

Table 2. Endurance limit at high temperature.

Groups	No.	Endurance limit $\sigma_w$ kg/mm <sup>2</sup>		Hardness (HRC) after heat treatment
		at 700°C	at 750°C	
QN7-AM	1	—	16	31~30
QN7-1	2	24	18	32~31
QN7-2	3	26	19	33~32

などの可塑性因子はかなり改善された。これらの共通した理由として大気材に比しての微細ガス欠陥、介在物などの量、分散、形状の差異に基づくものと判断される。なお耐摩性その他の特性については目下試験中である。

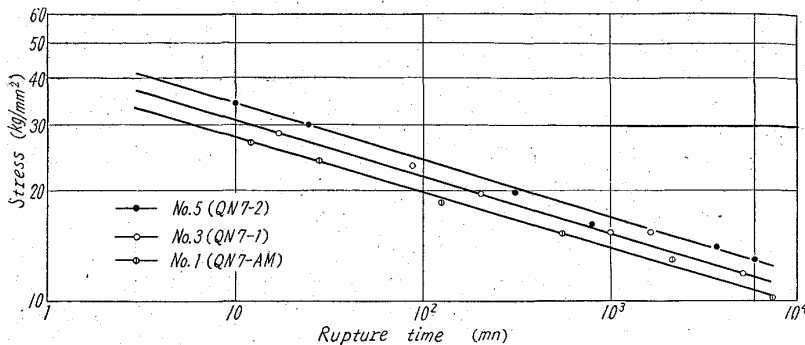


Fig. 2. Rupture time-stress curve of each steel.

著な上昇は消耗電極アーク炉溶解の影響を示したものと考えられる。

(5) 高温疲労およびクリープラプチュア強度

No. 1, 3, 5 を3グループの代表として 700°C あるいは 750°C における強度特性を調査するため、小野式回転曲げ疲労試験およびクリープラプチュア試験を行なった。熱処理条件は前記高温引張試験の場合と同一でありテストピースは何れも全長 80mm 平行部径 6mm の平滑試片である。Table 2 に疲労耐久限の値を示すが通常の大気材に比し Mo, V, Ti 添加およびさらに W, Cb 添加の消耗電極アーク炉溶製材は夫々 1 割強および 2 割近くの耐久限の増加が認められた。

クリープラプチュア特性については Fig. 2 に試験結果を図示した。これらも疲労同様 1, 3, 5 の順で強度向上が有意差的に現われ、添加元素効果が確認された。

(6) 酸化鉛耐食試験

No. 1, 4, 5 のチャージを 5mm 径×30mm 試片に加工、前述の熱処理を行なった後、900°C, 1000°C, 1100°C の溶融 PbO のバス中に 10mn~20mn 浸し腐食重量減の比較を行なった。消耗電極アーク材の有意差迄の確認は今後の検討にまちたいが平均として耐食性について優位にある結果が示された。

IV. 結 言

エンジンバルブ用材の代表鋼 21-4N 系の性能向上を意図して数種の元素を若干量添加した後真空あるいは N<sub>2</sub> ガス気流消耗電極真空アーク炉溶製を行なった。N<sub>2</sub> ガス雰囲気溶解は真空時に比し脱窒量の軽減、作業容易化、鋼塊肌向上が見られ、またこれらは大気溶製材に比し棄素材の表面品質を改善し、苛酷な熱間加工に対してはるかに安定した加工性が統計的に立証された。Mo, W, V, Ti, Cb などの添加元素はこれらの化合物の無応力下の析出時効が大気条件に比し遅れると考えられるが、熱間強度特性としては脱窒量をカバーして有効に作用し、消耗電極真空アーク条件と相俟つて、伸び、絞り

669,187,046,517-982=669  
14,018,255

(113) 消耗電極式真空アーク  
炉溶製ダイス鋼の特性  
について

大阪特殊製鋼

62293

大橋久道・坂上高志

本田技術研究所 大沢 恂

Characteristics of Die Steels  
Melted in a Consumable  
Electrode Vacuum Arc Melting  
Furnace.

