

エレクトロスラグ溶接補修部の性能確認試験

正会員 ○護 雅典*1 正会員 藤田 哲也*2 正会員 甲田 輝久*3
同 横田 和伸*4 同 喜多村英司*5 同 石原 完爾*6

溶接欠陥 エレクトロスラグ溶接 超音波探傷試験
マクロ試験 ビッカース硬さ試験 シャルピー衝撃試験

1. はじめに

前報¹⁾では、エレクトロスラグ（以後、エレスラ）溶接時にトラブルが発生し、溶接が中断した場合、その再スタート部に発生する溶接欠陥の性状について明らかにした。その結果をうけて、本報では、エレスラ溶接後に溶接欠陥が残った場合を想定して、エレスラ溶接後欠陥を除去して CO₂ 溶接により溶接補修を行った場合の品質を、硬さ試験および衝撃試験等により確認する。

2. 試験体概要および試験項目

試験体は図-1に示す通りスキンプレートは PL-500×25、ダイアフラムは PL-300×25、裏当て金は FB-25×50 で、エレスラ開先部分は 25×25 となる T 断面で長さ 500mm とし、拘束板を取り付けた。使用した鋼材は SN490B とし、鋼材の機械的性質を表-1に、エレスラ溶接の条件を表-2に示す。エレスラ溶接は入熱量 332kJ/cm で特に問題なく溶接が行われた。

溶接補修要領は、試験体のスタート端部より 200mm から 450mm までの溶接部をエレスラ溶接開先深さの 1/2 まで船底状にガウジング除去し、溝整形とした。その後、入熱量 15~29kJ/cm、10 層 30 パスで CO₂ 溶接補修を行い、余盛をスキンプレート表面までグラインダー整形した。

試験項目および試験内容を表-3に示す。ビッカース硬さ試験については、ダイアフラム方向とスキンプレート平行方向の 2 方向で行い、測定間隔は WM、BM が 1mm ピッチ、HAZ が 0.5mm ピッチとした。また、0°C のシャルピー衝撃試験については、エレスラ溶接後のエレスラ溶接部 DEPO、補修溶接後の BOND、および CO₂ 溶接の HAZ(1mm) の 3 箇所とした。

3. 超音波探傷試験およびマクロ試験結果

エレスラ溶接後の試験体について、建築学会規準に従い垂直探傷法によりスタート端面より 50mm ピッチで溶込み幅を測定し、溶接欠陥の有無を超音波探傷検査した。50mm ピッチの溶込み幅は、片側 4~8mm の溶込みが得られていた。内部欠陥については、エレスラ溶接後および溶接補修後のいずれも内部欠陥は検出されなかった。

写真-1に補修溶接後の断面マクロ組織を示す。エレスラ溶接後および溶接補修部のマクロ組織とも無欠陥で良好な溶込みが得られており、断面マクロ組織からは、特に問題となる欠陥等は見受けられなかった。

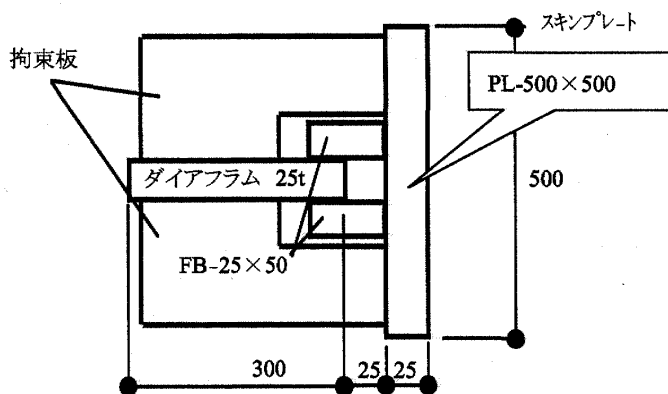


図-1 試験体断面形状

表-1 鋼材の化学成分(%)

C	Si	Mn	P	S	Ceq
0.16	0.29	1.52	0.013	0.004	0.43

表-2 エレスラ溶接条件

ワイヤ	KW-101B(1.6φ)	電流	380±20 A
フラックス	KF-100	電圧	46±2 V
カットワイヤ	CW-36 (1mm)	溶接速度	3.5±0.3 cm/min
カットワイヤ添加量	50 g	溶接入熱	300±50 kJ/cm
フラックス添加量	60 g	オシレート	無し

表-3 試験項目および試験内容

工程	試験種類	試験対象部位	試験数量
エレスラ溶接後	UT 試験	内部欠陥および溶込み幅測定	全長
溶接補修後	UT 試験	溶接補修部の内部欠陥	全長
破壊試験	マクロ試験	エレスラ溶接部	1
		溶接補修部	1
	硬さ試験	溶接部 (2 方向)	1
	衝撃試験 (0°C)	エレスラ溶接部	溶接金属
溶接補修部		BOND	3
		CO ₂ 溶接の HAZ	3

4. ビッカース硬さ試験結果

図-2にエレスラ溶接後および補修溶接後のダイアフラム方向(ダイアフラム 1/2t 位置)におけるビッカース硬さ試験結果を示す。溶接補修部 BOND 近傍付近の硬さが 250~260Hv(98N)と、エレスラ溶接部の 200Hv(98N)前後の硬さより高い値となっている。これは、CO₂ 溶接による熱影響が原因と考えられる。

