

I-12 小型橋脚模型を用いた衝撃的載荷法と荷重-変位曲線に関する考察

(株) 長 大	正員 田所 洋一
北海道開発局 旭川開発建設部	正員 吉田 紘一
北海道開発局 開発土木研究所	正員 中井 健司
室 蘭 工 業 大 学	フェロー 松岡 健一

1. はじめに

兵庫県南部地震により破損または損傷を受けたRC橋脚は、衝撃的な地震動により特に脚柱の鉄筋段落とし位置で曲げまたはせん断破壊が発生しているものも見受けられる。近年の北海道の3大地震に比べ、この兵庫県南部地震で観測された強震記録は比較的周期の短い波形で2～3のパルス状のものが特徴的となっており、数回の主揺動により構造物が甚大な被害を受けたものと考えられる。

一般的に平成2年度示方書までの鉄筋コンクリート橋脚では、曲げモーメントが減少する柱中間部から上方においては経済性を考慮し引張鉄筋を段落ししている。段落し部は、曲げによる損傷から脆性的なせん断破壊に移行しやすいことが筆者らの実験よりわかっている。

本研究では、復旧仕様、平成2年度示方書及び昭和55年度以前の示方書の設計基準に準じた小型RC橋脚モデルにより、動的載荷装置を用いて衝撃的載荷重時における橋脚の動的挙動を把握するための実験を行ったのでここに報告する。

2. 実験概要

本実験に用いた供試体の形状寸法と配筋を図-1に示す。供試体は、15x15cmの角形断面で柱部高さ70cmのRC橋脚模型である。柱の配筋方法は、復旧仕様で設計したもの(H7供試体)、平成2年度の示方書で設計したもの(H2供試体)及び昭和55年度の示方書で設計したもの(S55供試体)の3種類である。H2供試体及びS55供試体では軸方向主筋を柱高さの1/3で半分に減少させる段落としを行っている。

なお、橋脚模型の設計においては、載荷時間を勘案して使用材料諸元等を決定した。その結果材料諸元は、鋼材は真鍮φ4mm、コンクリートは設計基準強度 $\sigma_{ck}=100\text{kgf/cm}^2$ で実験時の材令における平均圧縮強度は約 110kgf/cm^2 である。

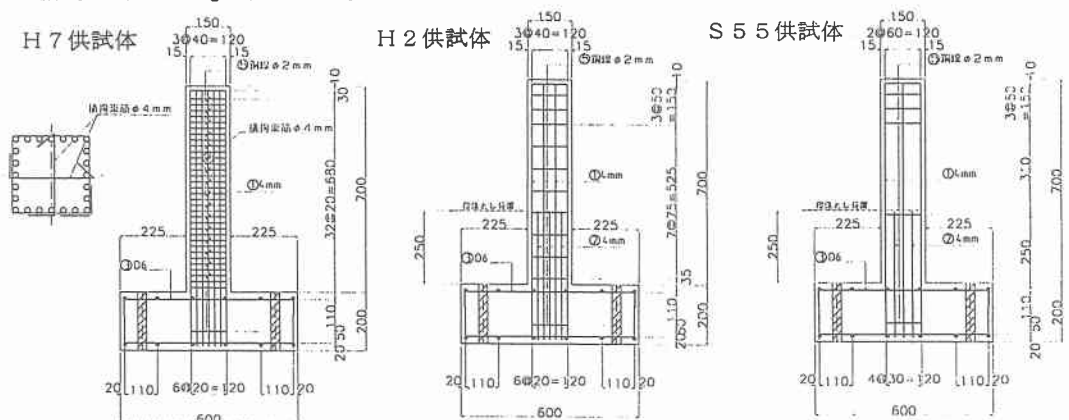


図-1 供試体寸法及び配筋図

a Study on the Load-Displacement Performance of a Small-size Bridge Pier Model under Impact Loading
by Youichi TADOKORO, Kouichi YOSHIDA, Kenji NAKAI, Ken-ichi MATSUOKA

実験方法は、リニアウェイ上の台車に R C 橋脚模型を固定し、この台車を比較的速度で前方の反力壁に衝突させることにより、衝撃的な地震動を再現することにした。

写真-1 に実験装置の概要を示す。橋脚模型供試体上部には上部工重量に相当する 1 t f のウェイトをセットしている。台車の前方にはワイヤーを介してウェイトを接続しており、その自重により台車が加速され前方の反力壁に衝突する。反力壁には緩衝材としてゴムを設置している。この台車の移動距離は 10cm から 30cm 程度まで 2.5cm 間隔で行った。

