

I-514

擬似3次元地盤モデルによる解析例

(株)熊谷組技術研究所 正員 鈴木 猛康
 (株)熊谷組技術研究所 正員 稲森 光洋

1. まえがき

シールドトンネルは、周囲の地盤とともに振動することが地震観測、振動実験によって確認されており、応答解析においても地盤の振動を解析し、その変位をトンネルに伝達させる応答変位法が広く用いられている。ところがシールドトンネルが施工されるような沖積地盤は、しばしば3次的に複雑な構造を呈しており、従来の1次元多質点系モデルでは、地形を十分モデル化できない場合がある。ここでは従来モデルの考え方を拡張し、パネーマス系とFEMを複合させた擬似3次元地盤モデルによって海底地盤をモデル化し、モード解析を行って従来モデルと比較した結果について報告する。

2. 擬似3次元地盤モデルによる海底地盤のモード解析

擬似3次元地盤モデルとは、土柱をせん断1次振動を表すパネーマス系に置換え、さらに質点間の力学的つり合い条件にFEM手法を平面応力状態の下で導入したものである。このモデルは、せん断1次振動しか取扱っていないが、3次元FEM解析に比較して3次的地盤構造を簡便に、かつ合理的に表現でき、ボーリング調査による地盤データを反映できる点でメリットは大きい。また質点の変位と変位関数 $F_i(z)$ との積として構造物位置の地盤変位を求め、これを構造物に伝達させ地中構造物の応答を計算することができる。

図1は、東京湾北部地域を示したものである。古東京川が、海底沖積層下に埋没しており、図のような平面形状を呈していると予想される。トンネルが、図中の点線で示したルート上で施工された場合、埋没谷の断面形状、地質構成、および平面分布が、トンネルの振動性状を支配する大きな要因の1つとなる可能性がある。そこで、図1の格子で示した約3.2km × 2.8kmを解析対象範囲として選定し、モード解析を実施することにした。図2は解析対象範囲のメッシュ図である。一点鎖線で示したトンネルルートで地盤の縦断面をモデル化すると、図3のようになる。旧河川の流れて直交方向に切った、おのおのの河道断面の形状がすべて図3と同一とし、流れと直交方向の要素の大きさを多少変えて河川の平面形状と一致させている。

図4および図5はそれぞれ擬似3次元地盤モデルによって解析した1次、2次モードである。図中の実線は変形前のメッシュを表し、点線は変形後を表している。また太線は質点の移動を表している。2つのモードの有効質量比を合計すると約60%になり、3次以下のモードの有効質量比は1%前後であるため、ほとん

NE - 252 . NP - 286

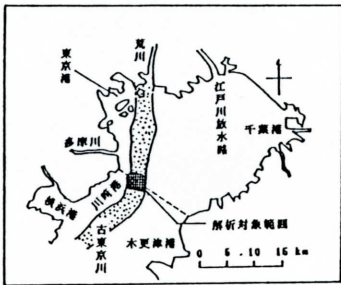


図1 東京湾北部地域

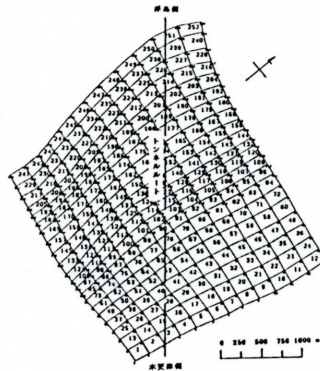


図2 メッシュ分割図

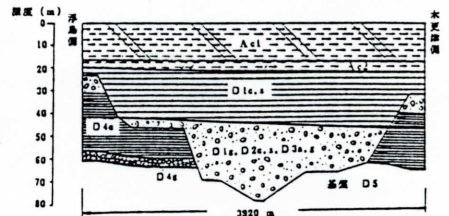


図3 地質縦断面図

ど上記2モードが支配的と考えられる。1次モードでは、谷に沿って振動主軸が形成されているのが明らかであり、トンネルルートとの交角は約60度である。したがって、トンネルに対する影響は軸方向変形よりも軸直交方向変形に関して大きいと考えられる。なお振幅は、河道中央部で急に大きくなっている。2次モードは、図3においてD1層がもっとも厚く堆積した位置で、振幅が最大となるモードである。地盤の変位方向がトンネル軸とほぼ直交しているため、トンネル軸直交方向の変形に影響するモードである。

