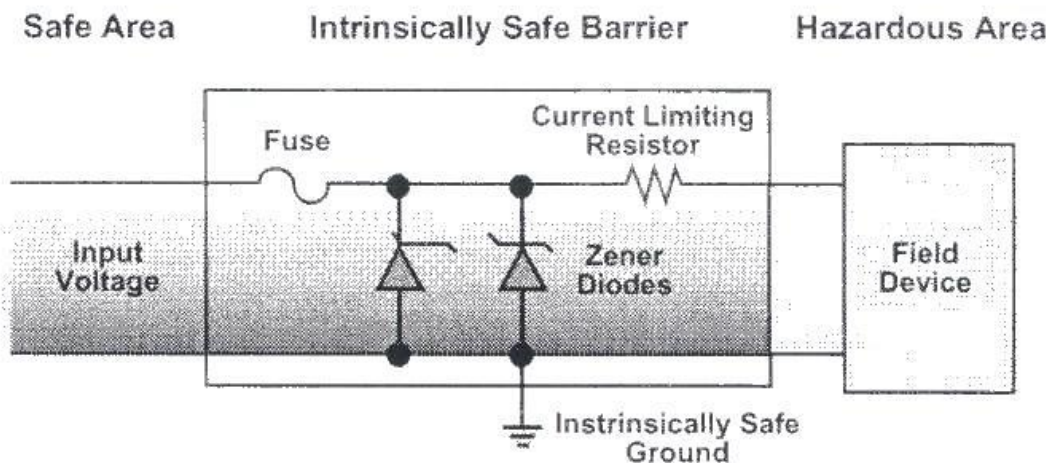


เทคนิคการติดตั้งระบบไฟฟ้าในพื้นที่อันตราย

เทคนิคการป้องกันการจุดระเบิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละแบบจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าอย่างเหมาะสมกับแนวคิดการป้องกันแต่ละแบบ เพื่อให้สามารถป้องกันการเกิดประกายไฟหรือความร้อนสูงขึ้น โดยการจุดระเบิดเนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ใน 3 กรณีที่สำคัญคือ

4.1 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่อันตรายแบบปลอดภัยอย่างแท้จริง

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ Zone 0 จะต้องเป็นประเภท Intrinsically Safe [ia] เท่านั้น กล่าวคือ ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำมากจนไม่เกิดการจุดระเบิดแม้ว่าจะเกิดลัดวงจรถึงสองจุดในวงจรก็ตาม ซึ่งเงื่อนไขนี้จะเกิดขึ้นได้ ผู้ออกแบบจะต้องจำกัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ปลอดภัย โดยใช้เครื่องป้องกัน (Barrier) ซึ่งมีอยู่หลายแบบตามการออกแบบของวิศวกร รูปด้านล่างแสดงวิธีการใช้เครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินโดยใช้ตัวต้านทานไฟฟ้า และป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินโดยใช้ Zener Diode โดยมีฟิวส์ช่วยตัดวงจรเมื่อเกิดการลัดวงจรไฟฟ้า ทำให้ระบบจากเครื่องป้องกันไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่อันตรายเป็นระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง



รูปที่ 4.1 แสดงระบบไฟฟ้าที่มีความปลอดภัยจากการจุดระเบิดอย่างแท้จริง

#### 4.2 การเดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าที่มีความปลอดภัยจากการจู่ระเบิดอย่างแท้จริง

เนื่องจากระบบนี้ถูกออกแบบให้มีพลังงานไฟฟ้าในระบบต่ำมากเพื่อป้องกันการจู่ระเบิด แต่ถ้ามีการเหนี่ยวนำไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าอื่นที่มีพลังงานสูง อาจทำให้เกิดการอาร์คหรือสปาร์กขึ้นที่ท่อร้อยสายหรือเกราะป้องกันสายไฟฟ้าได้ ดังนั้น สายไฟฟ้าของระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงจะต้องติดตั้งแยกออกจากระบบไฟฟ้าอื่นๆ โดยมีหลักปฏิบัติดังนี้

1. ในการเดินสายเปิด ตัวนำและเคเบิลของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงต้องแยกให้อยู่ห่างจากตัวนำและเคเบิลของวงจรทั่วไปอย่างน้อย 50 มม. นอกจากนี้ตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงเป็นเคเบิลชนิดเอ็มไอ หรือเอ็มซี หรือตัวนำของวงจรที่ไม่ปลอดภัยอย่างแท้จริงเดินในช่องเดินสายหรือเป็นเคเบิลชนิดเอ็มไอหรือเอ็มซี ซึ่งมีเปลือกหุ้มที่สามารถรับกระแสลัดวงจรลงดินได้

2. ตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงไม่ควรอยู่ในช่องเดินสาย รางเคเบิลหรือใช้สายเคเบิลร่วมกับตัวนำของวงจรทั่วไป แต่ถ้าจำเป็นต้องเดินรวมกัน ตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงต้องมีการจับยึดและแยกออกจากตัวนำของวงจรทั่วไปให้ห่างไม่น้อยกว่า 50 มม. หรือกั้นแยกด้วยผนังโลหะที่ต่อลงดินหรือผนังที่ทำด้วยฉนวน หรือตัวนำของวงจรที่ไม่ปลอดภัยอย่างแท้จริงเป็นเคเบิลชนิดเปลือกนอกโลหะหรือเคเบิลหุ้มด้วยโลหะ ซึ่งเปลือกหรือส่วนหุ้มที่เป็นโลหะต่อลงดินและสามารถรับกระแสลัดวงจรลงดินได้

3. เมื่ออยู่ในเครื่องห่อหุ้ม ตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงต้องแยกให้อยู่ห่างจากตัวนำของวงจรทั่วไปไม่น้อยกว่า 50 มม. และต้องจับยึดตัวนำให้แน่นเพื่อป้องกันปลายสายหลุดไปสัมผัสกับขั้วอื่น

4. การกั้นแยกจากตัวนำของวงจรที่มีความปลอดภัยอย่างแท้จริงอื่น ตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงแต่ละวงจรต้องมีการกั้นแยกออกจากกัน โดยให้ตัวนำของแต่ละวงจรรู้อยู่ภายในเปลือกโลหะที่ต่อลงดินหรือใช้ตัวนำที่มีฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร

5. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือวัดคร่อมระหว่างเครื่องป้องกัน (Barrier) ในขณะที่มีการจ่ายไฟฟ้าในระบบ

6. การเดินสายสามารถใช้วิธีการเดินสายในสถานที่ทั่วไปได้ แต่ต้องมีการกั้นแยกตามที่กล่าวข้างต้นและมีการปิดผนึกทั้งท่อร้อยสายและเคเบิลเพื่อให้ก๊าซ ไอ หรือฝุ่น ผ่านได้น้อยที่สุดสำหรับเครื่องห่อหุ้มที่มีเพียงอุปกรณ์ที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงอยู่ไม่ต้องปิดผนึกก็ได้

7. การต่อลงกราวด์ในระบบไฟฟ้าที่มีความปลอดภัยจากการจู่ระเบิดอย่างแท้จริงจะต้องมีเพียงจุดเดียวเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนในกรณีที่มีการลงกราวด์มากกว่าหนึ่งจุด

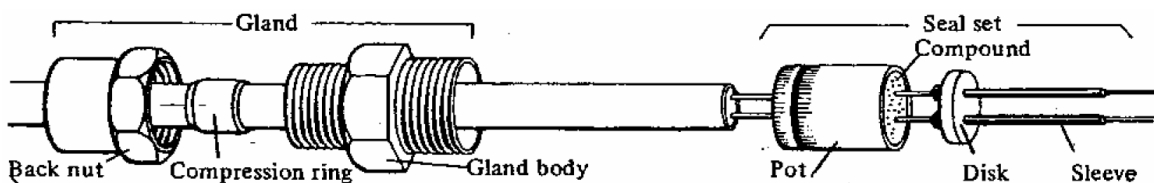
#### 4.3 การเดินสายไฟฟ้าบริเวณพื้นที่อันตราย

4.3.1 สายไฟฟ้าในพื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 (Class I Division I) ของประเภท-แบบ ต้องเป็นไปดังนี้

