

深絞り性に優れた直接一回掛けほうろう用鋼板「KTM-D」*1

大澤 一典*2 坂田 敬*3 加藤 安功*4

KTM-D Sheet Steel with Superior Deep Drawability and Direct-on Enameling Properties

Kazunori Osawa Kei Sakata Yasunori Kato

1 はじめに

従来より連続铸造-連続焼鈍法で種々のタイプのほうろう用鋼板が開発されている¹⁻³⁾。しかし、脱炭焼鈍した造塊リムド鋼のように深絞り性と直接一回掛けに適するほうろう特性を具備した鋼板の製造は難しく、造塊鋼から連続铸造-連続焼鈍材への切り替えができていない。今回、従来より当社が製造していたB添加中酸素鋼⁴⁾を基に、深絞り性とほうろう特性を両立する鋼板「KTM-D」を開発することができたのでここに紹介する。

2 新ほうろう用鋼板の成分設計

ほうろう用鋼板として要求される種々の特性を従来鋼よりも向上させるために、新ほうろう用鋼板の成分系をTable 1のように設計した。また、Table 2に機械的特性の代表例を示す。本開発鋼は従

Table 2 Typical mechanical properties

Steel	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	YEI (%)	AI (MPa)	r-value
Newly developed KTM-D	160	310	49	0	20	1.8
Conventional	190	300	46	0	40	1.3

Thickness : 0.8mm, as temper-rolled

来鋼よりも軟質であり、伸び(EI)や深絞り性の尺度であるランクフォード値(r-value)が高い。さらに、時効指数(AI)が低いので室温での時効劣化が起こりにくいという特徴をもっている。

これらの機械的性質やその他のほうろう特性におよぼす製造条件の影響を以下に示す。

Table 1 Concept of chemical compositions for newly developed KTM-D sheet steel

Properties	Steel	Conventional	Developed
Improvement of press formability, anti-sagging and anti-bubbling		0.013%B added extra-low C (C : 0.002%)	→ '0.02%Nb-0.013%B' added extra-low C (C : 0.002%)
Improvement of anti-fishscaling		BN, B _x O _y (MnO)	→ BN, B _x O _y (MnO, NbC, Nb _x O _y)
		0.013%B-0.007%N-0.013%O	0.013%B-0.007%N-0.018%O-0.02%Nb
Improvement of adhesion and weldability		Medium O (0.013%O)	→ Medium O (0.018%O)
Improvement of anti-blister		(0.015%P)	→ Low P (≦0.010%P)

*1 平成7年7月27日原稿受付

*2 技術研究所 薄板研究部薄板研究室

*3 技術研究所 薄板研究部薄板研究室 主任研究員(課長)

*4 千葉製鉄所 管理部薄板管理室 主査(課長)(現 川鉄コンテナ(株)技術管理部)

3 諸特性に及ぼす化学成分の効果

3.1 深絞り性に及ぼす Nb 添加の効果

本開発鋼は Nb を C との原子比で 1.0 以上に添加することによって圧延方向に対して 45 度(D)方向の特性が大幅に改善されて平均 r 値は高くなり、深絞り性は大幅に向上する (Fig. 1)。なお、高い平均 r 値 ($\bar{r}$) を得るため高温連続焼鈍を施している。

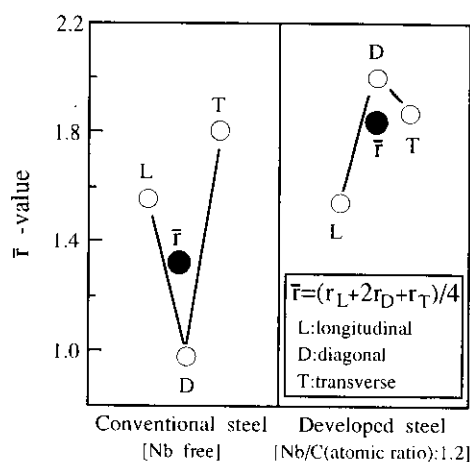


Fig. 1 Comparison of r -value between the developed and conventional enameling steels

