

地盤物性の空間的ばらつきが地中構造物の地震時応答に与える影響の検討 (相関距離による変化)

大成建設株式会社 正会員 ○坂下 克之
大成建設株式会社 正会員 畑 明仁
大成建設株式会社 フェロー会員 志波 由紀夫

1. はじめに

筆者らがこれまで行ってきた、地盤物性の空間的ばらつきを考慮した地中構造物の地震時応答評価¹⁾においては、地盤物性は区分した各層で独立に変動させてばらつきを与えていたが、本論文では地盤物性のばらつきに相関距離を考慮し、相関距離の値が構造物の応答に与える影響を検討した。

2. 評価条件

図-1 に対象構造物の解析モデルを示す。入力地震動は、コンクリート標準示方書に示されるレベル2地震動(内陸型)の振幅を2倍にした波形(MAX. 1499.3Gal)の主要動3.0秒間を、解析モデル下面における2E波として定義する。応答のばらつきの要因は地盤のS波速度 V_s とし、平均値300m/s、対数標準偏差0.10の対数正規分布に従うものとする。

評価する応答は構造物の層間変形角と部材せん断力とし、いずれも最大層間変形角発生時刻(変形の方法は

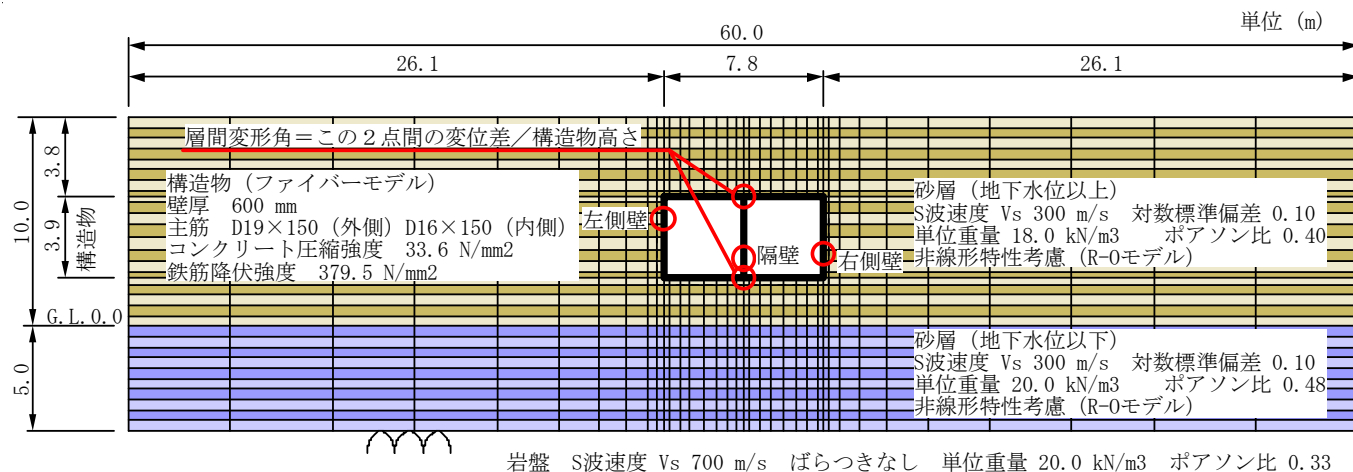


図-1 解析モデル

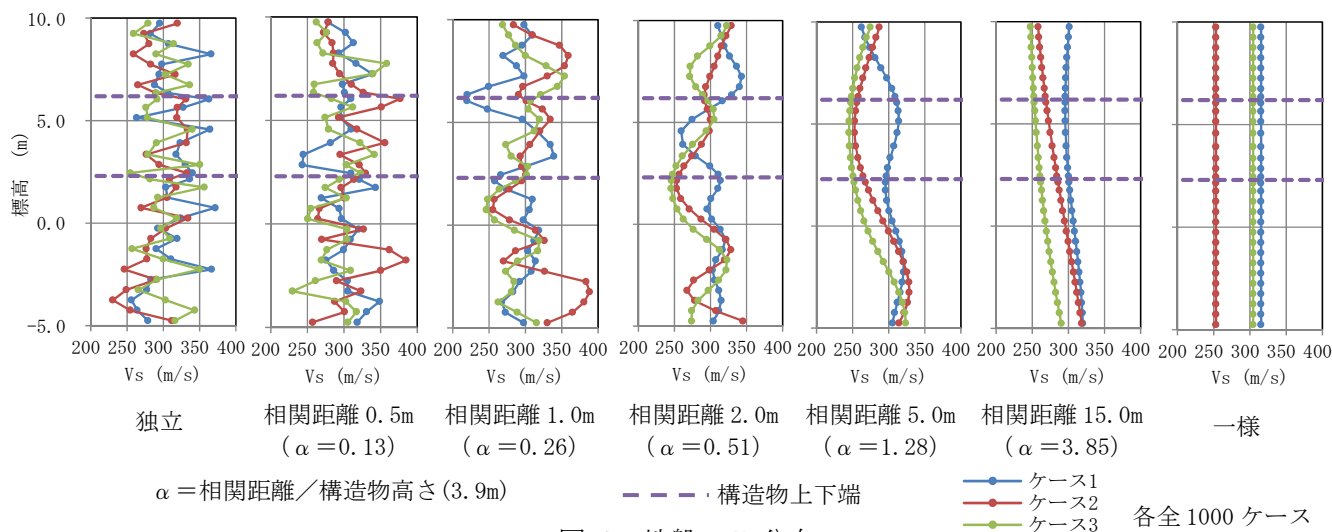
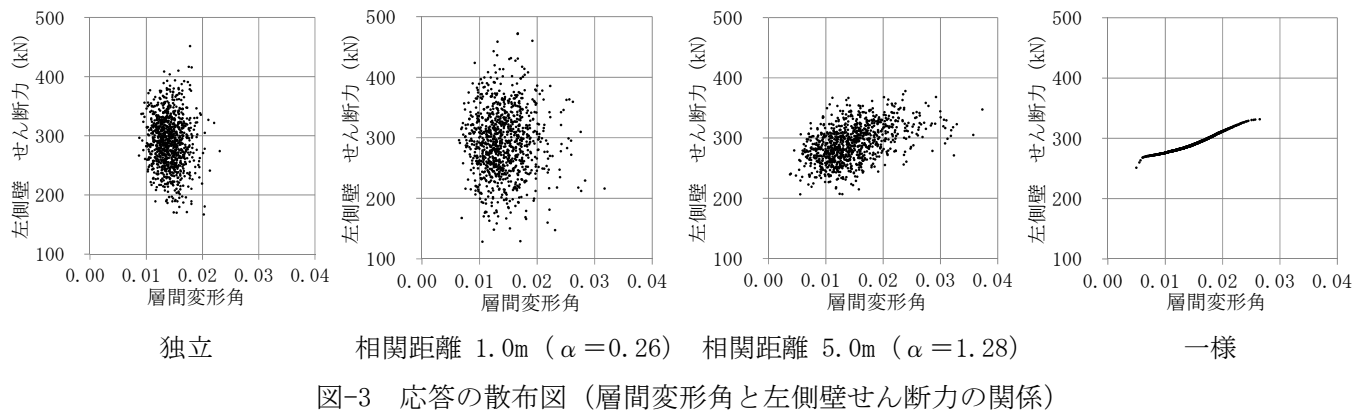


図-2 地盤の V_s 分布

キーワード 地中構造物, モンテカルロシミュレーション, 相関距離, 動的非線形解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター TEL 045-814-7230



左向き)の値を評価する。地盤に接する部材については、分布荷重を受ける部材として等価せん断スパンを考慮した照査過程における照査位置のせん断力を評価する。

図-1で約0.5m毎に区分された各層で、地盤の V_s を所定の対数正規分布に従うようにランダムに変動させてモンテカルロシミュレーションを実施する。その際、ばらつきの相関距離を「独立」「0.5m」「1.0m」「2.0m」「5.0m」「15.0m」「一様」の場合を設定し、それぞれ1000ケースの解析を実施して応答を評価する。 V_s の分布形状の与え方は、自己相関関数 $\tau(y) = \exp(-(y/d)^2)$ (ここに、 y :鉛直方向距離 d :相関距離)に従う分布をフーリエ級数表示による確率場を利用して設定する方法²⁾による。図-2に各相関距離における V_s の分布例を示す。本検討で V_s をばらつかせるのは鉛直方向のみであり、水平方向には一様すなわち成層地盤とする。

