

地震による鉄筋コンクリート柱の動的応答に関する映像シミュレーション

池田尚治*・山口隆裕**

振動台による実験を行うことなく、構造物の地震時の応答挙動を視覚上において時刻に忠実に生起させ、動的な映像シミュレーションを行うことを目的として、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入れる方法を開発した。このシステムを用いて、力学的性能の異なる鉄筋コンクリート柱の地震による応答挙動の映像シミュレーションを行った結果、それぞれの柱の地震による破壊の様子及びその相違点を詳細に観察することができた。

Keywords : reinforced concrete columns, pseudo-dynamic test, visual simulation, dynamic response, video tape recorder

1. 緒 言

コンピューターでの応答計算と載荷実験の値とを時系列で連続的に組み合わせた準動的載荷システムによる実験方法は、伯野ら¹⁾によって考え出され、現在、多くの研究に利用されている²⁾。準動的載荷実験は、擬似動的、仮動的載荷実験とも呼ばれ、構造物の地震時の応答挙動を時間スケールを伸ばした状態で生起させようとするものである。このような準動的載荷システムによる実験は振動台による実験に比べて、簡便な載荷装置で大型構造物の動的応答の把握が行えること、載荷の際に任意に構造物の固有周期を仮定して行えること、時々刻々の応答挙動をゆっくりと観察しながら実験を行えること、等の点で優れている。しかしながら、準動的載荷システムによる実験は基本的には静的載荷であるため、視覚的な観点からは動的現象を断続的な静的現象にか生起できないのが現状である。

本研究の目的は、準動的載荷システムとビデオによる映像記録化のシステムとを一体化したシステムを開発することにより、振動台による実験を行うことなく構造物の地震時の応答挙動を視覚上において時刻に忠実に生起させ、動的な映像シミュレーションを行おうとするものである。今回の映像シミュレーションの対象としては、力学的性能の異なる鉄筋コンクリート（以下、RCと記す）柱部材の地震による応答挙動を取り上げることにした。

2. 準動的載荷システムの特徴と動的挙動の映像化

準動的載荷システムによる実験は図-1に示すよう

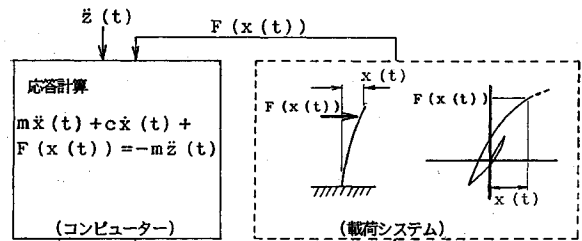


図-1 準動的載荷システム概念図

に、コンピューターによる応答計算と、計算された応答変位の載荷装置による載荷とを、地盤の地震波の加速度データの微小な一定時間間隔 Δt ごとに繰り返して行うものである。したがって、この載荷システムにおいては、コンピューターでの計算ごとに載荷が断続的になること、および、 Δt ごとの応答変位量が異なることで、実験状況をそのまま録画したのでは挙動を地震波の時間軸と対応して記録したことはない。また、実験を精度よく行おうとする場合、供試体と載荷装置とを剛結せずヒンジ、等を介して設置することが必要であるので取り付け部には遊びが生じやすくなる。そこで、準動的載荷システムの制御方法としては、一般に図-2に示すようなフィードバック制御と言われる方法、即ち、変位計測を載荷用のジャッキから独立させてジャッキのストロークを制御する方法、を採用することとなる。しかしながら、フィードバック制御方法においては、加速度データの Δt ごとの実験上での経過時間は変位の収れんのための繰り返し回数が異なるので一定したものではなく、このことも映像化の大きな障害となっている。そこで、振動台実験を行った場合と同様の地震波の時間軸と対応した動的な映像を得るためには、地震波の各生起時刻に対応する構造物の被災状況を正確な短い一定時間の静止映像として録画し、それを連続的に再生することにより

* 正会員 工博 横浜国立大学教授 工学部建設学科 (〒240 横浜市保土ヶ谷区常盤台 156)

