

# 高張力鋼板の概況

KK日本製鋼所大阪営業所\* 技術部 景 山 正 三\*\*  
 " 鈴 木 実  
 " 岩 崎 誠

## 1. 緒 言

経済生長の発展に伴って、構造物の機能向上、大型化の傾向、軽量化に対する経済性と云う、時代的要求により、これら産業分野に要求される構造用鋼は短期間に長足の進歩発展を遂げる一方、旧来の設計概念を変えつつあることは各種鋼板の品質が要求目的を充分満し得ること、これら特性を解明した研究及び利用者側の数多い、実験と技術的信頼度の高い使用実績など、積極的な努力の累積結果と考えられる。

わが社においても各々特色ある高張力鋼板を開発すると同時に早くより市販し、水圧鉄管、橋梁、船舶、化学装置、石油精製のLPGタンク材料等、総べて産業分野に貢献すると共に、数多くの使用実績及び構造物の軽量大型化へ重要な役割を果たして来た WELCON 2H 系高張力鋼板の特性について説明する。

## 2. 高張力鋼板

溶接構造用鋼板として、現在最も脚光を浴びている鋼種で各用途に応じ多種多様な高張力鋼板がある。

わが国における高張力鋼板は、防衛庁関係の艦艇の重量を軽減し兵器の搭載能力を増強する目的から高張力鋼板の研究が持たれる一方米国で建造された、戦時船(リバター船)の破壊事故を始めとし、橋梁関係の破損事故による溶接構造物の脆性破壊に対する基礎研究、鋼材の脆性亀裂の停止能力の優れた鋼材の開発研究等に端を発し旧来の Si-Mn 型キルド鋼を調質(焼入、焼戻し)することにより溶接性、加工性を劣下することなく、高い強度(高い降伏比)と十分な延性切欠靱性を確保したのが Welcon 2H 鋼(60Kg/mm<sup>2</sup> HT)であり、JIS 規格材料を除けば、圧力容器、橋梁、石油精製の溶接構造用鋼として、一番多く使用されている鋼種である。

また現在 Welcon 2H 鋼に引続き、Welocon 2H Super

(70Kg/mm<sup>2</sup> HT), Welcon 2H Ultra (80Kg/mm<sup>2</sup> HT) 及び Welcon 2H 100 (100Kg/mm<sup>2</sup> HT) の他耐水素性、高張力鋼として Welcon 2H Cr (60Kg/mm<sup>2</sup> HT) がある。

## 3. 高張力鋼板の規格

現在の高張力鋼板については、JIS 化された規格がなく審議中であるが、昭和33年日本溶接協会の技術委員会で常置されている材料工作委員会が選定した「溶接構造用高伏点鋼板規格 WES-135」の要旨を表1に示す。

これに対し、当社製品の Welcon 2H 系調質型高張力鋼板の規格及び非調質型高張力鋼板の規格を表2及び表3に示す。(第1表次頁)

## 4. 高張力鋼板の特性

高張力鋼板が一般構造用鋼板と比較し異なる材料特性は、

### 4-1 高強度であること

普通鋼に比較し高い強度と、降伏比を有する。高い強度は設計許容応力値を一般構造用鋼に比較し、大きく採用することが出来るため構造物の断面積(肉厚)を減少せしめると共に、大型化、軽量化に直結し得る。

図1には普通鋼と高張力鋼との降伏比の関係を比較し示す。

また図2及び図3には引張試験における高張力鋼の伸び、及び断面収縮率の特性曲線を示す。

### 4-2 切欠靱性が優れている

溶接構造物は溶接継手で一体化され、溶接時の残留応力と溶接入熱による変質のため、脆性破壊が起こりやすいと考えられる。

高張力鋼板においても負荷応力が大きく、かつ使用条件が液化ガスの貯槽タンクのように常温より低温度まで広範囲にわたるため、脆性破壊に対する考慮は十分払う必要がある。

これがため、日本溶接協会においても脆性破壊に対す

\* 大阪市北区中出島2の22 \*\* 技術部長

表 1 高压容器用高張力鋼板規格 (案)

鋼種	記号	化学成分 (%)			鋼板の厚さ (mm)	引張試験			Vシャルピー衝撃試験		炭素当量 (%)	溶接部最高カタサ (ビッカース 10kg)
		C <sup>1)</sup>	P	S		耐力 <sup>2)</sup> (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び <sup>3)</sup> (%)	温度 (°C)	衝撃値 (kg-m)		
1種	HW36	0.20 以下	0.035 以下	0.040 以下	13未満	36以上	53以上 65以下	5号 23	規定せず		0.48以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 29 1号 16	+15	4.8以上		380 以下
					21以上			4号 23 1号 18	0	4.8以上		
2種	HW40	0.20 以下	0.035 以下	0.040 以下	13未満	40以上	57以上 70以下	5号 22	規定せず		0.49以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 28	+10	4.8以上		390 以下
					21以上			4号 22	0	4.8以上		
3種	HW45	0.18 以下	0.035 以下	0.040 以下	13未満	45以上	60以上 72以下	5号 20	規定せず		0.50以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 26	+5	4.8以上		400 以下
					21以上			4号 20	-5	4.8以上		
4種	HW50	0.18 以下	0.035 以下	0.040 以下	13未満	50以上	62以上 75以下	5号 19	規定せず		0.54以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 25	+5	4.8以上		415 以下
					21以上			5号 19	-10	4.8以上		
5種	HW56	0.18 以下	0.035 以下	0.040 以下	13未満	56以上	68以上 82以下	5号 18	規定せず		0.58以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 24	0	4.8以上		430 以下
					21以上			4号 18	-10	4.8以上		
6種	HW63	0.18 以下	0.035 以下	0.040 以下	13未満	63以上	74以上 85以下	5号 17	規定せず		0.60以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 23	-5	4.0以上		440 以下
					21以上			4号 17	-15	4.0以上		
7種	HW70	0.18 以下	0.030 以下	0.035 以下	13未満	70以上	80以上 95以下	5号 16	規定せず		0.62以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 22	-5	3.6以上		450 以下
					21以上			4号 16	-15	3.6以上		
8種	HW80	0.18 以下	0.030 以下	0.035 以下	13未満	80以上	88以上 105以下	5号 14	規定せず		0.74以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 20	-10	2.8以上		470 以下
					21以上			4号 14	-20	2.8以上		
9種	HW90	0.18 以下	0.030 以下	0.035 以下	13未満	90以上	97以上 115以下	5号 13	規定せず		0.80以下	規定せず
					13以上 21未満			5号 18	-15	2.8以上		480 以下
					21以上			4号 13	-25	2.8以上		

