

鋼製橋脚補修用FRPマンホールの接着性能試験

首都高速道路(株)

正会員 ○石橋 正博

首都高速道路(株)

中野 博文

首都高メンテナンス西東京

正会員 望月 久義

1. はじめに

鋼製橋脚のマンホール部（以下MH部）からの漏水が原因と推測される写真-1のような腐食損傷が多数発生している。特に鋼製橋脚横梁天端部にあるMHは、伸縮継手からの漏水を直接受けるため腐食環境が厳しく、鋼製MH蓋の腐食と止水ゴムの劣化により横梁内へ漏水が浸入し横梁内の腐食を発生させている。鋼製横梁天端MH部の腐食対策としては、これまで腐食耐久性の高いFRP製によるMH蓋を検討し現場試験施工を実施しているが、MH蓋を鋼製横梁に固定する受部材（底部部材）が鋼製であり、横梁部に現場溶接で接合するため、作業日数がかかることが課題とされている。

そこで、底部部材のFRP化と接着接合による作業日数の向上を目的に硬化時間が短いアクリル系接着剤による接着接合を検討し、接着性能の確認試験を行った。



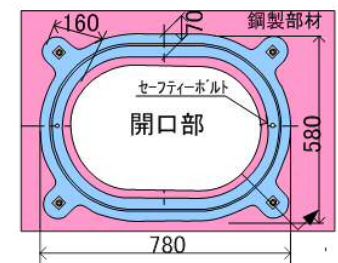
写真-1 鋼製橋脚のマンホール部損傷事例



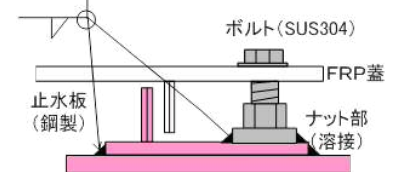
写真-2 FRP製底部部材

2. FRP製の底部部材

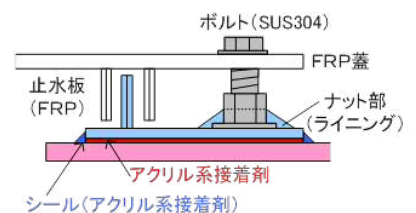
これまでMH蓋の受部材（底部部材）については、図-2(1)に示すようにMH開口部周辺にCT形の鋼製止水板及び蓋を固定するナットを現場溶接で固定する構造としていた。今回提案するFRP製の底部部材は、写真-2、図-2(2)に示すように従来と同様にMH開口部周辺にCT形の止水板を設ける構造とし、MH蓋の固定構造は、耐食性に優れたステンレス製ナットの底部に抜け出し防止のPLを溶接しライニング（FRP繊維シートを樹脂で含浸）で固定する構造とした。表面は紫外線対策としてトップコートを、またフェールセーフ構造として鋼製横梁と2箇所ボルトで固定する構造とした。なお、部材寸法は現地計測後に決定する。底部部材の重量は約3.0kg（FRP蓋は約6.6kg）と非常に軽量であり、接着剤の厚さ2mm（±1mm）管理方法として、底部部材の裏面に2mmのスペーサを事前に接着することとした。



底部部材平面図



(1) 固定構造（改良前）



(2) 固定構造（改良後）

図-2 底部部材概要図

3. 接着剤及び接着性能試験

鋼部材とFRP部材との接合材料としては、2液混合の硬化型エポキシ樹脂を利用することが多い。しかし接着剤が硬化するまでに1日程度間隔を空ける必要がある。そこで作業日数の短縮を図るため、硬化時間が1～2時間程度と短く、早期に接着強度が発現する接着材料として、今回アクリル

キーワード 腐食, マンホール, FRP材料, 接着接合, アクリル樹脂材料

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町2-16-3 首都高速道路(株)東京西局 土木保全設計課 TEL 03-3264-8514

ル系接着剤を試験的に用いることとした。底部部材の接着剤の必要な引張せん断接着強度として 1.0MPa 以上と設定し、接着強度試験と、経年劣化に対する接着強度の低下については、複合サイクル試験で確認した。

4. 接着性能試験結果

引張せん断強度試験は、図-2 に示す試験で行った。引張せん断強度試験の結果を表-1 に示す。引張せん断強度は十分な強度を有していることが確認された。また破壊形態は全て接着剤層内で破壊が起こる凝集破断であった。

