

鹿島 技術研究所 正会員 ○藤澤 理
鹿島 技術研究所 正会員 深澤栄造

1. はじめに

地盤の透気特性の解明については、圧気工法、放射性廃棄物埋設施設等の分野において研究が行われている^{1) 2)}など。水で飽和した地盤内をガスが移行する機構の解明については、第一に、地盤中でどの程度のガス圧力になった時に、ガスの移行が開始されるかを解明することが重要であると考えられる。

筆者らは、地盤中でガス移行が開始されるガス圧力（以下、この圧力を“初動圧 P_c ”とする）は、土の種類、土の密度、地盤内間隙水圧、ガス圧力の昇圧の大きさ等によって変化するものと考え、 P_c とこれら要因の関係を明らかにすることを目的として、一連の検討を行っている³⁾。

今回は、粘土と砂の混合土を作成し、これら試料を用いた透気実験により、土の種類（土の物理的特性）と P_c の関係を調べた。実験の結果、地盤内のガス移行の状況、 P_c と土質性状の関係を把握することができた。本文は、これらの実験結果について報告する。

2. 使用材料

透気実験には、粘土 N と砂 S を表-1 に示す混合比率で混合した 5 種類の試料を用いた。混合土の土質性状を表-1、図-1 に示す。

3. 実験方法

実験は、i) 粘土と砂の混合土を作成し、ii) 透気実験用のモールド（ $\phi 7.3\text{cm} \times h 5\text{cm}$ ）に最適含水比 w_{opt} 、最大乾燥密度 ρ_{dmax} で供試体を作成し、iii) 図-2 に示す透気実験装置に設置し、iv) 試料を飽和させ、v) 変水位透水試験を実施した後、透気実験を行った。

透気実験は、i) まず、供試体下方からガス圧力をごくわずからず高めていき、ii) 供試体上面から排水が開始された時の圧力を、初動圧 P_c として測定し、iii) その後は、ガス圧力を一定に保ち、供試体からの排気量が一定になった時点で透気係数を求め、実験を終了する流れで行った。ガス昇圧の大きさは、可能な限り小さいステップで行うものとし、1 時間に 4.9kPa ずつ昇圧させる方法で行った。測定項目は、加圧しているガス圧力、供試体上面から排出される水とガスの排出量である。

4. 実験結果と結果の検討

水で飽和した土試料の供試体下方からガスを透過した時、ガスが土中内を移行していく状況を図-3 に示すように考えた。各々の状態の変化点の状況を示すと次のとおりである。

①は水で完全に飽和され状態を示す。②はガス昇圧に伴って、土中の間隙水が動き出した時点を示す。この時点が初動圧 P_c の確認時点である。③はガス圧力を一定に保った状態で、供試体上面から土中水の排出が継続して行われている状態であり、この時点では、まだ供試体上面からのガス噴発は発生していない。④の状況になって、供試体上面からガス噴発が発生する。④～⑤で土中の間隙水はガス移行に伴って徐々に排出され、最終的に間隙水が完全に排出された⑥の状況に移行して、試料は乾燥状態になる。

キーワード：圧気工法、放射性廃棄物処分場、透気試験、飽和、間隙水

連絡先：鹿島建設㈱技術研究所 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL. 0424-89-7068 FAX. 0424-89-7036

表-1 使用材料の物性

No.	S (%)	N (%)	w_L (%)	w_P (%)	w_{opt} (%)	ρ_{dmax} (g/cm ³)	pF*
1	100	0	—	—	20	1.535	—
2	70	30	29	10	17	1.710	3.4
3	50	50	41	15	21	1.570	3.9
4	30	70	55	19	27	1.443	4.1
5	0	100	76	26	34	1.266	4.2

