

I-409

箱桁の現場全断面溶接施工方法試験

首都高速道路公団 正員 湯田坂幸彦
竹鼻淳志
株式会社宮地鐵工所 森下統一
株式会社横河ブリッジ 倉本達雄

1 まえがき

高速湾岸線B Y 5 5 1工区上部工は8径間連続の非合成鋼箱桁橋であり、支点上に配置した横梁に主桁を剛結する構造である。横梁と主桁の交差部は非常に大きな断面力が生じ、高材質（SM570）高板厚（ $t = 40\text{mm}$ 程度）の断面となっているが、輸送上から横梁幅寸法が規制されるため、一部の主桁現場継手は箱桁全断面溶接継手とした（図-1）。実施工に先立ち実物大試験体による施工試験を行い、溶接の施工性・機械的性質・変形の確認、RT（放射線透過試験）とAUT（超音波自動探傷試験）の比較等を行った。またテーパ状にルートギャップを変化させた試験体を溶接し、ギャップ量の限界を確認したので報告する。

2 施工試験体形状

図-2に示す実物大試験体を製作し施工試験に供した。なお施工区分によって下フランジの溶接工法が異なるため（箱桁外側からの上向き溶接と、内側からの下向き溶接）それぞれ施工確認を行うものとし、試験体は2体とした。

ギャップ量の限界確認試験体は目違い（板厚方向のずれ）を2mm付けた上に2～14mmのテーパギャップをもつ試験体とした。形状を図-3に示す。

3 溶接施工

- ① 上フランジとウェブはPICOMAX溶接機を用いた下向きおよび立向きCO₂自動溶接で施工し、下フランジはA試験体をOH-AUTO溶接機を用いた上向きMAG自動溶接、B試験体を箱桁内より下向きCO₂溶接で施工した。
- ② 下フランジの溶接法・溶接条件を表-1に示す。なおB試験体は溶接法が異なる下フランジのみを示した。
- ③ 溶接順序は両試験体とも上フランジ→下フランジ→ウェブ（両ウェブ同時溶接）とした。溶接は全てガスシールド片面裏波溶接である。

表-1 溶接条件（実物大試験体）

継手箇所	溶接方法	溶接材料	パス	電流(A)	電圧(V)	速度(cm/min)	入熱量(KJ/cm)	積層図
A試験体	上フランジUF	YB-60C	1	230	29	12	33	
			2	270	33	18	14	
			26	310	38	50	35	
			27	300	38	40	14	
			32	300	38	40	17	
			32	300	38	40	17	
	下フランジLF	DXA-60B	1	160	17	5~6	33	
			2	200	24	18	9	
			39	240	24	37	18	
			40	220	24	50	6	
			48	220	24	50	6	
			48	220	24	50	6	
	ウェブWL, WR	SF-60L	1	170	24	5.5	44	
			2	210	27	6	37	
			8	230	30	10	61	
			9	190	26	9	27	
			11	200	28	12	36	
			11	200	28	12	36	
B試験体	下フランジLF	SF-60L	1	200	30	13	28	
			2	290	36	15	29	
			13	340	40	28	54	
			14	320	40	15	29	
			15	320	40	18	54	
			15	320	40	18	54	

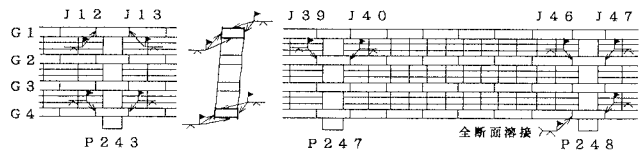


図-1 現場溶接継手箇所図

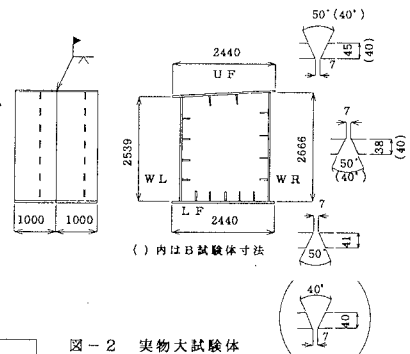


図-2 実物大試験体

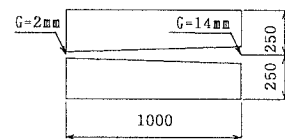


図-3 ルートギャップ限界試験体

4 試験結果

- ① 機械的性質の試験結果を表-2に示す。SM570Q材の溶接継手として、引張り・曲げ・衝撃・硬さ及びマクロ試験の結果は全て良好であった。
- ② 溶接線全長をRTとAUT（JIS Z 3060 L検出レベル）にて検査した結果全て1級であり合格した。なおRTで検出された微小な第1種欠陥はAUTでは検出されていない。断面マクロにて確認した結果小さな単独のブローホール（ $1.0 \sim 2.2\phi$ ）であった。
- ③ 溶接による変形量の測定結果を図-4（横収縮量）、図-5（面外変形量）に示す。全溶接後の横収縮量は平均2.5mm程度であった。また面外変形量は最大6mm程度生じたが、板の平面度の規格値を十分満足する値である。実橋は拘束力が大きいため、現場溶接後の面外変形量は試験体に比べ小さい量になると思われる。なお下フランジは上向きと下向き溶接の違いによりA試験体とB試験体では変形の方法が逆となっている。
- ④ ルートギャップの限界確認試験では、4mm（一部2mm）から12mmの範囲で良好な片面裏波溶接が行えた。上向き溶接のギャップ4mmと12mmのマクロ写真を写真-1に示す。

