

東北大学 学主員 〇 島本 幹
 東北大学 正員 尾坂 芳夫
 東北大学 正員 鈴木 基行

1 まえがき

現在、我国のような地震多発国では、より合理的な耐震設計法の確立が急がれている。その有効な手段の一つとして、動的解析法が挙げられるが、これに用いるRC部材の復元力特性は、変位漸増の規則的かつ静的に載荷された試験結果に基づいているのが現状である。しかし、実際の構造物の受ける地震動は動的で、かつ不規則(ランダム)なものであり、このような条件下でのRC部材の諸性状を明らかにしていくことは、合理的な耐震設計法の確立のため是非とも必要であると思われる。

そこで、本研究では、その基礎的段階として載荷パターンと変位速度がRC柱の荷重-変位関係、破壊性状、及び耐震性能などに及ぼす影響を実験的に調べた。

2. 実験概要

供試体は、図-1に示した形状のもので、フーチング上面から載荷点までの高さ H を 140cm とし、柱の断面は 40×40 cm で、有効高さ H_0 を 35cm とし、せん断スパン比を 4.0 とした。又、軸方向主鉄筋比は 2.149% (D19-12, SD35) とし、せん断破壊に対して十分な配筋となるように帯鉄筋比は 0.446% (D10, SD30, 8cm 間隔) とし、軸力はかけず、曲げ破壊を対象とした。製作した供試体は 8 体で、NO. 1 ~ NO. 8 としすべて同一諸元とした。

NO. 1 ~ NO. 4 は、載荷パターンがRC柱の耐震性能に及ぼす影響をみるためのものであり、載荷は静的に行うものとした(表-1)。

NO. 5 ~ NO. 7 は、変位速度がRC柱の耐震性能に与える影響を見るためのものである。まず、各供試体ごとに静置変位を求め、その整数倍を変位振幅とする変位制御により各5回ずつ繰り返す動的載荷を行った。変位速度は、入力波形として用いる sin 波の最大速度により定めた(表-1)

NO. 8 は、静的一方向載荷とした(表-1)。

3. 実験結果及び考察

(1) 破壊性状(図-2) ; 載荷パターンによる影響は見られず、塑性ヒンジ領域の柱(柱根より)の高 H は、ほぼ有効高さと同程度であり、それより上部では、曲げひびわれの発生が見られたのみであった。又、変位速度の影響としては、速度が大きくなるにつれて塑性ヒンジ領域の高 H が低くなる傾向が見られ、変位速度の最も大きい NO. 5 ($V=10$ cm/sec) では、その高 H は有効高さの $1/2$ 程度となつた。

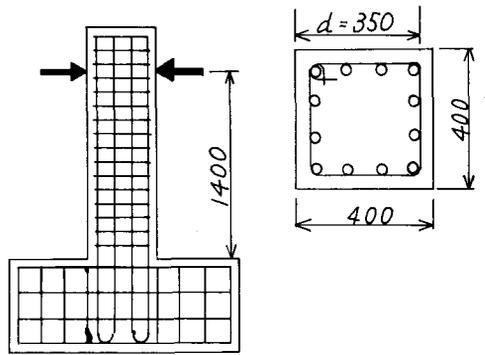


図-1 供試体寸法

表-1 載荷履歴

供試体	載荷パターン(塑性率)	周波数 (Hz)	速度 (cm/sec)
NO. 1	1-2-3-4-5-6-7-	0.01	静的
NO. 2	1-3-5-6-		
NO. 3	1-5-6-7-		
NO. 4	1-2-1-3-2-4-3-5-3(3) 2(3) 2(3) 2(3) 2(3)		
NO. 5	1-2-3-4-5-6-7-	*	10
NO. 6		*	5
NO. 7		*	1
NO. 8	静的一方向載荷	/	静的

注) 1, 各変位振幅で5回繰り返して行う。
 (ただし、NO. 4の()内は静置し回数となる。
 2, *印; 入力波形は sin 波である。

(2) 包絡線(図-3) ; 載荷パターンの比較としてNO.1~NO.4の各変位振幅での1サイクル目のピーク荷重を結んだ包絡線を描き、比較のため静的一方向載荷のNO.8のP- δ 曲線も同図に示した。ほぼ同じ履歴であるNO.1とNO.4はよく似た包絡線を描き、2 δ 以降の荷重の低下が顕著である。又、途中の履歴を除いたNO.2とNO.3は、更にNO.1より荷重が大きくなる。新比は変位に移った時、前の変位との差が大きい程、荷重の上昇が見られることがわかる。しかし、2サイクル目以降の各変位振幅でのピーク荷重はほぼ同じとなり、2いる。

