

มาตรฐานความคงทนของอาคารและ โครงสร้างรูปพรรณ



สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
กรมโยธาธิการและผังเมือง
ต.พระรามที่ 6 แขวงสามเสนใน
เขตปทุมธานี กรุงเทพมหานคร 10400
โทร. 0-2299-4363 โทรสาร 0-2299-4366



กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2561



มาตรฐานความคงทนของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

มยพ. 1333 - 61

กรมโยธาธิการและผังเมือง

กระทรวงมหาดไทย

กรมโยธาธิการและผังเมือง

มาตรฐานความคงทนของอาคารและโครงสร้างรูปพรรณ

ISBN 978-974-458-600-1

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2558

โดย สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

กรมโยธาธิการและผังเมือง

ถ.พระราม 6 แขวงสามเสนใน

เขตปทุมธานี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 0-2299-4321 โทรสาร 0-2299-4321

คณะผู้จัดทำมาตรฐานความคงทนของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

ที่ปรึกษาโครงการ

นายอดิศร มโนมัยธารกุล

ผู้จัดการโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ยอดสุดใจ

บุคลากรหลัก

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ตระกูล อร่ามรักษ์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีป ชัยสมภพ
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์
4. รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ โชติโกไร
5. รองศาสตราจารย์ ดร.อัศวชัย เล่นวารี
6. รองศาสตราจารย์ ดร.อภินิติ โชติสังกาศ
7. ดร.รังสรรค์ วงศ์จิรัฏฐ

บุคลากรสนับสนุน

1. นายอนุรักษ์ เทพกรณ์
2. นายสิทธิพันธ์ แก้วสว่าง
3. นางสาวพลอยเครือ แจ่มวิถิเลิศ
4. นางสาวสิรินัดดา บุญเป็ง

คณะกรรมการกำกับดูแลการปฏิบัติงานของที่ปรึกษา
เรื่อง มาตรฐานความคงทนของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

ประธานกรรมการ

นายสินธิ์ บุญสิทธิ์

ผู้อำนวยการสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

คณะกรรมการ

ดร.เสถียร เจริญเหรียญ

ผู้อำนวยการสำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

รักษาการในตำแหน่งวิศวกรใหญ่

นายอนวัช บุรพาชน

วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ

นายวิบูลย์ ลีพัฒนากิจ

วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ

นายกนก สุจริตสัณชัย

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

รักษาการในตำแหน่งวิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ

นายพรชัย สังข์ศรี

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

นางสาวสุรีย์ ประเสริฐสุด

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

นายสมโชค เล่งวงศ์

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

ดร.ทยากร จันทรางศุ

วิศวกรโยธาชำนาญการ

รักษาการในตำแหน่งวิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

กรรมการและเลขานุการ

ดร.ธนิต ใจสอาด

วิศวกรโยธาชำนาญการ

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นายวิโชติ กันภัย

วิศวกรโยธาชำนาญการ

นายธีรภัทร สุนทรชื่น

วิศวกรโยธาปฏิบัติการ

ผู้ทรงคุณวุฒิในการจัดทำมาตรฐานความคงทนของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

1. ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี
2. รองศาสตราจารย์ ดร.การุญ จันทรางศุ
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ลีลาหวิวัฒน์
4. นายธนา แก้วกระจ่าง
5. นายสมมฤ เอนะเกษตร

คำนำ

ในปัจจุบันหลักโครงสร้างรูปพรรณได้รับความนิยมนำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารอย่างแพร่หลายเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้างและคุณสมบัติของวัสดุอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการใช้หลักโครงสร้างรูปพรรณสำหรับโครงสร้างอาคารควรมีระบบการป้องกันการกัดกร่อนที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและควรคำนึงถึงการบำรุงรักษาโครงสร้างอาคารในอนาคต เพื่อให้อาคารมีสมรรถนะที่เหมาะสมตลอดอายุการใช้งาน กรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีภารกิจในการกำหนดมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร จึงได้ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ปรึกษาโครงการจัดทำมาตรฐานการออกแบบและการก่อสร้างอาคารหลักโครงสร้างรูปพรรณ ทำการศึกษาและจัดทำมาตรฐานความคงทนของอาคารหลักโครงสร้างรูปพรรณ (มยผ. 1333 – 61) เพื่อให้การก่อสร้างหลักโครงสร้างรูปพรรณเป็นไปตามหลักวิชาการและมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ

กรมโยธาธิการและผังเมือง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการนำมาตรฐานความคงทนของอาคารหลักโครงสร้างรูปพรรณ (มยผ. 1333 – 61) ไปใช้งานจะช่วยให้อาคารหลักโครงสร้างรูปพรรณมีความมั่นคงแข็งแรง และมีอายุการใช้งานเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งจะก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเพิ่มมากยิ่งขึ้น



(นายมนทล สุตประเสริฐ)

อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

บทนำ

มาตรฐานความคงทนของอาคารและโครงสร้างรูปพรรณ (มยผ. 1333 – 61) ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อกำหนดรายละเอียด วิธีการ และขั้นตอนการจัดทำระบบป้องกันการกัดกร่อนของอาคารและโครงสร้างรูปพรรณ เพื่อให้อาคารมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม และมีการบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสมตลอดช่วงอายุการใช้งานของอาคาร โดยมาตรฐานมีเนื้อหาประกอบด้วย การกำหนดอายุการใช้งานตลอดการซ่อมแซมชิ้นส่วนของอาคารและโครงสร้างรูปพรรณและการแบ่งระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อมซึ่งมีรายละเอียดระบุอยู่ในบทที่ 3 และ 4 ข้อพิจารณาการออกแบบด้านความคงทน มีรายละเอียดระบุอยู่ในบทที่ 5 การเตรียมพื้นผิว ระบบป้องกันการกัดกร่อน และการทดสอบสมรรถนะของระบบป้องกันการกัดกร่อน มีรายละเอียดระบุอยู่ในบทที่ 6 ถึง 8 และการเลือกใช้ระบบป้องกันการกัดกร่อนระบบอื่น ซึ่งนอกเหนือจากการใช้ระบบป้องกันการกัดกร่อน หรือในกรณีที่ไม่สามารถป้องกันการกัดกร่อนด้วยการทาสีได้ มีรายละเอียดระบุอยู่ในบทที่ 9

ในฐานะหัวหน้าโครงการจัดทำมาตรฐานการออกแบบและการก่อสร้างอาคารและโครงสร้างรูปพรรณ ผมใคร่ขอขอบคุณคณะที่ปรึกษาทุกท่านที่ได้ร่วมกันดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณคณะกรรมการกำกับดูแลการปฏิบัติงานของที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิที่กรมโยธาธิการและผังเมืองแต่งตั้ง ประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี รองศาสตราจารย์ ดร.การุญ จันทรางศุ รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ สีสาทวิวัฒน์ คุณธนา แก้วกระจ่าง และคุณสยามภู เฮนะเกษตร ที่ได้ให้คำชี้แนะในการจัดทำมาตรฐานฉบับนี้



(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ยอดสุดใจ)

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวหน้าโครงการฯ

สารบัญ

สารบัญ	i
สารบัญรูป	iii
สารบัญตาราง.....	iv
บทที่ 1 ทัวไป.....	1
1.1 วัตถุประสงค์.....	1
1.2 ขอบข่าย	1
บทที่ 2 นิยาม และสัญลักษณ์.....	3
2.1 นิยาม.....	3
2.2 สัญลักษณ์.....	4
2.3 มาตรฐานอ้างอิง.....	6
บทที่ 3 ข้อกำหนดทั่วไป.....	7
บทที่ 4 การแบ่งระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม	9
บทที่ 5 ข้อพิจารณาในการออกแบบ.....	11
5.1 การเข้าถึงได้สำหรับการบำรุงรักษา.....	11
5.2 องค์อาคารที่อยู่ชิดติดกัน	14
5.3 องค์อาคารที่กักขังน้ำ ฝุ่นละออง และความชื้น	15
5.4 ขอบขององค์อาคาร	15
5.5 รอยเชื่อม.....	16
5.6 จุดต่อที่ใช้สลักเกลียว	16
5.7 องค์อาคารรูปกล่องและท่อกลาง	17
5.8 รอยบาก	17
5.9 แผ่นเสริมกำลัง	18
5.10การกักร้อนจากความต่างศักย์ไฟฟ้าของโลหะ.....	18
5.11การเคลื่อนย้าย การขนส่ง และการติดตั้ง.....	18
บทที่ 6 การเตรียมพื้นผิว.....	19
6.1 วิธีการเตรียมพื้นผิว.....	19

6.2	ชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิว.....	20
บทที่ 7	ระบบป้องกันการกัดกร่อน	23
บทที่ 8	การทดสอบระบบป้องกันการกัดกร่อน	33
8.1	การเตรียมตัวอย่างทดสอบ	33
8.2	การทดสอบ	34
8.3	การทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบ กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 ไมโครเมตร.....	37
8.4	การทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบ กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 ไมโครเมตร	39
8.5	การทดสอบความทนความชื้นภายใต้การควบแน่นต่อเนื่อง	41
8.6	การทดสอบความทนละอองน้ำเกลือ.....	43
บทที่ 9	การป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กแบบอื่น ๆ.....	47
9.1	การป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีชุบสังกะสี.....	47
9.2	การป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีแคโทดิก	48
9.3	องค์อาคารเหล็กที่ไม่สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้.....	51
ภาคผนวก ก.	แบบฟอร์มการทดสอบความคงทนของสี	55

สารบัญรูป

รูปที่ 1	พื้นที่ดำเนินงานที่ต้องการในงานป้องกันการกัดกร่อน.....	12
รูปที่ 2	ขนาดต่ำสุดของช่องเปิดที่แนะนำ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)	12
รูปที่ 3	ระยะห่างต่ำสุดระหว่างองค์อาคาร (a).....	13
รูปที่ 4	ระยะห่างต่ำสุดระหว่างองค์อาคาร และพื้นผิวข้างเคียง (a).....	13
รูปที่ 5	ตัวอย่างการแก้ปัญหาการกัดกร่อนขององค์อาคารที่อยู่ชิดติดกัน	14
รูปที่ 6	จุดต่อระหว่างองค์อาคารหลัก และคอนกรีต.....	15
รูปที่ 7	หลีกเลี่ยงการวางตัวองค์อาคารที่สามารถกักขังน้ำ ฝุ่นละออง และความชื้นได้	15
รูปที่ 8	หลีกเลี่ยงการใช้ชิ้นส่วนขององค์อาคารที่มีขอบคม และมีมุมแหลม.....	16
รูปที่ 9	ผิวของรอยเชื่อมควรเรียบต่อเนื่องกันและไม่มีรอยหยัก	16
รูปที่ 10	การติดตั้งแผ่นเสริมกำลัง	17
รูปที่ 11	การทดสอบการติดแน่นของสีเคลือบกรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 ไมโครเมตร	38
รูปที่ 12	การทดสอบการติดแน่นของสีเคลือบกรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 ไมโครเมตร	40
รูปที่ 13	ตัวอย่างตู้ทดสอบความทนความชื้นภายใต้การควบแน่นต่อเนื่อง	41

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	คำแนะนำอายุการใช้งานปลอดการซ่อมแซมขั้นต่ำ ของอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณประเภทต่าง ๆ	7
ตารางที่ 2	ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม	10
ตารางที่ 3	พื้นที่ดำเนินงานที่ต้องการในงานป้องกันการกัดกร่อน	11
ตารางที่ 4	ชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิว สำหรับการเตรียมพื้นผิวทั้งองค์อาคาร	21
ตารางที่ 5	ชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิว สำหรับการเตรียมพื้นผิวบางส่วนขององค์อาคาร	22
ตารางที่ 6	ระดับการเตรียมพื้นผิวขั้นต่ำสำหรับระบบป้องกันการกัดกร่อน	23
ตารางที่ 7	ระบบป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C1 และ C2	24
ตารางที่ 8	ระบบป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C3	25
ตารางที่ 9	ระบบป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C4	26
ตารางที่ 10	ระบบป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C5-I และ C5-M	27
ตารางที่ 11	ระบบป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C1 และ C2	28
ตารางที่ 12	ระบบป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C3	29
ตารางที่ 13	ระบบป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C4	30
ตารางที่ 14	ระบบป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C5-I และ C5-M	31
ตารางที่ 15	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของระบบสี (โดยวิธีเร่งสภาวะ) ที่ใช้กับพื้นผิวเหล็ก	35
ตารางที่ 16	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของระบบสี (โดยวิธีเร่งสภาวะ) ที่ใช้กับพื้นผิวเหล็กชุบสังกะสี	34
ตารางที่ 17	ระดับการติดยึดของสี	39
ตารางที่ 18	ความหนาเฉลี่ยต่ำสุดของสังกะสีที่เคลือบผิว และอายุใช้งาน	47
ตารางที่ 19	ความแตกต่างระหว่างการป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีแคโทดิกแบบกัลป์วานิก และวิธีแคโทดิกแบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	46
ตารางที่ 20	ร้อยละส่วนประกอบของสังกะสีเจือ และอะลูมิเนียมเจือสำหรับทำเป็นแอนโนด	49
ตารางที่ 21	ความหนาแน่นกระแสเฉลี่ยสำหรับองค์อาคารเหล็กในน้ำทะเล (แอมแปร์ต่อตารางเมตร)	50

ตารางที่ 22 ความจุแอโนดออกแบบ และศักย์ไฟฟ้าออกแบบของแอโนด	50
ตารางที่ 23 anode utilization factor.....	50
ตารางที่ 24 อัตราการกัดกร่อนเฉลี่ยของเหล็กเสาเข็ม และเสาเข็มพืดในดิน.....	51

บทที่ 1

ทั่วไป

1.1 วัตถุประสงค์

มาตรฐานความคงทนของอาคารและโครงสร้างรูปพรรณฉบับนี้ให้ข้อกำหนดการป้องกันการกัดกร่อนของอาคารและโครงสร้างรูปพรรณ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้อาคารและโครงสร้างรูปพรรณมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมทั่วไปตลอดอายุการใช้งาน

1.2 ขอบข่าย

1.2.1 มาตรฐานความคงทนฉบับนี้ใช้กับอาคารและโครงสร้างรูปพรรณ

1.2.2 มาตรฐานความคงทนฉบับนี้ ครอบคลุมเฉพาะงานอาคารและโครงสร้างรูปพรรณที่ใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติทั่วไปเท่านั้น ไม่รวมการใช้งานในลักษณะพิเศษ เช่น การใช้งานกับสารเคมี

1.2.3 มาตรฐานความคงทนฉบับนี้ ไม่ครอบคลุมปัญหาด้านความคงทนทุกด้าน ดังนั้น ผู้ที่ปฏิบัติตามมาตรฐานจำเป็นต้องใช้ข้อกำหนดหรือมาตรฐานอื่นที่เป็นที่ยอมรับประกอบการพิจารณาปัญหาด้านความคงทนที่ไม่ได้ครอบคลุม

1.2.4 มาตรฐานความคงทนฉบับนี้ใช้หน่วยในระบบ SI เป็นหลัก

บทที่ 2

นิยาม และสัญลักษณ์

2.1 นิยาม

“การกัดกร่อน” (corrosion) หมายถึง การเกิดสนิมของเหล็ก เนื่องจากสภาพแวดล้อมและการใช้งานทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของเหล็กโครงสร้างลดลง

“ความคงทน” (durability) หมายถึง ความสามารถของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณในการต้านทานการกัดกร่อน

“อาคาร” (building) หมายถึง ตึก บ้าน เรือน โรง ร้าน คลังสินค้า สำนักงาน และสิ่งที่สูงขึ้นอย่างอื่น ซึ่งบุคคลอาจเข้าอยู่ หรือเข้าใช้สอยได้ และหมายความรวมถึง สะพาน ที่สร้างขึ้นให้บุคคลทั่วไปใช้สอย

“อาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ” (structural steel building) หมายถึง อาคาร หรือส่วนของอาคาร ที่สร้างด้วยวัสดุที่เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ใช้งานในสภาพที่พื้นผิวขององค์อาคารเหล็กสัมผัสกับสภาพแวดล้อมโดยตรง

“องค์อาคารหลัก” (major member) หมายถึง องค์อาคารที่รับน้ำหนักบรรทุกทุกและมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

“ปลอดการซ่อมแซม” (repair-free) หมายถึง การที่ไม่ต้องทำการซ่อมแซมองค์อาคารของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ทั้งนี้ไม่รวมถึงการบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลาที่กำหนด

“การบำรุงรักษา” (maintenance) หมายถึง การตรวจสอบสภาพและการซ่อมแซมระบบป้องกันการกัดกร่อนของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณให้สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ตลอดอายุการใช้งานของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

“อายุการใช้งานของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ” (service life of structural steel) หมายถึง ระยะเวลาในการใช้งานของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ โดยที่โครงสร้างดังกล่าวยังมีความแข็งแรงและความปลอดภัยในระดับที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกที่ออกแบบได้

“อายุการใช้งานของระบบป้องกันการกัดกร่อน” (service life of corrosion protection system) หมายถึง ระยะเวลาในการใช้งานของระบบป้องกันการกัดกร่อน ที่สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้

“อายุการใช้งานปลอดการซ่อมแซม” (repair free service life) หมายถึง ระยะเวลาในการใช้งานของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณนับตั้งแต่วันที่สร้างเสร็จภายใต้มาตรฐานการก่อสร้างที่ดีมีการใช้งานและบำรุงรักษาถูกต้องตามหลักวิชาการและวัตถุประสงค์ในการออกแบบ โดยไม่จำเป็นต้องได้รับการซ่อมแซมโครงสร้าง

“การทดสอบการเผยผิ” (exposure test) หมายถึง การทดสอบเพื่อวัดปริมาณการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งชิ้นส่วนตัวอย่างไว้ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เป็นระยะเวลาตามที่กำหนด

