

UBRC 橋脚の塑性ヒンジ区間に関する検討

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○ 中野 陽介
 京都大学大学院工学研究科 正員 高橋 良和
 京都大学大学院工学研究科 学生員 葭川 修司
 京都大学大学院工学研究科 フェロー 家村 浩和

1. 概要

UBRC 橋脚¹⁾²⁾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。また芯材の配置を変化させることによってその特性を変化させることができる。本研究では、同じ骨格曲線を有するが芯材長、配置位置の異なる供試体を作成し、柱高さ方向の曲率分布、主鉄筋のひずみ分布及びひび割れ図を用い、塑性ヒンジに関する検討を行った。

2. 対象供試体

本研究では、芯材長及び断面内配置位置の異なる単柱式 UBRC 橋脚供試体を作製し（図1）正負交番荷重実験を行った。ここで、3つの供試体の荷重 - 変位関係における骨格曲線がほぼ同じになるよう、ファイバーモデル解析により設計した。

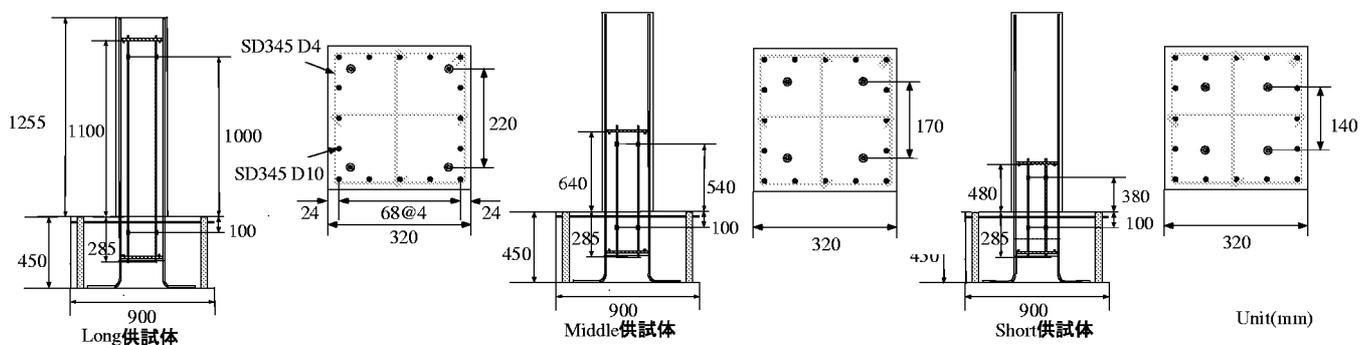


図-1 実験用供試体

3. 荷重 - 変位履歴曲線

図2に各供試体の P - 履歴曲線と骨格曲線の供試体を示す。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。すべての供試体において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、骨格曲線の比較をみると、すべての供試体において最大耐力までほぼ同じ曲線となった。これにより設計通り芯材長、配置位置を変えることによって同じ骨格曲線をもつ UBRC 橋脚を実現できることが確認された。

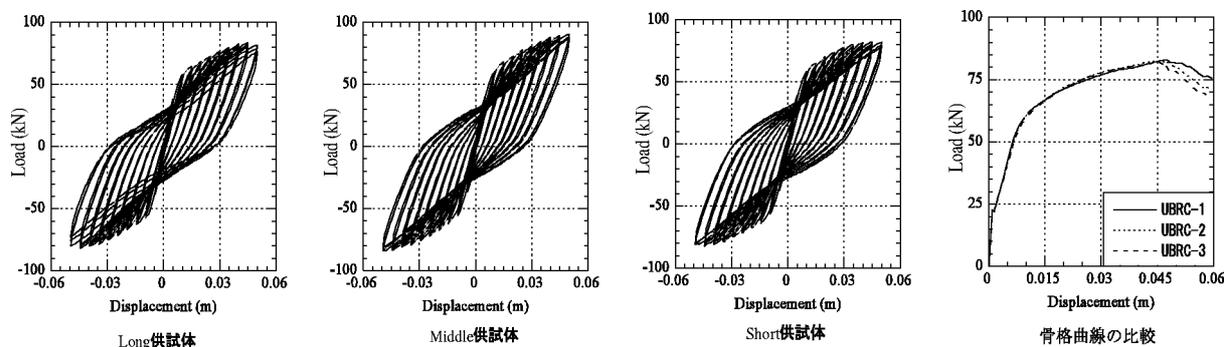


図-2 P - 履歴曲線 骨格曲線の比較

4. 曲率、主鉄筋ひずみ、ひび割れの高さ方向分布

図3,4,5にそれぞれ Long, Middle, Short 供試体の曲率、主鉄筋ひずみ、ひび割れの高さ方向分布の実験結果の比較及び主鉄筋ひずみの解析結果を示す。Long 供試体では、曲率分布は基部の最下部に近いほど大きく、三角形の分布となっている。主鉄筋ひずみ分布は曲率分布と同様に三角形分布となる。ひび割れ分布を見ると、大変形時にはアンボンド芯材

