

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

～点検・診断技術編（その2）～
～措置技術編（その1）～

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
ニチレキ（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

～点検・診断技術編（その2）～

～措置技術編（その1）～

（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

ニチレキ（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ニチレキ(株)から提案のあった点検・診断・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編 点検・診断技術編	1
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（点検・診断）	3
2.1 対象とする損傷	3
2.2 提案する点検・診断技術の概要	3
2.3 研究の手順（舗装走行実験場での検証）	3
第3章 点検・診断技術（点検・診断）	5
3.1 点検・診断技術の特徴（仕様や原理等）	5
3.2 点検・診断方法（調査方法）	9
3.3 評価方法（解析方法）	11
第4章 舗装走行実験場での検証の結果（点検・診断）	14
4.1 目地材のはみ出し・飛散，角欠け	14
4.2 コンクリート版の段差	16
4.3 コンクリート舗装内部の損傷	20
第5章 点検・診断技術活用上の留意点（点検・診断）	25
5.1 目地材のはみ出し・飛散，角欠け	25
5.2 コンクリート版の段差	25
5.3 コンクリート舗装内部の損傷	25
第6章 研究のまとめ（点検・診断）	26
6.1 目地材のはみ出し・飛散，角欠け	26
6.2 コンクリート版の段差	27
6.3 コンクリート舗装内部の損傷	27
第2編 措置技術編	28
第1章 はじめに	28
1.1 背景・目的	28
1.2 共同研究体制	29
第2章 研究内容	30
2.1 対象とする使用範囲	30
2.2 提案する措置技術	30
2.3 研究の手順（材料試験，実施工による耐久性試験）	30
第3章 材料試験	31

3.1 試験項目および試験方法	31
第 4 章 材料試験結果	32
4.1 目地材の基本性状（貫入量，軟化点，粘度）	32
4.2 ダンベル引張試験結果	33
4.3 曲げ試験結果	34
4.4 浸透性試験結果	35
4.5 Co 舗装との付着性評価 引張強度試験	36
4.6 材料試験まとめ	45
第 5 章 土木研究所舗装走行実験場での試験施工	46
5.1 目的	46
5.2 試験施工概要	46
5.3 施工内容	48
5.4 施工フローおよび施工上の注意事項	49
5.5 施工状況（舗装走行実験場）	50
5.6 施工時間	52
5.7 出来形，耐久性確認方法および結果	53
5.8 供用性調査	55
5.9 土木研究所舗装走行実験場での試験施工 まとめ	63
第 6 章 北海道島牧村 国道 229 号線での試験施工	64
6.1 目的	64
6.2 使用材料	64
6.3 試験施工概要	64
6.4 施工状況	67
6.5 施工後の供用性	70
第 7 章 本研究のまとめ	71

第1編 点検・診断技術編

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低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、ライフサイクルコスト低減の観点から、近年、耐久性に優れたコンクリート舗装を適材適所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¹⁾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。これまでにも、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ニチレキ(株)から提案のあった点検・診断技術について、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、ニチレキ(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
	前川 亮太	道路技術研究グループ(舗装) 主任研究員	2020.4～2022.3
	永塚 竜也	道路技術研究グループ(舗装) 専門研究員	2020.4～2022.3
	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
ニチレキ(株)	山本 孝洋	技術部長 兼 技術1課長	2021.4～2022.3
	森端 洋行	技術研究所 次長	2020.4～2022.3
	奥山 誠司	道路エンジニアリング部 開発課長	2020.4～2022.3
	丸島 孝和	技術研究所 主任研究員	2020.4～2022.3
	小幡 範	技術研究所 主任研究員	2020.10～2021.3

参考文献

1)日本道路協会：コンクリート舗装に関する技術資料，2009.

第2章 研究内容（点検・診断）

2.1 対象とする損傷

- (1) 目地材のはみ出し・飛散，角欠け
- (2) コンクリート版の段差
- (3) コンクリート舗装内部の損傷（ダウエルバー，路盤の空洞）

2.2 提案する点検・診断技術の概要

- (1) 目地材のはみ出し・飛散，角欠け

舗装点検で使用されている画像撮影機能を有する路面性状測定車を応用し，交通規制なしに効率的に点検（画像撮影）して診断する。

- (2) コンクリート版の段差

局所的な路面凹凸について加速度計を搭載した測定車で評価する技術を応用し，交通規制なしに効率的に段差量を測定する。

- (3) コンクリート舗装内部の損傷

床版上面の状態を非破壊で調査する電磁波レーダー測定車を応用し，交通規制なしにコンクリート舗装内部の損傷（ダウエルバー，路盤の空洞）を効率的に検出する。

2.3 研究の手順（舗装走行実験場での検証）

舗装走行実験場にて，本技術を適用し，その性能などを検証する。

表- 2.3.1 提案する点検・診断技術と検証場所

提案する点検・診断技術	検証場所	測定実施日
(1) 目地材のはみ出し・飛散， 角欠け	・舗装走行実験場の1工区	・2020/11/24 と 2020/11/25
(2) コンクリート版の段差	・舗装走行実験場の1工区	・2020/11/24 と 2020/11/25
(3) コンクリート舗装内部の損傷 1) ダウエルバー 2) 路盤の空洞	1) ダウエルバー ：舗装走行実験場の1工区 2) 路盤の空洞 ：舗装走行実験場の2工区	1) ダウエルバー 2020/11/24 と 2020/11/25 2) 路盤の空洞 2021/8/20

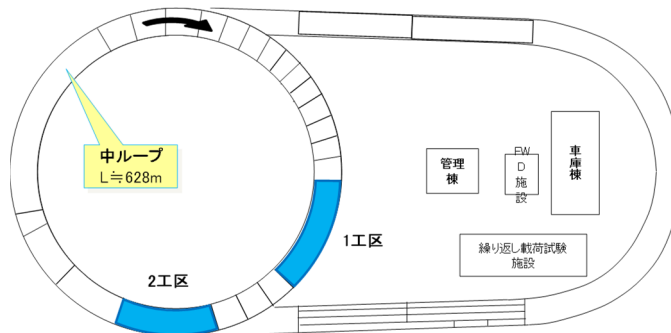


図-2.3.1 検証場所（舗装走行実験場）

検知・特定が可能な損傷や現象																										
ひび割れ										目地部の破損					その他の破損			目地部の破損		その他設置						
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗
横ひび割れ	縦ひび割れ	Y型・クラスター型	隅角ひび割れ	Dクラック	乾縮ひび割れ	円弧状ひび割れ	沈下ひび割れ	不規則ひび割れ	亀甲状ひび割れ	目地割のはみ出し・露筋	目地割の角欠け	版と版の段差	隣接構造物との段差	埋設構造物による段差	アスファルト舗装との段差	わだち割れ	ポットホール（パンチアウト）	スケールリング	ポリッシング	ブローアップ（版の反り上がり）	エロージョン（空堀り）	ダウエルバー破断	ダウエルバー変位	CO版内部のひび割れ	補修材の浮き	補修材の割れ・剥がれ

工区名	0731-1	0731-2	0731-3	0731-4	0731-5	0731-6	0731-7	1501	1502
施工完了日	2007/12/14 (LMFCの切削ORIは2016/11/4)							2016/3/23	2016/11/4

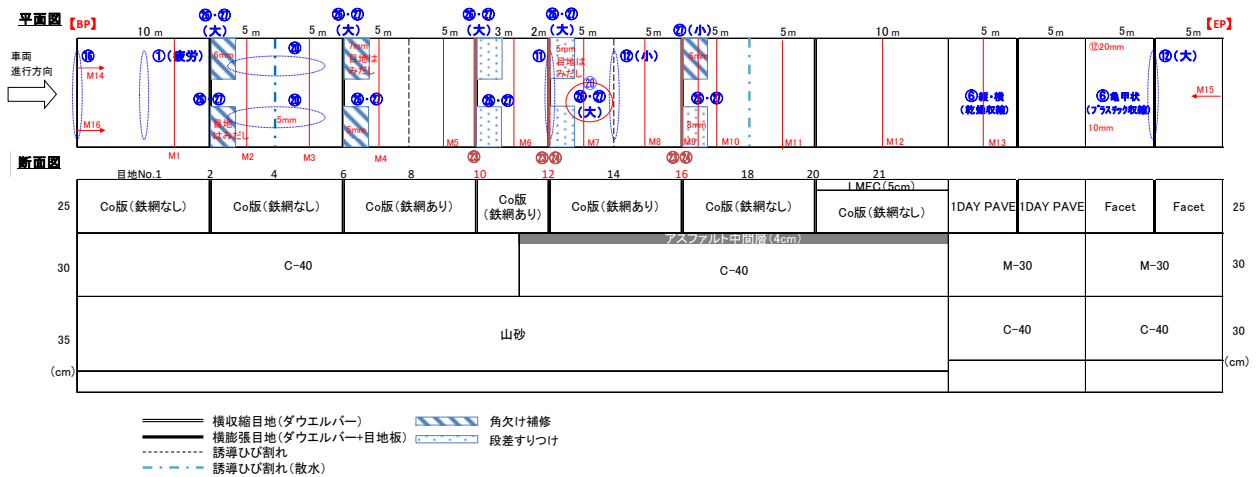


図-2.3.2 1工区の概要図

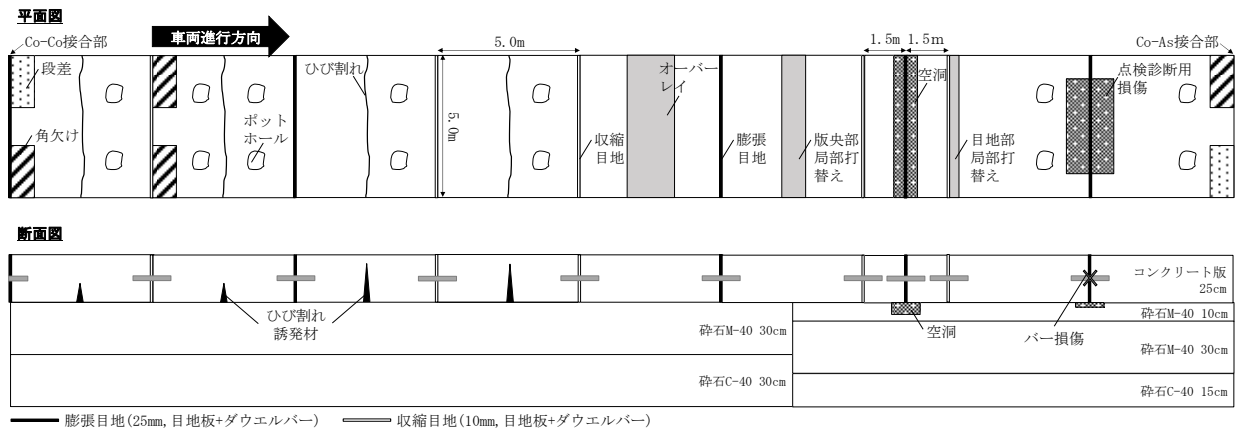


図-2.3.3 2工区の概要図

第3章 点検・診断技術（点検・診断）

3.1 点検・診断技術の特徴（仕様や原理等）

(1) 目地材のはみ出し・飛散，角欠け

路面性状測定車で路面の鳥瞰画像を撮影する。画像を目視し，目地材はみ出しなどの診断を行う。

なお，路面性状測定車は舗装点検などに用いられている「ひび割れ」，「わだち掘れ」，「平坦性」を測定できる装置を使用した。



写真- 3.1.1 路面性状測定車の外観

表-3.1.1 路面性状測定車の性能

項目	精度
距離測定性能	光学測量機による距離の測定値に対し， $\pm 0.3\%$ 以内
ひび割れ測定性能	幅 1mm 以上のひび割れが識別可能
わだち掘れ測定性能	横断プロフィールメータによるわだち掘れ深さの測定値に対し， $\pm 3\text{mm}$ 以内
平坦性測定性能	縦断プロフィールメータによる標準偏差の測定値に対し， $\pm 30\%$ 以内

(2) コンクリート版の段差

コンクリート版の段差は加速度計を搭載する段差測定車を使い点検・診断を行う。段差測定車は、走行車両が段差を通過する際に受けるタイヤサスペンション部の上下振動を、左右両後輪のバネ下に設置した加速度計にて測定し、その大きさから段差量を推定する車両である。



写真-3.1.2 (左)加速度計の位置, (中)車両走行の跡, (右)段差測定車の外観

所定の段差量と加速度の関係を速度毎に求めて作成したキャリブレーションテーブルと「測定結果から抽出した延長5m毎の加速度のピーク値および測定速度」を用い、段差量に換算する方法としている。なお、延長5m毎の段差量は左右の加速度の大きい方としている。

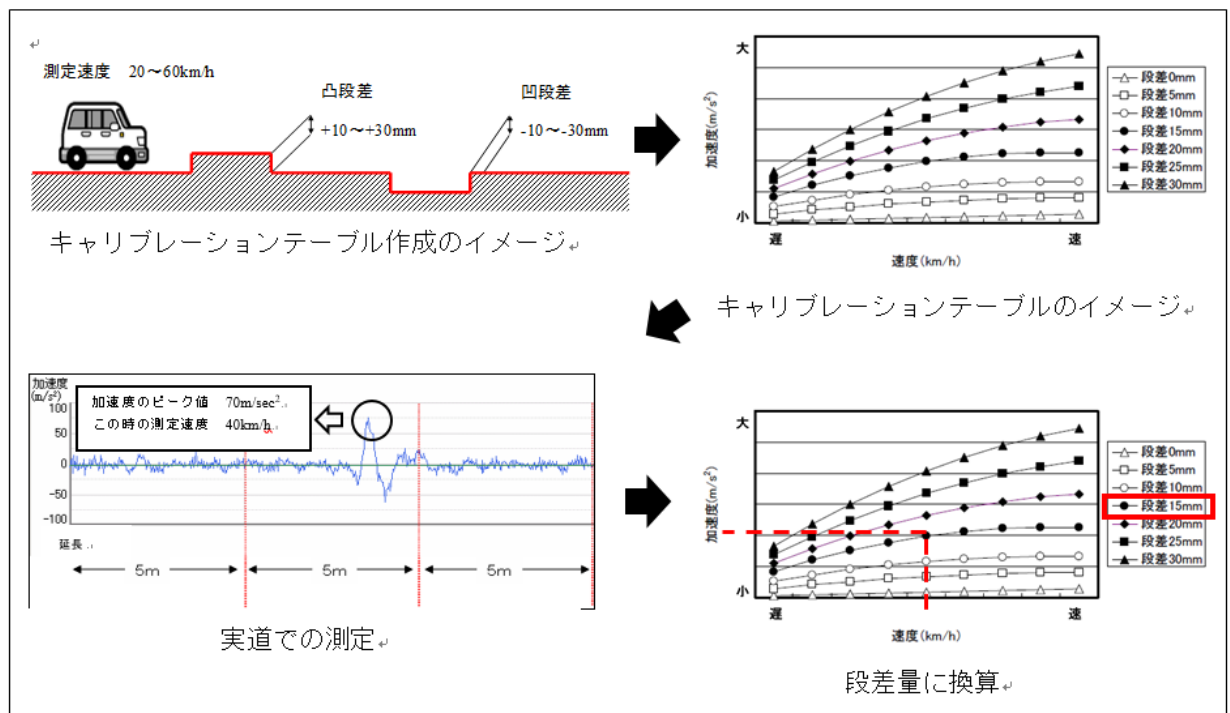


図-3.1.1 段差測定車の原理

(3) コンクリート舗装内部の損傷

電磁波レーダーを搭載した車両を用いて、一般交通の中で走行しながら路面に電磁波を発信し、内部の電気的特性の分布に起因する電磁波の反射信号を受信して、その特徴に基づき損傷を検出する。この技術はRC床版上面の損傷検出や路面下空洞探査に用いられている。



写真-3.1.3 電磁波レーダー（黄色）を搭載した測定車両の外観

損傷の検出は、異なる材質の境界面で反射する電磁波の特性を利用する。コンクリート舗装は、コンクリート版、路盤（粒状材料）の電気的特性の異なる材料から構成されている。また、コンクリート版内に鉄網、コンクリート版下にはアスファルト中間層を設置する場合がある。

コンクリート版および路盤が健全な場合（路盤に空洞が無い）は、材料の境界における電磁波の反射信号の強度が一様になると考えられ、損傷を把握する際の基準となる。

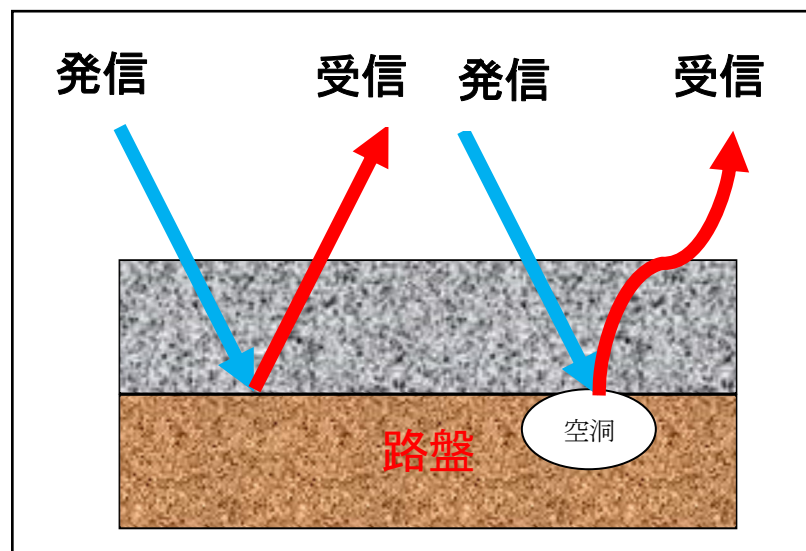


図-3.1.2 電磁波で損傷を検出するイメージ

一方、路盤に空洞や滞水が生じていると、材料の電気的特性の変化や新たな物質が加えられ、反射信号の強度や透過性が変化し、健全な場合と異なる反射信号を受信することで、路盤などに損傷が生じている可能性がある範囲として検出できると考えた。

表-3.1.2 電磁波レーダーの仕様

項目	内容
メーカー	3D-RADAR 社（ノルウェー）製 エアカップル型 DX アンテナシリーズ
周波数	マルチステップ周波数方式 200MHz～3GHz
最大調査深度	1.5m 程度
測定間隔	橋軸方向（X）7.5cm 間隔 橋軸直角方向（Y）7.5cm 間隔 深さ方向（Z）1.0cm 間隔
アンテナ幅	1.8m
有効探査幅	1.5m（チャンネル数 21）
<p>【エアカップル型とグラウンドカップル型】</p> <p>エアカップル型は地面より 10～20cm 程度間隔を開けて測定するもので、車両に搭載して走行しながらの測定に適する。グラウンドカップル型は地面付近に設置し、測定するもので、深い探査深度が期待できる。</p> <p>【マルチステップ周波数方式】</p> <p>電磁波の反射信号は、マルチステップ周波数方式の電磁波レーダー（200MHz～3GHz）で計測する。マルチステップ周波数方式とは、周波数を段階的に（例、200MHz, 220MHz, 240MHz, …, 3GHz）上げながら送信し、リアルタイムでデータを逆フーリエ変換することで、地中からのレーダー波形を生成する方式。中心周波数の異なるパルスレーダーを複数個使用した場合と同様な結果が得られる。</p>	

3.2 点検・診断方法（調査方法）

(1) 目地材のはみ出し・飛散，角欠け

1) 測定条件を現地踏査などで確認する。

【測定条件】

- ・ 作業時間帯：昼間（トンネル内は測定不可）
- ・ 作業速度：60km/h 以内
- ・ 自然条件・雨水等により路面に水膜や遮蔽物が形成される場合は測定不可

2) 測定は一般交通の流れの中で走行しながら行う。

(2) コンクリート版の段差

1) 測定条件を現地踏査などで確認する。

【測定条件】

- ・ 作業時間帯：昼間
- ・ 作業速度：20～60km/h
- ・ 自然条件・雨水等により路面に水膜や遮蔽物が形成される場合は測定不可

2) 測定は一般交通の流れの中で走行しながら行う。信号による停止や渋滞等により，作業速度 20km/h 未満となった箇所は，再度 20～60km/h の範囲内で測定を行う。

(3) コンクリート舗装内部の損傷

1) 測定条件を現地踏査などで確認する。

【測定条件】

- ・作業時間帯：昼間
- ・作業速度：60km/h 以内
- ・自然条件・雨水等により路面に水膜や遮蔽物が形成される場合は測定不可

2) 測定は一般交通の流れの中で走行しながら行う。また幅員に応じて，複数回の測定を行う。

(例：幅員 3.5m,電磁波レーダーの有効探査幅 1.5m の場合は 3 回測定する)

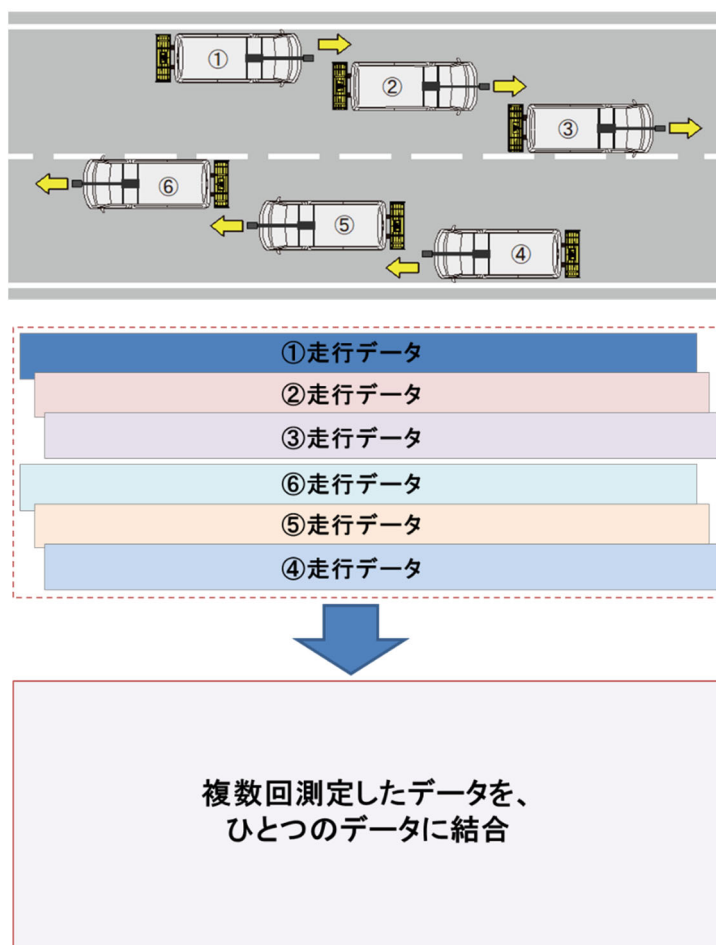


図-3.2.1 測定のイメージ

3.3 評価方法（解析方法）

(1) 目地材のはみ出し・飛散，角欠け

- 1) 路面の鳥瞰画像から目地の延長を算出する。
- 2) 画像から識別できる損傷を目視により検出する。
- 3) 検出した損傷の延長を計測する。

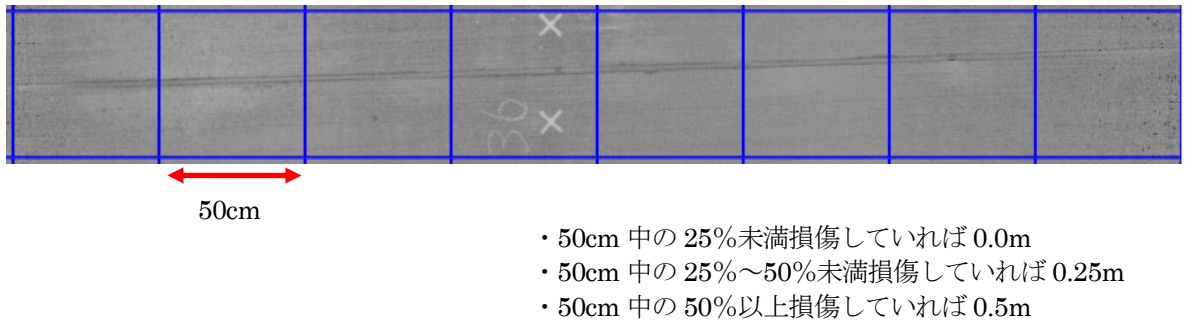


図-3.3.1 損傷延長の整理方法（案）

- 4) 損傷の種類毎に損傷率（目地の延長に対する，損傷延長の割合）を算出し評価を行う。

表-3.3.1 評価案（例）

損傷の種類	健全	損傷 1	損傷 2
はみ出し	損傷率 0%	損傷率 50%未満	損傷率 50%以上
飛散	損傷率 0%	損傷率 50%未満	損傷率 50%以上
角欠け	損傷率 0%	損傷率 50%未満	損傷率 50%以上

