มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เคเบิลเส้นใยนำแสง
เล่ม 3(10): เคเบิลภายนอกอาคาร –
ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม
สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมชนิดติดตั้งในท่อร้อยสาย ฝังดินโดยตรง และแขวนในอากาศโดยใช้ลวดพัน

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดคุณลักษณะของเคเบิลเส้นใยนำแสงโดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับนี้ครอบคลุมไปถึงเคเบิลเส้นใยนำแสงที่ใช้ในงานสื่อสารโทรคมนาคมติดตั้งในท่อร้อยสายและชนิดฝังดินโดยตรงรวมไปถึงการใช้งานแบบแขวนในอากาศ (lashed aerial) ข้อกำหนดคุณลักษณะของเคเบิลเส้นใยนำแสงติดตั้งในท่อร้อยสาย ฝังดิน และแขวนในอากาศที่กล่าวถึงในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับนี้สอดคล้องกับ IEC 60794-3

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุนี้ ประกอบด้วยเอกสารที่จำเป็นสำหรับใช้ในการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุปีที่พิมพ์ ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารอ้างอิง (รวมถึงฉบับแก้ไขเพิ่มเติม) ที่ไม่ได้ระบุปีที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด

IEC 60793-2, Optical fibres - Part 2: Product specifications – General

IEC 60794-1-1, Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General

IEC 60794-1-2, Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Cross reference table for optical cable test procedures

IEC 60794-1-21, Optical fibre cables – Part 1-21 : Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical test methods

IEC 60794-1-22:2012, Optical fibre cables – Part 1-22 : Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods

IEC 60794-3:2001, Optical fibre cables – Part 3: Sectional specification – Outdoor cables

IEC 60811-202, Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202 : General test – Measurement of thickness of non-metallic sheath

IEC 60811-203, Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203 : General test – Measurement of overall dimensions

IEC 60811-604, Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 604 : Physical test – Measurement of absence of corrosive component in filling compounds

มอก. 2050 เคเบิลเส้นใยนำแสงเล่ม 1(1): ข้อกำหนดคุณลักษณะทั่วไป

มอก. 2051 เคเบิลเส้นใยนำแสงเล่ม 1-2: ข้อกำหนดคุณลักษณะทั่วไป - วิธีดำเนินการทดสอบเคเบิลเส้นใยนำแสงพื้นฐาน

3. ข้อตกลง คำจำกัดความ สัญลักษณ์ และตัวย่อ

อ้างอิงใน มอก. 2050 หรือ IEC 60794-1-1

4. ข้อกำหนดทั่วไป

4.1 เส้นใยนำแสง

เส้นใยนำแสงต้องสอดคล้องกับ IEC 60793-2 ซึ่งชนิดของเส้นใยนำแสงขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้จำหน่าย เส้นใยนำแสงเมื่อประกอบเป็นเคเบิลต้องสอดคล้องกับ IEC 60794-3

4.2 ส่วนประกอบของเคเบิล

ส่วนประกอบของเคเบิลเป็นไปตามภาคผนวกและต้องสอดคล้องกับ IEC 60794-3

4.3 โครงสร้างเคเบิลเส้นใยนำแสง

โครงสร้างเคเบิลเส้นใยนำแสงเป็นไปตามภาคผนวกและต้องสอดคล้องกับ IEC 60794-3

5. รายละเอียดข้อกำหนดและเงื่อนไขการทดสอบเคเบิลเส้นใยนำแสง

5.1 ทั่วไป

การทดสอบเคเบิลเส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดี่ยวจะทำการทดสอบที่ความยาวคลื่น 1 550 nm การทดสอบเคเบิลเส้นใยนำแสงชนิดหลายโหมดจะทำการทดสอบที่ความยาวคลื่น 1 300 nm การทดสอบที่ความยาวคลื่นนอกเหนือที่กำหนดให้ขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้จำหน่าย

