

Ⅲ-A295

ベントナイト安定液の浸透特性に関する実験的研究

錢 高 組 土 木 本 部 正 佐 藤 常 雄
岡山大学 環境理工学部 正 西 垣 誠
岡山大学 環境理工学部 正 中 田 充 彦

1.はじめに

近年大都市において土地の高度利用を目的とした大規模、大深度の地下空間の利用が盛んになってきている。地下構造物建設の際には、山留めとして地中連続壁が用いられることが多い。山留め壁による地下水系への影響を防ぐために、遮断した地下水系を人工的に上流側から下流側へ迂回浸透させる方法^{1)～5)}が実施されている。この対策での大きな課題は恒久的な効果を求められるので、下流側の涵養時の目詰まりに対して配慮する必要がある。山留め壁の施工時に安定液を用いるが、この安定液は壁面、および周辺の地山を難透石化させる。本報告では、地盤に浸透した安定液の透水性に与える影響を把握するために実施した実験結果について報告する。

2.実験概要

(1)モデル地盤および安定液の配合

実験に使用した礫材料の粒径加積曲線を図-1に示す。0.075mm以下の細粒分を1.7%含んでいる。使用した円筒モデルはφ100mm、試料長L=700mmである。

モデル地盤の作製は、水中落下法にて作製した。水中落下距離は3mm～20mm程度で、散布するように投入した。なお、地盤の飽和度を高めるために、試料は前日に含水比4%に調整している。作製地盤の透水性の把握のため、 $i=0.1$ で透水試験を実施している。安定液は前日に必要量を作製して十分に膨潤させたものを使用した。配合を表-1に示す。

(2)安定液の浸透実験

実験の概要を図-2に示す。モデル地盤に水位差2mで安定液を加圧浸透させて、所定の時間毎に排出流量、目視による安定液の浸透距離、水位変化を測定した。継続時間は24時間である。実験の条件を表-2に示す。

(3)地盤のベントナイト含有量測定試験

安定液の浸透実験の終了後に、モデル地盤を液体窒素で凍結させ、カッターで所定の箇所を切断し、安定液、透水性、室内実験

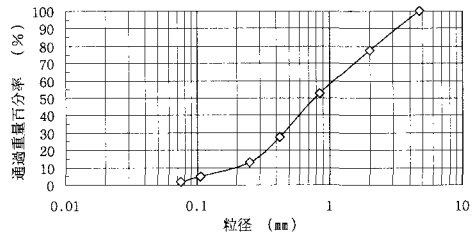


図-1 礫の粒径加積曲線図

表-1 安定液の配合 (1m³当たり 単位: kg)

安定液の粘性	ベントナイト	増粘剤(CMC)	分散剤
高	100	1	2
中	80	2	2
低	30	5	2

表-2 実験条件

名 称	地 盤 条 件					安定液特性	
	乾燥密度 γ_d (g/cm ³)	湿潤密度 γ_t (g/cm ³)	間隙比 e	間隙率 n (%)	透水係数 k_o (cm/s)	比重	フッ素粘性 (秒)
GHL	1.85	2.16	0.45	31.1	6.6E-03	1.019	49.4
GHM	1.95	2.23	0.38	27.4	4.5E-03	1.044	48.8
GHH	1.95	2.23	0.38	27.4	6.7E-03	1.054	86.8
GML	1.73	2.09	0.55	35.6	7.2E-03	1.019	49.4
GMM	1.86	2.17	0.45	30.7	1.0E-02	1.044	48.8
GMH	1.74	2.10	0.54	35.2	7.7E-03	1.054	86.8

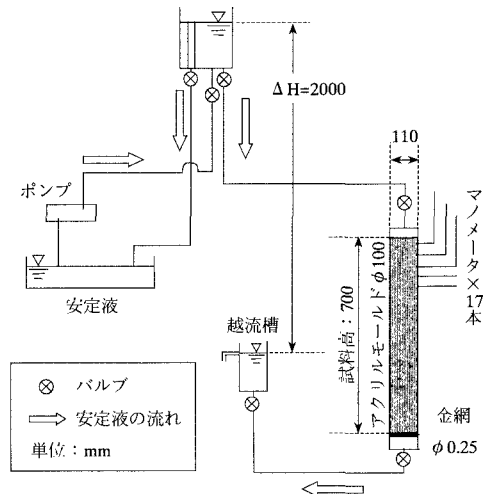


図-2 安定液浸透実験全体図

試料中のベントナイト含有量の測定試験（JBAS-107-77に準拠）を行い、浸透安定液の浸透状況を把握した。

3. 結果及び考察

(1) 安定液の浸透による透水性の低下

図-3に試料内部の透水係数の時間経過による変化状況例を示す。安定液の浸透により、地盤内の透水液数が一様に低下するのではなく、浸透初期の低下度が大きく、試料上部から透水係数が低下し、上部ほど低下度合いが大きいことがわかる。

