

Ferritic Stainless Steels

สแตนเลสชนิดเฟอร์ริติก

| เฟอร์ริติกเกรดที่มีปริมาณโครเมียมต่ำ | เฟอร์ริติกเกรดที่มีปริมาณโครเมียมปานกลาง |

FERRITIC STAINLESS STEEL

| Low Cr Ferritic Grades | Medium Cr Ferritic Grades |

สแตนเลสเฟอร์ริติก เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีโครเมียมเป็นธาตุสำคัญ โดยมีปริมาณโครเมียมอยู่ในช่วง 11 - 30% สแตนเลสเฟอร์ริติกมีคุณสมบัติแม่เหล็ก ดัดดัด ไม่สามารถอบชุบได้ และไม่สามารถทำให้แข็งได้โดยการขึ้นรูปเย็น สามารถจำแนกอย่างกว้างๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามปริมาณโครเมียม คือ

- เฟอร์ริติกเกรดที่มีปริมาณโครเมียมต่ำ (11 - 14%) เช่น AISI 409, 409Nb
- เฟอร์ริติกเกรดที่มีปริมาณโครเมียมปานกลาง (16 - 18%) เช่น AISI 430, 439
- เฟอร์ริติกเกรดที่มีปริมาณโครเมียมสูง (18 - 30%) และเฟอร์ริติกเกรดที่มีธาตุโมลิบดีนัม เช่น AISI 444

สแตนเลสเฟอร์ริติกมีความต้านทานการกัดกร่อน และความสามารถในการเชื่อมไม่ดีนักเมื่อเทียบกับสแตนเลสออสเทนนิติก นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามเอาชนะปัญหานี้โดยการลดปริมาณคาร์บอน และธาตุมลทิน เช่น ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส หรือโดยการเติมธาตุผสม เช่น ไทเทเนียม ไนโอเบียม และเซอร์โคเนียม

โลหะผสมต่างๆ ที่เติมลงไป มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันโลหะผสมกลายเป็นสภาวะการ "sensitize" ซึ่งเป็นสภาวะที่โครเมียมรวมตัวกับคาร์บอน แล้วเกิดโครเมียมคาร์ไบด์หลังจากผ่านอุณหภูมิสูงในระยะเวลานานสั้น เช่นการเชื่อม การเกิดคาร์ไบด์ จะทำให้ความต้านทานการกัดกร่อนของเหล็กกล้าลดลงอย่างมาก และเพื่อเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting) ในสภาพแวดล้อมที่มีคลอไรด์ โมลิบดีนัมจะถูกเติมเพิ่มเข้าไปด้วย

FERRITIC STAINLESS STEELS are essentially chromium-based stainless steels. Chromium contents are typically in the range of 11 to 30 %. Ferritic stainless steels are ferromagnetic. They are not heat-treatable and not hardenable by cold work. Ferritic stainless steels can be broadly classified in three groups based on their chromium contents:

- Low Cr (11 to 14 %) Ferritic Grades: Ex. AISI 409, 409Nb
- Medium Cr (16 to 18 %) Ferritic Grades: Ex. AISI 430, 439
- High Cr (18 to 30 %) and Mo Ferritic Grades: Ex. AISI 444

Ferritic stainless, as originally developed, possessed inferior corrosion resistance and weldability when compared to austenitic stainless. Over the years, scientist had sought to overcome the problems by either lowering carbon and traps elements such as sulfur and phosphorous or by addition of alloying element such as titanium, niobium and zirconium.

The alloys are added aiming to prevent the alloy to become "sensitize", the condition whereby chromium combines with carbon to yield chromium carbides after short exposure to elevated temperature. The formation of carbides greatly reduces corrosion resistance of the steel. To further enhance pitting corrosion resistance in chloride environment molybdenum is added.

ส่วนประกอบทางเคมีทั่วไป

(น้ำหนักร้อยละ)

NOMINAL CHEMICAL COMPOSITION

(wt. %)

Grade	JIS	TNX	Composition (wt.%)					
			C	Cr	Ni	Ti	Nb	Mo
409L	SUH 409L	TLC12	≤ 0.03	10.50~11.75	-	6x(C+N)~0.75	-	-
430	SUS 430	SC17	≤ 0.12	16.0~18.0	-	-	-	-
439	-	TSC18	≤ 0.03	17.0~19.0	-	0.2+4x(C+N)~1.1	-	-

ลักษณะเฉพาะและการนำไปใช้งาน

ลักษณะเฉพาะของสแตนเลสเฟอร์ริติก เปลี่ยนแปลงตามปริมาณโลหะผสมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการนำไปใช้งานต่างๆ จะกำหนดได้จากคุณสมบัติเด่นที่เกิดจากปริมาณโลหะผสม

