

石膏系固化材による高含水比泥土の固化実験

摂南大学 学生員 下清水 秀則
 摂南大学 正会員 伊藤 謙

1. はじめに

近年、建設工事から排出される建設副産物の処理が問題になっている。今回注目したのは建設副産物の中でもシールド工事等から排出される高含水比泥土である。この高含水比泥土はそのままでは産業廃棄物となり、適切な処理が望まれている。¹⁾

2. 目的

本研究では高含水比泥土を中性域で処理する方法として石膏系固化材に注目し、その強度のメカニズムを固化材配合の過程より考案した。シリーズ1では固化材の反応吸水率を検討するため固化材と水の反応実験を行った。また、実験後の固化材の結晶状態を観察した。シリーズ2では、シリーズ1である程度効果の認められた固化材を泥土に添加してその効果を確認した。

3. 実験方法

シリーズ1では固化材の吸水反応を検討した。実験は含水比35%の泥土に固化材を100kg/m³の割合で加えることを想定し、蒸留水56.67gと固化材12.00gをテフロンカップ内で混合した。評価は反応吸水率Z(%)として(1)式を定義した。Z(%)が大きければ固化材が固化する水量が多く、固化作用があると考えられる。

$$\text{反応吸水率} Z(\%) = \left[\frac{\text{反応生成物重量}(g) - \text{薬品乾燥重量}(g)}{\text{薬品乾燥重量}(g)} \right] \times 100 \quad (1)$$

また、環境特性としてpH試験を、さらに走査型電子顕微鏡(SEM)による観察を行った。

シリーズ2では、シリーズ1で固化作用があると予想された固化材を泥土に添加し、その効果を検討した。実験にはシールド工事から排出した泥土を試料として用いた。物性値は表1に示すとおりである。評価方法は、強度特性として一軸圧縮試験を行い、環境特性としてpH試験を行った。

4. 結果と考察

シリーズ1の実験結果を図1~3に示す。図1は半水石膏とセメントの割合を変えて添加1日後の反応吸水率の変化を示した。図1より自然乾燥の場合、セメント30%でピークが得られた。そこでその配合をE1材とした。

次にE1を中性にするためにE1材に硫酸アルミニウムを加えたE2材の開発を試みた。表2はE2材を開発するために実験を行った固化材である。図2は、表2の固化材における反応吸水率の経時変化を示している。図2より添加7日後ではセメントの割合が増えるごとに反応吸水率が大きくなり、a配合が最も反応吸水率が大きかった。硫酸アルミニウムの割合が多いd、e配合は反応吸水率に変動が生じた。そこで環境特性を考慮し、反応吸水

表1 シールド汚泥の物性値

密度 ρ_s (g/cm ³)	2.556
液性限界 w_L (%)	35.8
塑性限界 w_p (%)	19.0
砂分(%)	58.7
シルト分(%)	19.3
粘土分(%)	22.0

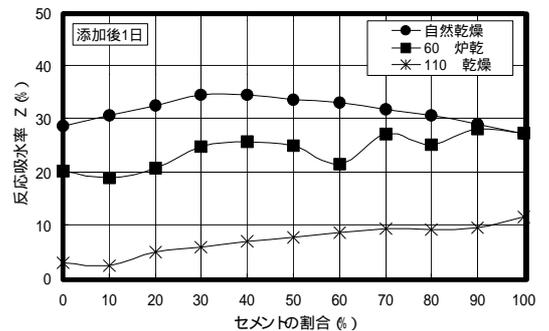


図1 セメントの割合に対する反応吸水率

表2 E2材の配合

配合	配合構成		
	半水石膏(%)	セメント(%)	硫酸アルミニウム(%)
a	70	25	5
b		20	10
c		15	15
d		10	20
e		5	25

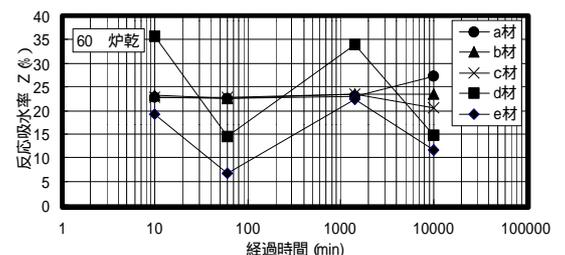


図2 反応吸水率の経時変化の比較

率に変動がないb配合をE2材とした。さらに、半水石膏、二酸化ケイ素と生石灰を用いて固化材を検討した。その結果、A1材とA2材が大きな反応吸水率を得ることができた。表3はこれら反応吸水率が大きかった固化材のリストである。図3は表3の固化材における反応吸水率の経時変化を示している。

次に走査型電子顕微鏡の観察結果を写真1に示す。これはE1材添加1日後温度を変化させて乾燥させた試料である。写真(a)は石膏の結晶が明瞭であるが、写真(b)では乾燥温度が高く、結晶が破壊されている。写真(c)は乾燥温度が110で結晶の破壊が激しい。つまり石膏系固化材は乾燥温度が高いと水分を取り込んだ結晶構造が破壊され、温度によって反応吸水率などの強度の要因に影響を与える弱い構造であると考えられた。

