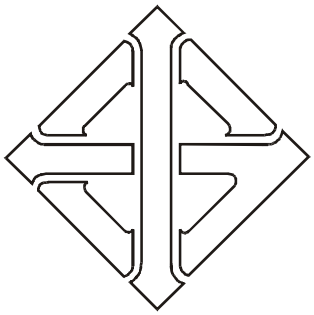


มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 955 เล่ม 2 – 2553

IEC 60245 – 2.2(1998 – 04)

สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์

เล่ม 2 วิธีทดสอบ

RUBBER INSULATED CABLES - RATED VOLTAGES UP TO AND INCLUDING 450/750 V -

PART 2: TEST METHODS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 35.080

ISBN 978-616-231-299-1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ไม่เกิน 450/750 โวลต์
เล่ม 2 วิธีทดสอบ

มอก. 955 เล่ม 2– 2553

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 56ง
วันที่ 20 พฤษภาคม พุทธศักราช 2554

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 559
มาตรฐานสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนยางและเส้นใยถัก

ประธานกรรมการ

ว่าที่ ร.ต. สรรค์ จิตรใคร่ครวญ	กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรรมการ

นายบุญชัย เตชะอำนาจ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสาวสุนิดา บวรนิรมาณ	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
นายไกรธีระ กิตติศรีไสว	บริษัท ฟ้าใส สหกิจ จำกัด
นายวิชัย ม้าทอง	บริษัท ไทยเคเบิ้ล อินเตอร์เทค จำกัด
นายคณิน พัฒนวีรางกูล	บริษัท แอดวานซ์ ยูทีเทรด จำกัด
นายวิวัฒน์ พนมไพฑูรย์	บริษัท เฟดเดอรัล อีเลคตริค จำกัด
นายสุเมธ อักษรกิตติ์	สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

กรรมการและเลขานุการ

นายสถาพร รุ่งรัตนาอุบล	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยางแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์นี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยยาง : สายอ่อนถัก มาตรฐานเลขที่ มอก.955-2533 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 101 วันที่ 14 มิถุนายน พุทธศักราช 2533 แต่เนื่องจากในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยางได้พัฒนาไปมาก ดังนั้นเพื่อให้มาตรฐานครอบคลุมผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยางชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนยางชนิดสายอ่อนถัก และเพื่อความสอดคล้องของมาตรฐานในกลุ่มสาขาไฟฟ้าที่ใช้ไออีซีเป็นหลักสามารถอ้างถึงกันได้อย่างสมบูรณ์ จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดังกล่าว และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยางแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ ขึ้นมาใหม่ โดยแยกเป็น 8 เล่ม ดังนี้

1. มอก. 955 เล่ม 1 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป
2. มอก. 955 เล่ม 2 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 2 วิธีทดสอบ
3. มอก. 955 เล่ม 3 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 3 สายไฟฟ้าทนความร้อนหุ้มฉนวนยางซิลิโคน
4. มอก. 955 เล่ม 4 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 4 สายอ่อนและสายไฟฟ้าอ่อน
5. มอก. 955 เล่ม 5 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 5 สายลิฟต์
6. มอก. 955 เล่ม 6 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 6 สายอิเล็กโทรดของเครื่องเชื่อมอาร์ก
7 มอก. 955 เล่ม 7 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 7 สายไฟฟ้าทนความร้อนฉนวนยางเอทิลีนไวนิลแอซีเทต
8. มอก. 955 เล่ม 8 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 8 สายอ่อนสำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 2 วิธีทดสอบนี้ กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 60245-2 Edition 2.2 (1998) Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods มาใช้ในระดับเหมือนกัน ทุกประการ

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

สารบัญ

		หน้า
1.	ทั่วไป	1
	1.1 ข้อกำหนดทั่วไป	1
	1.2 มาตรฐานอ้างอิง	1
	1.3 การจำแนกการทดสอบตามความถี่ที่ทดสอบ	2
	1.4 การชักตัวอย่าง	2
	1.5 การเตรียมภาวะก่อนทดสอบ	2
	1.6 อุณหภูมิทดสอบ	2
	1.7 แรงดันไฟฟ้าในการทดสอบ	2
	1.8 การตรวจสอบความคงทนของสีและเครื่องหมาย	2
	1.9 การวัดความหนาของฉนวน	3
	1.10 การวัดความหนาของเปลือก	3
	1.11 การวัดมิติทั้งหมดและวัดความรี	4
	1.12 การทดสอบความสามารถบัดกรี สำหรับตัวนำไม่ชุบดีบุก	4
1.	การทดสอบทางไฟฟ้า	6
1.	ทั่วไป	1
	2.1 ความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำ	6
	2.2 การทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์	6
	2.3 การทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าของแกน	6
	2.4 ความต้านทานของฉนวน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส	7
3.	การทดสอบความแข็งแรงทางกลของสายไฟฟ้าอ่อนเสร็จสมบูรณ์	7
	3.1 การทดสอบความอ่อนตัว	7
	3.2 การทดสอบสภาพอ่อนตัวสถิต	11
	3.3 การทดสอบความต้านทานการสึกหรอ	11
	3.4 ความต้านแรงดึงของใจกลางของสายลิฟต์	14
	3.5 การทดสอบความอ่อนตัวโดยใช้รอก 3 ตัว	14
	3.6 การทดสอบการหงิกงอ	15
4.	การทดสอบสำหรับสมบัติทางกลหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศและออกซิเจนบอมบ์ สำหรับฉนวนที่เป็นสารประกอบยาง IE 1	20
	4.1 ทั่วไป	20
	4.2 การสุ่มและการเตรียมตัวอย่าง	20
	4.3 ขั้นตอนการเร่งอายุการใช้งาน	20
	4.4 การเตรียมชิ้นทดสอบและการทดสอบความต้านแรงดึง	20
5.	การทดสอบความต้านทานการลุกไหม้ของสายลิฟต์	20

6. การทดสอบการทนความร้อนของวัสดุฉนวน 22
6.1 ทั่วไป 22
6.2 เครื่องทดสอบ 22
6.3 ตัวอย่าง 22
6.4 การเตรียม 22
6.5 ขั้นตอนการทดสอบ 22
6.6 ข้อกำหนด 22

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 มวลของตุ้มน้ำหนักและเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก 9
ตารางที่ 2 กระแสไฟฟ้าโหลด 10
ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางของรอก 14
ตารางที่ 4 แรงดึงที่เกิดขึ้นโดยถ่วงน้ำหนัก 16
ตารางที่ 5 กระแสไฟฟ้าทดสอบ 17

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 เครื่องทดสอบความอ่อนตัว 8
รูปที่ 2 เครื่องทดสอบสภาพอ่อนตัวสถิต 12
รูปที่ 3 การจัดเรียงสำหรับการทดสอบความต้านทานการสึกหรอ 13
รูปที่ 6 ส่วนเคลื่อนที่ C ที่ดัดแปลง 18
รูปที่ 7 เครื่องทดสอบการเสียรูป 19

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4308 (พ.ศ. 2554)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยยาง : สายอ่อนถัก

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์

เล่ม 2 วิธีทดสอบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยยาง : สายอ่อนถัก มาตรฐานเลขที่ มอก.955-2533

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1603 (พ.ศ.2533) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยยาง : สายอ่อนถัก ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2533 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 2 วิธีทดสอบ มาตรฐานเลขที่ มอก.955 เล่ม 2-2553 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 60 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2554

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง
แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์
เล่ม 2 วิธีทดสอบ

1. ทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดวิธีทดสอบสำหรับ มอก.955 ทุกเล่ม นอกเหนือจากที่ได้กำหนดไว้ใน IEC 60811

1.2 มาตรฐานอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้จำเป็นต้องมีหรือใช้กับมาตรฐานนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์จะใช้ได้เฉพาะฉบับที่อ้าง สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ได้ระบุปีจะใช้ฉบับล่าสุด (รวมทั้งเอกสารแก้ไขเพิ่มเติม)

มอก. 955 เล่ม 1 *สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป*

มอก. 955 เล่ม 3 *สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 3 สายไฟฟ้าทนความร้อนหุ้มฉนวนยางซิลิโคน*

มอก. 955 เล่ม 4 *สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 4: สายอ่อน และสายไฟฟ้าอ่อน*

มอก. 955 เล่ม 8 *สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนยาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 โวลต์ เล่ม 8 สายอ่อนสำหรับงานที่ต้องการความอ่อนตัวสูง*

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions - Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60811-1-1:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1: Methods for general application - Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions - Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-1-2:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1: Methods for general application - Section 2: Thermal ageing methods*

Amendment 1 (1989)

ISO1302: 1992, *Technical drawing - Method of indicating surface texture*

1.3 การจำแนกการทดสอบตามความถี่ที่ทดสอบ

การทดสอบที่ได้กำหนดว่าเป็นการทดสอบเฉพาะแบบ (type test, T) และ/หรือ การทดสอบตัวอย่าง (sample test, S) ตามที่ได้นิยามใน มอก.955 เล่ม 1 ข้อ 2.2

สัญลักษณ์ T และ S กำหนดไว้ในตารางที่เกี่ยวข้องในข้อกำหนดเฉพาะ (มอก.955 เล่ม 3 มอก.955 เล่ม 4 ฯลฯ)

1.4 การชักตัวอย่าง

ถ้ามีการพิมพ์เครื่องหมายหรืออักษรบนฉนวนหรือเปลือก ต้องชักตัวอย่างสายไฟฟ้าให้มีเครื่องหมายหรืออักษรติดมาด้วย

นอกเหนือจากการทดสอบที่กำหนดในข้อ 1.9 สำหรับสายไฟฟ้าหลายแกนให้ชักตัวอย่างมาทดสอบไม่เกิน 3 แกน (ให้ชักตัวอย่างแกนที่สีต่างกัน ถ้ามี) นำมาทดสอบ นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

1.5 การเตรียมภาวะก่อนทดสอบ

การทดสอบทั้งหมดต้องทำหลังจากสารประกอบฉนวนและเปลือกถูกวัลคะไนซ์แล้วไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง

1.6 อุณหภูมิทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบต้องทำภายใต้อุณหภูมิโดยรอบ

1.7 แรงดันไฟฟ้าในการทดสอบ

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องเป็นไฟฟ้ากระแสสลับมีความถี่ระหว่าง 49 เฮิรตซ์ ถึง 61 เฮิรตซ์ เป็นรูปคลื่นสัญญาณไซน์ (sine wave)โดยประมาณ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (peak)กับค่า r.m.s. ต้องเท่ากับ $\sqrt{2}$ โดยมีเกณฑ์คลาดเคลื่อน ±ร้อยละ 7

ค่าที่ใช้อ้างอิงเป็นค่า r.m.s.

