

補強材で補強した省力化軌道用盛土の地震時変形量に関する試算

日本鉄道建設公団 正会員 ○青木一二三
 正会員 米澤 豊司
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 館山 勝
 正会員 小島 謙一
 (株)複合技術研究所 正会員 堀井 克己

1. はじめに

鉄道盛土の耐震対策には補強盛土工法が有効であるが、スラブ軌道が前提の省力化軌道用盛土¹⁾については、その許容変位量が通常盛土に比べ、より厳しい制限を受けるために、どのような補強方法が効果的であるかが重要な課題になっている。そこで、本研究は、補強材の配置方法に着目し、省力化軌道用盛土のL2地震動に対する耐震対策の設計資料を得ることを目的として、盛土の地震時変形解析を行い、許容変位量を満たすために必要な補強材の配置方法を、盛土高さや地盤種別に対して検討したものである。

2. 計算条件

盛土形状は標準的な新幹線盛土とした。盛土高さは、 $H=3, 6, 9\text{m}$ とし、天端幅は 10.2m とした。軌道荷重は、 15kN/m^2 とし、計算上は盛土高さに換算した。盛土のり面勾配は、 $1:1.5$ で検討した。

地盤種別²⁾は、G0, G1, G2, G3地盤とした。地震波形は、この地盤区分に応じた地表設計地震動とした。ただし、G2, G3地盤については、土構造用波形³⁾G2f3, G3f3を使用した。盛土材土質¹⁾は、土質①を良好な砂・砂礫、土質②を一般の砂・砂礫とした。層厚管理材(地震時設計破断強度 $T=2\text{kN/m}$)、全幅補強材(地震時設計破断強度 $T=30, 60\text{kN/m}$)の配置パターンA~Dと臨界すべり面を、図-1に示す。ここで、上部盛土とは、盛土天端から 3m までといい、 3m 以下の部分を下部盛土という。(a), (d)については、上部盛土、下部盛土ともに、等間隔に補強材を配置し、(b), (c), (e)については、上部盛土は密に、下部盛土は粗い間隔で配置した。

盛土の地震時変形量として、盛土の土塊の滑动による変位量と、盛土体の揺すり込み沈下量を考慮した。また、省力化軌道用盛土は良好な支持地盤上に設置されるので、支持地盤の沈下量は、考慮していない。

