

地盤と構造物間の滑りを考慮した線状地中構造物の軸ひずみ伝達率に関する考察

独立行政法人土木研究所 正会員 ○岡田太賀雄

独立行政法人土木研究所 正会員 運上 茂樹

独立行政法人土木研究所 正会員 小林 寛

1. はじめに

線状地中構造物の縦断方向の耐震解析は、構造物とその周辺地盤を弾性床はりのようにモデル化し、自然地盤の地震時変位を、地盤ばねを介して構造物に静的に作用させる応答変位法が一般に用いられている。著者らは、地盤と構造物間に滑りを考慮した3次元FEMモデルを用いた応答震度法と弾性床はりモデルとの比較を行い¹⁾、弾性床はりモデルでは地盤と構造物間では滑りが生じないにもかかわらず、軸ひずみ伝達率が継手近傍で低減され、弾性床はりモデルでは実挙動を正確に反映できないことを示した。本文では弾性床はりモデルにおいても適切に滑りを考慮できるモデル化を行い、継手が軸ひずみ伝達率に及ぼす影響について検討を行った結果をまとめたものである。

2. 解析方法

3次元FEMモデルとして図-1に示すように表層地盤および線状地中構造物を8節点6面体ソリッド要素としてモデル化した。表層地盤は、地盤全体の剛性を単純化するため均質とし、地盤のせん断波速度 $V_s=100\text{m/s}$ 、単位体積重量 $W_g=18\text{kN/m}^3$ 、ポアソン比 $\nu_g=0.45$ の弾性体と仮定した。線状地中構造物は図-2に示す横断面を有する1層2室共同溝とし、等価線形のソリッド要素でモデル化した。共同溝と構造物ソリッド要素の軸剛性が等価となるように構造物ソリッド要素の弾性係数 E_s を共同溝のRC断面積と構造物ソリッド要素の断面積の比により換算した。コンクリートの弾性係数は、 $E_c=2.35 \times 10^4\text{N/mm}^2$ とした。また、構造物要素のポアソン比はコンクリート相当とし、 $\nu_g=0.167$ とした。単位体積重量については構造物全体で等しい重量となるように $W_s=10.6\text{kN/m}^3$ とした。

解析は応答変位法によることとし地震荷重は、共同溝設計指針²⁾に従い図-3に示すように鉛直(y)方向の地盤変位分布が基盤面で0、地表面で最大の1/4波長の正弦波、軸(z)方向の地盤変位分布が1波長の正弦波となる慣性力を地盤および構造物に静的に作用させた。地盤変位の波長は $L=250\text{m}$ とし、地表面の地盤変位の振幅 $u_{\max}$ は、表層地盤の固有周期 $T_s=4H/V_s=1.2\text{s}$ 、基盤面での速度応答スペクトル $S_v=90\text{cm/s}^2$ ($T_s=1.2\text{s}$)、 45° 方向入射の進行波を仮定し、表層地盤のせん断1次振動モデルより $u_{\max}=\sin 45^\circ \cdot (2/\pi) \cdot S_v \cdot T_s=15\text{cm}$ とした。

地盤と構造物が接する節点には滑りを表すジョイント要素を設定した（図-4参照）。ジョイント要素のせん断強度 τ_y は、Mohr-Coulomb式でモデル化し³⁾、付着力 $c_f=100\text{kN/m}^2$ 、摩擦角 $\phi_f=30^\circ$ とし、 $\tau_y=122.5\text{kN/m}^2$ とした。継手は、図-5

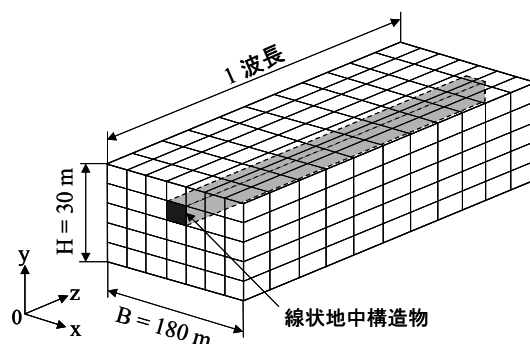


図-1 表層地盤および線状地中構造物の有限要素モデルの概念図

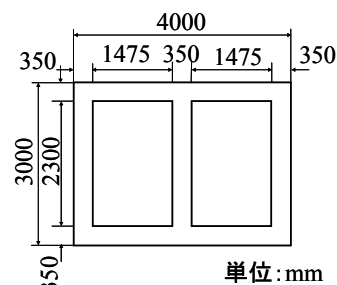


図-2 共同溝断面

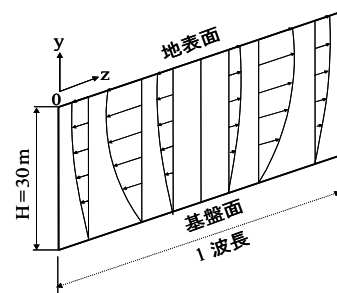


図-3 軸方向の1波長正弦波地盤変位

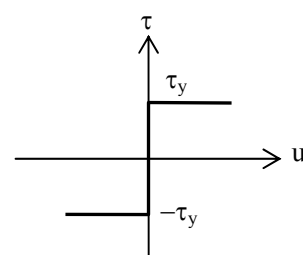


図-4 滑りを表すジョイント要素

キーワード 線状地中構造物、継手、軸ひずみ伝達特性

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL 029-879-6773, FAX 029-879-6736

に示すように継手長を 20mm とし、地盤・構造物と同じ 8 節点 6 面体ソリッド要素でモデル化し、継手間隔は 30m としして配置した。

弾性床はりモデルにおいては図-6 に示すように滑りを考慮した。地盤ばね k_a は FEM モデルで強制変位させて得られる周辺地盤の反力から算定し、滑りを考慮したばねにおいては τ_y で降伏するバイリニアでモデル化した。

