

# 各種混和材を併用した連続鉄筋コンクリート舗装の膨張収縮挙動に関する実験的検討

日本大学工学部 ○紅林虎太郎 白鳥卓実 学生会員 菅野日南 何宗耀  
正会員 前島拓 フェロー 岩城一郎

## 1. はじめに

連続鉄筋コンクリート舗装(CRCP)は縦方向鉄筋を連続的に配置し、ひび割れを分散させることで横目地を必要としないため、耐久性に優れた構造形式と考えられている。しかし、東北地方をはじめ積雪寒冷地で供用されているCRCPにおいては、初期に生じたひび割れから凍結防止剤混じりの水が浸入し、供用10年未満で内部の鋼材が著しく腐食したケースが報告されている<sup>1)</sup>。そのため、積雪寒冷地でCRCPを活用するためには、膨張材(Ex)によりひび割れ幅を適切に制御するとともに、フライアッシュ(FA)や高炉セメントなどを混和することで耐久性向上が期待される。しかし、これらの混和材を併用したCRCPが実装された事例は国内に少なく、施工性やひび割れリスクに関する検討はなされていない。以上のことから本研究では、大学構内にて各種混和材を併用した実物大CRCPを作製することで施工性を評価するとともに、コンクリートおよび鉄筋ひずみの膨張収縮挙動からひび割れリスクについて実験的に検討した。

## 2. 実験概要

図-1にCRCPの舗装構成を示す。CRCP版の寸法は、長さ40,000mm、幅10,500mm、厚さ

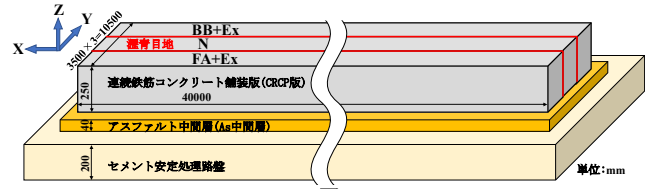


図-1 舗装構成

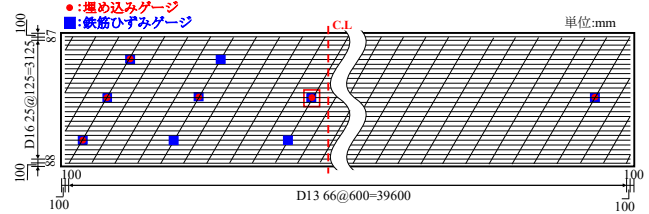


図-2 鉄筋の配筋図とゲージ位置



表-1 配合表 図-3 スリップフォームペーバ

250mmである。図-2に配筋図と各種ゲージ位置を示す。縦方向鉄筋はかぶり75mm、D16の異形鉄筋を125mm間隔で配置(鉄筋比0.64%)し、横方向鉄筋は縦方向鉄筋の下に、斜め60°にD13の異形鉄筋を600mm間隔で配置(鉄筋比0.08%)した。CRCP版はスリップフォームペーバによるセットフォーム工法で施工し、打込み後はほうき目仕上げを施し、材齢7日まで散水養生を実施した。図-2に示した位置に鉄筋ゲージと熱電対付きの埋込ゲージを設置し、CRCP版内の温度、縦断方向(X)、横断方向(Y)、鉛直方向(Z)のコンクリートおよび鉄筋のひずみを計測した。また、施工した舗装近傍に温湿度データロガーを設置し、外気温と相対湿度を計測した。表-1にコンクリートの配合を示す。普通ポルトランドセメントを用いた一般的な舗装配合(N)、Nに対し、II種相当のFAをセメントの質量に対して外割15%、内割5%置換し、ひび割れを抑制するためExを20kg/m<sup>3</sup>添加した配合(FA+Ex)、高炉セメントB種(BB)をNのセメントに置き換え、Exを20kg/m<sup>3</sup>添加した配合(BB+Ex)の計3条件とした。目標スランブを5.0±2.5cm、目標空気量を4.5±1.5%とし、混和剤により所定のフレッシュ性状を満足するように調節した。フレッシュ性状の試験項目は、ブリーディング試験及び凝結時間試験である。

| ID    | W/C (%) | W/B (%) | s/a (%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |    |    |     |      | 混和剤(B×%) |        |       | スランブ (cm) | 空気量 (%) | 温度 (°C) |
|-------|---------|---------|---------|-------------------------|-----|----|----|-----|------|----------|--------|-------|-----------|---------|---------|
|       |         |         |         | W                       | C   | FA | Ex | S   | G    | AE減水剤    |        |       |           |         |         |
|       |         |         |         |                         |     |    |    |     |      | 15L      | 101    | 785   |           |         |         |
| N     | 40.1    | 40.1    | 34.3    | 162                     | 404 | —  | —  | 602 | 1193 | 1.05     | 0.0025 | —     | 7.5       | 4.9     | 19.0    |
| FA+Ex | 42.2    | 34.9    |         | 384                     | 81  | —  | —  | 570 | 1129 | 1.00     | —      | 0.015 | 7.5       | 5.3     | 22.0    |
| BB+Ex | 40.1    | 40.1    |         | 404                     | —   | —  | —  | 592 | 1173 | 1.05     | 0.025  | —     | 9.0       | 4.5     | 18.0    |

