

การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันสนิมพัสดุที่ทำจากเหล็ก (Hardware) ของ PEA
ด้วยการเคลือบผิวป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc Flake) เปรียบเทียบกับวิธีการเคลือบผิวด้วยสังกะสี
โดยวิธีการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing)

(The study of corrosion protection efficiency of PEA's hardware coated by means of
non-electrolytically applied zinc flake coating compared to hot-dip galvanizing method.)

นายเรingsักดิ์ อ่อนจินดา¹, นายณรงค์เดช โพธิ์มล², นายเขมณัฐ ทิฆะพันธ์³

¹กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค rerngsak.onj@pea.co.th

²กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค narongdach.pho@pea.co.th

³กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค khemmanat.tek@pea.co.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันในรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับพัสดุที่ทำจากเหล็ก (Hardware) ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าของ PEA เช่น คอนแทก เหล็กประกบ สลักเกลียว และสตั๊ปโบลต์ เป็นต้น จะต้องทำการเคลือบสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM A153 / A153M - 16a [1] โดยได้กำหนดความหนาขั้นต่ำของสังกะสีที่เคลือบไว้ในรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคสเปคอ้างอิงเลขที่ RHDW-011/2556 [2] ของ PEA แต่ยังคงพบปัญหาการกัดกร่อน และเกิดสนิมของพัสดุ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับสูงถึงสูงมาก เช่น บริเวณพื้นที่ริมทะเล และบริเวณพื้นที่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้น กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม ในฐานะผู้มีหน้าที่จัดทำหลักเกณฑ์ข้อกำหนด ในด้านวิศวกรรมสำหรับอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า และอุปกรณ์ในระบบส่งไฟฟ้า จึงได้ศึกษาหาเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่สำหรับการป้องกันสนิมพัสดุที่ทำจากเหล็ก (Hardware) ของ PEA ให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะให้สามารถทนต่อการใช้งานในพื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับสูงถึงสูงมากได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวที่กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกลได้ศึกษา และเลือกนำมาใช้ คือ การเคลือบผิวโลหะป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc Flake Coating) โดยไม่ใช้กรรมวิธีทางไฟฟ้า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2408-2551 (ISO 10683:2000) [3] โดยได้ดำเนินการทดลองเคลือบสตั๊ปโบลต์ ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] ด้วยวิธีดังกล่าว และทดสอบ หัวข้อ Salt Spray Test ตามมาตรฐาน ISO 9227:2017 [5] ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดสอบของบริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด เป็นระยะเวลา 960 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับพัสดุที่ทำจากเหล็กที่ใช้การเคลือบ

สังกะสีโดยวิธีการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing) ตามมาตรฐานของ PEA แทนวิธีการทดลองติดตั้งใช้งานจริงในระบบไฟฟ้าของ PEA ผลจากการทดสอบ Salt Spray Test เป็นระยะเวลา 960 ชั่วโมง พบว่า สตั๊ปโบลต์ที่ใช้วิธีการเคลือบสังกะสีโดยวิธีการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing) ตามมาตรฐานของ PEA เกิดสนิมแดงในหัวข้อทดสอบ Cathodic protection และ Corrosion protection ตั้งแต่ที่เวลาผ่านไปยังไม่เกิน 48 ชั่วโมง ขณะที่การทดสอบสตั๊ปโบลต์ที่มีการเคลือบผิวป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc Flake) ตลอดระยะเวลาทดสอบทั้งหมด 960 ชั่วโมงนั้น ไม่พบการเกิดสนิมแดงเลยทั้งหัวข้อทดสอบ Cathodic protection และ Corrosion protection

คำสำคัญ : การชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing), เกล็ดสังกะสี (Zinc Flake), การกัดกร่อน (Corrosion), พัลลัสที่ทำจากเหล็ก (Hardware) และ Salt Spray Test (SST)

