## 交番載荷実験による PC 箱桁橋軸直角方向の履歴復元力特性

八千代エンジニヤリング(株) 正会員 岡田稔規 オリエンタル建設(株) 正会員 角本周 九州大学大学院 正会員 矢葺亘

九州大学大学院 フェロー 大塚久哲 (株)富士ピー・エス 正会員 堤忠彦 九州大学工学部 学生会員 四元秀哲

### 1 . はじめに

大きな地震力によりPCラーメン橋の上部構造も非線形挙動を示すおそれがあるため、弾塑性挙動を把握することは橋梁全体の耐震安全性を評価する上で重要である。本研究は、幅員に対する張出し床版長の比率が実橋と同程度の張出し床版を有するPC一室箱桁の縮尺模型に対して、橋軸直角方向に対する交番載荷実験を行うことにより、特に張出し床版の存在が供試体のひびわれ発生状況や破壊状況、および終局耐力にどのような影響を与えるかについて着目したものである.

#### 2 . 実験方法

#### (1) 供試体概要

供試体は1室箱桁断面形状で載荷装置の関係上、図 - 1に示すような外形寸法とした。使用材料として、コンクリートは  $ck = 40 \text{ N}/mm^2$ 、PC 鋼材は現在 PC 箱桁橋で一般的に使用されている PC 鋼より線 SWPR7A1S15.2、また鉄筋は SD295 (D6, D13)を使用した。実験の検討ケースはプレストレスの導入度に着目した 5 体、R C 供試体 1 体を含む計 6 体とした。このうち Case6 は横拘束筋の効果に着目したものになっている (図 - 4)。

表1に検討ケース、図1に断面図を示す。

表 - 1 検討ケース一覧

検討ケース	供試体番号	構造	プレストレスによる軸応力度
Case1	T01	RC構造	0.0MPa
Case2	T04	PC鋼材 4本軸力配置	2.4MPa
Case3	T02	PC鋼材 6本軸力配置	3.6MPa
Case4	T05	PC鋼材 8本軸力配置	4.8MPa
Case5	T03	PC鋼材10本軸力配置	6.0MPa
Case6	T06	PC鋼材 6本軸力配置	3.6MPa

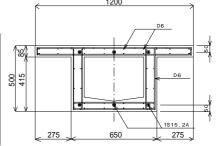


図-1 供試体断面図 (単位 mm)

#### (2) 実験概要

本実験に用いられた実験装置及び供試体設置位置を図 - 2、写真 - 1に示す。載荷位置はスパン長 4000mm、載荷スパン長 600mm とした(図 - 3)。載荷方法は単純曲げ載荷(2点載荷)の正負交番漸増載荷とし、押し引き 200tf の油圧ジャッキを用いた。載荷サイクルは張出し床版部最外縁鉄筋の降伏  $_{yy0}$  までは任意の変位制御、そして  $_{yy0}$  いらウェブ最外縁鉄筋の初降伏  $_{yy0}$  までは任意の変位制御、そして  $_{yy0}$  以降は  $_{yy0}$  の整数倍等を片振幅(± 1.5  $_{yy0}$  ・ ± 2  $_{yy0}$  ・ ± 3  $_{yy0}$  ・ ・・)とした交番載荷を、耐力低下が  $_{yy0}$  時における耐力程度になるまで実験を行った。なお、ここでの  $_{fy0}$  ,  $_{yy0}$  等は、予め設計基準強度で解析した結果を用いた。



写真 - 1 供試体及び載荷装置

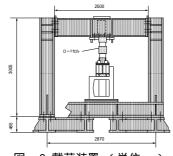


図-2 載荷装置 (単位mm)

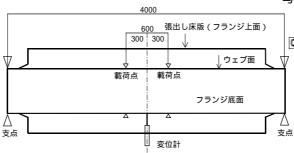


図 - 3 供試体正面図 (単位 mm)

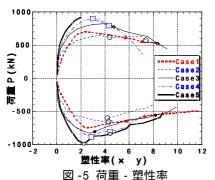
図 - 4 横拘束筋配筋図(Case6)

### 3.実験結果

(1) 荷重 - 変位: 図 - 5 は各ケースについて実験での荷重 - 変位の包絡線を比較したものである。各曲線上の2個のマーカーはその供試体における、張出し床版最外縁部とウェブの目視による圧壊をそれぞれ示している。RC構

