

V-3 シリカダストを混和材に用いたモルタルの膨張特性について

福島高専 学生員 ○坂本健太郎

福島高専 学生員 小泉 遼

福島高専 正会員 緑川 猛彦

1. はじめに

産業廃棄物の有効利用を目的とし、主成分が二酸化ケイ素である化学系廃棄物（シリカダスト）のコンクリート用混和材としての可能性について検討している。シリカダストを多量に使用したモルタルについて長期間水中養生をしたところ、供試体の割裂が観察された。本研究では、この割裂の原因を探るために、シリカダストモルタルの膨張特性について実験的に検討するとともに、防止策の1つとして試みた浸透性吸水防止材の効果について述べるものである。

2. 実験方法

2.1 使用材料

シリカダストとは、福島県いわき市の産業廃棄物処理工場において、シリコン系の廃油と廃酸を焼却処理する際に発生する粉末である。主な化学成分を表-1に示す。銅および塩素分が少量含まれているが、その他の成分はシリカヒュームやフライアッシュと同じであり、特に SiO_2 については含有率が 90%以上であることから、ポゾラン反応による強度増進が期待される材料である。

表-1 各廃棄物微粉体

種類	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Cu	Cl	C	MgO	Na_2O
シリカダスト	91.0	1.4	1.5	0.7	2.1	2.1	0.2	—	—
シリカヒューム	94.0	0.1	0.02	0.1	—	—	0.2	—	0.1
	98.0	0.4	0.15	0.3	—	—	1.3	—	0.4
フライアッシュ	44.6	16.4	0.6	0.1	—	—	—	0.2	0.0
	74.0	38.3	22.7	14.3	—	—	—	0.9	0.4

表-2 モルタルの配合

記号	シリカダスト混入率(%)	w/p (%)	水	セメント	シリカダスト	細骨材	FD-値 (cm)
PL	0	60	287.2	478.6	0	1435.9	14.7
SD	50	95	382.0	231.1	171.0	1206.4	12.7

モルタルに用いた材料は、普通ポルトランドセメント ($\rho_c=3.15\text{g}/\text{cm}^3$)、細骨材として山砂 ($\rho_s=2.56\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率 1.9%)、シリカダスト ($\rho_{ad}=2.33\text{g}/\text{cm}^3$) である。モルタルの配合は、プレーン (PL) およびシリカダスト混入 (SD) (セメント内割で体積の 50%) の 2 種類とし、フレッシュ性状を同程度とするためモルタルのフロー値を $14\pm 1\text{cm}$ とするように水粉体比 (w/p) を調節した。モルタルの配合を表-2 に示す。供試体形状は、 $4\times 4\times 16\text{cm}$ とした。

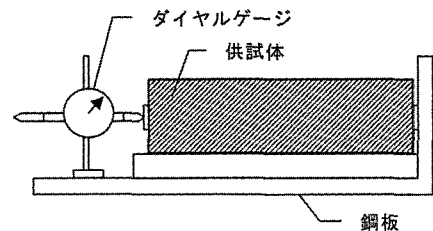


図-1 測定装置

浸透性吸水防止材の塗布は、シリカダスト混入モルタルについて行った。市販されているアルキルアルコキシシラン系 (SD-A)、および特殊シラン系 (SD-L) の 2 種類を用い、刷毛により比較的多量に塗布した。

2.2 モルタルの膨張量の測定

モルタル打設後材齢 7 日間まで気中養生し、その後 20°C の水中養生とした。モルタルの長さは水中養生直前と水中養生以降 2~3 日毎にダイヤルゲージにて測定し、元の長さに対する伸び量の比 (ひずみ) で表した。測定装置の概略を図-1 に示す。

3. 結果および考察

3.1 シリカダストを多量に混入したモルタルの自然割裂状況

図-2にシリカダスト混入モルタルの材齢240日における自然割裂状況を示す。このモルタルは、本実験と同じシリカダスト50%混入（セメント内割で体積の50%）で、水中養生を行っていたものである。どちらの供試体も軸方向に細長く裂かれる様に破壊しており、膨張による破壊と推察された。

