

関東ローム層を対象とした柱列壁工法における混和剤について

東洋大学 学生会員 ○伊藤 怜就

東洋大学大学院 学生会員 野澤 宏斗 ・ F 会員 石田 哲朗

ジェコス株式会社 岩崎 伸一 ・ 後藤 健治

1. はじめに

酸化マグネシウムは、セメント安定処理の困難とされる関東ロームの地盤改良材として有効であることが報告されている¹⁾。さらに、セメントに代わる固化材として、ソイルセメント柱列壁工法に適応したところ、要求される性能を満たすことが明らかとなった²⁾。酸化マグネシウムの利点は、硬化不良の原因となり得る関東ロームの硬化や、アルカリ性の低減などが挙げられ、従来工法における問題点の解消と環境負荷を低減した工法といえる。本報では、関東ロームを対象としたソイルセメント柱列壁工法における混和剤について検討し、それぞれの混和剤の特性と最適な添加量の検討を行った。

2. 試験概要

2.1 試料土

試料土には、埼玉県川越市より採取した関東ロームを使用した。土質による物理的特性として、自然含水比 $w=100\%$ 、土粒子の密度 $\rho_s=2.69 \text{ g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L=165.3\%$ 、塑性限界 $w_p=70.9\%$ 、塑性指数 $I_p=94.4$ であった。また、使用した関東ロームは工学的分類から火山灰質粘性土 (Ⅱ型) [VH₂] に分類される性質を示していた。しかし、留意点として、ロームを使用する際、ロームには大量の拘束水を含み、乾燥密度が小さいとした特徴があり、拘束水は一度練返すと自由水に変化し、自由水は乾燥により失い、それにより、流動性や強度に影響を与えるため、ロームの管理には留意する必要がある。

2.2 試験方法

2.2.1 固化材を混合した際の流動性

流動性とは、ソイルセメントの混練および芯材の建込みに要求される施工性のことである³⁾。芯材をソイルセメントに建込む場合、ソイルセメントの硬化による建込み時の不具合を防ぐためにも、硬化に要する時間が必要である。そのための、流動性の評価として NEXCO 試験法 313-1999「シリンダーフロー試験」に準じて、試験を行った。また、室内配合試験のシリンダーフロー試験の目標値を、

150 mm～250 mm とした。

2.2.2 固化材を混合した際の強度特性

本研究では、固化材による強度特性を調べるため、一軸圧縮試験を行った。対象とした試料土は 2.1 で述べた。また、試料土の含水比を一定にするため、調整含水比を 100% とした。水と固化材を混合した後、対象土を加え、ソイルミキサーで混合・攪拌した。攪拌時間は、5 分×2 回とした。攪拌後は、紙製モールド ($\phi 50 \times 100 \text{ mm}$) に JGS 0821-2000「安定処理土の締固めをしない供試体作成方法」に準じて供試体を作成した。養生時は、乾燥による影響を防ぐためにラップをモールド上部に取り付けた。供試体の養生日数は、恒温恒湿室にて、7 日と 28 日の 2 材令とした。また、室内配合試験の一軸圧縮強さの目標値を、500～1000 kN/m² とした。

3. 実験結果

3.1 シリンダーフロー試験および一軸圧縮試験の結果

試料土と固化材を混合・攪拌し、シリンダーフロー試験による流動性の検討を図 1 に、一軸圧縮試験による供試体作製後 7 日、28 日の強度変化を図 2 に示す。試料土の固化材添加量として、SMW 協会の粘性土による配合を参考に配合検討を行った⁴⁾。表 1 に対象土 1 m³ 当たりの配合表を示す。試験結果より、固化材添加量 250～450 kg では、流動性の確保は可能だが、一軸圧縮試験の際、目標値を満たさないため、固化材添加量を 600 kg で配合検討を行った。その結果、固化材添加量を 600 kg にした場合、目標とされていた流動性と圧縮強度を満たし、固化材量の増加、養生日数に伴って、増加傾向であった。要因としては、関東ロームといった火山灰質粘性土は粘土鉱物が多く含まれており、酸化マグネシウムに含まれる水酸化マグネシウムが粘土鉱物と水和反応することによって、強度の増加に結びついていると考えられる。また、酸化マグネシウムの増加に伴って、水酸化マグネシウムも増加するため、強度が上がっていると考えられた。

キーワード：ソイルセメント柱列壁工法 関東ローム 酸化マグネシウム シリンダーフロー試験 一軸圧縮試験

連絡先：〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 地盤環境学研究室 TEL: 049-239-1409

表 1 対象土 1 m³ 当たりの配合表

	対象土 (kg)	固化材 (kg)	水 (kg)	混和剤 (kg)	W/MgO (kg)
粘性土		250 - 450	625 - 1125	0	150 - 300
基本配合		600	898	0	150
A 剤	1400	600	898	6 - 30	150
B 剤		600	898	6 - 30	150
C 剤		600	898	6 - 30	150

