

飽和砂の流動実験による流動量と試料の平均粒径の関係

東北学院大学
東北学院大学

非会員
正会員

○中山一紀、佐藤真太郎
山口晶

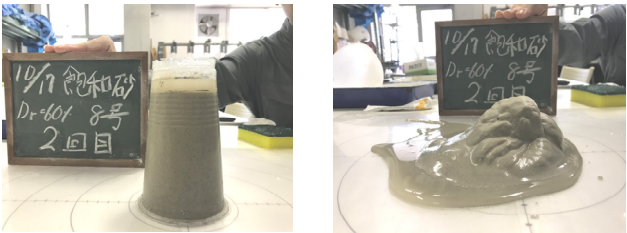
1. はじめに

現在、液状化被害に関する研究は、変形・変位量を求めることが大きな興味となっている。ただし、土質（特に粒径）と液状化時の変形・変位量の関係は分かっていない。そこで、本研究ではコンクリートのスランプ試験を模した砂試料の流動実験を行い、砂の粒径と流動量の関係について調べることにした。

2. 流動実験

流動実験の概要写真を図-1 に示す。コップ型のプラスチック容器に水を満たし、試料を落下させて堆積させた容器を素早く上に持ち上げることで、試料を流動させ、その広がり半径と試料の残留高さを計測する試験である。比較のため水を入れない乾燥条件での実験も行った。

使用した試料および実験条件は表-1、表-2 に示す。相対密度 D_r はケイ砂 60%、ガラスビーズ 90%で行った。



a) 流動前 b) 流動後

図-1 流動実験写真

表-1 実験条件（ガラスビーズ試料）

実験名	試料 (ガラスビーズ)	D_r	平均粒径 (mm)	割合
TG3	No.3	90 %	3.000	
TG1	No.1		1.000	
TG08	No.08		0.800	
TG06	No.06		0.600	
TG03	No.03		0.300	
TG01	No.01		0.100	
TG007	No.007		0.070	
MG863	No.08,06,03		0.567	1 : 1 : 1
MG107	No.01, 007		0.090	2 : 1
M3107	No.03, 01, 007		0.1425	1 : 2 : 1
MG31	No.3, 1		1.667	1 : 2
MG18	No.1, 08		0.933	2 : 1

た。各ケースでは3回の実験を行い、平均値をその条件の実験値とした。試料の粒径加積曲線を図-2に示す。

また、水中における試料の動き（水と粒子の相互作用の大きさ）を調べるため水中落下実験を行った。実験には1lの水を満した1lメスシリンダーを使用し、10gの試料を落下させ底部までの落下時間を計測した。

3. 実験結果と考察

図-3 にガラスビーズの平均粒径と流動半径の関係を、図-4 にケイ砂の平均粒径と流動半径の間係を示す。

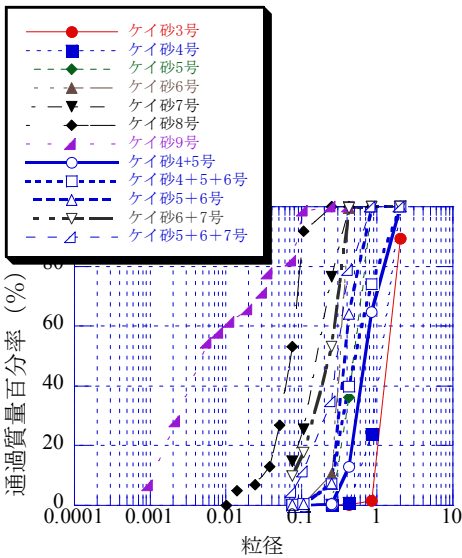


図-2 粒径加積曲線

表-2 実験条件（ケイ砂試料）

実験名	試料 (ケイ砂)	D_r	平均粒径 (mm)	割合
TK3	3号	60 %	1.500	
TK4	4号		1.200	
TK5	5号		0.510	
TK6	6号		0.325	
TK7	7号		0.175	
TK8	8号		0.100	
TK9	9号		0.005	
MK56	5, 6号		0.375	1 : 1
MK67	6, 7号		0.310	1 : 1
MK567	5, 6, 7号		0.230	1 : 1 : 1
MK45	4, 5号		0.700	1 : 1
MK456	4, 5, 6号		0.480	1 : 2 : 2