キーワード フライアッシュ 高炉セメント 膨張材 連続鉄筋コンクリート舗装 膨張収縮

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部 電話 024-956-8729

3. 実験結果

図-4 にブリーディング試験の結果を示す。図より、N と比べて FA+Ex はブリーディングが抑制され、BB+Ex ではブリーディングが増加する結果となった。

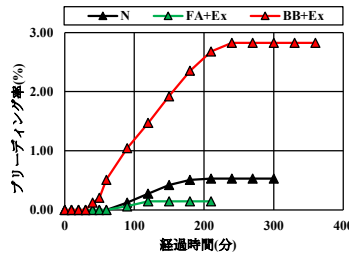


図-4 ブリーディング試験

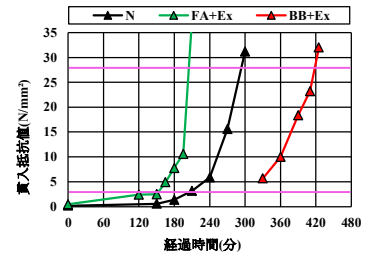
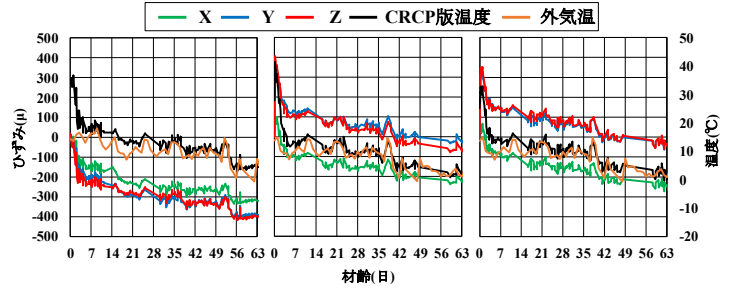


図-5 凝結時間試験

図-5 に凝結時間試験の結果を示す。凝結時間は N よりも短い結果であり、BB+Ex は N よりも若干遅延する結果であった。なお、本検討ではスリップフォームペーパーによる施工を実施したが、いずれの配合も施工上の問題はなく、所定の時間内で施工が完了している。図-6 に温度とコンクリートひずみの経時変化を示す。なお、本稿では代表値として舗装版中心の計測結果のみを示す。図より、CRCP 版内の温度は、各工区で水和反応による温度の上昇が見られ、特に粉体量の大きい FA+Ex では温度上昇が大きい傾向となった。コンクリートひずみでは、N は打込み直後から全方向で収縮する傾向を示したが、Ex を混和した FA+Ex、BB+Ex では初期に膨張する傾向を示し、特に鉄筋による拘束が小さい Y、Z 方向ではその傾向が顕著であった。材齢 63 日時点における X 方向ひずみでは N が-315μ、FA+Ex が-235μ、BB+Ex が-269μ であり、FA+Ex、BB+Ex は膨張材を混和したことでコンクリートの収縮が低減される結果であった。図-7、8 に鉄筋ひずみとケミカルプレストレスの経時変化を示す。なおケミカルプレストレスは以下の式(1)より算出した。



(a) N (b) FA+Ex (c) BB+Ex

図-6 温度とコンクリートひずみ

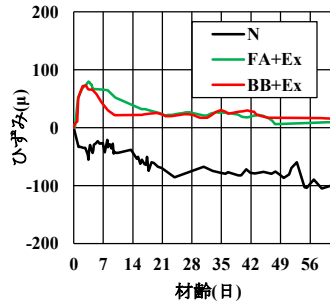


図-7 鉄筋ひずみ

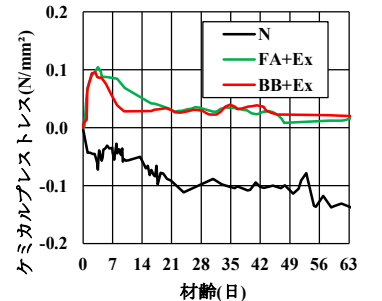


図-8 ケミカルプレストレス

4. まとめ

本研究では、大学構内に各種混和材を併用した連続鉄筋コンクリート舗装を施工し、舗装版内の膨張収縮挙動からひび割れリスクを評価した。その結果、本検討配合はいずれも施工性に問題なく、フライアッシュおよび高炉セメント B 種と膨張材を併用した配合においても連続鉄筋コンクリート舗装に適用可能であることを示した。また、膨張材を併用した配合については、膨張材の効果によりコンクリートの収縮ひずみを軽減させ、さらに膨張ひずみが鉄筋の拘束を受けたことにより舗装版にケミカルプレストレスが導入され、ひび割れの発生リスクを低減することを明らかとした。今後は、各データの計測を継続するとともに、有限要素解析モデルにより本舗装のひび割れリスクを解析的に評価する予定である。

【謝辞】本研究は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省の委託研究「データ同化をベースとした高耐久フライアッシュコンクリート舗装についての技術研究開発」で行われたものです。

【参考文献】1)小池海ほか(2019):積雪寒冷地の高速道路における連続鉄筋コンクリート舗装の損傷実態と原因について,土木学会論文集 E1(舗装工学),Vol.75, No2, pp.123-131.