** 正会員 横浜国立大学助手 工学部建設学科

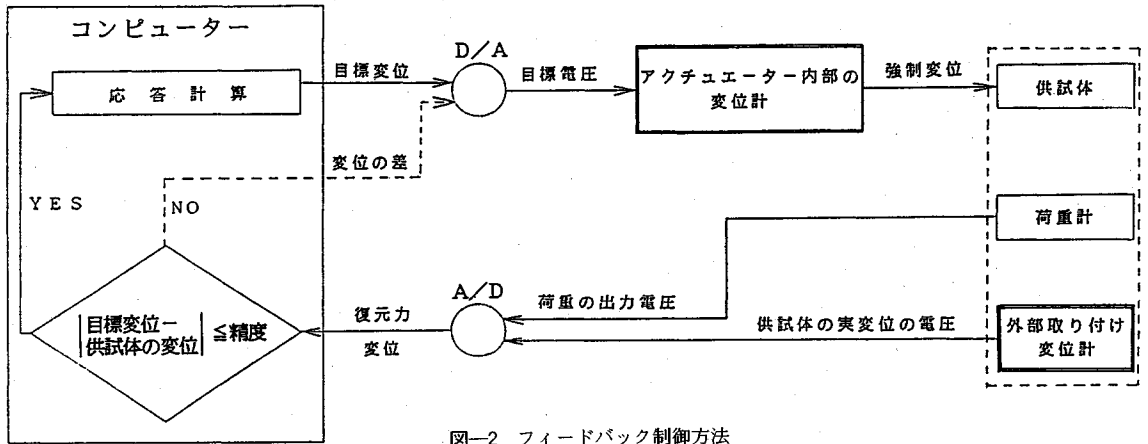


図-2 フィードバック制御方法

可能であると考え、準動的載荷システムの中にビデオによる録画システムを組み込み、任意の地震波の生起時刻で一定時間の映像を録画できるシステムを開発することにした。

3. ビデオによる映像記録化のシステム

準動的載荷実験において使用する地盤の地震加速度データの時間間隔 Δt は一般的に 0.01 秒または 0.02 秒と非常に短いため、一つの実験での録画の回数はかなり多くなる。また、任意の生起時刻ごとの一静止画像の録画時間もできるかぎり短い方が総録画時間が実時間に近づくので望ましい。そこで、録画の方法としてはビデオカメラを常に作動状態にしておき、実際に録画するかどうかはプログラムからの信号でビデオデッキの作動を指示することにした。本システムにおいては、コンピューターからの 5 V の電圧信号によりデッキは録画状態となり、0 V の電圧信号により一時停止の状態となるようにした。以上のことより、ビデオデッキには録画部の耐久性と外部制御が可能なりモート端子を備えている点を考慮して業務用デッキを用いることにした。タイマーには、ビデオ機器に直接時間信号を表示でき 1/1 000 秒の精度を有しているものを用いることにした。これにより、タイマーの起動をコンピューターからの電圧信号により行え、静止画像の中にその地震波の生起時刻を表示することが可能となった。

ビデオテープの映像は一般に 1 秒間につき 30 フレームの静止映像で構成されている。今回用いたビデオデッキの録画時間をコンピューターによって制御した場合、1 回の録画当りの目標フレーム数に対して $\pm 1 \sim 2$ フレームのパラツキのみられることがあり、目標フレーム数を 4 フレーム以下にすると全く静止映像の得られないケースも生じた。そこで、安定して得られる最小録画時間は 6 フレームに対応する 0.2 秒と判断した。また、一時停

ビデオカメラ

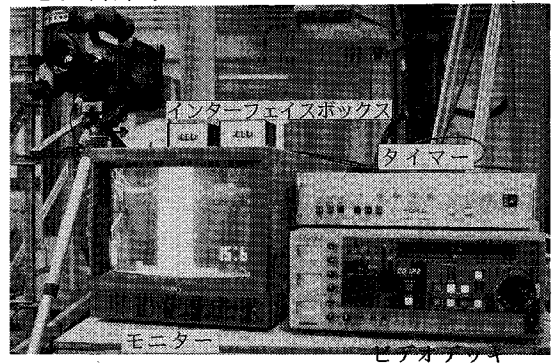


写真-1 ビデオ録画システムの機器

止状態から録画終了までの一静止映像を録画するのに必要な最小時間は約 6.5 秒となった。なお、今回は録画方式として公共性のあるテープ方式を採用したが、レーザーディスクを用いることにより、安定して得られる最小録画時間はより短く、また、その時間はより正確になると思われる。写真-1 に使用したビデオ録画システムの機器を示す。

モニター上で確認可能なコンクリートのひび割れ幅は、ビデオカメラの性能と照明の状況に大きく影響を受ける。コンクリート表面に伸びの小さい白色のポスターカラーを塗布すること、等により確認可能な最小ひび割れ幅は若干小さくなり、今回使用したビデオカメラと実験室での照明下では、その幅はモニター上に映る柱の高さの範囲が 145 cm の時におよそ 0.6 mm、95 cm の時に 0.3 mm、30 cm の時は 0.1 mm であった。

図-3 に準動的載荷システムの中にビデオによる録画システムを組み込んだ場合のシステム図を示す。ビデオ録画システムは準動的載荷システムとは独立したシステムとなっており、録画システムが作動中には準動的載荷システムは保持状態となるようにした。