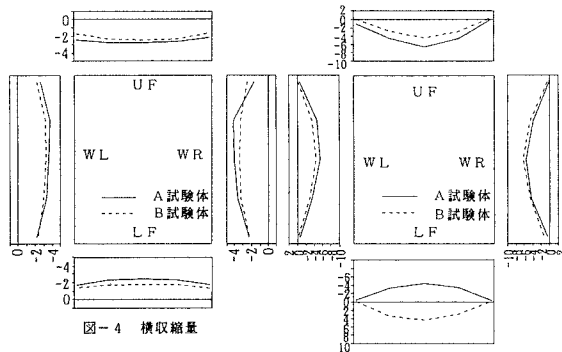


図-4 横収縮量

板の平面度許容値 フランジ：14mm
ウェブ：10mm

図-5 面外変形量

5 まとめ

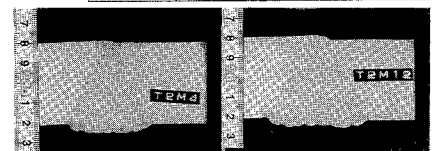
- ① SM570を用いた厚板の箱断面部材の現場溶接を採用するにあたり、実物大試験体により全断面溶接に伴うフランジ・ウェブの各姿勢における溶接工法を確認した。溶接の施工性・品質等に問題はなく、各溶接法とも良好な結果が得られた。なお下フランジの溶接は施工会社の経験に基づき、各々の溶接法で施工することとする。
- ② 溶接による収縮を同一径間内で吸収するため、架設では隣接する高力ボルト接合継手を解放しておき、溶接完了後に締結することとする。横取り架設を行う桁の溶接部（1箇所、他はベント工法）は横取り後に開先形状を確認する必要がある。なおルートギャップの限界を試験で求めた。
- ③ AUTとRTは同じ等級結果が得られたが全て1級である。本工事では特別に現場においてもAUTとRTの両方の検査を行いデータを取る予定である。

6 あとがき

実物大断面の箱桁試験体による、溶接施工方法試験を行い良好な結果が得られた。以上の成果をもとに箱桁全断面の現場溶接を施工する予定である。

表-2 機械的性質の試験結果

		A 試験体		B 試験体	
引張試験：引張強さが母材の規格値(570~720 N/mm ²)以上					
対象 継 手	引張強さ (N/mm ²)	破断 位置	引張強さ (N/mm ²)	破断 位置	
上フランジ	679	母材	—	—	
	676	母材	—	—	
下フランジ	675	母材	633	母材	
	673	母材	638	母材	
ウェブ	673	母材	658	母材	
	675	母材	644	母材	
型曲げ試験：原則としてき裂が生じてはならない					
対象 継 手	試 験 結 果	試 験 結 果			
上フランジ	欠 陥 な し	—			
	欠 陥 な し	—			
下フランジ	欠 陥 な し	欠 陥 な し			
	欠 陥 な し	欠 陥 な し			
ウェブ	欠 陥 な し	欠 陥 な し			
	欠 陥 な し	欠 陥 な し			
衝撃試験：溶着金属で母材の規格値(≧47J)以上(3個の平均値)					
対象 継 手	試験 温度	シャルピー [®] -吸収 エネルギー ^① (J)	試験 温度	シャルピー [®] -吸収 エネルギー ^① (J)	
上フランジ	-5℃	140	—	—	
下フランジ	-5℃	124	-5℃	117	
ウェブ	-5℃	72	-5℃	108	
マクロ試験：欠陥があってはならない					
対象 継 手	試 験 結 果	試 験 結 果			
上フランジ	欠 陥 な し	—			
下フランジ	欠 陥 な し	欠 陥 な し			
ウェブ	欠 陥 な し	欠 陥 な し			
硬さ試験：Hv ≦ 370					
対象 継 手	最高硬さ (Hv)	最高硬 さ位置	最高硬さ (Hv)	最高硬 さ位置	
上フランジ	247	DEPO	—	—	
下フランジ	264	DEPO	248	DEPO	
ウェブ	289	DEPO	286	DEPO	



ギャップ4mm ギャップ12mm

写真-1 マクロ写真