

農村道路

No.33



2023年11月27日

(公社)農業農村工学会農村道路研究部会

農 村 道 路

No.33

2023 年 11 月 27 日

(公社)農業農村工学会農村道路研究部会

はじめに

本年度の研究集会・現地研修会は、4年ぶりの通常開催となりました。本研究集会・現地研修会の開催にあたっては、岡山県および農林水産省をはじめ、多くの方々に多大なるご協力を賜りました。関係各位に心より感謝し、御礼を申し上げます。また、本年度も、昨年度と同様に、参加のしやすさを重視して、研究集会を対面およびオンラインの併用で開催する運びとなりました。今後も、研究集会・現地研修会の開催方法等について、皆様からの忌憚のないご意見を賜れば幸いです。

さて、本年度の特定テーマは、「人口減少社会における農道の取組み～省エネ・省力化への取組み～」とさせていただきます。現在、少子高齢化や働き方改革といった社会情勢の変化に伴う建設業界の2024年問題への対応が各所で行われているところです。また、第2次ベビーブーム世代が後期高齢者となり、更なる労働人口の減少が懸念される2040年問題への準備も始まっており、ICTやIoTを活用した省力化技術の導入が期待されています。一方で、我が国では、2050年のカーボンニュートラルの達成が課題となっており、建設分野においても種々の取組がなされています。農道の整備においても、これらの問題に向き合っていくことが求められ、省エネ・省力化の取組について整理しておく必要であると考えられます。

ご参加の皆様におかれましては、この研究集会が、人口減少社会における農道整備の在り方について、改めて考える機会となれば幸いです。今回の研究集会および現地研修会が、参加の皆様の技術研鑽の場として有意義なものになることを祈念しております。

令和5年11月

(公社) 農業農村工学会 農村道路研究部会長
川名 太 (東京農業大学)

第 33 回 農業農村工学会 農村道路研究部会 研究集会

1. 主 催 (公社) 農業農村工学会 農村道路研究部会
2. テ ー マ 人口減少社会における農道の取組み ～省エネ・省力化への取組み～
3. 日 時 令和 5 年 11 月 27 日 (月) 13 : 00～16 : 40
4. 会 場 岡山国際交流センター2F 国際会議場 (岡山市北区奉還町 2 丁目 2 番 1 号)
<http://www.opief.or.jp/oicenter/access.html>
5. プログラム

開会の挨拶

13 : 00～13 : 05 川名 太 (農村道路研究部会長・東京農業大学)

来賓挨拶

13 : 05～13 : 10 大賀 則男 (岡山県農林水産部 参与)

【招待論文】

13 : 15～13 : 35 脱炭素社会の実現に向けた農道分野における省エネの取組について
農林水産省 萩尾 俊宏

【研究論文】

13 : 40～14 : 00 ガラス発泡軽量材の寒冷地道路への適用に関する研究
— 耐凍上性および凍結抑制効果の検証 —
北海道科学大学 川端 伸一郎

14 : 05～14 : 25 アスファルト舗装の早期劣化要因の特定に資する詳細調査方法の
組み合わせの検討
北海道科学大学 中村 博康

14 : 25～14 : 40 休 憩

【研究論文】

14 : 40～15 : 00 農村道路の直営施工の現状と活動継続の条件
明治大学 杉山 結菜

【技術報文】

15 : 05～15 : 25 農道、農道トンネルの完全 LED 化の現実的手法
～安定器寿命と極所ブラックアウトの未然防止策～
株式会社あかりみらい 越智 文雄

15 : 30～15 : 50 廃 PET のアスファルト改質材へのアップサイクルに関する検討
花王株式会社 猪股 賢大

15 : 55～16 : 15 浸透防水型薄層表面処理工法 (CAM シール NEO プラス工法) の
橋面コンクリート舗装への適用事例
東亜道路工業株式会社 金重 俊弘

諸連絡

16 : 20～16:30 現地研修会の概要説明と事務連絡 岡山県

閉会

講演概要

脱炭素社会の実現に向けた農道分野における省エネの取組について

農林水産省 萩尾 俊宏

キーワード：農道，脱炭素社会，省エネ，カーボンニュートラル

農道は、圃場への通作や営農資機材の搬入、産地から市場までの農産物の輸送等に利用され、農業生産性向上に資するほか、地域住民により日常の移動に利用されるなど、農村の生活環境を支える重要なインフラである。また、脱炭素社会を実現することが世界的課題となる中、2050年カーボンニュートラルを達成するためには、省エネ（化石エネルギーの使用の合理化）の徹底と、技術開発等による非化石エネルギーの導入拡大の両輪で取組を進める必要がある。道路分野では、国土交通省が「道路におけるカーボンニュートラル推進戦略」の中間とりまとめを公表するなど省エネの取組が進められており、農道分野においても、整備、利用、管理の各段階において取組を拡大していく必要がある。

本稿では、農道の整備・管理状況を整理するとともに、道路分野での取組も踏まえ、省エネという視点から農道分野の取組を紹介する。

ガラス発泡軽量材の寒冷地道路への適用に関する研究 - 耐凍上性および凍結抑制効果の検証 -

北海道科学大学 川端 伸一郎，松田 圭大，中村 博康，亀山 修一

キーワード：ガラス発泡軽量材，凍上性，熱的性質，凍上抑制層，法面对策工

廃ガラスを原料としたリサイクル資材であるガラス発泡軽量材を寒冷地で使用することを目的に、凍上性および凍結融解抵抗性などを調べた。実験に用いた軽量材は非凍上性材料であり、凍結融解抵抗性も十分に有することが確認された。また、基本的な性状を調べる過程で粒子内部に多くの閉塞間隙があることが判明し、熱伝導率を測定した結果、一般的な砕石と比べて値が1/25程度であり、高い断熱性能が期待できた。この特性を踏まえて、軽量材を下層路盤と凍上抑制層に適用することを想定し、熱伝導解析によってその凍結抑制効果を明らかにした。また、法面保護工の一種であるふとん籠の中詰め材に軽量材を利用することを提案し、冬期の現場実測から高い断熱性があることを明らかにした。

アスファルト舗装の早期劣化要因の特定に資する詳細調査方法の組み合わせの検討

北海道科学大学 中村 博康, 松田 圭太, 川端 伸一郎, 亀山 修一

キーワード：アスファルト舗装, 早期劣化要因, 詳細調査, 路床の支持力

近年, 早期に損傷が生じたアスファルト舗装では, 再び早期劣化とならないように詳細調査を実施して健全度や損傷を診断し, その結果に基づいて措置を行うことが求められている。これは, 道路管理者が重要な路線と位置付けた道路が対象であり, 自家用自動車の利用が必須となっている農村道路においてもこの考えは同様である。しかし, 舗装の早期劣化要因は現場によって異なるため詳細調査のマニュアル化は難しい。

本研究では, 供用中の国道の早期劣化区間において詳細調査を実施し, 早期劣化要因を明らかにするための詳細調査では, ステップ1「早期劣化要因の仮説の立案」, ステップ2「詳細調査箇所と調査方法の決定」, ステップ3「詳細調査による仮説の検証」, の3つのステップが有効であることを示した。また, 詳細調査では, FWD 調査, コア採取, 開削調査を組み合わせることによって, 早期劣化区間で発生した複雑な損傷の原因を究明することができることを示した。

農村道路の直営施工の現状と活動継続の条件

明治大学 杉山 結菜, 服部 俊宏

キーワード：農道整備, 住民参加型, 直営施工, 舗装, 活動継続

農村部において道路は農業用道路としてのみならず, その地域の住民にとって重要な生活道路として利用されている。その中で, 道路の舗装や補修等, 住民によって整備を行う直営施工は古くから多くの地域に継承されてきた。

本研究では, 長野県千曲市, 小川村において行政職員と地区のリーダーにヒアリング調査を行い, 直営施工の評価や課題を得た。その結果, 舗装費用の削減, 通行の利便性や安全性の向上, 農業機械の交通の利便性向上による農作業の円滑化といった効果に加え, 観光の活性化や鳥獣害の軽減など, 多様な分野に大きな効果をもたらす活動であることがわかった。一方で, 参加者の高齢化・固定化, リーダーへ仕事が集中する, 協力を受ける建設会社の選定に関する課題が明らかになった。

高齢化や人口減少が深刻化するなかで, また住民意識が変化する中で, 参加者の確保, 参加者の代替わりを進め, 住民一人一人が「自分たちの地区は自分たちで管理する」という意識を持つことで直営施工の継続が可能となる。また, 行政と地域住民が一体となり直営施工を進め, 直営施工の十分な実施が可能となるような予算の確保や, そのための適切な制度設計が必要であると考えられる。

株式会社あかりみらい 越智 文雄

キーワード：LED 照明，安定器寿命，水俣水銀条約，サプライチェーン問題，局所ブラックアウト，未然予防，民活，リース活用

全国施設の LED 化という国家プロジェクトは，① LED 照明器具のサプライチェーン問題，②安定器の見切り生産終了による局所的ブラックアウト問題，③電気工事業界の 2024 年問題，④大気汚染防止法規制強化によるアスベスト工事問題、の四重苦を抱えている。

政府機関も都道府県も市町村も，未だ半分以上の施設の LED 化が終わっていない。農道も農道トンネルも，農水省の全国施設も，農協も選果場も加工場も酪農現場も乳業工場も，まだ LED 化は完了していない。これを LED 化することで，大きなコストダウンが図られ，電力会社の燃料として燃やし続けている税金を，本来の福祉や教育予算として活用することができ，莫大な CO2 を削減できる。ただし，この作業は安定器の寿命が来る前に，蛍光管が製造禁止になる前に終わらせなくてはならない。これ以上状況が悪化しないうちに少しでも早く準備を始めることである。

特に，民間とは体質が異なる公共組織については建築営繕の考え方から，財政改革，業務改革，カーボンニュートラル，そして停電不点灯対策のための危機管理として最優先課題のひとつに位置付けるべき問題である。

アスファルト改質剤への廃 PET アップサイクルに関する検討

花王株式会社 猪股 賢大

キーワード：舗装，廃プラスチック，アップサイクル，改質剤，高耐久

廃棄プラスチック（以下，廃プラ）の増加および流出に伴う環境汚染は深刻な社会問題となっており，国内では約 90%がマテリアル，ケミカル，サーマルリサイクルとして活用されている。しかしサーマルリサイクルは，燃焼時に CO2 を排出していて，その排出量は単純焼却と合わせると年間 1,600 万 t と試算されており，マテリアル，ケミカルリサイクルの技術を開発していくことが求められている。

アスファルト舗装材料としての廃プラの利用は，近年世界的に注目を浴びており骨材またはアスファルトバインダーの代替として，基礎検討や実施工による供用性確認がなされている。そのため，廃プラを活用しつつアスファルト舗装に優れた耐久性をも付与する，廃プラのアップサイクルを実現したアスファルト改質材を開発し，混合物の評価を行った。その結果，耐流動性・耐油性・耐水性の向上が示されたので，廃 PET を活用したアスファルト改質剤を添加し高耐久化した舗装と，再生利用の進んでいない廃 PET 活用による CO2 排出量低減効果を試算した。さらに民間でのストックヤードの他，公道での施工も増えつつある中から現道で行った試験施工についても報告する。

浸透防水型薄層表面処理工法（CAM シール NEO プラス工法）の橋面コンクリート舗装への適用事例

東亜道路工業株式会社 金重 俊弘，園田 涼弘

株式会社YOKOTA 吉村 忠晃

奥出雲町役場 木地谷 航

キーワード：橋面コンクリート舗装，維持管理，長寿命化，表面処理工法

本報で紹介する浸透防水型薄層表面処理工法（CAM シール NEO プラス工法）は老朽化した橋面コンクリート舗装の延命化を目的とした工法であり，その施工事例と補修効果について紹介・報告するものである。

本工法は，アクリル樹脂系の浸透防水型プライマー（シビルスターR）と改質アスファルト乳剤系薄層表面処理材料（CAM シール NEO）から構成され、橋面コンクリート舗装を対象とした浸透防水型薄層表面処理工法である。大型重機を必要としないため，施工中の橋梁にかかる負荷も小さく、施工厚は数 mm でありながら橋面コンクリート舗装へ優れた防水性能や路面機能の改善に寄与することができる。

島根県奥出雲町に位置する橋梁での施工事例・補修効果について報告する。本橋梁は、除雪や経年劣化の影響から、橋梁点検調査の結果判定区分Ⅲの診断がなされた橋梁である。施工前は路面の凸凹がひどく微細なクラック等による防水性の大幅な低下がみられたが、本工法により、防水性の大幅な向上・路面の凸凹等きめ改善が各種試験結果によって確認できた。2年間の追跡調査の結果、橋面コンクリート舗装の防水性や路面のきめは継続して良好な結果を保持していることが確認できた。

招待論文

脱炭素社会の実現に向けた農道分野における省エネの取組について

農林水産省農村振興局整備部地域整備課 萩尾 俊宏

キーワード：農道，脱炭素社会，省エネ，カーボンニュートラル

1. はじめに

農道は、圃場への通作や営農資機材の搬入、産地から市場までの農産物の輸送等に利用され、農業生産性向上に資するほか、地域住民により日常の移動に利用されるなど、農村の生活環境を支える重要なインフラである。

また、脱炭素社会を実現することが世界的課題となる中、2050年カーボンニュートラルを達成するためには、省エネ（化石エネルギーの使用の合理化）の徹底と、技術開発等による非化石エネルギーの導入拡大の両輪で取組を進める必要がある。道路分野では、国土交通省が「道路におけるカーボンニュートラル推進戦略」の中間とりまとめを公表するなど省エネの取組が進められており、農道分野においても、整備、利用、管理の各段階において取組を拡大していく必要がある。

本稿では、農道の整備・管理状況を整理するとともに、道路分野での取組も踏まえ、省エネという視点から農道分野の取組を紹介する。

2. 農道の整備・管理状況について（図1）

令和4年8月時点における農道の総延長は17万719kmであり、東北、北陸、九州地方に多く存在している。農道橋（橋長15m以上のもの）は3,527施設（157km）、農道トンネルは229施設（82km）あり、いずれも中国、九州地方に多く存在している。また、これらの施設の大半は市町村が管理しており、総延長の66%、農道橋の95%、農道トンネルの100%が市町村管理となっている。（この点、令和4年度時点で農林水産技師不在の市町村数は1,147（全市町村の66.6%）に上っており²⁾、省エネの取組とともに、農道管理の省力化に向けた取組も重要な政策課題となっている。）

また、農道の舗装済延長6万2,236kmに対して、未舗装延長は10万8,483kmにおよび、いわゆる砂利道が多いことも農道の特徴の一つである。

なお、データでは示していないが、災害対策基本法の規定に基づき策定された「地域防災計画」において、緊急輸送道路等の迂回路として指定されている農道も多数存在している。

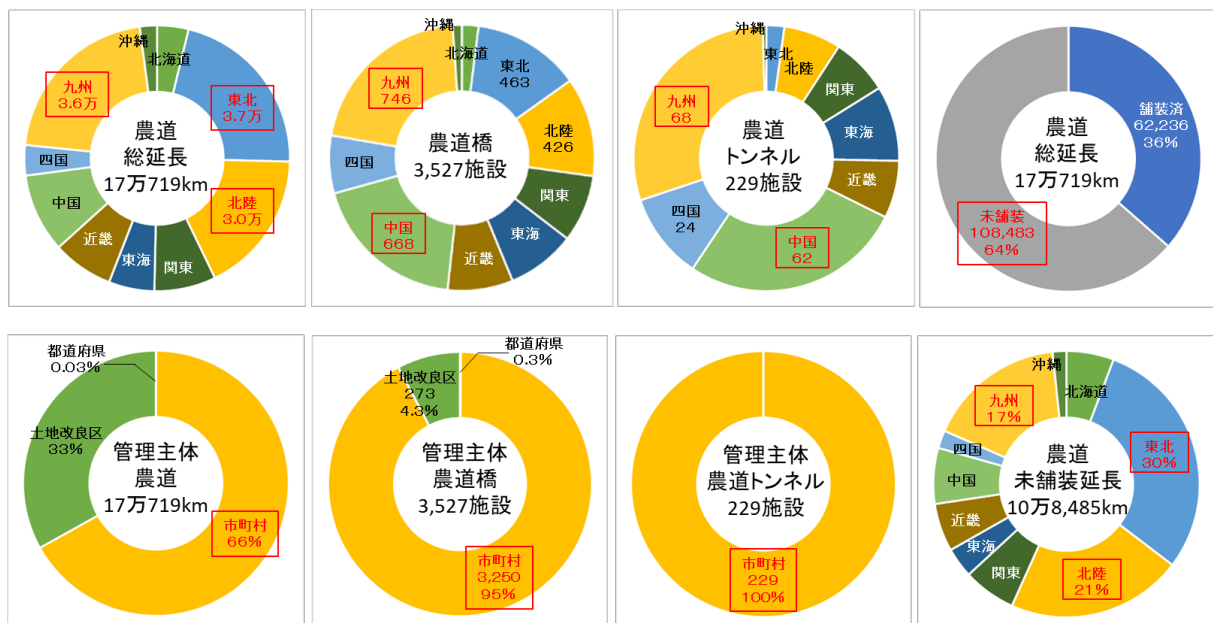


図1 農道の整備・管理の状況（令和4年農道整備状況調査結果を基に地域整備課作成）

3. 「道路におけるカーボンニュートラル推進戦略」(国土交通省)について(図2)

令和5年9月、国土交通省は2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、「道路におけるカーボンニュートラル推進戦略」の中間とりまとめ(以下「中間とりまとめ」という。)を公表した。この中では、我が国のCO₂年間総排出量約10.4億トンのうち、道路整備(産業部門)による排出量は約0.1億トン(1.3%)、道路利用(運輸部門)による排出量は約1.6億トン(15%)、道路管理による排出量は約140万トン(0.1%)であり、これらを合計した道路分野におけるCO₂排出量は約1.75億トン(16%)である。

このことを踏まえ、2050年カーボンニュートラルを実現するための施策として、道路の計画・建設・管理等におけるライフサイクル全体でCO₂排出量の削減を目指すこととしている。具体的には、①道路橋や舗装等の長寿命化を図り、更新頻度を減らすこと、②縦断勾配を緩やかにするなどエネルギー効率の良い道路計画・設計を推進すること、③LED化や調光制御(センサー照明)等の導入により道路照明の高度化を図ること、特に直轄国道においては2030年度の道路照明のLED化概成を目指すこと等が明記されている。

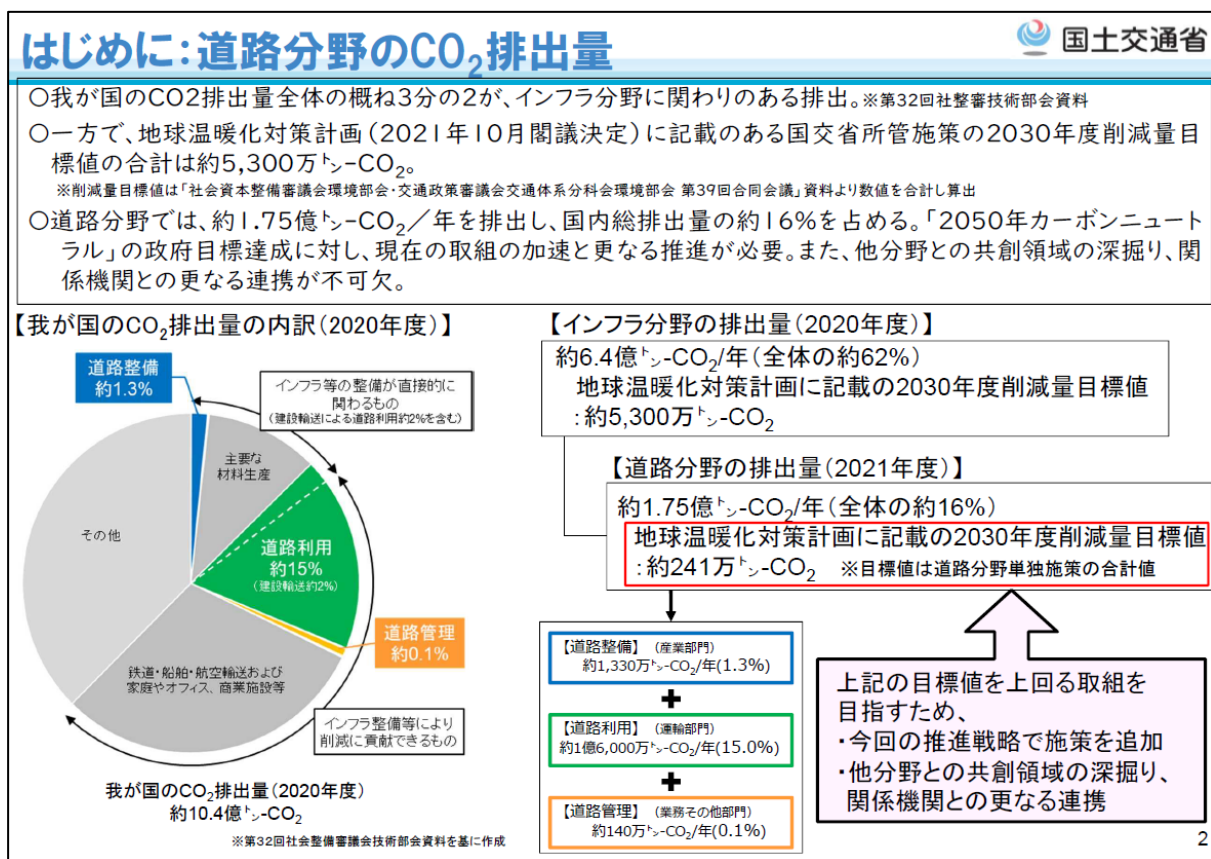


図2 道路におけるカーボンニュートラル推進戦略中間とりまとめ概要(国土交通省HPより)

4. 農道分野における取組について

農道と道路の単純比較はできないが、令和3年3月末時点の道路総延長は128万3,726kmであり³⁾、これと比較して農道の総延長17万719kmは無視できる規模ではないと言える。その上で、例えば、農道は舗装率が低く、いまだ砂利道が多いことや、狭小、蛇行、不陸など走行性が悪い路線が多いこと等を踏まえれば、農道分野における省エネ余地(農道走行車両の燃費向上によるCO₂削減効果)は大きいと考えることもできる。こうした状況を踏まえ、以下では農道の整備、利用、管理の各段階における省エネの取組について述べる。

① 農道整備について

「中間とりまとめ」によれば、道路整備（産業部門）により排出される CO2 は年間約 0.1 億トン（1.3%）である。整備に関しては、例えば、アスファルト舗装の補修工事を想定した場合、施工単位当たりの CO2 排出量（舗装材の製造・運搬、構成材料の製造・運搬、表層の撤去・廃棄・再舗設等）は道路と農道とで大差はないと考えられる。

その上で、これを削減するための取組としては、施設の更新頻度を減らすことが考えられる。この点については、農道分野においても、性能が管理水準以下に低下してから整備を行う従来の事後保全ではなく、点検に基づき計画的に補修を繰り返す予防保全への転換を図っているところであり、これにより更新頻度を抑えている。取組の一例を挙げれば、農道橋（主に橋長 15m 以上のもの）及び農道トンネルについては、個別施設毎に長寿命化計画を策定することを求めており、今日における計画策定率は 100%に達している。農道施設の多くは平成初期～平成 20 年頃にかけて造成されており、これから更新時期を迎えることを踏まえれば、適切な予防保全対策による省エネ効果はまさにこれから発現するものと考えられる。

また、農道の舗装にあたっては、道路と同様、初期投資が安く、早期に交通開放が可能なアスファルト舗装が一般的となっている。コンクリート舗装は丈夫で摩耗に対する抵抗が大きいことから、アスファルト舗装に比べて更新頻度を抑えることができるが、現状ではアスファルト舗装の施工が困難な樹園地の急傾斜地など一部に限られている（写真 1）。このため、現在改定作業中の土地改良事業計画設計基準「農道」※において、「ライフサイクルコストを比較するとコンクリート舗装の方がアスファルト舗装よりも優位になる場合もあることから、長期的なライフサイクルコストの比較やメリット・デメリットを総合的に勘案し、舗装工種を決定することを基本とする」旨を記載することとしている。

なお、更新時期を迎えた農道について、今後は更新せずに廃止・撤去するというケースも想定される。この点については、令和 5 年度に農道の単独撤去に活用できる財政支援策を講じたところであり、今後、農道管理者に対して選択肢の一つとして提示していきたいと考えている。



写真 1 コンクリート舗装の例

※ 国営土地改良事業を適正かつ効率的に実施するために農林水産省が定める技術基準。補助事業等においても、事業主体が独自の判断のもとで準用することが可能となっている。

② 農道利用について

「中間とりまとめ」によれば、道路利用（運輸部門）により排出される CO2 は年間約 1.6 億トン（15%）であり、大きなウェイトを占めている。この対策としては、高規格道路の整備や四車線化等による道路ネットワークの構築に加え、渋滞ボトルネックの解消により、走行環境を向上させること等が掲げられている。

農道は、道路と比べて交通量が少ないが、一方で、砂利道、幅員狭小、蛇行、不陸など走行性が悪い路線が多いことから、これを改善することによる CO2 排出削減効果は十分期待できると考えられる（写真 2）。上述したとおり、農道の未舗装延長は 10 万 km を超えており、依然として舗装ニーズは大きいことから、今後はこのような CO2 削減効果の観点も踏まえつつ整備を支援していきたいと考えている。



