

吸水を併用した砂の締固め効果に関する研究

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○桑原 啓介
日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

2011 年の東日本大震災において、道路の橋台背面盛土の沈下被害が数多く見られ緊急車両の交通に多大な影響を与えた。国土交通省国土技術政策総合研究所と独立行政法人土木研究所は地震発生直後から 2011 年 6 月 3 日までに東北 3 県、関東 4 県の国道、県道及び市道にかかる 160 の橋梁の調査を行った。調査の結果、47 の橋で地震動による橋台背面部の段差の被害が見られた。¹⁾沈下の 1 つの原因として橋台背面の構造物近接部では締固め不足となりやすいことが考えられる。一方、液状化対策工法として吸水・载荷併用型振動締固め工法²⁾や吸水型振動棒締固め工法³⁾などの吸水を併用した締固め工法が提案されており、岸壁背面の裏込め土などで顕著な改良効果⁴⁾が確認されている。しかし橋台背面を対象にした事例はほとんどない。そこで本研究では、締固めが難しい場所での地盤の締固め不足を解消する方法として、小型土槽と人工ドレーン材を用いて吸水を併用した締固め実験を行った。本研究では負圧を作用させながら締固めを行うことで締固め効果がどの程度発現するか確認することを目的とする。

2. 実験方法

試料は福島県猪苗代産の山砂を用いた。試料の粒径加積曲線を図-1 に示す。物理特性は土粒子の密度 $\rho_s=2.688\text{g/cm}^3$ 、 $e_{\max}=1.094$ 、 $e_{\min}=0.656$ となった。実験ケースを表-1 に示す。実験装置の概略を図-2 に示す。土槽はプラスチック製のコンテナボックスの用い、その寸法は縦 61cm、横 41cm、高さ 31.5cm である。図-3 に平面図を示す。人工ドレーン材は長さ約 53cm、厚さ 4mm、横 9.3cm である。ドレーン材の挿入方法としてコンテナボックス側面に底面から 2cm または 12cm

の高さに挿入した。ドレーンを挿入した際、隙間から負圧が漏れないようコーキング剤で十分にシールした。また吸水が負圧レギュレータに流入するのを防ぐため管路の途中に円筒容器のトラップを設置した。

写真-1 に締固めの様子を示す。実験の締固めにはバイブレータ(エクセン株式会社、EKCA・EKD 型)を使用した。締固め時間は 1 箇所あたり 20 秒または 40 秒とした。実験では締固め後の沈下量と含水比を測定した。実験方法は高さ 25cm の位置まで試料をまき出して締固め前の高さを測定し、その後締固めをした。

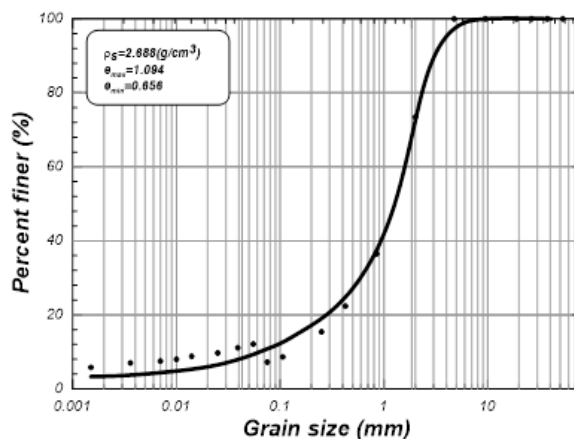


図-1 粒径加積曲線

表-1 実験ケース

ケース	負圧(kPa)	ドレーン位置(cm)	締固め時間(秒)	含水比w(%)
1	-80	2	20	12.8
2				19.4
3			40	13.0
4	0			19.2
5	-80	12	20	18.1
6	-80			12.6
7	-80			19.6
8	0			12.4
9	0			19.8

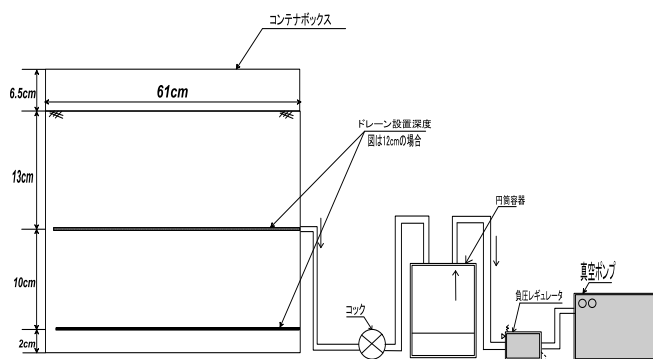


図-2 実験装置概略図

キーワード 締固め工法、液状化、ドレーン、振動

連絡先 〒963-1165 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 TEL 024-956-8710 FAX 024-956-8858

