

釧路阿寒自転車道の凍上損傷区間における 補修対策の効果に関する一検討

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒地道路保全チーム

○遠藤 康男

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒地道路保全チーム

丸山 記美雄

釧路阿寒自転車道の凍上による路面損傷が発生している区間において、凍上抑制層を増厚し計画的に補修対策を行っている。当該区間において、凍上抑制層の施工前と施工後数年が経過した路面性状について調査し、厳冬期でも小雪で路面が露出し気温が北海道内でも厳しい釧路における凍上対策として一定の効果が出ている調査結果を報告する。

キーワード：凍上対策、自転車道、凍上ひび割れ

1. はじめに

釧路阿寒自転車道（以下、自転車道）は図-1に示す箇所の自転車専用道として釧路建設管理部（北海道）で旧鉄道敷地を利用して昭和49年から工事が着手され、昭和53年に竣工をしている¹⁾。完成から現在に至るまで既に47年の年月が経過し、自転車道路面は長年の凍上や、低温に起因するひび割れが多数発生している状況にある。

そのような状況の中で自転車道の管理者である釧路建設管理部（北海道）では計画的に修繕を行っており、凍上対策工法として下層路盤工直下に凍上抑制層の増厚を施工している。本報告では凍上対策修繕前区間の路面性状（令和6年調査）と凍上対策修繕後6年経過区間の路面性状（令和7年調査）を調査し、自転車道における凍上抑制層増厚工法の対策効果について調査を行った結果を報告するものである。



図-1 釧路阿寒自転車道箇所図

2. 釧路阿寒自転車道の概要

表-1に釧路阿寒自転車道の概要¹⁾を示す。また、凍上対策修繕前区間の既設路面状況を写真-1に、凍上対策修繕後6年経過区間の路面状況を写真-2に示す。

表-1 釧路阿寒自転車道概要

供用延長	着工年度	完成年度	幅員構成
25.5km	昭和49年	昭和53年	0.5~2.0~0.5



写真-1 路面状況(凍上対策修繕前区間)



写真-2 路面状況(凍上対策修繕後6年経過区間)

3. 釧路阿寒自転車道の凍上対策(増厚工法)

釧路阿寒自転車道の昭和53年の完成時点の舗装断面(凍上対策修繕前)と近年の凍上対策修繕後の舗装断面を図-2に示す。昭和53年の完成時点から凍上対策修繕前の間は表層3cm、路盤工10cm程度の舗装構成であり、後述するように凍上や低温ひび割れが発生していた。釧路建設管理部(北海道)で計画的に凍上対策の修繕を行っている。凍上対策は自転車道の表層(細粒度アスコンT=3cm)と路盤工(RC-40mm級T=17cm)直下に凍上抑制層(RC-80mm級)を厚さ40cmで増厚している。なお、当該自転車道近傍の国道の20年確率凍結深さに対する置換厚は100cmであり、寒さの厳しい地域と言える。

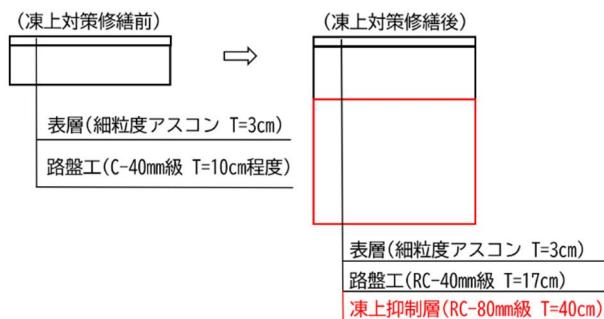


図-2 釧路阿寒自転車道の凍上対策修繕前
と凍上対策修繕後断面図

4. 現地調査方法

釧路阿寒自転車道の図-3に示す区間において、凍上対策修繕前区間と凍上対策修繕後6年経過区間の調査を実施した。本調査報告では、自動車の乗り心地を評価するための基礎データとして用いられる、レーザー式の路面プロファイラである Multi Road Profiler(以下、MRP)による路面高さ測定、測線上を走行する自転車の振動応答を、既往の文献²⁾を参考にして自転車に加速度計(株式会社リオン社製:DA-21)²⁾を写真-3のように設置して加速度応答測定を行った。測定データは、写真-3に示すデータロガー(株式会社リオン社製:DA-21)²⁾により測定区間毎に随時回収した。自転車が走行する軌跡は道路センターから0.5m離れた位置で、測定速度は既往の文献²⁾を参考に15km/hで設定した。