1. บทนำ

การปรับปรุงประสิทธิภาพ และยกระดับมาตรฐานอุปกรณ์ วัสดุ และเครื่องมือ เพื่อให้โครงข่ายระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) มีความเชื่อถือได้ (Reliability) และมีความมั่นคง (Stability) เพิ่มขึ้นนั้น มีความสำคัญอย่างมากที่ต้องมีการริเริ่มให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในองค์กร ซึ่งในปัจจุบัน PEA มีกระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพ และยกระดับมาตรฐานอุปกรณ์ วัสดุ และเครื่องมือ เพื่อให้โครงข่ายระบบไฟฟ้าของ PEA มีความมั่นคงเพิ่มขึ้นอยู่หลายวิธีการ ทั้งนี้การกำหนดรายละเอียดในข้อกำหนดทางเทคนิค (สเปค) ของอุปกรณ์ที่จัดหา เพื่อนำมาใช้ในโครงข่ายระบบ

ไฟฟ้าของ PEA ก็ถือเป็นกระบวนการต้นน้ำที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการได้มาซึ่งอุปกรณ์ วัสดุ และเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ และมีคุณภาพ จากอดีตถึงปัจจุบันในรายละเอียดสเปคสำหรับวัสดุที่ทำจากเหล็ก (Hardware) ที่ใช้ในระบบของ PEA เช่น คอนแทก เหล็กประกบ สลักเกลียว และสตั๊ปโบล์ เป็นต้น จะต้องทำการเคลือบสังกะสีโดยวิธีการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM A153 / A153M - 16a [1] โดยได้กำหนดความหนาขั้นต่ำของชั้นสังกะสีที่เคลือบไว้ในรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคสเปคอ้างอิงเลขที่ RHDW-011/2556 [2] ของ PEA แต่ยังคงพบปัญหาการกัดกร่อน และเกิดสนิมของวัสดุ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับสูงถึงสูงมาก [6] เช่น บริเวณพื้นที่ริมทะเล และบริเวณพื้นที่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในการให้บริการด้านผลิตภัณฑ์ทางเคมี (Chemical products) การป้องกันการกัดกร่อน (Treatment services) บริการด้านการทดสอบ (Laboratory services) และให้คำปรึกษาด้านการเคลือบผิวโลหะ (Coating) ในอุตสาหกรรมต่างๆ มายาวนานกว่า 25 ปี อาทิเช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ การต่อเรือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการเคลือบผิวโลหะ ป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc Flake) ซึ่งได้นำเข้าสารเคมีตัวเคลือบผิวจาก DÖRKEN MKS-Systeme GmbH & Co. KG ประเทศเยอรมนี เสนอให้ PEA ทดลองใช้งานวัสดุประเภทเหล็กที่มีการเคลือบผิวโลหะป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc flake) ในระบบของ PEA

คณะทำงานทดลองใช้ฯ ได้พิจารณาใช้วิธีการทดสอบการป้องกันการกัดกร่อนวัสดุที่ทำจากเหล็ก ได้แก่ สตั๊ปโบล์ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] ที่มีการเคลือบผิวป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc flake) ในห้องปฏิบัติการทดสอบของบริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ในหัวข้อ Salt Spray Test ตามมาตรฐาน ISO 9227:2017 [5] เป็นระยะเวลา 960 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน มอก.2408-2551 (ISO 10683:2000) [3] เปรียบเทียบกับวัสดุที่ทำจากเหล็กที่ใช้วิธีการเคลือบผิวด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing) ตามมาตรฐานของ PEA แทนวิธีการทดลองติดตั้งใช้งานจริงในระบบไฟฟ้า เพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการดำเนินการ

ดังนั้น บทควมวิจัยฉบับนี้ จึงนำเสนอ การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันสนิมวัสดุที่ทำจากเหล็ก (Hardware) ของ PEA ด้วยการเคลือบผิวป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc Flake) เปรียบเทียบกับวิธีการเคลือบผิวด้วยสังกะสี โดยวิธีการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing) ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ เพื่อขยายผลนำไปประยุกต์ใช้งานในพื้นที่ที่มีมลภาวะสูง และสูงมากต่อไป

2. การผุกร่อน (Corrosion) [7]

2.1 นิยาม

การผุกร่อน (Corrosion) หมายถึง การสูญเสียเนื้อโลหะโดยการเกิดปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อมซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นปฏิกิริยาเคมี โดยที่อัตราผุกร่อนนั้นจะขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของตัวทำปฏิกิริยา และปัจจัยอื่นๆ เช่น แรงกด และการกัดเซาะ (Erosion) ซึ่งจะเป็นส่วนสนับสนุนต่อการเกิดการผุกร่อนได้ (Corrosion)

