

委員会報告

平成29年12月15日

最新技術・情報調査研究委員会



1

東海構造研究グループ(SGST) 最新技術・情報調査研究委員会

背景: 我が国の社会資本ストックは現在急速に高齢化している。社会資本の維持管理・更新は、我が国全体の大きな問題であり、今後はより効率的・効果的な維持管理・更新のための技術開発およびその活用が重要である。
また、日本の維持補修市場は建設市場全体に占める割合は増加傾向で最近では30%程度となっているが、欧米先進国では維持補修市場が50%を優に超えていることより、今後新技術の開発が期待されている。

2

東海構造研究グループ(SGST) 最新技術・情報調査研究委員会

本研究委員会においては、民間企業の最新の技術(製品含む)と情報を紹介頂くことで最新の技術・情報の取得を目指すとともに、討議により構造工学に関する学術への進歩の寄与への適用性、将来的な展開の可能性について調査研究を行った。

趣旨: 調査研究内容は以下の通りである。

- ①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術(センサーやロボット、非破壊・微破壊検査技術、IT技術等)
- ②個別部位の劣化現象ごとに適用される補修・補強工法に関する技術

3

東海構造研究グループ(SGST) 最新技術・情報調査研究委員会

【実績】

- ①SGST定期研究会前の13:30~15:15に定期研究会会場にて委員会を実施 8回
- ②岐阜大学サテライトキャンパスにて開催 2回
- ③SGSTシンポジウム時に「N2U-BRIDGEを活用した最新技術のデモンストレーション」開催 1回

活動報告:

【内容】

様々な技術を取り扱い、技術のメカニズムや、損傷へのメカニズム面からの適用、どのように使えるか(どの部位で、どの環境で、制約なく使えるか、限定して使うことが望ましいか等)を議論してきました。

4

東海構造研究グループ(SGST) 最新技術・情報調査研究委員会

運営者: 委員長 木下准教授(岐阜大学)

委員会幹事 岡本氏(橋梁調査会)

ご参加者:

山田【名古屋大学(名誉教授)】、六郷【岐阜大学(名誉教授)】、北根【名古屋大】、鈴木【愛知工業大学】、永田【名古屋大】、渡辺【名城大学】、虫賀【中部大学】、川西【豊田工業専門学校】、水野【岐阜工業専門学校】、渡邊【岐阜工業専門学校】、相澤、内山、藤井、淵上【パルステック】、荒川【日本車輛】、飯坂【中部復建】、井上、大岩【東京鉄骨】、入山【中日本C】、石橋、大平【日本ペイント】、今井【大日本コンサルタント】、伊東、中村、竹の内【住友理工】、井澤、浦田【共和電業】、石井【ショーボンド】、上田【基土木設計】、國原【ジャスト】、加藤、國原【ジャスト】、内山、大橋、篠原、山田【オリC】、大塚、西嶋、中野【宇野重工】、奥山【高見澤】、大岩【日本ファブテック】、株本【KEY TEC】、加藤(正)、小塚、平井【中日本H】、川瀬【日中コンサルタント】、坂井田【大日C】、小枝、萬谷【川田工業】、永富【八千代】、畑佐【興栄C】、清水【建技】、竹内【福美建設】、中野【愛知県道路公社】、畑佐、澤田【興栄C】、織田、松村、鎌田、飯田、石川、山本、坂田、藤井、櫻井、伊藤、佐竹、木原【瀬上】、宇佐見、西嶋【宇野重工】、内山、藤井、野末【パルステック】、黒崎【新日鉄住金】、佐光【維持管理公房】、佐伯、大代【中井商工】、佐藤、牧野【秩父産業】、清水【建設技術】、竹内、泉川【福美建設】、塚本、福田【日本上下水道】、陳【サンワ構造システム】、加藤、近藤、前川【デンソー】、宮崎、谷本、林【デーロス】、長松、長松【丸大鐵工】、永富【八千代】、花輪【日本鉄塔】、水谷【JFE】、村瀬【ブリッチA】、山田、近藤【山田インフラテクノス】、山瀬【シビルテック】、和田、山口【特殊高所】、柏森、梅本【計測リサーチ】、坂本【セントラルC】、杉本【日本ビーエス】、田中、塚本【日本上下水道】、丹下【トーカイスパイラル】、水野【サンワ構造システム】、村瀬、中村【日本車輛】、山辺【徳倉建設】大和【ジャパンコンスレック】、丹下【トーカイスパイラル】、中原【日本橋梁】、中村【茶谷産業】、高橋【橋梁調査会】、山下【日本コンクリート】

5

解決すべき技術的課題の整理

【点検・調査について】

- ① 橋梁の損傷は桁端部に集中し、桁中間部は一般的に損傷が少ない。全ての部位に近接する必要性は必ずしも絶対ではないが、桁端部などは確実に調査する必要がある。
- ② 橋梁内部が把握できていない橋が多い。例えばPC橋のシースの未充填等、把握困難な橋の性能低下が危惧される。
- ③ 点検結果より補修工事を計画する場合、橋梁の状況を把握できていないことが危惧される。確実に橋梁の状況を把握できるように、調査メニューを整備する必要がある。
- ④ 橋梁に近接できないケースもあり、橋梁から離れた箇所より、橋梁の状況を把握できる技術が必要である。
- ⑤ 調査の実施において、道路管理者の意思・状況にかかわらず、近接が義務化されている等、法的な制約が存在する。
- ⑥ 点検自体も、土砂詰まり等、作業を阻害する要因が多い。

7

委員会の中で把握した現状

- ① 点検・調査では、橋梁の全てを見れているか、内部の状況が外観から把握不能な構造がある等、様々な課題がある。
- ② 近年報告されている落橋事故など、公共安全の確実な確保ができていない事例がある。
- ③ 補修工事の施工後に再劣化が多く報告されており、補修工事の実施方針(損傷と対策間のメカニズムとの適合、損傷原因除去がなされていない等)や工法自体に課題がある。
- ④ 我国の産業は、自動車産業等、世界の最先端であるが、建設分野と技術交流が少ない。
- ⑤ 規模の小さい市町村は点検までで力尽きようとしている。
- ⑥ 補修工事の内容が道路管理者ごとに不整合がある。隣接する橋ごとに異なる場合もある。

6

解決すべき技術的課題の整理

【補修工事について】

- ① 橋梁の損傷は大概桁端部に集中し、損傷原因は伸縮装置からの漏水であることが多い。伸縮部の止水性が重要。
- ② 補修ができない、もしくは困難な構造がある。PC橋のグラウト未充填に伴うPC鋼材の腐食、トンネルRC構造のひびわれに伴う漏水、トラス橋の格点部、鋼コンクリート接合部等。
- ③ 補修工法の選定が難しい。技術者に化学の知識が必要。工法が損傷メカニズムに適合しているか、施工時に工法の性能を実現可能か、補修か暫定的な延命措置か使分け要。
- ④ 新技術の開発者は工法の有意点のみ説明し、工法の限界・適用できない状況等を科学的に正確に説明しない例が見られる。
- ⑤ 社会基盤は公共の安全が最優先で有り、再劣化の可能性より、確実な安全確保を優先すべき場面もある。
- ⑥ 市町村の住民の方が直接補修をされる状況が見られるが、一般の方が取り扱える簡易な材料が開発されていないと思う。

8

調査研究で感じたこと

【点検・調査について】

- ① 最近の点検機械の性能は向上しており、橋梁の大概は記録できる。ただし、桁端部などの調査は、機械が近接困難だとか、土砂などが詰まっていると構造物の表面が見れないなど、現状では人が近接要。
- ② 高性能の調査機械が開発されており、組み合わせることで橋梁の調査精度は日々向上している。現状で橋梁の90%程度は調査可能。
- ③ ドローン、デジタルカメラやスキャナーなどが進化しており、またスキャナーからの図化システムも進化している。組み合わせることで、状況の把握精度向上、作業手間削減が期待できる。
- ④ 橋梁のモニタリングや、機械分野の遠隔測定装置などで、遠隔で状況を把握する精度が日々向上している。
- ⑤ 「橋梁定期点検要領」が近接目視を規定しているため、点検機械の採用が現状では困難である。岐阜大学などで、「点検機械を用いた定期点検要領(案)」作成などを開始している。法律の現場への歩み寄りに期待。
- ⑥ 点検時に土砂除去や、桁端部を洗浄する機械は開発済である。しかし、点検機械とのコラボレーションは行われていない。

調査研究で感じたこと

【補修工事について】

- ① 伸縮部の漏水についてはNEXCOが近年厳しい試験基準を設けており、止水性に優れた伸縮装置が存在する。また、床版防水と一体化など、橋梁全体で橋体内に劣化要因を入れないとの配慮が進んでいる。しかし、現状、再劣化が頻発している現状より、劣化原因除去が不十分と思われる。
- ② ウォータージェットや、高性能ブラストなど、新技術が進んでいる。ただし、橋の内部の補修は、外から補修材量の浸透が確実には把握できないため補修後の性能を確実に保証することが難しい。犠牲防食などを使った工法が損傷メカニズムとの対応がわかりやすい。
- ③ 新技術の開発者は工法の内容の正確な提示義務がある。特に、技術の前提、制約、適合・不適合条件、必要な施工環境、施工後の性能確認方法、劣化時の補修方法等。補修工事実施側も勉強する必要あり。薬か毒か、補修工法は百鬼夜行かも。また、接合部の構造に配慮不足が散見される。
- ④ 補修工事は施工時間の制約、施工環境の制約、工費の制約等、制約が多い。何を優先するか(構造か安全か等)、その益不利益の整理・把握要。
- ⑤ 補修工事が一般的になってきたため、新設工事のように、補修工事にも設計要領が必要な時代となったと考える。簡易な補修は標準設計整備が望ましいと考える。

課題の整理1

最近の落橋事故



無名橋(香川・徳島県境) 2007年崩落



アメリカ I-35W橋(トラス橋) 2007年崩落



デラコンコールド橋(カナダ) 2006年9月崩落



第一弁天橋(浜松市) 2013年2月崩落

安心して生活するのになにが必要か？また、何ができるのか？

課題の整理2

鋼橋の損傷

プレートガーター(I桁橋)

鉄筋の腐食

床版の抜落

床版上面の土砂化

ひびわれ複合・貫通？

橋からの落下物

落橋につながる亀裂

鋼コンクリート接合部腐食

昔の塗装は鉛入り？ JIS K 5625 シアナド鉛さび止めペイント

どのような対策が必要か？対策だけで防止できるのか？

国総研資料 第829号 道路構造物管理実務者研修
道路橋の定期点検に関する参考資料(2013年版)国土交通省」より₁₂

課題の整理3

コンクリート橋



どのような対策が必要か？対策だけで防止できるのか？損傷原因を除去できるか？

「国総研資料 第829号 道路構造物管理実務者研修」

「道路橋の定期点検に関する参考資料(2013年版)国土交通省」より

13

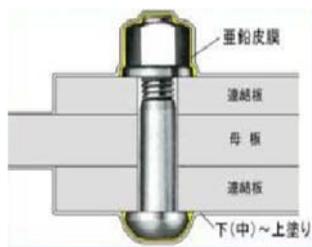
各委員会の報告

14

第1回委員会 2015年10月16日

講演①

㈱横河ブリッジホールディングス 土橋様



特殊金属皮膜生成技術 (Smart ZIC工法)

鋼橋の防錆上の弱点である添接部のボルト部の早期腐食を防止する、特殊皮膜生成技術。コールドスプレーにより鋼材表面に亜鉛皮膜を形成。

アルミ合金の橋梁付属物

アルミ合金(高耐食性、軽量、押出整形により製作手間を大幅削減)による、橋梁付属物。飛来塩分遮断板、検査路、残存型枠パネル、遮音樋など。



15

質疑応答

①特殊金属皮膜生成技術について

・質問:コールドスプレーにおいて、アルミナを混合した亜鉛粉末を用いているが、アルミナが残存して性能が低下することはないか。

・回答:混合比率を様々に変えて施工実験をしている。

②アルミ合金を用いた橋梁付属物について

・意見:通常の検査路(鋼性で亜鉛メッキ)は漏水箇所では早期に劣化し穴が開く等の課題があり、アルミ製の検査路の適用が期待される。

・意見:跨線橋などで床版施工に残存型枠(グレーチング床版)が良く採用されるが、顕著な腐食が発生している事例が多い。また、錆の塊が桁下に落下している状況も見られる。アルミ製の残存型枠は、今後予想される跨線橋部などでの床版取替えでの採用が期待される。

・意見:留意点として、鋼材と比べてたわみやすい、異種金属接触腐食対策(ガルバニック腐食)が必要であることがある。

16

第1回委員会 2015年10月16日

講演②

ポゾリス ソリューションズ株式会社 金井様

シラン系含浸材鉄筋腐食抑制型 プロテクトシルCIT

コンクリート表面に塗布し、内部鉄筋の腐食を抑制。軽度の塩害対策や補修後のマクロセル腐食を抑制。

軽量・薄塗・早強・低収縮ポリマーセメントモルタル
「マスターエマコS5350」

1材型で練り混ぜ水量を変える事により3mm～30mmの厚さの断面修復が行える。また、軽量、早強、低収縮性を有す。NE XCO基準適合。



17

質疑応答

- ・質問: PC構造物への適用は考えているか。
- ・回答: 本技術は純粋なシラン材料を使用しており粒子が細かいため、高強度のプレキャスト製品でも内部に浸透しやすい技術である。しかし、PC鋼線自体への適用の関しては具体的な調査はしていない。
- ・質問: 下地処理の精度の設定は
- ・回答: 材料メーカーとして、汚れは確実に除去することまでを推奨。
- ・質問: 本材料は予防保全として、竣工時に採用することで効果はあるか。
- ・回答: 本材料は、鉄筋コンクリート内部の鉄筋が腐食環境にある場合に防護膜を形成する。竣工時に用いる場合は、他の安価な材料で問題ない。
- ・意見: 凍結防止剤散布環境にある壁高欄に早期に塗布することで、予防保全効果がある。
- ・意見: 伸縮装置直下の胸壁は、凍結防止剤散布地域では塩分が浸透していると予想され、予防保全効果が期待できるのではないかと。
- ・意見: プレテンション工法の部材では、本工法の効果が期待できる。
- ・意見: 鉄筋の防食のメカニズムがわかりにくい。化学の知識が少ない建設系の技術者でも理解しやすいようにすることが望ましいのではないかと。

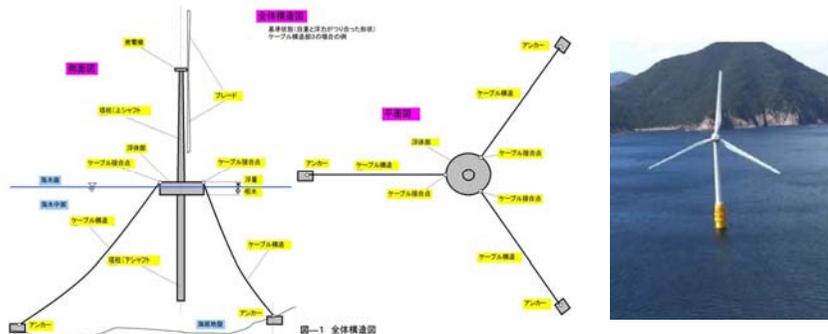
18

第2回委員会 2015年12月18日

講演①

(元)株式会社 瀧上工業株式会社 安藤 浩吉様

洋上浮体式風力発電基地の設計方法および解析プログラムの紹介



本基地は、筒状の空洞構造を海底からのアンカー等で半分以上引き沈めることで、安定性を保つ。筒状の空洞構造の長さ等は、繰り返し計算で収束させることで設計する。
設計用プログラムは、SGST委員会のホームページに掲載し、ダウンロードできるようにしている。

19

質疑応答

- ・質問: 海上における風力発電基地の構造選定はどうしているか。
- ・回答: 浅い箇所は杭等の構造体で構成できる。深い箇所では杭等は不経済となり、洋上浮体式が有利となる。日本の場合、浅瀬が少ないため、洋上浮体式が有利となることが多いと考えている。
- ・意見: 中規模の発電基地を想定しているが電力を基地上で別エネルギー(水素など)に変換する技術が実用化できれば洋上発電基地は有望である。
- ・意見: 設計上は、浮心(浮力の作用点)が構造物の軸線上にあると仮定しているが軸線の傾きに対しても実用的に有効であるか未検討である。今後の要検討事項は以下であると考えている。
 - ① 発電機の規模、能力と基地に対する要求事項
 - ② 風力、潮流力の設計 値(特に台風時の想定外の数値)
 - ③ 構造物(鋼、コンクリートなど)として耐食性、耐久性
 - ④ ケーブル(チエン)構造部の可動域について
 - ⑤ 海上での運搬、建設法について

意見: 外力による水平力に抵抗するためのケーブル(チエン)アンカーの施工費を低減させることが浮体構造の実用化を早める。骨組構造の改良、アクティブダンパーの併用などの研究が必要である。

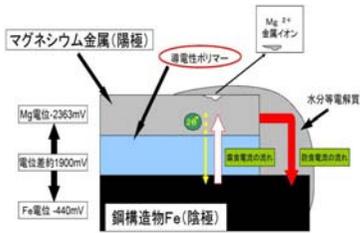
20

第2回委員会 2015年12月18日

講演②

株式会社コーメイ 吉田 敏治様

犠牲防食材「マグネラップ」



防食が困難な、鋼部材とコンクリート部材の接合部を、マグネシウム金属を利用した犠牲型防食システムで、腐食発生・進行を防止。

水管橋の接合部や、ガス配管架台接触部、鋼製タンク基礎回り、歩行者用信号地際部等で実績多数。

土木構造物では、鋼製橋脚基部、トラス橋トラス部材RC床版貫通部、歩道橋支柱基礎部(地際部)、等。



21

質疑応答

・質問:トラス橋のトラス部材のRC床版貫通部での防食機能の経年変化の調査結果および、今後の維持管理方法についてどう考えているか。

・回答:トラス橋のトラス部材のマグネラップ対策部については、電位測定により効果をj確認している。経年的に電位差は低下するため、継続的な電位測定で犠牲防食の効果を確認できる。

・質問:マグネラップの標準的な部材厚の設定をどうしているか。

・回答:設置個所、性能の期待年数により、1mm~3mmを使い分ける。

・意見:コンクリートと鋼の接合部の維持管理において、確実に腐食を防止するとの趣旨で、優れた材量である。

22

第3回委員会 2016年3月11日

講演①

ドローン祭り(岐阜大学サテライト)

大同大学 総合機械工学科 橋口宏衛先生

ドローンの種類



現在はドローン=マルチコプターと思われるが、本当は飛行時間や作業内容で選材選所を選ぶべき。

大きさ

・指先サイズから大型まで様々



ドローンとは(機械の専門家より)

ドローンはコンピューター制御式ラジコン。マイコンで飛行制御ができ、GNSSで自動飛行(緯度・経度を入力し、そこへ自動飛行、離着陸)できる。

平成27年9月に航空法の一部が改正され、飛行ルールがあらたに導入。

今後の課題として、国産化、カスタマイズの要望、飛行時間、電波法、位置精度、墜落防止、人材育成、教育、悪用防止、法整備・規制、等がある。

ドローンの運行を管理するための全国ベースでのドローン運行マップシステムが必要。

23

第3回委員会 2016年3月11日

講演②

ドローン祭り(岐阜大学サテライト)

岐阜大学 工学部 沢田和秀先生

UAV(Unmanned Aerial Vehicle)とは

自動操縦もしくは遠隔操作によって無人飛行する航空機

種類

・固定翼、回転翼、気球型、.....

・有人機と同じ大きさ ↔ 手のひらサイズ

・自動制御(ロボット) ↔ 遠隔操作

使用目的

・見ること?

地盤工学(斜面防災)の観点から....

・小型ラジコンヘリコプター(マルチコプター)

特徴

・電動、自動操縦、小型、軽い → 手軽?

