

Ⅲ-791

起振実験の数値シミュレーションに基づく盛土上の基礎の応答に及ぼす地盤補強の影響

東京電力(株) 飯島政義, 矢野康明
佐藤工業(株) 中村晋, 永尾浩一

1. はじめに

最近, 基礎の支持力補強工法の一つとして, 補強材を基礎下に敷設する手法の有効性が指摘され, その評価手法¹⁾も提案されている。その工法を盛土上の基礎の地震応答低減にも活用するためには, その有効性や評価手法を検討する必要がある。著者らは基礎下の地盤補強が有する動的補強効果を把握するため起振実験を行い, 補強材が基礎の地震応答低減や既に室内試験で明かにした補剛効果を有することを示した²⁾。

本報告では, まず補強地盤の動的変形解析手法を確立するため, 著者らが急勾配補強盛土の盛立て解析に用いている解析コード「STADAS」³⁾を用いて起振実験の数値シミュレーションを行い実験結果との比較を行った結果を示す。次に, 基礎下地盤補強の効果を, 基礎の根入れ深さという観点で検討を行った結果を報告する。

2. 実験概要および解析手法

1) 実験概要

実験は高さ5.0m, 勾配1:1.5の盛土上に構築した基礎(3.0×3.0×0.4)mを起振機により水平方向に加振することにより, 基礎下の地盤をポリマーグリッド系補強材で補強(基礎下0.5, 1.0mに敷設)した場合と補強しない場合について行った。その際, 起振力 $[=0.1 \times M(\text{kg} \cdot \text{m}) \times 4(\pi F)^3]$, M :起振モーメント, F :起振周波数]は基礎上での最大加速度が50gal程度づつ大きくなるように, 基礎と支持地盤の間に滑動が生じるか, 最大起振力に達するまで増加した。起振による基礎, 地盤および補強材の挙動は, 地盤中に配置した加速度計および補強材に設置したひずみゲージにより測定した。

2) 解析手法

ここで用いた解析モデルを図-1に示す。盛土材料の応力～ひずみ関係としてはDuncan-Changモデルを用いた。その初期せん断剛性は隣接地で構築した急勾配補強盛土の盛り立て過程で測定したせん断波速度⁴⁾に基づき設定した。また, 強度定数 (C, ϕ) は盛土材の平面ひずみ圧縮試験により得られたせん断ひずみと剛性低下率との関係を満たす様に設定した。補強材は既往の引張り試験よりTri-Linearの弾性バネとしてモデル化した。さらに, 転圧過程および基礎荷重により生じる補強材ひずみも考慮した。

また, 3次元的な基礎～盛土地盤の振動を2次元平面ひずみモデルでモデル化するため, 基礎内の各節点には基礎側面地盤の拘束を考慮するための地盤バネを設けた。そのバネ定数の荷重～変位関係としては盛土材料の応力～ひずみ関係と同様に双曲線モデルを用いた。そのバネ定数は, 基礎を静的に水平方向に載荷した際の荷重と変位の関係より求めた。強度定数は基礎と地盤の滑動抵抗力 (2.8 t/m^2) にコンクリートと土の動的摩擦係数0.7⁵⁾を乗じることに求めた。

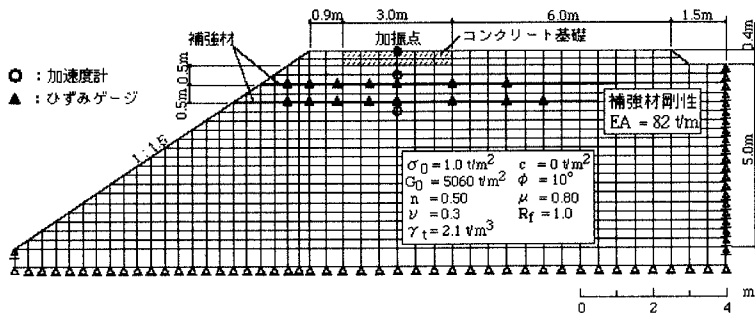


図-1 解析モデル

3. 起振実験のシミュレーション解析結果

まず, 補強地盤における基礎中心直下の最大変位分布の解析結果と実験結果の比較を図-2に示す。5.2Hzにおける基礎の変位を除き, 解析値と実験値は良い一致を示している。次に, 補強地盤での起振実験における補強材ひずみの最大値分布の解析結果と実験結果の比較の一例として起振周波数4.7Hzの結果を図-3に示す。下層の