5.2 สมรรถนะต่อแรงดึง

5.2.1 ข้อกำหนด

สำหรับเส้นใยนำแสงที่ผ่านการรับรองค่าความเครียดที่ 1 % (1 % proof-tested fibres) ค่าความเครียด (strain) ของเส้นใยนำแสงภายใต้สภาวะแรงดึงในช่วงระยะเวลายาว (T_L) ต้องมีค่าไม่เกิน 20 % ของค่าความเครียดพิสูจน์เส้นใย (Fiber proof strain) (เท่ากับ 0.2 % ของค่าความเครียดสัมบูรณ์) และค่าการลดทอนสัญญาณต้องไม่มีค่าเปลี่ยนแปลงในขณะที่ทำการทดสอบ ที่ภายใต้สภาวะแรงดึงในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (T_M) ต้องมีค่าไม่เกิน 60 % ของค่าความเครียดพิสูจน์เส้นใย และบันทึกค่าการลดทอนสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงในขณะที่ทำการทดสอบ ข้อพิจารณาอื่นเพิ่มเติม ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้จำหน่าย สำหรับเส้นใยนำแสงที่ผ่านการรับรองค่าความเครียดที่ระดับสูงกว่า บนเงื่อนไขของการรับโหลดเป็นระยะเวลายาวโดยไม่เกิดความเสียหาย ค่าความเครียดที่ได้จะไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นจะใช้ค่าร้อยละของ

ค่าความเครียดพิสูจน์ที่ต่ำกว่าได้ สำหรับเส้นใยแก้วที่ผ่านการรับรองค่าความเครียดเส้นใยแก้วที่มากกว่า 1 % ไปจนถึง 2 % แรงดึงในช่วงระยะเวลายาว (T_L) จะถูกจำกัดไว้ที่ 17% ของค่าความเครียดเส้นใยแก้ว (เท่ากับ 0.34 % ของค่าความเครียดสัมบูรณ์สำหรับเส้นใยแก้วที่ผ่านการรับรองค่าความเครียดที่ 2 %) ภายใต้สภาวะการตรวจพินิจด้วยตาโดยไม่ใช้แว่นขยาย ต้องไม่มีเปลือกนอกหรือส่วนประกอบใด ๆ ของเคเบิลเกิดชำรุดเสียหาย

5.2.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ :	IEC 60794-1-21, วิธี E1
ความยาวของเส้นใยนำแสง :	ความยาวของเคเบิลสำเร็จรูป
แรงดึงเคเบิล :	ค่าแรงดึงในช่วงระยะเวลายาว (T_L) และ ค่าแรงดึงในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (T_M) เมื่อ - $T_M \geq 1 \times W$ (ฝังดินโดยตรงหรือการเป่าด้วยลมในท่อร้อยสาย) - $T_M \geq 1.5 \times W$ (ร้อยท่อ) โดยที่ $W = 9.8 \times m$, เมื่อ m คือค่าน้ำหนักของเคเบิลเส้นใยนำแสง (kg) ที่มีความยาว 1 km แรงกระทำอื่นอาจมีขึ้นได้ขึ้นอยู่กับสภาวะการใช้งาน ในบางกรณี เช่น 2 700 N - $T_L = 0.3 \times T_M$ สำหรับสายแขวนอากาศค่าแรงดึงในช่วงระยะเวลายาวอาจมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าแรงดึงในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ
เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกรอกทดสอบ :	1 m แต่ไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางความโค้งต่ำสุดของเคเบิลเมื่อมีแรงกระทำ

5.3 การบีบอัด

5.3.1 ข้อกำหนด

ภายใต้สภาวะการรับแรงกดในช่วงระยะเวลายาว ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าการลดทอนสัญญาณที่ความยาวคลื่น 1 550 nm ระหว่างการทดสอบ และภายใต้ภายใต้สภาวะการรับแรงกดในช่วงระยะเวลาสั้นต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าการลดทอนสัญญาณที่ความยาวคลื่น 1 550 nm หลังการทดสอบค่าแรงกดระหว่างติดตั้งต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าแรงกดระยะยาว

ภายใต้สภาวะการตรวจพินิจด้วยตาโดยไม่ใช้แว่นขยาย ต้องไม่มีเปลือกนอกหรือส่วนประกอบใด ๆ ของเคเบิลเกิดชำรุดเสียหาย ผิวเปลือกนอกที่มีรอยกดเกิดจากวัสดุทดสอบไม่ถือเป็นการชำรุด

