



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2167–2549

เคเบิลใยนำแสง

เล่ม 3–30 : เคเบิลภายนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม
สำหรับเคเบิลใยนำแสงโทรคมนาคม
สำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ

OPTICAL FIBER CABLES –

PART 3–30 : OUTDOOR CABLES – FAMILY SPECIFICATION FOR OPTICAL TELECOMMUNICATION
CABLES FOR LAKE AND RIVER CROSSINGS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 33.180.10

ISBN 978-974-292-311-2

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เคเบิลใยนำแสง

เล่ม 3-30 : เคเบิลภายนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการ
สำหรับเคเบิลใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ

มอก. 2167-2549

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 43 ง

วันที่ 9 เมษายน พุทธศักราช 2550

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 892
มาตรฐานเคเบิลใยนำแสง

ประธานกรรมการ

รศ.อธิคม ฤกษ์บุตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

กรรมการ

นายปราโมทย์ ศรีสุขสันต์

ผศ.อภิรักษ์ มั่นยทานนท์

นายวันชัย เจียรวัฒนวิทย์

นางสาวธันวดี วงศ์ธีรฤทธิ์

นายบุญเลิศ กิ่งเพชรรุ่งเรือง

นายอาคม แรกตั้ง

นายสุรชัย ฟางสะอาด

นายสมบูรณ์ หอตระกุล

นายสันติ พูลเสมอ

นายสมบัติ ศิริประยุक्त

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การไฟฟ้านครหลวง

บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

บริษัท ฮิตาชิบางกอกเคเบิล จำกัด

บริษัท ทู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

บริษัท สยามไฟเบอร์ออปติกส์ จำกัด

บริษัท ไทยไฟเบอร์ออปติกส์ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายทิวากรณ์ จิตชนะวงศ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3-30 : เคเบิลภายนอกอาคาร-ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ นี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก. 2167-2547 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนที่ 69 ง วันที่ 26 สิงหาคม พุทธศักราช 2547 โดยการพิมพ์ซ้ำ IEC 60794-3-30(2002-12) Optical fibre cables- part 3-30 : outdoor cables - family specification for optical telecommunication cables for lake and river crossings ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแปล IEC ดังกล่าวเป็นภาษาไทย จึงยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคเบิลใยแก้วนำแสง เล่ม 3 - 30 : เคเบิลภายนอกอาคาร-ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้น โดยรับ IEC 60794-3-30(2002-12) Optical fibre cables - part 3-30 : outdoor cables - family specification for optical telecommunication cables for lake and river crossings มาใช้ในระดับเหมือนกันทุกประการ (identical) ทั้งเนื้อหาและโครงสร้าง โดยใช้ IEC ฉบับภาษาอังกฤษเป็นหลัก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคเบิลเส้นใยนำแสง ซึ่งมีทั้งหมด 6 เล่ม คือ

มอก. 2050-2548	เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 1-1 ข้อกำหนดคุณลักษณะทั่วไป
มอก. 2051-2543	เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 1-2 ข้อกำหนดคุณลักษณะทั่วไป-ขั้นตอนการตรวจสอบพื้นฐานของเคเบิล
มอก. 2052-2548	เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่มที่ 3 ข้อกำหนดคุณลักษณะเคเบิลภายนอกอาคาร
มอก. 2165-2548	เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่มที่ 3-10 ข้อกำหนดคุณลักษณะเคเบิลภายนอกอาคาร-ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมติดตั้งในท่อร้อยสายและฝังดินโดยตรง
มอก. 2166-2548	เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่มที่ 3-20 ข้อกำหนดคุณลักษณะเคเบิลภายนอกอาคาร-ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมแขวนในอากาศที่สามารถรับน้ำหนักตัวเองได้
มอก. 2167-2549	เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3-30 เคเบิลภายนอกอาคาร-ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

สารบัญ

คำนำ

1. ขอบข่าย	1
2. เอกสารอ้างอิง	1
3. สัญลักษณ์และอักษรย่อ	2
4. ข้อกำหนดคุณลักษณะสำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคม สำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ (รายละเอียดเบื้องต้นของข้อกำหนดคุณลักษณะ)	2
4.1 รายละเอียดของเคเบิล	3
4.2 เส้นใยนำแสง	4
4.2.1 เส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดียวแบบกระจายเชิงเวลา เป็นศูนย์ที่ความยาวคลื่น 1.3 ไมโครเมตร [single-mode dispersion unshifted optical fibre (B.1.1)]	5
4.2.2 เส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดียวแบบกระจายเชิงเวลา เป็นศูนย์ที่ความยาวคลื่น 1.55 ไมโครเมตร [single-mode dispersion shifted optical fibre (DSF) (B2)]	5
4.2.3 เส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดียวแบบกระจายเชิงเวลา ไม่เป็นศูนย์ที่ความยาวคลื่น 1.55 ไมโครเมตร [single-mode non-zero dispersion shifted optical fibre (NZ-DSF) (B4)]	6
4.3 ส่วนประกอบของเคเบิล	6
4.4 การสร้างของเคเบิล	7
4.5 การติดตั้งและเงื่อนไขการใช้งาน	8
4.5.1 การทดสอบ	
4.5.2 เงื่อนไขการติดตั้ง	
4.6 การทดสอบทางกลและการทดสอบภายใต้สภาวะแวดล้อม	8
4.6.1 การทดสอบ	8
4.6.2 รายละเอียดข้อกำหนดและเงื่อนไขในการทดสอบเคเบิลใยแก้วนำแสง	9