“เรซิน” (resin) หมายถึง วัสดุแมโครโมเลกุลที่ส่วนมากเป็นอสัณฐาน มีสถานะตั้งแต่ของเหลวถึงของแข็ง และมีมวลโมเลกุลค่อนข้างต่ำ มีสองประเภท คือ เรซินธรรมชาติที่มีแหล่งกำเนิดมาจากพืช หรือสัตว์ และเรซินสังเคราะห์ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมี

“สีอัลคิต” (alkyd) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเรซินสังเคราะห์ที่ได้จากการควบแน่นระหว่างกรดไขมัน (หรือน้ำมัน) และกรดคาร์บอนิกกับพอลิแอลกอฮอล์

“สีอะคริลิก” (acrylic) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเรซินสังเคราะห์ที่ได้จากการเกิดพอลิเมอร์ หรือการเกิดพอลิเมอร์ร่วมของอะคริลิกมอนอเมอร์ และ/หรือ เมทาอะคริลิกมอนอเมอร์กับมอนอเมอร์อื่น

“สีคลอรีเนตเตดรีบเบอร์” (chlorinated rubber) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเรซินสังเคราะห์เป็นสารประเภทอีลาสโตเมอร์ ซึ่งเป็นสารจำพวกที่มีความยืดหยุ่นสูงเป็นพิเศษ ที่ผลิตโดยกระบวนการทางเคมีระหว่างคลอรีนกับพอลิโอลิฟิน

“สีอีพ็อกซี” (epoxy) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเรซินสังเคราะห์ที่มีหมู่อีพ็อกซี โดยทั่วไปเตรียมได้จากอิพิคลอไรไดริน (epichlorhydrin) และบิสฟีนอล (bisphenol)

“สีเอทิลซิลิเกต” (ethyl silicate) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเอสเทอร์ที่เป็นของเหลวไม่มีสี ติดไฟได้ เมื่อทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำจะได้ซิลิกาและเอทิลแอลกอฮอล์

“สีพอลิยูรีเทน” (polyurethane) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเรซินสังเคราะห์ที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบที่มีไอโซไซยาเนตหลายหมู่ กับสารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซิลที่วปฏิกิริยา แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ พอลิยูรีเทนแอโรแมติก (polyurethane aromatic) กลุ่มสารไฮโดรคาร์บอนจะจับตัวเป็นวงกลมเป็นโครงสร้างปิด เหลืองง่ายเมื่อถูกแสงแดด สามารถใช้งานใต้น้ำได้ และพอลิยูรีเทนแอลิแฟติก (polyurethane aliphatic) กลุ่มสารไฮโดรคาร์บอนจะจับตัวเป็นโครงสร้างเปิด หรือเป็นเส้นตรง คงสีสวยงามได้ดี ทนสภาพใต้น้ำได้จำกัด

“สีอีพ็อกซีคอมบิเนชัน” (epoxy combination) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเรซินสังเคราะห์ เช่น ไฮโดรคาร์บอนเรซินที่ได้จากการเกิดพอลิเมอร์ร่วมของแอลิแฟติกไฮโดรคาร์บอน และ/หรือ แอโรแมติกไฮโดรคาร์บอน บางครั้งกับแอลดีไฮด์

“สีพอลิไวนิลคลอไรด์” (poly vinyl chloride) หมายถึง สีที่ประกอบด้วยเทอร์โมพลาสติกเรซิน เป็นเรซินที่ไม่ละลายในน้ำที่ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (ปฏิกิริยาการเตรียมพอลิเมอร์จากมอนอเมอร์) ของไวนิลคลอไรด์

2.2 สัญลักษณ์

A	หมายถึง	พื้นที่หน้าตัดของแท่งยึดทดสอบ หน่วยเป็น ตารางมิลลิเมตร (ข้อ 8.4.5)
A	หมายถึง	พื้นที่ผิวขององค์อาคาร หน่วยเป็น ตารางเมตร (ข้อ 9.2.2)
AK	หมายถึง	สีอัลคิต (Alkyd)
AY	หมายถึง	สีอะคริลิก (acrylic)

a	หมายถึง	ระยะห่างต่ำสุดระหว่างองค์อาคารที่อยู่ใกล้เคียงกัน หรือ ระยะห่างต่ำสุดระหว่างองค์อาคารกับพื้นผิวข้างเคียง หน่วยเป็น มิลลิเมตร
C	หมายถึง	ความกว้างสูงสุดของสัณนิในแนวตั้งฉากกับรอยกริด หน่วยเป็น มิลลิเมตร
C1	หมายถึง	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนต่ำมาก
C2	หมายถึง	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนต่ำ ได้แก่ พื้นที่ชนบท
C3	หมายถึง	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนปานกลาง ได้แก่ พื้นที่ชานเมือง พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า 500 เมตร หรือพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลมากกว่า 1000 เมตร
C4	หมายถึง	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนสูง ได้แก่ พื้นที่ในเมือง พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ 100 เมตร จนถึง 500 เมตร หรือพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลตั้งแต่ 100 เมตร จนถึง 1000 เมตร
C5-I	หมายถึง	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนสูงมาก (อุตสาหกรรม) ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมน้อยกว่า 100 เมตร
C5-M	หมายถึง	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนสูงมาก (ชายทะเล) ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลน้อยกว่า 100 เมตร
CR	หมายถึง	คลอริเนตเตด รับเบอร์ (chlorinated rubber)
D ₁	หมายถึง	ระยะห่างจากผิวเหล็กถึงอุปกรณ์สำหรับการบำรุงรักษา หน่วยเป็น มิลลิเมตร
D ₂	หมายถึง	ความยาวของอุปกรณ์สำหรับการบำรุงรักษา หน่วยเป็น มิลลิเมตร
E	หมายถึง	ความจุแอโนด หน่วยเป็น แอมแปร์ ชั่วโมงต่อกิโลกรัม
EP	หมายถึง	อีพ็อกซี (epoxy)
EPC	หมายถึง	อีพ็อกซี คอมบิเนชัน (epoxy combination)
ESI	หมายถึง	อีเอซิล ซิลิเกต (ethyl silicate)
F	หมายถึง	แรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแผ่นทดสอบ หน่วยเป็น นิวตัน
h	หมายถึง	ความสูงขององค์อาคาร หน่วยเป็น มิลลิเมตร
i _{cm}	หมายถึง	ความหนาแน่นกระแสเฉลี่ยขององค์อาคาร หน่วยเป็น แอมแปร์ต่อตารางเมตร
M	หมายถึง	ความกว้างเฉลี่ยของสัณนิแต่ละข้างของรอยกริดหลังจากทดสอบความทนละอองน้ำเกลือ หน่วยเป็น มิลลิเมตร
M _a	หมายถึง	น้ำหนักทั้งหมดของวัสดุที่ใช้เป็นโลหะกร่อนแทน หน่วยเป็น กิโลกรัม
Misc.	หมายถึง	สีรองพื้นที่มีผงสีป้องกันการกัดกร่อนชนิดอื่น ๆ
NDFT	หมายถึง	ความหนาฟิล์มแห้งระบุ หน่วยเป็น ไมโครเมตร
PUR	หมายถึง	สีพอลิยูรีเทน (polyurethane)
PVC	หมายถึง	สีพอลิไวนิลคลอไรด์ (poly vinyl chloride)

t_f	หมายถึง	อายุใช้งาน หน่วยเป็น ปี
u	หมายถึง	anode utilization factor
W	หมายถึง	ความกว้างของรอยกรีดในการทดสอบความทนละอองน้ำเกลือ หน่วยเป็น มิลลิเมตร
$Zn(R)$	หมายถึง	สีรองพื้นที่มีผงสังกะสีป้องกันการกัดกร่อนเป็นหลัก ปริมาณของสังกะสีไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก
α	หมายถึง	มุมระหว่างพื้นผิวเหล็ก และแนวแกนของอุปกรณ์สำหรับการบำรุงรักษา หน่วยเป็น องศา
σ	หมายถึง	หน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแผ่นทดสอบ หน่วยเป็น เมกะปาสคาล

2.3 มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานสากลที่ใช้อ้างอิงในมาตรฐานฉบับนี้ ได้แก่

- 2.3.1** International Organization for Standardization (ISO), “Protection Against Corrosion of Iron and Steel in Structures – Zinc and Aluminium Coatings – Guidelines (EN ISO 14713), 1999.
- 2.3.2** International Organization for Standardization (ISO), “Corrosion of Metals and Alloys – Corrosivity of Atmospheres – Determination of Corrosion Rate of Standard Specimens for The Evaluation of Corrosivity (ISO 9226)”, 1992

บทที่ 3

ข้อกำหนดทั่วไป

- 3.1 เนื่องจากโดยปกติแล้วอายุการใช้งานของระบบป้องกันการกัดกร่อนจะสั้นกว่าอายุการใช้งานของโครงสร้างเหล็ก ดังนั้นในขั้นตอนของการวางแผนและการออกแบบต้องพิจารณาความเป็นไปได้ของการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมด้วย
- 3.2 ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กที่ไม่สามารถเข้าไปบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้หลังจากสร้างเสร็จแล้ว ต้องมีมาตรการเสริมเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้างเหล็ก
- 3.3 ในกรณีที่อายุการใช้งานของระบบป้องกันการกัดกร่อนสั้นกว่าอายุการใช้งานของโครงสร้างเหล็ก ต้องมีการออกแบบกำหนดวิธีการ รอบระยะเวลาของการตรวจสอบสภาพ และการบำรุงรักษาโครงสร้างเหล็กgrupพรรณ
- 3.4 อายุการใช้งานตลอดการซ่อมแซมขั้นต่ำของโครงสร้างเหล็กgrupพรรณ อาคารโครงสร้างเหล็กgrupพรรณ แต่ละประเภทมีความสำคัญและส่งผลกระทบในเชิงเศรษฐศาสตร์แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากต้องปิดการใช้อาคารเพื่อการซ่อมแซม ดังนั้น เพื่อให้การออกแบบอายุการใช้งานให้แก่โครงสร้างเหล็กgrupพรรณมีความเหมาะสมต่อลักษณะสภาพการใช้งานและสภาพทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จึงกำหนดข้อนแนะนำอายุการใช้งานตลอดการซ่อมแซมขั้นต่ำสำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กgrupพรรณ ดังในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 ค่าแนะนำอายุการใช้งานปลอดภัยของอาคารโครงสร้างเหล็กgrupพรรณ
ประเภทต่าง ๆ**

(ข้อ 3.4)

ประเภทของอาคาร	อายุการใช้งานปลอดภัยของอาคาร ขั้นต่ำ (ปี)
1. อาคารที่จำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน และอาคารสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ เช่น อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย อาคารศูนย์สื่อสาร ท่าอากาศยาน โรงไฟฟ้า	50
2. โครงสร้างทางด้านการคมนาคมขนาดใหญ่ เช่น สะพานข้ามแม่น้ำขนาดใหญ่ ทางด่วน	40
3. โครงสร้างทางด้านการคมนาคมขนาดเล็ก เช่น สะพานข้ามคลอง สะพานข้ามแยก	30
4. อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารชุมนุมคน อาคารชุด โรงแรมที่มีห้องพักตั้งแต่ 80 ห้องขึ้นไป	20
5. อาคารสถานที่ราชการทุกประเภท	20
6. อาคารสำนักงาน โรงมหรสพ สถานบริการ โรงงาน สถานศึกษา โรงแรมที่มีห้องพักน้อยกว่า 80 ห้อง	20
7. อาคารเพื่อการพักอาศัยที่สร้างขึ้นสำหรับจำหน่าย เช่น หมู่บ้านจัดสรร อาคารพาณิชย์ เป็นต้น	20
8. อาคารที่เจ้าของสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการพักอาศัยเอง	ไม่กำหนด
9. อาคารที่ไม่ใช่เพื่อการพักอาศัย เช่น ป้ายโฆษณา	ไม่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

ค่าที่ให้ในตารางที่ 1 นี้ เป็นค่าแนะนำ ผู้ออกแบบและเจ้าของอาคารสามารถกำหนดให้อาคารมีอายุการใช้งานปลอดภัยของอาคารมากกว่า หรือน้อยกว่าที่แนะนำในตารางที่ 1 นี้ ได้ โดยปกติอายุการใช้งานจะถูกกำหนดตามความประสงค์ของเจ้าของอาคาร

3.5 ในกรณีที่อาคารโครงสร้างเหล็กgrupพรรณมีการใช้ระบบป้องกันการกัดกร่อนร่วมกับการใช้วัสดุกันไฟ ต้องดำเนินการหาวิธีป้องกันการกัดกร่อนก่อน แล้วจึงใช้วัสดุกันไฟทับ โดยวัสดุกันไฟที่เลือกใช้ต้องมีกำลังยึดเหนี่ยวกับสัที่ทาเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุกันไฟ

บทที่ 4

การแบ่งระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม

4.1 ความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อน แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

C1	ต่ำมาก
C2	ต่ำ
C3	ปานกลาง
C4	สูง
C5-I	สูงมาก (อุตสาหกรรม)
C5-M	สูงมาก (ชายทะเล)

4.2 การแบ่งระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อน

ให้ใช้เกณฑ์ดังนี้

- (1) พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อนต่ำมาก C1
- (2) พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อนต่ำ C2 ได้แก่ พื้นที่ชนบท
- (3) พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อนปานกลาง C3 ได้แก่ พื้นที่ชานเมือง พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า 500 เมตร หรือพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งชายฝั่งทะเลมากกว่า 1000 เมตร
- (4) พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อนสูง C4 ได้แก่ พื้นที่ในเมือง พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ 100 เมตร จนถึง 500 เมตร หรือพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลตั้งแต่ 100 เมตร จนถึง 1000 เมตร
- (5) พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อนสูงมาก (อุตสาหกรรม) C5-I ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมน้อยกว่า 100 เมตร
- (6) พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกีดกร่อนสูงมาก (ชายทะเล) C5-M ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลน้อยกว่า 100 เมตร

4.3 หากต้องการตรวจสอบระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อน แนะนำให้ทำการทดสอบการเผยผิ่ขึ้นส่วนตัวอย่างมาตรฐานในสภาวะแวดล้อมที่ต้องการตรวจสอบเป็นเวลา 1 ปี และวัดปริมาณการกัดกร่อน แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าปริมาณการกัดกร่อนในตารางที่ 2 วิธีทดสอบการเผยผิ่เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9226 (1992) Corrosion of Metals and Alloys – Corrosivity of Atmospheres – Determination of Corrosion Rate of Standard Specimens for The Evaluation of Corrosivity

ตารางที่ 2 ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม

(ข้อ 4.3)

ระดับความรุนแรง	เหล็กคาร์บอนต่ำ		สั้กกะสี		คำอธิบายสภาพแวดล้อม
	การกัดกร่อนต่อพื้นที่ผิว (กรัม/ตารางเมตร)	ความลึกการกัดกร่อน (ไมโครเมตร)	การกัดกร่อนต่อพื้นที่ผิว (กรัม/ตารางเมตร)	ความลึกการกัดกร่อน (ไมโครเมตร)	
C1	≤ 10	≤ 1.3	≤ 0.7	≤ 0.1	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนต่ำมาก
C2	> 10 ถึง 200	> 1.3 ถึง 25	> 0.7 ถึง 5	> 0.1 ถึง 0.7	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนต่ำ ได้แก่ พื้นที่ชนบท
C3	> 200 ถึง 400	> 25 ถึง 50	> 5 ถึง 15	> 0.7 ถึง 2.1	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนปานกลาง ได้แก่ พื้นที่ในเมือง พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า 500 เมตร หรือพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลมากกว่า 1000 เมตร
C4	> 400 ถึง 650	> 50 ถึง 80	> 15 ถึง 30	> 2.1 ถึง 4.2	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนสูง ได้แก่ พื้นที่ในเมือง พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ 100 เมตร จนถึง 500 เมตร หรือพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลตั้งแต่ 100 เมตร จนถึง 1000 เมตร
C5-I	> 650 ถึง $1,500$	> 80 ถึง 200	> 30 ถึง 60	> 4.2 ถึง 8.4	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนสูงมาก (อุตสาหกรรม) ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมน้อยกว่า 100 เมตร
C5-M	> 650 ถึง $1,500$	> 80 ถึง 200	> 30 ถึง 60	> 4.2 ถึง 8.4	พื้นที่ที่มีความรุนแรงของสภาพแวดล้อมต่อการกัดกร่อนสูงมาก (ชายทะเล) ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลน้อยกว่า 100 เมตร

หมายเหตุ ปริมาณการกัดกร่อน และความลึกการกัดกร่อนได้จากการทดสอบการเผยผิ่ของชิ้นส่วนตัวอย่างตามมาตรฐานที่ไม่มีการป้องกันการกัดกร่อนเป็นเวลา 1 ปี

บทที่ 5

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

การออกแบบอาคารหลักโครงสร้างรูปพรรณให้มีความคงทน ต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

