

すみ肉溶接部への接着剤塗布による疲労寿命の延命に関する実験的研究

鹿 島

水田博昭

(株)横河ブリッジ

石井博典

大阪工業大学工学部

椎屋英孝

ショーボンド建設(株)

加藤暢彦

大阪工業大学工学部

吉川 紀

(財)阪神高速道路管理技術センター

○ 石崎嘉明

1. はじめに

高架構造物の標識柱基部、照明柱基部のすみ肉溶接部に疲労によって考えられるきれつが発生している。そこで、すみ肉溶接部へ接着剤塗布をすることによる発生応力低減効果、および疲労強度向上効果を確認するため静的ならびに疲労実験を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2. 1 静的载荷試験

接着剤塗布による応力低減効果を確認するため、応力非伝達タイプのすみ肉溶接部に接着剤を塗布したものと接着剤を塗布しないものに静的载荷試験を実施した。

試験体の形状を図一1に示す。試験体の表面をブラスト処理した後、1体はアセトンで清掃し接着剤を塗布した。使用した接着剤は2液性エポキシ樹脂接着剤である。溶接止端部に応力が集中するため、疲労きれつが溶接止端部から発生すると予測した。このため溶接止端周辺を幅80mm すみ肉溶接が6mmであるため、樹脂の厚さは8mmで被覆した。

試験体には図一2に示す位置にひずみゲージを貼付し、溶接部近傍のひずみと一般部のひずみを測定した。ホットスポット応力を確認するため、各試験体1カ所については応力集中ゲージを貼付した。

2. 2 疲労試験

接着剤被覆による疲労強度向上効果を確認するため、表一1に示す条件で疲労試験を行った。

表一1 疲労試験条件

試験荷重	最小荷重 [kN]	10
	最大荷重 [kN]	120
	荷重変動 [kN]	110
応力	断面荷重 [MPa]	109.0
	公称応力範囲 [MPa]	10.2
破断予想繰り返し数 [万回]	JSSC-E	87
	JSSC-F	52
	JSSC-G	24
	JSSC-H	13
試験時間 [時間]	JSSC-E	54
	JSSC-F	29
	JSSC-G	13

※ 試験周波数5Hz

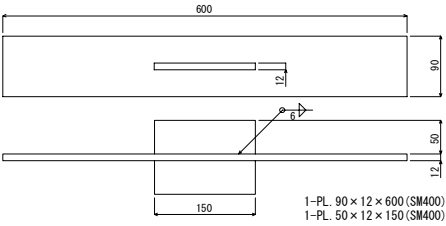
3. 実験結果

3. 1 静的载荷試験結果

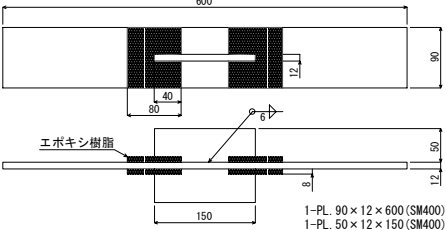
静的载荷試験結果を表一2、図一3に示す。

表一2 静的载荷試験結果 (△P = 110 kN)

ゲージ 位置	試験体	試験体1 (樹脂なし)		試験体2		比率 ②/①		
		ひずみ [σ-σ]	応力 [MPa]	②の樹脂あり				
				ひずみ [σ-σ]	応力 [MPa]			
CH001	N1	475	86	488	88.88	97.4	—	
CH002	N2	484	88.8	474	84.82	95.8	—	
CH003	N3	488	87.8	482	88.34	98.0	—	
CH004	N4	488	87.8	↑	0.22	88.0	—	
CH005	B1	814	122.8	820	124.08	573	114.8	0.92
CH006	B2	858	111.2	853	110.88	571	114.2	1.03
CH007	ES-1	630	128	703	140.58	682	138.4	0.97
CH008	ES-2	602	120.4	618	137.5	631	127.2	0.88
CH009	ES-3	588	118.8	650	130.02	633	128.8	0.97
CH010	ES-4	584	118.8	628	125.82	573	114.8	0.91
CH011	ES-5	573	114.8	618	123.88	578	115.2	0.98
CH012	B4	573	114.8	548	108.58	551	111.2	1.01

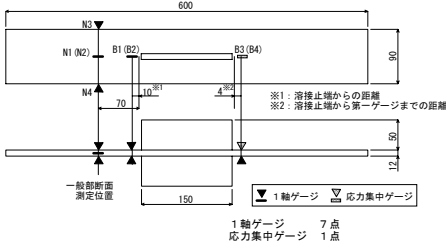


(1) 試験体1 溶接継手試験体

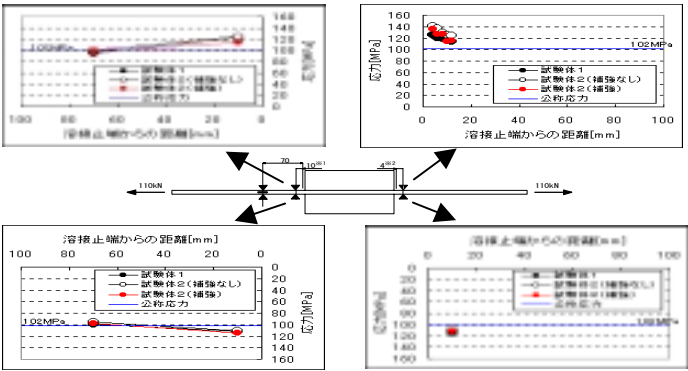


(2) 試験体2 接着材併用継手試験体

図一1 試験体形状



図一2 測定位置



図一3 静的载荷試験結果 (△P = 110 kN)

