1.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน (Safety Health and Environmental)

อุบัติเหตุ คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสร้างความเสียหายอย่างไม่คาดหมายและเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะมีผลกระทบต่อการทำงานทรัพย์สินและบุคคล สิ่งต้องคำนึงถึงเสมอในการปฏิบัติงานคือความปลอดภัย โดยเฉพาะการก่อสร้างการผลิตโดยเครื่องจักร ซึ่งมีความเสี่ยงสูงหากการป้องกันไม่รัดกุมเพียงพออาจก่อให้เกิดความเสียหายทั้งผู้ปฏิบัติงาน ผลิตภัณฑ์ และเครื่องจักรในการผลิตได้

ผลเสียการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งมีต่อองค์กร ได้แก่ เสียหายต่อทรัพย์สิน เสียชีวิต เสียอวัยวะหรือพิการ เสียอิสรภาพต้องโทษทางกฎหมาย เสียเวลากู้สถานการณ์ เสียขวัญและกำลังใจ เสียเวลาฟื้นฟูสภาพจิตใจ เสียประสิทธิ์ภาพการทำงานตกต่ำ เสียชื่อเสียง เช่น คอนโดที่มีอุบัติเหตุคนเสียชีวิตมักจะขายได้ไม่มาก

1.1.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

งานด้านวิศวกรรม เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้คนจำนวนมาก วิศวกรจำเป็นต้องมีความรู้ดี ความเข้าใจถึงเหตุที่จะก่อให้เกิดอันตราย และหาวิธีการป้องกันก่อนที่จะเกิดอุบัติเหตุขึ้น ถ้าเกิดอุบัติเหตุจนมีผู้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตจะเป็นการละเมิดกฎหมายทันที และมีความผิดต้องโทษอาญา เนื่องจากเป็นผู้รับผิดชอบในหน้าที่ ดังนั้นวิศวกรจำเป็นต้องรู้ ในข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ทั้งนี้กฎหมายโดยทั่วไปได้รับการกลั่นกรองเพื่อนำมาปฏิบัติ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อผู้อื่นกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยจะอยู่ภายใต้การกำกับดูแลหลายกระทรวง ภายใต้พระราชบัญญัติต่างๆ ได้แก่

พระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. 2542
พระราชบัญญัติความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554
พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงานกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 กฎหมายความปลอดภัยในโรงงาน
กฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน
พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
พระราชบัญญัติการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2542
พระราชบัญญัติ และกฎหมาย อื่นๆ

พระราชบัญญัติต่างๆ จะกำหนดกฎหมายออกมาควบคุมในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านแรงงาน ด้านก่อสร้าง ด้านเครื่องจักร ด้านอาชีวอนามัย หรือเฉพาะด้าน เช่น ด้านกัมมันตภาพรังสี หรือด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

1.1.2 สาเหตุของอุบัติเหตุ (Causes of Accidents)

H.W. Heinrich ได้ศึกษาถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในปี ค.ศ. 1920 ผลการศึกษาวิจัย สรุปได้สาเหตุของอุบัติเหตุ ที่สำคัญมี 3 ประการ ได้แก่

ก. **สาเหตุที่เกิดจากคน** (Human Cause) มีจำนวนสูงที่สุด คือ 88% ของการเกิดอุบัติเหตุทุกครั้ง ตัวอย่างเช่น การทำงานที่ไม่ถูกต้อง ความพลั้งเผลอ ความประมาท การมีนิสัยชอบเสี่ยงในการทำงาน เป็นต้น

ก.1 สาเหตุจากการออกแบบที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่น ด้านกระบวนการผลิต ด้านวิศวกรรม ด้านการดัดแปลงไม่เป็นตามหลักวิชาการ (Health, Safety, Environmental impact, Energy) เป็นต้น

ก.2 สาเหตุจากการสร้าง ติดตั้งไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่นด้านความรู้ในการติดตั้งไม่ละเอียด ด้านการไม่ศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่ติดตั้ง ความรู้ด้านเดินเครื่อง การหยุดเครื่องกะทันหัน ระบบนิรภัยที่จำเป็น อุปกรณ์ช่วยกรณีฉุกเฉิน

ก.3 การใช้งานและการบำรุงรักษา เช่น การตรวจเช็คตามระยะเวลาต่างๆ การสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัด การบำรุงรักษา การซ่อมแซม เป็นต้น

ข. สาเหตุที่เกิดจากความผิดพลาดของเครื่องจักร (Mechanical Failure) มีจำนวนเพียง 10% ของการเกิดอุบัติเหตุทุกครั้ง ตัวอย่างเช่น ส่วนที่เป็นอันตรายของเครื่องจักรที่ไม่มีเครื่องป้องกัน เครื่องจักร เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ชำรุดบกพร่อง รวมถึงการวางผังโรงงานไม่เหมาะสม สภาพแวดล้อมในการทำงานไม่ปลอดภัย เป็นต้น

ค. **สาเหตุที่เกิดจากธรรมชาติ** (Natural Disaster) มีจำนวนเพียง 2 % เป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ นอกเหนือการควบคุมได้ เช่น แผ่นดินไหว พายุ น้ำท่วม ฟ้าผ่า เกิดพิกัดที่ออกแบบรองรับ เป็นต้น

1.1.3 การสร้างความปลอดภัยในการทำงาน

หัวใจสำคัญของการทำงานคือการช่วยกันสร้างความปลอดภัยในการทำงานโดยวิธีการป้องกัน (Passive หรือ Prevention) มิให้เกิดขึ้น ได้แก่ การอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจ ที่ถูกต้องก่อนเข้าปฏิบัติงาน การติดตามประเมินผลพฤติกรรมในการทำงานของพนักงาน และสภาพแวดล้อมสถานที่ทำงาน และโดยวิธีปกป้อง (Active หรือ Protection) ได้แก่ การนำเอาอุปกรณ์ภายนอกมาปกป้องอวัยวะ ปกปิดผลิตภัณฑ์ และปกคลุมเครื่องจักรที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน เพื่อผ่อนหนักให้เบาลงเพื่อเป็นการสร้างความปลอดภัยในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องยึดหลักการ **3E** ได้แก่

การใช้ความรู้ทางวิชาการ ด้านวิศวกรรมศาสตร์-(Engineering- **E**) คือ ในด้านการออกแบบ และคำนวณเครื่องจักร เครื่องมือ ที่มีสภาพการใช้งานที่ปลอดภัยที่สุด การติดตั้งเครื่องป้องกันอันตรายให้แก่ส่วนที่เคลื่อนไหว หรืออันตรายของเครื่องจักร การวางผังโรงงานระบบไฟฟ้า แสงสว่าง เสียง การระบายอากาศ เป็นต้น

การให้การศึกษา หรือการฝึกอบรม-(Education-**E**) คือ และแนะนำคนงาน หัวหน้างาน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงาน ให้มีความรู้ความเข้าใจในการป้องกันอุบัติเหตุ และการสร้างความปลอดภัยในงาน ให้รู้ว่าอุบัติเหตุจะเกิดขึ้น และป้องกันได้อย่างไร และจะทำงานวิธีใดจะปลอดภัยที่สุด เป็นต้น

การใช้มาตรการบังคับควบคุม-(Enforcement-**E**) คือ การกำหนดวิธีการทำงานอย่างปลอดภัย และการควบคุมบังคับอย่างจริงจังและเข้มงวดกัดขัน ให้คนงานปฏิบัติตามเป็นกฎระเบียบปฏิบัติ และต้องประกาศให้ทราบทั่วกันหากผู้ใดฝ่าฝืน หรือไม่ปฏิบัติตามจะต้องถูกลงโทษ เพื่อให้เกิดจิตสำนึก เกิดเป็นวัฒนธรรมองค์กรขึ้น และหลีกเลี่ยง การกระทำที่ไม่ถูกต้อง หรือเป็นอันตราย

ถ้าพิจารณาความปลอดภัยในการทำงาน ถูกกำหนดเป็นกฎหมายบังคับใช้ในด้านต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด และการทำงานจริงจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มมากขึ้น เพื่อความปลอดภัยสูงสุด ซึ่งเกี่ยวข้องกับด้านบุคคลผู้ปฏิบัติงาน สถานที่ปฏิบัติงานเครื่องจักรอุปกรณ์ และสิ่งแวดล้อมในปฏิบัติงาน เป็นต้น

1.1.4 ความปลอดภัยส่วนบุคคล

ความปลอดภัยส่วนบุคคล เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นลำดับแรก ความปลอดภัยส่วนบุคคล มักจะเป็นเชิงปกป้องด้วย**อุปกรณ์สำหรับความปลอดภัย**เป็นหลักโดยต้องสวมใส่อุปกรณ์ปกป้องอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ในการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบหลักการใช้งาน ชนิด ข้อจำกัด ตลอดจนการดูแลรักษาอย่างถูกต้องเพื่อประโยชน์ต่อตัวผู้ปฏิบัติงานเอง

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หมายถึง อุปกรณ์หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่จะนำมาสวมใส่บนส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือหลายส่วนของบุคคลนั้น ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ได้รับอันตรายจากการทำงาน หรือลดความรุนแรงของการประสบอันตรายที่อาจเกิดขึ้นประเภทของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสามารถจำแนกตามลักษณะของงานที่ใช้ป้องกันอันตรายได้ ดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันศีรษะ (Head Protection)
อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Foot Protection)
อุปกรณ์ป้องกันหน้าและดวงตา (Face and Eye Protection)
อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Protection)
อุปกรณ์ป้องกันระบบการได้ยิน (Hearing Protection)
อุปกรณ์ป้องกันมือและแขน (Hand and Arm Protection)
อุปกรณ์ป้องกันการตกจากที่สูง (Fall Protection)
อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณสารพิษประจำตัว

1.1.4.1 **อุปกรณ์ป้องกันศีรษะ (Head Protection)**

อุปกรณ์ป้องกันศีรษะ สำหรับป้องกันศีรษะจากการกระแทก ชน หรือวัสดุจากที่สูงมากระทบโดยอุปกรณ์จะมีลักษณะแข็งแรง และทำด้วยวัสดุที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย หมวกนิรภัยซึ่งใช้ป้องกันการกระแทก การเจาะทะลุของวัสดุที่ตกลงมากระทบกับศีรษะหรือใช้ต้านทานกระแสไฟฟ้า ทนไฟไหม้ หมวกกันศีรษะชน ซึ่งใช้งานในที่แคบๆ และหมวกคลุมผม เพื่อป้องกันเส้นผมไม่ให้เกี่ยวพันกับเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนใดๆซึ่งจะดึงรั้ง กระชากเป็นอันตรายต่อศีรษะได้ ได้แก่ หมวกนิรภัย (Safety Helmet) ใช้เพื่อป้องกันศีรษะจากการกระแทก การเจาะทะลุ วัตถุปลิว หรือกระเด็นมาโดน และไฟฟ้า มีลักษณะแข็งแรงทำด้วยวัสดุที่แตกต่างกันไปหมวกนิรภัยประกอบไปด้วยตัวหมวก (Head Shell) รองในหมวก (Suspension Line) และสายรัดคาง (Chin Straps)

หมวกคลุมผม

หมวกป้องกันนิรภัย

รูปที่ 1.1.4.1 หมวกป้องกันนิรภัยลักษณะต่างๆ

1.1.4.2 **อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Foot Protection)**

อุปกรณ์ป้องกันเท้ามีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ต้องทำงานในสถานที่ที่อาจเกิดอันตรายกับเท้าได้ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรจัดหารองเท้าหุ้มข้อหรือรองเท้าที่เสริมด้วยอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ ที่เรียกว่า รองเท้านิรภัย (Safety Shoes) เป็นรองเท้าที่สวมใส่ในการทำงานเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของเท้า อาจจะเป็นรองเท้าธรรมดาที่ใช้งานทั่วไป แต่ใส่อุปกรณ์ป้องกันลงไปอาจครอบลงที่หัวหรือพื้นรองเท้าอุปกรณ์ป้องกันควรจะรับได้ประมาณ 11,000 กิโลกรัม และแรงกระแทก (Impact Load) เกินกว่า 20 กิโลกรัม ที่ระยะทาง 1 ฟุต รองเท้านิรภัยแบ่งเป็น 6 ประเภท ได้แก่

ก. รองเท้านิรภัยชนิดหัวโลหะมีเหล็กหัวบัว (Steel Toe Cap) ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับนิ้วเท้า อาจมีแผ่นโลหะรองพื้นกันการแทงทะลุของของมีคมนิยมใช้แพร่หลาย

ข. รองเท้าตัวนำไฟฟ้า มีตัวนำไฟฟ้าประกอบเหล็กอยู่ที่ตัวรองเท้าเพื่อให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และส่วนประกอบจำพวก nonferrous เพื่อลดการเกิดประกายไฟเนื่องจากการเสียดสี

ค. รองเท้าหล่อหลอมโลหะเพื่อป้องกันความร้อนและอันตรายจากโลหะที่หลอมเหลว มักทำจากวัสดุป้องกันความร้อนเช่น อลูมิเนียมหรือแอสเบสทอส

ง. รองเท้าป้องกันการระเบิดเป็นรองเท้านิรภัยที่ป้องกันไม่ให้เกิดประกายไฟขณะการใช้งาน

จ. รองเท้าป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าวัสดุที่ใช้เป็นยางเพื่อรองเท้าจะไม่มีส่วนที่เป็นโลหะยกเว้นส่วนที่เป็นเหล็กหัวบัว ซึ่งจะถูกหุ้มด้วยฉนวน

ฉ. รองเท้าป้องกันสารเคมีทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำมัน หรือสารเคมี

รูปที่ 1.1.4.2 อุปกรณ์ป้องกันเท้าลักษณะต่างๆ

1.1.4.3 **อุปกรณ์ป้องกันดวงตาและ ใบหน้า (Eye and Face Protection)**

การปฏิบัติงานบางอย่างที่เสี่ยงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นบริเวณใบหน้า ดังนั้น อุปกรณ์ป้องกันใบหน้าและดวงตาจำเป็นสำหรับการป้องกันความร้อน การแผ่รังสีที่เป็นอันตราย การเชื่อมโลหะ การตัดโลหะ ได้แก่ หน้ากากกรองแสง หมวกครอบกันกรด หมวกครอบแบบจ่ายอากาศ และอุปกรณ์ป้องกันแบบใช้มือถือ โดยจะผลิตจากวัสดุทนไฟ ป้องกันแสงที่เป็นอันตรายและทนต่อการใช้น้ำยาทำความสะอาดน้ำหนักเบา สำหรับ แว่นครอบตาประกอบด้วยถ้วยครอบตาพร้อมด้วยเลนส์ 2 ชิ้น ถ้วยครอบตาทั้งสองยึดติดกันด้วยสะพานเชื่อม ถ้วยครอบตาทำด้วยพลาสติก หรือวัสดุที่ทนร้อน ป้องกันการติดเชื้อ ป้องกันน้ำซึมที่ถ้วยครอบตาแต่ละข้างจะยึดด้วยกรอบเลนส์ ซึ่งจะทำด้วยโลหะหรือพลาสติกก็ได้ ได้แก่ แว่นตานิรภัย (Safety Glasses or Spectacles) แว่นตานิรภัยมีรูปร่างคล้ายแว่นตาที่ใช้ทั่วไปแตกต่างตรงที่เลนส์ของแว่นตานิรภัยสามารถทนต่อแรงกระแทก แรงเจาะความร้อนและสารเคมีได้ดี แว่นตานิรภัย เหมาะที่จะใช้กับงานกลึง ไสเจียระไนหรืองานที่เสี่ยงต่อวัสดุกระเด็นมากระทบดวงตา

รูปที่ 1.1.4.3 แว่นตานิรภัยลักษณะต่างๆ

1.1.4.4 **อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Protection)**

ผู้ปฏิบัติงาน ควรจะจัดหาสำหรับป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับระบบหายใจในสภาวะแวดล้อมที่มีมลพิษหรือมีอุปสรรคต่อการหายใจ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมในการทำงานแต่ละสถานที่ ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเป็นการหายใจเอาอากาศสะอาดเข้าสู่ร่างกายย่อมส่งผลดีต่อสุขภาพ แต่ในสภาวะแวดล้อมในการทำงานบางแห่งที่มีสารอันตรายปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อาจจะส่งผลกระทบที่เป็นอันตราย ต่อสุขภาพของคนทำงานได้ โดยปกติแล้ว สารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งตามชนิดของสารปนเปื้อนได้ดังนี้

ก. ฝุ่น เกิดจากการแตกตัวของของแข็งเช่น บด กระแทก ขัด ได้แก่ ฝุ่นไม้ ฝุ่นหิน เป็นต้น

ข. ละออง เป็นอนุภาคของเหลวขนาดเล็กเกิดจากการผสมฉีดพ่น เช่น ละอองจากการฉีดพ่นสารเคมี

ค. ควัน เกิดจากโลหะถูกหลอมกลายเป็นไอและเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว เช่น งานบัดกรีหลอมโลหะ

ง. แก๊ส เป็นสิ่งปนเปื้อนที่ฟุ้งกระจายไปได้ไกล เช่น แอมโมเนีย

จ. ไอ พบได้ในงานที่เป็นสารตัวทำละลาย เช่น ทาสี ผสมสี นอกจากสิ่งปนเปื้อนแล้วในอากาศเหล่านี้บางสภาวะการทำงานก็จะมีออกซิเจนไม่เพียงพอ ก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ เช่น การทำงานในท่อใต้ดิน ในถังขนาดใหญ่ เป็นต้น

รูปที่ 1.1.4.4 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ ลักษณะต่างๆ

1.1.4.5 **อุปกรณ์ป้องกันระบบการได้ยิน (Hearing Protection Devices)**

ในการทำงานที่ต้องสัมผัสกับเสียงที่ดังกว่า 90 เดซิเบลตลอดเวลาการทำงานจะทำให้เกิดอันตรายต่อการได้ยินในทางวิชาการหากตรวจวัดเสียงในสถานที่ทำงานดังเกินกว่า 85 เดซิเบลแล้วต้องลดระดับความดังของเสียง อาจจะโดยที่แหล่งกำเนิด (Source) และทางผ่าน (Pathway) แล้ววิธีการใช้ PPE. ก็เป็นมาตรการที่ลดอันตรายจากเสียงลงได้

ก. ที่อุดหู (Ear Plug)

ข. ที่อุดหูชนิดนี้จะมีส่วนของวัสดุที่เต็มช่องหูด้านนอกช่วยในการลดระดับเสียงการอุดให้สนิทกับช่องหูจะมีแถบสปริงหรือที่คาดศีรษะเป็นตัวยึด - ชนิดปิดคลุม (Enclosure) จะปิดคลุมทั้งศีรษะ เช่น หมวกนักบินอวกาศ ประสิทธิภาพและราคาสูงจึงไม่นิยมใช้