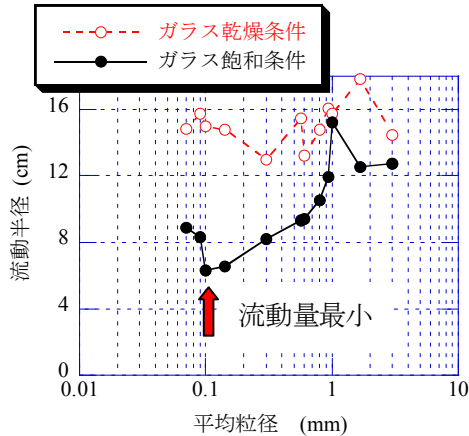


図-3 ガラスビーズ平均粒径と流動半径

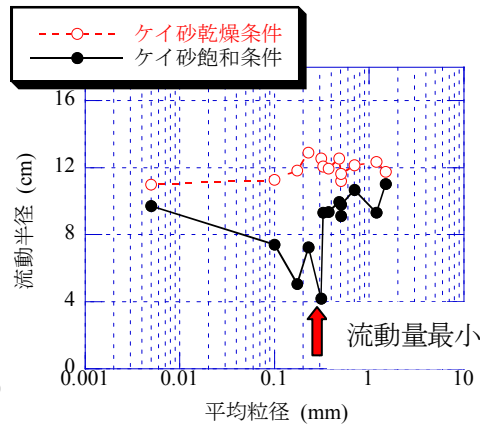


図-4 ケイ砂平均粒径と流動半径

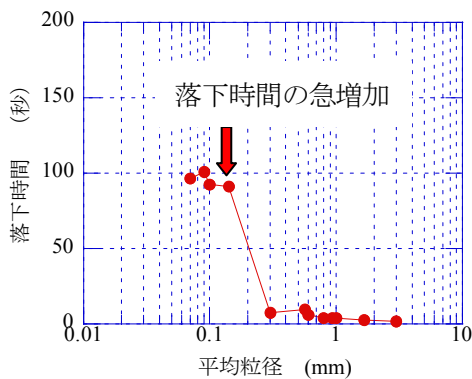


図-5 ガラスビーズ平均粒径と落下時間

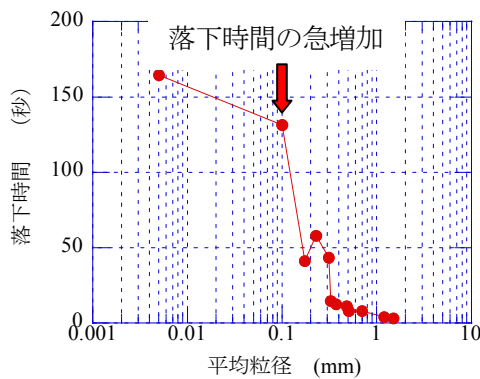


図-6 ケイ砂平均粒径と落下時間

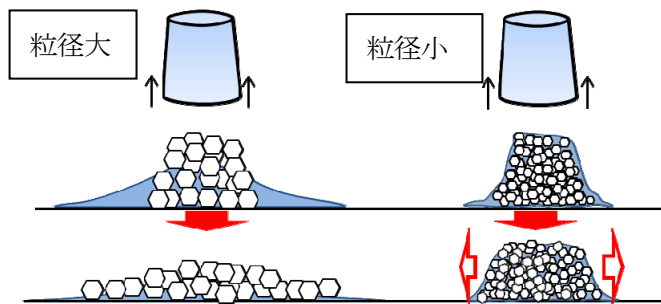


図-7 粒径と流動後の変形を示す模式図

図-3、図-4 に示されているように、乾燥条件では流動半径はほぼ横ばいであるが、飽和条件では粒径 0.2mm 付近で流動半径が最小値を示す。粒径の比較的大きい（1 mm 程度）試料では乾燥条件の流動半径と近く、0.2mm 付近で流動量が最小値を示したのち、0.2mm よりも粒径が小さくなると再び流動半径が増加していく傾向となった。

また観察結果として、0.2mm より大きい粒子の実験では、流動実験の際にまず水が広がり次に土粒子が広がるという、土粒子と水が別々に移動し、分離するような傾向が見られた。それに対して、0.2mm より小さい粒子の実験では、水と土粒子がほぼ一体的に変形している様子が見られた。つまり、0.2mm 付近で、水と土粒子の相互作用の大きさが大きく変わっている可能

性があると推察できる。

そこで、粒径 0.2mm 付近を境に砂の挙動が変化する要因を水中における砂の動きやすさであると考え、水中落下実験を行い、水中における試料の落下時間を調べた。図-5 ではガラスビーズの平均粒径と落下時間の関係を、図-6 ではケイ砂の平均粒径と落下時間の関係を示す。図-5、図-6 に示されているように、粒径 0.1mm～0.3mm 付近で落下時間が大きく増加した。この粒径は、流動半径が最小値を示す範囲と一致している。これらの実験結果から、水と土粒子の相互作用の大きさの違いが、流動半径にどのような影響を与え

たか、次のように考察した。

水中落下時間が短い試料では、水と土粒子の相互作用が小さいために、図-7 に示した模式図の「粒径大」の方のように、土粒子と水が別々に移動する。粒径が小さくなるにしたがって、土粒子と水の相互作用が大きくなり、土粒子と水の移動が互いに干渉し合うようになり、流動量が減少する。落下時間が急増加した 0.2mm 付近で相互作用による影響が増大し、流動量の低下を引き起こした。さらに粒径が小さくなると、土粒子が水の中に浮かんだ状態が長く保てるようになり、図-7 の「粒径小」のように土粒子と水が一体化して移動するようになる。このようなメカニズムで、粒径により流動半径が異なることとなったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、流動実験と水中落下実験により、土粒子の粒径や粒度分布が流動量に与える影響を調べた。その結果、粒径によって水と土粒子の相互作用の大きさが異なり、流動量に差が生じることが確認できた。粒径が 0.1mm～0.3mm より小さい土粒子では、土粒子の詰まり具合（土粒子自体の相互作用）の影響も小さくなると予想される。今後はそのような観点からの考察が必要である。