

# 炉床部材用超耐熱鑄造合金 FHOM20, FHOM40

Super Heat-resistant casting alloys for Skid Rails

## キーワード

炉床部材, 耐熱, 鑄造, 高温圧縮, 酸化, 超耐熱合金

東富山製鋼所技術部

宮田 吉男

今庄 愈正

## 1. はじめに

近年、圧延加熱炉では製品品質向上のため、また、低合金鋼から特殊鋼（高合金鋼）に及ぶ多種多様の鋼片を処理するため、より高温での操作が行われており、炉床部材には、過酷な条件下での耐久性が求められている。

従来、鋼片加熱炉の炉床部材には、耐熱鑄造合金が用いられ、炉内温度に合わせ各種 Fe 基、または Co 基の合金が使用されている。

しかし、高温圧縮強度不足による頭部変形や、酸化による損耗あるいは割れなどが発生し、より長寿命な炉床部材が望まれている。

当社では、以上のニーズに合わせ、新たに使用目的に応じ Ni-Cr-Co-Fe 系の FHOM20, Co-Cr-Ni 系の FHOM40 をシリーズ化し好評を得ているので特徴・特性などについて紹介する。

## 2. 炉床部材が使用される環境と 要求される特性

連続加熱炉の型式としては、主にプッシャー炉とウォーキングビーム炉に大別されるが、現在、品質、コスト競争力向上のため、ウォーキングビーム炉への切替えが進んでいる。一般にウォーキングビーム炉は、長さが 30m 以上の長尺炉で、鋼片は可動炉床レールの上昇、前進、下降、後退の繰り返しにより炉内を前進していく。

また炉内は、素材の昇温過程から通常、予熱帯、加熱帯、均熱帯の 3つのゾーンに分かれており、均熱帯にいくほど温度が高くなるため、それぞれ異なった材質の炉床部材を使用している。

図 1 に炉床部材の設置例を示す。また、図 2 に炉床部材使用部の断面構造を示す。炉床部材は、水冷

パイプの上に設置されているために、鋼片に局部的な低温部(以下、スキッドマークと称する)が生じる。このスキッドマークは、製品寸法や表面性状等に悪影響を及ぼすことから、極小化が要求されている。

