

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進

橋梁維持管理技術の現場検証・評価の結果

～橋梁維持管理に役立つ技術として応募のあったロボット

技術の現場検証・評価の結果をお知らせします～

平成27年3月19日

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会

橋梁維持管理部会

目 次

1.	現場検証結果の公表について	1
2.	公募の概要	1
2-1	公募技術	1
2-2	公募期間	1
3.	公募の結果	1
3-1	応募数	1
3-2	現場検証数	1
3-3	現場検証技術	2
4.	現場検証	4
4-1	新浅川橋	4
4-2	浜名大橋	5
4-3	国総研内橋梁	5
4-4	検証状況	6
5.	現場検証・評価の結果	12
5-1	総評	12
5-2	現場検証・評価の結果	14
6.	その他	20
6-1	橋梁維持管理部会委員	20
6-2	問い合わせ先（事務局）	20
	参考資料 現場検証技術概要	21

1. 現場検証結果の公表について

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会では、平成26年4月～5月の間に、より効率的・効果的な『橋梁維持管理に資するロボット』について、現場検証及び評価の対象となる実用化技術（開発中も含む）を公募しました。

この結果、31者から31技術68検証項目の応募がありました。

応募された技術は、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 橋梁維持管理部会」で選考され、国土交通省の直轄現場等で現場検証を行って、実用性に係る効果及び課題について評価しました。

今回、『橋梁維持管理に資するロボット』の活用及び開発促進に向けて、評価結果を公表します。

2. 公募の概要

2-1 公募技術

- [1] 鋼橋において、桁の「腐食、亀裂、破断、ゆるみ・脱落、防食機能の劣化」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [2] コンクリート橋において、桁の「ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「床版ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [4] 鋼橋においては、桁の添接部のボルトやリベットの「ゆるみ・脱落、破断」、コンクリート橋において、桁の「うき」について、点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム
- [5] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「うき」について点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム
- [6] 鋼橋・コンクリート橋において、点検者を点検箇所近づけることができる技術・システム

2-2 公募期間 : 平成26年4月9日(水)～平成26年5月28日(水)

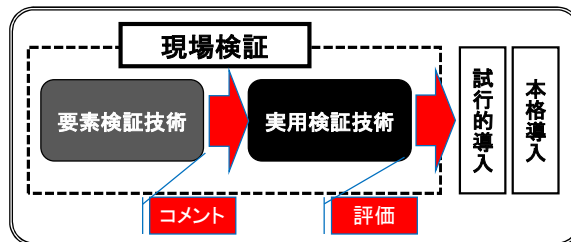
3. 公募の結果

3-1. 応募数 : 31技術 68検証項目

3-2. 現場検証数

実用検証技術^{※1} : 12技術 25検証項目
要素検証技術^{※2} : 5技術 8検証項目

『現場検証に係る技術の分類について』



※1 現段階で実現現場での利用可能性があると判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。

※2 検証現場の使用上の制約等によりシステムとしての検証がおこなえず、データ収集や各要素の稼働状況の確認等を目的として現場検証を実施した技術。または、現時点では実現現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現現場での利用が見込める技術であり、データ収集や各要素の稼働状況の確認などを目的として現場検証を実施した技術。

