

家屋の傾斜角に基づいた盛土造成宅地の地震時安全性の評価の試み

東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進
 東京電機大学大学院 学生会員 毛利龍司
 東京電機大学大学院 学生会員 ○渡辺 綱

1. まえがき

高度経済成長期より進められてきた大都市近郊の丘陵に数多く造成されてきた宅地において、地震のたびに造成宅地盛土がすべりや沈下といった地盤変状を生じ、その上に建てられている家屋が被害を受けるケースが最近急増している。このような情勢の中、2006年に宅地造成等規制法が改正になり、都道府県知事は、地震時に居住者等に危害を生じる発生のおそれ大きい大規模盛土造成宅地を“造成宅地防災区域”として指定することができ、そこでは災害が生じないように必要な措置を講じなければならなくなった。

このことにも関連し、地盤工学会関東支部では、既設の盛土造成宅地の耐震性に関する調査・設計・対策の手引きを作成し、さらにモデルケースとして例題を挙げて盛土の安定性の試算や対策効果の試算を行い、具体的な調査・検討・対策方法のケーススタディー集を作成した¹⁾。ここでは宅地の安全性を盛土のすべりに対する安全率で評価するようになっている。盛土が大きくなる場合にはこのようなすべりに対する安定性で評価すれば良いが、すべらないまでも盛土の沈下や側方移動が生じると、それだけで家屋は傾いて生活できなくなる。そこで、盛土地盤面の変状に起因する家屋の傾斜に着目し、盛土造成宅地の地震時安全性を評価することを試みた。そのため、モデルの盛土造成宅地を設定し、盛土の締固めや地下水位が盛土の変状および家屋の傾斜に与える影響を解析による検討してみた。

2. 解析対象モデルおよび解析方法

前述したケーススタディー¹⁾では、谷埋め盛土(緩勾配盛土型)、谷埋め盛土(急勾配盛土型)、腹付け盛土(大規模盛土型)、腹付け盛土(軟弱地盤型)の4つのタイプの宅地造成盛土のモデルが設定され、いくつかの盛土材料や地下水位の条件に対し、安定性の評価や適切な対策工が検討されている。そこで、本研究ではこのうちの腹付け盛土(大規模盛土型)のモデルを対象にした。図1にこのモデルを示す。盛土の高さは30mである。盛土の締固め度 D_c は80%と90%の2つの条件とし、地下水位は図1に示すように2つの条件で解析した。

解析は静的解析のALID/win²⁾で行った。手順としては、①初期応力解析を行い、②地震時に発生する繰返しせん断力および繰返し非排水せん断破壊に対する安全率(液化化に対する安全率) F_L を推定し、③繰返し非排水せん断強度比(液化化強度比) R_L に応じてせん断剛性を低下させて地震後の残留変形の解析を行った。このうち①では筆者達が繰返しねじりせん断試験で行ってきている実験結果³⁾をもとに、 $\gamma=10^{-3}$ でのせん断剛性を用いた。②ではまず図2示す実験結果を基に地下水位上・下の R_L を設定した。そして盛土の

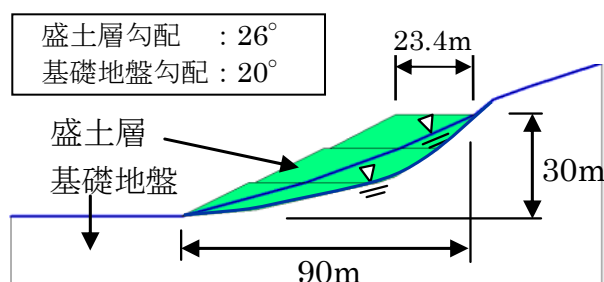
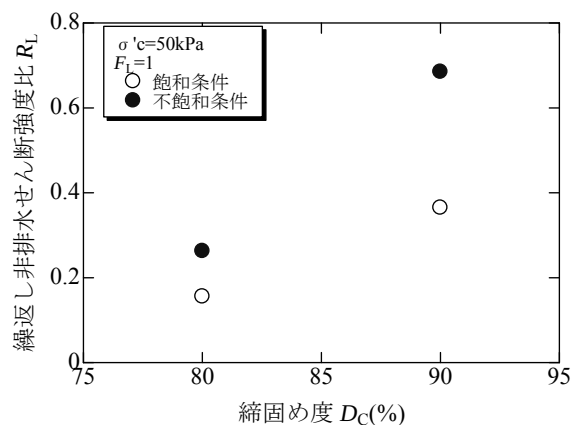


図1 腹付け盛土(大規模盛土型)

図2 $D_c - R_L$ 関係

キーワード：地震、盛土、変形解析

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂・TEL.049-296-2911・FAX.049-296-6501

