

Fig. 4. Effects of S, Te, Bi for cutting force of low carbon steels when added successively. (depth of cut: 1.5mm, feed: 0.3 mm/r, forg ratio 20.)

82 (1962) 6, p. 73

5) 荒木, 谷地: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1490

(187) 連続铸造ブルーム直接押出軸受鋼管の材質特性について

八幡製鉄, 光製鉄所

太田 隆美・岡本 一生

工博 中村 貞男・○仕幸 三郎

On the Qualities of the Extruded Bearing Steel Tubes from Continuously Cast Blooms.

Takayoshi ŌTA, Kazuo OKAMOTO,

Dr. Sadao NAKAMURA and Saburō SHIKŌ.

1. 緒 言

軸受鋼管を連続铸造・熱間押出工程で製造する場合, 分塊圧延工程が省略されるための加工比の低下が製品材質におよぼす影響, あるいは急速凝固のための組織の均一化および微細化など種々問題点があるので, 連続铸造で製造された軸受鋼ブルームがそれ以後の製造工程, とくに熱処理工程でどのような特性をもつか, また製品鋼

管の材質はどのような特性をもつかを中心に調査を行なった。連続铸造ブルームは横断面形状が 170~230 mm φ のものであり, それと比較した普通鋼塊は 2.6 t 鋼塊である。

2. 铸造組織

铸造組織での巨大炭化物については, 横断面が 230 mm φ の連続铸造ブルーム 2 鋼番から铸込初期, 中期, 末期で, また横断面が 350 mm φ の鋼塊 2 鋼番から, top, middle, bottom でそれぞれ横断面中心, 中間, 外周位置試料の 20×20 mm 面を 800 倍率で検鏡して直径が 5 μ 以上の巨大炭化物数分布をみると Fig. 1 のように連続铸造ブルームでは鋼塊より少ないが, いずれも横断面中心部に多く, 鋼塊では top, middle, bottom で顕著な差が見られるが連続铸造ブルームでは铸込み初期, 中期, 末期で差がない。このように連続铸造ブルームでは鋼塊に比べて巨大炭化物が少なく, 大きさも小さく铸込み時期でのバラツキが少ないことと結晶粒が細かく粒界が細いことで巨大炭化物を均熱拡散させるソーキング工程について既報<sup>1)</sup>のように均熱拡散条件が低温側短時間側を選ぶことができ, また鋼管でのしま状偏析の点でも問題ない。

3. 鋼管の材質

サルファプリント, マクロ組織, 焼鈍硬度 (Table 1), 圧壊値などは鋼塊材と比較してほとんど差がない。非金属介在物は連続铸造材 58 鋼番, 鋼塊材 10 鋼番について JIS 点算法で測定した結果によると Table 1 のようになつて鋼塊材に比べてほとんど差がなく, ただ鋼塊材で A 系介在物が少ないのが目立つ程度である。

3.1 球状化焼鈍組織

焼鈍組織の炭化物粒径を連続铸造材 24 鋼番, 鋼塊材 14 鋼番について 5000 倍率の電子顕微鏡写真を

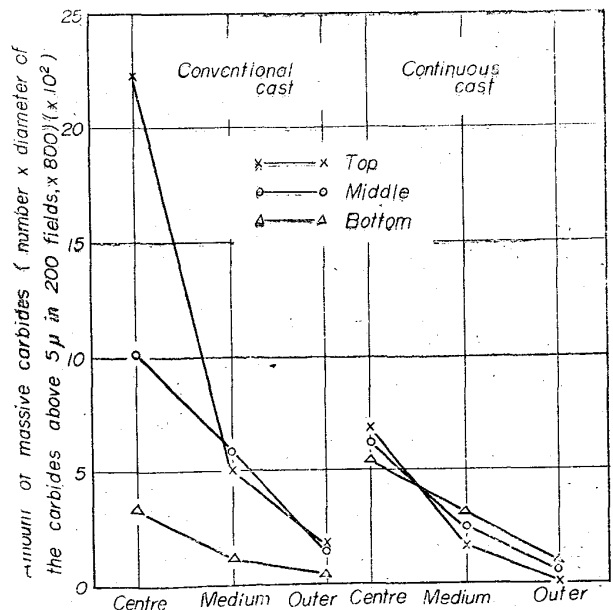


Fig. 1. Amount of massive carbides in cast structure.