1.8 การตรวจสอบความคงทนของสีและเครื่องหมาย

การตรวจสอบต้องทำโดยพยายามลบรอยพิมพ์ทั้งชื่อผู้ทำหรือเครื่องหมายการค้าและสีของแกน หรือตัวเลขต่าง ๆ โดยใช้สำลี (cotton wool) หรือผ้าชุบน้ำมาถูเบา ๆ 10 ครั้ง

1.9 การวัดความหนาของฉนวน

1.9.1 วิธีทดสอบ

การวัดความหนาฉนวนให้ทำตาม IEC 60811-1-1 ข้อ 8.1 โดยให้แบ่งชุดตัวอย่าง 1 ชุดออกเป็นชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น แต่ละชิ้นตัดมาจาก 3 แห่ง แต่ละแห่งห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร

สายไฟฟ้าที่มีแกนไม่มากกว่า 5 แกน ต้องตรวจสอบทุกแกน สำหรับสายไฟฟ้าที่มีมากกว่า 5 แกนขึ้นไป ให้ตรวจสอบเพียง 5 แกน

หากดึงฉนวนออกจากตัวนำได้ยาก ให้ดึงโดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง (tensile machine) หรือทำให้ฉนวนหลุดโดยการจุ่มในปรอท

1.9.2 การประเมินผล

ค่าเฉลี่ยของค่า 18 ค่า (เป็นมิลลิเมตร) ซึ่งได้จากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นใน 1 แกน เป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วปัดเศษตามวิธีที่ได้ให้ไว้ด้านล่างนี้ ค่าที่ได้คือค่าเฉลี่ยของความหนาฉนวน

ถ้าผลการคำนวณทศนิยมตำแหน่งที่ 2 มีค่าเป็น 5 หรือมากกว่า ให้ปัดทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งให้มีค่ามากขึ้น เช่น 1.74 ให้ปัดเศษเป็น 1.7 และ 1.75 ให้ปัดเศษขึ้นเป็น 1.8

ค่าต่ำสุดที่ได้ให้ถือเป็นความหนาของฉนวน ที่ตำแหน่งที่บางที่สุด

การทดสอบนี้อาจใช้ร่วมกับการวัดความหนาอื่น เช่น ใน มอก.955 เล่ม 1 ข้อ 5.2.4

1.10 การวัดความหนาของเปลือก

1.10.1 วิธีทดสอบ

การวัดความหนาเปลือกให้ทำตาม IEC 60811-1-1 ข้อ 8.2 โดยให้แบ่งชุดตัวอย่าง 1 ชุดออกเป็นชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น แต่ละชิ้นตัดมาจาก 3 แห่ง แต่ละแห่งห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร

1.10.2 การประเมินผล

ค่าเฉลี่ยของทุกค่า (เป็นมิลลิเมตร) ซึ่งได้จากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น เป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วปัดเศษตามวิธีที่ได้ให้ไว้ด้านล่างนี้ ค่าที่ได้คือค่าเฉลี่ยของความหนาเปลือก

ถ้าผลการคำนวณทศนิยมตำแหน่งที่ 2 มีค่าเป็น 5 หรือมากกว่า ให้ปัดทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งให้มีค่ามากขึ้น เช่น 1.74 ให้ปัดเศษเป็น 1.7 และ 1.75 ให้ปัดเศษขึ้นเป็น 1.8

ค่าต่ำสุดที่ได้ให้ถือเป็นความหนาของเปลือก ที่ตำแหน่งที่บางที่สุด

การทดสอบนี้อาจใช้ร่วมกับการวัดความหนาอื่น เช่น ใน มอก.955 เล่ม 1 ข้อ 5.5.4

1.11 การวัดมิติทั้งหมด (overall dimension) และวัดความรี (ovality)

ให้ใช้ชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นจากข้อ 1.9 และ 1.10

การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งหมดของสายไฟฟ้ากลมและมิติทั้งหมดของสายไฟฟ้าแบนที่มีมิติหลัก (major dimension) ไม่มากกว่า 15 มิลลิเมตร ต้องทำตาม IEC 60811-1-1 ข้อ 8.3

กรณีวัดสายไฟฟ้าแบนที่มีมิติหลักที่มากกว่า 15 มิลลิเมตร ต้องใช้ไมโครมิเตอร์ เครื่องขยายภาพวัตถุ หรือเครื่องทดสอบที่มีลักษณะคล้ายกัน

ค่าเฉลี่ยที่ได้ให้ถือเป็นค่าเฉลี่ยของมิติทั้งหมด

การวัดความรีของสายไฟฟ้ากลมให้วัด 2 ครั้งที่หน้าตัดเดียวกันของสายไฟฟ้า

1.12 การทดสอบความสามารถบัดกรี สำหรับตัวนำไม่ชุบดีบุก

1.12.1 จุดประสงค์ของการทดสอบ

ทดสอบเพื่อทวนสอบประสิทธิผลของตัวคั่นระหว่างตัวนำไม่ชุบดีบุกกับฉนวน

การทดสอบให้ทำโดยวิธีอาบโลหะบัดกรี ที่กำหนดดังต่อไปนี้

1.12.2 การเลือกตัวอย่างและเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัวอย่างทดสอบต้องมีความยาวที่เหมาะสมสำหรับทดสอบดัดโค้งที่กำหนดไว้เบื้องล่าง โดยชุดตัวอย่าง 1 ชุดให้นำมาจากตำแหน่งต่าง ๆ 3 แห่ง ของตัวอย่าง กรณีสายหลายแกนให้แยกแกนของแต่ละตัวอย่างออกจากส่วนประกอบอื่นอย่างระมัดระวัง

นำแกนตัวอย่างพันรอบแมนเดรล 3 รอบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กแกนแบบใหญ่เป็น 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน

คลายแกนตัวอย่างออกและทำให้ตรง จากนั้นให้พันรอบเหล็กแกนแบบซ้ำอีก โดยให้เส้นใยที่ถูกกดในครั้งแรกกลายเป็นถูกยืดในครั้งที่สอง

ทำตามวัฏจักรนี้ซ้ำอีก 2 ครั้ง ซึ่งเป็นตัวแทนของการดัดโค้ง 3 ครั้ง ในหนึ่งทิศทาง และ อีก 3 ครั้ง ในทิศทางตรงข้าม

ทำแกนตัวอย่างแต่ละแกนให้ตรงหลังจากครบวัฏจักรที่ 3 ของการดัดโค้ง เตรียมชิ้นทดสอบให้มีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร โดยให้เลือกจากส่วนที่ถูกพัน

นำชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นอบในตู้อบอากาศร้อน (hot-air oven) เป็นเวลา 240 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ± 1 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการเร่งอายุใช้งาน

หลังผ่านการเร่งอายุใช้งานในตู้อบ ปล่อยให้ชิ้นทดสอบอยู่ในอุณหภูมิโดยรอบอย่างน้อย 16 ชั่วโมง

จากนั้นให้ปอกฉนวนที่ปลายด้านหนึ่งของแต่ละชิ้นทดสอบมีความยาวไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร และนำไปทดสอบความสามารถบัดกรีโดยวิธีใช้อ่างโลหะบัดกรี ที่กำหนดดังต่อไปนี้

1.12.3 ข้อกำหนดของอ่างโลหะบัดกรี

โลหะบัดกรีเหลวต้องมีปริมาตรพอเพียงที่จะรักษาอุณหภูมิของโลหะบัดกรีให้คงที่ในขณะที่ตัวนำได้ถูกทดสอบ และต้องมีอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิของโลหะบัดกรีให้มีอุณหภูมิ 270 องศาเซลเซียส ± 10 องศาเซลเซียส

โลหะบัดกรีเหลวต้องมีความสูงอย่างน้อย 75 มิลลิเมตร

พื้นผิวหน้าที่มองเห็นของโลหะบัดกรีเหลวต้องถูกจำกัดเท่าที่ทำได้ โดยใช้แผ่นวัสดุทนความร้อนที่มีรูเพื่อป้องกันแกนได้รับการแผ่รังสีโดยตรงจากโลหะบัดกรีเหลว

องค์ประกอบโลหะบัดกรีต้องประกอบด้วยดีบุก (ระหว่างร้อยละ 59.5 ถึง 61.5) และ ตะกั่ว

สารเจือปน(เป็นร้อยละของมวลทั้งหมด) ต้องไม่เกิน ดังนี้

พลวง (Antimony)	0.50	สังกะสี	0.005
บิสมัท	0.25	อะลูมิเนียม	0.005
ทองแดง	0.08	อื่น ๆ	0.080
เหล็ก	0.02		

