

異なる偏心量を有する高強度鋼材を用いたH型断面柱の耐荷力に関する実験的研究

愛知工業大学 学生会員 ○小林 健哉 愛知工業大学 正会員 鈴木 森晶
 横河ブリッジ 正会員 川口 華穂 愛知工業大学 正会員 嶋口 儀之
 愛知工業大学 正会員 宗本 理

1. はじめに

橋梁の性能の向上を目的として、高強度鋼材(SM570, SBHS 材等)が開発された。これらの鋼材は現在広く用いられている SM490 等と比較して強度が高いため、薄肉断面や細長い部材を用いても構造物に必要な強度が確保することが可能となる。また、薄肉断面や細長い部材を使用することで施工コストの削減、作業の効率化といったメリットもある。

しかし、SM570 や SBHS 材は、使用実績が少なく、最大荷重後の塑性域での挙動が不明確であるため、弾性設計しか許されていない。そのため高強度鋼材は限界状態 3 を考慮する耐震設計では主部材への使用は認められておらず、二次部材での使用のみ可能となっている。また、二次部材として使用する際にも高強度鋼材は普通鋼よりも厳しい制限が規定されており高強度鋼材が使用できる範囲は限定的となっているのが現状である^{1),2)}。

現在、対傾構のような二次部材の設計は地震荷重や座屈を考慮しない弾性設計が用いられているが、実構造の二次部材には微小な初期不整が少なからず存在し、部材端に曲げが発生する可能性がある。そのため、地震が発生した際に部材には軸力と曲げモーメントが同時に作用する状態となり、設計座屈荷重に達する前に座屈が生じる可能性があり、橋梁全体の耐荷力の急激な低下が懸念される。わが国では過去に発生した地震によって二次部材の座屈による損傷事例が報告されており、二次部材においても座屈を考慮した耐震設計が求められるようになった。

高強度鋼材を使用した既往の研究では、短柱や桁、普通鋼と組み合わせたハイブリッド構造を対象として行われてきたが、これらの研究は弾性域に着目したものがほとんどで、作用させる荷重も軸力のみまたは曲げのみといった一軸載荷での研究となっている。そのため実物大の柱部材を対象に、最大荷重後

の塑性域に着目した研究や軸力と曲げが同時に作用した二軸載荷時の研究は極めて少ない、従って高強度鋼材を耐震設計に用いるためのデータが不足しているのが現状である。

そこで本研究では、高強度鋼材の使用範囲の拡大を目的として、SM490, SM570 および SBHS500 を用いて、軸力と曲げモーメントが同時に作用する二軸載荷を行い、最大荷重後の挙動や耐荷性能を調べ高強度鋼材が従来の設計基準に適應できるかどうかを検討する。

2. 実験概要

本実験で使用する供試体の断面図を図-1 に、供試体の設置状況を図-2 に示す。図-1 のように本実験での断面寸法は幅、高さ 200mm, フランジ厚 9mm, ウェブ厚 6mm とし、断面図の赤い線は荷重をかける箇所(軸)である。また、供試体の長さは実物大の柱を考慮し、細長比(=L/r)が 40, 60, 80 となるように 2.0m, 3.0m, 4.0m に設定した。

試験機は愛知工業大学所有の 3000kN 長柱試験機を使用し、両端の支持条件を一軸ヒンジのピン結合とした。また、供試体に与える偏心量が大きくなると曲げモーメントの値も大きくなるようにした。

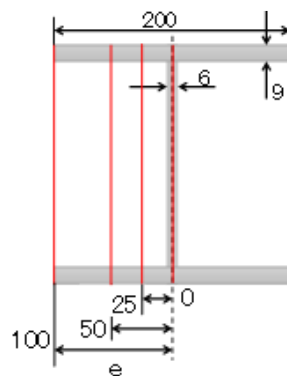


図-1 供試体断面図

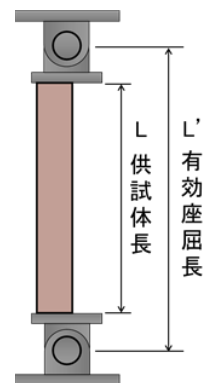


図-2 供試体設置状況

3. 実験結果

4mのSM490, SM570 およびSBHS500の荷重-水平変位関係の一例を図-3に示す。縦軸に軸方向荷重値 P を降伏荷重 P_y で除して無次元化した値をとり、横軸に水平変位 δ を有効座屈長 L' で除して無次元化した値をとった。中心軸圧縮($e=0r$)では、いずれの鋼材も最大荷重値付近まではほぼ垂直に荷重値が増加している。最大荷重到達後に座屈が発生し荷重値が急激に低下し、水平変位も大きく増加した。一方で偏心量を与えた $e=2r$ では、立ち上がりから荷重値は緩やかに増加し、最大荷重値以降も緩やかに低下していることがわかり、いずれの偏心量でも $P/P_y=0.1$, $\delta/L'=0.08$ 付近に収束していることがわかる。また、最大荷重後の塑性域の挙動はいずれの鋼材も同じような傾向を示した。