(1) วิธีเดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าต้องร้อยภายในท่อโลหะอย่างหนา หรืออย่างหนาปานกลางชนิดต่อด้วยเกลียว สายไฟฟ้าที่วางไว้ใต้ดินต้องใช้สายไฟฟ้าชนิดสำหรับใช้ใต้ดิน โดยเฉพาะ ยกเว้นสายเคเบิลชนิดที่ผลิตเพื่อใช้ในพื้นที่อันตรายเกี่ยวกับไอหรือก๊าซไม่ต้องร้อยภายในท่อดังกล่าว

ท่อโลหะที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าต้องได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากยังไม่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ANSI หรือ UL แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา

สายเคเบิลชนิดที่ผลิตเพื่อใช้ในพื้นที่อันตรายเกี่ยวกับไอหรือก๊าซต้องได้มาตรฐานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือใช้สายเคเบิลชนิด MI (Mineral Insulated Cable) สายเคเบิลดังกล่าวต้องมีเครื่องประกอบสายเคเบิลและต้องไม่ทำให้เกิดความเค้นแรงดึงที่เครื่องประกอบปลายสายเคเบิล



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการติดตั้งสายเคเบิลชนิด MI (Mineral Insulated Cable)

(2) กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ ท่ออ่อนและข้อต่อท่อต้องเป็นชนิดที่มีเกลียวใน สำหรับต่อเข้ากับท่อร้อยสายไฟฟ้า หรือเครื่องประกอบปลายสายเคเบิลและต้องเป็นชนิดทนการระเบิด

ข้อต่อที่เป็นเกลียว ต้องกินเกลียวกันอย่างน้อย 5 เกลียว

### (3) การปิดผนึกและการระบาย ต้องเป็นดังนี้

(ก) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ต่อกับกล่องหุ้มของสวิทช์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ฟิวส์ รีเลย์ ตัวต้านทาน หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่อาจมีประกายไฟ หรือมีอุณหภูมิสูง ต้องติดตั้งข้อต่อปิดผนึก ในตำแหน่งใกล้กับกล่องหุ้มมากที่สุดเท่าที่จะทำได้และต้องห่างจากกล่องหุ้มไม่เกิน 457 มม. (18 นิ้ว)

ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีขนาดระบุไม่เกิน 40 มม. (1 ½ นิ้ว) ต่อกับกล่องหุ้มชนิด ทนการระเบิด ตามวรรคหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องติดตั้งข้อต่อปิดผนึก หากหน้าสัมผัสที่ตัดกระแสไฟฟ้า อยู่ภายในกล่องที่ปิดผนึกหรือจุ่มอยู่ในน้ำมัน

(ข) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ต่อกับกล่องหุ้ม ซึ่งภายในบรรจุขั้วต่อสายเท่านั้น หาก ท่อดังกล่าวมีขนาดระบุตั้งแต่ 50 มม. (2 นิ้ว) ขึ้นไป ต้องติดตั้งข้อต่อปิดผนึกห่างจากกล่องหุ้มไม่ เกิน 40 มม.

(ค) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางจากพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ไปยัง บริเวณที่ไม่อันตราย ต้องติดตั้งข้อต่อปิดผนึกไว้ที่ตำแหน่งสุดเขตของพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1

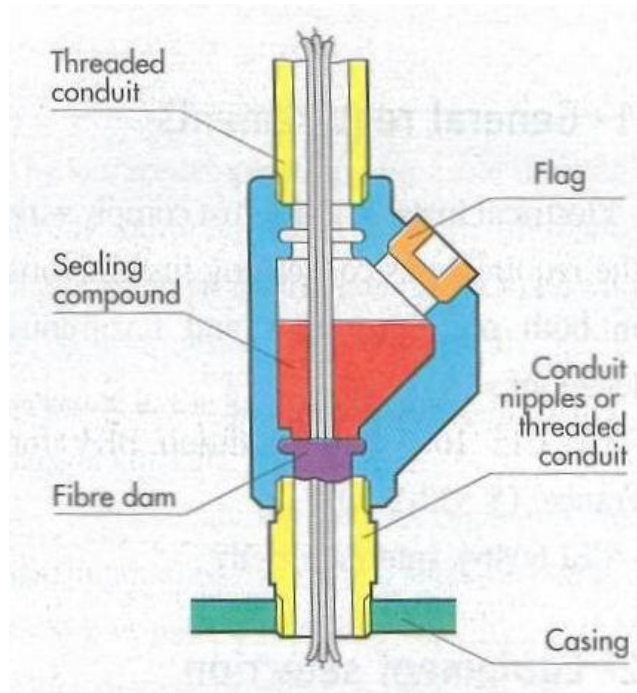
ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางเดินผ่านพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1 และไม่มี รอยต่อใดๆ ในพื้นที่อันตรายดังกล่าว รวมถึงระยะ 305 มม. (12 นิ้ว) จากเขตอันตรายออกไปทั้งสอง ข้างไม่ต้องติดตั้งข้อต่อปิดผนึกก็ได้ ถ้าปลายทั้งสองข้างของท่อดังกล่าวอยู่ในบริเวณไม่อันตราย

(ง) การปิดผนึกสายเคเบิล ถ้าสายเคเบิลเป็นชนิดที่ไอหรือก๊าซไม่สามารถ ไหลผ่านระหว่างแกนของเคเบิล การปิดผนึกสายเคเบิลต้องเป็นไปทำนองเดียวกับ (ก) ถ้าเป็นสาย เคเบิลชนิดเปลือกนอกเป็นเนื้อเดียวต่อเนื่อง และไอหรือก๊าซไม่สามารถไหลผ่านเปลือกนอกได้ ถ้า ไอหรือก๊าซไหลผ่านระหว่างแกนของเคเบิลได้ ต้องปิดผนึกสายเคเบิลโดยปลอกเปลือกนอกและสิ่ง ห่อหุ้มอื่นๆ ออก เพื่อให้สารปิดผนึกหุ้มรอบฉนวนของตัวละตัวนำเปลือกนอกด้วย

(จ) เครื่องควบคุมมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ติดตั้งในบริเวณซึ่งอาจทำ ให้ไอหรือก๊าซกลั่นตัวสะสมอยู่ภายในกล่องหุ้มของเครื่องควบคุมมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

หรือที่จุดใดๆ ในระบบท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องติดตั้งข้อต่อปิดผนึกชนิดระบายได้ หรืออุปกรณ์ที่สามารถระบายของเหลวออกได้

(ฉ) เครื่องสูบก๊าซ เครื่องวัดการไหลหรือแรงอัดที่ใช้ไฟฟ้าและมีลักษณะเป็นแผ่นไดอะแฟรมหรือข้อต่อปิดผนึก กั้นไม่ให้ไอหรือก๊าซไหลเข้าสู่ระบบท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องมีการปิดผนึกอย่างน้อยสองชั้น และต้องมีอุปกรณ์ระบายของเหลวติดตั้งอยู่ระหว่างจุดปิดผนึกทั้งสองชั้นดังกล่าว โดยให้สามารถสังเกตเห็นการรั่วได้จากอุปกรณ์ระบายของเหลว



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการปิดผนึกท่อร้อยสายและต่อเข้าอุปกรณ์

(4) การปิดผนึกต้องเป็นดังนี้

(ก) ข้อต่อปิดผนึก ต้องติดตั้งในบริเวณที่เข้าถึงได้โดยสะดวก

(ข) สารปิดผนึก ต้องสามารถป้องกันการรั่วไหลของไอหรือก๊าซที่ข้อต่อปิดผนึกได้ ต้องทนต่อสภาวะแวดล้อมได้ และมีจุดหลอมเหลวไม่ต่ำกว่า 93 องศาเซลเซียส

(ค) การใส่สารปิดผนึกลงในข้อต่อปิดผนึก ความหนาของสารปิดผนึกต้องไม่น้อยกว่าขนาดระบุของท่อร้อยสายไฟฟ้า และไม่ว่ากรณีใดๆ สารปิดผนึกต้องหนาไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว)

(ง) ห้ามต่อสายภายในข้อต่อปิดผนึกและห้ามใช้สารปิดผนึกหุ้มขั้วต่อสาย หรือขั้วต่อแยกสาย

(5) สายอ่อนที่ต่อจากจุดจ่ายไฟฟ้าประจำที่ไปยัง โคมไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบ เคลื่อนย้ายได้ ต้องมีลักษณะดังนี้