การผุกร่อนของวัสดุส่วนใหญ่จะเกิดจากปฏิกิริยาเคมี คือ เกิดการผุกร่อนโดยมีสารละลายที่เป็น Electrolyte ร่วมอยู่ด้วย

การผุกร่อนจะเกิดขึ้นกับโลหะเท่านั้น เช่น การเกิดสนิมบนเหล็ก ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของปฏิกิริยาเคมีระหว่างเหล็กกับสิ่งแวดล้อม โดยโลหะที่ไม่ใช่เหล็กจะไม่เกิดสนิม ดังนั้น วิศวกรหรือสาขาที่เกี่ยวข้องจะต้องทราบถึงกลไกของการเกิดการผุกร่อน และต้องเข้าใจถึงสาเหตุและวิธีการป้องกันหรือวิธีการลดความเสียหายที่เกิดจากการผุกร่อนให้มากที่สุด

2.2 รูปแบบของการผุกร่อน (Types of Corrosion)

1) Uniform Corrosion (General Attack Corrosion)

เป็นรูปแบบธรรมดาที่สุด การผุกร่อนเกิดขึ้นทั่วๆ ไปตามผิวโลหะที่สัมผัสกับสารละลาย เนื้อโลหะจะบางลงจนใช้งานไม่ได้



รูปที่ 1 การกัดกร่อนที่เกิดขึ้นทั่วผิวหน้าหรือสม่ำเสมอ

2) Galvanic Corrosion (Two-Metal Corrosion)

โลหะแต่ละชนิดจะมีค่าศักย์เฉพาะตัว ดังนั้นถ้าหากมีโลหะ 2 ชนิด สัมผัสกันอยู่และมีสารละลายอิเล็กโทรไลต์และส่วนโลหะเชื่อมต่อกันที่นำไฟฟ้า หรือต่อกันอย่างครบวงจรไฟฟ้าเคมี เมื่อเวลาผ่านไป โลหะที่ศักย์ต่ำกว่าจะเกิดการกัดกร่อน(แอโนด) ขณะที่โลหะที่มีศักย์สูงกว่าจะไม่กัดกร่อน(คาโทด) ความต่างศักย์ของโลหะทั้งสอง ยิ่งมากเท่าไรความรุนแรงก็มากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2 การกัดกร่อนแบบกัลวานิก (Galvanic Corrosion)

3) Pitting Corrosion

สาเหตุเกิดจาก Concentration cell ตามบริเวณใต้ปะเก็น หัวหมุด ตะปู หรือตามมุมอับต่างๆ หรือ เกิดในสภาวะน้ำนิ่งที่มีคลอไรด์ผสมอยู่ เช่น น้ำทะเล มักจะเกิดกับโลหะประเภท Aluminum หรือ Stainless steel



รูปที่ 3 การกัดกร่อนชนิดหลุม (Pitting Corrosion)

4) Inter-granular and Knife Line Attack

มักเกิดกับโลหะ Stainless steel ชนิด 18-8 ที่ได้ผ่านกระบวนการทางความร้อนมาไม่ถูกต้อง (510 – 780°C)

5) Crevice Corrosion

เป็นรูปแบบหนึ่งของ Electrochemical Corrosion ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในรอยแยก รอยร้าว และภายใต้เกราะป้องกันผิวที่อยู่ในสารละลายหนึ่ง มักเกิดกับโลหะผสม เช่น Stainless Steel, Titanium, Aluminum และ Copper Alloy



รูปที่ 4 การกัดกร่อนชนิด Crevice Corrosion

6) Erosion Corrosion

การผุกร่อนรูปแบบนี้พบมากในเครื่องจักร หรือ อุปกรณ์ที่ต้องสัมผัสกับน้ำ หรือ ของเหลวใดๆ ที่มีความเร็วในการไหลสูงๆ

7) Dezincification

การผุกร่อนรูปแบบนี้จะเกิดขึ้นกับโลหะทองเหลือง โดยเฉพาะทองเหลืองที่นำไปใช้น้ำเค็ม ทำให้สังกะสีในทองเหลืองจะถูกละลายไปเหลือแต่ทองแดง ทำให้ทองแดงมีลักษณะพรุณ ชิ้นงานจึงมีความแข็งแรงลดลง

