

Table 3. Mechanical properties after strain aging and stress relief of steel A.

Treatments or condition	Tensile test		Impact test		Tensile test		Impact test	
	T. S. (kg/mm ²)	Elong (%)	vTr ₁₅ (°C)	vTrs (°C)	T. S. (kg/mm ²)	Elong (%)	vTr ₁₅ (°C)	rTvs (°C)
As received	101.1	24.1	- 88	-48	102.9	20.2	<-120	-64
5% prestrained	—	—	- 80	-47	—	—	- 94	-38
" +250° 30mn aged	118.5	13.6	- 90	-33	122.8	15.5	- 70	-42
" +100° 30mn aged	110.8	18.1	- 75	-50	113.9	13.0	- 86	-53
" + " +580° 30mn stress relieved	102.8	21.2	<-100	-60	107.2	17.9	-100	-59
Plate thickness (mm)	13				25			

る。

3. 歪時効性

窒化物を含む IN 処理鋼において最も懸念される性質の一つは、歪時効性である。Table 3 は試料 A について行なつた歪時効後の材質試験結果を示している。予歪は常温で 5% 引張り、これに 250°C 30mn および 100°C 30mn の人工時効を加え、さらに一部の試料は 580°C 30mn 応力除去焼鈍した。この結果、歪時効による遷移温度の上昇は実用上問題にならない程度で、580°C 30mn の応力除去焼鈍を行なえば、予歪前に近い材質に恢復することがわかつた。

IV. 結 言

IN 処理高張力鋼の特性を研究し、高強度または強靱性鋼として材質を大巾に改善できることを認めた。

文 献

- 1) 中村, 他: 石川島播磨技報, 3 (1963) 9, 3 (1963) 10,
- 2) 中村, 他: 日本金属学会講演概要 (昭37和年度秋期大会) p. 51~53.

mm² 級のは広い用途をもつものであり、さらに強度の高い高張力鋼として 100 kg/mm² 級高張力鋼が開発されつつある。当所においても最近 Ni, V free 型 80 kg/mm² 高張力鋼および Ni-Cr-Mo-V 系 100 kg/mm² 高張力鋼を開発し、その特性について報告したが、さらに IN 処理を適用することによりすぐれた特性を有する調質高張力鋼の製造に成功した。ここでは特に IN 処理を行なつた 100 kg/mm² 級および 80 kg/mm² 級調質高張力鋼の溶接性について各種試験結果をとりまとめ報告する。

II. 実験方法および実験結果

供試鋼材は前報と同一であり 30 t および 3 t 塩基性電弧炉出鋼後 13mm あるいは 25mm に厚板圧延されたものである。Table 1 に供試鋼材の化学成分および機械的性質を示した。Steel A は IN 処理 100 kg/mm² 高張力鋼であり Steel B は IN 処理を行なわない 100 kg/mm² 高張力鋼である。Steel C は Ni, V free 型 80 kg/mm² 高張力鋼 Steel D に IN 処理を行なつたものであり、参考のため従来の 80 kg/mm² 級高張力鋼 Steel E についても比較した。

溶接硬化性については JIS 最高硬さ試験およびテーパ硬さ試験を行ない他鋼種と比較した。これら試験結果は Table 2 のごとくであつて、IN 100 kg/mm² 高張力鋼では IN 処理により強度増加をえているため、供試鋼材の Ceq が低く最高硬度も比較的低い 412~433 VPN に過ぎない。Steel B では 443 VPN を示しており IN 処理 100 kg/mm² 高張力鋼の溶接性が良好なことが推定できる。またこの値は 80 kg/mm² 級高張力

669.14.018.295-4.3 = 669.046
 558.5 = 669.71 = 669.786
 62.791.011

(135) 100kg/mm² および 80kg/mm² 級厚鋼板の溶接性 63325

(IN 処理高張力鋼の特性について—II)

八幡製鉄所技術研究所 1514~1516
 工博 豊島 清三・工博 守田 貞義
 伊藤 悌二・○佐藤 誠

Weldability of heavy plates with 100kg/mm² and 80kg/mm² strength.