5.1 การเข้าถึงได้สำหรับการบำรุงรักษา

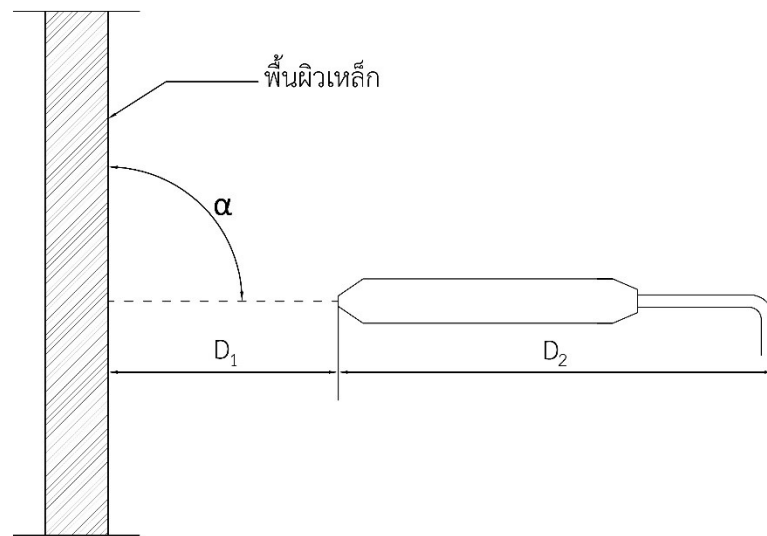
5.1.1 อาคารหลักโครงสร้างรูปพรรณต้องออกแบบให้องค์อาคารหลักทุกชิ้นส่วนที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมโดยตรงสามารถเข้าถึงได้ เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ สำหรับการบำรุงรักษา เช่น ทางเดิน ลิฟต์ อุปกรณ์เสริมที่ต้องการเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน เช่น ตะขอ ห่วง สมอยึดสำหรับนั่งร้าน รางเลื่อนสำหรับเข้าไปขัดทำความสะอาดพื้นผิว และทาสี ควรได้รับการออกแบบจัดเตรียมไว้

ทุกพื้นผิวโครงสร้างที่มีการทาสี ต้องสามารถมองเห็นและเข้าถึงได้โดยปลอดภัย และต้องมีพื้นที่ดำเนินงาน (ระยะห่างระหว่างพื้นผิวเหล็ก และอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษา) เพียงพอสำหรับกิจกรรมการบำรุงรักษา ตามตารางที่ 3 และรูปที่ 1

ตารางที่ 3 พื้นที่ดำเนินงานที่ต้องการในงานป้องกันการกัดกร่อน

(ข้อ 5.1.1)

กิจกรรม	ระยะห่างระหว่างพื้นผิวเหล็กและอุปกรณ์ (D1) มม.	ความยาวอุปกรณ์ (D2) มม.	มุมระหว่างพื้นผิวเหล็ก และอุปกรณ์ (α) องศา
ทำความสะอาดผิวโดยการพ่นทราย	200 ถึง 400	800	60 ถึง 90
ทำความสะอาดผิวด้วยเครื่องมือกล			
- ปั่นเข็ม	0	250 ถึง 350	30 ถึง 90
- เครื่องขัด	0	100 ถึง 150	-
ทำความสะอาดผิวด้วยมือ			
- แปรงขัด	0	100	0 ถึง 30
สเปรย์โลหะ	150 ถึง 200	300	90
ทาสี			
- พื้น	200 ถึง 300	200 ถึง 300	90
- แปรง	0	200	45 ถึง 90
- ลูกกลิ้ง	0	200	10 ถึง 90

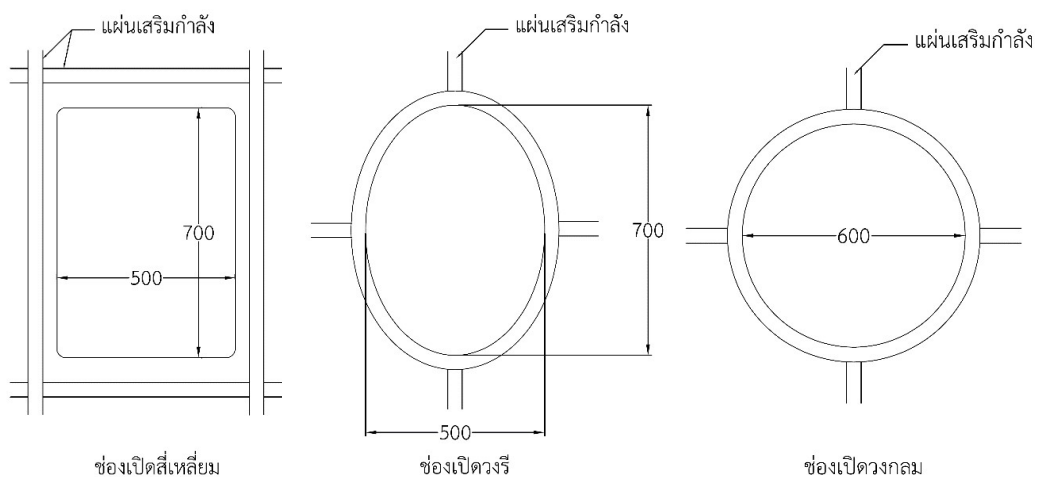


- α มุมระหว่างพื้นผิวเหล็กและแนวแกนของอุปกรณ์สำหรับบำรุงรักษา (หน่วยเป็น องศา)
 D_1 ระยะห่างจากผิวเหล็กถึงอุปกรณ์สำหรับการบำรุงรักษา (หน่วยเป็น มิลลิเมตร)
 D_2 ความยาวของอุปกรณ์สำหรับการบำรุงรักษา (หน่วยเป็น มิลลิเมตร)

รูปที่ 1 พื้นที่ดำเนินงานที่ต้องการในงานป้องกันการกัดกร่อน

(ข้อ 5.1.1)

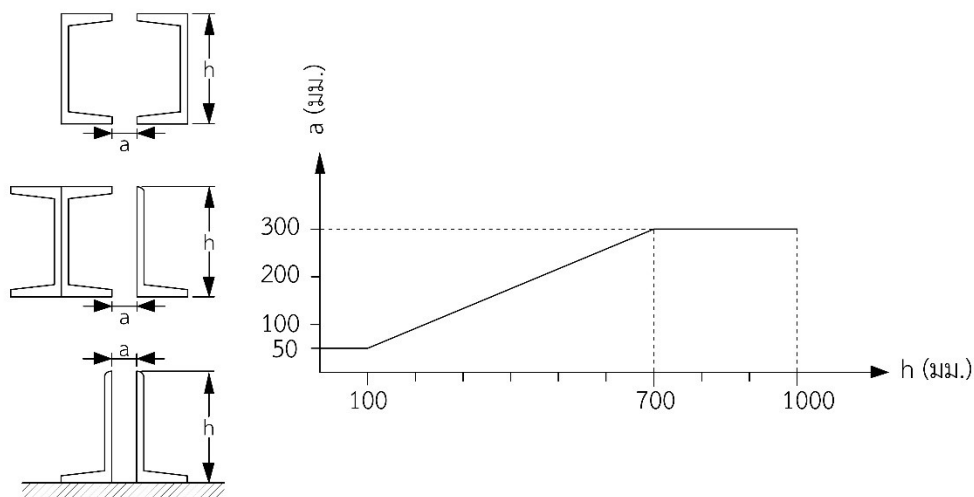
5.1.2 โครงสร้างรูปกล่องที่มีช่องเปิด ที่ช่องเปิดต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานบำรุงรักษาได้ โดยปลอดภัยและใหญ่พอที่จะสามารถใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงอุปกรณ์ความปลอดภัยได้ตามรูปที่ 2 โดยช่องเปิดต้องมีจำนวนและตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถดำเนินการกระบวนการป้องกันการกัดกร่อนได้



รูปที่ 2 ขนาดต่ำสุดของช่องเปิดที่แนะนำ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

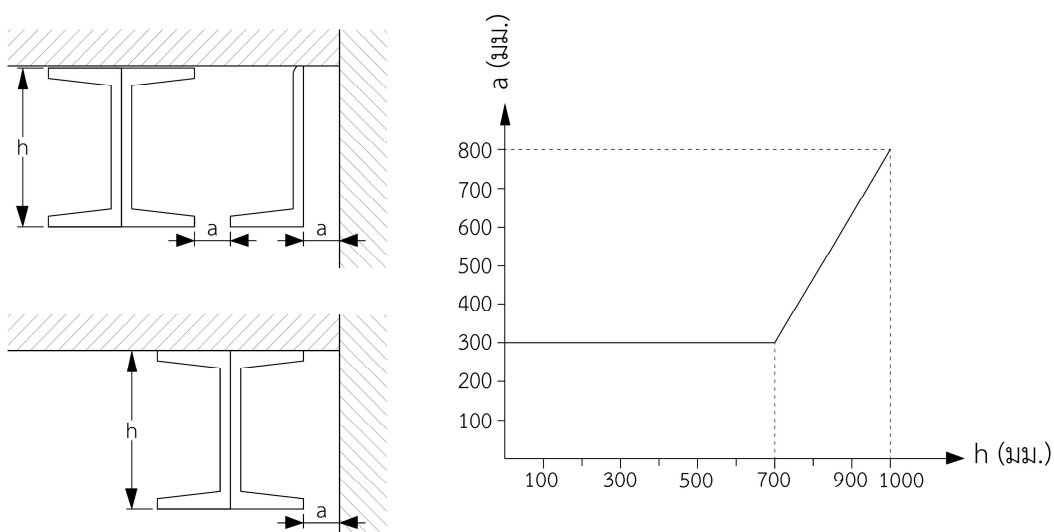
(ข้อ 5.1.2)

5.1.3 องค์อาคารที่อยู่ใกล้เคียงกัน ต้องมีระยะห่างที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถดำเนินการป้องกัน
การกัดกร่อนได้ ตามรูปที่ 3 และ รูปที่ 4



รูปที่ 3 ระยะห่างต่ำสุดระหว่างองค์อาคาร (a)

(ข้อ 5.1.3)



- หมายเหตุ**
1. เมื่อ h มากกว่า 1000 มม. ให้ใช้ a ไม่ต่ำกว่า 800 มม.
 2. ถ้าไม่สามารถปฏิบัติได้ ต้องมีการใช้มาตรการพิเศษอื่น ๆ เพิ่มเติม

รูปที่ 4 ระยะห่างต่ำสุดระหว่างองค์อาคาร และพื้นผิวข้างเคียง (a)

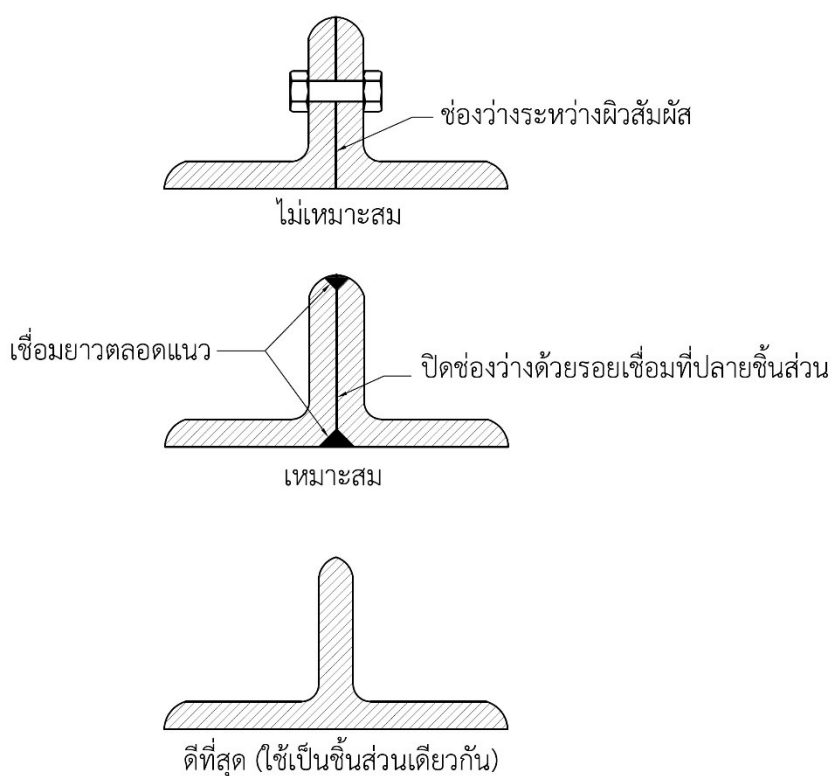
(ข้อ 5.1.3)

5.1.4 ชั้นส่วนองค์อาคารที่ไม่สามารถเข้าถึงได้หลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อน หรือมีระบบป้องกันการกัดกร่อนเสริมที่มีประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้าง หรือพิจารณาเพิ่มความหนาสำหรับการกัดกร่อนที่ยอมให้

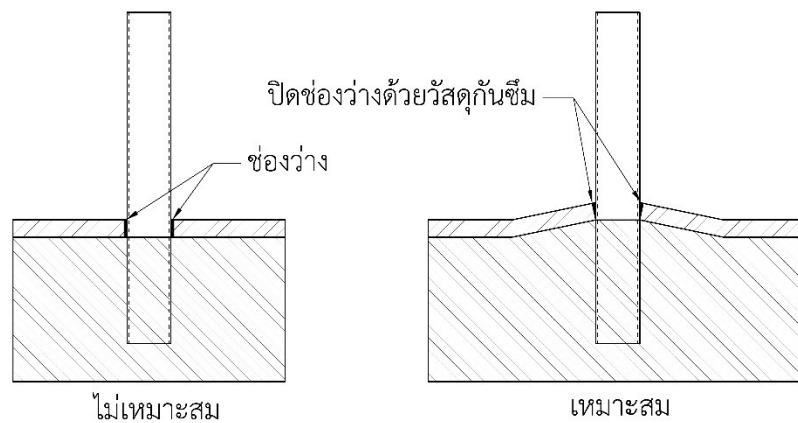
5.2 องค์อาคารที่อยู่ชิดติดกัน

องค์อาคารที่อยู่ชิดติดกันหรือซ้อนทับกันตามแนวสัมผัสขององค์อาคารที่อยู่ชิดติดกัน หรือซ้อนทับกันนั้น ควรทำการเชื่อมปิดตลอดแนว ป้องกันการซึมเข้าไปของน้ำและความชื้น ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนตามมาได้ตามรูปที่ 5

ถ้าเป็นการอยู่ชิดติดกันระหว่างองค์อาคารเหล็กและคอนกรีต เช่น กรณีที่องค์อาคารเหล็กบางส่วนฝังอยู่ในคอนกรีต ควรมีการใช้วัสดุกันซึมที่ผิวคอนกรีตด้านนอกบริเวณที่อยู่ชิดติดกับผิวเหล็กโดยรอบตามรูปที่ 6



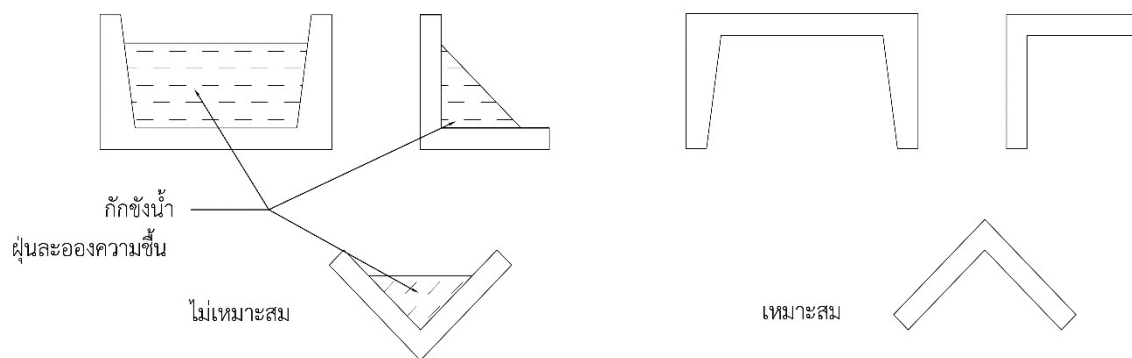
รูปที่ 5 ตัวอย่างการแก้ปัญหาการกัดกร่อนขององค์อาคารที่อยู่ชิดติดกัน
(ข้อ 5.2)



รูปที่ 6 จุดต่อระหว่างองค์อาคารเหล็ก และคอนกรีต
(ข้อ 5.2)

5.3 องค์อาคารที่กักขังน้ำ ฝุนละออง และความชื้น

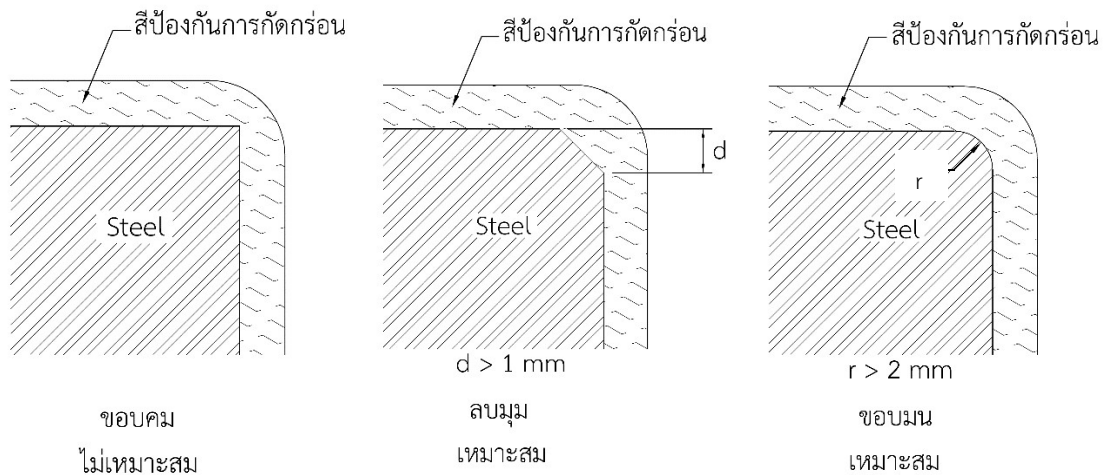
ควรหลีกเลี่ยงการใช้องค์อาคารที่สามารถกักขังน้ำ ฝุนละออง และความชื้นได้ เนื่องจากน้ำ ฝุนละออง และความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญที่จะทำให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนที่รุนแรงและรวดเร็วได้ หากจำเป็นต้องใช้ องค์อาคารดังกล่าวต้องมีการเจาะรูระบายที่เหมาะสม หรือวางตัวขององค์อาคารในลักษณะที่ไม่ทำให้เกิด การกักขังน้ำและฝุนละอองได้ ตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 หลีกเลี่ยงการวางตัวขององค์อาคารที่สามารถกักขังน้ำ ฝุนละออง และความชื้นได้
(ข้อ 5.3)