「どのような場面で使いたいか、どんな機能が必要か、何をもちめるか」。



土砂災害時におけるUAVの使用例

メリットは、①手軽である、②安定性に優れる、③操縦性に優れる、④安価であること等で、日常の概略点検や災害時の緊急現地点検などに活用。

課題は、①万能ではない、②目的を明確にする上での選定が必要、③飛んでいるものは落ちる、④流行っている、⑤見ただけか計測か区分、等。

留意事項は、①目的を明確にした上での適切な採用、②他の技術との融合(ロボット、写真、測量、地盤工学)、③データの取り扱い方法および成果のイメージの提示、④蓄積されるデータの処理方法の明確化、等。

24

第3回委員会 2016年3月11日

講演③

ドローン祭り(岐阜大学サテライト)

テイコク・テクノ 鈴木真様

河川におけるUAV利活用例



「観る」事例として、ダムなどの構造物、建物、屋外太陽光発電所、河川の流況の事例を紹介。

「測る」事例として、橋梁を含む河川の屈曲部の測定の事例、3次元地形図の利用事例として「アユがよく育つ河川づくりに関する研究」の事例を紹介。

「調べる」の事例として、UAVを用いた河川の流速の計測事例、道路側面の吹付け法面の赤外線カメラによる調査事例、自動運行による太陽光パネルの異常箇所の調査事例等を紹介。

25

第3回委員会 2016年3月11日

講演④

ドローン祭り(岐阜大学サテライト)

計測リサーチコンサルタント 西村正三様

橋梁維持管理におけるUSVや画像技術の適用に関する話題提供



インフラの調査・記録保存への光学的計測手法の活用として、①3Dレーザースキャナによる構造物の3次元形状計測、②SfM・多視点画像3Dモデル構築技術、③UAV活用による多視点画像SDモデル構築技術、④ギガピクセル画像による遠方目視調査、がある。

また、ひびわれ判読図化システムから、将来的なCIMモデルの構築からAR(超現実感)への展開が期待される。

26

第3回委員会 2016年3月11日

ディスカッション

ドローン祭り(岐阜大学サテライト)



- ・ドローンは今後、大型化と小型化の両方に進んでいくのでは。
- ・ドローンに人間的な感性を与えることで使用性が向上する。
- ・ドローンで、橋梁点検の大部分が実施可能。しかし、桁端部や鋼桁の亀裂など、現時点性能では見ることのできない箇所が確実に残る。
- ・国土交通省の許認可、NETIS登録が適用拡大に重要。
- ・超音波機械等を積めば、打音検査の代替が期待できる。
- ・鋼橋の亀裂等、人間にも難しい調査には適用が困難と考えられる。
- ・調査目的を明確にした上で、ドローンを道具として採用する視点要。
- ・機械の開発者も現場の意見を聞くことが重要である。

27

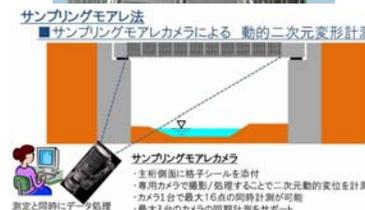
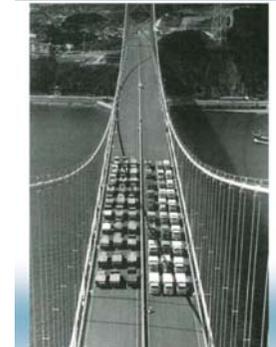
第4回委員会 2016年4月28日

講演①

【日本道路公団:関門橋の載荷試験】

株式会社 共和電業 立野 恵一様

橋梁計測の過去と現在



計測は、昭和26年の運輸省の実船応力測定や東京タワー設置より始まった。

橋梁計測は、長大吊橋の静的裁荷試験、鉄道橋梁たわみ計測、等。

点検とモニタリングは、その役割に大きな違いがあり、互いに補完しあう形で役割の分担を図る。

橋梁モニタリングでは、「何を計測するのか」が目的設定が重要である。

新技術は、固有振動数計、サンプルングモアレ法、FBGファイバ測定等。

28

質疑応答

- ・質問: 既設橋に発生している初期応力の計測は可能か。
- ・回答: 計測は変化を計測することが基本であり、初期応力の計測は困難。ただし、最近の架設工事では様々な計測機器が用いられるが、施工後にすべて撤去されている。工事に使用した計測機器の一部を残すことで初期応力を把握した上でのモニタリングが可能となる。新設から維持管理まで連続した計測を行うことがトータルで経済的でもあり、今後、仕組みを変えることが必要である。
- ・質問: センサーの長寿命化は図れないか。
- ・回答: センサー自体の長寿命化も望ましいが、センサーは機械部品で土木構造ではないので、交換しながら連続して計測するとの思想が望ましいと考える。また、配線の長寿命化も限界があると思われる。例えば、同じ箇所にセンサーを2つ取り付け、どちらかが機能すれば計測を可能とすれば永遠的に計測が可能である。システムとして長寿命化する工夫が望ましい。

29

質疑応答

- ・質問: システムの写真撮影で、ひび割れ幅を自動で評価・計測できるか。
- ・回答: ひびわれの自動認識システムは有していない。ひびわれは、現場でチョーキングされたものをタブレット端末の画面上をなぞって記録する。
- ・意見: ひび割れ幅を自動認識するシステムは、トンネルなどの連続する構造物では有効だが、小規模橋梁など小規模では有効ではないと思われる。
- ・意見: 現在あるひび割れ幅を認識するシステムは、ひびわれの経過観察(前回との対比)にしか用いられていない。補修工事等の現場にひびわれ幅を自動認識するシステムを持ち込むのは時期早々だと思われる。
- ・意見: 本システムは、データを連続して扱えるので、補修工事の現場では大きく省力化できるのではないか。特に、今後発注が予想される包括維持管理では、調査から工事まで一貫して流れるシステムであり有効である。
- ・意見: 現時点では、一般に調査は設計業務で行われ補修工事が分離されている。各システムを各場面で利用することは有効ではあるものの、現状では調査から補修工事まで一貫して仕事が流れない状況なので、まだ能力を十分に発揮できていないと思われる。

31

第4回委員会 2016年4月28日

講演②

福美建設株式会社 竹内 祥一様

点検から補修への一環システム「橋術家アーチスト」

ARCHIST System ラインナップ

- PANORAMICA (パノラミカ)
電卓のひび割れ延長距離計測アプリケーション
- PITTRE (ピトレ)
橋梁調査・点検支援アプリケーション
- VECCHIO (ヴェッキオ)
橋梁補修 積算見積・後継管理アプリケーション

ICT技術の活用により
小規模橋梁の工事は画期的で魅力のある分野へと変革します。

ICT技術の活用により
点検調査の効率化とひび割れに対応
写真をトレースすることで、計測の省力化、記録を簡便

橋梁調査・点検・補修工事へのICT技術の導入例(システムとして構成)。
ICTの活用により効率的な記録作業が、共通でわかりやすいインターフェースの利用で作業の省力化や分担作業が実現。

- ・「ピトレ」は、タブレット端末を利用してスケッチすることで、一度の情報入力から、「CADデータ」と「数量表」を作成する。
- ・「パノラミカ」は、歪み補正機能を有したパノラマ撮影を使い、現場でのスケッチ作業を簡略化する。
- ・「ヴェッキオ」は小規模橋梁の補修で現実的な工事金額を把握。

30

第5回委員会 2016年6月29日

講演①

デーロス・ジャパン 谷本 竜也様

ウォータージェット工法と橋梁床版端部補修技術

ウォータージェット工法は、①健全部にマイクロクラックを発生させない②既設鉄筋を傷めない③確実に劣化部・脆弱部を除去④はつり面に粉塵が付着しない、⑤断面修復における付着力が向上する。

床版端部は、施工空間が狭く人力作業が不可能であり、ウォータージェットロボットを搬入し、機械施工を行うシステムを構築した。特徴は◆ 70mm程度の狭小空間の施工を実現◆ 揺動・ストローク機構による均一な劣化部除去が可能◆ 健全部に悪影響を与えない 等。

32

質疑応答

- ・質問:現場で苦勞する点は何か。
- ・回答:コンクリート打設後の養生が大変。材料の漏れ対策・温度対策等。
- ・質問:床版上面からの施工の場合は、水の措置はどうしているか。
- ・回答:直下に集水装置を配置し、橋梁より外に水が落ちないようにする。
- ・質問:施工期間とか費用の概略を教えてください。
- ・回答:部位・条件で大きく異なるが、目安は一式で570万/1m3である。
- ・質問:塩分濃度の高い箇所の対策は何か。
- ・回答:塩分濃度が高いと、亜硝酸リチウムを混入し、再劣化を防止する。
- ・質問:ウォータージェットで、鉄筋背面の錆はとれるか。
- ・回答:ノズルを回転させ、様々な角度であててことで極力除去している。
- ・質問:桁遊間部を補修した事例はあるか。
- ・回答:補修実施の要望があり、現在システムを改良中である。
- ・質問:機械の重量が400kgとのことだが、足場の構造に影響はないか。
- ・回答:機械は平面的に広く配置するため、単位mあたりの重量は通常程度。
- ・質問:狭隘部でありバックアップ材はどうしているか。
- ・回答:手を入れる程度のスペースはあり、通常のバックアップ材などで対応。 33

質疑応答

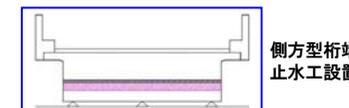
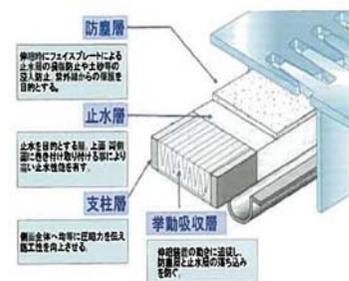
- ・質問:伸縮装置の車道部と歩道部の境界部の漏水対策は問題とならないか。
- ・回答:当社では、止水材を連続させることを推奨している。水を抜いたり、ゴムパッキンなどの工夫で、漏水はかなり防ぐことができる。
- ・質問:乾式止水材の落下を見ることがあるが、部材の支持をどうしているか。
- ・回答:当社止水材は、経年的に上にそる構造をとっており、落下事例はない。漏水事例はあるが、早急に対応できる体制を敷いている。
- ・質問:積雪寒冷地は、圧雪車による押し込み圧力があるが、対応できるか。
- ・回答:東北地方整備局管内などでは、下に鋼部材を設けることで対応。
- ・質問:耐用期間はどの程度か。
- ・回答:年数での表現は難しいが、NEXCO規定の繰返し回数を満たしている。
- ・質問:側面からの止水だが、伸縮装置の直下でとめられるようにできないか。
- ・回答:伸縮装置直下に止水材を勾配をもって充填する必要があるが、落橋防止ケーブル等が障害となっており直下の配置は難しく、現在検討している。
- ・質問:乾式止水材のゴム材などは、温度で剛性が変化するが、考慮方法は。
- ・回答:遊間自体は考慮しているが、施工時の温度への考慮は経験的に実施。

第5回委員会 2016年6月29日

講演②

中井商工株式会社 藤田 和也様

橋梁桁端部 止水工法



橋梁の主要な劣化要因である伸縮装置からの漏水対策として、乾式止水材(プレスアダー)を紹介。特徴は、①伸縮装置下面からの施工が可能のため、交通規制不要②断面変化可能な構造であるため、設置時期(遊間)を選ばず施工可能③挙動部をアコーディオン形とし、耐荷重性能、伸縮移動への追従性能に優れる④経年劣化後の撤去作業が弾性シール材と比べて安価。

新規工法提案として、伸縮装置下面に入れない場合の対策案 壁高欄・地覆部止水対策、伸縮装置すべり止め対策等。 34

中部地方の橋をどう守るかを考えるシンポジウム

2016年8月19日

主催: 東海構造研究グループ (SGST)
後援: 公益社団法人 土木学会 中部支部
公益社団法人 日本材料学会 東海支部 他

中部地方の橋を どう守るかを考える シンポジウム

「**n²U-BRIDGE**」を活用した 最新技術のデモンストレーション

開催日: 2016年 8月19日 (金)

【第1部】10:00~ [開場 09:30~] 【第2部】13:30~ [開場 13:00~]

会場: 名古屋大学 東山キャンパス (〒464-8601 名古屋市中区不老町)

N2U-BRIDGEを活用した 最新技術のデモンストレーション

デモンストレーション技術の一覧



No	団体名	責任者			技術の名称	技術の概要		備考
		責任者	TEL	E-mail		概要	イメージ	
1	株式会社 共和電業	前田 芳巳	042-469-7263	〒102-8520 東京都港区 市原町4-3-5-1	yamadaf@com- ei.co.jp	・サンプリングモアレカメラ ・光ファイバセンサシステム ・固有振動設計	カメラによる構架の画像、変形多点同時計測計、光ファイバ式加速度計、ひずみ計、変位計等 ・構造物の固有振動効果を直接測定	
2	特殊高所技術	山口 宇玄	075-574-7077	〒601-8319 京都市南区 吉祥院三ノ宮町1	gose@tokuyar- tousai.co.jp	特殊高所技術 NETIS: SK-080009-V	足場や重機を用いることなく、構架や構造物等にロープ等によってぶら下り、上下左右に移動し、調査、点検、施工を可能にする技術	
3	株式会社 谷沢製作所	藤井 誠	03-3852-8322	〒104-0041 東京都中央区 新富2-8-1(本ビル3F)	m.fuji@tanizawa.co.jp	リアルタイム情報共有システム(メイト-U-BOX B7) NETIS: KT-160015-A	スマートフォンで簡単にワイヤレス接続。現場の状況を映像と音声でリアルタイム共有。	特殊高所技術様の講演時に披露する
4	株式会社 計測リサーチコンサルタント	柏森 剛	052(800)2341	〒468-0042 名古屋市中 区白鳥町1003 PATOビル1F	ic- kashima@krconet.co.jp	ドローンを活用した点検方法、ほか計測機材の紹介	ドローンの実演と、調査結果の提示 変位量や変動検知と計測機の提示・説明	
5	福業建設株式会社	竹内 洋一	0205-87-2211	〒399-4231 長野県駒ヶ野市中央 4304-1	takeuchi@fukumicon- et.jp	点検から補修への一連システム「構術家アーナスト」	ICTの活用による「補修工事のコスト削減」の解決策	ARCHIST System ラインナップ FANUC PATEC MITSUBISHI HOKI

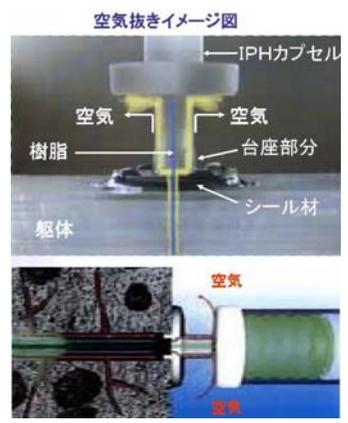
デモンストレーション技術の一覧

第6回委員会 2016年12月12日 講演①

中日建設株式会社 高木 賢一郎様

IPH工法: 構造物内部のひびわれ充填工法

No	団体名	責任者			技術の名称	技術の概要		備考
		責任者	TEL	E-mail		概要	イメージ	
6	ファロージャパン株式会社	坂垣 孝昭	0561-63-1411	〒480-1144 愛知県長久手市黒田716	tabanori.kazuko@far- japan.com	点群データの有効活用について	信頼性の高い次元測定とイメージング・リアル化技術を提供	
7	パルステック工業株式会社	淵上 静也	053-522-3611	静岡県浜松市北区細江町中川7000-35	ic- fuchinami@palstec.co.jp	残留応力計測 (装置名: 残留応力測定装置 H-X360)	輸送機、機械などの金属部品、鋼骨やタンクなどの鋼構造物の残留応力、半導体、残留オーステナイトが測定可能で、熱処理や加工(溶接、切削、研磨、鍛造、練造)の品質管理、インフラのプラントのメンテナンスで使用されています。	
8	京橋メンテック株式会社	山田 不二彦	06-6961-6173	大阪府大阪市城東区瑞野西2-2-21	ic- yamada@kyobashitec.co.jp	・点検・調査時に使用するクレン工具 ・スプライスプレート開閉保持 ・ボルト・ナット等が突出している箇所でのアウテージング ・補修・補強工事等での鉄骨部用穿孔工具(実演)	・点検・調査時にクレン等に入れ、持ち運び可能な充電式ジェットタガネ ・下フランジ等の上側から穿孔する構造。ウェブから15mmの位置を中心に穿孔可能な磁気ボール盤 ・「補修工事等でボルト・ナットが突出している箇所」において磁気ボール盤等を設置するための磁気プレート工具、等	
9	株式会社 シーエス・インズベクター	中山 卓	06/664-47210	〒542-0075 大阪市中央区 南船場千日前15-17 南船場不動堂ビル2F4号	nakayama.takashi@in- soku.co.jp	構架メンテナンス用掃除機「スイートル」	構架の目視点検にはまず清掃が必要。 「清掃が点検作業の第一歩」 清掃作業の効率向上と、作業者の負担軽減のため、専用の掃除機を開発。 ・水を含みながら強力吸引 ・本体に土塵袋を直接装着	
10	株式会社 エアプロテクト	高島 運行	03-6231-1151	〒103-0023 東京都中央区 日本橋本町2-6-13	tabashima@ever- protect.com	簡易型現場透水試験機「けい簡増系表面浸透工法「エアプロテクト」」 NETIS: KT-080005-VR	簡易型現場透水試験機 コンクリート構造物の表面透水率を測定する簡易型試験機「けい簡増系表面浸透工法」を開発。 ・現場での簡便な施工が可能 ・現場での簡便な施工が可能 ・現場での簡便な施工が可能	



コンクリート構造物内部の空気を抜きながら樹脂を注入することで、コンクリート構造物の内部から接合補強して躯体を一体化(健全化)させる。

本工法は「穿孔」、「空気抜き」、「安定した超低圧」、「低粘性樹脂」により、従来の低圧樹脂注入では不可能とされていた躯体表面から30cm以上(最大実値170cm)への注入や、0.1mm以下(最小実証値0.01mm)への注入も可能にした。

質疑応答

- ・質問: ひびわれへの完全充填は困難ではないか?
- ・回答: 実験で確かめている。またひびわれの長さ方向に順次充填していくため、段階的に完全充填している。
- ・質問: 床版に充填するのは、片側が空いている(上面は舗装)ため難しくないか。
- ・回答: 充填剤が貫通すると、充填圧力が低下する。低下したら固まるまで待つて再度充填する。
- ・質問: 断面修復の代替になるとの表現は問題。補修ではなく延命措置では。
- ・回答: 施工が容易な箇所では断面修復が経済性・劣化部の除去との趣旨で有利であるが、施工が困難な箇所では本工法の採用で劣化速度を顕著に低下することができるため総合的に有利となる。
- ・質問: 湿潤な箇所にエポキシで充填できるか? 湿潤な箇所では親水性に優れたアクリル樹脂の積極的な採用が望ましいのではないか。
- ・回答: 使用しているエポキシ樹脂は湿潤対応型であり、問題は無いと考えている。アクリル樹脂は施工性が課題。

41

質疑応答

- ・質問: 段階施工時の継目部の止水はどうしているか。
- ・回答: 伸縮装置は片側交互通行などにより段階的に取り替えられるため、段階施工の継ぎ目が弱点となる。継ぎ目の止水性を確保できるよう、専用止水材を挟みボルト接合によりシール材を圧着する構造としている。
- ・質問: 伸縮装置のフィンガーと止水材の間に土砂がたまることはないか。
- ・回答: 土砂が堆積すると輪荷重により止水材に押し抜き力が生じるため、ゴム樋をボルトにより支持している。ただし土砂は定期的に除去して頂くのが望ましい。
- ・質問: 本伸縮装置の止水性は確かに良いが、地覆部の立ち上げ構造の設置のために地覆の取り壊しが必要となり、既設部の取り壊し範囲が大きくなるが、なにか対策はないか。
- ・回答: 親柱や防護柵の支柱等、障害物がある際は高さ・奥行等は個別に検討し、できるだけ影響を小さくしている。
- ・質問: 斜橋の対応は可能か。
- ・回答: 可能である。ただし、斜橋を想定して櫛歯形状を最適化しているので、一般的な斜橋であれば櫛歯を斜め方向に切削加工する必要はない。

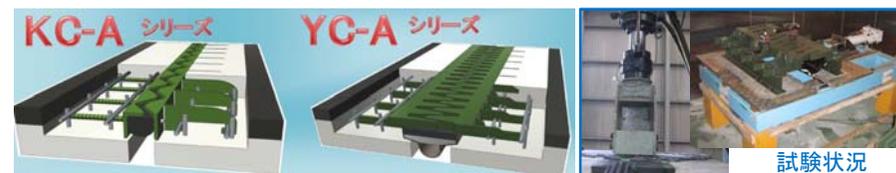
43

第6回委員会 2016年12月12日

講演②

秩父産業株式会社 佐藤 正浩様

止水性と耐久性に特化した橋梁用伸縮装置



- ①構造関係の見直し:
製品のコンパクト化かつ施工性。疲労耐久性の向上、また止水性能の向上など、大幅見直し実施。
- ②疲労耐久性試験の実施:
実物大試験体を行い、実質50年相当の耐久性を確認。
- ③伸縮装置の止水性能試験の実施:
ネクスコの試験法438を実施し、規定の30年相当分に20年相当分を追加し実質50年相当分の性能を確保。

42

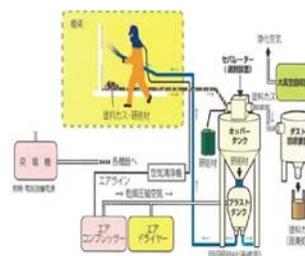
第7回委員会 2017年2月24日

講演①

ヤマダインフラテクノス株式会社 山田 翔平様

循環式エコクリーンブラスト工法

橋梁の塗装塗替は、1種ケレンが原則となった。ブラストを連続使用できる金属系研削材とし、ゴミ処理費用と環境負荷を大幅に低減した。



エコクリーンピーニング工法

塗装工程で使用される1種ケレンの機械(循環式エコクリーンブラスト工法)を有効活用し、ハードピーニング(塑性変形)を施す技術。塗装塗替と同時に実施することで、経済的に疲労亀裂予防保全対策が可能。

44

質疑応答

- ・質問: ショットピーニングのフローにおいて、塗装除去の前にショットピーニングをすることになっているが、塗膜が鋼材の中に巻き込まれることはないか。
- ・回答: ブラストより先にショットピーニングを行うことがコスト的に有利となることがわかっている。これからの課題として、塗膜の上からのショットピーニングを行う実験を行う予定である
- ・質問: ブラストの再利用の判断は何を判断基準にしているか。研削材回収費とケレン材の回収費は従来工法と変わっていないがなぜか。
- ・回答: 研削材径30ミクロン未満で廃棄している。約600回だと試験的に把握している。回収費は、従来工法に準じ、労務費のみ考慮いただくこととした。
- ・質問: 実績として、日本では2割ぐらいがエコクリーンブラストとなっているが、欧米ではもっと比率が高い。日本で普及が進んでいない理由はなにか。
- ・回答: 会計検査において工法採用および費用の妥当性の説明を行うことが発注者には難しく、従来工法の採用が多いようである。現在、環境省へ廃棄物を減らすことのできる工法の優位性を認めていただけるよう働きかけをしており、今後は環境的な背景より工法への期待が大きくなると考えている。