3. 従来モデルによる解析との比較

トンネルルート上で2の解析モデルと同じ地盤構成となるように、従来の多質点系モデルによるモデル化を行い、モード解析を実施した。解析の結果得られたトンネル軸方向の振動モードを図6に、軸直交方向の振動モードを図7に、それぞれ5次まで示した。

まず軸方向モードについて考察する。1次モードは2の1次モードに対応すると考えられるが、擬似3次元モデルと比較すると、有効質量比の大きさ（約50%）から判断して、トンネル軸方向の振動を大きく見積もることになると思われる。2次は2の2次モードに相当しているが、解析領域の右側で2の結果ほど振幅の変化は著しくない。また3次モードの有効質量比は17%と大きい、これに相当するモードは2の解析結果には見当たらなかった。次に、軸直交方向のモードについて考察する。主要なモードは1次、2次、4次であり、このうち1次、2次については、2の1次、2次モードに相当していることが明瞭である。4次モードの有効質量比は20%に及び、1次に次いで大きな値を示しているが、軸方向の3次と同様に、2の解析結果にこれに相当するモードは見られない。

4. まとめ

擬似3次元地盤モデルにより海底地盤のモード解析を行い、従来モデルによる解析結果と比較した。その結果、重要な地下構造物の耐震解析を行う際の本モデルの有益性が示された。

5. 参考文献

- 1) Tamura, C. and Suzuki, T., 生産研究, Vol. 39, NO. 1, 1987年1月, pp. 37-40.
- 2) Suzuki, T., Tamura, C. and Inamori, M., 生産研究, Vol. 39, NO. 2, 1987年2月, pp. 20-23.

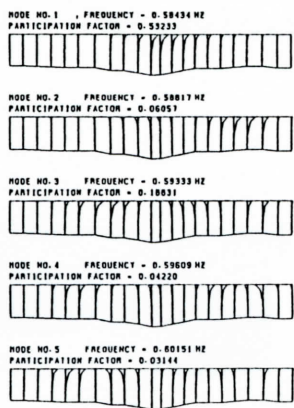


図6 軸方向モード

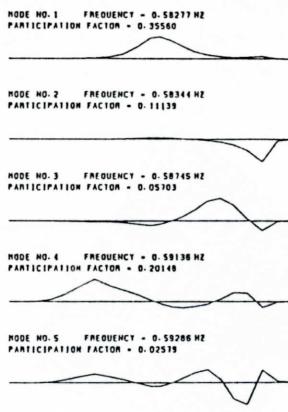


図7 軸直交方向モード

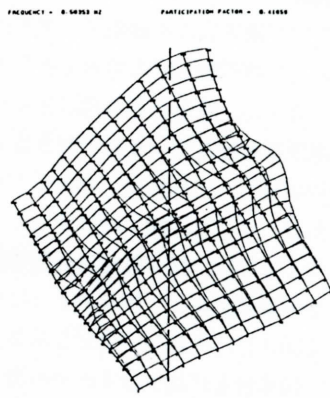


図4 1次モード（擬似3次元）

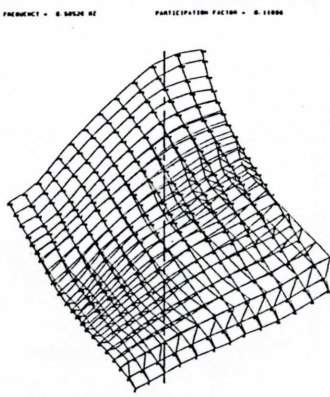


図5 2次モード（擬似3次元）