

超軽量人工骨材を用いたコンクリートの収縮特性

茨城大学工学部 正会員 ○木村 亨
 茨城大学工学部 正会員 福澤 公夫
 東北大学工学部 鈴木 健司
 クリスタルクレイ(株) 山本 達

1. はじめに

近年、構造物は大型化、高層化に伴いコンクリート自体の高性能化、高機能化が要求されている。その手法の一つに、密度の小さな骨材を用いることによるコンクリートの軽量化がある。この種の骨材として、ガラスカレットや、真珠岩を主原料とする超軽量人工粗骨材が開発されている。しかし、上記で述べた超軽量人工骨材を用いたコンクリート(以下、超軽量コンクリートという)で30N/mm²程度の圧縮強度とする場合、強度を大きくするために水セメント比を小さく、セメント量を増加させることになり、結果として収縮量が大きくなる恐れがある。この種コンクリートの自己収縮および乾燥収縮測定例としては、普通骨材の砕砂と真珠岩系超軽量人工粗骨材を用いた密度1.8g/cm³程度、圧縮強度が60N/mm²程度のコンクリートに関する河野克哉ら¹⁾の研究があげられる。

本研究では、ガラスカレットを主原料とするガラス発泡超軽細量骨材に、ガラス発泡超軽量人工粗骨材あるいは、真珠岩を原料とする超軽量人工粗骨材を用いる場合の密度1.2g/cm³程度、圧縮強度が30N/mm²程度の超軽量コンクリートの自己収縮および、乾燥収縮の把握を目的として、圧縮強度あるいは水セメント比を一致させた普通骨材を用いたコンクリート(以下、普通コンクリートという)との比較検討を行った。

2. 実験方法

本実験の使用材料を表1に、コンクリートの配合および試験結果を表2に示す。コンクリートの打設から6時間後からの自己収縮および、水中養生28日からの乾燥収縮の測定には埋込式ゲージを用いて行った。測定に用いた埋込式ゲージは、従来の物に比べ、弾性係数が著しく小さい(1.5MP)という特徴を有するゲージ²⁾であり、供試体中央に設置するためにゲージの上下端部に孔を開け、上下から糸を用いてゲージを固定した状態でコンクリートを打設し(図1参照)、整形直後に糸を抜き取った。自己収縮測定用供試体は、糸を抜き取った直後に水分逸散を防ぐためアルミテープにて封緘し、恒温恒湿室(温度20℃、湿度60%)中に保存した。なお、型枠には、鋼製の使い捨て型枠を用い、自己収縮測定用供試体においては、コンクリートの付着および摩擦抵抗の低減のためにテフロンシートを型枠内面配置した。なお、超軽量人工骨材は実生産において気乾状態で使用されていることを考慮し、気乾状態のものを用いた。

表1 使用材料

材料	種類	記号	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%/wt)	吸水率 (%/vl)
セメント	普通ポルトランドセメント	C	3.15	—	—
細骨材	砕石	S	2.47(表乾)	1.60	3.84
	ガラス発泡骨材	GF	0.68(絶乾)	8.20	5.58
粗骨材	砕石	G	2.54(表乾)	0.99	2.57
	ガラス発泡骨材	GC	0.57(絶乾)	11.70	6.67
	真珠岩系骨材	GR	0.85(絶乾)	5.10	4.79
混和剤	真珠岩系骨材	GS	1.20(絶乾)	3.78	4.42
	AE剤	AE	1.12	—	—
	超高強度用高性能減水剤	SSP	1.10	—	—

表2 コンクリートの配合および試験結果

コンクリート	記号	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単用量(kg/m ³)				混和剤		密度 (g/cm ³)	圧縮強度 (MPa)
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE	SSP		
普通	NN35	35	0.38	175.1	500.3	608.3	982.0	—	—	2.41	55.3
	NN55	55	0.43	190.6	346.5	758.8	953.2	173.3	—	2.37	36.4
超軽量	GL-GL35 (0.57)	35	0.49	214.2	612.1	198.9	177.0	—	1224.0	1.12	22.2
	GL-ASL35 (0.85)			214.2	612.1	198.9	255.0	—	1224.0	1.25	34.7
	GL-ASL35 (1.20)			214.2	612.1	198.9	360.0	—	1224.0	1.39	40.0

* 混和剤の表示は、単用量(g)

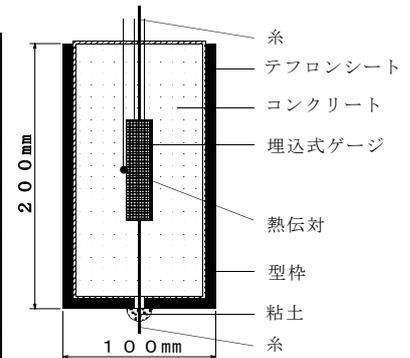


図1 ゲージの固定方法

キーワード：超軽量人工骨材、応力ひずみ関係、自己収縮、乾燥収縮

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL:0294-38-5274 FAX:0294-35-8146

3. 実験結果・考察

3.1 自己収縮ひずみ

封緘状態における収縮を自己収縮と考えた。材齢60日までの自己収縮ひずみを図2に示す。材齢60日における自己収縮ひずみを比較すると、普通コンクリートでは収縮が見られないのに対し、超軽量コンクリートでは大きな収縮を示した。なお、河野らの研究では、普通骨材を用いる場合にも自己収縮は生じている。これは、河野らは、早強セメントを用いていることと、セメント量が $530\text{kg}/\text{m}^3$ と多いことに起因する物と思われる。図3に超軽量人工粗骨材の密度と材齢60日における自己収縮ひずみの関係を示す。超軽量人工粗骨材を用いると自己収縮ひずみが増大するのは、超軽量骨材を気乾状態で用いたため練混ぜ後骨材が水分を吸水し、水セメント比を低下させたためと考えられ、密度が小さく吸水率が大きいほど収縮は大きくなった。