45

質疑応答

- ・質問: 屋根の塗装会社がなぜシリコンを研究したのか。
- ・回答: 機能性樹脂の研究でうまく均一に接合・コーティングできる材料を開発するなかで、シリコン層を開発した。ニーズではなく、シーズである。
- ・質問: シリコンの耐久性や、費用はどの程度か。
- ・回答: 10年以上屋根に塗っても柔軟性を保った事例がある。費用は検討中。
- ・質問: 紫外線に対して耐久性は高いか。
- ・回答: 通常のシリコンより耐久性は高い。
- ・質問: ゴム製品は紫外線で割れるが、シリコンは保護材となるか。
- ・回答: シリコンはゴムと同じ伸びる特性を持つるので可能と考える。
- ・質問: 付着性(端部からはがれないか)、充填時の硬化速度は。
- ・回答: シリコンは接着剤であり端部からはがれない。硬化は湿度に影響されるが、通常は吹き付けから1時間程度である。
- ・質問: 剥離剤はあるか。
- ・回答: 柔らかさが継続するためカッターで除去でき、剥離剤は不要。
- ・意見: 材料・組織の原理上、耐久性は優れていると言っているのではないか。

47

第7回委員会 2017年2月24日

講演②

丸大鐵工株式会社 長松 孝俊様

サビで困っていませんか？



シリコンを活用した新技術 [シリコンシールド]

高性能なシリコンの施工容易化。
・防火性能; 紙の片面に塗るだけで
防火性能を発揮。

- ・経年劣化が非常に遅い(耐性);
永年的に柔軟性を維持する。
- ・低い熱伝導; 断熱効果を有する
- ・保持性; 空気を遮断し劣化抑制。
- ・防汚性能; 汚れがつかない。
- ・施工性:

コンパクトシステムで現場対応。46



第8回委員会 2017年4月27日

【特別会(公開): 岐阜大学サテライト開催】

- ①岐阜大学におけるSIP実装プロジェクトの紹介 岐阜大学准教授 木下幸治様
- ②道路管理者より話題提供
国土交通省 岐阜国道事務所 総括保全対策官 稲垣 光正様
岐阜県 県土整備部 道路維持課長 奥田 雅之様
- ③橋梁を守るために必要な技術について 委員会幹事 岡本利朗様
- ④テーマ1「人口減少社会での状況把握技術」株式会社 TTES 菅沼 久忠様
- ⑤テーマ2「劣化原因除去技術」(会員からの技術紹介)
ヤマダインフラテクノス 山田 翔平様
福美建設株式会社 乾 正保様
日之出水道機器株式会社 塚本 純平様
- ⑥テーマ3「補修技術: 適材適所の工法」(会員からの技術紹介)
株式会社トーカイスパイラル 丹下 裕之様
矢作建設工業株式会社 林 政信様
㈱デーロス・ジャパン 林 承燦様
- ⑦総括 研究委員会委員長 岐阜大学准教授 木下幸治様

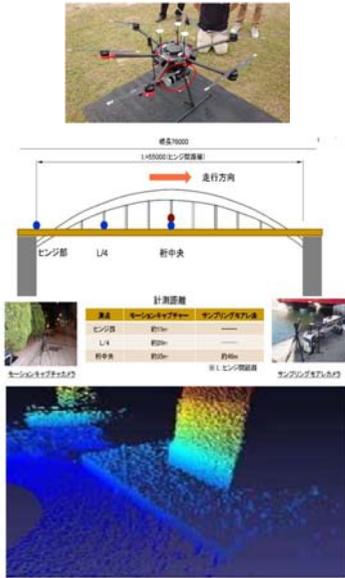
48

第9回委員会 2017年6月16日

講演①

株式会社 計測リサーチコンサルタント 柏森 創様

補修・補強設計のための調査技術・最新のモニタリング技術



(1) 3次元形状データの取得技術

- ・3Dレーザースキャナー
- ・水中レーザースキャナー
- ・SFM (Structure From Motion)
- ・ドローンによる3Dスキャナー計測

(2) ひずみ可視化シート

モアレ縞の原理を用いてひずみを可視化し、視覚的な画像処理でひずみ計測が可能。非接触で遠隔調査可能。

(3) 動的変位計測 (多点同時計測)

- ・モーションキャプチャ (3次元変位)
- ・サンプリングモアレ法 (2次元変位)

53

質疑応答

- ・質問: モアレカメラでの実橋での計測は、たわみの少ないRC桁などでは精度が必要となる。カメラの精度を上げるとか近接するとかで対応できるのか?
- ・回答: カメラの画素数に影響するので、対象への近接やカメラの性能を上げる等で、精度をコントロールできる。
- ・質問: 3次元レーダースキャンの精度はどの程度か?
- ・回答: 精度は2mm程度までだと考えている。レーダーのあたる面積で精度が決まる。対象箇所のレーダーの線がいくつあたるとかで精度がきまるため、近い箇所では精度が高いが、遠くなると精度が低くなる。そのため、測定器械も近距離用、中距離用、遠距離用と使い分けている。
- ・質問: 計測機器の性能で、精度が決まると言うことでよいか?
- ・回答: 機械の性能とともに、計測時の天気の影響する。一般に晴天時は空気が熱で揺らぐ等より精度が低い。曇りの日や夜間の調査精度が高い。
- ・意見: 水中レーザースキャナーは、調査箇所の利便性等で費用がかかるが、条件が良ければ60万円程度なので、過去に採用したいケースが多くあった。

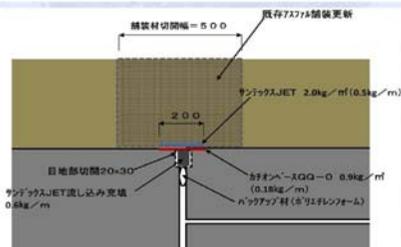
54

第9回委員会 2017年6月16日

講演②

株式会社高見澤 奥山 正尊様

橋梁伸縮装置目地防水工法 【サンデックスJET仕様】 塗布型 (埋設) 伸縮装置



小径間橋梁の伸縮目地部の防水を目的とした、塗布型 (埋設) 伸縮装置。

カチオン性ゴムアスファルトの特性より①ひび割れに深く浸透する、②優れた浸透・拡散性、③優れた追従性・防水性、④過酷な衝撃に耐える耐久性、を有する。

国土交通省など採用実績増加傾向。施工後の経過観察において再漏水報告なし。

55

質疑応答

- ・質問: 橋長15mまでとしているが、桁遊間と温度移動量での制限が妥当では。
- ・回答: 実際には長支間も止水対応可能だが、経験的に短支間橋梁に制限。
- ・質問: 縦目地とかで使用された事例はないか。最小の舗装厚は。
- ・回答: 車道橋と側歩道橋との境界とか、縦目地等も対応している。舗装は、薄くても伸縮装置の止水性能へは影響はない。舗装はひびわれるが、漏水しない。
- ・質問: 橋面が傾斜した場合の配合はどうしているか。
- ・回答: 施工時の勾配は10°まで可能である。増粘材でコントロールする。
- ・質問: 接着性はどうか。例えば、鉄には接着するか。
- ・回答: 本材量は接着と言うより粘着で、アルミ以外にはくっつく。
- ・質問: 接着して剥離する場合はどうするか。
- ・回答: 剥離は容易ではない。ただし、舗装打替え時に、既設の劣化部を除去しても同じ材量で施工すれば止水性は継続する。
- ・質問: 海洋部とか、施工時に材量の流下ができない環境では使えるか。
- ・回答: 施工時に材量が漏れて環境上の問題が発生する条件では採用困難。
- ・意見: 橋梁の縦目地や、橋側歩道橋と車道橋の間の隙間にも採用実績がある。

56

第10回委員会 2017年8月25日

講演①

株式会社デンソー 加藤 直也様

ドローンを活用した 橋梁点検システムの開発



- ・可変ピッチ機構により、耐候性、近接定位を実現。
- ・飛行ログの可視化・活用による安全運用の向上。
- ・距離センサーに基づく揚力制御による一定距離維持、衝突回避。
- ・AIを用いた撮影画像からのひび割れ自動検出、3Dモデルへの重畳表示。
- ・クラウド活用により、リアルタイムで簡易解析、即座に現場にフィードバック。



57

質疑応答

- ・質問:ドローンの性能は非常に高そうで、解析も非常に有効だと感じる。補修設計データの提供時期はいつか。開発期間が3年間となっているが、期間中に未完成だと継続開発はできるのか。
- ・回答: 損傷抽出解析は、準じ改善していく予定。しかし、写真は全てとれており、現時点でも使用はできる。利用者にアドバイスいただきながら改良する予定。
- ・質問: 開発費は。ドローンは販売か、リースか。機体の使用と解析は別契約か。
- ・回答: 開発費は非常に高価。価格は、同レベル機の価格層の中間より少し高め程度。当面はリースを考えている。データ解析は別料金。
- ・質問: 想定されている特殊橋梁の点検の市場の内容や、単価の設定方針は。
- ・回答: 市場については、複雑な構造を有する橋を想定している。単価は、足場を組むよりは確実に安く、ロープアクセスよりは高価だが、確実に時間短縮。
- ・質問: 土木業界は入りにくいと思う、御社としてはどう感じているか。
- ・回答: この業界には疎いので、前向きな自治体と組んで進めたいと考えている。事業化を急ぐという意味では、法規制にしばられない対象や、民間の施設で経験を積んで実績を構築した上で、橋梁の点検に展開していくことを考えている。土木業界でのパートナーを求めている。

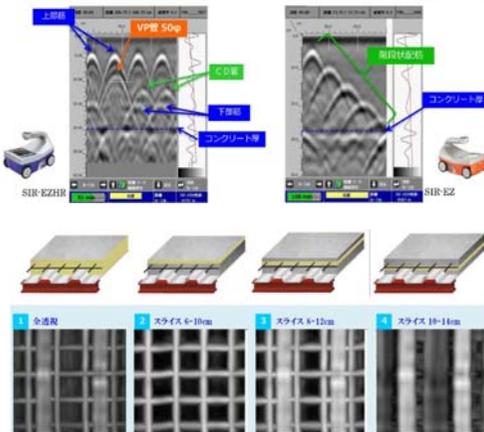
58

第10回委員会 2017年8月25日

講演②

高性能レーダーシステム

鉄筋だけでなく、電線管(CD管やVP管等)、コンクリート厚、アスファルト舗装厚なども探査可能!



- KEYTEC株式会社 株本 重雄様
優れた高周波アンテナ特性をもつパルス発生器等により、多重反射波がきわめて少ない鮮明な画像、高深度探査(450mm(EZ))と高分解能を実現。
- 鉄筋のW・千鳥配筋、PC橋のシース、電線管(CD管、VP管)、コンクリート厚、アスファルト舗装厚なども探査可能。
- 狭隘箇所の調査に、小型(キューブ)アンテナを準備。
- 鉄筋腐食速度の計測が可能となる、完全非破壊型鉄筋腐食探知機(iCOR)。

59

質疑応答

- ・質問:コンクリート内に木材がある場合、どのように見えるか。
- ・回答: 木材が乾燥していると黒く見え、湿っていると白く見えることが多い。
- ・質問: 床版の土砂化(P12)で、舗装の下層に黒層と白層が見えるが、何か。
- ・回答: 上面補強コンクリート内に鋼繊維が入っており、層状に電磁波がとらえた。なお、床版上の鋼繊維に電磁波が阻害され、床版内部までは見れていない。
- ・質問: ストラクチャスキャンのみで、上面増厚部上面の土砂化を確定できるか。
- ・回答: 電磁波の乱れの把握で、乱れからの想定の為、舗装を除去して確認要。
- ・質問: 従来の機械では、コンクリートのかぶり厚が30cm程度の場合には調査結果が不鮮明であったが、ストラクチャスキャンでは鮮明に見えるのはなぜか。
- ・回答: 電磁波の輻射回数や、フィルターに工夫がなされているため、多重反射やリングングがないため。
- ・質問: 従来の機械では誘電率等の設定で大きな誤差が生じるが対応は。
- ・回答: この機械の特徴として、誘電率を電磁波の山型波形を利用して非破壊で計測する。その結果により自動深度補正を行うので、誤差は小さい。
- ・質問: 山型波形でどのように誘電率を計測するのか。
- ・回答: 誘電率のカーブフィッティングを自動で行う。

60

第11回委員会 2017年11月13日

【特別会2(公開): 岐阜大学サテライト開催】

「地方自治体におけるメンテナンス総力戦を考える」

- ①挨拶(委員長:岐阜大学 准教授 木下幸治様)
- ②地方自治体より話題提供
島根県 石倉英明様「地域の実情に応じた道路橋点検～島根プロジェクト～」
第1回メンテナンス大賞(国土交通大臣部門:優秀賞)
浜松市 横山幸泰様「インフラメンテナンスのセカンドステージへ
～浜松市の取り組みと今後の課題～」
周南市 今井努様「しゅうニャン橋守隊(CATS-B)による猫の手メンテナンス活動」
第1回メンテナンス大賞(国土交通大臣賞)
- ③鉄道分野における保全技術の紹介
公益財団法人鉄道総合技術研究所 小林裕介様
* 既設鋼鉄道橋における鋼桁・橋台・盛土の一体構造化 を中心に
- ④岐阜大学SIP実装プロジェクトの紹介(岐阜大学 客員教授 羽田野 英明様)
- ⑤新技術(SGST会員等)の紹介(委員会幹事 岡本利朗様)+ カラログ等配付
- ⑥パネルディスカッション(司会:岐阜大学 准教授 木下幸治様)

61

ご講演の状況



62

特別会2 2017年11月13日

ディスカッション



- ・橋梁点検への民の参加において、簡易点検シートを活用している。活動に道路管理者も参加し全体として妥当な判断ができています。
- ・点検機械の進化に伴い、人間の行うべき作業内容は変わるが、人間が行う必要のある作業量は減っていかない。
- ・自発的に動く市町村(やる気のある人)を見つけることが重要。
- ・点検精度(ハンドタッチ)は各道路管理者の判断で良いのでは。
- ・市町村では、うまく、速く、安い技術が良い。
- ・新しい技術で現場で試行してみたいものが多い
- ・打音点検においては、人間の感性が機械より優れている。

63

- ・人工知能でツイート等のビッグデータでの不具合情報監視可能。
- ・管理者が直轄で技術を保持し守っていこうという取り組みは有効。
- ・新技術は、実際に採用する場面でのコストが重要。
- ・点検時の現状把握技術が重要。
- ・再劣化防止のため予防保全的な技術を積極的に採用したい。
- ・NPO法人の活用は、効果はあると思われ、今後の検討課題。
- ・高価な機械は、集団で購入し、交代で使える様になると有効。
- ・今後施工される構造物は機械を利用しやすい工夫が望ましい。
- ・現状では国の交付金のありかたに問題がある。
- ・修繕工事は、構造のわかる会社が補修することが必要。
- ・鉄道会社は8年に1回程度の間隔で足場をかけ全面塗装塗り替えを行っている。その折に点検し、確実にハンドタッチの点検実施。
- ・インテグラルアバットを、道路橋に導入するには、まだまだ課題あり。ただし、コンクリートと鋼材の界面の腐食対策はSGST技術にある。
- ・維持管理の方法には、いろいろな選択肢・やり方があること、身の丈に合った選択肢をとるという考え方、また戦略的にものごとを進めることの重要性等、がわかった。

64

研究技術の分類

委員会での研究した技術は以下のように分類できる。様々な場面で紹介いただいたSGST会員の技術とともに整理する。

- ①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術
- ②個別部位の劣化現象ごとに適用される補修・補強技術
 - ②-1 劣化原因除去技術
 - ②-2 対策技術

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

65

66

課題①落橋を防止できるか？



無名橋(香川・徳島県境) 2007年崩落



アメリカ I-35W橋(トラス橋) 2007年崩落



デラコンコルド橋(カナダ) 2006年9月崩落



府領第一橋(熊本県) 2016年4月

67

課題②橋梁の状況を把握できるか？



「道路橋の定期点検に関する参考資料(2013年版)国土交通省」より

68

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



ドローンを活用した点検

ドローンや信頼性の高い3次元測定とイメージング・リアル化技術。

株式会社 計測リサーチコンサルタント

ドローンを活用した橋梁点検システムの開発

強風時の安定性に優れ、可変ピッチ機構で近接定位できるドローンの開発。AIによるひび割れの自動検出、クラウド活用でリアルタイムの損傷解析、現場へのフィードバック実現。

株式会社 デンソー

69

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



特殊高所技術

近接困難な橋梁や構造物等に、高強度のロープや特殊機材を使用してぶら下り、上下左右に移動し、調査、点検、施工が可能。

株式会社 特殊高所技術



リアルタイム情報共有システム (Uメイト・U-BOX BT)

スマートフォンで簡単に接続し、現場状況を映像と音声で、特殊高所技術者と、リアルタイム共有。

株式会社 谷沢製作所

70

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



サンプリングモアレカメラ

カメラによる橋梁の変位、変形多点同時計測。

株式会社 共和電業

光ファイバセンサシステム

光ファイバ式加速度計、ひずみ計、変位計等。

株式会社 共和電業

71

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



固有振動数計

構造物の固有振動数を直接測定。

株式会社 共和電業

3Dレーザースキャン

信頼性の高い3次元測定とイメージング・リアル化技術。

ファロー・ジャパン株式会社



72

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



非接触型多点同時・動的計測

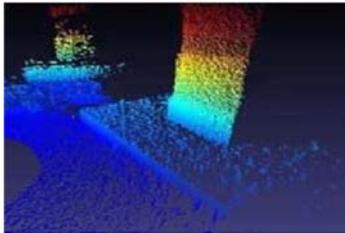
モーションキャプチャーカメラを用いて、遠方から非接触で多点を同時に動的に計測を行う。

株式会社 計測リサーチコンサルタント

水中レーザースキャナー

水中で地形や構造物の3次元データを取得する計測機器。

株式会社 計測リサーチコンサルタント



73

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



残留応力計測

鋼橋などの金属部品の残留応力、半価幅、残留オーステナイトが測定可能で、メンテナンスで使用される。

パルステック工業株式会社

高性能レーダーシステム

優れた高周波アンテナ特性で、鉄筋、電線管、コンクリート厚、アスファルト舗装厚なども探査可能。3D可視化技術有。

KEYTEC株式会社



75

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



たわみ情報提供サービス

剛性・耐荷力に関係が深い「たわみ」の情報を、加速度を計測し、変換することで、誰にも分かりやすい「たわみ」(mm)指標で提供するサービス。

株式会社 TTES

B-WIM

橋梁を通過する車両の重量・通過時間などを提供するサービス。

株式会社 TTES



74

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【状況を把握する技術】



簡易型表面吸水試験機

コンクリートの表層品質を現場にて吸水量から確認でき、表面含浸工の性能効果も確認できる試験機。

株式会社エバープロテクト

76

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【調査や工事を補助する技術】

ARCHIST System ラインナップ



ICT技術の活用により
小規模橋梁の工事は意欲的で魅力のある分野へと変革します。

「橋術家アーチスト」

点検から補修への一環システム。ICTの活用により補修工事の手間を削減し、「補修工事のコスト問題」の解決

福美建設株式会社

橋梁メンテナンス用掃除機 「スイートル」

”清掃が点検作業の第一歩”
・水分を含んでも強力吸引
・本体に土嚢袋を直接装着

株式会社 シーエス・インスペクター



77

②個別部位の劣化現象ごとに適用される補修・補強技術

②-1 劣化原因除去技術

79

①劣化や損傷状況を把握・蓄積・活用する技術

【調査や工事を補助する技術】

点検・調査時に使用するケレン工具

点検・調査時にリュック等に入れ、持ち運び可能な充電式ジェットタガネ

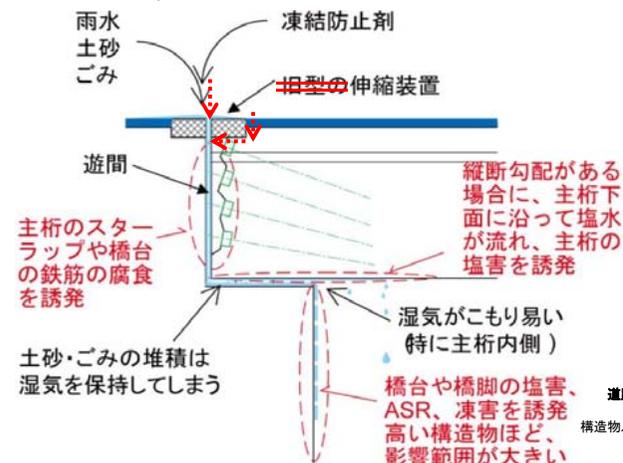
京橋ブリッジ株式会社



78

①漏水の防止(主要な劣化要因の除去)

- 漏水は諸悪の根源である！
- 凍結防止剤が混ざると、体を内部からむしばむ！
- 伸縮装置は過酷(車・温度)環境！



橋の漏水の例(1)



橋の漏水の例(2)



「道路構造物ジャーナル」
道路橋桁端部の腐食対策に向けて
国立研究開発法人土木研究所
構造物メンテナンス研究センター(CAESAR)
主任研究員
田中 良樹 氏 より

