

第V部門

PC 鋼材の曲げ上げ部破断が PCT 桁の曲げせん断挙動に与える影響に関する解析的検討

京都大学 学生員 ○北岸 政樹, 正会員 服部 篤史, 河野 広隆
土木研究所 正会員 吉田 英二

1. はじめに

PCT 桁において、グラウト未充填に起因する PC 鋼材の曲げ上げ部～定着部の破断が問題となっている。本研究では PC 鋼材の曲げ上げ部破断が PCT 桁の曲げせん断挙動に与える影響を 3 次元 FEM 解析により検討した。

2. 解析概要

2.1 解析モデルの形状・配筋, 材料特性および荷重

1962 年に建設された N 橋を参考に作成したモデルの断面図を図 1 に示す。この断面が橋軸方向に続く構造とし、スパン長を 22.2m とした。せん断補強筋、組立て筋の配筋図を図 2, 3 に、PC 鋼材の配筋図を図 4, 図 5 に示す。PC 鋼材は実橋の曲げ上げに沿うように折り曲げた。図 5 に示すように、荷重はスパン中央部に等曲げ区間 0.5m で 2 点荷重した。また、材料特性を表 1 に示す。

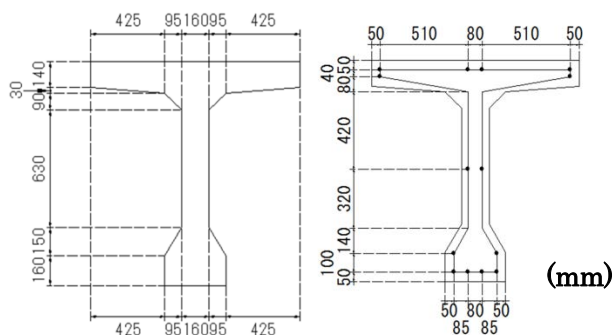


図 2 せん断補強筋(D13),

図 1 断面図(mm)

組立て筋(黒丸)(D10)断面図]

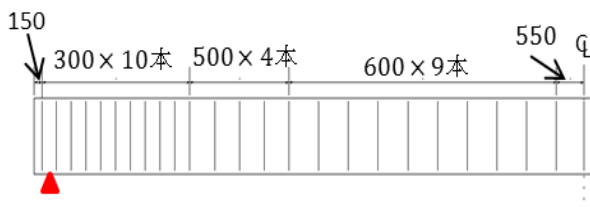


図 3 せん断補強筋[側面図](mm)



図 4 PC 鋼材(8-12φ5)[断面図](mm)

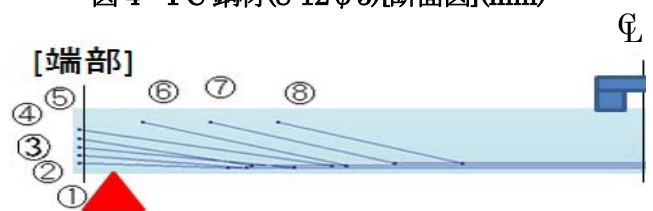


図 5 PC 鋼材[側面図]

表 1 解析モデルの材料特性

コンクリート	構造ソリッド要素 全ひずみひび割れモデル ヤング率: $3.3 \times 10^4 \text{ MPa}$ 圧縮強度: 50MPa 圧縮挙動: 線形+放物線 引張強度: 5MPa 引張挙動: 線形+Hordijk モデル ¹⁾
せん断補強筋 組立て筋	埋め込み鉄筋要素 (コンクリートと完全付着) 圧縮, 引張挙動: バイリニア型 ヤング率: $2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$ 降伏強度: 295MPa 引張強度: 440MPa
PC 鋼材	付着すべり埋め込み鉄筋要素 (コンクリートとの間に滑り有) 圧縮, 引張挙動: バイリニア型 ヤング率: $2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$ 降伏強度: 1350MPa 引張強度: 1550MPa

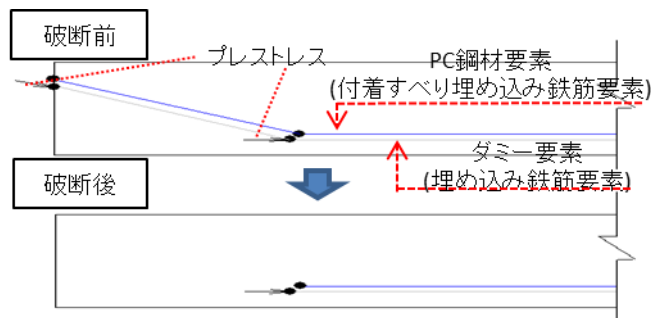


図6 PC鋼材の緊張と破断のモデル

2.2 PC鋼材の緊張と破断

図6にモデルを示す。緊張力はPC鋼材要素と同位置に配置した剛性が限りなく小さい、コンクリートと完全付着のダミー要素に圧縮力を与えることで模擬した。この場合、PC鋼材要素の降伏強度と引張強度を緊張応力の800MPa分小さくシフトすることで緊張後のPC鋼材を模擬した。

