

。その他両鋼の違いとして観察されたことは SK2 は pearlite 変態の前に cementite の析出が行なわれるが PC11 は前以つて cementite の初析は行なわれず pearlite 変態とともに析出が行なわれるようである。

V02C10, V1C08 のバナジウム添加鋼は電解鉄, 不純物の少ない砂鉄, 電気炉鉄, フェロバナジウムを原料として作り Si, Mn, P, S を低くおさえた。

Fig. 2 は V02C10 の 900°C-10mn オーステナイト化の場合の S 曲線である。当鋼は C 0.96% に V 0.16% 添加したもので、この添加量では特殊炭化物を形成するにいたらず、Fe₃C 中に固溶しているものと思われる、変態は非常に速く起り 600°C においては 1 秒以下で変態が始まる。そして 550°C 以下の恒温浴への投入にさいして当実験の操作条件においては 600°C の pearlite nose を回避できず、550°C 以下においては 1~3 秒にして pearlite が生成される。

Fig. 3 は V1C08 の S 曲線である。当鋼は C 0.74% に V 0.82% 添加したものである。この組成では V の特殊炭化物が存在する範囲に入る、V 炭化物はオーステナイトに溶け難いとされており、この場合は 2 つのオーステナイト化温度として 900°C-10mn, 1050°C-10mn について S 曲線を求めた、1050°C-10mn においては微粒の残存物も認められるようであるが大體溶解しているようである。

V02C10 より変態は遅く起る、オーステナイト化温度が高くなり V 炭化物の溶解が進むにしたがい変態は遅く起り pearlite 段階と bainite 段階は分離する傾向を採る、これは析出する炭化物の形態が兩段階で異なるようになるためと考えられる。

(140) コンセルアーク溶解せる軸受鋼の疲労性質

(コンセルアーク溶解せる軸受鋼の諸性質—II)

神戸製鋼所 工博 高尾善一郎

〃 神戸研究部

西原 守・〇八木芳郎・山本俊二・金田次雄

Fatigue Properties of Cons-el Arc Melted Bearing Steel.

(Properties of Cons-el Arc melted bearing steel—I)

Dr. Zenichiro TAKAO, Mamoru NISHIHARA,
Yoshiro YAGI, Shunji YAMAMOTO
and Tsugio KANEDA.

I. 緒 言

第 1 報¹⁾において軸受鋼 SUJ2 の空气中溶解材と、それを電極として試験用コンセルアーク炉により真空中再溶解して製作したコンセルアーク材とを主として日本ベアリング協会の受入検査基準に基いて比較試験した結果を報告した。すなわち化学成分にあつてはコンセルアーク溶解により酸素、窒素が相当減少し、また Mn がやや減少しているがその他は大差無い。材料性質としては非金属介在物、地キズ、肉眼組織および圧壊値において明かにコンセルアーク材の優位性が認められた。また顕微鏡組織、オーステナイト結晶粒度、硬度には両者の差は認められなかつた。

軸受鋼の優劣は実際使用時における寿命の長短によつて決まる。そのため各種寿命試験が行なわれ、またそれらに関する報告も多い。しかしそれに影響をおよぼす要因がきわめて複雑であるため、各種方面からの探求が必要であらう。その一環として、筆者らは上述と同一の試

Table 1. Chemical composition of materials tested (%)

Compoition	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Sn
Melting process									
Air-melted (LM)	1.01	0.29	0.35	0.015	0.008	1.40	0.11	0.05	0.019
Cons-el Arc melted (CLM)	1.00	0.29	0.29	0.013	0.008	1.38	0.11	0.05	0.014
Air-melted (HM)	1.02	0.31	0.48	0.014	0.009	1.48	0.11	0.05	0.016
Cons-el Arc melted (CHM)	1.02	0.30	0.31	0.012	0.008	1.46	0.10	0.05	0.014

Table 2. Gas components of materials tested

Composition (%)	O	H
Melting process		
Air-melted (LM)	0.0047	0.0091
Cons-el Arc melted (CLM)	0.0030	0.0071
Air-melted (HM)	0.0042	0.0089
Cons-el Arc melted (CHM)	0.0015	0.0060

験材を用いて回転曲げ疲労試験および転動寿命試験を行なつたのでその結果を報告する。

II. 供 試 材

供試材の化学成分およびガス分析結果を Table 1, Table 2 に示す。

第 1 報に述べたごとく鑄塊を、小野式疲労試験用試料 (A 試料) としては 20mm φ 丸棒に、寿命試験用試料

(B試料)としては 12mmφ に鍛造した. ついで球状化焼鈍後それぞれ大略の試験片形状に加工し, 焼入焼戻し後 (A試料: 845°C × 30mn → 油焼入, 170~180°C × 2h 焼戻し, B試料: 860°C × 12mn → 200°C ソルト中焼入, 150°C × 30mn 焼戻し), 研磨により最終形状に加工した.

