

(133) WEL-TEN60H の熱間加工後の特性について

八幡製鉄, 技術研究所

工博 権藤 永・佐藤 誠

○日吉 末広・山口 義則

On the Characteristics of WEL-TEN60H Steel after Hot Working.

Dr. Hisashi GONDŌ, Makoto SATŌ,

Suehiro HIYOSHI and Yoshinori YAMAGUCHI.

1. 緒 言

60 kg/mm² 高張力鋼 WEL-TEN 60H は当社で成品化され, 高压容器の鏡板をはじめとして, 各種の用途に調質型の高張力鋼と共に使用されている。鋼板および溶接部の特性については先に報告したが, 調質型の 60 kg/mm² 高張力鋼では鏡板等に熱間加工した場合熱処理の効果が失われ機械的性質は劣化する。WEL-TEN 60H はこのような需要に応ずるべく開発されたものであるが, 本報ではとくに熱間加工を行なう場合の適正条件を見出すため 1, 2 の実験を行なったので, その結果を報告する。

2. 実験方法

本鋼が Nb, V を含むため, 加熱温度が不適当である場合には良好な機械的性質が得られない。したがって実験では高温における強度, 延性, 再加熱後の機械的性質について試験したが, タンクに組立溶接後, 酸洗しメッキ塗装する場合の酸洗後の水素脆化についても実験した。実験に用いた供試鋼板の化学成分, 機械的性質は Table 1 および Table 2 の通りで, 鋼板はいずれも A₃ 温度以上で焼ならしを行なっている。高温における機械的性質については, 主に熱間引張試験を行ない, 加工適正条件を求めた。使用性能としてもつとも重要な, 再加熱材の機械試験および鏡板加工後の機械的性質についても試験した。水素脆性を試験するためには, 酸洗処理条件として通例のメッキ工程で行なわれる下記の方法によつた。

酸 洗 工 程

- 1) H₂SO₄(9・8%) + 2% オルソ珪酸ソーダ (常温脱脂) + 抑制剤アモビフ 31, 0・1% 添加, 温度 50°C, 浸漬時間 30 min
- 2) 水 洗
- 3) 17% 塩酸常温 (アモビフ 28, 0・1% 添加) 浸漬時間 30 min
- 4) 水 洗
- 5) 湯 洗
- 6) 乾 燥

3. 高温における機械的性質

JIS 4 号試験片による熱間引張試験を常温より 1200°C の加熱温度まで行なつた。引張強さは 400°C 以上では急激に低下し, 700°C 以上では徐々に低下する。降伏点は加熱温度の上昇とともに徐々に低下する傾向を示す。断面収縮率は 200°C 以上では急激に上昇し, Al キルド鋼における 850°C ~ 1000°C のアルミ脆性の傾向はほとんど認められなかつた。これは本鋼が Nb, V を含む成分系であるためと考えられる。また高温における強度は Si-Mn 鋼の場合とほとんど等しく, 変形抵抗はほとんど変わらないようである。

4. 再加熱後の機械的性質

Fig. 1 は A 鋼 25 mm 材の再加熱試験結果である。これによると, 加熱温度が 1100°C 以上となつた場合には切欠靱性の低下が著しい。したがって 1100°C を越える加熱はさける必要がある。また A₁ ~ A₃ 変態温度間の 700°C に再加熱した場合には, 強度はやや低下する傾向は認められたが, 母材の規格値を下廻ることはない。したがって熱間加工は 850°C ~ 1050°C の温度域で行なうことが望ましい。顕微鏡組織は加熱温度が高い場合, フェライト粒度は粗大化し, さらに加熱温度が上昇した場合にはウイドマンステッテン状フェライトをつくり好ましくない。(Fig. 2 参照)

Table 3 は上記適正条件で A 鋼 13 mm 鋼板を鏡板に熱間スピニング加工した場合の鏡板各部の機械的性質である。試験片はすべて圧延方向に採取したが, 適正加工条件で加工すれば良好な機械的性質がえられることが分る。

Table 1. Chemical composition of tested steels.

Steel	Ladle analysis								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb	V
A	0・15	0・47	1・41	0・017	0・006	0・51	—	0・04	0・06
B	0・14	0・60	1・34	0・019	0・008	0・51	0・12	0・04	0・05

Table 2. Mechanical properties of tested steels.