Table 1. Hardness, cleanliness and micro-structure after annealing.

		Hardness annealing (HR <sub>B</sub> )	Cleanliness (%) JIS point counting				Cementite grain size (μ)	Austenite grain size (ASTM. No.)
			dA	dB	dC	Total		
From continuous cast	$\bar{X}$	88.4	0.0440	0	0.0582	0.1022	0.43	7.6
	$\sigma$	0.49	0.0150	0	0.0130	0.0170	0.041	0.77
	n	56	58	58	58	58	24	24
From conventional cast	$\bar{X}$	89.2	0.0054	0	0.0746	0.0808	0.50	6.8
	$\sigma$	0.71	0.0077	0	0.0087	0.0103	0.049	0.46
	n	10	10	10	10	10	14	14

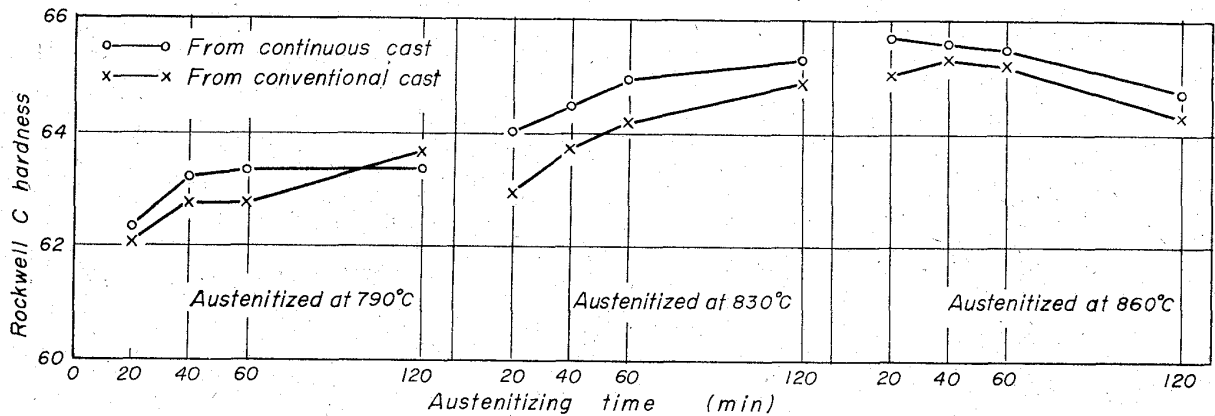


Fig. 2. Effect of austenitizing conditions on hardness.

撮つてリニアアナリシスにより測定すると、平均炭化物粒径は Table 1 のように 0.1μ で鋼塊材に比較してやや細かい。これは铸造組織が微細であるためと考えることができ 930°C に 30 min 保定後炉冷材のオーステナイト結晶粒が Table 1 のように連続铸造材はやや細かく、既報<sup>2)</sup> のように炭化物粒径と相関があつて焼鈍炭化物が均一微細に分布すると考えられる。なお網状炭化物およびしま状偏析については鋼塊材とくに差は無い。

この焼鈍炭化物粒が均一微細に分布していることから、焼入温度 790, 830, 860°C にそれぞれ 20, 40, 60, 120 min 保定後油焼入れして硬度を測定した結果 Fig. 2 のようになつて、連続铸造材は鋼塊材より硬度が出やすく、焼入条件に対する焼入特性は鋼塊材と同様鈍感であつて焼入作業性が良好であるといえる。

3.2 地 疵

熱間押出軸受鋼管の加工比は概ね連続铸造材で 15~45、鋼塊材で 50~120 がとられるが、JIS G 0556(1965) に基づく地疵測定結果を総長さで表わし加工比との対応をみると Fig. 3 のようになつて、地疵総長さは河合<sup>3)</sup> のように加工比と明らかな対応があつて加工比を小さくとれることのできる連続铸造材では地疵は少ない。