3.2 乾燥収縮ひずみ

材齢28日迄水中養生を行い、その後恒温恒湿室(温度 20°C 、湿度 60%)中にて静置する場合の乾燥収縮ひずみを図4に示す。ガラス発泡超軽量人工骨材を用いたコンクリートは、普通コンクリートよりも収縮ひずみが大きく、真珠岩系超軽量人工骨材を用いたコンクリートは、乾燥収縮ひずみは小さくなった。図5に超軽量人工粗骨材の密度と乾燥日数50日における乾燥収縮ひずみの関係を示す。図4および図5より超軽量コンクリートでは自己収縮ひずみの場合と同様に、粗骨材の密度が小さくなるほど乾燥収縮ひずみも大きくなること分かる。

4. まとめ

①超軽量人工骨材を気乾状態で用いた超軽量コンクリートは、水セメント比 35% で自己収縮を示す。超軽量人工粗骨材の密度が小さくなるにつれ自己収縮ひずみは、増大する。同一水セメント比の普通骨材を用いるコンクリートは、自己収縮が起こらない。このことから判断して、超軽量骨材を用いたコンクリートの自己収縮はペースト部分から骨材の空隙部分に水分が吸収されているためと思われる。

②材齢28日迄水中養生を行った後の乾燥収縮ひずみは、自己収縮ひずみと同様、用いた超軽量人工粗骨材の密度が小さくなるにつれ増大する。同一水セメント比の場合、超軽量骨材の密度 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ のときの乾燥収縮ひずみは、普通コンクリートより小さく密度 $0.85\text{g}/\text{cm}^3$ の場合は、同程度であった。

参考文献

- 1) 河野克哉, 岡本享久, 他2名:超軽量骨材を用いたコンクリートの自己収縮ならびに乾燥収縮, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 20, No. 2, 1998
- 2) 堀田智明, 名和豊春:セメント系材料の自己収縮に関する研究, 日本建築学会構造系論文集 第542号, 9-15, 2001, 4

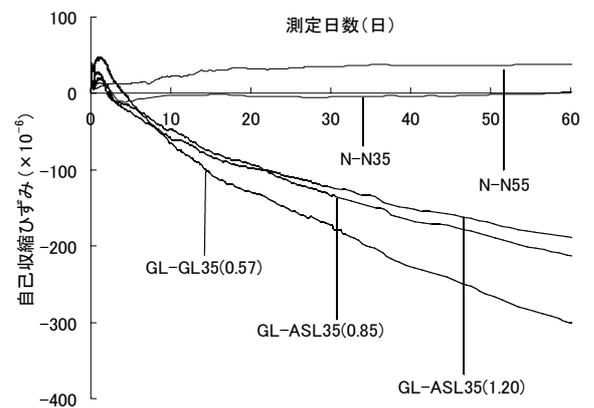


図2 材齢60日迄の自己収縮

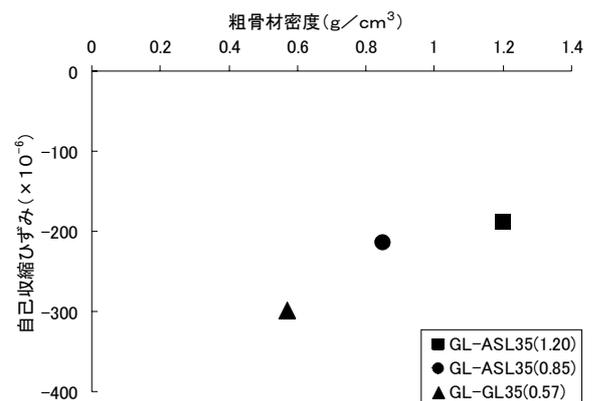


図3 粗骨材密度と自己収縮の関係

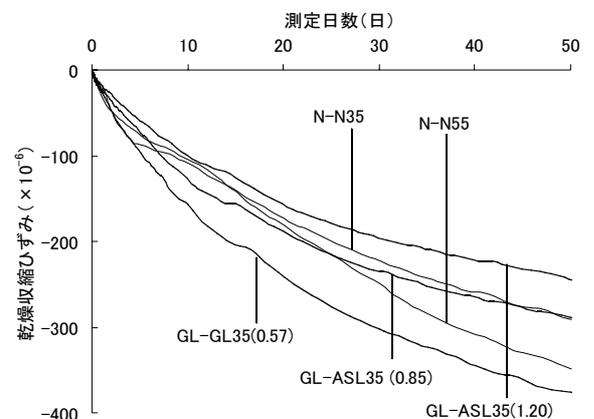


図4 乾燥日数50日までの乾燥収縮自

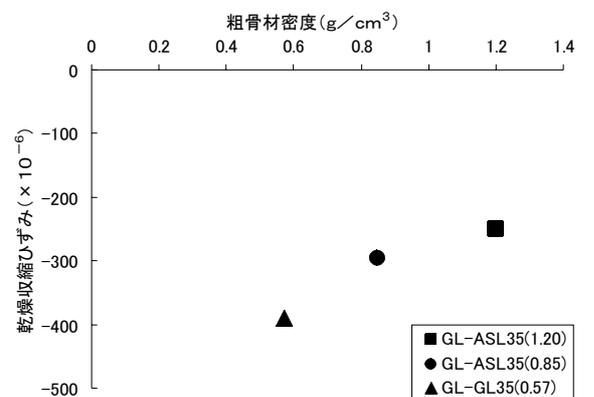


図5 粗骨材密度と乾燥収縮の関係