80

【漏水の例 ①伸縮装置からの漏水】



漏水の下は土砂詰まり

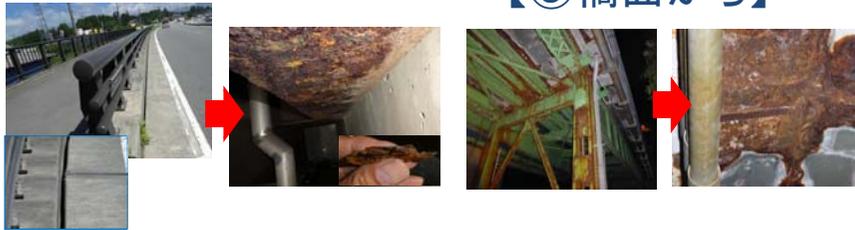
写真- (上り) 地覆止水材あり

写真- (下り) 地覆止水材なし

土砂をとるとポロポロ

【②目地から】

【③橋面から】



81

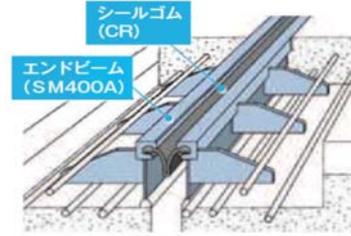
②-1 劣化原因除去技術

【漏水対策に配慮した技術】

マウラージョイントE-80型

既設橋の取り替えに適した伸縮装置。シールゴム(止水材)は路面から取替施工可能で、現場溶着で段階施工の継目に漏水無。

日本鑄造株式会社



メタルジョイント止水性能向上

NEXCO構造物施工管理要領に準じた止水性能試験、FEM解析・実物大疲労耐久性試験により50年相当の疲労耐久性を確認。

秩父産業株式会社



82

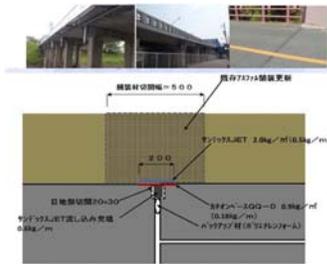
②-1 劣化原因除去技術

【漏水対策に配慮した技術】

橋梁伸縮装置目地防水工法 【サンデックスJET仕様】

小径間橋梁の伸縮目地部の塗布型(埋設)伸縮装置。カチオン系ゴムで止水性能向上。橋長15m程度まで。

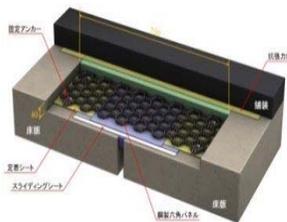
株式会社高見澤



埋設型伸縮装置(ジョイントバスターS)

一般部の舗装と連続舗装され、振動・騒音の発生は抑制される。NECOの埋設型ジョイント止水性能(15年相当)を取得。伸縮量20mm程度まで。

ジャパンコンステック株式会社



83

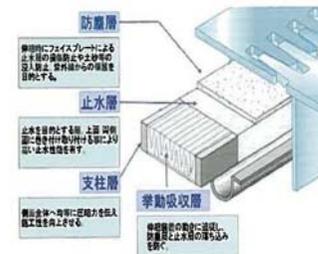
②-1 劣化原因除去技術

【漏水対策に配慮した技術】

非排水用乾式止水材 (プレスアドラー)

伸縮装置を止水し、雨水を橋面上でシャットアウト。挙動部をアコーディオン形とし、耐荷重性能、伸縮移動への追随性能に優れる。

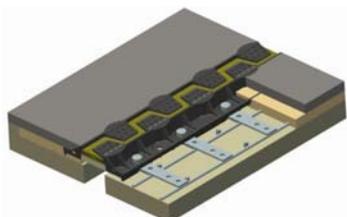
中井商工株式会社



84

②-1 劣化原因除去技術

【施工性や維持管理性に配慮した技術】



ダクタイル鋳鉄製伸縮装置 (ヒダクタイルジョイントα)

取替性(本体脱着可能なボルト
固定構造)・耐久性・走行安全
性に優れたダクタイル鋳鉄製。

日之出水道機器株式会社



伸縮装置及び床版の一体防水 「ONEPIECE-GEL SYSTEM工法」

同系アスファルト材料を使用することで、埋
設型伸縮装置と塗膜系床版防水工の簡易
+短時間の施工、止水機能一体化を実現。

福美建設株式会社

85

②-1 劣化原因除去技術

【施工性や維持管理性に配慮した技術】

特殊金属皮膜生成技術 (Smart ZIC工法)

鋼橋の防錆上の弱点である添接部
のボルト部の早期腐食を防止する、特
殊皮膜生成技術。コールドスプレーに
より鋼材表面に亜鉛皮膜を形成。

アルミ合金の橋梁付属物

アルミ合金(高耐食性、軽量、押出整
形により製作手間を大幅削減)による、
橋梁付属物。飛来塩分遮断板、検査路
、残存型柵パネル、遮音樋など。



検査路 (KERO)

株式会社横河ブリッジ

86

②-1 劣化原因除去技術

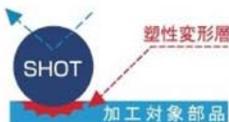


ICR処理による疲労強度向上

鋼構造物の溶接継手止端部近傍の母材に
打撃ピーニング(ICR処理)により、圧縮残
留応力を導入し、溶接継手の疲労強度を向
上させる。既設鋼橋の予防保全を目的と
した疲労強度向上対策としても有効な工法。

JFEエンジニアリング株式会社

【鋼橋の疲労除去対策】



エコクリーンピーニング工法

塗装工程で使用される1種ケレンの機械(
循環式エコクリーンブラスト工法)を有効活
用し、ハードピーニング(塑性変形)を施す
技術。塗装塗替と同時に実施することで、
経済的に疲労亀裂予防保全対策が可能。

ヤマダインフラテクノス株式会社

87

②-1 劣化原因除去技術

【材料を工夫した技術】

高気密ステンレス排水管 TSステンレス排水樹

腐食しづらいステンレス材の排水
装置。スパイラル管や加工管仕
様等で、軽量、低コスト。現場に
あわせた様々な形状で製作可能
で、新設・補修に適した製品。



株式会社トーカイスパイラル

88

②-2 対策技術

課題① 日本経済に損失を与えないか、最小限か

- 補修工事の実施は一般的に社会的損失を伴う。



89

90

課題② 効果はあるか？再劣化はないか？

- 劣化メカニズムへの対応、確実な劣化原因除去に留意する必要がある。



「国総研資料 第829号 道路構造物管理実務者研修」より

91

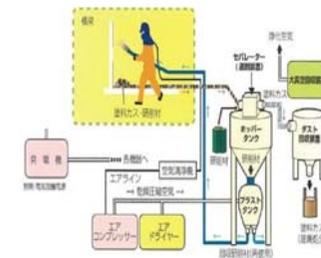
②-2 対策技術

【橋梁塗装関連技術】

循環式エコクリーンブラスト工法

橋梁の塗装塗替は、1種ケレンが原則となった。ブラストを連続使用できる金属系研削材とし、ゴミ処理費用と環境負荷を大幅低減。

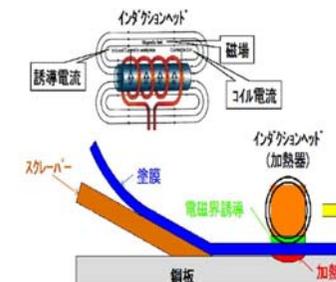
ヤマダインフラテクノス株式会社



IH装置システム塗膜剥離工法

IH装置の誘導コイルから、交流電流で電磁界を作り、金属に渦電流を発生させ、その誘電熱で塗膜を剥離する工法。

日本橋梁株式会社



92

②-2 対策技術

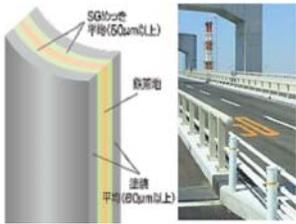
【橋梁塗装関連技術】



水性の鋼構造物向け重防食塗料 (ニッペ水性防食システム)

塗料の水性化を実現。環境負荷低減が叶う。防錆力、耐候性は従来と同等。乾燥性は従来よりすぐれる。

日本ペイント株式会社



高耐食性メッキ+補修用高欄

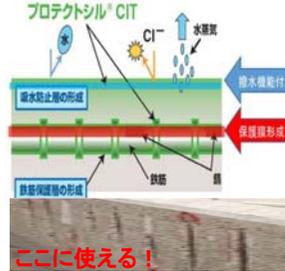
耐食性が高く、鋼製製品の防錆に適した表面処理。
地覆が狭くても取り付け可能な防護柵。

株式会社興和工業所

93

②-2 対策技術

【塩害対策補修技術】



シラン系含浸材鉄筋腐食抑制型 プロテクトシルCIT

コンクリート表面に塗布し、内部鉄筋の腐食を抑制。軽度の塩害対策や補修後のマクロセル腐食を抑制。

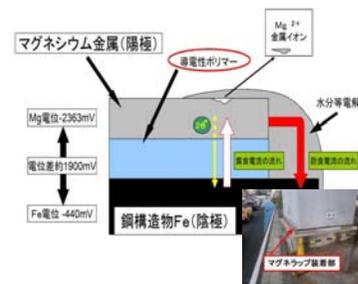
ポゾリス ソリューションズ株式会社

犠牲防食材「マグネラップ」

防食が困難な、鋼部材とコンクリート部材の接合部を、マグネシウム金属を利用した犠牲型防食システムで、腐食発生・進行を防止。

株式会社コーメイ

94



②-2 対策技術

【塩害対策補修技術】



塩害対策用断面修復材 クロルフィックスシリーズ

ポリマーセメントモルタルに塩化物イオン固定化材を添加し、コンクリートの塩害防止性能を高めた断面修復材。

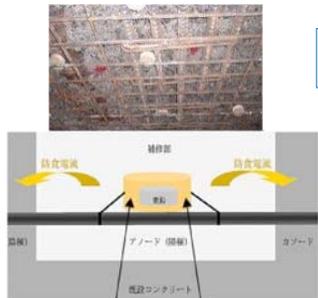
デンカ株式会社

ガルバーシールド(犠牲防食材)

断面修復時に、補修材の中に鉄よりもイオン化傾向の高い(腐食しやすい)亜鉛を配置し、電気化学的作用により鉄筋腐食を抑制する。

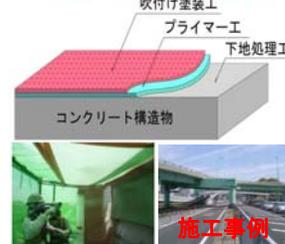
デンカ株式会社

95



②-2 対策技術

【急速施工技術】



コンクリートはく落防止工法 「ウォールプロテクト工法」

ポリウレタ樹脂系コーティング材のはく落防止工法。スプレーガンによる吹付けで急速施工を実現。

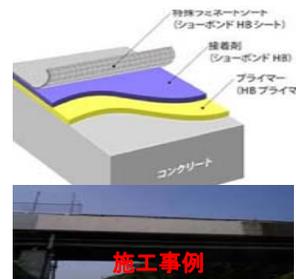
矢作建設工業株式会社

コンクリートはく落防止工法 「ハイブリッドシート工法」

特殊ラミネートシートを「貼るだけ」で、はく落防止工が施工でき、高品質で均一な施工、工期短縮を実現。

ショーボンド建設株式会社

96



②-2 対策技術

【補修材料関連】



コンクリートはく落防止工法 「クリアクロス工法」

透明な剥落防止材料を採用しており、はく落防止対策後に変状進行を目視観察できる。

ショーボンド建設株式会社

シラン系表面含浸材 (ニュースパンガード)

刷毛で塗るだけの1液性含浸材で、浸透し、保護層を形成。長期間に渡り透水・吸水を防ぎ、鉄筋を保護。

ショーボンド建設株式会社

②-2 対策技術

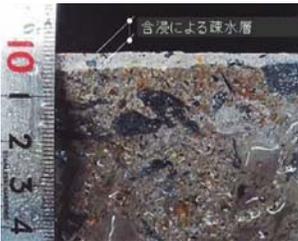
【補修材料関連】



軽量・薄塗・早強・低収縮ポリマーセメントモルタル 「マスターエマコS5350」

1材型で練り混ぜ水量を変える事により3mm～30mmの厚さの断面修復が行える。また、軽量、早強、低収縮性を有す。NEXCO基準適合。

ポゾリス ソリューションズ株式会社



ショーボンド建設株式会社

97

98

②-2 対策技術

【工法関連】



PCF壁高欄工法

プレキャスト版を埋設型枠とする壁高欄施工方法。足場設置が不可能な場合、先行取付けして架設し工期短縮を図れる効果がある。

瀧上工業株式会社

床版端部補修工法(ウォータージェット)

100Mpa以上の超高压水を噴出し、コンクリートの脆弱部を確実に除去するとともに、床版端部等の狭小空間での施工を実現。

株式会社デーロス・ジャパン



99

②-2 対策技術

【補修材料関連】



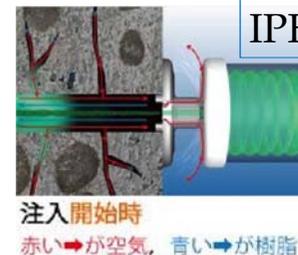
HPFRCC(複数微細ひび割れ型 繊維補強セメント複合材料)

ポリマーセメントモルタルの配合改良及び混入有機系繊維の工夫により「複数微細ひび割れ挙動」と、「引張ひずみ硬化挙動」を示す。

株式会社デーロス・ジャパン

IPHシステム内圧充填接合補強工法

低圧樹脂注入工法だが、コンクリート構造物内部の空気を抜きながら樹脂を注入することで、構造物の内部から接合補強して躯体を一体化。

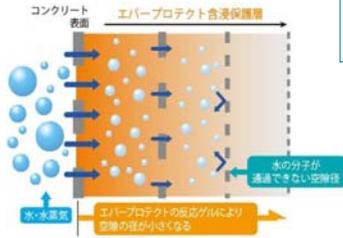


中日建設株式会社

100

②-2 対策技術

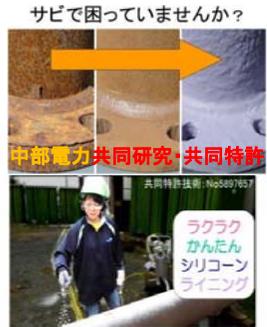
【補修材料関連】



けい酸塩系表面含浸工法 『エバープロテクト』

コンクリート中の水酸化カルシウム等と反応してC-S-Hゲルを生成し、表層部を緻密化し耐久性向上。

株式会社エバープロテクト



シリコンを活用した新技術 [シリコンシールド]

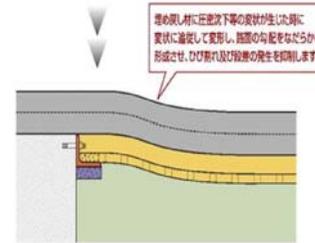
高性能なシリコンを手軽に導入可能。直立面や上向き面でもダレなしに施工可能。強力に接着して橋の伸び縮みにも追従します。除去も容易。

丸大鐵工株式会社

101

②-2 対策技術

【地震対策】

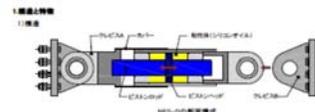


背面処理工【可撓性踏掛版】

既設橋梁に簡単に後付け可能な踏掛版。可撓性能を有する。施工時間が短くアスファルトの養生時間のみで交通開放が可能。

ジャパンコンステック株式会社

粘性系シリンダー型ダンパー (NES-D)



経年劣化の少ないシリコン系粘性体を採用した高機能ダンパーで、減衰性能の向上と変位制限として利用できる。

日本鑄造株式会社

102

②-2 対策技術

【地震対策】



DRB(ディスク型高面圧ゴム支承)

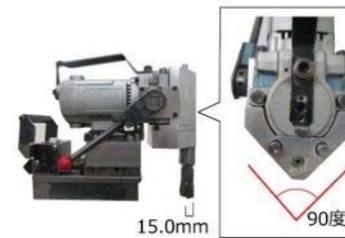
荷重支持板に高剛性のウレタンゴムを採用し、大荷重支持での支承高さの低減を実現。狭い桁下空間での支承取替が可能。

住友理工株式会社

103

②-2 対策技術

【補修工事補助技術】



狭隘部用穿孔工具

下フランジ等に上側から穿孔する場合、ウェブから15mmの位置を中心に穿孔可能な磁気ボール盤。

ボルト・ナット等が突出している箇所でのアトラ設置工具



補修工事等でボルト・ナットが突出している箇所において磁気ボール盤等を設置するための簡易プレート工具。

京橋ブリッジ株式会社

104

【参考：様々な議論②】

- ・橋梁の計測の効率化の観点からは、施工時に使用した計測機器の一部を残すことが有効ではないか。
- ・センサー自体の長寿命化は機械部品であることより、困難ではないだろうか。計画的に交換したり、同時に2つ取り付けどちらかが作動するようにすること等、が考えられる。
- ・配線の長寿命化も、機械部品であり、土木分野での市場は小さいため、製作メーカーは長寿命化への投資は困難ではないだろうか。
- ・既設橋に発生している初期応力の計測は現状では難しい。現在の計測技術は、ひずみの変化を計測(応力変化に着目)しているため。
- ・ひびわれ注入がうき部の断面修復の代わりになるとの表現はいいすぎではないか。
- ・桁端部の劣化物の除去は従来技術では不可能で有り、狭隘部にターゲットを絞った技術が必要である。
- ・欧米では普及している技術が日本では普及していないメースがある。道路管理者の職員が移動するため会計検査での説明が困難となっていることも原因ではないか。

109

【参考：様々な議論③】

- ・伸縮装置の漏水対策は、境界部(歩車道境界、段階施工の目地)の処理が難しい。
- ・伸縮装置の止水性能の耐用期間の明示は難しいが、NEXCOの関連基準に準じた試験を行うことでその代わり(品質保証)としている。
- ・伸縮装置の土砂詰まりは、止水機能の低下を招くので、適切な間隔で清掃願いたい。
- ・既設の伸縮装置は地覆部の止水がなされていないケースがあり、そこから顕著な漏水が発生している。伸縮装置の取り替えにおいては、地覆部の取り壊し・復旧が必要となる。
- ・シリコーンのように、耐久性が有り、かつ柔らかさが継続することより、除去も容易でもある材料がある。設置・撤去が両方とも可能で有り、これまでの土木技術の視点と異なっている。新たな視点であり、保全技術として期待されるのではないだろうか。

110

委員会報告書

- ・委員会の配付資料や議事録は**ホームページに全て掲載(閲覧はSGST会員限定)**
- ・多くの方が**だんだんと会員になられています!**



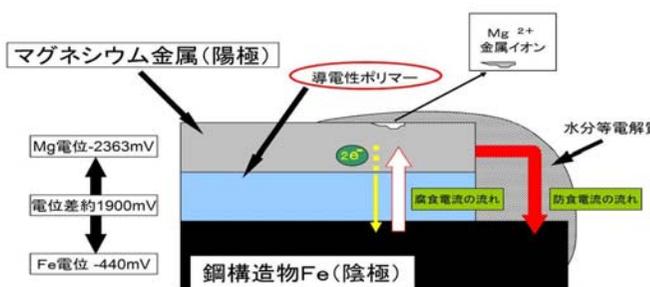
111

NO	1	名称	特殊金属皮膜生成技術とアルミ製品を用いた鋼橋の長寿化への取り組み
発表者	横浜ブリッジホールディングス 土橋様		
概要	Smart ZIC、アルミ製品(塩分遮断板、検査路、遮音樋)		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設 【区分】 A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	Smart ZIC:未登録 アルミ検査路:HK-130001-A		
講演内容	<p>鋼橋の防錆上の弱点である添接部のボルト部の早期腐食を防止するため、特殊皮膜生成技術に取り組んでいる。本技術は、コールドスプレー(亜鉛粉末にアルミナを混合し、低温(粉体温度約200℃)で高速で吹き付ける)により鋼材表面に亜鉛皮膜を形成する技術である。工法の特徴として、施工時の大気による酸化が少ない、皮膜の附着性能が高い、皮膜の微細孔容積率小(5%未満)などの特徴を有している。施工機械の可搬式で、現場での施工性も良である。低圧吹き付けであり取り扱い資格が不要である。塩分噴霧試験などで、高い防食性能を検証している。また、モノレールの現場などで、狭隘部の施工性、ボルト部・ナット部への施工能率を確認している。</p> <p>アルミ合金を用いた橋梁付属物の開発を行っている。アルミ合金の製品の特徴は、耐食性が高い、軽量である、押し出し整形により部材を作ると製作手間などを大幅に削減できることである。製品として、アルミ製飛来塩分遮断板、アルミ製検査路、アルミ製残存型枠パネル、アルミ製遮音樋などを紹介いただいた。なお、検査路、来塩分遮断板などは、住軽日軽エンジニアリングと共同で開発している。</p>		
技術の特徴	<p>技術の概要</p>	<p>Smart ZICの概要</p>	<p>装置の概要</p>
	<p>図一スマートジンク工法の特徴のイメージ</p> <p>塩分遮断板(Cusa) 検査路(KERO) 残存型枠パネル(aizo) 遮音樋 (Mizotto)</p> <p>図一アルミ製品</p>		

NO	1	名称	特殊金属皮膜生成技術とアルミ製品を用いた鋼橋の長寿化への取り組み
			<p>鋼橋の添接部は現場での塗装となる。ボルト部は表面の凹凸であり、角部などの塗膜厚が薄くなり、塗装の劣化が一般部と比べて早期に発生する。</p> <p>写真一添接部の腐食</p>
			<p>鋼は腐食しやすい特性を本来有しており、塩分環境が厳しい箇所では腐食を完全に防止することが困難である。例えば、海岸地域では桁間に飛来塩分が蓄積される、一般環境でも、凍結防止剤散布地域ではその漏水経路は多量の塩分が流下するため、劣化速度が速い。また、付属物は鋼部材が薄いため亜鉛メッキも厚くすることが出来ず、塩分に溶けやすいという亜鉛の特性もあり、早期に劣化が始まる。</p> <p>写真一海岸部での桁間の腐食</p> <p>写真一鋼製残存型枠の腐食</p> <p>写真一検査路の腐食</p>
			<p>必要とされる場面</p>
			<p>研究委員会での質問・回答</p> <p>①特殊金属皮膜生成技術について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・質問:コールドスプレーにおいて、アルミナを混合した亜鉛粉末を用いているが、アルミナが残存して性能が低下することはないか。 ・回答:混合比率を様々に変えて施工実験をしている。 <p>②アルミ合金を用いた橋梁付属物</p> <ul style="list-style-type: none"> ・意見:通常検査路(鋼性で亜鉛メッキ)は漏水箇所では早期に劣化し穴が開く等の課題があり、アルミ製の検査路の適用が期待される。 ・意見:跨線橋などで床版施工に残存型枠(グレーチング床版)が良く採用されるが、顕著な腐食が発生している事例が多い。また、錆の塊が桁下に落下している状況も見られる。アルミ製の残存型枠は、今後予想される跨線橋部などでの床版取替えでの採用が期待される。 ・意見:留意点として、鋼材と比べてたわみやすい、異種金属接触腐食対策(ガルバニック腐食)が必要であることがある。
			<p>その他</p>
			<p>参考資料 ①道路橋の定期点検に関する参考資料 国土交通省(2013年版) 平成25年3月</p>

