

V-5

粉殻灰を混和したコンクリートの収縮及び強度特性

(株)前田先端技術研究所 正会員 ○和田一朗
前田製管(株) 正会員 前田直己
(株)前田先端技術研究所 正会員 米田正彦

1. はじめに

粉殻灰は、高いポゾラン活性を有する材料であり、シリカフェーム代替材料としての利用が期待できる。一方、シリカフェームを用いたコンクリートでは、硬化収縮の大きいことが問題点の1つとして指摘されている¹⁾。本研究では、粉殻灰を混和したモルタルの硬化収縮及び乾燥収縮、並びにモルタル及びコンクリートの圧縮強度を測定し、粉殻灰のシリカフェーム代替材料としての評価を行う。

2. 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント(比重:3.16)を、混和材としては2種類の試製粉殻灰(RHA)及び1種類のシリカフェーム(SF)を使用した。混和材の特性を表-1に、化学成分を表-2にそれぞれ示す。骨材には岩手県米里産砕砂(比重:2.78)及び碎石(比重:2.76)を、高性能減水剤にはナフタレンスルホン酸塩系を使用した。

表-1 混和材の特性

混和材の種類	比重	平均粒径(μm)	比表面積(m ² /g)	電気伝導率差(mS/cm)
RHA-1	2.12	7.8	25.6	2.5
RHA-2	2.12	8.4	42.1	4.3
SF	2.20	0.15*	18.9	1.5

注: *カタログ値

表-2 混和材の化学成分(%)

混和材の種類	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	ig.loss	Total
RHA-1	91.3	0.57	0.93	0.43	2.14	0.56	0.25	2.83	99.0
RHA-2	91.8	2.07	0.53	0.21	1.07	0.39	0.18	2.93	99.2
SF	88.7	0.93	0.45	1.97	1.67	0.54	0.99	3.50	98.8

3. 試験方法

3.1 モルタル及びコンクリートの配合

モルタルの配合は、水結合材比30%、骨材容積率45%、粉殻灰(RHA-1)又はシリカフェーム混和率を10%及び20%(セメントの内割り)とし、フローが170±5となるように高性能減水剤を添加した。コンクリートの配合は、水結合材比30%、粉殻灰(RHA-2)又はシリカフェーム混和率を10%(セメントの内割り)とし、スランプが18±2.5cmとなるように高性能減水剤を添加した。

3.2 硬化収縮ひずみの測定

中心に埋込型ひずみゲージを設置したφ10x20cmの型枠に、調製後のモルタルを打設し、打設面からの水分の蒸発を防ぐためにエチレン系樹脂エマルジョンで造膜した。打設直後を基長とし、20℃の室内に24時間静置した後、蒸気養生(80℃・4時間保持、昇温20℃/h)を行い、再び20℃の室内に静置して、モルタル温度が20±1℃となるまでのひずみを測定した。

3.3 乾燥収縮ひずみの測定

硬化収縮ひずみ測定後のモルタルを脱型し、材齢7日まで、20℃-85%R.H.の室内に静置した。その後、20℃-50%R.H.の試験室内に移して基長を測定し、所定の乾燥期間において乾燥収縮ひずみを測定した。

3.4 圧縮強度試験

モルタルの圧縮強度試験は、調製後のモルタルをφ5x10cmに成型し、24時間20℃-85%R.H.の室内に静置した後、蒸気養生(80℃・4時間保持、昇温20℃/h)を行い、所定の材齢まで20℃-85%R.H.の室内に静置した後にいった。コンクリートの圧縮強度試験は、調製後のコンクリートをφ7.5x15cmに成型し、48時間20℃-85%R.H.の室内に静置した後、水中養生(20℃)又は蒸気養生(80℃・4時間保持、昇温20℃/h)を行い、所定の材齢で行った。

