

コンクリートを充填しない長方形断面鋼部材の耐震性能に関する解析的研究

大阪大学大学院工学研究科	学生員	○大西 宵平
大阪大学大学院工学研究科	学生員	徳永 宗正
東京工業大学大学院理工学研究科	正会員	小野 潔
株式会社 IHI 開発部	正会員	岡田 誠司
大阪大学名誉教授	フェロー	西村 宣男
大阪大学大学院工学研究科	正会員	奈良 敬

1. はじめに

正方形断面を有する鋼部材の耐震性能は、既往の研究^{1)~3)}により明らかにされてきている。それに対して、長方形断面を有する鋼部材を対象とした研究は未だに少ないのが現状である。特にコンクリートを充填しない長方形断面鋼材（以下、「長方形断面鋼部材」という）については、数体の供試体を用いた実験的研究⁴⁾が行われている程度であり、その耐震性能が明らかになっているとは言い難い。そこで本稿では、長方形断面鋼部材を対象に弾塑性有限変位解析を行い、その解析結果等をもとに断面アスペクト比、幅厚比パラメータ、細長比パラメータが長方形断面鋼部材の耐震性能に与える影響について把握をするとともに、細長比パラメータより適切に長方形断面鋼材の耐震性能を評価可能なパラメータについて検討を行った。

2. パラメトリック解析モデル

長方形断面鋼部材の耐震性能を把握するため、弾塑性有限変位解析ソフト CYNAS を用いてパラメトリック解析を実施した。なお、CYNAS による解析結果と実験結果との比較により、解析手法の妥当性は検証している。パラメトリック解析における解析モデルの鋼種は SM490Y 材とし、降伏応力度 σ_y を 355N/mm^2 とした。解析には、 B_W/B_F 、 R_R 、 R_F 、 $\bar{\lambda}$ を構造パラメータとして変化させ、 B_W/B_F には 0.50, 0.75, 1.33, 2.00 の 4 通りと変化させた解析モデルを用いた。また、軸力比 N/N_y は 0.15 とした。図-1 に解析モデルの一例を示す。

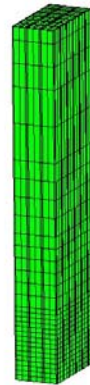


図-1 解析モデルの一例

3. 解析結果

解析結果より、圧縮軸力と 1 軸曲げを受ける長方形断面鋼部材の P_{\max}/P_y および δ_m/δ_y と R_R 、 R_F 、 $\bar{\lambda}$ 、 B_W/B_F の相関について検討を行う。

a) 幅厚比パラメータ R_R 、 R_F 、細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ の影響について

B_W/B_F を一定とした場合の、 (R_R, R_F) 、 $\bar{\lambda}$ と P_{\max}/P_y 、 δ_m/δ_y の関係をそれぞれ図-2、図-3 に示す。図-2、図-3 から、 (R_R, R_F) 、 $\bar{\lambda}$ の増加にともない、 P_{\max}/P_y 、 δ_m/δ_y のいずれも減少していることがわかる。これは、既往の正方形断面鋼部材に関する研究結果と同様の傾向を示している。

b) 断面アスペクト比 B_W/B_F の影響について

R_R 、 R_F 、 $\bar{\lambda}$ を一定として、 B_W/B_F を変化させた場合の、 B_W/B_F と

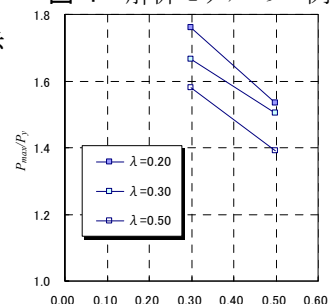


図-2 (R_R, R_F) および $\bar{\lambda}$ と P_{\max}/P_y の関係

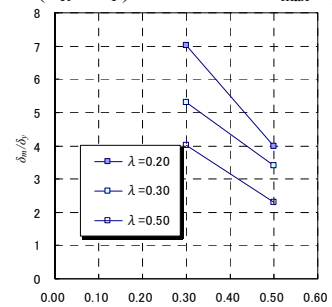


図-3 (R_R, R_F) および $\bar{\lambda}$ と δ_m/δ_y の関係

キーワード 長方形断面鋼部材 耐震性能 断面アスペクト比

連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL:06-6879-7599

P_{max}/P_y , δ_m/δ_y の関係を図-4 に示す. なお, 図-4 には文献 5) の実験結果も合わせて示している. 図-4 から δ_m/δ_y に関しては, B_w/B_F と δ_m/δ_y は相関があまり無いように見られ, P_{max}/P_y に関しては, B_w/B_F と P_{max}/P_y は若干正の相関が確認できる. B_w/B_F と δ_m/δ_y の相関が見られない理由としては, $\bar{\lambda}$ を一定とした場合でも, B_w/B_F が異なれば, 水平力載荷点高さ h も異なるため, 基部の圧縮パネルに作用する曲げモーメント分布が変化し, $\bar{\lambda}$ を一定としても部材の耐震性能が変化することが考えられる. よって, $\bar{\lambda}$ が同じ値であっても, B_w/B_F の影響と曲げモーメントの影響により, 耐震性能が異なることがわかる. そこで, 本稿では水平力載荷点高さが及ぼす影響を考慮するパラメータとして, 既往の研究で多用されてきた $\bar{\lambda}$ に変わり, 新しい耐震性能評価パラメータとして h/B' を用いて整理を行うことにした. B' は式(1)に示すフランジ幅 B_F とウェブ幅 B_w の平均値である.

