

V-252

鋼矢板の溶接脆性におよぼす化学成分の影響

鋼管杭協会

運輸省港湾技術研究所

電気防食工業会

正会員 長谷川 博行

正会員 福手 勤

非会員 松田 史朗

1. はじめに

日本工業規格に規定されている熱間圧延鋼矢板は、岸壁、物揚場、護岸などの港湾施設の鋼製構造物に使用される重要な建設資材である。しかし、過去に発生した大規模地震時に、本鋼矢板を使用した自立式鋼矢板岸壁において、防食対策のための電気防食用アルミニウム合金陽極を水中溶接で取り付けた部位で鋼矢板が折損した事例が報告されている。その主要原因は、背後地盤の液状化による過大な応力が鋼矢板に作用したことにあるが、水中溶接により陽極を取り付けたことによる鋼矢板熱影響部の脆化も間接的な原因であるとも指摘されていた。

本研究は、このような背景から、港湾等の公共性の高い鋼製構造施設に用いられる熱間圧延鋼矢板について、鋼矢板の物理特性と化学成分の関係を把握し、鋼矢板に水中溶接等の溶接を施しても熱影響部の脆化を抑制できる鋼矢板の化学成分値を導くことを試みた実験結果等を報告するものである。

2. 実験概要

長さ3.5mの490N/mm²級鋼矢板(SY295)を準備し、アルミニウム合金陽極を取り付ける補助板を想定したSS400材の鉄板(150x50 t=16)を500mmピッチで5枚、水中溶接および気中溶接(比較用)で取り付け、その溶接熱影響部と母材(非熱影響部)から物理特性調査用のサンプルを採取した。図1にその概略図を示す。

試験に用いた鋼矢板は現行のJIS A 5528 相当品(A材)と化学成分を変化させたもの(B材)で、表1のような化学成分を有するものである。

表1 鋼矢板の主要化学成分値

	C(%)	Si(%)	Mn(%)	Ceq(%)	N(ppm)	本数
A材	0.26～	0.16～	0.74～	0.46～	33～49	12本
	0.35	0.23	1.11	0.52		
B材	0.10～	1.13～	1.31～	0.35～	19～30	12本
	0.16	0.33	1.50	0.41		

【注釈】 C：炭素 Si：珪素 Mn：マンガソ N：窒素

Ceq：炭素当量=C+Si/24+Mn/6+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14

採取したそれぞれのサンプルについて、引張り試験、シャルピ-衝撃試験、ビッカース硬さ試験などの物理試験等を行い、鋼矢板溶接熱影響部の脆化抑制を図るための鋼矢板の適正化学成分値の究明を試みた。

3. 実験結果

一般的に広義での脆性破断とは、鋼材が元来保有している強度に到達するまでに破断する破壊現象である。過去の大規模地震で発生した鋼矢板の溶接熱影響部を起点とする折損についても、溶接の急熱急冷に伴う溶接熱影響部最高硬さに代表される熱影響部の硬度上昇(脆弱化)と衝撃値に代表される鋼矢板自身の靱性レベルの低さ、および、背後地盤からの過大な応力が相まって発生した脆性破断と考えられる。従って、材料面からの脆性破断を抑制するには、鋼材の引張試験で見られるような延性破

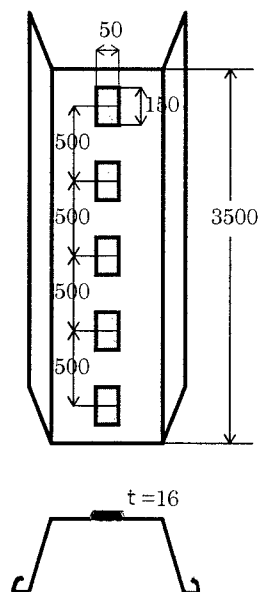


図1 供試体の概略図

【キーワード】 土木製品 鋼矢板 電気防食 溶接 脆性破壊

【連絡先】 〒100-71 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 TEL 03-3275-7878 Fax 03-3275-6785

