

フライアッシュコンクリートによる水和熱の低減効果について
～山陰道橋台打設における室内試験と温度計測結果～

中国電力（株） 正会員 ○中原 浩平 玉井 孝謙
今岡工業（株） 多久和 政樹
三瓶生コン（株） 松尾 健 竹下 章司
中国地方整備局 松江国道事務所 竹江 仁 丸山 篤
松江工業高等専門学校 名誉教授 高田 龍一

1. はじめに

山口県，島根県，鳥取県を結ぶ山陰道が現在建設中である．その一区間である大田・静間道路は，島根県大田市久手町刺鹿から大田市静間町を結ぶ延長 5.0km の道路で，平成 24 年度に事業化され，令和 5 年度開通予定である．各道路橋台はマスコンクリートのため，発熱による温度ひび割れとその後引き起こされる乾燥収縮ひび割れの抑制を主目的とし，フライアッシュコンクリート（以下「FA コン」）の有効性を確認するために FA コンが採用された．

FA コンは，発熱抑制，ひび割れ抑制の効果の他，耐久性の改善を図ることが可能な有益なコンクリートとして積極的な利用が期待されている．本工事で使用されたフライアッシュは島根県の中国電力三隅発電所から排出されたものであり，地域での資源循環にも貢献している．

施工にあたって，事前に室内試験で FA コンの水和熱低減効果を確認した．また，橋台の打設養生時の温度計測を実施し，FA コンによる水和熱低減効果の結果を得た．今回はその FA コンの活用効果について報告する．

2. 室内試験の概要と試験結果

山陰道での橋台打設の前に三瓶生コン（株）工場にて室内試験を実施し，配合の検討と品質を確認した．配合は 24-12-20 とし，骨材は島根県で JIS 生コンに使用されるものとした．配合表を表-1 に示す．試験項目は圧縮強度試験と簡易断熱温度上昇試験とし，普通コンクリート（以下「N」）と FA コンを比較することで FA コンの長期強度増進効果と水和熱低減効果について検証した．

圧縮強度試験結果（図-1）を示す．FA コンは 28 日までの初期強度発現を抑制し，91 日の長期強度では N と同等の結果となった．以上から，フライアッシュによる長期強度増進効果を確認した．

簡易断熱温度上昇試験に使用した供試体は 300mm×300mm×300mm で周囲を 200mm 厚の断熱材で覆い，中心温度を測定した．試験結果（図-2）を示す．最大温度上昇量を比較すると N は 31.3℃

| NO. | 配合種別 | W/B (%) | W/C (%) | s/a (%) | 単位数 (kg/m ³) | | | | | AE減水材 使用量 B×% |
|-----|------------|---------|---------|---------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|---------------------|
| | | | | | 結合材 | | | | | |
| | | | | | W | C | F A | S | G | |
| 1 | 24-12-20N | 54.8 | 54.8 | 48.0 | 170 | 310 | - | 851 | 975 | 0.95 |
| 2 | 24-12-20FA | 50.0 | 62.5 | 47.0 | 168 | 269 | 67 | 816 | 972 | 1.0 |

表-1 配合表

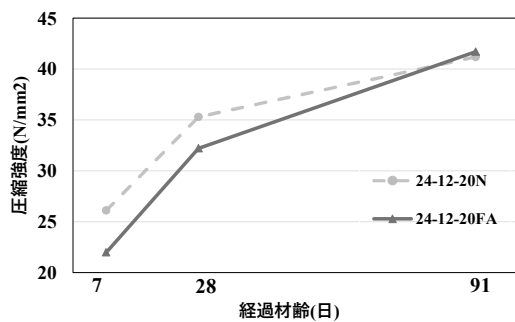


図-1 圧縮強度試験

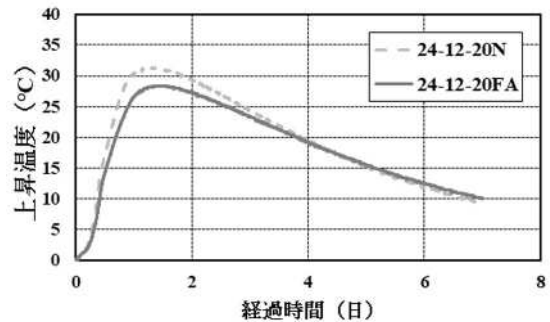


図-2 簡易断熱温度上昇試験

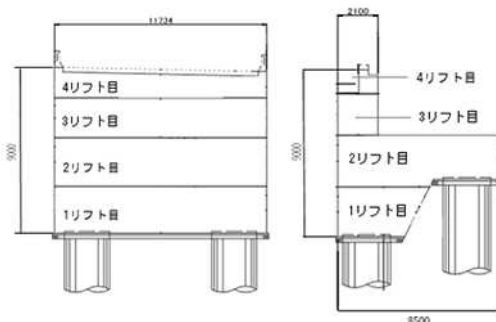


図-3 大田・静間道路 橋台断面図

キーワード フライアッシュコンクリート，マスコンクリート，石炭灰，水和熱
連絡先 〒730-8701 広島市中区小町 4-33 中国電力(株)電源事業本部 石炭灰有効活用 TEL082-545-1543

