

第Ⅰ部門 亀裂発生抑制に着目した鋼床版デッキプレート・Uリブ溶接部の疲労耐久性向上(その2)
～機械的性質と溶接継手特性～

(株) 神戸製鋼所 正会員 ○田畑 晃人
(株) 神戸製鋼所 正会員 松下 政弘
(株) 神戸製鋼所 山口 徹雄
(株) 神戸製鋼所 石井 裕規
(株) 神戸製鋼所 仮屋崎 誠
(株) 神戸製鋼所 森下 史弥

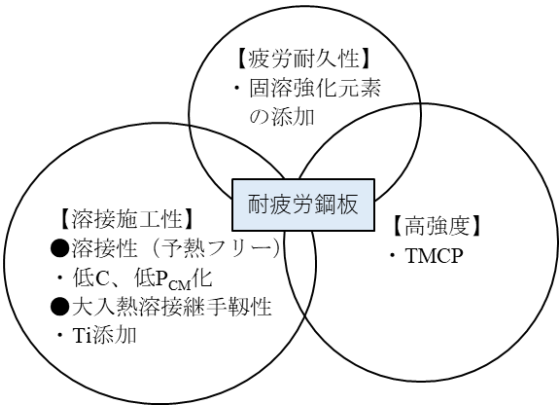
1. 緒言

高経年化が進んでいる鋼橋の維持管理では疲労耐久性が課題の1つである。亀裂発生が懸念される部位に鋼床版のデッキプレートとUリブの片面溶接継手のルート部からデッキプレート方向に亀裂が進展することが知られている。この亀裂は進展しても舗装を剥離する以外に目視点検で確認困難なため、亀裂の発生抑制が望まれる。本報では、固溶強化元素を活用して亀裂発生を抑制できる耐疲労鋼¹⁾をベースに、優れた疲労耐久性に加えて優れた溶接施工性の兼備を目的に開発した強度クラス 490N/mm² 級耐疲労鋼板の特徴を紹介する。

2. 開発コンセプト

成分設計に際しては、疲労耐久性向上の目的で固溶強化元素を添加することに加え、高溶接性を考慮して、溶接割れ感受性組成 (P_{CM}) を 0.22%以下に抑えるため低C化を指向するとともに、大入熱溶接継手における溶接熱影響部の高靱化の目的でTiを活用した。

さらに、本成分で 490N/mm² 級の鋼板強度を実現するため、製造プロセスの熱間圧延において熱加工制御法 (TMCP) を活用した。



3. 耐疲労鋼板の特性

図1 優れた疲労耐久性と溶接施工性を兼備するための考え方

(1)母材特性

JIS G 3106 : SM490YB の成分範囲を前提として、上記の開発コンセプトに基づいて設計した成分 (表1) の鋼板における機械的性質の一例を表2に示す。引張特性・衝撃特性いずれも、溶接構造用鋼板の JIS 規格 (JIS G 3106 : SM490YB) を満足する。

表1 開発鋼の化学成分の一例

板厚 (mm)	化学成分 (wt.%)						P _{CM} (%)
	C	Mn	P	S	Cu+Si+Ni+Cr	Others	
16	0.06	1.57	0.007	0.002	0.93	Nb,Ti	0.17
25	0.06	1.52	0.006	0.001	0.97	Nb,Ti	0.17
JIS G 3106 (SM490YB)	0.20以下	1.65以下	0.035以下	0.035以下	-	-	-

$$P_{CM}=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B$$

表2 開発鋼の機械的性質の一例

板厚 (mm)	引張特性				衝撃特性		
	試験片	降伏点または耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	試験片	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (J)
16	JIS Z2241 1A号	538	569	21	JIS Z2242 Vノッチ	0	347
25	JIS Z2241 1A号	513	562	24	JIS Z2242 Vノッチ	0	343
JIS G 3106 (SM490YB)	JIS Z2241 1A号	16mm厚:365以上 25mm厚:355以上	490-610	16mm厚:15以上 25mm厚:19以上	JIS Z2242 Vノッチ	0	27以上

Akito TABATA, Masahiro MATSUSHITA, Tetsuo YAMAGUCHI, Yuki ISHI,
Makoto KARIYAZAKI and Fumiya MORISHITA

e-mail: tabata.akito@kobelco.com

(2)溶接性

板厚 25mm 材の被覆アーク溶接による最高硬さ試験および y 形溶接割れ試験結果をそれぞれ図 2 および表 3 に示す。いずれの試験温度においても最高硬さは 200～230Hv 以下であり、溶接初期温度 0℃の場合でも溶接割れが発生しない。

