้ใต้น้ำหนักบรรทุก (ดูรูปภาพ 4-10: หน้า 130)

การแทงบ่วง

การแทงบ่วงคือวิธียึดน้ำหนักบรรทุกให้ปลอดภัยด้วยบ่วง สอดปลายเชือกผ่านห่วงเพื่อทำเป็นบ่วง หรือใช้สเก็นแทน (ดูรูปภาพ 4-11: หน้า 131, รูปภาพ 4-12: รูปภาพ 131, รูปภาพ 4-13: หน้า 131, รูปภาพ 4-14: หน้า 131)

การขึงสลิงแบบหมุนหนึ่งรอบ

วิธีนี้คือการพันลวดสลิงรอบน้ำหนักบรรทุกหนึ่งรอบ (ดูรูปภาพ 4-15: หน้า 133, รูปภาพ 4-16: หน้า 133)

การผูกเงื่อนแบบห่วง

การผูกเงื่อนแบบห่วงแบ่งออกเป็นสามลักษณะ: 1) การพับลวดสลิงเพื่อสอดผ่านห่วงที่พับไว้ 2) การพับลวดสลิงเพื่อสอดผ่านห่วงผ่านส่วนที่พับไว้ 3) การใช้ลวดสลิงชนิดถักเป็นวงกลม (ดูรูปภาพ 4-17: หน้า 134)

การขึงสลิงพร้อมการผูกเงื่อนชั้นเดียวที่ด้านล่าง

วิธีนี้จะยึดน้ำหนักบรรทุกด้วยลวดสลิงสองเส้นที่วางพาดกันที่ด้านล่างของน้ำหนักบรรทุก และใช้กับน้ำหนักบรรทุกทรงกระบอก ทรงแผ่นดิสก์ หรือทรงกรวยที่กันเป็นทรงกลม วิธีนี้มีข้อเสียหลายอย่าง จึงแนะนำให้ใช้วิธีสลิงหรืออุปกรณ์สลิงแบบอื่นที่ปลอดภัยมากกว่า (ดูรูปภาพ 4-18: หน้า 134)

การขึงสลิงด้วยเชือกเส้นเดียว (เป็นข้อห้ามในทางหลักการ)

ห้ามใช้การขึงสลิงด้วยเชือกเส้นเดียว โดยการผูกเงื่อนของลวดสลิงเข้ากับน้ำหนักบรรทุกให้แน่นเนื่องจากเหตุผลต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ดูรูปภาพ 4-19: หน้า 135)

5 วิธีการขึงสลิงด้วยสลิงโซ่ (หน้า 136)

5.1 ตัวอย่างวิธีการขึงสลิงด้วยสลิงโซ่ (หน้า 136)

หากทำการขึงสลิงด้วยโซ่ แนะนำให้ใช้โซ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางพอดีกับน้ำหนักของสัมภาระที่จะบรรทุก รวมกับน้ำหนักของที่แขวนด้านบนและด้านล่าง หากจำเป็น ให้ใช้ร่วมกับอุปกรณ์สลิง ไม่ว่าจะเป็นแคล้มป์ยึดหรือแฮคเกอร์ โดยใช้ให้ถูกต้องตามคู่มือการใช้งานของผู้ผลิต (ดูรูปภาพ 4-20: หน้า 134, รูปภาพ 4-21: หน้า 134, รูปภาพ 4-22: หน้า 134, รูปภาพ 4-23: หน้า 134)

6 วิธีการส่งสัญญาณ (หน้า 137)

กฎหมายบัญญัติไว้ว่า นายจ้างจะต้องระบุสัญญาณที่แน่นอนเพื่อใช้กับเครน แต่งตั้งบุคคลที่ทำหน้าที่ให้สัญญาณดังกล่าว และให้บุคคลดังกล่าวเป็นผู้ให้สัญญาณ กฎหมายยังระบุว่าคนงานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานต้องปฏิบัติตามสัญญาณที่กำหนดขึ้น วิธีการให้สัญญาณในแต่ละไซต์งานย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นทั้งคนดูแลสลิงและคนควบคุมเครนจะต้องเข้าใจสัญญาณที่ระบุไว้ในพื้นที่ทำงานแต่ละแห่งตรงกัน

โดยทั่วไปนั้น สัญญาณมือเป็นสัญญาณที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย (ดูหน้า 139-141) และสิ่งที่สำคัญเมื่อให้สัญญาณมือคือให้สัญญาณเฉพาะได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง

การใช้สัญญาณเสียงผ่านอุปกรณ์ไร้สายยังนำมาใช้บ่อยๆ ในพื้นที่ทำงานเช่น ในอาคารสูงหรือสถานที่ที่มีทัศนวิสัยในการมองเห็นต่ำ ซึ่งสิ่งที่สำคัญคือ คนควบคุมเครนต้องทวนซ้ำสัญญาณเสียงที่ได้ยินจากคนให้สัญญาณให้ได้อย่างถูกต้อง

สิ่งที่คนให้สัญญาณควรจดจำมีดังนี้:

- มีเพียงคนให้สัญญาณที่ได้รับการแต่งตั้งเท่านั้นที่จะเป็นผู้ทำหน้าที่ให้สัญญาณคนควบคุมเครน
- คนให้สัญญาณควรมีความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ทั้งสัญญาณ การทำงานขึงสลิง รวมถึงน้ำหนักบรรทุกที่กำหนด ระยะการเคลื่อนที่ และลักษณะการทำงานของเครน
- เลือกทำงานในสถานที่ที่ปลอดภัยเสมอ โดยสถานที่ดังกล่าวต้องมองเห็นได้ง่ายจากฝั่งของคนควบคุมเครน ขณะที่คนให้สัญญาณต้องเห็นลักษณะของงานได้อย่างชัดเจน
- ให้สัญญาณที่ระบุไว้แล้วกับคนควบคุมเครนได้อย่างชัดเจน
- ต้องยกน้ำหนักบรรทุกในแนวตั้งทุกครั้ง น้ำหนักบรรทุกต้องไม่เทไปข้างใดข้างหนึ่งก่อนให้สัญญาณ
- ขั้นตอนการขึงสลิงเกี่ยวน้ำหนักบรรทุกต้องเสร็จสมบูรณ์ก่อนให้สัญญาณเพื่อยกน้ำหนักบรรทุก
- หยุดยกน้ำหนักบรรทุกทันทีที่ลวดสลิงตึง เพื่อให้แน่ใจว่าลวดสลิงยึดอยู่กับที่ ก่อนให้สัญญาณยกขึ้นอีกครั้ง
- ส่งสัญญาณให้คนควบคุมเครนเห็นอย่างชัดเจนทั้งในส่วนทิศทางการเคลื่อนย้ายและจุดที่จะวางน้ำหนักบรรทุก และต้องคอยให้สัญญาณเสมอเท่าที่จะทำได้
- หยุดขณะที่ลดน้ำหนักบรรทุกลงทันทีหากน้ำหนักบรรทุกอยู่สูงกว่าบล็อกหมอนรองเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าจะวางน้ำหนักบรรทุกได้ปลอดภัย แล้วจึงกลับมาให้สัญญาณลดระดับลงต่อ
- หลังจากใช้สลิงเกี่ยวน้ำหนักบรรทุกเรียบร้อยแล้ว ให้ยกตะขอขึ้นสูง 2 เมตรเป็นอย่างน้อย ส่วนคนงานทุกคน ทั้งคนดูแลสลิง คนให้สัญญาณและคนควบคุมเครนต้องยืนยันว่าทำงานตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

6.1 สัญญาณเสียง (ตัวอย่าง) (หน้า 142)

- ส่งสัญญาณให้คนควบคุมเครนเห็นอย่างชัดเจนทั้งในส่วนทิศทางการเคลื่อนย้ายและจุดที่จะวางน้ำหนักบรรทุก และต้องคอยให้สัญญาณเสมอเท่าที่จะทำได้
- คนควบคุมเครนจะต้องทวนประโยคสัญญาณเสียงที่ได้ยินจากคนให้สัญญาณดังๆ เพื่อยืนยัน
- คนงานควรเข้าใจสัญญาณที่ใช้จริงในแต่ละไซต์งานได้อย่างถ่องแท้

บทที่ 5
วิธีการขึงสลิงที่เหมาะสม

1 ขั้นตอนการขึงสลิง (หน้า 149)

1.1 ตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกที่กำหนดและน้ำหนักบรรทุกรวมที่กำหนดของเครนและอุปกรณ์อื่นๆ (หน้า 149)

น้ำหนักบรรทุกที่กำหนดซึ่งปรากฏบนเครนเหนือศีรษะคือน้ำหนักบรรทุก (น้ำหนัก) สูงสุดที่เครนเหนือศีรษะสามารถยกได้ น้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกต้องไม่เกินค่านี้ ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากเครนเหนือศีรษะและบริดจ์เครนมักไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันน้ำหนักเกินหรืออุปกรณ์จำกัดน้ำหนักเกิน

น้ำหนักบรรทุกที่กำหนดและน้ำหนักบรรทุกรวมที่กำหนดของเครนแบบเสาตั้งและโมบายเครนจะแตกต่างกันตามมุมของเสาตั้งและรัศมีการทำงาน คนดูแลสลิงจึงต้องทำงานร่วมกับคนควบคุมเครนอย่างใกล้ชิด

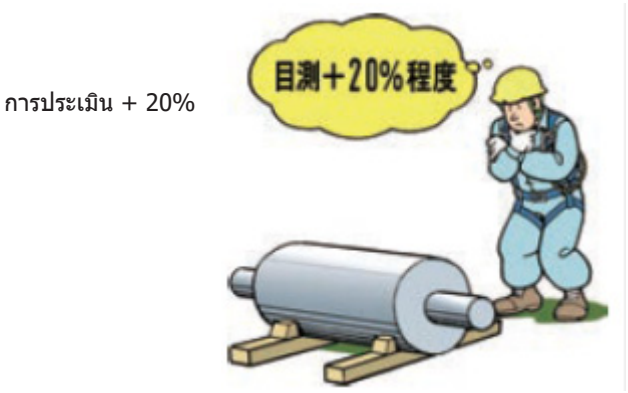
รูปภาพ 5-1 ภาพตัวอย่างแสดงน้ำหนักบรรทุกที่กำหนดของเครนเหนือศีรษะ

1.2 คันหาน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก (หน้า 150)

สิ่งแรกที่คนดูแลสลิงต้องทำคือตรวจสอบว่าน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกที่จะยกถูกต้องแม่นยำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ คุณหาคำตอบเรื่องน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่คุณดูแลในแต่ละวันได้ง่ายๆ หรือจากฉลากแจ้งน้ำหนักบนตัวผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อทำงานกับน้ำหนักบรรทุกที่ไม่ทราบน้ำหนัก คุณต้องสอบถามจากเพื่อนร่วมงานที่มีประสบการณ์หรือหัวหน้ากลุ่มหรือตรวจสอบจากแผนภาพแท็ก ใบแจ้งหนี้หรือเอกสารอื่นๆ หรือจะใช้วิธีคำนวณเพื่อประเมินน้ำหนัก

มีตัวอย่างให้ดูมากมายที่คุณต้องประเมินน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกด้วยสายตา ต้องอาศัยประสบการณ์ในการทำงานหากจะประเมินน้ำหนัก และการประเมินด้วยสายตาทำได้ยาก หากประเมินน้ำหนักผิด อาจทำให้เครนพลิกคว่ำและเกิดอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิดได้ เช่น โมบายเครนล้มครืนลงมาหรืออุปกรณ์สลิงชำรุดเสียหาย ทั้งยังจะลดประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมลงอย่างเห็นได้ชัด ควรใช้ความระมัดระวังในขั้นตอนต่างๆ ต่อไปนี้

- พิจารณารูปทรงของน้ำหนักบรรทุกโดยละเอียด และกะขนาดด้วยสายตา
- ตรวจสอบว่าน้ำหนักบรรทุกทำจากวัสดุใด น้ำหนักบรรทุกที่มีปริมาตรเท่ากันอาจหนักไม่เท่ากันหากทำจากวัสดุที่ไม่เหมือนกัน
- คำนวณน้ำหนัก (ดูหน้า 44)
- การคาดคะเนน้ำหนักน้อยกว่าน้ำหนักที่แท้จริงเป็นเรื่องที่น่ากลัว เพิ่มน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกที่คาดคะเนด้วยสายตาลงไปอีก 20%
- หมั่นตรวจสอบส่วนต่างระหว่างน้ำหนักที่คุณประมาณด้วยสายตากับน้ำหนักที่ได้จากการวัดจริงๆ เพื่อสร้างนิสัยปรับปรุงความแม่นยำของการคาดการณ์น้ำหนักด้วยสายตา
- การทำโมเดลรูปทรงง่ายๆ และแสดงน้ำหนักเหมือนเป็นตัวสินค้าจริงๆ หรือจัดทำตารางน้ำหนักต่อวัสดุมาตรฐานหนึ่งเมตรหรือต่อวัสดุมาตรฐานจะช่วยปรับปรุงความแม่นยำของการวัดน้ำหนักด้วยสายตาได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปภาพ 5-2 ประเมินน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกด้วยสายตา

1.3 ระบุตำแหน่งของ COG (หน้า 151)

ปัจจัยที่สำคัญอีกข้อหนึ่งในการขึงสลิงคือการตรวจสอบตำแหน่ง COG ของน้ำหนักบรรทุกที่จะยกให้แม่นยำที่สุดเพื่อเลือกอุปกรณ์สลิงและวิธีการขึงสลิงที่เหมาะสม

