

# มีผู้ผลิตบางรายให้คำนิยาม คำว่า “เมื่อเกิดปัญหาให้นึกถึง PTFE”

## และทำไมต้องเป็นเช่นนั้น นั่นคือคำถาม

เมื่อเวลาผ่านไป มีปัญหาที่เกิดขึ้นเร็วกว่าที่ควรจะเป็นกับ Fasteners หรือจุดที่เชื่อมยึดหลายแห่ง ที่ต้องสัมผัสกับสารหรือภาวะ ต่าง ๆ ระหว่างการใช้งาน อาจทำให้เราต้องกลับมาคิดว่าปัญหานั้นเกิดจากสิ่งใด และแนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น จะแนกได้เป็นหมวดหมู่ใหญ่ ๆ อยู่ 4 ปัญหา คือ

- 1.การกัดกร่อนโดยสารเคมี (Chemical Corrosion)
- 2.การกัดกร่อนแบบกัลวานิก (Galvanic corrosion)
- 3.รอยสึกกร่อนที่เกิดจากการกัดเซาะ (Abrasion/erosion)
- 4.การกัดกร่อนแบบถูครูด (Friction Corrosion)

1. การกัดกร่อนโดยสารเคมี (Chemical Corrosion) จากกรด, แคลือ, น้ำทะเล, น้ำยาผสมล้างรูป, น้ำมันเชื้อเพลิง และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการรวมตัวของออกซิเจนกับสารอื่น ที่ทำลายอุปกรณ์โลหะแต่ละปีเป็นจำนวนเงินหลายพันล้านดอลลาร์ เช่น ใบพัดเครื่องบิน, กระบวนการม้วนโลหะ, หมอนโลหะของอุปกรณ์, เหล็กยึด และชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่น ๆ อีกหลายพันชิ้นที่ถูกกัดกร่อนโดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการรวมตัวของออกซิเจนกับสารอื่น บางครั้งรอยกัดกร่อนเป็นเพียงรอยโหว่เล็ก ๆ ที่ปรากฏบนผิวหน้าของก้านสูบไฮดรอลิกซึ่งก็สามารถส่งผลทำให้ซีลยางขาดได้ และในบางครั้งการกัดกร่อนอาจทำให้โครงสร้างเครื่องจักรพังทลายลงได้

2. การกัดกร่อนแบบกัลวานิก (Galvanic corrosion) เป็นการกัดกร่อนที่เกิดขึ้น เนื่องจาก การใช้งาน โดยนำโลหะสองประเภทที่มีความแตกต่างทางเคมีไฟฟ้า มาต่อเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นในวงจร โดยปกติแล้วความเสียหายเกิดขึ้นบริเวณจุดสัมผัส เช่น ตัวยึด และสามารถนำไปสู่ความเสียหายใหญ่หลวงที่เกิดจากการรับน้ำหนักอย่างต่อเนื่อง ยกตัวอย่างง่าย ๆ เช่นรอยต่อเชื่อมระหว่างตัวถังรถและแผ่นอลูมิเนียมกันรอยที่ติดอยู่บริเวณบันไดประตูดรถ เมื่อโลหะระหว่างตัวถังรถ (โลหะ) และแผ่นกันรอย มาสัมผัสกันก็สามารถทำให้เกิดรอยการกัดกร่อนได้ทั้งสองชิ้น

3. รอยสึกกร่อนที่เกิดจากการกัดเซาะ (Abrasion/erosion) นั้นจะค่อย ๆ ทำให้สารตั้งต้นสูญเสียไปที่ละน้อย สืบเนื่องมาจากการสึกหรอของหน้าสัมผัส, เกิดรอยหยาบ หรือแอ่งหลุม สำหรับชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวก็จะส่งผลทำให้เพลลาและดัลลูปปืนเสียสมดุลและเกิดการตั้งเครียด ส่วนชิ้นส่วนที่ไม่มีการเคลื่อนไหวนั้น จะส่งผลทำให้ชิ้นส่วนนั้นสูญเสียความทนทานไปมากที่สุด

4. การกัดกร่อนแบบถูครูด (Friction Corrosion) เป็นการกัดกร่อนที่เกิดในสภาวะบรรยากาศปกติ ณ บริเวณพื้นที่ผิวหน้าโลหะทั้งสองมีการลื่นไถล แม้แต่ในสภาวะที่รับน้ำหนักน้อยก็ตาม การที่ผิวหน้าโลหะทั้งสองมาสัมผัสกัน ก็ทำให้เกิดการเชื่อมเข้าด้วยกัน และเกิดการสึกกร่อนไป ยิ่งไปกว่านั้นการที่โลหะทั้งสองมาถูกันนาน ๆ ก็ทำให้เกิดความร้อน ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของโลหะทั้งสองเปลี่ยนไป และทำให้น้ำยาหล่อลื่นเสียหายได้

