หน่วยที่ 12

การเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

หัวข้อเรื่อง (Topics)

1. ข้อดี – ข้อเสีย การติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน
2. สายเคเบิลสำหรับการเดินสายใต้ดิน
3. รูปแบบในการเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน
4. ข้อต่อสายแรงสูง
5. หัวต่อสายแรงสูง

แนวคิดสำคัญ (Main Idea)

ในปัจจุบันส่วนใหญ่ระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า เป็นการเดินสายในอากาศ ส่วนประกอบสำคัญ คือ เสาไฟฟ้า เพื่อใช้ในการพาดสายเหนือศีรษะ แต่มีการเดินสายอีกวิธีหนึ่ง คือ การเดินสายใต้ดิน ซึ่งเป็นวิธีการเดินสายไฟฟ้าที่เชื่อถือได้ในความปลอดภัย เพราะสายไฟฟ้าจะถูกฝังอยู่ในดินอย่างมิดชิด ไม่มีสิ่งใดลงไปกระทำให้ชำรุดได้ หากไม่มีวัสดุอุปกรณ์ชำรุดก็ย่อมเป็นผลดีต่อระบบไฟฟ้าด้วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

1. บอกข้อดี - ข้อเสียการติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าใต้ดินได้
2. บอกลักษณะการใช้งานสายเคเบิลสำหรับการเดินสายใต้ดินได้
3. อธิบายรูปแบบในการเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน
4. บอกลักษณะของข้อต่อสายแรงสูงได้
5. บอกลักษณะของหัวต่อสายแรงสูงได้
6. สามารถปฏิบัติงานวางสายใต้ดินแบบฝังดินโดยตรงได้
7. สามารถปฏิบัติงานวางสายใต้ดินแบบวางในท่อร้อยสายได้

สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน
2. ปฏิบัติงานเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

ข้อดี – ข้อเสีย การติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

การเดินสายไฟฟ้าใต้ดินนั้น หรือเรียกว่า การเดินสายแบบอันเดอร์กราวด์ มีข้อดี – ข้อเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับการเดินสายบนอากาศเหนือศีรษะ สรุปได้ดังนี้

1. ข้อดี

- เนื่องจากสายทั้งหมดจะถูกวางอยู่ใต้ดิน แทบไม่มีโอกาสที่จะชำรุดเสียหายด้วยแรงกระทำจากสภาพแวดล้อม
- มีความปลอดภัย
- ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา
- สภาพแวดล้อมสวยงาม

2. ข้อเสีย

- ค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องวางระบบป้องกันทุกด้าน
- มีความยุ่งยากในการก่อสร้าง
- การระบายความร้อนไม่ดี
- การซ่อมบำรุงทำได้ยาก การแก้ไขเสียเวลา

สายเคเบิลสำหรับการเดินสายใต้ดิน

การเดินสายใต้ดินสายมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ การเดินสายใต้ดินระบบแรงต่ำและการเดินสายใต้ดินระบบแรงสูง การเลือกใช้สายเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งสายที่ใช้ในการเดินสายใต้ดินแบ่งออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

1. สายไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายใต้ดินระบบแรงสูง สำหรับระบบแรงดันสูงนิยมใช้สายเคเบิล 2 ชนิด ดังนี้

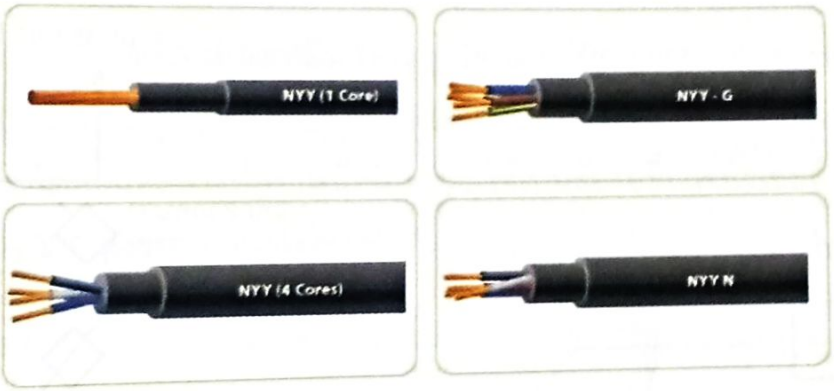
1.1 สายบรรจุน้ำมัน (Oil Filled Cable) ใช้ในการส่งจ่ายในระดับแรงดันสูง 115 kV หรือ 230 kV ภายในบรรจุน้ำมัน ทำหน้าที่เป็นตัวระบายความร้อนของฉนวน ซึ่งทำจากกระดาษเปลือกด้านนอกสุดหุ้มด้วยฉนวน PVC หรือ PE