$$B' = \frac{B_F + B_w}{2} \quad (1)$$

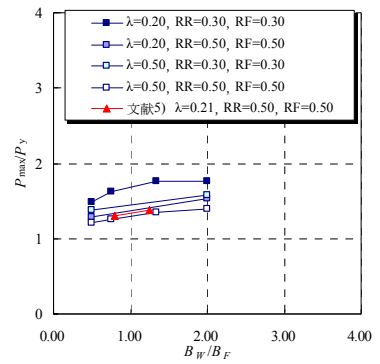
R_R , R_F , h/B' を一定として, B_w/B_F を変化させた場合の, B_w/B_F と P_{max}/P_y , δ_m/δ_y の関係を図-5, 図-6 に示す. 図から δ_m/δ_y , P_{max}/P_y 共に, B_w/B_F の増加により値が大きくなっていることが分かる. また, 図から h/B' が大きくなるほど (曲げモーメント勾配が小さくなるほど), P_{max}/P_y , δ_m/δ_y が小さくなるという傾向も概ね確認できる. このように, 曲げモーメント勾配の影響を取り除いた形で整理を行うと, 鋼部材の耐震性能を適切に評価できると考えられる.

4. まとめ

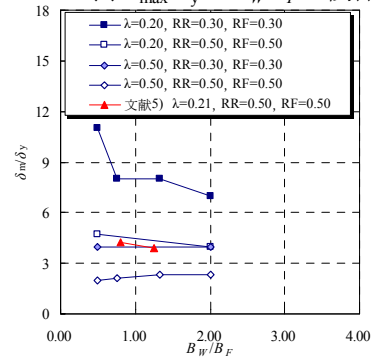
本稿では弾塑性有限変位解析を行い, 力学パラメータが長方形断面鋼部材の耐震性能に与える影響について検討を行った. その解析結果をもとに, 最大荷重および最大荷重時変位と各パラメータと関係を明らかにした. そして, 水平力載荷点高さの影響を含むパラメータとしては, 細長比パラメータよりも, h/B' の方が適切に長方形断面鋼部材の耐震性能を評価できることを確認した.

【参考文献】

- 1) 建設省土木研究所, 首都高速道路公団, 阪神高速道路公団, 名古屋高速道路公社, 鋼材倶楽部, 日本橋梁建設協会: 道路橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書(I)~(VIII) (総括編), 共同研究報告書第 219 号, 1999.
- 2) 深谷茂広, 小野潔, 沈赤, 村越潤, 西川和廣: 矩形断面鋼製橋脚の正負交番載荷実験を基にした曲げ-曲率関係の検討, 構造工学論文集 Vol.46A, pp.1363-1374, 平成 12 年 3 月.
- 3) 葛漢彬, 宇佐美勉, 高聖彬: 鋼製補剛箱形断面橋脚の繰り返し弾塑性挙動に関する解析的研究, 構造工学論文集 Vol.46A, pp.109-118, 平成 12 年 3 月.
- 4) 保高篤司, K.A.S. Susantha, 青木徹彦, 野村和弘, 高久達将, 熊野拓志: 長方形断面鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol.49A, pp.381-392, 平成 15 年 3 月.
- 5) 岡田誠司: 高軸力が作用する矩形断面鋼部材の耐震性能および評価手法に関する研究, 大阪大学博士論文, 平成 17 年 1 月.



(a) P_{max}/P_y と B_w/B_F の関係



(b) δ_m/δ_y と B_w/B_F の関係

図-4 $\bar{\lambda}$ を一定とした場合の B_w/B_F と P_{max}/P_y , δ_m/δ_y の関係

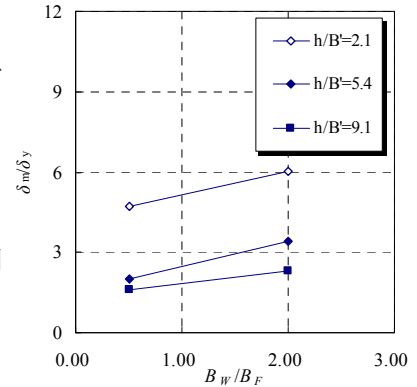


図-5 h/B' を一定とした場合の B_w/B_F と P_{max}/P_y の関係

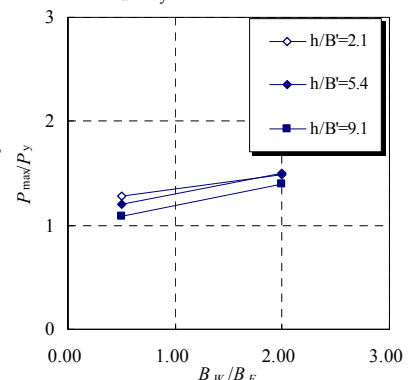


図-6 h/B' を一定とした場合の B_w/B_F と δ_m/δ_y の関係