NO	2	名称	鉄筋腐食抑制タイプRC構造物用含浸系表面保護材
発表者	BASFジャパン株式会社 金井様		
区分	[適用]:新設のみ、既設・既設【区分】A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	Smart ZIC、アルミ製品(塩分遮断板、検査路、遮音樋)		
名称	プロテクトシルCIT:HR-060004-V		
講演内容	<p>鉄筋コンクリートの表面に塗布することで、コンクリート表面に撥水機能を付加し、内部に浸透して鉄筋に保護膜を形成し腐食を防止する材料である。NETIS登録材料で、事後評価がずんでおり、設計比較対象技術となっている。</p> <p>特徴は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄筋に不動態被膜に替わる保護層を形成する。 コンクリート表面に撥水機能を付与するので遮塩性・吸水防止性・水蒸気透過性に優れる。 透明な液体で、塗布した外観に変化がない。 粘性が小さい液体(水と同程度)であり、施工が簡単。(スプレーガンによる塗布が可能) 環境に優しい無溶剤タイプ。 上塗り材の施工が可能。 <p>適用対象は、鉄筋の腐食の始まったRC構造物であり、本材料を塗布することで断面修復境界部のマクロセル腐食の防止や劣化因子が浸透した箇所での鉄筋の腐食を防止することができる。腐食防止効果は実構造物や実験供試体における分極抵抗試験などで計測されており、高強度コンクリート(60N/mm²)でも効果を確している。</p>		
技術の特徴	<p>図一工法の特徴のイメージ</p> <p>プロテクトシルCITは、加水分解・重縮合反応を経て高分子(シリコン)化し、以下の物質の水酸基(-OH)と反応</p> <ul style="list-style-type: none"> コンクリート → 吸水防止層の形成 鉄筋の不動態皮膜および鉄筋腐食の際に生成する水酸化鉄および酸化鉄(水和物) → 不動態皮膜に替わる保護層の形成 <p>また、アミノ基(-NH₂)の効果で反応速度をコントロールする(遅らせる)ことにより、コンクリート内部(鉄筋かぶり80mm)まで浸透</p> <p>図一反応機構</p>		

NO	2	名称	鉄筋腐食抑制タイプRC構造物用含浸系表面保護材
必要とされる場面	<p>鉄筋コンクリートは、鉄筋とコンクリートの複合材料で、引っ張り力に対しては鉄筋が、圧縮力に対してはコンクリートが抵抗している。鉄筋はコンクリートで被覆されており、そのアルカリ性により鉄筋表面に不動態皮膜を形成して腐食発生を防止している。コンクリートの経年劣化や初期欠陥(ひびわれや、ジャンカ等)により鉄筋の周囲のコンクリートが中性化したり、海からの飛来塩分や凍結防止剤による飛散塩分の付着によりコンクリート内部に劣化因子が浸透すると、内部の鉄筋が腐食する。</p> <p>写真一損傷が発生しやすい箇所</p> <p>写真二損傷発生事例</p> <p>図一劣化メカニズム</p>		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> 質問:PC構造物への適用は考えているか。 回答:本技術は純粋なシラン材料を使用しており粒子が細かいため、高強度のプレキャスト製品でも内部に浸透しやすい技術である。しかし、PC鋼線自体への適用の関しては具体的な調査はしていない。 質問:下地処理の精度の設定(どこまでの精度で下地処理すべきか)に関する質問があった。例えば、高圧水で洗浄しても水が当たった箇所のみ洗浄されてコンクリートの表面は格子状の模様となるが、その程度でよいか。 回答:材料メーカーとしては、汚れは確実に除去することを推奨している。 質問:本材料は予防保全として、竣工時に採用することで効果はあるか。 回答:本材料は、鉄筋コンクリート内部の鉄筋が腐食環境にある場合に防護膜を形成することで捕食防止をすることを目的としている。竣工時に用いる場合は、一般に鉄筋は不動態皮膜を有しており機能の限定された表面含浸材(コンクリート表面に撥水機能のみを与える材料や表面を緻密にする材料などは本材料より安価である)で問題ないのではないかと。 意見:凍結防止剤散布環境にある壁高欄に早期に塗布することで、予防保全効果があるのではないかと。 意見:伸縮装置直下の胸壁は、凍結防止剤散布地域では塩分が浸透していると予想され、壁高欄と同様に予防保全効果が期待できるのではないかと。 意見:PC構造でも、コンクリート内に直接PC鋼材が埋め込まれているプレテンション工法の部材では、本工法の効果も期待できるのではないかと。 意見:鉄筋の防食のメカニズムがわかりにくい。化学の知識が少ない建設系の技術者でも理解しやすいようにすることが望ましいのではないかと。 		
その他			
参考資料	①道路橋の定期点検に関する参考資料 国土交通省(2013年版) 平成25年3月		

NO	4	名称	犠牲防食マグネラップによる鋼構造物とコンクリート接触部等の効果的な保全について
発表者	株式会社コーメイ 吉田 敏治様		
概要	マグネシウムの適切な境界部での犠牲防食機能の発揮により鋼橋の寿命を延ばす。		
区分	【適用】: 新設のみ、既設のみ 新設・既設 【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: 予防保全 E: その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>マグネラップはマグネシウム金属の素性を利用した犠牲型防食システムである。対象物となる鉄鋼材等に装着させ、対象物が腐食しようとする時のみ作用し、対象物に代わってマグネシウムが犠牲的に消耗・消失する事により対象物の腐食を防止する。工法の特徴は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軽くて強い・環境・衛生的に全く無害・施工が簡単・効果が見える・取り替え時期が事前にわかる・対象物の形状不問・湿潤面の施工可 <p>施工実績は、水管橋の橋台部における橋台コンクリートと水管橋の接合部や、ガス配管の架台接触部、鋼製タンク基礎回り、歩行者用信号地際部などの防食に実績が多数ある。また、土木構造物では、鋼製橋脚基部(根巻きコンクリートとの接続部)や、トラス橋のトラス部材のRC床版貫通部、歩道橋支柱基礎部(地際部)、照明柱ポール地際部、などの取換えが困難(もしくは不可能)な箇所で見積を有する。</p>		
技術の特徴	<p>マグネラップの防食原理はマグネシウム合金から成る薄状金属防食板に被防食体(鉄鋼材)との間に導電性ポリマーを介在させ、鋼部材が腐食しようとしても電気化学的に腐食の進行を防止する。</p>  <p>図一全体構造図</p>  <p>図一補修事例写真</p>		

NO	4	名称	犠牲防食マグネラップによる鋼構造物とコンクリート接触部等の効果的な保全について
必要とされる場面	<p>鋼製橋脚の柱基部は大きな断面力が発生する箇所であるが、コンクリートとの接触部で内部に水分を完全に入れないことは困難で、腐食を防止することは困難である。腐食による断面減少は確実に防止する必要があり、予防保全として犠牲防食の採用が望ましい。</p>  <p>写真一鋼製橋脚基部の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・犠牲防食材の設置範囲は、鋼製橋脚と根巻きコンクリートの接触部のみである。 ・電位を測定することで、犠牲防食が機能しているか(必要な電位差が確保されているか)容易に確認できる。 <p>図一補修および電位測定状況</p>		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問:トラス橋のトラス部材のRC床版貫通部での防食機能の経年変化の調査結果および、今後の維持管理方法についてどう考えているかご教授願いたい。 ・回答:トラス橋のトラス部材のマグネラップ対策部については、電位測定により効果を確認している。経年的に電位差は低下するため、継続的な電位測定で犠牲防食の効果を確認できる。 ・質問:マグネラップの標準的な部材厚の設定をどうしているか。 ・回答:設置箇所、性能の期待年数により、1mm~3mmを使い分けている。 ・意見:コンクリートと鋼の接合部の維持管理において、確実に腐食を防止するとの趣旨で、優れた材量である。 		
その他			
参考資料			

No	5	名称	ドローンの性能と現場への適用(岐阜大学サテライト実施)
発表者	大同大学 総合機械工学科 橋口宏衛先生		
概要	ドローンの性能と現場への適用		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】 A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:予防保全 E:その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>ドローンはコンピューター制御式ラジコンといえる。マイコンで飛行制御ができ、GNSSを使った自動飛行(緯度・経度を入力し、そこへ自動飛行、離着陸)できる。しかし、構造物のそばなどGPSが不安定な箇所ではGNSSが使えないため、目視操作のために操縦スキルは必要である。</p> <p>平成27年9月に航空法の一部が改正され、同年12月よりドローンやラジコン機等の飛行ルールがあらたに導入されており、その概要(基本的には目に見える距離での使用、住宅地などでの制限、国土交通省などへの事前申請など)を説明いただいた。</p> <p>ドローンの種類について説明いただいた。また、ドローン=マルチコプターと思われるが、飛行時間や作業内容で他の機種(固定翼機、ヘリコプター(シングルコプター))を選定することが望ましいことがある。適材適所を考えるべきとの指摘をいただいた。マルチコプターの種類について説明いただいた。</p> <p>ドローンが現在使われている場面として、空撮、測量、監視、警備、橋梁・トンネルなどの検査災害調査、救助、防衛、輸送、物流、IT農業、デジタルアート、集団行動、自撮り、レース、ロボコンなどがあることを事例とともに紹介いただいた。また黎明期なので、その他にもアイデア次第でいろいろ使えるはずのお話があった。ただし、測量分野などで森などは地表面だけでなく植生の天端を計測してしまうため、他方法との組み合わせなど必要な精度を確保するための工夫が必要だとの説明があった。</p> <p>今後ドローンの課題として、国産化、カスタマイズの要望、飛行時間、電波法、位置精度、墜落防止、人材育成、教育、悪用防止、法整備・規制、等があることを、各々の状況について説明いただいた。また、ドローンの運行を管理するための全国ベースでのドローン運行マップシステムの必要性について説明いただいた。</p>		
技術の特徴	<p>ドローン=コンピューター制御ラジコン</p> <p>ドローンの種類</p> <p>図-ドローンの概要</p> <p>マルチコプターの種類</p> <p>・プロペラ配置によって様々な呼び名がある</p> <p>図-マルチコプターの種類</p>		

No	5	名称	ドローンの性能と現場への適用(岐阜大学サテライト実施)
必要とされる場面	<h3>ドローンの発展</h3> <ul style="list-style-type: none"> 空撮 測量、監視、警備 橋梁・トンネルなどの検査 災害調査、救助、防衛 輸送、物流 IT農業 デジタルアート、集団行動、自撮り レース、ロボコン <p>カメラ系業務が現在の主流</p> <p>まだ黎明期なので、その他にもアイデア次第でいろいろ使えるはず!</p> <p>操縦者との距離に応じて異なる</p> <p>易発生事例</p>		
留意事項	<h3>ドローンの課題</h3> <ol style="list-style-type: none"> 国産化 カスタマイズの要望 飛行時間 電波法 位置精度 墜落防止 人材育成、教育 悪用防止 法整備・規制 <h3>改正航空法のまとめ</h3> <ul style="list-style-type: none"> 200g以下はドローンに含まれない (超軽量の自撮りドローンは可能!) 空港周辺は当然禁止 (以前から禁止) 人口密集地は禁止 (平成22年国勢調査人口集中地区境界線を使用 http://www.stat.go.jp/data/chiri/gju/did.htm) 日没まで飛行可能 目視距離だけ飛行可能 (FPVや自律が使えない!) 人や建物に近づけない (30m以上離れること) <ul style="list-style-type: none"> 日中に、郊外(人口の少ない場所)で飛ばしている趣味のフライヤーさん達には影響なし ビル街での撮影や建設現場などの人口密集地で飛ばすドローン業務には影響大 <p>雑草や樹木に覆われている土地は地面の計測が不可能</p> <p>禁止区域で業務を行いたい場合は?</p> <p>A: 国土交通省に許可申請する (空港近辺の飛行では近くの航空局にも申請) (申請したと申請届出航空法にある)</p> <p>自主確認項目</p> <ul style="list-style-type: none"> 飛行を飛行させる理由 飛行の方法によることができない理由 無人機の機能及び性能 操縦者の飛行経験・技能 安全確保のための対策 メーカー品の改造か否か メーカー指定の点検を行っているか 		
その他			

NO	6	名称	地盤防災へのUAVなどの適用(岐阜大学サテライト実施)
発表者	岐阜大学 工学部附属インフラマネジメント技術研究センター 沢田和秀先生		
概要	地盤防災へのUAVなどの適用		
区分	【適用】: 新設のみ、既設のみ 新設・既設 【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: 予防保全 E: その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>UAVの適用の事例を説明いただいた上で「どのような場面で使いたいか、どんな機能が必要か、UAV等に何を求めるか」考えることが、まず必要であることを説明いただいた。</p> <p>土砂災害時におけるUAVの使用例として、岐阜県下呂市の事例、南木曾町読書の事例を紹介いただいた。事例では、不安定な斜面での人力による調査と比べてドローンによる調査の効率性、課題(データより植生を除去し地表面を鮮明に見ることの難しさ)、適用することで実際の挙動を容易に目視し解析への適用がはかれていることなどの使用効果を説明いただいた。</p> <p>UAVのメリットとして、①手軽である、②安定性に優れる、③操縦性に優れる、④安価であること等があり、日常の概略点検や災害時の緊急現地点検などに活用できそうであることを説明いただいた。</p> <p>UAVの課題として、①万能ではない、②目的を明確にする上での選定が必要、③飛んでいるものは落ちる、④流行っている、⑤見ただけか計測か区分することが必要、等を説明いただいた。</p> <p>UAVの今後の適用における留意事項として、①目的を明確にした上での適切な採用、②他の技術との融合(ロボット、写真、測量、地盤工学)、③データの取り扱い方法および成果のイメージの提示、④蓄積されるデータの処理方法の明確化、があると説明された。</p>		
技術の特徴	<p>UAV(Unmanned Aerial Vehicle)とは 自動操縦もしくは遠隔操作によって無人飛行する航空機</p> <p>種類</p> <ul style="list-style-type: none"> 固定翼、回転翼、気球型、..... 有人機と同じ大きさ \longleftrightarrow 手のひらサイズ 自動制御(ロボット) \longleftrightarrow 遠隔操作 <p>使用目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 見ること? <p>地盤工学(斜面防災)の観点から....</p> <ul style="list-style-type: none"> 小型ラジコンヘリコプター(マルチコプター) <p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 電動、自動操縦、小型、軽い \rightarrow 手軽? <p>UAVのメリットは?</p> <ol style="list-style-type: none"> 手軽なこと メンテナンスしやすい、危険性が低い 最近の主力選手は、電動の多翼型のヘリコプター 安定性に優れる 簡単な操縦 高性能ジャイロセンサによる安定した自律航行 載荷能力が大きくなってきた 操縦性に優れる 誰でも操作可能(少しの練習で) 発達したGPSとソフトウェアによる自動航行 安価であること 実機に比べればはるかに安い <p>基本的には、「写真撮影」、「ビデオ撮影」という使用方法が一般的。 その後、写真測量の技術を駆使して、「3次元的に把握」、「データ化して設計などに利用」できる。 日常の概略点検や災害時の緊急現地確認などに活用できそうです。</p>		

NO	6	名称	地盤防災へのUAVなどの適用(岐阜大学サテライト実施)
	<p>斜面からの落石調査において、簡易に、実際の崩落状況をビデオ撮影するなど、機敏に効果的な情報を得ている。</p>		
必要とされる場面	 <p>写真一落石の事例</p>  <p>どんなふう回転ってきた? 土のうは3段積みで大丈夫?</p> <p>写真一適用事例</p>		
留意事項	<p>•どのような場面で使いたいか</p> <p>•どんな機能が必要か</p> <p>•UAV等に何を求めるか?</p> <p>課題</p> <ul style="list-style-type: none"> UAVは万能でない 目的はなんですか? 飛んでるものは落ちる 流行っている 見ただけですか?計測ですか? <p>今後は?</p> <ul style="list-style-type: none"> 目的はなんですか? 他の技術との融合(ロボット/写真/測量/地盤工学) そのデータをどう扱いますか? 蓄積されるデータの処理方法は? 		
その他			

NO	7	名称	河川におけるUAV利活用の一例(岐阜大学サテライト実施)
発表者	テイコウ・テクノ 鈴木真様		
概要	何に使うのではなく、積極的にUSVを使用していき試み・明確な効果の説明		
区分	【適用】: 新設のみ、既設のみ、 新設・既設 【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工 住 D: 予防保全 E: その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>河川の調査におけるUAV(小型無人航空機)マルチコプターの利活用の例として、①観る②測る③調べる、の視点より講演いただいた。</p> <p>「観る」の事例として、ダムなどの構造物、建物、屋外太陽発電所、河川の流況の事例を説明された。特に、経年的な流況を同一視点で見ることによって経過変化の観察が、ビジュアルにかつわかりやすく実施できることを説明いただいた。また、河川護岸の植生調査や、河川構造物の状況把握の事例、道路構造物であるシェッドの屋根の土砂堆積状況調査の事例、緊急的に被災状況を把握した事例を紹介いただいた。</p> <p>「測る」事例として、橋梁を含む河川の屈曲部の測量の事例を紹介いただいた。調査は、事前に標定点を現地に設置し、UAVによる撮影、カメラによる地上撮影を組み合わせで行われている。パソコンによるUAVのコース設定や、撮影時の適正なオーバーラップを行った上での解析処理など、3次元の地形図作成におけるポイントを説明いただいた。また、3次元地形図の利用事例として、「アユがよく育つ河川づくりに関する研究」の事例を紹介いただいた。</p> <p>「調べる」の事例として、UAVを用いた河川の流速の計測事例、道路側面の吹付け法面の赤外線カメラによる調査事例、自動運行による太陽光パネルの異常箇所の調査事例等を紹介いただいた。法面の崩落危険箇所の調査を、UAVによる計測結果を3Dモデル化して行った事例を紹介いただいた。</p>		
技術の特徴	 <p>図一技術の特徴</p> <p>I. 観る 景観・状況把握</p> <p>II. 地形を測る 作業範囲</p> <p>III. 調べる ■モルタル吹付けの異常箇所を調べる 高さ60m長さ100m 正面オルソ画像</p>		

NO	7	名称	河川におけるUAV利活用の一例(岐阜大学サテライト実施)
講演内容	 <p>事例一河川の植生調査</p> <p>事例一河川の被災状況調査</p> <p>事例一湿地の温度分布図状況調査</p> <p>事例一UAVによる測量</p> <p>事例一あゆが育つ川作りに関する研究</p> <p>事例一モルタル吹付け法面のうきの調査</p>		
その他	様々な効果的な利用		

NO	名称	ディスカッション(岐阜大学サテライト実施)2016年3月11日実施分
技術の区分		
名称		
講演内容	<p>委員長(岐阜大学 木下先生)にとりまとめたきながら、ディスカッションを行った。議論された内容は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローンは今後、大型化と小型化の両方に進んでいくと推定される。大型化においては、飛行時間の長時間化などが期待される。小型化は機械が安定しない(わずかな風で不安定となる)ため、あまり屋外での適用には期待できないのではないだろうか。 ・ドローンに人間的な感性を与えることで使用性が向上するのではないだろうか。 ・ドローンの採用で、橋梁点検の90%ぐらいが実施可能ではないだろうか。しかし、桁端部や鋼桁の亀裂など、ドローン(現時点の性能では)では見ることのできない箇所が確実に残ると思われる。今後の機械の進化に期待するのか、別の手段で行うことを前提として棲み分けを考えるかは、今後の課題である。 ・国土交通省の許認可が、橋梁などの構造物の点検作業などでは難しいのではないかとこの意見があったが、NETISにさえ登録すれば、点検作業などへの適用が考えられるのではとの意見もあった。 ・超音波機械等を積むことができれば、打音検査の代替が期待できる。ビルの外装のパネルやタイルなどの第三者被害予防措置(落下可能性の有無把握)調査への適用が期待される。 ・鋼橋の点検など、人間が近接してもなかなかわからない亀裂などの調査には適用が難しいのではないか。 ・調査の目的を明確にした上で、ドローンを道具として採用するという視点が重要である。 ・機械の開発者も現場の意見を聞くことが重要である。 	
特別会の状況		

NO	10	名称	橋梁計測の過去と現在
発表者	株式会社 共和電業 立野 恵一様		
概要	様々な場面で橋梁計測は活用されている。既設橋梁の健全性把握技術も活用が期待される。		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】 A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	なし。		

社会インフラ全体における計測技術を紹介いただいた上で、橋梁計測における過去と現在の状況を説明いただいた。

インフラ分野における計測は、昭和26年に当時の運輸省が実船応力測定（航海中の船にひずみゲージを設置）を行ったことや東京タワーに計器を設置したことがはじめて、現在では、ダム、計測管理、山留計測、トンネル計測、橋梁上部工計測、近接施工計測、建築特殊計測（ドーム屋根等）、海洋計測、漏水探知システム、シールド接合時の相対位置確認計測、維持管理での洗掘探知などに幅広く採用されている。

