

国鉄 東京第一工務局 (正) 澤 健
日本国有鉄道 (正) 半谷哲夫

1. まえがき

砂層を伴う軟弱粘性土層を圧気シールド工法で掘削したときに、断気を契機として、トンネル周辺の比較的広い範囲に沈下を生ずることが知られている。この沈下は、砂層における水と空気の流動速度の差に基づく砂層内間隙圧の低下、有効圧の増加に起因する粘性土層の圧密沈下と考えられており、沈下防止策として、減圧速度を小さくしてゆっくり断気する方法が有効とされている。しかし、沈下のメカニズムは実証されておらず、今回これを究明するためには多孔式現場透気試験をおこなった。

2. 試験地の地盤状況

試験地の地盤状況を図-1に示した。

洪積層固結シルト層を基盤とする沖積層は軟弱粘性土を主とするが、基底部には厚さ約1mの砂層と、厚さ約2mの砂質シルト層が存在する。かつて、これらの各層を貫くトンネルが圧気シールド工法で施工されたが、その際、断気後に生じた沈下は全沈下量の30~35%に達した。現場透気試験は上記砂層および砂質シルト層を対象としておこなったもので、試験に先立ち測定した砂層の間隙水圧は 1.2 kg/cm^2 で、トンネル施工当時比べると若干回復しているものの、静水圧よりはかなり低い状態にある。砂層の透水係数は $3 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ で、砂質シルト層のそれは1桁小さい。

3. 現場透気試験

試験孔の配置を図-2に示した。送気孔、観測孔とも砂層、砂質シルト層にわたる長さ2mのストレーナー区間を設けた鋼管を達込み、周囲をグラウトした。管頭には図-3のような気密観測箱を取りつけ、水位も直接測定するとともに、圧力変換器によって管内空気圧と管底圧を測定した。また、砂層中に比抵抗測定用電極2組を、粘性土層中に間隙水圧計5台を埋設し、送気によって生ずる比抵抗、間隙水圧の変化を観測した。透気試験は、送気圧の増減をくり返して4サイクルおこない、延680時間に及ぶ送気をおこなった。増圧は段階的におこなったが、

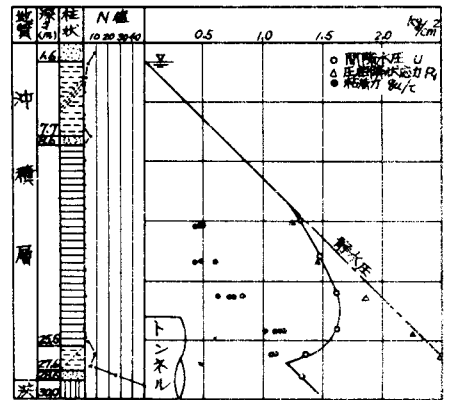


図-1 試験地の地盤状況

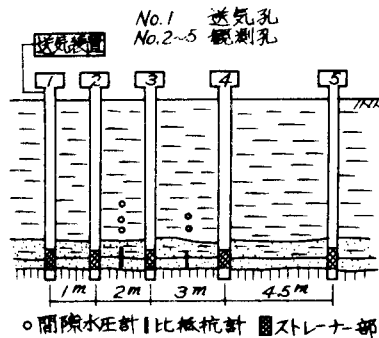


図-2 試験孔と埋設計器の配置

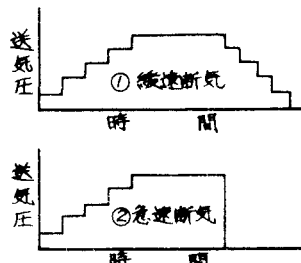


図-4 送気圧パターン

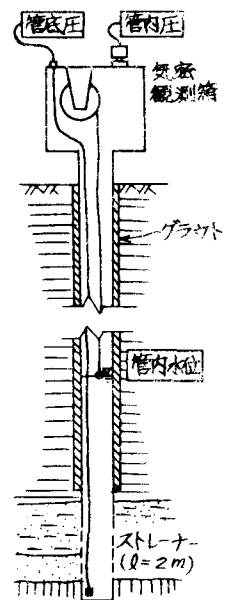


図-3 試験孔と気密観測箱

試験孔の配置を図-2に示した。送気孔、観測孔とも砂層、砂質シルト層にわたる長さ2mのストレーナー区間を設けた鋼管を達込み、周囲をグラウトした。管頭には図-3のような気密観測箱を取りつけ、水位も直接測定するとともに、圧力変換器によって管内空気圧と管底圧を測定した。また、砂層中に比抵抗測定用電極2組を、粘性土層中に間隙水圧計5台を埋設し、送気によって生ずる比抵抗、間隙水圧の変化を観測した。透気試験は、送気圧の増減をくり返して4サイクルおこない、延680時間に及ぶ送気をおこなった。増圧は段階的におこなったが、