ระบุตำแหน่งของ COG

ประเมิน COG ให้ได้อย่างถูกต้องทำได้ยาก เนื่องจากการประเมินนี้มักเป็นการกะคร่าวๆ จากงานจริงด้วยสายตา ห้ามสรุปว่าเราสามารถยกน้ำหนักบรรทุกในแนวนอนได้โดยใช้วงแหวนที่ให้มา แต่ต้องแก้ไขวิธีการขึงสลิงโดยใช้การตรวจสอบสภาพของน้ำหนักบรรทุกก่อนยก

โปรดจำไว้ว่า ตำแหน่ง COG ของน้ำหนักบรรทุกจะแสดงเป็นจุด (ไม่ใช่เส้น) และต้องตรวจสอบจากทุกทิศทางเพื่อดำเนินการขึงสลิงได้อย่างปลอดภัย และต้องตรวจสอบ COG จากแต่ละทิศทางจากสามทิศทางให้ละเอียดเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้โดยเฉพาะเมื่อหมุนน้ำหนักบรรทุก

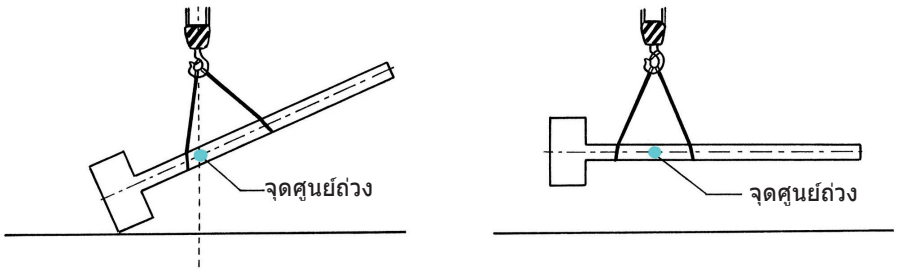
COG ของน้ำหนักบรรทุกจะอยู่ใต้ตะขอโดยตรงหากยกน้ำหนักบรรทุกได้สมดุล เมื่อยกน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัยแล้ว ให้ระบุ COG ไว้ใช้อ้างอิงเพื่อรับประกันถึงความปลอดภัยและปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน

วิธีระบุตำแหน่งของ COG ในระหว่างการทำงาน

อย่างไรก็ตามมีผลิตภัณฑ์มากมายที่ต้องจัดการ และเป็นเรื่องยากที่จะระบุตำแหน่งของ COG ของสินค้าที่มีรูปทรงสลับซับซ้อน เมื่อคุณยกน้ำหนักบรรทุกเหล่านี้จริงๆ คุณต้องยกขึ้นจากพื้นอาคารหรือพื้นดินเล็กน้อยเพื่อทดสอบโดยทำตามขั้นตอนต่อไปนี้:

(1) ระบุ COG ของน้ำหนักบรรทุกตามที่ปรากฏข้างต้นและใช้สลิง

(2) ยกขึ้นให้ช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ (โดยไม่ต้องยกขึ้นจากพื้น)



รูปภาพ 5-3 วิธีระบุตำแหน่งของ COG ในระหว่างการทำงาน

(3) หากไม่ได้ยกน้ำหนักบรรทุกในแนวนอน ให้วางลงบนพื้นตามเดิม และเลื่อนตำแหน่งของสลิงไปทางด้านข้างของน้ำหนักบรรทุกที่วางอยู่บนพื้นในระหว่างที่ยก

(4) ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นเล็กน้อยอีกครั้งและตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักบรรทุก

(5) ทำขั้นตอนนี้ซ้ำจนกระทั่งน้ำหนักบรรทุกสมดุลในแนวนอนบนสลิง

น้ำหนักบรรทุกที่มีแหวนหรือแสดง COG ก็ต้องใช้ขั้นตอนเดียวกันนี้ยกเว้นขั้นตอนที่ 1 (การประเมิน COG)

วิธีเลือกอุปกรณ์สลิงและอุปกรณ์เสริมชักรอก (หน้า 152)

เมื่อเลือกอุปกรณ์สลิงและอุปกรณ์เสริมชักรอกที่เหมาะสมที่สุดนั้น ให้พิจารณาปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วยน้ำหนัก COG รูปทรง ตำแหน่งการขึงสลิงกับน้ำหนักบรรทุก ประสิทธิภาพของเครนและการป้องกันน้ำหนักบรรทุก (ดูหน้า 123)

สิ่งที่ต้องพิจารณาคือเลือกลวดสลิง โซ่ สายเข็มขัดสลิงและอุปกรณ์สลิงอื่นๆ ที่จะนำมาใช้ตามลักษณะของ COG รวมถึงจำนวนลวดสลิงที่นำมาใช้และมุมของสลิง แล้วจึงเลือกจากอุปกรณ์เหล่านี้ที่มีความแข็งแรงและยาวพอรองรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างเหมาะสม

สำหรับน้ำหนักบรรทุกที่ใช้สลิงจัดการเป็นปกติหรือในกรณีของน้ำหนักบรรทุกเฉพาะ คำแนะนำคือเลือกใช้อุปกรณ์สลิงที่มีประสิทธิภาพที่สุดและปลอดภัยที่สุดสำหรับน้ำหนักบรรทุกแต่ละประเภทเหล่านี้ มีอุปกรณ์เสริมพิเศษบางประเภท เช่น อุปกรณ์เสริมที่ติดตั้งด้วยอุปกรณ์ยกที่ใช้แม่เหล็กหรือระบบสูญญากาศ เพื่อใช้ยกผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะและแก้ว

ตรวจสอบอุปกรณ์สลิงก่อนใช้งาน และไม่มีสิ่งผิดปกติใดเกิดขึ้น

การนำทางตะขอ (หน้า 153)

เตรียมเครนไว้ให้พร้อม

เมื่อใช้มือให้สัญญาณ คุณต้องอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นคนควบคุมเครนได้เต็มตัว และใช้สัญญาณที่กำหนดเฉพาะเพื่อระบุตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุก

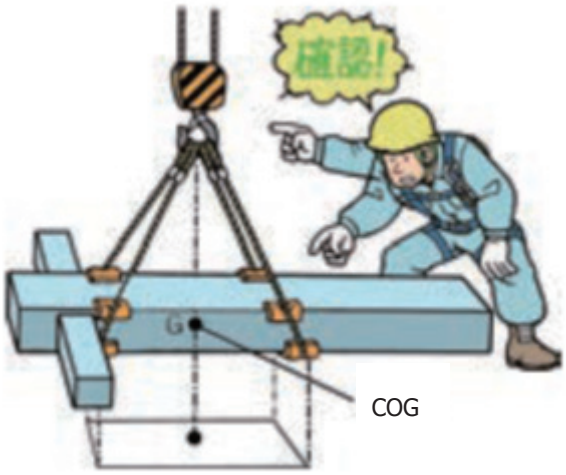
เมื่อให้สัญญาณด้วยเสียงผ่านอุปกรณ์ไร้สาย ให้ตรวจสอบสภาพของระบบการสื่อสารไร้สายล่วงหน้า และคุณต้องยืนอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นน้ำหนักบรรทุกและพื้นที่รอบๆ น้ำหนักบรรทุกได้ถนัดและชัดเจน อย่าลืมตรวจสอบสัญญาณเสียงจากคนให้สัญญาณที่ส่งให้คนควบคุมเครนซ้ำไปซ้ำมาด้วย

การนำทางตะขอ

โดยปกติแล้ว ควรนำทางตะขอมาอยู่เหนือน้ำหนักบรรทุกโดยตรง หากน้ำหนักบรรทุกมีขนาดใหญ่เกินไป และไม่สามารถขึงสลิงได้อย่างปลอดภัย ให้นำทางตะขอมาอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการขึงสลิงได้ง่ายๆ แล้วจึงเลื่อนตะขอมาไว้เหนือน้ำหนักบรรทุกโดยตรง ก่อนยกขึ้น

หากน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุกมีขนาดใหญ่ และลวดสลิงหนาเกินไป ให้ติดตั้งลวดสลิงเข้ากับตะขอตัวแรก แล้วดำเนินการขึงสลิง ก่อนขยับตะขอไปไว้เหนือ COG ของน้ำหนักบรรทุกโดยตรง ก่อนยกขึ้นหากจำเป็น

หากต้องการยกน้ำหนักบรรทุกให้เสถียร สิ่งที่ต้องอยู่ภายในเส้นของจุดการยกคือ COG ของน้ำหนักบรรทุก

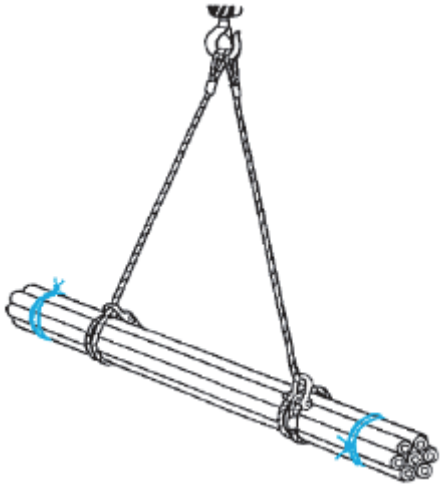


รูปภาพ 5-4 COG ของน้ำหนักบรรทุก

หาก COG ของน้ำหนักบรรทุกอยู่นอกเส้นนี้ น้ำหนักบรรทุกอาจเอียง หรือลวดสลิงอาจขาดได้ แต่แม้ว่า COG อยู่ภายในเส้นดังกล่าว แต่เมื่อ COG ของตะขอไม่ได้อยู่เหนือน้ำหนักบรรทุกโดยตรง น้ำหนักบรรทุกอาจหมุนหรือตะแคงเมื่อยกขึ้น ดังนั้น สิ่งที่สำคัญคือควบคุมตะขอให้อยู่เหนือน้ำหนักบรรทุกโดยตรงก่อนยกน้ำหนักบรรทุกขึ้น

การขึงสลิง (หน้า 154)

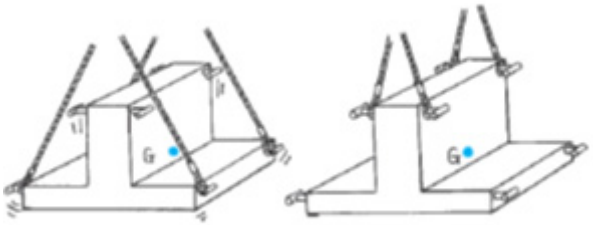
หากจะยกน้ำหนักบรรทุกที่มีรูปทรงอื่นด้วยลวดสลิง สิ่งที่จำเป็นคือเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดโดยดูจากรูปทรงเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหนักบรรทุกหมุนหรือตะแคงไปด้านใดด้านหนึ่ง หากน้ำหนักบรรทุกอาจพลัดตก ตะแคงหรือหล่นลงมาเพราะเหวี่ยงไปมาในระหว่างการลำเลียง ให้มัดให้แน่นหรือแก้ไขโดยใช้รอกโยกเป็นมาตรการป้องกัน สำหรับน้ำหนักบรรทุกที่มีเหลี่ยมมุมหรือที่ลื่นไปลื่นมา ให้วางตัวรองหนุนตรงขอบเพื่อให้ใช้สลิงได้อย่างปลอดภัย



รูปภาพ 5-5 การประคองน้ำหนักบรรทุกไว้กับที่

เมื่อยึดน้ำหนักบรรทุกให้มั่นคง

- หากน้ำหนักบรรทุกมีขนาดใหญ่เกินไป และใช้วิธีการขึงสลิงเหนือ COG โดยตรงได้ยาก คุณสามารถเลือกวิธีการสำรอง แขวนสลิงน้ำหนักบรรทุกไว้ในตำแหน่งที่สามารถควบคุมได้ง่ายๆ แล้วจึงบังคับตะขอให้อยู่เหนือ COG โดยตรงเมื่อยกขึ้น หากเมื่อย้ายตะขอที่ติดตั้งลวดสลิงไว้ ต้องระวังไม่สัมผัสถูกน้ำหนักบรรทุกหรืออุปกรณ์ที่อยู่รอบๆ
- หากจะยกน้ำหนักบรรทุกให้เสถียร ให้ใช้สลิงในตำแหน่งที่สูงกว่า COG

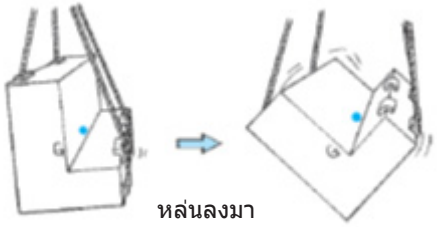


สลิงจากด้านล่าง (ทรงตัวไม่ดี) | สลิงจากด้านบน (ทรงตัวได้ดี)

รูปภาพ 5-6 ตำแหน่งของการขึงสลิง

- เมื่อยกน้ำหนักบรรทุกที่เอียงด้านข้างด้วยการขึงสลิงแบบหมุนครั้งเดียว น้ำหนักบรรทุกอาจหมุนได้ ควรใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในกรณีนี้