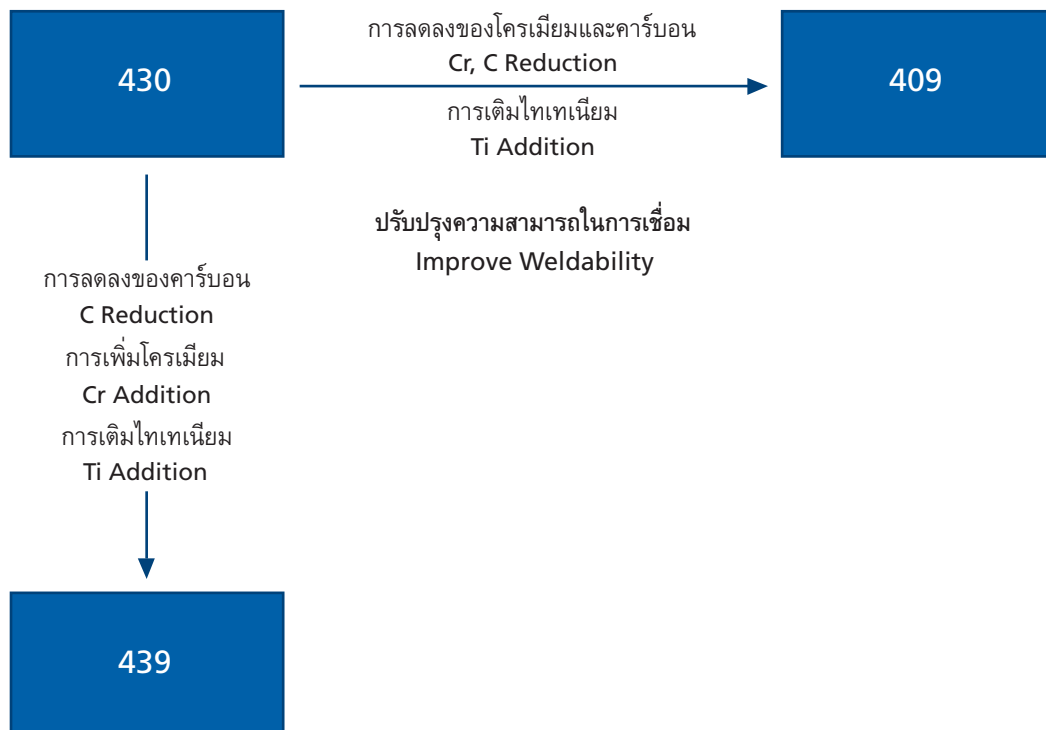
GENERAL CHARACTERISTICS & TYPICAL APPLICATIONS

"Ferritic" stainless steel characteristics vary significantly with the alloying content. Thus their applications are dictated by the enhanced performance attributed to the alloy contents.

AISI	ลักษณะเฉพาะ Typical Characteristics	การนำไปใช้งาน Typical Applications
409L	ความต้านทานการเกิดออกซิเดชัน ความสามารถในการเชื่อม และการขึ้นรูปดีขึ้น เพราะปริมาณคาร์บอนต่ำกว่าเกรด 409 Better oxidation resistance, weld ability, and formability due to lower C content than 409	ท่อไอเสีย ท่อร่วม หม้อพัก ตัวถังของเครื่องแปรรูปไอเสีย และอุปกรณ์ที่ทนความร้อนสูง และภาชนะบนโต๊ะอาหาร Exhaust pipes, manifold, main muffler, and converter cases
430	ความสามารถในการขึ้นรูป และความต้านทานการกัดกร่อนที่ปานกลาง Moderate formability and corrosion resistance	การนำไปใช้งานทั่วไป General purposes
439	ความสามารถในการขึ้นรูปลึกดี ความต้านทานการเกิด roping ดีขึ้น การนำความร้อนดี และมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำ Good deep drawability, better resistance against roping, high thermal conductivity and low thermal expansion coefficient	นำไปใช้งานแทนเกรด 304 เช่น ส่วนท่อไอเสียรถยนต์ เครื่องแปรรูปไอเสีย วัสดุตกแต่งภายในอาคาร ภาชนะในห้องครัว และลิฟท์ Replacing 304 applications; Auto exhaust parts: Catalytic converter

