

岩手大学 学生員 ○ 張 英華

岩手大学 鈴木 暁

岩手大学 正会員 張 金喜

岩手大学 正会員 藤原 忠司

1. まえがき

化学混和剤の使用は、コンクリートの目的とする性能を高めると同時に、副次的に別の性能を高めたり、逆に、損なったりする可能性がある。本研究では、乾燥収縮に着目し、これに及ぼす混和剤の影響を明らかにしようとした。実験の対象としたのは、コンクリートの乾燥収縮を左右すると考えられる硬化セメントペーストである。

2. 実験概要

実験に用いた混和剤は、いずれも市販されているものであり、表-1に示すように8種類とした。収縮低減剤と防水剤は、それぞれメーカーの異なる2種類である。セメントペーストの水セメント比は、30%と35%の2水準としている。ただし、減水剤類の場合、材料分離を考慮して30%のみとし、増粘剤では、流動性に配慮して35%のみとした。混和剤の添加量は、メーカーが示している標準値を中心に、セメントの質量に対する割合で3水準とした。混和剤を添加していない場合を基準とし、これとの比較を行う。

供試体は、4×4×16cmの角柱であり、28日間標準養生を行なったのち、温度20℃、相対湿度60%の恒温恒湿室に放置して、ダイヤルゲージにより、長さ変化を測定した。養生終了後の硬化ペーストを対象として、水銀圧入法による細孔構造の測定も行っており、得られた結果から、細孔を円筒と仮定して、比表面積を求めた。また、混和剤を添加した練混ぜ水を対象に、動的接触角測定装置を用いて、プレート法により、水溶液の表面張力を測定した。

表-1 化学混和剤の種類および添加率

混和剤種類	混和剤主成分	略号	W/C(%)	添加率 (C×%)
無添加		基準	30	0
			35	0
収縮低減剤1	低級アルコールのアルキレンオキシド付加物	収縮低減1	30	0.5, 1.0, 1.5
			35	0.5, 1.0, 1.5
収縮低減剤2	低級アルコールのアルキレンオキシド付加物 (生コンクリート用)	収縮低減2	30	0.5, 1.0, 1.5
			35	0.5, 1.0, 1.5
減水剤(起遅延形)	変性リグニンとオキシカルボン酸化合物複合体	減水1	30	0.25, 0.5, 0.75
AE減水剤(促進形)	リグニンスルホン酸化合物、ロダン化合物	減水2	30	0.5, 1.0, 1.5
高性能減水剤	高縮合トリアジン系化合物	減水3	30	0.5, 0.75, 1.5
増粘剤	水溶性セルロースエーテル	増粘	35	0.1, 0.3, 0.5
防水剤1	パラフィン系	防水1	30	0.5, 1.0, 1.5
			35	0.5, 1.0, 1.5
防水剤2	脂肪酸塩系	防水2	30	0.3, 0.6, 0.9
			35	0.3, 0.6, 0.9

3. 実験結果および考察

図-1および図-2は、水セメント比別に、硬化ペーストの収縮ひずみの経時変化を示している。混和剤の添加量を、メーカーが示す標準値とした場合である。

乾燥11週のひずみで比較すれば、いずれの水セメント比においても、最大は最小の2倍程度となっており、混和剤の種類により、ペーストの乾燥収縮は、大きく異なると言わざるを得ない。混和剤を添加しない基準と比べ、収縮低減剤を使用した場合に、収縮が小さくなることは当然のこととして、減水剤およびAE減水剤の収縮が、収縮低減剤とほぼ等しい収縮値を示している点が注目される。これらの混和剤には、収縮を低減させる作用があることになる。高性能減水剤およびパラフィン系防水剤の場合、基準とほぼ同等の収縮値であり、これらは乾燥収縮に関連しないと言える。一方、同じ防水剤でも脂肪酸塩系の場合および増粘剤の場合には、基準より大きな収縮値を示し、乾燥収縮にとって、負の影響を及ぼすことになる。