*：透気実験供試体の飽和度 100% 含水状態の pF 値

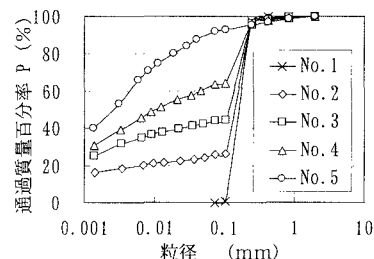


図-1 材料の粒径加積曲線

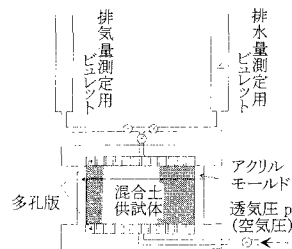


図-2 透気実験装置図

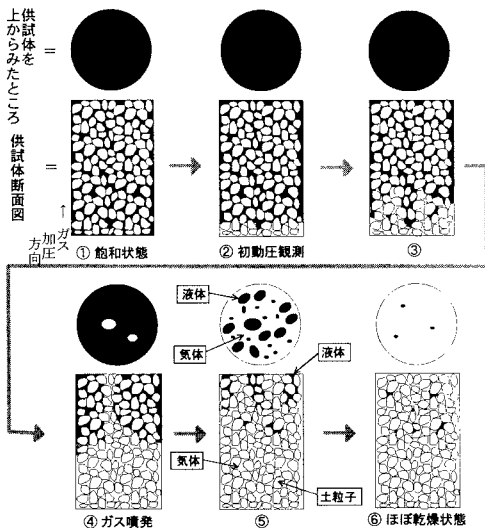


図-3 ガス移行状況説明図

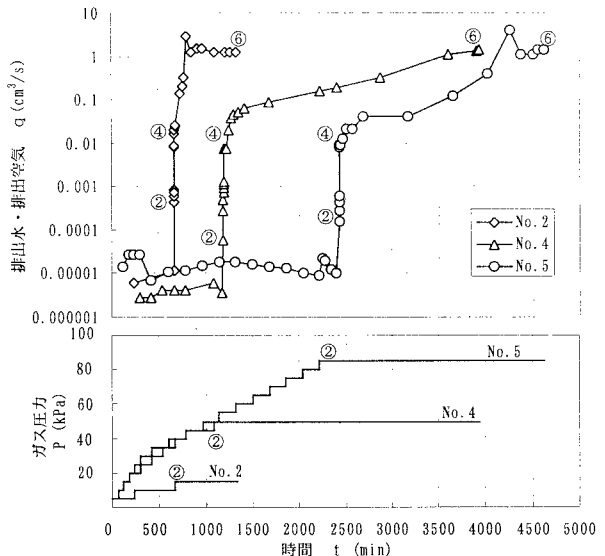


図-4 透気実験結果 (例)

図-4 に透気実験結果の代表例を示す。同図は、土質性状の異なる 3 種類の試料のガス透過時間と排出水量、排出ガス量の関係を示したものである。図中、②、④、⑥は、図-3 で示したガス透過の各々の状況に相当するもので、②が初動圧 P_c 確認時点、④がガス噴発確認時点、⑥が排水終了時点である。土の性状とこれら②、④、⑥の発生時点の関係をみると、粘土混含量が多くなるに従って、②の初動圧 P_c 確認時点が遅くなり（ガス透過時間が長くなり）、さらに、④、⑥の確認時点も長い時間を要していることがわかる。

また、粘土混含量が多くなるに従って、②の初動圧 P_c の絶対値は大きくなる傾向を示している。これらの挙動は、粘土混含量が増すに従って、土中内ではガス透過を阻止しようとする間隙水保持の力が大きくなっていることによるものと思われる。

土の性状と初動圧 P_c の関係を示したものを図-5、6 に示す。図-5 は P_c と塑性指数 I_p の関係を、図-6 は P_c と pF の関係を示したものである。これらの図から P_c は土の性状と強い相関があることが認められ、 I_p 、 pF の値が大きくなるに従って（土中水の保水ポテンシャルが大きくなる程、また、高塑性の土になる程）、 P_c は大きくなることがわかった。

5. まとめ

地盤中でガス移行が開始される圧力（初動圧 P_c ）と土の性状関係把握の実験を実施し、次の知見を得た。

- 水で飽和した土中内部をガスが移行していく状況を図-3 に示すように考え、初動圧確認時点、ガス噴発時点、ほぼ乾燥時点を図-4 中に示すと、②、④、⑥の時点であった。
- ②、④、⑥の発生時期は土の性状と相関があり、粘土混含量の多い供試体ほど長い時間を要する（図-4）。
- 初動圧 P_c の絶対値は、土の性状と強い相関があり、土の I_p 、 pF が大きいほど大きくなる（図-5）。

今後は、土の種類を増して実験を継続すると共に、その他の要因についても検討を進め、水で飽和した地盤内のガス移行の機構の解明を行っていく予定である。

参考文献 1) 木島詩郎ら：シールド工事における現場透気試験について（その 2），鹿島建設技術研究所年報第 20 号，1972，pp. 83-99. 2) 棚井憲治：圧縮ペントナイト中の水素ガス挙動，動燃技報 No. 102，1997. 6，pp. 15-20. 3) 藤澤 理，深澤榮造：礫ペントナイト混合土の透気特性，第 33 回地盤工学研究発表会，1998，pp. 1901-1902.