

微粒珪砂副産物の気泡モルタル盛土材への活用に関する研究

キザイテクト(株) ○ 近藤賢 矢作建設工業(株) 正会員 桐山和也
丸栄コンクリート工業(株) 那須將弘 地建興業(株) 西尾王孝
矢作建設工業(株) 正会員 服部啓二

1. はじめに

愛知県瀬戸地区では年間約 20 万トンの微粒珪砂副産物が排出されており、資源としての有効活用が重要な課題となっている。そこで、微粒珪砂を気泡モルタル盛土材の原料土として有効利用することを目的に、フレッシュおよび硬化後の性状について実験より検討を行った。

2. 使用材料

表-1 に使用材料を示す。セメントは高炉セメント B 種、原料土は微粒珪砂、起泡剤はたん白質系を用いた。なお、微粒珪砂の密度は 2.65、主成分は SiO₂ (93.2%)、Ig-Loss は 0.26%、平均粒径は 70 μm 程度である。また、微粒珪砂は含水比 10.0%の状態で使用した。

表-1 使用材料

材料名	種 類	記号	物性または成分
セメント	高炉セメント B 種	C	密度：3.04
原料土	微粒珪砂	K	密度：2.65, 平均粒径：70 μm
起泡剤	たん白質系	m	密度：1.18, 希釈率：25 倍, 発泡率：20 倍

3. 試験項目及び目標値

試験項目は、フレッシュでは湿潤密度・フロー値(φ80×80mm の円筒容器使用)・空気量の測定、硬化後は、材齢 7 日・28 日における一軸圧縮強度試験(φ100×200mm 供試体)である。なお、試験方法は、日本道路公団「気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法の設計・施工指針」¹⁾ に示してある方法に準拠した。

目標値は、湿潤密度 0.8±0.1g/cm³、フロー値 180±20mm、一軸圧縮強さ 700～1200kN/m²の範囲とした。なお、気泡の混合方式は、プレフォーム方式(事前発泡方式)とした。

4. 予備実験

本研究では、資源の有効活用を目的に微粒珪砂の原料土としての適用性を検討する。そこで、湿潤密度 0.8g/cm³において、原料土/C=1.5 の同一配合で細骨材(密度：2.58, 吸水率：1.8%, 粗粒率：2.85, 記号：S)と微粒珪砂を原料土とした気泡モルタルのフレッシュ性状の相違を確認した。配合及び試験結果を表-2 に示す。表より微粒珪砂を使用した場合、流動性が大きく低下することがわかる。従って、微粒珪砂を原料土として使用する場合、所要の流動性を確保するために通常用いられている細骨材の場合より多くの単位水量が必要となることが明らかとなった。なお、材齢 28 日における一軸圧縮強さは、微粒珪砂を原料土としたものが 1 割程度低い値を示す結果となった。

表-2 予備試験配合及び結果

種別	設定密度 (g/cm ³)	W/C (%)	S/C (K/C)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				7日-値 (mm)	空気量 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	材齢 28 日一軸圧縮強さ (kN/m ²)
					W	C	原料土	m				
S	0.800	83.3	1.5	58.2	200	240	360	1.8	198	62.5	0.758	1205
K				58.5					109	60.0	0.813	1078

表-3 配合

*K は絶乾での値

5. 配合

実験は、検討項目別に 2 つのシリーズに分けて行った。試験を行った配合を表-3 に示す。シリーズ 1 は予備試験結果を加味して単位水量を増加し、単位水量の増加に伴う強度低下を補うため K/C=1.0 とした。

シリーズ	配合 No.	設定密度 (g/cm ³)	空気量 (%)	W/C (%)	K/C	単位量(kg/m ³)			
						W	C	K*	m
1	1	0.8	52.7	116.2	1.0	294	253	253	1.5
	2		53.6	107.7		280	260	260	1.5
	3		54.5	99.6		266	267	267	1.5
2	4~7		56.0	107.1	1.5	240	224	336	1.6
3	8		54.7	101.1	0.8	278	275	225	1.5
	9		54.3	106.2	1.0	274	258	258	1.5
	10		54.2	112.5	1.2	270	240	290	1.5

シリーズ2は予備実験と同様 $K/C=1.5$ とし、流動性を付与することを目的に高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系)を使用し、添加率を $C \times 0.0, 0.5, 1.0, 1.5\%$ と4水準変化させ影響を確認した。シリーズ3は $K/C=1.0$ を基本に $K/C=0.8, 1.2$ と変化させ影響を確認した。

6. 試験結果及び考察

シリーズ1の試験結果を図-1に示す。図より単位水量の減少に伴いフロー値が小さくなり、単位水量 266kg/m^3 でフロー値 187mm 、一軸圧縮強さ 1190kN/m^2 となった。また、単位水量が 294kg/m^3 では、供試体脱型時に材料分離が確認されたことより、 $K/C=1.0$ のとき材料分離を生じないための W/C の上限は 107.7% 程度との目安が得られた。

