

Fig. 5. Effect of quenching velocity on the impact energy and fracture at constant tempering condition.

であり、粗削-調質された A・B 両成分の常温における衝撃値と降伏点の関係を Fig. 4 に示す。

また B 成分の鍛造品について焼戻条件を一定とし焼入冷却速度を種々変化させた場合の低温衝撃値と脆性破面率を Fig. 5 に示す。

3.4 溶接性試験

A・B 両成分の高張力鍛鋼について溶接性の比較試験を行なった。試験内容は溶接接手部の引張、曲げ、衝撃試験、NRL 試験、γ型拘束割れ試験などである。

その結果高張力鍛鋼 A・B 両成分の溶接性を比較すると、母材性質は A 成分の強さが B 成分のそれよりも高いことが接手の引張強さにおいても同様の傾向を示す。接手衝撃試験では熱影響部の脆化は A 成分の方が著しく、NDT 温度も B 成分が -73°C であるのに対して A 成分のそれは -18°C であつて結果として A 成分の方が劣る。ルート割れ防止に対する予熱温度は A 成分では $+150^{\circ}\text{C}$ 、B 成分では $+100^{\circ}\text{C}$ である。これらの結果から判断して B 成分の高張力鍛鋼の方が良好な溶接性をもつことが本実験範囲から判定できる。

4. 結 言

合金元素の効果的配組合わせを考え溶接性を改善し靱性値の向上をねらつた高張力鍛鋼の研究を行なった。本報告においては代表的な A・B 2 成分のものについて種々の確性試験を施行した。その結果――

4.1 引張特性について

B 成分の方が降伏比が高く、絞り値も B 成分の方が高いことは降伏点と絞りの相関より判別できる。また黒皮調質を施行したものは粗削-調質のものとはほぼ同一の抗張力レベルにあるが降伏比、あるいは絞り値はやや低目であつた。しかし実用化は可能と判断される。

4.2 衝撃特性について

衝撃特性はいずれも B 成分の方が優れている。試験片は $280\text{mm } \phi$ の鍛鋼品の表面部より採取されたものであるが内外の衝撃値の比較を行なつている。また B 成分については焼入冷却速度を種々変え衝撃遷移温度を調べ

た。水冷却のものは -50°C であり、冷却速度の差が遷移温度に著しく影響されることを確認した。

4.3 溶接性について

溶接性も B 成分の方が優れている。等価炭素量を少なくしたことは効果的である。NDT 温度が低いこと、ルート割れ防止に対する予熱温度が低いことなどを調べた。さらに熱影響部の特性について試験を行なつている。

これら試験結果より B 成分のものは高張力鍛鋼 70 kg として優れた特性を示し各種構造材として適用範囲を拡大することができる。なお高温特性、質量効果あるいは鍛鋼品の命題とされるヨコ方向の靱性値などの問題については第 2 報以降にゆづることとする。

(147) 高張力鍛鋼の高温性質とヨコ方向靱性について

(溶接可能な高張力鍛鋼の研究-I)

日本製鋼所、室蘭製作所

小田 豊久・○柳本 龍三

On the High Temperature Characteristics and the Transverse Ductilities of Forgings.

(Study of weldable forged high strength steel - I)

Toyohisa Oda and Ryuzo YANAGIMOTO.

1. 緒 言

著者らは前報において高張力鍛鋼の溶接性あるいは衝撃特性を主体に確性試験結果の説明を行ない、高張力鍛鋼 70 kg として実用性が高い諸性質について報告した。

本報においては、高温特性および鍛鋼品の使命とされるヨコ方向の靱性について鍛造比の影響、熱処理特に焼鈍条件の影響について報告を行なう。

2. 供試材

2.1 化学成分

供試材の目標化学成分は前報 Table 1 と同様である。本報で記述している高温抗張、クリープ特性は A・B 両成分の高張力鍛鋼について比較試験を行なったものである。

2.2 供試材の製造履歴

高温抗張およびクリープ試験に用いた供試材は前報と同様、280mm ϕ の鍛造製品の残材を流用したものであるが、方向性の試験には鍛造比の影響を調べるために、Fig. 1 に示す鍛造形状のものより削り出しを行ない供試材とした。