注1) 板厚13mm以上50mm未満の鋼板について炭素含量を定める。

2) 耐力の測定は JIS Z 2241 (6.5) 項による。耐力は上降伏点で代用できる。

3) 板厚13mm 未満の JIS 5号引張試験片の伸びに関しては、板厚 5mm以上に対して適用する。

表 2 高張力鋼板規格一覽表

品 種 名	区分用途	特徴	熱 処 理	化 学 成 分											試験 片	機 械		的 性 質		板 厚 (mm)		
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	V	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )		引張強サ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	曲げ半径 (180°)	2mmVシ ルビー (°C)			
Welcon-50	一般構造用 压力容器用	非熱処 理型	as Roll	<0.18	<0.55	<1.35	<0.035	<0.040	-	-	-	-	-	-	-	1号	≧33	50~58	≧20	1.0t	B種 > 3.5 C種 > 6.0	4.5~12
			Normalize	<0.20	<0.55	<1.60	<0.035	<0.040	<0.50	<0.40	-	<0.20	-	-	-	-	1号	≧33	50~58	≧22	1.5t	B種 > 3.5 C種 > 6.0
Welcon-50 (極 厚)	一般構造用 压力容器用	非熱処 理型	Normalize	<0.20	<0.55	<1.60	<0.035	<0.040	<0.50	<0.40	-	-	-	-	-	1号	≧30	50~60	≧22	1.5t	> 4	80~150
			W. Q. & Temper	<0.18	<0.55	<1.35	<0.035	<0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	5号	≧50	60~70	≧25	1.0t	> 8
Welcon. 2H Super	一般構造用 压力容器用	熱処 理型	W. Q. & Temper	0.08~ 0.16	<0.55	0.60~ 1.20	<0.035	<0.040	<1.00	<0.50	-	<0.40	-	-	-	5号	≧63	70~80	≧22	1.0t	> 8	>13~20
			Normalize	<0.20	<0.55	<1.60	<0.035	<0.040	<0.50	<0.40	-	<0.20	-	-	-	-	5号	≧50	60~70	≧30	1.0t	> 8
Welcon. 2H Ultra	一般構造用 压力容器用	熱処 理型	W. Q. & Temper	0.08~ 0.16	<0.55	0.60~ 1.20	<0.035	<0.040	<1.50	<0.80	0.15~ 0.50	<0.70	-	-	-	5号	≧63	70~80	≧25	1.5t	> 8	>25~35
			Normalize	<0.20	<0.55	<1.60	<0.035	<0.040	<0.50	<0.40	-	<0.20	-	-	-	-	5号	≧50	60~70	≧30	1.5t	> 8
Welcon. 2H.100	一般構造用 压力容器用	熱処 理型	W. Q. & Temper	<0.18	<0.55	0.60~ 1.20	<0.025	<0.030	<1.50	<0.80	0.15~ 0.50	<0.70	<0.10	-	-	5号	≧90	97~115	≧17	1.5t	> 6	>13~20
			Normalize	<0.20	<0.55	<1.60	<0.025	<0.030	<0.50	<0.40	-	<0.20	-	-	-	-	5号	≧90	97~115	≧18	2.0t	> 6
HT 60	一般構造用 压力容器用	非熱処 理型	as Roll	<0.22	<0.55	<1.50	<0.035	<0.040	-	-	-	0.20~ 0.45	-	-	-	1号	≧40	60~70	≧19	1.5t	B種 > 3.5 C種 > 6.0	>13~20
			Normalize	<0.20	<0.55	<1.60	<0.035	<0.040	<0.50	<0.40	-	<0.20	-	-	-	-	1号	≧40	60~70	≧17	1.0t	> 8

7.: 板厚

表 3 非調質高張力鋼板の規格一覧表

商標名	熱処理	化 学 成 分 (%)									区分用途
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	No+(v)	
NH-40	as Roll 又は標準	≤0.22	≤0.55	≤1.50	≤0.035	≤0.040	—	—	—	≤0.15	一 般 用 構 造
NH-45	"	≤0.25	≤0.55	≤1.60	≤0.035	≤0.040	—	—	—	≤0.15	
welcon 53	"	≤0.20	≤0.55	≤1.50	≤0.030	≤0.035	≤0.40	—	—	—	圧 力 用 容 器
welcon 57	"	≤0.20	≤0.55	≤1.50	≤0.030	≤0.035	≤0.60	≤0.30	—	(V) ≤0.10	
welcon 60	"	≤0.18	≤0.60	≤1.60	≤0.030	≤0.035	≤0.80	≤0.04	≤0.30	≤0.10	

商標名	機 械 的 性 質					曲 げ 試 験		衝 撃 試 験	
	板厚(mm)	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	試験片 (JIS)	伸 び (%)	内 側 半 径		0°C Vシャルピー kg-m/cm <sup>2</sup>	
N H 40	4.5~12	≥ 40	≥ 55	5号	≥22	t ≤ 32	1.5 t	3ケの平均値 ≥ 3.5	
	12超~20			5号	≥28				t ≥ 32
	20超~40			4号	≥22				
N H 45	4.5~12	≥ 4.5	≥ 60	5号	≥20	t ≤ 32	1.5 t		3ケの平均値 ≥ 3.5
	12超~20			5号	≥26				
	20超~40			4号	≥20				
welcon 53	4.5~12	≥ 36	53~65	5号	≥23	t ≥ 32	1.5 t	— 15°C, 26.0 0°C, 26.0	
	12超~20			5号	≥29				
	20超~50			4号	≥23				
welcon 57	4.5~12	≥ 40	57~70	5号	≥22	t < 32	1.5 t		— 10°C, 26.0 0°C, 26.0
	12超~20			5号	≥28				
	20超~50			4号	≥22				
welcon 60	4.5~12	≥ 45	60~72	5号	≥20	t < 32	1.5 t	— 5°C, 26.0 -5°C, 26.0	
	12超~20			5号	≥26				
	20超~50			4号	≥20				

る各種試験方法として「低温構造用鋼板の判定基準WES」があるが、一般に鋼材の切欠靱性はV切欠きシャルピー試験における遷移温度が低温側にある程良いとされている。

高張力鋼板のVシャルピー衝撃試験による遷移曲線を図4に示す。

4-3 溶接加工性の良好なこと

高張力鋼板は広い範囲にわたる使用用途を持つために機械加工、ガス切断等の加工が施されるが、旧来の普通鋼と同様なガス切断、機械加工が考えられる他に冷間プレス曲げ加工も容易に出来る。

