

## 空気圧入式間隙径分布測定試験において試験方法が測定値に及ぼす影響

前橋工科大学 学生会員 ○遠藤 千晃  
前橋工科大学 正会員 森 友宏

### 1. 研究の背景と目的

昨今、地震や降雨による地盤災害が頻発している。近年起きた熊本地震では、不飽和の火山灰質土が地震によって軟化し、大きな被害を生じたと推測されていることから、今後の地盤被害の低減を考える際には、不飽和土の強度発現メカニズムを明瞭にしていく必要があると考えられる。不飽和土の強度には、土粒子間に形成される空隙の大きさ（間隙径）を把握する必要がある。

そこで本研究では、空気圧入式間隙径分布測定装置を用いて、土試料内の間隙径分布の計測を行っていたが、試験中の通気時間や、試験に使用する金網の目開きによって、得られる結果に差が生じることが明らかとなってきた。本論文では、これらの違いが試験結果（得られる間隙径分布）に及ぼす影響を調査した結果を示す。

### 2. 空気圧入式間隙径分布測定装置の概要

空気圧入式間隙径分布測定装置（図 1）は、図 2 のような地盤内の間隙を図 3 のように細管であると仮定し、その細管内の水に対して空気圧をかけることで、その圧入圧力と空気の透過量の関係から間隙径分布を求める試験である。その透過量は細管内の水の表面張力と大きく関わっており、幅の大きな管では小さな圧力でも空気を透過させ、逆に幅の小さな管では空気を透過させるのにより大きな圧力を要する。また、この試験は「空気圧入法」に基づいており、詳細は神谷ら<sup>1)</sup>の論文を参照していただきたい。

本試験に使用される装置の概要を図 1 に示す。飽和状態の試料に対し下方から鉛直上向きに空気圧をかけ、空気を透過させる。そして試料の上下端の空気圧力水頭差と空気圧を入力しているチューブ内と試料の上端の空気圧力水頭差、そして排気として出てきた空気の流量をそれぞれ計測する。試料の上下端の空気圧力水頭差と排気の流量の増加率がほぼ一

キーワード 間隙径, 通気, 空気圧入式間隙径分布測定装置,

定になったと十分に判断されたとき、空気圧の増加を停止させ、試料層上面に残る水分を重力排水し、その後試料の含水比を測定する。

ところで、試料に対し下方から空気圧をかけた際、試料内では鉛直上向きに水が押し出されていく。しかし試料内の間隙は滑らかな細管状ではないため、空気圧をかけてからそれぞれの空気圧力水頭差の値が安定するまでに時間がかかる。細管内の水は徐々に鉛直上向きに抜けていくため、時間をかけるほど空気圧力水頭差が減っていくと考えられる。

また、試料部の上下端には空気圧をかけた際の試料の吹き出しを抑えるために金網、有孔板により固定をしている。この金網には粗さについて規定がないが、金網の粗さを変えることで試料に進入、排出される際の空気の気泡径が異なることや、試料内の細管と同様に金網の目にも水の膜ができ、そこでも空気圧によって押し出す圧力が働いている可能性が考えられる。

### 3. 使用した試料

本試験では、試料としてヨナ土（東北地方、蔵王山由来の火山灰質砂質土）と、珪砂 7 号を用いた。ヨナ土と珪砂 7 号の粒径加積曲線を図 4 に示す。

ヨナ土の締固め（JIS A 1210、A-a 法）による最大乾燥密度  $2.20\text{g/cm}^3$ 、最適含水比 10.8%。珪砂 7 号は、最大乾燥密度  $1.454\text{g/cm}^3$ 、最適含水比 7.4%であった。

### 4. 空気圧をかけて通気させる時間と間隙径分布

図 5 は試験により推定された間隙径と累積間隙堆積百分率との関係である。この曲線は、間隙径が大きいときに累積間隙体積百分率が下がると間隙径が大きなものが地盤内に多く分布していることを意味する。その逆に間隙径が小さいときに累積間隙体積百分率が下がると間隙径が小さなものが地盤内に多く分布し、間隙径分布が小さいことを示していることになる。すなわち前者に比べ、後者はより密度が高くなると考えるのが自然である。