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3603 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เคเบิลใยแก้วนำแสง เล่ม 3-30 : เคเบิลนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่ม
สำหรับเคเบิลนำแสงโทรคมนาคมสำหรับการต่อข้ามทะเลสาบและแม่น้ำ

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3-30 : เคเบิลนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่ม
สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เคเบิลใยแก้วนำแสง เล่ม 3-30 :
เคเบิลนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่มสำหรับเคเบิลนำแสงโทรคมนาคมสำหรับการต่อข้ามทะเลสาบ
และแม่น้ำ มาตรฐานเลขที่ มอก. 2167-2547

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3269 (พ.ศ. 2547)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม เคเบิลใยแก้วนำแสง เล่ม 3-30 : เคเบิลนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่มสำหรับ
เคเบิลนำแสงโทรคมนาคมสำหรับการต่อข้ามทะเลสาบและแม่น้ำ ลงวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2547 และออกประกาศ
กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3-30 : เคเบิลนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะ
เป็นรายการกลุ่มสำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ มาตรฐานเลขที่ มอก. 2167-
2549 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2549

โสมิต ปันเปียมรัชฎ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เคเบิลเส้นใยนำแสง

เล่ม 3-30 : เคเบิลนอกอาคาร-ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดคุณลักษณะของเคเบิลเส้นใยนำแสง โดยครอบคลุมไปถึงเคเบิลเส้นใยนำแสงที่ใช้ในงานสื่อสารโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ ข้อกำหนดคุณลักษณะของเคเบิลเส้นใยนำแสงชนิดร้อยท่อฝังดิน แขนงในอากาศ และผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ ที่กล่าวถึงในมาตรฐานอุตสาหกรรมนี้ สอดคล้องกับ มอก. 2052 แต่ไม่ครอบคลุมถึงวิธีการและความสามารถในการซ่อมแซมเคเบิล รวมถึงไม่ครอบคลุมเคเบิลเส้นใยนำแสงที่ใช้ผ่านทะเลสาบและแม่น้ำที่มีระบบขยายสัญญาณรวมอยู่ด้วย

รายละเอียดที่กล่าวถึงในข้อ 4. ในมาตรฐานอุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึงข้อกำหนดเบื้องต้นของเคเบิลเส้นใยนำแสงที่ใช้ในงานสื่อสารโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ

รายละเอียดของข้อกำหนดคุณลักษณะ จัดทำขึ้นภายใต้หลักการพื้นฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่จัดรวมอยู่ในแนวทางของ IEC 60794

ค่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ อาจมีผลกระทบจากความไม่แน่นอนของการวัด ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในการวัดหรือการสอบเทียบเนื่องจากไม่มีมาตรฐานที่เหมาะสม กรณีในการยอมรับขึ้นอยู่กับการพิจารณาผลกระทบข้างต้น (ดู มอก. 2052 ข้อ 9.)

จำนวนของเส้นใยนำแสงทดสอบที่เป็นตัวแทนของการออกแบบต้องเป็นจำนวนที่ได้ตกลงกันไว้ระหว่างผู้ทำกับผู้ใช้

2. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ จัดทำขึ้นโดยอาศัยเอกสารอ้างอิงที่ได้แสดงไว้ในส่วนนี้เป็นแนวทาง ซึ่งเอกสารเหล่านี้มีทั้งที่ได้ระบุเวลาและมีได้ระบุเวลาที่จัดทำไว้ สำหรับเอกสารที่ระบุเวลาให้ใช้ฉบับที่แจ้งไว้ ส่วนเอกสารที่ไม่ได้ระบุเวลาให้ใช้ฉบับพิมพ์สุดท้าย

รายละเอียดเอกสารอ้างอิงสำหรับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แสดงไว้แล้วใน มอก. 2050 ข้อ 2. มอก. 2051 ข้อ 2. และ มอก. 2052 ข้อ 2.