5.4 ขอบขององค์อาคาร

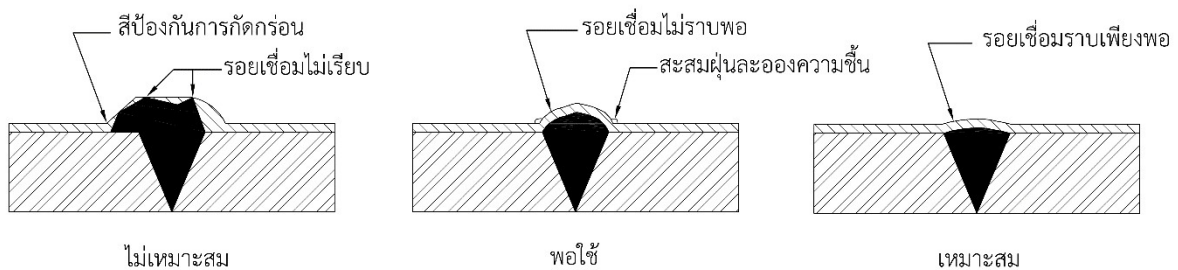
ควรหลีกเลี่ยงการใช้ชิ้นส่วนขององค์อาคารที่มีขอบคมและมีมุมแหลม ควรใช้ชิ้นส่วนที่มีขอบมนแทน เพราะบริเวณที่เป็นขอบคมและมุมแหลมยากต่อการหาสีป้องกันการกัดกร่อนตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 หลักเลี่ยงการใช้ชิ้นส่วนขององค์อาคารที่มีข้อบกพร่อง และมีมุมแหลม
(ข้อ 5.4)

5.5 รอยเชื่อม

ผิวของรอยเชื่อมควรเรียบต่อเนื่องกันและไม่มีรอยหยัก ผิวของรอยเชื่อมที่ไม่เรียบยากต่อการหาสีป้องกันการกัดกร่อน ตามรูปที่ 9



รูปที่ 9 ผิวของรอยเชื่อมควรเรียบต่อเนื่องกันและไม่มีรอยหยัก
(ข้อ 5.5)

5.6 จุดต่อที่ใช้สลักเกลียว

5.6.1 จุดต่อแบบเลื่อนวิฤตที่ใช้สลักเกลียวกำลังสูง

พื้นผิวขององค์อาคารที่ต้องรับแรงเสียดทานในจุดต่อแบบเลื่อนวิฤตต้องได้รับการทำความสะอาดที่ระดับ Sa 2 ½ หรือ St 3

5.6.2 สลักเกลียว แป้นเกลียว และแหวนรอง

สลักเกลียว แป้นเกลียว และแหวนรอง ต้องได้รับการป้องกันการกัดกร่อนที่ระดับความคงทนที่เท่ากันกับการป้องกันการกัดกร่อนขององค์อาคาร

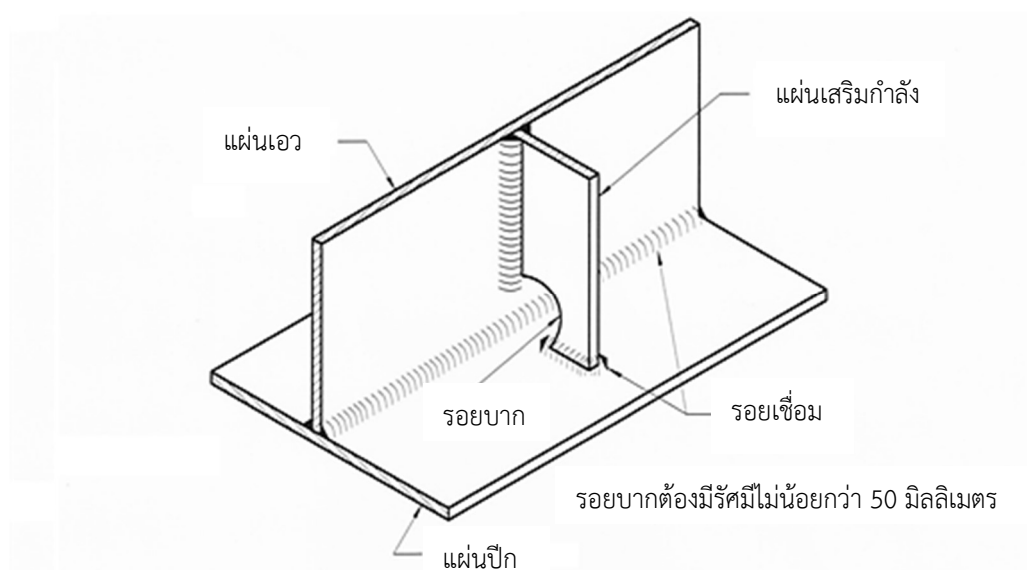
5.7 องค์อาคารรูปกล่องและท่อกลวง

องค์อาคารรูปกล่อง (ภายในสามารถเข้าถึงได้) และท่อกลวง (ภายในไม่สามารถเข้าถึงได้) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้ เพื่อประโยชน์ในด้านการป้องกันการกัดกร่อน

- (1) องค์อาคารรูปกล่อง และท่อกลวง ที่มีปลายเปิด ต้องจัดให้มีระบายน้ำที่เหมาะสม และต้องใช้ระบบป้องกันการกัดกร่อนที่มีประสิทธิภาพ
- (2) องค์อาคารรูปกล่อง และท่อกลวง ที่มีปลายปิด อากาศ และความชื้นต้องผ่านเข้าออกไม่ได้ ต้องมีการเชื่อมต่อตลอดความยาวของแนวตะเข็บรอยต่อแผ่นเหล็ก ช่องเปิดใด ๆ ที่มีต้องมีฝาปิดที่กั้นการซึมผ่านของอากาศและความชื้นได้ในระหว่างการประกอบติดตั้งต้องไม่ให้น้ำขังอยู่ภายใน

5.8 รอยบาก

รอยบากที่แผ่นเสริมกำลัง แผ่นเอว หรือส่วนประกอบอื่นที่คล้ายกัน ต้องมีรัศมีไม่น้อยกว่า 50 มม. ตามรูปที่ 10



รูปที่ 10 การติดตั้งแผ่นเสริมกำลัง

(ข้อ 5.8)

5.9 แผ่นเสริมกำลัง

กรณีใช้แผ่นเสริมกำลังในโครงสร้างอาคาร เพื่อประสิทธิภาพของระบบป้องกันการกัดกร่อน ต้องดำเนินการ ดังนี้

- (1) ต้องมีการเชื่อมโดยรอบตามแนวสัมผัสระหว่างแผ่นเสริมกำลังและองค์อาคาร (รูปที่ 10)
- (2) ต้องออกแบบติดตั้งแผ่นเสริมกำลังให้ไม่เกิดน้ำขัง ฝุ่นละออง และความชื้นได้
- (3) ต้องสามารถให้เข้าไปดำเนินการการเตรียมพื้นผิว และทาสีได้

5.10 การกัดกร่อนจากความต่างศักย์ไฟฟ้าของโลหะ

หลักเลี่ยงการออกแบบที่ต้องให้องค์อาคารเหล็กสัมผัสกับโลหะอื่น เช่น อะลูมิเนียม ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างโลหะทั้งสองสามารถเร่งให้เกิดการกัดกร่อนในเหล็กซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าน้อยกว่าได้ การกัดกร่อนเนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้านี้ สามารถป้องกันได้ด้วยการใส่นวนวนระหว่างโลหะทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านระหว่างโลหะทั้งสองได้

5.11 การเคลื่อนย้าย การขนส่ง และการติดตั้ง

ต้องพิจารณาในเรื่องของการเคลื่อนย้าย การขนส่ง และการติดตั้งโครงสร้าง ตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบ วิธีการยก จุดยก ชนิด และตำแหน่งของหมอนรองโครงสร้างที่เหมาะสมในระหว่างการขนส่ง และการติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อระบบป้องกันการกัดกร่อนขององค์อาคาร

บทที่ 6

การเตรียมพื้นผิว

วัตถุประสงค์หลักของการเตรียมพื้นผิว คือ ต้องการขจัดสนิมและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกจากผิวเหล็ก เพื่อให้เกิดการยึดเกาะที่ดีของสีกับผิวเหล็ก การเลือกวิธีการเตรียมพื้นผิวนั้นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับระดับความสะอาดของพื้นผิวที่ต้องการ

6.1 วิธีการเตรียมพื้นผิว

วิธีการเตรียมพื้นผิวมีหลายวิธี ขึ้นกับชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิวและชนิดของสิ่งที่ต้องการขจัดดังต่อไปนี้

6.1.1 ทำความสะอาดโดยใช้น้ำ ตัวทำละลาย และสารเคมี

- (1) ฉีดน้ำ เป็นการฉีดน้ำไปยังผิวเหล็ก แรงดันของน้ำที่ต้องการขึ้นกับชนิดของสิ่งที่ต้องการขจัด เช่น สิ่งสกปรกที่ละลายน้ำได้ สนิมขุม สีที่เสื่อมสภาพ ในกรณีที่ต้องการขจัด น้ำมัน หรือไขมัน ต้องผสมผงซักฟอกลงไปด้วยแล้วต้องล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง
- (2) อบไอน้ำ ใช้ในการขจัดน้ำมันและไขมัน ถ้ามีการใช้ผงซักฟอกร่วมด้วยต้องล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง
- (3) สารอิมัลชัน ใช้ในการขจัดน้ำมันและไขมัน ตามด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาด
- (4) ด่าง ใช้ในการขจัดน้ำมันและไขมัน ตามด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาด
- (5) ตัวทำละลายอินทรีย์ ใช้ในการขจัดน้ำมันและไขมัน
- (6) การกัดกรด ทำโดยการจุ่มองค์อาคารลงในบ่อกรดเพื่อขจัดสนิม และสนิมรื้อ การกัดกรดสามารถกระทำได้เฉพาะในโรงงานที่มีการควบคุมอย่างดีเท่านั้น

6.1.2 การทำความสะอาดด้วยเครื่องมือ

- (1) เครื่องมือที่ใช้แรงคน เป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้แรงคนในการทำความสะอาด เช่น แปรงลวด กระดาษทราย ผ้าทราย
- (2) เครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้า เป็นเครื่องมือกลที่ต้องใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน เช่น เครื่องขัดต่าง ๆ ปืนเข็ม

6.1.3 การทำความสะอาดแบบพ่นขัด

- (1) การพ่นขัดแบบแห้ง เป็นการทำความสะอาดผิวด้วยการพ่นสารขัดถู โดยใช้แรงดันจากลมพาสารขัดถูผ่านหัวพ่นไปปะทะกับพื้นผิวด้วยความเร็วสูง สามารถขจัด สีเคลือบ สนิม สนิมรื้อได้

- (2) การพ่นขัดแบบเปียกเช่นเดียวกับการพ่นขัดแบบแห้ง แต่มีการเติมน้ำเข้าไปในระบบพ่น ช่วยลดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นได้

6.1.4 การพ่นน้ำแรงดันสูง

การพ่นน้ำแรงดันสูงเป็นการใช้น้ำแรงดันสูงพ่นใส่พื้นผิวที่จะทำความสะอาด แรงดันของน้ำที่ต้องการขึ้นกับชนิดของสิ่งที่ต้องการขัด เช่น สิ่งสกปรกที่ละลายน้ำได้ สนิมขุม สีที่เสื่อมสภาพ ในกรณีที่ต้องการขจัดน้ำมัน หรือไขมัน ต้องผสมผงซักฟอกลงไปด้วยแล้วต้องล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง การพ่นน้ำแรงดันสูงแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

- (1) การพ่นน้ำแรงดันสูง (แรงดันน้ำ 70 - 170 เมกะปาสคาล)
- (2) การพ่นน้ำแรงดันสูงยิ่งยวด (แรงดันน้ำมากกว่า 170 เมกะปาสคาล)

6.1.5 การทำความสะอาดด้วยเปลวไฟ

การทำความสะอาดด้วยเปลวไฟเป็นการใช้เปลวไฟจากก๊าซอะเซทิลีนทำความสะอาดผิว สามารถขจัดสนิม สนิมรืด หลังจากใช้เปลวไฟแล้ว ต้องใช้เครื่องขัดแปลงลดทำความสะอาดฝุ่น และสิ่งปนเปื้อนก่อนการทาสี

6.2 ชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิว

การเตรียมพื้นผิวแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การเตรียมพื้นผิวทั้งองค์อาคาร และการเตรียมพื้นผิวบางส่วนขององค์อาคาร

- (1) การเตรียมพื้นผิวทั้งองค์อาคาร สนิม สนิมรืด สีเคลือบที่มีอยู่ และสิ่งแปลกปลอมจะถูกขจัดออกทั้งหมดจนเหลือแต่ผิวเหล็ก ได้แก่ ชั้นคุณภาพ Sa, St, Fl และ Be ตาม ตารางที่ 4
- (2) การเตรียมพื้นผิวบางส่วน สนิม และสิ่งแปลกปลอมจะถูกขจัดออก แต่สีเคลือบ และโลหะเคลือบที่ติดแน่นยังคงเหลืออยู่ ได้แก่ ชั้นคุณภาพ P Sa, P St และ P Ma ตาม ตารางที่ 5

ก่อนที่จะดำเนินการทาสี ต้องทำให้ผิวเหล็กที่เปียกจากการเตรียมพื้นผิวแห้งก่อน สนิมที่เกิดขึ้นทันที (flash rust) หลังจากการเตรียมพื้นผิวต้องถูกขจัดออก

ตารางที่ 4 ชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิว สำหรับการเตรียมพื้นผิวทั้งองค์อาคาร
(ข้อ 6.2)

ชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิว	วิธีการเตรียมพื้นผิว	คุณลักษณะของผิวที่เตรียม	การใช้งาน
Sa 1	ทำความสะอาดแบบพ่นขัด	สนิมรีด สนิม สีเคลือบ และสิ่งแปลกปลอมที่ติดแบบหลวม ๆ ถูกขจัดออก	ก) พื้นผิวที่ไม่มี การทาสี ข) พื้นผิวที่มีการทาสี ถ้ามีการขจัด สีเคลือบในระดับที่ สอดคล้องกับชั้น คุณภาพ
Sa 2		สนิมรีด สนิม สีเคลือบ และสิ่งแปลกปลอมส่วนใหญ่ ถูกขจัดออก คงเหลือได้เฉพาะส่วนที่ยึดติดแน่นเท่านั้น	
Sa 2 ½		สนิมรีด สนิม สีเคลือบ และสิ่งแปลกปลอม ถูกขจัดออก ยอมให้เหลือได้เฉพาะคราบเล็กน้อยที่มีลักษณะเป็นจุด หรือเป็นแถบเท่านั้น	
Sa 3		สนิมรีด สนิม สีเคลือบ และสิ่งแปลกปลอม ถูกขจัดออกจนหมด	
St 2	เครื่องมือใช้แรงคน เครื่องมือใช้ไฟฟ้า	สนิมรีด สนิม สีเคลือบ และสิ่งแปลกปลอมที่ติดแบบหลวม ๆ ถูกขจัดออก	
St 3		สนิมรีด สนิม สีเคลือบ และสิ่งแปลกปลอมที่ติดแบบหลวม ๆ ถูกขจัดออก แต่ต้องสะอาดกว่าระดับ St 2 สามารถเห็นเงาของโลหะพื้นได้	
Fl	ทำความสะอาดด้วยเปลวไฟ	สนิมรีด สนิม สีเคลือบ และสิ่งแปลกปลอม ถูกขจัดออก	อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของพื้นผิว
Be	การกัดกรด	สนิมรีด สนิม สีเคลือบที่เหลือ และสิ่งแปลกปลอม ถูกขจัดออกโดยสมบูรณ์ (สีเคลือบต้องถูกขจัดออกด้วยวิธีการที่เหมาะสมก่อนการกัดกรด)	เช่น ก่อนการชุบสังกะสี

ตารางที่ 5 **ชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิว สำหรับการเตรียมพื้นผิวบางส่วนขององค์อาคาร**
(ข้อ 6.2)

ชั้นคุณภาพของ การเตรียมพื้นผิว	วิธีการ เตรียมพื้นผิว	คุณลักษณะของผิวที่เตรียม	การใช้งาน
P Sa 2	ทำความสะอาด สะอาดแบบ พ่นขัด เฉพาะที่	มีสีเคลือบที่ติดแน่นอยู่ สำหรับพื้นผิวส่วนอื่น ๆ ต้องขจัดสีเคลือบหลวม สนิมรีดส่วนใหญ่ สนิม และสิ่งแปลกปลอมออก คงเหลือได้เฉพาะส่วนที่ยึดติดแน่นเท่านั้น	สำหรับเตรียม พื้นผิวเหล็กโดยที่ ยังมีสีเคลือบ บางส่วนคงอยู่
P Sa 2 ½		มีสีเคลือบที่ติดแน่นอยู่ สำหรับพื้นผิวส่วนอื่น ๆ ต้องขจัดสีเคลือบหลวม สนิมรีด สนิม และสิ่งแปลกปลอมออก ยอมให้เหลือได้เฉพาะคราบ เล็กน้อยที่มีลักษณะเป็นจุด หรือเป็นแถบเท่านั้น	
P Sa 3		มีสีเคลือบที่ติดแน่นอยู่ สำหรับพื้นผิวส่วนอื่น ๆ ต้องขจัดสีเคลือบหลวม สนิมรีด สนิม และสิ่งแปลกปลอมออกจนหมด	
P Ma	เครื่องขัด เฉพาะที่	มีสีเคลือบที่ติดแน่นอยู่ สำหรับพื้นผิวส่วนอื่น ๆ ต้องขจัดสีเคลือบหลวม สนิมรีด สนิม และสิ่งแปลกปลอมออก ยอมให้เหลือได้เฉพาะคราบ เล็กน้อยที่มีลักษณะเป็นจุด หรือเป็นแถบเท่านั้น	
P St 2	เครื่องมือใช้ แรงคน	มีสีเคลือบที่ติดแน่นอยู่ สำหรับพื้นผิวส่วนอื่น ๆ ต้องขจัดสีเคลือบ สนิมรีด สนิม และสิ่งแปลกปลอมที่ติดแบบหลวม ๆ ออก	
P St 3	เครื่องมือใช้ ไฟฟ้า เฉพาะที่	มีสีเคลือบที่ติดแน่นอยู่ สำหรับพื้นผิวส่วนอื่น ๆ ต้องขจัดสีเคลือบ สนิมรีด สนิม และสิ่งแปลกปลอมที่ติดแบบหลวม ๆ ออก แต่ต้องสะอาด กว่าระดับ P St 2 สามารถเห็นเงาของโลหะพื้นได้	