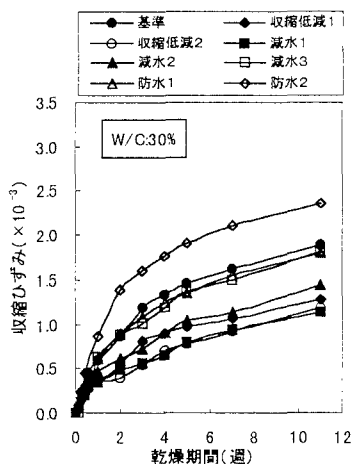


図-1 収縮ひずみの経時変化

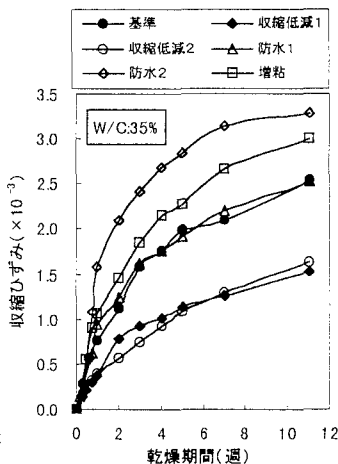


図-2 収縮ひずみの経時変化

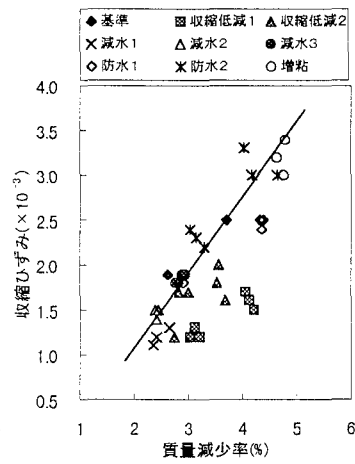


図-3 質量減少率と収縮ひずみの関係

図-3に、水セメント比および混和剤添加量を変えた場合を一括し、乾燥11週における質量減少率と収縮ひずみの関係を示した。両者には、収縮低減剤を除けば、一定の関係があり、質量減少率の大きいほど、収縮も大きい。ただし、同じ混和剤で、添加量を変えた場合に着目すれば、収縮は質量減少率に必ずしもよく対応していない。

質量減少は、言うまでもなく、水分の蒸発によるものであり、その量は、硬化ペーストの細孔容積に関わると考えられる。

一方、乾燥収縮には、細孔の容積よりも、細孔の内部表面積が強く関わるとの考えもある。図-4は、比表面積と収縮ひずみの関係を示している。収縮低減剤を除けば、収縮は質量減少率よりも比表面積によく対応しており、比表面積が大きいほど、収縮も大きい。たとえば、減水剤は硬化ペーストの比表面積を小さくし、そのため収縮を低減することになり、逆に、脂肪酸塩系の防水剤は、比表面積を大きくして、収縮を大きくすると言える。

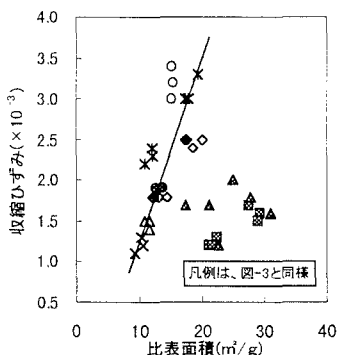


図-4 比表面積と収縮ひずみの関係

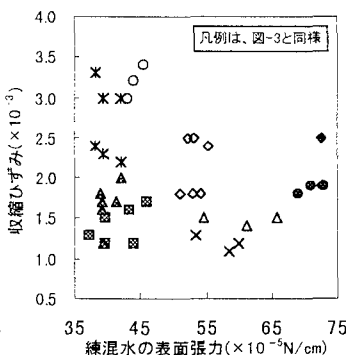


図-5 練混ぜ水の表面張力と収縮ひずみの関係

収縮低減剤の場合は、質量減少率や比表面積で、収縮を解釈することはできない。すなわち、収縮低減剤は、比表面積を増大させるため、前述の考えに従えば、収縮を大きくするはずであるが、実際には、収縮を低減させる。図-5は、練混ぜ水の表面張力と硬化ペーストの収縮ひずみとの関係を示している。収縮低減剤の場合、練混ぜ水の表面張力を大きく低下させる。この練混ぜ水の一部が、硬化後のペースト内部の毛細管などに残留し、たとえば毛細管張力説に従えば、メニスカスの曲率を大きくして、収縮応力を小さくし、結果的に収縮を低減すると推察される。増粘剤なども、練混ぜ水の表面張力を低下させるが、硬化後では、収縮低減剤のような作用をしないと思われる。

4. あとがき

硬化ペーストを対象として、乾燥収縮に及ぼす混和剤の影響を調べ、混和剤により、収縮を低減するものと、逆に助長するものがあることを明らかにした。得られた収縮値を、練混ぜ水の表面張力や硬化ペーストの比表面積との関連で考察したが、減水剤を用いた場合に、比表面積が小さくなることや、逆に収縮低減剤の場合には、大きな比表面積となることなど、メカニズムの不明な点が多々あり、今後の検討課題である。

終わりに、本研究遂行に際し、多大なるご尽力を賜った岩手大学准子國成氏、小山田哲也氏に深甚の謝意を表します。