

第V部門 UBRC 橋脚構造の載荷速度依存性に関する実験

京都大学工学研究科 学生員 ○ 綿島 崇倫  
 京都大学防災研究所 正会員 高橋 良和  
 京都大学工学研究科 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橋脚構造としてアンボンド芯材を用いた高耐震性RC橋脚（UBRC橋脚）<sup>[1]</sup>が開発されその実用化に向けた検討がおこなわれている。また、橋脚模型を用いての正負交番載荷実験のうち、地震時に部材に生じるとされる変形速度で検討するという観点から載荷速度に着目した研究がなされている。しかしRC構造を対象としたものが多く、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に関する基礎的データを得ること、その動的性能を確認することを目的として正負交番動的載荷実験を実施した。

2 UBRC 橋脚構造

UBRC橋脚構造の特徴は、通常のRC橋脚の断面内部にアンボンド芯材を配置することである。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。つまり、橋脚の変形に連動して軸力が増加し二次剛性が発現するといった特徴をもっている。この二次剛性の付与によりレベルII地震動に対しては早期に修復可能な（残留変位の少ない）橋脚を、レベルI地震動に対しては降伏しない断面を合理的に設計できる。安定した二次剛性を得るために、芯材が弾性挙動することが前提となる。そのため主鉄筋の降伏強度より高い強度の芯材を用い、さらにその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。

3 正負交番載荷実験概要

載荷はアクチュエータによる変位制御とした。供試体（図1）は断面が320×320[mm]、せん断スパンが1280[mm]であり、RC構造3体、UBRC構造3体の計6体作製した。UBRC構造の芯材についてはRC断面内に付加的に配置している。またひずみゲージを用いて芯材ひずみを計測した。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回の振幅漸増型波形である。動的載荷速度は振動数が1.67[Hz]で一定であり、振幅60[mm]時に最大速度62.9[Kine]となる。これは静的載荷速度の約1000倍程度となっている。またUBRC構造供試体のうち1体に対して漸減型載荷波形を載荷した。実験を実施した6体の実験条件及び供試体記号を表1に示す。また実験実施状況を写真1に示す。

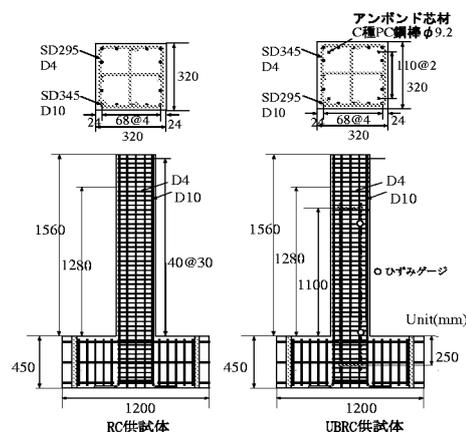


図1 供試体概要

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			
SU	UBRC	静的	
DU-1		動的	
DU-2			漸減

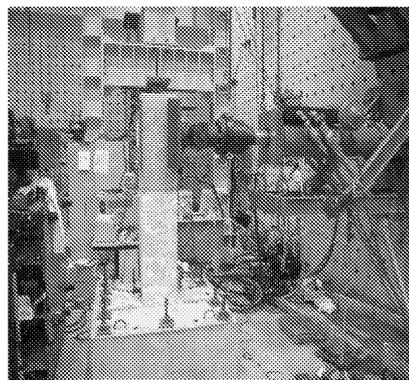


写真1 実験風景

4 実験結果

4.1 荷重-変位履歴曲線

本報告では動的載荷条件下でのUBRC橋脚構造の性能を確認するためSU供試体（静的）とDU-1供試

体（動的）とについて検討する。実験より得られたそれぞれのP- $\delta$ 曲線を図2にまた骨格曲線を重ね合わせたものを図3に示す。動的载荷下でも二次剛性の発現が確認できる。

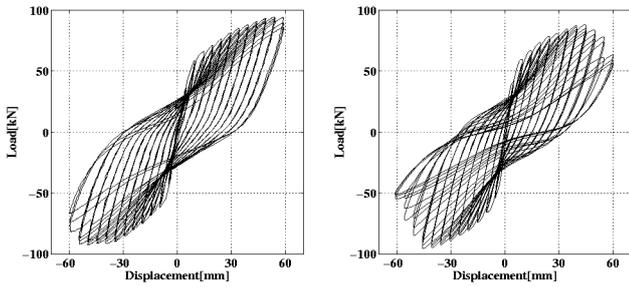


図2 P- $\delta$ 曲線(左:SU, 右:DU-1)