แนวทางในการเลือกเกรดสแตนเลสเฟอร์ริติก

GUIDE TO SELECTION FERRITIC STAINLESS STEEL GRADE



คุณสมบัติผลิตภัณฑ์

ความต้านทานการกัดกร่อน

ความต้านทานการกัดกร่อนของสแตนเลสเฟอร์ริติกจัดอยู่ในช่วงปานกลาง จนถึงดีเลิศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณโลหะผสม สแตนเลสเฟอร์ริติกไม่ไวต่อการแตกหักเนื่องมาจากการกัดกร่อนในสภาวะที่มีความเค้นอยู่ด้วย (Stress Corrosion Cracking) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่แตกต่างจากสแตนเลสออสเทนนิติก ดังนั้น สแตนเลสเฟอร์ริติก จึงเป็นวัสดุทางเลือกของการนำไปใช้งานที่มีความเค้นเข้ามาเกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ระบบท่อไอเสียรถยนต์ที่ผลิตจากเกรด 409 และ 439

PRODUCT ATTRIBUTES

CORROSION RESISTANCE

Corrosion resistance of Ferritic stainless steels can range from moderate to excellent depending on the alloy content. Unlike austenitic stainless steels, ferritic stainless steels are not susceptible to stress corrosion cracking. Thus it is a material of choice where there is an imposed stress in service. For example automobile exhaust systems are made from grades like 409 and 439.

ความสามารถในการขึ้นรูป

สแตนเลสเฟอร์ริติกมีค่าความเหนียวต่ำกว่าเกรดออสเทนนิติก ทำให้มีความสามารถในการขึ้นรูปน้อยกว่า หากเพิ่มการอบอ่อนในขณะขึ้นรูป และ/หรือ ทำการขึ้นรูปที่อุณหภูมิสูงขึ้น โดยการอุ่นแม่พิมพ์ แกนดิน และชิ้นงาน จะทำให้เกรดเฟอร์ริติกขึ้นรูปได้ดีเทียบเท่ากับเกรดออสเทนนิติก เกรด 409L และ 439 มีคาร์บอนต่ำกว่า 430 จึงสามารถขึ้นรูปได้ดีกว่า 430 เนื่องจาก 409L และ 439 มีการยึดตัวได้สูงจึงมีความสามารถในการขึ้นรูปได้ดีกว่า 430

FORMABILITY

Lack of ductility makes ferritic stainless steels not readily formable as compared to austenitic stainless steels. Intermediate annealing between forming steps and/or warm forming by heating up die, punch and blank allow the ferritic grades to be formed to almost the same extent as the austenitic grades. 439 and 409L have better sheet formability than 430.

คุณสมบัติเชิงกลโดยทั่วไป และความสามารถในการขึ้นรูป

โลหะแผ่น

(ในสภาพอบอ่อน)

NOMINAL MECHANICAL PROPERTIES AND SHEET FORMABILITY

(in As-annealed Condition)

Grade	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong.* (%)	LDR	Erichsen Deflection (mm)
409L	≥ 175	≥ 360	≥ 25	-	-
430	≥ 205	≥ 450	≥ 22	2.05	8.7
439	≥ 240	≥ 415	≥ 25	-	-

*Nominal Value

For information only

ความสามารถในการเชื่อม

สแตนเลสเฟอร์ริติก สามารถเชื่อมได้โดยวิธีการเชื่อมแบบเดียวกับที่ใช้กับเกรดออสเทนนิติกหรือเหล็กกล้าคาร์บอน ความสามารถในการเชื่อมเฟอร์ริติกแต่ละเกรดขึ้นกับปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนอย่างมาก ปริมาณคาร์บอนต่ำจะเป็นเกรดที่มีความสามารถในการเชื่อมดีขึ้น การเลือกลวดเชื่อมสำหรับงานเชื่อมแบบหลอมละลาย เช่น ทิก (TIG) และมิก (MIG) สามารถใช้ลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกับเฟอร์ริติก หรือจะใช้ลวดเชื่อมที่เป็นออสเทนนิติกก็ได้ ลวดเชื่อมออสเทนนิติกจะให้ความเชื่อมที่แข็งแรงกว่า และเหนียวกว่า การอบให้ความร้อนหลังการเชื่อมอาจจำเป็น เมื่อต้องการความเหนียวที่เพิ่มขึ้น

WELDABILITY

Ferritic stainless steels can be welded by any of the welding processes used to weld austenitic stainless steels or carbon steels. The weldability of each ferritic grade greatly depends on the carbon and nitrogen content. The lower the content, the more weldable the grade. The choice of filler metal in fusion welding such as TIG and MIG can be either with a filler with similar composition or austenitic filler. The austenitic filler produces weldment that is tougher and more ductile. Post-weld heat treatment may be required to minimize embrittlement.

