

第69回(2025年度) 北海道開発技術研究発表会論文

「トカプチ400」における 走行環境改善に向けた手法検討 － 自転車走行に不快な横断クラックの補修 －

帯広開発建設部 道路計画課 ○鈴木 芳朗
川村 泰聖
(株) ドーコン 交通部 小林 岳

十勝地域では、ナショナルサイクルルートである「トカプチ400」を中心にサイクルツーリズムによる観光振興を目指している。自転車走行環境の整備を進めているが、通常の路面管理では補修対象とならない積雪寒冷地特有の横断クラックが多数発生しており、自転車利用者から改善が求められている。本論文では、自転車の走行時に不快な横断クラックの補修方法について、調査検討結果および評価と今後の展望について報告する。

キーワード：サイクルツーリズム

1. はじめに

令和3年5月に、ナショナルサイクルルート（NCR）として北海道で初めて認定された「トカプチ400」では、サイクリストを対象とした各種環境整備が進められている。

帯広開発建設部においては国道や河川管理用通路を中心に走行環境整備を行っているが、積雪寒冷地である十勝地域ではアスファルト舗装における道路横断方向の横断クラックが多数発生しており、自転車走行時における走行環境上の課題となっている。

今回、国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所（以下、寒地土木研究所）ならびに北海道TOKACHIサイクルツーリズムルート協議会の協力により「トカプチ400」のルート内における横断クラック箇所の抽出、および実走調査による走行性の評価を行った。その概要を報告する。



図-1 調査箇所（地図出典：国土地理院）

2. 調査箇所と横断クラック箇所の抽出

(1) 調査箇所

調査箇所は、「トカプチ400」の中でも最も冬期の気温が低く、横断クラックが多数発生している大雪山国立公園内の国道273号を選定した（図-1）。

当該箇所は、長い下り勾配が連続し自転車のスピードが上がるため、走行時の振動による不快感の解消という観点からも横断クラック対策が重要となる。

調査区間の延長は、道路縦断の計測や加速度計測の作業性を考慮し、延長1km区間で設定した。

(2) 横断クラック箇所の抽出と計測

横断クラックの抽出と計測にあたっては、令和6年度より寒地土木研究所の協力を得て、道路縦断の詳細なデータ取得が可能なMRP（マルチロードプロファイラ）測定（図-2）と、実際の自転車による動画撮影および振動（加速度計）測定を実施し（図-3,4）、区間の中で垂直方向の大きな加速度が観測された横断クラックが連続する箇所を抽出した。

これらの箇所では、横断クラックの補修前、補修の直後、および融雪後にMRP計測と自転車による振動測定を実施し、縦断の形状や実際の自転車が受ける加速度の違いを比較した。



図-2 MRPによる路面の縦断測定の様子



図-3 自転車の実走による加速度の測定の様子



図-4 自転車に取りつけた各種の測定機器

3. 横断クラックの補修工法

横断クラック箇所の補修工法の選定については、工法の違いによる耐久性を経年で観測するため、複数の工法を複数年で調査することとした。初年度の令和6年度は一般的なクラック補修に用いられる加熱注入式目地材や路面補修シート張り、アスファルト合材によるパッチ処

理を組み合わせた5種類を選定し施工した。

加熱注入式目地材や路面補修シート張りは、補修1年後のMRP値に縦断形状の改善が見られなかった。また、シート張りは除雪車による破損も確認された。アスファルト合材によるパッチ処理を行った箇所はクラックに沿ったAs合材のひび割れ跡が確認された。

このため、令和7年度は加熱注入式目地材として高弾性充填タイプの舗装用補修材を採用した。また、As合材のひび割れ抑制とシートの保護を目的として安価なクラック抑制シートとアスファルト合材によるパッチ処理を組み合わせた2種類を追加し、計7種類の工法で比較を行った。

全7種類の補修工法のタイプ別比較表を表-1に示す。

表-1 補修工法のタイプ別比較表

	工法	日当り施工量 (箇所)	イメージ図	経済性
令和6年 施工	①注入材のみ	12箇所/日		1位
	②シート張りのみ	10箇所/日		6位
	③シート張り + 注入材	8箇所/日		7位
	④パッチ (As合材)	10箇所/日		2位
	⑤パッチ (As合材) + 注入材	8箇所/日		3位
令和7年 施工	⑥舗装材(高弾 性・充填タイ プ)	5箇所/日		5位
	⑦注入材+ク ラック抑制シ ート+パッチ(As 合材)	5箇所/日		4位

