

フライアッシュの明度が蒸気養生モルタルの明度に及ぼす影響

住友大阪セメント(株) 正会員 ○中上明久 本田和也
東京エスオーシー(株) 正会員 齋藤尚
(株)ホクエツ北陸 橋場正明

1. はじめに

再生資源利用促進の観点から、プレキャストコンクリート製品（以下、製品と記す）工場において、フライアッシュがコンクリートに利用されている。しかし、フライアッシュは産業副産物であり、入荷ロットで色の変動が見られることもある。このため、コンクリートに使用されるフライアッシュの単位量が多い場合、フライアッシュの色の変動がコンクリートの色の変動に影響を及ぼすことが考えられた。

本研究では、明度の異なる5種類のフライアッシュ試料を用いてモルタル試験体を作製し、フライアッシュの明度がモルタルの明度に及ぼす影響を、蒸気養生条件および脱型後の養生条件を変えて調べた。

2. 実験概要

2. 1 養生条件

蒸気養生条件を表1、脱型後の養生条件を表2に示す。脱型後の養生開始時における水和反応の程度が明度に影響すると考え、その指標として、試験体の打設から脱型までの積算温度（以下、脱型時積算温度と記す）に着目した。したがって、蒸気養生条件では、脱型時積算温度を変化させるため、保持温度、保持時間および冷却方法を変えた。「急冷」は、保持時間終了時点で、蒸気養生槽より試験体を取り出し、蒸気養生条件Aは5℃、Cは20℃の恒温室に静置した。一方、「徐冷」は保持時間終了後も蒸気養生槽内に静置した。また、前置温度は混練温度と同じとし、混練温度は冬期を想定して5℃とした。表1には、各蒸気養生条件における、打設から脱型時まで測定した試験体表面の温度履歴より算出した脱型時積算温度（基準温度 0℃）を示した。表2での、湿空は密閉容器の底に水を張り、試験体が水に接触しない状態で養生した。

表1 蒸気養生条件

記号	前置時間 (h)	昇温速度 (℃/h)	保持温度 (℃)	保持時間 (h-m)	冷却方法	脱型時積算温度 (℃・h)
A	5	20	60	1-00	急冷	271
B					徐冷	488
C			65	2-45	急冷	586
D					徐冷	945

表2 脱型後の養生条件

表記	養生条件
20℃ 気中	乾燥条件：20℃ 気中 (RH60%) 13日間
5℃ 湿空	水分供給条件：5℃ 湿空 13日間

2. 2 使用材料および配合

セメント(C)は普通ポルトランドセメント、細骨材(S)は山砂、フライアッシュ(FA)は JIS II 種灰相当で明度の異なる5種類を使用した。フライアッシュの明度範囲は 56.6~63.2 であり、明度の測定は粉体測定用の器具を使用して色彩色差計により行った。

モルタルの配合は、W/C=0.507、W/(C+FA)=0.350、FA/(C+FA)=0.309、S/(C+FA)=1.610 とし、混和剤は使用していない。フライアッシュ混入量は、セメントに対し外割使用(細骨材の容積置換)を想定し、コンクリート換算で 120kg/m³程度と、比較的多めに設定した。

2. 3 試験体作製および測定

試験体は、直径 50mm×高さ 100mm の円柱とし、簡

キーワード プレキャストコンクリート製品、フライアッシュ、明度、蒸気養生、積算温度
連絡先 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 番地 住友大阪セメント(株) TEL047-457-0091

易型枠を用いて1条件あたり2体作製した。なお、剥離剤の影響をなくすため、剥離剤は塗布していない。試験体は、材齢1日で脱型し、表2の条件で養生した。その後、水分量が明度に及ぼす影響を除くため、20℃RH60%で7日間保存した後、底面で明度を測定した。明度は色彩色差計(L*a*b*表色モード)で1面あたり5箇所測定し、その測定値L*の平均値を明度とした。

3. 実験結果

フライアッシュ明度とモルタル明度の関係を図1、図2に示す。凡例での記号は蒸気養生条件、数字は脱型時積算温度(℃・h)を示す。また、図2には、フライアッシュ明度とモルタル明度の回帰式での回帰係数を示した。

