

## 連続注入クラッド法によるルーパローラの開発

Development of Looper Rollers by Continuous Pouring Process for Cladding



CPC技術開発室  
坂本 眞一  
Sakamoto Shinichi

海外事業部長  
津田 篤信  
Tsuda Atsunobu

### 要 旨

熱延ラインのランナウトテーブルローラ、コイラーローラなどの各種のロール、ローラの製造法に、弊社が開発した連続注入クラッド法（以下 C. P. C 法と称す）が広く採用されている。仕上圧延機間のルーパローラには、従来、遠心鑄造法、溶接、溶射などの硬化肉盛法が適用されていたが、C. P. C 法を適用し、使用特性においてすぐれ、耐用の延長がはかれることが確認された。

### Synopsis :

For the method of manufacturing various rolls and rollers, such as runout table rollers and coiler rollers in hot rolling lines, the continuous pouring process for cladding (hereinafter, called C. P. C process) developed by this company has been adopted widely. For the looper rollers between finishing rolling machines, hardening cladding processes by centrifugal casting process, welding, thermal spraying and others have been applied so far, but it was confirmed that by applying the C. P. C process, the characteristics for use are superior, and the extension of service life can be planned.

## 1 緒 言

仕上圧延機の各スタンド間ルーパローラには、板との接触および加熱、冷却による各種の損傷が発生する。また、通板状態を安定にするために、摩耗の均一性が要求される。

弊社では、C. P. C 法による圧延設備部材の開発を進めているが、ビードマーク、偏摩耗の原因になる軸方向の材質不均一がなく、高硬度複合材が得られる C. P. C 法により、ルーパローラを開発したので、その結果を報告する。

## 2 C. P. C 法の概要

C. P. C 法は、弊社の開発した特許の製造プロセスで、Continuous Pouring Process for Cladding を略した呼称である。C. P. C 法は近年、各製鉄所の熱延、冷延ラインのワークロールおよび、搬送ローラ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

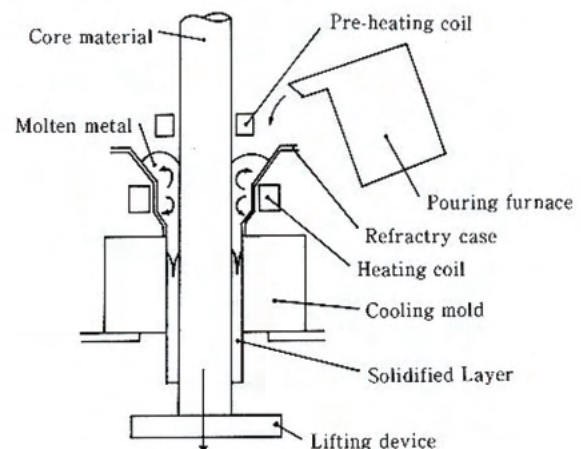


Fig. 1 Schematic diagram of C. P. C system

ドの中央にセットし、モールドと芯材の間にクラッドしようとする熔融金属を鑄込み、高周波誘導加熱により芯材に融接させながら、断続的に引き抜き複合材料を製造する。芯材の表面はあらかじめ特殊なガラスのパウダー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。

C.P.C法の特長として次のようなことが挙げられる。

- (1) 指向性凝固の一層肉盛で、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 ルーパーローラの必要特性

圧延機間ルーパーローラの概要を Fig. 2 に示す。

(1) ルーパーローラの役割

- ① 圧延材の先端が次スタンドに噛み込んだ時にできるループを取り除く。
- ② 圧延材の張力変動をルーパー角度の変動として吸収する。
- ③ スタンド間の材料に適切な一定の張力を与え、圧延

状態を安定させる。

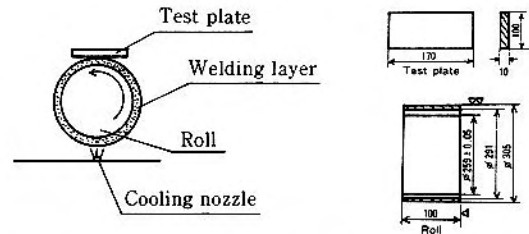
(2) ルーパーローラの必要特性

- ① 耐焼付性
- ② 耐摩耗性 (腐食および機械的摩耗)
- ③ 耐熱衝撃性

### 4 ルーパーローラ材の材質選定

(1) 耐焼付性

ルーパーローラの使用において、圧延材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る。焼付シミュレーション装置によって、その特性を確認した。焼付試験の条件を Fig. 3 に示し、予備試験結果からクロムの比率と耐焼付性との関係を把握した。予備試験の結果を Fig. 4 に示す。ルーパーローラ材の候補材を Table 1 に示し、焼付試験結果を Fig. 5 に示す。Cr-Mo-V 鋼はすぐれた耐焼付性を有することが認められる。