写真2 幅員狭小，蛇行，不陸の状況

③ 農道管理について

「中間とりまとめ」によれば，道路管理に係るCO₂排出量は年間約140万トン（0.1%）であり，ウエイトとしては僅かである。取組内容としては主として証明設備へのLED導入が想定されており，使用電力量に応じたCO₂排出削減が期待されている。農道橋や農道トンネルにおいてもLED化の取組は広まりつつあり，現場条件によって異なるものの，6割程度の電気量削減が期待できるほか，取付費用や清掃費用等を含めたライフサイクルコストの比較により，従来の照明と比較して，中長期的に約4割程度のコスト削減が可能となるケースも報告されている⁵⁾ ⁶⁾。LED化については，農道の更新整備を実施する補助事業の中で従来から補助対象としており，引き続き積極的な活用を促したい。

5. おわりに

農道の整備や長寿命化の取組については，これまで主として農業生産性の向上や予算・人員の制約という視点から語られることが多かった。しかしながら，カーボンニュートラル実現に向けた取組が持続的な食料生産を確保するために不可避となる中，農道事業全体を通じて省エネ化を進めるという視点も重要となっている。目指すべき姿や方向性は何ら変わるものではないことから，現在の取組を加速しつつ，更なる施策の深掘りを図っていきたいと考えている。

最後に，本稿の執筆に御協力いただいた農林水産省地域整備課の高橋仁太郎氏に感謝申し上げます。

参考（引用）文献

- 1) 農道整備状況調査（農林水産省）
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noudou/>
- 2) 総務省自治行政局公務員部給与能率推進室（2022）：地方公共団体定員管理調査
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/c-gyousei/teiin-kyuuyo02.html
- 3) 道路統計年報 2022 道路の現況（国土交通省）
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2022/nenpo02.html>
- 4) 道路におけるカーボンニュートラル推進戦略 中間とりまとめ（令和5年9月）（国土交通省）
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/utilization/datutannsoka/cn.html>
- 5) 水土の知 2016年1月技術リポート，pp. 62，広域営農団地農道整備事業におけるLED照明の設備事例（間野智，川上潤）
- 6) 水土の知 2014年2月技術リポート，pp. 150，奈良東部広域農道整備事業中之庄トンネルのLED照明設備（寺本卓，上山貴士）

研 究 論 文

ガラス発泡軽量材の寒冷地道路への適用に関する研究

— 耐凍上性および凍結抑制効果の検証 —

北海道科学大学 川端 伸一郎
同 松田 圭大
同 中村 博康
同 亀山 修一

キーワード：ガラス発泡軽量材，凍上性，熱的性質，凍上抑制層，法面对策工

1. はじめに

ガラス発泡軽量材（以下、軽量材）は廃ガラス瓶を粉碎し、焼成・発泡させた多孔質で軽量の資材であり、2019年にJIS制定¹⁾がされている。この資材は主に、地盤材料や造園・緑化材料として活用されており、地盤材料の場合は、軽量化による沈下抑制や土圧軽減を目的に使用される。また、利用範囲を広げるために路盤材料への適用なども検討されており、破碎性が高いながらも十分なCBR値を有することや²⁾、コンパインドローラ相当の締固めによる破碎でも排水性能が維持できることが明らかとなっている³⁾。

このように、軽量材の高度利用が促進される一方で、北海道のような寒冷地での施工実績は少ない現状にある。寒冷地では、強度や透水性以外にも凍上性や凍結融解抵抗性を考慮する必要がある、このような性質の検討例が少ないことも利用を妨げる一因と考えられる。さらに、軽量材は通常の粒状材料に比べて、粒子内部に多量の空隙を有するため吸水率が高く、保持した水分による凍結時の影響も懸念される。その反面、粒子内部の空隙の状態によっては、副次的な効果として通常材料よりも高い断熱性が期待でき、凍結抑制効果が得られる可能性も考えられる。

そこで本研究は、寒冷地におけるガラス発泡軽量材の高度利用を促進するため、凍上性や凍結融解抵抗性などの材料性状の把握と熱的性質の評価による凍結抑制効果について検討したものである。


2. ガラス発泡軽量材の基本性状

2.1 JIS規格と試験粒度

JIS Z 7313で規格化されたガラス発泡軽量材は、表-1に示すような2種類の規格を定めており、本研究では、地盤材料の品質である1種軽量材を用いた。また、1種軽量材の吸水率は閾値が20%で、一般の碎石などと比べてかなり高い値である。このような吸水率に反映される性質は、軽量材製造時の発泡量で調整されており、1種と比べて2種の絶乾密度が小さく、吸水率が大きくなる特徴と関係する。すなわち、軽量性を高めれば、内部空隙が多くなり吸水率が高まると同時に、粒子の脆弱性が高まることになる。なお、本軽量材は環境安全性にも適合したものである¹⁾。

つぎに、図-1は、1種軽量材（JIS規格）の上下限粒度とその中央値である。本研究では、軽量材の高度利用の一つとして、道路舗装の路盤材や凍上抑制層材料への利用も想定しており、その場合の検討には中央値を試験粒度とした。なお、同図には、一般に路盤材として用いられるJISA 5001の粒度調整碎石（M-

表-1 ガラス発泡軽量材のJIS規格¹⁾と粒子写真

項目	JIS Z 7313-2019		粒子写真
	1種（主に地盤材料）	2種（主に造園・緑化材料）	
絶乾密度 (g/cm ³)	0.35-0.50	0.25-0.50	
吸水率 (%)	20%未満	20%以上	
せん断抵抗角 (°)	30°以上	-	
スレーキング指数	0または1	0または1	

40) とクラッシュラン (C-40) の粒度範囲も併記した。図-1 から分かるように、軽量材の粒度は一般的な路盤材料と比べると、かなり粗粒である。ただし、軽量材は破砕性が大きいいため締固め時には粒子破砕によって碎石などの粒度に近づくものと推察される。なお、本研究では軽量材の粒度試験は実施していない。これは予備的に粒度試験を試みたが、ふるい分け時の粒子破砕が多く、各種試験時の破砕との区別が困難であったためである。

2.2 物理的性質による粒子内間隙の評価

前述の表-1 (粒子写真) に示したように、軽量材には多量の粒子内間隙が確認される。地盤材料において似た粒子構造を持つものが火山灰質粗粒土 (軽石) である。軽石には粒子内部に多くの間隙があり、それぞれは通水が可能な開口間隙と通水が不可能な閉塞間隙に分類される⁴⁾。本研究においても通水量 (粒子内水分) を指標として、開口間隙と閉塞間隙の視点から粒子内の間隙構造を考察するため、吸水率試験を実施した。

吸水率試験は、37.5 mm~26.5mm の単粒径に対して JIS に準じた 24 時間水浸による吸水率測定に加えて、強制的な吸水として、24 時間水浸後に 1 時間煮沸した条件と 1 時間 95 kPa で脱気した条件の 3 パターンで試験を実施した。

吸水率試験の結果を表-2 に示す。JIS 法での吸水率は 17.6% であり、これが開口間隙で保持される水分量である。これに対して、煮沸および脱気による吸水率は 100% 程度まで増加しており、約 80% の増加水分を保持できる粒子内間隙が存在することが分かる。この間隙は、強制吸水により通水する準閉塞間隙 (本研究で定義) である。

ただし、被圧水や水蒸気との接触などが無い限り、自然環境下で極端な吸水条件を想定する必要性は低く、単純な水浸条件の限界値を把握すれば十分である。そこで、水浸日数を 21 日間まで延長した吸水率試験を実施した (図-2)。同図より、吸水率は日数の延長により増加するものの一定値に収束する傾向を示しており、外挿すると概ね $Q = 40\%$ が水浸条件での最大値であることが分かった。また、増加傾向は緩慢であることから、通常の使用下では 24 時間水浸以上を想定する必要性は低く、強制吸水との差 ($Q = 80\%$ 以上) に相当する空隙は、安定して空気間隙として存在すると考えられる。

2.3 ガラス発泡軽量材の熱的性質

前述したように軽量材には粒子内に多くの閉塞間隙が存在することから、粒子としての熱的性質は一般の粒状材料とは大きく異なることが予想される。さらに、締固めた場合には、供試体全体の空気量や水分量が熱伝導特性を支配するため、粒子が脆弱な軽量材では、その影響によっても熱的性質が変化すると考えられる。

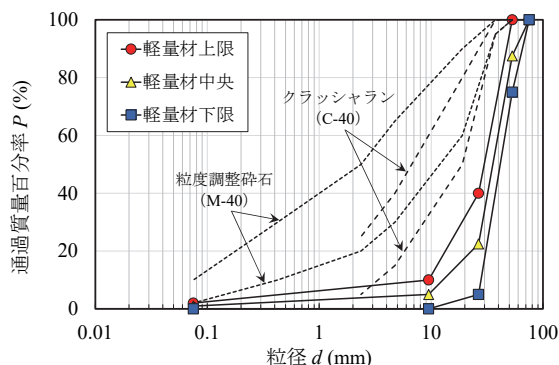


図-1 軽量材の粒度基準と試験粒度

表-2 吸水条件の違いによる吸水率

吸水条件 (粒径 37.5~26.5mm)	吸水率 Q (%)
24h 水浸 (JIS 法)	17.6
24h 水浸+1h 煮沸	99.4
24h 水浸+1h 脱気 (-95kPa)	104.0

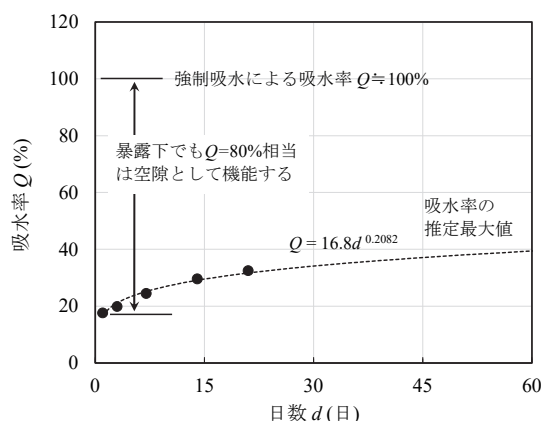


図-2 水浸日数による吸水率の変化

そこで、**図-1** に示した中央値の試料を用い、15cm モールド、4.5kg ランマーにより突固め回数 (3層× n 回) を変化させた供試体を作製し、非定常熱線法⁹⁾により熱伝導率を測定した (**図-3**)。なお、供試体作製には乾燥試料を用いており、湿潤試料と称すものは作製後に1日水浸 (引上げ後15分重力脱水) したものである。また、突固め0回とは試料を手詰めした条件である。同図より、突固め回数の変化により乾燥密度が増加 (空隙が減少) し、それに応じて熱伝導率も増加することが分かる。さらに、湿潤試料は粒子内部と粒子間隙に保水されることで、乾燥試料よりも熱伝導率の増加が顕著であり、突固め0回の乾燥試料と92回の湿潤試料では熱伝導率が約2倍の差となっている。ただし、突固め回数0回で比較すると乾湿による熱伝導率の差は比較的小さいことから、利用方法の一つとして後述する締固めを伴わない中詰め材であれば、暴露下で含水比の増加があっても熱伝導率の変化は比較的軽微であると予想される。

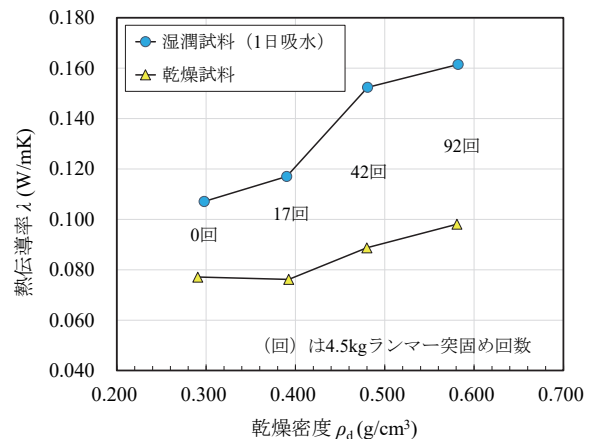


図-3 乾燥密度と乾湿差が熱伝導率に与える影響

3. ガラス発泡軽量材の凍上性および凍結融解抵抗性

凍結が及ぶ範囲に用いる材料には、耐凍上性や凍結融解抵抗性が求められる。本研究では、凍上性の判定として37.5mmまでの粗粒材が試験可能であること、凍上性に加えて凍結融解後の支持力低下までを評価可能なことからNEXCO方式の凍上試験^{7,8)}を実施した。NEXCO法は、CBR試験と同寸法のアクリル製モールドに、4.5kgランマー、3層×42回で突固めた供試体を用いて、凍上試験を実施し、その後に融解させCBR値を求めるものである。凍上試験は、**図-4**に示すように供試体の一部を水浸し、供試体上面を冷媒循環で0.03°C/hの温度降下速度で144時間凍結させ、最終凍上量を供試体の初期高さで除して凍上率を算出する。凍上性の評価は、凍結様式も加味しながら凍上率5%未満の場合を非凍上性材料と判定する。凍上試験後は融解させCBR試験を実施し、別に求めた未凍結条件のCBR値との関係でCBR保存率を求める。なお、CBR保存率とは、凍結融解後のCBR値を未凍結CBR値で除した値である。

NEXCO法の試験結果を**表-3**に示す。ここで $w_0=0.1\%$ は軽量材出荷時の含水比であり、これを自然含水比とみなしている。本軽量材の凍上率は0.0%で、氷晶がみられないコンクリート状凍結であったことから非凍上性と判定される。また、CBR値は未凍結条件と凍結融解条件のいずれも30%以上を示す良好な結果であるが、凍結融解を与えた場合のCBR値が大きくなる特異な結果であった。ただし、凍結融解作用が支持力増加に繋がる要素とは考え難いため、本結果は、ばらつきの範疇であり、増加ではなく凍結融解によってもCBR値は変化しないと理解することが適当である。

NEXCO法により軽量材が非凍上性であることは一応確認されたが、同材料は破砕性を示す材料であり、施工時や長期的な交通荷重などを受けた場合には細粒化する恐れもある。そこで、初期状態では数%しか含まれない2mm以下の試料を対象

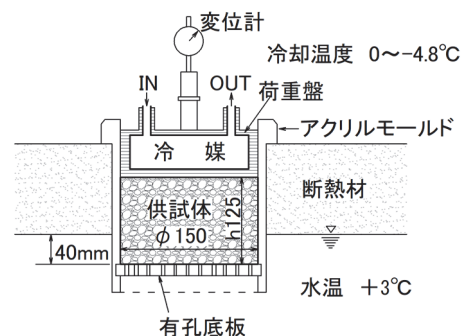


図-4 NEXCO法の凍上試験装置

表-3 NEXCO法による凍上試験結果

含水比 w_0 (%)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	凍上率 ξ (%)	CBR		
			未凍結 (%)	凍結融解後 (%)	保存率 (%)
0.1	0.459	0.0	35.2	40.4	114.8

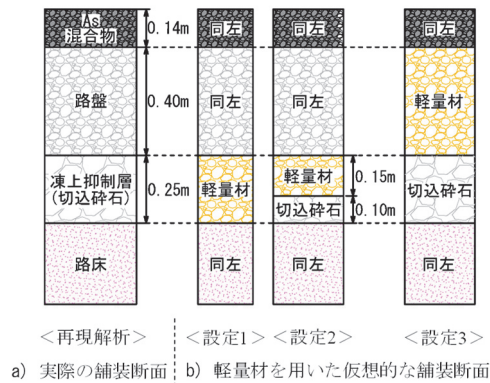


図-5 熱伝導解析に用いた舗装断面

とした凍上試験を追加で実施した。この検討には、さらに試験精度の高い地盤工学会基準の凍上試験 (JGS 法) を用いた⁹⁾。この結果、2mm 以下に限定した試料においても、凍上速度は $U_h=0.0 \text{ mm/h}$ (JGS 法は凍上速度で評価) であり、NEXCO 法と同様に非凍上性材料であることが確認された。

以上のことから、軽量材は粒度変化を考慮しても非凍上性であることに加え、CBR 値は凍結融解作用を与えても 30%以上を確保できることから下層路盤材への適用も視野に入れることが可能である^{10),11)}。

4. 熱伝導解析によるガラス発泡軽量材の凍結抑制効果の検証

CBR 試験や NEXCO 法の凍上試験などから、ガラス発泡軽量材は寒冷地の舗装材料として基本的な性能を有していることを示した。菅原ら¹²⁾は、本軽量材を凍上抑制層や路盤に用いた場合を想定し、熱伝導解析によって凍結抑制効果を検証している。この検証は、松田ら¹³⁾による熱伝導解析の事例を利用したものであり、図-5 a) に示した実舗装断面における実測の凍結深さを二次元熱伝導解析によって高精度に再現した結果を基に、仮想的に凍上抑制層や路盤に軽量材を用いた場合の凍結深さを求めたものである。この解析には表-4 のパラメータを用いている。なお、軽量材の熱伝導率は図-3 に示した突固め回数 42 回の乾燥試料による値としており、凍結抑制効果を最大限に発揮する条件としている。

軽量材を舗装材料として用いた場合の推定上の凍結深さを図-6 に示す。同図には、参考として実舗装条件の実測値と再現解析値 (色違いの□) を示しており、これにより本解析の再現性の高さを確認できる。つぎに、凍上抑制層を軽量材とした「設定 1」と「設定 2」をみると、いずれも実舗装条件に比べて凍結が 20cm 程度、大幅に抑制されている。ここで、薄層の「設定 2」が「設定 1」と同等もしくはそれ以上の抑制効果となっており、実施工を意識して設定した最小巻出し厚の 15cm でも凍結抑制が期待できることは興味深い。なお、薄層にも関わらず凍結抑制効果が高くなった理由は、共通の初期条件として 3 年分の温度履歴を与えており、非凍結期のプラス温度が深部に残った影響と考察している。この結果から、凍上抑制層の部分的な入替でも十分な軽量材の断熱効果が得られることが明らかとなった。さらに、浅層である「設定 3」の路盤に利用することを考えれば、より効果的に凍結が抑制されることが示されている。

表-4 熱伝導解析に用いたパラメータ¹³⁾

モデル深度		4m		
メッシュサイズ		1 辺 0.01m の正方形		
入力外力		路面温度		
断面構成	熱定数			
	熱伝導率 λ (W/m·K)	体積熱容量 Q (MJ/m ³ ·K)	体積含水比 θ (m ³ /m ³)	
既往研究 ¹³⁾	As 混合物層	1.448	1.875	0.00
切込砕石	路盤	2.192	1.728	0.08
	凍上抑制層	2.192	1728	0.08
路床	0.751	1.451	0.25	
軽量材	0.089	0.115	0.00	

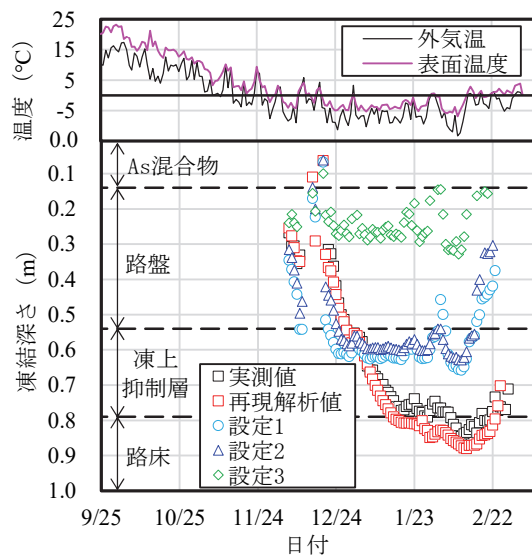


図-6 軽量材を用いた場合の推定凍結深さ

以上の結果は、断熱材による断熱工法の代替工法としても有力であることを意味するが、破碎性が強い材料であるため施工上の課題や長期的な荷重支持性能などを今後試験施工などで明らかにする必要がある。

5. ガラス発泡軽量材を中詰め材とした特殊ふとん籠の凍結抑制効果

交通荷重を受ける舗装材料以外に、軽量材の新たな活用方法として、法面保護工の一種である特殊ふとん籠の中詰め材への適用について検討した。なお、特殊ふとん籠とは、菱形金網による立方体の籠に碎石を詰めたものであり、寒冷地では凍上や凍結融解による法面崩壊を抑制する工法として広く用いられている。本研究で用いた特殊ふとん籠は、W2000mm、D1000mm、H250mmの標準的なもので、通常は中詰め材に80mm以下の碎石や砂利が用いられ、十分な透水性により雨水や融雪水を速やかに排水し、泥濘化を防ぐ機能を発揮する。また、柔軟性に富む構造と中詰め材の重量により凍上にも抵抗するとされている¹⁴⁾。一方で、極寒地では、ふとん籠の重量のみでは凍上を抑制できず損傷を受けた事例も多く報告されており、その対策として籠の底部に断熱材を敷設した例もある¹⁵⁾。

軽量材を中詰め材に用いた場合、重量による凍上抑制は期待できないものの、熱伝導率が小さい軽量材により断熱材と同等の効果が期待できる可能性がある。ただし、ふとん籠の中詰め材は、舗装材料と異なり雨水や融雪水に暴露された状態になるため、吸水による熱的性質の変化も考慮しなければならない。この点については、前述したように、通常の使用下では軽量材の粒子内間隙は安定して空気間隙として機能することや、**図-3**に示したように、締固めを行わない条件では含水比の増加があっても熱伝導率の変化は軽微であるため、軽量材の凍結抑制効果が十分に発揮されるものと推測される。

軽量材を中詰め材とした特殊ふとん籠の凍結抑制効果を検証するため、北海道札幌市において原位置試験を実施した(写真-1)。軽量材は工場出荷状態のものを扱い、締固め機械などは使用せず人力で籠内に敷き均すのみとした。また、籠の上下面の中心部に温度センサーを配置し1時間毎に温度測定を行った。なお、測定期間は2022.11.22~2023.3.14であり、常時除雪を基本とした。

図-7 a)は、ふとん籠上下面の温度と近隣アメダス(手稲山口)の外気温の推移である。籠上面の温度はアメダスの気温と類似するが、一部でみられる乖離は、深夜や休日の積雪によって除雪が遅れた影響である。籠上面の最低温度は1月30日で-17.3℃を記録しており、冬期はほぼ継続してマイナス温度である。また、上面温度が外気温に同期して大きく変動するのに対して、籠下面の温度の変動は小さく、軽量材の高い断熱性が確認できる。さらに、一時的な強い寒波によって下面が若干マイナス温度にはなったものの、

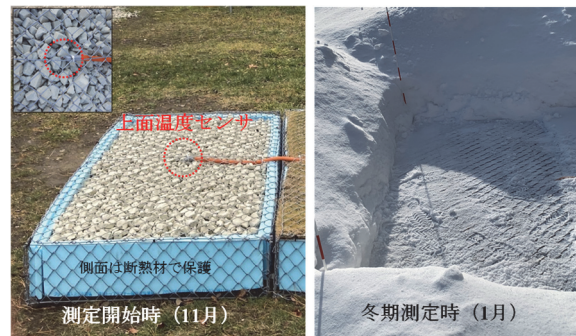
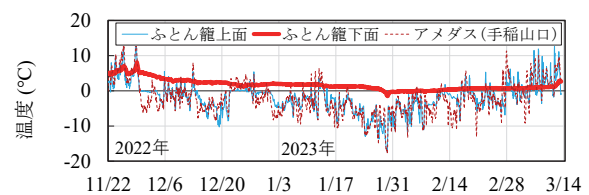
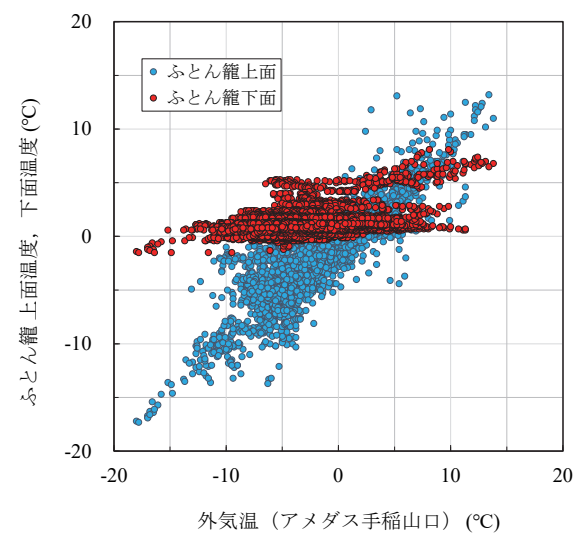


写真-1 軽量材を中詰め材とした原位置試験



a) ふとん籠上下面温度の経時変化



b) 外気温とふとん籠上下面温度の関係

図-7 軽量材を中詰め材としたふとん籠の断熱性

冬期間は継続してプラス温度であり、地盤凍結をほぼ抑制していた。図-7 b)は、外気温を基準にふとん籠の上下面温度を比較したものである。外気温に対して籠上面の温度は、ほぼ 1:1 の関係で変化しているが、下面温度は外気温の約 30℃の温度変化に対しても 0~7℃程度に抑えられており 0.25m 厚さの軽量材が効果的に外気温の変動を抑制していることが分かる。これは、前述した道路の解析例 (図-6) でも、0.15~0.25m 厚さの軽量材層が凍結を大きく抑制している結果とも親和的である。