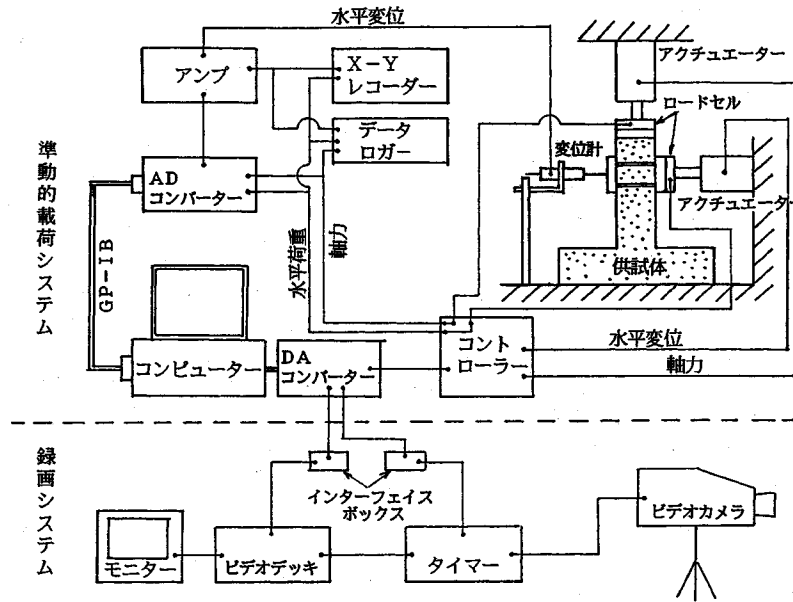


図-3 準動的載荷システムと録画システム

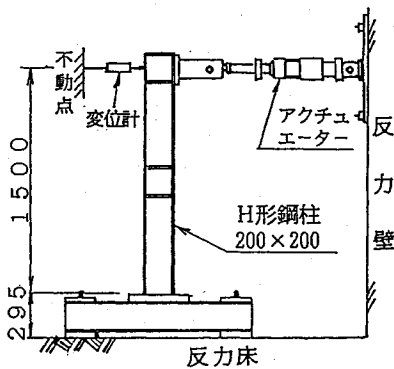


図-4 H形鋼柱の載荷状況

4. システムの確認実験

準動的載荷システムの中に組み込まれた録画システムが地震波の任意の生起時刻に想定した通りに作動するか、また、このシステムが応答挙動の実験結果に影響を与えないかを調べるために、図-4に示すH形鋼柱を用いて確認実験を行った³⁾。静的載荷実験の結果、H形鋼柱の剛性は4.9 tonf/cmであった。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 Δt は0.02秒であった。最大加速度を11.2 gal、固有周期を1.0秒と仮定しH形鋼柱の弾性域内で実験を行った。ビデオでの録画は地震波の生起時刻の0.2秒ごとに行い、各録画時間は0.2秒とし、録画時間の合計を8秒となるように設定した。

図-5に実験より得られた応答変位の時刻歴曲線の比

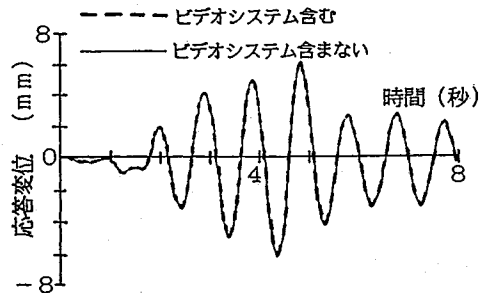


図-5 H形鋼柱の時刻歴曲線の比較

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。これにより、ビデオ録画により実験を頻繁に停止することによる載荷システムへの影響はないことが確認された。ただし、コンクリート部材を対象とした場合はクリープの影響が考えられるが、準動的実験の載荷は通常変位制御で行われるため、この影響は小さいものと考えられる。この実験のよって予定の地震波の生起時刻にビデオデッキは録画を始め、その間準動的載荷システムは保持状態となることが確認された。

得られた静止映像を連続して再生すると動的挙動を示し、再現時間もほぼ8.0秒であった。実験の所要時間は録画システムが導入された場合429秒、そうでない場合182秒となった。8秒間の記録に対し録画回数は40回であるから、1録画当りの所要時間は約11秒である。再生映像は映画の場合で考えれば1秒当り5コマの速度に対応しているが、この程度の速度でも映像はほぼ自然な動的現象を表していた。

表一 供試体の一覧と諸元

供試体 No.*1	軸方向鉄筋			フープ筋			せん断支間 有効高さ比	軸圧縮応力 度 (N/bh)
	呼び径	鉄筋量	鉄筋比	呼び径	間隔	フープ筋比*2		
PS-1	D 13	25.34cm ²	2.82%	D 6	7.0cm	0.30% (106%)	2.78	0.98MPa
PD-1								
PS-2	D 13	25.34	2.82	D 6	13.0	0.16 (109)	4.63	0.98
PD-2								
PS-3	D 10	11.41	1.27	D 3	2.5	0.19 (104)	2.78	0.98
PD-3								
PS-4	D 13	25.34	2.82	D 6	4.5	0.47 (107)	2.78	4.71
PD-4								

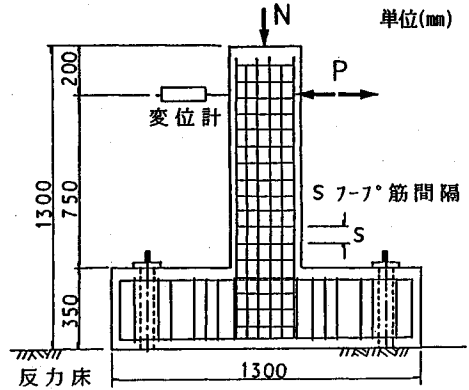
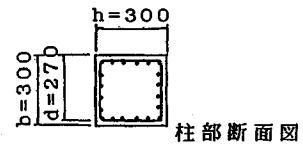
*1 : PS : 静的載荷試験 (Static test)、PD : 準動的載荷試験 (Pseudo-dynamic test)
 *2 : () 内の値は計算必要量に対する割合を示す。

5. RC 柱の地震応答挙動の映像シミュレーション

(1) 供試体と実験方法

映像シミュレーションの対象とした RC 柱供試体の一例と諸元を表一に、供試体の形状の一例を図一六に示す^{4),5)}。供試体は、それぞれ異なる力学性能を持つフーチング付き独立柱であり、早期なせん断破壊が生じないように、必要十分なフープ筋量が断面の有効高さ (d) の 1/2 以下の間隔で配置されている。フープ筋量の計算は許容応力度法に基づいた昭和 55 年版の土木学会コンクリート標準示方書⁶⁾に従って行い、配置した量は計算必要量の 104%~109% に相当するものである。表一に使用した材料の力学的特性を示す。着目した力学的性能の相違は表一に示すように、軸方向鉄筋比、せん断支間断面の有効高さの比 (a/d)、および軸圧縮応力度とした。同じ力学的性能を持つ供試体を 2 体ずつ作製し、1 体には静的正負載荷、他の 1 体には準動的載荷を行った。載荷には図一六に示すように 2 本のアクチュエーターを使用して、一定軸圧縮力のもとに水平力または水平変位を作用させた。

