

軟弱地盤上の盛土の強度特性 - 原位置試験より -

真柄建設(株) 正 稲垣 雅一
日本道路公団 正 川井田 実 菊池 康二
真柄建設(株) 正 飯淵 慎也 正 森影 篤史
東京工業大学 フェロー 太田 秀樹

1. はじめに

軟弱地盤上の盛土を設計する場合、一次元圧密理論と円弧スベリにより解析や、有限要素法を用いた変形解析などを用い実施されている。これらの解析に用いる盛土体の強度は、解析当初から一貫して同じ強度を用いて解析されることが多い。しかし、現実の軟弱地盤上の盛土は、基礎地盤の沈下に伴い、当初転圧された状態から大きく変形を受けるので、盛土の強度に対しても少なからず影響があるものと推測される。

したがって、本報告では、変形に伴う盛土の強度特性の把握を目的に、変形の小さい盛土初期と、沈下が進み大きく変形した時期において、盛土に対する一連の原位置調査試験し、強度特性の比較検討したものである。

2. 調査概要

調査を実施した盛土は、図 - 1 に示すように、盛土高約 8m、盛土幅は押え盛土を含め約 75m である。基礎地盤は、河道に沿って発達した自然堤防の後背湿地で、図 - 1 に併記したように、GL-20m 以深の沖積砂礫層を基盤に、N 値 $N=0 \sim 4$ 程度の沖積粘土と沖積砂礫が互層に堆積している。

盛土材は、主に渦西層と呼ばれる洪積の砂礫で、土質分類で細粒分混り砂質礫に区分される。その他材料の物理特性及び締固特性は、表 - 1 に示すとおりである。

図 - 2 に盛土中央部における地表面沈下計測結果を示す。双曲線法により求めた最終沈下量は、 $S_f=250\text{cm}$ である。原位置調査は、図 - 2 に示した盛土施工途中（盛土厚 $h=7.4\text{m}$ 、沈下量 $S=146\text{cm}$ ）と盛土立上り後 6 ヶ月放置した時点（盛土厚 $h=9.8\text{m}$ 、沈下量 $S=219\text{cm}$ ）の 2 回実施した。調査項目は、現場密度試験、標準貫入試験、孔内水平載荷試験を実施した。また、三重管サンプラー（ $\phi 125\text{mm}$ ）を用い、循環水の代わりに気泡を用いたミストボーリングによって不攪乱試料採取も同時に実施した。

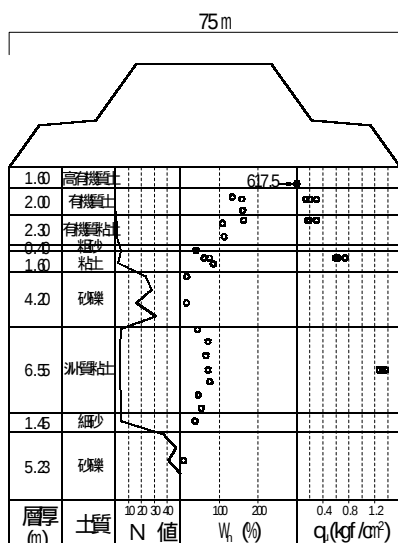


図 - 1 盛土形状図

表 - 1 盛土材材料特性

試験項目	試験結果
土粒子の密度	g/cm^3 2.682
自然含水比	% 13.7
粒	
礫分 (2 ~ 75mm)	% 49.3
砂分 (75 μm ~ 2mm)	% 43.5
細粒分 (0 ~ 75 μm)	% 7.2
度	
均等係数	21.5
曲率係数	1.09
最大粒径	mm 37.5
液性限界	% NP
塑性限界	% NP
塑性指数	NP
分類記号	GS-F
最大乾燥密度	g/cm^3 1.777
最適含水比	% 16.4
透水係数	cm/s 2.0×10^{-3}

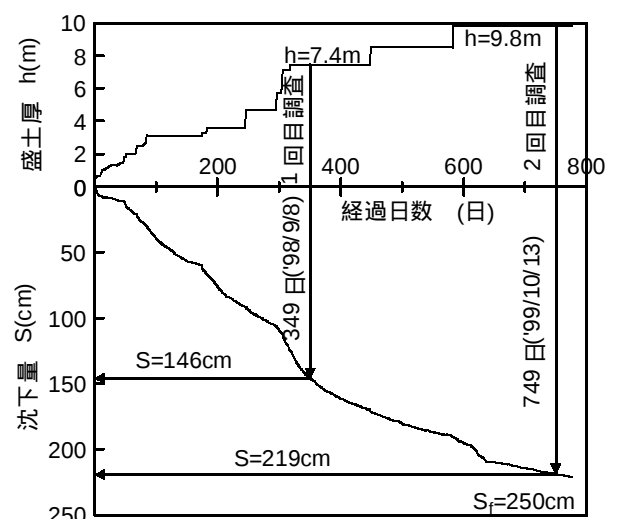


図 - 2 盛土中央沈下計測結果

キーワード：軟弱地盤，沈下，原位置調査，砂礫，強度

連絡先：〒 923-1211 石川県能美郡辰町口旭台 2-14 TEL 0761-51-7400 FAX 0761-52-8400

3．原位置試験結果

図 - 3 に含水比・密度・N値の調査結果を示す。盛土材が、砂礫なので礫の混入具合により、ばらつきが大きいものの、密度・含水比は、盛土直後に計測されたR Iの値に比べ、1回目調査・2回目調査と時間経過するにつれ、全体的に含水比では大きくなる傾向を示し、乾燥密度は、小さくなる傾向を示している。また、深度方向に見ると、深さ方向に同様な傾向が見受けられる。つまり、時間経過および深度により盛土材が吸水膨張し、弱化していることが推測される。

