

B-16

モルタルマトリックスの乾燥収縮応力を考慮したコンクリートの長さ変化率に関する検討
 A study on Drying Shrinkage of Concrete Considered the Drying Shrinkage Stress of the Mortar Matrix

○安居裕之¹, 中田善久², 斉藤丈士³, 大塚秀三⁴, 宮田敦典²

*Hiroyuki Yasui¹, Yoshihisa Nakata², Takeshi Saito³, Shuzo Otuka⁴, Atsunori Miyata²

Abstract : This Study Examined Drying Shrinkage of Concrete that is Relationship Between Drying Shrinkage of Mortar and Coarse Aggregate by Volume Fraction of Mortar and Coarse Aggregate.As a Result, Drying Shrinkage of Concrete is Possible to Consider from the Volume Fraction of Coarse Aggregate and Mortar Based on a Two-Phase Model.

1. はじめに

コンクリートのヤング係数は、コンクリートをマトリックスと骨材の複合モデルとみなす予測式により精度よく推定することが可能とされている^[1]. 長さ変化についても収縮の原動力がモルタルマトリックスの収縮応力、粗骨材はその収縮応力に抵抗するものと見なせば、コンクリートの長さ変化率は、モルタルおよび粗骨材が主要な影響要因であると考えられる。しかし、モルタルと粗骨材が二相モデルの観点から見たコンクリートの長さ変化率に及ぼす影響について十分に検討されていない。

そこで、本研究は、モルタルの収縮応力と粗骨材

の容積比に着目し、二相モデルにおけるコンクリートの長さ変化率に及ぼす影響を明らかにするために、実験を行い、検討したものである。ここでは、モルタル部分の調査を一定として粗骨材の容積比を変化させたコンクリートの実験結果から、コンクリートの長さ変化率を推定するために、モルタルと粗骨材における二相の収縮を簡易に示す並列式を用いた。また、モルタルおよび粗骨材の収縮応力を圧縮応力と見なす。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用材料を **Table 1** に示す。粗骨材の粒度による影響をできる限り除外するため、あらかじめ混合された碎石 2005 の必要量を各粒群に分類し、JASS 5 に示される標準粒度の範囲の中心値に再度調整した。

2.2 コンクリートの調査

コンクリートの調査を **Table 2** に示す。セメントと砂の構成割合は、C:S=1.0:2.9 の一定とし、フレッシュコンクリートの性状は、粗骨材の容積比が 0.35 においてスランプが 21 ± 1.5cm、空気量が 4.5 ± 1.5% を満足するように高性能 AE 減水剤の添加量により調整し、粗骨材の容積比が 0.24, 0.41 の場合は、化学混和剤のセメント量に対する添加率をこれと同一とした。また、粗骨材の容積比が 0 のコンクリートは、粗骨材の容積比が 0.35 のコンクリートをウェットスクリーニングしたものをモルタルとして使用した。

Table 1. Materials of Concrete

Materials	Type	Properties
Cement	Normal Portland Cement	Density:3.16g/cm ³
Water	Running Water	-
Fine Aggregate	Pit Sand	Density:2.61g/cm ³
Coarse Aggregate	Crushed Limestone	Density:2.70g/cm ³
	Crushed Hard Sandstone	Density:2.68g/cm ³
	Crushed Sandstone	Density:2.58g/cm ³
Admixture	Air Entraining and High Range Water Reducing Admixture	Polycarboxylate Type

Table 2. Mix Proportion of Concrete

W/C (%)	Volume of Coarse Aggregate Per Unit Volume Concrete (m ³ /m ³)	Unit Volume of Absolute (l/m ³)			
		W	C	S	G
30	0.41	157	166	220	412
	0.35	175	184	245	351
	0.24	207	218	288	242
	0(W.S)	-	-	-	-
40	0.41	157	124	262	412
	0.35	175	139	290	351
	0.24	207	164	342	242
	0(W.S)	-	-	-	-
50	0.41	157	99	287	412
	0.35	175	11	318	351
	0.24	207	131	375	242
	0(W.S)	-	-	-	-

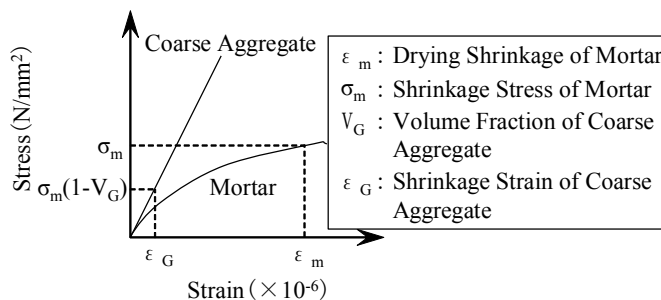


Figure 1. Definition of terms about the Curve Stress - Strain of Coarse Aggregate and Mortar

1: 日大理工・院(前)・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: 日大生物資源科学・教員 4: ものつくり大学・教員

