

## V-311

## 準動的載荷システムによる地震応答挙動の映像シミュレーション

横浜国立大学 正会員 池田 尚治

横浜国立大学 正会員 ○山口 隆裕

## 1. はじめに

構造物の地震時の応答挙動を現わす方法の一つとして用いられる準動的載荷システムは、コンピュータと載荷装置を組み合わせたハイブリッドシステムである。このシステムでは、コンピュータ内での計算と載荷装置での載荷が地震波の加速度データの一定時間間隔( $\Delta t$ )ごとに繰り返される為、動的現象を断続的な静的現象に再現することとなる。 $\Delta t$ ごとの再現に要する時間と $\Delta t$ との比が常に一定の比率であれば、実験を録画したテープを何倍かの早さで再生することにより、視覚的にも動的現象として再現可能である。しかしながら、大きな変形を生じる部材、等を対象として実験する場合は、載荷装置と部材を剛結することができず、取付部には遊びが生じることとなる。したがって、計算により得られた変位の目標値になるまで繰り返し載荷せねばならず $\Delta t$ ごとの再現時間が一定ではなくなる。鉄筋コンクリート部材を対象とした実験、等はこのようなケースに相当し、準動的載荷システムにより実験を行った結果を視覚的に動的現象とし再現するには至っていなかった。

本研究は、準動的載荷システムにビデオによる映像記録化のシステムを組み込み、地震波の生起時刻に対応する状況を静止映像として記録し、それを連続的に再生することにより視覚的に構造物の地震時挙動を忠実に動的に再現しようとするものである。

## 2. ビデオ録画システム

図-1にビデオ録画に関するシステムを示す。デッキとタイマーは、個々にコンピュータからの5Vの電圧信号により作動し0Vの電圧信号により停止するようになっている。デッキのハードウェア上の制約より可能最小録画時間は0.2秒であった。鉄筋コンクリート柱を対象とした場合、モニター上で確認できる最小ひびわれ幅は、モニター上に柱の高さが1mまではいるように撮影したときは1.0mm、高さ50cmのときは0.5mm、高さ20cmのときは0.2mmであった。このシステムを準動的載荷システムに組み込み、地震波の適当な間隔の生起時刻に作動するようにした。ビデオシステム作動中は、準動的載荷システムは保持状態となるようにした。

## 3. 実験結果と考察

準動的載荷システム中に組み込まれたビデオシステムがうまく作動するか、又、このシステムが実験結果に影響を与えないかを調べるために、図-2に示すH形鋼柱を用いて予備実験を行った。使用した地震波はEl Centro 1940(NS)の0.02秒から8.0秒で、時間間隔 $\Delta t$ は0.02秒であった。最大加速度を11.2gal、固有周期を1.0と仮定しH形鋼柱の弾性域内で実験を行った。ビデ

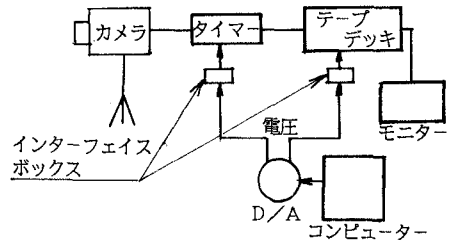


図-1 ビデオ録画システム

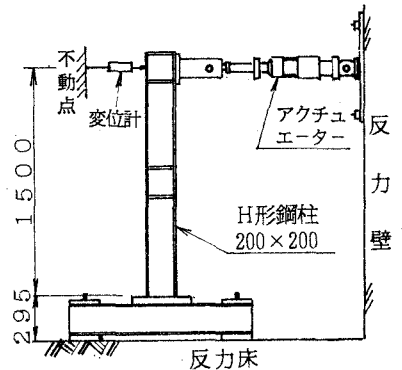


図-2 H形鋼柱の載荷状況

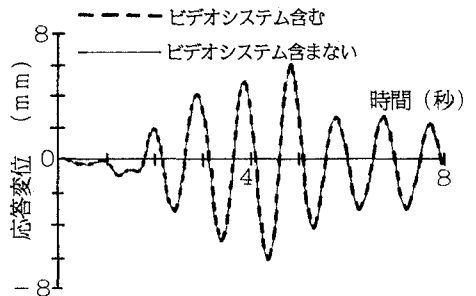


図-3 時刻歴曲線の比較

オでの録画は地震波の生起時刻において0.2秒ごとに行い、各録画時間は0.2秒とし、録画時間の合計は8秒となるように設定した。図-3に実験より得られた応答変位の時刻歴曲線の比較を示す。実線はビデオシステムが導入されていない場合を示し、点線は導入さ

