

コンクリート舗装の点検・診断・措置技術に関する共同研究報告書

～措置技術編（その3）～

2022年3月

(国研) 土木研究所
(学) 東京農業大学
(学) 北海道科学大学
(独) 石川工業高等専門学校
(一社) セメント協会
鹿島道路 (株)

Copyright © (2022) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、国立研究開発法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、国立研究開発法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

コンクリート舗装の点検・診断・措置技術に関する共同研究報告書

～措置技術編（その3）～

(国研) 土木研究所

(学) 東京農業大学

(学) 北海道科学大学

(独) 石川工業高等専門学校

(一社) セメント協会

鹿島道路 (株)

要 旨 :

厳しい予算制約の下で、耐久性やライフサイクルコストの観点から、コンクリート舗装の活用が期待されており、平成 28 年に通知された舗装点検要領では、点検、診断、措置、記録から成る一連のメンテナンスサイクルを効率的に回していく重要性が示されている。これまでもコンクリート舗装の点検・診断及び措置に関する技術開発が行われてきたが、実道における広範調査への適用可能性や耐久性、交通開放までの所要時間等の点で課題を抱えている。

本共同研究では、コンクリート舗装の損傷メカニズムに基づく点検・診断技術及び措置技術に関する検討を行った。本報告書は共同研究の公募機関である鹿島道路 (株) から提案のあった措置技術について、各種検討を実施したので、その結果について報告するものである。

キーワード：コンクリート舗装，点検，診断，措置，補修，舗装のメンテナンスサイクル

目次

| | | |
|-------|-------------------------|----|
| 第1章 | はじめに | 1 |
| 1.1 | 背景・目的 | 1 |
| 1.2 | 共同研究体制 | 2 |
| 第2章 | 研究内容 | 3 |
| 2.1 | 対象とする損傷 | 3 |
| 2.2 | 提案する措置技術 | 4 |
| 2.2.1 | 対象とする損傷に対応した措置技術 | 4 |
| 2.2.2 | 措置技術に使用する材料 | 5 |
| 2.3 | 研究の手順（材料試験、実施工による耐久性試験） | 12 |
| 第3章 | 材料試験（室内試験等） | 13 |
| 3.1 | 試験内容 | 13 |
| 3.1.1 | 試験項目 | 13 |
| 3.1.2 | 試験方法 | 15 |
| 3.2 | 試験結果 | 28 |
| 3.2.1 | プライマーおよび接着剤 | 28 |
| 3.2.2 | 補修材 | 36 |
| 3.2.3 | 補修材と既存コンクリート舗装版との一体性評価 | 53 |
| 3.3 | 材料試験まとめ | 69 |
| 3.3.1 | プライマーおよび接着剤 | 69 |
| 3.3.2 | 補修材 | 69 |
| 3.3.3 | 補修材と既存コンクリート舗装版との一体性評価 | 70 |
| 第4章 | 実施工による耐久性試験（舗装走行実験場） | 72 |
| 4.1 | 実施概要 | 72 |
| 4.1.1 | 実施場所 | 72 |
| 4.1.2 | 提案技術 | 74 |
| 4.1.3 | 施工平面図 | 75 |
| 4.1.4 | 実施フロー | 77 |
| 4.2 | 模擬損傷の形成方法 | 78 |
| 4.2.1 | ひび割れ | 78 |
| 4.2.2 | 角欠け部 | 80 |
| 4.2.3 | 段差部 | 81 |
| 4.2.4 | ポットホール | 82 |

| | | |
|---------|------------------------------------|-----|
| 4. 2. 5 | 広範囲の路面の機能的な損傷 | 84 |
| 4. 3 | 模擬損傷の補修施工方法 | 85 |
| 4. 3. 1 | ひび割れ部の局所打換え工法 | 85 |
| 4. 3. 2 | 角欠け部のパッチング工法 | 87 |
| 4. 3. 3 | 段差のパッチング工法 | 87 |
| 4. 3. 4 | ポットホールのパッチング工法 | 88 |
| 4. 3. 5 | コンクリート付着オーバーレイ工法 | 90 |
| 4. 4 | 補修工法の品質管理 | 91 |
| 4. 4. 1 | 品質管理項目 | 91 |
| 4. 4. 2 | 品質管理結果 | 92 |
| 4. 5 | 補修工法の出来形管理 | 96 |
| 4. 5. 1 | 出来形管理項目 | 96 |
| 4. 5. 2 | 出来形管理結果 | 96 |
| 4. 6 | 耐久性試験調査概要 | 97 |
| 4. 6. 1 | 調査項目と頻度 | 97 |
| 4. 6. 2 | 各補修工法の調査項目 | 98 |
| 4. 7 | 耐久性試験結果 | 99 |
| 4. 7. 1 | 目視確認, 打音検査結果 | 99 |
| 4. 7. 2 | BPNによるすべり抵抗測定結果 | 105 |
| 4. 7. 3 | 回転式すべり抵抗測定器 (DF テスター) による動摩擦係数測定結果 | 108 |
| 4. 7. 4 | CTメータによるきめ深さ測定結果 | 111 |
| 4. 7. 5 | FWDによる荷重伝達率測定結果 | 114 |
| 4. 7. 6 | 表面形状測定結果 | 116 |
| 4. 7. 7 | 建研式引張試験機による付着強度測定結果 | 120 |
| 4. 8 | 実施工による耐久性試験まとめ | 124 |
| 4. 9 | 今後の予定 | 125 |
| 第5章 | 使用材料の取扱い (注意事項等) | 126 |
| 第6章 | 本研究のまとめ | 127 |
| 6. 1 | 材料試験結果 (室内試験等) | 127 |
| 6. 2 | 実施工による耐久性試験 (舗装走行実験場) | 127 |
| 6. 3 | おわりに | 127 |
| 付録 | コンクリート舗装の補修施工マニュアル (案) | |

第1章 はじめに

1.1 背景・目的

厳しい予算制約の下で、舗装の長寿命化、ライフサイクルコストの削減が求められており、平成28年に国土交通省から通知された舗装点検要領では、効率的な修繕の実施を行うための点検、診断、措置、記録から成る一連のメンテナンスサイクルを効率的に回していく重要性が示されている。

現在、わが国ではアスファルト舗装が利用される割合が多いが、耐久性や供給の安定性の観点から、近年、コンクリート舗装を適している区間で活用していく重要性が高まっている。コンクリート舗装は、直轄国道において約50年間大規模更新を行うことなく供用した事例があるなど、適切な維持管理を行うことによって、アスファルト舗装よりもライフサイクルコストを低減することができると考えられる。

適切な維持管理を行うためには、舗装のメンテナンスサイクルを効率的に回していく必要がある。これまでも、コンクリート舗装のマネジメントに関する技術開発が行われてきた。しかしながら、点検・診断分野では、実道における広範調査への適用可能性や構造上の弱部である目地部周辺の健全性評価等に関して課題がある。また、措置分野では、実道における耐久性や交通開放までの所要時間等に関して課題がある。これらの課題を克服することによって、ライフサイクルコスト低減の観点から、コンクリート舗装の活用が促進されるものと期待される。

そこで、本共同研究では、コンクリート舗装の損傷メカニズムに基づく点検・診断技術及び措置技術に関する検討を行った。本報告書は共同研究の公募機関である鹿島道路（株）から提案のあった措置技術について、各種検討を実施したので、その結果について報告するものである。

1. 2 共同研究体制

本共同研究は、(国研)土木研究所、(学)東京農業大学、(学)北海道科学大学、(独)石川工業高等専門学校、(一社)セメント協会、鹿島道路(株)の体制で実施した。本共同研究の参加者を表-1.2.1に示す。

表-1.2.1 共同研究参加者

| 機関 | 氏名 | 所属・役職 | 参加期間 |
|---------------|--------|------------------------------|----------------|
| (国研)土木研究所 | 藪 雅行 | 道路技術研究グループ(舗装) 上席研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 寺田 剛 | 道路技術研究グループ(舗装) 総括主任研究員 | 2020.4~2021.3 |
| | 綾部 孝之 | 道路技術研究グループ(舗装) 研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 横澤 直人 | 道路技術研究グループ(舗装) 研究員 | 2021.10~2022.3 |
| | 枝廣 直樹 | 道路技術研究グループ(舗装) 交流研究員 | 2020.10~2022.3 |
| | 丸山 記美雄 | 寒地保全技術研究グループ(寒地道路保全) 上席研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 伊藤 憲章 | 寒地保全技術研究グループ(寒地道路保全) 総括主任研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 星 卓見 | 寒地保全技術研究グループ(寒地道路保全) 主任研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 井谷 雅司 | 寒地保全技術研究グループ(寒地道路保全) 研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 上野 千草 | 寒地保全技術研究グループ(寒地道路保全) 研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 佐藤 圭洋 | 寒地保全技術研究グループ(寒地道路保全) 研究員 | 2020.4~2022.3 |
| (学)東京農業大学 | 小梁川 雅 | 地域環境科学部 生産環境工学科 教授 | 2020.4~2022.3 |
| (学)北海道科学大学 | 亀山 修一 | 工学部 都市環境学科 教授 | 2020.4~2022.3 |
| (独)石川工業高等専門学校 | 西澤 辰男 | 環境都市工学科 教授 | 2020.4~2022.3 |
| (一社)セメント協会研究所 | 吉本 徹 | コンクリート研究グループ リーダー | 2020.4~2022.3 |
| | 野田 悦郎 | コンクリート研究グループ 特別研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 泉尾 英文 | コンクリート研究グループ サブリーダー | 2020.4~2022.3 |
| | 瀧波 勇人 | コンクリート研究グループ 研究員 | 2020.4~2021.3 |
| 鹿島道路(株) | 横田 慎也 | 生産技術本部技術研究所 第三研究室 室長 | 2020.4~2022.3 |
| | 神下 竜三 | 生産技術本部技術研究所 第三研究室 課長代理 | 2021.6~2022.3 |
| | 田口 翔大 | 生産技術本部技術研究所 第三研究室 主任研究員 | 2020.4~2022.3 |
| | 好見 一馬 | 生産技術本部技術研究所 第三研究室 主任研究員 | 2020.4~2022.3 |

第1章の参考文献

- 1) 日本道路協会舗装委員会 舗装設計施工小委員会：コンクリート舗装に関する技術資料，丸善，2009.

第2章 研究内容

2.1 対象とする損傷

本研究で対象とした損傷はコンクリート舗装に発生する可能性のある5種類の損傷とした。各損傷の概要を表-2.1.1に示す。

表-2.1.1 対象とした損傷

| 損傷名 | | 概要 |
|-----|---------------------|---|
| 1 | ひび割れ | 目地から離れた箇所に発生したひび割れ ひび割れが版底面にまで到達し、ひび割れが開いて荷重伝達が期待できない状態 ひび割れの発生位置が目地から3m以上離れた横断方向ひび割れ |
| | | 目地近傍に発生したひび割れ ひび割れの発生位置が目地から10cm以内のひび割れ ひび割れが版を貫通せず途中で目地部に接合している状態 |
| 2 | 角欠け | 角欠け部の幅、深さが30mm以上の角欠け |
| 3 | 段差 | 段差補修で恒久的な措置を目的とする場合 |
| 4 | ポットホール | 直径0.1~1.0m程度のポットホールで、恒久的な措置を目的とする場合 |
| 5 | 広範囲に発生している路面の機能的な損傷 | 荷重支持性能が保持されている状態ではあるが、コンクリート舗装の破損が進展し全面的に破損する恐れがある場合や、段差、摩耗など版表面の破損が広範囲に発生している状態 |

2. 2 提案する措置技術

2. 2. 1 対象とする損傷に対応した措置技術

表-2.1.1に示した各損傷に対して提案する措置技術の一覧を表-2.2.1に示す。各工法の詳細については4章で後述する。

表-2.2.1 提案技術一覧表

| 工法名 | | 適用条件 |
|-----|--------------------|------------------|
| 1 | ひび割れ部の 局部打換え工法 | 目地から離れた箇所に発生した場合 |
| | | 目地近傍に発生した場合 |
| 2 | 角欠け部の パッチング工法 | 一般的な工法 |
| 3 | 段差の パッチング工法 | 一般的な工法 |
| 4 | ポットホールのパッチ ング工法 | 一般的な工法 |
| | | 簡易な工法 |
| 5 | コンクリート付着オーバーレイ工法 | |

2. 2. 2 措置技術に使用する材料

本共同研究で実施する措置技術は、プライマーや接着剤を併用した補修工法を採用した。措置技術に使用する材料を表-2.2.2に示す。

表-2.2.2 提案技術に使用する材料一覧表

| 分類 | 名称 ()内は略称 | 材料主成分 | 製造者 |
|---------------|---------------------|-----------------------------|-------------|
| プライマー・ 接着剤 | 浸透性KSプライマー (浸透性) | エポキシ樹脂 | 鹿島道路(株) |
| | KSボンド (KS) | エポキシ樹脂 | 鹿島道路(株) |
| 補修材 | ハイパークールパッチ (HCP) | ポリマーセメントモルタル | 鹿島道路(株) |
| | リフレモルセットSF (リフレSF) | 速硬性ポリマーセメントモルタル, 高機能性繊維等 | 住友大阪セメント(株) |
| | 早強モルタル (早強) | 早強ポルトランドセメント等 | — |
| | 超速硬コンクリート (超速硬) | 超速硬セメント等 | 住友大阪セメント(株) |
| 下地平板 | コンクリートJIS平板 (JIS平板) | コンクリート | 日本テストパネル(株) |
| | 凍結融解試験用平板 (下地材) | コンクリート | 寒地土木研究所 |

(1) 浸透性 KS プライマー (浸透性)

浸透性 KS プライマーは微細なひび割れに浸透して基盤コンクリートのゆるみや脆弱部の強化を図る浸透性の高耐久エポキシ系接着剤プライマーである。本研究では、実施工による耐久性試験における一部の工区において、浸透性 KS プライマーの有効性を評価した。

コンクリートに浸透性 KS プライマーが浸透している状況を図-2.2.1 に、基本性状を表-2.2.3 に示す。

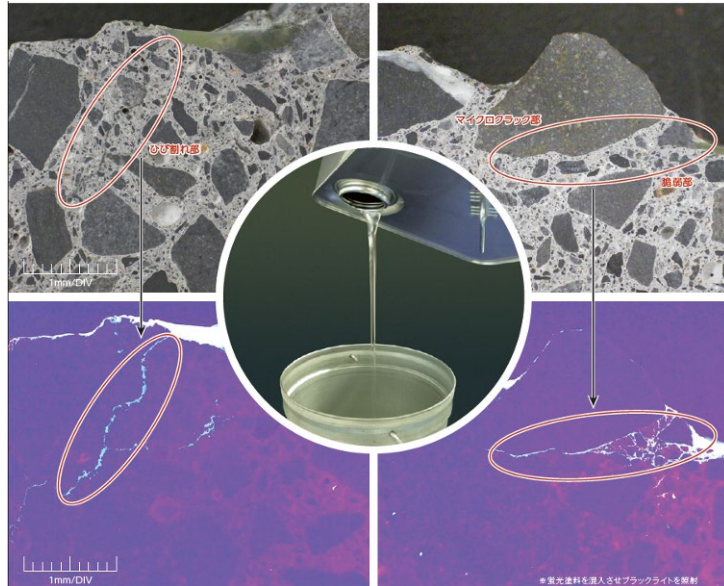


図-2.2.1 浸透性 KS プライマー 浸透状況 (カタログより)

表-2.2.3 浸透性 KS プライマーの基本物性と塗布量

| 項目 | | 浸透性KSボンド (工法) | | 備考 |
|---------------|-----|---------------------------------|--------------------------|------------|
| | | 浸透性KSプライマー | KSボンド (打継用) ※1 | |
| | | 冬用 (被着体温度: 5°C ~ 20°C) | | |
| | | 春秋用 (被着体温度: 15°C ~ 30°C) | | |
| | | 夏用 (被着体温度: 25°C ~ 40°C) | | |
| | | 性状と物性 | | |
| 外観 | 主剤 | 無色液状 | 白色ペースト状 | 異物混入無し |
| | 硬化剤 | 無色液状 | 青色液状 | 異物混入無し |
| 混合比 (主剤: 硬化剤) | | 10:3 | 5:1 | 重量比 |
| 硬化物比重 | | 1.20±0.20 | 1.40±0.20 | JIS K 7112 |
| 圧縮強さ | | 50 N/mm ² 以上 | | JIS K 7181 |
| 圧縮弾性係数 | | 1000 N/mm ² 以上 | | JIS K 7181 |
| 曲げ強さ | | 35 N/mm ² 以上 | | JIS K 7171 |
| 引張剪断強さ | | 10 N/mm ² 以上 | | JIS K 6850 |
| コンクリート付着強さ | | 1.6 N/mm ² 以上または母材破壊 | | JIS A 6909 |
| 標準塗布量 (人力塗布) | | 0.5 kg/m ² 以上 | 0.9 kg/m ² ※2 | |
| | | 合計1.4 kg/m ² | | |

※1: KSボンドの詳細は、次項に記載。 ※2: KSボンドを単体使用する場合の標準塗布量は1.4kg/m²

(2) KS ボンド (KS)

KS ボンドは鋼材やコンクリートを被着体としたフレッシュコンクリートの打継ぎに用いる高耐久型エポキシ系接着剤である。本研究では、既設コンクリート版と補修材を強固に接着する目的で、措置技術にKS ボンドを使用することを標準とした。

KS ボンドの塗布状況を写真-2.2.1に基本性状を表-2.2.4に示す。



写真-2.2.1 KS ボンドの塗布状況

表-2.2.4 KS ボンドの基本性状

| 項目 | | 種類 | |
|---------------|-----|---------------------------------|---------------------|
| | | 冬用 (被着体温度: 5°C~20°C) | |
| | | 春・秋用 (被着体温度: 15°C~30°C) | |
| | | 夏用 (被着体温度: 25°C~60°C) | |
| | | 性状と物性 | 備考 |
| 外観 | 主剤 | 白色ペースト状 | 異物混入無し |
| | 硬化剤 | 青色液状 | 異物混入無し |
| 混合比 (主剤: 硬化剤) | | 5:1 | 重量比 |
| 硬化物比重 | | 1.40±0.20 | JIS K 7112 |
| 圧縮強さ | | 50 N/mm ² 以上 | JIS K 7181 |
| 圧縮弾性係数 | | 1000 N/mm ² 以上 | JIS K 7181 |
| 曲げ強さ | | 35 N/mm ² 以上 | JIS K 7171 |
| 引張剪断強さ | | 10 N/mm ² 以上 | JIS K 6850 |
| コンクリート付着強さ | | 1.6 N/mm ² 以上または母材破壊 | JIS A 6909 |
| 標準塗布量 | | 1.4 kg/m ² (人力施工) | 被着体の種類によって塗布量は異なります |

(3) ハイパークールパッチ (HCP)

ハイパークールパッチの荷姿を図-2.2.2に、一般的な施工方法を図-2.2.3に示す。ハイパークールパッチは最大粒径 1.2mm の砂を主とした骨材とポリマーを含む混合液からなるモルタルタイプの常温硬化型補修材である。粉体にポリマー水を投入後 30 秒程度振り混ぜたあとに補修箇所に流し込んで使用する。硬化に伴い、ハイパークールパッチの色は濃紺から黒に変化するため、交通開放判断の目安となる。ハイパークールパッチはアスファルト舗装の補修を想定していることから黒色に着色されている。本研究では、アスファルト舗装の緊急補修材として開発されたハイパークールパッチについて、コンクリート舗装の補修への適用性を検討した。

なお、ハイパークールパッチはアスファルト舗装の場合は下地に接着剤を塗布せずに使用するが、本共同研究ではコンクリート舗装上に接着剤を塗布する施工方法を提案している。



重さ：約 18.6kg (4 セット合計)

(粉体 3.75kg+ポリマー水 0.9kg) × 4 セット

体積：2L/1 セット

図-2.2.2 ハイパークールパッチ荷姿



図-2.2.3 ハイパークールパッチ施工方法 (カタログより)

(4) リフレモルセット SF (リフレ SF)

リフレモルセット SF は、超速硬セメントをベースとして、高機能特殊粉末樹脂及び特殊繊維を添加している橋梁床版コンクリートの部分補修用繊維補強超速硬ポリマーセメントモルタルである。リフレモルセット SF に図-2.2.4に示すような専用骨材を混合することでコンクリートとしても使用することが可能である。リフレモルセット SF の一般性状を表-2.2.5に示す。



図-2.2.4 リフレモルセット SF の荷姿

表-2.2.5 リフレモルセット SF の一般性状

| 要求性能 | 試験項目 | 試験方法 | 温度 (°C) | 基準値 (規格) | モルタル | コンクリート |
|--------------|---------------|--------------|-------------------------|--|--|--|
| 施工性能 | 硬化時間 (始発) | JIS A 1147 | 5±2 | 30分以上 | 58分 | 63分 |
| | | | 23±2 | | 33分 | 43分 |
| | | | 35±2 | | 44分 | 80分 |
| | 初期強度 (2時間強度) | JIS A 1108 | 5±2 | 10 N/mm ² 以上 | 32.0 N/mm ² | 28.3 N/mm ² |
| | | | 23±2 | | 26.8 N/mm ² | 26.6 N/mm ² |
| | | | 35±2 | | 21.1 N/mm ² | 21.7 N/mm ² |
| 初期強度 (4時間強度) | JIS A 1108 | 5±2 | 24 N/mm ² 以上 | 35.4 N/mm ² | 34.5 N/mm ² | |
| | | 23±2 | | 28.7 N/mm ² | 28.8 N/mm ² | |
| | | 35±2 | | 26.0 N/mm ² | 24.8 N/mm ² | |
| 力学的性能 | 28日強度 | JIS A 1149 | 5±2 | 設計基準値以上 | 55.3 N/mm ² | 56.0 N/mm ² |
| | | | 23±2 | | 52.3 N/mm ² | 49.3 N/mm ² |
| | | | 35±2 | | 47.0 N/mm ² | 46.5 N/mm ² |
| | 静弾性係数 (材齢28日) | JIS A 1149 | 5±2 | 26.5±5 kN/mm ² (材齢28日) | 26.6 kN/mm ² | 28.3 kN/mm ² |
| | | | 23±2 | | 24.9 kN/mm ² | 26.4 kN/mm ² |
| | | | 35±2 | | 22.5 kN/mm ² | 26.1 kN/mm ² |
| 耐久性能 | 寸法安定性 | NEXCO試験法 439 | 23±2 | 0.025%以下 | 0.02% | 0.00% |
| | ひび割れ抵抗性 | NEXCO試験法 439 | | 5面拘束試験でひび割れを発生させない | 変状なし | 変状なし |
| | 熱膨張率 | JSCE-K 561 | | 1.0×10 ⁻⁵ /°C±0.5 | 1.2×10 ⁻⁵ /°C | 1.1×10 ⁻⁵ /°C |
| | コンクリートとの付着性 | NEXCO試験法 439 | | 1.5 N/mm ² 以上 | 2.0 N/mm ² | 2.0 N/mm ² |
| | 中性化抵抗性 | NEXCO試験法 439 | | 補修設計で定めた中性化速度係数と同等 | 4.0 mm/√週 | 4.1 mm/√週 |
| | 凍結融解抵抗性 | NEXCO試験法 439 | | 相対動弾性係数が60%以上かつ、コンクリートと断面修復材との付着強度が1.5N/mm ² 以上 | 相対動弾性係数100%負荷後の付着強度2.1 N/mm ² | 相対動弾性係数100%負荷後の付着強度2.5 N/mm ² |
| | 遮塩性 | NEXCO試験法 439 | | 補修設計で定めた塩化物イオンの拡散係数と同等 | 0.118 cm ² /年 | 0.405 cm ² /年 |

(5) 早強モルタル（早強）

早強モルタルは、実施工現場で簡易に補修することを想定したものである。本研究では、住友大阪セメント株式会社製の早強ポルトランドセメントと（一社）セメント協会のセメント強さ試験用標準砂を質量比でセメント：砂＝1：3となるモルタルを混合して使用した。なお、本研究では早強モルタル単体ではなく、接着剤を併用することにより付着性の向上を図っている。

早強ポルトランドセメントの化学成分を表-2.2.6に、一般性状を表-2.2.7に示す。セメント強さ試験用標準砂の粒度を表-2.2.8に、物理的性状を表-2.2.9に示す。

表-2.2.6 早強ポルトランドセメントの化学成分

| 項目 | 化学成分 (%) | | | | |
|------------|----------|----------|-------|--------|--------|
| | 強熱減量 | 酸化マグネシウム | 三酸化硫黄 | 全アルカリ | 塩化物イオン |
| 測定結果の例 | 1.20 | 1.40 | 3.00 | 0.53 | 0.012 |
| JIS R 5210 | 5.0以下 | 5.0以下 | 3.5以下 | 0.75以下 | 0.02以下 |

表-2.2.7 早強ポルトランドセメントの一般性状

| 項目 | 密度 | 比表面積 | 凝結 | | | 安定法 バット法 | 圧縮強さ N/mm ² | | | |
|------------|-------------------|--------------------|----|-------|--------|-------------|---------------------------|--------|--------|--------|
| | | | 水量 | 始発 | 終結 | | 1日 | 3日 | 7日 | 28日 |
| | g/cm ³ | cm ² /g | % | h-m | h-m | | | | | |
| 測定結果の例 | 3.13 | 4600 | 30 | 1-50 | 2-50 | 良 | 28.0 | 47.0 | 58.0 | 68.0 |
| JIS R 5210 | - | 3300以上 | - | 45分以上 | 10時間以下 | 良 | 10.0以上 | 20.0以上 | 32.5以上 | 47.5以上 |

表-2.2.8 セメント強さ試験用標準砂の一般的な粒度

| ふるい目の開き (mm) | 累積ふるい残分 (%) |
|-----------------|----------------|
| 2.00 | 0 |
| 1.60 | 7±5 |
| 1.00 | 33±5 |
| 0.50 | 67±5 |
| 0.16 | 87±5 |
| 0.08 | 99±5 |

表-2.2.9 セメント強さ試験用標準砂の物理的性状

| 試験項目 (JIS) | 試験値 | |
|---------------|------------|------|
| 絶乾比重 | JIS A 1109 | 2.64 |
| 吸水率 (%) | JIS A 1109 | 0.42 |
| 単位容積質量 (kg/L) | JIS A 1104 | 1.76 |
| 実績率 (%) | JIS A 1104 | 66.7 |
| 有機不純物 | JIS A 1105 | 淡い |

(6) 超速硬コンクリート（超速硬）

超速硬コンクリートは、超速硬セメントを使用することにより、材齢3時間で 24N/mm^2 以上の早期強度が期待できる材料である。本研究で使用した超速硬コンクリートは写真-2.2.2に示すモービル車によって製造した。製造概要図を図-2.2.5に示す。



写真-2.2.2 モービル車の外観

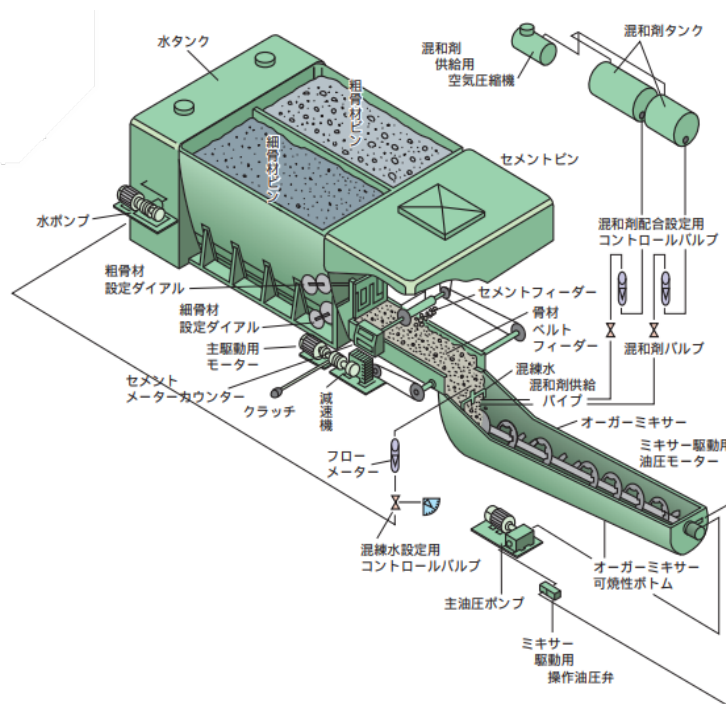


図-2.2.5 超速硬コンクリートの製造概要図

2.3 研究の手順（材料試験、実施工による耐久性試験）

研究の手順を図-2.3.1に示す。

各措置技術について、補修に使用した各材料、およびそれらを組み合わせた複合供試体を作製し、3章にて詳述する室内試験により性能評価を行った。

提案した各措置技術について、実施工による耐久性を評価するために土木研究所の中ループにて模擬損傷を形成し、各措置技術を適用した（4章）。

走行試験に付随して行う調査に関しては、走行試験前、走行試験中、走行試験後にそれぞれ実施した。

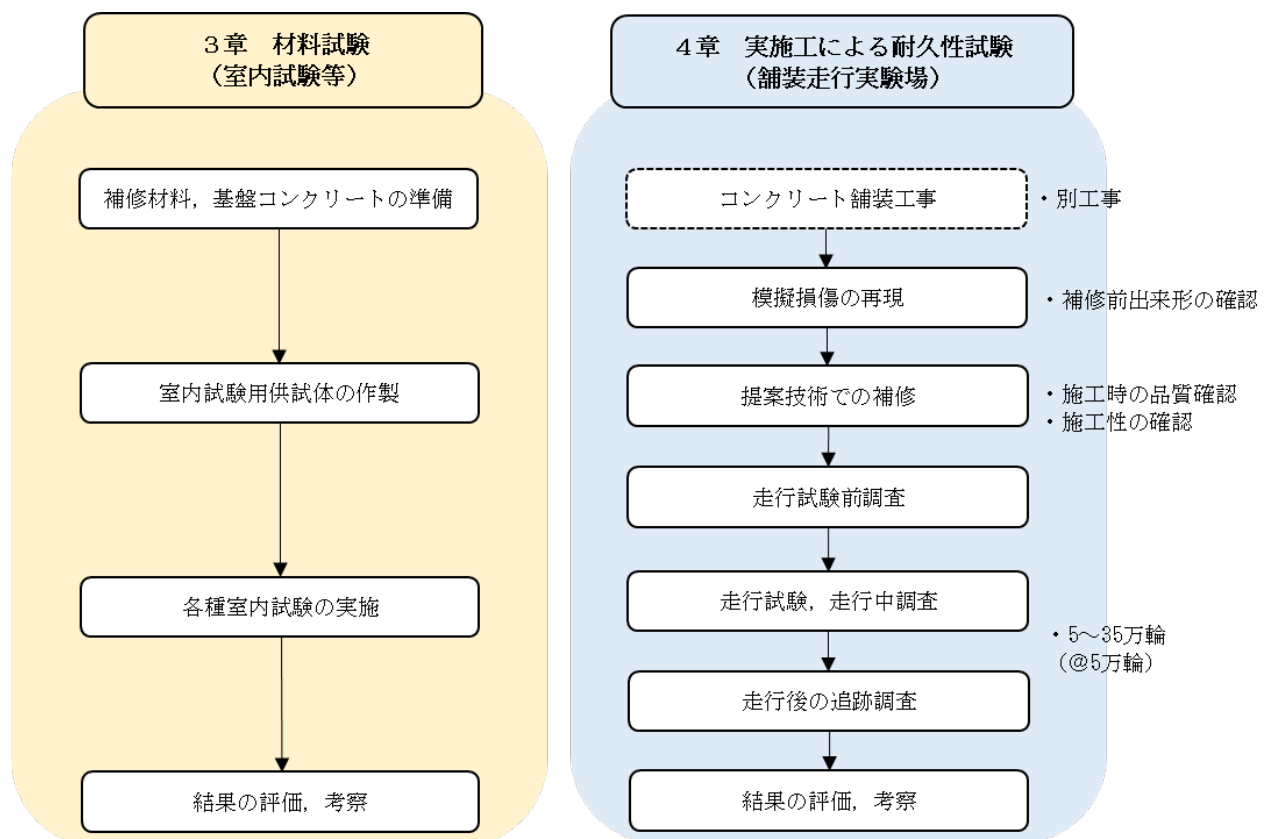


図-2.3.1 実施フローチャート

第3章 材料試験（室内試験等）

3.1 試験内容

3.1.1 試験項目

プライマーおよび接着剤の試験項目を表-3.1.1に、補修材の試験項目を表-3.1.2に示す。本研究では、既存コンクリート舗装版との一体性を評価する目的で、補修材+コンクリート平板複合供試体も作製し表-3.1.3に示す試験を実施した。ここで、表中の舗装便覧とは、「舗装調査・試験法便覧」（平成31年版、日本道路協会）を示す。

プライマーおよび接着剤の試験については浸透性 KS プライマーおよび KS ボンドともにすべての項目について実施した。一方、補修材体の試験では、早強と超速硬は一般材料であることから試験は実施しないこととし、複合供試体の試験では材料や工法毎に試験実施の必要性を判断して実施の有無を設定した。

表-3.1.1 プライマーおよび接着剤の試験項目

| 評価項目 | 実施試験 | 規格 |
|--------------------|------------------------|----------------------------|
| 施工性 | 接着剤一般試験方法-第1部基本特性の求め方 | JIS K 6833-1, JIS K 7117-1 |
| | 注入材の浸透試験方法 | 舗装便覧 D012T |
| | プラスチックのデュロメータ硬さ試験方法 | JIS K 7215 |
| 強度特性 ^{※1} | プラスチック-圧縮特性の求め方 | JIS K 7181 |
| | コンクリートの圧縮強度試験方法 | JIS A 1108 |
| | プラスチック-圧縮特性の求め方 | JIS K 7181 |
| | コンクリートの静弾性係数試験方法 | JIS A 1149 |
| | プラスチック-曲げ特性の求め方 | JIS K 7171 |
| | コンクリートの曲げ強度試験方法 | JIS A 1106, 舗装便覧 B062 |
| | 接着剤剛性被着材の引張せん断接着強さ試験方法 | JIS K 6850 |

※1：使用材料の性状表の確認のみで、本研究で改めて試験は実施していない

表-3.1.2 実施試験一覧（補修材）

| 評価項目 | 実施試験 | 規格 | 補修材 | | | |
|-----------|------------|-------------------------------|-----|----|-----|--------|
| | | | HCP | 早強 | 超速硬 | リフレ SF |
| 施工性 | フロー試験 | JIS R 5201 | ○ | — | — | ○ |
| | 凝結時間試験 | JIS A 1147 | ○ | — | — | ○ |
| 強度特性 | 圧縮強度試験 | JSCE-G 505 | □ | — | — | □ |
| | 静弾性係数試験 | JIS A 1149 | □ | — | — | □ |
| | 曲げ強さ試験※1 | JIS R 5201 | ○ | — | — | ○ |
| 収縮ひび割れ抵抗性 | 寸法安定性試験 | JSCE-K 561 | □ | — | — | □ |
| | 線膨張率試験 | JSCE-K 561 | □ | — | — | □ |
| すり減り抵抗性 | ラベリング試験 | 舗装便覧 B002 | △ | — | — | △ |
| すべり抵抗性 | すべり抵抗試験 | 舗装便覧 S021-2 | □ | — | — | □ |
| | | 舗装便覧 S021-3 | □ | — | — | □ |
| 凍結融解抵抗性 | 凍結融解試験 | JIS A 1148 舗装便覧 B069, B065 | □ | — | — | □ |
| わだち掘れ抵抗性 | 簡易ポットホール試験 | 東京都土木材料共通仕様書 | □ | — | — | □ |

※1：曲げ強さ試験については、試験設備の都合から、供試体作製～試験直前までの間所定の温度で養生し、試験は常温環境下で実施

○：5, 23, 35℃で試験実施，□：23℃で試験実施，△：-10℃で試験実施

表-3.1.3 実施試験一覧（補修材+コンクリート舗装版複合供試体）

| 評価項目 | 実施試験 | 規格 | 補修材 | | | |
|--------|----------------------------|-------------------------------|-----|--------|-----|-----|
| | | | HCP | リフレ SF | 早強 | 超速硬 |
| 剥離抵抗性 | プルオフ試験 | JSCE-K 561 土木研究所資料第 4343 号 | ○※1 | ○※2 | ○※1 | ○※1 |
| | 凍結融解作用+プルオフ試験 | JSCE-K 561 土木研究所資料第 4343 号 | □※1 | □※1 | □※1 | — |
| 付着特性 | 初期強度 (実施工時の材料を用いて確認) | 道路橋床版防水便覧 NEXCO 試験法 434 | □ | □ | □ | □ |
| | 疲労耐久性 (温水負荷および水浸引張疲労試験) | | | | | |
| 交通開放時間 | 付着特性 | 特殊試験 | — | ○ | — | — |
| 曲げ疲労特性 | 破壊回数 | 特殊試験 | — | — | — | □ |

※1：下地平板との接着水準は KS ボンドで実施

※2：下地平板との接着水準は KS ボンドならびに浸透性 KS プライマー+KS ボンドで実施

※3：結果は 4 章にて記述

○：5, 23, 35℃で試験実施，□：23℃で試験実施，△：-10℃で試験実施

3. 1. 2 試験方法

本研究で実施した試験条件および試験状況を以下に詳述する。

(1) プライマー・接着剤

本研究で使用したプライマーおよび接着剤は、2章にて述べた浸透性KSプライマーおよびKSボンド（ともに鹿島道路（株）製）である。各試験状況を写真-3.1.1～写真-3.1.3に示す。

KSボンドは、施工時の温度（施工環境温度や被着体温度）によって、冬用（適正温度 $5^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ ）、春・秋用（適正温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ）、および夏用（適正温度 $25^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ）の3種類のタイプがある。本研究の室内試験においては、基本的には最も使用頻度の多い春・秋用を対象として試験を実施したが、施工性評価のうち粘度測定においては、参考値として夏用（試験温度 23°C と 35°C ）と冬用（試験温度 5°C と 23°C ）についても実施した。



写真-3.1.1 粘度測定

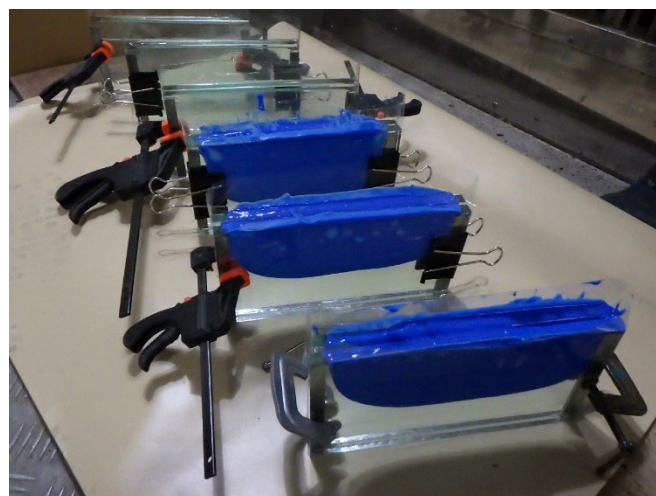


写真-3.1.2 浸透試験



写真-3.1.3 デュロメータ硬さ試験

(2) 補修材

本研究で使用した補修材は、2章にて述べたハイパークールパッチ（HCP）、早強モルタル（早強）、超速硬コンクリート（超速硬）、およびリフレモルセット SF（リフレ SF）である。これらのうち、HCP とリフレ SF についてはすべての評価項目を対象として試験を実施した。一方、早強と超速硬に関しては、汎用的な材料および性状のものを使用することとし、材料を特定することを想定してはいないため試験は実施していない。各試験状況を写真-3.1.4～写真-3.1.12 に示す。

なお、わだち掘れ抵抗性を評価するために実施した簡易ポットホール試験は、「東京都 土木材料仕様書（令和3年）」に記載されている簡易ポットホール走行試験を参照したが、下地平板はコンクリート板としている点、水浸を行わない状態での走行回数 30 回における鉛直変位で評価している点が異なる。また、供試体は下地コンクリート板に接着剤を塗布した場合と塗布しない場合の 2 水準作製して試験を行った。



写真-3.1.4 フロー試験



写真-3.1.5 凝結時間試験



写真-3.1.6 圧縮強度・静弾性係数試験

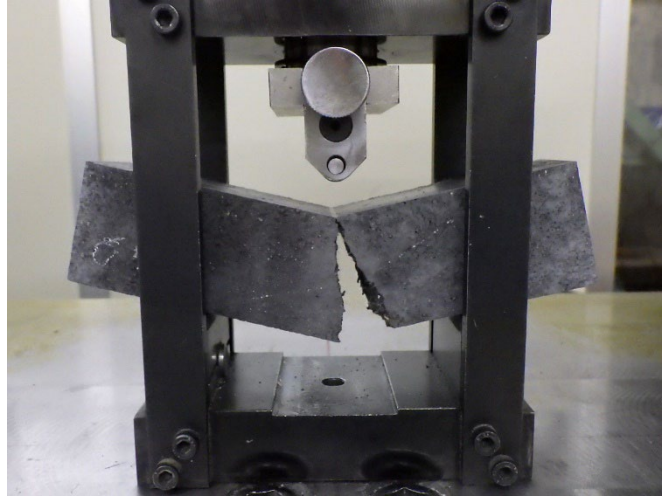


写真-3.1.7 曲げ強さ試験

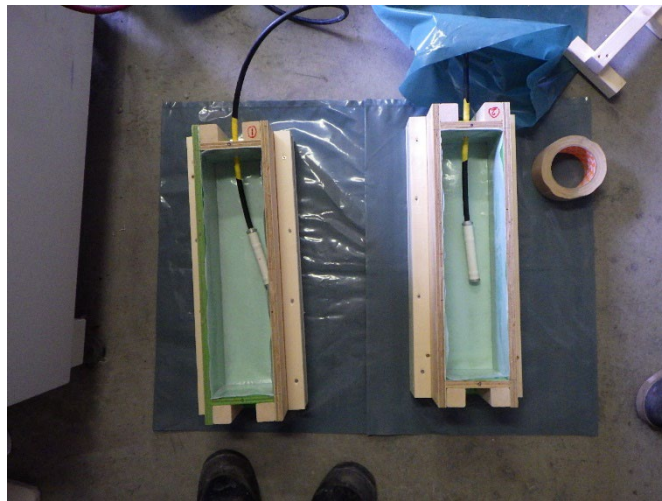


写真-3.1.8 寸法安定性試験・線膨張率試験（供試体作製準備）



写真-3.1.9 ラベリング試験

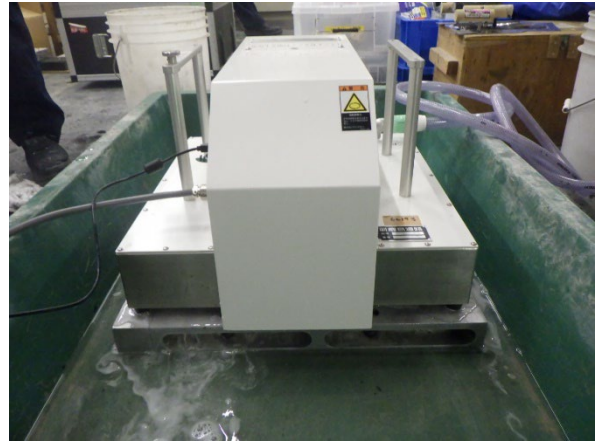
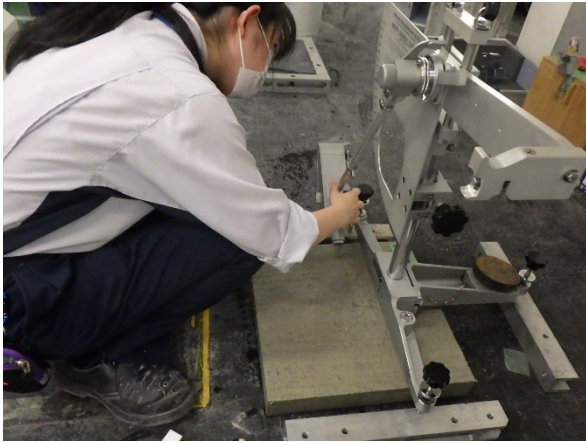


写真-3.1.10 すべり抵抗試験（左：BPN測定 右：動的摩擦係数測定）

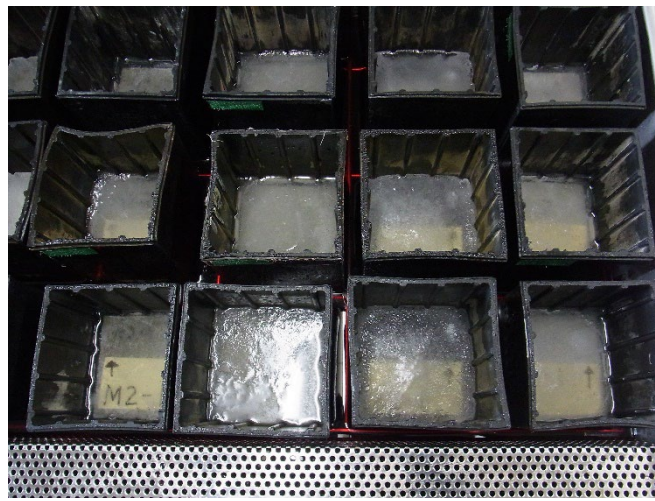


写真-3.1.11 凍結融解試験

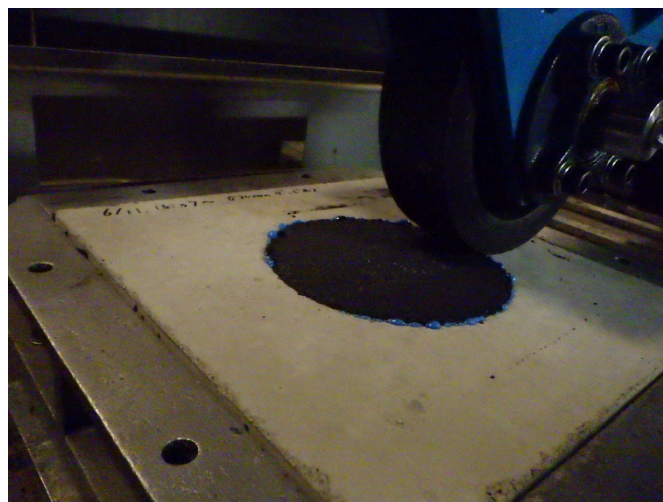


写真-3.1.12 簡易ポットホール試験

(3) 補修材と既存コンクリート舗装版との一体性評価

補修材と既存コンクリート舗装版との一体性評価では、本研究で使用した補修材とプライマー、および接着剤を組み合わせ使用した。以下に各試験の実施手順を示す。

i) 剥離抵抗性

剥離抵抗性の評価はプルオフ試験によって行った。供試体は、JIS 平板を下地コンクリート基板として、接着剤やプライマーを塗布した後に各補修材を舗設して供試体を作製した。補修材の施工厚は 25mm を基本とし、超速硬コンクリートは粗骨材が入っているため 40mm とした。引張接着試験は、40mm×40mm の鋼製治具を用いて行った。以下に各ケースの試験方法の詳細を示す。

各試験温度で実施した標準のプルオフ試験は、材料（下地 JIS 平板、接着剤および補修材）を予め所定の恒温室内で養生しておき、練混ぜが恒温室内で可能な HCP においては恒温室内で練混ぜを、その他の材料においては実験室内（雰囲気温度 20℃程度）にて練混ぜを行った（写真-3.1.13）。練り上がった材料は予め恒温室内で接着剤を塗布した JIS 平板に舗設し、指触によって補修材硬化を確認した後に脱型を行った。その後、カッターによる切断が可能となるタイミングを、界面付近の接着剤を指触することで判断（写真-3.1.14）し、供試体の整形（カッターによる切断、および表面の研掃処理）を行った（写真-3.1.15）。供試体の整形は、試験機関の設備の都合上、別の実験室にて行う必要があったため、整形作業時間（運搬および実作業時間を含めるとおよそ 1 時間程度）は、複合供試体は所定の温度ではなく 20℃程度の環境下となった。また、23℃環境下におけるカッター切断の時期を最初に把握し、5℃や 35℃の切断時期は 23℃の切断時期と合わせた。整形後、直ちに供試体を恒温室内に保管し、治具を速乾性の接着剤（クイックボンド：アオイ化学製）で取り付け、初期材齢の試験を行った。なお、初期材齢については、補修材毎、試験温度毎にカッターによる切断可能となるタイミングが異なったためそれぞれで設定を行った。

