

プレキャスト RC 橋脚の耐震性に関する研究

土木本部
土木本部

基礎部
基礎部

中井将博
植村典生

1. はじめに

都市内の立体交差工事等は、工期短縮が要求される。こうした要求に対しては、プレキャスト構造を用いた橋脚の利用が期待されている。

本研究では、2車線の高架橋を想定して試設計された橋脚の5分の1縮尺の橋脚模型に対して、振動台による加振実験を行い、想定される地震動に対する耐震性能評価、地震応答特性および動的破壊特性の評価および設計用の動的解析モデルとの検証を行った。本論文ではこの結果を報告する。

2. 基本構造

橋脚は、高さ方向に分割されたプレキャストセグメントを、仮設用の PC 鋼材を用いたプレストレスを利用して組立てた後、シース内にモルタルグラウトを注入し、軸方向鉄筋として貫通するねじ節鉄筋を挿入して構築される。

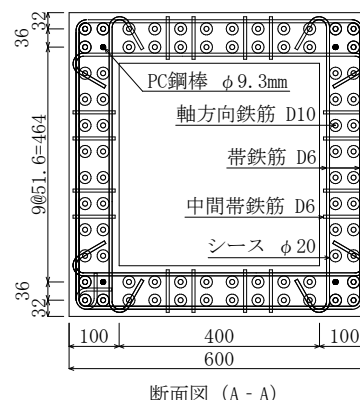
作用する曲げモーメントに対しては、一般的な RC 橋脚と同様、引張力に対しては軸方向鉄筋が、圧縮力に対してはコンクリートが抵抗する。また、接合部に作用するせん断力に対しては接着剤等による摩擦、鉄筋のダウエル作用およびモルタルグラウトによって抵抗し、プレキャストセグメントに作用するせん断力に対しては RC 橋脚同様、コンクリート、帯鉄筋および中間帯鉄筋で抵抗する。

3. 実験概要

3.1 供試体

供試体全体図を図-1に、供試体断面図を図-2示す。

橋脚部は、6個のセグメントに分けて製作を行い、フーチング上面から載荷点までの高さを2785mmとした。軸方向鉄筋にはD10(SD345)を使用し、帯鉄筋はD6(SD295)を50mm間隔で配置した。



断面図 (A - A)

図-2 供試体断面図

3.2 実験方法

図-3に試験状況を示す。加振方向は、橋軸方向の1方向とし、入力地震動は、1995年に観測された兵庫県南部地震の鷹取 EW 方向の設計用基準波を使用し、時間軸は相似則に従って $1/\sqrt{5}$ とした。また、表-1に示すように、加速度倍率は段階的に250%まで上昇させた。主要な測定項目は、慣性力作用位置での相対変位、絶対加速度および軸方向鉄筋のひずみおよびセグメント接合面の目開きとした。

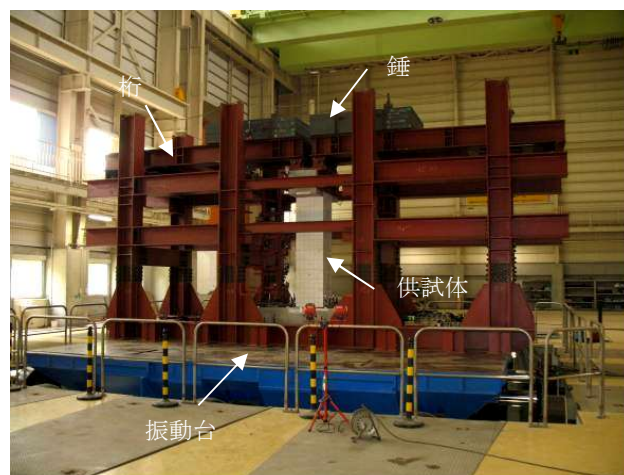


図-3 試験状況

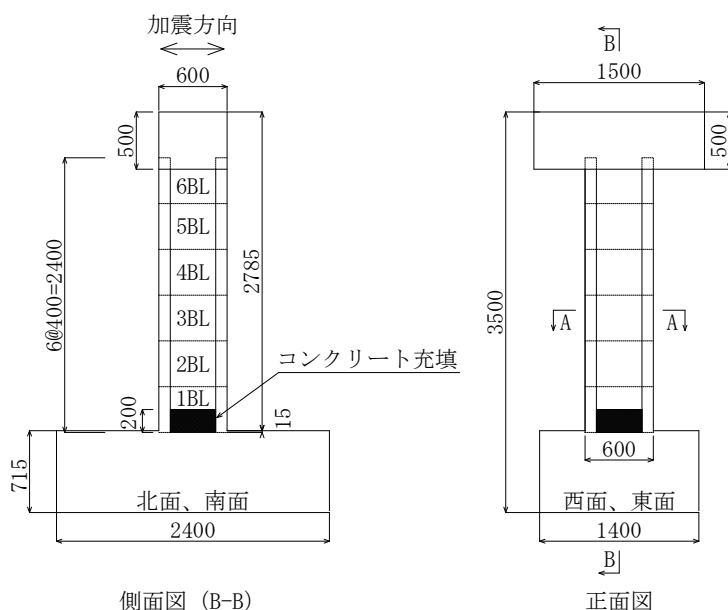


図-1 供試体全体図

表-1 加振ステップ

回数	1	2	3	4	5	6	7
倍率	15%	60%	100%	120%	150%	200%	250%

4. 実験結果

4.1 損傷状況

加速度倍率が60%（以下60%加振）において、ひび割れが発生し、それ以降分散したひび割れが進展し、250%加振に一部のコンクリートの剥離が生じた。（図-4）また、セグメントとフーチングの剥離は生じなかった。

