

フライアッシュの品質が蒸気養生したモルタルの各種性状に及ぼす影響

住友大阪セメント(株) 正会員 ○齋藤 尚 正会員 小田部 裕一
(株)中研コンサルタント 正会員 中上 明久

1. はじめに

フライアッシュ (FA) を用いたコンクリートは塩化物イオン浸透抵抗性や水密性などが向上する一方で、FA をセメントの一部に内割置換した場合、初期強度や中性化抵抗性が低下するとされている。その対策として、FA を細骨材の一部に外割置換した事例が報告されている¹⁾。

また、近年 FA は産業副産物の有効利用の観点からプレキャストコンクリート製品に使用されている。既往の研究では、蒸気養生した FA コンクリートの各種性状を検討した事例は報告²⁾されているものの、FA の品質について比較検討した事例は少なく、検討の余地があると考えられる。

本研究では、FA を外割置換した配合を対象に、FA の品質が蒸気養生したモルタルの強度特性、耐久性およびモルタル明度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 モルタルの使用材料・配合

表-1 に使用した FA の品質を示す。FA には A~C 石炭火力発電所を産地とし、採取時期の異なる 7 種類を用いた。各 FA の品質は、JIS II 種品または III 種品に相当する。その他の材料として、セメントには普通ポルトランドセメント (C)、細骨材には山砂 (S)、混和剤には高性能減水剤 (SP) をそれぞれ用いた。

表-2 にモルタルの配合を示す。配合は W/C=45% 一定とし、FA 置換率は $FA/(C+FA)=15\%$ となるように、細骨材の一部に外割置換した。また、比較として、FA 無置換 (PL) の配合についても検討した。

2.2 養生条件

蒸気養生条件は、最高温度がモルタルの品質に及ぼす影響を確認するために 2 種類設定した。条件は前養生 20°C 2h、昇温速度 20°C/h、最高温度 50°C または 80°C、保持時間 3h、降温は自然冷却とした。

表-3 に検討ケース一覧を示す。蒸気養生の最高温度が 50°C の条件ではすべての FA を対象に検討し、

キーワード フライアッシュ、蒸気養生、モルタル、強度、耐久性、明度

連絡先 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 住友大阪セメント(株) セメント・コンクリート研究所 TEL047-457-0091

表-1 FA の品質

略号	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	強熱減量 (%)	フロー値比 (%)	活性度指数 (%)	
					28d	91d
A-1	2.32	3630	2.4	106	87	94
A-2	2.20	3460	6.4	102	81	83
B-1	2.25	4070	1.7	109	92	98
B-2	2.25	3810	2.4	105	88	101
B-3	2.19	3890	2.5	109	91	102
C-1	2.41	4640	1.7	112	98	112
C-2	2.35	4500	2.9	112	101	108

表-2 モルタルの配合

配合	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			SP (C+FA×%)	
		W	C	S		
PL	45	332	739	0	1646	0.42
FA 有		332	739	130	1491-1506	0.40 -0.63

表-3 検討ケース一覧

略号	FA の産地	蒸気養生の最高温度	
		50°C	80°C
A-1	A	○	---
A-2		○	○
B-1	B	○	○
B-2		○	---
B-3		○	---
C-1	C	○	○
C-2		○	---

表-4 試験項目

試験項目	養生方法・試験材齢
圧縮強度 (JIS A 1108 準拠)	気中養生 材齢：1, 14, 28 日
促進中性化深さ (JIS A 1153 参考)	気中養生 56 日 促進期間：1, 4, 8, 13, 26 週
塩化物イオン浸透深さ (JSCE G 572 参考)	気中養生 28 日→水中養生 2 日 浸漬期間：1, 4, 8, 13, 26 週
モルタル明度 (色彩色差計)	気中養生 28 日 材齢 28 日

※気中養生：20°C60%R.H.、水中養生：20°C

80°C の条件では A~C 石炭火力発電所の FA から活性度指数の異なるものを選定して検討した。

2.4 試験項目

表-4 に試験項目を示す。供試体はすべて φ50×100mm とした。供試体は材齢 1 日で脱型し、表-4 に示す所定の養生を行った後に各試験に供した。なお、

促進中性化深さおよび塩化物イオン浸透深さは供試体の底面以外を被覆して所定の促進または浸漬期間で割裂し、測定した。

3. 実験結果

3.1 強度特性

図-1 に材齢 28 日の活性度指数と圧縮強度の関係を示す。蒸気養生の最高温度が 50°C の場合、圧縮強度は FA の活性度指数の増加に伴って増加した。一方、最高温度 80°C の場合、圧縮強度は FA の品質によらず同程度であった。これより、FA の品質が圧縮強度に及ぼす影響は、蒸気養生の最高温度により異なることが確認された。

