

7 火砕流堆積土砂を用いたソイルセメント現地試験

建設省土木研究所 矢澤 昭夫、○石川 芳治、矢島 重美

建設省雲仙復興工事事務所 井原 邦明、富士代 悟

(財)砂防・地すべり技術センター 安養寺 信夫、高橋 宏造

1. はじめに

1991年5月以来の溶岩ドームの生長とその崩壊に伴う火砕流の発生、流下により、雲仙岳山麓の水無川、中尾川、湯江川には約 $1.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ もの多量の火砕流堆積土砂が存在しており、その一部は土石流とともに下流に流下、堆積している。このような火砕流堆積土砂は盛土材料として用いられているが、さらに用途を拡大して建設材料としての利用を検討するため、これらの火砕流堆積土砂を用いたソイルセメントの性質および施工性について現地試験を実施した。

2. 試験方法

ソイルセメントの試験ケースは、セメントの混合方法、転圧回数、セメント量の組み合わせにより表-1に示す4ゾーン、8ロットとした。1ロットの大きさは縦5m、横6mの長方形とし、厚さは転圧層が2層（一層が約0.4m）で計0.8mとした。ソイルセメントの混合方法としては、現場においてバックホウによりセメントミルクあるいはセメントと土砂を混合する方法と事前にミキサーにより混合して敷き均す方法に大別される。なお、試験場所は水無川下流の安徳海岸埋立地とした。

試験母材は、雲仙岳火砕流堆積土砂から粒径30cm以上の巨礫を取り除いて用いた。その粒度分布曲線は図-1のとおりであり、自然含水比は約8～10%、土粒子の比重は約2.6である。

現場において施工したソイルセメントについては施工後28日後にボーリングによりコアを採取し、一方、ソイルセメント施工時に材料を採取して作成したテストピースに対しても、作成後28日後に、一軸圧縮試験（各ロット4試料）、三軸圧縮試験、透水試験およびセメント含有量試験等を行った。

表-1 ソイルセメントの試験ケース

混 合 工 法	セメント量 (%)	転圧回数 (回)	ゾーン	ロット	図中 記号
セメントミルク散布	1:2	4	A	1	○
	1:1			2	●
ミキサー混合	8	4	B	3	□
	8	8		4	■
バックホウ 混合	10	4	C	5	△
	14			6	▲
バックホウ 混合	8	4	D	7	▽
	8	8		8	▼

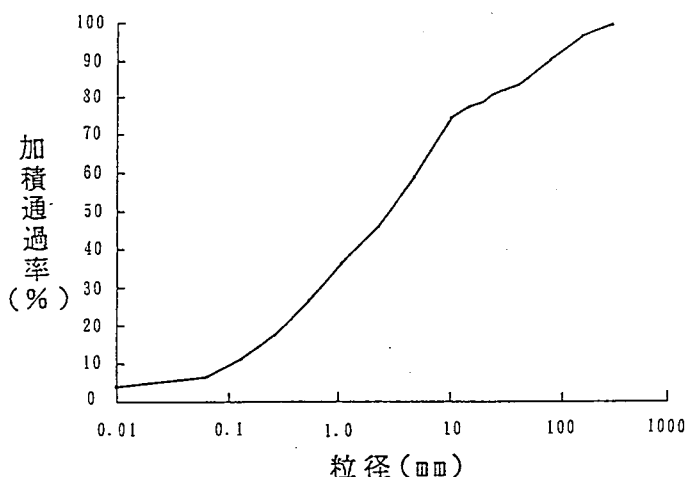


図-1 試験に用いた母材の粒径加積曲線

3. 試験結果

3. 1 一軸圧縮強度特性

①ボーリングコアとテストピースによる一軸圧縮強度の関係(図-2)

ボーリングコアの一軸圧縮強度はテストピースの一軸圧縮強度の概ね50%程度となる。しかしながらミキサー混合の場合は約80%と高い値を示す。この違いは、セメントと土砂の混合の均一さの程度や現地養生と標準養生の違い、さらにボーリングコアの採取断面に大礫が入るかどうかによるものと考えられる。なお、図-2でボーリングコアを採取できなかった箇所については一軸圧縮強度は0としている。

