

ポリマー地盤改良剤の選定に関する検討

- (財)鉄道総合技術研究所 正会員○平山 勇治, 館山 勝
- (財)鉄道総合技術研究所 正会員 矢口 直幸, 垂水 尚志
- (株)クラレ 正会員 花森 一郎
- (株)複合技術研究所 正会員 蔣 関魯

1. はじめに 近年, 産業廃棄物等の処分が環境問題との関わりの中で重要な課題となっている。廃棄物の処分方法としては地中に埋設し, 周辺環境となる地盤と廃棄物とを隔離する遮水壁を設ける方法が非常に有力であると考えられる。そこで, 著者らは廃棄物を封鎖する遮水壁としてポリマー水溶液と地盤を混合攪拌した地盤改良体に着目し, その工学的特性の把握をするため各種試験を実施した<sup>1),2)</sup>。ポリマー地盤改良体は, ソイルセメントに代表される固化材と地盤を混合攪拌し固結体を築造する地盤改良体とは異なり, 非常に柔軟性があり地震時における変形追随性に優れていることや, 高遮水性が期待できることにより, 汚染土壌の封鎖壁や遮水性仮土留め壁, 交通振動遮断壁等の用途が可能である。また, ポリマー水溶液の粘性をコントロールし地盤中に浸透させある程度の強度を保持できるようにすれば液状化対策工としても有効であると考えられる(図1)。本報告では, ポリマー地盤改良土の遮水性に着目して, ポリマー水溶液の濃度・注入量を変化させたポリマー地盤改良土の簡易透水試験を実施し, 高遮水性, 経済性, 施工性を考慮した最適なポリマー剤や水溶液の配合条件を選定した。なお, ポリマー水溶液の基本特性やポリマー混合土の強度・変形特性については, 文献1),2)を参照されたい。

2. 簡易透水試験 試験供試体(ポリマー混合土)は, 豊浦砂 200g に対し, 表2に示す4種類のポリマー剤(粉末)を用いて水溶液濃度 $\alpha$ と水溶液注入量 $\beta$ を変化させた23種類の配合条件のポリマー水溶液を注入し, 10分程度均一に混合攪拌して混合土を作製した。ここで, 水溶液濃度は水量に対するポリマーの重量比, 水溶液注入量は対象土量に対する重量比を表す。作製した混合土をプラスチック容器(容器底・蓋に穴あけ加工を行い, ろ紙を容器底に敷く)に少量ずつ入れ, 振動を与えて気泡を抜き室内温度  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  にて 24 時間気中養生した。24時間養生後, 全重量を測定し, 約 60g の水を混合土の上面に注ぎ再度全重量(混合土+容器+水)を測定する。また, 水分蒸発量を測定するために水のみ供試体を別途用意した。水注入後, 1日毎(24hr)に供試体の重量

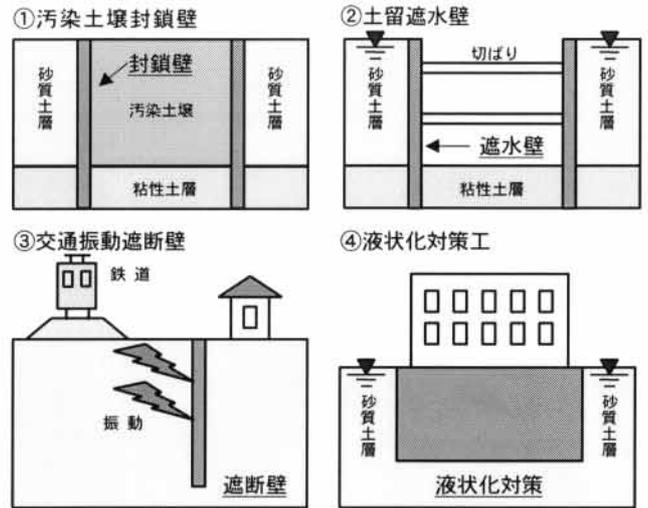


図1 ポリマー地盤改良体の用途

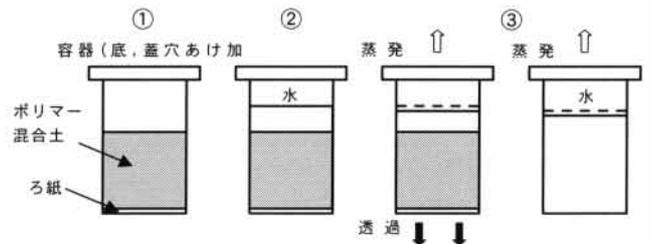
表1 ポリマー地盤改良土の用途と諸特性

用途・特性	遮水性 $k$	柔軟性 $E, G, \gamma, h$	自立性 $\tau(c, \phi)$	耐久性	施工法
①汚染土壌封鎖壁	◎	○	-	◎	攪拌混合
②土留遮水壁	◎	-	◎	-	攪拌混合
③交通振動遮断壁	-	◎	-	◎	攪拌混合
④液状化対策	○	-	○	◎	注入工法

