

AIを活用した床版上面の損傷判定システム 「smart床版キャッチャー」

ニチレキ(株) 中国支店
井 上 智 章

1

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

- 橋梁老朽化の現状
- smart床版キャッチャー

2

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

■ 橋梁の老朽化の現状

■ smart床版キャッチャー

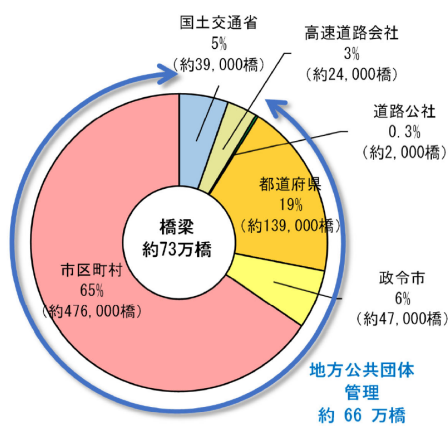
3

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

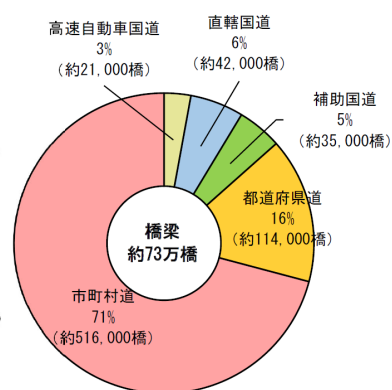
橋梁の老朽化の現状（全国）

○ 我が国には橋梁が約 73 万橋あり、このうち、地方公共団体が管理する橋梁は約 66 万橋と、9 割以上を占めています。

○ 道路管理者別橋梁数



○ 道路種別橋梁数



(出典) 道路局調べ (2021.3 末時点)

道路メンテナンス年報 国土交通省道路局(2021年8月)

4

d.

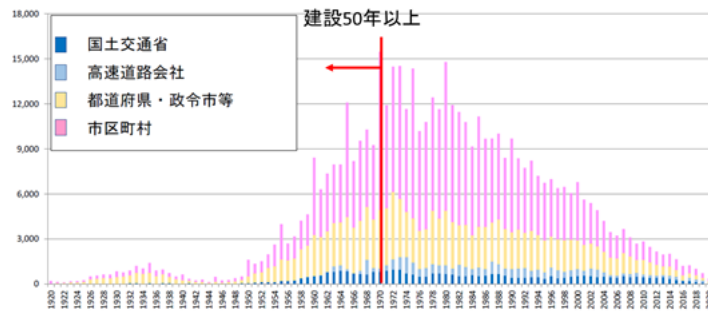
建設年度別橋梁数（全国）



- 建設後 50 年を経過した橋梁の割合は、現在は約 32%であるのに対し、10 年後には約 57%となります。建設後 50 年を経過し橋長 15m 未満の橋梁の割合は、10 年後に約 64%となります。橋長 15m 以上の橋梁の割合は、10 年後に 46%となります。
- この他に建設年度が不明の道路橋が全国で約 23 万橋あり、これらのお大半が市区町村管理の橋長 15m 未満の橋梁です。

※橋梁・トンネルの建設年度別施設数は巻末資料(8)を参照。

○ 建設年度別橋梁数



※この他、古い橋梁など記録が確認できない建設年度不明橋梁が約 23 万橋ある。
※各年度の内訳は、巻末資料(8)を参照。

(出典)道路局調べ(2021.3 末時点)

道路メンテナンス年報 国土交通省道路局(2021年8月)

