

レベル2地震動に対する共同溝横断面のせん断変形量に関する検討

独立行政法人土木研究所 正会員 西岡 勉
 独立行政法人土木研究所 正会員 運上茂樹

1. はじめに 地中構造物の地震時挙動は周辺地盤の動きに影響を受けるため、地中構造物の応答変形量を精度よく評価し、その応答特性を把握することが重要である。本文では、レベル2地震動が作用した場合の共同溝の応答変形量に対する地盤剛性や表層地盤厚の影響を調べることを目的とし、表層地盤の剛性、層厚をパラメータとしたときの共同溝横断面のせん断変形量を算定し、その変形性能と比較した結果を報告する。

2. 解析方法 共同溝のせん断変形量は、図-1に示す推定法¹⁾を用いて算定した。入力地震動は、兵庫県南部地震の東神戸大橋地点の地中(GL-33m)加速度記録を図-2に示す速度応答スペクトルに一致するように振動数領域で振幅調整した地震波を基盤面入力波として用いた。図-3に入力波形を示す。地盤条件は均質地盤とし、地盤の単位体積重量を $\gamma_g=18\text{kN/m}^3$ とした。表層地盤の層厚として $H=20,30,40\text{m}$ の3ケースを設定し、地盤のせん断波速度を $V_s=25\sim 300\text{m/s}$ まで変化させた。また、図-4に示す2層2室の共同溝に対して、図-1に示した構造物単純支持モデルの頂版水平変位を漸増させる非線形骨組み解析を行い、構造物全体のせん断変形量 γ_s と等価せん断剛性 G_s の非線形関係を算定した。共同溝の骨組みモデルは、常時軸力で算出したトリリニアの曲げモーメント-曲率関係を有する非線形はりとし、コンクリートの圧縮ひずみが0.0035に達した時点を終局と仮定した。共同溝の土被りは、既設共同溝を参考に3.1mとした。常時の断面力の算定には、上載土による頂版への鉛直荷重、底版に作用する地盤反力、および側壁に作用する水平方向の静止土圧を考慮した。コンクリートの設計基準強度は 21N/mm^2 、鉄筋の降伏強度は 290N/mm^2 としている。

構造物深度の地盤ひずみ γ_g は、構造物中心深さ H_c の地盤ひずみ $\gamma_g(H_c)$ で近似し、剛な基盤上の表層地盤の1次せん断振動モデルをもとに、式(1)により算定した。

$$\gamma_g(H_c) = \frac{2}{H} \cdot S_d \cdot \sin\left(\frac{\pi H_c}{2H}\right) \quad (1)$$

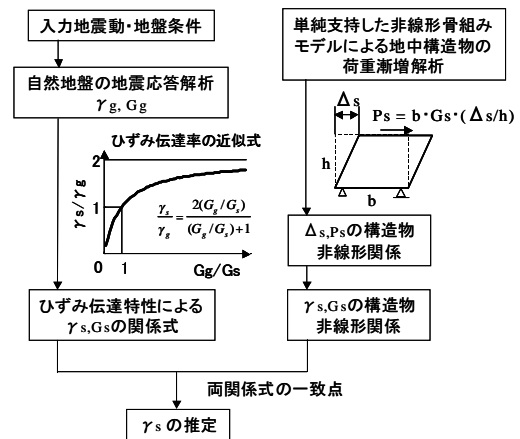
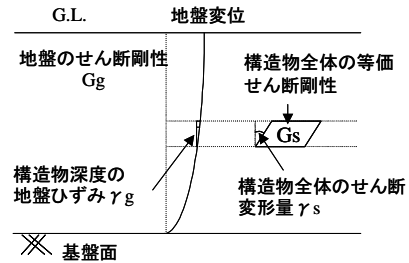


図-1 ひずみ伝達特性を用いた地中構造物のせん断変形量の推定法¹⁾

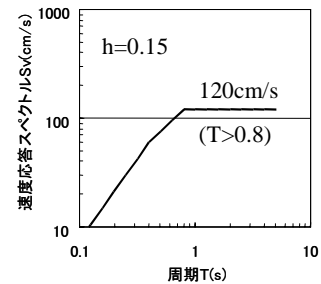


図-2 速度応答スペクトル

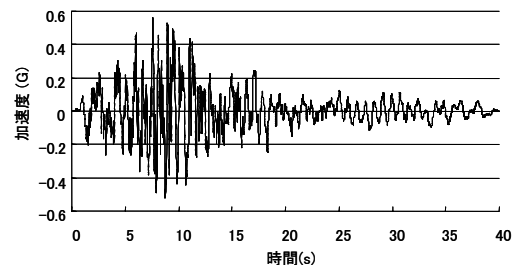


図-3 基盤面での入力地震動

$$T_s = \frac{4H}{V_s} \quad (2)$$

ここに、 H_c ：地表面からの構造物中心までの深さ、 H ：表層地盤の厚さ、 S_d ：基盤面入力地震動の変位応答スペクトル、 T_s ：表層地盤の基本固有周期、 V_s ：表層地盤のせん断波速度である。なお、 S_d の減衰定数は、図-3に示す地震動に対する $V_s=200\text{m/s}$ 程度までの砂質土地盤のひずみレベルに対応するものとして0.25を用いている²⁾。