凍結融解作用後のプルオフ試験は、常温環境下で標準のプルオフ試験と同様に供試体を作製した。その後、材齢 28 日以降に凍結融解作用を 300 サイクル負荷させた後に引張試験を行うことで、凍結融解作用が剥離抵抗性に与える影響を評価した。

引張試験は建研式引張接着試験によって行った（写真-3.1.16）。

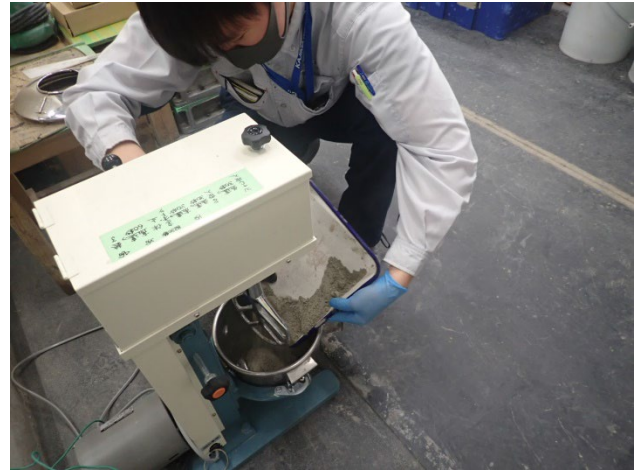


写真-3.1.13 材料練混ぜ状況（左：HCP，恒温室内 右：早強モルタル，実験室内）

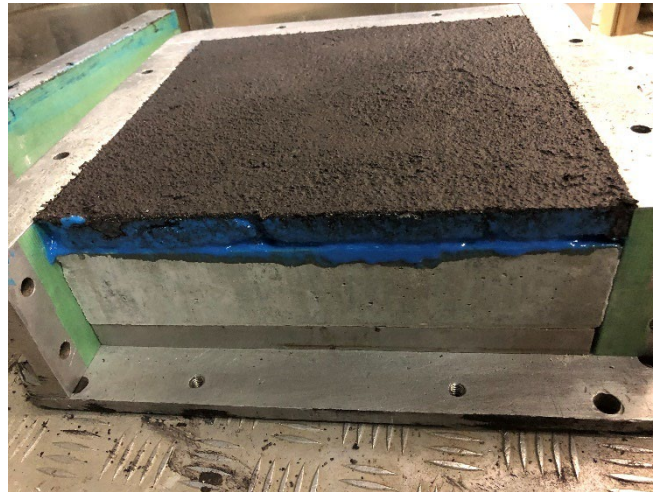


写真-3.1.14 カッターによる切断可能時期の判断（接着剤を指触確認）



写真-3.1.15 カッターによる切断



写真-3.1.16 プルオフ試験

ii) 付着特性

付着特性の評価では、初期強度および疲労耐久性の確認を行った。初期強度においては4章にて詳述する実施工時の材料を用いて供試体を作製した。

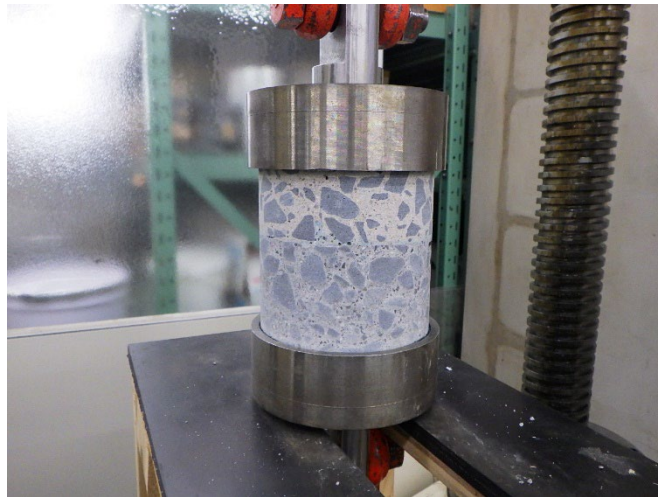


写真-3.1.17 引張接着試験（付着特性の確認）

iii) 交通開放時間

リフレモルセット SF の交通開放時間は把握できていないため、以下の試験を行うことで確認した。なお、本試験は都市高速道路等の鋼床版道路橋上に舗装した鋼繊維補強コンクリートの交通開放時間を確認する際に適用される試験を踏襲して実施した。

試験概要図を図-3.1.1 に、試験水準を表-3.1.4 に示す。300×300×100mm の型枠に研掃処理済みの JIS 平板を設置し、KS ボンドを塗布する。その後、φ100mm×h50mm のボイド管 4 本（ボイド箇所以外にはビニルシートによる縁切り加工済）を平板上に敷設する（写真-3.1.18）。その後、補修材を製造し、ボイド管内部および側面に充填する。なお、ボイド部には高さ方向の midpoint にボルトの頭部が来るように、ボルト付きの全ねじ（ボルト部には JIS 平板に塗布した KS ボンドを塗布）を埋設する（写真-3.1.19）。全ねじは M8×長さ 12mm、鉄材質を使用した。所定の養生後、建研式引張試験によって付着強度を測定（写真-3.1.20）し、目標強度である 1.0N/mm² 以上の付着強度が得られる養生時間を交通開放可能時間とする。試験温度は 5℃、23℃、35℃とし、補修材打設後は該当する試験温度にて養生を行った。養生時間は 2 時間および 3 時間とした。なお、5℃の水準においては、接着剤は冬用の KS ボンドを用い、養生方法は通常の気中養生と給熱養生の 2 水準を設けた。給熱養生はコンクリート舗装の冬期給熱養生で実績のあるコンガード（リバーストーン製、写真-3.1.21）を用いた。

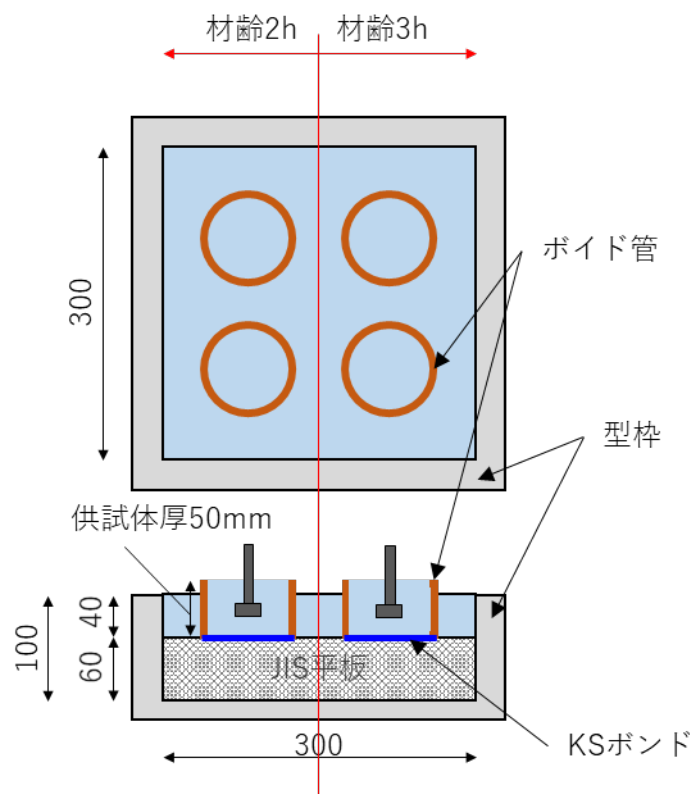


図-3.1.1 試験概要図（単位：mm）

表-3.1.4 試験水準

| 試験温度 (°C) | 接着材 | 養生方法 | 材齢 | 備考 |
|-----------|-----------------|------|-----------------|--|
| 5 | KS ボンド (冬用) | 気中養生 | 2h, 3h (n=2) | 温度, 養生方法 (4 ケース) × 材齢 (2 ケース) =計 8 ケース |
| | | 給熱養生 | | |
| 23 | KS ボンド (春秋用) | 気中養生 | | |
| 35 | | 気中養生 | | |

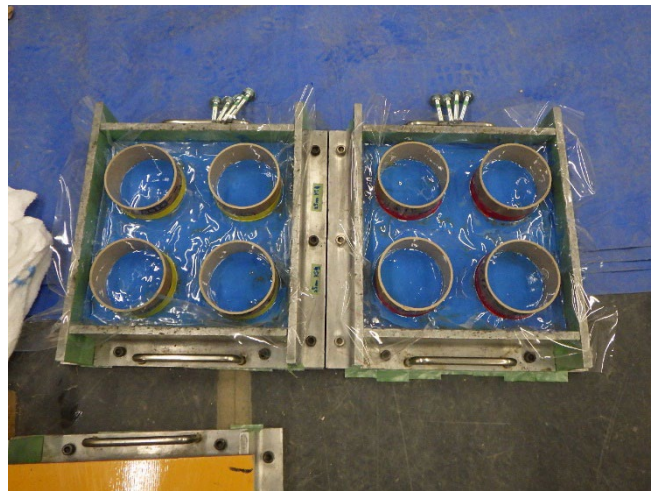


写真-3.1.18 ボイド管敷設状況



写真-3.1.19 供試体作製完了



写真-3.1.20 建研式引張接着試験状況



写真-3.1.21 給熱養生状況 (コンガード)

iv) 曲げ疲労特性

本研究で提案する新たな局部打ち換え工法の適用性確認のための一検討として、室内にて接合部を模擬した打継供試体を作製し、曲げ疲労特性を確認した。試験概要図を図-3.1.2に、試験水準を表-3.1.5に示す。

まず、既設コンクリートを模擬した普通コンクリート（40-12-20N）を用いて曲げ供試体（100mm×100mm×400mm）を作製する。材齢 28 日以降に、供試体の長辺方向の中心にて、ダイヤモンドカッターを用いて 2 等分に切断を行い、普通コンクリートの直方体片（100mm×100mm×200mm）を採取する。その後、曲げ型枠に直方体片を再度設置（写真-3.1.22）し、カット面に KS ボンドをダレない程度に塗布し、室内にて製造した超速硬コンクリートと、早強コンクリート（40-12-20H、プラントより購入、比較用）を打ち継ぎ、複合供試体を作製する。打ち継ぎコンクリートの養生期間を 28 日以上確保した後、単純曲げ試験を実施し、基準曲げ強度を取得する。基準曲げ強度に対して各応力比を設定し、曲げ疲労試験を実施する（写真-3.1.23）。

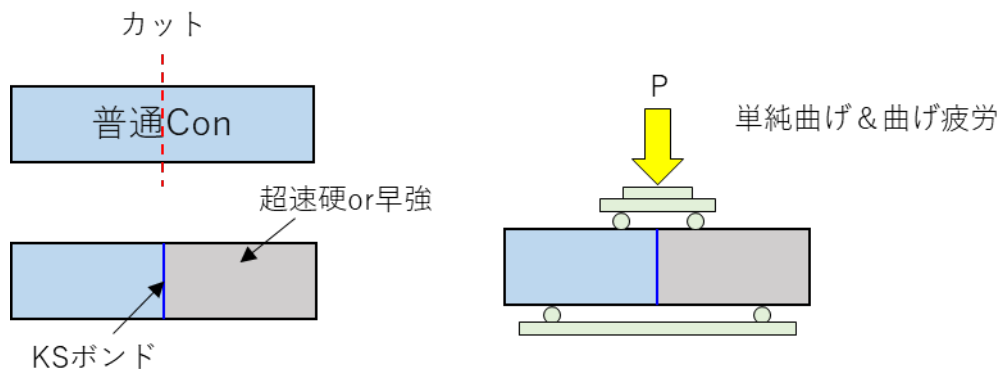


図-3.1.2 試験概要図

表-3.1.5 試験水準

| 使用コンクリート | 表記名 | 実施試験 |
|--------------------|--------|------------|
| 普通コンクリート | 普通 Con | 単純曲げ, 曲げ疲労 |
| 早強コンクリート | 早強 Con | 単純曲げ |
| 普通コンクリート+超速硬コンクリート | 超速硬接合 | 単純曲げ, 曲げ疲労 |
| 普通コンクリート+早強コンクリート | 早強接合 | |



写真-3.1.22 複合供試体の作製状況



写真-3.1.23 接合供試体を用いた曲げ疲労試験

3. 2 試験結果

3. 2. 1 プライマーおよび接着剤

(1) プライマー

i) 施工性

粘度試験結果を表-3. 2. 1 および図-3. 2. 1 に示す。温度が低いほど粘性が高くなる傾向が確認された。

表-3. 2. 1 粘度試験結果

| 試験温度 (°C) | 粘度 (Pa・s) | | |
|--------------|-----------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 平均 |
| 5 | 0.570 | 0.565 | 0.568 |
| 23 | 0.158 | 0.154 | 0.156 |
| 35 | 0.098 | 0.100 | 0.099 |

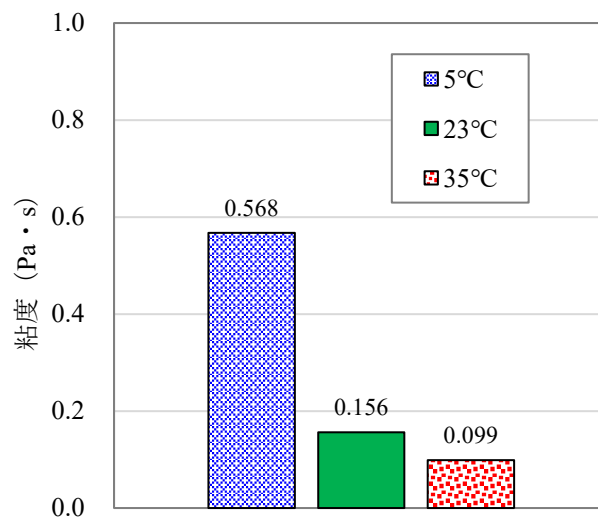


図-3. 2. 1 粘度試験結果

浸透性試験結果を表-3.2.2に、浸透性試験後供試体の一例を写真-3.2.1に示す。本試験は、現地施工時の充填性を評価する目的で、注入目地材等を対象に実施する試験であるため、本来であればプライマーや接着剤を対象にして行う試験ではないが、本研究では施工性の評価の一環として実施した。

いずれも浸透深さは100mmとなり、最も粘度の高い試験温度5℃においても底面まで充填されることを確認した。

表-3.2.2 浸透性試験結果

| 試験温度 (°C) | 試験体 No. | 浸透深さ (mm) | | | |
|--------------|------------|-----------|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 平均 |
| 5 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | |
| 23 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | |
| 35 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | |



写真-3.2.1 浸透性試験後供試体

デュロメータ硬さ試験結果を表-3.2.3 および図-3.2.2 に示す。試験はいずれも材齢 7 日で行った。試験温度に関わらず、いずれも 80 程度の硬度であった。

表-3.2.3 デュロメータ硬さ試験結果

| 試験温度 (°C) | 硬度 | | | | | |
|--------------|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
| 5 | 82 | 82 | 82 | 82 | 81 | 82 |
| 23 | 78 | 78 | 78 | 78 | 79 | 78 |
| 35 | 82 | 82 | 82 | 82 | 83 | 82 |

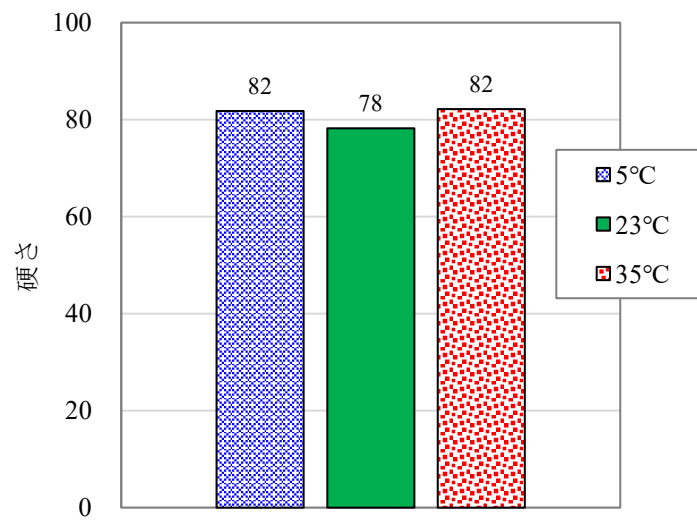


図-3.2.2 デュロメータ硬さ試験結果

ii) 強度特性

強度特性試験結果を表-3.2.4に示す。なお、記載している試験結果は、本研究で使用した材料のロット製造時（2021年4月，材齢7日）の品質証明書の値を引用している。いずれの項目も規格を満足していることを確認した。

表-3.2.4 強度特性試験結果

| 試験項目 | 試験値 | 規格値 |
|------------------------------|-------|----------|
| 圧縮強さ (N/mm ²) | 119 | 50 以上 |
| 圧縮弾性係数 (N/mm ²) | 2,658 | 1,000 以上 |
| 曲げ強さ (N/mm ²) | 73 | 35 以上 |
| 引張せん断強さ (N/mm ²) | 15 | 10 以上 |

(2) 接着剤

i) 施工性

粘度試験結果を表-3.2.5および図-3.2.3に示す。プライマーと同様、温度が低いほど粘性が高くなる傾向が確認された。また、夏用や冬用においても、試験温度毎の粘度は春・秋用と同程度であることを確認した。

表-3.2.5 粘度試験結果

| タイプ | 試験温度 (°C) | 粘度 (Pa・s) | | |
|------|--------------|-----------|------|------|
| | | 1 | 2 | 平均 |
| 冬用 | 5 | 17.3 | 17.4 | 17.4 |
| | 23 | 4.70 | 4.64 | 4.67 |
| 春・秋用 | 5 | 18.7 | 19.2 | 19.0 |
| | 23 | 7.16 | 7.17 | 7.17 |
| | 35 | 4.80 | 4.90 | 4.85 |
| 夏用 | 23 | 7.67 | 7.54 | 7.61 |
| | 35 | 5.20 | 5.16 | 5.18 |

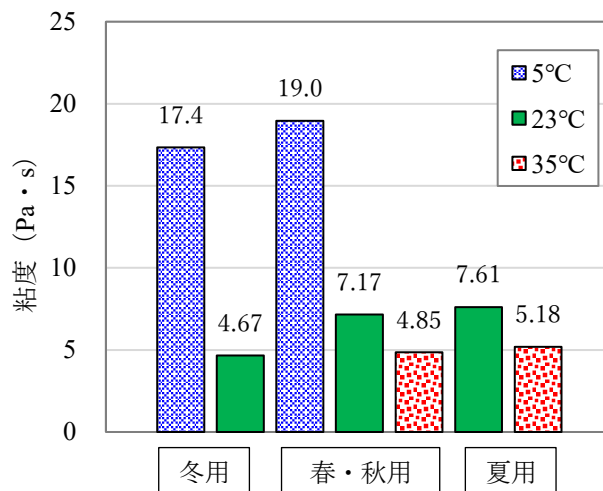


図-3.2.3 粘度試験結果

浸透性試験結果を表-3.2.6に、浸透性試験後供試体の一例を写真-3.2.2に示す。

プライマーと同様に、いずれも浸透深さは100mmとなり、最も粘度の高い試験温度5℃においても底面まで充填されることを確認した。

表-3.2.6 浸透性試験結果

| 試験温度 (℃) | 試験体 No. | 浸透深さ (mm) | | | | |
|-------------|------------|-----------|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 平均 | |
| 5 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 23 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 35 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | 100 | |



写真-3.2.2 浸透性試験後供試体

デュロメータ硬さ試験結果を表-3.2.7 および図-3.2.4 に示す。試験はいずれも材齢 7 日で行い、プライマーと同様、試験温度には依存しない結果であり、硬度はいずれも 80 強程度であった。

表-3.2.7 デュロメータ硬さ試験結果

| 試験温度 (°C) | 硬度 | | | | | |
|--------------|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
| 5 | 82 | 83 | 84 | 84 | 84 | 83 |
| 23 | 85 | 85 | 85 | 86 | 87 | 86 |
| 35 | 87 | 87 | 86 | 87 | 87 | 87 |

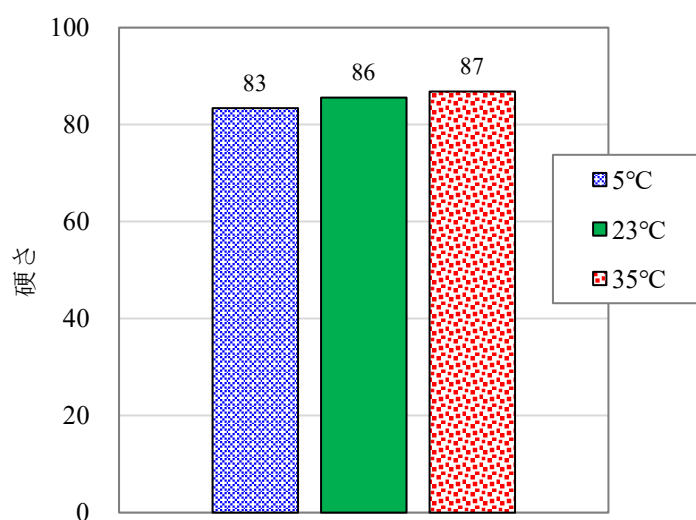


図-3.2.4 デュロメータ硬さ試験結果

ii) 強度特性

強度特性試験結果を表-3.2.8に示す。なお、記載している試験結果は、本研究で使用した材料のロット製造時（2021年4月，材齢7日）の品質証明書の値を引用している。いずれの項目も規格を満足していることを確認した。

表-3.2.8 強度特性試験結果

| 試験項目 | 試験値 | 規格値 |
|------------------------------|-------|----------|
| 圧縮強さ (N/mm ²) | 113 | 50 以上 |
| 圧縮弾性係数 (N/mm ²) | 3,238 | 1,000 以上 |
| 曲げ強さ (N/mm ²) | 55 | 35 以上 |
| 引張せん断強さ (N/mm ²) | 16 | 10 以上 |

3. 2. 2 補修材

(1) ハイパークールパッチ

i) 施工性

フロー試験および凝結時間試験結果を表-3.2.9、表-3.2.10 および図-3.2.5 に示す。

フロー試験では、試験温度 5°C と 23°C では 15 回後のフロー値は大きく変わらなかった。また、試験温度 35°C においても、ハイパークールパッチ専用の凝結遅延剤を所定量添加することで、5°C や 23°C と同程度のフロー値となった。

次に、凝結時間試験において、始発時間は 10 分～30 分程度、終結時間は 45 分～70 分程度であった。当該材料は本来、アスファルト舗装の緊急補修材用に開発されたものであり、比較的早い時間に凝結するため、緊急を要する場合の補修には適しているものと思われる。また、試験温度が高くなるにつれて始発時間、終結時間ともに短くなる傾向が確認された。

表-3.2.9 フロー試験結果

| 試験温度 (°C) | フロー (mm) | | 備考 |
|--------------|----------|------|-----------------------|
| | 0 回 | 15 回 | |
| 5 | 101 | 154 | |
| 23 | 102 | 146 | |
| 35 | 112 | 165 | ハイパークールパッチ専用の凝結遅延剤を使用 |

表-3.2.10 凝結時間試験結果

| 試験温度 (°C) | 始発・終結時間 (分) | | 備考 |
|--------------|-------------|----|------------------------|
| | 始発 | 終結 | |
| 5 | 30 | 72 | |
| 23 | 15 | 62 | |
| 35 | 10 | 46 | ハイパークールパッチ専用の凝結遅延剤は不使用 |

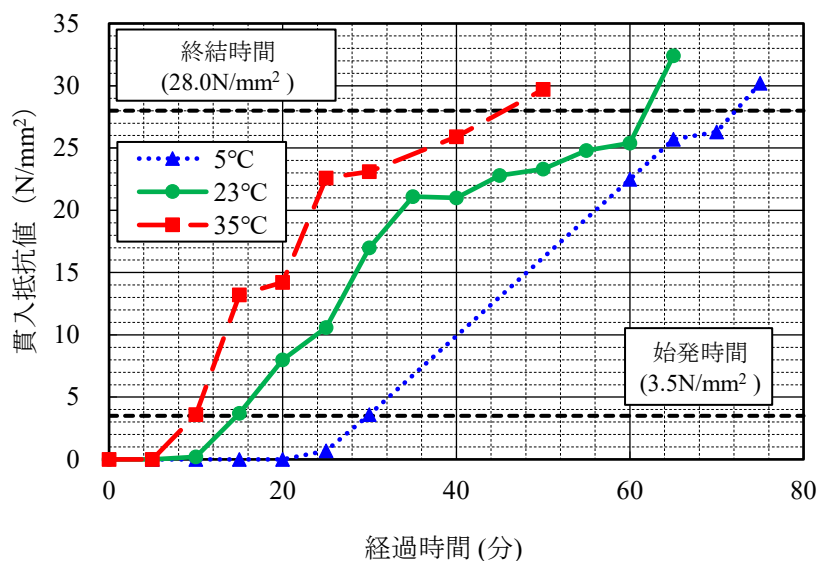


図-3.2.5 凝結時間試験結果

ii) 強度特性

圧縮試験および静弾性係数試験結果を表-3.2.11 に、曲げ強さ試験結果を表-3.2.12 および図-3.2.6 に示す。なお、HCP は施工後 30 分で交通開放できる緊急補修材であるため、圧縮強度の初期材齢は 30 分に設定した。

圧縮強度は、交通開放時を想定した 30 分後で 1N/mm² 程度、材齢 28 日の圧縮強度は 16N/mm² 程度であった。静弾性係数においても材齢 30 分では 1kN/mm² 程度、材齢 28 日では 10kN/mm² 程度であり、硬化後の静弾性係数は一般的なコンクリートの静弾性係数 (20~30kN/mm² 程度) と比較すると低い結果であった。

曲げ強さは、いずれの試験温度においても、材齢 2 時間から材齢 7 日までは強度増進が確認された。一方、材齢 7 日から材齢 28 日にかけては試験温度 23°C においてのみ強度増進が確認され、5°C や 35°C では確認されなかった。現時点で、この現象に関する明確な考察は難しく、原因を把握するには別途試験を実施し確認する必要があるものと思われる。

表-3.2.11 圧縮試験および静弾性係数試験結果

| 項目 | 圧縮強度 (N/mm ²) | | 静弾性係数 (kN/mm ²) | |
|----|---------------------------|------|-----------------------------|------|
| | 30min | 28d | 30min | 28d |
| 1 | 1.2 | 16.1 | 1.2 | 11.8 |
| 2 | 1.3 | 16.2 | 1.1 | 13.1 |
| 3 | 1.5 | 16.5 | 1.6 | 9.2 |
| 平均 | 1.3 | 16.3 | 1.3 | 11.4 |

表-3.2.12 曲げ強さ試験結果

| 項目 | 曲げ強さ (N/mm ²) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| 試験温度 | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| 材齢 | 2h | 7h | 7d | 28d | 2h | 7h | 7d | 28d | 2h | 7h | 7d | 28d |
| 1 | 1.0 | 1.2 | 5.9 | 5.0 | 1.3 | 1.8 | 5.6 | 9.9 | 0.9 | 1.4 | 6.9 | 7.1 |
| 2 | 1.0 | 1.3 | 5.5 | 5.2 | 1.3 | 1.7 | 5.7 | 9.2 | 0.9 | 1.4 | 5.9 | 6.2 |
| 3 | 1.1 | 1.2 | 6.1 | 5.0 | 1.4 | 1.9 | 6.0 | 9.7 | 0.8 | 1.4 | 6.8 | 7.3 |
| 平均 | 1.0 | 1.2 | 5.8 | 5.1 | 1.3 | 1.8 | 5.8 | 9.6 | 0.9 | 1.4 | 6.5 | 6.8 |

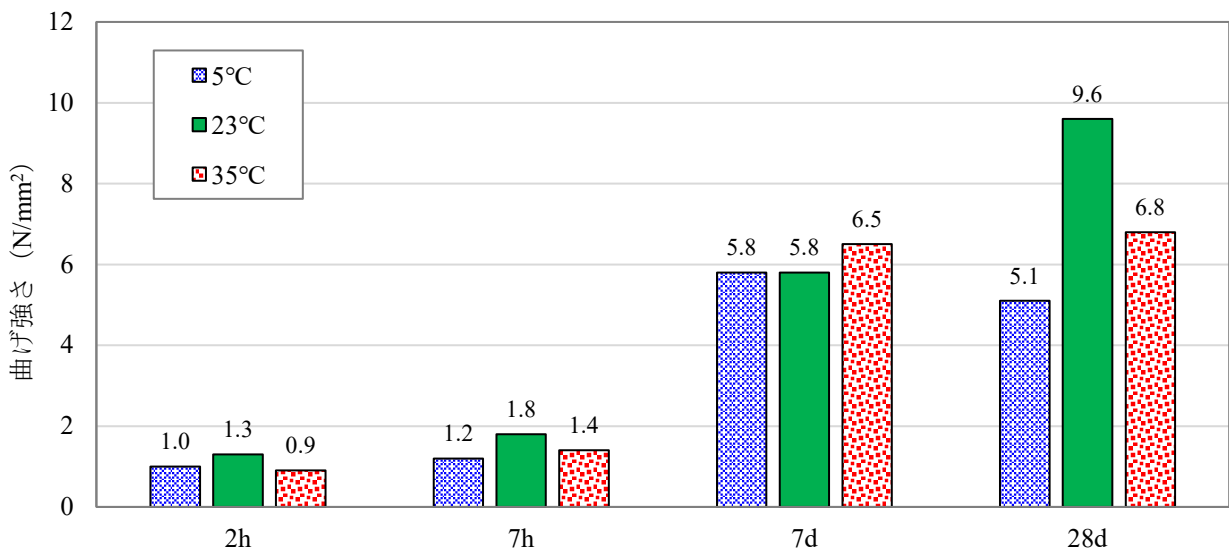


図-3.2.6 曲げ強さ試験結果

iii) 収縮ひび割れ抵抗性

寸法安定性試験および線膨張率測定結果を表-3.2.13、図-3.2.7および図-3.2.8に示す。

寸法安定性試験より、HCPは施工後初期から16時間後まで急速に膨張し、その後も緩やかに膨張する傾向が確認された。

線膨張率測定結果より、HCPの線膨張係数は $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ となり、一般的なコンクリートの線膨張係数($7 \sim 13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)と同程度であった。

表-3.2.13 寸法安定性試験および線膨張率測定結果

| 項目 | 寸法安定性 ($\times 10^{-6}$) | 線膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) |
|----|-------------------------------|--|
| 1 | 3784 | 10 |
| 2 | 3266 | 10 |
| 平均 | 3525 | 10 |

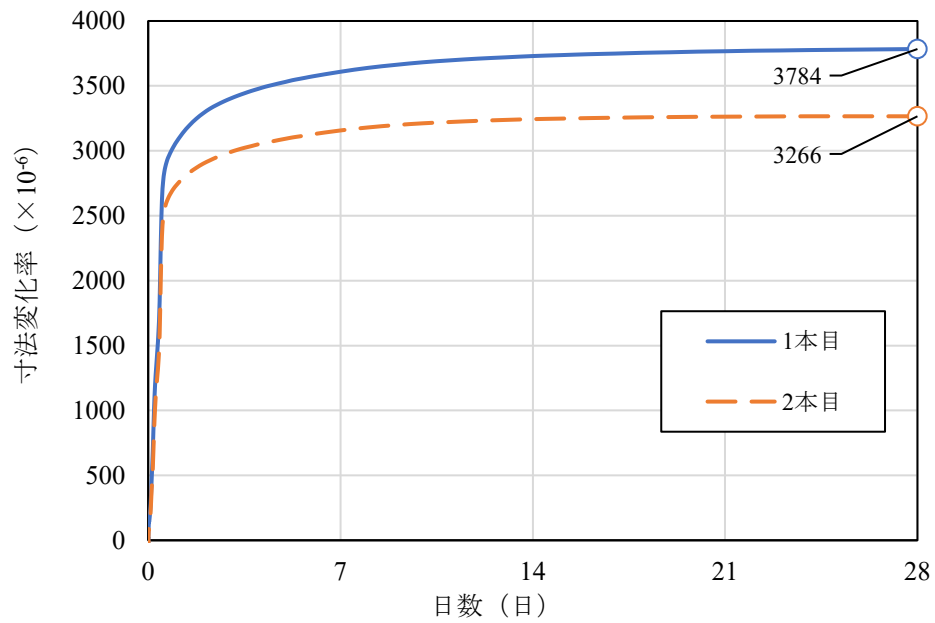


図-3.2.7 寸法安定性試験結果

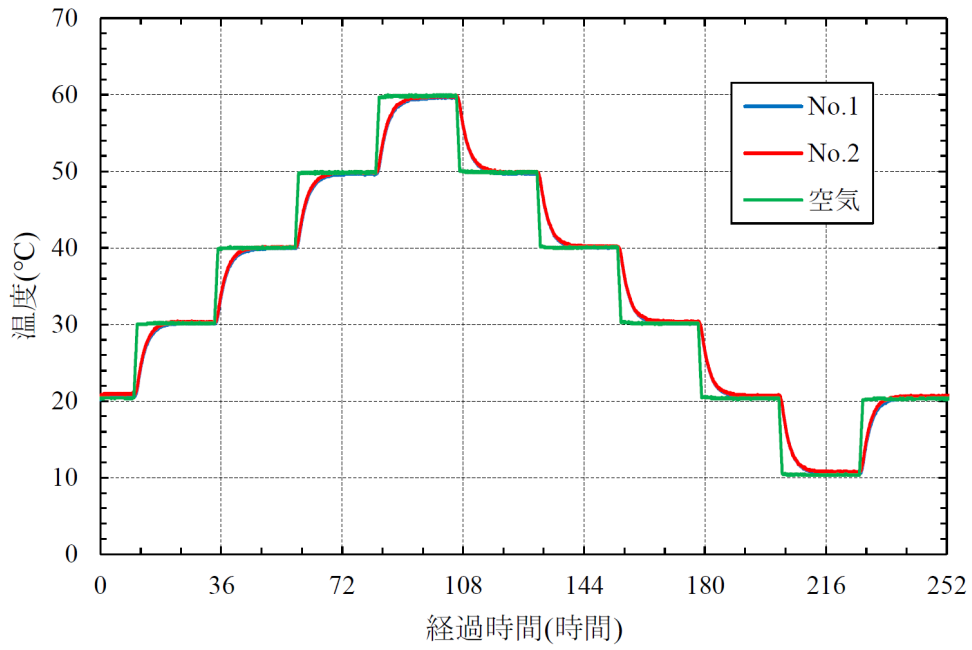
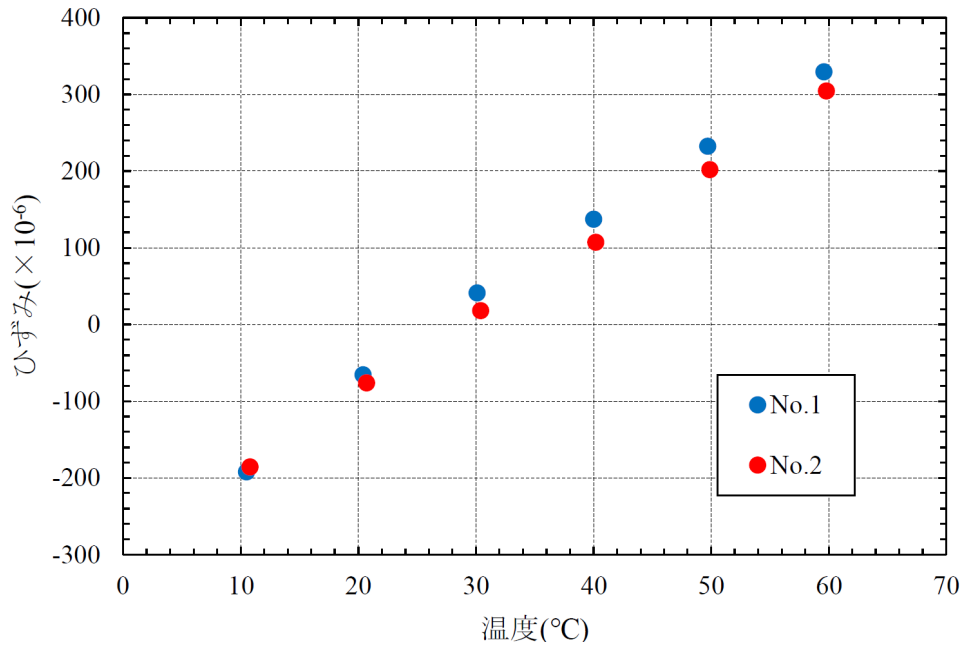


図-3.2.8 線膨張率測定結果

iv) すり減り抵抗性

ラベリング試験結果を表-3.2.14に示す。北海道開発局における表層アスファルト混合物の規格値¹⁾である1.3cm²以下を満足する、良好なすり減り抵抗性を確認した。

表-3.2.14 ラベリング試験結果

| 試験体 No. | すり減り量 (cm ²) | | | | |
|------------|--------------------------|------|--------|------|------|
| | -7.5cm | C.L. | +7.5cm | 平均 | |
| 1 | 0.32 | 0.29 | 0.42 | 0.34 | 0.34 |
| 2 | 0.32 | 0.29 | 0.42 | 0.34 | |

v) すべり抵抗性

BPNおよび動的摩擦係数測定結果を表-3.2.15に示す。HCPの表面は金鍍仕上げ(ほうき目仕上げは不可)としている。また、BPNは路面温度による補正後の値を示している。ここで、高速道路では表層の目標値として、BPN60以上(補修時)、動的摩擦係数0.35以上とされている²⁾。これらの目標値と比較すると、BPNは60以上、動的摩擦係数は同程度であり、良好なすべり抵抗性が確認できた。

表-3.2.15 BPNおよび動的摩擦係数測定結果

| 項目 | BPN | | 動的摩擦係数 μ_{60} | |
|----|-------|-----|-------------------|------|
| | 30min | 28d | 30min | 28d |
| 1 | 64 | 63 | 0.42 | 0.29 |
| 2 | 72 | 64 | 0.46 | 0.38 |
| 平均 | 68 | 64 | 0.44 | 0.34 |

vi) 凍結融解抵抗性

相対動弾性係数測定結果を表-3.2.16 および図-3.2.9 に、質量減少率測定結果を表-3.2.17 および図-3.2.10 に示す。

凍結融解サイクルの増加に伴い表面のスケーリングおよび粗面化が顕著に現れており（写真-3.2.3）、相対動弾性係数については計測値に乱れが生じており正確に計測することが困難であった。よって本試験結果は参考値としたい。また、質量減少率については、凍結融解サイクルの増加に伴う水分量の増加による質量の増加、およびスケーリングによる質量の減少が確認された。以上より、当該材料は凍結融解抵抗性に課題があることが確認された。

ただし、本試験は恒久的なコンクリート材料を対象に実施するものであり、既往の文献³⁾によると屋外暴露の0.3年（一冬）は本試験の0.01~16サイクルに相当する（300サイクルは少なくとも18年以上の供用となる）という報告もある。よって本試験結果が、当該材料の積雪寒冷地における3~4ヵ月程度の応急的な措置としての適用性を否定するものではないと考えている。HCPはこれまで積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の補修に適用されており、良好な供用性を保持していることから、一定の凍結融解抵抗性を有していると考えられる。

表-3.2.16 相対動弾性係数測定結果（単位：％）

| サイクル数 | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 |
|-------|-----|------|-------|-------|-------|
| 1 | 100 | 93.0 | 85.0 | 79.2 | 74.2 |
| 2 | 100 | 85.8 | 61.8 | 73.5 | 154.6 |
| 3 | 100 | 64.5 | 142.4 | 139.0 | 123.4 |
| 平均 | 100 | 81.1 | 96.4 | 97.2 | 117.4 |

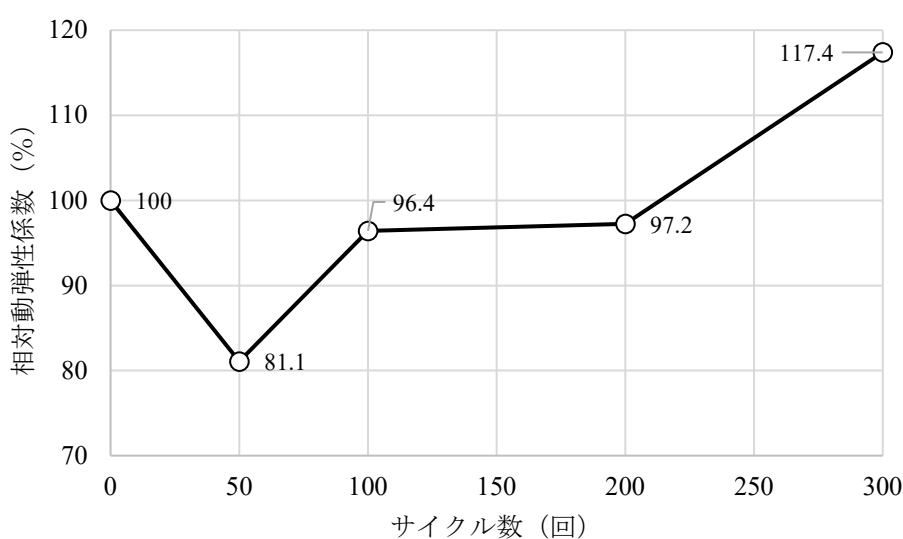


図-3.2.9 相対動弾性係数測定結果

表-3.2.17 質量減少率測定結果 (単位: %)

| サイクル数 | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 |
|-------|---|------|------|------|-----|
| 1 | 0 | -0.5 | -0.6 | -0.5 | 0.6 |
| 2 | 0 | -0.7 | -0.5 | 1.9 | 7.8 |
| 3 | 0 | -1.0 | 0.1 | 3.8 | 9.1 |
| 平均 | 0 | -0.7 | -0.4 | 1.7 | 5.9 |

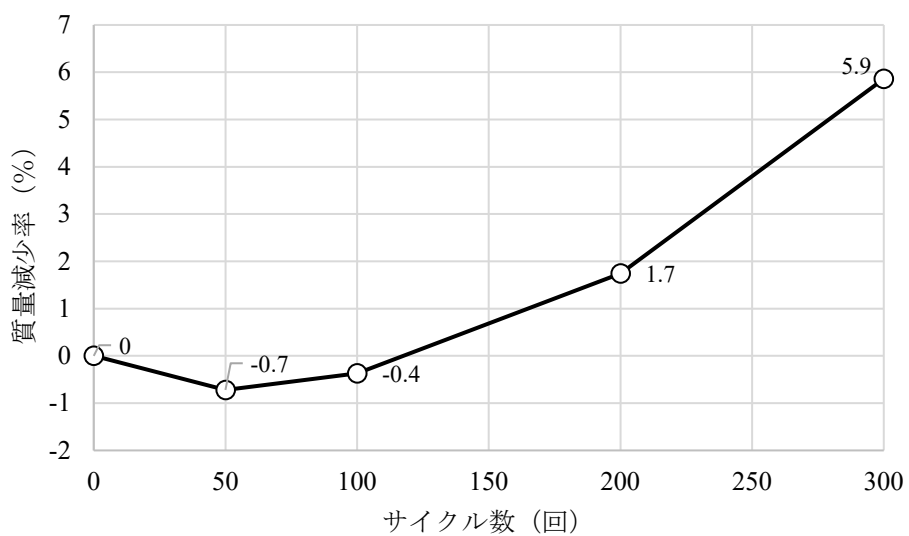


図-3.2.10 質量減少率測定結果

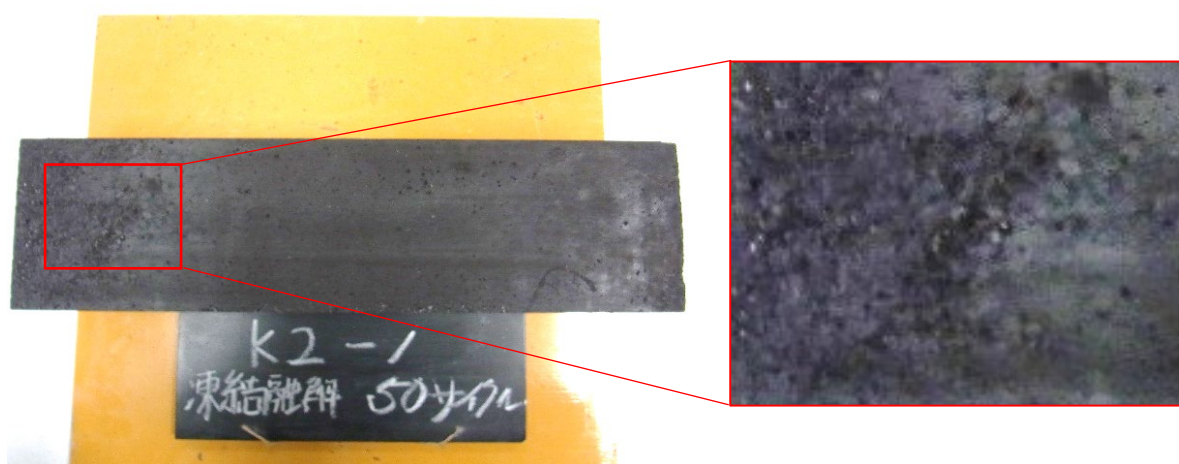


写真-3.2.3 凍結融解作用 50 サイクル後の供試体

vii) わだち掘れ抵抗性

簡易ポットホール試験結果を表-3.2.18 および図-3.2.11 に示す。接着材の有無や材齢によってばらつきが確認されているが、いずれの鉛直変位も走行回数 30 回において 3mm 以下⁴⁾ であり微量であることから、交通開放後の初期わだちが発生するリスクは低いものと考えられる。

表-3.2.18 簡易ポットホール試験結果

| 接着材の有無 | 30 輪鉛直変位量 (mm) | | | |
|--------|----------------|------|------|------|
| | 30min | 1h | 2h | 7d |
| 有 | 0 | 0.03 | 0.69 | 0.07 |
| 無 | 0.01 | 0.14 | 0.07 | 0.52 |

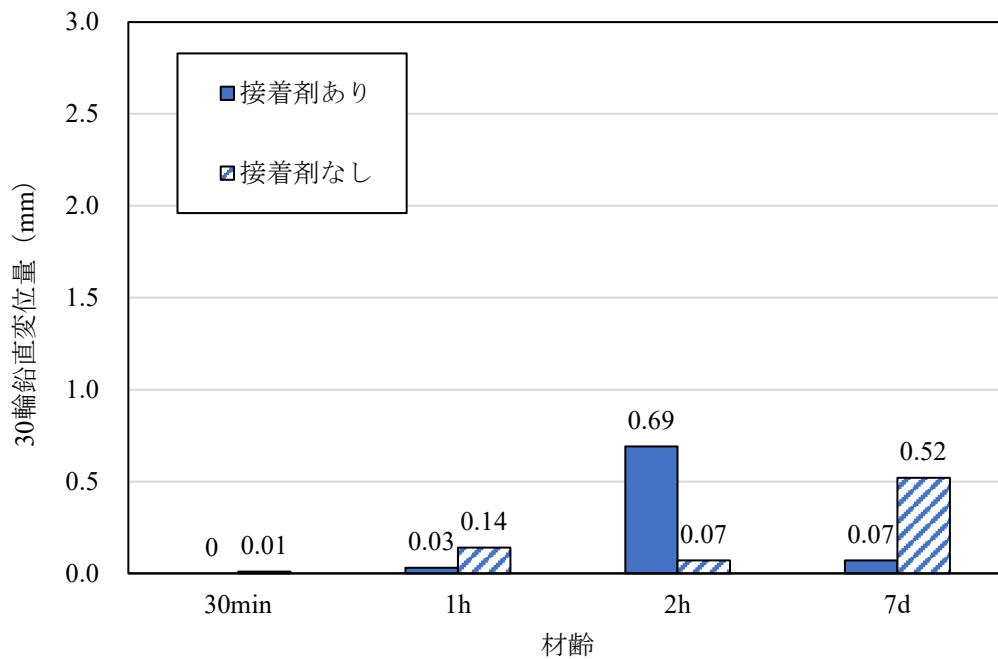


図-3.2.11 簡易ポットホール試験結果

(2) リフレモルセット SF

i) 施工性

フロー試験および凝結時間試験結果を表-3.2.19 および表-3.2.20 に示す。なお、所定のワーカビリティを確保するために、いずれの試験温度においてもリフレモルセット SF 専用の凝結遅延剤を所定量添加して材料を製造した。