8) Stress Corrosion

การผุกร่อนรูปแบบนี้เป็นผลของการผุกร่อนทั่วไป ร่วมกับ Stress ที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างของโลหะ ซึ่งจะมี 2 แบบ คือ Stress ภายนอก ที่กระทำกับโลหะ เนื่องจากการใช้งานและ Stress ภายในที่เกิดจากการขึ้นรูป, เปลี่ยนรูป หรือการเชื่อม

9) Fretting Corrosion

การผุกร่อนรูปแบบนี้เป็นการผุกร่อนที่เกิดจากการขัดสี ซึ่งไม่เกี่ยวกับปฏิกิริยา Electrochemical Cell

2.3 วิธีการป้องกันและบำรุงรักษาต่อการผุกร่อน

(Prevention and Maintenance against Corrosion)

การป้องกันและการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ให้เกิดการผุกร่อนไปโดยรวดเร็ว นั้น อาจจะกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับต้นทุน และสภาพของสิ่งแวดล้อม ซึ่งวิธีการทั่วไป ได้แก่

- 1) Alloying (Using Better Corrosion Resistant Materials)
- 2) Cathodic Protection
- 3) Metallic and Inorganic Coating
- 4) Organic Coating
- 5) Metal Purification
- 6) Alternation of Environment
- 7) Use of Non-Metallic

3 การเคลือบผิวโลหะป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc Flake Coating) [8]

3.1 นิยาม

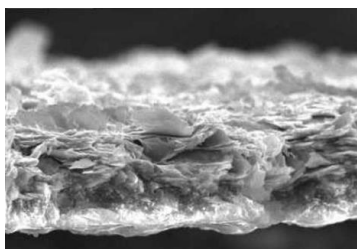
การเคลือบผิวโลหะป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc flake coating) เป็นการเคลือบผิวด้วยเกล็ดสังกะสี โดยไม่ใช้กรรมวิธีทางไฟฟ้า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2408-2551 (ISO 10683:2000) [3] สารเคลือบเหล่านี้ประกอบด้วยส่วนผสมของเกล็ดสังกะสีและเกล็ดอะลูมิเนียมผสมกันในสารอินทรีย์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันสนิมแบบแคโทดิก (Cathodic Protection) โดยการเคลือบผิวด้วยเกล็ดสังกะสีนั้นจะชุบด้วยความหนาในระดับไมครอน โดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 5-20 ไมครอน สามารถทนการเกิดสนิมแดง (สนิมเหล็ก) ได้ถึง 1,000 ชม. เมื่อทดสอบด้วยวิธีการทดสอบความต้านการกัดกร่อนโดยการพ่นละอองน้ำเกลือ (Salt Spray Test) ตามมาตรฐาน ISO 9227:2017 [5] จึงเหมาะสำหรับงานที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงต่อการกัดกร่อน เช่น งานนอกตัวอาคาร งานที่อยู่ใกล้ทะเล งานที่อยู่ในพื้นที่ที่มีมลภาวะสูง เป็นต้น การเคลือบด้วยวิธีนี้สามารถเคลือบชิ้นงานที่เป็นโลหะได้หลายประเภท และยังปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น โครเมียม ตะกั่ว และแคดเมียม ซึ่งทำให้เป็นที่ยอมรับในวงการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง และยังขยายผลไปใช้ในงานอุตสาหกรรมพลังงานทางเลือก เช่น กังหันลม โซลาร์เซลล์ เป็นต้น เนื่องจากมีข้อดี ได้แก่ มีคุณสมบัติ Cathodic corrosion protection, Low curing temperature, Small coating thickness (5-25µm), No hydrogen embrittlement และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

3.2 Zinc Flake Coating (DELTA MKS) [9]

Delta MKS is Zinc flake system of cathodic protection without chromium (VI) providing the micro coating thickness with high performance corrosion protection

Process

- Zinc aluminium flake base coat (inorganic)
- With or without topcoat (organic/inorganic)

