

銀(Ag)添加抗菌ステンレス鋼「R430LN-AB」*1

横田 毅*2 柄原 美佐子*3 小林 眞*4

Antimicrobial Ferritic Stainless Steel Containing Silver

Takeshi Yokota Misako Tochiwara Makoto Kobayashi

1 はじめに

ここ数年プラスチック製品、衣料品をはじめわれわれの身近にある生活関連用品の抗菌化が進んでいる¹⁾。ステンレス鋼の分野でも銅を多量に添加し特殊処理を施した抗菌ステンレス鋼²⁾がすでに開発されている。

川崎製鉄では、銅や亜鉛よりも抗菌作用の強い銀 (Ag) に着目し、銀添加抗菌ステンレス鋼「R430LN-AB」を開発した。本製品は抗菌性に優れかつ銀無添加鋼と同等の耐食性、機械的性質を有する抗菌ステンレス鋼である。以下に製品の概要を紹介する。

2 開発の要点

抗菌性の発現機構は銅板から溶出した金属イオンが細胞膜内に浸透後、菌の酵素と反応し呼吸を停止させることによって起こるとされている³⁾。しかしながら、金属イオンの溶出は不動態皮膜の破壊をともなうことから耐食性の劣化につながりやすい。これを防ぐには金属イオンの溶出量を押さえる必要があるが、このためには抗菌力の強い元素の添加が不可欠である。そこで、本製品では他の元素に比べて抗菌効果の高い銀を添加元素として用いた。また、本製品は以下の目標にしたがって開発された。

- (1) 抗菌製品協議会のフィルム密着法で減菌率 99% 以上
- (2) 耐食性、機械的性質が銀無添加鋼と同等
- (3) 銀無添加鋼と同等の製造性

3 製品の特性

3.1 製品の化学成分

本製品は SUS430LX (17Cr-0.4Nb) に Ag を添加したもので以下に製品特性について紹介する。

3.2 抗菌特性

抗菌試験は (社)日本食品衛生協会および (財)日本食品分析センターに依頼し、抗菌製品協議会・フィルム密着法に準拠して実施した⁴⁾。試験菌は大腸菌 (IFO 3301) および黄色ブドウ球菌 (IFO 12732) を用い、銅板の表面仕上げは BA, 2B, #320 研磨の 3 種類

とした。以下に試験方法の概略を述べる。

- (1) 試験菌を普通ブイオン培地で 35°C、18 h 培養し、滅菌精製水で 500 倍に希釈したものを菌液とした (菌数: 約 10^6 cfu/ml)。
- (2) 5 cm × 5 cm の試験片を滅菌シャーレーに入れ、その試験面に菌液を 0.125 ml 接種し、その上に被覆フィルムを被せて蓋をした後、温度 35°C、湿度 99% の条件下で 24 h 保存した。
- (3) 保存後、被覆フィルムに付着している菌を SCDLP ブイオン培地 10 ml で洗い出し、SA 培地で 35°C、48 h 培養した後菌数を測定した。
- (4) 減菌率は当社にて (1) 式により算出し、減菌率 99% 以上で抗菌効果ありと判定した。なお比較鋼には銀無添加鋼 (SUS430LX*2B) を用いた。

減菌率 (%)

$$= \frac{(24 \text{ h 後の比較鋼の生菌数}) - (24 \text{ h 後の開発鋼の生菌数})}{24 \text{ h 後の比較鋼の生菌数}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

抗菌試験結果を **Table 1** に、R430LN-AB および SUS430LX (Ag 無添加鋼) の 24 h 後の生菌数の一例を **Photo 1** に示す。R430LN-AB は、いずれの表面仕上げについても、24 h 後の生菌数は比較鋼のそれに比べて 2 桁以上少なく、抗菌性の発現が確認された。

次に、耐摩耗性を調査する目的で BA 製品の表面を 600 番エメリ

Table 1 Results of antimicrobial activity test

Species	Sample	Finish	Viable cell count before test (cfu/sample)	Viable cell count after 24 h (cfu/sample)	Rate of cell reduction (%)
<i>Escherichia coli</i>	R430LN-AB	BA	1.5×10^5 3.7×10^5 *	5.0×10 4.4×10^4 *	> 99 > 99
		2B	1.5×10^5	7.0×10^2	> 99
		#320	1.5×10^5	1.3×10^3	> 99
	SUS430LX (Control)	2B	1.5×10^5 3.7×10^5 *	2.8×10^6 4.8×10^6 *	

Testing facility : Japan Food Hygiene Association

Date of test certificates : Jan. 19, 1998

Nos. of test certificates : No. 71-6833, No. 71-6835, No. 71-7164

*Testing facility : Japan Food Research Laboratories

Date of test certificates : July 30, 1998

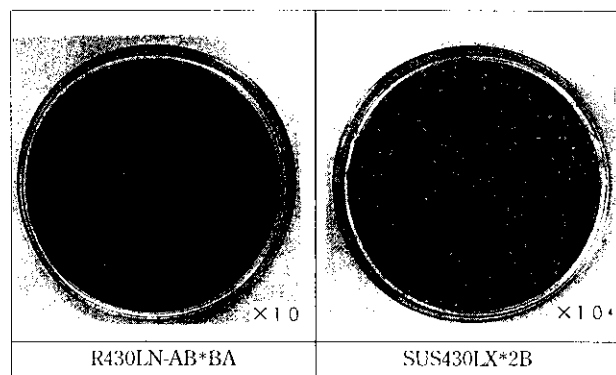
No. of test certificate : No. 298070061-001