5

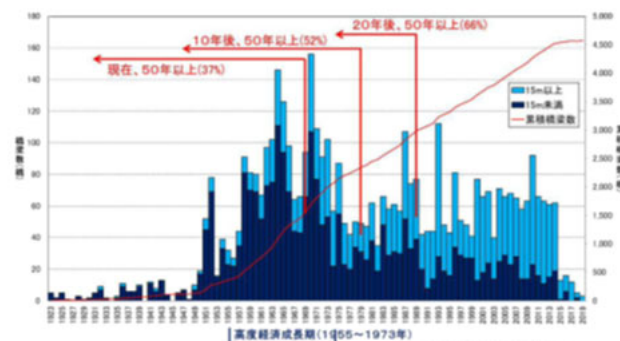
中国地方整備局橋梁の年齢構成



中国地方整備局が管理する橋梁は、高度経済成長期(1955 年～1973 年)に全体の約 4 割にあたる約 1,700 橋梁箇所が建設されています。

中国地方整備局における建設後 50 年以上を経過した橋梁箇所数の占める割合は、現在の 37%から 20 年後には 66%にまで急激に増加します。

架設年次別の橋梁箇所数分布



(注：建設年次不明293箇所)

中国地方整備局橋梁の長寿命化修繕計画2020年度版

6

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

橋梁の破損事例



全景



対策前（建設後 37 年経過）



雨水による
支承の腐食



全景



対策前（建設後 28 年経過）



アルカリ骨材反応
による橋脚のひび
割れ



床版の鉄筋破断

中国地方整備局橋梁の長寿命化修繕計画2020年度版 7

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

床版の抜け落ち



地域ニュース

三次市の国道183号寿橋に穴、全面通行止め 市中心部への幹線道路

2020/11/3 17:59

3日午前8時ごろ、三次市十日市西の国道183号寿橋に穴が開いているのを通行人が見つけ、三次署に通報した。国道54号と市中心部を結ぶ片側1車線の橋で、原因調査や復旧のため午後1時に全面通行止めになった。解除時期は未定。

県道路整備課などによると、穴は中央線寄りにあり長さ約12センチ、幅約30センチ。アスファルトがその下のコンクリートごと抜け落ちた。原因不明で、けが人はいない。通行止めで国道54号から市中心部に向かうには、国道375号などを回る必要がある。

橋は1968年に完成。同課によると2017年1月の点検で、アスファルト下のコンクリートにひび割れや鉄筋の露出を見つけた。「すぐに補修する緊急性はない」と判断していたという。



穴が開いた寿橋（画像の一部を修整しています）

4年前の定期点検では、橋の健全度を最も高いレベルⅠと判定



4年間で急激に劣化進行

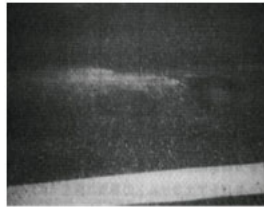


10日間通行止め

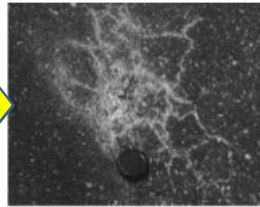
中国新聞デジタルより引用 8

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

橋面舗装の破損形態



ひび割れ発生



細粒分の噴出



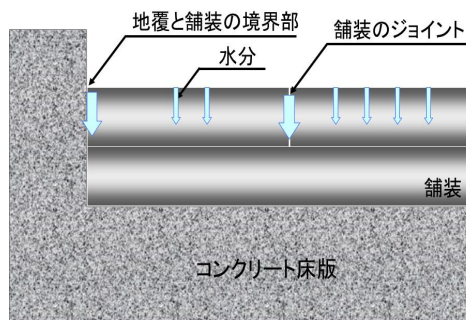
ポットホールの発生

- ・ 水の影響を受けてポットホールが発生しやすい
- ・ 低速走行となるため、わだち掘れが発生しやすい

9

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

床版部への雨水浸透



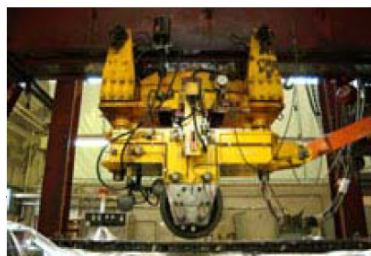
透水係数 (cm/s)	アスファルト混合物	透水性
10^{-1}	ポーラスアスファルト混合物	透水性が高い
10^{-2}		中位の透水性
10^{-3}		
10^{-4}	粗粒度アスファルト混合物	透水性が低い
10^{-5}	密粒度アスファルト混合物	
10^{-6}	SMA混合物	透水性が低い
10^{-7}		不透水性