Steel	Plate thickness (mm)	Tensile properties			Bend test R=1・5 t	vE ₀ (kg-m/cm ²)
		Y. P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	El GL: 50 mm (%)		
A	25	51	67	35	Good	20・3
	13	53	66	38		18・9
B	11	52	64	40	〃	18・7

5. 再加熱加工条件と水素脆性

成品に組立溶接後メッキ塗装することを考慮し、B鋼を上記条件で、酸洗後、曲げ試験を行なった。その結果をPhoto. 1 に示した。これによると再加熱処理のみで

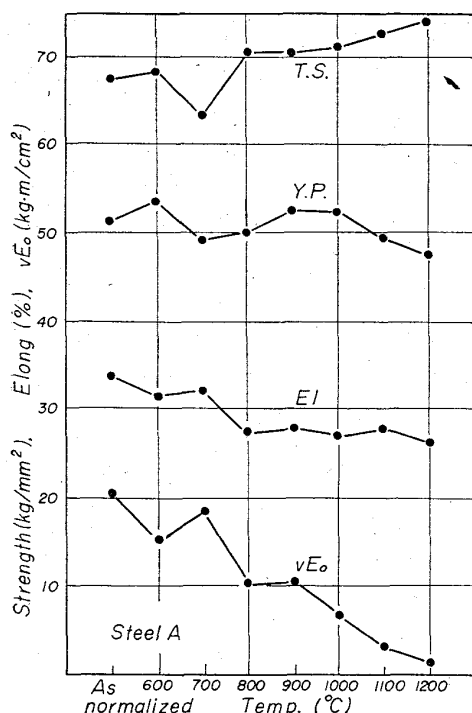


Fig. 1. Effect of reheating temperatures on the mechanical properties of WT60H steel.

酸洗を行なわない場合には、密着曲げを行なつても 1200°C 加熱材で表面に微小クラックが発生したにすぎない。しかし上記酸洗処理材は著しい割れ発生を示した。この場合の水素吸収量は Fig. 2 のごとくであつて、加熱温度 1000°C を越える場合には著しく水素吸収量が増加する。

したがつて加熱温度が高い場合には材質の劣化のみならず、水素脆性の傾向も著しくなるため、熱間加工加熱温度にはとくに注意が必要である。また同様の再加熱材について引張および衝撃試験を行なったが、これらの試験では水素脆性の傾向はほとんど認められなかつた。このように水素の吸収量は組織により著しく影響されるが、酸洗後メッキ塗装した場合の水素量をできるだけ低くすることが望ましい。したがつてこれら再加熱、酸洗処理材を時効処理し時効条件と残留水素との関係を探めた。その結果 100°C 加熱した場合には、6 hr 後に 3 ppm にまで低下することが分つた。なお酸洗後の吸収水素の分析は 11×30×50 mm の鋼板を酸洗後、これを直ちに水銀ベルに充填して、加熱放出される拡散性水素を分析した。

5. 結 言

熱間加工用 60 kg/mm² 高張力鋼 WEL-TEN 60 H の熱間加工を行なう場合の適正条件を見出すため、高温における機械的性質、再加熱後の機械的性質、再加熱温度と水素脆性の関係について実験を行ない、次の結論をえた。

(1) 高温における機械的性質は良好であつて、高温強度からみてこの種鋼の加工性は Si-Mn 系構造用鋼に

Table 3. Mechanical properties of WT60H head plate after hot spinning.

Steel	Thickness (mm)	Location	Direction	Tensile properties				Impact properties		
				Y.P. (kg/mm ²)	T.S. (kg/mm ²)	El (%)	RA (%)	vT _{r15} (°C)	vT _{rs} (°C)	vE ₀ (kg·m/cm ²)
WT60H A	13	1	L	49.2	65.1	34.6	74.8	-98	-51	21.7
		2	L	49.5	64.1	34.8	74.6	-90	-48	20.8
		3	L	54.1	66.6	30.5	73.9	-85	-42	19.0
		4	L	58.0	69.3	28.6	70.6	-74	-31	17.6

