

## I-547 地盤の上下動にともなうシールド洞道の 断面変形について(その2)

東京電力株式会社 正員 竹内 信次  
東京大学生産技術研究所 正員 田村 重四郎

1. はじめに シールド洞道の地震時における挙動のメカニズムを明らかにするため、横浜市内に建設された地中送電用シールド洞道(内径4550mm, RCセグメント)及び周辺地盤において、地震観測を行ない観測記録の蓄積を図っている。ここでは、FEMによる二次元時刻歴応答計算で地盤動をシミュレートし、基盤形状が表層地盤の振動特性に与える影響を検討した。

2. 解析断面と解析手法 図-1は、観測地付近の平面図で、地形は溺れ谷となっている。F観測点(加速度計GL-1.5m, -12.6m, -29.8m)と、溺れ谷中央のG観測点(加速度計GL-5.0m)を、それぞれ含む谷軸直交方向の2断面(a-a'断面、b-b'断面)について、平面歪条件の下にFEMにより振動モードを求め、また、線形条件で二次元時刻歴応答解析を行なった。質量はconsistent massを用いている。基盤は土丹層( $V_s=750\text{m/s}$ ,  $N \geq 50$ )で、表層を5層としてPS検層で得られた物性値を与えて解析した。図-2は、a-a'断面b-b'断面の要素分割を示し、基盤層との境界を固定境界、地表面を自由境界とした。なお、入力地震波は、土丹層中で得られた実測値(GL-29.8m)を用い、0.05のRayleigh減衰を使用した。

3. 振動モード 表-1は、F及びG地点で地盤を一樣な層状地盤と仮定して求めた固有振動数と、FEMにより求めた固有振動数と、F地点における実地震(千葉茨城県境地震 昭和60年10月4日 M=6.2)で観測された3方向の卓越振動数(GL-1.5m)とを示したものである。x成分が谷軸方向、y成分が谷軸直交方向、z成分が鉛直方向である。y成分の卓越周期は、FEMにより求めた1次の固有振動数に対応している。z成分は、y成分に近い振動数成分も含むが3.72Hzで卓越しており、低次モードにおいて1次について関与係数が大きいFEMの4次5次モードにほぼ対応している。x成分については、基盤の拘束を受けにくい為、一樣な層状地盤と仮定した一次の固有振動数にほぼ一致した。図-3は、FEMによるa-a'断面のモード図である。一次モードの関与係数は約19%で、地表面の谷中央近くで節をつくり、溺れ谷の両側で基盤に沿って上下するような形となっている。2次3次モードについては、関与係数が小さい。4次5次モードは、加速度計設置位置GL-1.5m地点で上下動が比較的大きくなっている。b-b'断面についても同様な結果が得られている。

4. 時刻歴応答解析結果 図-4は、千葉茨城県境地震のGL-1.5mにおける加速度の実測値とFEMによる時刻歴応答解析結果とを、1~2Hzのバンドパスフィルターで処理して示したものである。谷軸直交方向(y方向)及び鉛直方向(z方向)ともに、位相特性が実測値と良く一致しており、絶対値もほぼ対応している。また、図-5は、各深度の実測値と解析値の主要動部におけるy-z plane上の加速度リサージュ曲線である。GL-1.5mにおけるリサージュ曲線は、実測値解析値ともに楕円軌道を描き、長軸の傾きがほぼ同じであるのに対して、溺れ谷中央のGL-5.0mについては、楕円の長軸の傾きが水平で基盤形状による拘束を受けていないことがわかる。

5. まとめ 以上の結果より、谷軸直交方向及び鉛直方向の振動特性は、基盤の形状による影響を受けていることがわかった。F地点の近くで観測されたシールド洞道断面変形において、天端、側壁でのひずみが斜め45°方向に比べて大きくなっているのはこれに起因しているものと思われる。

### 〈参考文献〉

- 1). 桑原、鈴木、田村: 鳥島近海地震におけるシールド洞道の軸ひずみ分布について、土木学会第41回年次学術講演会 第1部, pp.1067~1068. 1986年
- 2). 竹内、鈴木、田村: 地盤の上下動にともなうシールド洞道の断面変形について、土木学会第42回年次学術講演会 第1部, pp.1078~1079. 1987年