- ・ 地覆と舗装の境界部、舗装と舗装のジョイント、ひび割れ部から侵入
- ・ 舗装表面からアスファルト混合物内部に侵入

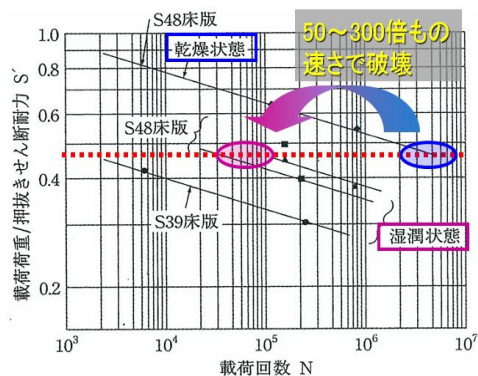
10

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

乾燥および湿潤状態のコンクリート床版の寿命



輪荷重走行試験結果
引用先：道路橋床版防水便覧
輪荷重走行試験機大阪大学 HP



コンクリート床版に水が浸入すると
50~300倍の速さで、コンクリート床版が損傷進行

11

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

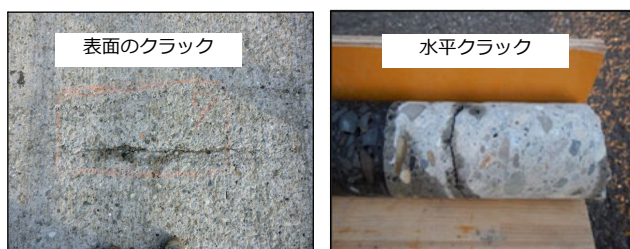
床版の破損事例



◆床版上面からの損傷（面荒れ、土砂化）

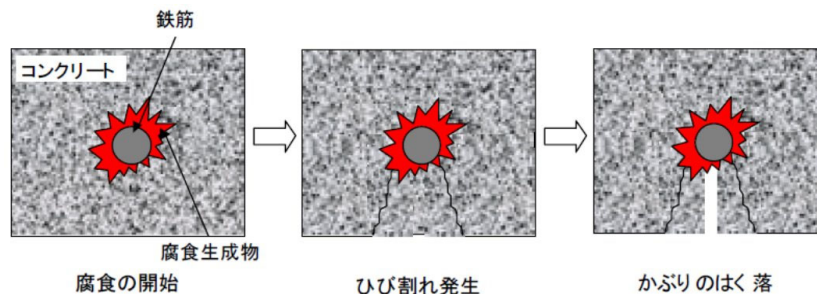


◆床版内部からの損傷



Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

コンクリート床版の剥落



床版に塩化物が侵入

鉄筋が腐食により鉄筋の体積が膨張、コンクリート床版にひび割れを発生することで剥落

13

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

床版の抜け落ち



地域ニュース

三次市の国道183号寿橋に穴、全面通行止め 市中心部への幹線道路

2020/11/3 17:59

3日前8時ごろ、三次市十日市西の国道183号寿橋に穴が開いているのを通行人が発見、三次署に通報した。国道54号と市中心部を結ぶ片側1車線の橋で、原因調査や復旧のため午後1時に全面通行止めになった。解除時期は未定。



穴が開いた寿橋（画像の一部を修整しています）

県道路整備課などによると、穴は中央線寄りにあり長さ約12センチ、幅約30センチ。アスファルトがその下のコンクリートごと抜け落ちた。原因不明で、けが人はいない。通行止めで国道54号から市中心部に向かうには、国道375号などを回る必要がある。

10日間通行止め

橋は1968年に完成。同課によると2017年1月の点検で、アスファルト下のコンクリートにひび割れや鉄筋の露出を見つけた。「すぐに補修する緊急性はない」と判断していたという。