シリーズ2の試験結果である混和剤添加率とフロー値の関係を図-2に示す。図より混和剤添加率とフロー値で線形関係が得られた。しかし、時間の経過に伴い材料分離の性状が現れ、分離の程度は添加率が多いほど顕著であった。これは、高い減水性能を持つ高性能 AE 減水剤の添加により、セメントミルクの粘性が低下し比重の小さい気泡が浮き上がったためと考えられる。従って、今回の実験の範囲で、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤の使用は良好な結果をもたらさなかった。

シリーズ3の結果を図-3に示す。図よりフロー値は $180 \pm 20\text{mm}$ の範囲となった。また、一軸圧縮強さは $K/C=1.2$ で 700kN/m^2 を下回ったが、 W/C を小さくすれば強度は増加すると考えられる。しかし、フロー値の低下が予想されるため今後の検討課題である。よって、湿潤密度 0.8g/cm^3 、フロー値 $180 \pm 20\text{mm}$ 、一軸圧縮強さ $700 \sim 1200\text{kN/m}^2$ を満たすには、 $K/C=0.8 \sim 1.0$ 、 $W/C=101 \sim 106\%$ 程度で選定すれば良いとの目安が得られた。

7. まとめ

微粒珪砂の気泡モルタル盛土材の原料土としての適用性を検討した結果、今回の実験の範囲で以下の結論が得られた。

- (1)微粒珪砂を用いてもフレッシュおよび硬化性状に問題はなく、気泡モルタル盛土材として適用可能であるとの結果が得られた。
- (2)湿潤密度 0.8g/cm^3 、フロー値 $180 \pm 20\text{mm}$ 、一軸圧縮強さ $700 \sim 1200\text{kN/m}^2$ を満たすには、 $K/C=0.8 \sim 1.0$ 、 $W/C=101 \sim 106\%$ 程度で選定すれば良いという目安が得られた。また、 $K/C=1.0$ の場合、 W/C の上限値は 108% 程度である。
- (3)ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤の使用により流動性が増し、添加率とフロー値で線形関係が得られた。しかし、時間の経過に伴い材料分離を生じるという課題を残す結果となった。
- (4)湿潤密度 $0.6 \sim 1.2\text{g/cm}^3$ の範囲で一軸圧縮強さ $700 \sim 1200\text{kN/m}^2$ 、フロー値 $180 \pm 20\text{mm}$ となる配合の検討を進める予定である。

『参考文献』1)日本道路公団：気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法の設計・施工指針，1996.9

表-4 試験結果 * シリーズ-配合 No.

種別*	7日-値 (mm)	空気量 (%)	湿潤密度 (g/cm^3)	一軸圧縮強さ (kN/m^2)	
				7 日	28 日
1-1	246	52.5	0.856	—	—
1-2	210	52.5	0.843	402	863
1-3	187	52.5	0.824	577	1190
2-4	132	55.0	0.808	464	951
2-5	164	57.5	0.788	—	—
2-6	189	60.0	0.867	—	—
2-7	225	57.5	0.775	—	—
3-8	185	55.0	0.773	572	1229
3-9	183	54.5	0.789	462	943
3-10	170	57.5	0.780	217	445

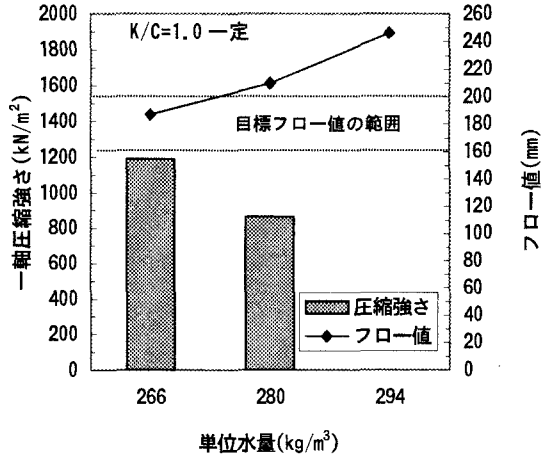


図-1 単位水量と一軸圧縮強さ・フロー値の関係

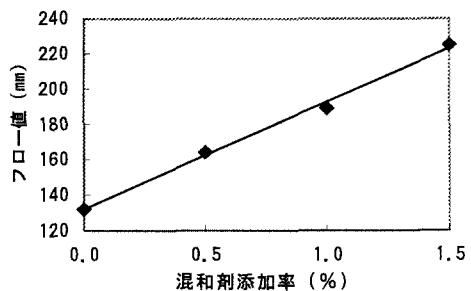


図-2 混和剤添加率とフロー値の関係

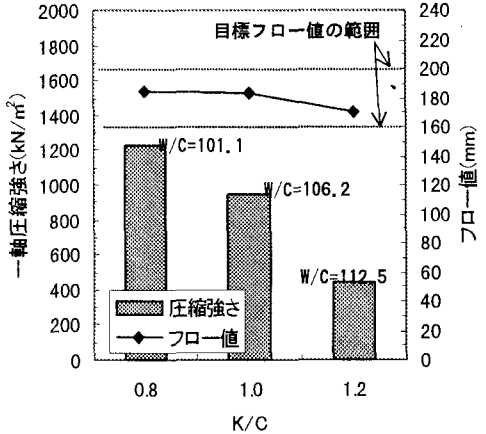


図-3 K/Cと一軸圧縮強さ・フロー値の関係