

I-B 290 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

名古屋大学 学生員 ○子林 稔
 名古屋大学 フェロー会員 宇佐美勉
 名古屋大学 正会員 鈴木森品

1. 緒言

これまで鋼製橋脚に対する復元力モデルは、多方面で研究が行われ提案されているが、コンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚に関しては、静的および準静的繰り返し実験、ハイブリッド地震応答実験の不足からまだ完全なモデル化はされていない。そこで本研究では、名古屋大学で行われたコンクリート部分充填鋼製橋脚の静的および準静的繰り返し実験結果から復元力モデルを構築し、弾塑性地震応答解析結果を兵庫県南部地震において観測された地震波および建設省土木研究所のレベル2地震波を用いて行われたハイブリッド地震応答実験結果と比較し、その妥当性を示す。

2. 復元力モデルの構築

復元力特性の形を決定するには骨格曲線と履歴法則が必要となる。骨格曲線は、通常静的実験、準静的実験から求められる。また復元力特性に関しては、鋼製橋脚の復元力モデルとして名古屋大学で開発された2パラメータモデル [1] を基本としている。

(1) 骨格曲線の決定

骨格曲線としては、Fig.1 に示すような劣化剛性域を持たないトリニア型を採用した。ここで、図中の各々の値は以下のようなものである。 H_{y0} は、軸力が無いときの初期降伏荷重であり、 δ_{y1} は、 H_{y0} に対応する水平変位を表す。最大荷重 H_m は、静的実験または準静的実験の包絡線より得られた最大荷重点の値を使用する。 δ_m は、 H_m に対応する水平変位である。1次剛性 k_1 は、初期剛性 k の 0.2 倍とする。また2次剛性 k_2 は、静的実験および準静的実験では最大荷重後、強度が低下し負の勾配となるが、兵庫県南部地震の地震波を入力したハイブリッド地震応答実験結果では、静的および準静的実験結果のように明瞭な負の勾配となるまでの結果は得られなかったことから、本モデルでは、 k_2 を正負の勾配を持たない水平とした。

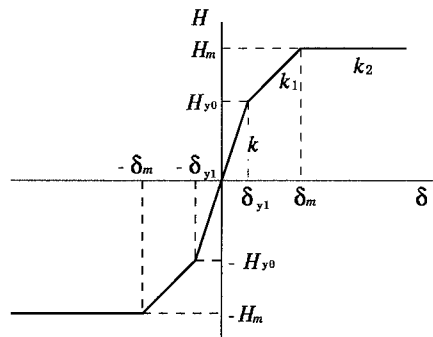


Fig.1 Skeleton Curve

(2) 復元力特性の決定

a) 剛性低下

剛性低下とは、繰り返し荷重が進むにつれ、初期剛性より除荷域剛性が低下することを表現するものである。本モデルでは、過去に受けた変位の絶対値の最大値よりも大きい変位を受けた場合、除荷開始点における直前のループまでの累積吸収エネルギー量 (Fig.2 における $\sum dE$) により除荷域剛性を低下させる。

b) 最大荷重点に到達する変位 δ_m の変更

最大荷重点に到達する変位 δ_m の値を以下のようなルールに従い変更する。初期の骨格曲線で設定した δ_m に到達する以前では、最大荷重点に到達する点 (H_m, δ_m) を目指すような骨格曲線上を移動する (Fig.3(a))。過去に受けた最大変位 δ_{max} が1度でも δ_m を越えると、 δ_m をこの δ_{max} の値に更新し、以後新しい δ_m を目指すような骨格曲線上を移動する (Fig.3(b))。

