

鋼板は絞りの要素の多い成形に適し、コニカルカップ値とよい相関があるが、張出し性には直接関係がない。

文 献

- 1) 吉田清太: 第2期コニカルカップテスト研究会資料
- 2) 福井, 吉田, 阿部: 薄板の各種成形性試験値間の相関について。(昭和35年)

(100) 9% Ni 鋼板の性質におよぼす
各種加工の影響

(低温用鋼としての 9% Ni 鋼の研究—V)

三菱製鋼長崎製鋼所

○木月清彦・小早川八郎・白石卓雄

Influence of Various Workings on
Properties of 9% Ni Steel Plates.

(Study on 9% nickel steel for low-temperature service—V)

Kiyohiko KIZUKI, Hachirō KOBAYAKAWA
and Takuo SHIRAIISHI

I. 供 試 材

各種の加工に供した 9% Ni 鋼板の化学組成を Table 1 に、機械的性質を Table 2 に示す。

II. 歪時効の影響

M-12 および M-14 の焼準焼戻材, 焼入焼戻材より, 圧延方向を長手とする 12mm(厚)×45mm(巾)×100mm(G.L.) の引張試験片を作製し, アムスラー引張試験機で 10% の塑性歪を与え 250°C×1h A.C. の時効処理を施した。さらにその半数は応力除去焼鈍を行なうために 580°C×2h A.C. 処理を施した。これら2種の

試験材を引張方向を長手に 2mm V切欠衝撃試験片に加工し, 低温衝撃試験を行なった結果を歪時効前の素材の試験値とともに Fig. 1 に示す。なお素材試験値の中 Q.T. 材のみは圧延方向の成績が無いために, 参考までに直角方向の成績を示す。

歪時効により低温切欠靱性は劣化し, 歪時効後の衝撃値の歪時効前に対する百分率は Table 1 に見られるとおりで, 歪時効による劣化は低温側また C% の高いものに大きく現われているが, 低炭素の焼準焼戻材は低温側での歪時効感受性が小である。また図より応力除去焼鈍によりいずれも歪時効前の切欠靱性と同等またはそれ以上に回復することが認められる。

III. ガス切断の影響

M-12 の焼準焼戻材を Table 4 に示す条件で手動ガス切断し, entry side 並びに板厚中央部の硬度変化を測定した結果を Fig. 2 に示す。

ガス切断により, 薄い脱炭層に続いて entry side で 4mm, 中央部で 1mm の硬化層が現われているが, entry side の板表面を軽く, 切断面を約 1mm grinding することにより, D=2t での 180° 外曲げで良好

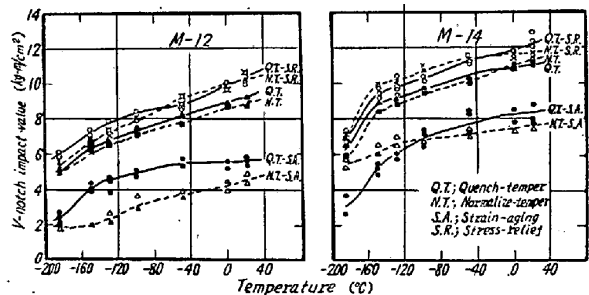


Fig. 1. Influence of strain aging and stress relief on the impact value of 9% Ni steel plates.

Table 1. Analysis of 9% Ni steel plates tested.

Charge No.	Thickness of plate	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	Ni%	Al%
M-12	12mm	0.11	0.22	0.58	0.013	0.016	0.12	9.36	0.038
M-14	12mm	0.07	0.25	0.56	0.009	0.012	0.11	9.02	0.026

Table 2. Tensile and bending properties of 9% Ni steel plates tested.

	T.S. kg/mm ²		Y.P. kg/mm ²		E. in 2'' %		Bend test			
	M-12	M-14	M-12	M-14	M-12	M-14	D=2t		D=t	
							M-12	M-14	M-12	M-14
As rolled	—	111.5 113.0	—	106.0 103.8	—	19.0 19.0	—	Good	—	30°crack
900°C A.C.	81.2	74.8	69.1	58.1	28.0	32.0	Good	Good	Good	Good
600°C A.C.	81.2	73.5	70.8	58.9	28.0	29.5	Good	Good	Good	Good
900°C W.C.	84.7	75.6	66.4	63.8	29.5	28.0	Good	Good	Good	Good
600°C A.C.	82.9	75.8	67.2	65.7	29.0	27.0	Good	Good	Good	Good

Table 3. Ratio of impact value before and after strain-aging.