表一に供試体の計算耐力と静的正負載荷実験による結果を示す。計算は断面をファイバー状に一次的にモデル化し、材料の非線形特性を考慮して行った。計算に使用した材料の非線形特性を図一七に示す。載荷は、計算降伏荷重時の変位 (以下、 δ_v と記す) から最終載荷まで変位を $1\delta_v$ ずつ増加させながら、各変位で 1 回の正負載荷を行ったものである。図一八に実験より得られた荷重-変位曲線の正側の包絡線を示す。側方鉄筋の影響で部材の最大耐力は変形量が 2~3 δ_v 付近の時に生じている。また、力学的性能の違いにより耐荷力の大きさにはかなりの差があり、破壊形態も異なったものとなった。PS-1 供試体および PS-4 供試体は、変位が $2\delta_v$ 以降柱腹部の曲げびわれがせん断びわれに進展し、PS-1



図一六 供試体図の一例 (PS-1, PD-1)

表二 使用材料の力学的特性

種類		鉄筋		適用
呼び径	規格	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	
D13	SD30	357	519	No.1,2,4の主筋
D10	SD30	355	514	No.3の主筋
D6	SD35	416	539	No.1,2,4のフープ筋
D3	SD30	303	396	No.3のフープ筋
コンクリート (MPa)				
圧縮強度		引張強度		ヤング係数
26.5		2.26		0.24×10^5

供試体は主としてせん断破壊に至り、PS-4 供試体は主として圧縮鉄筋の座屈を伴う曲げ破壊に至った。また、PS-2 供試体および PS-3 供試体は、柱根元部の曲げびわれが大きく成長し曲げ破壊した。特に、PS-2 供試体においては $\pm 5\delta_v$ 載荷時に圧縮部のコンクリートの広い範囲での剥離が見られた。

準動的載荷に用いた初期設定値は、静的載荷実験の結

表-3 計算耐力と静的載荷実験結果

供試体名	計算値 (kN)			実験値		
	ひび割れ発生荷重 P_{cr}	降伏荷重*1 P_y	最大耐力 P_u	P_y 時の変位 δ_y (cm)	最大耐力 (kN)	最大耐力時の変位 (δ_y)
PS-1	26.5	136	173	0.46	170	3
PD-1						
PS-2	15.7	78.5	99.1	0.92	96.1	2
PD-2						
PS-3	24.5	73.6	94.1	0.25	91.2	3
PD-3						
PS-4	52.0	179	206	0.50	214	2
PD-4						

*1: 引張側の最外縁の軸方向鉄筋が降伏ひずみに達したときの荷重。

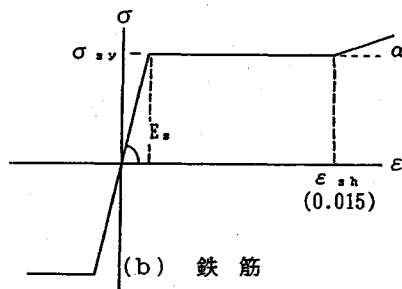
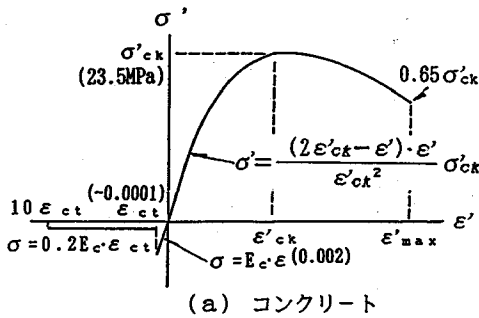


図-7 計算に使用した材料の非線形特性

表-4 準動的載荷実験に用いたデータ

供試体名	PD-1	PD-2	PD-3	PD-4
使用地震波	El Centro 1940(NS) 0.02秒~18.0秒 Δt=0.02秒			
減衰定数 h	0.05			
固有周期 T (sec)	0.5			
初期剛性 K ₀ (MN/m)	29.6	8.5	29.4	35.9
仮想重量 W (MN)	1.837	0.529	1.826	2.227
被災の程度	補正係数 ν ₄		作用地震波の最大加速度 (m/s ²)	
4δ _y レベル	0.4	0.91	1.82	0.49
破壊レベル	—	1.82	3.63	0.99

果を基に決めたもので表-4に示す。対象部材がRC構造なので減衰定数 h を0.05とした。使用地震波の加速度応答スペクトル値の大きいところで実験を行うことを考えて、部材の固有周期が0.5秒となるように1自由度系換算仮想重量を設定した。この場合の加速度応答スペクトルの値はおおよそ2.5である。仮想重量を求める際に必要な剛性は、それぞれの静的載荷実験から得られた履歴曲線の原点と計算降伏荷重点を結ぶ割線剛性の正負の平均値とした。表-4に剛性と仮想重量を併せて示す。作用地震波の最大加速度の大きさは、昭和61年版の土木学会コンクリート標準示方書「設計編」—9章—耐震に関する検討⁷⁾の項で示される「かなりの損傷」の被災程度(4δ_yレベル)を想定した補正係数 ν₄ の値に相当する値、および部材の破壊を想定してその2倍の大きさ(以下、破壊レベルと記す)の値とした。載荷の方法は、各供試体それぞれ4δ_yレベルの地震波を作用させた後、破壊レベルの地震波を作用させることとした。なお、準動的載荷における時刻毎の着目点の目標変位は、系の振動方程式を中央差分法によって計算して求めた。アクチュエーターを用いてこの目標変位に到達させる方法としては、精度を0.04mmとして図-2に示すようなフィードバック制御を行った。