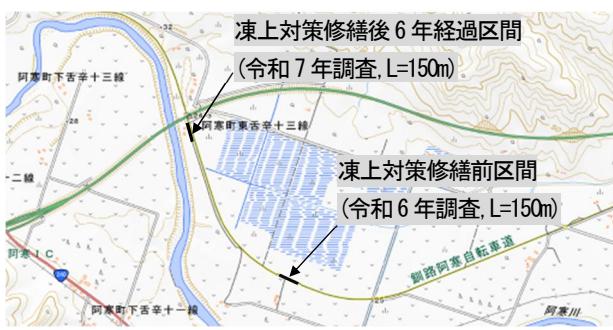


図-3 釧路阿寒自転車道調査位置図

また自転車道の路面状況をGoProにより動画撮影を行い、測定速度を管理するため速度計も写真-3のように自転車に設置して測定を行った。



写真-3 自転車による加速度計測

5. 現地調査結果

現地調査結果については、MRP計測、加速度計測の計測結果を以下に報告する。

5.1 MRP計測結果

MRPによる凍上対策修繕前区間の縦断方向路面高さ計測結果を図-4(a)(上り), (b)(下り)に示す。図中の①～⑯の囲い数字は、区間に発生している横断ひび割れ部の通し番号を表示しており、横断ひび割れは15箇所発生している。その中で横断ひび割れ部の凹みが大きい横断ひび割れ⑯の拡大図を図-5に示す。および、横断方向路面高さ計測結果を図-6に示す。

図-4より凍上対策修繕前区間の縦断方向の路面高さは上下線とも凹凸が多数存在し、縦断勾配も一定勾配ではなく急激に沈み込む箇所が多数見受けられる。横断ひび割れ部では大きく鉛直方向に路面高さが変化しており、図-5に示すように最大で50mm程度の凹みが発生している。図-6より凍上対策修繕前区間の横断方向の路面高さは、凍上の影響を受けての凹凸が大きい状況がみられ、特に自転車道の路側帯の凍上が大きいことが確認できる。

凍上対策修繕後6年経過区間の結果を図-7(a)(上り), (b)(下り)に示す。図中の①～④の囲い数字は、凍上対策修繕前区間の図-4(a)(上り), (b)(下り)と同様に、区間に発生している横断ひび割れ部の通し番号である。横断ひび割れは4箇所発生している。その中で横断ひび割れが大きい横断ひび割れ①の拡大図を図-8に示す。横断方向路面高さ計測結果は図-9に示す。

図-7より凍上対策修繕後6年経過区間の縦断方向路面高さについては、凍上対策修繕前の横断ひび割れ部に見られるような、鉛直方向(ひび割れ深さ方向)の路面の凹凸は発生していない。上下線とも若干の路面凹凸は見受けられるが、ほぼ凹凸のない一定の縦断勾配となっている。凍上対策修繕後6年が経過しているが、写真-2に示

すように凍上や低温に起因するひび割れの大きな損傷は受けていないことが確認できた。図-9より横断方向の路面高さについても、若干の路面凹凸が見受けられるが、ほぼ一定の横断勾配を保っている。こちらについても凍上対策修繕後6年が経過しているが、凍上や低温に起因する路面凹凸は少ない結果となった。

つまり、凍上対策修繕前区間の縦断方向および横断方向の路面は、凍上や低温に起因する路面凹凸が大きいことが確認できるが、凍上対策修繕後6年経過区間では、凍上や低温に起因する路面凹凸はほぼ発生していない。このことから凍上抑制層の増厚は凍上対策として一定の効果が表れていると判断できる。

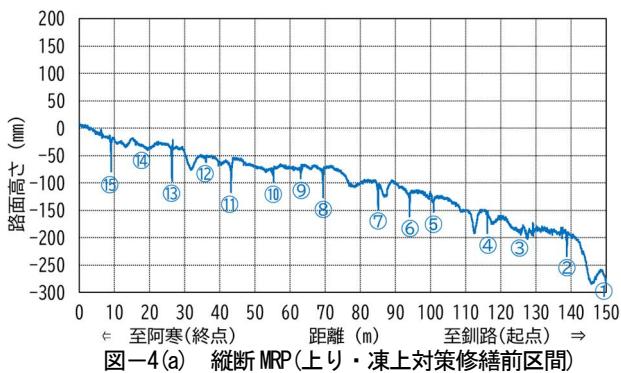


図-4(a) 縦断 MRP(上り・凍上対策修繕前区間)