1.12.4 ขั้นตอนการทดสอบ

ผิวหน้าของโลหะบัดกรีเหลวต้องรักษาให้สะอาดและเป็นมันวาว

แช่ชิ้นทดสอบด้านที่ปอกฉนวนออกลงในน้ำกรดที่มีส่วนประกอบสารละลายของซิงก์คลอไรด์ ในน้ำ (ZnCl เป็นร้อยละ 10 ของมวลรวม) เป็นเวลา 10 วินาที ที่อุณหภูมิโดยรอบ หลังจากนั้นจุ่มลงในโลหะบัดกรีเหลวระยะความยาวไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในทิศทางตามแนวแกนยาว

ความเร็วในการจุ่มเป็น 25 มิลลิเมตรต่อวินาที ± 5 มิลลิเมตรต่อวินาที
ระยะเวลาในการจุ่มเป็น 5 วินาที ± 0.5 วินาที
ความเร็วในการดึงออกเป็น 25 มิลลิเมตรต่อวินาที ± 5 มิลลิเมตรต่อวินาที

การเริ่มจุ่มแต่ละครั้งจนถึงการเริ่มจุ่มครั้งถัดไปให้อยู่ในช่วงเวลา 10 วินาที ให้จุ่มจำนวน 3 ครั้ง

1.12.5 คุณลักษณะที่ต้องการ

ส่วนของตัวนำที่จุ่มต้องถูกเคลือบอย่างเพียงพอ

2. การทดสอบทางไฟฟ้า (electrical test)

2.1 ความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำ (electrical resistance of conductor)

ตรวจสอบค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำ โดยวัดความต้านทานของตัวนำแต่ละตัวนำจากตัวอย่างสายไฟฟ้าที่มีความยาวอย่างน้อย 1 เมตร และต้องวัดความยาวของตัวอย่างแต่ละชิ้น

ถ้าจำเป็นต้องเปลี่ยนค่าที่วัดได้เป็นค่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และที่ความยาว 1 กิโลเมตรให้ใช้สูตรต่อไปนี้

$$R_{20} = R_t \frac{254.5}{234.5 + t} \cdot \frac{1000}{L}$$

โดยที่

t คือ อุณหภูมิของตัวอย่างสายไฟฟ้าขณะที่วัด เป็นองศาเซลเซียส

R_{20} คือ ความต้านทาน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นโอห์มต่อกิโลเมตร

R_t คือ ความต้านทานของสายไฟฟ้าที่ความยาว L เมตร ที่อุณหภูมิ t องศาเซลเซียส เป็นโอห์ม

L คือ ความยาวของตัวอย่างสายไฟฟ้า เป็นเมตร (เป็นความยาวของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์ มิใช่ความยาวของแต่ละแกนหรือแต่ละเส้นลวดตัวนำ)

2.2 การทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์ (voltage test carried out on completed cable)

การทดสอบให้นำตัวอย่างสายไฟฟ้าแช่ในน้ำ โดยความยาวของตัวอย่าง อุณหภูมิของน้ำ และระยะเวลาที่แช่อยู่ในน้ำได้กำหนดไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 ตารางที่ 3

ให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าทีละครั้งระหว่างแต่ละตัวนำเทียบกับตัวนำที่เหลือทั้งหมดต่อรวมกันซึ่งต่ออยู่กับน้ำและต่ออยู่กับใจกลางโลหะ (ถ้ามี) จนครบทุกแกน หลังจากนั้นให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าระหว่างตัวนำทั้งหมดซึ่งต่อรวมกัน เทียบกับน้ำซึ่งต่ออยู่กับใจกลางโลหะ (central heart)

แรงดันไฟฟ้า และระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ ได้กำหนดไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 ตารางที่ 3

2.3 การทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าของแกน (voltage test on core)

การทดสอบนี้ใช้กับสายไฟฟ้าชนิดมีเปลือก และสายถัก

นำตัวอย่างสายไฟฟ้าที่มีความยาว 5 เมตร มาทดสอบ โดยให้เอาเปลือกหุ้มหรือวัสดุถักและชั้นห่อหุ้มอื่น ๆ หรือตัวเติมออก โดยไม่ทำให้แกนของสายไฟฟ้าเสียหาย

นำแกนทั้งหมดไปแช่น้ำ และทดสอบตามข้อกำหนดที่ให้ไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 ตารางที่ 3 โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าระหว่างตัวนำเทียบกับน้ำ

ค่าแรงดันไฟฟ้าและระยะเวลาทดสอบกำหนดไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 ตารางที่ 3

2.4 ความต้านทานของฉนวน (insulation resistance) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส

การทดสอบนี้ใช้กับสายไฟฟ้าหรือแกนที่ยอมให้ใช้งานที่อุณหภูมิของตัวนำสูงสุดเกิน 90 องศาเซลเซียส

การทดสอบต้องใช้ชิ้นทดสอบเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้า

ตัดตัวอย่างจากสายไฟฟ้าหรือแกนที่ผ่านการทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าแล้วยาว 1.40 เมตร ที่ส่วนกลางของตัวอย่างต้องคลุมด้วยชั้นสารกึ่งตัวนำตลอดความยาวของฉากกั้น (screen) และตลอดความกว้างของลวดประสานที่ใช้บนชั้นสารกึ่งตัวนำ

ฉากกั้นอาจเป็นวัสดุถักที่เป็นโลหะหรือเทปโลหะ และใช้ฉากกั้นให้ได้ความยาวที่วัดได้จริง 1.0 เมตร

ที่ปลายทั้งสองด้านของความยาวที่วัดได้จริง เว้นช่องว่างกว้าง 1 มิลลิเมตร ประสานลวดป้องกันกว้างประมาณ 5 มิลลิเมตรทำบนชั้นสารกึ่งตัวนำของตัวเอง ให้เอาสารกึ่งตัวนำใด ๆ ที่ปกคลุมช่องว่างออก

ให้นำตัวอย่างมาขดเป็นวงแหวนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 D แต่ไม่น้อยกว่า 0.20 เมตร (D เป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุของฉนวน)

ให้อบตัวอย่างในตู้อบอากาศอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิทดสอบที่กำหนด ระยะห่างระหว่างชิ้นตัวอย่างกับผนังตู้อบต้องไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร

หลังจากนั้น 1 นาที ให้วัดความต้านทานของฉนวน โดยใช้แรงดันไฟฟ้าระหว่าง 80 โวลต์ ถึง 500 โวลต์ ป้อนระหว่างตัวนำกับฉากกั้น ลวดประสานป้องกันให้ต่อลงดิน ค่าที่วัดได้ต้องคิดเทียบต่อ 1 กิโลเมตร

ผลทดสอบที่ได้ต้องไม่มีค่าความต้านทานของฉนวนต่ำกว่าค่ากำหนดของสายไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

3. การทดสอบความแข็งแรงทางกลของสายไฟฟ้าอ่อนเสร็จสมบูรณ์ (completed flexible cable)

3.1 การทดสอบความอ่อนตัว (flexing test)

3.1.1 ทั่วไป

ข้อกำหนดให้ไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 ข้อ 5.6.3.1

การทดสอบนี้ไม่ใช้กับสายไฟฟ้าอ่อนซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดระบุมากกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร และไม่ใช้กับสายไฟฟ้าที่มีแกนมากกว่า 18 แกน ตีเกลียวมากกว่า 2 ชั้น

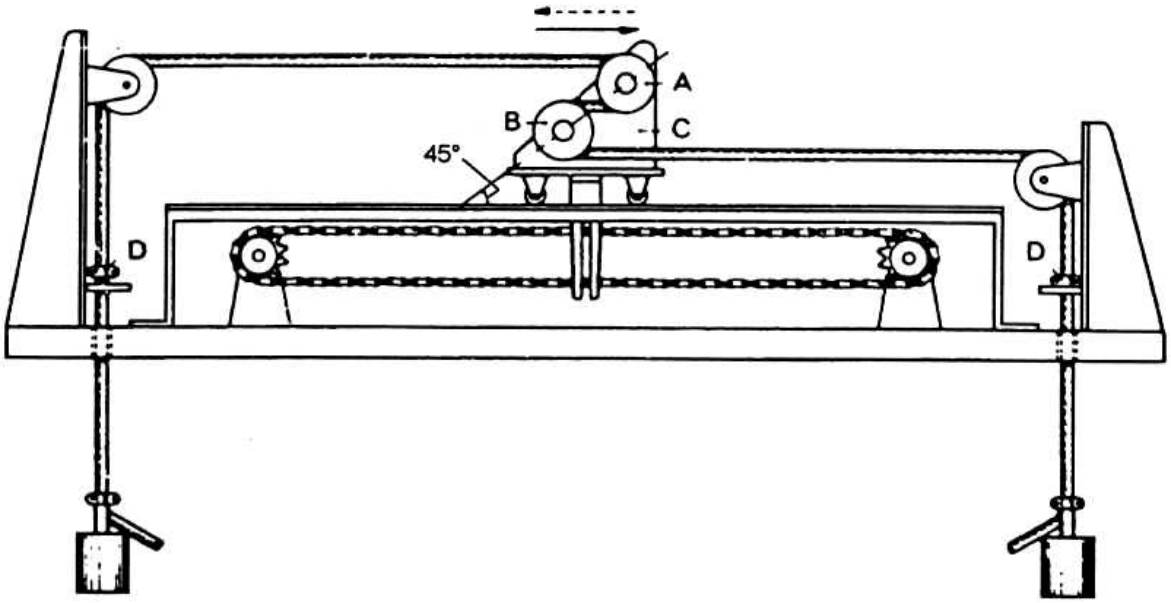
3.1.2 เครื่องทดสอบ

เครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 1 ประกอบด้วยส่วนเคลื่อนที่ C ระบบขับเคลื่อน และรอก 4 ตัว ส่วนเคลื่อนที่ C รองรับรอก 2 ตัว A และ B ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน รอกอีก 2 ตัวที่ติดตั้งอยู่กับที่ที่

