

省力化軌道用盛土の地震時変形量に関する試算

(株)複合技術研究所 正 ○鴫田 由希

日本鉄道建設公団 正 中新井田靖人 青木一二三
正 米澤 豊司

(財)鉄道総合技術研究所 正 館山 勝

1. はじめに

鉄道盛土の耐震対策に面状補強材を敷設する補強盛土が提案されている。しかしながら、スラブ軌道を前提とした省力化軌道用盛土については、通常盛土に比べて、その許容変位量が小さい。そのため、どれくらいの補強対策が必要であるかが重要な課題になっている。そこで、本研究は、省力化軌道用盛土の耐震対策上の基礎資料を得ることを目的にして、盛土の地震時変形解析を行い、盛土のり面勾配、全幅補強材の強度、地盤種別など各種要因の影響を検討した。

2. 計算条件

盛土は、新幹線軌道を想定して計算を行った。盛土高さは、 $H=3m, 6m, 9m$ の3パターンとし、施工基面幅は、新幹線複線断面用¹⁾の $10.2m$ 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。図-1 に盛土断面図を示す。盛土のり面勾配は、 $1:1.5, 1:1.8$ の2 ケース検討した。また盛土のり面形状は、犬走りがない場合を標準とし、 $H=6, 9m$ の場合は、犬走りがある場合を検討した。この場合、犬走りは、上部盛土(盛土天端より $3m$)と下部盛土の境界に幅 $1.5m$ で設けた。計算に使用した地震波形は、地盤種別²⁾ ($G0\sim G3$) に応じた設計地表面波を用いた。表-1 に地盤種別を示す。ただし、ここでは、 $G2, G3$ については、バンドパスフィルターをかけて加速度波形を土構造用波形に修正した³⁾ ($G2f3, G3f3$) を用いた。また、盛土材土質¹⁾は、土質①、②とし、表-2 に各土質定数を示した。

表-1 地盤種別²⁾

地盤種別	固有周期 (sec)	地盤条件
G0	—	岩盤
G1	—	基盤
G2	~0.25	洪積層
G3	0.25~0.5	普通地盤

表-2 盛土材土質²⁾

土質区分	土の種類	単位体積重量	盛土表層部 (幅 2m)	盛土深部
土質①	粒度配合の良好な砂、レキ、硬岩ズリ	$18 kN/m^3$	$\phi = 40^\circ$ $c = 3 kN/m^2$	$\phi = 45^\circ$ $c = 6 kN/m^2$
土質②	一般の砂、砂礫	$17 kN/m^3$	$\phi = 35^\circ$ $c = 3 kN/m^2$	$\phi = 40^\circ$ $c = 6 kN/m^2$

補強材は、盛土表層部 $2m$ に層厚管理材(地震時設計破断強度 $T=2kN/m$)を、間隔 $\Delta v=0.3m$ で設置し、全幅補強材(地震時設計破断強度 $T=30, 40, 50, 60, 80kN/m$)は、 $\Delta v=1.5m$ で設置した。

盛土の地震時変形量は、ここでは、軌道の平坦性を問題としているので、盛土の沈下量を対象とした。変形量 δ は、 $\delta = S_s + S_e + S_g < S_a$ となる¹⁾。ここで、 S_s : すべり土塊の滑動による沈下、 S_e : 盛土体の揺すり込み沈下、 S_g : 地盤の揺すり込み沈下、 S_a : 軌道面での許容沈下量である。省力化軌道では、 S_g は、支持地盤条件がよいとして、考慮していない。また、 S_a は、暫定的に $50mm$ と設定した。盛土の滑動変位量は、破壊形態を円弧すべりと仮定して、Newmark 法⁴⁾により算出した。臨界すべり面は、安全率 $F_s=1.0$ (この時の震度 $k_b=$ 降伏震度) となる場合とし、このすべり面に対して、滑動変位量を算出した。盛土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⁾を参考に算出した。