(2) コンクリート版の段差

- 1) 「所定の段差量と加速度の関係を速度毎に求めて作成したキャリブレーションテーブル」を用いて測定速度が 50km/h における加速度を算出する。
- 2) 延長 5m 毎の加速度のピーク値を抽出する。
- 3) キャリブレーションテーブルを用いて、加速度のピーク値を段差量に換算する。
- 4) 左右両後輪のバネ下に設置した加速度の大きい方を延長 5m 毎の段差量として報告する。

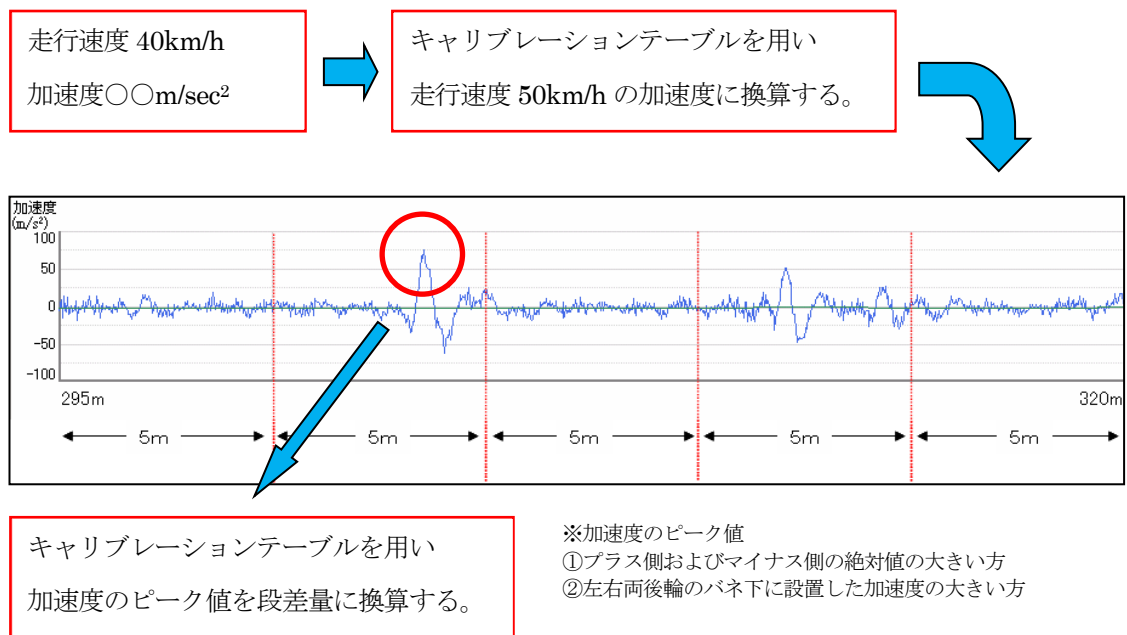


図-3.3.2 段差量の解析イメージ

(3) コンクリート舗装内部の損傷

- 1) 反射信号のノイズを除去する。
- 2) 比誘電率（物質の持つ電気的特性）を設定する。

※表層がコンクリート舗装の場合は7.5，表層がアスファルト舗装の場合は5.5としている。

- 3) 反射信号の強度をコンター画像（反射強度の大小に応じた256階調のモノクロの画像）に変換する。

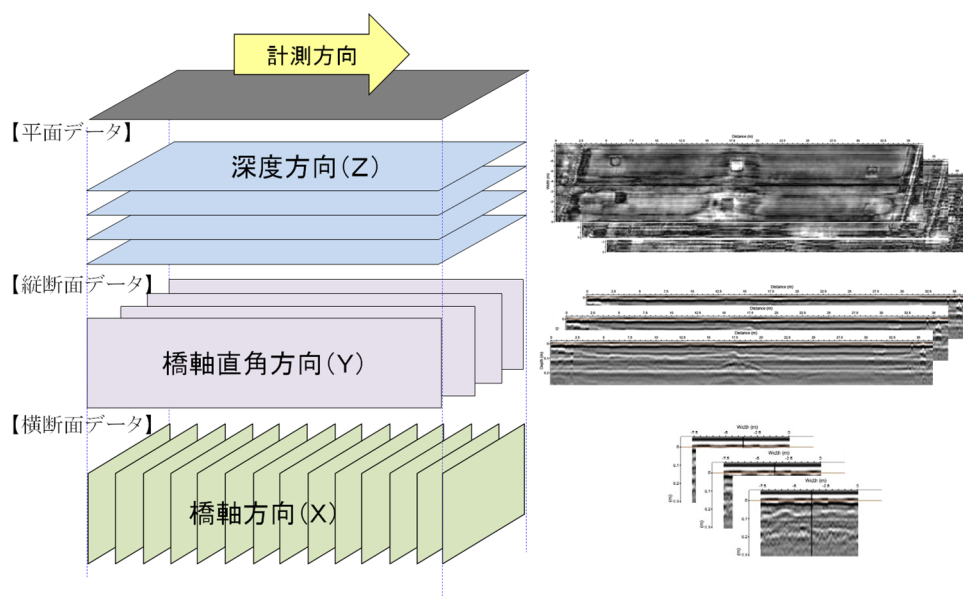


図-3.3.3 コンター画像（平面図・縦断面図・横断面図）イメージ

- 4) 複数回の測定によるコンター画像の結合
- 5) 技術者がコンター画像を目視し，損傷の検出および評価を行う。

第4章 舗装走行実験場での検証の結果（点検・診断）

4.1 目地材のはみ出し・飛散，角欠け

図-4.1.1は実際の損傷状況に，提案する技術で検証を行った位置（A～F）を示した図である。図-4.1.2～図-4.1.6は検証を行った位置A～Fの路面の鳥瞰画像と損傷の種類毎に損傷率を算出した結果を示している。

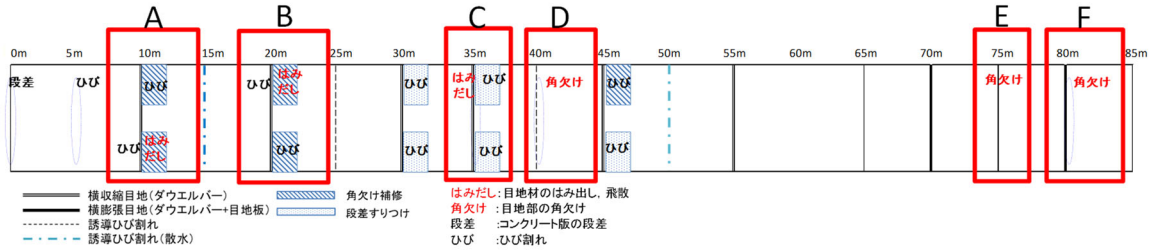


図-4.1.1 舗装走行実験場(1工区)の損傷と検証位置

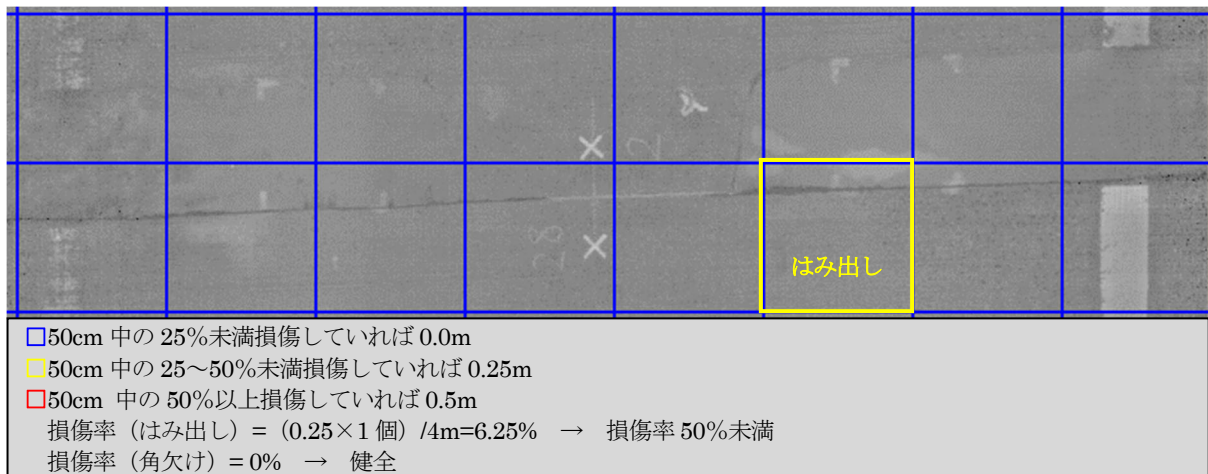


図-4.1.2 検証位置 A

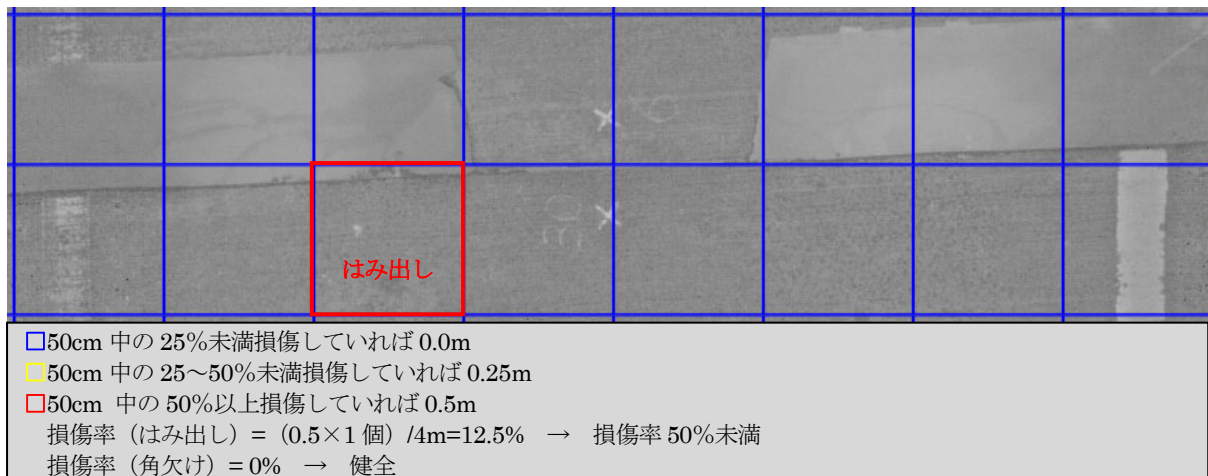


図-4.1.3 検証位置 B

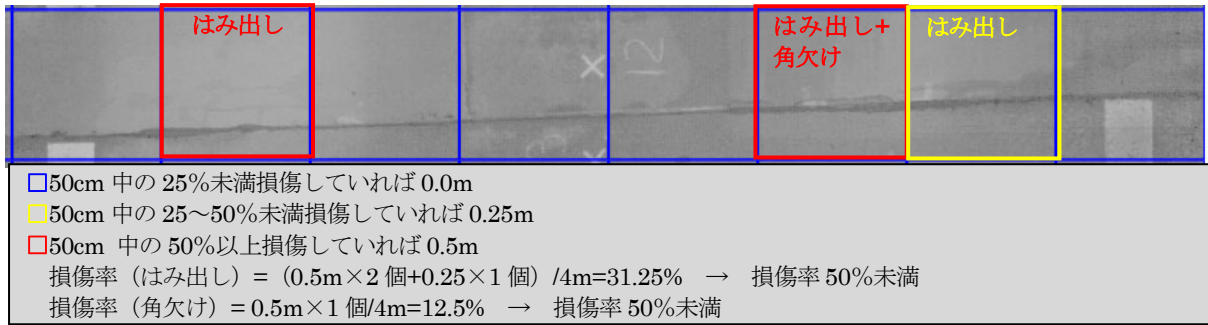


図-4.1.4 検証位置 C

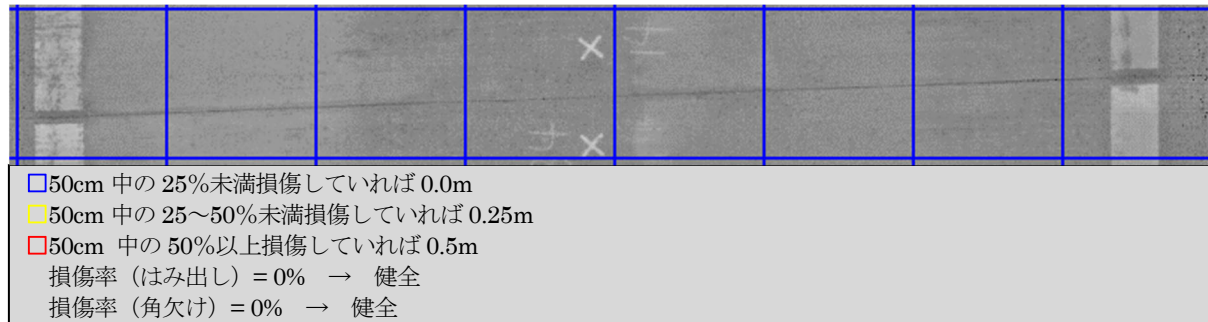


図-4.1.5 検証位置 D

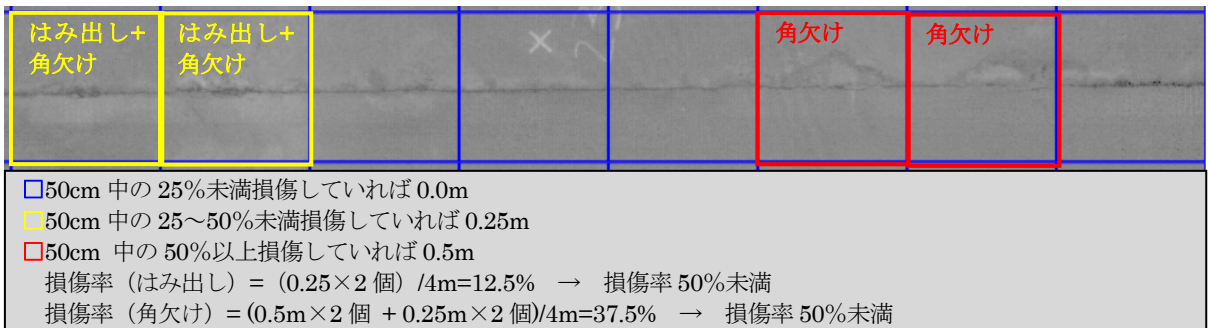


図-4.1.6 検証位置 E

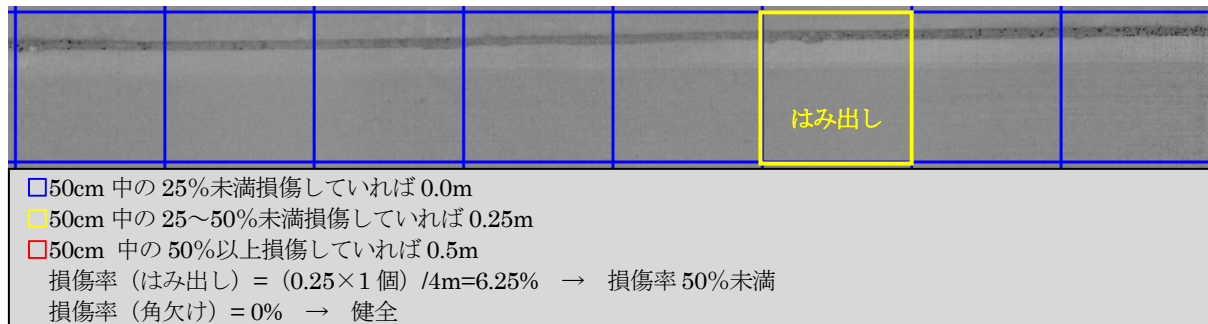


図-4.1.7 検証位置 F

目地材のはみ出し・飛散，角欠けの検出について，今回の検証から得られた知見を下表に示す。

表-4.1.1 損傷の種類と検出可否

損傷の種類	検出可否	理由など
はみ出し	△	・はみ出しは確認できる。ただし，目地部の角欠けに対して目地材を充填補修した箇所は，はみ出しと誤認する可能性がある。
飛散	—	・今回は実際に飛散している箇所はなかった。ただし飛散物が路上に残存していれば容易に判断できると想定している。
目地部の角欠け	○	・角欠け幅が 10cm 程度以上だと誤認が少ない。 ・角欠け幅 2cm～3cm 程度だと誤認する可能性がある。

提案した技術は，目地材のはみ出し・飛散，角欠けの点検に有用であると考えられる。しかし，画像を目視し，損傷の有無および程度を判断するため，技術者の技量により評価の違いが生じることが想定される。従って今後の検討課題としては，AI などの画像認識技術を取り入れるなどが考えられる。

4.2 コンクリート版の段差

図-4.2.1 は実際の各路面状況に，提案する技術で検証を行った位置（A～D）を示した図である。

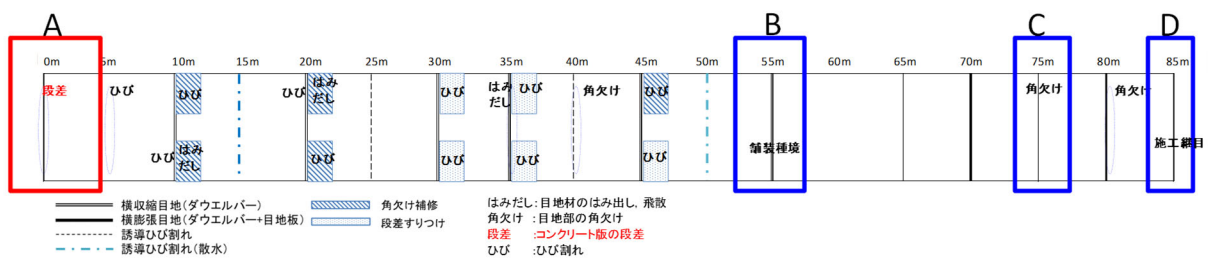


図-4.2.1 舗装走行実験場(1工区)の損傷と検証位置

図-4.2.2 に提案する技術（加速度から段差量を換算）の測定結果を示す。なお、比較する技術としてMRP（縦断プロファイラを計測する測定器）の測定結果も示した。

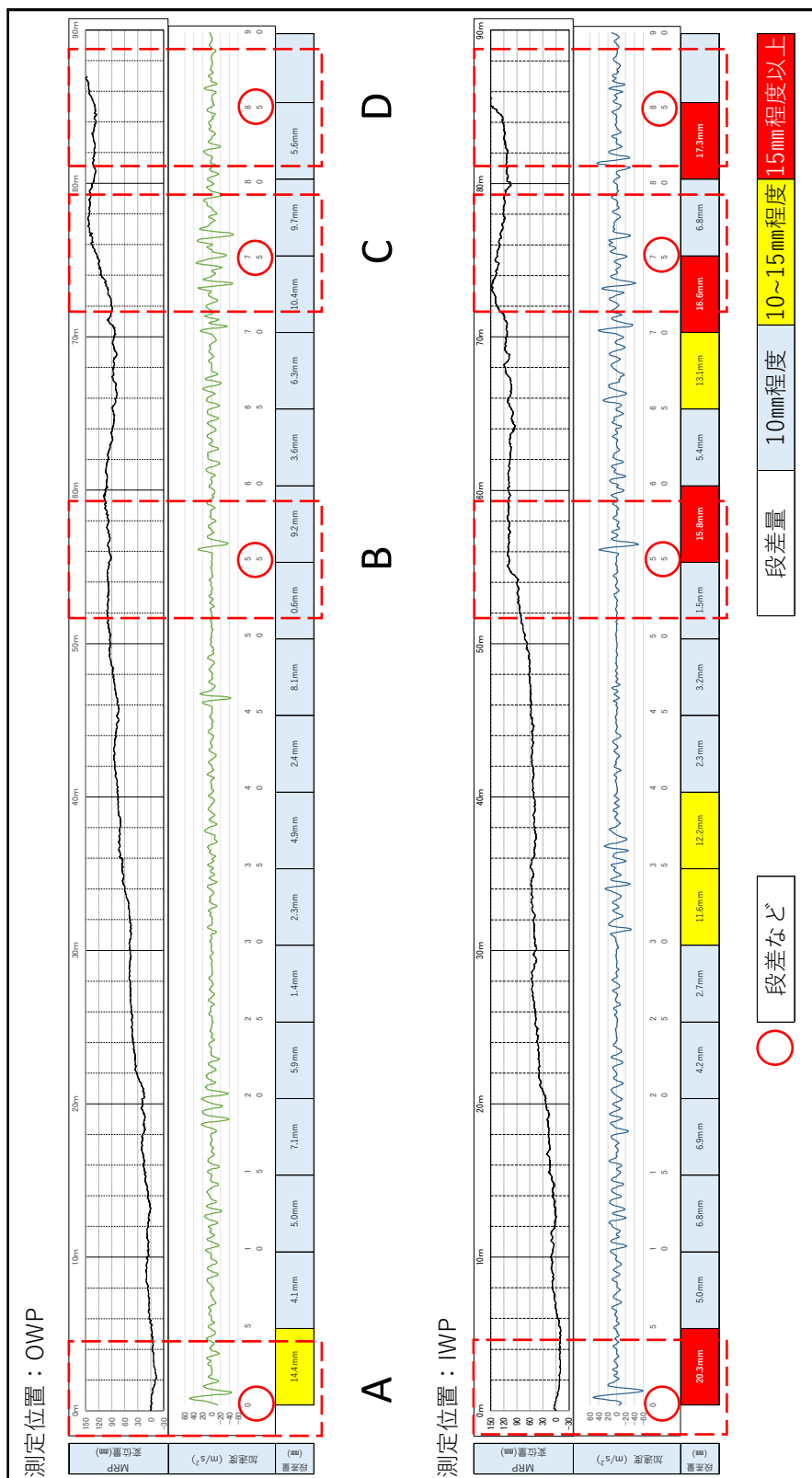


図-4.2.2 提案する技術の測定結果

コンクリート版の段差の検出について、今回の検証から得られた知見を以下に示す。

表-4.2.1 に段差または車両走行時に乗車員が振動を感じる路面について、提案する技術の検出可否をまとめた結果を示す。

表-4.2.1 路面状況と検出可否

検証の位置	路面状況	測定位置	MRP	提案する技術 測定結果	提案する 技術の検出 可否
A	段差	OWP	進行方向 0~1m までの変位量は、0mm 程度で、プロファイルは平たん。	20.3mm	○ 路面状況と整合
		IWP	進行方向 0~1m までの変位量は、0mm 程度で、プロファイルは平たん。	14.4mm	○ 路面状況と整合
B	舗装種境 (段差は 5~10mm 程度)	OWP	進行方向 52~58m までの変位量は、90mm 程度で、プロファイルは平たん。	0.6mm から 9.2mm に 変化	○ 路面状況と整合
		IWP	進行方向 54~56m 間で、変位量が 90mm 程度から 120mm 程度に変化している。	1.5mm から 15.8mm に 変化	○ 路面状況と整合
C	角欠け	OWP	進行方向 74~76m 間で、変位量が 120mm 程度から 135mm 程度に変化している。	10.4mm から 9.7mm に 変化	○ 路面状況と整合
		IWP	進行方向 74~76m 間で、変位量が 150mm 程度から 120mm 程度に変化している。	16.6mm から 6.8mm に 変化	○ 路面状況と整合
D	施工継目	OWP	進行方向 82~86m までの変位量は、135mm 程度で、プロファイルは平たん	5.6mm	○ MRP と整合
		IWP	進行方向 84~85m 間で、変位量が 120mm 程度から 150mm 程度に変化している。	17.3mm	○ 路面状況と整合

写真-4.2.1 に検証箇所 B の路面状況を示す。段差量は 5~10mm を示している。この箇所を提案する技術の段差量は OWP で 0.6mm から 9.2mm に変化, IWP は 1.5mm から 15.8mm に変化となっており, 実際の段差量と大きな差異は無いと考えられる。