スキッドマークの低減対策として、鋼片の均一加熱を保つために、炉床部材高さを高くし幅を狭くする形状面の対策がなされるようになった。そのため、

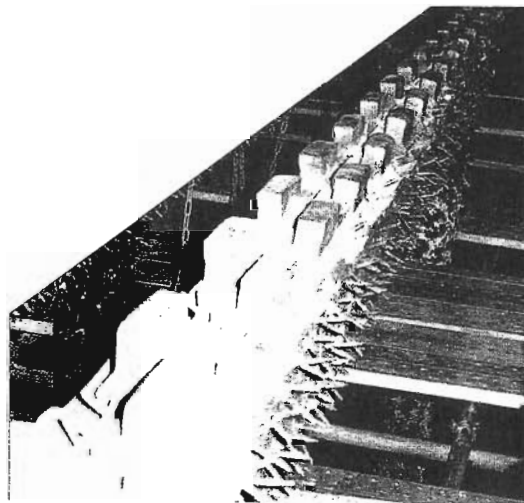


図 1 炉床部材設置例

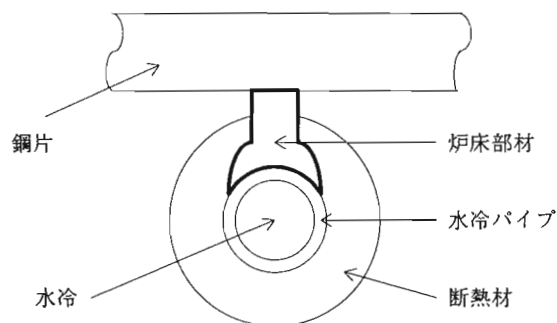
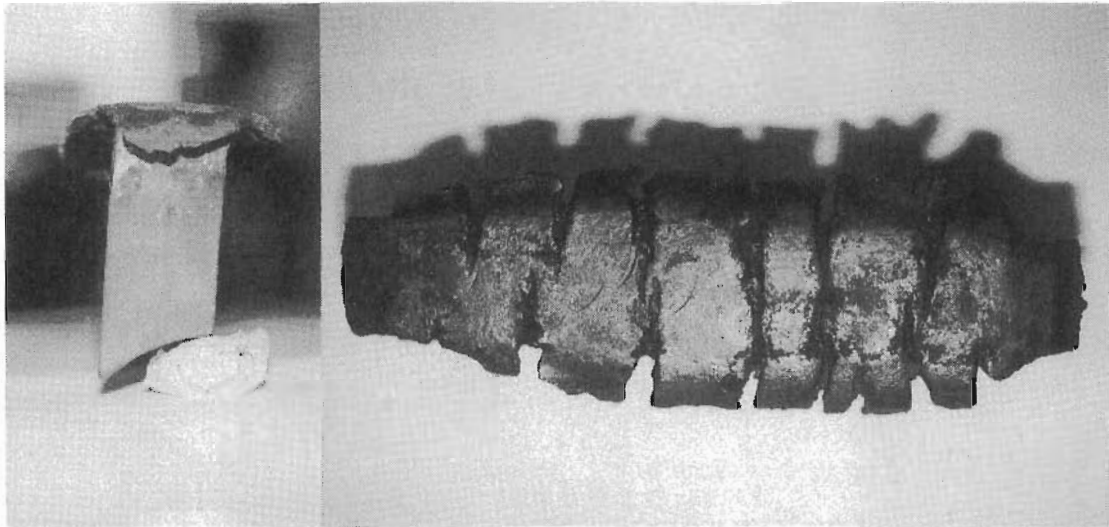


図 2 炉床部材使用部の断面構造



側面からの観察

レール面状況

図3 炉床部材廃却品の一例

炉床部材には、より大きな面圧がかかるため、より耐圧強度の高い材料が要求されている。

図3に、廃却となった炉床部材の一例を示す。レール面において、俗にヘタリといわれる圧縮変形が進行し、使用不可能となったものである。

このほかにも、耐酸化性、耐割れ性、組織の安定性等が優れていることが必要である。

### 3. 炉床部材の推移

図4に、炉床部材の開発の推移を示す。当初 Fe-Cr-Ni 系の耐熱鋳鋼が使用されていたが、1970 年頃から 50Co-30Cr-Fe 系合金の UMCo50 が使用され始めた。しかし、この合金は、600~1100℃ 温度域での長時間使用で、靱性が急激に低下するという問題があった。

そのため、均熱帯においては主成分バランスの見直しを行った 40Co 系が主流となっていった。

また近年では、より長寿命な炉床部材として、MA・ODS (メカニカルアロイング法による酸化物分散強化) 合金や HIP (熱間等方圧加圧法) 材等の新しい技術を利用した超耐熱合金が、一部では使用される方向にある。

しかし、価格問題もあり、幅広い普及は未だみられず、当社では、安価で提供出来る鋳造合金の開発を行った。

### 4. 開発材の特徴

図5に、FHOM20 および FHOM40 の使用温度域を示す。FHOM20 は加熱帯、FHOM40 は均熱帯の炉床部材に適する。また予熱帯には、SCH22 を使用し当