により圧縮力が付与されるため、RC に比べて局所的なひび割れが発生しにくくなり、基部での集中せず、ほぼ等間隔に入っていることが分かる。

Middle 供試体では、曲率分布は Long 供試体と同様であるが、値は Long 供試体よりも小さい。主鉄筋ひずみ分布も Long 供試体と同様であるが、高さ 100mm の値が小さくなっている。これはひび割れが発生しておらず局所的に伸ばされなかったためであると考えられる。ひび割れ分布はほぼ等間隔に入っているが、Long 供試体に比べて柱中部でのひび割れが多く発生している。これは上側定着位置に当たり、定着部を中心にひび割れが増えていることから、定着部に発生する付加モーメントによるものと考えられる。

Short 供試体は他の供試体に比べ、曲率分布、ひずみ分布の傾向が大きく異なっている。曲率分布は他の供試体と同様であるが、一部の値が負となっている。これはひずみ分布で述べるように、上側定着部において、他の供試体と異なる変形をしていたためと考えられる。主鉄筋ひずみ分布は基部のひずみは大きいものの、高さ 500mm の位置でも大きな値を示しているのが特徴的である。定着点位置はこの高さにあり、ひび割れ分布をみても、この周辺に多くのひび割れが集中している。これより、この上側の定着位置は基部に近く、かつ大きな力が作用するため、ひび割れ幅も大きくなり、鉄筋が降伏するほどの変形が生じたことになる。つまり本供試体においては塑性ヒンジ部が 2 ヶ所発生していることになる。単純な片持梁では曲率分布は三角形分布であり、このようなひずみ分布にはなり得ない。つまり芯材の定着位置は UBRC 構造の塑性ヒンジの成形に大きく影響を与えることが分かる。また以上の実験結果に見られる主鉄筋ひずみの高さ方向の分布の傾向は解析結果にも定性的に現れており、ファイバーモデル解析によっても同じような現象を表現することができる。

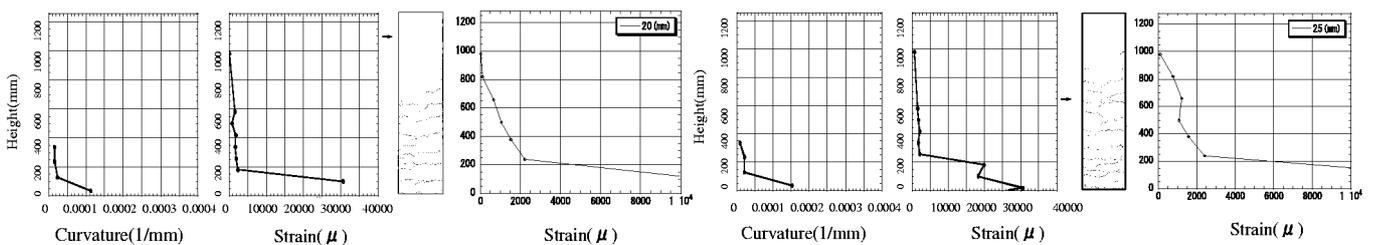


図3 Long 供試体 ($\Delta=19.90\text{mm}$) 曲率 - 主鉄筋ひずみ
- ひび割れ分布 (右図のみ解析結果)

図4 Middle 供試体 ($\Delta=24.84\text{mm}$) 曲率 - 主鉄筋ひずみ
- ひび割れ分布 (右図のみ解析結果)

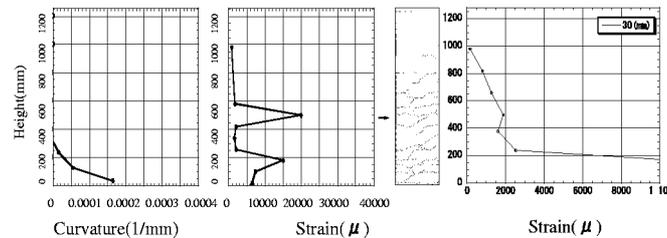


図5 Short 供試体 ($\Delta=29.91\text{mm}$) 曲率 - 主鉄筋ひずみ
- ひび割れ分布 (右図のみ解析結果)

5. 結論

1. 芯材長を短くしても同じ荷重 - 変位骨格曲線を有する UBRC 構造ができる。ただし芯材を短くすることで塑性ヒンジが想定にない位置に発生する可能性がある。よって、ファイバーモデル解析などにより、どの程度芯材長を短くすると複数の塑性ヒンジが発生するか、またどうすれば発生させなくできるか検討を行う必要がある。
2. 芯材長が十分な長さの場合、ひび割れは柱高さ方向に分散するが、短くなると定着板付近に集中する。
3. 芯材長が十分な長さの場合、主鉄筋ひずみは三角形分布となる。しかし、芯材長が短くなり、定着部がひび割れの発生しやすい区間にあると、ひび割れ幅が大きくなり鉄筋が降伏し、塑性ヒンジ部を形成する可能性がある。
4. 曲率分布はすべての供試体において橋脚基部に近いほど大きくなる。しかし、芯材長が短い場合、定着部において他とは異なる変形をすることが考えられる。

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，No.710，Vol.-60，pp.283-296，2002年7月
- 2) 家村浩和・高橋良和・曾我部直樹：付着剥離芯材を用いた UBRC 橋脚の弾塑性復元力特性，土木学会論文集，No.774，Vol.V-65，pp.59-72，2004年11月