5.3.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-21, วิธี E3A

วิธีการทดสอบที่เลือกเริ่มต้นเป็นการทดสอบแบบแผ่นกับแผ่น, วิธี E3A การทดสอบทางเลือกเป็นแบบแมนเดรลกับแผ่น, วิธี E3B อาจมีการนำมาทดสอบเมื่อมีการระบุในรายละเอียดข้อกำหนดการทดสอบในช่วงระยะยาวและช่วงระยะสั้น อาจกระทำแยกกันได้

แรงกด (การทดสอบช่วงระยะสั้น) : 1.5 kN (เคเบิลไม่มีเกราะ), 2.2 kN (เคเบิลมีเกราะ)

แรงกด (การทดสอบช่วงระยะยาว) : 0.75 kN (เคเบิลไม่มีเกราะ), 1.1 kN (เคเบิลมีเกราะ)

5.4 การกระแทก

5.4.1 ข้อกำหนด

ภายใต้สภาวะการตรวจพินิจด้วยตาโดยไม่ใช้แว่นขยาย ต้องไม่มีเปลือกนอกหรือส่วนประกอบใด ๆ ของเคเบิลเกิดชำรุดเสียหาย ผิวเปลือกนอกที่มีรอยกระแทกไม่ถือเป็นการชำรุด

ต้องไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าการลดทอนสัญญาณอย่างถาวรหลังทำการทดสอบ

5.4.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-21, วิธี E4

จำนวนครั้งในการกระแทก : หนึ่งครั้งใน 3 จุดที่แตกต่างกันและมีระยะห่างระหว่างกันไม่น้อยกว่า 500 mm

พลังงานกระแทก : เคเบิลไม่มีเกราะ: 10 J

เคเบิลมีเกราะ: 20 J ถึง 30 J, ขึ้นกับการใช้งานของผู้ใช้ในบางกรณี

รัศมีความโค้งการกระแทก : 300 mm

5.5 การโค้งงอซ้ำ

5.5.1 ข้อกำหนด

ภายใต้สภาวะการตรวจพินิจด้วยตาโดยไม่ใช้แว่นขยาย ต้องไม่มีเปลือกนอกหรือส่วนประกอบใด ๆ ของเคเบิลเกิดชำรุดเสียหาย

5.5.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-21, วิธี E6

จำนวนรอบ : 25 รอบ ทั้งนี้จำนวนรอบอาจแตกต่างจากนี้ได้ ขึ้นกับการใช้งานของผู้ใช้ในบางกรณี

แรงกระทำ : แรงกระทำต้องมีค่าเพียงพอที่จะทำให้ชิ้นงานสัมผัสกับผิวโค้งอย่างสม่ำเสมอ

รัศมีความโค้ง : 20 d

5.6 การบิด

5.6.1 ข้อกำหนด

ภายใต้สภาวะการตรวจพินิจด้วยตาโดยไม่ใช้แว่นขยาย ต้องไม่มีเปลือกนอกหรือส่วนประกอบใด ๆ ของเคเบิลเกิดชำรุดเสียหาย

5.6.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-21, วิธี E7

5.7 การโค้งงอเคเบิล

5.7.1 ข้อกำหนด

จะต้องไม่พบความเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของค่าการลดทอนสัญญาณหลังจากทดสอบ

5.7.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-21, วิธี E11

วิธีการเบื้องต้นคือ วิธี E11A

สำหรับเคเบิลที่มีขนาดใหญ่และ/ หรือเคเบิลที่แข็ง (เช่น ใช้แกนเส้นผ่านศูนย์กลางแมนเดรลใหญ่กว่า 20 d อาจนำ IEC 60794-1-21, วิธี E11B มาใช้ทดสอบ)

เส้นผ่านศูนย์กลางแมนเดรล : 20 d

สำหรับเคเบิลที่มีแท่งอโลหะ และ/หรือ เกราะโลหะ การโค้งงอต้องจำกัดที่ค่าตั้งแต่ 20 d ถึง 80 d

วัฏจักรของการทดสอบ : 3 รอบ

จำนวนรอบการพัน : 4 รอบ

อุณหภูมิที่ทดสอบ : อุณหภูมิห้อง (นอกจากมีการร้องขอไว้เป็นพิเศษ หรืออื่น ๆ)

5.8 วัฏจักรของอุณหภูมิ

5.8.1 ข้อกำหนด

การวัดค่าการลดทอนสัญญาณจะวัดในระหว่างรอบอุณหภูมิสุดท้ายของการทดสอบ

ในช่วงอุณหภูมิ T_{A1}ถึง T_{B1} ค่าการลดทอนสัญญาณจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงตามที่กำหนดไว้ในมอก. 2050