また溶接施行についても、完全な溶接部の特性を得るためには、溶接硬化性、延性靱性の低下が少くかつ溶接割れの発生し難い鋼種が要求される。

4-3-1 溶接硬化性

高張力鋼板の硬化性は鋼材に添加される合金元素量に大きく影響され、溶接時の急熱急冷によりマルテンサイト、ベイナイトと云う硬い組織が出来て溶接割れや、熱影響部の延性低下の原因となる。

一般に添加元素の硬化性に対する影響は次式の炭素当量式でまとめられる。

$$Ceq(\%) = C + 1/24Si + 1/6Mn + 1/15Ni + 1/15Cr + 1/$$

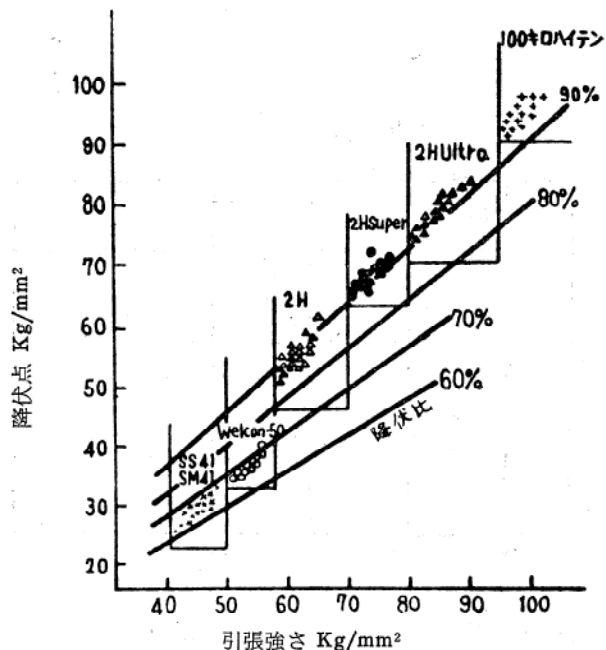


図1 降伏点と引張強さの比

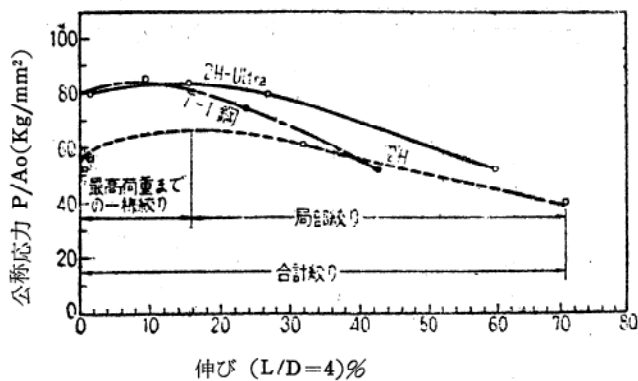


図2 応力-伸び曲線

鋼種	最高荷重までの一様伸び	局部伸び	合計伸び
○ 2H-Ultra	6.6%	17.7%	24.3%
● T-1	6.4%	13.4%	19.8%
□ 2H	10.8%	15.2%	26.0%

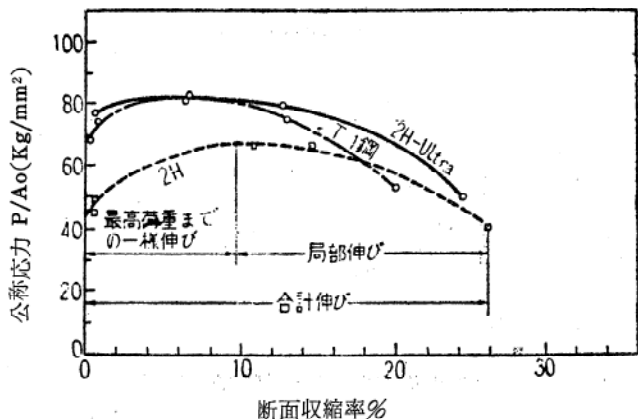


図3 応力-断面収縮率曲線

鋼種	最高荷重までの一様伸び	局部伸び	合計伸び
○ 2H-Ultra	15.2%	43.9%	59.1%
● T-1	9.0%	33.6%	42.6%
□ 2H	18.1%	52.9%	71.0%

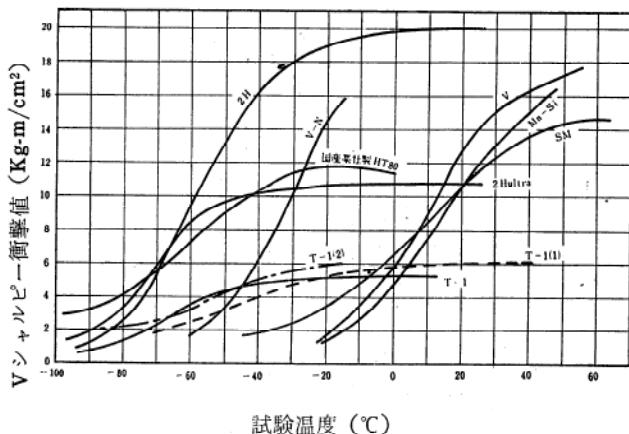
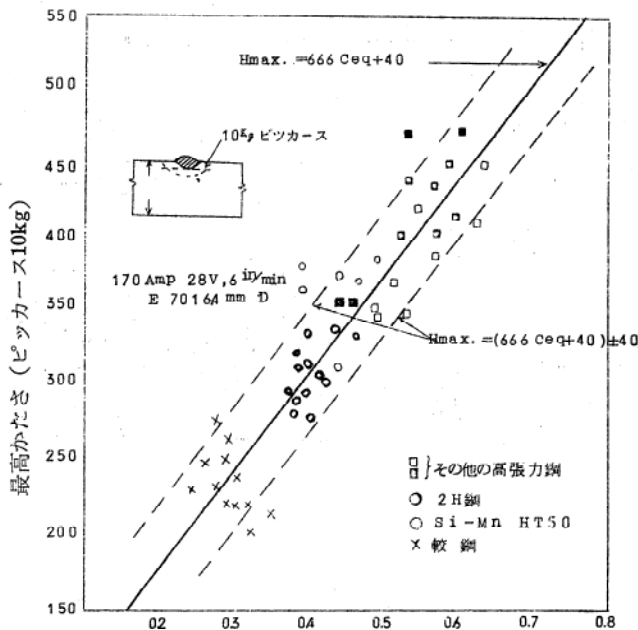