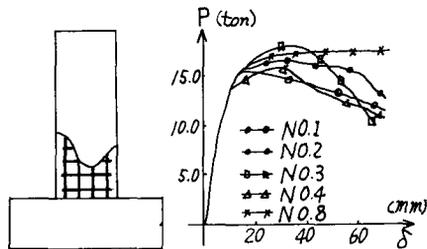


図-2 ひびわれ状況図 図-3 包絡線

(3) 荷重-変位履歴曲線 ; NO.1~NO.3は、紡錘形を示すそのループのふくらみは履歴回転の少ないものほど大きくなっていく。このことは、NO.4についても1サイクル目から3サイクル目までほぼ同様だが、4サイクル目と5サイクル目のループは、1~3サイクル目と比べて小さく、しかもスリップ型を示している(図-4)。変位速度の比較としてNO.5~NO.7については、すべて紡錘形のループとなっているが、変位速度が大きくなる程最大荷重及びループのふくらみは大きくなっていく(表-2)。終局変位については、載荷パターン及び変位速度の影響は見られず、ほぼ一定(約6cm)であるが、静的一方向載荷(NO.8)では、ダクティリティーが20近くにはなっても筋力の低下が見られない。

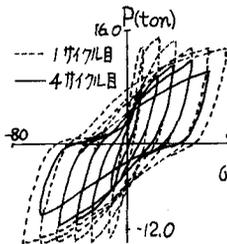


図-4 NO.4の履歴ループ

表-2 最大荷重と速度

試験体NO.	変位速度 (cm/sec)	最大荷重 (ton)
5	10	17.2
6	5	17.0
7	1	16.6

(4) 吸収エネルギー(図-5) ; 履歴ループで囲まれた面積で表わされる値で、吸収エネルギーを縦軸に、横軸には部材回転角をとって、各変位振幅の2サイクル目について比較した。NO.4は常にNO.1を上回り、NO.2の2 δ 、3 δ 及びNO.3の5 δ は他を上回っている。これにより、過去の載荷履歴が少ない程エネルギー吸収量が大きくなっていることがわかる。これは、繰り返しのよる損傷が少ないために、エネルギー吸収能の低下が少なかったためであると考えられる。又、変位速度の影響については、速度が大きい程吸収エネルギーも大きくなっているがその差は小さい。

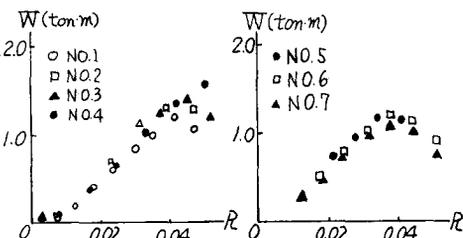


図-5 吸収エネルギー(W)-部材回転角(R)

(5) 等価粘性減衰定数(図-6) ; 載荷パターンの影響については、まず2サイクル目で比較すると、過去の履歴回転が大きい程減衰定数も大きくなり、繰り返しのよる振動減衰性の低下が認められる。次に5サイクル目で比べると、NO.1~NO.3の減衰定数はほぼ等しい値となるが、NO.4では他よりも小さくなり、過去に大きな変位を及ぼすような荷重を受けると、振動減衰性が著しく低下することがわかる。一、変位速度の影響については、速度が増すにつれて減衰定数が大きくなり、減衰性が向上することがわかる。

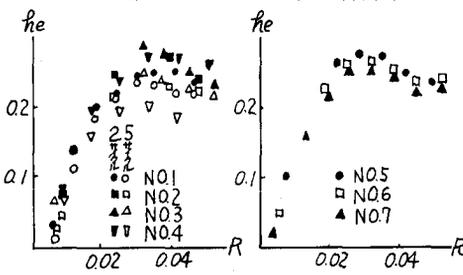


図-6 等価粘性減衰定数(he)-部材回転角(R)

4. あとがき
載荷履歴の違いにより、載荷パターン独自の履歴ループを描くことや、変位速度の影響は破壊モードには見られないが、耐力や靱性に見られることなど、既存の静的載荷実験では見られなかったR-C部材の動的靱性があがる程度わかった。本実験では、曲げ破壊を対象としたため、今後、せん断スパン比や鉄筋量などの供試体諸元を変え、R-C部材の動的靱性状態を層明確にするような実験を行う必要がある。