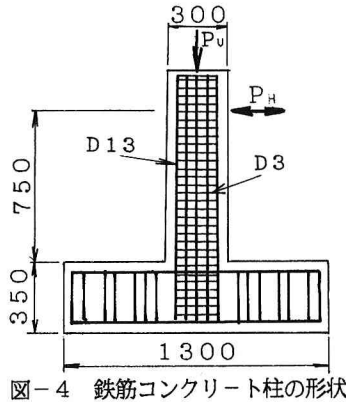


図-4 鉄筋コンクリート柱の形状

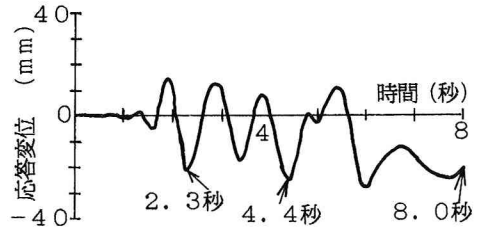


図-5 鉄筋コンクリート柱の時刻歴曲線

れた場合を示すが全く同じで重なり合い区別がつかない。これより、ビデオ録画により実験を頻繁に停止することによる結果への影響は全くないものと考えられる。また、実験中においては予定の地震波の生起時刻にビデオデッキは録画を始め、その間準動的システムは保持状態となっていた。得られた静止映像を連続に再生すると動的挙動を示し、再現時間も8秒であった。なお、実験での所要時間はビデオシステムが導入された場合429秒、そうでない場合182秒であった。

図-4にビデオ録画の対象とした鉄筋コンクリート柱の形状を示す。この部材はせん断破壊するように、フープ筋量が計算必要量の50%しか配置されていないものである<sup>1)</sup>。使用した地震波はH形鋼柱の場合と同じで、最大加速度、等の種々の条件は降伏変位の約4倍の応答変位が生じるように設定して行った。ビデオでの録画は地震波の生起時刻において0.1秒ごとに行い、各記録時間は0.2秒、記録時間の合計は16秒とした。これは、地震波データの2倍の時間に相当する。図-5に実験より得られた応答変位の時刻歴曲線を示し、写真1-3に図-5に示す地震波の生起時刻における柱部の状況を示す。写真はモニター画面をビデオプリンターで出力したもので、中の数字は地震波の生起時刻の2倍の値を示す。このように、地震波の各生起時刻における状況を忠実に静止映像として記録することができ、これを連続再生することにより視覚的に忠実な動的応答挙動として再現することができた。

#### 4. まとめ

準動的載荷実験システムの中に実験状況を任意の点でビデオに録画できるシステムを組み入れることができた。これにより、地震波の各生起時刻における構造物の被災状況を忠実に静止映像として録画することができるとともに、これを連続的に再生することにより、構造物の地震応答挙動を視覚上でシミュレートすることができた。また、これをスローモーションで再生することも可能である。

謝辞：本研究の実施に当たっては、卒業研究の課題とした清水君（現 日本国土開発）の参加協力を得たここに深甚の謝意を表する。なお、本研究は文部省科研一般(B)No.01460174の一環として行った。

参考文献 1) 池田、山口、後藤：極大径鉄筋の使用による新しい構造形式の諸性能に関する研究、第45回JSCE年講、V、1990.9

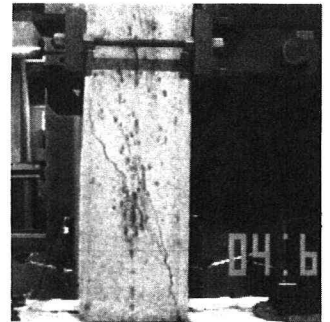


写真-1 被災状況 (2.3秒)

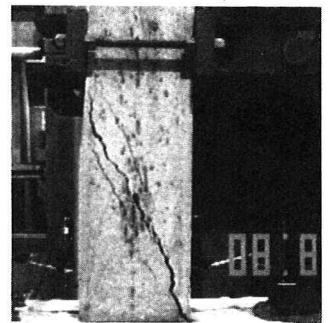


写真-2 被災状況 (4.4秒)

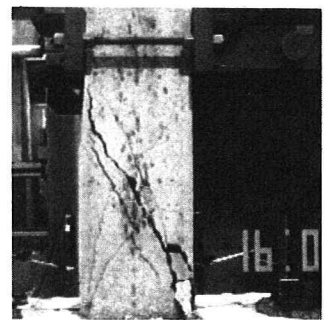


写真-3 被災状況 (8.0秒)