3.2 密着性に及ぼす酸素量の効果

直接一回掛けほうろう時の密着性に及ぼす酸素量の影響を Fig. 2 に示す。酸素量が 130 ppm 以上で安定した密着性が得られる。また、二回掛けほうろうや無酸洗タイプの上すぐりを用いた場合でも良好な密着性が得られる。

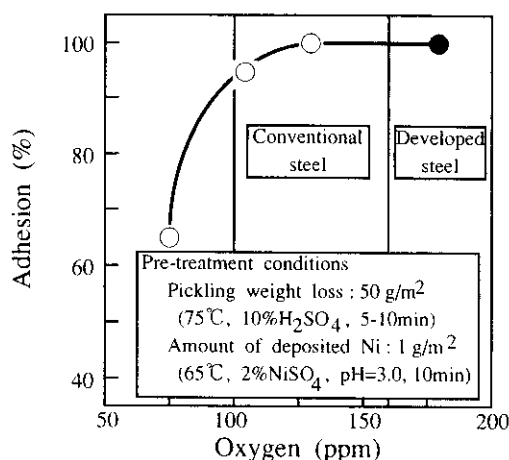


Fig. 2 Effect of oxygen content in the steel on the direct-on enameling adhesion evaluated by the ASTM C313-78 standard (enamel layer thickness: 100-150 μ m)

3.3 耐つまとび性に及ぼす Nb 添加、酸素量の効果

耐つまとび性の向上のため、本開発鋼では酸素量を従来鋼より高め B_2O_3 を水素のトラップサイトとしていることに加え、新たに Nb 炭化物も利用している。そのため、Fig. 3 に示すように本開発鋼の鋼中水素の拡散係数 (D_H) は小さくなり、従来鋼に比べて耐つまとび性は良好である。

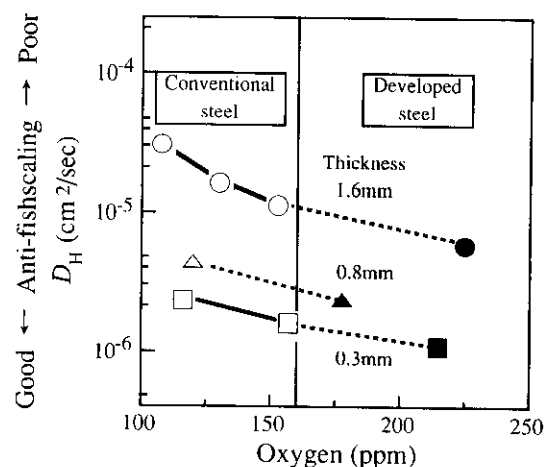


Fig. 3 Effect of oxygen content on the diffusion coefficient of hydrogen (D_H) through steels

3.4 耐焼成歪み性に及ぼす Nb 添加の効果

ほうろうは調質圧延後あるいはプレス成形後、800°C 以上の高温で焼成されるため、その自重や熱膨脹により、形状変化を起こしやすい。これに対して、本開発鋼では 10 nm 前後の微細な NbC が析出し、粒成長が抑制されるとともに異常粒成長の発生する臨界歪み量が高歪み側へシフトする。そのため、耐焼成歪み性は良好である。

3.5 ほうろうの表面品質に及ぼす P 量低減の効果

直接一回掛けほうろうは硫酸酸洗、Ni 処理といった前処理条件の影響を受けやすく、毛穴、黒点、泡といった欠陥がほうろう表面に生じやすい。連続製造の鋼板は上記の欠陥の発生が多いとされている⁵⁾。本開発鋼では前処理時の酸洗挙動に影響の大きい P 量を低減し、酸洗時に結晶粒界での過度の腐食を抑え、スマットの発生量を制御してほうろうの表面品質を改善した。すなわち、Fig. 4 に示すように酸洗減量 10~80 g/m²、Ni 付着量 0.3~2.0 g/m² に管理すれば、密着性が良好で、かつ表面品質の安定した製品が得られる。さらに、P 量を低減したことで酸洗速度が遅くなったので、その範囲内に管理するのは従来鋼よりもはるかに容易になった。

