

I-540

地中線立坑の地震時挙動の解析

東電設計(株) 正会員○大木 晴雄, 安中 正
東京電力(株) 正会員 海津 信廣

1. まえがき 筆者らは、大深度地中線立坑の地震時挙動を把握するため、東京都足立区に建設された立坑を対象に、昭和60年 4月から地震観測を実施してきた。本報では、昭和60年10月 4日の茨城県南部地震の記録をもとに数値シミュレーションを行い、動的応答解析法の適用性を検証したのでその結果について報告する。

2. 地震観測概要 観測地点の微小歪レベルでの地盤物性、立坑の構造、計測計器の配置は文献1)に示したとおりである。

3. 地盤の地震応答解析 一次元波動理論に基づく自由地盤の応答解析プログラムを用いて、地震観測記録の数値シミュレーションを行った。図-1, 2はフーリエスペクトル比（地表/GL-44.8m）、GL-44.8mでの加速度時刻歴波形および最大加速度の鉛直方向分布について、解析値と観測記録を比較したものである。ここで解析値は、スペクトル比（地表/GL-44.8m）のピーク振動数が微小地震と比較して低振動数側へずれていないことから、地盤の剛性率の低下は生じていないものと考え、微小歪レベルでの地盤の物性値を用いて線形解析により算出した。解析より求めたスペクトル比の一次、二次のピーク振動数は観測結果とよく一致している。GL-44.8mでの解析波形および最大加速度分布は、地表（GL-2.0m）で観測された記録を入力波として解析したものであるが、時刻歴波形、加速度分布とも観測記録とほぼ一致している²⁾。これらの結果より自由地盤の応答特性は、地表記録を入力波とし一次元波動理論に基づき解析することにより、よく説明できることがわかった。

4. 立坑～地盤系の地震応答解析 本検討では、構造物～地盤連成系の動的応答解析手法として実務レベルで多用されている二次元複素応答解析プログラム(FLUSH)を用いて観測記録の数値シミュレーションを行った。

(1) 解析方法 解析モデルを図-3に示す。立坑本体、連壁、地盤ともソリッド要素でモデル化し、応答値をできるだけ正確に把握するため、各計器付近の要素は細分化した。解析モデルの領域は、幅 35m、深さGL-82.6mとし、境界条件については、周辺地盤の側方境界はエネルギー伝達境界、下方境界は粘性境界とした。地盤の物性値は、微小歪レベルの動的物性値を用いた。立坑本体、連壁の解析用物性値は、立坑の形状が立体的であるため、立坑の奥行き幅、壁厚等を考慮してコンクリート

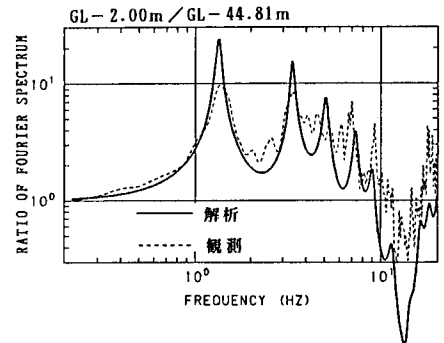


図-1 地盤の加速度フーリエスペクトル比の比較

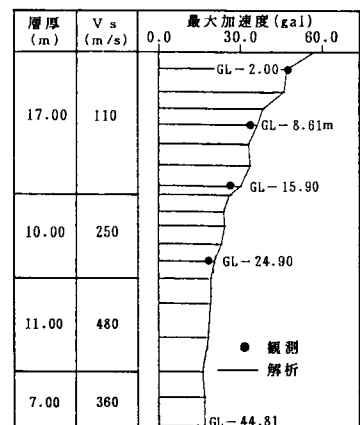
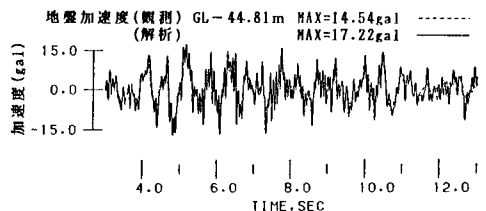


図-2 地盤の加速度時刻歴波形、最大加速度分布の比較

の物性値を補正して求めた。解析モデルの下方境界(GL-82.6m)に入力する地震動は、最浅部(GL-2.0m)の観測波形を用いて一次元波動理論に基づく地盤の動的応答解析を行い、GL-82.6mにおける入射波(2F)を取り出した。