2.3 供試材の熱処理

高温抗張およびクリープ試験に用いた試材は前報と全く同じく焼鈍後粗削され 900°C×8hr 水冷、660°C×12hr 炉冷されたものである。しかし方向性の試験に供した試材は熱処理の影響を調べるため種々の熱処理方案を適用した。これについては方向性の項で詳しく記述する。

3. 試験結果および考察

3.1 高温引張試験

高張力鍛鋼は高温用材料として使用されることも考えられ試験温度を室温、200°, 300°, 400°, 450°, 500°, 550° および 600°C の 8 温度とし試験片形状は平滑試験片では 7mm ϕ , G. L.=25mm, 凸起式試験片は 7mm ϕ , 凸起の間隔は 50mm である。0.2% の耐力を求めるためダイヤルゲージを装着して荷重-伸び線図を求めた。ただし破断伸びは G. L.=25mm として測定した。A・B 両成分の供試材の高温引張試験結果を Fig. 2 に示す。

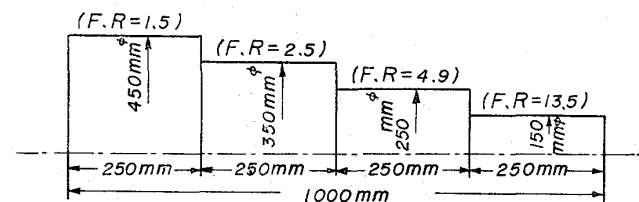


Fig. 1. Shape and forging ratio of specimen for the transverse ductility.

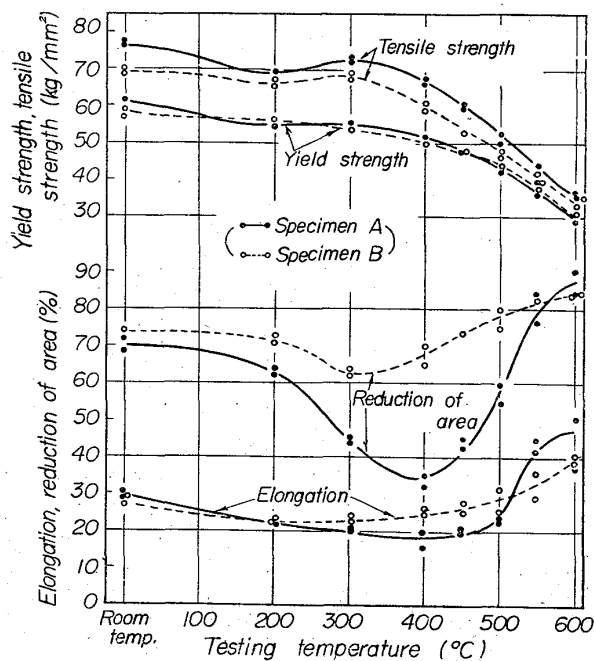


Fig. 2. Variation of tensile properties with high testing temperature in heat treated specimens.

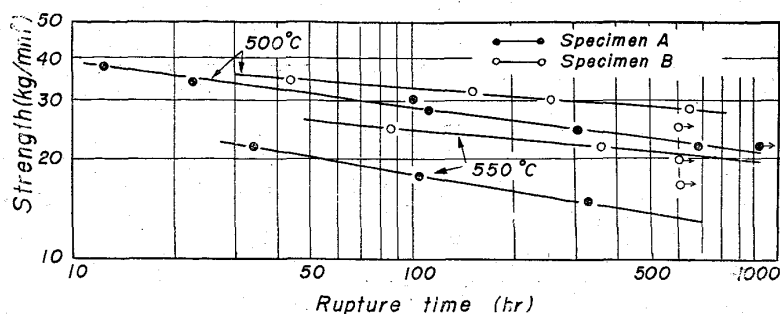


Fig. 3. Results of creep rupture test in heat treated specimens.