รูปที่ 12.1 สายบรรจุน้ำมัน (Oil Filled Cable)

1.2 สายเคเบิลฉนวนแข็ง XLPE เปลือกนอกจะหุ้มด้วยฉนวน PVC หรือ PE สามารถทนความร้อนได้สูงประมาณ 90 องศาเซลเซียส โดยจะใช้กับระบบแรงดันสูงตั้งแต่ 11 , 12 , 22, 24 ,33 หรือ 69 kV

รูปที่ 12.2 สายเคเบิลฉนวนแข็ง XLPE

2. สายไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายใต้ดินระบบแรงต่ำ การเดินสายฝังใต้ดินในระบบแรงดัน 220 V หรือ 380 V ส่วนใหญ่จะใช้สายทองแดงที่หุ้มด้วย พี วี ซี เช่น สาย NYY ใช้กับขนาดแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์ ทนอุณหภูมิได้ 60 องศา สามารถใช้สำหรับการเดินสายแบบฝังดินโดยตรงและแบบวางในท่อร้อยสายได้



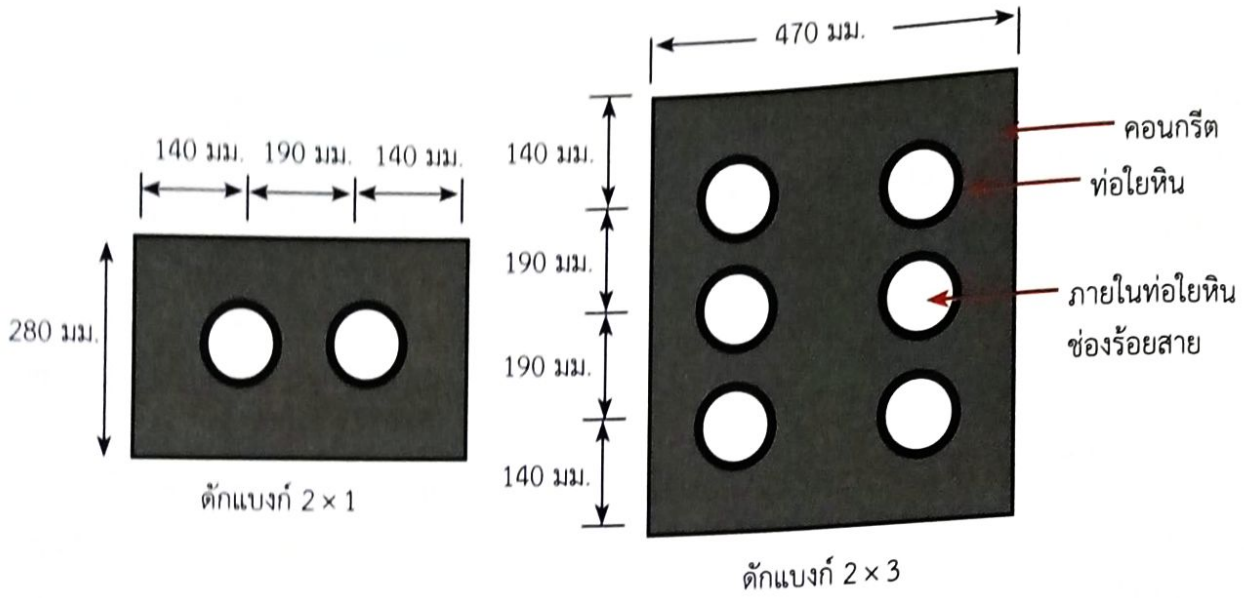
รูปที่ 12.3 สาย NYY ชนิดต่าง ๆ

รูปแบบในการเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

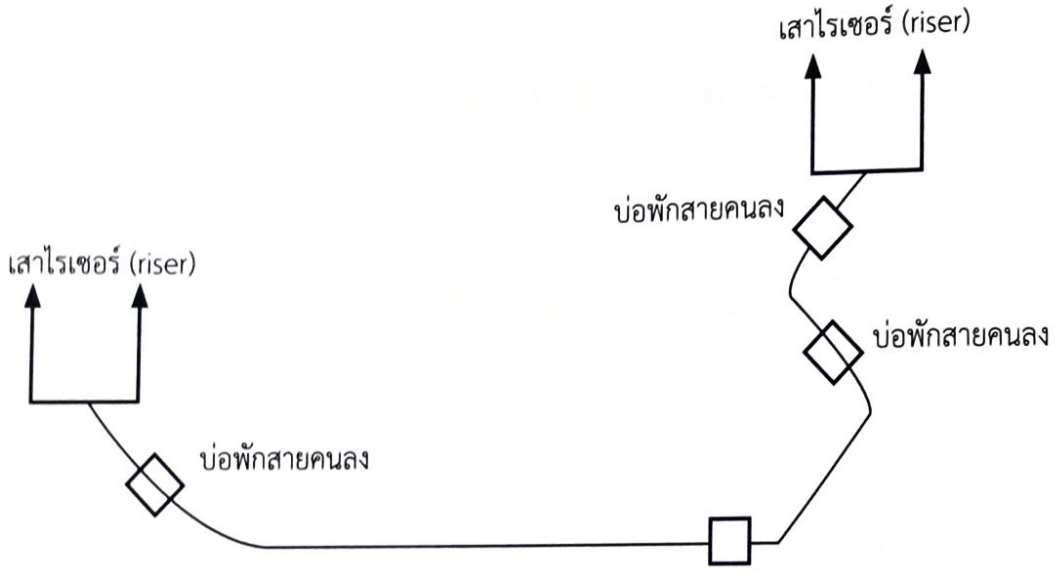
สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. แบบวางในท่อร้อยสาย สำหรับท่อร้อยสายที่นิยมใช้กัน มีดังนี้

1.1 ท่อใยหิน (Asbestos Cement Duct) นิยมใช้ท่อนี้ในการเดินสายใต้ดิน เนื่องจากราคาถูก ระบายความร้อนได้ดี แต่มีข้อเสียคือ เปราะ แตกง่าย หากนำไปใช้งานจะต้องหล่อคอนกรีตเพื่อช่วยรับแรงกระแทก ลักษณะของท่อใยหิน มีความยาวท่อนละ 4 เมตร ใช้กับระดับแรงดันสูงขนาด 12 , 24, 69,115,และ 230 กิโลโวลต์ การติดตั้งจะเป็นลักษณะที่เรียกว่า ดักแบงก์ (Duck Bank) ความหมาย คือ การวางท่อ 2 ท่อขึ้นไป และหุ้มด้วยคอนกรีตตลอดแนวตำแหน่งการวางท่อใยหิน จะอยู่ระหว่างบ่อพักสายคนลง เพื่อให้คนงานลงไปยังบ่อพักเพื่อทำการร้อยสายเป็นช่วง ๆ หรือวางท่อใยหินระหว่างบ่อพักสายคนลงกับเสาไรเซอร์ (Riser) ซึ่งเป็นเสาที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ปิดสายเคเบิล จุดนี้เป็นจุดต่อระหว่างสายเคเบิลใต้ดินกับสายเคเบิลในอากาศ



