



児島 明彦



皆川 昌紀



清瀬 明人

ナノ粒子を利用した溶接部高靱性高張力厚鋼板の開発

技術開発者	新日本製鐵株式会社	技術開発本部	鉄鋼研究所	主任研究員	児島 明彦
技術開発者	同 社	同本部	大分技術研究部	主任研究員	皆川 昌紀
技術開発者	同 社	同本部	環境・プロセス研究開発センター	主任研究員	清瀬 明人

社団法人 日本鉄鋼協会 推薦

開発業績

1. 開発の背景

鉄鋼業で製造される厚鋼板は、船舶、高層ビル、橋梁、海洋構造物、パイプラインなどの大型溶接構造物に使用される重要な素材である。近年、溶接構造物に対して信頼性向上、大型化、軽量化、溶接能率向上などの社会的ニーズが高まっており、高能率な溶接を施しても溶接部が壊れにくい高張力厚鋼板の開発が強く望まれていた。厚鋼板の溶接熱影響部(HAZ: Heat Affected Zone)において、破壊に対する抵抗力(靱性)を高めることが技術的な課題であった。

2. 開発技術の概要

新日本製鐵(株)は厚鋼板のHAZ靱性を格段に高めることを目的に、従来の限界を超える新しいHAZ細粒高靱化技術「HTUFF®(エイチタフ): Super High HAZ Toughness Technology with Fine Microstructure Imparted by Fine Particles」を開発した。本技術は、酸化物や硫化物をナノ粒子として活用し、HAZの金属組織を画期的に微細化する技術である。

3. 開発技術の特長と効果

本技術は、1400℃以上の高温に加熱されるHAZの結晶粒成長を強力に抑制することを狙って、高温での熱的安定性に優れる酸化物や硫化物を微細かつ高密度に分散させる技術である。これを実現するために、酸素や硫黄と化学的親和力の強いマグネシウムやカルシウムなどに着眼し、これらの特殊元素を鋼中に適正に含有させることで酸化物や硫化物の大きさを従来の1/100~1/10まで微細化し、ナノ粒子として高密度に分散させる技術を工業的に確立した。本技術を適用した開発鋼は、高能率な大入熱溶接を施してもHAZの結晶粒が従来鋼の1/5程度まで微細化するため、溶接部が壊れにくく、例えばHAZ靱性(衝撃破壊の吸収エネルギー)が2倍以上に向上する。開発鋼は国内外における各種の大型溶接構造物として既に28万トン以上の使用実績があり、構造物の安全性向上、建造コスト低減、輸送効率向上などに貢献している。

ナノ粒子酸化物(20ナノメートル)



窒化物

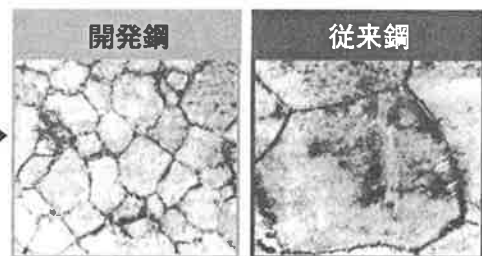
50 nm

図1 開発鋼の中に分散しているナノ粒子の例

板厚60mm



溶接金属 厚鋼板



開発鋼

従来鋼

200μm

図2 溶接部のHAZにおける開発鋼と従来鋼の結晶粒の比較