

人工軽量骨材を用いたコンクリートの自己体積変化

日本セメント(株) 中央研究所 正会員 ○河野克哉 正会員 森 寛晃
正会員 岡本享久 正会員 石川雄康
正会員 柴田辰正

1. はじめに

近年、コンクリートの高性能化が要求されるようになり、その一例として人工軽量骨材を用いたコンクリートの高強度化あるいは高流動化が行われるようになってきている¹⁾²⁾。このようなコンクリートは、水結合材比が小さく粉体量が多いため、構造物への適用に際して自己収縮を考慮することが必要である。また、これまでコンクリートの自己収縮は、その原因が水和反応に起因するためペースト部に着目した研究がほとんどであり、骨材が与える影響については十分に議論されていない。とくに、人工軽量骨材を用いたコンクリートの自己収縮に至っては、ほとんど検討されていないのが実状である。このような背景のもと、本研究では物性の異なる3種類の人工軽量骨材をそれぞれ粗骨材に用いたコンクリートにおいて、普通コンクリートと比較しながら、人工軽量骨材の種類、含水状態および絶対容積が自己収縮に与える影響について考察した。

2. 実験概要

表1 使用した粗骨材の種類ならびに物性

2.1 使用材料ならびに配合

セメントには早強セメント(比重 3.15、比表面積 $4490\text{cm}^2/\text{g}$)を、細骨材には青梅産砕砂(表乾比重 2.62、吸水率 1.63%)を用い、

記号	種類	原料および製造方法	絶対比重	24h 吸水率 (%/wt)	24h 吸水率 (%/vL)	煮沸吸水率* (%/wt)	煮沸吸水率* (%/vL)	最大寸法 (mm)
AL1	人工軽量骨材	膨張頁岩、非造粒	1.27	17.6	22.3	27.9	35.4	15
AL2		真珠岩、造粒	1.17	3.78	4.42	8.26	9.67	15
AL3		—	0.94	5.10	4.79	9.26	8.70	15
CS	青梅産砕石	—	2.62	0.74	1.94	—	—	15

混和剤として高性能 AE 減水剤ならびに AE 助剤を使用した。また、粗骨材には表1に示した絶対比重や吸水率の異なる人工軽量骨材3種類および普通骨材1種類を用いた。

表2 粗骨材の使用条件

配合は、単位水量ならびに単位セメント量を固定して $W/C=32\%$ とし、表2に示すように粗骨材の種類、含水状態(含水率 Q)および単位量を変化させた。なお、スランプと空気量は混和剤添加量により、それぞれ $15\pm 3\text{cm}$ 、 $5.0\pm 1.0\%$ とした。

* 絶対骨材を2時間煮沸した吸水状態

種類	AL1, AL2, AL3, CS
含水状態	絶対乾, 24h 吸水, 煮沸吸水*
単位量	$320\text{L}/\text{m}^3$, $350\text{L}/\text{m}^3$, $380\text{L}/\text{m}^3$

2.2 コンクリートの自己収縮ひずみの測定

(1)材齢 24 時間以前の測定方法：図1に示すように、型枠(10×10×40cm)による供試体の自由な変形の拘束を防ぐため型枠と接する面にテフロンシートならびにポリエチレンボードを、また、水分逸散を防ぐため供試体全面にポリエチレンフィルムを設置した。測長は、20℃恒温室で始発時間に達した時点から、供試体中心部に取付けた埋込みゲージ(弾性係数 39MPa)にて行った。なお、供試体中心部に取付けた熱電対にて温度を実測し、長さの補正を行った。

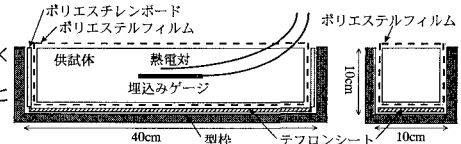


図1 自己収縮ひずみの測定方法

(2)材齢 24 時間以降の測定方法：上記の試験が終了後、直ちに脱型し、供試体全面をアルミ粘着テープでシールした。20℃恒温室に静置し、供試体に質量減少がないことを確認しながら長さ変化を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 粗骨材種類と自己体積変化の関係

図2は、各粗骨材を24h 吸水状態で単位量 $350\text{L}/\text{m}^3$ にて用いたコンクリートの自己体積変化の測定結果である。AL1を用いた場合、材齢1日までに大きな自己膨張を生じ、以後は緩慢に膨張している。一方、AL2ならびにAL3を用いた場合は、材齢1日までに急激な自己収縮を生じ、長期にわたって収縮が進行している。

