

III-580 気泡混合補強土の特性について—その4 吸水，発熱，打設高さ—

建設省土木研究所 正会員 青山憲明 清水建設 正会員 草刈太一
 （財）土木研究センター 正会員 千田昌平 五洋建設 正会員 新倉 博
 大阪セメント 正会員 笠井寿太郎 フドウ技研 入島文雄

1. はじめに

本文は、建設省土木研究所と（財）土木研究センターおよび民間37社（ハイグレードソイル研究会）による「混合補強土の技術開発に関する共同研究」の成果の一部を報告するものである。本研究は共同研究の中の土砂に水、セメント系固化材および気泡を混合した「気泡混合補強土」の特性に関するものであり、本報では配合試験、力学試験に引続き実施した物性試験の中から吸水試験、硬化発熱試験、打設高さ試験の結果について報告する。

2. 試験方法

作製した気泡混合補強土の配合を表-1に示す。試料の作製については前報¹⁾で詳しく述べられているのでここでは省略する。使用した土は有楽町層シルトであり、目標強度（28日材令）を1, 2, 5 kgf/cm²の3種類、目標密度を目標強度1, 5kgf/cm²では1.0t/m³の1種類、目標強度2kgf/cm²では0.8, 1.0, 1.1t/m³の3種類に設定して試料を作製した。

2. 1 吸水試験

本試験は気泡混合補強土の吸水性を把握する目的で実施した。試験はφ5×h10cmのモールドに試料を流し込み、上部をラップに包んだ状態で20℃の恒温・恒湿で28日間養生した後、水道水に全水没させて重量の経時変化を測定した。水浸時間は28日間とし、その後一軸圧縮試験（各3本）を実施した。試験はJIS A 1216「土の一軸圧縮試験方法」に準じて実施し、配合は強度2kgf/cm²、密度を0.8, 1.0, 1.1t/m³に調整したB1, B2, B3を用いた。

2. 2 硬化発熱試験

気泡混合補強土を大量に打設した場合、気泡を多く含む材料であるため内部は断熱状態となることが考えられる。本試験は、断熱状態での硬化時の温度上昇を把握する目的で実施した。断熱状態を作るため図-1に示すように厚さ10cmの発泡スチロールで囲まれた40×40×40cm（内容積64ℓ）の容器を用いた。作製した試料をこの容器に打設し中心部の温度および断熱状態を確認するために端部の温度を熱電対にて測定した。配合は密度1.0t/m³、強度を1, 2, 5kgf/cm²（単位固化材量40, 100, 200kg/m³）のA, B2, Cを用いた。

2. 3 打設高さ試験

本試験は1層の打設高さを大きくした場合の材料に及ぼす影響を把握する目的で実施した。試験はφ20cmの塩ビパイプに気泡混合補強土をスラリーポンプにて圧送ホースを底部から順次引き上げながら300cm打設した。28日間屋外で養生した後、塩ビパイプを25cmごとに切断し内部の気泡混合補強土をφ5×h10cmに3本ずつ成形して一軸圧縮試験を実施した。配合は強度2kgf/cm²、密度0.8, 1.0, 1.1に調整したB1, B2, B3を用いた。

3. 試験結果および検討

3. 1 吸水試験

水浸日数と気泡飽和率の関係を図-2に示す。気泡飽和率とは試料内部の気泡量（cm³）に対する吸水量（cm³）の比である。図より気泡飽和率は水浸後急激に増加し、その後漸増する傾向を示している。水浸28日での気泡飽和率は40～60%程度であるが、最終的には内部の気泡がすべて水に置き変わる可能性が

表-1 配合表

試料名	調整土 含水比 %	目標 強度 kgf/cm ²	目標 密度 t/m ³	単位固 化材量 kg/m ³	単位 気泡量 ℓ/m ³
A	400	1	1.0	40	147
B1	400	2	0.8	100	355
B2			1.0		180
B3			1.1		93
C	400	5	1.0	200	236

（目標強度は28日材令、目標密度は湿潤密度）

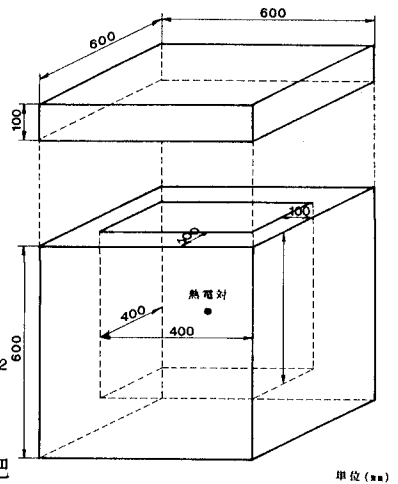


図-1 硬化発熱測定容器

単位(mm)

あると考えられる。したがって、気泡混合補強土にはこのような吸水性があることから、将来、地下水等の侵入が予想され、軽量性を活かした道路盛土等に利用する場合は遮水や排水施設が必要となると思われる。また、図中に28日水浸後と水浸せずに気中養生しておいた試料の一軸圧縮強度を示した。気泡セメントでは水浸による強度低下が報告されている。²⁾³⁾しかし、気泡混合補強土においてはこの条件下では水浸による一軸圧縮強度の低下は認められなかった。

