

CS-22

鋼材の構成則が鋼製橋脚の地震時挙動に与える影響について

東京工業大学 学生員 荒井智代
東京工業大学 正員 館石和雄

1. はじめに

1995年に起きた阪神・淡路大震災では、多くの土木構造物に大きな被害が生じた。この直下型大地震の経験から、今後の耐震設計には局部座屈による耐力低下を考慮するため、繰り返し荷重下での構造物の挙動を明らかにすることが重要となっている。また、今までに例のなかった座屈部に発生した亀裂に注目するには、局所的に発生するひずみに着目した研究が重要となってくる。そこで本研究では、3次元の動的解析システムの構築を行い、モデル化の際に重要となる鋼材の構成則が橋脚の地震時挙動に与える影響について検討した。

2. 解析システム

ひずみについて解析をするためには、弾塑性・大変形・非線形を取り込んだ3次元の動的解析を行う必要がある。しかし、動的解析はそのままでは計算量が膨大で、今日のコンピュータでは容量などが問題点となり困難である。そこで本研究では、疑似動的載荷実験手法を応用した静的FEM解析に応答計算を組み合わせた解析システムを構築した。FEM解析には汎用解析ソフトMARCを用い、応答計算にはユーザーサブルーチンを作った。MARCで構造物モデルの静的有限変形弾塑性FEM解析を行い、得られた復元力を用いてサブルーチン内で応答計算を行い、次ステップの変位をMARCに渡すことを繰り返す。これにより本システムでは静的FEM解析しか必要としないので、動的FEM解析に比べ計算量が減り、3次元動的解析が可能になる。解析システムを図-1に示した。

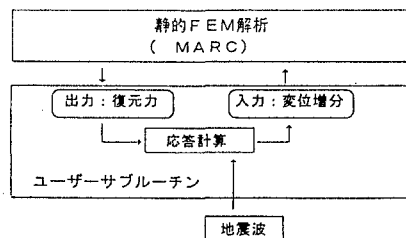
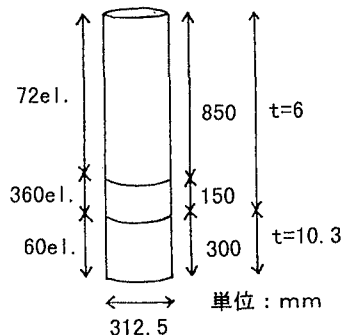


図-1 解析システム

3. 解析条件

解析に用いたモデル図を図-2に示した。モデルは断面変化部を有する鋼製円筒橋脚試験体である。応答計算には相似則2)を用い、相似比 $S=5$ としてモデル質量5660kgf、タイムステップは0.004秒、減衰定数は0.05とした。鉛直荷重は28.3tonとして頂部に付加した。

入力地震波は神戸海洋気象台観測の南北成分の特徴的な1.2秒間である(図-3)



鋼材	STK400
降伏応力	32.5 kgf/mm ²
鉛直荷重	28.3 ton
ヤング率	21000 kgf/mm ²
ポアソン比	0.3
降伏条件	von Mises
最小メッシュサイズ	5 mm
相似比	5

図-2 解析モデル

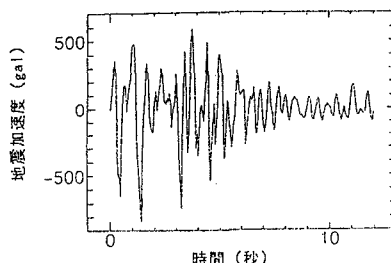


図-3 入力地震波

本研究では鋼材の構成則が解析結果に与える影響について検討するため、降伏棚と塑性後の剛性の低下をパラメーターに用いて解析を行った。まず降伏棚は、塑性後の応力-ひずみ関係は鋼材の引張試験結果を用い①降伏棚なし②降伏棚1%③降伏棚2%について解析を行った。また塑性後の剛性は、降伏棚はなしにし

