

コンクリートの乾燥収縮に与える体積表面積比の影響

太平洋セメント株式会社 正会員 ○大野 拓也
 TAIHEIYO SINGAPORE PTE.LTD. 正会員 三谷 裕二
 名古屋大学 環境学研究科都市環境学専攻 正会員 丸山 一平

1. はじめに

コンクリート構造物の収縮ひび割れ制御をより合理的に行うために、部材レベルの乾燥収縮ひずみを正確に予測することが重要である。しかしながら、乾燥収縮ひずみの最終値が部材の寸法(体積表面積比)の影響を受けるかどうかについては、明確な結論が得られておらず、既往の研究の多くが 100×100×400mm 供試体であり、異なる寸法の乾燥収縮ひずみを評価した事例は少ない¹⁾。

本検討では、異なる寸法のコンクリート供試体を用いて、種々のセメントにおける乾燥収縮ひずみを測定し、乾燥収縮に及ぼす体積表面積比の影響の評価および既存の予測式との比較を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表-1に使用材料、表-2にコンクリートの配合を示す。水セメント比を50%とし、普通セメント(N)、低熱セメント(L)、高炉セメントB種(BB)を用いた3種類のコンクリートについて検討した。コンクリートの練混ぜは、20℃・R.H.80%の室内で行い、スランプおよび空気量がそれぞれ15±2.5cm、4.5±1.5%となるように単位水量および空気量調整剤を変化させた(AE減水剤の添加率：単位セメント量×0.25%)。

2.2 実験方法

図-1に作製供試体の概要を示す。体積表面積比(V/S)は25mm、50mm、75mmの3水準とし、供試体の寸法はそれぞれ100×100×400mm、200×200×400mm、300×300×400mmとした。乾燥収縮ひずみは、供試体の中心部に設置した低弾性型の測温機能付き埋込みひずみ計を用いて測定した。供試体は打設後、仕上げ面にポリエスチルフィルムを被せ、その上から湿布で覆った状態で20℃・湿潤養生とした。材齢7日に脱型し、V/S=25mm、50mm、75mmいずれの試験体も両端面をアルミ箔粘着テープでシールした上で、20℃・R.H.60%の環境下で気中養生した。

3. 実験結果および考察

図-2、図-3、図-4に材齢7日以降の20℃・R.H.60%環境下におけるN、L、BBの乾燥収縮ひずみを示す。いずれのセメントにおいてもV/Sが大きいほど乾燥収縮の進行が遅く、乾燥期間800日における乾燥収縮ひずみは小さくなった。なお乾燥収縮ひずみは、乾燥期間800日においても増加している傾向が認められることから、今後も計測を継続する必要がある。図-2、図-3、図-4には土木学会の収縮ひずみ予測式²⁾の計算値を併記している。予測式中の乾燥収縮ひずみの最終値 $\epsilon'_{sh,inf}(\times 10^{-6})$ については部材寸法の影響を受けないと仮定し、式(1)に示す双曲線を用いてN、L、BBのV/S=25mmの実験値を回帰して求めた。

$$\epsilon_{sh}(t) = \frac{\epsilon'_{sh,inf} \cdot t}{a + t} \quad (1)$$

ここに、 $\epsilon_{sh}(t)$ は、乾燥期間(t(日))における乾燥収縮ひず

表-1 使用材料

材料	記号	物理的性質など
セメント	N	普通ポルトランドセメント/ 密度:3.16g/cm ³ , 比表面積:3220cm ² /g
	L	低熱ポルトランドセメント/ 密度:3.22g/cm ³ , 比表面積:3650cm ² /g
	BB	高炉セメントB種/ 密度:3.04g/cm ³ , 比表面積:3770cm ² /g
細骨材	S	静岡県掛川市産山砂/ 表乾密度:2.56g/cm ³ , 吸水率:1.85%
粗骨材	G	茨城県桜川市産碎石(碎石2005)/ 表乾密度:2.63g/cm ³ , 吸水率:0.58%
混和剤	AD	AE減水剤/リグニンスルホン酸系
	AE	空気量調整剤

表-2 コンクリートの配合

記号	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	N	L	BB	S	G
N	50	45.0	169	338	-	-	782	982
L			166	-	332	-	790	992
BB			167	-	-	334	781	981