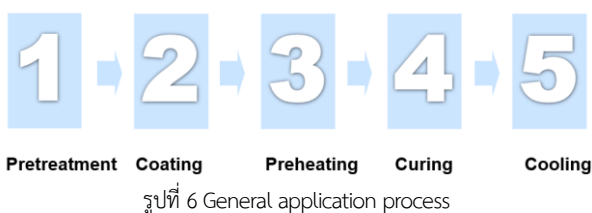


รูปที่ 5 Zinc aluminium flakes

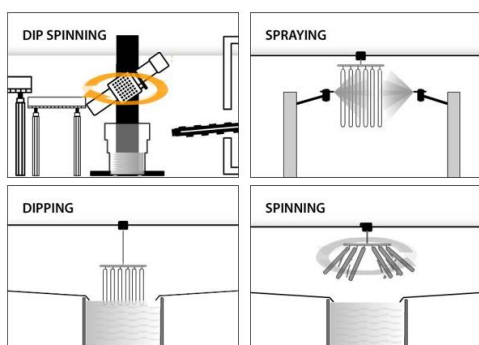
Properties

- Zinc aluminium flake (according to DIN EN ISO 10683, DIN EN 13858)
- Low curing temperature
- Small coating thickness (5-25µm)
- Cathodic corrosion protection
- No hydrogen embrittlement
- Environmentally friendly

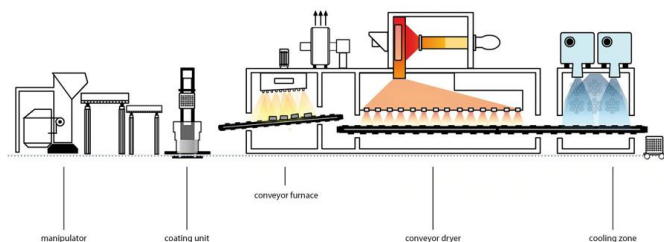
3.3 General application process [6]



3.4 Coating application techniques



รูปที่ 7 Coating application techniques



รูปที่ 8 Dip spin coating machine

4 การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันสนิมของผิวชุบแบบ Zinc Flake เปรียบเทียบกับผิวชุบแบบ Hot-Dip Galvanizing ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ [10]

4.1 ชื่ออุปกรณ์ และระบบงาน

การทดสอบการป้องกันการกัดกร่อนพัสดุที่ทำจากเหล็ก คือ สตับโบลต์ ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] ที่มีการเคลือบผิวป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc Flake) ในห้องปฏิบัติการทดสอบของบริษัท ไทยปาร์คเกอร์ซึ่งจำกัด ในหัวข้อ Salt spray test ตามมาตรฐาน ISO 9227:2017 [5] เป็นระยะเวลา 960 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน มอก.2408-2551 (ISO 10683:2000) [3] เปรียบเทียบกับพัสดุที่ทำจากเหล็ก คือ สตับโบลต์ ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] ที่ใช้วิธีการเคลือบผิวด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanized) ตามมาตรฐานของ PEA แนวทางการทดลองติดตั้งใช้งานจริงในระบบไฟฟ้า เพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการดำเนินการ

4.2 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันสนิมของผิวชุบแบบ Zinc Flake เปรียบเทียบกับผิวชุบแบบ Hot -Dip Galvanizing ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ และปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีการชุบเป็น Zinc Flake สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องการการป้องกันสนิมสูง

4.3 แผนการดำเนินการ

นำตัวอย่างชิ้นงาน สตับโบลต์ ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] ที่ใช้ยึดฐานรากเสาไฟฟ้าของ PEA ขนาด 12 เมตร มาทำการเคลือบผิวด้วยการชุบแบบ Zinc Flake และทำการทดสอบความสามารถในการป้องกันสนิมในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการทดสอบแบบต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีการป้องกันสนิมแบบ Hot-Dip Galvanizing ที่ PEA ใช้อยู่ปัจจุบัน

4.4 สิ่งที่ต้องหวังจากการใช้งาน

เปลี่ยนการเคลือบสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM A153 / A153M - 16a [1] ที่กำหนดความหนาขั้นต่ำของสังกะสีที่เคลือบไว้ในรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคสเปคอ้างอิงเลขที่ RHDW-011/2556 [2] ของ PEA เป็นคือ การเคลือบผิวโลหะป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc flake coating) โดยไม่ใช้กรรมวิธีทางไฟฟ้า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2408-2551 (ISO 10683:2000) [3]

