

セメントスラリーを添加した気泡安定液の性状管理について

気泡掘削工法 セメントスラリー 最大含水比

早稲田大学 学生会員 ◦渡邊 諒

早稲田大学 国際会員 赤木 寛一

前田建設工業(株) 正会員 安井 利彰 (有)マグマ 国際会員 近藤 義正

戸田建設(株) 下坂 賢二 (株)安藤・間 正会員 佐久間 誠也

1. はじめに

ソイルセメント地中連続壁工法は、原地盤土とセメントスラリーを攪拌混合しながら掘削し、地中に連続壁を構築する地盤改良工法である。このうち柱列壁状に改良地盤を造成していく工法がSMW工法である。これまで筆者らは気泡掘削工法を地中連続壁工法に適用することで、余剰汚泥を減らし、コストダウンを実現してきた。本報は、SMW工法に気泡掘削工法を適用したAWARD-Ccw工法の気泡安定液の性状管理について述べたものである。

従来AWARD-Ccw工法では、芯材挿入の際にソイルセメントの流動性を確保するために、主に掘削引上げ時にセメントスラリーを添加していた。しかし現在では、従来工法(SMW工法)と同等の攪拌混合時間を確保するために、掘削貫入時からセメントスラリーを添加する施工方法が主流となつつある。ただ、この場合、気泡安定液中にセメントスラリーが混合されることになるため、これまでの気泡安定液の性状管理手法が適用できない。

これまでセメントスラリーを添加していない気泡安定液の性状管理手法については、近藤ら¹⁾によって報告されているが、セメントスラリーを添加した気泡安定液の性状管理手法についての報告はなく、新たな気泡安定液の性状管理手法の確立が必要である。セメントが混入することで、気泡安定液の性状に大きな影響を与えることが考えられるためである。

そこで、セメントスラリーを添加した気泡安定液の性状管理手法の確立を目的とした実験的検証を行う。

2. 実験概要

気泡安定液は、加水量が少ない場合、土粒子の吸水作用によって気泡の水分が奪われて消泡する。このように消泡が生じない最小の含水比を最小含水比 w_{min} と定義する。一方、加水量が多い場合、比重の大きい土粒子が沈降し安定液の懸濁状態が崩れてしまう。このような含水比を分離含水比 w_{sep} と定義する。理想的な気泡安定液の状態を保つには含水比を w_{min} と w_{sep} の間に設定することが望ましい。しかし、気泡安定液にセメントが混入することで、セメント粒子の吸水作用や水和反応など新たな影響要因が加わる。

今回は、砂の種類をパラメータとして気泡安定液中の水分量を変化させていき、上下分割モールドの上部密度と下部密度を比較することで、分離含水比 w_{sep} の値を実験的に求めた。

3. 実験手順

- ① 砂 2000g にセメントスラリーをホバートミキサーによって混合攪拌した。砂は東北硅砂6号、5号、4号、及び硅砂3号を使用し、単位セメント量は $100\text{kg}/\text{m}^3$ とした。(高炉B種セメント使用)
- ② 気泡(20倍希釈、25倍発砲)を、①の混合土に添加率2%(=40g)で加え、ヘラ等を用いて十分に混合した。(図1)

The management of mixture of soil and air foam with cement slurry

Ryo Watanabe, Hirokazu Akagi (Waseda University)



図 1. 添加する気泡 40g

- ③ 気泡安定液のモルタルフロー試験、ベーンせん断試験を行った。
- ④ 気泡安定液を上下分割モールド(内径 9cm、高さ 20cm)に投入し、質量を測定した。(図 2)

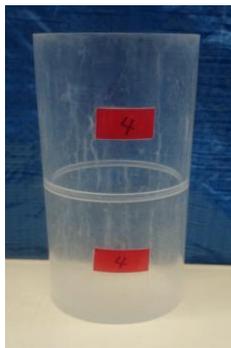


図 2. 上下分割モールド

- ⑤ 一時間経過後に下部モールドのみの質量を測定した。この時、上部モールド内の安定液に沈下が見られる場合はその沈下量も測定した。その後上部および下部モールド内の安定液の密度比を求め、分離状況を考察した。

4. 実験結果

図 3 は、各試料砂の含水比と密度比(下部/上部)の関係を示したものである。セメントスラリーを添加した気泡安定液の含水比の定義は以下の通りである。

$$\text{含水比 } W = \frac{\text{水および気泡の質量}}{\text{砂およびセメントの質量}} \times 100(\%)$$

同じ密度比で比較すると、東北珪砂 6 号、5 号、4 号、珪砂 3 号と含水比が下がっていくことがグラフから予想できる。

東北珪砂 5 号、4 号、珪砂 3 号については、含水比が小さい段階では、含水比の増加に伴い密度

比が大きくなるが、その後いったん密度比は減少し、再び増加するという傾向を示した。セメント粒子による凝集効果と起泡剤による分散効果が相互に作用し、気泡安定液の流動性や土粒子の沈降に影響を与えていると考えられる。

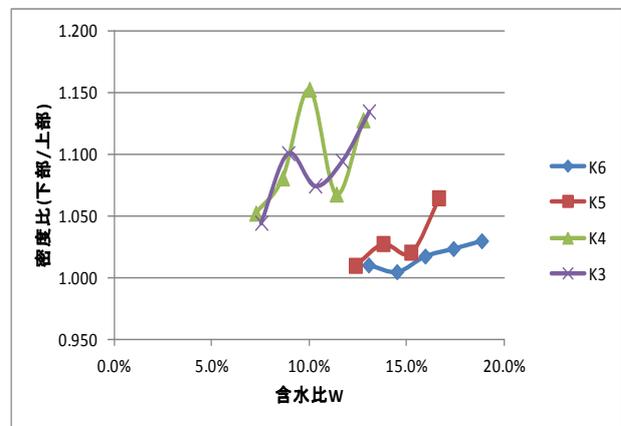


図 3. 密度比と含水比の関係

5. まとめ

- (1) 粗粒分が多くなると粒子が沈降しやすくなること、細粒分が多くなると安定液の粘性が大きくなり分離しにくくなることから、粗粒砂のほうが細粒砂よりも分離含水比 w_{sep} が小さくなるのが予想できる。
- (2) 通常、含水比が増加すると、気泡安定液の粘性が小さくなり、土粒子が沈降して懸濁性が次第に失われる。これより、含水比の増加に伴い密度比は単調増加すると予想できる。しかし、図 3 に示す結果が得られたのは、セメントの凝集効果と気泡の分散効果が複雑に関係しているからではないかと思われる。今後、これらの作用の関係を文献等で調査するとともに、含水比を少しずつ変化させて、密度比の挙動を確かめる。

参考文献

- 1) 近藤義正(2009)『掘削土に気泡を添加した地盤掘削用安定液の開発と地中連続壁への適用』pp33-44