

京都大学工学部	学生員	○ 斉 東亮
京都大学工学研究科	フェロー	家村 浩和
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	学生員	曾我部 直樹

1 概要

UBRC 橋脚^[1]では、橋脚が大変形すると塑性ヒンジ区間に配置されたアンボンド芯材が弾性挙動を示すことにより、安定した正の二次剛性をその復元力特性に付与することができる。従来の研究では、橋脚基部にのみ塑性ヒンジが発生する単柱式橋脚へ適用してきたが、同じ塑性ヒンジが発生する橋脚構造としてはラーメン構造が考えられる。そこで、本研究では、アンボンド芯材を用いた RC ラーメン橋脚の破壊過程を明らかにすることを目的とし、UBRC ラーメン橋脚を実験供試体として作成し、正負交番載荷実験による検討を行った。

2 アンボンド芯材を用いた RC ラーメン橋脚 (UBRC ラーメン橋脚)

2.1 RC ラーメン橋脚

RC ラーメン橋脚では、梁と柱が剛結されているため、単柱式 RC 橋脚のように柱基部のみではなく、柱上部や梁両端部に大きな曲げモーメントが発生する。つまり、柱上下、梁両端などの複数箇所に塑性ヒンジが形成されると考えられる。また、ラーメン橋脚に外荷重や強制変位を作用させると、フレームアクションにより圧縮側柱では軸力が大きくなり、引張側柱では軸力が小さくなる。すなわち、橋脚の変形に伴って柱の軸力が変動する。

2.2 UBRC ラーメン橋脚

UBRC ラーメン橋脚では、塑性ヒンジ区間を扶むようにアンボンド芯材を配置し定着することにより、橋脚全体の復元力特性に安定した正の二次剛性を付与することができると考えられる。ただし、UBRC 構造の二次剛性は変形に従う漸増軸力によるものであるため、フレームアクションによる軸力変動の影響を検討する必要がある。

3 実験概要

本研究では、RC ラーメン供試体及びUBRC ラーメン供試体を作製し、それぞれに対して、正負交番載荷実験を行った。

検討対象となる RC ラーメン橋脚は、阪神高速道路の各路線から抽出した約 100 基の RC ラーメン橋脚の基本諸元を元に、平均的な諸元である大阪西宮線 P-164 をベースとした。実験用供試体は、この検討対象 RC ラーメン橋脚を相似率 7.8 で縮小したものである。ここで、対象とする RC ラーメン橋脚供試体、及びアンボンド芯材を左右柱基部に配置した UBRC ラーメン橋脚供試体を図 1、図 2 に示す。

今回の実験では、ラーメン供試体の載荷方法としてパンタグラフ型の治具を用いた手法を適用した。載荷波形は、載荷点変位 5mm を基準とし、同一振幅における繰り返し回数 3 回の振幅漸増波形である。

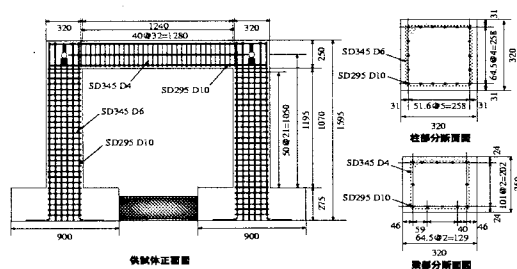


図 1 RC ラーメン橋脚

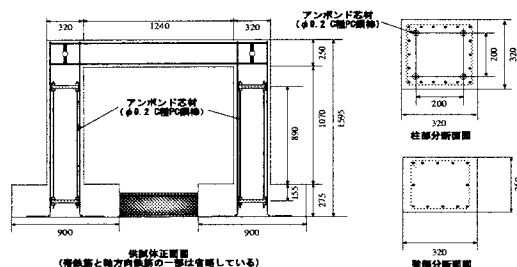


図 2 UBRC ラーメン橋脚

4 実験結果

4.1 荷重－変位履歴曲線

図3に各供試体のP-Δ履歴曲線を示す。この図を見ると、RC ラーメン橋脚では、主鉄筋が降伏した後、耐力が再び増加することなく、二次剛性が発現しなかった。それに対し、UBRC ラーメン橋脚では、主鉄筋が降伏した後もなお耐力が増加しており、正の二次剛性が明瞭に確認できる。