軸ひずみを構造物および地盤ソリッド要素中心の軸方向の直ひずみとし、自然地盤のみでモデル化した場合の構造物位置の地盤の軸ひずみ $\varepsilon_g(z)$ に対する構造物ソリッド要素の軸ひずみ $\varepsilon_s(z)$ の比として軸ひずみ伝達率 $\varepsilon_s(z)/\varepsilon_g(z)$ を算定した。

3. 解析結果

軸方向距離 z を横軸に取り、FEM モデルおよび弾性床はりモデルによる $\varepsilon_s(z)/\varepsilon_g(z)$ の比較を図-7 に示す。 E_s を変化させることにより構造物の軸剛性を $E_s A_s = 100\%, 10\%$ 、地盤剛性と低下させた場合の $\varepsilon_s(z)/\varepsilon_g(z)$ を示している。また、滑りを考慮しない地盤ばねのみでモデル化した弾性床はりモデルの結果についても示している。

滑りを考慮した弾性床はりモデルにおいても継手からの距離に応じて軸ひずみ伝達率は低減される傾向が同様に見られる。滑りを考慮しない弾性床はりモデルにおいては、継手近傍では軸ひずみ伝達率が FEM モデルと比較して差が大きかったが、滑りを考慮した弾性床はりモデルではその差が構造物の剛性が低下するほど小さくなった。また、継手の極近傍の軸ひずみ伝達率は FEM モデルの結果よりも大きくなった。

4. まとめ

本研究においては、地盤と構造物間に滑りを考慮した 3 次元 FEM モデル及び弾性床はりモデルの比較を行った。弾性床はりモデルにおいても滑りを考慮することで、軸ひずみ伝達率の FEM モデルとの差が小さくなった。

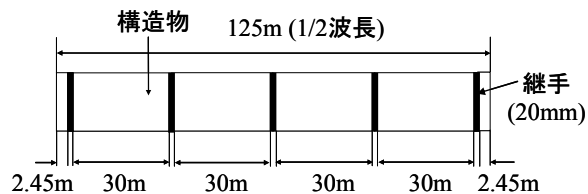


図-5 継手の配置

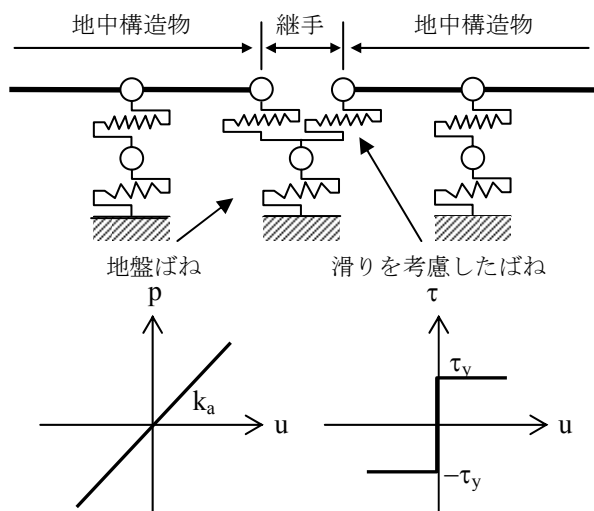


図-6 弾性床はりモデルの概念図

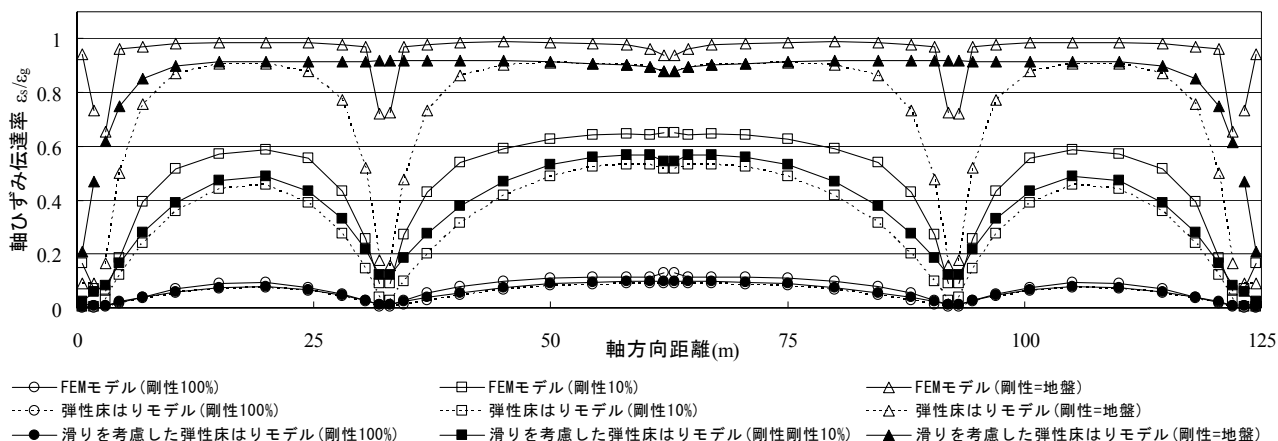


図-7 モデルの違いによる軸ひずみ伝達率の分布の比較

参考文献

- 1) 西岡勉, 運上茂樹: 線状地中構造物の地震時の軸ひずみ伝達特性に及ぼす継手の影響, 土木学会地震工学論文集 Vol.27, 2003, 2) (社)日本道路協会: 共同溝設計指針, pp. 52-80, 1986.3, 3) 土木学会編: 動的解析と耐震設計[第2巻]動的解析の方法, pp. 123-125, 1989.6