

III-498

γ 線密度測定結果から推測した碎石ドレーンの目詰り状況について （碎石の粒度分布と目詰り部分の進行状況）

鶴岡池組 正員 中島 豊
同 上 市川晴雄
同 上 正員 伊藤克彦

1. まえがき

碎石ドレーン工法は、ドレーンの排水効果を利用して地震時に地盤が液状化するのを防止する工法である。その排水効果を維持するためには、目詰りを生じない材料を選定する必要がある。目詰りを生じない条件は従来から各種提案されているが¹⁾²⁾³⁾目詰りの定義や試験時の条件（供試体の密度等）が明確ではなく、碎石ドレーン設計時の技術的課題の一つとなっている。本報告は、前報⁴⁾で紹介した γ 線密度分布測定装置を用いて供試体内の密度分布を測定し、碎石の粒度分布と目詰りの進行状況との関係について考察したものである。

2. 試料および実験方法

目詰り実験に用いた試料の粒度分布を図-1に、物理特性を表-1に示す。液状化対象地山の試料としては、6号硅砂を用いた。平均粒径が約0.30mmの液状化しやすい試料である。また、ドレーン材としては、目詰り防止条件に近い粒度分布にあると考えられる7号碎石、6号碎石、2005号碎石、および、7号碎石と6号碎石を混合した碎石を用いた。

供試体の作製方法は最も均質な密度分布を持つ供試体が作製できると考えられる水中作製方法とし、6号硅砂はホッパーとホースを用いて少量づつ連続に水中落下させる方法を、碎石は碎石ドレーンの打設密度に近い密度が得られる突き棒による2層100回突固め方法によることとした。しかし、6号硅砂の供試体作製密度は相対密度で約63%であり、液状化地盤としてはやや密度が高くなっている。

目詰り実験は、拘束圧を変化させることが出来る実験装置²⁾を用い、拘束圧を1kgf/cm²として初期状態の密度分布を測定した後、間隙水压を上昇させ有効応力を0にして透水したまま、3分後、6分後、9分後の密度分布を測定した。

3. 実験結果および考察

7号碎石と6号碎石を混合し、粒度分布を順次変化させた碎石と6号硅砂で作製した供試体の密度分布を図-2～図-5に示す。筆者らが提案した目詰りを生じない条件²⁾ $D_{15}/d_{85} < 6.4$ （ D_{15} は碎石の15%粒径、 d_{85} は硅砂の85%粒径）を満足する7号碎石の密度分布測定結果は、時間経過による密度分布の変化がみられず、目詰りが生じていないことが分かる（図-2）。

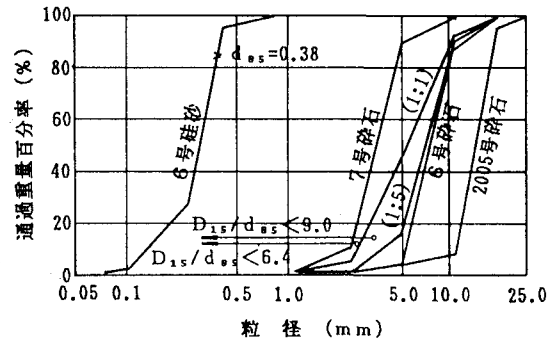


図-1 試料の粒度分布

表-1 試料の物理特性

試料名 項目	6号硅砂	7号碎石	6号碎石	2005号碎石
比 重	2.64	2.64	2.64	2.64
最大密度 (g/cm ³)	1.456	1.599 _{max}	1.645 _{max}	1.683 _{max}
最小密度 (g/cm ³)	1.250	1.380 _{max}	1.435 _{max}	1.478 _{max}
最大間隙比	1.112	0.913	0.840	0.786
最小間隙比	0.813	0.651	0.645	0.569

注1：第一方法により3層各々5回ずつ突き固め

注2：ハนด์スコップを用いて注意深く投入

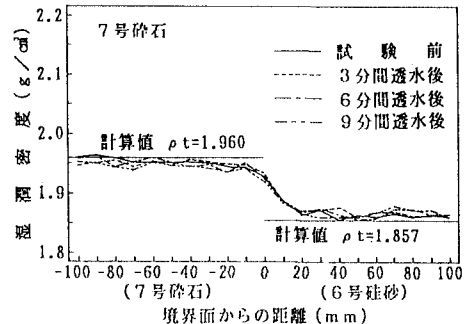


図-2 密度分布（7号碎石）

砕石の選定基準として利用している Sherardらの条件³⁾ $D_{15}/d_{85} < 9$ を満足する砕石(7号砕石と6号砕石を重量比で1:1に混合)の測定結果を、図-3に示す。試験前の初期状態においても、境界面よりドレーン材側で約4cm程度密度が増加している。これは、供試体作製時に目詰まりした部分と考えられる。透水後は、境界面から約6cmの範囲で密度が増加している。しかし、時間経過による密度増加部分の進行は認められない。なお、この部分はアクリル円筒の外から観察した目詰り部分に対応していた。