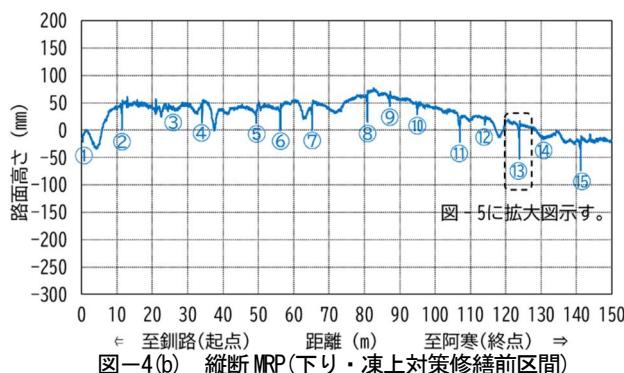


図-4(b) 縦断 MRP(下り・凍上対策修繕前区間)

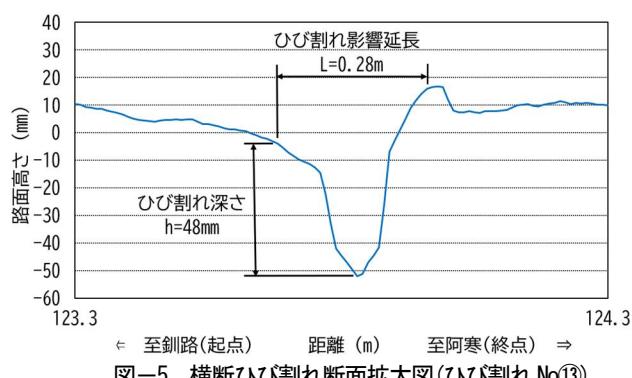


図-5 横断ひび割れ断面拡大図(ひび割れ No.13)

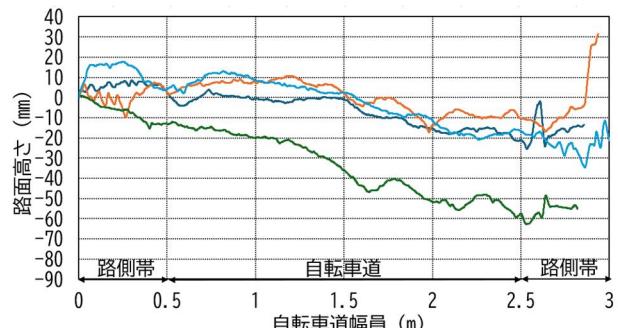


図-6 横断 MRP(凍上対策修繕前区間)

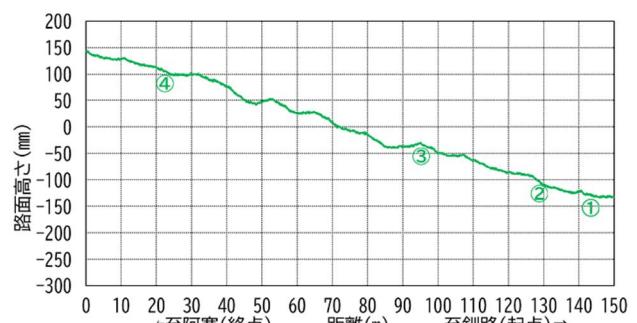


図-7(a) 縦断 MRP(上り・凍上対策修繕後 6 年経過区間)

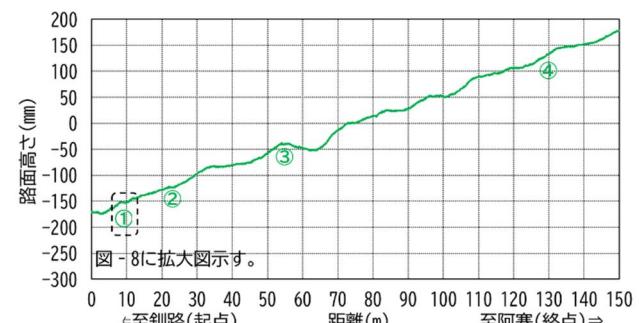


図-7(b) 縦断 MRP(下り・凍上対策修繕後 6 年経過区間)