ビデオでの録画は地盤地震波の生起時刻の0.1秒ごとに行い、一静止映像の録画時間は可能最小の0.2秒とした。録画時間の合計は32秒となり、これは表-4に示した地震波データの2倍の時間に相当するものである。録画を地震波の生起時刻の0.1秒ごととしたのは、生起

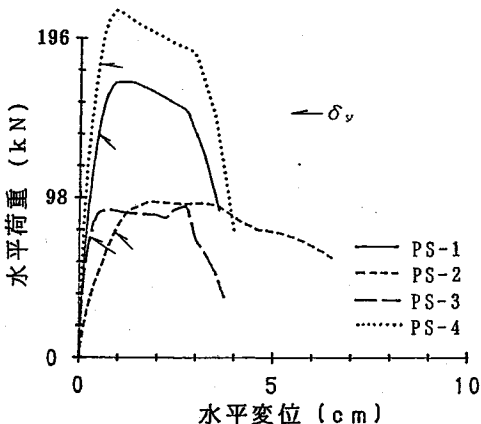


図-8 荷重-変位曲線の正側の包絡線

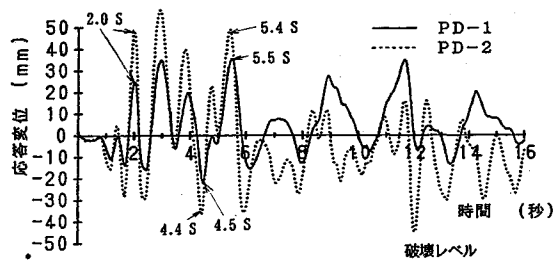


図-9 応答変位の時刻歴曲線 (a)

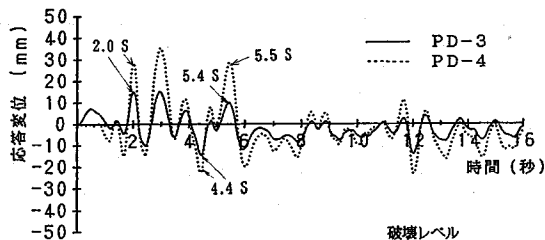


図-10 応答変位の時刻歴曲線 (b)

時刻の5回に1回の応答変形状況を録画すればほぼ地震波の各段階の映像が得られることと、実時間に相当するように倍速で再生すると、1秒に10コマの動画となり動きもスムーズであると考えたからである。

(2) 準動的載荷実験結果と映像シミュレーション

図-9～10に実験より得られた破壊レベル時の応答変位の時刻歴曲線を示す。最終的にせん断破壊を生じたPD-1供試体の周期は6秒以降増大しているが、それ以外の時刻歴曲線はほとんど同じ形状を示している。写真2～5には、図-9～10に示す地震波の生起時刻における柱部の被災状況を示す。写真は実験より得られた静止画を生起時刻ごとに再生し、そのモニター画面を撮影したもので、中の数字は地震波の生起時刻を示す。確認できる最小ひび割れ幅は、モニター画面を写真撮影したため前述した値より大きくなっているものと思われる。写真に示すように、地震波の生起時刻が2.0秒時においては、PD-4供試体は柱根元部のコンクリートがすでに圧壊している。4.5秒時においては、PD-1供試体はせん断破壊しており、PD-2供試体は柱根元部のコンクリートがかなり広い範囲で剝離した。載荷終了の16秒時においては、静的載荷実験結果と同様に各供試体それぞれ異なる破壊形態が示されている。これらの被災状況より、柱の耐震設計においては、計算で必要フープ筋量を求めるだけでなく、対象部材の力学的性能の違いをよく把握し柱根元部のフープ筋の配置間隔やその径について詳細に検討することが重要であると認識させられた。例えば、PD-1とPD-2供試体のフープ筋の配置間隔を昭和61年版の示方書の耐震構造細目の規定通り $d/4$ 以下とすれば、耐震性能はより一層向上するものと思われる。

表-5 準動的載荷実験の結果

供試体名	最大応答変位 (破壊レベル)		最大復元力*1 (4δレベル) P (kN)	最大作用 せん断応力 P/bd (MPa)
	地震波の生起 時刻 (秒)	変位量 (mm)		
PD-1	5.48	35.58	182.4	2.25
PD-2	2.92	58.22	109.8	1.35
PD-3	2.96	15.47	98.1	1.17
PD-4	2.98	35.69	218.7	2.70