Charge No.	Heat-treatment	R.T.	0°C	-50°C	-100°C	-130°C	-150°C	-183°C
M-12	Q.T.	59.5	61.3	62.6	63.1	60.8	56.5	46.0
	N.T.	53.4	47.7	48.7	45.8	33.3	31.3	40.0
M-14	Q.T.	72.9	74.7	75.7	71.8	66.0	57.3	45.8
	N.T.	65.4	66.3	69.6	70.2	72.7	74.7	93.2

Table 4. Manual gas cutting conditions.

Tip orifice dia.	Oxygen pressure	Acetylene pressure	Cutting speed
1.0 mm	4 kg/cm ²	0.2 kg/cm ²	480 mm/mn

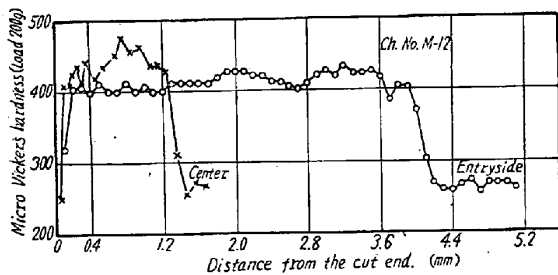


Fig. 2. Hardness versus distance from the cut end.

な変形態が得られた。

IV. グラインダー加工の影響

M-14 as rolled 材の断面側をグラインダー研磨し端面より板厚中心線に沿ってVickers硬度を測定した結果は Table 5 に示すとおりで、硬化は無視し得る程度である。

V. 溶 接 性

1) 溶接性

以下の溶接試験に使用した溶接棒の種類および溶着金属組成を Table 6 に示す。

2) ビード下亀裂性試験

M-12 および M-14 の焼準焼戻材の 12×50×75 mm の試験片と 1/8" INCO-A 溶接棒を用い、パツテル記念研究所の方式にしたがつて、常温、0°C、-20°C に

おいてそれぞれ 100~110 A, 23~25 V, 約 250 mm/mn の溶接条件で約 30 mm の 1 bead を引き、室温で 24 h 放置後ビード中心線に沿って切断し、断面について検査したが亀裂は皆無であつた。

3) 溶接最高硬度

前項同様に溶接した試験片を、ビード方向に直角にビード中央部で切断し、断面を研磨腐食後、溶着金属の底部に接し板面に平行な直線上を 0.5 mm 間隔で荷重 10 kg で Vickers 硬度を測定した。溶接時の温度差が硬度におよぼす影響は大差なく、-20°C における測定結果を Fig. 3 に示す。max Hv は M-14 で 394, M-12 で 425 を示し、図中央の低硬度は溶着金属底部に接する母材箇所、硬度低下の主な原因は炭素の拡散移行にあると思われる。

4) 衝合接手部機械的性質

M-14 の焼入焼戻材を Table 7 に示す条件で衝合溶接を行ない、溶接のままおよび応力除去焼鈍状態において、引張、曲げ、低温切欠衝撃試験(2mm V シャルピー)を行なった結果を Table 8, 9 に示す。母材規格に対しいずれも抗張力は合格し、降伏点は多少不足する

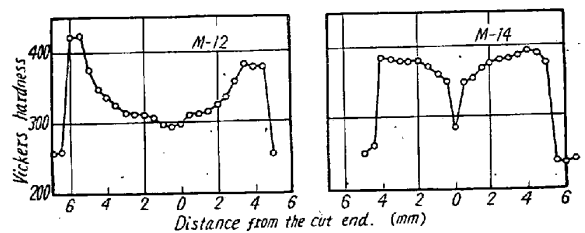


Fig. 3. Hardness of welded 9% Ni steel.

Table 5. Influence of grinding on the hardness of 9% Ni steel plate.

