

愛知工業大学 正員 内藤 幸雄
 〃 〃 〇森野 奎二
 〃 〃 〃 西野 昭

(1). まえがき

深層混合処理工法¹⁾において、軟弱な海底堆積土をセメント・石灰などで改良する場合、現場の改良地盤は全面改良でなく部分改良になることが多い。部分改良は柱状、壁状、格子状などになるが、これらの打継ぎ部には欠陥が生じないように施工されなければならない。欠陥が生じないようにする有効な1つの方法は、改良土が充分固化するまでに次の打込みを行うことである。特に格子状などでは縦横の交差のとき、攪拌翼が回転できるように弱い固化状態でなければならない。そのために、セメントの凝結時間を長時間遅延させたり、また、強度発現速度の遅い結合材、混和材などを使用して初期強度を低く抑える必要がある。初期強度を抑制する根本的な方法は、後者の結合材そのものに強度発現の遅いもの（例えば、消石灰、高炉水砕など）を用いることであるが、多様な性質を示す粘性土試料に対して、安定な強度発現をするセメントは捨て難い。そこで、セメントの中では強度発現の遅い高炉セメントC種、中庸熟セメントなどを用いる方法とか、あるいはセメントに水砕を多量に混和すると共に消石灰をも併用する方法などが考えられる。

本実験では、オー段階として、粘性土試料・セメント混合物のセメントの一部を水砕で置換する方法と、凝結遅延剤を用いる方法とを行った。

(2). 使用した海底堆積土について

実験に使用した粘性土試料（以下、ソイルと称する）は、横浜港内大黒埠頭付近の海底面下2, 3mより採取したものであり、その物理的性質を表1に示す。ソイル採取地域は軟弱な沖積層であって、後背地は関東ロームであるから、粘土鉱物はアロフェン、加水ハロイサイト、ハロイサイトなどと思われた。しかし、ソイルの1部のX線回折などの分析結果では、上記の粘土鉱物はあまりなく、緑泥石、セリサイトおよびゲル状物質（シリカゲルなど）の多い試料であった。いずれにしても、このソイルは、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応してかなりの強度に硬化するようであり、ボゾラン反応性の高いソイルといえることができる。なお、ソイル中のシルト分の鉱物は石英と長石が主であった。その他試料中には、貝殻（内眼）と珪藻（電顕観察）が相当含まれていた。この珪藻も長期には強度に寄与するものと思われる。

表1 ソイルの物理的性質

自然含水比(%)	比重	アッガーベルグ限界	液性限界(%)	塑性限界(%)	塑性指数
103~119	2.72~2.77	87~106	30~44	46~60	
粒度	性質	土質分類			
粒径(%)	シルト分(%)	粘土分(%)	三角定規	縦分線	
13~20	50~65	25~35	三角定規	縦分線	CH

(3). 実験方法

配合：ソイルは自然含水状態で、つまり粘性の高い状態で5mm網フルイを通過させて塊を除去したものを使用した。結合材はソイルの乾燥重量に対して、普通ポルトランドセメントと高炉セメントC種を10~30%用いた。また、水砕粉末（混和材製品）を普通セメントの20~80%まで置換した。使用水量はソイルの含水比が、130%（一定）になる量とした（混合物のフロー値は130~140mm、粘度は370~470ポイズであった）。凝結遅延剤は、コンクリート用（オキシカルボン酸塩）と土壌用（石灰-硫酸塩）を使用した。

養生：工事対象となる海底の温度を配慮して10と20℃の水で養生とした。

試験：強度試験の材令は1, 3, 7, 14, 28, 91日とした。なお、遅延剤使用の場合は終結時以降の材令。各材令での供試体（5φ×10cm）から、X線回折および走査電子顕微鏡観察試料と採取した（本報では結果を割愛）。

凝結：凝結硬化遅延状態を調べるためには、ビカー針装置を準用した。またプロクター貫入抵抗試験を行った。

(4). 実験結果および考察

ソイル-普通セメント：ソイルに普通セメントを混合した場合の強度試験結果を養生温度別に、図1（10℃養生）

と図2(20℃養生)に示した。普通のセメントモルタルに比べて養生温度の強度発現に及ぼす影響が、極めて大きい。施工現場の養生温度の制御はできないので、温度と強度の関係は、充分把握して対処する必要があると思われる。また、得られた強度の判定において、材令7日で約 5 kgf/cm^2 以下、材令90日で 20 kgf/cm^2 以上を目安にすると、図1,2には、この条件を満足する結果はない。混和材料が必要である。

ソイル-高炉セメントC種：上記と同様、10℃養生の結果を図3に、20℃養生の結果を図4に示した。いずれも初期強度の発現が抑えられているが、10℃養生では、混合率30%以外は長期材令でもやや強度が低い。