ค. ครอบหู (Earmuffs) มีลักษณะคล้ายถ้วย ใช้ครอบหูทั้งสองข้างที่ครอบหูจะช่วยลดพลังงานเสียงได้โดยมีวัสดุป้องกันเสียงอยู่ภายในที่ครอบหูซึ่งอาจจะเป็นของเหลว โฟม ยาง หรือพลาสติกทำหน้าที่ดูดซับเสียง

รูปที่ 1.1.4.5 อุปกรณ์ป้องกันเสียงลักษณะต่างๆ

1.1.4.6 **อุปกรณ์ป้องกันมือและแขน (Hand and Arm Protection)**

ถุงมือนิรภัยแบ่งตามลักษณะงานได้เป็น 6 ประเภท ได้แก่

ก. ถุงมือป้องกันความร้อน ต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะกับงานเพราะว่าไม่มีการระบุระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการป้องกันความร้อนไว้

ข. ถุงมือป้องกันสารเคมี

ค. ถุงมือป้องกันการขีดข่วนของมีคมและรังสีอาจเป็นถุงมือผ้าถุงมือตาข่ายลวด ถุงมือหนัง

ง. ถุงมือยางป้องกันไฟฟ้าการทำงานกับไฟฟ้าเป็นงานที่เสี่ยงค่อนข้างสูงจึงจำเป็นต้องเลือกถุงมือหรือปลอกแขนป้องกันไฟฟ้าตามความสามารถในการต้านต่อแรงดันไฟฟ้าซึ่งแบ่งเป็น 5 Class (0 – 4)

จ. ถุงมือติดผนังตู้ สำหรับติดผนังตู้ ต้องสอดแขนจากภายนอกเข้าไปเพื่อป้องกันการปนเปื้อน หรืออันตรายที่จะเกิดกับผู้ทำงาน เช่น งานวิจัยงานทางการแพทย์ รังสี หรืองานที่เข้มงวดกับมาตรฐานอุตสาหกรรม

ฉ. แผ่นรองป้องกันมือ เป็นแผ่นวัสดุ 2 แผ่นประกบกันใช้ฝ่ามือสอดเข้าไปเพื่อป้องกันอันตรายจากการขัด เสียด สี อย่างแรงมักจะใช้ในงานขนย้ายวัสดุจะไม่ใช้กับงานที่อยู่รอบๆเครื่องจักรที่มีการเคลื่อนที่

รูปที่ 1.1.4.6 อุปกรณ์ป้องกันมือและแขนลักษณะต่าง ๆ

1.1.4.7 **อุปกรณ์ป้องกันการตกจากที่สูง**

การทำงานในที่สูงหรือที่ต่างระดับเป็นงานที่เสี่ยงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันการตกจากที่สูง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

ก. เข็มขัดนิรภัย (Safety Belt) ประกอบด้วยตัวเข็มขัดนิรภัยเชือกนิรภัย (Safety Rope or Lanyards) หรือ แถบนิรภัย (Safety Strap) โดยตัวเข็มขัด จะใช้กับลำตัว ส่วนเชือกนิรภัยจะคล้องตัวเข็มขัดโยงไว้กับเสาโครงสร้างเหล็กหรือสายรัดช่วยชีวิตสายรัดตัวนิรภัยเข็มขัดนิรภัย

ข. สายรัดตัวนิรภัย (Safety Harnesses) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับงานที่เสี่ยงต่อการตกจากที่สูงหรือที่ต่างระดับที่มีความปลอดภัยกว่าเข็มขัดนิรภัยสายรัดตัวจะใช้ร่วมกับสายรัดช่วยชีวิตเสมอ สายรัดตัวนิรภัยแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ชนิดคาดหน้าอก ชนิดคาดเอว ขา และชนิดแขวนตัวสายรัดช่วยชีวิต

ค. สายรัดช่วยชีวิต (Life Line) เส้นเชือกที่ใช้รั้ง ผูกยึด เกี่ยวตัวคน เพื่อความปลอดภัยในกรณีเคลื่อนที่ต้องใช้กับเข็มขัดนิรภัยหรือสายรัดลำตัว เมื่อทำงานในที่สูง วัสดุที่ใช้มีหลายชนิด เช่น ไนลอน มนิลา ลวดสปริง การเลือกใช้ขึ้นกับลักษณะของงาน

รูปที่ 1.1.4.7 อุปกรณ์ป้องกันการตกจากที่สูงลักษณะต่างๆ

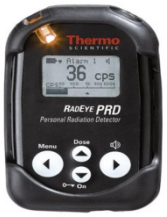
1.1.4.8 **อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณสารพิษประจำตัว**

การทำงานในพื้นที่ที่มีสารอันตรายมักจะติดอุปกรณ์ตรวจจับหรือตรวจวัดปริมาณสารพิษรั่วไหลที่ไม่มีสี หรือกลิ่น เช่น ก๊าซพิษต่างเช่น ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไนตรัส ก๊าซโอโซน ก๊าซคลอรีน ก๊าซฟอสจีน ก๊าซซาริน เป็นต้น หรือ กัมมันตภาพรังสีต่างๆ เช่น สารโคบอล รังสีแกรมม่า รังสีเอ็กซ์ เมื่อจำเป็นต้องเข้าไปปฏิบัติงานในบริเวณดังกล่าว จำเป็นต้องติดอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อแสดงให้เห็นชัดเจนถึงอันตรายที่กำลังเกิดขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับมีเป็นแบบแถบตรวจจับสารพิษ (Personal gas detector Badge) ติดที่ปกเสื้อหรือกระเป๋าเสื้อ ส่วนอีกแบบลงทุนสูงหน่อยเป็น อุปกรณ์ตรวจจับกัมมันตภาพรังสีแบบพกพา (Personal gas detector Device)

แถบติดเสื้อตรวจจับ

แถบแขวนตรวจจับ

อุปกรณ์ตรวจจับสารพิษ



อุปกรณ์ตรวจจับกัมมันตภาพรังสีแบบพกพา

อุปกรณ์ตรวจจับกัมมันตภาพรังสีแบบพกพา

รูปที่ 1.1.4.8 อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณสารพิษประจำตัว

1.1.5 ความปลอดภัยเกี่ยวกับที่อับอากาศ

โศกนาฏกรรมที่เกิดขึ้นจากการทำงานในสถานที่อับอากาศครั้งแล้วครั้งเล่าที่ผ่านมา เช่น อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับคนงานทำความสะอาดห้องเก็บของใต้ท้องเรือขนาดใหญ่ คนงานซ่อมแซม บ่อน้ำทิ้ง ฯลฯมีผลให้คนงานที่แม้จะแข็งแรงมากประสบอันตรายสูญเสียชีวิตและในจำนวนนี้มักผนวกชีวิตของผู้ร่วมงานที่พยายามจะเข้าไปให้ ความช่วยเหลือผู้ เคราะห์ร้ายเหล่านั้นด้วยอุบัติเหตุดังกล่าวจะเกิดขึ้นต่อไปอีกหากผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายและวิธีการทำงานในสถานที่อับอากาศ

1.1.5.1 **สถานที่อับอากาศ**

สถานที่อับอากาศ หมายถึง สถานที่ที่มีอากาศหรือปริมาณก๊าซออกซิเจนบางเบาไม่เพียงพอต่อการหายใจ มีปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศต่ำกว่า 19.5% ซึ่งมีไม่เพียงพอต่อการหายใจ

สถานที่ที่มีก๊าซพิษหรือไอพิษสะสมอยู่ เช่น บ่อหมักต่างๆ บ่อน้ำเสีย พื้นผิวน้ำเสีย ทางระบายน้ำที่ปิดทึบท่อน้ำเสียขนาดใหญ่

สถานที่ที่มีการถ่ายเทอากาศหรือระบายอากาศไม่ดีพอ เช่น ห้องใต้ดิน บ่อลึก อุโมงค์ ถังที่ปิดฝาตลอดเวลา ท่อส่งน้ำขนาดใหญ่

สถานที่ที่มีอากาศเบาบาง เช่น พื้นทีเหนือฝ้าเพดาน ถังสูงๆ ที่เปิดฝาทิ้งไว้เตาเผาขนาดใหญ่

1.1.5.2 **สาเหตุของการเสียชีวิต ขณะทำงานในสถานที่อับอากาศ**

การเสียชีวิตได้ง่ายในสถานที่อับอากาศขณะเข้าการทำงานสาเหตุมาจากขาดออกซิเจนในการหายใจ หรือหายใจเอาก๊าซพิษที่คงตกค้างอยู่ในสถานที่นั้น หรือ ก๊าซพิษเกิดขึ้นจากการเข้าไปทำงานในถัง นอกจากนี้ยังมีภัยที่เกิดจากการระเบิดและอัคคีภัยด้วย

ก. ส่วนใหญ่ไม่เข้าใจว่าในสถานที่ที่เข้าไปเป็นที่อับอากาศ

ข. ส่วนใหญ่ไม่ให้ความสำคัญเรื่องการระบายอากาศ สำหรับสถานที่ที่อับอากาศ

ค. ส่วนใหญ่เข้าใจผิดคิดว่าในสถานที่ที่เข้าไปมีออกซิเจนเพียงพอเพราะยังหายใจได้อยู่ ร่างกายใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในกระแสเลือด เมื่อใช้ออกซิเจนหมดจากเลือดจะหมดสติทันที (ภายใน 3-5 นาที)

ง. การหมดสติเกิดจาก ออกซิเจนในเลือดไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ

จ. ส่วนใหญ่ไม่ทราบว่ามีก๊าซพิษปนเปื้อนมาก

ฉ. ส่วนใหญ่เข้าใจว่าการหมดสติจากสูดดมก๊าซพิษเข้าไปแท้จริงขาดอากาศหายใจ

1.1.5.3 **ข้อปฏิบัติความปลอดภัยของการทำงานในสถานที่อับอากาศ**

การเข้าไปปฏิบัติงานในสถานที่อับอากาศนั้น ต้องคำนึงถึงอากาศที่ใช้หายใจและเพียงพอที่สามารถกลับออกมาได้อย่างปลอดภัย ดังนั้นในการเข้าไปปฏิบัติงานในสถานที่อับอากาศจำเป็นต้องปฏิบัติดังนี้

ก. การศึกษารายละเอียดของสถานที่ที่จะเข้าไปปฏิบัติงาน ประเมินอันตรายที่อาจเกิดขึ้น และเขียนวิธีการทำงานในสถานที่อับอากาศ

ข. ในกรณีต้องให้คนงานเข้าไปทำงานต้องให้ความรู้แก่คนงานให้ทราบถึงอันตรายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น วิธีการทำงานให้ปลอดภัย การใช้เครื่องช่วยหายใจ เครื่องป้องกันต่าง ๆ รวมทั้งการปฐมพยาบาลและการช่วยชีวิตผู้ประสบภัย

ค. การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องช่วยหายใจ เครื่องระบายอากาศที่เกี่ยวข้องกับการทำงานสถานที่อับอากาศ

ง. ก่อนปฏิบัติงานต้องขออนุญาตปฏิบัติงานในสถานที่อับอากาศ ตามแบบฟอร์มใบอนุญาตให้ทำงานในสถานที่อับอากาศ

จ. ตรวจวัดก๊าซพิษและปริมาณออกซิเจน ซึ่งจะเป็นตัวชี้ว่าการเข้าไปทำงานในสถานที่นั้นมีความปลอดภัยมากน้อยเพียง ใด และมีความจำเป็นต้องสวมใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจหรือไม่ หรือ สามารถทำงานได้โดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจได้เป็นระยะเวลา นานเท่าใดในแต่ละครั้ง

ฉ. ตรวจสอบปริมาณออกซิเจน สารเคมี ฝุ่นละออง ไอ ฟูม ค่า LEL ของสารเคมีต่าง ๆ ให้ค่าต่าง ๆ อยู่ภายใต้เกณฑ์ความปลอดภัยตามที่กฎหมายกำหนด ก่อนที่จะปฏิบัติงานบันทึกลงในแบบฟอร์มแบบตรวจวัดปริมาณแก๊สและอุณหภูมิในสถานที่ทำงาน

ช. ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงานในที่อับอากาศ เช่น เครื่องช่วยหายใจ (SCBA) เชือกนิรภัย หรืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน อยู่ตลอดเวลา

ซ. ตรวจสอบ ทดสอบ ไฟฟ้าแสงสว่าง สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยจึงเข้าไปปฏิบัติงานได้

ฌ. เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักรอุปกรณ์ต้องถูกต้องเหมาะสมอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งาน

ญ. ห้ามปฏิบัติงานตามลำพังคนเดียว ต้องมีผู้ช่วยเหลือหรือผู้เฝ้าระวัง และผู้ควบคุมงานคอยสังเกตและตรวจสอบการทำงานอยู่ตลอดเวลา

ฎ. หากอากาศมีการถ่ายเทไม่เหมาะสม ควรใช้พัดลมเป่าช่วยระบายอากาศขณะปฏิบัติงาน

ฏ. ก่อนและหลังปฏิบัติงาน ต้องตรวจเช็คจำนวนผู้ปฏิบัติงานร่วมทีมงานทุกครั้ง

ฐ. หลังจากปฏิบัติงานเสร็จแล้วทุกครั้ง ให้ทำการตรวจสอบอุปกรณ์การทำงานในที่อับอากาศ เช่น เครื่องช่วยหายใจ (SCBA) เชือกนิรภัย หรืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน อยู่ตลอดเวลา

ฆ. หากเครื่องช่วยหายใจ (SCBA) ถูกนำไปใช้งานจนอากาศภายในถังหมดแล้วหรือเหลือน้อยกว่าที่จะนำไปใช้งานเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ ให้ทำการแยกออกจากจุดเก็บหรือติดป้ายบ่งชี้ว่า “ถังเก็บอากาศหมดแล้ว รอส่งไปเติม”

ฌ. คนงานที่ลงไปทำงานในสถานที่อับอากาศต้องผูกเชือกช่วยชีวิต โดยมีอีกคนหนึ่งผู้สังเกตการณ์ถือปลายเชือกอยู่ ปากทางเข้าเพื่อเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแก่คนงานในสถานที่อับอากาศได้ทันที

ญ. ให้ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องตามที่กฎหมายกำหนดทุกประการ

รูปที่ 1.1.5.3 เครื่องช่วยหายใจ (SCBA)

เครื่องช่วยหายใจ-SCBA (Self Contained Breathing Apparatus) หรือ BA ลักษณะเป็นถังอากาศสะพายหลังพร้อมสายส่งอากาศและหน้ากากเต็มหน้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณที่มีอากาศไม่เพียงพอหรือเป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสินค้า "ยุทธภัณฑ์" ซึ่งเมื่อมีการซื้อขายครอบครองจำเป็นจะต้องทำเรื่องแจ้งกับทางราชการการครอบครองแต่ไม่ได้ถูกอกแบบมาเพื่อใช้กับงานประดาน้ำ ซึ่งใช้เป็นชนิด SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus)

รูปที่ 1.1.5.3.2 ออกซิเจนกระป๋องช่วยหายใจ

ออกซิเจนกระป๋อง (Oxygen Can) ชนิดพกพา น้ำหนักเบา ราคาไม่สูงมากนัก ให้ผู้ปฏิบัติงานพกติดตัวเข้าปฏิบัติงานในที่ที่ไม่มั่นใจว่ามีอากาศเพียงพอสำหรับหายใจหรือไม่ หาซื้อได้ทั่วไป วิธีใช้ง่ายๆ

ก. เปิดฝาครอบแล้วนำมาเสียบเข้ากับปุ่มกดสเปรย์

ข. นำฝาครอบมาประกบที่จมูกและปาก กดสเปรย์และสูดหายใจเข้า ประมาณ 2 วินาทีต่อครั้ง ได้ 45 - 50 ครั้ง

ส่วนประกอบที่สำคัญ : ออกซิเจนบริสุทธิ์ 93 % ปริมาณสุทธิ : 4.5 ลิตร น้ำหนัก 150 กรัม

รูปที่ 1.1.5.3.3 ในสถานที่อับอากาศ และผลของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

1.1.6 ความปลอดภัยในการทำงานในสถานที่ที่มีอันตราย จากการตกจากที่สูง วัสดุกระเด็น ตกหล่น และการพังทลาย

การพลัดตกจากที่สูงเป็นสาเหตุการเสียชีวิต หรือพิการ อันดับหนึ่งในงานก่อสร้างเพราะร่างกายตกลงมากระทบกับพื้นด้านล่างอย่างแรงตามความสูงที่พลัดตกลงมา กระดูกแตกหัก สมองกระทบกระเทือน อวัยวะของร่างกายฉีกขาดเนื่องจากร่างกายตกลงมาไปกระทบโดนวัสดุต่าง ถูกบาด ถูกแทง

1.1.6.1 **สาเหตุของการ**เกิดอุบัติเหตุ**ของการพลัดตกจากที่สูง**

การทำงานบนที่สูงพื้นที่คับแคบ มีที่ยึดรั้งน้อย การปรับสมดุลยร่างกายไม่ค่อยเสถียร มีแรงกระทำจากภายนอก แรงลม แรงกระแทกของวัสดุที่ทำงานอยู่ ของตกใส่ พื้นที่ยืนอยู่สั่นไหวไม่มั่นคง การพลั้งเผลอ การเกิดอุบัติเหตุมักเกิดขึ้นง่าย สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ สรุปได้ดังนี้

ก. การก้าวเดิน ยืนพลาด ลื่นไถล เดินสะดุดบนพื้นทางเดิน

ข. การโดนแรงภายนอกกระทำ เช่นโดนวัสดุชนกระแทก แรงลมพัด ของล่นใส่

ค. โครงสร้างที่รองรับชำรุด พัง เสียหาย

1.1.6.2 **หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน**

การป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องตระหนักถึงความปลอดภัยตลอดเวลาที่ทำงานบนที่สูง เพราะไม่มีโอกาสพลาดได้ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุจากการทำงานในที่สูงต้องปฏิบัติดังนี้

ก. การปฏิบัติตาม กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง พ.ศ. 2551

หมวด 1 บททั่วไป

ข้อ 8 ในกรณีที่ลูกจ้างต้องทำงานก่อสร้างบนพื้นต่างระดับที่มีความสูงตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป ให้นายจ้างจัดให้มีบันไดหรือทางลาดพร้อมทั้งติดตั้งราวกั้นหรือรั้วกันตกที่มั่นคงแข็งแรงเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

หมวด 11 การทำงานในสถานที่ที่มีอันตรายจากการตกจากที่สูงการพังทลาย และการกระเด็นหรือตกหล่นของวัสดุส่วนที่ 1 การป้องกันการตกจากที่สูง

ข้อ 89 ในกรณีที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่สูงจากพื้นดินหรือพื้นอาคารตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป ให้นายจ้างจัดให้มีนั่งร้าน บันได ขาหยั่ง หรือม้ายืน ที่ปลอดภัยตามสภาพของงานสำหรับลูกจ้างในการทำงานนั้น