3-3. 現場検証技術

位置 付け	No.	技術名称 (ロボット技術・システム名称)	副題	応募者	共同開発者	検証項目※1						ロボットを構成する要素技術			NEDO※2
						近接目視の 代替または支援			打音検査の 代替または 支援		点検者の 接近手段 [6]	移動機構	センサー		
						[1]	[2]	[3]	[4]	[5]			外観性状 の把握	打音調査	
実用 検証 技術※3	1	橋梁の近接目視ならびに打音検査を代替する飛行ロボットシステム	-	国立大学法人東北大学	株式会社千代田コンサルタン ト 一般財団法人航空宇宙技術 振興財団	○						飛行系 (マルチコプタ)	CCDカメラ	-	
	2	全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム	S-AIS (Smart Aerial Inspection and Survey)	東日本高速道路株式会社	株式会社ネクスコ東日本エン ジニアリング		○					飛行系 (マルチコプタ)	CCDカメラ	-	
	3	小型無人飛行装置による橋梁点検支援技術	-	株式会社 アスコ	-	○	○	○				飛行系 (マルチコプタ)	CCDカメラ	-	
	4	安全に配慮した飛行ロボット橋梁点検アシスト技術	距離センサーを用いた橋梁周囲環境での飛行ロボットの自動速度制御技術およびセーフティーワイヤーを接続した飛行ロボットによる橋梁下の飛行	総合警備保障株式会社	株式会社横河ブリッジホール ディングス	○						飛行系 (マルチコプタ)	距離センサー カメラ	-	
	5	全自動構造物劣化調査システム	自律飛行型マルチコプター、空中超音波、カメラによる非破壊調査	三信建材工業 株式会社	㈱自律制御システム研究所 ジャパンプロープ㈱ アイエムソフト(有)		○	○				飛行系 (マルチコプタ)	CMOSカメラ	-	
	6	3DVRと連動する自律飛行型UAVによる構造物調査システム	3DVRと連動させた遠隔操作可能な自律型UAVで、安全に橋梁やダムを調査	株式会社フォーラムエイト	-							飛行系 (マルチコプタ)	CCDカメラ	-	
	7	ミニサーベイヤール飛行ロボットを用いた橋梁点検システム	高性能電動マルチローターを用いた橋梁近接目視点検システム	株式会社 富士建	株式会社 自律制御システム 研究所		○	○				飛行系 (マルチコプタ)	デジタルカメラ CCDカメラ	-	
	8	構造物点検ロボットシステム「SPIDER & Giraffe」	小型無人ヘリまたはボール搭載カメラによる構造物点検および点検調査作成支援システム	ルーチェサーチ株式会社	広島工業大学 株式会社建設技術研究所	○	○	○				飛行系 (マルチコプタ)	CCDカメラ	-	
	9	複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム	-	富士フィルム株式会社	株式会社イクシスリサーチ 一般財団法人首都高速道路 技術センター	○						懸架系 (懸垂台車)	CMOSカメラ	-	○
	10	「橋梁点検カメラシステム 見る・診る」による接触調査技術	「橋梁点検カメラシステム 見る・診る」によるひび割れ検出・打音検査・他	ジビル調査設計株式会社	有限会社インテス	○		○	○			車両系 (専用小型 クローラ台車)	CCDカメラ	-	
	11	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ	-	三井住友建設株式会社	株式会社 日立産業制御ソ リューションズ	○	○	○				ボール系 (伸張ボール+ 高欄設置型ボ ール)	CMOSカメラ 距離センサー	-	
	12	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	赤外線調査支援システム	西日本高速道路 エンジニアリング四国㈱	-			○	○			赤外線 (手持ちカメラ)	CCDカメラ	赤外線カメラ	

位置付け	No.	技術名称 (ロボット技術・システム名称)	副題	応募者	共同開発者	検証項目※1						ロボットを構成する要素技術			NEDO※2
						近接目視の代替または支援			打音検査の代替または支援		点検者の接近手段 [6]	移動機構	センサー		
						[1]	[2]	[3]	[4]	[5]			外観性状の把握	打音調査	
要素検証技術※4	13	マルチコプタを利用した橋梁点検システム	高精細画像取得マルチコプタと橋梁脱着型マルチコプタによる近接目視支援システム	川田テクノロジーズ株式会社	(株)エンルート 大日本コンサルタント(株) (独)産業技術総合研究所	○	○	○				飛行系 (マルチコプタ)	CCDカメラ	—	○
	14	小型無人飛行船とメカナムホイール小型検査ロボットの併用による目視検査システム	高所および狭所を対象とする目視検査	学校法人 足利工業大学	戸田建設(株)		○	○				飛行系 (小型飛行船)	WiFiカメラ	—	
	15	橋梁点検用軽量伸縮ビーム	伸縮ビームと主桁方向可動用レールによる面的な点検技術	株式会社ミライト	—			○				懸架系 (梁+台車)	CCDカメラ	—	
	16	橋梁点検ロボットシステムによるコンクリート床版のひび割れ幅計測	遠隔操作型ロボットアームを用いたコンクリート床版のひび割れ幅計測	株式会社帝国設計事務所	株式会社カナモト			○				車両系 (橋梁点検車)	CMOSカメラ	—	
	17	損傷検知装置	健全部の打音を基準として損傷部を検知する打音検査装置	古河機械金属株式会社	独立行政法人産業技術総合研究所					○		車両系 (ブーム付車両)	—	フォースセンサ マイクロフォン	
17 者						8	8	12	2	3	0				
						28	5								