บทที่ 7

ระบบป้องกันการกัดกร่อน

ระบบป้องกันการกัดกร่อนสำหรับอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณในแต่ละสภาพแวดล้อมตามตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 14 และการเลือกใช้ระบบป้องกันการกัดกร่อนต้องพิจารณารายละเอียดดังต่อไปนี้

- 7.1 ต้องมีการตรวจสอบการเข้ากันได้ของสีจากผู้ผลิตสีก่อนเสมอ ทั้งการเข้ากันได้ของสีแต่ละชั้นที่ทา และการเข้ากันได้ของสีเก่าที่มีอยู่เดิมกับสีใหม่ที่ทาทับในขั้นตอนของการบำรุงรักษา
- 7.2 หากต้องการใช้ระบบสีอื่น ๆ ที่ไม่ตรงกับในตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 14 ระบบสีที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการที่กำหนดในบทที่ 8 จึงจะใช้ได้ ยกเว้นระบบสีที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบกันไฟที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดกร่อนและมีผลทดสอบยืนยัน
- 7.3 การเตรียมพื้นผิวขององค์อาคารเหล็กก่อนการทาสีในมาตรฐานนี้กำหนดให้ใช้ระดับชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิวตามตารางที่ 6 หากต้องการใช้ระดับชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิวเป็นระดับอื่น ระบบสีที่ทาลงบนองค์อาคารเหล็กต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการที่กำหนดในบทที่ 8 จึงจะใช้ได้

ตารางที่ 6 ระดับการเตรียมพื้นผิวขั้นต่ำสำหรับระบบป้องกันการกัดกร่อน
(ข้อ 7.3)

ชนิดของตัวยึดประสานของสีรองพื้น	ระดับการเตรียมพื้นผิวขั้นต่ำ
อัลคิด (AK)	St 3 สำหรับอายุใช้งานของระบบสีไม่เกิน 5 ปี Sa 2 ½ สำหรับอายุใช้งานของระบบสีเกิน 5 ปี
อะครีลิก (AY) อีพ็อกซี (EP) พอลิยูรีเทน (PUR)	St 3 สำหรับอายุใช้งานของระบบสีไม่เกิน 10 ปี Sa 2 ½ สำหรับอายุใช้งานของระบบสีเกิน 10 ปี
คลอรีเนตเต็ด รีบเบอร์ (CR) เอทิล ซิลิเกต (ESI) อีพ็อกซี คอมบิเนชั่น (EPC) พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)	Sa 2 ½

ตารางที่ 7 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C1 และ C2

low-alloy carbon steel: ระดับการเตรียมพื้นผิวเป็นไปตามตารางที่ 6								
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น				สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยัด ประสาน	ชนิดสี รองพื้น	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	ตัวยัดประสาน	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	
A2.01	AK	Misc.	1	40	AK	2	80	2 ถึง 5
A2.02	AK	Misc.	1-2	80	AK	2-3	120	>5 ถึง 10
A2.03	AK	Misc.	1-2	80	AK, AY	2-4	160	> 5 ถึง 10
A2.04	AK	Misc.	1-2	100	-	1-2	100	>5 ถึง 10
A2.05	AY	Misc.	1-2	80	AY	2-4	160	> 5 ถึง 10
A2.06	EP	Misc.	1-2	80	EP, PUR Aliphatic	2-3	120	> 5 ถึง 10
A2.07	EP	Misc.	1-2	80	EP, PUR Aliphatic	2-4	160	>5 ถึง 10
A2.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	-	1	60	> 5 ถึง 10

- หมายเหตุ
- ตัวยัดประสาน
 - AK = อัลคิด
 - AY = อะครีลิก
 - CR = คลอรีนเต็ด รับเบอร์
 - EP = อีพ็อกซี
 - ESI = เอทิล ซิลิเกต
 - PUR = พอลิยูรีเทน
 - EPC = อีพ็อกซี คอมบิเนชั่น
 - PVC = พอลิไวนิลคลอไรด์
 - ชนิดของสีรองพื้น
 - Zn (R) = Zinc-rich primer (ปริมาณของ Zinc ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก)
 - Misc. = สีรองพื้นที่มีผงสีป้องกันการกัดกร่อนชนิดอื่น ๆ
 - NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

ตารางที่ 8 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C3

low-alloy carbon steel: ระดับการเตรียมพื้นผิวเป็นไปตามตารางที่ 6								
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น				สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยึดประสาน	ชนิดสี รอง พื้น	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	ตัวยึดประสาน	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	
A3.01	AK	Misc.	1-2	80	AK	2-3	120	2 ถึง 5
A3.02	AK	Misc.	1-2	80	AK	2-4	160	> 5 ถึง 10
A3.03	AK	Misc.	1-2	80	AK	3-5	200	> 5 ถึง 10
A3.04	AK	Misc.	1-2	80	AY	3-5	200	> 5 ถึง 10
A3.05	AY	Misc.	1-2	80	AY	2-4	160	> 5 ถึง 10
A3.06	AY	Misc.	1-2	80	AY	3-5	200	> 5 ถึง 10
A3.07	EP	Misc.	1	80	EP, PUR Aliphatic	2-3	120	2 ถึง 5
A3.08	EP	Misc.	1	80	EP, PUR Aliphatic	2-4	160	> 5 ถึง 10
A3.09	EP	Misc.	1	80	EP, PUR Aliphatic	3-5	200	> 10 ถึง 15
A3.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	-	1	60	> 5 ถึง 10
A3.11	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	2	160	> 10 ถึง 15
A3.12	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	AY	2-3	160	> 5 ถึง 10
A3.13	EP, PUR	Zn (R)	1	60	AY	3	200	> 10 ถึง 15

- หมายเหตุ
- ตัวยึดประสาน
 - AK = อัลคิต
 - AY = อะครีลิก
 - CR = คลอรีเนตเต็ด รับเบอร์
 - EP = อีพ็อกซี
 - ESI = เอทิล ซิลิเกต
 - PUR = พอลิยูรีเทน
 - EPC = อีพ็อกซี คอมบินเนชั่น
 - PVC = พอลิไวนิลคลอไรด์
 - ชนิดของสีรองพื้น
 - Zn (R) = Zinc-rich primer (ปริมาณของ Zinc ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก)
 - Misc. = สีรองพื้นที่มีผงสีป้องกันการกัดกร่อนชนิดอื่น ๆ
 - NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

ตารางที่ 9 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C4

low-alloy carbon steel: ระดับการเตรียมพื้นผิวเป็นไปตามตารางที่ 6								
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น				สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยึดประสาน	ชนิดสี รองพื้น	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)		จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	
A4.01	AK	Misc.	1-2	80	AK	3-5	200	2 ถึง 5
A4.02	AK	Misc.	1-2	80	AY	3-5	200	2 ถึง 5
A4.03	AK	Misc.	1-2	80	AY	3-5	240	> 5 ถึง 10
A4.04	AY	Misc.	1-2	80	AY	3-5	200	2 ถึง 5
A4.05	AY	Misc.	1-2	80	AY	3-5	240	> 5 ถึง 10
A4.06	EP	Misc.	1-2	160	AY	2-3	200	2 ถึง 5
A4.07	EP	Misc.	1-2	160	AY	2-3	280	> 5 ถึง 10
A4.08	EP	Misc.	1	80	EP, PUR Aliphatic	2-3	240	> 5 ถึง 10
A4.09	EP	Misc.	1	80	EP, PUR Aliphatic	2-3	280	> 10 ถึง 15
A4.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	AY	2-3	160	2 ถึง 5
A4.11	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	AY	2-4	200	> 5 ถึง 10
A4.12	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	AY	3-4	240	> 10 ถึง 15
A4.13	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	2-3	160	2 ถึง 5
A4.14	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	2-3	200	> 5 ถึง 10
A4.15	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	3-4	240	> 10 ถึง 15
A4.16	ESI	Zn (R)	1	60	-	1	60	2 ถึง 5
A4.17	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	1-2	200	2 ถึง 5
A4.18	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	1-2	240	7.5 – 15
A4.19	EP	Misc.	1	200	PUR Aliphatic	1	240	7.5 - 15

- หมายเหตุ
- ตัวยึดประสาน

AK	=	อัลคิต	AY	=	อะครีลิค	CR	=	คลอรีเนตเตด รับเบอร์
EP	=	อีพ็อกซี	ESI	=	เอทิล ซิลิเกต	PUR	=	พอลิยูรีเทน
EPC	=	อีพ็อกซี คอมบิเนชัน	PVC	=	พอลิไวนิลคลอไรด์			
 - ชนิดของสีรองพื้น

Zn (R)	=	Zinc-rich primer (ปริมาณของ Zinc ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก)
Misc.	=	สีรองพื้นที่มีผิวกัดกร่อนชนิดอื่น ๆ
 - NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

ตารางที่ 10 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนสำหรับสภาพแวดล้อม C5-I และ C5-M

low-alloy carbon steel: ระดับการเตรียมพื้นผิวเป็นไปตามตารางที่ 6								
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น				สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยึดประสาน	ชนิดสี รองพื้น	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)		ตัวยึดประสาน	จำนวน ชั้น	
C5-I								
A5I.01	EP, PUR	Misc.	1-2	120	AY	3-4	200	2 ถึง 5
A5I.02	EP, PUR	Misc.	1	80	EP, PUR Aliphatic	3-4	320	> 10 ถึง 15
A5I.03	EP, PUR	Misc.	1	150	EP, PUR Aliphatic	2	300	> 5 ถึง 10
A5I.04	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	3-4	240	> 5 ถึง 10
A5I.05	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	3-5	320	> 10 ถึง 15
A5I.06	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	AY, CR, PVC	4-5	320	> 5 ถึง 10
C5-M								
A5M.01	EP, PUR	Misc.	1	150	EP, PUR Aliphatic	2	300	> 5 ถึง 10
A5M.02	EP, PUR	Misc.	1	80	EP, PUR Aliphatic	3-4	320	> 10 ถึง 15
A5M.03	EP, PUR	Misc.	1	400	-	1	400	> 5 ถึง 10
A5M.04	EP, PUR	Misc.	1	250	EP, PUR Aliphatic	2	500	> 10 ถึง 15
A5M.05	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	4	240	> 5 ถึง 10
A5M.06	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EP, PUR Aliphatic	4-5	320	> 10 ถึง 15
A5M.07	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	EPC	3-4	400	> 15 ถึง 20
A5M.08	EPC	Misc.	1	100	EPC	3	300	> 5 ถึง 10

- หมายเหตุ**
- ตัวยึดประสาน
 - AK = อัลคิต
 - AY = อะครีลิก
 - CR = คลอรีเนตเต็ด รับเบอร์
 - EP = อีพ็อกซี
 - ESI = เอทิล ซิลิเกต
 - PUR = พอลิยูรีเทน
 - EPC = อีพ็อกซี คอมบินเนชั่น
 - PVC = พอลิไวนิลคลอไรด์
 - ชนิดของสีรองพื้น
 - Zn (R) = Zinc-rich primer (ปริมาณของ Zinc ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก)
 - Misc. = สีรองพื้นที่มีผงสีป้องกันการกัดกร่อนชนิดอื่น ๆ
 - NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

ตารางที่ 11 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C1 และ C2

hot-dip-galvanized steel							
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น			สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยัดประสาน	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)		จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	
A7.01	-	-	-	PVC	1	80	> 5 ถึง 10
A7.02	PVC	1	40	PVC	2	120	> 5 ถึง 10
A7.03	PVC	1	80	PVC	2	160	> 10 ถึง 15
A7.04	PVC	1	80	PVC	3	240	> 10 ถึง 15
A7.05	-	-	-	AY	1	80	> 5 ถึง 10
A7.06	AY	1	40	AY	2	120	> 5 ถึง 10
A7.07	AY	1	80	AY	2	160	> 10 ถึง 15
A7.08	AY	1	80	AY	3	240	> 10 ถึง 15
A7.09	-	-	-	EP, PUR Aliphatic	1	80	> 5 ถึง 10
A7.10	EP, PUR	1	60	EP, PUR Aliphatic	2	120	> 10 ถึง 15
A7.11	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	2	160	> 15 ถึง 20
A7.12	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	240	> 15 ถึง 20
A7.13	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	320	> 15 ถึง 20

หมายเหตุ 1. ตัวยัดประสาน AK = อัลคิต AY = อะครีลิก CR = คลอรีเนตเตด รับเบอร์
 EP = อีพ็อกซี ESI = เอทิล ซิลิเกต PUR = พอลิยูรีเทน
 EPC = อีพ็อกซี คอมบิเนชั่น PVC = พอลิไวนิลคลอไรด์

2. NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

ตารางที่ 12 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C3

hot-dip-galvanized steel							
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น			สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยึดประสาน	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)		จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	
A7.01	-	-	-	PVC	1	80	2 ถึง 5
A7.02	PVC	1	40	PVC	2	120	> 5 ถึง 10
A7.03	PVC	1	80	PVC	2	160	> 5 ถึง 10
A7.04	PVC	1	80	PVC	3	240	> 5 ถึง 10
A7.05	-	-	-	AY	1	80	2 ถึง 5
A7.06	AY	1	40	AY	2	120	> 5 ถึง 10
A7.07	AY	1	80	AY	2	160	> 5 ถึง 10
A7.08	AY	1	80	AY	3	240	> 5 ถึง 10
A7.09	-	-	-	EP, PUR Aliphatic	1	80	> 5 ถึง 10
A7.10	EP, PUR	1	60	EP, PUR Aliphatic	2	120	> 5 ถึง 10
A7.11	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	2	160	> 10 ถึง 15
A7.12	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	240	> 15 ถึง 20
A7.13	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	320	> 15 ถึง 20

หมายเหตุ 1. ตัวยึดประสาน AK = อัลคิต AY = อะครีลิก CR = คลอรีเนตเตด รับเบอร์
 EP = อีพ็อกซี ESI = เอทิล ซิลิเกต PUR = พอลิยูรีเทน
 EPC = อีพ็อกซี คอมบิเนชั่น PVC = พอลิไวนิลคลอไรด์

2. NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

ตารางที่ 13 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C4

hot-dip-galvanized steel							
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น			สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยัดประสาน	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)		จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	
A7.03	PVC	1	80	PVC	2	160	> 5 ถึง 10
A7.04	PVC	1	80	PVC	3	240	> 5 ถึง 10
A7.07	AY	1	80	AY	2	160	> 5 ถึง 10
A7.08	AY	1	80	AY	3	240	> 5 ถึง 10
A7.10	EP, PUR	1	60	EP, PUR Aliphatic	2	120	> 5 ถึง 10
A7.11	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	2	160	> 10 ถึง 15
A7.12	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	240	> 15 ถึง 20
A7.13	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	320	> 15 ถึง 20

- หมายเหตุ
- ตัวยัดประสาน

AK = อัลคิต	AY = อะครีลิก	CR = คลอรีเนตเต็ด รับเบอร์
EP = อีพ็อกซี	ESI = เอทิล ซิลิเกต	PUR = พอลิยูรีเทน
EPC = อีพ็อกซี คอมบิเนชั่น	PVC = พอลิไวนิลคลอไรด์	
 - NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

ตารางที่ 14 ระบบสีป้องกันการกัดกร่อนเหล็กชุบสังกะสีเคลือบสีสำหรับสภาพแวดล้อม C5-I และ C5-M

hot-dip-galvanized steel							
ระบบสี หมายเลข	สีรองพื้น			สีทับหน้า	รวม		อายุใช้งาน (ปี)
	ตัวยึดประสาน	จำนวน ชั้น	NDFT (μm)		จำนวน ชั้น	NDFT (μm)	
A7.03	PVC	1	80	PVC	2	160	2 ถึง 5
A7.04	PVC	1	80	PVC	3	240	2 ถึง 5
A7.07	AY	1	80	AY	2	160	2 ถึง 5
A7.08	AY	1	80	AY	3	240	2 ถึง 5
A7.10	EP, PUR	1	60	EP, PUR Aliphatic	2	120	2 ถึง 5
A7.11	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	2	160	> 5 ถึง 10
A7.12	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	240	> 10 ถึง 15
A7.13	EP, PUR	1	80	EP, PUR Aliphatic	3	320	> 15 ถึง 20

- หมายเหตุ
- ตัวยึดประสาน

AK = อัลคิด	AY = อะครีลิก	CR = คลอรีเนตเตด รับเบอร์
EP = อีพ็อกซี	ESI = เอทิล ซิลิเกต	PUR = พอลิยูรีเทน
EPC = อีพ็อกซี คอมบิเนชั่น	PVC = พอลิไวนิลคลอไรด์	
 - NDFT = ความหนาฟิล์มแห้งระบุ