550° および 600°C の 8 温度とし試験片形状は平滑試験片では 7mm ϕ , G. L.=25mm, 凸起式試験片は 7mm ϕ , 凸起の間隔は 50mm である。0.2% の耐力を求めるためダイヤルゲージを装着して荷重-伸び線図を求めた。ただし破断伸びは G. L.=25mm として測定した。A・B 両成分の供試材の高温引張試験結果を Fig. 2 に示す。

3.2 クリープ破断試験

試験機は Single 型クリープ破断試験機を用い、試験温度は 500° および 550°C とした。試験片寸法は 6mm ϕ × 50mm l である。500° および 550°C における応力-破断時間線図を Fig. 3 に示す。

3.3 ヨコ方向の靱性

供試材は Fig. 1 に示す鍛造形状のものを焼鈍後 4 分割し外表面を粗削し調質を行なった。その熱処理はどれも 900°C×5hr 水冷、660°C×8hr 炉冷されたものである。種々の確性試験結果の中でタテ、ヨコ方向に特に有意差の表われたのは、絞り値と衝撃値であつて抗張力と降伏点ではタテ、ヨコ方向の差はほとんど認められなかつた。鍛造比とタテ、ヨコ方向の絞り値および衝撃値の関係を Fig. 4 に示す。

鍛造比とタテ、ヨコ方向の絞り値あるいは衝撃値の関

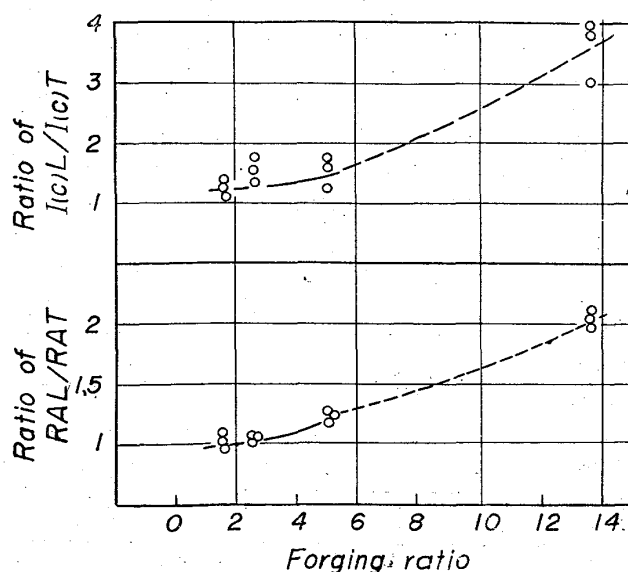


Fig. 4. Effect of forging reduction on ratio of $\frac{RAL}{RAT}$ and $\frac{I(c)L}{I(c)T}$ in heat treated forgings.

620.198.3:669.14.018.292

Table 1. Methods of heat treatment of the forgings.

TYPE of heat treatment	Annealing	Quenching	Tempering
a	920°C × 5 hr	900°C × 5 hr water	660°C × 8 hr furnace
b	Same as TYPE a	Same as TYPE a + re quenching and retempering	Same as TYPE a
c	1050°C × 10 hr	Same as TYPE a	Same as TYPE a
d	1250°C × 10 hr	Same as TYPE a	Same as TYPE a
e	1250°C × 100 hr	Same as TYPE a	Same as TYPE a

係において、鍛造比2.5まではほとんどタテ、ヨコの差は認められない。しかし鍛造比5.0以上になるとその差は著しくなり特に衝撃値においてその傾向は強くなる。実際の製品に適用する場合、適正寸法の鋼塊を選択することは必須条件とされるが、製品形状によつては、鍛造比が大きい部分を生ずる場合もあり得ることでそれに対する検討をたえず行なわなければならない。

3.4 高温拡散焼鈍とタテ、ヨコの靱性値

前述した通り、鍛造比が大きい場合タテ、ヨコ方向の靱性値に有意差を生ずる点をさらに追究した。供試材は最も顕著な差を生じた 150mm φ × 250mm l の鍛造比13.5 の試験片である。種々の熱処理を行なつたが、代表的な熱処理5種を Table 1 に示す。

