

「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」(令和〇〇年度採択)
研 究 概 要

番号	研究課題名	研究代表者
No. 2021-7	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	日本大学 教授 岩城 一郎

本技術研究開発は、今後アスファルト舗装からの適切な転換が期待されるコンクリート舗装に対し、データ同化手法をベースに高耐久フライアッシュコンクリート舗装の開発と実装を行うものである。フライアッシュおよび膨張材を併用したコンクリート舗装の耐久性・施工性を評価したうえで最適な配合を選定するとともに、実機製造試験と試験施工を行ったうえで直轄国道において提案する高耐久連続鉄筋コンクリート舗装を実装した。また、各種実験データを入力値としたマルチスケール解析を行い、高耐久コンクリート舗装の長期耐久性を評価可能な解析ツールを構築した。

1. 研究の背景や動機、目的および目標等

連続鉄筋コンクリート舗装(CRCP)は、舗装版内に配置した鉄筋の拘束により微細なひび割れを分散させる構造であり、目地部を設けないことから耐久性および走行性に優れることが知られている。一方、積雪寒冷地に供用される CRCP においては、凍結防止剤(NaCl)混じりの水が浸入することにより供用 10 年未満で内部鉄筋が著しく腐食したケースが報告されている。そのため、積雪寒冷地で CRCP を広く活用していくには、ひび割れ幅を適切に抑制するとともに、コンクリート自体の遮塩性を含む耐久性を向上させるといった高耐久化を図る必要がある。

本研究では、今後アスファルト舗装からの適切な転換が期待されるコンクリート舗装について、高耐久 FA コンクリート舗装の開発と実装を目的とした研究開発を行った。

2. 研究内容

高耐久 CRCP の開発と実装については、1)要素レベルで FA を混和した舗装用コンクリートの適正な配合および耐久性について検討し、2)日本大学工学部構内に機械施工による実物レベルでの CRCP を打設し、その施工性・品質について評価した。さらに、3)秋田県内の直轄国道において現場施工を行った。また、4)これら各実験で得られたデータを入力値とした解析モデルを作成し、高耐久 FA コンクリート舗装のひび割れリスク、耐久性、耐疲労性を解析的に検討した。

3. 研究成果

室内試験レベルでフライアッシュを混和したコンクリートのフレッシュ性状や耐久性を評価し、フライアッシュの適切な置換率を選定したうえで、実機レベルでの施工性の確認、および試験施工

①要素レベルでの配合設計、耐久性評価

- ✓ FAの適切な置換率および置換方法の検討⇒配合設計手法の検討(フレッシュ性状・耐久性・耐摩耗性)
- ✓ FAコンクリートが普通コンクリートと同様の配合設計が可能であること、塩分環境下での各種耐久性が向上すること、すり減り抵抗性が向上することを確認



①要素試験



②実物大モデルでの試験施工

②実規模レベルでの試験施工、耐久性評価

- ✓ 日本大学工学部構内に実物大CRCPを施工⇒施工性、表層品質・耐久性の評価
- ✓ FAコンクリートが従来の機械施工で十分に施工可能であること、FAとExを併用することで従来のコンクリート舗装に対してひび割れリスクが低減し得ることを確認