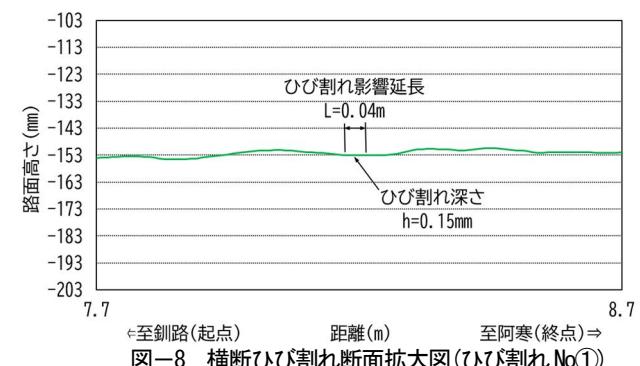


図-8 横断ひび割れ断面拡大図(ひび割れ No.1)

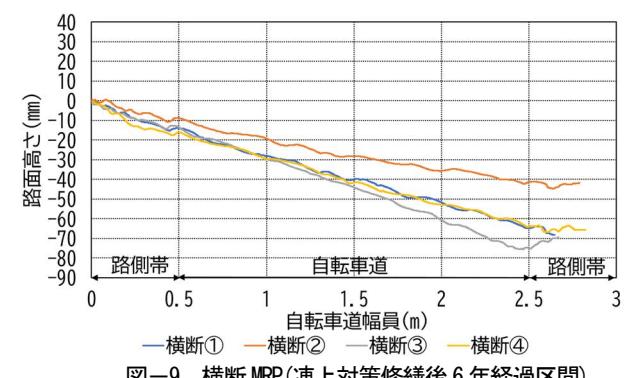


図-9 横断 MRP(凍上対策修繕後 6 年経過区間)

5.2 加速度計測結果

凍上対策修繕前区間の加速度計の計測結果を図-10(a) (上り), (b) (下り)に赤色の線で示し、凍上対策修繕後6年経過区間の結果を図-11(a) (上り), (b) (下り)に橙色の線で示す。また図中には前節で示した縦断MRPによる縦断方向の路面高さの計測結果を凍上対策修繕前区間は青色で示し、凍上対策修繕後6年経過区間は緑色として二軸図で示した。

凍上対策修繕前区間の加速度計測結果である図-10(a) (上り), (b) (下り)に着目すると、横断ひび割れ発生箇所では $40\text{ m/s}^2\sim140\text{ m/s}^2$ 程度(図-10(a) (上り))と大きな加速度が発生している。また横断ひび割れ部以外の路面でも凍上による舗装面の不陸等により $10\text{ m/s}^2\sim30\text{ m/s}^2$ 程度の加速度が計測されていた。

一方、凍上対策修繕後6年経過区間については、横断ひび割れが図-11(a) (上り), (b) (下り)に示す通り4箇所発生しているものの、凍上対策修繕前区間の横断ひび割れ15箇所と比較して約3割程度の発生に留まっている。また、横断ひび割れ箇所での加速度は 10 m/s^2 程度と小さい。また横断ひび割れ部以外の路面の加速度計測も 5 m/s^2 程度であり、凍上対策修繕前区間の図-10(a) (上り), (b) (下り)と比べるとかなり小さい加速度計測結果であった。凍上に起因するひび割れ(縦断方向)の発生状況としては、凍上対策修繕前区間は写真-1に示すような凍上ひび割れが多数発生していたが、凍上対策修繕後6年経過区間については写真-2に示す通り、凍上に起因するひび割れ(縦断方向)が発生していないことを確認した。この結果から、凍上抑制層を増厚した効果が出ていた結果となった。

