

PC 鋼材の切断が PC ホロー桁の耐荷性状に与える影響

山梨大学大学院 学生会員 ○中村 宗一郎
山梨大学大学院 正会員 齊藤 成彦

1. はじめに

PC 構造物を合理的に維持管理するためには、材料劣化の生じた構造物の構造性能を定量的に把握することが求められ、数値解析はその有用な評価手法として期待されている。鋼材腐食の生じた PC 構造物を適切に維持管理するためには、構造性能を正確に把握する必要があるが、PC 鋼材の腐食はプレストレスの消失を伴うため、耐荷性状は複雑なものとなる。

そこで本研究では、道路橋 PC 桁を対象に、3 次元剛体バネモデルを用いて PC 鋼材の切断が PC 桁の耐荷性状に与える影響について解析的に検討を行った。

2. 解析概要

2.1 解析対象 PC 桁の概要

解析対象は、橋長 70m、幅員 18.8m の主桁を構成するプレテンション方式 PC ホロー桁である。PC 桁の諸元を図-1 に示す。軸方向鉄筋が圧縮側に 4 本、 $\phi 12.4\text{mm}$ の 7 本より PC 鋼より線が圧縮側に 4 本、引張側に 23 本直線的に配置されている。

2.2 解析モデル

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。鋼材腐食の生じた RC および PC 部材の耐荷性状を比較的よく再現できることを確認している¹⁾²⁾。解析モデルを図-2 に示す。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、コンクリート剛体要素とはり要素の付着はリンク要素でモデル化し、 $\phi 12.4\text{mm}$ の 7 本より PC 鋼より線は 1 本のはり要素として扱った。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。また、PC 鋼材の応力-ひずみ関係は、バイリニア型とし、破断ひずみに達すると応力を 0 とした。付着リンク要素には、鋼材軸方向のバネに対して付着応力-すべり関係²⁾を適用した。

3. 解析結果

本研究では、PC 鋼材の腐食による破断をあらかじめ切断する (はり要素を取り除く) ことで模擬し、PC 鋼材の切断本数の違いが PC 桁の耐荷性状に与える

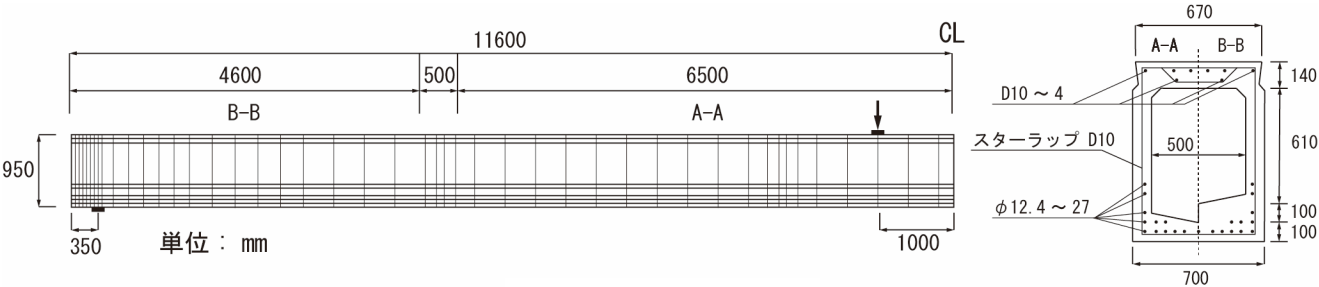


図-1 PC 桁諸元

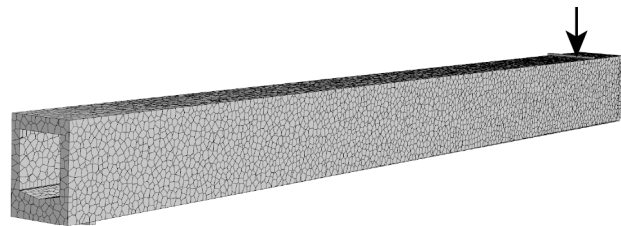


図-2 PC 桁解析モデル

表-1 材料諸元

コンクリート	圧縮強度	49.0 N/mm ²
	弾性係数	3.9×10 ⁴ N/mm ²
PC 鋼より線 $\phi 12.4\text{mm}$	降伏強度	1470 N/mm ²
	破断ひずみ	4.5%
軸方向鉄筋 D10	弾性係数	2.0×10 ⁵ N/mm ²
	降伏強度	295 N/mm ²
有効プレストレス		930 N/mm ²

