

コンクリートの乾燥収縮ひずみに影響する粗骨材の性質、種類および単位水量

九州共立大学 学生員 村中 謙介

九州共立大学 正員 高山 俊一

1. まえがき

目標スランプ、水セメント比、骨材の種類などが異なる 10 種類のコンクリートを利用して、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、骨材に石灰石を使用した場合には小さくなることが知られている。石灰石使用コンクリートでの乾燥収縮は、他種骨材使用コンクリートの乾燥収縮とどのような関係にあるか、さらに粗骨材容積量をどのように取り扱えばよいかを検討した。さらに、通常の碎石を磨砕した骨材を使用して実験を行った。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合および骨材の種類

10 種類のコンクリートの配合を表-1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材は全て海砂を使用した。配合 1 が玄武岩碎石を使用し、基準配合とする。配合 2 は配合 1 に、収縮低減剤を添加した。配合 3 は、ロサンゼルスすりへり試験機を利用し、玄武岩碎石を磨砕した骨材を使用した。配合 7 および 10 も、粗骨材に磨砕骨材を使用した。配合 4 および 8 は粗骨材に石灰石を使用した。配合 5 は粗骨材量を 1166kg/m^3 と、配合 1 に比べて 18% 多く使用した。これは、粗骨材量が乾燥収縮の抑制に影響していることが考えられたためである。配合 6, 7 および 8 は目標スランプ 8cm とし、配合 1 の単位水量に比べて 19kg/m^3 小さい 160kg/m^3 とした。配合 9 および 10 は、水セメント比を 45%、単位水量 160kg/m^3 として高性能減水剤を添加した。

表-2 に使用骨材の物理的性質を示す。コンクリート内部の空隙状態を知るため、水銀圧入式ポロシメータによって細孔分布状態を調べた。

2.2 供試体の作製および乾燥収縮ひずみの測定方法

10 種類のコンクリートは同一日 (2009 年 5 月 12 日) に打設し、供試体を作製した。乾燥収縮ひずみ用供試体は $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱である。供試体は恒温室 ($20\pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度約 60%) に設置した。収縮ひずみの測定は、ひずみゲージ変換器 (以下、埋込みゲージと略す、KM-100B) とひずみゲージ (PL-60-11) の両者を利用して行った。

3. 結果および考察 表-3 にコンクリートのスランプおよび圧縮強度を示す。図-1 は埋込みゲージによる乾燥収縮ひずみの変化を示す。同図によると、配合 1 および配合 2 のコンクリートの収縮ひずみは 700μ 以上となり、最も大きくなった。配合 2, 配合 4 および配合 8 の場合の収縮ひずみが 520μ で最も小さくなった。配合 2 は収縮低減剤と添加、配合 4 および配合 8 は石灰石を使用したことによる収縮ひずみの低下であると考えられる。配合 5 の粗骨材多量を 1166kg/m^3 と多くした場合の収縮ひずみは、約 600μ となり、基準配合である配合 1

表-1 コンクリートの種類

配合番号	コンクリートの種類	目標スランプ (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg)	単位セメント量 (kg)
1	基準配合	18	55	47	179	328
2	収縮低減剤					
3	磨砕					
4	石灰石					
5	粗骨材多量	8	46	39	163	299
6	スランプ 8cm 基準配合					
7	8cm 磨砕碎石					
8	8cm 石灰石					
9	W/C45%, 高性能減水剤	18	45	46.5	160	365
10	W/C45%, 磨砕, 高性能減水					

表-2 コンクリートの物理的性質

	密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	粗粒率 (%)	実積率 (%)
海砂	2.59	1.25	2.50	63.7
碎石	2.72	0.60	6.52	61.1
石灰石	2.70	0.58	6.23	61.2
磨砕碎石	2.73	0.60	—	66.9

表-3 スランプおよび圧縮強度

番号	スランプ (cm)	空気量 (%)	28日 強度 (N/mm ²) 乾燥 養生	圧縮 強度 (N/mm ²) 水中 養生
1	17.5	2.5	36.5	38.2
2	19.5	4.7	32.7	34.1
3	20.5	3.0	40.1	37.8
4	19.0	2.9	40.1	34.7
5	15.0	2.3	38.1	34.2
6	8.0	4.6	37.4	35.0
7	12.0	4.3	36.6	33.1
8	10.5	5.9	35.1	33.6
9	17.5	3.0	50.1	42.2
10	18.5	4.0	48.4	42.8

の収縮ひずみに比べて約 100μ 小さくなった。配合 5 では粗骨材量を $182\text{kg}/\text{m}^3$ 増加したことで抑制効果が表れたものとする。

4. 乾燥収縮ひずみと諸性質

図-2 は、埋込みゲージとひずみゲージ(4枚による平均値)の関係を示す。ひずみゲージによる乾燥収縮ひずみが埋込みゲージのそれとほぼ同一であれば、データの値(○印)は、45度の直線上にある。同図によると、回帰直線は、ほぼ45度の直線にそっている。回帰直