4年前の定期点検では、橋の健全度を最も高いレベルⅠと判定



4年間で急激に劣化進行



床版が部分的に剥落

中国新聞デジタルより引用 14

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

- 橋梁の老朽化の現状
- smart床版キャッチャー

15

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

smart床版キャッチャー

- ・路面に電磁波を照射し、非破壊で交通規制することなく、舗装に覆われた床版上面の土砂化など損傷箇所を推定
- ・国土交通省 性能支援技術性能カタログ掲載 令和2年6月
床版上面の損傷箇所判定システム
技術番号BR020010-V0020
- ・NETIS 床版上面の損傷箇所判定システム
登録番号CB-150004-VE 活用促進技術

16

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

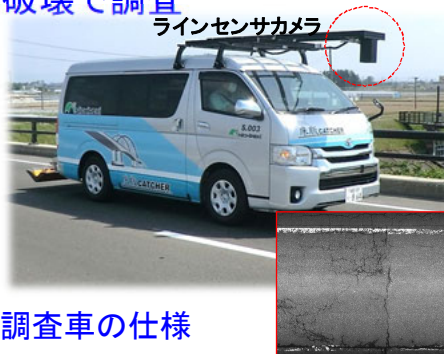
床版非破壊調査車～smart床版キャッチャー～の外観



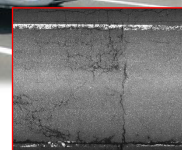
RC床版上面の劣化範囲を非破壊で調査



電磁波レーダ装置



ライセンスカメラ



※路面性状測定車と併用

◇調査車の仕様

- ・測定速度: 80km/h
- ・**交通規制不要**
- ・最大調査深度: 2m程度
- ・ひび割れ: 幅1mm以上検出

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved. 17

smart床版キャッチャーの特徴



- ・AI、スマート化などのデジタル技術を結集したDX対応型の床版調査
- ・ICT施工に使用される **cm級RTK-GNSS** 採用
- ・**AI**による解析時間を短縮
- ・調査後、計測車内でAI解析した速報を
アップロードし、道路管理者へ(当日に解析速報可)

※DX: AIなどのデジタル技術を用いて点検の効率化・自動化を図り、安全・安心のインフラ管理につなげること

※スマート化: 常にインターネットに接続し、データを現場と事務所等、複数の場所とリアルタイムに共有化

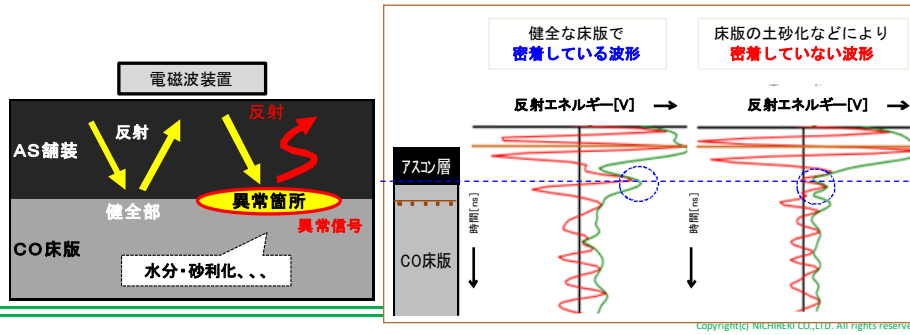
18

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

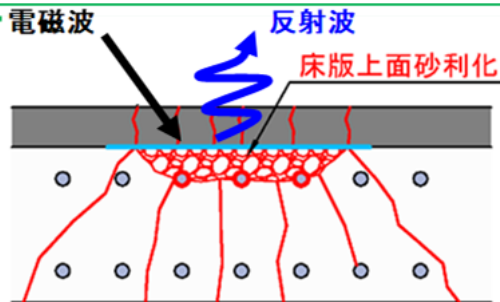
smart床版キャッチャーの測定原理



- ◆電磁波は、アスコン層と床版の境界・床版内部の鉄筋等、電磁氣的性質（材質）の異なる境界面で反射する。
- ◆アスコン層と床版が十分に密着している健全な床版は、強い反射エネルギーを示し、反射波形は大きくなる。
- ◆逆に、土砂化などにより、アスコン層と床版が密着していない床版は、反射エネルギーは健全部と比較して弱くなり、反射波形は小さくなる。