III. 試験結果

1. 小野式疲労試験結果

熱処理による歪を考慮して, 平行部直径 8mmφ, 全長 80mm の普通よりも短い試験片を用い特殊のチャッキングロッドを使用して疲労試験を行なった. 疲労試験結果を Table 3 に示す. この結果, 10⁷ 繰返数における疲労強度は空气中溶解材の場合で 69.5~72.0 kg/mm², コンセルアーク材の場合で 87.0~96.5 kg/mm² でコンセルアーク材が明らかに大きい疲労強度を示している.

J. H. MOORE が軸受鋼 52, 100 の空气中溶解材, 真空

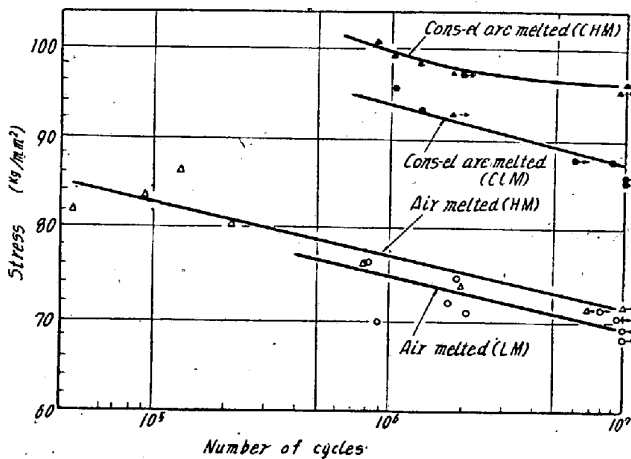


Fig. 1. Fatigue S-N curve of rotating bending test.

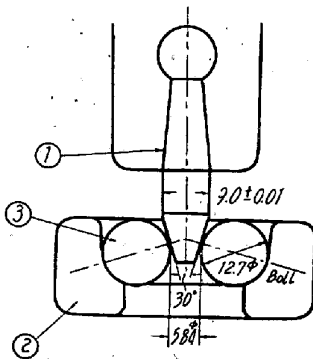


Fig. 2. Principal part of the rolling fatigue test machine (By courtesy of the Toyo Bearing Mfg. Co. Ltd.).

溶解材について実施した疲労試験の結果²⁾は 10⁷ 繰返数における疲労強度はそれぞれ 70 kg/mm², 91 kg/mm² および 102 kg/mm² であり本報告における実験結果とほとんど一致している.

2. 寿命試験

使用した試験材の主要部は Fig. 2 のごとく, ピボット状試験片

Table 3. Results of rotating-bending fatigue test.

Melting process	Stress kg/mm ²	Number of cycles to breaking	Fatigue strength at 10 ⁷ cycles
Air-melted LM	76.7	8.17 × 10 ⁵	69.5 kg/mm ²
	74.7	2.96 × 10 ⁶	
	72.2	2.55 × 10 ⁶	
	71.2	> 8.00 × 10 ⁶	
	71.0	3.30 × 10 ⁶	
	69.9	8.92 × 10 ⁵	
	69.4	> 5.00 × 10 ⁶	
	69.3	> 1.00 × 10 ⁷	
Air-melted HM	86.4	1.55 × 10 ⁵	72.0 kg/mm ²
	83.6	9.29 × 10 ⁴	
	81.9	4.59 × 10 ⁴	
	80.2	3.20 × 10 ⁵	
	76.5	7.99 × 10 ⁵	
	73.9	2.96 × 10 ⁶	
	72.0	> 1.00 × 10 ⁷	
	71.6	> 6.94 × 10 ⁶	
Cons-el Arc melted CLM	97.3	> 3.00 × 10 ⁶	87.0 kg/mm ²
	95.5	1.08 × 10 ⁶	
	93.2	1.63 × 10 ⁶	
	87.8	8.78 × 10 ⁶	
	87.8	> 6.00 × 10 ⁶	
	86.1	> 1.01 × 10 ⁷	
	85.6	> 8.00 × 10 ⁶	
	Cons-el Arc melted CHM	100.7	
99.5		1.03 × 10 ⁶	
98.5		1.70 × 10 ⁶	
97.5		2.66 × 10 ⁶	
96.5		> 1.00 × 10 ⁷	
95.5		> 9.31 × 10 ⁶	
93.2		> 2.56 × 10 ⁶	

①の円錐面を軌道輪②の中の鋼球③と転動させ疲れ剝離 (フレーキング) を生じさせるものである.

試験条件は, 試験片と鋼球との接触荷重 64.7 kg (ベルツの最大接触応力 540 kg/mm²), 試験片回転数 10,000 r. p. m. 潤滑は 140 タービン油潤滑である.

