

การต่อสายไฟ

สายไฟฟ้าสายไฟฟ้า ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ตัวนำและฉนวน
ตัวนำ

ตัวนำของสายไฟฟ้าทำมาจากโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูง อาจเป็นตัวนำเดี่ยว
(solid) หรือตัวนำตีเกลียว (strand) ที่นิยมได้แก่ ทองแดง และอลูมิเนียม
ซึ่งมีข้อดี-ข้อเสีย ดังนี้

ทองแดง มีความนำไฟฟ้าสูงมาก แข็งแรง เหนียว ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
ข้อเสียคือ น้ำหนักมาก ราคาแพง จึงไม่เหมาะกับงานแรงดันสูง แต่เหมาะกับ
งานทั่วไปโดยเฉพาะงานในอาคาร

อลูมิเนียม มีความนำไฟฟ้ารองจากทองแดง แต่เมื่อเทียบกรณีกระแสเท่ากัน
แล้ว อลูมิเนียมจะเบาและราคาถูกกว่า จึงเหมาะกับงานนอกอาคารและแรงดัน
สูง อลูมิเนียมถ้าทิ้งไว้ในอากาศ จะเกิดออกไซด์เป็นฉนวนฟิล์มบางๆ ป้องกัน
การสึกกร่อน แต่ทำให้การเชื่อมต่อทำได้ยาก

ฉนวน

ทำหน้าที่ห่อหุ้มตัวนำ เพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรง ระหว่างตัวนำ หรือตัวนำกับ ส่วนที่ต่อลงดิน ในระหว่างที่ตัวนำ นำกระแสไฟฟ้า จะเกิดพลังงานสูญเสีย ในรูป ความร้อน ซึ่งจะถ่ายเทไปยังเนื้อฉนวน ความสามารถในการทนต่อความร้อน ของ ฉนวน จะเป็นตัวกำหนด ความสามารถในการทน ความร้อนของสายไฟฟ้านั้นเอง การเลือกใช้ชนิดของฉนวน จะขึ้นกับอุณหภูมิใช้งาน แรงดันของระบบ และ สภาพแวดล้อมในการติดตั้ง วัสดุที่นิยมใช้เป็น ฉนวนมากที่สุดในขณะนี้คือ **Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross Linked Polyethylene (XLPE)**

คุณสมบัติ	PVC	XLPE
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะใช้ ($^{\circ}\text{C}$)	70	90
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะจัดวาง ($^{\circ}\text{C}$)	120	250
ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก	6	2.4
ความหนาแน่น (g / cm^3)	1.4	0.92
ความนำความร้อน ($\text{cal} / \text{cm} \cdot \text{sec}^{\circ}\text{C}$)	3.5	8
ความทนทานต่อแรงดึง (kg / mm^2)	2.5	3



สายไฟฟ้า - สายเปลือยสายชนิดนี้ใช้กับแรงดันต่ำจะไม่ปลอดภัย จึงนิยมใช้กับแรงดันสูงและ มักทำจากสายอลูมิเนียมเพราะน้ำหนักเบา และราคาถูก แต่สายอลูมิเนียมล้วนสามารถรับแรงดึงได้ต่ำ จึงได้พัฒนาให้สามารถรับแรงดึงให้สูงขึ้น โดยเสริมแกนเหล็กหรือวัสดุอื่น สายเปลือยที่นิยมใช้ปัจจุบันได้แก่





สายอลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (AAC - All Aluminum Conductor)

เป็นตัวนำอลูมิเนียมล้วนตีเกลียวเป็นชั้นๆ รับแรงดึงได้ต่ำ จึงไม่สามารถขึงสายให้มีระยะห่างมากๆ ได้ ปกติความยาวช่วงเสา ต้องไม่เกิน 50 เมตร ยกเว้นสายที่มีขนาด 95 sq.mm ขึ้นไปสามารถมีระยะช่วงเสามากถึง 100 เมตร มีลักษณะและข้อมูลทางเทคนิค (บางกอกเคเบิ้ล) ดังรูป

สายอลูมิเนียมผสม (AAAC - All Aluminum Alloy Conductor)

สายชนิดนี้มีส่วนผสมของอลูมิเนียม แมกนีเซียมและซิลิกอน ซึ่งมีความเหนียวและรับแรงดึงได้สูงกว่าสายอลูมิเนียมล้วน จึงสามารถหึงสายได้ห่างมากขึ้น นิยมใช้บริเวณชายทะเลเพราะสามารถทนการกัดกร่อนของไอเกลือได้ดี

สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR - Aluminum Conductor Steel Reinforced)

เป็นสายอลูมิเนียมตีเกลียวและมีสายเหล็กอยู่ตรงกลางเพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้สูง ทำให้ขยายระยะห่างช่วงเสาได้มากขึ้น แต่จะไม่ใช้สายชนิดนี้บริเวณชายทะเล เพราะทำให้เกิดการกัดกร่อนจากไอเกลือ มีลักษณะและข้อมูลทางเทคนิค (บางกอกเคเบิ้ล)



