

MSC/NASTRAN を用いた補強盛土の動的解析の試み

豊橋技術科学大学 学生会員 寺井 政隆
同上 正会員 河邑 眞

1. はじめに

土地造成や道路、鉄道建設においてテールアルメをはじめとする補強材を用いた盛土の築造が多くなってきている。盛土については一般に、設計および施工が良好に行われれば地震時でも大規模な破壊に至ることはないといわれており、補強盛土についてはさらに地震による被害は少なく耐震性に優れた構造物として認知されている。しかしながら、盛土規模が大きくなると破壊に至らずとも残留変位が生じ、機能に支障をきたすことが懸念される。そこで、兵庫県南部地震で実際に被害のあった補強盛土をモデル化し、汎用構造解析プログラムの MSC/NASTRAN を用いて補強盛土の地震時の動的挙動について解析を試みた。

2. MSC/NASTRAN での地震応答解析

(a)解析モデルの作成

本研究で用いたモデルは、神戸市垂水区の星が丘南公園造成用テールアルメ盛土を参考にしてモデル化した。被害の状況はテールアルメの機能を失するものではないが、壁面に数 cm から 10 数 cm の残留変位が見られた。解析モデルの寸法は実際の盛土と同様に、壁高 4.5m、壁面積 162.7 m² の L 字型の盛土形態としており、全体のイメージ図を Fig.1 に示す。補強材にはリブ付きストリップとして厚さ 5mm、幅 60mm、長さ 5m の一般構造用圧延鋼材(JIS G 3101)を使用した。壁底面より高さ 0.4m、1.15m、1.9m、2.65m、3.4m、4.15mでの 6 層で、側面には 0.75m 間隔で壁面にあわせて L 字型となるように合計で 272 本配置した。壁面材は縦横の呼び寸法が 1.5 m×1.5m の十字形をした厚さ 15cm のコンクリートスキンを使用し、1 枚の壁面材に 4 本の補強材が結合するように配置した。裏込め土は乾燥した豊浦標準砂を使用した。

(b)解析条件の設定

本研究で用いたモデルは、X 方向と Z 方向の 2 方向に向かって補強材が配置されている L 字型の形状

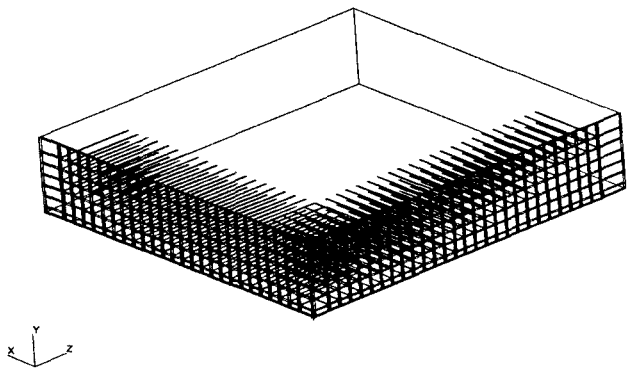


Fig.1 モデルのイメージ図

をしている壁面であるので、立体的な解析が求められる。また、土の弾塑性特性や各部材間のすべり摩擦といった非線形性も考慮しなければならないため、3 次元弾塑性動的解析を行なう必要がある。よって解析に使用する MSC/NASTRAN の解析種別としては、非線形過度応答解析であり、解析コードは SOL129 となる。

使用部材の特性として地盤材料を弾塑性体とし、補強材および壁面材は線形弾性体とした。地盤材料の構成測は、Mohr-Coulomb の降伏基準を用いた。要素は補強材を 1D 要素の BEAM 要素とし、壁面材、裏込め土、地山を 3D 要素の HEX8 要素とした。1 D 要素の補強材と 3 D 要素の壁面材との固着結合部分については RSSCON コマンドを用

いることにより、補強材の回転自由度をそのまま壁面材の並進自由度に置きかえられるようにした。各部材の材料定数を Table.1 に示す。実際の現地地盤は傾斜地になっているため、地山の要素についても考慮している。

Table.1 部材の材料定数

	弾性係数 E (kN/m ²)	ポアソン比 ν (-)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	内部摩擦角 φ (°)	粘着力 C(kN/m ²)
盛土	1.9×10 ⁴	0.4	1.58	35	0
地山	9.8×10 ⁵	0.4	1.90	35	0
補強材	2.1×10 ⁷	0.345	2.64	—	—
壁面材	2.1×10 ⁶	0.345	2.40	—	—

部材間の摩擦については、壁面と裏込め土の間と、補強材と裏込め土の間にスライドラインを作成してから GAP 要素として静止摩擦係数 0.8 を入力した。拘束条件として底面と左右の背面を 3 方向に固定した。