ในช่วงอุณหภูมิ T_{A1} ถึง T_{A2} และ T_{B1} ถึง T_{B2} ค่าการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์การลดทอนสัญญาณดังนี้

– ≤ 0.15 dB/km สำหรับเส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดี่ยว กระทำที่ความยาวคลื่น 1 550 nm และต้องเปลี่ยนแปลงกลับได้ที่สภาวะเดิมโดยต้องอยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนของการวัด

– ≤ 0.3 dB/km สำหรับเส้นใยนำแสงชนิดหลายโหมด (โหมดร่วม) กระทำที่ความยาวคลื่น 1 300 nm และต้องเปลี่ยนแปลงกลับได้ที่สภาวะเดิมโดยต้องอยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนของการวัด

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ จะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าการลดทอนสัญญาณ

5.8.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-22, วิธี F1

ความยาวสายทดสอบ : ไม่น้อยกว่า 1 000 m สำหรับเคเบิลสำเร็จรูป

อุณหภูมิสูง, T_{B2} : +60 °C ถึง +70 °C , ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

อุณหภูมิสูง, T_{B1} : +30 °C ถึง +60 °C , ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

อุณหภูมิต่ำ, T_{A1} : -10 °C ถึง -20 °C , ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

อุณหภูมิต่ำ, T_{A2} : T_{A1} ถึง -40 °C หรือ -45 °C , ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

การเลือกอุณหภูมิสูงหรือต่ำ อาจขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้จำหน่าย สำหรับสภาวะอากาศอุ่นหรือเย็น

อัตราการให้ความร้อนหรือความเย็น จะต้องเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหาย และไม่เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน

วัฏจักรของการทดสอบ : 2 รอบ แต่สามารถกำหนดเป็นอย่างอื่นได้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้

5.9 การซึมผ่านของน้ำ

5.9.1 ข้อกำหนด

เคเบิลจะต้องไม่ให้น้ำไหลไปตามแนวยาวของเคเบิล ตามข้อกำหนดของวิธี F5B ของ มอก. 2051 หรือ IEC 60794-1-2 แต่ วิธี F5C อาจนำมาใช้ได้ขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้จำหน่าย

5.9.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-22, วิธี F5B หรือ F5C ตามที่เลือก

5.10 การเร่งอายุ

5.10.1 ข้อกำหนด

ตามข้อ 11.5 ของ IEC 60794-1-22:2012, วิธี F9

5.10.2 เงื่อนไขการทดสอบ

วิธีทดสอบ : IEC 60794-1-22, วิธี F9

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

แบบฟอร์มของข้อกำหนดคุณลักษณะและข้อกำหนดต่ำสุด

ก.1 แบบฟอร์มของข้อกำหนดคุณลักษณะ

รายละเอียดของเคเบิลดูที่ตาราง ก.1

ตาราง ก.1 รายละเอียดของเคเบิล

(1) จัดเตรียมโดย		(2) เอกสารเลขที่ : หัวข้อ : วันที่ :
(3) วันที่เริ่มใช้ :	(4) ข้อกำหนดทั่วไป : ชุดอนุกรม IEC 60794-1 ข้อกำหนดเฉพาะเจาะจง : IEC 60794-3	
(5) เอกสารอ้างอิงเพิ่มเติม :		
(6) รายละเอียดของเคเบิล :		
(7) โครงสร้างเคเบิล :		
เส้นใยนำแสง		
จำนวนของเส้นใยนำแสง		
มอดุลาริตี (modularity)		
โครงสร้าง - เส้นใยนำแสงที่เคลือบสีเดียว - ท่อบรรจุวัสดุกันน้ำ - ท่อไม่บรรจุวัสดุกันน้ำ - กลุ่มเส้นใยแก้วที่มีขนาดเล็ก (micromodule) บรรจุวัสดุกันน้ำ - กลุ่มเส้นใยแก้วที่มีขนาดเล็กไม่บรรจุวัสดุกันน้ำ - แกนที่มีร่องบรรจุวัสดุกันน้ำ - แกนที่มีร่องไม่บรรจุวัสดุกันน้ำ - การเคลือบแน่นครั้งที่สอง - แถบในแกนที่มีร่อง - แถบในท่อ - ท่อในท่อ - แกนกลางรับแรงดึงที่เป็นโลหะ - แกนกลางรับแรงดึงที่เป็นอโลหะ - วัสดุกันน้ำแบบเจลลีที่ใช้เติมในแกน - วัสดุกันน้ำแบบสารดูดความชื้นที่ใช้เติมในแกน		หมายเหตุเพิ่มเติม
การจัดวางส่วนประกอบ - การตีเกลียว (แบบทิศทางเดียวหรือแบบ SZ) - กลุ่มเดี่ยว - แบบผสม		
ตัวนำทองแดงที่หุ้มฉนวน		
เปลือกใน		

