

珪藻土焼成粉を混入したモルタルの基礎的検討

金沢大学 正会員 久保 善司 (株)宮地組 宮地 治
富士コン (株) 笹田 聡 金沢大学 正会員 鳥居 和之

1. はじめに

珪藻土製品の副産物である珪藻土焼成粉（以下、珪藻土と略する）を混入した環境適応型のコンクリートの開発に先立ち、珪藻土焼成粉を混入したモルタルのフレッシュ性状および強度発現性状に関して基礎的検討を行うこととした。

2. 実験概要

(1) **珪藻土焼成粉** 珪藻土焼成粉は、珪藻土製品を製造する工程において、500～800℃で焼成する際に副産物として生成する。その代表的な化学成分を表1に示す。珪藻土は保水性が高く、また、吸着の形態も複雑であり、それらがフレッシュ性状および強度発現性状に影響を与えるものと考えられる。その影響を検討するため、未脱水（脱水処理しないものを105℃・24時間炉乾燥）および脱水処理の2種類を用意した。

(2) **モルタルの配合および作製** モルタルの配合および作製はフライアッシュモルタルの置換率試験方法（JSCE-D 503）を準用した。珪藻土の持つ吸着特性のために、水結合材比50%においては減水剤の効果が発揮されず、無混入のものと同程度のモルタルフローを得られなかった。そのため、水結合材比を60%に変更し、モルタルを作製した。モルタルの配合を表2に示す（内割り25%）。実施工におけるコストおよび水分管理の観点から、未脱水のものをスラリー状で混合するものも用意した。なお、スラリー状で混合するものの混合後の流動特性については、JPロートの通過時間によって判定し、混合直後と24時間における通過時間に顕著な変化がないことを確認した。

表1 化学成分 (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O ₃	SO ₃	Ig.loss
68	11	3.6	1.6	6.5	1.8	1.0	1.6	5.7

表2 配合

配合	C	珪藻土	W	S	SP
無混入	450	-	270	1350	3.4
珪藻土混入	337.5	112.5	270	1350	3.4

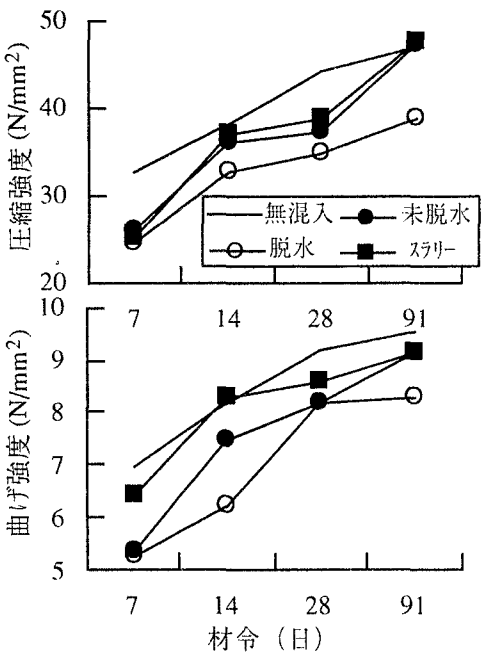


図1 圧縮強度および曲げ強度

モルタルのフロー値は、無混入のものでは20cm程度、珪藻土を混入したものでは16cm程度となった。

(3) **試験項目** 珪藻土混入モルタルの強度発現性状を把握するため、強度試験（圧縮強度、曲げ試験：JIS R 5201）を行った。また、化学分析として熱分析および粉末X線回折分析を行った。

3. 結果および考察

(1) **強度発現特性** 各モルタルの圧縮強度および曲げ強度を図1に示す。材齢28日においては、珪藻土混入のものの圧縮強度および曲げ強度は無混入のものより小さく、無混入の8割から9割程度であった。脱水処理したものは、未脱水処理およびスラリーのものより若干小さくなった。また、珪藻土混入のものの初期強度（材齢7日）は小さく、初期の強度発現は無混入のものより遅くなった。短期的な強度発現が求められる場合には、