smart床版キャッチャーの解析例

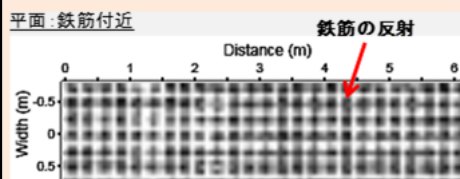


※砂利化層により、鉄筋まで電磁波が透過しない

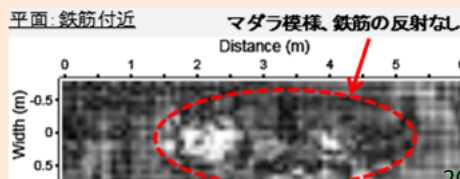


【電磁波レーダ画像例】

健全なRC床版



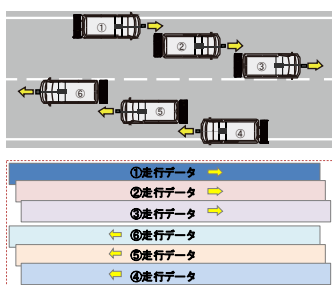
土砂化したRC床版



計測方法（1回の計測能力（幅員））



- ・電磁波の検出幅は1.5m
- ・1回の計測で道路幅員の全てをカバーできないので、1車線あたり3回測定（1橋あたり3往復）



検出幅1.5m
※アンテナ幅1.8m

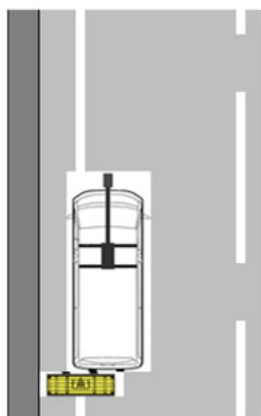
21

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

路肩計測方法（スライド式調査車）



自走で路肩のデータを取得可能
（交通状況に応じて後尾警戒が必要）



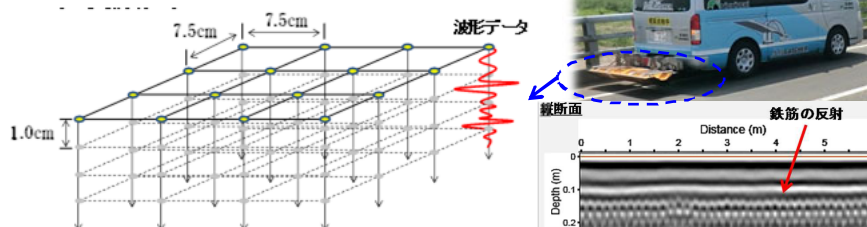
22

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

電磁波の取得データ



- ・電磁波データは、縦・横・深さ、データを取得
- ・ほぼ全面の損傷を把握



- ・電磁波データを 縦7.5cm × 横7.5cm × 深さ1cm 間隔
- ・計測中に車両内部のPCがAI解析
- ・解析結果をクラウドサーバ上にアップロード
- ・道路管理者はクラウドサーバにアクセスして(ID・PW付与)解析速報を確認可能

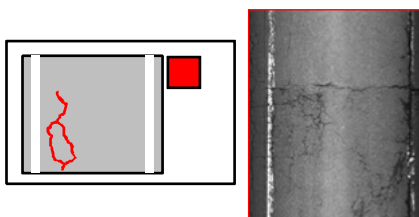
23

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

路面画像処理方法(従来)