1413~1415  
Hisamichi OHASHI, Takashi SAKAJŌ  
and Makoto Ōzawa.

I. 緒 言

最近各種機械工業の急速な発展に伴ない、冷間プレスあるいはアブセットなどの加工技術の向上と共に高性能の冷間ダイス鋼および熱間ダイス鋼が要求されており、苛酷な条件のもとで高信頼度が必要となつて来た。しかしながら従来の大気中で溶製したダイス鋼ではこれらの要求を十分満足しえないため、真空溶解により性能の向上をはかり冷間および熱間ダイス鋼の代表的な鋼種について、真空溶製材および大気溶製材について特性を調査し比較検討した。

II. 供 試 材 料

冷間ダイス鋼として D11, D12, 熱間ダイス鋼として D61W について大気溶製材および同一母材より溶解した真空溶製材の特性試験を行なった。供試材はいづれも 500kg 高周波炉で溶製した 200kg 鋼塊および 110kg 鋼塊を用いた。230kg 鋼塊は 50mm φ に鍛伸(鍛伸比 14・0) 後焼鈍して大気材の各試験に供し、真空材の試料は上記 110kg 鋼塊 2 本を用いて消耗電極真空アーク炉で 200kg 鋼塊を溶製し 50mm φ に鍛伸(鍛伸比 12・5) 後焼鈍して用いた。供試材化学成分を Table 1 に示す。

III. 実験結果および考察

(1) 熱 処 理 特 性

各鋼について焼入および焼戻温度と硬度との関係を求めた結果を Fig. 1 に示す。いづれも大気材および真空材は同様の特性を示しほとんど差は認められない。なお顕微鏡組織は多少真空材の方が炭化物の分布、形状が良好な傾向を示している。

(2) 変態点について

熱膨張試験により各鋼の変態点を求めた結果を Table 2 に示す。加熱変態点はいづれも真空材の方が大気材に比較して 20°C~30°C 高く、冷却変態点は低い値を示している。

Table 1. Chemical composition of specimens (%)

Steels	Melting conditions	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W	Types
D11	V. M.	1.40	0.29	0.43	0.026	0.021	11.85	0.97	0.38	—	12 Cr-Mo-V (SKD 11)
	A. M.	1.41	0.30	0.48	0.026	0.023	11.87	0.99	0.38	—	
D12	V. M.	1.01	0.30	0.76	0.017	0.017	5.37	0.94	0.36	—	5 Cr-Mo-V (SKD 12)
	A. M.	1.00	0.31	0.82	0.018	0.017	5.35	0.94	0.38	—	
D61W	V. M.	0.35	0.75	0.93	0.020	0.016	5.92	1.40	0.49	1.38	5 Cr-Mo-V-W
	A. M.	0.34	0.74	0.98	0.020	0.015	5.96	1.42	0.48	1.38	

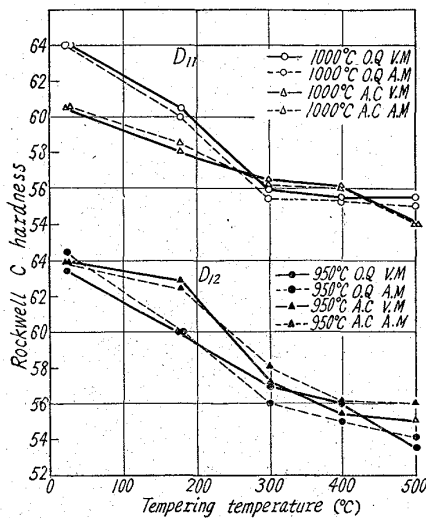


Fig. 1. Relation between tempering and hardness of D<sub>11</sub> and D<sub>12</sub>.

