

CFRP プレート緊張材を用いたモニタリングの適用性に関する検討

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○萩原 裕樹, 長谷 俊彦, 柴崎 晃
 ドーピー建設工業(株) 正会員 立神 久雄
 (株)国際建設技術研究所 正会員 金海 鉦
 日鉄ケミカル&マテリアル(株) 正会員 立石 晶洋

1. 背景

既設のポストテンション方式 PC 橋においては、グラウト充填不足等に起因した PC 鋼材の破断事例が報告されている。炭素繊維強化ポリマー（以下、CFRP）プレート緊張材による補強工法（写真-1）は、CFRP プレート緊張材のプレストレスと緊張材の接着により、PC 桁や RC 桁、鋼橋にも有効な補強工法として適用されている。本研究では、CFRP プレート緊張材にセンサー機能を付加し、補強用緊張材とモニタリングシステムを兼ね備えたシステムを検討している。既往の研究¹⁾では、導電性材料である CFRP プレート緊張材の電気抵抗によるひずみの検知能力について確認されており、また、CFRP プレート緊張材の電気抵抗-温度関係、電気抵抗-引張力によるひずみ関係はほぼ線形であることがわかっている。本稿では、このシステムを用いて実橋梁における PC 鋼材破断（緊張力低下）の検知の可否を確認することを目的に行った、定点疲労載荷試験機による車両走行を模擬した繰返し載荷試験について報告する。



写真-1 CFRP プレート補強工法の実施例

2. 試験概要

本試験体（図-1）は、実橋梁規模での確認を目的としたこと、試験体に設置する CFRP プレート緊張材を長さの異なるもの（2種類）としたことから試験体支間を 17.0m とした。CFRP プレート緊張材は、試験桁ほぼ全長にわたり配置するタイプ（L=14.410m）と支間中央部近傍に配置するタイプ（L=8.200m）とした。これは、長さの異なる CFRP プレート緊張材で電気抵抗値に差が生じるかの確認と長さの違いによる電気抵抗値のレンジが異なることから測定精度に差が生じるかの確認を目的とした。本試験体では 1 層目に L=14.410m のタイプ、2 層目に L=8.200m のタイプを設置した。試験体に配置する PC ケーブルは、試験桁全長にわたり配置する内ケーブル（F230TS）と支間中央部近傍に配置する外ケーブル（F50TS）とした。内ケーブル（F230TS）の緊張・除荷は PC 鋼材破断の影響が試験桁全体に及んだ場合を想定し、外ケーブル（F50TS）の緊張・除荷は、PC 鋼材破断の影響が試験桁の中央部のみに影響した場合を想定している。データ計測は定点疲労載荷試験機での 10~100kN の繰返し載荷により 1.5Hz の振動を発生させた状態で行った。これは、供用中の橋梁を計測する際のデータのバラツキが安定するデータ取得数、温度補正の精度を確認することを目的としている。

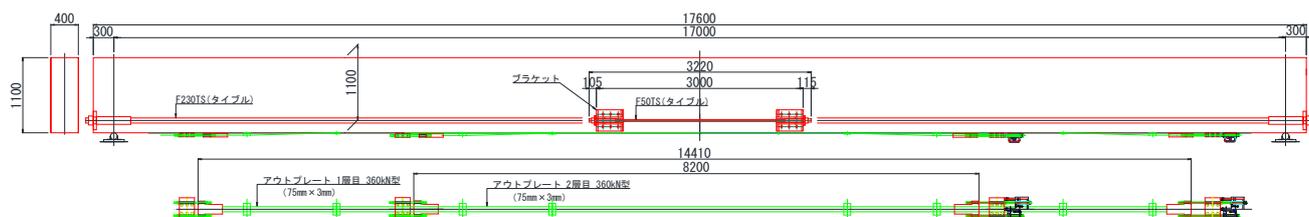


図-1 試験体

キーワード CFRP 緊張材, PC 鋼材破断, モニタリング, 電気抵抗

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所 TEL : 042-791-1943

3. 試験結果

本試験では事前は無負荷の状態の CFRP プレート緊張材の 1 層目と 2 層目の電気抵抗-温度関係を測定し、温度補正に使用した。本稿では 1 層目の試験結果について述べる。

図-2 に内ケーブルの緊張力をパラメータとした繰返し载荷中の電気抵抗-時間の関係を示す。補正前は時間の経過とともに温度が上昇した影響を受けて電気抵抗も低下し、電気抵抗の値が一定とはならず、内ケーブルの緊張力の減少の影響を判定することはできなかった。図-3 に温度補正後の電気抵抗と時間の関係を示す。温度補正後は、時間の経過によらず電気抵抗はほぼ一定となり、内ケーブル緊張力を低減すると電気抵抗の振幅が緊張力の低下に応じて増加することが確認された。各緊張力における温度補正後の電気抵抗の 5 分間の振幅の平均値を図-4 に示す。サイクルごとの緊張力における電気抵抗の振幅の平均値は概ね緊張力の減少に伴う電気抵抗の増加をとらえられているものの、1 サイクル目と 2 サイクル目ではずれが生じている。1 サイクル目は CFRP 温度が約 11°C、2 サイクル目が約 12°C であったことに起因すると考えられる。温度補正についてはコンクリート、PC 鋼棒、CFRP の複合構造であることを考慮して詳細な検討が必要と考えられる。

