

(740°C 仕上) の DVM 試験結果を示す。

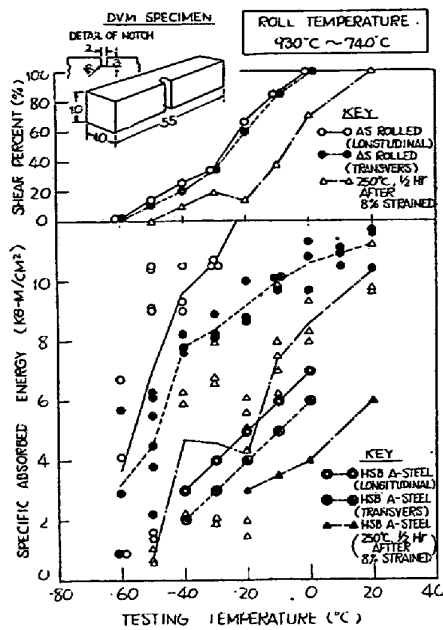


Fig. 2. Transition curves of DVM impact test for steel "B" (930~740°C roll), 22mm thick in as-rolled and 8% strain-aged conditions

(3) 船体における脆性破壊の結果と関連をつける場合には、切欠靱性の判定にVシャルピー試験をおこなう必要がある。本鋼材につきこれをおこなったところ、たとえばC材の  $Tr_{15}$  は  $-40^{\circ}\text{C}$  以下であり、5% 時効後の結果でさえ  $Tr_{15}$  は  $0^{\circ}\text{C}$  以下となっていた。米国船の破壊調査<sup>3)</sup>の結果平均板厚  $0.82''$  ( $\approx 21\text{mm}$ ) の鋼板では  $Tr_{15}$  が  $20^{\circ}\text{C}$  以下なら破壊を停止するとされているから、C材は5% 歪時効後もその範囲によつており切欠靱性に優れていることが判る。なお  $0^{\circ}\text{C}$  におけるVシャルピー衝撃値から判定してC, D, E材 ( $740^{\circ}\text{C}$  ~  $650^{\circ}\text{C}$  仕上) は2% 歪時効後においても、A, B材 ( $800^{\circ}\text{C}$  以上) の圧延のままの状態に匹敵していた。

(4) ビード曲げ試験の結果でも  $1000^{\circ}\text{C}$  以下の圧延材はそうでないものに比しはるかに優れた結果を示した。

(5) 圧延温度が下ると Fig. 1 の顕微鏡写真から見て判るように層状組織が顕著となつている。そこで板厚方向 (俗にZ方向) の性質を検討するため、小型引張試験 (試験片の全長が  $20\text{mm}$  であるから板厚方向からの採取が可能である。ただし  $GL=10.4\text{mm}$ )、その他切欠靱性試験もおこなった結果、Z方向の異方性はとくに延伸率、衝撃値に顕著に見られるが、圧延仕上温度がこの異方性に対して興える影響はほとんど認められぬようであつた。

## 参考文献

- 1) HSB-Stähle: F. Nehl, Der Stahlbau, Heft 6, 1955
- 2) Evaluation of Brittle Failure Research: E. F. Sweeney, Welding Journal Jan. 1953
- 3) Investigation of Structural Failures of Welded Ships: M. L. Williams, Weld. Journal Oct. 1953

## (72) High Tensile, High Notch Tough Steel の製造について (I) (予備試験及び試作について)

Manufacture of High-Tensile, High-Notch Tough Steel (I)  
(On a Preliminary Examination and Trial Manufacture)

K. Miyano, et alius.

日本製鋼所室蘭製作所

工 鍵和田暢男・工〇宮野樺太男

## I. 緒言

高張力鋼はその強度または溶接性より各種のものが製造され実用に供されておる。これらは各特徴を有しているが米国の U.S.S. "T 1" 鋼のごとき調質鋼が他に比較して比較的優れているものごとくである。

ドイツではその性質改善を目的としてトーマス鋼の圧延温度よりの直接焼入れの実例もある。筆者らは Si, Mn, Ni, Cr, Mo, 等の合金元素の含有量を比較的少量に止め、熱間圧延直後の高温を利用して直接水焼入れをおこなうことにより比較的安価に強度と靱性の優れかつ溶接性の良好な高張力鋼板の製造を考えつき、2, 3 の現場実験その他により直接焼入れ後において高温焼戻をおこなうことにより製作の確信を得て試作をおこなつた。

本報告はこれらの経過概要を取りまとめたものである。

## II. 予備試験について

Table 1 に示す化学成分の材料  $25 \times 200 \times 500\text{mm}$  の試片につき加熱温度および水焼入れの時間を変化させて焼入れをおこなつたものにつき強度と切欠き靱性を中心に試験をおこなつた。その結果では A, B とともに熱処理の効果は明瞭であるが抗張力  $60\text{kg/mm}^2$  を目標とする場合は鋼材 B を用いる方がよいことが明らかとなり今後はこのものにつき試験することとした。

Table 1. Chemical composition (%)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo
A	.13	.19	.64	.016	.026	.08	.05	.21	tr
B	.16	.49	1.04	.013	.022	.08	.08	.16	tr

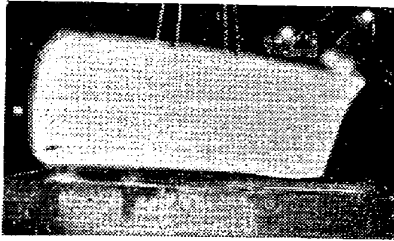


Fig. 1. Direct quenching.

