เด๋วนี้ใครๆ ก็ Go Fiber กันแล้ว
ความลับของ สายไฟเบอร์ คืออะไร ?
ทำไมรับส่งข้อมูลได้รวดเร็วกว่าแบบอื่น
ต้องระวังรักษาอย่างไร...
เมื่อมาอยู่ภายในบ้านเรา
ทุกอย่างที่คุณควรรู้ เกี่ยวกับ Fiber Optic รวมอยู่ในบทความนี้แล้ว Download ด่วน!!

มารู้จักกับสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)

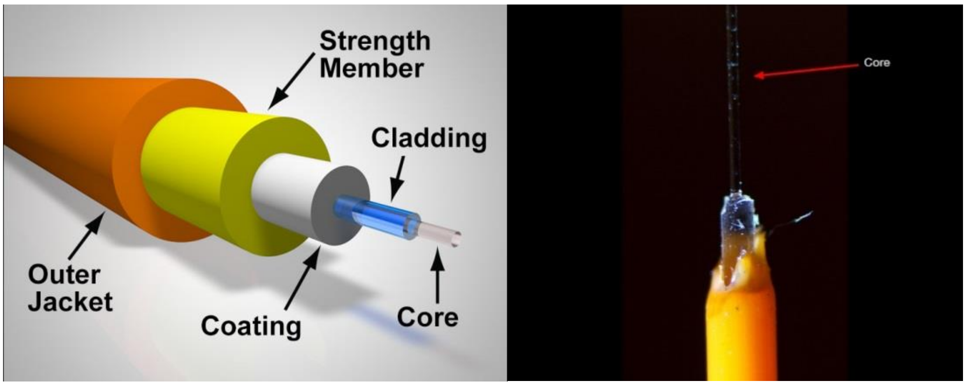
** หมายเหตุ บทความรวบรวมและเรียบเรียงจาก Wikipedia และเวบไซต์ต่างๆ*

ใยแก้วนำแสงหรือออปติกไฟเบอร์ เป็นแก้วหรือพลาสติกคุณภาพสูง ยืดหยุ่นโค้งงอได้ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 8-10 ไมครอน ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม ทำให้สามารถส่ง-รับข้อมูลได้เร็วมาก โดยสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอกไม่สามารถรบกวนข้อมูลได้

ปัจจุบันความต้องการในการรับ-ส่งข้อมูล คอมพิวเตอร์ต้องการตัวกลางที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ปริมาณที่มากขึ้น Fiber Optic จึงเป็นทางออกที่ดี และประกอบกับราคาค่าอุปกรณ์ และค่าบริการงาน Fiber Optic มีราคาที่ถูกลงมาก จึงเป็นที่นิยมทั้งในระบบเน็ตเวิร์กความเร็วสูง, Data Center, ระบบกล้อง CCTV, ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตก็มีการให้บริการอย่างแพร่หลาย

โครงสร้างของใยแก้วนำแสง

ส่วนประกอบของใยแก้วนำแสงประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ส่วนที่เป็นแกน (Core) ซึ่งจะอยู่ตรงกลางหรือชั้นในแล้ว หุ้มด้วยส่วนห่อหุ้ม (Cladding) แล้วถูกหุ้มด้วยส่วนป้องกัน (Coating) อีกชั้นหนึ่ง โดยที่แต่ละส่วนนั้นทำด้วยวัสดุที่มีค่าดัชนีหักเหของแสงต่างกัน ทั้งนี้ก็เพราะต้องคำนึงถึงหลักการหักเหและสะท้อนกลับหมดของแสง ส่วนที่เหลือก็จะเป็นส่วนที่ช่วยในการติดตั้งสายสัญญาณได้ง่ายขึ้น เช่น Strengthening Fiberก็เป็นส่วนที่ป้องกันไม่ให้สายไฟเบอร์ขาดเมื่อมีการดึงสายในตอนที่ติดตั้งสายสัญญาณ



