

I-A 359

I 桁全断面現場溶接施工法に関する研究

高田機工株式会社 正員 坂本 一弘

高田機工株式会社 正員 村上 卓洋

高田機工株式会社 正員 安田 修

1. まえがき

最近、横構等の2次部材を省き、主桁本数を少なくした省力鉄桁が検討されている。また、その場合現場接合部は重量軽減のため、全断面現場溶接とするケースが出てきている。本研究では現場継手部の溶接実験の結果及び良好な裏波部溶接品質を得るための裏当材選定実験、溶接時の変形及び収縮量その他を確認した模型試験体製作結果を報告する。

2. 供試鋼材

供試鋼材を表1に示す。

3. 実験概要

道路橋示方書では、①炭素当量 $Ceq > 0.44$ 、②熱影響部最高硬さ $Hv(10) > 370$ 、③溶接施工時の気温 $5^{\circ}C$

材 質	板厚 (mm)	化 学 成 分 (%)												引張試験			シャルピー 衝撃試験 (J) 490 $\sim$ 0 $^{\circ}$ C 570 $\sim$ -5 $^{\circ}$ C
		x100												降伏点 (N/mm 2)	引張強さ (%)	伸 び (%)	
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ceq	Pcm				
SM490YA	15	16	24	144	1.8	0.2	-	3	3	3	0.4	42	0.24	440	555	25	—
SM520B	34	17	34	145	1.6	0.4	-	3	3	3	0.4	43	0.26	410	560	25	208
SM570Q	16	12	26	140	1.2	0.3	-	2	3	50	4.1	38	0.21	610	653	33	324
	47	13	23	142	1.9	0.3	-	9	4	93	4.0	41	0.22	517	622	30	308

以下のいずれかに該当する場合、表2に示す温度にて予熱を行う必要がある

表2 予熱温度基準(経緯線)

とされている。そこで予熱の必要性を確認するため、表3に示すJIS Z3101の最高硬さ試験を予熱温度を変化させて行った。次に各部の突合せ継手を対象とした継手性能実験を表4に従って行った。なお、GMAWはガスシールドアーク溶接、EGWはエレクトロガスアーク溶接を示す。U-Flg及びL-Flgの突合せ溶接実験は最高硬さ試験と同様に、予熱なしと予熱100 $^{\circ}C$ のものを

対 象 材	材 質	板厚 (mm)	予熱温度($^{\circ}C$)	
			25 $\leq t < 38$	38 $\leq t < 50$
U-Flg	SM520B	34	80 $\sim$ 100	
L-Flg	SM570Q	47		

機械的性能を比較確認した。裏当材選定実験は、エレクトロガスアーク溶接及びFlg本体テーパ部の板厚段差を考慮し、ガラステープ系及びセラミック系の裏当材を用いて行った。また、図1に示す模型試験体を製作し溶接による変形及び収縮量を測定し、エレクトロガスアーク溶接及び拘束材の形状、大きさ、配置間隔の確認を行った。

表3 最高硬さ試験溶接材料及び溶接条件

鋼 種 (板厚)	対 象	溶接 方法	溶 接 材 料 規 格 (銘 柄)	溶 接 条 件				予熱 温度 ($^{\circ}C$)
				電流	電圧	速 度	入熱量	
SM520B (34)	自動 初層裏波	GMAW	YGW-23 (SF-1, 1.2 ϕ)	200A	26V	17cpm	18KJ/cm	室温 50 100
SM570Q (47)	半自動 溶接	GMAW	YGW-25 (SF-60, 1.2 ϕ)					