ส่วนรับแรงดึงที่อยู่โดยรอบ - โลหะ - อโลหะ	
ส่วนป้องกันความชื้น - เทปอะลูมิเนียมเคลือบด้านเดียว - เทปอะลูมิเนียมเคลือบสองด้าน - เทปเหล็กเคลือบสองด้าน - ท่อโลหะไม่มีตะเข็บ	
เปลือกนอก	
เกราะเสริม - เกราะชนิดโลหะ - เกราะชนิดอโลหะ	
เปลือกนอกเสริม	
(8) ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ :	
การประยุกต์ใช้งาน (ร้อยท่อหรือฝังดินโดยตรง)	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกสูงสุด (d)	mm
แรงดึงระยะยาว (T_L)	N
แรงดึงสำหรับใช้ขณะติดตั้ง (T_M)	N
รัศมีความโค้งที่น้อยที่สุดเมื่อไม่มีแรงกระทำ	mm หรือ $n \times d$
รัศมีความโค้งที่น้อยที่สุดเมื่อมีแรงกระทำ	mm หรือ $n \times d$
ช่วงอุณหภูมิ :	
- ขณะขนส่งและการจัดเก็บ	°C
- ขณะติดตั้ง	°C
- ขณะใช้งาน	°C
น้ำหนักเคเบิล	kg/km
ความยาวเคเบิลที่ผลิตจากโรงงาน	
- ทั่วไป	m
- ค่าระบุ/ความคลาดเคลื่อน :	0 % ถึง +1 %

ก.2 โครงสร้างเคเบิล

โครงสร้างเคเบิลดูที่ตาราง ก.2

ตาราง ก.2 โครงสร้างเคเบิล

ลักษณะเฉพาะ (9)	ข้อใน IEC 60794-3:2001 (10)	ข้อกำหนด (11)	วิธีการทดสอบ (12)	หมายเหตุ (13)
การจัดวางส่วนประกอบ	7.2	ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	ตรวจพินิจ	
แบบสารเติมเต็มในแกนเคเบิล	7.3	ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	มอก. 2051 วิธี E14 และ/หรือ IEC 60811-604 ตามการใช้งาน	
วัสดุกันน้ำประเภทพองตัวเมื่อถูกน้ำ	7.3	ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ		
ส่วนรับแรงดึง	7.4	ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	ตรวจพินิจ	
- แกนกลาง				
- โดยรอบ				
ส่วนป้องกันความชื้น	7.5	ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ		
เทปโลหะ		IEC 60794-3		
เปลือกนอกเคเบิลและเกราะ	7.6			
วัสดุที่ใช้		IEC 60794-3		
ความหนาต่ำสุดของเปลือกนอก		ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	IEC 60811-202	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของเคเบิล		ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	IEC 60811-203	
การป้องกันเพิ่มเติม		ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ		
การทำเครื่องหมายบนเปลือกนอก	7.7			
รูปร่าง มิติ		ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	ตรวจพินิจ	
ความทนทานต่อการขัดสี		ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	IEC 60794-1-21 วิธี E2B, วิธี 1	เส้นผ่านศูนย์กลางของเข็มเหล็ก d = 1.0 mm แรง 4 N
			หรือ IEC 60794-1-21 วิธี E2B, วิธี 2	ผ้าสักหลาดทำจากขนสัตว์หรือใยสังเคราะห์ (wool or rayon felt) น้ำหนัก ≥ 450 g
ความทนทานต่อการขูดขีดของเปลือก		ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ	IEC 60794-1-21 วิธี E2A	

ภาคผนวก ข.

