

III-766

気泡混合土の水中打設（その1）
打設方法と打設状況について日本国土開発㈱ ○正会員 深井大二郎
同 上 正会員 黒山 英伸

1. はじめに

気泡混合土は、土砂に固化材と気泡を混合した軽量の土質材料であり、近年、港湾施設において軽量の埋立材料を利用するための研究が行われている¹⁾。これまでの試験結果から、気泡混合土は水中においては、水との密度差が小さいためほとんど流動を起さないことが確認されている²⁾。このことは、打設時の施工性や打設後の品質に影響を及ぼすと考えられるため、実際に気泡混合土を水中打設し、そのときの打設状況を調査した。本文では、その観察結果について報告する。

2. 実験方法

気泡混合土の使用材料を表-1に示し、製造及び打設に用いた連続打設実験装置のシステム図を図-1に示す。この装置は、それぞれの材料を定量ポンプで配管内に送り込み、配管の途中に設置したスタティックミキサで混合するもので、連続的に製造することができる。ミキサの動力と打設のための圧送ポンプを必要としないため、小規模な装置で大量施工が可能という特長を持っている。

調整土は事前に粉体の粘土に水を加えて混合し、含水比を調整したのち攪拌装置付きのタンクに蓄えておいた。スラリー化した固化材は打設開始の直前にホバートミキサで製造した。材料の供給は事前に流量を調整し、表-2に示す設定配合となるようにした。なお、打設流量は8ℓ/分で、配合密度は1.1g/cm³、フロー値は18.5cm、水中でのフロー値は9.0cmである。（フロー値の測定は、JHS A 313-1992のシグマ法に準じて内径8cm×高さ8cmのシグマを用いて行った。）

水中打設は、水深を25cmとした40_L×25_H×30_W(cm)のプラスチック製の水槽を用いて表-3に示す打設方法で行い、このときの打設状況を観察した。

3. 結果及び考察

実験装置では十分な混合が得られ、所望の性能を有していたが、定量ポンプ系からの空気の吸い込み等があり、打設時にまとまった空気が水面へ浮上し、それに伴い混合土が乱され、水質を汚濁する原因となった。配合については、混合・圧送時に気泡の破泡があり、打設時には混合土表面からの脱泡もみられ、さらに検討の余地があると考ええる。

表-1 使用材料

調整土	F Cパウダーとタレーサンドを等量に混合したもの 含水比 140% $\rho=1.346\text{g/cm}^3$ WL=54% WP=19% 74 μm 以下87% 5 μm 以下61%
固化材スラリー	普通ポルトランドセメント W/C=0.5 $\rho=1.836\text{g/cm}^3$
気泡	合成界面活性剤水溶液を20倍発泡させたもの
水	水道水

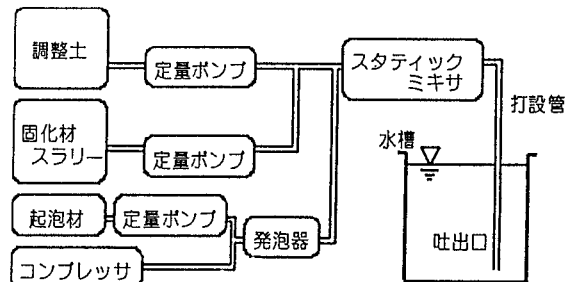


図-1 連続打設実験装置

表-2 配合表

調整土	固化材スラリー	気泡
908.7 kg	180 kg	11.3 kg
676 ℓ	98 ℓ	226 ℓ
5.41 ℓ/分	0.78 ℓ/分	1.81 ℓ/分

表-3 打設方法

ケースⅠ	内径25mmの打設管の吐出口を水底から5cmの高さに固定し、打設終了まで動かさない。
ケースⅡ	内径25mmの打設管の吐出口が気泡混合土に常に3cm程度埋まるように、打設とともに打設管を上昇させる。
ケースⅢ	内径25mmの打設管の吐出口を水面の高さに固定し、打設する。
ケースⅣ	打設管の先端に直径10cmの吐出口を持つ布製の円錐を取り付け、打設中、布の弛みが出来ない程度に打設管を上昇させる。