表4 突合せ溶接試験の溶接材料及び溶接条件

対 象	鋼 種 (板厚)	溶接 方法	溶 接 材 料		溶 接 条 件				予熱 温度 ($^{\circ}C$)	バス間 温度 ($^{\circ}C$)
			規 格 (銘 柄)	裏当材	電流	電圧	速 度	入熱量		
U-Flg	SM520B (34)	自動 GMAW	YFW-24 (SF-1, 1.2 ϕ)	S8-41	200 $\sim$ 320A	25 $\sim$ 32V	17 $\sim$ 29 cpm	18 $\sim$ 32 KJ/cm	RT	250 $\geq$
L-Flg	SM570Q (47)	半自動 GMAW	YFW-25 (SF-60, 1.2 ϕ)	S8-41	200 $\sim$ 310A	25 $\sim$ 32V	16 $\sim$ 52 cpm	11 $\sim$ 35 KJ/cm	RT	230 $\geq$
Web	SM490YA (14x15)	EGW	YFEG-22C (DWS-43G 1.6 ϕ)	KL-4GT (丸溝)	380A	32V	11cpm	66KJ/cm	予熱	-
	SM490YA $\times$ SM570Q (15x16)	自動 GMAW	YFW-24 (SF-1, 1.2 ϕ)	S8-41	170 $\sim$ 200A	19 $\sim$ 23V	7 $\sim$ 9 cpm	28 $\sim$ 32 KJ/cm	なし	230 $\geq$

能であることが確認できた。次に突合せ試験体の溶接を行い、JIS Z 3060による超音波自動探傷検査(以下AUT)及びJIS Z 3104による放射線透過検査(以下RT)を実施後、各種機械試験を行った。非破壊検査及び機械試験結果を表6に、マクロ試験片を写真1に示す。この結果、予熱なしの場合における機械的性能は、予熱を実

施した場合の機械的性質とほぼ同様であることが確認された。裏当材の比較試験ではガラステープ系に比べセラミックス系のものが取付が容易で、テープ部に対して湯漏れもなくビード外観も良好な結果となった。これら施工実験の結果をふまえ、模型試験体の製作を行った。模型試験体の溶接はL-Flg→U-Flg→Webの順で行い、溶接方法は表4と同様とした収縮量測定は溶接前後に、キャンパー変形測定は溶接前後及び拘束材のボルト開放時に行

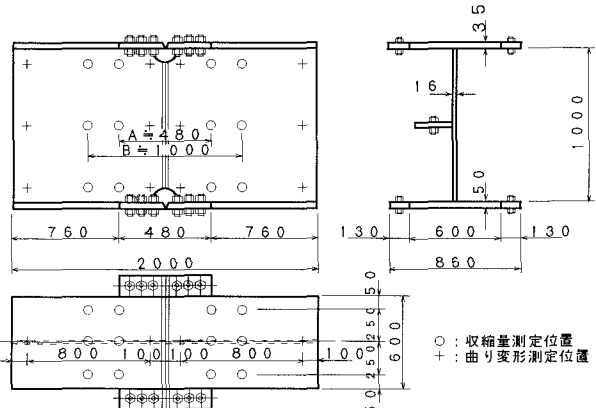


図1 模型試験体形状

った。表7～8に測定結果を、図2にキャンパー測定値を示す。この結果、①U-Flg、L-Flg、Web

共製作完了後の平均収縮量は約2mmとなり、キャン

パー変化を起こさずに平行に収縮した。

②キャンパー変化は中間段階では発生して

いたが最終的にはほぼゼロとなった。③曲

り変形はU-Flg、L-FlgはゼロでありWebにつ

いては少しバラツキがあるが裏当材側へ約1.5mm凸に発生した上記の①②③共ほぼ予測した通りであり③についても道路橋示方書の基準値以下に収まっている。

5. あとがき

SM570Qの厚板において予熱なしで溶接施工を行っても、十分な管理及び適切な溶接施工を行えば機械的性能の良好な継手が得られることがわかった。一方、溶接時の変形は微小であった。今後は更に能率を向上させるため、WebのEGWに対して70KJ/cm以上の大入熱溶接が可能な鋼材を使用検討している。

表7 収縮量測定結果(単位mm)

