

地盤改良土による圧縮強度と透水性に関する基礎研究

東和大学工学部 正員 ○吉住 和翁 正員 川副 嘉久 非員 新垣 達也

1. はじめに

現在、軟弱な地盤に対して地盤の支持力の増加や沈下対策、遮水対策などを目的として浅層・深層処理工法が幅広く用いられている。その改良方法は、セメント・石灰等の固化材を軟弱地盤中の浅層、或いは深層部に添加混合することによって地盤の強度を得ようとするものである。一般的に安定処理を行うと強度が増加し、透水性が下がると考えられる。そのため安定処理による強度に関する研究がほとんどで、透水性に関する報告が少なく、まだまだ未解明な部分が多い。

そこで、本研究において数種類の土で固化材を添加した安定処理土の透水係数を高圧透水試験により調べた。今回はその中でも特に固化材によって透水係数が著しく増加した試験結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 試料土と固化材

表一に示す福岡市内で採取した試料土は、通称まさ土と呼ばれるもので、土の工学的分類法でシルト質砂(SM)に属するものである。固化材として、普通ポルトランドセメント(SO_3)と消石灰($Ca(OH)_2$)を使用した。

(2) 試験方法

固化材を未改良土 1 m^3 に対し、50 kg, 100kg, 150kg の割合で添加し、供試体 ($\phi 5.0\text{cm} \times H10\text{cm}$) を作製した。これを恒温恒湿室(気温 20°C 、湿度 90%以上)で密閉養生と空气中養生の2種類で養生したのち、高圧透水試験により透水係数を、一軸圧縮試験により圧縮強度を測定した。なお供試体作製の際、含水比は最適含水比まで調節し、試料土と固化材が均等に混ざるようにミキサーにて3分間攪拌した。供試体は安定処理土の突固めによる供試体作製方法に準じて作製した。締め固めの度合いは、乾燥密度が最大乾燥密度の90%以上を目標とした。

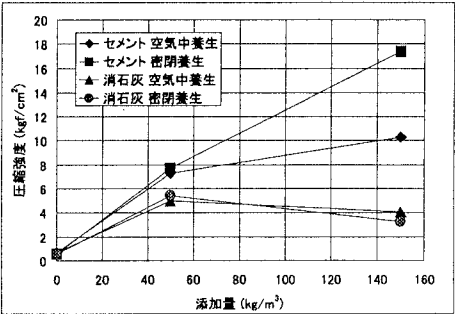
試験項目			試料土
土粒子の密度	ρ_s	g/cm^3	2.611
自然含水比	W_n	%	10.95
粒度組成	礫分	%	0.0
	砂分	%	53.0
	シルト分	%	27.5
	粘土分	%	19.5
日本統一土質分類			SM
液性限界	W_L	%	NP
塑性限界	W_P	%	NP
塑性指数	I_P		NP

表一 試料土の物理特性

3. 試験結果及び考察

(1) 固化材の添加量と圧縮強度の関係

図一に示す固化材の添加量と圧縮強度の関係から、固化材を添加すると無添加より圧縮強度が増加していることがわかる。セメントの場合、固化材の添加量にともない圧縮強度が増加している。消石灰の場合、この実験では、添加量 50 kg/m^3 まで圧縮強度は増加するが、それ以降になると圧縮強度の増加が止まり逆に低下する。セメントで添加量が多い場合、養生方法によって圧縮強度の増加に差が生じた。空气中養生の場合、水の蒸発とポゾラン反応により、土粒子間の水分の減少が生じて、水和反応に必要な水分が不足したために、圧縮強度が増加できなかったと考えられる。また、密閉養生の場合、供試体を高分子フィルムで密封しているため、水和反応に必要な水分が補充されるため圧縮強度が増加したと考えられる。しかし、消石灰の場合、養生方法においての圧縮強度は、それほど大きな変化がみられず、ほぼ一定の値を



図一 添加量と圧縮強度の関係

示した。これは、消石灰の主な改良効果による土の乾燥にともなう土質性状の改善が起こりにくくなっている。

(2) 圧縮強度と透水係数の関係

図-2より、固化材の添加により圧縮強度は大きく増加し、透水係数も増加している。無添加の状態の透水係数に比べて、セメント・消石灰を添加している場合、透水係数が高い値を示している。固化材の添加量を増加させると、ある一定の値まで透水係数が増加するが、途中より透水係数が低下することがわかる。しかし、添加量をいくら増加しても無添加ほどの透水係数まで戻ることにはなかった。また、図-3・図-4から、時間の経過にともない透水係数は増加傾向を示すが、圧縮強度は増加した。

