

V-13 硬化セメントペーストの水中養生中の長さ変化に及ぼす混和剤の影響

岩手大学 学生員 ○ 張 英華

岩手大学 川又 祐介

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。水中養生中には、コンクリートの骨格が形成されるが、その過程でも、混和剤が様々な作用を及ぼす可能性を否定できない。本研究では、水中養生中のセメントペーストの長さ変化に着目し、これに及ぼす混和剤の影響を明らかにすることとした。

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7種類とした。防水剤については、主成分が異なる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とした。

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 (G×%)
無添加		NA	30	0.00
			35	0.00
収縮低減剤	低級アルコールのアルキレンオキシド付加物	SR	30	1.50
			35	1.50
減水剤(超遅延形)	変性リグニンとオキシカルボン酸化合物複合体	WR	30	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	AEWR	30	1.00
高性能減水剤	高縮合トリアジン系化合物	SP	30	1.00
増粘剤	水溶性セルロースエーテル	SER	35	0.30
防水剤1	パラフィン系	WP1	30	1.50
			35	1.50
防水剤2	脂肪酸塩系	WP2	30	0.90
			35	0.90

セメントには、普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm³)を使用し、練混ぜ水は、水道水とした。

供試体は、4×4×16cmの角柱であり、打ち込んだ翌日に脱型し、材齢28日まで、20℃の水槽で水中養生して、その間、所定の材齢で、ダイヤルゲージにより、長さ変化を測定した。同時に、質量変化も求めている。長さ変化および質量変化は、型枠を外した時点(材齢1日)の値を基準にして算出した。質量については、単位容積あたりのペーストに対する変化で表示する。水中養生中の長さ変化に関わると思われる項目として、練り混ぜたフレッシュペーストから遠心分離により採取した水の表面張力を、動的接触角測定装置を用いて測定した。硬化ペーストに関しては、材齢28日での圧縮強度を求めた。供試体は、5×10cmの円柱である。

3. 実験結果および考察

図-1は、水セメント比別に、水中養生中における硬化ペーストの長さの経時変化を示している。いずれの水セメント比においても、混和剤の種類により、ペーストの水中養生中の長さ変化は、大きく異なっている。

水中養生中の長さ変化をもたらす要因としては、いくつか考えられる。ひとつは、水和収縮であるが、これによる収縮は、フレッシュ時ににおいて生じるのみであり、凝結して硬化体の骨格が形成された後は、内部空隙の増加をもたらすとされている。本実験の場合、脱型前は、水分の出入りがない状態にしており、脱型までに、硬化ペースト内には、水和収縮による空隙が形成されていたと

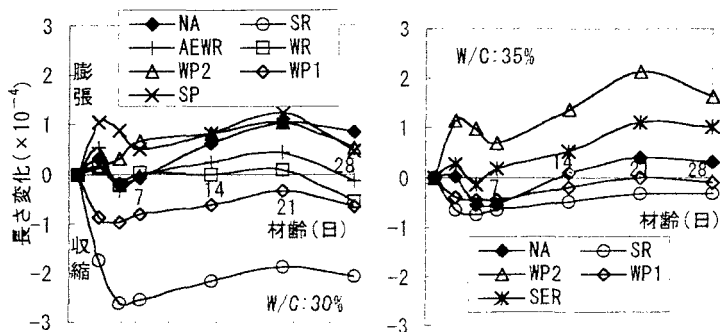


図-1 水中養生中の長さ変化

推察される。脱型後、水中に浸漬すれば、形成されていた空隙に水分が供給され、湿潤膨張を生じる。収縮低減剤(SR)と防水剤 1(WP1)以外の混和剤を添加したペーストに見られる水中初期の膨張は、この機構によると考えられる。

水和過程では、自己収縮も生じる。自己収縮は、凝結後から生じ、水中浸漬でも継続する。水中初期の膨張に続く収縮は、湿潤膨張よりも、自己収縮が卓越するため生じたと考えられる。続いて膨張に転じるのは、自己収縮が緩慢となり、湿潤膨張が卓越するためと推察できる。収縮低減剤と防水剤 1 の場合、水中初期の膨張が見られないのは、自己収縮がきわめて大きいのか、湿潤膨張が抑制されたかのいずれかによる。

