

コンクリート水路トンネルの内面補強に関する一提案

One Proposal about Inside Reinforcement of Concrete Waterway Tunnels

佐野 正* 中村 準**
Masashi Sano Hitoshi Nakamura

1. はじめに

建設後の経年劣化に伴い、今後、補修補強を必要とする農業用コンクリート構造物が増えると予想される。既往の調査報告¹⁾によると、補修補強の対象となった構造物は水路とトンネルが半数以上であり、補修補強が必要となった変状の種類としては風化・老朽化が半数を占めている。また、風化・老朽化による変状の内訳としてはコンクリートの硬化後に発生したひび割れが33%と最も多く、すり減りが22%でこれに続いている。

本論では、ひび割れが発生したコンクリート水路トンネル（以下、水路トンネルと称する）の内面補強に、下水道コンクリート構造物の補強工法として実績のあるFRP成型板を適用する工法を提案する。

2. FRP成型板の性能と本工法の特長

これまで、水路トンネルの内面補強には鋼板や炭素繊維シートを接着する工法が採用されている。今回提案するのは、鋼板接着の技術を応用して、ひび割れやすり減りなどにより機能低下した水路トンネルの内面に、ガラス繊維を混合した不飽和ポリエステル成型板（Type A）および炭素繊維シートをType A成型板で挟み込んだ強化成型板（Type B）を接着する工法である。成型板の物性を表-1に示す。不飽和ポリエステル成型板は厚さ4mmと薄く軽量であることに加え、高強度で耐酸性にも優れている。また、粗度係数は0.010程度であり、硬質塩化ビニル管と同等である。

本工法の特長として、成型板をコンクリート面に固定する方法に特殊ファスナーを用いている点が挙げられる。通常、鋼板接着ではアンカーボルトにより鋼板をコンクリート面に固定した後、エポキシ樹脂を鋼板とコンクリートとの隙間（約5mm）に注入するが、この方法ではボルト頭部が水路内面に突出し、水の流れを妨げる恐れがある。これに対し、特殊ファスナーを用いることで成型板表面を平滑に仕上げることができ、水理特性を損なわない補強が可能となる。また、注入用樹脂には湿潤面でも接着可能なエポキシを使用しており、水路内面の乾湿に拘わらず施工が可能である。

表-1 成型板の物性

| 成型板の種類 | 物性値 | 注入材 |
|-------------------|-------------------------------|--|
| Type A 厚さ 4 mm | 引張強度 110MPa 引張弾性係数 9.06Gpa | 湿潤面用接着剤： 弾性係数 2890MPa 引張強度 63.2MPa |
| Type B 厚さ 4 mm | 引張強度 370MPa 引張弾性係数 31.8Gpa | 引張せん断接着強さ 24.8MPa |

表-2 供試体の種類

| No. | 補強の種類 | ひび割れの有無 |
|-----|--------|---------|
| 1 | 無補強 | - |
| 2 | Type A | 無 |
| 3 | | 有 |
| 4 | Type B | 無 |
| 5 | | 有 |

* ショーボンド建設(株)補修工学研究所 SHO-BOND CORPORATION 内面補強、成型板、FRP、水路トンネル

** ショーボンド建設(株)商品開発部

3. 補強効果²⁾

ここでは、FRP 成型板による接着補強効果を RC 梁供試体の曲げ荷重試験により確認した結果について述べる。供試体の種類および梁供試体の形状寸法を表 - 2 および図 - 1 に示す。

荷重試験の結果を表 - 3 および図 - 2 に示す。表 - 3 より、Type A で補強することで最大荷重は無補強の 2 倍程度に向上し、炭素繊維シートを挟み込んだ Type B では 4 倍程度となった。図 - 2 をみると、曲げ剛性も向上し、補強効果が確認できた。また、No.2 および No.3 の供試体を例に、引張鉄筋のひずみを実測値と計算値で比較した結果を図 - 3 に示す。これより、成型板で補強した RC 部材の曲げ剛性は、コンクリートに対する成型板の弾性係