HARD DRAWN ALUMINIUM WIRE

GALVANIZED STEEL WIRE



สายไฟฟ้า - สายหุ้มฉนวนในการเดินสายแรงสูงผ่านที่อยู่อาศัย เพื่อความปลอดภัยต้องใช้สายที่มีฉนวนหุ้มซึ่งทำให้มีความแข็งแรงทนทานที่นิยมใช้มีดังนี้

สาย **Partial Insulation** หรือ **PI** โครงสร้างประกอบด้วยตัวนำอลูมิเนียมตีเกลียวอัดแน่นหุ้มด้วยฉนวน **XLPE (Cross-linked Polyethylene)** หรือ **PE (Polyethylene)** ซึ่งเลือกแต่ความเหมาะสม 1 ชั้น ปัจจุบันนิยมใช้ฉนวน **XLPE** ถึงแม้มีฉนวนหุ้ม ก็ไม่สามารถแตะต้องสายได้ เพราะฉนวนบางมาก ซึ่งจะช่วยลดการเกิดอันตราย ของสายเปลือยที่นั่น ใช้เดินในอากาศผ่านลูกถ้วยบนเสาสายเปลือย



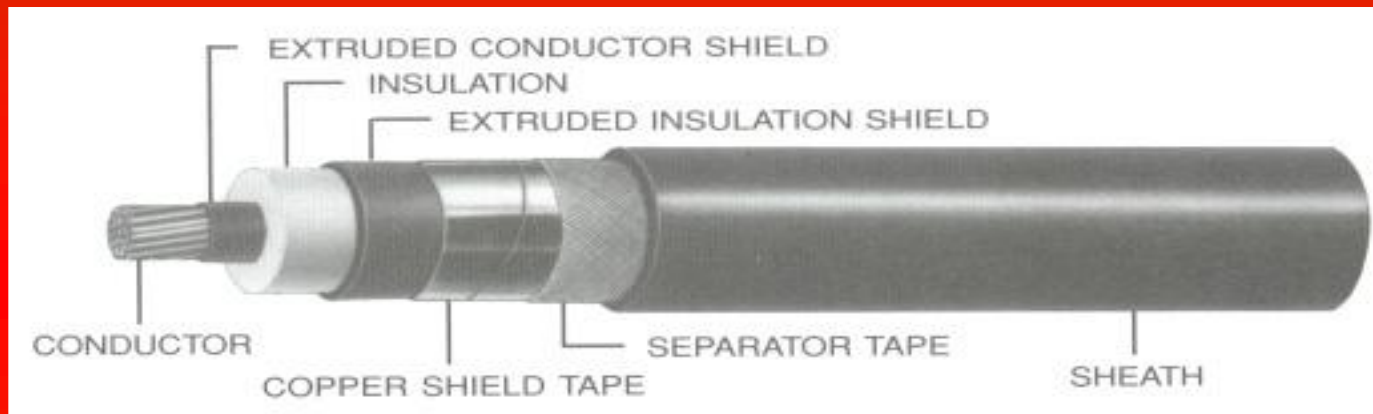
ย Space Aerial Cable (SAC) โครงสร้างประกอบด้วยตัวนำ
มีเนียมตีเกลียวหุ้มด้วยฉนวน XLPE เช่นเดียวกับสาย PIC แต่จะมีเปลือก
(Sheath) ที่ทำจาก XLPE หุ้มฉนวนอีกชั้นหนึ่ง แต่ไม่มีซีลด์จึงไม่สามารถกั
กั้นไฟฟ้าที่ออกจากตัวนำได้ และถึงแม้จะมีเปลือกหุ้ม ก็ยังสัมผัสสายโดยตรง
เพราะมีความเข้มสนามไฟฟ้าสูง ในการใช้งานจึงจำเป็นต้องใช้ฉนวนไฟฟ้าอีกที
ซึ่งจะต้องใช้ฉนวนที่เรียกว่า spacer ที่เหมาะสมกับแรงดันที่รองรับ และเพื่อ
รักษาระยะห่างระหว่างสาย แม้ว่าจะสามารถวางไว้ใกล้กันได้มากกว่าสาย PIC แต่
ยังมีเกินค่าจำกัดค่าหนึ่งและต้องใช้ Messenger Wire ที่รับน้ำหนักและ
ช่วยดึงสายไว้ Messenger Wire จะต่อลงที่เสาหน้าเสาสาย Overhead
Ground Wire ด้วย





- สาย **Preassembly Aerial Cable** สายชนิดนี้จัดเป็นสาย **fully insulated** มีโครงสร้างคล้ายสาย **XLPE** และสามารถวางใกล้กันได้ จึงใช้สายชนิดนี้ในบริเวณที่มี ระยะห่างจากตัวอาคารจำกัด หรือผ่านบริเวณที่มีคนอาศัยอยู่

- สาย **Cross-linked Polyethylene (XLPE)** สายชนิดนี้จัดเป็นสาย **fully insulated** มีโครงสร้างดังรูป



