

火山灰を材料とする気泡混合固化土の長期強度について

寒地土木研究所 正会員 ○佐藤 厚子

寒地土木研究所 正会員 林 憲裕

1. はじめに

寒地土木研究所では、現地発生土を有効利用する方法の一つとして土木構造物に作用する土圧を軽減できる気泡混合固化土を開発してきた¹⁾。各研究機関においても同種の軽量土の長期強度が確認され、土木材料として十分な長期耐久性を有していることが報告されている^{2) 3)}。寒地土木研究所でも軽量土の一つである気泡混合固化土について、作製から約24年経過した供試体の強度、密度などを測定したので報告する。

2. 試験方法

平成4年、表-1に示す札幌市郊外の火山灰（支笏降下火砕堆積物）を材料とし、表-2に示す配合で気泡混合固化土を作製した。まず、火山灰に加水し調整含水比とした後、固化材と気泡を混合し、二軸パドル型ミキサーにより攪拌した。次に、このスラリーを長さ4.5m、幅4.23m、深さ2.25mの実験土槽に打設し、気泡混合固化土を打設28日後に掘削した。これを長さ0.5m、幅0.5m、高さ0.25mのブロックに成形し、年間の平均気温が約20℃の室内に平成28年2月まで被覆せずに約24年間放置した。このブロックの表面で、衝撃加速度⁴⁾、土壌硬度計⁵⁾による指標硬度を測定し、また、このブロックから直径5cm、高さ10cmの供試体を成形して一軸圧縮強さを測定した。なお、これらの強度は、ブロックの垂直方向と水平方向で測定し、衝撃加速度と指標硬度は10点、一軸圧縮強さは3供試体で測定し、それぞれの平均値を求めた。また、一軸圧縮強さは水浸後にも測定した。

本報告には、1、7、28日および、約2年間養生した供試体の試験結果も合わせて示した。1、7、28日のデータはスラリーを直径5cm、高さ10cmの塩ビ管モールドに流し入れた後、食品用ラップフィルムで覆い、所定の期間20℃の恒温室内で養生し測定したものである。なお、養生期間2年のデータは、同24年のデータと同じ方法で作製し養生したものである。

3. 試験結果

(1) 気泡混合固化土の表面状況

作製から24年が経過した気泡混合固化土のブロックを写真-1aに示す。ブロックは表面のみならず角も成形時とほぼ変化のない状態であった。また、ブロックから採取した一軸圧縮試験用供試体(写真-1b)の表面は、空隙がそのままの形状を保持しており、目視観察では劣化は認められなかった。

(2) 密度の変化

気泡混合固化土の湿潤密度を図-1に示す。湿潤密度は時間

表-1 発生土の基本物性値

試料名		滝野
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$		2.402
自然含水比 $w_n(\%)$		33.7
粒度特性	2000 $\mu\text{m}(\%)$ ～	17.5
	75～2000 $\mu\text{m}(\%)$	50.2
	～75 $\mu\text{m}(\%)$	32.3
コンシステンシー限界		N.P.
地盤材料の分類記号		SV

表-2 気泡混合固化土の配合

1m ³ あたりの混合量	火山灰(kg)	752.06
	水(kg)	147.94
	気泡(ℓ)	395.85
	固化材	100
目標値	7日養生後の一軸圧縮強さ $q_u(\text{kN/m}^2)$	150
	湿潤密度(g/cm^3)	1.00
	調整含水比($\%$)	60

固化材：セメント系固化材
起泡剤：界面活性系起報剤



a. ブロック



b. 一軸圧縮試験用供試体

写真-1 24年経過後の気泡混合固化土

キーワード 気泡混合固化土、長期強度、一軸圧縮強さ、衝撃加速度

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目 土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム TEL 011-841-1709

の経過とともに低くなっている。図中黒丸は、水浸時を示している。水浸によって24年経過した供試体の湿潤密度は供試体作製当時の湿潤密度と同等となった。水浸により密度が増加しても気泡混合固化土周辺の構造物に与える影響はないと考えられる。

(3) 含水比の変化

気泡混合固化土の含水比を図-2に示す。時間の経過とともに含水比は低下し、24年後にはほとんど水分を含まない状態となった。供試体を水浸すると、直後に吸水し10分ほどで水没し、最終的に調整含水比の60%にほぼ等しくなった。しかし、供試体は崩壊することはない。

(4) 強度の変化

気泡混合固化土の一軸圧縮強さを図-3に示す。供試体作製から2年までは強度が増加化した。しかし、24年後の一軸圧縮強さは7日の強度と同じ程度であり、時間の経過とともに強度が低下した。セメント改良土は表面から劣化を生じるという報告⁶⁾やセメント改良した石炭灰を長期養生すると強度が低下する⁷⁾ことを踏まえると、気泡混合固化土が風化して劣化したものと考えられる。実際の現場では、ある程度覆土されているので、測定したような大きな強度低下はないと考えられるが、長期的な強度低下について考慮した設計が必要である。

