

太平洋セメント(株) 清澄研究所 正会員 河野克哉 正会員 石川雄康
正会員 岡本享久 正会員 森 寛晃
東海大学大学院 工学研究科 学生会員 中村達夫

1. はじめに

近年、粉体や混和剤の利用技術を応用し、人工軽量骨材を用いたコンクリートの高強度化や高流動化が行われるようになってきている。さらに、低吸水性と高い強度性状を有する軽量骨材(高性能軽量骨材)の開発も行われており、軽量骨材コンクリートの高性能化が進展している。このような背景のもと、これまで筆者らは、軽量骨材コンクリートの自己収縮特性に着目し、水結合材比の低減や粉体量の増大が行われた場合でもコンクリートの自己収縮は小さく、軽量骨材の含水量ならびに絶対容積が多いほど自己収縮の低減に効果的となることを明らかにした。本研究では、これに引き続いて、軽量骨材を用いた高性能コンクリートの乾燥収縮特性について検討し、軽量骨材の種類、含水率および絶対容積が乾燥収縮に与える影響を考察した。

2. 実験概要

2.1 使用材料ならびに配合

セメントには早強セメントを、細骨材には普通砕砂を用い、混和剤として高性能 AE 減水剤ならびに AE 剤を使用した。粗骨材には表 1 に示す比重と吸水率が異なる軽量骨材 2 種類および普通骨材 1 種類を用いた。配合は、単位水量(161kg/m³)と単位セメント量を固定して(W/C=32%)、表 2 のように粗骨材の種類、含水状態(含水率 Q)および絶対容積を変化させた。スランプと空気量は混和剤添加量により、それぞれ 15±3cm、5.0±1.0%とした。

表 1 使用した粗骨材の種類ならびに物性

記号	種類	原料および製造方法	絶対比重	24h 吸水率		煮沸吸水率*		最大寸法(mm)
				(%/wt.)	(%/vL)	(%/wt.)	(%/vL)	
LA	従来型軽量骨材	膨張頁岩、非造粒	1.27	17.6	22.3	27.9	35.4	15
HLA	高性能軽量骨材	真珠岩、造粒	1.17	3.78	4.42	8.26	9.67	15
CS	普通砕石	青梅産	2.62	0.74	1.94	—	—	15

表 2 粗骨材の使用条件

種類	LA, HLA, CS
含水状態	絶乾, 24h 吸水, 煮沸吸水*
絶対容積	320L/m ³ , 350L/m ³ , 380L/m ³

* 絶乾骨材を2時間煮沸した後、水中に2時間放置した吸水状態

2.2 コンクリートの乾燥収縮ひずみと逸散水量の測定

供試体(10×10×40cm)は、材齢 14 日まで水中養生(20℃)した後、恒温恒湿室(20℃、60%R.H.)にて乾燥させた。養生終了時を基長とした長さ変化ならびに質量変化を測定し、乾燥収縮ひずみと逸散水量を算出した。

3. 実験結果および考察

3.1 粗骨材種類の影響

24h 吸水状態の各粗骨材を絶対容積 350L/m³ で用いた供試体の逸散水量(w)と乾燥収縮ひずみ(ε)の関係を図 1 に示す。この図より粗骨材の含水量が多いものほど、w-ε 曲線の横軸方向への移動量は大きくなり、従来型の軽量骨材 LA にくらべて低吸水性の HLA

は普通骨材 CS にきわめて近い収縮性を示すことがわかる。図 2 は、図 1 中の各供試体における w と ε の実測値を乾燥時間(t)で微分して水分逸散速度($\dot{w}$)ならびに収縮ひずみ速度($\dot{\epsilon}$)を求め、その経時変化を両対数軸上に示したものである。HLA 供試体の場合、 $\dot{w}$ は乾燥 7 日までの初期において CS 供試体より上回るものの、その後の傾向は CS の場合と一致し、 $\dot{\epsilon}$ は逆に乾燥初期で CS 供試体よりも小さい傾向を示した。この乾燥初期に、HLA 供試体からの水分逸散量が多いにもかかわらず収縮が低減するのは、HLA 供試体内部の粗骨材中に存在する水分(粗骨材含