表 2 成分および性状

主成分	A 剤 特殊ポリカルボン酸塩	B 剤 珪酸ナトリウム	C 剤 炭酸ナトリウム
外観	黄褐色液体	無色の液体	白色粉体
比重	1.05 - 1.25	1.33	2.53
pH	4.0 - 7.0	12	11.4

3.2 室内配合試験による混和剤の性能評価

混和剤として、特殊ポリカルボン酸塩系流動化剤、水ガラス、ソーダ灰を用いた。混和剤を添加した際の、対象土に対する流動性の変化の確認を行った。表 2 に混和剤の成分および性状を示す。また、混和剤をそれぞれ A 剤、B 剤、C 剤と称した。

シリンダーフロー試験では、練混ぜ直後(0h)での、目標フロー値を 150 ~ 250 mm と設定し、流動性の検討を行った。また、混和剤を添加する基本配合は、一軸圧縮試験の結果から、1 m³ 当たり固化材量 600 kg、W/MgO 150 % に対して、混和剤を 1 %、3 %、5 % の割合で添加し、流動性の検討を行った。結果を図 3 に示す。基本配合から、A 剤、B 剤、C 剤の傾向では、A 剤では、1 % の場合、基本配合との変化はなく、3 % で、フロー値の上昇が確認されたが、5 % で、停滞する傾向であった。B 剤では、1 % の場合、フロー値が減少したが、3 %、5 % の順で、フロー値の上昇が確認された。C 剤では、1 % のみフロー値が上昇し、3 %、5 % では、フロー値が減少していく傾向にあった。

4. まとめ

シリンダーフロー試験、一軸圧縮試験から最適な配合の検討に加え、混和剤を添加した際の流動性の変化の検討により、次の結果が確認された。

- 1) 固化材を 250 ~ 600 kg 添加した際の流動性として、固化材添加量が増加するほど W/MgO は小さくなり、流動性が増加する傾向であった。一軸圧縮試験では、7 日、28 日後の、強度は約 2 倍に増加した。
 - 2) 混和剤の添加では、A 剤、B 剤、C 剤を添加し、配合検討をした場合、B 剤が優れたフロー値を示し、流動性を確保するのに、適していると考えられる。
- ソイルセメント壁柱列工法において、関東ロームを用い

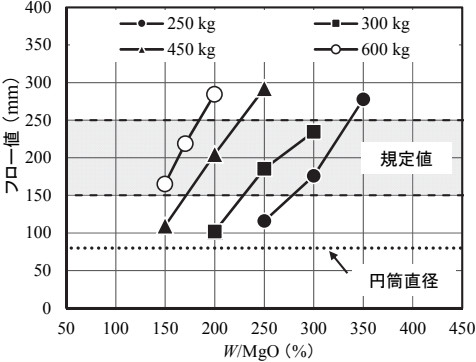


図 1 固化材添加量における流動性

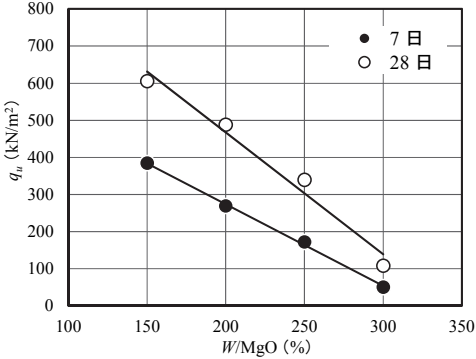


図 2 7 日後と 28 日後における強度変化

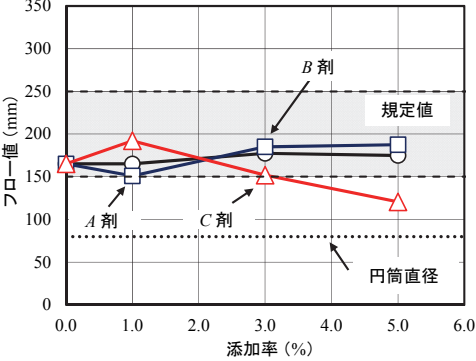


図 3 混和剤添加量における流動性

てセメントを混合した際の固化不良や漏水といった事例があるが、今回の結果より、酸化マグネシウムを用いた配合、混和剤による流動性の向上、また注入量の低減、施工時の建設発生汚泥の削減の検討を行うことが可能であることが分かった。

参考文献

- 1) 山田哲司ほか：酸化マグネシウムの製造方法が改良土の性質に及ぼす影響について、土木学会論文, Vol.68, No.4, pp.739-740, 2012.
- 2) 野澤宏斗ほか：関東ローム層におけるソイルセメント柱列壁工法の性能不良と酸化マグネシウムを用いた改良案について、第 14 回地盤工学会関東支部 Geo Kanto2017, A-47, pp.5-6, 2017.
- 3) 社団法人 地盤工学会：地中連続壁工法, pp.330-450, 2004.
- 4) 日本材料学会編：ソイルミキシングウォール設計施工指針, p.89, 2011.