図1より、脱型後の養生条件が20℃気中(乾燥条件)の場合、脱型時積算温度に関わらず、フライアッシュ明度が変化してもモルタル明度に大差はなく、フライアッシュ明度がモルタル明度に及ぼす影響はほとんど見られない。

一方、図2において、5℃湿空(水分供給)の場合、フライアッシュ明度とモルタル明度の間に相関関係が見られ、フライアッシュ明度がモルタル明度に影響を及ぼす結果となっている。また、フライアッシュ明度がモルタル明度に影響する程度は、脱型時積算温度により差が見られる。すなわち、脱型時積算温度が最も小さい271℃・hでは、回帰係数が0.74とフライアッシュ明度差の約7割がモルタルの明度差に影響する結果となっており、フライアッシュ種類間で5程度のモルタル明度差が見られる。しかし、フライアッシュ種類に関わらず、脱型時積算温度が大きくなるとモルタル明度が増加するが、その増加割合はフライアッシュ明度の低いものほど大きくなる傾向にある。このため、脱型時積算温度が大きくなるにともない、フライアッシュ種類間のモルタル明度差は小さくなり、945℃・hにおいて1程度まで減少し、フライアッシュ明度の影響がほとんど見られなくなっている。

以上のことから、製品が脱型後、低温で水分供給のある条件下で暴露される場合においても、脱型時の積算温度を大きくすることにより、フライアッシュ明度の変動にともなう製品の明度変動を小さくできると考えられる。

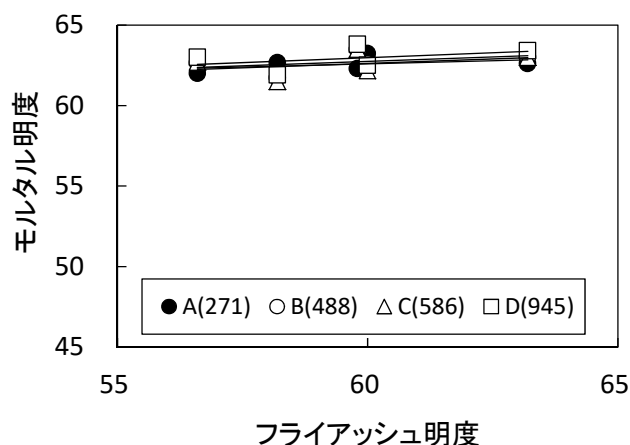


図1 フライアッシュ明度とモルタル明度の関係
(脱型後 20℃気中養生の場合)

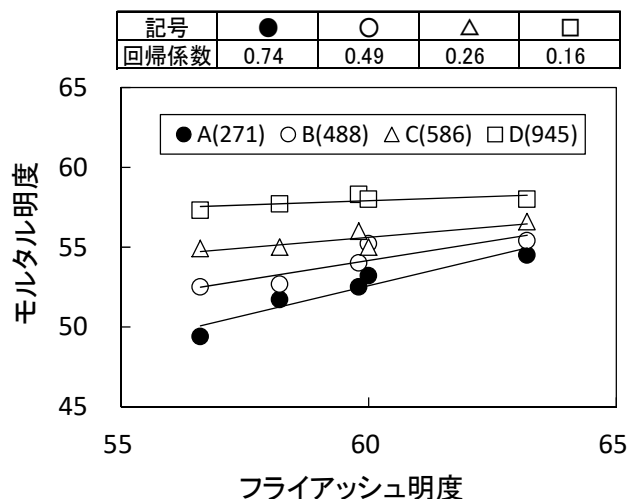


図2 フライアッシュ明度とモルタル明度の関係
(脱型後 5℃湿空養生の場合)

4. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

- 1) フライアッシュ明度がモルタル明度に及ぼす影響は、脱型時積算温度と脱型後の養生条件により傾向が異なる。
- 2) 脱型後、低温で水分供給のある条件で養生した場合、脱型時積算温度が小さいと、フライアッシュ明度がモルタル明度に及ぼす影響が大きくなる。
- 3) 明度変動の大きいフライアッシュを多量に使用して製造する製品を屋外保管する場合、製品の脱型時積算温度を大きくすることにより、フライアッシュ明度差により生じる製品間の明度差を抑制することが可能であると考えられる。