橋梁の計測としては、長大吊り橋の静的載荷試験、鉄道橋梁たわみ計測、PC斜張橋の計測、などがある。

計測目的は、これまでの施工管理の計測に加え、維持管理の計測に期待が膨らんでいる。橋梁の予防保全型の維持管理のために、「社会インフラのモニタリング技術活用促進検討委員会」などで検討がすすまれている。

点検とモニタリングは、その役割に大きな違いがあり、互いに補完しあう形で役割の分担を測ることが可能である。

橋梁モニタリングでは、「何を計測するのか」をしっかりと検討することがまず重要である。また、モニタリングに求められる条件として、モニタリングの対象、センサの条件、データ処理・解析の条件があり、それらの留意点を説明いただいた。また、主桁・床版のたわみ測定、振動測定、亀裂測定について、現在の測定事例を説明いただいた。

新しい計測技術として、固有振動数計、サンプリングモアレ法、FBGファイバ測定などを紹介いただいた。

■ 主要4事業分野:

I. 自動車試験分野	II. 運輸・交通インフラ分野
衝突試験機器 強度・信頼性試験機器 操安試験機器	鉄道関連 道路関連 航空宇宙関連
III. 環境・エネルギー分野	IV. 工業計測分野
ダム維持管理 地すべり・河川監視システム クリーンエネルギー 都市土木	生産・製造検査装置 産業ロボット用機器 鉄鋼生産設備向け機器

図一計測技術の関連分野(守備範囲)

■ インフラ分野計測の始め

【日本では最初の実船応力測定、昭和26年】
【東京タワーに計器を設置、昭和33年】

図一建設分野での計測活用事例

計測目的の変化

施工管理計測 < 維持管理計測

- * 実験計測
- * 維持管理
- * 施工管理
- * 防災・安全
- * モニタリング

*** 対症療法型管理 ***
橋梁に発生する損傷や変化を日常点検や定期点検などで把握し、その都度必要な対策を行い、交通機能などを確保する。

*** 予防保全型管理 ***
橋梁に発生する損傷や変化を事前に予測し、適切な対策を効率的・効果的に行うことで事故を未然に防ぎ同時に、安全性、使用性、耐久性を効率的に確保する。

*** 安全・安心を提供する計測へ ***

【東京都橋梁長寿命化検討委員会、橋梁の戦略的予防保全型管理に向けてより積極的】

図一計測技術とインフラの維持管理

技術の特徴

NO	10	名称	橋梁計測の過去と現在
----	----	----	------------

既設橋の健全性把握などに活用が期待される。

サンプリングモアレ法
■ サンプリングモアレカメラによる 動的二次元変形計測

サンプリングモアレカメラ

- 主桁側面に格子シールを添付
- 専用カメラで撮影/処理することで二次元動的変位を計測
- カメラ1台で最大16点の同時計測が可能
- 最大3台のカメラの同期計測をサポート

測定と同時にデータ処理

計測項目	最少分解能	測定範囲	遠望距離	測定	
				サンプリング	頻度
主桁の変形計測	0.01mm (格子上の0.1/1000)	格子シート サイズによる	30m以上	Max 200Hz	定期的

図一サンプリングモアレ法

様々な場面で橋梁計測は活用され、既設橋梁の健全性把握技術も実用段階であり、様々な場面での活用により、一般市民のかたへの安全・安心を提供する手段として期待される。

【鉄道橋梁たわみ計測】

【PC斜張橋の計測】

【計測内容】

- ◎ 施工管理計測
 - * 材料の張力・温度
 - * 主塔の傾斜・応力
 - * 部材の応力・温度
 - * 主桁の変位・応力
 - * 張り出し管理
 - * 風向・風力測定
- 【振動実験】
 - * 起振機による実橋振動実験
 - (橋軸方向・橋軸直角方向・垂直方向・振れ)

図一様々な既設橋の計測実用状況

必要とされる場面

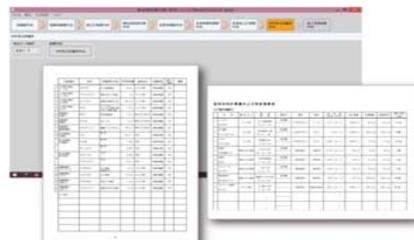
・質問: 既設橋に発生している初期応力の計測は可能か。
・回答: 計測は変化を計測することが基本であり、初期応力の計測は困難である。ただし、最近の架設工事では様々な計測機器が用いられるが、施工後にすべて撤去されている。工事に使用した計測機器の一部を残すことで初期応力を把握した上でのモニタリングが可能となる。新設から維持管理まで連続した計測を行うことがトータルで経済的でもあり、今後、仕組みを変える必要がある。

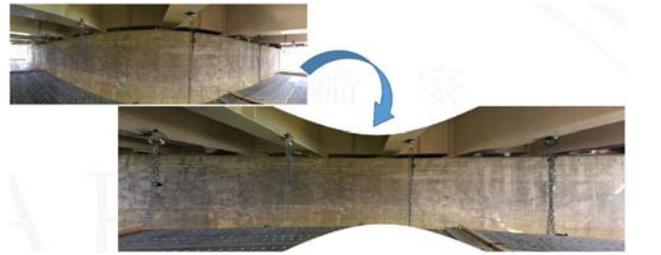
・質問: センサーの長寿命化は図れないか。
・回答: センサー自体の長寿命化も望ましいが、センサーは機械部品で土木構造ではないので、交換しながら連続して計測するとの思想が望ましいのではないだろうか。また、配線の長寿命化も限界があると思われる。例えば、同じ箇所にセンサーを2つ取り付け、どちらかが機能すれば計測を可能とすれば永遠的に計測が可能である。システムとして長寿命化することが望ましい。

研究委員会での質問・回答

その他

参考資料

NO	9	名称	点検から補修への一環システム「橋術家アーティスト」
発表者	福美建設株式会社 竹内 祥一様		
概要	橋梁の補修工事は、各橋で状況が異なり小規模であることより採算性に問題がある。その解決技術。		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>橋梁調査・点検・補修工事へのICT技術の導入例(システムとして構成)を紹介いただいた。</p> <p>現在「橋長15m以下の小規模な橋梁」において、補修工事のコスト問題が発生している。問題は大きく2つで、事前調査の人員+費用が捻出できていない、施工数量が小規模の場合に工事の採算が合わない、があげられる。「橋術家アーティスト」は、ICTの活用により、効率的な記録作業、共通でわかりやすいインターフェースの利用により、作業の省力化や分担作業ができることを目している。</p> <p>・「ピトレ」は、タブレット端末を利用してスケッチすることで、一度の情報入力から、「CADデータ」と「数量表」を作成することが出来る。タブレット画面の背景に、過去の点検調査や、現場写真を配置することで、画面をなぞってスケッチをすることも可能としている。</p> <p>・「パノラミカ」は、歪み補正機能を有したパノラマ撮影を使う事で写真での記録を簡単にし、現場でのスケッチ作業は覚書程度にすることを可能としている。</p> <p>・「ヴェッキオ」は小規模橋梁の補修で頻りに施工される工種について、現実的な工事金額を把握することを可能とし、官積算と概算見積書の金額を比較検討することが出来る。補修工事の積算で最も課題である「最低施工数量の歩掛」は経験を元に設定されており、補修工事に不慣れな会社の手助けとなる。</p>		
技術の特徴	 <p>図一ピトレイメージ</p> <p><省力化のポイント> ・広範囲の亀甲ひび割れに対応 ・写真をトレースするので、計測の漏れ、重複を解消</p>  <p>図一パノラマイメージ</p>  <p>図一ベッキイイメージ</p>		

NO	9	名称	点検から補修への一環システム「橋術家アーティスト」
	補修工事の省力化が困難な場面で、採用により省力化の効果がある。		
必要とされる場面	 <p><省力化のポイント> ・広範囲の亀甲ひび割れに対応 ・写真をトレースするので、計測の漏れ、重複を解消</p>  <p>図一写真の平面化やひび割れのスケッチ補助機能</p>		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問: システムでは写真撮影において、ひび割れ幅を自動で評価・計測できるか。 ・回答: ひび割れの自動認識システムは有していない。ひび割れは、現場でチョーキングされたものをタブレット端末の画面上をなぞって記録する。 ・意見: ひび割れ幅を自動認識するシステムは、トンネルなどの連続する構造物では有効だが、小規模橋梁などの規模では有効ではないと思われる。 ・意見: 現在あるひび割れ幅を認識するシステムは、ひび割れの経過観察(前回との対比)にしか用いられていない。補修工事等の現場にひび割れ幅を自動認識するシステムを持ち込むのは時期早々だと思われる。 ・意見: 本システムは、データを連続して扱えるので、補修工事の現場では大きく省力化できるのではないか。特に、今後発注が予想される包括維持管理では、調査から工事まで一貫して流れるシステムであり有効である。 ・意見: 現時点では、一般に調査は設計業務で行われ補修工事が分離されている。各システムを各場面で利用することは有効ではあるものの、現状では調査から補修工事まで一貫して仕事が流れない状況なので、まだ能力を十分に発揮できていないと思われる。 		
その他			
参考資料			

NO	11	名称	ウォータージェット工法と橋梁床版端部補修に関する技術
発表者	デーロス・ジャパン 谷本 竜也様		
概要	伸縮装置からの漏水経路で凍結防止剤の浸透により損傷した桁端部の補修工法開発。		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	なし。		

ウォータージェット工法の特徴と用途など、技術の大枠について説明いただいた。コンクリートの補修工事における従来工法(はつり・ピックまたはブレーカー)との対比として、①健全部にマイクロクラックを発生させない②既設鉄筋を傷めない③確実に劣化部・脆弱部を除去する④はつり面に粉塵が付着しない、などの優位性を有する。施工後の品質においても、ウォータージェット工法では断面修復における付着力が向上する。施工事例として、橋脚、ボックスカルバート、RC床版(上面および下面)での施工事例を説明いただいた。また、表面処理工の比較試験結果では、付着力が従来工法の2倍程度以上の結果となっていることを紹介いただいた。

ウォータージェットシステムを応用した床版端部補修工法を紹介いただいた。多くの道路橋において、伸縮部の止水性能が低下し、劣化因子を含む路面排水が漏水することにより上部構造の桁端や支承部及び下部工の劣化を助長している現状がある。床版や桁の端部は作業スペースが極端に狭く施工が困難なため、維持管理の課題となっている。床版端部は、施工空間が狭く人力作業が不可能であり、ウォータージェットロボットを搬入し、機械施工を行うシステムを構築された。技術の特徴は◆施工性:特殊ロボットにより従来工法では施工不可能であった狭小空間における劣化部除去が可能である◆安全性:機械設置後はリモコンによる遠隔操作のため、安全な施工が可能である◆品質:健全部を傷めず、良好な施工面の形成により断面修復材の高い接着性に寄与する、等である。また、施工機械の特徴は◆70mm程度の狭小空間の施工を実現◆揺動・ストローク機構による均一な劣化部除去が可能◆健全部に悪影響を与えない、である。

ウォータージェット工法により劣化部を除去した後はポンプで圧送した特殊セメント材料(高強度繊維モルタル)により断面を補修する。高強度繊維モルタルの特徴は、以下の通りである。◆品質:接着性に優れ、既設コンクリートとの一体化が図れる。◆耐久性:短繊維の混入により、大幅にひび割れ抑制効果を向上したポリマーセメントである。◆充填性:充填性に優れ、短繊維混入により、ダシが生じ難く、厚付けが可能である。また、施工においては以下の特徴がある。◆流動性:充填性に優れた材料を均一に充填する。◆ジャッキアップにより充填材料を圧着させる◆逆打厚付けが可能でダシない。◆吹付・左官コテ仕上げを行って作業完了となる。会場で、施工状況のビデオを視聴した。

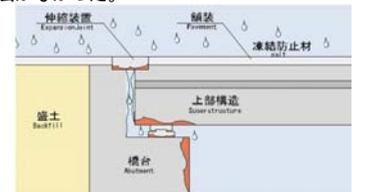
ウォータージェット工法の特長	従来工法との比較
<p>コンクリートはつりにおけるウォータージェットの特長</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.コンクリートの健全部や既設鉄筋を傷めない。 2.健全部は生かし脆弱部のみを除去する。 3.粉塵の発生を抑制し洗浄を同時に行う。 4.豊富な資源である水を利用している。 5.従来ブレーカーでは届かない箇所での施工が可能。 6.従来工法に比べ付着力が向上する。 	<p>コンクリートはつりにおける従来工法との比較</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.健全部にマイクロクラックを発生させない。 2.既設鉄筋を傷めない。 3.確実に劣化部・脆弱部を除去する。 4.はつり面に粉塵が付着しない。 <p>付着力が向上する</p>

図一工法の特徴

施工事例 (1)	施工事例 (2)
<p>橋脚はつり [ロボット361]</p>  <p>ボックスカルバート頂版はつり [ロボット322]</p> 	<p>橋梁床版はつり [ロボット322]</p>  <p>ジェットコンクリート打設</p> 

図一施工事例

技術の特徴

NO	11	名称	ウォータージェット工法と橋梁床版端部補修に関する技術
技術の特徴			<p>ウォータージェットはつり装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆70mm程度の狭小空間の施工を実現! ◆揺動・ストローク機構による均一な劣化部除去! ◆健全部に悪影響を与えません!  <p>図一床版端部補修工法</p>
	必要とされる場面	<p>桁端部は凍結防止剤の浸透により劣化が進行しているが、狭隘であり、確実に補修できる工法がなかった。</p>  <p>図一桁端部の損傷状況</p> <p>高架橋の床版端部はジョイント部からの漏水等により、劣化が進行しやすく、合理的なメンテナンスが必要である。</p>  <p>高架橋の床版端部はジョイント部からの漏水等により、劣化が進行しやすく、合理的なメンテナンスが必要である。</p>	
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問:現場で苦勞する点は何か。 ・回答:コンクリート打設後の養生が苦勞する。型枠材やブルーシート等で構成し、極力材料の漏れがないようにしたうえで、ひたすら養生するという状況である。 ・質問:床版上面からの施工の場合は、水の措置はどうされているか。 ・回答:直下に集水装置を配置し、橋梁より外に水が落ちないようにしている。 ・質問:施工期間とか費用の概略を教えてください。 ・回答:橋梁の形式、部位や規模により異なるが、1m3で1週間ぐらいである。工事費の目安は一式で570万/1m3である。 ・質問:本補修工法の設計思想は、凍結防止剤による塩分の浸透したコンクリートを鉄筋背面までのはつり、ポリマーセメントで充填することで、鉄筋付近の塩分濃度の補修後の再向上を防止しているとの理解で良いか。 ・回答:塩分濃度が高い折は、亜硝酸リチウムを混入することで、再劣化を防止する。 ・質問:ウォータージェットで、鉄筋背面の錆はとれるか。 ・回答:ノズルを回転させ、様々な角度であててことで極力除去している。 ・質問:桁遊間部も凍結防止剤が流下しており塩害の可能性はあるが、補修した事例はあるか。 ・回答:道路管理者からの補修実施の要望はある。現在システムを改良中で、今後補修を行うことを考えている。 ・質問:機械の重量が400kgとこのことだが、足場の構造が複雑にならないか。 ・回答:機械は平面的に広く配置するため、単位mあたりの重量は通常の足場で問題とはならない程度である。 ・質問:狭隘部でありバックアップ材はどうされているか。 ・回答:ウォータージェットでのコンクリートはつり後は、手を入れる程度のスペースはあり、通常のバックアップ材などで対応している。 		
その他			
参考資料			

NO	12	名称	橋梁桁端部 伸縮目地の止水工法について
発表者	中井商工株式会社 藤田 和也様		
概要	橋梁の主要な劣化要因である伸縮装置部全体としての漏水防止対策。		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: その他		
NETIS等	KK-020026-VE		

橋梁の主要な劣化要因である伸縮装置からの漏水対策として、①橋梁伸縮目地の止水工の必要性②伸縮目地からの漏水による橋梁損傷状況③橋梁伸縮装置の種類④製伸縮装置現場止水工の変遷と現在⑤簡易鋼製・ゴムジョイントの止水(導水)工法⑥伸縮装置下面に入れない場合の対策案⑦その他工法提案、を説明いただいた。

桁端部止水工は、主要な劣化要因である伸縮装置からの漏水を止めることにより、下部工・支承・主桁を腐食環境から保護し損傷を防止するためのものである。例えば、漏水による腐食で支承の機能不良が発生すると、主桁の温度伸縮・たわみ回転が吸収出来ず、主桁が変形・破損する。腐食による断面減少が進行すると「落橋」につながる可能性がある。また、損傷が進行すると、一般的に補修費用が増大(主桁や支承の取り替え等大規模修繕となる)する。

伸縮目地からの漏水による橋梁損傷例として、下部工損傷状況、上部工(桁)損傷状況、支承損傷状況、床版損傷状況を紹介いただいた。

鋼製伸縮装置の止水工法に関し、従来工法(弾性シール材充填工法)から乾式止水材へ変遷してきた経緯を紹介いただいた。

乾式止水材(プレスアドラー)を紹介いただいた。プレスアドラーの伸縮挙動の特徴として、○初期圧縮状態から上向き挙動 ○高圧縮時にも下がりが生じない挙動、等があり、結果として土砂の侵入を最小限に抑える理想的な挙動を有すること説明いただいた。また、10年相当の挙動実験を行い追従性の変化の確認を行っていること、自己消化性を有する防塵層としていることを説明された。従来工法との施工費の比較では、道路規制費が安価(桁下からの施工)、撤去費の縮減が図れること等よりコストダウンが図れていることを説明いただいた。

乾式止水材(プレスアドラー)工法の特徴まとめとして、①伸縮装置下面からの施工が可能のため、交通規制不要②断面変化可能な構造であるため、設置時期(遊間)を問わず施工可能(弾性シール材は不可)③経年劣化後の撤去作業が弾性シール材と比べて安価、を説明された。また、施工事例を紹介いただいた。

また、プレスアドラー(乾式止水材)を用いた新規工法の提案、伸縮装置下面に入れない場合の対策案 壁高欄・地覆部止水対策、伸縮装置すべり止め対策などを紹介された。

1. 橋梁伸縮目地の止水工の必要性

2-3. 支承損傷状況
伸縮装置からの漏水が起因となっている、支承の損傷事例を紹介する。発生メカニズムとして、伸縮装置からの漏水→支承・下フランジ部に漏水→鋼材腐食→機能不全。

図一伸縮装置部の止水の重要性について

乾式止水材(プレスアドラー)の紹介①

伸縮時にフェリスプレードによる止水層の損傷防止や、土砂等の侵入防止、鋼材腐食からの保護を目的とする。

止水を目的とする際、上面高欄部に配合して取り付けることにより高い止水性能を有する。

側面全体に均等に圧縮力をつたえ、施工性を向上させる。

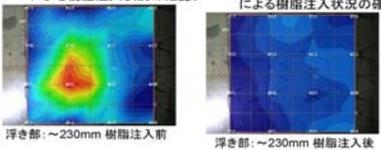
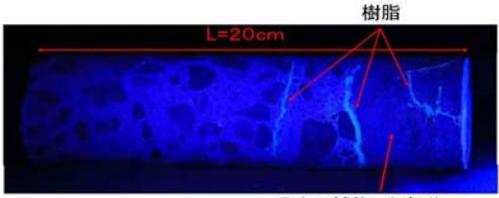
伸縮装置の動きに追従し、防塵層と止水層の落ち込みを防ぐ。

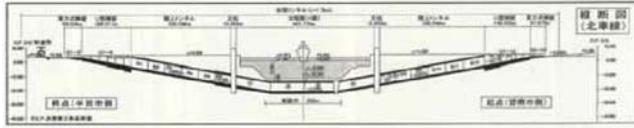
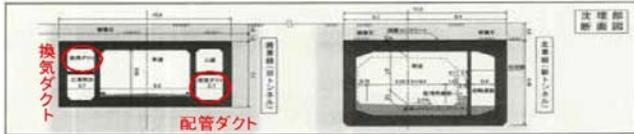
【施工前・施工完了】

図一乾式止水材

技術の特徴

NO	12	名称	橋梁桁端部 伸縮目地の止水工法について
技術の特徴	<p>側方型桁端部止水工について① 【新工法の特徴】 ■小遊間での施工が可能 ■道路規制面からすべての作業工程を行うことができる。 ■交通規制を必要としない施工が可能 ■既設橋造物から作業のため、道路上の規制は不要となる。 ■既設橋造物の延命 雨水等からの支承部の保護、連結防止制による橋脚部の塩害防止等に機能を発揮。</p> <p>側方型桁端部止水工について② 【施工方法】 一般的な工法は、伸縮装置をすべて作業工程を行っていたが、新工法は、橋の中心線に達した時点で作業工程を完了することですべての作業工程を既設橋脚側から行うことができる。</p> <p>図一新技術(遊間が小さい場合)</p>		
必要とされる場面	<p>伸縮装置部からの漏水は、頻発しており、期待される技術である。</p> <p>乾式止水材(プレスアドラー)を用いた施工例</p> <p>【施工状況】</p> <p>図一対策事例</p>		
研究委員会での質問・回答	<p>・質問: 伸縮装置を取り替えずに止水を行うということは大変望ましい考え方だと思う。ただし、伸縮装置は車道部と歩道部で形式が違うなど、その境界部の漏水対策は問題となっていないか。 ・回答: 境界部の処置は難しく、縁石のみ(伸縮装置が連続していない)となっている場合ではコーキングのみとしているなど、漏水が生じていることが多い。当社では、止水材を連続させることを推奨している。そのために、車道部と歩道部の構造を合わせる必要があることもある。横断が低い箇所などはそこで水を抜く必要もある。ゴムパッキンなどの工夫で土砂の流入を防ぐことができれば、漏水はかなり防ぐことができると考えている。 ・質問: 高速道路で乾式止水材の落下を見ることがあるが、部材の支持をどうしているか。 ・回答: 当社の止水材は、経年的に上にその構造をとっており、落下は起こっていない。施工不良による漏水の事例はあるが、納入先より連絡があり次第すぐに対応するとの体制をとっている。 ・質問: 積雪寒冷地では、圧雪車による押し込み圧力があるが、対応できるのか。 ・回答: 止水材自体では対応できません。東北地方整備局管内などでは、下に鋼部材を設けることで対応している。その鋼部材厚は20mm近くなることがある。 ・質問: 耐用期間はどの程度か。 ・回答: 大型車交通量により異なるが、年数での表現は難しいが、NEXCOの規定している繰り返し回数を満たしている。 ・質問: 側面からの止水だが、伸縮装置の直下でとめられるようにできないか。 ・回答: 伸縮装置直下に止水材を勾配をもって充填することが、落橋防止ケーブルが障害となっており難しく、現在検討している。 ・質問: 施工時の温度で、乾式止水材のゴム材などの剛性が変化するが、考慮されているか。 ・回答: 遊間自体は考慮しているが、施工時の温度への考慮は経験的にやっている。</p>		
その他			
参考資料			

