アンボンド芯材の配置がRCラーメン橋脚の軸力変動に及ぼす影響

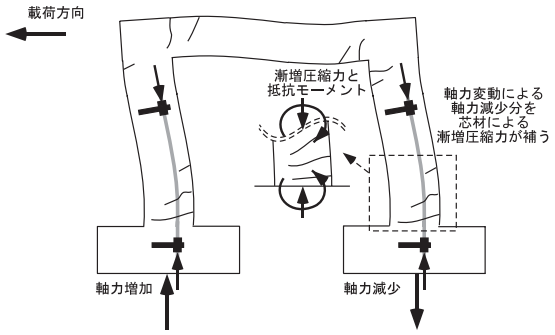
京都大学大学院工学研究科 学生員 ○ 曽我部直樹
京都大学大学院工学研究科 フェロー 家村 浩和
京都大学大学院工学研究科 正会員 高橋 良和
京都大学大学院工学研究科 学生員 中尾 幸平

1. 概要

UBRC橋脚では，塑性ヒンジ区間に配置されたアンボンド芯材が，橋脚が大変形を起こした場合でもその内部で弾性挙動を示すことにより，橋脚全体の復元力特性に安定した二次剛性を付与することができる[1)]．本研究では，門型一層のRCラーメン橋脚の左右柱基部にアンボンド芯材を配置したUBRCラーメン橋脚を想定し，アンボンド芯材の配置がUBRCラーメン橋脚が変形した際の左右柱部材における軸力変動に与える影響をファイバーモデル解析により検討した．

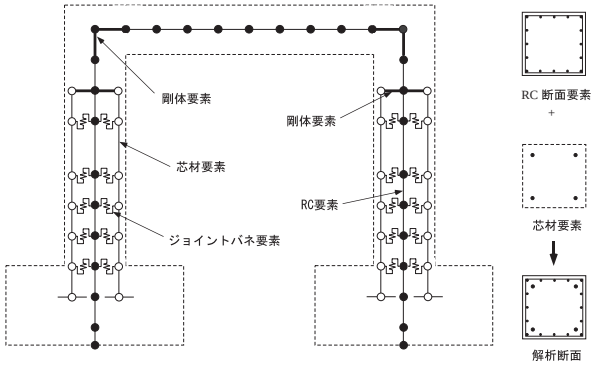
2. UBRCラーメン橋脚と軸力変動について

UBRC橋脚構造では，橋脚断面内にアンボンド芯材を配置し，それが，橋脚が大変形を起こした場合でもその内部で弾性挙動を示すことにより，安定した二次剛性をその復元力特性に付与することができる．そのメカニズムは，橋脚の変形時に塑性ヒンジ区間に配置された芯材の復元力が，同区間に漸増圧縮力，水平力に対する漸増抵抗モーメントとして作用することにより，同区間の曲げ耐力が橋脚の変形に伴って漸増することによる．



図–1 RCラーメン橋脚の軸力変動と芯材配置効果

RCラーメン橋脚でも塑性ヒンジ区間にアンボンド芯材を配置した場合（UBRCラーメン橋脚），橋脚の変形時に，同区間に，漸増圧縮力と抵抗モーメントが作用するため，橋脚全体の復元力特性には安定した二次剛性が付与される[2)]．また，RCラーメン橋脚では，橋脚の変形に伴って，各部材の軸力が変動する軸力変動が発生する．特に，軸力を載荷していないRCラーメン橋脚では，橋脚全体が一方に変形している状態では，一方の柱には圧縮力が作用し，他方の柱には引張り力が作用する（**図–1**）．引張り力の作用によりRC部材の軸力が減少することは，その曲げ耐力の減少に繋がるため好ましくない．これに対し．左右柱部に芯材を配置したUBRCラーメン橋脚では，橋脚の変形に伴って芯材による漸増圧縮力が引張り側の柱にも作用するため，軸力変動に伴う柱部材の曲げ耐力の低下を抑制できる可能性がある．



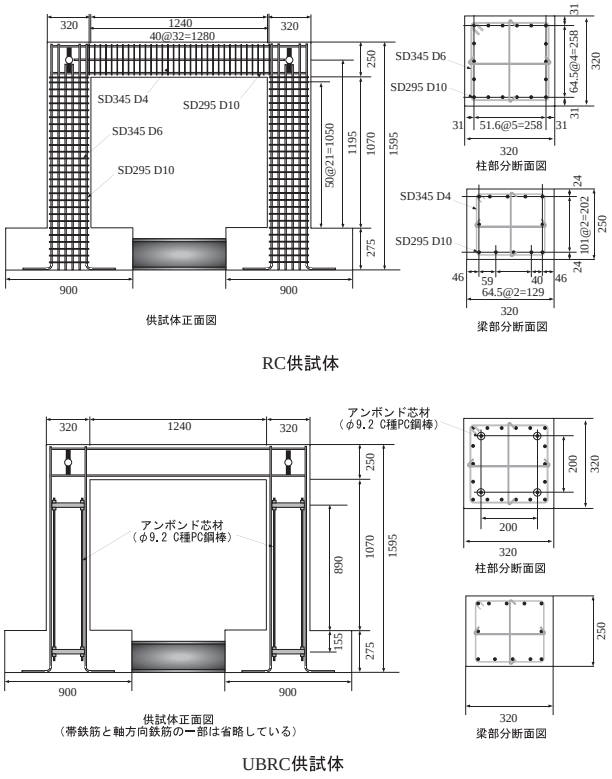
図–2 解析モデル

3. 解析概要

解析では，RC断面要素（ファイバーモデル）と芯材要素を個別にモデル化し，両者を芯材軸方向の剛性がゼロのジョイントバネ要素で接続することにより，アンボンド芯材を考慮した解析モデル（**図–2**）を用いた．