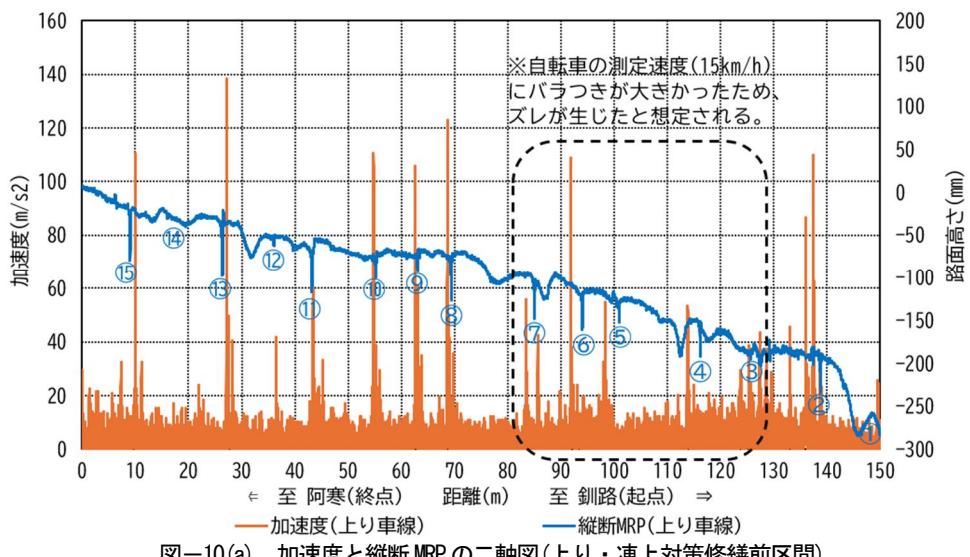


図-10(a) 加速度と縦断MRPの二軸図(上り・凍上対策修繕前区間)

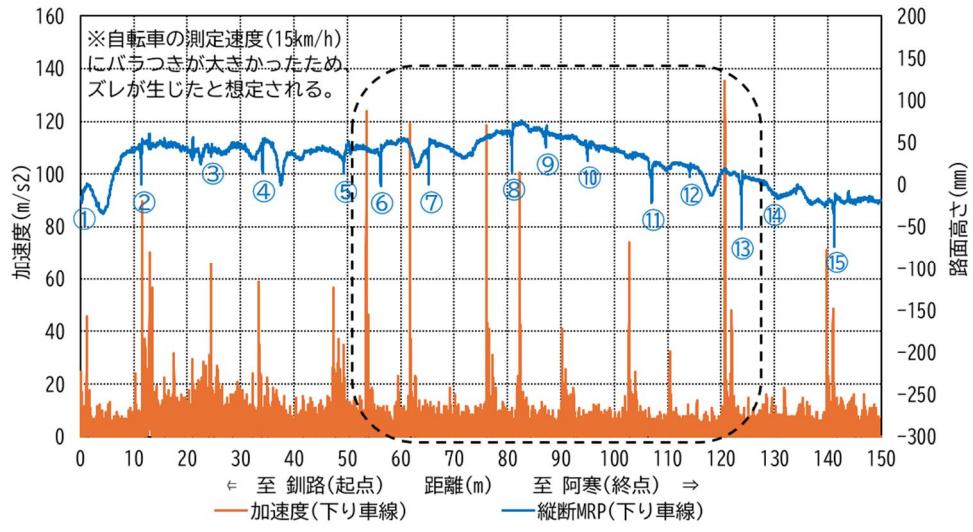


図-10(b) 加速度と縦断MRPの二軸図(下り・凍上対策修繕前区間)

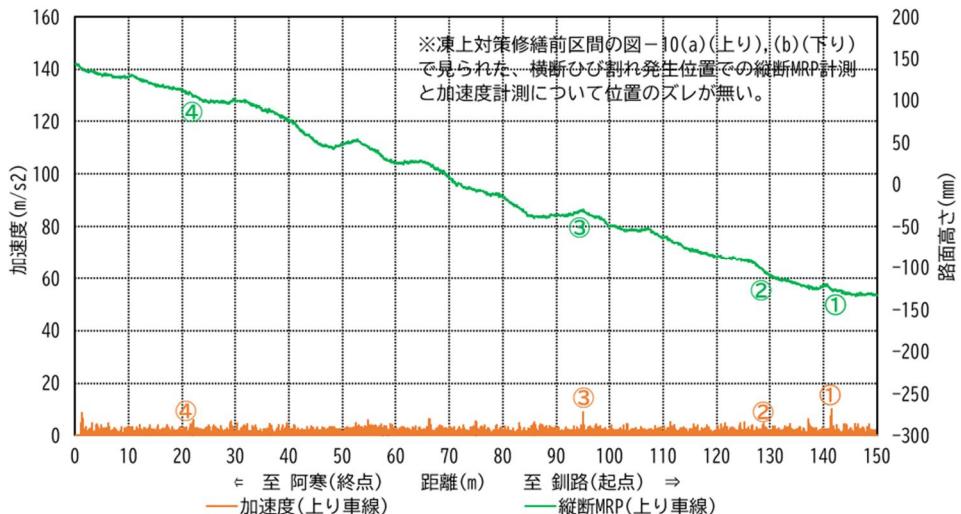


図-11(a) 加速度と縦断MRPの二軸図(上り・凍上対策修繕後6年経過区間)

