

(346) 高降伏点鋼の鋼材特性におよぼす成分および熱処理条件の検討 —常中温高降伏点鋼の開発 (第1報)—

新日本製鐵㈱ 製品技術研究所 金沢 正午, 佐藤 誠, 乙黒 靖男, 武田鉄治郎
○塩塚 和秀, 橋本 勝邦, 堀谷 貴雄, 樺沢 弥

1. 緒言

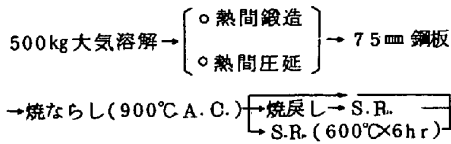
近年, ボイラ, 圧力容器等の大型化にともない, 使用鋼板の板厚の増大が著しい。このため降伏点基準の高応力設計法の必要性が認められ, 日本工業標準調査会圧力容器専門委員会においても圧力容器特定規格の審議が行われている。このような高応力設計の利点を十分に生ずためには設計温度において高い降伏点または耐力を保証した鋼の開発が必要であり, 400℃まで使用される高降伏点鋼の成分および熱処理条件を検討した。

降伏点基準の設計に関してはヨーロッパ, 特に西ドイツにおいて大きな実績がある。即ちクリーブ温度領域以下では, 設計温度の降伏点の $\frac{1}{1.5}$ を基本許容応力強さとするものである。従って当鋼種の開発にあたってはドイツ規格の $\sigma_{0.2}(350^\circ\text{C}) \geq 25, 30, 35 \text{ kg/mm}^2$ 鋼の規格を目標とした。衝撃値についてはいずれの鋼も $vE0 \geq 3.2 \text{ kg-m}$ (C方向, 同規格)とした。

2. 実験方法

成分検討の実験は $\sigma_{0.2}(350^\circ\text{C}) \geq 25 \text{ kg/mm}^2$ 鋼と 35 kg/mm^2 鋼の2鋼種を中心に行なったが, 初めに10kg大気溶解材を熱間鍛造, 900℃焼ならし, SR後, 引張および衝撃試験を行い, 広範囲に成分の検討を行なった。次に, 500kg高周波大気溶解材で熱処理条件を含めた鋼板特性を試験し, また溶接性等の試験材とした。

表1 500kg試験溶解材化学成分 (%)



鋼種	C	Si	Mn	Cu	Cr	Mo	V	Nb	Sol. Al	T. N	Ni
EX-25(10ch)	0.16 0.21	0.30 0.53	1.20 1.78	0.05 0.16	0 0.25	0.14 0.30	0 0.06	0 0.03	0.020 0.041	0.005	-
W-5	0.21	0.30	1.33	0.12	-	0.16	0.05	-	0.030	0.0045	-
EX-35(11ch)	0.14 0.20	0.45 0.55	1.20 1.60	0.10 0.19	0 0.30	0.20 0.35	0.04 0.06	0 0.03	0.020 0.065	0.005 0.013	0 0.30
NS-5	0.21	0.51	1.50	0.18	-	0.21	0.06	-	0.054	0.0050	-

3. 実験結果とまとめ

- $\sigma_{0.2}(350^\circ\text{C}) \geq 25 \text{ kg/mm}^2$ を得るためには常温 σ_Y はほぼ 36 kg/mm^2 以上, $\sigma_B > 55 \text{ kg/mm}^2$ 必要である。同様に $\sigma_{0.2}(350^\circ\text{C}) \geq 35 \text{ kg/mm}^2$ の場合, $\sigma_Y > \text{約 } 45 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_B > 65 \text{ kg/mm}^2$ を必要とする。
- 0.12% C前後の低C試験材の350℃耐力は温度上昇による低下が大きく, 他の材料にくらべて, 5~6kg/mm²以上高い常温 σ_Y を必要とする。
- N+SR材への各元素の添加効果を見ると, Mo, V, Crは耐力の上昇に顕著な効果があるが, 同時に靱性の低下も著しい。C, Mnは比較的少量のMo, Vを含有する成分系の場合, 強度上昇にくらべて, 靱性の低下が少ない。またsol. Alの増量による強度上昇効果が大きい。
- 上記暫定規格を満足すると同時に, 機械的性質が安定した成分系として, 25kg/mm²クラスは表1のW-5鋼, 35kg/mm²クラスはNS-5鋼をそれぞれの代表的成分系の一つとして選んだ。この鋼種は組織的にフェライトと中間段階組織の混合組織となりやすいが, W-5はフェライト・リッチな組織であり, 他は比較的均一なペーナイト組織であった。
- この他, 圧延温度, 焼戻し等の影響について調べ, 当鋼の使用限度を知る意味で, 高温側のクリーブ強度等についても調べた。

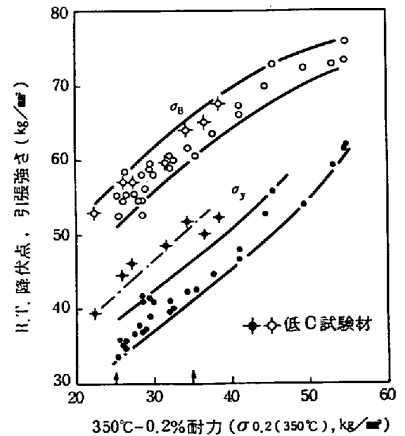


図1 350℃-0.2%耐力と常温引張強度の関係