Table 2. Transformation temperature of each steel.

Steels	Melting conditions	Transformation temperature °C		
		Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ar''
D11	V. M.	860	900	150
	A. M.	830	880	160
D12	V. M.	820	880	160
	A. M.	790	850	170
D61W	V. M.	870	960	240
	A. M.	855	940	260

Table 3. Oimentional changes in quenched and tempered steels.

Steels	Melting conditions	Heat treatment	Change in dimensions (%)		
			Out. diameter	In. diameter	Thickness
D11	V. M. A. M.	1000°C, O. Q. 180°C, O. C.	+0.09	-0.18	+0.10
		1000°C, O. Q. 180°C, O. C.	+0.13	-0.23	+0.14
D12	V. M. A. M.	950°C, O. Q. 180°C, O. C.	+0.11	-0.15	+0.22
		950°C, O. Q. 180°C, O. C.	+0.17	-0.20	+0.25

これは真空材は当然予想されるごとく、ガスその他の不純物が少なく、鋼中におけるこれらの微小欠陥が変態を促進せしめる核の存在確率が少ないために変態点の遅れが生じたものと考えられる。

(3) 残留オーステナイトの測定

D11, D12 について焼入状態および焼戻後の残留オーステナイト量を磁気測定法により測定した。いずれも同一熱処理に対して真空材と大気材は同様の傾向を示し有意差は認められなかった。

(4) 熱処理変形率

D11, D12 について焼入、焼戻による変形率を求めた結果を Table 3 に示す。試片は 22mm φ × 10mm φ × 10mm のリングとし、それぞれ 10 コの試片について測定し平均値を求めた。

なお加熱は試片のスケール発生を防ぐためアルゴン気流中で行なった。真空材と大気材の差は大きく示されていないが、外径、内径、厚さのいずれも真空材の方が変形率が少なく良好な傾向を示している。

(5) 機械的性質

圧壊試験の結果を Table 4 に示す。試験片は 25mm φ × 10mm φ × 10mm のリングとし各熱処理に対してそれぞれ 10 個試験し平均値を求めた。いずれも真空材の方が大気材に比して圧壊値がわずかに大きいようである。

なお D11, D12 の衝撃試験の結果は真空材の方が良好な値を示した。

Fig. 2 に D61W の 1050°C 空冷後 580°C に焼戻した試料について、500°C, 600°C における高温機械的性質を示す。引張強さは真空材と大気材はほとんど差が認められないが、伸び、絞りはいずれも真空材の方が大きい値を示している。

高温衝撃値は明らかに真空材の方が良好な結果を示しており、特に横方向の衝撃値に大きな差が認められる。

Table 4. Crushing value of D11, D12 steels.

Steels	Melting conditions	Heat treatment	Hardness H <sub>R</sub> C	Crushing value(kg)
D11	V. M.	1000°C, O. Q. 180°C, O. C.	59.5	2700
	A. M.	1000°C, O. Q. 180°C, O. C.	59.0	2600
	V. M.	1030°C, O. Q. 180°C, O. C.	58.5	2890
	A. M.	1030°C, O. Q. 180°C, O. C.	58.0	2850
D12	V. M.	950°C, O. Q. 180°C, O. C.	58.0	3500
	A. M.	950°C, O. Q. 180°C, O. C.	60.0	3300
	V. M.	980°C, O. Q. 180°C, O. C.	59.0	4100
	A. M.	980°C, O. Q. 180°C, O. C.	59.0	3200

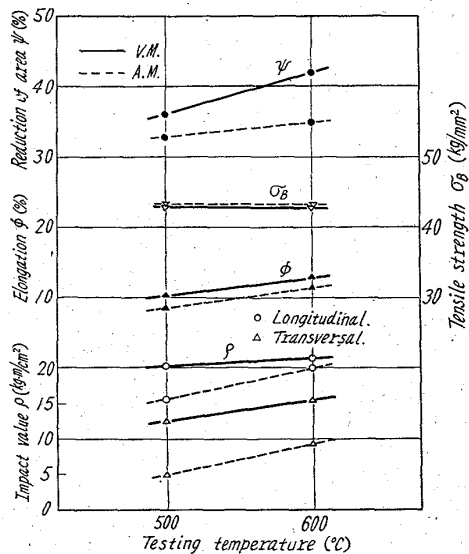


Fig. 2. Mechanical properties of D61W steel at elevated temperature.