IEC 60793-1-20:2001, Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry

3. สัญลักษณ์

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

λ_{cc}	หมายถึง ค่าความยาวคลื่นตัดเส้นใยนำแสงในเคเบิล (cabled fibre cut-off wavelength)
λ_{op}	หมายถึง ค่าความยาวคลื่นที่ใช้งาน
d	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของเคเบิล
DS	รายละเอียดของข้อกำหนดคุณลักษณะ (detail specification)
T_O	ค่าแรงดึงเคเบิลสูงสุด ที่ไม่ทำให้เคเบิลเกิดการลดทอนและ/หรือค่าความเครียดเพิ่มขึ้น คำนี้นหาได้จากการทดสอบความต้านแรงดึงของเคเบิลเส้นใยนำแสง
T_M	ค่าแรงดึงเคเบิลในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ที่ไม่ทำให้ลักษณะเฉพาะของเส้นใยนำแสงเสื่อมลง ในการทดสอบสมรรถนะในการดึง (tensile performance) ของเคเบิลเส้นใยนำแสง
T_{A1}	ขีดจำกัดอุณหภูมิต่ำของการทดสอบวัฏจักรอุณหภูมิค่าที่ 1 ตาม มอก. 2051 วิธี F1
T_{A2}	ขีดจำกัดอุณหภูมิต่ำของการทดสอบวัฏจักรอุณหภูมิค่าที่ 2 ตาม มอก. 2051 วิธี F1
T_{B1}	ขีดจำกัดอุณหภูมิสูงของการทดสอบวัฏจักรอุณหภูมิค่าที่ 1 ตาม มอก. 2051 วิธี F1
T_{B2}	ขีดจำกัดอุณหภูมิสูงของการทดสอบวัฏจักรอุณหภูมิค่าที่ 2 ตาม มอก. 2051 วิธี F1
t_1	ระยะเวลาของการทดสอบวัฏจักรอุณหภูมิ
$n \times d$	ค่าที่เป็นจำนวนเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของเคเบิล สำหรับใช้ในการโค้งงอและการพันเคเบิลรอบแกน ฯลฯ

4. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่มสำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคม

สำหรับผ่านทะเลสาบและแม่น้ำ (รายละเอียดเบื้องต้นของข้อกำหนดคุณลักษณะ)

4.1 รายละเอียดของเคเบิล

(1) จัดเตรียมโดย		(2) เอกสารเลขที่ : หัวข้อ : วันที่ :
(3) วันที่เริ่มใช้ :	(4) ข้อกำหนดทั่วไป : มอก. 2050 และมอก. 2051 ข้อกำหนดเฉพาะเจาะจง : มอก. 2052	
(5) เอกสารอ้างอิงเพิ่มเติม :		
(6) รายละเอียดของเคเบิล :		
(7) โครงสร้างของเคเบิล :		
เส้นใยนำแสง		
จำนวนของเส้นใยนำแสง		
สภาพมอดูล (modularity)		
การสร้าง - เส้นใยนำแสงเดี่ยวที่เคลือบสี - ท่อหลวมบรรจุวัสดุกันน้ำ - ท่อหลวมไม่บรรจุวัสดุกันน้ำ - แกนที่มีร่องบรรจุวัสดุกันน้ำ - แกนที่มีร่องไม่บรรจุวัสดุกันน้ำ - การเคลือบแน่นครั้งที่สอง - แฉบในแกนที่มีร่อง - แฉบในท่อหลวม - แกนกลางรับแรงดึงที่เป็นโลหะ - แกนกลางรับแรงดึงที่ไม่ใช่โลหะ - วัสดุกันน้ำแบบต่อเนื่องที่ใช้เติมในแกน - วัสดุกันน้ำแบบธรรมดาที่ใช้เติมในแกน - วัสดุกันน้ำแบบสารดูดความชื้นที่ใช้เติมในแกน		หมายเหตุเพิ่มเติม
การจัดวางส่วนประกอบ - การตีเกลียว (แบบทิศทางเดียวหรือแบบ SZ) - กลุ่มเดี่ยว - แบบผสม		
ตัวนำทองแดงที่หุ้มฉนวน		
เปลือกใน		
ส่วนรับแรงดึงที่อยู่โดยรอบ - โลหะ - อโลหะ		

4.1 รายละเอียดของเคเบิล (ต่อ)