ข้อ 90 ในกรณีที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำ งานบนที่ลาดชันที่ทำมุมเกินสามสิบองศาจากแนวราบและสูงตั้งแต่ 2 เมตร ขึ้นไป นายจ้างต้องจัดให้มีนั่งร้านที่เหมาะสมกับสภาพของงานสายหรือเชือกช่วยชีวิต และเข็มขัดนิรภัยพร้อมอุปกรณ์ หรือเครื่องป้องกันอื่นใดที่มีลักษณะเดียวกัน ให้ลูกจ้างใช้ในการทำงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

ข้อ 91 ในกรณีที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในสถานที่ที่ลูกจ้างอาจได้รับอันตรายจากการพลัดตกหรือถูกวัสดุพังทับ เช่น การทำงานบนหรือในเสา ตอม่อ เสาไฟฟ้า ปล่อง หรือคานที่มีความสูงตั้งแต่ 4 เมตร ขึ้นไป หรือทำงานบนหรือในถัง บ่อ กรวย สำหรับเทวัสดุ หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะเดียวกัน นายจ้างต้องจัดทำราวกั้นหรือรั้วกันตก ตาข่าย สิ่งปิดกั้น หรืออุปกรณ์ป้องกันอื่นใดที่มีลักษณะเดียวกัน เพื่อป้องกันการพลัดตกของลูกจ้างหรือสิ่งของ และจัดให้มีการใช้สายหรือเชือกช่วยชีวิตและเข็มขัดนิรภัยพร้อมอุปกรณ์ หรือเครื่องป้องกันอื่นใดที่มีลักษณะเดียวกัน ให้ลูกจ้างใช้ในการทำงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

ข้อ 92 งานก่อสร้างที่มีปล่องหรือช่องเปิดซึ่งอาจทำให้ลูกจ้างหรือสิ่งของพลัดตก นายจ้างต้องจัดทำฝาปิดที่แข็งแรง ราวกั้นหรือรั้วกันตกที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร และแผงทึบหรือขอบกันของตกมีความสูงไม่น้อยกว่า 7 เซนติเมตร พร้อมทั้งติดป้ายเตือนอันตราย

ข้อ 93 ในกรณีที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในชั้นของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างที่เปิดโล่งและอาจพลัดตกลงมาได้ นายจ้างต้องจัดทำราวกั้นหรือรั้วกันตกตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ หรืออุปกรณ์ป้องกันอื่นใดที่มีลักษณะเดียวกัน

ข. จัดทำแผนการทำงาน, ขั้นตอนวิธีการทำงาน, การตรวจสอบพื้นที่และอุปกรณ์
ค. การแต่งกายต้องรัดกุม เพื่อลดโอกาสโดนวัสดุเกี่ยวเมื่ออยู่บนที่สูง
ง. สุขภาพของผู้ปฏิบัติงานต้องดีพร้อมปฏิบัติงาน ตื่นตัว พักผ่อนเพียงพอ
จ. การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลสำหรับทำงานบนที่สูงตลอดเวลา
ฉ. ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ป้องกันภัยสำหรับทำงานบนที่สูงพร้อมใช้งาน ไม่ชำรุด
ช. ได้การฝึกอบรมการปฏิบัติงานบนที่สูงเรียบร้อยแล้ว

ซ. มีการจัดระบบงาน เพื่อจำกัดการทำงานบนที่สูง

ฌ. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการตกเพื่อลดความเสี่ยง เช่นราวกันตก แผ่นกันของตก นั่งร้าน ตาข่าย

ญ. พื้นที่ทำงานต้องปราศจากปัจจัยที่จะทำให้เกิดการสะดุด ลื่น

ฎ. ติดตั้งหลังคาบริเวณทางเข้า-ออก อาคารเพื่อป้องกันการร่วงตกของวัสดุ

ฏ. บนพื้นที่ทำงานจะต้องไม่มีเศษวัสดุที่สามารถร่วงหล่นได้

ฐ. รวมถึงมาตรการป้องกันการร่วงหล่นของวัสดุอุปกรณ์ และการจัดเก็บที่ดีใส่ในภาชนะที่แข็งแรง

ฑ. ช่องเปิดหรือปล่องต่างๆ ต้องมีฝาปิดหรือรั้วกั้น ความสูงไม่น้อยกว่า 90 ซม.

ฒ. วัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องไม่วางกีดขวางทางเดิน

ณ. ใช้เชือกผูกรัดเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานบนที่สูงเช่น อุปกรณ์ ไขควง เครื่องมือต่างๆ ต้องผูกยึด ไม่ให้ตกลงทำอันตรายต่อผู้อยู่ด้านล่าง

ด. สายไฟ สายยาง ห้ามลากผ่านพื้นทางเดิน

ต. ห้ามเคลื่อนย้ายร่างกายบนที่สูงโดยปราศจากการเกาะเกี่ยวเข็มขัดนิรภัย

ถ. การกั้นล้อมเขตบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานด้านล่างเพื่อป้องกันอันตรายกับบุคคลไม่เกี่ยวข้องด้านล่าง

ท. แสงสว่างเหมาะสมกับการปฏิบัติงานในที่สูง

ธ. การติดตั้งสัญญาณไฟเตือนเวลากลางคืน

น. มีแผนการช่วยเหลือเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

1.1.7 ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร

เครื่องจักรขณะทำงานโดยส่วนใหญ่จะใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนซึ่งจะหมุนเร็ว และแรง ตลอดเวลาการเกิดอุบัติเหตุมักเกิดขึ้นง่าย และรุนแรง พิการ หรือเสียชีวิตอยู่เสมอ

1.1.7.1 สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร

จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับเครื่องจักร สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุมาจากหลากหลายเหตุด้วยกัน และ สามารถพึงหลีกเลี่ยงได้ หรือ ป้องกันให้เกิดน้อยที่สุด ซึ่งสรุปสาเหตุที่เกิดได้ดังนี้

ก. พฤติกรรมของคน

ก.1 การแต่งกายไม่เหมาะสม เช่น ปล่อยผมยาวปลิวไสวทำให้เครื่องจักรดึง หมุนม้วนพันเข้าไป สวมเสื้อผ้าหลวมรุ่มราม ห้อยแขวนเครื่องประดับแกว่งออกมาเกรอะกะใส่รองเท้าแตะลื่นไถล

ก.2 ความประมาท เลินเล่อ มักง่าย ไม่ระมัดระวัง เช่น วางประแจไวบนฝาครอบเครื่องจักรกำลังหมุน เมื่อเกิดการสั่นประแจจะเลื่อนตกใส่เครื่องจักรกำลังหมุนและเหวี่ยงออกมาโดน

ก.3 ไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล เช่น แว่นตาป้องกันวัตถุกระเด็นใส่ตา ขณะกลึง เจียร ตัด ไส เชื่อม ถุงมือป้องกันการบาดและทิ่มแทง

ก.4 ขาดประสบการณ์การทำงานอย่างถูกวิธี

ก.5 ขาดวินัยในการทำงาน เช่น ไม่หยุดเดินเครื่องขณะซ่อมแก้ไขใช้มือสัมผัสโดยตรงแทนที่จะใช้อุปกรณ์

ข. สภาพของเครื่องจักร

ข.1 นำเครื่องจักรชำรุดใช้งานไม่หยุดซ่อมแซมก่อนใช้งาน

ข.2 เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา

ข.3 การใช้เครื่องจักรที่ไม่มีระบบป้องกันอันตราย

ค. สภาพแวดล้อมในการทำงาน

ค.1 การวางวัสดุ อุปกรณ์เกะกะ ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

ค.2 ไม่กำหนดขอบเขตพื้นที่ต่างๆในการปฏิบัติงาน เส้นทางจราจรคน พาหนะขนถ่ายวัสดุให้ชัดเจน

ค.3 แสงสว่างที่เหมาะสมกับการทำงานในเครื่องจักร เช่น แสงสว่างน้อยเกินไป

ค.4 พื้นที่ปฏิบัติงาน เปื้อนน้ำมัน เปียกลื่น

1.1.7.2 **หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน**

เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน ก่อนอื่นผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาและรู้จักกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ดังนี้

ก. รับการฝึกอบรมในการใช้เครื่องจักรอย่างถูกวิธี ก่อนควบคุมเครื่องจักร

ข. ต้องเชื่อฟัง หรือปฏิบัติตามคำสั่งของหัวหน้างานผู้ควบคุมโดยเคร่งครัด

ค. แต่งกายให้รัดกุมเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน ไม่สวมเครื่องประดับต่างๆ

ง. ตรวจสอบสภาพของเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักร ว่าอยู่ในสภาพพร้อมทำงานหรือไม่

จ. ไม่ใช้เครื่องมือ เครื่องจักร ที่ยังไม่ได้รับคำแนะนำวิธีการใช้

ฉ. ต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายทุกครั้ง เมื่อปฏิบัติงาน

ช. ไม่เล่น หรือหยอกล้อกันในขณะปฏิบัติงาน

ซ. ถ้าเครื่องมือ อุปกรณ์หรือเครื่องจักรชำรุดขณะปฏิบัติงาน ต้องแจ้งหัวหน้างานผู้ควบคุมทราบทันที

ฌ. ถ้าเกิดอุบัติเหตุ ขณะปฏิบัติงาน ต้องแจ้งหัวหน้างานผู้ควบคุมทราบทันที

ญ. เมื่อเลิกปฏิบัติงาน ต้องทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักร พื้นโรงงานให้สะอาดปราศจากเศษโลหะ และคราบน้ำมัน

ฎ. งานแต่ละประเภท จะมีกฎความปลอดภัยเฉพาะ ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษา และปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด

ฏ. ขณะปฏิบัติงาน จะต้องเอาใจจดจ่ออยู่กับงานที่ตนเองรับผิดชอบ อย่าเหม่อลอย

ฐ. ในการยกชิ้นงานที่หนัก ควรจะต้องตรวจสอบก่อนว่า สามารถยกคนเดียวได้หรือไม่ ถ้ายกได้ควรใช้กล้ามเนื้อบริเวณขาช่วยยก เมื่อยกขึ้นแล้ว พยายามยืดหลังให้ตรง หากยกคนเดียวไม่ได้ควรเรียกเพื่อนใกล้เคียงมาช่วยยก

ฑ. การถือเครื่องมือ อุปกรณ์มีคมทุกประเภท เช่น มีด สิ่ว สกัด ฯลฯ ให้หันเอาคมตัดออกจากตัวผู้ถือ และควรระมัดระวังในการถือ

ฒ. เครื่องจักรแต่ละตัวต้องมี สวิทช์หยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop)

รูปที่ 1.1.7.2 การเกิดอุบัติเหตุในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร

1.1.8 ความปลอดภัยเกี่ยวกับการยกของน้ำหนัก

การยกหรือการเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ต้องใช้เครื่องผ่อนแรง เช่น เครน โฟรค์ลิฟต์ (Forklift) หรืออุปกรณ์อื่นๆ เนื่องจากการใช้เครื่องผ่อนแรงดังกล่าวมีความเสี่ยงสูง จึงต้องมีกฎหมายควบคุม พนักงานขับเคลื่อนต้องมีใบอนุญาตการผูกน้ำหนักสิ่งของหนัก กับสายหิ้วยกซึ่งเป็นได้ทั้งเชือก (Rope) ลวดสลิง (Steel wire rope) ผ้าใบ (Belt) และใช้ตะขอเกี่ยวที่มีตัวกันสลิงหลุดนั้น ทั่วไปที่รู้จักกันว่าเป็นงานสลิง ซึ่งงานลักษณะนี้จะต้องใช้พนักงานที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นพิเศษ ดังนั้นถ้าพนักงานที่ใช้เครนและสลิง ไม่มีคุณสมบัติดังกล่าวแล้วจะไม่ได้รับอนุญาตให้ปฏิบัติงานเครน และสลิงเป็นอันขาด

1.1.8.1 สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในการยกของน้ำหนักมาก

การเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับ**ในการยกของน้ำหนักมาก** สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุมาจากหลากหลายสาแหตุ สามารถพึงหลีกเลี่ยงได้ หรือ ป้องกันให้เกิดน้อยที่สุด ซึ่งสรุปสาเหตุที่เกิดได้ดังนี้

ก. พฤติกรรมของคน

ก.1 ความประมาท เลินเล่อ มักง่าย ไม่ระมัดระวัง
ก.2 ขาดวินัยในการทำงาน
ก.3 ขาดการศึกษาความสามารถอุปกรณ์เครื่องผ่อนแรง ที่ใช้ในการยกย้าย เคลื่อนที่
ก.4 ขาดการศึกษาลักษณะ ศูนย์ถ่วง การส่งถ่ายแรง และน้ำหนักวัตถุที่จะทำการยก
ก.5 ความเข้าใจการให้สัญญาณไม่ตรงกันหรือไม่มีวิทยุสื่อสารสั่งการ
ก.6 การรับสัญญาณจากแหล่งเดียว
ก.7 ขาดประสบการณการทำงานอย่างถูกวิธี
ก.8 วัสดุหลุดขณะยก
ก.9 ลวดสลิงเกี่ยวขณะยกย้าย
ก.10 ยกลากวัสดุหนักเกินพิกัดและห่างจากรัศมีแขน
ก.11 การหมุนตัวเร็วเกิน

ข. สภาพเครื่องจักร อุปกรณ์

ข.1 นำเครื่องจักร อุปกรณ์ ชำรุดใช้งานไม่หยุดซ่อมแซมก่อนใช้งาน
ข.2 เครื่องจักร อุปกรณ์ ขาดการบำรุงรักษาสนิมกัดกร่อน
ข.3 การใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ไม่มีระบบป้องกันอันตราย
ข.4 สลักเกลียวขาดเนื่องจากการรับแรงกระทำจากภายนอก
ข.5 สลักยึดโครงสร้างของเครนหลุด
ข.6 ลวดสลิงยก สลิงหิ้วของขาดเนื่องจากเลือกใช้ขนาดสลิงเล็กเกินไป
ข.7 น้ำหนักถ่วงดุลแขนปั้นจั่นหลุด

ข.8 กระแสไฟฟ้ารั่วเข้าโครงสร้างของเครน

ข.9 ฐานยึดตัวปั่นจั่นทรุด หรือขารถเครนทรุดตัวขณะยกของน้ำหนักมาก

ข.10 อุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัย (Safety Switch) ไม่ทำงาน

ค. สภาพแวดล้อม

ค.1 การกองวัสดุ อุปกรณ์ไม่เป็นระเบียบ เกะกะ ไม่เรียบร้อย

ค.2 การมองไม่เห็นสภาพการทำงาน หรือ สิ่งกีดขวางขณะโยกย้าย ยกของน้ำหนักมาก

ค.3 แสงสว่างที่เหมาะสมกับการทำงานในการยกของน้ำหนักมาก เช่น แสงสว่างน้อย

ค.4 ช่องทางโยกย้าย ยกของน้ำหนักมาก คับแคบเกินไป

ค.5 แรงลมตีแรง ขณะยกวัสดุขึ้นสูง

1.1.8.2 **หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน**

ในการทำการปฏิบัติงานในการยกวัสดุที่มีน้ำหนักมากจำเป็นต้องมีหลักการดำเนินการ

ก. การวางแผนการยกย้ายเคลื่อนที่วัสดุที่มีน้ำหนักมาก ขั้นตอนการยก ตำแหน่ง การยก การเคลื่อนย้าย ตำแหน่งการวาง ต่างๆ ที่ชัดเจน

ข. การศึกษาความสามารถอุปกรณ์เครื่องผ่อนแรงที่ใช้ในการยกย้าย เคลื่อนที่ถึงขีดความสามารถและข้อจำกัด

ค. การศึกษาลักษณะ ศูนย์ถ่วง การส่งถ่ายแรง และน้ำหนักวัตถุที่จะทำการยกย้าย เคลื่อนที่ จุดหิ้วผูก ยึด สลิง

ง. การเตรียมอุปกรณ์ผูกหิ้ว ขนาดรับน้ำหนัก ความยาว จำนวน พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้วย

จ. การเตรียมอุปกรณ์ช่วยผูกหิ้ว เช่น สเก็น (Shackles) ขนาดรับน้ำหนักเชือกผูกรั้งกันกระแทกชนด้านข้าง

รูปที่ 1.1.8.2.1 อุปกรณ์ในการยกวัสดุ

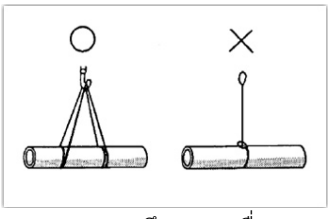
ฉ. เครนที่มีขนาดยกน้ำหนัก 5 ตัน หรือมากกว่าจะต้องมีพนักงานขับเครนที่มีใบอนุญาตสำหรับเครนที่ใช้บนที่สูงและเครนที่มีขนาดต่ำกว่า 5 ตัน จะอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะพนักงานที่ได้ผ่านหลักสูตรทางเทคนิคที่กำหนด หรือการฝึกอบรมเป็นพิเศษเท่านั้น

ช. การทำงานสลิงนั้นพนักงานที่จะปฏิบัติงานนี้ได้ จะต้องเป็นผู้ผ่านหลักสูตรทางเทคนิคที่กำหนดเท่านั้น โดยอนุญาตให้ทำงานกับสลิงที่มีน้ำหนักหนึ่งตัน หรือมากกว่า ส่วนงานสลิงที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 1 ตันนั้น พนักงาน สลิงจะต้องเป็นผู้ได้รับแต่งตั้ง และผ่านการอบรมหลักสูตรพิเศษ

ช. ถ้าพนักงานนั้นได้ถูกกำหนดให้เป็นผู้ช่วยพนักงานนั้นควรได้มีการปรึกษาหารือในการเตรียมการ และวิธีการให้สัญญาณกับหัวหน้าที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และปฏิบัติตามคำสั่งของหัวหน้าดังกล่าว

ฌ. เครื่องมือประกอบเครน และสลิงจะต้องได้รับการตรวจสอบที่ตามที่กำหนด (ก่อนและระหว่างการใช้งาน) หากตรวจพบความผิดปกติ ให้หยุดการใช้งานโดยทันที และรายงานให้หัวหน้างานเพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับการซ่อมแซมต่อไป

ญ. หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดยก การแขวนในลักษณะทแยงมุม และห้อยแขวนจุดเดียว



รูปที่ 1.1.8.2.2 การผูกยึด 2 จุดเพื่อการสมดุลสถิต

ฎ. ตรวจดูตะขอเกี่ยวให้หนาแน่น และมีการขึงลวดอย่างถูกต้องก่อนการยกสิ่งของเมื่อยกน้ำหนักพ้นพื้นเล็กน้อย ให้หยุดเครน แล้วตรวจสอบสลิงเพื่อความปลอดภัย