6. まとめ

本研究は寒冷地におけるガラス発泡軽量材の高度利用を促進するため、軽量材の基本的性質や熱的性質を調べ、凍結抑制効果などについて検討したものである。得られた結果は以下の通りである。

- ・ 軽量材の吸水特性を明らかにし、水浸条件による吸水率の限界値が概ね 40%であることを示した。
- ・ 乾燥密度と乾湿の違いが熱伝導率に与える影響を調べ、乾燥密度の増加と水分による熱伝導率の変化を明らかにした。
- ・ 軽量材は粒度変化を考慮しても非凍上性であることに加え、CBR 値は凍結融解作用を与えても 30%以上を確保できることから下層路盤材への適用も視野に入れることが可能である。
- ・ 軽量材を凍上抑制層や路盤に用いることを想定し、熱伝導解析によって凍結抑制効果を検証した結果、断熱工法の代替工法としても有力であることを示した。
- ・ 軽量材を中詰材とした特殊ふとん籠の凍結抑制効果を原位置試験により検証した結果、軽量材の高い断熱性が確認され、冬期を通じてほぼ地盤凍結を抑制していた。

謝辞：本研究に際し、(株)イーアンドエムの橋本年史氏には材料提供と研究遂行のご支援をいただいた。また、ナラサキ産業(株)の平本充氏には貴重なご助言とご協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本規格協会：ガラス発泡リサイクル資材，JIS Z 7313-2019，2019.
- 2) 鈴木壽，板坂悠司，植野積志：ヒートアイランド対策用路盤材料としての廃ガラス発泡骨材の熱的・力学的特性，地盤工学ジャーナル Vol.1, No.3, pp.85-93, 2006.
- 3) 重松宏明，能澤真周，藤原慶美：発泡ガラス骨材の破碎性に関する一考察，土木工学論文集 C(地圏工学)，Vol.71, No.4, pp.418-426, 2015.
- 4) 中田隆文，三浦清一：火山灰質粗粒土の粒子破碎による間隙構造の変化と定量化に関する研究，土木学会論文集 C, Vol.63, No.1, pp.224-236, 2007.
- 5) 安倍隆二，上野千草，木村孝司：積雪寒冷地におけるガラスカレットの凍上抑制層への適用性に関する研究，土木学会論文集 E1(舗装工学)，Vol.72, No.3, pp.I_159-I_167, 2016.
- 6) 大村高弘：非定常熱線法，周期加熱法及びホットディスク法による熱伝導率測定に関する研究，ニチアス技術時報，No.338, 4号, pp.1-5, 2003.
- 7) 東日本，中日本，西日本高速道路株式会社：φ150 法による土の凍上試験方法，試験法-112-2006, pp.26-36, 2012.
- 8) 豊田邦男，辻野英幸：凍結方法の違いによる土の凍上性判定，地盤工学会北海道支部技術報告集第 43 号, pp.355-360, 2003.
- 9) 地盤工学会：凍上性判定のための土の凍上試験，JGS 0172-2020, pp.253-281, 2020.
- 10) 日本道路協会：舗装設計便覧, p.79, 2006.
- 11) 日本道路協会：舗装設計施工指針, p.233, 2006.
- 12) 菅原正則，松田圭大，木幡行宏，畑山良二，川端伸一郎：寒冷地におけるガラス発泡軽量材の舗装材料への適用性に関する研究，土木学会論文集 E1(舗装工学)，Vol.78, No.2, pp.I_274-I_282, 2023.
- 13) 松田圭大，川口貴之，川端伸一郎，中村大：熱伝導解析を用いた舗装路における凍結深さの推定法に関する検討，土木学会論文集 E1(舗装工学)，Vol.77, No.2, pp.I_85-I_92, 2021.
- 14) 土谷富士夫，了戒公利，久保博茂：特殊ふとんかごによる凍上対策と植生緑化の現地試験・調査結果，土木技術資料，Vol.50, No.2, pp.62-65, 2017.
- 15) 地盤工学会北海道支部：北海道の地盤と防災, pp.132-140, 2022.

アスファルト舗装の早期劣化要因の特定に資する詳細調査方法の組み合わせの検討

北海道科学大学 工学部都市環境学科 中村 博康
北海道科学大学 工学部都市環境学科 松田 圭太
北海道科学大学 工学部都市環境学科 川端 伸一郎
北海道科学大学 工学部都市環境学科 亀山 修一

キーワード：アスファルト舗装，早期劣化要因，詳細調査，路床の支持力

1. はじめに

道路構造物の中でも舗装はストック量が膨大であるため，点検→診断→措置→記録のメンテナンスサイクルを構築し長寿命化を図ることが重要である¹⁾。直轄国道では2016年10月に国土交通省が策定した舗装点検要領²⁾（以下，要領）に準じた点検が実施³⁾され，それは都道府県や市町村といった地方公共団体まで浸透し始めている。要領では，損傷の進行が早いアスファルト舗装においては，表層を供用し続ける期間（使用目標年数）を設定し，これよりも早く劣化した（早期劣化）区間では，詳細調査によって損傷がどの層（深さ）まで進行しているかを明らかにし，修繕計画を策定することが求められている。加えて，過去に修繕が繰り返し行われている場合や早期劣化の再発を確実に防ぎたい場合は，詳細調査によって早期劣化の要因も明らかにし取り除くことが重要である。これは，道路管理者が重要な路線と位置付けた道路が対象であり，自家用自動車の利用が必須となっている農村道路においても同様である。しかしながら，早期劣化要因は現場によって異なるため詳細調査のマニュアル化は難しい。詳細調査の内，開削調査について報告した事例としては，丸山⁴⁾らの美々新試験道路の調査，高橋⁵⁾らの高速道路における解体新書プロジェクトがある。前者は，舗装構造やアスファルト混合物の違いが舗装の長期供用性に与える影響を調査したものであり，劣化要因の究明を目的としたものではない。後者は，供用中の舗装の劣化状態と劣化要因を明らかにするために実施されたが，当該箇所は供用後18～20年経過しており，早期に劣化した区間ではない。加えて，早期劣化は要領で初めて定義された考え方であることから，現在まで，早期劣化区間における詳細調査の方法について報告された例はない。

そこで，本研究では，現在供用されている国道の早期劣化区間において，ステップ1「早期劣化要因の仮説の立案」，ステップ2「詳細調査箇所と調査方法の決定」，ステップ3「詳細調査による仮説の検証」，の3つのステップを実行することで，早期劣化要因を解明し，効果的な維持修繕計画を策定できることを示した。

2. 詳細調査の概要

舗装の早期劣化要因は現場によって異なるため，それを明らかにするための詳細調査のマニュアル化を目指すべく，効果的な詳細調査の方法について検討することとした。

本詳細調査は早期劣化要因の解明と修繕計画の立案を目的とし，図-1に示すような3つのステップで構成される。ステップ1では，過去の点検結果や現状から早期劣化区間を抽出し，現場踏査を経て，早期劣化要因の仮説を立てる。ステップ2では，非破壊調査の結果を参考に，仮説を証明するために必要な詳細調査の計画（調査箇所と調査項目）を立てる。ステップ3では，コア採取や開削調査などの破壊調査を実施し，その結果から仮説の検証と修繕計画を立案する。

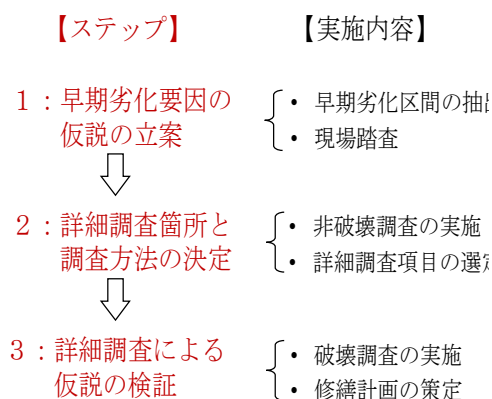


図-1 詳細調査のステップ

3. 【ステップ1】早期劣化要因の仮説の立案

(1)早期劣化区間の抽出

国土交通省関東地方整備局の管内から、設計交通量区分、大型車交通量、地域条件、舗装種別、点検結果（履歴）、直近の修繕時期等のデータが揃っている代表区間 63,400km を対象に、要領のアスファルト舗装の診断区分Ⅲ-2 に該当する区間を抽出した。なお、抽出時点において診断区分Ⅲ-1 となった区間

(L=2,565m) の中には、以前の点検時に診断区分Ⅲ-2 であったにも関わらず修繕を行わず放置されたため診断区分Ⅲ-1 に分類されたケースがある。このケースは以前の点検時において既に早期劣化が生じていたことになるため、抽出対象とした (L=1,810m)。その結果、表-1 に示すように、診断区分Ⅲ-2 と診断区分Ⅲ-1 からそれぞれ 3 区間（計 6 区間）が早期劣化区間として抽出された。区間 1 と区間 3 では IRI が診断区分Ⅲ-2 の管理基準を超過していたが、ひび割れやわだち掘れ等の路面損傷がほとんど見られず延長が短いことから、今回の調査では区間 2、区間 4、区間 5、区間 6 の 4 つの区間を対象とした。なお、抽出の際の使用目標年数は 13 年、点検項目の管理基準はひび割れ率：40%、わだち掘れ量：40mm、IRI：8mm/m である。

抽出された早期劣化区間の中から詳細調査箇所を決定し、早期劣化要因の仮説を立てることを目的とし、2019 年 9 月 10 日に、抽出した 4 つの早期劣化区間において現場踏査を行った。現場踏査は、路肩から目視にて路面損傷状態や現場状況等を確認した。

抽出された早期劣化区間の中から詳細調査箇所を決定し、早期劣化要因の仮説を立てることを目的とし、2019 年 9 月 10 日に、抽出した 4 つの早期劣化区間において現場踏査を行った。現場踏査は、路肩から目視にて路面損傷状態や現場状況等を確認した。

現場踏査の結果、道路環境条件、交通条件、および詳細調査時の安全性を総合的に考慮し、区間 4（国土交通省関東地方整備局長野国道事務所 松本国道出張所管内 国道 20 号 k.p. 216.0～k.p. 216.4 の 400m）を詳細調査箇所決定した。

当該調査箇所における早期劣化の要因としては、表-2 に示すような、仮説 1：アスファルト混合物層の層間はく離、仮説 2：舗装全体の支持力不足、仮説 3：路盤以深の支持力不足、仮説 4：残存層に起因する疲労破壊、の 4 つの仮説を立てた。なお、仮説を立てるにあたっては、熟練技術者だけでなく若手技術者からも多くの意見があり、ディスカッションを重ねた。4 つの仮説の根拠としては、仮説 1 では、亀甲状ひび割れが発生している部分は下り急勾配のカーブ手前であり大型車の制動によるアスファルト混合物層の層間はく離が生じていると思われたこと、仮説 2 では、切盛境周辺の盛土部でひび割れが多く発生していることから舗装全体の支持力が不足していると思われたこと、仮説 3 では、特に盛土部において亀甲状のひび割れが多く確認されたこと、仮説 4 では、修繕履歴から切削オーバーレイによる修繕工事が繰り返し実施されているにも関わらずひび割れが多く発生していることからオーバーレイの残存層に疲労破壊が生じたことである。

4. 【ステップ2】詳細調査箇所と調査方法の決定

(1)非破壊調査の実施

早期劣化要因の 4 つの仮説を検証するためには、まず舗装内部の構造的健全度を把握する必要があると考え、FWD (Falling Weight Deflectometer) を用いて推定した（以下、「FWD 調査」）。FWD 調査は、詳細調査区間（k.p. 216.0～k.p. 216.4：早期劣化区間、k.p. 216.4～k.p. 216.6：健全区間）

表-1 抽出した早期劣化区間

診断区分	区間	位置情報		補修条件		延長 (m)	基準値を超過している項目
		上下	調査車線	調査年月	補修からの経年数		
Ⅲ-2	1	下	追越	2018.12	8	100	IRI
	2		走行		9	500	ひび割れ
	3		追越		7	100	IRI
Ⅲ-1	4	下	走行	2018.12	15	400	ひび割れ
	5				13	520	
	6				16	890	

表-2 早期劣化要因の仮説

早期劣化要因の仮説	主な根拠
1. アスファルト舗装内の層間はく離	・亀甲状ひび割れおよび横ひび割れが発生している部分は下り急勾配で、大型車の制動に起因する層間はく離が疑われる
2. 舗装全体の支持力不足 (T _A 不足)	・供用に伴う大型車交通量の過多により、路床・路盤を含む舗装体としての耐荷力が失われ、現状のT _A 不足が疑われる
3. 路盤以深の支持力不足	・盛土部にひび割れが多く確認（路盤の細粒分の噴出は未確認）され、雨水等の浸入による路盤以深の支持力不足が疑われる
4. 残存層に起因する疲労破壊	・過去の修繕履歴から、繰り返しオーバーレイが行われており、その際、残存層にひび割れがあり、その影響によりひび割れの顕在化が疑われる

の OWP と BWP において 10m 間隔で行った。

測定された荷版直下のたわみ量 D_0 と荷版中心位置から 150cm 離れた位置のたわみ量 D_{150} を図-2 に示す。調査区間では OWP の D_0 と D_{150} が大きく、特に、k.p. 216.03~k.p. 216.06 で大きな値を示していることから、この箇所では舗装全体の支持力と路床の支持力が不足していると考えられる。また、k.p. 216.36~k.p. 216.40 では D_0 が舗装の維持修繕ガイドブック 2013 に示されている N6 交通の許容たわみ量の目安である $400 \mu\text{m}$ 以上となった⁶⁾。この区間は下り急勾配のカーブ手前のため、車両の制動による動的荷重の増加によって支持力が低下したと考えられる。

(2)破壊調査の計画

詳細調査区間では、OWP および BWP において 50m 間隔でコアを採取した。これに加え、アスファルト混合物層の損傷度を把握するために、ひび割れ端部およびその先においても一部コアを採取した。

図-2 に示した FWD 測定の結果から、k.p. 216.03 ~k.p. 216.06, k.p.213.2~k.p.216.26, k.p.216.36 ~k.p. 216.46, k.p.216.50~k.p.216.58 では D_0 が大きく舗装全体の支持力が低いと考えられる。これらの内、k.p. 216.04 では D_0 が特に大きくて IWP・OWP にひび割れが見られること(写真-1)、k.p.216.39 では他とは異なり OWP に重度の亀甲状のひび割れが発生していること(写真-2)から、開削調査箇所を選定した。この箇所では、OWP および BWP を含む 3m (縦断) × 2m (横断) の範囲で開削調査を実施した。なお、仮説3のように雨水の浸入による路盤以深の支持力不足が早期劣化要因の一つとして考えられたことから、アスファルト舗装内部や路盤・路床面における水の状態を確認するために、乾式の舗装切断機を用いた。

5. 【ステップ3】詳細調査による仮説の検証

破壊調査(コア採取と開削調査)を 2019 年 12 月 4~5 日に実施した。調査には、ステップ 1 と 2 に参加した 21 名を含む 50 人の技術者が参加した。

(1)コア採取の結果

詳細調査区間において 50m 間隔で採取したコアの厚さを図-3 に示す。アスファルト混合物層の設計厚は 20 cm (表層 5 cm, 基層 5 cm, アスファルト安定処理(以後、アス安)層 10 cm) であるが、全体的に実際のアスファルト混合物層の厚さは 25cm 程度と厚く、層数が 5~8 層であった。これは、切削オーバーレイによる修繕を行った際に残った層(残存層)の影響であると考えられる。

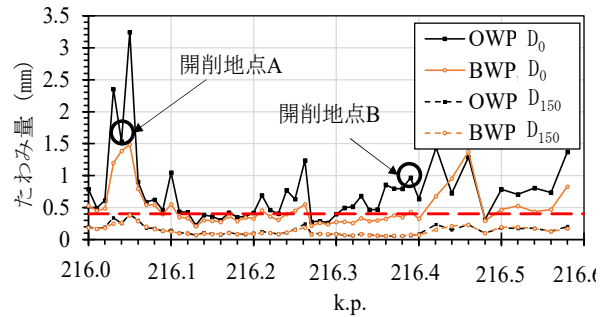


図-2 詳細調査区間における FWD 調査の結果



写真-1 開削地点 A(k.p.216.04)の路面状況



写真-2 開削地点 B(k.p.216.39)の路面状況

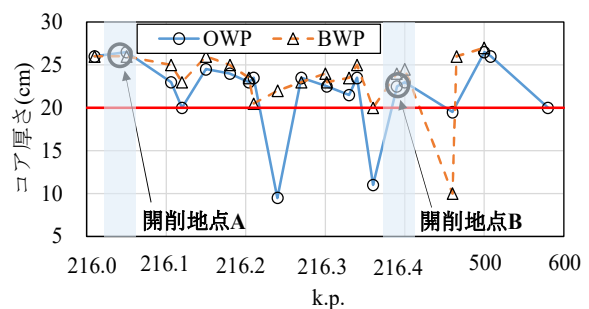


図-3 詳細調査区間におけるコアの厚さ

損傷形態	採取コア写真		損傷形態	採取コア写真		損傷形態	採取コア写真		損傷形態	採取コア写真	
6 表層にひび割れ		表面 下面 	7 表層にひび割れ+層間はく離		表面 下面 	10 表層から基層までひび割れ+層間はく離		表面 下面 	11 表層から最下層まで貫通ひび割れ		表面 下面
	216.210 kp (BWP-300)			216.050 kp (BWP)			216.106 kp (BWP)	216.500 kp (OWP)		216.150 kp (OWP)	
8 表層にひび割れ+層間はく離+路盤層の破壊		表面 下面 	9 表層から基層までひび割れ		表面 下面 	12 表層から最下層まで貫通ひび割れ+路盤層の破壊		表面 下面 	13 表層にひび割れ+基層+路盤層の破壊+層間はく離		表面 下面
	採取時に路盤層が崩壊 216.390 kp (OWP)			216.302 kp (OWP)			採取時に路盤層が崩壊 216.210 kp (BWP)			採取時に路盤層が崩壊 216.460 kp (BWP)	

図-7 コアの損傷形態(形態6~13)

は表層に留まっていたが(写真-3左), ひび割れが基層やアス安層に進行し, さらに層間に水平ひび割れが発生している箇所もあり, ここではアス安層は湿潤状態であった(写真-3右). また, 写真-4に示すように, 過去の修繕(切削オーバーレイ)の残存層と下層路盤の変形も確認できた.



写真-3 開削地点 A(k.p. 216.04)のひび割れ発生状況

さらに, バックホウで下層路盤材と路床材を採取し, 室内にて含水比試験, CBR 試験およびふるい分け試験を実施した. その結果, 下層路盤の含水比は7.0%で, 湿潤状態であったと考えられるが, CBRは165%であり十分な支持力を有していた. また, ふるい分け試験結果では粒度は標準的な範囲であったため, 細粒分の流出はなかったと考えられる. 一方, 路床土は粘性土で含水比が90.4%, CBR=1.5%であり, 高含水で支持力不足であることを確認した.



写真-4 開削地点 A(k.p. 216.04)の状況

開削地点 B(k.p. 216.39)も同様に, 路面に発生しているひび割れの多くは表層に留まっていた. 特に, 路肩のコンクリートエプロンとアスファルト舗装の境界付近では打ち継ぎ目が開いており, 着色水を注入したところ, 表層-基層, 基層-アス安層の界面から流出が確認された(写真-5). したがって, 開削地点 Bの路肩付近では雨水が打ち継ぎ目からアスファルト混合物層内部に浸入して層間は

く離を進行させた結果、写真-3 に示したように、OWP にひび割れが多く発生したと考えられる。

下層路盤材を採取し、室内試験を行ったところ、OWP、BWP ともに CBR は高く十分な支持力を有していたが、OWP の方が BWP よりも細粒分が少なかった。路床土は礫混じり土であり、設計 CBR=6 に対し、OWP の CBR は 121.5%、BWP の CBR は 30.8% となり、ともに十分な支持力を有していた。このため、現時点で支持力は問題ないが、路面から舗装内部への水の浸入が今後も継続すると、路床の支持力が低下する危険性がある。

(3) 仮説の検証

詳細調査によって明らかになったことを表-3 にまとめた。FWD 調査より、詳細調査区間では OWP のたわみ量大きいこと、特に、k.p. 216.03~k.p. 216.06 では D_0 と D_{150} 、k.p. 216.36~k.p. 216.40 では D_0 が大きく、舗装全体および路床の支持力が不足していることが分かった (a, b)。

コア採取からは、舗装表面から発生したひび割れ、層間はく離、舗装内部から発生したひび割れおよび残存層を確認することができた (c, d, e, f)。これらは開削調査でも同様に確認できたが、開削断面では、さらに、路盤の変形と雨水の浸入 (g, h)、採取した試料からは路床の支持力不足 (b) を確認した。

以上のように各詳細調査方法で得られた結果と表-2 に示した早期劣化要因の仮説を整理すると表-4 のようになる。「仮説 1: アスファルト混合物層の層間はく離」はコア採取と開削調査、「仮説 2: 舗装全体の支持力不足」は FWD

調査と開削調査、「仮説 3: 路盤以深の支持力不足」は FWD 調査と開削調査、「仮説 4: 残存層に起因する疲労破壊」はコア採取と開削調査、によって検証されたことが分かる。FWD 調査では舗装の支持力を評価することが可能だが、支持力不足の場合、舗装体内にどのような損傷があるのかを明らかにすることはできない。コア採取ではアスファルト混合物層の損傷を評価することができるが、路盤や路床の損傷について評価することはできない。一方、開削調査では、アスファルト混合物層、路盤、路床に生じている損傷とその原因を明らかにすることができるが、労力と費用を考えると頻繁に実施することは難しい。そこで、本研究のように、FWD 調査、コア採取、開削調査を組み合わせることによって、早期劣化区間で発生した複雑な損傷を合理的に診断できる。

(4) 修繕計画の策定

詳細調査によって早期劣化要因が解明されたことで、修繕計画の策定が可能となる。修繕計画を策定する際には、経済性や施工性を考慮する必要があるが、詳細調査の結果を踏まえて早期劣化の再発



写真-5 開削地点 B(k.p. 216.39)の状況

表-3 詳細調査の結果

詳細調査方法	詳細調査で確認できた現象
FWD調査	a.舗装全体の支持力不足
FWD調査・開削調査	b.路床の支持力不足
コア採取 および開削調査	c.舗装表面から発生したひび割れ
	d.層間はく離
	e.舗装内部から発生したひび割れ
開削調査	f.残存層
	g.路盤以深の変形
	h.雨水の浸入

表-4 早期劣化要因の仮説と詳細調査方法の関係

早期劣化要因の仮説	詳細調査		
	FWD調査	コア採取	開削調査
1. アスファルト舗装内の層間はく離		○	○
2. 舗装全体の支持力不足 (T_A 不足)	○		○
3. 路盤以深の支持力低下	○		○
4. 残存層に起因する疲労破壊		○	○

防止という観点が最も重要である。

開削地点 A では、早期劣化要因の一つに路床の支持力不足があるため、路床を改良し全層を打ち換える方法が考えられる。一方、開削地点 B では路盤と路床の支持力が十分であることに加え、開削地点 A においても路床への水の浸入を防げば今後も支持力を保つことができると考え、アスファルト混合物層のみを修繕する方法の選択も可能である。ただし、早期劣化要因にはアスファルト混合物層の層間にはく離や過去の修繕による残存層の疲労破壊があることから、表層・基層を対象とした切削オーバーレイではなく、アス安層までを含めたアスファルト混合物層全体の打換えが望ましい。さらに、修繕工事の際には、将来の層間にはく離の発生を抑制するために、分解促進型アスファルト乳剤の使用、既設舗装との継ぎ目や路肩構造物との継ぎ目へのアスファルト系成形目地材の適用など、舗装体内への水の浸入を防ぐ工夫を行うことが望ましい。

6. まとめ

本研究で得られた成果は以下の通りである。

- 早期劣化区間における劣化要因を明らかにするための詳細調査では、ステップ 1「早期劣化要因の仮説の立案」、ステップ 2「詳細調査箇所と調査方法の決定」、ステップ 3「詳細調査による仮説の検証」、の 3 つのステップが有効であることを示した。
- 詳細調査では、非破壊調査（FWD 調査）と破壊調査（コア採取、開削調査）を組み合わせることによって、早期劣化区間で発生した複雑な損傷の原因を究明することができることを示した。

本研究は現地踏査を実施した 4 箇所の早期劣化区間のうち 1 箇所の結果である。他の箇所においても、本研究で得られた知見を活かしコストや社会的影響も考慮したうえで詳細調査方法を考えることが望ましい。また、農村道路も含め、道路管理者が重要な路線と位置付けた様々な道路において本研究のような事例が集まることによって、早期劣化箇所の特定だけでなく、より良い補修方法や補修材料などの開発にもつながるものと考えられる。