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในหลายอุตสาหกรรม การใช้สารสังเคราะห์เคลือบผิววัสดุที่ต้องใช้ยึดติดตามข้อต่อต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้วัสดุชิ้นนั้นมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้ดีขึ้น ทั้งยังช่วยให้อายุการใช้งานของวัสดุชิ้นนั้น ๆ ยาวนานขึ้นอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็น การใช้สีป้องกันสนิม การชุบชิ้นงานด้วยสังกะสี ทั้งชนิดชุบด้วยไฟฟ้า (Electro Galvanized) หรือชนิดจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) หรือ PTFE Coated (Fluorocarbon Coated) จึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบัน

# Fluorocarbon Coated กับการใช้งานที่เกินความจำเป็น

หลายคนตั้งคำถามผมเรื่องการทำงานของ Bolts (สลักเกลียวชนิดมีหัว) และ Stud Bolts (สลักเกลียวชนิดไม่มีหัว) ชนิดต่างๆ รวมถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพตามหลักวิชาการและไม่วิชาการ (ประสบการณ์) ซึ่งมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป เหมือนไม่มีวันสิ้นสุด ที่มีความรู้มาก่อนหน้านี้ซึ่งเกิดจากการศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ทั่วไป หรือในบางครั้งจากผู้รู้ได้สั่งได้สอนก็เก็บเอาไว้ เพื่อจะได้มีโอกาสได้ถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคคลที่ต้องการจะรู้ต่อไป ในบางครั้งความรู้ที่มีอยู่กับข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ เกิดความขัดแย้งกัน ก็ต้องมาหาความจริงให้กระจ่าง เพราะถ้าเก็บไว้โดยไม่รู้ความจริง ก็จะทำให้ความรู้ที่มีก่อนหน้านี้เกิดความไม่แน่นอนไปด้วย

หลังจากผมคลุกคลีกับวงการการค้าของ Bolts และ Stud Bolts ชนิดต่างๆ มาเป็นเวลาเกือบ 20 ปี ไม่ว่าจะเป็มาตรฐานของ อเมริกัน (ASTM) เยอรมัน (DIN) ญี่ปุ่น (JIS) หรืออีกหลากหลายมาตรฐาน ซึ่งมีการใช้งานแตกต่างกันไปตามชนิดของงาน ไม่ว่าจะเป็งานโครงสร้าง งานระบบท่อส่ง งานเครื่องจักรประเภทต่างๆ งานที่ใช้กับสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูง เช่น โรงงานผลิตพลังงานไฟฟ้า งานที่มีทั้งอุณหภูมิสูงและมีสารเคมีที่มีการกัดกร่อนสูง เช่น โรงงานในกลุ่มปิโตรเคมี แต่ละชนิดของงานและสถานที่ ก็จะใช้วัสดุที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมและบางครั้งก็ตามความจำเป็น เช่น Hexagon Head Bolts, Screws Grade 4.6, 8.8, 10.9 High Hexagon Bolts & High Strength T.C. Bolts JIS B1186 Grade F10T, F11T High Hexagon Bolts & High Strength T.C. Bolts ASTM A325 และ A490 ซึ่งออกแบบมาใช้กับงานโครงสร้าง แล้วแต่ผู้ออกแบบงานโครงสร้างจะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานนั้นๆ แต่ในบางครั้งก็มีการกำหนดวัสดุหรือเกรดของ Bolts ให้มีความแข็งแรงมากกว่าตามความจำเป็นไปบ้าง ทั้งนี้เพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยสูงสุด แต่ยังคงยอมรับได้เพราะเป็นผลสืบเนื่องโดยไม่ขัดแย้งในตัวของมันเอง ในครั้งนี้ผมจะกล่าวถึงความขัดแย้งในการเลือกใช้วัสดุ หรือการกำหนดการใช้วัสดุในการใช้งานเกินความจำเป็น หรืออาจจะพูดได้ว่า ใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองโดยมีเหตุผลแค่ครั้งเดียว อีกครั้งหนึ่งโยนทิ้ง โดยไม่มีเหตุผลมารองรับครับ

