

I-539

地中線立坑の地震時挙動の観測

東京電力(株) 正会員○海津 信廣

東電設計(株) 正会員 安中 正, 大木 晴雄

1. まえがき 都心部では、建設される地中送電用洞道の深層化に伴い、併設される立坑も30～40mと大深度化する傾向にある。筆者らは、縦に長い地中構造物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に基づき、地盤および立坑の応答特性について報告する。

2. 地震観測概要 観測地点の地盤条件、立坑の構造、計測計器の配置を図-1に示す。当地点の地層構成は、GL-27mまでがN値1～10程度の沖積層($V_s=110\sim250\text{m/s}$)で、GL-27m以深がN値50以上の洪積層($V_s=480\sim360\text{m/s}$)となっている。立坑は、 $7.95\times11.40\text{m}$ の矩形断面をしており、厚さ90cmの連壁の内側に壁厚30～80cmの立坑本体が構築されている。連壁の深度はGL-45m、立坑本体の深度はGL-32mである。地盤内加速度計は、立坑の振動の影響を受けないと考えられる立坑から約30m離れた位置に埋設した。立坑内の加速度計は、地盤内加速度計とほぼ同じ深さに設置した。土圧計および鉄筋計は、沖積層と洪積層との層境界(GL-27m)付近を中心に全深度に分散設置した。

3. 地盤・立坑の応答特性

(1) 地盤・立坑の加速度応答特性 図-2に地表と立坑頂部の加速度波形(X方向)を示す。最大加速度は地表で 46.9gal、立坑頂部で 33.0galであった。図-3にはこれらの加速度記録のフーリエスペクトルを示した。卓越振動数は両者とも 1.1, 1.6Hzと共通しており、立坑の挙動は地盤の振動特性に影響されていることが推定される。地表記録の 1.6Hzにおけるフーリエ振幅は大きく増幅しているが、この1.6HzはGL-17m以浅の沖積層 ($V_s=110\text{m/s}$)の一次の固有振動数と一致していることから、地盤の加速度は $V_s=110\text{m/s}$ の沖積層で大きく増幅していることがわかる。立坑のフーリエ振幅は 1.3Hz以上の範囲において地盤の振幅の 1/2以下となっている。

(2) 地震時土圧と地盤・立坑の変形の関係 連壁に作用する地震時土圧および立坑と地盤との相対変位の時刻歴波形を、それぞれ深度ごとに対応させて図-4に示す。変位は加速度記録を積分して算出しており、相対変位は、ほぼ同じ深さの地盤と立坑の変

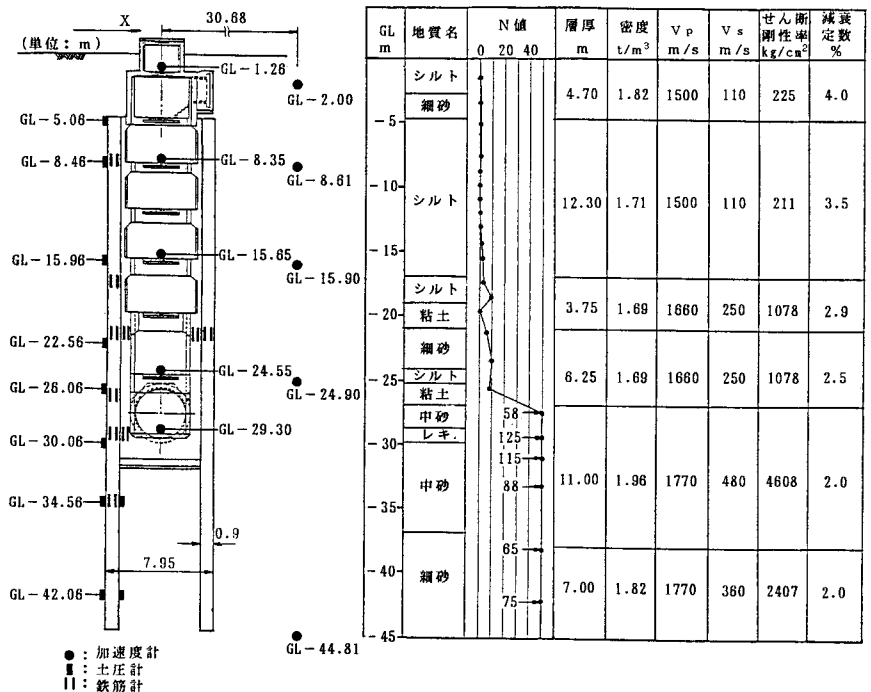


図-1 地盤条件、立坑の構造、計測計器の配置

位の差として求めた。GL-8.5m およびGL-26.1mの地震時土圧は相対変位と時刻歴波形がよく対応しており、両者の間には強い相関関係が存在しているものと考えられる。図-5には各時刻における立坑および地盤の変位分布と、各深度の地震時土圧を示した。この図より、立坑の変形および傾きは $V_s=250\text{m/s}$ の沖積層（GL-17~GL-27m）の変形に依存していること、地盤の変位は表層で大きく増幅しているが立坑の剛性が地盤より高いため、地表付近では地盤の方が立坑より変位振幅が大きく、GL-25m付近では立坑の方が地盤より振幅が大きくなっていることがわかる。これに伴って地震時土圧はGL-16m 付近を境としてそれより浅い部分と深い部分で位相が反転している。