謝辞：舗装の詳細調査に当たっては、国土交通省関東地方整備局、国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人土木研究所にご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会 道路分科会 道路メンテナンス技術小委員会：道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて，2013.6.
- 2) 国土交通省 道路局：舗装点検要領，2016.10.
- 3) 国道交通省 道路局：道路メンテナンス年報，
https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/pdf/r03/r03_08maint.pdf
- 4) 丸山希美雄，田高淳：美々試験舗装道路におけるアスファルト舗装の長期供用性，土木学会論文集 E，Vol.62，No.3，pp519-530，2006.8.
- 5) 高橋茂樹，小野義道，佐藤正和：高速道路におけるアスファルト舗装の「解体新書」プロジェクト，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.71，No.3，pp93-101，2015.
- 6) 公益社団法人日本道路協会：舗装の維持修繕ガイドブック 2013，2013.11

農村道路の直営施工の現状と活動継続の条件

明治大学 杉山結菜, 服部俊宏

キーワード：農道整備, 住民参加型, 直営施工, 舗装, 活動継続

1. はじめに

農村部において道路は農業用道路としてのみならず, その地域の住民にとって重要な生活道路として利用されている。その中で, 道路の舗装や補修等, 住民によって整備を行う直営施工は「道普請」, 「結」, 「お役」, 「伝馬役」と呼ばれ古くから多くの地域に綿々と継承されてきた¹⁾。これらの活動は地域団体によって現代に相応しい形で行われている。「農家・地域住民等参加型の直営施工推進マニュアル」²⁾では, 直営施工に期待される効果として, ①住民参加により地域が活性化, ②土地改良区などの自助努力が助長, ③創意工夫により工事コストの縮減と農家負担の軽減, ④自ら整備した施設は愛着をもって維持管理の4点が挙げられている。つまり, 住民参加型の活動である直営施工の普及・事業展開を図ることで, 地方において深刻化している人口減少や過疎化に対応し, 地方創生を効果的に進めるとともに, 地方自治体におけるインフラ整備予算の不足を補うことが可能となる。しかし, 直接施工に参加する住民の高齢化や参加者の確保が困難であること, 地域のリーダーとして住民をまとめることができる人材の確保といった課題が指摘されている³⁾。また, 地域条件, 社会条件の異なる地区における直営施工の比較, 検討を行った例は見られない。

そこで本論では, 直接施工を支援している事業を実施している長野県において, 平野部と山間部における道路の直営施工の現状と, 行政担当者と地域リーダーの直営施工に対する将来意向を把握し行政と住民の事業に対する考えを比較することで, 活動の継続が可能となる条件を検討した。

2. 長野県の直接施工支援

長野県では, 2002年から行っている地域の元気を生み出す事業を支援する取り組みである「地域発元気づくり支援金」が実施されている。豊かさが実感でき, 活力あふれる輝く長野県づくりを進めるため, 市町村や公共的団体等が住民とともに, 自らの知恵と工夫により自主的, 主体的に取り組む地域の元気を生み出すモデル的で発展性のある事業に対して, 必要な経費を支援する制度である。申請が採択されると, 支援金は県から主に市町村へと交付され, それぞれの市町村でソフト事業, ハード事業問わず様々な取り組みが展開されている。実施する内容は地域や市町村に一任されているため, 長野県内でも農道への直営施工が盛んな地域は限られている。長野県内でも, 長野地域振興局管内は継続して直営施工の取り組みを行っている市町村が複数あり, 施工が盛んな地域である。

3. 研究対象地

3.1 研究対象地の概要

研究は, 長野県長野地域振興局管内の長野県千曲市千本柳地区, 倉科地区, 大田原地区, 長野県上水内郡小川村立屋地区で実施した(図-1)。

千曲市は長野県北信地域の南東部に位置し, 市の北部には首都圏と北陸圏を結ぶ上信越自動車道と中央自動車道につながる長野自動車道が結ばれる更埴ジャンクションがあり, 高速交通網の要の役を果たしている。2023年時点での住民基本台帳人口は59,529名, 世帯数は24,416戸, 高齢化率は32.6%である。千本柳地区は千曲川右岸の平野部に位置し, 宅地と水田が広がる地区である(表-1, 図-2)。倉科地区は山の谷合に位置し, 畑作や果樹の栽培が行われる地区である。大田原地区は長野市との境界付近の山間部に位置する地区である。傾斜地には家屋が並び, 平野部では稲作が行われている。

小川村は長野県北西部, 長野市と白馬村のほぼ中間に位置し長野駅から車で50分の距離にある。人口は

2,314名、世帯数1,035戸、2023年時点での高齢化率は46.2%である。小川村は日本の里100選へ選出されていることやNPO法人「日本で最も美しい村」連合へ加盟しており、景観・文化を守りつつ美しい村としての自立を目指している。立屋地区は、山間部の傾斜地に位置し周囲には広葉樹が広がる(図-3)。畑地を中心に水田も存在するが荒地となっている土地も多い。

表-1 調査対象地の人口と戸数

		人口(人)	戸数(戸)
千曲市	千本柳	1432	538
	倉科	1659	678
	大田原	96	43
小川村	立屋	43	23

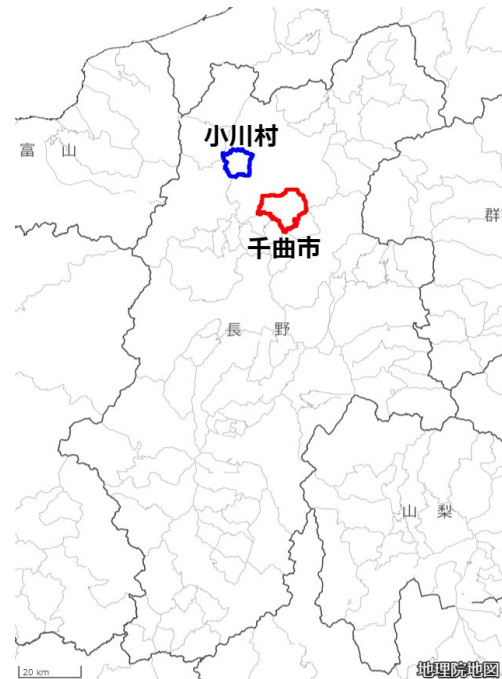


図1-千曲市と小川村の位置



図-2 千曲市各地区の位置



図-3 小川村立屋地区の位置

3.2 千曲市における直営施工の取り組み

千曲市では、元気づくり支援金を活用した農道整備の取り組みとして「農道協働整備事業」を実施している。維持管理の軽減と荷痛みを防止することで農地の高度利用を促進することはもとより、住民と行政が共に手を携えたまちづくりを進めるため、行政が原材料、重機を手配し住民が労力を提供し道路の舗装を行う事業である。生コンクリートやワイヤーメッシュ等の原材料費、重機借上費の一部が支援金によって支払われる。

3.3 小川村における直営施工の取り組み

小川村では、元気づくり支援金を活用した農道整備の取り組みとして「みんなで道こせ事業」を実施している。公民協働の村づくりの推進と住民生活の利便性、安全性の向上のため、行政による資材提供と住民の労務提供により道路の整備を行う。材料費として生コンクリートや補強用鉄鋼(ワイヤーメッシュ)にかかる費用の一部が支援金によって支払われる。

4. 行政担当者による事業の評価

4.1 調査概要

行政担当者による事業の評価として、長野県、千曲市役所、小川村役場において、元気づくり支援金ならびに直営施工を担当する行政職員の方を対象に、それぞれ1名計3名にヒアリング調査を行った(2023年8月実施)。調査内容は主に以下の3項目とした。

- (1) 元気づくり支援金事業による直営施工の効果
- (2) 元気づくり支援金事業による直営施工における課題
- (3) 事業の今後の展開

4.2 調査結果

A 氏 (長野県職員)

事業を通じたコミュニティの広がりや、さらなる地域の協働活動の展開に繋がっているといった効果を感じている。40年前は、長野県内の多くの家が農業を営んでいて用水の調節や水路、道路の管理は自分たちの仕事だと考え自分たちの手で行っていた。しかし現在は農村地域も混住化が進み、インフラの維持管理は行政が行うことが当たり前と考える住民が多くなったように感じる。そのため行政に様々な問い合わせや依頼があるが、予算や優先順位などを考慮すると対応ができる範囲が限られている。直接施工とすることにより、道路舗装の要望の早期解決や住民たちが利用しやすい形で作り上げることができる。また、自分たちの手で施工することにより愛着を持ち、施工後も道路整備に携わるようになるなど様々な効果がある。一方で、直営施工を行っている地域においても、地域ごと技術力や施工の参加者に差があるように感じる。

B 氏 (千曲市役所職員)

地域住民自らが「地域づくり計画」を作成し、住民と市が共に解決を進めることで、住民参画によるまちづくりの意識高揚と補助金の利用により経費の削減につながっているという効果がある。毎年、主に3地区で道路の直営施工が行われ、年度ごとに路線が変わる。3地区以外での施工はしばらくはない。市は材料、事務手続き、重機の手配を行い、業者は監督、重機操作を行っている。直営施工の取り組みに理解を得ることができる業者を探すことが課題である。行政として土木業者と住民の間に立って話し合いの場を提供している。また、コンクリートを使った作業ができる人が減少していることやリーダーとなる人がいないといった声も聞かれる。今後、直営施工の件数を増やしていきたいと考えてはいるものの、元気づくり支援金事業の県予算は限られていて現状の3地域で手いっぱいである。地域の要望や元気づくり支援金事業を活用した他の事業との兼ね合いもあるため施工件数の増加は難しい。活動の認知を広げるためホームページ等で農道協働整備事業の広報活動をしているが効果はあまり感じられない。

C 氏 (小川村役場職員)

平成の大合併が行われたなかで、小川村は単独で存続してゆくことと決定した。地方交付税も減少するが「公民協働の村づくり」という共通の目標に向かい、住民と行政が一体となった地域づくりを強化し村を維持していくこととなった。直営施工は官民連携を体現している事業だと言える。実際に、直営班と呼ばれる土木作業経験のある臨時職員が技術指導を行うこともある。直営施工の効果として、地域に一体感が生まれ、活力ある地域づくりに寄与できる。また、村内は坂道が多いので道が整備されれば移動が容易になり、高齢者でも安心して運転できる。課題としては、施工の規模が小さいので生コンクリート業者や土木業者に融通が利かないことや土日は業者が休みなので平日に施工するしかないことである。若い世代の住民は平日の日中は仕事を休んでまで施工に参加できない。現在、小川村では直営施工について地域懇談会や区長会での説明、施工箇所の見学会を行っており事業の認知は広がっていると認識している。今後も要望があれば継続して直営施工を行う予定である。

4.3 まとめ

直営施工を通じて住民による地域づくりの意識高揚、行政と地域住民がより密接に関わることで一体感を持ち地域づくりができるという効果が生まれていることが分かる。また、舗装に係る経費の削減や通行

の利便性や安全性が向上するなど、行政と住民の双方に大きな効果をもたらしている。一方で、土木業者の選定や施工参加者の確保が課題として挙げられた。さらに、予算が限られていることや広報活動が不十分であることから、今後の直営施工の拡大に課題が残る。

5. 地域リーダーによる事業の評価

5.1 調査概要

地域リーダーによる事業の評価として、道路への直営施工を行う地区の区長を対象に、千曲市大田原地区の区長には調査票による調査を、千曲市内2地区の区長2名、小川村内1地区の区長1名、計3名にはヒアリング調査を行った（2023年9月実施）。調査対象者の属性は表2のとおりである。調査内容は主に以下の3項目とした。

- (1) 直営施工の効果
- (2) 直営施工における課題
- (3) 直営施工の継続についてどのように考えているか

表-2 調査対象者の属性

調査対象者	D氏	E氏	F氏	G氏
地区	千本柳地区	倉科地区	大田原地区	立屋地区
年齢	68歳	70歳	63歳	72歳
職業	元会社員	元会社員	会社員	元行政職員
出身地	現在の居住地区	現在の居住地区	現在の居住地区	現在の居住地区
農家か否か	農家	農家	農家	農家

5.2 調査結果

D氏（千本柳地区区長）

直営施工を行うことで、参加者は施工箇所に愛着を持ち、道路の状況など地域を気に掛けるようになると感じる。また作業中はもちろん、作業後の飲み会で地域の人と仲良くなることのできる点で直営施工には地域をつなぐ効果がある。一方で、最近の事業参加者は地区の役員を中心に十数名程度である。参加者がなかなか集まらず、ある時は参加者全員が68歳以上のみということもあり役員や高齢者を中心とした活動となっている。参加者を確保するために施工予定道路の沿線に住む人や地権者に声を掛けているが、道路の施工は行政の仕事だと考える人も多く、参加を強制することはできないと考えている。また、施工の準備などリーダーとしての仕事を行うと自分の家の農作業がおろそかになってしまうという課題が生じている。

しかしながら、直営施工は災害など緊急事態に助け合えるつながりを作ることができる。若い世代には早いうちから地域の活動に参加し体験を重ねながら学んでほしいと思う。活動を継続し、代々続けてほしい。

E氏（倉科地区区長）

倉科地区では直営施工を5年計画で進めている。施工箇所はあらかじめ決めており、年度ごとに申請して施工している。直営施工はE氏が幼い頃から続いている。現在は、昔からの作業を知っている年配の人たちだけが頑張っているような状況である。地区内には直営施工を行うような狭い道路は使わないから自分には関係ないという姿勢の住民がいることや土日出勤や夜勤など様々な職業の人がいて、皆が1つになることが難しいと感じている。いつまでか正確には分からないが、昔は予定が合わず施工に参加できない人に関してはお金を徴収していた。直営施工をはじめ、地域整備活動が住民主体から区や行政などの組織主体へ移り変わり、地域活動に対する世代間のギャップが生じているように思う。どの時代においても、「自分たちの事は自分たちでやる」という考え方や行動は重要であり、直営施工を継続するためにも新たな

な参加者が来てほしいが、どうやって連れてくるかが難しい。

F氏（大田原地区区長）

大田原地区は直営施工をはじめ、地区の作業は一体となって協力し合える地区だと感じている。直営施工によって地域の人と一緒に作業をすることで仲間意識が強まり、より安全に、より快適に道路の通行が可能となっている。作業を行う際は事前に住民に良く説明をして意見を取り入れることや、問題点は市の職員と相談している。最近では高齢化が進み、若い人材が少ないことが課題である。今後も直営施工を続けていきたいと思うが参加者の確保がなかなか難しい。

G氏（立屋地区区長）

G氏は地域の歴史を継承し、地域の人々が元気になればとお祭りの役員や古道整備組織の役員など地域活動の幹部の役割を積極的に担当している。

直営施工事業は、1年前施工する路線を決める。新年度になり、村役場から採択の連絡が来ると施工時期を決定する。延長が長い場合は複数年にかけて施工する。参加人数は腕利き6人ほどで70m～80mを約3時間で一気に仕上げる。立屋地区は坂道での施工が多いので、生コンクリートを下ろす場所をよく検討し業者にもしっかりと伝えておく必要がある。生コンクリートが決まった時間にどんどん来るので、勝手にわかった人がテキパキやる必要がある。直営施工の効果として、道が舗装されたことにより圃場への機械移動や圃場への出し入れが容易になったことがある。種まき機や収穫機など新しく搬入可能となった機械もあり、作業能率向上や作業負担軽減につながった。また、現場合わせでやりながら相談することができる。路肩が弱い区間や、排水経路など地域の分かる人たちで施工することで後々問題が発生しない。予想外の効果として、シカやイノシシの害が減った。それまでの砂利道からコンクリートの人工物があることによって行動ルートが変わったかと思われる。木材の運搬道として林業にも役立っていることや近道としての利用もある。最近では直営施工で舗装した道を自転車でサイクリングをする人も現れ、観光にも一役買っている。

今年度は、県の史跡につながる道の直営施工の申請を行ったところ、その道の先に民家がないため採択されず施工ができなかった。交付対象となるためには「路線の先に2件以上の民家があること、通り抜けができること」などの条件を満たす必要があるが、この条件のためにやりたい箇所ができないこともある。家はないが畑がある箇所もあるので交付対象の範囲拡大を望んでいる。また、課題として年を取ってきて自分の事もやりながら事業の申請、経理などを行うのは大変だと感じる。

立屋地区では直接施工を行いたいと考えている箇所が残っているので、あと3年は続ける予定である。移住者や若い世代の参加は大歓迎である。現場でしか学べないこともあり、事業に必要なやりとりや技術など多くのことを伝えていきたい。また、新しい知識やアイデアが加わることでより良い事業となると思う。長期戦にはなるが山のふもとまで道を伸ばして、山の管理を行うことや林業の活性化につなげたい。

5.3 まとめ

住民たちが協働で直営施工を行うことで仲間意識が芽生えることや施工後の道路に愛着を持つようになるといった効果が多く挙げられた。特に山間部の地区では、通行の際の安全性や快適性の確保につながり農業の作業能率の向上や作業負担軽減に寄与している。さらに、鳥獣害の軽減や観光の活性化といった効果も挙げられ、地域住民の生活を豊かにする活動であるといえる。

すべての地区において、今後の事業継続には肯定的であった。若い世代が直営施工に参加し、現場で活動内容や技術を学んでほしいと望むリーダーも複数いた。一方で、参加者に関する課題が多く挙げられた。参加者の高齢化や固定化、地域住民の職業や考えが様々であり参加を促すことが難しいという課題に複数の地区が直面している。また、地域住民をまとめるリーダーとして会議の出席や書類の作成、業者との調整に追われ自分の家の農業がおろそかになるといった課題を抱える人もいた。山間部では、路線の先に住宅がないことにより支援金事業の対象とならない区間があり、支援金交付の対象範囲の拡大を求める声もあった。

6. 考察

本研究では、行政職員と地区のリーダーにヒアリング調査を行い直接施工の評価や課題を得た。その結果、舗装費用の削減や通行の利便性や安全性の向上、農業機械の交通の利便性向上による農作業の円滑化などといった行政が把握する効果に加え、観光用の経路となることや鳥獣害の軽減など、多様な分野に大きな効果をもたらす協働活動であることがわかった。

一方で、行政側が懸念している施工時の技術的課題はリーダーからは挙げられなかった。継続して直営施工を行っている地区では、それまでの経験によって作業方法を熟知している人がいることや連携できる土木業者の存在、行政職員の支援があることで、技術的困難を抱えることは少ないと考えられる。むしろ、直営施工など住民と行政が一体となった地域づくりをすすめる際、リーダーへの負担が増大し本来の家業に支障が出る可能性があることが指摘される。

山間部と平野部を比較すると、山間部では直営施工の効果として道路の走行性の改善や産業の効率化が挙げられた。山間部では、協働活動や地域のイベントなど既に住民の交流が密接に行われ、「自分の地区は自分で守る」という意識が浸透していると考えられるため、道路に関わる直接的な効果が1番に挙げられた。一方で、平野部では住民の交流や地域への愛着といった地域のつながりの向上に寄与しているという意見が多く見られた。平野部では、施工道路の沿線に住む人が施工に参加しないなど、地域の活動に参加しない人が多い。新たな参加者を募ることで、直営施工などの地域協働活動を通じ地域のつながりを広げる効果が期待されていると考えられる。

高齢化や人口減少が深刻化するなかで、また住民意識が変化する中で、道路への直営施工を継続するためには参加者の確保、参加者の代替わりがいずれの地区でも大きな課題となっている。住民の参加を促すためには、協働活動の意義を浸透させ住民一人一人が「自分たちの地区は自分たちで管理する」という意識を持つことが重要である。直営施工に参加することで施工箇所や地域に愛着を持つようになるといった効果がある。新たな参加者を募ることは、地域を気にかけて直営施工をはじめとした協働活動に継続的に参加する主体の確保に繋がるだろう。また、直営施工を円滑に継続するためには、行政と地域住民が一体となり直営施工を進め地域の状況を的確に把握するとともに、直営施工の十分な実施が可能となるよう予算の確保や適切な制度設計が必要であると考えられる。

参考文献

- 1)徳永達己, 武田 晋一(2017):地方創生に向けた住民参加型インフラ整備工法の適用可能性に関する研究—国内の事例検証および産業連関表による事業効果分析を通じて—, 国際開発研究, 26(2), pp.31-47
- 2)農林水産省農村振興局
- 3) 熊野 稔, 岡本 正臣, 亀野 辰三(2006):地域住民による労働提供型市道整備の評価と方向性—柳井市「ふるさとの道整備事業」を事例に—, 農村計画学会誌, 25 (論文特集号), pp.389-394

技 術 報 文

農道、農道トンネル照明の完全 LED 化の現実的手法 —安定器寿命と局所ブラックアウトの未然防止策—

株式会社あかりみらい代表取締役 越智文雄

キーワード：LED 照明，安定器寿命，水俣水銀条約，サプライチェーン問題，
局所ブラックアウト，未然予防，民活，リース活用

1. はじめに

農水省，農業関係者のみならず，全国すべての社会経済と国民生活に関わる重大な問題が同時に発生している。ひとつにはロシアのウクライナ侵攻に伴う国際資源価格の値上がりによる電気料金の高騰。農業，酪農生産者にとっては，円安による肥料・飼料の輸入コスト増大も大きな問題である。さらに，労働人口減少による働き手不足は全業種で深刻さを増している。このような厳しい社会状況の中で，さらに環境規制の強化による行政ハザードが生まれようとしている。

2. 照明の 2027 年問題

2011 年 3 月東日本大震災により福島第一原子力発電所が水素爆発を起こし，全原子力発電所の停止により日本は未曾有の電力危機に襲われた。この時に当時の民主党菅政権が国内照明すべてを LED 化することにより原子力発電所の供給電力分を省エネで凌ごうとしたのが「あかり未来計画」である。このときの目標は 2020 年に政府施設を完全 LED 化することであり，2019 年には一年前倒しして既存照明器具と安定器の生産終了が実施された。

安定器とは蛍光管や水銀灯などの照明の点灯に必要な電流制御装置であり，これが故障すると照明は不点灯になる。つまり，安定器の寿命がそのまま照明の寿命となり，これを 2019 年に国家的に強制生産終了させてしまったのである。故障したら LED に変えざるを得ないのだから，国家の節電政策としては着実に効果を上げている。LED は 7 割から 8 割もの省エネ効果を持つ長寿命製品のため，コストパフォーマンス面から見ても次世代照明としていま世代交代真っ最中の製品である。

しかしながら，今，この国家政策が実は需給バランスを想定せずに LED 化の進捗動向も，照明器具の生産計画も考えずに見切り発車してしまった失敗施策であったと評価せざるを得ない事態を迎えている。つまり，LED 化の進捗が間に合わない場合には，安定器に寿命が来ると同時に全国で不点灯が続出することへの対策が用意されていないのである。

安定器の寿命はメーカーでは 10 年程度と言っている。つまり 10 年以上前に設置された照明はいつ寿命が来るかわからず，寿命が来た順番に切れていくのである。それを切れた順番にひとつずつ定価で LED に変えていくことの不都合は当然であり，切れる前に未然予防として一気に大量に安く交換するというのが経済合理性である。ところがここにサプライチェーンの問題が発生する。

全国の安定器に寿命が来て，それを交換せざるを得ないという事は，日本のすべての照明器具を全て交換することである。総数を把握しないままでは生産計画はできない。根拠のない計画では国家的規模の供給不足が生ずる。ちなみに，ある地方中核市での全数調査と LED 化の実績値から想定すると，人口約 75 万人の市で約 1200 の施設を LED 化したときの照明総数が約 20 万灯であった。これを単純に人口比率で試算するとおよそ全国で 3200 万灯。これに政府 12 省庁の施設と 500 万民間事業所で LED 化されていない施設が加算され，さらに全国の膨大な街路灯，防犯灯，トンネル灯が加算される。北海道庁に問い合わせたところ知事部局と教育委員会，警察施設を併せると 1 万 2 千の建物があり，LED 化の進捗件数は不明だという。多分，軽く億の桁になるであろう全国の照明器具の生産が何年間で供給できるのか。それが安定器の寿命に間に合うのか。このようなレクチャーを農水省地域整備課との農道，農道トンネルの勉強会で提起していたところ，ここにさらに LED 照明の 2027 年問題が発生した。

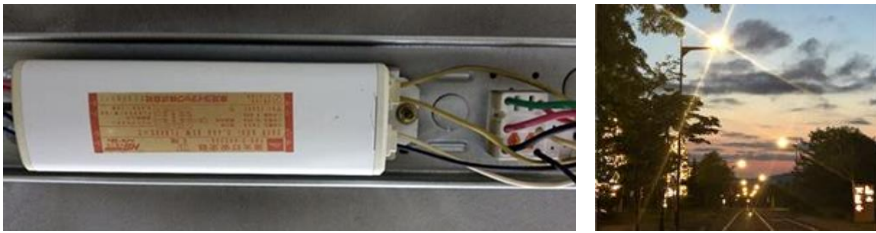


写真1 安定器・街路灯・蛍光灯

3. 水俣水銀条件による蛍光管製造禁止

いつ寿命が来るか分からない安定器が潜在的な危機だとすると、この照明のサプライチェーン問題に止めを刺したのが、つい先日 11 月 3 日にスイスジュネーブで閉幕した水俣水銀条約締約国会議の決議である。2025 年にコンパクト蛍光灯、2027 年には直管蛍光灯が 147 締約国すべてで製造禁止になる。もしも安定器ががんばって長持ちしていたとしても、球の寿命が来ればそれでおしまいになる。つまり 2027 年までに世界のすべての照明を LED 化しなくては暗闇(不点灯)になるという過酷なスケジュールが突然提示され、突き付けられたのである。