รูปที่ 12.4 ดักแบงก์คอนกรีตเสริมเหล็ก



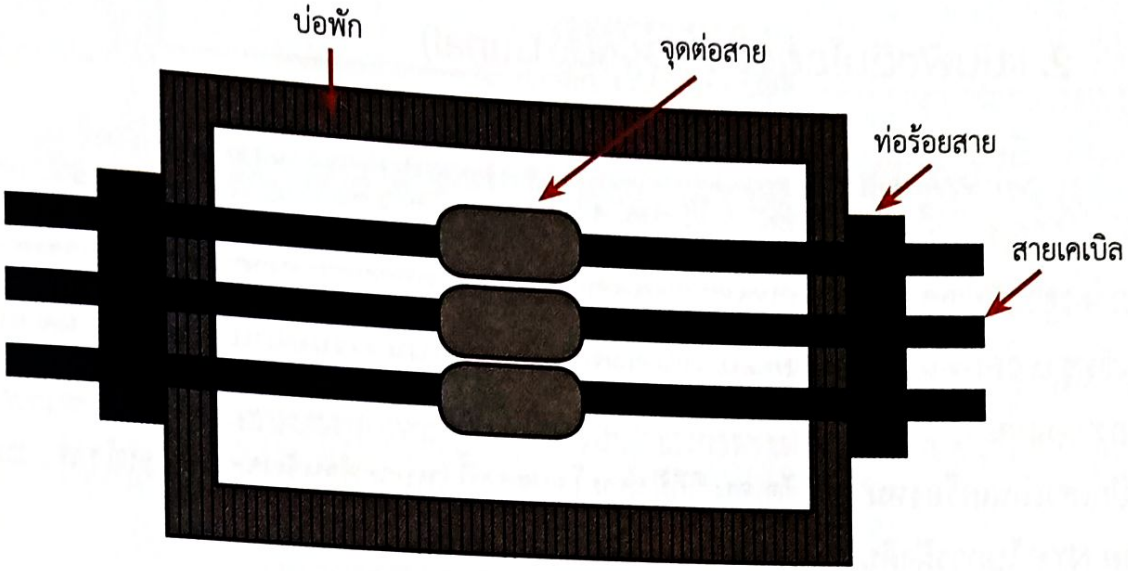
รูปที่ 12.5 ลักษณะของการร้อยสายเคเบิลชนิดท่อใยหิน

1.2 ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Conduit: RSC) เป็นท่อเหล็กฉาบสังกะสี มีความทนต่อแรงกระแทกทนต่อการกัดกร่อนกว่าท่อใยหิน แต่ราคาแพงนิยมใช้สำหรับนำสายขึ้นมาจากพื้นเพื่อต่อเข้ากับหัวต่อสายบนเสาไรเซอร์