(On the Characteristics of IN-treated High-Tension Steels—II)

Dr. Seizō TESHIMA, Dr. Sadayoshi MORITA,
 Teiji ITO and Makoto SATO.

I. 緒 言

溶接性高張力鋼の発達は著しく、現在各種の溶接性高張力鋼が開発されている。なかでも引張強さ 80 kg/

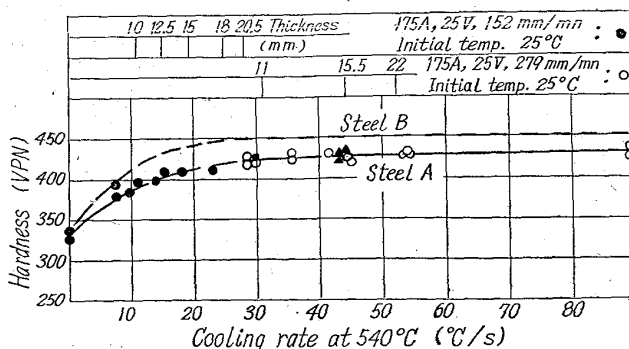


Fig. 1. Results of tapered hardness test for 100 kg/mm² high tensile steel.

Table 1. Chemical composition and mechanical properties of test steel.

Steel	Code	Chemical composition (%)											Ceq (%)
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	
100 kg/mm ² high tensile steel	A	0.15	0.25	0.82	0.009	0.007	0.24	0.93	0.54	0.54	0.06	—	0.567
	B	0.14	0.22	0.75	0.013	0.007	0.30	1.98	0.86	0.48	0.05	—	0.619
80 kg/mm ² high tensile steel	C	0.16	0.23	0.93	0.013	0.009	0.27	—	1.08	0.40	—	—	0.641
	D	0.14	0.30	0.89	0.011	0.007	0.26	—	0.95	0.37	—	0.002	0.583
	E	0.12	0.24	0.76	0.012	0.009	0.25	0.92	0.53	0.38	0.06	0.002	0.495

Steel	Code	Thickness	Mechanical properties					Treatment	
			Y. P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	Elong GL=50 (%)	vTr ₁₅ (°C)	vTr _s (°C)		
100 kg/mm ² high tensile steel	A	13	98.7	102.1	23.9	< -100	- 35	I N	
		25	96.9	101.4	20.0	< -100	- 42		
	B	13	95.2	104.4	25.2	-100	- 13	—	
		25	100.5	107.1	22.3	- 99	- 22		
80 kg/mm ² high tensile steel	C	25	71.5	81.8	23.9	< -140	-107	I N	
		D	25	77.4	82.0	23.7	-108		- 76
		E	25	85.1	88.2	26.0	-140		- 77

$$Ceq = C + 1/24 Si + 1/6 Mn + 1/40 Ni + 1/5 Cr + 1/4 Mo + 1/14 V$$

Table 2. Results of typical weldability tests.

Code	Thickness (mm)	JIS max. hardness (VPN)	Room temperature kommerell test				Modified tekken crack test			
			Preheat (°C)	Crack angle in HAZ (degrees)	Average (degrees)	Bend angle at 23% max. strain (degrees)	Preheat (°C)	Root crack (%)	Section crack (%)	Surface crack (%)
A	13	412	—	—	—	—	100	0*	0*	0*
	25	433	None 120	30, 35 36, 53	33 45	28~33	100	0*	0*	0*
B	25	443	None 100	38, 28 32, 34, 56	33 41	28~30	100	0	0	0
C	25	446	None	29, 41	35	33	75	40	37	15
							100	0	0	0
D	25	425	None	32, 32	32	33	75	35	30	0
							100	0	0	0
E	25	430	None	35, 34	35	33~38	75	40	15	5
							100	0	0	0

* Bead crater was removed from slit in welding.

