

極低温環境で使用される橋梁の溶接工法の検討

石川島播磨重工業（株） 江浪信道
石川島播磨重工業（株） 平野博幸

石川島播磨重工業（株） 正会員 月田良博

1. 概要

極低温環境のイルティッシュ河橋梁(中央径間 750m、吊橋)は鋼材及び溶接継手について「OCT 規格(旧ソビエト連邦規格)」を遵守しており、シャルピー吸収エネルギーは $vE(-50^{\circ}C)$ 29J(Each)を要求されている。本規格値は JIS の $vE(0^{\circ}C)$ 27J(Ave.)(SM490YB 材)と比較して非常に厳しい値となっており、溶接材料の選択及び施工条件の設定が重要となってくる。本試験はこの仕様を満足するため、使用鋼材の溶接に対する入熱制限、溶接材料の選択および溶接材料そのものに対する入熱制限の検証のため、低温靱性試験を行ったもので、ここにその結果を報告する。

2. 検討項目及び試験方法

溶接継手の低温靱性確認試験は

図 1 の試験フローに従って実施し、最終的に現地の溶接施工法を決定した。シャルピー衝撃試験片は JIS Z 2202 の 4 号試験片を用い、溶接は CO_2 溶接、サブマージアー

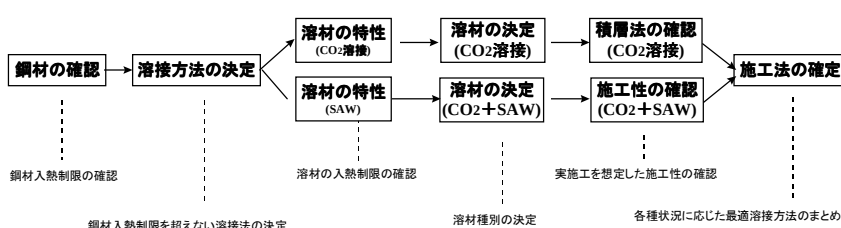


図1 試験フロー

ク溶接(以下 SAW) 及び CO_2 と SAW の組み合わせ溶接により行った。試験時のパラメーターは・溶接材料種別・溶接入熱(溶接速度、溶接電流、電圧)・GAP・板厚(10mm,14mm) の 4 項目を対象にし、継手靱性及び施工性の評価を行った。

3. 試験結果及び考察

3.1 鋼材入熱限界の確認

鋼材の溶接に対する影響を確認するため、溶接入熱別の熱影響部靱性確認を行った。14mm の板についての結果を図 3 に示す。入熱 50KJ/cm 以上で鋼材の靱性は著しく低下することが確認され、鋼床版現地溶接で多く用いられる FAB 法(片面 SAW 1 パス溶接)は不可であることが明らかとなった。従って現地溶接法は 50KJ/cm 以下で施工できる CO_2 溶接、または初層 CO_2 +残層 SAW(組み合わせ溶接)を適用箇所に応じて使い分けることとした。また、板厚 10mm では同様の試験結果より 40KJ/cm を入熱の制限値とした。

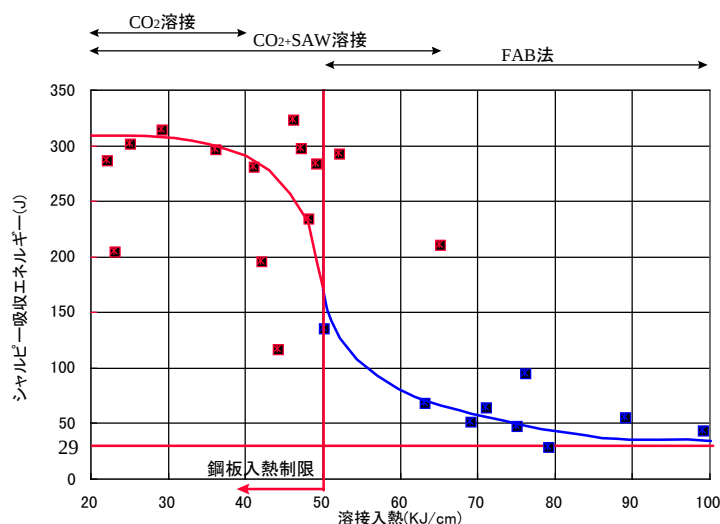


図2 鋼板における溶接熱影響部(HAZ)靱性低下傾向

キーワード 極低温供用橋梁 低温靱性 サブマージーク溶接 CO_2 溶接 溶接入熱

連絡先 横浜市磯子区新中原町 1 IHI 横浜第 3 工場 TEL 045-759-2227 FAX 045-759-2213

3.2 溶接材料の特性及び積層方法

溶接材料は表1の各種材料について調査した。また同時に溶着金属部の入熱に対する靱性挙動も調査した。

この靱性挙動は SAW、CO₂ 溶接によって大きく異なる(図3)。SAW の場合、入熱の増加と共に靱性は低下するものの Ni 系(YS-N2)または Ni-Mo 系(YS-NM6)のワイヤーを選択し、50KJ/cm(前述の鋼材の入熱制限)以下で施工すれば溶着金属の靱性は十分に確保できる。

