

日本大学理工学部 正員 岩井 茂雄
同 上 正員 浅川 美利

1. まえがき 従来から様々な堤防補強工法により堤防の安全性の向上が図られてきたが、近年改修コストの増大や質の良い築堤材料が得にくくなってきたことなどから、既存の堤体土砂や不良な築堤材料を土質安定処理して堤防のり面の表層部を被覆し、河川水位の上昇や豪雨による洗掘、水の浸透を防ぐという方法が注目されてきた。のり面表層部と安定処理土で造成するにあたっては、堤防によくなじみ変形に追従できること、有害なクラックを発生しないこと、充分な止水性が得られること、そして経済性が良いこと等に留意し、これらを満足する安定剤の選択が必要となる。

筆者らは、ソイルセメントにリグニンやアスファルト乳剤を添加することによりたわみ性や耐久性を改良できることに着目し、堤防のり面の安定処理にもソイルセメントと乳剤の組合せも適用できると考え改良効果を検討することにした。今回はソイルセメントとクレイタイプの乳剤（以下乳剤と記す）を組合せ、たわみ性と透水性の改良効果を室内実験により調べた。その結果を報告する。

2. 試料および実験方法 実験に用いた試料土は、千葉県船橋市沿岸で採取したシルトである。試料土の基本的性質を表-1に示す。安定剤は普通ポルトランドセメントを用いた。また乳剤はクレイタイプ乳剤を使用した。使用した乳剤の成分を表-2に示す。試料土は4.76mmふるいを通過させた後、含水比を最適含水比(OMC)付近に調整した。含水比の調整に際しては乳剤中に含まれる水分を考慮した。含水比調整後の試料土にセメント、乳剤の順に各々を加え、添加毎に5分間混合した。セメントおよび乳剤の添加量は土の乾燥重量に対して、前者は2,4,6,8%, 後者は5,10,15%である。一軸圧縮試験用供試体は、混合後の処理土をモールドに入れてダブルプランジャーにより静的に締固めて作成した(φ5× ℓ 10cm)。なお、供試体は γ_{dmax} になるように密度管理を行った。透水試験用供試体は、モールド(φ10× ℓ 7.5cm)内に混合後の処理土を3層に分けてつめ、2.5kgランマで各層25回突固めて作成した。作成した供試体はラップフィルムで密封し、20℃前後の温度で養生期間養生した。透水試験は通常の変水位透水試験機を用いて行った。

3. 実験結果および考察 各試験項目ごとに分散分析を行った結果、信頼度95%で有意と認められた因子と交互作用について一括したのが表-3である。表中の仕事量とは、一軸圧縮試験での応力 $\sim$ ひずみ曲線から便宜的に指定した応力に達するまでの圧縮エネルギーを求めたものである。この値が大きくなる程大きな変形能をもつものと考えた。

表-3 から、養生日数は全ての性質に主効果としてあらわれていることが認められた。

表-1 試料土の基本的性質

土の 種類	比重 G_s	粒度組成			自然含水比 w_n	コンシステンシー			締固め特性		pH 値	有機物含有量
		砂分	シルト	粘土分		w_L	w_p	I_p	OMC	γ_{dmax}		
シルト	2.70	20.6	64.4	15.0	32.4	37.5	25.6	11.9	19.6	1.61	8.85	3.3

表-2 クレイタイプ乳剤の成分

ベントナイト	アスファルト	PH	PH調整剤
2.4%	35.9%	7.1	CH ₃ COOH

ベントナイトは蒸留水に対し重量%, アスファルトはベントナイト溶液に対し重量%で混合。

表-3 主効果と交互作用

記号	因子	一軸圧縮強さ	変形係数	仕事量	透水係数
A	セメント添加量	◎	◎	○	○
B	乳剤添加量	◎ A	○	○	○
C	養生日数	○	○	○	○

◎ 高度に有意 ○ 有意
記号：各因子との交互作用が認められるもの。

一軸圧縮強さには、セメントおよび乳剤の添加量の両因子の影響が非常に大きく、また両因子間の交互作用も認められた。図-1はセメントおよび乳剤の添加量と一軸圧縮強さの関係を示したものである。セメント量を増加させるに従がい一軸圧縮強さは増大するが、乳剤添加量が増すとセメント添加量との交互作用によりセメント添加量の効果は逆に低減することかわかる。このことから一軸圧縮強さは、他の効果(たわみ性、透水性など)をも考慮して、セメントあるいは乳剤の添加量を調節することにより比較的自由に加減することができる。