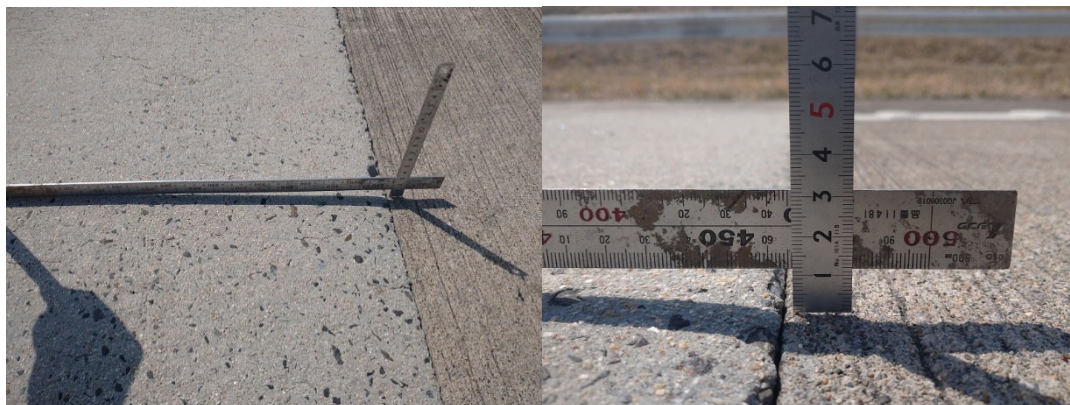


写真-4.2.1 検証箇所 B の状況

今回の結果から, 提案した技術による段差量は概ねの目安を判断することには有用であると考えられる。ただし, 走行車両が通過する際に受けるタイヤサスペンション部の上下振動から段差量を算出するため, 路面凹凸のある角欠けなども含まれることとなる。実際に路面状況が段差であるかの判定は, 現場視察や画像を利用した目視が必要となるため, 効率面に課題がある。従って今後の検討課題として, 路面状況を路面画像あるいは前方面像から自動で判定する仕組みの構築が考えられる。

4.3 コンクリート舗装内部の損傷

本研究においては、電磁波レーダーから得られる反射強度のコンター画像を使い、「ダウエルバーの検出」、「路盤の空洞検出」の検証を行った。

4.3.1 ダウエルバーの検出

電磁波レーダーの反射強度は、照射する素材により異なり、金属の場合は強い反射強度を示す。また金属の場合は、金属面より下方には電磁波が透過しづらい性質を持つ。すなわちダウエルバーは金属製のため、反射強度によりダウエルバーの形状が浮かび上がることが想定された。一方で鉄網がある場合は、鉄網で電磁波が遮断されることによりダウエルバーの形状が浮かび上がらないことが想定された。



写真-4.3.1 ダウエルバーの状況

ダウエルバーの検出について、検証の結果を以下図に示す。検証位置 A,B,C,D においてダウエルバーが設置されていると推定できる形状が深度 13cm のコンター画像で検出された。一方で、検証位置 E についてはダウエルバーが設置されていると推定できる形状が深度 13cm のコンター画像からは得られなかった。これは深度 10cm 付近に設置されていると推定される鉄網で電磁波が反射し、鉄網より下のダウエルバーには電磁波が透過していないことが理由と考えられる。

今回の検証からは、提案する技術および装置ではダウエルバーの有無（鉄網がない場合）が判定できる程度であり、ダウエルバーの損傷（破断など）の判定は困難と推定される。

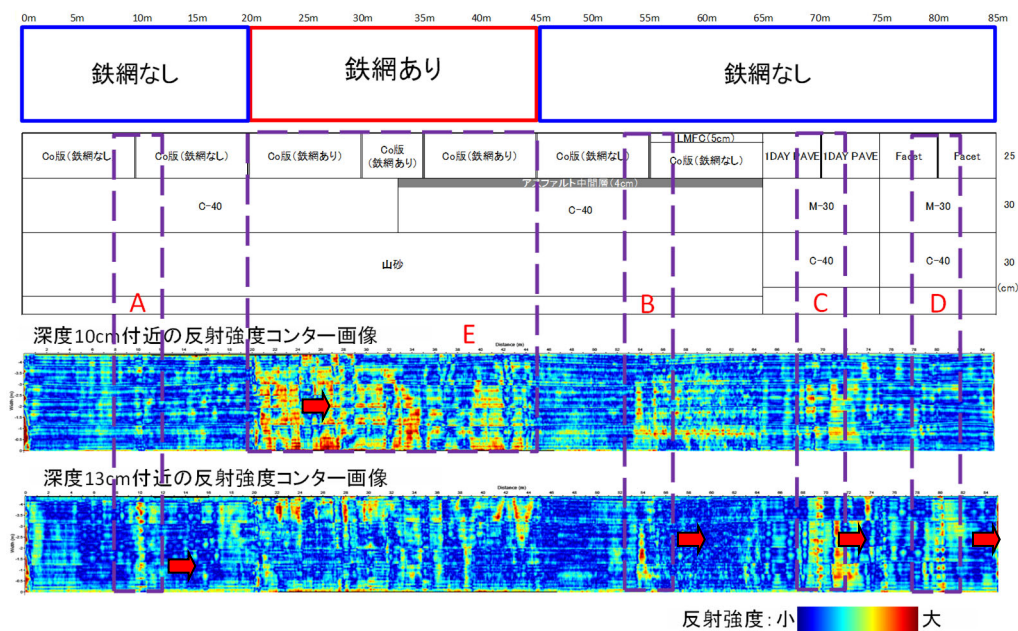


図-4.3.1 舗装走行実験場(1工区)の概要と検証位置

4.3.2 路盤の空洞

路盤に空洞や滞水が生じていると、材料の電気的特性の変化や新たな物質が加えられ、反射信号の強度や透過性が変化し、健全な場合と異なる反射信号を受信することで、路盤などに損傷が生じている可能性がある範囲として検出できると考えた。以下にコンクリート舗装内部に人工的に空洞を設置した箇所を用いた検証結果を示す。

(1) 反射強度の平面コンター画像による検証

反射強度の平面コンター画像による検証結果を以下に示す。この結果からは、空洞厚 100mm・10mm とも空洞無し箇所と有り箇所の画像に顕著な違いが見られなかった。

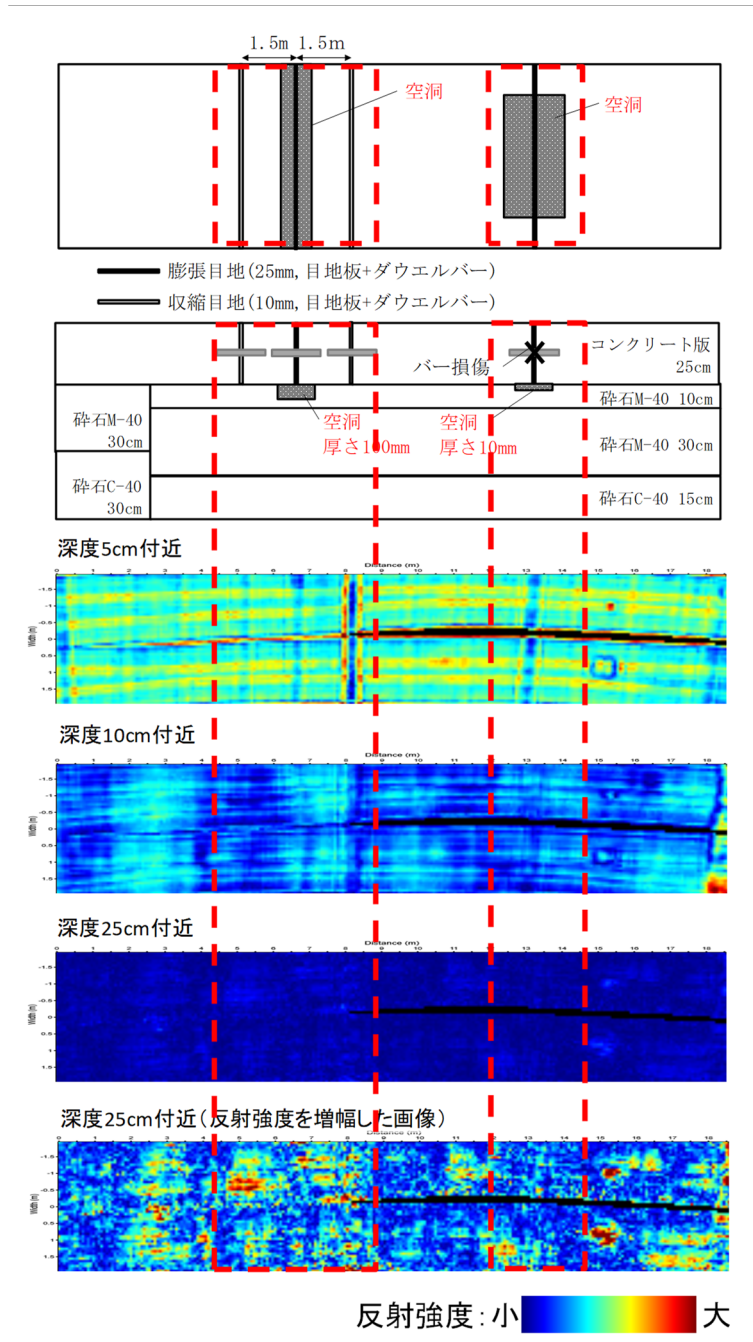


図-4.3.2 反射強度の平面コンター画像による検証結果

(2) 反射強度の縦断コンター画像

反射強度の縦断コンター画像による検証結果を以下に示す。この結果からは、空洞厚 100mm・10mmとも空洞無し箇所と有り箇所の画像に顕著な違いが見られなかった。なお、反射強度の縦断コンター画像による検証結果その1は、深さ 10cm 付近を強調した画像で、その2は深さ 25cm 付近を強調した画像となっている。

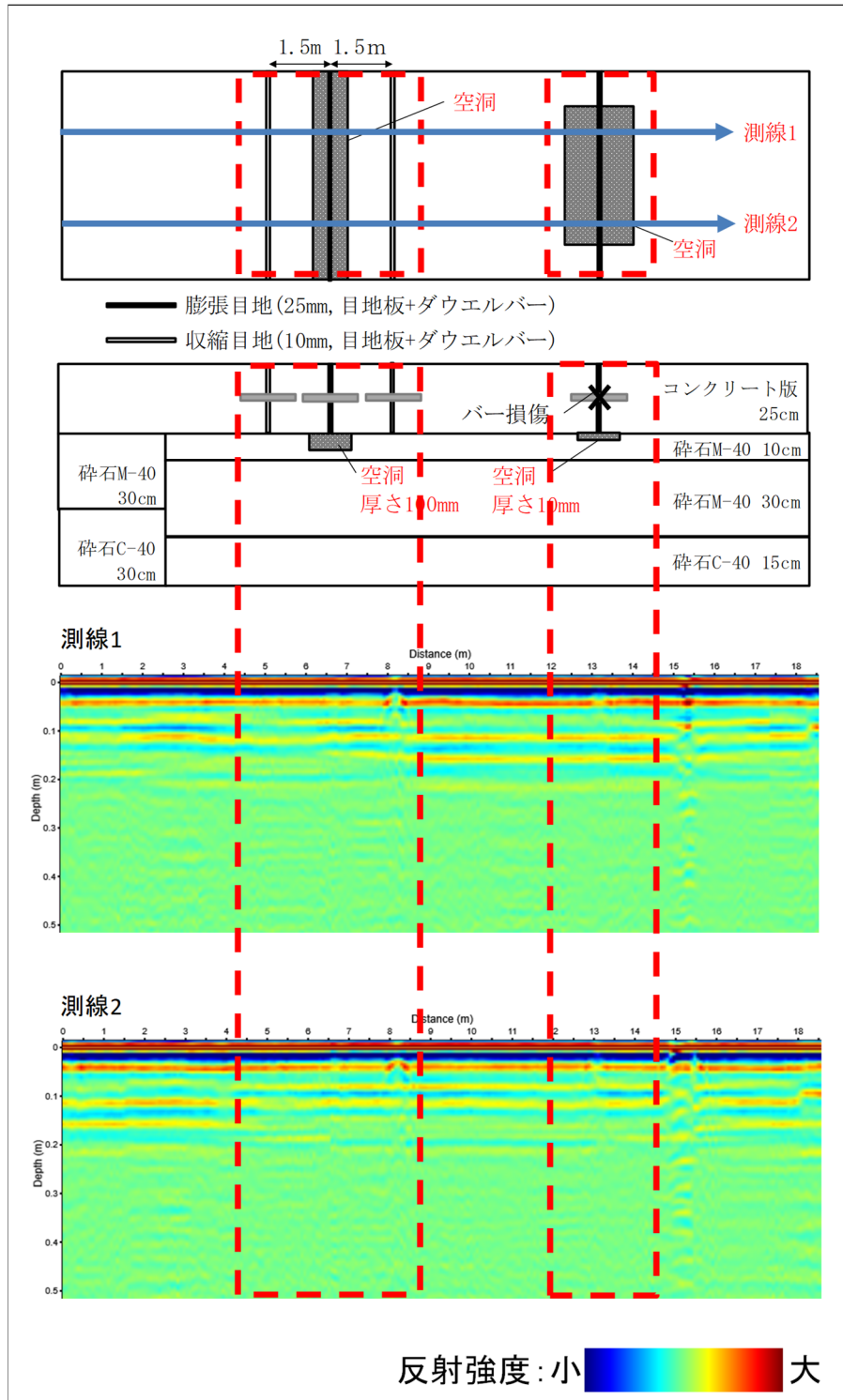


図-4.3.3 反射強度の縦断コンター画像による検証結果その1

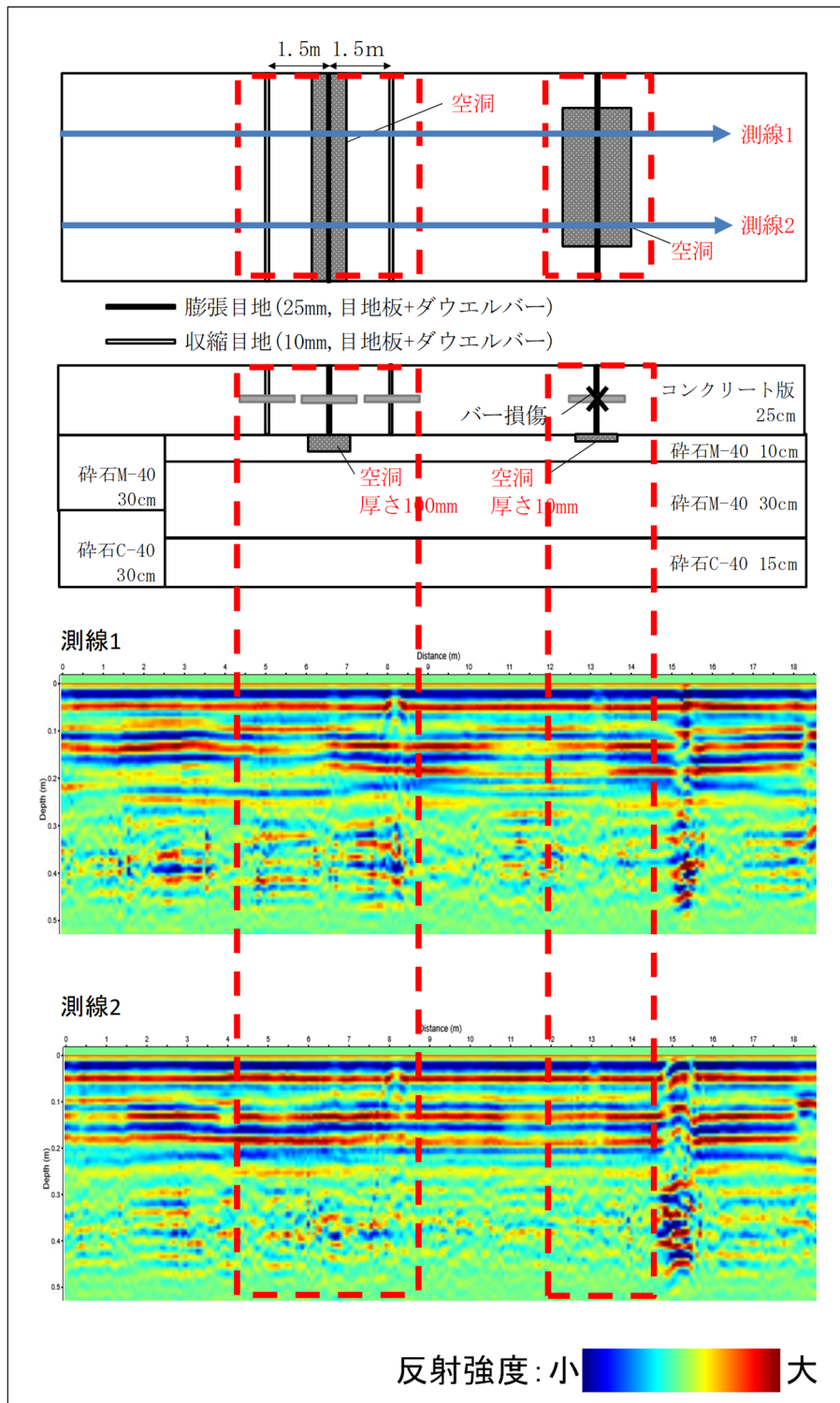


図-4.3.4 反射強度の縦断コンター画像による検証結果その2

(3) 反射強度の白黒縦断コンター画像

反射強度の白黒縦断コンター画像による検証結果を以下に示す。目地Bの位置にある空洞は、左右のA・Cと比較すると「横方向の白黒の線が薄いまたは無し」となっており、空洞のない箇所と違いが見られた。

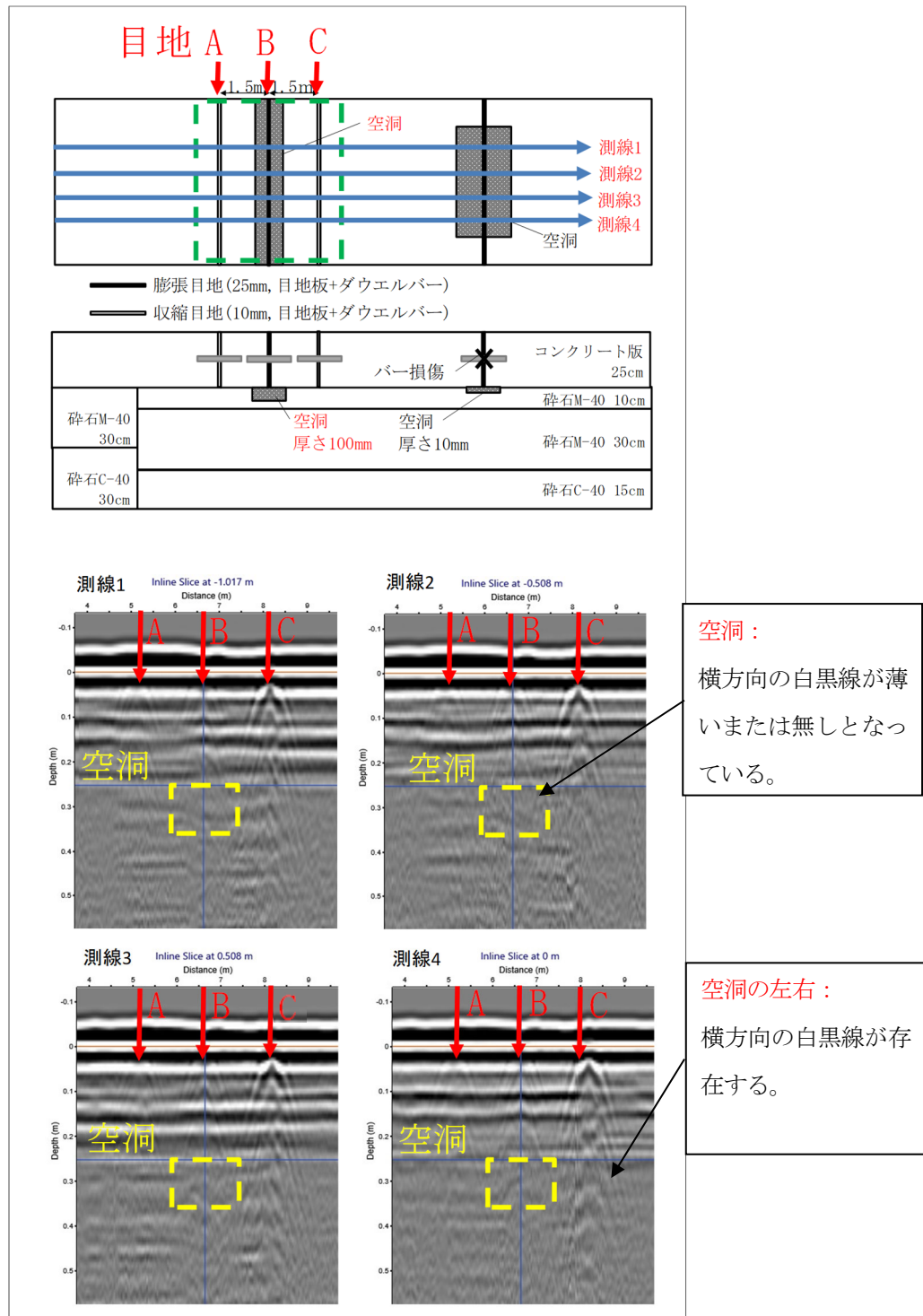


図-4.3.5 目地A・B・Cの縦断コンターの違い

第5章 点検・診断技術活用上の留意点（点検・診断）

5.1 目地材のはみ出し・飛散，角欠け

本技術は，路面性状測定車で路面の鳥瞰画像を撮影し，画像を目視し目地材のはみ出しなどの診断を行うものである。なお，使用する路面性状測定車の性能から，微細な損傷を計測することはできない。

5.2 コンクリート版の段差

本技術は，加速度計を搭載した測定車が走行通過する際に受けるタイヤサスペンション部の上下振動から段差量に換算するものである。そのため，上下振動が発生するマンホールの段差や路面凹凸のある角欠けなども測定データに含まれるため，実際に路面状況が段差であるかの判定は，現場視察や画像を利用した目視が必要となる。

5.3 コンクリート舗装内部の損傷

本技術は，電磁波の特性を利用してコンクリート舗装内部の損傷の検出を行うものである。しかし，電磁の特性による状態評価には限界があることより，点検・診断にあたっては，他の非破壊点検技術による調査や開削調査などの必要性を検討するとともに，他の調査結果を熟知し総合的に診断することに留意する必要がある。

第6章 研究のまとめ（点検・診断）

6.1 目地材のはみ出し・飛散，角欠け

今回の結果から，舗装点検で使用されている画像撮影機能を有する路面性状測定車を応用する点検技術は，目地材のはみ出し・飛散，目地部の角欠けの点検に有用であると考えられる。

しかし，画像を目視し，損傷の有無および程度を判断するため，技術者の技量により評価の違いが生じることが想定される。従って今後の検討課題として，AIなどの画像認識技術を取り入れることが必要であると考えられる。

表- 6.1.1 損傷の種類と検出可否についての見解

損傷の種類	今回の検証による検出可否	見解
はみ出し	△	・はみ出しは確認できる。ただし，目地部の角欠けに対して目地材を充填補修した箇所は，はみ出しと誤認する可能性がある。
飛散	—	・今回は実際に飛散している箇所はなかった。ただし飛散物が路上に残存していれば容易に判断できると想定している。
目地部の角欠け	△	・角欠け幅が10cm程度以上だと誤認が少ない。 ・角欠け幅2cm～3cm程度だと誤認する可能性がある。

6.2 コンクリート版の段差

今回の結果から、局所的な路面凹凸について加速度計を搭載した測定車で評価する技術による段差量は概ねの目安を判断することには有用であると考えられる。ただし、走行車両が通過する際に受けるタイヤサスペンション部の上下振動から段差量を算出するため、路面凹凸のある角欠けなども含まれることとなる。実際に路面状況が段差であるかの判定は、現場視察や画像を利用した目視が必要となるため、効率面に課題がある。

従って今後の検討課題として、路面状況を路面画像あるいは前方画像から自動で判定する仕組みの構築が考えられる。



写真- 6.2.1 検証箇所の状況

6.3 コンクリート舗装内部の損傷

(1) ダウエルバー

今回の検証からは、提案する技術および装置ではダウエルバーの有無（鉄網がない場合）が判定できる程度であり、ダウエルバーの損傷（破断など）の判定は困難と推定される。

(2) 路盤の空洞

今回の検証から得られた知見を以下に示す。

- ・空洞厚 10mm にて、反射強度から得られるコンター画像は空洞箇所に特徴が見られなかった。
- ・空洞厚 100mm では、反射強度の白黒画像において、空洞箇所の部分が「横方向の白黒の線が薄いまたは無し」となっており、空洞のない箇所と違いが見られた。

第2編 措置技術編

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低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、ライフサイクルコスト低減の観点から、近年、耐久性に優れたコンクリート舗装を適材適所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¹⁾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ニチレキ(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、ニチレキ(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	2020.4~2022.3
	泉尾 英文	コンクリート研究グループ	2020.4~2022.3
	瀧波 勇人	コンクリート研究グループ	2020.4~2022.3
ニチレキ(株)	山本 孝洋	技術部長 兼 技術1課長	2020.4~2022.3
	森端 洋行	技術研究所 次長	2020.4~2022.3
	奥山 誠司	道路エンジニアリング部 開発課長	2020.4~2022.3
	丸島 孝和	技術研究所 主任研究員	2020.4~2022.3
	小幡 範	技術研究所 主任研究員	2020.10~2021.3

参考文献

- 1) 公益社団法人日本道路協会：コンクリート舗装に関する技術資料，2009.