(ก) เป็นชนิดที่ออกแบบไว้สำหรับใช้งานหนัก

(ข) มีแกนสำหรับสายดินรวมอยู่ด้วย ตลอดความยาวของสายอ่อน

(ค) สายอ่อนแต่ละเส้น ต้องไม่มีรอยต่อ

(ง) การต่อสายอ่อนเข้ากับขั้วต่อสายให้ใช้อุปกรณ์สำหรับต่อสายอ่อน โดยเฉพาะ

(จ) มีอุปกรณ์จับยึดสายอ่อนที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเค้นแรง ดึงที่ขั้วต่อสาย

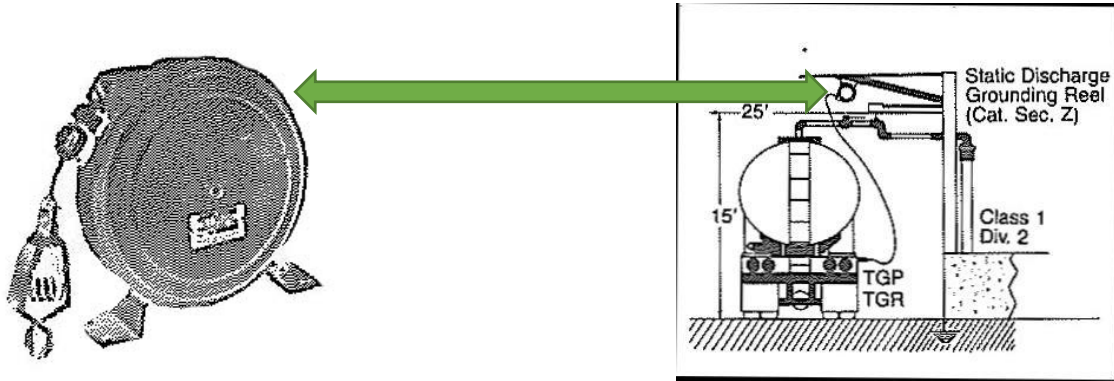
(ฉ) มีการปิดผนึก ตรงจุดที่สายอ่อนผ่านเข้าไปในกล่องเครื่องประกอบการ ติดตั้งหรือกล่องหุ้มชนิดทนการระเบิด

(6) สายเมนเส้นเฟสทุกเส้นที่ต่อเข้าไปในพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ต้อง ป้องกันด้วยเครื่องล่อฟ้า (Surge Arrester) ที่เหมาะสม การติดตั้งและการต่อลงดินของเครื่องล่อฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนดไว้ในมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า เรื่องการต่อลงดินตาม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545 เครื่องล่อฟ้าถ้าติดตั้งอยู่ในพื้นที่ อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ต้องอยู่ภายในกล่องหุ้มชนิดทนการระเบิดหรือกล่องหุ้มชนิดอัด อากาศบริสุทธิ์และควบคุมแรงอัดภายใน (Purge and Pressurized)

(7) ระบบไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องต่อลงดิน รายละเอียดและ วิธีการต่อลงดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545

(8) ข้อกำหนดหลักเกณฑ์ของสายไฟฟ้า และวิธีการเดินสายไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งไม่ได้ ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545

(9) การป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิตย์ ให้ต่อสายดินกับถังเก็บแบบยึดติดกับที่ถังที่ใช้ผสมซึ่งทำจากโลหะหรือท่อของน้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซ สารเคมีที่เป็นสารไวไฟ และการต่อสายดินกับรถแท้งค์ ในขณะที่มีการถ่ายเท รายละเอียดและวิธีการต่อลงดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะม้วนสายดินและการติดตั้งใช้งานบริเวณสถานีขนถ่ายสายไฟฟ้าในพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 (ของประเภท-แบบ) ต้องเป็นดังนี้

(1) ให้ใช้วิธีเดินสายไฟฟ้า

(ก) เป็นไปตามสายไฟฟ้าในพื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 หรือ

(ข) เดินสายในรางเดินสายไฟฟ้าชนิดห่อหุ้มมิดชิด มีประเก็น (Enclosed Glasketed Busway or Wireway)

(2) กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ ข้อต่อท่อ ท่ออ่อนและเครื่องประกอบปลายสายเคเบิล ไม่จำเป็นต้องใช้ชนิดทนการระเบิด (ท่ออ่อนยอมให้ใช้ชนิดกันของเหลวได้) เว้นแต่เครื่องประกอบดังกล่าวติดตั้งอยู่ระหว่างกล่องหุ้มชนิดทนการระเบิดกับข้อต่อปิดผนึกข้อต่อที่เป็นเกลียวจะต้องกินเกลียวกันอย่างน้อย 5 เกลียว

(3) การปิดผนึกและการระบาย ต้องเป็นดังนี้

(ก) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับกล่องหุ้มชนิดทนการระเบิด ต้องทำการปิดผนึกตามที่กำหนดไว้ในข้อ 4.3.1 (3) (ก) และ (ข) ท่อและเครื่องประกอบการเดินท่อที่อยู่ระหว่างข้อต่อปิดผนึกกับกล่องหุ้มชนิดทนการระเบิดต้องเป็นไปตาม (2)

(ข) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางจากพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ไปยังพื้นที่ไม่อันตราย ต้องมีการปิดผนึก ทำนองเดียวกับข้อ 4.3.1 (3) (ค)

(ค) สายเคเบิลที่ผ่านเข้าไปในกล่องหุ้มชนิดทนการระเบิด ต้องปิดผนึกสายเคเบิลในตำแหน่งที่ผ่านเข้าไปในกล่องหุ้ม ข้อต่อปิดผนึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน (ก) สายเคเบิลหลายแกนต้องมีการปิดผนึกตามข้อ 4.3.1 (3) (ง)

(ง) สายเคเบิลที่เปลือกนอกเป็นเนื้อเดียวต่อเนื่องและไอหรือก๊าซไม่สามารถซึมผ่านเปลือกนอกได้ ถ้าอากาศสามารถไหลผ่านไประหว่างแกนของสายเคเบิลได้ในอัตราไม่เกิน 198 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมง ที่แรงอัด 1,493 ปาสคาล ไม่จำเป็นต้องมีการปิดผนึกเว้นแต่สายเคเบิลที่กำหนดไว้ (ค)

(จ) สายเคเบิลที่เปลือกนอกเป็นเนื้อเดียวต่อเนื่อง และไอหรือก๊าซไม่สามารถซึมผ่านเปลือกนอกได้ ถ้าไอหรือก๊าซสามารถไหลผ่านไประหว่างแกนของสายเคเบิลได้ต้องมีการปิดผนึกในตำแหน่งสุดเขตพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 เพื่อป้องกันไม่ให้ไอหรือก๊าซไหลผ่านสายเคเบิลเข้าไปในพื้นที่ไม่อันตรายสายเคเบิลที่เปลือกนอกเป็นเนื้อเดียวต่อเนื่อง และไอหรือก๊าซไม่สามารถซึมผ่านเปลือกนอกได้ หากไม่มีรอยต่อหรือรอยแตก ให้วางผ่านพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ได้โดยไม่มีปิดผนึก

(ฉ) สายเคเบิลที่เปลือกนอกไม่สามารถป้องกันไอหรือก๊าซซึมผ่านเปลือกนอกต้องมีการปิดผนึกในตำแหน่งสุดเขตพื้นที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 เพื่อป้องกันไอหรือก๊าซไม่ให้ไหลผ่านสายเคเบิลเข้าไปในพื้นที่ไม่อันตราย

(ช) การปิดผนึกและการระบายของเครื่องควบคุมมอเตอร์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (3) (จ)

(ซ) การปิดผนึกและการระบายของเครื่องสูบก๊าซ เครื่องวัดการไหลหรือแรงอัดให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (3) (ฉ)

(4) การปิดผนึก ให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (4)

(5) สายอ่อน ให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (5)