現場にて鋼材 B を熱間圧延直後水タンク中に直接焼入れまたは熱間圧延後の噴水焼入れ等の実験を数回おこなった。これは圧延直後におけるただ一回の熱的操作により目的を達せんとしたものであるが水タンク中に焼入れの場合は硬くなり過ぎ、また現場で噴水をかける程度では強さの増加がそれ程大きいものではなく主として実際操作の点で困難が感ぜられた。したがってつぎに直接焼入れ後その材料を高温焼戻をおこなった結果では強度と靱性ともに良好な鋼材が得られることが明らかとなった。

焼入れの場合は  $A_{c_3}$  直上の温度に均一に加熱しつぎにただちにその温度で焼入れをする方法が望ましい。しかし直接焼入れを考えに入れると必ずしもその通りおこない得ない場合もあるので  $1000^{\circ}\text{C}$  および  $900^{\circ}\text{C}$  に均一に加熱後  $850^{\circ}\text{C}$  の温度で水焼入れをおこないつぎ

に  $A_{c_1}$  以下の各温度に焼戻をおこなつて焼戻の特性を調べた結果では靱性の回復は  $500^{\circ}\text{C}$  以上の焼戻により明瞭となり、したがって直接焼入れ後  $500^{\circ}\text{C}$  以上の高温焼戻により試作をおこなうこととした。

III. 試作について

鋼材 B を用い当所の 30,000 IP 大型圧延機により圧延と同時に水タンク中に直接焼入れをおこなった。タンクの寸法は  $2,000 \times 3,000 \times 6,000$  mm (高×巾×長) で容量  $36\text{m}^3$  のものである。直接焼入れ後において焼戻は  $650^{\circ}\text{C}$  に 1 h 保持した後空放によりおこない試作は終了した。製品の寸法は 7/7 は  $20 \times 2,000 \times 5,000$  mm また 1/7 は  $23 \times 1,500 \times 5,000$  mm である。Fig. 1 は直接焼入れの状況を示した。Fig. 2 はこの材料の顕微鏡組織を示したものであり中央の写真に示すごとく製品は Tempered Structure である。各位置で引張り試験をおこなった結果の一例は抗張力  $61.9\text{ kg/mm}^2$  降伏点  $51.5\text{ kg/mm}^2$  伸び (8")  $19.4\%$  であり降伏点の高ことが示されている。低温度における V-Notch Charpy 衝撃試験により求めた 15ft-lb に相等する遷移温度は  $-70^{\circ}\text{C}$  以下であり極めて優秀な成績を示している。

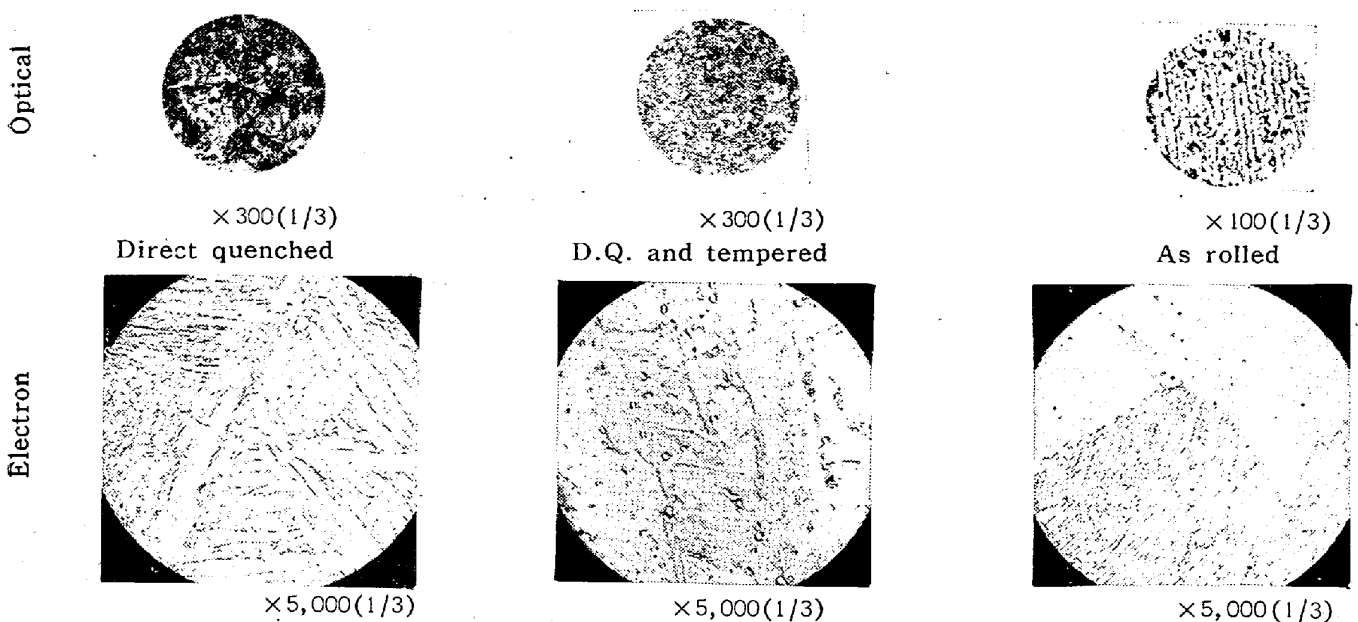


Fig. 2. Micro structure.

