

屋外暴露した遠心成形コンクリートの乾燥収縮特性に関する検討

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

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。

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、降雨や日射の影響を受けない屋外(内)、降雨や日射に曝される屋外(外)の3つの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で製作し、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。

コンクリートの配合を表-2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条件下で乾燥を開始した。ゲージブ

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	40
	1-2	(32.0)
2	2-1	53
	2-2	(39.0)
3	3-1	40 (32.0)
	3-2	
4	4-1	屋外暴露 (外)
	4-2	

表-2 コンクリート配合

配合	f'_{ck} (N/mm ²)	スラブ (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

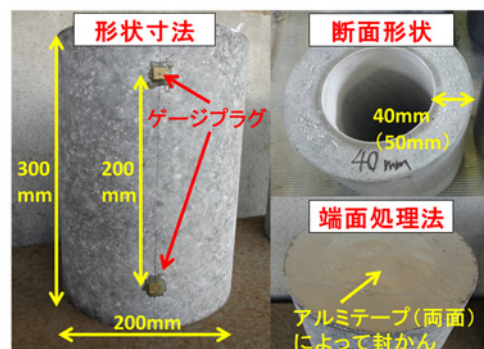


図-1 円筒供試体の概要

ラグは標定距離 200mm として、円筒供試体の相対するに 2 か所に設置した。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。収縮ひずみの測定頻度はそれぞれ以下のように行った。屋内のものは、JIS A 1129-2 に準じて測定を行い²⁾、屋外のものは、環境の影響を評価するために乾燥開始 1, 2, 3, 5 日で測定、乾燥開始 124 日までは毎週測定し、それ以降は毎月測定を行った。

3. 試験結果

(1) 屋内試験

恒温恒湿室内で測定したケース 1 とケース 2 の長さ変化率の経時変化を図-2に示す。長さ変化率の増加は、乾燥開始初期において大きく、その後緩やかにな

キーワード 遠心成形, 乾燥収縮, 円筒試験体, 屋外暴露

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 TEL 0766-56-7500

る傾向を示した。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乾燥開始 56 日以降で 45×10^{-6} 前後であった。また相対湿度 60% における土木学会の算定式³⁾の収縮曲線と比較すると、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 75.3% とした曲線である。

屋外（内）のケース 3 の長さ変化率は、湿度や風の影響を受け、徐々に乾燥する傾向が見られた。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。一方、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）の環境が降雨の影響を受け、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 80 日以降は長さ変化率が 0 に近づき、乾燥日数 207 日での測定では、ケース 4-1 の長さ変化率が 30×10^{-6} 、ケース 4-2 の値が 26×10^{-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、乾燥開始 89 日までは、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）の環境下においては、湿度影響とともに測定の前日や当日の天候による影響もあると考えられる。

ケース 4 の長さ変化率の平均値からケース 3 の長さ変化率の平均値を減じた値を降雨の影響による長さ変化率と仮定し、その経時変化を図-4 に示す。乾燥開始初期での降雨による影響は大きく、乾燥開始 60 日前後から緩やかになった。最大で 500×10^{-6} の降雨による乾燥抑制があり、ケース 4 における降雨の影響力が大きいことが確認できた。

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、降雨や日射といった環境作用を考

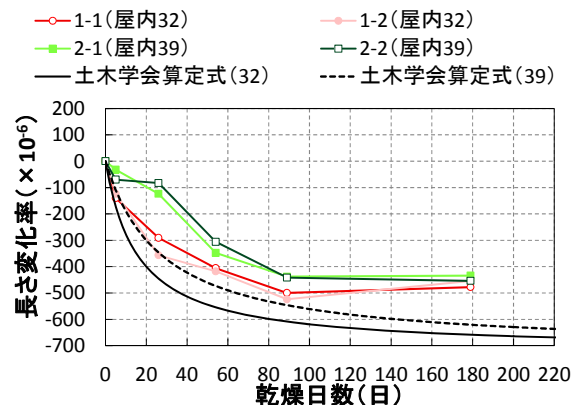


図-2 乾燥日数と長さ変化率（恒温恒湿室）

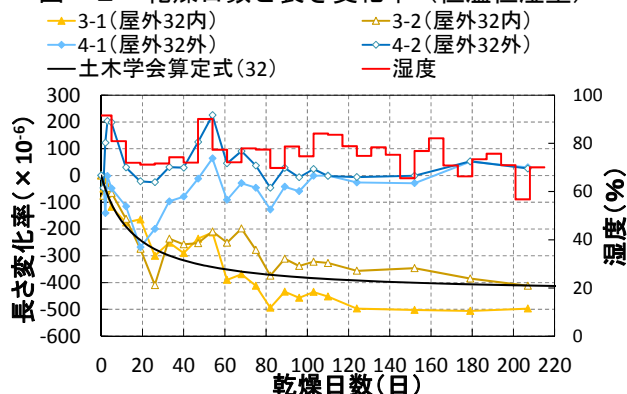


図-3 乾燥日数と長さ変化率（屋外）

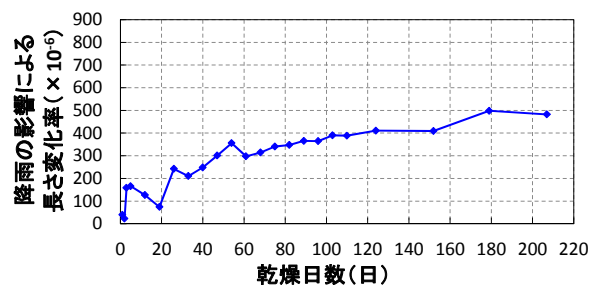


図-4 降雨による長さ変化率への影響

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、本検討における測定範囲では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) 日本規格協会: JIS ハンドブック, 生コンクリート, 2010
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書 (設計編), 2012