(2) 浸透安定液の透水性に与える影響

メチレンブルーの適定によるベントナイト量から、地盤内間隙のベントナイト濃度を求めた。ここに、 $(\text{ベントナイト濃度}\%) = (\text{含有ベントナイト量}) / (\text{間隙内の水量}) \times 100$ である。ベントナイト含有量は材料自体のメチレンブルー反応量を補正して求めている。図-4にベントナイト濃度の測定例を示す。参考として、有効間隙内の水分に対するベントナイト濃度の計算結果も示した。図には実験時の目視観察による安定液の浸透距離および計算による浸透距離も示した。この図から、浸透させた安定液よりもベントナイト濃度がかなり高くなっている区間と、濃度が低くなっている区間が認められる。これにより、安定液は一樣な浸透形態ではなく、ベントナイトが地盤に捕捉されながら浸透していくことが確認された。図-5にベントナイト濃度とその測定付近の透水係数の低下度合(k_t/k_0)との関係を示す。ここに、 k_t : 24時間後の地盤内部の透水係数、 k_0 : 地盤作製の初期透水係数、である。この図より、実験条件により濃度の低下割合は異なるものの、ベントナイト濃度と透水係数の低下($\log(k_t/k_0)$)はほぼ比例関係にあることがわかる。

4. 結論

隙材料を用いた安定液の浸透実験を実施した結果、以下のことが確認できた。

- 1) 安定液の浸透により、地盤の透水性は徐々に低下していくが、浸透した地盤の透水性は一様に低下する訳ではない。
- 2) 安定液の浸透過程で、ベントナイトは間隙に捕捉されながら浸透していく。このため、地盤内のベントナイトの濃度は一様ではない。
- 3) 地盤内の間隙中のベントナイト濃度と透水係数の低下度 $\log(k_t/k_0)$ は、ほぼ比例関係にあることが認められ、透水係数の低下にはベントナイト濃度が大きく寄与している。

参考文献

- 1) A.Weiler(1980):The duisburg method of metro-construction, a successful application of the gap-freezing method, The 2nd Int. Symp. on Ground Freezing, The Norwegian Institute of Technology, pp.916~927
- 2) 宇野尚雄, 西垣 誠, 永井 宏, 柳田三徳(1993): 地下水環境保全のための復水工法の設計, 第38回土質工学会シンポジウム, pp.153~158.
- 3) 住之江 勝, 上野秀裕, 戸田博文, 佐藤昭男, 堀 幸夫(1994): 掘削式自動車道における地下水流遮断防止対策, 土木学会中部支部平成5年度研究発表会講演概要集, pp.617~618.
- 4) 生田雄康, 松本岸雄, 古山章一, 大野賢二(1995): 仙石線地下化工事における地下水保全対策, 土と基礎, Vol.43, No.4, pp.41~42.
- 5) 出口 博一, 福田 雅友, 椛浦 正人, 田中 信幸, 橋本 正, 有本 弘孝(1996): 京都市地下鉄烏丸線における通水工法を用いた地下水位変動低減対策, 地下水地盤環境に関するシンポジウム'96発表論文集, pp.123~134.

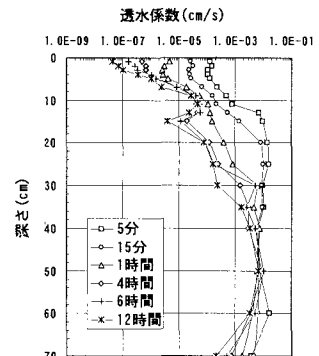


図-3 透水係数の分布(GML)

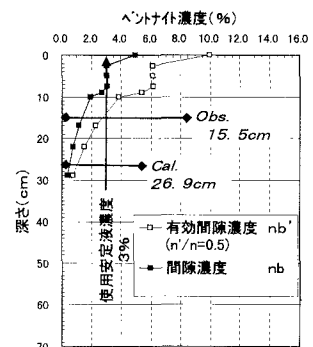


図-4 安定液の濃度分布(GML)

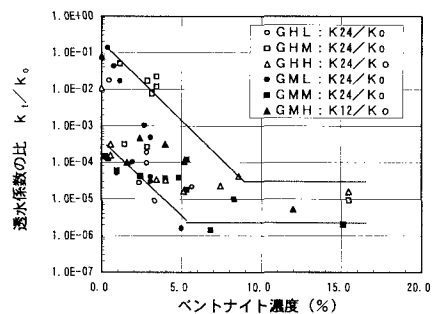


図-5 ベントナイト濃度と透水係数の関係