

芯材の曲げ配置が UBRC 橋脚の特性に与える影響に関する解析的検討

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○ 曾我部直樹
 京都大学大学院工学研究科 フェロー 家村 浩和
 京都大学大学院工学研究科 正会員 高橋 良和

1. 概要

UBRC 橋脚構造は、橋脚内に芯材と呼ばれる弾性部材を配置した構造¹⁾であり、その復元力特性に安定した正の二次剛性を付与できることが特徴である。芯材としては、従来、PC 鋼棒などの棒部材を用いることを想定してきたが、それに代わるものとして鋼より線の利用が考えられる。鋼より線は、PC 鋼棒と異なりフレキシブルな材料であるため、UBRC 橋脚における芯材の曲げ配置が可能となる。本研究では、UBRC 橋脚の芯材として鋼より線を想定し、それを橋脚内に曲げ配置することが特性に与える影響について FEM 解析に基づく検討を行った。

2. 芯材の曲げ配置と UBRC 橋脚

(1) 二次剛性の発現のメカニズム

UBRC 橋脚では、橋脚内に高強度のアンボンド芯材が配置され、橋脚の上部、下部において定着されている（図-1）。したがって、橋脚が変形するとともに芯材も変形し、芯材には復元力が発生する。図のように芯材を断面中心から偏心して配置、定着した場合は、芯材の復元力は偏心軸力として橋脚に作用することになる。つまり、UBRC 橋脚における芯材配置効果は、橋脚基部に作用する軸力と橋脚の変形に抵抗するモーメントに置き換えることができる。塑性ヒンジ区間に作用する軸力と抵抗モーメントの増加は橋脚の耐力増加に繋がる。また、これらの外力は芯材の復元力に起因しているため、その大きさは橋脚の変形に依存していることになる。すなわち、UBRC 橋脚では、芯材による漸増軸力と漸増抵抗モーメントにより、橋脚の変形に伴った耐力の増加が実現され、それにより安定した正の二次剛性が付与される。

(2) 芯材の曲げ配置

本研究では、図-2 のように芯材を曲げて配置することが、橋脚の特性に与える影響について検討する。ここで、芯材の変曲点では、摩擦は発生していないものとする。この図より、芯材を曲げ配置した場合、その変曲点で芯材の軸力の方向が変化することが分かる。その結果、曲げ配置区間にはせん断変形に抵抗する力が作用する。また、図-2 のように、芯材を橋脚基部では直線配置になるように曲げ配置した場合、塑性ヒンジ区間には直線配置した時と同様の軸力、抵抗モーメントが芯材により作用することになる。UBRC 橋脚における二次剛性の発現は、前述したように塑性ヒンジ区間に作用する芯材からの軸力、抵抗モーメントの大きさに依存している。つまり、芯材を曲げ配置することにより、直線配置した場合と同様の二次剛性が期待できると共に、橋脚のせん断特性を改善することができる。

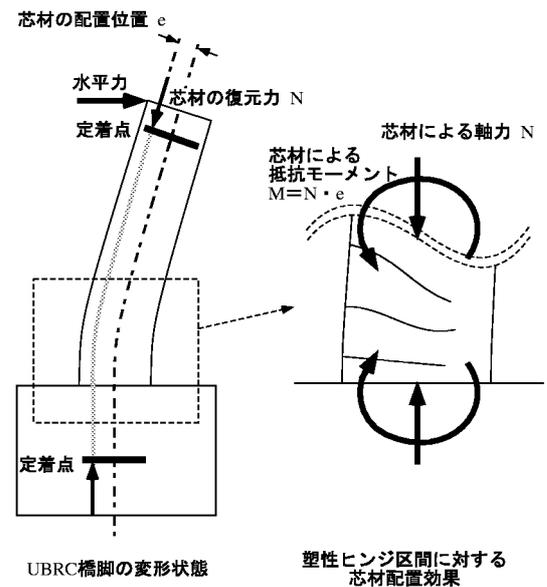


図-1 芯材配置効果

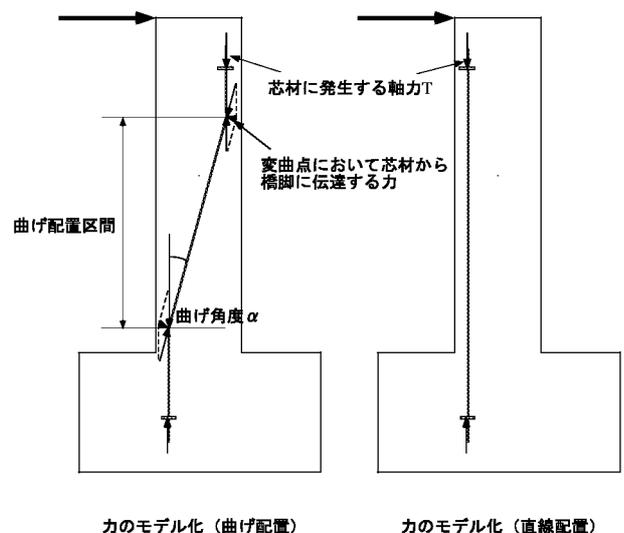


図-2 芯材の曲げ配置

Key Words : 芯材、曲げ配置、UBRC 橋脚、せん断変形

〒 606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL(075)753-5088 FAX(075)753-5926