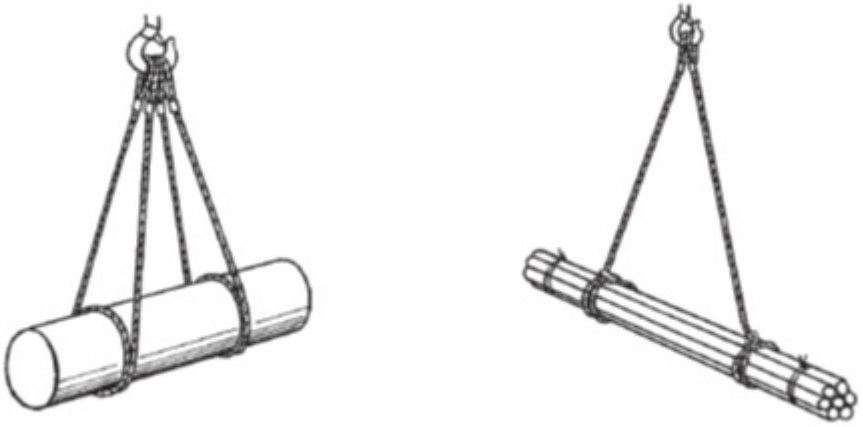
G: จุดศูนย์ถ่วง



หล่นลงมา

รูปภาพ 5-7 น้ำหนักบรรทุกที่เทน้ำหนักไปข้างใดข้างหนึ่ง

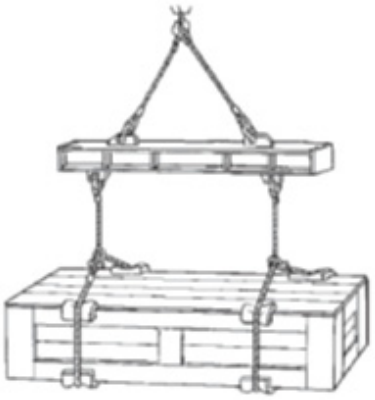
- **หากยกวัตถุยาวที่มีมุมของสลิงที่ใหญ่ขึ้น อุปกรณ์สลิงอาจไหลเข้าด้านใน ทำให้น้ำหนักบรรทุกร่วงลงมาได้ วางตัวรองหนุนระหว่างน้ำหนักบรรทุกและอุปกรณ์สลิง ก่อนยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นด้วยการผูกเงื่อน การผูกบ่วงแบบหมุนหนึ่งรอบหรือการผูกเงื่อนแบบห่วง เพื่อป้องกันไม่ให้จุดของสลิงเลื่อนไปจากจุดเดิม**



รูปภาพ 5-8 การผูกบ่วงแบบหมุนหนึ่งรอบสำหรับวัตถุยาว

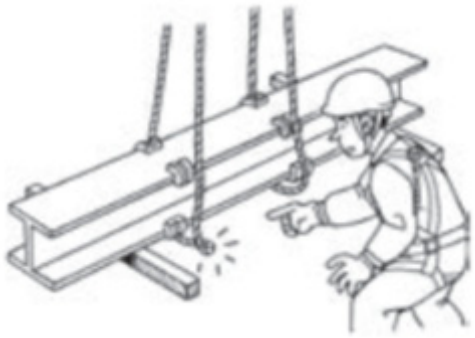
- **หากเสี่ยงที่น้ำหนักบรรทุกอาจหักได้เนื่องจากแรงองค์ประกอบ ที่มีสาเหตุมาจากมุมขนาดใหญ่ของสลิง ให้ตรวจสอบว่าเครนมีความสามารถในการยกที่ระดับใด ก่อนใช้ลวดสลิงที่ยาวขึ้นเพื่อลดมุมของสลิง หากลดมุมของสลิงได้ยาก ให้ลองพิจารณาวิธีการอื่น เช่น การใช้คานยก**

รูปภาพ 5-9 น้ำหนักบรรทุกที่เสียหาย



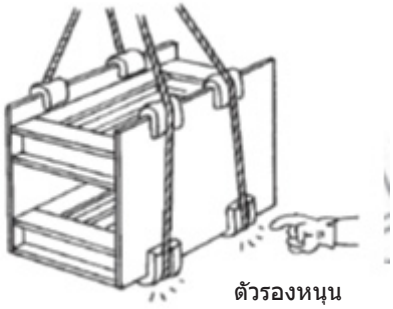
รูปภาพ 5-10 การขึงสลิงผ่านคานยก

- ตรวจสอบว่าลวดสลิงที่อยู่ใต้น้ำหนักบรรทุกไม่เป็นปม



รูปภาพ 5-11 ปม

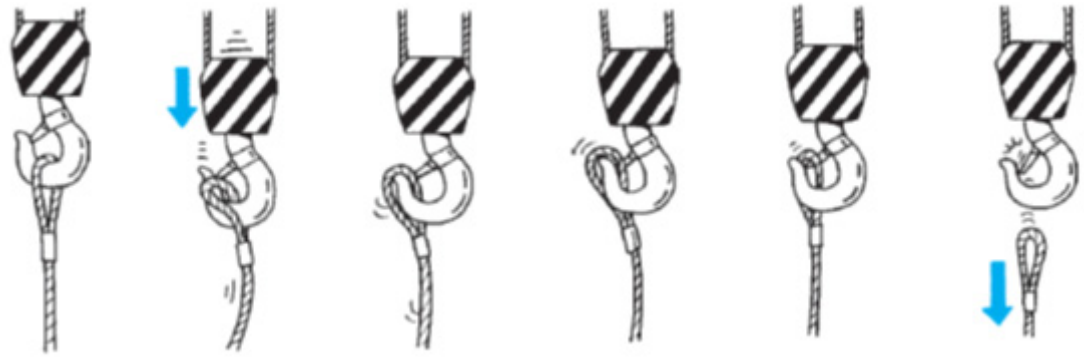
- ใช้ตัวรองหนุนตรงขอบของมุมน้ำหนักบรรทุกเพื่อป้องกันลวดสลิงและน้ำหนักบรรทุก



รูปภาพ 5-12 น้ำหนักบรรทุกที่มีเหลี่ยมมุม

เมื่อห้อยอยู่บนตะขอ

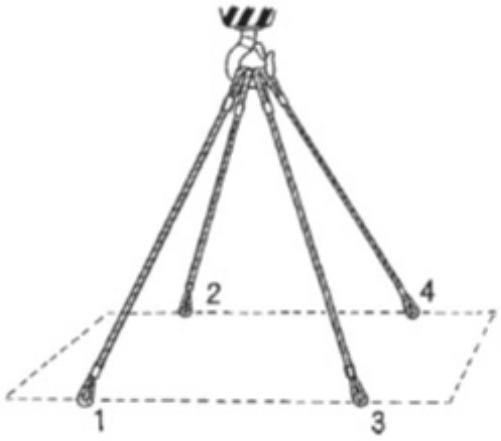
- ตรวจสอบการทำงานของปากตะขอ ลวดสลิงอาจเลื่อนออกมาจากตะขอเหมือนที่แสดงในรูปภาพ 5-13 โดยขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ต่างๆ ในสถานที่ทำงานบางแห่ง มีการใช้อุปกรณ์จำพวกตัวเกี่ยวสองชุดเพื่อป้องกัน



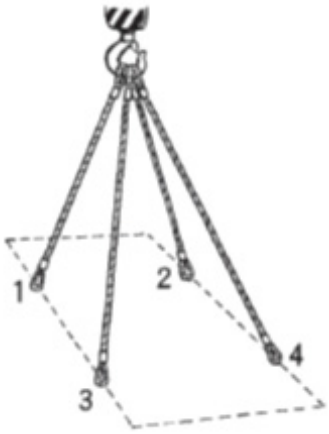
รูปภาพ 5-13 วิธีผูกเงื่อนจากตะขอ

- ให้ร้อยลวดสลิงเข้ากับตะขอทีละเส้น โดยเริ่มจากด้านหลังของตะขอ เพื่อให้เงื่อนของลวดสลิงไม่ซ่อนทับกันบนตะขอ และลวดสลิงไม่พาดทับกันไปมาใต้ตะขอ หากสลิงมีมุมที่กว้าง ลวดสลิงเส้นสุดท้ายที่มัดเข้ากับตะขอจะคายตัวออกได้ หรือถ้าใช้ลวดสลิงสำหรับน้ำหนักบรรทุกตามแบบที่แสดงในรูปภาพ 5-14 ตามลำดับ 2-1-4-3, ลวดสลิงจะพาดทับกันใต้ตะขอ หากเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ ให้ปรับเปลี่ยนตำแหน่งน้ำหนักบรรทุกเพื่อให้ทิศทางตามแนวยาวตั้งฉากกับทิศทางของตะขอเหมือนที่แสดงไว้ในรูปภาพ 5-15 และรูปภาพ 5-17 ก่อนติดตะขอในลำดับที่ลวดสลิงเส้นสุดท้ายเกี่ยวเข้ากับตะขอเหมือนกับไม่ได้เกี่ยว และป้องกันลวดสลิงพาดข้ามกันไปมา

  (a) ลำดับการเกี่ยวบ่วงสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสี่เส้นและจุดสี่จุด

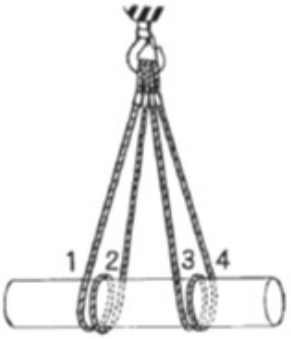


รูปภาพ 5-14 ทิศทางตามยาวจะขนานกับทิศทางของตะขอ (1-2-3-4 หรือ 2-1-4-3 จากปลายตะขอ)

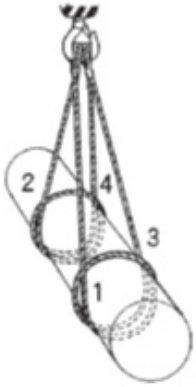


รูปภาพ 5-15 ทิศทางตามยาวจะตั้งฉากกับทิศทางของตะขอ (1-3-2-4 หรือ 3-1-4-2 จากปลายตะขอ)

(b) ลำดับการเกี่ยวบ่วงสำหรับวิธีการขึงสลิงโดยใช้ลวดสองเส้นและจุดสี่จุด



รูปภาพ 5-16 ทิศทางตามยาวจะขนานกับทิศทางของตะขอ (1-2-3-4 จากปลายตะขอ)



รูปภาพ 5-17 ทิศทางตามยาวจะตั้งฉากกับทิศทางของตะขอ (1-2-3-4 หรือ 2-1-4-3 จากปลายตะขอ)

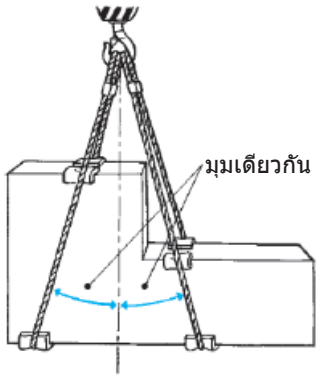
- ย้ายตะขอไปยังจุดที่สามารถติดอุปกรณ์สลิงได้ง่ายๆ และผู้ดูแลสลิงสามารถทรงตัวทำงานได้บนพื้นที่มั่นคงและปลอดภัย
- จากรายละเอียดใน "คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของการขึงสลิง" พบว่า มุมของสลิงควรอยู่ภายในระยะ 90° ตามมาตรฐานทั่วไป แต่สำหรับการขึงสลิงแบบหมุนครั้งเดียวพร้อมกับลวดสองเส้นและจุดสี่จุดนั้น มุมของสลิงควรอยู่ภายในระยะ 60° และสำหรับการขึงสลิงร่วมกับอุปกรณ์ชักรอกอื่น หรือการขึงสลิงร่วมกับแคล้มป์ยึดหรือแฮคเกอร์นั้น มุมของสลิงต้องอยู่ภายในระยะ 60° ในกรณีที่ใช้สลิงแบบอื่น ต้องพิจารณาถึงรูปทรงและขนาดของน้ำหนักบรรทุกและความสามารถในการยกของเครนด้วยเมื่อกำหนดมุมที่เหมาะสมของสลิง

การขึงสลิงน้ำหนักบรรทุกที่เทน้ำหนักไปข้างใดข้างหนึ่ง

คุณอาจมีโอกาสได้ทำงานกับน้ำหนักบรรทุกที่มีรูปทรงไม่เท่ากันและ COG อยู่เยื้องออกจากศูนย์กลาง ด้านล่างนี้คือวิธีการขึงสลิงที่นำมาใช้เพื่อทำให้น้ำหนักบรรทุกที่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่งยังคงอยู่ในแนวนอน

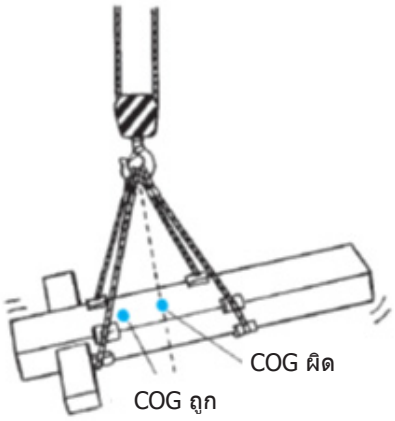
- การขึงสลิงแบบสมมาตร

ค้นหาตำแหน่งของ COG ให้ถูกต้อง และเกี่ยวตะขอเหนือ COG โดยตรง และปรับตำแหน่งของการขึงสลิงให้สมมาตร

