

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
 京都大学工学部 学生員 ○鶴飼 正裕
 京都大学工学研究科 学生員 曾我部直樹

1. はじめに

現在の道路橋示方書¹⁾では、重要度の高い橋脚は、地震による損傷を限定された範囲にとどめ、地震後も比較的早期に修復可能であることが必要だと規定されている。そのためには、高いエネルギー吸収と残留変形の低減という、二つのことを兼ね備えた新しい橋脚の開発が必要不可欠となる。そこで本研究では、高強度芯材を用いた高耐震性 RC 橋脚を提案し、変位振幅漸増型正負交番載荷実験を行った。

2. アンボンド高強度芯材による高耐震性 RC 橋脚の開発

兵庫県南部地震以降鉄筋コンクリート橋脚の耐震設計は、レベルⅠおよびレベルⅡのいずれにおいても検討する二段階設計が行われるようになった。このことを考慮すると耐震性に富む橋脚とは、レベルⅠ地震動に対しては高い耐力、レベルⅡ地震動に対しては十分なエネルギー吸収と小さな残留変形を兼ね備えた橋脚といえる。

そこで本研究では、図1に示すような橋脚を提案する。構造の特徴は、通常の RC 橋脚に高強度芯材を導入しそれを塑性ヒンジ区間でアンボンドにするものである。

本橋脚の特徴は、橋脚の変位-復元力の塑性域における二次剛性を導入する芯材により確実に高めて、降伏耐力相当の変形性能の増大および最大塑性変位・残留変位の低減を計り、レベルⅡ地震動に対する耐震設計をより合理的に進めようとするものである。その効果が最大限に発揮されるためには、高強度芯材が大変形時においても弾性挙動しなければならない。そのために、芯材には高強度のものをを用い、さらに基部に損傷が集中しないように芯材とコンクリートとの付着を切ることによって、芯材のひずみを平滑化した。

本橋脚では、高強度芯材により剛性を付与し正の二次剛性を得ると共に、降伏耐力相当の終局変位を伸長することができる。つまりレベルⅡ地震動に対する RC 橋脚の耐震性を高めることができ、かつ降伏耐力が増大することによりレベルⅠ地震動に対する耐震設計も容易となる(図2)。そして履歴応答に関しても、正の剛性の付与により安定し、残留変位も低減される。

3. 実験概要

本研究では、通常の RC 橋脚と高強度芯材を導入した RC 橋脚の二体の供試体を作成し、正負交番載荷実験を行った。本実験で用いた供試体断面図を図3に示す。通常の RC 橋脚を No.1、芯材

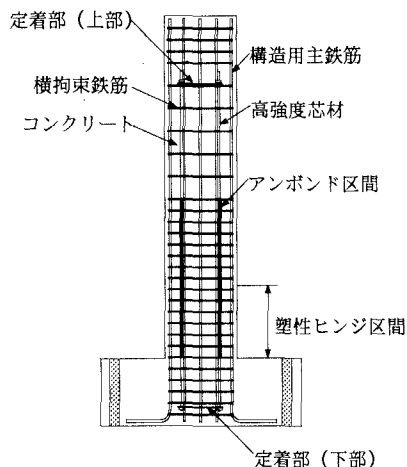


図1 アンボンド高強度芯材RC橋脚の模式図

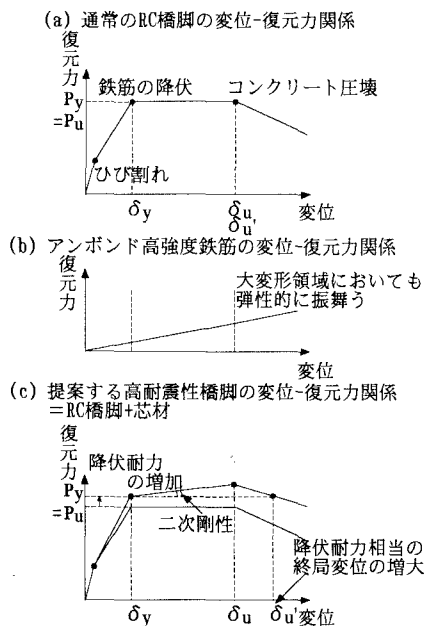


図2 アンボンド高強度芯材の効果

を導入した RC 橋脚を No.2 とする。せん断スパン長は 1532mm であり、また帯筋をフーチングより高さ内部 700mm まで 50mm 間隔で配置した。軸方向鉄筋には SD295D10、せん断補強筋には SD295D6、高強度芯材には $\phi 9.2\text{C}$ 種 PC 鋼棒を用いた。

