

粘性土盛土におけるサンドイッチ工法への水砕スラグの適用に関する実験的検証

長崎大学工学部 学生会員 ○内田周治 長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静
 長崎大学大学院 正会員 大嶺聖 長崎大学大学院 正会員 杉本知史 九州大学大学院 正会員 石藏良平

1. はじめに

浚渫土砂のような高含水比粘性土は、直接利用することは容易ではなく、利用するためには含水比の低下、強度改善が必要となる。そこで排水機能及びせん断強度の増加が期待できるサンドイッチ工法に用いることで、高含水比粘性土を使用した盛土の築造が可能となることと期待し、本研究では透水性が高くかつ養生により硬化することが知られている水砕スラグを盛土中の排水材として層状に敷設したサンドイッチ補強盛土の遠心力载荷模型実験を行い、圧密促進ならびに補強の効果を明らかにすることを目的としている。なお、盛土中の水砕スラグは、盛り立て直後の盛土材から排水促進効果と一定期間後の硬化による補強効果を期待している。

2. 遠心力载荷模型実験

2.1 実験概要

遠心力载荷模型実験は実物の縮尺の 1/n の模型を重力加速度の n 倍の遠心加速度場において、実物と同様の破壊挙動を再現できることが期待される。本研究では、盛土高 9.0m 相当の遠心力を载荷することで、盛土の変形、盛土内の鉛直土圧の変化、圧密に伴う盛土材の含水比の変化を測定した。

2.2 実験条件

本研究では、透水性が低く、圧密に時間を要するものを想定して、盛土材に含水比 $w_o=100\%$ に調整した有明粘土を使用した。また、盛土中の排水層の役割として水砕スラグを使用した。これらの物性値を表-1 に示す。

本研究では、以下の条件について実験を実施した。

- ケース N：粘性土のみの無補強盛土
- ケース S1：1層のスラグ層（3cm）を敷設した盛土
- ケース S2：2層のスラグ層（1.5cm）を敷設した盛土

以上の3ケースについて遠心载荷実験を行った。盛土の形状・寸法、排水層の敷設を図-1に、土圧計測定箇所及び含水比測定箇所を図-2にそれぞれ示す。各ケースの遠心加速度の経時変化を図-3に示す。

最大遠心加速度を約 45G と設定した。ケース S1, S2 について

キーワード サンドイッチ工法 水砕スラグ 補強土

連絡先 〒852-8131 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会環境デザイン工学コース事務室 TEL095-819-2626

表-1 使用材料の物性値

有明粘土		
土粒子密度	ρ_s (g/cm^3)	2.630
液性限界	w_L (%)	179.2
塑性限界	w_P (%)	58.58
有明粘土（盛土作製時）		
含水比	w_o (%)	100.0
水砕スラグ		
土粒子密度	ρ_s (g/cm^3)	2.656
最大間隙比	e_{max}	1.614
最小間隙比	e_{min}	1.054
透水係数	k (m/s)	3.741×10^{-3}

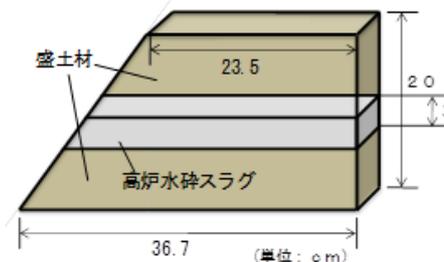


図-1 盛土の形状と寸法 (スラグ層1層の場合)

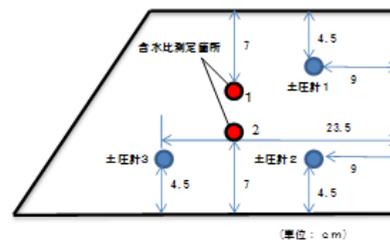


図-2 土圧計の配置及び含水比測定箇所

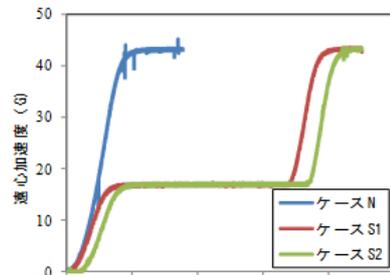


図-3 各ケースの遠心加速度の計時変化

は盛土構築中の圧密現象を再現するために事前に盛土が安定した状態を維持することを確認した上で、遠心加速度約 20G で 10 分間一定とした。

3. 実験結果と考察

3.1 遠心加速度と鉛直土圧変化の関係

各ケースの遠心加速度-鉛直土圧曲線を図-4に示す。図-4(a)は、ケース N と比べ、ケース S1 とケース S2 方が土圧が低いことが分かる。図-4 (b) では遠心加速度 15G 付近からケース N の土圧がケース S1 に対して低くなっていることから、ケース N の土圧計 3 周辺は加速度 15G 付近から崩壊していることが推測される。また、ケース S1 とケース S2 の土圧計 3 は図-4 (a) と比較すると同じような値を得られているのでスラグ層を設けたことで盛土下部全体に均等な土圧が作用していることが推測でき、サンドイッチ工法による荷重分散効果の現れと考えられる。

