

## 外ケーブル補強を施した PC 桁の数値解析

山梨大学 学生会員 ○繁田 昂治朗  
 山梨大学大学院 正会員 斉藤 成彦  
 山梨大学大学院 正会員 佐藤 賢之介

## 1. はじめに

プレストレストコンクリート (PC) 構造物において、PC 鋼材に腐食や破断等の変状が確認された場合の対策の一つに外ケーブル補強がある。PC 鋼材に損傷が生じた既設 PC 構造物では、残存するプレストレス量を正確に把握することは困難であるため、外ケーブル補強を適用する際に、外ケーブルへのプレストレス導入は十分な検討が必要となる。

本研究では、ポストテンション方式 PC 桁を対象に PC 鋼材の破断を想定した場合と、鋼材破断を生じた桁を外ケーブルにより補強した場合について、耐荷性状を解析的に検討した。

## 2. 解析概要

解析対象は、図-1 に示す首都高横浜環状北線の工事に伴い撤去された首都高横羽線生麦入口の上部工の一部であった PC 桁である<sup>1)</sup>。12φ5 の PC 鋼材が 8 本曲線的に配置された I 型断面を有する PC 桁で、PC 鋼材をスパン中央で切断した後、外ケーブル補強を施して載荷試験が行われている<sup>2)</sup>。解析モデルを

図-2 に示す。解析には、離散型の解析手法である 3 次元剛体バネモデル (RBSM) を用いた。計算労力を低減するため、片側半スパンのみをモデル化した。コンクリートは剛体要素、鉄筋および PC 鋼材ははり要素と付着リンク要素でモデル化し、コンクリートおよび鋼材の材料特性は、表-1 の値を用いた。補強した PC 桁は、定着部と偏向部にコンクリート要素を設けて、外ケーブルを配置した。

## 3. 解析結果

実験では、PC 鋼材の損傷を模擬するためスパン中央において C1 および C4 の 2 本の PC 鋼材を切断しており、解析では予め切断位置のはり要素を取り除くことで再現した。

図-3 に、実験と解析により得られた健全な PC 桁の荷重-変位関係を示す。解析結果は、実験と同様に曲げひび割れの発生後に PC 鋼材が降伏しスパン中央でのコンクリートの圧壊により破壊に至った。解析での荷重低下は実験より若干早い。概ね実験の傾向を捉えることができた。

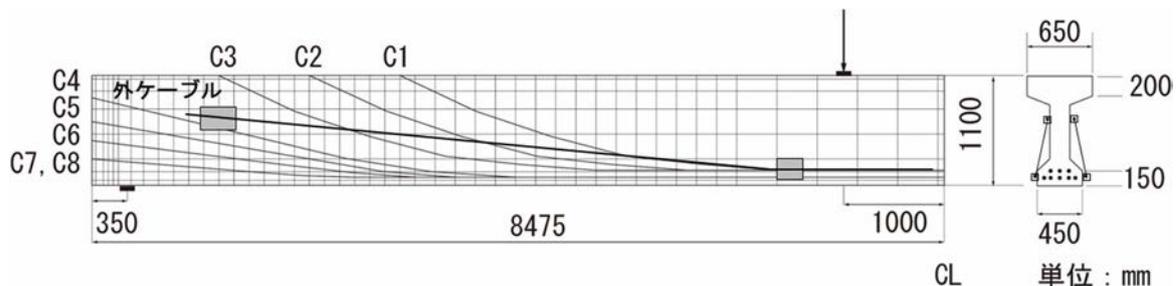


図-1 PC 桁試験体概要

表-1 材料諸元

コンクリート	圧縮強度	52.5 N/mm <sup>2</sup>
	弾性係数	3.1×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup>
PC 鋼材 SWPR1A φ 5mm	降伏強度	1620N/mm <sup>2</sup>
	破断ひずみ	4.5%
軸方向鉄筋 φ 13mm	弾性係数	2.0×10 <sup>5</sup> N/mm <sup>2</sup>
	降伏強度	295 N/mm <sup>2</sup>
外ケーブル (F50TS)	弾性係数	2.0×10 <sup>5</sup> N/mm <sup>2</sup>
	降伏強度	1496N/mm <sup>2</sup>

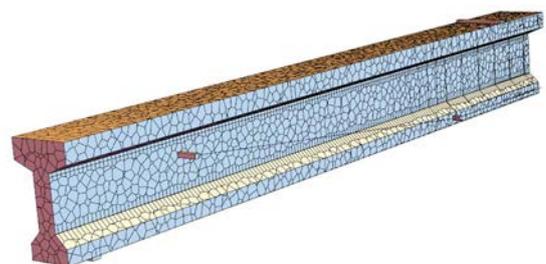


図-2 PC 桁解析モデル

キーワード PC 桁, 外ケーブル補強, 数値解析, RBSM

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院総合研究部 TEL:055-220-8529

図-3にPC鋼材を2本切断した場合の荷重-変位関係を示す。PC鋼材を切断した試験体の解析結果は、健全な場合と比較して最大荷重が低下するとともに上縁コンクリートの圧壊ではなく、切断していないPC鋼材の破断を伴って破壊に至った。これは、図-4のひび割れ性状から分かるように、鋼材を切断したことによりスパン中央に局部的にプレストレスの少ない断面が生じ、この断面に破壊が集中したためと考えられる。

