

微細気泡混入によるセメント改良体の品質改善に関する研究

—セメントスラリーの流動性の検討—

日大生産工(学部) ○川鍋 賢人 日大生産工 下村 修一 松本 真和
日大・生産工(院) 奥山 誠也
兼松サステック株式会社 水谷 羊介 中村 博 平野 聡

1 はじめに

地盤改良の一種である深層混合処理工法では、粘性土地盤に地盤改良体を造成する際に、凝集体が形成されソイルセメントスラリーの流動性の低下により攪拌不良が生じ、強度にばらつきが生じる。その対策として攪拌翼の形状や攪拌方法の工夫などの物理的対策や、ソイルセメントスラリーの流動性を向上させるために分散剤を用いた化学的対策が取られている。

前報¹⁾では分散剤に代わるものとして微細気泡を用いた。微細気泡には様々な性質があり、中でも「負に帯電している」性質と「ボールベアリング効果」に着目し、微細気泡を混入したセメントスラリーを用いた粘性土の改良体を対象にした室内配合試験で一軸圧縮強さとそのばらつきについて検討をした。その結果、分散剤と同様の効果が期待できることを確認した。

この効果はセメントスラリーとソイルセメントスラリーの流動性の向上によるものだと考えられることから、本報ではP漏試験によりセメントスラリーの流動性を確認した。

2 実験条件

表1にP漏斗試験の実験ケースを示す。ケース1は分散剤および微細気泡を混入しない条件（以下、無添加）、ケース2, 3は微細気泡を混入させた条件である。ケース2の5つの条件は空気の流量を50cc/minとし、インペラの回転数及び吹き込み時間を比較対象とした。ケース3の2つの条件はインペラの回転数を4000rpm, 吹き込み時間を10分とし、空気の流量を比較対象とした。なお、単位時間当たりの空気の流量が少ないほどまたは空気の剪断回数が多いほど最頻気泡径が小さくなる。ケース4, 5は分散剤を添加した条件²⁾であり、分散剤にはポリカルボン酸系およびグルコン酸系を使用した。

表2にセメントスラリーの配合表を示す。本研究では固化材に一般軟弱土用セメント系固化材（以下、固化材）を用いた。セメントスラリーは固化材に固化材用水（水道水）を入れ、ハンドミキサーで攪拌混合し作製する。その後、作製したセメントスラリーに微細気泡発生装置を用いて微細気泡を混入させる。分散剤を用いる際は固化材用水にあらかじめ溶解して使用する。

図1に試験に用いたP漏斗試験装置を示す。試験は

表 1 実験ケース

ケース		微細気泡		
		インペラ回転数 (rpm)	流量 (cc/min)	吹込み時間 (min)
1		無		
2	2-1	1000	50	5
	2-2	2000		
	2-3	4000		
	2-4			2.5
	2-5			10
3	3-1	4000	25	10
	3-2		200	

ケース	分散剤	
	種類	添加率(%)
4	ポリカルボン酸系	0.2 0.4 0.6 1.0
5	グルコン酸系	

表 2 セメントスラリー配合表

固化材 (kg)	固化材用水 (kg)	W/C (%)
7.04	4.24	60

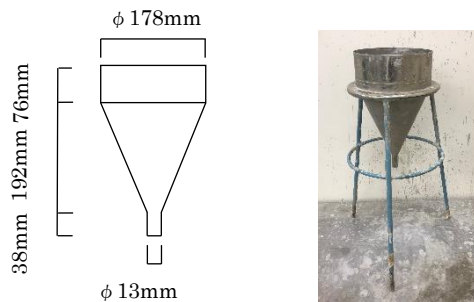


図 1 P漏斗試験機

JSCE-F 521³⁾に準拠した。計測はスラリーの作製直後から10分毎に同一のスラリーを用いて60分後まで行った。計測待機時は基本としてスラリーを静置し、一部条件では計測待機時にスラリーの攪拌を行った。

3 実験結果

図2～6にスラリー作製直後からの経過時間と流下時間の関係を示す。分散剤添加の影響を比較した図2,3ではポリカルボン酸系では添加率による流下時間の差

Study on quality improvement of soil cement column with fine bubble

— Fluid examination of cement slurry —

Kento KAWANABE, Shuichi SHIMOMURA, Masakazu MATSUMOTO,
Seiya OKUYAMA, Yousuke MIZUTANI, Hiroshi NAKAMURA and
Satoshi HIBANO

が大きく、0.2%では作製直後で無添加と同様の流動性であるが、無添加のような時間経過による流動性の低下は見られない。0.4%以上の添加では、作製直後は無添加よりも流動性は向上したが、時間が経過するにつれ、流動性は低下した。実施工ではスラリーを常に攪拌していることを踏まえ、1.0%添加では計測待機時に攪拌する条件を追加した。その結果時間経過による流動性の低下は見られなかった。グルコン酸系分散剤では添加率による流下時間の差はほとんどなく、添加率0.2%でも無添加よりも流動性の向上が確認できた。またポリカルボン酸系と違い、計測待機時にスラリーの攪拌を行わなくても時間経過による流動性の低下は見られない。