4. 試験結果及び考察

図-1には、硬化収縮ひずみの経時変化を示す。混和材の種類にかかわらず、混和材混和率の増加に伴って、モルタルの硬化収縮ひずみは増大する。シリカフェームに比べて、

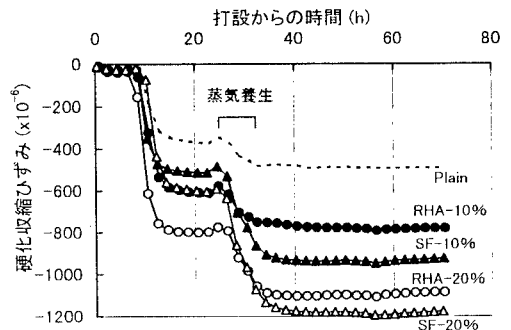


図-1 硬化収縮ひずみの経時変化

粉殻灰を混和したモルタルは、打設から24時間後のひずみが大きいものの、蒸気養生中の収縮は小さく、最終的な硬化収縮ひずみは小さい。

図-2には、乾燥収縮ひずみの経時変化を示す。乾燥期間が1年まではプレーンモルタルの乾燥収縮ひずみが最も大きい。プレーンモルタルでは乾燥期間1年以降の乾燥収縮ひずみが小さい。又、粉殻灰を10%混和したモルタルにおいてもプレーンモルタルとほぼ同様の値を示す。粉殻灰混和率にかかわらず、粉殻灰混和モルタルの乾燥収縮ひずみは、乾燥期間1年まではシリカフュームモルタルに比べて大きい。乾燥期間1年以降の乾燥収縮ひずみが小さく、乾燥期間3.5年ではシリカフュームモルタルのそれとほぼ同程度の値となっている。又、乾燥期間3.5年では、いずれの混和材においても、混和材混和率の高いほど乾燥収縮ひずみは大きくなる傾向にある。

図-3には、モルタルの圧縮強度を示す。この結果はすべて蒸気養生を行ったモルタルの圧縮強度であるが、材齢及び混和材混和率にかかわらず、シリカフュームモルタルの圧縮強度が最も大きく、次いで粉殻灰混和モルタル、プレーンモルタルの順に圧縮強度が小さくなっている。いずれの混和材を混和したモルタルにおいても、その圧縮強度はプレーンモルタルより大きい。材齢の経過に伴う強度増加の程度は小さい。

図-4には、コンクリートの圧縮強度を示す。養生条件及び材齢にかかわらず、粉殻灰混和コンクリートの圧縮強度はプレーンコンクリートよりも大きく、水中材齢7日における粉殻灰混和コンクリートの圧縮強度は、プレーンコンクリートに比べて約25%大きい値を示す。本研究で用いた粉殻灰はシリカフュームに比べてポゾラン活性度が高く、粉殻灰を混和したコンクリートでは、蒸気養生を行わなくても初期の強度発現に優れる。一方、シリカフュームを用いたコンクリートでは蒸気養生を行うことにより優れた強度発現を示す。

5. まとめ

本研究の結果を以下に要約し、まとめとする。

- (1) 粉殻灰又はシリカフュームの混和により、モルタルの硬化収縮ひずみは大きくなる。粉殻灰混和モルタルの蒸気養生後の硬化収縮ひずみは、シリカフュームモルタルに比べて若干小さい。
- (2) 粉殻灰混和モルタルの乾燥収縮ひずみは、乾燥期間1年まではシリカフュームモルタルのそれに比べて大きいものの、乾燥期間3.5年においてはほぼ同程度の値である。
- (3) 材齢、養生条件、混和材混和率にかかわらず、粉殻灰及びシリカフューム混和による強度増進効果が認められ、粉殻灰混和コンクリートでは蒸気養生を行うことなく優れた初期強度発現性を示す。
- (4) 以上のことから、本研究の範囲では、粉殻灰はシリカフューム代替材料として使用することができる。

参考文献

- (1) E.Tazawa, S.Miyazawa, "Autogenous Shrinkage of Cement Paste with Condensed Silica Fume", Proc. 4th Int. Conf. Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, Istanbul Turkey, Supplementary Papers, 1992, pp.875-894.

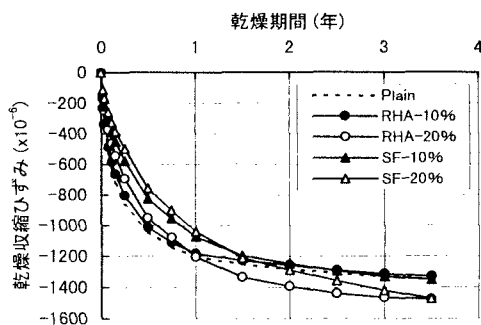


図-2 乾燥収縮ひずみの経時変化

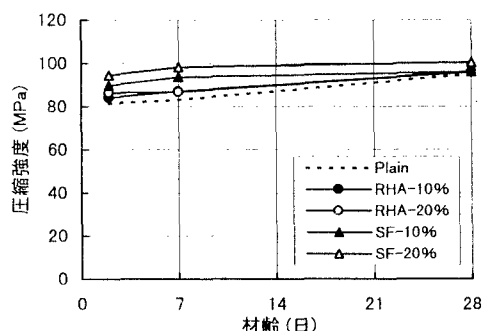


図-3 モルタルの圧縮強度

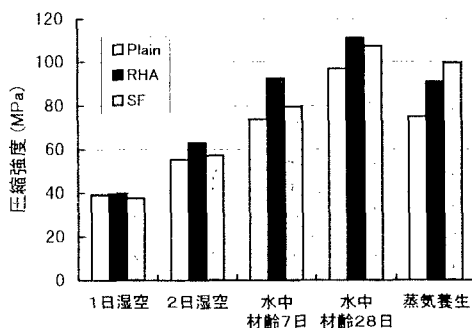


図-4 コンクリートの圧縮強度