NO	13	名称	コンクリート構造物の長寿命化を実現させるIPH工法
発表者	中日建設株式会社 取締役統括部長 高木 賢一朗様		
概要	積極的に構造物内部のひびわれを充填するひびわれ注入工法。従来工法は表面のみ注入。		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	CG-070007-V		
講演内容	<p>IPH工法は低圧樹脂注入工法のジャンルに区分され、コンクリート構造物内部の空気を抜きながら樹脂を注入することで、他の低圧樹脂注入とは全く違う効果を追求してきた。他の工法は躯体表面のクラックから雨水が浸入しないように塞ぐことが目的である。当工法は、コンクリート構造物の内部から接合補強して躯体を一体化(健全化)させることにある。</p> <p>本工法は「穿孔」、「空気抜き」、「安定した超低圧」、「低粘性樹脂」により、従来の低圧樹脂注入では不可能とされていた躯体表面から30cm以上(最大実値170cm)への注入や、0.1mm以下(最小実証値0.01mm)への注入も可能にした。</p> <p>当工法は構造物内の空気と樹脂を置換し、加圧状態で固化し、躯体を内部から接合補強(一体化)させる。この注入により、耐力が回復することは土木学会で実証されている。また鉄筋周りも樹脂で被覆するため腐食進行を防ぐことができる。健全化された構造物は結果として漏水も防ぐことができる。</p> <p>使用材料は、低粘度高流動エポキシ樹脂を基本とし、状況によりアクリル樹脂を用いている。品質管理としては、①微破壊試験・・・コンクリートコア採取②非破壊試験・・・超音波、弾性波、テストハンマーなどを用いている。</p> <p>施工事例として、海底トンネル補修工事、長野県擁壁補修工事(試験施工)、浄化センター漏水部補修工事、中部地方橋梁補修工事、排水路修繕工事などを紹介いただいた。</p>		
技術の特徴	<p>【IPH工法の概要説明】</p> <p>IPH工法は低圧樹脂注入工法のジャンルに区分され、コンクリート構造物内部の空気を抜きながら樹脂を注入することで、他の低圧樹脂注入とは全く違う効果を追求してきました。他の工法は躯体表面のクラックから雨水が浸入しないように塞ぐことが目的ですが、当工法は、コンクリート構造物の内部から接合補強して躯体を一体化(健全化)させることにある。</p> <p>独自開発の「穿孔」、「空気抜き」、「安定した超低圧」、「低粘性樹脂」により、従来の低圧樹脂注入では不可能とされていた躯体表面から30cm以上(最大実値170cm)への注入や、0.1mm以下(最小実証値0.01mm)への注入も可能になりました。</p> <p>当工法は構造物内の空気と樹脂を置換し、加圧状態で固化し、躯体を内部から接合補強(一体化)させます。この注入により、耐力が回復することは土木学会で実証されています。また鉄筋周りも樹脂で被覆するため腐食進行を防ぎます。健全化された構造物は結果として漏水も防げます。</p> <p>図一技術概要</p> <p><施工状況(浮き・漏水部)></p>  <p>注入状況</p> <p><非破壊試験(AEトモグラフィ)による樹脂注入状況の確認></p>  <p>浮き部: ~230mm 樹脂注入前</p> <p>浮き部: ~230mm 樹脂注入後</p> <p>図一ひびわれ注入でうきを確実に充填した事例</p>  <p>樹脂</p> <p>L=20cm</p> <p>過去に補修した部分</p> <p>図一採取コアによる充填状況の確認</p>		

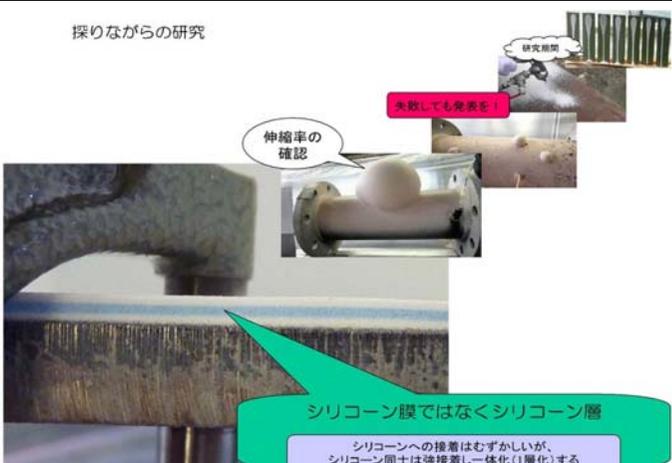
NO	13	名称	コンクリート構造物の長寿命化を実現させるIPH工法
	委員会では、取り壊しが困難な箇所、延命対策としての期待できるとの意見があった。		
必要とされる場面	  <p>図一海底トンネルでの補修事例</p> <p>中部地方整備局管内 橋梁補修工事</p>  <p>浄化センター漏水部補修工事</p>  <p>図一補修事例</p>		
研究委員会での質問・回答	<p>・質問:ひびわれへの完全充填は困難ではないか?</p> <p>・回答:実験で確かめている。またひびわれの長さ方向に順次充填していくため、段階的に完全充填している。</p> <p>・質問:床版に充填するのは、片側が空いている(上面は舗装)ため難しいか。</p> <p>・回答:充填剤が貫通すると、充填圧力が低下する。低下したら固まるまで待つて再度充填する。</p> <p>・質問:断面修復の代わりになるとの表現はいいすぎではないか。</p> <p>・回答:施工が容易な箇所では断面修復が経済性・劣化部の除去との趣旨で有利であるが、施工が困難な箇所では本工法の採用で劣化速度を顕著に低下することができるため総合的に有利となる。</p> <p>・質問:湿潤な箇所にエポキシで充填できるか?湿潤な箇所では親水性に優れるアクリル樹脂の積極的な採用が望ましいのではないか。</p> <p>・回答:使用しているエポキシ樹脂は湿潤対応型であり、問題は無いと考えている。アクリル樹脂は施工性が課題。</p>		
その他			
参考資料			

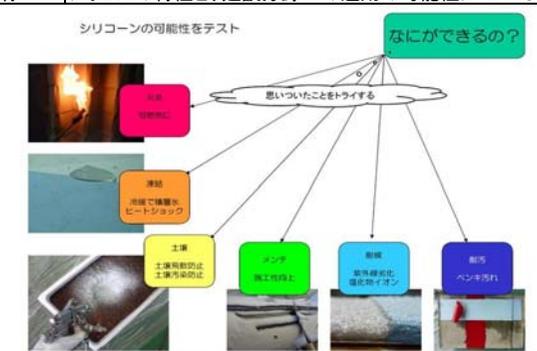
NO	14	名称	止水性と耐久性に特化した橋梁用伸縮装置の提案
発表者	秩父産業株式会社 技術部 佐藤 正浩様		
概要	橋梁の主要な劣化要因である伸縮装置の漏水対策としての高性能伸縮装置開発		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: その他		
NETIS等	あり		
講演内容	<p>橋梁の伸縮装置は、付属物でありながら橋梁の長寿命化における重要な部位に位置づけられる。伸縮装置に求められる要求事項、①伸縮追従性:円滑な伸縮追従性確保 ②耐荷重性:活荷重に対する耐力の確保 ③走行性:通行車両の走行性確保 ④止水性:止水性の確保(漏水しない)⑤耐久性能:LCCを考慮した耐久性能が挙げられる。昨今、特に重要視されているのが止水性能と耐久性能(疲労寿命)で、伸縮装置には過去にはLCCはおろか疲労という概念が無く、損傷したら取り替える、実績による判断(ゴムジョイントよりも鋼製ジョイントの方が寿命が長い)が主流で、構造計算も耐力力の照査のみ(25tf)であった。しかし、伸縮装置からの漏水が橋梁の主要な劣化要因であることが近年強く着目されるようになった。また、ネクスコ(現各高速道路会社)各社は平成23年7月より、伸縮装置について要求性能事項を明示するようになり、耐久性能や止水性能において30年相当を各々要求することになった。</p> <p>秩父産業株式会社は、止水性と耐久性に特化した橋梁用伸縮装置の提案を行うこととした。主要な内容は①構造関係の見直し:基本性能において、製品のコンパクト化かつ施工性。そして、疲労耐久性の向上、また、止水性能の向上を目的として、大幅見直しの実施。特にYC-A型は本体が薄く特殊な止水構造とした。②疲労耐久性試験の実施:従来はFEM解析のみであったが、試験体作成に施工と同じプロセスを踏襲した上で、実物大試験体を行い、実質50年相当の耐久性を確認。③伸縮装置の止水性能試験の実施:ネクスコの試験法438を実施し、規定の30年相当分に20年相当分を追加し実質50年相当分の試験を実施した。</p> <p>結果として、止水性・耐久性にすぐれた伸縮装置を提案できた。</p>		
技術の特徴	<p>新型 メタルジョイントシリーズ 伸縮装置の要求性能</p> <p>50年の耐久と止水を実現 新型完成</p> <p>新型伸縮装置のご提案 (止水性能と耐久性に特化した伸縮装置)</p> <p>図一伸縮装置に必要な性能</p> <p>① 伸縮追従性 : 円滑な伸縮追従性確保 ② 耐荷重性 : 活荷重に対する耐力の確保 ③ 走行性 : 通行車両の走行性確保 ④ 止水性 : 止水性の確保(漏水しない) ⑤ 耐久性能 : LCCを考慮した耐久性能確保</p> <p>図一既設の伸縮装置の課題</p> <p>健全そうに見えても… 継目部の漏水 地覆部シールの亀裂 止水材の損傷 シール材の脱落 未処理</p> <p>図一伸縮装置の性能試験の状況</p>		

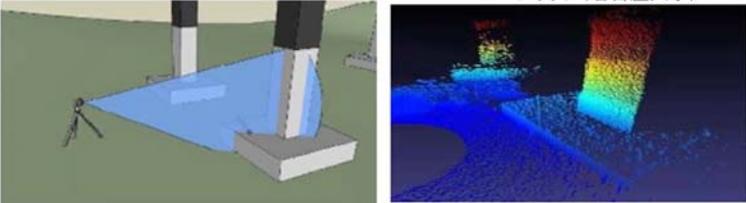
NO	14	名称	止水性と耐久性に特化した橋梁用伸縮装置の提案
技術の特徴	<p><試験後の試験体></p>  <p><止水試験後の継目確認> 止水材が一体化しており問題無し</p> <p>図一性能確認のための試験状況(止水性試験)</p>		
必要とされる場面	<p>伸縮装置からの漏水により、桁端部の損傷が多く見られており、期待される技術である。</p>  <p>図一伸縮装置からの漏水による劣化状況</p>		
研究委員会での質問・回答	<p>・質問:段階施工時の継目部の止水はどうしているか。 ・回答:伸縮装置は片側交互通行などにより段階的に取り替えられるため、段階施工時の継ぎ目の止水性を確保できるよう、専用止水材を挟みボルト接合によりシール材を圧着する構造としている。</p> <p>・質問:伸縮装置のフィンガーと止水材の間に土砂がたまることはないか。 ・回答:土砂が堆積すると輪荷重により止水材に押し抜き力が生じるため、ゴム樋をボルトにより支持しています。ただし土砂は定期的に除去して頂くのが望ましい。</p> <p>・質問:本伸縮装置の止水性は確かに良いが、地覆部の立ち上げ構造の設置のために地覆の取り壊しが必要となり、既設部の取り壊し範囲がおおきくなるが、なにか対策はないか。 ・回答:親柱や防護柵の支柱等、障害物がある際は高さ・奥行等は個別に検討し、できるだけ影響を小さくしている。</p> <p>・質問:斜橋の対応は可能か。 ・回答:可能である。ただし、斜橋を想定して櫛歯形状を最適化しているので、一般的な斜橋であれば櫛歯を斜め方向に切削加工する必要はない。</p>		
その他			
参考資料			

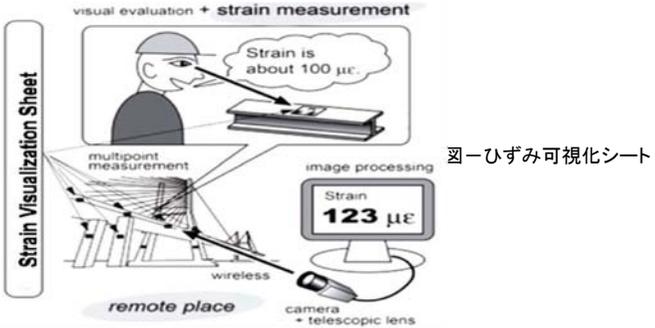
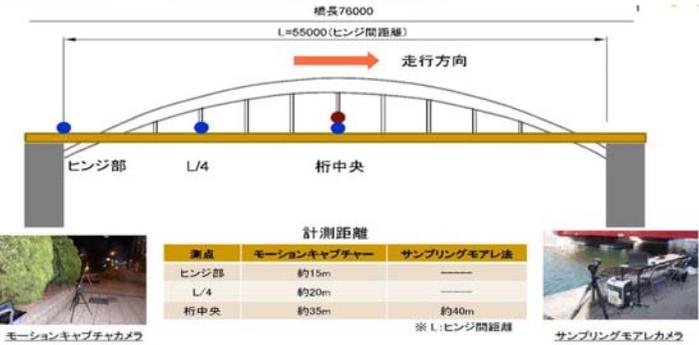
NO	15	名称	腐食と疲労亀裂を予防するエコクリーンハイブリッド工法
発表者	ヤマダインフラテクノス株式会社 山田 翔平様		
概要	塗装塗替前の確実な既存塗装(有害物を含む場合あり)の除去および疲労対策の同時実施		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	あり		
講演内容	<p>橋梁の塗装塗り替えにおいて、既存塗膜の除去が行われる。現行基準では、除去に1種ケレンを用いることとしているが、1種ケレンの実施において廃棄物の発生という大きな問題があった。「循環式エコクリーンブラスト工法」を開発し、問題を解消した。</p> <p>○従来技術サンドブラスト工法の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブラストに非金属系研削材を使用しており、研削材を再利用できないため、廃棄物が多い。 ・旧塗装(鉛等含む)と研削材が混ざった状態で特別管理型産業廃棄物となる。(1㎡当たり 40kgの産業廃棄物量となる) <p>○循環式エコクリーンブラスト工法の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研削材は再利用できる金属系研削材を使用 ・研削材と旧塗装を分離しているため、旧塗装のみを除去することとなり、廃棄物が少ない。 <p>国土技術開発賞、愛知環境賞、グッドカンパニー大賞等を、産業廃棄物の削減で環境負荷を低減し社会に貢献したことにより、受賞している。</p> <p>更に、今回、循環式エコクリーンブラスト工法を有効活用し、ショットピーニングを可能にした。ショットピーニングは、球形の硬質粒子を高速度で溶接部に打ち当てることで、表面層に圧縮残留応力を与え、疲労、応力腐食割れなどに対する強度および抵抗力の向上を図る表面処理である。</p> <p>エコクリーンハイブリッド工法として、ブラストと、ショットピーニングを組み合わせた。鋼橋の長寿命化に対し効果があり、LCCの面で経済性、効果ある工法を組み合わせたことでトータルとしての工期短縮が可能となる。</p>		
技術の特徴	 <p>図一エコクリーンハイブリッド工法</p> <p>図二ショットピーニング</p>		

NO	15	名称	腐食と疲労亀裂を予防するエコクリーンハイブリッド工法
	橋梁の塗装塗り替えの現場で、疲労が蓄積した(亀裂が発生し始めている)橋梁への適用が考えられる。		
	 <p>図一エコクリーンハイブリッド工法</p>		
必要とされる場面			
研究委員会での質問・回答	<p>・質問:ショットピーニングのフローにおいて、塗装除去の前にショットピーニングをすることになっておりますが、塗膜が鋼材の中に巻き込まれることはないのでしょうか。</p> <p>・回答:ブラストより先にショットピーニングを行うことがコスト的に有利となることからあります。これからの課題として、塗膜の上からのショットピーニングを行う実験を行う予定です。</p> <p>・質問:ブラストが600回程度再利用できることになっておりますが、再利用の判断は何を判断基準にされるのですか。工法の効果として産業廃棄物がへっているのですが、研削材回収費とケレン材の回収費は従来工法とかわっていないのですがなぜですか？</p> <p>・回答:ブラストの品質管理基準で求められている粗さ測定について基準を設けております。従って、研削材が30ミクロンより小さくなると廃棄してあります。ラボで実験した結果で、30ミクロンより小さくなるのが、約600回だと試験的に把握しております。</p> <p>回収費の件ですが、従来工法では歩掛かりに通常のブラストを打つ費用しかのみしか考慮されておらず、ケレン材の回収費は含まれておりませんでした。エコクリーンブラスト工法は循環式のため、既にバキュームに関わるシステムは含まれているので、従来工法に準じ、回収費のうちの労務費のみ考慮いただくこととしました。</p> <p>・質問:実績として、2割ぐらいがエコクリーンブラストとなっておりますが、欧米ではもっと比率が高いものとなっております。日本では普及が進んでいないのはなぜでしょうか。</p> <p>・回答:従来工法と費用の内訳が異なっており、会計検査において工法採用および費用の妥当性の説明が発注者には難しいようです。そのため、道路管理者に都度説明をしていたのですが、担当者が変わると、従来工法に戻ってしまいました。現在、環境省へ、廃棄物を減らすことのできる工法の優位性を認めていただけるよう働きかけをしており、今後は環境的な背景より工法への期待が大きくなるのではと考えています。</p>		
その他			
参考資料			

NO	16	名称	シリコンの特性と、建設分野への適用の可能性について
発表者	丸大鐵工株式会社 長松 孝俊様		
概要	シリコンの層を構築する技術。		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、 新設・既設 【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>「中部電力・原子力安全技術研究所 公募研究2013」で認められたシリコン応用技術である。シリコンの膜ではなく、層を形成する技術であり、パイプラインの漏洩や、自在プラグの漏洩、耐候性の向上効果が得られている。シリコンの接着は従来難しいものであったが、シリコン同士は強接着し一体化(1層化)する特性を有しており、本技術は様々な可能性をテストして効果のあることを確かめた。技術の特性は、「氷をも接着しない反面、高い接着性をもつシリコンを、豊かな色彩と自然なカーブで新たな感性が生まれる」である。</p> <p>以下の特性があることを説明された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防火性能: A4用紙の片面に塗るだけで、防火性能を発揮する。また、ゴム・ウレタン・樹脂のように溶けてべたべたしない。 ・経年劣化(耐性): 雨・風・紫外線・塩化物の耐性に優れ、永年的に柔軟性を維持する。 ・低い熱伝導: 断熱効果を有するため、結露をやわらげる。 ・保持性: 空気層を遮断することで劣化の進行を抑制する。 ・防汚性能: ペンキ汚れがスルスルとはがれ落ちる。軽油・灯油に耐える。 ・施工性: コンパクトなシステムで、現場対応。 		
技術の特徴	 <p>探りながらの研究</p> <p>伸縮率の確認</p> <p>失敗しても発表を!</p> <p>シリコン膜ではなくシリコン層</p> <p>シリコンへの接着はむずかしいが、シリコン同士は強接着し一体化(1層化)する</p> <p>図一研究の取り組みイメージ</p> <p>保持性</p> <p>コンクリートの劣化困っていませんか?</p> <p>アルミ・ステンレス・プラスチック 空気層を遮断することにより劣化の進行を抑制します。</p> <p>地下道・地下室</p> <p>経年劣化</p> <p>劣化対策から保護</p> <p>雨・風、紫外線・塩化物の耐性にすぐれ、永年的に柔軟性を維持。</p> <p>図一特性の例</p>		