図-2 は、水セメント比 30%における材齢 28 日の長さ変化と質量増加の関係を示している。水セメント比 35%の場合も、ほぼ同様の傾向であった。防水剤 2(WP2)を除けば、良好な相関が見られ、質量増加が大きい場合に膨張となっている。湿潤膨張が大きく、自己収縮も抑制されるからに外ならない。収縮低減剤の場合は、質量増加が最も小さい。自己収縮のメカニズムは、乾燥収縮と同様であり、収縮低減剤は、自己収縮をも抑制すると考えられている。それにもかかわらず、水中での収縮が最も大きいのは、質量増加が小さく、湿潤膨張が強く抑制されたためと考えざるを得ない。防水剤も、質量増加が小さく、本来の機能を発揮している。防水剤 1 が相対的に大きな収縮を示すのは、吸水が抑えられ、湿潤膨張が小さいためであると考えられる。しかし、防水剤 2 では、質量増加が小さいにもかかわらず、膨張となっており、別の考察を要する。

図-3 に、水セメント比 30%における採取液の表面張力と材齢 28 日の長さ変化の関係を示している。収縮低減剤および防水剤 1 を添加した場合、採取液の表面張力が小さい。したがって、収縮低減剤と防水剤 1 の場合には、水中での吸水量が少ない上に、溶液の表面張力が低下するため、湿潤膨張をさらに小さくしたと考えられる。防水剤 2 では、表面張力が低下していない。これが、膨張量を大きくしたひとつの原因であると推察される。

図-4 は、水セメント比 30%における材齢 28 日での質量増加と圧縮強度の関係を示している。水セメント比が同一であるため、本来ならば、同等の強度となるべきであるが、防水剤および収縮低減剤を添加した場合の強度が低い。これらは、水中における質量増加が小さく、水和の進行が鈍って、強度の発現が劣ったと考えられる。とくに、防水剤 2 は、最も劣る強度を示しており、空隙に撥水性をもたらす特性によって、他にはない特殊な組織を形成し、上述のように質量増加が小さいにもかかわらず、膨張が勝る傾向に関連した可能性もある。減水剤(WR)も、質量増加は小さいが、強度は大きい。練混ぜ中にセメント粒子をよく分散させ、水和を促進するため緻密な組織となり、吸水が抑制される反面、強度は高くなったと考えられる。この減水剤では、吸水が抑えられる分、湿潤膨張が小さくなる。

4. あとがき

硬化ペーストを対象として、用いる混和剤の種類により、水中養生中の長さ変化が大きく異なることを明らかにした。自己収縮を除き、養生中の長さ変化は、実用上、大きな問題とはならないが、長さ変化の違いをもたらす原因が、強度の発現および乾燥収縮などにも関連する可能性があり、使用にあたっては、混和剤の作用機構をよく見極める必要がある。

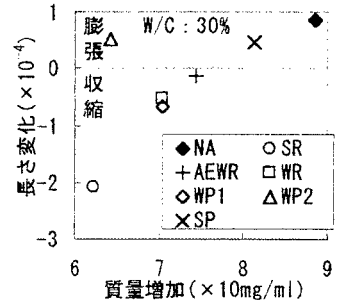


図-2 質量増加と長さ変化の関係

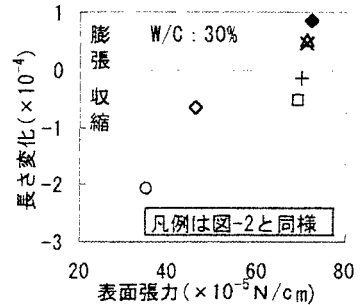


図-3 表面張力と長さ変化の関係

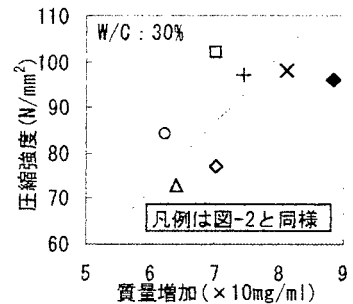


図-4 質量増加と圧縮強度の関係