

RC 橋脚の終局時近傍における中立軸の挙動に関する研究

佐賀大学

○学生会員

伊藤 晃規

佐賀大学

正会員

井嶋 克志

佐賀大学

正会員

帯屋 洋之

1. まえがき

本研究は、鉄筋コンクリート（以下 RC）単柱橋脚に対して、道路橋示方書が定める終局を超える状態までの非弾性・幾何学的非線形解析を行い、道路橋示方書での終局ひずみに基づく終局時と、橋脚断面における重心点を基準とした中立軸位置の変動、橋脚天端変位の関係を明らかにしたものである。道路橋示方書に定められたコンクリートと鉄筋の応力-ひずみ曲線を用いた結果、一方向載荷においては、道路橋示方書の終局時は中立軸位置の変動曲線における極値近傍にあり、RC 橋脚全体挙動において、強度の劣化が始まる時点を捉えていることが判った。

2. 解析に用いた RC 棒要素の力学モデル

RC 骨組み要素に対して、材料非線形を考慮するために図-1 に示す力学モデルを採用した。要素端に変形が集中するものとして、剛体リンクとその端部に分布バネが接続されたモデルである。各分布バネは要素断面を分割した各分割断面に設置されるものとし、各バネの伸縮量は要素半区間の軸方向伸縮量に値する。したがって、軸力による要素の軸方向圧縮力と要素半区間の曲率を一定とした分割断面各位置における伸縮量の和が、各バネの伸縮量となる。要素半区間に渡り曲率一定、および平面保持を意味する端部剛体プレートの要素軸方向の伸縮から、要素各分割要素のひずみは要素端変形より一意的に決定し、応力・ひずみの履歴則より各分割断面の応力が決まる。この応力と分割断面の積からバネの復元力が決定し、端部断面に分布するバネについてこの復元力を集積すれば、材料非線形を考慮した軸方向および端モーメントの要素端力を得ることができる。

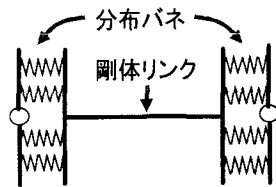


図-1 RC 棒要素モデル

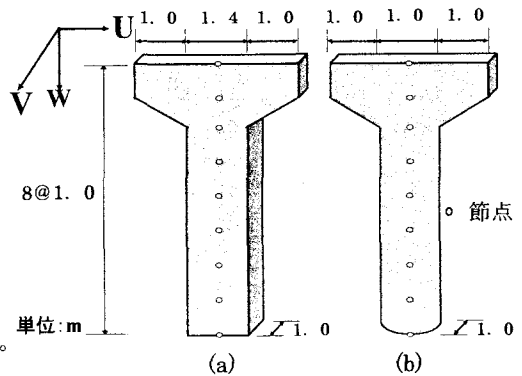


図-2 解析モデル

3. 解析モデル

本解析の解析モデルとして、橋脚断面が矩形である RC 橋脚（図-2 (a)）と橋脚断面が円形である RC 橋脚（図-2 (b)）の 2 種類を用いた。両モデル共に橋脚下端は完全固定であり、橋脚最下部の 1 要素のみを非弾性要素とし、他の 7 要素は弾性棒要素から構成されたものとした。図-3 (a) は解析に用いた矩形単柱橋脚の矩形断面を表しており、コンクリートの設計基準強度は 21000 KN/m^2 とし、横拘束筋には D32 の鉄筋を 0.88m 間隔に 9 本使用している。図-3 (b) は解析に用いた円形単柱橋脚の円形断面を

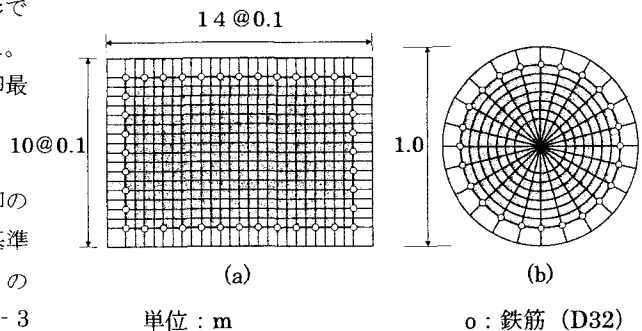


図-3 橋脚断面図

表しており、コンクリートの設計基準強度は 21000 KN/m^2 とし、横拘束筋には D32 の鉄筋を 2.20m 間隔に 4 本使用している。また図 - 3 (a)、(b) の図中の○は配筋位置を示しており、縦、横、斜め線は断面の分割を示している。断面の分割は (a) を 468 分割、(b) を 168 分割しており、各断面において図 - 1 に示す剛体リンクと分布バネ要素が適応されている。図 - 4 は包落線が道路橋示方書の規定と一致するコンクリートの応力・ひずみ曲線であり、図 - 5 は包落線が道路橋示方書の規定と一致する鉄筋の応力・ひずみ曲線を示している。

