

混和材を混合したモルタルの水分逸散と収縮特性に関する研究

埼玉大学 学生会員 ○辻貴大
埼玉大学 正会員 浅本晋吾

表-1 供試体の示方配合

(kg/m ³)					
W/B	W	C	FA	SG	S
50%	367	734	—	—	1028
50%	357	499	107	107	1028
50%	363	509	—	218	1028

1. 研究背景および目的

近年、資源の循環型社会を目指す動きが活発となり、産業廃棄物をコンクリート混和材として有効利用することが工学的、社会的に求められている。今後、より広範な対象構造物への適応を考える中で混和材を用いたコンクリートの諸物性を把握しておくことが重要である。特に、近年大きな問題として取り上げられている収縮ひび割れに関しては必ずしも十分な知見が揃っているとは言えず、混和材を併用使用した収縮の実験例も少ない。

そこで本研究では、混和材を併用利用したモルタルの水分逸散、収縮特性、さらには養生温度の影響について実験的に調べた。フライアッシュ（以下、FA）と高炉スラグ微粉末（以下、SG）を共に用いたモルタルが養生期に高温履歴を経験した場合の収縮特性を水和反応や水分逸散の観点から検討を行った。

2. 実験概要

配合は水粉体比 50%で、細骨材率は体積比で 40%とし、セメントは普通ポルトランドセメントに重量粉体置換率で FA と SG をともに 15%ずつ内割置換したものを用い、40*40*160(mm)のモルタル角柱供試体を作製した。表-1 に供試体の示方配合を示す。材齢 1 日で脱型、7 日まで 20℃及び 60℃の 2 種類の条件で水中養生を施し、その後 20℃相対湿度 60%の恒温恒湿槽内で乾燥させ、乾燥 1,3,7,14,28 日後の収縮、水分逸散量を経時的に測定した。収縮の測定は基長 100mm とし精度 1/1000mm のコンタクトゲージでひびきを測定した。水分逸散については、養生終了直後の質量を測定し、質量の減少量を供試体の体積で除した値を水分逸散量として定義した。供試体は 3 体作製し、結果はその平均とした。さらに普通ポルトランドセメントのみを用いたモルタルと、セメントに SG のみを重量粉体置換率で 30%内割置換したモルタルについても同様の実験を行い比較・検討した。

3. 実験結果および考察

まず、養生温度の違いによる水分逸散量の相違を比較する。図-1 によれば、常温養生を施した場合は普通セ

メントのみ、SG 置換供試体、混合系供試体の順に水分逸散量が増大している。これは常温養生において、混和材を使用した供試体は水和反応が緩慢になり、空隙が荒くなるため普通セメントのみの供試体に比べ水分逸散量が増大したと考えられる。特に FA が混入されている混和材混合系が SG を単体で用いたものよりも水分逸散量が大きいため、FA の水和反応が最も遅いと推察される。

一方、図-2 によれば高温養生を経験すると常温養生の場合と逆の傾向を示し、3 成分系の水分逸散量が最小となっている。これは、高温養生を施すと混和材の反応が促進され空隙が緻密化し、混入系の供試体の方が無混入に比べ水分逸散量が減少したためと考えられる。特に FA を用いた 3 成分系が最も水分逸散量が小さいことから FA は SG よりも温度敏感を有し、高温下の水和促進作用が大きく空隙を緻密化する効果があると考えられる。

次に、収縮ひびきについて検討する。図-3 および図-4 より収縮ひびきに関しては、水分逸散には各供試体で相違が見られたにもかかわらず、いずれの養生温度においても混和材有無、あるいは混和材の種類による相違は見られない。養生温度で比較すると、高温養生した場合、混和の有無や種類によらず常温養生に比べ収縮が小さい。これは、高温養生を経験した場合、水和反応が促進され供試体の剛性が増加したためと考えられる。

次に水分逸散量あたりの収縮ひびきを比較する。常温養生を施した場合、普通セメントのみ、SG 置換、混合系の順に水分逸散量あたりの収縮ひびきが減少している。一方、高温養生の場合、水分逸散量の場合と同様に常温養生と異なる傾向を示し、混合系の水分逸散量に対する収縮ひびきが増大している。これは、同量の収縮ひびきを発生させるための水分逸散量が養生条件によって異なる