ปลายแต่ละด้านของเครื่องทดสอบอาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างจากรอก A และ B แต่รอกทั้ง 4 ตัว ต้องจัดวางในตำแหน่งที่ทำให้ตัวอย่างอยู่ในแนวระดับระหว่างรอก ส่วนเคลื่อนที่ C เคลื่อนที่ไปมาระหว่างระยะทาง 1 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ประมาณ 0.33 เมตรต่อวินาที

รอกต้องทำด้วยโลหะมีร่องครึ่งวงกลมสำหรับสายไฟฟ้าชนิดกลม และร่องแบนสำหรับสายไฟฟ้าชนิดแบน ตรึงที่จับ D ติดกับตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อให้แรงดึงเกิดจากตุ้มน้ำหนักที่อยู่ตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่เท่านั้น โดยที่จับ D ต้องมีระยะห่างจากส่วนรองรับไม่เกิน 5 เซนติเมตร

ส่วนเคลื่อนที่ C เคลื่อนที่ไปมาอย่างสม่ำเสมอ และปราศจากการกระตุกเมื่อเคลื่อนที่จากทิศทางหนึ่งไปอีกทิศทางหนึ่ง



A และ B คือ รอก
C คือ ส่วนเคลื่อนที่
D คือ ที่จับ

รูปที่ 1 เครื่องทดสอบความอ่อนตัว

(ข้อ 3.1)

3.1.3 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างสายไฟฟ้ายาวประมาณ 5 เมตร ต้องคล้องอยู่บนรอก ดังแสดงในรูปที่ 1 แต่ละปลายจะถ่วงด้วยตุ้มน้ำหนัก มวลของตุ้มน้ำหนักและเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก A และ B ให้ไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มวลของตุ้มน้ำหนักและเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก

ประเภทของสายไฟฟ้าอ่อน(flexible cable)	จำนวนแกน	พื้นที่หน้าตัดระบุ mm^2	มวลของตุ้มน้ำหนัก kg	เส้นผ่านศูนย์กลางรอก[1] mm
สายอ่อนถัก	2 หรือ 3	0.75	1.0	80
		1	1.0	80
		1.5	1.0	80
สายอ่อนและสายไฟฟ้าอ่อนหุ้มเปลือกยางเหนียว สำหรับงานธรรมดา สายอ่อนและสายไฟฟ้าอ่อนหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีนหรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่นที่เทียบเท่า สำหรับงานธรรมดา สายไฟฟ้าอ่อนหุ้มเปลือกพอลิคลอโรพรีนหรือสารยืดหยุ่นสังเคราะห์อื่น ที่เทียบเท่า สำหรับงานหนัก	2 ถึง 5	0.75	1.0	80
	2	1	1.0	120
		1.5	1.0	120
		2.5	1.5	120
		4	2.5	160
	3	1	1.0	120
		1.5	1.5	120
		2.5	2.0	160
		4	3.0	160
	4	1	1.5	120
		1.5	1.5	120
		2.5	2.5	160
		4	3.5	200
	5	1	1.5	120
		1.5	2.5	160
		2.5	3.0	160
		4	4.0	200
	7	1.5	3.5	160
		2.5	5.0	200
	12	1.5	5.0	200
		2.5	7.5	200
	18	1.5	7.5	200
		2.5	9.0	200

[1] เส้นผ่านศูนย์กลางให้วัดที่จุดต่ำสุดของร่อง

3.1.4 การจ่ายกระแสให้แกนแต่ละแกน

การจ่ายกระแสอาจใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำหรือแรงดันไฟฟ้าประมาณ 230/400 โวลต์

ระหว่างการทดสอบความอ่อนตัว ต้องจ่ายกระแสให้ตัวอย่างตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2

- สายไฟฟ้า 2 และ 3 แกน: จ่ายกระแสเต็มจำนวน ให้ทุกแกน
- สายไฟฟ้า 4 และ 5 แกน: จ่ายกระแสเต็มจำนวนให้กับ 3 แกน หรือจ่ายทุกแกนด้วยกระแสไฟฟ้าที่ได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$I_{\mathrm{n}} = I_3 \sqrt{3/n} \qquad \mathrm{A}$$

โดยที่

n คือ จำนวนของแกน

I_3 คือ กระแสเต็มจำนวนตามตารางที่ 2

สายไฟฟ้าที่มีมากกว่า 5 แกน ไม่ต้องจ่ายกระแส ให้จ่ายกระแสสัญญาณ (signal current)

ตารางที่ 2 กระแสไฟฟ้าโหลด

(ข้อ 3.1.4)

พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ mm^2	กระแส A
0.75	6
1	10
1.5	14
2.5	20
4	25

3.1.5 แรงดันไฟฟ้าระหว่างแกน

กรณีสายไฟฟ้าสองแกน จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 230 โวลต์ ระหว่างตัวนำ กรณีสายไฟฟ้า 3 แกนหรือมากกว่า จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ประมาณ 400 โวลต์ กับตัวนำทั้ง 3 เส้นที่อยู่ติดกัน โดยตัวนำที่เหลือให้ต่อกับสายกลาง ในกรณีที่โครงสร้างเป็นแกนสองชั้นให้ทดสอบที่แกนชั้นนอก วิธีการนี้ให้ใช้กับระบบกระแสโหลดแรงดันไฟฟ้าต่ำด้วย

3.1.6 การตรวจจับความผิดพร่อง (การสร้างเครื่องทดสอบความอ่อนตัว)

เครื่องทดสอบที่ใช้ทดสอบต้องหยุดการทำงาน เมื่อตรวจจับความผิดพร่องระหว่างการทดสอบ ดังนี้

- การหยุดไหลของกระแสไฟฟ้า
- การลัดวงจรระหว่างตัวนำ
- การลัดวงจรระหว่างตัวอย่างที่ทดสอบกับรอก (เครื่องทดสอบความอ่อนตัว)

3.2 การทดสอบสภาพอ่อนตัวสถิต (static flexibility test)

คุณลักษณะที่ต้องการที่ระบุไว้ใน มอก. 955 เล่ม 1 ข้อ 5.6.3.2

ให้ทดสอบตัวอย่างยาว 3 เมตร $\pm$0.05 เมตร ด้วยเครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 2 ตัวยึด 2 ตัว A และ B ต้องอยู่ที่ความสูงอย่างน้อย 1.5 เมตร จากระดับพื้น

ตัวยึด A ต้องติดอยู่กับที่ และตัวยึด B ต้องเคลื่อนที่ในแนวนอนระดับเดียวกับตัวยึด A

ยึดปลายของตัวอย่างทั้ง 2 ข้างในแนวดิ่ง (และให้คงอยู่ในแนวดิ่งระหว่างทดสอบ) ปลายด้านที่ยึดด้วยตัวยึด B ต้องอยู่ห่างจากตัวยึด A เป็นระยะทาง l เท่ากับ 0.20 เมตร จัดสายไฟฟ้าให้มีลักษณะใกล้เคียงเส้นประที่แสดงในรูปที่ 2

ให้เลื่อนตัวยึด B ห่างออกจากตัวยึด A ที่อยู่กับที่ จนกระทั่งมีลักษณะเป็นรูปตัว U ดังเส้นทึบที่แสดงในรูปที่ 2 ที่มีแนวเส้นดิ่ง (plumb line) ทั้งสอง ที่ผ่านตัวยึด หลังจากทดสอบครั้งที่ 1 เสร็จแล้ว ให้หมุนตัวที่ยึดทั้งสองเป็นมุม 180 องศา ก่อนทดสอบครั้งที่ 2

หาค่าเฉลี่ยของระยะทาง l' จากการวัดค่า l' ทั้ง 2 ครั้ง

ถ้าผลการทดสอบไม่ผ่านข้อกำหนด ให้ทดสอบซ้ำโดยใช้ตัวอย่างเดิมปรับสภาวะโดยการม้วนเข้าและออก 4 ครั้ง กับล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางนอกของสายไฟฟ้า ในกรณีนี้ให้หมุนตัวอย่างไปทีละ 90 องศา แล้วจึงม้วนครั้งต่อไป หลังจากนั้นให้ทดสอบซ้ำ และผลทดสอบต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

