

神戸大学都市安全研究センター 正会員 沖村 孝
神戸大学都市安全研究センター 正会員 鳥居 宣之
神戸大学大学院 学生員 綿 健太郎
神戸大学工学部建設学科 学生員 ○小役丸 治男

1. はじめに

従来、地震による被害の大きさや安定性の評価を行うための指標として、地震力を静的な慣性力とすることにより破壊・非破壊の評価をすることが行われてきた。しかし、近年地震後に残留する変位量であるすべり変位量に着目し、変位量により被害の発生の有無を判断する方向性が模索されている。そこで、本報では残留変位量計算方法の1つである Newmark 法に着目し、入力地震動および盛土の周期特性が変位量に及ぼす影響についての考察を行う。また、動的弾完全塑性 FEM¹⁾ (以下、FEM と称する) を用いて Newmark 法と同様のモデル斜面において解析を行ない、その結果を正解値として Newmark 法の結果と比較した。

2. 解析モデルと入力物性値

解析対象とした勾配 1 : 2、盛土高 10m のモデル斜面を図-1 に、解析に用いた入力物性値を表-1^{2), 3)} に示す。モデル斜面には盛土基盤も盛土材料と同じとした 1 層モデル、盛土の下に固い基盤を設けた 2 層モデルの 2 種類を用いた。ここで、2 種類のモデルを用いることにより、盛土基盤の土質の違いによる影響を見た。また、入力地震波は FEM には最大振幅 300gal の正弦波を 10 波底面に与え、Newmark 法には FEM により求めた等価応答加速度を入力した。Newmark 法に用いたすべり円弧は、簡易 Bishop 法により安全率が 1 となるすべり円弧を用いた。

系全体の固有周期は、周期の異なる同じ振幅の正弦波を数波ずつ入力し、地盤上面における応答加速度の最大振幅が最も増幅している周期とほぼ同値であると考えられる。そこで、盛土の固有周期を調べるために、境界条件および変位の影響が少ないと考えられる盛土基盤および盛土上面の中央付近の 2 点、P 1、P 7 の加速度振幅の最大値を FEM により算定し、図-2 に示した。図-2 より 1 層モデル

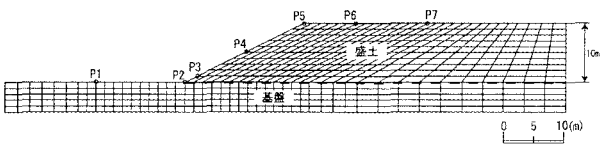


図-1 モデル斜面

表-1 解析に用いた物性値

	ϕ (deg)	ψ (deg)	E (kN/m ²)	ν	c (kN/m ²)	γ_t (kN/m ³)	α	β
盛土 (1, 2層モデル)	25	15	19208.0	0.39	10.0	17.0	0	0.02
基盤 (1 層モデル)	25	15	19208.0	0.39	10.0	17.0	0	0.02
基盤 (2 層モデル)	30	12	500000.0	0.20	400.0	23.0	0	0.02