※1 ◎: 主とするもの, ○: 従とするもの  
 ※2  $k$ : 透水係数,  $E$ : 変形係数,  $G$ : せん断弾性係数,  $h$ : 減衰定数  
 $\tau$ : せん断強度,  $c$ : 粘着力,  $\phi$ : せん断抵抗角(内部摩擦角)

表2 ポリマー混合土(試験供試体)

ポリマー	濃度 $\alpha$ (%)	注入量 $\beta$ (%)	供試体	備考
A 剤	1.2,1.6,2.0	20,30,40	9 個	ポリエーテル系
B 剤	1.2,1.6,2.0	30	3 個	セルローズ系
C 剤	5.0	20,30,40	3 個	ビニル系
D 剤	2.0,2.5 3.0,5.0	20,30	8 個	ポリビニルアルコール系



- ①: 容器に混合土を入れ, 全重量を測定
- ②: 24 時間後, 全重量を測定→水を上面に入れ再度全重量を測定
- ③: 各材料での供試体重量測定, 同時に水の重量を測定

図2 簡易透水試験方法

キーワード: ポリマー地盤改良土, 簡易透水試験, 累積透過率, 透水係数

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7262 FAX 042-573-7248

ならびに水のみ供試体の重量を測定し、各材令での透水量を算出する。

3. 試験結果 図3~6に各配合条件によるポリマー混合土の累積透過率の経時変化を示す。ここで、試験結果の指標として混合土の材令と累積透過率  $\Sigma k_{wd}$  で評価し、各材令における供試体(混合土)の透水量  $w_{kd}$  と水注入量  $w$  との割合で算出する。

$$\Sigma k_{wd} = \frac{\Sigma w_{kd}}{w} \times 100, w_{kd} = (m_1 - m_2) - (w_1 - w_2)$$

ここに、 $\Sigma k_{wd}$ : 混合土材令における累積透過率(%),  $\Sigma w_{kd}$ : 混合土材令における累積透水量(g),  $w_{kd}$ : 混合土材令における1日(24hr)の透水量(g),  $w$ : 水注入量(=60g),  $m_1$ : 前日の混合土重量(g),  $m_2$ : 当日の混合土重量(g),  $w_1$ : 前日の水重量(g),  $w_2$ : 当日の水重量(g)

(1) 混合土材令と累積透過率の関係; 水溶液濃度・注入量にかかわらず、早期材令(10日程度)で累積透過率が急激に増加する混合土については、上面の水は無くなり遮水性は良好でないと判断できる。また、累積透過率50%以上で上面の水がなくなる目安となった。なお、累積透過率が100%を超えている混合土については、注入した水だけでなくポリマー水溶液自体も透過していると判断できる。

(2) 水溶液濃度と注入量による透過率の影響; 水溶液濃度1.2%, 1.6%の場合、低濃度により水に近い状態であることから、注入量にかかわらず早期材令にて累積透過率が増加したため、水溶液濃度は2.0%以上必要であると考えられる。また、水溶液注入量40%の場合、混合土作製後に溶液のブリージングが見られ、かつ累積透過率は注入量30%と同様であったので、注入量は30%でも十分であると考えられる。しかし、ポリマーの種類によっては、水溶液濃度と注入量による透過率の影響に、明確な差が見られない傾向があった。これは、水溶液自体の粘度等の要因が考えられる。

(3) ポリマー溶液の選定; 簡易透水試験より各ポリマー剤の比較を表3にまとめる。ここで、試験結果より累積透過率の小さい(遮水性が良好である)配合の混合土における透水係数(変水位透水試験)<sup>3)</sup>を算定し、結果を同表に記載する。同表よりD剤のポリマー水溶液( $\alpha=3.0\%$ ,  $\beta=20\%$ )が遮水性、経済性、施工性等を満足する最適なポリマー剤および水溶液の配合と選定した。なお、D剤の基本特性については文献1)に詳しい。

