

## UBRC 橋脚構造の動的載荷条件下における性能評価に関する実験

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○ 綿島 崇倫  
 京都大学防災研究所 正員 高橋 良和  
 京都大学大学院工学研究科 フェロー 家村 浩和

## 1. 概要

二段階設計法を合理的に実現するために開発された橋脚構造に UBRC 橋脚構造<sup>1)</sup>がある。また RC 供試体を用いた正負交番載荷実験のうち、地震時に部材に生じる変形速度で検討するために載荷速度に着目した研究がなされているが、RC 構造を対象とした研究が多く、UBRC 構造に関する研究は極めて少ない。そこで UBRC 橋脚構造の載荷速度依存性を検討するため正負交番動的載荷実験を実施した。ここで UBRC 橋脚構造とは、通常の RC 橋脚の断面内部にアンボンド芯材を配置した構造をいう。橋脚に変形が生じた時、内部の芯材が変形することで、芯材の復元力が部材に軸力として作用し、RC 橋脚の耐力が増加する。UBRC 構造の特徴として、二次剛性の発現、残留変位の低減が挙げられ、その特性が安定して発揮されるためには配置した芯材の弾性挙動が必須となる。そのため基部にひずみが集中しないように芯材とコンクリートの付着を切り芯材のひずみの平滑化をおこなう。

## 2. 正負交番載荷実験概要

実験はサーボアクチュエータシステムを用いて変位制御により実施した。供試体について図-1 に示す。断面が 320 × 320[mm]、せん断スパンが 1280[mm] であり、RC 構造の供試体及び RC 構造にアンボンド芯材を付加的に配置した UBRC 構造の供試体をそれぞれ 3 体、計 6 体作製した。載荷波形は振幅 5[mm] から 60[mm] まで増分単位 5[mm] の同一振幅における繰返し回数 3 回の振幅漸増型とし動的載荷速度は振動数が 1.67[Hz] で一定とした。これにより振幅 60[mm] 時には、動的載荷速度は 62.9[kine] となり、静的載荷速度の約 1000 倍程度となる。また UBRC 供試体 1 体を対象に漸減型載荷も実施している。実験を実施した 6 体の実験条件及び供試体記号を表-1 に、実験実施状況を写真-1 に示す。

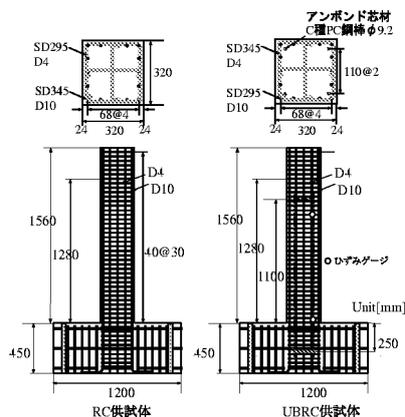


図-1 供試体概要

表-1 実験条件

供試体記号	構造	載荷速度	載荷波形
SR	RC	静的	漸増
DR-1		動的	
DR-2		動的	
SU	UBRC	静的	
DU-1		動的	
DU-2			漸減

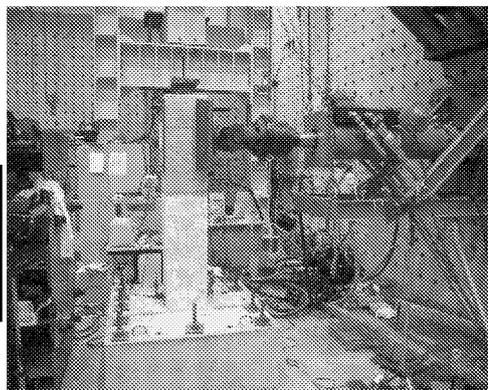


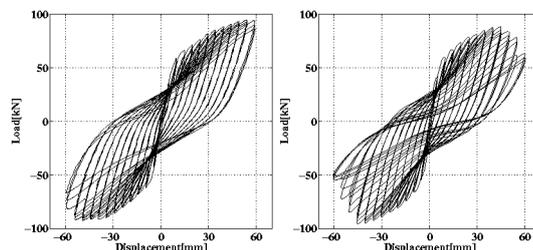
写真-1 実験状況

## 3. 実験結果

## (1) 荷重-変位履歴曲線

本報告では動的載荷条件下での UBRC 橋脚構造について検討するため主に SU 供試体 (静的) 及び DU-1 供試体 (動的) について比較を行う。それぞれの P- $\delta$  曲線を図-2 に示す。動的載荷条件下においても二次剛性が発現していることが確認できる。

二次剛性比について、図-3 に示すように、二次剛性を載荷変位 10[mm] 終了時の最大荷重点と履歴の最大荷重点を結ぶ直線の傾きとし、原点と載荷変位 10[mm] 終了時の最大荷重点を結ぶ直線の傾きで除することで算出した。その結果、動的載荷により二次剛性比は正側載荷時で 1.01 倍、負側載荷で 1.19 倍増加した。静的載荷時と比較して大きな相違はないと考えられる。

図-2 P- $\delta$  曲線 (左:SU, 右:DU-1)

Key Words: 動的載荷、UBRC 橋脚構造、載荷速度依存性

〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL(075)383-3244 FAX(075)383-3244

