

コンクリート製品における表面明度の安定化に関する検討

住友大阪セメント(株) 正会員 ○本田 和也 中上 明久
同 上 上原 伸郎
(株)ホクエツ北陸 橋場 正明

1. はじめに

プレキャストコンクリート製品（PCa 製品）では、製品の表面の色は重要な品質の一つとされており、製品工場では、表面の色が均一かつ明度が安定した PCa 製品を製造、出荷することが求められる。しかし、製造条件や脱型後の PCa 製品が保管される際の天候の違いにより、表面の色が異なることがある。また、剥離剤が表面の色に影響を与えるとされており、剥離剤に触れたモルタル表面の色が黒くなるとの報告¹⁾がある。そこで、本研究では、脱型後に PCa 製品が保管される天候条件や剥離剤による影響に依らず、PCa 製品の表面明度を安定化させる手段について、試験体レベルと実製品レベルの双方で検討した。

2. 実験概要

本実験は、ブロック試験体を対象とした実験 1 と実製品を対象とした実験 2 で構成される。実験 1 では、PCa 製品の打設から脱型までの積算温度（基準温度 0℃、以下、脱型時積算温度）と脱型後の保管条件、更には剥離剤の有無を変化させた。実験 2 では、自由勾配側溝の実製品を対象に、剥離剤を使用した条件で脱型時積算温度と脱型後の保管条件を変化させた。

2. 1 配合、使用材料および試験体条件

コンクリートの配合を表 1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメント（C）、粗骨材（G）は砕石 1505、細骨材（S）は砕砂を使用した。混和材はフライアッシュⅡ種（FA）をセメントに対して 30%置換した。スランプは 18±2.5cm、空気量は 5±1%を目標とした。

表 1 コンクリート配合

W/C (%)	Kg/m ³				
	W	C	FA	S	G
51.8	145	280	125	652	1064

実験 1 では、100×100×50mm のブロック試験体を用いた。明度の測定箇所は 100×100mm の 2 面とし、片方に剥離剤を塗布し、もう片方には剥離剤を塗布せず、型枠面にフッ素樹脂テープを貼り付けて型枠とコンクリートの剥離性を高めた。

表 2 養生条件

条件	保持温度 (°C)	平均室温 (°C)	脱型時積算温度 (°C・h)	
			ブロック	PCa製品
A	—	7.8	199	244
B	45	2.1	647	624
C	65	2.1	844	780

実験 2 では、PCa 製品として呼び名 300×600（L=2m）の自由勾配側溝を用いた。明度の測定箇所は剥離剤を塗布した高さ 745mm×幅 2000mm の外側の 1 面とした。この実製品は各条件で 1 体使用した。

2. 2 養生条件および脱型後の保管条件

養生条件を表 2 に示す。条件 A は、蒸気養生を施さずに打設後 24 時間で脱型した。条件 B、C は、蒸気養生を施した場合であり、前置き 10 時間、昇温速度 20℃/h、表中の温度で 3 時間保持した後に自然冷却した。条件 B、C についても打設後 24 時間で脱型した。なお、脱型時積算温度は、熱電対による実測温度に基づいて計算した。

実験 1 の保管条件は、脱型 1 時間後から明度測定面を水に浸漬させながら屋外に放置した場合（屋外曝露）と温度管理をしていない湿度 50%以上の室内に保管した場合（屋内曝露）の 2 水準である。

実験 2 の保管条件は、実製品の明度測定面が水に接する屋外で曝露した場合（屋外曝露）と、脱型後 3～7 日間室内で保管した後に屋外に放置した場合（屋内→屋外曝露）の 2 水準とした。ここで、屋内→屋外曝露の場合で室内保管期間に幅があるのは、降雨、降雪の影響を避けるためである。

2. 3 明度測定

明度は色彩色差計(L*a*b 表色モード)で測定した。実験 1 では、2 体の試験体に対して 1 面につき 4 箇所（計 8 箇所）を測定した。キーワード プレキャストコンクリート製品、明度、蒸気養生、積算温度、剥離剤

連絡先 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 住友大阪セメント(株) TEL047-457-0091

所), 実験 2 では, 1 体の実製品に対して 19 箇所の明度測定を行った. 後述のグラフに記載した数値はこれら測定結果の平均値である. なお, 明度測定は脱型 1 時間後と曝露期間終了後(打設からおおよそ 50 日)の計 2 回である.