1.3 ท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride) ท่อพีวีซีจะถูกนำมาใช้งานแค่บางช่วงเท่านั้น เช่น กรณีที่เป็นท่อหนามากจะไม่สามารถโค้งงอได้สะดวก

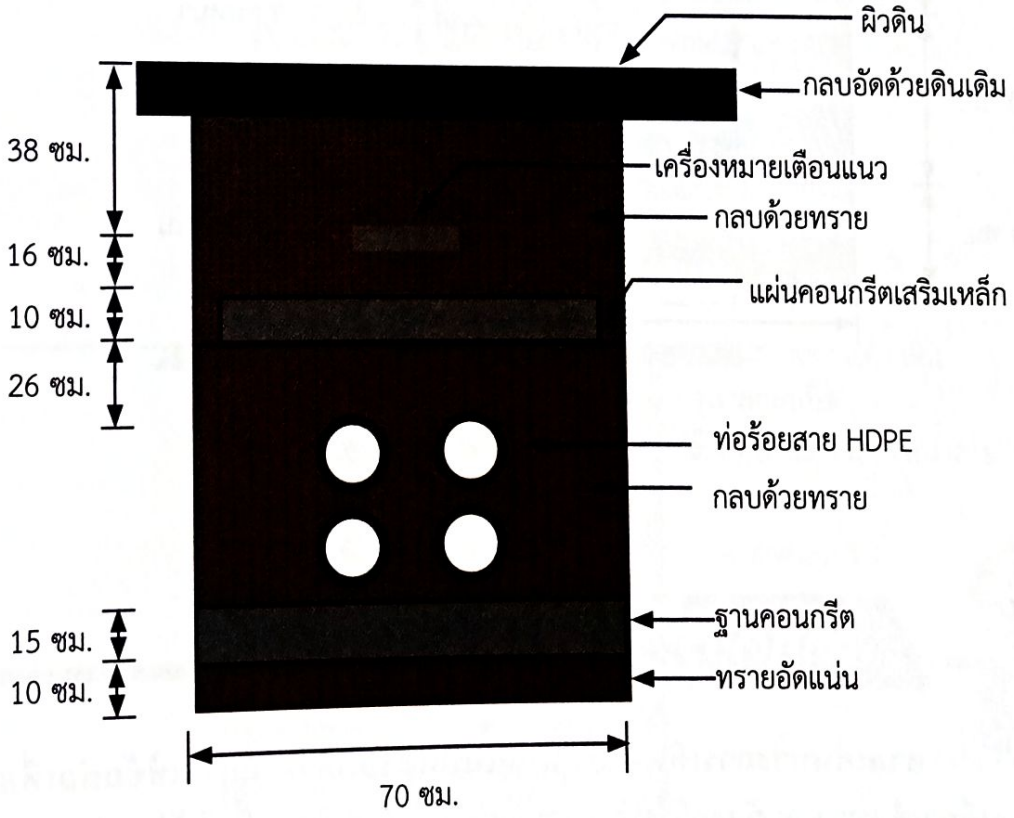
1.4 บ่อพักสายคนลง (Manhole) เพื่อให้คนงานลงไปลากสายและต่อสายเข้าด้วยกัน จะสร้างทุก 100 – 300 เมตร

