

621.73.046.073; 669.14.018.255
 ; 669.15-194.56

第 69 回春季講演大会講演論文集 (II)

Technical Papers (Part II) for the 69th Grand Lecture

Meeting of The Iron and Steel Institute of Japan.

第 6 会場 (加工・熱処理・性質)

(128) プレス鍛造用オーステナイト系 ダイブロックについて

三菱製鋼, 長崎製鋼所

渋谷勝美・竹下勝人・竹内秀光

林満洲雄

On the Properties of New Austenitic Hot Die Steel.

Katumi SHIBUYA, Masato TAKESHITA
 Hidemitsu TAKEUCHI and Masuo HAYASHI.

1. 緒 言

鍛造プレスに使用されるダイブロックとしては, 5W 系あるいは 5Cr 系合金鋼が普通であり, 近年 3Ni-3Mo 系, 3Cr-3Mo などの新材質も適用されるようになってきたが, より高温での使用に対しては耐ヒートチェック性, 高温度などの点よりオーステナイト系耐熱鋼の適用が考慮される。

われわれは, 耐熱鋼 SEH-4 種の炭素量を若干高くしたオーステナイト系耐熱鋼のプレス鍛造用ダイブロックへの適用性について調査し, 若干の知見を得たので報告する。

2. 供 試 材

35 kVA 高周波溶解炉で溶製した Table 1 の化学成分の 6kg 鋼塊を鍛伸し実験に供した。

本供試材は 13Ni-13Cr 系オーステナイト鋼で, SEH 4 に比較して C が若干高く, さらに V が添加されている。試料 No. 1, 2 は高温硬度, 二次硬化性などの基礎実験に使用し, No. 3, 4 は加工硬化性, ヒートチェック性などの調査をした。

3. 実 験 方 法

13Cr-13Ni にかなり多量の C が含有されているので室温でオーステナイト状態にあり, 硬度は HB210~220 程度と工具鋼としてはかなり低い値である。

したがって, 使用可能な程度の HB 300~350 とするために析出硬化, あるいは加工硬化の予備処理を必要と

Table 1. Chemical analysis (%).

No.	C	Si	Mn	Ni	Cr	W	V	Notes
1	0.55	1.47	0.89	12.89	13.60	1.11	1.10	20 \$
2	0.58	1.94	0.83	13.00	13.50	1.12	1.25	20\$, 25\$
3	0.53	1.55	0.86	13.01	13.40	1.21	1.21	25 \$
4	0.60	1.52	0.85	12.79	13.40	1.18	1.25	80 \$

することになる。なお, 高温特性については 5Cr 系, および 3Cr-3Mo 系などのフェライト系ダイス鋼と比較した。

3.1 析出硬化性

1100~1250°C の各温度 (20~50°C 間隔) で溶体化処理を行ない, 炭化物の溶け込みと結晶粒の成長について調査し, さらにこれらの試料を 500~850°C (50°C の各) 温度で 2 時間保持することにより溶体化処理と析出硬化性の関係を求めた。なお, 溶体化後の冷却速度はダイブロックとして寸法を考慮して 20 \$ 試験片では油冷および空冷とした。

3.2 加工硬化性

加工度と硬度の関係調査のため, 溶体化処理を施行した素材よりテーパ付きの引張試験片を作成し標点距離 80mm を 8 分割した標点を入れた。室温, 300°C, 600°C で引張試験を行ない破断後の試片縦断面について各標点間のビッカース硬度を測定し加工度との関係を調査した。

3.3 高温強度および靱性

溶体化および析出硬化処理により HB 330~350 に調整された試料について, JIS 4 号試験片による室温から 800°C までの高温における機械的性質, ならびに 2mm V ノッチシャルピーによる高温衝撃特性の調査を行なった。

3.4 高温硬度

溶体化のまま, および hot cold work により HB 300 程度とした試料の高温硬度をカーバイト球によるブリネル硬度計で測定した。

3.5 長時間焼戻軟化抵抗

溶体化のまま, および析出硬化, ならびに加工硬化した試料について 500~700°C の各温度での保持時間と硬度軟化の状況を調査した。保持時間は最高 100 時間までとし, 各保持時間にて抽出した試料のブリネル硬度の測定を行なった。

