

(128) アルミキルド, 2.5%Ni, 3.5%Ni 鋼の低温性質について

(低温用鋼の研究—I)

日本製鋼所室蘭製作所

宮野樺太男・小山内真二・○進藤弓弦

Low-Temperature Properties of Al-Killed, 2.5% Ni and 3.5% Ni Steels.

(Studies on the steel for low-temperature service—I)

Katao Miyano, Shinzi Osanai
and Yuzuru Shindo.

I. 緒 言

近年化学工業, とくに石油化学工業などの急速な進歩と相俟つて, 低温度で液化ガスを輸送および貯蔵するための装置などに使用する鋼板, すなわち低温用鋼板の製造が要望されている。著者らは常温より低温度に使用されるアルミキルド, 2.5%Ni, 3.5%Ni 鋼の低温切欠き靱性, 溶接性, NRL のドロップウエイトテストなどについて行なつた結果を報告する。

II. 供 試 鋼 板

ASTM, A300 に規定されているアルミキルド, 2.5%Ni, 3.5%Ni 鋼をおのおの 6 t 塩基性電気炉で熔製し 12×1500×3000 mm に圧延した。Table 1 に供試鋼板の化学組成を示す。低温靱性, 溶接性などにおよぼす影響を調べる目的で 2.5%Ni および 3.5%Ni 鋼ではその炭素含有量を変えて鋼板を試作したものである。

III. 実 験 方 法

Table 1 に示したこれらの鋼板を熱間圧延のまま, または焼準, 焼準焼戻しの熱処理を行なつた後に強度と低温切欠き靱性の試験を行ない, 化学組成および熱処理の差による母材の性質を明らかにした。また一部の鋼材については, 油焼入焼戻し, 水焼入焼戻しの場合についても実験した。これらの試験結果を参考とし, 最も実用性のあると考えられる材料の適当な熱処理のものについて,

歪時効試験, 溶接硬度試験, 溶接キンゼル試験および NRL のドロップウエイトテストを行なつたものである。

IV. 実験結果および考察

a) 母材強度について

Table 1 に示した各種鋼板の熱処理の方法による母材の引張強度を試験した。圧延のままの場合に比較して焼準, 焼準焼戻しの熱処理の場合ではその降伏点および引張強さともに大差はないものと考えられる。また水焼入焼戻しの場合 はとくに格段の強度の上昇がみとめられる。

b) 低温切欠き靱性について

各種の熱処理後の鋼材について 2 mm V ノッチおよび 5 mm U ノッチのシャルピー試験を行ない, 遷移温度を求めた。靱性遷移温度として Tr_{15} (15 ft-lb) を, また破面遷移温度として Tr_S を求めた。靱性遷移温度を Fig. 1 に棒グラフで示した。圧延のままの場合に比べて焼準さらに焼準焼戻しの熱処理を行なつた場合が低温靱性はすぐれている。しかし炭素含有量の少ない材料の場合では, 焼準と焼準焼戻しの熱処理の差はほとんどなく, 適正な組成の材料では焼準により充分な低温靱性。

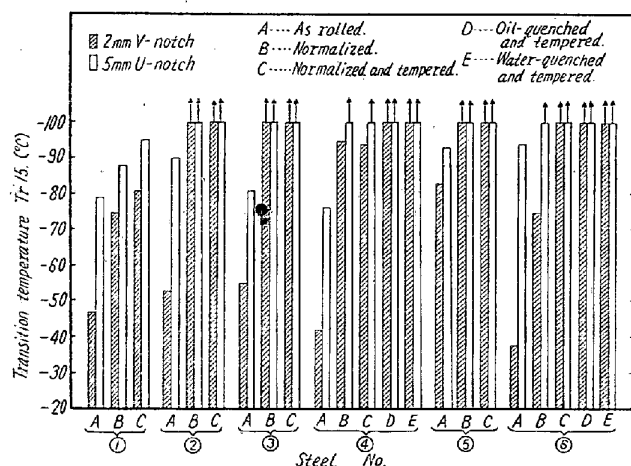


Fig. 1. Charpy Tr_{15} (15 ft-lb) transition temperature of steels tested.

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Steel code	Chemical composition (%)									C_{eq}^* (%)
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	
①	Al-killed	0.11	0.24	0.79	0.020	0.028	0.11	0.07	0.16	0.02	0.28
②	2.5% Ni	0.05	0.28	0.61	0.007	0.018	2.60	0.05	0.14	0.06	0.36
③	"	0.10	0.24	0.67	0.014	0.016	2.46	0.12	0.16	0.06	0.42
④	"	0.17	0.22	0.62	0.013	0.013	2.36	0.08	0.26	0.02	0.46
⑤	3.5% Ni	0.07	0.23	0.70	0.011	0.008	3.48	0.04	0.12	0.04	0.44
⑥	"	0.17	0.29	0.66	0.011	0.007	3.54	0.07	0.27	0.02	0.52

