

ポリカルボン酸系とナフタリン系分散剤を添加したセメント安定処理土の強度特性

日本大学工学部 フェロー 巻内 勝彦
 日本大学工学部 正会員 峯岸 邦夫
 日本大学大学院 学生会員 水谷 羊介
 日本大学大学院 学生会員 水上 学

1. はじめに

界面活性剤は凝集体の分散機能があり分散剤ともよばれ、連続地中壁工法、地盤掘削時や孔壁の安定液、近年は流動化処理工にも添加されるなど利用が多くなっている。界面活性剤を添加したソイルセメントに関しては、界面活性剤添加による流動性の把握が可能になりつつあるが、添加量と強度特性に関しては未解明な部分がある。そこで、界面活性剤の種類、界面活性剤の添加量、土の種類、養生日数などを変え、一軸圧縮強度特性を調べた。

2. 土試料・試験手順

土試料は以下のA~Dの4種類の試料を用いた。土試料A:山砂(土粒子の密度: $\rho_s=2.725 \text{ g/cm}^3$)、土試料B:カオリン粘土と粗砂を質量比で1:1(カオリン粘土の土粒子密度: $\rho_s=2.554 \text{ g/cm}^3$ 、粗砂の土粒子の密度: $\rho_s=2.669 \text{ g/cm}^3$ 、液性限界: $W_L=41.5\%$ 、塑性指数: $I_p=22.5$)、土試料C:カオリン粘土とシルトを質量比で1:1(カオリン粘土の土粒子密度: $\rho_s=2.554 \text{ g/cm}^3$ 、シルトの土粒子の密度: $\rho_s=2.625 \text{ g/cm}^3$ 、液性限界: $W_L=48.2\%$ 、塑性指数: $I_p=28.9$) と土試料D:粘性土(土粒子密度: $\rho_s=2.843 \text{ g/cm}^3$ 、液性限界: $W_L=142.31\%$ 、塑性指数: $I_p=66.7$)であり、各土試料の粒径加積曲線をFig. 1に示す。

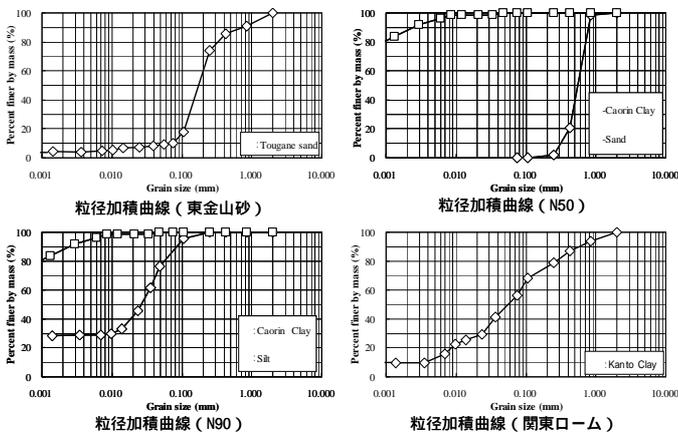


Fig. 1 試料土の粒径加積曲線

土粒子とセメントスラリーを混合攪拌する工程は2通りとし、セメントの練ませ水に界面活性剤を添加する方法、土粒子自体に界面活性剤を添加する方法を用いた。施工時間を考慮すると前者のほうが工程上有利であるが、今回は土粒子自体の流動性向上による一軸圧縮強度への影響も試みた。

Table 1 使用した界面活性剤の主な性状

	ポリカルボン酸系	ナフタリン系
外観	淡褐色液状	黒褐色
pH	約8	9.9
比重	約1.29 (20)	—
溶解性	水に透明に溶解	水に透明に溶解

試験方法は、一般軟弱土用セメント系固化材(以下、“セメント系固化材”と略す)を使用し、界面活性剤はTable 1に示すポリカルボン酸系(非イオン)とナフタリン系(アニオン系)を適用した。

Table 2 土試料の配合

	試料A 砂	試料B カリン+粗砂	試料C カリン+細砂	試料D 粘性土
調整含水比	30%	40%	40%	130%
固化材添加量	10%	20%	20%	30%
水セメント比	100%	65%	65%	100%
混合時間	60秒	60秒	60秒	60秒

一連の試験手順を以下に簡単に示す(Table 2)。ミキサ容器中の対象土に蒸留水を加え含水比調整して5分間攪拌する(前添加の配合は、この時点で界面活性剤を蒸留水に溶解する)。同時に界面活性剤を溶解した蒸留水とセメント系固化材を練り、セメントスラリーとする(前添加は蒸留水のみで練る)。このときの界面活性剤の添加率表示はセメントの質量比に対する百分率とした。次に対象土にセメントスラリーを添加し1分間混合攪拌する。混合された安定処理土をモールドに数層にわけ軽打しながら気泡を除去し充填する。空気中養生にて一定日養生した後、一軸圧縮試験(軸ひずみ速度1.0%/min)により評価した。

3. 試験結果と考察

Fig. 2~ Fig. 5に各土質材料における、界面活性剤の添加量別に養生時間と一軸圧縮強度の関係を示す。いず

れの試験ケースにおいてもセメンテーション進行が確認された。また Fig. 2 ~ Fig. 4 の山砂、粗砂を含むカオリン粘土、シルトを含むカオリン粘土の後添加に関しては、界面活性剤を添加したことにより強度が増加する傾向を示している。しかし、Fig. 5 の粘土に関しては界面活性剤の添加量に比例して強度の低下を示す傾向になった。これらの要因として、土試料 A,B,C に関しては界面活性剤無添加時においてミキサーによる機械的に攪拌できなかった、セメント、シルトや砂の土粒子のフロックが界面活性剤の分散効果により解放され、セメントと土粒子が均一に分散され強度増加が見込まれたと考えられる。一方、土試料 D に関しては粒径が小さいため粒子の凝結力が強く、また粘性土を含む安定処理土の場合、土粒子の骨格構造がある程度支配的