3.3 การทดสอบความต้านทานการสึกหรอ

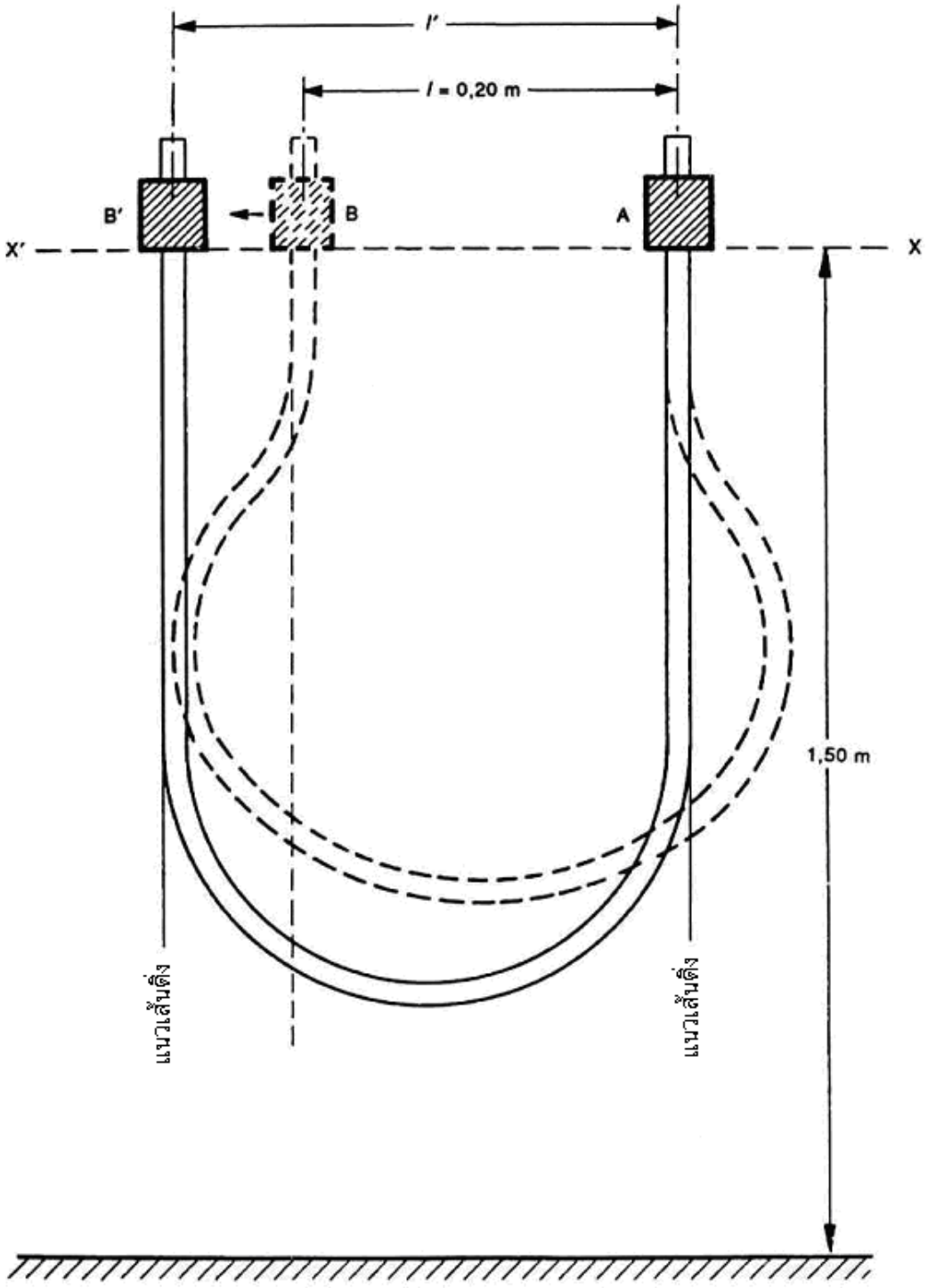
คุณลักษณะที่ต้องการระบุไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 ข้อ 5.6.3.3

นำตัวอย่างสายไฟฟ้าอ่อนที่มีความยาวประมาณ 1 เมตร จำนวน 3 คู่ มาทดสอบ

ในตัวอย่างแต่ละคู่ ให้ใช้ตัวอย่างที่หนึ่งพันบนล้อที่ยึดติดจำนวน 2 รอบ ล้อนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร โดยวัดที่พื้นร่องของล้อ ดังแสดงในรูปที่ 3 ระยะห่างระหว่างหน้าแปลน (flange) ของขอบล้อต้องมีระยะห่างที่ทำให้สายไฟฟ้าอ่อนที่พันบนล้อเรียงชิดติดกัน ต้องยึดตัวอย่างไว้เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ที่สัมพันธ์กับล้อ

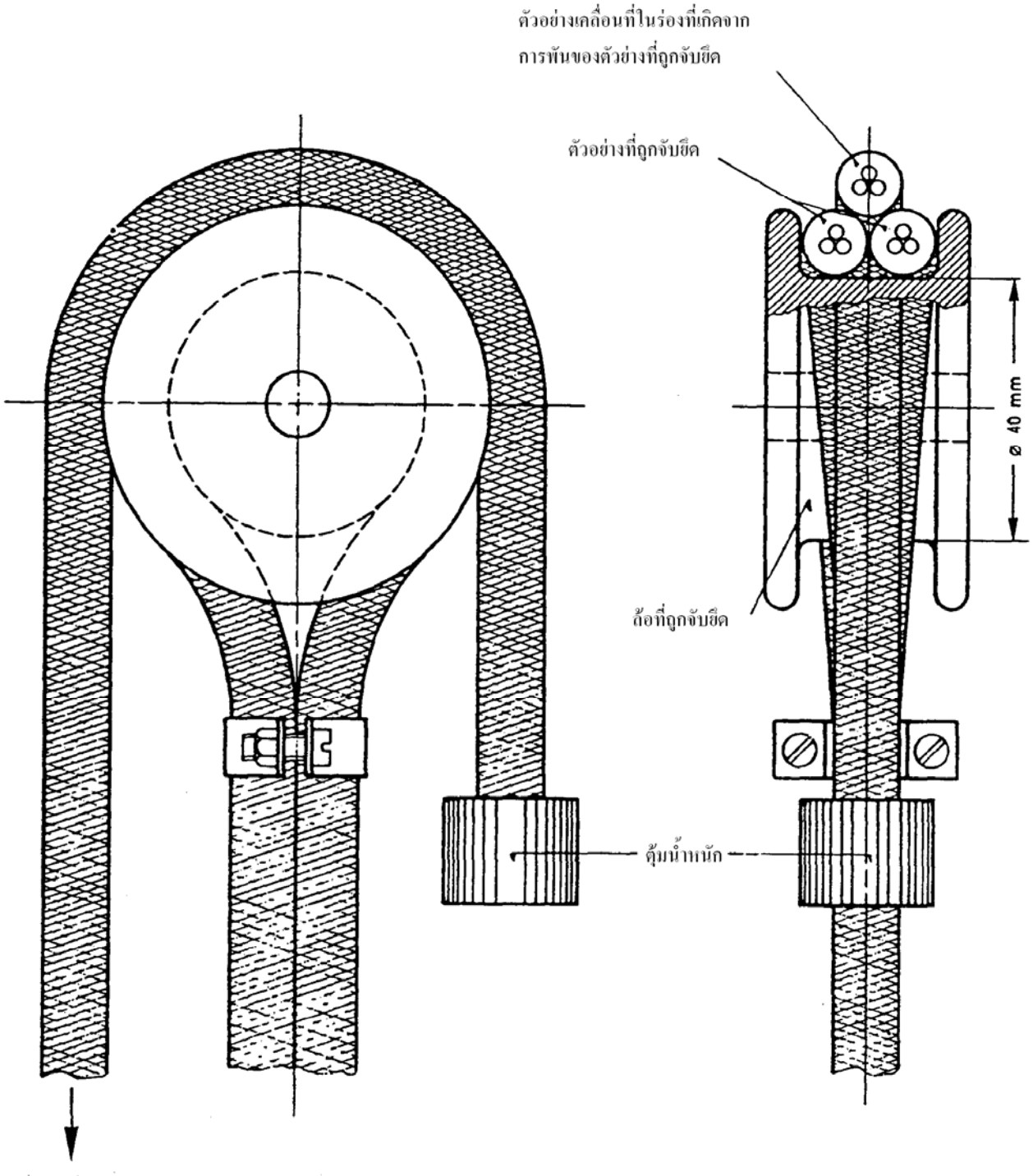
ใช้ตัวอย่างที่สองว่างลงบนร่องของตัวอย่างที่หนึ่งที่เกิดขึ้นจากการพัน ให้ถ่วงน้ำหนักที่มีมวล 500 กรัม โดยติดไว้ที่ปลายด้านหนึ่ง

ให้ดึงปลายอีกด้านหนึ่งขึ้นและลง เป็นระยะทาง 0.10 เมตร ด้วยอัตราชัก 40 รอบต่อนาที



รูปที่ 2 เครื่องทดสอบสภาพอ่อนตัวสถิต

(ข้อ 3.2)



รูปที่ 3 การจัดตัวอย่างเพื่อการทดสอบความต้านทานการสึกหรอ

(ข้อ 3.3)

3.4 ความต้านแรงดึงของใจกลางของสายลิฟต์ (tensile strength of the central heart of lift cable)

คุณลักษณะที่ต้องการระบุไว้ใน มอก.955 เล่ม 1 ข้อ 5.6.3.4

ชั่งตัวอย่างสายไฟฟ้ายาว 1 เมตร

ให้ปอกสิ่งห่อหุ้มและแกนทั้งหมดออกเหลือเฉพาะใจกลางของสายที่ปลายทั้งสองข้างเป็นระยะประมาณ 0.20 เมตร ให้ทดสอบความต้านแรงดึงใจกลางของสายรวมทั้งส่วนที่เป็นศูนย์กลางรับ ด้วยแรงดึงเท่ากับน้ำหนักของสายลิฟต์ยาว 300 เมตร