第 2 章 研究内容

2.1 対象とする使用範囲

既存および新設コンクリート舗装の目地

2.2 提案する措置技術

加熱施工式注入目地材

特長：施工性に優れ、耐久性に優れたアスファルト系材料

2.3 研究の手順（材料試験，実施工による耐久性試験）

2.3.1 材料特性の把握

- ・基本性状：貫入量，軟化点，粘度（舗装調査・試験法便覧）
- ・強度特性：引張強度試験（JIS），曲げ強度試験（舗装調査・試験法便覧）
- ・施工性：浸透性試験（舗装調査・試験法便覧）
- ・Co 舗装との付着性評価：引張強度試験（JIS）標準，乾湿繰返，凍結融解

2.3.2 実施工現場における施工性および供用性能の把握

- ・土木研究所 舗装走行実験場での試験施工
- ・北海道島牧村国道 229 号線での試験施工
- ・上記現場での供用性，耐久性の確認

第3章 材料試験

3.1 試験項目および試験方法

本研究で実施した材料の試験項目，試験の目的および試験方法を表-3.1.1に示す。

表- 3.1.1 試験項目，試験の目的および試験方法

試験項目	試験の目的	試験方法
貫入量	柔らかさを把握する目的で実施する。	舗装調査・試験法便覧 平成31年度版 A102 目地材の試験方法 準拠
軟化点	コンシステンシーを表わす指標の一つである軟化点を測定する。	舗装調査・試験法便覧 平成31年度版 A042 軟化点試験方法 準拠
粘度	粘性評価などを目的に、目地材の高温における絶対粘度を二重円筒回転粘度計により測定する。	舗装調査・試験法便覧 平成31年度版 A052 二重円筒回転粘度計による粘度試験方法 準拠
引張	ダンベル状に成形した目地材の引張強さや破断時の伸びなどを測定する。	JIS K 6251 加硫ゴム及び熱可塑性ゴムー引張特性 準拠
曲げ	低温時の柔軟性を把握することを目的に、曲げ試験により最大曲げ応力と最大ひずみを測定し、曲げ仕事量および曲げスティフネスを算出する。	舗装調査・試験法便覧 平成31年度版 A063 ポリマー改質アスファルトの曲げ試験方法 準拠
浸透性	温度低下を伴う、微小間隙への浸透性を把握する目的で測定する。	舗装調査・試験法便覧 平成31年度版 D012T 注入材の浸透性試験方法 準拠
引張強度 Co舗装との付着性評価	Coとの付着性を評価する目的で、試験温度および負荷条件を変化して実施する。	JIS A 1439 建築シーリング材の試験方法 準拠

第4章 材料試験結果

4.1 目地材の基本性状（貫入量，軟化点，粘度）

貫入量，軟化点および粘度試験の結果を表-4.1.1，目地材の温度と粘度の関係を図-4.1.1に示す。なお，以降の試験結果には本研究で開発した加熱施工式注入目地材（以下「開発品」という。）のほか，従来から目地材として用いられているニチレキ株式会社製の「低弾性」（製品名：セロシール），「高弾性」（製品名：セロシールSS）の試験結果を参考値として併記する。

表- 4.1.1 貫入量，軟化点，粘度試験結果

試験項目	単位	開発品	参考値		備考
			低弾性	高弾性	
貫入量試験(25℃)	mm	1.3	2.9	3.1	低弾性:6以下 高弾性:9以下
軟化点	℃	119.5	106.0	121.0	
粘度	160℃	2,870	5,740	17,630	
	180℃	1,940	2,200	13,550	
	200℃	1,010	1,072	7,025	
	220℃	556	623	6,175	
	240℃	345	401	5,313	

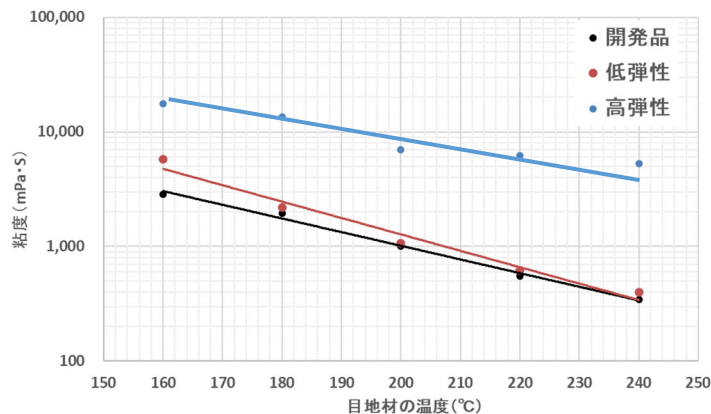


図- 4.1.1 目地材の温度と粘度の関係

貫入量試験：開発品は，加熱施工式注入目地材の品質の基準（低弾性 6mm 以下，高弾性 9mm 以下）の範囲内にある。低弾性，高弾性と比べると硬い材料である。

軟化点試験：開発品は約 120℃であった。高弾性とほぼ同じ，低弾性より若干高い材料である。

粘度試験：開発品は，測定した温度域で一番低い粘度であり，施工性に優れているといえる。

低弾性も開発品に近い粘度であったが，材料にゴム粉が混入しているため結果にややバラつきがある。高弾性は他の材料と比べ，粘度は高い結果であった。

4.2 ダンベル引張試験結果

ダンベル引張試験結果を表-4.2.1, 図-4.2.1~3に示す。

表- 4.2.1 ダンベル引張試験結果

試験温度 (°C)	項目	材料名		
		開発品	低弾性	高弾性
-10	引張強度 (N/mm ²)	2.47	0.97	0.53
	破断点変位 (mm)	575	133	393
	仕事量 (N・m)	18.4	1.8	3.3
0	引張強度 (N/mm ²)	2.40	0.58	0.42
	破断点変位 (mm)	611	209	385
	仕事量 (N・m)	16.2	1.8	2.2
23	引張強度 (N/mm ²)	2.27	0.30	0.38
	破断点変位 (mm)	636	481	476
	仕事量 (N・m)	12.2	2.2	2.1
50	引張強度 (N/mm ²)	2.15	0.18	0.31
	破断点変位 (mm)	709	570	450
	仕事量 (N・m)	12.7	1.5	1.4

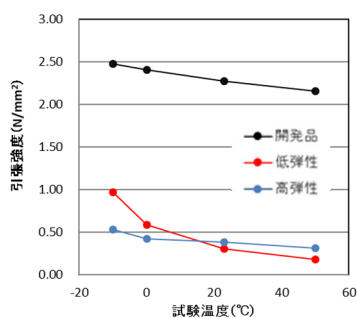


図- 4.2.2 試験温度と引張強度の関係

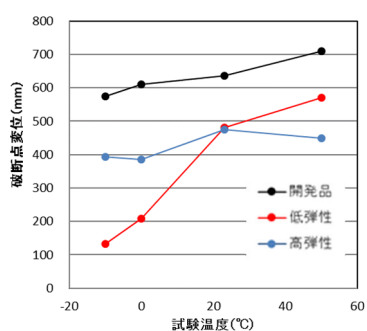


図- 4.2.1 試験温度と破断点変位の関係

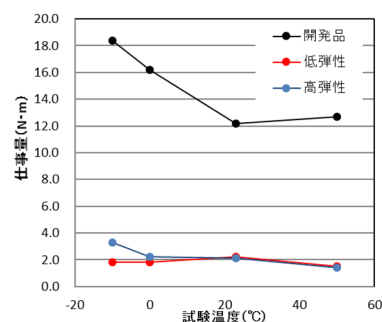


図- 4.2.3 試験温度と仕事量の関係

ダンベル引張試験の結果、開発品は高度にかつ均一に改質しているため、引張強度および破断点変位量が大きく、それにより仕事量も大きくなっており、優れた材料特性を示していると考えられる。試験温度が高くなった場合、引張強度は低下する傾向であったが、引張強度低下の割合が低弾性、高弾性と比べ小さく、高温時の耐久性に優れている材料だと判断できる。

一方、低弾性および高弾性は、ほぼ同じような挙動を示していた。

4.3 曲げ試験結果

曲げ試験結果を表-4.3.1, 図-4.3.1に示す。

表- 4.3.1 曲げ試験結果

試験温度	項目	開発品	低弾性	高弾性
-20°C	引張強度 (N/mm ²)	11.1	4.3	1.5
	最大荷重時の変位(mm)	18.0	1.3	14.5
	仕事量(N・mm)	3,756	104	414
-10°C	引張強度 (N/mm ²)	5.98	4.03	0.67
	最大荷重時の変位(mm)	17.8	13.4	15.7
	仕事量(N・mm)	1,998	1,008	198
0°C	引張強度 (N/mm ²)	2.89	1.24	0.3
	最大荷重時の変位(mm)	17.0	16.0	9.7
	仕事量(N・mm)	922	373	56

※赤字で示した、試験温度-20°C、低弾性以外の供試体は、破壊しなかった。

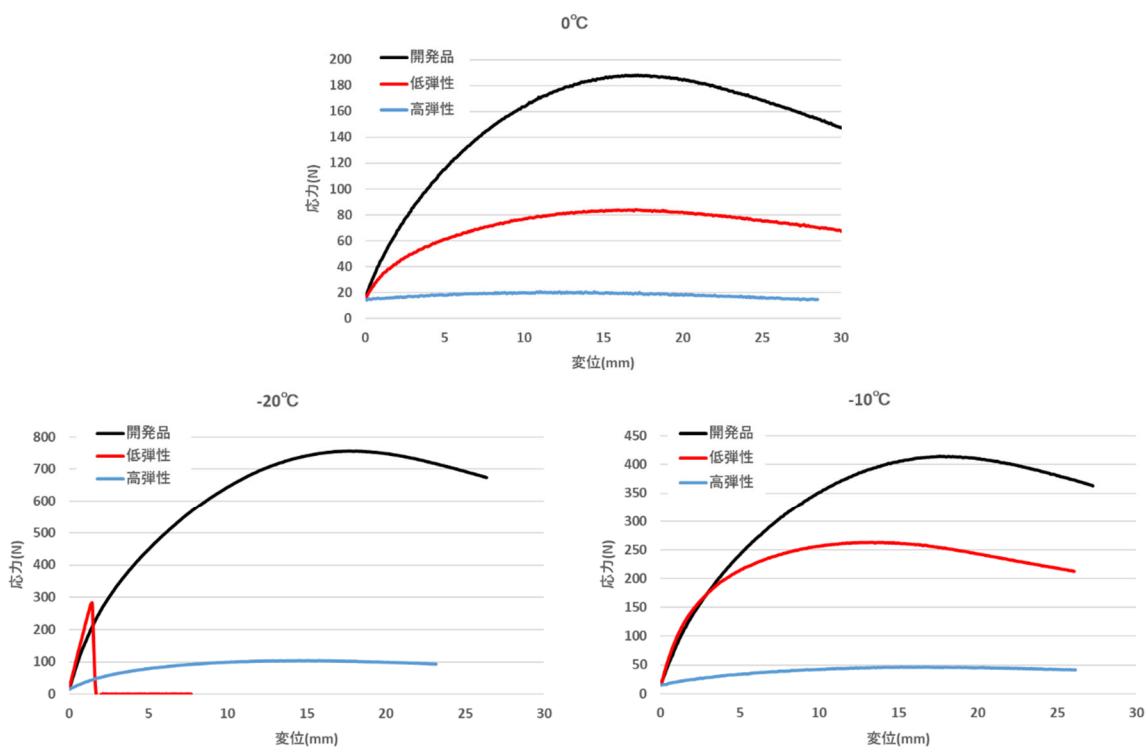


図- 4.3.1 曲げ試験結果 変位-応力の関係 (-20, -10, 0°C)

曲げ試験の結果、ダンベル引張試験同様に開発品の強度および最大荷重時の変位量は低弾性、高弾性と比較して大きくなっている。しかし、今回実施した温度条件で破壊したのは、低弾性の-20°Cのみであり、材料の低温時の特性を示すことが難しい結果となった。

4.4 浸透性試験結果

浸透性試験結果を表-4.4.1に示す。その注入状況を写真-4.4.1~4.4.4に示す。

表- 4.4.1 浸透性試験結果

注入材の種類		開発品	低弾性	高弾性
室温(°C)		20°C		
スリット幅(mm)		5		
注入温度(°C)		190	190	200
浸透深さ (mm)	1	45	10	15
	2	50	8	15
	3	50	15	12
	平均	48	11	14

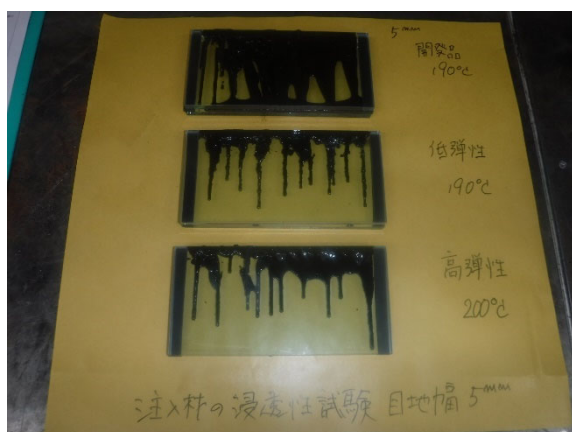


写真- 4.4.1 注入材の浸透性試験状況 (目地幅 5 mm)



写真- 4.4.2 開発品 190°Cでの浸透状況



写真- 4.4.3 低弾性 190°Cでの浸透状況

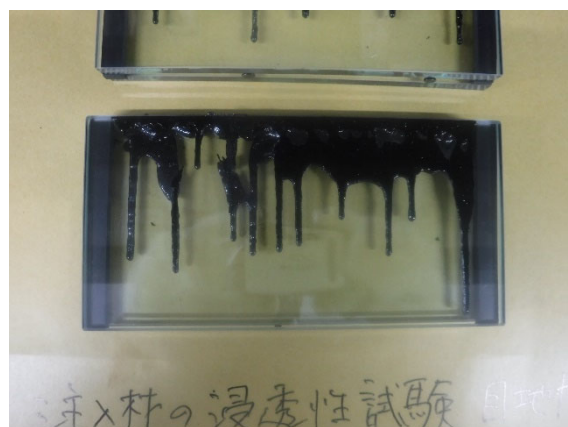


写真- 4.4.4 高弾性 200°Cでの浸透状況

開発品の浸透深さは48mmとなり、低弾性、高弾性と比較して良好な浸透性を示していた。低弾性、高弾性は、浸透の状態がづらら状となっており、浸透性にムラが生じていた。

4.5 Co 舗装との付着性評価 引張強度試験

Co 舗装との付着性を評価するために、JIS A 1439 に準拠し引張試験を行った。

試験は以下の負荷を与えた後、実施した。

- ・ 負荷の種類：3 種類＝1. 無負荷
2. 乾湿繰返負荷 60°C空中養生 2 日⇔23°C水中養生 2 日
これを 1 サイクルとして 30 サイクル負荷を与えたもの
 - 3. 凍結融解負荷 3%NaCl 水溶液中に半水浸し、20°C⇔-20°Cの負荷を
24, 56 サイクル与えたもの
 - ・ 試験温度：3 種類＝-20°C, 0°C, 23°C
 - ・ 目地材の種類：3 種類＝開発品, 低弾性, 高弾性
- 負荷試験の状況を以下の写真-4.5.1～4.5.4 に示す。



写真- 4.5.1 乾湿繰返試験状況



写真- 4.5.2 乾湿繰返試験状況



写真- 4.5.3 凍結融解試験状況

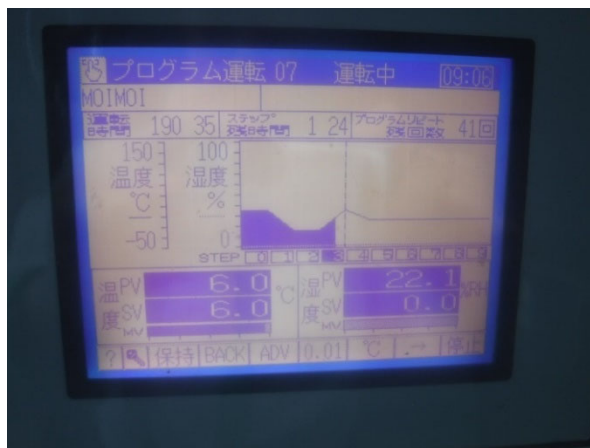


写真- 4.5.4 凍結融解試験状況

試験結果を表-4.5.1~4.5.3に示す。

なお、表中の黄色網掛け箇所は、最大荷重やその破壊形態が異常と思われる結果のため、データを除外したことを示す。

表- 4.5.1 Co舗装との付着性評価 引張強度試験結果 (23°C)

試験温度	負荷	種類	n	最大荷重 kN	最大荷重時の 変位量mm	応力 N/mm2	破壊形態		
							1	2	破壊側
23°C	負荷なし	開発品	1	0.250	5.37	0.42	Co-プライマ		
			2	0.162	3.29	0.27	プライマ-目地	一部Co-プライマ	
			3	0.199	3.42	0.33	プライマ-目地	一部Co-プライマ	
			平均	0.204	4.03	0.34			
		高弾性	1	0.091	45.00	0.15	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	0.057	30.52	0.10	プライマ-目地	一部Co-プライマ	
			3	0.079	43.33	0.13	プライマ-目地	一部Co-プライマ	
			平均	0.076	39.62	0.13			
		低弾性	1	0.195	77.63	0.33	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	0.056	11.83	0.09	プライマ-目地		
			3	0.175	72.79	0.29	目地材凝集破壊	Co-プライマ	
			平均	0.185	75.21	0.31			
	凍結融解 24サイクル	開発品	1	0.277	4.58	0.46	Co-プライマ		塩水浸漬側
			2	0.251	4.29	0.42	Co-プライマ		塩水浸漬側
			3	0.198	4.04	0.33	Co-プライマ		塩水浸漬側
			平均	0.242	4.31	0.40			
		高弾性	1	0.130	60.58	0.22	Co-プライマ		塩水浸漬側
			2	0.113	51.29	0.19	Co-プライマ		非塩水浸漬側
			3	0.152	70.13	0.25	目地材凝集破壊		—
			平均	0.132	60.67	0.22			
		低弾性	1	0.140	61.25	0.23	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			2	0.175	63.92	0.29	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			3	0.184	74.92	0.31	目地材凝集破壊		—
			平均	0.166	66.69	0.28			
	凍結融解 56サイクル	開発品	1	0.158	2.04	0.26	プライマ-目地	一部Co-プライマ	非塩水浸漬側
			2	0.237	4.17	0.40	Co-プライマ		非塩水浸漬側
			3	0.155	3.63	0.26	Co-プライマ	一部プライマ-目地	塩水浸漬側
			平均	0.183	3.28	0.31			
		高弾性	1	0.096	36.67	0.16	プライマ-目地	一部Co-プライマ	非塩水浸漬側
			2	0.043	16.13	0.07	プライマ-目地		非塩水浸漬側
			3	0.119	52.13	0.20	Co-プライマ		非塩水浸漬側
			平均	0.108	44.40	0.18			
		低弾性	1	0.209	71.63	0.35	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			2	0.175	63.88	0.29	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			3	0.155	51.29	0.26	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			平均	0.180	62.26	0.30			
	乾湿繰返 30サイクル	開発品	1	0.389	2.50	0.65	Co-プライマ		
			2	0.299	3.33	0.50	Co-プライマ		
			3	0.436	2.50	0.73	Co-プライマ		
			平均	0.375	2.78	0.62			
		高弾性	1	0.091	8.33	0.15	Co-プライマ		
			2	0.118	12.50	0.20	Co-プライマ		
			3	0.140	14.17	0.23	Co-プライマ		
			平均	0.116	11.67	0.19			
		低弾性	1	0.239	5.00	0.40	Co-プライマ		
			2	0.269	5.00	0.45	Co-プライマ		
			3	0.193	2.50	0.32	Co-プライマ		
			平均	0.234	4.17	0.39			

表- 4.5.2 Co 舗装との付着性評価 引張強度試験結果 (0°C)

試験温度	負荷	種類	n	最大荷重 kN	最大荷重時の 変位量mm	応力 N/mm ²	破壊形態		
							1	2	破壊側
0°C	負荷なし	開発品	1	1.013	2.33	1.69	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	1.184	2.63	1.97	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			3	1.205	2.71	2.01	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			平均	1.134	2.56	1.89			
		高弾性	1	0.195	19.50	0.33	プライマー-目地	一部Co-プライマー	
			2	0.212	21.17	0.35	Co-プライマー		
			3	0.295	35.21	0.49	Co-プライマー		
			平均	0.204	20.33	0.34			
		低弾性	1	1.025	3.58	1.71	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	0.808	2.00	1.35	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			3	0.816	2.54	1.36	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			平均	0.883	2.71	1.47			
	凍結融解 24サイクル	開発品	1	0.728	2.17	1.21	プライマー-目地		塩水浸漬側
			2	1.145	2.50	1.91	プライマー-目地	一部Co-プライマー	塩水浸漬側
			3	0.792	1.88	1.32	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			平均	0.888	2.18	1.48			
		高弾性	1	0.388	60.71	0.65	目地材凝集破壊		-
			2	0.348	52.50	0.58	Co-プライマー		塩水浸漬側
			3	0.300	29.83	0.50	Co-プライマー		塩水浸漬側
			平均	0.345	47.68	0.58			
		低弾性	1	1.096	2.38	1.83	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			2	1.102	3.08	1.84	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			3	1.036	2.63	1.73	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			平均	1.078	2.69	1.80			
	凍結融解 56サイクル	開発品	1	0.825	1.88	1.38	プライマー-目地	一部Co-プライマー	塩水浸漬側
			2	1.190	2.46	1.98	プライマー-目地	一部Co-プライマー	非塩水浸漬側
			3	1.106	2.12	1.84	プライマー-目地	一部Co-プライマー	塩水浸漬側
			平均	1.040	2.15	1.73			
		高弾性	1	0.334	36.21	0.56	Co-プライマー		塩水浸漬側
			2	0.308	28.54	0.51	Co-プライマー		非塩水浸漬側
			3	0.340	33.54	0.57	Co-プライマー		塩水浸漬側
			平均	0.327	32.76	0.55			
		低弾性	1	0.920	2.71	1.53	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			2	0.951	2.92	1.59	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			3	データ欠損			目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			平均	0.936	2.81	1.56			
	乾湿繰返 30サイクル	開発品	1	0.502	1.65	0.84	Co-プライマー		
			2	0.682	1.67	1.14	Co-プライマー		
			3	0.786	1.69	1.31	Co-プライマー		
			平均	0.657	1.67	1.09			
		高弾性	1	0.261	5.00	0.44	Co-プライマー		
			2	0.339	7.50	0.57	Co-プライマー		
			3	0.328	6.67	0.55	Co-プライマー		
			平均	0.309	6.39	0.52			
		低弾性	1	0.341	1.53	0.57	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	0.437	1.36	0.73	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			3	0.442	0.83	0.74	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			平均	0.407	1.24	0.68			

表- 4.5.3 Co 舗装との付着性評価 引張強度試験結果 (-20℃)

