

# 技術論文

## 熱延搬送ローラ材の材質特性

Material Characteristics of Run-out Table Rollers for Hot Strip Mill



CPC技術開発室  
李 平  
Ping Li



CPC技術開発室  
坂本 眞一  
Shin-ichi Sakamoto



CPC技術開発室長  
斉藤 弘道  
Hiromichi Saito

### 要 旨

弊社C.P.C法による、熱延搬送ローラに適用しているFKC303系の6材質について、組織などの材質特性の体系的調査を行った。FKC303系材質の組織はマトリックス中に分散したVC、粒界に晶出した $M_7C_3$ およびマトリックスから構成されている。ローラの耐用に影響を及ぼす耐食性は、6材質ともに、優れた耐食性を持ち、耐食性を相対的に比較すると、303、HT、L/C、H/Cr、4T、THTの順に高くなることが判明した。また熱処理特性においては、303、HT、4T材は1100℃以下の温度で焼準効果が顕著であり、他の3材質については、この温度域では、焼準効果が小さいことが認められた。

### Synopsis:

As for 6 kinds of material in FKC303 series by C.P.C method being applied to the run-out table rollers for hot strip mill, a systematic investigation on material characteristics such as a structure was carried out. The structure of FKC303 series materials is composed of VC dispersed in matrix,  $M_7C_3$  crystallized in a grain boundary and a matrix. All of the materials have an excellent corrosion resistance, which influences on the useful life longevity of the rolls, and then when a corrosion resistance was relatively compared, it was turned out that it become higher in an order of 303, HT, L/C, H/Cr, 4T, THT. In addition as for heat treatment characteristics, it was recognized that 303, HT and 4T materials are remarkable in a normalizing effect at a temperature below 1100 °C, and then the other 3 kinds of material are slight in normalizing effect in this temperature range.

### 1 緒 言

高クロム (Cr) 鋼鉄は、Crがマトリックス中に多量に固溶して、耐食性、耐熱性を向上させるとともに、 $M_3C$ 型炭化物よりも硬い $M_7C_3$ 炭化物を形成して耐摩耗性にも優れている。しかし、 $M_7C_3$ が棒状または板状に晶出するので靱性が劣る欠点がある。このようなことから、高Cr鋼鉄のもつ長所をさらに向上させて、靱性に劣る欠点を改良するため、晶出する炭化物の分散性に着目し、MC炭化物の生成元素バナジウム (V) を高Cr鋼鉄に適量加えることによって、V炭化物をマトリックス中に分布させる熱延搬送ローラ材 (FKC303系材質) が開発された。

熱延搬送ローラの中で、ホットランテーブルローラは

弊社の主要なCPC製品の一つであり、また、国内外の製鉄所において広く採用されていることから、その材質であるFKC303系材 (高Cr-V材) の特性をより深く追及することによって、更に使用特性の向上を図りたいと考えている。FKC303系の材質は、熱延搬送ローラ材として、必要なライン特性に合わせて、材質特性の強化をはかった結果、多岐に派生した経緯がある。このようなことから、FKC303系材質の代表的な特性を把握するとともに、使用特性に合った材質を選定、適用することを目的とした。