แนวป้องกันความชื้น - แลอะลูมิเนียมที่เคลือบด้านเดียว - แลอะลูมิเนียมที่เคลือบสองด้าน - แลเหล็กที่เคลือบสองด้าน - ท่อทองแดง - ท่อเหล็กกล้า เปลือกนอก เกราะเสริม - เกราะชนิดโลหะ - เกราะชนิดอโลหะ ส่วนป้องกันด้านนอก - เชือกพอลิโพรพิลีน (polypropylene rove) - เปลือกหุ้มที่พอลิเอทิลีน การระบุเครื่องหมาย - ข้อกำหนดของลูกค้า - เครื่องหมายผู้ทำ	
(8) ข้อมูลที่เป็นประโยชน์	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกสูงสุด (d)	mm
แรงดึงเคเบิลสูงสุด	N
รัศมีความโค้งงอน้อยที่สุดเมื่อไม่มีแรงดัดกระทำ	mm หรือ $n \times d$
รัศมีความโค้งงอน้อยที่สุดเมื่อมีแรงดัดกระทำ	mm หรือ $n \times d$
พิสัยอุณหภูมิ	
- ขณะขนส่งและการจัดเก็บ	°C
- ขณะติดตั้ง	°C
- ขณะใช้งาน	
- บนฝั่ง	°C
- ในน้ำ	°C
ความยาวของเคเบิลที่ผลิตจากโรงงาน	
- ปกติ	m
- เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	- 0 % ถึง + 1 %

4.2 เส้นใยนำแสง

4.2.1 เส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดี่ยวแบบกระจายเชิงเวลาเป็นศูนย์ที่ความยาวคลื่น 1.3 ไมโครเมตร [single-mode dispersion unshifted optical fibre (B1.1)]

ลักษณะเฉพาะ (9)	มอก. 2052 (10) ข้อที่	ข้อกำหนดรายกลุ่ม (11)	วิธีทดสอบ (12)	ข้อสังเกต (13)
เส้นใยนำแสงที่ยังไม่ได้ประกอบเป็นเคเบิล	5.1	IEC 60793-2		
สัมประสิทธิ์การลดทอนสัญญาณ (เส้นใยนำแสงในเคเบิล) ที่ความยาวคลื่น 1 310 nm ที่ความยาวคลื่น 1 550 nm ที่ความยาวคลื่น 1 6xx nm	5.2.1	ตาม DS ≤ 0.40 dB/km ≤ 0.35 dB/km ≤ 0.40 dB/km	IEC 60793-1-40 วิธี A, B หรือ C	ข้อสังเกต $xx \leq 25$ nm
ความไม่ต่อเนื่องของค่าการลดทอนสัญญาณที่ 1 310 nm และ 1 550 nm	5.2.2.1	≤ 0.10 dB	IEC 60793-1-40 วิธี C	
ความยาวคลื่นตัดของเส้นใยนำแสงในเคเบิล	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda_{op}$	IEC 60793-1-44 วิธี B	
สีของเส้นใยนำแสง	5.4	IEC 60304 หรือ TIA/EIA-598-A	ตรวจพินิจ	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกภายหลังเคลือบสีแล้ว	8.2.1.1	IEC 60793-2	IEC 60793-1-20 วิธี D	

4.2.2 เส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดี่ยวแบบกระจายเชิงเวลาเป็นศูนย์ที่ความยาวคลื่น 1.55 ไมโครเมตร [single-mode dispersion shifted optical fibre (DSF) (B2)]

ลักษณะเฉพาะ (9)	มอก. 2052-2547 (10) ข้อที่	ข้อกำหนด (11)	วิธีทดสอบ (12)	ข้อสังเกต (13)
เส้นใยนำแสงที่ยังไม่ได้ประกอบเป็นเคเบิล	5.1	IEC 60793-2		
สัมประสิทธิ์การลดทอนสัญญาณ (เส้นใยนำแสงในเคเบิล) ที่ความยาวคลื่น 1 550 nm ที่ความยาวคลื่น 1 6xx nm	5.2.1	ตาม DS ค่ามาตรฐาน : ≤ 0.35 dB/km	IEC 60793-1-40 วิธี A, B หรือ C	$xx \leq 25$ nm
ความไม่ต่อเนื่องของค่าการลดทอนสัญญาณที่ 1 550 nm	5.2.2	≤ 0.10 dB	IEC 60793-1-40 วิธี C	
ความยาวคลื่นตัดของเส้นใยนำแสงในเคเบิล	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda_{op}$	IEC 60793-1-44 วิธี B	
สีของเส้นใยนำแสง	5.4	IEC 60304 หรือ TIA/EIA-598-A	ตรวจพินิจ	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกภายหลังเคลือบสีแล้ว	8.2.1.1	IEC 60793-2	IEC 60793-1-20 วิธี D	

4.2.3 เส้นใยนำแสงชนิดโหมดเดี่ยวแบบกระจายเชิงเวลาไม่เป็นศูนย์ที่มีความยาวคลื่น 1.55 ไมโครเมตร [non-zero dispersion shifted optical fibre (NZ-DSF) (B4)]