4. 補修工法別の評価結果

補修工法の評価は、現地による外観の変化、MRP測定値(道路縦断)、自転車による振動(加速度計)の評価、サイクリストによる評価によって行った。

(1) 外観の変化

①注入材のみは、施工1年後も注入材自体の目立った損傷は見られなかった。



図-5 ①注入材のみ(左: R6.10、右: R7.9撮影)

②シート張りのみは、施工1年後に除雪によるものとみられるシートの損傷が確認された。また、クラックに沿ってシートの凹みが確認された。（※シート張り箇所以外の道路側に施工後注入材を注入している。）



図-6 ②シート張りのみ（左：R6.10施工、右：R7.9撮影）

③シート張り+注入材は、②と同様に施工1年後に除雪によるものとみられるシートの損傷が確認された。注入材を併用しているため、②シート張りのみのようなクラックに沿ったシートの凹みは確認されなかった。

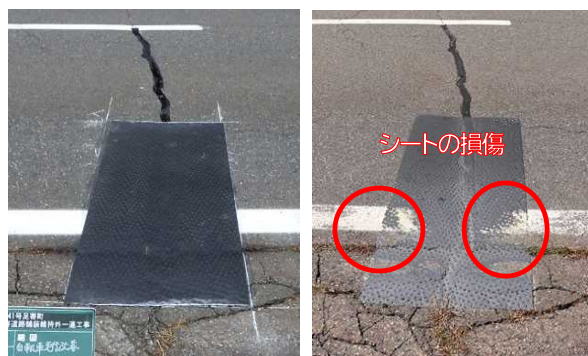


図-7 ③シート張り+注入材（左：R6.10施工、右：R7.9撮影）

④パッチ（As合材）は、施工1年後にクラックに沿ったAs合材のひび割れ跡が確認された。



図-8 ④パッチ（As合材）（左：R6.10施工、右：R7.9撮影）

⑤パッチ（As合材）+注入材は、④と同様に施工1年後にクラックに沿ったAs合材のひび割れ跡が確認された。



図-9 ⑤パッチ（As合材）+注入材（左：R6.10施工、右：R7.9撮影）

⑥舗装材（高弾性・充填タイプ）は、令和7年度に施工した。クラック幅10cm、擦り付け幅を前後10cmずつ確保した合計30cm幅で施工した。



図-10 ⑥舗装材（高弾性・充填タイプ）
（左：R7.9（施工前）、右：R7.10施工）

⑦注入材+クラック抑制シート+パッチ（As合材）は、令和7年度に施工した。この工法は断面がやや盛り上がるため施工されているため、施工直後、除雪車によりAs合材面が一部削られた箇所が見られた。



図-11 ⑦注入材+クラック抑制シート+パッチ（As合材）
（左：R7.9（施工前）、右：R7.10施工）

(2) MRP測定値と振動（加速度計）の評価

a) MRP測定値の評価

MRP測定値の計測結果¹⁾を次ページに示す。図の左側は補修前の、図の右側は補修後の計測結果を示している。各図の横軸は道路進行方向の距離を、縦軸は路面の高さを表している。

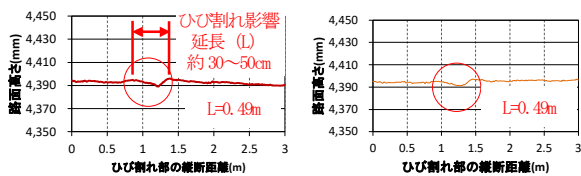


図-12 ①注入材のみ
(左：補修前(R6.10)、右：補修後(R7.9))

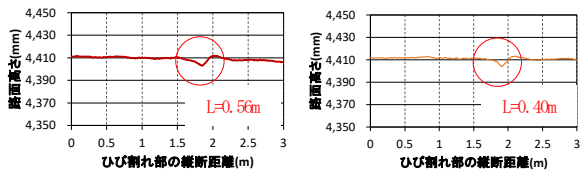


図-13 ②シート張りのみ
(左：補修前(R6.10)、右：補修後(R7.9))

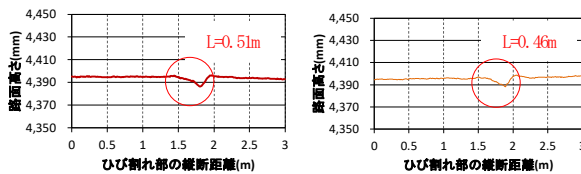


図-14 ③シート張り+注入材
(左：補修前(R6.10)、右：補修後(R7.9))