Electrode: ⑤ L-100 (Ni-Cr-Mo Composition) 4mm φ for steel A and B

⑤ L-80 4mm φ for other steels

Welding current: 170 A Arc voltage: 25 V

Welding speed: 150mm/mn

鋼 Steel E と同程度である。Steel C の I N 高張力鋼の場合には Ceq が高いため最高硬度は 446 VPN となったが、Table 1 のごとく母材の切欠靱性は極めて良好である。また 100 kg/mm² 高張力鋼のテーパー硬度試験結果を Fig. 1 に示したが、これよりみても I N 処理

100 kg/mm² 高張力鋼の硬化性が低いことは明らかである。

標準コマルレル試験では各鋼種の適正溶接棒により溶接を行ない試験を行なっている。試験結果では I N 100 kg/mm² 高張力鋼 Steel A 25mm 鋼板の場合 120

Table 3. Details of both welded joints and welding conditions.

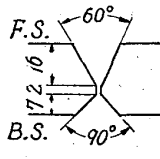
Steel	Code	Plate thickness (mm)	Welding condition		
			Preheat & interpass temp (°C)	Electrode	Procedure & conditions
100 kg/mm ² high tensile steel	A	25	120	ⓈL-100	 <p>Face side { 1~6 pass 4mm φ 7~10 pass 5mm φ</p> <p>Back side { 1~2 pass 4mm φ 3~6 pass 5mm φ</p> <p>Welding current { 4mm φ : 180~190A 5mm φ : 210~230A</p> <p>Welding speed: 15~18 cm/mm</p>
	B	25	150	ⓈL-100	
80 kg/mm ² high tensile steel	C	25	150	ⓈL-80	
	D	25	150	ⓈL-80	
	E	25	150	ⓈL-80	

Table 4. Mechanical properties of welded joints.

Steel	Code	Plate thickness (mm)	Tensile test (JIS No. 5 specimen)				Side bend test
			0.2% P. S. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	Elong (%)	Site of fracture	
100 kg/mm ² high tensile steel	A	25	93.4 93.7	103.3 102.5	16.8 17.8	HAZ HAZ	Good
	B	25	93.0 92.1	108.8 107.8	18.5 20.5	HAZ Base metal	Good
80 kg/mm ² high tensile steel	C	25	72.2 73.6	83.8 84.4	32.0 30.6	Base metal Base metal	Good
	D	25	74.4 75.1	86.0 85.2	27.3 24.5	HAZ HAZ	Good
	E	25	84.6 83.7	90.8 90.2	21.0 21.0	HAZ Base metal	Good

°C の予熱で HAZ 割れ角度は表面歪 23% の曲げ角度を越えており、問題はなく、Steel A, B の差はこの試験では殆んど認められなかった。

I N 処理 80 kg/mm² 高張力鋼 Steel C は I N 処理を行なわない Steel D とこれまた同程度の熱影響部延性を示すことが分る。また Steel C は Steel E と同程度の特性を示しているから、これら 3 鋼種の差はほとんどないようである。

溶接割れ試験として小型鉄研式割れ試験を行なった結果、Steel A の I N 高張力鋼は Steel B 同様 100°C 予熱で割れの発生はとまり、80 kg/mm² 高張力鋼と同様の特性を示すことが分る。また I N 処理 80 kg/mm² 高張力鋼 Steel C も Steel D, E と同程度の割れ感受性を示した。

溶接継手機械試験の溶接条件を Table 3 に試験結果を Table 4 に示したが、100 kg/mm² I N 高張力鋼は Ceq が低いにもかかわらず、100 kg/mm² 高張力鋼としてほぼ満足すべき継手強度がえられることが分る。

その他 CCT 図、継手熱影響部衝撃試験などの結果についても I N 処理高張力鋼はすぐれた特性を示すことが明らかになった。

III. 結 言

I N 処理 100 kg/mm² および 80 kg/mm² 高張力鋼の溶接性について各種試験を行なったが、I N 処理は強度増加方法としても有効であるため、100 kg/mm² 高張力鋼におけるごとく溶接性は I N 処理を行なわない高張力鋼よりむしろ良好であった。また 80 kg/mm² 高張力鋼の場合におけるように I N 処理を行なわない高張力鋼と同程度の溶接性を保ちながら、すぐれた切欠靱性が与えられることが 80~100 kg/mm² 高張力鋼について確認された。

文 献

- 1) 守田, 他: 溶接学会誌, 32 (1963) 3, p. 252, 254