シリーズ2はシールド汚泥を含水比35%と80%に調節し、効果が期待された固化材(表3)に対して100~300kg/m³で添加し

表3 シリーズ1より効果が期待された固化材

固化材	配合構成
A1材	半水石膏95%、二酸化ケイ素5%
A2材	半水石膏95%、二酸化ケイ素3%、生石灰2%
E1材	半水石膏70%、セメント30%
E2材	半水石膏70%、セメント20%、硫酸アルミニウム10%

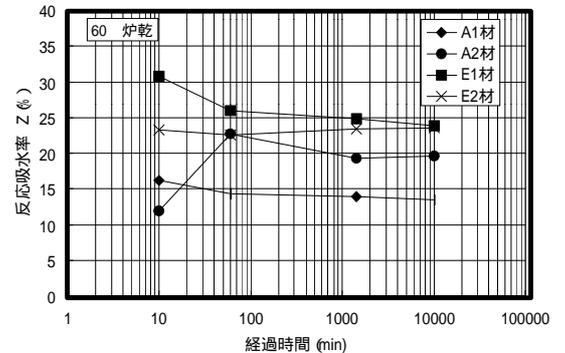


図3 固化材の反応吸水率の経時変化

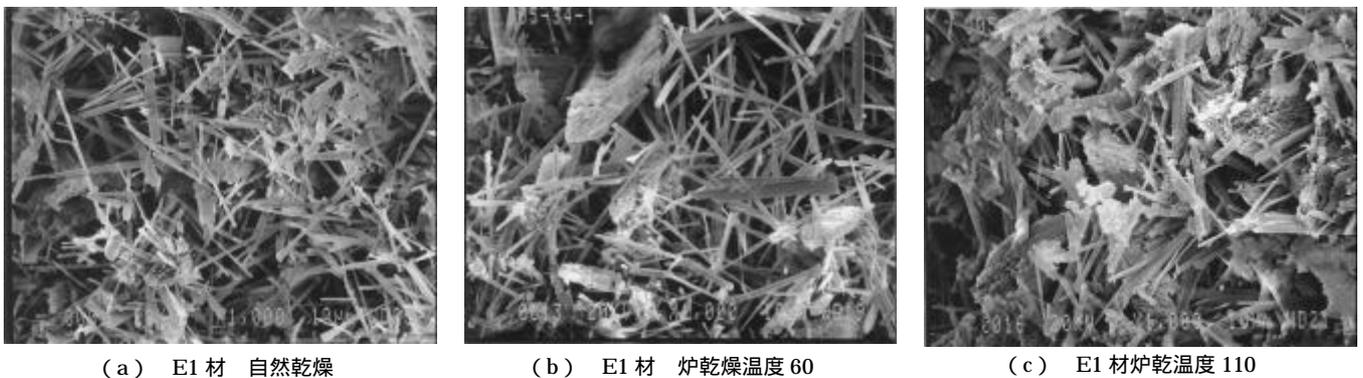


写真1 走査型電子顕微鏡による観察

た。目標は一軸圧縮強度 50 kN/m² 以上とし、pH 値は 5.8~8.6 以内とした。目標強度が得られた実験結果を表4に示す。E2材は反応吸水率は大きいですが、目標強度を満足しなかった。

シリーズ1とシリーズ2の関係を図4に示す。図4は含水比35%シールド汚泥の一軸圧縮強度と反応吸水率の関係を示している。図4よりシリーズ1において反応吸水率が大きければ泥土に加えた場合の強度が増加するということが確認できた。目標強度 50 kN/m² 以上を満足するのは反応吸水率 15%以上である。

5.結論

今回の実験より次のことが明らかになった。石膏系固化材は乾燥温度が高くなるに従って結晶が壊れ、固化した水分を蒸発させてしまう非常に弱い構造である。それは走査型電子顕微鏡による観察でも確認できた。シリーズ1と2には弱い正の相関があり、含水比35%のシールド汚泥・添加率100kg/m³の条件では反応吸水率15%以上なら強度はある程度は期待できる。最後に走査型電子顕微鏡の使用にあたって、京都大学防災研究所の嘉門雅史教授に、また実験材料の提供にあたって戸田建設株式会社に感謝致します。

表4 強度の得られた固化材実験の概要

固化材	土質名	含水比 (%)	添加率 (kg/m ³)	pH値
A1材	シールド汚泥	35	200以上	6.13
A2材		80	300	9.67
E1材		35	100以上	10.96

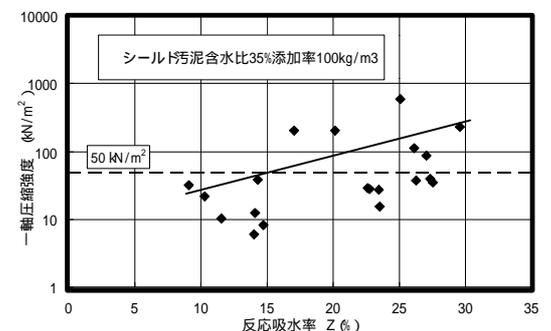


図4 シリーズ1とシリーズ2の関係

参考文献 1) 建設省:建設白書, pp.186-189, 2000