

加熱改質フライアッシュが現場打ちコンクリートのワーカビリティに及ぼす影響

(株) フローリック ○正会員 上本 洋
 (株) 奥村組 正会員 齋藤隆弘
 日本製紙(株) 佐藤貴之
 東北大学大学院 正会員 久田 真
 東北大学大学院 正会員 皆川 浩

1. はじめに

加熱改質することにより、強熱減量を 1.0%以下としたフライアッシュ(以後、加熱改質 FA と称す)が、耐久性向上に及ぼす影響について、各種検討がなされている。一方、コンクリートにフライアッシュ(以後、FA と称す)を用いることにより、コンクリートのワーカビリティを高めることが可能であることは、過去の多数の知見や実績により自明であるといえる。本研究では、加熱改質FAにおいても同様の効果が得られると考え、現場打ちコンクリートを前提として、室内試験、実大レベルの試験体作製により検証した。さらに、加熱改質FAは、その原料炭の性質により影響を受けるため、異なる原料炭の加熱改質FAを使用するとともに、加熱改質前のFA(原粉)も使用し、原料炭の違いによる影響、同一炭における加熱改質効果についても検証した。

2. 実験概要

2.1 室内試験

室内試験では、ベースとなるFAを使用しないケースに対し、FAを内割で15%置換したケース、25%置換したケースを設定した。加熱改質FAの炭種は日本製紙石巻工場で産出されたA,B,Cの3種とし、炭種Aについてはその原粉についても試験を行った。練混ぜ後のスランプは12±1.0cmとし、AE減水剤の結合材に対する添加率、細骨材率、および水結合材比は一定とし、単位水量、単位結合材量を変化させることで調整を行った。空気量は4.5±1.5%となるよう、AE剤および消泡剤の添加量を変えることで調整を行った。試験項目はスランプ、空気量の他、タッピング試験(スランプ試験後の平版叩きによるコンクリートの簡易変形試験方法)、間隙通過試験(JSCE-F701-2016)を実施した。練混ぜには50L練強制二軸ミキサを用いた。配合表および使用材料を表-1に示す。

2.2 実機試験

実機試験では、生コンプラントに常設している強制二軸練ミキサ(容量2.3m³)を使用し、各配合につき1.5m³練り混ぜ、そのうちの1.0m³を現場暴露用の立方体形状の型枠に打設した。ブリーディング測定については、型枠に打設されたコンクリート表面に発生するブリーディング水を30分毎に採取し、その量を集計した。FAについては、原粉、改質後ともに、炭種Aのみを使用した。試験項目は、スランプ、空気量、前述のブリーディング量測定の他、間隙通過試験を実施した。配合表を表-2に示す。

表-1 室内試験の配合および使用材料

| Case | 種別 | 単位量(kg/m ³) | | | | | AE剤 A | スランプ (cm) | 空気量 (%) |
|------|-------------|-------------------------|-----|----|-----|------|----------|--------------|------------|
| | | W | C | FA | S | G | | | |
| 1 | ベース | 166 | 305 | - | 798 | 1046 | 3.5 | 12.0 | 4.6 |
| 2 | Cf-A 15% | 162 | 252 | 45 | 793 | 1045 | 5.0 | 13.0 | 4.8 |
| 3 | Cf-A 25% | 161 | 221 | 74 | 790 | 1039 | 6.0 | 11.0 | 4.6 |
| 4 | Cf-B 25% | 160 | 220 | 74 | 793 | 1045 | 6.0 | 12.0 | 5.1 |
| 5 | Cf-C 25% | 167 | 229 | 77 | 783 | 1029 | 6.0 | 12.0 | 4.2 |
| 6 | 原粉-A 25% | 169 | 232 | 78 | 771 | 1018 | 15.0 | 12.0 | 5.0 |

W/B=54.5% s/a=44.0% 混和剤添加率: B×0.01
 C: 普通ポルトランドセメント(太平洋セメント) 3.16 g/mm³
 Cf-A: 2.03 g/mm³ 強熱減量: 0.40% 比表面積: 4030 cm²/g
 Cf-B: 2.19 g/mm³ 強熱減量: 0.62% 比表面積: 3470 cm²/g
 Cf-C: 2.17 g/mm³ 強熱減量: 0.45% 比表面積: 4890 cm²/g
 原粉-A: 1.96 g/mm³ 強熱減量: 3.52% 比表面積: 3230 cm²/g
 S1: 山砂(黒川郡大和町鶴巣) 2.57 g/mm³ 表面水: 3.0%
 S2: 砕砂(登米市津山町) 2.66 g/mm³ 表面水: 2.8%
 S比率 S1: S2=60: 40
 G: 碎石(石巻市湊字葛和田山) 2.70 g/mm³
 混和剤: フローリック SV10(AE減水剤)
 AE剤: フローリック AE150(1A=B×0.001%)

キーワード 加熱改質フライアッシュ, 現場打ちコンクリート, 間隙通過, ブリーディング, ワーカビリティ
 連絡先 〒170-0013 東京都豊島区東池袋 1-10-1 5F (株)フローリック TEL 03-5960-6914