3. 解析結果 $H=20,30,40\text{m}$ の場合の V_s と $\gamma_g(H_c)$ の関係を図-5に示す。 V_s が大きくなるにしたがって、 $\gamma_g(H_c)$ が小さくなる。また、 V_s が同じ条件では H が小さい方が $\gamma_g(H_c)$ が大きい。

V_s と共同溝のせん断変形量 γ_s の関係を図-6に示す。 $H=20,30,40\text{m}$ の場合にそれぞれ、 $V_s=50,75,100\text{m/s}$ 付近において γ_s が最大となる。地盤のせん断剛性 G_g が大きいほど、または、構造物深度の地盤ひずみ γ_g が大きいほど γ_s は大きくなるが、同一の入力地震動条件では、図-5に示したように V_s が大きくなると $\gamma_g(H_c)$ が小さくなるため、 G_g と γ_g の大小により γ_s が最大となる V_s が存在すると考えられる。また、図-6に示す γ_{su} は、単純支持モデルの非線形骨組み解析において部材が初終局に達した時のせん断変形量であり、今回行った条件では、 V_s が25～300m/sの範囲で変化しても $\gamma_s < \gamma_{su}$ となる。

また、 T_s と γ_s の関係を図-7に示す。 $H=20,30,40\text{m}$ とも $T_s=1.6\text{s}$ 付近において γ_s が最大となる。 H の変化により γ_s が最大となる V_s は変化するが、 T_s と γ_s の関係で見れば、 H によらず γ_s が最大となる一定の T_s が存在することがわかる。

4. まとめ レベル2地震動が作用した場合の共同溝横断面の応答せん断変形量に対する地盤剛性および表層地盤厚の影響について検討した。兵庫県南部地震クラスの基盤地震動を仮定した本解析例では、層厚20,30,40mの場合にそれぞれ、せん断波速度50,75,100m/s付近で共同溝のせん断変形量が最大となるが、単純支持モデルの非線形骨組み解析から得られる部材の初終局同時のせん断変形量と比較して必要な変形性能を有していることがわかった。また、表層地盤の基本固有周期と共同溝のせん断変形量の関係で見ると、層厚によらずほぼ同じ固有周期でせん断変形量が最大となることがわかった。

参考文献 1)西岡勉，運上茂樹：ひずみ伝達特性を用いた地中構造物のせん断変形量の推定，土木学会論文集(投稿中)，2)西岡勉，運上茂樹：1次せん断振動モデルを用いた地表面最大応答変位の推定法の検討，土木学会第56回年次学術講演会講演概要集 -A353，2001.10

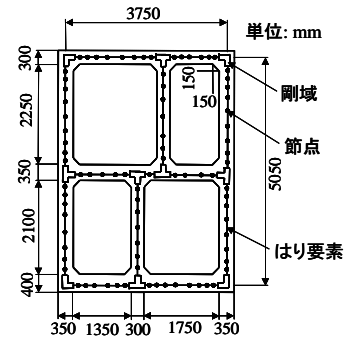


図-4 2層2室共同溝の横断面図と骨組みモデル

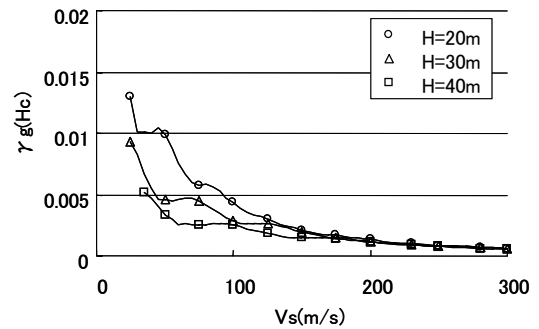


図-5 V_s と $\gamma_g(H_c)$ の関係

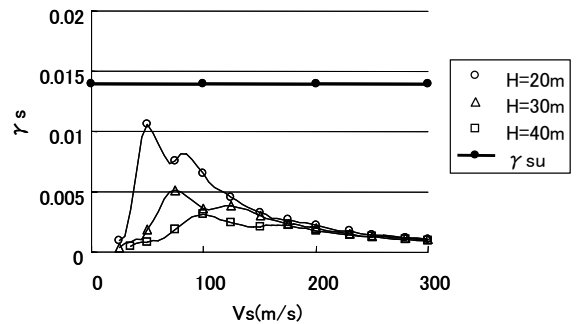


図-6 V_s と γ_s の関係

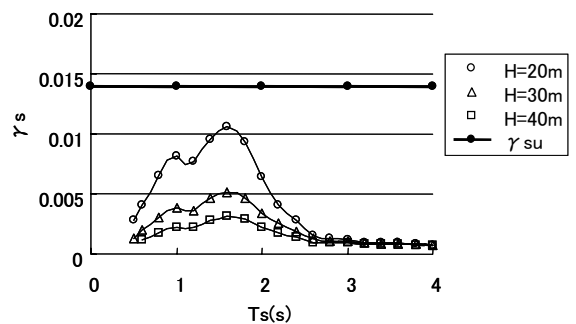


図-7 T_s と γ_s の関係