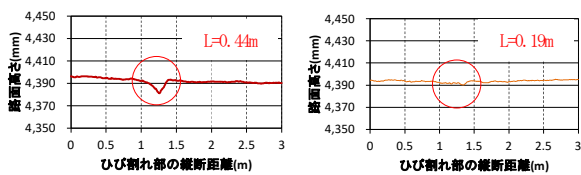


図-15 ④パッチ (As合材)
(左：補修前(R6.10)、右：補修後(R7.9))

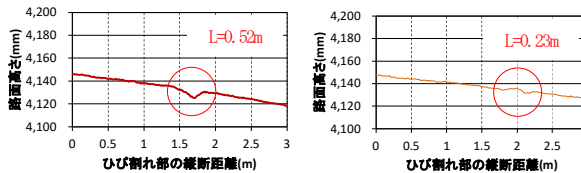


図-16 ⑤パッチ (As合材) + 注入材
(左：補修前(R6.10)、右：補修後(R7.9))

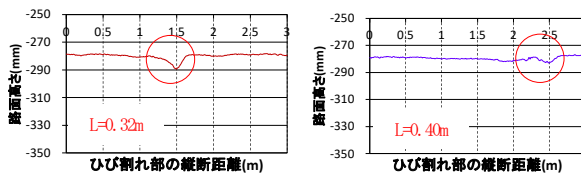


図-17 ⑥舗装材(高弾性・充填タイプ)
(左：補修前(R7.9)、右：補修後(R7.10))

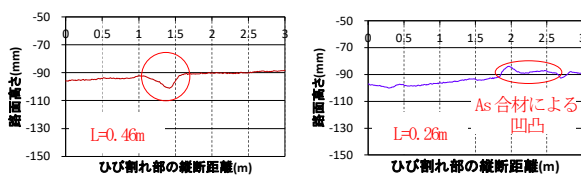


図-18 ⑦注入材+クラック抑制シート+転圧(As合材)
(左：補修前(R7.9)、右：補修後(R7.10))

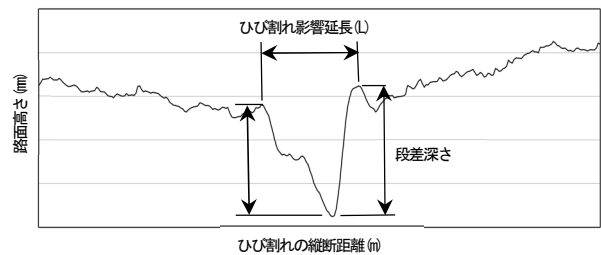


図-19 ひびわれ影響延長 (L) の計測位置¹⁾

補修前のひび割れ影響延長は32～56cmであった。補修工法①～③については、施工1年後において道路縦断の改善効果があり見られないが、④～⑤については19cm～23cmとなり改善がみられた。⑥～⑦は施工直後であるため単純に比較はできないが、⑦はAs合材の施工時のすり付けによる凹凸が確認された(図-12～18)。

b) 振動(加速度計)の評価

自転車による振動を評価するため、自転車の走行速度を15km/h、20km/h、25km/hの3段階で計測を行った。自転車の走行速度は一般的には初級者～上級者で異なるが、試験区間は下り勾配となっており、試験車両であるクロスバイクで無理なく走行できる最高速度が25km/hであったことから25km/hを計測の最大値とした。以下に、25km/hについて上下方向の加速度の測定結果¹⁾を示す(図-20、21)。

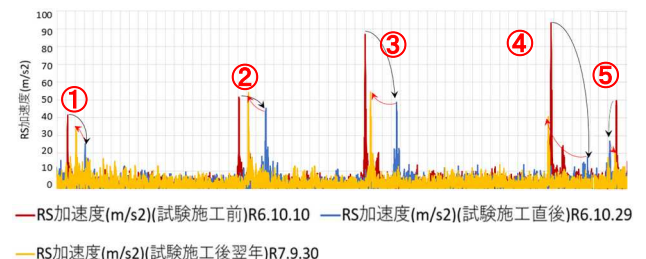


図-20 ①～⑤補修工法の上下方向の加速度(ハンドル部)の変化

各図の横軸は道路進行方向の距離を、縦軸は垂直方向の加速度を表している。令和6年度に行われた①～④補修工法では、加速度が施工前(赤線)から施工直後(青線)を経て、施工翌年の9月(黄線)では上昇し、改善の度合いが小さくなっていることがわかる(図-20)。

MRP測定値の計測結果からも、①～③は施工から時間が経過し、横断クラックの段差がもとの形状に戻ったためと考えられる。④と⑤は車などの圧力により逆戻りの傾向が小さかった。