ช่วงหลังสองสามปีที่ผ่านมา ประเทศไทยในวงการอุตสาหกรรมเริ่มมีการนิยมใช้ Stud Bolt (สลักเกลียว) และ Nuts (แป้นเกลียว) ที่เคลือบผิวด้วยสารสังเคราะห์ PTFE หรือ Fluorocarbon หรือ Teflon (Dupont) ชนิดต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานแตกต่างกันไป สารสังเคราะห์ชนิดนี้มีการผลิตขึ้นมานานแล้ว แต่เริ่มมีการนำมาใช้เคลือบลงบนตัวสลักเกลียวและแป้นเกลียวเมื่อประมาณ 10 กว่าปีที่ผ่านมาเอง เพราะคุณสมบัติพิเศษในตัวเอง ที่มีความสามารถทนการกัดกร่อนของสารเคมีชนิดต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย มีความลื่น เหนียว หาได้ง่ายในปัจจุบัน ราคาถึงจะสูงกว่าเมื่อเทียบกับ Fluoropolymer หรือสารสังเคราะห์ชนิดอื่น แต่ถ้าใช้งานได้ดีกว่า ก็เป็นที่ยอมรับกันได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรงงานอุตสาหกรรมเกี่ยวกับปิโตรเคมีในบ้านเรามีที่ตั้งอยู่ใกล้กับทะเลเป็นส่วนใหญ่ มีระบบท่อส่งวัตถุดิบจากทะเล การสัมผัสกับไอทะเลเป็นประจำจะทำให้สนิมได้ง่าย มีการนำเทคโนโลยีการป้องกันสนิมชนิดต่างๆ มาใช้กันอย่างหลากหลาย เช่น การใช้สีป้องกันสนิม การชุบชิ้นงานด้วยสังกะสี ทั้งชนิดชุบด้วยไฟฟ้า (Electro Galvanized) หรือชนิดจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) หรือแม้กระทั่งเปลี่ยนไปใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีและน้ำทะเล เช่น Stainless Steel เกรดต่างๆ แต่ก็จะมีต้นทุนสูงขึ้นไปอย่างมากไม่เป็นที่นิยมใช้กัน

ในระบบท่อส่งวัตถุดิบจะมีช่วงรอยต่ออยู่หลายที่ และจะมีวาล์วปิดเปิดอยู่เป็นจำนวนมาก การใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวก็จะมากตามไปด้วย การถอดเปลี่ยนซ่อมบำรุงในหลายครั้ง ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ อันเกิดจากสนิมที่เกิดขึ้นบนตัววัสดุ จนไม่สามารถถอดออกได้จำเป็นต้องตัดออก ความสูญเสียที่เกิดจากค่าแรงงาน ค่าหยุดการผลิต จะมีจำนวนมากกว่าค่าสลักเกลียวและแป้นเกลียวอย่างมากมาย เมื่อนำเอา PTFE หรือ Fluorocarbon มาเคลือบลงบนสลักเกลียวและแป้นเกลียวที่ทำมาจากโลหะในกลุ่มเหล็ก (Carbon Steels) จะช่วยป้องกันการเกิดสนิมบนตัววัสดุได้ยาวนานขึ้น แต่ก็จะมีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย

ในครั้งนี้นี้ผมจะไม่ลงลึกไปในประเด็นการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในส่วนของราคาของวัสดุ แต่จะชี้ให้เห็นถึงการนำมาใช้งานของตัว PTFE หรือ Fluorocarbon ที่มีจุดประสงค์คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ก่อนอื่นเรามาดูคุณสมบัติทั่วไปของ PTFE หรือ Fluorocarbon กันก่อน

### PTFE Coating Statistics

Tensile Strength (ASTM D1708)	3000 – 5000 psi
Elongation (ASTM D1457)	300 – 500 %
Impact Strength (ASTM D256)	3.5ft-Lb/in
Hardness (ASTM D2240)	50 – 65 HB (Shore D)
Abrasion Resistance (Tabor)	12 mg
Coefficient of Friction (ASTM D1894)	0.12 - 0.15 static, 0.05 – 0.10 dynamic
Dielectric Strength (ASTM D149)	450 volts per mil
Use Temperature (max.)	600° F (315°C)
Melting Point	625° F (329°C)
Thermal Conductivity	1.7 BTU–in/h-ft <sup>2</sup> -°F
Chemical Resistance (ASTM D543)	Excellent
Salt Spray Resistance (ASTM B117)	Fair
Water Absorption (ASTM D570)	< 0.01%
Thickness	0.001” – 0.003” (0.025 – 0.076 mm.)