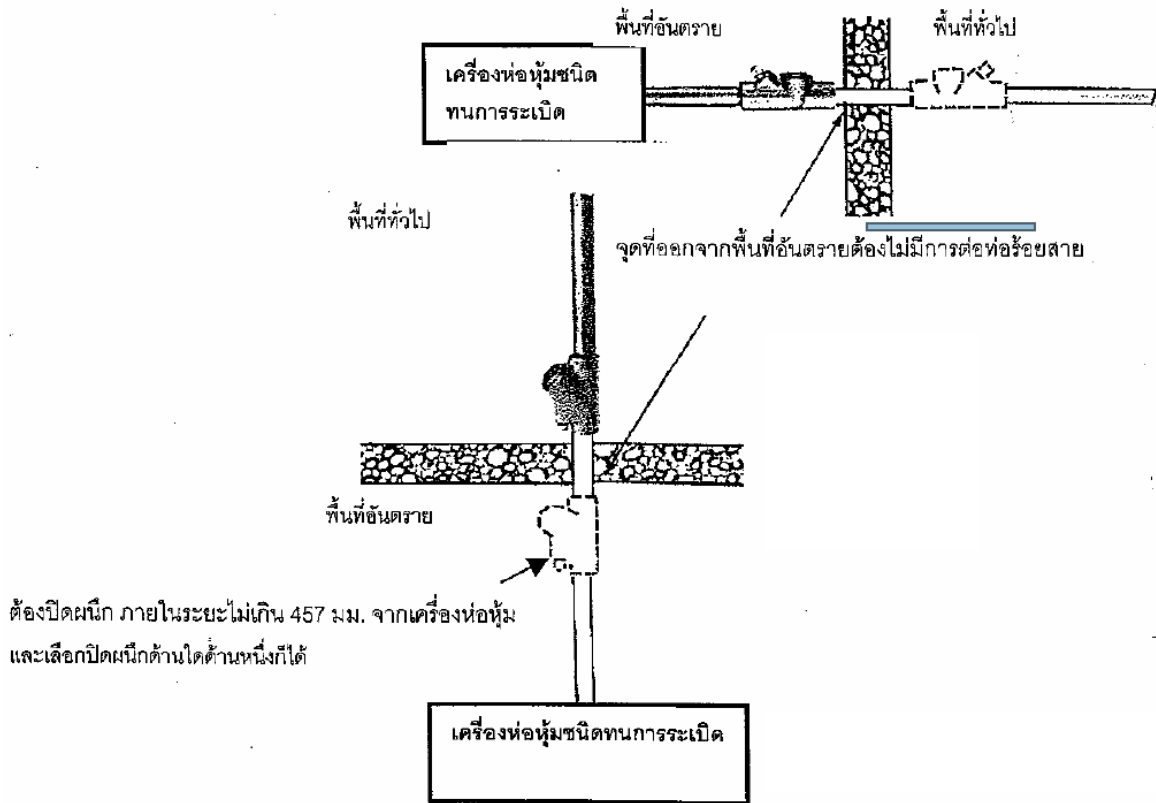
(6) เครื่องล่อฟ้า ให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (6)



(7) การต่อลงดิน ให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (7)

(8) ข้อกำหนดหลักเกณฑ์ของสายไฟฟ้า และวิธีเดินสายไฟฟ้าทั่วไป ให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (8)

(9) การป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิตย์ให้เป็นไปตามข้อ 4.3.1 (9)



รูปที่ 4.5 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ปิดผนึก

4.3.2 สายไฟฟ้าในพื้นที่อันตรายของประเภท-โซน (Zone) ต้องเป็นไปตามนี้

วิธีเดินสาย (ของประเภท-โซน)

บริเวณอันตรายที่จำแนกเป็นโซนสามารถแยกวิธีการเดินสายได้เป็น 2 แบบ คือ การเดินสายด้วยระบบท่อร้อยสายและระบบสายเคเบิล วิธีเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดในเรื่องการเดินสาย และห้ามใช้วิธีการเดินสายเปิดและการเดินสายบนผิว การเดินสายด้วยระบบท่อร้อยสายจะเหมือนกับที่กล่าวแล้วในการเดินสายของการจำแนกบริเวณเป็นประเภทและแบบสำหรับการเดินสายด้วยระบบสายเคเบิลมีข้อกำหนดการเดินสาย ดังนี้

(1) ข้อกำหนดทั่วไป การเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดต่อไปนี้ และข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับแต่ละเทคนิคการป้องกัน

(ก) สายไฟฟ้าที่ใช้ห้ามใช้สายแกนเดี่ยวชนิดไม่มีเปลือก นอกจากจะเป็นการเดินร้อยท่อและในแผงสวิตช์ ปกติสายเคเบิลที่นิยมใช้จะเป็นชนิดมีเปลือกโลหะ

(ข) การเดินสายเข้าอุปกรณ์ การเดินสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแต่ละแบบการป้องกัน (Type of Protection) ใช้อุปกรณ์การเข้าสายที่เหมาะสมกับแต่ละเทคนิคการป้องกัน ซึ่งจะระบุไว้ที่อุปกรณ์

(ค) ทางผ่านของเปลวเพลิง เครื่องห่อหุ้มสาย ช่องเดินสาย ต้องมีการป้องกันไม่ให้สารไวไฟทั้งที่เป็นไอ ก๊าซ และของเหลวไหลผ่านจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่ง และป้องกันไม่ให้สารไวไฟดังกล่าวถูกเก็บขังอยู่ภายใน การป้องกันอาจทำได้โดยการปิดผนึก การระบายอากาศหรือเติมทรายให้เต็มช่องว่าง

(ง) การเดินสายผ่านบริเวณอันตราย สายไฟฟ้าที่เดินผ่านจากบริเวณทั่วไปเข้าหรือผ่านบริเวณอันตรายต้องมีการป้องกันที่เหมาะสมกับโซนนั้นๆ เช่น ปิดผนึก

(จ) การเดินสายผ่านผนัง การเดินสายไฟฟ้าผ่านผนังระหว่างบริเวณทั่วไปกับบริเวณอันตรายต้องมีการปิดผนึกที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารไวไฟจากบริเวณอันตรายไปยังบริเวณทั่วไป ในการเดินสายด้วยระบบสายเคเบิลต้องมีการปิดผนึกเคเบิลด้วย

(ฉ) การต่อสาย สายไฟฟ้าที่เดินในบริเวณอันตรายไม่ควรมีการต่อสาย กรณีที่จำเป็นต้องต่อสายต้องทำให้ถูกต้องตามวิธีการต่อสาย และใช้วิธีการต่อสายที่เหมาะสมกับแต่ละสถานที่ การต่อสายต้องทำในเครื่องห่อหุ้มที่มีระดับการป้องกันเหมาะสมกับโซนนั้นๆ หรือจุดต่อสายมีการเติมให้เต็มด้วยสารอีพอกซี (Epoxy) หรือหลอดหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tube) ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตกำหนด และจุดต่อสายต้องไม่รับแรงทางกล

(2) การเดินสายสำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 โซน 0 ในทางปฏิบัติจะพยายามหลีกเลี่ยงการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในบริเวณ โซน 0 กรณีที่จำเป็นการเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ (1) และเพิ่มเติม ดังนี้

(ก) ชนิดของสายเคเบิลและการเดินสายต้องเป็นชนิดที่ใช้สำหรับการป้องกันแบบ “ia” (ระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง) อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ควรเป็นชนิดที่มีการกันแยกกระบวนที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงกับระบบอื่นเพื่อป้องกันกระแสรั่วถึงกัน

(ข) กรณีที่ต้องมีการต่อลงดิน การต่อลงดินต้องทำภายนอกโซน 0 โดยให้อยู่ใกล้กับจุดที่จะเข้าโซน 0 ให้มากที่สุด

(ค) ถ้าชิ้นส่วนของอุปกรณ์ในโซน 0 มีโอกาสเกิดแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอันตรายได้ ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protection) ระหว่างแต่ละสายเส้นที่ไม่ได้ต่อลงดิน (สายเส้นไฟ) กับโครงสร้างโลหะตรงจุดที่ใกล้ที่สุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งไม่ควรเกิน 1.0 เมตร ก่อนทางเข้าโซน 0 การลดความเสี่ยงทำได้โดยการเดินสายใต้ดิน อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมแปร์ ใช้สายต่อลงดินขนาดไม่เล็กกว่า 4.0 ตารางเมตร

(ง) สายไฟฟ้าที่เดินระหว่างระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงกับอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จต้องมีการป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

(3) การเดินสายสำหรับพื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 โซน 1 และ โซน 2 ชนิดของสายเคเบิลและการเดินสายให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับแต่ละเทคนิคการป้องกันและเปิดดังนี้

(ก) สายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดติดตั้งถาวร สายไฟฟ้าต้องเป็นชนิดมีเปลือกนอก เช่น สายตาม มอก.11-2531 ตารางที่ 6, 7, 8, 9, 14 และ 15 สายไฟฟ้าชนิด CV เป็นต้น นอกจากจะเป็นการเดินสายด้วยระบบท่อร้อยสาย

(ข) สายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเคลื่อนที่ได้ สายไฟฟ้าต้องเป็นชนิดมีเปลือกนอก กรณีเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน สายไฟฟ้าต้องเป็นชนิดมีสายดินรวมอยู่ด้วย ขนาดสายไฟฟ้าต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.

