

## 乾燥収縮ひずみに影響する水量，骨材の種類および容積

九州共立大学 学生員 小田 康仁, 正員 高山 俊一  
 豊前宇部コンクリート工業(株) 矢野春之, (株)共和生コン 平原征男,  
 中村産業生コン(株) 福田清一

### 1. まえがき

土木学会 2007 年制定「コンクリート標準示方書」で、コンクリートの乾燥収縮ひずみを測定しておくことが、望ましいように記載されている。そこで、水セメント比、骨材の産地および骨材の種類などが異なる 6 種類のコンクリートで、乾燥収縮ひずみを測定した。乾燥収縮ひずみは、単位水量に大きく影響されるが、粗骨材に使用した石灰石によっても大きく影響することが知られている<sup>1) 2)</sup>。北部九州では、付近に石灰石を多く産出するため、骨材に石灰石を使用したコンクリートも作製した。現在は、約 90 日で測定の途中であるが、講演当日には 180 日が経過した測定結果を発表するつもりである。

### 2. 実験概要

#### 2.1 コンクリートの配合および骨材の種類

6 種類のコンクリートの配合を表-1 に示す。表-2 は細・粗骨材の産地、混合比および骨材の容積などを示す。田川市および津久見の骨材は石灰石である。

2.2 供試体の作製 乾燥収縮ひずみの測定は、埋込みゲージ(KM-100B、東京測器研究所(製))とストレンゲージ(PL-60)を用いる方法により行った。埋込みゲージは供試体(10×10×40cm)の中心に設置される様に、針金を用いて行った。供試体の作製は平成 20 年 8 月 28 日に 1 配合 3 本ずつ作製した。供試体は恒温室(20±2℃、湿度約 60%)に設置し、収縮ひずみの測定を材齢 7 日および 28 日からそれぞれ開始した。ストレンゲージはプレコーティング剤を塗布後、ゲージを貼付した。ゲージ上面には、コーティングテープ(VM テープ)で覆った。ストレンゲージは一本の供試体側面に、2 枚ずつ貼付した。

### 3. 結果および考察

3.1 乾燥収縮ひずみ量 図-1 は埋込みゲージによる乾燥収縮ひずみ量(材齢 7 日開始)の約 90 日までの結果を示す。約 90 日で配合 1、2 および 5 では、収縮ひずみが約 550 μ に達している。また、配合 3 および 4 での収縮ひずみは約 335 μ であり、他の 4 配合に比べて 130~200 μ ほど小さい。図-2 は埋込みゲージによる収縮ひずみとストレンゲージ(4 枚の平均値)によるそれを比較したものである。同図によると、同一配合での収縮ひずみは 45 度の直線より上方に有るので、ストレンゲージに

表-1 コンクリートの配合

番号	呼び強度	スランプ(cm)	セメントの種類	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
						セメント	水	細骨材	粗骨材	混和材
1	24	18	N	53	49.4	343	182	855	921	3.43
2	33	18	N	45	49.9	371	167	871	921	2.60
3	21	8	BB	58	46.1	273	158	854	1029	2.730
4	30	18	N	47	46.9	366	172	820	956	2.379
5	24	18	N	55	48.4	331	182	840	932	3.31
6	24	8	BB	55	46.4	286	157	851	1018	2.86

表-2 骨材の種類

番号	細骨材, 混合比(容積)(産地)粗粒率			粗骨材実積率(%)	粗骨材容積(ℓ)	石灰石細骨材容積/6+粗骨材	石灰石のみ1.1倍
	海砂	海砂	砕砂				
1	海砂 40 (佐賀県) 2.55	海砂 35 (福岡市) 2.00	砕砂 25 (田川市) 3.10	砕石 (門司) 58.0	336	350 (ℓ)	336 (ℓ)
2	海砂 40 (佐賀県) 2.55	海砂 35 (福岡市) 2.00	砕砂 25 (田川市) 3.10	砕石 (門司) 58.0	336	350	336
3	海砂 60 (福岡市) 2.00	砕砂 40 (田川市) 3.10		砕石 (田川市) 59.0	381	403	419
4	海砂 60 (福岡市) 2.00	砕砂 40 (田川市) 3.10		砕石 (田川市) 59.0	354	375	389
5	海砂 80 (佐賀県) 2.53	砕砂 20 (津久見) 2.90		砕石 (門司) 58.0	345	356	345
6	海砂 80 (佐賀県) 2.53	砕砂 20 (津久見) 2.90		砕石 (門司) 58.0	377	388	377

