

第 部門

個別要素法による補強斜面の地震時安定性

関西大学 学生会員 ○片岡 謙一
 関西大学工学部 正会員 西形 達明
 関西大学大学院 学生会員 畔上 慧

1.はじめに

現行の切土補強工法では、耐震設計については基本的に行なわないものとしているが、これは現時点において補強土構造物に地震災害がほとんどないか、非常に軽微であることによる。しかし、将来起こりうる地震動に対する安定性を検討しておくことは、大変重要なことであると考えられる。さらには安定性のみならず地震時の補強斜面の変形性能についても考える必要がある。そこで本研究では、個別要素解析によって地震時の補強斜面の変形性能について検討を行うことにする。

2.解析条件

図-1 に 2 次元個別要素解析に用いた斜面モデルを示す。まず、高さ 15m、横 20m の長方形領域をもつ均一地盤を作成した。そこから、図に示すように高さ 10m、のり角度 80° に掘削することによって切土斜面を作成し、同時に補強材を挿入した後、常時の変形を解析した。続いて、モデルの側壁と底面に正弦波を与えることで動的解析を行なった。表-1 に計算に用いた地盤の物性値を示し、表-2 に補強材の設置条件を示す。

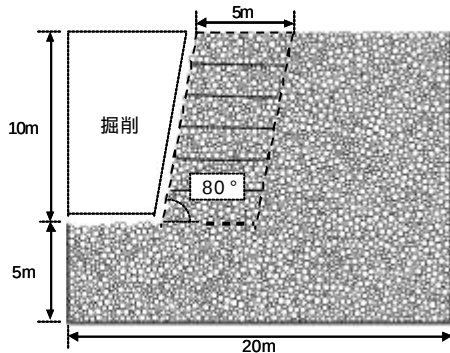


図-1 補強斜面モデル

表-1 地盤の物性値

γ 単位体積重量(kN/m^3)	22.1
ϕ 内部摩擦角($^\circ$)(粒子間摩擦力)	37
c 粘着力(kN/m^2)(粒子間粘着力)	5
粒径(m)	0.01 ~ 0.2

表-2 補強材

長さ(m)	5
本数	3, 5, 7, 8

3.解析結果

まず、常時の場合の補強材挿入断面における斜面高さ方向の水平変位量($\delta h/H(\%)$; H は斜面高さ)の分布を図-2、図-3 に示す。これより、補強材本数の増加に伴い水平変位量は減少しており、補強材の変形拘束効果が発揮されていることがよくわかる。また、図-2 に示すように補強材本数が少ない場合には、補強材間の水平変位量が局所的に大きくなっていることがわかる。しかし、補強材本数が多い場合(図-3)、図-2 のような局所的な変形は見られなくなり、水平変位分布は一様に小さくなっていることがわかる。また、図-3 に見られるように7本以上の本数になると、水平変位量の変化はほとんど見られなくなる。これは補強効果が飽和状態に達したことを示している。これより、補強材が7本以上になると、変形拘束効果が十分発揮されて補強領域が疑似擁壁化したと考えてよい。

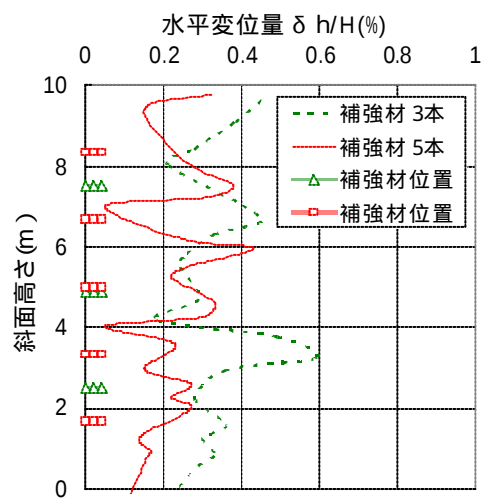


図-2 斜面高さと水平変位量の関係

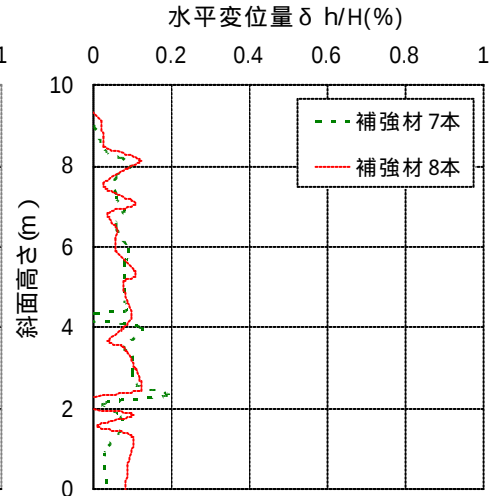


図-3 斜面高さと水平変位量の関係

次に、計算に使用した地震動に関するパラメータを表-3に示す。この加振後の水平変位量と斜面高さの関係を図-4、図-5に示す。図-4より補強材本数が少ない場合には、擬似擁壁化がなされていないため、地盤材料の抜け出しが生じて補強材間の水平変位量が著しく増加している。一般的に剛なのみ面工は安定に寄与するところが大きいことが知られている²⁾。したがって地震時の安定性のためには剛性の高いのみ面工を考える必要がある。一方で、常時において擬似擁壁化したと定義した補強材本数が7本と8本の場合の変位量が依然として小さくなっており、地震時の安定性が非常に高いことがわかる。のみ尻部に若干の変形が見られることから、地震時の対策を考える場合にはのみ尻の強化対策が必要である。

