

アンボンド高強度芯材による高耐震性能 RC 橋脚に関する基礎的実験

京都大学工学研究科 学生員 鷓飼 正裕
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. はじめに

現在の道路橋示方書¹⁾では、重要度の高い橋脚に対して、レベル 地震による損傷が限定された範囲内にとどまり、地震後も比較的早期に修復可能であるという耐震目標性能を規定している。そのためには、高いエネルギー吸収性能と限定された残留変形という、相反する要件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能 RC 橋脚を提案し、その基本的な特性を知るため、主鉄筋と芯材の鉄筋比・芯材の配置をパラメータとした供試体を作成し、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能 RC 橋脚の開発

本研究では、図 1 に示すような橋脚構造を提案する。構造の特徴は、通常の RC 橋脚に高強度芯材を導入し、塑性ヒンジ区間を含む範囲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、高強度芯材により確実に高めて、残留変異の低減および終局時変形性能の増大を計り、レベル 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ことである。この効果を最大限に発揮するためには、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使い、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り、芯材のひずみを平滑化する工夫をしている。

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 橋脚の四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 2 に示す。通常の RC 橋脚を No.1、No.1 に対し芯材を中心軸から 70mm の位置に配置した橋脚を No.2、No.1 と同程度の耐力を有するように主鉄筋の鉄筋量を減らし芯材に関しては No.2 と同様の橋脚を No.3、No.1 に対し芯材を中心軸から 100mm の位置に配置した橋脚を No.4 とする。

No.1 と No.3 は最大耐力を等しくしたので、芯材効果により残留変位やエネルギー吸収能がどのように変化するかを確認する。No.2・No.4 は、No.1 と構造用鉄筋の量が同じで芯材を付与したものであるため、芯材効果を確認する。また No.2 と No.4 は芯材の配置だけが異なるので、配置による影響を確認する。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

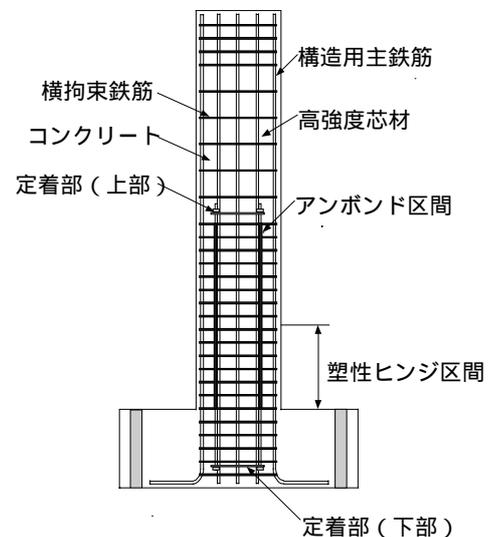


図1 アンボンド高強度芯材 RC橋脚の概念図

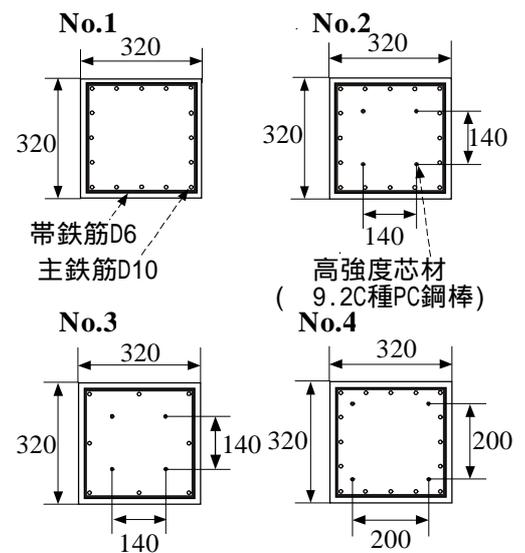


図2 供試体断面図

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 9.2C 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 3 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。

また No.2・No.3 で二次剛性がほぼ等しく、No.4 でより大きな剛性を示すのは、芯材を配置する位置による影響である。ただし No.4 は、最大耐力後の耐力低下が激しい。