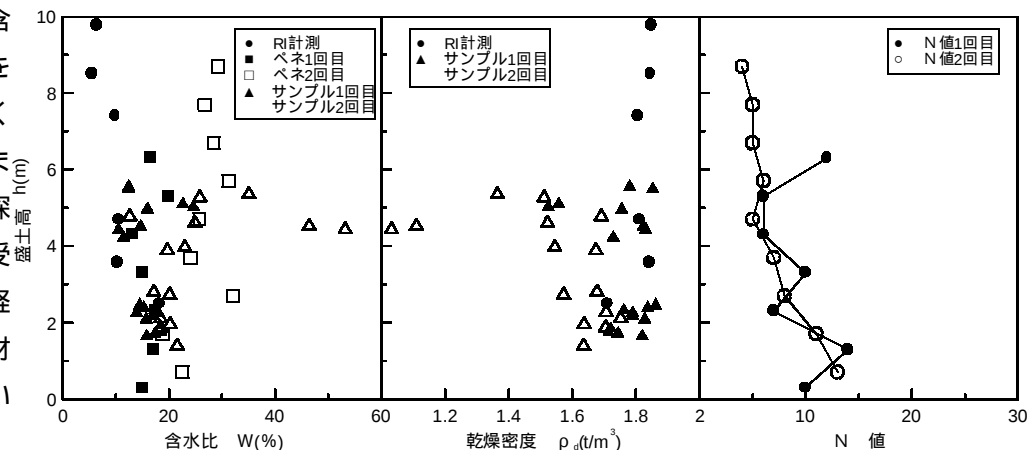


図 - 3 含水比・密度・N値

図 - 4 に孔内水平載荷試験の結果を示す。横軸は、調査を実施した時期により盛土高が異なるため、有効土被圧で正規化したものである。全体的に1回目の調査に比較し2回目の調査の方が低い値を示し、特に弾性係数の低下は、前述の密度・含水比同様に盛土材の剛性の低下を直接的に現している。ここで、降伏圧と深度の関係を見ると、降伏圧は、粘土や泥岩では一般的に圧密先行荷重と同等¹⁾と考えられておりこの関係を仮に適用すると、降伏圧/有効土被圧は、飽和粘性土での過圧密比に相当すると考することができる。有効土被圧の増加に比べ過圧密比の低下が大きく、転圧当初、過圧密状態であった盛土材が、時間が経過し、沈下が進行すると、正規状態に近くなり弱化していることがわかる。

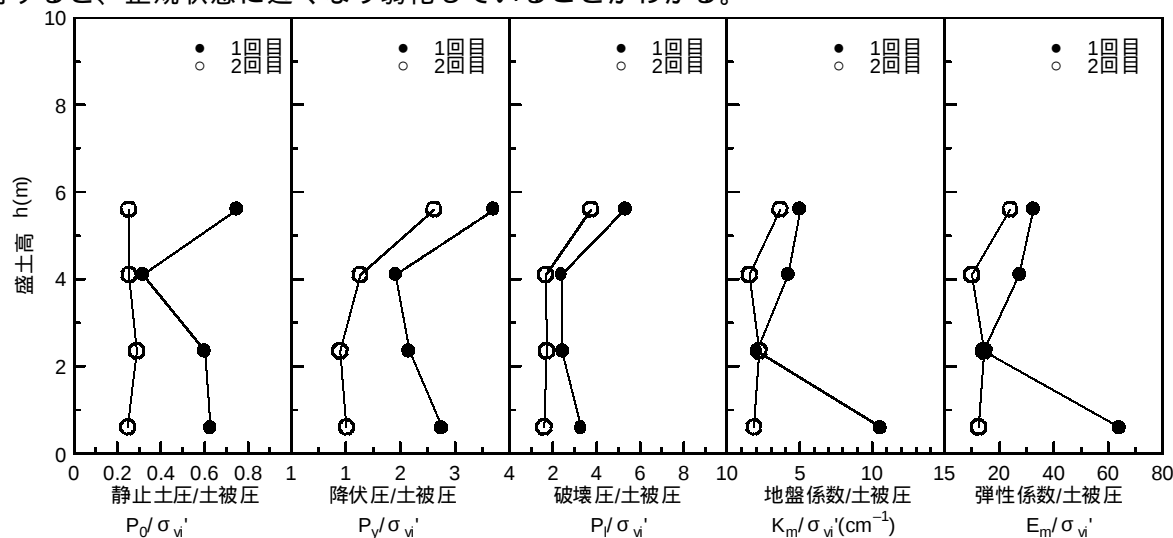


図 - 4 孔内水平載荷試験結果

4．おわりに

今回、変形を伴う軟弱地盤上の盛土の強度特性の把握を目的に、原位置調査を実施し、以下の結論を得た。

- (1) 含水比・密度は、時間経過と深度に伴い、含水比は大きくなり、密度が小さくなる傾向がある。
- (2) 2回の孔内水平載荷試験より、時間経過に伴い盛土は、過圧密状態から正規状態になり、剛性（弾性係数）が低下していた。

これらの現象は、変形に伴うダイレイタンスーに起因するのか、圧密に伴う地下水位上昇による吸水膨張の結果なのかはまだ解らないが、盛土の強度は転圧当初よりも小さくなっているといえる。

謝辞：本調査を進めるにあたり、日本道路公団東北支社ならびに試験研究所の関係各位に御協力頂いた。ここに記して謝意を表します。