3. 実験結果

3.1 室内試験

スランブを一定とし、単位水量、単位結合材量を変えることで、各ケースにおける配合調整を行った結果、表-1 に示すように、加熱改質 FA を使用したケースでは、単位水量、単位結合材量をほとんどのケースで減ずることになった。その減少量は最大 6kg/m^3 であり、FA の品種による差はあるが、減水効果が確認できた。ここで、炭種 A の原粉を使用した Case6 では、単位水量が増加したことから、本試験の範囲では同一炭において加熱改質により減水効果が付与されていることを確認した。また、タッピング試験において、いずれのケースでも打撃終了後に材料分離傾向は見られず、また過度に粘性が高い傾向も見られないことから、良好なワーカビリティを有していることを確認した。図-1 に間隙通過試験結果を示す。加熱改質 FA を使用したケースでは、単位水量を低減し、相対的に単位粗骨材量が増大したにもかかわらず、通過時間が低減しており、加熱改質 FA の使用による間隙通過性の向上を確認できた。

3.2 実機試験

図-2 に間隙通過試験の結果を示す。加熱改質 FA の使用により、間隙通過性が向上しているが、その程度は室内試験より大きい。これは練混ぜに用いるミキサの性能の違いが影響していると考えられる。

試験体への打設状況を写真-1 に、試験体を用いたブリーディング測定結果を図-3 に示す。原粉を使用した Case4 では、日没に伴い測定不能になったため、打設後 120 分の時点で測定を中止した。改質 FA の置換率が增大するのに伴い、ブリーディング量が多くなり、原粉を使用した Case4 では著しくブリーディング量が多くなった。本試験は FA を内割で使用しており粉体量が変わらないため、ボールベアリング効果による粘性低下がそのまま保水性の低下に繋がったと考えられる。原粉を使用した場合にブリーディング量が多くなる要因の一つとして、保水性が低下しているのにもかかわらず単位水量が多いことが考えられる。

4. まとめ

加熱改質 FA の使用により、現場打ちコンクリートのワーカビリティに下記の影響を及ぼすことを確認した。

- ・ 品種によりその効果は異なるものの、加熱改質 FA を内割で使用することによる減水効果を確認するとともに、改質によりはじめて減水効果が付与されることを確認した。
- ・ 加熱改質 FA の使用により、フレッシュコンクリートの間隙通過性が向上することを確認した。
- ・ 加熱改質 FA を内割で使用する場合では、ブリーディング量はベースコンクリートよりも増大する傾向にある。

実験に際し、(株)平成生コンクリートの皆様には多大なるご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表したい。

表-2 実機試験の配合

| Case | 種別 | 単位量(kg/m^3) | | | | | AE剤 A | スランブ (cm) | 空気量 (%) |
|------|-------------|------------------------|-----|----|-----|------|----------|--------------|------------|
| | | W | C | FA | S | G | | | |
| 1 | ベース | 166 | 305 | - | 798 | 1046 | 2.5 | 12.0 | 5.0 |
| 2 | Cf-A 15% | 162 | 252 | 45 | 793 | 1045 | 2.5 | 12.0 | 5.6 |
| 3 | Cf-A 25% | 161 | 221 | 74 | 790 | 1039 | 2.5 | 12.0 | 5.4 |
| 4 | 原粉-A 25% | 169 | 232 | 78 | 771 | 1018 | 5.0 | 12.5 | 5.0 |

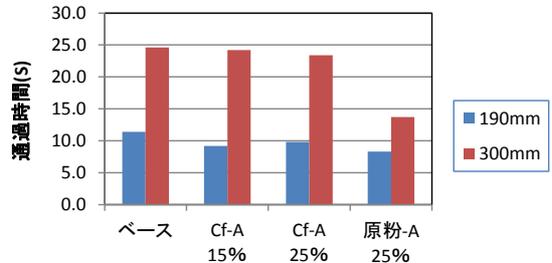


図-1 間隙通過試験結果 (室内)

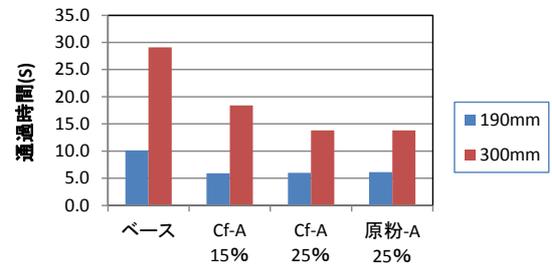


図-2 間隙通過試験結果 (実機)

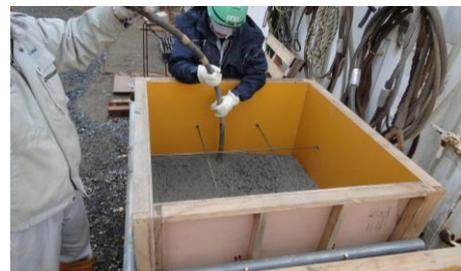


写真-1 試験体への打設状況

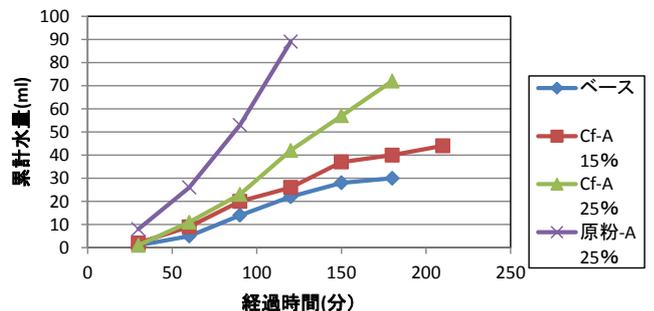


図-3 ブリーディング測定結果 (実機)