(2) 観測記録と解析結果の比較 鉄筋応力および地震時土圧の解析値と観測記録の最大値を比較して図-4に示す。解析値は観測記録とほぼ一致しており、その分布についても観測記録と良い対応を示している。鉄筋応力および地震時土圧は、 V_s 値が480m/sから250m/sに変化する沖積層と洪積層の境界付近で最大となっており、最大鉄筋応力はGL-29.5mで 23.9kgf/cm^2 、最大地震時土圧はGL-26.1mで 0.167kgf/cm^2 であった。図-5は立坑の加速度、鉄筋応力、地震時土圧について解析から求めた時刻歴波形と観測記録を比較したものであるが、いずれの解析値も観測記録とよく一致している。これらの結果より、地盤～立坑連成系の地震時挙動は二次元複素応答解析によりシミュレートできることがわかった。

5. あとがき 今後は、応答変位法，地盤応答震度法による地震観測記録の数値シミュレーションを行い，これらの簡易的な耐震設計法の適用性について検証していく予定である。

参考文献

- 1) 海津, 安中, 大木: 地中線立坑の地震時挙動の観測, 土木学会第44回年次学術講演会, (1989).
- 2) 野沢, 大木, 安中: 減衰の周波数依存性を考慮した1次元波動理論による地盤の増幅特性の解析方法, 第19回地震工学研究発表会, (1987).

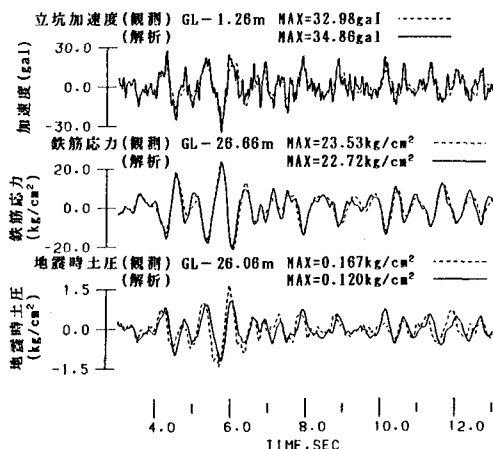


図-5 立坑の加速度，鉄筋応力，地震時土圧の時刻歴波形の比較

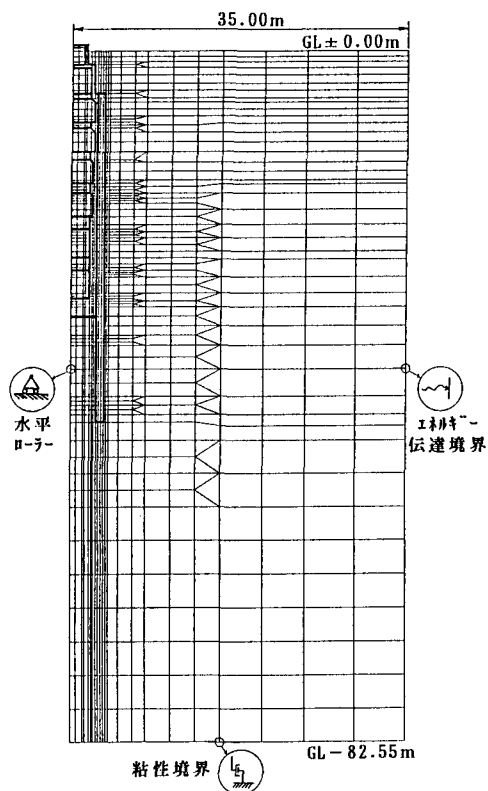


図-3 解析モデル，境界条件

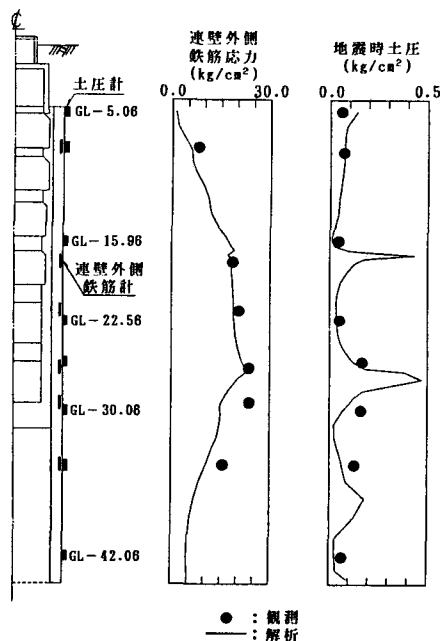


図-4 最大鉄筋応力・最大地震時土圧分布の比較