

加熱すりもみ処理した解体コンクリート微粉の固化特性

清水建設 正会員 ○内山 伸 桂 豊
清水建設 非会員 黒田泰弘

1. はじめに

解体コンクリートから JIS 規格を満足するコンクリート用粗骨材，細骨材が再生可能な加熱すりもみ処理¹⁾において，副生成物として 0.15mm 程度以下の微粉末（以下，微粉と称する）が発生する．本報告では，微粉の基本性質と，微粉ペーストや，粘土または砂に微粉を混合した材料，さらに少量のセメントを添加した材料の固化特性を検討した．

2. 微粉の諸特性

表 1 は，現在までに加熱すりもみ処理した全 5 ヶ所の解体工事のコンクリートがらから，それぞれ回収された微粉の諸特性である．比較のため，表中には今回の固化実験で用いた高炉セメントの数値も記した．建物の建築年は 1930～1970 年代である．微粉粒子の密度は 2.70g/cm^3 前後でほぼ一定である．比表面積は $5000\sim 6500\text{cm}^2/\text{g}$ で， $4000\text{cm}^2/\text{g}$ 程度の高炉セメント粒子より大きい．化学組成は，高炉セメントと比べて SiO_2 がおよそ 2 倍含まれる一方で， CaO は 36～41%しか含まれていない．また，六価クロムの溶出量は，微粉 D のみ土壤環境基準（ 0.05mg/l ）を超えたが，ほとんどの微粉は検出限界以下である．図 2 は各微粉の粒度分布である．最大粒径は $0.425\sim 4.75\text{mm}$ で，平均粒径は $0.015\sim 0.041\text{mm}$ である．それぞれ 0.25mm ， 0.011mm の高炉セメントより大きいものの， 0.0013mm 以下の微粒子の量が多く，結果的に比表面積が大きくなっていることがわかる．

3. 実験概要

表 2 (1)，(2) は，2 種類の固化実験の概要である．

(1) 微粉ペーストの強度試験

微粉単体の固化特性を把握する目的で，ペーストミキサーを用いて微粉（気乾質量 p ）と水（質量 w ）を混合し，微粉ペーストの供試体強度を求めた．水微粉比 (w/p) は，微粉 A～D は 0.5 のみ，微粉 E は 0.5～0.9 までの 0.1 刻みで設定した．強度試験は，材齢 7, 14, 28 日 ($w/p=0.5$)，あるいは材齢 3, 7, 28 日 ($w/p=0.6\sim 0.9$) で一軸圧縮強さを測定した．

(2) 改良土の強度試験

微粉の地盤改良材としての固化特性の把握を目的に，加圧粘土 ($G_s=2.65$, $\omega_L=63\%$) または豊浦砂 ($G_s=2.66$) と微粉 E を混合し，改良土の供試体強度を求めた．加圧粘土の含水比は 60% に，豊浦砂の含水比は 25% に調整した．また，補助的にセメントを添加し，強度増加も検討した．配合量はいずれも外割り（粘性土 1.0m^3 に対する気乾質量）で微粉は 150, 300, 500 kg/m^3 に，セメントの添加量は 0, 30, 70, 100 kg/m^3 とした．このとき微粉，または微粉とセメント（気乾質量 c ）からなる固化材ペーストの水固化材比 $w/(p+c)$ を 0.5 に統一した．強度試験は，材齢 7, 14, 28 日

表 1 微粉の諸特性

	建築年代	ρ_s (g/cm^3)	比表面積 (cm^2/g)	化学組成 (%)					Cr^{6+} 溶出 (mg/l)
				SiO_2	Al_2SO_3	Fe_2SO_3	CaO	MgO	
微粉 A	1970	2.69	6520	49.8	6.1	2.6	23.2	1.0	<0.04
微粉 B	1960	2.68	5930	42.8	7.3	3.6	26.6	1.5	0.04
微粉 C	1930	2.70	4870	45.2	8.2	6.7	22.7	2.1	<0.04
微粉 D	1970	2.72	5510	50.8	10.1	2.7	23.5	1.3	0.10
微粉 E	1970	2.73	5660	42.2	8.9	5.5	25.2	2.2	<0.04
高炉 B	—	3.14	3794	24.1	7.0	3.4	63.4	1.3	0.44