3. 評価結果

図-3に、層間変形角と左側壁せん断力の応答の散布図を示す。相関距離の変動に伴い層間変形角およびせん断力のばらつきが増減する様子がわかる。両者の関係については、相関距離が各層独立から2.0m($\alpha = 0.51$) (ここに α :相関距離/構造物高さ)までは相関がみられないが(図-3では省略)、相関距離が5.0m($\alpha = 1.28$)あたりから相関が見られるようになり、一様の場合には層間変形角とせん断力は1対1対応となる。

図-4に、 α と応答のばらつき(対数標準偏差)の関係を示す。独立のケースと一様のケースは図示の便宜上それぞれ $\alpha = 0.038$ (今回の解析モデルの地層区分高さで各地層間がほぼ独立となる相関距離)と $\alpha = 100$ の位置にプロットしてある。同図より、構造物の層間変形角と側壁せん断力とでは、ばらつきが大きくなる相関距離が異なり、それぞれ $\alpha = 1.28$ 付近、 $\alpha = 0.26$ 付近でばらつきが最も大きくなる。これは、筆者らは既往の検討¹⁾で、「層間変形角のばらつきが大きくなるのは、構造物位置とその上下の地盤剛性にコントラストがある場合」「側壁のせん断力のばらつきが大きくなるのは、構造物の上半分と下半分の地盤剛性にコントラストがある場合」という知見を得ており、それぞれの地盤条件が再現されやすいのが $\alpha = 1.28$ および $\alpha = 0.26$ のときであるため、と考えられる。隔壁のせん断力はいずれの相関距離の場合ともばらつきは小さい。

参考文献

- 1) 坂下, 畑, 志波: モンテカルロシミュレーションによる地中構造物の地震時損傷確率評価および評価手法の簡易化の検討, 第33回地震工学研究発表会, 23-D-1, 7-409, 2013.
- 2) Shinozuka: Digital Simulation of Random Processes in Engineering Mechanics with the Aid of FFT Technique, Stochastic Problems in Mechanics, University of Waterloo Press, pp.277-286, 1974.