Distance from ground surface(mm)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	5.0
Hv	321	313	313	313	321	321	321	321

Table 6. Chemical composition of weld metal deposits when different electrodes were used.

Electrode	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Ni%	Cr%	Mo%	Nb%
MU-3 (316L)	0.034	0.34	1.25	0.020	0.012	12.39	18.95	2.02	—
INCO-A (Inconel)	0.052	0.21	1.70	tr.	0.005	73.76	14.30	0.64	1.52

Table 7. Welding conditions (Manual arc welding).

Electrodes	Welding current A.	Arc voltage	Welding speed mm/mm	Layer	Preheat
MU-3 (4mm ϕ)	120~130	20~30	150~200	4	—
INCO-A (5/32" ϕ)	D.C.R.P. 90~130	20~30	150~200	4	—

Table 8. Results of transverse tensile and bending tests of 9% Ni steel weldments.

Electrodes	Condition	T.S. kg/mm ²	Y.S. 0.2% offset kg/mm ²	E in 2" %	Face bend		Root bend
					D = t	D = 3 t	D = 3 t
MU-3	As welded	65.83	45.25	8.4	180° crack	Good	70° fail
	580°C × 2 h F.C.	65.00	39.50	10.2	120° //	//	Good
INCO-A	As welded	71.64	40.88	9.2	180° //	//	90° fail
	580°C × 2 h F.C.	69.81	40.14	13.2	180° //	//	Good

Table 9. Results of V-Charpy impact test with 9% Ni steel weldments. (kg-m/cm²)

Electrodes	Test temp. °C	As welded					580°C × 2 h F.C.	
		Weld metal (A)	Boundary of (A) and (B)	Heat affected zone (B)	Boundary of (B) and (C)	Base metal (C)	Boundary of (A) and (B)	
MU-3	R.T.	11.8	8.0	9.9	17.8	11.3	9.3	
		13.8	10.1	10.5	16.4	11.5	10.5	
	-100	9.1	7.0	10.0	13.0	9.3	9.3	
		8.3	6.9	10.0	14.9	9.3	9.8	
	-140	8.1	5.0	8.8	8.5	9.5	3.4	
		8.5	5.0	9.9	11.8	9.5	3.5	
	-183	5.3	4.0	5.9	7.3	6.8	1.4	
5.9		4.4	6.4	8.9	6.9	2.0		
INCO-A	R.T.	11.0	7.3	12.5	20.0	11.4	10.8	
		11.4	7.4	13.0	20.5	12.8	11.4	
	-100	9.8	8.9	9.5	11.3	10.9	10.6	
							10.6	
	-140	10.3	8.3	7.5	9.5	9.6	6.9	
							7.9	
	-183	9.9	6.8	6.8	8.3	6.8	5.8	
9.5		7.3	8.5	9.9	6.9	5.9		

が、INCO-A は応力除去焼鈍後も比較的高い強度を保持している。伸び、曲げ性質は応力除去焼鈍により相当に改善される。なお伸びの数値不足が目立つが、これは塑性変形過程において破断箇所である溶着金属の破断応力が母材の降伏点に達しないために起る母材伸びの協調不足によるもので、溶着金属自体の延伸性は相当にあると推測される。

切欠靱性に関しては溶着金属と熱影響部の境界にその低下が、熱影響部と母材の境界に上昇が見られる。前者は融合拡散による異種合金相の生成によると考えられ、とくに MU-3 の場合応力除去焼鈍によりさらに劣化の傾向が大である。後者は母材焼戻温度以上の焼戻軟化による効果と考えられる。MU-3 と INCO-A の比較としては、後者が全体的にすぐれた結果を示している。

(101) 軌条の残留応力におよぼす 曲り量、矯正量の影響

八幡製鉄所技術研究所

青木宏一・木村 勲・○伊藤昭典

Effect of the Curvature after Rolling and Straightening on Residual Stress of the Rail.

Kohichi AOKI, Isao KIMURA
and Akinori ITOH

I. 緒 言

軌条は圧延後の冷却過程で変態応力と熱応力が重畳して曲りが生じるが、これをローラー矯正した場合、長さの減少するところから、矯正時の塑性変形により軌条内部の残留応力が変動することを示している。かかる残留