図4 各種高張力鋼のVシャルピー衝撃値遷移曲線の比較



$Ceq = C + 1/24Si + 1/6Mn + 1/15Ni + 1/5Cr + 1/4Mo (\%)$   
 IIW 最高かたさに及ぼす炭素当量の影響

図5 硬化性と化学成分の関係

4Mo - (1)

(1) 式の炭素当量は、溶接硬化性の尺度とされており溶接最高硬さと、炭素当量は図5に示す如く直線の関係にある。

なお同時に Weicon 2H の炭素当量と溶接最高硬さの実績を表示する。

又70Kg/mm<sup>2</sup> HTの 2H Super の炭素当量と溶接最

高硬さの実績を図6に示し、図7には、テーパ試験片を用いた熱影響部の冷却速度を変化させた場合の溶接最高硬さを図示する。

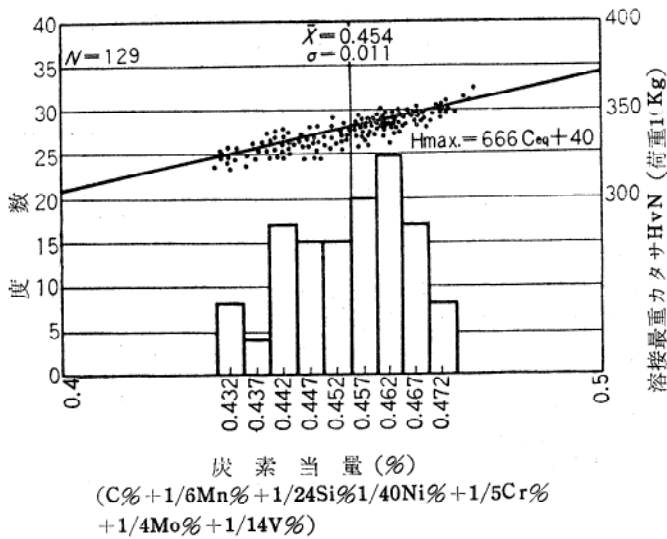


図6 炭素当量の分布と溶接最高カタサ (板厚24~35mm)

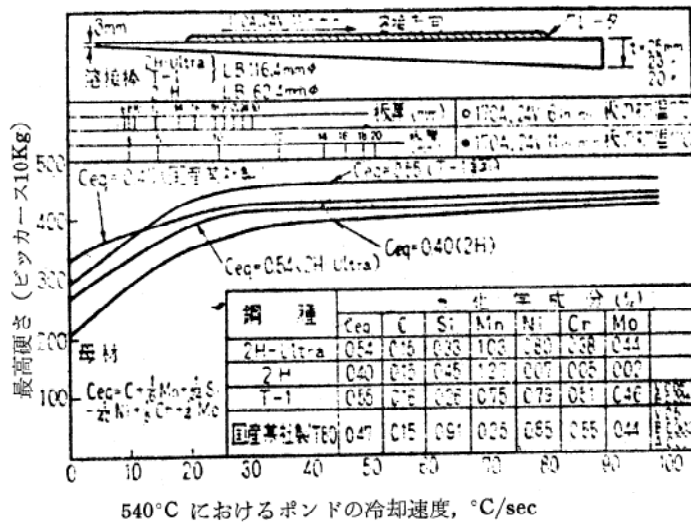


図7 溶接硬化曲線の比較

4-3-2 溶接部の延性

高張力鋼板の溶接部が使用時の負荷荷重に対し十分な延性(変形能)を有することが必要で、従来より実施されている試験にビード曲げ試験がある。

溶接部の延性は、また熱影響部の溶接最高硬さと、関連し硬さが高くなる程、延性は低下し、溶接時に予熱または後熱処理が必要となる。

WES135 高張力鋼板の規格においても、HT60, 70, 80, の最大曲げ角度は板厚 20mm でそれぞれ 50°, 40°, 30° 以上と云われているが図8に Welcon 2H の試験結果

図9に Welcon 2H 100 のコマレル試験結果を示す。いずれの場合も十分延性のある高張力鋼板と云える。

4-3-3 溶接部の亀裂性

高張力鋼板の溶接部に発生する割れには、溶着金属の割れ、母材の熱影響部の割れ等、数多くの割れがあるが主だった。割れの形状を図10に示す。

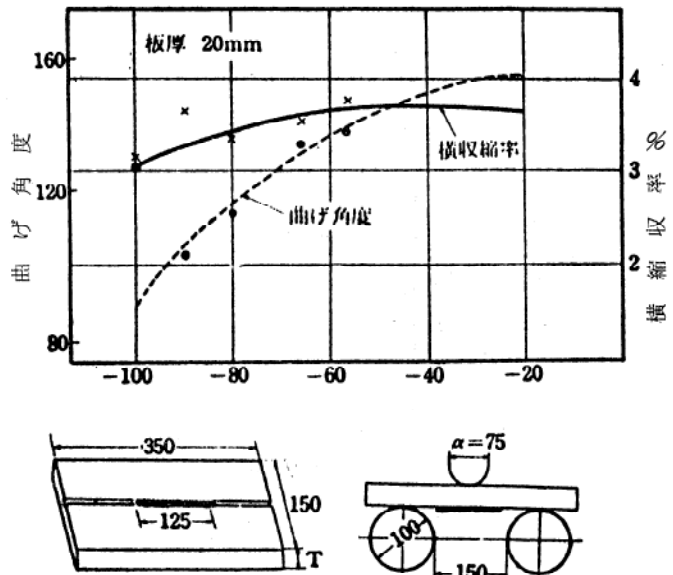


図8 コマレル試験結果

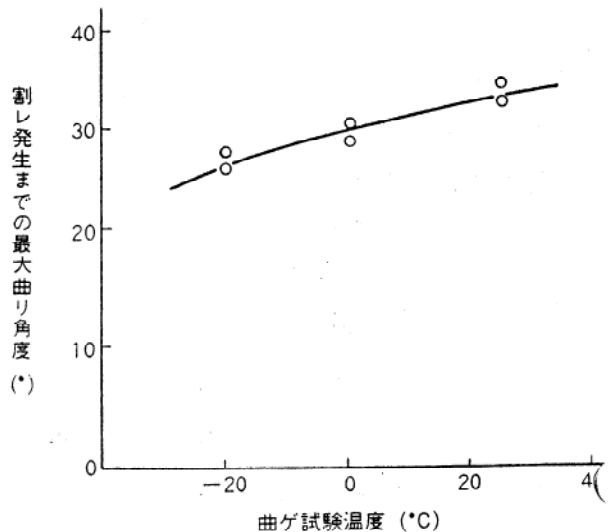


図9 コマレル試験結果 (板厚25mm)