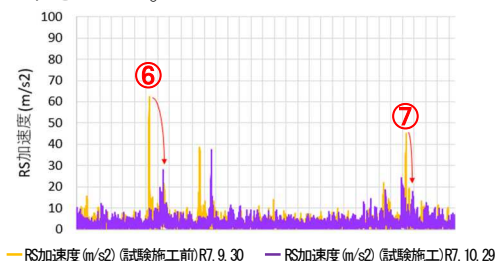


図-21 ⑥～⑦補修工法の上下方向の加速度の変化

令和7年度に施工が行われた⑥と⑦の補修工法では、それぞれの加速度が施工前（黄線）から施工直後（紫線）に改善されていることがわかる（図-21）。

今後、経年変化は継続して観測する予定である。

(3) サイクリストによる評価

令和7年度の北海道TOKACHIサイクルツーリズムルート協議会走行環境部会において、横断クラックを複数の工法で試験的に補修した箇所について、実際に協議会のメンバー14人が走行し（図-22）、走行直後の聞き取り調査と走行会後の全体ミーティングにより走行性を評価した（図-23）。参加者14人による、全7種の補修工法の実走による評価結果を図-24に示す。評価方法は、補修区間を走行してもらい、走行中の段差として「許容できる」、「許容出来ない」の2者択一で回答。結果を走行した人数で割り戻した許容レートで算出した。この結果、④⑥は14人すべての参加者が「許容できる」と回答。⑤も高い評価であった。



図-22 協議会メンバーによる横断クラック補修箇所の走行状況



図-23 走行後の聞き取り調査、全体ミーティングの状況

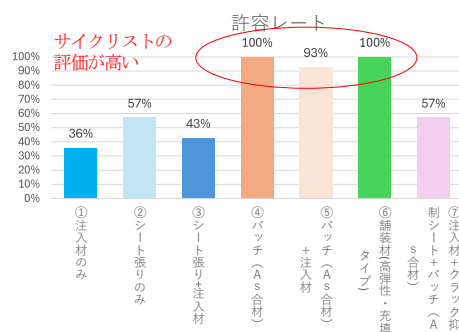


図-24 協議会メンバーによる補修箇所の走行評価

5. 考察

外観については、注入材は耐久性があること、シート張りやAs合材を盛り上げた施工は除雪車のブレードによる損傷が懸念されること、As合材の施工はAs表面が2次的にひび割れることが確認された。このため、表面が盛り上がる施工方法では耐久性に課題があることが分かった。

MRP測定値による評価結果では、横断クラックにより平坦性が変化している幅は概ね30～50cmとなることから、線的な注入材や縦断に追従するシート張りでは抜本的には改善されず、As合材や高弾性の舗装材により幅広でくぼんだ部分を整える施工が平坦性確保に有効であることが分かった。また、ひび割れ影響延長(L)が大きく改善した箇所はサイクリストからも「許容できる」と評価される傾向が確認された。

加速度調査やサイクリストの評価からは、時間の経過とともに元の形状に戻るシート張り工法は評価が低い傾向であった。一方、As合材によるパッチ処理や舗装材（高弾性・充填タイプ）では、部分的にひび割れによる線的な2次クラックが発生していても、くぼんだ部分を整える施工方法の改善効果が大きく、高評価となることが分かった。

6. 今後に向けて

このような局所的な補修工法は、性能を保持するための最低限の補修とすることが重要であり、経年劣化を確認したうえでライフサイクルコストのバランスの良い補修工法を確立したいと考える。

また、今回は国道の一部区間で試験施工を行ったものであるが、今後は「トカプチ400」の国道のみならず、ルート内の市町村等、他の道路管理者の皆様へも北海道TOKACHIサイクルツーリズムルート協議会を通じて本研究の知見の共有を行っていくことが重要であると考えている。今後も調査を重ねることで、本取り組みが「トカプチ400」や道内の他のサイクルルートの走行環境の改善の参考になれば幸いである。

謝辞：本論文の作成に当たり、寒地土木研究所の関係者の皆様には、現地での計測調査や本研究の指導を賜りました。深く感謝いたします。また、クラック補修に協力いただいた足寄道路事務所及び(株)川村組、クラック補修箇所の試験走行ならびにヒアリング調査に快くご協力いただいた北海道TOKACHIサイクルツーリズムルート協議会の皆様にも心より感謝申し上げます。

参考文献等

- 1) 寒地土木研究所提供資料より作成