ฏ. การยกน้ำหนักให้สูงขึ้นในระดับที่ปลอดภัยก่อนเคลื่อนย้ายไป

ฐ. การเคลื่อนย้ายของที่น้ำหนักมากให้เคลื่อนย้ายในระดับต่ำๆก่อน เมื่อถึงที่หมายจึงยกสูงขึ้นเข้าที่หมาย

ฑ. ในการยก เคลื่อนย้ายของที่ยกน้ำหนักมากให้ผูกเชือกทั้ง 4 มุมของของที่ยกน้ำหนักมากเพื่อสามารถควบคุม มิให้แกว่งไปมา จนกว่าถึงที่หมาย

ฒ. ไม่อนุญาตให้ใคร แม้ตัวพนักงานเอง ให้อยู่ใต้น้ำหนักที่กำลังยกขึ้นหลังจากดำเนินการเสร็จแล้วให้จัดให้เครนอยู่ในตำแหน่งเดิมเมื่อเริ่มต้น

ณ. ความเข้าใจการให้สัญญาณตรงกันหรือใช้วิทยุสื่อสารสั่งการ บอก สถานการณ์ขณะยก

ด. การศึกษาสภาพแวดล้อมของสถานที่ต้องปฏิบัติงานก่อนการทำงาน

ต. การทำงานโดยไม่ฝืนสมรรถนะ ของปั้นจั่นหอคอย เมื่อสภาพการทำงานไม่เอื้ออำนวย

ถ. ตรวจสภาพโครงสร้าง ตั้งแต่ฐานยึดหอคอย อยู่ในสภาพพร้อมใช้

ท. ตรวจสภาพ ระบบไฟฟ้าควบคุม อุปกรณ์แต่ละชิ้นด้านการส่งสัญญาณควบคุม

ธ. ตรวจสภาพระบบไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชิ้น สภาพสายไฟฟ้าต่างๆอยู่ในสภาพใช้งานฉนวนไม่ถูกทำให้ชำรุด รวมถึงการต่อลงดินที่ถูกต้อง เป็นต้น

1.1.9 ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญในกิจการอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ไฟฟ้านั้นมีประโยชน์มากมายแต่ในเวลาเดียวกันก็มีอันตรายถ้าใช้ผิดวิธีก็อาจได้รับอันตรายถึงชีวิต ดังนั้นจึงควรเข้าใจและรู้พื้นฐานทางด้านความปลอดภัย

1.1.9.1 สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ**เกี่ยวกับ**ไฟฟ้า

โดยปรกติไฟฟ้าจะไหลอยู่ในสายไฟฟ้าที่มีฉนวนห่อหุ้มป้องกันอันตรายไว้อย่างดี แต่ถ้ามีการกระทำให้ฉนวนที่ห่อหุ้มสายไฟฟ้านั้นเกิดการชำรุดเสียหายและมี การต่อเชื่อมที่ไม่แน่น ไม่มั่นคงแข็งแรงมั่นคง เมื่อมีการใช้งานจะเกิดอุบิเหตุได้ โดยสาเหตุของอุบัติเหตุได้แก่

ก. ไฟฟ้ารั่วตาม ฉนวนสายไฟฟ้าที่ชำรุด แตกเนื่องจากแรงกดกระแทกทับบนฉนวนที่บริเวณหน้างานทำให้ฉนวนฉีกขาด รอยต่อของสายไฟฟ้าที่พันเทปฉนวนไม่ดีการเชื่อมต่อสายไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไม่ดีทำให้เกิดไฟฟ้ารั่ว ช็อกคนที่ไปสัมผัสได้

ข. ความชื้นที่สัมผัสกับบริเวณไฟฟ้ารั่วจะนำกระแสไฟฟ้าช็อกคนที่ไปสัมผัสได้

ค. การเชื่อมต่อที่ไม่แข็งแรงพอ ทำให้ขั้วที่ต่อหลวมเกิดความร้อนหลอมละลายฉนวน หรือหลุดไปสัมผัส อุปกรณ์ที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าอาจเกิดการช็อกคนที่ไปสัมผัสได้

ง. การเกิดไฟฟ้ากระโดดเนื่องจากระยะใกล้ชิดสายไฟฟ้าเปลือยหรือฉนวนชำรุดจนไฟฟ้าสามารถกระโดดผ่านคนที่เข้าใกล้ได้

จ. การใช้สายไฟฟ้าผิดขนาด ผิดประเภท ทำให้กระแสไฟฟ้ามีความต้านทานสูง จนเกิดความร้อนหลอมละลายฉนวนได้รับความเสียหายเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วได้

ฉ. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าผิดสถานที่เช่นใช้หินเจียรตัดเสาเข็มในหลุมน้ำขัง

ช. ต่อสายไฟฟ้าหลายชุดในปลั๊กไฟเดียวกัน

ซ. ไม่มีเบรกเกอร์ป้องกันไฟรั่วหรือ ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ารั่ว (Earth leakage protection) ในพื้นที่เสี่ยง

1.1.9.2 **หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน**

ก. ติดอุปกรณ์กันไฟฟ้ารั่ว

ข. ยกสายไฟฟ้าขึ้นที่สูง ป้องกันการโดนทับ การจุดฉนวนชำรุดเปียกชื้นที่ทำให้ไฟฟ้ารั่ว

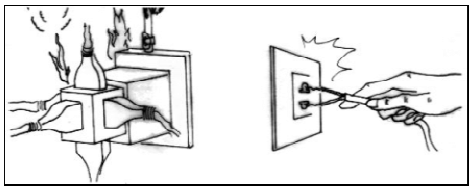
ค. ยกส่วนต่อสายขึ้นที่สูงป้องกันการสัมผัสความชื้น

ง. ทำแผงไฟฟ้าสำหรับการกระจายไฟฟ้าเพื่อใช้หน้างาน

จ. ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับสถานที่

ฉ. การเชื่อมต่อสายต้องแน่ใจว่า จุดต่อมั่นคง ทนต่อแรงกระทำภายนอกไม่หลุดง่าย

ช. อย่าให้ตู้ไฟฟ้าเปียกน้ำควรไว้ในที่ร่มมีตากฝน หรือเปียกชื้น



รูปที่ 1.1.9.2.1 การต่อสายไฟฟ้าที่ผิดวิธี

ซ. จัดทำแผนผังวงจรไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในระหว่างก่อสร้าง พร้อมปรับปรุงข้อมูลในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลง

ฌ. จัดทำป้ายเตือนอันตรายติดตั้งไว้ในบริเวณจุดติดตั้งแผงควบคุมและหม้อแปลงไฟฟ้า เมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือมีผู้ประสบอันตรายเนื่องจากกระแสไฟฟ้า ต้องทำการตัดกระแสไฟทันที ด้วยการปิดสวิทช์ที่ใกล้ที่สุดโดยเร็วที่

ญ. ถ้าพบอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดต้องเลิกใช้และรีบแจ้งผู้รับผิดชอบทำการแก้ไขทันที

ฎ. การต่อเชื่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องใช้อุปกรณ์หรือชุดต่อที่เหมาะสม รอยต่อสายไฟทุกแห่งต้องใช้เทปพันสายไฟพันหุ้มลวดทองแดงให้มิดชิด และแน่นหนาจนแน่ใจว่าจะไม่หลุด

ฏ. หลอดไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่จะทำให้เกิดความร้อนได้ไม่ควรให้อยู่ติดกับผ้าหรือเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่อาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ง่าย

ฐ. ห้ามต่อสายไฟฟ้าโดยไม่ผ่านอุปกรณ์ตัด-จ่ายกระแสไฟ และห้ามใช้ตัวนำอื่นๆ แทนฟิวส์

ฑ. ห้ามใช้สายไฟชนิดฉนวนชั้นเดียว (THW.) ให้ใช้สายไฟชนิดฉนวน 2 ชั้น (VCT.) (NYY.) ซึ่งทนทานที่จะใช้ในงานก่อสร้าง

ฒ. ต่อสายดินกับโลหะที่ครอบเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเพื่อป้องกันอันตรายเมื่อไฟฟ้ารั่ว

ณ. ใช้อุปกรณ์ โดยต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานเป็นการป้องกันอันตรายข้างต้น

ด. ขนาดของสายไฟฟ้า สวิทซ์ และอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้ามีขนาดถูกต้องเหมาะสม

ต. อุปกรณ์ทั้งหมดต่อลงดินอย่างเหมาะสม

ถ. มีการป้องกันเฉพาะที่อุปกรณ์ด้วยฟิวส์หรือวงจรตัดกระแสไฟรั่วลงดิน

ท. การต่อสายไฟมีการป้องกันสำหรับความเสียหาย

ธ. การตรวจอุปกรณ์เป็นระยะ มีการตรวจอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับอุปกรณ์ทั้งหมดและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

น. การให้การศึกษาและความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่เกิดขึ้นจากไฟฟ้าสาเหตุและผลของอุบัติเหตุ การปฏิบัติที่ปลอดภัย

บ. แผงไฟฟ้าและเครื่องเชื่อมรวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าติดตั้งอยู่กับที่ ต้องมีการติดตั้งสายดินอย่างถูกต้อง และแน่นหนา

ป. ห้ามผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องทำการแก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด

ผ. เมื่อปฏิบัติงานใกล้กับสายไฟฟ้าแรงสูงต้องมีการป้องกันการถูกกระแสไฟฟ้าช๊อตให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

ฝ. เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ต้องปิดสวิตซ์ทันที

พ. จัดให้มีการอบรมเรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกรณีถูกไฟฟ้าช็อก และการช่วยผู้ประสบอันตรายให้หลุดพ้นจากกระแสไฟฟ้า อย่าเอามือเปล่าจับ จงใช้ผ้า ไม้ เชือก สายยาง ที่แห้งสนิทดึงผู้ประสบอันตรายให้หลุดออกมา และถ้าผู้ประสบอันตรายหมดสติให้รีบให้การปฐมพยาบาลโดยการเป่าลมทางปากและการนวดหัวใจ

ฟ. ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานไม่ใช้ไฟเกินกำลัง

รูปที่ 1.1.9.2.2 แผงไฟฟ้าชนิดต่างๆ

1.1.10 ความปลอดภัยในการทำงานเขตก่อสร้าง

งานก่อสร้าง เป็นงานที่จัดว่าเป็นกลุ่มงานที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายค่อนข้างสูงงานก่อสร้างเป็นกลุ่มกิจการที่มีอุบัติเหตุสูงที่สุด ด้วยสภาพหน้างานที่แปรเปลี่ยนตลอดเวลา ตามความก้าวหน้าของงาน มีกิจกรรมดำเนินการขนถ่ายวัสดุสนับสนุนงานประกอบและติดตั้งร่วมกัน งานสนับสนุนการก่อสร้างมักเป็นงานชั่วคราวเพราะต้องประกอบเข้า รื้อถอนออกตลอดเวลา บุคลากรที่เข้ามาทำงานเพิ่มขึ้นตลอด และแต่ละกลุ่มมีวิธีทำงานที่แตกต่างกันออกไป เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ถูกติดตั้ง โยกย้ายที่ตั้งใหม่ตลอดเวลา เช่นกันสภาพหน้างานมีวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเป็นจำนวนมาก พื้นที่ก่อสร้างจะเปียกชื้นเสมอ ถ้าการจัดการไม่ดีพอจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

รูปที่ 1.1.10 การวางวัสดุด้านเดียวทำให้โต๊ะนั่งร้านกระดก

1.1.10.1 สาเหตุอุบัติเหตุ**ในการทำงานในเขตก่อสร้าง**

จากการวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานที่รีบเร่ง และแปรเปลี่ยนตลอดเวลา ทำให้เกิดการตรวจสอบความแข็งแรง มั่นคง ปลอดภัย บกพร่องได้ และถ้าผู้ปฏิบัติงานไม่เข้มงวดให้ความสำคัญในความปลอดภัยในการทำงานอย่างจริงจัง จะทำให้เกิดอุบัติเหตุของงานก่อสร้างขึ้นได้สาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายในงานก่อสร้างได้ง่ายได้แก่

ก. การให้ความสำคัญในการป้องกันอุบัติเหตุในการทำงานในเขตก่อสร้างต่ำเกินไป
ข. ความเข้มงวด จริงจัง ในการป้องกันต่ำละเลย
ค. การให้ความสำคัญงบประมาณค่าใช้จ่ายในการป้องกันต่ำเกินไป
ง. เน้นการเสี่ยงทำงานมากกว่าความปลอดภัย
จ. ขาดการตรวจตราสภาพหน้างานเช่น นั่งร้านพัง
ฉ. ประเมินน้ำหนักของวัสดุกับพื้นรองรับ
ช. การใช้เครื่องมือผิดประเภทเช่น นั่งบนปุ้งกี๋รถตัก
ซ. สภาวะการทำงานไม่ดี แสงสว่าง เปียกฝนตกดินทรุด

1.1.10.2 หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ก. ความปลอดภัยในสถานที่ การก่อสร้าง

สถานที่ก่อสร้าง หมายถึงอาณาบริเวณทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างมิใช่เฉพาะบริเวณที่กำลังดำเนินการก่อสร้างเท่านั้น แต่รวมไปถึงบริเวณที่จัดเก็บวัสดุ โกดังเก็บเครื่องมือ เครื่องจักร และอื่น ๆ เป็นต้น จึงควรมีข้อกำหนดและแนวปฏิบัติในสถานที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับคนงานดังนี้

ก.1 จัดทำแผนความปลอดภัย โดยศึกษาข้อมูล วิธีการ การจัดการ รวบรวมและประเมินผลที่จะดำเนินการก่อสร้าง

ก.2 การทำรั้วกั้นโดยรอบบริเวณก่อสร้างทั้งหมดเพื่อป้องกันผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในเขตก่อสร้างถ้าเป็นอาคารสูงอยู่ใกล้ชุมชนนอกจากการทำรั้วกันแล้วควรทำหลังคาคลุมทางเดินที่ติดรั้วกั้นนั้นด้วยเพื่อป้องกันเศษวัสดุตกใส่ผู้สัญจรไปมาภายนอก

รูปที่ 1.1.10.2.1 การล้อมรั้วกั้นบริเวณเขตก่อสร้าง

ก.3 การกั้นขอบเขตการทำงานเฉพาะทางชั่วคราวโดยรอบ ในโครงการก่อสร้างเพื่อป้องกันผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในเขตก่อสร้างอันอาจเกิดอุบัติเหตุได้ เช่น กั้นเขตติดตั้งปล่องหรือท่อ สายพานลำเลียง

ก.4 ในสถานที่ก่อสร้างต้องมีการแบ่งเขตก่อสร้างอย่างชัดเจนโดยแบ่งเขตที่พักอาศัยออกจากบริเวณก่อสร้างที่จัดเก็บเครื่องมือ เครื่องจักร ที่เก็บวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้แล้วหรือยังไม่ใช้ (ออกเป็นระเบียบ)

ก.5 สถานที่ที่อันตรายทุกแห่งในเขตก่อสร้าง ต้องมีป้ายสัญลักษณ์ หรือป้ายเตือนภัยต่าง ๆ หรือข้อควรปฏิบัติสำหรับผู้จะเข้าไปในบริเวณดังกล่าวซึ่งป้ายสัญลักษณ์นี้ต้องมีขนาดพอเหมาะและเห็นได้ชัดเจน ภาพแสดงและตัวอักษรต้องเป็นสื่อสากลที่ทุกคนสามารถเข้าใจได้ง่าย

ก.6 รอบตัวอาคารมีแผ่นกั้นกันวัตถุตกลงมาและมีตาข่ายคลุมอีกชั้น

ก.7 อาคารขณะก่อสร้างในที่มีช่องเปิดหรือที่ไม่มีแผงกั้น ควรทำราวกั้น และมีตาข่ายเสริมเพื่อป้องกันการตก

ก.8 การชี้แจงเกี่ยวกับอุบัติเหตุทุกวัน (Safety talk) การเปลี่ยนทัศนคติของผู้ปฏิบัติงานจนส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานมีการเปลี่ยนแปลงการกระทำนั้นนอกจากจะใช้วิธีการอบรมในห้องอบรมแล้ว ยังมีอีกวิธีการหนึ่งที่ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ นั่นก็คือการสนทนาความปลอดภัยโดยปกติจะใช้เวลาไม่นาน อาจกำหนดเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที หรือ 15 นาที ขึ้นอยู่กับองค์กร

ก.9 การสนทนาความปลอดภัย หรือ Safety Talk หรือ 5 mins talk หรือ Took Box Talk นั้น หมายถึง กิจกรรมการรวมตัวกันของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อพูดคุยในเรื่องความปลอดภัย โดยจะมีการกำหนดความถี่ วัน เวลาที่จะดำเนินกิจกรรมไว้แน่นอน ในการพูดคุยเรื่องความปลอดภัยนี้นั้น จะมีบุคคลที่รับผิดชอบในการนำการสนทนา โดยส่วนใหญ่จะเป็นหัวหน้างาน และบางครั้งเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยก็สามารถใช้เวทีดังกล่าวเพื่อสื่อสาร และพูดคุยกับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานได้

รูปที่ 1.1.10.2.2 การ Safety Talk ตอนเช้าทุกวัน

ก.10 การสร้างบันไดสำหรับทำงานในบริเวณก่อสร้าง ที่มั่นคงแข็งแรง

ก.11 ราวกันตกชั่วคราวเหล็กเส้นเชื่อม เช่น ประตูลิฟต์ ริมพื้นที่ยังไม่มีผนัง ระเบียง ช่องเปิด

ก.12 การจัดวางวัสดุใช้งานอย่างเป็นระเบียบไม่ระเกะระกะในพื้นที่ก่อสร้าง

ก.13 ระมัดระวังเรื่องไฟไหม้สาเหตุมักมาจากงานเชื่อม งานเฟอร์นิเจอร์ เพราะมีสารระเหยเร็ว ติดไฟได้ง่าย

ก.14 ระมัดระวังเรื่องน้ำท่วมพื้น เนื่องจากการเปิดน้ำใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต หรือลืมปิดน้ำ ระบบควบคุมการหยุดน้ำไม่ทำงานทำให้น้ำท่วมพื้น และถ้าบริเวณดังกล่าวมีไฟฟ้ารั่วก็อาจช็อตผู้ที่สัมผัสได้

รูปที่ 1.1.10.2.3 การตรวจสอบสภาพนั่งร้านและบันไดขึ้นลงเพื่อให้อยู่ในสภาพปลอดภัยพร้อมใช้งานในที่สูง

ข. ความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือเครื่องจักร

เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างมีจำนวนมากมายตั้งแต่ขนาดใหญ่มาก เช่น ปั้นจั่น รถยก เครื่องตอกเสาเข็ม จนถึงขนาดเล็ก เครื่องเจียร สว่านไฟฟ้า ค้อน เป็นต้น อันตรายที่เกิดจากการใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักร จึงมีมากตามจำนวนอุปกรณ์และจำนวนผู้ใช้ ความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือเครื่องจักรจึงเป็นสิ่งสำคัญซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรใช้อย่างถูกต้อง ดังเช่น