また、図4に骨格曲線の比較を示す。この図を見ると、UBRC ラーメン橋脚の骨格曲線から、安定した正の二次剛性が明瞭に確認できた。フレームアクションによる軸力変動が発生するラーメン構造においても、UBRC 構造を適用することにより、二次剛性を付与することができる。

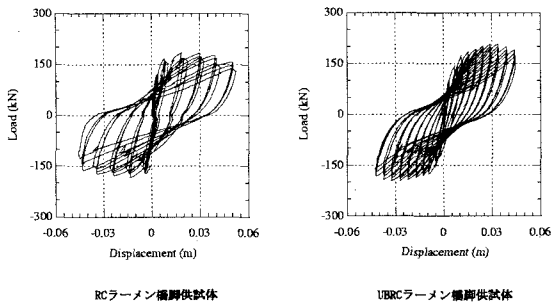


図3 P-Δ履歴曲線

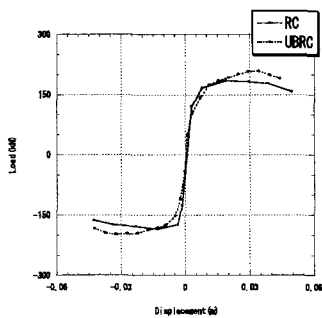


図4 骨格曲線

4.2 破壊過程

図5、図6にRC、UBRC ラーメン橋脚の破壊過程を示す。RC ラーメン橋脚では、梁の両端が先に塑性化し、その後、両柱基部が塑性化した。そして、右柱の上部が塑性化した。梁両端、左右柱基部の塑性化が進行するに従って、RC ラーメン橋脚の剛性が低下し、右柱上部の降伏後は耐力が緩やかに下降を始めた。

一方、UBRC ラーメン橋脚では、RC ラーメン橋脚と同様に梁両端、左右柱基部が順に塑性化した。そして、右柱に配置している外側の芯材が塑性化した。梁両端や柱基部の塑性化に伴い、UBRC ラーメン橋脚の剛性が低下しているが、右柱の基部に配置したアンボンド芯材が降伏するまで弾性挙動を示すことにより、二次剛性が発現し、耐力が増加している。

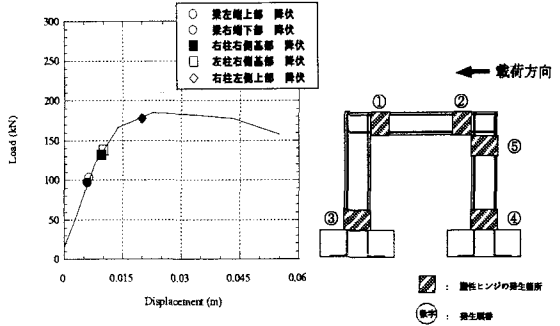


図5 RC ラーメン橋脚の破壊過程

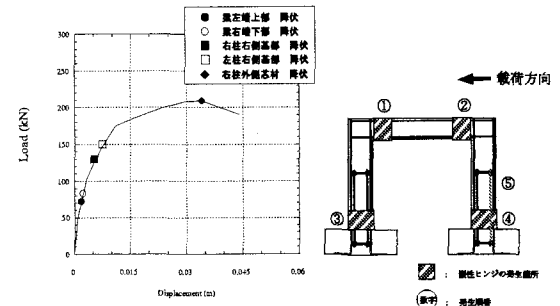


図6 UBRC ラーメン橋脚の破壊過程

5 結論

1. RC、UBRC ラーメン橋脚に対し、正負交番載荷実験を行った。実験結果より、RC ラーメン橋脚供試体では、二次剛性が発現しなかったことに対し、柱基部にアンボンド芯材を配置したUBRC ラーメン橋脚では、その復元力特性に正の二次剛性を付与することができることが確認できた。
2. RC ラーメン橋脚とUBRC ラーメン橋脚では、概ね左右柱基部、梁両端部が塑性化していることが分かった。ただし、降伏過程がアンボンド芯材を配置することにより変化した。

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