

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○千葉光
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バイブロハンマーは、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。そこで環境配慮の観点から、バイブロハンマーの代替に超音波を用いて砂の締固め実験が行われている。本研究では、砂の代替として細粒分であるケイ石粉を用いて、従来の供試体作製方法である打撃と超音波、超音波の照射時間、締固める試料の層厚の組み合わせを変えて実験を行い、それらの結果を比較し考察した。

実験概要

表1に乾燥状態におけるケイ石粉の主な物理的性質を、図1に粒径加積曲線を示す。本研究では試料を沈降しやすくするために、加水して含水比100%以上のスラリー状にしたものを用いる。実験装置は超音波振動子とコーン貫入試験機を隣り合わせた構造である。使用するモールドは透明アクリル製で、内径25.9cm、高さ25cmである。以下に供試体の作製方法を2種類述べる。

a) 打撃による方法(Aシリーズ)

図2に示すように、試料をモールドに入れモールド本体を木製のハンマーで打撃し締固める方法である。打撃は1秒間に2回行う。一箇所の打撃回数はそれぞれ10回、30回、50回の3つに分けて行い、それぞれ1層の厚さが3cmまたは5cmで高さ15cmの供試体を作製する。

b) 超音波による方法(Bシリーズ)

図3に示すように、締固める層の厚さを3cmまたは5cmとし、超音波を10分、20分、30分の3種類に分けて照射する。各層を同じ手順で作製し高さ15cmの供試体を作製する。なお、照射距離は5.6cmとし、照射出力は600Wとした。

供試体の締固め効果の判別は、貫入深さ14cmでの乾燥密度とコーン貫入試験による貫入抵抗値を測定し、比較した。

表1. ケイ石粉の物理的性質(乾燥状態)

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.611
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.366
最小乾燥密度 ρ_{dmin} (g/cm ³)	0.839
最適含水比 (%)	16.7

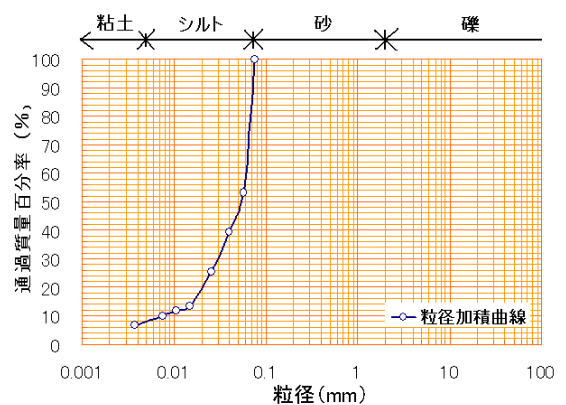


図1. ケイ石粉の粒径加積曲線

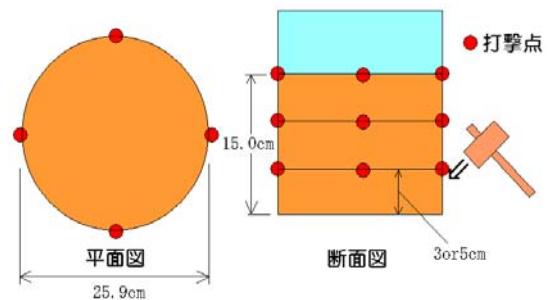


図2. 打撃による締固め方法

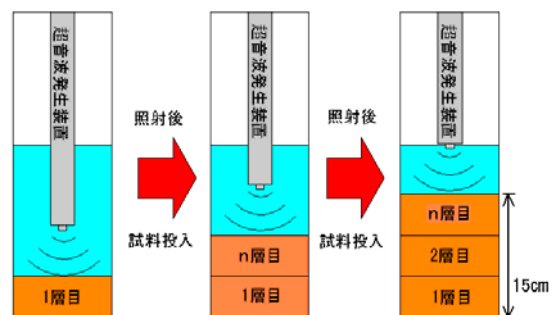


図3. 超音波による締固め方法

実験結果と考察

表2および表3に供試体の作製条件と実験結果を示す。また、図4に打撃および超音波照射時間の差異による乾燥密度と貫入抵抗値の比較を示す。まず供試体作製方法の比較については、超音波による作製方法が、乾燥密度、貫入抵抗値ともに増大している。図5に示すように、打撃による供試体の貫入抵抗値はほぼ0の値となった。このことから、打撃の供試体と比べて超音波の供試体の方が、締固め効果が顕著に表れることが判明した。次に照射時間の差異による比較については、照射時間が長いほど、乾燥密度と貫入抵抗値がそれぞれ増加することが判明した。そして層厚の差異による比較については、図6に示すように、層厚の薄い方が貫入抵抗値の増加が見られる。以上の事柄から、乾燥密度および貫入抵抗値は、層厚が薄く照射時間が長いほど増加することが判明した。