(3) 鉄筋応力と立坑の変形の関係 連壁の鉛直方向鉄筋（主鉄筋）の地震時増分応力の時刻歴波形を図-6に示す。図-6の上側は連壁の外側で連壁の上下（GL-8.3, GL-34.6m）に位置する鉄筋計の記録であり、二つの記録の位相はほとんど一致している。図-6の下側は同じ深さで反対側（北西側，南東側）に位置する鉄筋計の記録であり、この図からは両者の振幅が等しく、位相が反転していることが読み取れる。上記のことより、立坑は立坑の長軸に対して対称に一次の曲げ変形に近い状態で振動していることがわかる。

4. あとがき 今後も地震観測を継続しデータの蓄積を図るとともに、地震時土圧と鉛直方向加速度との関係等についてさらに検討していく予定である。

参考文献 Kaizu, N. et al., "Observation and Numerical Analyses of Dynamic Earth-Pressure of In-Ground LNG Tanks," Proc. of 9WCEE, (1988).

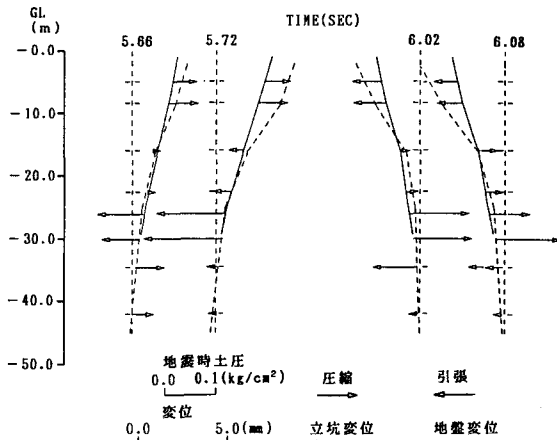


図-5 地震時土圧と地盤・立坑の変位

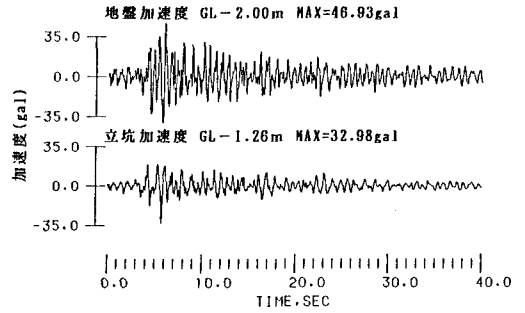


図-2 地盤・立坑の加速度時刻歴波形

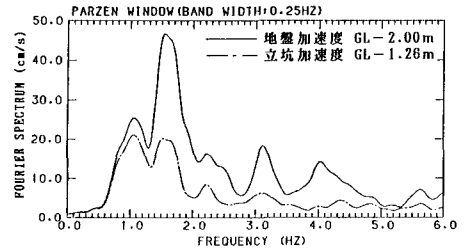


図-3 地盤・立坑の加速度フーリエスペクトル

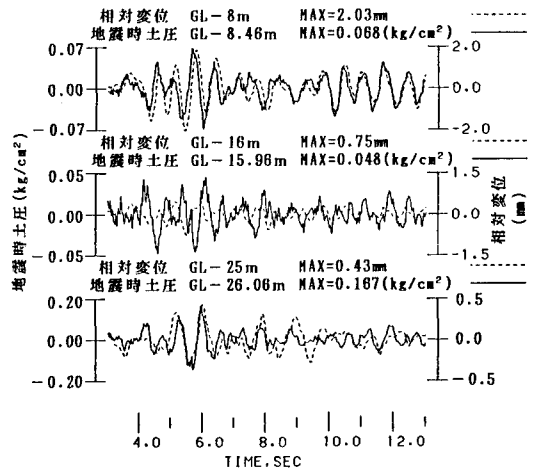


図-4 地震時土圧と相対変位の時刻歴波形

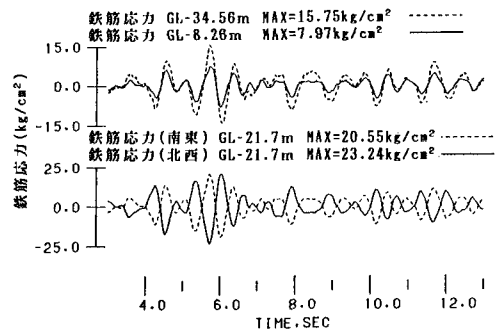


図-6 鉄筋応力の時刻歴波形