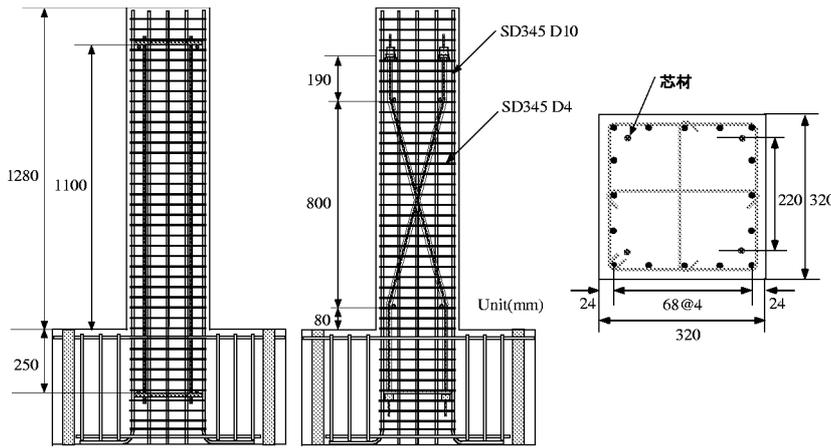


図-3 解析対象橋脚

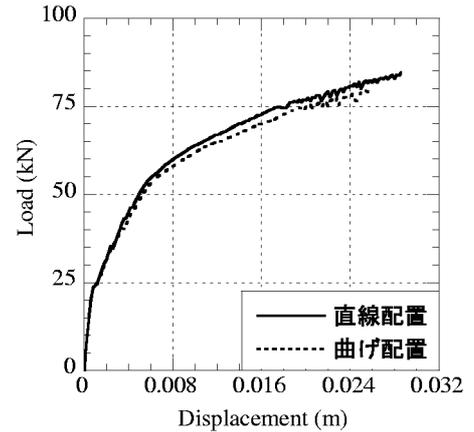


図-4 P-Δ 曲線

3. 解析手法

本研究では、芯材の曲げ配置が UBRC 橋脚の構造特性に与える影響を明らかにするために、FEM 解析による検討を行った。対象とした橋脚は、道路橋を想定して設計された橋脚を実験用供試体レベルにスケールダウンしたのに対し、直線的に芯材を配置した UBRC 橋脚と、芯材を曲げ配置した UBRC 橋脚の 2 種類である（図-3）。

対象とする橋脚の FEM モデルでは、コンクリート要素に 2D Solid Surface 要素、芯材と鉄筋、及び帯筋には Truss 要素を用いた。帯筋の断面積は、横拘束筋比が供試体と同じになるようにモデル化している。また、芯材はアンボンド処理を施していることを想定しており、芯材要素の軸直角方向については剛なバネにより RC 要素に拘束し、軸方向は独立させている。曲げ配置した芯材の変曲点では、摩擦は無いものと仮定し、変曲点を挟んだ芯材要素のひずみが同レベルになるようにモデル化した。なお、今回の解析では、FEM 解析汎用プログラム ADINA を用いて解析を行った。

4. 解析結果

図-4 に両者の P-Δ 曲線を比較を示す。この図を見ると、芯材を曲げて配置しても直線的に配置した場合と同等の二次剛性、最大耐力が橋脚の復元力特性に現れていることが分かる。図-3 のように芯材を曲げて配置してもそのひずみの大きさが同等であれば、橋脚基部では、直線的に配置したときと同様の芯材配置効果（芯材による軸力、抵抗モーメントの増加 図-1）が作用している。そのため、直線的に配置した時と同等の最大耐力や二次剛性が発現する。

次に、図-5 に載荷点変位が 0.02m 時における橋脚高さごとのせん断変形量を示す。なお、本研究では、帯鉄筋要素のひずみよりせん断変形量を算定している。これより、芯材を曲げ配置した方のせん断変形量が直線的に配置したものに比べ小さいことがわかる。芯材を曲げ配置した UBRC 橋脚では、せん断耐力 V_d は前述したようなメカニズムにより式 (1) のようになりコンクリート負担分 V_{cd} と帯鉄筋負担分 V_{sd} に芯材負担分 V_{ubar} が加算される。そのため、同じせん断力が作用する場合、芯材を曲げ配置した方が RC 橋脚部分のせん断力負担分 ($V_{cd} + V_{sd}$) が芯材により軽減され、せん断変形量が小さくなる。

$$V_d = V_{cd} + V_{sd} + V_{ubar} \quad (1)$$

5. まとめ

1. 芯材を曲げ配置しても、直線的に配置した場合と同等の芯材配置効果が期待できる。
2. 芯材を曲げ配置することにより、橋脚のせん断特性を向上させることができる。

参考文献

- 1) 家村浩和・高橋良和・曾我部直樹・鶴飼正裕：「アンボンド高強度芯材を用いた RC 橋脚の高耐震性化に関する基礎的研究」、第 4 回地震時保有水平耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集、pp.433-438, 2000 年 12 月

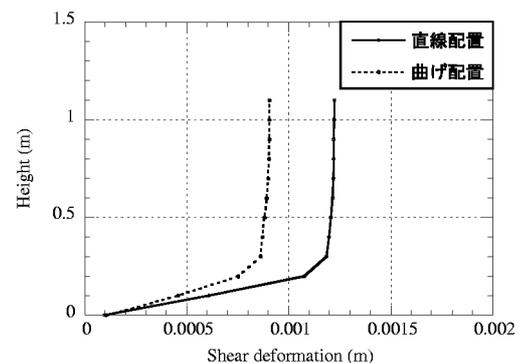


図-5 せん断変形量の比較