3.2 硬化発熱試験

気泡混合補強土は内部に多くの気泡を含む材料であり大量に打設した場合、内部は断熱状態となり硬化時のセメントの水和熱で温度が上昇すると考えられる。硬化発熱温度を測定した結果、最大温度上昇量は試料Aで4.4℃、B2で12.0℃、Cで23.2℃となった。また、測定中の中心部と端部の温度差は1℃程度でありほぼ断熱状態であったと考えられる。単位固化材量と最大温度上昇の関係を図-3に示す。図より気泡混合補強土の温度上昇量は固化材量にほぼ比例し、単位固化材量が多くなると温度上昇は大きくなる。気泡混合補強土はその用途から単位固化材量は最大200kg/m³程度と考えられる。今回の試験結果から硬化時の温度上昇は品質に影響を与えるものではないと考えられるが、打ち込み温度によってはかなりの温度まで上昇することが予想されるため、今後施工方法等の検討が必要であると思われる。

3.3 打設高さ試験

一軸圧縮強度と打設深度の関係を図-4に、乾燥密度と打設深度の関係を図-5に示す。図よりいずれの試料においても多少のばらつきはあるものの一軸圧縮強度、乾燥密度の両者とも深度方向に増加する傾向は見られなかった。塩ビパイプを切断後目視によっても観察したが材料分離等は確認されなかった。一軸圧縮強度が目標強度2kgf/cm²をかなり下回っているのは冬期での屋外養生によるものと考えられる。気泡を多く含む材料は一層の打設高さを大きくすると均質な材料とならない恐れがあり、そういった報告⁴⁾もある。しかし、気泡混合補強土では3m程度の打設高さであれば材料分離等は確認されずほぼ均質なものとなった。

4. まとめ

気泡混合補強土の物性試験を行った結果、以下のことが分かった。

- ①気泡混合補強土は水浸により吸水し、28日以後も吸水する可能性がある。28日水浸での吸水による強度低下は確認されなかった。
- ②気泡混合補強土の断熱状態での温度上昇は単位固化材量に比例し、固化材量が多くなるほど温度上昇は大きくなる。
- ③一層の打設高さを3m程度まで大きくしても、材料分離等は確認されずほぼ均質なものとなった。

<参考文献>

- 1) 青山憲明、千田昌平ほか：気泡混合補強土の特性について—その3 曲げ・付着・CBR—、土木学会第47回年次学術講演会、平成4年9月
- 2) 山内豊聡、藤木誠司ほか：気泡セメントの力学的特性、第24回土質工学研究発表会、土質工学学会、平成元年6月
- 3) 白地哲也、山内豊聡：軽量盛土材としての気泡セメントの水浸時における強度特性、第26回土質工学研究発表会、土質工学学会、平成3年7月
- 4) 川井田実、岩槻孝夫ほか：エアミルクを用いた軽量盛土の強度特性、第25回土質工学研究発表会、土質工学学会、平成2年6月

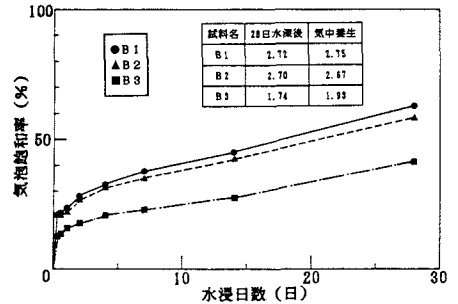


図-2 水浸日数と気泡飽和率

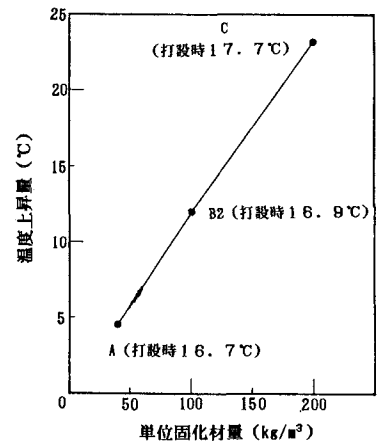


図-3 単位固化材量と温度上昇量

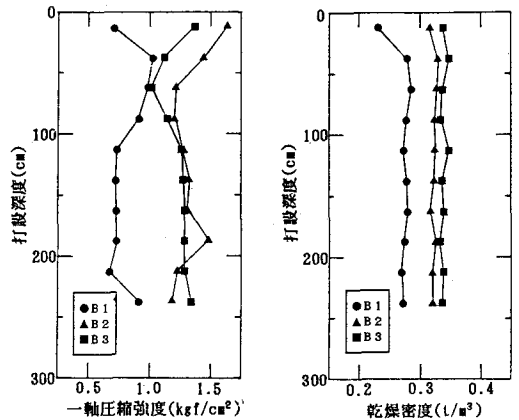


図-4 一軸圧縮強度と打設深度 図-5 乾燥密度と打設深度