②乾燥密度と一軸圧縮強度の関係

一軸圧縮試験の供試体を用いて、乾燥密度と一軸圧縮強度の関係を調査した。ボーリングコア、テストピースのいずれを見ても乾燥密度は $1.8 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ に分布しており、乾燥密度と一軸圧縮強度の間に明確な相関は見られなかった。

③セメント含有量と一軸圧縮強度の関係(図-3)

現場施工では当初設定したセメント量と若干異なる含有量となる場合があった。これは現場でのセメントと土砂の混合の不均一によるものと考えられる。セメント含有量が約8%の時、ソイルセメントのテストピースの一軸圧縮強度は約 100 kgf/cm^2 が得られた。

3. 2 三軸圧縮試験による強度

三軸圧縮試験の強度は、セメント量との相関が高く、セメント量8%で見ると粘着力 $c = 5 \text{ kgf/cm}^2$ 程度、内部摩擦角 $\phi = 60$ 度程度である。試験母材である火砕流堆積土砂では、 $c = 0 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi = 40$ 度となることから、ソイルセメントによる大幅な強度増加が認められた。

3. 3 透水係数

透水係数は、試験母材の火砕流堆積土砂が 10^{-3} cm/sec であるのに対して、ソイルセメントでは $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$ となり1オーダーから2オーダー難透水性となる。

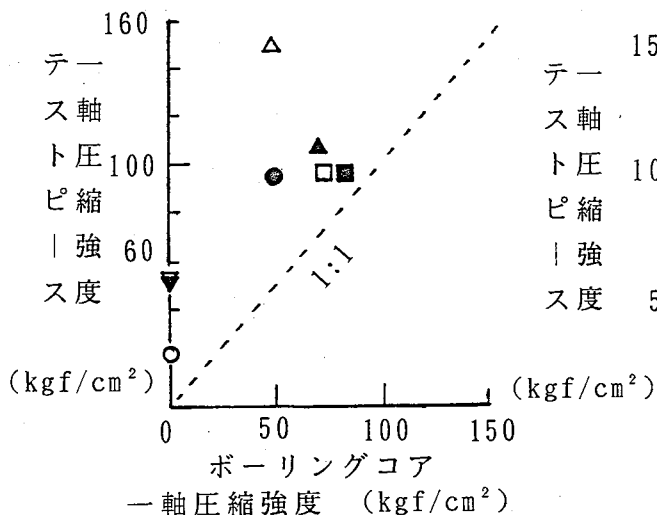


図-2 ボーリングコアとテストピース
による一軸圧縮強度の関係

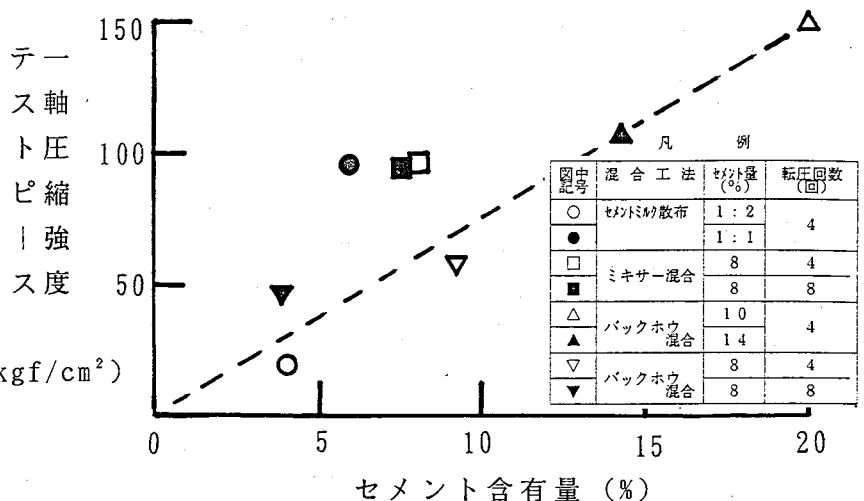


図-3 セメント含有量と一軸圧縮強度の関係

4. 今後の課題

今後は施工性を含めて試験結果の検討を行うとともに、経済的で迅速な施工ができる具体的な構造物の設計手法、施工方法を検討する必要がある。