ข.1 การใช้เครื่องมือเครื่องจักรต้องไม่ผิดวัตถุประสงค์ของอุปกรณ์ หรือเครื่องมือ เช่น การใช้ไม่ ปั้นจั่นไปใช้ในการดึงหรือลากของที่มีน้ำหนักมากๆ หรือการไม่ใช้ลิฟต์ส่งวัสดุในการโดยสารคนงานขึ้นลง เพราะมีระบบช่วยความปลอดภัยต่ำ

ข.2 เครื่องมือ เครื่องจักรที่ต้องทำงานใกล้กับบริเวณที่มีไฟฟ้าแรงสูงภายในรัศมี 3 เมตร ต้องแจ้งให้หน่วยงานของการไฟฟ้าทราบทุกครั้ง เพื่อจัดการป้องกันอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้น

ข.3 เครื่องมือ เครื่องจักรต้องมีการ์ด มีระบบความปลอดภัย ห้ามถอดหรือปิดระบบความปลอดภัยดังกล่าวหากเครื่องมือเครื่องจักรใดไม่มี ควรจัดให้มีการ์ด และระบบความปลอดภัยอย่างเหมาะสมทันที

ข.4 ก่อนและหลังการใช้เครื่องมือ เครื่องจักร ทุกครั้งต้องมีการตรวจสอบและซ่อมแซมแก้ไขก่อนหรือหลังการใช้ทุกครั้ง

1.1.11 ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

หลักการและเหตุผลเพื่อป้องกันมิให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับอันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียงสำหรับความปลอดภัยในการทำงานแบ่งเป็น 3 เรื่อง คือกำหนดเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ดังนี้

ก. ***ความร้อน*** อุณหภูมิบริเวณที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานไม่สูงกว่า 45 องศาเซลเซียสวัดอุณหภูมิของร่างกายต้องไม่สูงกว่า 38 องศาเซลเซียส (ไม่รวมกรณีเป็นไข้) ซึ่งปกติอุณหภูมิร่างกาย 37 องศาเซลเซียส

โดยให้ปรับปรุงแหล่งกำเนิดความร้อน ต้องจัดอุปกรณ์ ป้องกันความร้อนถ้าอุณหภูมิของร่างกายเกิน 38 องศา-เซลเซียสต้องให้หยุดพักชั่วคราว

ข. ***แสงสว่าง*** กำหนดให้มีแสงสว่างไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้
งานที่ไม่ต้องการความละเอียด 50 ลักซ์
งานที่ต้องการความละเอียดเล็กน้อย 100 ลักซ์
งานที่ต้องการความละเอียดปลานกลาง200 ลักซ์
งานที่ต้องการความละเอียดสูง 500 ลักซ์
งานที่ต้องการความละเอียดเป็นพิเศษ 1,000 ลักซ์
ทางเดินภายนอกอาคาร 20 ลักซ์
ทางเดินภายในอาคาร 50 ลักซ์

ค. *เสียง*กำหนดผู้ปฏิบัติงาน ทำงานในที่มีเสียงดัง
ทำงานไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ได้รับเสียงติดต่อกันต้องไม่เกิน 91 เดซิเบล (เอ)
ทำงานเกินกว่าวันละ 7 ชั่วโมง แต่ไม่เกินวันละ 8 ชั่วโมง ได้รับเสียงติดต่อกันต้องไม่เกิน 90 เดซิเบล (เอ)
ทำงานเกินวันละ 8 ชั่วโมง ได้รับเสียงติดต่อกันต้องไม่เกิน 80 เดซิเบล (เอ)
ระดับเสียงสูงสุดต้องไม่เกิน 140 เดซิเบล (เอ)
โดยปรับปรุงแก้ไขต้นกำเนิดเสียงหรือทางผ่านของเสียงสวมใส่ปลั๊กลดเสียงหรือครอบหูลดเสียง

1.2 การเชื่อมโลหะเหล็ก (Steel Welding Work)

1.2.1 งานเชื่อมวัสดุ (Welding) เป็นกระบวนการเชื่อมต่อวัสดุให้ติดกันโดยรอย เชื่อมต่อ (Joint) จะหลอมละลาย (Melting) เป็นเนื้อเดียวกับวัสดุหลัก (Base และมีความแข็งแรง (Strength) และคุณภาพ (Quality) สูงไม่ด้อยกว่าเนื้อวัสดุหลัก โดยกรรมวิธีการทำให้วัสดุที่ต้องการเชื่อมต่อเกิดการหลอมละลาย (Melting) เปลี่ยนโครงสร้างเป็นของเหลวหลอมรวมกันแล้วปรับเปลี่ยนโครงสร้างโครงสร้างคืนสภาพปัจจุบัน อาจใช้วิธีทางเคมีโดยตัวทำละลาย (Solvent) เช่น Acrylic ABS หรือ การใช้ความร้อนสูงๆ ที่บริเวณจุดเชื่อมต่อของวัสดุทุกชิ้น ที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกันหรือวัสดุต่างชนิดกันก็ได้ตามคุณสมบัติที่เหมาะสม เช่น เหล็กเชื่อมต่อเหล็ก เหล็กเชื่อมต่อทองแดง Aluminium เชื่อมต่อ Aluminum ท่อ HDPE เชื่อมต่อ HDPE ท่อ PVC เชื่อมต่อ PVC เป็นต้น สำหรับการเชื่อมโลหะเหล็กด้วยการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงหลอมละลาย (Melting) เหล็กเป็นของเหลวที่อุณหภูมิสูงที่ใช้อยู่แพร่หลายนั้นมี 2 วิธี ดังนี้

1.2.1.1 การเชื่อมหลอมด้วยแก๊สที่ให้ความร้อนสูง (Gas Welding) เช่น แก๊สออกซี-อะเซทิลีน (OXY ACETYLENE WELDING: OAW) ไฮโดรเจนโพรเพน และมีเทน เป็นต้น การเชื่อมลักษณะนี้เหมาะสำหรับโลหะบางเพราะสามารถควบคุมไม่ให้ชิ้นงานทะลุได้ดี เช่นการปะผุ ตัวถังรถยนต์ เป็นต้น

1.2.1.2 การเชื่อมหลอมด้วยกระแสไฟฟ้า (Electric Fusion Welding) ที่ใช้ความต่างศักดิ์ทางไฟฟ้าทำให้กระแสไฟฟ้ากระโดดข้ามช่องว่างที่เหมาะสม (Arc) เกิดความร้อนสูงจนเกิดการหลอมละลายของเหล็กได้

เหมาะสำหรับโลหะหนาถึงหนามากเพราะสามารถเชื่อมทับซ้อนรอยได้มากให้ความแข็งแรงสูงโดยแบ่งออกเป็น 2 วิธี

ก. วิธีไม่มีเนื้อลวดเชื่อมเติม โดยใช้การ เช่น ERW-Electric Resistance Welding โดยการ Arc ทำให้ชิ้นงานหลอมละลายแล้วกดเข้าหากันได้แก่ งานเชื่อมตะเข็บท่อ หรือ Spot Arc Welding ได้แก่ งานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์

ข. วิธีมีเนื้อลวดเชื่อมเติมโดยการ Arc ทำให้ชิ้นงาน และลวดเติมหลอมละลายโดยลวดเชื่อมจะเติมช่องว่างระหว่างชิ้นงานให้เต็ม เช่น SMAW-Shield Metal Arc Welding หรือ SAW TIG เป็นต้น

ณ ที่นี้ ขอมุ่งเน้นที่วิธีเติมเนื้อลวดและเป็นแบบ SMAW-Shielded Metal Arc Welding เพราะใช้แพร่หลายในงานก่อสร้างและงานระบบท่อต่างๆ คำว่า Shielded Metal น่าจะหมายถึง โลหะหุ้มฟลักซ์ หรือลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เพราะเป็นวิธีเริ่มต้นของงานเชื่อมเพราะเป็นวิธีง่ายๆ สะดวกต่อการนำไปทำงานในสนามต่างๆ อาศัยแรงงานคนเป็นหลักคุณภาพงานยังเป็นที่ยอมรับแม้จะขึ้นกับฝีมือผู้เชื่อม และยังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพื่อให้การเชื่อมมีประสิทธิภาพสูงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยต่างๆในการเชื่อม

1.2.2 หลักการของการเชื่อมโลหะเหล็กด้วยวิธี SMAW (Shield Metal Arc Welding)

เราต้องทำความเข้าใจหลักการและเหตุผลหรือศึกษาองค์ประกอบในการเชื่อมต่อโลหะเหล็ก “ข้อกำหนดกระบวนการเชื่อม” (**WPS**-Welding Procedure Specification) ก่อนการดำเนินการ เพื่อกำหนดแนวทางการทำงาน วัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องดังนี้

1.2.2.1 วัสดุที่ต้องการต่อเชื่อม(Base) วัสดุในชื่อเดียวกัน ส่วนผสมทางเคมีก็แตกต่างกัน ทำให้ความแข็งแรง (strength) ความแข็งแกร่ง (Harden) ความเหนียว (ยืด) (Ductility) การกัดกร่อน (Corrosion) ที่แตกต่างกันไปตามสัดส่วนขององค์ส่วนประกอบภายในของแต่ละอย่าง เช่น เหล็กละมุน (เหนียว) (Mild Steel) ที่เรานำมาใช้ประโยชน์ทั่วๆ ไป ที่เห็นลักษณะเหมือนๆ กันนั้นแท้จริงแล้วมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันบางชิ้นใช้ทำ Bolt ได้ (ASTM A325) บางชิ้นใช้ทำเหล็กเสริมคอนกรีตได้ดี (ASTM A615) หรือบางชิ้นเหล็กรางตัวซี (ASTM A36) ซึ่งเราสามารถตรวจข้อมูลได้จากsteel milling sheet หรือ Inspection Certificate หรือ Factory Certificate ซึ่งสามารถเรียกขอได้จากผู้ค้าเหล็กหรือผู้จัดหาเหล็กในแต่ละงวด ซึ่งภายในเอกสารนี้จะระบุ ความแข็งแรง (strength) ส่วนประกอบทางเคมี (Chemical Composition) และอื่นๆ

ตารางที่ 1.2.2.1.1 Maximum Allowable Stress Values (Table UCS-23:1980)

A.S.M.E. Specification No.	Grade	Nominal composition	Spec. min. tensile strength	For temperatures not exceeding °F.						
				−20 to 650	700	800	900	1000	1100	1200
Carbon Steel										
SA515	55	C-Si	55,000	13,700	13,200	10,200	6,500	2,500		
SA515	70	C-Si	70,000	17,500	16,600	12,000	6,500	2,500		
SA516	55	C-Si	55,000	13,700	13,200	10,200	6,500	2,500		
SA516	70	C-Si	70,000	17,500	16,600	12,000	6,500	2,500		
SA285	A	···—···	45,000	11,200	11,000	9,000	6,500			
SA285	B	···—···	50,000	12,500	12,100	9,600	6,500			
SA285	C	···—···	55,000	13,700	13,200	10,200	6,500			
Low-Alloy Steel										
SA202	A	Cr-Mn-Si	75,000	18,700	17,700	12,600	6,500	2,500		
SA202	B	Cr-Mn-Si	85,000	21,200	19,800	12,800	6,500	2,500		
SA387	D*	$2\frac{1}{4}$ Cr-i Mo	60,000	15,000	15,000	15,000	13,100	2,800	4,200	1,600

Steel Types	China GB	Japan JIS		USA ASTM	Germany		
	Brand Of Steel	Brand Of Steel	Standard Number	Steel Grade	Steel Grade	Material Number	Standard Number
Carbon Steel Plate	Q235-F	SS400	G3101	A36	USt37-2	1.0112	DIN17100
	Q235	SS41	G3101	A283-C	RSt37-2	1.0114	DIN17100
	Q255A	SS50	G3101	A283-D	(RSt42-2)	1.0134	DIN17100
	(A3R)	SPV24	G3115	A285-C			
	20g	SB42	G3103	A515.Gr60	H II	1.0425	DIN17155
	(15g)	SB35	G3103	A515.Gr55	H I	1.0345	DIN17155
	(25g)	SB46	G3103	A515.Gr65	HIII	1.0435	DIN17155
	25	SM41A	G3103				DIN17100

ตารางที่ 1.2.2.1.3 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต					
สัญลักษณ์	ความต้านแรงดึงที่จุดครากไม่น้อยกว่า (กก./ตร.ซม.)	ความต้านแรงดึง สูงสุดไม่น้อยกว่า (กก./ตร.ซม.)	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์-กลางไม่น้อยกว่า	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น	
				มุมการดัด (องศา)	เส้นผ่านศูนย์กลางวงดัด
เหล็กกลม SR 24	2400	3900	21	180	1.5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
<u>เหล็กข้ออ้อย</u>					
SD 30	3000	4900	17	180	4 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 40	4000	5700	15	180	5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 50	5000	6300	13	90	5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

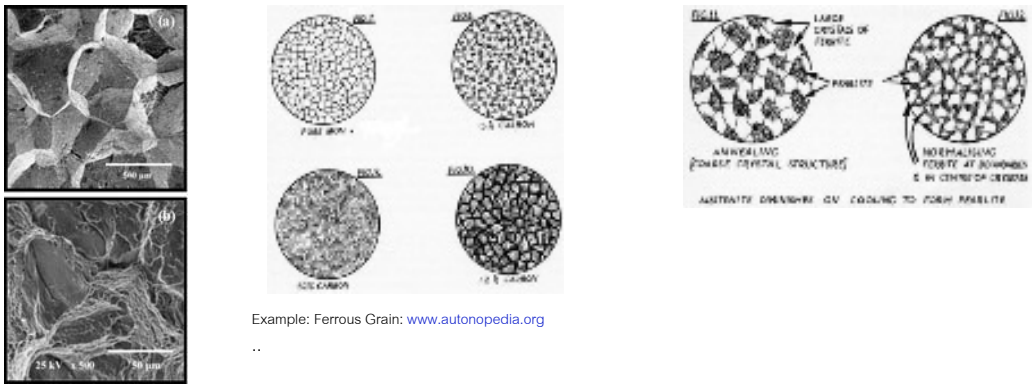
Standard	Grade	Chemical Composition, % weight				
		C	Si	Mn	P	S
		(max.)	(max)	(max.)	(max)	(max)
TIS 1227-2539	SS 400	-	-	-	0.050	0.050
TIS 1227-2539	SM 400	0.20	0.35	165-1.40	0.035	0.035

Standard	Grade	Elongation		Impact test temp	การใช้งาน
		(minimum)	(minimum)		
		%	J	C	
TIS 1227-2539	SS 400	21	(ไม่กำหนดให้ทดสอบ)		โครงสร้างทั่วไป
TIS 1227-2539	SM 400	22	27	0	โครงสร้างที่มีการเชื่อม

1.2.2.2 ความร้อนเพื่อหลอมละลาย (Thermal) ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมเพื่อให้เกิดการหลอมละลายประมาณ 3,000-5,000 °C ดังนั้นจึงต้องสร้างความร้อนสูงๆ เฉพาะจุดแคบๆ เกิดขึ้นในเวลารวดเร็วเพื่อไม่ให้โครงสร้างของเหล็กส่วนอื่นเปลี่ยนแปลง จึงใช้ปลายเส้นลวดขนาดเล็กเป็นแท่งประจุ (Electrode) ใช้ในการ Arc ขนาดลวดขึ้นกับความกว้างของชิ้นงาน

1.2.2.3 วัสดุที่เติมเต็มรอยเชื่อม (Filler) บางที่เรียก ลวดเชื่อม (welding Rod) แท้จริงเป็นการเติมเนื้อวัสดุลงไปในแนวเชื่อมให้เต็มหรือเป็นส่วนประสานเนื้อ

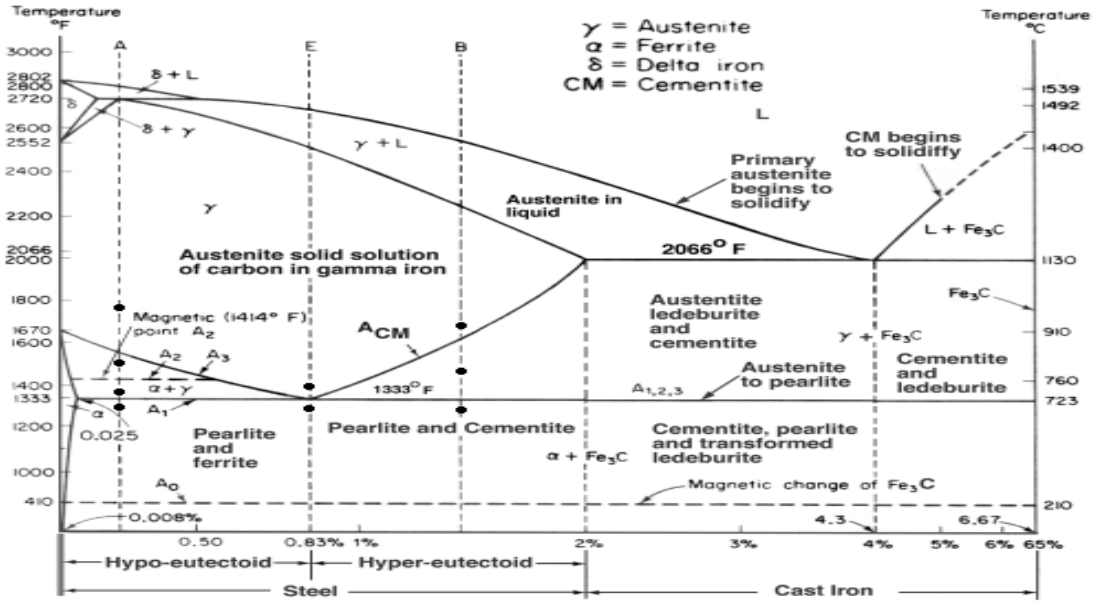
ความสำคัญของวัสดุที่เติมเต็มรอยเชื่อม (Filler) คือ ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับวัสดุที่ต้องการต่อเชื่อม (Base) มากที่สุดโดยเฉพาะเมื่อหลอมละลายไปรวมตัวกับวัสดุที่ต้องการต่อเชื่อมและเย็นตัวลงมีขนาดของ Grain ที่รวมตัวเป็น โครงสร้างใหม่มีขนาด Grain เท่าหรือใกล้เคียงกับขนาดของ Grain วัสดุที่ต้องการต่อเชื่อม (Base) และมีปริมาณสารประกอบอื่นๆ ลักษณะการแทรกซึมระหว่าง Grain เหมือนหรือใกล้เคียงกับ Grain วัสดุที่ต้องการต่อเชื่อม (Base)



Example: Ferrous Grain: www.autonopedia.org

..