ลักษณะเฉพาะ (9)	มอก. 2052 (10) ข้อที่	ข้อกำหนด (11)	วิธีทดสอบ (12)	ข้อสังเกต (13)
เส้นใยนำแสงที่ยังไม่ได้ประกอบเป็นเคเบิล	5.1	IEC 60793-2		
สัมประสิทธิ์การลดทอนสัญญาณ (เส้นใยนำแสงในเคเบิล) ที่ความยาวคลื่น 1 550 nm ที่ความยาวคลื่น 1 6xx nm ความไม่ต่อเนื่องของค่าการลดทอนสัญญาณที่ 1 550 nm	5.2 5.2.2.1	ตาม DS ≤ 0.35 dB/km ≤ 0.40 dB/km ≤ 0.10 dB	IEC 60793-1-40 วิธี A, B หรือ C IEC 60793-1-40 วิธี C	 xx ≤ 25 nm
ความยาวคลื่นตัดของเส้นใยนำแสงในเคเบิล	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda_{op}$	IEC 60793-1-44 วิธี B	
สีของเส้นใยนำแสง	5.4	IEC 60304 หรือ TIA/EIA-598-A	ตรวจพินิจ	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกภายหลังเคลือบสีแล้ว	8.2.1.1	IEC 60793-2	IEC 60793-1-20 วิธี D	

4.3 ส่วนประกอบของเคเบิล

ลักษณะเฉพาะ (9)	มอก. 2052 (10) ข้อที่	ข้อกำหนด (11)	วิธีทดสอบ (12)	ข้อสังเกต (13)
ความเข้ากันได้ของส่วนประกอบ	6	ตาม DS		
แกนมีร่อง	6.3	ตาม DS	ตรวจพินิจ	
ท่อหลวม สารกันน้ำไหลและระเหย เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	6.4 8.2.1.1	ตาม DS ตาม DS ตาม DS	ตรวจพินิจ มอก. 2051 ด้วย E14 และ E15 IEC 60811-1-1	
เคลือบป้องกัน เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	6.1 8.2.1.1	ตาม DS ตาม DS	ตรวจพินิจ IEC 60793-1-21	
แถบ	6.5	ตาม DS	ตรวจพินิจ	
แท่งพลาสติกเสริมโครงสร้าง		ตาม DS		
ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน		ตาม DS		
ส่วนรับแรงดึงในแนวแกนกลาง		ตาม DS		

4.4 โครงสร้างเคเบิล

ลักษณะเฉพาะ (9)	มอก. 2052 (10) ข้อที่	ข้อกำหนด (11)	วิธีทดสอบ (12)	ข้อสังเกต (13)
การจัดวางส่วนประกอบ	7.2	ตาม DS	ตรวจพินิจ	
เคเบิลแกน วัสดุกันน้ำ	7.3	ตาม DS ตาม DS	มอก. 2051 วิธี E14 หรือ IEC 60811-5-1 ข้อ 4 IEC 60811-5-1 ข้อ 5 IEC 60811-5-1 ข้อ 8	
ส่วนรับแรงดึง - แกนกลาง - โดยรอบ	7.4	ตาม DS	ตรวจพินิจ	
ตัวกันความชื้นสำหรับแถบโลหะ - ความหนา - การวางซ้อน - การติดยึด	7.5	ตาม DS IEC 60708-1 ข้อ 13.1.2 หรือตาม DS IEC 60708-1 ข้อ 13.2.1 หรือตาม DS IEC 60708-1 ข้อ 19.2 ตาม DS		
ส่วนป้องกันด้านนอกเคเบิล - เปลือกนอก หรือ - เชือกพอลิโพรพิลีน ส่วนป้องกันเพิ่มเติม	7.6	ตาม DS ตาม DS ตาม DS		
การทำเครื่องหมายบนเปลือกนอก รูปร่าง ขนาด ความทนทานต่อการขัดสี	7.7	ตาม DS ตาม DS	ตรวจพินิจ มอก. 2051 วิธี E2A มอก. 2051 วิธี E2B	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของเข็มเหล็ก $d =$ 1.0 mm แรงกระทำ = 4 N
ความทนทานต่อการขัดสีของ เปลือกนอก	9.2.8	ตาม DS	มอก. 2051 วิธี E2A	

