

千葉工業大学土木工学科 正員 清水英治

" " 後 田 勉

1. はじめに.

最近のように土木工事が盛んになると、地盤の良否にかかわらず、到る所で工事を施工しなければならぬので、工事目的にそつて土を有効に処理することが必要になってきた。土質安定工法には種々の方法があるが、ソイルブロック工法も前述の要望に答えるべく、数年来研究を行なってきた。

その結果ある程度、ブロック化工法の原理と出来たブロックの強度、安定性、透水性、などがわかつたので、関東ローム土と成田層の砂質土について研究したことを報告する。

2. 土を安定化する方法と効果.

いままでの有効な安定処理の方法と効果をまとめるに次の4つがある。① 熱を加えて余分な水を蒸発させて、親水性を不可逆にするか、または焼き固める。② 圧力を加えて脱水と同時に間ゲキを減少させる。その結果、土粒子間の間ゲキが減少して、粒子の噛み合せが良くなり、内部摩擦角 ϕ と粘着力 C が大きくなって、せん断抵抗が増大する。③ 安定剤を加えて土粒子と水の間に、添加物と化学反応を起させ、固結させるかまたは間ゲキを充填することによって、圧縮強さを大きくしたり、透水性を減少させる。④ 粒子配合を調整して、間ゲキを減少させて、 ϕ , C , を大きくして、せん断抵抗を大にすると同時に、砂質土では透水性を減少させる。以上の方法のうち①は熱を 100°C 以上としないと、吸着水が脱水されないし、また $400\sim 600^{\circ}\text{C}$ 以上に熱しなければ、親水性が不可逆にならない。ゆえに安定化するためには多量の熱エネルギーを要するので、不経済であると鬼われる。

3. ソイルブロック工法の原理

土をブロック化して安定させるには、脱水し易い条件のもとで、或る一定量の土に圧力を加え、圧力を大にすると同時に、締固めに参与しないダブツイマいる自由水を強制的に排水させる。次に土粒子間に残つた間ゲキ水と添加した安定剤と化学反応させて、安定な固結物または結晶水の形で土粒子を互に結合させてしまう。このようにすれば、加圧によって生じた間ゲキ水圧を速やかに弱めることが出来る。また安定剤がバインダーとして働くため、間ゲキが減少し、強度と安定性が発揮され、一般に透水性が減少する。

4. 安定処理土に要求されるもの.

工事目的、地域によって土に要求されるものが違つてくるが、一般に、強度、弾性度、安定性、透水性が改良前にくらべて優れていることが必要である。安定性は浸水、凍結融解、乾燥に対して安定であり、膨張、収縮量が小さいということである。

5. ソイルブロック作成時の締固め仕事当量(Q kg/cm^3)の影響.