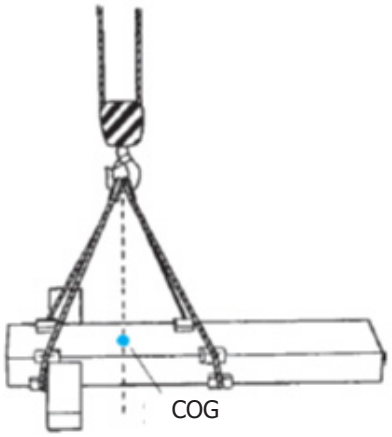


รูปภาพ 5-18 การขึงสลิงแบบสมมาตร

หากเกิดข้อผิดพลาดในการหา COG ผลที่ได้คือน้ำหนักบรรทุกจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอันตรายเช่นที่อธิบายไว้ในรูปภาพ 5-19 กล่าวคือ แรงตึงจำนวนมากจะอยู่บนลวดสลิงทางด้านซ้าย และอาจทำให้สลิงกระดกและเทน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดลงมาได้ แม้ลวดสลิงยังอยู่ในตำแหน่งได้เป็นปกติ แต่น้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นมาแล้วนี้อาจเอียงให้เห็นอย่างชัดเจน หากน้ำหนักบรรทุกเอียงขณะที่ยกขึ้นแล้ว ให้ค่อยๆ ลดน้ำหนักบรรทุกลงมา และปรับตำแหน่งของตะขอหรือการขึงสลิงมาไว้ที่ COG ตามที่แสดงในรูปภาพ 5-20 ก่อนยกขึ้นอีกครั้ง



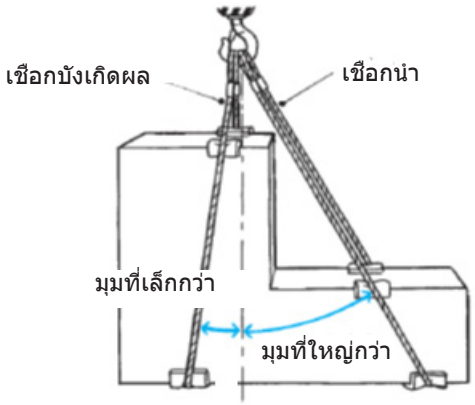
รูปภาพ 5-19 การขึงสลิงโดย COG ไม่ถูกตำแหน่ง



รูปภาพ 5-20 การขึงสลิงโดย COG ถูกตำแหน่ง

- การขึงสลิงแบบไม่สมมาตร

อีกวิธีหนึ่งคือใช้ลวดสลิงสองเส้นที่ยาวไม่เท่ากัน เพื่อปรับให้ตะขอมาอยู่เหนือ COG ของน้ำหนักบรรทุกโดยตรง เพื่อช่วยให้ยกน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัย ซึ่งเมื่อใช้วิธีนี้ จะมีการใช้ลวดสลิงสองเส้นที่ยาวไม่เท่ากันที่ด้านซ้ายและด้านขวา และจำเป็นต้องใช้ลวดสลิงที่หนากว่าเดิมและแข็งแรงกว่าเดิม ที่สามารถยกน้ำหนักทั้งหมดของน้ำหนักบรรทุกได้ เนื่องจากแรงดึงของลวดสลิงด้านซ้ายและด้านขวาไม่เท่ากัน โดยจะมีแรงที่มากกว่าที่กระทำบนลวดสลิงในฝั่งที่มีมุมที่เล็กกว่าของสลิง



รูปภาพ 5-21 การขึงสลิงแบบไม่สมมาตร

- การขึงสลิงโดยปรับให้เข้ากับอุปกรณ์ชักรอกอื่น

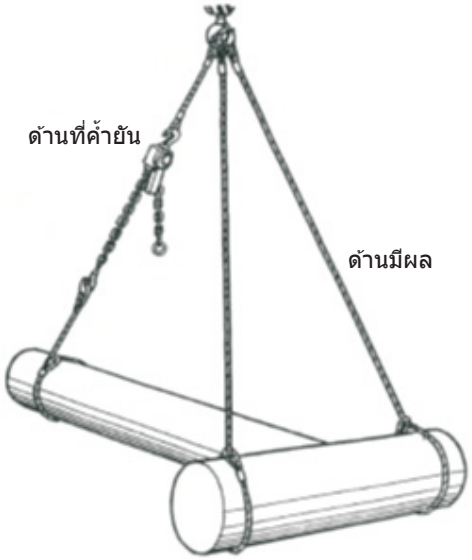
หากต้องการยกน้ำหนักบรรทุกที่ไม่สมมาตรด้วยสลิง เราสามารถใช้อุปกรณ์ชักรอกอื่นเพื่อปรับลวดสลิง ปรับสมดุลของน้ำหนักบรรทุกที่ไม่สมมาตรได้ด้วยการปรับความยาวของลวดสลิงด้านซ้ายและขวา โดยใช้รอกโซ่หรือรอกโยกเพื่อปรับ

เราใช้วิธีนี้แทนการทำห่วง และการขึงสลิงแบบไม่สมมาตรจะทำได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น แต่น้ำหนักบรรทุกที่ COG อยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าเดิมนั้นจะไม่สามารถทรงตัวได้ เมื่อใช้ลวดสลิงสองเส้นผูกเป็นบ่วงให้แน่นที่ด้านมีผล ให้ปรับทิศทางการผูกและมุม เพื่อไม่ให้ทิ้งโมเมนต์ดัดบนลวดสลิงมากเกินไป

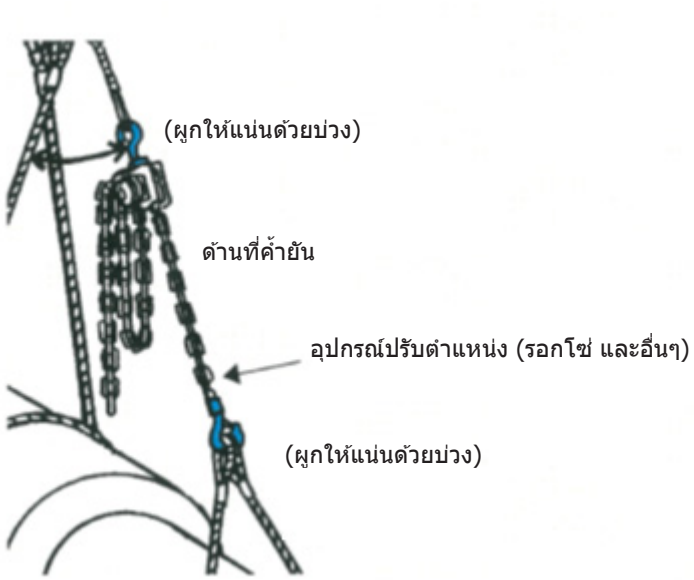
ร้อยห่วงของลวดสลิงที่ส่วนบนและส่วนล่างของตะขอของอุปกรณ์เสริมที่จะปรับ และปรับด้านที่ค้ำยัน เพื่อไม่ให้มีแรงดึงมากเกินไป เมื่อใช้รอกโซ่แบบมือโยกเพื่อปรับตำแหน่ง ให้เลื่อนคันปรับมาไว้ที่ด้านที่ยก และหมุนโซ่ส่วนเกินเก็บไว้กับตัวรอก

ตั้งมุมของสลิงให้เล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ (สูงสุดคือ 60 องศา)

รูปภาพ 5-22 การขึงสลิงโดยปรับให้เข้ากับอุปกรณ์ชักรอกอื่น: ด้านมีผล: การขึงสลิงแบบหมุนหนึ่งรอบ



รูปภาพ 5-23 การขึงสลิงโดยปรับให้เข้ากับอุปกรณ์ชักรอกอื่น: ด้านมีผล: ผูกให้แน่นด้วยบ่วง



รูปภาพ 5-24 วิธีติดตั้งอุปกรณ์ปรับตำแหน่งการชักรอก

หยุดก่อนยกขึ้นจากพื้น (หน้า 161)

ขั้นตอนนี้ถือว่ามีอันตรายมากที่สุดในระหว่างงานลำเลียงสัมภาระด้วยเครน ควรให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในเรื่องเกี่ยวกับสถานที่ การใช้ท่าทางและสิ่งที่คนงานทำ และสภาวะการขึงสลิง

ค่อยๆ ชักน้ำหนักบรรทุกขึ้นไปจนกระทั่งลวดสลิงตึง มือของคุณอาจติดคาระหว่างลวดสลิง/ตัวรองหนุนและน้ำหนักบรรทุก ห้ามจับที่ลวดสลิง แต่ให้ใช้ฝ่ามือดัน เมื่อลวดสลิงตึงแล้ว ให้หยุดยกสัมภาระไว้ก่อนและตรวจสอบจุดต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ดูรูปภาพ 5-31: หน้า 101, รูปภาพ 5-32: หน้า 101)

ตำแหน่งของคนงาน

- ให้สัญญาณมือในตำแหน่งที่ปลอดภัยและคนควบคุมเครนมองเห็นได้ (ดูรูปภาพ 5-33: หน้า 162) ส่งเสียงให้สัญญาณผ่านอุปกรณ์ไร้สายในตำแหน่งที่ปลอดภัยและมองเห็นงานที่จะทำได้ชัดเจน
- คนให้สัญญาณและคนดูแลสลิงต้องสื่อสารกันตลอดเวลา ห้ามตัดสินใจให้สัญญาณเพียงลำพัง (ดูรูปภาพ 5-34: หน้า 162)
- เมื่อมีคนงาน 2 คนขึ้นไปทำงานกับสลิง ต้องสื่อสารกันไว้
- น้ำหนักบรรทุกอาจแกว่งในขณะที่ถูกยกขึ้น คนดูแลสลิงและคนงานคนอื่นๆ ต้องไม่เข้าไปในพื้นที่ เช่นช่องแคบๆ ระหว่างโครงสร้างที่ไม่สามารถกันพื้นที่ที่ปลอดภัยไว้อพยพได้ (ดูรูปภาพ 5-35: หน้า 162)
- หากสัมภาระที่บรรทุกเกิดแกว่งไปมาในขณะที่ยกขึ้น ให้แก้ไขโดยให้สัญญาณกับคนควบคุม

ยืนยันสภาวะการขึงสลิง

เมื่อลวดสลิงตึงแล้ว ให้หยุดเครนไว้ก่อนและตรวจสอบจุดต่างๆ ดังต่อไปนี้ หากสภาวะการขึงสลิงไม่เสถียรหรือไม่สามารถยกน้ำหนักบรรทุกในแนวนอน ให้ค่อยๆ ลดสัมภาระลงมาวางไว้บนพื้น และปรับตำแหน่งของสลิง (ดูรูปภาพ 5-36: หน้า 162)

- **COG ของน้ำหนักบรรทุก จุดกึ่งกลางของตะขอ และสายรอกของเครนล้วนเป็นเส้นตรง**
- **ลวดสลิงทุกเส้นตึงเท่าๆ กัน**
- **ระวังไม่ให้น้ำหนักบรรทุกสัมครืนลงมา**
- **ลวดสลิงไม่ลื่นและได้ยึดอุปกรณ์เสริมของสลิง เช่น ตัวรองหนุน ไว้จนแน่น**
- **แขวนอุปกรณ์สลิงไว้ตรงกลางตะขอได้อย่างถูกต้อง (ตำแหน่งและลำดับ)**
- **ลวดสลิงไม่ขยับ**
- **ใช้ลวดสลิงในตำแหน่งที่ถูกต้อง**
- **วางตัวรองหนุนได้อย่างถูกต้อง**
- **ติดตั้งอายโบลท์และสเก็นได้ถูกต้อง**

หยุดหลังจากยกขึ้นจากพื้น (หน้า 163)

ค่อยๆ ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นช้าๆ และหยุดทันทีที่ยกขึ้นจากพื้นแล้ว ก่อนตรวจสอบว่าน้ำหนักบรรทุกทรงตัวได้ดีและอุปกรณ์สลิงมีความปลอดภัย (ดูรูปภาพ 5-37: หน้า 163) (ดูรูปภาพ 5-38: หน้า 163)

ยืนยันสภาวะการขึงสลิง

- **หากน้ำหนักบรรทุกไม่เสถียร ให้ค่อยๆ ลดระดับลงมาที่พื้นและปรับตำแหน่งของสลิง**
- **น้ำหนักบรรทุกที่มีการทรงตัวที่ดี**
- **จะไม่มีอะไรหล่นลงมาขณะที่ขนย้ายสัมภาระ**
- **ติดตั้งอุปกรณ์สลิงได้ถูกต้อง ขณะที่น้ำหนักบรรทุกและอุปกรณ์เสริมได้รับการป้องกันอย่างเหมาะสม**
- **ไม่ได้ยกส่วนของตัวรองหนุนหรืออุปกรณ์สลิงอื่นๆ ขึ้นพร้อมๆ กัน**

หากยืนยันความถูกต้องของรายการข้างต้นได้ แสดงว่าพร้อมยกน้ำหนักบรรทุก

การยก (หน้า 164)

ตรวจสอบว่ามีสิ่งของที่อาจกีดขวางการยกสัมภาระหรือไม่ คนดูแลสลิงควรทำหน้าที่ต้อนคนไปยังพื้นที่ปลอดภัย

กำหนดระดับความสูงสำหรับน้ำหนักบรรทุก โดยพิจารณาทั้งวิธีการขึงสลิงและพื้นที่ที่จะวางน้ำหนักบรรทุก

- โดยปกติ ต้องยกน้ำหนักบรรทุกจนกว่าจะถึงจุดที่คนงานสามารถเดินเข้าออกได้อย่างปลอดภัย (สูงกว่าคนงาน) และเป็นปกติ
- เมื่อใช้แม่เหล็กยกหรือตัวยกสูญญากาศบนเครนที่ทำงานจากพื้น หรือเมื่อไม่มีสิ่งกีดขวางและได้เคลื่อนย้ายน้ำหนักบรรทุกมายังพื้นที่ปิดแล้ว ให้หยุดน้ำหนักบรรทุกไว้ ณ ตำแหน่งที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้

การควบคุมน้ำหนักบรรทุกมายังตำแหน่งวาง (หน้า 164)