- **ตัวนำ (Conductor)** ส่วนใหญ่เป็นทองแดงตีเกลียว ซึ่งอาจจัดอยู่ในรูปแบบของ Copper Concentric Strand
- **ชีลด์ของตัวนำ (Conductor Shield)** ทำด้วยสารกึ่งตัวนำ มีหน้าที่ช่วยให้สนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำกับฉนวนกระจายอย่างสม่ำเสมอในแนวรัศมี ช่วยลดการเกิด Break down ได้
- **ฉนวน (Insulation)** เป็นชั้นที่ห่อหุ้มชีลด์อีกทีหนึ่ง ทำด้วยฉนวน XLPE

- ซิลต์ของฉนวน (**Insulation Shield**) เป็นชั้นของ semi-conducting tape พันทับชั้นของฉนวนจากนั้นก็หุ้มด้วยชั้นของ Copper Tape อีกทีหนึ่ง ซิลต์ของฉนวนนี้ทำหน้าที่ จำกัดสนามไฟฟ้าให้อยู่เฉพาะภายในสายเคเบิล เป็นการป้องกันการรบกวนระบบสื่อสาร นอกจากนี้การต่อซิลต์ลงดิน จะช่วยลดอันตราย จากการสัมผัสถูกสายเคเบิลด้วย และทำให้เกิดการกระจายของแรงดันอย่างสม่ำเสมอเวลาใช้งาน

- เปลือกนอก (**Jacket**) อาจเป็น Polyvinyl Chloride หรือ Polyethylene ก็ได้แล้วแต่ลักษณะงาน ถ้าเป็นงานกลางแจ้ง มักใช้ Polyvinyl Chloride เพราะเมื่อเกิดการติดไฟ ขณะที่ Polyethylene มักใช้งานเดินลอย เนื่องจากทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ สายชนิดนี้สามารถเดินลอย ในอากาศหรือฝังดินก็ได้ แต่นิยมฝังใต้ดิน เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนทานสามารถทนต่อความชื้นได้ดี

สายควบสายควบคือการใช้สายตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไปเพื่อร่วมกันจ่ายโหลดใน
วงจรเดียวกัน โดยเฉพาะในวงจรที่มีการใช้ไฟฟ้าปริมาณมากๆ ซึ่งพิกัด
กระแสของสายเส้นเดียวอาจไม่พอที่จะรองรับกระแสทั้งหมดในวงจรได้
จึงต้องใช้สายหลายเส้นคู่ขนานกัน โดยปลายทั้ง 2 ด้าน ของเฟสเดียวกัน
ต้องต่อเข้าด้วยกันข้อดีของการใช้สายควบมีดังนี้คือ

- ใช้กับตัวนำที่มีขนาด 1.5 sq. mm ขึ้นไป

- ต้องเป็นสายชนิดเดียวกันเช่น AWG เหมือนกันทุกเส้น

- ต้องมีความยาวเท่ากัน

- ต้องมีลักษณะการเดินสายเหมือนกัน เช่น เดินในอากาศ

เหมือนกัน หรือเดินในท่อเหมือนกัน

กฎของครอสซี

สายควมมักใช้ในกรณีที่เป็นสายเมนเช่น เดินจากหม้อแปลงมา
มายังตู้สวิตช์บอร์ด เป็นต้น การใช้สายควมจะช่วยลดการเกิด corona
effect ภายในสายและทำให้ความต้านทานโดยรวมของสาย
ลดลง สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูงการใช้สายควมมักใช้ร่วมกับ
คั่นสาย (**bundle spacer**) ติดตั้งเป็นระยะเพื่อป้องกัน
สายพันกัน จำนวนสายควมอาจใช้ 2 , 3 หรือ 4 เส้น ก็ได้

OPERATOR

การหุ้มฉนวนสายไฟฟ้า

เทปพันสายไฟฟ้า ทำด้วยวัสดุสังเคราะห์จำพวก PVC, Rubber, Glass มีความยืดหยุ่นดี มีหลายสี เช่น สีดำ สีขาว สีเทา เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีใช้ในการพันหุ้มสายตัวนำไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการติดตั้งไฟฟ้าหรืองานซ่อมบำรุงไฟฟ้า

การใช้เรซินหุ้มสายไฟฟ้า ในการต่อสายไฟฟ้าแรงดันสูงต้องใช้ฉนวนไฟฟ้าชนิดพิเศษ คือ เรซิน ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าได้สูงกว่าเทปพันสายไฟฟ้าผสม ให้เป็นของเหลวและเทให้เรซินนี้ห่อหุ้มบริเวณจุดต่อสายไฟฟ้าแรงสูงให้ทั่วบริเวณ เมื่อเรซินแห้งแล้วจะเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดียิ่ง นอกจากนี้เรซินแล้วยังมีบริษัทบางแห่งนำซิลิโคนมาใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าอีกด้วย

Camera

Pinboard

SF ENVIRONMENTAL SCIENCE

วิศวกรรมไฟฟ้า

<http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/wire/index.html>

