

III-758

薄膜遮水壁工法

—変形追随性をもつ遮水材の基礎性状について—

大成建設(株) 技術研究所

○ 樋口 雄一

〃 生産技術開発部

内藤 禎二・荒井 政男・有山 元茂

〃 土木技術部

小寺 秀則

〃 計画推進部

岡田 和夫

〃 土木設計部

津田 勝利・池内 義彦

まえがき 薄膜遮水壁工法は、最小壁厚 20 cm (平均壁厚 32 cm)の溝を掘削し、掘削後の溝内を遮水材料で充填し遮水壁を構築する工法である。遮水壁を仮設として用いる場合の遮水材料には泥水固化が適しており、このときの遮水性能は $k_{(28)} \div 10^{-6}$ cm/sec程度であることが、実証実験により確認されている^{1), 2)}。

一方、長期間にわたり遮水壁を供用する場合には、泥水固化体は地震時の変形量によってはクラックを生じることとも予想される。そこで、地震時の地盤変形にも追随し遮水性能を保つことが可能なアスファルト系遮水材を作成し、その特性について調べ、さらに実工事への適用性について検討したので報告する。

1. アスファルト系遮水材の配合と特性

アスファルト系遮水材 (以下、本遮水材と呼ぶ) は、従来の泥水固化 (ベントナイト泥水+セメント) に加えて、①変形追随性を増加させるためにアスファルト乳剤 (ノニオン系) と、②変形追随性を損わずに遮水性を増加させるために粉末石灰石 (粒径 0.15 mm 以下) を配合したものである。本遮水材の配合を表-1 に示す。

表-1 アスファルト系遮水材の配合(1m³当り)

セメント C	ベントナイト 泥水 (6%)	アスファルト 乳剤	粉末 石灰石	高性能 減水剤
普通 ポルトランド*	浅間 #300	ノニオン系	< 0.15mm	遅延形
285 kg	390 L	475 L	145 kg	C×1%

①強度特性 一軸圧縮強度 q_u および変形係数 E_{50} は、一軸圧縮試験(載荷速度 1 mm/min.) より求めた。 q_u は材令とともに増加し、1週, 4週, 13週における平均値は、それぞれ $q_{u(7)} = 3.1$ kgf/cm², $q_{u(28)} = 6.4$ kgf/cm², $q_{u(91)} = 8.9$ kgf/cm² であった。また、図-1 に示すように、 E_{50} は q_u とほぼ比例し $E_{50} \div 140 q_u$ で表され、一般的な泥水固化体 ($E_{50} = 200 q_u \sim 300 q_u$) と比較した場合、約 1/2 である。また、4週材令における供試体の三軸試験(UU条件、 $\sigma_3 = 1, 2, 4, 6$ kgf/cm²) より、粘着力 $c_u = 2.8$ kgf/cm², 内部摩擦角 $\phi_u = 0^\circ$ が得られた。

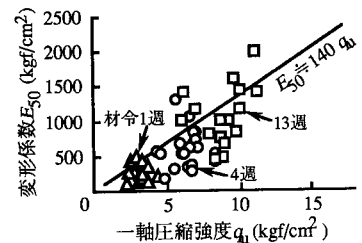


図-1 一軸圧縮強度と変形係数の関係

②変形性能 変形性能は、遮水材の最大せん断ひずみ γ_{max} により評価した。 γ_{max} は、三軸試験から得られた軸圧および軸ひずみのピーク値 $\sigma_{1 peak}$, $\epsilon_{1 peak}$ を用いて、 $\gamma_{max} = \tau_{max} / G$ より求めた。ここに、 G はせん断剛性率 $= E / 2(1 + \nu)$, τ_{max} は最大せん断応力 $= (\sigma_{1 peak} - \sigma_3) / 2$, E は割線弾性係数、 ν はポアソン比(=0.4とした)である。図-2 は E に対して γ_{max} をプロットしたもので、 E , γ_{max} はともに σ_3 の値により変化し、 $\gamma_{max} = 1.8 \sim 14\%$ であった。

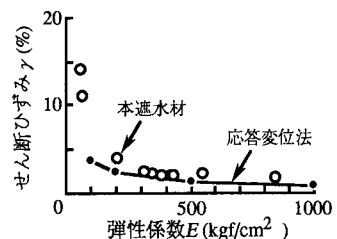


図-2 遮水材の変形性能

③遮水性能 透水係数 k は、変水位透水試験 (初期水頭差 $\Delta h = 1$ m) および加圧透水試験により求めた。まず、変水位試験では k は材令とともに減少し、1週, 4週, 13週における平均値は、