①ひび割れ線図作成



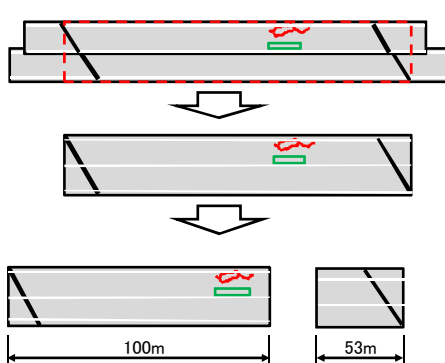
②路面画像出力 (幅4mm、延長100m)



③幅員方向に結合



④路面画像抽出・切り出し



Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved. 24

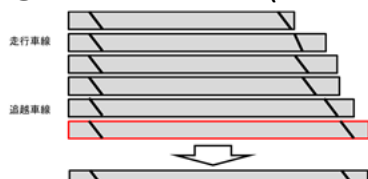
電磁波データ処理(従来)



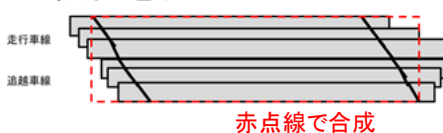
- ①データ変換
(車載PCでは変換不可)



- ②距離誤差修正(カーブ等)



- ③幅方向に電磁波の模様を目安に合成



赤点線で合成

- ④延長100m毎、深度1cm
毎の水平画像を作成



cm級RTK-GNSSにより、
路面画像・電磁波データ処理を自動化

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

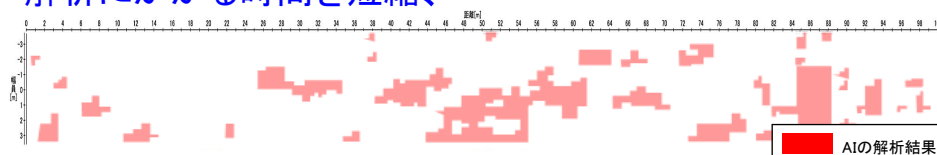
AI解析による時間短縮



熟練技術者による大量の解析データをAIが学習



AI導入により、今まで熟練技術者が全て目視確認していた
解析にかかる時間を短縮、



Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

床版の抜け落ち



地域ニュース

三次市の国道183号寿橋に穴、全面通行止め 市中心部への幹線道路

2020/11/3 17:59

3日前8時ごろ、三次市十日市西の国道183号寿橋に穴が開いているのを通行人が見つけ、三次署に通報した。国道54号と市中心部を結ぶ片側1車線の橋で、午後1時に全面通行止め。除雪作業は未定。

県道路管の中央線寄りに穴が開き、幅約30センチ。コンクリートが剥がれ、下のアスファルトが露出している。橋は1968年に完成。同課によると2017年1月の点検で、アスファルト下のコンクリートにひび割れや鉄筋の露出を見つけた。「すぐに補修する緊急性はない」と判断していたという。

凡例	グループ	推定される損傷
	1	健全
	2	舗装剥離、浅い砂利化、水平クラック等の疑いあり
	3	深い砂利化、床版上面の滞水等の疑いあり



4年前の定期点検では、橋の健全度を最も高いレベル I と判定

に劣化進行



抜け落ち箇所とAI評価は一致(上図はイメージ図です)