残留変位について検討する。ここで残留変位とは最大変形後荷重が0になった時の変位とした。RC 構造・UBRC 構造ともに、残留変位の値が荷重開始から大振幅域に至るまで静的条件下に比べ動的条件下の方が大きいことがわかった(例えば図-4)。この原因として、主鉄筋がフーチングから伸び出すことによって供試体基部に生じる回転変形が荷重速度の影響を受けたことが考えられる。そのため DR-1 供試体と DU-1 供試体を比較することで動的荷重条件下での残留変位低減量を、SR 供試体と SU 供試体を比較することで静的荷重条件下での低減量を算出し、UBRC 構造化による残留変位低減効果に荷重速度が及ぼす影響について評価した(図-6)。実験結果より残留変位の低減量は、例えば正側及び負側に荷重変位 50[mm]の時の平均値をみると、静的条件下にて 9.3[mm]、動的条件下では 9.5[mm]となった(図-7)。

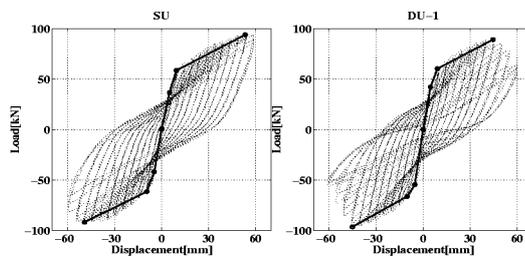


図-3 二次剛性比の算出(左:静的,右:動的)

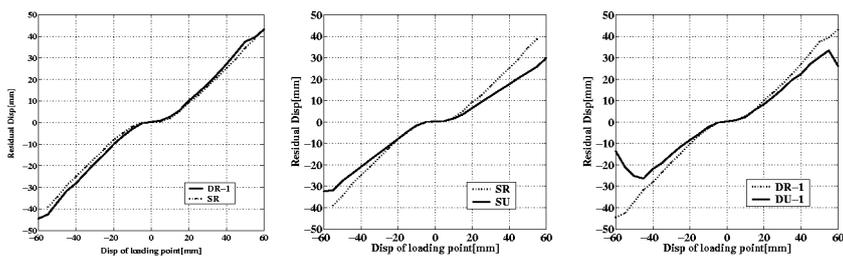


図-4 荷重速度の影響

図-5 残留変位の比較(左:静的条件,右:動的条件)

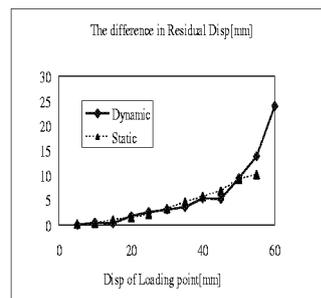


図-6 残留変位低減量(正負平均値)

(2) 芯材のひずみ

図-7は縦軸が供試体高さ、横軸が芯材ひずみであり、これにより芯材ひずみの供試体高さ方向分布とその進展がわかる。これより静的荷重条件下のみでなく動的荷重条件下においても芯材のひずみが基部に集中することなく一様に分布している。つまり芯材とコンクリートの付着が切れ、ひずみが平滑化していることがわかる。UBRC 構造の特性が発揮されるために必須である芯材の弾性挙動が実現できていることが確認できる。

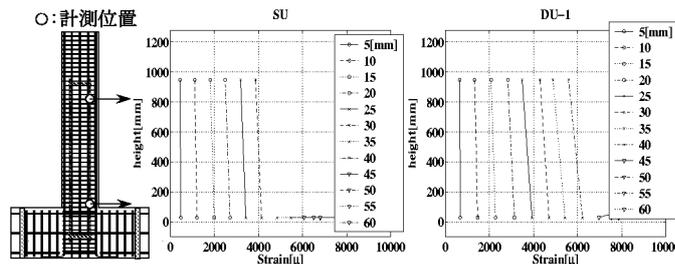


図-7 芯材のひずみ分布(左:静的,右:動的)

(3) 破壊状況

SU 及び DU-1 供試体の荷重終了後の供試体基部の破壊状況について、写真-2に載荷面(正側)、写真-3に載荷裏面(負側)の破壊状況をそれぞれ示す。またそれぞれの骨格曲線を重ね合わせたものを図-8に示す。骨格曲線からわかるように動的荷重条件下では最大耐力を経験後、大振幅領域にて急激な耐力の低下が確認できる。このことは実験終了後の鉄筋の破断やコンクリートの圧壊の様子からも確認できる。

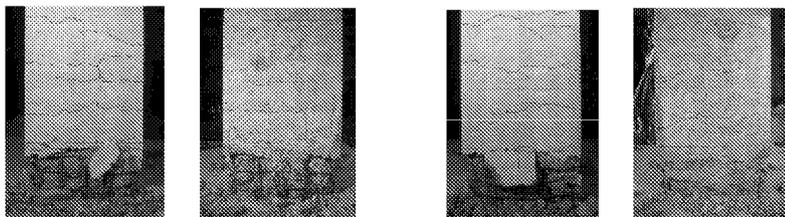


写真-2 載荷面破壊状況(左:DU-1,右:SU) 写真-3 載荷裏面破壊状況(左:DU-1,右:SU)

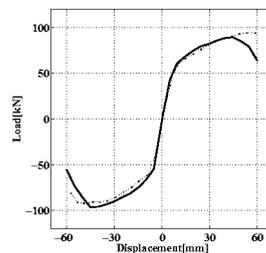


図-8 骨格曲線

4. まとめ

UBRC 橋脚構造の動的荷重条件下における性能について、二次剛性の発現、残留変位の低減、芯材ひずみに着目し考察を行った。その結果、動的荷重条件下でも大きな相違なくその特性を有することを確認できた。また特に UBRC 橋脚構造は、動的荷重時に最大耐力を経験後、急激に耐力が低下する傾向がみられた。

参考文献

1) 家村浩和・高橋良和・曾我部直樹: アンボンド高強度芯材を活用した高耐震性 RC 橋脚の開発, 土木学会論文集, Vol. I -60, pp.157-162, 2002年7月