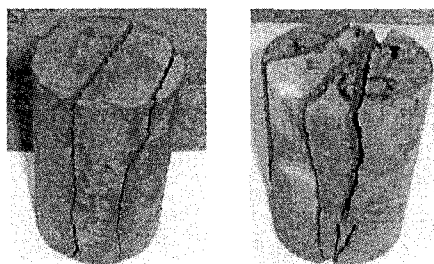


図-2 供試体の割裂状況

3.2 シリカダスト混入モルタルの膨張特性

図-3に供試体の材齢と膨張率との関係を示す。プレーンモルタル(PL)及びシリカダスト混入モルタル(SD)とも、水中養生後7日程度まで急激に膨張し、その後緩やかな増加傾向にある。これは、モルタル打設後真空中養生していたものを水中に浸したため、急激に吸水したことによると考えられる。

また、シリカダストを混入すると、シリカダスト自体の吸水率が高いことや、初期高度が低いことにより多量に吸水し膨張することが明らかになった。しかしながら、吸水の影響による初期の膨張のほかは、シリカダストの混入による特別な膨張は見られずプレーンモルタルと同様の傾向である。今後より長期間の観察が必要である。

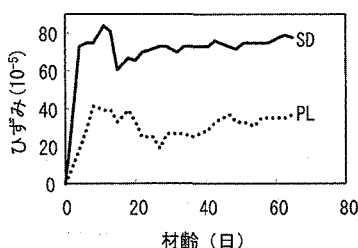


図-3 モルタルの膨張率

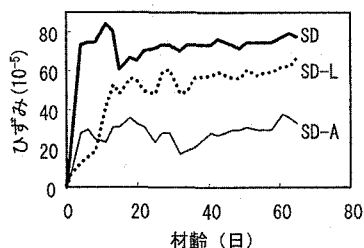


図-4 浸透性吸水防止材の効果

3.3 吸水膨張に及ぼす浸透性吸水防止材の効果

図-4に浸透性吸水防止材の有無と膨張率との関係を示す。無塗布の供試体と比較して、浸透性吸水防止材を塗布した供試体は膨張率が小さくなっている。これは浸透性吸水防止材により供試体の吸水が妨げられた効果であると考えられるが、多少の膨張が見られることから、どちらの吸水防止材においても完全に吸水を遮断するものではないと考えられる。

図-5および図-6に浸透性吸水防止材の違いによる供試体の膨張率のバラツキを示す。モルタル供試体のひび割れの有無や、吸水防止材の塗布状態にも影響されることが考えられるが、材料ごとに特徴的な傾向を示した。SD-Aの場合供試体毎のバラツキは大きいものの、平均すれば撥水効果が高い傾向にあり、SD-Lの場合膨張率が大きいことから撥水効果は低いものの、バラツキは少ない傾向となった。

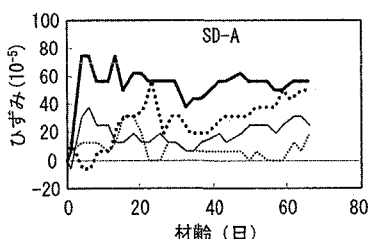


図-5 SD-Aの効果

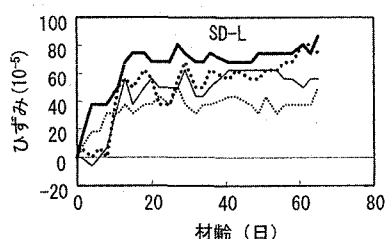


図-6 SD-Lの効果

4. まとめ

シリカダスト混入モルタルの膨張特性の把握と、浸透性吸水防止材の効果について実験的に検討を行った。その結果、シリカダスト混入モルタルは初期段階において吸水膨張がみられたものの、水中養生70日までの結果では大きな変化はなかった。また、浸透性吸水防止材の塗布により、吸水による膨張率が小さくなるものの、その効果やバラツキは材料により異なることが明らかになった。