断が得られるよう、溶接熱影響部最高硬さと衝撃値を改善する化学成分値を見出すことが肝要である。

(1). 溶接熱影響部最高硬さに関する検討結果

一般的に溶接熱影響部最高硬さは、 Ceq で表わされる化学成分値と密接な関係にある。図2は、溶接部の引張試験における破断形態をパラメーターに Ceq と鋼矢板溶接熱影響部最高硬さの関係を示したもので、両者の相関が認められるとともに脆性破断を抑制するには、 Ceq を0.46%以下にする必要がある。

(2). 衝撃値に関する検討結果

一般的に衝撃値は図3に示す Mn/C 比で表わされる化学成分値と図4に示す N 値に影響を受ける。特に N は、溶接熱影響部も含む鋼中にppmオーダーで存在することで鋼を硬く脆くさせると同時に、歪みを受けた場合、時効硬化現象で更なる衝撃値の低下を招く化学成分として古くより知られている。図5は、溶接部の引張試験における破断形態をパラメーターに鋼矢板の0℃衝撃値と伸び値を示したものである。

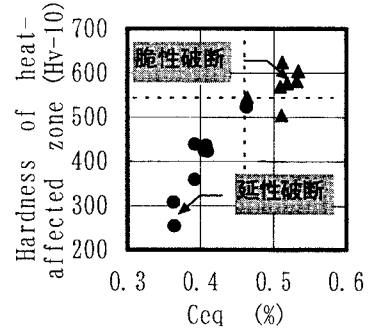


図2 破断形態と Ceq ・硬さの関係

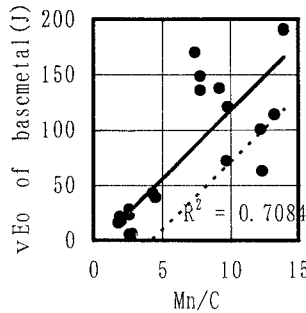


図3 Mn/C 比と母材衝撃値の関係

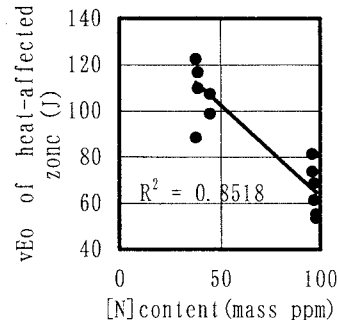


図4 N 量と溶接部衝撃値の関係

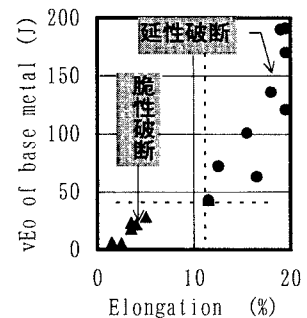


図5 破断形態と母材衝撃値の関係

これらより、脆性破断を抑制するには、0℃衝撃値43J以上を確保するために Mn/C 比を8.5以上にすることが必要である。又、図4から N については低レベルほどよいが、今回の Ceq 、 Mn/C 比検討に使用した供試材の N レベル19～49ppmから、50ppm以下に規制することで脆性破断は抑制できるものと考えられる。

4. 結言

以上の実験結果から、電気防食用アルミニウム合金陽極取り付けに伴う水中溶接において、鋼矢板熱影響部からの脆性破断を抑制するためには、鋼矢板の化学成分値を表2とすればよいと考えられる。

表2 鋼矢板の溶接脆化を抑制する化学成分値

	C(%)	Si(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	Cu(%)	Ceq (%)	Mn/C	N (ppm)
新基準	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.50	≤ 0.04	≤ 0.04	≥ 0.25	≤ 0.44	≥ 8.5	≤ 50
現JIS	—	—	—	≤ 0.04	≤ 0.04	≥ 0.25	—	—	—

なお、表2の成分値検討においては、前述した実験結果と関連他規格（現行鋼矢板、鋼管杭・矢板JIS規格等）との整合性を考慮した。本化学成分の鋼矢板を採用することにより、水中溶接のみならず、大気溶接に対しても脆性破断を抑制することができる。公共性の高い施設の破壊は社会に深刻な影響を齎す。今後の大規模地震等による鋼製構造物の脆性破断を防止・抑制するためにも、本研究で得られた鋼矢板の化学成分値案が一般化（規格化）されることを切望する。

【参考文献】長谷川・片山・山本『鋼矢板の溶接性及び曲げ脆性におよぼす成分の影響』第51回土木学会年次学術講演会（第VI部門）、VI-120