4. まとめ

本試験では 10~100kN の繰返し载荷による活荷重作用時を想定した試験を実施した。結果、CFRP プレート緊張材の電気抵抗は、PC ケーブルの緊張力が低下すると増大することが確認できた。今後は温度補正について詳細な検討を進める必要がある。

参考文献

- 1)立石ら：炭素繊維プレート緊張材を用いた PC 鋼材破断による PC 桁の変状モニタリングに関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.2，2017

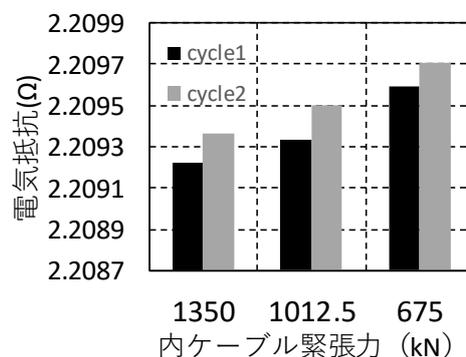


図-4 電気抵抗の平均値 (温度補正後)

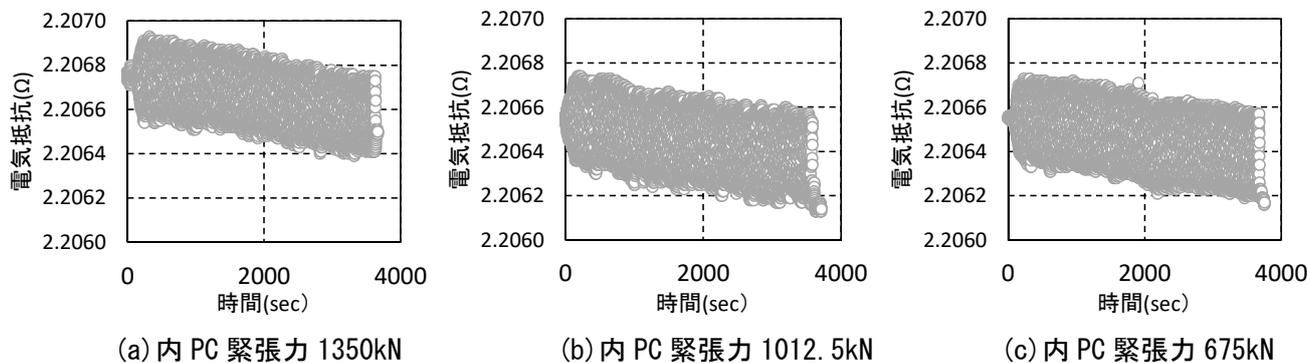


図-2 CFRP1 層目 繰返し载荷時の電気抵抗 (温度補正前)

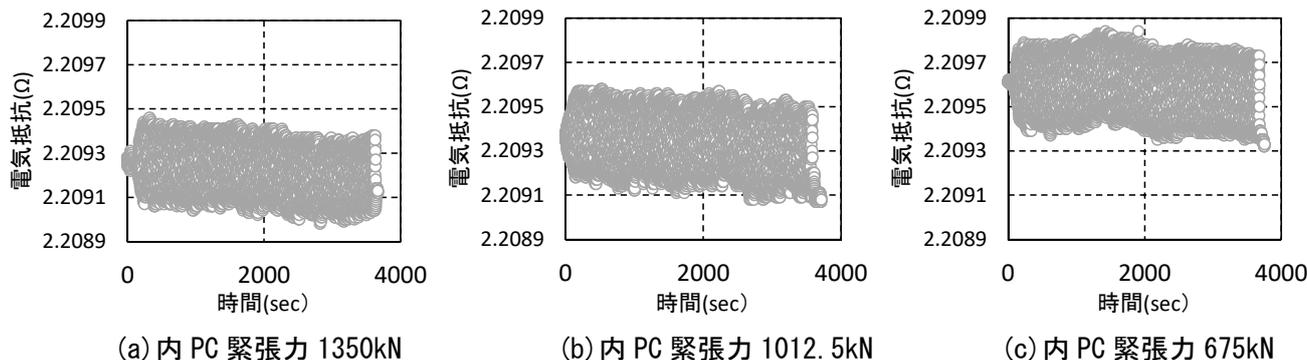


図-3 CFRP1 層目 繰返し载荷時の電気抵抗 (温度補正後)