คงแรงดึงดังกล่าวเป็นเวลา 1 นาที

อาจใช้ตุ้มน้ำหนักแขวนอิสระ หรือเครื่องทดสอบความแข็งแรงทางกล(mechanical strength testing machine) ที่เหมาะสมที่สามารถคงแรงดึงคงที่ได้

3.5 การทดสอบความอ่อนตัวโดยใช้รอก 3 ตัว

3.5.1 วิธีทดสอบ

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 3.1 แต่ให้ดัดแปลงเครื่องทดสอบตามข้อต่อไปนี้

ก) ส่วนเคลื่อนที่

ใช้เครื่องทดสอบตามข้อ 3.1 แต่ดัดแปลงส่วนเคลื่อนที่ C ตามรูปที่ 6

ข) รอก

รอกทั้ง 3 ตัวของส่วนเคลื่อนที่ C ที่ดัดแปลงต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางของรอก

(ข้อ 3.5.1)

ชนิดของสายไฟฟ้า (จำนวนและพื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ) จำนวน × mm^2	เส้นผ่านศูนย์กลางของรอก mm
2 × 0.75	40
2 × 1	40
3 × 0.75	40
2 × 1.5	45
3 × 1	45
3 × 1.5	50

ค) ความเร็วของส่วนเคลื่อนที่

ความเร็วคงที่ของส่วนเคลื่อนที่ C ต้องมีความเร็วประมาณ 0.1 เมตรต่อวินาที

ง) ตุ้มน้ำหนัก

ตุ้มน้ำหนักที่ใช้ถ่วงให้เกิดความเค้นในตัวนำตามระบุในข้อ 3.1 ให้คำนวณบนพื้นฐานของ 28 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ของพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ

3.5.2 คุณลักษณะที่ต้องการ

ระหว่างทดสอบ 1 000 วัฏจักร หรือ 2 000 ครั้ง กระแสไฟฟ้าต้องไม่หยุดชะงัก ไม่เกิดการลัดวงจรระหว่างตัวนำ และไม่เกิดการลัดวงจรระหว่างสายไฟฟ้ากับรอก (เครื่องทดสอบความอ่อนตัว)

หลังจากทดสอบครบตามจำนวนวัฏจักรที่กำหนดให้ลอกเปลือกสายไฟฟ้าออก และนำแกนไปทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าตามข้อ 2.3 แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบกำหนดใน มอก.955 เล่ม 8

3.6 การทดสอบการหงิกงอ (kink test)

3.6.1 การนำไปใช้งาน

ใช้ทดสอบกับสายอ่อนหุ้มเปลือกที่มี 2 และ 3 แกน ซึ่งมีขนาดพื้นที่หน้าตัดตัวนำไม่มากกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

3.6.2 เครื่องทดสอบ

การทดสอบทำได้โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง หรือเครื่องทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

ใช้ตัวจับยึดสายอ่อน 2 ตัว ตัวยึดตัวบนต้องสามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงได้ ตัวจับยึดตัวล่างต้องเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระตามแนวดิ่ง แต่ต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดการบิดตัวรอบแกนดิ่ง เพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงบิดในสายอ่อนที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบ การจัดเตรียมการทดสอบแสดงในรูปที่ 7

3.6.3 ตัวอย่าง

นำตัวอย่างสายไฟฟ้าอ่อนที่มีความยาวประมาณ 1 เมตร มาบิดเป็นเกลียว 3 รอบ ดังที่แสดงในตำแหน่งที่ 1 ของรูปที่ 7 (ตำแหน่งเริ่มต้นเท่านั้น) ใช้ตัวจับยึดตัวบนและตัวจับยึดตัวล่างจับยึดตัวอย่าง โดยมีระยะห่างเริ่มต้นระหว่างตัวจับยึดเท่ากับ 200 มิลลิเมตร ความยาวรวมของสายอ่อนที่ถูกยึดระหว่างตัวจับยึดประมาณ 800 มิลลิเมตร ดังที่แสดงในตำแหน่งที่ 2 ของรูปที่ 7 (ตำแหน่งถูกยึด)

เตรียมตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง สำหรับการทดสอบ 2 ตัวอย่างทดสอบโดยบิดเกลียวตามเข็มนาฬิกา และอีก 2 ตัวอย่างทดสอบโดยบิดเกลียวทวนเข็มนาฬิกา

3.6.4 ขั้นตอนการทดสอบ

ใช้ตุ้มน้ำหนักที่พอเหมาะถ่วงไว้ที่ตัวจับยึดตัวล่างเพื่อให้เกิดแรงดึง ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4

ป้อนกระแสไฟฟ้าให้ตัวนำแต่ละตัวนำของสายอ่อน ที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5 กระแสไฟฟ้าที่ใช้อาจเป็นที่แรงดันไฟฟ้าต่ำ

ตัวจับยึดตัวบนที่เคลื่อนที่ได้ต้องเคลื่อนขึ้นและลงที่อัตราความเร็ว 9 วัฏจักรต่อนาที (หนึ่งวัฏจักรเท่ากับการเคลื่อนที่ขึ้นและลง) ระยะทางในการเคลื่อนที่แต่ละครั้ง(ขึ้นหรือลง) เท่ากับ 650 มิลลิเมตร

เมื่อตัวจับยึดตัวบนเคลื่อนขึ้นสูงสุด ตุ้มน้ำหนักที่ติดอยู่กับตัวจับยึดตัวล่างควรถูกยกขึ้นประมาณ 50 มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 7 ตำแหน่งที่ 2)

แต่ละตัวอย่าง ให้ทดสอบ 3 000 วัฏจักร

3.6.5 คุณลักษณะที่ต้องการ

ระหว่างทดสอบ กระแสไฟฟ้าต้องไม่หยุดไหล หรือไม่เกิดการลัดวงจรระหว่างตัวนำ

ต้องไม่เกิดความเสียหาย(การแตกรานหรือการฉีกขาด) ของเปลือก หรือสิ่งห่อหุ้มชั้นนอก(วัสดุถัก) วัสดุถักต้องไม่มีช่องว่างใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร

หลังจากทดสอบให้ลอกเปลือกหรือสิ่งห่อหุ้มชั้นนอกออก และนำแกนไปทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าตามข้อ 2.3 แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบกำหนดใน มอก. 955 เล่ม 8

ตารางที่ 4 แรงดึงที่เกิดจากการใช้น้ำหนักถ่วง

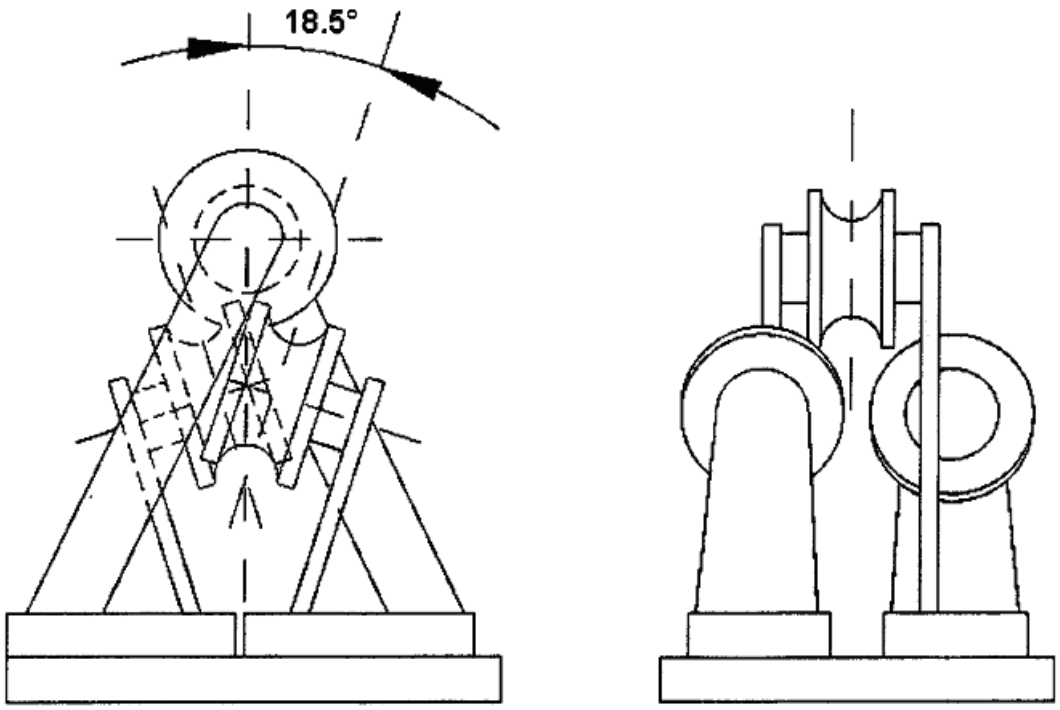
(ข้อ 3.6.4)