ถ้าเรามาจากคุณสมบัติพื้นฐานของตัว PTFE หรือ Fluorocarbon จะเห็นได้ชัดเจนว่า มีจุดเด่นที่สำคัญคือ มีความสามารถในการทนการกัดกร่อนของสารเคมีชนิดต่างๆ ได้อย่างสมบูรณ์แบบ (ดูได้จากไฟล์ “PTFE with material selection” หัวข้อ You should know) และเมื่อเทียบกับการเคลือบผิวด้วยสารชนิดอื่นแล้ว PTFE หรือ Fluorocarbon ก็จะให้ผลที่ดีกว่าเหมือนกัน (ดูได้จากไฟล์ “Comparison of Standard Coat Corrosion Resistance Hours with Salt Spray testing” หัวข้อ You Should know) อีกคุณสมบัติหนึ่ง คือสามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่า การเคลือบผิวด้วยสารชนิดอื่นๆ เช่นกัน

ตั้งหัวข้อเรื่อง Fluorocarbon Coated กับการใช้งานที่เกินความจำเป็น ผมจะชี้ให้เห็นถึงความเป็นมาดังนี้

ช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาประมาณตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 จนถึงปัจจุบัน ทางบริษัทฯ ได้รับการสอบถามราคาสินค้าจากลูกค้าในหลายๆครั้งเป็นรายการ Stud Bolts หรือ Hexagon Bolts Specification ASTM A193 Gr. B7M พร้อมด้วย Heavy Hexagon Nuts Specification ASTM A194 Gr. 2HM ซึ่งก่อนหน้านี้ผมไม่เคยเห็นมาก่อน คงเห็นแค่ Specification ASTM A193 Gr. B7 & ASTM A194 Gr. 2H หรือถ้าเป็นในส่วนของการใช้งานในอุณหภูมิต่ำ ก็จะเป็น Specification ASTM A320 Gr. L7 & ASTM A194 Gr. 4 ในส่วนอื่นก็จะเป็นวัสดุที่ใช้ในงาน เน้นที่การทนสารเคมีและการกัดกร่อนสูง สำหรับ Stud Bolts หรือ Hexagon Bolts Specification ASTM A193 Gr. B7M และ ASTM A193 Gr. B7 จัดอยู่ในมาตรฐานที่มีคุณสมบัติที่มีการทนแรงดึงสูงและทนอุณหภูมิ ทนสารเคมีและสภาพแวดล้อมที่มีความเค็มได้ไม่ดัดนัก คุณสมบัติโดยทั่วไปเป็นดังต่อไปนี้

## Technical Data

### Alloy Steels Bolting Materials for High Temperature and High Tensile Services ASTM Designation A193

#### Chemical Requirement

##### ASTM A193 Gr. B7 and ASTM A193 Gr. B7M

##### Material Equivalent                    AISI 4140

Carbon	0.37 ~ 0.49
Manganese	0.65 ~ 1.10
Phosphorus (max.)	0.035
Sulphur (max.)	0.04
Silicon	0.15 ~ 0.35
Chromium	0.75 ~ 1.20
Molybdenum	0.15 ~ 0.25

#### Mechanical Requirement

##### ASTM A193 Gr. B7

Diameter (mm.)	Minimum Tempering Temperature °C	Tensile Strength min. MPa	Yield Strength min. MPa	Elongation in 4D min. %	Reduction of Area min. %	Hardness max.
M64 and under	593	860	720	16	50	321 HB or 35 HRC
Over M64 to M100	593	795	655	16	50	321 HB or 35 HRC
Over M100 to M180	593	690	515	18	50	321 HB or 35 HRC

##### ASTM A193 Gr. B7M

M100 and under	620	690	550	18	50	235 HB or 99 HRB
Over M100 to M180	620	690	515	18	50	235 HB or 99 HRB