日本政府のカーボンニュートラル行動計画の唯一確実な二酸化炭素削減の目標である「2030 年公共施設の 100% LED 化」を待たずに、2027 年をもってすべての蛍光管が供給されなくなる。2025 年までにコンパクト蛍光管を全数 LED ダウンライト、LED スクエアライトに交換しないと全国数千万箇所での停電(不点灯)が起きる。果たしてあと 2 年間で交換することが可能だろうか。当然、工事をやる側は二度手間を避けて、コンパクト蛍光管だけでなく施設全ての照明を交換する。来年、再来年が第一次パニックならばその後の 2 年間はアルマゲドン級のパニックとなるだろう。安定器が切れるまでに、管球が切れるまでに LED 化を終わらせないと、長期暗闇(不点灯)の施設になってしまうのである。一流ホテルや商業施設では許されない。社会インフラでも許されない。

事務所の 1 灯、2 灯が切れてもご愛嬌だが自治体の 1 千施設が切れて、その時に資材供給が 1 年間の生産待ちならばどうだろう。病院や学校の工事が間に合わなければどうなるか。地下鉄や地下街、地下通路が間に合わなければどうなるか。トンネル灯や空港、港湾が暗闇で事故が起こらないか。人命がかかり、社会混乱を招く由々しき事態となるのではないか。

一昨年来コロナによる世界経済の混乱もあり資材不足、半導体不足、人手不足があらゆる業界に影響を与えている。今回の決定が大問題なのは製造禁止を移行措置期間もなく国際条約にしてしまった点である。国内メーカーだけの需給計画問題ではなく、世界規模の半導体獲得競争、部品争奪戦、経済競争を招くことになるのである。



写真2 コンパクト蛍光管・直管蛍光管

4. 建設業の2024年問題

サプライチェーンの2027年問題以前に電気工事業界の2024年問題がある。来年4月1日以後は建設業にも労働規制強化がかかり、土日、時間外の工事が制限される。電気工事業は現在でも人手不足で新規採用に全く応募がない地域が多い。景気回復による新規建築や大型物件、熱中症対策の空調工事などがひしめいている中で、既存の全ての施設の照明交換を今後4年間で済まさないといけない。土日も時間外作業も規制される中でデッドライン（局所ブラックアウト）に間に合うのか。LED資材のサプライチェーン問題を解決してもそれを工事する人間が圧倒的に足りないのである。

5. アスベスト規制強化問題

モノが無い、ヒトがいないに加えて2022年4月に規制強化された大気汚染防止法のアスベスト調査義務化が現場工事の障壁になっている。天井材、壁材、床材全てにわたって2006年以前の施設を工事、切削する場合には必ずアスベストの含有を検査しなくてはならない。

今年の10月からは有資格者による検査が義務づけられ、当然、アスベスト含有の検査結果が出ればアスベスト工事資格者による厳格な防塵管理工事が要求される。検査費用、検査期間、養生費用、割増賃金、工期延長など多大な困難が待ち受ける。照明のLED化は紛れもない天井工事であり、天井材を切削しなければならない場合はこれに該当する。2006年以前の施設を全数検査するとなるとどれほどの費用と期間がかかるのだろうか。この問題の致命傷はアスベスト調査資格者もアスベスト工事資格者も地方にはいないことである。ゼネコン級の電気工事会社ならば資格者がいるかもしれないが地方の中小規模の工事店にはいない。いないのだから工事はできない。調査資格も工事資格も講習と検定が必要だが、この講習自体がオーバーキャパシティで1年待ちになっている。ほとんど行政災害である。

6. 規制対象外の工事方法

環境省大気汚染防止局によるとその現場工事がアスベスト規制の対象になるかどうかは地方自治体の環境担当課のジャッジになるとの見解であり、任された地方自治体の環境規制担当は100パーセント厳しいジャッジを下す。それでは「天井切削を伴わない工事ならば良いだろう」と解明を確認した。照明のLED化には大きく分けて管球交換と器具交換の2通りがあり、管球交換ならば天井板の切削の必要は生じない。照明器具の安定器をバイパスし蛍光管ソケットに電源線を直結させる簡易な工事により短時間でLED化ができる。もちろん天井直付けの器具ならば器具交換可能だが、埋め込み型の蛍光管器具の場合には天井板の切削でアスベスト工事に当たる可能性が出てくる。そもそも見積もり時点でアスベスト対象工事か否かで倍から3倍の予算が変わるのであるから、それほど差のある見

積みり自体が成り立たない。全数調査を行う予算があるか。そんなことをしている期間があるか。大事な判断である。



写真3 管交換



写真4 器具交換(埋め込み型)

7. 電気料金とカーボンニュートラルからの要請

今年4月からの電気料金の自由化高圧分野での異常な値上げによって、全国の中小企業、自治体財政、国家財政が大きな影響を受けている。今年弊社支店を開設した沖縄県でも、国と県の交付金で値上げ分を補填するウルトラC措置をとっていたが、高圧産業用電気料金の値上げで上下水道の30%値上げが県議会で議論されている。年間20億円の電気代の負担増を総括原価主義の水道会計に転嫁するものである。弊社では全国自治体の電気料金負担を下げるために、「すべての公共施設・街路灯を、リースを使い一括で短期間で一本残らずLED化してしまう」というビジネスモデルを開発し、約1780都道府県及び市町村にメッセージを発信し続け、多くの市町村で実現させている。

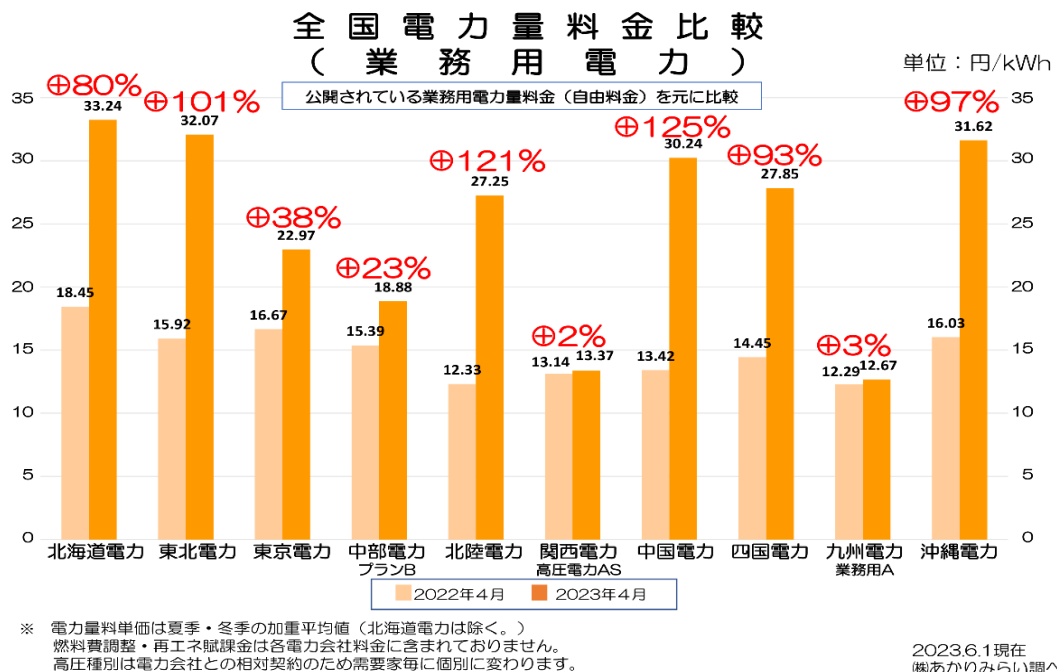


図1 高圧業務用電気料金標準単価全国比較

8. 農道, 農道トンネルの場合

この夏に農水省 地域整備課から依頼され、全国の農道の街路樹と農道トンネルの照明をLED化することについてのアドバイスをしている。農水省ではまだ生産が続いているナトリウム灯とLEDのコストについて比較し照明設備の対策について検討していたが、安定器の寿命はあと10年。24時

間点灯のトンネルであれば5年で切れるかもしれない。全国のトンネルの安定器が次々と切れていったときに、特殊照明であるトンネルLED器具の生産が追いつかないとどうなるか。生産が半年待ちであれば半年間トンネル内は真っ暗なまま。受注生産に1年かかれば1年間トンネル内の交通事故の可能性が増える。と深刻な問題意識を共有していたところ、照明メーカーが全国の電材屋に「ナトリウム灯はもう発注を受け付けられない」と触れて廻っているという情報があった。慌ててホームページを確認したところ衝撃の事実が判明した。農道と農道トンネルのLED化の前提であったナトリウム灯の生産が2024年3月で終了するというメーカー発表である。

パナソニック社の発表では高輝度放電灯(HIDランプ)全品種全品番系172品番、メタルハライドランプ81品番、セラミックメタルハライドランプ36品番、高圧ナトリウム灯55品番が受注・出荷終了。受注終了は2023年9月30日、出荷終了は2024年3月31日。来年度からは安定器の寿命以前に球切れの瞬間にLED街路灯器具、トンネル灯器具に交換する以外に方法はなくなる。全国の農道総延長17万kmにナトリウム街路灯が何本あり、8万2千kmの農道トンネルにトンネル灯が何基あるのか。その照明総数の把握から始めなくてはならない。

本学会の範疇ではないにしろ、国土交通省に対しても全国の道路灯、トンネル灯、港湾灯、空港灯が長期に不点灯を起こす危機をここに警告させてもらう。

この危機意識は病院でも学校でも国会でも同じである。古い蛍光灯の安定器が一斉に切れ出したときに、LED照明の供給が追いつかなければどのようなことになるか。国会議事堂の天井照明が切れだしたときに生産待ちだと言えるのか。全国の窓のない地下施設は真っ暗闇になる。

経産省の情報産業課の照明工業会への聞き取りでは、「半導体の需給は改善しつつある」などとの的外れなレクチャーがあったそうであるが、これは電気料金高騰と安定器寿命による需要、さらには水俣水銀条約による強制的製造中止による行政災害により、根本的な需給ギャップが生まれつつあるという問題を当事者が全く認識していないことを露呈している。多分パナソニックも東芝も三菱も住宅着工戸数の推移などから生産計画を立て、最低限の在庫量で商売を続けているはずで、既存照明のリニューアルについては、マーケティングに入っていないのではなかろうか。

水俣水銀条約をリードした環境省水銀対策課に問い合わせたところ、スイスでの議論の前に経産省にも日本照明工業会にも確認して問題ないとの回答だったという。さらに、国民に迷惑をかけないよう2027年以降も蛍光管は使ってよい、メーカーも蛍光管をつくりだめするので在庫から買うとよい。との官民揃った愚かで無責任な浅知恵である。LED照明のサプライチェーン問題が問われているのであり、安定器が切れたら終わりという現実を知らないでいるのである。

先月沖縄県の県庁1棟の見積もりを依頼されカウントしたところ12,000本の蛍光管があり、メーカーにLEDの在庫を確認したところ受注生産で4ヶ月待ちとの回答であった。以前、弊社が受注調査した北海道大学のLED化計画では400棟1900フロアの蛍光管は12万本で、これでも1年間では供給不能との答えであった。ちなみに、弊社と取引のあるA社の最も売れているLED蛍光管タイプで累計530万本の生産量である。

全国の数万の政府施設、約1780自治体の公共施設、街路灯、防犯灯がこれから安定器が切れていく。

もはや電気料金やカーボンニュートラルの問題ではなく、国家規模の局所的ブラックアウトの問題が危惧されているのである。

9. 全施設LED化を阻む四重苦

全国的なLED化という国家プロジェクトの課題については、①LED照明器具のサプライチェーン問題、②安定器の見切り生産終了による局所的ブラックアウト問題、③電気工事業界の2024年問題、④大気汚染防止法規制強化によるアスベスト工事問題、の四重苦を抱えており、これを自分の仕事と認識し対策する官庁責任者がいない。日本電気工事業組合にとっても影響のある問題であり、LED化工事の発注があっても資材が入ってこなければお金にならない。働き方改革で土日の工事も

時間外もできなくなる 2024 年問題は平日に工事をする事ができない公共施設や営業店舗にとっては大変な問題となる。

後先考えずに規制強化してしまった大気汚染防止法では一定規模以上の建築物等についての事前調査し、調査結果の都道府県等への報告が義務付けられた。アスベスト工事にあたっては、隔離等をせずに吹付け石綿等の除去作業を行った場合等は直接罰則が適用されることとなった。天井を切削する照明工事の場合には大変な手間を要求し工事費も増大し工期も伸びる。そもそも大きな電気工事店でなければアスベスト工事資格者がいない。アスベスト調査資格、取扱い資格をとるための資格検定自身が定員が溢れて受験できずにいる。資格者のいない田舎の街では天井工事ができない。安定器の見切り生産終了も、土日工事を不可能とする働き方改革も、日本中の工事を停滞させるアスベスト規制も誰が考えたことで、その影響に誰が責任を持つのか。カーボンニュートラルのために全国の照明を全てLEDにしていくという国策を、現場を知らない何も考えない官僚たちが阻んでいるのである。これら諸々については私の専門であり今全国が直面している問題である。

政府機関も都道府県も市町村も、未だ半分以上の施設のLED化が終わっていない。これをLED化することで、電力会社の燃料として燃やし続けている税金を、本来の福祉や教育予算として活用することができる。莫大なCO2を削減できる。安定器の寿命が来る前に、蛍光管が製造禁止になる前に終わらせなくてはならない。どうすればそれができるのか。答えは、これ以上状況が悪化しないうちに早く準備を始めることである。

特に、民間とは体質が異なる公共組織については縦割り組織で誰も責任を持たない中で、危機感、コスト意識、スピード感などを共有してトップも交えたプロジェクトとして取り組む必要がある。従来の建築営繕の考え方から、財政改革、業務改革、カーボンニュートラル、そして停電不点灯対策のための危機管理として最優先課題のひとつに位置付けるべき問題である。

LED化と放置した場合の電気料金負担額比較

公共工事にリースを活用した場合の試算

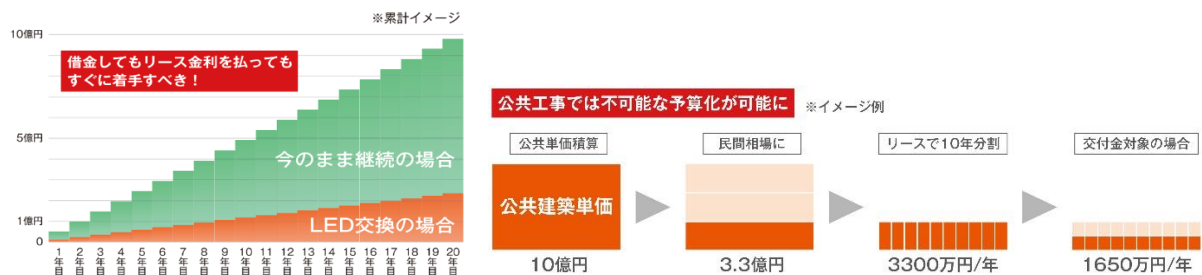


図2 LED化に伴う電気料金負担額の比較及びリースを活用した場合の試算



HID ランプ

LED 街路灯

LED トンネル灯

HID ランプ安定器

写真5 照明器具等

アスファルト改質剤への廃 PET アップサイクルに関する検討

花王株式会社ケミカル事業部門機能材料事業部 猪股 賢大

キーワード：舗装，廃プラスチック，アップサイクル，改質剤，高耐久

1. はじめに

廃棄プラスチック（以下，廃プラ）の増加および流出に伴う環境汚染は深刻な社会問題となっているが¹⁾，日本国内においては図-1²⁾に示す通り，約 90%がマテリアル，ケミカル，サーマルリサイクルとして活用されている。

このうちサーマルリサイクルは，燃焼時に CO₂ を排出していることから単純焼却と合わせると年間 1,600 万 t の排出量と試算されており³⁾，今後さらなる CO₂ 排出量削減のためには，マテリアル，ケミカルリサイクルの技術を開発していくことが求められている。

アスファルト舗装材料としての廃プラの利用は，近年世界的に注目を浴びているリサイクル手法のひとつであり^{4), 5), 6), 7)} 骨材またはアスファルトバインダーの代替として，基礎検討および実施工による供用性確認が精力的になされている⁸⁾。

そこで筆者らは，廃プラを活用しつつアスファルト舗装に優れた耐久性をも付与する，すなわち廃プラのアップサイクルが実現可能な新規材料として，今回新たにアスファルト改質剤を開発したので，それをを用いた混合物の評価を行った。その結果，アスファルト混合物が耐流動性・耐油性・耐水性向上の効果を有することが示されたので，廃 PET を活用したアスファルト改質剤（以下，廃 PET 改質剤）を添加し高耐久化した舗装の CO₂ 排出低減効果と，再生利用の進んでいない廃 PET 活用による CO₂ 排出量低減効果に関する試算を行った。

さらに，耐久性等を検証するために現道で行った試験施工についても報告する。

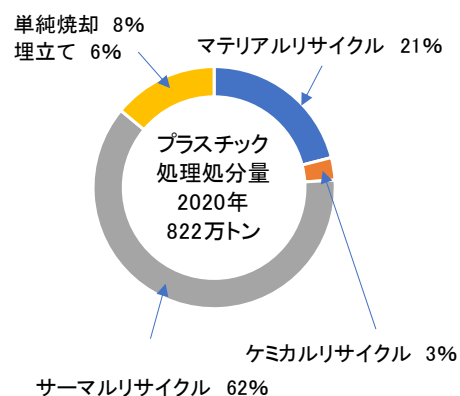


図-1 プラスチックの処理処分量と分類

2. 廃 PET 活用上の課題と対応策

ポリエチレンテレフタレート（以下，PET）はペットボトルの主原料として広く知られているが，その他にも産業用フィルム，衣類用合成繊維など広く利用されている。そのうちペットボトルに関しては水平リサイクルの取り組みが活発に行われているものの，現状リサイクルが難しく焼却処分あるいはサーマルリサイクルが主流となっている PET 製品も存在しており，より効率的なリサイクル手法の開発が望まれている。

廃 PET のアスファルト混合物への適用に関しては近年精力的に研究が行われており，粉碎 PET を添加することによりアスファルト混合物のマーシャル安定度⁵⁾ および耐流動性・耐水性といった舗装性能⁶⁾ が向上することが報告されている。

しかしながら，PET の融点は 260℃付近であり一般的なアスファルト混合物の製造温度では溶融しないこと，また親水性の高い分子構造であるためアスファルトへの親和性が極めて低いといった性質から，廃 PET のアスファルト混合物への適用手法は限られていた⁴⁾。そこで筆者らは，廃 PET

分子構造の化学的変換に基づいた新たなリサイクル手法として、図-2 に示すように、PET 元来の親水的な分子構造に、アスファルトと良く親和するような疎水的な構造を分子レベルで導入することで、親水的な骨材・疎水的なアスファルト双方に効果的に相互作用できるようなポリマー改質剤の開発を行った。

加えて筆者らは過去に開発したアスファルト舗装の耐久性向上効果を有するポリエステル系改質剤⁹⁾の技術と組み合わせることで、廃 PET のリサイクルと舗装耐久性向上の両立、すなわち廃 PET のアップサイクルを実現できると考えた。

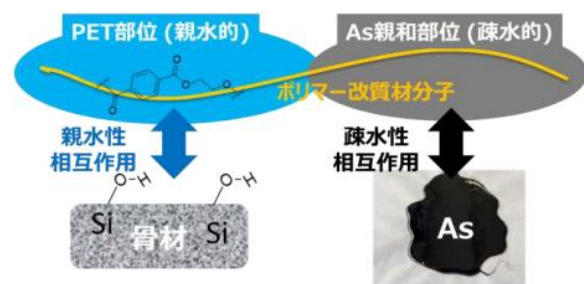


図-2 改質剤の働き

3. 廃 PET 導入改質剤の特徴・物性評価

本改質剤は、粉碎 PET と、疎水的な分子構造を有する特定のアルコールモノマーおよびカルボン酸モノマーを共存させた状態で加熱反応を行い製造した。本化学反応の模式図を図-3 に示す。エステル交換反応による PET 分子鎖の切断が伴うことが本反応の特徴である。

新規改質剤（ポリエステル A）の物性を表-1 に示す。外観は写真-1 に示すように、常温で粉末状の固体である。ポリエステル A の軟化点は 100℃程度であることから、アスファルト混合物の製造温度で溶融が可能である。

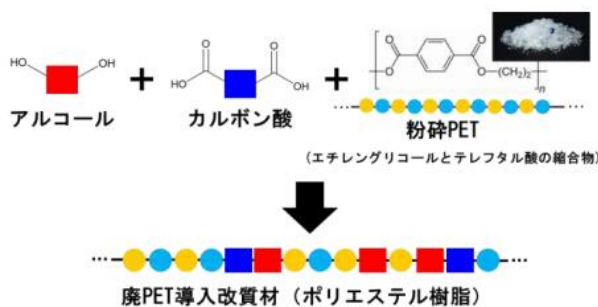


図-3 廃 PET と疎水成分(アルコール・カルボン酸)

表-1 ポリエステル A の物性

外 観	白色～淡黄色粉末
軟化点 (°C)	102.1
ガラス転移点 (°C)	57.7
密度 (g/cm ³)	1.215



写真-1 ポリエステル A 外観

一般的なケミカルリサイクルは、廃棄プラスチックをモノマー単位まで分解し、原料を追加し合成する工程を経ているのに対し、廃 PET 改質剤におけるケミカルリサイクルは、廃 PET の骨格を活用するためモノマー単位まで分解する必要がなく、少ないエネルギーでポリマーの合成を可能としている。図-4 にケミカルリサイクルの概念を示す。

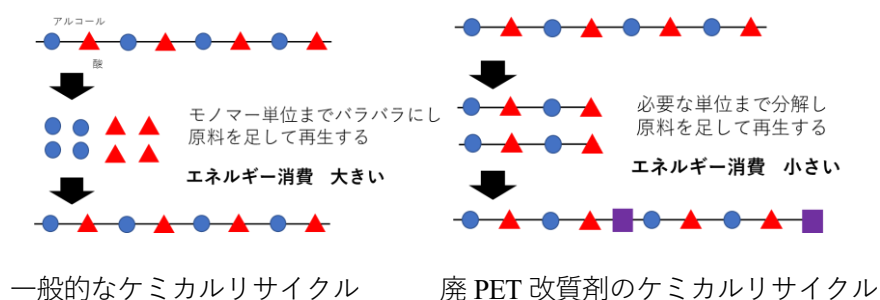


図-4 ケミカルリサイクル概念図

上記の工程で製造する廃 PET 改質剤は、アスファルト混合物の製造温度で熔融し、かつ、アスファルトと骨材の親和性を向上する樹脂設計としたことで、PET のリサイクルと舗装の耐久性を実現しリサイクルにおけるアップサイクルを実現した。

4. バインダー及び混合物の評価

ポリエステル A を用いたバインダーと、それぞれを用いた混合物について行った評価を以下に示す。

4.1 静的剥離試験によるバインダー接着性評価結果

骨材 - アスファルト間の接着に関しては、アスファルト中の極性分子と骨材表面の間にはたらく分子間相互作用による化学的結合の寄与と、骨材表面の凹凸が関与する機械的結合（アンカー効果）の寄与などが存在するが、ポリエステル A によって改質剤の性能が向上するのは化学的結合によるものが大きいと考えられる。そこで、粗骨材の代替として表面凹凸が無く、かつ一般的な骨材と同様の化学組成（二酸化ケイ素：SiO₂）を有するガラス玉を用いて付着性試験を行った。



写真-2a 添加量 0wt%

写真-2b 添加量 5wt%

写真-2 性的剥離試験実施後の混合物外観

ポリエステル A を As 量に対し添加量 0wt%、5wt%、比較としてポリエステル A の代わりに未反応廃 PET を 5wt% 添加し、静的剥離試験を行った。

試験後の混合物外観を写真-2 に示す。0wt% 条件および未反応廃 PET 添加条件では写真-2a に示すよう水浸後にアスファルト被膜の剥離が起き、ガラス玉表面が露出している部位が確認された。一方で 5wt% 添加では、写真-2b に示すように水浸後も剥離部分は見られず、均一な被膜が維持されていた。

これより、ポリエステル A がアスファルト被膜の耐水性を向上させることが示された。なお、20wt% 添加においても、5wt% 添加と同様均一な被膜が維持されていることが確認できた。

この結果から、耐水性向上機構としてはアスファルトと骨材間の化学結合力の向上による効果等の寄与が大きいと考えられる。すなわち、図-2 に示したようにポリエステル A の極性基が親水的な骨材と親和する¹⁰⁾ とともに、疎水的なアスファルトとも親和することで骨材-アスファルト界面の接着力が強化され、水の浸透を抑制した結果と考えられる。

4.2 耐油性評価結果

作製したマーシャル供試体の空隙率および質量損失率評価結果を表-2 に示す。

ポリエステル添加量 0wt%（配合①）および 5wt%（配合②）における試験実施後の供試体表面状態を写真-3 に示す。0wt% では油浸により、写真-3a に示すように供試体表面のモルタルが損失し、表面の損傷が著しいが、ポリエステル A の添加では、写真-3b に示すように灯油の浸透による破壊が抑制されることが確認された。

表-2 マーシャル供試体 質量損失率評価結果
配合②' : 配合②のポリエステル A を
未反応廃 PET に置き換えた配合

	ポリエステル 添加量(wt%)	空隙率 (%)	質量損失率 (%)
配合①	0	3.7	8
配合②	5	3.7	2.9
配合③	20	3.9	1.2
配合②'	5	3.8	8.1

