

コンクリート充填鋼製橋脚の地震時応答値の推定法に関する研究

名古屋鉄道株式会社 正 会 員 佐竹 洋一
 名古屋大学 正 会 員 葛 漢彬
 フェロー 宇佐美 勉¹

1. まえがき コンクリート部分充填鋼製橋脚の動的耐震照査法を構築する際に、地震時応答値（最大応答変位と残留変位）を精度よく推測できる解析手法を確立する必要がある。子林ら¹⁾は、劣化域のないトリリニアモデルを提案し、この復元力モデルを用いた弾塑性地震応答解析を行い、ハイブリッド地震応答実験との比較によりその妥当性を検証している。しかし、提案されたモデルでは、静的および静的繰り返し載荷実験結果からモデルパラメータを決定しているため、相当する実験がない場合は、Pushover 解析などを基にして決定することになるが、この点について検討が十分ではない。そこで、耐荷力実験結果を用いずに Pushover 解析から復元力モデルのパラメータを決定し、地震応答解析結果の精度を検証する。さらに、実務設計での応用を念頭に、Pushover 解析結果をバイリニア近似した簡単な復元力モデルを用いた地震応答解析による手法を考案し、その有用性を示す。

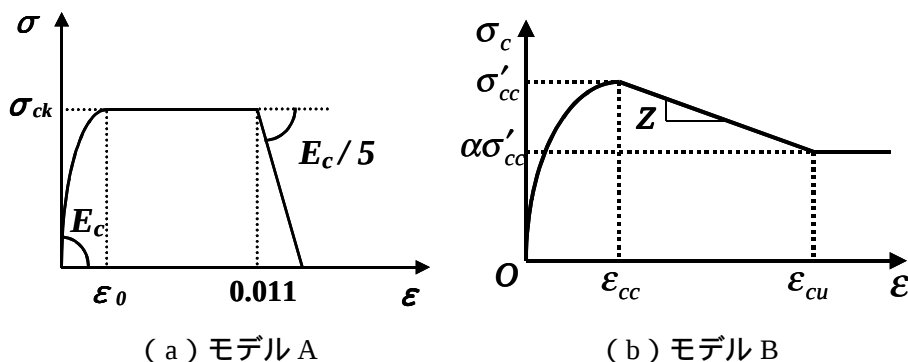


図 - 1 コンクリートの応力 - ひずみ関係

2. 復元力モデルと地震応答解析法 トリリニア復元力モデルのパラメータを解析から求める際、Pushover 解析から得られる最大水平耐力などが用いられる。一方、バイリニア復元力モデルを決定する際にも Pushover 解析から得られる水平荷重 - 水平変位関係が必要になる。コンクリート部分充填鋼製橋脚の地震時保有水平耐力照査法の詳細は、文献2)などに参照されたいが、解析に用いたコンクリートの構成則は、図 - 1 に示されるように、文献2)で用いた強度軟化型モデル(モデルAと称す)、と文献3)で提案されている拘束効果を考慮した充填コンクリートモデル(モデルBと称す)である。

解析にあたっては、橋脚を頂部に質点を持つ1自由度系にモデル化した。入力地震動は兵庫県南部地震の観測地震波を使用した。トリリニア復元力モデル(図 - 2)の決定には、Pushover 解析から得られた初期剛性 k_1 と最大荷重 H_m を用いた。バイリニア復元力モデル(図 - 3)においては、Pushover 解析から求められた H - δ 関係から、終局点(δ_u, H_u)までの吸収エネルギー(H - δ 曲線と基線との間に囲まれる面積)が元の曲線と同じになるように二次剛性 k_2 を決定した。復元力特性には移動硬化則を用いた。

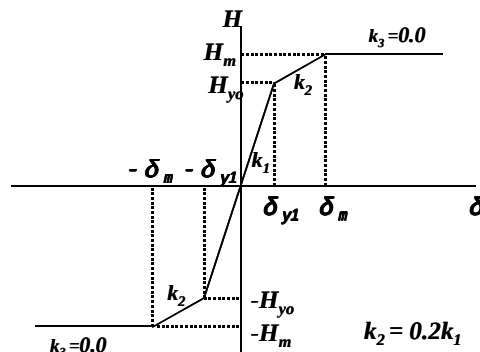


図 - 2 骨格曲線(トリリニアモデル)

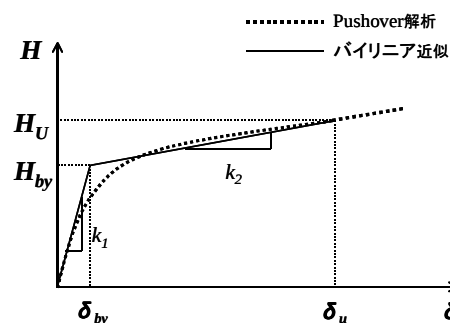


図 - 3 骨格曲線(バイリニアモデル)