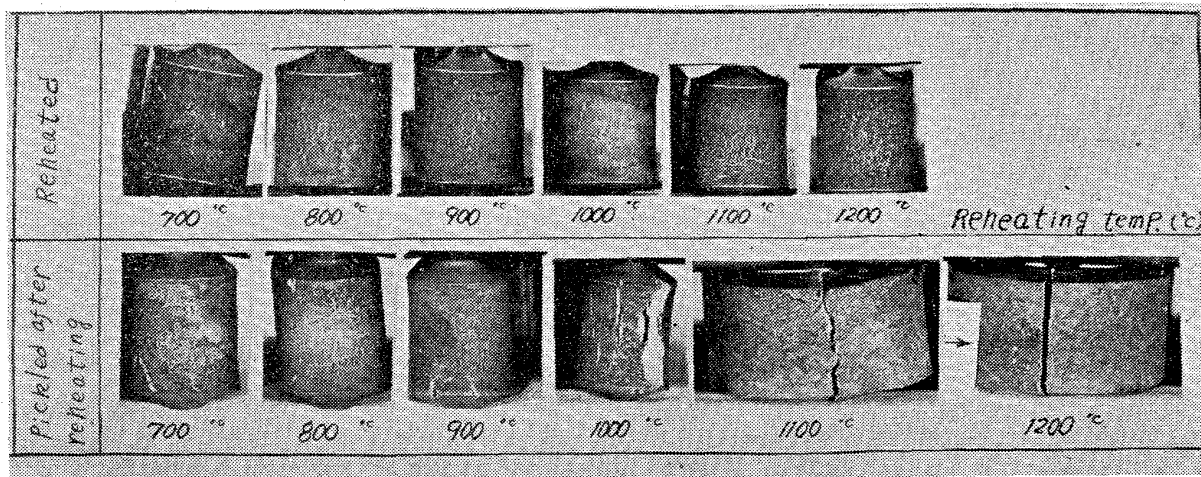
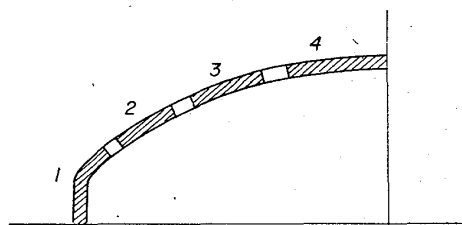


Photo. 1. Effect of pickling on the bend test results of reheated specimens at various temperatures (steel B).