	A	B	平均
U-Flg	-1.8	-2.0	-1.9
L-Flg	-2.3	-2.3	-2.3
Web	-1.8	-1.8	-1.8
平均	-2.0	-2.0	-2.0

対象	鋼種 (板厚)	溶接 方法	判定 基準 Hv(10)	試験結果 Hv	50	100
U-Flg	SM520B	GMAW	≤370	297	292	268
L-Flg	SM570Q	GMAW	≤370	302	289	243

表6 溶接継手性能試験結果

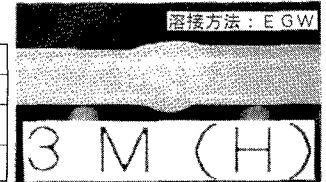


写真1 Webマクロ試験片

溶接試験 種類	材 質 (板 厚)	引張試験 N/mm ²		型 曲 げ 試 験		衝 撃 試 験 J		マクロ硬さ試験		放射線透過検査及び超音波探傷検査	
		基準値	試験結果	基準値	試験結果	基準値	試験結果	基準値	試験結果	基準値	試験結果
溶接試験 種類	SM520B (34)	520以上	605 (602) 605 (603)	割れ	溶接金属部 V ₀ 43.4 27以上 (69.3)	3号の平均値 118.7 (124.0)	マクロ欠陥 Hvmax ≦370	溶接金属部 RT 2級以上 AUT2級以上	RT 1級 (1級) AUT1級 (1級)		
	SM570Q (47)	570以上	649 (648) 652 (647)		溶接金属部 V ₀ 47以上	3号の平均値 118.7 (124.0)		溶接金属部 RT 2級以上 AUT2級以上	RT 2級 (1級) AUT1級 (1級)		
	SM490YA (14x15)	490以上	606 608		なし	基準値なしの 点、多量。		3号の平均値 66.6	溶接金属部 RT 2級以上 AUT2級以上	RT 1級 (1級) AUT1級 (1級)	
	SM490YA xSM570Q (15x16)	490以上	601 605		なし	基準値なしの 点、多量。		3号の平均値 43.4	溶接金属部 RT 2級以上 AUT2級以上	RT 1級 (1級) AUT1級 (1級)	

表8 曲り測定結果(単位mm) ()内は100℃予熱を行ったもの。

Web曲り		溶 接 前	L-Flg溶接後	U-Flg溶接後	Web溶接後(溶接完了)	拘束材ボルト開放後
Web上	⑦	25.0	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)
	④	25.0	24.5 (-0.5)	24.5 (-0.5)	25.0 (0)	25.0 (0)
	⑦	23.0	23.5 (+0.5)	23.0 (0)	24.5 (+1.5)	24.0 (+1.0)
	⊕	25.0	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)
Web中	⑦	25.0	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)
	④	23.0	23.5 (+0.5)	24.0 (+1.0)	24.5 (+1.5)	24.0 (+1.0)
	⑦	22.5	23.0 (+0.5)	23.5 (+1.0)	24.5 (+2.0)	24.0 (+1.5)
	⊕	25.0	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)
Web下	⑦	25.0	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)
	④	25.0	25.5 (+0.5)	25.5 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)
	⑦	25.0	25.0 (0)	25.0 (-0.5)	25.0 (0)	25.0 (0)
	⊕	25.0	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)	25.0 (0)

()内数値は溶接前との差を示す。

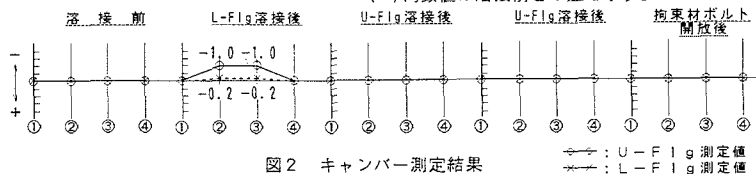


図2 キャンパー測定結果