ファイバーモデルと準動的法を用いたRCラーメン橋脚の保有耐力解析

| 日本構研情報(株) | 正会員 | 佐藤知明 |
|----------------|------|-------|
| (株)松浦建設 | 正会員 | 松浦幹佳 |
| 東洋技研コンサルタント(株) | 正会員 | 島田功 |
| 大阪市立大学工学部土木工学科 | フェロー | 園田恵一郎 |
| 大阪市立大学工学部土木工学科 | 正会員 | 小林治俊 |
| | | |

1.まえがき RCラーメン橋脚を対象とし、断面にファイバーモデ ルを適用することで、水平荷重の漸増とともに生じる、大きな軸力変 動が曲げ耐力におよぼす影響について検討する。

2.解析手法 RC断面は、図-1 に示す長方形断面を考え、鉄筋と コンクリートの付着は完全であるものとし、平面保持の仮定を適用す る。断面の算定において、コンクリート要素は、断面高さ方向に層分 割し、鉄筋は一本ずつ個別に計算を行う。ここで、コンクリートおよ

び鉄筋に対しては道路橋示方書¹⁾(以下、道示と呼ぶ)に規定される応力度 - ひずみ関係を適用する。ただ し、コンクリートの応力度 - ひずみ関係における低下領域においては、道示の終局ひずみ以降も同様の勾 配で低下するものとしてモデル化した。本解析では圧縮応力度が0になるときを終局ひずみと定義した。 断面力は、コンクリートおよび鉄筋の応力度 - ひずみ関係より得られる応力度を、次式のように積分する ことにより求める。 表-1 解析諸元

· · (1)

$$N = b \int_0^h \sigma_c d\zeta + \sum_{i=1}^{ns} \sigma_{si} A_{si} , \qquad S = G_c h b \gamma ,$$

$$M = b \int_0^h \sigma_c (\zeta_c - h/2) d\zeta + \sum_{i=1}^{ns} \sigma_{si} A_{si} (\zeta_{si} - h/2) \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

i=1

ここで、 σ_{ci}, σ_{si} はコンクリートおよび鉄筋のひずみに対する応力度、 ns, A_{si} は鉄筋の段数および各鉄筋の断面積である。なお、コンクリート 要素の積分には台形積分を用いている。

本解析では、剛体ばねモデルの手法を用い、変位増分法で解析を行った。断面力と変位の関係に式(1)を適用することにより曲げと軸力の連成を考慮している。

3.数値計算(保有耐力解析) 解析 の対象としたRCラーメン橋脚モデル を図-2 に示す。これは 種地盤にお けるタイプ 地震動を想定し、地震時 保有水平耐力法によって設計されたも のである。はり中央要素(以下、変位 制御要素と呼ぶ)の水平方向変位量を 逐次増加させる変位増分法により、橋 脚の保有耐力解析を行った。ここでは、 本解析結果と、軸力変動を考慮しない





| 表-1 解析諸元 | | | | |
|-----------|-----------------------------------|----------------------|----------|--|
| 頁 目 | 記号 | 数 | 値 | |
| 橋脚の奥行き | b | 2.7 | т | |
| コンクリート | | | | |
| 設計基準強度 | ck | 23.5 | N/mm^2 | |
| 弾性定数 | E _c | 2.45×10^{4} | N/mm^2 | |
| 鉄筋 | | | | |
| 降伏強度 | у | 343 | N/mm^2 | |
| 弾性定数 | E_s | 2.05×10^{5} | N/mm^2 | |
| 注部材 | | | | |
| 柱断面高さ | h | 2.0 | m | |
| 主鉄筋量 | A _s , A _s ' | 7.942 × 21 | cm^2 | |
| 主筋かぶり | d' | 13 | ст | |
| 側面鉄筋 | A_s " | 7.942×52 | cm^2 | |
| せん断補強鉄筋量 | A_w | 19.3 | cm^2 | |
| せん断補強鉄筋間隔 | S | 15 | ст | |
| より部材 | | | | |
| はり断面高さ | h | 2.5 | m | |
| 主鉄筋量 | $A_{s,}A_{s'}$ | 5.067×42 | cm^2 | |
| 主筋かぶり | d' | 10 | ст | |
| 側面鉄筋 | A_s " | 2.865 × 12 | cm^2 | |
| せん断補強鉄筋量 | A_w | 19.3 | cm^2 | |
| せん断補強鉄筋間隔 | s | 15 | ст | |



キーワード: R C ラーメン橋脚,保有耐力,ファイバーモデル,準動的法 連 絡 先:〒541-0051 大阪市中央区備後町1-5-2 TEL 06-6223-0350 FAX 06-6223-2401



骨組解析モデル(以下、M - モデルと呼ぶ)および道示に示される非線形回転バネを用いたモデル(以下、回転バネモデルと呼ぶ)による解との比較を行った。図-3 は、柱基部における死荷重載荷状態での曲 げモーメントM - 曲率 の関係である。曲率 は約 0.02(1/m)で最大曲げとなりそれ以降は低下する。そこ で、M - モデルの非線形解析は剛性低下域を含むトリリニア型モデルを用いた。

解析結果を、図-4 以降に示す。図-4 は、変位制御要素における強制変位量 - 水平力Pの関係を示した ものである。耐力の最大値は、本解析>M - モデル>回転バネモデルの順となっており、道示は安全側の 考えとなっていることがわかる。図-5 に左右柱基部部材の曲げモーメントM - 曲率 の関係、図-6 に同部 材の軸力N - 強制変位量 の 関係を示す。図-5 より、曲げモーメントの最大値を見てみると、左右の柱基 部部材の曲げモーメントの最大値は、軸力変動を考慮しないM - モデルによる値と比較して約±15%変動 し、また、図-6 より軸力は死荷重載荷状態に対して約75%変動している。

4.繰り返し載荷実験への応用

1/10 モデルで供試体を作成し、 正負交番繰り返し載荷試験を実施し、 解析結果との比較を行なった。図-7 に実験終了時のひび割れ図を示す。 柱下端には大きな曲げひび割れが発 生し、一部ではコンクリートの圧縮 破壊が発生した。図-8 に実験およ





図-8 実験および解析における P-る関係

5.まとめ ファイバーモデルを用い、曲げモーメントと軸力の連成を考慮した非線形解析を行った結果、 次のことがわかった。

1)左右の柱基部部材の曲げモーメントの最大値は、軸力変動を考慮しないM - モデルによる値でほぼ2分 されるように得られた。

2)本橋脚では左右の柱基部において、死荷重状態に対し最大約75%の軸力変動が発生することがわかった。

3)本橋脚のようなRCラーメン橋脚を解析した場合、道示の回転ばねモデルは軸力変動を考慮したファイバ ーモデルより耐力に関し安全側の評価をしていることがわかった。

4)正負交番載荷実験と比較した結果、本解析法により荷重 - 変位関係を再現することができた。

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,平成8年12月

び解析での、載荷点における荷重 P-変位の関係を示す。縦軸は左右

柱のせん断力の和の最大値 Vmax で無次元化している。結果より水平耐

力と除荷勾配が比較的良く一致していることがわかる。

2)松浦幹佳:鉄筋コンクリート骨組構造物の衝撃および耐震解析に対する剛体バネモデルの適用性に関する 研究,大阪市立大学学位論文,平成12年3月