表-3 振動に関するパラメータ

最大化速度(gal)	200
最大速度(m/s)	0.16
振動数(Hz)	2
波数	20

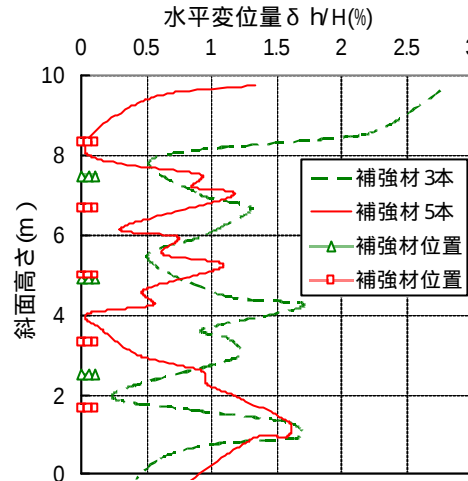


図-4 斜面高さと水平変位量の関係

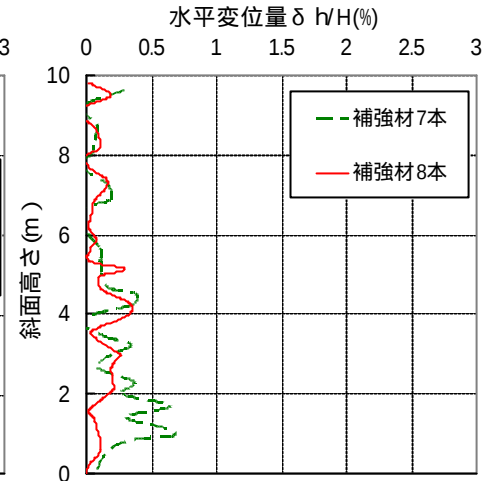


図-5 斜面高さと水平変位量の関係

次に、常時と地震時の斜面高さ方向の水平土圧分布を図-6

と図-7に示す。図-6より常時では、全体的に補強材本数が多い程水平土圧が大きくなっているが、いずれの場合も主動土圧状態には達していないことがわかる。しかし、図-7より地震時には補強材本数が少ない場合(3本と5本)は、水平土圧が大きく主動土圧側に移行していることがわかる。一方で、常時において擬似擁壁化するような補強材本数(7本と8本)では水平土圧は全体的に静止土圧に近い状態に維持されている。これより擬似擁壁化に至るような補強材を設置すれば、地震時においても変形拘束効果が維持され、良好な安定性を保つことが明らかとなった。

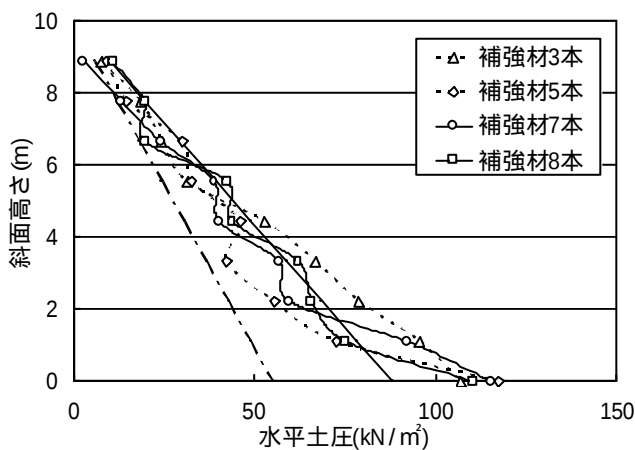


図-6 斜面高さと水平土圧の関係(常時)

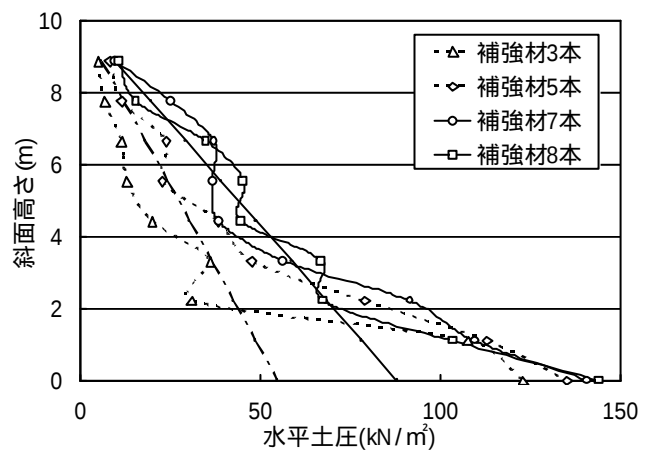


図-7 斜面高さと水平土圧の関係(加振時)

4. まとめ

常時で補強領域に擬似擁壁化がみうけられる補強斜面では、地震時においても変形拘束効果が十分に発揮され安全である。

5. 参考文献

- 1) 2) 日本道路公団：切土補強土工法設計・施工指針，pp23-60，2002
- 3) 守屋 喜久夫：新編地震災害と地盤・基礎，pp. 1-27，鹿島出版会，1994