

※記事・写真等は、（一社）全日本建設技術協会の許諾を得て転載しています。
記事・画像等の無断転載は一切お断りします。

国土交通省技術センターの紹介②

国土交通省関東維持管理技術センターについて（1）

～急速に進む構造物の老朽化に対応するための技術開発を効率的に推進します～

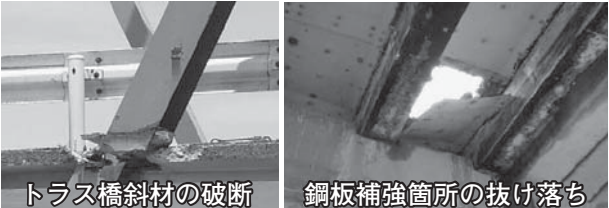
みや たけ いち ろう
宮 武 一 郎*

1. はじめに

インフラの戦略的な維持管理・更新を実現するため、平成25年7月1日付けで、国土交通省関東地方整備局に「関東維持管理技術センター」が設置され、現場で必要とされる技術開発等を鋭意推進している。そこで、本号から計2回にわたり、関東維持管理技術センターの主な取組みについて紹介する。

1) 背景

大規模な災害の頻発、社会資本の老朽化の進行(写真-1、表-1)に対する懸念が増大する中、国土交通省として、これらの事態に対応するための現場力の強化が求められており、そのための技術開発が喫緊の課題となっている。



(出典)「道路メンテナンスの大切さを考える講習会平成29年2月」(関東地方整備局)より

写真-1 重大な損傷の事例（橋梁）

表-1 建設後50年以上経過する社会資本の割合（抜粋）

	2018年3月	2023年3月	2033年3月
道路橋（橋長2m以上）	約25%	約39%	約63%
トンネル	約20%	約27%	約42%
河川管理施設（水門等）	約32%	約42%	約62%

(出典)平成29年度国土交通白書(国土交通省)より

このため、国の直轄事業に係わる構造物の維持管理に関する建設技術の研究開発を担当する関東維持管理技術センターでは、国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という）、国立研究開発法人土木研究所（以下、「土研」という）、他の地方整備局等と連携を図り、構造物の戦略的な維持管理・更新を実現するために現場で必要とされる技術開発等を推進している。

2) 組織構成

関東維持管理技術センターの組織(図-1)は、関東地方整備局企画部長をセンター長、関東技術事務所長を副センター長とし、本局(河川部・道路部・企画部)及び関東技術事務所の関係部署担当職員から構成されている。

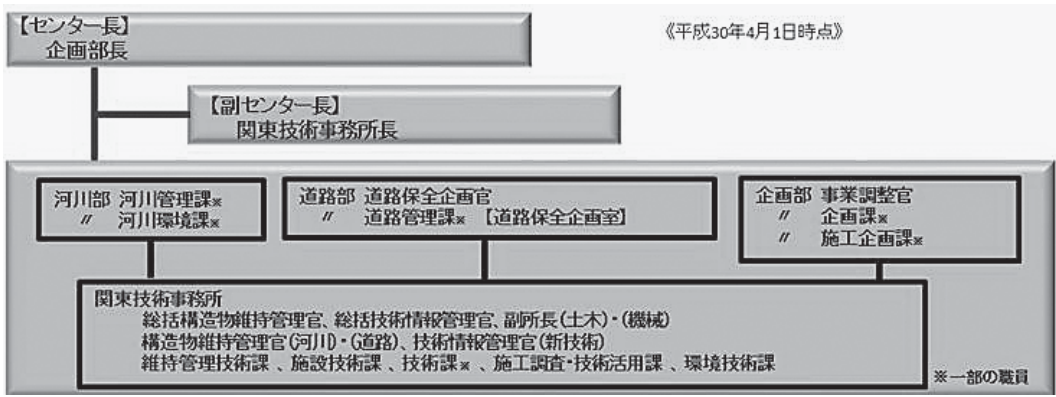


図-1 関東維持管理技術センターの組織構成

※国土交通省 関東維持管理技術センター 副センター長(国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所長)

3) 主な業務内容

関東維持管理技術センターの主な業務内容は、以下のとおりとなっている。

- (1) 構造物の点検・診断、補修・補強等の維持管理技術の検討・開発
- (2) 構造物の合理的な維持管理手法の検討
- (3) 点検結果や施設データ等維持管理に関するデータの一元的な管理、システム化
- (4) 維持管理に係わる地方公共団体への支援

