

環境条件が遠心成形コンクリートの乾燥収縮特性に及ぼす影響

富山県立大学大学院 ○鈴木 祥太（学生会員） 富山県立大学 伊藤 始（正会員）
東京電力（株） 工藤 尚孝 東洋建設（株） 竹中 寛（正会員）

1. はじめに

円筒形の形状を有するコンクリート柱、ヒューム管、およびポールは、遠心成形により製造されることが多い。遠心成形されたコンクリートは、その製造過程で脱水・脱気効果があるため、通常の現場打ちコンクリート（振動成形）に比べ、高強度になること、コンクリート中の骨材が外側に充填され、表面が緻密になることなどが知られている。

遠心成形されたコンクリート二次製品がその性能を長期間保持し、安全に使用されるためには、対象となるコンクリートのひび割れ挙動を把握することが重要となる。コンクリートのひび割れの進展は、乾燥に起因することが多く、その関係性についてこれまで多くの研究がなされてきた。しかしながら、遠心成形されたコンクリートに関して検討された事例は少ない¹⁾。

そこで、本研究では、遠心成形されたコンクリートの乾燥収縮特性を把握するため、円筒供試体を用いて乾燥収縮試験を行った。

2. 試験概要

(1) 試験ケース

試験ケースを表-1に示す。試験は、温度 20℃、相対湿度 60%の恒温恒湿室内（屋内）と、風雨や日射の影響を受けない屋外（内）、風雨や日射に曝される屋外（外）の 3 つの異なる環境条件下で行った。また、体積表面積比の違いによる影響を確認するため、円筒供試体厚さを 40mm と 53mm の 2 種類とした。

(2) 円筒供試体の形状と測定方法

円筒供試体の概要を図-1に示す。円筒供試体は遠心成形により製作し、成形後はすべての円筒供試体で最高温度 70℃の蒸気養生を行った。寸法は外径 200mm、高さ 300mm、円筒供試体厚さ 40mm および 53mm とした。

コンクリートの使用材料と配合をそれぞれ表-2と表-3に示す。すべての円筒供試体は、材齢 2 日まで封緘養生を行い、材齢 2 日からそれぞれの環境

表-1 試験ケース

ケース No.		暴露条件	円筒供試体厚さ(mm) (V/S)
1	1-1	20℃ RH60%	40
	1-2		(32.0)
2	2-1	屋外暴露 (内)	53
	2-2		(39.0)
3	3-1	屋外暴露 (外)	40
	3-2		
4	4-1	屋外暴露 (外)	(32.0)
	4-2		

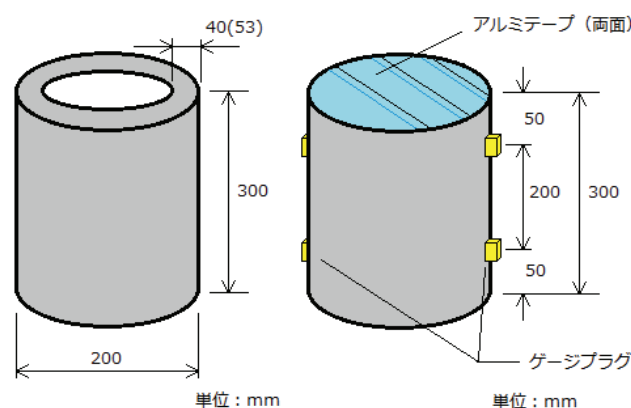
表-2 使用材料

使用材料	物理的性質など
セメント(C)	普通ポルドランドセメント 密度: 3.16g/cm ³ , 比表面積: 3,340cm ² /g
細骨材(S)	茨城県岩瀬産砕砂(硬質砂岩) 密度: 2.63g/cm ³
粗骨材(G)	栃木県鹿沼産砕石(硬質砂岩) 密度: 2.62g/cm ³ , G _{max} : 13mm
混和剤	高性能減水剤

表-3 コンクリート配合

配合	f' _{ck} (N/mm ²)	スランプ (cm)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)	
				W	C
	63.7(74.6)	20±2	36.3	178	490

()内は試験値



(a) 形状寸法

(b) 端面処理と計測位置

図-1 円筒供試体の概要

条件下で乾燥を開始した。ゲージプラグは標定距離 200mm として、円筒供試体の対局に 2 か所設置した。また、乾燥箇所を円筒表面に限定するため、円筒供試体の端面にアルミテープを貼付した。

収縮ひずみの測定はコンタクトゲージを使用し、長さ変化率として算出した。収縮ひずみは、乾燥開始 1, 2, 3, 5 日で測定し、それ以後は毎週測定した。

3. 試験結果

(1) 屋内試験

恒温恒湿室内で測定した円筒供試体ケース 1 とケース 2 の長さ変化率の経時変化を図-2 に示す。長さ変化率の傾きは、乾燥開始初期において大きく、乾燥日数 10 日前後から緩やかになった。体積表面積比 (V/S) が 32.0 のケース 1 と 39.0 のケース 2 の長さ変化率の差は 10 日以降で 100×10^{-6} 前後であった。また、温度 20°C、相対湿度 60% における土木学会の算定式²⁾ (V/S=32.0, 39.0) の収縮曲線とそれぞれ比較すると、遠心成形コンクリートの長さ変化率は算定式で前提としている振動成形の値に比べ、負側に小さいことが見受けられる。これは、遠心成形の特長である外側表面の脱水効果および緻密化によるものと考えられる。

(2) 屋外暴露試験

屋外暴露した円筒供試体ケース 3 とケース 4 の長さ変化率の経時変化を図-3 に示す。屋外暴露の長さ変化率は、線膨張係数を $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ として温度補正を行っている。図中に併記した相対湿度（以下、湿度と記述）は週平均の値を示している。また土木学会の算定式の条件は、乾燥期間における平均湿度 76.8% とした曲線である。

屋外（内）のケース 3 の長さ変化率は、風雨の影響を受けなため、徐々に乾燥する傾向があるみられるが、湿度が高い時期は乾燥が抑制され、長さ変化率の変化は小さかった。また、土木学会の曲線と比較すると、ほぼ同様の傾向を示した。

屋外（外）のケース 4 の長さ変化率のばらつきは、ケース 3 のばらつきに比べ、大きくなった。これは、屋外（外）の環境が風雨の影響を受け、コンクリートが雨の水分を吸収して乾燥収縮が抑制されたためと考えられる。その結果、屋外（外）の乾燥日数 89 日での測定では、ケース 4-1 の長さ変化率が -42×10^{-6} 、ケース 4-2 の値が 28×10^{-6} となり、測定開始時からほとんど変化がみられなかった。

長さ変化率と湿度を比較すると、湿度が高いと乾燥収縮があまり進まず、逆に湿度が低いと進行するという相関関係が見られた。しかし、屋外（外）の

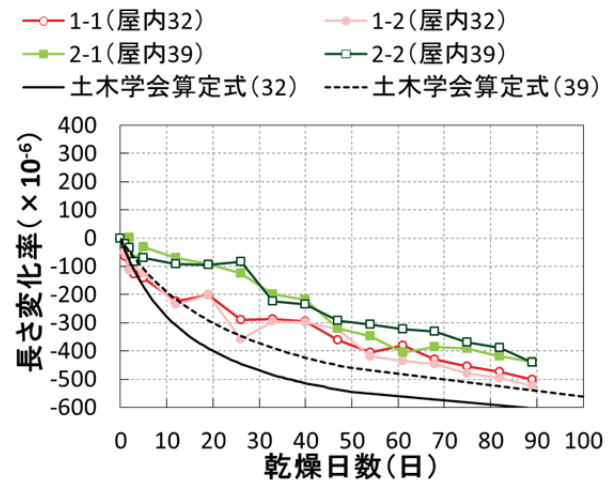


図-2 乾燥日数と長さ変化率（恒温恒湿室）

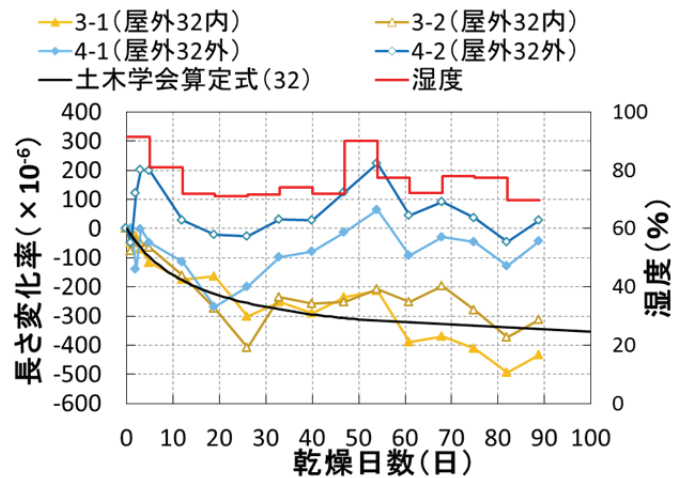


図-3 乾燥日数と長さ変化率（屋外）

環境下においては、湿度影響とともに測定日の前日や当日の天候による影響もあると考えられる。

最後に、遠心成形コンクリートの長期的なひび割れの進展を予測するために収縮特性を把握することは、上記結果のように、湿度や降雨、日射といった環境作用を考慮することが重要であると考えられる。

4. まとめ

- (1) 恒温恒湿環境での結果から、遠心成形コンクリートの収縮は、脱水・脱気効果や表面の緻密化により振動成形に比べ小さいことが確認できた。
- (2) 屋外暴露環境での結果から、遠心成形コンクリートの収縮は、降雨の影響を考慮したとき、ほとんど進行しないことが確認できた。

参考文献

- 1) 松井, 伊藤, 宮田, 水谷: 遠心成形コンクリートの収縮特性と強度分布特性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, vol.34, No.1, 2012
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書(設計編), 2012