1.5 บ่อพักสายมือล้วง (Handhole) มีขนาดเล็กกว่าบ่อพักสายคนลง เนื่องจากจำนวนสายมีน้อย



รูปที่ 12.6 ลักษณะของบ่อพักสายคนลง

1.6 ท่อไฮเด็นซิตี้โพลี่เอททีลีน (High density Polyethylene: HDPE) ความยาวท่อนละ 6 และ 10 เมตร มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานยาวนาน ลักษณะการใช้งานนิยมใช้วางใต้ดินและช่วงที่พ้นเหนือดิน เช่น ใช้เป็นข้องอขึ้นเสาไรเซอร์ ลักษณะการวางท่อร้อยสายเคเบิล HDPE ดังรูป

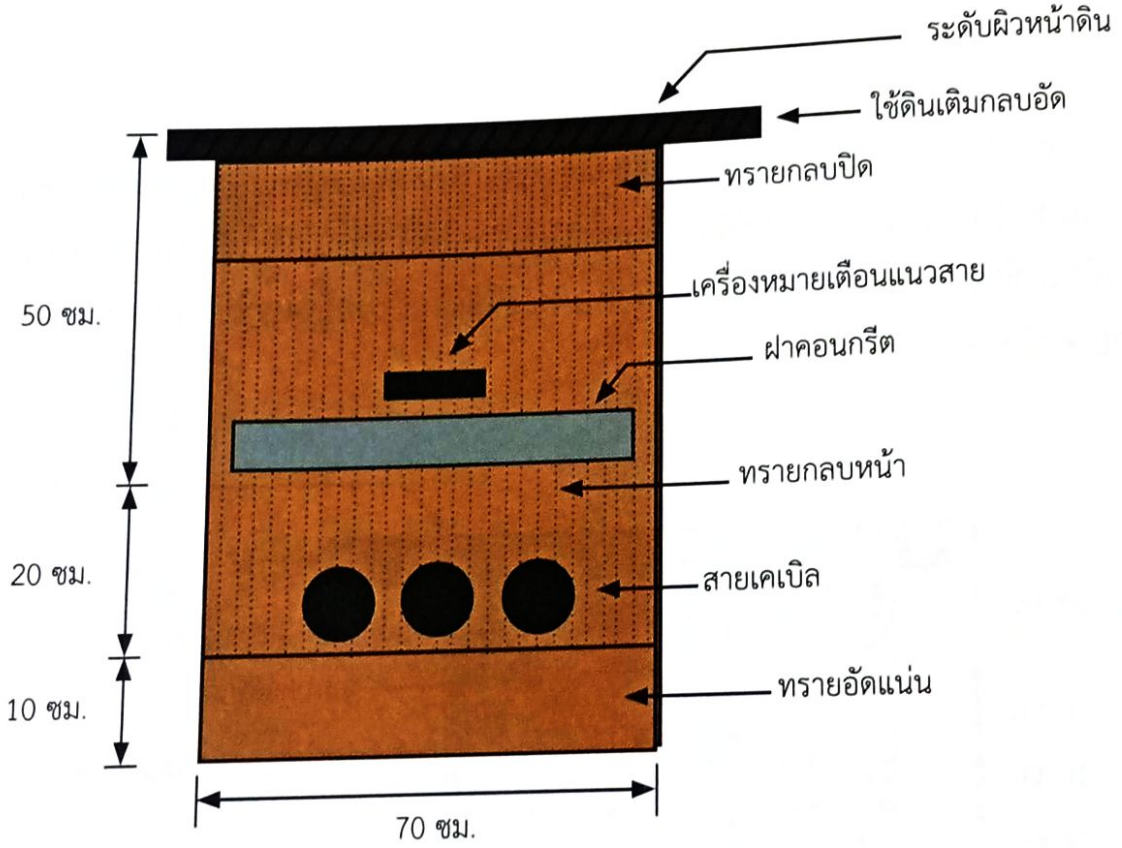


รูปที่ 12.7 การจัดวางท่อร้อยสายเคเบิล ชนิด HDPE

2. แบบฝังดินโดยตรง (Direct Burial)

มีอยู่ด้วยกัน 3 ลักษณะ ดังนี้

2.1 แบบฝังไว้ใต้ดิน สายที่ต้องใช้เป็นสายเคเบิลชนิดฉนวนหนาพิเศษ โดยขุดดินให้ลึกตามมาตรฐานที่กำหนด จากนั้นเททรายให้หนาพอสมควรก่อนที่จะวางสายเคเบิล เมื่อวางสายเคเบิลแล้วใช้ทรายกลบหนาอย่างน้อย 20 เซนติเมตร และเพื่อเป็นการป้องกันแรงกระแทกจากด้านบนจะต้องวางแผ่นคอนกรีตและเครื่องหมายเตือนแนวสายเคเบิล ส่วนชั้นบนสุดใช้ทรายกลบปิดหน้าแล้วปักเสาเป็นเครื่องหมายไว้ชัดเจน วิธีฝังสายโดยตรงนี้ เหมาะสำหรับระบบแรงต่ำ ส่วนมากนิยมใช้สาย NYY ในการฝังดินโดยตรง



รูปที่ 12.8 การฝังสายเคเบิลใต้ดิน

เด็กควรรู้

หากเส้นทางการเดินสายใต้ดินแบบท่อร้อยสาย มีการใช้ข้อต่อเพื่อทำการเลี้ยวเปลี่ยวเส้นทาง จะต้องสร้างบ่อสายพักคนลงให้มากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการลากสายและดึงสาย

