

当て板補強による腐食鋼板の性能回復技術に関する研究

広島大学大学院 学生会員 ○森下 太陽
広島大学大学院 正会員 藤井 堅

コニシ株式会社 正会員 若原 直樹
広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治

1. 背景・目的

高度経済成長期に整備された多数の社会資本が老朽化し、安全を脅かすような重大損傷が現れはじめている。他方、現在の厳しい財政状況下に鑑みると、今後は容易に橋梁を新設するのは難しい状態にある。したがって、適切な維持管理による橋梁の長寿命化が強く要求されている。本研究では、腐食した鋼構造物に対して、接着剤を用いた当て板補強による性能回復効果の確認とともに、性能回復技術の定量的な評価をすることを目的とする。このとき、接着剤は、腐食表面の凹凸形状を埋めて母材から当て板へのスムーズな応力伝達を期待している。

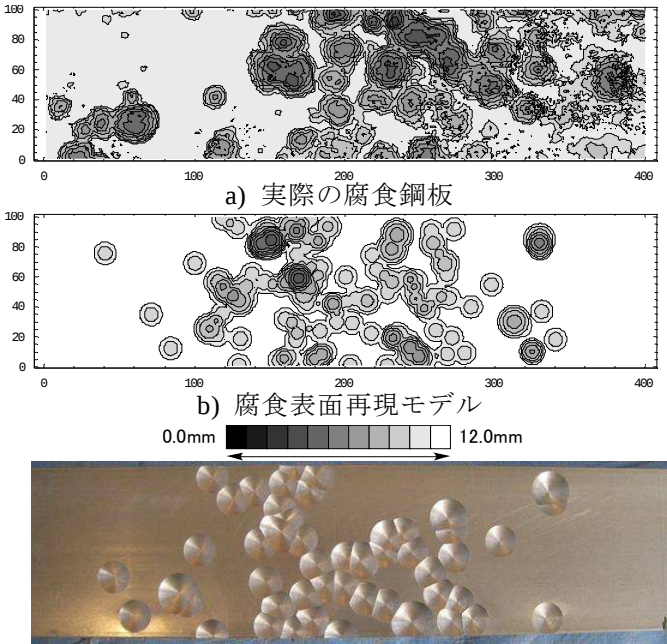
2. 試験概要

筆者らは、図-1 に示すように、すでに鋼板の腐食表面凹凸形状を人工的に再現するモデルを開発している^{1,2)}が、これを用いてマザーマシンのドリル径及び掘削深さを制御して鋼表面を削孔すると、鋼板上に図-1c) に示すように、同じ模擬腐食形状を有する鋼板を多数作成できる。今回は、この腐食を模擬した鋼板(母材)を用いて、接着剤による当て板補強の性能回復効果の定量的確認実験を行った。母材は、長さ 1m、幅 100mm、板厚 12mm で、その中心付近に長さ 400mm の領域に腐食表面を作成した(図-1 参照)。腐食表面は、約 100 年間経年した桁橋の腐食表面形状計測結果に基づいて作成した。表-1 に、供試体母材の模擬腐食板厚と実腐食部材の計測結果を比較して示す。

補強用の当て鋼板は、母材の両面に配置することとし、母材の最小断面積位置の減肉した断面積を補うよう板厚 2.3mm とし、接着領域は、その位置を中心として長さ 500mm、幅 100mm とした (図-2 参照)。試験条件は、無腐食の No.1 供試体、無補強(腐食表面再現)の No.2 供試体、当て板-接着剤で補強した No.3 供試体、当て板-接着剤-ボルトで補強した No.4 供試体、の 4 条件とした。

接着剤は、2 液混合型金属接着用エポキシ樹脂系接着剤である(写真-1)。この接着剤は常温硬化型で接着強さが大きく、揺変性があり、塗布作業が容易である。

載荷は、供試体両端に引張力を漸増させ、最高荷重後に除荷・再載荷を、供試体が破断するまで繰り返した。



c) 実鋼板への腐食表面再現
図-1 腐食表面の再現

表-1 各統計量

	最小断面積	最小板厚	測線の パワースペクトルピーク
	mm ²	mm	
実際の腐食鋼材	854.6	3.8	0.43
再現モデル	860.9	3.8	0.43

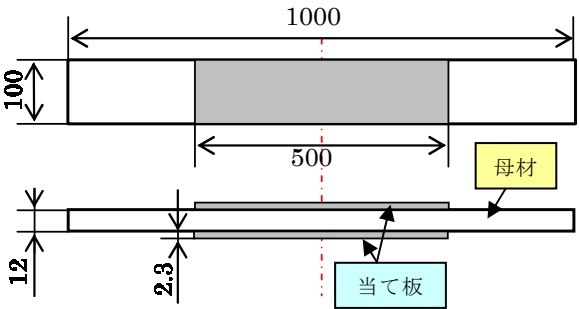


図-2 供試体図 (例: No.3 供試体)