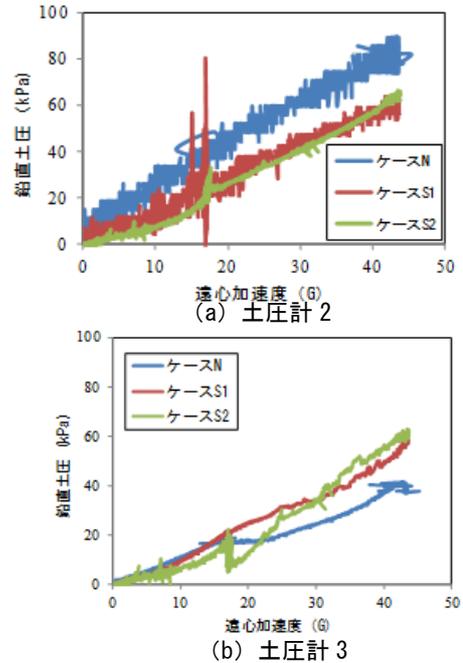


図-4 土圧計 2, 3 における鉛直土圧-遠心加速度の関係

表-2 実験後の含水比の変化

	ケース N	ケース S1	ケース S2
含水比測定箇所 1	97.8%	92.2%	91.5%
含水比測定箇所 2	98.9%	95.6%	92.4%

図-2 に示す位置での実験後の盛土材の平均含水比を表-2 に示す。初期含水比に対するそれぞれの含水比低下率は測定箇所 1 の場合、ケース N が 2.2%，ケース S1 が 7.8%，ケース S2 が 8.5%，測定箇所 2 の場合はケース N が 1.1%，ケース S1 が 4.4%，ケース S2 が 7.6% である。ケース S2 ではスラグに重なっている部分があったため、スラグ近くの含水比を測定した。結果よりスラグ層を敷設ことによる有明粘土の圧密および排水効果が発揮されたと考えられる。今回、ケース S1 とケース S2 では図-3 に示すように一定時間（実規模で 3 時間）圧密進行のための時間を与えたが、透水係数から推定される圧密に要する時間と比べると過小なため、これをより長く与えることでさらなる圧密促進が見込まれる。

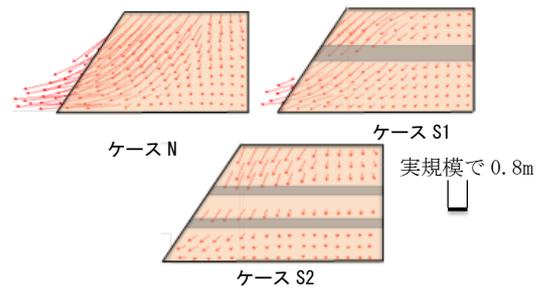


図-5 各ケースの変位ベクトル図

3.3 盛土の変位分布

遠心力載荷前後の盛土の形状変化を図-5に示す。ケース N では盛土の崩壊が発生しているが、ケース S1, S2 は変位が抑制され、崩壊の傾向があまりみられない。ケース N は最大変位量でケース S1, S2 よりそれぞれ約 2 倍と約 5 倍となっている。スラグ層が 1 層より 2 層の方が変位は小さく、盛土の安定性が向上しており、盛土全体の強度が増加したと考えられる。

4. おわりに

本研究では粘性土を用いたサンドイッチ補強盛土の排水補強効果について実験を実施した。実験結果よりスラグ層を敷設したことで粘性土の含水比低下と盛土の安定性が増加したという結果が得られた。

参考文献

- 1) 玉野智世, 棚橋由彦, 蔣宇静, 杉本知史: 遠心模型によるサンドイッチ補強盛土の排水・補強効果の実験的評価, 平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会講演発表概要集, 第 64 巻, 第 3 号, p311-312, 2009
- 2) 中村豪, 棚橋由彦, 蔣宇静, 杉本知史: サンドイッチ補強盛土の補強効果に関する遠心模型による実験的評価, 平成 17 年度土木学会西部支部研究発表会講演発表概要集, 第 50 巻, 第 3 号, p459-460, 2006