3. 計算結果

図-1 に示されるように、降伏すべり面 ($F_s=1.0$ のすべり面) が、補強材強度を上げていくと盛土の深い位置に移動していくことが確認できる。地盤種別と変形量の関係 (全幅補強材強度 $T=30kN/m$) を、図-2 に示す。のり面勾配は $1:1.5$ である。地盤種別が $G2f3$ の時、どの盛土高さの場合でも変形量が最大となる。これは、滑動変位算出時での、地震波形の波数と形状による影響と考えられる⁴⁾。これより、盛土の支持地盤の判別が重要なことがわかる。

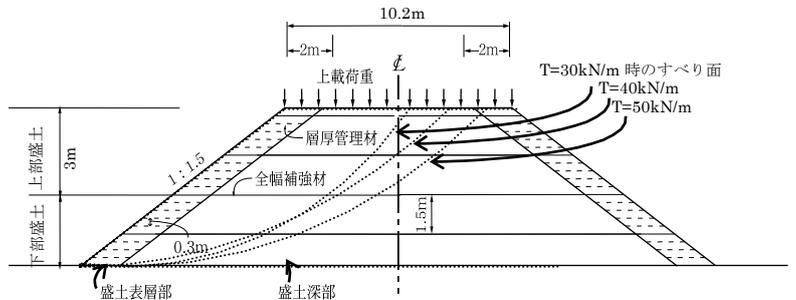


図-1 盛土断面図と臨界すべり面

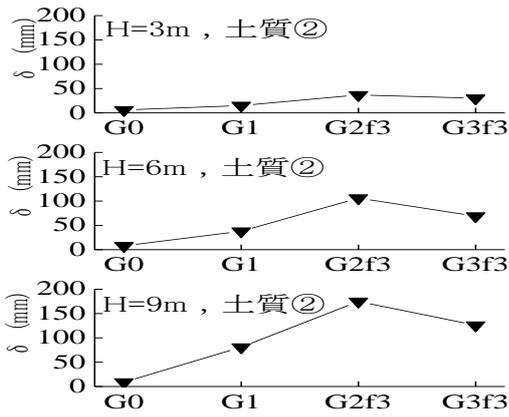


図-2 地盤種別と変形量の関係

全幅補強材強度と変形量の関係(のり面勾配 1:1.5)を盛土高さとして土質毎に、図-3 に示す。盛土高さ H=3m では $T=30\text{kN/m}$ でよい。盛土が高くなるにつれ変形量が大きくなり、H=6m の土質②では、地盤種別 G2f3 で $T=60\text{kN/m}$ が必要となり、H=9m の土質②になると、地盤種別 G2f3 で $T=70\text{kN/m}$ が必要となる。盛土のり面勾配の影響(G2f3, $T=30\text{kN/m}$)を図-4 に示す。盛土高さとの関係は、ほぼ線形となっている。盛土のり面勾配が、1:1.5 に比べると 1:1.8 の場合は、H=9m では変形量が約 20%減少し、盛土高が高いほど緩勾配の影響が大きくなる。また、犬走りの影響を(H=6, 9m, $T=30\text{kN/m}$)を図-5 に示す。犬走りがある場合は、無い場合に比べて、変形量が約 14%減少する。