試験温度	負荷	種類	n	最大荷重 kN	最大荷重時の 変位量mm	応力 N/mm ²	破壊形態		
							1	2	破壊側
-20℃	負荷なし	開発品	1	0.755	1.66	1.26	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	0.314	1.61	0.52	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			3	0.846	1.17	1.41	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			平均	0.801	1.42	1.33			
		高弾性	1	0.485	3.25	0.81	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	1.044	3.25	1.74	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			3	1.022	2.96	1.70	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			平均	1.033	3.11	1.72			
		低弾性	1	0.184	1.67	0.31	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			2	0.574	1.13	0.96	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			3	0.221	1.00	0.37	目地材凝集破壊	薄皮程度	
			平均	0.326	1.27	0.54			
	凍結融解 24サイクル	開発品	1	1.078	1.96	1.80	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			2	1.231	1.42	2.05	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			3	1.440	1.58	2.40	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			平均	1.336	1.50	2.23			
		高弾性	1	0.867	2.13	1.45	目地材凝集破壊		
			2	1.329	3.21	2.22	目地材凝集破壊		
			3	1.427	2.83	2.38	目地材凝集破壊		
			平均	1.378	3.02	2.30			
		低弾性	1	0.921	1.42	1.54	目地材凝集破壊		
			2	1.021	1.17	1.70	目地材凝集破壊		
			3	0.676	1.13	1.13	目地材凝集破壊		
			平均	0.971	1.30	1.62			
	凍結融解 56サイクル	開発品	1	1.652	1.71	2.75	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			2	1.560	1.71	2.60	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			3	1.637	1.88	2.73	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			平均	1.616	1.77	2.69			
		高弾性	1	1.067	3.50	1.78	Co-プライム	一部目地凝集	非塩水浸漬側
			2	1.067	3.08	1.78	Co-プライム		
			3	0.841	3.63	1.40	Co-プライム	一部目地凝集	非塩水浸漬側
			平均	0.992	3.40	1.65			
		低弾性	1	0.524	1.33	0.87	目地材凝集破壊	薄皮程度	塩水浸漬側
			2	1.150	1.42	1.92	目地材凝集破壊		
			3	0.299	1.00	0.50	目地材凝集破壊	薄皮程度	非塩水浸漬側
			平均	0.658	1.25	1.10			
乾湿繰返 30サイクル	開発品	1	0.815	1.64	1.36	Co-プライム			
		2	1.112	1.67	1.85	Co-プライム			
		3	1.019	1.67	1.70	Co-プライム			
		平均	0.982	1.66	1.64				
	高弾性	1	0.396	2.50	0.66	Co-プライム			
		2	0.439	1.67	0.73	Co-プライム			
		3	0.508	2.50	0.85	Co-プライム			
		平均	0.452	2.50	0.75				
	低弾性	1	0.430	0.83	0.72	目地材凝集破壊	薄皮程度		
		2	0.224	0.78	0.37	目地材凝集破壊	薄皮程度		
		3	0.164	0.83	0.27	目地材凝集破壊	薄皮程度		
		平均	0.273	0.81	0.45				

次に目地材の種類別に温度別の変位量と応力の関係を図に示す。

(1) 開発品

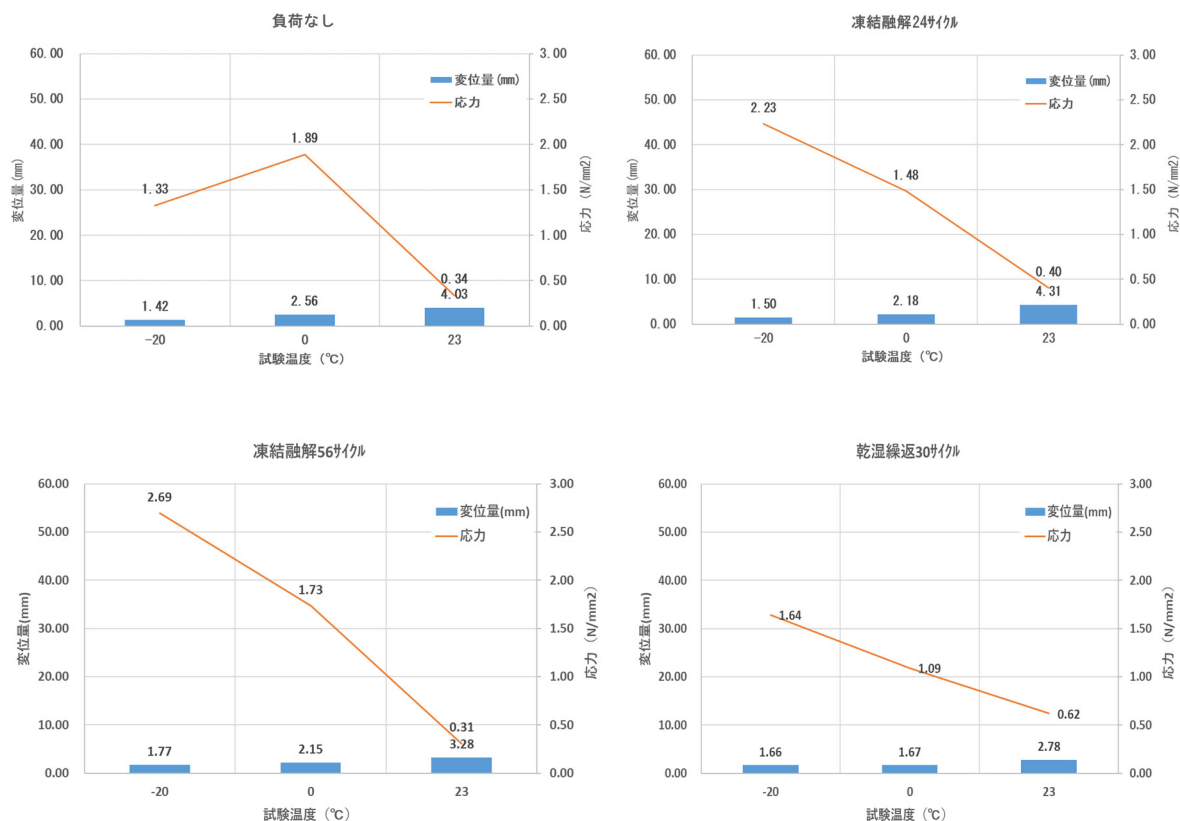


図- 4.5.1 開発品 温度別 変位量, 応力の関係

開発品の変位量は全ての温度で1~4mm程度の範囲であった。

-20°C : 1.4~1.8mm, 0°C : 1.7~2.6mm, 23°C : 2.8~4.3mm

試験温度が上がれば変位量も大きくなっているが、極端に大きくなることはなかった。

開発品の引張応力は0.3~2.7N/mm²の範囲であった。

-20°C : 1.3~2.7, 0°C : 1.1~1.9, 23°C : 0.3~0.6N/mm²

試験温度が高くなると、その強度は低下する傾向であった。

開発品の破壊形態は、負荷なし、凍結融解24、56サイクルで大きな違いはない。

塩水浸漬側、非浸漬側も顕著な違いは見られなかった。

乾湿繰返30サイクル後の破壊形態は全ての温度で、コンクリートとプライマの界面で破壊していた。

(2) 低弾性

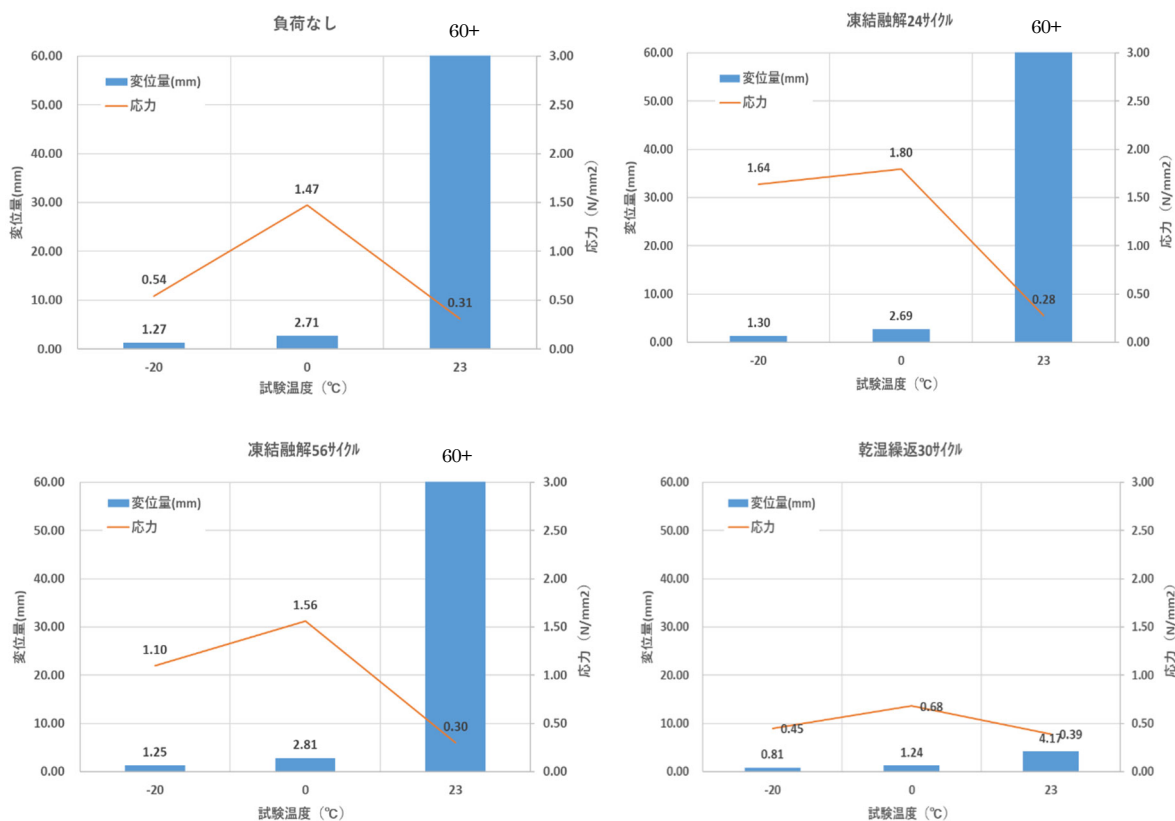


図- 4.5.2 低弾性 温度別 変位量, 応力の関係

低弾性の変位量は0.8~60mm+となった。

-20°C : 0.8~1.3mm, 0°C : 1.2~2.8mm, 23°C : 4~60mm+

試験温度が上がれば変位量も大きくなっている。

特に乾湿繰返負荷を与えると、変位量は0.8(-20°C) ~4.2mm(23°C)となり、他の負荷条件に比べ著しく低下した。

低弾性の応力は0.3~1.8N/mm²となった。

-20°C : 0.5~1.6, 0°C : 0.7~1.8, 23°C : 0.3~0.4N/mm²

試験温度が高くなると、その強度は低下している。

他の材料と異なり、0°Cでの応力が高い結果となった。(-20°Cの応力が小さい結果となった)

低弾性の破壊形態は負荷なし、凍結融解24, 56サイクルで大きな違いはない。

塩水浸漬側、非浸漬側も顕著な違いは見られなかった。

乾湿繰返30サイクル後の破壊形態は、23°Cでは、他の材料と同じコンクリートとプライマの界面で破壊していたが、低温(0, -20°C)では薄皮程度の低弾性目地材の凝集破壊となっていた。

(3) 高弾性

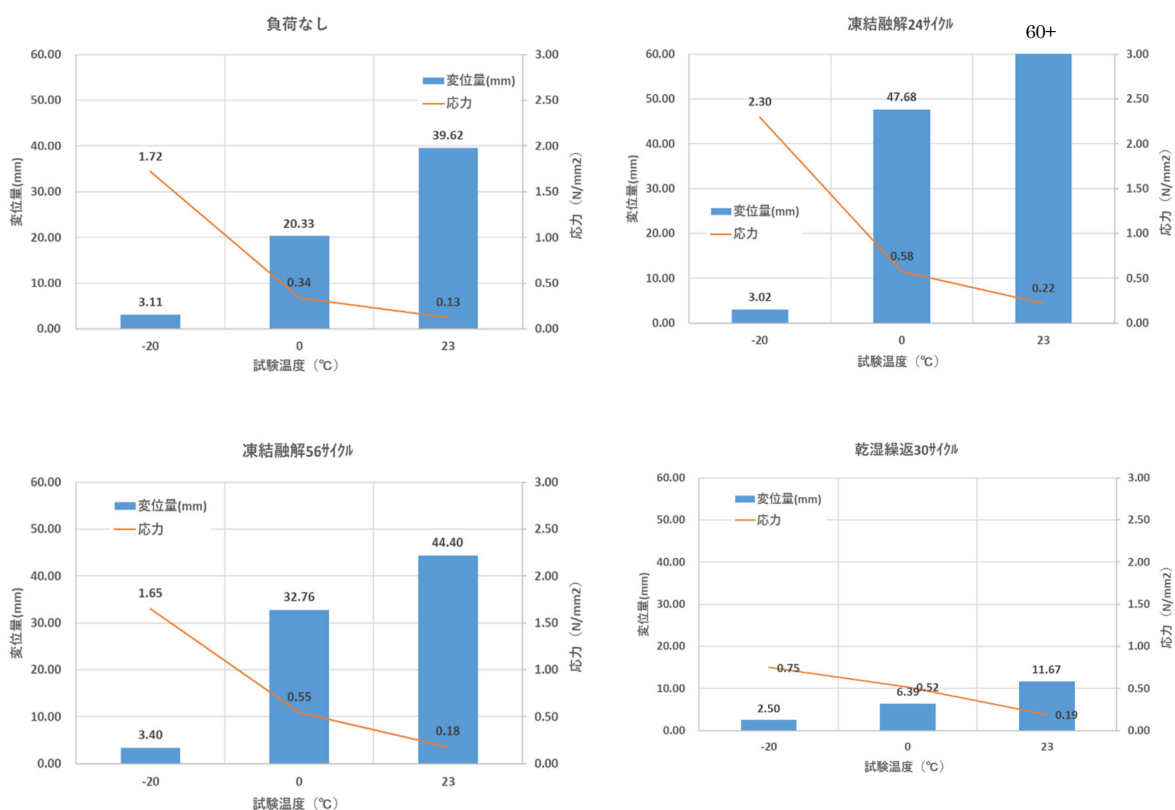


図- 4.5.3 高弾性 温度別 変位量, 応力の関係

高弾性の変位量は3~60mm+の範囲であった。

-20°C : 3mm 程度, 0°C : 6~48mm, 23°C : 12~60mm+

試験温度が上がれば変位量も大きくなっている。

他の材料と同様に, 乾湿繰返負荷後の変位量が著しく低下している。

高弾性の応力は0.1~2.3N/mm²の範囲であった。

-20°C : 0.8~2.3, 0°C : 0.3~0.6, 23°C : 0.1~0.2N/mm²

試験温度が高くなると, その強度は低下している。開発品, 低弾性と比較すると応力は小さい。

高弾性の破壊形態は, 負荷なし, 凍結融解 24, 56 サイクルで大きな違いはない。

凍結融解の塩水浸漬側, 非浸漬側も顕著な違いは見られなかった。

乾湿繰返 30 サイクル後の破壊形態は全ての温度で, コンクリートとプライマの界面で破壊していた。

次に試験状況および試験後の写真を以下に示す。



写真- 4.5.5 引張試験状況



写真- 4.5.6 引張試験状況



写真- 4.5.7 引張試験後供試体 23℃負荷なし



写真- 4.5.8 引張試験後供試体
23℃ 凍結融解24サイクル 右Coが塩水浸漬

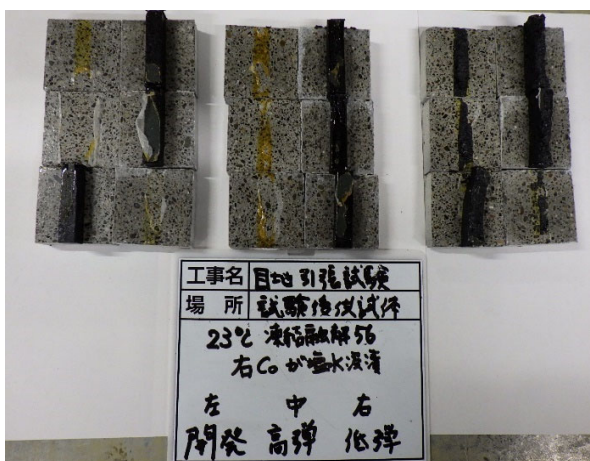


写真- 4.5.9 引張試験後供試体
23℃ 凍結融解56サイクル 右Coが塩水浸漬

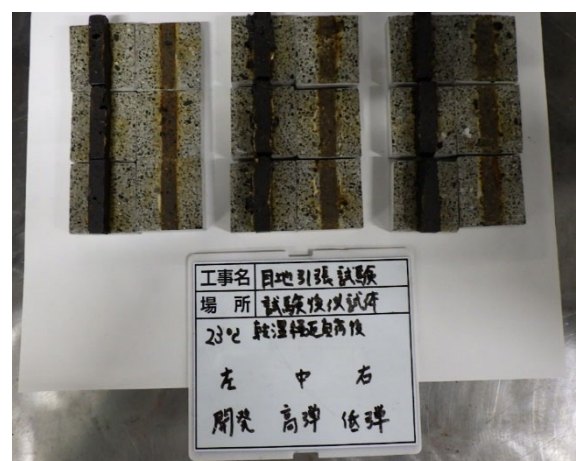


写真- 4.5.10 引張試験後供試体
23℃ 乾湿繰返負荷後

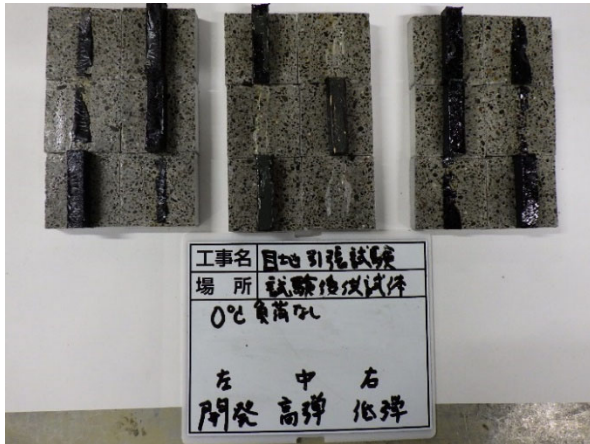


写真- 4.5.11 引張試験後供試体 0°C負荷なし

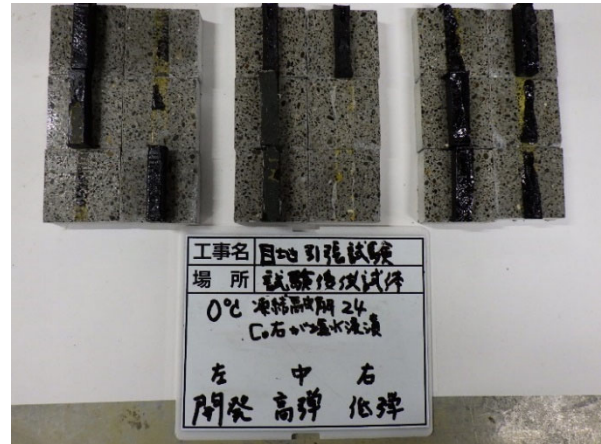


写真- 4.5.12 引張試験後供試体
0°C 凍結融解 24 サイクル 右 Co が塩水浸漬

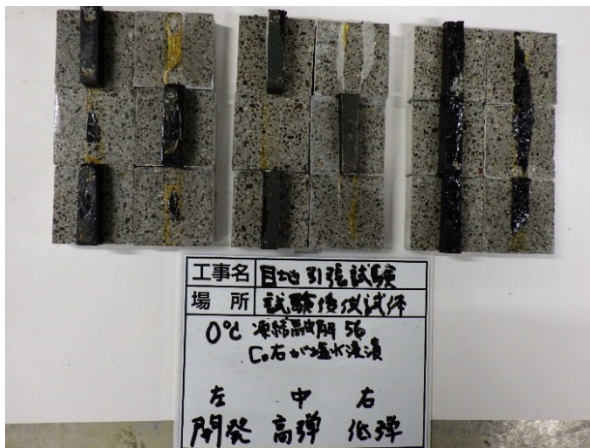


写真- 4.5.13 引張試験後供試体
0°C 凍結融解 56 サイクル 右 Co が塩水浸漬

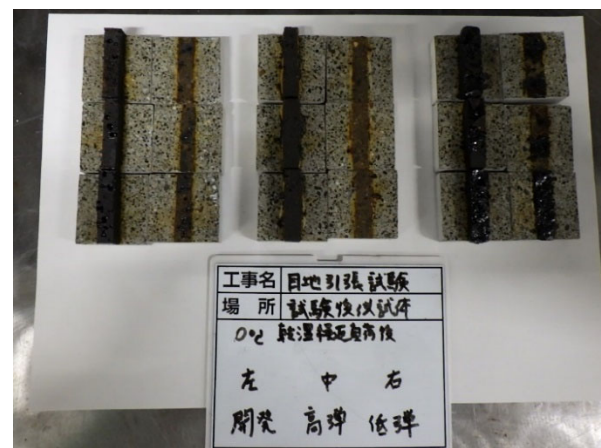


写真- 4.5.14 引張試験後供試体
0°C 乾湿繰返負荷後



写真- 4.5.15 引張試験後供試体 -20°C負荷なし



写真- 4.5.16 引張試験後供試体
-20°C 凍結融解 24 サイクル 右 Co が塩水浸漬

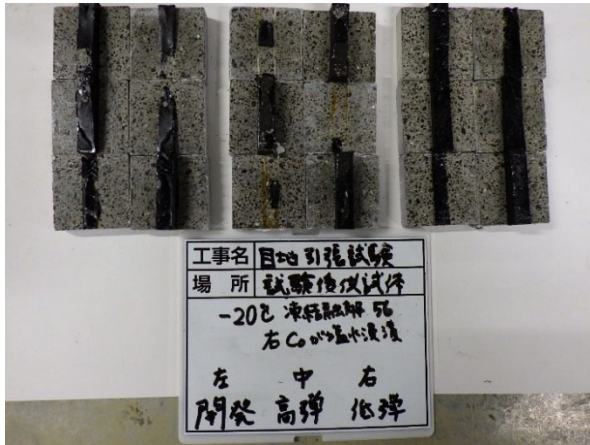


写真- 4.5.17 引張試験後供試体

-20℃ 凍結融解 56 サイクル 右 Co が塩水浸漬

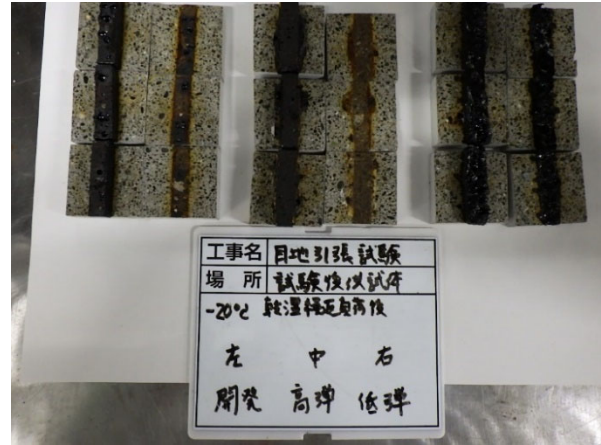


写真- 4.5.18 引張試験後供試体

-20℃ 乾湿繰返負荷後

4.6 材料試験まとめ

材料試験に関する結果のまとめを表-4.6.1 に示す。

表- 4.6.1 材料試験に関する結果まとめ

試験項目	試験結果	開発品	低弾性	高弾性	備考	
貫入量	開発品は、加熱施工式注入目地材の品質の基準の範囲内にある。	—	—	—	一般性状	
軟化点	開発品の軟化点は約120℃。高弾性とほぼ同じ、低弾性より若干高い	—	—	—	一般性状	
材料強度	引張強度および破断時変位量が大きく、それにより仕事量も大きくなっており、優れた材料特性を示している。	◎	○	○	開発品が優れている	
材料柔軟	開発品の強度および最大荷重時の変位量は低弾性および高弾性のそれと比較して大きい	◎	○	○	開発品、高弾性が優れている	
粘度(施工性)	開発品は、測定した温度域で一番低い粘度であり、施工性に優れている。	◎	○	△	開発品が優れている	
注入(浸透性)	良好な浸透性を有する。	◎	△	△	開発品が優れている	
Coとの接着性	強度	他の材料よりもやや強い	○	○	○	やや開発品が優れている
	伸び	他の材料より小さい。	△	○	◎	高弾性が優れている