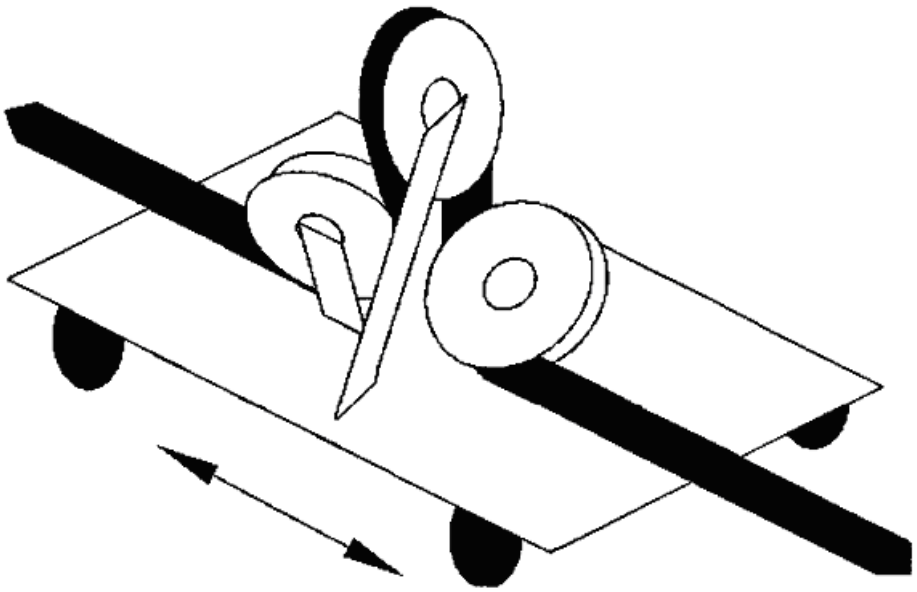
พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ	แรงดึงที่เกิดจากการใช้น้ำหนักถ่วงสายอ่อน	
	2 แกน	3 แกน
mm^2	N	N
0.75	30	50
1	50	70
1.5	70	100

ตารางที่ 5 กระแสไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบ

(ข้อ 3.6.4)

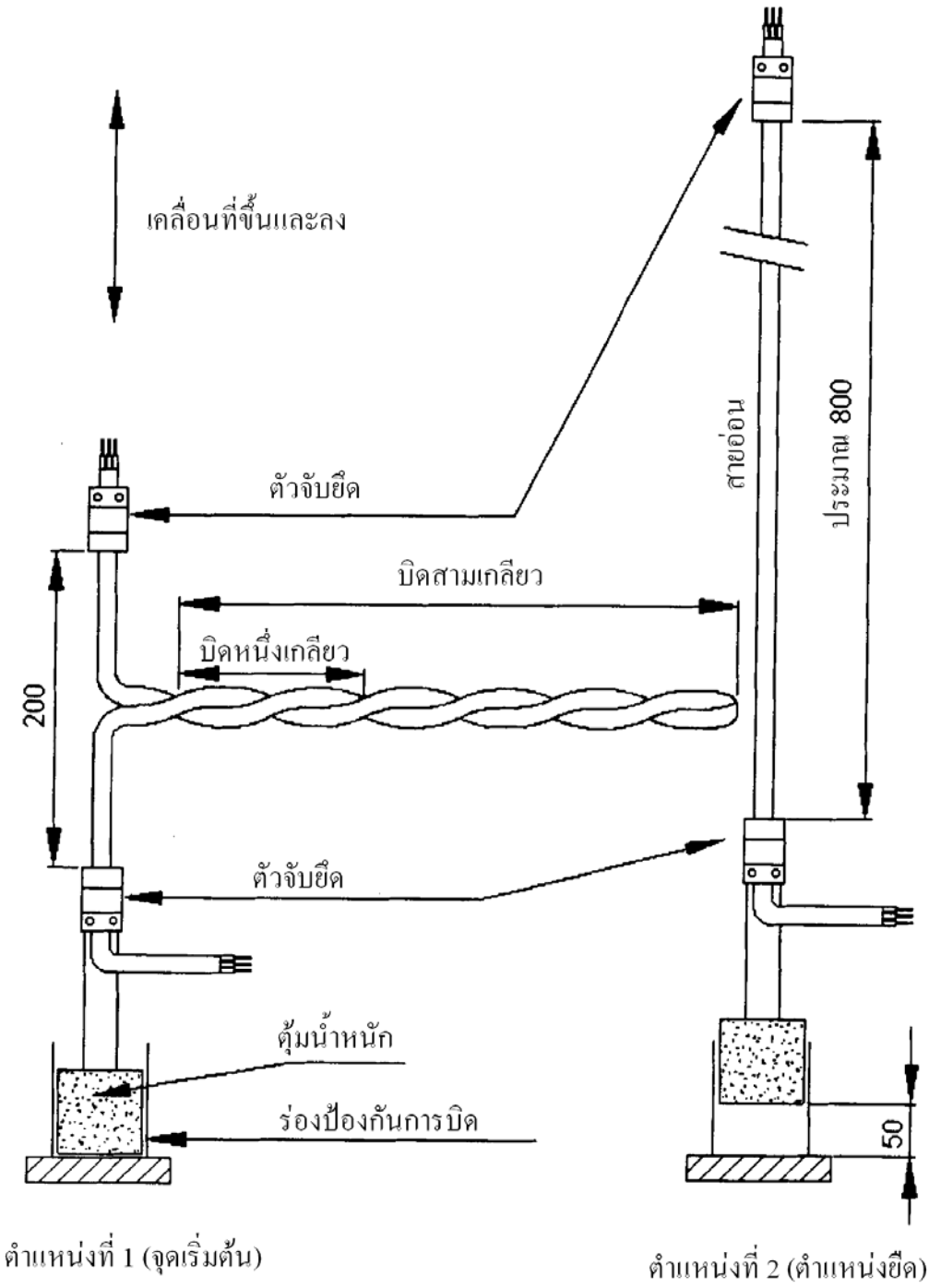
พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ mm^2	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบ A
0.75	6
1	10
1.5	16





รูปที่ 6 ส่วนเคลื่อนที่ C ที่ดัดแปลง

(ข้อ 3.5.1 ก))



มิติเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 7 เครื่องทดสอบการหงิกงอ

(ข้อ 3.6.3 และ ข้อ 3.6.4)

4. การทดสอบสำหรับสมบัติทางกลหลังการเร่งอายุใช้งานในตู้อบอากาศและออกซิเจนบอมบ์สำหรับฉนวนที่เป็นสารประกอบยาง IE 1

4.1 ทั่วไป

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IEC 60811-1-1 ข้อ 9.1 และ IEC 60811-1-2 ข้อ 8.1 และ ข้อ 8.3 รวมทั้งส่วนที่ได้ดัดแปลงและส่วนเพิ่มเติม ที่ได้กำหนดไว้ต่อจากนี้

ภาวะการทดสอบและข้อกำหนดการทดสอบ ได้กำหนดไว้ใน มอก. 955 เล่ม 1 ตารางที่ 1

4.2 การสุ่มและการเตรียมตัวอย่าง

ใน 1 ชุดตัวอย่างของแกนแต่ละแกนที่จะนำไปทดสอบต้องมีความยาวเพียงพอเพื่อแบ่งชิ้นทดสอบให้ได้อย่างน้อย 5 ชิ้น สำหรับทดสอบแรงดึงหลังผ่านแต่ละการเร่งอายุใช้งาน

4.3 ขั้นตอนการเร่งอายุการใช้งาน

การเร่งอายุใช้งานชิ้นแกนทดสอบที่มีตัวนำอยู่ด้วย ให้ปฏิบัติเหมือนกับชิ้นทดสอบรูปท่อและรูปดัมเบลล์ตามที่อธิบายใน IEC 60811-1-2 ข้อ 8.1.3.2 a) และ ข้อ 8.3

ในกรณีที่คาดว่าหลังจากผ่านการเร่งอายุการใช้งานแล้วการเอาตัวนำและตัวคั่น(ถ้ามี)ออก จะทำให้ฉนวนเสียหาย ให้เอาลวดที่ประกอบเป็นตัวนำออกประมาณร้อยละ 30 ก่อนการเร่งอายุการใช้งาน

4.4 การเตรียมชิ้นทดสอบและการทดสอบความต้านแรงดึง

ให้นำชิ้นแกนทดสอบออกจากตู้อบหรือเครื่องบอมบ์ทันทีที่ครบกำหนดเวลาเร่งอายุการใช้งาน และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิโดยรอบอย่างน้อย 16 ชั่วโมงโดยหลีกเลี่ยงการถูกแสงอาทิตย์โดยตรง

การเตรียมชิ้นทดสอบให้ปฏิบัติตาม IEC 60811-1-1 ข้อ 9.1

กรณีที่ใช้ชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ ต้องตัดหรือขัดฉนวนของชิ้นทดสอบด้านที่ติดกับตัวนำ โดยเอาวัสดุออกให้น้อยที่สุด เพื่อให้ได้ความเรียบที่เพียงพอ

นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้มาหาพื้นที่หน้าตัด เงื่อนไขและวิธีการทดสอบความต้านแรงดึงให้ปฏิบัติตาม IEC 60811-1-1 ข้อ 9.1

5. การทดสอบความต้านทานการลุกไหม้ของสายลิฟต์

คุณลักษณะที่ต้องการได้ระบุไว้ใน มอก. 955 เล่ม 1 ข้อ 5.6.3.5

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IEC 60332-1

ก่อนการทดสอบ ให้ต่อตัวนำเส้นเว้นเส้นของสายไฟฟ้าแบบอนุกรม (ดูรูปที่ 4)

