

(180)

母材の強度と組織

原子炉圧力容器用厚肉A542鋼の性能に関する研究—才1報—

日本原子力研究所 東海研 工博藤村理人・古平恒夫
 三菱重工業(株)神戸研究所 工博薄田 寛 安藤智純

1. はしがき 最近のプラントの大容量化による機器、構造の大型化に対処するため、2¼Cr-1Mo鋼に焼入れ、焼もどし処理を施工し、高い強度と靱性を確保して、板厚の減少を図る容器製作技術の改良に関する開発が進展してきた。この調質熱処理を施した2¼Cr-1Mo鋼板は、アメリカにおいてASTMA542鋼として規格化され、将来の大型軽水炉圧力容器材としても有望視されている。本報告は、実際の厚肉容器製作時の加工履歴を模擬して作製したA542 class 1鋼の母材の試験結果をとりまとめたものである。

2. 実験方法 供試鋼板は、新日本製鉄(株)製の実用規模(50トンのエルー式塩基性電気炉)で溶製した板厚100mmのASTMA542 class 1鋼である。鋼板は、焼入れ(900°C×4h, 水冷)、焼もどし(640°C×2h, 水冷)および溶接後熱処理(620°C×20h)を施している。供試材のチェック分析値を表1に示す。母材の性能を調査するため、鋼板各部より試験片を採取し、引張試験、シャルピー衝撃試験、WOL試験、かたさ試験、マクロおよびマイクロ組織観察、清浄度の測定、フラクトグラフィ—等を実施した。

3. 実験結果および考察 結果の一例として

表1 チェック分析結果(%)

| | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Cu | Al | O ₂ |
|---------|-------|-------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|------|-------|----------------|
| ASTM規定値 | <0.15 | <0.50 | 0.27 ~0.63 | <0.035 | <0.035 | 1.88 ~2.62 | 0.85 ~1.15 | — | — | — |
| 供試材 | 0.16 | 0.37 | 0.42 | 0.007 | 0.008 | 2.17 | 1.01 | 0.04 | 0.013 | 0.003 |

供試材の各種機械的性質を表2に示す。同表から明らかのように、ASMEの原子力材料に関する靱性要求値にも合格する良好な成績であった。

とくに、供試材の強度および靱性に対する方向性、板厚内外部の差異は小さく、優れた均質性を有していることがわかる。また、供試材の性質を従来からボイラ、化工機などで使用実績のあるA387Gr.D鋼板ならびに現在軽水炉圧力容器として広く使用されているA533Gr.B鋼板の成績と比較すると、図1のようになる。これによると、供試材の引張強さは、A387Gr.D鋼板に比べて約10Kg/mm²、A533Gr.Bに比べて約15Kg/mm²高く、また供試材の吸収エネルギーは、A387Gr.DおよびA533Gr.Bの両者に比べて約20Kg・m高い値であった。供試材に対する以上のような優れた性質は、適切な成分(すなわち、規格上限値をねらい、同一熱処理条件では最高の強度が得られるようにし、また、靱性改善のためにはP,Sなどの不純物を極力低くし、さらに、クリープ特性に悪影響を及ぼさない程度にAlを添加して結晶粒の微細化を図った。)と熱処理条件によるものであり、このことは金属組織的に板厚内外部ともに炭化物が微細に分布した焼もどしベイナイト組織を呈し、非金属介在物が少なく、優れた清浄度を示していることから理解できる。

4. 参考文献 藤村,古平,薄田,安藤: JAERI-M-5297

表2 供試材の引張性質と衝撃性質

| 試験片採取位置 | | 引張性質 | | | 吸収エネルギー | | | 横膨張量 |
|------------|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------------|-----------|--------------------|------------|
| 方向 | 位置 | σ _y (Kg/mm ²) | σ _B (Kg/mm ²) | El(%) | -12°C(Kg・m) | 4°C(Kg・m) | 21°C(Kg・m) | 21°C(mm/8) |
| 圧延方向 | 表面 | 64.8 | 78.5 | 24.9 | 26.0 | 26.5 | 27.4 | 80 |
| | T/4 | 65.4 | 78.9 | 24.5 | 27.0 | 26.5 | 27.4 | 78 |
| | 中心 | 62.0 | 77.5 | 24.0 | 26.6 | 27.4 | 27.4 | 72 |
| 直角方向 | T/4 | 65.4 | 79.1 | 24.3 | 24.8 | 25.4 | 25.0 | 76 |
| ASME規格 T/4 | | ≥59.8 | 73.8 ~87.9 | ≥14 | — | — | ≥6.9 (≥25ft・lb) | ≥35 |

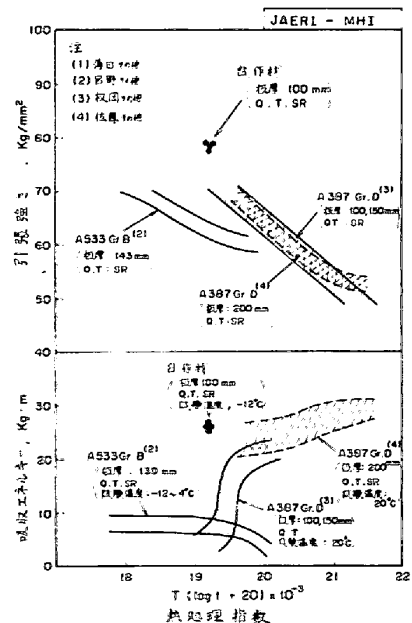


図1 母材の引張強さ、衝撃遷移の比較