3.6 ヒートチェック試験

No. 4 鋼 80 \$ 材にて, 上限温度を 600~800°C とし, 加熱, 冷却繰返しサイクル 2000 回までの表面クラックの現出状況を調査した。加熱にはエレマ電気抵抗炉を使用し, 冷却は水冷とした。

3.7 高温摩耗試験

端面接触スベリ摩耗機構を持つ自家製高温摩耗試験機にて室温から 800°C までの各温度において下記条件での試験を行なった。試験荷重は 5 kg/cm², 回転数は

110rpm, 負荷時間は 1 hr とし相対金属は SKD5 を使用した。

4. 実験結果ならびに検討

4.1 溶体化処理条件と析出硬化性

結果の 1 例を Fig. 1 に示す。析出硬化現象は 1180°C 以下の溶体化処理では認められず、1220°C 以上で現われる。1180°C 以下の温度では未溶解炭化物が多く残存し、1200~1240°C ではほぼ固溶される。結晶粒の粗大化は本実験の場合には 1220°C×4 hr で認められたが、当然加工度と炭化物分布によつて大きく影響され、本鋼種のような炭化物の固溶温度の高いものでは炭化物の完全固溶とともに結晶粒の粗大化が顕著に進行するので溶体化処理条件はかなり狭い範囲に限定されることになる。

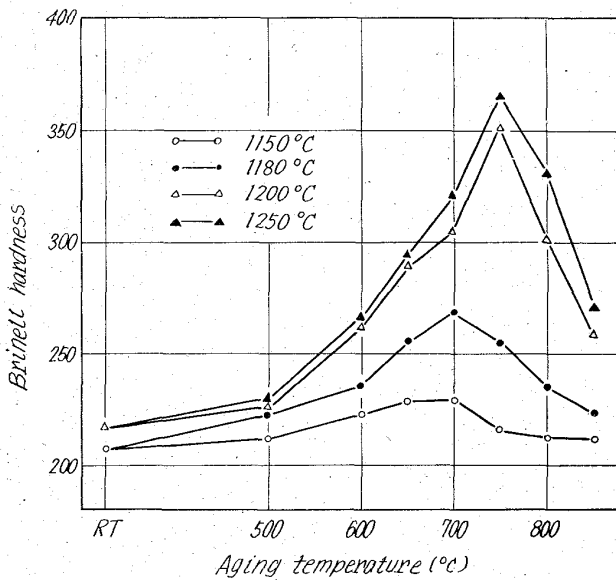


Fig. 1. Relation between aging temperature and Brinell hardness for various solution treatment temperatures.

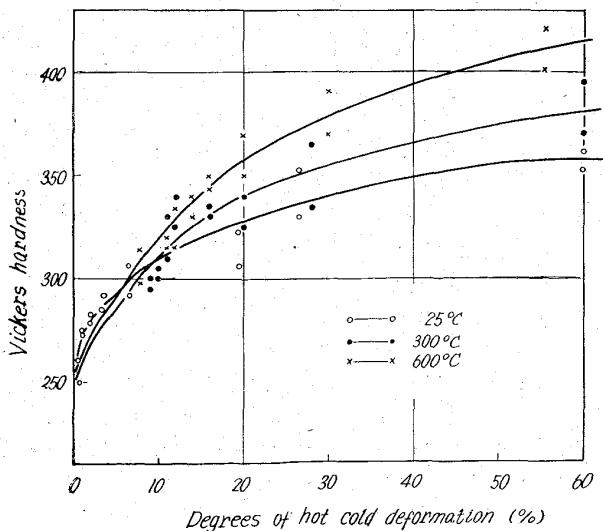


Fig. 2. Relation between degrees of hot cold deformation and Vickers hardness at various testing temperatures.