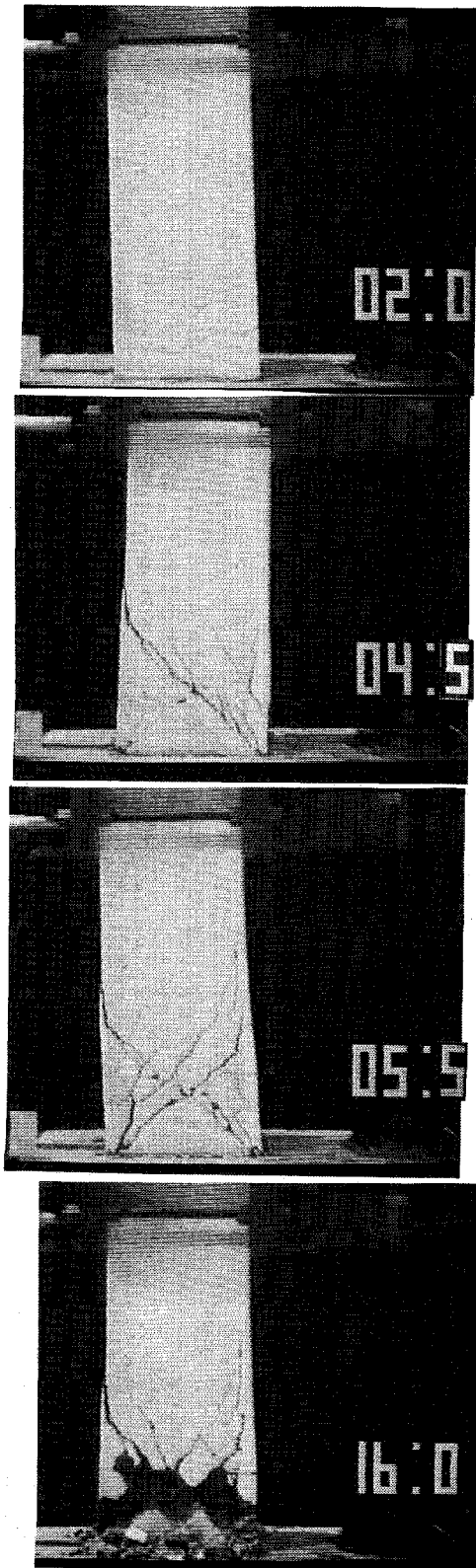
*1：最大復元力は4δレベルの載荷時に生じた。値はX・Yレコーダより読みとった値を示す。

なお、各供試体には前述したように、それぞれ計算必要フープ筋量が $d/2$ 以下の間隔で配置され、力学的性能に対応した地震力が作用されたもので、実験時の作用荷重は供試体ごとに異なっている。参考として表-5に実験時の最大応答変位、最大復元力および概算した最大作用せん断応力 (P/bd) の絶対値を示す。

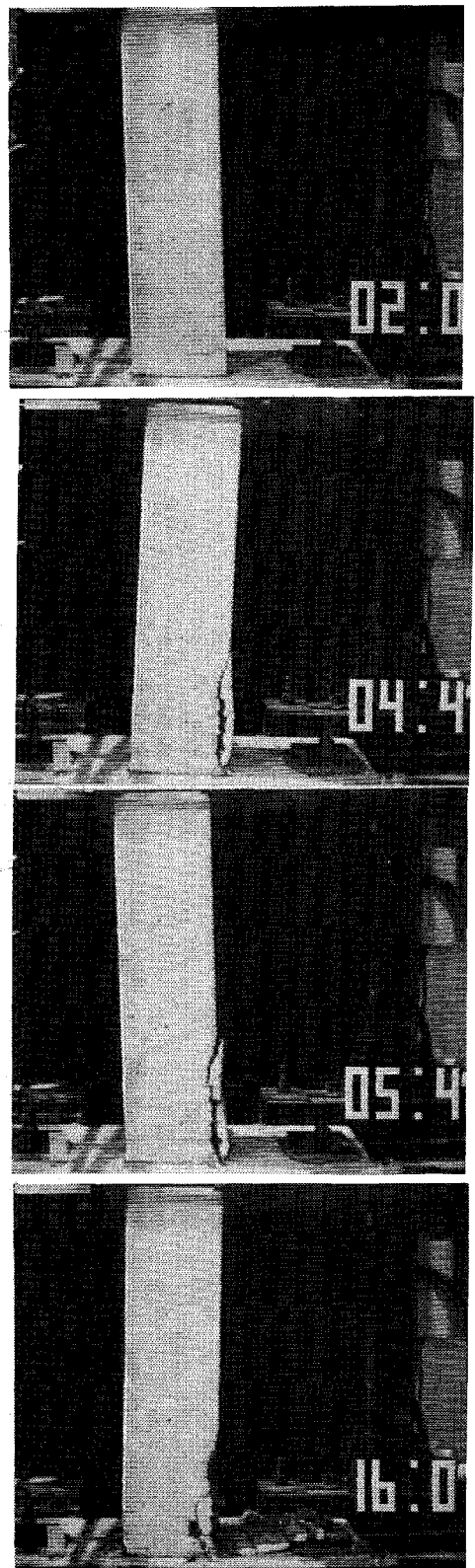
実験より得られた静止画を連続再生することにより、RC柱部材が地震力を受けて揺れる様子を任意の時間スケールで見ることができた。破壊レベルでの地震時挙動を実時間の2倍の時間スケールで再現して全体の動きを観察してみると、 a/d が2.78であるPD-1、PD-3およびPD-4供試体は、視覚的には柱自体が曲げられて変形しているようにはみえず、柱頭部の変形は柱根元部の回転により生じているように見えた。特に軸圧縮力の大きいPD-4供試体にはその印象が強い。 a/d が4.63であるPD-2供試体においては、柱自体が変形している様子が視覚的にも確認できた。最終的にせん断破壊したPD-1供試体の場合、破壊が進み柱根元部の全周のコンクリートが剝離してくると、柱は根元部で回転しているのではなく水平に移動しているのが確認できた。再生時間を2倍早くして地震波の生起時刻の実時間スケールで再生すると、より一層臨場感のある応答挙動を見ることができた。また、当然ながらこれをスローモーションで再生することにより、ひび割れの発生状況など、より詳細に地震波の生起時刻に対応した構造物の被災状況を観察することが可能である。

