

VI-120

鋼矢板の溶接性及び曲げ脆性におよぼす成分の影響

新日本製鐵 建材開発技術部 正会員 片山 猛
 新日本製鐵 建材開発技術部 非会員 長谷川 博行
 新日本製鐵 鉄鋼研究所 非会員 山本 広一

1, 緒言

鋼矢板系港湾施設に使用される鋼矢板において、鋼矢板の腐食を防止する目的で鋼矢板本体に水中で溶接施工される電気防蝕用陽極鋼板の溶接部より折損した事例が、過去に発生した大規模地震の調査で報告されている。折損は設計応力を遙かに超える実応力下で発生したものと推定されるが、公共性の高い港湾施設等の破壊は、社会に深刻な影響をもたらすため、鋼製構造物の被害を最小限に止められる信頼性の高い鋼材の開発・提供は、施工技術の向上と共に重要な課題である。

本研究は、この折損事例を契機として、港湾、河川等の公共施設の鋼製構造物の素材として使用される鋼矢板について、その溶接性と打設作業時に発生する鋼矢板自身の局部変形による曲げ脆性を最も左右すると考えられる炭素当量と窒素についての影響を調査するために実施した室内実験結果を報告するものである。

2, 実験方法

- (1), 試験材は真空溶解により、現状の鋼矢板成分をベースに、炭素 (C), マンガン (Mn), 窒素 (N) 量を変化させ溶製した 50 kg 鋼塊を 1250℃ に再加熱し、100 mm から 13 mm 厚に圧延した鋼板から採取した。

- (2), 溶接性を評価する溶接部引張試験及び溶接熱影響部硬度試験は、溶接熱量 2 kJ/mm で水中溶接を行い、溶接部が中央となるような引張試験片を製作し実施した。(図-1)

溶接部引張試験では、引張破断面のマクロ及びミクロ観察と引張伸び値から、溶接熱影響部硬度試験ではビッカース硬度値から溶接部近傍の脆化性を評価した。

- (3), 曲げ脆化性を評価するシャルピー衝撃試験及び高速3点曲げ試験は、冷間曲げ変形後の歪み時効硬化の影響を調査するため、5% 予歪みを付加後、140℃, 175℃ で1時間保持した歪み時効促進試験片を用いて実施した。

シャルピー衝撃試験では衝撃値及び破面遷移温度 (FATT) から、高速3点曲げ試験では、試験片長手方向中央部に加工したスリット部が開口する方向に加えた荷重と変位から算出した吸収エネルギーから歪み時効硬化による曲げ脆性を評価した。(図-2)

3, 実験結果

- (1), 溶接部引張試験の結果から、炭素当量 (Ceq) が 0.44% 以下 (但し C 量: 0.15~0.2

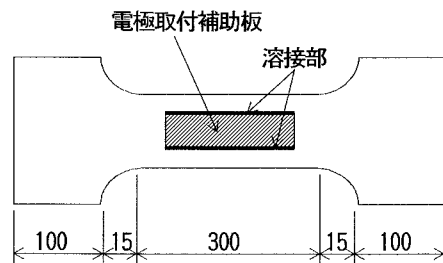


図-1 引張試験片形状と溶接部

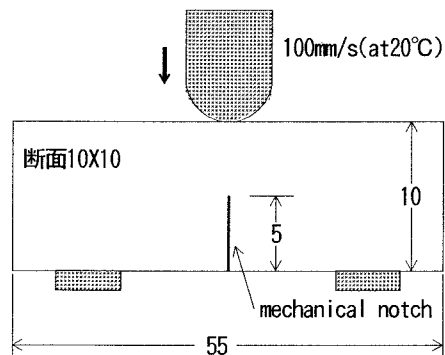


図-2 高速3点曲げ試験方法

0%)ではN量によらず延性破壊様式を呈するが0.44%を超えると高N系成分(90~115 mass ppm)では脆性破壊が発生し、伸び値も著しく低下する。(図-3)又、溶接熱影響部最高硬さについても高N系成分では、Ceqの低下による硬度低減効果は小さくなる。

- (2), N含有量を変化させた歪み時効付加シャルピー衝撃試験の結果から、N量が30から120 mass ppmに増加すると、シャルピー衝撃値の減少率(N:30 mass ppm, 歪み時効無し材のシャルピー衝撃値を基準値とした減少率)は約14%から約4倍の53%まで上昇する。このことから、Nは曲げ脆化(歪み時効劣化)を著しく助長する傾向にある。(図-4)
- (3), シャルピー衝撃試験よりも変形速度が遅く、N含有量を変化させた歪み時効付加高速3点曲げ試験の結果から、曲げ変形時の吸収エネルギーの減少率(N:30 mass ppm, 歪み時効無し材の吸収エネルギーを基準値とした減少率)は、シャルピー衝撃試験結果と同様、N濃度の増加とともに上昇する。この減少率は時効温度を140℃から175℃に上昇させてもほとんど変化しない。

(図-5, 図-6)

4. 結言

鋼矢板に行われる水中溶接施工は、鋼矢板の溶接熱影響部を中心に著しく硬化、脆化させる。この脆化現象はCeqとNの増加により顕著となる。又、Nは鋼矢板打設作業時において発生する鋼矢板自身の冷間局部変形による曲げ脆化(歪み時効硬化による材質経年劣化)を助長する元素である。従って、鋼製構造物に打設施工される鋼矢板の成分系としては、Ceq(含むC量, Mn/C比)とNの規制が必要である。

かかる結果から、JIS規格等の見直しが行われるべきと考えるものである。

〔参考文献〕

- 吉田ら：日本鉄鋼協会講演論文集（第130回秋期講演大会）
Vol. 8（1995）—1435
- 吉田ら：日本鉄鋼協会講演論文集（第131回春期講演大会）
Vol. 9（1996）—582

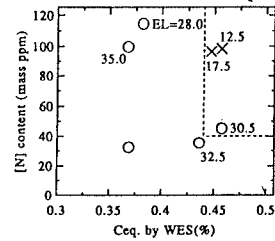


図-3 Ceq, N濃度による脆性破壊の変化

(○: 延性破断 ×: 脆性破断)
(図中数値は引張伸び値)

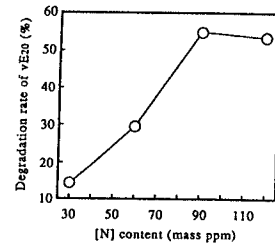


図-4 歪み時効によるシャルピー衝撃値 (at 20℃) 減少率のN濃度依存性

(歪み時効条件: 5%引張歪み付与
後140℃×1時間保持)

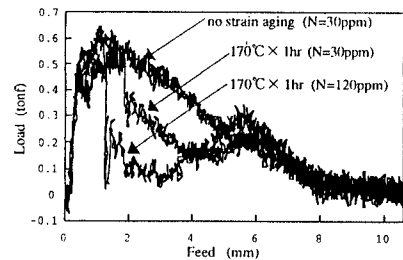


図-5 3点曲げ試験における荷重-変位曲線

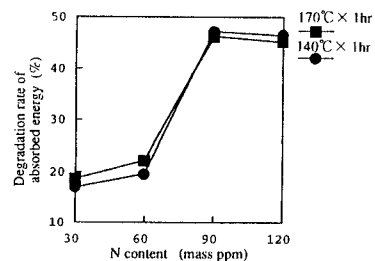


図-6 3点曲げ試験による吸収エネルギー (at 20℃) 減少率のN濃度依存性

(歪み時効条件: 5%引張歪み付与
後140, 170℃×1時間保持)