

炭素繊維緊張材による PC 桁プレストレス補強効果の検討

ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 ○稲熊 唯史
東海旅客鉄道(株) 正会員 竹上 浩史 正会員 春日井敦詞

1. はじめに

PC 桁橋梁では使用状態において発生するコンクリートの引張応力に対して制限値を満足するように設計されており、設計では各種の安全係数を見込んでいる¹⁾ことから、少数の主ケーブルに変状が生じて、その損傷程度や部位によっては曲げひび割れの発生など外観から判断できる変状として観察されないことが考えられる。また逆に引張応力の制限値を超えてひび割れが発生している状態は、ある程度の損傷度が進んでいることを示している。一方、既設 PC 橋梁の補強としては外ケーブルによる補強が行われているが、主ケーブル損傷を想定した場合プレストレスが減退する範囲は破断部位を中心としてコンクリートとの付着が不完全な範囲に限定され、補強として比較的大きなプレストレスを与えた場合、健全な範囲では負曲げによるオーバープレストレスが発生する可能性がある。

そこで、本研究では主として使用状態における部材性能を検討対象として、予防保全として炭素繊維緊張材(以下 補強材)によるプレストレス補強した PC 桁のプレストレス減退の範囲及び減退量などの部材性能への影響と炭素繊維緊張材によるプレストレス補強効果の検証を実験的に行った。

2. PC 桁試験体のよる性能検証試験

試験体はプレストレンション方式の PC 構造とし JIST 桁 AG18 L=10.5m (支間長 10m) の形状とし、PC 鋼材は 7 本より 15.2mm の PC 鋼より線を 16 本として、プレストレス補強によって発生する上縁の引張応力を低減するために上縁に PC 鋼材を配置する構造とした。試験体は基準となる無補強試験体の他、PC 鋼材の破断を想定した PC 切断試験体、予防保全を想定して補強材によりプレストレス補強した後 PC 鋼材を切断した炭素緊張材補強試験体の 3 水準として各 1 体の試験を実施した。PC 切断では図-1 に示すように最下段の 2 本の PC 鋼材に対してスパン中央でガス切断により破断させた。補強に用いた

表-1 試験体仕様

試験体名称	試験体仕様
無補強試験体 (健全状態)	健全な PC 桁を想定 JIS T 桁 AG18 L=10.5m (支間長 10m) の形状 に対して PC 鋼材配置を変更
PC 切断試験体	損傷した PC 桁を想定 無補強試験体に対して PC 鋼線 2 本を切断して プレストレスを減退させた
炭素緊張材補強試験体	炭素繊維緊張材補強による予防保全を想定 無補強試験体に対して炭素繊維緊張材補強を 施工し、その後 PC 鋼線を切断し損傷を模擬

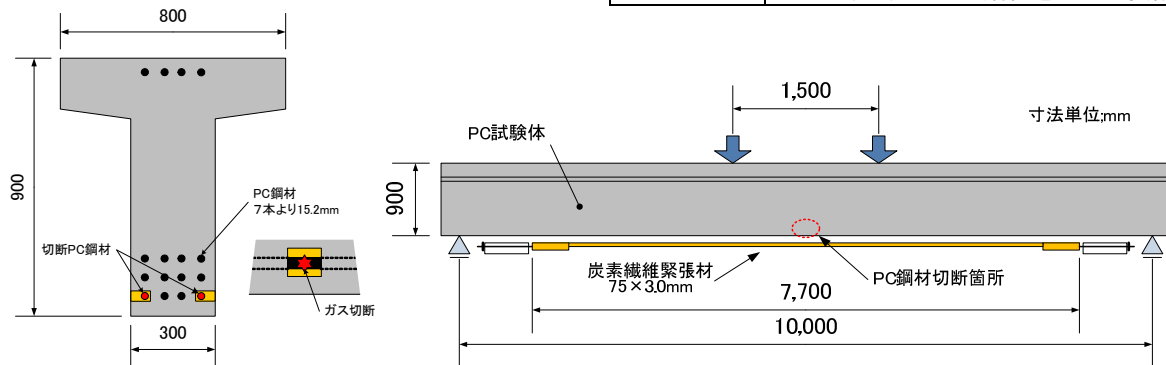


図-1 試験体構造及び荷重試験概要図

キーワード PC 桁, 主ケーブル, 補強

連絡先 〒450-0002 名古屋市名東区名駅五丁目 33 番 10 号 ジェイアール東海コンサルタンツ(株)開発技術部 TEL 052-746-7122

補強材は長繊維を樹脂で成形したプレート形状の部材で、無補強試験体の下縁に後施工アンカーにて定着体を施工後、これを反力として緊張力与える構造としている。補強材による緊張力は伸び量からの実測として220kNを導入した。