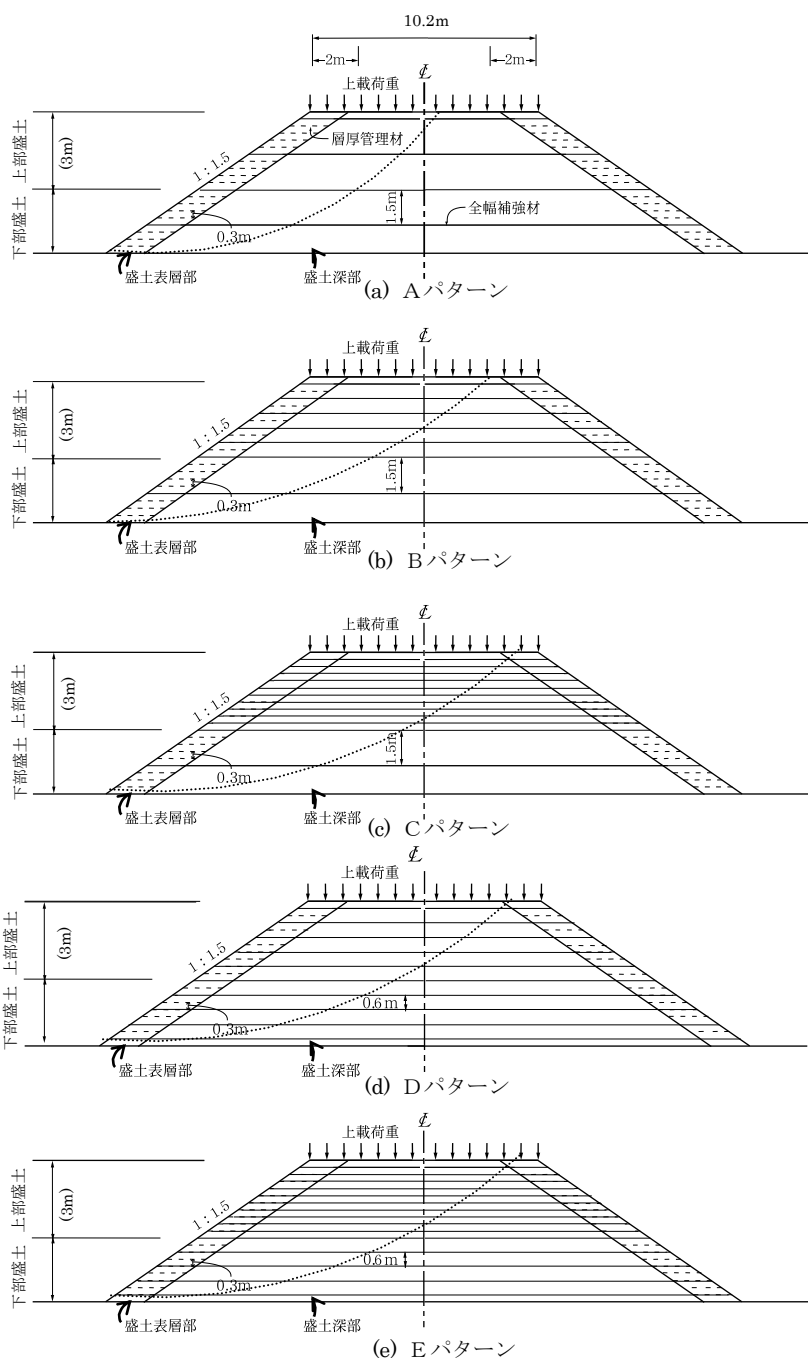


図-1 補強材配置パターンと臨界すべり面

盛土の滑動変位量の算出には、破壊形態を円弧すべりと仮定した Newmark 法⁴⁾を用いた。臨界すべり面は、 k_{hy} :安全率 $F_s=1.0$ になるときの降伏震度の場合とし、このすべり面に対して、地表面設計地震動を外力として線形加速度法により変形量を算出した。盛土体の揺すり込み沈下量は、盛土材土質に応じて、最大加速度に対する沈下量¹⁾を参考に求めた。

3. 計算結果

図-2, 3に、全幅補強材強度 $T=30kN/m$ の場合の盛土高さの変形量の関係を、地盤種別ごとに示す。盛土の許容変形量は暫定的に $50mm$ にして、必要補強方法を求める。盛土材の土質①で、 $H=9m$ 、地盤区分 $G2f3$ の場合は、Bパターンの配置になるが、それ以外は、Aパターンでよい。土質②で、 $H=9m$ 、地盤区分 $G2f3$ の場合はEパターンの高密度配置が必要になる。

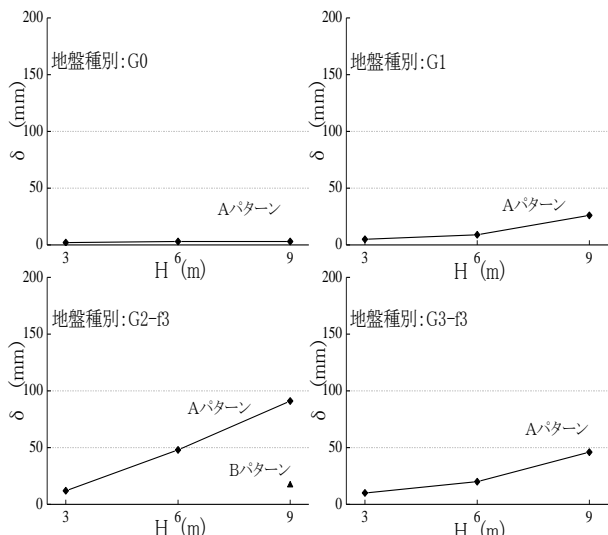


図-2 盛土高さの変形量の関係 (土質①, $T=30kN/m$)