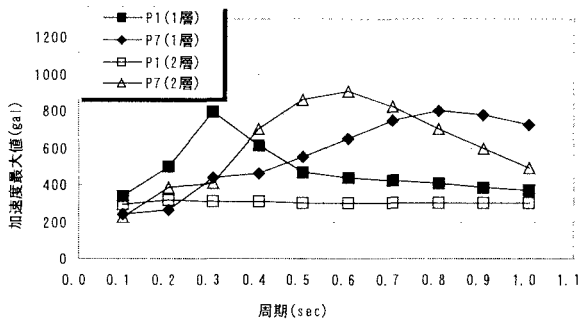


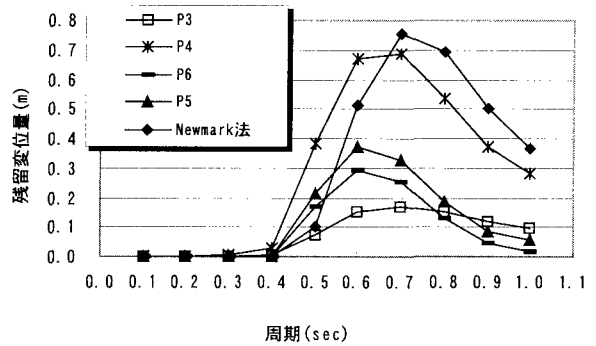
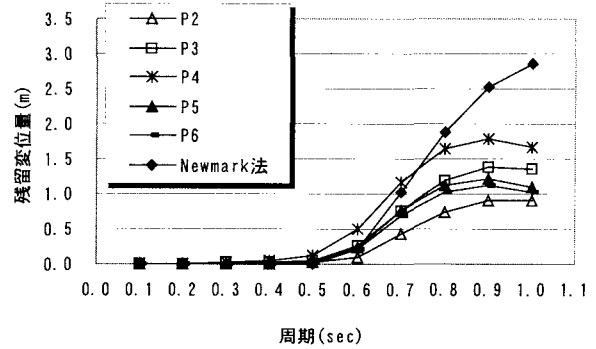
図-2 応答加速度の最大振幅

の系全体の固有周期は 0.8 秒付近、盛土基盤の固有周期は 0.3 秒付近であることが分かる。また、2 層モデルの系全体の固有周期は 0.6 秒付近であることが分かるが、盛土基盤の明確な固有周期は見出せなかった。これにより、系全体の固有周期は盛土の下に盛土基盤が固い方 (2 層モデル) が小さくなる事が分かる。

Takashi OKIMURA, Nobuyuki TORII, Kentaro WATA, Haruwo KOYAKUMARU

3. Newmark 法およびFEMによる変位量算定

図-3にNewmark法およびFEMにより求めた周期ごとの残留変位量を示す。1層モデルにおいて図-3(a)より、Newmark法は、系全体の固有周期付近である周期0.7、0.8秒において、斜面中腹(P4)の残留変位量に非常に近い値を示していることが分かる。法尻(P3)、法肩(P5)、盛土上面(P6)の残留変位量に対しては、系全体の固有周期より短い周期である0.6、0.7秒において、非常に近い値を示している。しかし、固有周期以上の周期の場合、FEM以上の変位量を算出しており、周期0.9、1.0秒においては過大評価とも判断できる値となっている。また、盛土基盤の固有周期が残留変位量に及ぼす顕著な影響は見られなかった。2層モデルでは図-3(b)より、Newmark法は系全体の固有周期より大きな周期で振動する場合、斜面中腹(P4)の変位量を良好に予測している。法尻(P3)、法肩(P5)、盛土上面(P6)の残留変位量に対しては系全体の固有周期か、それより小さい周期である周期0.6、0.7秒において近い値を示している。また、図-2、図-3より系全体の固有周期は盛土の下で盛土基盤が固い方が小さくなり、固有周期に近い周期で振動するとき残留変位量は、やわらかい盛土基盤の盛土より小さくなることが分かった。



(b) 2層モデル

図-3 周期ごとの残留変位量

4. まとめ

本報により得られた結果を以下に列挙する。

- ・系全体の固有周期は盛土の下で盛土基盤が固い方が小さくなり、固有周期に近い周期で振動するとき残留変位量は、やわらかい盛土基盤の盛土より小さくなることが分かった。
- ・Newmark 法は、系全体の固有周期よりかなり小さい周期で振動する場合過小評価となる
- ・系全体の固有周期よりかなり小さい周期で振動する場合、他の周期に比べ残留変位量に対する影響が少ない。
- ・Newmark 法は系全体の固有周期に近い周期もしくは、それより大きい周期で振動する場合、変位量を良好に示す傾向にあるが、系全体の固有周期より大きな周期で振動するときに過大評価となる可能性もある。

【参考文献】

- 1) 若井明彦：地盤振動の基礎理論と3次元動的弾完全塑性 FEM，実務で役立つ FEM 講習会テキスト②，pp. 26-65，1998.
- 2) 山本彰ら：地震時における傾斜基盤層上斜面の不安定化要因と対策工の評価，大林組研究所報，No. 59，pp. 75-82，1999.
- 3) 石井武司：三次元弾塑性 FEM，実務で役立つ FEM 講習会テキスト①，pp. 23-25，35-37，1998.