2. 分野別、技術開発の主な取組み

以下に、関東維持管理技術センターが所掌する河川・道路・機械設備の維持管理に関する技術開発の主な取組みについて述べる。

1) 河川の取組み

(1) MMSを用いた堤防点検等河川管理実務の効率化・高度化

MMS (Mobile Mapping Systemの略称) を用いた堤防点検等への活用等、河川管理の効率化・高度化に向けた検討を、平成28年度まで進めてきた (図-2)。

まず初めに、近畿地方整備局管内のモデル河川をフィールドとして、堤防点検への適用可能性の検証が行われた。その成果を受け、全国の地方整備局等の代表河川において、河川特性に応じた堤防等の変状等の検出の実用性について試行検証を実施した (図-3)。試行検証結果等をもとに、河川管理においてMMSの適用性が高い項目・内容を取りまとめ、具体的な点検方法、計測仕様、計測頻度の検討、新たな分野での利活用検討、及び検出が難しい変状に対する補完技術の適用検討等とともに、「河川管理におけるMMS利活用事例集 (平成29年2月)」を作成した。作成した事例集については、国土交通省ホームページ (水管理・国土保全/指針・ガイドライン等) 及び関東維持管理技術センターホームページ (お役立ち情報・河川) へ掲載されている。また、平成30年度は、研究成果を土木学会水工学委員会2018年度河川技術に関するシンポジウム ((公社) 土木学会) において公表を行っている。

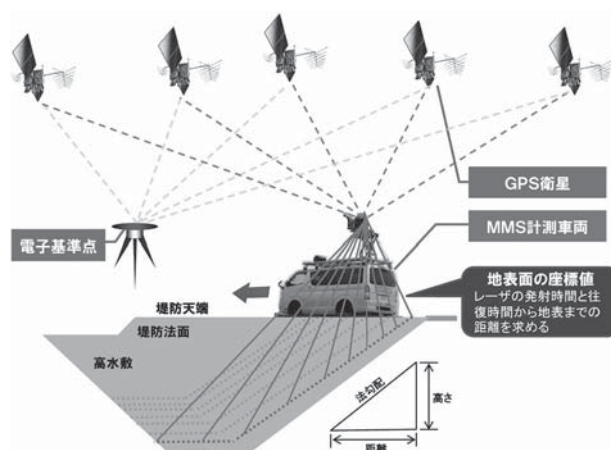


図-2 MMSを用いた計測イメージ

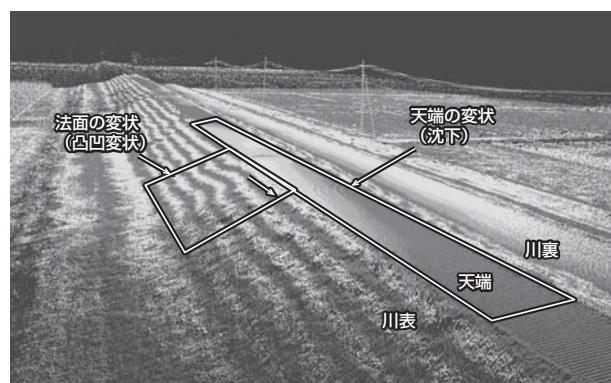


図-3 MMSによる堤防の変状の計測事例 (標高段彩図)

(2) 河川管理支援システムの開発と改良

直轄河川の維持管理業務を支援するシステムであるRiMaDIS (リマディス: 河川維持管理データベース (River Management Data Intelligent Systemの略称)) は、現場の担当者が日常の河川巡視や点検等の記録を効率的に取得することや、河川管理者がサイクル型の維持管理を行うことができるよう、データを一元的に蓄積することにより分析・評価を支援すること、及び公共政策の立案のための情報を効率的に収集できるようにし、もって河川維持管理業務の効率化・高度化を図ることを目的としたシステムである (図-4)。