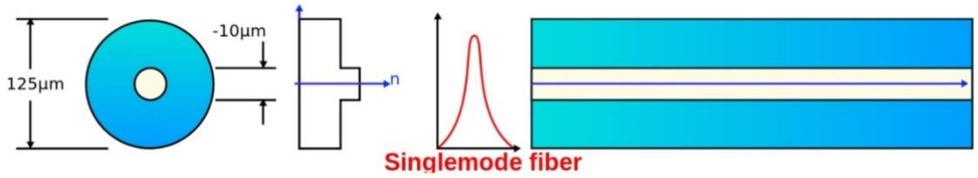
1. **แกน (Core)** เป็นส่วนตรงกลางของเส้นใยแก้วนำแสง และเป็นส่วนนำแสง โดยดัชนีหักเหของแสงส่วนนี้ต้องมาก กว่าส่วนของแคลดลำแสง ที่ผ่านไปในแกนจะถูกขังหรือเคลื่อนที่ไปตามแกนของเส้นใยแก้วนำแสงด้วยกระบวน การสะท้อน กลับหมดภายใน

2. **ส่วนห่อหุ้ม (Cladding)** เป็นส่วนที่ห่อหุ้มส่วนของแกนเอาไว้ โดยส่วนนี้จะมีดัชนีหักเหน้อยกว่าส่วนของแกน เพื่อ ให้แสงที่เดินทางภายในแกนสะท้อนอยู่ภายในแกนตามกฎของการสะท้อนด้วยการสะท้อน กลับหมด โดยใช้หลักของมุมวิกฤติ

3. **ส่วนป้องกัน (Coating/Buffer)** เป็นชั้นที่ต่อจากแคลดเป็นที่กันแสงจากภายนอกเข้าเส้นใยแก้วนำแสงและยังใช้เมื่อมีการเชื่อมต่อเส้นใยแก้วนำแสง โครงสร้างอาจจะประกอบไปด้วยชั้นของพลาสติกหลายๆ ชั้น นอกจากนั้นส่วนป้อง กันยังทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันจากแรงกระทำภายนอกอีกแล้ว

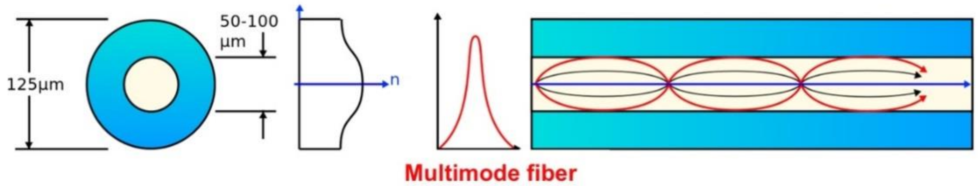
ชนิดของสายใยแก้วนำแสง

ออพติคเคเบิล 1 เส้น ประกอบด้วย ใยแก้วนำแสงตั้งแต่ 2 core ขึ้นไป มี 2 ชนิด คือ แบบ multi-mode (MM) และแบบ single-mode (SM) ความแตกต่างของทั้งสองชนิดนี้ คือขนาดของตัวใยแก้วใจกลางหรือที่เรียกว่า core



1. **Single Mode (SM)** ออพติคเคเบิลเป็นสีเหลือง ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 9/125 หมายถึง ขนาด core เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน เมื่อ core มีขนาดเล็กมาก ทำให้แสงเดินทางเป็นระเบียบขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียน้อยลง ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 2,500 ล้านบิทต่อวินาทีต่อหนึ่งความยาวคลื่นแสงที่ 1300 นาโนเมตร ด้วยระยะทางไม่เกิน 20 กม. ระยะทางในการใช้งานจริง ได้ถึง 100 กม. แต่ความเร็วจะลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบิทต่อวินาที ข้อดีของ SM อีกอันหนึ่งก็คือ มันทำงานที่ความยาวคลื่นที่ 1300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดทอนแสงน้อยที่สุด

   ** สาย Single Mode แบ่งตามค่าการลดทอนสัญญาณในสาย ประกอบด้วย สาย OS1 สำหรับใช้ภายใน มีค่าลดทอน 1 dB/km และสาย OS2 สำหรับใช้งานภายนอก มีค่าลดทอน 0.4 dB/km*