割れはまた溶接終了後かなりの時間を経過してから生たずめ、別に低温割れとも称し、亀裂の感受性が脆性破壊起点ともなるため、従来より

- 鉄研式の割れ試験
- リーハイ式の割れ試験
- T型隅肉の割れ試験
- 窓型拘束の割れ試験

等により、鋼材の亀裂性の比較試験が行なわれている。

Welcon 2H 及び Welcon 2H 100 の鉄研式亀裂性試験結果を表4及び図11に示すが 60HT の Welcon 2H

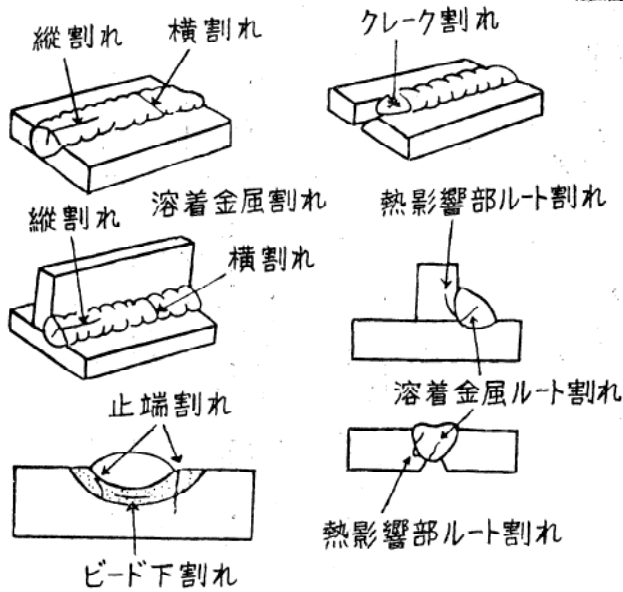


図10 高張力鋼に起る各種溶接割れ

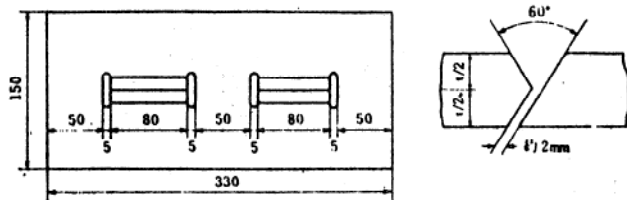
では低水素系溶接棒で-20℃の温度でも亀裂の発生が認められない。

また 100kg/mm<sup>2</sup> HT の Welcon 2H 100においても 12mm の板厚で125℃ の予熱で完全に割れを防止出来、溶接構造用鋼として、充分の溶接性を持つ高張性を持つ高抗張力鋼と考えられる。

表4 鉄研式亀裂性試験の結果 亀裂度(%)

溶接棒 (AWS)	溶接温度 ℃	板厚 20mm		板厚 23mm	
		左	右	左	右
FL55 (E7016)	15	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	-20	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
LB62 (E6016)	15	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	-20	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
LB26 (E8016)	15	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	-20	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

亀裂度は亀裂全長の全ビード長さに対する割合を百分率で示す ( ) 内はマグナフラックスによる検査結果を示す。



### 5. 高張力鋼の耐候性、耐磨耗性

高張力鋼は強度の増加に比例して、溶接構造物の肉厚(板厚)を節減することができる反面、節減した比率以

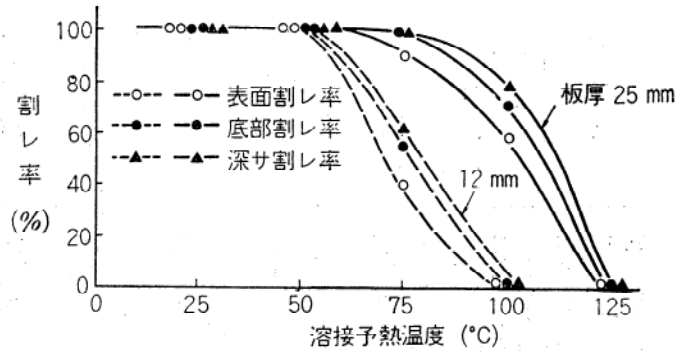


図 11 y 型鉄研式亀裂性試験結果

上の耐候、耐磨耗性を有することが必要である。

特に鋼材は、大気中または腐蝕性環境に晒されて、酸化腐蝕して減耗すると同時に他部材の接触摩擦による磨耗と、複雑な機構が組合さり、構造物全体の所要断面を減耗させるため強度低下を阻止する意味においても一般構造鋼より優れた耐候、耐磨耗性が必要となる。