(4) ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเทคนิคการป้องกันแบบ “d” (Flameproof Enclosure) ระบบการเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดข้างต้นและเพิ่มเติม ดังนี้

(ก) การเข้าสายเคเบิลต้องทำให้เหมาะสมกับมาตรฐานที่กำหนดของอุปกรณ์ อุปกรณ์เข้าสายเคเบิลต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสายเคเบิลที่ใช้งาน การเข้าสายต้องไม่ทำให้ระดับการป้องกันของอุปกรณ์ลดลง

(ข) ในที่ซึ่งกล่องต่อสายเป็นแบบ Ex “d” หรือการเดินสายเข้าอุปกรณ์ชนิดกันเปลวเพลิงเป็นการเดินสายเข้าโดยตรง ระบบการเดินสายเคเบิลเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดกันเปลวเพลิงต้องเดินโดยผ่านบุชซึ่งชนิดกันเปลวเพลิงซึ่งเป็นการเข้าสายโดยอ้อม

(ค) ในที่ซึ่งสายเคเบิลเดินเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดกันเปลวเพลิงโดยผ่านบุชชิ่งชนิดกันเปลวเพลิงซึ่งเป็นการเข้าสายโดยอ้อม บุชชิ่งที่อยู่นอกเครื่องห่อหุ้มชนิดกันเปลวเพลิงจะต้องมีการป้องกันที่เหมาะสม เช่น ให้ส่วนที่เปิดโล่งของบุชชิ่งอยู่ในกล่องต่อสาย กล่องต่อสายนี้อาจเป็นกล่องต่อสายชนิดกันเปลวเพลิงหรือมีการป้องกันแบบ “e”

(ง) ระบบการเข้าสายเคเบิล ต้องเป็นไปตามที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้

- ใช้อุปกรณ์เข้าสายที่เหมาะสมกับเทคนิคการป้องกันที่ใช้
- ใช้สายเคเบิลชนิดมีเปลือกตามที่อนุญาต สายเคเบิลต้องเป็นสายกลมเท่านั้น
- ใช้สายเคเบิลชนิด เอ็มไอ ที่อาจมีเปลือกพลาสติกหรือไม่ก็ได้ ร่วมกับอุปกรณ์เข้าสายเคเบิลชนิดกันเปลวเพลิง
- อุปกรณ์ปิดผนึกชนิดกันเปลวเพลิง เช่น กล่องที่มีการปิดผนึกตามที่อยู่ผลิตอุปกรณ์ทนการระเบิดกำหนด หรือเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองว่าใช้ได้กับสายเคเบิลที่ใช้ การปิดผนึกต้องใช้วัสดุที่เหมาะสมที่จะสามารถหุ้มสายได้โดยรอบ การปิดผนึกต้องทำตรงจุดที่สายเดินเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า
- ใช้อุปกรณ์เข้าสายชนิดกันเปลวเพลิงที่มีการปิดผนึกที่เหมาะสมรอบๆ สายเคเบิล
- ใช้กรรมวิธีอื่นๆ ที่ไม่ทำให้ความสามารถในการกันเปลวเพลิงของเครื่องห่อหุ้มลดลง

(5) ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเทคนิคการป้องกันแบบ “e” (Increased Safety) ระบบการเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดข้างต้นและเพิ่มเติม ดังนี้

(ก) การต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ชนิด “e” ต้องใช้อุปกรณ์เข้าสายที่เหมาะสมกับสายเคเบิล การต่อสายต้องไม่ทำให้ความสามารถในการป้องกันลดลง และมีการปิดผนึกที่ทำให้กล่องต่อสายมีระดับการป้องกันไม่ต่ำกว่า IP54

หมายเหตุ

(1) การปิดผนึกกล่องต่อสายให้มีระดับการป้องกันไม่ต่ำกว่า IP54 อาจจำเป็นต้องมีการปิดผนึกระหว่างอุปกรณ์เข้าสายและเครื่องห่อหุ้ม เช่น ใช้แหวนปิดผนึกหรือปิดผนึกที่เกลียว

(2) เกลียวของอุปกรณ์เข้าสายที่ต่อกับเครื่องห่อหุ้มที่หนาไม่น้อยกว่า 6 มม. ไม่จำเป็นต้องมีการปิดผนึกเพิ่มเติมระหว่างอุปกรณ์เข้าสายกับเครื่องห่อหุ้มถ้าสายเคเบิลช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์เข้าสายไม่โค้งงอ

(ข) การต่อสาย ขั้วต่อสายบางชนิด เช่น ชนิดที่เป็นร่องที่ยอมให้สายเข้าได้มากกว่าหนึ่งเส้นเมื่อมีสายเคเบิลมากกว่าหนึ่งเส้นต่อขั้วต่อสายเดียวกัน ต้องมีการจับยึดที่เหมาะสม สายไฟฟ้าที่มีขนาดต่างกันห้ามต่อเข้าขั้วต่อสายเดียวกัน ยกเว้นสายแต่ละเส้นต่อเข้าขั้วต่อสายชนิดบีบก่อน การต่อสายต้องมีการป้องกันการลัดวงจรที่ขั้วต่อสายโดยการหุ้มฉนวนสายแต่ละเส้นให้สูงถึงส่วนที่เป็นโลหะของกล่องต่อสาย

(6) ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเทคนิคการป้องกันแบบ “I” (Intrinsic Safety) ระบบการเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดข้างต้นและเพิ่มเติม ดังนี้

(ก) วงจรการเดินสายต้องป้องกันผลจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือสนามไฟฟ้าจากภายนอกที่มีต่ออุปกรณ์ การป้องกันอาจทำได้โดยการใช้ Screen หรือสายตีเกลียว โดยมีระยะห่างจากแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เพียงพอ

(ข) การเดินสายต้องมีการป้องกันความเสียหายทางกายภาพ และเพิ่มเติมตามข้อใดข้อหนึ่งที่กำหนด ดังนี้

- สายเคเบิลของวงจรระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง แยกออกจากระบบอื่น หรือ
- การติดตั้งสายเคเบิลของวงจรระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง มีการหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกล หรือ
- สายเคเบิลของวงจรระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง เป็นชนิดมีเปลือกโลหะหรือปกโลหะ

(ค) ตัวนำของวงจรระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงกับตัวนำของวงจรอื่น ห้ามอยู่ในสายเคเบิลเดียวกัน

(ง) เมื่อสายเคเบิลระบบปลอดภัยที่แท้จริงกับสายตัวนำอื่นเดินรวมในช่องเดินสายเดียวกันต้องมีการกั้นแยกด้วยวัสดุฉนวน หรือโลหะที่มีการต่อลงดิน ยกเว้นสายเคเบิลระบบที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงหรือสายตัวนำอื่นใช้สายไฟฟ้าชนิดมีเปลือกโลหะหรือปกโลหะ

(7) ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับเทคนิคการป้องกันแบบ “p” (Pressurized Apparatus) ระบบการเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดข้างต้นและเพิ่มเติม ดังนี้

(ก) กรณีเดินสายไฟในช่องเดินสาย ช่องเดินสายและส่วนที่ต้องสามารถทนแรงดันได้ ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า ของแรงดันทำงานปกติที่กำหนดโดยผู้ผลิตอุปกรณ์และต้องสามารถทนแรงดันสูงสุดของระบบที่อาจเกิดได้เมื่อจุดต่อทั้งหมดถูกปิด แต่ต้องทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 200 ปาสคาล (2 มิลลิบาร์)

