

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○浦口敬太
 徳山工業高等専門学校 正会員 上俊二 桑嶋啓治
 井森工業株式会社 正会員 大内光徳

はじめに

サンドコンパクションパイル工法に使用するパイプ
 ロハンマーは、施工時に騒音や振動が発生し、莫大な
 エネルギーを消費している。以上の問題を解決するた
 め、近年、超音波振動を砂に直接または間接的に伝え
 て締固める方法が提案され、室内による基礎実験が行
 われている。本研究では、砂の粒径より小さい細粒材
 料の超音波照射による高密度特性を明らかにすること
 を目的とし、粒径の異なる3種類のケイ砂と豊浦砂で高
 密度化試験を行い、粒度分布の違いによる高密度特性
 の解明を試みた。

実験概要

表1に試料の物理的性質を、図1に粒径加積曲線を示す。図2に超音波による高密度化実験装置を示す。超音波発信器は電圧200Vで駆動し、振動数は20kHzである。発信器から振動子に入力される出力は下限40W～上限600Wまで変えることができる。使用するモールドは透明アクリル樹脂製で、内径32cm、高さ36cmである。

実験方法は、モールド内に深さ15cmで水を入れ、モールドを30秒/回の速度で回転させながら乾燥試料7kgを連続投入する。超音波を照射する場合は超音波照射距離が試料面から5.6cmとなるように調整しながら試料を投入していく。超音波照射時間は10分間とする。実験条件は表2に示すように超音波を照射しない場合と超音波を照射して試料を高密度化した場合について、試料の堆積厚、湿潤質量、含水比を測定し、体積、乾燥密度、湿潤密度、間隙比、相対密度を算出した。

実験結果と考察

写真1～写真4は試料ごとの堆積厚の変化を表したものである。図3は堆積厚と有効径の関係を示している。ケイ砂では、堆積厚は有効径にほぼ比例して低くなる事が分かる。また、超音波なしに比べ、40W、600Wは堆積厚が低くなる事が分かる。

表1. 試料の物理的性質

試料	6号砂	6号A砂	7号砂	豊浦砂
ρ_s (g/cm ³)	2.615	2.615	2.615	2.640
ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.667	1.623	1.595	1.625
ρ_{dmin} (g/cm ³)	1.377	1.345	1.262	1.385
有効径 D ₁₀ (mm)	0.190	0.120	0.039	0.150

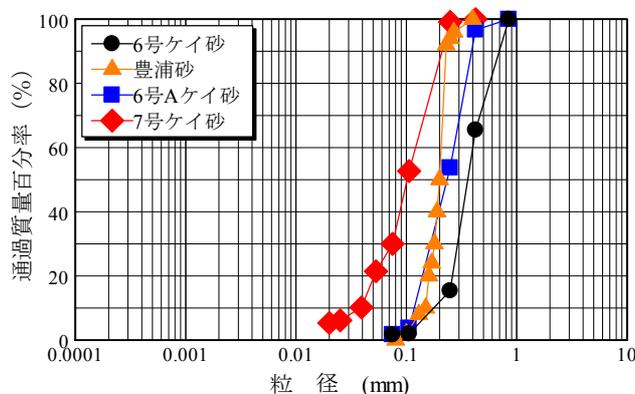


図1. 試料の粒径加積曲線

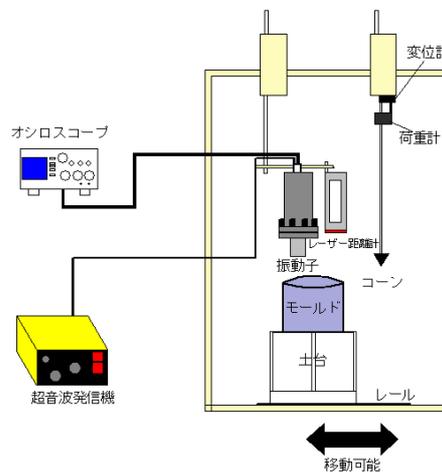


図2. 実験装置概略図

表2. 実験条件

試料投入法	超音波出力 (w)	照射距離 (cm)
連続投入法	なし	—
投入速度	600	5.6
700g/分	40	

図4は乾燥密度と有効径の関係を示している。この図より、粒径が大きくなるほど乾燥密度が高くなるということが分かる。また、図5は相対密度と有効径の関係を示している。ケイ砂では粒径の大きいものほど相対密度が高くなり、600Wでは約100~105%、40Wでは約80~90%の相対密度となった。