特にこれら目的を強調した Cr-Cu-P-Ni-Zr 系の耐候性ジルテン(Zirsen)鋼板があり、この規格とし表5に示す。

他に実用面では

車輛関係……鉄道貨車の外板、客車の外板、石炭、鉄石運搬車等

鉱山関係……炭車、各種鉄石運搬車、その他各種鉱山機械、部品、ホッパー等

特殊車輛関係……トトレー・バスの外板、ダンプ・ト

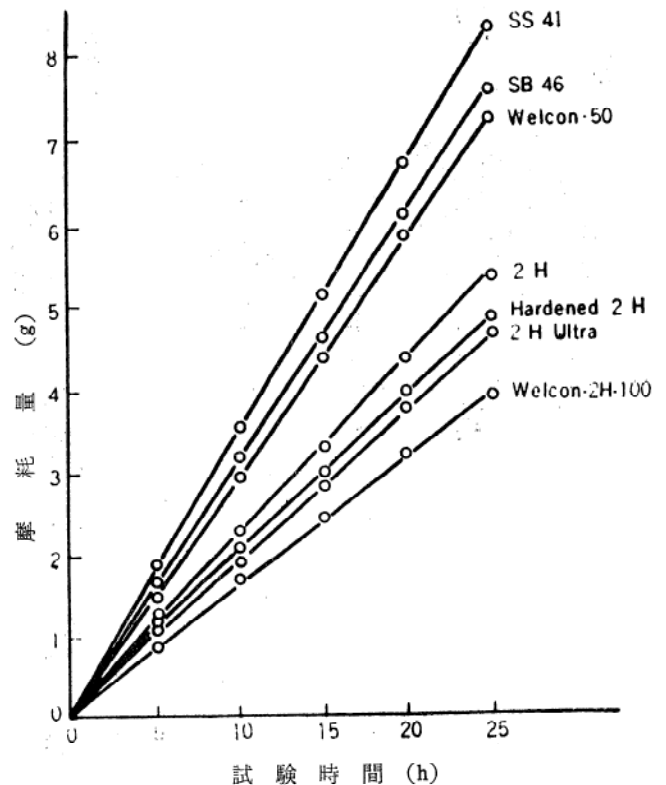


図12 各種鋼材の土砂に対する磨耗量の比較

第 5 Zircon 鋼板の規格

適用厚板 (mm)	化 学 成 分 (%)										適用厚 (mm)	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	引 張 試 験		曲げ試験 内側半径 (JIS1号)	衝 撃 試 験 0°C Vノックル値 (kg・m/cm <sup>2</sup> )	
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Zr	伸 び (%)				引 張 試 験 JIS5号 JIS4号 JIS4号	衝 撃 試 験 A 種		衝 撃 試 験 B 種	
3.2~12	0.12	0.35	0.30	0.060	0.035	0.025	0.50	0.40	0.15	3.2~12	36以上	50以上	23以上	20以上	—	1.0 t (180°)	—	—
	以下	~0.65	~1.00	0.120	以下	~0.55	~0.50	~0.80	以下									
12超~50	0.10	0.35	0.60	0.050	0.035	0.25	0.50	0.40	0.15	12超~50	38超~50	24以上	20以上	24以上	24以上	1.5 t (180°)	—	3ヶの平均値 3.5以上
	~0.16	~0.65	~1.12	以下	以下	~0.55	以下	以下	以下									

表 6 耐 摩 耗 鋼 板 一 覧 表

品 種	特 徴	用 途	製 造 範 囲	規格化学成分, 機械的性質
Welcon-50 2H Super 2H Ultra	一般に素材が軟鋼に比してかたくなればそれだけ土砂に対する耐摩耗性が向上し溶接性しかも構造用鋼としての靱性にすぐれ溶接性が良好。	排砂管, 排土板, バケット, ホツパ各種車輛外板その他。一般構造用耐摩耗部品に最も多く用いられる。	板厚 12mm以下は 5'×20'まで, 13mm以上は 最大幅3,000mm	第2表の化学成分と機械的性質による。
Hardened-2H	特に2H鋼の焼戻温度を 500°C前度としたものでかたい。	排砂管, 排土板, バケット, ホツパ各種車輛外板その他。に最も多く用いられる。	板厚 12mm以下は 5'×20'まで, 13mm以上は 最大幅3,000mm	規格化学成分は2H鋼と全く同様である。機械的性質としてはカタサ試験を行なう。 ≧220
HT60	熱間加工により複雑な形状への加工が容易である。溶接時には予熱を要す。	砂, 土塊, 粘土などを摩耗対象物としたスクリーナー・コンベヤ, ミキサ・ラッパなど。	板厚 12mm以下は 5'×20'まで, 13mm以上は 最大幅3,000mm	第2表の規格による。
Welcon 2H-100	特にカタサとネバサにおいてすぐれている。	摩耗のはげしい, しかも使用条件が過酷な部分。	板厚 12mm以下は 5'×20'まで, 13 mm以上は 最大幅 3,000mm	第2表の規格による。
高 炭 素 鋼	素材として圧延, 焼鈍の軟化状態でも供給できる。また各種の熱処理により所定のカタサに合格させたものも供給できる。	土砂に対する切れ味が重要な部分なども, 特にカタサを要求されるもの。	板厚 12mm以下は 5'×20'まで, 13mm以上は 最大幅 3,000mm	SK7などの JIS 規格, または客先の要望による。
オーステナイト系 Mn 鋼	重衝撃摩耗に耐えることができる。しかも使用中において表面部が硬化し内部は靱性の高いオーステナイト鋼である。	土砂よりも岩石を摩耗対象物としたジョー・クラッパ, ハンマ・ラッパなど。	板厚 12mm以下は 4'×8'まで, 13mm以上は 最大幅 2,000mm	C ≧ 0.50, Mn > 11.0 Ms > 200 特別に客先仕様のある場合はその要求による。
多 層 鋼 板	軟鋼と高炭素鋼を合わせた3相鋼板(軟鋼+高炭素鋼+軟鋼) (高炭素鋼+高炭素鋼) (軟鋼+高炭素鋼)などドラッグ・ラッパ鋼の説明を参考とされたい。	その他2相鋼板(軟鋼+高炭素C鋼), (軟鋼+高炭素鋼)などドラッグ・ラッパ鋼の説明を参考とされたい。	標準寸法は 5'×10	組合せその他の仕様による。

