

初期大変形後の RC 橋脚の荷重－変位履歴関係

日本鉄道建設公団 正会員 平手 知
 京都大学工学研究科 正会員 高橋良和
 京都大学工学研究科 フェロー 家村浩和

1. はじめに

兵庫県南部地震のような直下型地震では、構造物は最初の 2～3 波で一気に大きく塑性域に入り込み、主要動後の繰り返し応答によって極めて急激な耐力低下を生じて破壊することが多い。しかしながら、このような橋脚の応答性状については、一部で実験的研究が行われているに過ぎない^[1]。そこで著者らは、ファイバーモデルを用いた解析的検討を行った^[2]が、実験で得られたような正負側の大きな耐力差について表現することは困難であった。この原因として、解析では主鉄筋の座屈現象を考慮していない事が挙げられる。本研究では、主鉄筋の座屈を考慮した応力－ひずみ関係を新たに提案し、それをファイバーモデル解析に組み込むことにより、応答初期に大変形を経験する RC 橋脚に対して正負交番載荷解析を行った。

2. 主鉄筋の座屈を考慮した応力－ひずみ関係

座屈開始以前のモデルは Menegotto-Pinto モデルを、座屈後のモデルは村山らが提案しているモデル^[3]を採用した。本履歴モデルの新しい点としては、以下の 2 つのいずれかが生じた場合を座屈開始点として考えているところにある。

- ・ 座屈開始ひずみ推定式^[4]による値に達した時
 - ・ 最外縁主鉄筋に最も近いかぶりコンクリートの圧壊時
- 図 1 に提案した応力－ひずみ関係の概要を示す。

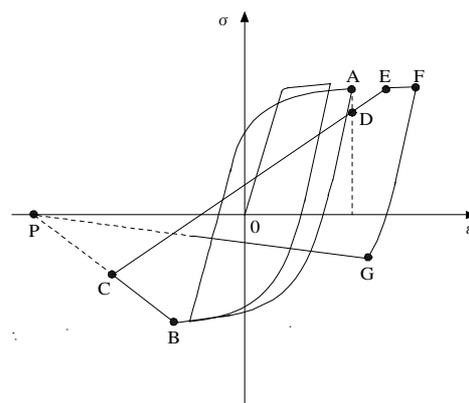


図 1 提案した応力－ひずみ関係

3. コンクリートの応力－ひずみ関係

コンクリートの応力－ひずみ関係としては、コアコンクリートとかぶりコンクリートの 2 種類を考え、修正六車モデルを用いた。

4. 解析対象橋脚

解析対象橋脚を図 2 に示す。なお、主鉄筋は SD295D10、スターラップは 0.70m までは 50mm 間隔、それ以降は 100mm 間隔で配置し、SD345D6 とした。また、軸力は 294kN とした。

5. 解析概要

本研究では、図 2 の RC 柱供試体に対し、正負交番載荷解析を行い、大振幅載荷、繰り返し載荷下における耐力、終局変位に着目する。終局変位は、1 サイクル目の正側の

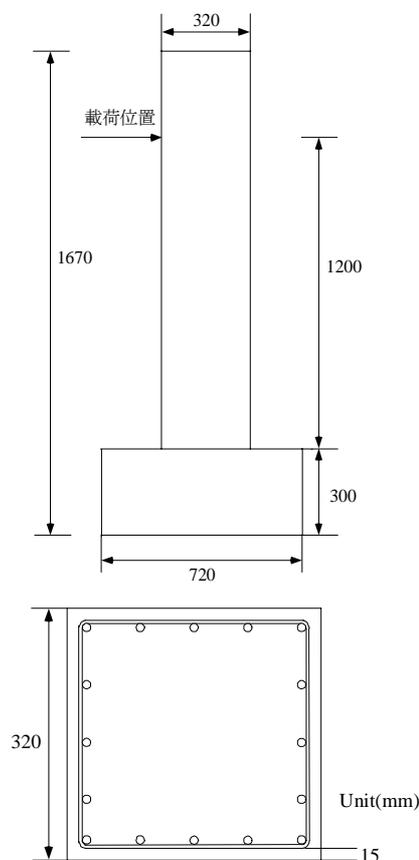


図 2 解析対象橋脚

Key Words : 主鉄筋の座屈、初期大変形、履歴特性

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 Tel : 075-753-5088 Fax : 075-753-5926

最大耐力の 80%まで耐力が劣化したときの変位振幅とした。解析ケースを表 1 に示す。

表 1 解析ケース

Normal	主鉄筋の座屈を考慮しない場合
Case1	吉田らの推定式により座屈開始時を決定した場合
Case2	最外縁主鉄筋に最も近いかぶりコンクリートの圧壊時を座屈開始時とした場合

6.解析結果および考察

荷重位置における荷重－変位履歴関係を図 3 に示す。終局変位はそれぞれ、Normal で 44.2mm、Case1 で 41.2mm、Case2 では 33.8mm となっており、座屈を考慮することにより終局変位が小さくなる事が分かる。