セメント置換ではなく、砂置換するなどの対策が必要であると考えられる。

材齢91日においては、未脱水およびスラリーのものの圧縮強度および曲げ強度は、無混入のものと同程度となった。材齢28日以降、ポゾラン反応による強度発現が得られたものと考えられる。これに対して、脱水処理したものは、材齢28日以降の強度の増加が小さい。この理由として、脱水処理により、珪藻土の組織あるいは構造が変化し、水和反応で生じた水酸化カルシウムが珪藻土の組織に取り込まれ、ポゾラン反応が抑制されたため、あるいは、脱水処理によってポゾラン反応に対する珪藻土の活性度が低下したためと推察される。

したがって、珪藻土焼成粉を利用する場合には、脱水処理を行わず、コストおよび水分管理の観点からスラリーとしての混入が望ましいと考えられる。

(2) 粉末X線回折分析 材齢28日における各モルタルのX線回折チャートを図2に示す。珪藻土を添加したものの水酸化カルシウムのピークは無混入のものより小さく、珪藻土混入のものはポゾラン反応により水酸化カルシウムを消費したものと考えられる。また、未脱水およびスラリーのものは、脱水処理のものより水酸化カルシウムのピークが大きく、ポゾラン反応の活性度が大きいものと考えられる。

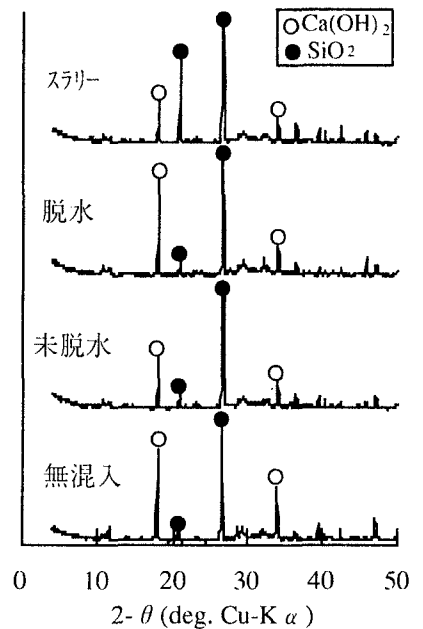


図2 X線回折チャート

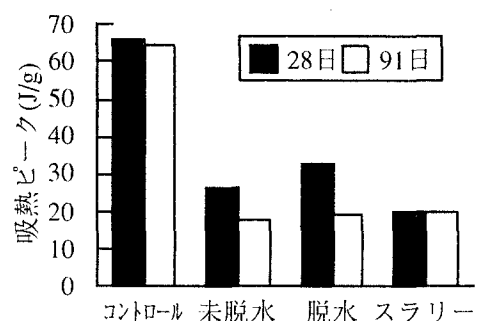


図3 水酸化カルシウム生成量（熱分析）

(3) 熱分析 熱分析による水酸化カルシウムの生成量を図3に示す。珪藻土混入のものは、無混入のものより水酸化カルシウ

ムの生成量が小さく、ポゾラン反応によって水酸化カルシウムが消費されたものと考えられる。珪藻土混入のものでは、材齢28日および91日のいずれにおいても水酸化カルシウムの生成量は小さく、ポゾラン反応は材齢14日から21日の間に開始されたものと考えられる。しかし、珪藻土混入のものの材齢28日までの圧縮強度は無混入のものより小さく、材齢28日までのポゾラン反応による効果は顕著でないと考えられる。一方、脱水処理されたものの水酸化カルシウム量は材齢91日においては他の珪藻土混入のものと同程度となった。脱水処理したものは他の珪藻土混入のものと異なる水酸化カルシウムの消費が生じたものと考えられる。

他方、環境適応型のコンクリートの開発の観点からは、無混入のものより水酸化カルシウムの消費量が大きく、水酸化カルシウムの溶出が環境に与える影響は無混入のものより小さいと考えられ、環境適応性は高いものと考えられる。

4. まとめ

珪藻土を結合材として使用した場合には、初期強度が小さいものの、長期的には無混入のものと同程度の強度が得られる。初期強度が問題とされる場合には、砂置換での使用あるいは蒸気養生を行うことによって初期強度が改善されるものと考えられる。珪藻土焼成粉末をコンクリートに適用する際には、強度発現性状、施工コストおよび水分管理の観点から、珪藻土焼成粉末はスラリー状にして適用することが望ましいと考えられる。一方、珪藻土焼成粉末はポゾラン反応によって水酸化カルシウムの生成量を抑制できるため、環境適応型のコンクリートの材料としての有効利用が考えられる。