これは真空材の方が非金属介在物その他鋼中の微小欠陥による内部切欠効果が少ないことによるものと考えられる。

次に D61W について 1050°C 空冷後 580°C で焼戻した試料で 400°C および 500°C における回転曲げ疲労試験を行なった結果真空材の方がわずかに良好な結果を示した。

(6) 実用テスト

D61W について耐熱バルブの型打テストを行なった結果真空材は大気材に比して 50% 以上の耐久力の向上が認められた。

IV. 結 言

冷間ダイス鋼および熱間ダイス鋼の代表的鋼種について性能試験を行ない真空材と大気材の比較を行なった結果、熱処理硬度特性、引張強さなどについては真空材と大気材の間にほとんど差は認められないが、熱処理変形率および衝撃試験結果は真空材の方が良好な傾向が見られ実用テストも良好な結果が得られた。

真空材においては、大気材に比較して清浄な材質が得られるが内部切欠としては微量ガス欠陥、介在物の量的因子よりもそれらの大きさ、形状、分布などの因子が方向性、展延性、靱性その他機械的性質により大きく影響をおよぼすものと考えられる。したがって今後これらの因子について究明して行く必要がある。

なお現在早期寿命試験を行ない、フレイキングに対する特性、耐摩耗性などについて検討中である。

以上今後益々加工技術の向上と共に苛酷な条件のもとで使用されるダイス鋼が要求され、しかもそれらの使用時における応力の解明が十分なされていない現状では、出来るだけ信頼度の高い高性能のダイス鋼が望まれる現在、真空溶解法による性能向上の方向を見いだして行くべきではなからうか。

669.14.018.24 = 669.14-154.4 = 669.182

(114) 真空溶解せる軸受鋼の寿命に 0.46 について

光洋精工

517-982

工博 前川 良雄・○森原 源治  
関口 秀夫・高野 茂

Life of Bearing Steels Made by Vacuum Melting. 6229K

Dr. Yoshio MAEGAWA, Genji MORIHARA, Hideo SEKIGUCHI and Shigeru TAKANO.

I. 緒 言

1215~1217  
近來寿命向上を目的として真空溶解した軸受鋼の研究が盛んであり、それらによればガス、介在物などが大気溶解材に比べていちじるしく減少し、寿命においても好結果を得ることができると報告されている。

しかし現在までの寿命試験はほとんどがニードル試料などによる簡易試験による結果であり、真空溶解法と寿命との関係は明瞭ではない。そこで本研究では実際の軸受を使用し、消耗電極アーク溶解法並びに真空高周波溶解法による軸受鋼の性能向上を確認することとした。なお真空溶解の効果のあらわれ方が製鋼原料の処女性に影響されると考えられたので、普通工程材以外に砂鉄鉄 100% 原料としたものについても調査を行なった。

II. 供 試 材

(A) 消耗電極アーク溶解材

塩基性電気炉にて製作した SUJ 2 材鋼塊大きき 500 kg の 125φ のものを 5mm 皮削を行ない、それを真空中にて再溶解した。この再溶解により 200φ の鋼塊を作り、鍛造にて 100φ としさらに圧延により 60φ の棒材にした。真空条件は 10<sup>-2</sup>~10<sup>-3</sup> mmHg にしたのち Ar ガスを導入し、50 mmHg にてアーク溶解する。溶解時間は 40~50 mn であった。