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ク | 「(株) | 正会員 岡田稔規 | 九州大学大学院 フェロー 大塚久哲 |
|-------------|------|----------|--------------------|
| オリエンタル建設(株) | 正会員 | 角本周 | (株)富士ピー・エス 正会員 堤忠彦 |
| 九州大学大学院 | 正会員 | 矢葺亘 | 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-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.

<u>2.実験方法</u>

(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 N /mm²、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。

| 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 | | |





(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 $_{y0}$ までは5tf刻みで荷重を増加させ、 $_{y0}$ からウェ 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 $_{yy0} \cdot \pm 2 _{yy0} \cdot \pm 3 _{yy0} \cdot \cdot \cdot)と$ 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 $_{yy0}$, $_{yy0}$ 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



<u>3.実験結果</u>

(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





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- 履歴曲線と、 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 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。

(2)横拘束筋の効果:図-8はCase3とCase6で横拘束筋の有無を比較 したものであるが、この結果からは横拘束筋による靭性の向上は見ら れなかった。せん断補強のスターラップ等により、Case3に関しても コアコンクリートに対する拘束効果があったと考えられる。

(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

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





図 -9 等価減衰定数