本研究で対象としたRCラーメン橋脚は，阪神高速道路の大阪西宮線P-164を基本としたものである．**図–3**に検討対象供試体を示す．コンクリートは呼び強度24MPaの普通コンクリートであり，柱部分では，軸方向鉄筋にSD295D10，せん断補強筋にはSD345D6を用い，梁部分では，軸方向鉄筋にSD295D10，せん断補強筋ではSD345D4を用いている．RC供試体は検討対象RCラーメン橋脚を想定したRCラーメン供試体である．これに対し，UBRC供試体は芯材としてϕ9.2 C種PC鋼棒（SBPRϕ9.2）を左右柱基部（橋脚基部から890mmまで）に配置したUBRCラーメン供試体である．

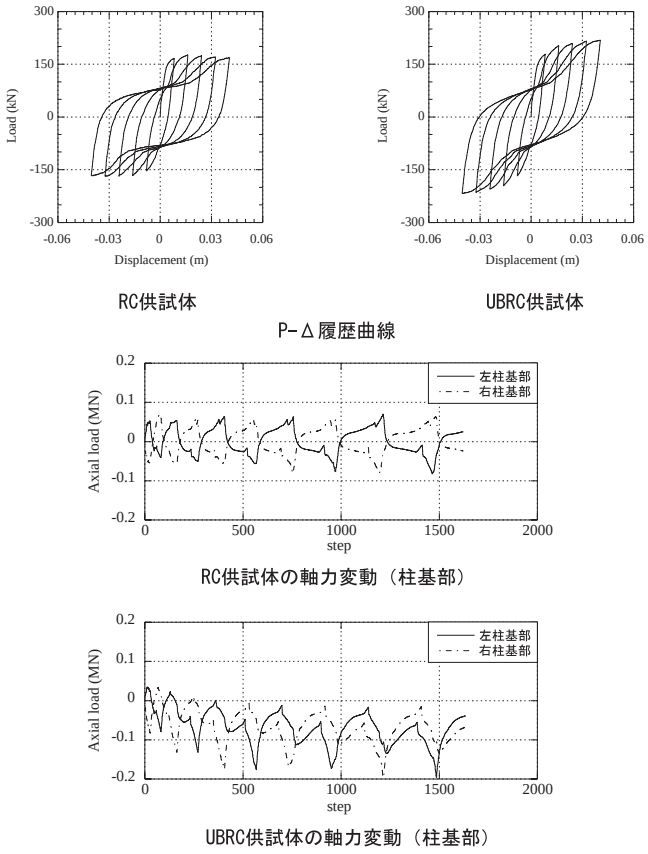
Key Words： *UBRC* ラーメン橋脚，軸力変動，二次剛性，ファイバーモデル解析
〒 606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL(075)753-5088 FAX(075)753-5926



RC供試体

UBRC供試体

図–3 解析対象供試体



図–4 解析結果

なお，解析で用いた載荷波形は，載荷点変位 0.008m と単位とした振幅漸増載荷波形である．また，解析に先立って行った正負交番載荷実験において，載荷システムの都合上，上部工重量に相当する軸力が載荷できなかったため，解析においても考慮していない．

4. 解析結果と考察

図–4 に各供試体の P-Δ 履歴曲線と左右柱の各部分における軸力変動を示す．本研究では，軸力変動は，検討対象供試体の柱基部における塑性ヒンジ区間に作用している軸力を載荷ステップごとに算出している．

まず，P-Δ 履歴曲線より，アンボンド芯材を柱部に配置した UBRC 供試体の復元力特性に，RC 供試体には見られない安定した二次剛性が付与されていることが分かる．この傾向と二次剛性の大きさは，同供試体に対する正負交番載荷実験結果と同様である[3)]．

次に，RC 供試体の載荷ステップによる軸力変動を見ると，RC ラーメン橋脚が正負交番で変形することにより，左右柱に作用する軸力が橋脚の変形の大きさに関わらず正負に変動し，柱部材に正（引張）の軸力が作用していることが分かる．一方，UBRC 供試体の軸力変動を見ると，柱基部の軸力変動が，橋脚の変形が進むに従って，負（圧縮）側に移行していく傾向が確認できる．例えば，RC 供試体の軸力変動では，前述したように橋脚の変形状態により正（引張）の軸力が柱に作用しているが，UBRC 供試体では，2～3 サイクル以降は，常に軸力が負（圧縮）となっている．これは，橋脚の変形に伴い，芯材の復元力が橋脚基部に対して漸増圧縮力として作用しているためである．つまり，柱基部に芯材を配置した UBRC ラーメン橋脚では，橋脚の変形に伴う軸力変動により，柱基部に引張力が作用する場合でも，同部分における軸力減少分を塑性ヒンジ区間に配置されたアンボンド芯材による漸増圧縮力が補うため，同部分の曲げ耐力の低下を抑制することができると共に，それにより橋脚全体の弾塑性復元力特性に安定した二次剛性を付与することができる．

参考文献

1) 家村浩和, 高橋良和, 曽我部直樹：アンボンド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，No．710，pp283-296，2002 年 7 月
2) 家村浩和, 高橋良和, 曽我部直樹，中尾幸平，斉東亮：アンボンド芯材入り RC ラーメン橋脚の弾塑性復元力特性，第 5 回 構造物の破壊過程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，pp245-250，2004 年 3 月
3) 中尾幸平，家村浩和, 高橋良和, 曽我部直樹：アンボンド芯材入り RC ラーメン橋脚の正負交番載荷解析，土木学会関西支部年次学術講演会（印刷中），2004 年