

技術論文

連続注入クラッド法によるラップロールの開発

Development of Wrapper Roll by Continuous Pouring Process for Cladding



CPC 技術開発室
坂本 眞一
Sakamoto Shinichi

製品開発部課長
玉川 進
Tamagawa Susumu

製品開発部長
津田 篤信
Tsuda Atsunobu

小倉事業所長
森高 靖彦
Moritaka Yasuhiko

要 旨

従来、熱延巻取ラップロールには主として、溶接肉盛ロールが適用され、ビードマークなどの製造プロセスに起因した問題の発生することがある。連続注入クラッド法を適用することによって、問題点の解決がはかられ、耐用のすぐれたロールを開発した。

Synopsis:

Conventionally arc welding roll has mainly been applied as hot strip mill downcoiler wrapper roll, and such problem as bead mark attributed to the manufacture process has sometimes occurred.

Application of the continuous pouring clad process has resolved the problems and we have developed rolls excellent in durability.

1. 緒 言

熱延巻取ラップロールは、溶接肉盛によるハードフェイシング支配的で、次のような問題点を有していた。

製造プロセスに起因した特異な表面性状の一つであるビードマークが出現し、ストリップへ転写することによって、ストリップの歩留の低下をもたらす。

このようなことから、特異な表面性状の発生しない連続注入クラッド法による熱延巻取ラップロールを開発したので、使用成績を報告する。

2. 連続注入クラッド法の概要

連続注入クラッド法は、当社の開発した特許の製造プロセスで、Continuous Pouring Process for Cladding を略し、C.P.C 法と呼んでいる。C.P.C 法は近年、各製鉄所の熱延ラインのワークロールおよび、搬送ロールの製造法として注目されている。以下にその概要について説明する。Fig. 1に示すように、中実または、中空の芯材をモールドの中心にセットし、モールドと芯材の間にクラッドしようとする溶融金属を鑄込み、高周波誘導加熱により芯材に融接させながら、断続的に引抜き複合材料を製造する。

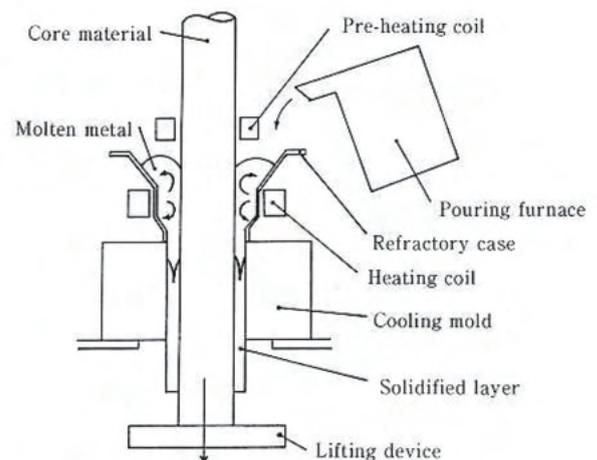


Fig 1 Schematic Diagram of CPC System

芯材の表面はあらかじめ、特殊なガラスをコーティングしておき、芯材が上部にセットしてある予熱コイルを通過する際にガラスが溶融軟化され、芯材の表面を清浄化、活性化し健全な接合部をもつクラッド層を構成することができる。C.P.C 法は一層肉盛であるため、熱の集中度が極めて小さく、従来の溶接肉盛法では不可能であった材質、たとえば、過共晶などのクラッドも可能である。また、芯材の代わりに熱崩壊性の中子を使用することにより、クラッ

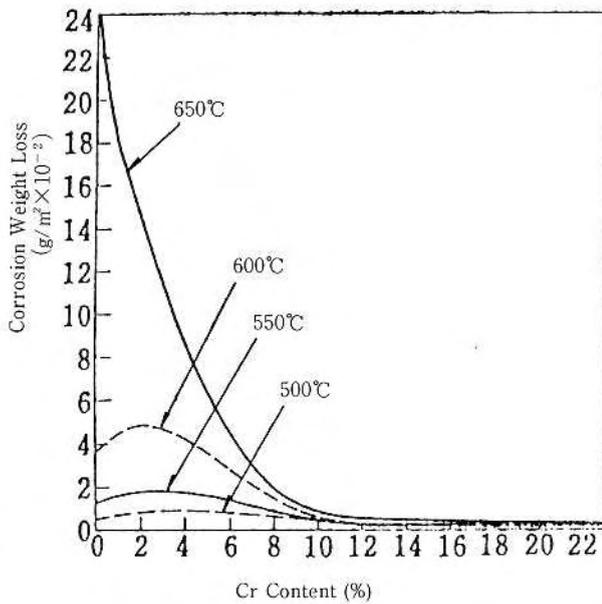


Fig. 5 Relation between Cr Content and Corrosion Weight Loss in Superheated Steam