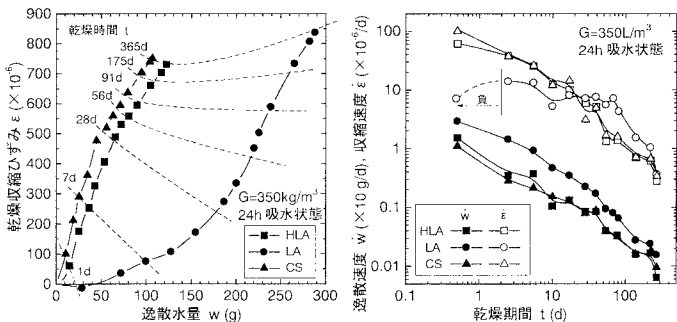
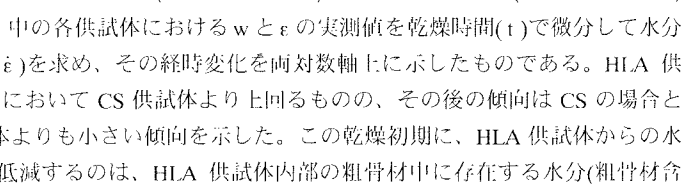


図 1 w-ε 曲線(粗骨材種類の影響)

図 2 $\dot{w}$ と $\dot{\epsilon}$ の変化(粗骨材種類の影響)

キーワード：人工軽量骨材、乾燥収縮、逸散水量、骨材含水率、骨材絶対容積

連絡先：〒135-8410 東京都江東区清澄 1-2-23 TEL 03-3642-7171 FAX 03-3643-2047

水)がペースト部へ供給され、 $\dot{\epsilon}$ の増大を抑制したものと考えられる。この傾向は、LA 供試体の場合、さらに顕著であり、 $\dot{\epsilon}$ は乾燥開始後に負の値(図は絶対値で表示)を示し、乾燥2日以降にはじめて収縮ひずみ速度が発生する。この期間中の $\dot{w}$ は他の含水量の少ないCSやHLA粗骨材の場合より常に大きく、水分逸散速度を上回ような速度で粗骨材含水の供給が行われたと推察できる。乾燥20日までLA供試体の $\dot{\epsilon}$ は、CSならびにHLAよりも小さいが、20日以降も $\dot{\epsilon}$ の急激な低下が生じないため、長期では他の骨材の場合より大きくなった。このため、乾燥期間1年までの $\dot{\epsilon}$ は、CSやHLAよりもLAの方が増大した。このように含水量の多い軽量骨材を用いた場合、長期で $\dot{\epsilon}$ ならびに $\dot{\epsilon}$ の増大が生じる理由として、軽量骨材中の含水の一部が乾燥開始までの期間に養生水として利用されることで、ペースト組織が緻密化し、乾燥によって生じる毛細管張力が大きくなることに起因するものと考えられる。

3.2 含水率ならびに絶対容積の影響

図3ならびに図4は、HLAの含水率を変化させ絶対容積350L/m³で用いた場合の $w-\epsilon$ 曲線ならびに $\dot{w}$ と $\dot{\epsilon}$ の経時変化を示したものである。これより、粗骨材種類が同じ場合でも $w-\epsilon$ 曲線の横軸方向への移動量は粗骨材含水量に対応させることができ、軽量骨材の含水量が増加するほど、 $\dot{\epsilon}$ は乾燥初期で遅れを生じるものの、乾燥1年後における長期の $\dot{\epsilon}$ は増大することがわかる。この収縮特性は上記3.1で述べた粗骨材種類が与える影響と一致し、同一の収縮機構で説明できるものである。図5は、24h吸水状態のLAを異なる絶対容積で用いた場合の $w-\epsilon$ 曲線である。絶対容積の違いによる $w-\epsilon$ 曲線の変化は図3の場合と大きく異なっている。乾燥初期には横軸方向への移動が生じず、逆に乾