フロー試験では、いずれの試験温度においても 15 回後のフロー値は 150~200mm 程度であった。また、凝結時間試験では、始発時間から終結時間までの時間が 3 分~10 分程度と比較的短く、また温度が高くなるにつれてその間隔は短い傾向であることが確認された。ただし、最も高温域である 35℃環境下であっても、始発時間は 30 分以上あるため、施工性は問題ないものと考えられる。すなわち、温度域に合わせてリフレモルセット SF 専用の凝結遅延剤を添加することで、施工性は確保できることが確認された。

表-3.2.19 フロー試験結果

| 試験温度 (°C) | フロー (mm) | | リフレモルセット SF 専 用の凝結遅延剤添加量 (粉体×%) |
|--------------|----------|------|---------------------------------------|
| | 0 回 | 15 回 | |
| 5 | 99 | 156 | 0.05 |
| 23 | 106 | 196 | 0.15 |
| 35 | 98 | 184 | 0.30 |

表-3.2.20 凝結時間試験結果

| 試験温度 (°C) | 始発・終結時間 (分) | | リフレモルセット SF 専 用の凝結遅延剤添加量 (粉体×%) |
|--------------|-------------|----|---------------------------------------|
| | 始発 | 終結 | |
| 5 | 60 | 71 | 0.05 |
| 23 | 54 | 57 | 0.15 |
| 35 | 32 | 36 | 0.30 |

ii) 強度特性

圧縮試験および静弾性係数試験結果を表-3.2.21に、曲げ強さ試験結果を表-3.2.22および図-3.2.12に示す。なお、圧縮強度の初期材齢は2時間に設定した。

圧縮強度は、材齢2時間で28N/mm²程度、材齢28日で70N/mm²程度であった。静弾性係数は、材齢2時間で18kN/mm²程度、材齢28日では25kN/mm²程度であり、硬化後の静弾性係数は一般的なコンクリートの静弾性係数(20~30kN/mm²程度)と同程度であった。

曲げ強さは、若材齢時(材齢2時間および7時間)においては低温環境下(5°C)の強度発現は常温環境下以上(23°C, 35°C)と比較して低い傾向が確認されたが、材齢7日以降においては概ね同程度であり、最終強度は試験温度にほとんど依存しない傾向が確認された。また、材齢7日から材齢28日にかけて強度増進は確認されなかったため、リフレSFは材齢7時間から7日までの間に硬化反応は収束するものと考えられる。

表-3.2.21 圧縮試験および静弾性係数試験結果

| 項目 | 圧縮強度 (N/mm ²) | | 静弾性係数 (kN/mm ²) | |
|----|---------------------------|------|-----------------------------|------|
| | 2h | 28d | 2h | 28d |
| 1 | 28.1 | 67.2 | 17.8 | 25.0 |
| 2 | 28.9 | 68.3 | 18.0 | 24.7 |
| 3 | 28.2 | 71.4 | 19.0 | 25.2 |
| 平均 | 28.4 | 69.0 | 18.3 | 24.9 |

表-3.2.22 曲げ強さ試験結果

| 項目 | 曲げ強さ (N/mm ²) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| 試験温度 | | | | | | | | | | | | |
| 材齢 | 2h | 7h | 7d | 28d | 2h | 7h | 7d | 28d | 2h | 7h | 7d | 28d |
| 1 | 3.3 | 5.8 | 10.8 | 10.7 | 6.3 | 8.0 | 11.7 | 10.8 | 5.1 | 6.5 | 8.9 | 8.8 |
| 2 | 3.4 | 5.1 | 9.1 | 9.7 | 6.3 | 8.0 | 12.8 | 11.8 | 5.3 | 7.4 | 9.7 | 9.5 |
| 3 | 3.4 | 6.1 | 8.9 | 10.2 | 6.7 | 7.1 | 11.6 | 9.7 | 5.2 | 7.2 | 9.7 | 8.8 |
| 平均 | 3.4 | 5.6 | 9.6 | 10.2 | 6.4 | 7.7 | 12.0 | 10.8 | 5.2 | 7.0 | 9.4 | 9.0 |

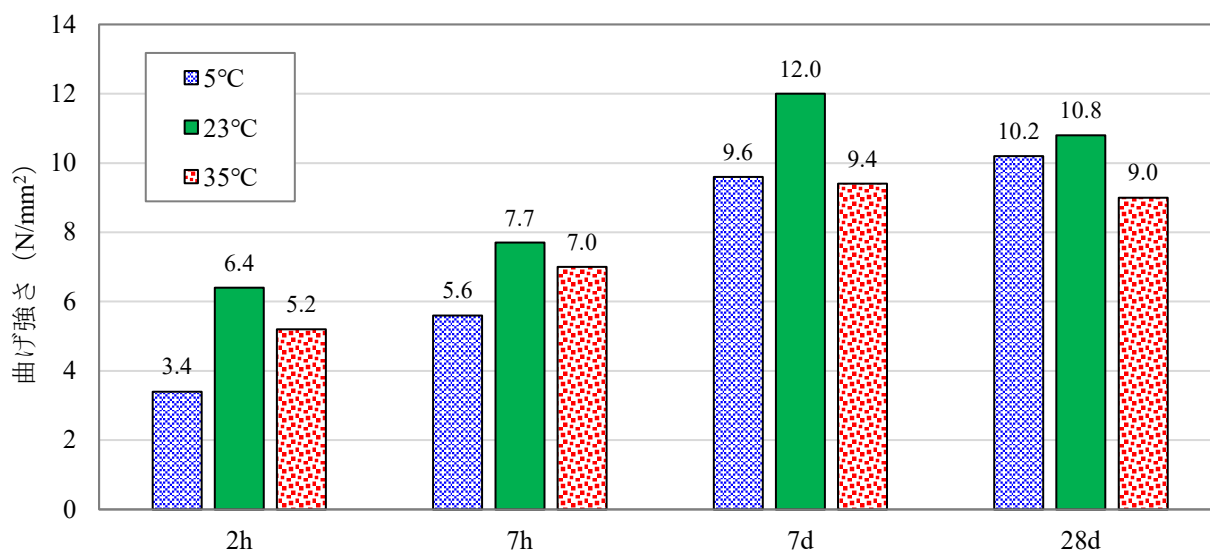


図-3.2.12 曲げ強さ試験結果

iii) 収縮ひび割れ抵抗性

寸法安定性試験および線膨張率測定結果を表-3.2.23 および図-3.2.13 に示す。なお、線膨張係数については、本研究では試験を実施していないため、製品の技術資料の値を抜粋している。

寸法安定性試験より、当該材料はほとんど膨張・収縮しない材料であることが確認された。また、線膨張係数は $11\sim 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度と一般的なコンクリートの線膨張係数 ($7\sim 13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) と同程度である。

表-3.2.23 寸法安定性試験および線膨張率測定結果

| 項目 | 寸法安定性 ($\times 10^{-6}$) | 線膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) |
|----|-------------------------------|--|
| 1 | 228 | — |
| 2 | 219 | — |
| 平均 | 224 | 11~12 |

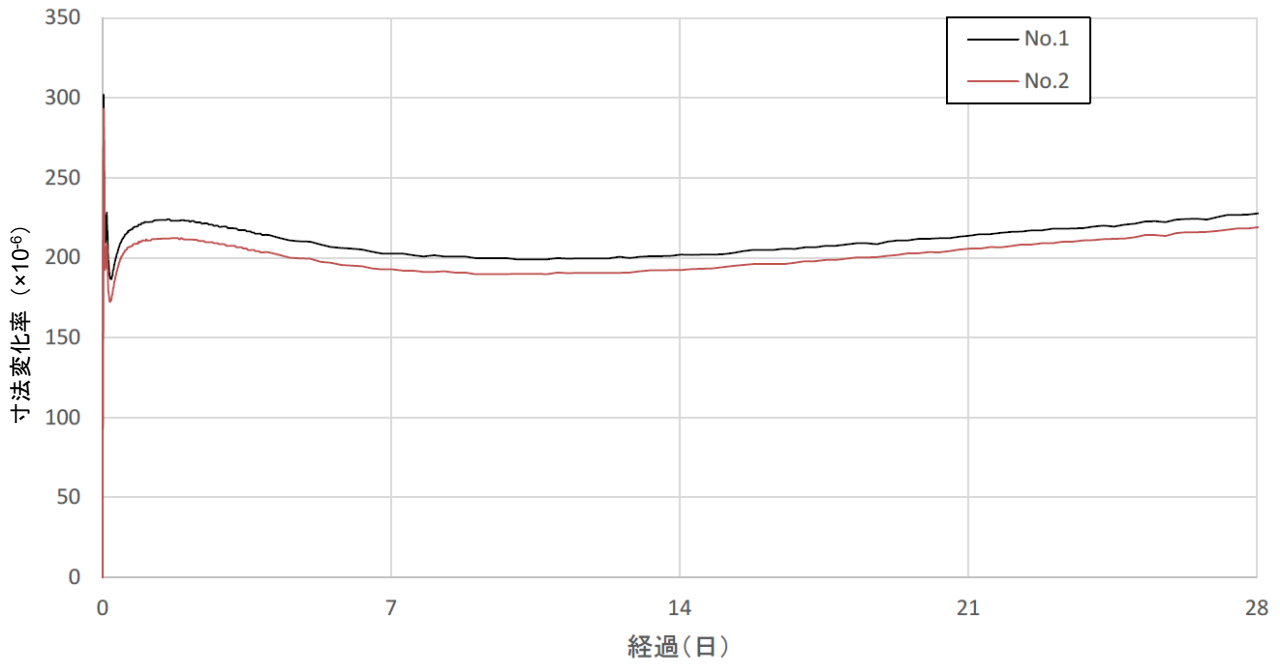


図-3.2.13 寸法安定性試験結果

iv) すり減り抵抗性

ラベリング試験結果を表-3.2.24 に示す。北海道開発局における表層アスファルト混合物の規格値である 1.3cm² 以下を満足する、良好なすり減り抵抗性を確認した。

表-3.2.24 ラベリング試験結果

| 試験体 No. | すり減り量 (cm ²) | | | |
|------------|--------------------------|------|--------|------|
| | -7.5cm | C.L. | +7.5cm | 平均 |
| 1 | 0.78 | 0.75 | 0.95 | 0.83 |
| 2 | 1.11 | 0.95 | 1.18 | 1.08 |

v) すべり抵抗性

BPN 測定結果を表-3.2.25 に、動的摩擦係数測定結果を表-3.2.26 に示す。なお、表中の BPN は路面温度による補正後の値を示している。

当該材料は、本来であれば床版の断面修復材として用いられている材料であるため、すべり抵抗性についてはこれまでの知見はない。また、高強度の材料のため、供用に伴うすり磨き作用等によって、すべり抵抗の低下の可能性も考えられる。そこで、本研究では、通常のコングリート舗装の仕上げとして適用されるほうき目仕上げの他に、独自の表面仕上げ（凹凸仕上げ、タイングルーピング仕上げ）を施した。凹凸仕上げでは、全ねじの先端に六角ナット（M20）を設置し、適当な間隔・深さで表面に押し付けることで、表面に凹凸を持たせた（写真-3.2.4）。タイングルーピング仕上げでは、釘を 20mm の等間隔で配置（突起部約 20mm）した自作のほうきを用いて表面を撫でて仕上げた（写真-3.2.5）。

BPN および動的摩擦係数ともに、通常の方き目仕上げに比べ、凹凸仕上げ、タイングルーピング仕上げをしたもののほうが高いすべり抵抗性を確保できることを確認した。

以上の結果より、本研究の実施工時には、より良好なすべり抵抗性が確認されたタイングルーピング仕上げを施すこととした。

表-3.2.25 BPN 測定結果

| 仕上げ方法 | ほうき目* | | 凹凸 | | タイングルーピング | |
|-------|-------|-----|----|-----|-----------|-----|
| | 2h | 28d | 2h | 28d | 2h | 28d |
| 材齢 | | | | | | |
| 1 | — | 64 | 71 | 79 | 80 | 86 |
| 2 | — | 87 | 71 | 81 | 80 | 86 |
| 平均 | — | 78 | 71 | 80 | 80 | 86 |

*材齢 28 日のみ試験実施

表-3.2.26 動的摩擦係数 (μ_{60}) 測定結果

| 仕上げ方法 | ほうき目* | | 凹凸 | | タイングルーピング | |
|-------|-------|------|------|------|-----------|------|
| | 2h | 28d | 2h | 28d | 2h | 28d |
| 材齢 | | | | | | |
| 1 | — | 0.12 | 0.39 | 0.45 | 0.53 | 0.61 |
| 2 | — | 0.12 | 0.38 | 0.43 | 0.52 | 0.60 |
| 平均 | — | 0.12 | 0.39 | 0.44 | 0.53 | 0.61 |

*材齢 28 日のみ試験実施

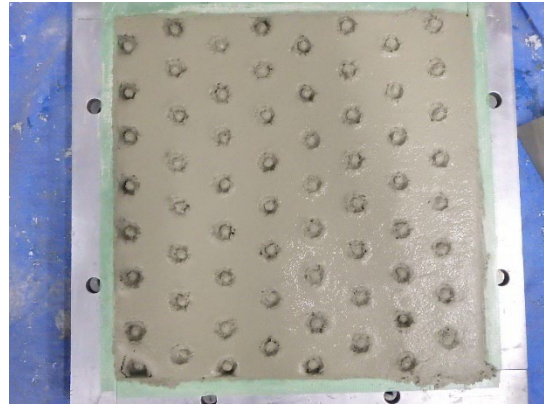


写真-3.2.4 凹凸仕上げ

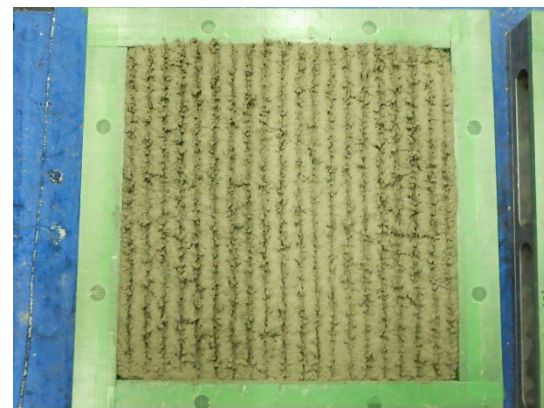
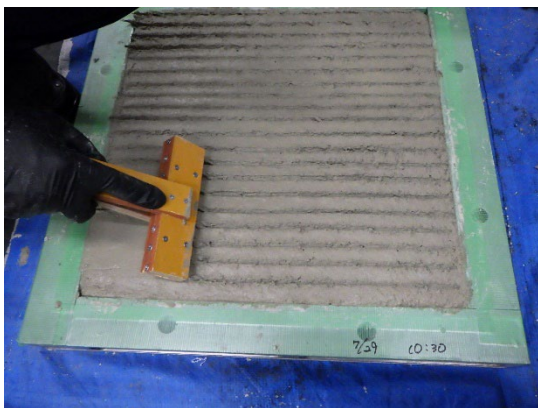


写真-3.2.5 タイングルーピング仕上げ

vi) 凍結融解抵抗性

相対動弾性係数測定結果を表-3.2.27 および図-3.2.14 に、質量減少率測定結果を表-3.2.28 および図-3.2.15 に示す。

相対動弾性係数は、凍結融解サイクル数の増加に伴いわずかに増加し100サイクル以降に減少に転じるが、その後も大きな相対動弾性係数の低下は見られなかった。また、質量減少率においても、凍結融解サイクルの増加に伴う質量減少率の変動はほぼ見られなかった。すなわち、高い凍結融解抵抗性を有していることが確認された。なお、凍結融解作用50サイクルの時点で、供試体表面に若干の変状が確認されたが、その後はほとんど変化していないことも確認した(写真-3.2.6)。

表-3.2.27 相対動弾性係数測定結果 (単位：%)

| サイクル数 | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 |
|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 100 | 101.1 | 102.7 | 101.1 | 100.3 |
| 2 | 100 | 100.0 | 100.2 | 100.0 | 99.4 |
| 3 | 100 | 102.6 | 102.9 | 102.5 | 101.2 |
| 平均 | 100 | 101.2 | 101.9 | 101.2 | 100.3 |

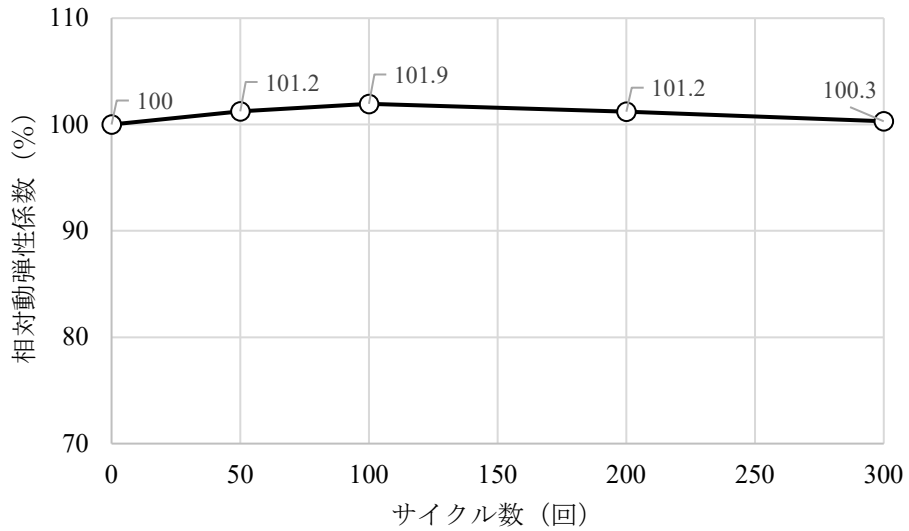


図-3.2.14 相対動弾性係数測定結果

表-3.2.28 質量減少率測定結果 (単位：%)

| サイクル数 | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 |
|-------|---|----|-----|-----|------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.1 |
| 平均 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

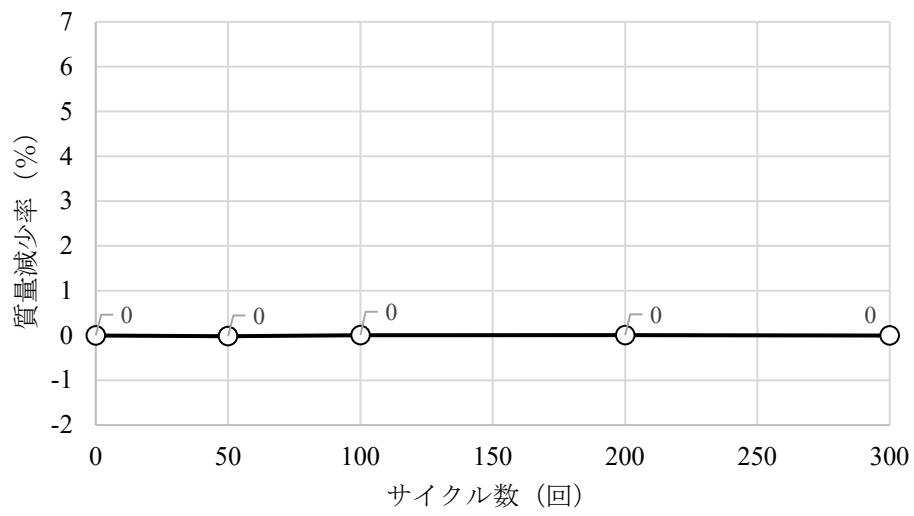


図-3.2.15 質量減少率測定結果

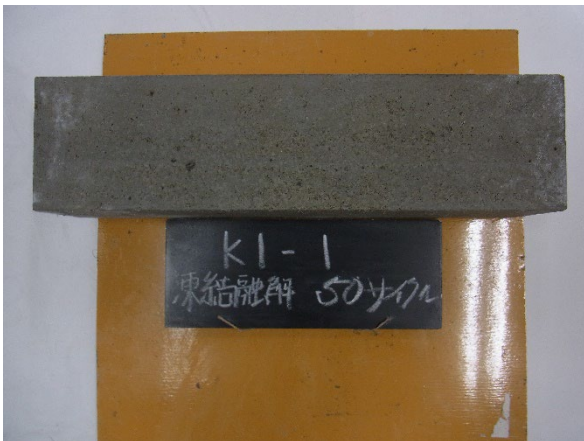


写真-3.2.6 凍結融解作用後供試体 (左 : 50 サイクル 右 : 300 サイクル)

3. 2. 3 補修材と既存コンクリート舗装版との一体性評価

(1) ハイパークールパッチ

i) 剥離抵抗性

標準のプルオフ試験結果を表-3.2.29、表-3.2.30 および図-3.2.16 に、凍結融解作用前後のプルオフ試験結果を表-3.2.31 および図-3.2.17 に示す。

標準のプルオフ試験について、23°Cの供試体のカッター切断が可能となる時間の確認結果より、初期材齢は3.5時間に設定した。初期材齢の3.5時間、および材齢7時間では、補修材自体の破壊が散見された。これは、材料単体の圧縮強度や曲げ強度試験においても確認されたように、材齢7時間においては補修材そのものの硬化が収束しておらず、引張強度の発現不足のために見られたものと考えられる。なお、試験温度5°Cにおいては接着剤の硬化不足により、下地板と断面修復材の界面で強度がほとんど出ずに破壊するものも見られた(3.5h, No.3)。これは、先述したように、初期材齢の設定は23°C環境下での供試体整形時期を基準に設定しており、低温環境下では接着剤そのものが硬化していなかったことが一つの要因として考えられる。

また、凍結融解作用後のプルオフ試験では、いずれも補修材で破壊しており、強度も著しく低下している傾向が確認された。これは、当該材料そのものが凍結融解サイクルによって脆弱化したことが原因であると推定される。

表-3.2.29 プルオフ試験結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | | | | | | | | | | | |
|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| 試験温度 | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| 材齢 | 3.5h | 7h | 7d | 28d | 3.5h | 7h | 7d | 28d | 3.5h | 7h | 7d | 28d |
| 1 | 0.13 | 0.13 | 2.38 | 2.63 | 0.38 | 0.63 | 2.25 | 2.88 | 0.38 | 0.69 | 1.63 | 2.50 |
| 2 | 0.13 | 0.50 | 2.38 | 2.00 | 0.44 | 0.50 | 2.13 | 2.63 | 0.38 | 0.69 | 2.00 | 1.88 |
| 3 | 0.13 | 0.25 | 2.38 | 2.75 | 0.50 | 0.63 | 2.88 | 2.50 | 0.50 | 0.63 | 2.25 | 2.88 |
| 平均 | 0.13 | 0.29 | 2.38 | 2.46 | 0.44 | 0.59 | 2.42 | 2.67 | 0.42 | 0.67 | 1.96 | 2.42 |

*灰色の網掛けの値は、治具と断面補修材との界面破壊、もしくは断面修復材自体の破壊であったもの

表-3.2.30 プルオフ試験結果 (破壊形態)

| 試験温度 | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
|------|------|----|----|------|------|----|----|-----|------|----|------|------|
| | 3.5h | 7h | 7d | 28d | 3.5h | 7h | 7d | 28d | 3.5h | 7h | 7d | 28d |
| 1 | A | A | C | C, D | A | B | C | D | B | B | D | C, D |
| 2 | A | A | C | C, D | A | B | C | D | B | A | C, D | C, D |
| 3 | C | A | C | C, D | A | B | B | D | A | B | C, D | C |

(破壊形態) A: 治具と補修材の界面, B: 補修材内, C: 補修材とJIS平板の界面, D: JIS平板内

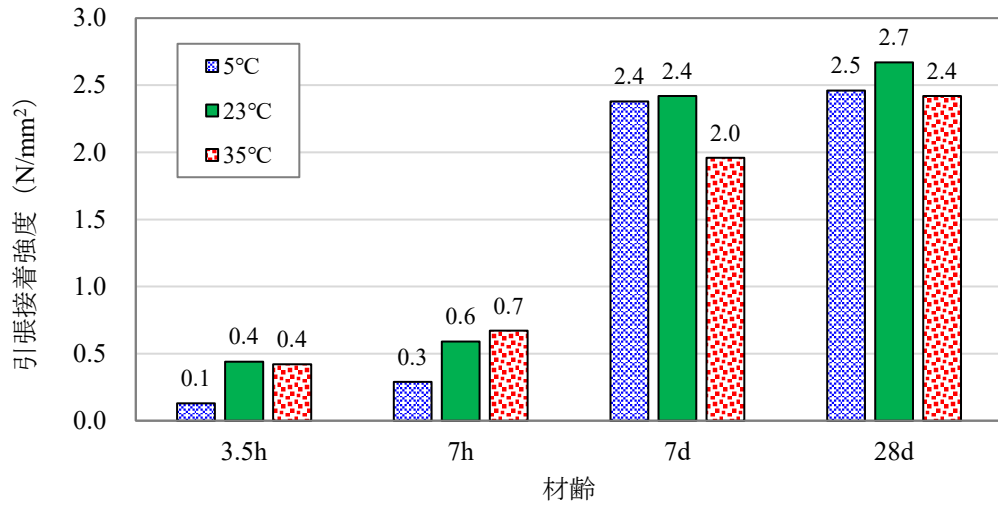


図-3.2.16 プルオフ試験結果

表-3.2.31 凍結融解作用前後のプルオフ試験結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | |
|----|-----------------------------|---------|
| | 凍結融解作用前 | 凍結融解作用後 |
| 1 | 2.70 | 0.10 |
| 2 | 3.21 | 0.41 |
| 3 | 2.87 | 0.08 |
| 4 | 2.46 | 0.53 |
| 5 | 2.76 | 0.43 |
| 平均 | 2.80 | 0.31 |

*灰色の網掛けの値は、断面修復材で破壊したもの

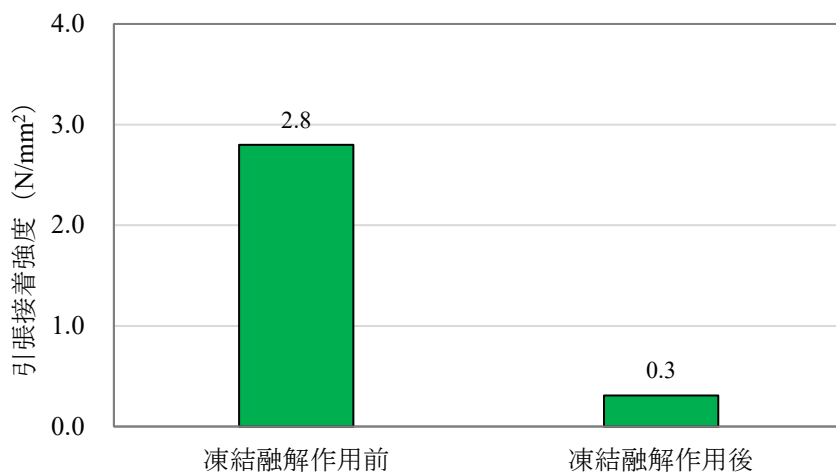


図-3.2.17 凍結融解作用前後のプルオフ試験結果

ii) 付着特性

付着特性確認結果を表-3.2.32 および図-3.2.18 に示す。当該材料においては、接着剤の有無による影響も確認したが、温水負荷後の接着剤なしについては試験を実施していない。

接着剤の有無に着目すると、接着剤ありのほうが引張接着強度は大きい傾向ではあったが、いずれも1.0N/mm²以上⁵⁾と良好な引張接着強度を確認した。また、引張疲労試験においても破壊することはなく、疲労後の強度も良好であることを確認した。なお、引張疲労後の引張接着強度試験では、接着剤ありのものは下地コンクリート内部で破壊したのに対し、接着剤なしのものは下地コンクリートと補修材の界面で破壊していることが確認されており、接着剤を使用するほうがより耐久性の高い複合体となり得ることを確認した。

表-3.2.32 付着特性確認結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | | | | | |
|-----|-----------------------------|------|-------|---|-------|------|
| | 初期状態 | | 温水負荷後 | | 引張疲労後 | |
| 接着剤 | 有 | 無 | 有 | 無 | 有 | 無 |
| 1 | 2.83 | 1.90 | 2.44 | — | 2.54 | 1.48 |
| 2 | 3.07 | 2.11 | 2.66 | — | 3.07 | — |
| 3 | 2.73 | 1.78 | 2.73 | — | — | — |
| 平均 | 2.88 | 1.93 | 2.61 | — | 2.81 | 1.48 |

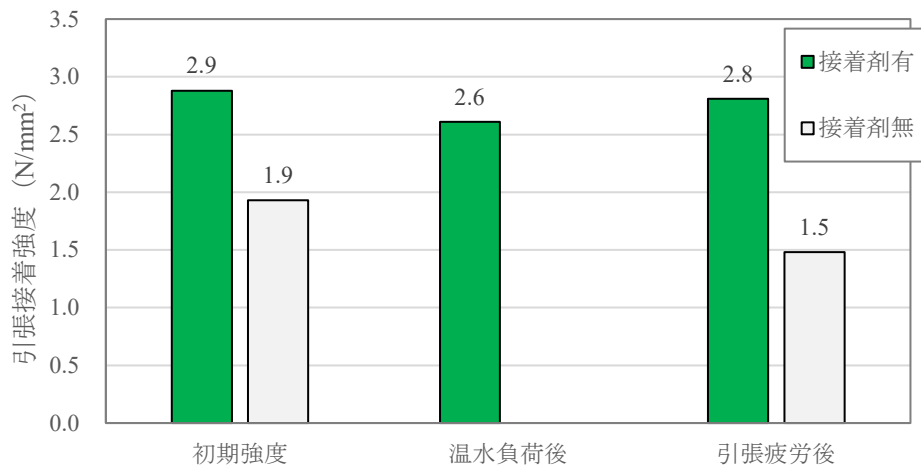


図-3.2.18 付着特性確認結果

(2) リフレモルセット SF

i) 剥離抵抗性

標準のプルオフ試験結果を表-3.2.33, 表-3.2.34, 図-3.2.19 および図-3.2.20 に, 凍結融解作用前後のプルオフ試験結果を表-3.2.35 および図-3.2.21 に示す。標準のプルオフについては, 接着剤のみの水準 (KS と表記) とプライマーおよび接着剤 (浸透+KS と表記) を用いた 2 水準で試験を行った。

標準のプルオフ試験では, 23°Cの結果から初期材齢は 4.5 時間に設定した。いずれの水準, 材齢においても治具や断面補修材で破壊したものが多く, 正確な付着強度は把握できていないものが多いが, 初期材齢の 4.5 時間および 7 時間では, 引張接着強度が低い傾向が確認された。また, 材齢 7 日以降ではいずれも 1.0N/mm² 以上の強度が発現する傾向が確認された。これは, HCP と同様に, 材料単体の硬化, および試験温度 5°C においては接着剤の硬化が十分でなかったために見られたものと考えられる。

また, 凍結融解作用後のプルオフ試験では, いずれも断面補修材で破壊し, かつ凍結融解前後で同等の引張接着強度であった。すなわち, 当該材料は凍結融解サイクルによって脆弱化することはなく, かつ凍結融解作用後のコンクリートとの付着性も良好であることが確認された。

表-3.2.33 プルオフ試験結果

| 水準 | 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 試験温度 | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| | 材齢 | 4.5h | 7h | 7d | 28d | 4.5h | 7h | 7d | 28d | 4.5h | 7h | 7d | 28d |
| KS | 1 | 0.88 | 1.50 | 2.38 | 2.38 | 1.38 | 1.75 | 1.69 | 2.25 | 0.88 | 1.00 | 2.00 | 2.63 |
| | 2 | 1.00 | 1.38 | 1.75 | 2.13 | 1.38 | 1.88 | 2.25 | 1.88 | 0.63 | 1.00 | 2.50 | 2.38 |
| | 3 | 1.13 | 1.25 | 2.63 | 1.75 | 1.50 | 1.13 | 2.19 | 2.75 | 0.88 | 1.13 | 2.63 | 2.38 |
| | 平均 | 1.00 | 1.38 | 2.25 | 2.09 | 1.42 | 1.59 | 2.04 | 2.29 | 0.80 | 1.04 | 2.38 | 2.46 |
| 浸透+ KS | 1 | 1.00 | 1.25 | 1.88 | 2.00 | 1.25 | 1.25 | 2.19 | 2.63 | 0.50 | 1.00 | 1.88 | 2.25 |
| | 2 | 1.00 | 1.50 | 1.38 | 2.00 | 1.63 | 2.00 | 2.69 | 2.88 | 0.63 | 1.00 | 1.69 | 1.75 |
| | 3 | 1.25 | 1.38 | 1.75 | 2.38 | 1.44 | 1.63 | 2.63 | 3.00 | 0.63 | 0.50 | 1.94 | 2.25 |
| | 平均 | 1.08 | 1.38 | 1.67 | 2.13 | 1.44 | 1.63 | 2.50 | 2.84 | 0.59 | 0.83 | 1.84 | 2.08 |

*灰色の網掛けの値は、治具と断面補修材との界面破壊、もしくは断面修復材自体の破壊であったもの

表-3.2.34 プルオフ試験結果 (破壊形態)

| 水準 | 試験温度 | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
|-----------|------|------|----|----|------|------|----|------|-----|------|----|------|------|
| | 材齢 | 4.5h | 7h | 7d | 28d | 4.5h | 7h | 7d | 28d | 4.5h | 7h | 7d | 28d |
| KS | 1 | C | C | B | C | A | A | C, D | D | C | A | D | B |
| | 2 | C | C | C | B, C | A | A | D | C | C | C | D | C, D |
| | 3 | C | A | B | B, C | A | A | B | B | C | C | B | B |
| 浸透+ KS | 1 | C | A | D | B | A | A | D | C | A | A | B, C | B, D |
| | 2 | C | A | B | B, C | A | A | D | A | A | A | B | B, C |
| | 3 | A | C | C | B | A | A | C, D | B | A | A | B | C, D |

(破壊形態) A: 治具と補修材の界面, B: 補修材内, C: 補修材と JIS 平板の界面, D: JIS 平板内

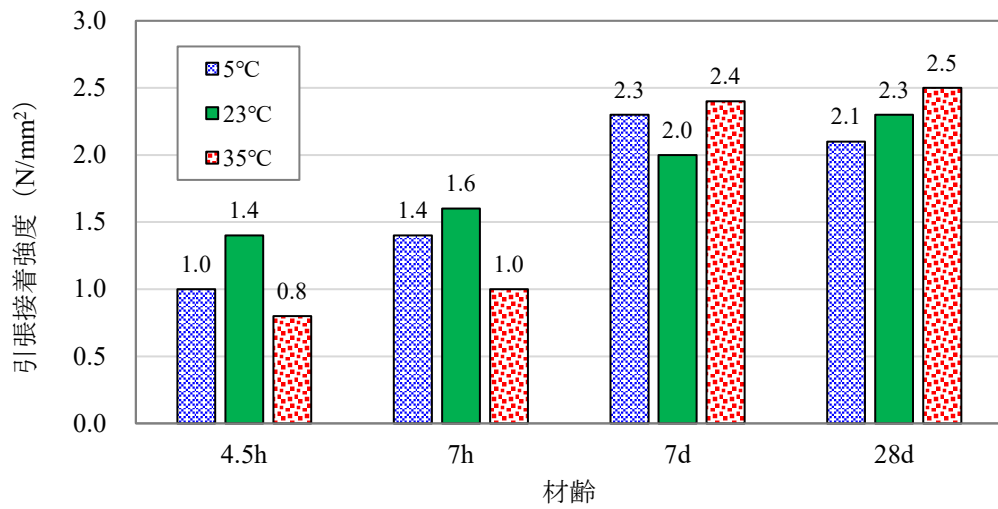


図-3.2.19 プルオフ試験結果 (KS)

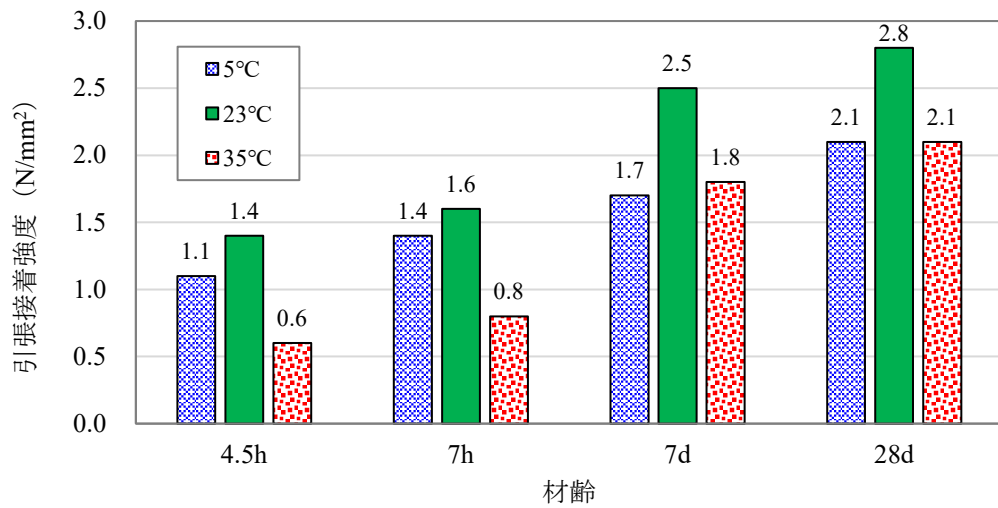


図-3.2.20 プルオフ試験結果 (浸透+KS)

表-3. 2. 35 凍結融解作用前後のプルオフ試験結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | |
|----|-----------------------------|---------|
| | 凍結融解作用前 | 凍結融解作用後 |
| 1 | 2.30 | 1.79 |
| 2 | 1.55 | 2.30 |
| 3 | 1.59 | 0.92 |
| 4 | 1.62 | 1.77 |
| 5 | 1.58 | 2.24 |
| 平均 | 1.73 | 1.80 |

*灰色の網掛けの値は、断面修復材で破壊したもの

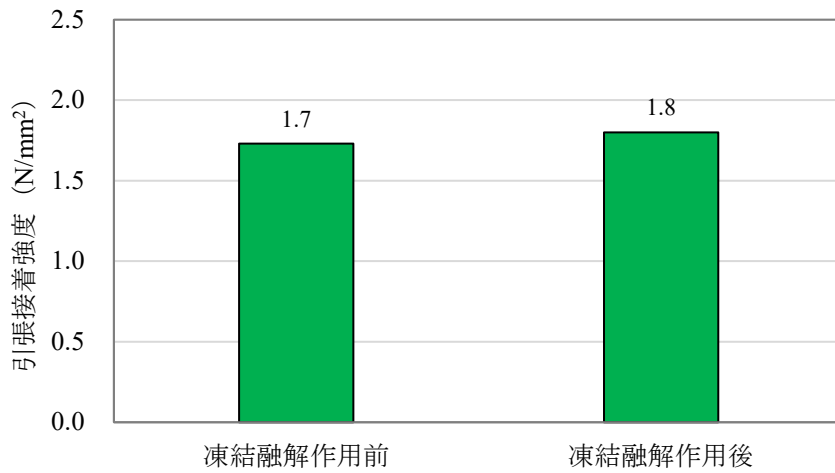


図-3. 2. 21 凍結融解作用前後のプルオフ試験結果

ii) 付着特性

付着特性確認結果を表-3.2.36 および図-3.2.22 に示す。

引張疲労試験において供試体が破壊することなく、温水負荷後および引張疲労試験後においても良好な引張接着強度を確認した。なお、初期状態の付着特性は既往の知見で良好であることが判明しているため、本研究では初期状態の引張接着強度の確認は実施していない。

表-3.2.36 付着特性確認結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | |
|----|-----------------------------|-------|
| | 温水負荷後 | 引張疲労後 |
| 1 | 2.24 | 2.40 |
| 2 | 2.36 | — |
| 3 | 2.57 | — |
| 平均 | 2.39 | 2.40 |

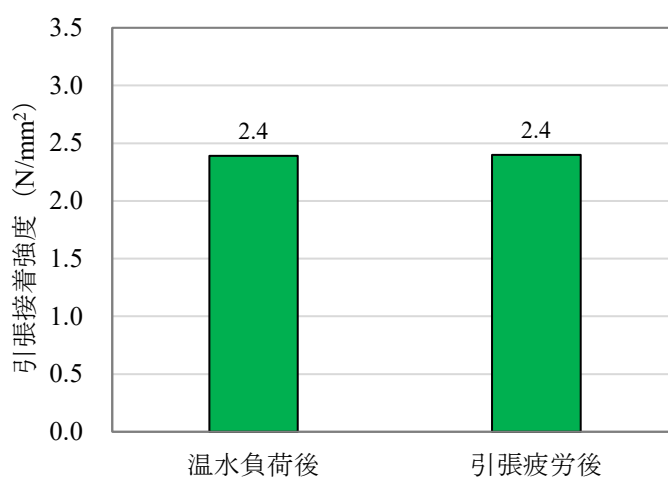


図-3.2.22 付着特性確認結果

iii) 交通開放時間

建研式引張接着試験結果を表-3.2.37 および図-3.2.23 に示す。試験温度 23°Cおよび 35°Cでは、材齢 2 時間において付着強度は 1.0N/mm² 以上発現していることが確認された。また、試験温度 5°Cにおいては、コンガードによる給熱養生を実施しない場合は材齢 3 時間においても付着強度は 1.0N/mm² を下回る結果であった一方、給熱養生を実施すれば材齢 3 時間で付着強度は 1.0N/mm² を満足する結果が得られた。よって、常温以上の環境下では 2 時間、低温環境下では給熱養生を実施すれば 3 時間の養生時間で交通開放が可能な所定の強度を満足することを確認した。

表-3.2.37 建研式引張接着試験結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | | | | | | | |
|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 5°C | | 23°C | | 35°C | | | |
| 養生方法 | 気中養生 | | 給熱養生 | | 気中養生 | | 気中養生 | |
| 材齢 | 2h | 3h | 2h | 3h | 2h | 3h | 2h | 3h |
| 1 | 0.36 | 0.87 | 0.75 | 1.46 | 1.24 | 1.35 | 1.76 | 1.63 |
| 2 | 0.31 | 0.56 | 0.87 | 1.27 | 1.32 | 1.26 | 1.74 | 1.71 |
| 平均 | 0.34 | 0.72 | 0.81 | 1.37 | 1.28 | 1.31 | 1.75 | 1.67 |

*灰色の網掛け：断面修復材自体の破壊

網掛け無し：断面修復材と下地コンクリートとの界面破壊

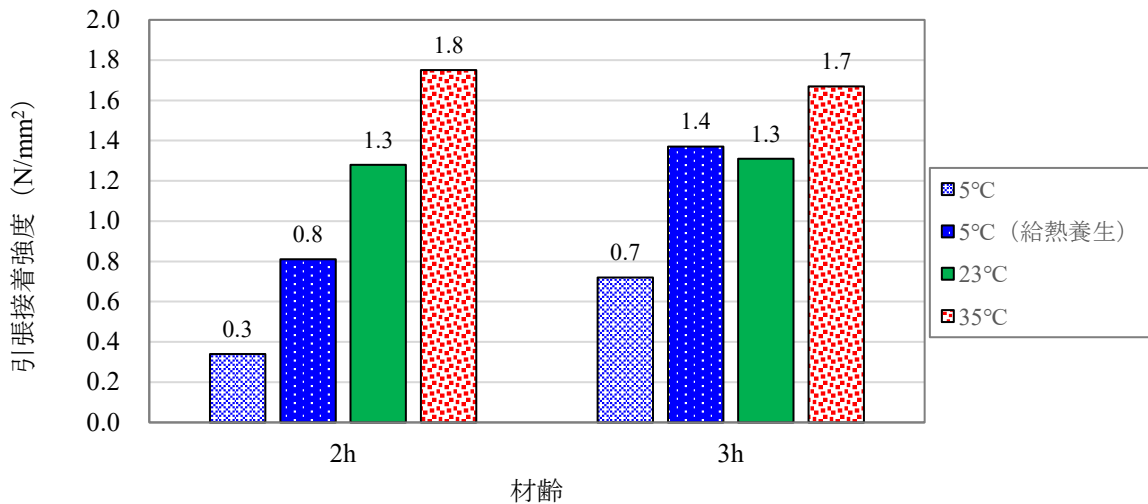


図-3.2.23 建研式引張接着試験結果

(3) 早強モルタル

i) 剥離抵抗性

標準のプルオフ試験結果を表-3.2.38、表-3.2.39 および図-3.2.24 に、凍結融解作用前後のプルオフ試験結果を表-3.2.40 および図-3.2.25 に示す。なお、早強モルタルは4章「実施工による耐久性試験（舗装走行実験場）」の実施工時において、フレッシュ性状が良好であった W/C 55%の標準砂を用いた 1:3 モルタルを用いた。

標準のプルオフ試験について、早強モルタルは硬化反応速度から、初期材齢は1日に設定した。試験温度5℃においては、いずれの材齢においても強度が著しく低く、また破壊形態は治具と早強モルタルとの界面で破壊しているものがほとんどであった。これは、養生温度が低いことにより、早強モルタルの強度がしっかりと発現しなかったことが要因として考えられる。一方、試験温度23℃および35℃では初期材齢から比較的良好な引張接着強度が確認できている。以上より、低温環境下での早強モルタルによる補修は、強度発現不足による初期不良が発生する懸念が考えられる。

凍結融解作用後のプルオフ試験では、いずれも断面補修材で破壊しており、強度も著しく低下している傾向が確認された。これは、当該材料そのものが凍結融解サイクルによって脆弱化したことが原因であるものと考えられる。すなわち、当該材料は凍結融解抵抗性に課題があるものと考えられ、早強モルタルを積雪寒冷地で適用する際には AE 剤等の混和剤を添加し、空気量を確保する等の対策が必要であると考えられる。

表-3.2.38 プルオフ試験結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | | | | | | | | |
|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 5℃ | | | 23℃ | | | 35℃ | | |
| 試験温度 | 5℃ | | | 23℃ | | | 35℃ | | |
| 材齢 | 1d | 7d | 28d | 1d | 7d | 28d | 1d | 7d | 28d |
| 1 | 0.50 | 0.88 | 1.38 | 2.00 | 2.00 | 2.75 | 2.63 | 2.25 | 2.88 |
| 2 | 0.38 | 0.75 | 1.13 | 1.75 | 1.75 | 2.75 | 2.13 | 2.75 | 3.00 |
| 3 | 0.25 | 1.25 | 1.25 | 1.75 | 1.50 | 3.25 | 2.13 | 2.50 | 2.00 |
| 平均 | 0.38 | 0.96 | 1.25 | 1.83 | 1.75 | 2.92 | 2.30 | 2.50 | 2.63 |

*灰色の網掛けの値は、治具と断面補修材との界面破壊、もしくは断面修復材自体の破壊であったもの

表-3.2.39 プルオフ試験結果（破壊形態）

| 試験温度 | 5℃ | | | 23℃ | | | 35℃ | | |
|------|----|----|-----|-----|----|-----|-----|------|------|
| | 1d | 7d | 28d | 1d | 7d | 28d | 1d | 7d | 28d |
| 1 | A | A | B | A | A | D | A | B, C | B |
| 2 | A | A | A | A | A | D | A | B | B |
| 3 | A | A | B | A | A | D | A | D | B, C |

