

千葉工業大学 正 員 ○ 清水 英 治
渡 辺 勉

1. 概 要

土木工事の種類によって任務が異なってくるが、鉄道、道路、飛行場の路床、路盤などの材料としては支持力、安定度が要求されるので、これらの低い火山灰土、粘性土、泥炭土は不適当である。また、土堰堤、河川堤防などの築堤材料としては遮水性のない土は不適当である。これら不適当な土はしばしば適当な土に置換えられるが、膨大な量の土を処分することは非常に不経済であるので、なんとかその現場で、適当な安定処理を施して再び工事材料として使用したいという考えのもとに、ソイルブロック工法（またはアースブロック工法と呼ぶ）を研究開発した。

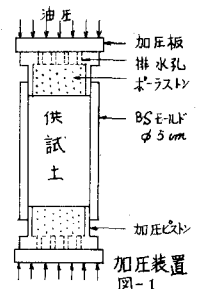
2. 安定化の基本的考え方。

一般の表層土質安定処理工法の原理と同様に、① 粒度再配合によって密度、摩擦、粘着性を増し強度低下、軟弱化を防止できるが、補う土量が多くなると場所によっては高価につくので、② 安定処理剤を微量添加する。砂質土に対してはセメント系およびケイ酸ソーダ類を用いて重合硬化によって接着力を増す。粘性土または有機質を含む土には有機物の影響を少なくするため石灰系を用い、コロイド状の鉄水酸化物物によって団粒を安定化させる。これらの安定剤を添加した土を良く混合してから、③ 密度、強度（粘着性）、耐水性の増加と凍結防止、含水量調整のため必要最小限の水のみが残るように圧縮、脱水、整形を行なってソイルブロックを造る。このような方法で処理土をブロック化すると、ロードローラーなどを用いて締固める一般の表層土質安定工法に比較して、微量の安定剤でも有効に働くので、均質でしかも高い強度の改良土が得られるという利点がある。さらに、ソイルブロックの表面処理と凝結促進のため、添加剤の種類によっては高圧電撃法とか高周波加熱法を併用することが考えられる。

3. 関東ロームを用いたソイルブロック工法。

関東ローム土に安定剤を加え最適含水 ($W_{opt} = 61\%$) 位の含水量を調整する。安定剤は乾土重量に対して2~5%加え、種々配合割合の異なるものをつくる。セメントのみを用いる場合はとび割れを生じさせないためになるべく添加量は少なくする。また、有機質を含む関東ロームでは、安定剤として石灰が有効であるから、ポゾラン反応による土粒子間の接着力を期待する。さらに砂質ローム土には安定剤として水ガラスの2~3%水溶液のみを最適含水比に近くなるまで加えた。これらの他に、セメントに少量の添加剤として水ガラスを入れた場合なども試みるつもりである。前述の安定剤を混入した供試土を良く混合してから、ポーラストーン付ピストンをもったBSモールドに一定量づつ三層に分けて詰め、荷重20kgで数分間脱水整形して、直径5cm、長さ10cmの円筒形のソイルブロックを造る。本実験では後述する種々の試験に供するため、セメント、消石灰、水ガラス等について、配合割合の異なるものを3本づつ、また養生日数毎に破壊試験とするので統計106本造った。

4. ソイルブロックの試験結果と考察。



加圧整形後のブロックの比重、含水比、超音波伝播速度など測定してから、ビニール袋に入れ気密を保ちながら、7~28日間養生する。養生期間中に比重(γ_r)、一軸圧縮強さ(q_u)、静的弾性係数(E_s)、超音波伝播速度(V_L)、動的弾性係数(E_d)、などの変化状態を測定した。

(1). 一軸圧縮強さにおける安定剤の種類と配合割合。——一般の安定化工法では安定剤の配合割合が多ければ大きい破壊強度が得られる傾向にあるが、ソイルブロック工法では表-1のごとく配合割合が比較的少ないながらも強度が大きく出ている。関東ローム土ではセメントよりも消石灰と乾土重量に対して2~5%程度加えたものが最終強度が大きい。添加割合が2%程度であればヒビ割れに対して安全であると共に、経済的にも有利である。水ガラスの水溶液を加えたものは他の二つよりも強度が小さいが、普通、