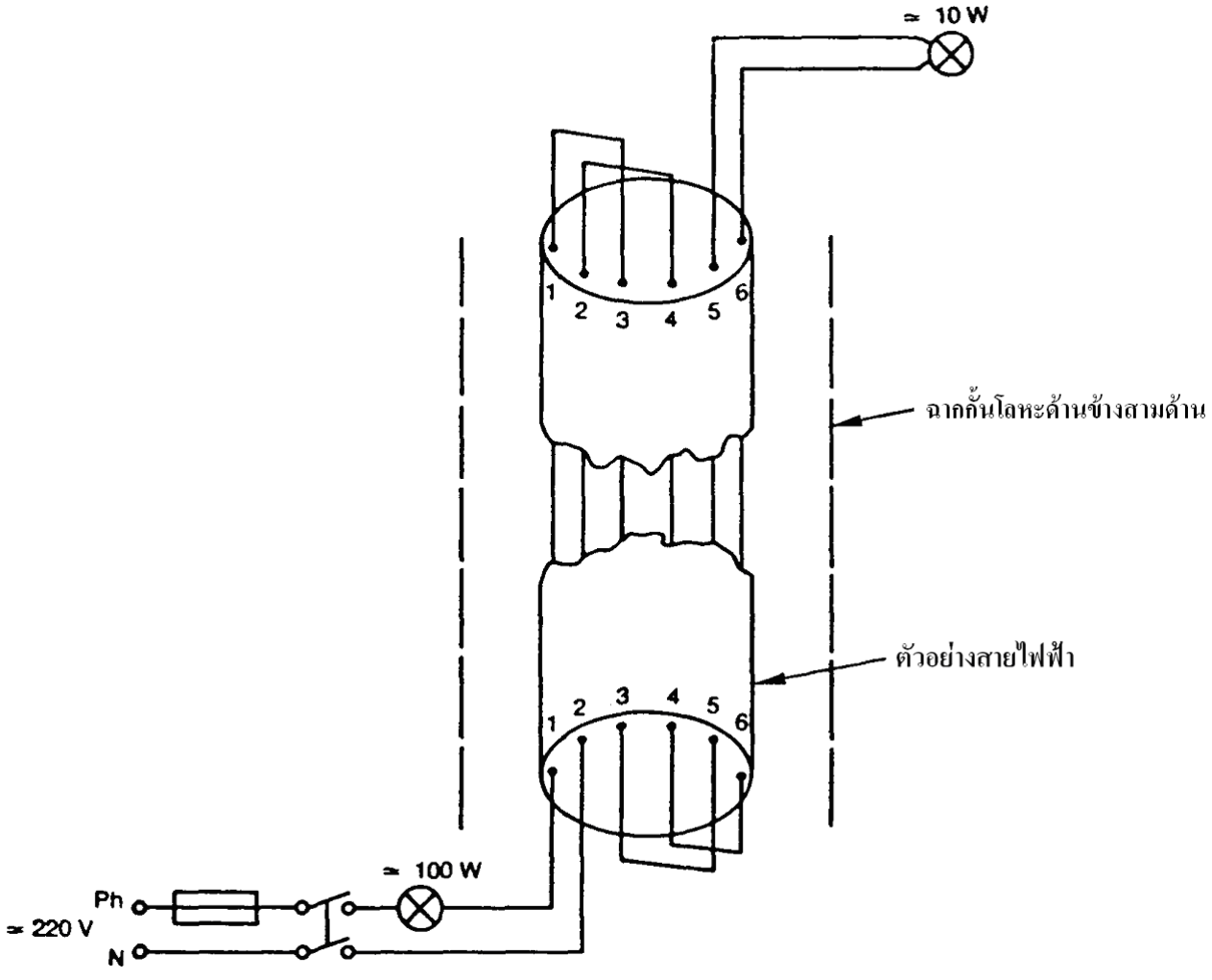
ให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าประมาณ 220 โวลต์ ซึ่งต่ออนุกรมกับหลอดไฟฟ้าที่มีขนาดประมาณ 100 วัตต์/220 โวลต์ ต่อระหว่างวงจรไฟฟ้า 2 ชุด

ที่ปลายอีกด้านของแต่ละชุด ต้องต่อเข้ากับหลอดชี้บอกขนาดประมาณ 10 วัตต์/220 โวลต์

หมายเหตุ สำหรับสายไฟฟ้าที่มีชั้นของแกนมากกว่า 1 ชั้น ต้องต่ออนุกรมตัวนำเส้นเว้นเส้นไปทีละชั้นอย่างต่อเนื่อง โดยพยายามให้แกนที่อยู่ติดกันแต่ละชั้นไม่อยู่ในวงจรเดียวกัน

ระหว่างการทดสอบ หลอดชี้บอกต้องไม่ดับ

แผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงไว้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเดินสายไฟฟ้าสำหรับทดสอบความต้านทานการลุกไหม้

(ข้อ 5.)

6. การทดสอบการทนความร้อนของวัสดุฉนวน

6.1 ทั่วไป

การทดสอบนี้ใช้กับสายไฟฟ้าฉนวนใน มอก.955 เล่ม 4 ข้อ 2. (60245 IEC 51)

การทดสอบเพื่อแสดงว่าวัสดุฉนวนสามารถทนความร้อนได้ดีพอ

6.2 เครื่องทดสอบ

6.2.1 ตู้อบให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าที่ไหลเวียนด้วยอากาศธรรมชาติ

6.2.2 ก้อนอะลูมิเนียมที่มีผิวเรียบและราบ ตามรูปที่ 5 ผิวแต่งสำเร็จเป็นไปตาม ISO 1302 ความหยาบของผิวประเภท Ra 50 มวลของก้อนอะลูมิเนียมเท่ากับ 1 000 กรัม ± 50 กรัม

6.2.3 แผ่นเหล็กที่เป็นฐานกับแผ่นเหล็กที่ตั้งฉากด้านหลังซึ่งมีแท่งบังคับแนว ตามรูปที่ 5 ต้องออกแบบให้ก้อนอะลูมิเนียมสามารถเลื่อนระหว่างแท่งบังคับแนวได้โดยไม่ติดขัดและหลีกเลี่ยงการเอียงด้านข้าง

6.2.4 เครื่องจับเวลา เช่น นาฬิกาจับเวลา (stop-watch)

6.3 ตัวอย่าง

ตัวอย่างทดสอบต้องเป็นสายอ่อนเสร็จสมบูรณ์ยาวประมาณ 300 มิลลิเมตร

6.4 การเตรียม

ต้องทำตัวอย่างทดสอบให้ตรงและจัดวางอยู่กึ่งกลางก้อนอะลูมิเนียมและให้วางอยู่กึ่งกลางตามแนวแกนยาวของแผ่นเหล็กฐานเท่าที่ทำได้ ตามรูปที่ 5 ยื่นปลายด้านหนึ่งของตัวอย่างยาวประมาณ 100 มิลลิเมตร จากรูเข้าด้านหลัง (rear lead-in hole)

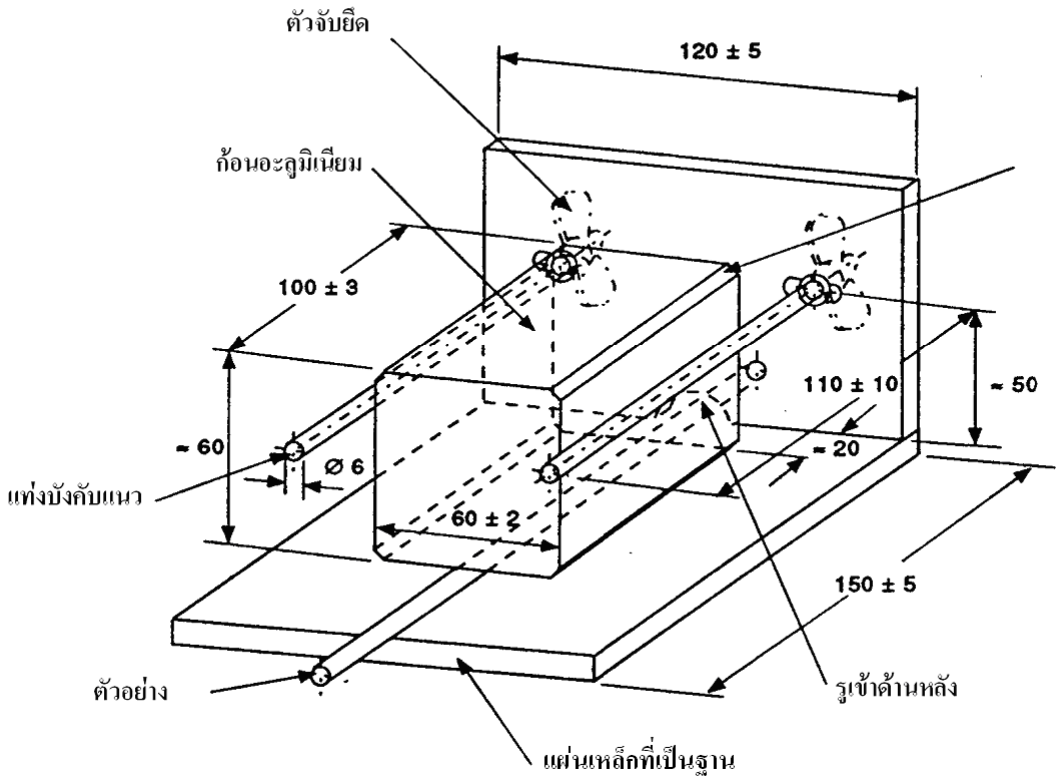
ก้อนอะลูมิเนียม ตามข้อ 6.2.2 ต้องเก็บในตู้ให้ความร้อน ตามข้อ 6.2.1 ที่อุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง

6.5 ขั้นตอนการทดสอบ

นำก้อนอะลูมิเนียมออกจากตู้ให้ความร้อนและวางลงบนตัวอย่างทันทีเป็นเวลา 60 วินาที $^{+3}_{0}$ วินาที จากนั้นให้นำก้อนอะลูมิเนียมออกจากตัวอย่าง

6.6 ข้อกำหนด

ข้อกำหนดได้ระบุไว้ใน มอก. 955 เล่ม 1 ข้อ 5.6.3.6



มิติเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 การประกอบเครื่องทดสอบ

(ข้อ 6.)