ブロックを作る時の締固めエネルギーが大きい程、図-1に示す

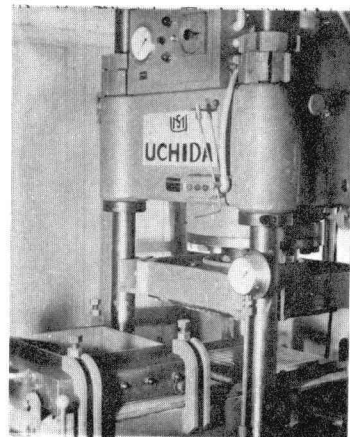
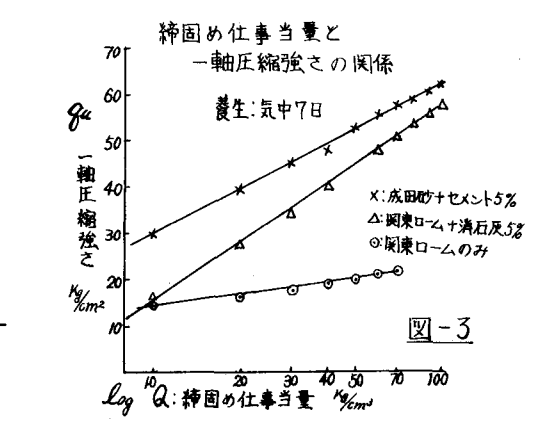
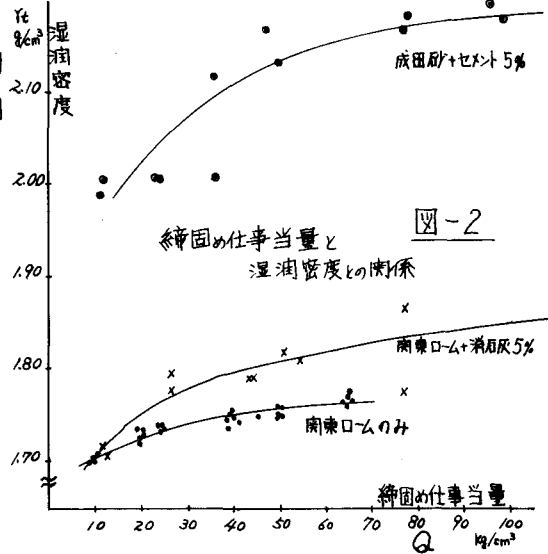
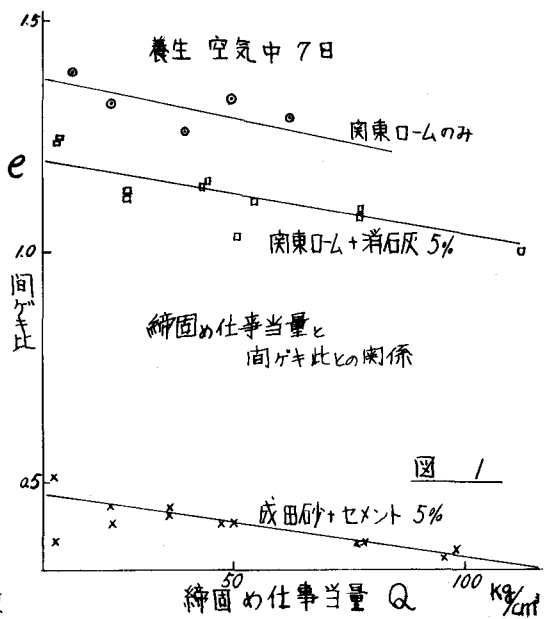
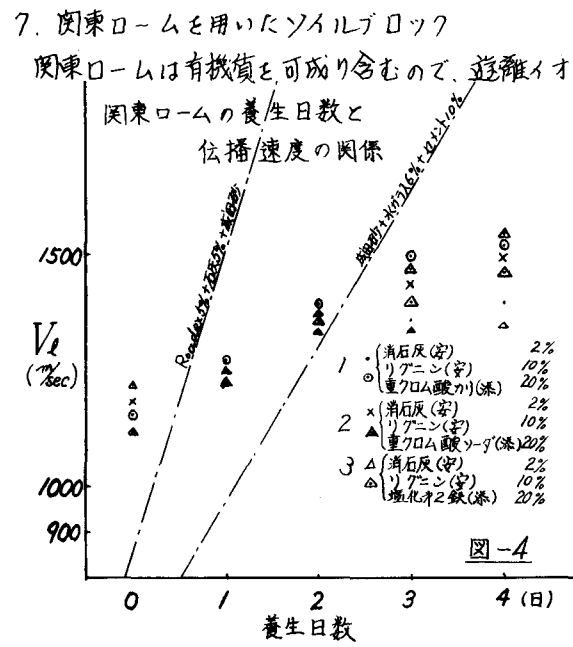


写真 大型ブロックマシン

ごとく間ゲキ比は小さくなり、湿潤密度は図-2のごとく大きくなるので大は良く締まる。しかし図-3に示すごとく $f_u \sim \log Q$ が直線的であるということは、あまり Q を大きくしてもそれ程 f_u は増大しないということである。それゆえ、或る程度以上の Q になったら Q を増加するより、砂質土ではセメント添加量を増やす方がよい。また粘性土では安定剤の選定と加え方を工夫した方がより大きい f_u が得られる。