総社 鋼板工業

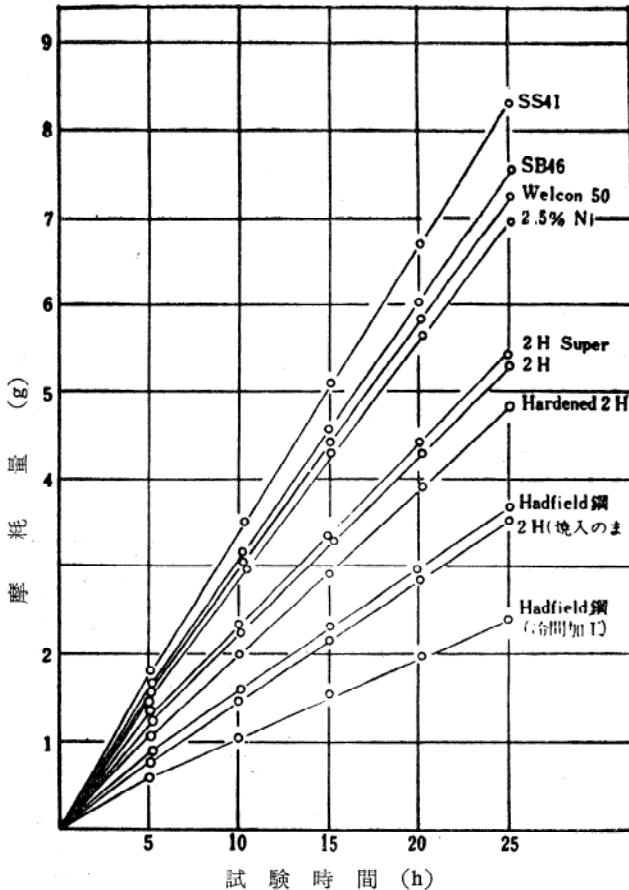


図13 湿式摩耗試験における時間と摩耗量の関係

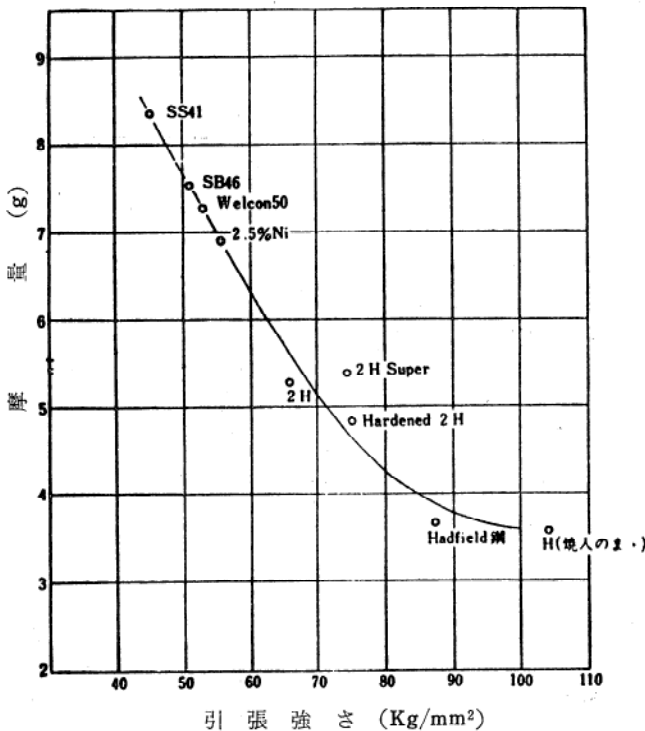


図14 湿式摩耗試験における引張強さと摩耗量の関係

トラック、コンクリートミキサー車、フォークリフトトラック部品、塵埃車、真

空糞尿車等の外板

船舶関係……浚渫船、舢舨、小型鋼船、し尿運搬船  
 各種土木機械……サンド・ポンプ排砂管、コンクリート・フィニッシャー、アスファルト舗装機械、汚水糞尿処理プラント  
 溶接構造物……橋脚、橋桁、鉄塔、給貯水槽、鋼煙突、ピアポール、煙道、熱交換器  
 その他……農機具及び農業用機械の部品  
 の用途に利用されるがその他に表6に示す耐摩耗鋼板がある。

高張力鋼の土砂及び乾式湿式磨耗試験における試験結果を図12、図13、図14に示す。

6. 硫化物腐蝕割れ

硫化物腐蝕割れの現象は、1950年ごろ南フランス、カナダ等で高張力鋼管が短期間で原因不明の破損事故を起したのが発端となり、硫化物を含む弱酸性の環境で腐蝕割れの現象が起ることが分って来た。

最近石油精製関係に使用された高張力鋼板にも、硫化物腐蝕割れを起しやすいことが知られ実験室及び工業プラントテストで各種試験が行われ原因対策について、調査が進められているが、電気化学的機構による応力腐蝕割れと云う説、発生水素による材料の脆化が主因とする水素脆化説、等硫化物腐蝕割れの機構が複雑であるため、決定的なものはないが抗張力50~80Kg/mm<sup>2</sup>級のHT50、HT80、+HT100ではその感受性は甚だしく異なり、抗張力の高いもの程感受性は強くなる。

図15に高張力鋼板の0.5%醋酸水溶液 + H<sub>2</sub>S 2000ppm における割れ発生日数と負荷応力の関係を示す。割れの発生は H<sub>2</sub>S 濃度、負荷応力値に強く左右され低応力、低濃度の場合には、高強度の HT80 でも割れが生じ難くなる。従って各高張力鋼板には、それぞれ異なった、割れ発生の限界負荷応力値及び限界 H<sub>2</sub>S 濃度値が存在することになりこの結果を図16に示すが腐蝕割れの防止対策としては、

- 水、H<sub>2</sub>S を少なくすること
  - タンク内面を防蝕塗膜で被覆すること
  - 溶接部の応力を軽減すること
- 等が附帯条件として、加味されている。

7. 耐水素性高張力鋼板

石油化学、化学工業においては、高温高压水素を使用するものが多くある。

かような場合水素アタックによる鋼材の劣下が問題になり、旧来より経験使用実績の多い Nelson curve による装置材料の選定に当たって来たが装置自体が高効率、高

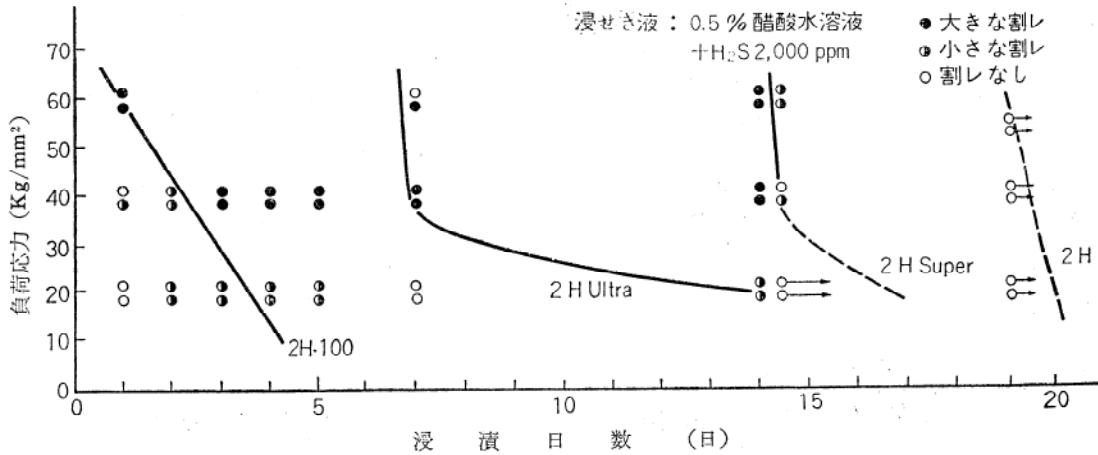


図15 高張力鋼の硫化物腐蝕割れ発生日数と負荷応力の関係

表 7 2H Cr 鋼 板 規 格

化学成分 (%)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	炭素当量	熱処理
		≤0.14	≤0.50	≤1.10	≤0.035	≤0.040	≤0.50	≤0.40	≤0.54
機械的性質	適用板厚 (mm)	引 張 試 験				曲げ試験 内側半径	衝 撃 試 験 (特別試験) V シャルピー		
		耐力(0.2%) 又は降伏点 (kg/mm²)	引張強さ (kg/mm²)	伸 び (%)			試験温度	衝撃値(3個の平均)	
				JIS 5号	JIS 4号	—			—
		5 < t < 13	≥50	62~75	≥19	—	1.0 t	—	—
13 ≤ t < 21	≥50	62~75	≥25	—	1.0 t	+ 5°C	≥4.8kg·m		
21 ≤ t ≤ 30	≥50	62~75	≥30	≥19	1.5 t	-10°C	≥4.8kg·m		
高温強度	試 験 温 度		耐 力 (0.2%) 又 は 降 伏 点 (kg/mm²)		引 張 強 さ (kg/mm²)				
	350°C 以下 300 °C以下		≥48 ≥50		≥60 ≥62				