キーワード プレストレストコンクリート桁、鋼材腐食、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

影響について検討を行った。なお、「切断」とは予め意図的に PC 鋼材を切断すること、「破断」とは载荷により PC 鋼材が破断ひずみに達したこととする。

解析は健全の場合のほか、スパン中央において、引張最外縁の PC 鋼材を断面内の中央から両端部に向かって左右対称となるように切断本数を増加させた 7 パターンについて検討を行った。図-3 に荷重-変位関係を示す。1 本切断時を除いて、PC 鋼材を切断したことにより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 PC 鋼材の破断によって破壊に至っていることが確認できる。図-4 に健全、2 本切断、11 本切断した場合のそれぞれの破壊時のひび割れ図を示す。PC 鋼材の切断本数が増加するにつれ、ひび割れがスパン中央に集中していることが分かる。これらは、PC 鋼材を切断したことにより局所的にプレストレスが少ない断面が生じるためであると考えられる。

次に、切断本数の増加に伴う PC 鋼材の断面減少率と耐荷性状の関係について検討を行った。図-5 に耐力比（最大荷重/健全時の最大荷重）と PC 鋼材の断面減少率（切断した PC 鋼材の断面積/引張側の PC 鋼材の総断面積）の関係を示す。図-6 に変位比（最大荷重時の変位/健全時の最大荷重時の変位）と PC 鋼材の断面減少率の関係を示す。耐力比は PC 鋼材の

断面減少に伴い比例的に低下しているが、変位比は PC 鋼材の破断により急激に低下していることが確認できる。

4. まとめ

本研究では、3 次元 RBSM を用いて、PC 鋼材の切断が PC ホロー桁の耐荷性状に与える影響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) PC 鋼材をスパン中央で切断した場合には、局所的にプレストレスが減少する断面が生じるため、切断していない PC 鋼材の破断を伴う破壊が生じることが確認された。
- (2) スパン中央における PC 鋼材の断面減少率と耐力比および変位比の関係が明らかになった。

参考文献

- (1) 神津和大, 斉藤成彦, 衣笠泰広: 鋼材腐食の生じた PC はりの曲げ性状に関する研究, 第 20 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論文集, pp.271-276, 2011
- (2) 斉藤成彦, 高橋良輔, 檜貝勇: 鉄筋の腐食分布が RC はり部材の曲げ耐荷性状に及ぼす影響, 土木学会論文集 E, Vol.64, No.4, pp.601-611, 2008

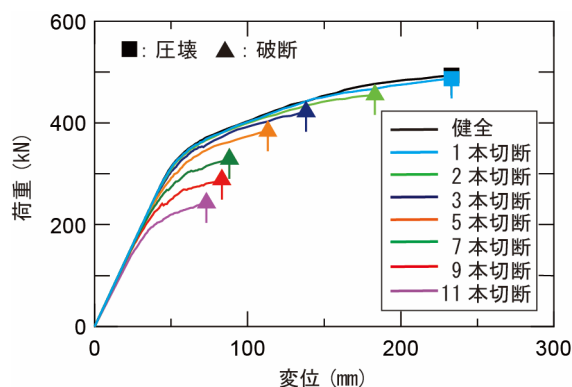


図-3 荷重-変位関係

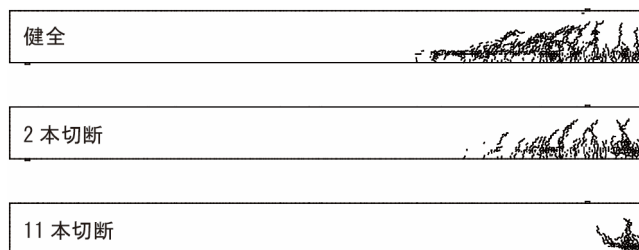


図-4 破壊時のひび割れ図

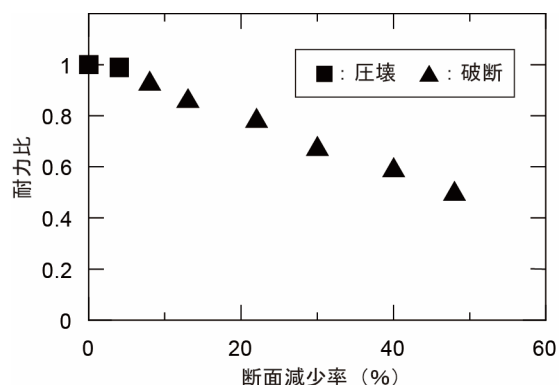


図-5 耐力比-断面減少率

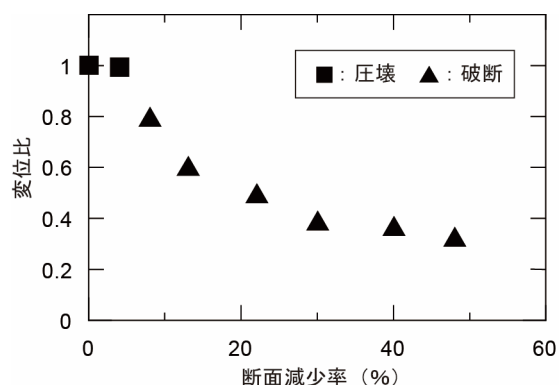


図-6 変位比-断面減少率