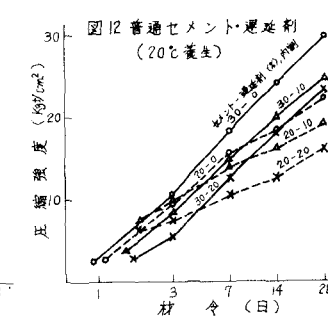
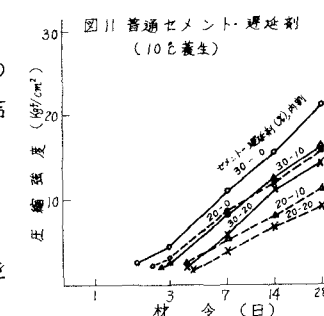
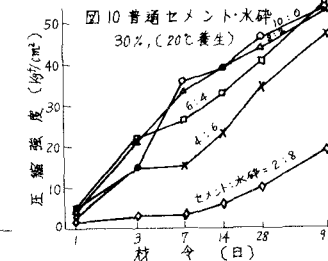
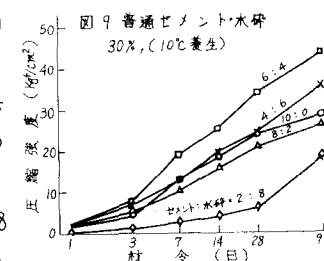
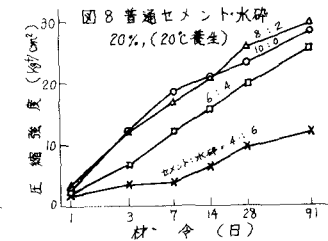
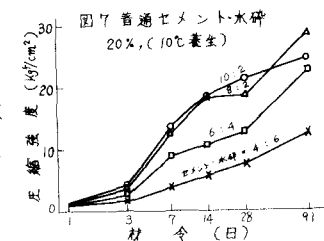
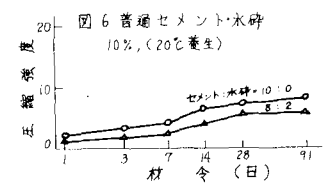
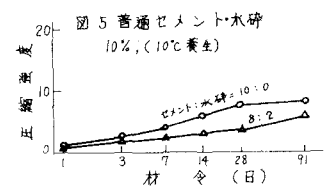
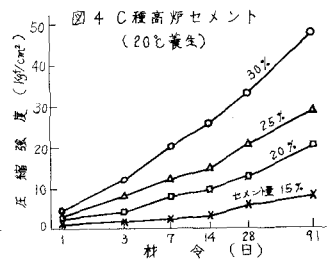
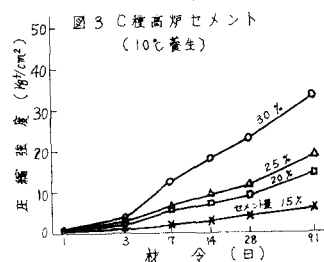
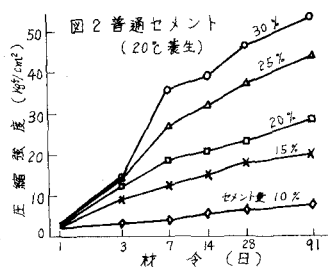
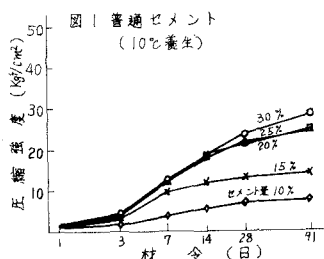
ソイル-普通セメント-水砕：ソイルに対して、結合材(セメント(C), 水砕(B)の和)の混合率を10, 20, 30%とし、それぞれの混合率の中でセメント、水砕を内割で、8:2から2:8まで置換した。結果を図5~図10に示した。図5,6が対象外であることは図4より推定されるが、比較のために載せた。図7は、図3の20%の結果の強度不足を補う配合となっているが、図7からC:B=5:5位が適当であることが分かる。図8はすでに図4で満足されているが、図7との比較のために得たものである。C:B=4:6の結果は図4の結果より低いが、水砕の違いなどによる誤差であろう。

図9, 10はすでに図3, 4から、C:B=2:8だけが期待される結果であったが、やはりこの配合が最適のようである。

普通セメント-遅延剤：コンクリート用の遅延剤はあまり効果がなかった。土壌用の結果を図11, 12に示した。

(5). まとめ

本実験の目的に適合するソイル結合材は、高炉セメントC種よりも更に水砕の混合率を高くした、例えば2:8混合などである。



1) 奥村樹郎：石灰・セメント系安定処理剤による深層混合処理工法と諸問題，総合土木研究所，最近の軟弱地盤の改良，P.20~32，1977年。