4.2 残留変位

履歴ループの除荷時に復元力がゼロとなる変位を残留変位と定義し、これを図 4 に示す。これにより芯材効果による残留変位の低減が、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ているためである。また No.2 よりも No.4 のほうが、残留変位低減効果が大きいことが分かる。

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 5 に示す。これによると No.1・No.2・No.4 では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。これに対して主鉄筋量の少ない No.3 ではそれらよりも少ない。これによりエネルギー吸収量は、構造用主鉄筋に大きく依存することが分かる。すなわち異なる鋼材を適切に配置することにより、エネルギー吸収に富みかつ残留変形の少ない橋脚の設計が可能である。

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別途確認された。

5. 結論

アンボンド高強度芯材を用いた RC 橋脚構造を新しく提案した。芯材を導入した RC 橋脚は、通常の 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く、また残留変位も低減できている。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ことが実証された。

[参考文献]

- [1] 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震設計編、1996.12
- [2] 家村、高橋、曾我部、鶴飼：アンボンド高強度芯材による高耐震性橋脚の開発、第 1 回構造物の破壊解明に基づく地震防災性向上に関するシンポジウム論文集、pp157-162,2000.3

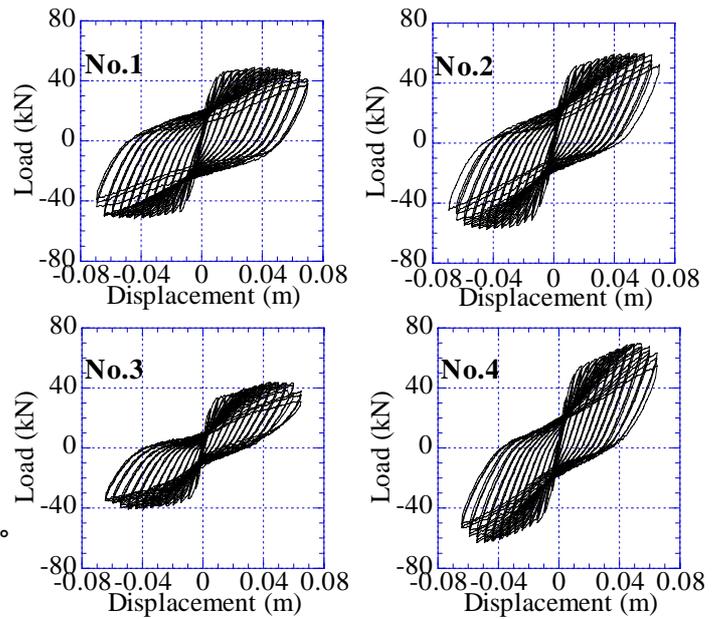


図3 P- δ 履歴曲線

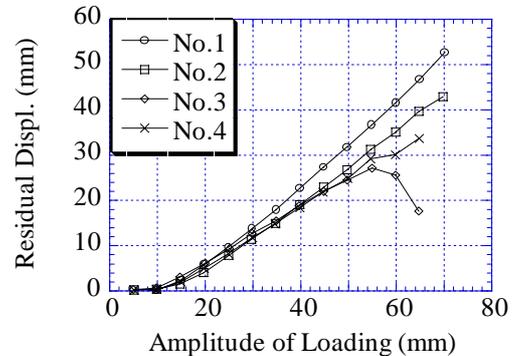


図4 残留変位

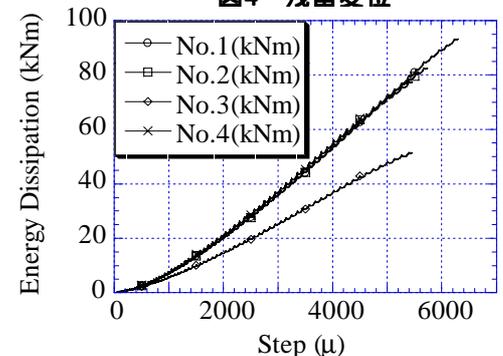


図5 エネルギー吸収量