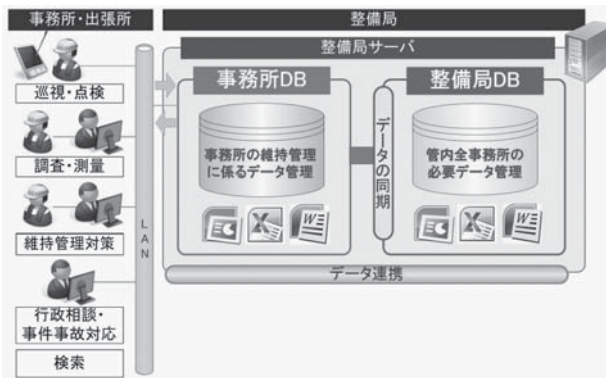


図-4 RiMaDIS 構成図

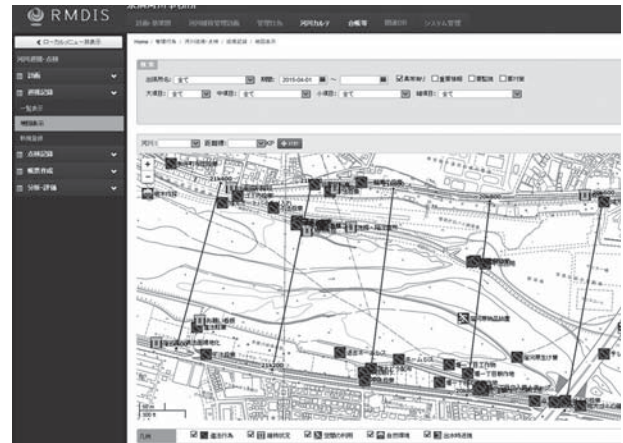


図-5 巡視結果表示例

RiMaDISの概要は以下のとおりである。

①現場での情報取得・閲覧（タブレット端末）

- 巡視・点検時には、予め国土地理院地図を取り込んだタブレット端末を用いており、位置情報、変状等の写真や計測値、記事の入力を行う（写真-2）。
- 過去の記録や関連情報はタブレット端末で閲覧し、変状等の経過や補修等の実績を、前回の記録と紐づけて記録できる。
- 現場で入力した記録や写真等から速やかに日報等を作成。



写真-2 タブレットを使用した堤防点検

②Webシステム（図-5）

- 巡視・点検記録や、河川管理施設の諸元等を有す構造物台帳、維持管理・河川工事の内容等を継続的に記録する河川カルテ等を一元的に管理し、担当者が変わっても継続的に業務に取り組むことができる。
- 記録の集計や帳票作成を簡易に実施。河川管理レポート等のとりまとめや意志決定を支援。日常業務に係るデータを簡易に検索・確認。検索に要する手間を軽減。

また、関東地方整備局では、河川管理に携わる国職員及び地方公共団体職員対象の研修においても、河川の現場を歩き、堤防点検を行うカリキュラムを設けており、タブレット端末による点検記録の入力や過去記録に紐づけたデータの入力、WEBシステムからの帳票出力及び記録の評価を行っている。

平成30年度は、平成29年度末までに機能改良・拡充構築を行ってきた現行RiMaDISを元に、オンライン環境を生かしたRiMaDISの本格的な構築を実施する予定である。

(3) 不具合堤防の整備検討

平成29年度より、堤防等の代表的な変状をわかりやすく再現した実物大堤防を事務所内に整備する検討を進めている。これを利活用することにより、先述のRiMaDISも活用した効率的な維持管理方法のスキル及び堤防点検技術力の向上を図ることを目指している。

平成29年度は、河川堤防における実際の変状事例を収集し、整備内容及び利活用計画の検討を行った。変状事例収集は、平成28年度における関東地方整備局管内の河川事務所の点検記録を収集し、堤防に関する変状事例（法面、小段の亀裂・陥没、護岸のはらみだしなど）を収集・分類・分析し、再現する変状の候補案をとりまとめた（表-2）。

利活用計画検討にあたっては、不具合堤防の目的である目視点検技術の向上に対し、「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」及び「評価要領」をもとに、「変状の認識」、「計測」、「現場写真」、

「程度判定（一次評価）」、「点検記録（前述の「RiMaDIS」の活用）」及び「点検に関する監督・指導力」のそれぞれの作業において習得する項目を洗い出し、研修メニューの整理を行った。