4.5 การติดตั้งและเงื่อนไขในการใช้งาน

ลักษณะเฉพาะ (9)	มอก. 2052 (10) ข้อที่	ข้อกำหนด (11)	วิธีทดสอบ (12)	ข้อสังเกต (13)
ข้อกำหนดทั่วไป	8.1	ข้อตกลงระหว่างผู้ใช้และผู้ทำ		
การทดสอบการโค้งงอ	8.2.1.2	ตาม DS	มอก. 2051 วิธี G1	
การคดงอของท่อ	8.2.2.1	ตาม DS	มอก. 2051 วิธี G7	
แถบ :				
- ขนาด	8.2.3.1	มอก. 2052 ตารางที่ 1	มอก. 2052 ข้อ 8.2.3.1	
- การแยกเส้นใยนำแสงแต่ละเส้นออกจากแถบ	8.2.3.2.1	มอก. 2052 ข้อ 7.2.3.2.1 หรือ ตาม DS	มอก. 2051 วิธี G5 หรือ ตาม DS	
- การปกคลุม	8.2.3.2.2	ตาม DS	ตาม DS	
- การบิดตามยาว	8.2.3.2.3	ตาม DS	มอก. 2051 วิธี G6	

4.6 การทดสอบทางกลและการทดสอบภายใต้สภาวะแวดล้อม

4.6.1 การทดสอบ

ลักษณะเฉพาะ (9)	มอก. 2052 (10) ข้อที่	ข้อกำหนด (11)	วิธีทดสอบ (12)	ข้อสังเกต (13)
แรงดึงที่กระทำกับเคเบิล	9.1	ดูข้อ 4.6.2.1 และตาม DS	มอก. 2051 วิธี E1A และ E1B	ดูข้อ 4.6.2.1
ความสามารถที่รองรับได้ในการติดตั้ง (คัดเลือกจากสิ่งต่อไปนี้)	9.2			
- การโค้งงอซ้ำ	9.2.2	ดูข้อ 5.6.2.2	มอก. 2051 วิธี E6	
- การกระแทก	9.2.3	ดูข้อ 5.6.2.3	มอก. 2051 วิธี E4	
- การบิด	9.2.5	ดูข้อ 5.6.2.4	มอก. 2051 วิธี E7	
- วัฏจักรอุณหภูมิ	9.5	ดูข้อ 5.6.2.7	มอก. 2051 วิธี E1	
- แรงดันน้ำสถิต	9.2.6	ดูข้อ 5.6.2.8	มอก. 2051 วิธี E10	
- สมรรถนะการม้วน	9.2.7	ดูข้อ 5.6.2.9	มอก. 2051 วิธี E20	
การโค้งงอของเคเบิลภายใต้แรงดึง	9.2.1.1	ดูข้อ 5.6.2.10	มอก. 2051 วิธี E18	
การโค้งงอของเคเบิล	9.3	ดูข้อ 5.6.2.5	มอก. 2051 วิธี E11	ดูข้อ 5.6.2.5
การบิดอัด	9.4	ดูข้อ 5.6.2.6	มอก. 2051 วิธี E3	ดูข้อ 5.6.2.6
การเร่งอายุ	9.6			
- เสถียรภาพการยึดติดของการเคลือบ	9.6.1	ตาม DS	มอก. 2051 วิธี E5	
- เคเบิลสำเร็จรูป	9.6.2		มอก. 2051 วิธี F9	
การซึมผ่านของน้ำ	9.7		มอก. 2051 วิธี F5B	

- 4.6.2 รายละเอียดข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่มและเงื่อนไขการทดสอบเคเบิลเส้นใยนำแสง
หากมีข้อความปรากฏให้เห็นว่า “ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการลดทอนสัญญาณ” (no change in attenuation)
ให้หมายความว่า ไม่ต้องคำนึงถึงค่าการลดทอนสัญญาณที่วัดได้ หากมีความแตกต่างไปจากเดิมไม่ว่าจะเป็น
บวกหรือลบ อยู่ภายในค่าความไม่แน่นอนของการวัด