⇒数メートル範囲の「深い砂利化、床版上面の滞水等の疑いあり」が検出

10日間通行止め

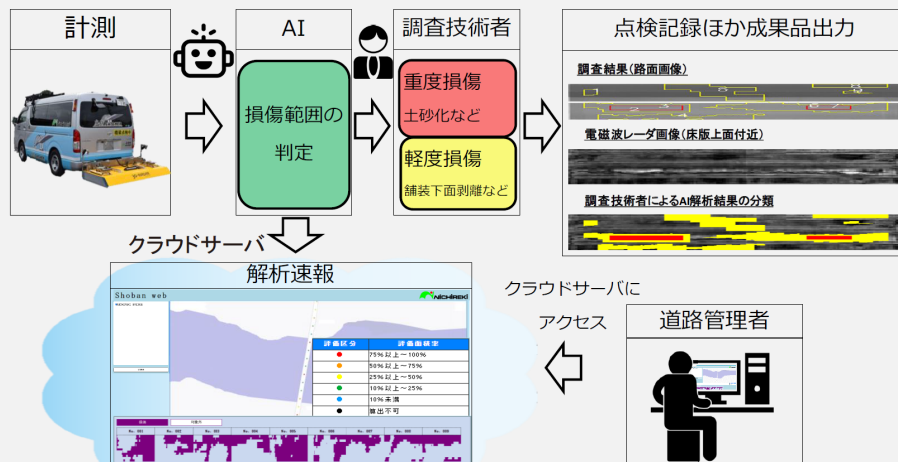
中国新聞デジタルより引用 27

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

点検～解析イメージ



- ・cm級RTK-GNSSを活用した計測を実施
- ・車内PCでAIが損傷を検出し、平面図に出力・クラウドサーバへアップロード(解析速報)
- ・調査技術者が報告書や点検記録等の成果品を作成・出力



Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

損傷レベルと修繕費用イメージ



		フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4	フェーズ5
劣化現象	劣化因子の供給	滞水 (水分・塩分の供給)	滞水 (水分・塩分の供給)	水分・塩分の内部 直接供給	水分・塩分の内部 直接供給	
	材料の劣化	-----	塩害・ASRの開始	塩害・ASRの進行	塩害・ASRの拡大	床版抜け落ち
	疲労による劣化	-----	-----	-----	疲労の開始・進行	
劣化イメージ (塩害・ASR)						
対応する 補修工法	①舗装修繕	○	○	○	○	○
	②床版防水	①+②	①+②	①+②+③	①+②+③	フェーズ1の 約10倍
	③床版上面の断面修復					○
	④床版部分打ち替え					④
概算修繕費用		2万/㎡	3万/㎡	7万/㎡	25万/㎡	

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved. 29

床版キャッチャーの活用例



①道路橋定期点検

近接目視（路面、床版下面）では発見が難しい床版上面の損傷を非破壊で調査

②橋梁補修工事の詳細設計

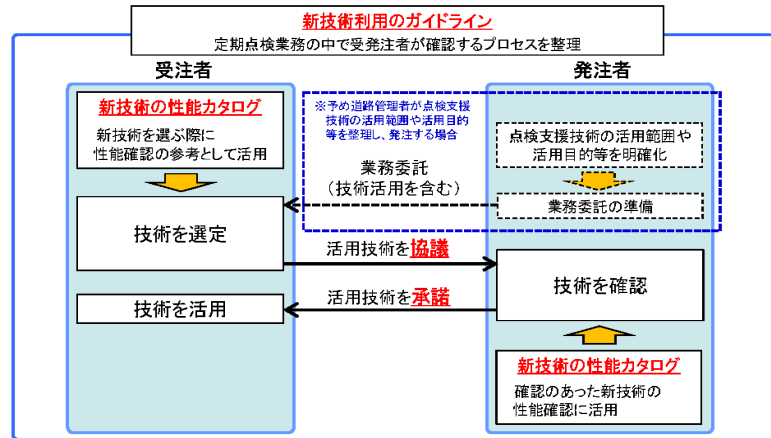
床版の損傷範囲と深さから概算ボリュームを算出し、必要な断面修復材を設計に計上

③舗装修繕工事の施工前調査

損傷の位置や範囲、必要な断面修復材の量を踏まえた材料の手配、現場状況に応じた工事日程やタイムスケジュールを計画

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved.

点検支援技術活用業務



発注者は、新技術(点検支援技術)の活用範囲や目的を入札説明書で明確とする
 受注者は、性能カタログより新技術を選定
 発注者は、性能カタログにより、その技術の性能を確認

国土交通省 平成31年2月 新技術利用のガイドライン(案)

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved. 31

ご清聴ありがとうございました。

Copyright(c) NICHIREKI CO.,LTD. All rights reserved. 32