3. 性能検証試験結果

図-2 は PC 鋼材切断時における切断部近傍（支間中央）の上縁及び下縁のコンクリートひずみを示している。ひずみ量は切断前の状態を初期値として示しており、PC 鋼材切断によって切断位置を中心に 1.0m～2.0m の範囲でプレストレスが減退しており、切断された PC 鋼材の付着滑りが生じていない範囲は切断による影響はなく健全なプレストレスを維持している。図-3 は曲げ載荷試験結果を示しており、モーメントスパン下縁で計測したパイゲージから判断したひび割れ発生モーメントは、健全な無補強試験体に対して、PC 切断試験体では約 78%，補強後 PC 切断した試験体では約 94%であった。また、最大荷重は PC 切断試験体では約 85%で、補強後 PC 切断した試験体では、圧壊前に炭素繊維緊張材の剥離が先行し、最大荷重は健全な試験体と同等であった。

表-2 では実測データと弾性計算により得られたプレストレスの計算値を示した。本試験体の仕様条件では縁応力のプレストレスとして、炭素繊維緊張材補強により PC 鋼材 2 本分の損傷に対する補填がなされたと考えられる。

4. まとめ

本試験の結果、PC 鋼材損傷におけるプレストレス減退量と減退の範囲が検証できた。また、予防保全として補強材によるプレストレス補強により PC 鋼材損傷の補填が可能で、その効果は弾性計算で検討可能であることを確認した。

既設構造物に対して PC 主ケーブル損傷を対象として補強する場合は、プレストレス減退の位置と範囲を適切に想定して、補強によって導入するプレストレスで健全な断面で過大な負曲げモーメントが発生する状態を回避することが必要であると考えられる。また、実構造物ではポストテンション方式の橋梁も多く、PC 鋼材損傷によるプレストレスロス範囲は PC 鋼材とコンクリートの付着特性に大きく関係すると考えられ、ポストテンション方式のプレストレスロス範囲については別途検討が必要であると思われる。今後は本試験結果を考慮して実橋梁を対象とした試設計による合理的な補強構造の検討が必要であると考えられる。

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)，2004

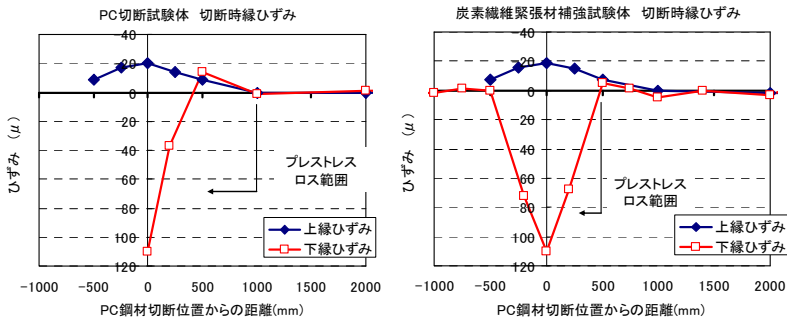


図-2 PC 鋼材切断時 コンクリート縁ひずみ

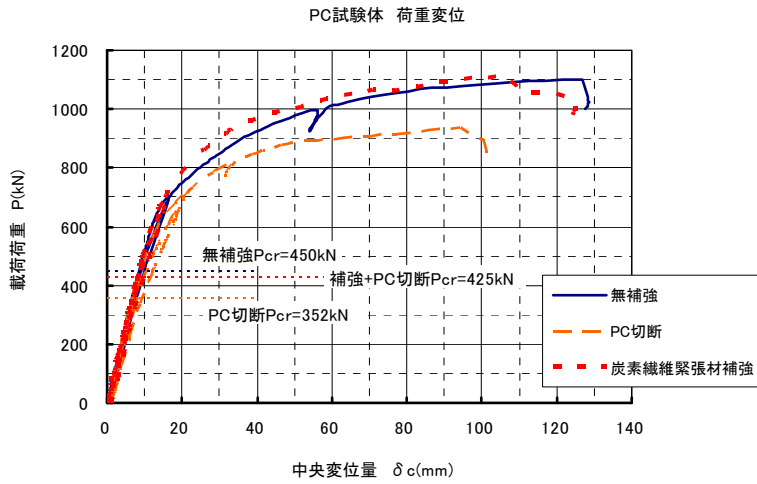


図-3 載荷試験結果

表-2 コンクリートに導入されるプレストレス

プレストレス状態	上縁応力 σ_{cu} (N/mm ²)	下縁応力 σ_{cl} (N/mm ²)
①健全時（計算値）	0.12	-15.89
②補強によるプレストレス導入時 （実測緊張力による計算値）	0.89	-0.27
③PC 鋼材切断による断面力変化分（計算値） 参考：実測値	-0.96 -0.69	3.36 3.82
PC 鋼材（2本）損傷状態 ①+③	-0.85	-12.54
補強後 PC 鋼材損傷状態 ①+②+③	0.04	-15.24