

เทคนิคงานก่อสร้างห้องสะอาด (Cleanroom installation)

โดย นายอนุสรณ์ งามวิเศษ ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าอาวุโส / ฝ่าย CSM

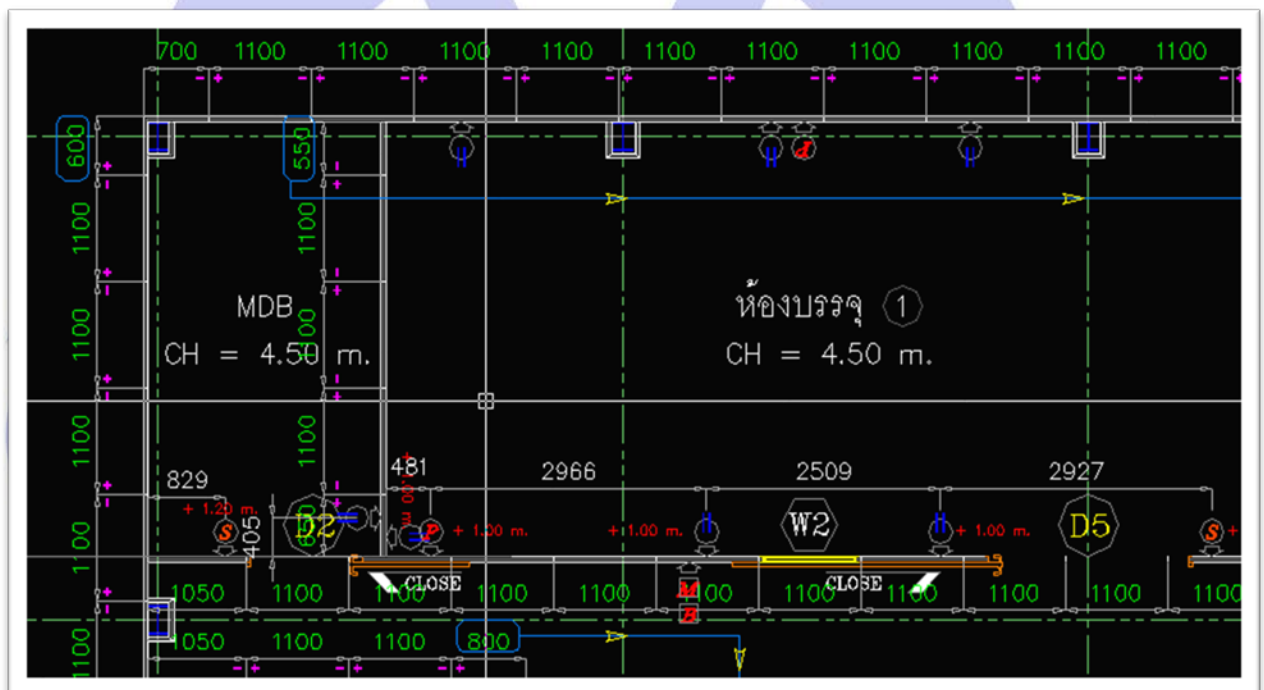
เนื้อหา KM

เอกสารที่จัดทำขึ้นนี้เป็นเอกสารที่จะอธิบายหลักการก่อสร้างห้องสะอาด (Clean room) ขั้นตอนการติดตั้ง และความเกี่ยวข้องของงานต่างๆ โดยงานก่อสร้างติดตั้งหลักมีส่วนประกอบได้แก่ ผนัง, ฝ้า, ประตู, หน้าต่าง และงานระบบวิศวกรรมต่างๆ

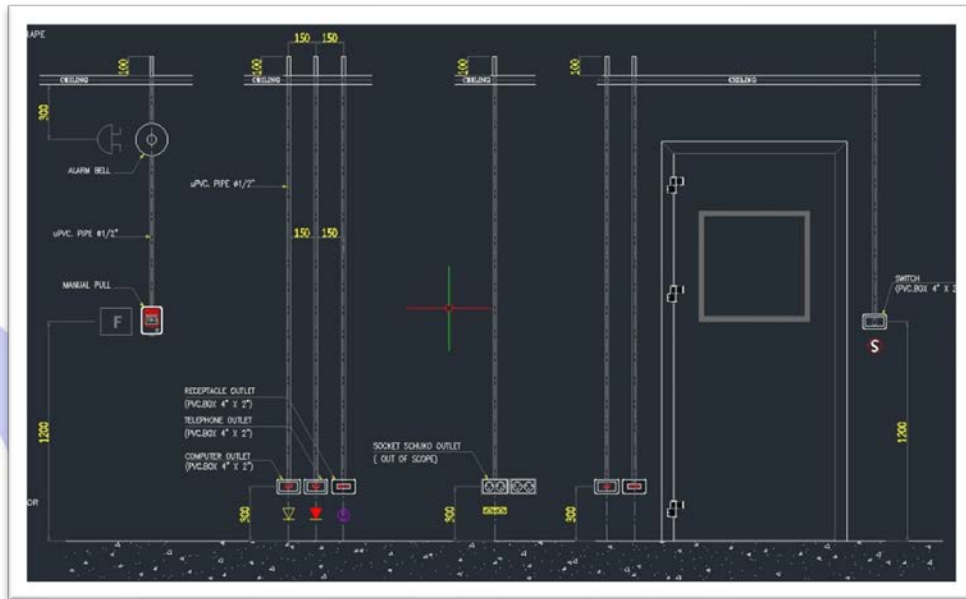
1.การทำแบบห้องสะอาด (Shop Drawing)

1.1 ขั้นตอนการทำแบบแปลนผนังห้องสะอาด (Wall plan)

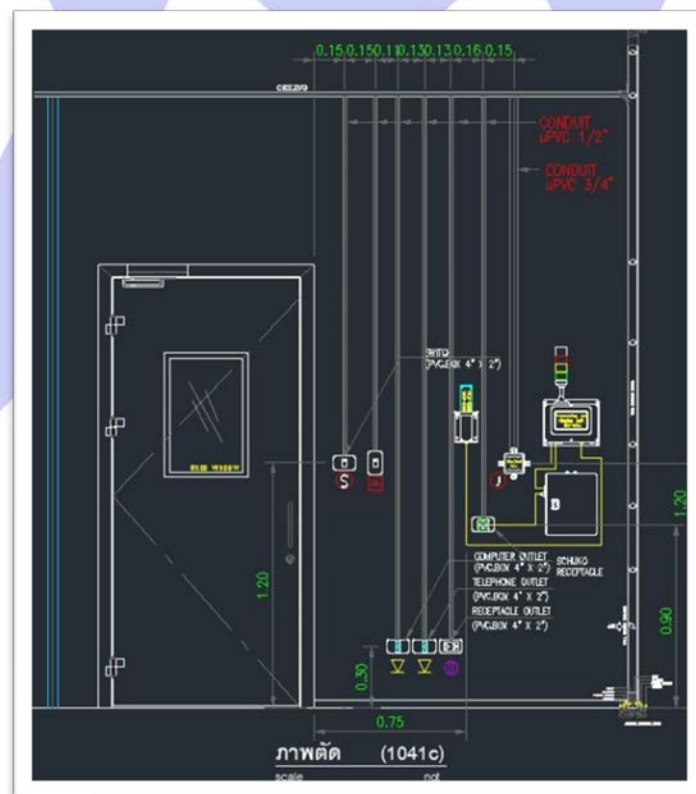
ทางเจ้าของงานต้องให้ข้อมูลของขนาดห้อง ระยะห้อง การจัดวางห้อง ตำแหน่งการติดตั้งสวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้าชนิดต่างๆทั้งหมดที่จะต้องติดตั้งภายในผนัง ตามความต้องการที่จะใช้งาน โดยจะต้องกำหนดระยะฝังท่อ ระยะความสูงที่จะฝัง BOX ไฟฟ้าในผนังทั้งหมดทุกจุดมาให้ครบถ้วน และตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ เครื่องจักร รวมถึงงานระบบอื่น เช่นระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบน้ำ ระบบก๊าซ ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยมีระยะและตำแหน่งอย่างชัดเจน เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบผนังผนวกันความร้อนของห้องสะอาด