4. おわりに 今回の試験より、ポリマー地盤改良土は、ソイルセメントと同等な経済性でのポリマー水溶液の配合で、 $10^{-8}$ cm/s オーダーの高い遮水性を有することが可能であることが確認できた。今後は、半永久的な構造物としての長期安定性や化学的安定性の検討を進める予定である。

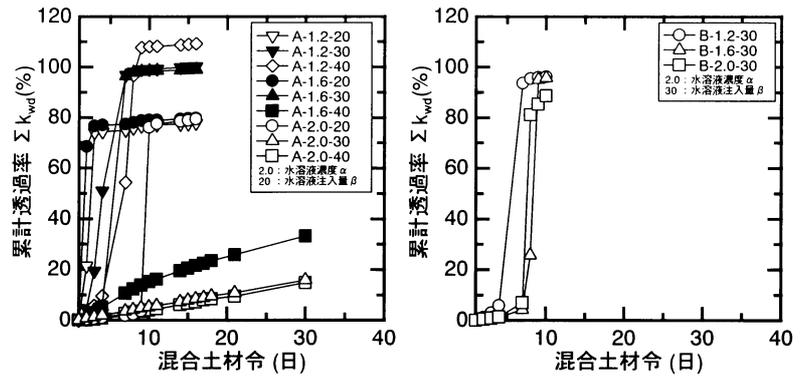


図3 累積透過率の経時変化(A剤) 図4 累積透過率の経時変化(B剤)

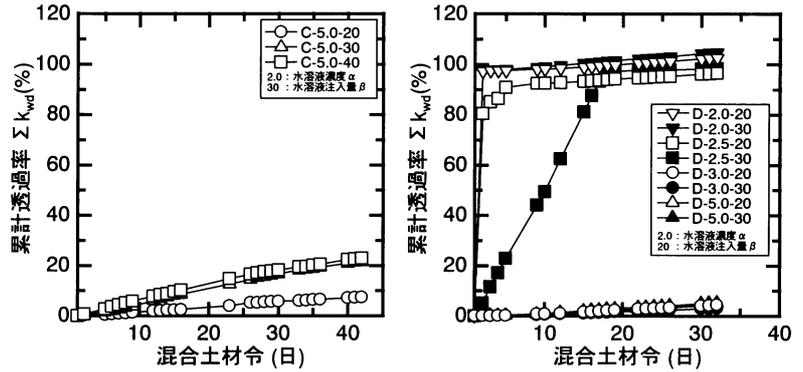


図5 累積透過率の経時変化(C剤) 図6 累積透過率の経時変化(D剤)

表3 ポリマー剤(水溶液)の選定

項目	A 剤	B 剤	C 剤	D 剤	高炉B種
溶液濃度, 注入量	$\alpha=2.0\%$ $\beta=30\%$	$\alpha=2.0\%$ $\beta=30\%$	$\alpha=5.0\%$ $\beta=20\%$	$\alpha=3.0\%$ $\beta=20\%$	セメント添加量 300kg/m <sup>3</sup>
累積透過率 $\Sigma k_{wd}$	15.85%	88.57%	21.43%	4.43%	—
透水係数 $k$	$10^{-7}$ cm/s	$10^{-6}$ cm/s 以上	$10^{-7}$ cm/s	$10^{-8}$ cm/s	$10^{-6} \sim 10^{-8}$ cm/s
改良土 1m <sup>3</sup> 当り価格	¥6,000/m <sup>3</sup>	¥9,000/m <sup>3</sup>	¥80,000/m <sup>3</sup>	¥3,300/m <sup>3</sup>	¥2,500/m <sup>3</sup>
溶解性	容易	温度調整		温度調整	スラリー状
備考	長期安定性に問題	初期粘性が低い	溶液販売	初期粘性が低い	ソイルセメント
総合評価	△	×	×	◎	

<参考文献> 1) 館山,平山,矢口,垂水,花森,田村: ポリマー地盤改良土の基本特性,第56回土木学会年次学術講演会,2001.10 2) 蔭,館山,平山,矢口,垂水,花森: ポリマー地盤改良土の強度・変形特性,第56回土木学会年次学術講演会,2001.10 3) (社)地盤工学会: 土質試験の方法と解説,pp334~347