

異なる実腐食凹凸面と鋼板接着効果に関する基礎的実験

構造工学研究室 園田政和

1. はじめに

現在、我が国は高度経済成長期に建設された多くの橋梁の劣化が問題となっており、今後は維持管理が重要となる。鋼橋の腐食は、桁端部において最も多く発生し、その損傷も激しい。よって、鋼橋の適切な維持管理を行っていく上で、腐食凹凸面の状態に応じて適切な補修方法を選定することが必要となる。そこで本研究では、異なる実腐食凹凸を有する鋼板試験体に鋼板接着工法を適用し、その補修効果を検証した。

2. 腐食分類方法

2.1 試験体

写真1に試験体を示す。試験体は腐食劣化により撤去した実鋼桁から切り出した実腐食鋼板を用いた。試験体の製作は実腐食鋼板を5号試験片に60体加工した。

2.2 腐食分類方法

腐食試験体に対してレーザー計測を行い、平均腐食深さと腐食深さの標準偏差を求め、腐食分類を行った。図1に78体の腐食分類を示す。分類は、標準偏差が0から0.5未満の一樣腐食形状のグループ1、標準偏差が0.5から1.0未満の局部腐食形状と一樣腐食形状が混合しているグループ2、標準偏差が1.0から1.5未満の局部腐食形状の腐食グループ3、標準偏差が1.5以上の腐食グループ4とした。試験体の計測には、写真2のレーザーシステムとレーザー変位計（基準距離80mm、測定範囲±15mm最小表示単位0.01μm）を用いた。

3. 補修効果確認実験

3.1 試験体の選定

図1の腐食分類の中から、腐食グループ1、2、3の13体を選定した。表1にその試験体パラメータを示す。

試験体の表面処理としてNo1から11はColdSpray工法を用いたSZ処理、No12,13はブラストをしたものを用いた。

3.2 鋼板接着方法

補修材として板厚2.3mmの鋼板を使用し、エポキシ系接着剤で接合した。腐食凹凸の不陸形成として金属パテとポリウレアパテを用いた。表2に接着剤、2種類のパテの仕様を示す。写真3は補修試験体である。



写真1 腐食試験片 (板厚 9.0 mm相当)



写真2 レーザーシステムとレーザー変位計

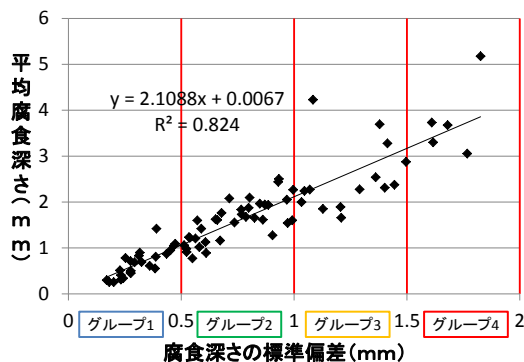


図1 腐食分類

表1 試験体パラメータ

試験体名	腐食グループ(Co)	平均腐食深さ	腐食面処理	腐食凹凸の整形	補修材			
Co1/SZ-①	1	1.1	SZ処理	無し	鋼板 (SS400,t=2.3)			
Co1/SZ-②		0.4						
Co1/SZ-③		0.3						
Co1/SZ-④		0.6						
Co1/SZ-⑤		0.5						
Co2/SZ-①	2	1.9						
Co2/SZ-②		1.6						
Co2/SZ-③		0.9						
Co2/SZ-④		1.0						
Co2/SZ-⑤		1.1						
Co3/SZ	3	1.9						
Co2/BMP	2	1.7				ブラスト (B)	金属パテ (MP)	
Co2/BPP		1.8					ポリウレア (PP)	

表2 使用したパテ材と接着剤の仕様

項目	金属パテ材	ポリウレアパテ材	エポキシ系接着剤
弾性係数(N/mm ²)	22~23	68	1000
引張強度(N/mm ²)	5.83	11	45

3.3 引張試験方法

引張試験は写真4に示す2000kN万能試験機を用いて、荷重、ひずみ、変位の計測を行った。

また、剛性の異なる材料で合成された鋼材の剛性は次式より算出した。

$$P/\Delta = E_s(t_s b_s + 2t_m b_m E_m / E_s) / L \dots \dots \dots \text{式 (1)}$$

ここで、P：荷重、 Δ ：変位、 E_s ：鋼の弾性係数、 t_s ：鋼の板厚、 b_s ：鋼の幅、 t_m ：補修材の板厚、 b_m ：補修材の幅、 E_m ：補修材の弾性係数、L：評点間距離である。変位は $\Delta = \epsilon L$ (ϵ ：鋼材ひずみ)で算出を行った。