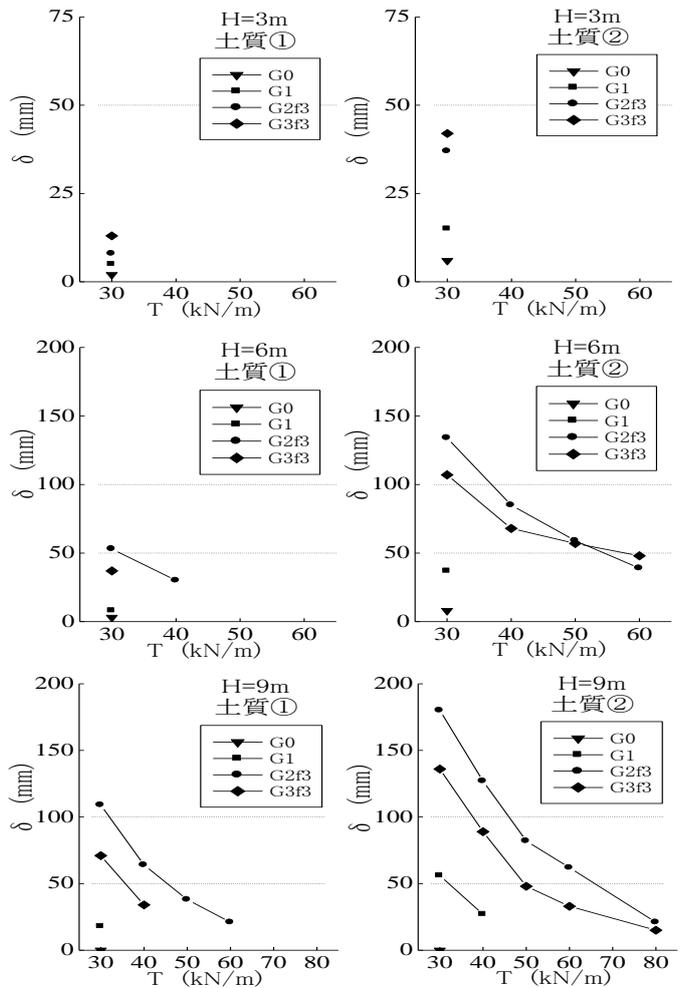


図-3 全幅補強材強度と変形量の関係

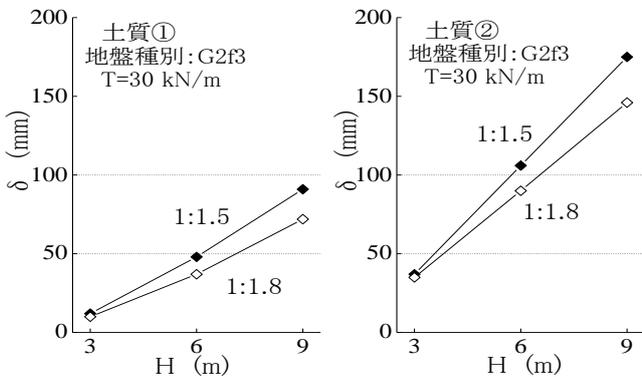


図-4 盛土高さとの関係(のり面勾配の影響)

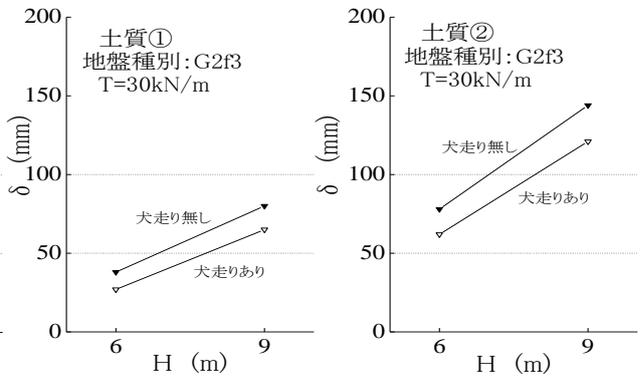


図-5 盛土高さとの関係(犬走りの影響)

4. まとめ

省力化軌道用盛土の L2 地震時の変形量を検討した。これより、盛土高さ、土質区分、地盤種別に応じた必要補強材強度が得られた。また、盛土のり面勾配、犬走り等の効果の程度を得た。しかしながら、入力加速度や土質定数の設定、補強材配置⁵⁾は、計算に大きな影響を与えるので、更に検討を進める必要がある。

<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ス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スシンポジウム, 1999.12
- 5) 青木, 米澤, 館山, 小島, 堀井, 鴫田：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計算, 第 35 回地盤工学研究発表会, 2000.6