

I-A 58

鋼製橋脚の地震時耐荷力照査に対する検討

住友重機械工業 正会員 宮川 力
同 上 池田 茂
同 上 古本 吉倫

1. はじめに

一般に、鋼製橋脚はRC橋脚にくらべ自重が軽減できることから、基礎構造物に対する合理的設計が可能となる。また、鋼製橋脚は剛性が小さく固有振動数が低いことから、地震時において上部構造物から基礎構造物へ伝達する慣性力をいくらか低減させる事ができる。しかしながら、実験等の結果によれば、静的な繰返し載荷の下で十分なじん性を得る事が容易でない事も分かってきた。

このようなことから、鋼製橋脚における耐震性の向上は大変重要な課題であり、その耐震検討を実施するにあたり、地震時耐荷力照査方法が問題になってくる。そこで本検討では実験から得られた部材性能条件を基に履歴曲線を作成し、それを簡易的な弾塑性復元力モデルで表し、時刻歴応答解析に反映させる事により地震時耐荷力照査を試みた。

2. 履歴曲線と弾塑性復元力モデルとの比較

実験によって得られた部材性能を基にして履歴曲線を作成するため、図-1に示す様なシェル要素を持った3次元立体鋼橋脚モデルに対し、弾塑性有限変位繰返し載荷解析を実施した。なお、荷重の載荷方法としては、順次増大する静的な繰返し荷重を載荷する方法を採用した（図-2）。解析結果から得られた橋脚脚上における変位-荷重曲線を図-3にひし形付実線で表す。この図からわかる様に、変位量が増大する事により非線形性が明確に現れ、曲線履歴ループを描く。また、橋脚脚上変位量が約 $4\delta_y$ 付近（ δ_y は本モデルにおける橋脚脚上理論降伏水平変位量）から強度劣化が顕著になってくる事がわかる。したがって、脚上水平変位がこの値を超えた場合に橋脚に甚大な被害が生じるものと推定される。よって、橋脚を設計する場合、これを超えない様に注意すべきであると考えられる。また、理論値から推定される簡易的な弾塑性復元力モデル（理論降伏応力 $\sigma_y = 3200 \text{ kgf/cm}^2$ ）を一点鎖線で示す。これらの図より、双方の曲線がおおよそ一致をみている事が確認された。

3. 弾塑性地震応答解析

(1) 解析手法

以上の結果を踏まえ、図-4に示す様な鋼製橋脚多自由度系モデルに対し、直接積分による非線形時刻歴応答解析を実施した。ここで、図-5にこの非線形時刻歴応答解析時において用いられた弾塑性復元力モデル（ $\sigma_y = 3200 \text{ kgf/cm}^2$ ）を図示する。なお、入力地震波としては、兵庫県南部地震時において神戸海洋気象台で観測された地震加速度波形（N-S成分）を解析モデル基盤面に入力した。

(2) 解析結果

これらの諸条件の基に解析を実施した結果を図-6、図-7に示す。図-6は鋼製橋脚脚上部における時刻歴応答変位を、また図-7は鋼製橋脚脚下部における時刻歴応答変位をそれぞれ示している。これらの解析結果から、本地震応答解析によって発生する橋脚脚下部に対する脚上部の最大相対変位量は約16.3cmとなる事がわかる。そこで、繰返し載荷解析時同様、今回の非線形地震応答解析時においても、橋脚脚下部に対する脚上部の相対変位量が約 $4\delta_y$ 付近になる頃から橋脚の強度劣化が顕著に進行するものと仮定すると、解析結果から求められる最大相対変位量 $\delta_{\text{MAX}} = \text{約} 16.3 \text{ cm} > 4\delta_y$ （ここで、 $\delta_y = 2.7 \text{ cm}$ ）となることから、もし仮にこの鋼製橋脚モデルに今回用いた地震波が入力された場合、橋脚に甚大な被害が発生するものと推定される（図-5）。したがって、橋脚に発生する被害を最小限にする為には何らかの耐震対策が必要となってくるものと考えられる。