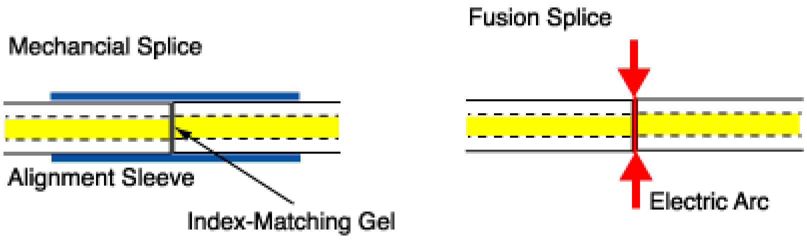


2. **Multi Mode (MM)** ออพติคเคเบิลมีสีส้ม จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Core และ Cladding 62/125 um และ 50/125 um ตามลำดับ เนื่องจากมีขนาด core ใหญ่ ทำให้แสงที่เดินทางกระจัดกระจาย ทำให้แสงเกิดการหักล้างกัน จึงมีการสูญเสียของแสงมาก จึงส่งข้อมูลได้ไม่ไกลเกิน 200 เมตร ความเร็วก็ไม่เกิน 100 ล้านบิทต่อวินาที ที่ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารเท่านั้น แต่มีข้อดีก็คือ ราคาถูก เพราะ core มีขนาดใหญ่ สามารถผลิตได้ง่ายกว่า

   ***** *สาย Multi Mode แบ่งตามขนาดของ Optical Mode ประกอบด้วย สาย OM1 ขนาด 62.5/125 µm แบนด์วิด์ 200/500 MHz, สาย OM2 ขนาด 50/125 µm แบนด์วิดธ์ 500/500 MHz และสาย OM3, OM4 (สีฟ้า) ขนาด 50 µm สำหรับความเร็วระดับ 10 GB/s และสูงกว่า*

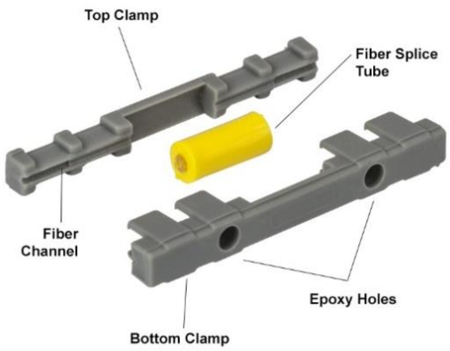
การเชื่อมต่อ Fiber Optic

การเชื่อมต่อในที่นี้หมายถึงการเชื่อมต่อสาย Fiber Optic 2 เส้นเข้าด้วยกัน ใช้ในกรณีที่ความยาวสายกะไว้ไม่พอ ต้องเอามาต่อกัน หรืออีกสาเหตุมาจากการที่สายชำรุด จนต้องนำมาตัดต่อและเชื่อมกัน

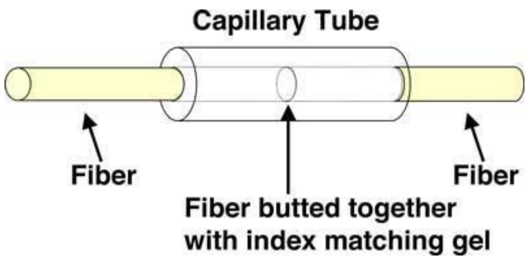


ในปัจจุบันการเชื่อมเส้นใยแก้วนำแสงมีมากมายหลายแบบ เพื่อต่อระยะสาย Fiber Optic ให้ไกลตามความจำเป็น ซึ่งแบ่งเป็นแบบที่ใช้หัวต่อซึ่งสะดวกต่อผู้ใช้ (Mechanical Splice) และแบบหลอมละลาย (Fusion Splice) ที่ให้ความแม่นยำและให้ค่าลดทอนสัญญาณที่ดีที่สุด โดยทั่วไปแล้วการเชื่อมต่อต้องการมีคุณสมบัติแข็งแรง ทนทาน เมื่อใช้งานทำให้เกิดการสูญเสียของแสงต่ำ และมีราคาถูก