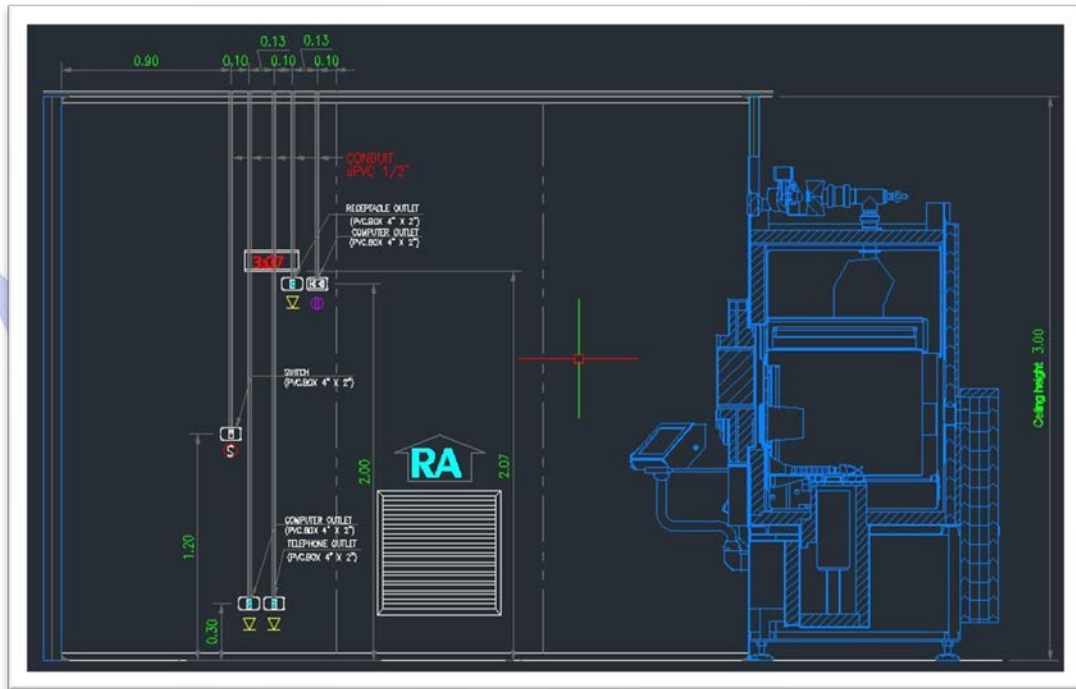
รูปที่ 1. ตัวอย่างแปลนผนังแสดงสัญลักษณ์ ระยะ ความสูง ชนิดของเต้ารับไฟฟ้าต่างๆ



รูปที่ 2. ตัวอย่างรูปด้านแสดงสัญลักษณ์ ระยะ ความสูง ของงานไฟฟ้าต่างๆ



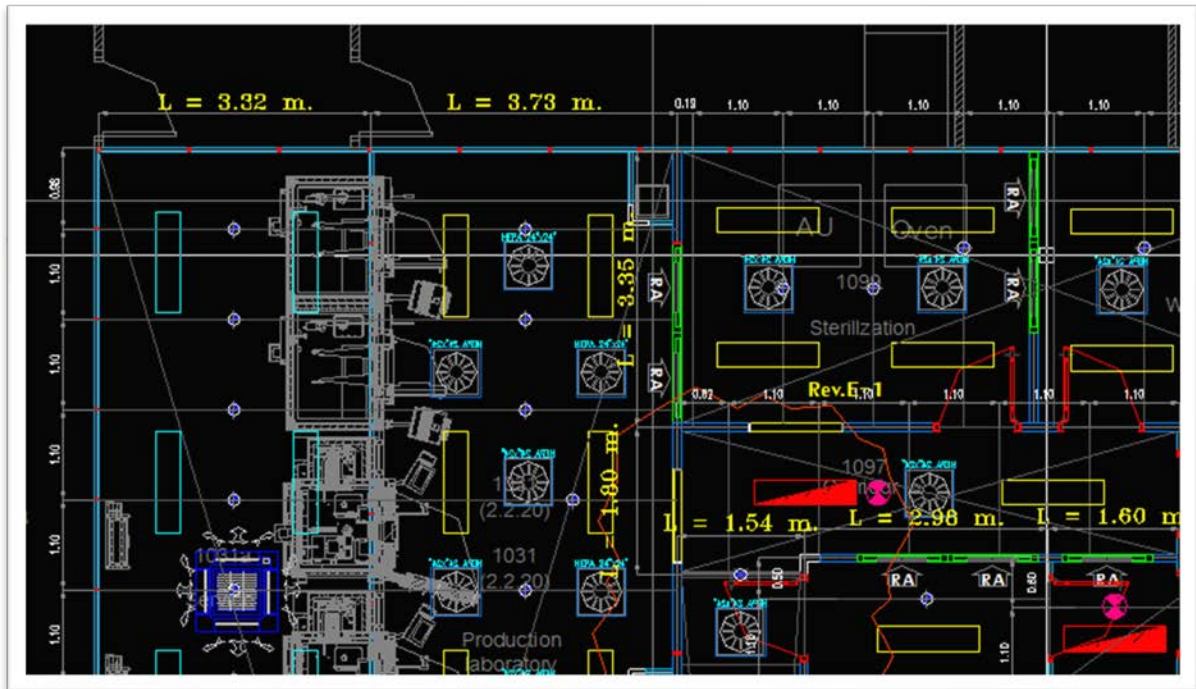
รูปที่ 3. ตัวอย่างรูปด้านแสดงสัญลักษณ์ ระยะ ความสูง ของเต้ารับ อุปกรณ์และงานระบบต่างๆ



รูปที่ 4. ตัวอย่างรูปด้านแสดงสัญลักษณ์ ระยะ ความสูง ของเครื่องจักรและงานระบบต่างๆ

1.2 ขั้นตอนการทำแบบแปลนฝ้าห้องสะอาด (Ceiling plan)