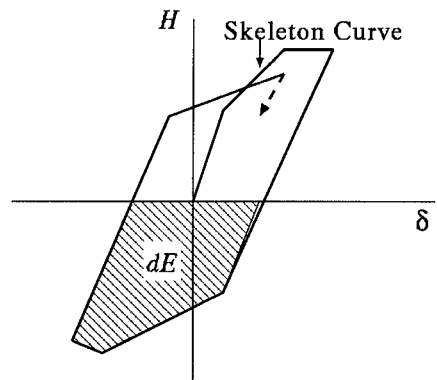


Fig.2 Stiffness Degradation

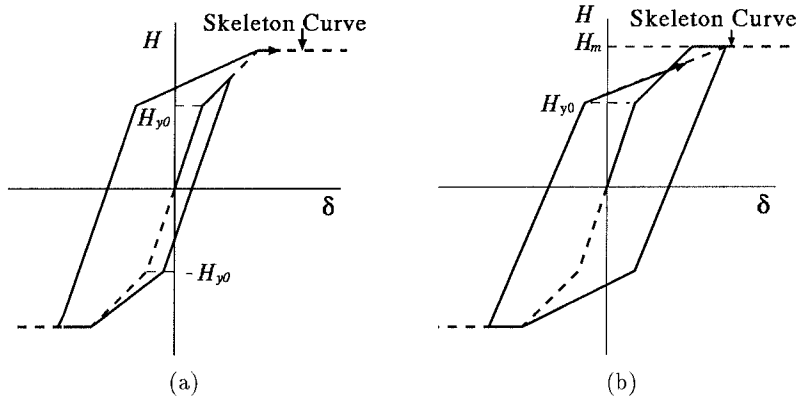


Fig.3 Change in δ_m

3. 弾塑性地震応答解析および入力地震波

本研究では解析の対象をコンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚が水平地震動を受ける場合を考え、橋脚を1自由度系モデルに置き換えて、線形加速度法を用いて弾塑性地震応答解析を行った。入力地震波としては、兵庫県南部地震で観測された地震波のうち、I種地盤の神戸海洋気象台観測地震波、II種地盤のJR警報地震計(鷹取) [2] による観測地震波、III種地盤の東神戸大橋観測地震波を使用した。また建設省土木研究所の地震時保有水平耐力照査用レベル2地震波のうちI種地盤地震波およびIII種地盤用地震波も使用した。

4. ハイブリッド実験と弾塑性地震応答解析の比較

ハイブリッド地震応答実験結果と弾塑性地震応答解析結果を比較したものの例を Fig.4 に示す。対象とした供試体は、フランジの幅厚比パラメータ $R_f = 0.45$ 、柱の細長比パラメータ $\lambda = 0.25$ 、コンクリートの充填率は25%であり、入力地震波としては、JR警報地震計(鷹取)による観測地震波を使用している。Fig.4より最大変位および残留変位に関しては、ハイブリッド地震応答実験と弾塑性地震応答解析は良く一致している。このことから本研究で構築した復元力モデルは妥当であると言える。その他の解析結果は講演当日に報告する。

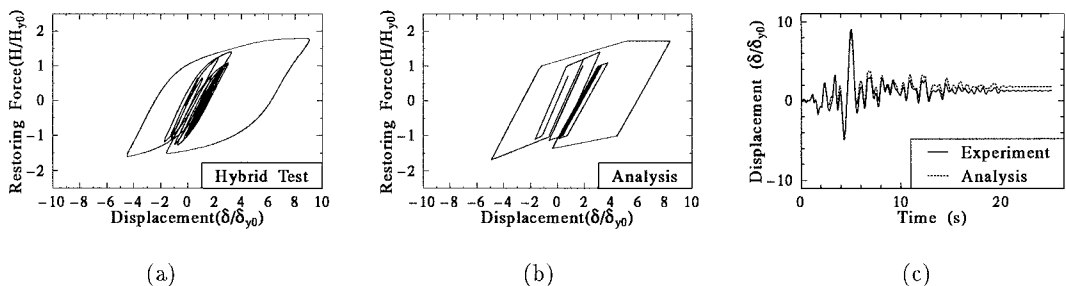


Fig.4 Comparison of Hybrid Test and Seismic Analysis With JR-Takatori NS Accelerogram

5. まとめ

本研究では鋼製橋脚用に開発された復元力モデルを改良し、コンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の復元力モデルを構築した。ハイブリッド地震応答実験結果と、この復元力モデルを用いた弾塑性地震応答解析の結果を比較したところ本復元力モデルの妥当性が示された。

6. 参考文献

- 1) 鈴木森晶, 宇佐美勉, 寺田昌弘, 伊藤努, 才塚邦宏: 箱形断面鋼製橋脚の復元力モデルと弾塑性地震応答解析, 土木学会論文集へ投稿中
- 2) NAKAMURA, Yutaka: "Waveform and its Analysis of the 1995 Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake", JR Earthquake Information No.23c, Feb.1995, Railway Technical Research Institute