เมื่อคนดูแลสลิงหรือคนให้สัญญาณควบคุมน้ำหนักบรรทุก ให้ประจำตำแหน่งในสถานที่ปลอดภัยที่คนควบคุมเครนจะมองเห็นได้ และให้คนงานคนอื่นอพยพเมื่อจำเป็น (ดูรูปภาพ 5-39: หน้า 164)

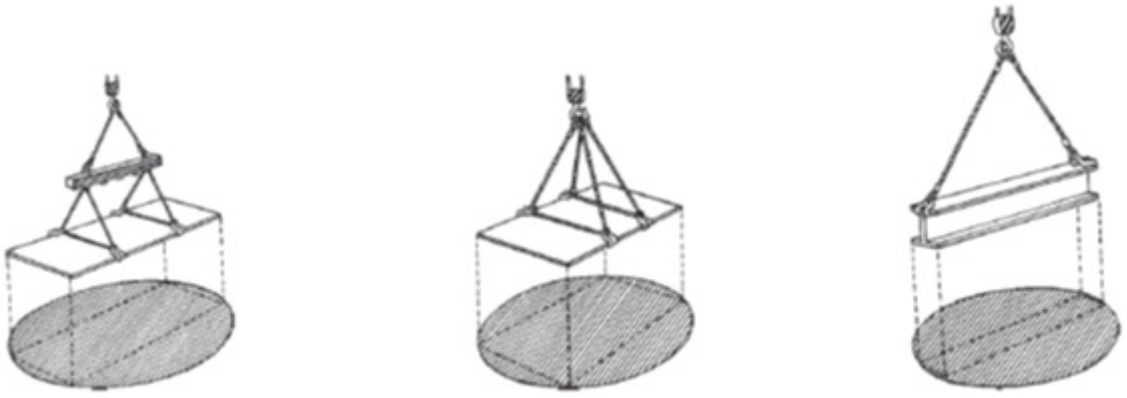
ตำแหน่งของคนดูแลสลิง

ควรให้คนดูแลสลิงไปอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัย โดยไม่มีอันตรายจากการถูกหนีบหรือกระแทกด้วยน้ำหนักบรรทุกหากเกิดอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิด

- อพยพไปยังพื้นที่อพยพที่กำหนดไว้ในการประชุมก่อนเริ่มการทำงาน
- ขณะที่เดินข้างๆ น้ำหนักบรรทุกที่กำลังถูกขนย้าย ให้ยืนห่างออกมาจากขอบของน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นนี้อย่างน้อย 2 เมตร

การนำทางน้ำหนักบรรทุก

- ใช้สัญญาณที่ระบุไว้เพื่อบอกทิศทางให้กับคนควบคุมเครน และให้สัญญาณต่อไปขณะที่ยังยืนอยู่ด้านหน้าน้ำหนักบรรทุกจนกว่าจะไปถึงจุดที่วางน้ำหนักบรรทุก
- แจ้งตำแหน่งที่จะวางน้ำหนักบรรทุกลงให้กับคนควบคุมเครน
  ตรวจสอบจุดต่างๆ ต่อไปนี้ในระหว่างการลำเลียง
  - ห้ามเข้าไปอยู่ใต้น้ำหนักบรรทุก



รูปภาพ 5-25 ใต้น้ำหนักบรรทุก

- ต้องอยู่ห่างจากน้ำหนักบรรทุกในระยะที่ปลอดภัย
- ห้ามเลือกเส้นทางลำเลียงที่พาดผ่านบริเวณที่คนงานอยู่ เลือกเส้นทางที่ไกลจากคนงานให้มากที่สุด
- ห้ามยืนอยู่บนสินค้าที่ยกโดยเด็ดขาด
- ในระหว่างการเคลื่อนย้ายน้ำหนักบรรทุก ห้ามใช้มือประคองน้ำหนักบรรทุกที่กำลังแกว่ง คนให้สัญญาณควรสั่งให้คนควบคุมเครนหยุดแกว่ง (ในไซต์งานบางที่ การใช้มือแตะที่น้ำหนักบรรทุกถือเป็นข้อห้ามตั้งแต่การยกขึ้นจนถึงการวางลงบนพื้น)

ป้องกันไม่ให้น้ำหนักบรรทุกหมุน

- หากวัตถุที่ยาวเกิดแกว่งหรือหมุนในระหว่างยก วัตถุเหล่านี้อาจชนเข้ากับโครงสร้างที่อยู่รอบๆ แต่เราป้องกันอุบัติเหตุนี้ได้ด้วยการใช้เชือกนำเพื่อนำน้ำหนักบรรทุก และจะใช้เชือกนำหลายๆ เส้นหรือไม่นั้นให้ดูจากไซต์งานหรือน้ำหนักบรรทุก
- หากเชือกนำเกิดติดคาอุปกรณ์ที่อยู่รอบๆ อุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นได้ เช่น น้ำหนักบรรทุกที่พังครืนลงมา จึงควรใช้เชือกนำที่ไม่มีบ่วงหรือรอยบาก (ดูรูปภาพ 5-44: หน้า 166)

หยุดก่อนลดระดับและวางน้ำหนักบรรทุก (หน้า 166)

ตรวจสอบพื้นที่ที่จะใช้วางน้ำหนักบรรทุกและสภาพของบล็อกหมอนรอง (ความแข็งแรง การได้ระดับ ความจุของลูกปืน) ก่อนเตรียมบล็อกหมอนรองไว้ล่วงหน้าทั้งขนาดและปริมาณที่เหมาะสม บล็อกหมอนรองนำมาใช้เพื่อให้งานสลิงทำได้ง่ายขึ้น โดยเราจะใช้บล็อกหมอนรองไม่เพียงแค่ยึดหรือป้องกันน้ำหนักบรรทุกเท่านั้น แต่เพื่อป้องกันไม่ให้เท้าของคนดูแลสลิงได้รับบาดเจ็บด้วย วางบล็อกหมอนรองไว้ให้สูงกว่ารองเท้านิรภัย

ต้องไม่มีคนงานอยู่ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและอปุกรณ์หรือโครงสร้างต่างๆ และคนงานสามารถอพยพได้ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน นอกจากนั้น ควรให้ความสำคัญกับข้อควรระวังต่อไปนี้ก่อนลดระดับน้ำหนักบรรทุกลง (ดูรูปภาพ 5-45: หน้า 166)

- ตรวจสอบว่าไม่มีสิ่งกีดขวางก่อนลดสัมภาระลง
- ห้ามลดสัมภาระที่กำลังแกว่งไปมา ทำตามสัญญาณเพื่อทำให้สัมภาระนิ่ง ก่อนค่อยๆ ลดระดับความสูงลง
- หากจำเป็นต้องปรับตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุกในจุดที่จะวางน้ำหนักบรรทุกลง ต้องหยุดการทำงานของเครนก่อน
- ห้ามผลีผลามลดน้ำหนักบรรทุกลง ค่อยๆ หยุดน้ำหนักบรรทุกเหนือบล็อกหมอนรอง และตรวจสอบความปลอดภัย
- คนให้สัญญาณและคนดูแลสลิงต้องอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัย ขณะที่เตรียมบล็อกหมอนรองหรืองานอื่น ต้องไม่อยู่ใต้น้ำหนักบรรทุก
- ต้องวางน้ำหนักบรรทุกไว้บนบล็อกหมอนรองเสมอ (ห้ามวางบนพื้นโดยตรง)

หยุดก่อนวางบนพื้น (หน้า 167)

หลังจากค่อยๆ หย่อนน้ำหนักบรรทุกลงพื้น ให้หยุดเครนขณะที่ลวดสลิงยังตึงอยู่ ตรวจสอบความปลอดภัยและค่อยๆ หย่อนลงพื้นใหม่อีกรอบ หลังจากนั้นให้คายลวดสลิงแต่ต้องภายในระยะที่น้ำหนักบรรทุกทรงตัวไว้ได้ ห้ามคายลวดสลิงออกจนหลวมเกินไป เพราะอุปกรณ์เสริมอย่างเช่น ตัวรองหนุนอาจหล่นลงมาได้

ตรวจสอบจุดต่างๆ ต่อไปนี้หลังจากวางน้ำหนักบรรทุกบนพื้นแล้ว

- วางน้ำหนักบรรทุกได้อย่างเหมาะสมแล้ว
- น้ำหนักบรรทุกทรงตัวได้ดีบนบล็อกหมอนรอง (วางใหม่หากยังทรงตัวไม่ดี)
- ลวดสลิงและตัวรองหนุนไม่ถูกทับอยู่ใต้น้ำหนักบรรทุก
- น้ำหนักบรรทุกทรงกลมยึดอยู่กับอุปกรณ์ป้องกันได้อย่างเต็มที่
- แท่งเหล็กหรือวัสดุที่ผูกไว้จะไม่ล้มครืนลงมา

การลดตะขอลงมาและการถอดอุปกรณ์สลิงออก (หน้า 168)

หลังจากตรวจสภาพของน้ำหนักบรรทุก ให้ลดตะขอลงมายังตำแหน่งที่สามารถคายลวดสลิงออกได้ แล้วจึงแกะลวดสลิงออกจากตะขอ ไม่ควรลดตะขอลงมากเกินความจำเป็น สำหรับวัตถุที่ยาวและสินค้าบางอย่างที่ไม่สามารถหา COG ได้ง่าย ขอแนะนำให้ทำเครื่องหมายของตำแหน่ง COG บนสินค้าเพื่อให้การทำงานขั้นต่อไปง่ายยิ่งขึ้น

เมื่อถอดอุปกรณ์สลิง ต้องดูว่าจะถอดฝั่งไหนที่ง่ายและปลอดภัยมากกว่ากัน (ฝั่งตะขอหรือฝั่งน้ำหนักบรรทุก)

- เมื่อถอดอุปกรณ์สลิงจากฝั่งของตะขอ ให้บังคับตะขอไปยังจุดที่สามารถถอดอุปกรณ์สลิงออกได้ง่ายๆ
- ลวดสลิงที่หนาอาจแกว่งทันทีเนื่องจากลวดที่บิดเป็นเกลียว ดูว่าลวดสลิงบิดเป็นเกลียวอยู่หรือไม่ และพิจารณาว่าควรใช้พื้นที่ใดทำงาน เมื่อคนงาน 2 คนขึ้นไปช่วยกันถอดอุปกรณ์สลิง อย่าลืมสื่อสารกันให้เข้าใจ
- ห้ามใช้เครนดึงลวดสลิง เพราะถ้าใช้เครนดึงลวดสลิง ลวดสลิงอาจกระแทกเข้ากับน้ำหนักบรรทุก ทำให้น้ำหนักบรรทุกถล่มหรือหล่นลงมาได้

เมื่อทำงานเสร็จแล้วและการจัดเก็บเครื่องมือ (หน้า 169)

ห้ามเปลี่ยนไปทำงานอื่นจนกว่าจะจัดเก็บเครื่องมือให้เรียบร้อย จัดเก็บเครื่องมือให้ตรงกับลักษณะการใช้งานแต่ละอย่าง

- ถอดอุปกรณ์สลิงออกจากตะขอและน้ำหนักบรรทุก
  ต้องไม่ปล่อยอุปกรณ์สลิงคาไว้ที่ตะขอหรือน้ำหนักบรรทุก
- ยกตะขอขึ้นให้สูง 2 เมตรเป็นอย่างน้อย
- ให้สัญญาณสิ้นสุดกับคนควบคุมเครน
- ลวดสลิงต้องตรงไม่บิดงอ และจัดเก็บไว้ในพื้นที่ที่กำหนด
- จัดเก็บอุปกรณ์สลิงและอุปกรณ์ชักรอกไว้ในพื้นที่ที่กำหนด

(การอ้างอิง) วิธีลากจูงหรือเรียงซ้อนน้ำหนักบรรทุก

อีกงานที่สำคัญของคนดูแลสลิงคือ ต้องควบคุมให้มีการลากจูงหรือเรียงซ้อนน้ำหนักบรรทุกที่ยกด้วยเครนหรืออุปกรณ์อื่นแบบอื่นๆ ได้อย่างเหมาะสม การวางซ้อนที่ไม่เหมาะสมหรือการลากจูงสะเปะสะปะไม่เพียงแต่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ แต่ยังลดประสิทธิภาพในการทำงานลงอย่างเห็นได้ชัดด้วย

เมื่อลากน้ำหนักบรรทุกหรือเรียงซ้อนน้ำหนักบรรทุก ให้สังเกตข้อควรระวังต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- เลือกบล็อกหมอนรองที่เหมาะสมกับน้ำหนักบรรทุกแต่ละประเภท และจัดวางเพื่อให้รับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างมั่นคง นอกจากนั้น ให้วางบล็อกหมอนรองไว้ในตำแหน่งที่สูงกว่ารองเท้านิรภัยเพื่อป้องกันไม่ให้เท้าคุณติดอยู่ใต้น้ำหนักบรรทุก
- น้ำหนักบรรทุกต้องทรงตัวได้ดีอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหนักบรรทุกที่วางซ้อนกันไว้แล้วพลิกคว่ำ ลื่นไถลหรือหล่นลงมา เมื่อวางน้ำหนักบรรทุกซ้อนกัน ต้องวางน้ำหนักบรรทุกที่เบากว่าหรือเล็กกว่าทับชิ้นที่หนักกว่าหรือใหญ่กว่า เพื่อให้ COG ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ห้ามบรรทุกน้ำหนักเกินเพราะน้ำหนักบรรทุกอาจพังลงมาเนื่องจากการแกว่งหรือการสั่นรุนแรง
- สถานที่จัดเก็บสินค้าต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย การวางซ้อนวัสดุหรือสินค้าสำเร็จรูปอย่างไม่เป็นระเบียบหรือในลักษณะที่มีบางส่วนของสินค้ายื่นออกไปบริเวณทางเดิน อาจทำให้การลำเลียงสินค้าไม่ปลอดภัย และทั้งพื้นที่ตกอยู่ในอันตราย ส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพลดน้อยลง
- เมื่อนำวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ออกจากชั้นล่างจากที่กองซ้อนกันไว้ ต้องยกสินค้าที่วางซ้อนไว้ด้านบนออกให้หมดก่อน ห้ามดึงสินค้าที่ต้องการออกจากกองสินค้าที่วางซ้อนกัน
- จัดเก็บเครื่องมือ ชิ้นส่วนอะไหล่ อุปกรณ์ติดตั้งและอุปกรณ์เสริมอย่างเหมาะสม โดยแบ่งตามความถี่ในการใช้งานและอุปกรณ์ที่ใช้เป็นครั้งคราว