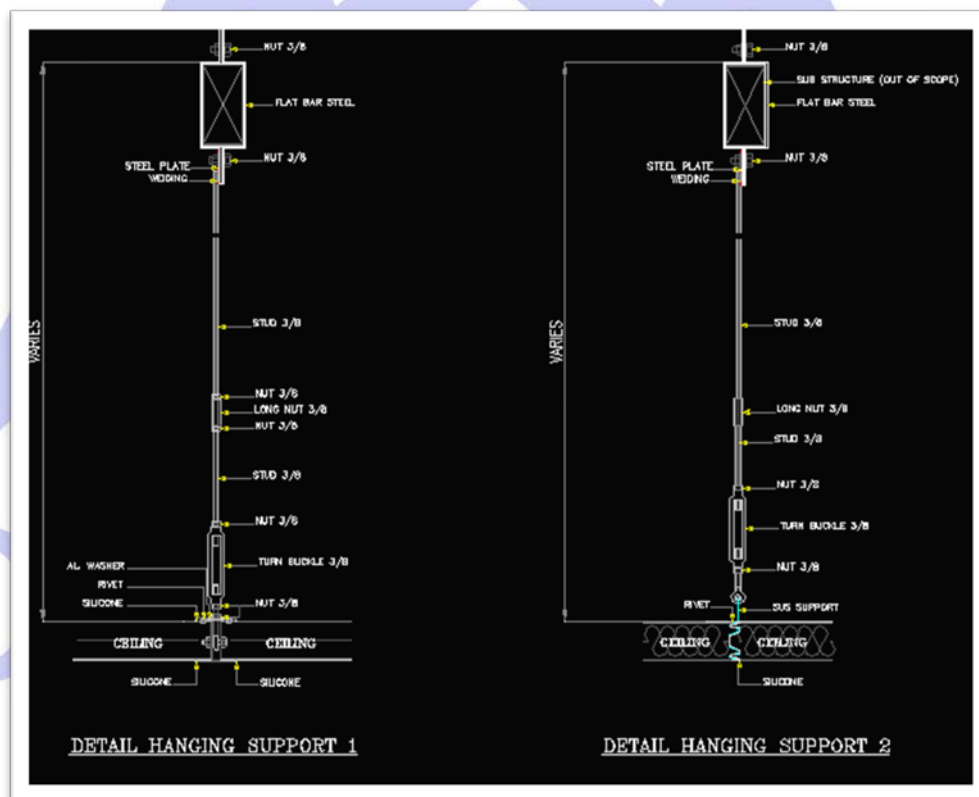
ขั้นตอนการออกแบบฝ้าห้องสะอาดจะต้องมีข้อมูลประกอบโดยหลักๆได้แก่ ตำแหน่งหัวจ่ายระบบปรับอากาศ ตำแหน่งโคมไฟแสงสว่าง ตำแหน่งตัวจับควัน (Smoke Detector) ตำแหน่งอุปกรณ์อื่นที่จะต้องติดตั้งที่บริเวณฝ้า ขั้นตอนนี้ทางงานระบบวิศวกรรมประกอบอาคาร จะต้อง Combine แบบให้เรียบร้อยก่อนเพื่อนำข้อมูลมาประกอบการจัดเตรียมจุดหัวแขวนของแผ่นฝ้า เพราะจุดแขวนหัวจะได้ไม่ไปอยู่บริเวณเดียวกับตำแหน่งหัวจ่ายลมชนิดมีแผ่นกรองอากาศ (HEPA BOX) ตำแหน่งโคมไฟ และอุปกรณ์อื่นๆที่ติดตั้งบริเวณแผ่นฝ้า เพื่อให้การจัดเตรียมจุดแขวนหัวแผ่นฝ้าที่เหมาะสม และสามารถน้ำหนักให้ได้ตามมาตรฐาน (ตามมาตรฐานแผ่นฝ้าสามารถรับน้ำหนักได้ 200 กก.ต่อ ตร.ม.) เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานของช่างซ่อมบำรุงเมื่อจำเป็นจะต้องขึ้นไปซ่อมแซมแก้ไขงานต่างๆ ภายหลัง



รูปที่ 5. ตัวอย่างแปลนแสดงตำแหน่งจุดแขวนหัวแผ่นผ้า ที่ Combine กับงานระบบต่างๆแล้ว โดยสัญลักษณ์



คือจุดแขวนหัวแผ่นผ้า ที่จะต้องยึดกับโครงสร้างด้านบน



รูปที่ 6. แสดงรูปแบบ อุปกรณ์การยึดหัวแผ่นผ้า

2. การเข้าไปตรวจสอบหน้างาน (Site survey)

เป็นขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้องของขนาดห้องตามแบบ Shop Drawing เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ของห้อง บริเวณหน้างานที่ก่อสร้างจริงว่ามีความถูกต้องหรือใกล้เคียงกันตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยจะเป็นการวัดระยะขอบเขตของแต่ละห้องว่ามีความสอดคล้องตามแบบ Shop Drawing หรือไม่ โดยถ้าพบว่ามีบริเวณใดที่ไม่สอดคล้อง จะนำข้อมูลที่ได้แจ้งกลับทางเจ้าของงาน เพื่อสรุปรายละเอียดแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกัน (แนวทางที่จะปรับแก้ไขงานก่อสร้างหน้างานหรือปรับแก้ไขแบบ Shop Drawing งานห้องสะอาดให้สอดคล้องกับหน้างานจริง) เพื่อให้ทางเจ้าของงานเห็นชอบตามแนวทางที่สรุปร่วมกัน

3.การผลิตแผ่นฉนวนสำเร็จรูป (Sandwich Panel) ของห้องสะอาด (Manufacturing Processes)

เมื่อผ่านขั้นตอนตรวจสอบหน้างาน และได้รับการยืนยันในส่วนของแบบ Shop Drawing แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทำแบบผลิตชิ้นงาน (Working Drawing) ก็จะเป็นการทำแบบรายละเอียดในการผลิตแผ่นฉนวนสำเร็จรูปทั้งหมดตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ โดยแบ่งแยกแนวผนังและแนวฝ้าออกเป็นชิ้นส่วนต่าง เพื่อเข้าขบวนการผลิตของโรงงานผู้ผลิต และซึ่งขั้นตอนนี้จะทำควบคู่กันไปกับการตีไลน์ผนัง (Marking line) ซึ่งขั้นตอนการผลิตแผ่นดังกล่าว จะเป็นไปตามมาตรฐานและสิทธิบัตรของผู้ผลิตแต่ละบริษัท

4.การวางไลน์ผนัง ฝ้า (Marking line)

4.1 การวางไลน์ผนัง (Marking line wall)

การวางไลน์ผนังจะต้องให้ทางเจ้าของงานมากำหนดวางไลน์จุดอ้างอิง (Start up line) ให้ก่อนทุกครั้ง เพื่อให้งานทุกอย่างที่เตรียมงานไว้แล้ว เช่นระบบปรับอากาศ ไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบน้ำ เป็นต้น ที่ติดตั้งโดยมาจากจุดอ้างอิงเดียวกัน เพื่อให้ตำแหน่งของงานต่างๆ สอดคล้องกับตำแหน่งการติดตั้งแผ่นผนัง

โดยไลน์จุดอ้างอิง (Start up line) จะมี 2 รูปแบบ คือ เส้นค่าพิกัดของ Grid Line ตามแบบก่อสร้างกับเส้นค่าระดับพื้น FL. +1.00 เมตร โดยเส้นค่าพิกัดของ Grid Line โดยทั่วไปจะตีไลน์ห่างจากจุดศูนย์กลางเสาออกมา 1 เมตรของหน้าเสา 2 ด้านให้ตัดกัน (OFFSET LINE) ส่วนระยะที่ตีห่างออกมาอาจจะไม่ใช่ 1 เมตร แต่อาจจะเป็น 50 เซนติเมตรก็ได้ขึ้นอยู่กับหน้างานว่าติดขัดหรือกีดขวางอะไรหรือไม่



รูป 7. ตัวอย่างการให้ระยะ OFFSET LINE เป็นเส้นอ้างอิง

การให้เส้นค่าระดับพื้น FL. +1.00 เมตร ส่วนใหญ่จะฝากไลน์ไว้กับผนังปูน เสา ของอาคาร ส่วนจำนวนจุดแล้วแต่จะตกลงกัน เพื่อให้เพียงพอในการนำไปอ้างอิงระหว่างการก่อสร้างห้องสะอาด