5. シャルピー衝撃試験結果

表-4にエレスラ溶接後のエレスラ溶接部 DEPO、補修溶接後の BOND、および CO₂ 溶接の HAZ におけるシャルピー衝撃試験結果を示す。エレスラ溶接金属は 40J であり、SN490B の母材規格値は満足している。一方、溶接補修部の BOND は 207J となり、エレスラ溶接部 DEPO に比べ高い衝撃値であった。また、CO₂ 溶接の HAZ は 66J となり、エレスラ溶接金属より良くなっている。これは、CO₂ 溶接の熱影響によりエレスラ溶接金属部が靱性改善されたためと考えられる。

6. まとめ

エレスラ溶接時にトラブルが発生し、溶接が中断して溶接欠陥が残った場合、溶接補修を行っている。そのような状況を想定して、エレスラ溶接後欠陥を除去して CO₂ 溶接により溶接補修を行った場合の品質および性能を確認する実験を行った。

その結果、

- 1) 溶接補修後の CO₂ 溶接部に欠陥は検出されず良好であった。
- 2) 溶接補修による熱影響を受けたエレスラ溶接部の硬さは 250~260Hv(98N)となり、熱影響を受けていないエレスラ溶接部より硬い値を示した。
- 3) エレスラ溶接金属の衝撃値の 40J に対し、溶接補修部の BOND は 207J、CO₂ 溶接の HAZ は 66J と良好な衝撃値を示した。

以上のことから、補修溶接の溶接管理が行われていることを条件として、エレスラ溶接部の CO₂ 溶接補修部の品質および性能は問題ないことが確認された。

謝辞：この実験は AW 検定協議会研究評価委員会 WG6 において実施された研究である。実験においては、JFE テクノリサーチの藤野氏、中島氏に多大な協力をいただきました。関係各位に改めて謝意を表します。

[参考文献]

- 1) 藤田 他、「エレクトロスラグ溶接の欠陥に関する研究」、日本建築学会大会梗概集、2004 年 8 月

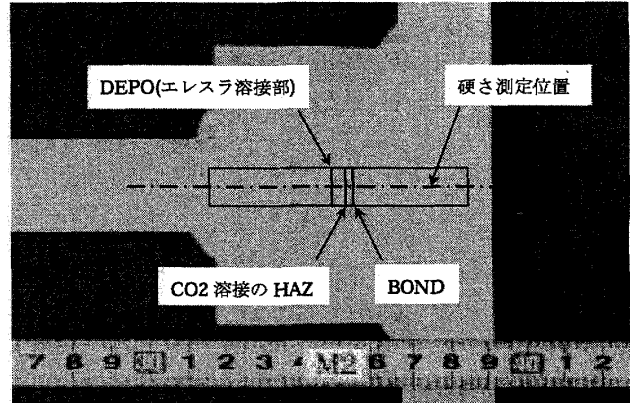
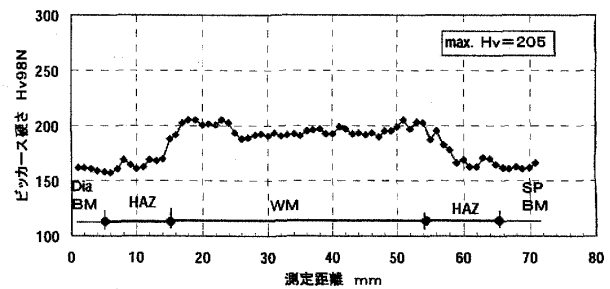
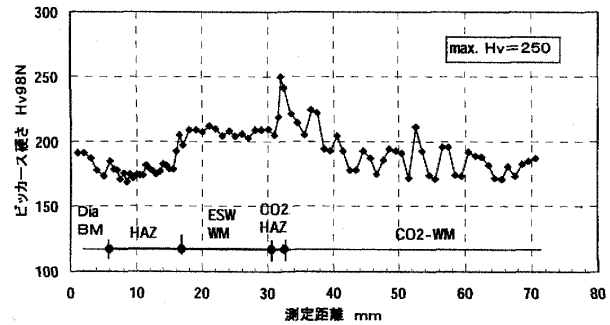


写真-1 補修溶接後のマクロ試験結果



(a) エレスラ溶接後



(b) 補修溶接後

図-2 ビッカース硬さ試験結果

表-4 シャルピー衝撃試験結果 (試験温度 0°C)

試験対象部位		吸収エネルギー (J)		脆性破面率 (%)	
		個々値	平均値	個々値	平均値
エレスラ 溶接	溶接	38	40	50	50
	金属	34		50	
溶接 補修部	BOND	46	207	50	3
		216		0	
		202		5	
	CO ₂ 溶接 のHAZ	205	66	5	48
		66		50	
	34		60		
	97		35		

- | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| *1 ㈱竹中工務店 工修 | *4 NTT ファシリティーズ(株) 工修 | *1 Takenaka Corp., M.Eng. | *4 NTT Facilities Inc., M. Eng. |
| *2 ㈱日本設計 博士(工学) | *5 鹿島建設(株) | *2 Nihonsekkei Inc., Dr. Eng. | *5 Kajima Corp. |
| *3 三井住友建設(株) | *6 大手町ファーストスクエア | *3 Sumitomo Mitsui Construction. | *6 Otemachi First Square Inc. |