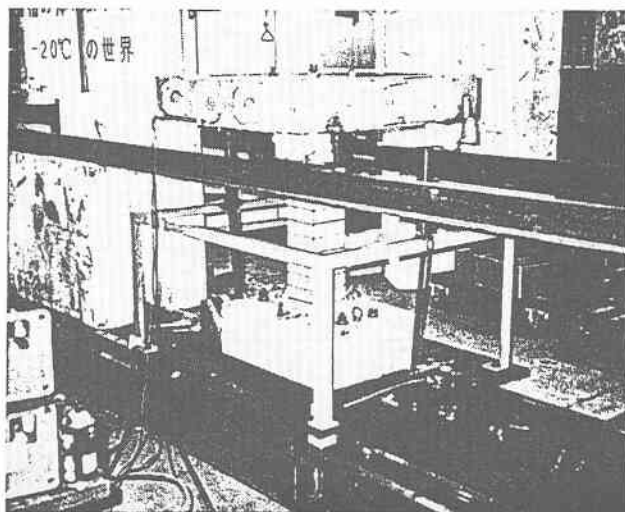


写真-1 実験装置概要

動的荷重の載荷ケースは、H 7 供試体、H 2 供試体及び S 55 供試体それぞれについて、一方向載荷及び交番載荷を行った。なお、交番載荷では、比較的周期の長い入力波及び周期の短い入力波を想定し、半波で長い周期ではおよそ $T=0.1$ 秒に、また短い周期ではおよそ $T=0.05$ 秒になるように緩衝材の厚さを変えて実験を行った。

本実験での測定項目は、橋脚底版に取り付けた加速度計による入力加速度とウェイトの重心位置に取り付けた加速度計による応答加速度並びに変位計で測定したウェイト重心位置での橋脚変位である。