キーワード フライアッシュ、高炉スラグ微粉末、養生温度、乾燥収縮、水分逸散量、表面エネルギー

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 Tel 048-858-3427

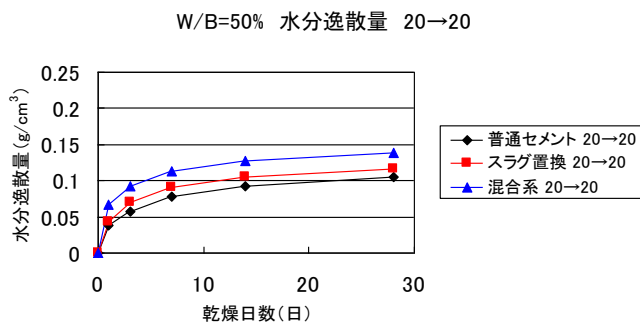


図-1 常温養生における水分逸散量の経時変化

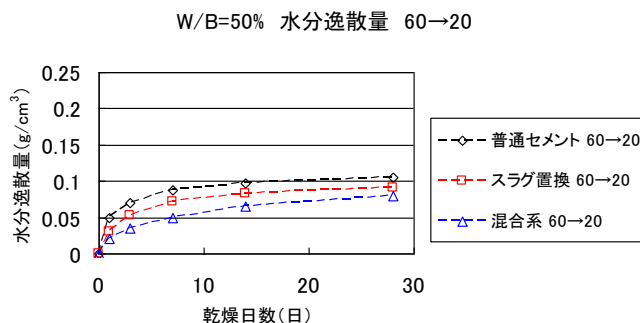


図-2 高温養生における水分逸散量の経時変化

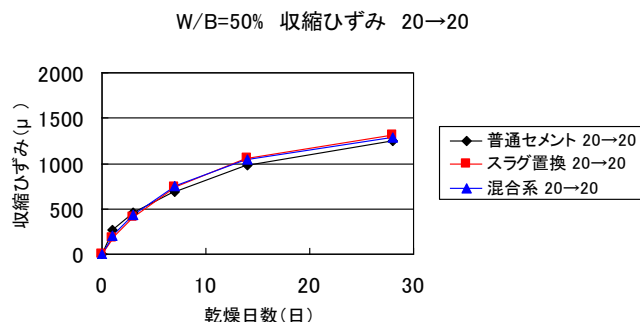


図-3 常温養生における収縮ひずみの経時変化

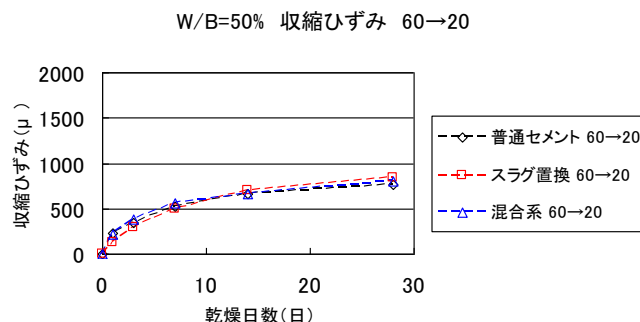


図-4 高温養生における収縮ひずみの経時変化

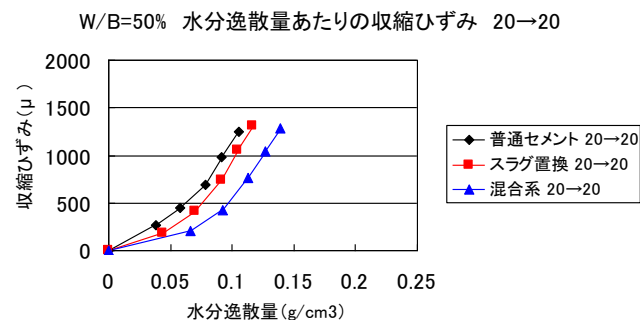


図-5 常温養生における水分逸散量あたりの収縮ひずみ

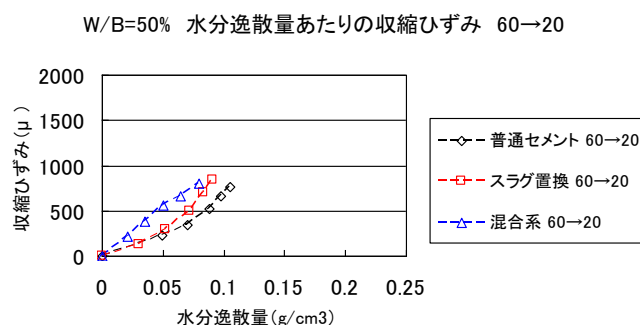


図-6 高温養生における水分逸散量あたりの収縮ひずみ

ることを示し、それぞれの条件で養生された供試体に収縮を及ぼす力の寄与やメカニズムが変化し、収縮特性が変化しているものと推察される。以下、そのメカニズムについて考察する。

高温養生における水分逸散量あたりの収縮ひずみの変化は、微細な空隙における C-S-H ゲルの表面エネルギーが影響していると考えられる。表面エネルギーによる収縮は、微細な空隙壁面に存在する液状水、吸着水が逸散し不安定になった空隙表面のエネルギー状態を安定にするため、固層相互を接近、接着させようとすることで発生する。したがって、微細な空隙の表面積を多く有するほど、その水分が逸散すると大きな表面エネルギーによって大きな力が働くこととなる。高温養生を施した混和材混入供試体は無混入に比べ、数ナノメートル以下の緻密な空隙が増大していると考えられ、同一水分逸散量に対し大きな表面エネルギーが働き、収縮を増大させたと

推察される。特に混合系はより温度感受性を有する FA を併用して使用しているため、空隙が SG のみと比較してより緻密化され表面エネルギーの影響が大きく表れたためと考えられる。常温養生では、逆に、混合系、SG 置換、混和材無混入の順に空隙が緻密になったので、同一水分逸散に対する収縮が、高温養生と反対の順で大きくなったと考えられる。

4. 結論

本実験で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 混和材 (特に FA) は温度感受性を有し、高温養生を施すと無混入の場合と比較し水分逸散量あたりの収縮ひずみが増大する。
- (2) 水分逸散量に対する収縮ひずみの変化は水和反応による空隙変化が要因と考えられ、これは収縮を引き起こすメカニズムの変化をもたらす。