4.6.2.1 สมรรถนะในการดึง

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่ม
ภายใต้สภาวะแรงดึงที่ 1 ค่าความเครียด (strain) ของเส้นใยนำแสงต้องมีค่าไม่เกินหนึ่งในสาม
ของค่าความเครียดปลอดภัยที่กำหนดในการทดสอบการยึด ซึ่งต้องผันกลับได้ภายในค่าความ
ไม่แน่นอนในการวัด
ภายใต้สภาวะแรงดึงที่ 2 เส้นใยนำแสงต้องมีค่าการลดทอนสัญญาณคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
และเส้นใยนำแสงต้องไม่มีความเครียดเกิดขึ้น
การพิจารณาใช้ค่า T_O และ T_M ให้ดู มอก. 2051 วิธี E1
เกณฑ์อื่นเพิ่มเติมให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ
ในการตรวจพินิจ โดยไม่ใช่แว่นขยาย เปลือกนอกหรือส่วนภายในของเคเบิลต้องไม่ชำรุด
เสียหาย
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|---|--|
| ความยาวของเคเบิลภายใต้แรงดึง: | ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 30 เมตร อย่างไรก็ตาม
อาจใช้ค่าความยาวที่สั้นกว่านี้ได้ ทั้งนี้ต้องเป็นไป
ตามข้อตกลงระหว่างผู้ใช้กับผู้ทำ โดยคำนึงถึง
ความแม่นยำของการวัด |
| ความยาวของเส้นใยนำแสง: | ความยาวของเคเบิลสำเร็จรูป |
| แรงดึงเคเบิล : | |
| - แรงดึงที่ 1: | $> 2.5 \text{ เท่าของความลึกน้ำที่ออกแบบ (m)} \times \text{น้ำหนักเคเบิลที่อยู่ในน้ำ [N/m]}$ |
| - แรงดึงที่ 2 | $\text{ความลึกน้ำที่ออกแบบ (m)} \times \text{น้ำหนักเคเบิลที่อยู่ในน้ำ [N/m]}$ |
| หมายเหตุ: แรงดึงที่ 1 แทนค่าแรงดึงขณะติดตั้ง ส่วนแรงดึงที่ 2 แทนค่าแรงดึงขณะใช้งานเคเบิล
หลังติดตั้ง | |
| เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกรอกทดสอบ: | ไม่เกิน 1 เมตร หรือน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง
กลางความโค้งต่ำสุดของเคเบิล |

4.6.2.2 การโค้งงอซ้ำ

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่ม
ในการตรวจพินิจโดยไม่ใช้แว่นขยาย เปลือกนอกหรือส่วนภายในของเคเบิลต้องไม่ชำรุดเสียหาย
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|----------------------------|--|
| รัศมีความโค้ง: | 20 <i>d</i> ถึง 30 <i>d</i> สำหรับการใช้งานทั่วไป |
| แรงกระทำ: | มีค่าพอที่ทำให้เคเบิลอยู่ในตำแหน่งขณะทำการทดสอบได้ |
| จำนวนรอบ: | > 30 รอบ |
| ระยะเวลาในการโค้งงอต่อรอบ: | > 10 วินาที |

4.6.2.3 การกระแทก

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่ม
ภายหลังการทดสอบ เส้นใยนำแสงต้องมีการลดทอนสัญญาณคงเดิมหรือส่วนประกอบภายในเกิดชำรุดเสียหาย ผิวเปลือกนอกที่มีรอยกระแทกไม่ถือเป็นการชำรุด
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|---------------------------|--|
| รัศมีของหน้ากระแทก: | 10 มิลลิเมตร หรือ 300 มิลลิเมตร |
| เส้นผ่านศูนย์กลางฐานโลหะ: | > 50 มิลลิเมตร |
| พลังงานกระแทก: | 50 จูล |
| จำนวนครั้งในการกระแทก: | สามครั้งแต่ละจุด ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน 3 จุด และมีระยะห่างระหว่างกันไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร |

4.6.2.4 การบิด

4.6.2.5 การโค้งงอเคเบิล

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายการกลุ่ม
ขณะทดสอบที่ความยาวคลื่น 1550 นาโนเมตร หรือที่ความยาวคลื่นอื่นตามที่ผู้ใช้กำหนดต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าการลดทอนสัญญาณ
ในกรณีที่ทดสอบในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าข้อตกลงของผู้ใช้ ให้ใช้ข้อกำหนดและเงื่อนไขการทดสอบแบบเดียวกัน
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|------------------------------|--|
| เส้นผ่านศูนย์กลางของแมนเดรล: | ใช้ค่าต่ำสุดของเส้นผ่านศูนย์กลางของการโค้งงอได้ของเคเบิล |
| จำนวนรอบ: | 4 |
| วัฏจักรของการทดสอบ: | 3 รอบ ถึง 6 รอบ ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้ |

4.6.2.6 การบีบอัด

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม
 ภายใต้การบีบอัดในย่านความยาวคลื่น 1 550 นาโนเมตร หรือที่ความยาวคลื่นที่ใช้งานตามที่ผู้กำหนดต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของการลดทอนสัญญาณ
 การตรวจสอบด้วยตาต้องไม่ทำให้เปลือกนอกเคเบิลหรือส่วนประกอบภายในเกิดชำรุดเสียหาย ผิวเปลือกนอกที่มีรอยกุดเกิดจากวัสดุทดสอบไม่ถือเป็นการชำรุด
 ข้อเสนอแนะ - ควรมีการพิจารณาเงื่อนไขในการทดสอบอื่นเพิ่มเติมด้วย เช่น จำนวนของตำแหน่งที่ใช้รับการบีบอัดของเคเบิลทดสอบ
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|-------------------------|------------------|
| แรงกด (แผ่นกับแผ่น): | > 10 กิโลนิวตัน |
| และ/หรือ | |
| แรงกด (แมนเดรลกับแผ่น): | > 2.5 กิโลนิวตัน |
| ระยะเวลาในการกด: | 15 นาที |