CO₂ 溶接では入熱 35KJ/cm を境に急激に靱性が低下し 40KJ/cm では規格値 $vE(-50) = 29J$ 直前まで低下する。以上の結果から CO₂ 溶接の入熱制限を 35KJ/cm 以下とすることにより靱性を確保することとした。

3.3 施工性の確認(CO₂ + SAW)

初層 CO₂ + 残層 SAW の組み合わせ溶接は SAW 施工時に溶け落ちが発生しやすい(初層 CO₂ 溶接を貫通)。この溶け落ち因子を定量的に評価した結果、CO₂ 溶接の喉厚、溶接速度に大きく依存することが明らかとなった。CO₂ 溶接を 2 パス施工した場合は充分喉厚が確保できているため SAW 施工による溶け落ちは発生しない。一方、図4に示すように CO₂ 溶接が 1 パス(GAP=6mm 喉厚 5~6mm)の場合は溶接速度の影響を大きく受け、28cm/分を境に溶け落ちが発生する。同様にして各種データより GAP > 8mm の場合 CO₂ 溶接 2 パス+SAW、GAP 8mm では溶接速度制限することにより CO₂ 溶接 1 パス+SAW 施工が可能であることが確認できた。(図5)

4. まとめ

溶材選択および鋼材、溶材の入熱制限、施工性を確認し、施工法についての検討を行った。この結果、各パスでの溶接入熱を管理し、図5により施工を行えば、極寒冷地においても継手の靱性を確保できることが確認できた。

参考文献 1) 道路橋示方書 2) 溶接規格ハンドブック 日本溶接協会 規格委員会編

表1 試験用溶接材料

施工法	溶接材料	JIS規格	解説
GMAW	ワイヤー	JIS Z 3313	YS-N2
		YFL-506R	CO ₂ 溶接用フラックスコード、Ti-B系、Ni添加(1~2%)
SAW	ワイヤー	JIS Z 3325	YGL-1-6A(AP)
		YS-N2	N系 (N=2.2~3.8%)
		YS-NM6	Ni-Mo系 (N=2.2~3.8%, Mo=0.3~0.9%)
	フラックス	YS-M1	Mo系 (Mo=0.15~0.4%)
		FS-BN2	ボトフラックス
		FS-BN1	ボトフラックス
		FS-BT2	ボトフラックス(鋳粉系)

は現地溶接に採用した溶接材料

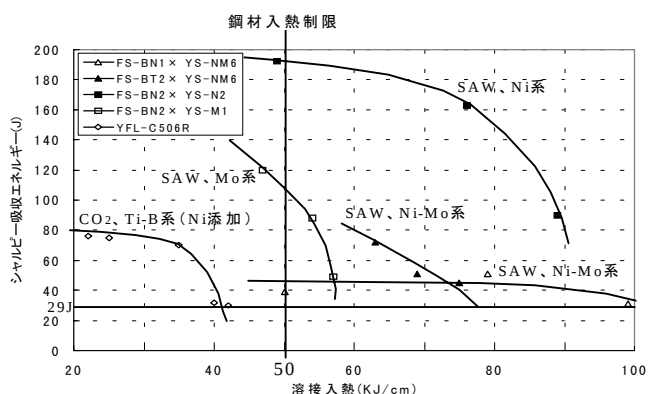


図3 溶接入熱と溶着金属靱性の関係

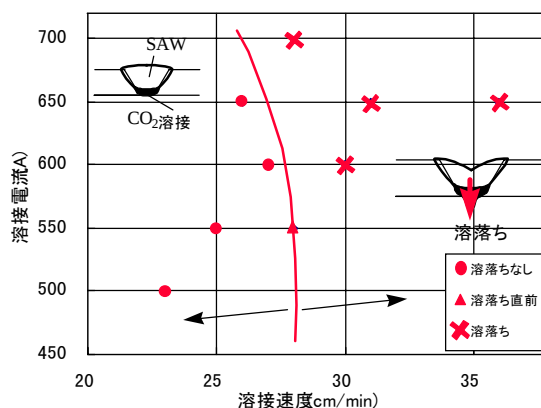


図4 溶接速度、溶接電流と溶落ちの関係

GAP(mm)						
4	6	8	10	12	14	
CO2 1パス + SAW 2パス						
			CO2 2パス + SAW 2パス			
				CO2 2層4パス + SAW 1~2パス		
CO2			4~5パス		6~8パス	8パス

図5 GAP別施工法