

## I - B444

## RC 半地下構造物の動的挙動特性

(株)大林組 技術研究所 ○正会員 副島 紀代  
正会員 松田 隆

## 1. はじめに

平面的な広がりのあるRC造の半地下構造物について、兵庫県南部地震クラスの地震動を用いて動的解析を行った結果、一部の部材に過大な引張軸力が発生することがわかった。その解析結果について報告する。

## 2. 解析構造物の特徴

解析した構造物は図1のような平面的な広がりを持つ構造物である。浅い部分は深さGL-6.6m、中央部は深さGL-10.35mである。共同溝やトンネルと異なり土被りがないため、ここでは純粋な地下構造物と区別し半地下構造物と呼ぶことにする。躯体のコンクリート設計基準強度は $f_{ck}=210 \text{ kg f/cm}^2$ で、PHC杭を有する。また、解析に用いた地盤モデルを図1の右側に示す。

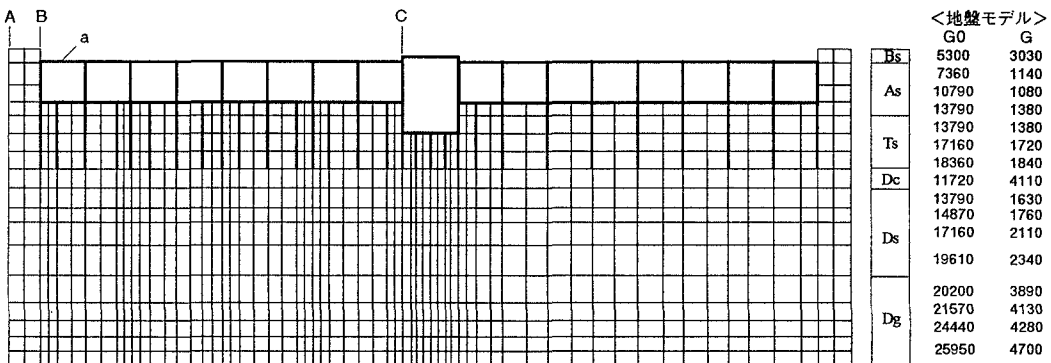


図1 構造物の解析モデルと地盤モデル

## 3. 入力地震動

本解析ではレベル2地震動(兵庫県南部地震相当の地震動)を入力波として動的解析を行った。実際に工学的基盤における入力波として用いた波形は、兵庫県南部地震の際にポートアイランドのGL-83.0m地点で観測された波形(最大加速度 610.7gal)である。入力波の加速度波形(2E)を図2に示す。

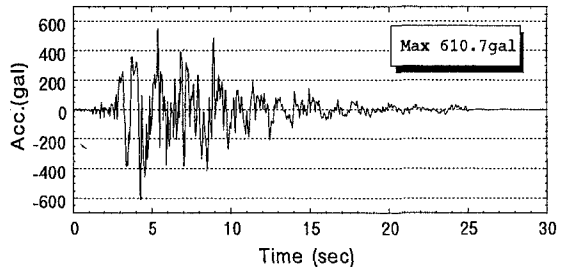


図2 入力地震動(工学的基盤上の2E)

## 4. 解析方法

解析は2次元動的FEMモデルによる地盤と構造物の連成解析法を用い、地盤の非線形性を考慮した等価線形法で行った。地震時の地盤定数の算出においては、地盤の非線形性に関する等価剛性を地盤応答解析により求めた。なお構造物は弾性と仮定した。図1の右側に初期剛性の値(G)と地盤応答解析により求めた収束剛性(G0)を示す。また、図3に地表面における地盤の応答加速度波形を示す。また、地盤の最大加速度応答分布(図4)および最大相対変位分布(図5)を示す。

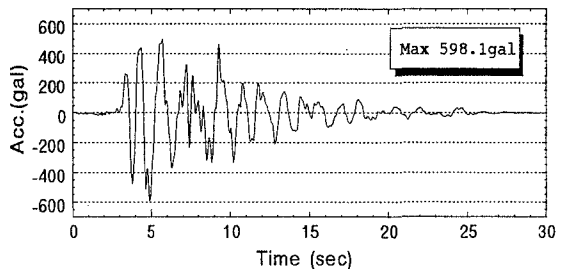


図3 地表面応答加速度

## 5. 解析結果

解析の結果、構造物端部の上梁(図1:a部)に大きな引張方向の軸力が発生した。a部の梁断面に発生する最大引張軸力は217tfであった。この部材の軸引張耐力(偏心がない場合)は154tfであり(コンクリートの引張抵抗は無

**Keywords:** 半地下構造物, 動的解析, レベル2地震動

株式会社大林組技術研究所 土木第五研究室:〒204 東京都清瀬市下清戸 4-640,0424-95-0910(Tel)/0903(Fax)