また、各衝突実験ごとに躯体の損傷状況を記録し破壊性状を検討した。

3. 実験結果及び考察

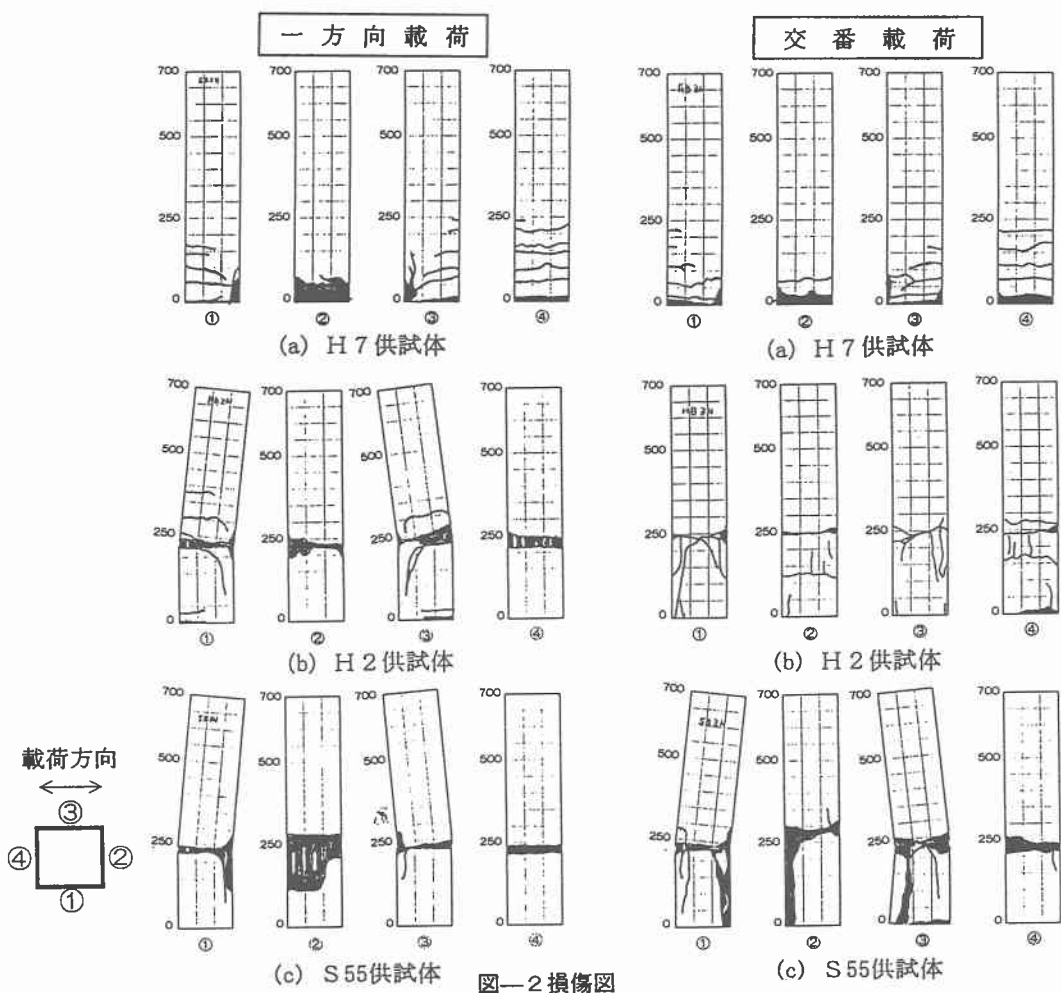
(1) 破壊性状

図-2 には、各供試体について一方向載荷と交番載荷の実験終了時点での最終破壊状況を示す。

H 7 供試体については、一方向載荷では台車移動距離 15cm で柱基部にひび割れが入り、移動距離が増加するにつれて順次柱上方へのひび割れが発生した。また、交番載荷でも同様な順序でひび割れが発生した。移動距離が 15cm 以降、柱基部での圧壊が著しく進行した。

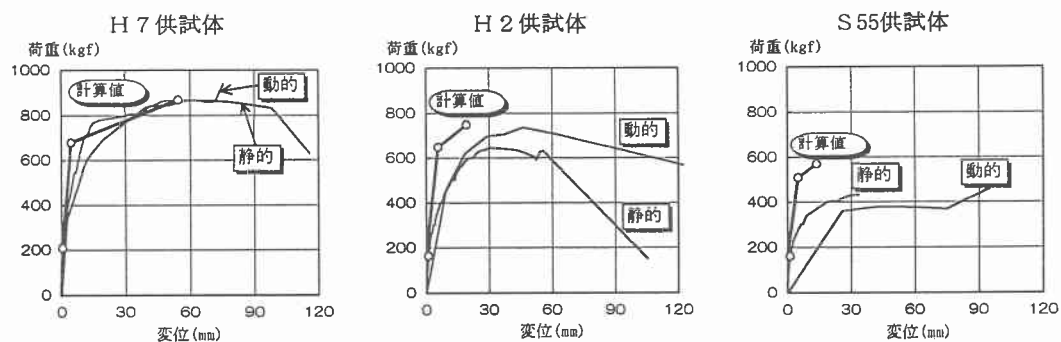
H 2 供試体については、一方向載荷では台車移動距離 15cm で柱基部にひび割れが入り、移動距離が増加するにつれて曲げひび割れからせん断ひび割れへと移行し、移動距離 20cm で最終状態になった。また、交番載荷でも段落し部にひび割れが発生し、移動距離が増加するにつれ X 字状に専断ひび割れが進行した。

S 55 供試体については、一方向載荷では台車移動距離 12.5cm で段落し部にひび割れが発生し、順次せん断ひび割れへと移行し、台車移動距離 22.5cm で段落し部の圧縮側コンクリートが圧壊し、かぶりコンクリートがはがれ落ち脆性的に破壊した。また、交番載荷でもほぼ同じ台車移動距離の時点で段落し部のせん断ひび割れが発生し、圧縮側コンクリートが圧壊し、かぶりコンクリートがはがれ落ち脆性的に破壊状態した。



(2) 荷重と変位の関係

図—3 には一方向載荷実験におけるウェイト重心位置での荷重と変位の結果を示す。また、図—4 には交番載荷実験での結果を示す。ここで荷重はウェイトに取り付けた加速度計より得られた最大加速度にウェイトの重量 1 t を乗じた力を衝撃荷重 (P) としている。なお、別途実施した静的一方向載荷実験結果及び静的交番載荷実験結果並びに保有耐力の計算値も併せて図中に示した。