Key Word : すみ肉溶接, 接着剤, 疲労試験

〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 工学部 土木工学科 橋梁研究室

Tel/Fax : 06-6954-3315

試験体の一般部の測定応力（N1～N4）は公称応力値の102Mpaにほぼ等しかった。試験体による差や測定位置による差は小さかった。溶接部より10mmの位置では応力が集中しており、公称応力値の約1.2～1.3倍程度の応力が発生していた。接着剤塗布により、溶接近傍の応力は若干減少する傾向は見られるもののその効果はごく僅かであった。

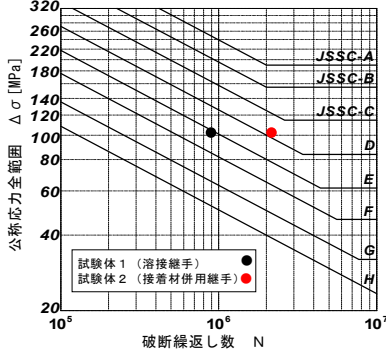
次に、各試験体のホットスポット応力測定結果を図－4に示す。ここで、溶接止端部におけるホットスポットは、溶接止端より4mmの位置と10mmの位置の測定応力から外挿して求めた。試験体1と試験体2では若干の差が見られるが、溶接止端形状に起因する誤差であると考えられた。試験体1のホットスポット応力は131MPaであった。試験体2では接着剤塗布前後で差は見られず、塗布前後ともホットスポット応力は151MPaであった。

このように、静的な载荷に関しては接着剤の効果はほとんどないことが確認された。これは、接着剤の弾性係数（ $3.0 \sim 7.0 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ ）が鋼の弾性係数（ $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ ）の $1/30 \sim 1/70$ 程度と小さいことが原因であると考えられる。

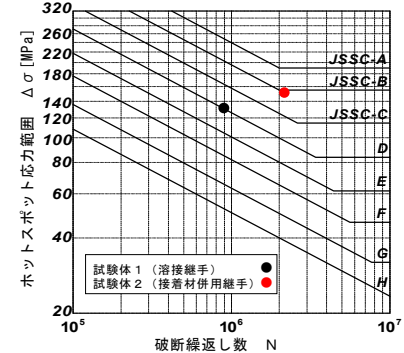
3. 2 疲労試験結果

疲労試験結果を表－2に、公称応力で整理したS-N線図を図－5、ホットスポット応力で整理したS-N線図を図－6に示す。

表－2 疲労試験結果					
	最小荷重 [kN]	最大荷重 [kN]	荷重範囲 [kN]	断面積 [mm ²]	公称 応力範囲 [MPa]
試験体1 (補強なし)	10	120	110	1080	102
試験体2 (接着材併用)	10	120	110	1080	102



図－5 S-N線図（公称応力）



図－6 S-N線図（ホットスポット応力）

公称応力で整理した場合、試験体1（無被覆）はS-N曲線でJSSC-E等級の設計曲線上付近、一方の試験体2（接着剤被覆）のS-N曲線ではJSSC-D等級の設計曲線上になった。接着剤併用継手の疲労寿命は樹脂無しすみ肉溶接継手の疲労寿命の2.4倍程度となり、疲労強度はJSSC疲労強度等級で1ランク程度高い結果となった。

ホットスポット応力で整理した場合、試験体1（無被覆）のS-N曲線ではJSSC-D等級の設計曲線上付近、一方試験体2（接着剤被覆）ではS-N曲線ではJSSC-B等級の設計曲線上付近となった。つまり、疲労強度はJSSC疲労強度等級で2ランク程度高い結果となった。

4. おわりに

今回実施した実験では試験体が無被覆、接着剤被覆各1体と試験体数が少ないため、疲労強度が向上した理由を厳密に言うことはできない。このため、今後の課題として試験体の数を増やし同様の試験を行う必要がある。試験体の数を増やすことで、疲労強度向上の理由が解明できるかもしれない。

また、モルタルなど経済的に安価な素材を用いた場合、同じように疲労強度が向上するのか、などの検討も必要である。

実用化という点では、今回使用した接着剤は硬化後不透明であるため、きれつが発生してもきれつが目視で確認することができない。硬化後に透明になる接着剤もあるが、今回用いた接着剤よりも弾性係数が低いため、どの程度疲労強度が向上するのかかわからないが実用化するためにはこれらの接着剤についても検討すべきである。今後、継続的に研究を進め、これらの課題を検討していく予定である。

参考文献

1)(社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版(株)，1993年
2)(社)日本道路協会：鋼橋の疲労，1997年