

正方形断面 RC 柱の水平二方向加振振動台実験（線形領域加振の場合）

国土交通省土木研究所 正会員 西田 秀明
 国土交通省土木研究所 正会員 運上 茂樹
 国土交通省土木研究所 正会員 長屋 和宏

1. はじめに

実際の地震時には、構造物に慣性力が複雑に作用し二軸曲げなどが生じる。この影響の検討は、建築構造物を中心に主に隅柱を対象とした研究が 20 年以上前より行われてきている。その結果、変位もしくは荷重を制御した多方向入力静的載荷実験結果は、ファイバーモデル等を用いた解析的検討によりある程度評価が可能であることが示されている¹⁾。しかし、地震時のような動的な加振状態を再現した振動台実験の事例は数例を数えるのみであるため²⁾、動的加振時における解析モデルの検討はほとんど行われていない。そこで、その基礎的なデータを得ることを目的として橋脚を模した正方形断面を有する鉄筋コンクリート柱（以下、RC 柱）を対象とした水平二方向加振振動台実験を行い、その影響を評価する。

2. 実験の概要

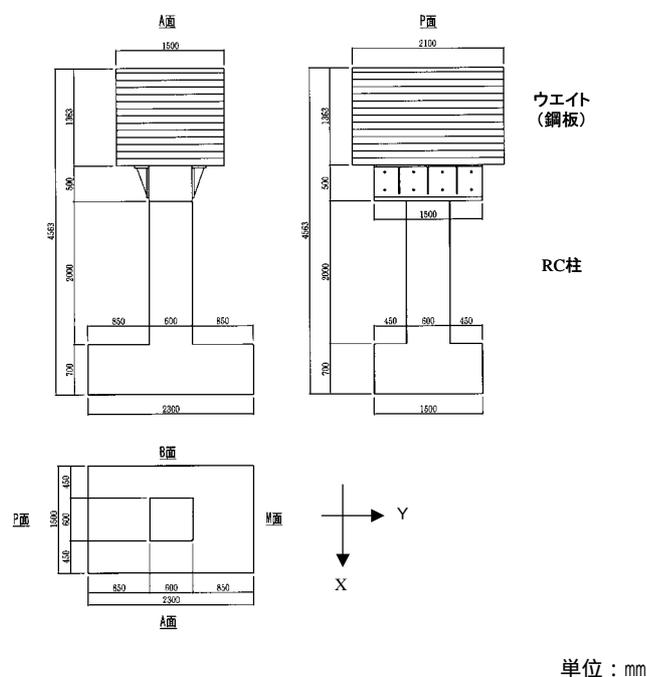
実験供試体を図 1 に示す。600×600mm の正方形断面、軸鉄筋はSD295、D10 を 48 本（鉄筋比 0.95%）帯鉄筋はSD295、D6 を 75mm 間隔で配筋した。また、コンクリートの設計基準強度は 26.5MPa である。また、柱基部での軸応力が 1.0MPa に、基部から慣性力作用中心までの距離と断面寸法の比が 5.0 になるように供試体およびウエイトを設計した。

加振は、1995 年兵庫県南部地震で観測された JR 鷹取駅波の水平二方向成分を、時間軸は 50% に、振幅は 20% に圧縮して入力した。なお、この実験は実際の地震時挙動の再現を目的としていないので、時間軸については実構造物と模型のおおよその相似関係から、振幅は事前に行った解析から、鉄筋が降伏強度に達しないレベルを推定して決定した。入力した波形を図 2 に示す。

測定項目は、加速度、相対変位、軸方向鉄筋ひずみとした。慣性力作用位置において、加速度はウエイト中央部に設置したひずみ型小型加速度計により、相対変位は供試体の周りに立てた剛体フレーム上にレーザー式変位計を配置して測定した。軸方向鉄筋ひずみは、角部 4 箇所の柱基部から 920mm の高さまで、さらに MA 角部、PB 角部はフーチング内 200mm の深さまで測定した。また、相対変位測定位置と振動台上との挙動がほぼ等しいことの確認および供試体のスウェイ - ロッキング挙動確認のため