打設状況の観察結果を図-2に示す。

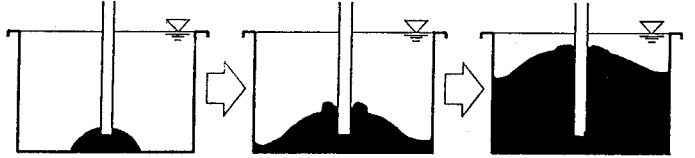
ケースⅠは、打設によって出来た混合土の山は膨張するように大きくなり、水槽の側壁に着くと打設管に沿って上部から噴出する。吐出口からまとまった空気が出ると混合土が乱され、濁りの発生が多くなる。

ケースⅡでは、横への広がり小さい高い山が形成される。打設を続け山が高くなると一度に崩れるようにして広がる。このとき混合土が乱され、水の濁りが多くなる。打設管に沿っての噴出は確認されなかった。

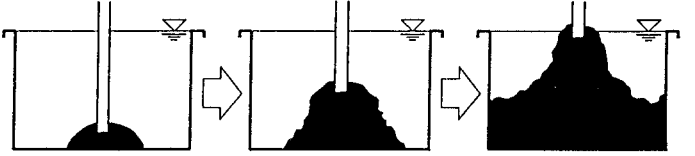
ケースⅢでは吐出口から水底までほぼ繋がったまま沈み、水底で折り重なるように堆積し、重なり部分に隙間が出来た。沈降中の濁りの発生は少なかった。

ケースⅣは布の部分に満たされた混合土が、すでに流出した混合土を横に押し出すような動きが見られた。まとまった空気は吐出口の布の中に溜り、吐出口の外に出ることは無かった。そのため、濁りの発生は少なかった。

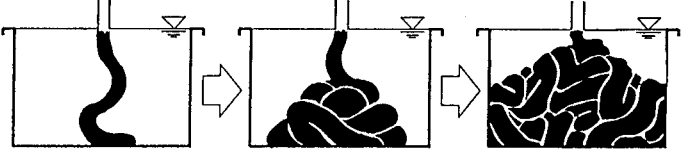
ケースⅠ



ケースⅡ



ケースⅢ



ケースⅣ

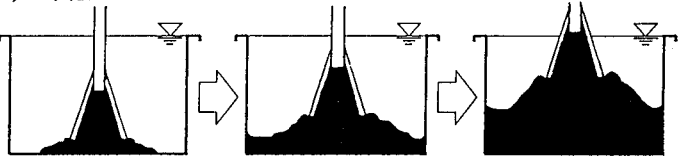


図-2 打設状況の観察結果

4. まとめ

今回の実験から以下のことが明らかになった。

- ①気泡混合土は軽量であることから、水中での自重による広がり小さい。
- ②自重による広がりが小さいため打継ぎ部が密着し難く、水を含んだ隙間が出来やすい。
- ③吐出圧で材料を押すような打設方法の場合は、横への広がりが大きくなる。
- ④打設方法は、打設形状だけでなく汚濁の発生、打設後の物性、作業性を考慮して決定する必要がある。

今回の結果から、作業性・打設形状のみで評価すれば、ケースⅠの打設管を水底付近に固定する方法が、広がり範囲が大きいことや、吐出口の位置管理が不要などの点から、水中打設に適していると思われる。

また、今後の課題としては、以下のことがあげられる。

- ①側壁の影響が無い状態での打設状況の観察。
- ②吐出速度や時間打設量を変えたときの打設状況の観察。
- ③水中打設による気泡混合土の物性変化の測定。
- ④破泡や脱泡による水質汚濁のない最適配合の検討。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、港湾技術研究所 土田孝土性研究室室長および「港湾・海洋環境を対象とした軽量混合地盤材料の開発研究会」の奥村樹郎座長はじめ多くの方々に多大なご指導ご助言を頂いたことに謝意を表します。

【参考文献】1)奥村樹郎、土田孝ほか：港湾・空港建設事業における軽量混合地盤材料の用途と課題、第29回土質工学研究発表会。2)石塚浩次、黒山英伸ほか：浚渫粘土を使用した気泡混合処理土の材料特性（その1）－練り上がり時の基本特性について－、第29回土質工学研究発表会。