1. การเชื่อมต่อด้วยวิธีการเชื่อมต่อ เชิง Mechanics

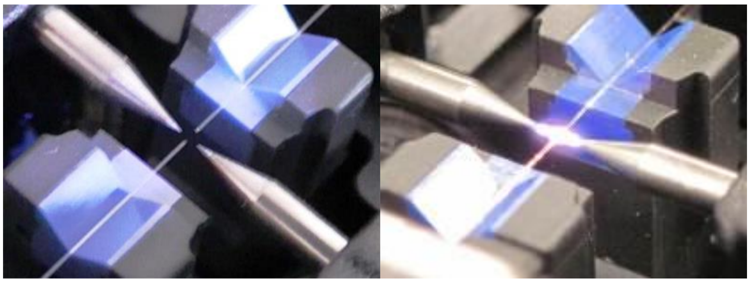


การเชื่อมต่อเชิงกล คือการวางเส้น Fiber Optic ให้อยู่ในแนวแกนเดียวกัน โดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมและพยายามทำให้ปลายทั้งสองของ Fiber Optic อยู่ชิดกันมากที่สุด การเชื่อมต่อนี้จะช่วยลดการสูญเสียแสงเนื่องจาก การติดตั้งจากการเบี่ยงเบนในแนวต่างๆ ลง เช่น การที่จะส่งสัญญาณแสงจาก Fiber Optic ไปยังอีกเส้นหนึ่งให้มีการสูญเสียน้อยที่สุด

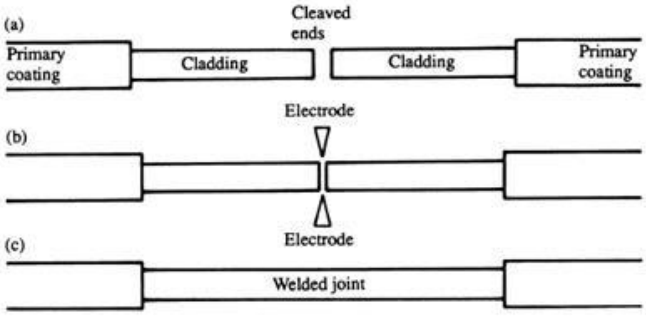


ตรงรอยต่อระหว่าง Fiber Optic ทั้งสอง อาจต้องมี Gel เชื่อมต่อด้วย (Index Matching Gel) ซึ่งเป็นของเหลวใสที่มีค่าดัชนีหักเหใกล้เคียงกับค่าดัชนีหักเหของ Fiber Optic การเชื่อมต่อด้วยวิธีนี้ อาจทำให้เกิดการสูญเสียของสัญญาณอยู่ในช่วง 0.1-0.5 dB

2. **การเชื่อมต่อโดยวิธีการหลอมรวม (Fusion Splicing)**



การเชื่อมต่อแบบหลอมรวม เป็นการเชื่อมต่อ Fiber Optic สองเส้นเข้าด้วยกัน โดยการให้ความร้อนที่ปลายของเส้น Fiber Optic จากนั้นปลายเส้น Fiber Optic จะถูกดันออกมาเชื่อมต่อกัน การเชื่อมต่อกันในลักษณะนี้ เป็นการเชื่อมต่อโดยถาวร จนทำให้ดูเหมือนรวมเป็นเส้นเดียวกัน

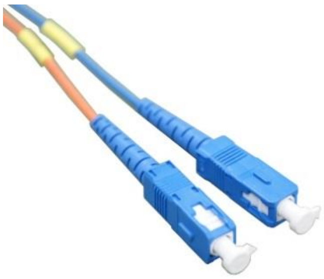


การสูญเสียจากการเชื่อมต่อในลักษณะนี้ จะทำให้มีความสูญเสีย ประมาณ 0.01 - 0.2 dB ในขั้นตอนการเชื่อมต่อนี้ ความร้อนที่ทำให้ปลายเส้น Fiber Optic อ่อนตัวลงด้วยประกายไฟที่เกิดจากการ Arc ระหว่างขั้ว Electrode ขณะทำการ หลอมรวม ซึ่งจะยังผลให้การเชื่อมต่อของ Fiber Optic เป็นเนื้อเดียวกัน

หัวเชื่อมต่ออุปกรณ์ของสาย Fiber Optic หรือ Connector

ปัจจุบันผลิตมามากมายหลายแบบ ซึ่งการเข้าหัวและนำไปใช้ก็แตกต่างกันไป โดยแบ่งออกเป็นลักษณะของหัวดังนี้