(3) 養生日数と透水係数の関係

一般的に軟弱地盤に固化材を添加すると強度は増加し、透水係数は低下すると考えられるが、今回の実験では、セメントまたは消石灰を添加した場合、無添加より透水係数が高い結果が得られた。図-3・図-4より、セメントおよび消石灰ともに、無添加と比較して添加量が少ないほど透水係数が高い。しかし、添加量が増加すると透水係数が低下していることがわかる。消石灰の添加量 150kg/m^3 においては多少誤差があるものの無添加とほぼ同じ値を示している。セメントまたは消石灰を添加した直後の状態では、試料の空隙に固化材の粒子が入り込み供試体の密度を増加させ、空隙比を減少させたためと考えられる。一方、密閉養生においても同様に、添加量が少ない場合著しく透水係数が高い値を示している。養生日数をおいた場合、固化材と空隙水が反応し土の間に空隙ができたため、安定処理土の透水係数が著しく増加したと考える。次に、セメントと消石灰の透水係数を比較してみると、空气中養生の場合ではセメントが、密閉養生の場合では消石灰の方が透水係数は高まった。セメントは土中の空隙水と水和反応し、消石灰は土中の空隙水を吸収することにより土質性状を改善するが、空气中養生の場合、土中の水分が蒸発したため反応が遅いセメントの透水係数が高まったと考えられる。一方、密閉養生の場合、土中の空隙水が低下せず、消石灰のポズラン反応による土質性状の改善が起こり、空隙が大きくなり透水係数が大きくなったと考えられる。

4. まとめ

一般的に軟弱地盤に固化材を添加すると強度は増加し、透水係数は減少すると考えられる。しかし、今回の研究に使用した試料土の砂分が50%をこえるシルト質砂であったが、セメント・消石灰を添加した場合、強度増加による地盤中の支持力の増加は期待できるが、遮水については期待できないことがわかった。このことより遮水対策を目的とした固化材の使用は、不適当と考える。また、消石灰よりセメントの方が地盤の強化に対して効果が大きであることがわかった。しかし、まだまだ未解明な部分が多いので研究を継続していく必要がある。現在も各種の地盤改良土の圧縮強度と透水係数の関係を詳しく研究中である。

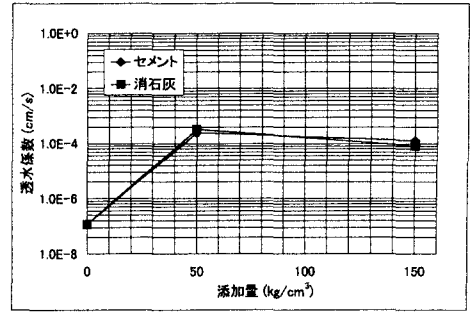


図-2 添加量と透水係数の関係

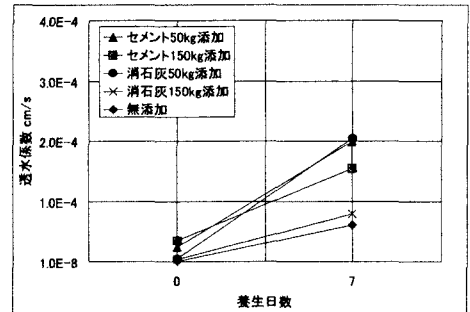


図-3 養生日数と透水係数の関係（空气中養生）

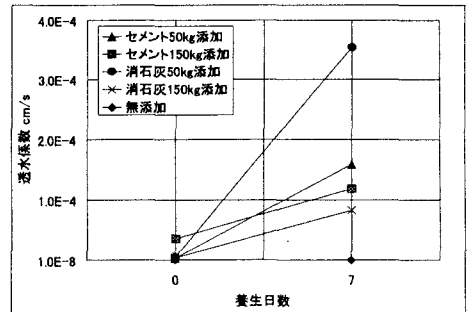


図-4 養生日数と透水係数の関係（密閉養生）