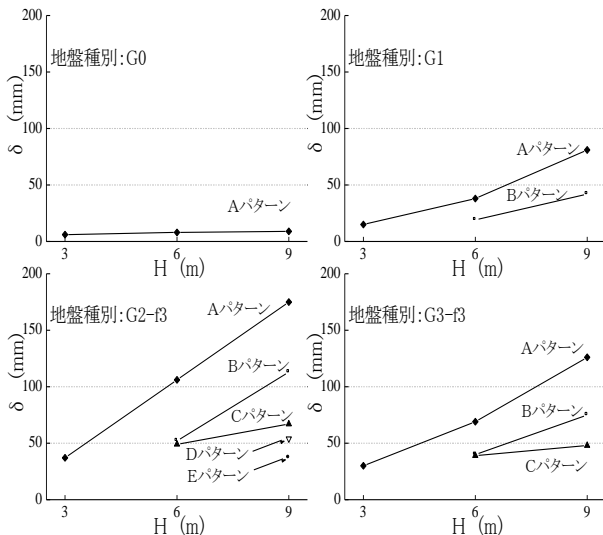


図-3 盛土高さの変形量の関係 (土質②, $T=30kN/m$)

変形量と補強材総延長の関係を、補強材強度が $T=30kN/m$ と $60kN/m$ にした結果を、それぞれ図 4, 5 に示す。補強材長を長くするにつれて、変形量は指数関数的に低下する傾向がある。土質②で地盤区分 $G2f3$ の場合は、Eパターンで $L=410m$ になるが、補強材強度を倍にしたときは、Bパターンでもよく、そのときの延長は $L=182m$ になる。この比較より、補強材強度を倍にすれば延長は 2 分の 1 を下回る 44% になるので、材料的には $44/50=12\%$ 少なくなる。材料単価や敷設施工費を考慮すれば、Bパターンの粗密配置は全体工事費の削減に有効であると考えられる。

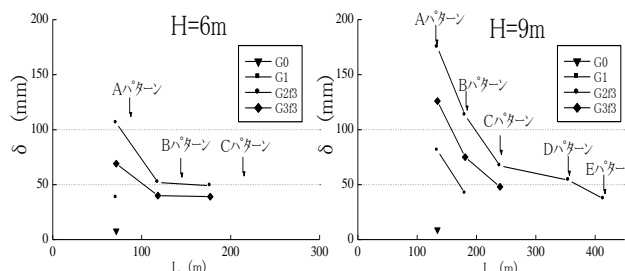


図-4 補強材 ($T=30kN/m$) 総延長と変形量の関係 (土質②)

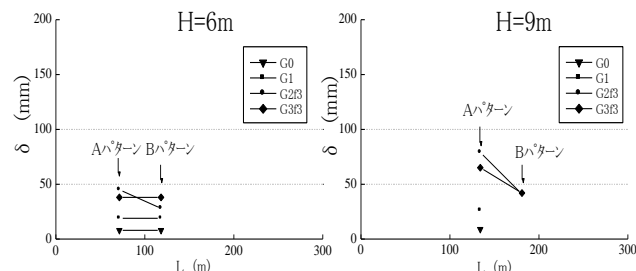


図-5 補強材 ($T=60kN/m$) 総延長と変形量の関係 (土質②)

4. おわりに

省力化軌道盛土を対象にして、土質、地盤種別、補強材の敷設配置を変えて、 $L2$ 地震時の残留変形量を算出した。その結果、地盤区分と土質別に、許容変位量を満たすために必要な補強材の配置の目安が得られたと考えられる。しかしながら、本試算に使った土質条件は一般鉄道盛土材料の使用を想定したものであるので、今後、省力化軌道としての高規格・高品質、補強材の高密度配置による拘束効果などを考慮して、より合理的な補強方法を検討する予定である。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 省力化軌道用土構造物，平成 11 年 11 月
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，平成 11 年 10 月
- 3) 館山，室野，堀井，米澤，古関，龍岡：補強土壁の地震時変形計算法における波形の影響，土木学会第 54 回年次学術講演会，pp620-621，1999.9
- 4) 堀井，浦川，田村，館山，小島：ジオシンセティックを用いた耐震補強盛土の強地震時残留変位解析，第 14 回ジオシンセティックシンポジウム，pp176-184，1999.12