LM および CLM 試料より前述せる条件でそれぞれ 3 個の試験片を製作し, フレーキングをおこすまでの回転回数を求めた. 試験結果を Fig. 3 に示す. 左側は

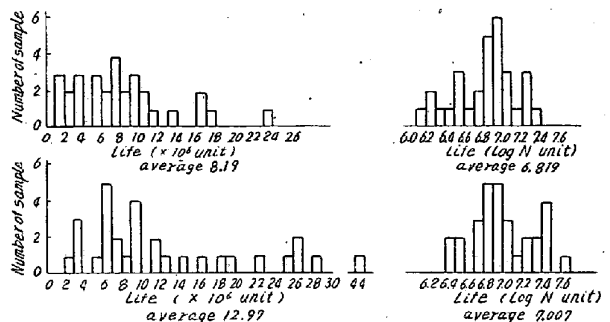


Fig. 3. Results of the rolling fatigue test.

Table 4. Sand analyses of materials tested (%)

Melting process	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	MnO
Air-melted (LM)	0.0001	0.0058	0.0004	None	None
Cons-el Arc melted (CLM)	0.0001	0.0030	0.0005	//	//
Air-meltd (HM)	0.0002	0.0075	0.0004	//	//
Cons-el Arc melted (CHM)	0.0001	0.0012	0.0003	//	//

寿命をそのまま、右側は寿命の対数を横軸にとつてあり、これではほぼ正規分布になつている。Fig. 3のごとく CLM の平均寿命は LM の約 1.5 倍で、有意差が認められた。

IV. 結 言

軸受鋼の寿命試験には各種の試験方法が研究され実施されつつあり、材質の優劣にはそれらを広く総合して判定しなければならぬと考えられる。その一例として今回実施した回転曲げ疲労試験ならびに転動寿命試験結果から、コンセルアーク溶解により軸受材料の寿命の改善されることは確かと考えられるが、それらの全貌を知るためにはなを多くの試験を実施する必要がある。

軸受鋼の寿命におよぼす要因については幾多の研究がされているが、たとえば最近の統計的研究⁹⁾から寿命と相互関係を有するものとして、Cu, As の微量不純分、B型非金属介在物、炭化物粒度、圧壊荷重などがあげられている。

本試験に使用した試料では、前述せごとくコンセルアーク材の酸素がいちじるしく減少している。

B型非金属介在物は主として酸化物系であるが、サンド分析の結果は Table 4 のごとくコンセルアーク溶解によりいちじるしくアルミナ系酸化物が減少しており、上述と考えあわせて、疲労性質向上の一因と考えられる。

文 献

- 1) 高尾, 西原, 八木: 鉄と鋼, 46 (1960) 12, p. 1543
- 2) J. H. MOORE: Iron Age, 171 (1953) 14, p. 154
- 3) 黒田: 日本機械学会誌, 63 (1960) 502, p. 1442

(141) 真空熔解した軸受鋼について

金属材料技術研究所

工博 上野 学・O中島宏興・池田定雄

Vacuum-Melted Bearing Steels.

Dr. Manabu UENO, Hirooki NAKAJIMA
and Sadao IKEDA.

I. 緒 言

真空技術のいちじるしい進歩とともに最近の真空熔解の発展はめざましく、各種の金属や合金に適用されるようになった。真空熔解による軸受鋼についても幾つかの文献が発表され、清浄度、疲労強度の向上などが報告されている。筆者たちも真空誘導熔解による軸受鋼については、SKF 軸受鋼と比較実験を行ないすでこれを発表したが¹⁾この結果を再確認するためと消耗電極式真空アーク熔解による軸受鋼の評価のために実験を行なつたのでその結果をここに報告する。

II. 実 験 試 料

実験に用いた試料は真空誘導熔解によるもの2種 (A, B), 大気熔解によるもの1種 (C), 真空アーク熔解によるもの2種 (D, E), 合計5種の軸受鋼 (SUJ 2) で、DはCを再熔解したものである。その化学組成およびガス成分は Table 1 に示されるとおりである。真空熔解により蒸気圧の高い Mn はかなり減少しており、Cu や As も減つている。N の減少もいちじるしい。

これら5種の鋼材を鍛造、圧延したのち 60φ×5mm の円板に加工して疲労試験とした。熱処理は後に述べるように組織試験の結果から 840°C×40mn 加熱後油焼入し、150°×1h 焼戻した。

III. 組 織 試 験

1. 非金属介在物

真空熔解により非金属介在物が減少し清浄な鋼になることは数多く報告されている。Fig. 1 は JIS 法による非金属介在物の面積率を示したもので、真空熔解による非金属介在物の減少はいちじるしくとくに B 系介在物はほとんど測定されなくなり、全量は約半分になつている。真空誘導熔解の A は C 系介在物がかなり多いが、これは耐火物などの外的汚染によるものと思われる。