

高強度コンクリート及び高強度鉄筋を用いた RC 橋脚の耐震性

東京工業大学 学生会員 ○宮路 健太郎
 東京工業大学 正会員 渡邊 学歩
 東京工業大学 フェロー 川島 一彦

1. はじめに

橋梁の建設に、高強度コンクリート及び高強度鉄筋を用いれば、強度の増加だけでなく、断面の減少とそれに伴う慣性力の減少により、耐震性能の向上に資することができる。本文は、RC橋脚に高強度コンクリート及び高強度鉄筋を採用した場合の耐震性を繰り返し載荷実験によって検討した結果を報告するものである。

2. 実験供試体および実験方法

図-1に示すようにいずれも基部から水平力作用点までの有効高さが1350mm(せん断支間比は3.75)で、400mm x 400mmの正方形断面を有するRC単柱式橋脚を用いて繰り返し載荷実験を行った。いずれの供試体にも強度が70~80MPaの高強度コンクリートを用いた。軸方向鉄筋(D10)としては、普通強度鉄筋(SD295A)と高強度鉄筋(SD685)の2種類を用い、1方向載荷では普通強度鉄筋および高強度鉄筋を、2方向載荷では高強度鉄筋を用いた。ミルシートによれば、SD685は破断強度828MPa、破断ひずみ16%を持つ。軸方向鉄筋比は1.6%である。これに対して、帯鉄筋としては、いずれの供試体にもD6(SD295A)を50mm間隔に配置した。帯鉄筋体積比 ρ_s は0.79%である。載荷履歴は図-2に示すように、1方向載荷の他、矩形、円形及び楕円形載荷とした。載荷変位はドリフト0.5% (=6.75mm)を基準にし、その整数倍で順次増加させた。同一変位による繰り返しは3回とした。軸方向鉄筋として普通強度鉄筋を用いた場合と高強度鉄筋を用いた場合の違い、1方向載荷と2方向載荷の違いに着目して、繰り返し載荷実験を行った。

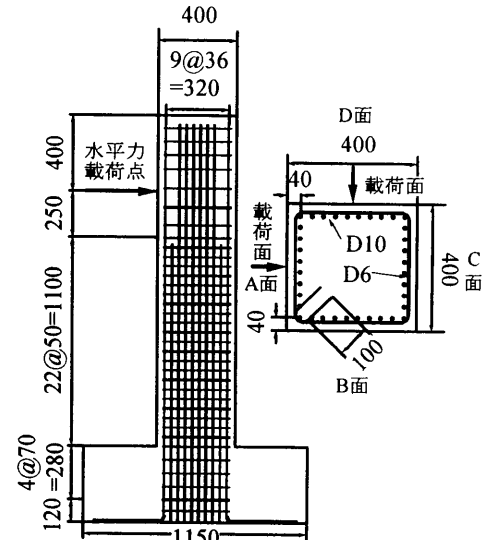
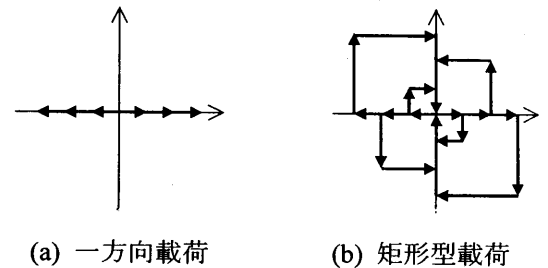