บทที่ 8

การทดสอบระบบสีป้องกันการกัดกร่อน

วิธีการทดสอบนี้เป็นการทดสอบเพื่อประเมินระบบสีสำหรับป้องกันการกัดกร่อนของอาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณในกรณีที่ใช้ระบบสีนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้ในตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 14 หรือใช้ระดับชั้นคุณภาพของการเตรียมพื้นผิวก่อนการทาสีที่แตกต่างไปจากระดับที่กำหนดไว้ในตารางที่ 6

8.1 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

8.1.1 แผ่นทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น แผ่นทดสอบต้องเป็นเหล็กชนิดเดียวกันกับที่ใช้งานขนาดไม่เล็กกว่า 150 มม. x 70 มม. x 2 มม. แผ่นทดสอบต้องผ่านการเตรียมพื้นผิวโดยวิธีพ่นขัดที่ระดับชั้นคุณภาพ Sa 2 ½ หรือ Sa 3 และมีความหยาบของผิวระหว่าง 60 - 100 ไมโครเมตร สำหรับการพ่นขัดด้วยเม็ดขัด หรือมีความหยาบของผิวระหว่าง 40 - 70 ไมโครเมตร สำหรับการพ่นขัดด้วยโลหะ

หมายเหตุ

- การพ่นขัดด้วยเม็ดขัด หมายถึง การทำความสะอาดแบบพ่นขัดด้วยเศษวัสดุคม ขนาดเล็กมาก เช่น ผงเหล็ก เศษเหล็ก หรืออะลูมิเนียมออกไซด์ (คอร์ันดัม)
- การพ่นขัดด้วยโลหะ หมายถึง การทำความสะอาดแบบพ่นขัดด้วยโลหะกลมเล็ก
- ในกรณีที่ต้องการทดสอบระบบสีที่ทาลงบนองค์อาคารที่มีระดับการเตรียมพื้นผิวที่แตกต่างไปจากระดับที่กำหนดไว้ในตารางที่ 6 ให้ทำการเตรียมพื้นผิวแผ่นทดสอบตามระดับการเตรียมพื้นผิวที่ต้องการทดสอบ

8.1.2 จำนวนตัวอย่าง

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แผ่นทดสอบจำนวน 3 แผ่น สำหรับแต่ละการทดสอบ

8.1.3 ระบบสี

- (1) เตรียมตัวอย่างสีและพ่นสีลงบนแผ่นทดสอบตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี ให้ได้ความหนาของฟิล์มเมื่อแห้งตามที่กำหนด โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 20 สีแต่ละชั้นต้องมีความหนาสม่ำเสมอ ต้องไม่ไหลเป็นทาง ไม่ย้อย ไม่มีรอยว่างรอยรูเข็มรอยย่น หรือการพุพอง มีความเงาสม่ำเสมอ
- (2) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ต้องเก็บแผ่นทดสอบที่พ่นสีแล้วไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5) หรือในที่ที่มีอุณหภูมิ

(20 ± 2) องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (65 ± 5) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ก่อนการทดสอบ

- (3) ที่ขอบและด้านหลังของแผ่นทดสอบควรมีระบบป้องกันการกัดกร่อนที่เหมาะสม

8.2 การทดสอบ

8.2.1 ทั่วไป

- (1) รายการทดสอบ และระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของระบบสีสำหรับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เป็นไปตามข้อ 8.2.2
- (2) ในทุกรายการทดสอบ ตัวอย่างทดสอบต้องผ่านเกณฑ์ตามข้อ 8.2.3 อย่างน้อยจำนวน 2 ตัวอย่างในจำนวน 3 ตัวอย่าง จึงจะถือว่ายอมรับได้

8.2.2 รายการทดสอบ

รายการทดสอบความคงทนของระบบสีมีดังต่อไปนี้

- (1) การทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบ (ก่อนและหลังการทดสอบโดยวิธีเร่งสภาวะ) (ข้อ 8.3 หรือ ข้อ 8.4)
- (2) การทดสอบความคงทนของสีโดยวิธีเร่งสภาวะ
 - (ก) การทดสอบความทนความชื้นภายใต้การควบแน่นต่อเนื่อง (ข้อ 8.5)
 - (ข) การทดสอบความทนละอองน้ำเกลือ (ข้อ 8.6)

ตารางที่ 15 และตารางที่ 16 กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของระบบสีโดยวิธีเร่งสภาวะสำหรับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ใช้กับพื้นผิวเหล็ก และพื้นผิวเหล็กชุบสังกะสีตามลำดับ

ตารางที่ 15 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของระบบสี (โดยวิธีเร่งสภาวะ) ที่ใช้กับพื้นผิวเหล็ก
(ข้อ 8.2.2)

ระดับความรุนแรง ของ สภาพแวดล้อม	ระดับความคงทนที่ต้องการ	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (ชั่วโมง)	
		ความทนความชื้นภายใต้ การควบแน่นต่อเนื่อง	ความทนละอองน้ำเกลือ
C1 และ C2	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	48	-
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	48	-
	สูง (> 10 ปี)	120	-
C3	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	48	120
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	120	240
	สูง (> 10 ปี)	240	480
C4	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	120	240
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	240	480
	สูง (> 10 ปี)	480	720
C5-I	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	240	480
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	480	720
	สูง (> 10 ปี)	720	1440
C5-M	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	240	480
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	480	720
	สูง (> 10 ปี)	720	1,440

ตารางที่ 16 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบความคงทนของระบบสี (โดยวิธีเร่งสภาวะ) ที่ใช้กับพื้นผิวเหล็ก
 ชุบสังกะสี
 (ข้อ 8.2.2)

ระดับความรุนแรง ของสภาพแวดล้อม	ระดับความคงทนที่ต้องการ	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (ชั่วโมง)
		ความทนความชื้นภายใต้การ ควบแน่นต่อเนื่อง
C1 และ C2	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	240
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	240
	สูง (> 10 ปี)	240
C3	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	240
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	240
	สูง (> 10 ปี)	240
C4	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	240
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	240
	สูง (> 10 ปี)	480
C5-I	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	240
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	480
	สูง (> 10 ปี)	720
C5-M	ต่ำ (2 ถึง 5 ปี)	240
	ปานกลาง (> 5 ถึง 10 ปี)	480
	สูง (> 10 ปี)	720

8.2.3 คุณสมบัติที่ต้องการ

- (1) กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 ไมโครเมตร เมื่อทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบตาม ข้อ 8.3 แล้ว ระดับการติดแน่นของสีต้องอยู่ที่ระดับ 0 หรือ 1
- (2) กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 ไมโครเมตร เมื่อทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบตาม ข้อ 8.4 แล้ว สีเคลือบต้องไม่หลุดออกจากแผ่นทดสอบจนกว่าหน่วยแรงดึงจะเท่ากับ 5 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า

- (3) เมื่อทดสอบความคงทนของสีโดยวิธีเร่งสภาวะตามข้อ 8.5 และข้อ 8.6 แล้ว ผิวเคลือบของชิ้นทดสอบต้องไม่พอง ย่น หลุดลอก หรือมีรอยแตก
- (4) เมื่อทดสอบความทนละอองน้ำเกลือของสีตามข้อ 8.6 แล้ว สนิมที่เกิดขึ้น (M) คำนวณตามสมการข้างล่างต้องไม่เกิน 1 มม.

$$M = \frac{C - W}{2} \quad (1)$$

ในที่นี้ M = ความกว้างเฉลี่ยของสนิมแต่ละข้างของรอยกรีดหลังจากทดสอบความทนละอองน้ำเกลือ (มิลลิเมตร)

C = ความกว้างสูงสุดของสนิมในแนวตั้งฉากกับรอยกรีด (มิลลิเมตร)

W = ความกว้างของรอยกรีด (มิลลิเมตร)

8.3 การทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบ กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 ไมโครเมตร

8.3.1 เครื่องมือ

- (1) มีดที่มีปลายแหลม ที่มีมุมของคมมีด ระหว่าง 20° ถึง 30°
- (2) แฉกกาวยาง กว้าง 25 มม. ที่มีความแรงยึดติด (10 ± 1) นิวตันต่อความกว้าง 25 มม. (ตามข้อมูลผู้ผลิต)
- (3) แวนชยาย ที่มีกำลังขยาย สองเท่า หรือสามเท่า
- (4) แปรงอ่อนนุ่ม

8.3.2 สภาวะทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5)

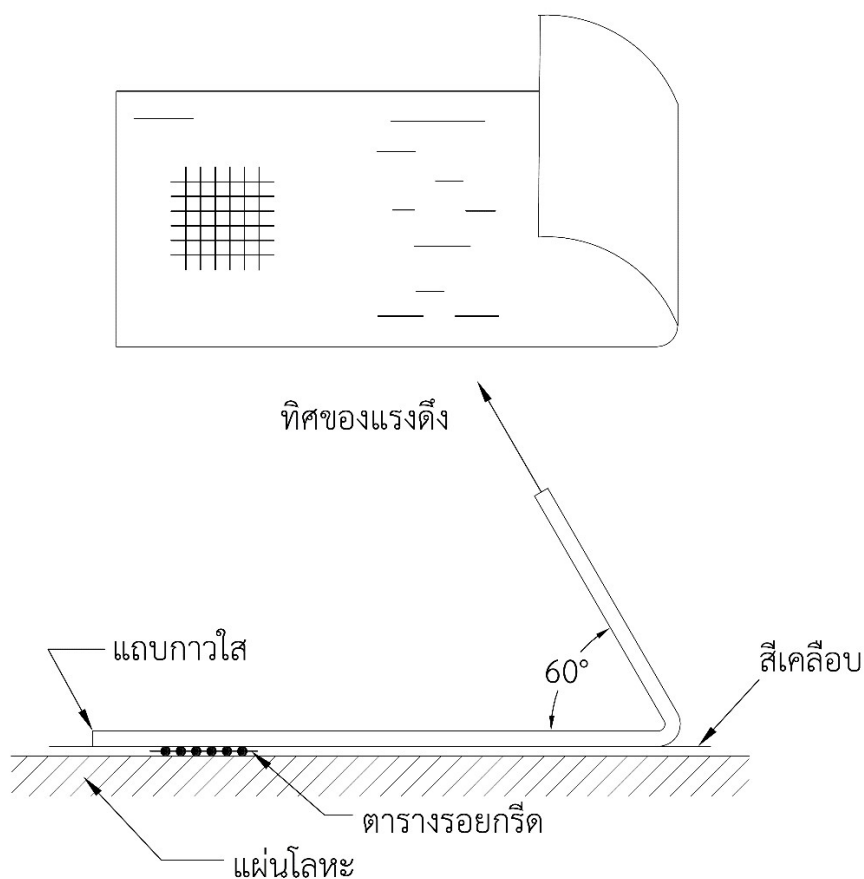
8.3.3 จำนวนรอยกรีด และระยะห่าง

จำนวนรอยกรีดในแนวนานกับความยาวแผ่นทดสอบ และในแนวตั้งฉากกับความยาวแผ่นทดสอบแนวละ 6 เส้น ตัดกันเป็นตาราง โดยมีระยะห่างระหว่างรอยกรีดดังนี้

ความหนาฟิล์ม ไม่เกิน 60 ไมโครเมตร	ระยะห่างรอยกรีด	1 มม.
ความหนาฟิล์ม 61 ไมโครเมตร ถึง 120 ไมโครเมตร	ระยะห่างรอยกรีด	2 มม.
ความหนาฟิล์ม 121 ไมโครเมตร ถึง 250 ไมโครเมตร	ระยะห่างรอยกรีด	3 มม.

8.3.4 การทดสอบ

- (1) ใช้มีดที่มีปลายแหลมกรีดแผ่นทดสอบจากข้อ 8.1 ให้เป็นรอยลึกถึงเนื้อโลหะด้วยแรงกดและความเร็วคงที่ ให้มีจำนวนและระยะห่างตามข้อ 8.3.3
- (2) ใช้แปรงอ่อนนุ่มปัดไปมาเบา ๆ หลาย ๆ ครั้งตามแนวทแยงมุมของตารางรอยกรีดทั้งสองแนว
- (3) ใช้แถบกาวยึดความยาวประมาณ 75 มม. ปิดทับตารางรอยกรีดตามความยาวของแผ่นทดสอบ ใช้ไขว้กดรีดแถบกาวยึดติดแนบสนิทกับแผ่นทดสอบให้ทั่วรอยกรีด และรอบ ๆ รอยกรีด
- (4) ภายในเวลา 5 นาที หลังจากปิดทับด้วยแถบกาวยึดแล้ว ให้ทำการดึงแถบกาวยึดออกในแนวทำมุม 60° โดยประมาณ กับแผ่นทดสอบ ตามรูปที่ 11 โดยใช้เวลาในการดึงระหว่าง 0.5 วินาที ถึง 1.0 วินาที
- (5) ตรวจสอบระดับการติดแน่นของสี



รูปที่ 11 การทดสอบการติดแน่นของสีเคลือบกรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 ไมโครเมตร
(ข้อ 8.3.4)

ตารางที่ 17 ระดับการติดแน่นของสี
(ข้อ 8.3.5)

ระดับการติดแน่น	คำอธิบาย
0	รอยกรีดสมบูรณ์ ไม่มีการหลุดลอกของสี
1	มีการหลุดลอกของสีเล็กน้อยไม่เกินร้อยละ 5 ของตารางรอยกรีด
2	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 5 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 15 ของตารางรอยกรีด
3	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 15 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 35 ของตารางรอยกรีด
4	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 35 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด
5	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด

8.3.5 การรายงานผล

ให้รายงานระดับการติดแน่นของสีเป็นตัวเลข จาก 0 ถึง 5 ตามเกณฑ์ใน ตารางที่ 17 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้เป็นไปตามข้อ 8.2.3

8.4 การทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบ กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 ไมโครเมตร

8.4.1 เครื่องมือ

- (1) เครื่องทดสอบแรงดึง ใช้เครื่องทดสอบแรงดึงที่สามารถควบคุมอัตราการเพิ่มหน่วยแรงดึงให้เพิ่มอย่างสม่ำเสมอไม่เกิน 1 เมกะปาสคาลต่อวินาที ได้
- (2) แท่งยึดทดสอบ ทำจากเหล็กหรืออะลูมิเนียมรูปทรงกระบอกหน้าตัดเรียบ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม.
- (3) มีดที่มีปลายแหลม สำหรับกรีดตัดสีเป็นวงกลมรอบแท่งยึดทดสอบ

8.4.2 สารยึดติด

สารยึดติดที่เลือกใช้ ต้องมีแรงยึดเหนี่ยวที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการวิบัติเนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสี และชิ้นทดสอบเมื่อชุดทดสอบรับแรงดึง

8.4.3 สภาวะทดสอบ

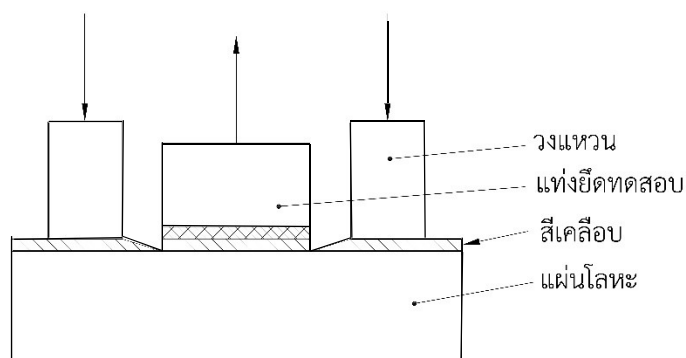
หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5)

8.4.4 จำนวนตัวอย่าง

ให้ทำการทดสอบอย่างน้อย 6 ตัวอย่าง

8.4.5 การทดสอบ

- (1) ทาสารยึดติดที่ปลายของแท่งยึดทดสอบให้สม่ำเสมอทั่วหน้าตัด แล้วนำไปติดยึดบนสีของแผ่นทดสอบจากข้อ 8.1 ทิ้งไว้เป็นระยะเวลาเท่ากับระยะเวลารบ่มตัวของสารยึดติด
- (2) ใช้มีดที่มีปลายแหลมกรีดอย่างระมัดระวังที่แผ่นทดสอบโดยรอบแท่งยึดทดสอบ
- (3) สวมวงแหวนครอบแท่งยึดทดสอบตามรูปที่ 12 แล้วนำไปทดสอบแรงดึง



รูปที่ 12 การทดสอบการติดแน่นของสีเคลือบกรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 ไมโครเมตร
(ข้อ 8.4.5)

- (4) คำนวณหน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแผ่นทดสอบ (σ) เป็นเมกะปาสคาล จากสมการ

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

ในที่นี้ F = แรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแผ่นทดสอบ (นิวตัน)
 A = พื้นที่หน้าตัดของแท่งยึดทดสอบ (ตารางมิลลิเมตร)

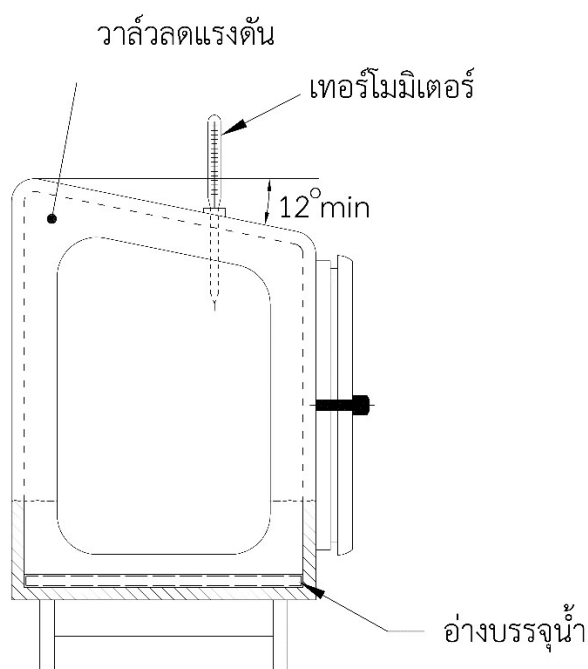
8.4.6 การรายงานผล

รายงานหน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแผ่นทดสอบทุกแผ่น หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้เป็นไปตามข้อ 8.2.3