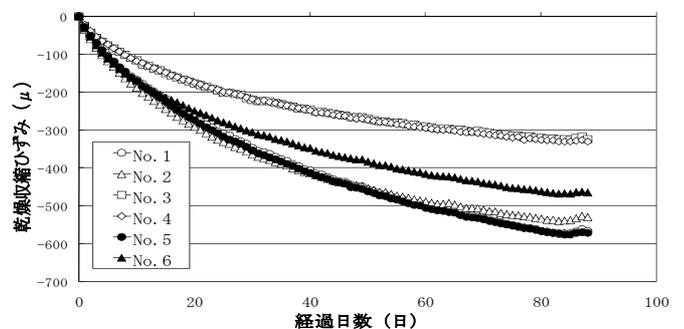


図-1 乾燥収縮ひずみ (材齢7日開始 埋込みゲージ)

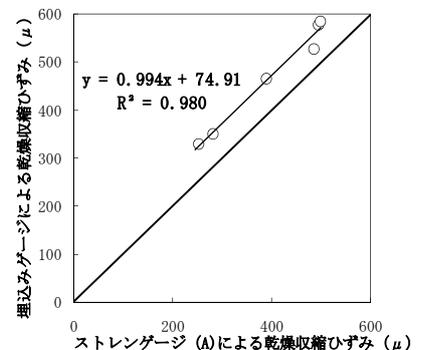


図-2 埋込みゲージとストレンゲージによる乾燥収縮ひずみの相違 (Aシリーズ, 材齢7日 12月2日測定)

よる収縮ひずみが、約  $67\mu$  だけ埋込みゲージのそれより小さかったことになる。収縮ひずみの差は、測定開始後 5~20 日間で約  $50\mu$  ほど生じている。埋込みゲージとストレングージの回帰直線の相関係数  $R$  が 0.99 であり、関係が著しく大きいものと判断される。このことから、ストレングージによるひずみは確かに小さいが、埋込みおよびストレングージの測定値はばらつきが小さく、信頼できるものとする。

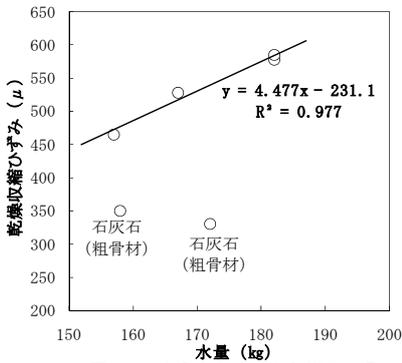


図-3 乾燥収縮ひずみと単位水量  
(埋込みゲージ (A) 12月2日測定)

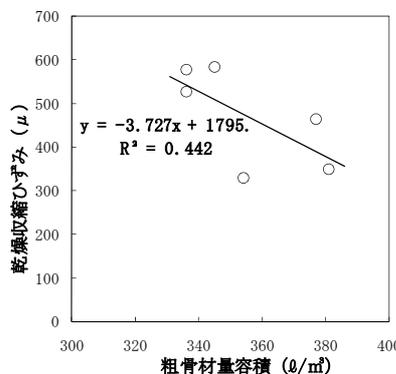


図-4 乾燥収縮ひずみと粗骨材容積 (埋込みゲージ)

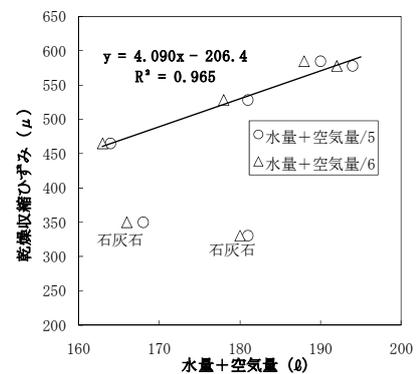


図-5 乾燥収縮ひずみと水量+空気量 (埋込みゲージ)