4. 解析手順と解析結果

橋桁の重量を想定した初期軸圧縮力を、橋脚頂部へ 500KN から 100KN 刻みに 1000KN まで载荷させた各場合において解析を行った。異なる初期軸圧縮力を与えた各場合において、橋脚天端へ水平強成変位を静的に 1.0mm 刻みに漸増させたときの解析を円形断面・矩形断面を持つ両 RC 橋脚に対して行い、一方向のみに与える場合と、正負交番に与える場合で解析を行なった。図 - 6 は矩形断面に対して 1000KN の初期軸圧縮力を载荷し、水平強成変位を一方向のみに静的に漸増させたときのグラフを表しており、図 - 7 は円形断面に対して 1000KN の初期軸圧縮力を载荷し、水平強成変位を一方向のみに静的に漸増させたときのグラフを表している。両グラフには、作用水平力と水平変位の関係と、橋脚断面における重心点を基準とした中立軸位置を示している。また両グラフ中に道路橋示方書で規定されている終局ひずみに基づく終局点も示している。

5. 考察

水平変位に対する作用水平力と、重心点を基準とする中立軸位置の変動曲線を比較した場合、矩形、円形断面共に橋脚強度の劣化が始まる点と変動曲線における極値がほぼ一致している。したがって、水平変位とともに中立軸の移動する方向が変わる点を終局と判定できる。荷重・変位曲線が降伏後比較的平坦であるのに対し、中立軸位置の変動曲線はその極値が明瞭であることから、後者による終局判定が容易であると言える。

一方向载荷について計算を行なった範囲では、道路橋示方所に定められた終局ひずみに基づく終局点と、重心点を基準とした中立軸位置の変動曲線における極値はほぼ一致し、道路橋示方書は正しく終局を規定していると考えられる。また、正負交番载荷試験については現在検討を行っており、講演時にはその結果を発表する予定である。

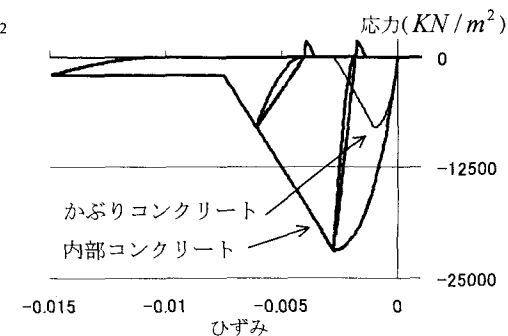


図-4 解析に用いたコンクリートの応力・ひずみ曲線

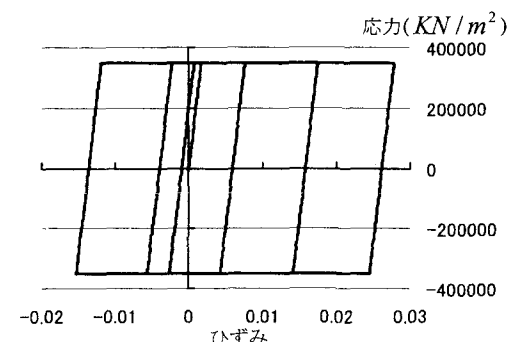


図-5 解析に用いた鉄筋の応力・ひずみ曲線

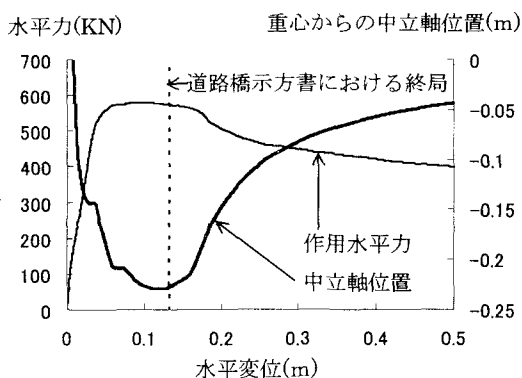


図-6 矩形断面・解析結果

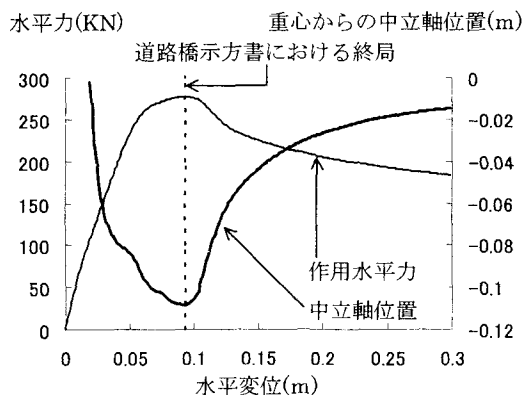


図-7 円形断面・解析結果