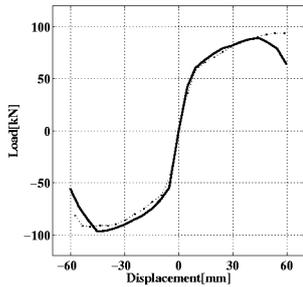


図3 骨格曲線

二次剛性比について、図4に示すように、二次剛性を载荷変位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、原点と载荷変位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载荷速度の及ぼす影響について検討した。その結果、動的载荷により正側载荷時で1.01倍、負側载荷で1.19倍の増加となった。動的载荷下でも二次剛性は発現すること、発現する二次剛性は静的载荷時に比べてほぼ変わらないことが明らかとなった。

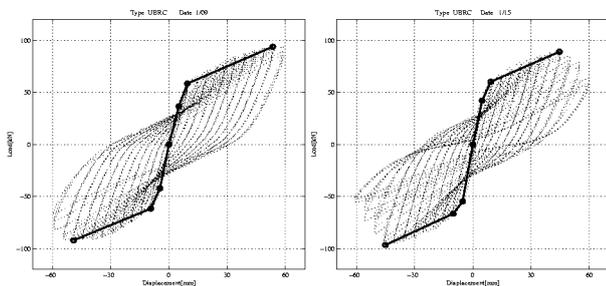


図4 二次剛性比の算出(左:SU, 右:DU-1)

また残留変位について、静的及び動的载荷下のRC構造とUBRC構造を比較したものを図5に示す。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。UBRC構造とすることで、例えば正側载荷変位50[mm]時、静的条件下にて11[mm]、動的条件下では7[mm]の低減効果が得られている。静的・動的

载荷下でもともに残留変位が低減していることがわかる。また载荷開始から大振幅域に至るまで静的に比べ動的時の残留変位が大きいことが確認された。これは主鉄筋の伸びだしによる供試体基部の回転変形の影響であることが考えられる。

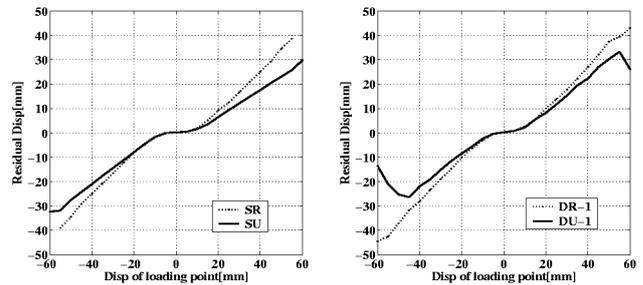


図5 残留変位(左:静的, 右:動的)

#### 4.2 芯材のひずみ

図6は縦軸が供試体高さ、横軸が芯材のひずみであり芯材ひずみの供試体高さ方向分布とその進展を表す。左図が静的载荷、右図が動的载荷の結果である。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ことが確認できる。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。

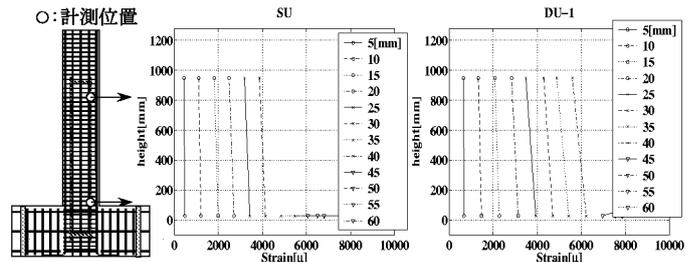


図6 芯材のひずみ分布(左:静的, 右:動的)

#### 5 まとめ

1. UBRC橋脚構造は動的载荷下でも、二次剛性の発現、残留変位の低減、芯材ひずみの平滑化といった、その特性を有することを確認できた。
2. 骨格曲線にそれほど相違が見られない。ただ動的载荷下では、大変形領域(45~50[mm]あたり)で最大耐力をむかえたのち急激な耐力の低下がおこる。
3. 動的载荷下でもひずみが基部に集中することなく一様に分布した。つまりUBRC構造の特性の発揮に必須である、芯材の弾性挙動が実現できていることが明らかになった。

#### 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