キーワード：RC 柱、二方向応答、振動台実験

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地 TEL 0298-64-2211



単位：mm

図 1 実験供試体図

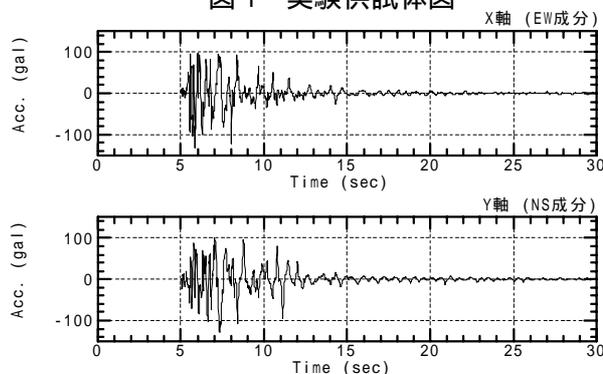


図 2 入力波形

の加速度、変位測定も同時に行った。サンプリング周波数は 200Hz とした。

3. 実験結果

損傷は加振終了前後で目視により確認したが変状は確認できなかった。慣性力作用位置における加速度、変位波形を図 3、その軌跡を図 4、合加速度に柱基部に作用している重量をかけて求めた合慣性力と合変位の関係を図 5 に示す。ここで、振動台上と剛体フレームの挙動の違い、スウェイ - ロッキングの影響などはほとんどなかったため加速度、変位の測定値に対して補正は行わなかった。また、図 5 に示す合加速度および合変位は、同時刻の X、Y 軸の応答値をベクトル合成したものの絶対値とした。時刻歴波形を見ると、全時刻にわたり周期の伸びなどは見られない。また、加速度および変位の軌跡は非常に似た挙動を示している。これらのことは実験前後に振動台上と慣性力作用位置における微振動測定記録を用いて推定した供試体とウエイトを合わせた系全体の固有周波数が、実験前 (X 方向 3.96Hz、Y 方向 4.30Hz) と実験後 (X 方向 3.70Hz、Y 方向 4.10Hz) でほとんど変化していないことから、ほぼ初期剛性範囲内の挙動であったためと考えられる。軸方向鉄筋ひずみは最大でも 1500 μ 程度と非線形領域に達していないものの図 5 では若干履歴がループを描いている。ループを描き出すのは一方向载荷を対象として算出したひびわれ耐力を上回る程度からであることから、かぶりコンクリートのひびわれに伴うものと考えられ、固有周波数の若干の低下もその影響と考えられる。

4. まとめ

正方形断面を有する RC 柱を対象に、軸方向鉄筋が降伏に至る前の線形領域における水平二方向加振振動台実験を行った。固有周波数の若干の低下や、合慣性力 - 合変位関係の履歴形状と一方向载荷を前提として算出したひびわれ耐力の関係から、加振レベルはかぶりコンクリートにひびわれが生じかつ軸方向鉄筋が降伏に至る前の段階であったと考えられる。また、ほぼ初期剛性範囲内での挙動であったため、加速度および変位軌跡が似た挙動を示したと考えられる。

参考文献

- 1) 例えば、平石ほか: 二方向変形を受ける鉄筋コンクリート造柱の曲げ降伏後の構造的性状, 日本建築学会構造系論文集第 454 号、1993.12
- 2) 例えば、Stephen Mahin and Mahmoud Hachem : Bi-directional Seismic Response of Reinforced Concrete Bridges、 International Workshop on Mitigation of Seismic Effects on Transportation Structures、2000.7

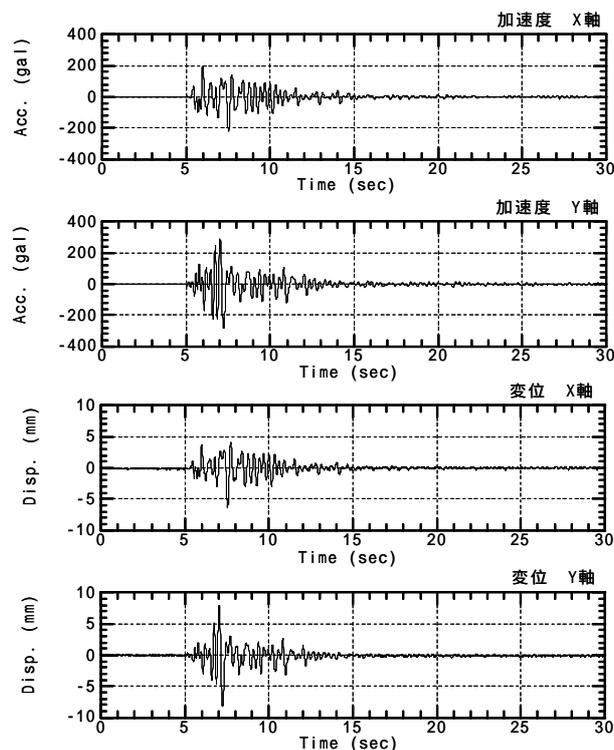


図 3 慣性力作用位置における時刻歴応答波形

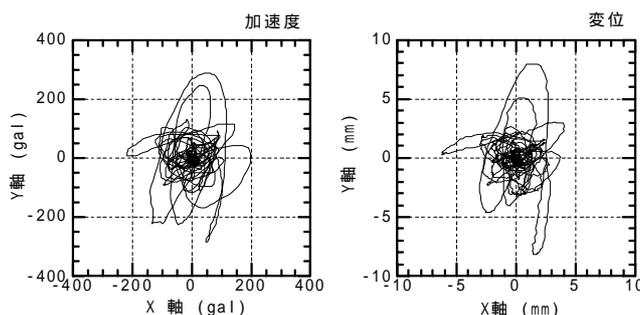


図 4 加速度および変位軌跡

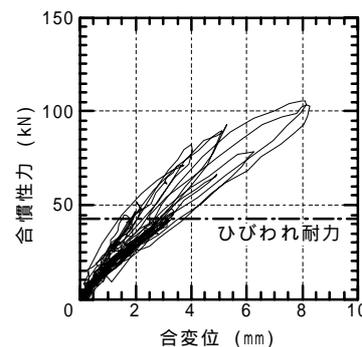


図 5 合慣性力 - 合変位関係