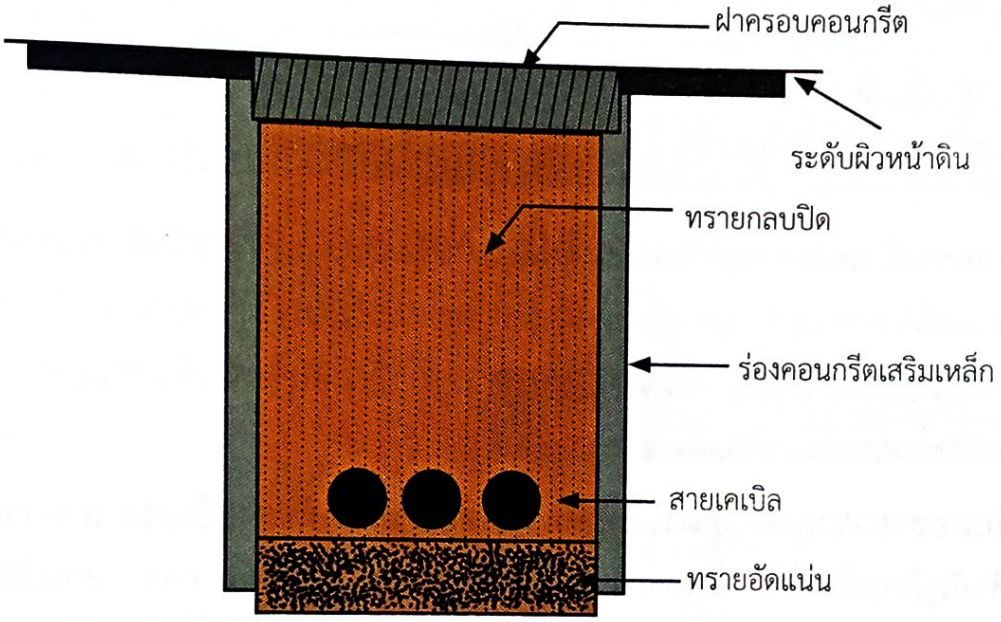
คำถาม

ฝาคอนกรีตที่ใช้ฝังลงไปในหลุม ฝังไว้เพื่ออะไร

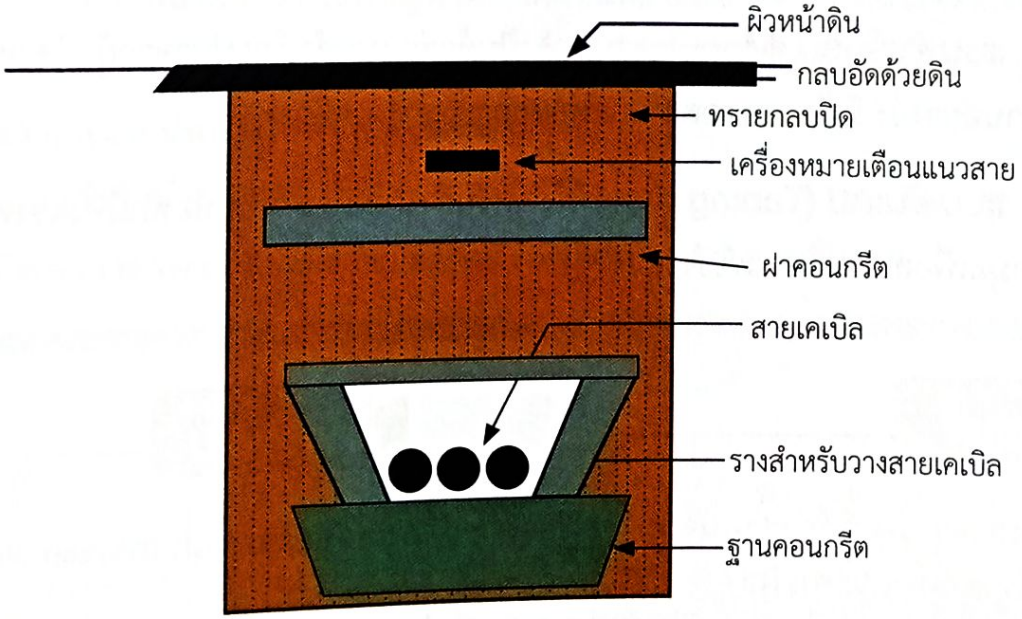
คำตอบ

เพื่อป้องกันแรงกระแทกจากด้านบน

2.2 **แบบวางในร่องคอนกรีต** ลักษณะเป็นร่องคอนกรีตเสริมเหล็ก อัดทรายที่ก้นหลุมให้แน่นแล้ววางสาย ส่วนชั้นบนสุดปิดทับด้วยฝาครอบคอนกรีต เพื่อเป็นการป้องกันการขุดเจาะ ส่วนใหญ่จะใช้กับสาย NYY ซึ่งเป็นสายแรงต่ำ



รูปที่ 12.9 การวางสายในร่องคอนกรีต



รูปที่ 12.10 การวางสายเคเบิลแรงสูงในรางรับสาย

วิธีที่	วิธีการติดตั้ง	ความลึกน้อยที่สุด	
		ระบบแรงดัน 601 – 2,000 โวลต์	ระบบแรงดัน 22,001 – 40,000 โวลต์
1	เคเบิลฝังดินโดยตรง	0.80	0.90
2	เคเบิลร้อยในท่อโลหะหนา หรือท่อโลหะหนาปานกลาง	0.15	0.15
3	เคเบิลร้อยในท่อ เอชดีพีอี ท่อพีวีซี ฝังดินโดยตรง	0.45	0.60
4	เคเบิลร้อยในท่อใยหินที่มีคอนกรีตหุ้มหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร	0.45	0.60