4.2 加工硬化性

上記結果に基き、最適固溶化処理施行の Fig. 1 に記すテーパー引張試片について加工度—硬度の関係を求めた。結果を Fig. 2 に示す。

低加工度域では、加工温度との関係はバラツキの範囲とみなし得るが高加工度域において加工温度と硬度の関係が現れており、これは試験温度での析出硬化が若干加味されたものと推察される。

4.3 高温強度

低温域においては初期硬度に大きく影響されるが、600°C 以上ではフェライト系に比較して本材は高い値を示した。すなわち、フェライト系ではだいたい 500°C 前後より急激な強度の低下が現れるが、本鋼種ではこの温度においてもほぼ室温強度に近い値を維持しており、その差は 700°C および 800°C の試験温度の場合とくに顕著である。また、靱性の点については、2mm V ノッチシャルピー値は温度にあまり左右されず室温でも 4 kg-m/cm² 以上の値を示した。

4.4 高温硬度

ブリネル硬度測定結果をフェライト系ダイス鋼と比較して Fig. 3 に示す。なお、硬度は試験前後の硬度比をもつて表示した。

この場合も高温引張強度と同様の傾向を示している。ダイブロックの使用条件を考える場合、特別の場合を除いて使用中の表面温度は極く薄層では 600°C 以上まで、また通常でも 400~500°C 程度までの温度上昇があるものと推定される。したがつて、この表面温度如何が寿命上非常に大きな因子となり得る。

フェライト系では、焼戻温度はせいぜい 650°C が限度であり、部分的にでも使用中の表面温度がこの温度以上に達する場合、表面硬度は著しく低下が予想されへたり、摩耗を促進させる結果となりその温度での硬度が重要である。フェライト系では、各鋼種間に若干の差はあるが 600°C では急激な低下が現れ、700°C 以上の温度では硬度測定不能まで低下するに反し、本鋼種の場合、その低下度は僅少である。

4.5 長時間耐焼戻軟化抵抗度

熱間工具鋼において、高温硬度とともに長時間高温に

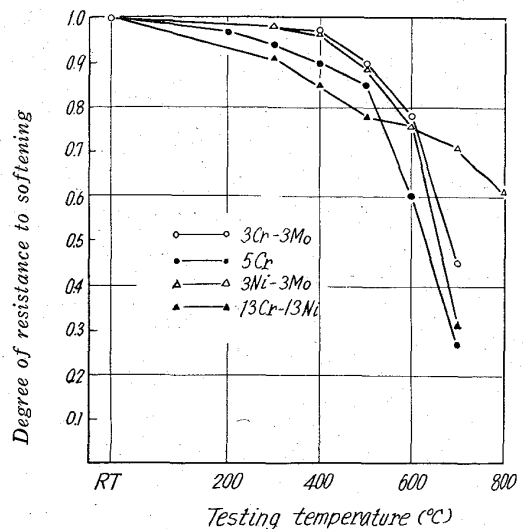


Fig. 3. Hardness at elevated temperature.

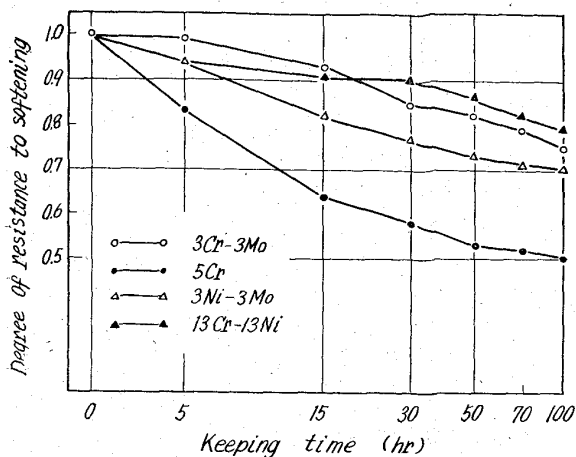


Fig. 4. Relation between keeping time until 100 hr at 600°C and hardness.

さらされることによる軟化に対する抵抗性の大きなることが必要である。Fig. 4 に 600°C における軟化抵抗度をフェライト系ダイス鋼と比較して示した。

短時間焼戻において、フェライト系では 550~600°C に二次硬化のピークがあるのに対し本材では 750°C にピークがあることから明らかなように炭化物の析出、凝集の速度が著しく遅く、その効果は長時間焼戻軟化抵抗性の比較においてとくに顕著に認められる。なお Fig. 4 は Fig. 3 と同様、硬度変化を明りょうならしめるために試験前後の硬度比でもって表示した。