図-1 実験供試体



(a) 一方向載荷 (b) 矩形型載荷

図-2 載荷方法

3. 高強度鉄筋の特性

1方向載荷した場合に、軸方向鉄筋として高強度鉄筋を用いた場合と普通強度鉄筋を用いた場合の履歴を検討する。載荷に伴う損傷の進展は、普通強度鉄筋を用いた場合には典型的な曲げ破壊先行型の損傷となるのに対して、高強度鉄筋を用いた場合には、曲げ耐力が上がるため、ドリフト2%程度までは曲げ水平クラックしか生じないが、その後、載荷方向に平行な面においてせん断クラックが生じ始める。ドリフト3%になるとせん断クラックがかなり進み、せん断変形が目視できる程度になったが、最終的には曲げ破壊した。これを水平力~水平変位の履歴曲線で比較すると、図-3(a), (b)のようになる。これによれば、普通強度鉄筋を用いた場合には、図-3(a)に示すようにドリフト1%あたりで曲げ耐力が安定し、その後、ドリフト4.5%から曲げ耐力が低下し始めるまで、ほぼ曲げ耐力は一定となる。これに対して、高強度鉄筋を用いた場合には、図-3(b)に示すようにドリフト1%程度で、すでに上述した普通強度鉄筋を用いた場合の平均曲げ耐力に達し、その後も載荷の進展とともに耐力は増加し続け、ドリフト2%程度になると、普通強度鉄筋を用いた場合の曲げ耐力の1.78倍と大きくなる。その後、5%ドリフトあたりから曲げ耐力は急速に低下し、終局状態に至る。終局変位は、高強度鉄筋を用いた場合には5%ドリフトと、普通強度鉄筋を用いた場合の4.5%ドリフトよりも大きく、普通強度鉄筋を用いた場合に比較して遜色はない。

4. 載荷履歴の影響

キーワード：耐震設計，橋，高強度コンクリート，高強度鉄筋，

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学 TEL：03-5734-2922

2 方向載荷した場合の代表として、ここでは矩形載荷した場合の例を示す。高強度鉄筋を用いた供試体に対して矩形載荷すると、基部から 400mm 程度の範囲で隅角部からかぶりコンクリートが剥落し始める。ドリフト 2%程度になると、曲げ水平クラックだけではなく、斜めクラックも生じ始め、ドリフト 3%になると、斜めクラックも発達する。しかし、1 方向載荷した場合と同様に、斜めクラックはこれ以上は発達せず、ドリフト 4%程度になると圧縮破壊により、基部から 400mm 程度の範囲のかぶりコンクリートは剥落し、最終的には曲げ破壊する。図-3(c)より、矩形載荷した場合の正側、負側の最大曲げ耐力を水平 2 方向でさらに平均すると、1 方向載荷した供試体(高強度鉄筋を用いた場合)の平均最大曲げ耐力の 79%と小さくなる。また、終局変位も、1 方向載荷した場合には 5%ドリフト程度であるのに対して、矩形載荷した場合には 4%ドリフト程度と、80%程度に小さくなっている。