1. **หัวต่อแบบ ST (ST Connector Fiber Optic)** เป็น Connector ที่ถูกนำมาใช้งานสำหรับสาย Fiber Optic ชนิด Single Mode และ Multimode มากที่สุด โดยที่ Connector ประเภทนี้ มีอัตราการสูญเสียกำลังแสงเพียงแค่ไม่เกิน 0.5 dB เท่านั้น วิธีการเชื่อมต่อก็เพียงสอดเข้าไปที่รู Connector แล้วบิดตัวเพื่อให้เกิดการล็อคตัวขึ้น เพิ่มความทนทาน ทำให้ไม่เกิดปัญหาเนื่องจากการสั่นสะเทือน ถูกนำมาใช้กับระบบ LAN, CCTV



2. **หัวต่อแบบ SC (SC Connector Fiber Optic)** ออกแบบโดย AT&T สำหรับการเชื่อมต่อ Fiber Optic ภายในอาคารสำนักงาน ซึ่งเครือข่าย LAN ชนิดนี้ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการถอดเปลี่ยน Connector อย่างรวดเร็ว โดยไม่สนใจความแน่นหนาของ Connector

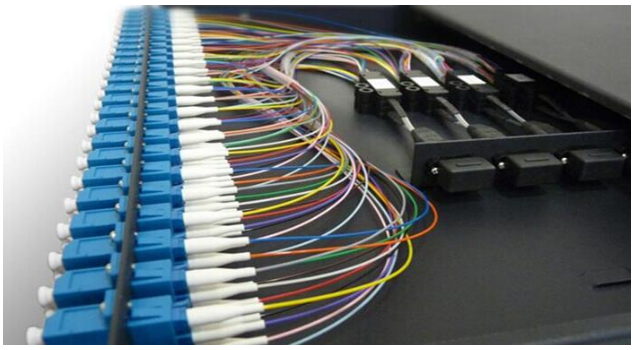
3. **หัวต่อแบบ FC (FC Connector Fiber Optic)** FC Connector ได้รับการออกแบบโดย NTT ของญี่ปุ่น ที่ได้รับความนิยมมากในญี่ปุ่น รวมทั้งสหรัฐและยุโรป ส่วนมาก Connector แบบนี้ จะถูกนำไปใช้งานทางด้านเครือข่ายโทรศัพท์ เนื่องจาก Connector แบบนี้ อาศัยการขันเกลียวเพื่อยึดติดกับหัวปรับ ข้อดีของ Connector ประเภทนี้ ได้แก่ การเชื่อมต่อที่แน่นหนา แต่ข้อเสียคือการเชื่อมต่ออาจต้องเสียเวลามาก

4. **หัวต่อแบบ LC (LC Connector Fiber Optic)** เป็นหัวเชื่อมต่อที่ใช้งานง่าย สะดวก ราคาถูก มีทั้งแบบโหมดเดี่ยว และหลายโหมด มักใช้สำหรับการรับ ส่ง ข้อมูลที่มีความเร็วสูงมากเช่น GBIC, Gigabit Speed Fast Ethernet Converter หรือเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางแสง (Optical Module) ภายในองค์กร มีขนาดหน้าตัด 9/125

   ** ปัจจุบันมาตรฐานการติดตั้งมักกำหนดให้ใช้หัว LC ซึ่งอุปกรณ์ส่วนใหญ่ใช้กัน เนื่องจากมีขนาดเล็กและติดตั้งจำนวนหัวต่อได้มากกว่า*

<u>การสูญเสียของสัญญาณแสงในสาย Fiber Optic</u>

การสูญเสียของสัญญาณแสงในสาย Fiber Optic เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลข่าวสาร ทำให้การเชื่อมต่อสื่อสารด้วยระยะทางไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง (ปกติสาย Fiber Optic สามารถเชื่อมต่อได้ด้วยระยะทางที่ยาวเกินกว่า 1-2 กิโลเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า ท่านใช้สาย Fiber Optic แบบใด? แบบ Multimode หรือ Single Mode ? รวมทั้งยังขึ้นอยู่กับโปรโตคอลของเครือข่าย อย่างไร ก็ดี ปัจจัยหลักคือการสูญเสียของสัญญาณแสงในสาย มีหลายประการดังนี้



1. **Intrinsic**
   - Loss Inherent to Fiber
   - การสูญเสียที่เกิดจากการผลิต Fiber
   - Freshnel Reflection