3. 実験結果

3. 1 実験 1

図 1 は剥離剤の影響を排除した上での明度の測定結果である. 同図より, 蒸気養生を施した条件 B, C に比べて, 蒸気養生を施していない条件 A では全体的に明度が低い(黒っぽい). また, 条件 A は脱型後の保管条件によって明度に変化していることも分かる. 一方, 条件 B, C は脱型後の保管条件によって明度は変化せず, 明度の数値もほぼ安定している.

図 2 は剥離剤を塗布した場合の明度の測定結果である. ここでも蒸気養生を施さない条件 A では全体的に明度が低いのに対し, 条件 B, C では保管条件に依らず明度の数値が安定している.

ここで特筆すべきは, 剥離剤の有無, 脱型後の保管条件に依らず, 条件 B, C では明度の数値がおおよそ 65 近辺で安定していることである. これは PCa 製品において, 表面の色の均一性, 明度の安定性を追求する上で重要な知見と言える.

3. 2 実験 2

実製品を対象とした明度の測定結果を図 3 に示す. 同図から分かるように, 蒸気養生を施していない条件 A の明度は条件 B, C に比べて低く, 脱型後の保管条件によっても明度の数値が変化している. 一方, 蒸気養生を施した条件 B, C では, 脱型後の保管条件による明度の変化は小さく, 何れも明度 65 の近辺に収まっている. この数値の近辺で安定

する結果は, ブロック試験体による結果と合致しており, 試験体レベル, 実製品レベルに限らず, 適正な蒸気養生を施すことで保管時の天候条件に依らず, 表面の明度を安定化させることが可能だと考えられる. 著者らがこれまで検討してきた結果によると, 適正な蒸気養生とされる閾値は脱型時積算温度として $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ と考えており²⁾, 今回, 実製品を対象とした検討においても上記の数値が適正な蒸気養生の条件を定める閾値になると考えられる.

4. まとめ

脱型時積算温度が $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ を超える蒸気養生を施すことによって, 剥離剤の影響や脱型後の保管条件によらず表面の明度が安定した PCa 製品の製造が可能になる.

【参考文献】

- 1) 渡邊賢三他: コンクリートの色むらに及ぼす剥離剤の影響に関する一考察, コンクリート工学年次論文報告集, Vol35, No.1, pp.673-678, 2013.7
- 2) 中上明久他: 脱型時積算温度がコンクリート製品の明度に及ぼす影響, 第 73 回セメント技術大会講演要旨, pp.194-195, 2019.5

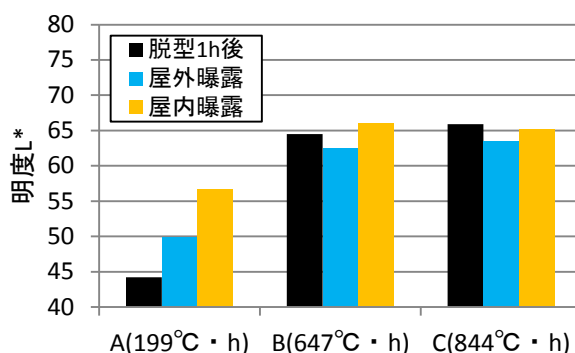


図1 実験1-剥離剤無での明度

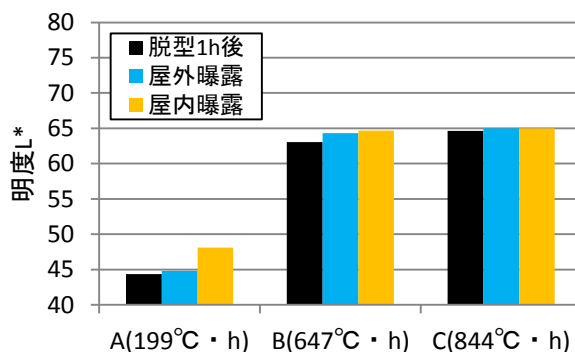


図2 実験1-剥離剤有での明度

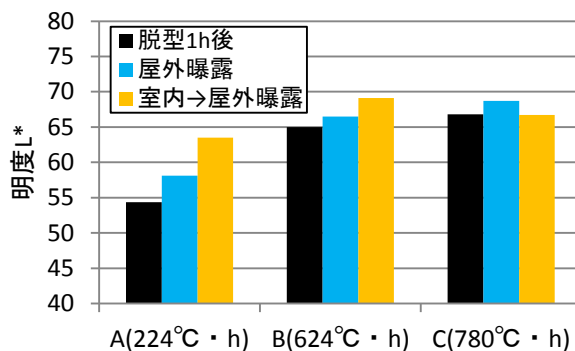


図3 実験2-実製品の明度