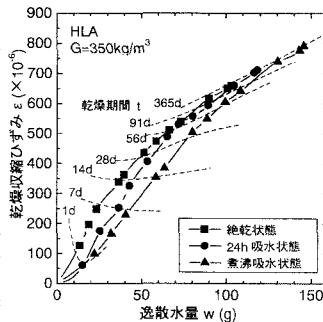


図3 $w-\epsilon$ 曲線(含水率の影響)

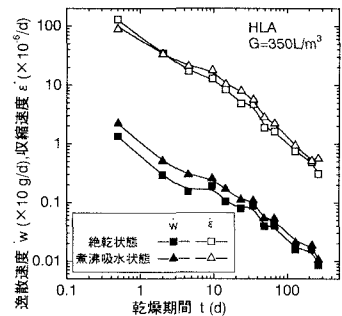


図4 $\dot{w}$ と $\dot{\epsilon}$ の変化(含水率の影響)

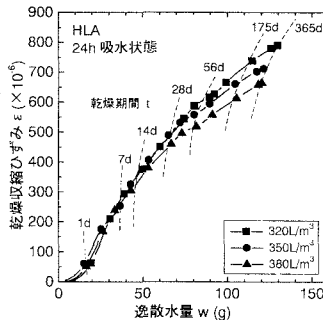


図5 $w-\epsilon$ 曲線(絶対容積の影響)

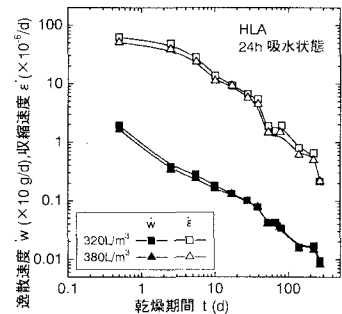


図6 $\dot{w}$ と $\dot{\epsilon}$ の変化(絶対容積の影響)

燥期間が長期になるにしたがって縦軸方向の移動が生じ、絶対容積が増加するほど乾燥1年の $\dot{\epsilon}$ は低減する。図6に絶対容積320L/m³ならびに380L/m³の供試体における $\dot{w}$ と $\dot{\epsilon}$ の経時変化を示したが、乾燥20日以降、両供試体において $\dot{w}$ は一致するにもかかわらず、両供試体における $\dot{\epsilon}$ の差はそのまま持続し大小関係は変化しない。粗骨材絶対容積の増加により長期で $\dot{\epsilon}$ が低減するのは、同一絶対容積で粗骨材含水量が増加した場合にくらべて、粗骨材含水の養生効果によるペースト組織の緻密化が進行しにくく、むしろペースト骨材間の界面の増加によって組織が粗となり、大きな毛細管張力が発生しなかったためと思われる。

4. 結論

本研究により、軽量骨材コンクリートの乾燥収縮特性について以下のような結論が得られた。

- 1) 含水率が高い軽量粗骨材もしくは吸水率の大きい粗骨材種類であるほど、乾燥初期の収縮速度は低だし、長期での収縮量は増大する。この収縮機構には、コンクリート中で粗骨材含水がペースト部へ供給されることによる乾燥初期の収縮ひずみ速度の低下ならびにペースト組織の緻密化が関与していると考えられる。
- 2) 低吸水性である高性能軽量粗骨材を用いた場合、その収縮特性は普通コンクリートの場合とほぼ同様の傾向となる。高性能軽量粗骨材の絶対容積を増加させても、コンクリート中で粗骨材含水がペースト部へ十分に供給されず、長期における乾燥収縮は小さくなった。