- การเชื่อมแบบความต้านทาน - การเชื่อมเป็นจุดและตะเข็บใช้สำหรับความหนาต่ำกว่า หรือเท่ากับ 2.0 มม.
- TIG ความหนาต่ำกว่า 1.5 มม. โดยไม่ใช้ลวดเชื่อม ความหนามากกว่า 0.5 มม. ใช้ลวดเชื่อม
- MIG ความหนามากกว่า 0.8 มม.
- ห้ามใช้ก๊าซไฮโดรเจนหรือก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซปกคลุม เพราะก๊าซชนิดนี้จะลดความเหนียวของแนวเชื่อมอย่างมาก
- ควรควบคุมความร้อนของแนวเชื่อม เพื่อไม่ให้เกรนโตมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการแตกเปราะได้ง่าย

- Resistance Welding - Spot & Seam welding for thickness ≤ 2.0 mm
- TIG, thickness < 1.5 mm without filler metal, thickness > 0.5 mm with filler metal
- MIG, thickness > 0.8 mm
- No Hydrogen or Nitrogen for shielding gas, the gases will significantly reduce weld ductility.
- Excessive grain growth during welding can lead to embrittlement.

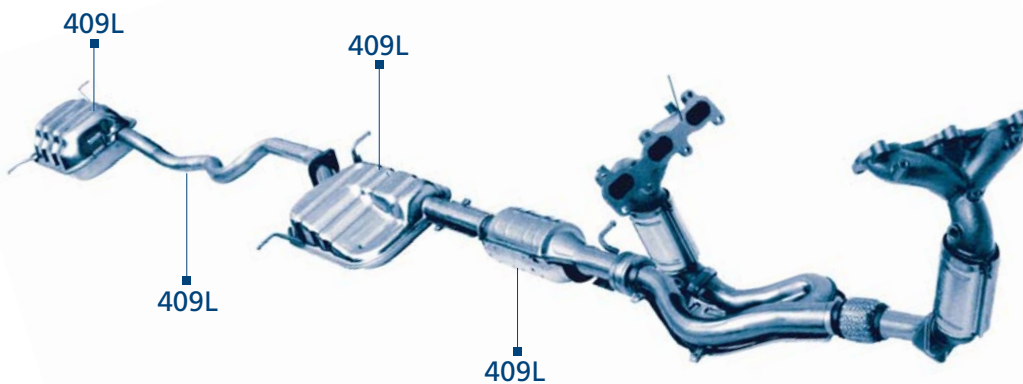
ผลิตภัณฑ์ของไทยน็อกซ์

เกรด	: โครเมียมต่ำ: 409L โครเมียมปานกลาง: 430, 439
ลักษณะ	: แผ่น, แผ่นหน้าแคบ และม้วน
ผิว	: No.1, 2D, 2B, BA และผิวด้าน (โปรดติดต่อฝ่ายขาย)
ความหนา	: 0.4 - 3.0 มม. (2B) 0.3 - 1.5 มม. (BA)
ความกว้าง	: 400 - 1,320 มม. สำหรับแผ่น และ 30 - 600 มม. สำหรับแผ่นหน้าแคบ
ค่าความคลาดเคลื่อน	: ปรึกษาตัวแทนฝ่ายขายของไทยน็อกซ์
ลักษณะบรรจุภัณฑ์	: ปรึกษาตัวแทนฝ่ายขายของไทยน็อกซ์

THAINOX PRODUCTS AVAILABILITY

Grade	: Low Cr: 409L Intermediate Cr: 430, 439
Form	: Sheet, Strip, and Coil
Surface Finish	: No.1, 2D, 2B, BA, and Dull Surface (Subject to discussion)
Thickness	: 0.4 - 3.0 mm (2B) 0.3 - 1.5 mm (BA)
Width	: 400 - 1,320 mm for sheet 30 - 600 mm for strip
Tolerances	: Consult with Thainox sale executive
Packing	: Consult with Thainox sale executive

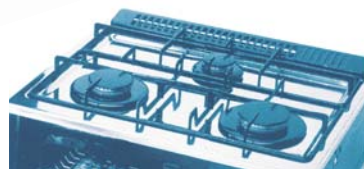
การนำไปใช้งาน



TYPICAL APPLICATIONS



430



430



430



439



439



439



Thainox Stainless Public Company Limited

Head Office:
31/F Unit 3101-3 CRC Tower, All Seasons Place,
87/2 Wireless Road, Lumpini, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand
Tel. (66 2) 250 7621-32 Fax (66 2) 250 7633

Rayong Plant:
324 Moo 8, Highway No. 3191 Road, Tambol Mabkha,
Ging Amphor Nikompattana, Rayong 21180, Thailand
Tel. (66 38) 636 125-32 Fax (66 38) 636 099

Website: www.thainox.com