บทที่ 6
กฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

1 กฎหมายความปลอดภัยเชิงอุตสาหกรรมและสุขภาพ

กฎหมายเลขที่ 57 ณ วันที่ 8 มิถุนายน 1972

(การออกใบรับรองการตรวจสอบและอื่นๆ) หน้า 180
มาตราที่ 39

2. หัวหน้าสำนักงานมาตรฐานแรงงานจะต้องออกใบรับรองการตรวจสอบเครื่องจักรที่กำหนดและอื่นๆ ซึ่งผ่านการตรวจสอบการติดตั้งเครื่องจักรเฉพาะดังกล่าวแล้ว ตามที่กำหนดไว้ในย่อหน้าที่ (3) ของมาตราที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้ โดยการออกใบรับรองนี้สอดคล้องกับพระราชกฤษฎีกาแห่งกระทรวงสุขภาพว่าด้วยเรื่องแรงงานและสวัสดิการ

3. หัวหน้าสำนักงานมาตรฐานแรงงานจะต้องรับรองใบรับรองการตรวจสอบเครื่องจักรที่กำหนดและอื่นๆ ซึ่งผ่านการตรวจสอบการปรับเปลี่ยนบางส่วนหรือการกลับมาใช้เครื่องจักรเฉพาะดังกล่าว ตามการตรวจสอบที่กำหนดไว้ในย่อหน้าที่ (3) ของมาตราที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้ โดยการออกใบรับรองนี้สอดคล้องกับพระราชกฤษฎีกาแห่งกระทรวงสุขภาพว่าด้วยเรื่องแรงงานและสวัสดิการ

(การจำกัดการมีส่วนร่วม) หน้า 184
มาตราที่ 61

ในกรณีที่อุตสาหกรรมของผู้ใดผู้หนึ่งตรงตามคำจำกัดความของข้อกำหนด นายจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมด้านความปลอดภัยและ/หรือสุขภาพในหัวข้อต่างๆ ต่อไปนี้ ตามที่ปรากฏในพระราชกฤษฎีกาแห่งกระทรวงสุขภาพว่าด้วยเรื่องแรงงานและสวัสดิการ ให้กับผู้ที่เพิ่งรับตำแหน่งใหม่ในฐานะหัวหน้าคนงาน หรือบุคคลที่ให้คำแนะนำหรือดูแลคนงานในการทำงานโดยตรง (ยกเว้นหัวหน้าฝ่ายปฏิบัติงาน):

1. เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในวิธีการทำงานและการมอบหมายผู้รับผิดชอบ
2. เรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิธีให้คำแนะนำหรือดูแลคนงาน
3. นอกจากหัวข้อต่างๆ ที่ปรากฏในสองรายการข้างต้นแล้ว ให้รวมเรื่องที่จำเป็นต่อการป้องกันอุบัติเหตุทางอุตสาหกรรมตามที่บัญญัติไว้ในพระราชกฤษฎีกาแห่งกระทรวงสุขภาพว่าด้วยเรื่องแรงงานและสวัสดิการ

2 กฎการบังคับใช้ของกฎหมายความปลอดภัยเชิงอุตสาหกรรมและสุขภาพ

การแก้ไขข้อกำหนดเลขที่ 13 ปี 2012

(เครื่องจักรที่กำหนดและอื่นๆ) หน้า 180
มาตราที่ 12

1. เครื่องจักรและอื่นๆ ที่บัญญัติไว้ในข้อกำหนดตามที่ปรากฏในย่อหน้าที่ (1) ของมาตราที่ 37 แห่งกฎหมาย (ยกเว้นกรณีที่แน่ชัดว่าไม่ได้นำมาใช้ภายในประเทศ) จะเป็นเครื่องจักรและอื่นๆ ตามรายการด้านล่างนี้:
3. เครนที่มีความสามารถในการยก 3 ตันหรือมากกว่า (สำหรับเครนจัดเก็บสินค้าคือ 1 ตันหรือมากกว่า)

3 พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน

(การจำกัดการบรรทุกน้ำหนักเกิน) หน้า 188

มาตราที่ 23

นายจ้างต้องไม่ใช้เครนที่บรรทุกน้ำหนักเกินความจุที่กำหนดของเครน

2. เว้นแต่กล่าวถึงในรายละเอียดของย่อหน้าก่อนหน้า นายจ้างอาจใช้เครนบรรทุกน้ำหนักเกินความจุที่กำหนดของเครน แต่ไม่เกินน้ำหนักบรรทุกที่อยู่บนการทดสอบน้ำหนักบรรทุกที่อธิบายไว้ในย่อหน้าที่ (3) ของมาตราที่ 6 ได้หากนายจ้างประสบกับความยากลำบากหากต้องปฏิบัติตามรายละเอียดที่ปรากฏในย่อหน้าเดียวกันเนื่องจากเหตุผลที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้และเมื่อใช้มาตรการต่างๆ ดังต่อไปนี้:

(i) เพื่อส่งรายงานกรณีพิเศษของเครน (แบบฟอร์มเลขที่ 10) เป็นการล่วงหน้าให้กับหัวหน้าสำนักงานการตรวจสอบมาตรฐานแรงงานผู้มีความสามารถ

(ii) เพื่อยืนยันล่วงหน้าว่าไม่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นเมื่อทำการทดสอบน้ำหนักบรรทุกตามที่อธิบายไว้ในย่อหน้า (3) ของมาตราที่ 6

(iii) เพื่อแต่งตั้งผู้ที่จะควบคุมดูแลการทำงาน และใช้เครนภายใต้การควบคุมดูแลโดยตรงจากบุคคลดังกล่าว

(การจำกัดการบรรทุกน้ำหนักเกิน) หน้า 188

มาตราที่ 25

1. เมื่อทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครน นายจ้างจะต้องระบุสัญญาณที่แน่นอนเพื่อใช้กับเครน แต่งตั้งบุคคลที่ทำหน้าที่ให้สัญญาณดังกล่าว และให้บุคคลดังกล่าวเป็นผู้ให้สัญญาณ อย่างไรก็ดี เงื่อนไขนี้ไม่มีผลใช้เมื่อมีคนควบคุมเครนเพียงคนเดียวที่ทำงานโดยเป็นการทำงานเพียงลำพัง

2. ผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งตามที่กำหนดไว้ในย่อหน้าก่อนหน้านี้ เมื่อมีส่วนร่วมในงานที่ระบุไว้ในย่อหน้าเดียวกัน ต้องใช้สัญญาณตามที่กำหนดไว้ในย่อหน้าเดียวกัน

3. คนงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานที่กำหนดไว้ในย่อหน้า (1) ต้องปฏิบัติตามสัญญาณที่ระบุไว้ในย่อหน้าเดียวกัน

(การจำกัดการขับรถ) หน้า 188

มาตราที่ 26

นายจ้างต้องไม่ใช้เครนเป็นพาหนะเคลื่อนย้ายคนงาน หรือให้คนงานทำงานด้วยการห้อยตัวลงมาจากเครน

(ค่าสัดส่วนความปลอดภัยของสลิงโซ่) หน้า 194-195

มาตราที่ 213-2

1. นายจ้างต้องไม่ใช้โซ่เป็นอุปกรณ์การขึงสลิงประจำเครน โมบายเครนหรือเดอร์ริค เว้นแต่ค่าสัดส่วนความปลอดภัยเกินค่าที่กำหนดไว้ในรายการต่อไปนี้ โดยพิจารณาจากประเภทของสลิงโซ่เป็นสำคัญ

(i) โซ่ที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เหล่านี้ทั้งหมด: 4

ก) เมื่อดึงโซ่ด้วยแรงที่เป็นครึ่งหนึ่งของแรงดึงขาด การยืดตัวคือ 0.5 % หรือน้อยกว่า และ

ข) ค่าความทนต่อแรงดึงคือ 400 N/mm^2 หรือมากกว่าและการยืดของโซ่เท่ากับหรือมากกว่าค่าที่ปรากฏในคอลัมน์ขวามือของตารางต่อไปนี้ที่สอดคล้องกับค่าความทนต่อแรงดึงที่แสดงไว้ในคอลัมน์ซ้ายของตารางเดียวกัน

ความทนต่อแรงดึง (N/mm^2)	การยืดตัว (%)
400 หรือมากกว่าและน้อยกว่า 630	20
630 หรือมากกว่าและน้อยกว่า 1000	17
1000 หรือมากกว่า	15

(ii) โซ่ไม่ได้อยู่ภายใต้เงื่อนไขก่อนหน้านี้: 5

2. ค่าสัดส่วนความปลอดภัยที่ระบุไว้ในย่อหน้าก่อนหน้านี้คือค่าที่ได้จากการหารแรงดึงขาดของสลิงโซ่ด้วยค่าของน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่นำมาใช้กับสลิงโซ่ที่ระบุไว้

(ค่าสัดส่วนความปลอดภัยของตะขอและอื่นๆ) หน้า 195

มาตราที่ 214

1. นายจ้างต้องไม่ใช้ตะขอหรือสเก็นเป็นอุปกรณ์ขึงสลิงของเครน โมบายเครนหรือเดอร์ริค เว้นแต่ค่าสัดส่วนความปลอดภัยอยู่ที่ 5 หรือมากกว่า
2. ค่าสัดส่วนความปลอดภัยที่ระบุไว้ในย่อหน้าก่อนหน้านี้คือค่าที่ได้จากการหารแรงดึงขาดของตะขอหรือสเก็นด้วยค่าของน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่นำมาใช้กับตะขอหรือสเก็นที่ระบุไว้

玉掛け技能講習
学科試験例題集

หลักสูตรการฝึกอบรมทักษะการใช้สลิง
หนังสือแบบฝึกหัด

タイ語版 **เวอร์ชั่นภาษาไทย**

I. ความรู้เกี่ยวกับเครน

[คำถามที่ 1] ข้อใดต่อไปนี้คือคำจำกัดความที่ถูกต้องเกี่ยวกับ "เครน"

(1) อุปกรณ์ทางกลอื่นที่ไม่ใช่โมบายเครนและเดอร์ริค ที่ออกแบบมาเพื่อยกน้ำหนักบรรทุกด้วยกำลังและลำเลียงน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นแล้วในแนวนอน

(2) อุปกรณ์ทางกลที่ออกแบบมาเพื่อยกน้ำหนักบรรทุกด้วยกำลัง

(3) อุปกรณ์ทางกลที่ออกแบบมาเพื่อยกน้ำหนักบรรทุกด้วยแรงคนและลำเลียงน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นแล้วนั้นในแนวนอน

[คำถามที่ 2] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ได้รวมอยู่ในคำจำกัดความของคำว่า "เครน" ที่บัญญัติไว้ในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน

(1) เครนเหนือศีรษะ

(2) เครนแบบมีล้อ

(3) บริดจ์เครน

[คำถามที่ 3] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำจำกัดความที่ถูกต้องเกี่ยวกับคำศัพท์ทางเทคนิคที่เกี่ยวกับเครน

(1) "ช่วงห่าง" หมายถึงระยะห่างในแนวนอนระหว่างจุดกึ่งกลางของรางวิ่ง

(2) "การแกว่ง" หมายถึงการเคลื่อนที่ในลักษณะอื่นที่ไม่ใช่การหมุนของเสาตั้ง หรือองค์ประกอบอื่นๆ ที่คล้ายกันของเครนแบบเสาตั้ง โดยศูนย์กลางของการหมุนอยู่ที่แกน

(3) "น้ำหนักบรรทุกที่กำหนด" หมายถึงน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่สามารถห้อยบนตะขอของเครนได้

[คำถามที่ 4] ข้อใดต่อไปนี้อธิบายได้อย่างถูกต้องเกี่ยวกับช่วงห่างของเครนเหนือศีรษะ

(1) ระยะระหว่างคานหลักและคานเสริม

(2) ระยะห่างแนวนอนระหว่างศูนย์กลางของรางวิ่ง

(3) ระยะห่างแนวนอนระหว่างศูนย์กลางของรางวงรอบ

[คำถามที่ 5] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเครน

(1) "การแกว่ง" หมายถึงการหมุนของเสาตั้ง หรือชิ้นส่วนอื่นที่คล้ายกันของเครนแบบเสาตั้งในแนวนอนรอบๆ แกนเฉพาะของการหมุน

(2) "การยกบูมขึ้นหรือลง" หมายถึงการเคลื่อนที่ของบูมขึ้นและลงโดยส่วนปลายสุดที่ฐานของเสาตั้งทำหน้าที่เป็นแกนของการหมุน และ "การยกหรือการยกเสาตั้งขึ้น" หมายถึงการเคลื่อนที่ของเสาตั้งในทิศทางที่จะลดมุมของเสาตั้ง