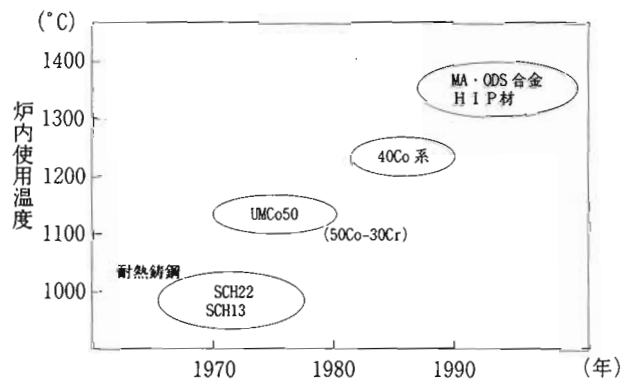


図4 炉床部材用材料の変移

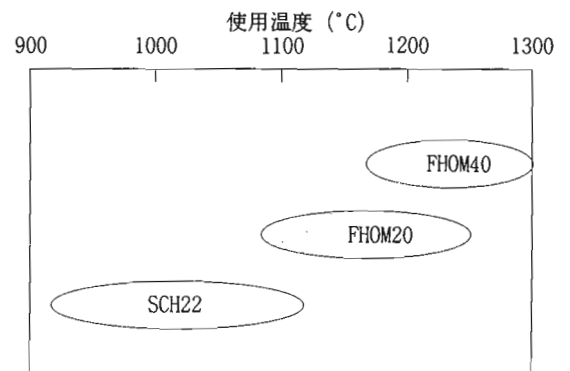


図5 開発材の使用温度範囲

社では、予熱帯から均熱帯まで対応できるようにしている。

開発材の特徴を以下に示す。

(1) FHOM20

- ・使用温度 max1250℃の高温圧縮強度は、従来から予熱帯の一部に使用されている耐熱鋳鋼 SCH22 に比べ2倍以上の強度を示す。
- ・クリープ強さ、耐酸化性にも優れている。

(2) FHOM40

- ・1300℃までの使用温度に耐え、従来の Co 基耐熱鋳造合金の中でも最高クラスの高温圧縮強度、耐酸化性を有している。
- ・超耐熱材であるにもかかわらず、鋳造合金の利点を生かし低価格で提供できる。

## 5. 特性

(1) 高温圧縮強度

炉床部材は、鋼片を支持するため、大きな圧縮荷重をうけるが、圧縮変形が進行するにつれ鋼片との接触面積が増大することにより、スキッドマークが増加し、鋼片の製品品質に悪影響を及ぼすため、短寿命で取り替えねばならずコスト高となっていた。

従って、高温圧縮強度は、炉床部材の最も重要な特性である。

図6に、1250℃の炉内雰囲気中で、4.9N/mm<sup>2</sup>の荷重をかけた時の圧縮変形量を示す。FHOM20は、SCH22の2倍の強度を示し、FHOM40は、さらに大きく優

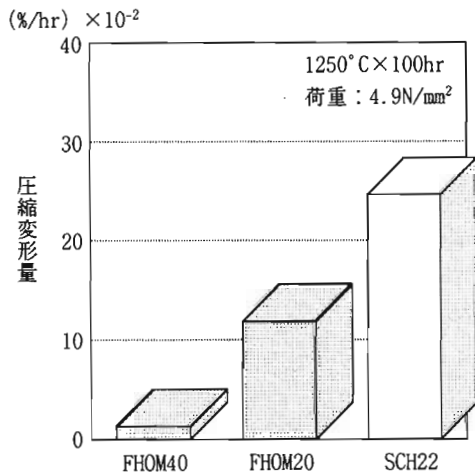


図6 高温圧縮強度特性

れた性能をもっている。これは、適正な合金バランスと特殊元素添加によるものである。

(2) 耐酸化性

炉床部材は、高温で、しかも燃焼ガスとの反応が起こるため、酸化損耗してゆき表面の劣化を早め、寿命にも影響を与えている。そのため、耐酸化性にも優れていなければならない。

図7に、各温度での酸化増量を測定した結果を示す。SCH22と比較すると、FHOM20は、1.2倍、FHOM40は1.5倍の耐酸化性を有する。両材料とも安定な酸化被膜の形成が酸化の進行を抑えている。