4. まとめ

本検討により判明した事を以下に示す。

- ① 実験値から得られた部材性能条件を基に実施した繰り返し載荷解析による履歴曲線結果と、理論値から推定される簡易復元力モデルが、比較的類似した力学的特性を示す事を確認した。また、脚下部に対する脚上部の相対変位が $4\delta_y$ を超えたあたりから鋼製橋脚の強度劣化が顕著になる事がわかった。
- ② 理論値から推定される簡易復元力モデルを用いて非線形地震応答解析を実施し、また本検討の中で採用した地震時耐力照査方法により照査を行う事により比較的円滑に耐力照査を行う事が可能になるものと考えられる。

なお、当日の発表時には補強断面に対する解析結果及び安全性評価についても言及するつもりである。

参考文献

鈴木森昌，宇佐見勉：軸圧縮力と横力を受ける箱形断面鋼片持柱の強度と変形能に関する解析的研究，構造工学論文集 Vol.41A, pp.265-276, 1995.3.

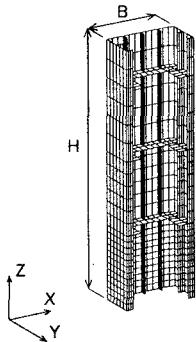


図-1 立体モデル

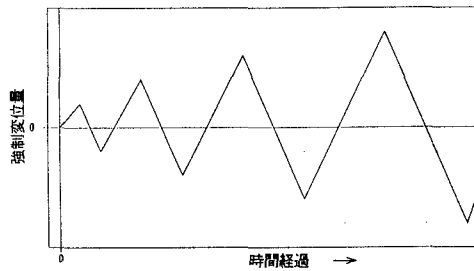


図-2 荷重載荷方法

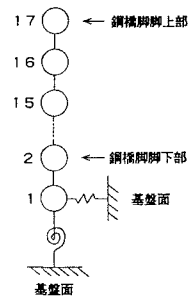


図-4 地震解析モデル

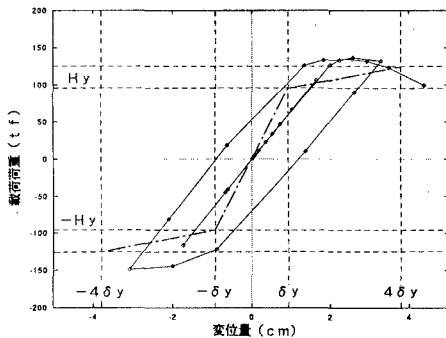


図-3 脚上部変位-荷重曲線

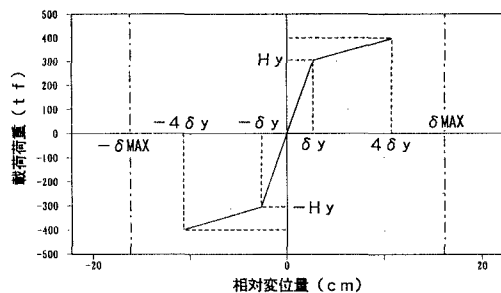


図-5 復元力モデル

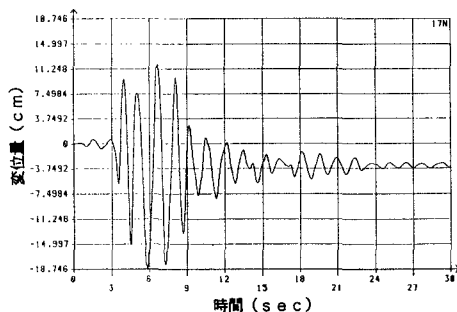


図-6 脚上部地震応答変位

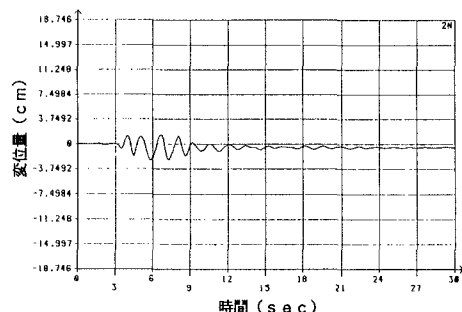


図-7 脚下部地震応答変位