図-5に、外ケーブル補強を施した場合の荷重-変位関係を示す。外ケーブル補強では、切断によって消失した量と同等のプレストレスを導入した場合とプレストレスを導入しない場合について解析を行った。外ケーブルにプレストレスを導入していない場合の解析結果は、最大荷重が健全な試験体と同等程度まで回復することが確認できた。しかしながら、補強していない試験体と同様にPC鋼材の破断を伴って破壊に至った。外ケーブルにプレストレスを導入した場合の解析結果は、曲げひび割れ発生荷重が増大し、最大荷重も健全な場合に比べて大きくなった。これは、PC鋼材の切断によるプレストレス消失はスパン

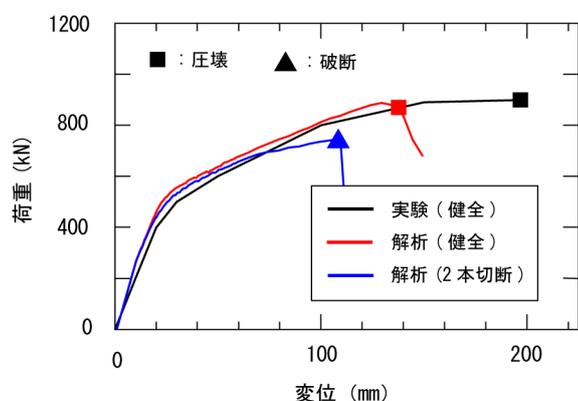


図-3 荷重-変位関係 (健全)

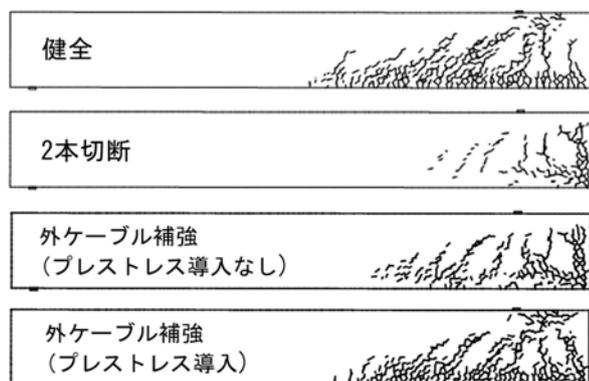


図-4 ひび割れ性状

中央の局所的な範囲に限定されるため、外ケーブルによるプレストレスの導入は過大な導入となったためと考えられる。そのため、上縁コンクリートの圧壊による荷重低下は、健全な場合よりも早期に生じる結果となった。

#### 4. まとめ

本研究では、3次元RBSMを用いた数値解析により、損傷を有するPC桁の外ケーブル補強効果について検討を行った結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 健全な状態からPC鋼材を切断した結果、耐荷力が低下しケーブルの破断による破壊に至ることが確認された。
- (2) プレストレスを導入しない場合の外ケーブル補強では、健全と同等程度まで耐荷力が回復することを確認できたが、破壊形態はPC鋼材を2本切断した場合と変わらなかった。
- (3) 切断によって消失した量と同等のプレストレスの導入により、外ケーブル補強では健全と同様に上縁コンクリートによる圧壊により破壊に至るが、健全と比べて早期に荷重低下が生じる可能性が示された。

#### 参考文献

- (1) 増井隆, 秋元泰輔, 蒲和也: 44年供用したPC桁の荷重試験報告 (その1), 第23回プレストレスコンクリートの発展に関するシンポジウム, 2014.10
- (2) 蒲和也, 秋元泰輔, 増井隆: 44年供用したPC桁の荷重試験報告 (その2), 第23回プレストレスコンクリートの発展に関するシンポジウム, 2014.10

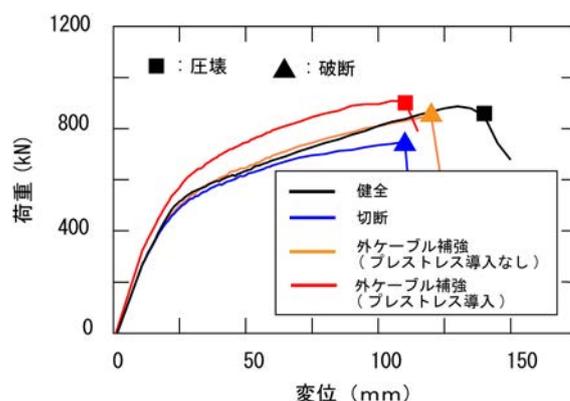


図-5 荷重-変位関係 (外ケーブル補強)