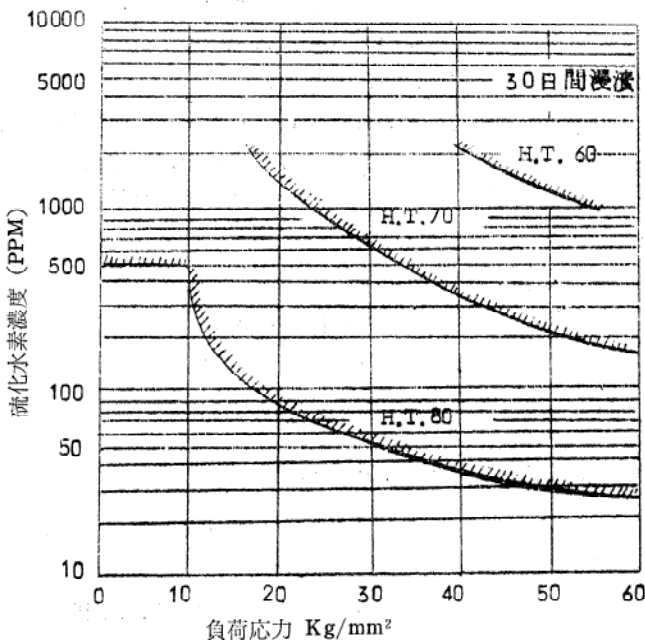


図16 各種高張力鋼の割れ発生に対する限界応力と限界 H<sub>2</sub>S 濃度との相関々係

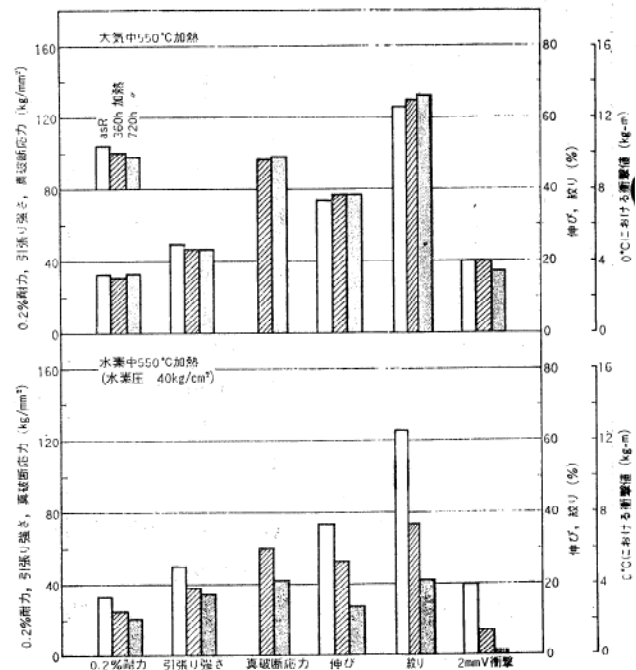


図17 大気中および水素中加熱による 2HCr 鋼の機械的性質の変化

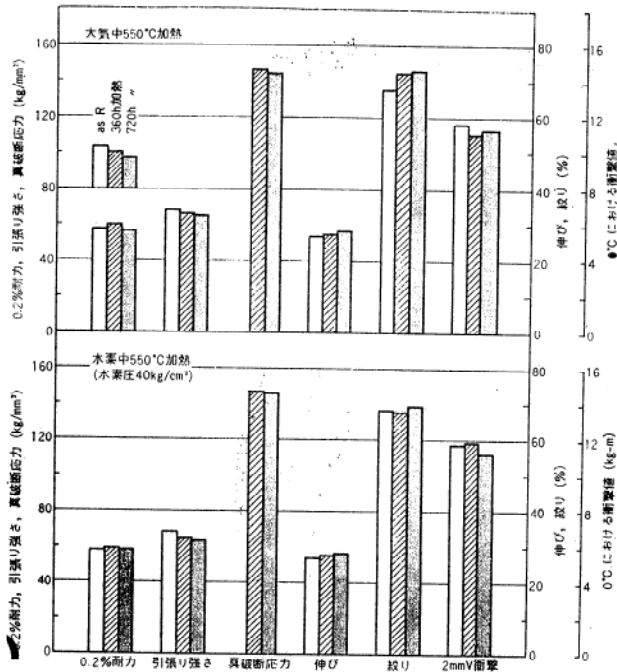


図18 大気中および水素中加熱による SB46B 鋼の機械的性質の変化

圧化のため、大型になり高張力鋼板の高温装置分野への適用が望まれて来た。

わが社においては高張力鋼板の硫化物腐蝕割れの防止法を研究すると共に溶接の加工性は、2H 鋼に適し特に耐水素に強い、高張力鋼板を開発し、すでにアンモニア合成プラント材料として供給市販している Welcon 2H CR がある。

表7には Welcon 2H CR の規格内容を表示し水素中の加熱および大気中の加熱試験結果を SB 規格材に比較し図17, 図18に示す。

図17に示されるように 2H CR は高温高圧の水素中において強度、靱性の劣下が見られない。

即ち水素に対し耐久性のある高張力鋼板と云える。

## 8. 結 び

一般溶接構造用高張力鋼板、耐候性高張力鋼板、耐水素性高張力鋼板について、材質、機械的性質、溶接特性、耐腐蝕性等につき説明した。

当社としては Welcon 2H は既に各需要家にもその優秀性は認められ、あらゆる部門に進出し好評を賜っている。

また耐候性鋼板 Zirten、耐水素性高張力鋼板 2H CR も開発以来建設関係、化学プラント、石油工業方面にその真価を発揮しつづる。

しかし最近の技術の進歩は留るところを知らず、常に新しい要求が出されている。即ち溶接性のよい超高張力鋼板、高温強度の高い溶接性高張力鋼、耐候性、耐応力腐蝕割れの良い高張力鋼板等を低コストで供給しなければならない。

これ等目的を達するためには鋼材の基礎的研究はもちろんのこと、製造作業の改善、設備の合理化等を平行して進めなければならない。当社はこの目的に沿うべく日夜努力している。