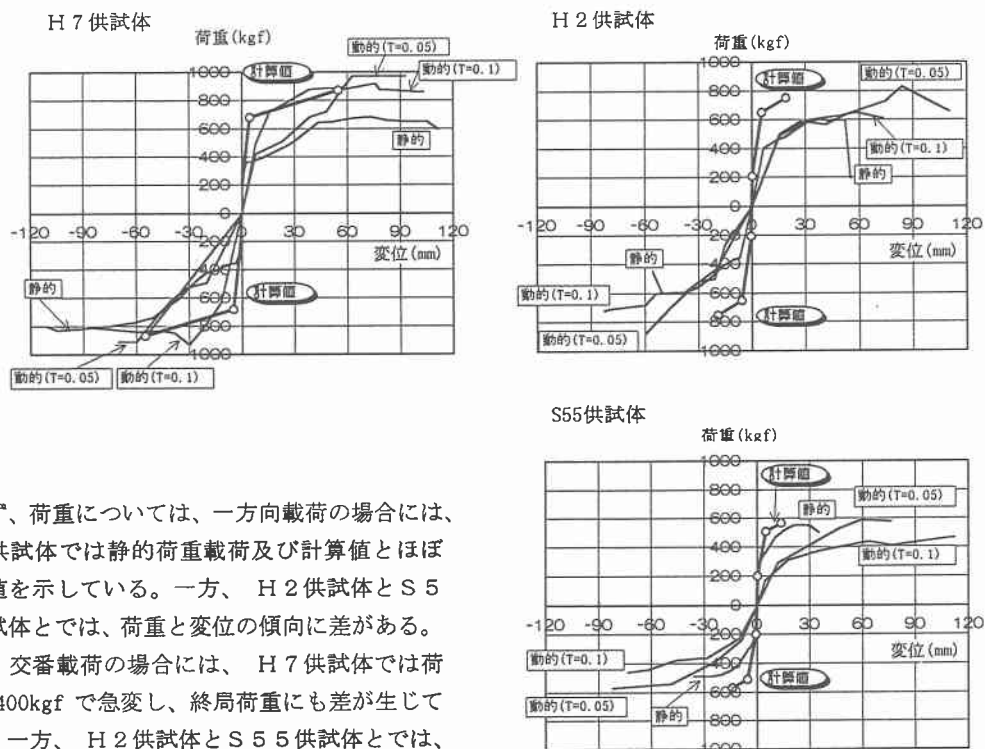


図-4 荷重一変位曲線（交番載荷時）

まず、荷重については、一方向載荷の場合には、H7 供試体では静的荷重載荷及び計算値とほぼ同じ値を示している。一方、H2 供試体と S55 供試体とでは、荷重と変位の傾向に差がある。次に、交番載荷の場合には、H7 供試体では荷重が 400kgf で急変し、終局荷重にも差が生じている。一方、H2 供試体と S55 供試体とでは、終局変位は異なるものの、終局荷重はほぼ同じ傾向を示す。

また、応答変位については、H7 供試体では衝撃的荷重載荷（一方向載荷及び交番載荷）と静的荷重載荷とでは、ほぼ同じであるが、H2 供試体と S55 供試体とでは、衝撃的荷重載荷時の方が大きい。ただし、いずれの供試体においても計算値と比較すると、かなりの違いがでている。

次に、入力波の周期（時間）の違いによる結果について見ると、降伏荷重付近まではいずれの場合も顕著な差は見られないが、終局荷重に近づくにつれて短い周期の場合の方が耐力力が大きくなる傾向がある。

4. まとめ

本研究は、衝撃的荷重作用下における RC 橋脚の動的挙動を検討するため、小型 RC 橋脚模型を用いて実験を行った。本実験の範囲で行われた結論を要約すると、以下の通りである。

- (1) 荷重については、降伏荷重付近までは衝撃的荷重載荷（一方向載荷及び交番載荷）と静的荷重載荷の場合ではともにほぼ同じ値を示すが、終局荷重に近づくに従ってやや差がでてくる。
- (2) 終局変位については、衝撃的荷重載荷の方が静的荷重載荷の場合より大きくなる傾向にある。ただし、いずれの場合においても計算値とはかなりの違いがある。
- (3) 入力波周期（時間）の違いによる比較については、降伏荷重付近までは差は見られないが、終局荷重に近づくにつれて、短周期の方が耐力力が大きくなる傾向にある。

なお、今後の研究課題として、応答変位が計算値と大きく異なることについてはより詳細な実験及び理論研究を実施する必要があると思われる。