入力地震波は Fig.2 のような兵庫県南部地震の実波形とその 2 倍程度の加速度を持つ大地震動を水平方向(X 方向)に入力した。これは実際の被害状況の検証と終局破壊に対しての耐力を確認するためである。

入力地震波データや有限要素のメッシュデータといった解析条件の設定には MSC/PATRAN を用いて行なった。

3. 結果と考察

(a)実波形入力

兵庫県南部地震で実際に盛土周辺で観測された地震波を入力した解析結果のうち、壁面の水平変位が最大であった地点の各高さでの水平変位の時間履歴を Fig.3 に示す。また、これらの点での加速度についての結果は Fig.4 のとおりである。これらの結果より壁面の水平変位は壁面が高くなるにしたがって大きくなっていることがわかる。加速度についても、壁高が高いほど加速度が大きくなる結果となった。

(b)大地震入力

同じモデルで補強盛土の終局耐力に対しての解析を行なった。入力地震波は Fig.2 に示す兵庫県南部地震の地震波の 2 倍した値を加速度として入力した。解析結果として Fig.5 には、上記の場合と対応するため同じ地点での水平変位を示している。実波形入力の場合と比較すると、最大水平変位量は 3 倍近くとなっているが、壁高による変位の違いはあまり現れなくなっている。これは、補強材による変位の抑制効果がさらに働いたためであろうと考えられる。このことから、補強盛度は大地震に対して高い耐震性を持っている可能性があると考えられる。

ただし、今回の研究では計算上の制限で盛土の残留変位についての結果および盛土の安定性との関連が得られなかったため、今後はこれらの点についてさらに明確にしていく必要がある。

4. 参考文献

日本テールアルメ協会：兵庫県南部地震テールアルメ盛土調査報告書（平成 7 年 4 月）

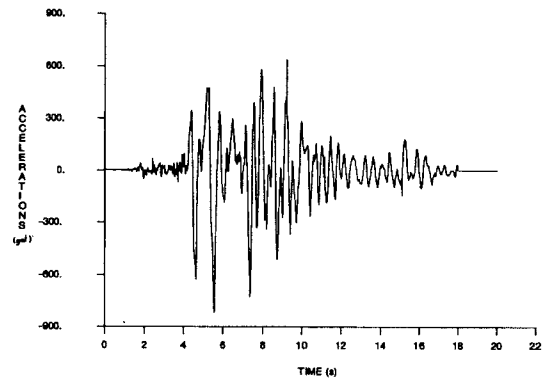


Fig.2 入力地震加速度の時刻歴

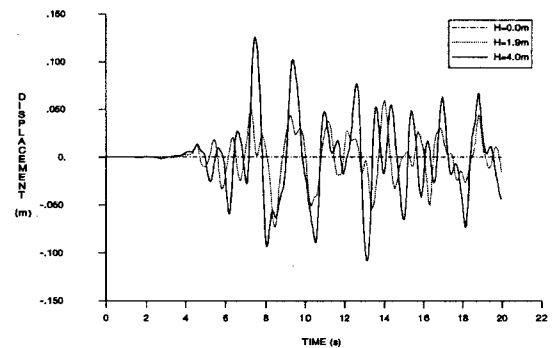


Fig.3 壁面変位(実波形)

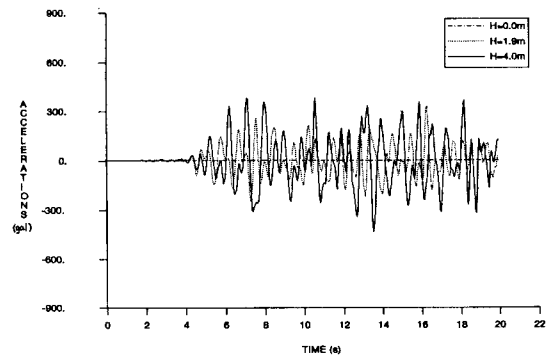


Fig.4 壁面加速度(実波形)

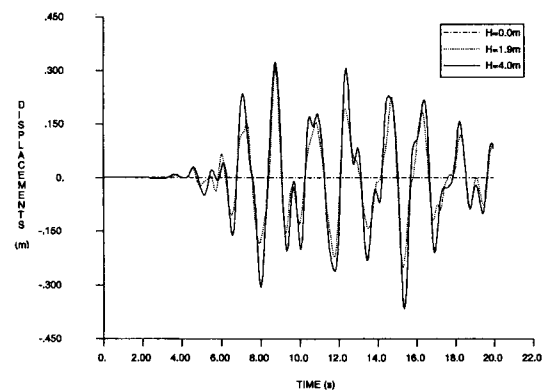


Fig.5 壁面変位(大地震)