* $C_{eq}(\%) = C + 1/6 \text{ Mn} + 1/24 \text{ Si} + 1/15 \text{ Ni} + 1/5 \text{ Cr} + 1/4 \text{ Mo}$

は保証し得るものごとくである。なお焼入焼戻しの場合ではその低温靱性はさらに向上している。

c) 歪時効試験

Table 1 の鋼材中①, ③, ⑤のアルミキルド, 2.5%Ni, 3.5%Ni 鋼の焼準後のものについて 1~5% 引張り歪後, 250°C×1/2 h 人工時効後の低温靱性の低下を調べた。試験結果の一例は Fig. 2 のごとくであるが, いずれの鋼板も時効後においても目標とする低温靱性には充分である。

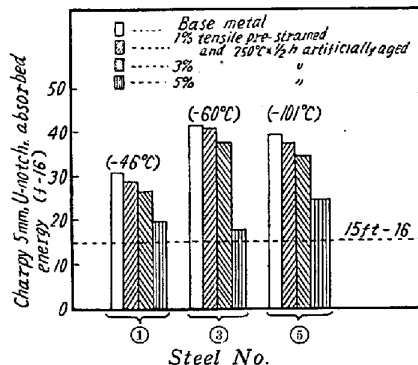


Fig. 2. Results of strain-aging test.

d) 溶接熱影響部硬度

単層ビード溶接の溶接熱影響部の最高硬度を測定した(熱処理は焼準のもの)。溶接硬度を等価炭素量に関し図示すれば Fig. 3 のごとくである。化学組成としては炭素量を低くすることが必要であらう。

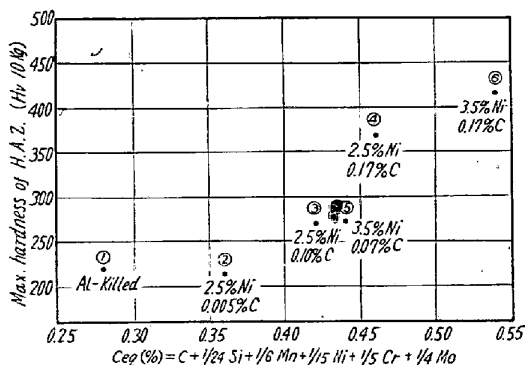


Fig. 3. Relationship between equivalent carbon content and max. hardness of the weld heat-affected-zone.

e) キンゼル試験

鋼材①のアルミキルド, ③の 2.5%Ni, ⑤の 3.5%Ni 鋼焼準後の材料について溶接キンゼル試験を行なった。横収縮率 1% に相当する $Tr\phi$ は -38°C , -85°C , -84°C 程度でとくに 2.5%Ni, 3.5%Ni 鋼では格段にその溶接部の靱性のすぐれていることが明らかとなった。

f) NRL の落重試験による NDT 温度の決定

キンゼル試験の場合と同一材料について NRL 落重試験により NDT 温度を求めその試験結果を Table 2 に示した。

Table 2. NDT temperature and Charpy V-notch absorbed energy at NDT temperature.

Steel No.	Steel code	NDT temperature	Charpy absorbed energy at NDT temperature	
			V-notch	U-notch
①	Al-killed	$-49 (^{\circ}\text{C})$	16.1 (ft-lb)	29.3 (ft-lb)
③	2.5% Ni	-93	31.5	30.8
⑤	3.5% Ni	-105	22.0	34.4

これらの材料はその NDT 温度より考えて充分一定の低温使用に安全であることが考えられる。しかも 2.5%Ni および 3.5%Ni 鋼ではその使用温度を -60°C , および -101°C と考える場合は余裕のある値を示す。しかも NDT 温度における V ノッチシャルピーの吸収エネルギーは 15 ft-lb よりもなお高い。

V. 結 言

本試験で試験したアルミキルド鋼, 2.5%Ni 鋼, および 3.5%Ni 鋼は ASTM の規格により低温靱性の規格は一応定められているものである。これらの材料について低温靱性を中心とした各種の性質について試験したものである。これらにより適当な化学組成と熱処理の方法について基礎的な資料を得た。これにより充分 ASTM 規格に対して満足な鋼板を製作したのみでなく, さらに NDT 温度との関連においてその実用性を確認するとともに各種の溶接性試験を行ない, 溶接構造用材料としての溶接性のすぐれていることを明らかにし得た。

(129) 9%Ni 鋼の基礎的性質

(低温用鋼としての 9%Ni 鋼の研究—I)

三菱製鋼長崎製鋼所

木月清彦・小早川八郎・白石卓雄
Fundamental Properties of 9% Nickel Steel.

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

Kiyohiko Kizuki, Hachirō Kobayakawa
and Takuo Shiraishi.

I. 緒 言

最近石油工業, 化学工業などの発展は目覚ましいものがあり, その一面において低温化の傾向もますます増大することが予想され, これらの低温における構造用材圧力容器材の使用に当つては, 脆性破壊防止の観点から低温切欠靱性の優れた材料の重用は必然的なものと考えられる。現在 -200°C までの低温度での使用において,