微細気泡の混入条件を50cc/min、吹き込み時間を10分とし、インペラの回転数を変えることで気泡径の違いを比較対象とした図4では、回転数が高くより微細な気泡が混入する条件の方が流下時間の低下が確認できる。また、どの条件においてもグルコン酸系分散剤同様、時間経過による流動性の低下は見られない。

空気の流量を50cc/min、インペラの回転数を4000rpmとし、空気の総量を比較対象とした図5ではわずかではあるが空気量が多いほど流下時間が低下した。図4と合わせると、気泡径が小さく気泡量が多いほど流動性が向上していることが分かる。吹き込み時間を10分、インペラの回転数を4000rpmとし、流量を変えることで気泡径および総量を比較対象とした図6では、どの条件においても無添加と比較して同程度に流下時間が低下した。25cc/minを吹き込んだ条件では、他の条件に比べより小さい気泡が混入され流動性が向上することが考えられるが、200cc/minを吹き込んだ場合にも単位時間あたりに25cc/minと比較して少量ではあるが気泡径の小さい微細気泡が混入する可能性があり、気泡総量が多かったため流動性の向上に寄与する微細気泡の総量は変わらない可能性がある。

4 おわりに

微細気泡および分散剤によるセメントスラリーの流動性の向上効果が確認された。また、微細気泡を混入させた条件では、気泡径が小さく、総量が多いほど流動性が向上する傾向が確認された。

【参考文献】

- 1) 奥山ほか：微細気泡混入による地盤改良体の品質改善に関する研究－粘性土を対象とした基本検討－，日本大学生産工学部学術講演会講演概要，pp.29～30，2016.12
- 2) 笹田ほか：グルコン酸系分散剤による地盤改良体の品質改善に関する研究－その2ポリカルボン酸系分散剤との比較－，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造I，pp.533-534，2016.8
- 3) 土木学会：2013制定 コンクリート標準示方書[基準編]土木学会基準および関連基準，p278，2013.11

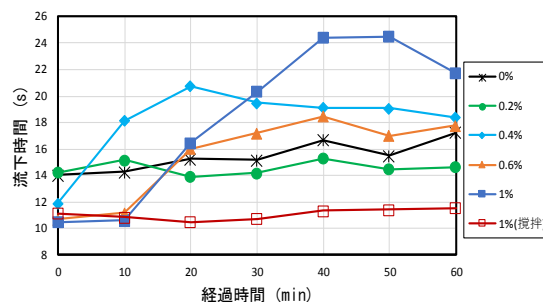


図 2 添加率比較（ポリカルボン酸）

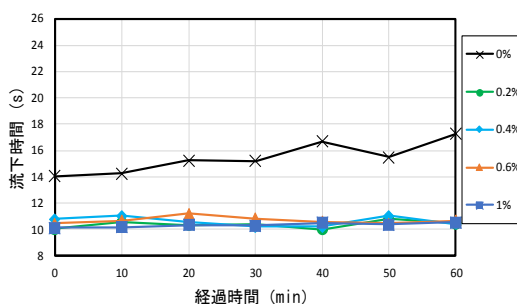


図 3 添加率比較（グルコン酸）

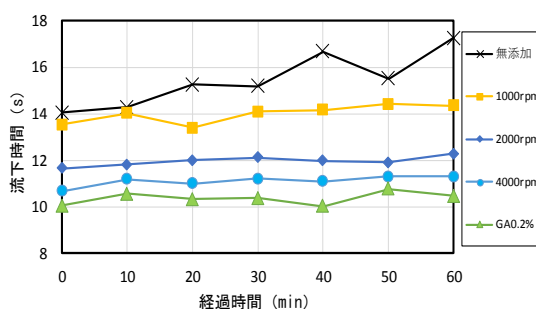


図 4 気泡径比較（インペラ回転数）

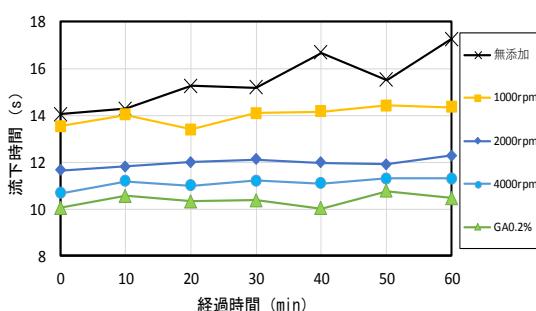


図 5 総量比較（吹込み時間）

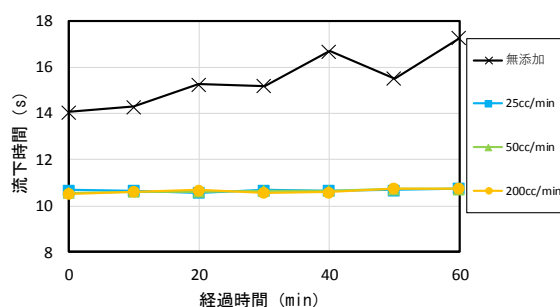


図 6 気泡径比較（空気流量）