### 2 実験方法

#### 2.1 供試材











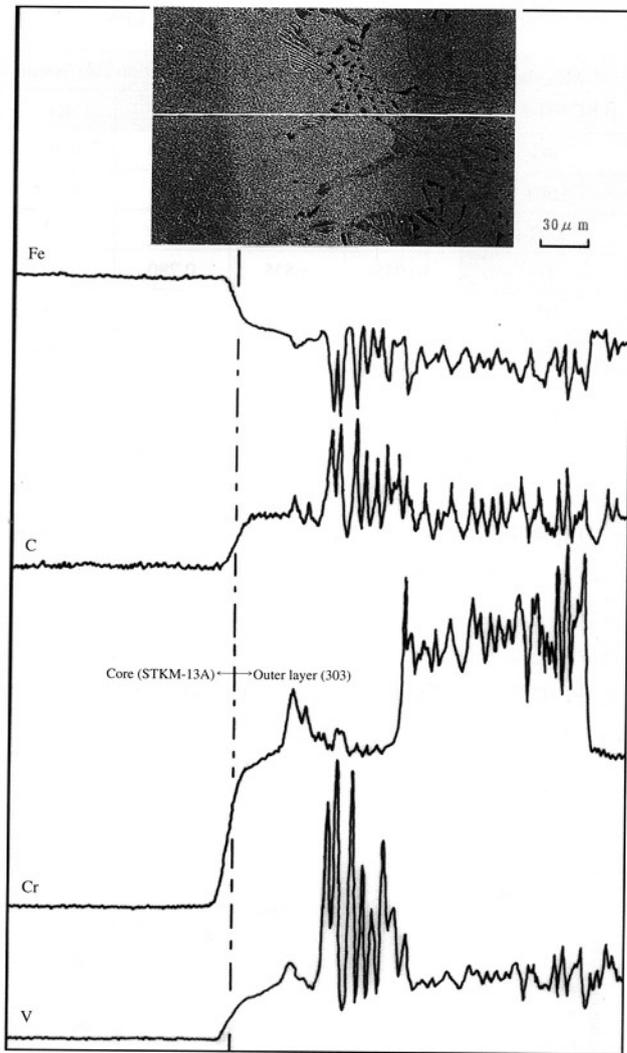


Fig.6 Distribution of iron, carbon, chromium and vanadium near the boundary

の大小を推定する。

$$C_{bal} = \text{試料のC\%} - C_{stoich}$$

ここで $C_{stoich}$ は試料に含有する合金元素に対する化学量論的(Stoichiometric)バランスである。X線回折により、 $M_7C_3$ およびVCが同定されたので、この2種類の炭化物として化学量論的にバランスするC量は次式で与えられる。

$$C_{stoich}(\%) = 0.099Cr\% + 0.235V\%$$

各材質の $C_{stoich}$ を求め、 $C_{bal}$ を計算すると、Cバランス

は次の順に高くなることが認められる。

$$THT(C_{bal} = -1.324) < H/Cr(-1.287) < L/C(-1.280) < 4T(-1.230) < HT(-0.943) < 303(-0.898)$$

Cは合金元素の中の炭化物形成元素と結合した残りがマトリックス中に分配するので、Cバランスが高いほど、マトリックス中に固溶するC比率は高いと考えられ、マトリックス中のC比率は上の順序で高くなると推測される。

### 3.2 FKC303系材料の性質

#### 3.2.1 機械的・物理的性質

供試材の機械的性質、物理的性質をTable 3に示す。303、H/Cr、4TおよびHT材の硬さはvHs50程度、L/CおよびTHT材の硬さはvHs45程度である。引張強さ、シャルピー衝撃値について、303、4T、HT材の引張強さと衝撃値が最も高く、他の3材質の引張強さは70~85kgf/mm<sup>2</sup>程度である。線膨張係数において、THT材の線膨張係数が最も大きく(12.5×10<sup>-6</sup>/℃)、他の5材質の線膨張係数は11.2×10<sup>-6</sup>~11.9×10<sup>-6</sup>/℃の範囲である。THT材の高い線膨張係数はTHT材のC含有量が最も低いことによると推定される。1000℃までの測定範囲で、303、HTおよび4T材についてはオーステナイト化温度(γ化温度)が検出され、他の3材質のγ化温度は1000℃以上の温度であると考えられ、6材質のγ化温度は次の順に低くなることが認められる。

THT、H/Cr、L/C > 4T(977℃) > HT(950℃) > 303(940℃)  
γ化温度の測定結果によって、303、HT、および4T材の3材質は比較的低温で焼入れしやすいことが推定される。

#### 3.2.2 耐食性

熱延搬送ローラは一部のミルで腐食を主体とした摩耗が発生する場合があるので<sup>6)</sup>、6材質の耐食性を比べるため、腐食試験を行った。腐食によるサンプルの減量およびサンプル表面の状況をそれぞれFig. 7、Fig. 8に示す。腐食時間が長くなると、減量が増加するのは当然であるが、150時間の腐食減量を見ると、耐食性は303、HT、L/C、H/Cr、4T、THT材の順に高くなり、4T材を除いて、この順序はマトリックス中のC比率の低い順に一致して

Table 3 Mechanical and physical properties of FKC303 series materials

Material (FKC303 series)	Mechanical Properties					Physical Properties		
	Hardness (vHs)	Tensile strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Charpy impact value (kgf.m/cm <sup>2</sup> )	Expansion coefficient (/℃)	Austenitizing temperature (℃)	Martensite starting temperature (℃)
303	50.3	98.9	2	3	0.5	11.585 × 10 <sup>-6</sup>	940	359
H/Cr	49.2	75.1	2	3	0.4	11.943 × 10 <sup>-6</sup>	—	—
L/C	45.5	68.0	3	2	0.2	11.282 × 10 <sup>-6</sup>	—	—
4T	49.5	103.6	2	2	0.5	11.246 × 10 <sup>-6</sup>	977	310
HT	47.8	95.8	2	2	0.4	11.857 × 10 <sup>-6</sup>	955	328
THT	44.1	84.2	3	4	0.3	11.548 × 10 <sup>-6</sup>	—	—