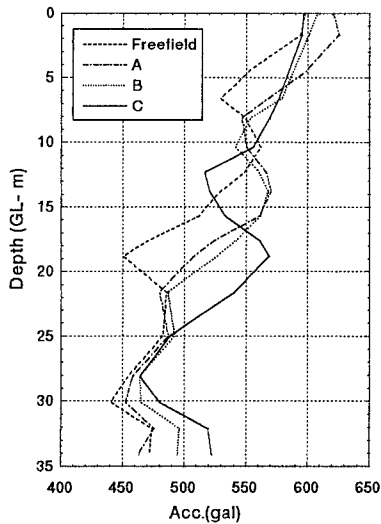


図4 地盤の最大応答加速度分布

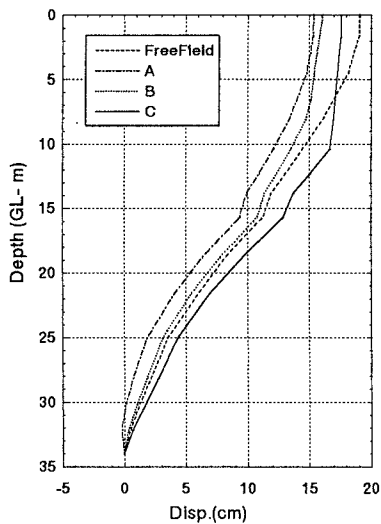


図5 地盤の最大相対変位分布

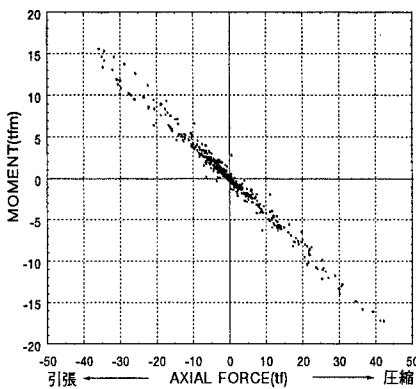
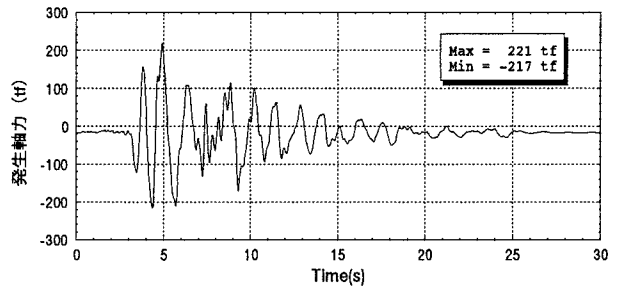

図7 同時刻における発生断面力の関係  
(軸力 - モーメント)


図6 部材aの発生軸力（時刻歴）

視する), 明らかに引張側の鉄筋が降伏することがわかる。

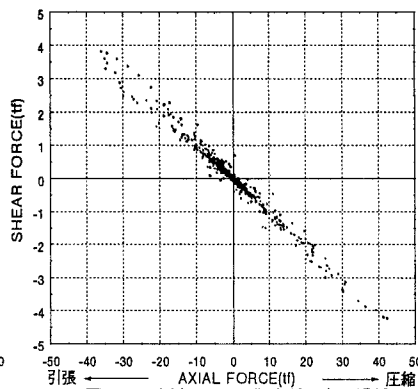
この引張軸力の発生原因を明らかにするために, 構造物近接地盤 (図1:A断面), 構造物端部 (同:B断面) および構造物中央部 (同:C断面) の地盤の応答を比較した。最大加速度応答分布 (図4) をみると, A, B断面は比較的似た挙動を示すが, 中央部のC断面では全く異なる挙動を示しており, その影響は躯体よりも深い部分 (GL-10m以深) にまで及んでいる。また図5より, GL-10m以浅で構造物により地盤変位が拘束されていることがわかる。以上から, 躯体 (特に中央部) と自由地盤 (Freefield) での動的な挙動の違いから, 梁に大きな引張軸力が発生すると考えられる。ただし, ここで用いた解析手法は, 地盤と構造物との縁が切れないモデルとなっており, そのような前提条件も踏まえ, 解析手法について今後さらに検討を重ねる余地がある。

ここで, 解析で得られた同時刻における発生断面力の関係を図7および図8に示す。この図から, 発生軸力と発生曲げモーメントおよび発生せん断力はほぼ比例関係にあることがわかる。すなわち, 大きな引張力が働いているときには, 同時に発生する曲げモーメントやせん断力も大きな値をとることになる。一方, 断面耐力は, 軸力が小さくなるほど曲げ耐力・せん断耐力共に低下するため, 発生する過大な断面力に耐えられず破壊する可能性がある。一般に, 断面耐力の算定においては, 圧縮側の軸力を考えて行うことが多く, 引張力が曲げ耐力やせん断耐力の算定で考慮されることは少ないが, 部分的には部材に発生し得る引張軸力も考慮した断面照査が必要と考えられる。

## 6. まとめ

半地下構造物の動的解析を実施した。その結果, 一部の部材に大きな

引張軸力が発生した。原因の一つは構造物の応答の差と考えられ, 従来の震度法等による静的な解析手法では顕在化しにくい問題である。この場合, 圧縮力を考慮した場合より断面耐力が著しく低下するため, 同種の構造物を設計する際には, 地震時に発生する引張方向の軸力にも注意すべきである。


図8 同時刻における発生断面力の関係  
(軸力 - せん断力)