それぞれ $k_{(7)} = 9.7 \times 10^{-8}$ cm/sec, $k_{(28)} = 4.8 \times 10^{-8}$ cm/sec, $k_{(91)} = 3.3 \times 10^{-8}$ cm/secであった。次に、透水圧力を $p = 0.3 \sim 3$ kgf/cm² の範囲で変化させて透水試験を行った。得られた透水係数 k は、図-3 に示すように、 p の増加にともない、わずかに増加する傾向が見られるが値の差は小さく、今回の実験範囲では、透水圧力 p の違いによる透水係数 k の変化は小さいと考えられる。

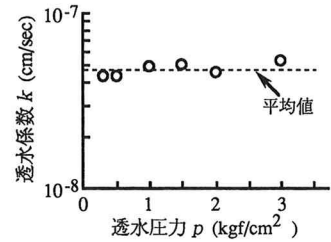


図-3 透水圧力による透水係数の変化

2. 実工事への適用性

①変形性能の判定

砂地盤中に薄膜遮水壁を構築することを想定し、地震時に遮水壁に生じるせん断ひずみ γ を地盤応答変位法により求めた。計算では、遮水壁の深さは70m(上部約30mは主に沖積砂層、下部約40mは洪積砂層)とし、地震波はオリンピア波(ワシントン西部地震、最大加速度140 gal)を用いた。遮水壁に生じるせん断ひずみの最大値は、図-2 中に実線で示すように、遮水壁の弾性係数 E により異なる。グラフより、本遮水材を用いた遮水壁は、地震時にも地盤に追従して変形することが可能であると考えられる。

②打設時の置換性および流動性

掘削断面の形状にあわせて製作した水槽(長さ4 m×奥行き20~40 cm×高さ1.5 m)中に本遮水材を打設管($\phi 1.5^B$)を用いて、泥水と置換打設した。打設速度は、初期打設を想定し5 cm/min.程度とした。遮水材の流動性はP ロート=11秒で、セルフレベリング性は、写真-1 に示すようにかなり優れていた。また打設時の目視観察から、遮水材は泥水の巻き込みは少なく、また隅角部への充填性も良好であった。固化後に水槽内から採取した供試体は、 $q_{u(28)} = 3.9 \sim 9.3$ kgf/cm²(平均で6.4 kgf/cm²)、 $k_{(28)} = 3.4 \times 10^{-8} \sim 2.4 \times 10^{-7}$ cm/sec(平均で 1.4×10^{-7} cm/sec)で、一軸圧縮強度は室内試験で得られた値と同程度、透水係数は約2倍であった。

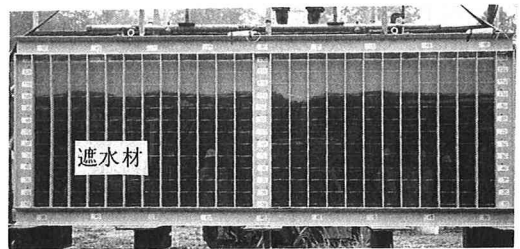


写真-1 遮水材の打ち上がり状況

③打継部の透水係数

打継部の遮水性能を調べるために、ドラム缶(200L)中に遮水材を打設し、材令1週および4週の時点で実掘削機(TRUST-21型)のオフセットビット($\phi 380$ mm)を用いて固化体を掘削し、掘削部を再度、本遮水材で充填した。再充填部の固化後に打継部の供試体を採取して、透水係数を測定したところ、 $k_{(28)} = 6.4 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-7}$ cm/sec(平均で 8.5×10^{-8} cm/sec)で、この値は上述の打設実験で得られた供試体の透水係数と同程度である。したがって、打継部における遮水材の密着度は高いと考えられる。

あとがき アスファルト系遮水材の透水係数は、室内試験では $k_{(28)} \div 5 \times 10^{-8}$ cm/secが得られた。また、実工事の適用性に関して検討した結果、地震時の変形追従性、打設時の流動性・充填性に優れ、打継部の密着性も良好であることが分った。本遮水材の動的特性、ならびに現在進行中の長期安定性および自己修復性に関する実験について、機会を改めて報告したい。

謝 辞: 本研究は、ライト工業(株)・成和機工(株)・株利根との共同研究であり、各位には多大なご協力を頂いた。

参考文献 1) 熊野隆喜・内藤禎二: 最近の連続地中壁工法からみた薄膜遮水壁 TRUST 工法, 建築技術, No.8, pp.116~121, 1993. 2) 内藤 禎二・荒井 政男・有山 元茂ら: 薄膜遮水壁工法 一壁厚20cmの遮水壁の構築方法について-, 第49回土木学会年次学術講演会, 1994.