なお、今回の映像は地盤との相対変位を生起させたものであって観測者は地盤と一緒に動いている状態であることに注意する必要がある。このように、地盤を固定した座標として構造物の応答挙動を生起させると、構造物の変形やひび割れの開閉が映像として明瞭に把握できるので極めて好都合である。地盤の変形量も合わせた絶対変位の映像を再現するためには、カメラ自体を地盤変位分だけ移動させるシステムをつくる必要があるが、この場合には観測者は絶対座標上に静止している状態で構造物の応答を観測することとなるので、構造物の変形やひび割れの状態はむしろ観測しにくくなるものと思われる。

また、準動的載荷実験より得られた振動応答挙動の結果と振動台実験より得られた結果とは、一般に載荷速度



写真—2 被災状況 (PD-1)



写真—3 被災状況 (PD-2)

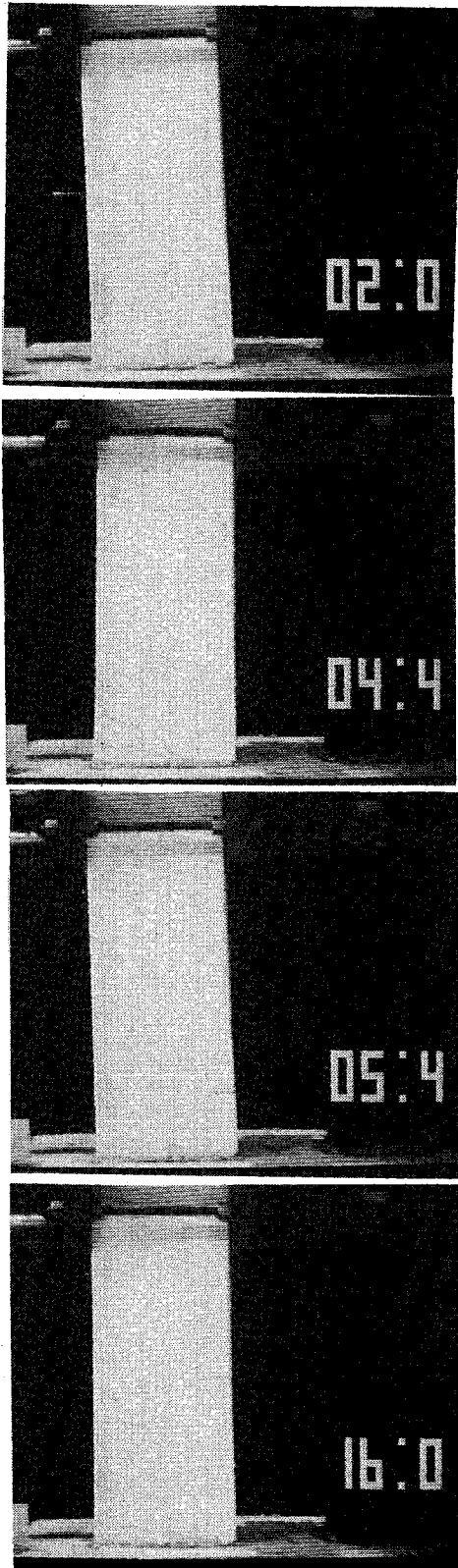


写真-4 被災状況 (PD-3)

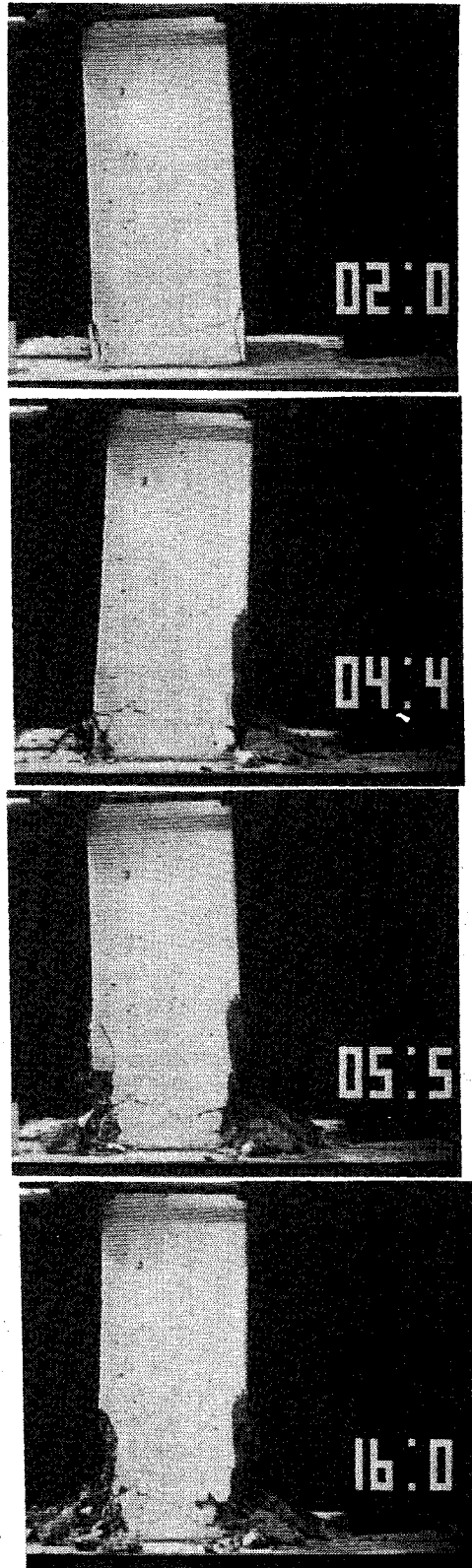


写真-5 被災状況 (PD-4)