6. 超音波伝播速度 V_l [%sec] と土の性質との関連。
 安定剤を添加して作ったソイルブロックは養生が進むに従って f_u , E が増大すると考えられるので、試料の一端に超音波をあて、その伝播速度の変化を測定した。その結果、図-4に示すごとく養生日数と共に V_l の値が大きくなっている。7日程度養生日数が過ぎると V_l の増大はさほど大きくなる。土の弾性係数に關係する値 E [%/m²] と f_u [%/m²] は図-5から明らかのように、ほぼ直線に近い關係にある。また図-6から V_l と E_d の關係は $E_d = \frac{V_l^2 \cdot \rho}{g}$ の關係にある。図-7では V_l と f_u はほぼ二次の關係になっている。その少量の変化で E が非常に大きく変わるため、 V_l も大きく変化する。



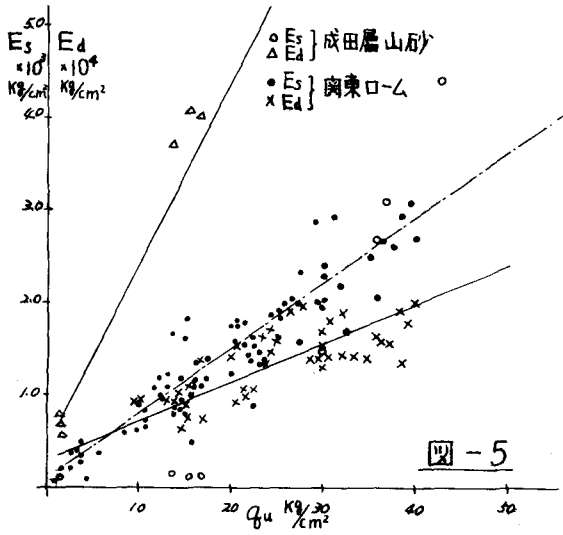


図-5

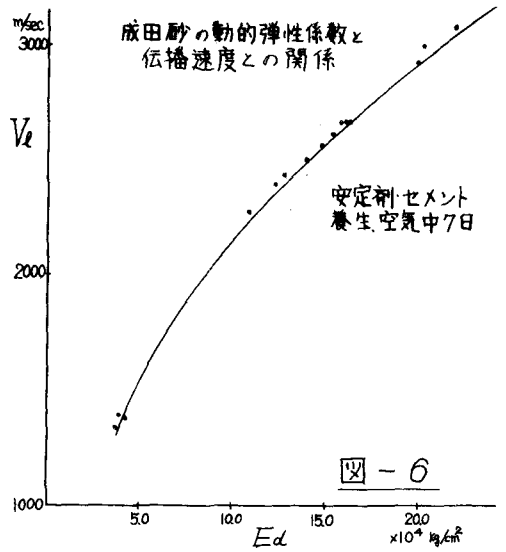


図-6

ンがセメントの水和を妨げると考えられる。それゆえ、安定剤を何にするか、またどのように加えるか苦心した。結果的には消石灰を乾土重に対して2%を添加して、まず前処理を行い、4時間経過した後にセメントを乾土重に対して5%を安定剤として加えるものが一番良い。 $Q = 55 \text{ kg/m}^3$ の締固めエネルギーを与えたとき、1週間後の $f_u = 72 \text{ kg/cm}^2$ で消石灰のみ5%添加の $f_u = 46 \text{ kg/cm}^2$ 、セメント5%+リグニンの $f_u = 35 \text{ kg/cm}^2$ より可成り高い強さであった。このようなことから消石灰により前処理することによって、土の表面の化学的性質が改良されるので、セメントの水和反応が増し非常に効果があったものと考えられる。