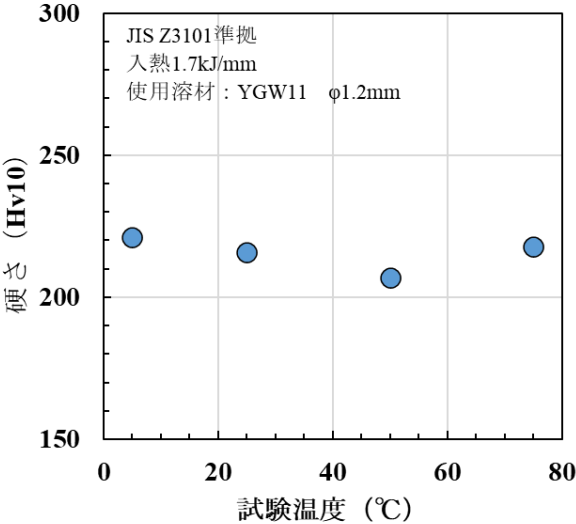


図 2 最高硬さ試験

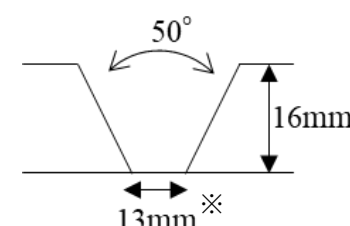
表 3 y 形溶接割れ試験

溶接方法		JIS Z3158(GMAW)	
溶接ワイヤ		YGW11 φ1.2mm	
電流-電圧		280A-30V	
溶接速度		30cm/min	
予熱		0℃	20℃
結果	表面割れ	0%	0%
	断面割れ	0%	0%
	ルート割れ	0%	0%

(3)溶接継手特性

表 4 に示す条件での板厚 16mm 材のサブマージアーク溶接継手における溶接熱影響部靱性値を図 3 に示す。いずれの位置でも JIS 規格 (JIS G 3106 : SM490YB) の母材規格を満足することから、サブマージアーク溶接のような大入熱溶接も適用可能である。

表 4 溶接条件

溶接方法	1電極FAB
溶接姿勢	下向き
電源極性	AC
溶接ワイヤ	S502-H φ4.8mm(490N/mm ² 級)
入熱	10.5kJ/mm
電流-電圧	800A-35V
溶接速度	16cm/min
予熱	なし
開先形状	

※大入熱での溶接のため広く設定
充填材としてM-GRITS60使用

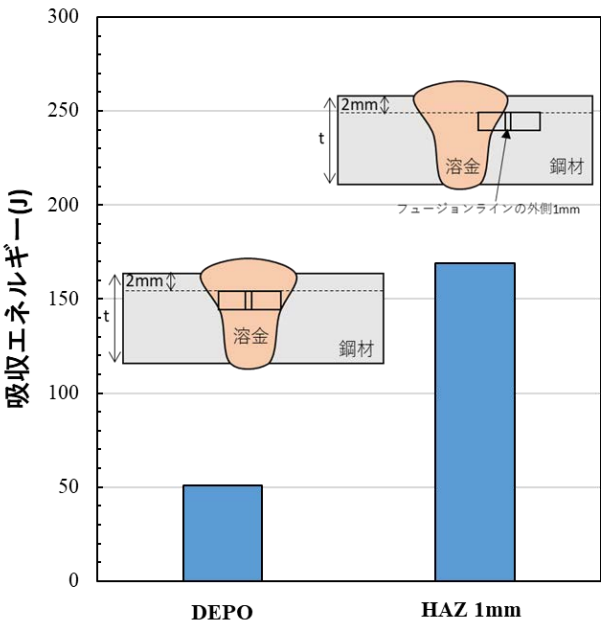


図 3 開発鋼の溶接継手靱性の一例

4. 結論

固溶強化元素を活用して亀裂発生を抑制できる耐疲労鋼をベースに、低 C、Ti 添加、TMCP 技術の活用等により、優れた疲労耐久性と高い溶接施工性を兼備しつつ、490N/mm² 級の鋼板強度を実現した。

参考文献 1) 伊藤ら：日本機械学会第 30 回機械材料・材料加工部門技術講演会 (M&P2023) , 2023.