養生日数	7日	14日	28日
(γ_r)	(γ_r)	(γ_r)	(γ_r)
消石灰	2% 28.0	5% 35.0	37.7
	5% 22.6	31.0	38.7
	10% 20.9	22.7	23.9
	15% 27.1	20.1	29.5
セメント	2% 28.6	34.8	36.6
	5% 18.9	15.2	21.2
	10% 12.9	14.5	16.4
	15% 14.4	15.1	17.7
水ガラス水溶液	2% 27.0	28.2	32.0
	5% 28.8	28.9	38.7
	10% 16.2	22.8	20.7
	20% 15.7	22.0	20.7
	30% 14.6	17.2	21.9

表-1

水ガラスは単独に使うことは少く、セメントを少量(10%以下)添加することによって、初期強度をあげると共に最終強度も大きくできる。また、石灰に炭酸ソーダなどのアルカリ類を添加すれば炭酸カルシウムができて、土粒子間の接着効果を増すといわれているので、将来、試みるつもりである。安定処理土の一軸圧縮強さは、試料の初期含水比や作製方法(加圧荷重や加圧時間)、養生方法などによって変わることがある。表-1からソイルブロックの強度が30 $\frac{kg}{cm^2}$ 程度得られることから、ソイルセメントの強さ基準にあるアスファルト舗装の基礎で交通量7500 $\frac{台}{日}$ が必要とする q_u : 30 $\frac{kg}{cm^2}$ と等しいことから道路基礎としてソイルブロックが十分使えることがわかる。

(2). 養生日数による一軸圧縮強さ、伝播速度の変化。

養生日数が増すごとに q_u の値は大きくなり、28日強度で図-2のように、初期強度より50~80%増加している。超音波伝播速度も図-2に示すごとく増加

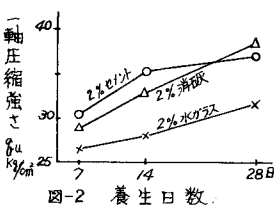


図-2 養生日数

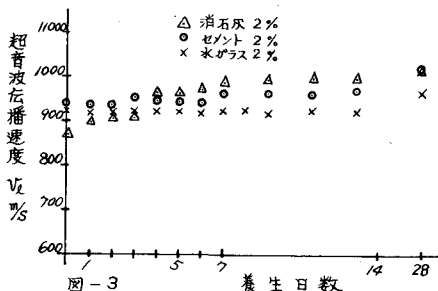


図-3

している。したがって、 E_d の値も同様の傾向を示す。

(3). 加圧荷重と一軸圧縮強さの関係—— q_u の値は試料作製時の単位体積当たりの加圧荷重が大きければ大きいほど図-4のごとく大きくなるから、強度の大きいブロックを得たい場合は加圧荷重を増せばよい。図-4から15 $\frac{kg}{cm^2}$ 前後が効果的な締固め荷重である。

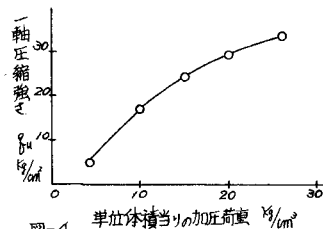


図-4

(4). 一軸圧縮強さと超音波伝播速度(V_L)と静的弾性係数(E_s)の関係。

$V_L \sim q_u$ の関係はほぼ直線に近い関係にあるので、 V_L の測定により、既試体を破壊せずに q_u の推定がつくので養生日数による変化が測定できる。 q_u と E_s は図-5のごとくかなり良い直線関係を示していることは、ソイルブロックの塑性変化が小さいことを示している。

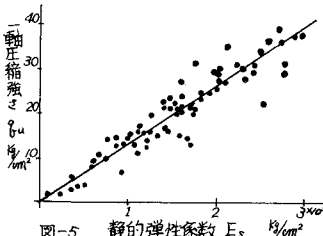


図-5

5. 安定度試験。加圧整形後24時間密閉して空気養生してから13℃の水中に7日間浸水し、その間破壊するかを観察すると同時に吸水、膨張、伝播速度の変化を調べた。その結果2~5%のセメント、石灰添加が最も良い結果を示した。