รูปที่ 8. ตัวอย่างเส้นบอกค่าระดับอ้างอิงจากพื้น

การวางไลน์ผนังสะอาดจะต้องตีเส้นเป็น 2 เส้นขนานกัน ตามความหนาของผนังตามแบบจริง เพื่อเป็นการตรวจเช็คงานอุปกรณ์ต่างๆที่จะมาติดตั้งภายในห้องสะอาด เช่น ตำแหน่งรูระบายน้ำทิ้ง (Floor drain), ท่อน้ำทิ้งอ่างล้างมือเปรียบเทียบกับเส้นแนวผนัง โดยปัญหาส่วนใหญ่ที่พบคือรูระบายน้ำทิ้ง หรือฝัगतอชิดผนังเกินไป ส่งผลทำให้ติดตั้งไม่ได้เป็นต้น จึงต้องให้แก้ไขก่อนที่จะติดตั้งแผ่นผนังห้องสะอาด เมื่อเราวางไลน์ผนังเป็นส่วนๆแล้ว ในแต่ละส่วนก็จะมีแปลนห้องต่างๆ ก็จะต้องตรวจสอบแนวความได้ฉากของห้องต่างๆไปด้วย โดยการตรวจสอบใช้หลักการสามเหลี่ยมมุมฉากคือ วัดระยะสามเหลี่ยม 3-4-5 หรือใช้เครื่องถ่ายระยะฉากชนิดแสงเลเซอร์ การตรวจสอบวิธีนี้จะทำให้ความคลาดเคลื่อนระยะห้องต่างๆน้อยลง

ค่าระดับพื้นเป็นงานที่จะต้องตรวจสอบโดยละเอียด โดยเฉพาะบริเวณตำแหน่งประตูที่จะติดตั้ง ต้องตรวจสอบข้อมูลค่าระดับพื้นบริเวณประตูทุกบานเป็นอย่างไร เช่นเป็นแอ่งลงไป เอียง นูนกลาง เพื่อที่จะได้แก้ไขระดับพื้นให้ถูกต้องก่อนการติดตั้งประตูจริง เพราะถ้าพื้นมีค่าระดับที่แตกต่างกันมากจะมีปัญหาเกี่ยวกับ Drop seal ใต้ประตูลงไม่แนบพื้น ทำให้ควบคุมแรงดัน (Pressure) ภายในห้องเป็นไปโดยลำบาก



รูปที่ 9. การตีเส้นแนวผนังเส้นคู่ตามขนาดของแผ่นผนังที่จะติดตั้งจริง



รูปที่ 10. รูปที่แสดงให้เห็นว่าแนวท่อน้ำอยู่กลางแนวผนัง อาจเกิดจากการใช้เส้นอ้างอิงไม่ตรงกัน

4.2 การวางไลน์ฝ้า (Marking line ceiling)

การวางไลน์ฝ้าจะไม่ซับซ้อนเหมือนงานผนัง โดยส่วนใหญ่จะกำหนดจากไลน์ผนังด้านใดด้านหนึ่งแล้วไปจับเศษที่เหลืออีกด้าน ส่วนแนวร่องผนังกับฝ้า (Joint) จะให้ตรงกันหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับเกรด Class ของห้องสะอาดเป็นหลัก ถ้าเป็น Flat Type ส่วนใหญ่แนวร่องผนังจะไม่ตรงกับฝ้าเพราะขนาดความกว้างของผนังจะมีทั้งแผ่นเต็มและหน้าแคบ ส่วนแผ่นฝ้าจะเป็นแผ่นเต็มอย่างเดียวแล้วตัดเศษแผ่นสุดท้าย

5. ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นผนังและฝ้าของห้องสะอาด (Method installation)

การติดตั้งผนัง ฝ้าของห้องสะอาดต้องดูรายละเอียดแบบ (Drawing Detail) ที่จะใช้ติดตั้งให้ละเอียด เช่น อลูมิเนียมที่จะใช้ติดตั้ง Floor Base , จุดแขวนหัวแผ่นฝ้าที่จะใช้มีรูปแบบ ระยะเจาะยึดต่างๆ เป็นต้น ซึ่งมีขั้นตอนการติดตั้งดังนี้

5.1 การวางไลน์เส้นฉากอลูมิเนียมพื้น (Aluminium floor base)

ขั้นตอนนี้ต้องใช้ความละเอียดในการวางเส้นฉากอลูมิเนียมให้ตรงตามแนวเส้นที่ตีไว้กับพื้นและให้ตั้งฉากกับพื้นมากที่สุด โดยจะติดตั้งเส้นฉากอลูมิเนียมไว้ 1 ด้านก่อน เพื่อใช้ยึดผนังตอนติดตั้งแผ่นผนัง โดยจะยึดกับพื้นด้วยพุกพลาสติกที่ระยะห่าง 80 ซม.



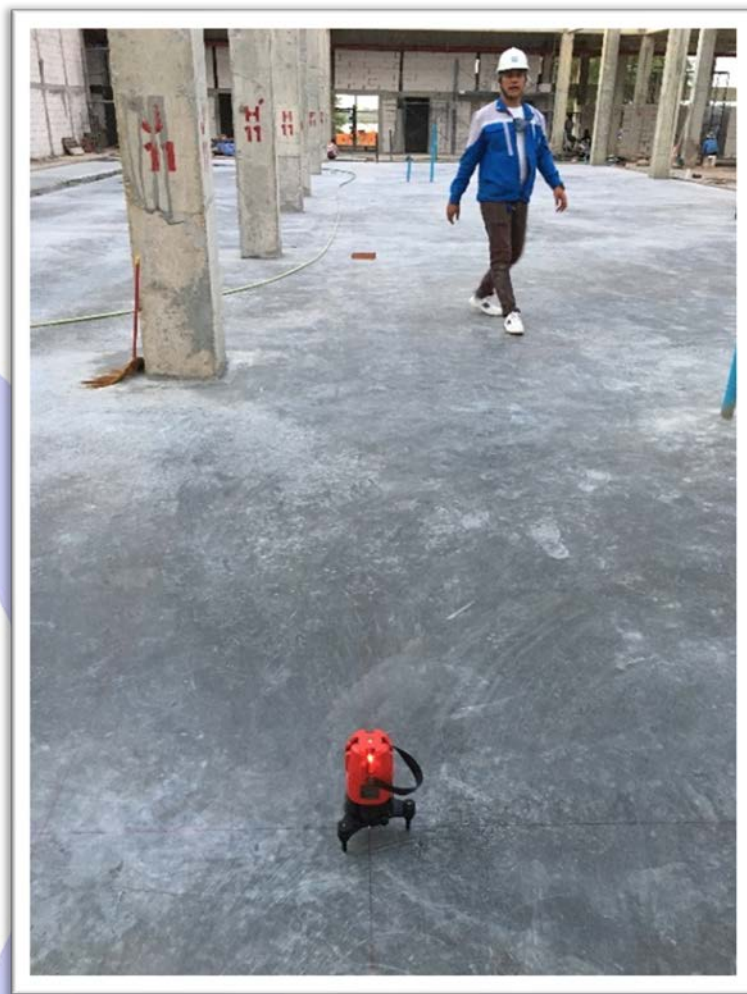
รูปที่ 11. การวางเส้นฉากอลูมิเนียม

ถ้าวางเส้นฉากแล้วปรากฏว่าพื้นห่างจากเส้นฉากให้ใช้แผ่นซีเมนต์รองใต้แนวเส้นฉากอลูมิเนียมเพื่อกันไม่ให้เส้นฉากโค้งลงตามพื้น ในกรณีที่ติดตั้งไปไม่ใช่แผ่นซีเมนต์รองไว้ อาจจะทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนติดตั้งฝ้ากรอบฉากโค้ง เมื่อตบฝ้าฉากโค้งจะโค้งตามพื้นทำให้ไม่เกิดความเรียบร้อยสวยงามหลังการติดตั้ง