(3) ในกรณีของเครนเหนือศีรษะ คำว่า "การเคลื่อนที่" หมายถึงการเคลื่อนที่ของเครนบนรางหรือบนทางวิ่ง

[คำถามที่ 6] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับ "การเคลื่อนที่" ของเครน

(1) "การเคลื่อนที่" หมายถึงการเคลื่อนที่ของรอกสลิงบนเชือกเส้นหลักของเคเบิลเครน

(2) "การเคลื่อนที่" หมายถึงการเคลื่อนที่ของเครนติดผนังไปตามพื้นผิวของผนัง

(3) "การเคลื่อนที่" หมายถึงการเคลื่อนที่ของเครนแบบเสาตั้งและมีเทาเวอร์ไปบนพื้นดิน

[คำถามที่ 7] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเครน

(1) "การยกบูมขึ้นหรือลง" หมายถึงการเลื่อนเสาตั้งของเครนแบบเสาตั้งขึ้นและลง โดยที่ส่วนปลายสุดที่ฐานเสาตั้งทำหน้าที่เป็นแกนการหมุน

(2) ในกรณีของบริดจ์เครน คำว่า "การทำวงรอบ" หมายถึงการบังคับรอกสลิงไปตามคาน

(3) "การพัน" หมายถึงการขยับน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นแล้วไปตามทางที่เป็นวงกลม

[คำถามที่ 8] เครนประเภทใดต่อไปนี้ที่นำมาใช้กับงานวิศวกรรมเป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างเขื่อนหรือสะพาน

(1) บริดจ์เครน

(2) เครนยกเครื่องยนต์

(3) เคเบิลเครน

[คำถามที่ 9] ข้อใดต่อไปนี้คืออุปกรณ์ที่นำมาใช้ป้องกันทางวิ่งของเครนติดตั้งกลางแจ้งเมื่อต้องเจอกับลมแรง

(1) สมอ

(2) อุปกรณ์บัฟเฟอร์ไฮดรอลิก

(3) อุปกรณ์ป้องกันน้ำหนักเกิน

[คำถามที่ 10] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับข้อควรระวังของการใช้เครน

(1) เมื่อไฟดับในขณะที่กำลังใช้เครน ให้หมุนคันควบคุมไปยังตำแหน่งหยุด ก่อนปิดสวิตช์หลักและรอ

(2) ห้ามดึงน้ำหนักบรรทุกไปไว้ด้านข้างหรือยกขึ้นแนวทะแยง

(3) ทำการตรวจสอบและเติมเชื้อเพลิงในขณะที่บังคับเครน เพื่อป้องกันประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครน

[คำถามที่ 11] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับการแกว่งไปมาของน้ำหนักบรรทุก

(1) ช่วงของการแกว่งจะยิ่งสั้นลงหากลวดสลิงยาวมากขึ้น

(2) วิธีพื้นฐานที่ใช้ป้องกันการแกว่งคือการค่อยๆ เพิ่มความเร็วหรือลดความเร็วของน้ำหนักบรรทุกที่หนักขึ้น

(3) วิธีพื้นฐานที่ใช้ป้องกันการแกว่งคือการทำงานที่ปรับเปลี่ยนตามความยาวของลวดสลิง (ช่วงที่แกว่งไปมา)

II. ไดนามิกที่จำเป็นสำหรับการขึงสลิงร่วมกับเครน

[คำถามที่ 1] ข้อใดต่อไปนี้คือสามองค์ประกอบของแรง

(1) ความเร็ว ทิศทางและขนาด

(2) ทิศทาง ขนาดและจุดการกระทำ

(3) แรงกดดัน ทิศทางและขนาด

[คำถามที่ 2] ข้อใดต่อไปนี้คือคำอธิบายที่ถูกต้องเมื่อแรงที่นำมาใช้สองแรงถ่วงกันเอง

(1) เมื่อใช้แรงสองแรงบนเส้นเดียวกันและในทิศทางเดียวกัน และมีขนาดเท่ากัน

(2) เมื่อใช้แรงสองแรงบนเส้นเดียวกันและในทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน และมีขนาดเท่ากัน

(3) เมื่อใช้แรงสองแรงบนคนละเส้นกันและในทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน และมีขนาดเท่ากัน

[คำถามที่ 3] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับภาวะการทรงตัวของวัตถุที่วางอยู่บนที่ได้ระดับ

(1) ความสามารถในการทรงตัวของวัตถุแตกต่างกันไปตามลักษณะการวางวัตถุนั้น

(2) เมื่อวางวัตถุบนพื้นที่ได้ระดับในลักษณะที่เอียงเล็กน้อย จุดศูนย์ถ่วงจะเลื่อนลงไปยังตำแหน่งที่ต่ำกว่า

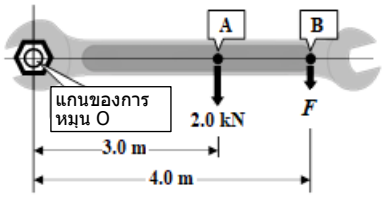
(3) วัตถุที่มีพื้นที่ตรงฐานกว้างกว่าจะทรงตัวได้ดีกว่า

[คำถามที่ 4] จากภาพประกอบด้านล่าง ข้อใดต่อไปนี้คือแรง F ของจุด B เมื่อโมเมนต์ของแรงสำหรับจุด A เท่ากับโมเมนต์ของแรงสำหรับจุด B

(1) 1.5 kN

(2) 3.0 kN

(3) 4.5 kN



[คำถามที่ 5] เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม แรงจะดึงวัตถุออกจากศูนย์กลางของวงกลม ข้อใดต่อไปนี้คือชื่อของแรงนี้

(1) แรงเสียดทาน

(2) แรงสู่ศูนย์กลาง

(3) แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

[คำถามที่ 6] วัตถุที่อยู่กับที่จะอยู่นิ่งกับที่ ขณะที่วัตถุที่เคลื่อนที่จะยังคงเคลื่อนที่เว้นแต่มีแรงภายนอกมากระทำ เราเรียกคุณสมบัตินี้ว่าอะไร

(1) ความเร็ว

(2) ความเฉื่อย

(3) การเร่งความเร็ว

[คำถามที่ 7] ข้อใดต่อไปนี้คือน้ำหนักบรรทุกที่กระทำเพื่อตัดกุญแจที่ยึดเพลาเกียร์ไว้

(1) โมเมนต์ดัด

(2) แรงบิด

(3) แรงเฉือน

[คำถามที่ 8] ข้อใดต่อไปนี้คือประเภทของน้ำหนักบรรทุกที่มีขนาดและทิศทางของแรงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เหมือนกับน้ำหนักตายของโครงสร้างเครน

(1) น้ำหนักบรรทุกสถิต

(2) น้ำหนักบรรทุกไดนามิก

(3) น้ำหนักบรรทุกที่กระทำครั้งเดียว

[คำถามที่ 9] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับประเภทหลักของน้ำหนักบรรทุกที่นำมาใช้กับแต่ละส่วนของเครน

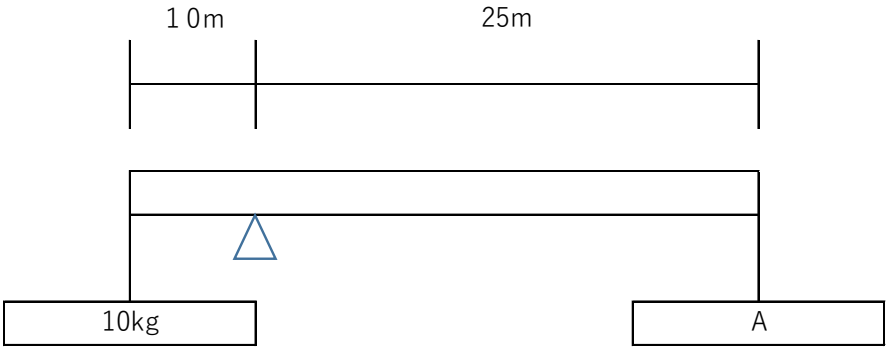
(1) แรงดึงนำมาใช้กับรอกกว้าน
(2) ค่าแรงอัดนำมาใช้กับรางวงรอบ
(3) โมเมนต์ดัดนำมาใช้กับคาน

[คำถามที่ 10] หากยกสินค้าขึ้นจากพื้นทันที น้ำหนักบรรทุกที่นำมาใช้กับลวดสลิงจะมากกว่าน้ำหนักของตัวสินค้า ซึ่งอาจทำให้ลวดสลิงขาดได้ แรงประเภทนี้เรียกว่าอะไร

(1) ค่าแรงอัด
(2) แรงเฉือน
(3) แรงกระแทก

[คำถามที่ 11] ข้อใดต่อไปนี้คือน้ำหนัก A ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างสมดุลให้เกิดขึ้นที่ทั้งสองด้านของเสาตามที่แสดงไว้ในภาพประกอบด้านล่าง สำหรับคำถามข้อนี้ จะไม่คำนึงถึงน้ำหนักของเสา

(1) 2.5 กก.
(2) 4.0 กก.
(3) 5.0 กก.

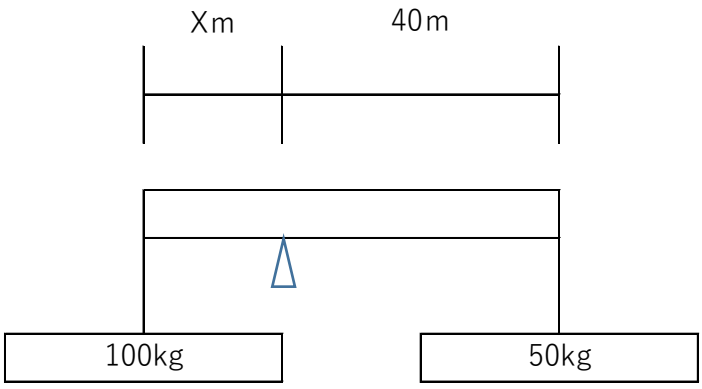


[คำถามที่ 12] ข้อใดต่อไปนี้คือความยาว X ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างสมดุลให้เกิดขึ้นที่ทั้งสองด้านของเสาตามที่แสดงไว้ในภาพประกอบด้านล่าง สำหรับคำถามข้อนี้ จะไม่คำนึงถึงน้ำหนักของเสา

(1) 10 ม.

(2) 20 ม.

(3) 30 ม.



III. การขึงสลิงร่วมกับเครน

[คำถามที่ 1] ข้อใดต่อไปนี้คือคำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับบล็อกรอก

(1) รอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้ซึ่งยึดอยู่กับตำแหน่งที่แน่นอน และนำมาใช้เปลี่ยนทิศทางของเชือก
(2) เมื่อใช้รอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้เพื่อยกน้ำหนักบรรทุก ความยาวของเชือกที่ถูกดึงจะสั้นกว่าความสูงที่ใช้ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นไป
(3) ยกสินค้าที่หนักได้ด้วยแรงที่น้อยกว่าโดยใช้รอกเดี่ยวชนิดเคลื่อนที่ได้

[คำถามที่ 2] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับเกณฑ์การห้ามใช้สายเข็มขัดสลิง

(1) ห้ามใช้สายเข็มขัดสลิงหากห่วงปลายถูกตัดหรือชำรุดเสียหาย
(2) ห้ามใช้สายเข็มขัดสลิงหากขอเกี่ยวมีรอยร้าวหรืองอ
(3) ยังคงใช้สายเข็มขัดสลิงได้เป็นปกติหากสีของสายเข็มขัดสลิงซีดจางหรือมีบางส่วนละลายเนื่องจากความร้อนหรือสารเคมี

[คำถามที่ 3] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับการตรวจสอบสภาพของสลิง

(1) ถือว่าเป็นปกติหากจะยกบล็อกหมอนรองไปพร้อมๆ กับน้ำหนักบรรทุก
(2) หากน้ำหนักบรรทุกไม่เสถียร ให้ค่อยๆ ลดระดับลงมาที่พื้นและปรับตำแหน่งของสลิง
(3) ต้องไม่มีอะไรร่วงหล่นลงมาขณะที่ขนส่งน้ำหนักบรรทุก

[คำถามที่ 4] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับการแทงบ่วงที่ทำขึ้นตรงปลายสุดของลวดสลิง

(1) แม้ "makisashi" (การพัน) ทำได้ง่ายกว่า "kagosashi" (การแทรก) แต่เราก็ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากส่วนที่พันไว้อาจคายตัวออกได้หากลวดสลิงหมุนเมื่อยกน้ำหนักบรรทุกขึ้น
(2) การแทงบ่วงคือกระบวนการที่ทำด้วยมือ ความแข็งแรงที่ได้จึงอาจแตกต่างกันตามระดับทักษะในการแทงบ่วง
(3) เมื่อใช้ "kagosashi" (การแทรก) เราสามารถใช้ลวดสลิงเพื่อขึงสลิงได้แม้ลวดสลิงดังกล่าวผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นลวดยึดก็ตาม

[คำถามที่ 5] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับการย้ายน้ำหนักบรรทุกไปยังตำแหน่งการวางน้ำหนักบรรทุก

(1) ขณะที่เดินข้างๆ น้ำหนักบรรทุกที่กำลังถูกขนย้าย ให้ยืนห่างออกมาจากขอบของน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้นนี้อย่างน้อย 1 เมตร
(2) อพยพไปยังพื้นที่อพยพที่กำหนดไว้ในการประชุมก่อนเริ่มการทำงาน
(3) ใช้สัญญาณที่ระบุไว้เพื่อบอกทิศทางให้กับคนควบคุมเครน และให้สัญญาณต่อไปขณะที่ยังยืนอยู่ด้านหน้าน้ำหนักบรรทุกจนกว่าจะไปถึงจุดที่วางน้ำหนักบรรทุก