จากตารางเปรียบเทียบด้านบน จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติของทั้ง ASTM A193 Gr. B7 และ ASTM A193 Gr. B7M แทบจะเหมือนกันทุกอย่าง ผิดกันที่อุณหภูมิการอบอ่อนของ ASTM A193 Gr. B7M จะสูงกว่าเล็กน้อย ซึ่งจะทำให้สามารถทนอุณหภูมิการทำงานได้สูงกว่า แต่จะมีความแข็งของวัสดุและทนแรงดึงที่น้อยกว่าตามไปด้วย ทั้งนี้ทั้งสองมาตรฐานมีอุณหภูมิการใช้ที่ -50 ~ 450 °C เหมือนกัน แต่โดยทั่วไปแล้ว ASTM A193 Gr. B7M จะสามารถใช้งานในอุณหภูมิสูงในเวลาทำงานนานๆ ได้ดีกว่า แต่จะมีราคาสูงกว่า ASTM A193 Gr. B7 อยู่มาก เพราะอาจเกิดจากการอบอ่อนในขั้นตอนการผลิตมีต้นทุนที่สูงกว่า และในทางการตลาดก็ไม่นิยมใช้กันมากนัก เพราะของสองอย่างมีวัตถุประสงค์อย่างเดียวกัน ใช้งานคล้ายกันหรือเกือบเหมือนกัน แต่ในภาพรวมแล้ว ASTM A193 Gr. B7 สามารถทนแรงดึงได้ดีกว่า แข็งแรงกว่า ถูกว่าอย่างมาก และหาซื้อได้ง่ายกว่า

ที่นี่ทำไม่ถึงการชุบ PTFE หรือ Fluorocarbon Coated กับการใช้งานที่เกินความจำเป็น เป็นดังต่อไปนี้

1. จากการสอบถามราคาจากลูกค้าในหลายๆครั้ง ซึ่งขอราคามาเป็น ASTM A193 Gr. B7M พร้อมชุบ PTFE หรือ Fluorocarbon Coated เมื่อสอบถามอุณหภูมิใช้งานอยู่ในอุณหภูมิที่ไม่สูงมาก ไม่เกิน 200°C แต่มีการสัมผัสกรดและสารเคมีที่เข้มข้น ผมจึงแนะนำไปว่าทำไมไม่เปลี่ยนไปใช้เป็น ASTM A193 Gr. B7 ซึ่งจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่ามาก เพราะทั้งสองเกรด

ที่กล่าวมา จำเป็นต้องสั่งผลิตจากต่างประเทศทั้งสิ้น แต่ในตัวของ ASTM A193 Gr. B7 จะสามารถหาซื้อได้ง่ายกว่า ระยะเวลาส่งสินค้าเร็วกว่า ถูกกว่า ก็ยังไม่เคยมีใครสักคนยอมเปลี่ยน ผมไม่ทราบทำไม เพราะไม่เคยมีคำตอบให้ผม เลย

2. ในบางครั้งแจ้งมาว่าต้องการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 320°C และมีการสัมผัสกรด ด่างหรือสารเคมีบางชนิด ผมจึงขอเปลี่ยนวัสดุเป็นประเภทอื่น เพราะการชุบ PTFE หรือ Fluorocarbon Coated จะไม่สามารถทนอุณหภูมิได้สูงขนาดนั้น เฉพาะตัวของ PTFE หรือ Fluorocarbon เอง ก็ไม่ค่อยได้รับการตอบรับเช่นกัน

ข้อสรุปของผมก็คือเมื่อคุณต้องการนำวัสดุมาใช้งานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 300°C และจำเป็นต้องสัมผัสสารเคมี หรือ กรด ด่างชนิดต่างๆ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ ASTM A193 Gr. B7M ก็ได้ สามารถใช้ ASTM A193 Gr. B7 ก็เพียงพอ เพราะหลังจากชุบ PTFE หรือ Fluorocarbon Coated แล้ววัสดุข้างในก็ไม่ได้สัมผัสกับสารเคมีหรือ กรด ด่างแต่อย่างใด แต่ถ้าต้องการใช้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 320°C ก็ไม่จำเป็นต้องชุบ PTFE หรือ Fluorocarbon Coated เพราะไม่มีความจำเป็นที่ต้องเสียเงินโดยเปล่าประโยชน์ ควรหาวัสดุที่มีความเหมาะสมกับงานนั้นๆจะดีกว่า แต่ถ้าการสั่งซื้อในคราวนั้นๆแอบแฝงด้วยเหตุผลที่ไม่มีเหตุผล คืออย่างไรก็จะซื้อ ก็คงเป็นเหตุผลส่วนตัวระหว่างกันและกัน มากกว่าจะดูที่รายละเอียดของการใช้งานให้คุ้มค่าและมีประโยชน์ที่สุด

บทความโดย : นาย พิมาณ ทิพย์สุวรรณ  
(กรรมการผู้จัดการ)

ข้อมูลอ้างอิงจาก : <http://www2.dupont.com>

: ASTM International Standards for Mechanical Fasteners Annual

: Whitford Leaflet