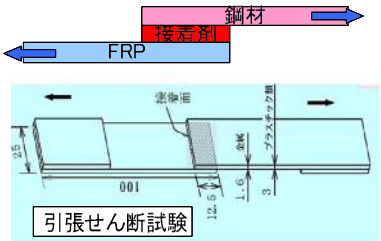
経年劣化による性能低下を確認する促進試験は 100 サイクル毎で引張せん断強度試験を行った。試験ケース及び各試験体数を表-2 に示す。試験ケースとして鋼材の防食方法の違いによる接着性能について確認した。参考までに FRP 同士の接着性能も実施した。複合サイクル試験は、塗料の一般試験方法である JIS K 5600-7-9 を適用した。1 サイクル 6 時間、1 日 4 サイクル (200 サイクルで 1200 時間) で最大 700 サイクルまで実施した。試験結果を表-3 及び図-4 に示す。各試験ケースとも 600 サイクル以降でも必要なせん断接着強度である 1.0MPa 以上を有することが確認された。低下傾向については、Case1 は 600 サイクル以降に接着性能で初期値 0 回に比べ約 46%の低下が見られた。この傾向を線形予測すると、約 1350 サイクル (約 20 年) で必要引張せん断強度の約 1.0MPa 以下になると推定される。Case2 及び Case3 は、接着性能の低下は見られず保持している。防食方法の比較では、鋼材面をケレン後に防食を事前に施す Case2 が良いことが確認された。

5. まとめ

今回、鋼製橋脚内部の腐食対策である鋼製マンホール構造について、作業時間の改善を目的に、FRP 製底部部材及びアクリル系接着剤による接着接合を検討した。その結果、以下のことが確認できた。

- ・アクリル系接着剤は、十分な引張せん断強度を有していることが確認できた。
 - ・促進腐食試験の結果、アクリル系接着剤は概ね 10 年以上接着性能を保持することが確認できた。
 - ・鋼材面に事前に防食処理した後、接着接合する方法が長期間の接着性能を保持することが確認された。
- 今後、鋼製横梁天端部の腐食したマンホールに対して試験施工を実施し、施工性を確認する。

特許第 58777926 号「橋梁用漏水防止構造およびその形成方法」



試験片 25mm×100mm 接着面 25mm×12.5mm

図-2 引張せん断試験概要

表-1 引張せん断強度試験

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	平均	目標値
引張せん断強度 (Mpa)	8.92	9.25	9.03	9.52	8.87	9.12	1.0以上
破壊形態	凝集	凝集	凝集	凝集	凝集		

表-2 促進腐食試験ケース

試験ケース	試験片	接触面状況及び防食方法		試験体
Case1	鋼材-FRP	防食無し	鋼材ケレンのみ	10
Case2	鋼材-FRP	事前防食	鋼材ケレン ⇒ 防食 ⇒ 接着接合	10
Case3	鋼材-FRP	事後防食	ケレン ⇒ 接着接合 ⇒ 防食	8
Case4	FRP-FRP	-		30

- ・Case1: 鋼材(表面をケレン後)-FRPの接着接合
- ・Case2: 鋼材(表面をケレン後に超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料-FRPの接着接合
- ・Case3: 鋼材(表面ケレン後FRPと接着接合し、その上から上記塗装材料を塗布する。
- ・Case4: FRP-FRPの接着接合

表-3 促進腐食試験結果

サイクル (回数)	引張せん断強度試験結果 (Mpa)							
	Case.1		Case.2		Case.3		Case.4	
0	8.96	3	7.66	3	8.55	2	11.73	5
100	8.49	1	8.18	1	9.10	1	11.96	5
200	8.76	1	8.36	1	6.04	1	10.94	5
300	8.71	1	7.91	1	9.05	1	11.06	5
400	9.73	1	9.98	1	7.21	1	11.64	5
500	9.22	1	9.85	1	7.12	1	11.75	5
600	5.86	1	8.53	1	8.50	1	11.24	5
700	4.82	1	8.12	1	-	-	-	-
計	10		10		8		30	

(※) 複数試験体がある場合は、平均値を記載

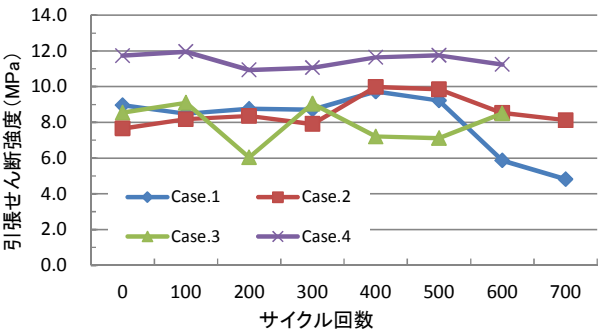


図-4 促進試験結果(低下傾向)