3.2 耐久性

図-2 に促進期間 26 週における促進中性化深さを示す。促進中性化深さはいずれの FA を用いても PL と同等またはやや小さくなった。また、各 FA で促進中性化深さは若干異なるが、例えば活性度指数などの FA の品質による影響は確認されなかった。

図-3 に浸漬期間 26 週における塩化物イオン浸透深さを示す。塩化物イオン浸透深さはいずれの FA を用いても PL より小さくなり、FA の品質による明確な差は確認されなかった。

3.3 モルタル明度

図-4 に FA 明度と材齢 28 日におけるモルタル明度の関係を示す。FA 明度は A-2 で 50.3, B-1 で 70.4 となり、最大で 20.1 の差がみられた。一方、モルタル明度は 62.1~67.4 とその差は 5.3 となった。既往の研究では、脱型時積算温度が高い場合、FA 明度の影響は小さくなると報告されている³⁾。本研究の脱型時積算温度は 850~1110°C・h と高かったため、FA の品質がモルタル明度に及ぼす影響は小さくなったと考えられる。

4. まとめ

以下に本研究で得られた知見を示す。

- (1) FA の品質が圧縮強度に及ぼす影響は蒸気養生の最高温度により異なった。
- (2) FA の品質が耐久性およびモルタル明度に及ぼす影響は小さかった。

参考文献

- 1) 黄光律ほか：フライアッシュを外割混合したモルタルの中性化特性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21，No.2，pp.109-114，1999

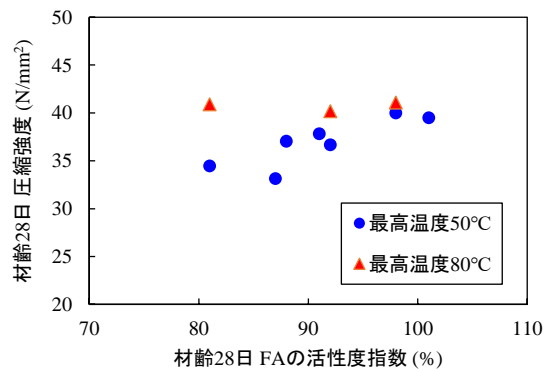


図-1 FA の活性度指数と圧縮強度の関係

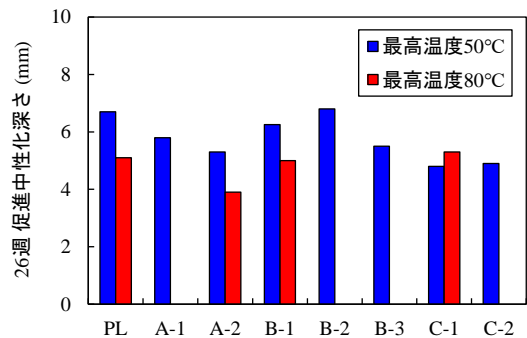


図-2 促進中性化深さ

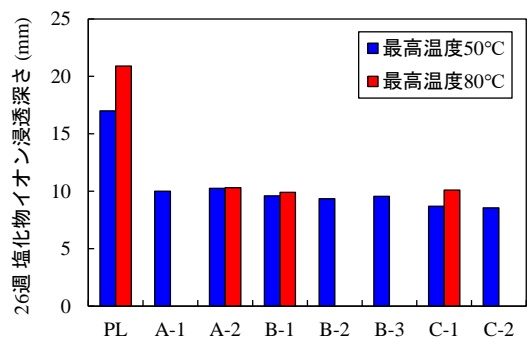


図-3 塩化物イオン浸透深さ

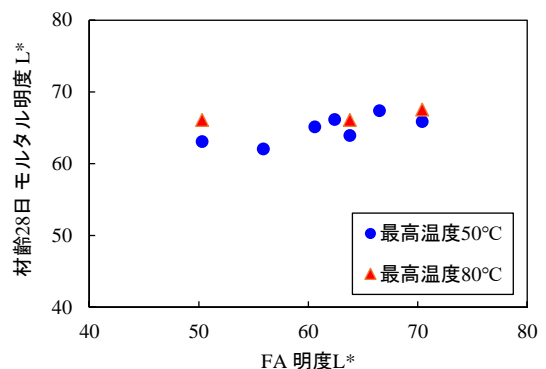


図-4 FA 明度とモルタル明度の関係

- 2) 遠藤勉ほか：フライアッシュのプレキャストコンクリートへの適用性に関する研究，土木学会第 60 回年次学術講演会，V-243，2005
- 3) 中上明久ほか：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，土木学会第 74 回年次学術講演会，V-263，2019