4.5 ประโยชน์ที่คาดว่า PEA จะได้รับ

สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีการป้องกันสนิมได้หลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานของอุปกรณ์ที่ติดตั้งของ PEA เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งทางด้านคุณภาพ และด้านต้นทุน

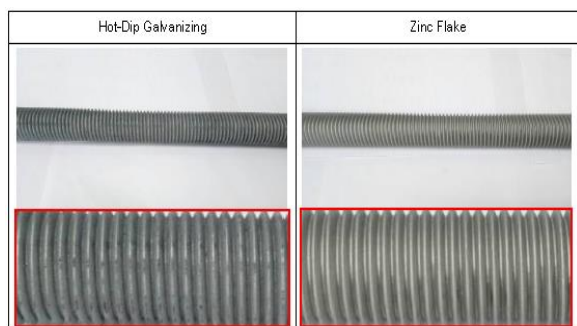
4.6 ชิ้นงานทดสอบ มาตรฐานการชุบ และการทดสอบ

ชิ้นงานทดสอบ คือ สต๊ปโบลต์ ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] และ มาตรฐานการชุบและการทดสอบ คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2408-2551 (ISO 10683:2000) [3] ตัวยึด-การเคลือบผิวด้วยเกล็ดสังกะสีโดยไม่ใช้กรรมวิธีทางไฟฟ้า (ISO 10683:2000 FASTENERS-NON-ELECTROLYTICALLY APPLIED ZINC FLAKE COATINGS)

4.7 หัวข้อในการทดสอบ และผลการทดสอบ

1) Appearance

- Standard: The color of the coating is silver-grey. The coated fastener shall be free from blisters, localized excess coating and uncoated areas which may have adverse effects on corrosion protection and fitness for use
- Result:



รูปที่ 9 เปรียบเทียบสภาพผิวเกล็ดของสต๊ปโบลต์หลังการชุบทั้ง 2 แบบ

2) Temperature resistance

- Standard: After heating the coated fasteners for 3 h at 150°C (component temperature) the

corrosion protection requirements as specified in clause 6 shall still be met

- Result: ผลการทดสอบหัวข้อ Cathodic protection และ Corrosion protection

3) Thickness

- Standard: Coating thickness of coating without chromate (fZnnc) at test duration (neutral salt spray test) 960 hrs = 12 μ m (minimum)
- Result:

Coating type	Result	Sample #1	Sample #2	Sample #3
Hot-Dip Galvanizing	Thickness (μ m)	161	162	167
		Average = 163.33		
Zinc Flake	Thickness (μ m)	14.1	13.6	14.4
		Average = 14.03		

ตารางที่ 1 ข้อมูลความหนาของการชุบทั้ง 2 แบบ

*หมายเหตุ:

Coating thickness tester model: Fischer FMP 100

4) Adhesion/Cohesion

- Standard: If an adhesive tape with an adhesive strength of (7 \pm 1) N per 25 mm width is firmly pressed by hand on to the surface and is subsequently pulled off jerkily and perpendicularly to the surface, the coating shall not be peeled off the base metal. Small amounts of the coating material left sticking to the tape are acceptable
- Result:

Coating type	Result	Sample #1	Sample #2	Sample #3
Hot-Dip Galvanizing	judgment	PASS	PASS	PASS
Zinc Flake	judgment	PASS	PASS	PASS

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหัวข้อ Adhesion/cohesion







*หมายเหตุ:

Adhesive tape test model: NICHIBAN CELLOTAPETM No.405

5) Cathodic protection

● Standard: The neutral salt spray test in accordance with ISO 9227:2017 [5] is used to evaluate the quality of the coating. The test is applied to coated parts which are in the as-delivered condition. Performance in the test cannot be related to corrosion protection behavior in particular service environments. The cathodic protection capability of the coating can be tested by making the salt spray test according to clause 6 with a specimen which is scratched down to the base metal, the scratch having a width of maximum 0,5 mm. After the salt spray test of 72 h duration there shall be no red rust in the scratched area.