中での鉄鋼材料の腐食量に及ぼすクロム比率の影響を Fig. 5 で示す。高温においてクロムの比率の増に伴って、概ね、9%までリニアに耐食性が出現し、9%以上で平衡状態となっている。

低温においては、クロム比率5%以下に最も耐食性が、低下する成分域を有し、7~8%以上で顕著な耐食性が出現していることがうかがえる。

両特性から、焼付の発生しにくい5%クロム材を手始めとして実機ロールへ適用した所、従来材と同程度の耐用しを得られず、開発材を適用したものである。

5. 開発材質の特性

5. 1 化学組織

Table 1で開発材質の化学組成を示す。

Table 1 開発材質の化学組織

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Other element
0.5 ~0.6	0.5 ~1.0	0.5 ~1.0	1.0 ~2.0	6.5 ~7.5	1.0 ~2.0	0.1 ~0.4

5. 2 機械的性質の一例

熱処理条件を示す。

焼入 1020℃ × 7 hr、 B.C

焼戻 350℃ × 7 hr、 A.C

- (1)引張強さ 1667N/mm²
- (2)伸び 4.2%
- (3)絞り 4.8%
- (4)衝撃値 3.43J/cm²
- (5)硬さ Hs 75

5. 3 硬さ特性

製品表面から有効範囲内での硬さ分布を Fig. 6で示す。表面から内部までほとんど硬さの低下がなく、有効範囲において均一である。

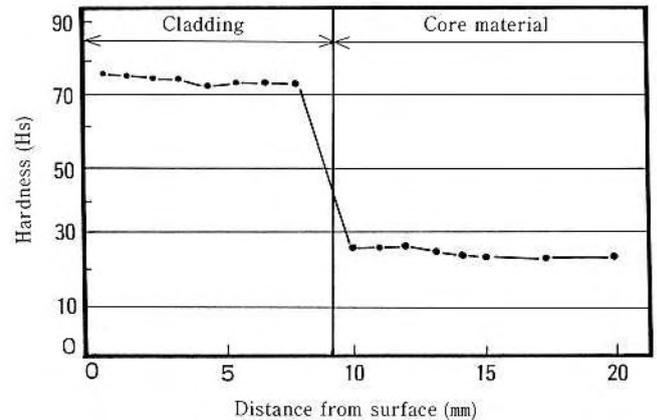


Fig. 6 Hardness Penetration Curve

5. 4 ミクロ組織

開発材の代表的ミクロ組織を Fig. 7で示す。基底はマルテンサイトで、微細な炭化物 (Fe, Cr, Mo, Vが結合して

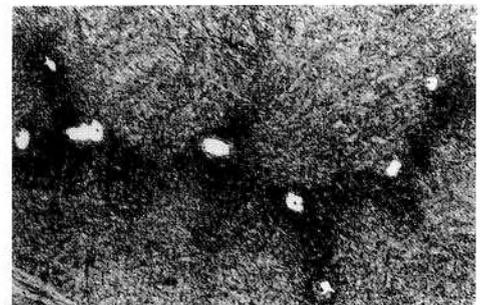


Fig. 7 Micro Structure

きる複合炭化物)が晶出、析出している状況が認められる。これらの炭化物は、高い硬さを有しストリップとの接触に対する耐摩耗性を出現させる要因となっているようである。

6. 開発ロールの使用結果

6. 1 ロールの仕様

- (1)ロール寸法：φ310×2300ℓ (胴長)
- (2)肉盛材質：開発材 (FKS 407、7.25%クロム材)
- (3)ロール構造：C.P.C 複合スリーブ焼嵌方式
- (4)押付方式：空圧3本ラップタイプ
- (5)押付力：Max. 33トン (設備仕様)
- (6)廃棄基準：φ10摩耗後 (途中改削あり)

6. 2 使用結果

処理量およびロールの摩耗量を Table 2で示し、処理量とロールの摩耗量との関係を Fig. 8で示す。

ド材でない単層の厚肉パイプの製造もできる。C.P.C 法の主な特長として、次のようなことが挙げられる。

- (1)一層盛で凝固シェルには指向性があり、ビードマークのような特異な表面性状が出現しない。
- (2)肉盛金属と母材との接合は、化学成分の拡散によってもたらされており、接合強度は大きく、境界から破断することなく、肉盛金属および芯材のどちらかの脆弱部で破断する。
- (3)肉盛金属の材質が任意に選択できる。
- (4)肉盛厚みは厚肉から薄肉まで任意に選択できる。