平成30年度は、事務所場内に、高さ3.0m、延長約50mの盛土を行うとともに、不具合事象の再現検討を実施する。

表－2 変状再現候補案

変状箇所	再現候補案（変状種別）	左欄以外で確認が比較的多い変状
土堤	侵食（ガリ）・植生異常 [1] 樹木の侵入、拡大 [10] 陥没や不陸 [2] 亀裂 [1] 法崩れ [3] 沈下 [4] 漏水・噴砂 [12]	モグラ等の小動物の穴 [8] 堤脚保護工の変形 [5] 排水不良 [9]
護岸	護岸の破損 [13] はらみ出し [14] 基礎部の洗掘 [15] 端部の侵食 [16]	—
特殊堤 高潮堤	本体の破損 [17] 接合部の変形・破断 [18]	—
鋼矢板	笠コンクリートの変形、破損 [23] 背後地盤の沈下、陥没 [22]	鋼矢板の変形、はらみ出し、破損 [19]
構造物	周辺堤防のクラック、緩み、取付護岸のクラック [1] 涵管等の破損 [3] 門柱等の変形、破損 [5] 涵管底板下等の空洞化 [2]	—

※各欄で関東地整内で出現の多い順に各欄に記載
 ※アンダーラインは堤防の決壊に直結する可能性がある重要な変状

2) 道路の取組み

(1) 点検の効率化に向けた新技術活用・普及検討

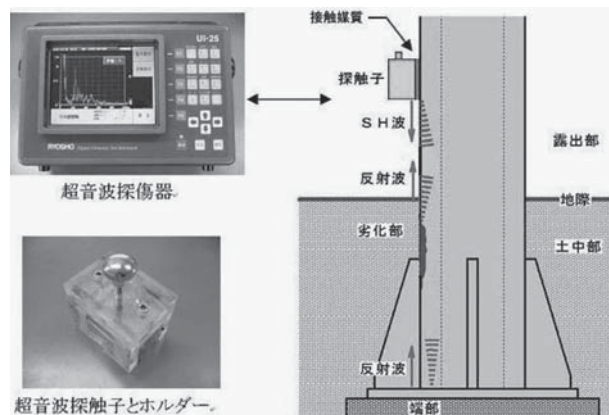
道路施設のますますの老朽化進展、これに伴う維持管理予算の増大が懸念される状況において、効率的・効果的な道路施設の維持管理手法が求められている。

従来の近接目視、打音等による点検では、不可視部分の損傷把握や危険を伴う場所での作業が困難、通行規制に伴い交通渋滞が発生する等の課題を有していることから、非破壊調査技術等、新技術の活用による点検の効率化が必要となっている。

このため、関東維持管理技術センターでは、道路附属物（標識、照明施設等）支柱の路面境界部以下の変状に対する非破壊調査技術（図－6、写真－3）の活用について取り組んできた。

これまでに、国総研と連携し、直轄国道の既設照明柱等を用いて、公募した非破壊調査技術によ

る現地調査を行い、当該調査結果と既設照明柱の掘削確認調査結果とを対比することによる技術検証等を実施した。



図－6 非破壊調査技術を用いた道路照明柱：路面境界部以下の損傷調査方法例



写真－3 非破壊調査の状況

これらの調査・検討結果も踏まえて、非破壊調査技術については、「小規模附属物点検要領（平成29年3月 国土交通省道路局）」の中で、「掘削調査のスクリーニングとして非破壊調査の開発が進められており、活用の可能性を有しているため、開発動向の情報も収集し、有効であると判断される場合は採用するとよい。」と記述されるに至った。

(2) 橋梁の補修・補強技術の確立

近年、大型車交通量の多い路線を中心に、鋼床版の抜け落ち等による第三者事故発生や主桁の破断等の構造の安全性に甚大な影響を及ぼす鋼橋の疲労き裂の発生が多数報告されている。

このため、関東維持管理技術センターでは、特に鋼橋の疲労き裂を対象に、効率的・効果的な疲

疲労き裂の検知や補修・補強等に資する技術の調査・検討を進めてきた。

a) 鋼床版疲労き裂に関する新しい検知技術の適用性検証

鋼床版に発生するデッキ貫通型疲労き裂（図-7）は、Uリブ内面側に発生し鋼床版方向に進展するため、点検等において外面から目視で発見することが難しいことから、超音波探傷法が用いられているが、計測精度は検査技術者の技能に依存する部分が大きく探傷結果の記録性や再現性に乏しい等の課題があった。