表中の◎、○、△は今回実施した3材料の比較であり、以下の事を示している。

◎：優れた性能を有している ○：同等な性能を有している △：性能が劣っている

この結果、開発品は、施工性に優れ、高度に改質したことにより耐久性に優れた材料であると判断した。

第5章 土木研究所舗装走行実験場での試験施工

5.1 目的

実大規模での施工性および供用性の検証を行うため、土木研究所構内の舗装走行実験場において加熱施工式注入目地材の試験施工ならびに供用状況の確認を行った。

5.2 試験施工概要

5.2.1 施工日

2021年9月1日

5.2.2 コンクリート舗装工区位置

土木研究所構内の舗装走行実験場におけるコンクリート舗装工区の位置を図-5.2.1に示す。
加熱施工式注入目地材の試験施工はコンクリート舗装工区に設置した普通コンクリート舗装の目地にて行った。

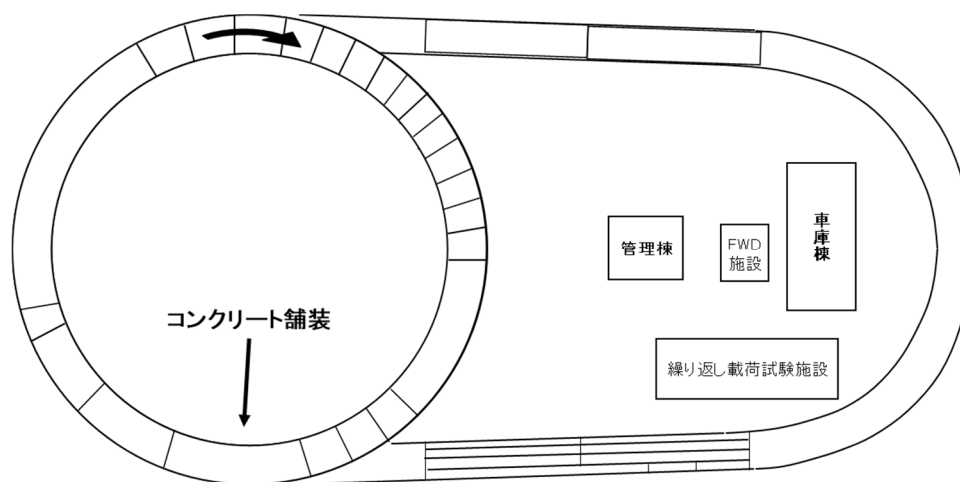


図- 5.2.1 コンクリート舗装工区位置

5.2.3 荷重車による促進載荷試験

荷重車による促進載荷の回数は49kN換算輪数にして35万輪の載荷を行った。

5.2.4 コンクリート舗装の平面図・断面図

図-5.2.2に示すコンクリート舗装にて、目地材の注入を行った。
試験施工内容を表-5.2.1に示す。

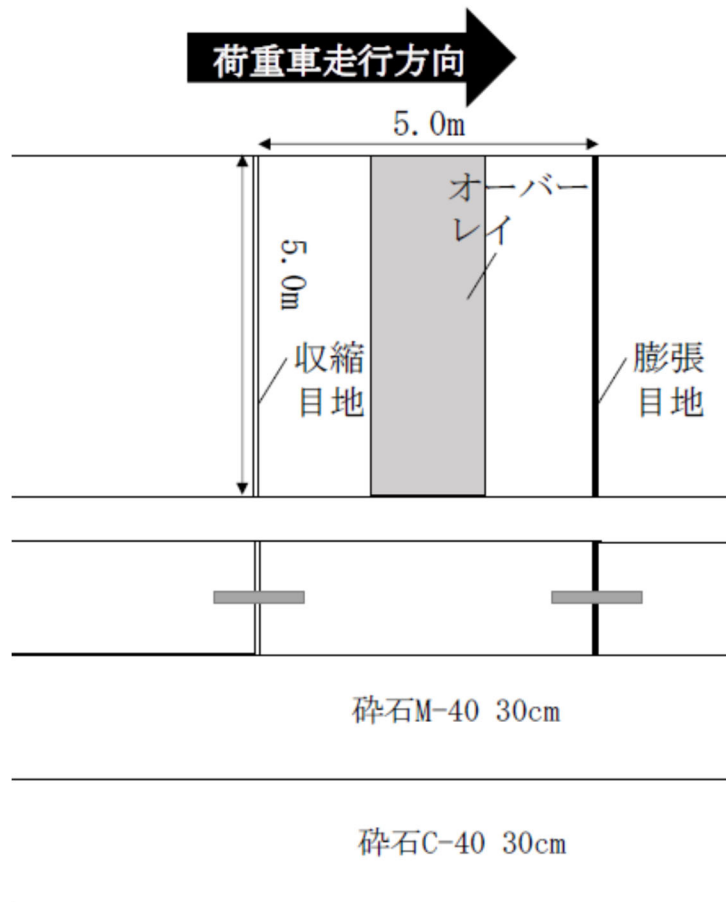


図- 5.2.2 コンクリート舗装の平面図・断面図

表- 5.2.1 試験施工内容

目地種類	寸法(延長×幅×深さ)	箇所数
収縮目地	5m×25mm×40mm	1
膨張目地	5m×10mm×40mm	1
合計		2

5.3 施工内容

5.3.1 使用材料

試験施工で用いた材料を表-5.3.1に示す。

表- 5.3.1 使用材料

材料種	製品名	使用量
プライマ	開発プライマ	0.3L/m ²
目地材	開発目地材	-

5.3.2 施工断面

施工断面を図-5.3.1に示す。収縮目地、膨張目地ともにバックアップ材無しで目地材を注入した。注入高さはコンクリート面以上とし、冷却後コンクリート面と同じ高さに成形した。

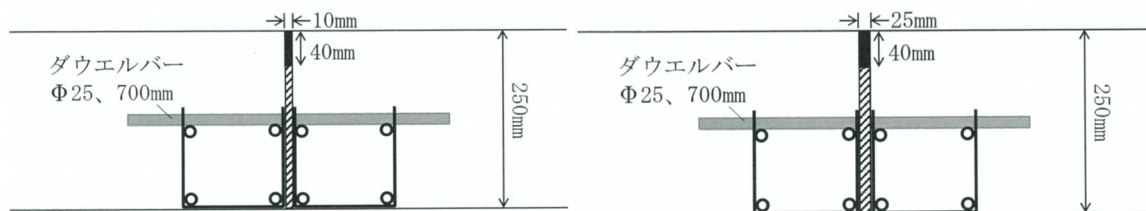


図- 5.3.1 施工断面図 (左：収縮目地 右：膨張目地)

5.4 施工フローおよび施工上の注意事項

施工フローおよび施工上の注意事項を図-5.4.1 に示す。

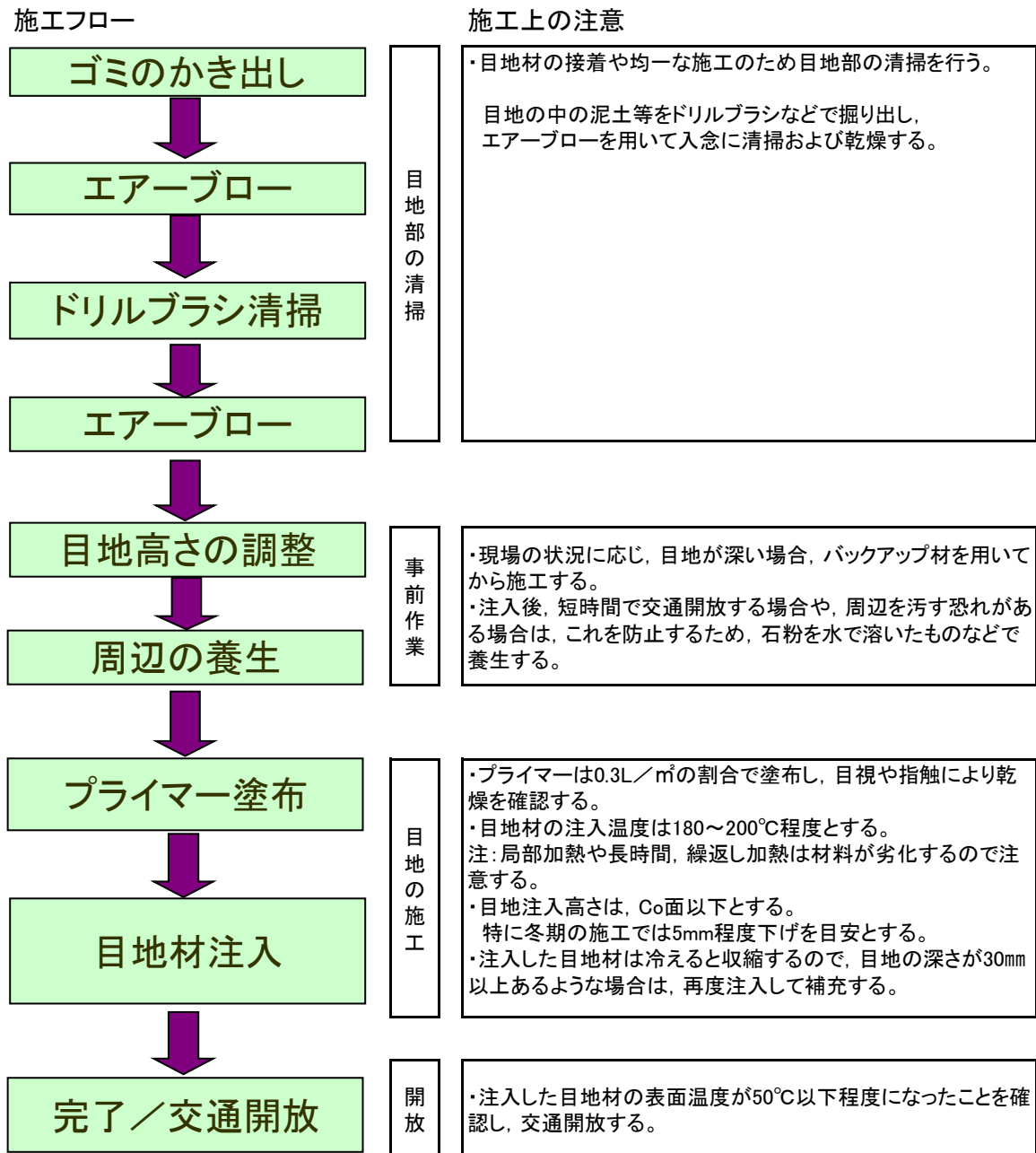


図- 5.4.1 施工フローおよび施工上の注意事項

5.5 施工状況（舗装走行実験場）

施工状況を以下写真で示す。

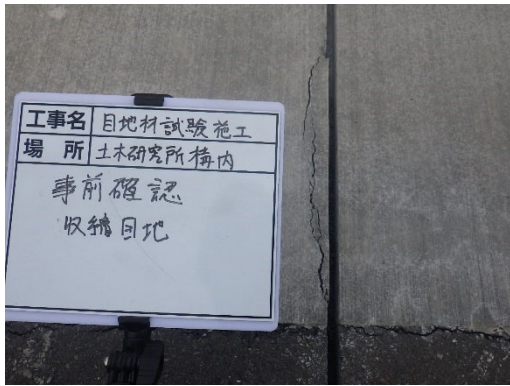


写真- 5.5.1 事前確認 収縮目地



写真- 5.5.2 事前確認 膨張目地



写真- 5.5.3 目地清掃1 ドリルブラシ清掃



写真- 5.5.4 目地清掃2 エアブロー



写真- 5.5.5 目地高さ検測

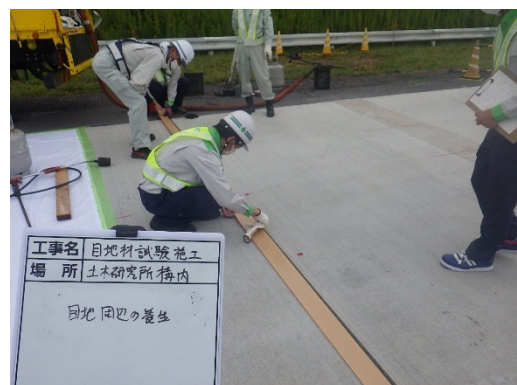


写真- 5.5.6 目地周辺の養生



写真- 5.5.7 プライマ塗布状況



写真- 5.5.8 プライマ塗布状況の確認



写真- 5.5.9 目地材注入状況 1



写真- 5.5.10 目地材注入状況 2

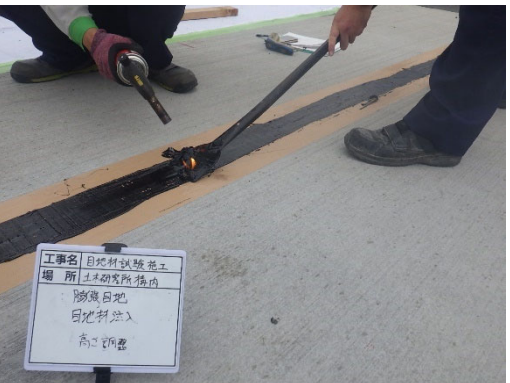


写真- 5.5.11 目地高さ調整



写真- 5.5.12 養生撤去



写真- 5.5.13 施工完了 収縮目地側より



写真- 5.5.14 施工完了 膨張目地側より

5.6 施工時間

実際の施工に要した時間を表-5.6.1に示す。

表- 5.6.1 施工に要した時間

時刻 作業項目	9:00	10:00	11:00	12:00
準備	→			
安全ミーティング	→			
目地部の清掃	→			
バックアップ詰め	今回は実施せず			
プライマ塗布		→		
プライマ養生			→	
目地材加熱	→			
目地材注入			→	
撤収作業				→

5.7 出来形，耐久性確認方法および結果

試験施工時の出来形確認方法および耐久性の確認方法とその結果を下記に示す。

5.7.1 出来形の確認結果

施工に使用した数量により，現場に応じ適切な量を施工していることを確認した。

① プライマ使用量確認状況を写真-5.7.1に示す。

収縮目地=122 g (使用量の目安=122 g)

膨張目地=147 g (" =142 g)であった。



写真- 5.7.1 プライマ使用量の確認

② 目地材

注入前後の注入目地材料の重量を測定し，
使用量を記録した。使用量は15kgであった。

写真-5.7.2に目地材使用量の確認の様子を示す。

施工直後の目視観察で，施工ムラはなく，
周辺を目地材で汚していることがなかった。



写真- 5.7.2 目地材使用量の確認

③ 交通開放可能温度の確認

注入後の目地材温度を非接触型の温度計で計測し、指触にてベタツキ、交通開放可能温度を把握した。その結果を表-5.7.1 および図-5.7.1 に示す。

表- 5.7.1 目地材温度の経時変化

時間(分)	0	1	2	3	4	5	7	8	10	11	14	16	20	31	35
目地材温度(°C)	25	120	140	144	150	140	137	120	120	103	103	96	111	50	46

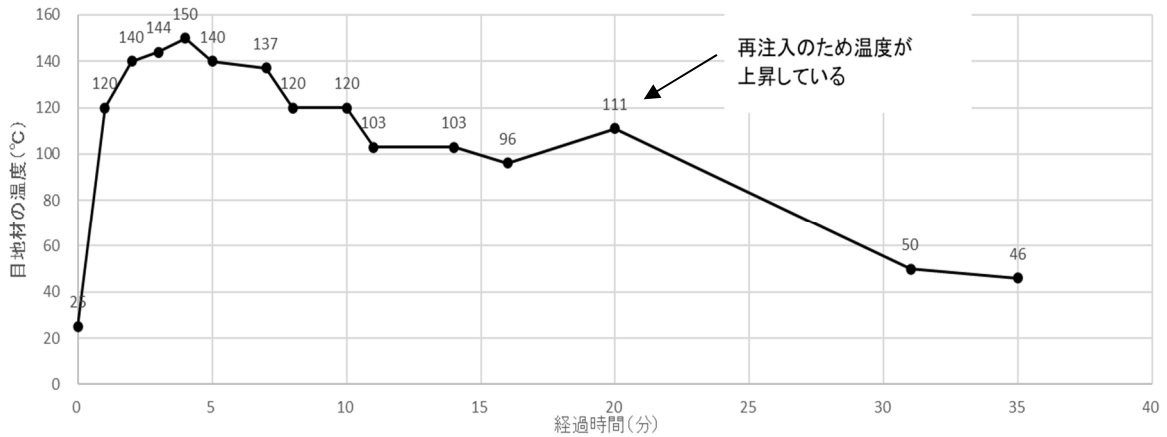


図- 5.7.1 目地材温度の経時変化

180°Cで注入した目地材は30分程度で50°C以下となっていた。

この時の目地材を指触により確認したところ、ベタツキもなく、交通開放が可能であると判断した。

5.7.2 耐久性確認方法

目地部不透水性を確認するため、目地材施工直後に収縮目地、膨張目地の定点にて現場透水性試験を実施した。

しかし、現場のコンクリート舗装に発生していた微細なヘアクラックやコンクリート版のほうき目部分に水が浸透、流れ出してしまう、試験が実施出来なかった。

現場透水性試験状況を写真-5.7.3 に示す。



写真- 5.7.3 現場透水性試験状況

5.8 供用性調査

供用性調査の測定項目、測定内容および頻度を表-5.8.1に、その測定日を表-5.8.2示す。

表- 5.8.1 供用性調査の測定項目、測定内容および頻度

調査測定項目	測定内容・頻度
はみ出し、破損有無	目視により目地のはみ出しや破損有無を確認 測定箇所(各目地とも定点、3箇所)
目地幅	季節およびCo材齢により目地幅がどのように変動するか目地幅を測定することによって確認 測定箇所(定点、3箇所)
Co版傾き:進行方向	水平器を用いて目地の傾きを計測する。 測定箇所(各目地とも定点、3箇所)
Co版傾き:横断方向	水平器を用いて目地の傾きを計測する。 測定箇所(各目地とも定点、3箇所)
硬さ	季節およびCo材齢により目地の硬さどのように変動するか硬度計によって計測する。 測定箇所(各目地とも定点、3箇所)
目地部の温度	測定日の目地の温度を測定する

表- 5.8.2 供用性調査 追跡調査輪数および測定日

追跡調査輪数および測定日	
施工日	2021/9/1
施工直後	2021/9/1, 7
5万輪後	2021/10/15
10万輪後	2021/11/5
15万輪後	2021/11/29
20万輪後	2021/12/22
25万輪後	2022/1/20
30万輪後	2022/2/15
35万輪後	2022/3/11

測定位置は収縮，膨張目地の以下に示す定点で実施した。この位置図および内容を図-5.8.1に示す。

測定位置1は舗装水下部より1.7mの位置で，輪跡部（IWP）を意味する。

測定位置2は舗装水下部より2.6mの位置で，非輪跡部（BWP）を意味する。

測定位置3は舗装水下部より3.6mの位置で，輪跡部（OWP）を意味する。

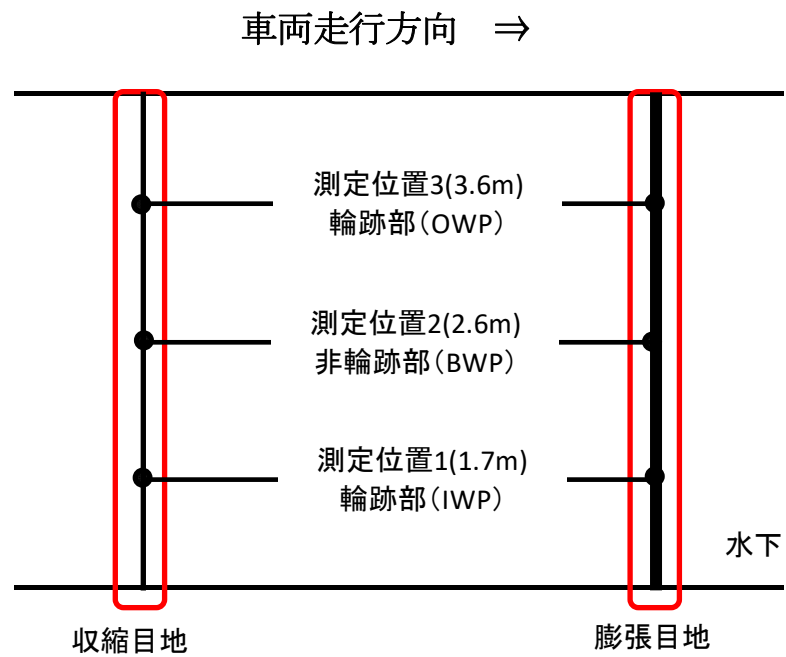


図- 5.8.1 測定位置図

測定結果を表-5.8.3~5.8.10に示す。

表- 5.8.3 測定結果 (施工直後 初期値)

9.1施工直後 初期値		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均	
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均		
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し					
	目地幅(mm)	11.4	10.6	11.2	11.1	10.7	12.0	11.9	11.5	11.5	10.7	11.2	11.1	11.2	
	目地深さ(mm)	33.7	33.6	33.5	33.6	36.8	37.6	36.8	37.1	39.3	39.6	39.3	39.4	36.7	
	傾き:進行(%)					0.7				0.6				0.0	0.4
	傾き:横断(%)					3.3				3.5				4.3	3.7
	硬さ	25.0	28.0	34.0	29.0	28.0	36.0	31.0	31.7	49.0	41.0	44.0	44.7	35.1	
	測定温度(°C)					36.0				35.0				36.0	35.7
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し					
	目地幅(mm)	26.9	26.9	27.2	27.0	27.8	29.1	26.6	27.8	27.5	25.8	27.8	27.0	27.3	
	目地深さ(mm)	41.4	40.8	43.8	42.0	40.8	41.0	40.8	40.9	43.5	42.5	42.9	43.0	41.9	
	傾き:進行(%)					1.3				0.1				0.0	0.5
	傾き:横断(%)					3.9				3.6				4.2	3.9
	硬さ	36.0	28.0	27.0	30.3	36.0	38.0	35.0	36.3	40.0	35.0	32.0	35.7	34.1	
	測定温度(°C)					37.0				36.0				37.0	36.7

表- 5.8.4 測定結果 (5万輪後)

5万輪後 10.15 計測		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	14.6	14.1	14.9	14.5	17.1	17.0	16.1	16.7	17.3	16.4	17.2	17.0	16.1
	傾き:進行(%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
	傾き:横断(%)	3.1	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.3	3.3	4.0	4.2	3.9	4.0	3.5
	硬さ	49.0	44.0	54.0	49.0	68.0	65.0	55.0	62.7	45.0	47.0	46.0	46.0	52.6
	測定温度(°C)					43.0				43.0				43.0
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	31.9	32.4	32.1	32.1	30.7	30.6	30.2	30.5	31.7	31.0	30.5	31.1	31.2
	傾き:進行(%)	0.6	0.7	0.5	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.2	0.4	0.4
	傾き:横断(%)	3.6	3.5	3.4	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.6	3.5	3.9	3.7	3.5
	硬さ	40.0	42.0	32.0	38.0	32.0	38.0	32.0	34.0	50.0	52.0	48.0	50.0	40.7
	測定温度(°C)					43.0				43.0				43.0

表- 5.8.5 測定結果 (10万輪後)

10万輪後 11.5 計測		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	13.8	13.5	14.5	13.9	14.2	14.6	15.4	14.7	15.4	16.0	14.8	15.4	14.7
	傾き:進行(%)	0.4	0.3	0.2	0.3	0.9	1.0	0.9	0.9	0.7	0.6	0.3	0.5	0.6
	傾き:横断(%)	3.2	2.9	2.9	3.0	3.6	3.2	3.3	3.4	4.2	4.2	4.0	4.1	3.5
	硬さ	50.0	55.0	57.0	54.0	48.0	60.0	55.0	54.3	54.0	52.0	48.0	51.3	53.2
	測定温度(°C)					28.5				31.0				33.0
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	29.0	30.2	31.8	30.3	29.1	29.0	30.4	29.5	29.0	29.5	30.0	29.5	29.8
	傾き:進行(%)	1.0	0.6	0.4	0.7	0.7	1.2	0.3	0.7	0.1	0.0	0.1	0.1	0.5
	傾き:横断(%)	3.3	3.5	4.0	3.6	2.8	3.5	3.8	3.4	4.4	4.1	4.1	4.2	3.7
	硬さ	38.0	36.0	40.0	38.0	42.0	42.0	36.0	40.0	40.0	42.0	46.0	42.7	40.2
	測定温度(°C)					34.0				34.0				33.5

表- 5.8.6 測定結果 (15万輪後)