รูปที่ 1.2.2.3.1 เกรนของเหล็กลักษณะต่างๆ

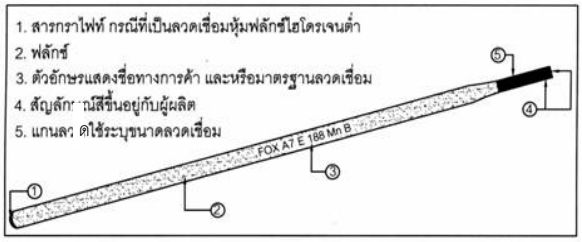


Example: Fe-Fe3C Phase Diagram-Pollack, Prentice-Hall, 1988

รูปที่ 1.2.2.3.2 ไดอะแกรมของเหล็กที่อุณหภูมิต่างๆ

1.2.3 ลวดเชื่อม (Welding Rod)

เรานำเอาค่าความแข็งแรง (Strength) และส่วนประกอบทางเคมี (Chemical Composition) มาหาเนื้อของแกนลวดเชื่อมเพราะเป็นส่วนที่จะหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกับวัสดุชิ้นงาน การเลือกก็ต้องอิงตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน AWS-American Welding Society ซึ่งเขียนรหัสลวดเชื่อมดังนี้



รูปที่ 1.2.3 ส่วนประกอบของลวดเชื่อม

ตารางที่ 1.2.3.1 การกำหนดหมายเลขลวดเชื่อมในมาตรฐาน AWS (American Welding Society)

AWS A5.1–91E XX XX

A5.1	:	กลุ่มลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์สาหรับเชื่อมเหล็กกล้า
91	:	ปีที่กำหนดมาตรฐาน
E	:	ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Electrode)
XX(ตัวที่1-2)	:	ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุดมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว(PSI) คูณค่าคงที่(1,000)
X(ตัวที่3)	:	ตำแหน่งท่าการเชื่อม
X(ตัวที่4)	:	คุณสมบัติต่างๆของลวดเชื่อมเช่นกระแสไฟ,การอาร์ก,การหลอมลึกและชนิดของฟลักซ์

ตารางที่ 1.2.3.2 การกำหนดหมายเลขลวดเชื่อมในมาตรฐานTIS - Thai Industrial Standard

E XX XB X X

E	:	ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
XX (ตัวที่1-2)	:	ความต้านทานแรงดึงของเนื้อโลหะเชื่อม (มอก.ตารางที่ 5)
X (ตัวที่ 3)	:	ค่าความต้านทานแรงกระแทก , ความยืดหยุ่นของเนื้อโลหะเชื่อม (มอก.ตารางที่ 6)
B	:	ชนิดของฟลักซ์ (มอก.ตารางที่ 7)
X (ตัวที่4)	:	ตำแหน่งท่าเชื่อม (มอก.ตารางที่ 8)
X (ตัวที่5)	:	กระแสไฟเชื่อม (มอก.ตารางที่ 9)

ตัวอย่าง ลวดเชื่อม มอก.49 - 2538 E 43 2R 13 ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์รูไทล์ เนื้อโลหะเชื่อมมีสมบัติทางกล ดังนี้ (43) ความต้านทานต่อแรงดึง 430 – 510 เมกาปาสกาล (2) ความยืด 22% ความต้านทานแรงกระแทกที่ 28 จูล ณ.อุณหภูมิ 0C (R) รูไทล์ผสมเซลลูโลส 15% (1) เชื่อมได้ทุกตำแหน่ง (3) ใช้กระแสไฟเชื่อม DCEP

ในการใช้งานควรศึกษารายละเอียดข้างกล่องบรรจุลวดเชื่อมเพราะจะบอกคุณสมบัติต่างๆ ของลวดเชื่อม เช่น ส่วนประกอบทางเคมี ค่าความแข็งแรง ค่า yield ค่าการยืดตัว กระแสไฟฟ้าที่เหมาะสม

ตารางที่ 1.2.3.3 ส่วนผสมทางเคมีโดยทั่วไปของเนื้อโลหะเชื่อม (%)

C	Si	Ma	P	S
0.05	0.60	0.94	0.011	0.006

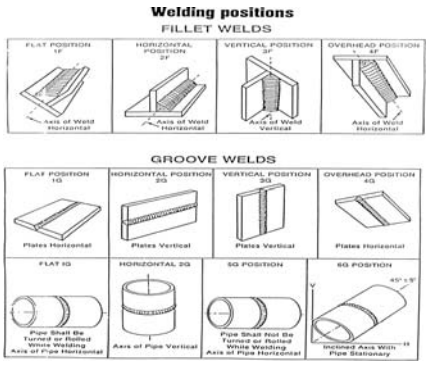
ตารางที่ 1.2.3.4 คุณสมบัติทางกลโดยทั่วไปของเนื้อโลหะเชื่อม

YP N/mm^2(Kgf/mm^2)	TS N/mm^2(Kgf/mm^2)	El %	IV J (Kgf*m)	PWHT
500(51)	570(58)	32	210(21)	-
420(43)	520(53)	33	230(26)	620° C X 1Hr

ตารางที่ 1.2.3.5 ขนาดที่มีจำหน่ายและช่วงกระแสไฟเชื่อมที่แนะนำ (AC หรือ DC-EP)

ขนาดลวด (มม.)		2.6	3.2	4.0	4.5	5.0	6.0
ความยาว (มม.)		350	350	400	400	450	450
แอมป์	F	50-85	80-150	150-180	150-210	180-240	256-389
	VU&OH	50-80	80-120	110-120	160-186	150-200	-

1.2.4 ลักษณะเชื่อม (Welding Position)



ในการเชื่อมในสนามตำแหน่งการเชื่อมขึ้นอยู่กับสภาพหน้างานที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้และลักษณะเชื่อมมีความสัมพันธ์กับการเลือกลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติแข็งตัวเร็วในการเชื่อมชิ้นงานอยู่เหนือศีรษะ เพราะถ้าแข็งตัวช้าน้ำเหล็กจะหลุดล่วงก่อนทำให้เกิดสแล็ก (Slag) ตกค้างภายในแนวเชื่อมทำให้ด้อยความแข็งแรงลงเป็นต้น ท่าเชื่อมมีดังนี้

1.2.4.1 ท่าราบ (Flat Position) การเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในระนาบเดียวกันกับพื้นราบซึ่งไม่มีปัญหาเรื่องแรงดึงดูดของโลก จึงเป็นท่าเชื่อมที่เชื่อมง่ายกว่าท่าเชื่อม อื่น ๆ

1.2.4.2 ท่าขนานนอน (Horizontal Position) การเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระดับซึ่งขนานกับแนวระนาบ แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อ การเชื่อมน้ำเหล็กมักคล้อยลงตาม

1.2.4.3 ท่าตั้ง (Vertical Position) ท่าตั้งเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งตั้งฉากกับแนวระดับ การเชื่อมท่านี้มีผลจากแรงดึงดูดของโลก การเชื่อมลง (Vertical Down) จะสามารถควบคุมน้ำเหล็กให้คล้อยลงได้ดีกว่าการเชื่อมขึ้น (Vertical Up)

1.2.4.4 ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position) ท่าเหนือศีรษะเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระนาบ ในระดับเหนือศีรษะของผู้เชื่อม แรงดึงดูดของโลก มีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก ทั้งข้อบกพร่องในรอยเชื่อมและอันตรายจากสะเก็ดไฟโลหะที่หลอมละลาย และความร้อนจากเปลวไฟที่สะท้อนกลับ

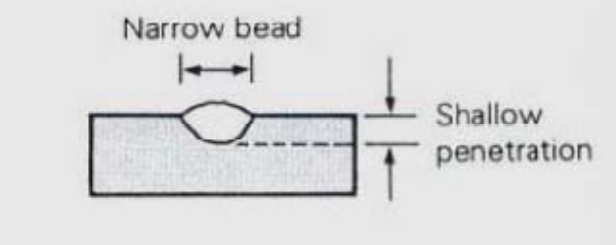
ตารางที่ 1.2.4.4 การจำแนกท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ASME

การจำแนกท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ASME			
สัญลักษณ์	**ท่าเชื่อม Fillet Weld**	**สัญลักษณ์**	**ท่าเชื่อม Butt Weld**
1F	ท่าราบ	1G	เชื่อมท่อแกนท่ออยู่ในแนวราบ หมุนท่อได้โดยรอบ ขณะเชื่อม เชื่อมชน บากงานรอยต่อตัววีแนวราบ
2F	ท่าขนานนอน	2G	เชื่อมท่อแกนท่ออยู่ในแนวดิ่ง แนวเชื่อมอยู่ท่าขนานนอน เชื่อมชน บางงานรอยต่อตัววีแนวนอน
3F	ท่าตั้ง	3G	เชื่อมชนบากงานตัววีท่าตั้ง
4F	ท่าเหนือศีรษะ	4G	เชื่อมชนบากงานตัววี ท่าเหนือศีรษะ
		5G	เชื่อมท่อแนวแกนท่ออยู่แนวนอน ที่ยึดอยู่กับที่ ท่าเหนือศีรษะ แนวเชื่อมในท่าราบ ท่าตั้งและท่าเหนือศีรษะ
		6G	เชื่อมท่อแกนท่อเอียงทำมุม 45 องศาจากแนวราบท่อยึดแน่น

1.2.5 กระแสไฟฟ้าในการเชื่อม (Welding Current)

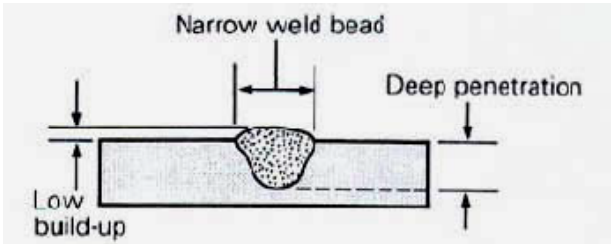
เป็นตัวสร้างความร้อนโดยการทำให้เกิดการต่างศักย์ หรือที่เรียกว่าปรับแรงดันไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้ากระโดดผ่านช่องว่างระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานในระยะที่เหมาะสม ไฟฟ้าเชื่อม (volt) แรงมากน้อยตามลักษณะชิ้นงานชิ้นงานถ้าปรับแรงดันไฟฟ้ามากเกินไปชิ้นงานจะทะลุได้และน้ำเหล็กที่หลอมละลายกระเด็นออกจากแนวเชื่อม ถ้าน้อยเกินไปกระแสไฟฟ้าไม่มีแรงกระโดดจะทำให้ลวดเชื่อมเชื่อมติดกับชิ้นงานหรือให้ความร้อนเกิดน้อยเกินไปเกิดการหลอมละลายไม่ดีพอซึมไม่ลึก นอกจากนี้ชนิดของกระแสและขั้วบวกผลต่อการเชื่อม

1.2.5.1 ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC-Alternating Current) ตู้เชื่อมจะแปลงกระแสไฟฟ้าให้สูงขึ้นถึงกว่า 100 แอมป์ และลดแรงดันลงเหลือประมาณ 40 – 100 โวลต์ใช้ขั้วใดจับลวดเชื่อมก็ได้ความร้อนจะเกิดขึ้นที่ลวดเชื่อม และชิ้นงานจะเท่ากัน ชิ้นงานซึมไม่ลึกมาก แนวเชื่อมไม่กว้างมาก



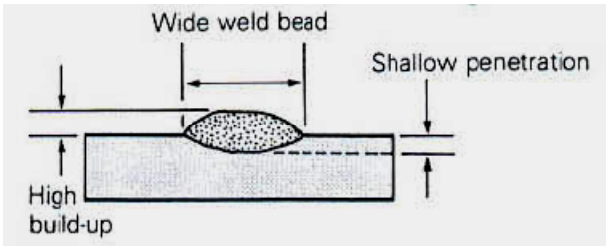
รูปที่ 1.2.5.1 แนวเชื่อมเกิดจากการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับในการเชื่อม

1.2.5.2 ไฟกระแสตรงลวดเชื่อมต่อขั้วลบ หรือเรียกว่า (DCEN-Direct Current Electrode Negative) ความร้อนเกิดขึ้นที่ลวดเชื่อม ประมาณ 1 ส่วน ที่ชิ้นงาน 2 ส่วน ชิ้นงานซึมลึกมาก แนวเชื่อมไม่กว้างมาก



รูปที่ 1.2.5.2 แนวเชื่อมเกิดจากการใช้ไฟกระแสตรงลวดเชื่อมต่อขั้วลบในการเชื่อม

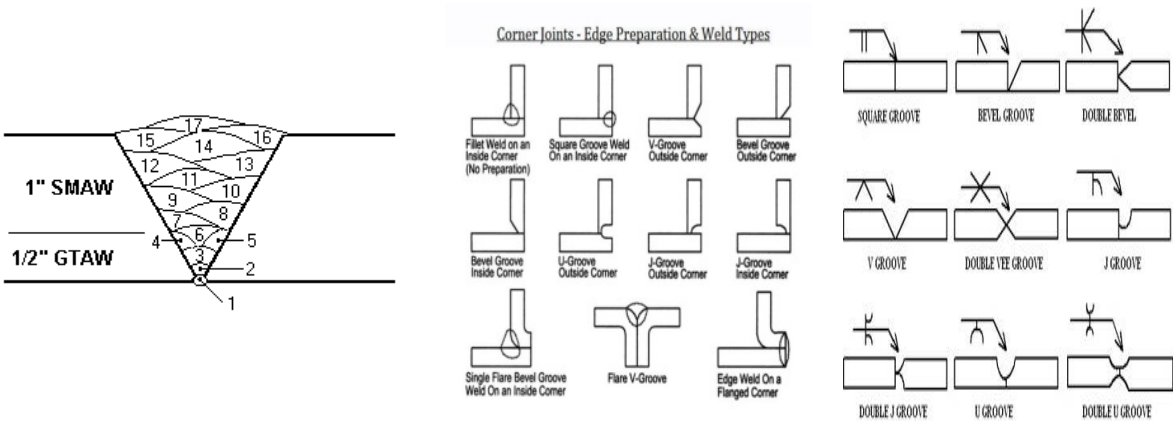
1.2.5.3 ไฟกระแสตรงลวดเชื่อมต่อขั้วบวก หรือเรียกว่า (DCEP-Direct Current Electrode Positive) ความร้อนเกิดขึ้นที่ลวดเชื่อม ประมาณ 2 ส่วน ที่ชิ้นงาน 1 ส่วน ชิ้นงานซึมไม่ลึกมาก แนวเชื่อมกว้างมาก



รูปที่ 1.2.5.3 แนวเชื่อมเกิดจากการใช้ไฟกระแสตรงลวดเชื่อมต่อขั้วบวกในการเชื่อม

1.2.6 ลักษณะการประกอบ (Fit Up)

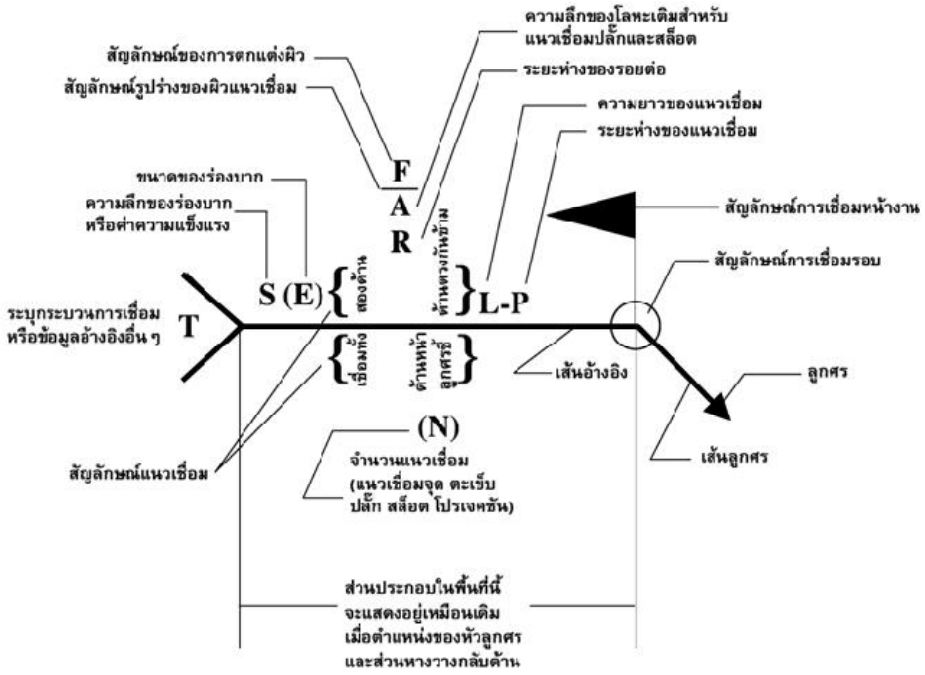
การประกอบชิ้นงานมีในการต่อแบบต่อชน (Butt weld) และการต่อแบบต่อทาบ (Fillet Weld) สำหรับชิ้นงานที่มีความหนามากจำเป็นต้องบากให้เกิดช่องกว้างเพื่อลวดเชื่อมสามารถเข้าทำการหลอมละลายวัสดุความหนาด้านในได้สมบูรณ์และสะดวกโดยการบากความหนา ของวัสดุเป็นร่อง (Bevel) รูป ตัว V ตัว U ตัว J ตามลักษณะงาน



รูปที่ 1.2.6.1 การประกอบชิ้นงานแบบต่อชน

1.2.7 สัญลักษณ์งานเชื่อม (Welding Symbol)

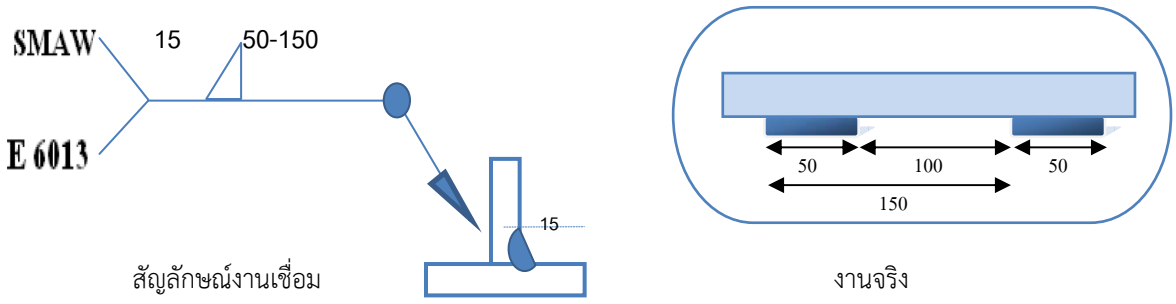
แสดงรายละเอียดของต่างๆ ที่ต้องการเพื่อสื่อสารให้ช่างเชื่อมได้ดำเนินการซึ่งส่งผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อมนั้น