以上の結果から超音波には砂を高密度化する効果があること、及び粒度分布の違いにより高密度特性が変化することが明らかになった。なお、豊浦砂と6号Aケイ砂の粒度分布が類似しているにも関わらず、密度に変化がある。これは土粒子の密度や形状の違いによるものであると考えられる。

あとがき

- (1) 粒径の異なる4種類の細粒材料に対して、超音波を照射しない場合と、超音波を照射した場合による高密度化試験を行った結果、超音波には砂を高密度化する効果がある。
- (2) ケイ砂の場合、粒径の大きさに比例して相対密度が高くなり、粒度分布の違いにより超音波での高密度化特性が変化する。
- (3) 粒度分布が類似している場合でも、粒径の大きさや土粒子密度の違いにより高密度特性に違いがある。

参考文献

1) 大内 光徳, 村上 俊秀, 兵動 正幸, 吉本 憲正: 超音波による高密度砂杭造成に関する基礎的研究 土木学会論文集Vol. 65, No. 4 pp929-942. 2009

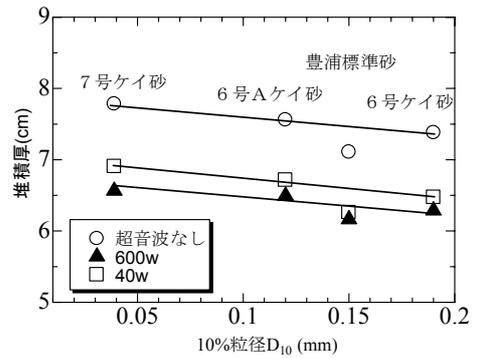


図3. 堆積厚と有効径D₁₀の関係

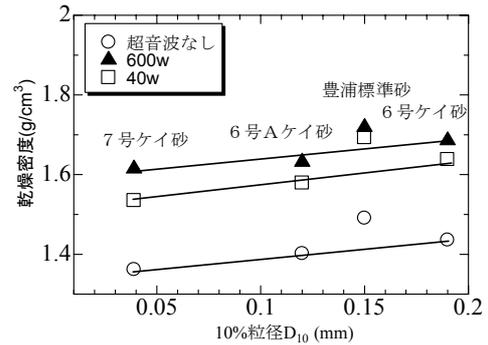


図4. 乾燥密度と有効径 D₁₀ の関係

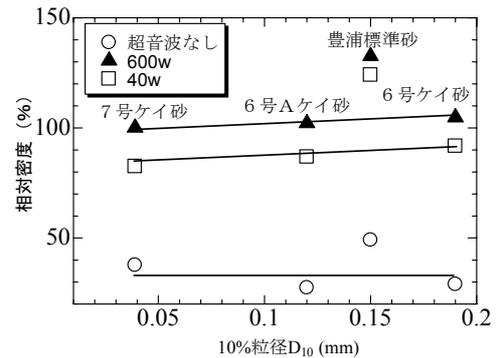


図5. 相対密度と有効径 D₁₀ の関係



超音波なし 超音波40W 超音波600W

写真1 7号ケイ砂堆積状況



超音波なし 超音波40W 超音波600W

写真3 豊浦砂堆積状況



超音波なし 超音波40W 超音波600W

写真2 6号Aケイ砂堆積状況



超音波なし 超音波40W 超音波600W

写真4 6号ケイ砂堆積状況