15万輪後 11.29 計測		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	13.5	13.4	13.4	13.4	14.3	14.1	14.1	14.2	12.7	13.5	13.0	13.1	13.6
	傾き:進行(%)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.7	0.4	0.4	0.9	0.1	0.5	0.3
	傾き:横断(%)	2.8	3.4	3.4	3.2	3.2	3.4	3.5	3.4	3.8	3.9	4.3	4.0	3.5
	硬さ	60.0	55.0	50.0	55.0	54.0	56.0	53.0	54.3	60.0	58.0	58.0	58.7	56.0
	測定温度(°C)													14.3
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	28.3	28.9	29.6	28.9	28.9	29.5	28.1	28.8	27.0	28.4	28.1	27.8	28.5
	傾き:進行(%)	0.5	0.4	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.9	0.5	0.4
	傾き:横断(%)	4.2	5.2	4.9	4.8	3.3	3.6	3.7	3.5	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
	硬さ	61.0	58.0	62.0	60.3	49.0	51.0	60.0	53.3	60.0	59.0	58.0	59.0	57.6
	測定温度(°C)					15.0				14.0				16.0

表- 5.8.7 測定結果 (20万輪後)

20万輪後 12.22 計測		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	14.8	14.5	13.9	14.4	15.9	15.6	14.7	15.4	14.7	13.7	13.9	14.1	14.6
	傾き:進行(%)	0.0	0.6	0.6	0.4	0.1	0.7	0.7	0.5	0.1	0.7	0.6	0.5	0.5
	傾き:横断(%)	3.0	3.4	3.2	3.2	3.3	3.5	3.8	3.5	4.3	4.2	3.9	4.1	3.6
	硬さ	64.0	58.0	55.0	59.0	66.0	68.0	62.0	65.3	77.0	75.0	62.0	71.3	65.2
	測定温度(°C)					15.0				16.0				14.0
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	27.9	28.4	29.0	28.4	28.8	28.8	29.3	29.0	28.0	27.9	27.0	27.6	28.3
	傾き:進行(%)	0.9	0.1	0.0	0.3	0.4	0.8	0.4	0.5	0.1	0.5	0.3	0.3	0.4
	傾き:横断(%)	3.7	4.7	4.0	4.1	3.4	4.9	3.5	3.9	4.2	3.9	4.3	4.1	4.1
	硬さ	50.0	51.0	49.0	50.0	64.0	59.0	62.0	61.7	52.0	58.0	53.0	54.3	55.3
	測定温度(°C)					15.0				15.0				16.0

表- 5.8.8 測定結果 (25万輪後)

25万輪後 1.20 計測		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	13.7	13.5	13.2	13.5	13.9	14.1	14.1	14.0	12.8	13.5	13.0	13.1	13.5
	傾き:進行(%)	0.2	0.3	0.2	0.2	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.4
	傾き:横断(%)	2.8	3.4	3.3	3.2	3.3	3.6	3.4	3.4	4.1	4.1	4.0	4.1	3.6
	硬さ	60.0	62.0	58.0	60.0	72.0	63.0	73.0	69.3	62.0	68.0	69.0	66.3	65.2
	測定温度(°C)					12.0				12.0				14.0
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	28.4	28.1	29.2	28.6	29.8	29.8	28.1	29.2	27.3	28.3	27.2	27.6	28.5
	傾き:進行(%)	0.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1
	傾き:横断(%)	3.5	4.7	3.9	4.0	3.4	4.3	3.7	3.8	4.3	4.3	3.9	4.2	4.0
	硬さ	75.0	71.0	71.0	72.3	70.0	72.0	72.0	71.3	76.0	70.0	72.0	72.7	72.1
	測定温度(°C)					12.0				10.0				12.0

表- 5.8.9 測定結果 (30万輪後)

30万輪後 2.15 計測		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	13.8	12.9	13.4	13.4	14.0	13.9	13.9	13.9	15.3	15.0	15.0	15.1	14.1
	傾き:進行(%)	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.5	0.4	0.4	0.2
	傾き:横断(%)	3.2	3.3	3.4	3.3	3.3	3.6	3.4	3.4	4.4	4.2	3.8	4.1	3.6
	硬さ	64.0	71.0	63.0	66.0	76.0	70.0	64.0	70.0	76.0	67.0	72.0	71.7	69.2
	測定温度(°C)	11.0				12.0				11.5				11.5
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	29.0	27.2	27.7	28.0	28.3	27.0	28.4	27.9	26.9	27.1	29.1	27.7	27.9
	傾き:進行(%)	0.5	0.7	0.2	0.5	0.4	0.1	0.3	0.3	0.4	0.6	0.1	0.4	0.4
	傾き:横断(%)	3.3	4.2	4.4	4.0	3.1	4.4	3.7	3.7	4.4	4.4	3.8	4.2	4.0
	硬さ	74.0	76.0	70.0	73.3	65.0	67.0	75.0	69.0	70.0	74.0	72.0	72.0	71.4
	測定温度(°C)	13.5				13.5				14.0				13.7

表- 5.8.10 測定結果 (35万輪後)

35万輪後 3.11 計測		測定位置1(1.70m)水下				測定位置2(2.60m)中央				測定位置3(3.60m)水上				平均
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
収縮 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	13.3	13.0	13.1	13.1	14.6	14.0	14.6	14.4	14.2	14.5	14.7	14.5	14.0
	傾き:進行(%)	0.3	0.0	0.3	0.2	0.0	0.2	0.4	0.2	0.4	0.1	0.0	0.2	0.2
	傾き:横断(%)	3.0	3.1	2.9	3.0	3.5	3.2	3.5	3.4	4.0	4.1	4.3	4.1	3.5
	硬さ	47.0	51.0	47.0	48.3	52.0	48.0	55.0	51.7	46.0	51.0	59.0	52.0	50.7
	測定温度(°C)	29.0				28.5				27.5				28.3
膨張 目地	はみ出し、破損有無	はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				はみ出し、破損無し				
	目地幅(mm)	28.4	27.5	28.1	28.0	26.3	28.1	28.4	27.6	27.8	28.1	27.7	27.9	27.8
	傾き:進行(%)	0.1	0.5	0.4	0.3	0.7	0.3	0.1	0.4	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4
	傾き:横断(%)	3.0	3.3	4.4	3.6	3.3	2.8	4.0	3.4	4.1	4.1	3.8	4.0	3.6
	硬さ	37.0	30.0	41.0	36.0	35.0	36.0	33.0	34.7	47.0	43.0	45.0	45.0	38.6
	測定温度(°C)	31.0				34.5				28.0				31.2

5.8.1 はみ出し、破損の有無

はみ出し、破損の有無を確認するために、収縮、膨張目地のそれぞれ定点で目地の状態を観察した。この状態を以下写真にて報告する。35万輪走行後でははみ出し、破損は認められない。

以下に、収縮目地 測定位置1での状況を示す。

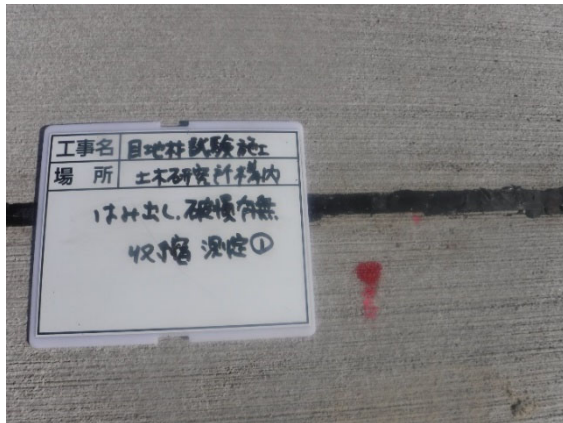


写真- 5.8.1 施工直後

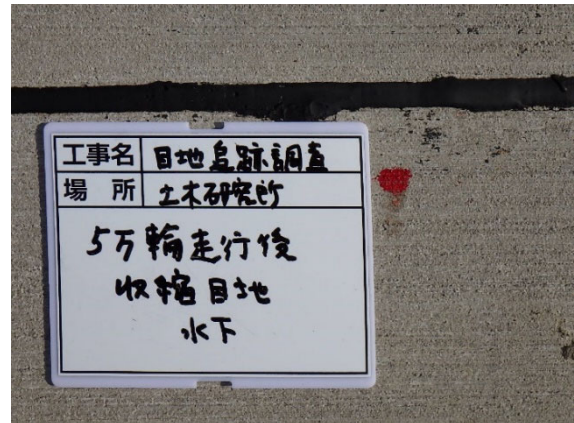


写真- 5.8.2 5万輪走行後



写真- 5.8.3 10万輪走行後



写真- 5.8.4 15万輪走行後



写真- 5.8.5 20万輪走行後



写真- 5.8.6 25万輪走行後

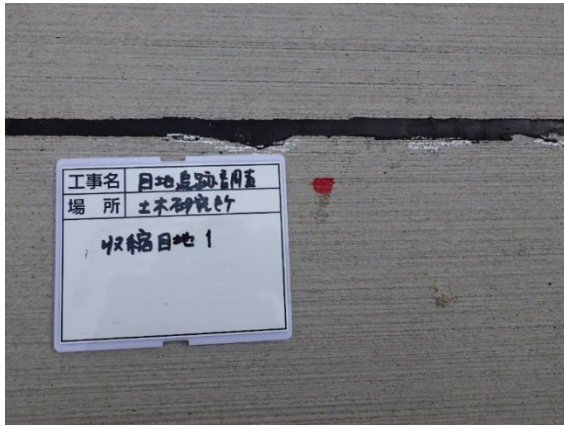


写真- 5.8.7 30万輪走行後



写真- 5.8.8 35万輪走行後

5.8.2 目地幅および目地硬さの変動

供用性調査の項目で目地幅の変動および目地硬さと測定温度を記録している。

この目地幅の変動を図-5.8.2に、目地硬さと測定温度の関係を図-5.8.3に示す。

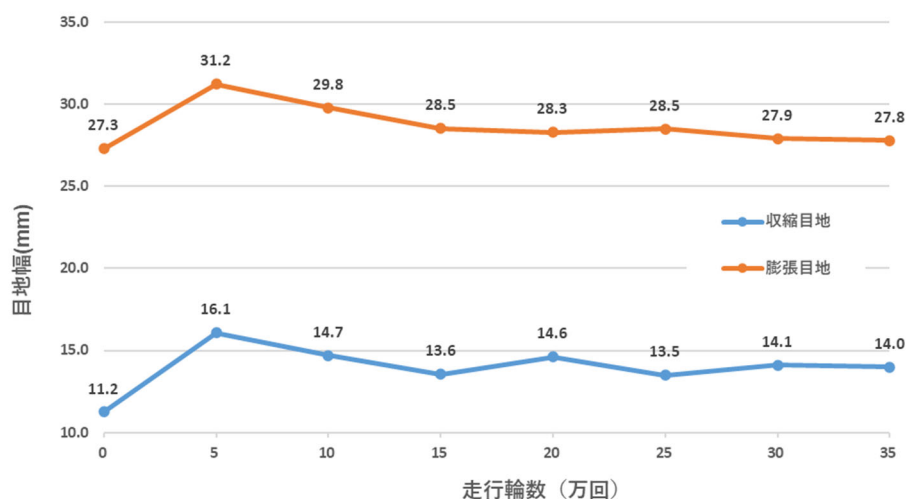


図- 5.8.2 目地幅の変動

初期の調査時（5万輪後）に目地幅が大きく拡大した。その後、コンクリートの材齢の経過および気温の低下などにより、目地幅は緩やかに狭まる傾向にある。

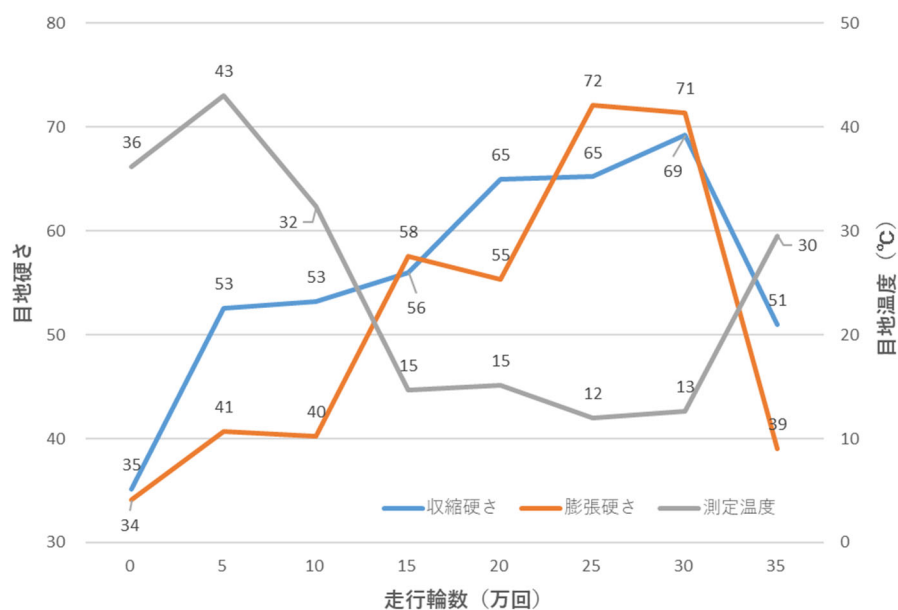


図- 5.8.3 目地の硬さおよび測定温度の関係

施工直後の目地の硬さは収縮，膨張目地ともに35程度であった。

その後、測定温度が低くなるにつれて、目地は硬くなっている。

ただし、5万輪後は、測定温度は高いにも関わらず目地は硬くなっている。この原因として、初期に目地幅が大きく拡大したことによって、目地に引張力が作用したため硬くなったと考えられる。

5.9 土木研究所舗装走行実験場での試験施工 まとめ

土木研究所舗装走行実験場にて開発品目地材の注入を実施した。結果を以下にまとめる。

5.9.1 施工時確認事項

① 材料使用量

プライマ 収縮目地 122 g (計算上の目安 122 g)

膨張目地 147 g (計算上の目安 142 g)

目地材 注入量 15kg (計算上の目安 9kg)

② 目視による出来形確認

施工直後の目視観察で、施工ムラはなく、周辺を汚すことなく、問題なく施工出来ており、良好な出来形であることを確認した。

③ 交通開放可能温度の確認

注入後の目地材温度を非接触型の温度計で計測し、指触にてベタツキ、交通開放可能温度を把握した。この結果、30分あるいは50℃以下で交通開放可能と判断した。

④ 現場透水試験による目地部不透水性の確認

本現場で現場透水性試験器を用いて目地部不透水性を確認したが、現場に発生していた微細なヘアクラックやコンクリート版のほうき目部分に水が浸透、流れ出してしまったため、試験を実施することが出来なかった。

5.9.2 供用時確認事項

① 目地のはみ出しや破損有無の確認

定点観察で目地のはみ出しや破損を記録しているが35万輪走行後で異常はない。

② 目地幅の経時変化確認

初期の調査時(5万輪後)に目地幅が大きく拡大した。その後は緩やかに狭まる傾向にある。

③ 目地の硬さ経時変化

測定温度が低くなるにつれて、目地は硬くなっている。

走行輪数35万回時点で「開発品」目地材に著しい変化はなく、良好な供用状況である。

今後も定期的に供用性能を確認し、本製品の信頼性を高めていきたい。

第6章 北海道島牧村 国道229号線での試験施工

6.1 目的

寒冷地のコンクリート舗装の目地材には、高弾性タイプの瀝青系目地材が使用されているが、供用に伴いはがれや抜け落ちる場合がある。目地材が欠落した場合、そこから雨水や融雪水等が路盤・路床など舗装内部に侵入し、支持力低下や凍上を誘発し、路面のひび割れや段差の発生など供用性の低下に至ることが懸念されている。そこで、従来材料に比べ耐久性が高いことなどが期待される、「加熱施工式注入目地材」の検討しており、実道における供用性検証のため試験施工を実施した。

6.2 使用材料

本試験施工にて検証を行った材料は以下のとおりである。

- ・加熱施工式注入目地材（開発目地材）

特徴：改質アスファルトタイプとすることで施工性の向上

：付着性や止水性の向上

：従来の高弾性タイプよりもコストダウン

6.3 試験施工概要

6.3.1 試験施工場所・日時

場所：国道229号線 島牧村栄浜工区（KP181,188～181,300 L=102m）

試験施工日：2021年9月6日（月）晴天（気温23.5℃）

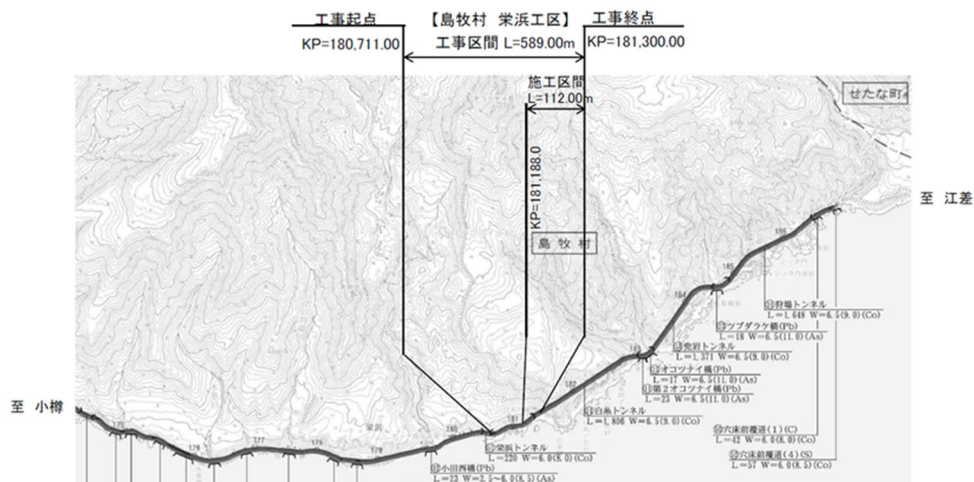


図- 6.3.1 施工箇所

6.3.2 施工箇所、目地詳細

舗装展開図，試験施工断面を図-6.3.2に示す。

海側のBタイプの横目地に2種類の材料を2断面ずつ（計4断面）の施工を行った。

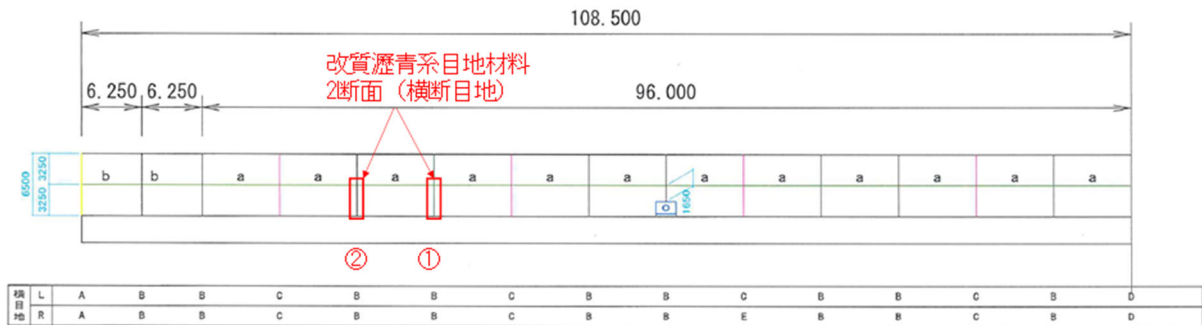
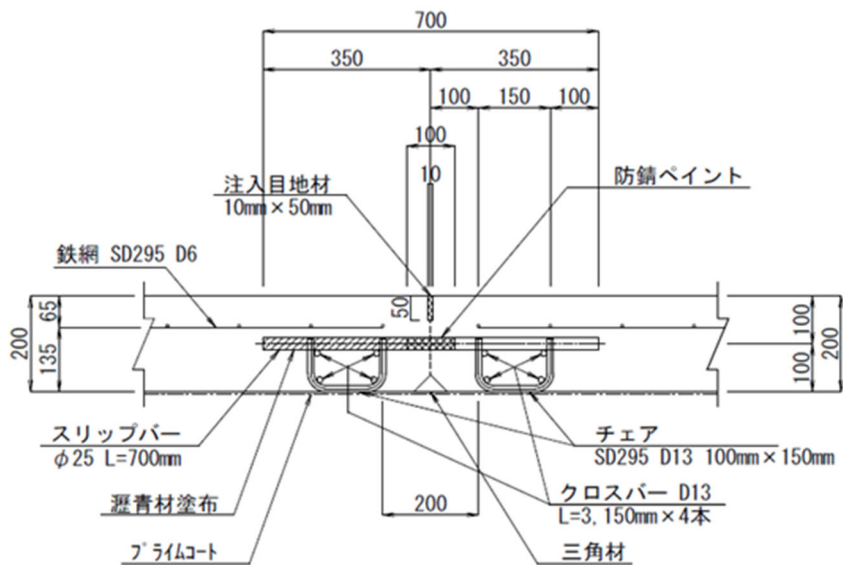


図- 6.3.2 舗装展開図（試験施工箇所）

横目地(収縮目地(カタ目地)) Bタイプ S=1:20



横目地(収縮目地(カタ目地)) 1箇所半断面当り

名称	規格	単位	目地タイプ	備考
			B	
目地延長		m	3.250	
スリッパ	φ25 L=700mm	本	10	
チェア	SD295 D13 100mm×150mm	個	20	
クロスバー	SD295 D13 L=3, 150mm×4本×2箇所	kg	25.07	W=0.995kg/m
注入目地材	高弾性タイプ(10mm×50mm)	kg	1.74	W=1.070kg/m ³
三角材	木材(50mm×50mm×1/2)	m	3.250	

※バックアップ材は設置していない

図- 6.3.3 目地構造の詳細（Bタイプ）

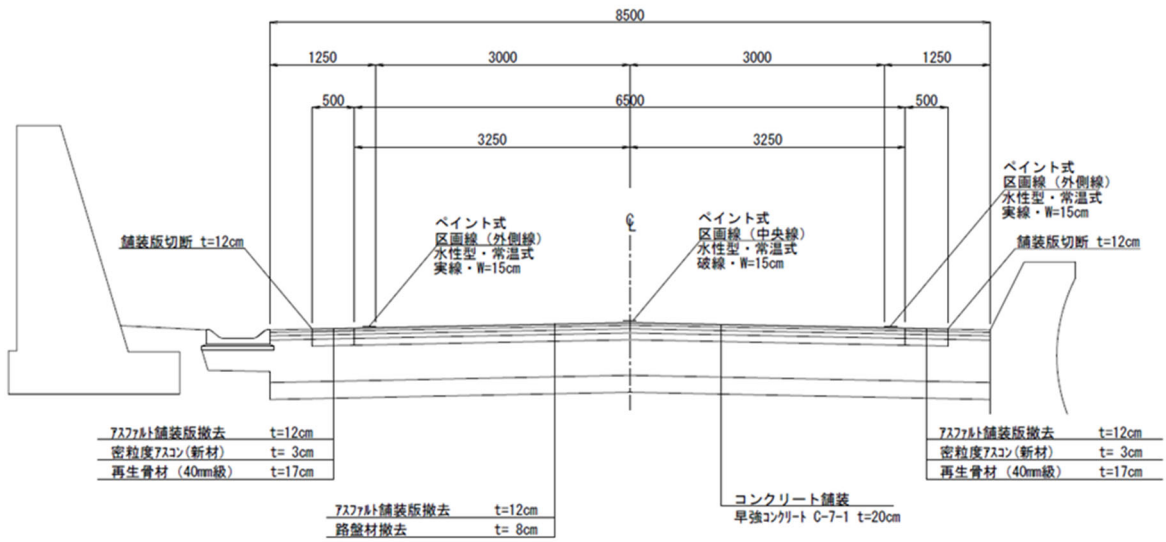


図- 6.3.4 舗装定規図

6.3.3 使用量の目安

現場に用いた材料の使用数量（目安）を表-6.3.1 に示す。

表- 6.3.1 使用量の目安

材料種	製品名	m ² あたりの使用量	使用数量(目安)
プライマ	開発プライマ	0.3L	約0.25L
目地材	開発目地材	-	約4kg

プライマ=目地延長:3.25m×2本、目地深さ:50mm、0.3L/m²、ロス率20%で算出
 目地材=目地延長:3.25m×2本、目地深さ:50mm、目地幅:10mm、密度:1.05、ロス率20%で算出

