

固化材による泥土の改良効果の予測方法に関する検討

(株)オーデックス

摂南大学工学部

大阪工業大学共同研究センター

正会員

正会員

○下清水 秀則

伊藤 譲

越智 秀

1. はじめに

建設工事から排出される高含水比泥土は、何らかの方法で固化処理されることが多い。固化処理において、固化材の添加量を決定することは大変に重要である。従来の固化材添加量の決定は泥土に所定量の固化材を添加し、一軸圧縮試験やコーン貫入試験により試行錯誤的に評価を行って来た。そこで本研究では、固化材による固化水量と泥土の物理性質より簡単に評価を行うための添加量予測の提案を行った。

2. 目的

本研究の目的は、高含水比泥土の固化処理において所定強度を得るための固化材添加量決定方法の検討である。この方法は、まず、固化材は水分だけを固定する効果を有すると仮定し、固化材による固定水量を求める。次に、土の含水比の違いによる強度特性を把握する。最後に、これら2通りの情報から所定の強度を満足させる固化材の添加量を予測する。本研究では、このような手順の妥当性を検討した。

3. 実験概要

実験では最初に、固化材の固定する水量を求める実験¹⁾を行った。実験では含水比35.0%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。評価方法は水分固定率 Zi(%)を(1)式と定義した。

$$\text{水分固定率 } Zi(\%) = \left[\frac{\text{固化材吸水後重量 (g)} - \text{固化材乾燥重量 (g)}}{\text{固化材乾燥重量 (g)}} \right] \times 100 \quad (1)$$

今回は固化材の主材料である半水石膏とセメントを用い、それらの割合を変え水分固定率の変化を調べた。水分固定率は、コロイド状(Zc)、自然乾燥(Zn)、60 乾燥(Z60)、110 乾燥(Z110)の4通りの定義を行った。試験の流れを図1に示す。さらに、実験後の試料を用いてX線回折を行った。

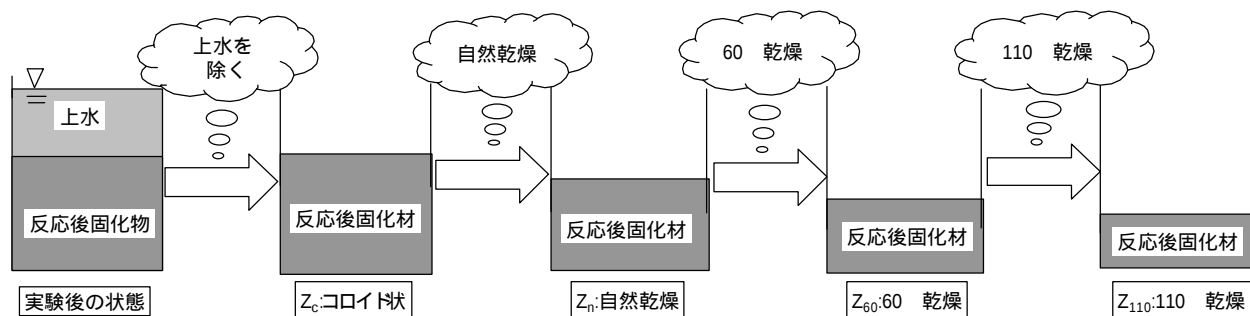


図1 水分固定率の定義

図2は、実験4日後の結果を示している。図より固化材の乾燥状態の違いによって、水分固定率に違いが生じることがわかる。例えば、半水石膏70%・セメント30%の割合に関して、固化水量がコロイド状は224%、自然乾燥は25%、60乾燥は24%、110乾燥は5%と温度が高くなるに従って小さくなっている。つまり、固化材によって固定される水分の結びつきの強さが異なることを意味する。

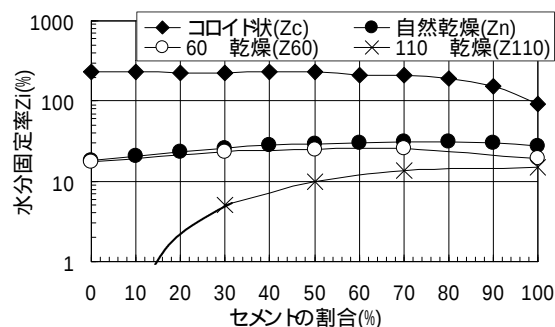


図2 半水石膏・セメントと水分固定率の関係

改良予測 泥土 固化材 リサイクル

寝屋川市池田中町17-8・072-839-9701・072-839-9701

さらに、実験後の試料を用いて X 線回折を行い、それぞれの乾燥温度における生成物の確認を行った。その結果を表 1 に示す。乾燥温度によって残存している生成物質が異なっている。これより温度に影響を受けやすいのは、二水石膏とエトリンガイトであり、温度に影響を受けにくい物質は水酸化カルシウムであった。

次に、表 2 に示す試料土では、含水比と一軸圧縮強度の関係を確認した。実験には、試料の含水比を変化させてフォールコーン試験、一軸圧縮試験を行い、含水比と一軸圧縮強度の関係を確認した。図 3 の結果より、それぞれの試料に関して、含水比と一軸圧縮強度の関係が分かる。

図より、目標強度の 50.0 kN/m^2 の強度を有する含水比を読み取り、藤の森粘土は含水比 41.9%、泥土 S は含水比 19.7%、ベントナイトは含水比 76.9%をそれぞれの固化材添加の目標含水比とした。

