

気泡掘削工法における粘性土の細粒化メカニズムの解明

気泡	懸濁物	細粒化			早稲田大学	学生会員	○堅尾	祐太		
					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	安藤ハザマ	正会員	佐久間	誠也

1. はじめに

従来の SMW や深層混合処理工法(CDM 工法等)では、粘性土地盤を改良する場合に改良体中に粘土塊が残ってしまい、強度低下、止水性低下および品質のバラつきの原因になっている。そのため、室内配合試験では安全率を高く設定し、室内強度/現場強度=2.0~3.0 と設定している。その結果、固化材添加量が多くなり、不経済な配合設計となっている。一方、気泡掘削工法を適用した場合 (AWARD-Ccw 工法、AWARD-Demi 工法) の排泥観察結果より、従来工法と比較して、粘性土地盤が細粒化されているように見受けられる。気泡掘削工法の適用で、粘性土地盤を細粒化することができれば上記のような問題が発生する可能性が低くなる。その結果、同等のセメント添加量で従来工法よりも強度および遮水性能が高く、かつ品質のバラつきも小さい改良体となる。

以上より、本研究では気泡掘削工法により粘性土が細粒化する原因の仮説を立てると共にその検証を行った。まず原因の仮説として、排泥である気泡混合土が消泡剤添加により粘性度が増し、流動性が低下するため、攪拌翼と粘土塊の衝突もしくは粘土塊同士の衝突が増えることで細粒化されていると考えた。そこで粘性のある透明な液体を粘性土に見立て、この液体に気泡を添加する。そして、消泡剤ではなく減圧によって破泡させる。減圧前後の粘性度の変化について、気泡の有無によって違いが生じるかを検証した。

2. 粘性土地盤における細粒化比較の結果

平成 23 年茨城県坂東市馬立にて実施した気泡有り工法と気泡無し工法の粘性土コアサンプルを比較した。気泡有り工法の深度 3.46m でのコアサンプルの写真を図 2.1 に示す。さらに、気泡無し工法の深度 3.46m でのコアサンプルの写真は図 2.2 に示す。コアサンプルはフェノールフタレイン溶液で着色した。



図 2.1 気泡有り工法のコアサンプル(左:外部, 右:内部)



図 2.2 気泡無し工法のコアサンプル(左:外部, 右:内部)

図 2.1 と図 2.2 を比較すると、コアサンプルの内部、外部ともに気泡無し工法の方が気泡有り工法より褐色の粘土塊が大きく、そして多く存在している。つまり、気泡掘削工法では従来工法より粘性土が細粒化していることがわかる。

図 2.3 は気泡有りおよび無し工法のコアサンプルにおける深度別の一軸圧縮強度を示し、気泡有り工法では一軸圧縮強度のバラつきが少なく品質として良いものが採取できた。

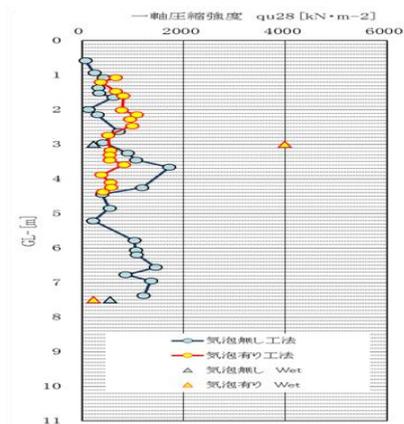


図 2.3 コアサンプルの深度別一軸圧縮強度

3. 試験手順

ここでは、下記の実験手順より気泡が破泡することに伴う気泡混合物の物性変化を調査した。

- ①水道水 1 L に吸水性ポリマー 2.3g を加え、30 分攪拌し吸水性ポリマー溶液を作成した。
- ②吸水性ポリマー溶液 1000g を加圧ベーンせん断試験用モールドに投入した。
- ③気泡 5g を吸水性ポリマー溶液に添加した。気泡については、界面活性剤系の原液を 20 倍希釈し、ハンドミキサーで 25 倍に起泡したものを用いた。
- ④加圧ベーンせん断試験機に、減圧を可能にするために真空ポンプをセットした。
- ⑤真空ポンプで気泡を添加した試料を減圧した。減圧開始から 10 秒間隔で 3 分後までのベーンせん断抵抗値を測定した。

4. 試験結果

図 4 は時間経過とベーンせん断抵抗値の関係を示す。気泡の有無に関係なく時間が経つにつれてベーンせん断抵抗値は上昇し、40 秒後からほぼ一定の値になった。常に気泡有りは気泡無しより抵抗値は低かった。また、気泡有りの方では気泡無しに比べて抵抗値の変化が大きい。これは減圧により気泡の径が増加することにより抵抗値が上昇するため、気泡有りの方がベーンせん断抵抗値は大きくなったと考えられる。

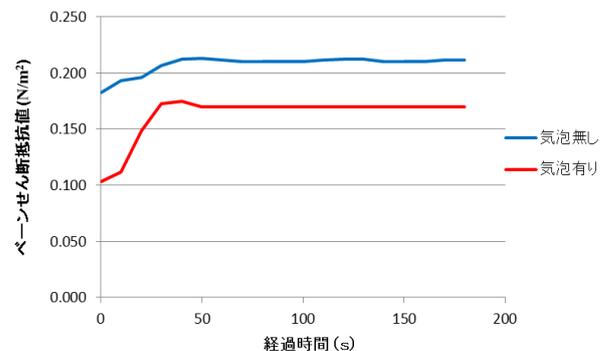


図 4 時間経過とベーンせん断抵抗値の関係

5. まとめ

- (1) 粘性のある液体において、気泡の有無により抵抗値の変化に違いが生じた。粘性液体の気泡有りの場合では抵抗値の変化が大きいことから、粘土地盤においても気泡の破泡と気泡の径の増加による粘性度の上昇が粘土塊の細粒化に作用している可能性がある。
- (2) 今回の実験結果からは、気泡掘削工法が粘土塊の細粒化に作用しているかを断定できなかった。今後は、今回の仮説が細粒化に作用していることを深く解明できるようにしていく必要がある。また、より広い観点から新たな原因の仮説を立てるとともにその仮説の検証を進めていく。