4.3 耐流動性試験結果

通常のWT試験と低速重荷重によるWT試験を表-3の条件で行った結果を表-4に示す。これよりポリエステルAの添加量増大に伴い動的安定度も向上する傾向が示された。

通常のWT試験の変形量は、DS6, 300回/mmでも0.1mmと微小であることから、各配合の差を明確にするため、表-3に示す低速重荷重での試験を行った。その結果、ポリエステルAの20wt%添加により4mm以上の大幅な変形抑制が確認され、極めて高い耐流動性向上効果が発現することが示された。



写真-3a 添加量 0wt% 写真-3b 添加量 5wt%
写真-3 マーシャル供試体油浸後の表面状態

4.4 耐水性評価結果

表-3に示す冠水条件で水浸WT試験を行い、耐水性を評価した結果を表-5に示す。

これより、配合①～③での変形量の差が非水浸条件よりも明確に評価できることが判明した。配合①、配合③における試験後供試体表面の様子を写真-4に示す。ポリエステルAの添加により供試体の変形とアスファルト被膜の剥離が明確に抑制されていることが確認された。



配合① 配合③

写真-4 水浸WT試験後供試体表面

表-3 低速重荷重WTの試験条件

	試験条件	便覧の条件
試験時間	60分	60分
試験温度	60°C	60°C
荷重	1716 N	686 N
走行方法	30回/分	42回/分
ホイール	鉄輪	ソリッドタイヤ

表-4 WT試験結果

	配合①	配合②	配合③
締固め度(%)	99.8	99.5	99.1
基本WT条件(便覧法)			
通常 DS(回/mm)	6,300	7,875	31,500
低速重荷重条件(本評価法)			
変形量(mm)	5.4	4.3	1.3

表-5 水浸WT試験結果

	配合①	配合②	配合③
締固め度(%)	99.8	99.6	99.1
変形量(mm)	17.3	11.3	1.9

5. 環境へ関する評価

廃PETを活用したアスファルト改質剤（以下、廃PET改質剤）を添加して高耐久化した舗装のCO₂排出低減効果と、再生利用の進んでいない廃PET活用によるCO₂排出量低減効果に関する試算を、耐流動性に着目して行った。

5.1 廃PET改質剤のCO₂排出量の削減効果

対象とした舗装は、既存の高耐久アスファルト舗装の密粒度アスファルト混合物ポリマー改質Ⅱ型、半たわみ性舗装と、半たわみ性舗装と同程度の耐流動性を発現する廃PET改質剤を添加した混合物配合④、配合⑤の4種類とした。表-6に対象とした舗装種の配合、動的安定度を示す。

各舗装について、製造～運搬～施工で排出するCO₂量を「舗装の環境負荷低減に関する算定ガイドブック」¹¹⁾を参考に試算した結果を図-5に示す。耐流動性が同程度である半たわみ性舗装と配合④、密粒度改質Ⅱ型と配合⑤にて考察を行った。

表-6 各舗装種の配合と動的安定度試験結果

	半たわみ性舗装	配合④	密粒度改質Ⅱ型	配合⑤
骨材種	新材	新材	新材	再生骨材
配合	開粒20	密粒20	密粒20	密粒20
アスファルト種	ストアス60-80	ポリマー改質Ⅱ型	ポリマー改質Ⅱ型	ストアス60-80
廃PET改質剤添加量 (混合物1tあたり)	-	10kg	-	6kg
廃PET使用量	-	4kg	-	2.4kg
動的安定度	31,500回/mm	31,500回/mm	6,300回/mm	10,500回/mm

その結果、配合④は半たわみ性舗装に比べ40%以上削減可能と試算された。要因は、半たわみ性舗装で使用するCO₂発生量の多いセメントを活用せず、また、施工も舗装工のみで完了するためである。配合⑤は密粒度改質Ⅱ型に比べ約30%CO₂発生量を抑制すると試算され、廃PET改質剤製造に関するCO₂発生量を加味しても、再生骨材を使用することで新たに使用する骨材及びアスファルト量を削減することで全体の発生を抑制する結果となった。

5.2 未利用の廃PET活用に伴うCO₂排出量削減効果について

廃PETの活用によるCO₂排出量について試算を行った。

表-6に示す通り、アスファルト混合物1tあたり、配合④では約4kg、配合⑤では約2.4kgの廃PETを有効活用できる。廃プラスチックの処理に関する排出係数は2.77kg-CO₂/kg²⁾とされており、配合④では混合物1tあたり約11kg、配合⑤では混合物1tあたり約7kgの排出量を抑制できると試算できる。

仮に、配合⑤を改質Ⅱ型アスファルト混合物出荷量5,965千t/年¹²⁾の代替として適用した場合、14,316tの廃PETが有

効活用され、処分によって排出するCO₂量39,655tを抑制することができ、更なる環境負荷低減に貢献できると考えられる。

6. 施工事例

本改質剤を用いた例として、静岡県富士市荒田島地内国道139号線(交通量区分:N6)において、2022年3月にポリエステルA適用混合物を用いて行った施工を示す。ポリエステルAの配合比は改質Ⅱ型アスファルト量に対し約18wt%であり、本現場への適用によりリサイクルされた廃PET量を500mLペットボトルに換算した場合6,735本となる。施工後の現場外観を写真-5に示す。

施工後3か月における経過観察では、わだち・ひび割れ等の欠陥はなく良好な状態を維持できているが

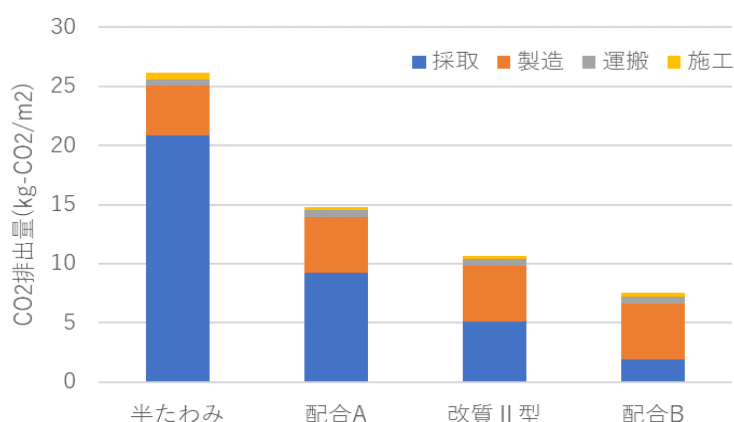


図-5 舗装種別工程別CO₂排出量
(舗装1m²、厚さ5cmあたり)

引き続き供用性の確認を行い、耐久性を評価していくとともに、自治体と協業し、自治体内から出る廃PETを回収し開発品の原料とする検討も行っていく。

7. おわりに

廃PETを用いたアップサイクルとして、舗装の改質剤の開発を進めており、現在民間でのストックヤードの他、公道での施工も増えつつある。しかし、耐久性などの長期間にわたる検証にはまだ時間がかかることから、今後定期的に調査を行い、本技術の優位性を確認していく予定である。

さらに、廃PETボトル以外の材料についても再生利用を進めていく。

なお本文は、弊社の既発表論文「アスファルト改質材への廃PETアップサイクルに関する検討」¹³⁾「廃PETを活用したアスファルト改質剤の環境負荷低減効果」¹⁴⁾を基に取りまとめたものである。

<参考文献>

- 1) Geyer, R., Jambeck, J. R. and Law, K. L.: Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science Advances*, Vol. 3, No. 7, 2017
- 2) 一般社団法人プラスチック循環利用協会 プラスチックリサイクルの基礎知識 2022年 https://www.pwmi.or.jp/new_data-pamphlet.php ((2023.10.16))
- 3) カーボンニュートラルで環境にやさしいプラスチックを目指して (前編) | スペシャルコンテンツ | 資源エネルギー庁 (meti.go.jp)
- 4) Ma, Y., Zhou, H., Jiang, X., Polaczyk, P., Xiao, R., Zhang, M., Huang, B.: The utilization of waste plastics in asphalt pavements: A review, *Cleaner Materials*, 2, 2021
- 5) Ahmadiania, E., Zargar, M., Karim, M. R., Abdelaziz, M. and Shafiqh, P.: Using waste plastic bottles as additive for stone mastic asphalt, *Materials & Design*, Vol. 32, No. 10, pp. 4844-4849, 2011
- 6) Ahmadiania, E., Zargar, M., Karim, M. R., Abdelaziz, M. and Ahmadiania, E.: Performance evaluation of utilization of waste Polyethylene Terephthalate (PET) in stone mastic asphalt, *Construction and Building Materials*, Vol. 36, pp. 984-989, 2012
- 7) Rahman, W. and Wahab, A.: Green pavement using recycled polyethylene terephthalate (PET) as partial fine aggregate replacement in modified asphalt, *Procedia Engineering*, Vol. 53, pp. 124-128, 2013
- 8) MacRebur® Home: <<https://macrebur.com/>> (2023.10.16)
- 9) 柏木啓孝, 橋本良一, 福利憲廣: ユニークなアスファルト改質効果を持つ新規ポリマー添加剤の開発, 日本道路会議, 2019
- 10) Adams, J., Jeramie: Asphaltene adsorption, a literature re-view, *Energy & Fuels*, Vol. 28, pp. 2831-2856, 2014
- 11) 公益社団法人日本道路協会 舗装の環境負荷低減に関する算定ガイドブック 2014年
- 12) 一般財団法人日本アスファルト合材協会 アスファルト合材統計年報 2020年 REFERENCES
- 13) 柏木啓孝, 垣内宏樹, 白井英治: アスファルト改質材への廃PETアップサイクルに関する検討, 土木学会論文集E1 (舗装工学) 78 巻2号 pp31-40, 2022
- 14) 高見承志, 猪股賢大: 廃PETを活用したアスファルト改質剤の環境負荷低減効果, 日本道路会議, 2023



写真-5 ポリエステル A 適用現場写真

浸透防水型薄層表面処理工法(CAM シール NEO プラス工法)の 橋面コンクリート舗装への適用事例

東亜道路工業株式会社 金重 俊弘
東亜道路工業株式会社 園田 涼
株式会社YOKOTA 吉村 忠晃
奥出雲町役場 建設課 木地谷 航

キーワード：橋面コンクリート舗装，維持管理，長寿命化，表面処理工法

1. はじめに

我が国の社会資本ストックは高度経済成長期に集中的に整備され、今後急速に老朽化することが懸念されている。特に道路橋についてはこの傾向が顕著であり 2030 年 3 月には約 55%、2040 年 3 月には約 75%もの道路橋が建設後 50 年以上経過することが見込まれている¹⁾。これらの道路橋のうち約 5%の橋梁はコンクリート舗装で供用されており²⁾、長期間にわたる気象環境や交通負荷などにより破損が加速度的に進行する環境にある。特に橋長の短い橋面コンクリート舗装は、その数が多く維持管理に苦慮している地方自治体は多いものと考えられる。

本報で紹介する浸透防水型薄層表面処理工法（CAM シール NEO プラス工法）は老朽化した橋面コンクリート舗装の延命化を目的とした工法であり、その施工事例と補修効果について紹介・報告する。



写真 1 橋面コンクリート舗装の例



写真 2 長期供用された路面例

2. 浸透防水型薄層表面処理工法(CAM シール NEO プラス工法)について

本工法は、アクリル樹脂系の浸透防水型プライマー（シビルスターR）と改質アスファルト乳剤系薄層表面処理材料（CAM シール NEO）から構成され、橋面コンクリート舗装を対象とした浸透防水型薄層表面処理工法であり、その断面構成は図 1 に示すとおりである。施工厚は数 mm でありながら、橋面コンクリート舗装へ優れた防水性能を付与することができる。使用するプライマーは橋面コンクリート舗装に生じた微細なひび割れに浸透・硬化する。これにより橋面コンクリート舗装の耐久性の向上とともにコンクリート舗装上面に優れた防水性能を有する層が形成する。薄層表面処理材は、防水層を保護するとともに路面機能の改善に寄与する。施工には大型重機を必要としないため、施工中の橋梁にかかる負荷も小さい。

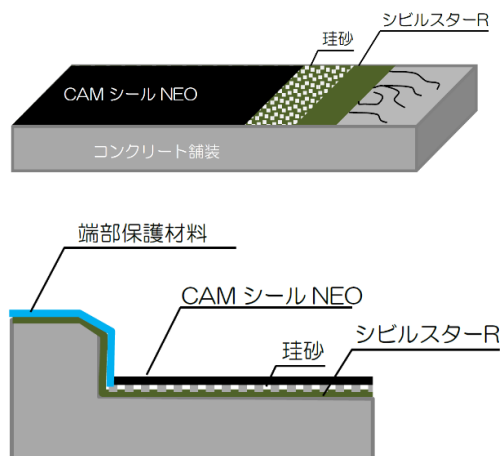


図 1 CAM シール NEO プラス工法の断面構成

2. 1 浸透防水型プライマー(シビルスターR)について

浸透防水型プライマーは2液反応硬化型の特殊アクリル樹脂である。浸透性能は、表1に示すようにNEXCO 構造物施工管理要領の規格を満足するものである。橋面コンクリート舗装表面に塗布(0.4kg/m²)することでひび割れ等に浸透し、その後硬化することで雨水の浸透を防ぎ、橋面コンクリート舗装の耐久性・防水性向上に寄与する。(図2参照)

常温硬化型であるため、施工もローラー刷毛で簡易に塗布できる。塗布後は硬化促進のために速やかに珪砂を散布(0.4kg/m²)する。(写真3, 写真4参照)

表1 浸透防水型プライマーの性能

試験項目	試験値	規格
ひび割れ含浸深さ mm	29	20以上
ひび割れ含浸曲げ強度 N/mm ²	2.2	2以上



写真3 浸透防水型プライマー塗布状況

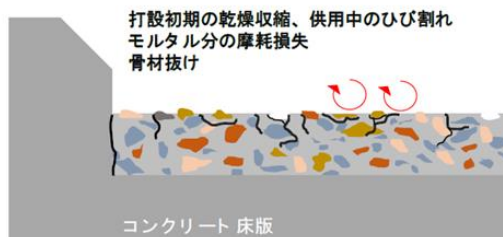


図2 防水被膜形成イメージ



写真4 浸透防水型プライマー塗布後表面

2. 2 薄層表面処理材料(CAM シール NEO)について

薄層表面処理材料はノニオン系改質アスファルト乳剤と粉体を混合したセメント・アスファルト乳剤モルタルであり、舗装表面の不陸を改善するとともにすべり抵抗性能・耐摩耗性能に寄与する。本材料は、特殊な機械を必要とせず、ゴムレーキなどの汎用器具による施工が可能である。そのため、既設橋梁への負荷を少なく常温施工のため安全性にも優れる。試験値を表2に示す。

表2 CAM シール NEO 試験値

室内試験項目		試験値	規格
乳剤	加熱残留分 %	50.4	48.0~55.0
	pH	7.3	6.0~8.0
粉体	1.18 mmふるい %	合格	塊が無いこと
	動的摩擦係数 μ	0.70	0.48以上
混合物	すべり抵抗値 BPN	61	60以上
	摩耗量 g/m ²	174	810以下

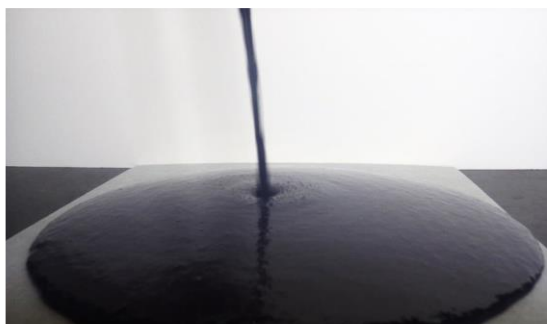


写真5 CAM シール NEO

2.3 橋面コンクリートの断面修復材について

橋面コンクリート舗装の路面は、供用中の様々な負荷によってモルタル分の損失や粗骨材の抜け出しが生じ、水の浸入、滞水する箇所ではコンクリートが土砂化することもある。このような局所的な損傷箇所の補修では、脆弱したコンクリートを取り除き、一般的にセメント系断面修復モルタル等により補修されるが、本工法においては、断面修復部分とプライマーを確実に一体化させるため、浸透防水型プライマーを使用した**写真 6**に示すモルタル（以下、浸透防水モルタルと称す）にて断面修復を行う。浸透防水モルタルは、珪砂と浸透防水型プライマーを4：1の重量比で混合したものであり、その性能試験結果（JIS R 5201 準拠）を**表 3**に示す。浸透防水モルタルを使用することで浸透防水プライマーと橋面コンクリート舗装の界面を1カ所にすることができ、ひび割れにも浸透防水型プライマーが浸透することで一様な防水層を形成することができる。



写真 6 浸透防水モルタル

表 3 浸透防水モルタル性能試験結果

試験項目	単位	結果	試験方法	基準値
圧縮強さ	N/mm ²	39.5	JIS R 5201	35以上
最大ひずみ	%	3.4		—

(図 3 参照)

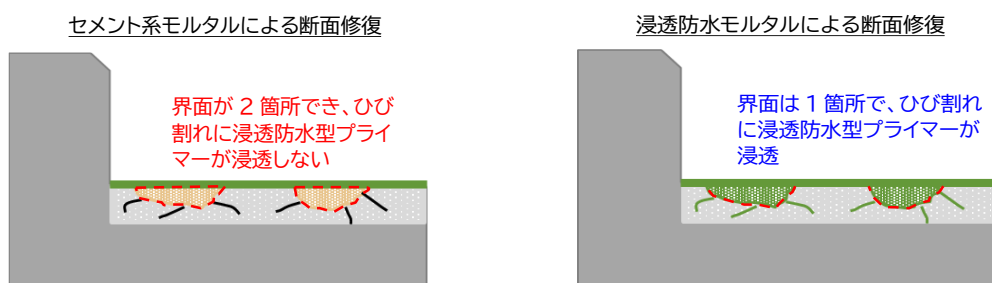


図 3 浸透防水モルタルの断面修復

2.4 浸透防水型薄層表面処理工法(CAM シール NEO プラス工法)の防水効果

本工法は浸透防水型プライマーと薄層表面処理材で構成されるため優れた防水性能を持つ。防水性能は道路橋床版防水便覧および構造物施工管理要領（NEXCO）グレードⅡ性能照査試験で規定される防水性試験Ⅱ・引張接着試験によって評価した。（**表 4, 図 4 参照**）いずれの試験においても基準値を満たす防水性能を有することが確認された。これによりコンクリート床版への雨水の浸透を防ぐことが可能であるといえる。また、-30℃から 50℃において優れた接着性能を有するため、寒冷地での使用も可能である。

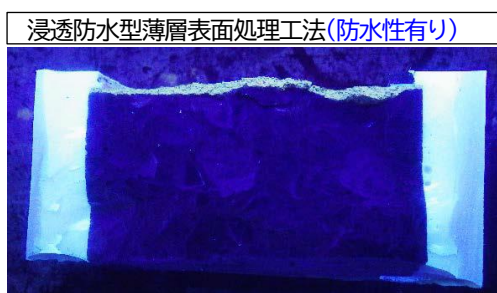
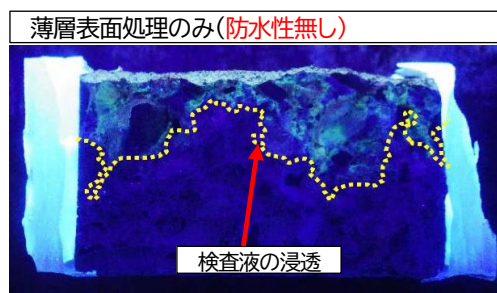


図 4 防水性試験Ⅱの試験結果

表 4 試験結果

試験項目	試験値	規格	試験方法
防水性試験Ⅱ	漏水なし	漏水のないこと	道路橋床版防水便覧
引張接着試験 N/mm ²	-30℃	1.60	1.2以上
	-10℃	1.65	1.2以上
	23℃	0.89	0.6以上
	50℃	0.42	0.07以上

3. 施工事例

3.1 施工橋梁について

当該橋梁は、島根県奥出雲町の山間に位置する 1974 年に架設された橋梁(写真 7 参照)であり、周辺住民の日常生活に欠かすことのできない重要なインフラである。橋長は 10.8m であり橋面はコンクリートで舗装されているが、除雪や経年劣化の影響から表面部のモルタルや粗骨材が取れ、著しい路面凹凸や微細なひび割れが散見される状態(写真 8 参照)にあり、橋梁点検調査の結果、判定区分Ⅲの診断がなされた。措置方法として、ひび割れ注入や舗装打換えによる大規模な修繕を検討したが、築後の供用年数や損傷状態から大型の建設機械の橋脚へ与える影響が大きいこと、地域住民の重要な路線であり、長期にわたる規制によって生じる影響を軽減するなどの様々な観点から浸透防水型薄層表面処理工法 (CAM シール NEO プラス工法) が採用されることとなった。



写真 7 施工橋梁(2021年3月撮影)



写真 8 施工前路面状況

3.2 施工について

施工については以下の流れで行う。

① 清掃

ブロア・吸引機等で塵埃を除く。特に床版端部は、塵埃がたまりやすいため、入念に清掃・乾燥を実施する。

② 下地調整・断面補修

コンクリート舗装面にポットホールや断面欠損が確認される個所については、浸透防水モルタルによる断面補修を行う。

③ 浸透防水型プライマー (シビルスターR) 塗布

2 液反応硬化型の特殊アクリル樹脂を攪拌混合したのち、ローラー刷毛・ゴムレーキ等でコンクリート舗装面、地覆部へ 0.4kg/m² 塗布する。

④ 5号珪砂散布

浸透防水型プライマー (シビルスターR) 塗布面に 5号珪砂を均一に 0.4kg/m² 散布し、指触乾燥状態まで養生する。余剰な珪砂は指触乾燥後に掃き取る。

⑤ 薄層表面処理材料 (CAM シール NEO) 塗布

CAM シール NEO 乳剤へ遅延剤を所定量添加・混合後、CAM シール NEO 粉体 2 袋を攪拌しながら投入し、90 秒間攪拌混合後、路面に敷きならす。敷きならしには、ゴムレーキを使用して塗布する。

⑥ 完了

指触もしくは E 型硬度計 (硬度 75 以上) により硬化を確認して交通開放する。交通開放可能時間の目安を表 5 に示す。

表 5 交通開放可能時間目安

項目	夏季	冬季
歩行可能時間	0.5時間	1.0~2.0時間
車両乗入可能時間	1.0時間	2.0~3.0時間



写真 9 施工フロー

3. 3 施工前・施工後の試験結果

施工前・施工後に、舗装路面のきめ深さ、すべり抵抗性、防水性に関して試験を行い補修効果について調査した。表 6 に試験結果を示す。きめ深さは、サンドパッチング法により測定を行った。施工前の 1.2~3.0mm に対して施工後は 0.24mm と大きく減少し、舗装面の不陸が改善したことが分かる。また、路面のすべり抵抗は、振り子式スキッドレジスタンステストにより測定を行った。すべり抵抗値は 63 BPN と良好なすべり抵抗性を有することが確認できた。防水性に関しては、写真 10 に示す現場透気試験を用いて舗装への空気の通り易さの指標である透気係数の計測を行った。施工前は、舗装に真空ポンプによる負圧が掛けることができない状態であり、すなわちコンクリート表面に発生している微細なクラック等の影響により雨水などがたやすく浸透してしまう状況である。施工後は舗装路面の気密性が向上し防水性能が改善されたことが確認できる。(図 5 参照)

表 6 施工後試験結果

試験項目	施工前	施工後
きめ深さ(mm)	1.2~3.0	0.24
すべり抵抗値(BPN)	測定不能	63
透気係数(cm/sec)	測定不能	4.3×10^{-7}



写真 10 現場透気試験

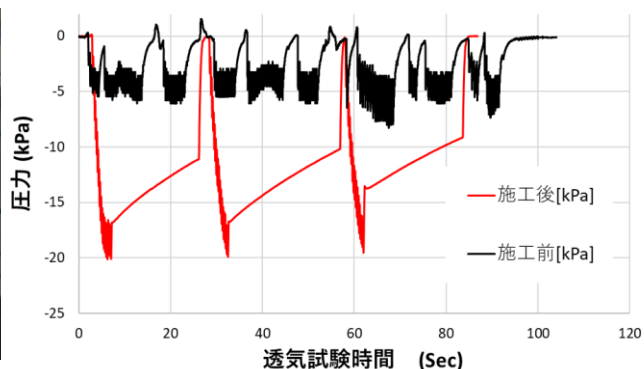


図 5 現場透気試験結果



写真 11 施工後 1 年経過(2022 年 4 月撮影)



写真 12 施工後 2 年経過(2023 年 4 月撮影)

3. 4 追跡調査

追跡調査として施工後 1 年毎にきめ深さ、現場透気試験を実施した。施工から 2 年経過後は舗装表面には除雪車のチェーンによる損傷が見られたためこの箇所でも試験を実施した。(写真 13 参照)