キーワード：人工軽量骨材、含水率、自己収縮、自己膨張、自己乾燥

〒135-0024 東京都江東区清澄 1-2-23

TEL 03-3642-7171 FAX 03-3643-2047

いずれの人工軽量骨材を用いた場合でも、普通骨材 CS を用いた場合に比べて自己収縮が低減されていることがわかる。これは、どの供試体にも外部から水の供給がないことを考えると、粗骨材中の含水がペースト部への水分供給源となったものと推察できる。すなわち、セメントの水和反応にともなう新たな空隙の形成ならびに空隙水の消費が生じても、粗骨材中の含水が多いものほど空隙内へ水が供給されやすく自己収縮は小さくなる、あるいは自己収縮を生じないものと考えられる。なお、同程度の含水量である AL2 ならびに AL3 に着目すると、ほとんど同様の収縮性状を示し、本実験の範囲では、粗骨材の絶対乾比重の違いが自己収縮に大きく影響していないこともわかった。

3.2 粗骨材含水率と自己体積変化の関係

図 3 は、AL1 ならびに AL2 の含水量をそれぞれ変化させ、単位量 $350\text{L}/\text{m}^3$ にて用いたコンクリートの自己体積変化の測定結果である。これより、同一の粗骨材でも含水量が変化すれば自己収縮量も変化し、粗骨材中の含水量が多いほどペースト部へ水分が供給されやすいため自己収縮が発生しにくいことがわかる。

3.3 粗骨材絶対容積と自己体積変化の関係

図 4 は、24h 吸水状態の AL2 を異なる単位量にて用いたコンクリートの自己体積変化の測定結果である。粗骨材の絶対容積が増加するほどペースト部に供給できる水が多くなるため、自己収縮の発生時期に遅れを生じている。各供試体において材齢 1 日までに生じたひずみの差がそのまま長期にわたって持続する形で自己収縮が進行していることがわかる。

3.4 高吸水性の骨材の使用が自己収縮に与える影響について

人工軽量骨材を用いたコンクリートでは、水和反応によって湿度低下した、すなわち自己乾燥したペースト部の微細空隙へ骨材の含水が移動するという水の再分布を生じている。この現象は人工軽量骨材の自己養生機能ともよばれており³⁾、ペースト部における細孔構造の形成に大きな影響を及ぼしているものと思われる。これまで、吸水率の高い骨材は、コンクリートのフレッシュ性状や耐久性を低下させるため低品質であるといわれてきた。しかし、本研究の結果は、人工軽量骨材をはじめとした高吸水性の骨材を使用することでコンクリートの自己収縮が効果的に低減できることを示唆するものと考えられる。

4. 結論

本研究により、以下のような結論が得られた。

- 1) 24h 吸水状態の人工軽量骨材を用いたコンクリートの自己収縮は、粗骨材中の含水がペースト部に供給されるため普通骨材の場合よりも小さくなる。
- 2) 人工軽量骨材の含水量ならびに絶対容積が多いほど、コンクリート供試体中に含まれる粗骨材含水の総量が多くなり、自己収縮の低減に効果的となる。

[参考文献] 1) 例えば、内藤憲一ほか：高品質人工軽量骨材を使用した高強度軽量コンクリート，土木学会第 47 回年次学術講演会講演概要集第 5 部，864-865 (1993)。2) 例えば、川島宏幸ほか：超軽量骨材を用いた高流動コンクリートに関する基礎的研究，土木学会第 51 回年次学術講演会講演概要集第 5 部，720-721 (1997)。3) 松藤泰典ほか：人工軽量骨材の自己養生機能を利用した粉粒体コンクリートの開発，セメント技術年報，42，587-590 (1988)。

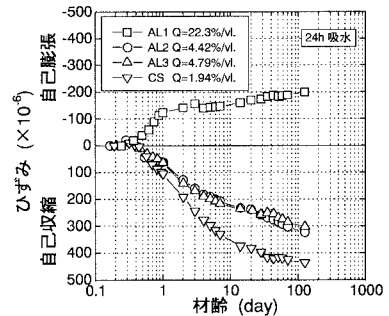


図 2 粗骨材種類と自己体積変化の関係

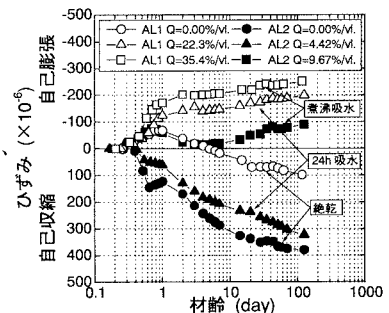


図 3 粗骨材含水率と自己体積変化の関係

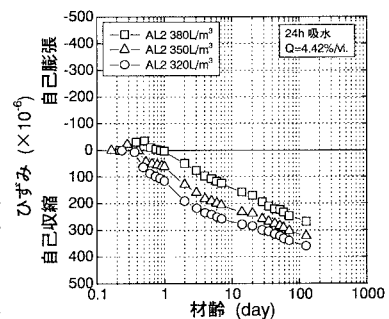


図 4 粗骨材絶対容積と自己体積変化の関係