[คำถามที่ 6] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับงานที่ทำหลังจากใช้งานสลิงเสร็จแล้ว

(1) ถอดอุปกรณ์สลิงออกจากตะขอและน้ำหนักบรรทุก ต้องไม่ปล่อยอุปกรณ์สลิงคาไว้ที่ตะขอหรือน้ำหนักบรรทุก
(2) ยกตะขอขึ้นให้สูง 1 เมตรเป็นอย่างน้อย
(3) ให้สัญญาณสิ้นสุดกับคนควบคุมเครน

[คำถามที่ 7] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับเสื้อผ้าที่ใส่ทำงานสลิง

(1) สวมหมวกนิรภัยและยึดสายรัดคางให้แน่น
(2) สวมอุปกรณ์ป้องกันการพลัดตก (เข็มขัดนิรภัย) เพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจพลัดตกหากทำงานจากจุดที่สูง
(3) สวมเสื้อแขนสั้นและกางเกงขาสั้นที่เหมาะกับงานแต่ละประเภทที่ทำ

[คำถามที่ 8] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้โซ่ยกอย่างปลอดภัย

(1) ใช้โซ่ยกร่วมกับสลิงเมื่อเข้าใจเรื่องน้ำหนักการทำงานได้อย่างทะลุปรุโปร่งแล้วเท่านั้น
(2) ห้ามหย่อนโซ่จากที่สูง
(3) ใช้โซ่ได้แม้โซ่จะบิด

[คำถามที่ 9] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ลวดสลิงอย่างปลอดภัย

(1) ใช้ลวดสลิงที่มีมุมของสลิงที่เหมาะสม และค่าสัดส่วนความปลอดภัยจะต้องอยู่ที่ 6 เป็นอย่างน้อย

(2) ใช้ลวดสลิงกับน้ำหนักบรรทุกที่มีอุณหภูมิสูงได้

(3) ห้ามใช้ลวดสลิงที่มีปมหรือความผิดปกติในลักษณะอื่น

[คำถามที่ 10] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับการประเมินน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก

(1) ค่อยๆ พิจารณารูปทรงและประเมินขนาด

(2) หากคุณไม่ทราบน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก ให้สอบถามจากผู้ที่ดูแลงานสลิง

(3) เลือกอุปกรณ์สลิงที่เหมาะกับน้ำหนัก ซึ่งต้องน้อยกว่าน้ำหนักที่แท้จริงของสินค้าที่บรรทุก

[คำถามที่ 11] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับแคลัมป์ยก

(1) ใช้แคลัมป์ยึดแนวดิ่งเพื่อยกน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่ง และใช้แคลัมป์ยึดแนวนอนเพื่อยกน้ำหนักบรรทุกที่ควบคุมในแนวนอน

(2) ต้องระวังแรงกระแทกที่ใช้กับสินค้าหรือแคลัมป์ยึด

(3) ไม่มีความเสี่ยงหากจะใช้แคลัมป์เพื่อยกสินค้าที่เรียงซ้อนกันสองสามชั้น หรือเมื่อยกตัวรองหนุน

[คำถามที่ 12] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับสายเข็มขัดสลิง

(1) คนควบคุมเครนต้องไม่ละทิ้งหน้าที่ขณะที่ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นแล้ว

(2) เมื่อใช้การผูกสลิงแบบ Choke Hitch ตัวสายเข็มขัดสลิงบนน้ำหนักบรรทุกจะบิดจนแน่นขณะที่ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้น

(3) สามารถใช้สายเข็มขัดสลิงขณะที่เปียกน้ำหรือน้ำมันได้

[คำถามที่ 13] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับการใช้แฮคเกอร์ทำงานสลิง

(1) เลือกแฮคเกอร์ที่เหมาะกับรูปทรง น้ำหนักและความหนาของสินค้าที่บรรทุก
(2) สามารถใช้แฮคเกอร์เมื่อยกสินค้าที่มีขนาดไม่เท่ากันที่กองซ้อนกัน
(3) เมื่อใช้แฮคเกอร์ มุมของสลิงต้องอยู่ที่ 60 องศาหรือน้อยกว่า และมุมระหว่างสลิงที่อยู่ติดกันคือ 30 องศาหรือน้อยกว่า

[คำถามที่ 14] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวกับสัญญาณที่ใช้กับสลิง

(1) คนสองคนให้สัญญาณเพื่อให้แน่ใจว่า คนควบคุมเครนมองเห็นพวกเขาได้ชัดเจน
(2) คนให้สัญญาณหนึ่งคนส่งสัญญาณจากพื้นที่ที่ปลอดภัยที่มองเห็นคนควบคุมเครน และมองเห็นพื้นที่ทำงานได้อย่างชัดเจน
(3) ยกน้ำหนักบรรทุกเป็นแนวเส้นตรงเสมอ ต้องตรวจสอบว่า จะไม่ยกน้ำหนักบรรทุกในแนวทะแยง แล้วจึงให้สัญญาณ

[คำถามที่ 15] ข้อใดต่อไปนี้อธิบายถึงขั้นตอนพื้นฐานในการขึงสลิงตามลำดับที่ถูกต้อง

(1) เลือกวิธีการขึงสลิง → ตรวจสอบจุดศูนย์ถ่วงของน้ำหนักบรรทุก → ตรวจสอบน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก → ตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกที่กำหนด
(2) ตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกที่กำหนด → ตรวจสอบจุดศูนย์ถ่วงของน้ำหนักบรรทุก → เลือกวิธีการขึงสลิง → ตรวจสอบน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก
(3) ตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกที่กำหนด → ตรวจสอบน้ำหนักของน้ำหนักบรรทุก → ตรวจสอบจุดศูนย์ถ่วงของน้ำหนักบรรทุก → เลือกวิธีการขึงสลิง

IV. กฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

[คำถามที่ 1] บุคคลใดต่อไปนี้ที่ได้รับอนุญาตให้ควบคุมสลิงเมื่อใช้เครนสั่งการจากพื้นยกน้ำหนักบรรทุกขนาด 5 ตันหรือมากกว่านั้น

(1) ผู้ที่จบหลักสูตรการฝึกอบรมทักษะสำหรับเครนสั่งการจากพื้น
(2) ผู้ที่จบหลักสูตรการเรียนรู้พิเศษที่เกี่ยวข้องกับการขึงสลิง
(3) ผู้ที่จบหลักสูตรการฝึกอบรมทักษะสำหรับการขึงสลิง

[คำถามที่ 2] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ได้รวมอยู่ในกฎระเบียบเพื่อเป็นเงื่อนไขหนึ่งของการห้ามคนงานเข้าไปในบริเวณใต้สินค้าที่กำลังยก

(1) เมื่อลดระดับน้ำหนักบรรทุกหรืออุปกรณ์สลิงลงโดยใช้วิธีการอื่นที่ไม่ใช่การลดกำลังลง
(2) เมื่อยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นโดยใช้เครื่องยกที่ทำงานด้วยแม่เหล็กหรือเครื่องยกที่ทำงานแบบสูญญากาศ
(3) เมื่อยกน้ำหนักบรรทุกที่ห้อยด้วยลวดสลิงในสองจุด

[คำถามที่ 3] จากกฎระเบียบว่าด้วยการห้ามใช้ลวดสลิงที่ไม่ได้มาตรฐาน ข้อใดต่อไปนี้คือเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของเส้นผ่านศูนย์กลางปกติที่ต้องไม่ให้ลวดสลิงเกินจากค่าดังกล่าว

(1) 5%
(2) 6%
(3) 7%

[คำถามที่ 4] จากกฎระเบียบว่าด้วยการห้ามใช้ลวดสลิงที่ไม่ได้มาตรฐาน ข้อใดต่อไปนี้คือประเภทของลวดสลิงที่นำมาใช้ได้

(1) ลวดสลิงที่ส่วนของลวดเสริม (ยกเว้นลวดเติม) ที่ถูกตัดภายในหนึ่งเกลียวอยู่ที่ 9% หรือน้อยกว่า
(2) ลวดสลิงที่เป็นปม
(3) ลวดสลิงที่มีการผิดรูปหรือการผุกร่อนอย่างชัดเจน

[คำถามที่ 5] ข้อใดต่อไปนี้คือช่วงเวลาที่ต้องเก็บบันทึกการตรวจสอบด้วยตัวเองเอาไว้ตามที่กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน

(1) เป็นเวลา 1 ปี
(2) เป็นเวลา 2 ปี
(3) เป็นเวลา 3 ปี

[คำถามที่ 6] ข้อใดต่อไปนี้คือระยะเวลาที่มีผลใช้ของใบรับรองการตรวจสอบเครน

(1) 6 เดือน
(2) 1 ปี
(3) 2 ปี

[คำถามที่ 7] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับกฎหมายและกฎระเบียบสำหรับเครน

(1) ผู้ช่วยงานสลิงคือผู้ที่จะให้สัญญาณการทำงาน
(2) ห้ามใช้เครนขนย้ายหรือยกคนงาน
(3) คนควบคุมเครนต้องไม่ละทิ้งหน้าที่ขณะที่ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นแล้ว

[คำถามที่ 8] ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คำอธิบายที่ถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานของเครนเมื่อเกิดพายุหรือมีลมแรง

(1) ถือเป็นเรื่องปกติหากนายจ้างจะใช้เครนเมื่อมีพายุ
(2) นายจ้างต้องดำเนินมาตรการต่างๆ เช่น การติดตั้งอุปกรณ์ที่ป้องกันความปั่นป่วน หากคาดว่าเครนจะเจอกับลมพัดแรงด้วยความเร็วลมเกิน 30 เมตร/วินาที
(3) นายจ้างต้องยกเลิกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครนไว้ชั่วคราวเมื่อมีการคาดการณ์ว่าจะเกิดลมแรงที่อาจทำให้การทำงานเป็นอันตราย

[คำถามที่ 9] ข้อใดต่อไปนี้คือช่วงเวลาที่ถูกต้องเพื่อตรวจสอบปัญหาของลวดสลิง

(1) ทุกวันในช่วงตรวจสอบก่อนเริ่มการทำงาน
(2) สัปดาห์ละหนึ่งครั้งระหว่างการตรวจสอบเป็นครั้งคราว
(3) เดือนละหนึ่งครั้งระหว่างการตรวจสอบเป็นครั้งคราว

[คำถามที่ 10] ข้อใดต่อไปนี้คือค่าสัดส่วนความปลอดภัยที่ถูกต้องสำหรับลวดสลิงตามที่กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน

(1) 4 หรือมากกว่า

(2) 5 หรือมากกว่า

(3) 6 หรือมากกว่า

[คำถามที่ 11] ข้อใดต่อไปนี้คือค่าสัดส่วนความปลอดภัยที่ถูกต้องสำหรับโซ่ยกตามที่กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน

(1) 1 หรือมากกว่า

(2) 4 หรือมากกว่า หรือ 3 หรือมากกว่าเมื่อตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

(3) 5 หรือมากกว่า หรือ 4 หรือมากกว่าเมื่อตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

[คำถามที่ 12] ข้อใดต่อไปนี้คือค่าสัดส่วนความปลอดภัยที่ถูกต้องสำหรับตะขอสลิงและสเก็นตามที่กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับเครน

(1) 3 หรือมากกว่า

(2) 4 หรือมากกว่า

(3) 5 หรือมากกว่า

คำตอบ

I. ความรู้เกี่ยวกับเครน (คำถาม 11 ข้อ)

[คำถามที่ 1] (1), [คำถามที่ 2] (2), [คำถามที่ 3] (2), [คำถามที่ 4] (2), [คำถามที่ 5] (2), [คำถามที่ 6] (1), [คำถามที่ 7] (3), [คำถามที่ 8] (3), [คำถามที่ 9] (1), [คำถามที่ 10] (3), [คำถามที่ 11] (1)

II. ไดนามิกที่จำเป็นสำหรับการขึงสลิงร่วมกับเครน (คำถาม 12 ข้อ)

[คำถามที่ 1] (2), [คำถามที่ 2] (2), [คำถามที่ 3] (2), [คำถามที่ 4] (1), [คำถามที่ 5] (3), [คำถามที่ 6] (2), [คำถามที่ 7] (3), [คำถามที่ 8] (1), [คำถามที่ 9] (1), [คำถามที่ 10] (3), [คำถามที่ 11] (2), [คำถามที่ 12] (2)

III. การขึงสลิงร่วมกับเครน (คำถาม 15 ข้อ)

[คำถามที่ 1] (3), [คำถามที่ 2] (3), [คำถามที่ 3] (1), [คำถามที่ 4] (3), [คำถามที่ 5] (1), [คำถามที่ 6] (2), [คำถามที่ 7] (3), [คำถามที่ 8] (3), [คำถามที่ 9] (2), [คำถามที่ 10] (3), [คำถามที่ 11] (3), [คำถามที่ 12] (3), [คำถามที่ 13] (2), [คำถามที่ 14] (1), [คำถามที่ 15] (3)

IV. กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง (คำถาม 12 ข้อ)

[คำถามที่ 1] (3), [คำถามที่ 2] (3), [คำถามที่ 3] (3), [คำถามที่ 4] (1), [คำถามที่ 5] (3), [คำถามที่ 6] (3), [คำถามที่ 7] (1), [คำถามที่ 8] (1), [คำถามที่ 9] (1), [คำถามที่ 10] (3), [คำถามที่ 11] (3), [คำถามที่ 12] (3)