3.3 寿 命

焼鈍鋼管を切開いて板状とし焼入れ焼もどしを行なつて硬さ HR<sub>B</sub> 62~63 の寿命試験片を作成し、スラスト型寿命試験機<sup>4)</sup> により Hertz 最大接触応力 P<sub>max</sub>=500 kg/mm<sup>2</sup> の条件で鋼管外面側について試験を行ないフレーキングが生ずるまでの応力繰返し数を求めた。試験片数は 1 鋼番につき約 10 枚であつて連続铸造材の加工比 15~30、鋼塊材の加工比 60~250 のものそれぞれ 4 鋼

番の値で示した。Fig. 4 に見られるように連続铸造材の寿命は鋼塊材とはほぼ同程度であり、それぞれの加工比の範囲では顕著な加工比の影響はなかつた。ただし連続铸造材では加工比 10 以下、鋼塊材では加工比 30 以下になると Fig. 4 のようにバラツキが大きくなる。連続铸造材は加工比 15 以上で鋼塊材の加工比 60 以上に匹敵する十分な成績を示している、これも微細な铸造組織と関連があると考えられる。また従来酸化物系介在物が寿命に影響をおよぼすといわれ UHRs<sup>5)</sup> は 30μ 以上の大き

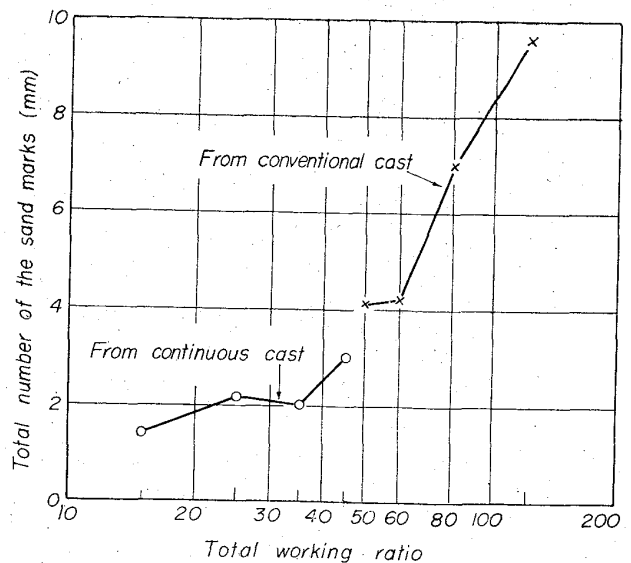


Fig. 3. Relation between the number of sand marks and total working ratio.

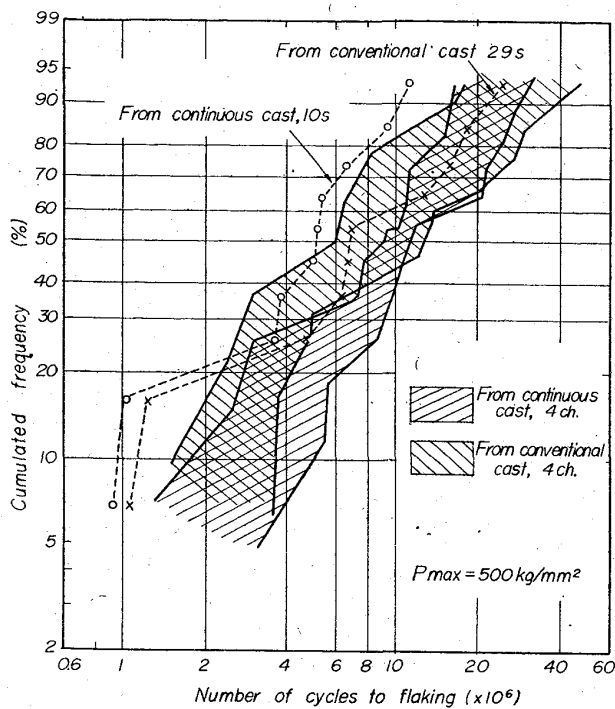


Fig. 4. Results of bearing life test.