(ข้อแนะนำ)

การบรรจุและการทำเครื่องหมาย

การม้วนเคเบิลใส่ล้อต้องให้แน่นเป็นชั้น ๆ อย่างเป็นระเบียบ ความยาวของเคเบิลในล้ออาจเป็นความยาวมาตรฐานหรือความยาวที่ระบุเฉพาะก็ได้ โดยทั่วไปผู้ทำจะเป็นผู้กำหนดความยาวเคเบิลในล้อซึ่งก็คือความยาวมาตรฐาน ส่วนความยาวที่ระบุเฉพาะมักถูกกำหนดโดยผู้ใช้งาน ความยาวเคเบิลทั้งในส่วนของความยาวมาตรฐานและความยาวที่ระบุเฉพาะมักมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง $\pm$2.0 %

ล้อที่ใช้ควรเป็นล้อไม้ไม่หมุนเวียนหรือเป็นล้อเหล็กหมุนเวียนโดยที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนล้อควรไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเคเบิล ถ้าผู้ซื้อหรือผู้ใช้ไม่ได้กำหนด ผู้ทำจะต้องกำหนดขนาดและชนิดของล้อที่แข็งแรงเพียงพอทนทานต่อสภาพการขนส่งปกติ การเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ และการติดตั้งโดยไม่ทำให้เคเบิลชำรุดเสียหาย

ล้อและสภาพปีกล้อด้านในต้องอยู่ในสภาพดี มีแผ่นเหล็กที่มีรูปร่างและความหนาที่เหมาะสม ติดที่รูเพลาหมุนของปีกล้อ แผ่นเหล็กนี้จะเจาะรูสำหรับสอดแกนเหล็กถาวร เพื่อป้องกันไม่ให้เคเบิลชำรุดเสียหายระหว่างการขนส่ง การเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ และการติดตั้ง

เคเบิลต้องได้รับการป้องกันเพียงพอที่จะไม่เกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากสาเหตุที่เป็นสภาวะทางกลและทางความร้อน

การแสดงเครื่องหมายเลขที่ล้อจะต้องชัดเจน ทนทาน โดยแสดงบนปีกล้อด้านนอกทั้งสองด้านในลักษณะตรงข้ามกัน

ล้อแต่ละล้อต้องติดป้ายแสดงข้อมูลการจัดส่ง ป้ายจะต้องทนทานต่อสภาพอากาศ ข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดอันได้แก่ ชื่อผู้ทำ ชนิดเคเบิลและจำนวนเส้นใยนำแสง เลขที่การสั่งซื้อ เลขที่ล้อ เลขที่เคเบิล (ถ้ามี) ความยาวเคเบิล น้ำหนักรวม น้ำหนักล้อ และน้ำหนักเคเบิลจะต้องแสดงไว้บนป้ายโดยอ่านออกได้ง่าย รายละเอียดของเคเบิลจะต้องแสดงไว้อย่างชัดเจนบนป้าย

การยึดปลายสายเคเบิลต้องแน่นเพียงพอที่ไม่ทำให้เคเบิลที่ม้วนอยู่คลายตัวระหว่างการขนส่ง ปลายสายเคเบิลด้านในจะต้องอยู่ในสภาพที่สะดวกเพียงพอที่จะเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดทางแสง การพันปลายเคเบิลด้านนี้จะต้องให้แน่นพอเพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง

ต้องทำการปิดปลายสายของเคเบิลแต่ละด้านเพื่อป้องกันความชื้นแทรกซึมเข้าถึงเส้นใยนำแสงหรือสารกันน้ำไหลออกระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บ ล้อแต่ละล้อต้องมีการแสดงเครื่องหมายทิศทางการกลิ้งของล้อในระหว่างการขนส่งบนปีกล้อด้านนอกเพื่อป้องกันไม่ให้เคเบิลในล้อคลายตัว

ที่เคเบิลเส้นใยนำแสงทุกหน่วยบรรจุ ทุกระยะช่วงห่างประมาณ 1 m ± 1% อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายบนเคเบิลเส้นใยนำแสงให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือน เพื่อแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน, ชนิดและจำนวนของเส้นใยนำแสง, ปีที่ผลิต, ความยาวสะสม (Sequential Length) ของเคเบิลเส้นใยนำแสง ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องเป็นภาษาอังกฤษที่มีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น