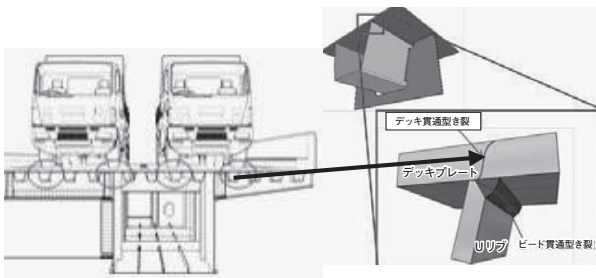


図-7 鋼床版に発生した疲労き裂のイメージ

このため、土研と連携し、土研他が開発した鋼床版疲労き裂の超音波探傷法（以下、「鋼床版AUT」という）（写真-4）や首都高速道路株式会社他が開発した半自動探傷法（以下、「鋼床版SAUT」という）を用いて、新しい検知技術の実橋検証等に取り組んできた。

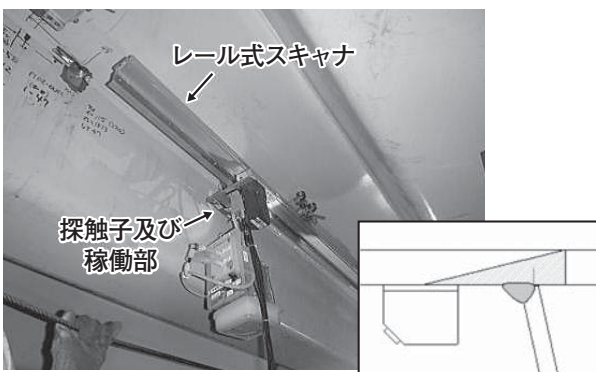


写真-4 鋼床版 AUT による自動探傷の状況

これまでの調査・検討結果を踏まえ、各検知技術の記録性や計測精度、現場調査への適用方法等を取りまとめた（図-8）。

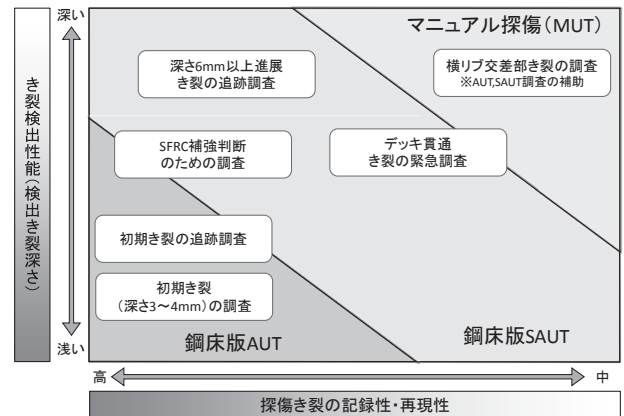


図-8 鋼床版疲労き裂検知手法の適用イメージ（案）

b) 鋼橋疲労き裂の発生傾向、概ねの補修必要時期等の推定

鋼橋疲労き裂（以下、「き裂」という）は、外面から目視のみで発見するのは難しく、超音波探傷法等を用いる必要があり費用と時間がかかるため、全てのき裂の発生・進展を迅速・的確に把握することが困難であった。

このため、き裂をできるだけ早期に発見して、詳細調査や補修・補強等の措置を迅速かつ的確に行えるよう、き裂の発生時期・発生箇所、き裂の発生・進展の傾向等を概ね推定できる指標やき裂を早期に発見するための仕組み等について調査・検討を進めてきた。

これまで、重交通路線（一般国道357号等）の主な橋梁で、国総研、土研等と連携し、「橋梁を用いた車両重量計測システム」（B-WIN）を用いた大型車通行実態の把握、応力頻度測定、超音波探傷法・磁粉探傷法等によるき裂の追跡調査等を実施した。過年度の調査・検討結果（応力計測データのない橋梁も含む。）では、鋼床版デッキ貫通型疲労き裂の場合、最も早くき裂が発見されたのは累積大型車交通量が約1,200万台/車線に達した時（図-9）であり、図-9と対象橋梁は異なるが、き裂長さとの関係を調査した結果（図-10）から、長さ200mm以上のき裂の場合、その深さが鋼床版厚（12mm）の2/3（8mm）以上であることを確認した。これらの値は、き裂の詳細調査や補修・補強等を行う必要性を判断する一つの目安になると思われる。

