

コンクリートの乾燥収縮ひずみに関する基礎的検討

木村 仁治*
Yoshiharu Kimura

1. はじめに

2009年に改定された日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事¹⁾ (以下、JASS 5 とする) において、計画供用期間の級が長期および超長期では、コンクリートの乾燥収縮率は、 8×10^{-4} 以下とすることが規定された。また、コンクリートのひび割れを抑制する観点から、コンクリートの乾燥収縮への関心が高まっており、現場にコンクリートを供給するレディーミクストコンクリート工場 (以下、レミコン工場とする) を長さ変化試験の記録をもとに選定するケースもある。本報では、コンクリートの乾燥収縮ひずみについて検討した内容を報告する。

2. 乾燥収縮ひずみの測定結果

(1) スランプの影響について

ひび割れ抑制対策として、物流施設の設計図書では、スランプを 12 cm と規定されることがある。しかし、スランプ 12 cm のコンクリートで施工した場合、天端均しの施工性が悪化し、表面仕上げの不良に繋がることがあるため、スランプ 15 cm で施工したいという現場の要望が強い。そこで、スランプ 12 cm と 15 cm のコンクリートについて、乾燥収縮ひずみにどの程度の差が生じるか検証を行った。乾燥収縮ひずみの測定は、JIS A 1129-3 (ダイヤルゲージ法) に従って行った。実験の要因と水準を表-1 に示す。粗骨材は、石灰石碎石と砂岩碎石の2種類とした。また、コンクリートの使用材料を表-2 に、調合を表-3 に示す。調合管理強度は、物流施設の1階床に使用されることが多い 27 N/mm² とした。

乾燥収縮ひずみと質量変化率の測定結果をそれぞれ図-1、図-2 に示す。また、その測定値を表-4 に示す。粗骨材が砂岩碎石の場合と比べ、石灰石碎石の場合に乾燥収縮ひずみは 100×10^{-6} 程度小さくなった。同じ粗骨材で、スランプを 12 cm、15 cm とした場合の乾燥期間 26 週での乾燥収縮ひずみを比較した結果、どちらの粗骨材の場合も 10×10^{-6} の差であり、スランプ 12 cm、15 cm の違いによる影響を考慮する必要はないと考えら

* 技術研究所建築技術グループ

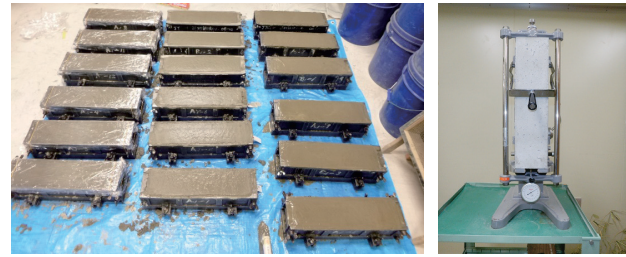


写真-1 長さ変化試験の試験体作製と測定状況

表-1 実験要因と水準 (スランプの影響の確認)

実験要因	水準
スランプ (cm)	12, 15
粗骨材	石灰石碎石, 硬質砂岩碎石

表-2 使用材料

材料	記号	内容
セメント	C	普通ポルトランドセメント (密度: 3.16 g/cm ³)
水	W	上水道水
細骨材 (混合)	S	山砂 70% (密度: 2.59 g/cm ³) 石灰石砕砂 30% (密度: 2.67 g/cm ³)
粗骨材	G1	石灰石碎石 (密度: 2.70 g/cm ³)
	G2	硬質砂岩碎石 (密度: 2.64 g/cm ³)
混和剤	Ad	AE 減水剤

表-3 コンクリートの調合

調合名	W/C (%)	目標 スラ ンプ (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					Ad (kg/m ³)
				W	C	S	G1	G2	
L12	55.3	12.0	47.5	171	309	851	972	—	3.09
L15	55.2	15.0	48.5	174	315	861	948	—	3.15
S12	55.3	12.0	47.5	171	309	851	—	950	3.09
S15	55.2	15.0	48.5	174	315	861	—	927	3.15

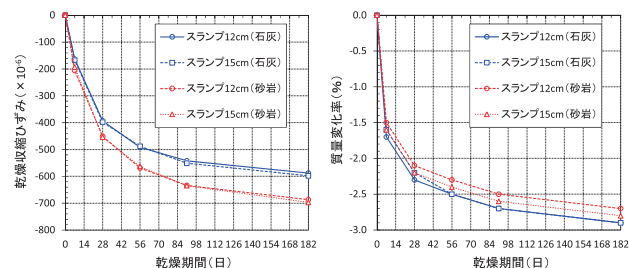


図-1 乾燥収縮ひずみ測定結果 図-2 質量変化率測定結果

表-4 乾燥収縮ひずみと質量変化率の測定値

調合名	乾燥収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)				質量変化率 (%)			
	乾燥期間				乾燥期間			
	4 週	8 週	13 週	26 週	4 週	8 週	13 週	26 週
L12	-394	-492	-542	-588	-2.1	-2.3	-2.5	-2.7
L15	-398	-488	-551	-598	-2.2	-2.5	-2.7	-2.9
S12	-451	-569	-634	-687	-2.1	-2.3	-2.5	-2.7
S15	-454	-563	-635	-697	-2.0	-2.3	-2.4	-2.6