載荷方式は一定軸力下（面圧 1.44MPa）で、5mm を δ_y とし、その整数倍の変位振幅でそれぞれ 3 回繰り返した。

4.実験結果及び考察

4.1 P- δ 履歴曲線

実験により得られた P- δ 履歴曲線を図 4 に示す。通常の RC 橋脚では、塑性域における二次剛性はほぼ 0 で、残留変位も大きい。これに対して芯材を導入した RC 橋脚では、主鉄筋が降伏した後もなお耐力が上昇しており、正の二次剛性が明瞭に確認できる。これは想定した通りの結果であり、主鉄筋が降伏した後も高強度芯材が弾性的作用していると言える。

4.2 残留変位

残留変位を図 5 に示す。これによると芯材効果により残留変位が低減されていることが、明瞭に確認できる。これは、高強度芯材を導入したことにより弾性的な復元力が付与され小さくなっている。

4.3 エネルギー吸収

載荷ステップごとのエネルギー吸収量を図 6 に示す。これによると同一変位におけるエネルギー吸収量は、ほとんど差がないことが分かる。P- δ 曲線が囲む面積であるエネルギー吸収量は、高強度芯材を導入しても理論的には履歴の形が変化するのである。つまり残留変位が低減されても最大耐力が上昇するので、同一変位におけるエネルギー吸収量は変化しない。

4.4 アンボンド効果

高強度芯材のひずみは、高さ方向でほぼ一定値をとっており、アンボンドによりひずみが平滑化されていることが確認された。

5.結論

高強度芯材を導入した RC 橋脚は、芯材の入っていない RC 橋脚と、同一変位におけるエネルギー吸収量がほぼ等しかった。また残留変位に関しては、芯材を導入した RC 橋脚のほうが低減されていることが確認された。また芯材をアンボンドにしたために、ひずみが平滑化された。以上より本橋脚は、従来の橋脚に比べて優れた耐震性能を有している可能性がある。

[参考文献]

- [1]日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、1996.12
- [2]池田尚治・森拓也・吉岡民夫：「プレストレストコンクリート橋脚の耐震性に関する研究」、プレストレストコンクリート Vo.40 No.5、pp.40-47、1998 年

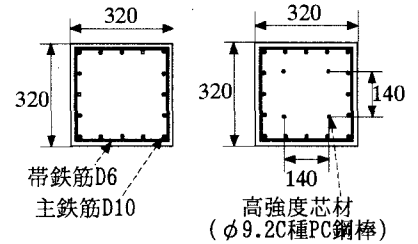


図3 供試体断面図

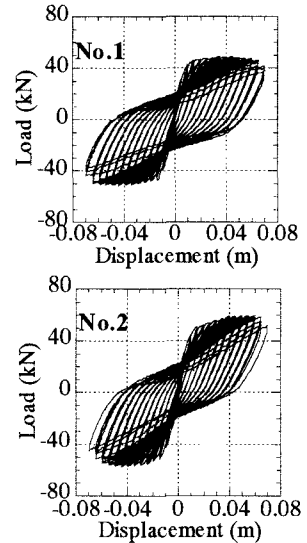


図4 P- δ 履歴曲線

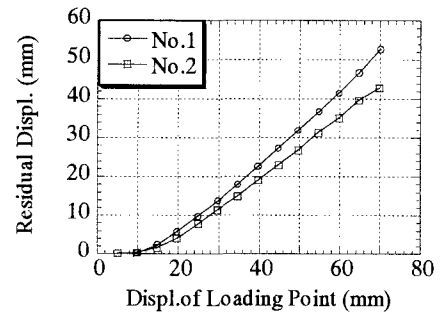


図5 残留変位

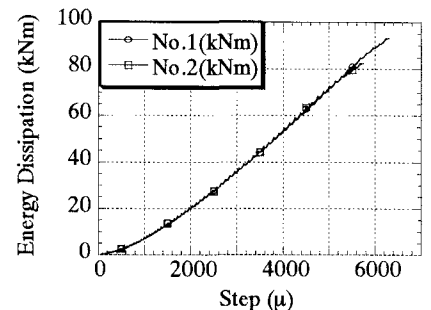


図6 エネルギー吸収量