8. 成田砂を用いたソイルブロック

成田砂はセメント添加量が多い程、図-8に示すごとく f_u は大きくなる。 $Q = 51 \text{ kg/m}^3$ のエネルギーで締固めたときの1週間後の $f_u = 53 \text{ kg/cm}^2$ で、道路舗装の基礎として用いる場合には十分の強さである。図-9は締固め仕事当量 Q を変えて、 f_u を変化させたときの f_u であるが、 V_d の増大にほぼ比例して f_u が大きくなっている。成田砂の場合も有機物を多少含んでいるので、1~2%の石灰で前処理すると更に強さが上がると思われる。

9. 安定度試験および透水試験結果

(1) 水浸による安定性

安定剤を添加しないでブロック化した関東ローム、お

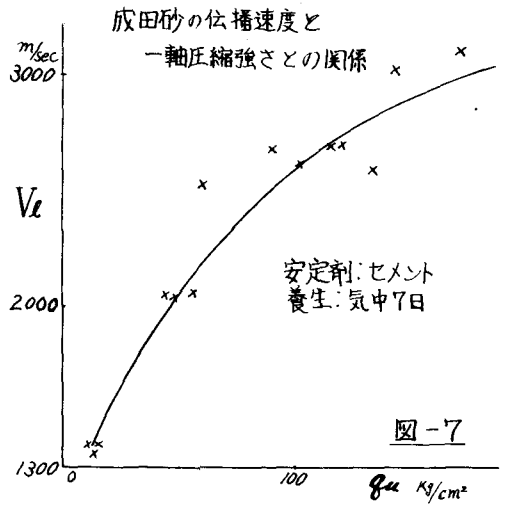


図-7

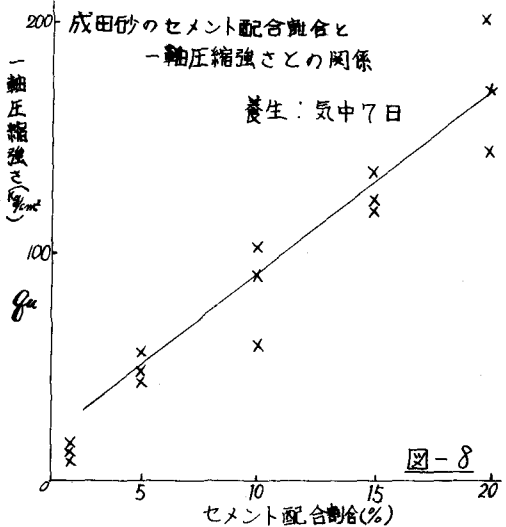


図-8

よび成田砂の供試体は水浸後、数時間で崩壊する。図-10に示すごとく、成田砂では2%以上のセメントを安定剤として添加すれば、水浸に対して安定である。吸水率は重量%で最大35~44%程度である。また吸水による体積膨張率は図-11より2%添加で6.7%, 5%セメント添加では、わづか1%程度で非常に安定度が良い。

(2) 乾燥収縮による安定性

関東ロームでは乾燥によって可成り収縮するが、添加量が多く、Qの大きなエネルギーで締めたものは収縮率が少ない。図-12は成田砂を空中に設置して自然乾燥させたものであるが、セメント無添加のものは4日間で0.6%重量が減少している。しかしセメントの添加量が5%になると0.2%程度で、放置日数とともに次第に減少がとまってくる。図-13は同様に体積変化を調べたものであるが、2%添加では0.07%, 5%添加では0.1%程度収縮している。この程度なら安定といえよう。

(3) 透水試験

三軸試験機を使って透水試験した結果、関東ロームだけのブロックの透水係数は $k_v = 5.45 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$ 、関東ローム+消石灰5%では、 $k_v = 3.95 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$ 、でいづれも不透水性と見られるオーダーである。更に安定剤の添加により透水性が小さくなる。