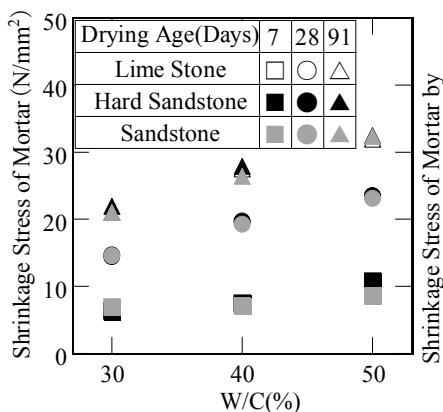


Figure 2. Relationship Between Water-Cement Ratio and Shrinkage Stress of Mortar

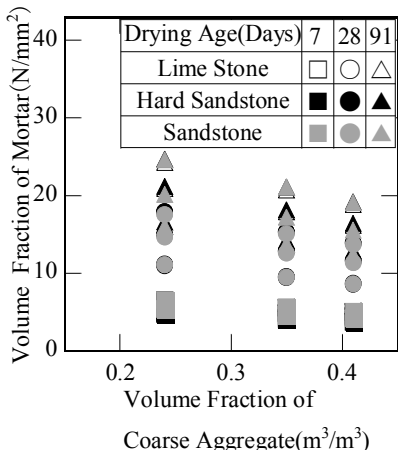


Figure 3. Relationship Between Volume Fraction of Coarse Aggregate and Shrinkage Stress of Mortar by Volume Fraction of Mortar

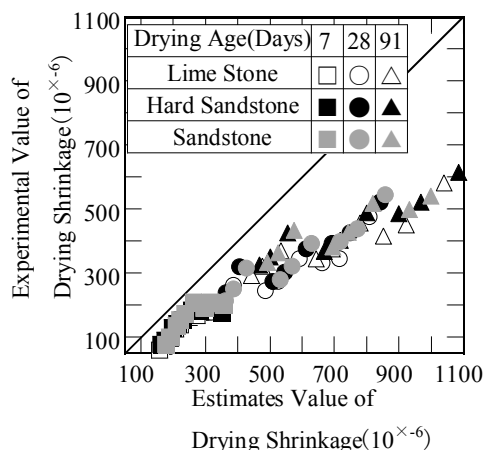


Figure 4. Relationship Between Estimates Value of Drying Shrinkage and Experimental Value of Drying Shrinkage

2.3 試験方法の概要

型枠に打込んだコンクリートは、練混ぜから 24 時間後に脱型をした。脱型後は、材齢 7 日まで標準養生し、養生後、寸法を測定した。測定後、供試体は 20°C、60%RH 恒温恒湿室で保管し、JIS A 1129-3 に準じ乾燥期間 13 週まで測定を行い、長さ変化率を算出した。

モルタルの応力-ひずみ曲線は、JIS A 1149 に準拠し、岩石の圧縮強度試験は、粗骨材の原石から採取した供試体を用いて、JIS M 0302 に準拠し測定した。

3. 乾燥収縮応力を考慮したコンクリートの長さ変化率に関する検討

本実験の応力-ひずみ曲線で取扱う用語の定義を Figure 1 に示す。本実験では、モルタルの長さ変化率を応力-ひずみ曲線に当てはめ、対応する応力をモルタルの乾燥収縮による応力と見なす。また、モルタルの収縮応力の大きさは、容積に比例すると考え、 $(1 - V_G)$ との積とした。

水セメント比とモルタルの収縮応力の関係を Figure 2 に示す。モルタルの収縮応力は、水セメント比が増加するほど大きくなる傾向を示した。これは、水セメント比が大きいほど乾燥収縮に影響するとされている逸散水量^[2]が多いためと考えられる。

粗骨材の容積比とモルタルの容積比に伴う収縮応力の関係を Figure 3 に示す。モルタルの容積比に伴う収縮応力は、粗骨材の容積比に伴い減少する傾向を示した。これは、収縮の原動力となるモルタルの容積比が小さくなるためと考えられる。

二相モデルにおけるコンクリートの乾燥収縮は、モルタルの収縮応力によるひずみが粗骨材と異なり、それぞれの容積比の影響を受ける。モルタルと粗骨材のひずみを足したものがコンクリートのひずみと

考えられる。これを二相モデルにおける並列式として表すと式(1)のようになる。

$$\epsilon_c = \epsilon_m \cdot (1 - V_G) + \epsilon_g \cdot V_G \quad \dots (1)$$

ここに、 ϵ_c : コンクリートの長さ変化率 ($\times 10^{-6}$)

ϵ_m : モルタルの長さ変化率 ($\times 10^{-6}$)

ϵ_g : 粗骨材の長さ変化率 ($\times 10^{-6}$)

V_G : 粗骨材の容積比

式(1)より求めた推定値と実験値による長さ変化率の関係を図 4 に示す。推定値は、全体に実験値よりも大きくなる傾向を示し、直線的な関係を示した。これは、コンクリートの水分の逸散挙動が粗骨材の容積比により変化する^[3]ことから、モルタルと異なり粗骨材の容積比における水分の挙動を介したと考えられる。また、収縮力を持続荷重と見なすとクリープひずみが生じ、実際の収縮応力が材齢に伴い緩和される可能性がある。

4. まとめ

コンクリートの乾燥収縮は、本検討方法においてモルタルと粗骨材の容積比から検討が可能であり、粗骨材の種類の影響は受けないことが示唆された。

5. 参考文献

- [1]例えば, Z.Hashin: The Elastic Modulus of Heterogeneous Materials, J.of App.Mech, Vol.29, No.1, pp.143-150, 1962.3
- [2]清水五郎, 松井嘉孝: 含有水の減少とコンクリートの収縮との相関性について, 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 分冊, pp.93-94, 1979.9
- [3]宮田敦典ほか: 粗骨材の容積比を変化させたコンクリートの水分の挙動に関する一考察: その 2 質量減少率および自由水量, pp.35-36, 2013.8