(破壊形態) A: 治具と補修材の界面, B: 補修材内, C: 補修材と JIS 平板の界面, D: JIS 平板内

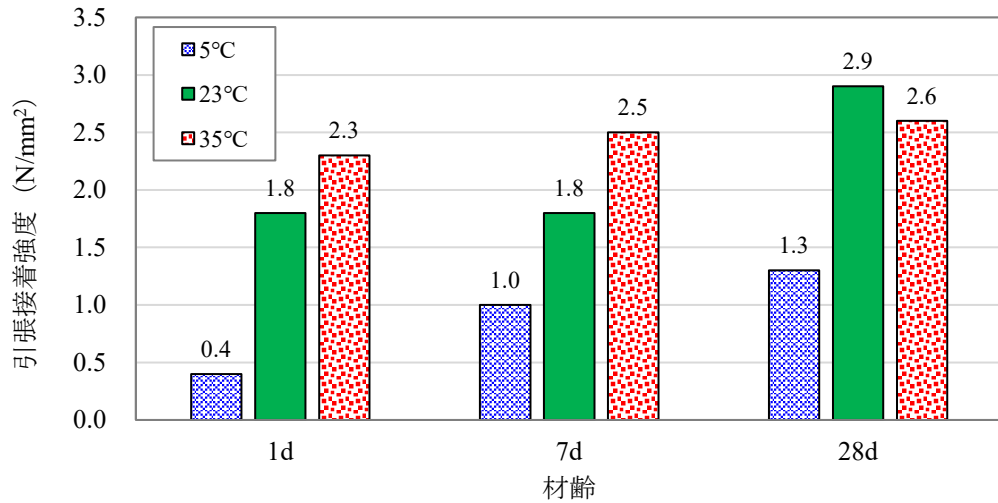


図-3.2.24 プルオフ試験結果

表-3.2.40 凍結融解作用前後のプルオフ試験結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | |
|----|-----------------------------|---------|
| | 凍結融解作用前 | 凍結融解作用後 |
| 1 | 2.86 | 0.30 |
| 2 | 3.50 | 0.17 |
| 3 | 2.68 | 0.22 |
| 4 | 3.47 | 0.22 |
| 5 | 2.66 | 0.22 |
| 平均 | 3.03 | 0.22 |

*灰色の網掛けの値は、断面修復材で破壊したもの

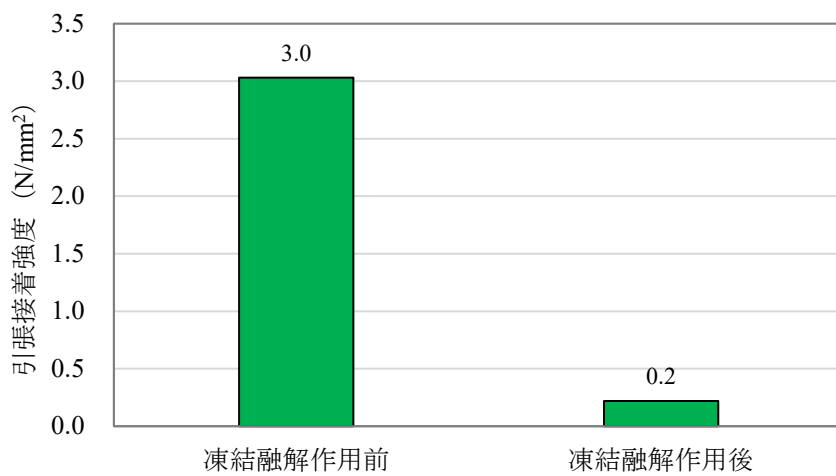


図-3.2.25 凍結融解作用前後のプルオフ試験結果

ii) 付着特性

付着特性確認結果を表-3.2.41 および図-3.2.26 に示す。

引張疲労試験において供試体が破壊することなく、温水負荷後および引張疲労試験後においても良好な引張接着強度を確認した。なお、初期状態の付着特性は既往の知見で良好であることが判明しているため、本研究では初期状態の引張接着強度の確認は実施していない。

表-3.2.41 付着特性確認結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | |
|----|-----------------------------|-------|
| | 温水負荷後 | 引張疲労後 |
| 1 | 1.86 | 2.41 |
| 2 | 2.30 | — |
| 3 | 2.34 | — |
| 平均 | 2.17 | 2.41 |

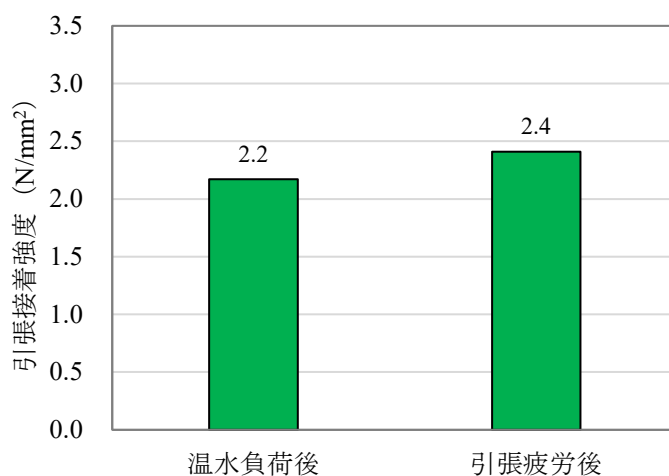


図-3.2.26 付着特性確認結果

(4) 超速硬コンクリート

i) 剥離抵抗性

標準のプルオフ試験結果を表-3.2.42、表-3.2.43 および図-3.2.27 に示す。なお、超速硬コンクリートはジェットパック（住友大阪セメント製）を用い室内にて人力混合し製造した。

標準のプルオフ試験では、23°Cの結果から初期材齢は5.5時間に設定した。試験温度5°Cでは、いずれの材齢においても全て超速硬コンクリートで破壊しており、強度も低かった。これは、養生温度が低いことにより、超速硬コンクリートの強度が発現しなかったことが要因として考えられる。また、試験温度23°Cおよび35°Cにおいては、初期材齢から材齢7時間において、引張接着強度が低い傾向が確認された。これは、HCP やリフレモルセット SF と同様に、材料単体および接着剤の硬化が十分でなかったために見られたものと考えられる。一方、材齢7日以降の23°Cおよび35°Cの結果は良好であった。以上より、超速硬コンクリートにてコンクリート舗装の補修を行う際、低温環境下で施工量が少ない場合等、材料の水和反応熱が外気に奪われ、十分な養生温度が確保できない可能性がある場合は、給熱養生等の対策も視野にいれ、適切な施工を行うことが肝要であると考えられる。

表-3.2.42 プルオフ試験結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | | | | | | | | | | | |
|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| 試験温度 | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
| 材齢 | 5.5h | 7h | 7d | 28d | 5.5h | 7h | 7d | 28d | 5.5h | 7h | 7d | 28d |
| 1 | 0.38 | 0.38 | 0.75 | 0.50 | 0.50 | 1.13 | 1.88 | 2.63 | 0.75 | 1.00 | 2.25 | 2.13 |
| 2 | 0.38 | 0.38 | 0.75 | 1.13 | 0.63 | 1.13 | 1.75 | 1.81 | 0.63 | 1.00 | 2.00 | 2.25 |
| 3 | 0.25 | 0.38 | 0.63 | 1.00 | 0.75 | 1.00 | 1.50 | 2.44 | 1.00 | 0.88 | 2.25 | 2.50 |
| 平均 | 0.34 | 0.38 | 0.71 | 0.88 | 0.63 | 1.09 | 1.71 | 2.29 | 0.79 | 0.96 | 2.17 | 2.29 |

*灰色の網掛けの値は、治具と断面補修材との界面破壊、もしくは断面修復材自体の破壊であったもの

表-3.2.43 プルオフ試験結果（破壊形態）

| 試験温度 | 5°C | | | | 23°C | | | | 35°C | | | |
|------|------|----|----|-----|------|----|----|-----|------|----|------|------|
| | 5.5h | 7h | 7d | 28d | 5.5h | 7h | 7d | 28d | 5.5h | 7h | 7d | 28d |
| 1 | B | B | B | B | A | A | C | D | A | A | D | B, C |
| 2 | B | B | B | B | A | A | C | C | A | A | C, D | B |
| 3 | B | B | B | B | A | A | C | A | A | A | C, D | B |

(破壊形態) A: 治具と補修材の界面, B: 補修材内, C: 補修材とJIS平板の界面, D: JIS平板内

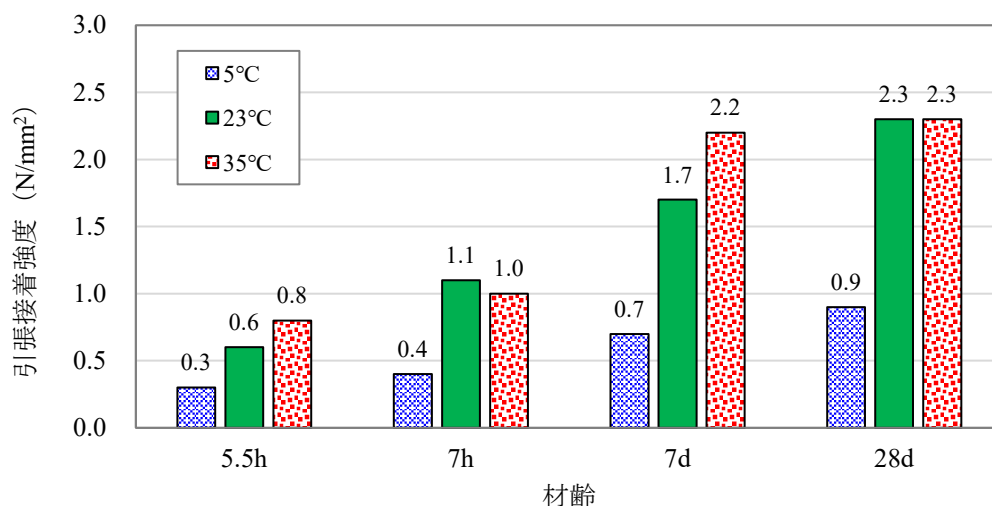


表-3.2.27 プルオフ試験結果

ii) 付着特性

付着特性確認結果を表-3.2.44 および図-3.2.28 に示す。

引張疲労試験において供試体が破壊することはなく、温水負荷後および引張疲労試験後においても良好な引張接着強度を確認した。なお、初期状態の付着特性は既往の知見で良好であることが判明しているため、本研究では初期状態の引張接着強度の確認は実施していない。

表-3.2.44 付着特性確認結果

| 項目 | 引張接着強度 (N/mm ²) | |
|----|-----------------------------|-------|
| | 温水負荷後 | 引張疲労後 |
| 1 | 2.22 | 2.62 |
| 2 | 2.48 | — |
| 3 | 2.49 | — |
| 平均 | 2.40 | 2.62 |

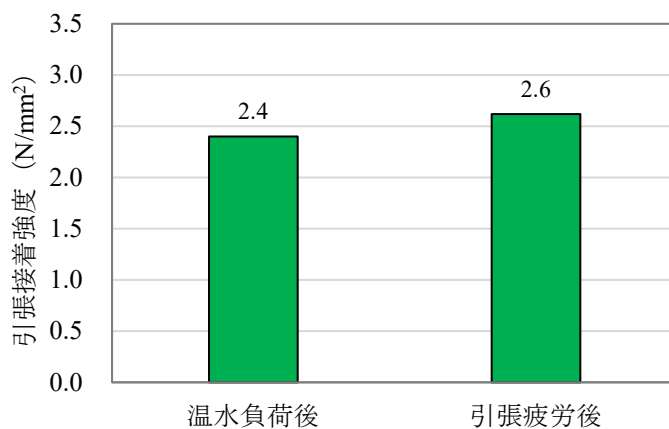


図-3.2.28 付着特性確認結果

iii) 曲げ疲労特性

単純曲げ試験結果を表-3.2.45 および図-3.2.29 に示す。普通コンクリートの曲げ強度と比較し、超速硬コンクリートや早強コンクリートを打ち継いだ供試体の曲げ強度は 7~8 割程度に低下する傾向が確認され、既往の知見⁶⁾と整合する傾向であった。

表-3.2.45 単純曲げ試験結果 (単位: MPa)

| 水準 | 普通 Con | 早強 Con | 超速硬接合 | 早強接合 |
|------------------|--------|--------|-------|------|
| 1 | 6.19 | 6.00 | 5.18 | 4.95 |
| 2 | 6.94 | 6.38 | 5.21 | 4.40 |
| 3 | 6.40 | — | — | 5.50 |
| 平均 | 6.51 | 6.19 | 5.19 | 4.95 |
| 比率 ^{※1} | 100% | — | 80% | 76% |

※1: 普通 Con の曲げ強度を 100%とした際の曲げ強度の比率を示す

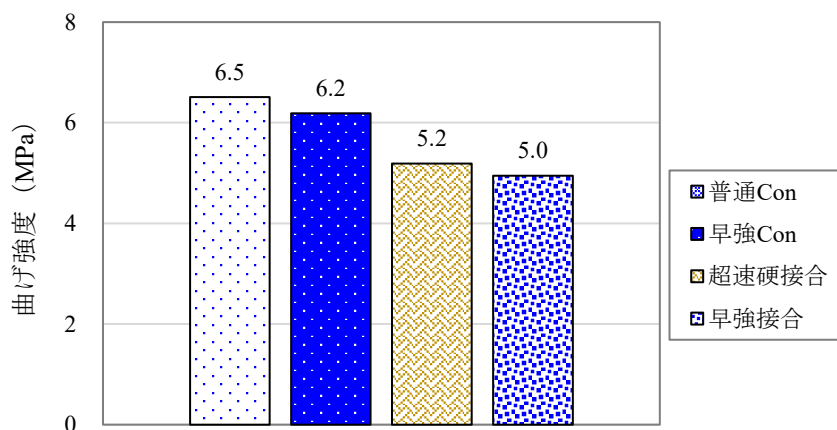


図-3.2.29 単純曲げ試験結果

単純曲げ試験結果によって得られた各水準の曲げ強度を基準曲げ強度として、曲げ疲労試験を実施した。試験結果を図-3.2.30に示す。既往の文献⁷⁾を参考に、破壊確率（以下、Pfとする）50%のS-N曲線を算出し取りまとめを行い、舗装標準示方書⁸⁾に記載されているPf50%のS-N曲線について併記した。

普通コンクリートのS-N曲線は、基準線（舗装標準示方書に記載されているPf50%のS-N曲線）と比較するとやや右側に位置しているが、大きな乖離は認められなかった。すなわち、本研究での曲げ疲労試験は問題なく行われたことが確認された。早強接合のS-N曲線は、普通コンクリートと比較しやや左側に位置しており、接合部が疲労耐久性に影響を与えた可能性が考えられる。ただし、基準線と同程度の箇所に位置していることから一般的なコンクリートと同程度の曲げ疲労に対する耐久性を有しているものと考えられる。超速硬接合のS-N曲線は、応力比が0.65程度の比較的低い領域では破壊回数が大きく、応力比0.8程度では普通コンクリートや早強接合同程度の破壊回数となった。本研究の範囲においては、基準線と比較して曲げ疲労に対する耐久性が低下していないことが確認されたが、普通コンクリートや早強接合のS-N曲線と比較すると傾きが緩やかな傾向を示した。すなわち、超速硬接合は応力比が破壊回数に与える影響が普通コンクリートや早強コンクリートと比較して大きい結果となった。なお、図にプロットしている個々のデータからも見て取れるように、本試験は個々の結果のばらつきが大きく、かつ試験数も限られているため、接合コンクリートの曲げ疲労特性を正確に把握していくためには、後述する実大供試体での供用状況等を加味しながら評価していく必要があると考えられる。

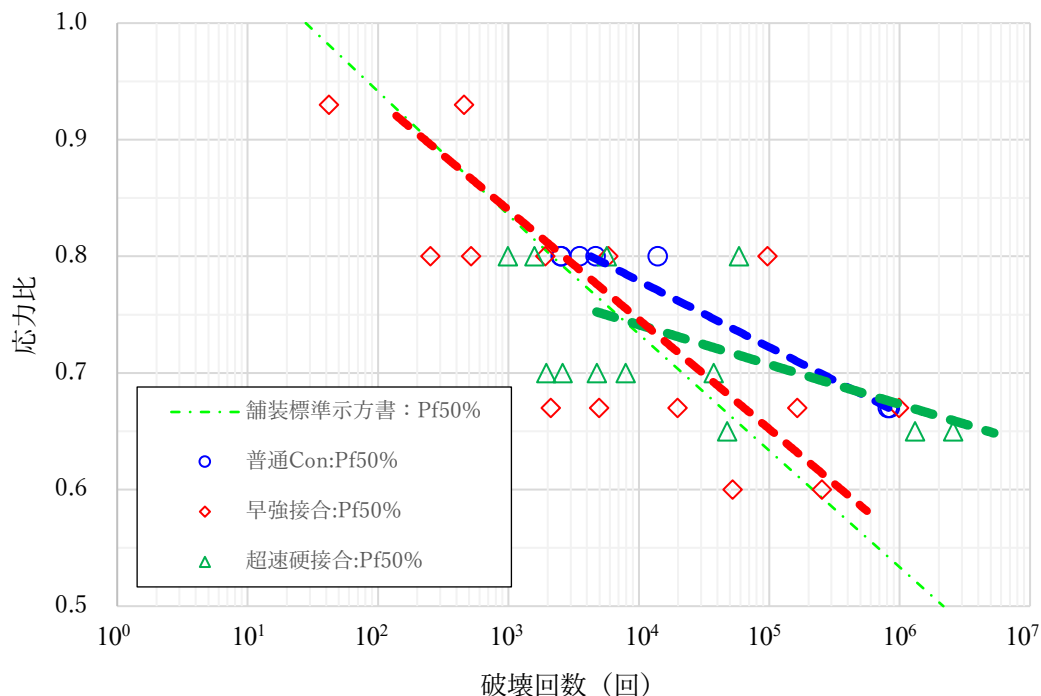


図-3.2.30 曲げ疲労試験結果

3. 3 材料試験まとめ

本研究に用いたプライマー、接着剤、断面修復材、および断面修復材とコンクリート舗装版との一体性を評価するために、各種試験を実施した。結果は以下のとおりであった。

3. 3. 1 プライマーおよび接着剤

施工性および強度特性の評価を行った。その結果、プライマー、接着剤ともに良好な施工性と強度特性を持った材料であることを確認した。

3. 3. 2 補修材

i) 施工性

HCP、リフレモルセット SF ともにいずれの温度においても良好な施工性を確保できることを確認した。

ii) 強度特性

HCP は、一般的なコンクリートと比較して圧縮強度、静弾性係数ともに低い材料であることが確認された。リフレモルセット SF においては、圧縮強度の発現は初期材齢時から高く、静弾性係数は一般的なコンクリートと同程度であることを確認した。また、曲げ強度については、どちらも温度依存性はない点、材齢 7 時間～7 日の間に硬化が収束する傾向が確認された。

iii) 収縮ひび割れ抵抗性

HCP は硬化に伴い膨張する材料であり、一方で、リフレモルセット SF は膨張するもののその値は小さいという特性であった。線膨張係数はどちらも一般的なコンクリートと同程度であることを確認した。

iv) すり減り抵抗性

HCP、リフレモルセット SF ともに良好なすり減り抵抗性を持った材料であることを確認した。

v) すべり抵抗性

HCP は BPN、動的摩擦係数ともに良好な結果が得られた。一方、リフレモルセット SF は表面仕上げの方法によってすべり抵抗性は大きく変化することが確認され、通常のほうき目仕上げではすべり抵抗性は小さいが、タイングルービング仕上げを施すことで良好なすべり抵抗性を確保できることが確認された。

vi) 凍結融解抵抗性

HCP は凍結融解抵抗性に課題があること、リフレモルセット SF は高い凍結融解抵抗性を所持していることを確認した。なお、HCP は緊急補修材としての適用を考慮した材料であるため、積雪寒冷地における短期間（3～4 ヶ月程度）の供用性については今後も検討していく必要がある。

vii) わだち掘れ抵抗性

HCP において実施し、コンクリート板との接着剤の有無に関わらず、良好なわだち掘れ抵抗性を確認した。

3. 3. 3 補修材と既存コンクリート舗装版との一体性評価

i) 剥離抵抗性

いずれの材料においても、初期材齢時～材齢 7 時間では強度が低い結果であったが、破壊形態は断面修復材で破壊したものが多かったため、一体性の評価という観点から試験結果は参考値としたい。なお、材齢 7 日以降は基本的にいずれの材料も良好な引張接着強度が確認されたが、早強および超速硬の 5℃環境下の強度は低く、それらの多くは断面修復材の破壊や断面修復材と治具との接合部で破壊したことから、早強および超速硬を低温環境下で使用する場合には注意が必要である可能性が示唆された。

また、凍結融解作用後は、HCP および早強では断面修復材の著しい強度低下が確認されたため、これらの材料を積雪寒冷地等で適用するには課題があるものと考えられる。

ii) 付着特性

いずれの材料も良好な付着特性を有していることを確認した。

iii) 曲げ疲労特性

本研究にて新たに提案する局部打換工法の適用性の一検討として、室内にて複合供試体を作製し、曲げ疲労試験を実施した。接合コンクリートは、既往の知見と比較して同程度の曲げ疲労特性を有していることを確認した。ただし、本研究の結果のみでは試験結果のばらつきが大きく、また試験数も限られていることから、実大供試体の供用性を確認し、提案工法の優位性について確認していく必要がある。

iv) 交通開放時間

リフレモルセット SF の交通開放可能時間を確認することを目的に、早期材齢の建研式引張接着試験を行った。その結果、常温以上の環境下においては 2 時間、低温環境下の場合では給熱養生などの対策を講じることで 3 時間の交通開放が可能であることを確認した。

第3章の参考文献

- 1) 北海道開発局：北海道開発局道路設計要領第1集，p.1-5-14，2022.4.改定
- 2) 東日本高速道路他：舗装施工管理要領，p.II-27，2020.7.
- 3) 川村浩二，遠藤祐丈，高田尚人：室内試験における凍結融解サイクルと実環境における供用年数との関係把握に向けた基礎実験，第60回北海道開発技術発表会，2017.2.
- 4) 東京都：土木材料仕様書，p.423，2021.
- 5) 東日本高速道路他：構造物施工管理要領，p.III-85，2020.7.
- 6) 西元央，児玉考喜，福手勤，鎌田修：接着接合した供試体の強度特性，第62回セメント技術大会，1313，2008.5.
- 7) 小梁川雅，国府勝郎，福田正：コンクリート舗装版の曲げ疲労に関する基礎的研究，土木学会論文集第372号，V-5，p.131-137，1986.8.
- 8) 土木学会：2014年制定舗装標準示方書，p.153，2015.10.

第4章 実施工による耐久性試験（舗装走行実験場）

4.1 実施概要

4.1.1 実施場所

提案した措置技術について、舗装走行実験場内のコンクリート舗装を対象に実施工による耐久性評価を行った。舗装走行実験場は荷重車（33t, 324kN）を試験走路上に走行させることで舗装の耐久性等の評価できるものである。舗装走行実験場の全体写真を写真-4.1.1に、平面図を図-4.1.1に、荷重車を写真-4.1.2に示す。

○舗装走行実験場所在地

国立研究開発法人 土木研究所 舗装走行実験場

〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6



写真-4.1.1 舗装走行実験場

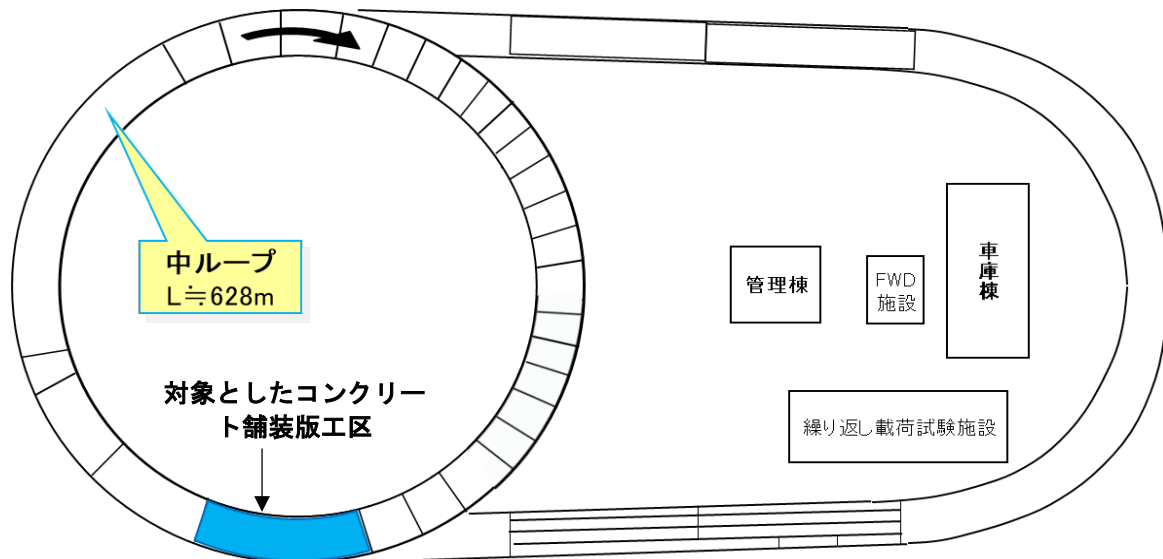


図-4.1.1 舗装走行実験場平面図



写真-4.1.2 荷重車

4. 1. 2 提案技術

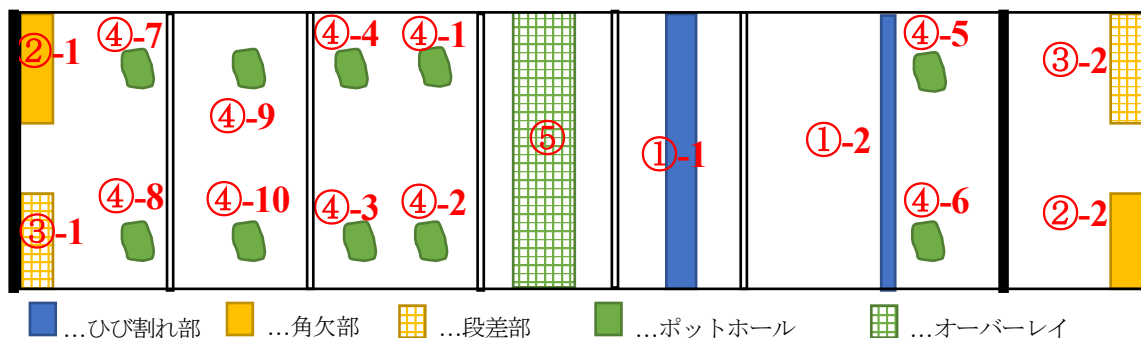
提案技術一覧を表-4.1.1に示す。

表-4.1.1 提案技術一覧

| 工法名 | | | 適用条件 | |
|-----|------------------|----------|------------------|--|
| 1 | ひび割れ部の局所打換え工法 | 1-1 | 目地から離れた箇所に発生した場合 | ひび割れが版底面にまで到達し、ひび割れが開いて荷重伝達が期待できない場合に用いる工法で、基本的にひび割れの発生位置が目地から3m以上離れた横断方向ひび割れに適用 |
| | | 1-2 | 目地近傍に発生した場合 | ひび割れの発生位置が目地から10cm以内の場合で、ひび割れが版を貫通せず途中で目地部に接合している場合 |
| 2 | 角欠け部のパッチング工法 | 2-1 | 一般的な工法 | 角欠け部の幅、深さが30mm以上の場合で恒久的な措置を目的とした一般工法 |
| 3 | 段差のパッチング工法 | 3-1 | 一般的な工法 | 段差補修で恒久的な措置を目的とする場合 |
| 4 | ポットホールのパッチング工法 | 4-1~4-6 | 一般的な工法 | 直径0.1~1.0m程度のポットホールで、恒久的な措置を目的とする場合 |
| | | 4-7~4-10 | 簡易な工法 | 直径0.1~1.0m程度のポットホールで、応急的な措置を目的とする場合 |
| 5 | コンクリート付着オーバーレイ工法 | | | コンクリート舗装の破損が進展し全面的に破損する恐れがある場合や、段差、摩耗など版表面の破損が著しくなった場合で、かつ荷重指示性能が保持されている場合に適用 |

4. 1. 3 施工平面図

施工平面図を図-4.1.2に、補修材料一覧を表-4.1.2に示す。



版構成：普通 Con 版 30m (5×6 枚) ・PCa 版 3m (1.5m×2 枚) ・模擬損傷版 10m (5m×2 枚)

図-4.1.2 施工平面図

表-4.1.2 補修材料一覧

| No. | 損傷の種類 | 工法 | 寸法 | 補修材 |
|--------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| ①-1 | ひび割れ | 版央部 (局部打替え) | 5m×0.5m×0.25m | 超速硬コンクリート |
| ①-2 | | 目地近傍 (局部打替え) | 5m×0.1m×0.1m | リフレモルセットSF (骨材入り) |
| ②-1 ②-2 | 角欠け | 一般的な工法 | 2m×0.05m×0.03m | リフレモルセットSF |
| ③-1 ③-2 | 段差 | 一般的な工法 | 2m×0.5m×0.03~0.01m | リフレモルセットSF |
| ④-1 ④-2 ④-3 ④-4 | ポットホール | 一般的な工法 | 0.5m×0.5m×0.01m | リフレモルセットSF |
| ④-5 | | | | ハイパークールパッチ |
| ④-6 | | | | 早強モルタル |
| ④-7 | | | | リフレモルセットSF |
| ④-8 | | 簡易的な工法 | 0.5m×0.5m×0.02m | ハイパークールパッチ |
| ④-9 | | | | リフレモルセットSF ^{※1} |
| ④-10 | | | | 早強モルタル |
| | | | | ハイパークールパッチ |
| | | | | リフレモルセットSF |
| | | | | ハイパークールパッチ ^{※2} |
| ⑤ | 広範囲の路面の 機能的な損傷 | オーバーレイ工法 | 5m×2m×0.05m | 超速硬コンクリート |

※1：浸透性KSプライマーとKSボンドを塗布予定

※2：接着剤なし

模擬損傷に対して各補修工法を適用し、一定の養生期間が経過した後に荷重車による走行実験を行った。車両通行による所定の性能の経年変化を把握するために、表-4.1.3に示す条件にて荷重車による促進載荷試験を実施した。本共同研究の範囲内では49kN換算輪数で35万輪走行させた。表-4.1.4と図-4.1.3に荷重車の走行回数実績を示す。49kN換算輪数5万輪毎に追跡調査を実施し評価を行った。

以下、舗装走行実験場による耐久性評価の詳細については4章にて述べる。

表-4.1.3 荷重車走行条件

| 項目 | 走行条件 |
|-------------------|--|
| 設定走行速度 | 30km/h |
| タイヤ走行パターン | 左右25cmの正規分布2σ |
| 軸重 | 前軸重：69.1kN (7.05t) |
| | 後前軸重：128.1kN (13.07t) |
| | 後後軸重：127.1kN (12.97t) |
| 荷重車1台当たりの49kN換算輪数 | 5.9959 $\div (69.1/2/49)^4 + (128.1/2/49)^4 + (127.1/2/49)^4$ |

表-4.1.4 荷重車走行実績

| 項目 | 2021年 | | | | | 2021年 | | |
|-----------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
| 荷重車走行回数 (回) | 0 | 4259 | 10908 | 9851 | 8339 | 10745 | 8933 | 5339 |
| 各月の49kN換算輪数 (回) | 0 | 25536 | 65403 | 59065 | 49999 | 64426 | 53561 | 32012 |
| 累積49kN換算輪数 (回) | 0 | 25536 | 90939 | 150004 | 200004 | 264429 | 317990 | 350002 |

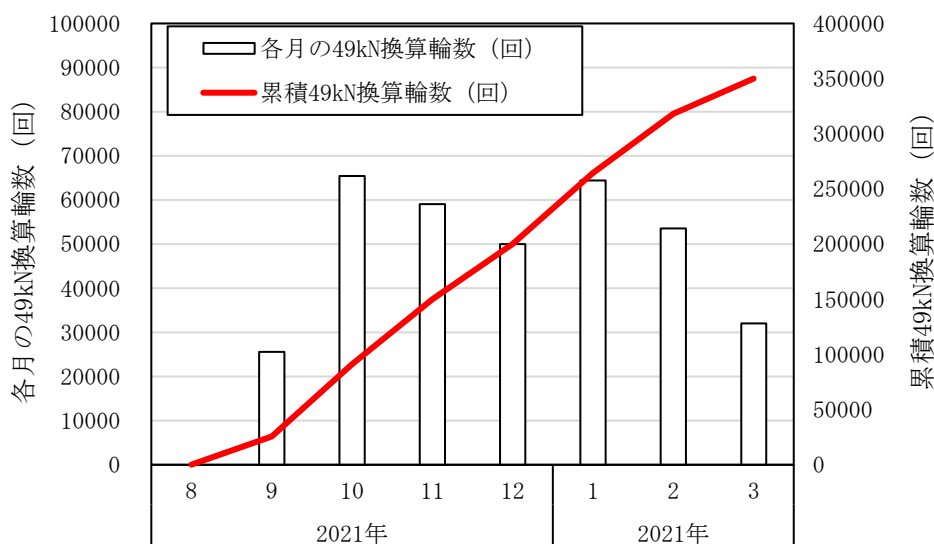


図-4.1.3 荷重車による走行実績 (49kN換算輪数)

4. 1. 4 実施フロー

実施フローを図-4.1.4に示す。

模擬損傷の施工は、2021年7月にコンクリート舗装上で行った。

新規に舗設されたコンクリート舗装には、想定する損傷は発生していないことから、コンクリートの一部をカッターで切断するなどして各種損傷を模擬した。その後、模擬損傷を施工した箇所に適用箇所に応じた補修を実施し模擬補修箇所を構築した。一定の養生期間が経過した後、荷重車による走行実験を行った。

走行試験に付随して行う調査に関しては、走行試験前、走行試験中、走行試験後にそれぞれ実施した。

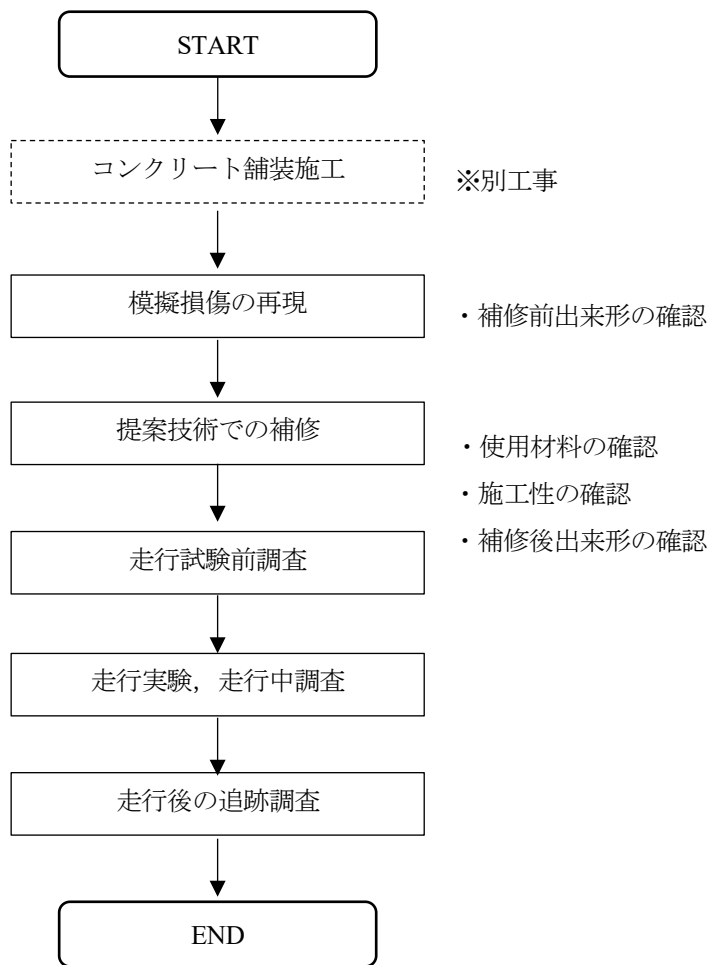


図-4.1.4 実施フローチャート

4.2 模擬損傷の形成方法

本実験で用いる実大供試体は、新設したコンクリート舗装であるため、表-4.1.1に示したような損傷は発生していないことから、模擬補修を構築するにあたり、損傷を想定した箇所の撤去を行った。以下にそれぞれの施工方法について示す。

4.2.1 ひび割れ

(1) 版央部

当工法は目地から3m以上離れた横断ひび割れの補修に適用する。当該工法のイメージ図を図-4.2.1に示す。

【作業手順】

- ① 横断ひび割れをはさむように幅50cmで、道路中心線に直角に深さ10~15cm程度にカッター切断をする。
- ② ブレーカ等を用いてカッター部内側のコンクリートを撤去する。脆弱部が残存している場合にはワイヤーブラシなどで確実に除去する。(図-4.2.2)

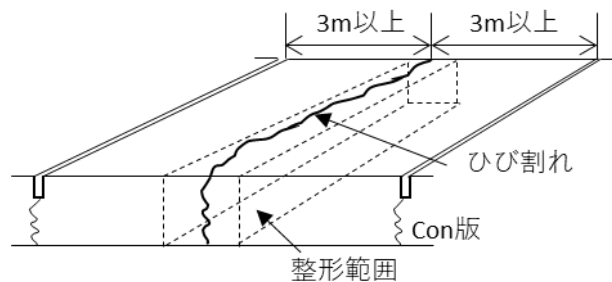


図-4.2.1 適用イメージ図

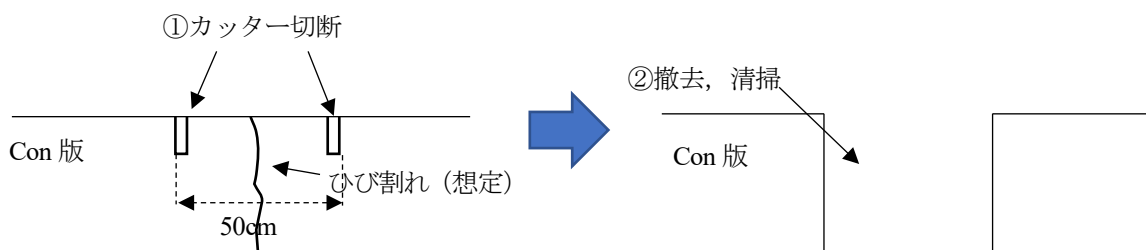


図-4.2.2 施工断面図

(2) 目地近傍

当工法はひび割れの発生箇所が、目地から 10cm 以内の場合に適用する。当該工法のイメージ図を図-4.2.3 に示す。

【作業手順】

- ① 目地からひび割れ部分の外側（今回は目地から 10cm 離れた箇所に 8cm までカッターを入れる。ダウエルバーを切断しないように注意する）までをブレーカ、ピック等を用いてダウエルバーの上部まではずり取る。脆弱部が残存している場合にはワイヤーブラシなどで確実に除去する。
- ② ブロワー、コンプレッサー、掃除機などで補修面を清掃し、十分乾燥させる。
- ③ 目地部に、目地幅（25mm）と同じ板材を設置する。（図-4.2.4）

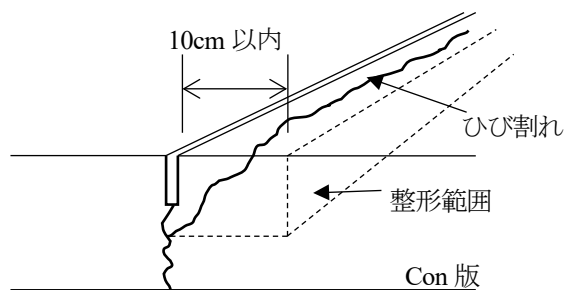


図-4.2.3 適用イメージ図

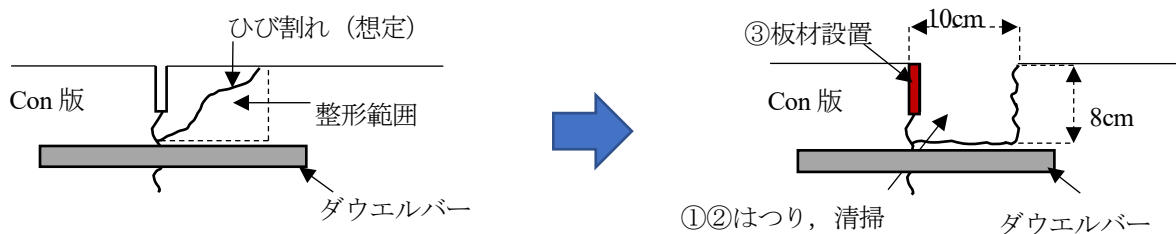


図-4.2.4 施工断面図

4. 2. 2 角欠け部

当工法は角欠け部分の幅、深さが 30mm 以上の場合に適用する。当該工法のイメージ図を図-4.2.5 に示す。

【作業手順】

- ① 角欠け部分を取り除き，整形範囲までをブレーカ，ピック等を用いてはつり取る。また，脆弱部が残存している場合にはワイヤーブラシなどで確実に除去する。
- ② 圧搾空気などで補修面を清掃し，十分乾燥させる。
- ③ 目地部に，目地幅と同じ板材を設置する。（図-4.2.6）

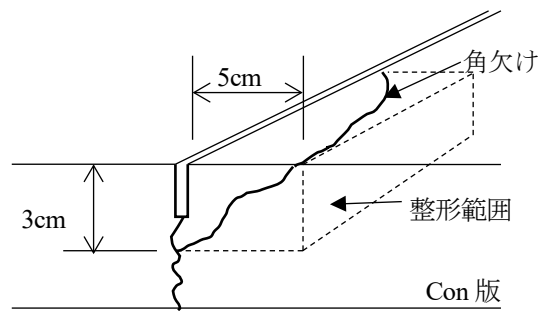


図-4.2.5 適用イメージ図

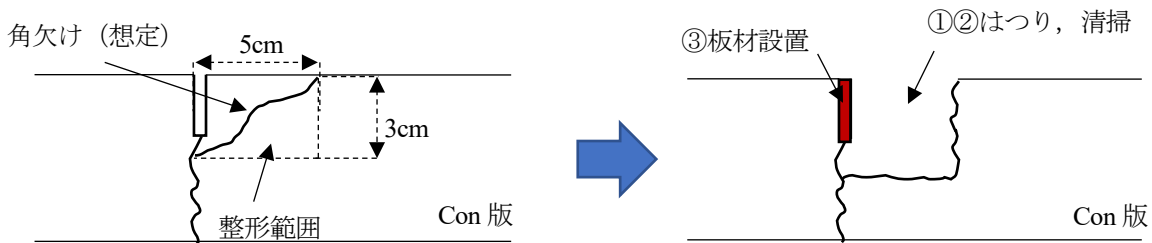


図-4.2.6 施工断面図

4. 2. 3 段差部

当該工法のイメージ図を図-4.2.7に示す。

【作業手順】

- ① ゼロすりつけとなる位置(今回は目地から50cmの位置に深さ1cmのカッター線)にカッター線を入れ、パッチング厚さを確保するようにコンクリートをはつり取る。
- ② 補修材を打ち継ぐ既設コンクリート面をチップング、プラストなどにより処理し、健全なコンクリート面とする。また、脆弱部が残存している場合にはワイヤーブラシなどで確実に除去する。
- ③ ブロワー、コンプレッサー、掃除機などで補修面を清掃し、十分乾燥させる。また、目地部に、目地幅(③-1は25mm, ③-2は10mm)と同じ板材を設置する。(図-4.2.8)

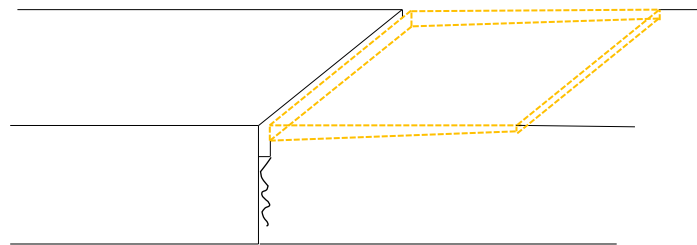


図-4.2.7 適用イメージ図

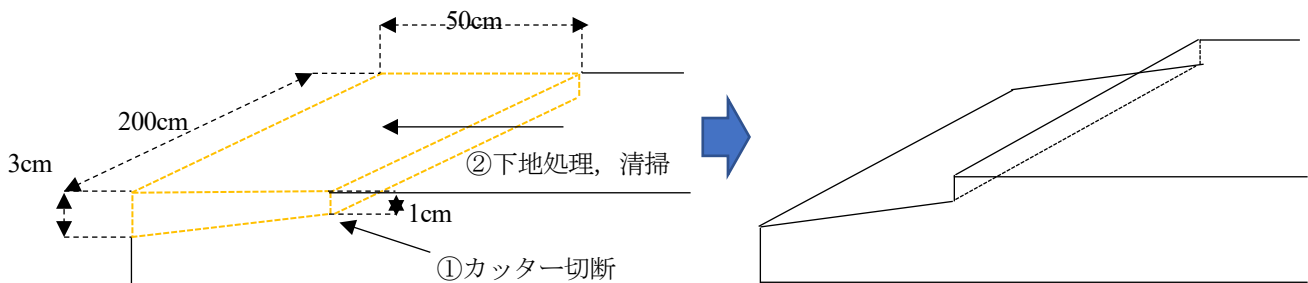


図-4.2.8 施工断面図

4. 2. 4 ポットホール

(1) 一般的な工法

当該工法のイメージ図を図-4.2.9に示す。

【作業手順】

- ① ポットホール部の周囲（50cm×50cm）を深さ1～2cm程度（④-1～3は1cm，④-4～6は2cm）でコンクリートカッターにより溝を切る。
- ② ポットホール部をブレーカ、ピック等を用いてはつき取る。また、脆弱部が残存している場合にはワイヤーブラシなどで確実に除去する。
- ③ ブロワー、コンプレッサー、掃除機などで補修面を清掃し、十分乾燥させる。（図-4.2.10）

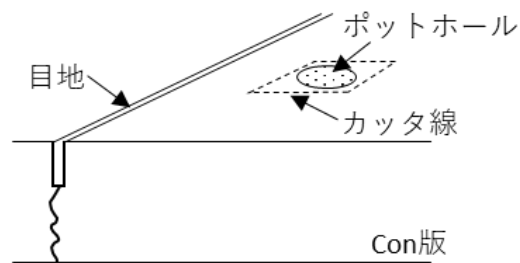


図-4.2.9 適用イメージ図

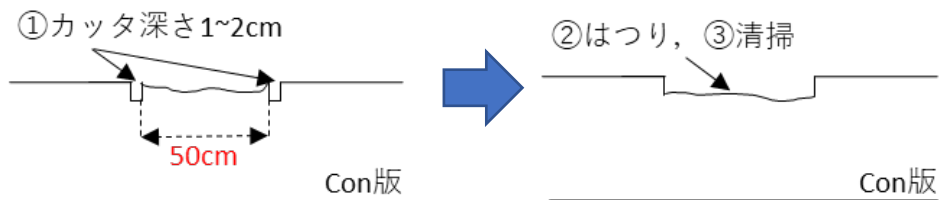


図-4.2.10 施工断面図

(2) 簡易的な工法

当該工法のイメージ図を図-4.2.11に示す。

【作業手順】

- ① ポットホール部の周囲 (50cm×50cm) をゼロ擦り付けの目地になる様に、50cm×50cm 角に印をつける。
- ② ポットホール部をブレーカ、ピック等を用いてはつき取る。また、脆弱部が残存している場合にはワイヤーブラシなどで確実に除去する。
- ③ ブロワー、コンプレッサー、掃除機などで補修面を清掃し、十分乾燥させる。脆弱部が残存している場合にはワイヤーブラシなどで確実に除去する。(図-4.2.12)