Table 1 の TYPE a を標準の熱処理とすれば、同一温度、保持時間で焼入焼戻を繰返し行なつた TYPE b のタテ、ヨコの靱性値は TYPE a とほとんど変わらないか、むしろわずかながら低値を示した。また高温拡散を狙つて 1250°C 保持の鍛造用加熱炉に 10hr および 100hr 保持した TYPE d, e はそれぞれタテ、ヨコ方向の靱性値の接近が認められ TYPE e の熱処理を行なつたものは特にこの傾向は著しい。このことを層状組織 (Banded structure) あるいは結晶粒度などにつき調査を行なつた。Fig. 5 に TYPE a および e の方向性と衝撃値を関係を示す。

5. 結 言

前報に引続き著者らは高張力鍛鋼の諸性質について調査研究を行なつてきた。高温性質として抗張試験およびクリープ試験を行ない高張力鍛鋼B成分の高温域での特異性を把握した。また鍛鋼品の性質としてたえず考慮しなければならない要点に方向性が挙げられ、特にヨコ方向靱性値の問題を鍛造比と高温拡散処理の両面より追求した。その結果ヨコ方向靱性値は一般に論じられている通り鍛造比5.0以上ではタテ方向靱性値と比較してかな

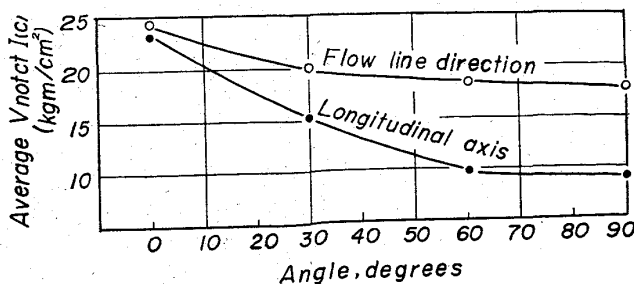


Fig. 5. Relation of angle between longitudinal axis and flowline direction in specimens to Average I(c).

りの差を生ずる。繰返し焼入焼戻を行なつてもヨコ方向靱性値は改善されない。高温拡散焼鈍はヨコ方向靱性値の改善に有効であり、しかも長時間高温保持をしなければ無意味である。なお高張力鍛鋼の質量効果あるいは焼戻抵抗性などについて試験中である。

文 献

- 1) E. A. LOVIA: Trans. Amer. Soc. Metals, 42 (1950), p. 486
- 2) E. A. LOVIA: Please Mention Steel Processing and Conversion, (1957) April, p. 193
- 3) Cyril WELLS & Robert F. Mehl: Trans. Amer. Soc. Metals, 41 (1949), p. 715
- 4) W. HOFMANN & G. SCHMACHER: Arch Eisenhüttenwes, 26 (1955), S. 99

(148) 遅れ破壊試験法と 2, 3 の結果

(高張力鋼の遅れ破壊性について—I)

神戸製鋼所, 中央研究所

工博 山本 俊二・○藤田 達

The Test Method of Delayed Failure and Some Test Results.

(Delayed failure properties of high strength steels—I)

Dr. Shunji YAMAMOTO and Tatsu FUJITA.

1. 結 言

多くの鋼は引張強さが 140kg/mm² 程度以上になるといわゆる遅れ破壊 (delayed failure または static fatigue) に敏感となり、従来の引張試験、衝撃試験、疲労試験の結果だけでは設計の基礎資料として不十分である。本報では簡単な遅れ破壊試験法とそれによる引張強さ 130~150kg/mm² 級のボルトおよび PO 鋼棒用低合金鋼, 13Cr 鋼および 180kg/mm² 級マルエージング鋼についての試験結果について述べる。

2. 遅れ破壊試験法

遅れ破壊試験法としては水素をカソードチャージする方法¹⁾が多く見られるがこれは電気メッキ材の時のみ実用条件に近く、最も適当なものとして疲労クラック付試片によるもの²⁾があげられるがこれは試片の製作に手数を要するという難点がある。また切欠試片の引張試験から遅れ破壊性を推定している場合もみられるが、これは後述のように危険性がある。

Fig. 1 は今回考案した切欠付ボルト形状試片で応力集中係数は 10 以上あるものと推定される。Fig. 2 は