(3) 耐割れ特性

炉床部材は、鋼片が運ばれる時の衝撃などにより割れが生じる場合がある。特に、乗り継ぎ部には大きな負荷がかかり、炉床部材の形状によっては、割

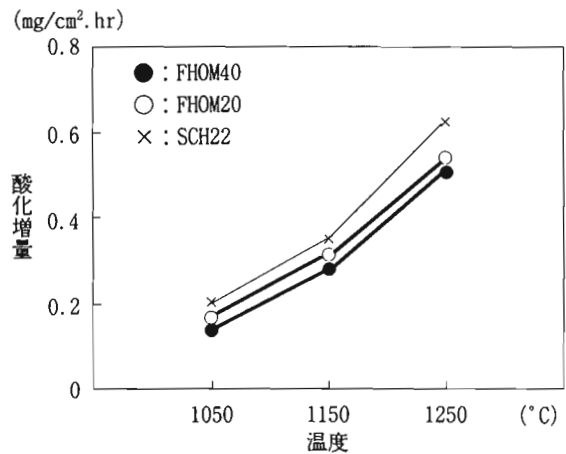


図7 耐酸化特性

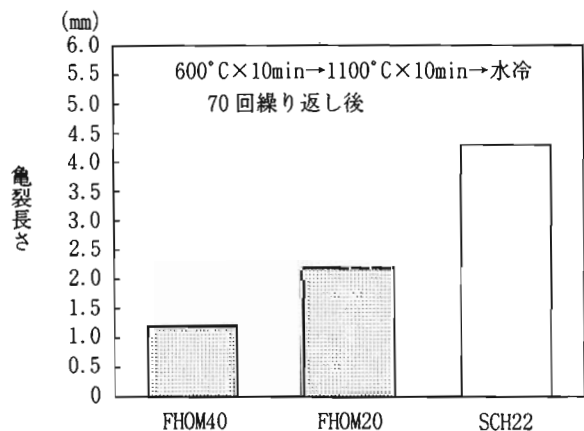


図8 耐熱衝撃特性

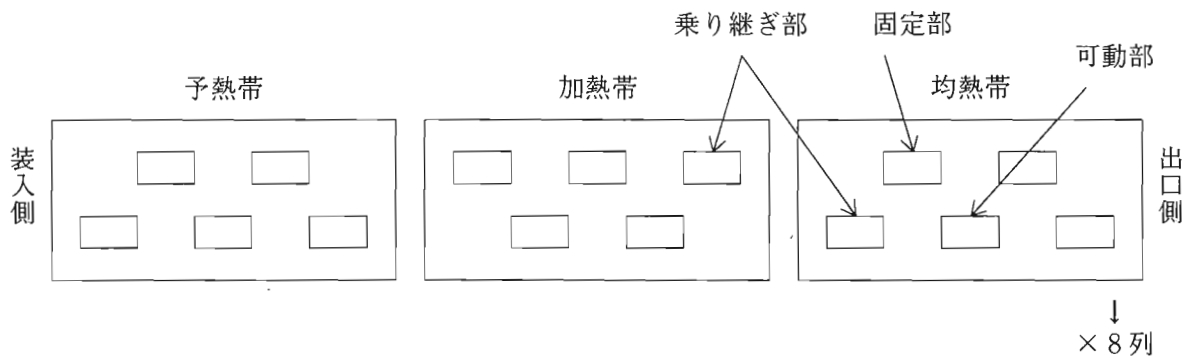
れが発生しやすくなる。そのため、耐割れ性にも優れていなければならない。

図8に、加熱冷却を繰り返す熱衝撃試験を行い、割れの進行性を評価した結果を示す。SCH22と比較すると、FHOM20は2倍、FHOM40は3.5倍の耐熱衝撃性を有する。これも、適正な合金バランスと特殊元素添加によるものである。

その他、組織の調整や最適铸造方案による内部の健全化などを行い、炉床部材に適した製造法を考慮し寿命向上に努めている。

## 6. 実施例

図9に今回紹介した新しい炉床部材の使用状況の一例を示す。現在も良好に使用されている。



	予熱帯	加熱帯	均熱帯
雰囲気温度	約 800°C	max1250°C	max1300°C
開発合金	(SCH22)	FHOM20	FHOM40

図9 炉床部材の設置例

## 7. おわりに

以上、新しい炉床部材用铸造合金について紹介したが、今後さらに強まると考えられる、より高温、高荷重の環境下における長寿命化の要望に対しても対応していく。

また、炉内金物等、高温下で使用されるその他の製品にも新たな用途展開を図っていく。