2. **Bending Loss**
   เกิดจากปัญหาการโค้งงอของสาย เกินค่ารัศมี ความโค้งงอของสายตามปกติ (Minimum Bend Radius) อย่างไรก็ดี Bending Loss ยังสามารถเกิดขึ้นได้จากการองค์ประกอบย่อยๆ ดังนี้
   - ความโค้งที่มีความแหลมบริเวณแกนของสาย
   - ความไม่สมบูรณ์ของ Buffer และ Jacket โดยมีความคลาดเคลื่อนของการวางตำแหน่งระหว่างกัน ที่ห่างประมาณ 2-3 มิลลิเมตร
   - การติดตั้งสายไม่ถูกวิธีหรือไม่เรียบร้อย

   ** ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ เรียกว่า Microbending สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อความยาวของสายเพิ่มมากขึ้น*

3. **การสูญเสียเนื่องจากการเข้าหัว Connector และทำ Splice ไม่ดี Splice Loss**
   สามารถเกิดขึ้น ณ ที่ใดก็ได้ที่มีการตัดต่อและเชื่อมสายเข้าด้วยกัน โดย ประกอบด้วย การ Loss 2 แบบ ได้แก่ Mechanical Loss และ Fusion Splicing Loss
   - Mechanical Loss จะมีอัตราสูงที่สุด เมื่อเทียบกับ Fusion Splicing โดยมีอัตราการ Loss ตั้งแต่ 0.2 ไปจนถึง 1.0 dB ขึ้นไป
   - Fusion Splice มีอัตราการ Loss ต่ำสุด โดยมีอัตราการ Loss ต่ำกว่า 0.1 dB และอัตราการ Loss ที่ต่ำกว่า 0.05 เป็นเรื่องที่เป็นไปได้ หากใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ Splice ที่มีคุณภาพดี
   - การ Loss ที่เกิดขึ้นสูง สามารถเกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบหลายประการดังนี้
   - Poor Cleave
   - Misalignments of Fiber Cores
   - Air Gap
   - Contamination
   - Index of Reflection Mismatch
   - Core Diameter Mismatch

4. **การ Loss ที่เกิดขึ้นจาก Connector**
   การสูญเสียที่เกิดขึ้นจาก Fiber Optic Connector สามารถมีระดับ 0.25 ไปจนถึง 1.5 dB และขึ้นอยู่กับชนิดของ Connector ที่ใช้งานอีกด้วย นอกจากนี้ยังมี Factor อื่นๆ ที่ทำให้เกิดการ Loss ของ Connector ดังนี้
   - ปัญหาสกปรก หรือ Contamination บน Connector (ปัญหาที่เกิดบ่อยที่สุด)
   - การติดตั้ง Connector ที่ไม่ถูกต้องไม่เรียบร้อย
   - การชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของ Connector
   - Poor Scribe (Cleave)
   - Mismatched Fiber Cores
   - Misaligned Fiber Cores
   - Index of Reflection Mismatch

5. **Loss Inherent to Fiber**
   การสูญเสียใน Fiber ที่ไม่สามารถจะขจัดไปได้ ในระหว่างกระบวนการผลิต มีสาเหตุเกิดจาก Impurities ในกระจก รวมทั้งการดูดซึมของแสงในระดับของโมเลกุล การสูญเสียของแสงขึ้นอยู่กับความหนาแน่นเชิงแสง ส่วนประกอบของ Fiber Optic รวมทั้งโครงสร้างทางโมเลกุลของ Fiber ซึ่งเรียกว่า Rayleigh Scattering เมื่อแสงมากระทบกับส่วนประกอบดังกล่าว ก็จะเกิดการ กระจายตัวของแสงไปยังทิศทางต่างๆขึ้น

6. **การสูญเสียที่เกิดจากการแตกหักของพื้นผิว**
   เนื่องจากว่า สาย Fiber Optic มีส่วนที่ทำมาจาก Silica และกระจก ดังนั้น การโค้งงอสายมากเกินไป มีส่วนทำให้เกิดการแตกหัก รวมทั้งการติดตั้งที่ขาดระมัดระวัง