3.4 引張試験結果

図2に無補強と薄鋼板補修後の剛性比較の一例を示す。図3に各パラメータ1本ずつを例として荷重-ひずみ曲線を示す。

腐食グループ1は、無補強と比べて剛性および降伏荷重共に大きくなり、補修効果がみられた。これは腐食凹凸が小さいものは薄鋼板接着により補修効果があると考えられる。また、平均腐食深さが1.1と大きいものは健全の降伏規格が性能回復できていない。

次に、腐食グループ2,3は腐食凹凸が1.6から1.9mmと大きくなるほど、鋼板接着の補修効果がない。腐食凹凸が0.9から1.1mmのものは無補強のものより剛性が高く補強効果があるが健全の降伏耐力まで性能回復できていない。腐食2-BPPの挙動は剛性と強度共に低くなっている。これについては今後、原因の究明を行う。

図4は縦軸に健全の降伏耐力に対する補修後の降伏耐力の増加率を示し、横軸に平均腐食深さとの関係を示す。これより相関係数は0.4程度とばらつきが大きい結果となった。今後は試験体数を増やして相関性を評価していく。

4. まとめ

本実験より、腐食凹凸の平均腐食深さが0.5mm付近と小さいグループ1（均一腐食）の範囲では、補修効果を得られた。また、腐食凹凸の平均腐食深さが0.9から1.1mmのものは補修効果があったが健全相当まで性能回復しない。一方、腐食凹凸の平均腐食深さが2.0mmに近くなるにつれ補修効果が得られない実験結果となった。

参考文献)

島袋秀也：腐食減厚した鋼部材の性能回復に関する研究、修士（工学）学位論文

利光崇明：腐食鋼I桁におけるせん断耐荷力の回復技術に関する実験的研究、修士（工学）学位論文



写真3 補修後試験体

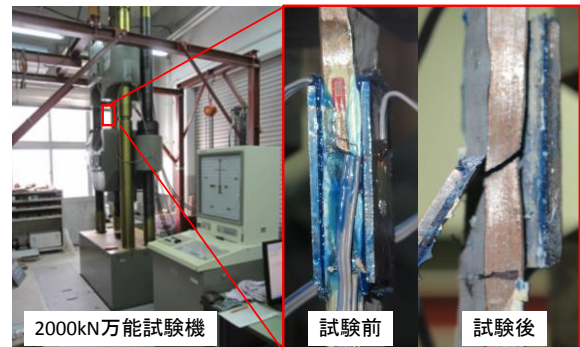


写真4 2000kN 万能試験機と設置と破断

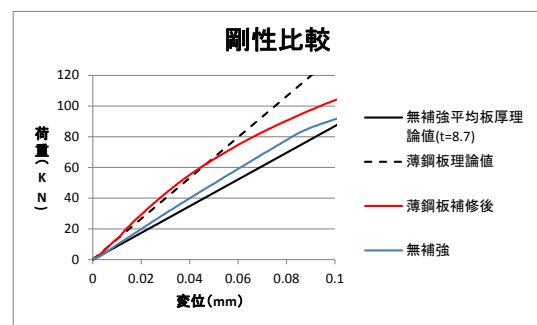


図2 剛性比較 (例)

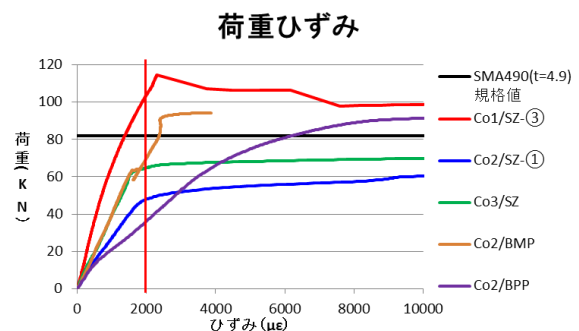


図3 降伏荷重比較 (例)

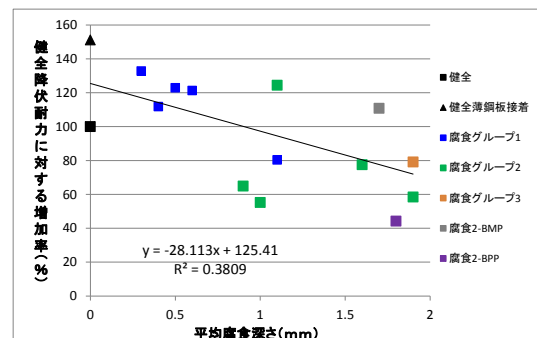


図4 健全の降伏耐力に対する補修後の降伏耐力の増加率と平均腐食深さの関係