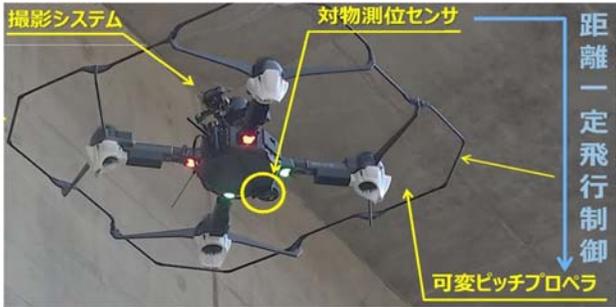
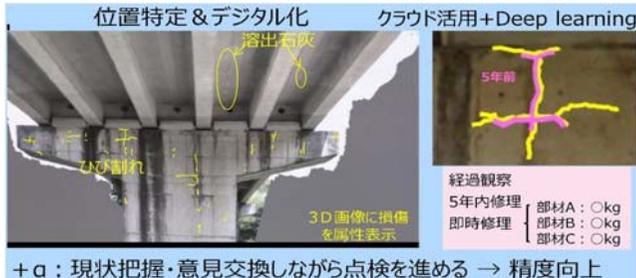
NO	16	名称	シリコンの特性と、建設分野への適用の可能性について
必要とされる場面	 <p>シリコンの可能性をテスト</p> <p>なにができるの?</p> <p>思いついたことをトライする</p> <p>防火 耐火試験</p> <p>凍結 凍結・融解のヒートショック</p> <p>土壌 土壌汚染防止</p> <p>防汚 ペンキ汚れ</p> <p>耐腐 腐食防止</p> <p>図一様々な分野での適用が可能なシリコンの特性</p>		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問: 屋根屋さんがなぜシリコンを研究されたのでしょうか? ・回答: 新しい屋根を開発するための機能性樹脂を研究してきました。機能性樹脂の研究では雄型と雌型の材料を開発する必要がありますが、うまく均一に接合・コーティングできる材料を開発するなかで、シリコン層を開発しました。ニーズではなく、シーズです。 ・質問: シリコンの耐久性はいかがですか。例えばフッ素と比べていかがでしょうか? 費用はいかがですか? ・回答: 現時点ははっきりしたことは申し上げられませんが、10年以上屋根に塗っても柔軟性を保った事例があります。費用については、販売の担当会社が検討しています。 ・質問: 紫外線に対しては強いですか? ・回答: 通常のシリコンよりは耐久性は高くなります。 ・質問: ゴム製品は紫外線で割れますが、その保護材としてシリコンは対応できますか? ・回答: シリコンはゴムと同じような伸びる特性を持っていますので、追従性は優れています。ゴムの表皮をあらかじめシリコンを塗ることもできると考えられます。おもしろい題材だと考えます。 ・質問: 耐久性、付着性(端部からはがれないか)、充填するときの硬化速度はいかがでしょうか? ・回答: 耐久性は通常に売られているシリコンよりは長いと思われませんが、今後経過観察が必要だと考えています。シリコンは接着剤であり端部からはがれることはないと考えています。硬化は湿度に影響されますが、通常は指で触れるまで、吹き付けてから1時間ぐらいです。工夫により、30分程度に硬化時間を短縮できた事例があります。 ・質問: 剥離剤はありますか? ・回答: 柔らかさが継続するためカッターで除去することができます。そのため剥離剤は不要です。そのためメンテナンスがたいへん容易です。 ・意見: 材料・組織の原理上、耐久性は優れていると言っているのではないかと。 		
その他			
参考資料			

NO	17	名称	補修・補強設計のための調査技術および最新のモニタリング技術
発表者	株式会社 計測リサーチコンサルタント 柏森 創様		
概要	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設 【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>調査技術として、①3次元形状データの取得技術、②ひずみ可視化シート、③動的変位計測について、説明いただいた。</p> <p>(1)3次元形状データの取得技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・3Dレーザースキャナー 非接触で地形や構造物の3次元形状データの取得を行う技術である。近年は3Dレーザースキャナー自身がカラーでサンプリングできるため、写真データと同様な取扱ができるようになった。 ・水中レーザースキャナー 水中で地形や構造物の3次元データを取得する計測機器。地上で組み立てた計測装置を潜水士に測定したい地点に設置してもらう。 ・SFM(Structure From Motion) 複数視点の画像から3Dモデルを構築する技術 ・ドローンによる3Dスキャナー計測 3Dスキャナーをドローンに搭載して地形形状を計測する。今後、運用に関する法規制が随時改善される予定であり、今後の発展が期待される。 <p>(2)ひずみ可視化シート</p> <p>モアレ縞の原理を用いたひずみ可視化シートを開発した。特徴は、電気的な要素が不要で、構造がシンプルで電気的な故障がない、ひずみを可視化しており視覚的な画像処理でひずみ計測が可能、デジタル画像を用いたひずみ計測であり非接触で遠隔の調査が可能である、である。</p> <p>(3)動的変位計測(多点同時計測)</p> <p>あらたな土木計測技術として、モーションキャプチャ(3次元変位)、サンプリングモアレ法(2次元変位)を紹介いただいた。モーションキャプチャは、人や物の動きをデジタル化するシステムである。サンプリングモアレ法(走査モアレ法)は、変形した格子に変形前の格子を重ねると変形を表すモアレ縞が発生することを利用した方法で、変形前の格子と同じピッチの走査線をもつテレビカメラで、対象に貼られた格子を撮影し、発生したモアレ縞の位相を解析して変位を求める調査方法である。橋梁の変位の測定に利用できる。従来技術は物理的な変位計を橋梁に直接設置していたが、本方法では橋梁の側面に格子を貼り付けておけば、遠隔からカメラにより変位を計測できる。</p>		
技術の特徴	 <p>写真-3次元データの取得手法例(ドローン)</p>  <p>図-3次元データの取得結果 ニューブリッジ(名古屋大学)</p>  <p>図-水中レーザースキャナー</p>		

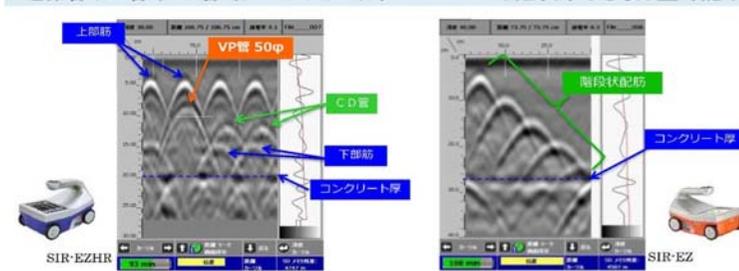
NO	17	名称	補修・補強設計のための調査技術および最新のモニタリング技術
技術の特徴	 <p>図-ひずみ可視化シート</p>  <p>図-サンプリングモアレ法</p>		
必要とされる場面	<ul style="list-style-type: none"> ・調査技術は、橋梁調査のあらゆる場面で利用できる。 ・水中レーザースキャナーは過去の点検業務で採用したかったとの話あり。 		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問:モアレカメラでの実橋でのダイナミックな計測が報告されていますが、遠隔距離が15m程度で、室内試験の結果と比べれば精度が低くなっています。鋼桁ならこの程度でよいと思いますが、たわみの少ないRC桁などではもっと精度が必要となります。その場合は、カメラの精度を上げるとか近接するとかで対応できるのでしょうか？ ・回答:カメラの画素数に影響しますので、近接やカメラの性能を上げる等で、精度をコントロールできると考えています。 ・質問:3次元レーザースキャンですが、精度はどの程度でしょうか？ ・回答:精度は2mm程度までだと考えています。レーダーのあたる面積で精度が決まります。対象箇所でのレーダーの線がいくつあたるとかで精度が異なります。近い箇所では精度が高いですが、遠くなると精度が低くなります。そのため、測定器械も近距離用、中距離用、遠距離用と使い分けています。 ・質問:計測機器の性能で、精度が決まると言うことでよろしいでしょうか？ ・回答:機械の性能とともに、計測時の天気が影響します。一般に晴天時は空気が熱で揺らぐ等より精度が低くなります。曇りの日や夜間での調査精度が高くなります。 ・意見:水中レーザースキャナーは、調査箇所の利便性等で費用がかかるが、条件が良ければ60万円程度なので、過去に採用したいケースが多くあった。 		
その他			
参考資料			

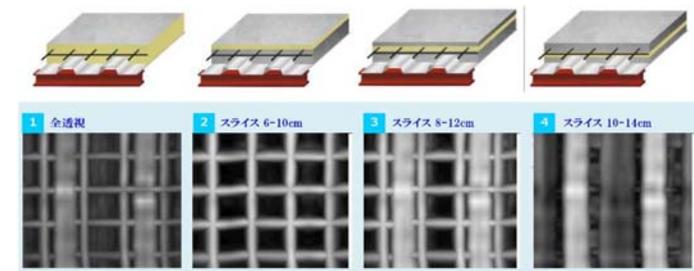
NO	18	名称	橋梁伸縮装置目地防水工法【サンデックスJET仕様】塗布型(埋設)伸縮装置
発表者	株式会社高見澤 奥山 正尊様		
概要			
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設 【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>サンデックスジェットは、小径間橋梁の伸縮目地部の防水を目的とした、塗布型(埋設)の伸縮装置である。適応条件は、①橋長・支間長:15m以内②目地・遊間幅:50mm以内、深さ:100mm以内③車道部では原則として、埋設を基本とし露出使用は禁止、である。耐久性は、設置後次回、舗装更新までで、概ね10~20年である。</p> <p>これまでは、鉄道高架橋などの、バラスト軌道床版の防水(バラストを除去せずに防水)、塗布型床版防水などに用いられてきた。サンデックス防水技術の特徴としては、カチオン性ゴムアスファルトの特性より①ひび割れに深く浸透する、②優れた浸透・拡散性、③優れた追従性・防水性、④過酷な衝撃に耐える耐久性、があげられる。</p> <p>近年の橋梁点検業務で、短径間橋梁の遊間部からの漏水事例が多く見られ、橋梁端部の劣化に繋がっている。従来の埋設型伸縮装置は、漏水が多く報告されておりこれを改善したいという要望が強くあった。サンデックスは歴史が古く、JRの床版防水に多く使用され、新幹線の過酷な振動等に、長期間、耐える耐久性・防水性を有しているため、道路橋の伸縮部分に応用した。</p> <p>利点は、①目地の形状(所定の範囲内)・下地の種類(鋼・コンクリート)・縦横を問わず施工が可能。②軽微な段差(5~10cm程度)にも対応可能。③下地の状態は湿・乾を問わない。※但し、湛水状態は不可。④短時間で施工が出来、工期短縮・規制回数低減に寄与する。⑤取り扱いが簡便。(一般的な防水工事と同等)⑥耐久性・防水効果の持続性に富む。※優れたひび割れ追従性。(施工実績・経過観察結果より)⑦コストパフォーマンスが良い。(施工規模により 25,000円/㎡)である。</p> <p>欠点は、①目地防水+塗膜防水で伸縮部をカバーする工法(目地防水材が紫外線劣化するためカバーが必要)であり、目地防水材を単独で使用する事は禁止事項。②施工時から2時間以内に荒天となる場合は施工が出来ない。(気温:5℃以上、湿度:85%以下) ※低温時は保温養生で対応可能。③使用する防水材は極めて柔らかく、車道での露出使用は出来ない。※地覆部は保護塗料を使用することで、対応可能。④長大橋での使用は出来ない。⑤防水施工後の、舗装材にひび割れが発生する場合がある。※伸縮量、交通量、舗装厚、環境条件に起因すると思われる。</p> <p>現況は①年々、国土交通省など採用実績が増加傾向にあり、継続的に採用されている。②これまでのところ、施工後の経過観察においてや使用者からの再漏水報告はない。③現在、登録施工店のみ材料販売しているが、施工店は増加している。</p>		
技術の特徴	<p>図一伸縮装置断面</p> <p>図一採用された橋梁の例</p>		

NO	18	名称	橋梁伸縮装置目地防水工法【サンデックスJET仕様】塗布型(埋設)伸縮装置
技術の特徴	<p>図一施工手順</p>		
必要とされる場面	<ul style="list-style-type: none"> ・支間15m程度以下で桁下に漏水を起こすことで橋梁構造を劣化させている橋。 		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問:対象として橋長15mまでとされていますが、桁遊間と温度時の移動量により適用を決めた方が良くないですか？ ・回答:実際には伸縮量は相当なところまで対応できますが、経験的に短支間橋梁に制限しています。止水性能自体は長支間も対応可能ですが、目地部が大きくなると車両により沈下する等もあり、目地幅も5cmまでとしています。 ・質問:縦目地とかで使用された状況はありますか？サンデックスの上面に舗装が乗せられていますか、最小の舗装厚とありますか？ ・回答:様々な条件で使用しています。車道橋と側歩道橋との境界とか、カーブ橋にはいつている 縦目地等も対応しています。舗装は、薄くても伸縮装置の止水性能へは影響はありません。ただし、舗装が薄いと舗装表面にひびわれが入りやすくなります。しかし、舗装がひびわっても舗装だけのひびわれであり桁下への漏水はありません。 ・質問:橋面が傾斜した場合の配合はどうされていますか？ ・回答:施工時の勾配は10° までと考えています。増粘材でコントロールしますが、微量であり伸び率への影響はないです。 ・質問:接着性はいかがですか？例えば、鉄とかには接着しますか？ ・回答:本材量は接着と言うより粘着との表現が適切で、プライマーに用いているカチオンの特性によりべったりとくっつきます。材質としては、アルミ以外にはくっつきます。 ・質問:接着して剥離する場合はどうされますか？ ・回答:剥離は容易ではありません。20年後等、舗装を打ち替える場合は同時に再施工する必要がありますが、既設の劣化部を除去すれば同じ材量で施工すれば止水性は継続すると考えています。 ・質問:海洋とか、施工時に材量の流下ができない環境では使えますか？ ・回答:施工時に材量が漏れて、環境上の問題が発生する場合は、使用しないようにしています。 ・意見:橋梁の縦目地や、橋側歩道橋と車道橋の間の隙間にも採用実績がある。 		
その他			
参考資料			

NO	19	名称	橋梁調査機能を有するドローンの開発について
発表者	株式会社デンソー 加藤 直也様		
概要	橋梁調査機能を有するドローンおよび損傷スクリーニングシステムの開発		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】 A: 損傷事後対策 B: 品質向上 C: 施工性 D: その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>デンソーが目指す橋梁点検システムとして、①UAV(ドローン)、②解析センター(損傷解析)について、説明いただいた。</p> <p>(1) UAV点検</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象(ターゲット) 点検士のアプローチが困難な橋、幹線道路で点検時通行止めの経済損失が大きい橋。例えば、海上橋梁、幅広橋梁、高架橋梁等。 UAV点検における課題 強風が構造体とぶつかって、乱流や上昇気流が刻々と変化する。数千枚に及ぶ類似写真がどの部位のものか判定しづらい。 開発した機体の特徴 可変ピッチ制御による、抗風定位、安心安全。 飛行ログの可視化・活用による安全性の向上や運転者の運行補助。 センサーによる一定距離維持機能、衝突回避機能。 <p>・実証実験の状況</p> <p>岐阜大学SIP等を含め7橋で経験を積んでいる。風がある環境下で、曲がらずに等速飛行し撮影することで、撮影カバー率=100%の達成可能性が高まっている。</p> <p>(2) 損傷自動解析ソフト</p> <p>クラウドを使用して現場での撮影データを解析センターに取り込み、リアルタイムで簡易解析し、それを即座に現場にフィードバックすることにより、現場で損傷状況を把握できる。また、詳細解析により、ひびわれの未検出ゼロを目指している。</p> <p>(3) 今後の予定</p> <p>プロジェクトは会社から3年間の期間とされているため、来年度よりは是非事業化したいと考えている。</p>		
技術の特徴	 <p>図－ドローンの特徴</p>  <p>図－損傷スクリーニングシステム</p> <p>+α: 現状把握・意見交換しながら点検を進める → 精度向上</p>		

NO	19	名称	橋梁調査機能を有するドローンの開発について
必要とされる場面	 <p>図－多様な橋梁での適用</p>		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問:ドローンの性能は非常に高そうで、そのあとの解析も非常に有効だと感じました。補修設計などに使えるデータはいつくらいから提供いただけるのでしょうか。また、開発期間は3年間といわれていましたが、期間中に終わらないと対応はいただけないのでしょうか。 ・回答: 損傷抽出解析については、準じ利用者の方と相談しながら改善していく予定です。しかし、写真は全てとれているので、現時点でも使用はできると考えており、技術提供時期はご相談になると思います。また、当社としても全ての損傷抽出を自動化することは考えておらず、ご利用いただく会社にアドバイスいただきながら改良したいと考えています。 ・質問: 開発費はいかほどでしょうか、また、ドローンは販売されるのか、リースとされるかどうか考えられていますか。また、ドローンの機体の使用と解析はべつの契約で考えられていますか。 ・回答: 開発費は非常に高価であり、ご説明は控えさせていただきます。価格は、現在販売されている産業用ドローンシステムの価格層の中間より少し高め程度を狙っています。また、当面はリースを考えており、リースに先立ち当社のドローンの運転に関する教育を受けていただくことが必要となります。データ解析は別料金としております。当初は販売しない理由は、高価であること、また悪用防止のためです。本機体は高性能であり、むやみに売るとは危険だと考えております。リース後は当面は運行状態をトレースし、使用内容が社会的に信頼できることが確信できた時には、販売を考える予定です。 ・質問: 特殊橋梁の点検の市場が22億円とご説明されましたがその内容を説明いただけませんか。単価の設定方針についても説明いただけませんか。 ・回答: 市場については、複雑な構造を有する橋を想定しています。単価については、足場を組むよりは確実に安く、ロープアクセスよりは高価かも知れないが確実に時間短縮になると考えています。 ・質問: 土木業界は入りにくいと思いますが、御社としてはどう感じられていますか。 ・回答: この業界にはうといので、前向きな自治体と組んでやりたいと考えています。事業化を急ぐという意味では、法規制にしばられない対象や、民間の施設で経験を積んで実績を構築した上で、橋梁の点検に展開していくことを考えています。土木業界でのパートナーを求めています。 		
その他			
参考資料			

NO	20	名称	高性能レーダーシステムの紹介
発表者	KEYTEC株式会社 株本 重雄様		
概要	PC橋の調査への適用、既設橋舗装厚の同時計測、上面土砂化の把握、腐食速度予測等		
区分	【適用】:新設のみ、既設のみ、新設・既設【区分】A:損傷事後対策 B:品質向上 C:施工性 D:その他		
NETIS等	なし。		
講演内容	<p>「ストラクチャスキャン SIR-EZ シリーズ」は、優れた高周波アンテナ特性をもつパルス発生器を装備することにより、多重反射波がきわめて少ない鮮明な反射画像を表示する。また、高速加算平均処理回路を内蔵することにより、優れたS/N比(信号対ノイズ比)で高深度探査(450mm(EZ))と高分解能探査(HR-かぶり:ピッチ=1:0.14)を実現した。ストラクチャスキャンは、鉄筋だけでなく、電線管(CD管、VP管)、コンクリート厚、アスファルト舗装厚なども探査可能である。</p> <p>調査事例として、W配筋、千鳥配筋、舗装厚、埋設管、砕石層探査、RC床版上面の土砂化、鉄筋腐食によるRC床版内部のクラック、トンネル内部空洞、などを紹介いただいた。</p> <p>また、3D可視化技術を紹介いただいた。3D可視化を行った事例としては、配管から電線がでて斜めに配線されていることを確認したことや、温水管や密集配筋、ラップ鉄筋の調査、などを紹介いただいた。その他の調査事例としては、石材内空洞、耐火煉瓦内空洞、木材混入、トンネル覆工厚、自動車組み立て工場床版下空洞の面的広がり、電線管内部の配線の判別、などがある。</p> <p>狹隘箇所の調査のために、小型(キューブ)アンテナを準備しており、狭所、入隅、壁際、電柱などの曲線部の調査が可能である。</p> <p>また、鉄筋腐食速度の計測が可能となる、完全非破壊型鉄筋腐食探知機(iCOR)を紹介いただいた。</p>		
技術の特徴	 <p>SIR-EZ 非常に深い探査深度 土木現場で活躍 NETIS登録 KT-120010-VE</p> <p>SIR-EZ HR 密集配筋などを高精細で表現 建築現場で活躍 NETIS登録 CB-160009-A</p> <p>SIR-EZ XT 分解能と高深度を両立 オプションにより機能拡張が可能 NETIS申請中!</p> <p>図一高性能レーダーシステム</p> <p>鉄筋だけでなく、 電線管(CD管やVP管等)、コンクリート厚、アスファルト舗装厚なども探査可能!</p>  <p>図一様々な調査可能対象</p>		

NO	20	名称	高性能レーダーシステムの紹介
技術の特徴	 <p>図一3D可視化技術</p>		
必要とされる場面	<p>改修、耐震補強工事等 安心安全な工事に欠かせない機器</p> <p>電力会社=原子力発電所、発電所、変電所、ポンプ場、 鉄道関連、高速道路関連、国交省等</p>  <p>図一様々な適用場面</p>		
研究委員会での質問・回答	<ul style="list-style-type: none"> ・質問:コンクリート内に木材がある場合は、ストラクチャスキャンでどのように見えますか。 ・回答:木材が乾燥していると空気と同じように黒く見えます。ただし、水が入っていると白く見える場合もあります。 ・質問:床版の土砂化(P12)ですが、舗装の下の層に黒い層と白い層が見えますが、これは何でしょうか。 ・回答:床版の上の補強コンクリート内に鋼繊維が入っていたため層状に電磁波がとらえたものと考えています。なお、本ケースでは、床版上の鋼繊維に電磁波が阻害され、床版内部までは見れておりません。 ・質問:床版の土砂化(P12)で上面増厚の鋼繊維コンクリートの上を見られていますが、調査精度はいかがでしょうか。ストラクチャスキャンのみの調査で、上面増厚部上面の土砂化を確定できるのでしょうか。 ・回答:ストラクチャスキャンの調査では、電磁波の乱れにより他と状況が異なっていることは把握できますが、実際に土砂化が起こっているか否かは舗装を除去して確認いただく必要があります。 ・質問:従来の機械では、コンクリートのかぶり厚が30cm程度の場合は調査結果が不鮮明でしたが、ストラクチャスキャンでは鮮明に見えるのはなぜでしょうか。 ・回答:電磁波の輻射回数や、フィルターに工夫がなされているため、多重反射やリングングがないためだと考えます。 ・質問:従来の機械では誘電率等の設定が必要で、その値により大きな誤差が生じています。ストラクチャスキャンではどのようにされていますか。 ・回答:この機械の特徴として、誘電率を電磁波の山型波形を利用して非破壊で計測します。その結果により自動深度補正を行いますので、深さ測定では30cmで5mm未満の誤差でした。 ・質問:山型波形でどのように誘電率を計測するのですか。 ・回答:誘電率のカーブフィッティングを自動で行います。 		
その他			
参考資料			