

東日本大震災において被災した盛土造成地の締固め度と安定度の関係性について

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○本橋 あずさ
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 門田 浩一
 国土交通省都市局 吉田 桂治

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震においては、東北・関東地方の広い範囲で、滑動崩落や個々の宅地の擁壁倒壊など、住民の生活に多大な影響を与える深刻な宅地被害が生じた。特に仙台市においては、平成 25 年 7 月現在での被害程度が中程度以上の被災宅地数は 5,728 と報告されており、その内の約 44%は丘陵地部の盛土造成地における滑動崩落による被害である¹⁾。また滑動崩落が発生した盛土造成地は締固めが緩く、地下水位は高い状態にあったことなどが報告されている²⁾。本論では、仙台市の「造成宅地滑動崩落緊急対策事業」で実施された盛土造成地の調査結果をもとに、特に被災が顕著であった盛土表層部（ひな壇部分等）の土質特性の分析及び安定解析を行い、その締固め度と安定度の関係性について考察したものである。

2. 被災盛土造成地の土質特性

仙台市「造成宅地滑動崩落緊急対策事業」で実施された盛土造成地の調査結果において、特に被災が顕著であった 6 地区（Ⅰ～Ⅵ地区）について、盛土表層部（地表から 9m 程度まで）における物理試験結果、締固め試験結果及び三軸圧縮試験結果を整理して図 1～図 5 に示す。なお三軸圧縮試験は、不攪乱試料採取及び現場の密度試験結果の密度に調整した試料で実施されているケース（地表から 3～4m 程度までのひな壇部分の密度の試料、及びひな壇部分下位の深度 6m 程度における盛土の密度の試料）、盛土の密度の一般値程度（18～20kN/m³）に調整した試料で実施されているケースがある（表 1）。

Ⅰ～Ⅵ地区における盛土造成地の細粒分含有率は 20～70%程度、含水比は 20～45%程度と、盛土材料は粘性土系から砂質土系まで幅広くある。ただし、各地区においては、材料特性の差はほとんどない。湿潤密度は、締固め度が 85～87%以上になると増加する傾向を示し、盛土の一般値程度の密度（砂・砂礫：19～20kN/m³，粘性土：18kN/m³程度）に調整した試料の締固め度は 90%以上になっている。また締固め度 87%以上の状態では、空気間隙率も 10%以下を示している。次に三軸圧縮試験結果（ c_u 、 ϕ ）と締固め度の関係では、内部摩擦角 ϕ は締固め度によらず概ね $\phi = 10 \sim 20^\circ$ を示しているが、粘着力 c_u は湿潤密度と同様に、締固め度が 85～87%以上になると増加する傾向を示し、締固め度 90%以上になると飛躍的に大きくなる傾向を示している。この傾向は、盛土の材料が、粘性土系の場合も砂質系の場合も同様である。

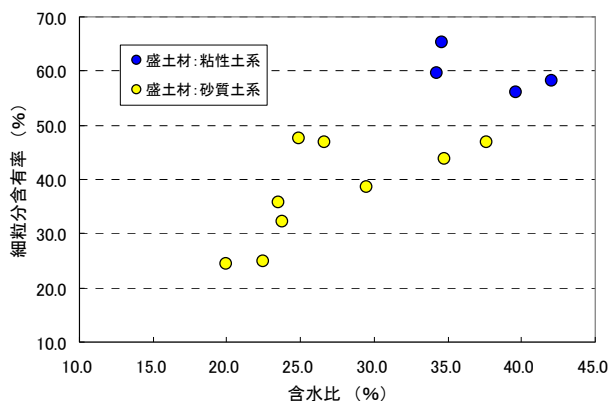


図 1 盛土の細粒分含有率と含水比の関係

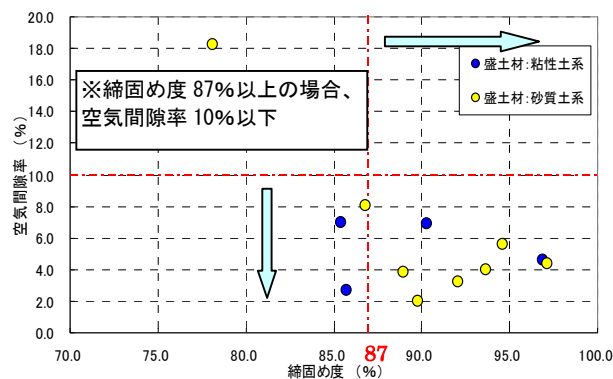


図 2 盛土の空気間隙率と締固め度の関係

キーワード 盛土造成地，締固め度，耐震，せん断強度，安定解析

連絡先 〒206-8550 東京都多摩市関戸 1 丁目 7 番地 5 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL 042-372-7343

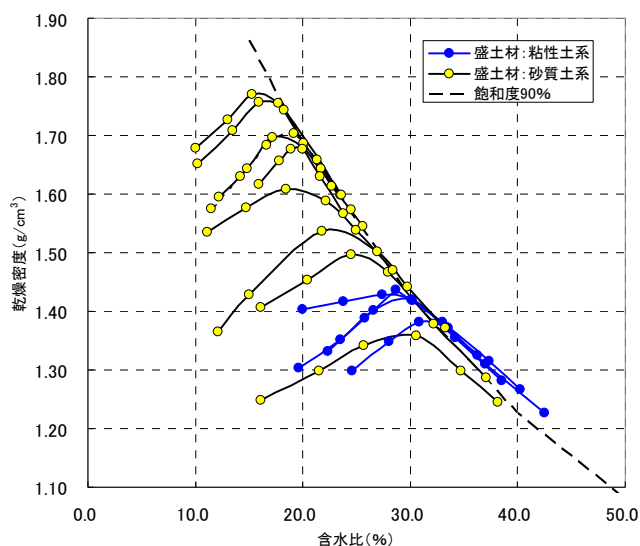


図3 盛土の乾燥密度と含水比の関係

表1 三軸圧縮試験を実施した供試体の密度

検討地区	三軸圧縮試験を実施した供試体の密度		
	A: ひな壇部分の密度	B: 深度6m程度の密度	C: 一般値の密度
I	○ 1試料	○ 1試料	○ 1試料
II	○ 2試料	—	○ 1試料
III	○ 1試料	○ 1試料	—
IV	○ 1試料	—	—
V, VI	—	—	○ 4試料