4.6.2.7 วัฏจักรอุณหภูมิ

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม
 ในช่วงอุณหภูมิ T_{A1} ถึง T_{B1} เมื่อวัดในย่านความยาวคลื่น 1 550 นาโนเมตร หรือที่ความยาวคลื่นที่ใช้งานตามที่ผู้กำหนด ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของการลดทอนสัญญาณ
 ในช่วงอุณหภูมิ T_{A1} ถึง T_{A2} และ T_{B1} ถึง T_{B2} การเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การลดทอนสัญญาณ จะมีค่าน้อยกว่า 0.15 เดซิเบลต่อกิโลเมตร ภายหลังการทดสอบเสร็จสิ้น ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของการลดทอนสัญญาณ การทดสอบต้องกระทำในย่านความยาวคลื่น 1 550 นาโนเมตร หรือความยาวคลื่นที่ใช้งานตามที่ผู้กำหนด
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|------------------------|---|
| ความยาวของเคเบิลทดสอบ: | ไม่น้อยกว่า 1 000 เมตร สำหรับเคเบิลสำเร็จรูป |
| อุณหภูมิสูง T_{B2} : | +60 องศาเซลเซียส ถึง +70 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้ |
| อุณหภูมิสูง T_{B1} : | +30 องศาเซลเซียส ถึง +60 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้ |
| อุณหภูมิต่ำ T_{A1} : | -10 องศาเซลเซียส |
| อุณหภูมิต่ำ T_{A2} : | -10 องศาเซลเซียส ถึง -45 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้ |
| อัตราการให้ความร้อน: | เปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ โดยไม่ทำให้เกิดช็อกอุณหภูมิ |
| t_1 : | ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ทุกช่วงอุณหภูมิ |
| วัฏจักรของการทดสอบ: | 2 รอบ แต่สามารถกำหนดเป็นอย่างอื่นได้ ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้โดยเฉพาะ |

4.6.2.8 แรงดันน้ำสถิต

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม
 ภายหลังการทดสอบ เส้นใยนำแสงต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าการลดทอนสัญญาณ
 การตรวจพินิจ โดยไม่ใช่แว่นขยาย เปลือกนอกหรือส่วนภายในของเคเบิลต้องไม่ชำรุดเสียหาย
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|---------------------|--|
| ความยาวของสายทดสอบ: | เป็นไปตามข้อกำหนดระหว่างผู้ทำและผู้ใช้ |
| แรงดัน: | $110 \text{ กิโลพาสคาล} \times (\text{ค่าความลึกสูงสุดของน้ำ มีหน่วยเป็นเมตร}) / 10$ |
| ระยะเวลาในการทดสอบ: | > 24 ชั่วโมง |

4.6.2.9 สมรรถนะการม้วน

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม
 ภายหลังการทดสอบ เส้นใยนำแสงต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าการลดทอนสัญญาณ
 เคเบิลทดสอบต้องอยู่ในรูปวงกลมสม่ำเสมอ และสัมผัสกับพื้นราบตลอดเส้นวงกลม
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|--------------------|--|
| เส้นผ่านศูนย์กลาง: | ค่าต่ำสุดของเส้นผ่านศูนย์กลางความโค้งงอได้ ที่กำหนดของเคเบิล |
| จำนวนรอบ : | 10 รอบ |
| อุณหภูมิ: | 10 องศาเซลเซียส ถึง 15 องศาเซลเซียส เว้น แต่เป็นไปตามข้อกำหนดระหว่างผู้ใช้และผู้ทำ |

4.6.2.10 การโค้งงอภายใต้แรงดึง

- ก. ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม
 ภายหลังการทดสอบภายใต้แรงกระทำ เส้นใยนำแสงต้องไม่มีค่าการลดทอนสัญญาณเพิ่มขึ้น
 อย่างถาวร
 การตรวจพินิจ โดยไม่ใช่แว่นขยาย เปลือกนอกหรือส่วนภายในของเคเบิลต้องไม่ชำรุดเสียหาย
หมายเหตุ การพิจารณาอาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความยาวเคเบิลในส่วนที่สัมผัสกับพื้นผิวของ
 ลูกกรอก
- ข. เงื่อนไขการทดสอบ
- | | |
|---------------------|--|
| รัศมีลูกกรอก: | เท่ากับ หรือ มากกว่า ค่าต่ำสุดของรัศมีความ โค้งงอของเคเบิล |
| แรงกระทำ: | แรงดึงที่ 1 ตามข้อ 4.6.2.1 |
| จำนวนรอบ: | 10 รอบ |
| ความเร็วในการทดสอบ: | 0.5 เมตรต่อวินาที |