土粒子，セメントの密度測定は，JIS A 1202 に準じる

比表面積測定は，JIS R 5201 に準じる

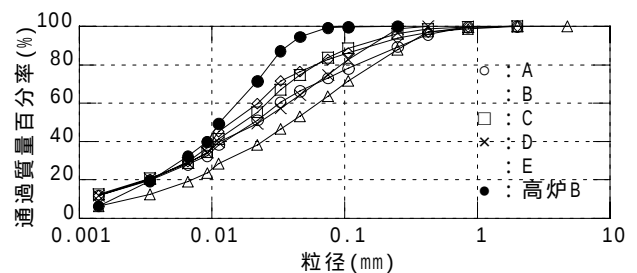


図 1 各微粉の粒度分布

表 2 (1) 固化実験の概要（微粉ペースト）

微粉種類	水微粉比 w/p	材齢 (日)
A～D	0.5	7, 14, 28
E	0.6, 0.7, 0.8, 0.9	3, 7, 28

表 2 (2) 固化実験の概要（改良土）

微粉種類	土種類	微粉量 (kg/m^3)	セメント量 (kg/m^3)	水微粉比 $w/(p+c)$	材齢 (日)
E	加圧粘土 豊浦砂	0	70, 100, 200	0.5	7, 14, 28
		150			
		300	0, 30, 70, 100		
		500			

で一軸圧縮強さを測定した。

4. 実験結果

図2は材齢と微粉 β -ストの固化強度の関係である。quはすべての微粉で材令と共に増加した。ただし、種類毎のquのばらつきは大きく、材齢7日で100～500kN/m²、材齢28日で300～2200kN/m²であった。図3は、水微粉比を変化させたときの微粉Eの固化強度である。水微粉比を増加するとquは減少し、w/pを0.5から0.9にすると1/4程度に低下する。

図4は、珪リ粘土に微粉Eを混合したときの微粉量と材齢28日固化強度の関係である。quは、微粉量の増加とともに増加傾向を示す。この傾向は、セメントが添加されていても同じであった。quの値は、微粉のみ500kg/m³の配合で170kN/m²であるが、30～100kg/m³のセメントを添加することで、470～1100kN/m²となる。図5は、豊浦砂に微粉Eを混合したときの微粉量と材齢28日固化強度の関係である。図4と比較して、微粉のみ混合の固化強度は珪リ粘土の値より大きい。また、セメント添加量が0.30kg/m³では微粉量の増加とともに増加傾向を示すが、70,100kg/m³では、その傾向が顕著でない。

図6、図7は、図4、図5をセメント添加量と材齢28日固化強度の関係に書き換えたものである。比較のため、セ

メントのみ70,100,200kg/m³を混合したときの強度も記した。珪リ粘土の場合、微粉を150～500kg/m³混合すると、セメントのみのquに対して1.3～2.6倍の強度が得られることがわかる。一方、豊浦砂の場合、微粉を150～500kg/m³混合しても、セメントのみのquに対する固化強度の増加は小さい。

5. まとめ

加熱すりもみ処理したコンクリート微粉の固化特性について以下にまとめる。(1)微粉は単体の β -スト状態で固化し、その強度は材齢とともに増加する。ただし、解体コンクリートの違いにより固化強度に差が生じた。(2)珪リ粘土と微粉を混合した改良土の固化強度は、微粉量が多いほど高い。補助的にセメントを添加することで固化強度はさらに増加する。(3)豊浦砂と微粉を混合した改良土の固化強度は、微粉のみでは同じ配合量の珪リ粘土の改良土より高い。しかし、セメントが一定量以上添加されると、微粉の増加に伴う固化強度の増加がほとんど認められなくなった。