キーワード：材料構成則、鋼製橋脚、弾塑性大変形解析

連絡先：〒152 目黒区大岡山2-12-1

(03) 5734-2692

て①引張試験結果②E/100 ③E/200 について解析を行った。用いた真応力-塑性ひずみの関係を図-4に示した。

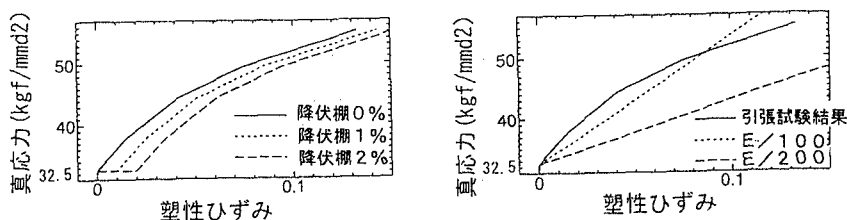


図-4 応力-ひずみ曲線

4. 解析結果

降伏棚を変化させた結果を図-5, 図-6に示した。試験体頂部の水平変位の履歴を見ると、地震波入力後約2秒から降伏棚0%と2%では10mm程度の変位の差が見られる。座屈頂部付近のひずみで見ると、降伏棚2%のものが最終状態で0%の約2倍になっており、降伏棚の影響は大きい。

塑性後の剛性を変化させた結果を図-7, 図-8に示した。水平変位の履歴では剛性の低下が大きくなるとともに残留変位は10mm程度ずつ大きくなっていった。ひずみもE/200としたものが最も大きく、引張試験結果を用いたものの約2倍の値となり、塑性後の剛性も大きく影響してくることがわかる。

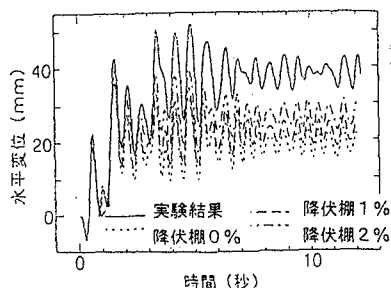


図-5 水平変位履歴

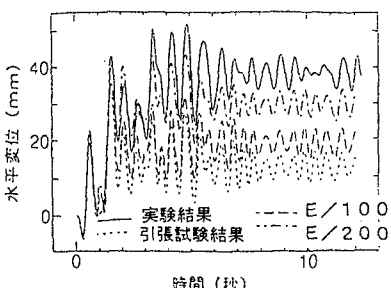


図-7 水平変位履歴

同試験体の疑似動的載荷実験の結果を図-5, 図-7, 図-9に示した。それぞれの結果を実験結果と比較してみても降伏棚や塑性後の剛性が解析結果に与える影響は大きく、解析精度を向上させるには十分考慮する必要があると言える。

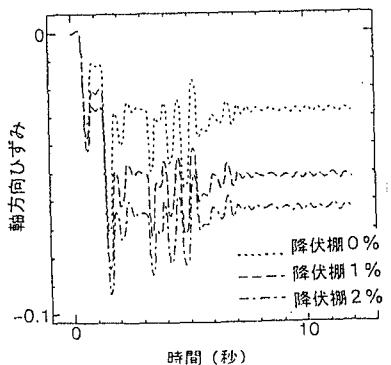


図-6 軸方向ひずみ履歴

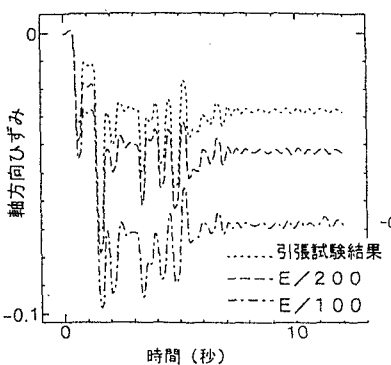


図-8 軸方向ひずみ履歴

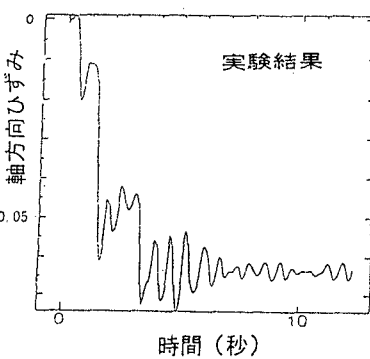


図-9 軸方向ひずみ履歴

5. まとめ

鋼構造物の繰り返し荷重下の挙動を表現するためには、構成式による影響を把握する必要がある。本研究によって、降伏棚と塑性後の剛性の表現は解析結果に大きな影響を与えることが分かった。特に降伏棚の影響は水平変位よりもひずみの値に顕著に表れ、剛性の影響は変位にもひずみにも大きく表れていた。

参考文献

- 1) 佐々木哲也：断面変化部を有する円形断面鋼橋脚の地震時保有水平耐力に関する研究，東京工業大学大学院修士論文
- 2) 才塚邦宏他：相似則を考慮したハイブリッド地震応答実験手法に関する考察，土木学会論文集 No. 507
- 3) 西村宣男他：調載荷曲線を基にした繰り返し塑性履歴を受ける鋼材の構成式，土木学会論文集 No. 513