8.5 การทดสอบความทนความชื้นภายใต้การควบแน่นต่อเนื่อง

8.5.1 เครื่องมือ

- (1) ตู้ทดสอบ (รูปที่ 13) ทำจากวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนและไม่ส่งผลกระทบต่อแผ่นทดสอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ ที่พื้นตู้มีอ่างบรรจุน้ำ การควบคุมอุณหภูมิในตู้ทดสอบทำได้โดยการให้ความร้อนกับน้ำในอ่างบรรจุน้ำ ผนังด้านบนของตู้ต้องมีลักษณะที่ไม่ทำให้เกิดหยดน้ำหยดลงบนแผ่นทดสอบได้ ตู้ทดสอบต้องติดตั้งในห้องที่มีอุณหภูมิ (23 ± 5) องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 75 และสามารถป้องกันกระแสลมและแสงแดดได้ ในกรณีที่ต้องการทดสอบเปรียบเทียบตู้ทดสอบต้องติดตั้งในห้องที่มีอุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส
- (2) ที่วางแผ่นทดสอบ ทำจากวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนและไม่ส่งผลกระทบต่อแผ่นทดสอบ



รูปที่ 13 ตัวอย่างตู้ทดสอบความทนความชื้นภายใต้การควบแน่นต่อเนื่อง
(ข้อ 8.5.1)

8.5.2 สภาวะทดสอบ

สภาวะภายในตู้ทดสอบ ให้มีอุณหภูมิ (40 ± 3) องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ ร้อยละ 100 และมีน้ำควบแน่นที่แผ่นทดสอบ

8.5.3 การทดสอบ

- (1) เติมน้ำ (ควรเป็นน้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่น) ลงในอ่างบรรจุน้ำ ให้มีปริมาณพอที่จะทำให้มีน้ำในอ่างลึกไม่ต่ำกว่า 10 มม. ตลอดช่วงเวลาที่ทดสอบ
- (2) นำแผ่นทดสอบจากข้อ 8.1 ติดตั้งบนที่วางแผ่นทดสอบ โดยให้แผ่นทดสอบทำมุมกับแนวราบไม่ต่ำกว่า 60° และมีระยะห่างดังนี้

ระยะห่างจากผนัง	ไม่ต่ำกว่า 100 มม.
ระยะห่างจากขอบล่างของแผ่นทดสอบถึงระดับน้ำในอ่างบรรจุน้ำ	ไม่ต่ำกว่า 200 มม.
ระยะห่างระหว่างแผ่นทดสอบ	ไม่ต่ำกว่า 20 มม.

การติดตั้งแผ่นทดสอบต้องระวังมิให้หยดน้ำจากเพดาน หรือผนังตู้หยดใส่แผ่นทดสอบได้ และระวังมิให้หยดน้ำจากแผ่นทดสอบที่อยู่เหนือกว่าหยดใส่แผ่นทดสอบที่อยู่ต่ำกว่าได้

- (3) ปิดฝาตู้ทดสอบ เปิดอุปกรณ์ให้ความร้อนกับน้ำในอ่างบรรจุน้ำจนกระทั่งอุณหภูมิในตู้ทดสอบถึงค่าที่กำหนดในข้อ 8.5.2 ภายในเวลาหนึ่งชั่วโมงครึ่ง ซึ่งจะเกิดการควบแน่นของน้ำบนแผ่นทดสอบ
- (4) ดำเนินการทดสอบตามสภาวะในข้อ 8.5.2 ต่อไป เป็นระยะเวลาตามที่กำหนดในตารางที่ 15 หรือตารางที่ 16
- (5) เมื่อทดสอบครบตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ให้นำแผ่นทดสอบมาทำการตรวจพินิจลักษณะของผิวเคลือบ
- (6) นำแผ่นทดสอบจากข้อ (5) มาเก็บไว้ในสภาวะตามข้อ 8.1.3 (2) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบตามข้อ 8.3 หรือข้อ 8.4

8.5.4 การรายงานผล

- (1) ให้รายงานลักษณะผิวเคลือบจากการตรวจพินิจ
- (2) ให้รายงานระดับการติดแน่นของสีเป็นตัวเลข จาก 0 ถึง 5 หรือรายงานหน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแผ่นทดสอบทุกแผ่น

หมายเหตุ หลักเกณฑ์ในการพิจารณารายงานผลให้เป็นไปตามข้อ 8.2.3

8.6 การทดสอบความทนละอองน้ำเกลือ

8.6.1 น้ำเกลือ

- (1) เตรียมโดยละลายโซเดียมคลอไรด์ (ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.6 โดยน้ำหนัก ปราศจากทองแดง และนิกเกิล มีโซเดียมไอโอดีนไม่เกินร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก) ในน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น (50 ± 5) กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- (2) ให้เตรียมน้ำเกลือใหม่ทุกครั้งที่ใช้ โดยทำให้น้ำเกลือร้อนจนถึงอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หรือเตรียมน้ำเกลือจากน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ ๆ แล้วกรองก่อนใส่ในถังบรรจุน้ำเกลือของเครื่องมือ
- (3) ความเป็นกรด - ด่างของน้ำเกลือที่รองรับได้ในตู้ทดสอบให้มีค่าอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 7.2 ถ้าจำเป็นต้องปรับความเป็นกรด - ด่าง ให้ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก หรือโซเดียมไฮคาร์บอเนตขึ้นคุณภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์

8.6.2 เครื่องมือ

- (1) ตู้ทดสอบ ผนังตู้ต้องทำหรือบุด้วยวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของละอองน้ำเกลือ มีฝาปิดที่ออกแบบไม่ให้ละอองน้ำเกลือที่รวมตัวกันเป็นหยดหยดลงบนแผ่นทดสอบ และต้องมีความจุไม่น้อยกว่า 0.4 ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากตู้ที่มีความจุน้อยกว่านี้อาจทำให้การพ่นไม่สม่ำเสมอ
- (2) ตู้ทดสอบต้องระบายอากาศได้ดีเพื่อป้องกันการสะสมความดันภายในตู้ และอิทธิพลจากสถานะแวดล้อมภายนอก
- (3) อุปกรณ์ให้ความร้อนและควบคุมอุณหภูมิ ที่สามารถรักษาอุณหภูมิภายในตู้ทดสอบได้ตามที่กำหนดในข้อ 8.6.5 (1) โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ที่วางในตู้ทดสอบห่างจากผนังอย่างน้อย 100 มม. เทอร์โมมิเตอร์ต้องวางไว้ในตู้ทดสอบให้ห่างจากผนังตู้ ฝาปิด หรือพื้นอย่างน้อย 100 มม. และสามารถอ่านอุณหภูมิได้จากภายนอกตู้ทดสอบ
- (4) อุปกรณ์พ่นน้ำเกลือ ประกอบด้วยท่อส่งอากาศอัด ซึ่งสามารถควบคุมความดันและความชื้นได้ถึงบรรจุภัณฑ์พร้อมหัวฉีดที่ทำด้วยวัสดุทนทานต่อน้ำเกลือ 1 หัว หรือมากกว่า อากาศอัดที่ส่งไปยังแต่ละหัวฉีดต้องผ่านที่กรองเพื่อขจัดน้ำมัน หรือสิ่งไม่พึงประสงค์อื่น ๆ และมีความดัน 10 กิโลปาสกาล ถึง 170 กิโลปาสกาล และเพื่อป้องกันการระเหยของละอองน้ำเกลือต้องทำให้อากาศขึ้นก่อนเข้าสู่หัวฉีด โดยการผ่านถังบรรจุน้ำกลั่นที่อุณหภูมิสูงกว่าตู้ทดสอบเล็กน้อย อุณหภูมิที่แท้จริงของน้ำขึ้นอยู่กับความดันที่ใช้และชนิดของหัวฉีด และต้องปรับเพื่อให้อัตราการละอองน้ำเกลือที่รองรับได้ในตู้ทดสอบและความเข้มข้นของละอองน้ำเกลืออยู่ในช่วงที่กำหนด

- ถังบรรจุน้ำเกลือ ต้องทำด้วยวัสดุที่ทนทานต่อน้ำเกลือ และต้องมีอุปกรณ์ส่งน้ำเกลือไปยังหัวฉีดด้วยอัตราคงที่ตลอดเวลา

- หัวฉีด ต้องทำด้วยวัสดุที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยา เช่น แก้ว หรือพลาสติก

- (5) ที่รองรับละอองน้ำเกลือ ต้องทำด้วยวัสดุที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี วางใกล้หัวฉีดหนึ่งอัน และไกลหัวฉีดอีกหนึ่งอัน โดยให้รับเฉพาะละอองน้ำเกลือเท่านั้น และต้องระวังไม่ให้หยดน้ำเกลือจากแผ่นทดสอบ หรือจากส่วนต่าง ๆ ของที่วางแผ่นทดสอบ หรือจากตู้ทดสอบหยดลงสู่ที่รองรับละอองน้ำเกลือ

หมายเหตุ ที่รองรับละอองน้ำเกลือที่เหมาะสม ได้แก่ กรวยแก้ว หรือกรวยพลาสติกพร้อมกระบอกตวง โดยที่กรวยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มม. มีพื้นที่ประมาณ 80 ตารางเซนติเมตร และจำนวนที่รองรับละอองน้ำเกลือควรเป็นอย่างน้อย 2 เท่า ของจำนวนหัวฉีด

- (6) ที่วางแผ่นทดสอบ ต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำเกลือ เช่น แก้ว พลาสติก หรือไม้ที่เคลือบผิวอย่างเหมาะสม และสามารถวางแผ่นทดสอบให้เอียงเป็นมุมระหว่าง 15° ถึง 25° กับแนวดิ่ง ถ้าต้องแขวนแผ่นทดสอบ วัสดุที่ใช้แขวนต้องไม่เป็นโลหะแต่เป็นใยสังเคราะห์ ด้ายฝ้าย หรือวัสดุอื่นที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำเกลือ อาจวางแผ่นทดสอบที่ระดับต่างกันได้แต่ต้องระวังไม่ให้น้ำเกลือหยดโดนแผ่นทดสอบอื่น

8.6.3 การเตรียมรอยกรีด

นำแผ่นทดสอบจากข้อ 8.1 มาเตรียมรอยกรีด แนะนำให้ใช้เครื่องกรีดเส้นแบบใบมีดเดียว รอยกรีดอาจอยู่ในแนวนาน แนวตั้งฉาก หรือแนวเฉียงกับความยาวแผ่นทดสอบก็ได้ มีความยาวอย่างน้อย 50 มม. ห่างจากขอบแผ่นทดสอบอย่างน้อย 20 มม. และต้องให้เป็นรอยลึกถึงเนื้อโลหะ ตลอดความยาวของรอยกรีด

8.6.4 การวางแผ่นทดสอบ

- (1) วางแผ่นทดสอบไว้ในตู้ทดสอบโดยไม่ให้อยู่ในแนวเดียวกับแนวละอองน้ำเกลือที่พ่นออกมาจากหัวฉีด
- (2) วางแผ่นทดสอบในตู้ทดสอบโดยให้ด้านที่ต้องการทดสอบหงายขึ้นรับละอองน้ำเกลือ และเอียงแผ่นทดสอบเป็นมุมระหว่าง 15° ถึง 25° กับแนวดิ่ง

หมายเหตุ มุมของการวางแผ่นทดสอบแต่ละแผ่นในตู้ทดสอบมีความสำคัญมาก

ถ้ามีการตกลงกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง ขึ้นส่วนเคลือบสีที่ต้องการทดสอบอาจมีรูปร่างต่าง ๆ กัน จึงควรวางขึ้นทดสอบในลักษณะปกติของการใช้งาน โดยให้ขีดขวางการกระจายตัวของละอองน้ำเกลือน้อยที่สุด

การเกิดข้อบกพร่องของผิวเคลือบจากการวางแผนทดสอบที่มุมต่างกันต้องนำมาพิจารณาในการประเมินผลทดสอบด้วย

- (3) ควรวางแผนทดสอบไม่ให้สัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกับส่วนใดส่วนหนึ่งของตัวทดสอบและให้พื้นผิวทดสอบสัมผัสกับละอองน้ำเกลือที่พ่นได้อย่างอิสระ

8.6.5 สภาวะทดสอบ

- (1) ตัวทดสอบต้องมีอุณหภูมิ (35 ± 2) องศาเซลเซียส
- (2) อัตราเฉลี่ยของน้ำเกลือที่รองรับได้เมื่อวัดเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมง ถึง 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อชั่วโมง สำหรับพื้นที่การเก็บในแนวนอน 80 ตารางเซนติเมตร โดยน้ำเกลือที่รองรับได้ต้องมีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (50 ± 10) กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และความเป็นกรด – ด่าง อยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 7.2
- (3) ห้ามนำน้ำเกลือที่พ่นแล้วกลับมาใช้ใหม่

8.6.6 การทดสอบ

- (1) ติดตั้ง และปรับเครื่องทดสอบตามสภาวะทดสอบที่กำหนดในข้อ 8.6.5
- (2) วางแผ่นทดสอบจากข้อ 8.6.3 ในตัวทดสอบตามที่กำหนดในข้อ 8.6.4
- (3) ปิดตัวทดสอบแล้วฉีดพ่นน้ำเกลืออย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาทดสอบ ตามตารางที่ 15
- (4) เมื่อครบกำหนดเวลาทดสอบให้นำแผ่นทดสอบออกจากเครื่องทดสอบ และล้างด้วยน้ำอุ่นที่สะอาดเพื่อขจัดน้ำเกลือที่ค้างบนพื้นผิวทดสอบทำให้แผ่นทดสอบแห้ง ตรวจสอบนิจลักษณะของผิวเคลือบ และตรวจสอบการเกิดสนิม
- (5) นำแผ่นทดสอบจากข้อ (4) มาเก็บไว้ในสภาวะตามข้อ 8.1.3 (2) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบตามข้อ 8.3 หรือข้อ 8.4

8.6.7 การรายงานผล

- (1) ให้รายงานลักษณะผิวเคลือบจากการตรวจพินิจ
- (2) ให้รายงานความกว้างเฉลี่ยของสนิมสูงสุดในแนวตั้งฉากกับรอยกรีด (M)
- (3) ให้รายงานระดับการติดแน่นของสีเป็นตัวเลข จาก 0 ถึง 5 หรือ รายงานหน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแผ่นทดสอบทุกแผ่น

หมายเหตุ หลักเกณฑ์ในการพิจารณารายงานผลให้เป็นไปตามข้อ 8.2.3

บทที่ 9

การป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กแบบอื่น ๆ

9.1 การป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีชุบสังกะสี

การป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีชุบสังกะสีเป็นการป้องกันการกัดกร่อนขององค์อาคารเหล็กโครงสร้างรูปพรรณโดยการชุบสังกะสีด้วยวิธีการชุบร้อน ความหนาเฉลี่ยต่ำสุดของสังกะสีที่เคลือบและอายุใช้งานเป็นไปตามตารางที่ 18 ข้อนำในการออกแบบรายละเอียดชิ้นส่วนองค์อาคารสำหรับการชุบสังกะสีเป็นไปตามมาตรฐาน EN ISO 14713 (1999) Protection Against Corrosion of Iron and Steel in Structures – Zinc and Aluminium Coatings – Guidelines

ตารางที่ 18 ความหนาเฉลี่ยต่ำสุดของสังกะสีที่เคลือบผิว และอายุใช้งาน
(ข้อ 9.1)

ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม	ความหนาเฉลี่ยต่ำสุด (ไมโครเมตร)	อายุใช้งาน (ปี)	หมายเหตุ
C1 และ C2	25 ถึง 40 45 ถึง 85	15 ถึง 35 50	-
C3	25 ถึง 40 45 ถึง 85	10 ถึง 15 20 ถึง 40	- -
C4	25 ถึง 40 45 ถึง 70 85	5 ถึง < 10 10 ถึง 15 20	- แผ่นเหล็กหนา < 6 มม. แผ่นเหล็กหนา ≥ 6 มม.
C5-1 และ C5-M การกัดกร่อนของสังกะสี 4-6 ไมโครเมตร/ปี	25 ถึง 40 45 ถึง 70 85 115	< 5 5 ถึง < 10 10 ถึง < 15 15 ถึง 20	- แผ่นเหล็กหนา < 6 มม. แผ่นเหล็กหนา ≥ 6 มม. บางกรณีอาจไม่สามารถทำได้
C5-1 และ C5-M การกัดกร่อนของสังกะสี 6-8 ไมโครเมตร/ปี	25 ถึง 55 70 ถึง 85 115 150 ถึง 200	< 5 5 ถึง < 10 10 ถึง < 15 15 ถึง 20	แผ่นเหล็กหนา < 3 มม. แผ่นเหล็กหนา ≥ 3 มม. บางกรณีอาจไม่สามารถทำได้ บางกรณีอาจไม่สามารถทำได้

9.2 การป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีแคโทดิก

การป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีแคโทดิกเป็นการป้องกันการกัดกร่อนโดยใช้หลักการทางไฟฟ้าเคมี ทำให้โลหะอื่นเกิดการกัดกร่อนแทนองค์อาคารเหล็ก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วิธีแคโทดิกแบบกัลวานิก และวิธีแคโทดิกแบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