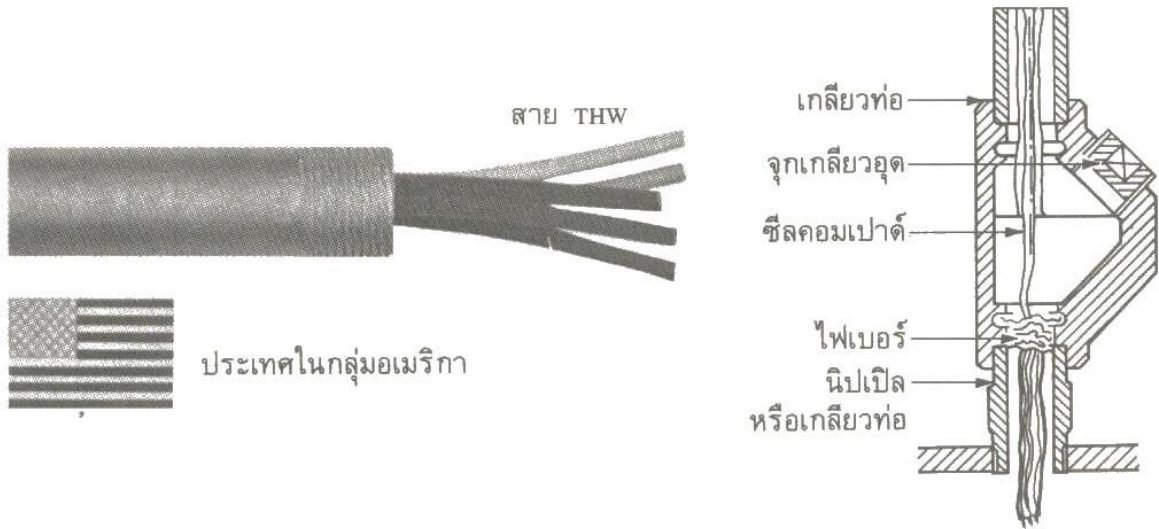
(ข) วัสดุที่ใช้ต้องเหมาะสมกับก๊าซป้องกัน (Protective Gas) และสารไวไฟที่มีในระบบ โดยไม่เกิดผลกระทบในทางที่ก่อให้เกิดความเสียหาย

(ค) จุดต่อต่างๆ ที่เป็นจุดจ่ายก๊าซป้องกันให้ช่องเดินสาย ต้องติดตั้งไว้นอกบริเวณอันตรายยกเว้นตัวท่อจ่ายก๊าซป้องกัน

(ง) ช่องเดินสายต้องพยายามติดตั้งนอกบริเวณอันตราย ให้มีระยะห่างมากที่สุดที่จะปฏิบัติได้ กรณีที่ช่องเดินสายเดินผ่านบริเวณอันตรายและก๊าซป้องกันมีความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ช่องเดินสายต้องไม่มีจุดที่ก๊าซรั่วได้

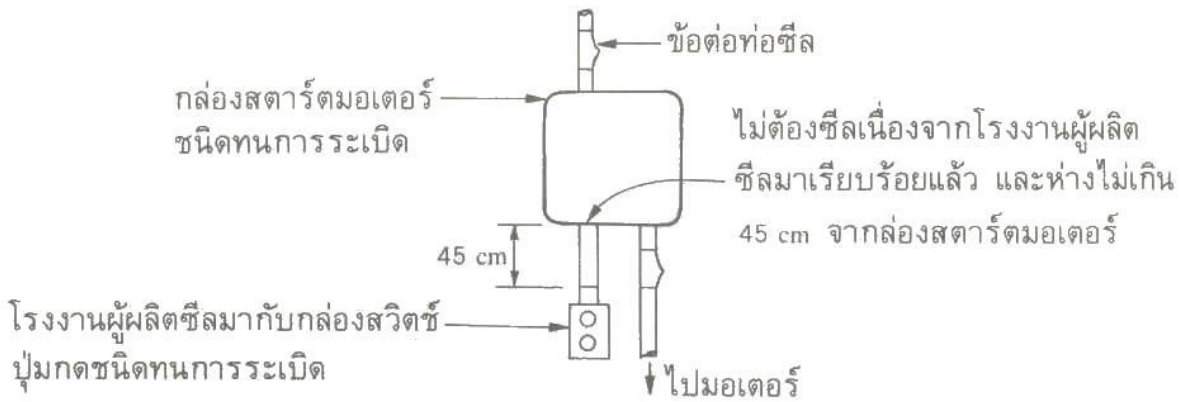
การเดินสายไฟฟ้าภายในพื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานยุโรปและอเมริกาเหนือ มีความแตกต่างกัน ดังนี้

ประเทศในกลุ่มอเมริกาเหนือ เช่น สหรัฐอเมริกา และแคนาดา จะใช้มาตรฐาน NEC ซึ่งกำหนดให้มีการร้อยสายไฟฟ้าในท่อเหล็กที่มีความแข็งแรง และจะต้องมีการซีลด้วยสารประกอบที่สามารถป้องกันแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟไม่ให้เข้าไปด้านในท่อได้ ข้อดีของการเดินสายไฟฟ้าแบบนี้ก็คือ สามารถป้องกันความเสียหายของสายไฟฟ้าจากการกระแทกหรือถูกสารเคมี จนฉนวนเกิดความเสียหาย แต่มีข้อเสียคือค่าใช้จ่ายสูงและยุ่งยากในการติดตั้ง



รูปที่ 4.6 การเดินสายไฟฟ้าภายในพื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานอเมริกาเหนือ

ข้อต่อท่อที่มีการซีลป้องกันแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเข้าสู่เปลือกท่อหุ้มกันระเบิด จะต้องไม่ห่างจากเปลือกท่อหุ้มมากกว่า 45 เซนติเมตร และถ้าอุปกรณ์ป้องกันการระเบิดติดตั้งอยู่ ห่างกันไม่เกิน 45 เซนติเมตร ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อต่อท่อซีล



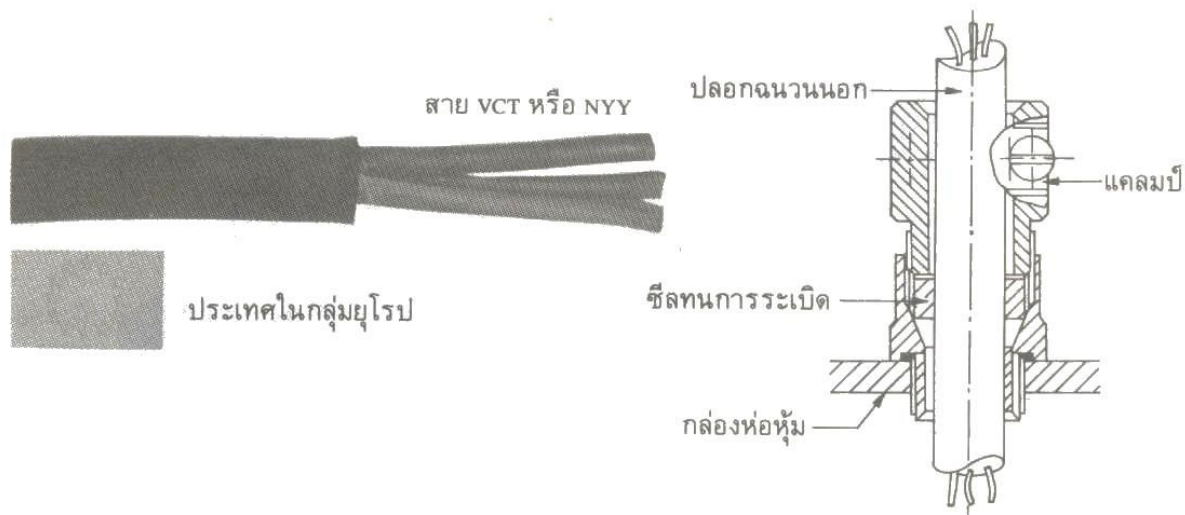
รูปที่ 4.7 การติดตั้งอุปกรณ์ข้อต่อซีล (Sealing Fitting)

การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าต่อเนื่องระหว่างพื้นที่อันตรายและพื้นที่ปลอดภัย (Safety Area) จะต้องมีการติดตั้งข้อต่อท่อซีลกันระหว่างขอบเขตของพื้นที่ทั้งสอง เพื่อป้องกันมิให้แก๊สหรือไอระเหยของสารไฟฟ้าผ่านไปสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทที่ไม่มีการป้องกันการระเบิด