線の相関係数 $R=0.79$ となり、埋込みゲージおよびストレングージの両者の収縮ひずみの相関性が十分にあったものとする。図-3 は収縮ひずみと単位水量の関係を示す。ただし、黒丸のデータは回帰直線に含まれない。同図によると、通常の碎石使用コンクリートの乾燥収縮ひずみは単位水量と比例関係にあることが分かる。図-4 は石灰石容積のみを1.3倍した場合の粗骨材容積量と収縮ひずみとの関係を示す。No. 2 のデータは、回帰直線から省いた。同図によると、石灰石使用コンクリートは、通常の1.3倍の粗骨材容積量とした場合、収縮ひずみが減少することが分かった。図-5 は水量から石灰石粗骨材容積8%を減じた場合と収縮ひずみの関係を示す。No. 2 のデータは回帰直線より省いた。回帰直線の相関係数 $R=0.82$ と大きく、収縮ひずみと水量から石灰石のみ骨材容積量8%を減じた場合、高い相関が認められた。

5. まとめ

- (1) 収縮低減剤(No. 2)および石灰石使用(No. 4, No. 8)の各コンクリートの乾燥収縮ひずみは、約 520μ で最も小さくなった。
- (2) 埋込みゲージによる収縮ひずみとストレングージによるそれとは高い相関性が認められた。
- (3) 石灰石粗骨材容積量を調整することで、石灰石使用コンクリートを含めて他のコンクリートの収縮ひずみと同一範ちゅうとして扱えるものとする。

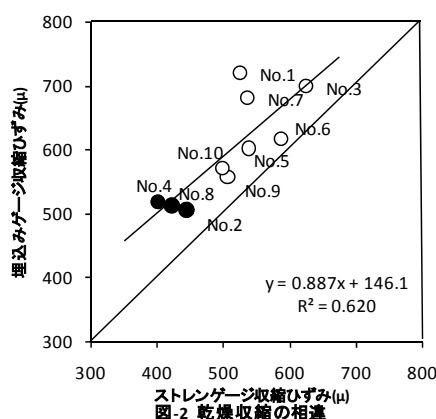


図-2 乾燥収縮の相違

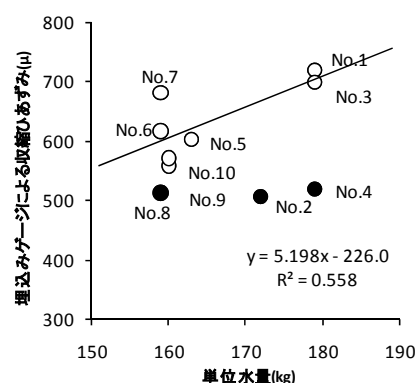


図-3 収縮ひずみと単位水量

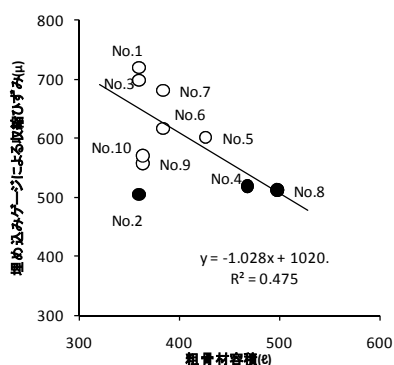


図-4 収縮ひずみと粗骨材容積量
(石灰石容積量1.3倍)

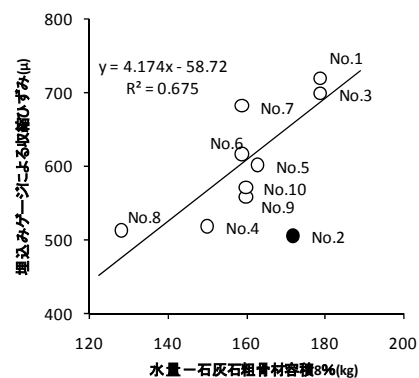


図-5 乾燥収縮ひずみと水量

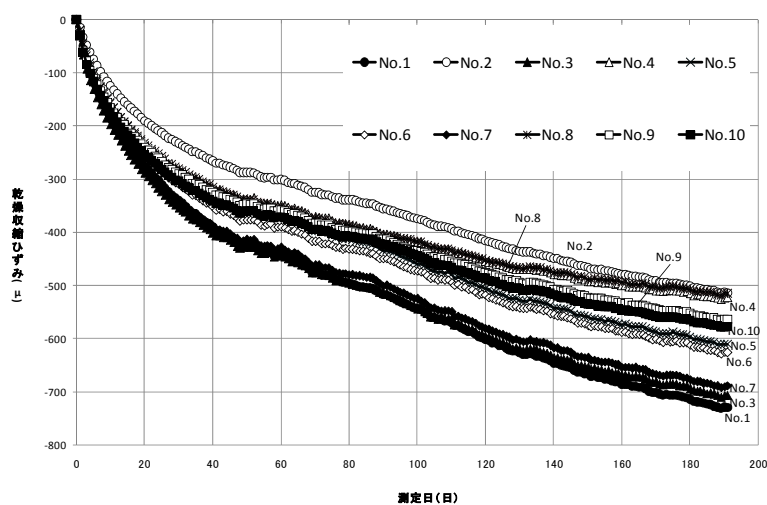


図-1 埋込みゲージによる乾燥収縮ひずみ(No.1~No.10)