ในกรณีที่พบว่าพื้นห่างมากเกินไปต้องแจ้งทางเจ้าของงานให้รับทราบแล้วทำการปรับแก้ไขพื้นใหม่ ตัวอย่างในรูปไม่สามารถติดตั้งเส้นฉากโค้งอลูมิเนียมได้เพราะยึดทุกพลาสติกไม่ได้ เนื่องจากระดับพื้นกับผนังห่างกันเกินไป



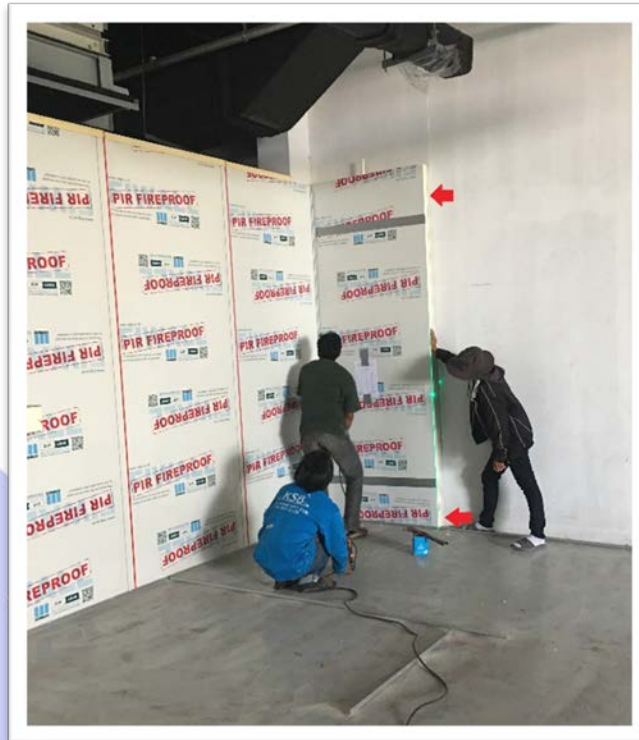
รูปที่ 12. แสดงการใส่แผ่นซีเมนต์ในกรณีที่ระดับพื้นห่าง โดยถ้าค่าระดับแตกต่างกันมาก ทำให้ติดตั้งเส้นฉากไม่ได้ จำเป็นจะต้องแก้ไขปรับระดับพื้นใหม่



รูปที่ 13. อุปกรณ์เครื่องฉายระยะเลเซอร์ใช้ในการตีไลน์ผนัง

5.2 การติดตั้งแผ่นผนัง (Wall Installation)

การเริ่มติดตั้งแผ่นผนัง ขั้นตอนแรกให้ตรวจสอบหมายเลขของแผ่นแต่ละแผ่น โดยจะเตรียมจัดวางไว้เป็นกลุ่มตามแบบ พร้อมกับการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นที่ส่งมาที่หน้างาน เพราะการติดตั้งแผ่นฉนวนสำเร็จรูปของห้องสะอาด ในส่วนของแผ่นผนังจะมีขนาดและรายละเอียดที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันการนำไปติดตั้งผิดตำแหน่ง โดยเมื่อยกแผ่นมาติดตั้งที่ตำแหน่ง จะการตรวจสอบความสม่ำเสมอของแผ่นด้านบน-ล่างว่าได้แนวเดียวกันหรือไม่ เมื่อได้แนวแล้ว ให้ยึดแผ่นกับเส้นฉากด้วยริเวท ยึดที่ระยะทุกๆ 30 ซม.ตลอดแผ่น และโดยการติดตั้งแผ่นผนังลำดับต่อไปก็ดำเนินการขั้นตอนเดียวกัน เมื่อติดตั้งแผ่นทั้งหมดเป็นแนวแล้ว ก็จะดำเนินการติดเส้นฉากอีกด้านที่เหลือยึดกับพื้น พร้อมยึดกับแผ่นด้วยริเวทต่อไป



รูปที่ 14. การตรวจสอบแนวตั้งของแผ่นผนังโดยใช้ระดับน้ำ



รูปที่ 15. การยืดเส้นฉากอีกด้านที่พื้น เพื่อยึดกับแผ่นผนัง

5.3 การใส่แผ่นลอยเหนือประตู ,หน้าต่าง (Wall window ,Wall door)

การติดตั้งแผ่นลอยเหนือประตูมีเทคนิคการติดตั้ง โดยจะต้องใช้คนหรืออุปกรณ์ยกประกอบแผ่นไว้ให้ได้ระดับ แล้วไปยึดแผ่นด้วยรีเวทที่ปลายแผ่นด้านบนทั้งสองข้าง ตำแหน่งในรูปภาพ ที่มีลูกศรสีแดงชี้ โดยห้ามยิงรีเวทตรงตำแหน่งลูกศรสีน้ำเงินชี้เด็ดขาด เพราะจะเห็นรอยหัวรีเวทได้ แล้วให้ตรวจสอบแผ่นด้านซ้าย-ขวา ให้ได้แนวตั้ง และระยะห่างช่องประตูได้ระยะตามที่กำหนดตามแบบ ระยะช่องประตูช่องอาจกว้างกว่าได้แต่ไม่เกิน 5 มม. ห้ามเล็กกว่าในแบบเด็ดขาดเพราะติดวงกบประตูไม่ได้ เช่น ประตูกว้าง 1,000 มม. ช่องประตูจะต้องมีระยะ 1,005 มม.-1,010 มม.เท่านั้น ถ้าช่องกว้างเกินไปจะทำให้ร่องแผ่นข้างๆประตูใหญ่ไม่สวยงาม



รูปที่ 16. แสดงตำแหน่งยิงรีเวทแผ่นลอยประตู

การติดตั้งแผ่นลอยหน้าต่างจะมีการติดตั้งขั้นตอนแบบเดียวกับแผ่นลอยประตู มีจุดที่เพิ่มมาคือมีแผ่นล่างที่จะต้องติดตั้งด้วย โดยจะเริ่มจากติดตั้งแผ่นลอยแผ่นล่างหน้าต่างก่อน การติดตั้งเมื่อจัดร่องแผ่น (Joint) ได้แล้วต้องยิงยึดให้แน่นไว้ก่อนด้วยรีเวทที่ด้านล่างของแผ่นตามลูกศรสีแดงด้านล่าง แล้วค่อยติดตั้งแผ่นด้านบนซึ่งขั้นตอนก็เหมือนกับติดตั้งแผ่นลอยประตู โดยต้องระมัดระวังในส่วนของการขนาดช่องหน้าต่าง ควรบวกเพิ่มจากแบบ 5 มม.จะสะดวกในการจัดช่องว่างรอบๆบาน ให้เท่ากันโดยรอบ



รูปที่ 17 . แสดงตำแหน่งยิงยึดรีเวทแผ่นลอยหน้าต่าง

5.4 การติดตั้งแผ่นฝ้า (Ceiling Installation)