試験結果を表 7 に示す。施工 2 年後においても、きめ深さは 0.2 mm 程度であり施工直後と大きな変化はなかった。ただし、施工直後に表面の細かい凹凸を呈していた細粒分が抜け落ちて多少きめ深さが小さくなる傾向がみられた。現場透気試験による透気係数の結果も施工直後と同程度の値を保持しており、防水性が十分保持されていると考えられる。また、除雪車のチェーンによる損傷部も透気係数は多少大きくはなっているものの、施工前と比較し防水性は保たれている。部分的な損傷は確認できたものの、きめ深さや防水性は保持されており施工後 2 年でも良好な結果を保持している。



写真 13 施工後 2 年路面

表 7 追跡調査結果

試験項目	施工前	施工直後	施工後1年	施工後2年	
				健全部	損傷部
きめ深さ (mm)	1.2~3.0	0.24	0.09	0.17	0.17
透気係数 (cm/sec)	測定不能	4.3×10^{-7}	3.8×10^{-7}	8.9×10^{-7}	1.1×10^{-6}

4. おわりに

道路橋のコンクリート床版は、水の浸入によってその劣化速度が 100~300 倍に早まるといった試験結果が報告されている³⁾。また全国的に橋長 10m 以下の橋面コンクリート舗装はその数が多く、技術者不足などにより維持管理に苦慮している地方自治体は多いものと考えられる。このような課題に対し、本工法は比較的簡易な施工方法で橋面コンクリート舗装の防水性を高めることが可能であり、延命化工法の一つとして有用と考える。本工法による橋梁の延命化措置によって今後予測される大規模更新の更新件数の平準化に貢献できるように検討を続けていく所存である。

参考(引用)文献

- 1) 国土交通省：社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト 社会資本の老朽化の現状と将来
- 2) 鋼構造委員会道路橋床版の複合劣化に関する調査研究小委員会（2016 年 11 月）：道路橋床版の橋面コンクリート舗装，公益社団法人土木学会
- 3) 松井（2015 年 4 月）：日経コンストラクション P. 38
- 4) 園田（2021 年 11 月）：橋面コンクリート舗装への浸透防水型薄層表面処理材の適用事例，第 34 回日本道路会議

部 会 資 料

農業農村工学会農村道路研究部会代表幹事及び事務局

(令和5年11月現在)

[部会長]

東京農業大学 地域環境科学部 教授 川名 太

[副部会長]

北海道科学大学 工学部 教授 川端 伸一郎

[会計審査代表幹事]

高知大学 農学部 教授 佐藤 周之

[常任代表幹事]

帯広畜産大学 環境農学研究部門 教授 宗岡 寿美

弘前大学 農学生命科学部 教授 森 洋

宮城大学 食産業学群 教授 北辻 政文

新潟大学 自然科学系(農学部) 教授 鈴木 哲也

東京農工大学 大学院農学研究院 助教 島本 由麻

東京農業大学 地域環境科学部 教授 竹内 康

明治大学 農学部 准教授 服部 俊宏

同志社女子大学 生活科学部 教授 齋藤 朱未

鳥取大学 大学院連合農学研究科 教授 緒方 英彦

鳥取大学 農学部 准教授 兵頭 正浩

愛媛大学 農学部 教授 武山 絵美

鹿児島大学 農学部 助教 平 瑞樹

鹿島道路株式会社 技術研究所 副所長 坂本 康文

東亜道路工業株式会社 技術本部 技術部長 塚本 真也

農研機構農村工学研究部門 施設工学研究領域施設保全グループ 主任研究員 川邊 翔平

(社)地域環境資源センター 農村環境部 部長 上月 良吾

全国土地改良事業団体連合会 システム開発部 部長 赤倉 正弘

農林水産省 農村振興局整備部地域整備課農村整備計画班 課長補佐 宮崎 浩

農林水産省 農村振興局整備部 地域整備課 農村整備企画班 課長補佐 萩尾 俊宏

農林水産省 農村振興局整備部 地域整備課 農村整備企画班 係長 竹内 昭登

発表課題一覧

第1回農村道路研究討論集会(平成3年度)

- | | | |
|----------|---------|------------------------------------|
| 1. 安富 六郎 | 東京農工大学 | 「21世紀をめざす農村道路の整備—転換期にある農道・農村道路—」 |
| 2. 御前 孝仁 | 構改局開発課 | 「農道整備の現状と課題」 |
| 3. 谷口 建 | 専大北海道短大 | 「農産物物流と基幹的農道の整備」 |
| 4. 楠 智宏 | 福島県 | 「徳江大橋の設計施工について—福島県広域農道伊達地区—」 |
| 5. 雪竹 清光 | 長崎県 | 「長崎県島原半島に於ける広域農道計画とその施工事例及び効果について」 |

第2回農村道路研究討論集会(平成4年度)

<特定課題:橋梁>

- | | | |
|----------|-----------|------------------------|
| 1. 小林 勤 | 農用地整備公団 | 「補強土橋台の設計・施工と挙動観測」 |
| 2. 福島 英次 | 沖縄県 | 「来間大橋の基礎地盤と下部工の施工について」 |
| 3. 青木 茂治 | 新農村開発センター | 「斜張橋の農道橋への適用」 |

<自由課題>

- | | | |
|----------|----------|--|
| 1. 藤森 新作 | 農業研究センター | 「広域農道における一般交通の流入実態について」 |
| 2. 谷山 一郎 | 農業研究センター | 「地域分析による広域農道の生産・生活環境への影響評価について」 |
| 3. 木村 和弘 | 信州大学 | 「農作業事故と農道-山間急傾斜地の農道周辺での危険性-」 |
| 4. 秀島 好昭 | 北海道開発局 | 「ジオテキスタイルを用いた凍上クラック防止試験工事」 |
| 5. 谷口 建 | 専大北海道短大 | 「農道路面の積雪が凍結深に及ぼす影響」 |
| 6. 藤井 卓 | 東京農工大学 | 「炭素繊維・セメント複合体の凍結融解抵抗性について」 |
| 7. 西村 拓治 | 日本舗道(株) | 「防塵対策を考慮した農村道路での路床改良—“テフロン”処理防塵固化材「テフイックス」使用—」 |
| 8. 牧 恒雄 | 東京農業大学 | 「歩道舗装材の選定法について」 |

第3回農村道路研究討論集会(平成5年度)

<特定課題:環境に配慮した農道整備>

- | | | |
|----------|------------|-------------------------|
| 1. 湯浅 眞介 | 農村環境整備センター | 「農道の環境整備計画について」 |
| 2. 北沢 忠孝 | 長野県 | 「景観に配慮した農道整備事業」 |
| 3. 神谷 一正 | 福岡市 | 「環境に配慮した農道整備—勝馬地区—」 |
| 4. 牧 恒雄 | 東京農業大学 | 「新しい農道整備のあり方」 |
| 5. 菊池 信夫 | 岡三興業(株) | 「環境と景観を配慮した多数アンカー式擁壁工法」 |

<自由課題>

- | | | |
|----------|-----------|------------------------------------|
| 1. 佐々木康雄 | 全土連 | 「農道管理の実際的研究」 |
| 2. 今井 敏行 | 農業工学研究所 | 「農道の交通安全対策について」 |
| 3. 石井 和樹 | 農用地整備公団 | 「地すべり対策工の施工とその後の経過観測について」 |
| 4. 田和 貢 | 島根県 | 「『南神立橋』架橋工事について」 |
| 5. 鈴木 史郎 | 山形県 | 「トンネル坑口部の地すべり対策について」 |
| 6. 園城 典雄 | 世紀東急工業(株) | 「忌避剤あるいは除草剤を加熱アスファルト混合物等に混入した防草舗装」 |

第4回農村道路研究発表会(平成6年度)

<特定課題:農道の多面的機能>

1. 松本 精一 農村環境整備センター 「農道の環境整備ー多面的な機能発揮のために」
2. 西澤 敏之 北海道 「農道の多面的機能について」
3. 稲垣 昇 岐阜県 「広域農道郡上北部地区と農村活性化について」
4. 西村 寿 京都府 「地域の雇用促進に役立つ中丹地区の農道整備事業」

<自由課題>

1. 森田 利治 都築電気(株) 「マルチメディアと農道」
2. 一戸 孝之 全土連 「農道の安全管理について」
3. 谷口 建 弘前大学 「ドイツにおける農道整備ー事例調査ー」
4. 鈴木 純 信州大学 「山間高冷地に建設された PC 箱桁橋の冷却特性」
5. 森光 俊樹 広島県 「『大芝大橋』の設計と施工について」
6. 仲西 康幸 農用地整備公団 「マサ土地帯における法面植生工について」
7. 渕上 学 鹿島道路(株) 「舗装技術に関する最近の動向について」

第5回農村道路研究発表会(平成7年度)

<特定課題:地域整備と農道整備>

1. 上瀧 芳隆 構造改善局 「地域整備と農道計画」
2. 松本 精一 農村環境整備センター 「広域農道の環境整備の事例」

<自由課題>

1. 矢橋 農吾 千葉大学 「うるおい施設の分類と特徴」
2. 今井 敏行 北陸農業試験場 「農道における交通安全対策に係わる問題点」
3. 日高 正人 農用地整備公団 「広域的連絡農道整備のあり方ー地域活性化に与える農道の開発効果ー」
4. 堀家 茂一 熊谷組(株) 「テルソルグリーン工法」
5. 佐藤 祥一 大成ロテック 「農道における凍結抑制舗装の適用性」
6. 柴田 隆哉 前田道路(株) 「アスファルト舗装の維持修繕工法と材料」
7. 高階 大輔 神奈川県 「ジオグリッドによる高盛土補強工法について」
8. 小橋 成行 奈良県 「願いが叶う『賀名生大橋』ー五条吉野広域農道のシンボル賀名生大橋の概要についてー」
9. 定由 邦裕 福井県 「軟弱地盤における工法検討について」

第6回農村道路研究発表会(平成8年度)

<特定課題:農道整備事業の効果及び評価>

1. 山田 哲郎 農用地整備公団 「広域的期間農道整備における事業評価事例ー地域住民の利用度を中心としてー」
2. 鈴木 保文 青森県 「広域農道の地域振興と波及効果の事例について」
3. 野尻 孝 富山県 「農道の効果についての試案」

<基調講演>

1. 金井 道夫 構造改善局 「農道のめざすべき方向」

<自由課題>

1. 白岩 隆己 日本大学 「印旛沼地域における農道の現状と問題点」
2. 野々垣 熙 岐阜県 「農道東ノ山トンネル新設工事」
3. 須藤 修司 群馬県 「農村のみち環境整備の創造にむけて『ふるさとみかぼライン』づくり」
4. 佐藤 祥一 大成ロテック(株) 「農道環境整備と舗装新工法」
5. 小松 健夫 伊藤忠テクノサイエンス 「広域農道のコンピューターによる道路設計」

第7回農村道路研究発表会(平成9年度)

<特定課題:農道の効果と環境>

1. 石坂 邦美 農村環境整備センター 「農道環境保全調査とその指針案の概要」
2. 岡村 高司 愛知県 「広域農道知多半島地区の効果と環境」
3. 棚橋 康人 岐阜県 「飛祐の農業振興と農道整備事業の果たす役割」

<自由課題>

1. 東 時則 佐賀県 「Fe石灰(サンドイッチ)工法による軟弱な地盤の路床改良」
2. 佐藤 祥一 大成ロテック(株) 「天然石舗装における新工法(インジェクト工法)」
3. 加形 護 鹿島道路(株) 「コスト縮減とリサイクルを考慮した農道舗装修繕工法
—路上再生路盤工法—」
4. 松本 伸介 岡三興業(株) 「補強土工法による農道整備事業のコスト縮減(効果)策」
5. 矢橋 晨吾 千葉大学 「ドイツにおける農道の修景施設」

第8回農村道路研究発表会(平成10年度)

<特定課題:農道整備と物流の効率化>

1. 谷口 建 弘前大学 「農産物流通と農道整備」
2. 谷本 岳 農業工学研究所 「農産物物流の効率化の方策について」
3. 佐々木 剛 岩手県 「岩手県の農産物の物流と農道整備の位置づけ」

<自由課題>

1. 藤森 竜一 北里大学 「農道における交通事故発生地点の特色について」
2. 川原 秀樹 岡三興業(株) 「補強土壁に用いる部材の品質とコスト縮減効果」
3. 菊地 和明 福島県 「農道離着陸場の現状と課題
～福島飯坂地区:ふくしまスカイパーク～」
4. 桑原 一登 構造改善局 「土地改良事業計画設計基準「農道」改定について」

第9回農村道路研究発表会(平成11年度)

<特定課題:農道による地域振興>

1. 池田 俊文 石川県 「中能登農道橋と地域振興 私たちの夢を託すツインブリッジ」

<自由課題>

1. 芦沢 健 (株)熊谷組 「中能登農道橋(長大PC斜張橋)の施工」
2. 小島 逸平 (株)ガイアートクマガイ 「景観と環境を考慮した舗装工法」
3. 松原 英治 緑資源公団 「羽咋区域農業用道路の環境対策」
4. 竹村 武士 農業工学研究所 「農道橋のエネルギー・CO₂削減効果の検討」
5. 谷本 岳 農業工学研究所 「農道走行車両の旅行速度について」
6. 今井 敏行 北里大学 「農村道路における事故発生地点の分布と事故発生要因について」

第10回農村道路研究発表会(平成12年度)

<自由課題>

1. 蘭 嘉宜 農業工学研究所 「農道の舗装の設計に関する考察」
2. 橋本 修治 日本道路(株) 「景観と環境に配慮した特殊舗装」
3. 山埜井明弘 鹿島道路(株) 「農道舗装の環境保全・コスト縮減を考慮した修繕方法
—フォームドアスファルト工法—」
4. 上杉 章雄 飛鳥建設(株) 「表土を配合した客土吹付工について」
5. 伊賀 啓文 緑資源公団 「直入庄内区域農業用道路に対する期待と役割」
6. 今井 敏行 北里大学 「農村道路における危険地点の把握と走行状況の特色」
7. 矢橋 晨吾 千葉大学 「ドイツ・バイエルン州における農道整備」

第11回農村道路研究発表会(平成13年度)

<特定課題:農道事業とゼロエミッション>

1. 牧 恒雄 東京農業大学 「農道事業とゼロエミッション」

<自由課題>

1. 山下 雄志 緑資源公団 「下北中央地区農業用道路の軟弱地盤対策工について」
2. 今井 敏行 北里大学 「広域農道における交通量と事故発生について」
3. 小櫃 一巳 飛鳥建設(株) 「新しい張出架設作業車を用いた橋梁合理化施工」
4. 海保 豊 前田道路(株) 「伐採樹木処理システムの開発」
5. 佐藤 祥一 大成ロテック(株) 「環境保全に配慮した舗装」
6. 児玉 孝喜 鹿島道路(株) 「急勾配農道箇所への転圧コンクリート舗装の適用について」

第12回農村道路研究発表会(平成14年度)

<特定課題:農道整備の効果と整備後の評価>

1. 大澤 哲夫 岐阜県 「広域農道整備事業の事後評価について～公共事業の効率的な執行と透明性の一層の向上を目指して～」

<自由課題>

1. 加藤 寛道 鹿島道路(株) 「景観に配慮した道路構造の開発～ハイブリッド型浸透性コンクリート舗装～」
2. 佐藤 祥一 大成ロテック(株) 「スリップフォーム工法の農道への適用性」
3. 江向 俊文 東京農業大学 「セミホット型アスファルト混合物について～環境負荷軽減およびコスト削減への取り組み～」
4. 関根 邦宏 東京農業大学 「廃タイヤリサイクル材を用いたハンプ周辺の振動特性」
5. 今井 敏行 北里大学 「水田地帯の農村道路における交通危険要因の解明」

第13回農村道路研究発表会(平成15年度)

<特定課題:広域農道の見直しについて>

1. 斎藤 正弘 福島県 「広域農道東白川地区の見直しについて」

<自由課題>

1. 鈴木 真一 緑資源機構 「農業開発道路完成後の効果発現に関する一事例」
2. 青木 正雄 日本大学 「神奈川県西部地域における農業と農村道路の変遷」
3. 今井 敏行 北里大学 「中山間地域の農村道路における危険地域の特色と危険要因の解明」
4. 竹内 康 東京農業大学 「A 交通断面アスファルト舗装の疲労破壊に関する一検討」
5. 上田 広 世紀東急工業(株) 「凍結抑制舗装『ザペック工法タイプ G』」
6. 水野 正純 大成ロテック(株) 「農道空間を利用した雨水等の地下空隙貯留工法の検討」

第14回農村道路研究発表会(平成16年度)

<特定課題:テールアルメ工法について>

1. 太田 均 JFE 商事(株) 「テールアルメ工法 最新設計法の解説」
2. 松澤 佳一 JFE 商事(株) 「現場から学ぶ補強土壁工法の留意点」

<自由課題>

1. 稲葉 七生 ㈱NIPPO CORP. 「環境負荷を軽減する舗装技術 薄層エスマック, FRB 工法」
2. 川口 洋 東亜道路工業(株) 「タックコート用改質アスファルト乳剤」
3. 山埜井明弘 鹿島道路(株) 「情報化(IT)技術による建設機械自動制御システム～三次元マシンコントロールシステム～」

第15回農村道路研究発表会(平成17年度)

<特定課題:エコロード>

1. 亀山 章 東京農工大 「エコロード『生き物にやさしい道づくり』」

<自由課題:環境・生態に配慮した農道>

1. 鈴木 秀輔 大成ロテック(株) 「排水性舗装リサイクル技術の農道への適用」
2. 廣藤 典弘 世紀東急工業(株) 「環境への影響を考慮した凍結抑制舗装について」
3. 吉武美智男 東亜道路工業(株) 「環境に配慮したアスファルト乳剤を用いた舗装技術～農道に適用可能な維持舗装工法の紹介～」
4. 坂口 陸男 日本道路(株) 「マグネシウム系セメントを用いた環境に優しい土系舗装と木質系舗装～マグフォーミック, レインボーウッド Mg～」
5. 遠藤 哲雄 鹿島道路(株) 「木質系舗装の施工事例」

第16回農村道路研究発表会(平成18年度)

<基調講演>

1. 中川 浩二 臨床トンネル工学研究所 「道路トンネルの施工と管理」

<講演>

1. 鈴木 雅行 ㈱間組 「トンネルの設計と施工」
2. 河上 清和 五洋建設(株) 「トンネルの施工管理の実態」
3. 武内 秀木 臨床トンネル工学研究所 「新しいトンネル安定化工法」

<技術報告>

1. 福井県嶺南振興局農村整備部 「若狭西街道におけるトンネル施工事例」

第17回農村道路研究発表会(平成19年度)

<特定課題:農道の性能設計について>

1. 瀬戸 太郎 農林水産省 「農道の性能設計について」

<自由課題>

1. 鎌田 修 鹿島道路(株) 「舗装の薄層補修新工法ーヒートスティック工法についてー」
2. 板東 芳博 世紀東急工業(株) 「農村道路における保水性舗装の適用について」
3. 飯塚 康二 東亜道路工業(株) 「アスファルト乳剤工法を用いた軽交通路の維持修繕例」
4. 小田喜隆二 東京農業大学 「路床の CBR と三軸圧縮特性に関する実験的研究」
5. 竹内 康 東京農業大学 「凍結指数分布からみた農道用アスファルト舗装のひび割れ発生形態」

第18回農村道路研究発表会(平成20年度)

<特定課題:農道の経済効果について>

1. 米本 正弘 農林水産省 「農道の経済効果について」

<自由課題>

1. 金井 利浩 鹿島道路(株) 「環境にやさしい路上路盤再生工法ーセメントスラリーを用いたCFA 安定処理路盤工法についてー」
2. 荒尾 慶文 日本道路(株) 「予防的維持工法としての表面処理工法ーフォームドドレッシング工法ー」
3. 江向 俊文 前田道路(株) 「薄層用ポーラスアスファルト混合物によるオーバーレイ工法ー薄層ドレーンミックス工法についてー」
4. 田村 祐二 ニチレキ(株) 「枯損木を活用したウッドチップ舗装(アスウッド舗装)の試験施工ー三宅島における施工事例ー」
5. 清水 忠昭 福田道路(株) 「天然重曹を使った安全・安心な除草技術」

第19回農村道路研究発表会(平成21年度)

<特定課題:農業農村振興に果たす農道の役割～農道の保全・活用を中心に～>

1. 坂本 均 青森県 「農業・農村振興と農道の役割 ～弘前南部地区広域農道を例として～」
2. 矢来 正巳 石川県 「能登島の地域振興～広域農道の役割と活用～」
3. 佐藤 光 静岡県 「農村振興に寄与する農道整備の一考察」

<招待論文>

1. 村井 貞規 東北工業大学 「魅力的な街並みとは」
2. 上杉 直樹 横浜市 「横浜市のアセットマネジメントによる舗装管理の導入経緯と現状」

<自由課題>

1. 谷口 博 前田道路(株) 「常温施工が可能なアスファルト混合物「マイルドミックス」の開発」
2. 遠藤 哲雄 鹿島道路(株) 「多機能路面性状測定車による平坦性の簡易評価に関する検討」
3. 駒形 望 ニチレキ(株) 「効率的な農道舗装管理のための簡易的調査手法」

第20回農村道路研究発表会(平成22年度)

<特定課題:農村道路の機能保全>

<招待論文>

1. 上屋 昭人 鹿児島県 「鹿児島県の農道保全の取り組みについて」

<研究論文>

1. 緒方 英彦 鳥取大学 「農道の設計および機能保全における自動車荷重の一考察」
2. 竹内 康 東京農業大学 「舗装の機能保全のための破損同定法の提案」
3. 細川 吉晴 宮崎大学 「農村道路における沿道景観の注視点による景観評価」

<技術報文>

1. 伊澤 晃 岐阜県 「福岡大橋の橋梁耐震対策について」
2. 坂本 康文 鹿島道路(株) 「ほ場内農道舗装の維持修繕について」
3. 尹 恢允 グリーンアーム(株) 「軽交通舗装道路への路上加熱薄層処理工法の適用」

第21回農村道路研究発表会(平成23年度)

<特定課題:農道のストックマネジメント>

<招待論文>

1. 笠原 篤 北海道工業大学 名誉教授 「舗装マネジメントシステム」

<研究論文>

1. 干場 勝 富山県 「橋梁自主点検の事例紹介」
2. 中島 裕一 長崎県 「緊急輸送道路における橋梁の耐震対策—広域農道雲仙グリーンロード地区—」
3. 佐藤 俊一 北海道 「北海道における農道保全(舗装修繕)の取組み」
4. 岡本 晃一 岡山県 「農道橋の点検・診断手法」

第22回農村道路研究発表会(平成24年度)

<特定課題:農道橋の保全対策計画策定にあたっての課題と対応策>

<基調講演>

1. 熊谷 政行 (独)土木研究所 「北海道における道路舗装の予防保全」
寒地土木研究所

<事例報告>

1. 流石 富夫 山梨県 「金川曾根広域農道における隧道の保全対策」
2. 平岡 亮太郎 大阪府 「既設農道橋における耐震対策の施工
～広域農道金剛地区での事例～」
3. 谷口 博 前田道路(株) 「全天候型高耐久常温合材『マイルドパッチ』の開発
ー加熱アスファルト混合物と同等の耐久性を有した
常温合材ー」
4. 池田 省吾 ニチレキ(株) 「農道保全調査法の提案」
5. 中村 正則 (財)土木研究 道路橋の長寿命化について
センター (鋼橋の部分塗替え塗装など)

第23回農村道路研究発表会(平成25年度)

<特定課題:農道の点検と農道橋の耐震化について>

<基調講演>

1. 山野辺慎一 (株)鹿島建設 「農道の点検と農道橋の耐震化について」

<事例報告>

1. 田中英作 長崎県 「広域農道雲仙グリーンロードにおける耐震対策の実施
状況」
2. 大田幸治 広島県 「広島県における農道保全対策の取組について」
3. 山口真二 (株)ミルコン 「プレキャストコンクリートによる小型橋梁の付け替え技術
ー小規模橋梁の点検と補修・修繕工事についてー」

第24回農村道路研究発表会(平成26年度)

<特定課題:農道の長寿命化について>

<基調講演>

1. 田尻 淳 農林水産省 「農道の長寿命化について」
2. 酒井 俊典 三重大学大学院 「農道の長寿命化に資するグラウンドアンカー工法の維持管理」

<研究論文>

1. 川端伸一郎 北海道科学大学 「 n 年確率凍結指数の合理的決定法とその地域特性」
2. 山岸俊太郎 新潟大学大学院 「AE法による既設コンクリート道路橋床版部の
損傷度評価に関する実証的研究」
3. 川名 太 東京農業大学 「広域を対象とした舗装の荷重支持性能の
調査方法に関する検討」

<技術報文>

1. 吉本 徹 (社)セメント協会 「早期交通開放コンクリート舗装1DAY PAVEの農道への適用」
2. 青木 政樹 大成ロテック(株) 「農村道路の舗装における維持修繕工法に関する研究」
3. 稲葉 一成 新潟大学 「グリズリアンダー材の特性に合った農道敷砂利工法の開発」
4. 五傳木 一 鹿島道路(株) 「農地輪換利用保全工法の適用に向けた実証実験」
5. 田村 祐二 ニチレキ(株) 「広域農道における舗装補修時の長寿命化への取組事例
ー舗装調査から補修工法選定ー」
6. 橋本 知彦 福島県 「福島県の農道施設点検実施状況について」
7. 國井 雅彦 岐阜県 「農道橋の耐震補強の事例報告
ー広域農道 水の里花橋 施工事例ー」