1 サイクル目の履歴形状に関する考察

1 サイクル目の正側の最大耐力は、座屈発生の有無に関わらず同じ耐力となっている。また、最大耐力に達したあとの耐力劣化割合は、座屈を考慮した場合かなり急激になっており、Normal→Case1→Case2 の順に大きくなっている。また負側では、最大耐力、終局耐力とも最大で約 6%の差が生じており、また耐力劣化割合も正側よりも大きくなっている。

2 サイクル目の履歴形状に関する考察

2 サイクル目の正側の最大耐力は、1 サイクル目とは違い、座屈の有無により大きな差が生じており、さらに座屈を考慮した場合は最大耐力に達してから急激に耐力が低下していることが分かる。これは図 4 に示すように、いったん座屈が発生すると、コンクリートが負担する圧縮力が急激に増加し、それに伴いひずみが急激に増加するとともに、2 サイクル目では 1 サイクル目の 10%しか圧縮力を負担しないために、大きな耐力差が生じたものと考えられる。また負側では、正側よりも大きな差を生じており、より耐力劣化が進行していることが分かる。

7.結論

本研究では、主鉄筋の座屈を考慮した応力－ひずみ関係を新たに提案した。また提案したモデルを用いることにより、応答初期に大変形を経験する場合には、正負の耐力差が生じ、さらにその後の繰り返し挙動により急激な耐力劣化が生じることが表現できる。

[参考文献]

[1]武村浩志、川島一彦：荷重履歴が鉄筋コンクリート橋脚の変形性能に及ぼす影響、構造工学論文集, Vol.43A, 849-858, 1999
 [2]高橋良和、家村浩和、杉本高志：RC 橋脚の損傷に荷重履歴が及ぼす影響に関する一考察、第 25 回地震工学研究発表会、pp713-716、1999 年 7 月
 [3]村山八洲雄、須田久美子、一宮利通、新保弘：交番繰り返し荷重下における柱筋の座屈モデル、鹿島技術研究所年報 第 42 号、pp93-98、1994 年 10 月 31 日
 [4]吉田徳雄、畑中重光、上田英明：RC 柱・梁部材の圧縮筋の座屈開始時ひずみについて、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.14 No.2、pp331-336、1992 年

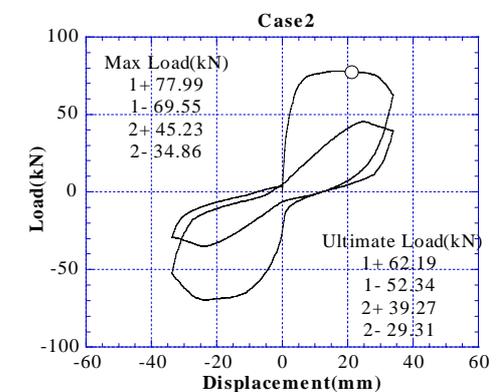
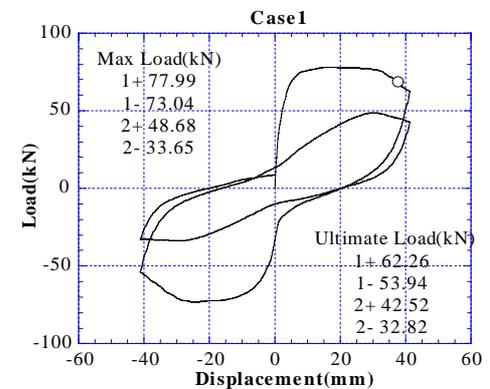
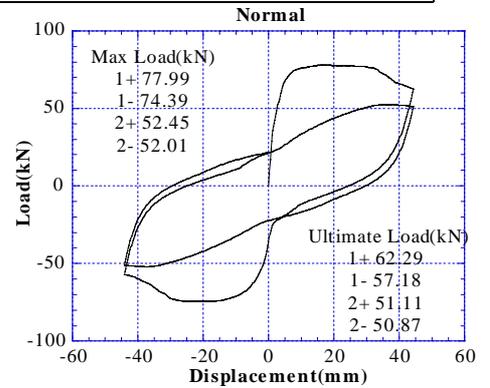


図 3 荷重－変位履歴関係

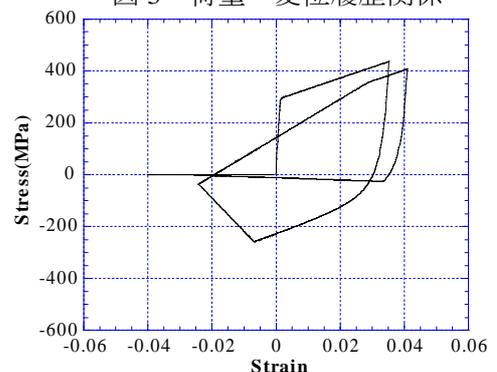


図 4 主鉄筋の応力－ひずみ関係(case2)