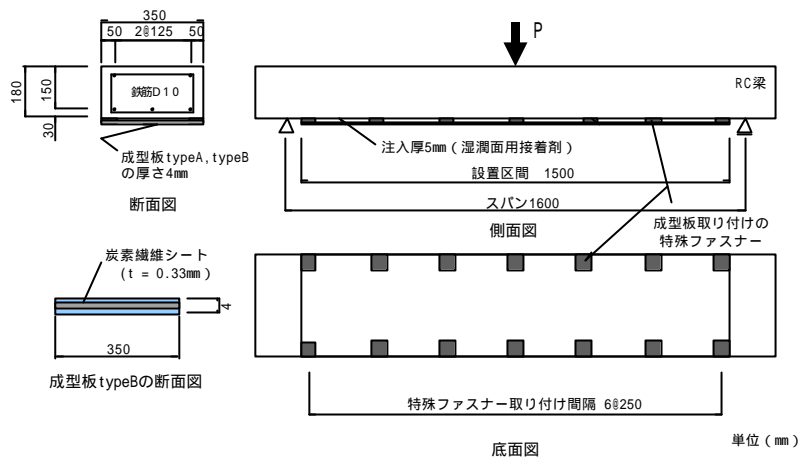


図-1 供試体の形状

表-3 試験結果

| No | 補強の種類 | ひび割れ有無 | P_{cr} | P_{max} | B / A | 破壊形態 |
|----|--------|--------|----------|-----------|-------|----------|
| 1 | 無補強 | | 18 | 38.5 | 1.0 | コンクリート圧壊 |
| 2 | Type A | 無 | 25 | 88.0 | 2.3 | 成型板の破断 |
| 3 | | 有 | | 85.0 | 2.2 | |
| 4 | Type B | 無 | 28 | 143 | 3.7 | 成型板の剥離 |
| 5 | | 有 | | 155 | 4.0 | |

P_{cr} : ひび割れ発生荷重 (kN) P_{max} : 最大荷重 (kN)

B / A : 最大荷重の比較 B: 補強後 A: 無補強

数比を考慮した通常の RC 計算により推定できることがわかる。

以上、FRP 成型板を用いた水路トンネルの内面補強工法を提案した。現在、本工法による実施工が計画されている。

参考文献

- 1) 長束 勇・甲本達也・青山咸康・野中資博・服部九二雄：農業水利コンクリート構造物の更新と維持管理，農業土木学会誌，Vol.70，No.12，pp.3-6 (2002)
- 2) 山下幸生・鈴木 宏・佐藤 誠・中村 準・佐野 正：成型板を用いた下水道コンクリート構造物の補強工法，土木学会コンクリート技術シリーズ 42，2001

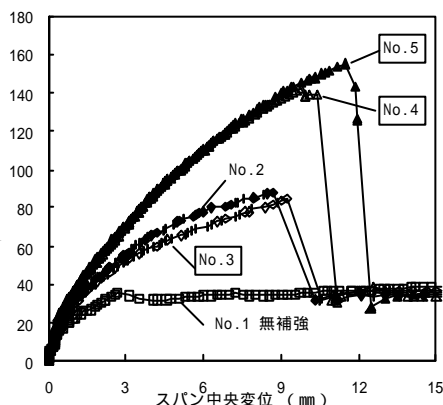


図-2 荷重 - 変位関係

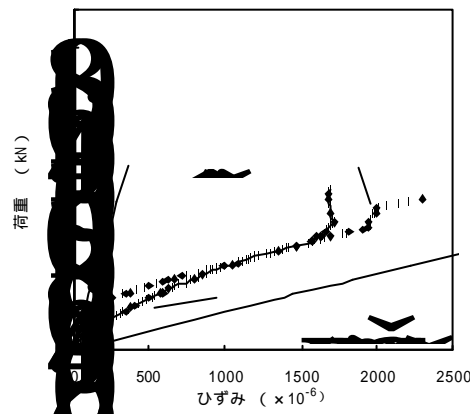


図-3 荷重 - 引張鉄筋ひずみ関係