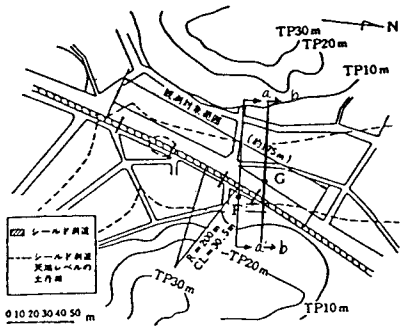


図-1 平面図

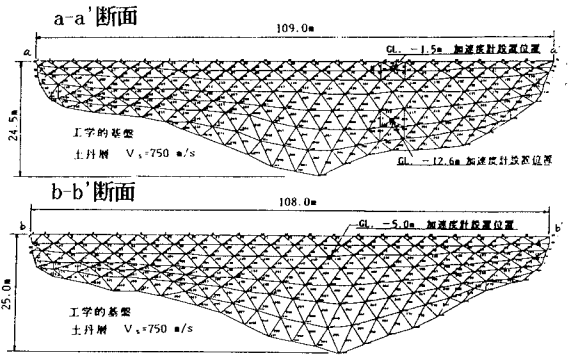


図-2 解析断面分割図

表-1 固有振動数と地震の卓越振動数

☆ 固有振動数					単位 (Hz)
	一般地盤 1次	FEM1次	FEM4次	FEM5次	
F地点 a-a断面	1.44 (F)	1.71 (a-a')	3.34 (a-a')	3.39 (a-a')	
G地点 b-b断面	1.41 (G)	1.66 (b-b')	3.40 (b-b')	3.52 (b-b')	
☆ 卓越振動数					単位 (Hz)
	GL-1.5m x	GL-1.5m y	GL-1.5m z		
千葉茨城県境	1.47 (F)	1.77 (F)	3.72 (F)		

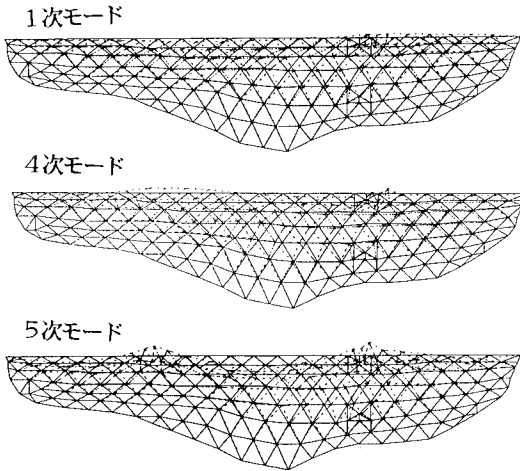


図-3 モード図 (a-a'断面)

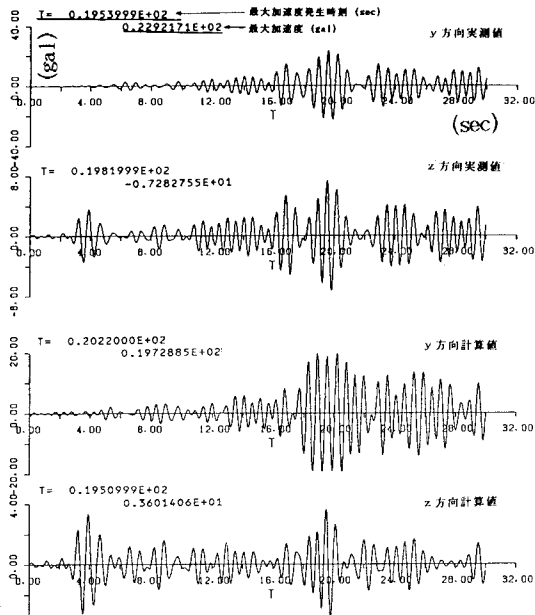


図-4 千葉茨城県境地震 GL-1.5m

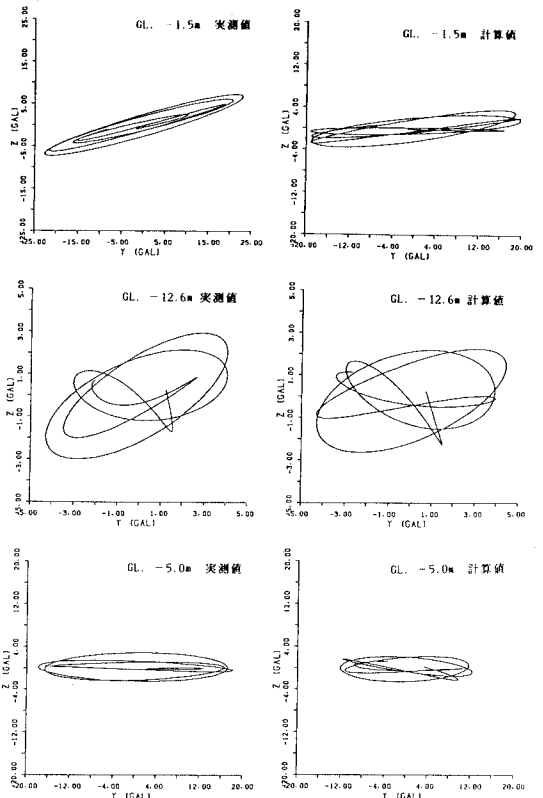


図-5 加速度リサーチ曲線 (t=18.5~21.0 sec)