れる。

(2) 単位水量の影響について

単位水量による乾燥収縮ひずみへの影響を確認する。10箇所のレミコン工場にて、一般的に出荷しているAE減水剤を使用したコンクリートと、同じく一般的に出荷している高性能AE減水剤を使用したコンクリートについて、乾燥収縮ひずみを測定し、単位水量との関係を調べた²⁾。要因と水準を表-5に示す。また、単位水量と乾燥収縮ひずみの関係について、図-3に示す。図中の破線は、同一工場の結果を結んだものである。図より、単位水量 168 ~ 184 kg/m³ の範囲では、単位水量と乾燥収縮ひずみの明確な関係について、確認できなかった。

3. 乾燥収縮ひずみの早期判定方法

JIS A 1129 によるコンクリートの乾燥収縮ひずみを確認するためには、6ヶ月以上の長期間を要する。JASS5では、過去の測定データを統計的に検討した、早期判定式が解説されている。

$$\varepsilon_{sh}^{est} = \alpha_i \times \varepsilon_{sh}^i$$

ε_{sh}^{est} : 乾燥期間 26 週の乾燥収縮率の推定値

ε_{sh}^i : 乾燥期間 i 週における乾燥収縮率

(i は、4, 8, 13 のいずれかとする)

α_i : 乾燥期間 i 週における乾燥収縮率

α_i の値は、短期の乾燥期間と 26 週での乾燥収縮率の関係に関する信頼できる資料に基づいて定めるとされている。これまでに共同研究と社内試験の結果およびレミコン工場が所持している試験結果などの社内にある記録から、乾燥期間 4 週と乾燥期間 26 週の乾燥収縮ひずみの関係を得た。その関係から得られた早期判定式を図-4に示す。また、JASS5に記載されている数値との比較を表-6に示す。社内記録による係数 α_i 、標準偏差は、JASS5に記載の値より、どちらも小さくなった。

4. まとめ

- 1) スランプ 12 cm と 15 cm の違いによる、コンクリートの乾燥収縮ひずみへの影響は小さかった。
- 2) 乾燥収縮と単位水量は、密接な関係があるとされるが、今回試験を行った範囲では、高性能 AE 減水剤により、単位水量を減らしても、乾燥収縮ひずみに顕著な傾向は見られなかった。
- 3) 社内の記録より、早期判定式の係数を算定した。

今後は、さらに乾燥収縮ひずみの記録を蓄積し、早期判定式の信頼性を高めていく予定である。

本報告は、佐藤工業、安藤ハザマ、熊谷組、戸田建設、前田建設工業との共同研究の成果の一部を使用したものである。

表-5 要因と水準 (単位水量の影響の確認)

実験要因	水準
調査管理強度	24 ~ 42 (N/mm ²)
単位水量	168 ~ 184 (kg/m ³)
粗骨材種類	石灰石碎石, 砂岩碎石, 石灰石碎石・砂岩碎石混合
混和剤	AE 減水剤, 高性能 AE 減水剤

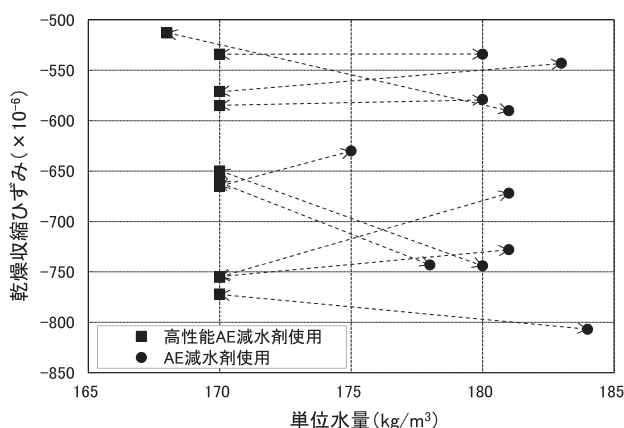


図-3 単位水量と乾燥収縮ひずみの関係

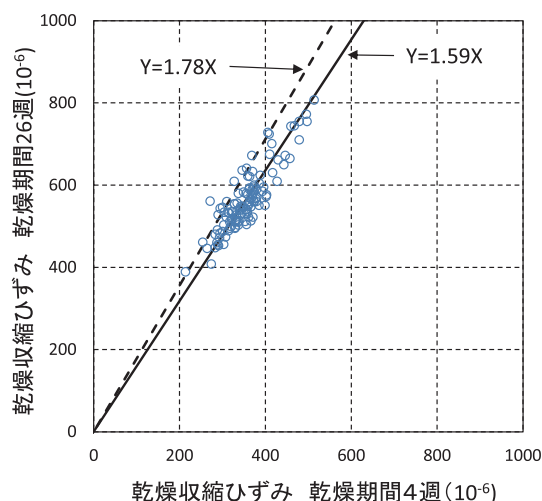


図-4 乾燥期間 4 週による乾燥期間 26 週の早期判定式

表-6 早期判定式の係数 α_i の比較
(乾燥期間 4 週の結果による推定の場合)

	平均値	標準偏差	α_i^*
社内記録	1.59	0.110	1.78
JASS5	1.76	0.204	2.11

* : 4%不良率を許容

参考文献

- 1) 日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事, 日本建築学会, 2009
- 2) 浦川ほか: コンクリートの乾燥収縮ひずみの早期判定方法に関する検討 (その 1 ~ 3), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道), pp. 61-66, 2013.9