ตารางที่ 12.1 ความลึกในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ข้อต่อสายแรงสูง (Splicing)

ข้อต่อสายแรงสูงจะถูกฝังไว้ใต้ดิน การต่อสายต้องมั่นคงแข็งแรง สามารถนำไฟฟ้าได้ดี และสิ่งที่สำคัญอีกอย่างก็คือ ต้องสามารถป้องกันความชื้นได้ ลักษณะการต่อสายมีดังต่อไปนี้

1. แบบสลิปออน (Slip on type) ข้อต่อลักษณะนี้จะใช้วิธีการสวมปลอก (Slip) เข้ากับสายเคเบิลให้เรียบร้อย ก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันโดยใช้ข้อต่อชนิดบีบอัด

2. แบบสำเร็จรูป (Modular type) เป็นข้อต่อแบบสำเร็จรูปมาจากผู้ผลิต แบบนี้สะดวกต่อการใช้งานอย่างยิ่ง มีทั้งแบบต่อตรงและต่อแยก

3. แบบพันเทป (Taping type) ใช้สำหรับการต่อสายภายในบ่อพักมีทั้งตรงทางแยกหรือเดินสายหักมุมเพื่อสะดวกในการใช้งาน

คำถาม

ข้อต่อสายแรงสูงที่ต้องสวมปลอกก่อนทำการต่อเข้าด้วยกัน คือ

คำตอบ

ข้อต่อแบบสลิปออน (slip on type)

หัวต่อสายแรงสูง (Terminator)

หัวต่อสายแรงสูง หรือเรียกว่า เทอร์มิเนเตอร์ คือ อุปกรณ์ต่อสายเคเบิลที่มาจากใต้ดินเข้ากับสายเคเบิลอากาศแรงสูง หรืออาจเรียกว่า หัวเคเบิล ทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่างสายเคเบิลใต้ดินกับสายเคเบิลอากาศ ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดของสายเคเบิล เช่น จุดต่อสายเข้าสู่หม้อแปลง หัวต่อสายที่ดีจะต้องลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับระบบหัวต่อสายแรงสูง หัวต่อสายแรงสูงที่นิยมใช้ มีดังนี้

1. แบบกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) เปลือกด้านนอกทำจากกระเบื้องเคลือบมีลักษณะเป็นครีบจำนวนหลายชั้น ภายในออกแบบให้มีการกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อลดความเครียดที่เกิดขึ้นขณะที่กระแสไฟฟ้าไหล

2. แบบสลิปออน (Slip on) มีลักษณะเป็นครีบหลาย ๆ ชั้น ขึ้นอยู่กับขนาดแรงดันที่ใช้ ผลิตจากยาง มีความเป็นฉนวนไฟฟ้าสูง

3. แบบฮีทชริงก์เอเบิล (Heat shrinkable) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบท่อหดตัวผลิตจากเทอร์โมพลาสติก อาศัยหลักการหดตัวของพลาสติก ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจะหดตัวและรัดติดกับวัสดุที่อยู่ภายใน มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ใช้ได้กับสายเคเบิลทุกชนิด มีอายุการใช้งานไม่จำกัด กันน้ำและความชื้นได้ดี

เด็กควรรู้

หัวต่อสายที่ดีต้องลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับระบบหัวต่อสายแรงสูงได้ดังนี้

1. ลดปัญหาการ Flash ของหัวสาย หมายถึง มีแสงสว่างเกิดขึ้นในทันทีทันใด
2. ลดความหนาแน่นทางไฟฟ้า (Electrical stress)
3. มีระบบการซีลด์ (Shields) ที่ดี
4. ตัดปัญหาการ Track ของหัวสาย หมายถึง มีร่องรอยปรากฏบนหัวสาย

สรุปเนื้อหาสำคัญ (แผนผังมโนทัศน์)