次に、24年後の供試体について、垂直方向、水平方向、ブロック内部の強度を求め、表-3に示す。方向による強度の違いは見られず打設方向による強度への影響はないといえる。

4. まとめ

今回、作製から約24年経過した気泡混合固化土の状態を測定した。その結果、時間経過により、含水比、湿潤密度、強度ともに低くなった。設計時の目標値は確保できていたことを確認しているが、気泡混合固化土の劣化が認められた。今後、劣化を遅延させる方法や長期的な強度低下を考慮した設計について検討したい。

参考文献

- 1) 松田泰明、三原慎弘、西川純一：火山灰を用いた気泡混合固化土の実験的研究、開発土木研究所月報、No.482、1993.7
- 2) 渡部要一、三枝弘幸、植田智幸、土田孝、御手洗義夫、新舎博治：沿岸域工事に用いた気泡混合処理土の長期安定性、土木学会論文集C Vol.63、No.1、pp.237-248、2007.3
- 3) 藤岡一頼、長尾和之、北村佳則、加藤喜則：気泡混合軽量土の長期耐久性に関する試験、土木学会第60回年次学術講演会、pp.725-726、2005.9
- 4) 国土交通省北海道開発局：平成27年度版道路・河川工事共通仕様書、2015
- 5) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説、PP.758-759、2012
- 6) 林宏親、西本聡、大石幹太、寺師昌明：セメント安定処理土の長期強度特性その1-DJM改良柱体の現場調査-、北海道開発土木研究所月報No.611、2004.4
- 7) 佐藤厚子、西本聡、山梨高裕、鈴木輝之、川端伸一郎：固化した石炭灰スラリーおよび石炭灰による盛土の長期的な性状について、地盤工学会第10回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、109-112、2013.9

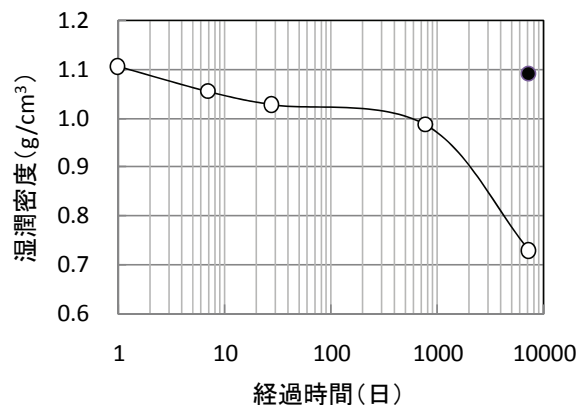


図-1 経過日数と湿潤密度

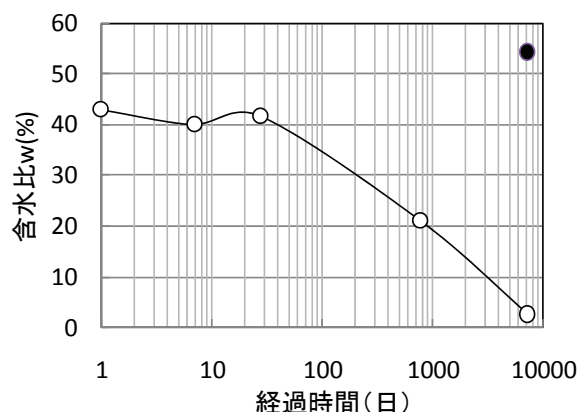


図-2 経過日数と含水比

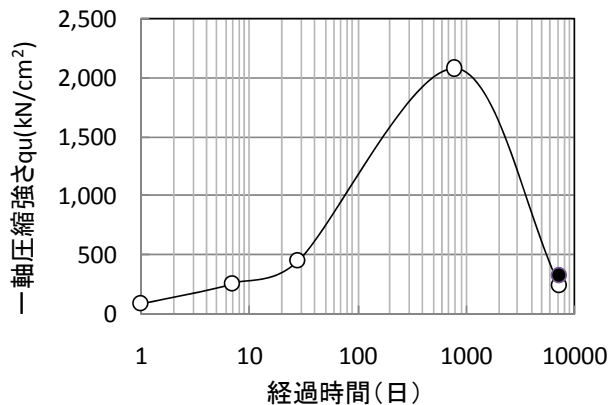


図-3 経過日数と一軸圧縮強さ

表-3 方向と強度

	垂直	水平	内部
一軸圧縮強さqu(kN/m²)	258.4	224.1	-
衝撃加速度I(G)	48.6	47.5	-
指標硬度(mm)	27.5	29.4	25.0