キーワード PC 箱桁 橋軸直角方向 交番載荷実験 履歴復元力特性

〒 330-0801 埼玉県大宮市土手町 2-15-1 八千代エンジニヤリング(株)関東事業部橋梁·構造部 Tel:048-649-7364



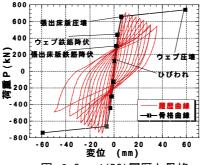
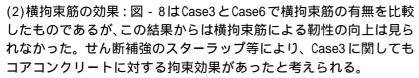


図 -6 Case1(RC)履歴と骨格

造である Case1 については他の PC 供試体と比較して荷重の低い段階でひびわ れによる剛性変化が起きる。Case2 以降の PC 供試体に関しては、多少のばら つきはあるもののプレストレス量が増えるに従い小さい塑性率で最大耐力に達 し、その後の耐力低下も大きくなる傾向がある。Case4に関しては着目箇所と は異なる載荷点において局所的な破壊を起こしたため、張出床版の破壊後の耐 力の低下が著しい結果となった。またこのグラフから PC 供試体のすべてにお いて張出床版部の破壊(かぶりコンクリートの剥落)が耐力低下につながってい るということが分かる。

図 - 6及び図 -7はCase1(RC)及びCase3(PC6本)の実験のP-材料試験結果を用いた解析によるP - 骨格曲線である。Case1 についてはRC 特有の紡錘型の履歴を示し残留変位が大きい。Case3はRCに比べ除荷時の剛性 が変化することにより原点指向性が強い履歴を示す。この両図を比較すると Case1、Case3 共に解析上の張出し床版最外縁部の圧壊までは概ね実験値と計画 算値は一致することが確認出来る。しかし最大耐力の発現後、強度劣化を起こ し計算値とは合致しない。この強度劣化の原因として供試体の配筋の関係上、 橋軸直角方向鉄筋のはらみだしを抑えることが出来ず、張出し床版の圧壊か ら、かぶりコンクリートの剥落及び張出し床版部鉄筋の破断へ容易に結びつ いたことが挙げられる。



- (3)等価減衰定数:図-9は各供試体の等価減衰定数を比較したもの である。この結果よりRCのエネルギー消費力が高いことが分かる。ま た PC 供試体のエネルギー消費力に関しては供試体間に顕著な差はな かった。
- (4) 骨格曲線の検討:非線形動的解析による照査において精度の良い 解析を行うために強度劣化域まで考慮した以下のような骨格曲線の決 定法を検討・提案した。実験による包絡線は張出し床版の圧壊後、数 。。耐力を維持しその後強度劣化が発生する。強度劣化の原因となっ

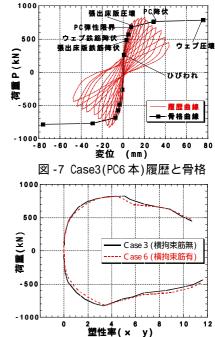
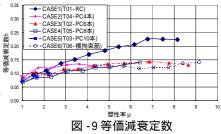
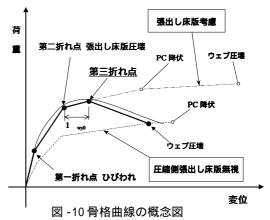


図 -8 横拘束筋の効果





た張出し床版位置におけるコンクリートの圧壊、圧縮鉄筋の座屈などの状態を考慮し、圧縮側張出し床版部のコン クリート・鉄筋を無視した断面により解析を行った結果、解析上のウェブ圧壊もしくはPC降伏のうち早く現れる点 で実験の包絡線の負勾配を表現する事が出来た。その結果が図 - 10 に示すような骨格曲線である。各折れ点は次の 通りである。第一折れ点:ひびわれ、第二折れ点:張出し床版圧壊、第三折れ点:PC降伏またはウェブ圧壊に向う 直線上の点で張出し床版圧壊から1 www.進行した点

包絡線はこの3点と圧縮側張出し床版を無視した解析結果のPC 降伏またはウェブ圧壊の早い方の点を結んだ線で 表現できる。

# <u>4 . まとめ</u>

- ・張出し床版の圧壊により強度劣化を起こし、従来提案されている PC 部材の骨格曲線では , 包絡線を表現する事が 出来なかった。そこで破壊状況を考慮したモデルの解析を用い、実験結果に沿う骨格曲線を提案した。
- ・橋軸直角方向載荷に関して横拘束筋による靭性の向上は見らなかった。
- ・PC 桁におけるプレストレスの量の差による等価減衰定数の変化はわずかであった。

謝辞:本実験実施の際に御協力頂いた九州大学大学院の根井秀樹氏、浦川洋介氏に感謝の意を表する。

参考文献:大塚、岡田、角本、堤:交番載荷実験による PC 箱桁の復元力特性、プレストレストコンクリート、Vol.42、No.2 2000.3