III. 結 論

鋼板を直接焼入れして比較的安価に高張力鋼板を製造することを考え、2,3 の予備的試験の結果直接焼入れ後比較的高温で焼戻することにより高張力高靱性鋼を製造し得ることがわかった。本方法により実際に鋼板を試作したが試作はなんらの困難もなく成功した。なお本鋼材は強度とくに降伏強度が高く、かつ Notch toughness もとくに優秀であり High tensile, High notch tough Steel の最初Hのを取り “2H” 鋼と呼んでいる。引続き第2報で本 “2H” 鋼の試験成績について述べる。

(73) High-Tensile, High-Notch Tough Steel の製造について (II)  
(試験成績について)

Manufacture of High-Tensile, High-Notch Tough Steel (II)

(On the Test Results)

K. Miyano, et alii.

日本製鋼所室蘭製作所

工 鍵和田暢男 · 工〇宮野樺太男  
工 清永 茂樹

I. 緒 言

前報で述べた本 “2H” 鋼につき溶接性を中心として各種の確認試験をおこなった。主としてこれらの試験結果について述べる。

II. 試 験 結 果

a) 溶接部延性試験

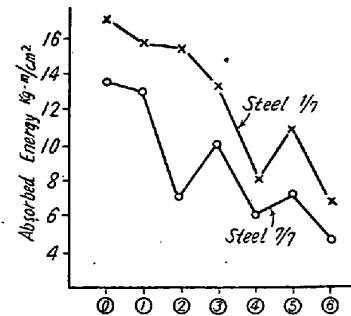
低水素系の溶接棒を使用した溶接試験片のキンゼル試験をおこない遷移温度を求めた。剪断破面率が 50% を示す温度として TrS また横収縮率が 1% を示す温度として Tr $\theta$  で示せば Table 1 のごとくであり極めて優秀な成績を示している。つぎに溶着金属も含めた溶接部の延性試験としてコマレル試験をおこなったが -80°C 程度の低温度においても 120°C 以上曲り同様に優秀な成績を示した。

Table 1. Result of Kinzel test.

Steel	Orientation	Tr $\theta$ (°C)	TrS(°C)
7/7	Long Trans.	-59	-56
		-55	-50
1/7	Long Trans.	-56	-49
		-50	-49

b) ストレインエイジング試験

Fig. 1. に示す6種類の各ストレインまたはストレインエイジングを与えた後各温度で V-Notch Charpy 衝撃試験をおこなった。-20°C における吸収エネルギーを取りまとめて Fig. 1 に示す。標準歪時効後においても -20°C の衝撃試験による吸収エネルギーはいずれも 4.0 kg-m/cm<sup>2</sup> 以上であり調質鋼の歪時効に対する感受性の小さいことを明らかに示している。



- ◎ Direct quench and tempered
  - ① 2.5% Strained
  - ② 2.5% Strained and 250°C 1/2h. Artificially aged
  - ③ 5% Strained
  - ④ 5% Strained and 250°C 1/2h. Artificially aged
  - ⑤ 10% Strained
  - ⑥ 10% Strained and 250°C 1/2h. Artificially aged
- Fig. 1. Effect of strain and strain aging (V-Notch Charpy at -20°C)

c) 溶接熱影響部の硬化

Single bead 後の溶接熱影響の最高硬度はヴィッカーズ 10kg 荷重で 300 程度であり HT 60 としては極めて低い値を示している。Fig. 2 にこの部分の顕微鏡写真を示した。ガス切断後においてもその切断面の硬化は少く常温で成形加工が容易である。

d) 亀裂性試験

鉄研式亀裂性試験をおこなった。溶接時の温度は常温 0-20°C の各温度でおこなったのであるがいずれの場合も既んど亀裂を生ずることなく、溶接硬化性の小さいことと相まって溶接作業が容易なものと判定される。

e) 溶接接合試験

調質鋼であるから溶接の熱影響による強度の低下が考えられる。しかし Sims および Banta の実験結果はその心配の全くないことを示している。本 “2H” 鋼についても横方向衝合溶接引張り試験、縦方向衝合溶接引張り試験、また両面隅肉溶接引張り試験をおこなった。横方向引張り試験の場合は一部溶着金属より切れたがこれは使用溶接棒の溶着金属の強度が母材に比して不足の場合であり溶接熱影響部等より切断したものは全くなく