

混合空気流による砂地盤の 漏気変化について

摂南大学 工学部 正 井上 治 正 上田 伸三
(株) カンダン 正〇中野 茂

1. まえがき

地下水の豊富な砂質地盤に下水管を埋設する工事として、圧気工法が採用されることが多い。しかし圧気工事中に土質の変化や送気圧の増加などで、地盤中に噴発現象（ブロー現象）が生じることがある。特にその地盤が透水性の高い砂レキ層では一層危険である。我々はこれまで、混合土を用いて、空気と気泡剤の混合した混合空気を地盤中に圧送したときの透水係数の変化について調べてきた。そこでブローが生じたとき一時的に切羽の止水と安定を保つ方法として、圧気中に少量の家庭用洗剤を水にとかした水溶液を用いて、砂レキ層地盤に混合空気として、圧送放散させ漏気量を減少させることにした。

実験は砂を用いたモールドによる定水位的な混合空気流発生装置による透水試験と試作した混合空気流式シールド模型試験の2つについて行った。噴発現象の観察をシールド装置の側面のガラスを通して、また掘削はシールド部分を後方に移動することにより掘削と類似現象とみなすことにした。これら2つの装置を用いた実験を、洗剤液の割合と透水量などの関係とそれらの漏気効果について検討した。

2. 実験の概要

実験に用いた装置は2種類である。モールド式（空気流発生付）図-1とシールド式（空気流発生付）図-2である。図-1は定水位式で、水位調整は給水槽中にオーバーフローが取り付けられており、これにより一定水位を保つことができる。空気圧の調整は圧力調整弁で、また空気量の測定は気流分離器から出た気流量を送気量（水量）として計った。混合空気の発生は気流パイプの途中に家庭用洗剤液の入れた水溶液槽と混合して、モールド中に挿入した金属性パイプの小孔から発生する。また図-2は混合空気発生付シールドで下面に取り付けたパイプから混合空気を発生する。透水量の測定はシールド上面に取り付けたパイプから測定でき、シールドの移動はハンドルを回すことにより操作ができる。シールドの水漏れは水密性を保つためシールドの外周にシリコングリスを塗布した。側面はガラス張りとし透明板とした。試料は豊浦標準砂と淀川産砂（太間産4,76mmフルイ通過 840 μ m残留）を用いた。試料の成型はモールド（径10cm長さ15cm）に自由落下方法（高さ30cm）で、三層に分け、各層は突き棒（180g）でモールドの四方を25回づつ叩いた。シールド式はモールド式と同様自由落下方式で地盤（土盛り高さ20cm）を積み上げた。水位はシールド中央部よ

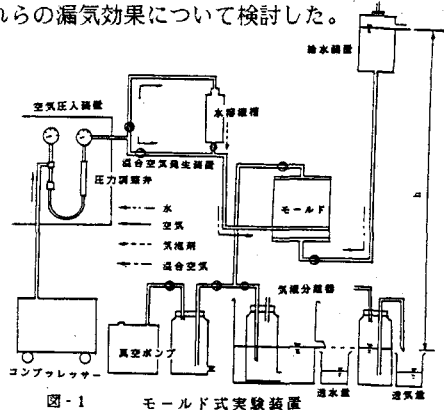


図-1 モールド式実験装置

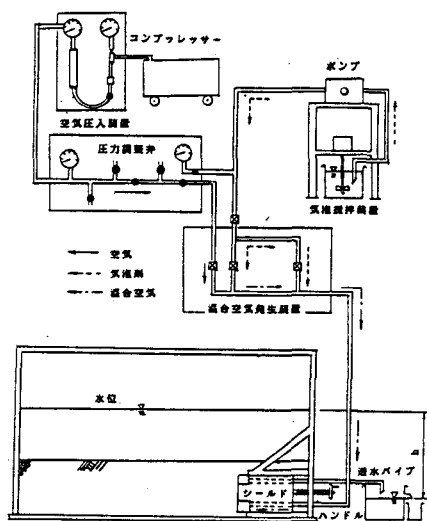


図-2 シールド式実験装置

Osame INOUE, Shinzō UEDA, Shigeru NAKANO

り60cmまで水を入れ実験用地盤とした。乾燥密度はモールド式で、ほぼ標準砂 1.36 砂 1.40g/cm³、シールド式は1.41g/cm³であった。混空気に用いる気泡剤は家庭用洗剤をもちいた。実験の手順はモールド式では試料を飽和させてから一定の送気圧を送り、その後混合空気を送圧した。このときの無送気、送気、混合送気等の各状態における透水量を測定した。シールド式はモールド式に準じて、透水量を測定した。

