

京都大学工学研究科

正会員 高橋 良和

京都大学工学研究科

フェロー 家村 浩和

京都大学工学部

学生員 ○杉本 高志

1. はじめに

RC 橋脚の性能を照査する実験手法として、静的正負交番載荷実験がよく用いられている。この実験は、両方向に繰り返し変形を経験させるため、地震入力による繰り返し応答を模擬するものと考えられている。道路橋示方書¹⁾では兵庫県南部地震後の改訂により、考慮すべき地震動を2種類に分け、海洋型地震動を Type I、兵庫県南部地震のような直下型地震動を Type II としている。示方書ではこれらの地震動の違いとして繰り返し回数を挙げ、想定する地震により橋脚の終局変位を設定している。しかしながら神戸海洋気象台波などを用いたハイブリッド実験²⁾では、構造物が地震開始後すぐに最大変形を経験することがあり、その損傷過程は従来の実験方法では適切に表現できない恐れがある。本研究では、RC 柱の供試体を作成し、変位振幅漸増および漸減波形を用いて実験を実施した。変位-荷重履歴関係や破壊性状などに着目し、載荷履歴がRC 橋脚の損傷過程に及ぼす影響について比較検討した。

2. 実験概要

本実験で用いた RC 柱供試体形状を図1に示す。せん断スパン長 1200mm (せん断スパン比: 4.1)、またスターラップ間隔を 50mm とした。主鉄筋には SD295D10 を、スターラップには SD345D6 を用いた。

載荷方式は一定軸力下 (面圧 2.87MPa) で、変位振幅漸増型波形では初降伏変位 5mm を δ_y とし、その整数倍の変位振幅でそれぞれ3回繰り返しとした。漸減型では、漸増型の実験結果において耐力が低下し始める変位 $10\delta_y$ を最大振幅として $1\delta_y$ ずつ変位振幅を小さくした。繰り返し回数は3回である (図2)。

3. 実験結果及び考察

3.1 P- δ 履歴曲線

実験より得られた P- δ 履歴曲線を図3に示す。初降伏変位は両供試体とも約 5mm であり、降伏後は耐力をほぼ一定に保ちながら終局または除荷点に至った。耐力に関しては、わずかに漸減型の方が大きい値となったがこれは、漸減型入力波において1サイクル目では片押しと同一のことと見え、漸増型のように供試体両側に繰り返し損傷を受けることが無いからである。また負側では最大耐力に関しては大差はないが、変位が約 -20mm 程度までは漸減型の方が耐力が小さくなった。これは正側での損傷のためと、漸増型では変位の小さいときは繰り返し損傷が少ないためである。加えて漸減型では最大振幅が $7\delta_y$ の時点で主鉄筋が疲労破断した。これは耐力には目立った影響はなかったが、漸増型では見られない現象であり、また繰り返し載荷の途中であることから片押し載荷であっても見られない現象と思われる。