*1 平成10年6月15日原稿受付

*2 技術研究所 ステンレス鋼研究部門

*3 技術研究所 ステンレス鋼研究部門

*4 千葉製鉄所 管理部ステンレス・特殊鋼管理室長



Testing facility : Japan Food Hygiene Association

Date of test certificates : Jan. 19, 1998

No. of test certificates : No. 71-7164

Photo 1 Example of culture plates showing viable cell counts after 24 h of storage

Table 2 Results of antimicrobial activity test in samples after polishing for 1 μ m

Sample	Finish	Species	Viable cell count before test (cfu/sample)	Viable cell count after 24 h (cfu/sample)	Rate of cell reduction (%)
R430LN-AB	BA ↓ #600	<i>Escherichia coli</i>	3.1×10^5	8.0×10	> 99
		<i>Staphylococcus aureus</i>	3.9×10^5	5.0×10	> 99
SUS430LX (Control)	2B	<i>Escherichia coli</i>	3.1×10^5	4.0×10^6	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	3.9×10^5	5.4×10^5	

Testing facility : Japan Food Hygiene Association

Date of test certificates : Jan. 19, 1998

Nos. of test certificates : No. 71-8289, No. 71-8290

一研磨紙にて 1 μ m 研磨した後、抗菌試験を実施した。試験結果を Table 2 に示す。表面研磨後も十分な抗菌性が維持されていることがわかった。

3.3 機械的性質および耐食性

R430LN-AB と SUS430LX の機械的性質を Table 3 に示す。また、

Table 3 Mechanical properties of developed stainless steel

	Thickness (mm)	Finish	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	r-value	n-value
R430LN-AB	1.0	2B	320	490	35.5	1.45	0.22
SUS430LX	1.0	2B	290	470	35.3	1.50	0.25

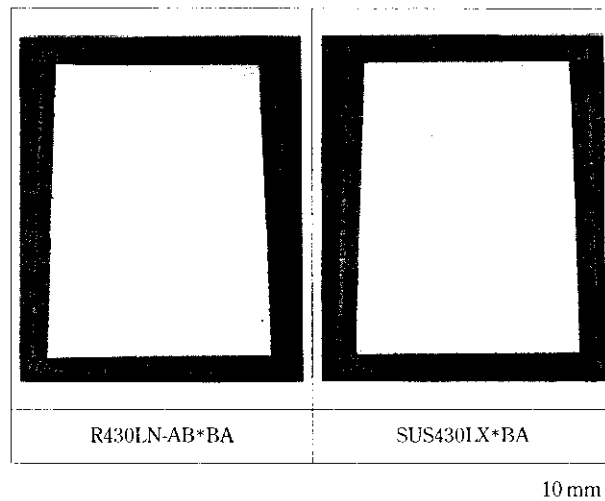


Photo 2 Result of cyclic corrosion test

耐食性試験として、5.0 mass%NaCl 溶液を 35°C で 0.5 h 噴霧後 60°C で 1 h 乾燥させ、さらに湿度 95%以上で 1 h 湿潤させるサイクルを 10 サイクル繰り返した塩乾湿複合サイクル試験を実施した。その結果を Photo 2 に示す。銀添加による機械的性質および耐食性の劣化は認められなかった。

4 まとめ

抗菌性と耐食性の両立する銀添加抗菌ステンレス鋼を開発した。本製品は、菌の繁殖抑制効果が要求される厨房用品、医療器具など幅広い用途に有効である。また、銀添加 SUS430 および銀添加 SUS304 も試作を終え抗菌効果を確認中であり近日中に製品化する予定である。

参考文献

- 1) 日本防衛防衛学会編：「防衛防衛ハンドブック」, (1993), 352, [技報堂出版]
- 2) 中村定幸、大久保直人、宮崎克久、長谷川守弘、棟居義雄：日新製鋼技報, **76**(1997), 48
- 3) L. A. クリスキー：「銀イオン水」, キーエフ<ナウコワドムカ>, (1987)
- 4) 鈴木昌二：セラミックス, **31**(1996), 590

問い合わせ先

ステンレス・特殊鋼営業部
東京都千代田区内幸町2丁目2番3号 (H比谷国際ビル)
TEL 03(3597)4028 FAX 03(3597)4035
千葉製鉄所 管理部・ステンレス管理室
千葉市中央区川崎町1番地
TEL 043(262)2589 FAX 043(262)2980
ステンレス・特殊鋼営業部 ステンレス管理室 (大阪駐在)
大阪市北区芝田1丁目1番4号 (阪急ターミナルビル)
TEL 06(315)4561 FAX 06(315)4692
TEL 06(315)4631 FAX 06(315)4691