第1回材料施工部会・農村道路研究部会 合同研究集会【第25回農村道路研究発表会(平成27年度)】

＜特定課題:農道の長寿命化に向けた保全対策について＞

＜招待論文＞

1. 竹沢 良治 富山県土地改良事業 団体連合会 「ストックマネジメントや資産評価の対応を考慮した
土地改良施設管理台帳の構築事例」
2. 川名 太 東京農業大学 「農道の維持管理に資する FWD 試験データの有効的な
活用方法に関する検討」
3. 渡邊 一弘 (国研)土木研究所 「アスファルト舗装各層の構造的健全度低下過程
に関する実験的検証」

＜研究論文＞

1. 緒方 英彦 鳥取大学 「冬期積雪が低木街路樹の損傷に及ぼす影響」
2. 稲葉 一成 新潟大学 「地すべり防止施設の老朽化実態と施設機能診断の試み
－新潟県丸山地区における鋼製集水井での事例－」
3. 山岸俊太郎 新潟大学大学院 「たわみ共振現象に着目した鉄筋コンクリート表層の
欠陥検出に関する研究」

＜技術報文＞

1. 城本 政一 大成ロテック株式会社 「路面プロファイルの経時変化が舗装の支持力に与える
影響に着目した道路管理に関する研究」
2. 菅野 靖幸 北海道庁 「農道保全で実施したコスト縮減改良型路上路盤再生工法
(根室スペシャル)について」
3. 代田 拓也 福井県 「農道保全対策の事例報告 ～通作条件整備(保全対策型)
坂井北部地区施工事例～」

第26回農村道路研究発表会(平成28年度)

＜特定課題:農道管理主体としての市町村について＞

＜招待論文＞

1. 濱井 和博 山梨県北杜市 産業観光部次長 「北杜市における農道管理について」
2. 上田 健史 兵庫県但馬県民局 「豊岡市による広域農道の管理と保全対策の取り組みについて
青山 正義 兵庫県農政環境部 - 市による広域農道管理の実態と問題点 - 」

＜研究論文＞

1. 鈴木 哲也 新潟大学 「AE パラメータを援用したコンクリート橋梁部材を
対象とした非破壊損傷同定に関する実験的研究」
2. 島本 由麻 新潟大学大学院 「AE エネルギー指標に基づく道路橋 RC 床版部の
蓄積損傷の同定に関する研究」

＜技術報文＞

1. 高馬 克治 青森ニチレキ (株) 「農道における調査技術を活用した舗装の設計」
2. 五傳木 一 鹿島道路 (株) 「非破壊試験機による農道舗装の診断に向けた取り組み」

第27回農村道路研究発表会(平成29年度)

<特定課題:農道のストック効果>

<招待論文>

1. 成松克彦 宮崎県西臼杵支庁 農政水産課 「中山間地域の活性化を担う「神話アグリロード」
— 広域営農団地農道整備事業「西臼杵」地区の事例 —
2. 服部智明 島根県農林水産部 農地整備課農道整備グループ 「島根県における農道整備事業の実施状況について
— 県営農道整備事業における課題 —

<研究論文>

1. 周藤 将司 松江工業高等専門学校 「耐凍害性を有する歩車道境界ブロックの開発に向けた基礎的研究」
2. 島本 由麻 新潟大学大学院 「道路橋 RC 床版より採取したコンクリート・コアの損傷度評価の試み」
3. 加地 弘奈 鳥取大学農学部 「農道アスファルト舗装にスギナが繁茂した原因評価に関する一研究」

第28回農村道路研究発表会(平成30年度)

<特定課題:農道のストック効果>

<招待論文>

1. 平 瑞樹 鹿児島大学農学部 「現場発生土とリサイクル資材を混合した土の工学的性質と路盤・路床への有効利用」
2. 兵頭 正浩 鳥取大学農学部 「農村道路とパイプラインの配置からの一考察— 緊急時の対策の観点から —
3. 島本 由麻 北里大学獣医学部 「グリーンインフラとしての農業農村基盤の位置づけ - 農村道路の機能 -」

<調査研究報告>

1. 徳永 智子 熊本県農林水産部 農地整備課 「熊本地震における農道の迂回路としての使用状況等報告」
2. 西川 泰貴 三重県農業基盤整備課 「三重県の農道の緊急輸送道路への活用について」
3. 今 泰浩 青森県三八地域県民局地域農林水産部 「八戸市における津波避難道路の指定について」
4. 片野 海 新潟県農地部 農地整備課 「新潟県における農道橋の老朽化と保全管理」
5. 渡邊 剛 鹿児島大学大学院 農学研究科 「しらすを混合した軽量ブロック材の物理的特性と遮熱効果」

第29回農村道路研究発表会(令和元年度)

<特定課題:スマート農業の普及・地域活性化に寄与する農村道路・基盤整備のあり方>

<招待論文>

1. 空 周一 農林水産省 「スマート農業の普及・地域活性化に寄与する農村道路等について」
2. 島本 由麻 北里大学獣医学部 「スマート農業の展開に資する画像処理技術の活用」

<調査研究報告>

1. 本名 正人 NCE 株式会社 「ラウンドアバウトの普及促進に向けて-田上あじさい交差点-」
2. 鶴田 晋也 兵庫県養父市 「スマート農業推進のための農道交通の規制事例」

第30回農村道路研究発表会(令和2年度)

<特定課題:農道施設の点検について>

<招待論文>

1. 上野 豊 農林水産省 「橋梁,トンネル等の農道施設の点検に係る現状と今後の方向性について」

<研究論文>

1. 島本 由麻 北里大学獣医学部 「機械学習を用いた道路橋床版における劣化状況の非破壊検出」
2. 松本 第佑 東京農業大学 「49kN 換算係数のコンクリート舗装設計への適応に関する研究」

<技術報文>

1. 尾崎 風香 鹿島道路(株) 「ほ場内農道の路面破損に応じた適切な維持管理について」
2. 中橋 正彦 北海道農政部農村振興局 「北海道の農道における防雪柵整備について」
3. 菊地 大河 千葉県安房農業事務所 「千葉県における農道整備事業について-JR東日本線路下の横断工事の事例-」
4. 内海 正徳 ニチレキ(株) 「路上路盤再生工法(CAE 工法)の寒冷地への適用に関する検討-室内および試験施工による検証 -」

第31回農村道路研究発表会(令和3年度)

<特定課題:農村道路の維持管理 ～新技術の活用と新たな施策～>

<招待論文>

1. 大曲 英男 農林水産省 「農道の維持管理について - 新技術の活用と新たな施策 -」
2. 浅田 拓海 室蘭工業大学 「IoT/AIを用いた道路データコレクションとネットワークレベル評価 - 地域課題の解決に資する道路施策に向けて -」

<研究論文>

1. 中村 博康 (株)NIPPO 「舗装路面のひび割れ評価指標に関する検討」
2. 小田 雄貴 (株)NIPPO 「経済的に優れたひび割れ対策舗装の現場への適用事例」
3. 千葉 将伸 東京農業大学 「舗装総点検データを用いた市町村道の健全度評価方法に関する研究」
4. 柴野 一真 新潟大学 「損傷が進行した鉄筋コンクリート道路擁壁の実態評価 - 圧縮応力場の弾性波エネルギーを指標として -」

<技術報文>

1. 石松 莞爾 東亜道路工業(株) 「農道の維持管理に有効な薄層表面処理工法 - フォグシール工法および浸透防水型薄層表面処理工法 -」

第32回農村道路研究発表会(令和4年度)

<特定課題:農村道路の維持管理 ～農道保全対策のニーズとシーズを探索する～>

<招待論文>

1. 星 一樹 農林水産省 「農道保全に関する施策について」
2. 鈴木 哲也 新潟大学 「農道保全対策に資するコンクリート橋の非破壊損傷度評価法の開発」

<研究論文>

1. 柴野 一真 新潟大学 「Acoustic Emission データを用いたロジスティック回帰によるコンクリート道路擁壁の損傷度評価」

<技術報文>

1. 瀬戸口洋一 鹿児島県 「鹿児島県における農道整備及び保全対策について」
2. 松田 雅治 ニチレキ株式会社 「非破壊調査技術による農業用パイプラインの漏水箇所の特特定」
3. 裕 真悠 ニチレキ株式会社 「スマートフォンによる農道点検」
4. 丸山 茂雄 糸魚川市 「農道保全対策にかかる農道橋定期点検について」

第33回農村道路研究発表会(令和5年度)

<特定課題:人口減少社会における農道の取組み ～省エネ・省力化への取組み～>

<招待論文>

1. 萩尾 俊宏 農林水産省 「脱炭素社会の実現に向けた農道分野における省エネの取組みについて」

<研究論文>

1. 川端伸一郎 北海道科学大学 「ガラス発泡軽量材の寒冷地道路への適用に関する研究
— 耐凍上性および凍結抑制効果の検証 —」
2. 中村 博康 北海道科学大学 「アスファルト舗装の早期劣化要因の特定に資する詳細調査方法の組み合わせの検討」
3. 杉山 結菜 明治大学 「農村道路の直営施工の現状と活動継続の条件」

<技術報文>

1. 越智 文雄 株式会社あかりみらい 「農道、農道トンネルの完全LED化の現実的手法
～安定器寿命と極所ブラックアウトの未然防止策～」
2. 猪股 賢大 花王株式会社 「廃PETのアスファルト改質材へのアップサイクルに関する検討」
3. 金重 俊弘 東亜道路工業株式会社 「浸透防水型薄層表面処理工法(CAMシールNEOプラス工法)の橋面コンクリート舗装への適用事例」

研究集会のテーマ

- H3 なし
- H4 北海道の農道整備
- H5 新政策と農村・農道整備
- H6 長大橋梁の施工
- H7 宮崎農水物産ブランド確立と農道整備について
- H8 地域活性化と農道整備～中山間地域の活性化を中心に～
- H9 農道の役割と環境保全
- H10 広域的な活性化に資する農道整備
- H11 農道をめぐる今日的话题
- H12 橋梁の設計・施工について
- H13 農道に景観を考える必要はあるか？
- H14 アスファルト舗装の新技术展開
- H15 沖縄県における農道整備の現状について
- H16 寒冷地における農道整備の現状について
- H17 環境・生態系に配慮した農道
- H18 広域農村道路のトンネルの工事
- H19 農道の性能設計について
- H20 農道の経済効果について
- H21 農業農村振興に果たす農道の役割～農道の保全・活用を中心に～
- H22 農村道路の機能保全
- H23 農道のストックマネジメント
- H24 農道保全対策計画策定にあたっての課題と対応策
- H25 農道の点検と農道橋の耐震化について
- H26 農道の長寿命化について
- H27 農道の長寿命化に向けた保全対策について
- H28 農道管理主体としての市町村について
- H29 農道のストック効果
- H30 防災・減災への農村道路の役割
- R1 スマート農業の普及・地域活性化に寄与する農村道路・基盤整備のあり方
- R2 農道施設の点検について
- R3 農村道路の維持管理 ～新技术の活用と新たな施策～
- R4 農村道路の維持管理 ～農道保全対策のニーズとシーズを探索する～
- R5 人口減少社会における農道の取組み ～省エネ・省力化への取組み～

研究発表会開催場所

- H3 東京都千代田区・大手町合同庁舎第3号館
- H4 東京都千代田区・大手町合同庁舎第3号館
- H5 東京都新宿区・東京都庁第2本庁舎
- H6 東京都千代田区・大手町合同庁舎第3号館
- H7 東京都文京区・全通会館ホール
- H8 群馬県前橋市・群馬厚生年金会館
- H9 岐阜県大野郡丹生川村・丹生川文化ホール
- H10 福島県郡山市・ビッグパレットふくしま
- H11 石川県七尾市・七尾鹿島労働福祉会館
- H12 熊本県熊本市・熊本テルサ
- H13 福島県福島市・ホテル福島グリーンパレス
- H14 山梨県甲府市・ベルクラシック甲府
- H15 神奈川県小田原市・西湘地区行政センター
- H16 静岡県浜松市・アクトシティ浜松
- H17 愛知県名古屋市・愛知県貿易産業会館
- H18 福井県敦賀市・プラザ万象
- H19 大阪府大阪市・大阪赤十字会館
- H20 広島県広島市・広島県土地改良会館
- H21 宮城県仙台市・宮城県土地改良会館
- H22 奈良県奈良市・男女共同参画センター「あすなら」
- H23 鹿児島県鹿児島市・かごしま県民交流センター
- H24 北海道札幌市・北海道立道民活動センター
- H25 岡山県岡山市・メルパルク岡山
- H26 三重県津市・三重県教育文化会館
- H27 富山県富山市・富山県農協会館
- H28 青森県青森市・青森県観光物産館アスパム
- H29 和歌山県和歌山市・和歌山県 JA ビル
- H30 鹿児島県鹿児島市・かごしま県民交流センター
- R1 新潟県新潟市・新潟大学駅南トキメイト
- R2 オンライン開催 (Zoom)
- R3 北海道科学大学サテライトキャンパス (中止) およびオンライン (Zoom)
- R4 東京農業大学世田谷キャンパス・横井講堂 オンライン (Zoom) 併用
- R5 岡山県岡山市・岡山国際交流センター2F 国際会議場 オンライン (Zoom) 併用

現地研修会(H8～H30)

- H8 群馬県・藤岡市，新治村
- H9 岐阜県・農道整備事業「飛騨高山地区」，農道離着陸場「飛騨地区」
- H10 福島県・農免農道「糠沢地区」，農道離着陸場「福島飯坂地区」，JA ふくしま平野
共同選果場
- H11 石川県・広域農道「中能登農道橋」，鹿島台農産物集出荷場，ふるさと農道「七海
トンネル」
- H12 熊本県・上益城郡 上益城平坦地区他 矢形川橋梁および座女木川橋梁
- H13 福島県・福島市農業近代化施設，農道整備事業「福島県西部地区」，農道離着陸場
「福島飯坂地区」，農村公園「四季の里」
- H14 山梨県・広域農道「茅ヶ岳1期、2期地区」，かん排事業「茅ヶ岳地区」，畑総
プロジェクト「明野地区」，県立フラワーセンター
- H15 神奈川県・広域農道「小田原湯河原地区」，県立地球博物館・温泉地学研究所 他
- H16 静岡県・西部農林事務所管内「広域農道三ヶ日地区における在郷種に配慮した法面
緑化の模索」，法面緑化（A地点），みかん直販場，広域農道三ヶ日地区
- H17 愛知県・半田土地改良事務所管内 広域営農団地農道整備事業「知多半島二期地区
（八幡地区，岡田大興寺工区）」，農村活性化住環境整備事業「佐布里地区」
- H18 福井県嶺南振興局管内広域営農団地 農道整備事業若狭西地区
- H19 大阪府・堺市南区畑（田園交流基盤整備による集落道工事現場），貝塚市馬場
（農用地総合整備事業による基幹農道と田園空間整備事業による農業庭園）
- H20 広島県・呉市蒲刈地区，大崎下島地区広域営農団地農道整備事業
- H21 宮城県・仙南東部地区広域営農団地農道整備事業
- H22 奈良県・基幹農道整備事業「大淀御所地区」，ふるさと農道「今木薬水地区・高市地区」
- H23 鹿児島県・桜島国際火山砂防センター・有明地区農道保全対策（農道環境整備）・牧
園地区農地整備（通作条件整備）
- H24 北海道・泥炭地資料館・広域農道 空知東部南地区（石狩川頭首工）・農道保全 厚
真南部地区
- H25 農道保全対策事業（津山2・3期地区）・広域農道 備前東部地区・備前焼伝統産業会館
- H26 広域農道整備事業（中南勢2期地区），基幹農道整備事業（鮎川3期地区），ふるさと
農道緊急整備事業（度会北部・度会北部2期地区）
- H27 富山県全域の農道工保全対策等事業現場（氷見地区・取付道路沈下対策，富山中部
地区・路面再生工法，雷鳥大橋・耐震対策，新川中部地区・基幹農道整備）
- H28 青森県全域の農道工保全対策等事業現場（西海岸2期地区広域農道・橋梁新設，鳴
瀬地区橋梁保全対策，野沢2期地区ホタテ貝殻入As舗装）
- H29 和歌山県北部の農道事業現場（広域農道紀の川左岸地区・同地区橋梁新設工事現場・
高野山・広域農道紀の川地区・めっけもん広場）
- H30 鹿児島県農道保全 薩摩川内地区他

現地研修会(R1～)

- R1 新潟県新潟市 スマート農業実証プロジェクト
- R2 中止（新型コロナウイルス感染拡大のため）
- R3 土木研究所寒地土木研究所，苫小牧寒地試験道路（新型コロナウイルス感染拡大のため中止）
- R4 中止（新型コロナウイルス感染拡大に配慮）
- R5 吉備高原地区清水の口橋耐震補強工事，吉備高原地区足守トンネルのLED照明，児島湾第1地区新倉敷橋耐震補強

農村道路研究部会設立の趣旨

農業農村整備事業における農道の整備は、いわゆる農道整備事業に加えて農用地開発・圃場整備・畑地帯総合整備事業などにおいても実施され膨大な事業量にのぼっている。これら農道は農業生産の基盤としてのみならず生活環境の基盤としても大きく寄与し、さらに地域の開発にも重大な影響を及ぼしている。この様に農道整備はきわめて重要な工種となっているが、これまでは計画・技術に係わる系統的な研究・技術開発が実施されることは少なかった。しかしながら、農道特有の計画・技術上の問題はきわめて多く、検討すべき課題や技術開発の内容は山積しており、早急な検討が求められている。

さらに、公共交通の発達した都市に比べ農村生活においては自家用自動車の利用が必須となっている。生活の拠点である集落においては農村総合整備事業などで生活環境整備の一環として集落道の整備が進められてきた。しかしながら、これら農道と集落道を系統的に結び付けて農村道路として組織的に検討されることも少なかった。

このため農業生産の機械化、農産物流通の広域化による農道の発達と連携した農村道路全般の計画・整備の検討が重要となっている。

この様に農村道路全般にわたる計画・設計・施工・管理に関する研究・技術開発の必要性が増大しているのに対して研究・技術開発に取り組む者の数は限られており、しかも分散していて問題の解決や技術開発に対する組織的な取り組みは遅れがちである。さらに農道離着陸場の整備や設計基準の改訂など新しい動きもあり、安全性・快適性に関する技術開発や地域振興に対する効果を含めた新たな観点を取り入れる方向も出ている。従って、現時点での農村道路に係わる計画・技術・制度の到達点を確認して新しい検討方向を示し、各種課題に取り組む研究体制を作ることが早急に必要となっている。

そこで、大学・研究機関の研究者および行政現場・民間等の技術者を中心とする研究・技術の交流の場を創設するために、農業農村工学会における農村道路研究部会の設立を図るものである。

平成 3 年 2 月
(平成 19 年 6 月一部修正)

農村道路研究部会運営要領

平成 23 年 4 月 19 日制定

公益社団法人農業農村工学会農村道路研究部会の運営については、定款、規則、研究部会規程に定めるほか、この要領に定めるところによる。

(名称)

第 1 条 この研究部会は、公益社団法人農業農村工学会農村道路研究部会と称する。

(目的)

第 2 条 この研究部会は、農村道路に関する計画・設計・施工および管理の研究を行うことにより、農業農村工学分野の学術・技術の振興と社会の発展に寄与することを目的とする。

(事業)

第 3 条 この研究部会は、その目的達成のため、次の事業を行う。

- (1) 共同研究の推進
- (2) 研究集会の開催
- (3) 現地研修会の開催
- (4) 研究資料（部会報等）の発行
- (5) 関連部会、関係機関との研究・技術の交流
- (6) その他上記の目的に沿った事業の実施

(研究部会のメンバー)

第 4 条 この研究部会のメンバーは、公益社団法人の会員 5 名以上を主な構成員とする農村道路領域の研究者・技術者であって、この研究部会の研究活動の趣旨に賛同して参画した者とする。

(代表幹事)

第 5 条 この研究部会に代表幹事 25 名以内を置く。

- 2 この研究部会に代表幹事で構成する代表幹事会を置く。
- 3 代表幹事会は、代表幹事の中から部会長候補者 1 名を選出し、研究委員会に報告する。
- 4 代表幹事会は、副部会長 1 名、会計審査代表幹事 1 名及び会計担当代表幹事 1 名を互選で選出する。
- 5 部会長、副部会長、会計審査担当代表幹事及び会計担当代表幹事の任期は、調査研究担当理事会の承認を経て会長が部会長を委嘱する日から 2 年とし、再任を妨げない。
- 6 部会長は、この部会を代表する。
- 7 副部会長は、部会長を補佐し、部会長に事故あるときは部会長の業務を代行する。
- 8 代表幹事は、部会長及び副部会長を補佐し、この部会の運営に当たる。
- 9 会計審査代表幹事は、この研究部会の収入・支出について、本部の監事の監査に先がけて審査する。
- 10 会計担当代表幹事は、部会長を補佐してこの研究部会の収支に係る経理事務を行う。
- 11 部会長、副部会長、会計審査担当代表幹事及び会計担当代表幹事及び他の代表幹事は、無報酬とする。

(代表幹事会の任務)

第 6 条 この研究部会の代表幹事は、次に掲げる事項を処理する。

- (1) この研究部会が行う研究計画案及び収支予算案の作成
- (2) 代表幹事会で決定された研究の実施及び経理
- (3) この研究部会が実施した研究及び収支決算の本部への報告
- (4) この研究部会の活動参画メンバーとの連絡調整

- (5) 学会本部との連絡調整
- (6) その他必要と認める事項

(代表幹事会の開催)

- 第7条 代表幹事会は、年2回以上開催する。
- 2 代表幹事会は、研究部会長が招集する。

(議長・議決)

- 第8条 代表幹事会の議長は、研究部会長とする。
- 2 代表幹事会の議事は、過半数の代表幹事が出席し、出席した者の過半数を持って決する。可否同数のときは、研究部会長が決する。
 - 3 議事の議決について委任状を提出した代表幹事は、出席したものとみなす。

(事業計画案及び収支予算案の作成)

- 第9条 研究部会長は、研究部会規程第6条に規定する収支予算案の作成に当たっては、当該年度の支出予算額は、当該年度の収入見込額に100,000円を加えた額の合計額以内の額とする。ただし、特に必要があるときは、当該合計額に当該研究部会の経年の収支差額の合計残額（本部繰入れ資産額を含む。）を加えた総額を超えない額とすることができる。

(申請等)

- 第10条 研究部会長は、研究部会規程第3条、第5条、第6条及び第8条に規定する申請及び提出については、予め代表幹事会の決定を得なければならない。

(経理)

- 第11条 この研究部会の活動に係る収入は、学会の収入として、支払は学会の支弁として経理する。
- 2 前項の経理は、事項別科目別に行う。

(部会事務局)

- 第12条 この研究部会の活動に係る部会事務局は、部会長の所属する機関内に置く。
令和4年4月1日より、令和6年3月31日までの間、東京農業大学地域環境科学部（代表：川名太、住所：東京都世田谷区桜丘1-1-1）に置く。

附則

- 1 農業農村工学会農村道路研究部会規約（平成3年4月5日制定）は、平成23年4月19日に廃止する。
- 2 この要領は、平成23年4月19日から施行する。
- 3 この要領の適用日の前日において、現に部会長、副部会長、幹事及び会計監事である者は、それぞれこの要領施行の日からこの要領により選出された部会長、副部会長、会計審査担当代表幹事とみなす。

改正

平成24年4月27日
平成26年4月25日
平成28年4月28日
令和4年4月1日

農業農村工学会農村道路研究部会規約

(平成3年4月5日制定, 4年5月・11年5月・13年5月・16年3月・19年6月改正)
平成23年4月19日廃止

[名称・所属]

1. この部会は農村道路研究部会と称し、農業農村工学会に所属する。

[目的]

2. この部会は農村道路の計画・設計・施工および管理に関する研究と技術の発展ならびに部会員間の研究・技術の交流に寄与することを目的とする。

[事業]

3. この部会はその目的を達成するために次の事業を行う。
 - 1) 研究集会、研究発表会および現地見学会等の開催。
 - 2) 関連部会、関係機関との研究・技術の交流。
 - 3) 研究資料の収集・配布。
 - 4) その他上記の目的に沿った事業の実施。

[会員]

4. この部会は原則として農業農村工学会会員を構成員とするが、非学会員の参加も妨げない。

[役員]

5. この部会には次の役員をおく。
 - 1) 部会長 1名
 - 2) 常任幹事 若干名
 - 3) 幹事 若干名
 - 4) 監事 1名
6. 役員任期は2年とし、再任を妨げない。役員選任は常任幹事会で行うことを原則とする。

[役員会等]

7. 事業の円滑な運営を図るため、部会には常任幹事会及び必要に応じて幹事会、各種委員会を設ける。

[経費]

8. この部会の運営に要する費用は農業農村工学会の交付金および会員の負担金等によってまかなう。

[入退会]

9. この部会への入退会は自由である。

[事務局]

10. この部会の事務局は、部会長の要請に基づき、常任幹事会にて審議・決定する。

[規約の改正]

11. この規約の改正は常任幹事会において行う。

農村道路研究部会報 第33号

令和5年11月 発行

発行人 川名 太
発行所 農業農村工学会農村道路研究部会
〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1
東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科 内
TEL 03-5477-2342
E-mail fk205262@nodai.ac.jp