3.6 溶接性に及ぼす酸素量の効果

ほうろう用鋼板に施される溶接としてはプラズマ溶接のような突き合せが多い。一般の Al キルド鋼では数十 ppm まで酸素量が低減されているため、溶鋼の表面張力が大きくなり、高速では均一な溶接ができない。本開発鋼は従来鋼よりもさらに酸素量を多くしており、10%の溶接スピードの上昇が可能となった。

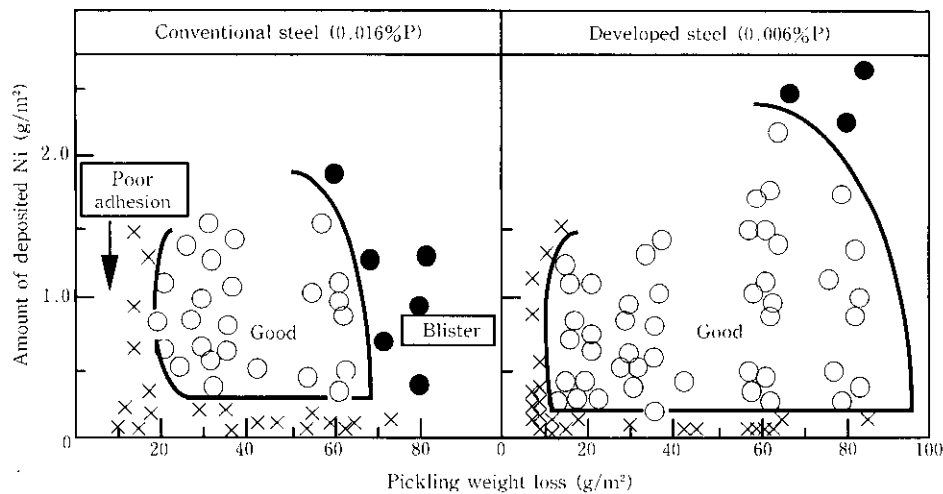


Fig. 4 Effect of pickling weight loss and amount of deposited Ni on direct-on enameling properties of the steel. The specimen is subjected to firstly pickling treatment in 10% H_2SO_4 at 75°C, followed by Ni coating in 2% NiSO_4 with pH=3.0 at 65°C. (enamel layer thickness: 100-150 μm)

4 おわりに

従来のB添加中酸素鋼を基にNbを添加し、さらに各特性に応じた元素と製造条件を最適化したことによって、深絞り性と各種ほうろう特性、とくに直接一回掛けほうろう時の表面品質を大幅に向上させた鋼板「KTM-D」を開発した。これによって、当社ほうろう用鋼板の全てを連続铸造-連続焼鈍化し、品質向上、納期短縮を達成することができた。

参考文献

- 1) 芳賀雄彦, 久々湊英雄, 今井卓雄, 伊藤健治: 川崎製鉄技報, 7 (1975)2, 65-76
- 2) 安田 顕, 伊藤健治, 池平淳子, 入江敏夫, 高崎順介, 古川幸夫: 川崎製鉄技報, 16(1984)4, 48-55
- 3) 高崎順介, 佐藤広武, 浜土和久, 安田 顕, 伊藤健治: 鉄と鋼, 69 (1983)13, S 1368
- 4) 大澤一典, 坂田 敬, 加藤俊之: 材料とプロセス, 8(1995)3, 749
- 5) 岐阜川連鋳鋼研究会: 「連鋳鋼のほうろう性の研究」, (1989), [(株)日本鋳鋼工業会, (株)日本セラミック協会岐阜部会編]

〈問い合わせ先〉

川崎製鉄株式会社 鉄鋼企画・営業本部薄板技術
Tel 03-3597-3487