アクリル円筒壁面の影響を考察するため、試験後の供試体を液化窒素で凍結し、断面方向の目詰り状況を観察した。目詰りの状況写真を写-1に示す。目詰まりを生じているのは壁面に接する約15mm程度の外周のみで中央の大部分は目詰りを生じていないことが分った。

混合比を1:5に増加させた測定結果を図-4に示す。粒度分布がさらに粗くなり、密度増加部分が8cm以上に増加している。また、時間経過に伴い密度増加部分が進行している。供試体作製時に目詰りした部分も7cm程度と増加している。

さらに粒度を粗くして6号砕石、2005砕石になれば、供試体作製時に目詰まりした部分は8cm以上に増加し、試験後3分間以内にドレーン材全域が目詰りすると考えられる(図-5)。

4. あとがき

γ 線を用いた密度測定実験によって明確となったことをまとめると、① $D_{15}/d_{85} < 6.4$ を満足しておれば、ドレーンの目詰りは防止できる。②ドレーン材の選定条件 $D_{15}/d_{85} < 9$ を満足する砕石を選定していても、施工時の目詰りは防止できない。しかし、間隙水圧上昇時の目詰りの進行は防止できる。③ドレーン材の選定条件を満足していない場合には目詰りが生じ、時間経過と共に目詰りが進行する。

参考文献

- 1)日本ダム会議:ダム設計基準(第2次改訂)第5章、1978年
- 2)大野義朗・伊藤克彦・南川洋士雄・大北康治:砕石ドレーンの短期目詰り限界について、第19回土質工学研究発表会、pp.191~192、1984年6月
- 3)Sherard, J., Dunnigan, L.P., and Talbot, J.R.: Basic properties of sand and gravel filters, Journal of Geotechnical Division, ASCE, Vol. 110, No. GT6, pp. 684~700, June 1984
- 4)大北康治・三木秀二・伊藤克彦・熊原義文:作製方法の違いによる供試体内密度分布の相違について(砕石ドレーン目詰まり試験供試体の作製方法)土木学会第44回年次学術講演会(平成元年10月、投稿中)

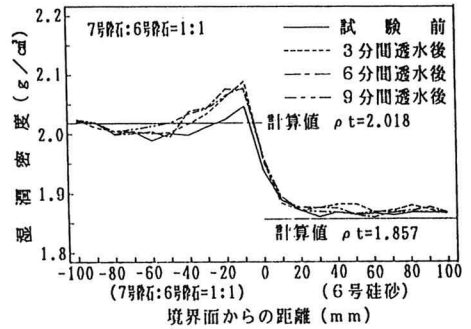


図-3 密度分布(7号砕石:6号砕石=1:1)

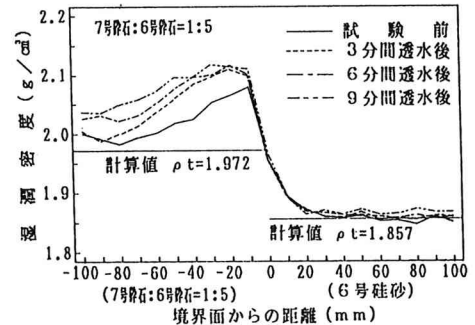


図-4 密度分布(7号砕石:6号砕石=1:5)

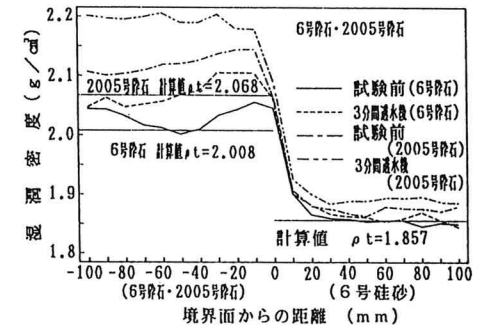
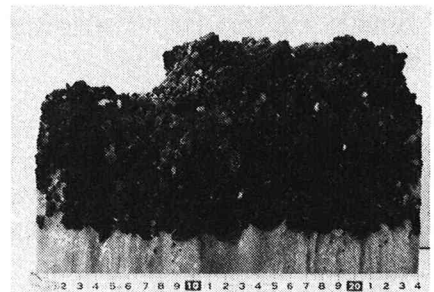


図-5 密度分布(6号砕石,2005砕石)



写-1 アクリル円筒壁面の影響