5. 結 言

オーステナイト系ダイブロック材の析出硬化性および加工硬化性について調査し、さらに高温特性についてフェライト系ダイス鋼と比較し次のような結果を得た。

- 1) 析出硬化性および使用中の時効硬化性を考慮して炭化物を十分固溶せしめるためには 1200°C 以上の処理が必要である。
- 2) 加工硬化性はかなり大で 10~15% の加工度で HB300 以上を得ることができる。
- 3) 高温強度が大で、とくに 650°C 以上ではフェライト系ダイス鋼よりかなり優れた値を示した。
- 4) オーステナイト系であるので顕著な遷移温度特性を示さず室温でもかなり優れた靱性を有している。
- 5) 長時間焼戻軟化抵抗性、耐ヒートチェック性などの高温特性も優れていることが確認された。

本報告においてはいろいろの据込鍛錬法によつて鋼材の中心の空隙がどのように変化するかを plasticine および鋼によつて基礎的に研究した。

2. プラスチシンによる実験

2.1 供試材

軟鋼の高温時の塑性流れとよく似た流れを室温において行なうといわれているプラスチシン²⁾を用いて次の 2 種類の A および B 試材を作製した。

2.1.1 A-試材 (A-Specimen) (Fig. 1)

2.1.2 B-試材

A-試材の高さの中央にある小孔が、上面から 1/4 高さに変化した以外はすべて A-試材と同様である。

2.1.3 試材に関する主要素

- (イ) 試材の体積 : 36864mm³
- (ロ) 試材の断面積 : 4096mm²
- (ハ) 小孔の断面積 : 28*26mm²
- (ニ) 小孔の体積 : 141*30mm³
- (ホ) 小孔と試材の断面積比 : 0.694%

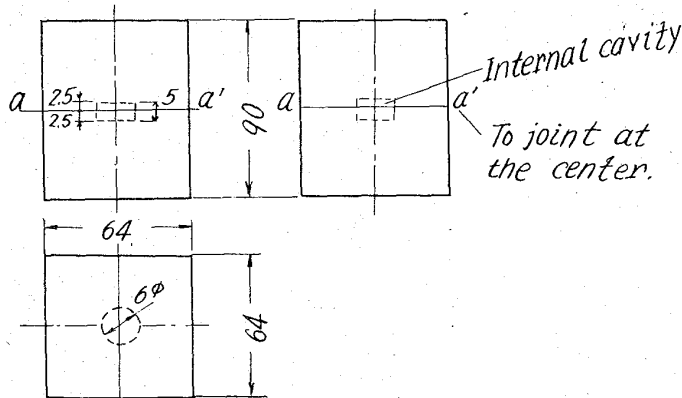
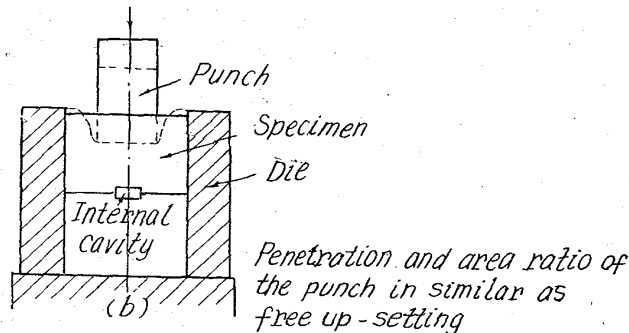
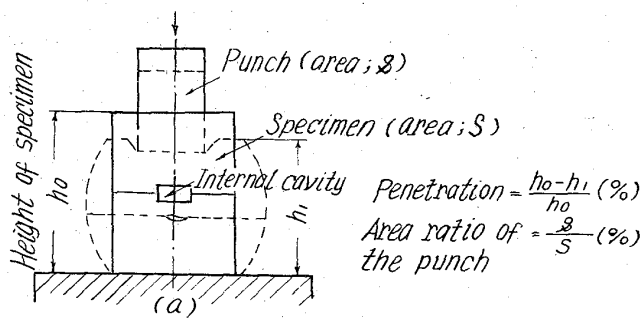


Fig. 1. A-Specimen. (mm)



(a) free up-setting. (b) die up-setting.

Fig. 2. Experimental methods of up-setting.

(129) 据込鍛錬による鋼材の内部空隙の圧着に関する研究

日本製鋼所, 室蘭製作所

○鹿野 昭一

Study on Closing of Internal Cavities in Steel Stock by Up-Setting.

Shoichi SHIKANO.

1. 結 言

特殊な実体鍛錬法 (温間鍛錬法) による大型鍛鋼材の内部空隙の鍛圧着の研究についてはすでに報告した¹⁾。