

締固の土の空げき構造について

関西大学工学部 正員 西田一彦
 関西大学工学部 正員 青山千彰

1. まえがき

従来 土質工学においては、土粒子間の空げきを表わす方法として間げき比あるいは間げき率が用いられている。これは透水性、透気性、圧縮性などの性質を判定するために重要な指数であり、基礎の締固め状態を知る上で欠くことのできないものである。ところがこのような表示方法では、間げき比が同一でも非常に小さな間げきが無数にあるものと、大きな間げきで間げき数が少ないものとを同じものとして取り扱わねばならない欠点を持っている。そこで、本研究では、水銀の表面張力を利用したポロシメーターを用い、締固め過程における土中の間げき径の性状を明らかにしようとしたものである。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、宝塚市中山の流紋岩質凝灰岩の風化土で、空気乾燥後 74μ 以下のものを供試土とした。その基本的性質は比重が2.68、液性限界77.3%、塑性限界46.6%である。また、X線回折と示差熱分析の結果、主な含有鉱物は石英、ハロイサイト、結晶度の悪いカオリナイトであった。締固めには直径1.4cm、高さ0.4cmのガラス製モルドと重量2.7gのランマーを用いては専量が $5.6 \frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2}$ になるように、落差26.5cm、3層、15回で行なった。図-1に締固の曲線を示す。締固め後、試料はそれぞれのモルドにいれた状態で凍結乾燥を行なった。ポロシメーターはCARLO ERBA社製AG65を使用した。その原理は水銀の表面張力が非常に大きく、加圧しなければ毛管中に侵入しない性質を利用したものである。ここで空孔半径 r (Å)の円形断面を仮定すれば、水銀の表面張力に打勝って水銀を圧入するのに必要な圧力 P ($\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)との関係は簡単に $r = \frac{75000}{P}$ で表わされる。従って、AG65型では、圧力が0.14($\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)から800($\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)に変化するため、測定孔径は約50 μ より90Åである。測定は低圧と高圧の2段階で行なった。低圧測定は大気圧を貫入圧として利用するもので、図-2のポロシメーター試料容器(ディラトメーター)内を真空状態にした後水銀を満たし、空気を入れるにつれて水銀面が低下するのをカセットメーターで読みとる方法である。高圧測定は油圧装置で800($\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)まで自動的に水銀貫入量を読みとるものである。水銀貫入試験後、試料中には大気圧分の水銀が残留するため偏光装置をとりつけた金属顕微鏡による撮影を行なった。

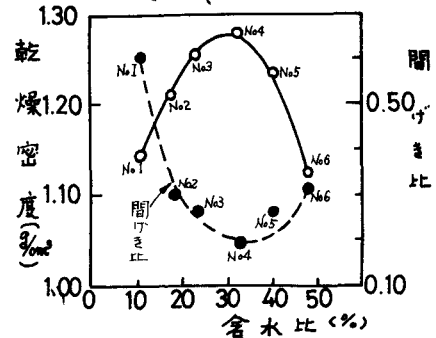


図-1 締固の曲線

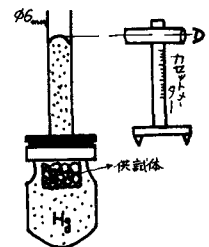


図-2 ディラトメーター

3. 結果と考察

水銀吸入試験結果を図-3に示す。縦軸に間げき体積率をとり、横軸に間げき径をとったものである。間げき径加積曲線は図より明かなように乾燥側と湿潤側では非常に異なった特徴を示している。まず乾燥側(No.1~3)においては、大小の間げきが一樣に分布し、含水比が大きくなるにつれ曲線は上方へ、つまり、全体にわたり間げき径は小さい方へと移行している。ところが最適含水比(No.4)になると、中間径の間げきは消失し超ミクロな間げきと粗大な間げきの極端な状態になっている。そして湿潤側(No.5,6)では最適含水比よりわずかに大きな含水比までは、超ミクロな間げきが増加すると同時に粗大な間げきは減少している。さらに含水比が増すと、再び粗大な間げきが増え超ミクロな間げきが減少してゆく傾向を示している。また図-1において、間げき比がほぼ同一となる(No.3)と(No.5)を比較すれば、同一の間げき比でも間げき径の性状が全く異なっていることが明らかである。次に、乾燥側、最適含水比、湿潤側の典型的な間げき形写真を写真-1,2,3に示す。黒色に写った間げきは水銀面である。乾燥側では、粒子間間げきとアグリゲート間間げきで、これに対し、最適含水比ではアグリゲート内間げきが見られる。そして湿潤側では大きなアグリゲート間の粗大な間げきとアグリゲート内間げきが観察される。以上より、締固め過程における間げき径の性状は次のように考えられる。

乾燥側では、含水比の増加につれ全く結合していない独立粒子から互いに結合したアグリゲート状態に移行するので、粒子間は微粒子で埋まり、間げき径は全体として小さくなる。そして、最適含水

比になると密度の高いアグリゲート状態となり、大部分の間げきはアグリゲート内部のものとなる。さらに湿潤側になれば、ある含水比までは超ミクロな間げきは増大するが、含水量が増すためアグリゲートは分離し、粗大な間げきが増大するものと考えられる。

(参考文献) 1) Drake, L., and Ritter, H. L., "Pore-Size Distribution in Porous Materials," pp. 782-786, Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 17, 12 (1945)



写真-1 乾燥側 (No.1)

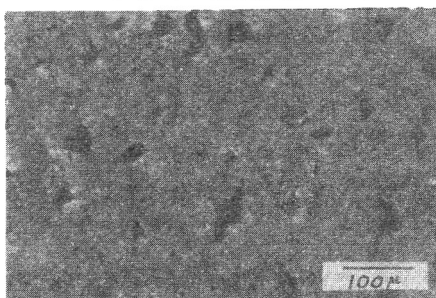


写真-2 最適含水比 (No.4)



写真-3 湿潤側 (No.6)

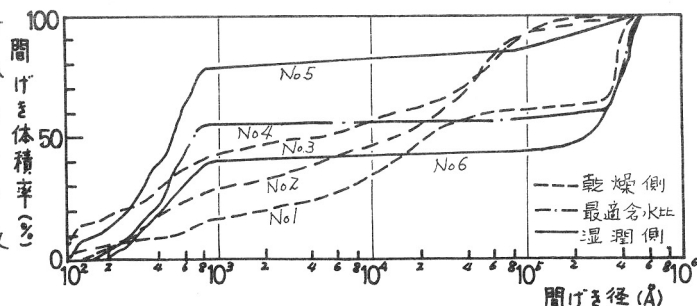


図-3 間げき径加積曲線