実験終了後、沈下量を測定した。含水比はドレーン付近でかつ底面から 12cm で 3 ヶ所試料を採取し測定した。

3. 実験結果

実験結果を図-4 に示す。締固め曲線は突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)の A-a 法で行った結果である。ケース 6,8 はドレーン 12cm の位置、ケース 1,3 は 2cm の位置で締固めた結果である。この 4 つのケースに着目すると最適含水比付近で締固めをした場合、ドレーンを挿入した位置に関係なく負圧による締固め効果が見られなかった。また締固め曲線と比較してみると乾燥密度が大幅に低くなっている。これは巻き出し厚と締固めエネルギーの違いに原因があると考えられる。次にドレーン 12cm の位置のケース 1 と 2 を比較すると高含水比であるケース 2 の乾燥密度が高く、締固め効果が顕著に現れた。これは高含水比にすることにより負圧が効率よく作用したものと考えられる。ケース 7 に着目するとプロットはゼロ空気間隙曲線を超えている。これは締固め後にできる地表面の不陸の中でよく締固まった位置の沈下量を選んで測定したためである。ケース 5 も同様の関係を示した。この不陸の原因は高含水比の試料でオーバーコンパクションが地表面付近で生じたためである。しかし地表面に比べて、地中では締固まっていたためこの密度増加が生じた。

4.まとめ

本研究では小型土槽を用いてドレーン材による吸水を併用した締固めを行うことにより以下のことが分かった。

1)高含水比で締固めた場合、乾燥密度が高くなり負圧による締固め効果が見られた。2)高含水比では地表面付近でオーバーコンパクションの影響が見られたが密度増加は生じており、地中部はよく締固まっていた。3)最適含水比では負圧による締固め効果が見られなかった。今後はより正確な締固め効果を確認するため、コーン指数試験により砂の強度特性について検討する必要がある。

参考文献

- 1)国土技術政策総合研究所，独立行政法人土木研究所 (2011):平成 23 年(201 年)東北地方太平洋沖地震土木施設災害調査速報，国総研資料第 646 号・土研資料第 4202 号，pp.377-461
- 2)阪井田，川瀬，伊佐野，佐藤(1998):吸水・載荷併用型振動締固め工法による液状化対策と改良効果，土木学会第 53 回年次学術講演会，Ⅲ-B 271，pp542-543
- 3)手塚広明(2012):新しい液状化対策工法(吸水型振動棒締固め工法，自由形状・大口径高圧噴射攪拌工法)の東日本大震災における効果，土木技術，vol.67，No.9，pp.38-43
- 4)湯浅，阪井田，川瀬，石黒，清水，北川 (1999):礫質地盤における吸水型振動棒締固め工法の改良効果の検証事例，土木学会論文集Ⅲ-46，No.617，pp261-274

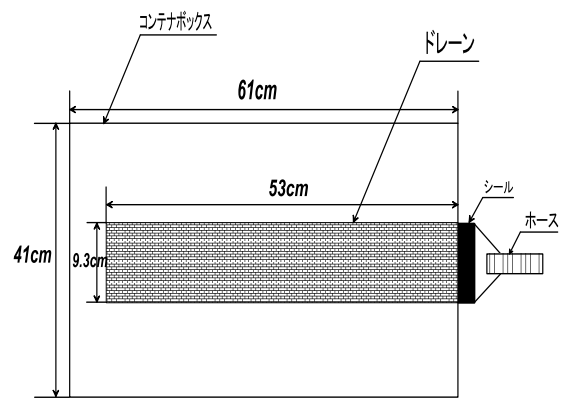


図-3 小型土槽 平面図

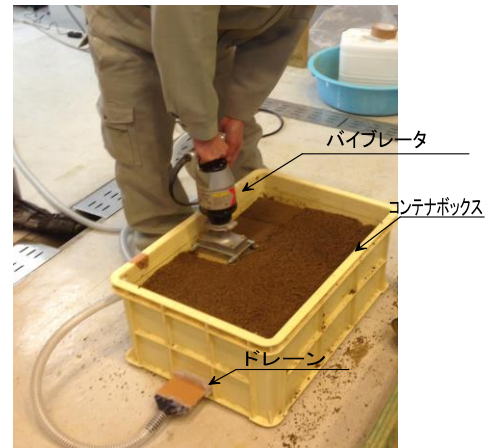


写真-1 締固めの様子

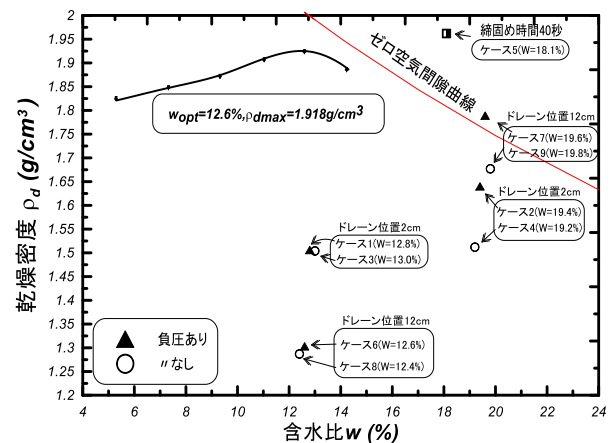


図-4 実験結果