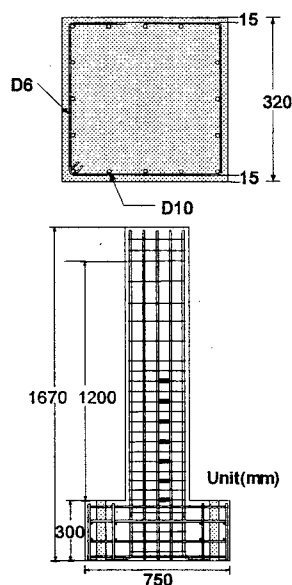


図1 供試体形状

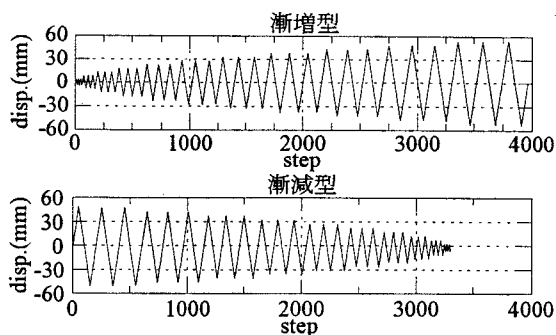


図2 載荷履歴

3.2 ひび割れ性状

載荷終了時のひび割れ図とスターラップの高さ方向のひずみ分布を載荷波形の山ごとにプロットした曲線を図4に示す。漸増型では曲げひび割れが支配的に発生し、せん断の影響は小さいと考えられる。また圧縮による縦ひび割れは変位が $6\delta_y$ から著しくなり、 $7\delta_y$ ではかぶりコンクリートの剥離が起こった。しかし損傷の進展は緩やかであり、供試体両側からのひび割れが交錯してからはひび割れの発生は少なく、ひび割れ幅が大きくなるのみであった。これに対し漸減型では、1 サイクル目でひび割れは急激に中央部を越え、端から 6cm まで曲げひび割れであったものが、中央付近でせん断ひび割れに移行したものが発生した。これらの損傷に伴い 2 サイクル目でコンクリートの剥離、剥落が起こり、漸増型に比べて損傷の進展が速くまた損傷も激しくなった。これらは急激な変形によりひび割れが内部まで進展するため、抵抗断面が減少し、せん断の影響が現われたためである。

3.3 スターラップひずみ

スターラップひずみを比べてみても漸増型ではひずみのほとんどが 200μ 以内に収まっており、基部の損傷が激しい載荷終盤で一部大きな値を取っているのみである。スターラップの降伏ひずみが約 2000μ であることを考えても、漸増型では曲げ破壊モードが卓越していたと言える。しかし漸減型においては、斜めひび割れが交差している位置でひずみが 1000μ 程になり、漸増型よりもせん断の影響が現われていることがわかる。

4. 結論

載荷履歴として変位振幅漸増型と漸減型波形を用いた結果、正側では漸減型の方がわずかに耐力が大きいが、負側では変位の小さい時は損傷の激しい漸減型の方が耐力が小さくなることがわかった。また漸減型では載荷途中に主鉄筋が破断するなど漸増型に比べ損傷が激しくなった。また漸増型では曲げひび割れが支配的であるのに対し、漸減型では曲げせん断ひび割れが多く発生した。またスターラップひずみをみてもせん断の影響が大きい事がわかった。

【参考文献】

- 1) 社団法人 日本道路協会：「道路橋示方書同解説V耐震設計編」、平成8年12月
- 2) 家村浩和・高橋良和・田中克直・前堀伸平：「中空断面 RC 高橋脚の耐震性能に関する載荷実験」、第10回日本地震工学シンポジウム論文集、第2分冊、pp2105-2110、1998年11月
- 3) 武村浩志・川島一彦：「載荷履歴特性が鉄筋コンクリート橋脚の変形性能に及ぼす影響」、構造工学論文集、Vol.43A、pp849-858、1997年3月

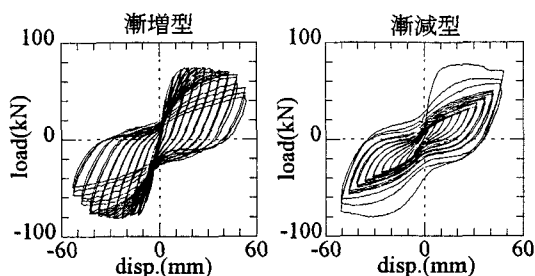


図3 P- δ 履歴曲線

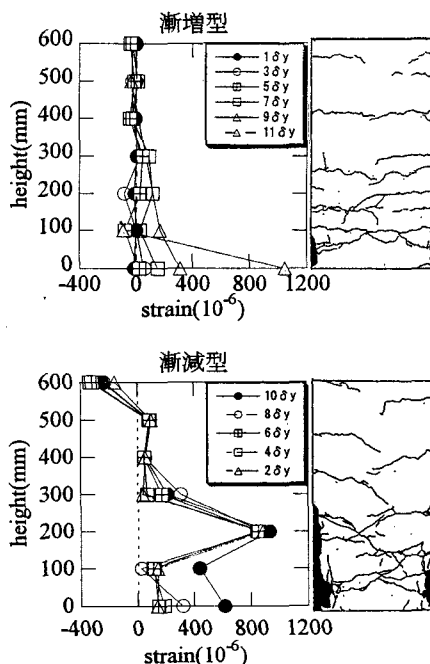


図4 スターラップひずみとひび割れ図