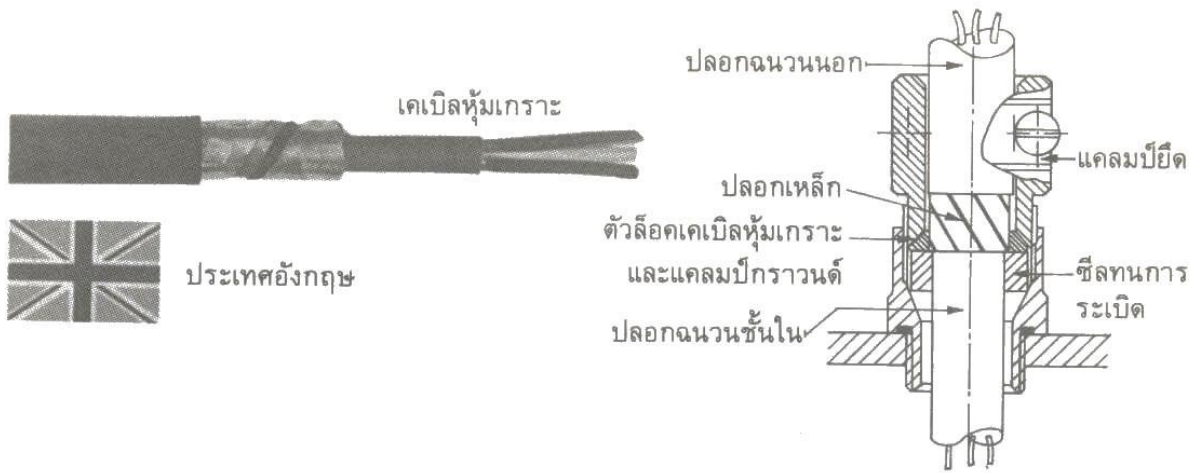


ประเทศในสหภาพยุโรป เช่น ฝรั่งเศส เยอรมัน อิตาลี และสเปน จะใช้มาตรฐาน CENELEC ซึ่งกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีฉนวนอย่างน้อย 2 ชั้น และจะต้องมีการซีลด้วยสารประกอบที่สามารถป้องกันแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟไม่ให้เข้าไปด้านในเปลือกหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสายไฟฟ้าได้ สารนี้จะต้องทนความร้อนจากการระเบิดภายในอุปกรณ์ป้องกันการระเบิดด้วย ข้อดีของการเดินสายไฟฟ้าแบบนี้ก็คือ ค่าใช้จ่ายต่ำและไม่ยุ่งยากในการติดตั้ง และน้ำหนักเบา แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถทนรับแรงกระแทกได้



รูปที่ 4.10 การติดตั้งสายไฟในประเทศในกลุ่มยุโรป

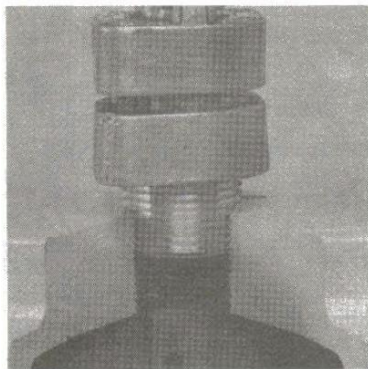
ประเทศอังกฤษ จะใช้มาตรฐาน IEC ซึ่งกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีเกราะเหล็ก (Armor) และจะต้องมีการซีลด้วยสารประกอบที่สามารถป้องกันแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟไม่ให้เข้าไปด้านในเปลือกหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสายไฟฟ้าได้ สารนี้จะต้องทนความร้อนจากการระเบิดภายในอุปกรณ์ป้องกันการระเบิดด้วย ข้อดีของการเดินสายไฟฟ้าแบบนี้ก็คือ ค่าใช้จ่ายปานกลางแต่สามารถทนการกระแทกทางกลได้ โดยไม่ยุ่งยากในการติดตั้ง แต่มีข้อเสียคือเกราะเหล็กจะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ดังนั้นถ้าไม่มีการต่อกราวด์ที่ดีอาจเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำภายในเกราะเหล็กได้



รูปที่ 4.11 การติดตั้งสายไฟในประเทศอังกฤษ

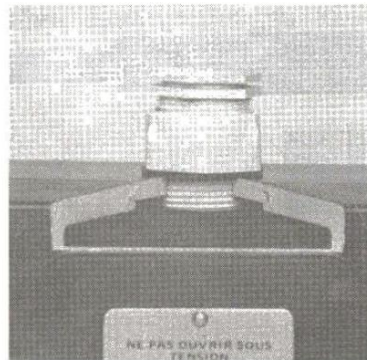
การเดินสายไฟฟ้าโดยไม่ใช้ท่อร้อยสายจะต้องป้องกันแรงดึงรั้งสายไฟฟ้าไม่ให้หลุดหรือขยับได้ โดยการใช้นำปลอกข้อต่อสายไฟ (Cable Grand) ช่วยยึดสายไฟฟ้าให้มีความมั่นคง

ข้อต่อเคเบิล

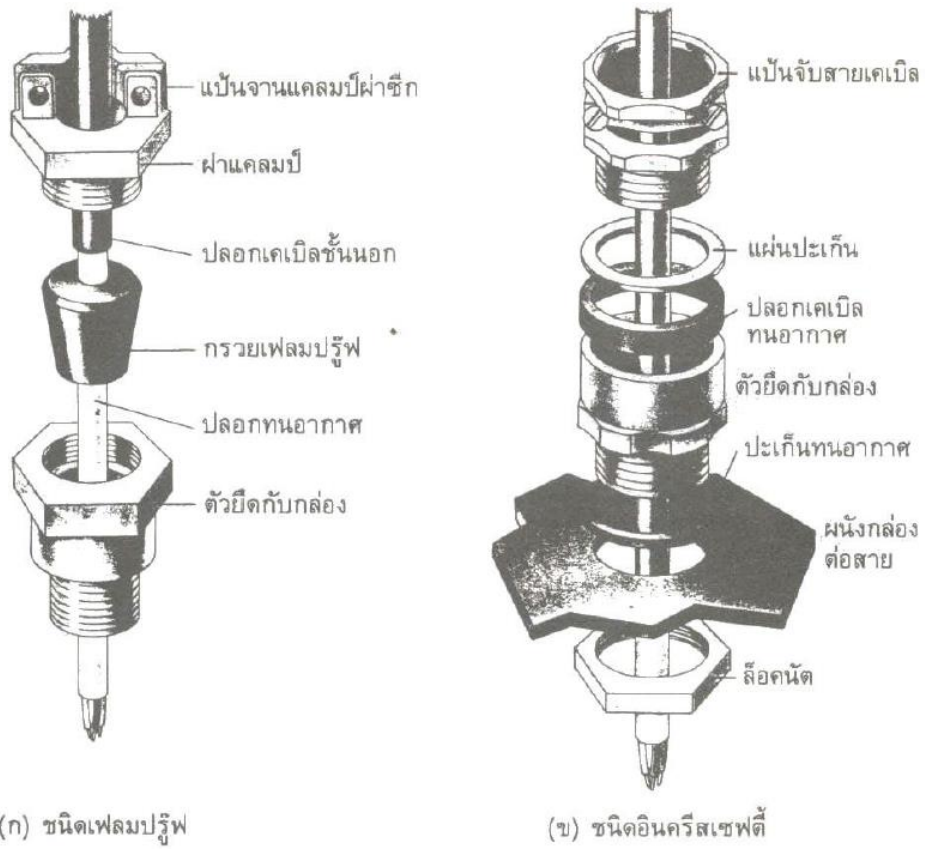


เมื่อยึดปลอกข้อต่อเคเบิลเข้ากับกล่องต่อสายให้ขันเกลียวลงไปอย่างน้อย 5 เกลียว

ข้อต่อเคเบิล



เมื่อยึดปลอกข้อต่อเคเบิลเข้ากับกล่องต่อสายให้ขันเกลียวลงไปอย่างน้อย 5 เกลียว แต่ถ้าเป็นแผงย่อยให้ใช้ลือคันทเช่นเดียวกัน