Roll rotation	200 rpm	Test plate temperature	700°C
Water	7 l / min	Test weight	10kg
Test time	1 min	Test plate material	SUS 304

Fig. 3 Method of sticking test

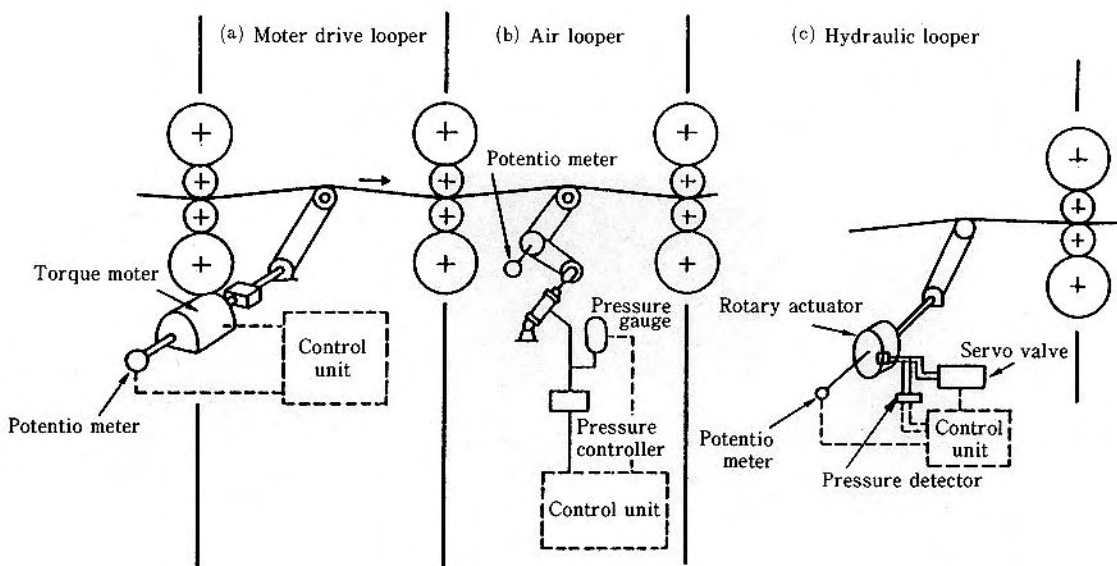


Fig. 2 Schematic view of looper

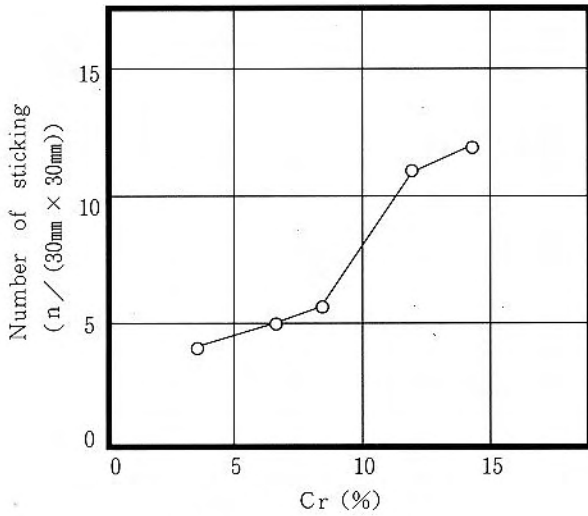


Fig. 4 Result of sticking test

Table 1 Material of sticking test specimen

Material	Chemical composition %					
	C	Cr	Mo	V	W	Co
Cr-Mo-V steel	1.3	13	0.5	5	-	-
Hard facing	0.25	13	-	-	-	-
Spraying	Co-Ni-Cr (Self-fusing alloy)					
High speed steel	2.0	4.9	7.0	7.0	6.3	-

(2) 耐摩耗性

ルーパローラの摩耗の要因として、次のことが挙げられる。

- 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

ルーパローラの摩耗は、腐食摩耗が支配的であり、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、実ミル冷却水による腐食試験における腐

食量から、材質の選定を行なった。

鉄鋼材料中のクロムの比率と腐食量との関係を Fig. 6、実ミル冷却水による腐食試験でのクロムの比率（トータルクロムおよびマトリックスクロム）と腐食量との関係を Fig. 7 に示す。