3. ラップロールの必要特性

熱延巻取ラップロールの機能として次のことが挙げられ、巻取設備の代表的な構造を Fig.2 で示す。

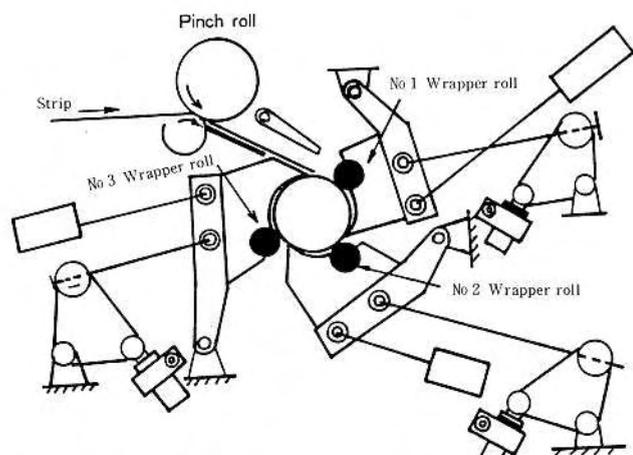


Fig.2 Schematic Diagram of Wrapper Roll in Hot Strip Mill Coiler

- (1)ストリップ先端をマンドレル周囲に沿って確実に送り込む。
- (2)適正な圧力でストリップをマンドレルに押しつけ、巻締りをよくする。
- (3)ストリップに曲げ加工を加え、マンドレルに巻きつきやすい形状とする。
- (4)コイル尾端部を押え、尾端のはね上がりやルーズ化を防止する。

このような機能を有するラップロールにはストリップの衝突および接触によって、繰り返しの加熱冷却を受けるばかりでなく、ストリップの表面性状に影響を及ぼす各種の損傷が発生する。ラップロールの必要特性として次のことが挙げられる。

- (1)耐焼付性
- (2)耐摩耗性
- (3)耐打疵性
- (4)耐熱衝撃割れ性

4. ラップロール材の材質選定

ラップロールの上記必要特性の中で、耐焼付性および耐摩耗性に注目し、材質を選定した。

4.1 耐焼付性

ラップロールの使用において、ストリップに影響を及ぼす特性である耐焼付性は、まず第一に考慮する必要があり、焼付シミュレーション装置によって含有クロムの比率と焼付の傾向を把握した。焼付シミュレーション装置および含有クロムの比率と焼付発生傾向の関係を Fig.3、Fig.4 で示す。

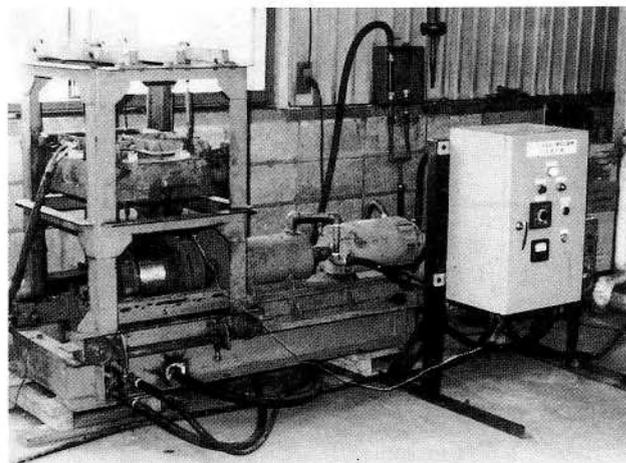


Fig.3 Apparatus of Sticking Test

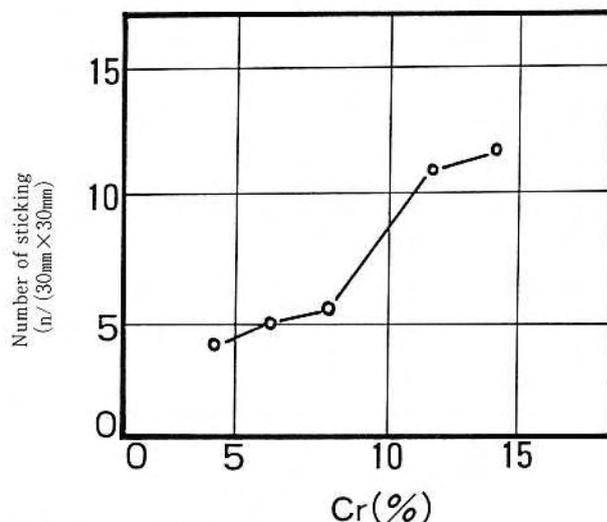


Fig.4 Result of Sticking Test

4.2 耐摩耗性

ラップロールの摩耗の要因として、次の三つが挙げられる。

- (1)ストリップとの接触摩耗
- (2)冷却水および加熱水蒸気による腐食摩耗
- (3)高温雰囲気での酸化摩耗

ラップロールの摩耗は、腐食摩耗が支配的であると考えられ、加熱水蒸気中における鉄鋼材料中のクロムの比率と腐食量との関係および焼付の傾向から、クロム比率の上限を7.5%とし、開発材に適用したものである。加熱水蒸気