3. 実験結果と検討

(1) k_i , k_a と経過時間(t)

図-3は標準砂と砂について、無送気状態(k_i)、送気状態(k_a)の場合の透水係数と経過時間(t)との関係を示した。 k_i -t曲線から試験を始めて2-3分後には一定値に達している。 k_a -t曲線は一定値になった後、送気圧(0.17 kgf/cm²)一定の下で透水係数の変化を調べたものである。送気後6分程度でほぼ一定値に達し、透水係数が減少した。

(2) k_v と経過時間(t)

図-4は標準砂に家庭用洗剤の割合が3,5,7%の入った水溶液を50ml、及び100ml、混合空気流を送圧(0.17kgf/cm²)したときの透水係数(k_v)の変化を6分経過後の時間の関係で示した。50mlのときは濃度の大きいほど止水効果はあるが、100mlと多くなると洗剤の割合を濃くしてもその効果はほとんど変わらないことが分かる。

(3) k_v/k_i と飽和度 S_{rv}

混合空気圧は送圧により気泡となり地盤の間隙を占有していくものとみなせば、飽和度は変化する。図-5, 6はアフエヤノフの提唱式を用いて、実験値と比較したものである。図中 $\beta=3.0, 3.5, 4.0$ の値を用いて、それぞれのときの曲線を示している。実験値は図-4に示した各試験から得られた標準砂、砂の場合 k_v/k_i と S_{rv} の実測値である。図中に○印でプロットした。これによると水溶液の割合にかかわらずほぼ β が3-4の範囲に入っている。このことから飽和度で整理することは有効な手段と思われる。

(4) Q_a/Q_i , Q_v/Q_i と経過時間(t)

図-6は空気(送気)、混合空気(5%, 15%)のときの透水量の減少の割合を経過時間の関係で示したものである。この図から最も漏水効果を示したのが5%の混合空気であった。このことから、家庭用洗剤など少量を混合空気として利用することは一時的に止水効果があるようにおもわれる。

実験に協力いただいた、実光伯朋、大島正則、池田靖裕、久保慎一 各位に感謝致します。

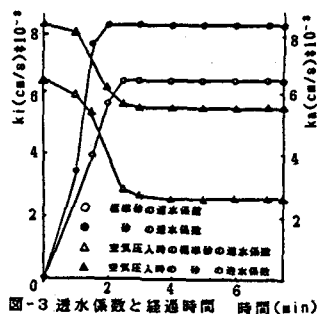


図-3 透水係数と経過時間

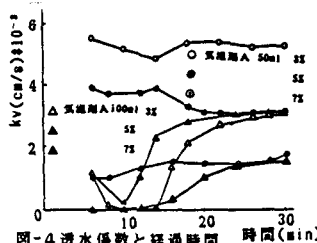


図-4 透水係数と経過時間

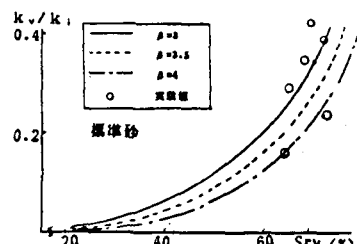


図-5 透水係数比(k_v/k_i)と飽和度(S_{rv})

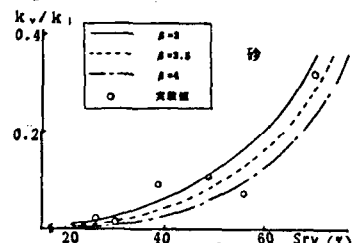


図-6 透水係数比(k_v/k_i)と飽和度(S_{rv})

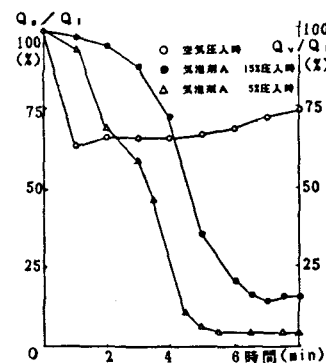


図-7 Q_a/Q_i , Q_v/Q_i と経過時間