รูปที่ 1.2.7.1 สัญลักษณ์งานเชื่อม

ตัวอย่าง การอ่าน สัญลักษณ์ การเชื่อมสัญลักษณ์แสดงว่า

ทำการเชื่อมด้านตรงข้ามลูกศรชี้ (Opposite)
ทำการเชื่อมในสนามเท่านั้น (Field Weld) มม.
รอยเชื่อม 50 มม. ทุก 150 มม. (50 มม. เว้น 100 มม.)
ทำการเชื่อมชนิดต่อทาบ 1 ด้าน (Fillet)
ทำการเชื่อมสูง 15 มม. (หนา 15 มม.)
ทำการเชื่อมแบบ SMAW โดยลวดเชื่อม E6013



รูปที่ 1.2.7.2 สัญลักษณ์งานเชื่อมเทียบกับงานจริง

ตัวอย่างการเขียนหรือกำหนดกระบวนการเชื่อมเหล็กด้วยไฟฟ้า

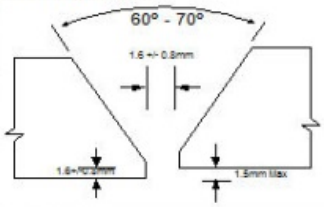
Welding Procedure Specification

Client:	Mobil	Project:	221010Goatee	REF No.	WPS 6 R1
Procedure Description:	12" Heavy Wall Offshore Tie-in				0290/1/WPS5
Material:	AS3679.1 Grade 250API 5L X65	Diameter:	168.3	Thickness:	18.3
Position:	6G	Clamp Type:	Internal		
Preheat °C (Min):	100	Interpass °C (Max):	300		

	ROOT	HOT PASS	FILL & CAP
Welding Process	SMAW	SMAW	SMAW
Welding Direction	Vertical Down	Vertical Down	Vertical Down
Filler	Lincoln SA70+	Lincoln SA70+	Bohler BVD90M
Polarity	DC +ve	DC +ve	DC +ve
Shielding Gas	N/A	N/A	N/A
Purge Gas	N/A	N/A	N/A

Pass No	Filler Size (mm)	Amps	Volts	Speed (mm/sec)	Heat Input (kJ/mm)
1	3.2mm	70-130	18-33	3.3-6.6	0.4-0.8
2	4.0mm	110-210	18-35	2.9-6.8	0.6-1.3
FILL	4.0mm	145-260	16-27	1.6-7.0	0.6-2.2
CAP	4.0mm	130-230	16-26	1.8-5.3	0.6-1.7

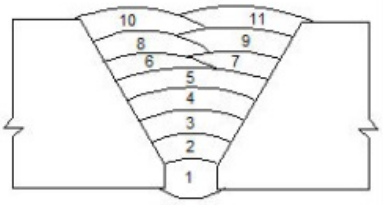
Weld Preparation



NOTES

1. API Std 1104BP3094-SP-PL-3010R1
2. Clamp removal stage : **100% completion of root (external clamp may be used in the event of a breakdown – removed after 50% minimum completion of the root.)**
3. Time lapse between root and second pass : **16 Minutes**
4. Time lapse between second pass and 1st fill : **12 Minutes**
5. Minimum number of passes before pipe movement : **2 passes**
6. Minimum number of passes before break in welding : **3 passes**
7. Minimum Number of welders- **Root & second pass: 2 , Fill & Cap : 1**
8. Method of cleaning : **Grinder / Wire brush**
9. Method of Preheat : **Gas Torch**
10. Qualification reference number : **48280/PP/WP6 R1**

Pass Location



Company Welding Engineer Approved ..... **Approved for Client** .....

1.2.8 บทสรุป

ความปลอดภัยเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าโดยเฉพาะเชื่อมในบริเวณที่มีความชื้นสูงอันตรายจากไฟฟ้าช็อก การสวมชุดเชื่อมจึงจำเป็นมาก ได้แก่ ร้องเท้าชนิดฉนวนไฟฟ้า ถุงมือเชื่อม หน้ากากเชื่อม เสื้อใส่เชื่อมการป้องกันสะเก็ดไฟจากการเชื่อมเพื่อป้องกันเพลิงไหม้ถังดับเพลิงต้องเตรียมไว้

1.3 การตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในโครงการ (Material Inspection)

ในการก่อสร้างหมายถึงการนำเอาความแข็งแรงของวัสดุที่มีตามธรรมชาติ เช่น ไม้ หิน เหล็ก น้ำมัน เป็นต้นซึ่งมีการแปรรูปด้วยกระบวนผสมผสานที่ซับซ้อนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่แข็งแรงตามที่ต้องการเพื่อการใช้ในการรับแรงกระทำต่างเช่น รับน้ำหนัก รับแรงดัน ทนอุณหภูมิ ทนเคมี เป็นต้น ดังนั้น เพื่อการนำวัสดุมาใช้งานได้เหมาะสมกับงานวิศวกรรม วิศวกรจำเป็นต้องมีความรู้คุณสมบัติของวัสดุ หรือด้านวัสดุศาสตร์ (Material Science) เป็นอย่างดี

ส่วนในเครื่องอำนวยความสะดวกของการดำรงชีวิตหมายถึง การนำวัสดุต่างๆมาขึ้นรูปและประกอบร้อยเรียงสัมพันธ์กันเป็นกลไกต่างๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งานที่เรียกว่า เครื่องจักรและอุปกรณ์ (Equipment) ซึ่งมีความซับซ้อนสูง เครื่องจักรและอุปกรณ์ เหล่านี้สามารถทำงานแทนมนุษย์โดยอัตโนมัติ (Automatics) ตามกลไกที่ประกอบขึ้นอย่างซับซ้อน ถ้าไม่ศึกษาโดยละเอียดจะทำให้เกิดอันตรายในการควบคุมและการใช้งานได้ ดังนั้นเพื่อการนำเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นๆ (Equipment) มาใช้งานได้เหมาะสมกับงานวิศวกรรม วิศวกรจำเป็นต้องมีความรู้คุณสมบัติของเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นๆ (Equipment Technical Specification) เป็นอย่างดี

ดังนั้น ในการโครงการก่อสร้างจึงประกอบด้วย วัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งวิศวกร จำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าในรายละเอียดในคุณสมบัติต่างๆของวัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่ใช้ในโครงการเพื่อให้เกิดความปลอดภัย และประโยชน์สูงสุด

1.3.1 ด้านวัสดุศาสตร์ (Material Science)

วัสดุ คือ สสารต่าง ๆ ที่มนุษย์นำวัสดุที่มีตามธรรมชาติมาประกอบขึ้นหรือผลิตขึ้นให้เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่เครื่องมือเครื่องใช้สิ่งประดิษฐ์สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ วัสดุจึงแตกต่างกันไปในหลายด้านไม่ว่าโครงสร้างทางวัตถุ จุดประสงค์การใช้งานดังนั้น งานวิศวกรรมจึงจำเป็นต้องเรียนรู้คุณสมบัติด้านต่างๆของวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด ได้ประโยชน์สูงสุดมีประสิทธิภาพสูงสุด และประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ดังนั้น วิศวกรจึงจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดต่างๆ ได้แก่

1.3.1.1 คุณสมบัติของวัสดุ (Material Properties)

ในการพิจารณาเลือกวัสดุเพื่อนำมาใช้งานในลักษณะต่างๆ จำเป็นจะต้องทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุเพื่อให้ได้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพงานนั้นๆ คุณสมบัติของวัสดุที่จะต้องพิจารณา ได้แก่

ก. คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาทางเคมีของวัสดุการเลือกวัสดุเพื่อนำไปใช้ในงานช่างจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุ ได้แก่ ส่วนผสม (Chemical Compound) และลักษณะโครงสร้างทางเคมี (Structure Bond) ของส่วนผสมในวัสดุ จะทำให้คุณสมบัติทางกลแปรเปลี่ยนตามไปด้วย เช่น เหล็กข้ออ้อย SD30 SD40 และ SD50 ความแข็งแรงเปลี่ยนตามส่วนผสมเคมี เป็นต้น

ตารางที่ 1.3.1.1 คุณสมบัติทางเคมี การรับแรงดึง และ ความยืด (%)

ชั้นคุณภาพ	*ส่วนประกอบทางเคมี (%)*					ความต้านแรงดึง (Mpa)	ความต้านแรงดึงที่จุดคราก (Mpa)	ความยืด %
	คาร์บอน	*แมงกานีส*	*ฟอสฟอรัส*	*กำมะถัน*	*คาร์บอน+(แมงกานีส/6)*			
SD 30	0.27		0.05	0.05	0.50	480	295	17
SD 40	-	1.80	0.05	0.05	0.55	560	390	15
SD 50		1.80	0.05	0.05	0.60	620	490	13

ข. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ (Physical Properties) เป็นคุณสมบัติของวัสดุที่ไม่เกี่ยวกับแรงที่มากระทำแต่เกี่ยวกับคุณภาพหรือคุณลักษณะของเนื้อวัสดุคุณสมบัติทางฟิสิกส์ได้แก่ความร้อนจำเพาะ การนำความร้อนสัมประสิทธิ์การขยายตัว ความหนาแน่น และความต้านทานไฟฟ้า เป็นต้น

ค. คุณสมบัติทางกล (Mechanical Properties) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของวัสดุเมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำต่อวัสดุคุณสมบัติทางกลได้แก่ความแข็งแรง ความแข็ง ความสามารถในการยืดตัว ความยืดหยุ่น ความเหนียว เป็นต้น

ง. คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electrical Properties) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับ ความต้านทานไฟฟ้า ความต่างศักย์ และหรือการนำไฟฟ้า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าเป็นต้น

1.3.1.2 ความแข็งแรงของวัสดุ (Strength of Material)

ความแข็งแรงของวัสดุ หมายถึง ความสามารถในการรับแรงกระทำจากภายนอกทำให้เกิดความเค้น (Stress) ขึ้นภายในวัสดุ ความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นภายในวัสดุมีลักษณะต่างตามทิศทางที่แรงกระทำ

ก. ความเค้นแรงดึง (Tensile Stress)เกิดขึ้นเมื่อมีแรงดึงมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวางโดยพยายามจะแยกเนื้อวัสดุให้แยกขาดออกจากกัน

ข. ความเค้นแรงอัด (Compressive Stress) เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวางเพื่อพยายามอัดให้วัสดุมีขนาดสั้นลง

ค. ความเค้นแรงเฉือน (Shear Stress) เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำให้ทิศทางขนานกับพื้นที่ภาคตัดขวาง

ง. ความเค้นแรงบิด (Torsion Strength)

จ. ความแข็ง (Hardness) คือความต้านทานต่อแรงกดการขัดสีและการกลึงของวัสดุ ในการที่เราจะเลือกวัสดุใดมาใช้งานเราจะต้องทราบเสียก่อนว่าวัสดุนั้นมีคุณสมบัติตามที่เราต้องการหรือไม่ เช่น รอยร้าวรูพรุนความแข็งหรือส่วนผสมทางเคมีซึ่งสิ่งเหล่านี้เราสามารถจะทำการตรวจสอบด้วยเครื่องมือง่ายๆ ในโรงงานการตรวจสอบวัสดุสามารถแบ่งออกได้ 2 แบบคือแบบทำลายและไม่ทำลาย

1.3.1.3 การตรวจสอบวัสดุ (Material Testing)

การตรวจสอบวัสดุ หมายถึง การพิสูจน์ทราบคุณสมบัติของวัสดุนั้นเป็นเช่นไรเพื่อนำผลการตรวจสอบไปใช้ประโยชน์ต่อไป การตรวจสอบวัสดุโดยตรงมักจะนำตัวแทนของวัสดุที่ต้องการทราบคุณสมบัตินั้นที่เรียกว่าตัวอย่าง (Sample) มากระทำการทดสอบโดยตรงเช่น การดึง การกดอัด การบิด การงอ การทนทานต่อการกัดกร่อน ทนอุณหภูมิ ทนรังสี เป็นต้น มักเป็นการตรวจสอบวัสดุแบบทำลาย **(Destructive Testing)** ส่วนการตรวจสอบวัสดุโดยอ้อมเป็นการตรวจหาจุดบกพร่อง (Deflection) ในเนื้อวัสดุนั้นเช่น การถ่ายภาพด้วยรังสี โดยน้ำยาแทรกซึม โดยคลื่นไฟฟ้า โดยเส้นแรงแม่เหล็ก เป็นต้น มักเป็นการตรวจสอบวัสดุแบบไม่ทำลาย **(Nondestructive Testing)** ถ้าพบความบกพร่องในตำแหน่งนั้นๆ

คุณสมบัติของวัสดุส่วนนั้นๆ ด้อยค่าลงสามารถใช้ต่อไปได้อย่างปลอดภัยหรือไม่ขึ้นกับการประเมินของวิศวกรที่มีความชำนาญในด้านนั้นๆ

ก. การตรวจสอบวัสดุแบบทำลาย (DT-Destructive Testing)

การตรวจสอบวัสดุแบบทำลายหมายถึงการตรวจสอบที่ชิ้นตรวจสอบเพื่อให้ทราบว่าวัสดุนั้นจะเกิดการแตกหักเสียหายหรือเปลี่ยนรูปไปจากเดิมเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้หรือไม่ ในกรณีที่เราไม่สามารถทดสอบความแข็งของวัสดุงานด้วยเครื่องทดสอบ

การทดสอบการกัดกร่อน (Corrosion Test)
การตรวจสอบทางโลหะวิทยา (Metallurgy Test)
การตรวจสอบความแข็ง (Hardness Test)
การตรวจสอบแรงดึง (Tensile Test)
การตรวจสอบการโค้งงอ (Bend Test)
การตรวจสอบเนื้อเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet Weld Break Test)
การตรวจสอบด้วยแรงกระแทก (Impact Test)
การตรวจสอบด้วยการเผาไหม้ (Fire Test)
การตรวจสอบด้วยความร้อน (Thermal Test)

ข. การตรวจสอบวัสดุแบบไม่ทำลาย (NDT-Nondestructive Testing)

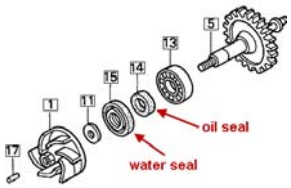
การตรวจสอบวัสดุแบบไม่ทำลายหมายถึงการนำวัสดุมาตรวจสอบวัสดุนั้นจะไม่เปลี่ยนรูปและสามารถนำกลับมาใช้งานได้อีกดังนั้นการตรวจวัสดุแบบไม่ทำลายจึงนับว่ามีประโยชน์การตรวจสอบประเภทนี้ต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีราคาแพง

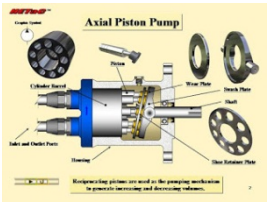
การตรวจสอบโดยพินิจ (สายตา) (Visual inspection)
การตรวจสอบโดยน้ำยาแทรกซึม (Penetrant testing)
การตรวจสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiography)
การตรวจสอบโดยคลื่นอุลตร้าโซนิค (Ultrasonic examination)
การตรวจสอบโดยผงแม่เหล็ก (Magnetic partical testing)
การตรวจสอบโดยกระแสไฟฟ้าวน (Eddy current testing)

1.3.2 ด้านคุณสมบัติของเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Equipment Technical Specification)

เครื่องจักรและอุปกรณ์คือ สิ่งที่มนุษย์ประดิษฐ์จากวัสดุตามธรรมชาติแปรรูปขึ้นเพื่อทุ่นแรงงาน และอำนวยความสะดวก โดยมีกลไกทางกล หรือไฟฟ้า เป็นตัวกำกับการทำงานแต่ละหน้าที่ต่างๆ ในระบบแล้วได้ผลออกมา (Outcome) ตามวัตถุประสงค์นักประดิษฐ์แต่ละคนจะมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันไปตามการตอบสนองสภาพปัญหาของแต่ละคน เครื่องจักรและอุปกรณ์ชื่อเดียวกันที่ผลิตออกมาแต่รายละเอียดของคุณสมบัติจะแตกต่างกันไปมากหรือน้อยขึ้นกับความคิดของนักประดิษฐ์แต่ละคน เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเป็นเครื่องทุ่นแรงงานและ เครื่องอำนวยความสะดวกนี้ถ้าไม่มีความเข้าใจในคุณสมบัติของเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นๆ ก็สามารถเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้เช่นกัน ดังนั้น การนำมาใช้งานจึงจำเป็นต้องเรียนรู้คุณสมบัติด้านต่างๆ ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ทำงานเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด ได้ประโยชน์สูงสุด มีประสิทธิภาพสูงสุด และ ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ดังนั้น วิศวกรจึงจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดต่างๆ ได้แก่

1.3.2.1 ด้านกายภาพ หรือ องค์ประกอบ (Component) หมายถึง ชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ชิ้นส่วนหลักชิ้นส่วนรอง ชิ้นส่วนเสริม เช่น ปั๊มสูบน้ำ (ไม่รวมต้นกำลัง) มีองค์ประกอบได้แก่ เรือนปั๊ม ทำด้วยเหล็กหล่อ ทองเหลือง สแตนเลส ไฟเบอร์ คอนกรีต เป็นต้น ลูกสูบ ทำด้วยเหล็กหล่อ อลูมิเนียม พลาสติกพิเศษ หรือ ใบพัดทำด้วย เหล็กหล่อเหล็กเหนียวเชื่อม ทองเหลือง สแตนเลส พลาสติกพิเศษ เป็นต้น เพลาทำด้วย เหล็กหล่อเหล็กเหนียว สแตนเลส พลาสติกพิเศษ ซีลทำด้วย เชือก ยางสังเคราะห์เซรามิค กราไฟต์ เป็นต้น





1.3.2.2 ด้านเทคนิคหรือการทำงาน (Function) หมายถึง ลักษณะการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เช่น ปั้มสูบน้ำ (ไม่รวมต้นกำลัง) ทำงานลักษณะแทนที่โดยตรง (Positive Displacement) เช่น แบบลูกสูบ แบบหมุนกวาด หรือทำงานลักษณะส่งถ่ายพลังงาน (Kinetic) เช่น แบบแรงเหวี่ยง แบบผลกระทบพิเศษ (เวนจูรีหรือเจ็ท ก๊าซอัด) ใบพัดทำงานลักษณะใบเปิด ใบเปิดด้านเดียวใบปิดดูดด้านเดียว

1.3.2.3 ด้านสมรรถนะ (capacity) หมายถึง ความสามารถในการทำงานที่ได้ปริมาณตามวัตถุประสงค์ เช่น ปั้มสามารถส่งน้ำได้ 12 ลบ.ม. ในเวลา 1 ชั่วโมง ยกน้ำขึ้นได้สูง 20 เมตร แต่มีประสิทธิภาพ 85% ส่วนต้องต้นกำลังขับปั้มเป็นเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ ระบบควบคุม ระบบสั่งการ วิศวกรต้องศึกษารายละเอียดจนครบถ้วนกระบวนการทำงานต่อไป สำหรับการตรวจสอบมีหลากหลายขั้นตอนขึ้นกับความสำคัญของงานนั้นๆ การทดสอบ