まとめ

本研究で打撃による締固めと超音波による締固めを比較した結果、超音波による締固めのほうが明らかに有効であることがわかった。加えて、超音波で細粒材料の締固めが可能であることと、照射時間と層厚の相関関係を明らかにすることができた。今後は、締固めの限界条件を模索することに加えて、別の実験条件による結果を得る必要がある。特に、照射距離を変更して、締固めにどのような影響を及ぼすかについて、実験し考察する予定である。

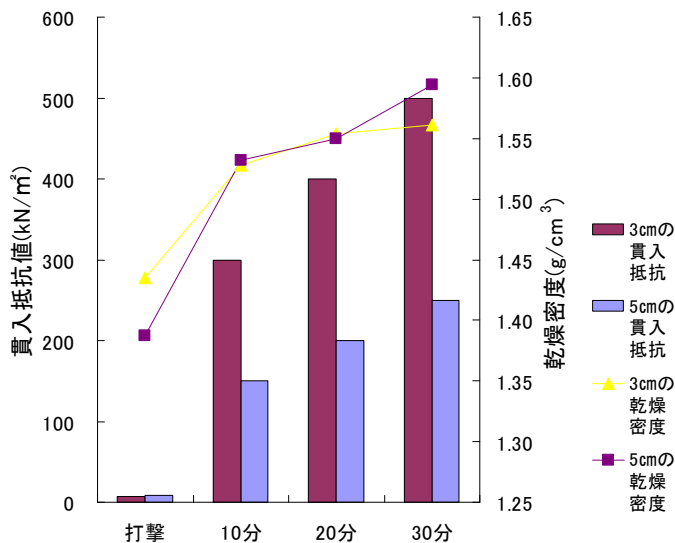


図 4. 時間と打撃の乾燥密度と貫入抵抗値の比較

表 2. 打撃の供試体作製条件と実験結果

実験番号	層厚 (cm)	打撃回数 (回)	乾燥密度 (g/cm³)	含水比 (%)
A-1	5	10	1.387	37.15
A-2		30	1.386	36.31
A-3		50	1.387	36.18
A-4	3	10	1.431	34.39
A-5		30	1.428	32.80
A-6		50	1.447	31.56

表 3. 超音波の供試体作製条件と実験結果

実験番号	層厚 (cm)	照射時間 (分)	乾燥密度 (g/cm³)	含水比 (%)
B-1	5	10	1.528	29.72
B-2		20	1.554	27.87
B-3		30	1.561	25.46
B-4	3	10	1.532	26.41
B-5		20	1.550	24.76
B-6		30	1.594	24.15

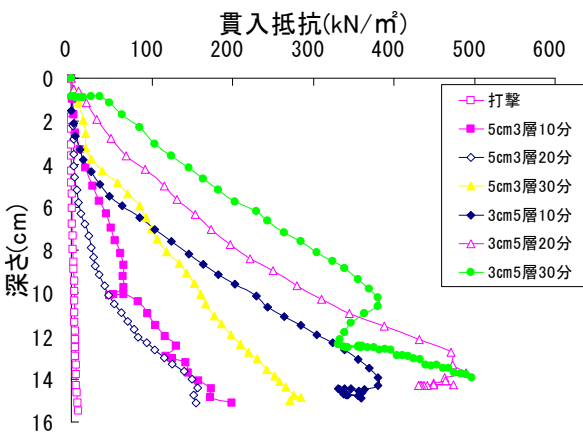


図 5. 打撃と超音波の貫入抵抗値の比較

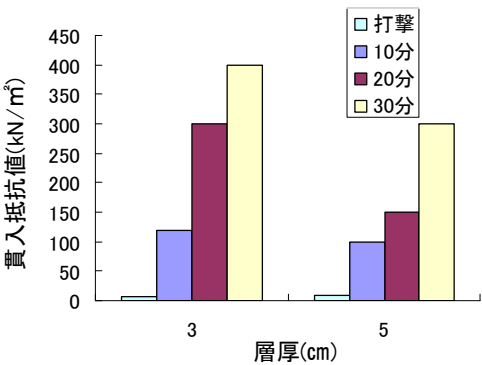


図 6. 層厚に着目した貫入抵抗の比較