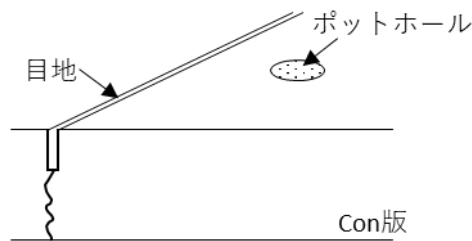


図-4.2.11 適用イメージ図

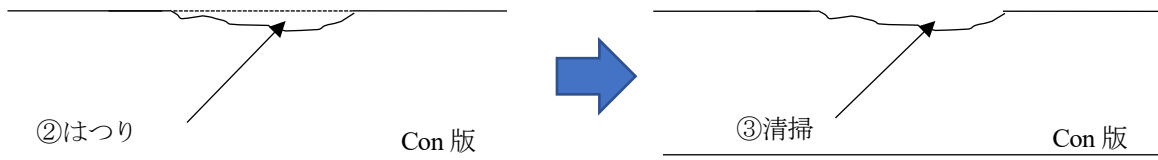


図-4.2.12 施工断面図

4. 2. 5 広範囲の路面の機能的な損傷

当該工法のイメージ図を図-4. 2. 13 に示す。

【作業手順】

- ① 横断方向に対して、5cm の深さまでカッター線を入れる。
- ② その後、5m×2m の範囲を深さ 5cm で切削する。切削の際、切削機の刃の挿入、抜去箇所にコンクリート塊が残るため、電動ピック、ケレン等で除去する。
- ③ 既設コンクリート版表面にショットブラスト処理を行い、健全な付着面を露出し、養生する。(図-4. 2. 14)

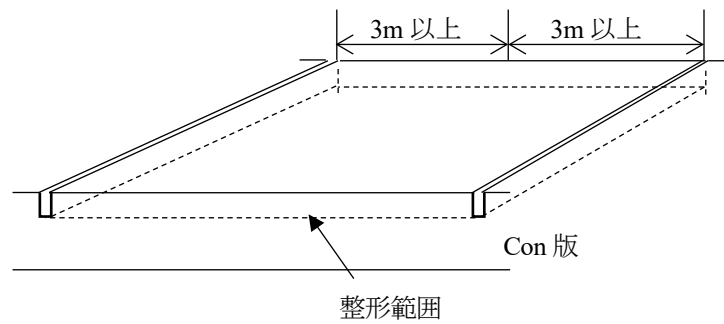


図-4. 2. 13 施工断面例

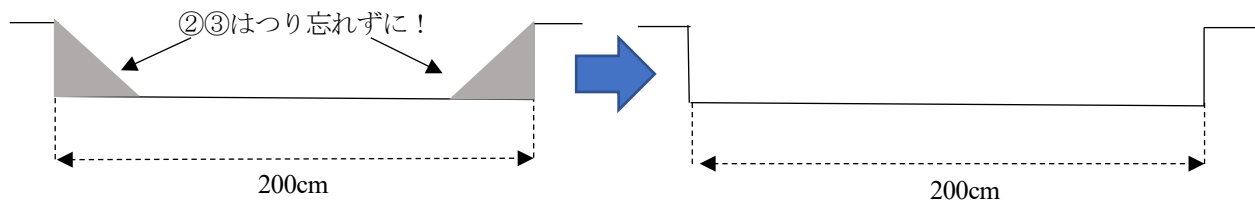


図-4. 2. 14 施工断面図

4.3 模擬損傷の補修施工方法

4.3.1 ひび割れ部の局所打換え工法

(1) 版中央部のひび割れの局所打換え工法

当該損傷の補修方法手順図を図-4.3.1に示す。

【作業手順】

- ① 既設コンクリートの打継面を清掃しKSボンドを $1.4\text{kg}/\text{m}^2$ 塗布する。なお、下層にKSボンドが付着しない様に、養生テープ等で養生する。（補修材の打設時には剥がすこと）
- ② KSボンドが乾かないうち^{※1}に、コンクリートを打設する。（モービル車によるジェットコンクリートを想定）ホウキ目仕上げを行った後に養生を行う。

※1：KSボンドの打継可能時間は75分程度（春秋用， 25°C の場合）である。

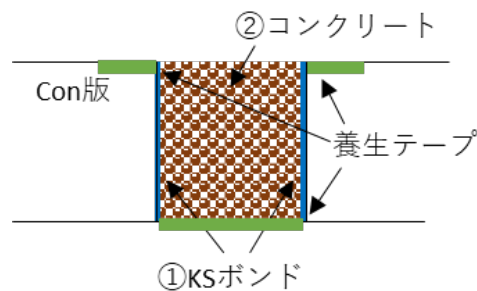


図-4.3.1 補修方法手順図

(2) 目地近傍に発生したひび割れの局所打換え工法

当該損傷の補修方法手順図を図-4.3.2に示す。

【作業手順】

- ① 補修面にKSボンドを 1.4kg/m^2 塗布する。
- ② KSボンドが乾かないうち^{※1}に、リフレモルセットSF（骨材入り）を練り上げ、補修箇所に打込む。
- ③ 打込んだリフレモルセットSFはよく突き固め、コテで均し、ホウキ目仕上げを施す。
- ④ 硬化するまでシート掛けなどで直接日光や風が当たらないように養生する。
- ⑤ リフレモルセットの硬化後、板材を取り除き、目地材を注入する。

※1：KSボンドの打継可能時間は75分程度（春秋用、25°Cの場合）である。

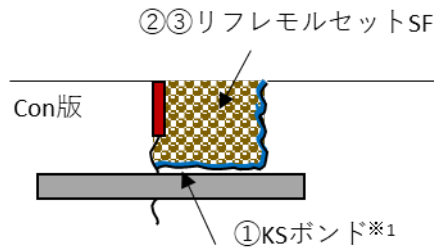


図-4.3.2 補修方法手順図

4. 3. 2 角欠け部のパッチング工法

当該損傷の補修方法手順図を図-4.3.3に示す。

【作業手順】

- ① 補修面にKSボンドを 1.4kg/m^2 塗布する。
- ② KSボンドが乾かないうち※1に、リフレモルセットSFを練り上げ、補修箇所に打込む。
- ③ 打込んだリフレモルセットSFはよく突き固め、コテで均す。
- ④ 硬化するまでシート掛けなどで直接日光や風が当たらないように養生する。
- ⑤ リフレモルセットの硬化後、板材を取り除き、目地材を注入する。

※1：KSボンドの打継可能時間は75分程度（春秋用、 25°C の場合）である。

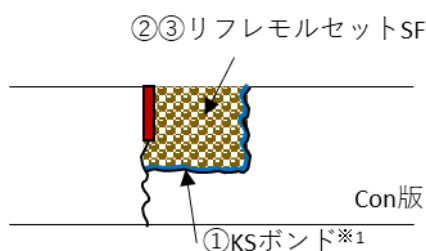


図-4.3.3 補修方法手順図

4. 3. 3 段差のパッチング工法

当該損傷の補修方法手順図を図-4.3.4に示す。

【作業手順】

- ① 補修面にKSボンドを 1.4kg/m^2 塗布する。
- ② KSボンドが乾かないうち※1に、リフレモルセットSF（通常）を練り上げ、補修箇所に打込む。
- ③ 打込んだリフレモルセットSFはよく突き固め、コテで均し、ホウキ目仕上げを施す。
- ④ 硬化するまでシート掛けなどで直接日光や風が当たらないように養生する。
- ⑤ リフレモルセットの硬化後、板材を取り除き、目地材を注入する。

※1：KSボンドの打継可能時間は75分程度（春秋用、 25°C の場合）である。

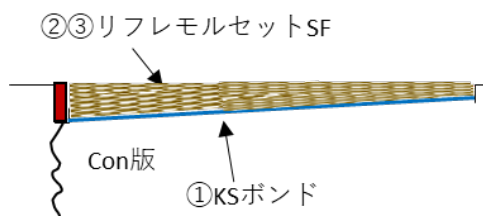


図-4.3.4 補修方法手順図

4. 3. 4 ポットホールのパッチング工法

(1) 一般的な工法

当該損傷の補修方法手順図を図-4.3.5に、詳細施工内容を表-4.3.1に示す。

【作業手順】

- ① 補修面にKS ボンドを 1.4kg/m^2 塗布する。
- ② KS ボンドが乾かないうち^{※1}に、補修材を練り上げ、補修箇所に打込む。
- ③ 打込んだ補修材はよく突き固め、コテで均し、ホウキ目仕上げを施す。
- ④ 硬化するまでシート掛けなどで直接日光や風が当たらないように養生する。

※1 : KS ボンドの打継可能時間は75分程度（春秋用、25°Cの場合）である。

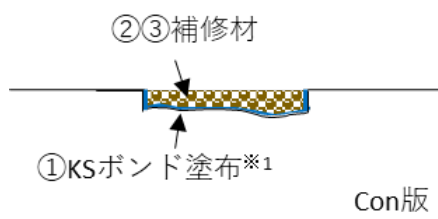


図-4.3.5 補修方法手順図

表-4.3.1 詳細施工内容一覧（一般的な工法）

| No. (施工平面図より) | 接着剤 | 補修材 |
|------------------|---------------------|---------------------|
| ④-1 | KS ボンド | リフレモルセット SF |
| ④-2 | KS ボンド | ハイパークールパッチ |
| ④-3 | KS ボンド | 早強モルタル [※] |
| ④-4 | KS ボンド | リフレモルセット SF |
| ④-5 | KS ボンド | ハイパークールパッチ |
| ④-6 | 浸透性 KS プライマー+KS ボンド | リフレモルセット SF |

※早強モルタルに必要な養生期間は、打設後翌日まで実施した。

(2) 簡易な工法

当該損傷の補修方法手順図を図-4.3.6に、詳細施工内容一覧を表-4.3.2に示す。

【作業手順】

- ① 補修面にKSボンドを1.4kg/m²塗布する。
- ② KSボンドが乾かないうち^{※1}に、補修材を練り上げ、補修箇所に入込む。
- ③ 入込んだ補修材はよく突き固め、コテで均し、ホウキ目仕上げを施す。
- ④ 硬化するまでシート掛けなどで直接日光や風が当たらないように養生する。

※1：KSボンドの打継可能時間は75分程度（春秋用，25℃の場合）である。

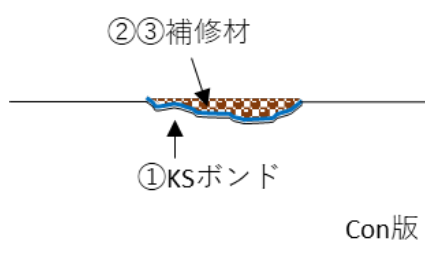


図-4.3.6 補修方法手順図

表-4.3.2 詳細施工内容一覧（簡易的な工法）

| No. (施工平面図より) | 接着剤 | 補修材 |
|------------------|---------|---------------------|
| ④-7 | KSボンドのみ | 早強モルタル [※] |
| ④-8 | KSボンドのみ | ハイパークールパッチ |
| ④-9 | KSボンドのみ | リフレモルセット SF |
| ④-10 | なし | ハイパークールパッチ |

※早強モルタルに必要な養生期間は、打設後翌日まで実施した。

4. 3. 5 コンクリート付着オーバーレイ工法

当該損傷の補修方法手順図を図-4.3.7に示す。

【作業手順】

- ① 既設コンクリート面にKSボンドを 1.4kg/m^2 塗布する。
- ② KSボンドが乾かないうち^{※1}に、現場に応じた適切なコンクリート敷均し機械や人力により、コンクリートを敷き均す。(モービル車によるジェットコンクリートを想定)
- ③ マット養生を行う。

※1: KSボンドの打継可能時間は75分程度(春秋用, 25°Cの場合)である。

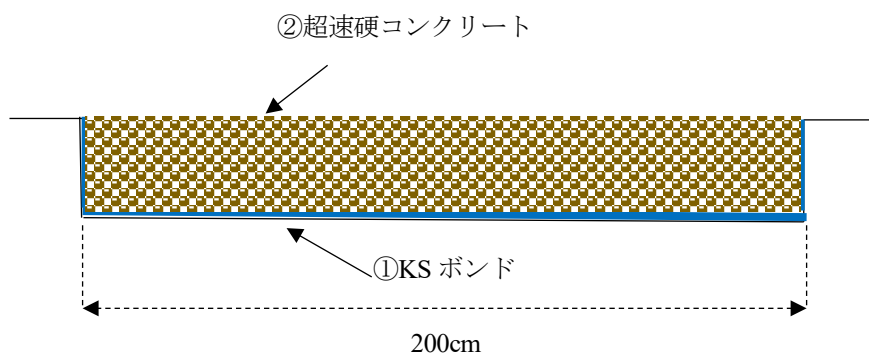


図-4.3.7 補修方法手順図

4. 4 補修工法の品質管理

4. 4. 1 品質管理項目

品質確認項目を表-4. 4. 1 に示す。

なお、ナット引張試験は、接着剤の可使時間を測定することを目的に実施する当社独自の試験である。試験は、事前に研創処理した鉄板上に所定の塗布量（膜厚 1mm）となるように接着剤を塗布し、塗布直後に接着剤の上に M6 ナットを取り付けた M6 ボルトの先端を静置し、15 分間隔でプッシュプルゲージにより人力で M6 ボルトを持ち上げた際の荷重を測定する。また、15 分間隔に実施する試験の直前にも同様にナット付きボルトを静置して同様に荷重を測定するものである。塗布直後に設置したナットのはく脱力と、試験直前に設置したナットのはく脱力との差が顕著になった時点を硬化開始時間とみなし、その時間までを接着剤の可使時間とする。

表-4. 4. 1 施工性に関する各材料の品質管理項目

| 材料名 | 管理項目 | 確認方法 | 頻度 | 管理目標 | 適応箇所 |
|-------------|-----------------|------------|----------|-----------------------|--------------------------------------|
| KS ボンド | 塗布量 | 質量による管理 | 1 回 / 日 | 1.4kg/m ² | 全箇所 |
| | 補修材の打設可能時間 | ナット引張試験 | 1 回 / 日 | 硬化が認められる時間内に補修材を打継ぐこと | |
| ジェット Con | フレッシュ性状 | スランプ試験 | 1 回 / 日 | 6.5±1.5cm | ひび割れ (目地近傍) オーバーレイ |
| | | 空気量試験(参考) | 1 回 / 日 | - | |
| リフレモルセット SF | 練り混ぜから打設までの打継時間 | 打継時間計測 | 1 回 / 日 | 練り混ぜ後 30 分以内 | ひび割れ (版央部) 角欠け 段差 ポットホール |
| ハイパーキュールパッチ | 練り混ぜから打設までの打継時間 | 打継時間計測 | 1 回 / 日 | 練り混ぜ後 10 分以内 | ポットホール |
| 早強モルタル | フレッシュ性状 | モルタルスランプ試験 | 1 回 / 半日 | 3~30mm | ポットホール |

4. 4. 2 品質管理結果

(1) KS ボンド塗布量確認結果

KS ボンド塗布量確認結果を表-4.4.2 に示す。KS ボンドの塗布量は補修箇所の設計面積に標準使用量(1.4kg/m²) を乗じて設計塗布量を算出、計量値を用いて設計量を塗布した。

表-4.4.2 KS ボンド塗布量確認結果

| No. | 損傷の種類 | 工法 | 塗布面積 | KS ボンド塗布量の確認 (g) | | | |
|------|-------------------|--------------------------|---|---------------------|-------|-----|---|
| | | | | 設計値 | 実測値 | 差 | |
| ①-1 | ひび割れ | 版央部 (局部打換え) | 5m×0.25m×2 箇所 =2.5m ² | 3500 | 3500 | 0 | |
| ①-2 | | 目地近傍 (局部打換え) | 5m×0.1m + 5m×0.08m =0.9m ² | 1260 | 1260 | 0 | |
| ②-1 | 角欠け | 一般的な工法 | 2m×0.05m + | 224 | 224 | 0 | |
| ②-2 | | | 2m×0.03m =0.16m ² | | 224 | 0 | |
| ③-1 | 段差 | 一般的な工法 | 2m×0.5m + | 1428 | 1428 | 0 | |
| ③-2 | | | 2m×0.01m =1.02m ² | | 1428 | 0 | |
| ④-1 | ポットホール | 一般的な工法 | 0.5m×0.5m | 350 | 350 | 0 | |
| ④-2 | | | =0.25m ² | | 350 | 350 | 0 |
| ④-3 | | | | | 350 | 350 | 0 |
| ④-4 | | | | | 350 | 350 | 0 |
| ④-5 | | 簡易的な工法 (端部ゼロ擦り 付け) | 0.5m×0.5m | 350 | 350 | 0 | |
| ④-6 | | | =0.25m ² | | 350 | 350 | 0 |
| ④-7 | | | | | 350 | 350 | 0 |
| ④-8 | | | | | 350 | 350 | 0 |
| ④-9 | | | | | 350 | 350 | 0 |
| ④-10 | | | | | 350 | 350 | 0 |
| ⑤ | 広範囲の路面の 機能的な損傷 | オーバーレイ工 法 | 5m×2m + 5m×0.05m =10.25m ² | 14350 | 14350 | 0 | |

(2) KS ボンド上の補修材打設可能時間確認結果

KS ボンド上に補修材打設可能時間を確認するためナット引張試験を実施した。試験状況を写真-4.4.1に、試験結果を図-4.4.1に示す。ナット引張試験による補修材の使用可能時間は75分となった。今回実施したすべての補修材料は接着剤塗布から75分以内に施工していることから、KS ボンドとの接着性は十分に確保されているものと考えられる。



写真-4.4.1 ナット引張試験状況

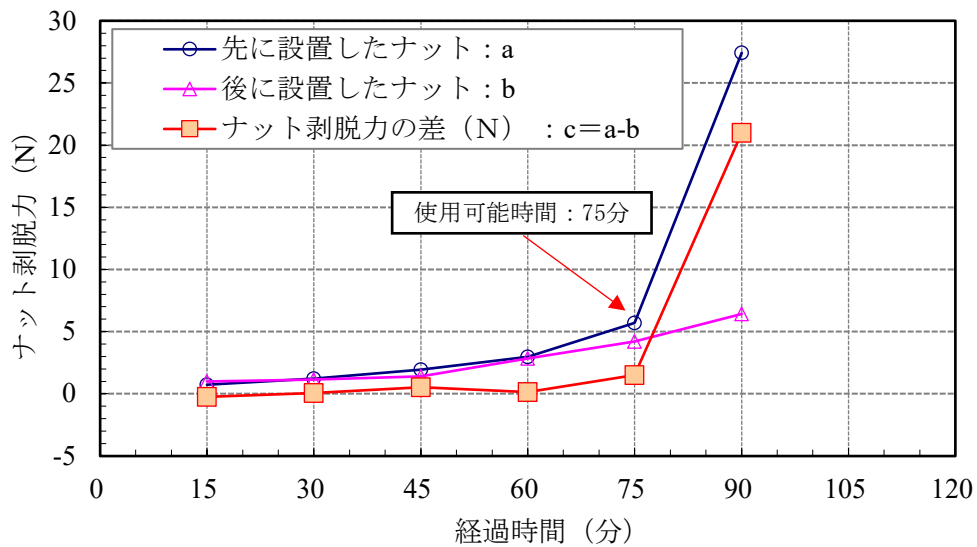


図-4.4.1 ナット引張試験による補修材打設可能時間の確認結果

(3) ジェットコンクリートの性状確認結果

ジェットコンクリートの性状確認結果を表-4.4.3に示す。試験結果より、ジェットコンクリートは目標とするフレッシュ性状であること、圧縮強度においても3時間で28N/mm²以上の強度であることが確認できた。

表-4.4.3 フレッシュ性状確認結果

| 試験項目 | 単位 | 結果 | 目標値 |
|---------------|-------------------|------|---------|
| スランプ | cm | 8.0 | 6.5±1.5 |
| 空気量 | % | 1.7 | 参考 |
| 圧縮強度 (3時間) | N/mm ² | 28.4 | 参考 |



写真-4.4.2 圧縮試験状況

(4) リフレモルセット SF の練り混ぜから打設までの打継時間測定結果

リフレモルセット SF はハンドミキサを使用して練り混ぜを行った。練り混ぜ箇所と施工箇所は近接していたことから、すべての施工箇所において練り混ぜ後30分以内に施工が完了したことを確認した。

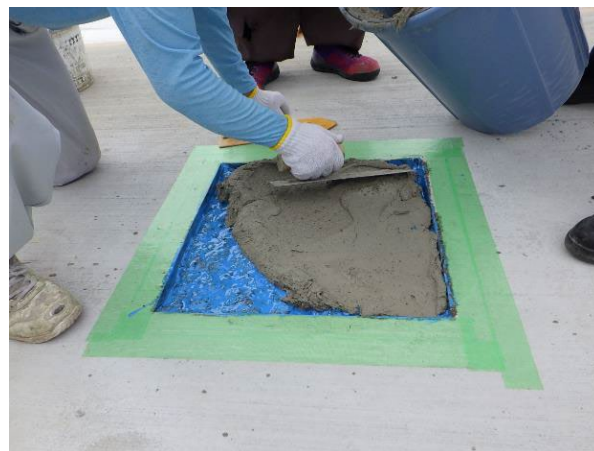


写真-4.4.3 リフレモルセット SF の施工状況

(5) ハイパークールパッチの練り混ぜから打設までの打継時間測定結果

ハイパークールパッチは写真-4.4.4に示すように施工箇所近傍にパック材料を運搬, パック袋内の材料を混合した後に施工した。すべての施工箇所において練り混ぜ後 10 分以内に施工が完了したことを確認した。



写真-4.4.4 ハイパークールパッチの施工状況

(6) 早強モルタルの性状確認結果

早強モルタルの性状確認結果を表-4.4.4に示す。早強モルタルは住友大阪セメント株式会社製の早強ポルトランドセメントと(一社)セメント協会のセメント強さ試験用標準砂を質量比でセメント:砂=1:3となるモルタルとし、水セメント比は現地での施工性を考慮して55%とした。

施工時に実施したモルタルスランプは目標の範囲内であり、良好なフレッシュ性状であった。

表-4.4.4 早強モルタルの性状確認結果

| 試験項目 | 単位 | 結果 | 目標値 |
|----------|-----|------|--------|
| モルタルスランプ | mm | 7.0 | 3~30mm |
| 曲げ強度 | MPa | 7.1 | 参考 |
| 圧縮強度 | MPa | 49.9 | 参考 |



写真-4.4.5 早強モルタルの施工状況

4.5 補修工法の出来形管理

4.5.1 出来形管理項目

出来形項目を表-4.5.1に示す。

表-4.5.1 出来形確認項目一覧表

| 確認時期 | 確認項目 | 備考 |
|-------|-------------------------------|---|
| 補修前・後 | 対象となる補修箇所の深さ、段差の形状、延長、幅員、施工面積 | 舗装調査・試験法便覧（平成31年版） (G-004) 舗装の幅の測定方法 |

4.5.2 出来形管理結果

出来形管理結果を表-4.5.2に示す。設計の寸法（幅員・延長・厚さ）に対して、実測は概ね同程度となり、すべての工法において設計通りの補修面が構築できたと考えている。

表-4.5.2 出来形管理結果

| No. | 損傷種類 | 工法 | 延長 (cm) | | 幅員 (cm) | | 平均厚さ (cm) | | 面積 (m ²) | | | 体積 (m ³) | | |
|-----|--------|-----------------|---------|-------|---------|-------|-----------|------|----------------------|-------|----------|----------------------|-----|----------|
| | | | 設計 | 実測 | 設計 | 実測 | 設計 | 実測 | 設計 | 実測 | 差異 (実-設) | 設計 | 実測 | 差異 (実-設) |
| 1-① | ひび割れ | 版中央部 (局部打替え) | 10.0 | 10.0 | 500.0 | 500.0 | 8.0 | 7.3 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.0 |
| 1-② | | 目地近傍 (局部打替え) | 50.0 | 52.0 | 500.0 | 504.0 | 25.0 | 25.8 | 25.0 | 26.2 | 1.2 | 6.3 | 6.8 | 0.5 |
| 2-① | 角欠け | 一般的な工法 | 5.0 | 5.5 | 200.0 | 200.0 | 5.0 | 3.2 | 1.0 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | -0.1 |
| 2-② | | | 5.0 | 5.0 | 200.0 | 200.0 | 3.0 | 2.9 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3-① | 段差 | 一般的な工法 | 50.0 | 51.0 | 200.0 | 200.0 | 2.0 | 2.6 | 10.0 | 10.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 3-② | | | 50.0 | 50.0 | 200.0 | 200.0 | 2.0 | 2.2 | 10.0 | 10.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.0 |
| 4-① | ポットホール | 一般的な工法 | 50.0 | 50.5 | 50.0 | 50.5 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 2.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4-② | | | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 1.0 | 1.3 | 2.5 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4-③ | | | 50.0 | 50.5 | 50.0 | 50.0 | 1.0 | 1.3 | 2.5 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4-④ | | | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 2.0 | 1.1 | 2.5 | 2.5 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | -0.1 |
| 4-⑤ | | | 50.0 | 49.5 | 50.0 | 48.0 | 2.0 | 2.1 | 2.5 | 2.4 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| 4-⑥ | | | 50.0 | 49.5 | 50.0 | 49.0 | 2.0 | 2.1 | 2.5 | 2.4 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| 4-⑦ | | 簡易的な工法 | 50.0 | 50.5 | 50.0 | 51.0 | 1.0 | 1.3 | 2.5 | 2.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4-⑧ | | | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 51.0 | 1.0 | 1.2 | 2.5 | 2.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4-⑨ | | | 50.0 | 51.0 | 50.0 | 50.5 | 1.0 | 1.4 | 2.5 | 2.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4-⑩ | | | 50.0 | 51.5 | 50.0 | 51.0 | 1.0 | 0.8 | 2.5 | 2.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 広範囲な損傷 | オーバーレイ工法 | 200.0 | 200.0 | 500.0 | 505.0 | 5.0 | 5.0 | 100.0 | 101.0 | 1.0 | 5.0 | 5.1 | 0.1 |

4. 6 耐久性試験調査概要

4. 6. 1 調査項目と頻度

補修材の耐久性を評価するために、表-4.6.1 に示す確認項目を実施した。走行中調査は5万輪毎に実施した。付着特性については、走行中調査において走行部で試験を実施した場合、試験実施箇所が弱点となりやすく、その後の調査結果に影響を与えることが懸念された。そのため、走行中調査の打音検査やFWDによるたわみ量測定結果で何らかの損傷が発生していると判断された場合にのみ実施することとした。

表-4.6.1 確認項目一覧表

| 確認項目 | | 試験方法※1 | 対象となる補修箇所 | 頻度・試験回数 | 試験時期 (輪荷重試験) |
|------------------------|-----------------|--|---|---------------------------|-----------------|
| ひび割れ 補修材の飛散の 有無等 | | 目視確認 | 全箇所 | 適宜 | 前・中・後 |
| 空洞等の有無 | | 打音検査 | 全箇所 | 適宜 | 前・中・後 |
| すべり抵抗性 | | 振り子式スキッド レジスタンスステ タ (以下 BPN) (試験法 S021-2) | 全箇所 | 各箇所につき1回 | 前・中・後 |
| | | DF テスター (試験法 S021-3) | 版中央部の 局部打ち換え 段差 ポットホール オーバーレイ | | 前・中・後 |
| キメ深さ | | CT メータ (試験法 S022-3) | 版中央部の 局部打ち換え 段差 ポットホール オーバーレイ | 各箇所につき1回 | 前・中・後 |
| たわみ量 荷重伝達率 | | FWD (試験法 S047) | 局部打ち換え | 各箇所につき3回 (IWP・OWP・BWP) | 前・中・後 |
| 段差 | | MRP 直線定規 (試験法 S031) | ひび割れ 角欠け 段差 オーバーレイ | 横断方向・縦断方向 | 前・中・後 |
| 付着 特性 | 初期強度 | NEXCO 試験法 434 | 各補修材 | 各3回 | 前 |
| | 屋外暴露 | NEXCO 試験法 434 | 各補修材 | 各3回 | 前 |
| | 屋外暴露＋ 荷重作用負荷 | 建研式引張試験 (JSCE-K561) | 段差 オーバーレイ | 走行部と非走行部で 各3回 | (中), 後 |

※1：表中に示す試験法とは、舗装調査・試験舗装便覧（平成31年版）を指す

4. 6. 2 各補修工法の調査項目

各補修工法の調査項目を表-4. 6. 2に示す。

表-4. 6. 2 各補修工法の調査実施一覧表

| No. | 損傷の種類 | 工法 | 寸法 | 補修材 | 調査項目 | | | | | | |
|------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------------|--------------|-----|------------|-----------|-----|-------------|-------------|
| | | | | | 目視確認 打音検査 | BPN | DF テスター | CT メータ | FWD | MRP 段差測定 | 建研式 引張試験 |
| ①-1 | ひび割れ | 版中央部（局部打換え） | 5m×0.5m×0.25m | 超速硬コンクリート | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| ①-2 | | 目地近傍（局部打換え） | 5m×0.1m×0.08m | リフレモルセット SF（骨材入り） | ○ | ○ | | | | ○ | |
| ②-1 | 角欠け | 一般的な工法 | 2m×0.05m×0.03m | リフレモルセット SF | ○ | | | | | ○ | |
| ②-2 | | | | | | | | | | | |
| ③-1 | 段差 | 一般的な工法 | 2m×0.5m× 0.03~0.01m | リフレモルセット SF | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| ③-2 | | | | | | | | | | | |
| ④-1 | ポット ホール | 一般的な工法 | 0.5m×0.5m×0.01m | リフレモルセット SF | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-2 | | | | ハイパークールパッチ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-3 | | | | 早強モルタル | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-4 | | | 0.5m×0.5m×0.02m | リフレモルセット SF | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-5 | | | | ハイパークールパッチ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-6 | | | | リフレモルセット SF※1 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-7 | | 簡易的な工法 | 0.5m×0.5m×0.01m (端部ゼロ擦り付け) | 早強モルタル | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-8 | | | | ハイパークールパッチ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-9 | | | | リフレモルセット SF | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ④-10 | | | | ハイパークールパッチ※2 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| ⑤ | 広範囲の路面の機能的な損傷 | オーバーレイ工法 | 5m×2m×厚さ 0.05m | 超速硬コンクリート | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ |

※1：浸透性 KS プライマーと KS ボンドを塗布， ※2：接着剤なし

4.7 耐久性試験結果

4.7.1 目視確認, 打音検査結果

荷重車が走行することによる補修材の飛散や角欠け等の発生を確認するため、目視による確認と点検ハンマーによる打音検査を実施した。目視確認および打音検査結果一覧表を表-4.7.1に示す。大部分の補修箇所において目視確認できるほどの変状・損傷は確認されなかった。一部測点でひび割れや角欠けが確認されたが、その後の調査において打音検査や目視観察での変状・損傷は確認されず、進展は確認されなかった。

表-4.7.1 目視確認および打音検査結果一覧表

| 測点 | 使用補修材 | 走行前 | 5万輪後 | 10万輪後 | 15万輪後 | 20万輪後 | 25万輪後 | 30万輪後 | 35万輪後 |
|---------|-------|-------|------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1-1-OWP | 超速硬 | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 1-1-BWP | 超速硬 | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 1-1-IWP | 超速硬 | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 3-1 | リフレSF | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 3-2 | リフレSF | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-1 | リフレSF | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-2 | HCP | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-3 | 早強 | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-4 | リフレSF | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-5 | HCP | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-6 | リフレSF | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-7 | 早強 | ひび割れ有 | 進展なし | 進展なし | 進展なし | 進展なし | 進展なし | 進展なし | 進展なし |
| 4-8 | HCP | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-9 | リフレSF | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 4-10 | HCP | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |
| 5-1 | 超速硬 | 異常なし | 異常なし | 段差部に角欠け | 進展なし | 進展なし | 進展なし | 進展なし | 進展なし |
| 5-2 | 超速硬 | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし |

測点 4-7 (ポットホール部, 端部ゼロ擦り付け, 早強モルタル使用) において, 走行前調査時において写真-4.7.1 に示すようなひび割れが認められた。荷重車走行前であることから, 早強モルタルの乾燥等によって発生した早強モルタルの収縮ひずみが下地材料により拘束されたことによってひび割れが発生したものと考えられる。当該箇所においては, 35 万輪通過後まで目視観察や打音検査を継続したが, ひび割れ部の拡大や飛散等の外観変化は認められなかった。

以上より, 簡易的に作製した早強モルタルを使用した場合においても, 接着剤を併用することによって輪荷重載荷作用に対して十分な耐久性を有することを確認した。

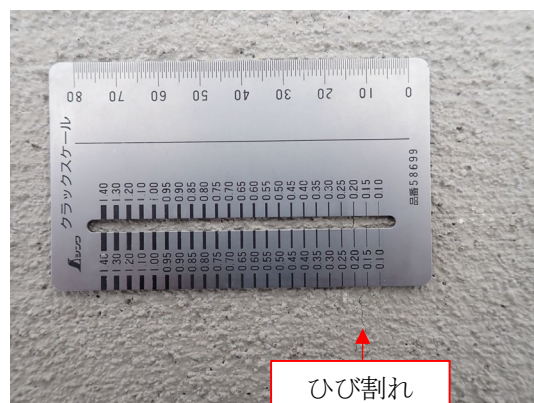


写真-4.7.1 測点 4-7 の初期ひび割れ

また、測点 5-1（広範囲の損傷、オーバーレイ部、超速硬コンクリート使用）において、10 万輪通過後の調査時において写真-4.7.2 に示すようなひび割れが認められた。ひび割れが発生した箇所は補修箇所端部であり、かつ付着オーバーレイ工法による補修の際に補修材と既設コンクリート間とに段差が発生していたことが影響したものと考えられる。ひび割れ部を取り除くと補修材と既設コンクリート間とに接着剤は確認されず、端部の擦り付け等の処理が不十分であることも重なってひび割れが発生したものと考えられる。

接着剤を塗布していない箇所で、かつ薄層で補修材が残存している場合は早期に補修材施工箇所が再劣化することから、端部の擦り付け等の補修工事は丁寧に実施することが必要であるといえる。

すべての測点における、走行回数 5 万輪毎の供用状況一覧を表-4.7.2～表-4.7.4 に示す。

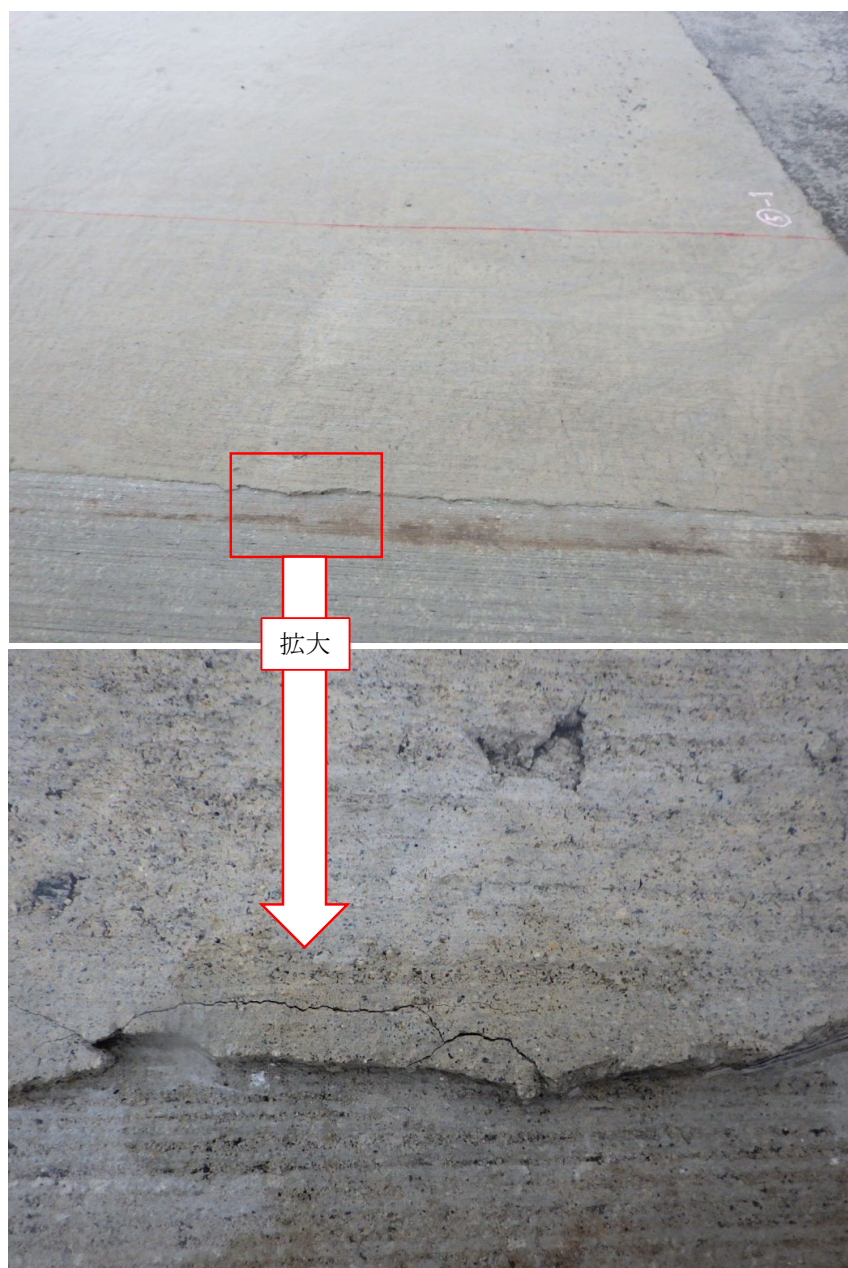


写真-4.7.2 測点 5-1 の 10 万輪通過後に発生したひび割れ

表-4.7.2 荷重車走行毎の各補修材の外観一覧表 (その1)

| No. | 損傷の種類 | 工法 | 寸法 | 補修材 | 走行回数 | 走行前 | 5万輪 | 10万輪 | 15万輪 | 20万輪 | 25万輪 | 30万輪 | 35万輪 |
|-----|-------|------------|--------------------|-------------------|------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ①-1 | ひび割れ | 版中央部 局部打替え | 5m×0.5m×0.25m | 超速硬コンクリート | 写真 | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・たわみ伝達率良好 ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし |
| ①-2 | ひび割れ | 目地近傍 局部打替え | 5m×0.1m×0.1m | リフレモルセットSF (ビリ入り) | 写真 | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし |
| ②-1 | 角欠け | 一般的な工法 | 2m×0.05m×0.03m | リフレモルセットSF | 写真 | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし |
| ②-2 | 角欠け | 一般的な工法 | 2m×0.05m×0.03m | リフレモルセットSF | 写真 | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし |
| ③-1 | 段差 | 一般的な工法 | 2m×0.5m×0.03~0.01m | リフレモルセットSF | 写真 | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし |
| ③-2 | 段差 | 一般的な工法 | 2m×0.5m×0.03~0.01m | リフレモルセットSF | 写真 | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし |

表-4.7.3 荷重車走行毎の各補修材の外観一覧表 (その2)




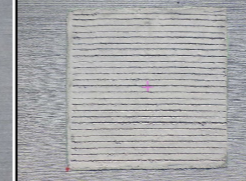


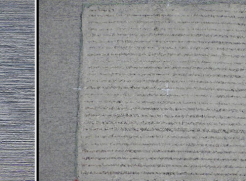
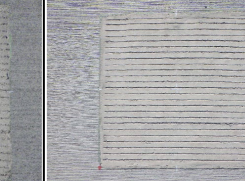
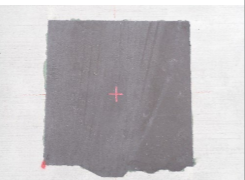
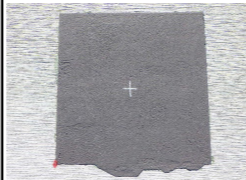
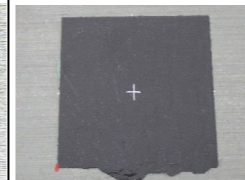
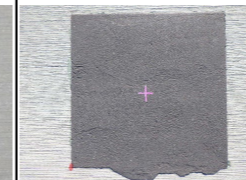
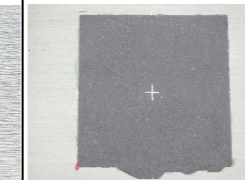
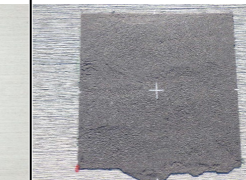
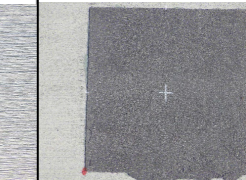
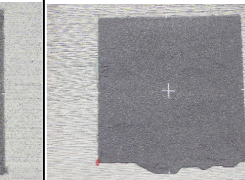
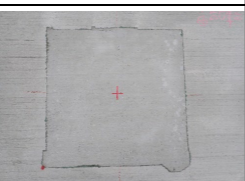


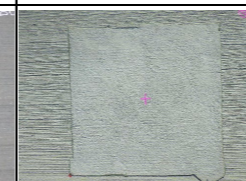


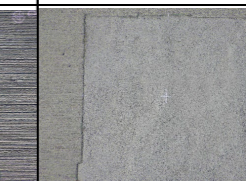
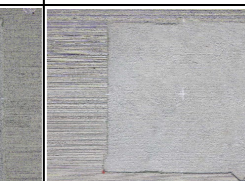

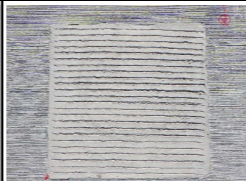

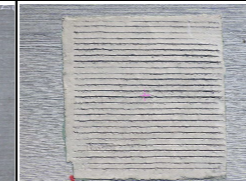
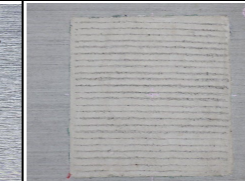
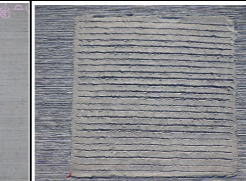
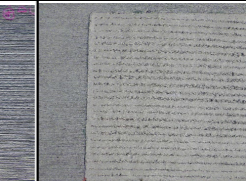
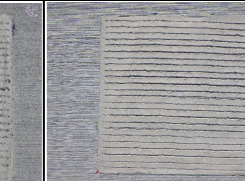
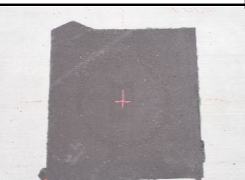
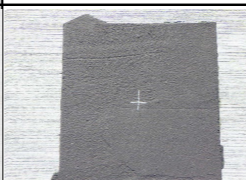
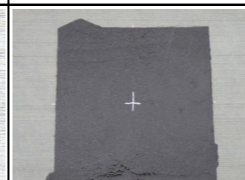

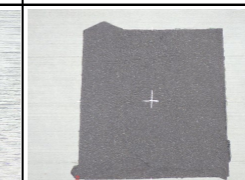
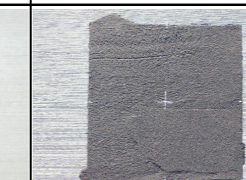
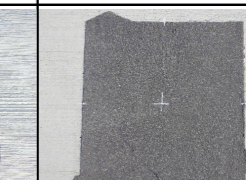
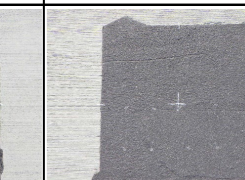






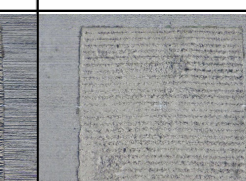
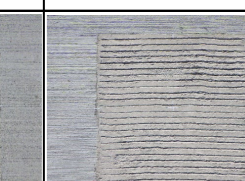
| No. | 損傷の種類 | 工法 | 寸法 | 補修材 | 走行回数 | 走行前 | 5万輪 | 10万輪 | 15万輪 | 20万輪 | 25万輪 | 30万輪 | 35万輪 | | | |
|-----|--------|------------------|---------------------|------------|------|--|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| ④-1 | ポットホール | 一般的な工法 (端部処理) | 0.5m×0.5m× 0.01m | リフレモルセットSF | 写真 |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ, 浮きなし | | | | | | | | | | |
| | | | | ハイパークールパッチ | 写真 |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ, 浮きなし | | | | | | | | | | |
| | | | | 早強モルタル | 写真 |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ, 浮きなし | | | | | | | | | | |
| | | | ④-4 | | | 0.5m×0.5m× 0.02m | リフレモルセットSF | 写真 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | | | | | | | | 備考 | ・ひび割れ, 浮きなし | | | | | | | |
| | | | | | | | ハイパークールパッチ | 写真 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | | | | | | | | 備考 | ・ひび割れ, 浮きなし | | | | | | | |
| | | | | | | | リフレモルセットSF (浸透性有り) | 写真 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | | | | | | | | 備考 | ・ひび割れ, 浮きなし | | | | | | | |

表-4.7.4 荷重車走行毎の各補修材の外観一覧表 (その3)

| No. | 損傷の種類 | 工法 | 寸法 | 補修材 | 走行回数 | 走行前 | 5万輪 | 10万輪 | 15万輪 | 20万輪 | 25万輪 | 30万輪 | 35万輪 | | | |
|------------|--------|----------------------|---------------------|-----------------------|------------|-----------------|-----------------------------------|------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|------|-------|-------|
| ④-7 | ポットホール | 簡易的な工法 (端部ゼロ擦り付け) | 0.5m×0.5m× 0.01m | 早強モルタル | 写真 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・一部、ひび割れが認められた | ・ひび割れの進展なし | ・ひび割れの進展なし | ・ひび割れの進展なし | ・ひび割れの進展なし | ・ひび割れの進展なし | ・ひび割れの進展なし | ・ひび割れの進展なし | | | |
| ハイパークールパッチ | | | | 写真 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | | | | |
| リフレモルセットSF | | | | 写真 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | | | | |
| ④-10 | | | | ハイパークールパッチ (接着剤無し) | 写真 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | | | |
| ⑤ | | | | オーバーレイ | オーバーレイ工法 | 5m×2m× 0.05m | 超速硬コンクリート 左：ほうき目有り 右：ほうき目無し | 写真 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 備考 | ・ひび割れ、浮きなし | ・ひび割れ、浮きなし | ・段差部に角欠け ・浮きなし | 進展なし | 進展なし | 進展なし | ・進展なし | ・進展なし |

4. 7. 2 BPNによるすべり抵抗測定結果

すべり抵抗測定状況を写真-4.7.3に示す。

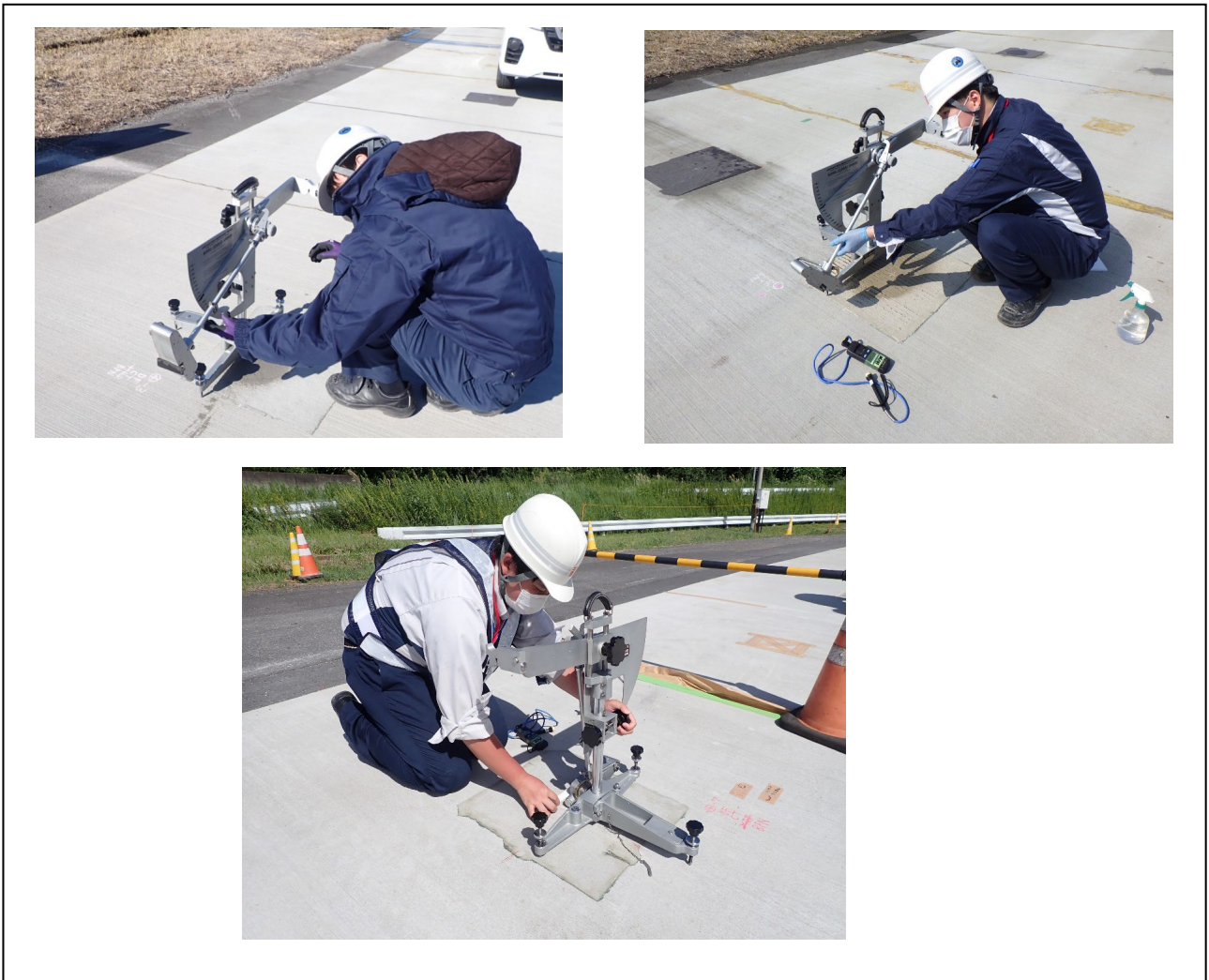


写真-4.7.3 すべり抵抗性測定状況

BPN によるすべり抵抗測定測定結果を表-4.7.5 と図-4.7.1 に示す。すべり抵抗性（BPN）は施工直後が最も大きく、全体の傾向として輪荷重走行回数が増えると BPN 値は低下する傾向が認められたが、著しい BPN 値の低下は確認されず、35 万輪走行後においても BPN 値は 60 程度以上を示す測点が多い結果であった。各補修材のすべり抵抗性に大きな差は認められず、概ね同程度の結果であった。