### 3.2 乾燥収縮ひずみ量に影響する要因

乾燥収縮ひずみに影響する要因を探るため、水量、粗骨材容積および空気量などとの関係を図に示した。図-3 は乾燥収縮ひずみと水量の関係を示す。同図によると、石灰石(粗骨材)使用コンクリートの収縮ひずみの場合を除き、収縮ひずみが水量に強い関係があることが分かる。粗骨材に石灰石を使用すれば、収縮ひずみが  $150\sim 200\mu$  ほど小さくなっている。図-4 は収縮ひずみと粗骨材容積の関係を示す。同図によると、粗骨材容積が多くなるほど、収縮ひずみが減少していることが分かる。配合 4 の石灰石使用コンクリートの収縮ひずみが約  $330\mu$  と小さいため、相関係数  $R$  は 0.66 とそれほど大きくない。図-5 は空気量を 1/5 および 1/6 とした容積に水量を加えた容積と収縮ひずみの関係を図示したものである。同図は、図-3 と類似した傾向を示した。図-6 は水量から石灰石粗骨材容積の 8% を引いた容積と収縮ひずみの関係である。水量の増加は収縮ひずみを大きくし、粗骨材での石灰石の使用は、収縮ひずみを抑制する<sup>2)</sup> ことから同図を示したものである。水量と石灰石容積の両者を入力した容積が、乾燥収縮ひずみと強く関係していることが分かる。図-7 は石灰石容積のみを 1.1 倍として、収縮ひずみと粗骨材容積の関係を示したものである。回帰直線の相関係数  $R$  が、 $R=0.91$  と極めて大きいため、収縮ひずみと石灰石容積を 1.1 倍とした場合は強い関係があるものとする。

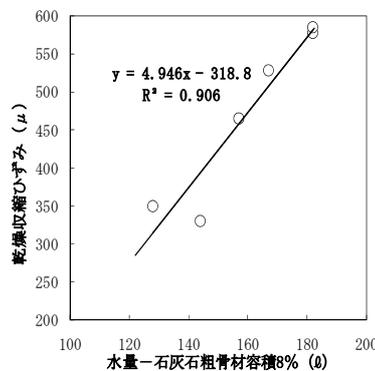


図-6 乾燥収縮ひずみと(水量-石灰石粗骨材容積8%)  
(埋込みゲージ)

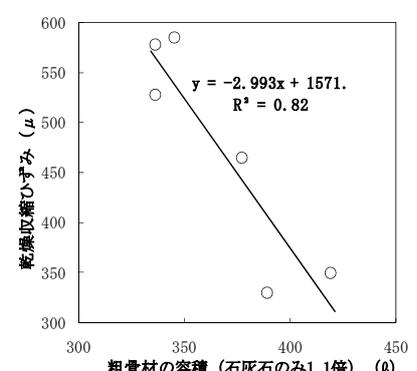


図-7 乾燥収縮ひずみと粗骨材容積  
(埋込みゲージ)

## 4. まとめ

- (1) 乾燥収縮ひずみの測定は、埋込みゲージと同様にストレングージによっても測定できるものとする。しかしながら、ストレングージの収縮ひずみは約  $60\mu$  ほど小さくなる傾向があった。
- (2) 収縮ひずみは、単位水量に比例して大きくなる。しかしながら、粗骨材に石灰石を使用した場合、 $150\sim 200\mu$  ほど小さくなった。
- (3) 粗骨材に石灰石を使用した場合、水量および粗骨材の石灰石容積を考慮すれば、一本の回帰直線で示すことができるものとする。

### 参考文献

- 1) 閑田徹志, 百瀬晴基: 乾燥収縮ひずみに注目した天然骨材選定例、コンクリート工学, Vol.46, No.5, pp.24~29, 2008.5
- 2) 寺西浩司: コンクリートの乾燥収縮に影響を及ぼす要因、コンクリート工学, Vol.46, No.12, pp.11~19, 2008.12