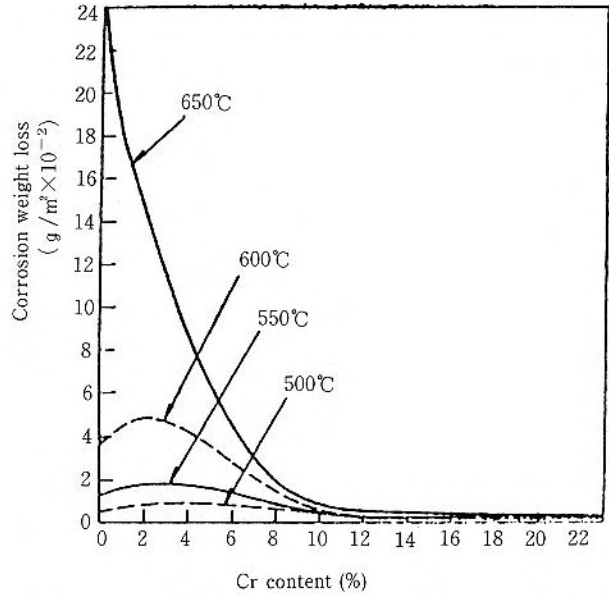


Fig. 6 Relation between Cr content and corrosion weight loss in superheated steam

