

III-201 土の含水比変化による細孔間隙分布特性と物理的、力学的特性の関係

日本大学工学部 正会員 ○古河 幸雄
 同上 正会員 藤田 龍之

1、まえがき：土の物理的・力学的性質は含水比の影響を受け、その度合は土の種類によって著しく異なってくることは周知の事実である^{1)・2)}。それは団粒化している土の構造特性や粒度特性などの土粒子特性と、自由水や準拘束水、拘束水などとして位置づけられている水分特性との関わり合いがそれぞれの土の種類によって異なっていることに起因しているものと考えられる³⁾。そのような土と水分の関連性を、細孔間隙分布特性によって検討し、これまでに得られている物理的・力学的性質との比較を試みた。

2、試料および試験方法

用いた試料は4種類であり、その物理的諸数は表-1に示す。試料は、採取時の含水比から目標とする含水比(4~5点)になるよう室内で気乾燥してそれぞれの試験に用いている。細孔間隙分布の測定は、気乾燥試料を乾燥収縮の影響を最小限に抑えるためにフリーズドライ装置により凍結真空乾燥し、水銀圧入式ポロシメーターにより測定した。

表-1 試料の基本的性質(福島県内より採取)

記号	Wn(%)	比重Gs	Ip	74 μ m通過率	土質名	採取地
A	32.4	2.691	29.45	74.64	粘土	郡山市安積
B	34.4	2.693	26.53	60.86	粘土	郡山市桑野
C	37.9	2.769	27.32	50.85	シル質土	三春町
D	27.6	2.751	12.81	24.34	まさ土	二本松市

3、実験結果と考察

図-1は、試料B、Dの乾燥過程における各含水比の累積間隙量と間隙径の関係で示した間隙径分布曲線である。この図より、累積間隙量は2~0.02 μ mの範囲で著しい増加の傾向が認められる。全累積間隙量は乾燥の程度により異なっており、含水比が低下するにしたがって小さくなるのがわかる。図-2は各間隙径間の体積量を全累積間隙量に対する百分率で表した頻度分布である。試料Bは0.16~0.64 μ m付近、試料Dは0.02~0.04 μ mと1.25~5 μ m付近でピークとなる頻度分布を示し、土の種類により異なった特徴を示している。

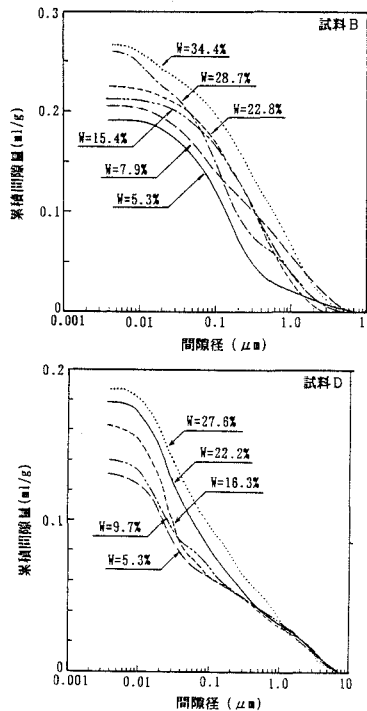


図-1 累積間隙分布曲線

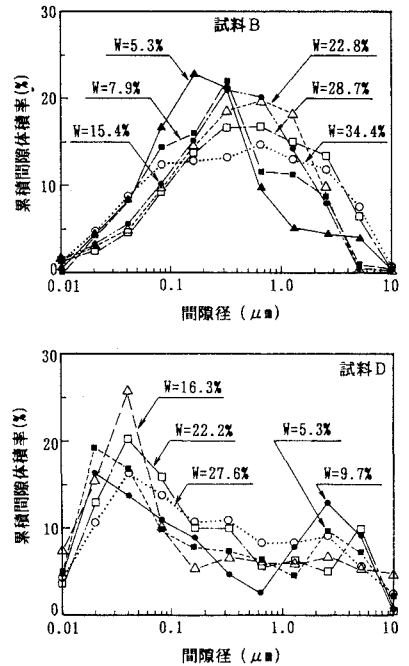


図-2 累積間隙体積率と間隙径の関係

試料Bと試料Dの0.02~0.04 μ mで示すピークは、乾燥の程度によってピークの位置と頻度の大きさが異なっている。ピークは、乾燥の程度が大きい(含水比が小さい)ほど小さい間隙径のところの位置し、ピークが同じ間隙径にあるなら含水比が小さいほど頻度は大きくなっている。このように、乾燥の進行とともに間隙径のピークの位置が小さくなっているのは、乾燥過程の水分の減少によって土粒子の構造骨格が収縮し、それが間隙体積に影響を及ぼすことが原因と考えられる。

図-3は、試料Aの各間隙径の含水比変化による間隙体積の頻度を示したものである。頻度は間隙径が0.01~0.64 μ mの範囲で変化に富み、湿潤より乾燥へ移行する過程で含水比が20~25%のところで最初の変曲点となるような特徴を示している。このような傾向は、試料によってピークを示す含水比範囲や間隙径範囲は異なるが、他の土でも同様な現象が認められている。図-1で示したように累積間隙量は乾燥の程