6.3.4 施工手順

施工手順は、図-5.4.1 施工フローおよび施工上の注意に準拠して実施した。

6.4 施工状況

以下に施工状況の写真記録を示す。温度管理を行い、やかんにて人力注入を行った。目地材の温度低下に伴う収縮により目地を表面まで仕上げるのに3回の注入を行った。施工後は余盛分を熱したコテで除去し表面を仕上げた。



写真- 6.4.1 目地深さ (cm)



写真- 6.4.3 目地材加熱
(180°C~200°Cに加熱)



写真- 6.4.5 余盛り注入状況
(計3回注入後)



写真- 6.4.7 仕上げバーナー
(表面をなじませる)



写真- 6.4.2 プライマ塗布状況
(30分程度で乾燥)



写真- 6.4.4 注入状況
(やかんで注入 (計3回))



写真- 6.4.6 表面整形
(加熱した鉄バテで余盛カット)

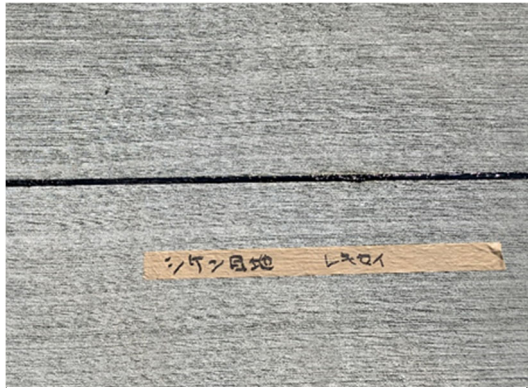


写真- 6.4.8 改質瀝青系仕上がり状況



写真- 6.4.9 瀝青目地仕上がり状況
(断面①)



写真- 6.4.10 改質瀝青系仕上がり状況



写真- 6.4.11 瀝青目地仕上がり状況
(断面①)

6.4.1 仕上がり状況（詳細）

(1) 断面1（上り線北側）



写真- 6.4.12 瀝青目地仕上がり状況
(断面①)



写真- 6.4.13 瀝青目地仕上がり状況
(断面①) ※誘導ひび割れあり

(2) 断面2 (上り線南側)



写真- 6.4.14 瀝青目地仕上がり状況
(断面②)



写真- 6.4.15 瀝青目地仕上がり状況
(断面②)



写真- 6.4.16 瀝青目地仕上がり状況
(断面②)

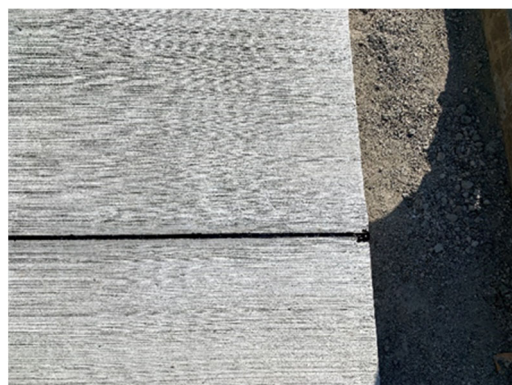


写真- 6.4.17 瀝青目地仕上がり状況
(断面②)



写真- 6.4.18 瀝青目地仕上がり状況
(断面②)



写真- 6.4.19 瀝青目地仕上がり状況
(断面②) ※誘導ひび割れなし

6.5 施工後の供用性

6.5.1 2ヶ月経過後の状況（秋：11月調査）

写真-6.5.1に施工から2ヶ月経過後の秋（11月）の目地の状況を示す。まだ、冬期前だが、目地材は非常に硬く付着面付近での目地材の割れたような状態がほぼ全幅にわたり発生した。これは、コンクリート版の温度収縮による目地部の挙動に目地材が追従することができずに、目地材自身が割れたことによるものと推察される。このような損傷は、近隣工区で施工した一般的な瀝青系目地材（高弾性目地材）のコンクリート舗装目地によく見られる損傷であり、目地部から雨水などの水の侵入が予想されるため、寒冷地での適用は課題が残る。



写真- 6.5.1 2ヶ月経過後の状況

6.5.2 半年経過後（一冬経過後）の供用性（冬：3月調査）

写真-6.5.2に半年経過後の目地の状況を示す。冬期はコンクリート版が収縮するため、目地が開くことによる付着切れが懸念されるが、11月に発生した目地部の付着面付近のほぼ全幅に渡る、目地材自体の割れはほぼ同様の状態であり、目地材の抜けなどは発生していない。低温環境下（0℃程度）では、目地材は指で押した程度では変形せず、非常に硬い状態であった。目地材の割れがコンクリート版の下部まで貫通しているかは確認できていないが、目地部から雨水などの水の侵入が予想されるため、寒冷地での適用は課題が残る。



写真- 6.5.2 半年経過後の状況

第7章 本研究のまとめ

既存および新設コンクリート舗装の目地に用いる、施工性、耐久性に優れた、加熱施工式注入目地材をコンクリート舗装の措置技術として提案した。

この研究の中で、目地材の材料性能（基本性状、施工性、強度特性およびコンクリート舗装との付着性）を把握するとともに、土木研究所舗装走行実験場と北海道島牧村の国道 229 号線での目地材注入の試験施工を行うことで、施工性および供用性の確認を行った。以下に結果をまとめる。

材料試験の結果、本開発品は従来製品と比較して、施工性、耐久性に優れた材料であることを確認した。

土木研究所舗装走行実験場での試験施工の結果、35 万輪走行後も、目地材のはがれや飛散等の不具合は確認されず、良好な状態を維持している。

北海道島牧村での試験施工の結果、現場で目地材が割れる現象が確認された。当該現場は積雪寒冷地であり温度環境が厳しいこともあり、目地材に柔軟性を持たせるとともに、プライマの開発も必要である。

今後もこの 2 現場については供用調査を継続し、本製品・工法の問題点を抽出するとともに信頼度を高めて行きたい。

また、今後は目地材に求められる要求性能や施工性など諸性能を洗い出す必要や、その性能を適切に把握、評価することの出来る試験方法を見いだす必要性があるため、今後も検討を継続していきたいと考えている。

付 録

付録 1 プライマ塗布量の検討

最適なプライマ量を把握するため、プライマ塗布量を $0.1\sim 0.6\text{L/m}^2$ に変化させ、ダレの状況観察および引張試験を行った。プライマ塗布後のダレの状況を写真-付 1.1～付 1.6 に示す。

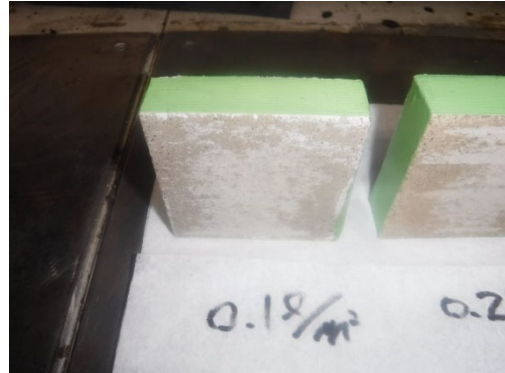
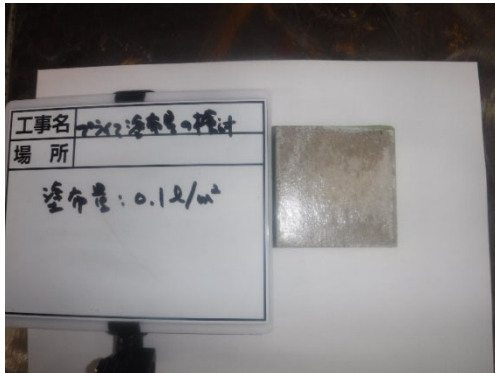


写真-付 1.1 0.1L/m^2 塗布作業に支障はないが、塗布量が少なく、少ししごくような感じであった。塗布直後に Co 版を垂直に立てても、ダレが全くなかった。

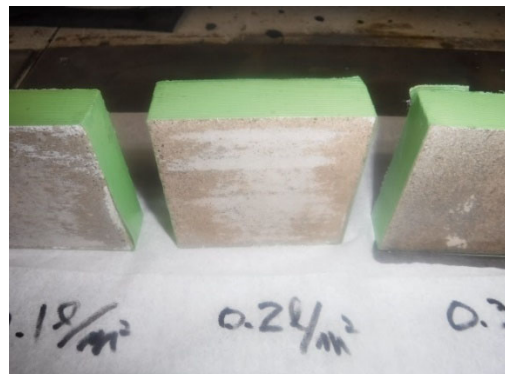
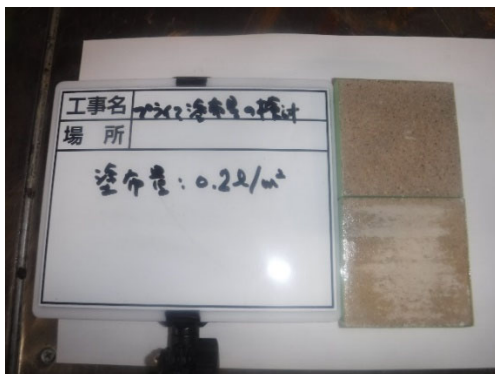


写真-付 1.2 0.2L/m^2 塗布作業に支障はない。塗布量は適正だと感じ、しごくような感じはなかった。塗布直後に Co 版を垂直に立てても、ダレが全くなかった。

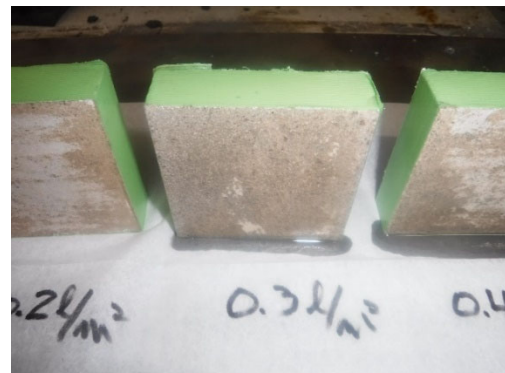
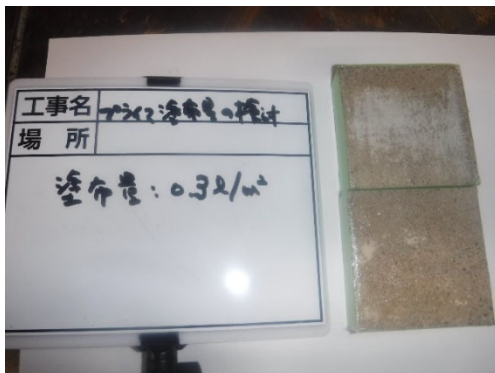


写真-付 1.3 0.3L/m^2 塗布作業に支障はない。塗布量は適正～過剰だと感じ、しごくような感じはなかった。塗布直後に Co 版を垂直に立てると、ややダレていた。

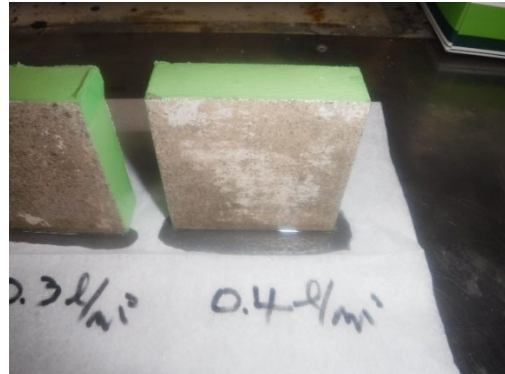
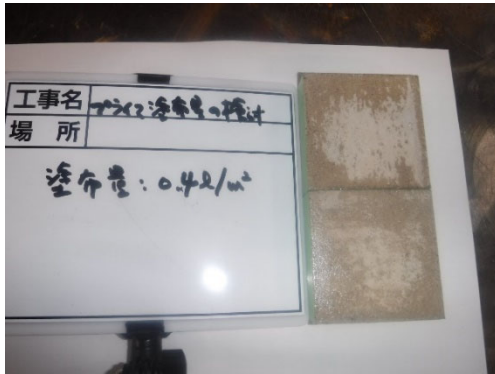


写真-付 1.4 0.4 L/m² 塗布作業に支障はない。塗布量はやや過剰だと感じた。
塗布直後に Co 版を垂直に立てるとダレていた。

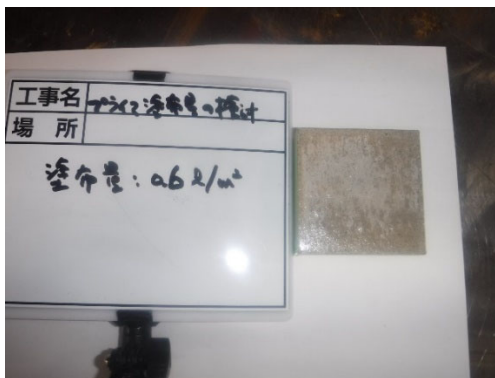


写真-付 1.5 0.6 L/m² 塗布作業に支障はない。塗布量は過剰。プライマを Co 版に置いている
感じ。塗布直後に Co 版を垂直に立てると過剰にダレていた。



写真-付 1.6 ダレの状況 (全体)

このプライマ量を変化させた Co 版を用いて引張試験の供試体を作製し、JISA 1439 に準拠する方法にて試験を行った。この結果を表-付 1.1 に示す。

この引張試験強度の結果は、プライマ量は最大荷重および最大荷重時の変位量、破壊箇所に影響を与えていなかった。

表-付 1.1 引張接着試験結果

試験温度 (°C)	負荷	目地材種類	プライマ 塗布量(l/m^2)	最大荷重 kN	応力 N/mm ²	最大荷重時の 変位量mm	破壊箇所
23	なし	開発品	0.1	0.319	0.53	5.53	目地材凝集破壊
			0.2	0.318	0.53	4.83	
			0.3	0.348	0.58	5.08	
			0.4	0.304	0.51	6.63	
			0.6	0.312	0.52	5.57	

プライマの適正量に関して、ダレの状況および引張試験結果を表-付 1.2 にまとめる。

表-付 1.2 プライマの適正量

塗布量(l/m^2)	塗布状況、ダレ等の状況	引張試験状況	判断
0.1	量が少なすぎてムラがあり、やや均一性がない。	最大荷重、 最大荷重時の変位量 破壊箇所に影響を与えない	×
0.2	均一塗布できているが最小量。 施工現場で予想される汚れ等あった場合、均一塗布は困難。		△
0.3	均一塗布できている。 ややダレがあり、施工現場での汚れ等も概ね対応出来る。		○
0.4	量が多く、ダレも多いが、均一に塗布は出来ている。 施工現場での汚れ等も概ね対応出来る。		○
0.6	量が多すぎて、1度塗りでは施工困難。 2度塗りでは施工性に問題ありと判断する。		×

よって、プライマは 0.3~0.4L/m² が適正塗布量と判断した。

付録 2 目地の評価試験としての加圧透水試験の適用可否

目地材は目地部に注入し封入することで雨水の浸透を防ぎ、目地が損傷しないことを目的とする。しかしながら、実際にこの目地部の透水性能を評価する方法がない。

そこで、舗装調査・試験法便覧 平成 31 年度版 B017T「アスファルト混合物の加圧透水試験方法」が目地材の透水性能の評価に適用出来るか、試験を行った。

供試体は以下の 3 種類とした。

1. コンクリート両面にプライマを施工して目地材と接着させる。(健全な目地の状況を想定)
2. コンクリート片面はプライマを施工して目地材と接着させる。もう片面はプライマを施工せず、目地材と接着させない。(非健全な目地状況を想定)
3. コンクリート両面にプライマを施工せず目地材と接着させない。(非健全な目地状況を想定)

結果、すべての供試体で、加圧しても水が透水しない「不透水」であった。

この原因は、供試体の側圧に掛ける圧力が、透水圧力よりも強いため、側圧によりがっちりと拘束されたため、目地材が接着していない縁切れの状態でも、目地材とコンクリートが密着して「不透水」になったと考えられる。

このため、目地材の透水性能の評価手法として舗装調査・試験法便覧 平成 31 年度版 B017T「アスファルト混合物の加圧透水試験方法」は用いることが出来ないと判断した。

次ページ以降に、供試体の作製、試験状況を写真にて報告する。

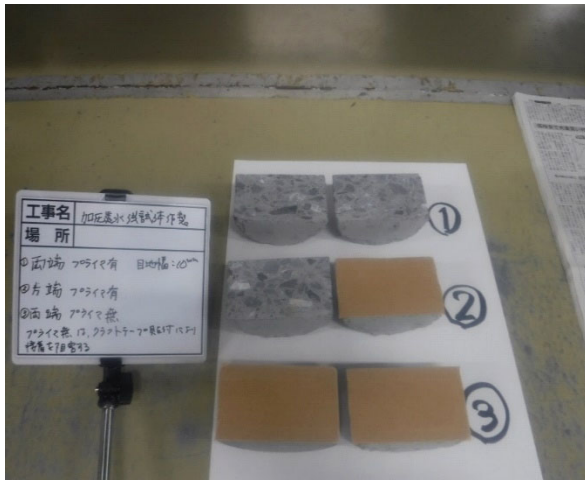


写真-付 2.1 供試体作製状況
 ①両面にプライマーを塗布し、目地材と接着。
 ②片面だけプライマーを塗布。片面のみ目地材と接着。
 ③両面ともプライマーを塗布しない。

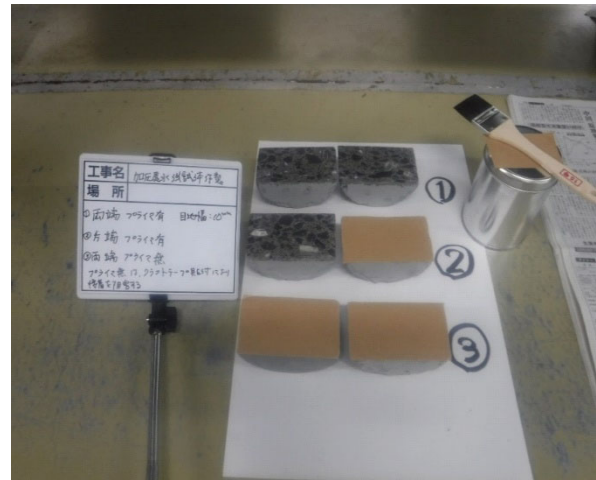


写真-付 2.2 プライマー塗布
 塗布量は $0.3\text{L}/\text{m}^2$ を刷毛で塗布した。
 指触乾燥時間は 20°C 環境下で 10 分程度。

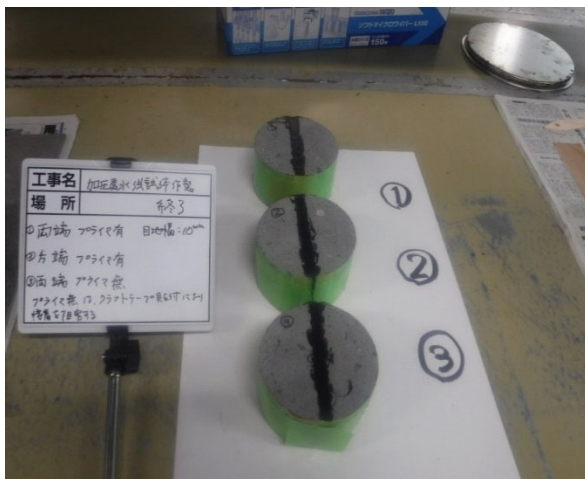


写真-付 2.3 目地材注入終
 目地材と接着させない②③はコンクリート面にクラフトテープを貼り付け目地材と接着しないよう施した。

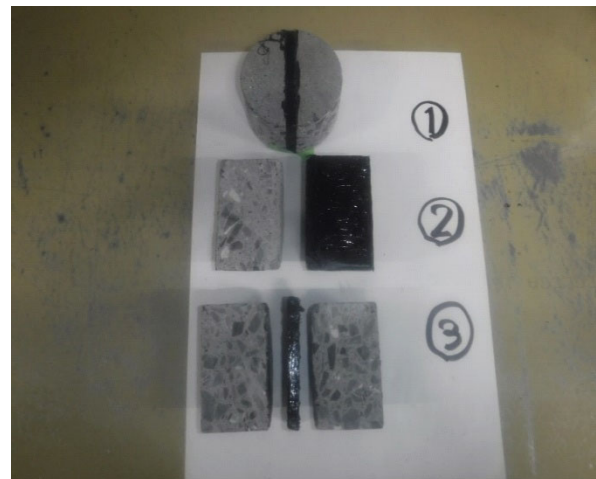


写真-付 2.4 供試体完成
 各状態を撮影



写真-付 2.5 供試体①接写

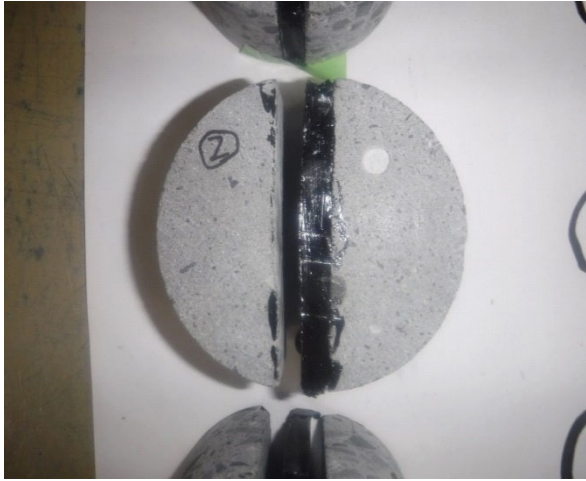


写真-付 2.6 供試体②接写
片側接着，片側非接着

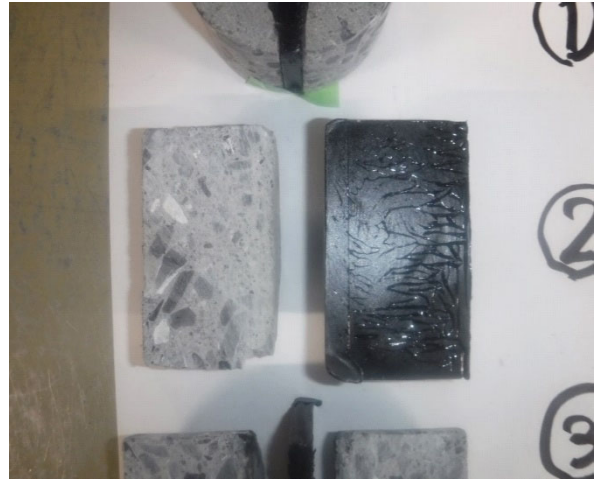


写真-付 2.7 供試体②非接着面の様子



写真-付 2.8 供試体③接写
両側非接着

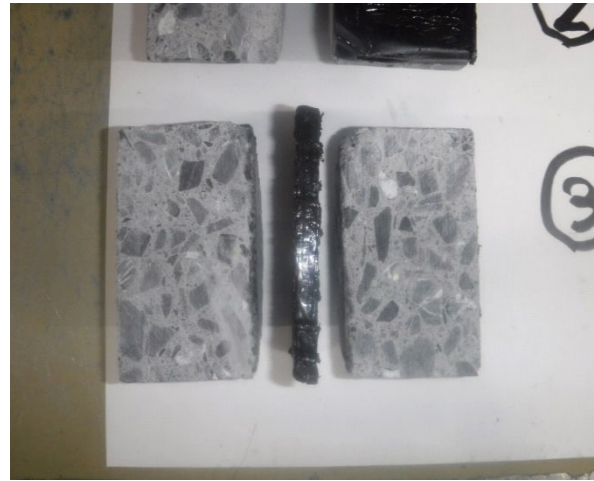


写真-付 2.9 供試体③非接着面の様子

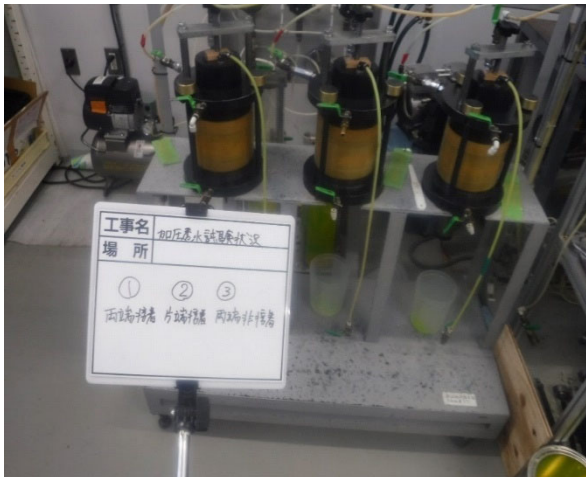


写真-付 2.10 加圧透水性試験状況

- 以上 -

共同研究報告書

Cooperative Research Report of PWRI

No. 568 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