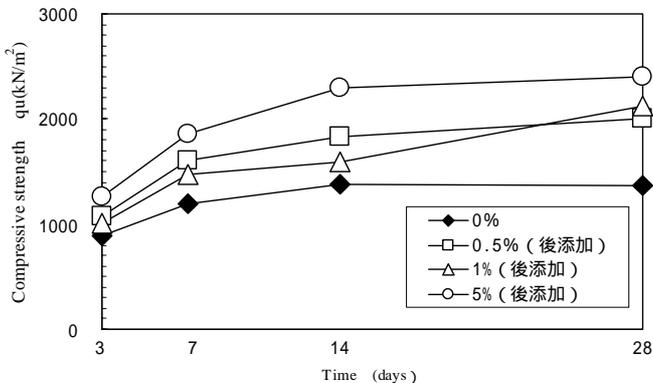


Fig. 2 試料 A 養生時間と一軸圧縮強度の関係

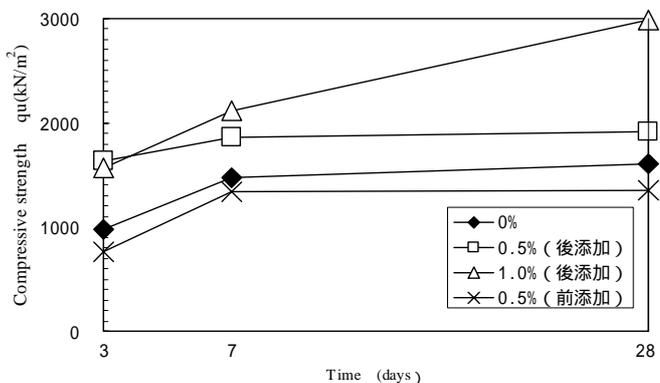


Fig. 3 試料 B 養生時間と一軸圧縮強度の関係

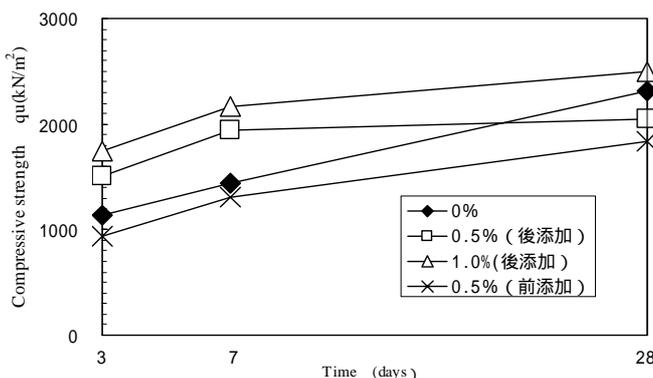


Fig. 4 試料 C 養生時間と一軸圧縮強度の関係

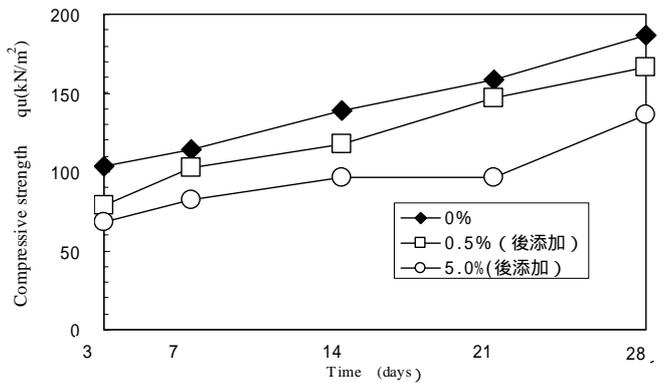


Fig. 5 試料 D 養生時間と一軸圧縮強度の関係

になると考えられ、界面活性剤により粘性土の骨格を解放してしまったと考えられる。ポリカルボン酸系とナフタリン系の比較を砂地盤に限り評価を行った結果、界面活性剤無添加に比べ両添加剤とも強度の増加をする傾向であるが、ナフタリン系に比べポリカルボン酸系の界面活性剤のほうが多少増加する傾向もあったが、土質別による界面活性剤分子量の大小の影響等は十分把握しておらず今後の課題として残された。次に界面活性剤の添加時期を比較したものを Fig. 3、Fig. 4 に示す。図中より両試料とも先に土試料に界面活性剤を付着させた(前添加)のほうが 10% 程度の強度の低下が確認された。この要因として後添加に比べ界面活性剤がセメントに対して付着する分が土粒子に過度に付着したため土粒子骨格を解放してしまったこと、セメントフロックの開放度が低かったことが考えられる。

4. まとめ

今回、界面活性剤の添加量、土の種類、固化剤の添加量、養生日数などを指標に試験を行い、ポリカルボン酸系分散剤を添加したセメント安定処理土の強度特性を測定した。本実験における知見は以下のとおりである。

強度においては、セメントスラリーに界面活性剤を添加し混合攪拌した方が高い強度発現が見込まれる傾向にある。

界面活性剤を添加した粘性土系安定処理土は強度発生が鈍い。

シルト、砂系安定処理土は強度増加が見込まれる。

粘性土に関して界面活性剤添加による強度面において低下がみられたが、改良体自体の強度のバラツキが指摘されているようなソイルセメント深層混合処理工等の固結工法のような現場打ちにおいては、変動係数の低下、セメントの単位水量の減量化、などから有効と考えられる。