度によって異なることを明らかにしたが、これを乾燥度との関係で示すと図-4である。各試料とも乾燥初期は緩やかな減少であるが、乾燥度が0.2前後になると間隙量は急激に低下してくる。さらに乾燥が進んで乾燥度が大きくなると間隙量の低下は小さくなる傾向を示している。このことから、土粒子の構造骨格の収縮が乾燥の程度に対して一様でないことが明かである。

土の水分量の変化は、土の物理的、あるいは力学的性質にも影響を及ぼす。図-5は試料C、Dの水分保持曲線を示しており、遠心脱水後の含水比で現している。保水力は、いずれのpF値でも乾燥初期の段階は徐々に低下しているが、やがてある含水比より小さくなると著しく減少していくことがわかる。このような傾向は、図-6で示す密度の場合や、図-7の三軸圧縮試験(UU試験)で得られたせん断抵抗角と粘着力にも認められる。

このように、含水比変化にともなう細孔間隙分布特性と物理的、力学的性質の特徴が類似していることは、それらが密接に関係していることを示すものであり興味深い。また、図-4で示すように、累積間隙量が急激に変化する点はいずれの試料も近似した値であり、自然含水比を基本的指標の一つとして位置づけても差し支えないものと考えられる。

4. おわりに: 土の乾燥による収縮特性は、乾燥の程度が大きくなるにつれて間隙径が小さい方へ移行して、その頻度分布も大きくなるのが明らかになった。また、含水比変化にともなう土の物理的、力学的性質と比較すると、細孔間隙分布特性と類似した特徴を示すことがわかった。

《参考文献》

(1) 古河幸雄・藤田龍之・寺中啓一郎(1988): JIS締め固め試験に関する一検討(その3) - 乾燥法の初期含水比について -、第23回土質工学発表会、pp.2003~2006
 (2) 小谷佳人(1969): 試料の乾燥程度が土の理工学的性質に及ぼす影響 - Atterbergおよび締め固め試験について -、鳥農学報21、pp.52~61
 (3) 岸上定男・高橋悟(1976): 粘土の力学的性質に及ぼす含水量の影響に関する実証的研究、土質学会論文報告集、Vol.16、No.3、Sept.
 (4) 鳥居和之・川村満紀(1988): 締め固めた安定処理土における強度と間隙径分布に関する研究、土木学会論文集、第400号、III-10、pp.131~140
 (5) 西田一彦・青山千彰(1975): 締め固め土の間隙構造と水分状態について、第30回土木学会年講、pp.393~395
 (6) 山口晴幸・吉田廣太郎・黒島一郎・福田誠(1989): 泥岩のスレーキング特性、土木学会論文集、第406号、III-11、pp.17~26

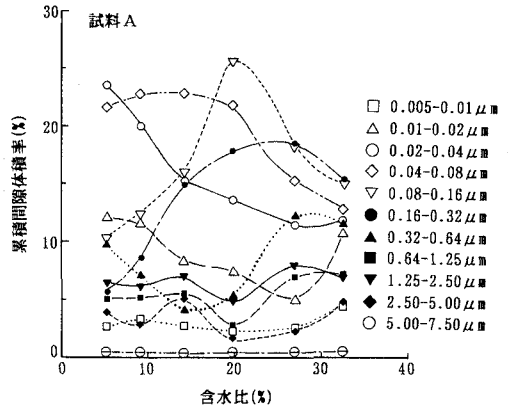


図-3 累積間隙体積率と含水比の関係

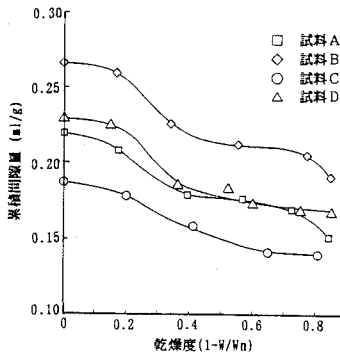


図-4 累積間隙量と乾燥度の関係

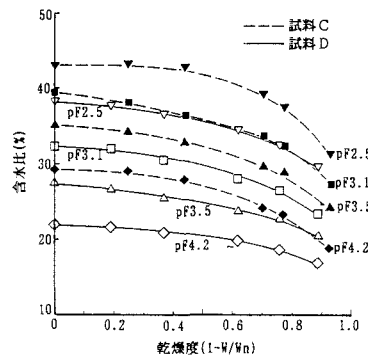


図-5 乾燥度と密度の差の関係

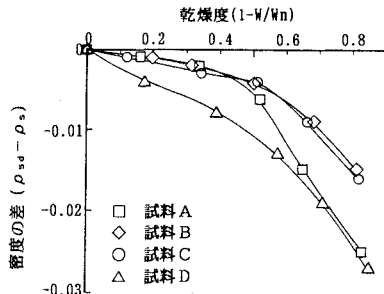


図-6 乾燥度と密度の差の関係

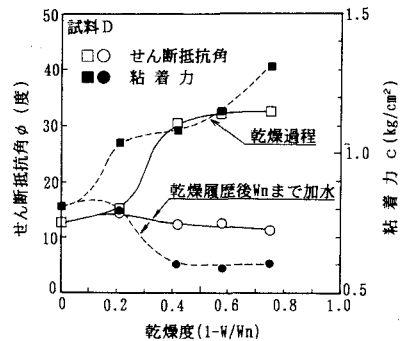


図-7 乾燥度とせん断抵抗角および粘着力の関係