# 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3次元解析

京都大学 正会員 平野裕一 服部篤史 河野広隆

## 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、材料特性および載荷

1962 年に建設された N 橋を参考に全長モデルを 作成した.その断面図を図1に示す.この断面が橋 軸全長に続く構造とし、スパン長を 22200mm とし た. 境界条件は下部構造との接触面二カ所の中央を 線で高さ方向に固定し,そのうち片方を橋軸方向に も固定した.また、両端部の幅方向に対する中心線 で幅方向に固定した. せん断補強筋(D13), 組立て筋 (D10)の配筋図を図 2, 3 に, PC 鋼材(8-12 o 5)の配 筋図を図4,5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.8本中3本を上縁定着し,5 本を端部定着した. 材料特性を表1に示す. 荷重は 図5に示す載荷板の中央点に強制変位を与えること で、等曲げスパン 5000mm または 500mm で対称 2 点載荷した.



京都大学 学生員〇北岸政樹 土木研究所 正会員 吉田英二 150 550 q 500×4本 300×10本 600×9本



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
	ヤング率 : 3.32 × 10 <sup>4</sup> MPa
	圧縮強度:50MPa
	圧縮挙動:線形+Thorefeldt モデル
	引張強度:5MPa
	引張挙動:線形+Hordijk モデル
せん断補強筋	埋め込み鉄筋要素
組立て筋	(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 : 2.00×10 <sup>5</sup> 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 : 2.00 × 10 <sup>5</sup> MPa
	降伏強度:1350MPa
	引張強度:1550MPa

FEM 解析, グラウト未充填, PC 鋼材破断, PCT 桁 キーワード 連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C クラスターC1 棟 TEL075-383-2000

#### 2.2 PC 鋼材の緊張と破断

図6に示すように,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.

破断場所はPC鋼材の曲げ上げ開始点とした.また, 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破断を模擬し 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(図5の⑧~)所定本数 を破断して載荷した.

#### 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に等曲げスパン5000mm時の荷重変位曲線を最 大荷重(▲)とともに示す.破断本数が6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、6本破断ではスパン中央より先 に6本目のPC鋼材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

曲げ上げ部破断が存在する場合,最大荷重時に PC 鋼材の各破断部で曲げせん断ひび割れが発生した. 図9に示すように,6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に四角で示した部分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.6本目の破断 部付近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,5本までの破断での中 央部の曲げ破壊よりも破断部のせん断破壊が支配的 であったと考えられる.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.

### 3.3 等曲げスパンの影響

等曲げスパンを 500mm にしても, 5000mm と同様に 6本目の破断で破壊形式が変化し,最大荷重が低下することがわかった.



#### 4. 結論

PC 鋼材の曲げ上げ部破断箇所で曲げひび割れや その進展したせん断ひび割れが生じやすくなる.ま た,破断数が多くなるとせん断ひび割れが拡大し, せん断破壊傾向となり最大荷重が低下する.