破断は、曲げ上げ部はグラウト未充填であることを想定し緊張力と抵抗力を失うようPC鋼材要素とダミー要素の両方を曲げ上げ部から取り除くことで模擬した。一方グラウト充填側では破断点から完全に再定着し、緊張力が維持されるようモデル化した。また、破断は上側のPC鋼材から順に行った。

3. 解析結果および考察

3.1 荷重変位曲線に基づく最大荷重の変化

図7に荷重変位曲線を、最大荷重(▲)とともに示す。破断本数が7本になると大きく耐荷力が落ちる結果となった。

3.2 応力とひずみに基づく耐荷性状の変化

(1) ひび割れ発生時

図8に示すように、7本破断ではスパン中央より先に7本目のPC鋼材破断部(以下、破断部)で曲げひび割れが生じ、斜め方向に進展する曲げせん断ひび割れとなった。

(2) 最大荷重時

図9に示すように、7本破断ではスパン中央ではなく破断部のコンクリートのひび割れが顕著となった。また、図9に四角で示した破断部の各せん断補強筋のひずみの最大値の分布を図10に示す。破断部のせん断補強筋が降伏し、局所的にひずみが大きくなった。これらより、6本までの破断での曲げ破壊とは異なりせん断破壊が生じたと考えられる。しかし、多数が破断しないと破壊形式の変化や最大荷重の低下がないことも分かった。

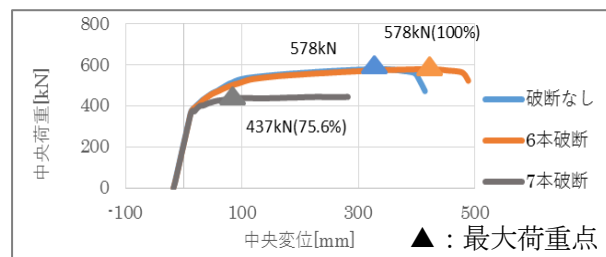


図7 破断本数に応じた荷重変位曲線

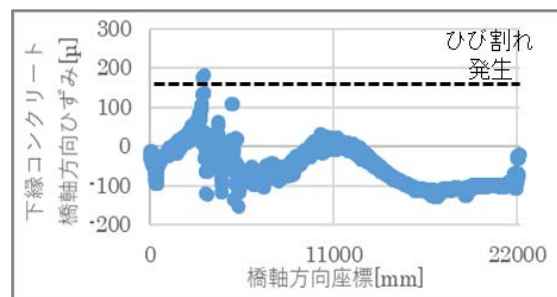


図8 ひび割れ発生直後の下縁コンクリートの橋軸方向ひずみ分布(7本破断)

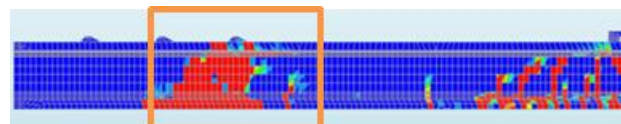


図9 最大荷重時の主ひずみコンター図(7本破断)

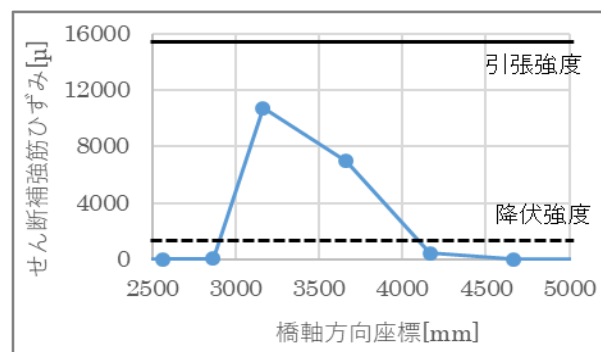


図10 最大荷重時のせん断補強筋のひずみの最大値の分布(7本破断)

4. 結論

(1) PC鋼材の曲げ上げ部破断数が多くなると、破断部のせん断ひび割れが生じやすくなる。

(2) PC鋼材の曲げ上げ部破断数が多くなるとPCT桁の破壊形式が曲げ破壊からせん断破壊に変化し、最大荷重が低下する可能性がある。

参考文献

- 1) Hordijk, P. A. :Local Approach to Fatigue of Concrete, Doctoral Thesis, Delft University of Technology, 1991.