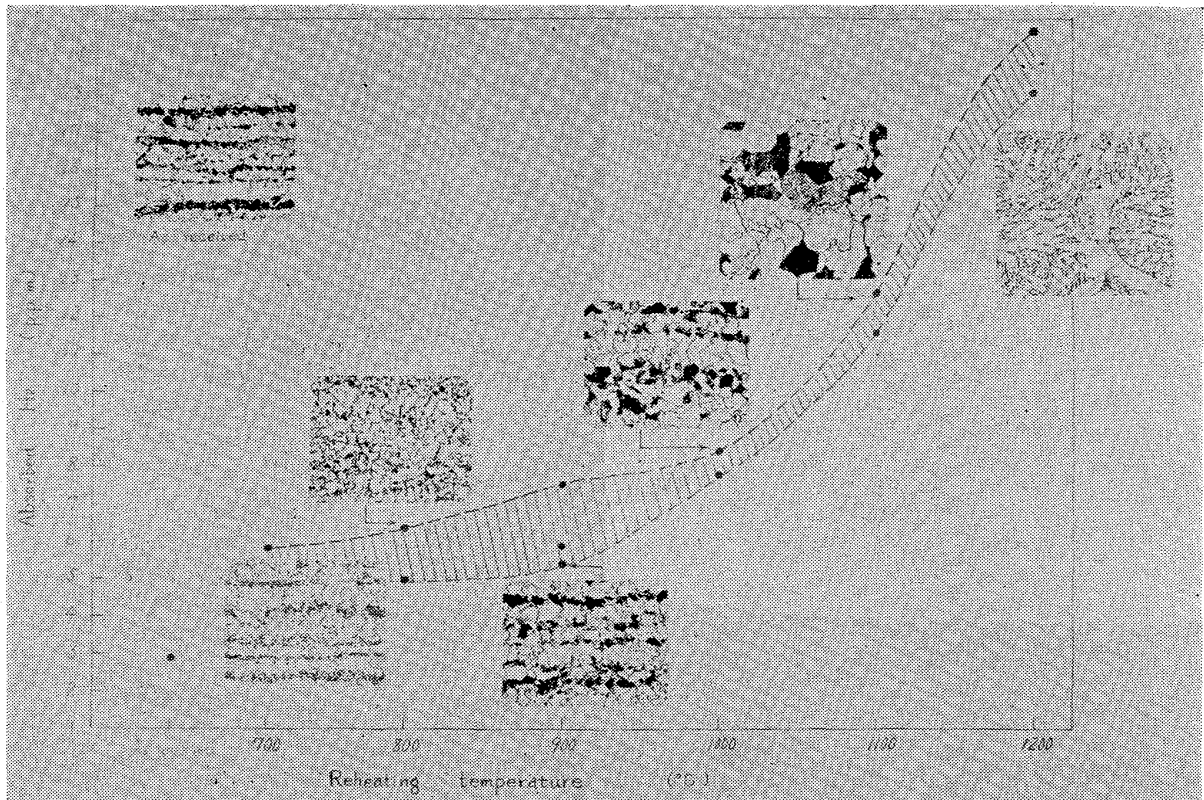


Fig. 2. The effect of reheating temperatures on the microstructure and absorbed H_2 after pickling (steel B).

十分匹敵する加工性をもつと考えられる。また Al キルド鋼にみられる Al 脆性は勿論、それ以外の熱間脆性の傾向はこの種の鋼にはほとんど認められない。

(2) 熱間加工時の加熱温度としては $850^{\circ}\text{C} \sim 1050^{\circ}\text{C}$ が適当であり、 1050°C を越える加熱を行なった場合には、強度は上昇し、切欠靱性は低下する。これは Nb, V 等の炭窒化物が固溶しはじめるためと考えられる。また 2 相共存域に加熱加工した場合には強度が低下する傾向があるため注意しなければならない。

(3) 再加熱加工後酸洗処理をする場合には、とくに加熱温度に留意し、水素の吸収量を低くすることが大切である。ウイドマンステッテン状の過熱組織となつた場合には水素吸収量が増大するため、とくに注意が必要であるが、適正加工条件により加工すれば、酸洗時水素吸収量は 6 ppm 程度であるから、時効処理により吸収水素を若干逸散せしめることにより良好な特性がえられる。

文 献

- 1) 合田, 権藤, 日吉: 溶接学会誌, 33(1964) 9, p. 811
伊藤(悌), 西, 伊藤(誠), 中杉, 日高: 溶接学会誌, 33 (1964) 9, p. 812

(134) 調質高張力鋼の強度と化学成分の関係

住友金属工業, 中央技術研究所

工博 三好栄次・理博 邦武立郎・岡田隆保
小倉製鉄所 加藤 直

The Relation of Chemical Composition to the Strength of Weldable High Strength Steels in the Quenched and Tempered Condition.

Dr. Eiji MIYOSHI, Dr. Tatsuro KUNITAKE,
Takayasu OKADA and Tadashi KATOU.

1. 緒 言

さきに、溶接性高張力鋼の研究の一環として、非調質鋼の強度と化学成分の関係を求め、強度は化学成分によつて十分な精度をもつて推定しうることを報告したが¹⁾²⁾、本報では、調質型高張力鋼を対象として、その強度ならびに焼入性と化学成分の関係について同様の検討を行なった結果を述べる。

2. 実験方法

C, Si, Mn, Cu, Ni, Cr, Mo 計 7 元素をそれぞれの強度ならびに焼入性におよぼす効果を求め、さらに 2 元素間の交互作用の有無を確認するため、直交配列表 $L_{16}(2^{15})$ によつて成分を定めた 16 鋼種を溶製した。各合金元素の水準を Table 1 に示す。合金元素のわりつけには、各元素それぞれの主効果は単独に得られるように、また、交互作用については本実験の場合、その交絡はさげえないが、重要と考えられるものはできるだけ重複しないように配慮した。