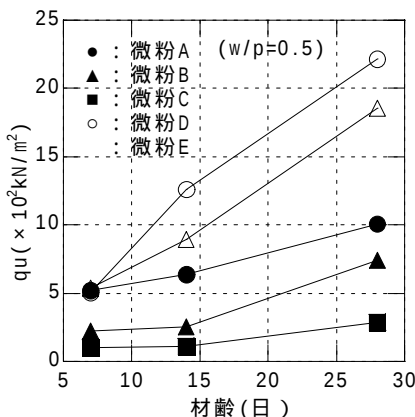


図2 微粉の β -スト強度

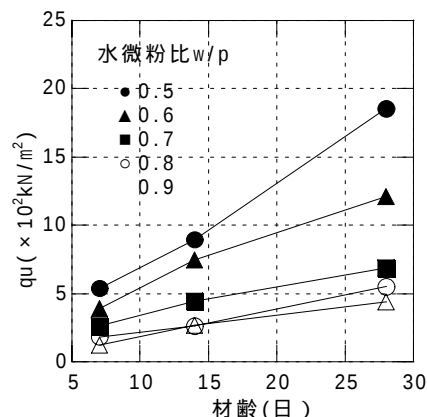


図3 水微粉比と強度

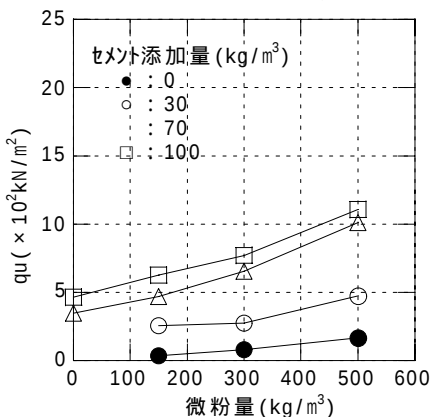


図4 微粉量と強度
(珪リ粘土、材齢28日)

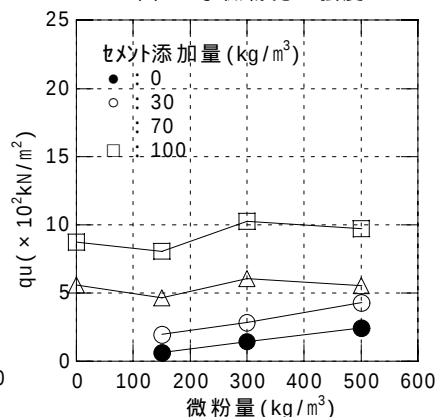


図5 微粉量と改良土の強度
(豊浦砂、材齢28日)

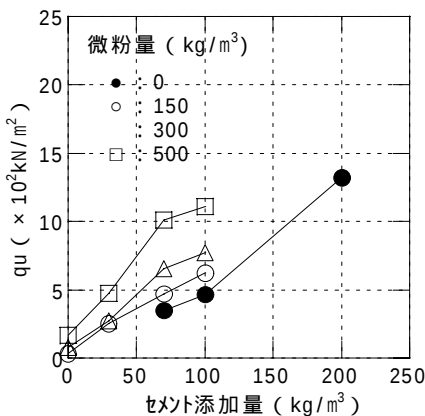


図6 セメント量と改良土強度
(珪リ粘土、材齢28日)

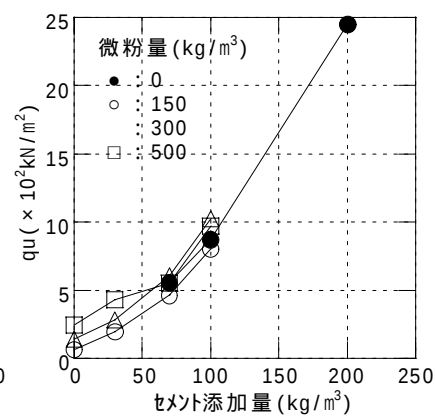


図7 セメント量と改良土強度
(豊浦砂、材齢28日)