しかしこの図では、密度が高くなるほど間隙径分布が大きくなっている。これはおそらく通気時間による影響と考えられ、間隙径分布の大きなものから順に通気時間 120 分で乾燥密度  $\rho_d=1.575\text{g/cm}^3$ 、50 分で  $\rho_d=1.569\text{g/cm}^3$ 、30 分で  $\rho_d=1.424$  となっているが、このことからより時間をかけ通気させたものは試料全体で細管に空気がとおったことで、間隙径が大きく計測されたのではないかと考えられる。試料全体のある一定以上の幅の細管すべてを計測することは、試料の間隙径分布をみる際に重要と考えられる。そのため空気圧をかける時間は、それぞれの空気圧力水頭差が変化しなくなるまでかけ続けるべきだと考えられる。

### 5. 試料部を押さえ込む金網の粗さと間隙径分布

図 6 は試験装置内の金網の粗さにおいて  $75\mu\text{m}$  と  $250\mu\text{m}$  の二つを使用した際のそれぞれの間隙径分布を表す曲線である。ここにおける前述の空気の通気時間は 30 分である。 $250\mu\text{m}$  の間隙径分布は、 $75\mu\text{m}$  の間隙径分布に比べ密度が高いにもかかわらず大きな値を示していることが見て取れる。このことから、金網の粗さは間隙径分布に影響を与えていると考えられる。この二つの金網の粗さにおける値の差が、前述にあるとおり金網の目にできた水の膜を押し出すための圧力が発生していることによるものと考えられるならば、より粗いものを使用するべきではないかと考えられる。

### 6. まとめ

以上のことから空気圧入式間隙径分布測定試験は、空気の通気させる時間や試料部を押さえ込む金網の粗さなどが明確でない現状では、試験者や手法の違いによって異なる間隙径分布が計測される可能性がある。そのため今後、通気時間と金網の粗さのそれぞれ変えたときに得られる間隙径分布の関係を整理するため、さらに実験を行っていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 神谷浩二ら：「空気圧入法」による砂質土の間隙径分布の計測，土木学会論文集，No541/III-35，pp.189-198，1996。

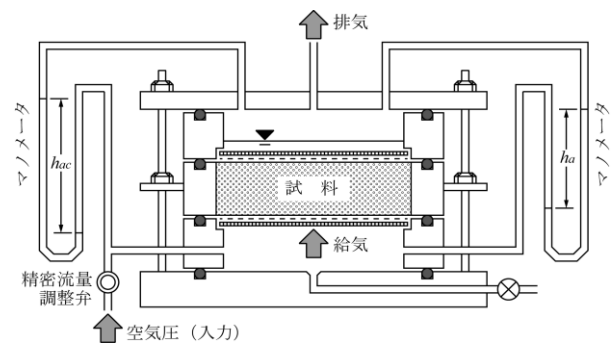


図1 間隙径分布測定装置 概要



図2 地盤内の間隙 図3 間隙を細管と仮定した図

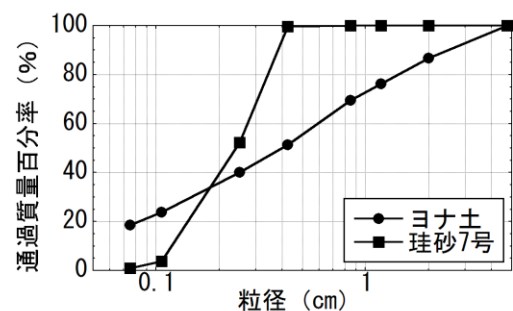


図4 ヨナ土と珪砂7号の粒径加積曲線

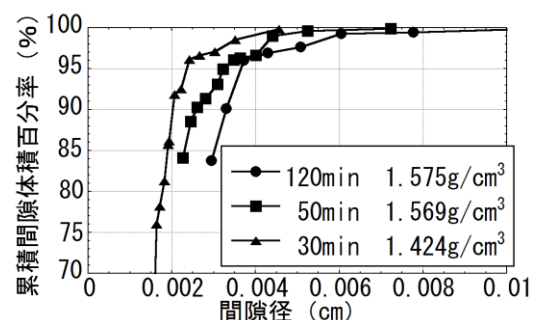


図5 ヨナ土の間隙径分布と通気時間

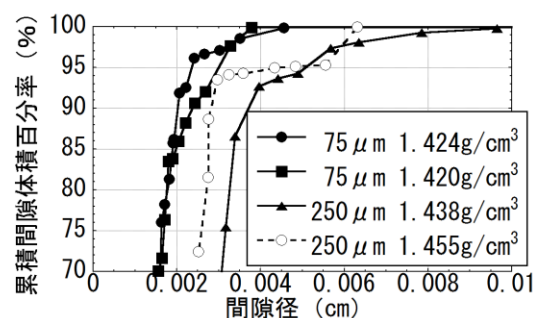


図6 ヨナ土の間隙径分布と金網の粗さ