キーワード： コンクリート部分充填鋼製橋脚，地震応答解析，復元力モデル，最大応答変位，残留変位

¹ 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-4617

3. 解析結果および考察 図-4に両復元力モデルを用いた地震応答解析から得られた最大応答変位と実験結果との比較を示す. 図-4(a)より, トリリニアモデルは $3\delta_y$ 以下の小さい応答値を示す数ケースを除けば, コンクリートモデルAを適用したPushover解析により定めた場合, 誤差15%以内の精度で最大応答値を予測することができる. また, $5\delta_y$ 以上の大きい応答値では安全側の予測ができることがわかる. 文献1)で実験から得られた値を復元力モデルの決定に使用した際は, 誤差10%以内に収まったことを考慮すると, Pushover解析から得られる最大荷重の値の精度が, 影響を及ぼしていることがわかる. 一方, バイリニアモデルでは, 誤差が81%とかなり大きいケースがあったものの, 精度が概ね良好であることがわかる. これに対して, 図-4(b)からわかるように, コンクリートモデルBからのトリリニアモデルとバイリニアモデルのいずれも, 誤差がほぼ15%以内に収まっており, 特に, $5\delta_y$ 以上の大きい応答値ではより良い予測を与えている. 特に, コンクリートモデルAで大きな誤差を示したケースを見ると, モデルBにより定めたバイリニアモデルによる誤

差が11.8%と精度よく求められた. この原因としては, モデルAからの復元力モデルの二次剛性 k_2 がほとんど負であるために, 実際よりも復元力が小さくなり, 変位が大きくなったものと考えられる.

次に残留変位であるが図-5に示されるように, 大きな誤差が出るのはバイリニアモデルだけではなく, トリリニアモデルでも $1.8\delta_y$ 程度の変位についても20~30%の誤差があり, 十分な精度とはいえない. 文献4)による推定式に関する検討も行

ったが, これについては紙面の制約上当り発表することとする.

4. 結言 (1)モデルBを適用したPushover解析から復元力モデルを決定すると, 最大応答変位はより精度よく予測できる. (2)トリリニアモデルは, Pushover解析から決定した場合でも比較的精度のよい地震応答結果を示す. (3)残留変位はトリリニアモデル, バイリニアモデルともに解析から求めるよりも, 推定式より求める方が実験値に近い.

参考文献 1) 子林ら(1997): コンクリート部分充填鋼製橋脚の復元力モデルと弾塑性地震応答解析, 構造工学論文集, Vol.43A. 2) 葛ら(2001): 薄肉及び厚肉断面を有するコンクリート部分充填鋼製橋脚の統一的耐震照査法, 構造工学論文集, Vol. 47A. 3) Susantha, et al.: A capacity prediction procedure for concrete-filled steel columns, J. of Earthquake Engineering(in press). 4) 日本鋼構造協会・次世代土木鋼構造物研究特別委員会・鋼橋の耐震設計小委員会(2000): 鋼構造物の耐震解析用ベンチマークと耐震設計法の高度化.

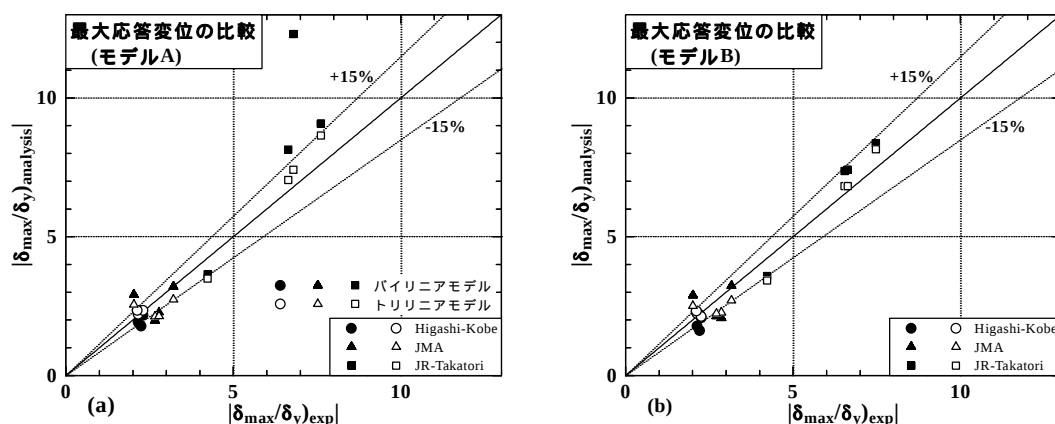


図-4 最大応答変位の比較

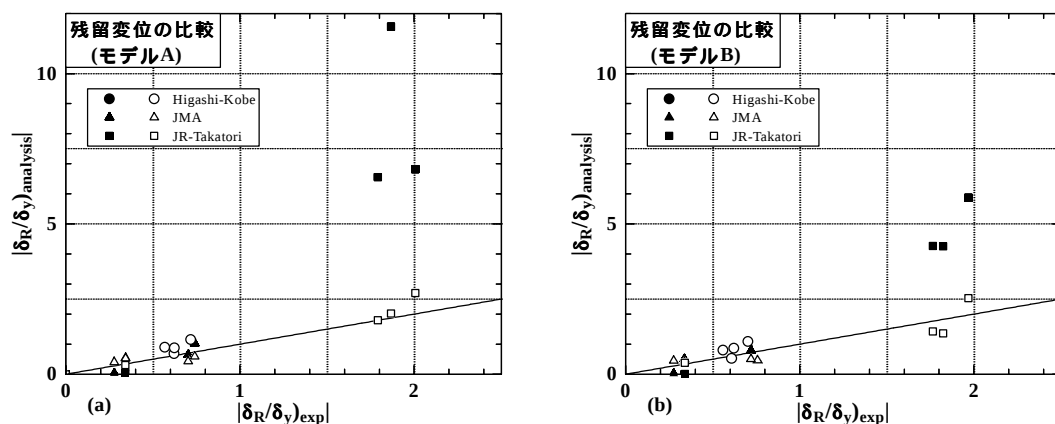


図-5 残留変位の比較