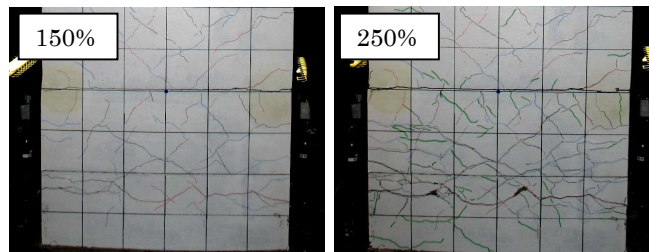


図-4 損傷状況

4.2 鉄筋ひずみ

15%加振では最大 627μ であり弾性範囲内であった。60%加振に最大 2032μ となり降伏した。

4.3 プレキャストセグメント接合面の目開き

60%の加振に1BLと2BLの接合部において、0.3mmの目開きが生じ、それ以降目開き量も増加した。また、250%加振では5.5mm程度であった。

4.4 耐力・変形性能

60%加振に鉄筋が降伏したため、このときの最大応答変位 16.2mm を δ_y とすると、150%加振は $4.4\delta_y$ となり、道路橋示方書に従い算出したときの許容塑性率（ $\mu_a=4.04$ ）相当の変位が発生した。250%加振は、 $9.7\delta_y$ の変位が発生し、残留変位は 29mm となり、許容残留変位（ $28\text{mm}=h/100$ ）を超えた。また、履歴性状は一般的なRC橋と同様な紡錘型を示し、エネルギー吸収能力を確認できた。

図-5に、道路橋示方書V耐震設計編に従い算出した計算結果との比較を示す。包絡線は計算結果と概ね同様な形状を示した。

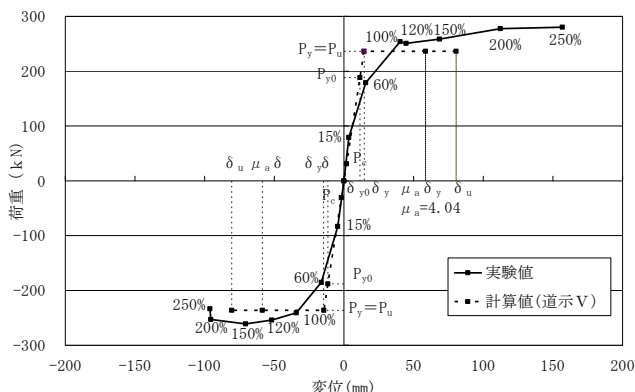


図-5 履歴曲線の包絡線と計算結果の比較

5. 非線形動的解析

5.1 解析モデル

解析モデルは、一般的なRC橋脚と同様とした。入力地震波は、実験時にフーチング上で観測された加速度を使用した。また、加速度を15%～250%まで連続して入力することにより、累積損傷による剛性の低下を考慮することとした。

5.2 解析結果と実験結果の比較

図-6に150%および250%での解析結果と実験結果の比較を示す。解析結果の最大応答変位および履歴性状は、実験値をよく再現できている。

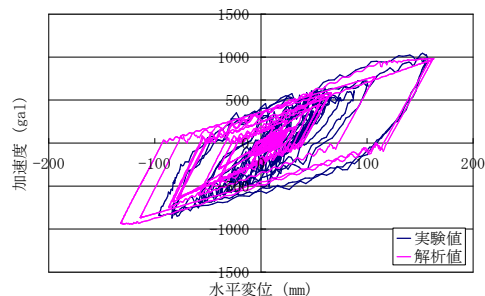


図-6 解析結果と実験結果の比較

6. まとめ

①150%加振において、道路橋示方書V耐震設計編より算出した許容塑性率（ $\mu_a=4.04$ ）を超える変位が発生したが、損傷は軽微なものであり、ひび割れは塑性ヒンジ区間に集中して発生した。また、残留変位は許容値を大きく下回った。

②250%加振において、約 $10\delta_y$ の変位が発生したが、鉄筋の座屈は生じず、コンクリートの剥離が一部生じた程度であった。また、橋脚基部の第1セグメントとフーチング部の剥離はなく、第1セグメントへのコンクリート充填およびフーチングへの埋め込みの効果があったと考えられる。

③プレキャストRC橋脚の履歴曲線の形状は一般的なRC橋脚と同様でありエネルギー吸収能力を確認できた。また、最大耐力は道路橋示方書V耐震設計編に従い算出した値と同程度であり、設計上の終局変位を超えた場合でも水平耐力の低下は見られなかった。

④一般的なRC橋脚と同様の骨組みモデルを用いてプレキャストRC橋脚の動的解析を行った結果、解析結果は履歴性状、時刻歴応答波形、最大値において実験結果を概ね再現できた。

本研究は、独立行政法人土木研究所と民間3社との共同研究「耐震性に優れたプレキャストコンクリート橋脚構造の耐震設計法」の一環として実施した実験である。

Key Words: プレキャスト, RC橋脚, 耐震性能, 加振実験



中井将博



植村典生