減圧は図-4のように緩速断気と急速断気の2つのパターンでおこない、断気方式の違いが間隙水の挙動に及ぼす影響を調べた。なお、最大送気圧は 1.7 kg/cm^2 であった。

4. 試験結果

現状は測定記録の整理解析を進めている段階であり、詳細はその結果をまとめて報告したい。こゝには試験の過程で明らかになった2,3の事項について記す。

(1) 送気が間隙水を排除することによって形成される不飽和領域は、送気孔を中心とする同心円状に広がることはむしろ稀である。実際には砂層の不均質性によって、いわば氷みちのように空気の流動経路が選択的に形成され、徐々に周囲に広がって不飽和領域を生ずるものと推測される。

(2) 図-5は、緩速断気、急速断気の2つの断気パターンによって、送気孔、観測孔の管底圧に生じた変化を比較したものである。送気圧をこまかいピッチで段階的に下げる緩速断気では、送気孔、観測孔とも管底圧は送気圧に応じて徐々に低下して初期圧に戻るが、瞬間的に断気する急速断気では図のように管底圧の著しい低下が認められ、初期圧に戻るまでに約20時間を要した。管底圧が砂層の間隙圧を示すものとするれば、このような管底圧の動きは、急速断気による粘性土層の圧密沈下の可能性、および緩速断気の沈下防止対策としての有効性を示唆するものと考えられる。

(3) 砂層から3~4m上方の粘性土層中の間隙水圧は、不規則な変動を示すこともあるが、大局的には送気圧の増大に伴って上昇し、減圧、断気とともに低下した。送気圧を 1.7 kg/cm^2 としたとき、間隙水圧は最大 0.27 kg/cm^2 の上昇を示した。また、断気後の間隙水圧は送気開始前の初期値を下まわめる傾向が認められた(図-6)。

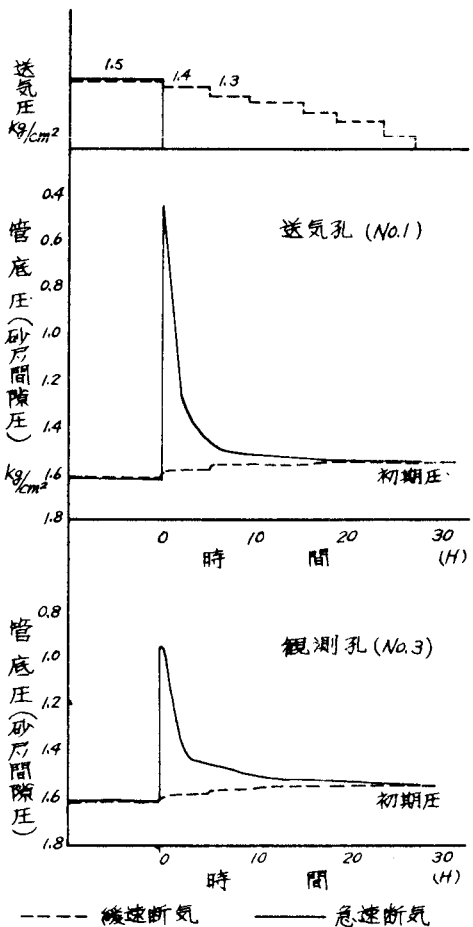


図-5 断気パターンの違いと管底圧の経時変化

参考文献

1) 日本鉄道建設公団東京支社(1973): 京葉線羽田トンネル工事誌。
 2) 鳥取孝雄, 皇町忠彦, 安達健司(1978): 圧気シールド工法における断気に伴う地盤沈下のメカニズム, 第13回土質工学研究発表会
 3) N. H. Glossop, I. W. Farmer (1979): Settlement associated with removal of compressed air pressure during tunnelling in alluvial clay, Geotech. Vol. 29, No. 1

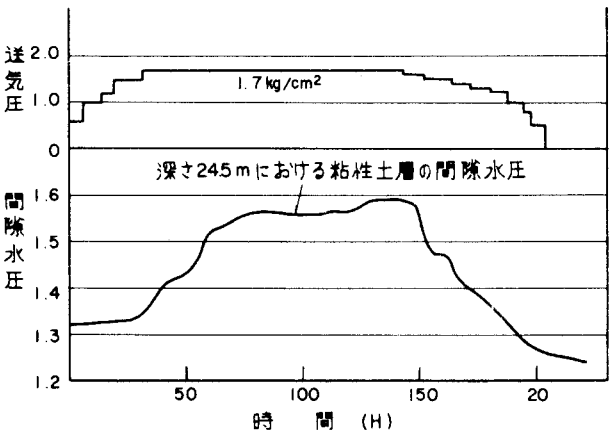


図-6 送気圧と間隙水圧の動き