写真-1 接着剤 (混合後)

3. 引張載荷試験結果

最高荷重を表-2 に示す。No.1 供試体(無腐食)と比較すると補強のない No.2 供試体は約 30%近く低下しているが、これは、表-1 からわかるように、最小断面積位置の減肉断面積に対応している。補強した No.3, No.4 供試体の最高荷重は、無補強の No.2 よりも大きく補強効果を認められる。しかし、減肉した断面積を補っているものの無腐食供試体 No.1 の最高荷重までは達しなかった。これは、No.3, No.4 供試体の破壊は写真-2 で示すように、母材のみが破断し、当て板は破断しなかったことから、接着剤層が部分的に剥離あるいは変形し、終局状態では当て板のひずみは母材破断位置のそれよりも小さかったためと考えられる。

また、No.3, No.4 供試体では、母材の破断後、軸力は、それぞれ 11.80tf, 10.95tf まで急激に低下したが、この軸力は保持されていた。これらの荷重は、当て板の降伏荷重強度(11.70tf)に対応しており、今回の試験では腐食部分に対し十分な接着面積を確保していたと判断できる。

図-3 に No.3, No.4 供試体の各荷重段階における母材と当て板のひずみ分布を示す。荷重が 60tf までは、母材と当て板のひずみ分布はどちらもほぼ同様の分布であり、この程度までの荷重に対しては十分な接着効果があると考えられる。なお、60tf では、中央のひずみに差が現れているが、これは母材最小断面付近で接着剤が剥離したため、また、当て板の両端のひずみが母材よりも小さいのは、縁端では接着効果が十分に発揮されないため、と考えられる。

図-4 に各荷重段階における母材のひずみ分布を示す。無補強 No.2 では減肉部のひずみは大きく、当て板補強した No.3, No.4 では、No.2 より小さく、補修効果が認められるものの、図-4 からは、今回の当て板の板厚では、無腐食の状態までひずみを低減させるのは難しいように見える。

4. 結論

1) 同じ腐食表面をもつ供試体を、人工的に複数作成することで、当て板補強による性能回復効果を定量的に調べることを可能にした。

2) 静的引張載荷試験を行った結果、接着剤を用いた当て板補強は、荷重伝達性能も改善でき、強度も改善できることがわかった。

表-2 試験結果

試験回数	最高荷重 [tf]	
	1回目	供試体破断後
No.1(腐食なし)	77.84	
No.2(腐食表面再現)	53.99	
No.3(当て板補強)	70.74	11.80
No.4(当て板+ボルト補強)	70.38	10.95



写真-2 破断後

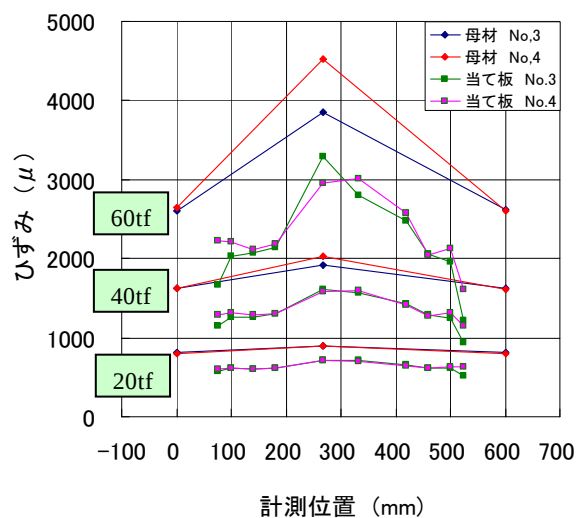


図-3 母材と当て板のひずみ分布

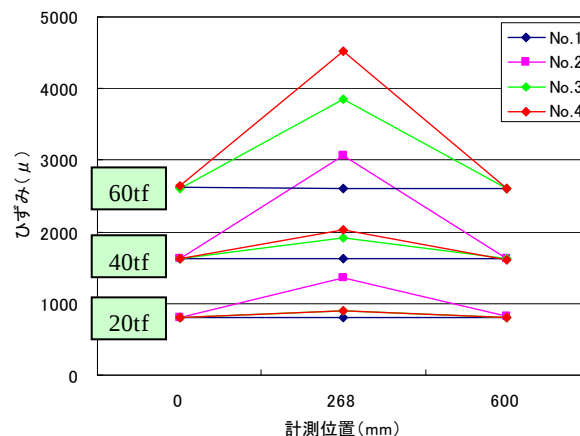


図-4 母材のひずみ分布

謝辞

本研究を進めるにあたり、(社)日本鉄鋼連盟から研究助成を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 藤井ら：構造工学論文集, vol.48A, pp.1031-1038, 2002.
- 2) 藤井ら：構造工学論文集, vol.50A, pp.657-665, 2004.
- 3) 名取ら：土木学会論文集, vol.682, pp.207-224, 2001.