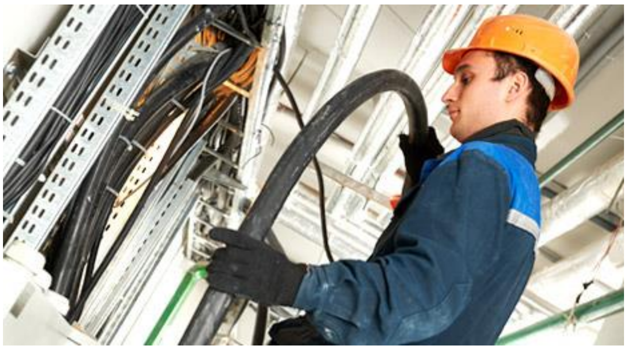
<u>การดูแลรักษาสาย Fiber Optic</u>

Minimum Bend Radius สาย Fiber Optic ถูกกำหนดให้มี Minimum Bend Radius จากผู้ผลิต เพื่อเป็นเงื่อนไขของ Load ที่มีต่อสาย เช่นช่วงที่มีการดึงสาย และในช่วงที่สาย อยู่ในสภาวะที่ไม่ได้ Load เช่น ช่วงที่มีการติดตั้งสายเรียบร้อยแล้ว โดยสาย Fiber จะต้องไม่เกิดภาวะ Minimum Bend Radius ในท่อเกินไปกว่าที่กำหนดขึ้นโดยผู้ผลิต (สายที่อยู่ในท่อจะต้องไม่มีการงอไปงอมาเป็นงูเลื้อยมากเกินกว่าค่า Minimum Bend Radius)

สาย Fiber และ Patch Cord ปกติจะมีค่า Minimum Bending ระหว่าง 2-3 ซ.ม และค่าของ Minimum Bending นี้ยังขึ้นอยู่กับ Operating Wavelength ของสายที่ใช้ และค่า Minimum Bending จะมากขึ้นมากขึ้น ตามขนาดความยาวคลื่นที่ใช้

การโค้งงอของสายที่มากเกินไป จะส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่สาย Fiber ตรงที่ทำให้เกิด Attenuation เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเกินค่าที่ผู้ผลิตตั้งไว้ นอกจากนี้ จะทำให้สายเกิดความเสียหายอีกด้วย

แรงเค้นจากการดึงสาย สาย Fiber Optic มีค่า Pulling Tension ที่ต่ำกว่าสายสัญญาณประเภทอื่นๆ ค่าของ Pulling Tension จะต้องมีขนาดไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดขึ้นโดยผู้ผลิต ขณะที่มีการดึงสายในท่อ จะต้องลื่นไหล ไม่ติดขัด การติดตั้งสายในท่อหรือรางเดินสาย จะต้องไม่ทำให้เกิดการตึงเค้นของสายเกิดขึ้น



การดูแลรักษาทั่วไป

1. อย่าบิดงอสาย หากจะเก็บสาย จะต้องใช้ Cable Reel หากเป็นสายขนาดสั้น ให้วางสายบนพื้นราบในรูปตัวเลข 8 และต้องให้แน่ใจว่า ความโค้งของมุมเลข 8 จะต้องไม่มีปัญหา Minimum Bending อีกด้วย ในกรณีที่สายมีความยาวมาก และจัดเก็บในรูปเลข 8 ให้กำหนดวางตัว Support ไว้ที่บริเวณจุดตัดของเลข 8 ด้วย
2. สาย Cable จะต้องได้รับการจัดวางใน Cable Tray พื้นราบและปราศจากเศษวัสดุแหลมคมมาทิ่มตำ และให้หลีกเลี่ยงการวางวัตถุที่มีน้ำหนักกดทับบนสาย Fiber ที่ไม่มี Armor ป้องกันเช่นกัน ที่การจัดวางสาย จะต้องเป็นไปตาม มาตรฐานของ Minimum Bend Radius

เนื่องจากปัจจุบันเครื่องเชื่อมต่อโดยวิธีหลอมรวมเส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ให้กลายเป็นเส้นเดียวกันได้มาราคาถูกลงมากแล้ว ประกอบกับวิธีหลอมรวมสามารถลดการสูญเสียของสัญญาณได้น้อยที่สุด วิธีนี้จึงมีแนวโน้มแพร่หลายมากยิ่งขึ้นในอนาคต

** สนใจอ่านข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ www.measuretronix.com/news/easysplicer-เครื่องเชื่อมต่อสายไฟเบอร์ออปติก-ขนาดมือถือ-ราคาประหยัด*