10. $30 \times 30 \times 6 \text{ cm}$ 型のブロック試験結果

矩形板のブロックの試験結果を表-1に示す。 $Q = 18.5 \text{ kg/cm}^2$ で締固めた後、一週間養生したものである。関東ロームに成田砂を混合して、セメント5%を加えたものがCBR値が大きい。関東ロームの上下にモルタルでサンドイッチにしたものは強度的にも強く、耐摩耗性で浸蝕に対する抵抗があると見られる。

参考文献 清水英治・渡辺勉 第23回土木学会年次学術講演集、ソイルブロック工法の研究(1)
清水英治・渡辺勉 第4回土木工学研究発表会講演集、ソイルブロック工法の研究(2)

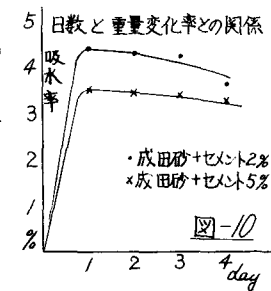
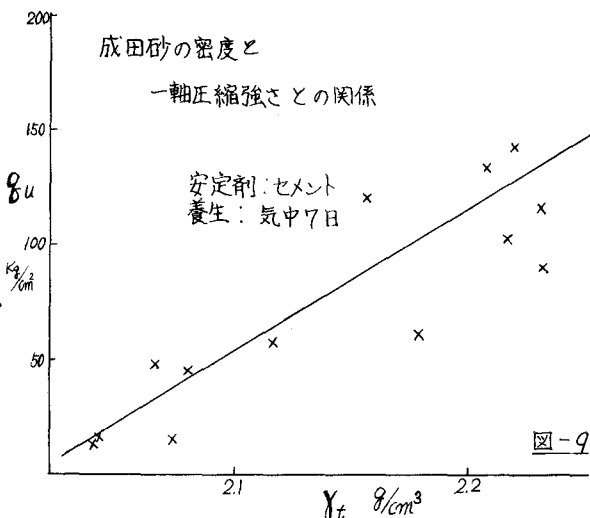


図-10 日数と重量変化率との関係

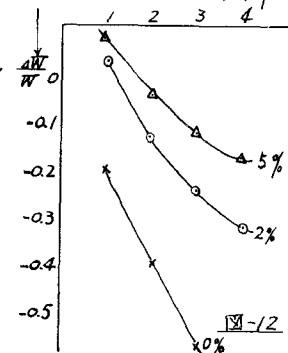


図-12 空気中乾燥による試験、日数と重量変化率との関係

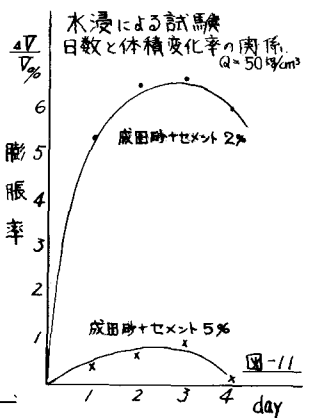


図-11 水浸による試験、日数と体積変化率との関係 (Q=50kg/cm²)

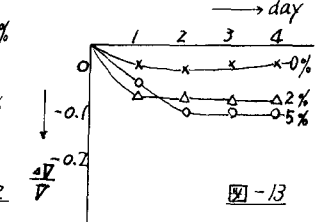


図-13 空気中乾燥による試験、日数と体積変化率との関係

表-1 30×30×6cm ブロックの各種試験結果 (Q=18.5kg/cm² 7日後)

	CBR %	曲げ kg/cm^2	貫入強度 kg/cm^2	
			作製直後	破壊直前
関東ロームのみ	19.43	1.773	23.62	28.98
関東ローム+消石灰5%+ガニツ5%	13.23	1.136	48.39	46.04
関東ローム+成田砂(8:2)+セメント5%	45.12	1.982	55.14	147.53
関東ローム+セメント5%上下モルタル(足付サンドイッチ)	46.76	6.310	55.00	2477.35