目標含水比より計算した固化材量を泥土に添加して効果を確認した。その予測式を(2)式と定義した。式(2)の考

$$\text{目標含水比}(\%) = \left[\frac{\text{試料の水量}(g) - Z_i \times \text{固化材添加量}(g)}{\text{試料の土量}(g)} \right] \times 100 \quad (2)$$

え方を図 4 に示す。図の曲線と目標強度の交点の含水比をある試料における目標含水比 $w_g(\%)$ とする。図 4 では、試料の初期含水比が $w_0(\%)$ であるとする、初期の泥土 (w_0) では一軸圧縮強度が目標強度を満足していない。しかし、 $w_0(\%)$ と $w_g(\%)$ の間の水分を固定すると、試料の含水比が $w_g(\%)$ になり目標強度を満足する。つまり、固化材の効果は目標強度を満足する目標含水比まで水を固定することと仮定して固化材添加量を予測した。

式(2)より、液性限界の泥土に対して、固化材（半水石膏 70%・セメント 30%）の水分固定率をコロイド状 Z_c （224.8%）で固化材添加量を計算して配合した。その結果を図 5 に示す。図より、藤の森粘土と泥土 S では、式（2）の考え方で改良効果の予測が可能であると考えられる。しかし、ベントナイトは目標強度以上の一軸圧縮強度を得られた。その原因は、ベントナイトは半水石膏中のカルシウム分により物性値に変化が起こるためと考えられる。

4. まとめ

本実験で以下のことが明らかとなった。藤の森粘土、泥土 S について、固化材（半水石膏 70%・セメント 30%）を用いた場合、水分固定率をコロイド状として用いると、固化材添加量を式(2)より予測することができる。今回の固化材により固定される水分の固化材への結びつきの強さは様々である。

最後に本実験の泥土 S は戸田建設株式会社より提供いただいたことを記して感謝の意を表します。

【参考文献】1)板垣・他：固化材による泥土の改良予測に関する検討，平成 14 年度土木学会関西支部年次学術講演会，2002

表 1 X 線回折のまとめ

固化材	生成物		
	自然乾燥	60 乾燥	110 乾燥
半水石膏100%	二水石膏	二水石膏 半水石膏	半水石膏 無水石膏
半水石膏・セメント	二水石膏 エトリンガイト 水酸化カルシウム	二水石膏 (エトリンガイト) 水酸化カルシウム	半水石膏 無水石膏 水酸化カルシウム
セメント100%	二水石膏 エトリンガイト 水酸化カルシウム	二水石膏 (エトリンガイト) 水酸化カルシウム	水酸化カルシウム

表 2 試料土の物性値

試料名	藤の森粘土	泥土S	ベントナイト
土粒子の密度(g/cm^3)	2.768	2.685	2.760
液性限界 $w_L(\%)$	62.4	30.0	268.8
塑性限界 $w_P(\%)$	34.8	19.7	40.8
塑性指数	27.6	10.3	228.0

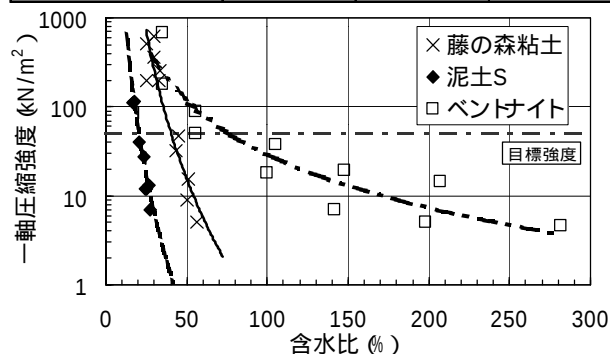


図 3 含水比と一軸圧縮強度の関係

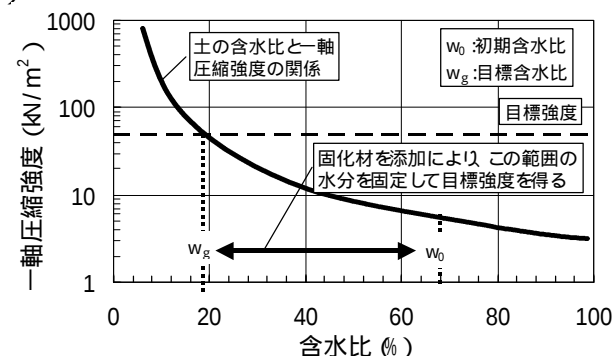


図 4 固化材の添加量予測の概念

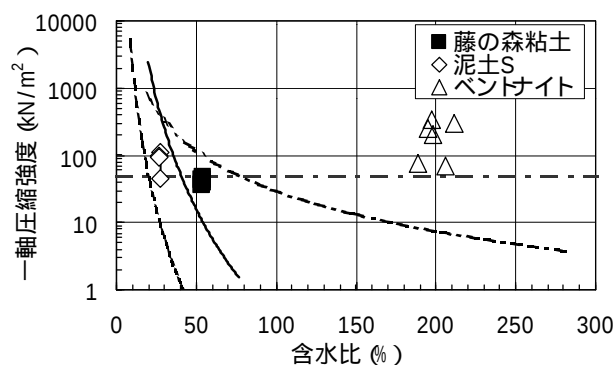


図 5 固化材添加後の含水比と一軸圧縮強度の関係