補強材では、解析値が実験値と比較的良好な対応を示している。上層の補強材の解析値は、背面側では比較的良好な対応を示しているものの法面側では実験値の2.5倍程度と大きな値となっている。この理由の一つとして、解析的には基礎端部と地盤とが接合しているため、法面側地盤が背面側へ引っ張られることが考えられる。

4. 地盤補強効果に関する考察

基礎下の地盤補強による効果を把握するため、図4に補強、無補強地盤での起振実験における基礎最大変位を比較したものを示す。同一起振周波数すなわち同一起振力のもとでの補強・無補強地盤での基礎最大変位は、無補強地盤の場合に比べ補強地盤の場合は2割程度小さくなっている。しかし、両者における基礎周辺地盤の締め固めの程度が同一ではないことから、補強効果は定性的なものである。

補強地盤の効果を定量的に評価するため、無補強地盤上での程度の基礎の根入れ深さに相当するののかについて解析結果による検討を行った。図5に補強地盤での基礎(40cm)最大変位に対する無補強地盤における基礎根入れ深さ40cm、65cmの基礎最大変位の比と根入れ深さの関係を示す。図より根入れ深さ40、65cmとした基礎の変位は、補強地盤上の基礎の変位のそれぞれ1.05、0.85倍であることが分る。この2点の内挿により、実験で行った補強材の効果は基礎の根入れ深さを40cmから47cmに増すことと同程度であることが分る。

5. あとがき

既に著者らが急勾配補強盛土の変形挙動解析に用いた解析手法は、補強地盤の動的な変形挙動の評価にも有効であることが明かとなった。さらに、基礎下の地盤補強は基礎の動的応答を抑制する効果があることが分った。その効果を基礎の根入れ深さに換算すると、この実験で用いた補強材の敷設では、根入れ深さを2割程度増加させることが分った。

今後、地震応答においてもここで得られたと同様な補強効果が得られるか否かの検討を行う予定である。本実験で用いた起振機は電力中央研究所より借用したものであることを記し、感謝にかえさせていただきます。

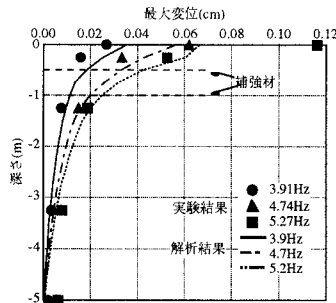


図-2 補強地盤での解析と実験による最大変位分布の比較

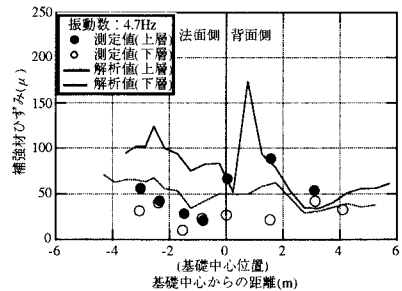


図-3 補強地盤による補強材ひずみ分布

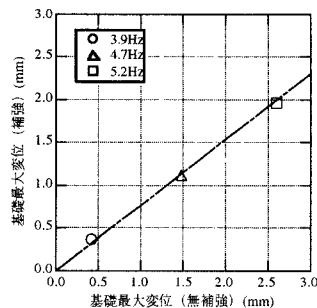


図-4 補強・無補強地盤での基礎最大変位の比較

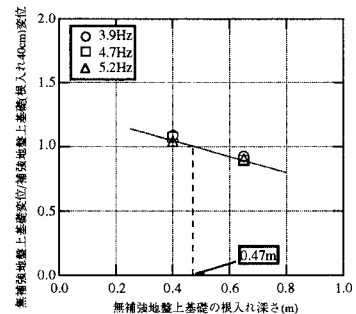


図-5 地盤補強による基礎の根入れ効果

参考文献

- 1) 黄景川, 龍岡文夫, 金属ストリップで補強した砂地盤の破壊機構と設計方法, 第23回土質工学研究発表会, p. 2181~2184, 1988, 2)
- 矢野康明他, 支持力補強された基礎および地盤の動的応答特性, 第30回土質工学研究発表会, 1995(投稿中), 3)
- 吉田望, 辻野修一, 有効応力に基づく総合地盤解析プログラム「STADAS」の開発, 佐藤工業(株)技術研究所報, NO. 18, p. 107~124, 1992, 4)
- 矢野康明他, ジオグリッドを用いた急勾配補強盛土の変形挙動解析, 第30回土質工学研究発表会, 1995(投稿中), 5)
- 土山茂希, 中村晋, 実験に基づいた洞道~地盤間の地盤バネ定数に関する研究, 土木学会論文集No471/I-24, p. 105~114, 1993