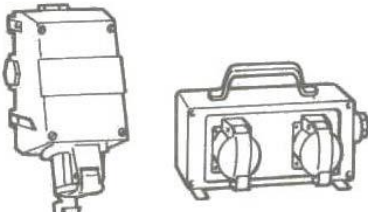
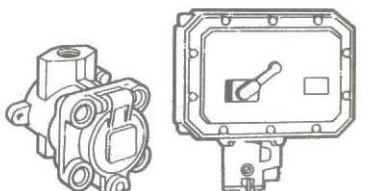

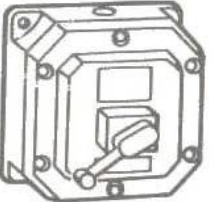


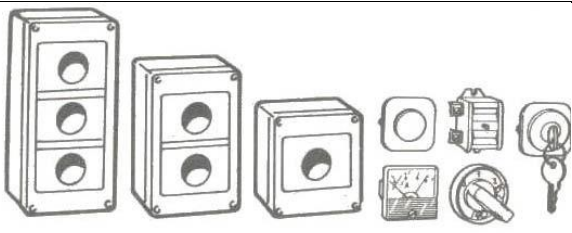
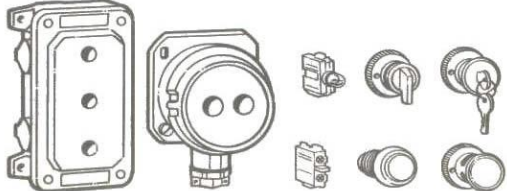
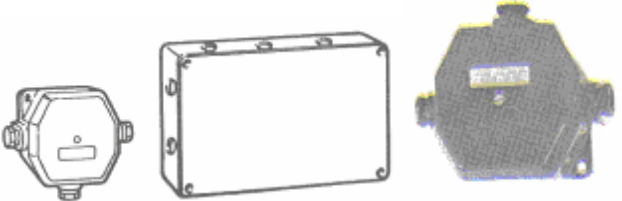
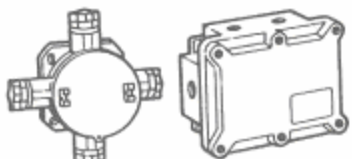
รูปที่ 4.12 ข้อต่อเคเบิล

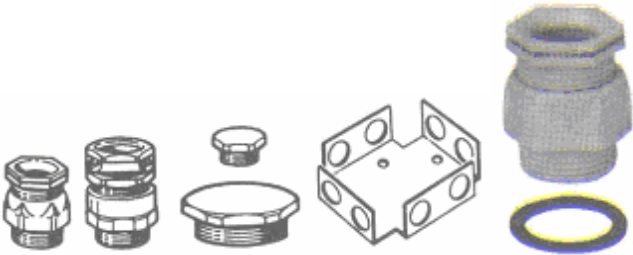
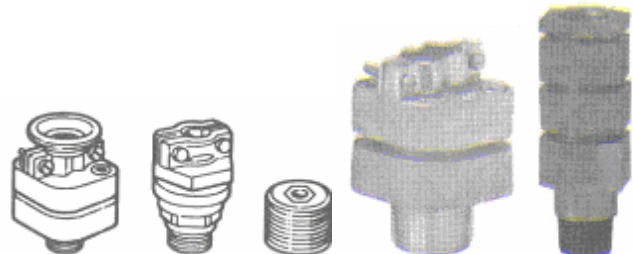

4.4 ตัวอย่างลักษณะอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดป้องกันการระเบิด



ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างลักษณะอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดป้องกันการระเบิด

ชนิด	รูป	การป้องกัน	สัญลักษณ์
โคมไฟ	<p>อินคริสเซพต์ "e"</p>	Increased Safety "e"	EEx e
	<p>เฟลมปรูฟ "d"</p>	Flameproof "d"	EEx d
		Flameproof "d"	EEx d

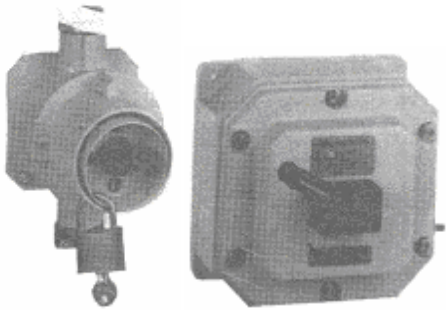

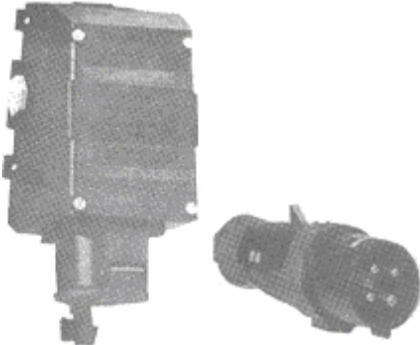
ปลั๊ก สวิตช์		Intrinsic Safe “i” and	EEx i
		Flameproof “d”	EEx d
		Increased Safety “e”	EEx e
		Flameproof “d”	EEx d



ชนิด	รูป	การป้องกัน	สัญลักษณ์
สวิตช์ ควบคุม		Increased Safety “e”	EEx e
		Flameproof “d”	EEx d
กล่องต่อ สาย		Increased Safety “e”	EEx e
		Flameproof “d”	EEx d





ข้อต่อเข้า หัวเบ็ด		Increased Safety “e”	EEx e
		Flameproof “d”	EEx d
Motor Starter		Flameproof “d”	EEx d

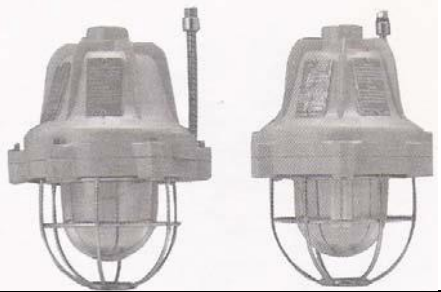

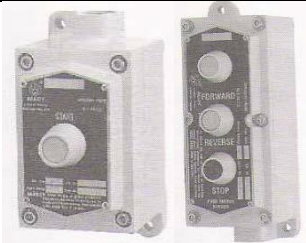
ชนิด	รูป	การป้องกัน	สัญลักษณ์
กล่องวงจร ปิด		Increase Safety “e”	EEx e
แผง ควบคุม		Flameproof “d”	EEx d


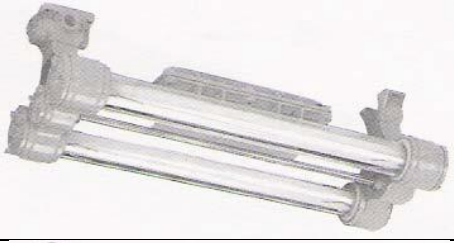
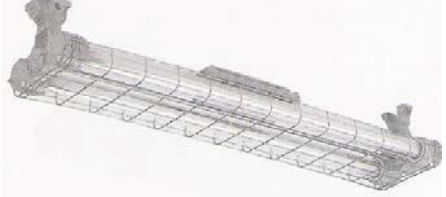
Electronic Siren		Nonincendive “n”	EEx n
Alarm Siren		Nonincendive “n”	EEx n

ชนิด	รูป	การป้องกัน	สัญลักษณ์
สวิตช์ ควบคุม		Flameproof “d”	EEx d
		Increased Safety “e” Flameproof “d”	EEx ed
เต้ารับ เต้าเสียบ		Flameproof “d” Increased Safety “e”	EEx d+e

อุปกรณ์ การเดินท่อ Round Box		Increased Safety “e” “d”	Class I,DivI,DivII,
Pull Box		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII,

ชนิด	รูป	การป้องกัน	สัญลักษณ์
Sealing Fitting		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII, Group C,D
กล่อง สวิตช์		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII, Group C,D
กล่องเบรก เกอร์		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII, Group C,D
ตู้เบรก เกอร์		Increased Safety “e” “d”	Class I,DivI,DivII, Group C,D

โคมไฟ		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII, Group C,D
		Increased Safety “e” “d”	Class I,DivI,DivII, Group C,D
Push Button		Increased Safety “e” “d”	Class I,DivI,DivII, Group C,D

ชนิด	รูป	การป้องกัน	สัญลักษณ์
Junction Box		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII, Group C,D
โคมไฟ ฟลูออเรส เซนส์		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII, Group C,D
		Flameproof “d” “e”	Class I,DivI,DivII, Group C,D