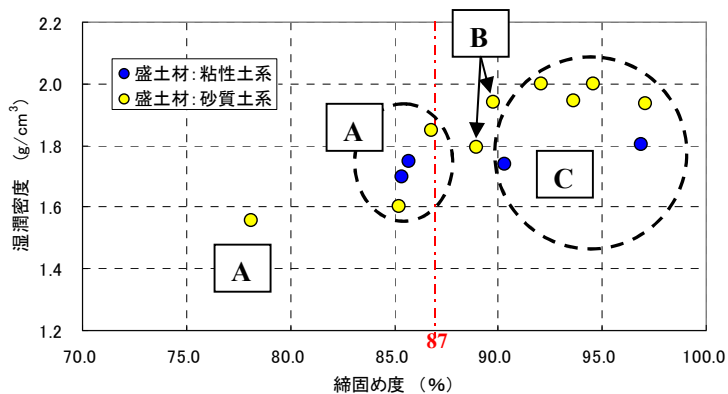


図4 盛土の湿潤密度と締固め度の関係

※図中の A~C は表 1 の A~C の密度を示す

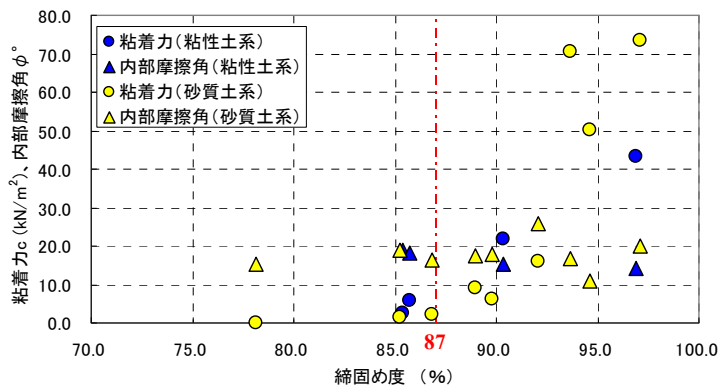


図5 盛土の締固め度、粘着力、内部摩擦角の関係

3. 締固め度の盛土の安全率

図5の試験結果を用いて、図7に示すような変動が明瞭であった各地区の盛土表層部のすべりに対して、二次元分割法による安定解析を行ない、締固め度と安全率の関係を整理した(図6). 盛土表層部(ひな壇部分等)のすべりは、締固め度が87%未満になると安全率は1.0未満と安定度は低下し、締固め度90%以上になると安定度は飛躍的に大きくなる。

以上のことより、締固め度が87%未満にならないよう、また重要な部分では出来る限り90%以上になるような施工管理が必要であると考えられる。

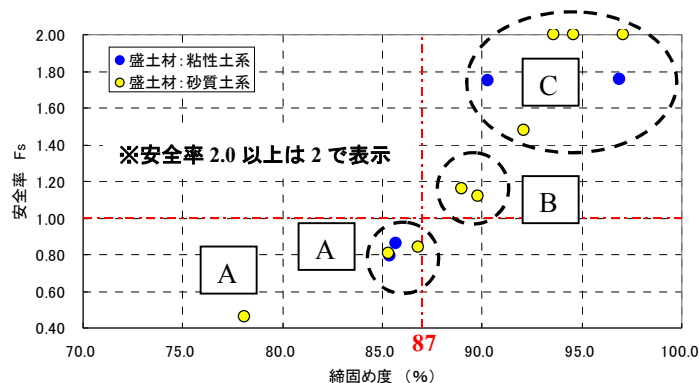


図6 盛土の締固め度と安全率の関係

※図中の A~C は表 1 の A~C の密度を示す

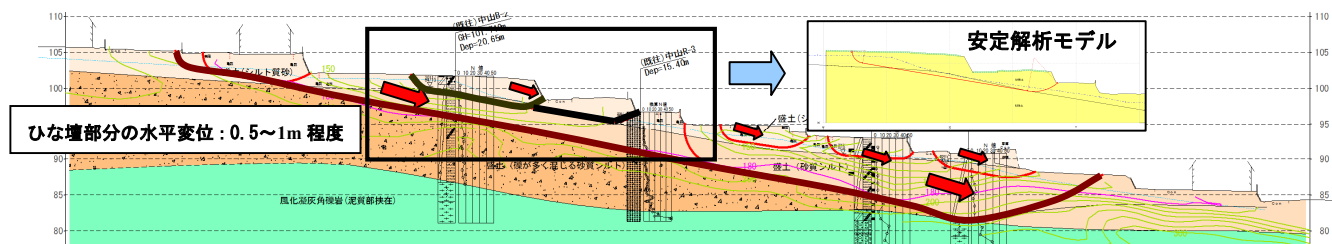


図7 I 地区における盛土表層部(ひな壇部分)の安定解析断面(参考文献2)の図に一部加筆

参考文献

- 1) 仙台復興レポート: <https://www.city.sendai.jp/fukko/index.html>
- 2) 仙台市宅地保全審議会技術専門委員会委員会資料: https://www.city.sendai.jp/fuzoku/1208132_2699.html, 2012.