การเริ่มติดตั้งแผ่นผนัง ขั้นตอนแรกจะเป็นให้ตรวจสอบหมายเลขของแผ่นเหมือนงานติดตั้งผนัง แต่แผ่นฝ้าจะมีความซับซ้อนน้อยกว่า เนื่องจากส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นหน้าเต็มขนาดเท่ากันเป็นส่วนใหญ่ เริ่มแรกจะต้องตรวจสอบบริเวณที่ติดตั้งว่ามีโครงสร้างอาคารที่สามารถใช้ติดตั้งจุดแขวนแผ่นฝ้าทั้งพื้นที่ได้หรือไม่ กรณีพื้นที่ด้านบนเป็นที่โล่ง ไม่สามารถติดตั้งจุดแขวนได้ จำเป็นจะต้องทำโครงสร้างเหล็ก หรือวัสดุอื่นๆ มาเสริมเป็นโครงสร้างเพื่อรองรับการติดตั้งจุดแขวนทั้งหมดที่ได้รับไว้ตามแบบ โดยจะต้องมีการออกแบบโครงสร้างโดยวิศวกรโครงสร้าง เพื่อให้สามารถรองรับน้ำหนักและปลอดภัยต่อการติดตั้งและใช้งาน ขั้นตอนการ

ตรวจสอบโครงสร้างที่ใช้สำหรับยึดจุดแขวนนี้ ส่วนใหญ่จะละเอียดไม่ได้ตรวจสอบไว้ในตอนแรก ทำให้เกิดความล่าช้าของงานติดตั้งแผ่นฝ้าได้ ในตอนตอนการติดตั้งแผ่นฝ้านั้นจะเริ่มจากจุดเริ่มต้นที่กำหนดไว้ในแบบ วางเรียงต่อกันไป โดยจะต้องใส่จุด Support แขนงฝ้าบริเวณรอยต่อฝ้าตามระยะที่กำหนดในแบบ และตรวจสอบให้ได้ระดับตลอดแนวฝ้า ในส่วนที่ชิดมุมเสาจะมีการตัดแผ่นฝ้าโดยรอบเสา บริเวณที่ตัดแผ่นฝ้าจะต้องใส่ตัวครอบเพื่อปิดเนื้อฉนวน รอยต่อของผนังและฝ้าภายในห้องจะติดตั้งเส้นฉากอลูมิเนียมทั้ง 2 ด้าน ยึดด้วยรีเวท ลักษณะเหมือนการยึดผนังกับพื้น



รูปที่ 18. แสดงการเสริมเพิ่มเติมโครงสร้างหลัก สำหรับจุดแขวนแผ่นฝ้า



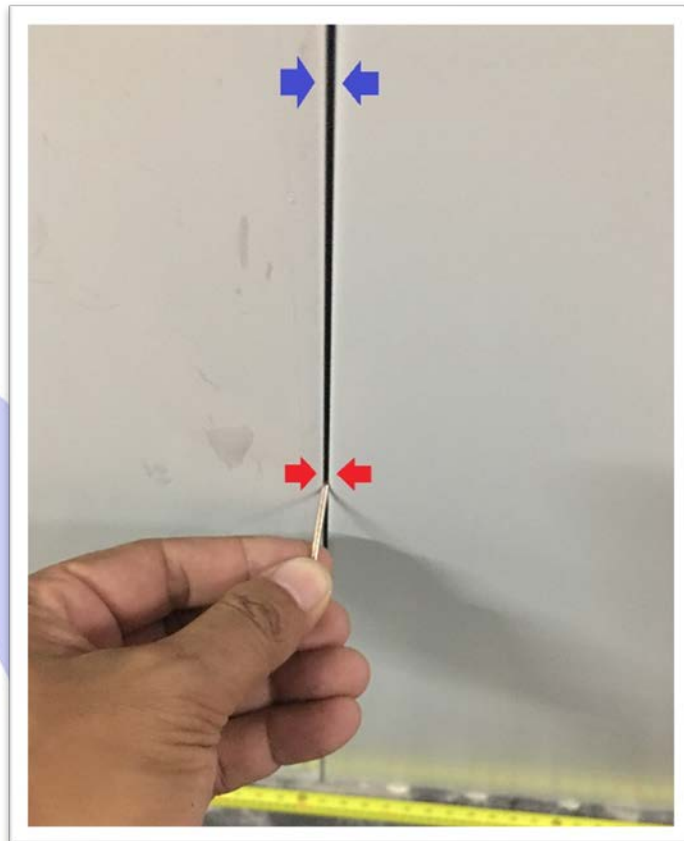
รูปที่ 19. แสดงการติดตั้งแผ่นผ้าบริเวณรอบเสา

5.5 ร่องแผ่น (Joint panel)

ในการติดตั้งแผ่นผนังจะมีรอยต่อระหว่างแผ่นกับแผ่นเป็นร่อง (Joint) ขนาดของร่องควรอยู่ในช่วง 2-3 มม. ไม่ควรใหญ่หรือเล็กกว่านี้ ถ้าร่องเล็กจะทำให้ยิงซิลิโคนไม่เข้าในร่อง (Joint) รอยต่อแผ่น ใช้ไปนานๆ ซิลิโคนจะหลุดออกมาทั้งแนว ถ้าร่อง (Joint) ใหญ่จะดูไม่เรียบร้อย แนวร่อง (Joint) ควรเสมอกันทั้งแนว การปรับแก้เบื้องต้นให้ตรวจสอบแนวตั้งหน้าแผ่นแล้วจัดตำแหน่งใหม่



รูปที่ 20. แสดงแนวร่อง (Joint) แผ่น



รูปที่ 21. แสดงให้เห็นแนวร่อง (Joint) ของแผ่นที่ไม่เท่ากัน

6. ขั้นตอนการติดตั้งประตู

การติดตั้งประตูห้องสะอาดจะมีหลักการติดตั้งเหมือนประตูทั่วไป อุปกรณ์หลักๆมีลักษณะเหมือนกัน จะมีเพิ่มมาในส่วน Drop seal ด้านล่างของบานประตู เพื่อป้องกันแรงดันอากาศที่แตกต่างกันของทั้งสองด้านของประตู ขั้นตอนแรกคือการติดตั้งวงกบประตู ให้จัดเตรียมวงกบประตูทั้ง 3 ด้าน พร้อมตรวจสอบตำแหน่งบานพับ อุปกรณ์ประกอบ และทิศทางการเปิดให้ตรงตามแบบ โดยเริ่มติดตั้งดังนี้

- ใส่อุปกรณ์ล้อควงกบทั้ง 3 ด้านคือ ด้านบน ด้านซ้าย และด้านขวา
- ใส่วงกบด้านบนขึ้นสกรูให้แน่นยึดพอประมาณ เนื่องจากอาจมีปรับขยับภายหลัง
- ใส่วงกบด้านข้างที่มีบานพับ ตั้งวงกบด้านนี้ให้ได้ระดับ ได้ตั้ง แล้วยึดล็อคให้แน่น
- ใส่วงกบด้านที่ไม่มีบานพับขึ้นสกรูล้อควงกบให้แน่นพอ ตรวจสอบมุมบนของวงกบถ้าได้ฉาก ได้ระดับ แล้วยึดสกรูทุกตัวให้แน่น
- ยกบานประตูใส่ ปรับตำแหน่งบาน จัดช่องว่างระหว่างวงกบกับบานประตูทั้ง 3 ด้านคือ ด้านบน ด้านซ้าย ด้านขวา จัดเสร็จ ให้ขึ้นสกรูล้อควงกบทั้ง 3 ด้านให้แน่น
- ใส่อุปกรณ์ประกอบที่เหลือ เช่น เพลทหลัก, มือจับ, Door Closer, ดิดสตักเกอร์