● Result:

Coating type	Result	Sample #1	Sample #2	Sample #3
Duration (hrs)		0	48	72
Hot-Dip Galvanizing	Pictures			
	judgment	PASS	Have red rust	Have red rust
Zinc Flake	Pictures			
	judgment	PASS	PASS	PASS

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหัวข้อ Cathodic protection



















* หมายเหตุ:

Salt Spray Tester Model: SSP 1100-No.1

6) Corrosion protection

● Standard: The neutral salt spray test in accordance with ISO 9227:2017 [5] is used to evaluate the quality of the coating. The test is applied to coated parts which are in the as-delivered condition. Performance in the test cannot be related to corrosion protection behavior in particular service environments. After the neutral salt spray test using a test duration 960 hrs, there shall be no visible ferrous (red) corrosion attack on the base metal.

● Result:

Coating type	Result	Sample #1	Sample #2	Sample #3
Duration (hrs)		0	48	72
Hot-Dip Galvanizing	Pictures			
	judgment	PASS	Have red rust	Have red rust
Zinc Flake	Pictures			
	judgment	PASS	PASS	PASS
Duration (hrs)		144	240	360
Hot-Dip Galvanizing	Pictures			
	judgment	Have red rust	Have red rust	Have red rust
Zinc Flake	Pictures			
	judgment	PASS	PASS	PASS
Duration (hrs)		480	720	960
Hot-Dip Galvanizing	Pictures			
	judgment	Have red rust	Have red rust	Have red rust
Zinc Flake	Pictures			
	judgment	PASS	PASS	PASS

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหัวข้อ Corrosion protection

* หมายเหตุ:

Salt Spray Tester Model: SSP 1100-No.1

5 สรุป

จากผลการทดสอบด้วยไอเกลือ (Salt Spray Test) เป็นระยะเวลา 960 ชั่วโมง กับสตั๊ปโบลต์ ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] ที่ชุบผิวเพื่อป้องกันสนิม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2408-2551 (ISO 10683:2000) [3] ด้วยวิธีการเคลือบผิวด้วยเกลือสังกะสีโดยไม่ใช้กรรมวิธีทางไฟฟ้า (ISO 10683:2000 FASTENERS-NON-ELECTROLYTICALLY APPLIED ZINC FLAKE COATINGS) พบว่าสามารถป้องกันการเกิดสนิมแดงได้จนถึง 960 ชั่วโมง ขณะที่สตั๊ปโบลต์ ขนาด M24 ความยาว 1,000 มิลลิเมตร [4] ที่ชุบผิวตามมาตรฐานของ PEA พบว่าเริ่มเป็นสนิมแดงตั้งแต่วันที่ 48 ชั่วโมง ดังนั้น

แสดงว่าสตัปโบลต์ที่มีการเคลือบผิวป้องกันสนิมแบบเกล็ดสังกะสี (Zinc flake) มีคุณสมบัติในการทนการกัดกร่อนมากกว่า สตัปโบลต์ที่ใช้วิธีการเคลือบผิวด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanized) ตามมาตรฐานของ PEA

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านผู้บริหารกองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และบริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด สำหรับการสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ได้แก่ งบประมาณ ข้อมูลคำแนะนำ และห้องปฏิบัติการทดสอบพร้อมทั้งทรัพยากรที่เกี่ยวข้องเนื่องทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

- [1] Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware, 2016
- [2] กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม สายงานรองผู้ว่าการวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2556
- [3] ตัวยึด – การเคลือบผิวด้วยเกล็ดสังกะสี โดยไม่ใช้กรรมวิธีทางไฟฟ้า FASTENERS – NON ELECTROLYTICALLY APPLIED ZINC FLAKE COATINGS, 2551
- [4] แบบเลขที่ IB 1-015/37062 (การประกอบเลขที่ 8226) ,2537 กองวิศวกรรมระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม สายงานรองผู้ว่าการวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- [5] Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests, 2017
- [6] แบบเลขที่ SA1-015/59010 (การประกอบเลขที่ 9510) ,2558 กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม สายงานรองผู้ว่าการวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- [7] <http://ie.eng.cmu.ac.th/>
- [8] THAI PARKERIZING CO., LTD.,
- [9] <https://www.doerken-mks.de/en/>
- [10] Test report, Laboratory services of THAI PARKERIZING CO., LTD.