表-4.7.5 荷重車走行回数ごとの BPN

| 測点（材料種類） | 荷重車走行回数ごとの BPN | | | | | | |
|-----------------|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 走行前 | 5万輪後 | 10万輪後 | 15万輪後 | 20万輪後 | 25万輪後 | 35万輪後 |
| 1-1-OWP(超速硬) | 81 | 71 | 73 | 67 | 63 | 66 | 71 |
| 1-1-BWP(超速硬) | 73 | 73 | 69 | 67 | 63 | 65 | 67 |
| 1-1-IWP(超速硬) | 77 | 71 | 73 | 66 | 63 | 64 | 56 |
| 3-1(リフレSF) | 77 | 72 | 57 | 48 | 56 | 58 | 62 |
| 3-2(リフレSF) | 83 | 73 | 74 | 60 | 56 | 66 | 68 |
| 4-1(リフレSF) | 77 | 67 | 64 | 54 | 56 | 59 | 67 |
| 4-2(HCP) | 54 | 68 | 64 | 54 | 54 | 54 | 60 |
| 4-3(早強) | 67 | 83 | 76 | 72 | 58 | 72 | 75 |
| 4-4(リフレSF) | 84 | 79 | 74 | 71 | 67 | 63 | 65 |
| 4-5(HCP) | 51 | 70 | 66 | 57 | 45 | 53 | 54 |
| 4-6(リフレSF) | 90 | 77 | 79 | 66 | 66 | 68 | 76 |
| 4-7(早強) | 71 | 75 | 72 | 74 | 75 | 71 | 73 |
| 4-8(HCP) | 68 | 71 | 61 | 52 | 50 | 49 | 61 |
| 4-9(リフレSF) | 80 | 72 | 67 | 60 | 58 | 62 | 67 |
| 4-10(HCP) | 62 | 73 | 57 | 51 | 52 | 52 | 56 |
| 5-1_ほうき目あり(超速硬) | 76 | 61 | 57 | 55 | 58 | 57 | 67 |
| 5-2_ほうき目なし(超速硬) | 69 | 59 | 54 | 50 | 48 | 50 | 63 |

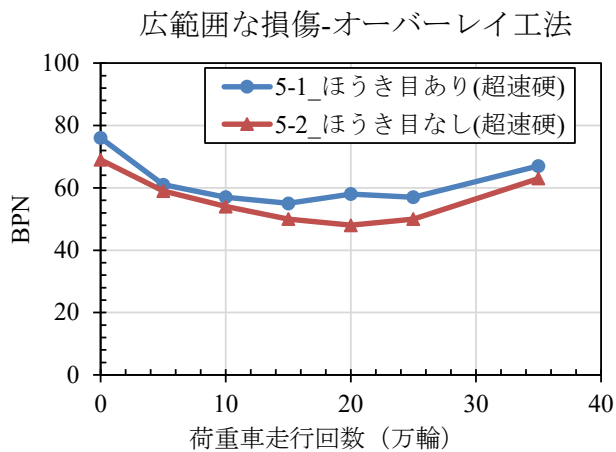
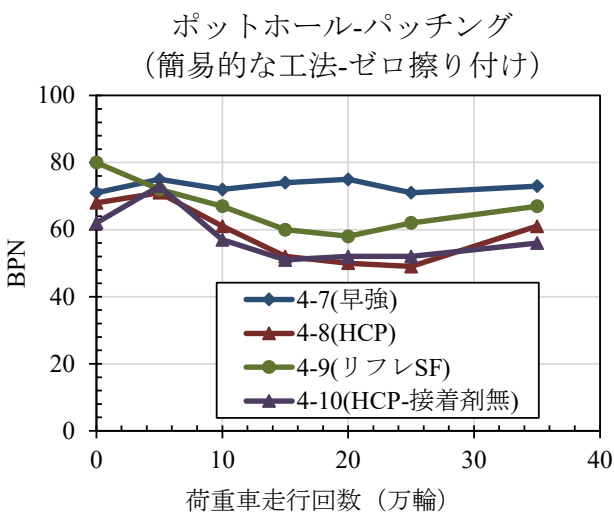
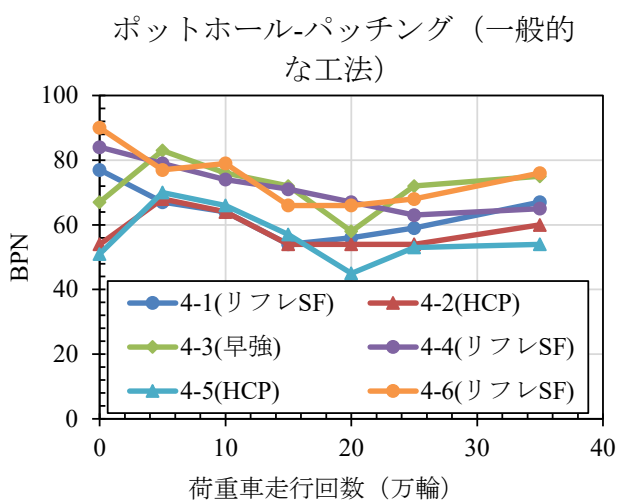
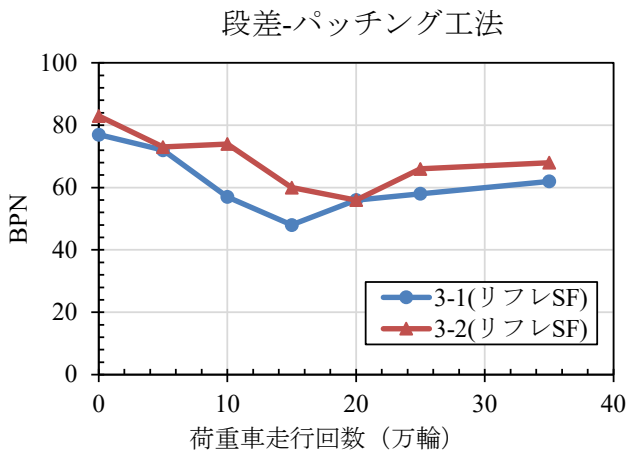
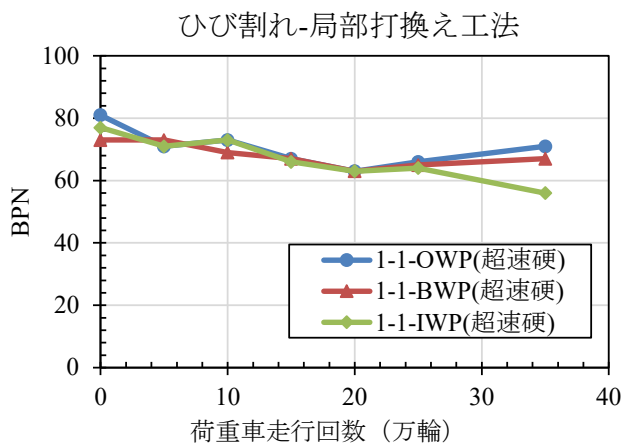


図-4.7.1 荷重車測定回数ごとの BPN

4. 7. 3 回転式すべり抵抗測定器 (DF テスター) による動摩擦係数測定結果

回転式すべり抵抗測定器による測定状況を写真-4.7.4 に示す。



写真-4.7.4 回転式すべり抵抗測定器による動摩擦係数測定状況

回転式すべり抵抗測定器（DF テスター）による動摩擦係数（ μ_{60} ）測定結果を表-4.7.6 と図-4.7.2 に示す。35 万輪後の一部箇所において、試験機の故障により動摩擦係数の測定が困難であった測点については空欄としている。

回転式すべり抵抗測定器による動摩擦係数 μ_{60} は BPN 値と同様に施工直後の値が最も大きく、荷重車走行によって動摩擦係数は低下する傾向を示したが、著しい動摩擦係数の低下は確認されず、35 万輪走行後においても動摩擦係数は 0.35 程度以上を示す測点が多い結果であった。

表-4.7.6 荷重車走行回数ごとの動摩擦係数 μ_{60}

| 測点 (材料種類) | 荷重車走行回数ごとの動摩擦係数 (μ_{60}) | | | | |
|-----------------|--------------------------------|------|-------|-------|-------|
| | 走行前 | 5万輪後 | 15万輪後 | 25万輪後 | 35万輪後 |
| 1-1-OWP(超速硬) | 0.62 | 0.48 | 0.47 | 0.53 | 0.50 |
| 1-1-BWP(超速硬) | 0.55 | 0.43 | 0.47 | 0.47 | 0.48 |
| 1-1-IWP(超速硬) | 0.50 | 0.43 | 0.44 | 0.46 | 0.45 |
| 3-1(リフレSF) | 0.52 | 0.35 | 0.40 | 0.36 | 0.42 |
| 3-2(リフレSF) | 0.54 | 0.39 | 0.44 | 0.29 | |
| 4-1(リフレSF) | 0.51 | 0.34 | 0.41 | 0.39 | 0.37 |
| 4-2(HCP) | 0.36 | 0.35 | 0.32 | 0.32 | 0.31 |
| 4-3(早強) | 0.42 | 0.48 | 0.57 | 0.39 | 0.56 |
| 4-4(リフレSF) | 0.60 | 0.40 | 0.47 | 0.43 | 0.43 |
| 4-5(HCP) | 0.40 | 0.36 | 0.28 | 0.30 | 0.29 |
| 4-6(リフレSF) | 0.64 | 0.47 | 0.44 | 0.44 | |
| 4-7(早強) | 0.45 | 0.50 | 0.53 | 0.39 | 0.60 |
| 4-8(HCP) | 0.34 | 0.32 | 0.26 | 0.26 | 0.27 |
| 4-9(リフレSF) | 0.48 | 0.37 | 0.42 | 0.41 | 0.42 |
| 4-10(HCP) | 0.33 | 0.31 | 0.38 | 0.28 | 0.29 |
| 5-1 ほうき目あり(超速硬) | 0.41 | 0.36 | 0.37 | 0.33 | 0.38 |
| 5-2 ほうき目なし(超速硬) | 0.39 | 0.31 | 0.30 | 0.17 | 0.31 |

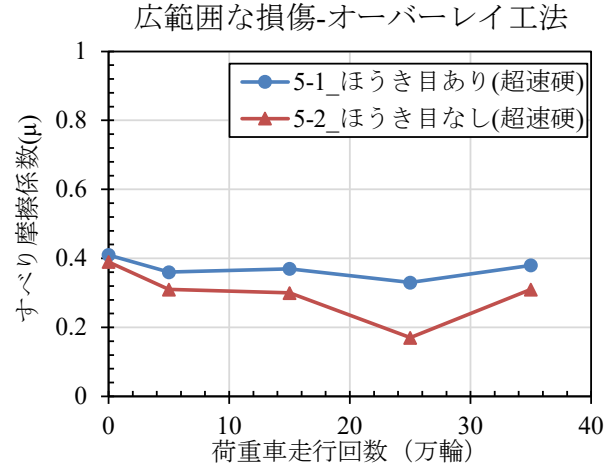
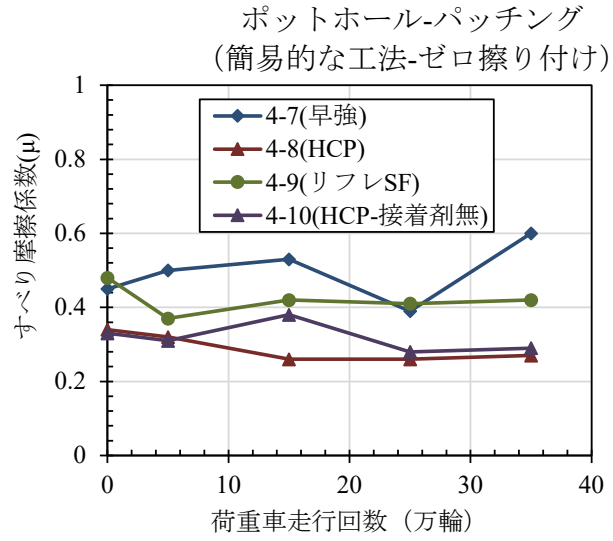
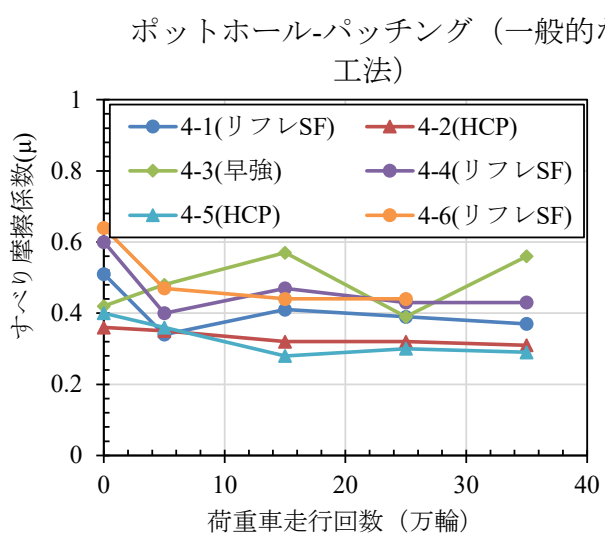
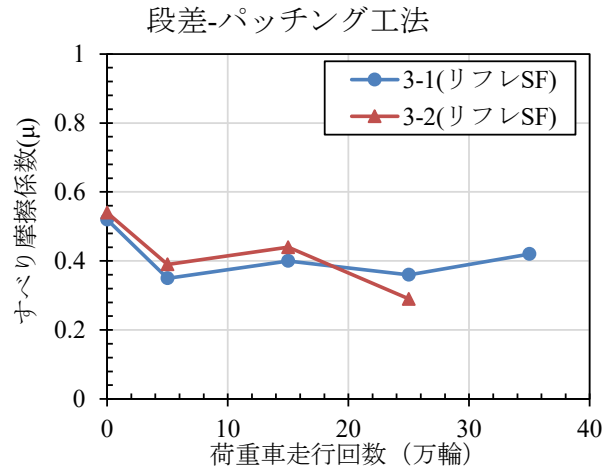
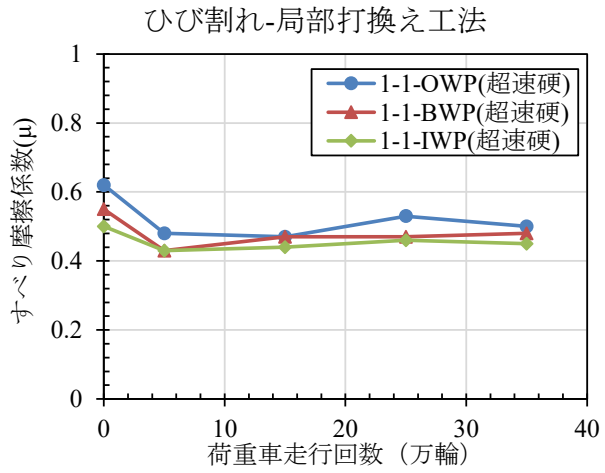


図-4.7.2 荷重測定回数ごとの動摩擦係数 (μ60)

4. 7. 4 CTメータによるきめ深さ測定結果

CTメータによるきめ深さ測定状況を写真-4.7.5に示す。

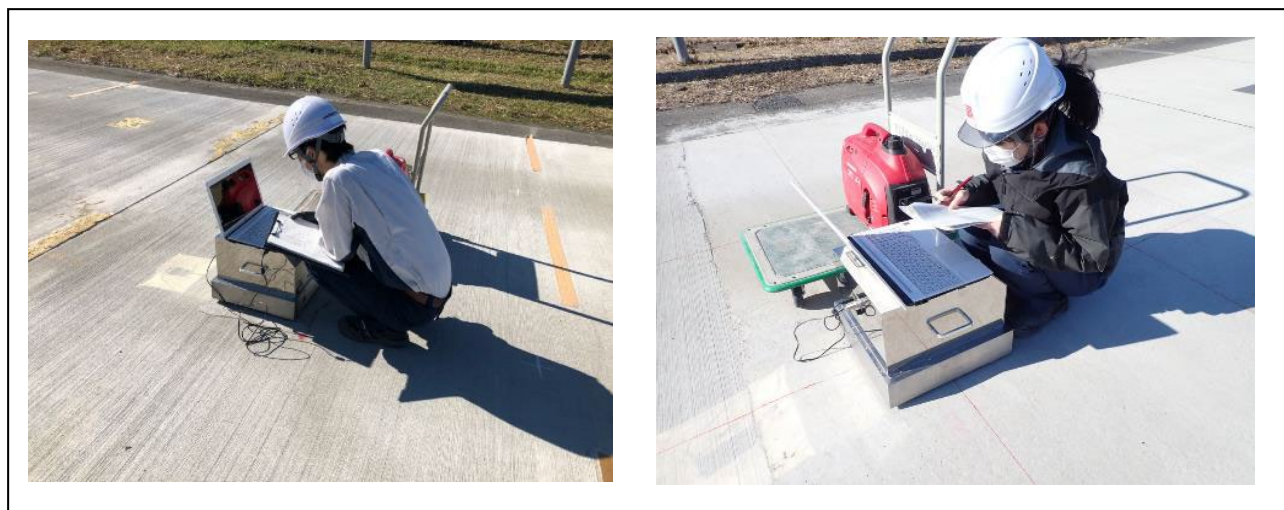


写真-4.7.5 きめ深さ測定状況

CTメータによるきめ深さ測定結果を表-4.7.7と図-4.7.3に示す。全体的にリフレSFを使用した測点のきめ深さが大きい。一方で超速硬を使用した測点はきめ深さが小さい傾向となった。荷重車走行によるきめ深さの変化は本測定結果からは認められなかった。

表-4.7.7 荷重車走行回数ごとのきめ深さMPD(mm)

| 測点 (材料種類) | 荷重車走行回数ごとのきめ深さMPD(mm) | | | | |
|--------------|-----------------------|------|-------|-------|-------|
| | 走行前 | 5万輪後 | 15万輪後 | 25万輪後 | 35万輪後 |
| 1-1-OWP(超速硬) | 0.38 | 0.38 | 0.35 | 0.31 | 0.36 |
| 1-1-BWP(超速硬) | 0.37 | 0.33 | 0.32 | 0.30 | 0.33 |
| 1-1-IWP(超速硬) | 0.35 | 0.33 | 0.33 | 0.32 | 0.31 |
| 3-1(リフレSF) | 0.72 | 0.49 | 0.51 | 0.52 | 0.61 |
| 3-2(リフレSF) | 0.92 | 0.85 | 0.68 | 0.75 | 0.69 |
| 4-1(リフレSF) | 0.77 | 0.74 | 0.53 | 0.69 | 0.58 |
| 4-2(HCP) | 0.42 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | 0.39 |
| 4-3(早強) | 0.71 | 0.55 | 0.48 | 0.45 | 0.44 |
| 4-4(リフレSF) | 0.91 | 0.88 | 0.80 | 0.80 | 0.86 |
| 4-5(HCP) | 0.48 | 0.48 | 0.46 | 0.45 | 0.42 |
| 4-6(リフレSF) | 1.45 | 1.21 | 1.16 | 1.20 | 1.29 |
| 4-7(早強) | 0.79 | 0.60 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 4-8(HCP) | 0.54 | 0.50 | 0.47 | 0.49 | 0.48 |
| 4-9(リフレSF) | 0.93 | 0.79 | 0.66 | 0.86 | 0.79 |
| 4-10(HCP) | 0.77 | 0.68 | 0.66 | 0.70 | 0.59 |
| 5-1-OWP(超速硬) | 0.45 | 0.42 | 0.41 | 0.40 | 0.42 |
| 5-1-BWP(超速硬) | 0.35 | 0.33 | 0.40 | 0.38 | 0.35 |
| 5-1-IWP(超速硬) | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.23 | 0.24 |
| 5-2-OWP(超速硬) | 0.29 | 0.33 | 0.37 | 0.33 | 0.33 |
| 5-2-BWP(超速硬) | 0.30 | 0.29 | 0.26 | 0.26 | 0.30 |
| 5-2-IWP(超速硬) | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.24 |

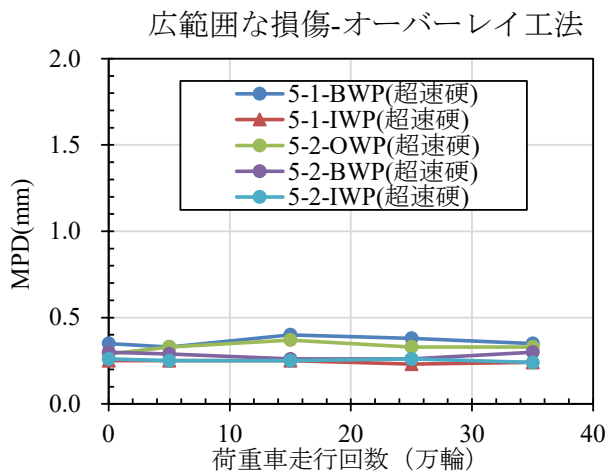
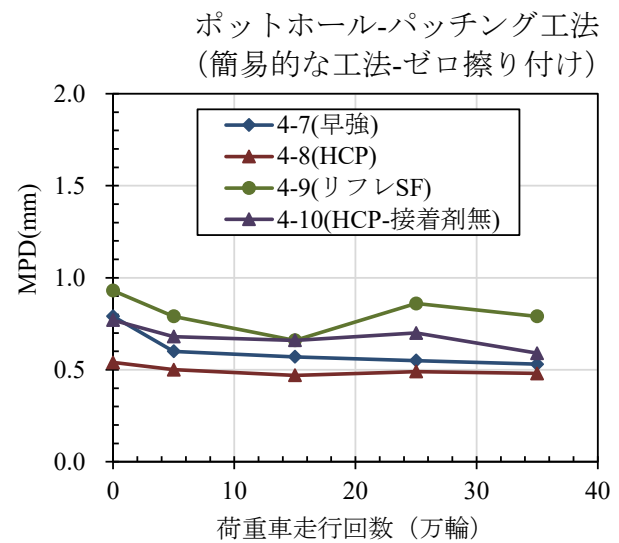
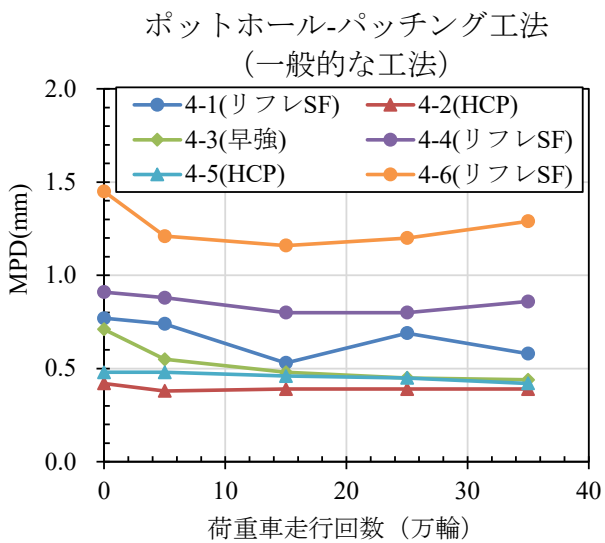
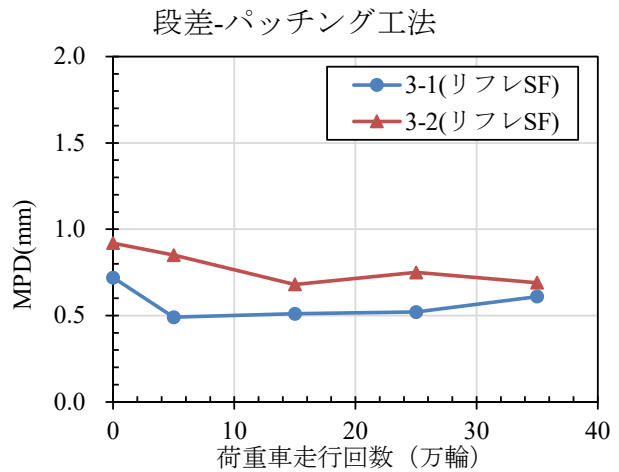
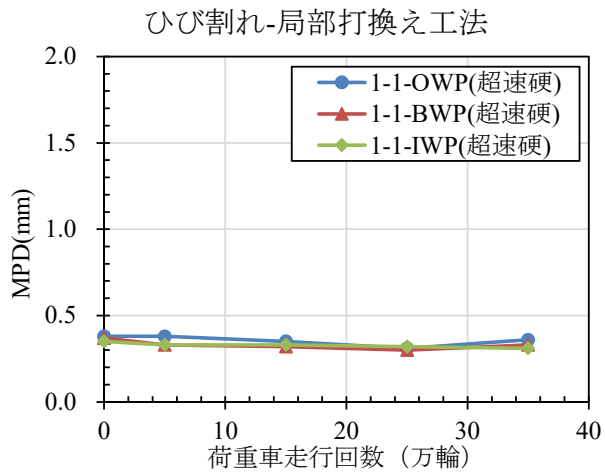


図-4.7.3 荷重車走行回数ごとのきめ深さ

4. 7. 5 FWD による荷重伝達率測定結果

FWD 測定状況を写真-4. 7. 6 に示す。



写真-4. 7. 6 FWD 測定状況

版中央に発生したひび割れ部の局所打換え箇所における荷重伝達率について FWD を使用して測定した。測定位置概要図を図-4. 7. 4 と図-4. 7. 5 に示す。比較対象としてひび割れの発生していない一般部についても測定した。衝撃荷重は 98kN とし、 D_0 と D_{30} および D_0 と D_{30} のたわみ量から荷重車が走行する向きに対して進入側と退出側とで局所打換え箇所と既存コンクリート版間の荷重伝達率を算出した。荷重伝達率は式 (4.7.5.1) より算出した。

$$\text{荷重伝達率 (\%)} = \frac{D_{30}}{D_0 + D_{30}} \times 100 \quad (4.7.5.1)$$

ここに、 D_{30} : 載荷板中心から 300mm の位置のたわみ量(mm)

D_0 : 載荷板中心直下のたわみ量(mm)

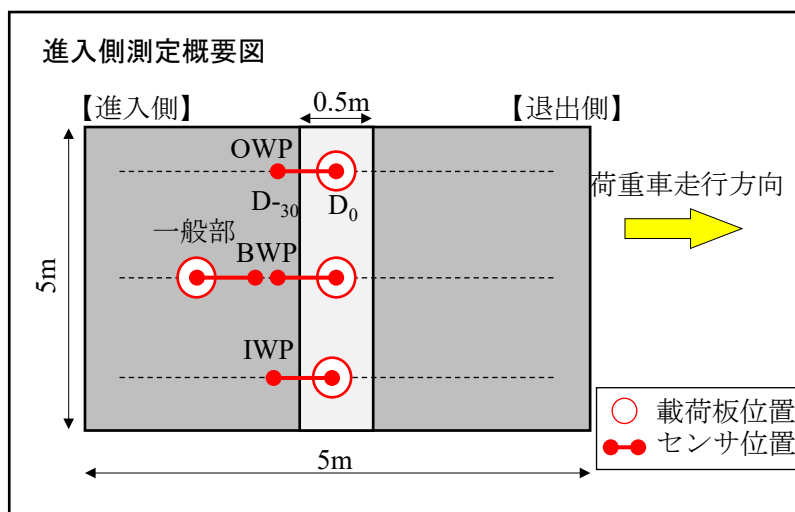


図-4. 7. 4 FWD 測定位置概要図<進入側>

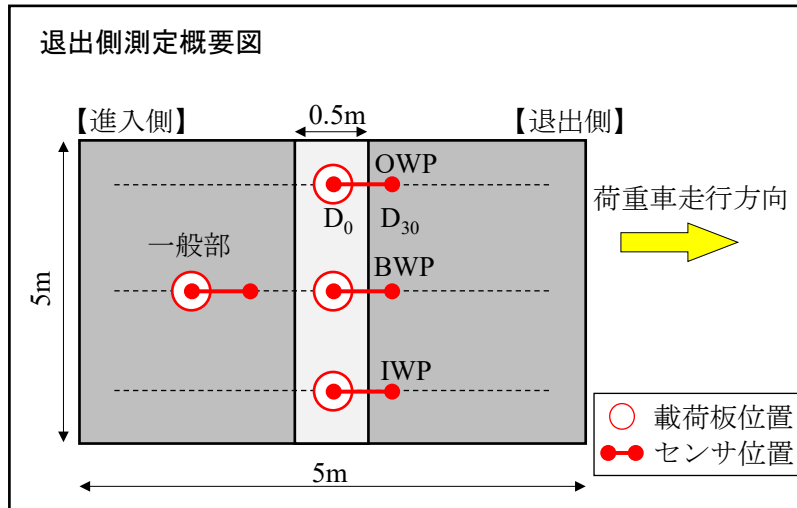


図-4.7.5 FWD 測定位置概要図<退出側>

荷重伝達率測定結果を図-4.7.6に示す。進入側と退出側とで測定したすべての測定箇所において49kN換算輪数35万輪通過後においても荷重伝達率は80%を超えており、荷重の伝達が有効に行われていることが確認できた。また、接合部ではない一般部のたわみ量と比較しても同程度の荷重伝達率であることから、版中央部のひび割れ部の補修を想定した局所打換え方法は接合部を有しない健全なコンクリート版と同程度の剛性を有していることが確認できた。

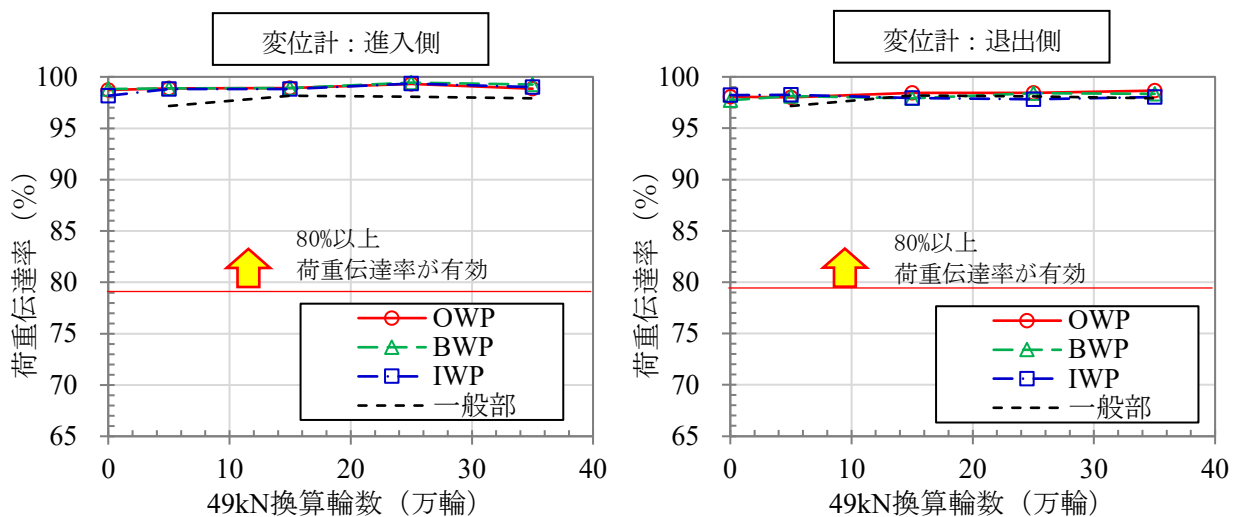


図-4.7.6 荷重伝達率測定結果

4. 7. 6 表面形状測定結果

(1) MRP による測定

MRP による表面形状測定状況を写真-4. 7. 7 に示す。



写真-4. 7. 7 MRP による表面形状測定状況

MRPによる形状測定結果を図-4.7.7に示す。補修材と既存コンクリート間前後の段差を測定する目的でMRPによる形状測定し、測定結果から段差を算出するために結果を解析したところ、荷重車走行毎の段差の算出が困難であったことから、直線定規を用いた段差測定を併用して実施した。

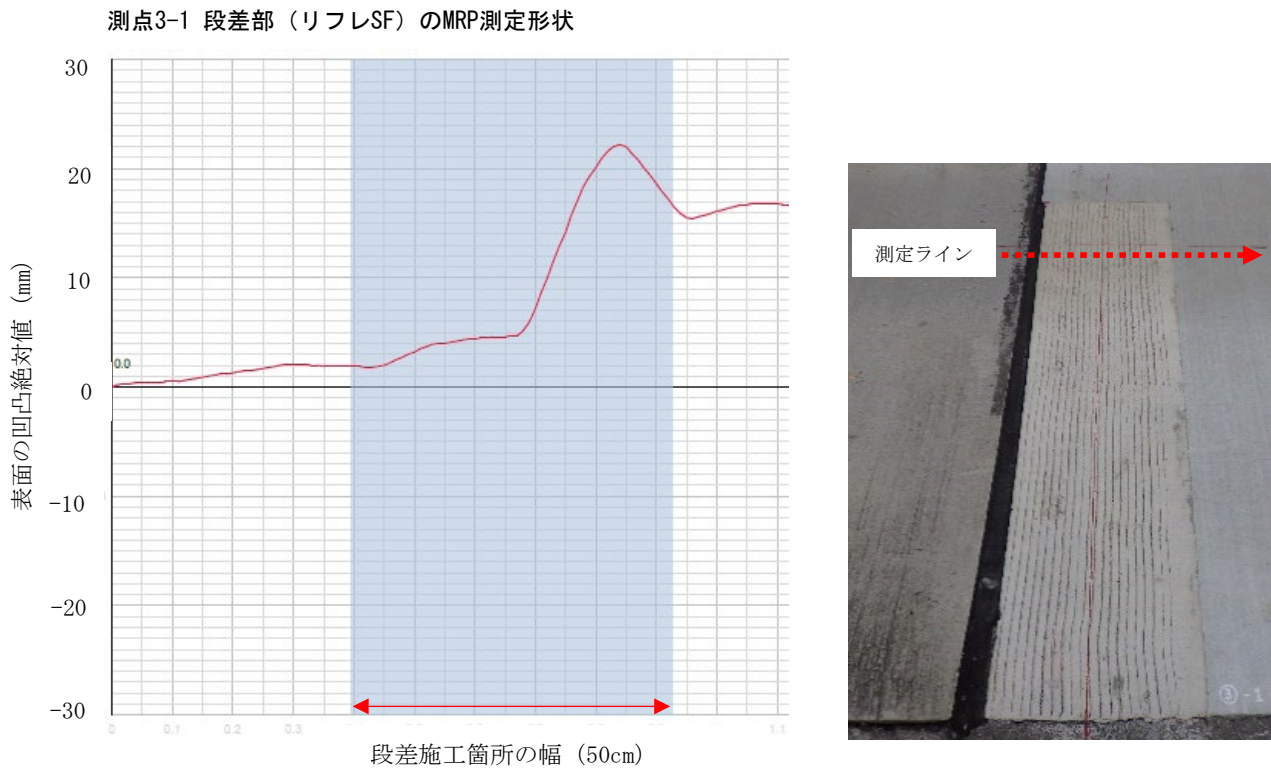


図-4.7.7 MRPによる表面形状測定結果と測定位置（例 測点3-1 段差部 リフレSF）

(2) 直線定規を用いた舗装路面の段差測定結果
段差測定状況を写真-4.7.8に示す。



写真-4.7.8 段差測定状況

補修材と既存コンクリート間前後の段差を測定する目的で直線定規を用いた段差測定を実施した。測定結果を表-4.7.8と図-4.7.8に示す。補修材と既存コンクリート間前後の段差量は、荷重車走行によっても変化は認められなかった。なお、20万輪走行時に一部の測点で段差測定結果が異なる傾向を示したが、測定者誤差による影響が考えられる。

表-4.7.8 荷重車走行回数ごとの段差量測定結果

| 測点 | | 走行前 | 5万輪後 | 10万輪後 | 15万輪後 | 20万輪後 | 25万輪後 | 35万輪後 |
|--------------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2-1角欠(リフレSF) | (終点側) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2-2角欠(リフレSF) | (起点側) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 3-1段差(リフレSF) | (終点側) | 4 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 3-2段差(リフレSF) | (起点側) | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 5-1-OWP(超速硬) | (終点側) | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| | (起点側) | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| 5-1-BWP(超速硬) | (終点側) | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| | (起点側) | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5-1-IWP(超速硬) | (終点側) | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| | (起点側) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |

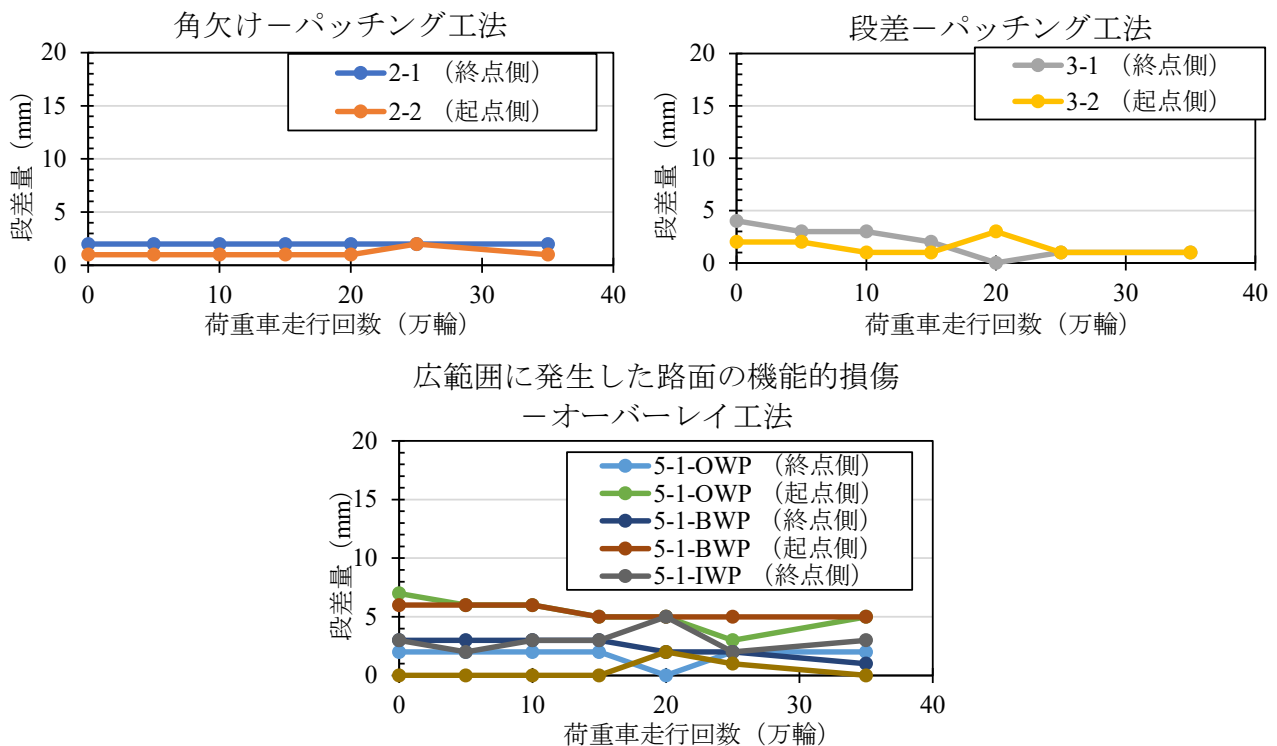


図-4.7.8 段差測定結果

4. 7. 7 建研式引張試験機による付着強度測定結果

実施工による各補修材と既存コンクリートの付着強度の測定について、当初計画では全補修実施箇所ですべての補修箇所において健全な状態を保っていることから、試験を実施するために行う削孔作業によって補修材と既設コンクリートを損傷させることは望ましくないと判断し、段差部と広範囲の損傷について建研式引張試験を実施することとした。これらの箇所については屋外暴露に荷重作用負荷が複合的に作用していることから、実施工時の各材料を使用して作製した供試体を用いて測定した初期強度と屋外暴露後の引張強度を合わせて整理した。

各引張試験項目と実施した試験方法、下地となるコンクリート版の状態は表-4.7.9に示すように異なることから、強度結果を比較する際には注意が必要である。引張試験状況を写真-4.7.9に示す。

表-4.7.9 引張試験条件

| 確認項目 | | 試験方法 | 対象となる補修箇所 | 下地コンクリート版種類・状態 | 備考 |
|------|-------------|------------------------------|--------------|------------------------|----|
| 付着特性 | 初期強度 | NEXCO 試験法 434 (直接引張試験) | 各補修材 | JIS コンクリート平板 | |
| | 屋外暴露 | NEXCO 試験法 434 (直接引張試験) | 各補修材 | 現地コンクリート版と同一 | |
| | 屋外暴露+荷重作用負荷 | 建研式引張試験 (JSCE-K561) | 段差 広範囲の損傷 | 模擬損傷を施工した 現地コンクリート版 | |



写真-4.7.9 引張試験状況（屋外暴露+過重負荷作用）

(1) 初期強度

初期付着強度測定結果を表-4.7.10 と図-4.7.9 に、供試体破壊形態を図-4.7.10 に示す。初期付着強度はすべての補修材において 2.0N/mm² を超えており、かつほとんどが補修材の内部破壊、または下部コンクリートの内部破壊であった。以上より、良好な付着性能を有していると考えられる。

表-4.7.10 初期付着強度測定結果

| 材料名 | 付着強度(N/mm ²) | | | | |
|--------------|--------------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | ave |
| HCP | 2.73 | 2.72 | 2.63 | 2.62 | 2.68 |
| リフレSF (KSのみ) | 3.14 | 3.10 | 3.19 | 2.81 | 3.06 |
| リフレSF (浸+KS) | 2.75 | 2.83 | 2.99 | 2.81 | 2.85 |
| 超速硬 | 3.65 | 3.02 | 4.22 | 4.39 | 3.82 |
| 早強 | 2.85 | 3.37 | 2.81 | 2.96 | 3.00 |

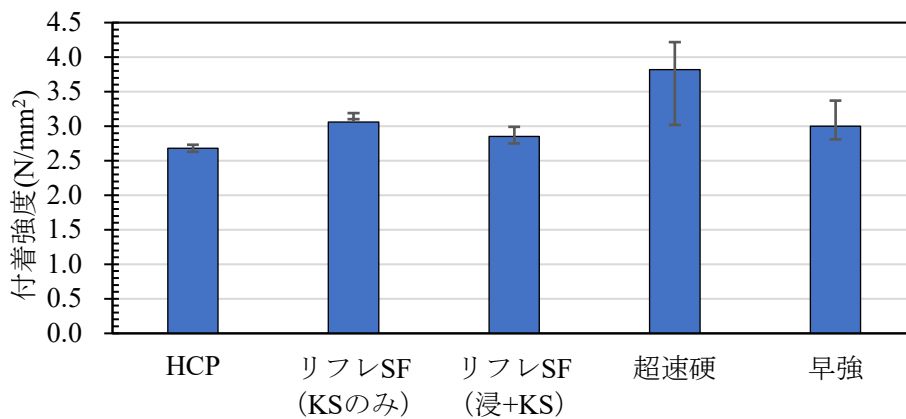


図-4.7.9 初期付着強度測定結果

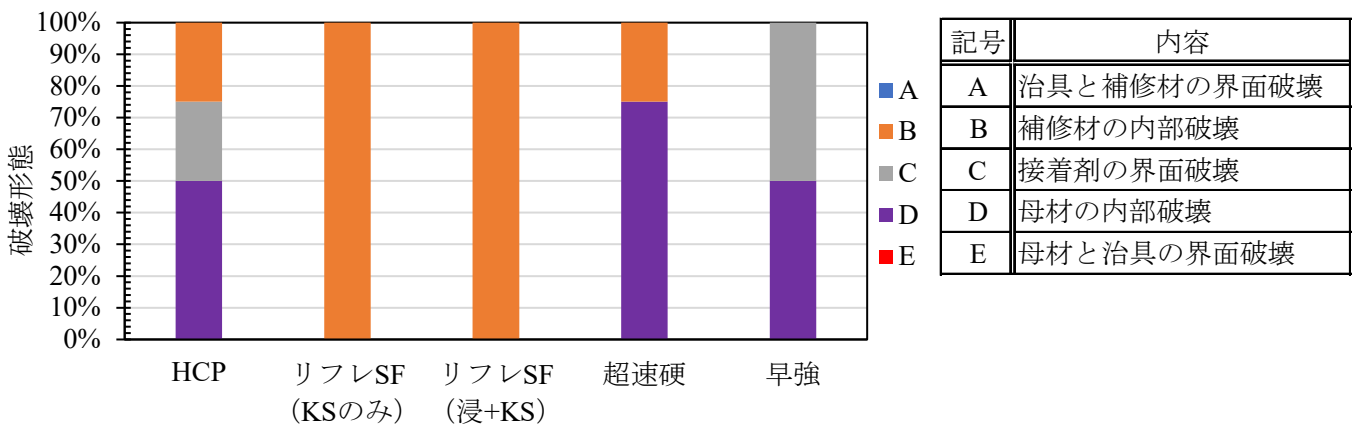


図-4.7.10 初期付着強度測定後の供試体破壊形態

(2) 屋外暴露後の付着強度

屋外暴露後の付着強度測定結果を表-4.7.11と図-4.7.11に、供試体破壊形態を図-4.7.12に示す。一部の供試体において、治具が損傷し引張試験が不可能であったことから、対象箇所は空白としている。屋外暴露後の付着強度はリフレSF (KSのみ) が2.0N/mm²を下回ったが、すべての材料で内部破壊であり、補修材と下部コンクリート界面の付着強度は、より大きいと考えられる。そのほかの材料についても付着強度は2.0N/mm²を上回り、かつ補修材や下部コンクリートの内部破壊であった。以上より、屋外曝露後においても付着性能は確保できていると考えられる。

表-4.7.11 屋外暴露後の付着強度測定結果

| 材料名 | 引張強度(N/mm ²) | | | |
|--------------|--------------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | ave |
| HCP | 2.76 | | 2.94 | 2.85 |
| リフレSF (KSのみ) | 1.96 | 1.32 | 1.69 | 1.66 |
| リフレSF (浸+KS) | 2.56 | 2.34 | 2.58 | 2.49 |
| 超速硬 | 2.29 | 2.00 | 2.20 | 2.16 |
| 早強 | 2.48 | | 3.03 | 2.76 |