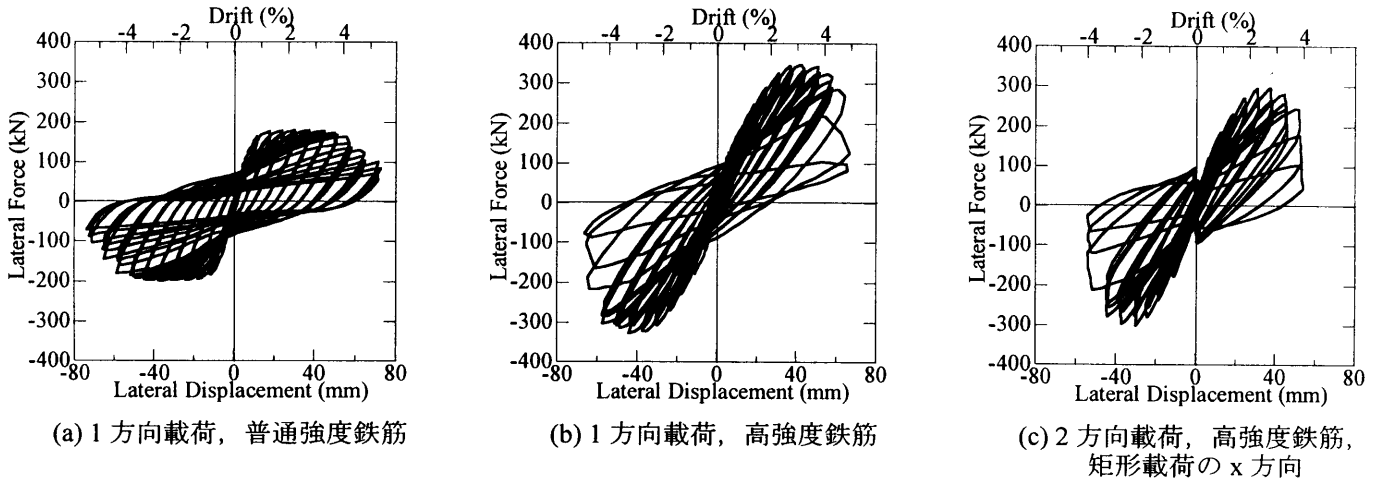


図-3 水平力～水平変位の履歴

5. ファイバー要素解析

実験結果を解析するために堺らによるコンクリートの横拘束モデル¹⁾と Menegotto-Pinto による鉄筋の履歴モデルを用いたファイバー要素解析を行なった。図-4 は解析により得られた水平力～水平変位の履歴と実験結果とを比較した結果である。普通強度鉄筋を用いた場合には解析によりある程度実験によって求めた履歴特性を再現できるが、高強度鉄筋の場合は再現性が十分ではない。これは高強度鉄筋の履歴が

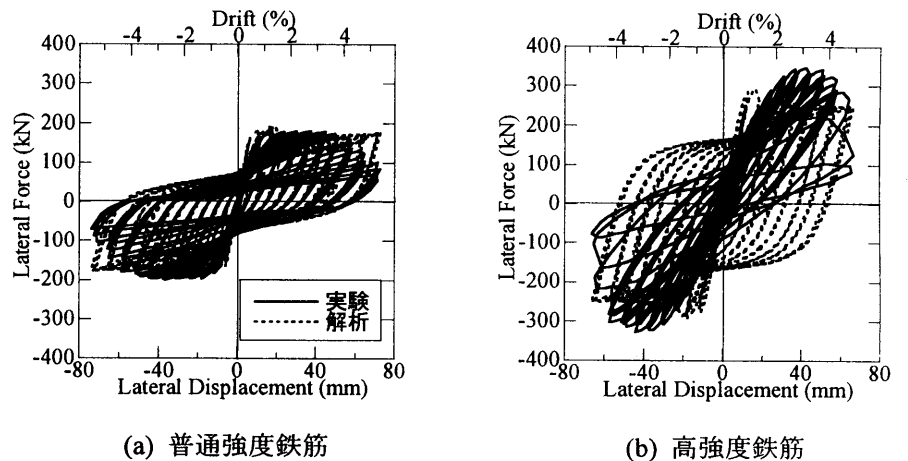


図-4 ファイバー要素解析による実験結果の解析 (1 方向載荷)

Menegotto-Pinto モデルにより正しく与えられないため、これについては今後さらに検討する必要がある。

6. 結論

- (1) 高強度鉄筋を軸方向鉄筋として用いると、普通強度鉄筋を用いた場合に比較して、曲げ耐力は1.8倍程度大きくなり、変形性能に関しても遜色はない。
- (2) 1方向載荷した場合に比較して、2方向載荷した場合には最大曲げ耐力、終局変位ともに小さくなる。また、同一変位の繰り返し載荷を行った後の損傷の度合いも2方向載荷した場合の方が1方向載荷した場合よりも著しい。
- (3) 1方向載荷した場合を対象にファイバー要素解析を行なうと、普通強度鉄筋を用いた場合には、実験の特徴をよく再現できるが、高強度鉄筋を用いた場合には除荷剛性を過大に評価し過ぎる。

参考文献

1) 堺淳一, 川島一彦, 庄司学: 横拘束されたコンクリートの除荷および再載荷過程における応力度～ひずみ関係の定式化, 土木学会論文集, No.654/I-52, pp.297-316, 2000.