両者の特性から、高耐食性で焼付の発生しにくい材質を選定し、適用したものである。

5 開発材質の特性

(1) 化学組成

Table 2 で開発材質の化学組成、熱処理特性、機械的性

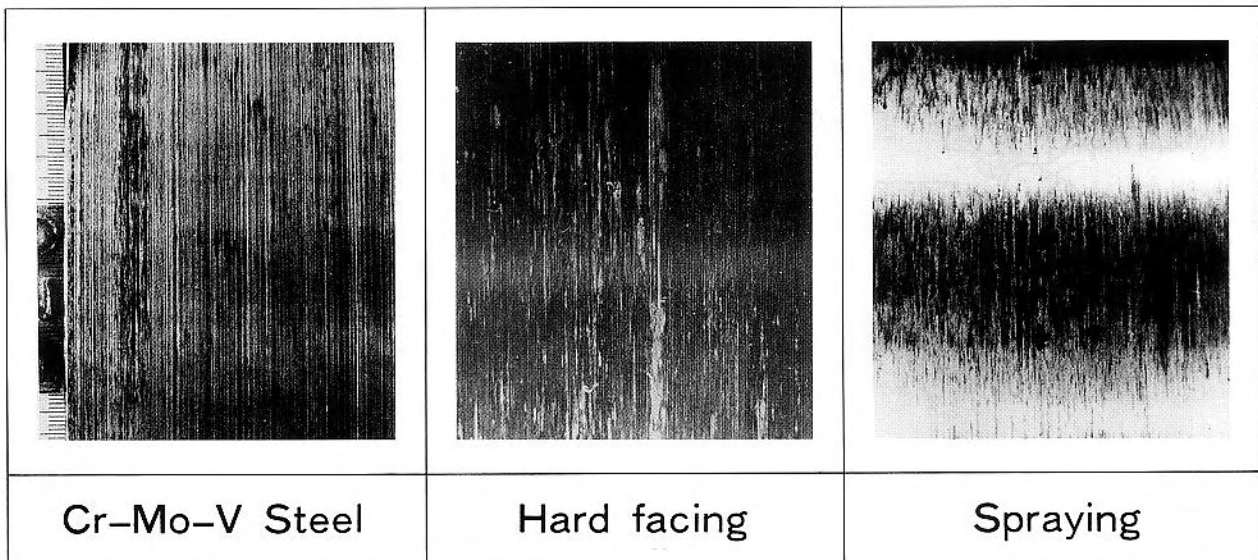


Fig. 5 Sticking of test sample

質を示す。

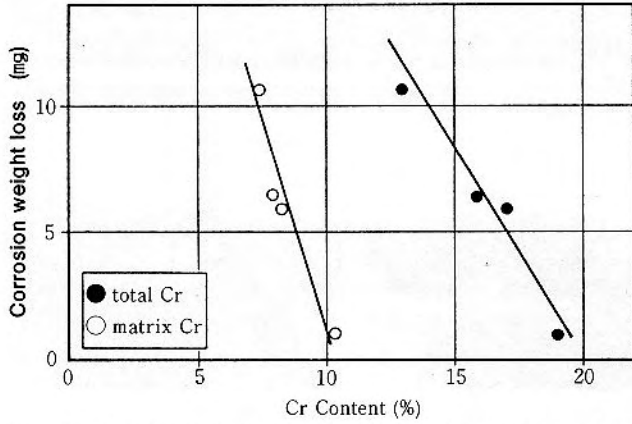


Fig. 7 Relation between Cr content and corrosion weight loss

(3) ミクロ組織

開発材の代表的なミクロ組織を Fig. 9 に示す。基底はマルテンサイトで、 $M_7C_3$ 、MC 炭化物が観察される組織となっている。

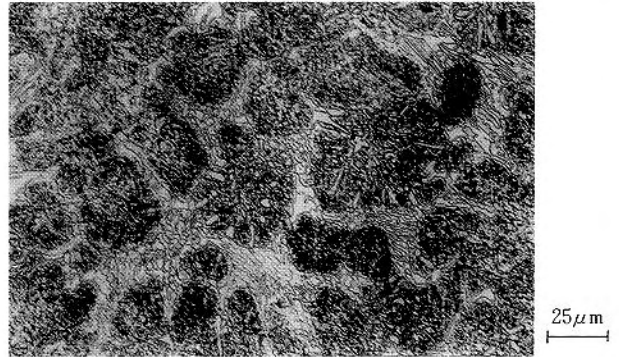
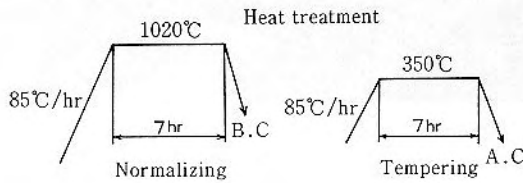


Fig. 9 Microstructure

Table 2 Chemical composition and mechanical properties of new material

Chemical composition(%)						Hardness (Hs)	Tensile strength (kgf/mm <sup>2</sup> )
C	Si	Mn	Cr	Mo	V		
1.0	1.0	0.5	11	0.2	3.5	65	100
~1.5	~1.5	~1.0	~15	~0.8	~6.0	~75	~110



(2) 硬さ特性

製品表面から、境界までの有効範囲における硬さ分布を Fig. 8 に示す。

表面から内部までほとんど硬さの低下がなく均一である。

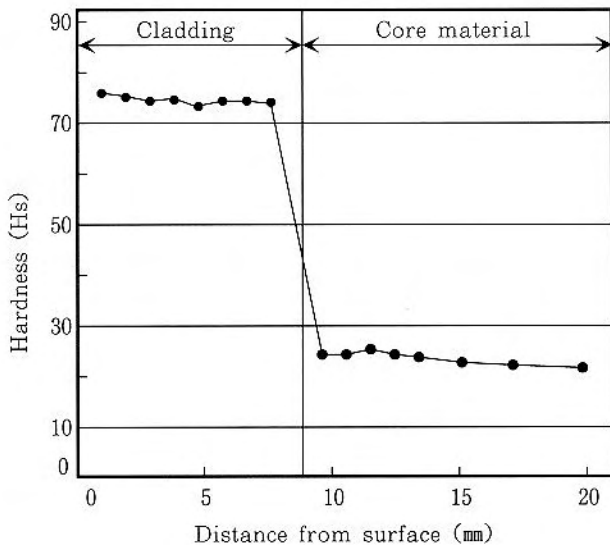


Fig. 8 Hardness penetration curve

6 開発材ローラの使用結果

ローラは、C. P. C法により複合スリーブを製造し、ボス焼嵌溶接接合方式で製作した。

ローラの構造を従来ローラと併せて Fig. 10 に示す。

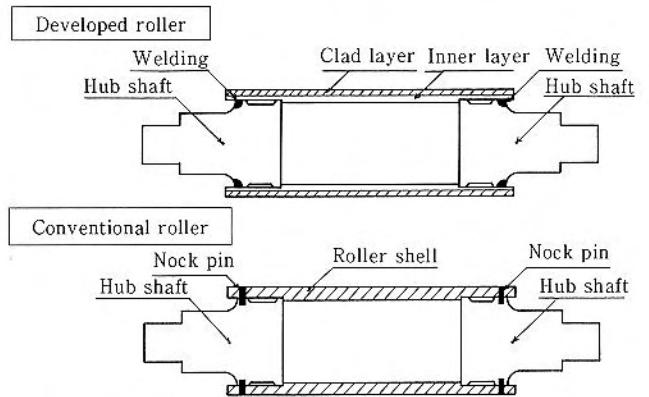


Fig. 10 Schematic diagram of roller structure

開発材ローラの耐用を、使用期間と偏摩耗、摩耗 (max.) との関係で Fig. 11 に示す。

開発ローラは、摩耗 (max.) の減少だけでなく、偏摩耗の減少が顕著であり、圧延状態の安定化がはかられた結果が得られた。

ローラの表面の状況を Fig. 12、Fig. 13 で従来ローラと比較して示す。

開発ローラは、特異な表面性状は全く認められず平滑で打疵もなく、黒錆支配で耐焼付性においてもすぐれた状況がうかがえる。一方、従来ローラには、打疵が観察され、周方向の黒錆損傷が観察される。