รูปที่ 22. อุปกรณ์ล็อกวงกบ



รูปที่ 23. รูปแบบบานประตู



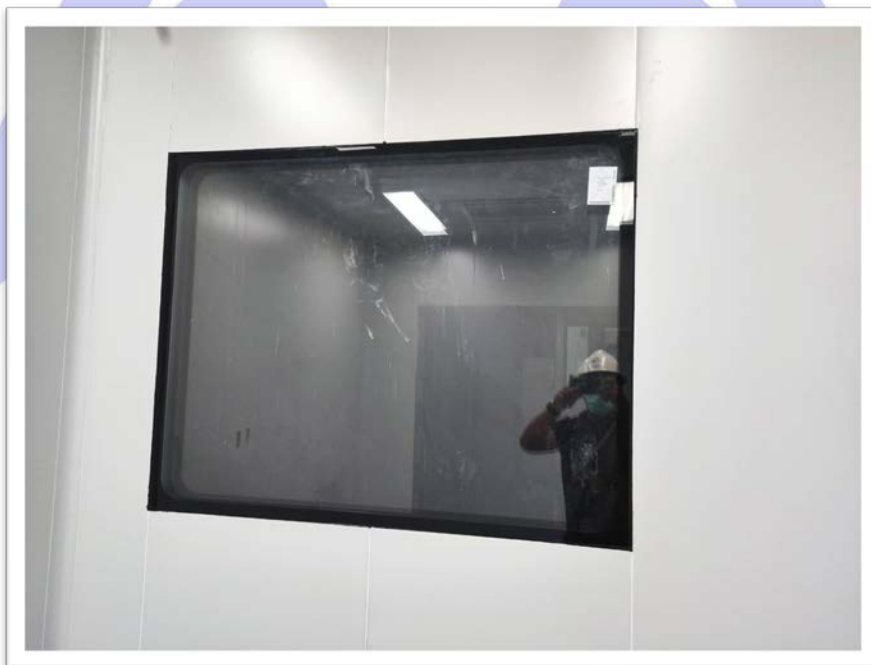
รูปที่ 24. รูปแบบวงกบประตู

7. ขั้นตอนการติดตั้งหน้าต่างกระจก

หน้าต่างกระจกของห้องสะอาด จะเป็นหน้าต่างกระจกฉนวนประกอบด้วยกระจกแบบสองชั้นขึ้นไป ประกอบขึ้นโดยใช้กาวคอมโพสิตที่มีความแข็งแรงสูง และมีความโปร่งแสงสูง กับกรอบโลหะผสมอลูมิเนียม ที่มีสารดูดความชื้นเพื่อให้อากาศภายในแห้ง บรรจุด้วยก๊าซเฉื่อยภายใน ที่มีคุณสมบัติการนำเสียงต่ำมาก จึงทำให้หน้าต่างฉนวนสามารถกันความร้อนและกันเสียงรบกวนได้ดี การติดตั้งหน้าต่างกระจกฉนวน ขั้นตอนแรกให้ตรวจสอบขนาดช่องเปิดว่าได้ตามขนาดที่กำหนดในแบบหรือไม่ เมื่อขนาดช่องเปิดได้ตามแบบ ให้เริ่มยกกระจกใส่ในช่องที่เว้นช่องไว้ แล้วจัดช่องว่างโดยรอบ ด้วยการใช้แผ่นชิม รองรอบๆบาน โดยให้ช่องว่างรอบๆบานมีขนาดเท่ากัน แล้วให้ใช้แผ่นไม้ตัดเป็นชิ้นขนาด 2"x2" หนาประมาณ 1 ซม. ยึดตามมุมเหมือนในรูปตามลูกศรสีแดงทั้งด้านนอก ด้านใน เพื่อใช้ประคองหน้าต่างกระจกไว้ เสร็จแล้วให้ใช้ซิลิโคนยิงเป็นจุดยาวประมาณ 1 นิ้วตามลูกศรสีน้ำเงิน แล้วปล่อยให้จนกว่าซิลิโคนจะแห้งค่อยมาหมุนคานไม้ล้อคมุมทั้ง 4 ด้านออก แล้วเก็บงานซิลิโคนรอบบานหน้าต่างให้เรียบร้อย การเก็บงานซิลิโคนรอบๆบานหน้าต่างควรใช้กระดาษกาวหนักรัดปิดรอบๆบานก่อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันซิลิโคนเลอะไปโดนกระจก และความสวยงามของแนวซิลิโคน



รูปที่ 25. การล้อมคานหน้าต่างเพื่อติดตั้งหน้าต่างกระจก



รูปที่ 26. บานหน้าต่างที่ยิงซิลิโคนโดยรอบ

8. ขั้นตอนการเจาะช่องเปิดบริเวณผนังและฝ้า เพื่อดัดตั้งอุปกรณ์ภายในห้อง

การติดตั้งอุปกรณ์งานระบบไฟฟ้า และระบบปรับอากาศ ในขั้นตอนแรกจะดำเนินการมาร์คตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ตามแบบที่ได้มีการ Combine ตำแหน่งทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ตามขนาดจริงของอุปกรณ์แต่ตัว เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งแล้ว ให้ดำเนินการตัดเจาะตามขนาดที่ได้มาร์คไว้ พร้อมใส่ฝาครอบโดยรอบช่องที่เปิดเพื่อปิดเนื้อฉนวน และติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 27. มาร์คตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะต้องเจาะแผ่นทั้งผนังและฝ้า



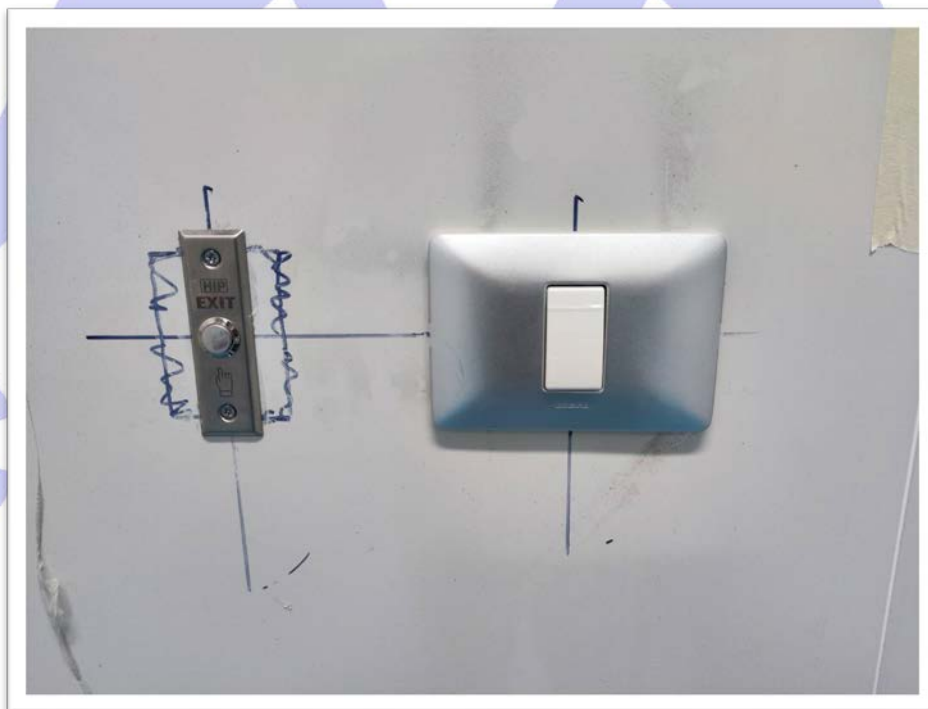
รูปที่ 28. ตัดเจาะแผ่นฉนวนตามตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะต้องเจาะแผ่นทั้งผนังและฝ้า



