# 実験結果に基づくコンクリートを充填した矩形断面鋼製橋脚のM - 関係に関する一検討

国土交通省土木研究所 正会員 中洲啓太 国土交通省土木研究所 正会員 西川和廣 国土交通省土木研究所 正会員 続石孝之 大阪大学大学院 正会員 小野 潔

### 1.はじめに

鋼製橋脚の非線形動的解析に用いる復元力モデルとして、道路橋示方書・同解説 耐震設計編では、1本柱の 鋼製橋脚のP- 関係に基づく復元力モデル設定例が示されている。しかしながら、橋梁全体系での非線形動的 解析による耐震設計を行う場合、復元力モデルとしてより汎用性の高いM- 関係もしくはファイバーモデルが

有用になってくる場合があると考えられる。本稿では、コンクリートを充填した鋼製橋脚の非線形動的解析に用いるM - 関係の復元 カモデル設定手法について検討を行い、実験結果との比較によりその妥当性を検証した。

## 2.M- 関係の検討

文献 1)および文献 2)にある矩形断面のコンクリートを充填した実 験供試体の正負交番載荷実験結果を基にしたM - 関係の算出方法 について検討を行った。

M - モデルとしては、図 - 1 に示すバイリニア型とした。以下 にM - 関係算出手順等の概略を示す。

(1)応力 - ひずみ関係

鋼材の応力 - ひずみ関係として図 - 2の2次勾配 E/100 のバイ リニアモデルを仮定した。また、コンクリートの応力 - ひずみ関 係として図 - 3(a)(ケース1)および図 - 3(b)(ケース2)に 示す2つのモデルを仮定した。

# (2)降伏時 ( y, My)の算出

降伏時( y, My)は引張側フランジの板厚中心のひずみが y に達した時とし、軸力の影響を考慮して計算で求めた。なお、圧 縮側フランジの板厚中心のひずみが先に y に達する場合には、 図 - 1の降伏時( y, My)として、圧縮フランジの板厚中心のひ ずみが降伏ひずみ yに達する時とした。

(3)許容変位時( a, Ma)の算出

許容変位時( a, Ma)は以下の手順により求めた。

- 1)許容ひずみ 。を仮定し、軸力の影響を考慮して中立軸を算出 し、計算により圧縮側フランジの板厚中心のひずみが 。に達 した時の( a, Ma)を求め、図 - 1のバイリニア型のM - 関 係を仮定する。
- 2)実験供試体の高さ方向のモーメント分布から、仮定したバイリ ニア型のM - 関係を利用して各断面の曲率 を求め、その曲 率 を使って水平力作用点の変位を求める。なお、変位はオイ

キーワード:鋼製橋脚、耐震設計法、非線形動的解析、復元カモデル、M - 関係 連絡先:〒305-0804 つくば市大字旭1番地 TEL:0298-64-4919 FAX:0298-64-0178

-578-



#### 図 - 2 鋼材の応力 - ひずみ関係



(a)ケース 1



図-3 コンクリートの応力-ひずみ関係

ラー・ベルヌイの梁理論に基づき、幾何学的非線形の影響を無視して求めた。

3)2)で求めた変位が対象とする許容変位 <sup>a</sup>となるように1)~3)の作業を繰返し、収束計算により <sup>a</sup>を求めて、 ( a, Ma)を決定した。今回の許容変位 <sup>a</sup>は、正負交番載荷実験結果から得られる最大荷重時変位を実験 と解析の初期剛性の違いを考慮して変換した変位とした。

また、断面形状はフランジ、ウェブだけでなく縦補剛材について も、位置および板厚を忠実に設定し、全断面有効(有効幅を考えな い)、平面保持の仮定が成立するとして、コンクリートの引張応力 は無視して計算を行った。また、断面内の水平荷重作用方向および 高さ方向の分割数はいずれも100とした。

(4) a/ yと構造諸元との関係

 $f - \lambda 1 : a / y = 7$  (2.1)

3.M- 関係による計算結果と実験結果の比較

正負交番載荷実験から得られる最大荷重および最大荷重時変位と、 ケース1の応力 - ひずみ関係の場合は式(2.1)により、ケース2の応力 - ひずみ関係の場合は式(2.2)により、それぞれ許容ひずみ 。を求め

てM - 関係を設定し、そのM - 関係を利用して計算により求めた 図-4 計算結果と実験結果の比較 最大荷重および最大荷重時変位を比較したものを図-4に示す。図-4より、今回検討を行ったM - 関係によ る計算結果は正負交番載荷実験から得られる最大荷重および最大荷重時変位を比較的精度良く表現し、全体的に 安全側の評価をしていることがわかる。

#### 4.終わりに

本稿では、正負交番載荷実験結果を基に、矩形断面のコンクリートを充填した鋼製橋脚の非線形動的解析に用 いるM - 関係設定手法の検討を行い、今回検討した手法の妥当性を実験結果との比較により検証した。今後は、 これまで行ってきた復元力モデルの設定手法や適用性に関する検討を基に、橋梁全体系での非線形動的解析によ る耐震設計法についてとりまとめていく予定である。

### 【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、(社)鋼材倶楽部、(社)日本橋梁建設協会:道路橋橋脚に地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書()~(※括編)、平成9年4月~平成11年 3月
- 2) 西川和廣、村越潤、山本悟司、上仙靖、高橋実、中嶋浩之、岡田淳:鋼製橋脚のハイブリッド地震応答実験、土木研究所 資料、第 3583 号、1999 年 3 月
- 3) 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結果を基にした曲げ 曲率関係の検討:構造工学論文集、Vol.46A、2000 年 3 月





(b)最大荷重時変位の比較