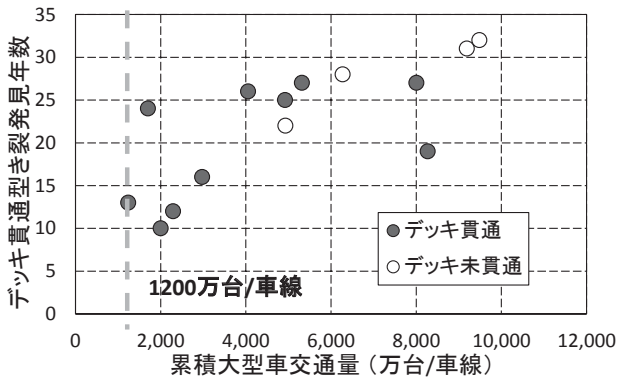


図-9 き裂発見年数と累積大型車交通量の関係

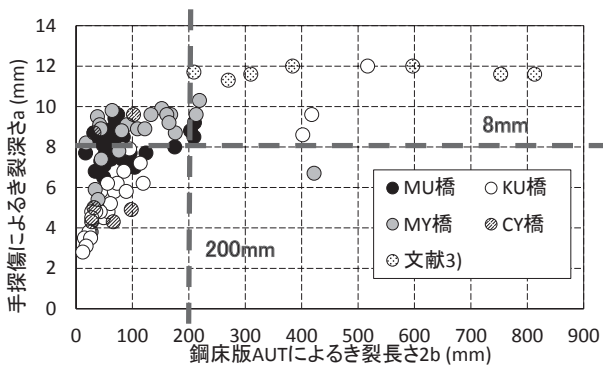


図-10 き裂長さとの深さの関係

(出典) 上坂ら：鋼床版デッキプレートとトラフリップ溶接部の疲労き裂発生分析，第66回年次学術講演会概要集，I-172，2011

今後は、上記の調査等を継続していくとともに、平成30年度からは、き裂対策技術の効果と適用方法等の検討を行う予定である。

(3) 道路施設の合理的な維持管理手法に関する検討

関東維持管理技術センターでは、橋梁の点検・診断結果及び補修・補強履歴の分析、実橋における現地検証等により、既往の補修・補強工法の効果・問題点等の把握、効率的・効果的な橋梁補修・補強のあり方について、調査・検討を行ってきた。

その一例として、補修から約4年後に繊維シートの破断（2方向ひびわれ：幅：0.2~0.25mm）が発見された橋梁（写真-5）について、詳細調査（表-3）を行い、原因等を調査した。

詳細調査の実施により、効率的・効果的な橋梁の補修・補強を行うための留意事項として、下記のような点を確認した。

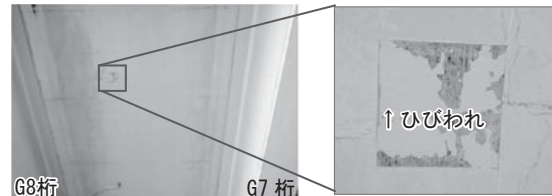


写真-5 繊維シートのひびわれ発生状況

表-3 詳細調査の内容

項目	目的	数量	備考
建研式引張試験	付着状況確認	2箇所	3点/箇所
B-WIM	外力作用状況	7日間	
床版ひずみ測定	床版の挙動	7測点	2方向ゲージ
ひびわれ挙動測定	床版ひびわれ 開閉状況	1箇所	3方向変位
走査電子顕微鏡 (SEM) 観察	GFRP 破断面観察	1試料	機械的切断と比較

○今回のような繊維シートの破断は、繊維シート貼付け前から存在するひびわれ部において、過大な活荷重の作用によるひびわれの複雑な開口挙動により破断した可能性がある（ゼロスパンによる破断（図-11））。

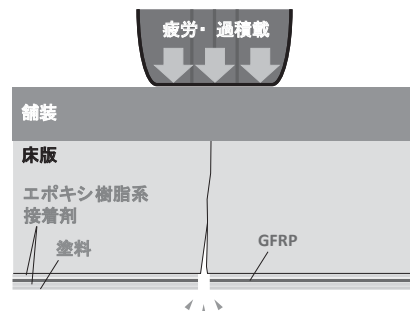


図-11 ひびわれ部でのゼロスパンによる破断イメージ

このため、重交通下における床版の剥落防止対策では、繊維シート貼り付け前のひびわれの処理、ひびわれの挙動にマッチした繊維シートの採用等に留意する必要がある。

平成30年度からは、橋梁の補修・補強箇所における劣化予防策等の検討を行う予定である。

— 次月号に続く —