たわみ性は変形係数と仕事量により検討した。分散分析の結果、変形係数はセメント添加量の影響が大きいことが認められた。図-2はセメントと乳剤の添加量によるたわみ性との関係を示している。分散分析では変形係数に対して両因子間の交互作用は検出できなかったが、全般的に一軸圧縮強さと同様の傾向が認められ、セメントあるいは乳剤の添加量の調節で変形係数を変化させることができるようである。セメント添加量が少ない場合、乳剤添加量を増ると変形係数が低減し、逆に仕事量は増大してたわみ性が良くなることがわかる。しかしセメント添加量が多くなると、乳剤添加量が増えても変形係数、仕事量ともに大きな変化は認められない。指定応力が小さいことや使用した乳剤の濃度が低いために顕著な改良効果が認められなかったものと考えられる。

透水係数は分散分析の結果、セメントと乳剤の添加量の影響をうけることが認められ、特に乳剤添加量の影響の方が大きく、また養生日数の影響も大きいことが分かった。図-3はセメントと乳剤の添加量と透水係数との関係を3次元に布置したものである。セメントと乳剤の添加量を増ると透水係数が減少する傾向を示している。

4. あとがき

- 以上のことから
- (1) ソイルセメントに乳剤を添加することにより、強度低下をきたすがたわみ性、透水性の改良には有意である。
 - (2) 乳剤量を増ると従がいたわみ性が改良される傾向にある。
 - (3) セメントあるいは乳剤の添加量を加減することにより、強度、変形係数とも比較的容易に調節できるようである。

今後の課題としては、最適な乳剤の種類、濃度、添加量の選択、たわみ性、透水性の改良のより一層の追求、土と乳剤との混合方法の改善などがあげられる。

最後に本研究を進めるにあたっては、建設省土木研究所土質研究室から有益なご助言を得た。また実験にあたっては、日本大学理工学部交通工学卒業生、河越康行、君島仁、監物幸夫君らの協力を得た。関係諸兄に深謝の意を表す。

参考文献：1) 浅川、三補「クレイタイプのアスファルト乳剤によるソイルセメントの性質改良について」第1回土質工学研究発表会講演集。

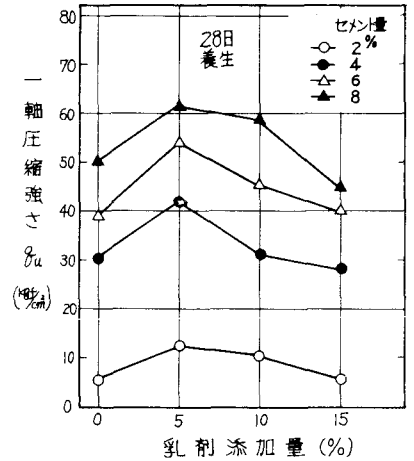


図-1 乳剤添加量と軸圧縮強さの関係

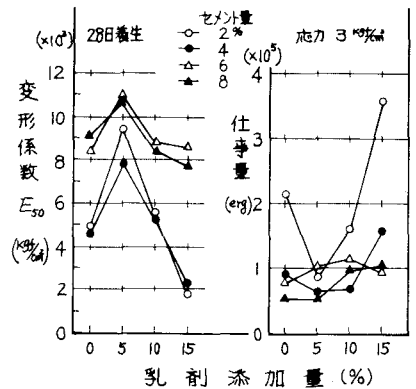


図-2 乳剤添加量とたわみ性の関係

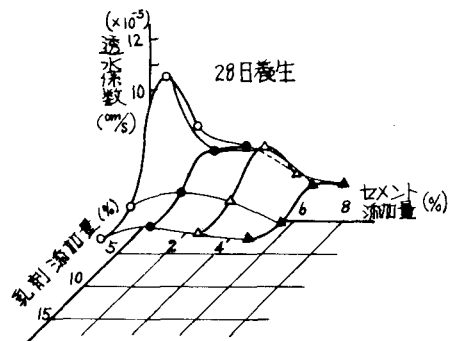


図-3 セメントおよび乳剤添加量と透水係数の関係