Table 2 Between Roll Wear and Coil Tonnage

Coil tonnage ×10 ⁴ ton	Depth wear (mm)										
	(1)	2	3	4	5	6	7	(8)	(9)	Xmax	※X
84	0.15	0.65	0.45	1.25	1.35	1.20	1.05	0.60	0.10	1.35	0.99
125	1.90	2.00	2.10	2.00	1.90	1.90	2.05	1.90	1.85	2.10	1.99
185	1.95	2.80	3.40	3.45	3.60	3.35	3.35	2.60	1.95	3.60	3.33
236	5.25	4.70	4.60	4.85	4.95	4.85	4.95	4.80	5.85	4.95	4.82
310	6.40	6.00	6.10	5.80	6.15	5.85	5.75	6.05	6.20	6.15	5.94

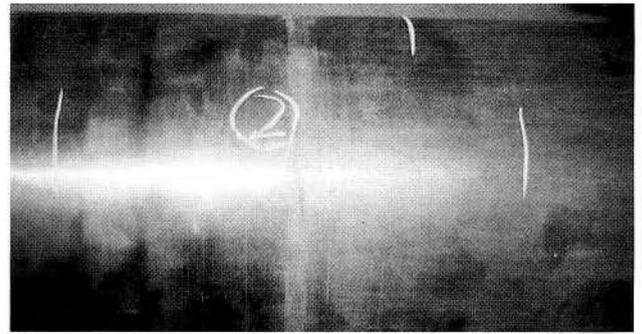


Fig. 9 Surface of Wrapper Roll
(Coil tonnage: 238×10⁴)

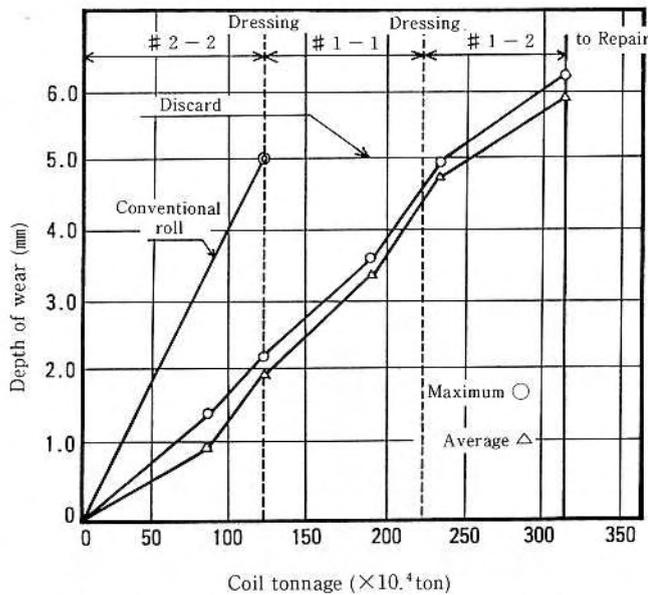


Fig. 8 Result between Roll Wear and Coil Tonnage

従来使用されていた溶接肉盛品は、125万トン処理後補修再生となったが、開発材は125万トン、236万トンの時点で2回の改削を経て310万トン処理後、C.P.C複合スリーブの交換再生となった。開発ロールは従来ロールと比較して、約2.5倍の耐用を記録した。使用中のロール表面の状況をFig.9で示す。ロール表面は、黒錆が支配的で、焼付の発生しにくい状況がうかがえる。また、打疵などのストリップに悪影響を及ぼす表面性状も認められず、良好な性状を呈している。

7. まとめ

以上をまとめると次のようなことが挙げられる。

- (1)連続注入クラッド法 (C.P.C法) によるラップロールを開発し、実機に適用した所、ビードマークのような特異な表面性状は観察されないばかりでなく、従来ロールが有していたビードマークによるストリップへの影響もなく、問題点の解決がはかれた。
- (2)焼付などの問題の発生もなく、耐用においては、従来材と比較して、約2.5倍を記録した。
- (3)現在では、各製鉄所のラップロールに、C.P.C法の採用が徐々に進み、トラブルの発生もなく好評を得ている。