- (1) วิธีแคโทดิกแบบกัลวานิกจะใช้โลหะที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าเหล็ก มาเชื่อมต่อกับองค์อาคารเหล็ก ให้ครบวงจรไฟฟ้า โลหะที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าจะเป็นโลหะกร่อนแทนทำหน้าที่เป็นขั้วบวก (แอโนด) องค์อาคารเหล็กจะทำหน้าที่เป็นขั้วลบ (แคโทด) ผลของความต่างศักย์ไฟฟ้าของโลหะทั้งสองทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าวิ่งจากแอโนดไปสู่แคโทด ผ่านตัวกลางเช่น น้ำ ดิน (อากาศไม่สามารถเป็นตัวกลางให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้) ทำให้โลหะกร่อนแทนเกิดการกัดกร่อนในขณะที่องค์อาคารเหล็กไม่เกิดการกัดกร่อน โลหะกร่อนแทนที่นิยมใช้เป็นแอโนด ได้แก่ สังกะสี และอะลูมิเนียม
- (2) วิธีแคโทดิกแบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง หลักการทำงานเช่นเดียวกับวิธีแคโทดิกแบบกัลวานิก ต่างกันที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลในระบบมาจากอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ไม่ได้เกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าของโลหะทั้งสอง

ความแตกต่างระหว่างการป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีแคโทดิกแบบกัลวานิก และวิธีแคโทดิกแบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแสดงไว้ในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ความแตกต่างระหว่างการป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีแคโทดิกแบบกัลวานิก และวิธีแคโทดิกแบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง
(ข้อ 9.2)

วิธีแคโทดิกแบบกัลวานิก	วิธีแคโทดิกแบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง
ไม่ต้องการแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากภายนอก	ต้องการแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากภายนอก
ศักย์ไฟฟ้าขับเคลื่อนมีค่าคงที่	ศักย์ไฟฟ้าขับเคลื่อนปรับค่าได้ตามต้องการ
กระแสไฟฟ้าคงที่	กระแสไฟฟ้าปรับค่าได้ตามต้องการ
จำกัดกระแสไฟฟ้า (10 – 50 มิลลิแอมแปร์)	ไม่จำกัดกระแสไฟฟ้า (10 – 100 แอมแปร์)
ใช้กับตัวกลางที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ	ใช้กับตัวกลางที่มีความต้านทานไฟฟ้าได้เกือบทุกค่า
ใช้ได้กับองค์อาคารขนาดเล็กหรือองค์อาคารที่มีการทาสีอย่างดี	ใช้ได้กับองค์อาคารทุกขนาด
ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ที่ป้องกัน สูง	ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ที่ป้องกัน ต่ำ
ต้องการการบำรุงรักษาน้อย	ต้องการการบำรุงรักษาสูง
ไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อนแบบ Stray Current	อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนแบบ Stray Current

9.2.1 โลหะกร่อนแทน

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้สังกะสีเจือ หรืออะลูมิเนียมเจือที่มีส่วนประกอบตามตารางที่ 20 เป็นแอโนดทำหน้าที่เป็นโลหะกร่อนแทน

ตารางที่ 20 ร้อยละส่วนประกอบของสังกะสีเจือ และอะลูมิเนียมเจือสำหรับทำเป็นแอโนด
(ข้อ 9.2.1)

ธาตุองค์ประกอบ	สังกะสีเจือ	อะลูมิเนียมเจือ
Zn	ส่วนที่เหลือ	2.5 – 5.75
Al	0.10 – 0.50	ส่วนที่เหลือ
In	-	0.015 – 0.040
Cd	≤ 0.07	≤ 0.002
Si	-	≤ 0.12
Fe	≤ 0.005	≤ 0.09
Cu	≤ 0.005	≤ 0.003
Pb	≤ 0.006	-

9.2.2 การคำนวณน้ำหนักวัสดุสำหรับใช้เป็นโลหะกร่อนแทน

น้ำหนักวัสดุที่จะใช้เป็นโลหะกร่อนแทนคำนวณได้จากสมการ

$$M_a = \frac{i_{cm} A t_f 8760}{u \epsilon} \quad (3)$$

ในที่นี้ M_a	=	น้ำหนักทั้งหมดของวัสดุที่ใช้เป็นโลหะกร่อนแทน (กิโลกรัม)
i_{cm}	=	ความหนาแน่นกระแสเฉลี่ยขององค์อาคาร จากตารางที่ 21 (แอมแปร์ต่อตารางเมตร)
A	=	พื้นที่ผิวขององค์อาคาร (ตารางเมตร)
t_f	=	อายุใช้งาน (ปี)
ϵ	=	ความจุแอโนด จากตารางที่ 22 (แอมแปร์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม)
u	=	anode utilization factor จากตารางที่ 23

ตารางที่ 21 ความหนาแน่นกระแสเฉลี่ยสำหรับองค์อาคารเหล็กในน้ำทะเล (แอมแปร์ต่อตารางเมตร)
(ข้อ 9.2.2)

ความลึก (เมตร)	อุณหภูมิที่ผิวน้ำ		
	> 20 องศาเซลเซียส	12 – 20 องศาเซลเซียส	7-12 องศาเซลเซียส
0 – 30	0.070	0.080	0.100
> 30 – 100	0.060	0.070	0.080
> 100 – 300	0.070	0.080	0.090
> 300	0.090	0.100	0.110

ตารางที่ 22 ความจุแอโนดออกแบบ และศักย์ไฟฟ้าออกแบบของแอโนด
(ข้อ 9.2.2)

วัสดุแอโนด	สภาพแวดล้อม	ความจุแอโนดออกแบบ (แอมแปร์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม)	ศักย์ไฟฟ้าออกแบบของแอโนด (โวลต์)
อะลูมิเนียมเจือ	น้ำทะเล	2,000	-1.05
	ตะกอนดิน	1,500	-0.95
สังกะสีเจือ	น้ำทะเล	780	-1.00
	ตะกอนดิน	700	-0.95

ตารางที่ 23 anode utilization factor
(ข้อ 9.2.2)

รูปแบบแอโนด	anode utilization factor
แท่งกลมยาวขนานกับองค์อาคาร (long slender stand - off) ความยาว ≥ 4 เท่ารัศมี	0.90
แท่งกลมสั้นขนานกับองค์อาคาร (short slender stand - off) ความยาว < 4 เท่ารัศมี	0.85
แนบกับองค์อาคารแบบยาว (long flush mounted) ความยาว ≥ 4 เท่าความกว้าง และ ความยาว ≥ 4 เท่าความหนา	0.85
แนบกับองค์อาคารแบบสั้น (short flush mounted) แบบกำไลสวม (bracelet) และ แบบอื่น ๆ	0.80

9.3 องค์อาคารเหล็กที่ไม่สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้

องค์อาคารเหล็กที่ไม่สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ เช่น องค์อาคารที่อยู่ใต้ดิน อาจใช้วิธีเพิ่มความหนาขององค์อาคารสำหรับการกัดกร่อนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ข้อมูลอัตราการกัดกร่อนขององค์อาคารเหล็กในสถานะที่ใช้งาน ตารางที่ 24 เป็นตัวอย่างอัตราการกัดกร่อนเฉลี่ยของเหล็กเสาะเข็ม และเสาะเข็มพืดที่ใช้งานในสถานะต่าง ๆ กัน ซึ่งแนะนำโดย มาตรฐาน EN 1993-5:2007 Eurocode 3 - Design of Steel Structures - Part 5: Piling

ตารางที่ 24 อัตราการกัดกร่อนเฉลี่ยของเหล็กเสาะเข็ม และเสาะเข็มพืดในดิน
(ข้อ 9.3)

ชนิดของดิน (ทั้งกรณีมีน้ำใต้ดิน และไม่มีน้ำใต้ดิน)	อัตราการกัดกร่อนที่ผิวเหล็กเฉลี่ย (มม./ปี)
1. ดินเดิมที่ไม่มีมลภาวะ (ทราย ดินฝุ่น ดินเหนียว)	0.012
2. ดินเดิมที่มีมลภาวะ และดินในที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม	0.030
3. ดินเดิมที่มีมลภาวะต่อการกัดกร่อนสูง (หนองน้ำที่มีการทับถมเน่าเปื่อย)	0.040
4. ดินถมไม่บดอัดที่ไม่มีมลภาวะต่อการกัดกร่อน (ทราย ดินฝุ่น ดินเหนียว)	0.028
5. ดินถมบดอัดที่ไม่มีมลภาวะต่อการกัดกร่อน (ทราย ดินฝุ่น ดินเหนียว)	0.014
6. ดินถมไม่บดอัดที่มีมลภาวะต่อการกัดกร่อนสูง (ซีเมนต์ สแลก)	0.080
7. ดินถมบดอัดที่มีมลภาวะต่อการกัดกร่อนสูง (ซีเมนต์ สแลก)	0.040

หมายเหตุ อัตราการกัดกร่อนที่ผิวเหล็กเฉลี่ย ได้จากค่าเฉลี่ยของการกัดกร่อนที่อายุใช้งาน 25 ปี จากการตรวจวัด

ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลอัตราการกัดกร่อนขององค์อาคารเหล็กในสถานะที่ใช้งานได้ เพื่อเป็นแนวทาง อาจคิดที่ 0.25 มม. ถึง 0.5 มม. ต่อปี

เอกสารอ้างอิง

- (1) กรมโยธาธิการและผังเมือง, “มาตรฐานงานคอนกรีตเมื่อพิจารณาความคงทน และอายุการใช้งาน (มยพ.1332-55) (ปรับปรุงครั้งที่ 1)”, 2555
- (2) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, “วิธีทดสอบสี วาร์นิช และวัสดุที่เกี่ยวข้อง (มอก.285)”, เล่ม 51 ความทนละอองน้ำเกลือ, 2549
- (3) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes – Determination of Resistance to Neutral Salt Spray (Fog) (BS EN ISO 7253)”, 2001
- (4) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes; Cross-Cut Test (DIN EN ISO 2409)”, 1994
- (5) International Organization for Standardization (ISO), “Paints, Varnishes and Plastics; Pull-Off Test for Adhesion (DIN EN ISO 4624)”, 2003
- (6) International Organization for Standardization (ISO), “Eurocode 3 - Design of Steel Structures - Part 5: Piling (EN 1993-5)”, 2007
- (7) International Organization for Standardization (ISO), “Protection Against Corrosion of Iron and Steel in Structures – Zinc and Aluminium Coatings – Guidelines (EN ISO 14713)”, 1999
- (8) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes – Determination of resistance to Humidity – 2005 Part 2: Procedure for Exposing Test Specimens in Condensation- Water Atmospheres (ISO 6270-2)”, 2005
- (9) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems 1998 (E) Part 1: General Introduction (ISO 12944-1)”, 1998
- (10) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems 1998 (E) Part 2: Classification of Environments (ISO 12944-2)”, 1998
- (11) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems 1998 (E) Part 3: Design Considerations (ISO 12944-3)”, 1998
- (12) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems 1998 (E) Part 4: Types of Surface and Surface Preparation (ISO 12944-4)”, 1998

- (13) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems 1998 (E) Part 5: Protective Paint Systems (ISO 12944-5)”, 1998
- (14) International Organization for Standardization (ISO), “Paints and Varnishes - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems 1998 (E) Part 6: Laboratory Performance Test Methods (ISO 12944-6)”, 1998

ภาคผนวก ก. แบบฟอร์มการทดสอบความคงทนของสี

ชนิดแผ่นทดสอบ ☐ เหล็กกล้าคาร์บอนขนาด ☐ เหล็กชุบสังกะสี ขนาด ชั้นคุณภาพการเตรียมพื้นผิว สภาวะห้องทดสอบ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม ระดับความทนที่ต้องการ ทดสอบวันที่				บฟ.มยผ.....		ทะเบียนทดสอบ															
				(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบ กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 μm		ผู้ทดสอบ															
						ผู้ตรวจสอบ															
							อนุมัติ														
ระบบสีที่ทดสอบ																					
สีรองพื้น				สีทับหน้า		รวม															
ตัวยึดประสาน	ชนิดสีรองพื้น	จำนวนชั้น	NDFT (μm)	ตัวยึดประสาน	จำนวนชั้น	NDFT (μm)															
คุณลักษณะ				ตัวอย่าง																	
				1	2	3															
ระดับการติดแน่นของสี (0-5)																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">ระดับการติดแน่น</th> <th>คำอธิบาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>รอยกรีดสมบูรณ์ ไม่มีการหลุดลอกของสี</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>มีการหลุดลอกของสีเล็กน้อยไม่เกินร้อยละ 5 ของตารางรอยกรีด</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 5 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 15 ของตารางรอยกรีด</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 15 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 35 ของตารางรอยกรีด</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 35 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด</td> </tr> </tbody> </table>								ระดับการติดแน่น	คำอธิบาย	0	รอยกรีดสมบูรณ์ ไม่มีการหลุดลอกของสี	1	มีการหลุดลอกของสีเล็กน้อยไม่เกินร้อยละ 5 ของตารางรอยกรีด	2	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 5 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 15 ของตารางรอยกรีด	3	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 15 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 35 ของตารางรอยกรีด	4	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 35 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด	5	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด
ระดับการติดแน่น	คำอธิบาย																				
0	รอยกรีดสมบูรณ์ ไม่มีการหลุดลอกของสี																				
1	มีการหลุดลอกของสีเล็กน้อยไม่เกินร้อยละ 5 ของตารางรอยกรีด																				
2	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 5 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 15 ของตารางรอยกรีด																				
3	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 15 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 35 ของตารางรอยกรีด																				
4	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 35 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด																				
5	มีการหลุดลอกของสีมากกว่าร้อยละ 65 ของตารางรอยกรีด																				
สรุปผลการทดสอบ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน																					

ชนิดแผ่นทดสอบ ☐ เหล็กกล้าคาร์บอนขนาด ☐ เหล็กชุบสังกะสี ขนาด ชั้นคุณภาพการเตรียมพื้นผิว สภาวะห้องทดสอบ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม ระดับความทนที่ต้องการ ทดสอบวันที่				บฟ.มยผ.....		ทะเบียนทดสอบ	
				(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบการติดแน่นของสีที่เคลือบ กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 μm		ผู้ทดสอบ	
						ผู้ตรวจสอบ	
							อนุมัติ
ระบบสีที่ทดสอบ							
สีรองพื้น				สีทับหน้า		รวม	
ตัวยึดประสาน	ชนิดสีรองพื้น	จำนวนชั้น	NDFT (μm)	ตัวยึดประสาน	จำนวนชั้น	NDFT (μm)	
คุณลักษณะ				ตัวอย่าง			
				1	2	3	4
แรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแท่งยึดทดสอบ (นิวตัน)							
หน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแท่งยึดทดสอบ (MPa)							
พื้นที่หน้าตัดของแท่งยึดทดสอบ ตร.มม. สรุปผลการทดสอบ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน							

ชนิดแผ่นทดสอบ ☐ เหล็กกล้าคาร์บอนขนาด ☐ เหล็กชุบสังกะสี ขนาด ชั้นคุณภาพการเตรียมพื้นผิว สภาวะห้องทดสอบ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม ระดับความทนทานที่ต้องการ ทดสอบวันที่				บพ.มยผ.....		ทะเบียนทดสอบ	
				(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความทนความชื้น ภายใต้การควบแน่นต่อเนื่อง		ผู้ทดสอบ	
						ผู้ตรวจสอบ	
							อนุมัติ
ระบบสีที่ทดสอบ							
สีรองพื้น				สีทับหน้า		รวม	
ตัวยึดประสาน	ชนิดสีรองพื้น	จำนวนชั้น	NDFT (μm)	ตัวยึดประสาน	จำนวนชั้น	NDFT (μm)	
สภาวะในตู้ทดสอบ อุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ชั่วโมง							
คุณลักษณะ				ตัวอย่าง			
				1	2	3	4
การพอง ย่น หลุดลอก หรือแตก ของสีเคลือบ (มี / ไม่มี)							
การติดแน่นของสี กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 μm							
ระดับการติดแน่นของสี (0-5)							
การติดแน่นของสี กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 μm พื้นที่หน้าตัดของแท่งยึดทดสอบ ตร.มม.							
แรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแท่งยึดทดสอบ (นิวตัน)							
หน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแท่งยึดทดสอบ (MPa)							
สรุปผลการทดสอบ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน							

ชนิดแผ่นทดสอบ ☐ เหล็กกล้าคาร์บอนขนาด ☐ เหล็กชุบสังกะสี ขนาด ชั้นคุณภาพการเตรียมพื้นผิว สภาวะห้องทดสอบ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม ระดับความคงทนที่ต้องการ ทดสอบวันที่				บพ.มยผ.....		ทะเบียนทดสอบ	
				(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบ ความทนละอองน้ำเกลือ		ผู้ทดสอบ	
						ผู้ตรวจสอบ	
						อนุมัติ	
ระบบสีที่ทดสอบ							
สีรองพื้น				สีทับหน้า		รวม	
ตัวยึดประสาน	ชนิดสีรองพื้น	จำนวนชั้น	NDFT (μm)	ตัวยึดประสาน	จำนวนชั้น	NDFT (μm)	
สภาวะในตู้ทดสอบ อุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ชั่วโมง							
คุณลักษณะ				ตัวอย่าง			
				1	2	3	4
การพอง ย่น หลุดล่อน หรือแตก ของสีเคลือบ (มี / ไม่มี)							
การเกิดสนิม							
ความกว้างสูงสุดของสนิมในแนวตั้งฉากกับรอยกรีด C (มม.)							
ความกว้างของรอยกรีด W (มม.)							
กว้างเฉลี่ยของสนิมสูงสุดในแนวตั้งฉากกับรอยกรีด M $M = \frac{C - W}{2}$ (มม.)							
การติดแน่นของสี กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุไม่เกิน 250 μm							
ระดับการติดแน่นของสี (0-5)							
การติดแน่นของสี กรณีความหนาฟิล์มแห้งระบุเกิน 250 μm พื้นที่หน้าตัดของแท่งยึดทดสอบ ตร.มม.							
แรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแท่งยึดทดสอบ (นิวตัน)							
หน่วยแรงดึงที่ทำให้สีหลุดจากแท่งยึดทดสอบ (MPa)							
สรุปผลการทดสอบ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน							