

常圧蒸気養生後の遠心成形高強度コンクリートの収縮特性に関する実験的研究
(その1. 実験概要, 遠心成形性, 乾燥収縮)

正会員 ○田中佑二郎 1* 同 小島 一浩 2*
同 菅 一雅 1*

常圧蒸気養生 遠心成形 高強度コンクリート
乾燥収縮 自己収縮

1. はじめに

既製杭工法の高支持力化に伴い、大径かつ高強度の既製コンクリート杭の製造が増加している。しかし、常圧蒸気養生後の出荷前存置期間中に杭材内面軸方向にひび割れが発生する例が多くなりつつある。特に、遠心成形では、粗骨材の外周部への分離や脱水作用の影響を受け、内面はペースト量や単位水量も多い状態となる¹⁾。そのため、内・外面部の乾燥収縮や自己収縮による影響について把握する必要がある。

本報告では、各種調合条件の遠心成形高強度コンクリートの成形性を確認するとともに、常圧蒸気養生後の乾燥収縮ひずみや質量変化の測定を行い、各調合条件の影響について検討を行った。

2. 実験概要

使用材料、調合種類、練り混ぜ・遠心成形・養生条件、試験方法をそれぞれ表-1~3、図-1に示す。

調合種類としては、早強ポルトランドセメントと高強度混和材とナフタリン系高性能減水剤の組合せを基本とし、W/Bを21,23,25%の3種類、単位水量を120,130kg/m³の2種類、その他添加した混和剤・材は、収縮低減剤、膨張材、シリカフュームの3種類を用いた。収縮低減剤については、添加率を0.5,1.0,1.5%の3種類とした。細骨材、粗骨材は安山岩系砕砂、砕石を用いた。練り混ぜは、骨材表面に光沢のあるペーストが付着するまでとした。

遠心成形は、硬練りコンクリートでの遠心成形条件とし、低速1G6分と長くし、徐々にGを上げ、最大遠心力を15Gとし、2分間遠心成形した。常圧蒸気養生は、前置き2時間後徐々に温度を上昇させ、最大温度80℃を5時間保持後、自然冷却させた。

収縮量測定試験は、写真-1に示すように円筒形状テストピースを4等分に切断した試験体を用い、試験体内・外面にコンタクトゲージプラグを取付け、標点距離200mmの長さ変化を測定した。乾燥収縮試験体はカット面を、自己収縮試験体は試験体全面を0.05mm厚アルミ箔粘着テープでシールした。

その後、20℃60%RHの養生室に1日存置して試験体温度が一定となった材齢2日を基長として、材齢7日,14日,28日にコンタクトゲージによる乾燥収縮ひずみと質量変化について測定を行った。

表-1 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント 密度 3.14(g/cm ³)
混和材	1 エトリンガイト系高強度混和材 密度 2.9(g/cm ³)
	2 石灰系膨張材 密度 3.14(g/cm ³)
	3 シリカフューム 密度 2.2(g/cm ³)
粗骨材	安山岩系 6号砕石 表乾密度 2.62(g/cm ³)
細骨材	安山岩系砕砂 表乾密度 2.64(g/cm ³)
混和剤	1 ナフタリン系高性能減水剤 密度 1.2(g/cm ³)
	2 低級アルコール-アルキレンキチン付加物収縮低減剤 密度 1.15(g/cm ³)

表-2 調合種類

no.	W/B %	s/a %	W kg/m ³	混和材 % ^{*1}			混和剤 % ^{*2}	
				1	2	3	1	2
1	23	40	130	10	—	—	2.2	—
2	23		130		—	—	2.2	0.5
3	23		130		—	—	2.2	1.0
4	23		130		—	—	2.2	1.5
5	23		130		5.0	—	2.2	—
6	23		120		—	—	2.6	—
7	21		130		—	—	3.0	—
8	25		130		—	—	1.8	—
9	23		130		—	10	2.6	—

*1 混和材はセメントに対する置換率を表わす

*2 混和剤はB：結合材(セメント+混和材)に対する添加率を表わす

表-3 練り混ぜ・遠心成形・養生条件

練り混ぜ	空練り 30s→本練り no.8,9 3分 no.1~6 4分 no.7 5分
遠心成形	低速 1G6分→中速 3G2分→中速 7G1分→高速 15G2分
蒸気養生	前置き 2h→20℃/h → 最大温度 80℃5h → 自然冷却

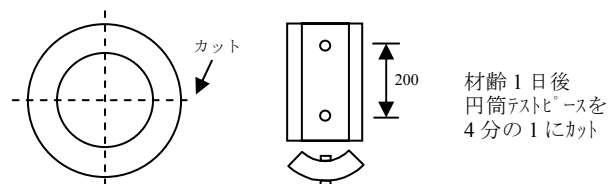


図-1 試験体形状及び試験方法

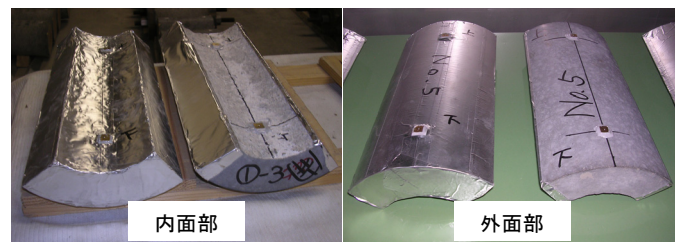


写真-1 試験体形状

3. 試験結果

3.1 遠心成形性について

収縮低減剤の添加の有無による内面成形状況の比較を写真-2に示す。収縮低減剤の添加した場合は、収縮低減剤を添加していない調合と比べて、その添加率が増加するほど、前養生中に上面となった内面に凹凸が発生する傾向を示した。これは、収縮低減剤の影響によって水の表面張力が低下し、内面部ペーストが流動化しやすい状態となり、前養生中にペーストが流下して内面に凹凸が発生したと考えられる。このことから、スラッジを発生させない遠心成形に収縮低減剤を添加する場合は、内面の成形性に注意が必要と考えられる。

3.2 乾燥収縮及び質量変化について

材齢 7 日,14 日,28 日の乾燥収縮ひずみ及び質量変化率を図-2に、試験体 no.1 と各調合との測定値の比を表-4,5に示す。なお、図中の乾燥収縮ひずみは、内・外面部測定値の平均値とした。

材齢 28 日での各調合の乾燥収縮ひずみ抑制効果を見ると、収縮低減剤添加の場合は、添加率 0.5%,1.0%,1.5%の順で、17%,25%,45%の抑制効果となり、添加率が大きいほどその効果も大きくなる傾向を示した。膨張材添加の場合は 28%, シリカフェーム添加の場合は 68%の抑制効果を示した。W/B=21%及び単位水量 120kg/m³ の場合は、顕著な差を示さず、W/B=25%の場合は、乾燥収縮ひずみが13%増加する結果となった。

材齢 28 日での各調合の質量変化率を見ると、収縮低減剤添加の場合は、添加率が増加するほど、質量変化率が大きくなる傾向を示した。これは、既往の報告²⁾にあるように、添加量の増加に伴って、内部水の表面張力の低下により水分が逸散しやすくなり、質量が減少したものと考えられる。膨張材添加の質量変化率は、添加しない場合と同等であり、シリカフェーム添加の質量変化率は、2割程度減少する結果となった。また、W/B=21%及び単位水量 120kg/m³ の場合は、質量変化率が減少し、W/B=25%の場合は、質量変化率が増加する傾向を示した。

4. まとめ

- (1)常圧蒸気養生後の遠心成形高強度コンクリートにおいて、収縮低減剤の添加による乾燥収縮ひずみ抑制効果を確認できた。しかし、遠心成形が不良となる場合があり、適用するにあたっては十分に検討する必要がある。
- (2)単位水量低減による乾燥収縮ひずみの抑制効果には、顕著な差は認められなかった。
- (3)膨張材の乾燥収縮ひずみの抑制効果を確認できたが、質量変化には寄与せず、シリカフェームは、乾燥収縮ひずみ及び質量変化率ともに減少する結果となった。

参考文献

- 1) 菅・樹田：高強度コンクリートの遠心成形性に及ぼす調合の影響に関する研究,日本建築学会構造論文集,no.606,pp.29-34,2006.8.
- 2) 佐藤・後藤・酒井：セメント硬化体の乾燥収縮を低減する有機質混和剤の作用機構,セメント技術年報,vol.37,pp.65-68,1983

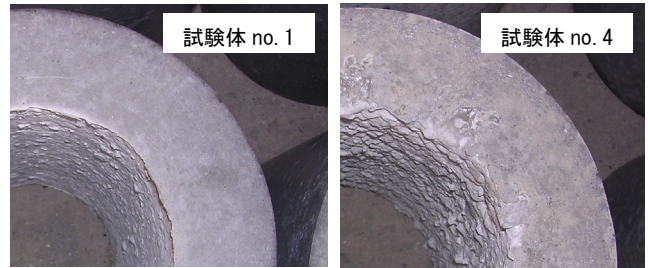


写真-2 試験体内面の成形状況

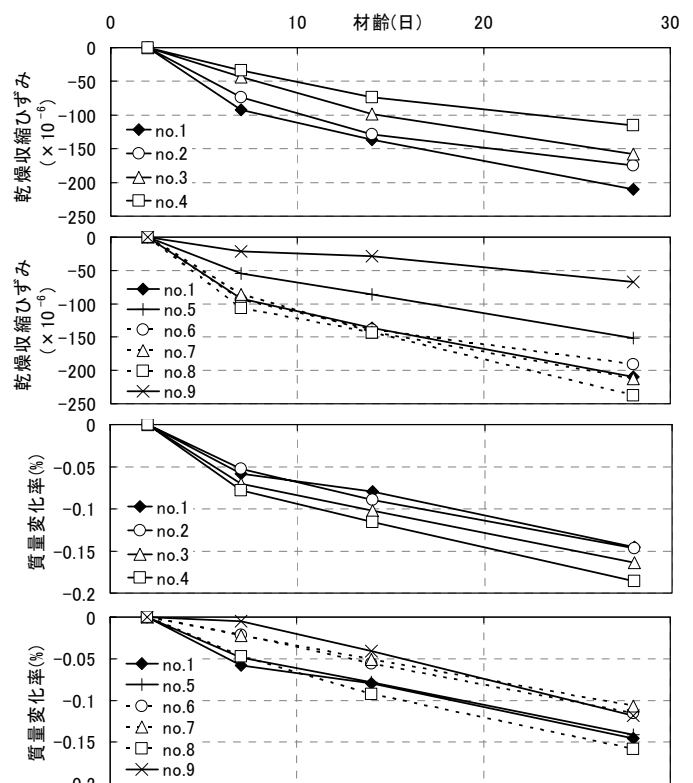


図-2 測定結果

表-4 乾燥収縮ひずみ比

no.	材齢(日)		
	7	14	28
1	1.00	1.00	1.00
2	0.80	0.94	0.83
3	0.47	0.72	0.75
4	0.36	0.54	0.55
5	0.59	0.63	0.72
6	1.01	1.02	0.91
7	0.93	1.05	1.01
8	1.15	1.06	1.13
9	0.23	0.21	0.32

表-5 質量変化率比

no.	材齢(日)		
	7	14	28
1	1.00	1.00	1.00
2	0.90	1.12	1.01
3	1.20	1.29	1.13
4	1.34	1.46	1.28
5	0.84	0.98	0.97
6	0.37	0.71	0.79
7	0.39	0.64	0.73
8	0.82	1.16	1.09
9	0.09	0.52	0.81

*1 ジャパンパイル

*2 ジャパンパイル製造

*1 JAPAN PILE CORPORATION

*2 JAPAN PILE PRODUCTS CORPORATION