り尻部で 375Gal の地表最大加速度を設定し、道路橋示方書の式を用いて F_L の分布を計算した。375Gal を選定したのはケーススタディー¹⁾において 0.25 の震度で安定解析が行われているため、それに合わすように 1.5 倍の値とした。③におけるせん断剛性の低下は R_L と F_L から安田・稲垣の式⁴⁾を用いて設定した。

3. 解析結果

図 3 に地下水位が盛土下端にあり、 $D_C=80\%$ における天端の変形図を拡大したものを示す。このときの天端の宅地面の勾配は約 1/41 となった。住民の方は家屋の傾斜が 1/100 程度以上になると生活が困難になる⁵⁾ため、これらの地盤条件では住民の方が盛土天端上で生活できないことがわかった。

図 4 に地下水位が盛土下端にあり、 $D_C=90\%$ における天端の変形図を拡大したものを示す。このときの天端の宅地面の勾配は約 1/114 となった。宅地面の傾斜が 1/100 未満と許容範囲内であるためこれらの地盤条件ではなんとか生活に支障をきたさないと言える。

図 5 に D_C と変形後の盛土天端の勾配 θ の関係を地下水位ごとに示す。この図から $D_C=80\%$ 程度の締固めでは、変形後の盛土天端宅地面の勾配は地下水位が盛土内に存在していなくても 1/100 以上と大きく、家屋の傾斜に影響を及ぼすことがわかる。特に地下水位が高いと地盤変状は大きくなっている。これに対し、 $D_C=90\%$ と良く締め固めると天端の宅地面の勾配を小さく抑えることができることがわかる。ただし、この場合でも地下水位に少し影響されて、地下水位が盛土中位にあると宅地面の勾配は約 1/96 となって、1/100 を超える値となっている。

4. まとめ

腹付け盛土(大規模盛土型)のモデルを用い、盛土の締固めや地下水位が盛土の変状および家屋の傾斜に与える影響について解析により検討を行った。その結果、締固め度が大きくなると盛土の変状および家屋の傾斜が小さくなることがわかった。また、地下水位を低くすることによって家屋の傾斜を小さくすることが出来ることもわかった。

参考文献

- 1) 地盤工学会関東支部・造成宅地の耐震調査・検討・対策の事例研究委員会：造成宅地の耐震調査・検討・対策のケーススタディー，2009。
- 2) 安田進・吉田望・安達健司・規矩大義・五瀬伸吾・増田民夫：液状化に伴う流動の簡易評価法，土木学会論文集，No.638 /III-49, pp.71-89, 1999。
- 3) 安田進・横田聖哉・毛利龍司・渡辺綱：盛土材の締固め度と動的特性，第 45 回地盤工学研究発表会，2010(投稿中)。
- 4) 安田進・稲垣太浩・長尾和之・山田真一・石川敬祐：液状化を含む繰返し軟化時における種々の土の変形特性，第 40 回地盤工学研究発表会，pp.525-526, 2005。
- 5) 安田進：鳥取県西部地震による団地の被害，日本建築学会総合論文誌，第 2 号，pp.45-46, 2004。

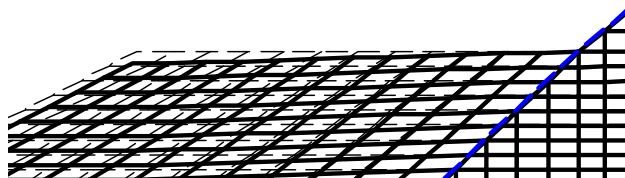


図 3 $D_C=80\%$ における天端変形図

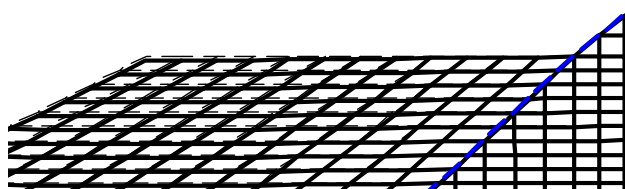


図 4 $D_C=90\%$ における天端変形図

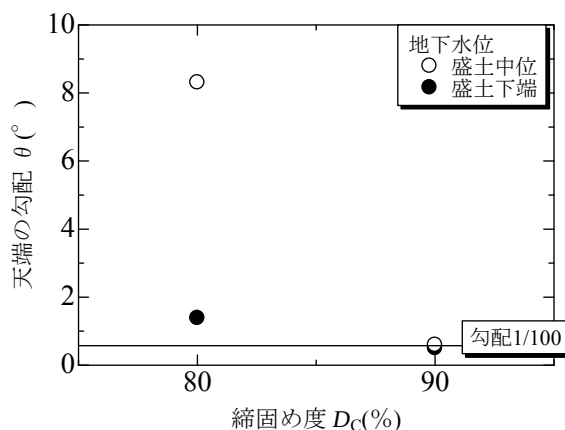


図 5 $D_C - \theta$ 関係