③現場実装

③現場実装



図-1 高耐久連続鉄筋コンクリート舗装の開発と実装

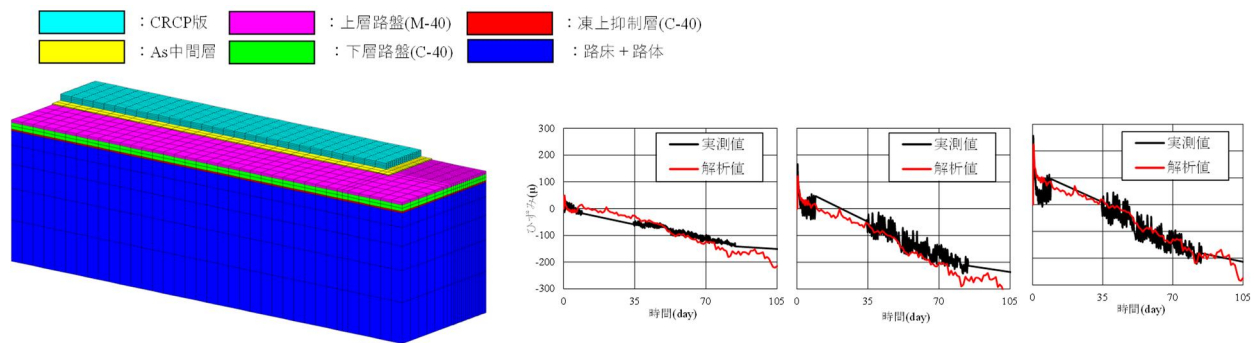


図-2 高耐久 CRCP のひび割れリスクを評価可能なモデルの作成

といった事前検討を十分に行ったうえで、直轄国道における現場施工を実現した。本施工については、外気温 38℃という極めて厳しい環境での施工であったものの、施工は滞りなく完了し、また現在まで構造上問題となるひび割れは発生しておらず、提案するフライアッシュと膨張材を併用した高耐久な CRCP は膨張材の混和によって過度なひび割れの拡幅を抑制し得ることが確認された(図-1)。また、試験施工や本施工で得られたデータに基づき作成した解析モデル(図-2)は、各種配合を用いた連続鉄筋コンクリート舗装版内部におけるコンクリートの膨張収縮挙動を精度よく再現し得る結果であり、本研究で作成したモデルを活用することで多様な材料条件・環境条件に置かれる CRCP のひび割れリスクを算定することが可能であること、また、データ同化をベースとしたマルチスケール解析によって高耐久 CRCP が 100 年にわたる耐久性を有することを示した。

4. 主な発表論文

- 1) H.E. Joo, T. Nagata, Y. Takahashi, Cracking Risk Evaluation on Continuous Reinforced Concrete Pavement with Supplementary Cementitious Materials and Expansive Additive, Journal of JCI, 46(1), pp.565-570. 2024
- 2) 相内豪太, 菅野日南, 前島拓, 岩城一郎, “フライアッシュと膨張材を併用した高耐久連続鉄筋コンクリート舗装の開発と実装”, 土木学会論文集, Vol.81, No.1, 24-00155, 2025.11.

5. 今後の展望

今後は、現場施工した舗装の長期耐久性を評価するため、追跡調査や各種耐久性試験を継続して実施するとともに、FA を用いたコンクリートのすり減り抵抗性が向上するメカニズムについて詳細な検討を進めるとともに、FA の品質変動を考慮した適切な配合設計手法について検討する予定である。また、これらの検討結果を解析モデルに反映(データ同化)させることで、コンクリート舗装の劣化予測モデルの精度向上を目指すとともに、FA を用いた高耐久コンクリート舗装の本研究で得られた知見を取りまとめた『高耐久コンクリート舗装の手引き』を用いて、積雪寒冷地を中心に高耐久なコンクリート舗装の利用拡大を図る予定である。

6. 道路政策の質の向上への寄与

本研究では、FA を用いることで舗装コンクリート自体の耐久性を向上させるとともに、膨張材の併用によりひび割れリスクを低減する高耐久コンクリート舗装配合を見出し、施工条件や配合特性、気象条件等を入力することで、ひび割れ性状や耐疲労性を定量的かつ長期的に評価可能とする解析モデルを構築し、設計段階から耐久性を重視した舗装の維持管理計画の策定が可能であることを示唆している。これにより、舗装健全度の診断精度の向上とともに、適切な補修時期・方法の最適化が図られ、長寿命化とライフサイクルコストの低減に資する設計・維持管理手法として道路行政に貢献することが期待される。さらに、直轄国道における現場実装に至るまでの適切な導入プロセスは、新たな材料を用いた舗装の実装を図る際の参考になりうるものでありこれらの研究成果を国土交通省や土木学会、道路協会の各種技術図書へ反映させ、全国的な普及と標準化を図ることで、持続可能な道路インフラの構築に資するものと考えられる。

7. ホームページ等

- 1) 日経コンストラクション：2023 年 10 月号, pp12-17.
- 2) 日経クロステック：地産地消で高耐久コンクリート舗装
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/ncr/18/00031/101200059/>
- 3) コンクリートテクノ：2025 年 7 月号掲載決定