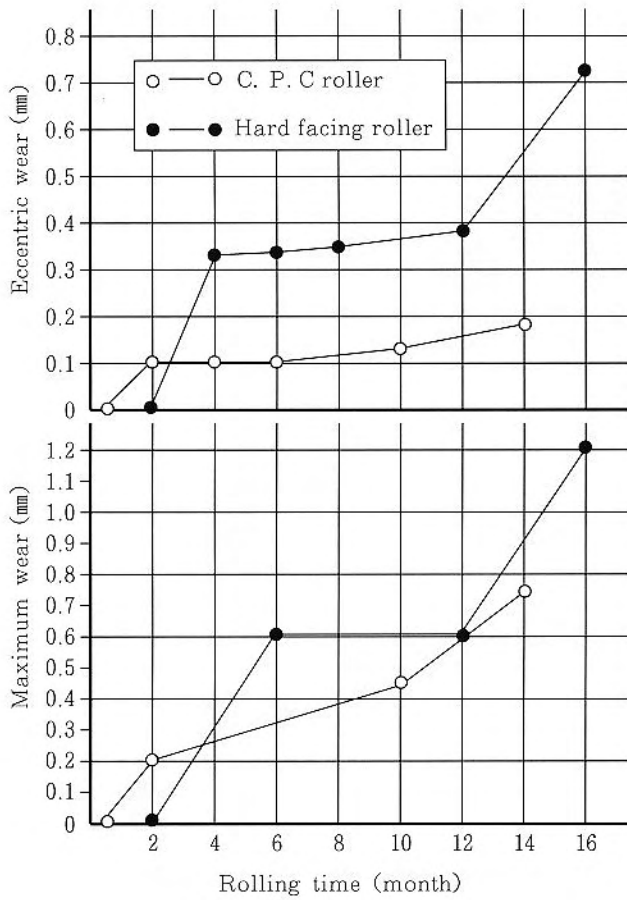


Fig. 11 Wear of looper roller

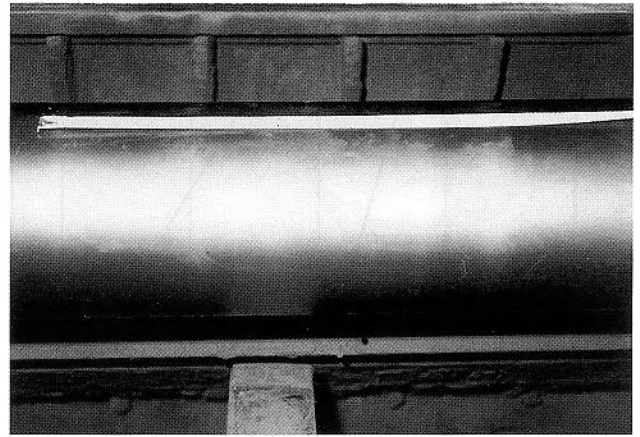


Fig. 12 Surface of developed looper roller

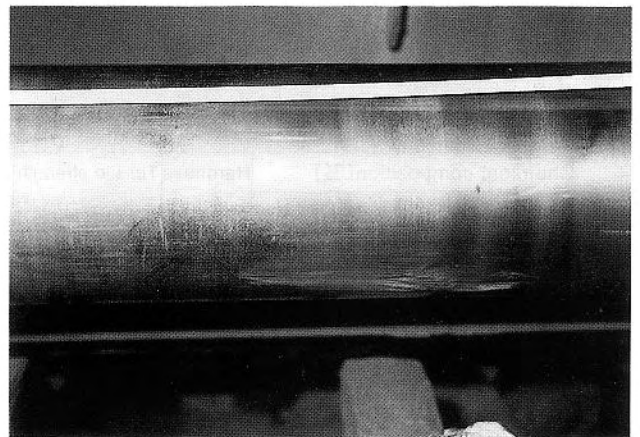


Fig. 13 Surface of conventional looper roller

## 7 まとめ

熱延仕上圧延機間ルーパローラ材を開発し、C.P.C法によってローラを製造し、実機に適用した所、特異な表面性状も観察されず、すぐれた耐用を有することが確認された。