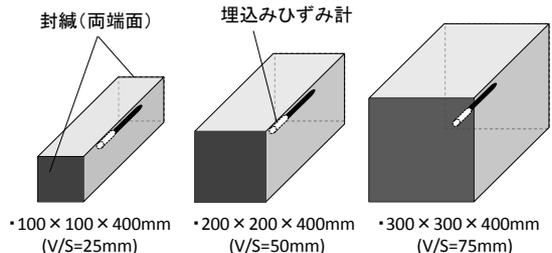


図-1 作製供試体

キーワード 乾燥収縮, 体積表面積比, セメント種類, 予測式

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL: 043-498-3893

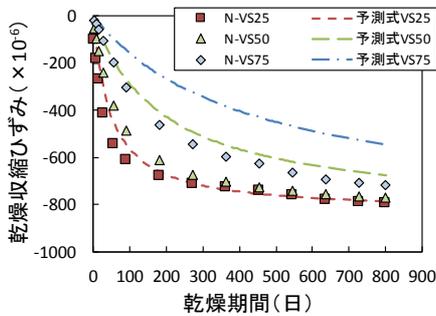


図-2 Nの乾燥収縮ひずみ

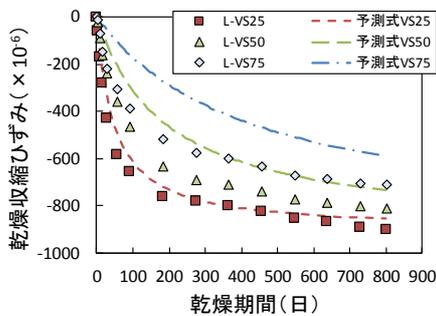


図-3 Lの乾燥収縮ひずみ

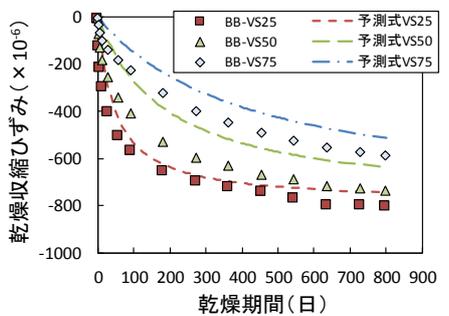


図-4 BBの乾燥収縮ひずみ

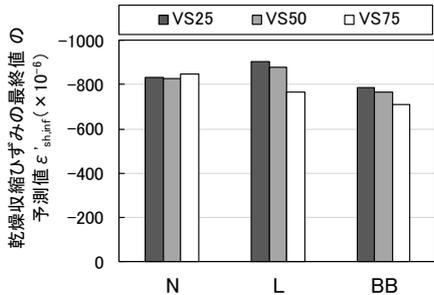


図-5 乾燥収縮ひずみの最終値(予測値)

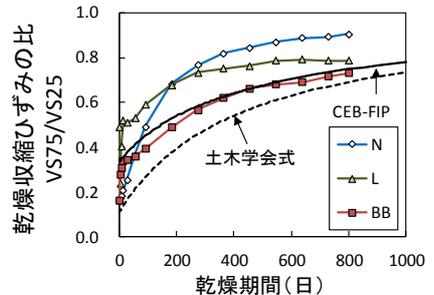
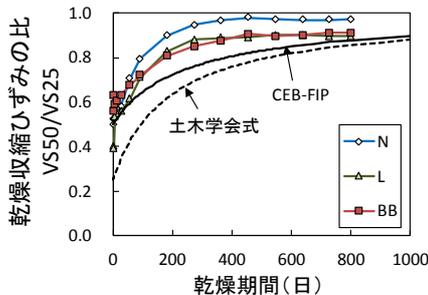


図-6 V/S=25mmの乾燥収縮ひずみに対する比

み(×10⁻⁶), aは乾燥収縮ひずみの経時変化を表す項である。実験値と予測式を比較すると, V/S=25mmにおける乾燥収縮の進行速度および乾燥期間800日における乾燥収縮ひずみは, いずれのセメントにおいても概ね一致する傾向であった。しかし V/S が大きくなると, 実験値の乾燥収縮の進行速度は予測式より速くなり, V/S=75mmにおける乾燥期間800日の乾燥収縮ひずみは, 予測式より15~30%大きくなる結果であった。

図-5に式(1)を用いて実験値を回帰し, V/S=25mm, 50mm, 75mmの乾燥収縮ひずみの最終値 $\epsilon'_{sh,inf}$ を予測した結果を示す。Nの $\epsilon'_{sh,inf}$ は, いずれのV/Sにおいてもほぼ同等であったのに対し, L, BBの $\epsilon'_{sh,inf}$ は, V/Sが大きいほど小さくなる可能性が示唆された。これらについては, 乾燥開始材齢や寸法が大きくなることによる内部の水分移動に及ぼす影響などメカニズムの観点からも詳細な検討が必要である。

図-6にV/S=25mmの乾燥収縮ひずみに対するV/S=50mmおよび75mmの乾燥収縮ひずみの比(以下VS50/VS25, VS75/VS25)の経時変化を示す。いずれのV/S, セメントにおいても乾燥期間が長くなるほど1に近づく挙動を示し, 乾燥期間800日におけるVS50/VS25はN, L, BBでそれぞれ0.98, 0.9, 0.91であった。この値は, 乾燥収縮量の異なるコンクリート用いて有効部材厚を変化させた既往の検討³⁾と同程度であった。同図には土木学会の予測式²⁾, CEB-FIPが提示している予測式⁴⁾による乾燥収縮ひずみの比を併記している。実験値の乾燥収縮ひずみの比は, 土木

学会の予測式より乾燥初期から総じて大きくなる傾向を示した。しかしながら, Lのように乾燥期間500~800日における実験値の乾燥収縮ひずみの比の勾配は, ほぼ横ばいとなっており, 予測式の勾配と比較して小さい傾向にあることから, VS50/VS25, VS75/VS25の最終値はV/Sによって異なる可能性が推察される。

4. まとめ

本検討では, 体積表面積比(V/S)を25mm, 50mm, 75mmとしたコンクリート供試体を用いて, 各種セメントの乾燥収縮ひずみを測定し, 乾燥収縮に及ぼす体積表面積比の影響を評価した。その結果, 20℃・R.H.60%環境下における乾燥収縮ひずみは, 乾燥期間800日時点においてV/Sが大きくなるほど小さくなった。また, V/S=25mmの乾燥収縮ひずみに対するV/S=50mm, 75mmの比は, いずれのセメントにおいても乾燥期間が長くなるほど1に近づく挙動を示したが, 既存の予測式と比較して早期に勾配が小さくなるため, 最終値はV/Sによって異なる可能性がある。

【参考文献】

1)日本コンクリート工学会:コンクリートの収縮特性評価およびひび割れへの影響に関する調査研究委員会報告書, pp.110-118, 2012 2)土木学会:2017年制定コンクリート標準示方書[設計編], pp.107-110, 2018 3)井上和政ほか:乾燥収縮量が異なるコンクリートの乾燥収縮量に及ぼす部材厚の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, 2002 4)CEB-FIP: Model Code 2010, Comite Euro-International du Beton, pp.145-148, 2010