な介在物が影響すると述べているが、1鋼番につき 800 mm<sup>2</sup> 全視野調査したところでは 30μ 以上の酸化物はほとんど見られず 10~30μ について見ると連続鑄造材のほうが鋼塊材に比較して少ない結果を得た。酸化物系介在物に関し鋼中酸素量については連続鑄造材鋼塊材とも差が無く 20~30 ppm であった。

脱ガス材の寿命が一般にもいわれるように向上することから、当所では現在脱ガス設備を建設中であり DH 脱ガス処理・連続鑄造・熱間押出の工程で製造された軸受鋼管の寿命向上を期待している。

4. 結 言

連続鑄造・熱間押出工程で製造した軸受鋼管について従来の鋼塊・分塊圧延・熱間押出工程で製造した場合と比較して製造工程上の特性および材質特性を調査した結果次のことが明らかとなり、連続鑄造法によるものが鋼塊法によるものに比べて遜色なく、2, 3 の利点をもつことがわかった。

(1) 鑄造時での凝固速度が急速で均一なために鑄造組織での巨大炭化物が少なく、粒界も細いので巨大炭化物を消滅させるための均熱拡散条件が低温度側短時間側を選べ、また鋼管でのしま状偏析で問題ない。

(2) 球状化焼鈍組織は鑄造組織の微細なことと関連して均一微細な球状炭化物が得られるので、焼入硬度が出やすく焼入作業性が良好である。

(3) 連続鑄造材は加工比が 15~45 で鋼塊材の加工比 10~120 に対し低くとられるので地疵が少なく、低加工比にもかかわらず寿命は鋼塊材と同程度であり、連続鑄造材は加工比 15 以上で十分な成績が得られるといえる。

文 献

- 1) 太田, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 11, p. 2069
- 2) 小平, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 5, p. 954

- 3) 河合, 他: 鉄と鋼, 44 (1958) 6, p. 656
- 4) 上野, 他: 鉄と鋼, 46 (1960) 10, p. 1378
- 5) L. O. UHRS: Clean Steel Special Report 77, The Iron & Steel Inst., (1963), p. 105

(188) 軸受鋼の寿命におよぼす介在物および組織の効果

山陽特殊製鋼

工博 結城 晋・梶川 和男・○山口 旻  
Effect of Non-Metallic Inclusion and Micro Structure on the Fatigue Life of Bearing Steel.

Dr. Susumu YŪKI, Kazuo KAZIKAWA and Akira YAMAGUCHI.

1. 緒 言

前報<sup>1)</sup>において真空脱ガスおよび非脱ガス軸受鋼の転動疲労寿命試験を行ない、脱ガスによつて 10% 破損寿命が約 3 倍に伸びることを報告した。この現象の機構を明らかにするために今回は非金属介在物、縞状偏析、残留炭化物粒度などを測定し、それらと寿命との関係を統計的に調べた。

2. 供 試 材

供試材は軸受鋼 2 種の真空脱ガス材 4 ヒート、非脱ガス材 6 ヒートからスラスト寿命試験の済んだ試験片各 5 枚、合計 50 枚をとつた。試料採取にあたっては表裏の寿命ができるだけ近いことを規準にし、その試片の破断までのサイクル数は表裏の対数の平均値をとつた。供試材の化学成分は前報と重複する分もあるので省略する。なお以下の試験はすべて軌道面に相当する長さ方向に平行な切断面で行なつた。

3. 試 験 方 法

3.1 非金属介在物

供試材の介在物をマイクロ観察した結果、次の 5 種類に分類することが適当と認められた。

- (1) A<sub>1</sub>型 硫化物
- (2) A<sub>2</sub>型 ケイ酸塩
- (3) B 型 アルミナ系酸化物

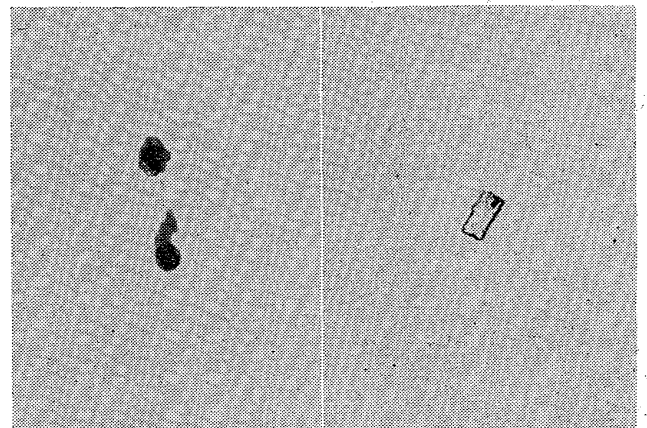


Photo. 1. C and D type of non-metallic inclusions.