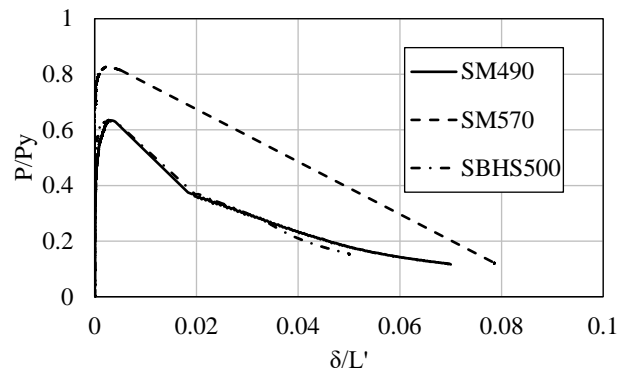
図-4に応力-細長比関係を示す。縦軸に最大応力 σ_{max} を降伏応力 σ_y で除して無次元化した値をとり、横軸に細長比パラメータをとった。中心軸圧縮での結果を見ると、いずれの鋼材でも基準耐荷力曲線を上回っており安全側であることが確認できた。

一方で偏心圧縮での結果は基準耐荷力曲線を下回った。これは、基準耐荷力曲線が曲げの影響を考慮していないためである。しかし、偏心量ごとのプロットを線で結ぶと基準耐荷力曲線と同じような傾向の曲線が引けることがわかる。このことから偏心量を考慮した設計式を定めることで偏心を考慮した耐震設計が可能といえる。

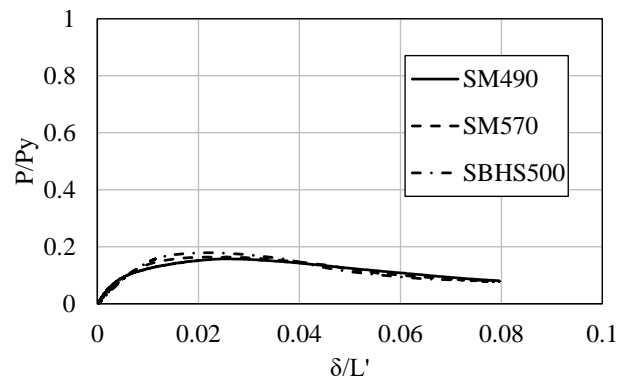
4. おわりに

本研究では、高強度鋼材を用いた柱部材に軸力と曲げモーメントを与え、二軸の力が作用した際の柱部材の荷重値、水平変位を測定し以下の結果を得た。

- 1) 軸力と曲げモーメントが作用した際の柱部材の挙動を確認した。
- 2) 中心軸圧縮の場合では、現行の軸方向圧縮力を受ける部材に対する基準耐荷力曲線を上回っており、安全側を示した。
- 3) 偏心を考慮した設計式を定めることで、偏心量を考慮した耐震設計が可能であると考えられる。



(a) 中心軸圧縮($e=0r$)



(b) 偏心圧縮($e=2r$)

図-3 4m 供試体の荷重-水平変位関係

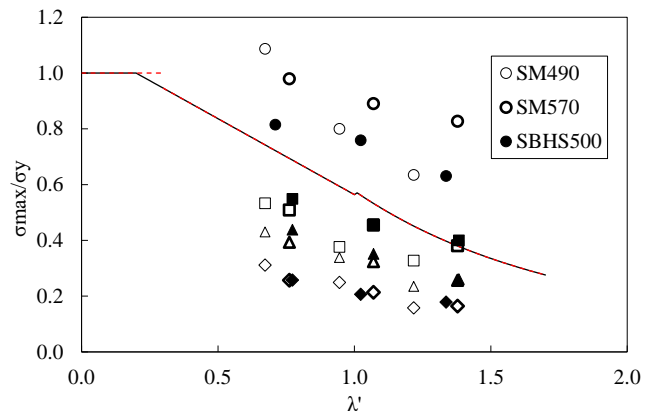


図-4 応力-細長比関係

参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会:道路橋示方書・同解説(V耐震設計編), pp219-233, 2017
- 2) 公益社団法人 日本道路協会:道路橋示方書・同解説(II鋼橋・鋼部材編), 2017