の影響などにより完全には一致しないことがこれまでの研究において指摘されている⁸⁾。しかし、その相違は必ずしも振動応答挙動の大局に影響を与えるものではないと考えられる。一方、仮に、振動台での実験により本実験と同じRC柱を用いて同様な振動応答挙動の映像を得ようとするれば、大規模な振動台が必要なこと、系の質量の載せ方が極めて困難なこと、および、相対変位を得るためのカメラの設置方法が極めて難しいこと、など多大な困難を伴うこととなる。これらのことを考えれば、本システムを用いて振動応答挙動の映像を得る方法が如何に有用なものであるかが理解できるものと思われる。更に、準動的載荷システムについては能力の向上が可能であるので、載荷システムの高速化などにより、得られる映像も実際の挙動をより忠実に生起させることが可能なのである。

6. 結 論

本研究より得られた結果をまとめると次の通りとなる。

(1) 準動的載荷システムの中に実験状況を任意の時点でビデオに録画できるシステムを組み入れる方法を開発した。これにより、地震波の各生起時刻における構造物の応答変形状況を微小な一定時間の静止映像として連続的に録画することが可能となった。

(2) 連続的に記録された静止映像を再生することにより、振動台による実験を行うことなく構造物の地震時の振動応答挙動をモニタースクリーン上に生起させることが可能となった。

(3) 静止映像の記録時間は、使用した機器の性能等を勘案し、0.2秒が妥当であるものと判断された。また、再生時の1コマ当りの時間を0.1秒とすることにより、画面上の振動の状況が十分スムーズな動的挙動として生起されることが示された。

(4) 開発したシステムを用いて力学的性能の異なるRC柱の地震応答挙動について映像シミュレーションを行った結果、力学的性能ごとの地震応答挙動の特徴及びその相違点を明確に把握することができた。

(5) RC柱の耐震性能を向上させるには、柱根元部

のフープ筋の直径と配置間隔などRC柱の力学的性能に及ぼす影響を本シミュレーション手法によって視覚的に詳細に検討することが極めて有効であると思われる。

(6) ビデオカメラ、ビデオデッキ、等のハードウェア上の性能が向上すれば、映像上での確認可能な最小ひび割れ幅も小さくなる、等、実験精度も向上し、本システムの利用分野も拡大するものと考えられる。

謝辞：本研究を実施するに当り、横浜国立大学土木工学教室の森下豊技官、清水康記君（現 日本国土開発（株））、鶴澤哲史君（現 大成建設（株））、林秀彦君および滝澤晶君に参加協力を得た。ここに感謝の意を表します。なお、本研究は、文部省科学研究費・一般研究（B）No.01460174（研究代表者 池田尚治）の一環として行ったものである。

参 考 文 献

- 1) 伯野元彦・四家正俊・原司：計算機により制御されたはりの動的破壊実験，土木学会論文報告集，171号，pp.1～10，1969.
- 2) 伯野元彦，他：ハイブリッド実験の応用マニュアル，平成元年度文部省科学研究費（総合研究（A））研究成果報告書，1990.3.
- 3) 池田尚治・山口隆裕：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，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，第5部，pp.648～649，1990.9.
- 4) 池田尚治・山口隆裕・鶴澤哲史・林 秀彦：断面性能を考慮した鉄筋コンクリート柱の地震応答挙動の定量化について，コンクリート工学年次論文報告集，第13巻，pp.601～606，1991.6.
- 5) 山口隆裕・鶴澤哲史・滝澤 晶・池田尚治：鉄筋コンクリート柱の耐震性能評価と映像シミュレーション，土木学会第46回年次学術講演会講演概要集，第5部，pp.14～15，1991.9.
- 6) 土木学会，昭和49年制定コンクリート標準示方書（昭和55年版），pp.22～25，1980.
- 7) 土木学会，昭和61年制定コンクリート標準示方書設計編，pp.89～98，1986.
- 8) 高梨晃一・大井謙一：電算機・試験機オンライン実験と振動台実験，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1413～1414，1984.10.

(1991.8.8受付)

VISUAL SIMULATION FOR DYNAMIC RESPONSE OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS SUBJECTED TO EARTHQUAKE MOTIONS

Shoji IKEDA and Takahiro YAMAGUCHI

In order to generate the dynamic response of reinforced concrete structures by means of visual manner without doing vibration test, a simulated dynamic response visualization system was successfully developed by utilizing computer controlled video tape recorder in the pseudo-dynamic test. By playing back the tape, the visual dynamic response behavior can be observed in the real time scale although the experiment has been done by using pseudo-dynamic test. The visual dynamic simulation of four types of reinforced concrete columns under a severe earthquake were carried out by using this system. This system was quite useful to realize the characteristics of ongoing seismic failure of those columns.