ก. **การทดสอบสมรรถนะในห้องปฏิบัติการ** (Lab test) เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องจักรและอุปกรณ์โดยสามารถควบคุณหรือเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อดูผลกระทบ หรือผลที่ได้ในแต่ละสถานการณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนา เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่อไป โดยการย่อขนาด (Lab scale) หรือเท่าขนาดจริงก็ได้การทดสอบนี้มักเป็นงานวิจัย งานศึกษา พัฒนาผลิตภัณฑ์

ข. **การทดสอบสมรรถนะที่โรงงาน** (Factory test) เพื่อตรวจสอบคุณภาพ สมรรถนะจากการผลิตเป็นตามข้อกำหนดของโรงงาน สามารถนำไปใช้งานได้

ค. **การทดสอบสมรรถนะด้วยภาระจำลอง** (Performance test) เพื่อตรวจสอบสมรรถนะ การทำงานของเครื่องจักรอย่างละเอียด โดยต้องจำลองภาระตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ วิธีนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากทั้งของค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง ผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบ ค่าใช้จ่ายของการเตรียมภาระจำลอง และอื่นๆ อีกมาก ดังนั้นวิศวกรจำเป็นต้องศึกษาและพิจารณาความคุ้มค่าด้วยว่าหน่วยงานมีต้องการเครื่องจักรที่สมรรถนะความแม่นยำสูงจริงหรือไม่

ง. **การทดสอบการทำงานที่หน่วยใช้งาน** (Running Test) เพื่อตรวจสอบ การทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จพร้อมใช้งาน โดยการทดสอบระบบควบคุม ทดสอบระบบสั่งสัญญาณควบคุมต่างใช้งานได้ เมื่อใส่พลังงานให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ แล้วเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นสามารถขับเคลื่อนได้และทดลอง**เดินเครื่องตัวเปล่า** (No Load) จนถึง**เดินเครื่องเต็มพิกัด** (Full Load)

โดยเดินเครื่องในระยะเวลาสั้นที่มั่นใจได้ว่าพร้อมเดินเครื่องทำงานจริง บางครั้งอาจทดลองได้ครบกระบวนการ อาจเป็นเพราะภาระ (load) มีไม่มากพอ จึงอาจทำได้เพียงทดลองเดินเครื่องตัวเปล่า (No Load) ก่อน

จ. **การทดสอบสมรรถนะโดยใช้งานจริง** (Commissioning test) เพื่อตรวจสอบสมรรถนะ การทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในสภาพใช้งานจริง และ**ปรับแก้ไข** (Adjust) ข้อบกพร่องต่าง หรือ**ปรับแก้ค่าใช้งาน** (Tune Up) ให้สอดคล้องกับงานจริง ทั้งยังเป็นช่วงที่ผู้ปฏิบัติงานสร้างความคุ้นเคยหรือ**เรียนรู้**กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Learning) ระยะเวลาที่ใช้ ขึ้นกับ ขนาด และความซับซ้อนของเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นๆ ในบางครั้งอาจต้องไป**ฝึกหัด** (Training) ที่หน่วยงานที่มีเครื่องและอุปกรณ์ในลักษณะเดียวกัน

1.3.3 หลักการตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในโครงการ (Material Inspection)

วัสดุที่ใช้ในโครงการ หมายถึง วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ถูกกำหนดให้ใช้ ตามแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) ตามรายการประกอบแบบ (Specification) ตามบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities) หรือสัญญาจ้าง เป็นต้น และได้สรุปตกลงหรือได้รับการอนุมัติให้สามารถนำเข้าโครงการมาเพื่อประกอบ ติดตั้งให้โครงการใช้ประโยชน์ต่อไป การตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในโครงการ เป็นการตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ จากข้อมูลทางทุติยภูมิ หรือตรวจตามข้อมูลที่เคยมีการทดสอบแล้ว เช่น ใบรับรองคุณภาพ ใบการทดสอบต่างๆ สิ่งที่ใช้ในการพิจารณาตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในโครงการ ดังนี้

1.3.3.1 เอกสารอ้างอิงในการตรวจสอบ (Reference Document)

หลักการตรวจสอบต้องมีตัวชี้วัด หรือตัวเปรียบเทียบเทียบก่อน ได้แก่ เอกสารอ้างอิงที่จะใช้เป็นข้อสรุปในการตรวจสอบที่เป็นที่ยอมรับ ในโครงการก่อสร้างเอกสารที่สรุปการใช้วัสดุในโครงการและเป็นที่ยอมรับทุกฝ่ายคือรายการอนุมัติวัสดุแบบก่อสร้าง รายการประกอบแบบ บัญชีแสดงปริมาณวัสดุสัญญาจ้าง คุณสมบัติทางเทคนิคของผู้ผลิต กฎหมาย มาตรฐาน อื่นๆ ซึ่งได้รัยการเห็นชอบจากทุกฝ่ายของโครงการดังนั้น เอกสารอ้างอิงในการตรวจสอบวัสดุที่เกี่ยวข้องได้แก่

ก. รายการอนุมัติวัสดุ (Material Approved) เป็นเอกสารที่ผ่านการทบทวนให้เป็นตามวัตถุประสงค์ของโครงการ เป็นการทวนสอบให้เป็นตาม แบบก่อสร้าง รายการประกอบแบบ บัญชีแสดงปริมาณวัสดุสัญญาจ้างคุณสมบัติทางเทคนิคของผู้ผลิต กฎหมาย มาตรฐาน อื่นๆ และเอกสารสรุปข้อตกลงสุดท้ายของการกำหนดใช้วัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ในด้านคุณสมบัติต่าง ด้านองค์ประกอบ ด้านเทคนิคหรือการทำงาน ด้านสมรรถนะ สี และอื่นๆ ที่จะทำการจัดหาและนำเข้ามาใช้ในโครงการโดยต้องเป็นไปตามแบบก่อสร้าง รายการประกอบแบบ บัญชีแสดงปริมาณวัสดุสัญญาจ้างดังนั้นเพื่อมิให้เกิดข้อที่แตกต่างกัน วิศวกรในโครงการควรเห็นความสำคัญของการจัดทำ รายการอนุมัติวัสดุ (Material Approved) ด้วย ในการดำเนินการต้องใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมศึกษาพิจารณาซึ่งอาจจะใช้ความรู้พื้นฐานจนถึงใช้ความรู้ที่ซับซ้อนซึ่งขึ้นกับงานนั้นๆ

PSMC-CM05.1

ฟอร์มรายละเอียดประกอบการขออนุมัติวัสดุ (ตัวอย่าง)

เลขที่ _____

วันที่ _____

เรื่อง : ___ขออนุมัติใช้อุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ_____

EQUIPMENT

1. Equipment :	VentilatioN Fan	6. BOQ. No. :	5.2
2. Model :	XY-15BCS-D	7. Specification (Clause):	บทที่ 7 หน้า 7-1 ถึง 7-8
3. Material :	Steel Sheet with Enamel	8. Drawing No. (Sequence):	AC - 18
4. Manufacturer :	XXXX Co.,Ltd.	9. Manual:	Operation and Maintenance Manual
5. Standard :	AMCA	10. แบบสำหรับ Test: Fans Test จำนวน 1 แผ่น	

เอกสารเปรียบเทียบรายละเอียดตามเอกสารแบบ

คุณสมบัติระบุตามรายการประกอบแบบ	ข้อเสนอของผู้รับเหมา	หมายเหตุ				ความคิดเห็นของผู้ควบคุมงาน
1. Fan	1. Fan					
1.1 เป็นชนิด Centrifugal, DWDI,Forward Curved,	1 เป็นชนิด Forward Curved ทั้งหมด และ	เหตุผลในการเลือกใช้				
Backward Curved or Air Foil	ได้รับการส่งพัดลมตัวอย่าง ณ จุดใช้งาน		FC	BC	AF	
ใบพัดเป็นโลหะได้รับการส่งใบพัดตัวอย่าง จุดใช้งาน		1 Noise	Less	More	More	
		2 Weather	Less	More	More	
		3 Maintenance	Less	More	More	
		4 Space	Less	More	More	
		5 ประหยัดกำลัง	Less	More	More	
		6 Q	eq	eq	eq	
		7 sp	eq	eq	eq	
		8 KW	Less	More	More	
		9 efficiency	Less	More	More	
		10 RPM	Less	More	More	
1.2 พัดลมรับเครื่องไม่เกิน ไม่เร็วกว่าที่ +20%	1.2 เป็นไปตามข้อกำหนด	11 Vibration	Less	More	More	
จากระยะการใช้งานและสามารถปรับตัวได้ ส่วนมอเตอร์						
ติดตั้งบน Clamping Slides						
1.3 ตลับลูกปืนแบบ Ball Bearing with Pre-grease	1.3 เป็นไปตามข้อกำหนด					
1.4 ความเร็วลมต้องไม่เกิน 70% ของความเร็วที่ Tip	1.4 ความเร็วลมไม่เกิน 65% ของความเร็วที่ Tip	ความเร็วลมไม่เกิน				ทางบริษัทจะส่งข้อมูล
Speed ให้แบบตารางความเร็วลมที่ Tip Speed		70% ของความเร็ว				ของ Tip Speed
ของพัดลมทุกรุ่นมาด้วย		ที่ Tip				ให้ทางหลัง
1.5 มอเตอร์เป็นชนิด Induction Squirrel Cage, TEFC,	1.5 มอเตอร์เป็นชนิด Induction Squirrel Cage,					
5.5 KW,1500 RPM, 380 V/3PH/50HZ, IP 54	TEFC,5.5 KW,1450 RPM, 380 V/3PH/50HZ,	ขนาดต่ำกว่าที่ใช้				
Insulation Class F	IP 54 with Class F,insulation	การติดตั้งน้อยกว่า				
1.6 แท่นพัดลมและมอเตอร์ติดตั้งตรงบริเวณ Spring	1.6 แท่นพัดลมและมอเตอร์ติดตั้งตรงบริเวณ Spring	ไม่น้อยกว่า 2"				ขอรายการคำนวณมาด้วย
Vibration Isolator Deflection ไม่น้อยกว่า 2"	Vibration Isolator Deflection 2.5"					ให้ทางหลัง
1.7 ใช้ VSD ในการควบคุมมอเตอร์	1.7 ใช้ VSD ในการควบคุมมอเตอร์					
1.8 ใช้ Inlet Guide Vane เมื่อเทียบกับ VSD	1.8 เป็นไปตามข้อกำหนด					

เอกสารตัวอย่าง

รูปที่ 1.3.3.1 ตัวอย่างตารางอนุมัติวัสดุ

ข. **แบบก่อสร้าง** (Shop Drawing) เป็น แบบที่แสดงรูปทรง โครงสร้าง วิธีก่อสร้าง และระยะต่างๆ ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงของงานมากที่สุด ตลอดจนรายละเอียดต่างๆ ของงาน ตามแบบที่สถาปนิก และวิศวกรได้ออกแบบ (Design Drawing) ไว้ ซึ่งในแบบก่อสร้างจะมีระบุตาราง วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipment Schedule) และรายละเอียดต่างๆ ไว้แบบผู้ที่จะตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในโครงการจะต้องใช้อ้างอิงให้ครบถ้วนตามแบบที่ระบุด้วย

ค. **รายการประกอบแบบ** (Specification) เป็นเอกสารที่ผู้ออกแบบระบุรายละเอียดเพิ่มเติมจากแบบ (Design Drawing) ซึ่งเป็นเอกสารซึ่งกล่าวถึงความประสงค์ ความต้องการของผู้ออกแบบ เจ้าของงานหรือเจ้าของโครงการ เพื่อสื่อสารไปยังบุคลากรผู้ที่เกี่ยวข้องในงานต่าง ๆ เช่น งานก่อสร้าง งานผลิต งานพัฒนาซอฟต์แวร์ ฯลฯ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขอบเขตงาน อธิบายคำจำกัดความนิยาม

ที่ใช้ในงานนั้นมาตรฐานที่ต้องการให้ใช้ ชนิด ขนาดและรายละเอียดของวัสดุ เครื่องจักร เครื่องมือตลอดจนถึงวิธีการก่อสร้างหรือวิธีการดำเนินงาน รวมถึงคุณภาพของฝีมือ แรงงานความละเอียดและถูกต้องในงานนั้น ผู้ที่จะตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในโครงการจะต้องใช้อ้างอิงให้ครบถ้วนตามรายการประกอบแบบที่ระบุด้วย

ง. **บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา** (BOQ - Bill Of Quantities) เป็นเอกสารระบุรายละเอียดของปริมาณงานต่างๆ ที่ถอดประเมินปริมาณงานมาจากแบบ (Design Drawing) และแจ้งประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อสร้างของโครงการโดยแยกเป็น ปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง ผู้ที่จะตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในโครงการจะต้องใช้อ้างอิงให้ครบถ้วนตาม บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคาที่ระบุด้วยในบางครั้งมักพบว่าขัดแย้งกับแบบ ทั้งด้านปริมาณ และ รายละเอียด

จ. **คุณสมบัติทางเทคนิคของผู้ผลิต** (Brochure) เป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ที่บอกรายละเอียดคุณสมบัติทางเทคนิคของวัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในรุ่นนั้นเช่น คุณสมบัติต่างองค์ประกอบ เทคนิคหรือการทำงาน สมรรถนะ ขนาด ได้รับการรับรองจากสถาบันต่าง ใบผ่านการทดสอบต่างๆ ในบางอุปกรณ์จะบอกกรรมวิธีการผลิตการติดตั้งด้วย

ฉ. **คู่มือประจำเครื่อง** (Equipment Manual) เป็นเอกสารที่แนบมากับอุปกรณ์ เป็นคู่มือวิธีการติดตั้ง (Installation Manual) คู่มือวิธีการใช้งาน (Operation Manual) คู่มือวิธีการดูแลรักษา (Maintenance Manual) คู่มืออะไหล่ (Part Book) ซึ่งจะบอกถึงองค์ประกอบ การทำงานและข้อมูลอื่นๆ ของเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นๆ

ช. **กฎหมาย** (Law) เป็น กฎเกณฑ์ กติกา หรือ มาตรฐานที่ใช้เป็นแนวทางพื้นฐานในการอยู่ร่วมกันในสังคม เพื่อให้สมาชิกประพฤติปฏิบัติตาม โดยไม่ถูกเอารัดเอาเปรียบจากบุคคลอื่น ด้วยเหตุที่กฎหมายมีสภาพบังคับ ทำให้สมาชิกในสังคมทุกคนจะต้องรู้กฎหมาย ผู้ใดจะอ้างว่าไม่รู้กฎหมายไม่ได้ และจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด ในด้านวิศวกรรม กฎหมายเป็นข้อบังคับขั้นพื้นฐานของรัฐหรือประเทศที่กำหนดขอบเขตของการทำงานในด้านต่างๆ เพื่อความปลอดภัยและอื่นๆ ถ้าผู้ที่ฝ่าฝืนไม่ปฏิบัติตามจะมีความผิดตามลักษณะนั้นๆ

ซ. **มาตรฐาน** (Standard) เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นจากการเห็นพ้องต้องกัน และได้รับความเห็นชอบจากองค์กรอันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปเอกสารดังกล่าววางกฎระเบียบแนวทางปฏิบัติหรือลักษณะเฉพาะแห่งกิจกรรม หรือผลที่เกิดขึ้นของกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้เป็นหลักเกณฑ์ใช้กันทั่วไปจนเป็นปกติวิสัยโดยมุ่งให้บรรลุถึงความสำเร็จสูงสุดตามข้อกำหนดที่วางไว้

1.3.3.2 วิธีการตรวจรับวัสดุที่งาน (Field Inspection)

ในหน่วยงานราชการได้มีวิธีการตรวจรับพัสดุต้องเป็น ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม เป็นแนวปฏิบัติ ซึ่งวิศวกรต้องทำความเข้าใจถ้าทำงานเกี่ยวกับในหน่วยงาน ในงานวิศวกรรมนั้นการตรวจรับวัสดุที่ใช้ในโครงการ ปฏิบัติดังนี้

ก. **การตรวจด้านเอกสาร** (Document Review) เป็นเอกสารอ้างอิงที่ปรับเป็นรายการตรวจสอบได้ เช่น สัญญาซื้อขาย (Purchase Contract) ใบสั่งซื้อ (PO-Purchase Order) ใบส่งของ (Delivery) ใบกำกับการบรรจุหีบห่อ (Packing List)

ข. **การตรวจด้านกายภาพ** (Physical Inspection) เป็นการตรวจความครบถ้วนของชิ้นส่วนวัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ตามรายการอนุมัติวัสดุ ที่สอดคล้องกับ แบบ รายการประกอบแบบ และอื่นๆ เป็นข้อๆ มีหรือไม่มี

ค. **การตรวจด้านปริมาณ** (Quantities Inspection) เป็นตรวจสอบโดยนับจำนวนของวัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ องค์ประกอบ ชิ้นส่วนต่างๆ ให้เป็นตามเอกสารอ้างอิง

ง. **การตรวจด้านคุณภาพ** (Qualities Inspection) เป็นตรวจโดยตรวจพินิจ (Visual inspection) ดูความถูกต้อง สมบูรณ์ ความเรียบร้อย ของการประกอบชิ้นส่วน รวมถึงความแข็งแรงของแต่ละชิ้นส่วน

จ. **การตรวจด้านระยะ** (Dimension & Direction) เป็นการตรวจวัดระยะ พิกัด ขนาด ทิศทาง ตำแหน่ง จุดเชื่อมต่อต่างตามแบบก่อสร้าง

ฉ. **การตรวจด้านสมรรถนะ** (Performance Test) เป็นการตรวจเบื้องต้นจากเอกสารรับรองของผู้ผลิตก่อนสำหรับงานที่ต้องการค่าความความแม่นยำไม่สูง เช่น Chiller Lift Pump เป็นต้น เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จจึงทำการตรวจสอบช่วงมีภาระอีกครั้ง แต่ถ้างานต้องการค่าความความแม่นยำสูงอาจต้องทดสอบด้วยภาระจำลองจากภายนอกก่อนนำเข้าโครงการซึ่งมีค่าจ่ายสูงมาก เช่น การทดสอบ Chiller ที่เมืองหนาว ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากที่ต้องการปรับอุณหภูมิของน้ำ และภาระจำลองให้เท่ากับหน้างานจริงที่เป็นเมืองร้อนอย่างประเทศไทย ในบางครั้งอาจสามารถดำเนินการตรวจสอบจากภายนอกก่อนนำเข้าได้ถ้าค่าใช้จ่ายไม่สูงมากเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Electric Generator) ทางโรงงานมีภาระจำลองและใช้ประจำอยู่แล้ว เป็นต้น