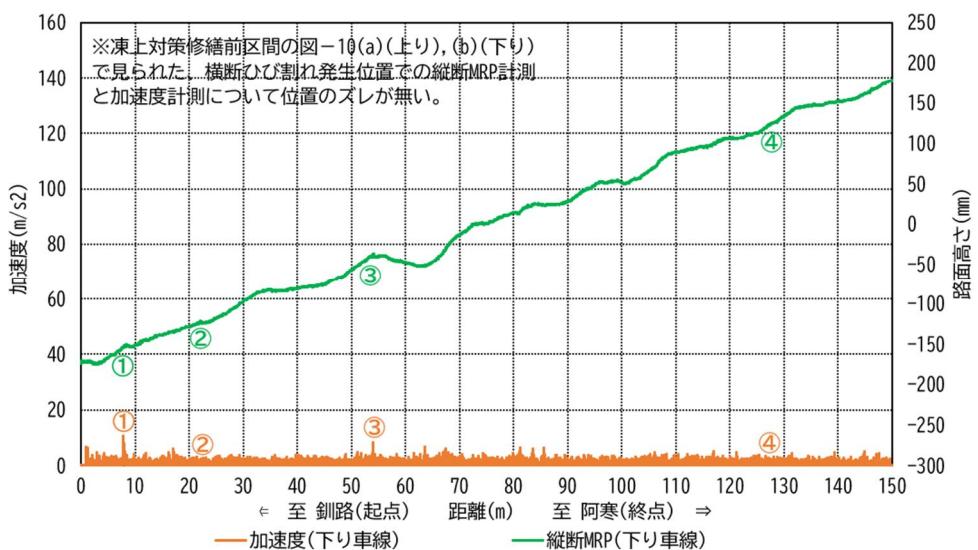


図-11(b) 加速度と縦断MRPの二軸図(下り・凍上対策修繕後6年経過区間)

6. まとめ

釧路阿寒自転車道で凍上対策修繕前の既設の路面状況と凍上対策修繕後6年経過した路面状況を調査した結果、以下のことが分かった。

- 1) 調査地域の釧路市は北海道内でも小雪かつ厳冬期(1月、2月)の冷え込みが厳しく、低温や凍土に起因する路面損傷が激しい地域であり、凍上対策修繕前区間の路面状況は低温や凍土に起因するひび割れ損傷や、路面の凹凸が多数発生している状態であった。
- 2) 低温ひび割れの凹み部では $40\text{m/s}^2 \sim 140\text{m/s}^2$ の大きな加速度が発生していた。また横断ひび割れ部以外の路面でも凍土による不陸により加速度計測値は $10\text{m/s}^2 \sim 30\text{m/s}^2$ 程度計測されていた。
- 3) これに対して凍上対策修繕後6年経過した区間は低温ひび割れ発生位置でも加速度は 10m/s^2 程度と小さく、横断ひび割れ部以外の路面の加速度計測値も 5m/s^2 程度と小さい。

4) 凍上対策修繕後の路面は6年が経過している状況においても縦断および横断方向の凹凸が小さく自転車に生じる加速度も小さく、良好な状態を保っていることが確認できた。

以上のことから、凍上抑制層増厚工法は凍土や低温ひび割れの発生を抑制する一定の効果があり、自転車の走行性改善効果も得られる有効な対策であると判断できる。

参考文献

- 1) 建設部、土木局道路課、02 釧路阿寒自転車道線 HP 引用 <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/kn/ddr/kushiro.html>、2025.12.02 時点
- 2) 岡部光樹・高橋清・富山和也・萩原亨・森石一志：自転車振動モデルを用いた路面平坦性の評価指標構築、土木学会論文集E1（舗装工学）、Vol.75、No.2（舗装工学論文集第24巻）、I_67-I_75、2019.