であったのに対し、FA コンは 28.4℃に抑えられた。また、最大温度上昇量を過ぎて温度低下する傾きを比較しても FA コンは N より緩やかとなり、温度降下勾配も抑制されたことが分かる。本試験結果から、実施工において、FA コンは橋台マスコンクリートの温度ひび割れの原因となる水和熱の低減が可能と評価した。

3. 現場試験の概要と計測結果

FA コンを打設した橋台は約 470m³であり、令和3年9月下旬から3ヵ月の間に4リフトに分けて施工された。橋台断面図（図-3）を示す。施工時には各リフトに温度計を設置し、約1ヶ月間、コンクリート温度を計測した。また、国道9号道路を挟んで隣接する施工量が同程度の山陰道橋台（BB）にも温度計を設置した。各橋台から比較する温度計を1箇所ずつ選定した。選定にあたってはコンクリート施工ボリュームと打設・養生期間の平均気温の両方が近い2点を採用した。それぞれの温度計設置位置を図-4、図-5に示す。計測結果を比較することで、一般的に示されているようなマスコンクリートでのFA コンによる温度応力抑制効果を検証した。

測定試験結果（図-6、表-2）を示す。BB 橋台では、打設後の最大温度上昇量が 59.9℃であるのに対し、FA コン橋台では 52.5℃となり、FA コンは BB より 7.4℃小さくなった。また、最大温度到達時間はFA コンはBB に比べ、約3日間も長い結果となった。温度降下時を比較しても、FA コンは温度上昇後の急激な温度降下を抑えていることが分かる。以上の結果より、FA コンは急激な温度上昇と降下による温度ひび割れを抑制したと考える。他の温度計の比較でも同様な結果を示した。なお、FA コンにて採用した観測点がある2リフト目打設から3リフト目打設までの所要時間は15日間であり、BB の27日間と比べても大きいものではなく、初期強度低下による施工への支障はなかった。

4. まとめ

今回の室内試験と橋台施工により、以下のようなFA コン活用の効果を確認した。

- 1) 島根県で使用される骨材を用いたFA コンの室内試験によって、フライアッシュによるコンクリートの長期強度増進効果と水和熱低減効果を確認することができた。
- 2) 山陰道橋台打設時のコンクリート温度計測結果によって、フライアッシュによるコンクリートの水和熱の低減効果を確認することができた。
- 3) 今回の山陰道橋台工事では表面等にひび割れが見られないことを目視にて確認している。

参考文献

・公共社団法人 日本コンクリート工学会 中国支部：中国地方におけるフライアッシュを用いたコンクリートの設計施工指針（試案） 2012.3

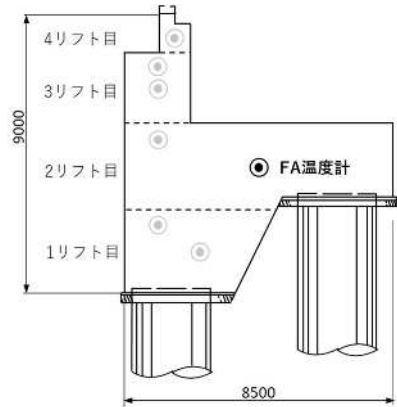


図-4 FAC 橋台温度計設置位置図

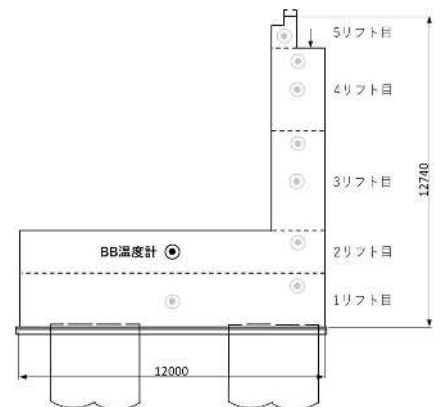


図-5 BB 橋台温度計設置位置図

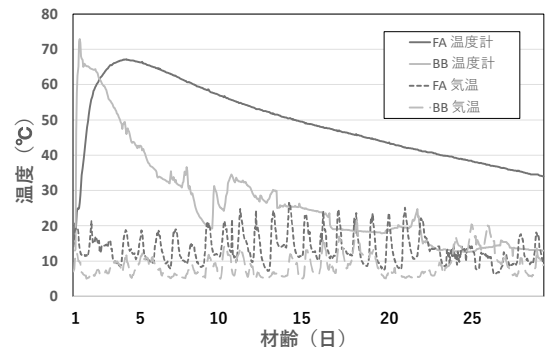


図-6 打設温度測定結果

| | 24-12-20FA | 24-12-20BB | 備考 |
|----------|------------|------------|---------------------|
| 最大温度上昇量 | 52.5℃ | 59.9℃ | FA が 7.4℃小さい |
| 最大温度到達時間 | 77 時間 | 9 時間 | FA が 68 時間温度上昇を遅らせた |
| 平均外気温 | 13.3℃ | 8.9℃ | - |

表-2 打設温度測定結果