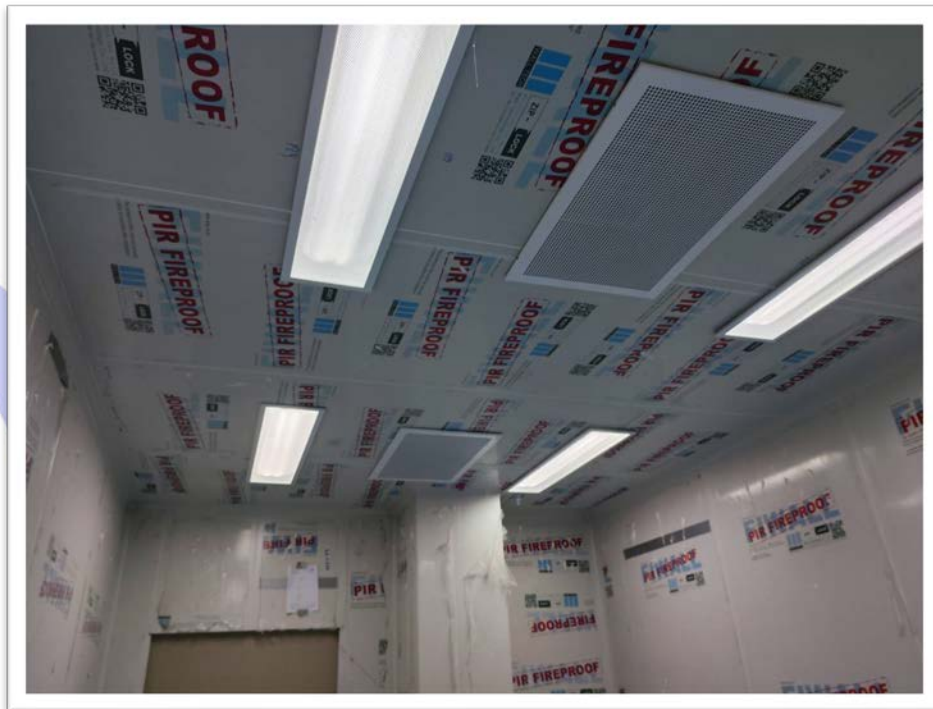
รูปที่ 29. มาร์คตำแหน่งและเจาะแผ่นผนัง สำหรับอุปกรณ์สวิทช์ เต้ารับ

9.ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์งานระบบทั้งหมดภายในห้อง

เมื่อดำเนินการเจาะช่องเปิดสำหรับงานอุปกรณ์ และเก็บความเรียบร้อยแล้ว ก็จะถึงขั้นตอนการสายไฟฟ้า สายสัญญาณตามท่อที่ได้ฝังไว้แล้ว และติดตั้งอุปกรณ์งานวิศวกรรมระบบทั้งหมด



รูปที่ 30. ติดตั้งอุปกรณ์สวิทช์ เต้ารับ ที่บริเวณผนัง



รูปที่ 31. ติดตั้งอุปกรณ์คอมไฟ หัวจ่ายระบบอากาศ



รูปที่ 32. ติดตั้งอุปกรณ์งานระบบน้ำดี และระบบก๊าซที่ใช้งาน

10.ขั้นตอนการติดฝ้าครอบฉากมุมห้อง และเก็บซिलิโคนแนวฝ้าครอบ

ขั้นตอนเก็บความเรียบร้อยของงานบริเวณมุมผนังทั้งหมด โดยนำฝ้าครอบฉากมาติดยึดติดกับเส้นฉากที่ได้วางไว้ในขั้นตอนการติดตั้งแผ่น และยิงซิลิโคนตลอดความยาวเพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่น และป้องกันการรั่วไหลของอากาศ



รูปที่ 33. ติดตั้งอุปกรณ์โคมไฟ หัวจ่ายระบบประอากาศ

11.ขั้นตอนการเคลือบผิวพื้นด้วย Epoxy/PU Self – Leveling ภายในพื้นห้องสะอาด

เมื่อติดตั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆบริเวณผนังและฝ้าเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเริ่มดำเนินการเคลือบผิวพื้นห้องสะอาด ด้วย Epoxy หรือ PU Self – Leveling ตามที่เจ้าของงานกำหนด เพื่อให้พื้นมีความเรียบร้อยสวยงาม ทนทานต่อการกัดกร่อนจากสารเคมี การขีดข่วน การกระแทกอันเกิดจากการใช้งานทั่วไป ทำให้พื้นไม่มีรอยต่อที่ก่อให้เกิดการสะสมของฝุ่น และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย



รูปที่ 34. เคลือบผิวพื้นห้องสะอาด ด้วย Epoxy หรือ PU Self – Leveling



รูปที่ 35. เคลือบผิวพื้นห้องสะอาด ด้วย Epoxy หรือ PU Self – Leveling

12. ขั้นตอนตรวจสอบห้องสะอาด (Cleanroom Validation and Testing)

ขั้นตอนสุดท้ายของงานก่อสร้างห้องสะอาด จะเป็นในส่วนของ การตรวจสอบห้องสะอาด (Cleanroom Validation and Testing) เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบต่างๆ ให้ตรงตาม Cleanroom Class ออกแบบไว้ (Class 100, Class 1,000, Class 10,000) ที่ข้อกำหนดของเจ้าของงานแต่ละโครงการ กำหนดไว้ โดยจะเป็นการทดสอบก่อนใช้งานจริงหลังส่งมอบงาน ให้เป็นไปตามมาตรฐาน NEBB (National Environmental Balancing Bureau), PIC/S GMP, ISO 14644 หรือเพิ่มเติมตามที่โครงการกำหนด โดยจะเป็นการทดสอบ 3 สถานะการทดสอบ ได้แก่ 1. As-Built การวัดฝุ่นในตอนที่ยังสร้างห้องสะอาดเสร็จ 2. As-Rest การวัดฝุ่นตอนที่ติดตั้งเครื่องจักรเสร็จ 3. Operational การวัดฝุ่นตอนที่ห้องสะอาดมีการใช้งาน อย่างเต็มประสิทธิภาพที่มีทั้งคนทำงานและเครื่องจักรทำงานภายในห้อง โดยสิ่งที่ต้องตรวจสอบส่วนใหญ่ ตามมาตรฐาน NEBB มีดังนี้

1. การตรวจสอบปริมาณฝุ่นในอากาศ (Airborne Particle Count Test)
2. การตรวจสอบความเร็วลม (Airflow Volume Test)
3. การตรวจสอบการรั่วไหลของแผ่นกรอง (HEPA/ULPA Filter Installation Test)
4. การวัดความดันอากาศห้อง (Room Pressurization Test)
5. การตรวจสอบทิศทางไหลของลม (Airflow Parallelism Test)
6. การทดสอบเสียง (Sound Level Test)
7. การทดสอบแสง (Light Intensity Test)

ซึ่งบางโครงการ กำหนดให้บริษัทหรือหน่วยงานทดสอบบุคคลที่สาม เป็นผู้มาตรวจสอบพร้อมทำ เอกสารการตรวจรับ (IQ และ OQ) เนื่องจากเป็นผู้เชี่ยวชาญและมีเครื่องมือการตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน

สุดท้ายนี้ทางผู้เขียนในฐานะที่มีประสบการณ์ทำงานที่ได้พบเจอมา และได้นำมาเรียบเรียงเป็น บทความข้างต้น หวังว่าท่านผู้อ่านจะได้รับความรู้และข้อมูลจากบทความนี้ นำไปใช้เป็นประโยชน์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

คำสำคัญ (3 คำ): ห้องสะอาด , Cleanroom , Sandwich Panel

วันที่ 10/มิถุนายน/2565