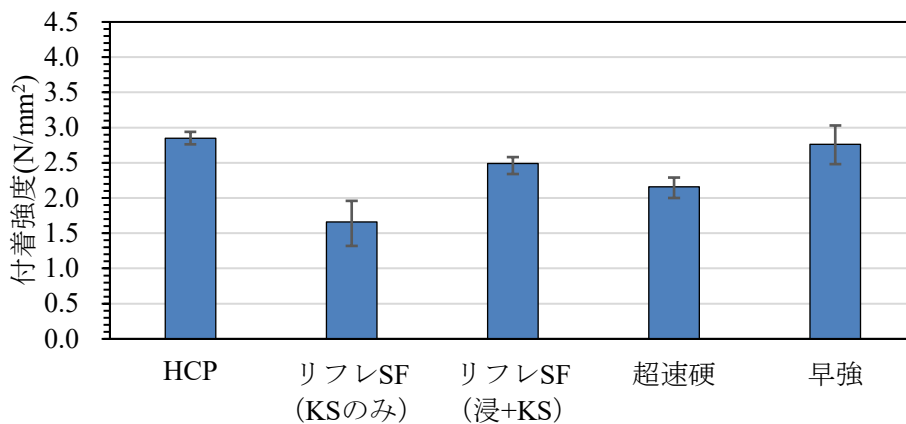


図-4.7.11 屋外暴露後の付着強度測定結果

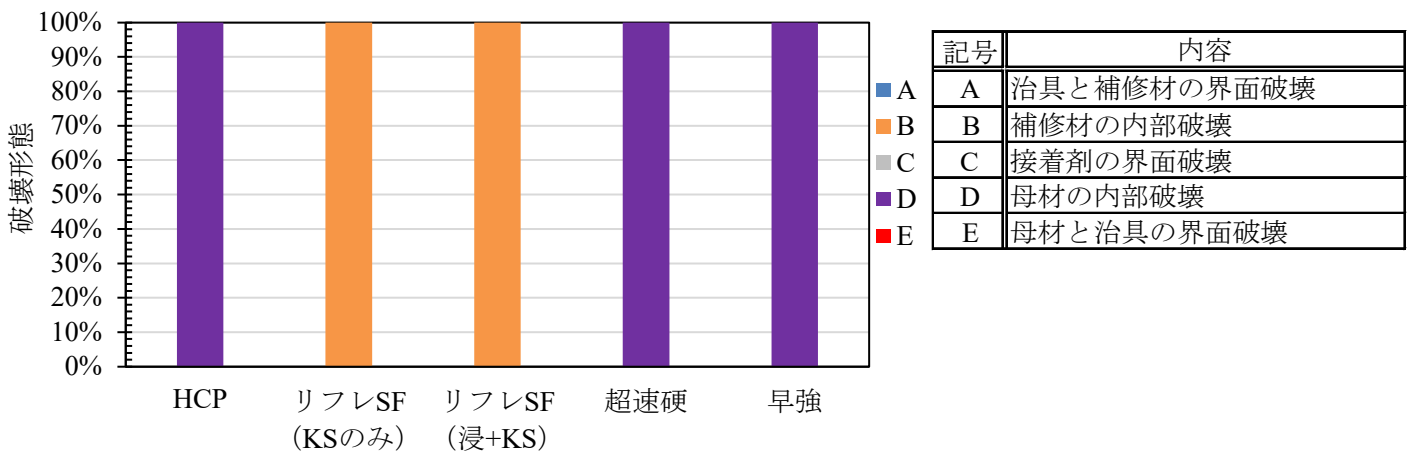


図-4.7.12 屋外暴露後の付着強度測定後の供試体破壊形態

(3) 屋外暴露+荷重作用負荷後の強度

屋外暴露+荷重作用負荷後の付着強度測定結果を表-4.7.12と図-4.7.13に、供試体破壊形態を図-4.7.14に示す。広範囲の損傷のNo.3の供試体において、治具が損傷し引張試験が不可能であったため空白としている。平均付着強度は2.0N/mm²を上回った。さらに、破壊形態は補修材や下部コンクリートの内部破壊であることから、補修材と下部コンクリート界面の付着強度は、表-4.7.12に示す値よりも大きいと考えられる。以上より、荷重走行負荷後であっても良好な付着性能を有していると考えられる。

表-4.7.12 屋外暴露+荷重作用負荷後の付着強度測定結果

| 損傷名 (材料名) | 荷重車走行の有無 | 引張強度(N/mm ²) | | | |
|--------------|----------|--------------------------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | ave |
| 段差 (リフレSF) | 走行部 | 2.20 | 2.03 | 1.96 | 2.06 |
| | 非走行部 | 2.36 | 1.65 | 2.67 | 2.23 |
| 広範囲の損傷 (超速硬) | 走行部 | 2.65 | 3.07 | 3.14 | 2.95 |
| | 非走行部 | 3.16 | 2.95 | | 3.06 |

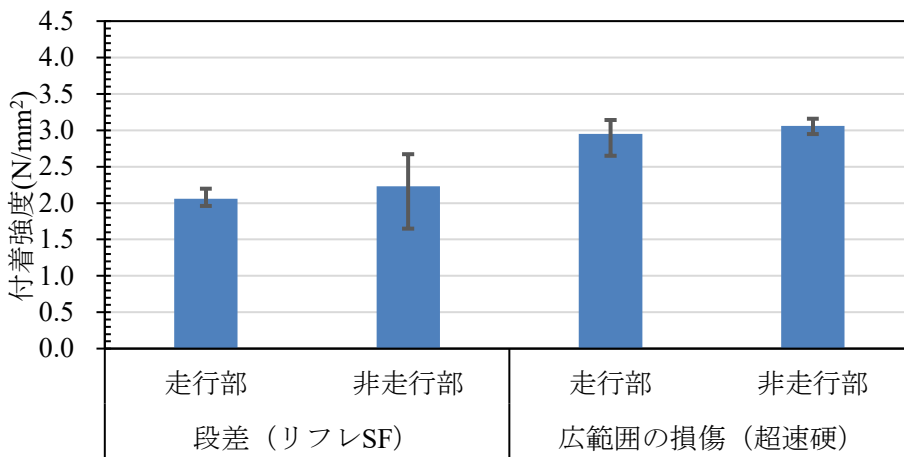


図-4.7.13 屋外暴露+荷重作用負荷後の付着強度測定結果

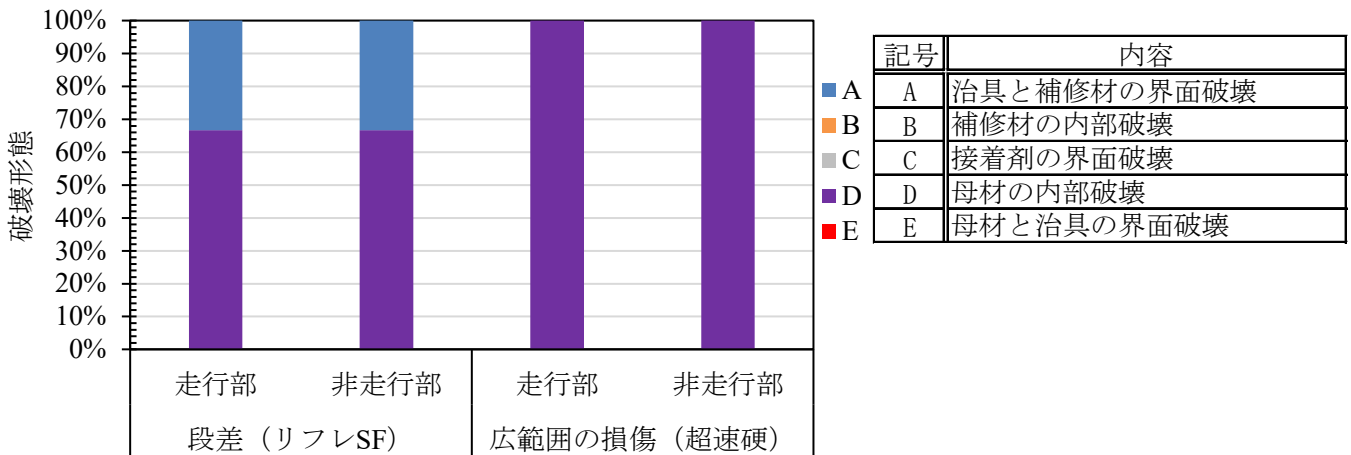


図-4.7.14 屋外暴露+荷重作用負荷後の付着強度測定後の供試体破壊形態

4. 8 実施工による耐久性試験まとめ

本章では、提案した措置技術について、実施工による耐久性試験を実施した結果を取りまとめた。荷重車によって 49kN 換算輪数で 35 万輪走行の負荷を作用させた後においても、各措置技術において再補修が必要となるような大きな損傷は認められず、健全であることを確認した。

以上より、提案した措置技術はコンクリート舗装に発生した各損傷に対して適用することが可能であることが確認できた。

各措置技術に対して実施した試験結果を取りまとめると以下のとおりである。

(1) 版中央部のひびわれの局所打換え工法

- ・目視や打音検査の確認方法では、荷重車走行による補修箇所への影響は認められなかった。
- ・BPN によるすべり抵抗性は 15 万輪走行まで低下する傾向を示したが、その後は一定のすべり抵抗性を維持している。DF テスターによる動摩擦係数も同様の傾向であった。
- ・CT メータによるきめ深さ測定は 35 万輪走行による変化は認められない。
- ・FWD によって確認した荷重伝達率は 35 万輪走行後においても良好であった。
- ・35 万輪走行後においても、補修箇所と既設コンクリート舗装間の段差に変化は認められなかった。

(2) 目地近傍に発生したひび割れの局所打換え工法

- ・目視や打音検査の確認方法では、荷重車走行による補修箇所への影響は認められなかった。
- ・35 万輪走行後においても、補修箇所と既設コンクリート舗装間の段差に変化は認められなかった。

(3) 角欠け部のパッチング工法

- ・目視や打音検査の確認方法では、荷重車走行による補修箇所への影響は認められなかった。
- ・35 万輪走行後においても、補修箇所と既設コンクリート舗装間の段差に変化は認められなかった。

(4) 段差部のパッチング工法

- ・目視や打音検査の確認方法では、荷重車走行による補修箇所への影響は認められなかった。
- ・BPN によるすべり抵抗性は 15 万輪走行まで低下する傾向を示したが、その後は一定のすべり抵抗性を維持している。DF テスターによる動摩擦係数も同様の傾向であった。
- ・CT メータによるきめ深さ測定は 35 万輪走行による変化は認められない。
- ・35 万輪走行後においても、補修箇所と既設コンクリート舗装間の段差に変化は認められなかった。
- ・屋外暴露+荷重車走行負荷後の平均付着強度は $2.0\text{N}/\text{mm}^2$ を上回り、かつ母材破壊であることから良好な付着性を有していることが確認できた。

(5) ポットホールのパッチング工法

- ・測点 4-7 (ポットホール部, 端部ゼロ擦り付け, 早強モルタル使用) において, 走行前調査時において初期のひび割れが発生したものの, 進展は認められず, 35 万輪経過後も良好な状態であった。
- ・目視や打音検査の確認方法では, 荷重車走行による補修箇所への影響は認められなかった。
- ・BPN によるすべり抵抗性は 15 万輪走行まで低下する傾向を示したが, その後は一定のすべり抵抗性を維持している。DF テスターによる動摩擦係数も同様の傾向であった。
- ・CT メータによるきめ深さ測定は 35 万輪走行による変化は認められない。

(6) 広範囲の損傷を対象としたコンクリート付着オーバーレイ工法

- ・測点 5-1 (広範囲の損傷, オーバーレイ部, 超速硬コンクリート使用) において, 10 万輪通過後の調査時において補修箇所端部にひび割れが認められた。接着剤を塗布していない箇所で, 薄層で補修材が残存している場合は早期に補修材施工箇所が再劣化する可能性が示唆される結果となった。
- ・目視や打音検査の確認方法では, 荷重車走行による補修箇所への影響は認められなかった。
- ・BPN によるすべり抵抗性は 15 万輪走行まで低下する傾向を示したが, その後は一定のすべり抵抗性を維持している。DF テスターによる動摩擦係数も同様の傾向であった。
- ・CT メータによるきめ深さ測定は 35 万輪走行による変化は認められない。
- ・屋外暴露+荷重車走行負荷後の平均付着強度は 2.0N/mm^2 を上回り, かつ母材破壊であることから良好な付着性を有していることが確認できた。

4. 9 今後の予定

提案した各措置技術について, 49kN 換算輪数で 35 万輪走行の負荷を作用させた後においても, 各措置技術において再補修が必要となるような大きな損傷は認められず, 健全であることが確認できた。

荷重車走行試験は次年度以降も継続して行われる予定であることから, 各措置技術の追跡調査を行い, 耐久性等に関する知見を整理したいと考えている。

第5章 使用材料の取扱い（注意事項等）

本共同研究で得られた知見を踏まえて、提案する措置技術の具体的な方法と使用材料の取り扱い方法に関するマニュアル（案）を作成した。なお、マニュアル（案）は、実施工における耐久性試験（4章）にて検証した措置技術以外の工法についても、接着剤を用いることで耐久性の高い措置が可能であると考えられる全ての工法を対象として作成した。マニュアル（案）にとりまとめた措置技術を表-5.1に示す。

マニュアル（案）の内容は、使用材料の諸元や、コンクリート舗装に発生する損傷とそれに対する各工法の施工上の留意点、および各工法に要する規制時間について記載している。詳細は付録「コンクリート舗装の補修施工マニュアル（案）」を参照されたい。

表-5.1 マニュアル（案）に取りまとめた措置技術

| 対象とする損傷 | 措置技術（工法） | 適用条件 |
|------------------|------------------|--|
| ひび割れ （版中央部） | 局部打換え工法 （その1） | ひび割れが版底面にまで到達し、ひび割れが開いて荷重伝達が期待できない場合に用いる工法で、基本的にひび割れの発生位置が目地から3m以上離れた横断方向ひび割れに適用 |
| | 局部打換え工法 （その2） | ひび割れの発生位置が10cm以上3m以内の場合に適用 |
| ひび割れ （目地近傍部） | 局部打替え工法 | ひび割れの発生位置が目地から10cm以内の場合で、ひび割れが版を貫通せず途中で目地部に接合している場合に適用 |
| ひび割れ | バーステッチ工法 | ひび割れが版底部まで貫通し、荷重伝達が期待できない場合に適用 |
| 角欠け | パッチング工法 | 角欠け部の幅、深さが3cm以上で恒久的な措置を目的とする場合に適用 |
| 段差 | パッチング工法 | 段差補修で恒久的な措置を目的とする場合に適用 |
| ポットホール | パッチング（一般的な）工法 | 直径10～100cm程度のポットホールで、恒久的な措置を目的とする場合に適用 |
| | パッチング（簡易的）工法 | 直径10～100cm程度のポットホールで、応急的な措置を目的とする場合に適用 |
| 広範囲にわたる路面の機能的な損傷 | コンクリート付着オーバーレイ工法 | コンクリート舗装の破損が進展し全面的に破損する恐れがある場合や、段差、摩耗など版表面の破損が著しくなった場合で、かつ、荷重支持性能が保持されている場合に適用 |

第6章 本研究のまとめ

本研究ではコンクリート舗装の措置技術について、室内試験と舗装走行試験場構内の実施工による耐久性評価を実施した。

得られた成果を以下に示す。

6.1 材料試験結果（室内試験等）

本研究で提案する措置技術に使用する、接着剤や断面修復材の材料特性の確認、およびコンクリートとの一体性評価を行った。その結果、各材料の物性値を定量的に評価することができ、既設コンクリート版の補修材料として、各材料の適用性が確認された。なお、比較的簡易で応急処置的な補修が可能な HCP の積雪寒冷地への適用性は今後も確認をしていく必要があり、汎用的な材料である早強モルタルや超速硬コンクリートを低温環境下で施工する場合には補修箇所を給熱養生する等、施工上の留意点も示した。

6.2 実施工による耐久性試験（舗装走行実験場）

舗装走行実験場内のコンクリート舗装版に、本研究で提案する措置技術を実際に適用し、49kN 換算輪数で 35 万輪走行の負荷を与え供用性を確認した。その結果、各措置技術において再補修が必要となるような損傷は見られず、路面性能や既設コンクリートとの付着性は良好であり、耐久性が確保されていることが確認された。本研究で提案した措置技術のコンクリート舗装への適用は十分可能であることを示した。なお、提案技術の積雪寒冷地での適用性については本研究の耐久性試験では確認が不可能であるため、別途確認していく必要がある。

6.3 おわりに

以上のように、本研究で提案したコンクリート舗装の措置技術は十分に適用可能であることを示すことができた。そして、これらの成果を取りまとめ、コンクリート舗装の補修施工マニュアル（案）を策定することができた。本研究の成果が、コンクリート舗装の長寿命化に資する技術となることを期待したい。なお、舗装走行実験場における走行負荷試験は今後も継続して実施される予定である。引続き実施工箇所における提案技術の長期供用性の調査を行い、提案技術の長期耐久性を確認していく所存である。

— 以 上 —

付録

コンクリート舗装の補修施工マニュアル（案）

2022年3月

鹿島道路株式会社

目次

| | |
|-------------------------|----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 使用材料と性状 | 4 |
| 3. ひび割れ（版中央部）局部打換え工法その1 | 8 |
| 4. ひび割れ（版中央部）局部打換え工法その2 | 14 |
| 5. バーステッチ工法 | 19 |
| 6. ひび割れ（目地近傍部） | 24 |
| 7. 角欠け | 30 |
| 8. 段差 | 36 |
| 9. ポットホール（一般的な工法） | 43 |
| 10. ポットホール（簡易的な工法） | 50 |
| 11. コンクリート版上に広範囲に発生した損傷 | 56 |

1. はじめに

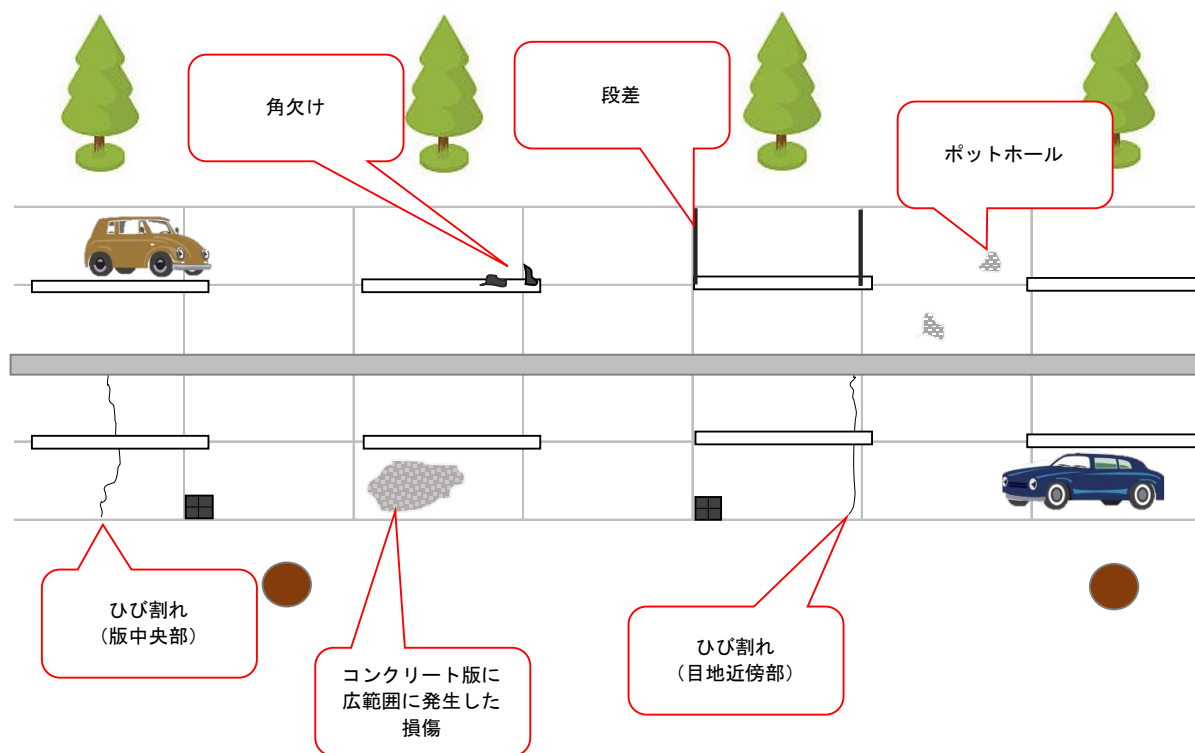
コンクリート舗装は、アスファルト舗装と比較すると高耐久・長寿命であることから、イニシャルコストは高いものの、補修回数は少なく、補修間隔も長くなることから、ライフサイクルコストの縮減に寄与するとされている。近年では限られた公共投資余力を背景にライフサイクルコストの削減が求められており、国土交通省では国土交通省技術基本計画（2012年）において「コンクリート舗装等耐久性の高い素材の採用等によるライフサイクルコストの縮減を目指す」と位置付け、コンクリート舗装の積極的採用を打ち出している。その後も、舗装点検要領（2016年）には、「修繕設計にあたって、コンクリート舗装等への変更も含め、LCC比較検討を行う」ことが明記され、同時期に開催された全都道府県に設置されている道路メンテナンス会議の場を活用して、「コンクリート舗装の適材適所での採用」が推進されるなど、コンクリート舗装を採用する機運が高まっている状況である。

一方で、高耐久なコンクリート舗装であっても、主に大型車の交通荷重によって損傷は少なからず発生する。その損傷形態は多岐にわたり、損傷規模・形態に応じた補修工法を採用する必要があるため、画一的に補修工法や補修材料を定めることは難しいといった課題が存在する。また、セメント系の補修材料を使用した場合は、アスファルト系と比較して補修後の交通開放に時間を要することが課題とされている。これらの課題はコンクリート舗装の大きなデメリットとしてとらえられ、適材適所におけるコンクリート舗装の活用の妨げになっている。

そこで、「コンクリート舗装の点検・診断・措置技術に関する共同研究」では、コンクリート舗装の点検・診断および措置技術に関する検討を実施してきた。そのうち、措置技術としてコンクリート舗装に発生した様々な損傷に対して、効果的、効率的な補修工法および補修材を提案し、室内試験および舗装走行実験場において施工性や耐久性を確認した。本マニュアル（案）は、本共同研究において得られた知見を基に、コンクリート舗装の補修方法についてとりまとめたものである。

1.1 コンクリート舗装に発生する損傷について

コンクリート舗装に発生する代表的な損傷の概要図を付図-1.1.1 に示す。本マニュアルでは、一般的なコンクリート舗装に発生する損傷に対して適用可能な措置技術を対象として取りまとめた。



付図-1.1.1 コンクリート舗装に発生する代表的な損傷の例

1.2 本マニュアルで対象とする損傷および工法

本マニュアルが対象とする損傷および工法を付表-1.2.1 に示す。本マニュアルでは施工規模等の具体的な数値を記載しているが、これにとらわれることなく現場条件や損傷状況に応じて適切に実施することが望ましい。

付表-1.2.1 損傷および工法

| 損傷 | 工法 | 適用条件 |
|------------------|------------------|--|
| ひび割れ (版中央部) | 局部打換え工法 (その1) | ひび割れが版底面にまで到達し、ひび割れが開いて荷重伝達が期待できない場合に用いる工法で、基本的にひび割れの発生位置が目地から 3m 以上離れた横断方向ひび割れに適用 |
| | 局部打換え工法 (その2) | ひび割れの発生位置が 10cm 以上 3m 以内の場合に適用 |
| ひび割れ (目地近傍部) | 局部打替え工法 | ひび割れの発生位置が目地から 10cm 以内の場合で、ひび割れが版を貫通せず途中で目地部に接合している場合に適用 |
| ひび割れ | バーステッチ工法 | ひび割れが版底部まで貫通し、荷重伝達が期待できない場合に適用 |
| 角欠け | パッチング工法 | 角欠け部の幅、深さが 3cm 以上で恒久的な措置を目的とする場合に適用 |
| 段差 | パッチング工法 | 段差補修で恒久的な措置を目的とする場合に適用 |
| ポットホール | パッチング（一般的な）工法 | 直径 10～100cm 程度のポットホールで、恒久的な措置を目的とする場合に適用 |
| | パッチング（簡易的な）工法 | 直径 10～100cm 程度のポットホールで、応急的な措置を目的とする場合に適用 |
| 広範囲にわたる路面の機能的な損傷 | コンクリート付着オーバーレイ工法 | コンクリート舗装の破損が進展し全面的に破損する恐れがある場合や、段差、摩耗など版表面の破損が著しくなった場合で、かつ、荷重支持性能が保持されている場合に適用 |

2. 使用材料と性状

本マニュアルで使用する材料一覧を付表-2.1 に示す。

付表-2.1 本マニュアルに使用する材料一覧表

| 分類 | 名称 () 内は略称 | 材料主成分 | 製造者 |
|-----|----------------------|--------------------------|-------------|
| 補修材 | ハイパークールパッチ (HCP) | ポリマーセメントモルタル | 鹿島道路(株) |
| | 早強モルタル (早強) | 早強ポルトランドセメント等 | — |
| | 超速硬コンクリート (超速硬) | 超速硬セメント等 | 住友大阪セメント(株) |
| | リフレモルセット SF (リフレ SF) | 速硬性ポリマーセメントモルタル, 高機能性繊維等 | 住友大阪セメント(株) |
| 接着剤 | KS ボンド (KS) | エポキシ樹脂 | 鹿島道路(株) |

(1) ハイパークールパッチ

| |
|---|
| 【材料主成分】 ポリマーセメントモルタル |
| 【製造者】 鹿島道路(株) |
| 【特徴, 主な性能】 ① 従来の高耐久型常温合材よりも耐流動性, 付着性に優れる。 ② 表面処理から穴埋め (0~50mm) 程度まで適用可能。 ③ 補修後 30 分程度で交通開放可能。 ④ 未開封の状態です約 6 ヶ月保存可能。 |
| 【使用方法】 ① 粉体と液体がパッケージングされている。 ② 粉体のパックに液体材料を投入する。 ③ 30~60 秒ほど混ぜる。 ④ 補修箇所に流し込む。 ⑤ コテなどで仕上げる。 |

(2) 早強モルタル

| |
|---|
| 【材料主成分】 早強ポルトランドセメント等 |
| 【製造者】 - |
| 【特徴, 主な性能】 汎用的な材料であるため, 特になし。 |
| 【使用方法】 ① 早強ポルトランドセメントと細骨材を重量比で 1:3 程度となるように計量する。 ② W/C55%程度となるように水を計量する*。 ③ ハンドミキサー等を使用して各材料を 2 分ほど混合する。 ④ 補修箇所に流し込む。 ⑤ コテなどで仕上げる。 ※積雪寒冷地の場合, AE 剤を添加することが望ましい。 |

(3) 超速硬コンクリート

| |
|--|
| 【材料主成分】 超速硬セメント等 |
| 【製造者】 住友大阪セメント(株) |
| 【特徴, 主な性能】 ① 超速硬セメントを使用することにより, 材齢3時間で24N/mm ² 以上の早期強度が期待できる。 ② モービル車を用いることで, 比較的大規模の補修にも対応できる。 |
| 【使用方法】 通常のコンクリートと同様に扱う。 |

(4) リフレモルセット SF

| |
|--|
| 【材料主成分】 速硬性ポリマーセメントモルタル, 高機能性繊維等 |
| 【製造者】 住友大阪セメント(株) |
| 【特徴, 主な性能】 ① モルタルのため, 厚さ10~30mmの薄層補修に適用できる。付属の骨材を添加することで, 30mm以上の厚さの補修にも対応できる。 ② 軟らかく扱いやすい左官モルタルのため, 作業性や細部充填性に優れる。 ③ 超速硬セメントを使用することにより, 材齢4時間で24N/mm ² 以上の早期強度が期待できる。 ④ 高機能性繊維により乾燥や衝撃などに対して高いひび割れ抵抗性を有する。 |
| 【使用方法】 ① リフレモルセット SF 本体に対して所定量の水, ジェットセッターRSを計量する。 ② ハンドミキサーなどを使用して2分程度混合する。 ③ 補修箇所に流し込む。 ④ コテなどで仕上げる。 |

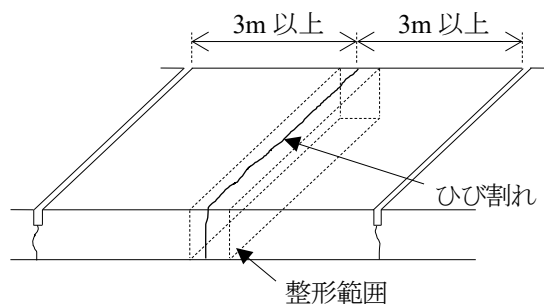
(5) KS ボンド

| |
|---|
| 【材料主成分】 エポキシ樹脂 |
| 【製造者】 鹿島道路(株) |
| 【特徴, 主な性能】 ① 従来3時間で開放されている超速硬コンクリートの開放時間に合わせた接着剤施工が可能。 ② 春秋, 夏, 冬用の3タイプを使い分けることによって, 幅広い温度範囲(5~60℃)での施工に対応。 ③ 耐水性, 耐熱性, 防錆性, 遮塩性, 凍結融解抵抗性を有している。 |
| 【使用方法】 ① 主剤と硬化剤を2分程度攪拌混合する。 ② 被着体面に塗布する。 ③ 打継可能時間内にコンクリート等の補修材を打ち継ぐ。 |

3. ひび割れ（版中央部）局部打換え工法その1

(1) 工法概要

当工法は目地から 3m 以上離れた横断ひび割れの補修に適用する。当該工法のイメージを付図-3.1 に示す。



付図-3.1 ひび割れ（版中央部）適用イメージ図

(2) 使用材料，資材

使用する材料および資機材を付表-3.1 に示す。

付表-3.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名 | 備考 |
|-----|-----------------|------------|---------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | 超速硬コンクリート | ジェットコンクリート | 住友大阪セメント(株) |
| 資機材 | カッター | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ダンプトラック | — | 切削ガラ積込 |
| | ブレーカ | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ワイヤーブラシ | — | 脆弱部撤去 |
| | 養生テープ，マスキングテープ | — | 既設 Con 養生用 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ，練り混ぜ容器 | — | KS ボンド混練（小容量） |
| | ハンドミキサー，強靱バケツ | — | KS ボンド混練（大容量） |
| | 刷毛，ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | モービル車 | — | ジェットコンクリート製造 |
| | スコップ，コテ，一輪車 | — | ジェットコンクリート施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| 発電機 | — | ブレーカなどで使用 | |

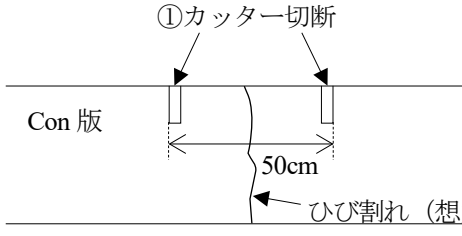
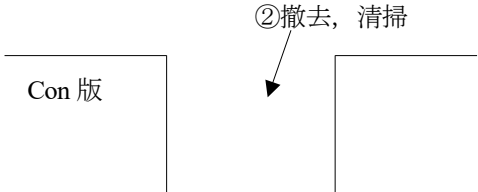
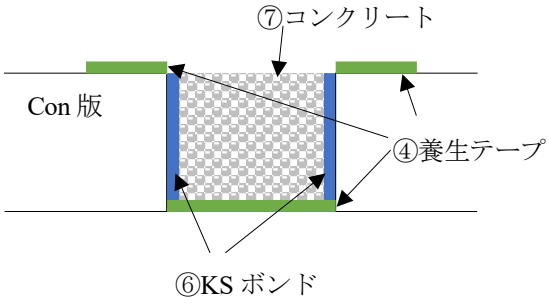
(3) 補修材料の要求性能

付表-3.2 補修材料の要求性能

| 評価対象 | | 要求性能 | 目標値 | 試験方法 | |
|-----------------------|----------|----------|--|-----------------------------|-------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 | |
| | | 圧縮弾性係数 | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 | |
| | | 曲げ強さ | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 | |
| | | 引張せん断強さ | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 | |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 | |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 | |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 | |
| 補修材 | コンクリート | 施工性能 | 初期強度※ | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | 40N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | 相対動弾性係数 ≥ 60% or W/C ≤ 65% | JIS A 1148 |
| | | | すべり抵抗性 | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |

※初期強度の材齢については、交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|--|---|
| <p>① 横断ひび割れをはさむように幅 50cm で、横断方向に深さ 10～15cm 程度にカッター切断する。</p>  <p>② ブレーカ等を使用してカッター内部のコンクリートを撤去する。</p>  <p>③ 既設コンクリートの打継面を清掃する。</p> <p>④ 養生テープで養生する。</p> <p>⑤ KS ボンドを練り混ぜる。</p> <p>⑥ 打継面に KS ボンドを 1.4kg/m² 塗布する。</p>  <p>⑦ KS ボンドが乾燥しないうちに、コンクリート（ジェットコンクリート）を打設する。</p> <p>⑧ ホウキ目仕上げを行った後に養生を行う。</p> | <p>② 脆弱部が残存している場合は、ワイヤーブラシ等で確実に除去する。（脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。）</p> <p>④ 下層路盤に KS ボンドが付着しないように、養生テープ等で養生する。</p> <p>⑤ KS ボンドを使用する際は、事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> <p>⑥ KS ボンド塗布後は養生テープを剥がす。</p> <p>⑦-1 KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用、25°C の場合）である。</p> <p>⑦-2 ジェットコンクリートの打設時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。</p> |

(5) 施工例

① カッター切断状況



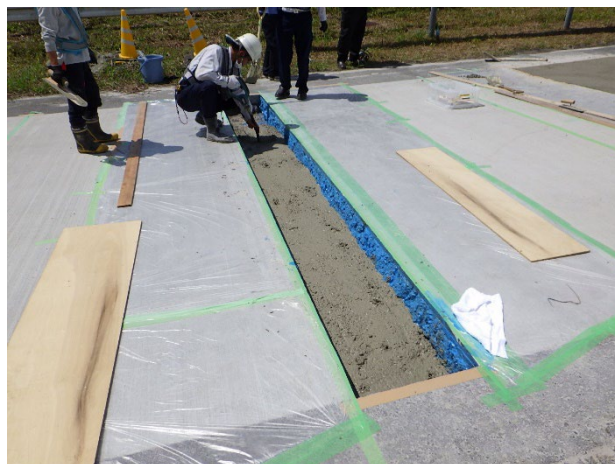
② コンクリートはつり状況



⑥ KS ボンド塗布状況



⑦ コンクリート打設（締固め）状況



⑦ コンクリート打設（仕上げ）状況



⑧ ホウキ目仕上げ状況



(6) タイムテーブル

施工規模

幅員 3.50 m

延長 0.50 m

厚さ 0.25 m

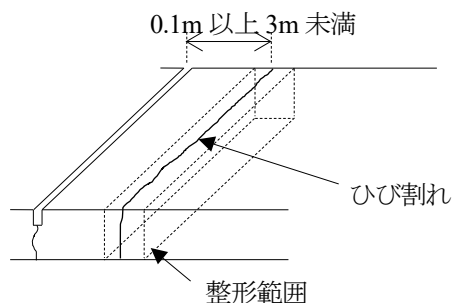
面積 1.8 m²

| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|----------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 規制 | [Red bar from 0 to 10.5] | | | | | | | | | | | | | 10.5時間 |
| ひび割れ発生箇所の カッター切断 | [Red bar from 0 to 1] | | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | [Red bar from 1 to 5] | | | | | | | | | | | | | 4時間 |
| 接着剤塗布工 | [Red bar from 5 to 5.5] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Red bar from 5.5 to 7] | | | | | | | | | | | | | 1.5時間 |
| 養生工 | [Red bar from 7 to 10] | | | | | | | | | | | | | 3時間 |
| 撤去・片付け | [Red bar from 10 to 10.5] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

4. ひび割れ（版中央部）局部打換え工法その2

(1) 工法概要

当工法は目地から 10cm 以上 3m 以内の場合や隅角部の補修に適用する。当該工法のイメージを付図-4.1 に示す。



付図-4.1 ひび割れ（版中央部）適用イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-4.1 に示す。

付表-4.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名 | 備考 |
|-----|------------------|------------|----------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | 超速硬コンクリート | ジェットコンクリート | 住友大阪セメント(株) |
| 資機材 | カッター | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ダンプトラック | — | 切削ガラ積込 |
| | ブレーカ | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ワイヤーブラシ | — | 脆弱部撤去 |
| | 養生テープ, マスカーテープ | — | 既設 Con 養生用 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ, 練り混ぜ容器 | — | KS ボンド混練 (小容量) |
| | ハンドミキサー, 強靱バケツ | — | KS ボンド混練 (大容量) |
| | 刷毛, ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | モービル車 | — | ジェットコンクリート製造 |
| | スコップ, コテ, 一輪車 | — | ジェットコンクリート施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| 発電機 | — | ブレーカなどで使用 | |

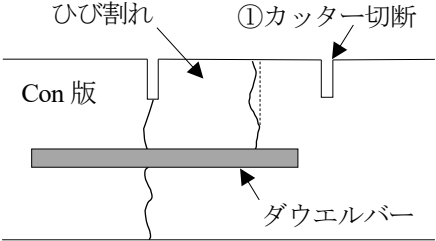
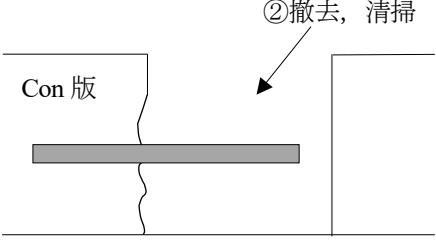
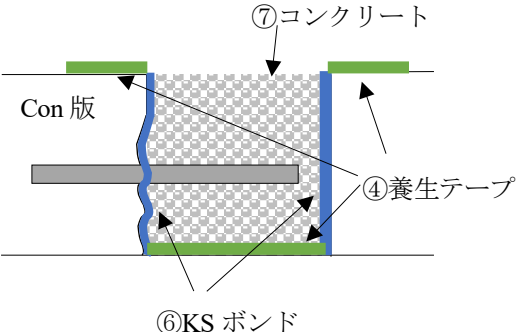
(3) 補修材料の要求性能

付表-4.2 補修材料の要求性能

| 評価対象 | | 要求性能 | 目標値 | 試験方法 | |
|-----------------------|----------|----------|--|-----------------------------|-------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 | |
| | | 圧縮弾性係数 | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 | |
| | | 曲げ強さ | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 | |
| | | 引張せん断強さ | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 | |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 | |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 | |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 | |
| 補修材 | コンクリート | 施工性能 | 初期強度※ | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | 40N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | 相対動弾性係数 ≥ 60% or W/C ≤ 65% | JIS A 1148 |
| | | | すべり抵抗性 | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |

※初期強度の材齢については、交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|--|--|
| <p>① ひび割れ部の外側をコンクリートカッターで 5cm 程度の深さまで切断する。</p>  | <p>① ダウエルバーや鉄網が埋設されている場合は、切断しないように注意する。</p> |
| <p>② ブレーカ等を使用してカッター内部のコンクリートを撤去する。</p>  | <p>② 脆弱部が残存している場合は、ワイヤーブラシ等で確実に除去する。(脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。)</p> |
| <p>③ 既設コンクリートの打継面を清掃する。</p> <p>④ 養生テープで養生する。</p> <p>⑤ KS ボンドを練り混ぜる。</p> <p>⑥ 打継面に KS ボンドを 1.4kg/m² 塗布する。</p> | <p>④ 下層路盤に KS ボンドが付着しないように、養生テープ等で養生する。</p> <p>⑤ KS ボンドを使用する際は、事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> <p>⑥ KS ボンド塗布後は養生テープを剥がす。</p> |
|  | |

| | |
|--|---|
| <p>⑦ KS ボンドが乾燥しないうちに、コンクリート（ジェットコンクリート）を打設する。</p> <p>⑧ ホウキ目仕上げを行った後に養生を行う。</p> | <p>⑦-1 KS ボンドの打継可能時間は75分程度（春秋用、25°Cの場合）である。</p> <p>⑦-2 ジェットコンクリートの打設時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。</p> |
|--|---|

(5) タイムテーブル

施工規模

幅員 3.50 m
 延長 2.00 m
 厚さ 0.25 m

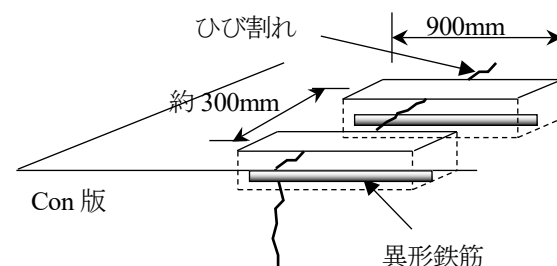
面積 7 m²

| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|----------------------------|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 規制 | [Red line from 0 to 10.5] | | | | | | | | | | | | | 10.5時間 |
| ひび割れ発生箇所の カッター切断 | [Red line from 0 to 1] | | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | [Red line from 1 to 5] | | | | | | | | | | | | | 4時間 |
| 接着剤塗布工 | [Red line from 5 to 5.5] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Red line from 5.5 to 7] | | | | | | | | | | | | | 1.5時間 |
| 養生工 | [Red line from 7 to 10] | | | | | | | | | | | | | 3時間 |
| 撤去・片付け | [Red line from 10 to 10.5] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

5. バーステッチ工法

(1) 工法概要

当工法は、ひび割れが版底部まで貫通し、荷重伝達が期待できない場合に適用する工法である。当該工法のイメージを付図-5.1 に示す。



付図-5.1 バーステッチ工法イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-5.1 に示す。

付表-5.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名 | 備考 |
|-----|------------------|-------------|----------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | ポリマーセメントモルタル | リフレモルセット SF | 住友大阪セメント(株) |
| | 異形鉄筋 | D22 | — |
| 資機材 | カッター | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ダンプトラック | — | 切削ガラ積込 |
| | ブレーカ | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ハイウォッシャ | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ワイヤーブラシ | — | 脆弱部撤去 |
| | 養生テープ, マスカーテープ | — | 既設 Con 養生用 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ, 練り混ぜ容器 | — | KS ボンド混練 (小容量) |
| | ハンドミキサー, 強靱バケツ | — | KS ボンド混練 (大容量) |
| | 刷毛, ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | モービル車 | — | リフレモルセット SF 製造 |
| | スコップ, コテ, 一輪車 | — | リフレモルセット SF 施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| 発電機 | — | ブレーカなどで使用 | |

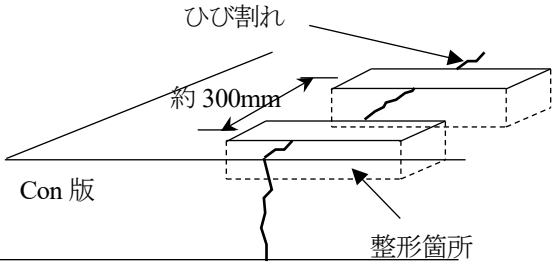
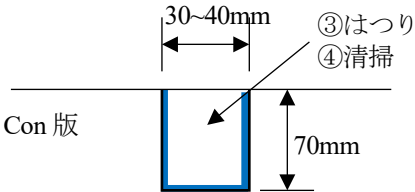
(3) 補修材料の要求性能

付表-5.2 補修材料の要求性能

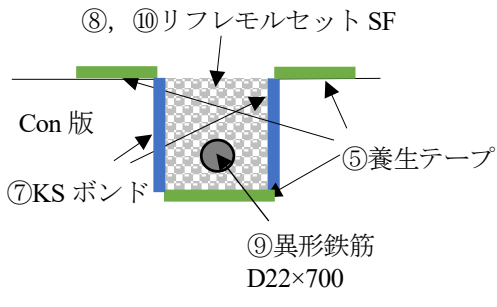
| 評価対象 | | 要求性能 | | 目標値 | 試験方法 |
|-----------------------|----------|---------|--|--|-----------------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 |
| | | 圧縮弾性係数 | | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 |
| | | 曲げ強さ | | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 |
| | | 引張せん断強さ | | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 |
| 補修材 | 施工性能 | 硬化時間 | | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | 初期強度※ | | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | | 40N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | 寸法安定性 | | 収縮量 500μ以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | | 弾性係数 | | 30000±10000N/mm ² (材齢 28 日) | JIS A 1149 |
| | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | | 相対動弾性係数 ≥ 60% | JIS A 1148 |
| | | すべり抵抗性 | | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法 便覧 S021-3 |

※初期強度の材齢については、交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|--|---|
| <p>① 異形鉄筋の設置個所の位置出しを行う。</p>  <p>② 整形範囲をコンクリートカッターで溝切りをする。</p> <p>③ ブレーカ、ピック等によりコンクリートをはつり取る。</p>  <p>④ 圧力水等により溝内部の清掃を行い，乾燥する。</p> | <p>③ 脆弱部が残存している場合は，ワイヤーブラシ等で確実に除去する。（脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。）</p> <p>④ 補修面が湿潤状態であった場合は，ウエスやブロアー等を用いて十分に乾燥させる。（湿潤状態のまま施工すると，KS ボンドやリフレモルセット SF の硬化不良，水分が舗装体内部に閉じ込められることによる早期損傷の要因となるため。）</p> |

⑤ 養生テープで養生する。



⑥ KS ボンドを練り混ぜる。

⑦ 打継面に KS ボンドを $1.4\text{kg}/\text{m}^2$ 塗布する。

⑧ KS ボンドが乾燥しないうちに、リフレモルセット SF を練り混ぜ、溝の底面に厚さ 1cm 程度に敷均す。

⑨ 異形鉄筋を溝底部に設置する。

⑩ 溝上部までリフレモルセット SF を充填する。

⑪ ホウキ目仕上げを行った後に養生を行う。

⑤ 下層路盤に KS ボンドが付着しないように、養生テープ等で養生する。

⑥ KS ボンドを使用する際は、事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。

⑦ KS ボンド塗布後は養生テープを剥がす。

⑧ KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用、 25°C の場合）である。

⑩ リフレモルセット SF の打設時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。

(5) タイムテーブル

施工規模
 幅員 0.05 m 面積 0.1 m²
 延長 1.00 m
 厚さ 0.07 m

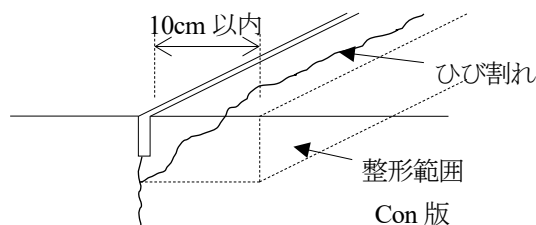
} 1箇所あたり1.0m×0.05mを11箇所想定

| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|----------------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 規制 | [Red bar from 0 to 8] | | | | | | | | | | | | | 8時間 |
| ひび割れ発生箇所の カッター切断 | [Red bar from 0 to 1] | | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | [Red bar from 1 to 2.5] | | | | | | | | | | | | | 1.5時間 |
| 接着剤塗布工 | [Red bar from 3 to 3.5] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Red bar from 3 to 4] | | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 養生工 | [Red bar from 4 to 7] | | | | | | | | | | | | | 3時間 |
| 目地材注入 | [Red bar from 7 to 7.5] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 撤去・片付け | [Red bar from 7.5 to 8] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

6. ひび割れ（目地近傍部）

(1) 工法概要

当工法は目地から 10cm 以内に発生した横断ひび割れの補修に適用する。当該工法のイメージを付図-6.1 に示す。



付図-6.1 ひび割れ（目地近傍部）適用イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-6.1 に示す。

付表-6.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名（メーカー） | 備考 |
|-----|-----------------|-------------|----------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | ポリマーセメントモルタル | リフレモルセット SF | 住友大阪セメント(株) |
| | 目地注入材 | — | — |
| 資機材 | カッター | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ブレーカ | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ブロアー，掃除機，ウエス | — | 補修箇所清掃 |
| | ワイヤーブラシ | — | 脆弱部撤去 |
| | 目地板 | — | 目地設置 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ，練り混ぜ容器 | — | KS ボンド混練（小容量） |
| | ハンドミキサー，強靱バケツ | — | KS ボンド混練（大容量） |
| | 刷毛，ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | ハンドミキサー，練り混ぜ容器 | — | リフレモルセット SF 製造 |
| | スコップ，コテ | — | リフレモルセット SF 施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| | 発電機 | — | ブレーカなどで使用 |

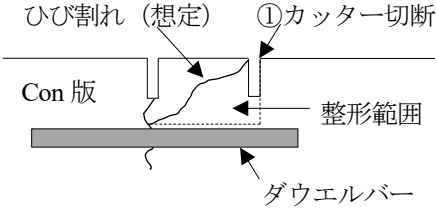
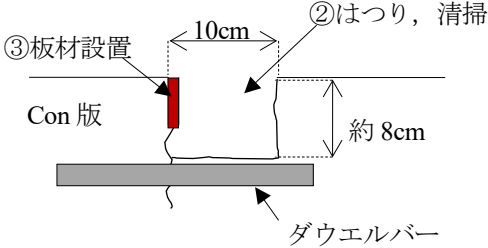
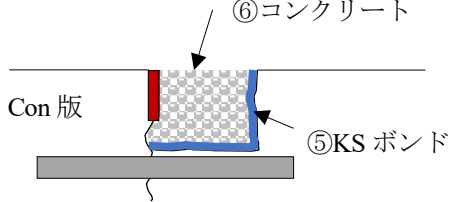
(3) 補修材料の要求性能

付表-6.2 補修材料の要求性能

| 評価対象 | | 要求性能 | | 目標値 | 試験方法 |
|-----------------------|----------|---------|--|--|-----------------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 |
| | | 圧縮弾性係数 | | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 |
| | | 曲げ強さ | | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 |
| | | 引張せん断強さ | | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 |
| 補修材 | 施工性能 | 硬化時間 | | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | 初期強度* | | 4 時間 : 24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | | 40N/mm ² 以上 (材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | 寸法安定性 | | 収縮量 500μ 以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | | 弾性係数 | | 30000±10000N/mm ² (材齢 28 日) | JIS A 1149 |
| | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | | 相対動弾性係数 ≥ 60% | JIS A 1148 |
| | | すべり抵抗性 | | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法 便覧 S021-3 |

※初期強度の材齢については、交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|--|---|
| <p>① ひび割れ部を挟んで目地の反対側にカッターを入れる。</p>  | <p>① ダウエルバーや鉄網が埋設されている場合は、切断しないように注意する。</p> |
| <p>② ブレーカ等を使用して整形範囲内部のコンクリートをはつき取り、ブローア等で補修面を清掃して乾燥させる。</p>  | <p>②-1 脆弱部が残存している場合は、ワイヤーブラシ等で確実に除去する。(脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。)</p> <p>②-2 補修面が湿潤状態であった場合は、ウエスやブローア等を用いて十分に乾燥させる。(湿潤状態のまま施工すると、KS ボンドやリフレモルセット SF の硬化不良、水分が舗装体内部に閉じ込められることによる早期損傷の要因となるため。)</p> |
| <p>③ 目地部に目地幅と同じ板材を設置する。</p> <p>④ KS ボンドを練り混ぜる。</p> <p>⑤ 補修面に KS ボンドを 1.4kg/m^2 塗布する。</p> | <p>④ KS ボンドを使用する際は、事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> |
|  <p>⑥ KS ボンドが乾燥しないうちに、コンクリート（リフレモルセット SF）を練り上げ、打設する。</p> | <p>⑥ KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用、25°Cの場合）である。</p> |

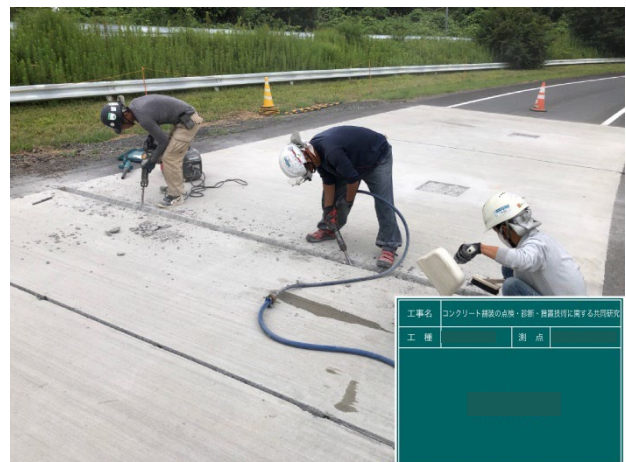
- | | |
|---|---|
| <p>⑦ 打ち込んだリフレモルセット SF はよく締固め、コテで均し、粗面仕上げを施す。</p> <p>⑧ リフレモルセット SF が硬化するまでは、シート掛けなどで直射日光や風が当たらないように養生する。</p> <p>⑨ リフレモルセット SF の硬化後、板材を取り除き、目地材を注入する。</p> | <p>⑦-1 リフレモルセット SF の硬化時間は 30 分程度 (23°C の場合) である。</p> <p>⑦-2 リフレモルセット SF の打設時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。</p> <p>⑦-3 リフレモルセット SF の粗面仕上げは、ホウキ目仕上げと比較するとタイングルーピング仕上げの方がすべり抵抗性の確保に効果的である。</p> |
|---|---|

(5) 施工例

① カッター切断状況



② コンクリートはつり状況



- ③ 目地板設置状況
- ⑤ KS ボンド塗布状況



- ⑥ コンクリート打設完了
- ⑦ ホウキ目仕上げ完了



(6) タイムテーブル

施工規模

幅員 3.50 m
 延長 0.10 m
 厚さ 0.08 m

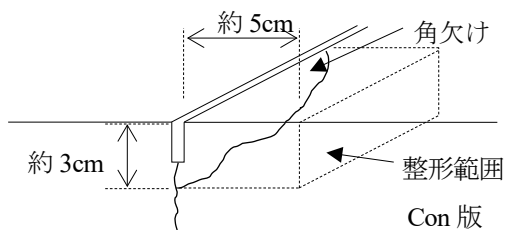
面積 0.4 m²

| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|----------------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 規制 | [Red bar from 0 to 8] | | | | | | | | | | | | 8時間 |
| ひび割れ発生箇所の カッター切断 | [Red bar from 0 to 1] | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | [Red bar from 1 to 2] | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 接着剤塗布工 | [Red bar from 2 to 2.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Red bar from 2.5 to 4] | | | | | | | | | | | | 1.5時間 |
| 養生工 | [Red bar from 4 to 7] | | | | | | | | | | | | 3時間 |
| 目地材注入 | [Red bar from 7 to 7.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 撤去・片付け | [Red bar from 7.5 to 8] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

7. 角欠け

(1) 工法概要

当工法は、角欠け部の幅、深さが3cm 以上の場合に適用する。当該工法のイメージ図を付図-7.1 に示す。



付図-7.1 角欠け部適用イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-7.1 に示す。

付表-7.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名 (メーカー) | 備考 |
|-----|------------------|-------------|----------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | ポリマーセメントモルタル | リフレモルセット SF | 住友大阪セメント(株) |
| | 目地注入材 | — | — |
| 資機材 | カッター | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ブレーカ | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ワイヤーブラシ | — | 脆弱部撤去 |
| | ブロアー, 掃除機, ウェス | — | 補修箇所清掃 |
| | 目地板 | — | 目地設置 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ, 練り混ぜ容器 | — | KS ボンド練り混ぜ |
| | 刷毛, ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | ハンドミキサー, 練り混ぜ容器 | — | リフレモルセット SF 製造 |
| | スコップ, コテ | — | リフレモルセット SF 施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| | 発電機 | — | ブレーカなどで使用 |

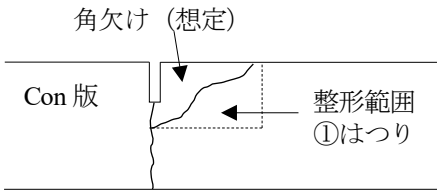
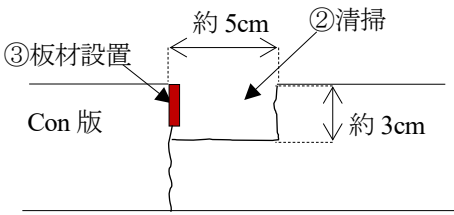
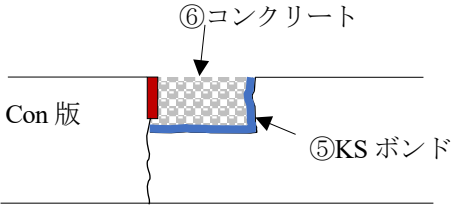
(3) 補修材料の要求性能

付表-7.2 補修材料の要求性能

| 評価対象 | | 要求性能 | | 目標値 | 試験方法 | |
|-----------------------|-----------------------------|----------|---------|--|--|-----------------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 | |
| | | 圧縮弾性係数 | | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 | |
| | | 曲げ強さ | | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 | |
| | | 引張せん断強さ | | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 | |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 | |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 | |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 | |
| 補修材 | ポリマーセメントモルタル (床版断面補修相当品) | 施工性能 | 硬化時間 | | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | | 初期強度※ | | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | | 40N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | | 寸法安定性 | | 収縮量 500μ 以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | | | 弾性係数 | | 30000±10000N/mm ² (材齢 28 日) | JIS A 1149 |
| | | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | | 相対動弾性係数 ≥ 60% | JIS A 1148 |
| | | | すべり抵抗性 | | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |

※初期強度の材齢については、交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|--|---|
| <p>① 角欠け部を取り除き，整形範囲までをブレーカ等を使用してコンクリートをはつり取る。</p>  | |
| <p>② ブロアーなどを用いて，はつり取った後の補修面を清掃して乾燥させる。</p>  | <p>②-1 脆弱部が残存している場合は，ワイヤーブラシ等で確実に除去する。（脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。）</p> <p>②-2 補修面が湿潤状態であった場合は，ウエスやブロアー等を用いて十分に乾燥させる。（湿潤状態のまま施工すると，KS ボンドやリフレモルセット SF の硬化不良，水分が舗装体内部に閉じ込められることによる早期損傷の要因となるため。）</p> |
| <p>③ 目地部に目地幅と同じ板材を設置する。</p> <p>④ KS ボンドを練り混ぜる。</p> <p>⑤ 補修面に KS ボンドを 1.4kg/m² 塗布する。</p>  | <p>④ KS ボンドを使用する際は，事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> |
| <p>⑥ KS ボンドが乾かないうちに，リフレモルセット SF を練り上げ，打設する。</p> | <p>⑥ KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用，25℃の場合）である。</p> |

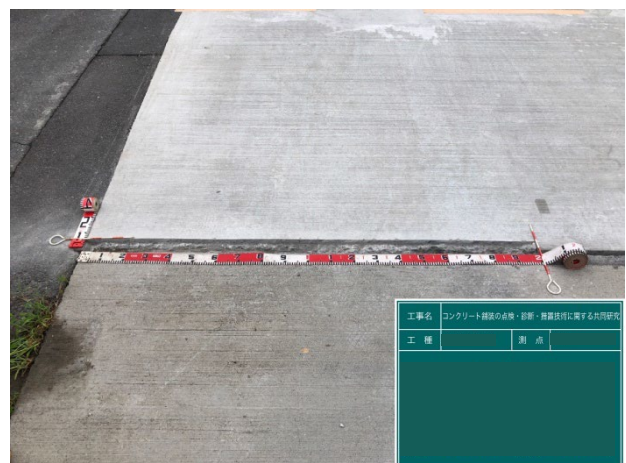
- | | |
|---|---|
| <p>⑦ 打設したリフレモルセット SF はよく締固め、コテで均し、粗面仕上げに施す。</p> <p>⑧ 硬化するまでシート掛けなどで直射日光や風が当たらないように養生する。</p> <p>⑨ リフレモルセット SF の硬化後、板材を取り除き、目地材を注入する。</p> | <p>⑦-1 リフレモルセット SF の硬化時間は 30 分程度 (23°C の場合) である。</p> <p>⑦-2 リフレモルセット SF の打設時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。</p> <p>⑦-3 リフレモルセット SF の粗面仕上げは、ホウキ目仕上げと比較するとタイングルーピング仕上げの方がすべり抵抗性の確保に効果的である。</p> |
|---|---|

(5) 施工例

- ① コンクリートはつり状況



- ② 清掃完了



③ 目地板設置状況



⑤ KS ボンド塗布状況



⑥ リフレモルセット SF 打設状況



(6) タイムテーブル

施工規模

幅員 2.00 m
 延長 0.05 m
 厚さ 0.05 m

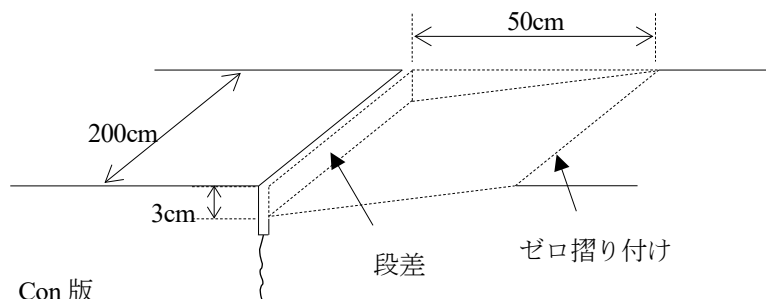
面積 0.1 m²

| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|----------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 規制 | [Red bar from 0 to 7] | | | | | | | | | | | | 7時間 |
| ひび割れ発生箇所の カッター切断 | [Red bar from 0 to 0.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | [Red bar from 0.5 to 1.5] | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 接着剤塗布工 | [Red bar from 2 to 2.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Red bar from 2 to 3] | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 養生工 | [Red bar from 3 to 6] | | | | | | | | | | | | 3時間 |
| 目地材注入 | [Red bar from 6 to 6.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 撤去・片付け | [Red bar from 6.5 to 7] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

8. 段差

(1) 工法概要

当工法は、コンクリート版に発生した段差部の補修に適用する。当該工法のイメージ図を付図-8.1に示す。



付図-8.1 段差部適用イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-8.1に示す。

付表-8.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名 (メーカー) | 備考 |
|-----|-------------------|-------------|----------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | ポリマーセメントモルタル | リフレモルセット SF | 住友大阪セメント(株) |
| | 目地注入材 | — | — |
| 資機材 | カッター | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | チップ, ブレーカ | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ワイヤーブラシ, ショットブラスト | — | 脆弱部撤去 |
| | ブロアー, 掃除機, ウェス | — | 補修箇所清掃 |
| | 目地板 | — | 目地設置 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ, 練り混ぜ容器 | — | KS ボンド練り混ぜ |
| | 刷毛, ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | ハンドミキサー, 練り混ぜ容器 | — | リフレモルセット SF 製造 |
| | スコップ, コテ | — | リフレモルセット SF 施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| 発電機 | — | ブレーカなど | |

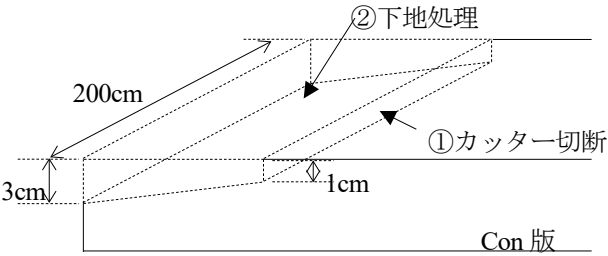
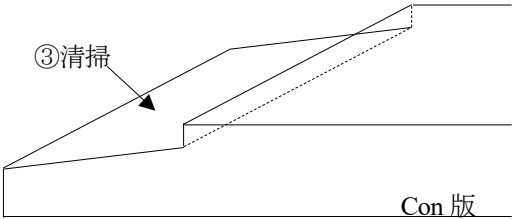
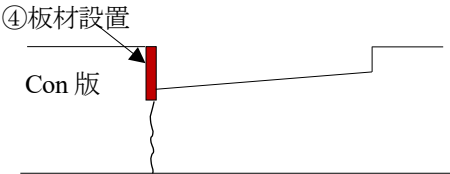
(3) 補修材料の要求性能

付表-8.2 補修材料の要求性能

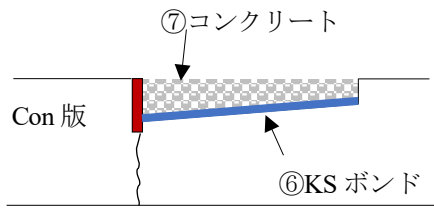
| 評価対象 | | 要求性能 | | 目標値 | 試験方法 |
|-----------------------|----------|---------|--|--|-----------------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 |
| | | 圧縮弾性係数 | | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 |
| | | 曲げ強さ | | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 |
| | | 引張せん断強さ | | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 |
| 補修材 | 施工性能 | 硬化時間 | | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | 初期強度* | | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | | 40N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | 寸法安定性 | | 収縮量 500μ以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | | 弾性係数 | | 30000±10000N/mm ² (材齢 28 日) | JIS A 1149 |
| | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | | 相対動弾性係数 ≥ 60% | JIS A 1148 |
| | | すべり抵抗性 | | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法 便覧 S021-3 |

※初期強度の材齢については、交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|---|---|
| <p>① ゼロ摺り付けとなる位置にカッター線を入れ、パッチング厚さを確保するようにコンクリートをはり取る。</p>  | |
| <p>② 補修面をチップングなどにより表面処理を施す。</p> <p>③ ブロアー、掃除機などで補修面を清掃し、十分乾燥させる。</p> | <p>② 脆弱部が残存している場合は、ワイヤーブラシ等で確実に除去する。（脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。）</p> <p>③ 補修面が湿潤状態であった場合は、ウエスやブロアー等を用いて十分に乾燥させる。（湿潤状態のまま施工すると、KS ボンドやリフレモルセット SF の硬化不良、水分が舗装体内部に閉じ込められることによる早期損傷の要因となるため。）</p> |
|  | |
| <p>④ 目地部に目地幅と同じ板材を設置する。</p>  | |
| <p>⑤ KS ボンドを練り混ぜる。</p> | <p>⑤ KS ボンドを使用する際は、事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> |

⑥ 補修面に KS ボンドを 1.4kg/m² 塗布する。



⑦ KS ボンドが乾かないうちにリフレモルセット SF を練り上げ、打設する。

⑧ 打設したリフレモルセット SF をよく締固め、コテで均し、粗面仕上げを施す。

⑨ リフレモルセット SF が硬化するまでは、シート掛けなどで直射日光や風が当たらないように養生する。

⑩ リフレモルセット SF の硬化後、板材を取り除き、目地材を注入する。

⑦ KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用、25°C の場合）である。

⑧-1 リフレモルセット SF の硬化時間は 30 分程度（23°C の場合）である。

⑧-2 リフレモルセット SF の打設時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。

⑧-3 リフレモルセット SF の粗面仕上げは、ホウキ目仕上げと比較するとタイングルーピング仕上げの方がすべり抵抗性の確保に効果的である。

(5) 施工例

① コンクリートはつり状況



③ 補修面清掃完了

④ 目地板設置状況



⑥ KS ボンド塗布状況



⑦ リフレモルセット SF 施工状況



⑦ リフレモルセット SF 施工状況



⑧ 粗面仕上げ状況



(6) タイムテーブル

施工規模

幅員 2.00 m
 延長 0.50 m
 厚さ 0.05 m

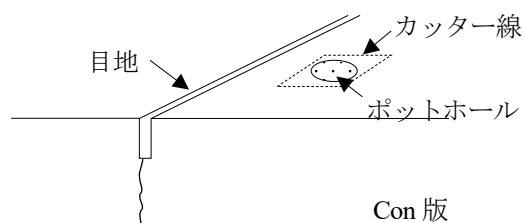
面積 1 m²

| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|----------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 規制 | [Red bar from 0 to 7] | | | | | | | | | | | | 7時間 |
| ひび割れ発生箇所の カッター切断 | [Red bar from 0 to 0.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | [Red bar from 0.5 to 1.5] | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 接着剤塗布工 | [Red bar from 2 to 2.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Red bar from 2 to 3] | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 養生工 | [Red bar from 3 to 6] | | | | | | | | | | | | 3時間 |
| 目地材注入 | [Red bar from 6 to 6.5] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 撤去・片付け | [Red bar from 6.5 to 7] | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

9. ポットホール（一般的な工法）

(1) 工法概要

当工法は、コンクリート版に発生したポットホール部の補修に適用する。当該工法のイメージ図を付図-9.1 に示す。



付図-9.1 ポットホール部（一般的な工法）適用イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-9.1 に示す。ここでは使用材料として3種類の補修材を挙げているが、即日交通開放が求められている場合の恒久的な補修材としてリフレモルセット SF、さらに緊急性が高く交通規制時間を確保できない場合の応急的な補修材としてハイパークールパッチ、即日交通開放の必要がなく汎用的な材料で補修する場合は早強モルタルを使用することを想定している。

付表-9.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名（メーカー） | 備考 |
|-----|-----------------|-------------|-----------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | ポリマーセメントモルタル | リフレモルセット SF | 補修材、住友大阪セメント(株) |
| | 常温緊急補修材 | ハイパークールパッチ | 補修材、鹿島道路(株) |
| | 早強モルタル | — | 補修材、一般材料 |
| 資機材 | カッター | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ブレーカ、ピック | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ワイヤーブラシ | — | 脆弱部撤去 |
| | ブロアー、掃除機、ウエス | — | 補修箇所清掃 |
| | 目地板 | — | 目地設置 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ、練り混ぜ容器 | — | KS ボンド練り混ぜ |
| | 刷毛、ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | ハンドミキサー、練り混ぜ容器 | — | 補修材製造 |
| | スコップ、コテ | — | 補修材施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| | 発電機 | — | ブレーカなどで使用 |

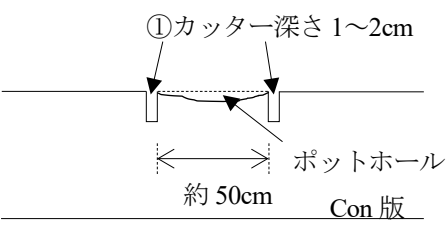
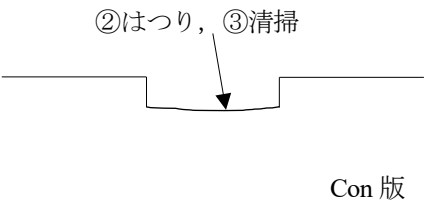
(3) 補修材料の要求性能

付表-9.2 補修材料の要求性能

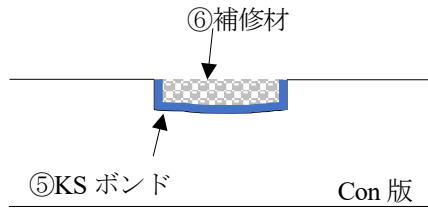
| 評価対象 | | 要求性能 | 目標値 | 試験方法 |
|-----------------------------|----------|------------|--|-----------------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 |
| | | 圧縮弾性係数 | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 |
| | | 曲げ強さ | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 |
| | | 引張せん断強さ | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 |
| 補修材※1 (補修厚さ 30mm 未満) | 補修に要する性能 | 硬化時間 | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | 初期強度※4 | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 圧縮強度 | 40N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | 寸法安定性 | 収縮量 500μ 以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | 耐久性能 | 弾性係数 | 30000±10000N/mm ² (材齢 28 日) | JIS A 1149 |
| | | 凍結融解抵抗性 | 相対動弾性係数≥60% | JIS A 1148 |
| | | すべり抵抗性 | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |
| 補修材※1 (補修厚さ 30mm 以上) | 補修に要する性能 | 硬化時間 | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | 初期強度※4 | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 圧縮強度 | 40N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | 寸法安定性 | 収縮量 800μ 以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | 相対動弾性係数≥60% | JIS A 1148 |
| | | すべり抵抗性 | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |
| | | 施工性能 | 硬化時間 | 始発 5~15 分, 終結 60 分未満 |
| 補修材※2 (補修厚さ 0 ~ 50mm 以上) | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | 10N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | 簡易ポットホール試験 | 鉛直変位量 3mm 以下(30 輪走行後) | 東京都土木材料仕様書 |
| | 耐久性能 | すべり抵抗性 | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |
| 補修材※3 | 施工性能 | モルタルフロー試験 | 150mm 程度 | JIS R 5201 |
| | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | 24N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | 施工性能 | すべり抵抗性 | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |

※1：即日交通開放が求められる場合に使用する恒久的な補修材，※2：即日交通開放が求められ，さらに緊急度が高く交通規制時間が確保できない場合に使用する応急的な補修材，※3：即日交通開放の必要はなく，汎用的な補修材，※4：初期強度の材齢については，交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|---|--|
| <p>① ポットホール部の周囲（約 50cm×50cm）を深さ 1～2cm となるようにカッターを入れる。</p>  | |
| <p>② ブレーカ等を用いてポットホール部のコンクリートをはつき取る。</p>  | |
| <p>③ ブロアー，掃除機などで補修面を清掃し，十分に乾燥させる。</p> | <p>③-1 脆弱部が残存している場合は，ワイヤーブラシ等で確実に除去する。（脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。）</p> <p>③-2 補修面が湿潤状態であった場合は，ウエスやブロアー等を用いて十分に乾燥させる。（湿潤状態のまま施工すると，KS ボンドや補修材の硬化不良，水分が舗装体内部に閉じ込められることによる早期損傷の要因となるため。）</p> |
| <p>④ KS ボンドを練り混ぜる。</p> | <p>④ KS ボンドを使用する際は，事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> |

⑤ 補修面に KS ボンドを 1.4kg/m² 塗布する。



⑥ KS ボンドが乾かないうちに、補修材を練り上げ、打設する。

⑦ 打設した補修材はよく締固め、コテで均し、ホウキ目仕上げを施す。

⑧ 硬化するまでシート掛けなどで直射日光や風が当たらないように養生する。

⑥ KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用、25°Cの場合）である。

⑦-1 補修材の硬化時間は、
リフレモルセット SF は 30 分程度
ハイパークールパッチは 15 分程度
早強モルタルは 1 時間程度である。
（それぞれ 23°Cの場合）

⑦-2 補修材の施工時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。

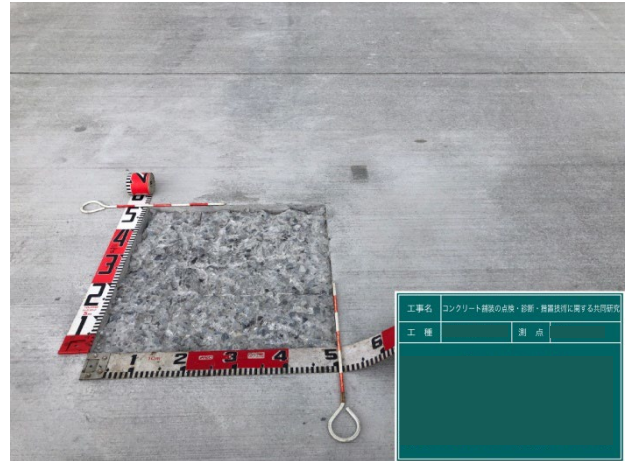
⑦-3 リフレモルセット SF の粗面仕上げは、ホウキ目仕上げと比較するとタイングルービング仕上げの方がすべり抵抗性の確保に効果的である。ハイパークールパッチはコテ均し後の粗面仕上げは不要である。

(5) 施工例

② コンクリートはつり状況



③ 補修箇所清掃完了



⑤ KS ボンド塗布状況



⑥ 補修材（リフレモルセット SF）製造完了



⑥ 補修材（リフレモルセット SF）施工状況



⑦ 粗面仕上げ状況

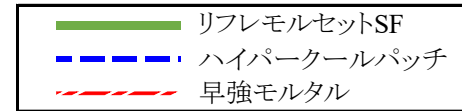


(6) タイムテーブル

施工規模

幅員 0.50 m
 延長 0.50 m
 厚さ 0.03 m

面積 0.3 m²

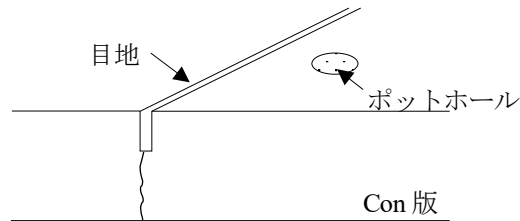


| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|--------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 3日 | | | | |
| 規制 | [Timeline bars for 規制: Green solid, Blue dashed, Red dashed lines from 0 to 5.5h, 3h, and 3 days respectively] | | | | | | | | | | | | | | 5.5時間 3時間 3日 |
| ひび割れ発生箇所の カッター切断 | [Timeline bars for ひび割れ発生箇所のカッター切断: Green solid, Blue dashed, Red dashed lines from 0 to 0.5h] | | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | [Timeline bars for 既設コンクリート舗装面の脆弱部撤去および清掃: Green solid, Blue dashed, Red dashed lines from 0.5 to 1h] | | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 接着剤塗布工 | [Timeline bars for 接着剤塗布工: Green solid, Blue dashed, Red dashed lines from 1 to 1.5h] | | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Timeline bars for 補修材施工: Green solid, Blue dashed, Red dashed lines from 1.5 to 2h] | | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 養生工 | [Timeline bars for 養生工: Green solid, Blue dashed, Red dashed lines from 2 to 5.5h, 3h, and 3 days respectively] | | | | | | | | | | | | | | 3時間 0.5時間 3日 |
| 撤去・片付け | [Timeline bars for 撤去・片付け: Green solid, Blue dashed, Red dashed lines from 5.5 to 6h, 3h, and 3 days respectively] | | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

10. ポットホール（簡易的な工法）

(1) 工法概要

当工法は、コンクリート版に発生したポットホール部の補修に適用する。当工法は規制時間が確保できない場合など、やむを得ない場合に適用する工法であり、通常は9章の一般的な工法を適用することが望ましい。当該工法のイメージ図を付図-10.1に示す。



付図-10.1 ポットホール部（簡易的な工法）適用イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-10.1に示す。ここでは使用材料として3種類の補修材を挙げているが、即日交通開放が求められている場合の恒久的な補修材としてリフレモルセット SF、さらに緊急性が高く交通規制時間を確保できない場合の応急的な補修材としてハイパークールパッチ、即日交通開放の必要がなく汎用的な材料で補修する場合は早強モルタルを使用することを想定している。

付表-10.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名（メーカー） | 備考 |
|-----|-----------------|-------------|-----------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | ポリマーセメントモルタル | リフレモルセット SF | 補修材，住友大阪セメント(株) |
| | 常温緊急補修材 | ハイパークールパッチ | 補修材，鹿島道路(株) |
| 資機材 | ブレーカ，ピック | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ワイヤーブラシ | — | 脆弱部撤去 |
| | ブロアー，掃除機，ウエス | — | 補修箇所清掃 |
| | 目地板 | — | 目地設置 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ，練り混ぜ容器 | — | KS ボンド練り混ぜ |
| | 刷毛，ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | ハンドミキサー，練り混ぜ容器 | — | 補修材製造 |
| | スコップ，コテ | — | 補修材施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| | 発電機 | — | ブレーカなどで使用 |


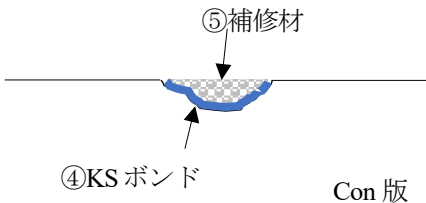
(3) 補修材料の要求性能

付表-10.2 補修材料の要求性能

| 評価対象 | | 要求性能 | | 目標値 | 試験方法 | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------|------------|--|--|-----------------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 | |
| | | 圧縮弾性係数 | | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 | |
| | | 曲げ強さ | | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 | |
| | | 引張せん断強さ | | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 | |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 | |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 | |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 | |
| 補修材※1 (補修厚さ 30mm 未満) | ポリマーセメントモルタル (床版断面補修相当品) | 施工性能 | 硬化時間 | | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | | 初期強度※3 | | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | | 40N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | | 寸法安定性 | | 収縮量 500μ 以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | | | 弾性係数 | | 30000±10000N/mm ² (材齢 28 日) | JIS A 1149 |
| | | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | | 相対動弾性係数≥60% | JIS A 1148 |
| すべり抵抗性 | | | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 | | |
| 補修材※1 (補修厚さ 30mm 以上) | ポリマーセメントモルタル (床版断面補修相当品) | 施工性能 | 硬化時間 | | 始発時間 30 分以上 | JIS A 1147 |
| | | | 初期強度※3 | | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | | 40N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | | 寸法安定性 | | 収縮量 800μ 以下 | NEXCO 試験法 439 JIS A 1129 |
| | | | 凍結融解抵抗性 | | 相対動弾性係数≥60% | JIS A 1148 |
| | | 耐久性能 | すべり抵抗性 | | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |
| 補修材※2 (補修厚さ 0 ~ 50mm 以上) | ポリマーセメントモルタル (緊急補修材対応品) | | 施工性能 | 硬化時間 | 始発 5~15 分, 終結 60 分未満 | JIS A 1147 |
| | | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | | 10N/mm ² 以上(材齢 28 日) | JIS A 1108 |
| | | | 簡易ポットホール試験 | | 鉛直変位量 3mm 以下(30 輪走行後) | 東京都土木材料仕様書 |
| 耐久性能 | すべり抵抗性 | | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 | | |

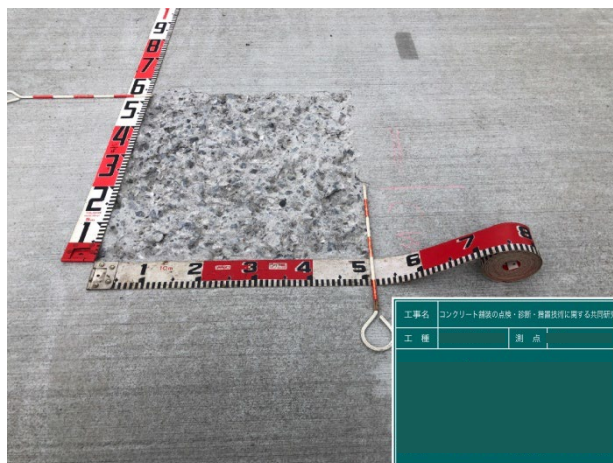
※1：即日交通開放が求められる場合に使用する恒久的な補修材，※2：即日交通開放が求められ，さらに緊急度が高く交通規制時間が確保できない場合に使用する応急的な補修材，※3：初期強度の材齢については，交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|---|---|
| <p>① ポットホール部の周囲をゼロ摺り付けの目安となるように印をつける。</p> <p>② ブロアー、掃除機などで補修面を清掃し、十分乾燥させる。</p>  <p>③ KS ボンドを練り混ぜる。</p> <p>④ 補修面に KS ボンドを 1.4kg/m² 塗布する。</p> | <p>②-1 脆弱部が残存している場合は、ワイヤーブラシ等で確実に除去する。ワイヤーブラシ等で除去できない場合はピック等を使用する。（脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。）</p> <p>②-2 補修面が湿潤状態であった場合は、ウエスやブロアー等を用いて十分に乾燥させる。（湿潤状態のまま施工すると、KS ボンドや補修材の硬化不良、水分が舗装体内部に閉じ込められることによる早期損傷の要因となるため。）</p> <p>③ KS ボンドを使用する際は、事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> |
|  <p>⑤ KS ボンドが乾かないうちに、補修材を練り上げ、打設する。</p> <p>⑥ 打設した補修材はよく締固め、コテで均し、ホウキ目仕上げを施す。</p> <p>⑦ 硬化するまでシート掛けなどで直射日光や風が当たらないように養生する。</p> | <p>⑤ KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用、25°Cの場合）である。</p> <p>⑥-1 補修材の硬化時間は、 リフレモルセット SF は 30 分程度 ハイパークールパッチは 15 分程度 早強モルタルは 1 時間程度である。 （それぞれ 23°Cの場合）</p> <p>⑥-2 補修材の施工時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。</p> |

(5) 施工例

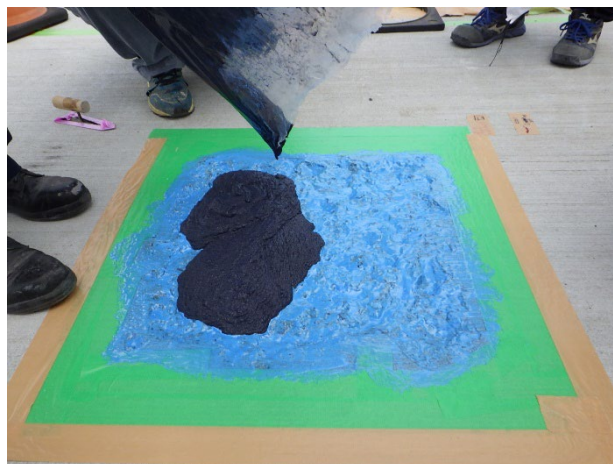
② 補修面清掃完了



④ KS ボンド塗布状況



⑤ 補修材（ハイパークールパッチ）施工状況



⑤ 補修材（ハイパークールパッチ）施工状況

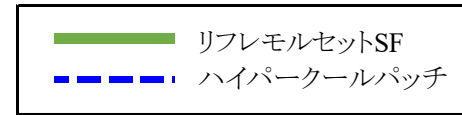


(6) タイムテーブル

施工規模

幅員 0.50 m
 延長 0.50 m
 厚さ 0.03 m

面積 0.3 m²

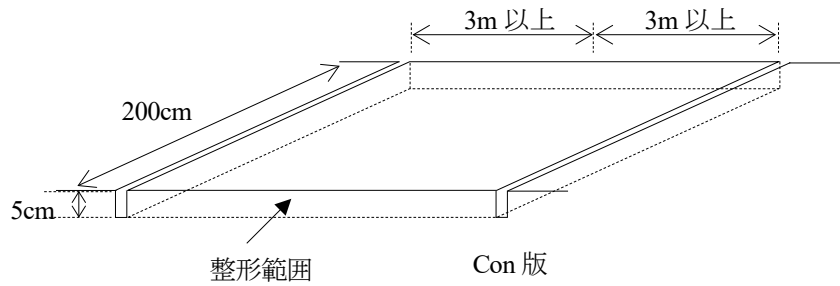


| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---|---|---|------------|---|---|---|---|---|----|----|-------|------------|--|--|--|--|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| 規制 | リフレモルセットSF | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5時間 |
| | ハイパークールパッチ | | | | | | | | | | | | | 2.5時間 | | | | | |
| 既設コンクリート舗装面の 脆弱部撤去および清掃 | リフレモルセットSF | | | | | | | | | | | | 0.5時間 | | | | | | |
| | ハイパークールパッチ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 接着剤塗布工 | リフレモルセットSF | | | | | | | | | | | | 0.5時間 | | | | | | |
| | ハイパークールパッチ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 補修材施工 | リフレモルセットSF | | | | | | | | | | | | 0.5時間 | | | | | | |
| | ハイパークールパッチ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 養生工 | リフレモルセットSF | | | | | | | | | | | | 3時間 | | | | | | |
| | ハイパークールパッチ | | | | | | | | | | | | 0.5時間 | | | | | | |
| 撤去・片付け | | | | | リフレモルセットSF | | | | | | | | 0.5時間 | | | | | | |
| | | | | | ハイパークールパッチ | | | | | | | | | | | | | | |

11. コンクリート版上に広範囲に発生した損傷

(1) 工法概要

当工法は、コンクリート版上において損傷が広範囲に及び、かつ、構造的破損に至っていない場合に適用する付着オーバーレイ工法である。当該工法のイメージ図を付図-11.1に示す。



付図-11.1 付着オーバーレイ工法適用イメージ図

(2) 使用材料

使用する材料および資機材を付表-11.1に示す。

付表-11.1 使用する材料および資機材

| 分類 | 一般名称 | 商品名 (メーカー) | 備考 |
|-----|------------------|------------|---------------|
| 材料 | エポキシ樹脂接着剤 | KS ボンド | 鹿島道路(株) |
| | 超速硬コンクリート | ジェットパック | 住友大阪セメント(株) |
| 資機材 | 切削機 | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ブレーカ, ピック, ケレン | — | 補修箇所既存 Con 撤去 |
| | ショットブラスト | — | 脆弱部撤去 |
| | ブロアー, 掃除機, ウェス | — | 補修箇所清掃 |
| | 目地板 | — | 目地設置 |
| | はかり | — | KS ボンド計量 |
| | プラスチックヘラ, 練り混ぜ容器 | — | KS ボンド練り混ぜ |
| | 刷毛, ローラー刷毛 | — | KS ボンド塗布 |
| | モービル車 | — | ジェットコンクリート製造 |
| | スコップ, コテ, 一輪車 | — | ジェットコンクリート施工 |
| | 化繊ホウキ | — | ホウキ目仕上げ |
| | 養生マット | — | 養生 |
| 発電機 | — | ブレーカなどで使用 | |

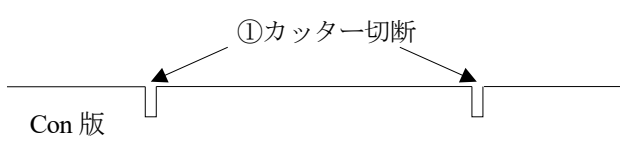
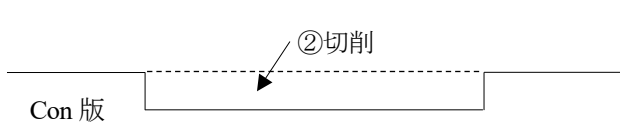
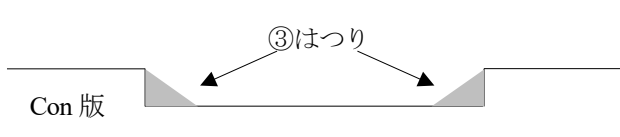
(3) 補修材料の要求性能

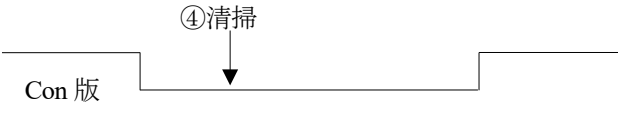
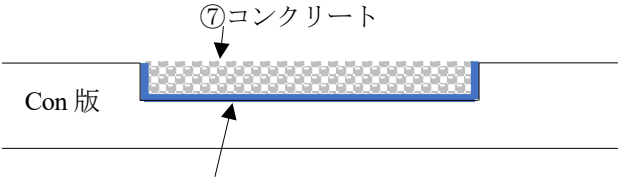
付表-11.2 補修材料の要求性能

| 評価対象 | | 要求性能 | 目標値 | 試験方法 | |
|-----------------------|----------|----------|--|-----------------------------|-------------------|
| 接着剤 | 補修に要する性能 | 圧縮強さ | 50N/mm ² 以上 | JIS K 7112 | |
| | | 圧縮弾性係数 | 1000N/mm ² 以上 | JIS K 7181 | |
| | | 曲げ強さ | 35N/mm ² 以上 | JIS K 7171 | |
| | | 引張せん断強さ | 10N/mm ² 以上 | JIS K 6850 | |
| 複合体 (既設コン+接着剤+補修材) | 施工性能 | 付着強さ | 交通開放時 1.0 N/mm ² 以上 | 道路橋床版防水便覧 | |
| | 補修に要する性能 | 付着強さ | 1.5 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 439 | |
| | 耐久性能 | 付着疲労特性 | 温水負荷後, 1.0 N/mm ² 以上 水浸引張疲労試験後, 1.0 N/mm ² 以上 | NEXCO 試験法 434 | |
| 補修材 | コンクリート | 施工性能 | 初期強度※ | 4 時間:24N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 補修に要する性能 | 圧縮強度 | 40N/mm ² 以上 | JIS A 1108 |
| | | 耐久性能 | 凍結融解抵抗性 | 相対動弾性係数 ≥ 60% or W/C ≤ 65% | JIS A 1148 |
| | | | すべり抵抗性 | μ0.35 以上 | 舗装調査・試験法便覧 S021-3 |

※初期強度の材齢については、交通開放時間にあわせて変更可能

(4) 補修手順

| 作業手順 | 作業上の留意点 |
|---|---------|
| <p>① 横断方向に深さ 5cm 程度となるようにカッターを入れる。</p>  | |
| <p>② 横断全幅×縦断破損（約 200cm）の範囲を深さ 5cm で切削する。</p>  | |
| <p>③ 切削の際、切削歯の挿入、抜去箇所にコンクリートが残存するため、ブレーカ、電動ピック、ケレン等で除去する。</p>  | |

| | |
|---|--|
| <p>④ 既設コンクリート版表面にショットブラスト処理を行う。</p>  | <p>④-1 脆弱部が残存している場合は、ワイヤーブラシ等で確実に除去する。（脆弱部は構造上の弱点となりやすいため。）</p> <p>④-2 補修面が湿潤状態であった場合は、ウエスやブロアー等を用いて十分に乾燥させる。（湿潤状態のまま施工すると、KS ボンドや補修材の硬化不良、水分が舗装体内部に閉じ込められることによる早期損傷の要因となるため。）</p> |
| <p>⑤ KS ボンドを練り混ぜる。</p> <p>⑥ 既設コンクリート面に KS ボンドを 1.4kg/m² 塗布する。</p> | <p>⑤ KS ボンドを使用する際は、事前に SDS を確認して適切な保護具を着用して作業する。</p> |
|  | |
| <p>⑦ KS ボンドが乾かないうちに、施工範囲に応じた適切な敷均し機械や人力により、ジェットコンクリートを敷きならす。</p> <p>⑧ 打設したジェットコンクリートはよく締固め、コテで均し、ホウキ目仕上げを施す。</p> <p>⑨ マット養生を行う。</p> | <p>⑦-1 KS ボンドの打継可能時間は 75 分程度（春秋用、25°C の場合）である。</p> <p>⑦-2 ジェットコンクリートの打設時、既設 Con 版と段差が生じないように摺り付ける。</p> |

(5) 施工例

② 切削状況



④ ショットブラスト処理状況



④ ショットブラスト後の補修面状況



④ 補修箇所清掃完了



⑥ KS ボンド塗布状況



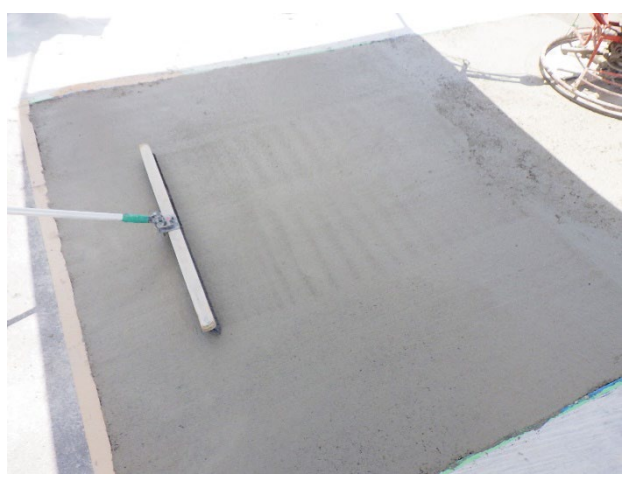
⑦ ジェットコンクリート施工状況



⑧ ジェットコンクリート施工完了



⑨ ホウキ目仕上げ状況



(6) タイムテーブル

施工規模

幅員 3.50 m

延長 7.00 m

厚さ 0.05 m

面積 24.5 m²

| 作業項目 | 規制開始からの作業時間 (h) | | | | | | | | | | | | | 合計 作業時間 |
|---------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 規制 | [Red bar from 0 to 8] | | | | | | | | | | | | | 8時間 |
| 補修対象箇所の カッター切断 | [Red bar from 0 to 1] | | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 既設コンクリート舗装面の 切削および表面処理 | [Red bar from 1 to 3] | | | | | | | | | | | | | 2時間 |
| 接着剤塗布工 | [Red bar from 3 to 3.5] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |
| 補修材施工 | [Red bar from 3.5 to 4.5] | | | | | | | | | | | | | 1時間 |
| 養生工 | [Red bar from 4.5 to 7.5] | | | | | | | | | | | | | 3時間 |
| 撤去・片付け | [Red bar from 7.5 to 8] | | | | | | | | | | | | | 0.5時間 |

以上.

共同研究報告書

Cooperative Research Report of PWRI

No. 570 March 2022

編集・発行 ©国立研究開発法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国立研究開発法人土木研究所企画部業務課

〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 電話 029-879-6754