- ※1 凡例
- [1] 鋼橋において、桁の「腐食、亀裂、破断、ゆるみ・脱落、防食機能の劣化」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
 - [2] コンクリート橋において、桁の「ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、うき」、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
 - [3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「床版ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき」、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
 - [4] 鋼橋においては、桁の添接部のボルトやリベットの「ゆるみ・脱落、破断」、コンクリート橋において、桁の「うき」について、点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム
 - [5] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「うき」について点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム
 - [6] 鋼橋・コンクリート橋において、点検者を点検箇所付近に近づけることができる技術・システム
- ※2 「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」【NEDO】委託先
- ※3 現段階で実現場での利用可能性があると判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。
- ※4 検証現場の使用上の制約等によりシステムとしての検証がおこなえず、データ収集や各要素の稼働状況の確認等を目的として現場検証を実施した技術。または、現時点では実現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現場での利用が見込める技術であり、データ収集や各要素の稼働状況の確認などを目的として現場検証を実施した技術。

4. 現場検証

以下の3橋において、各技術分野に応募のあった技術について、「橋梁定期点検要領（案）平成16年3月発出」、「総点検実施要領（案）【橋梁編】平成25年2月国土交通省道路局」及び「橋梁における第三者被害予防措置要領（案）平成16年3月国土交通省道路局国道・防災課」（これら3つの要領について、以下、「橋梁点検要領等」という）に則った、点検の代替または支援、および「橋梁点検要領等」の規定に定める点検調書の作成または支援に対する点検精度、安全性および効率性について検証しました。

4-1 新浅川橋

- (1) 実施日時 平成26年11月17日（月） 9:30～17:00
18日（火） 9:30～12:00

(2) 場所

新浅川橋（一般国道16号）左岸側高水敷
（東京都八王子市北野町）

【検証日の気候】

天候：晴

風速（現地風速計）

0～2.7m/s（平均）

6.4m/s（最大瞬間風速）



(3) 対象とした公募技術

- [1] 鋼橋において、桁の「腐食、亀裂、破断、ゆるみ・脱落、防食機能の劣化」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「床版ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [4] 鋼橋においては、桁の添接部のボルトやリベットの「ゆるみ・脱落、破断」、コンクリート橋において、桁の「うき」について、点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム
- [5] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「うき」について、点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム

4-2 浜名大橋

(1) 実施日時 平成 26 年 10 月 28 日 (火) 9:30~17:30

(2) 場所

浜名大橋 P16~P17 径間部

(静岡県湖西市)

【検証日の気候】

天候：晴

風速 (浜名大橋気象観測局風速データ《橋面上》)

5.2~8.6m/s (平均)

16.0m/s (最大瞬間風速)



(3) 対象とした公募技術

[2] コンクリート橋において、桁の「ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム

[3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「床版ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム

4-3 国総研内橋梁

(1) 実施日時 平成 26 年 10 月 14 日 (火) 9:30~16:30

(2) 場所

国総研内橋梁 (茨城県つくば市)

【検証日の気候】

天候：晴

風速 (水戸地方気象台つくば観測所風速データ)

2.6~7.2m/s (平均)

13.9m/s (最大瞬間風速)



(3) 対象とした公募技術

[1] 鋼橋において、桁の「腐食、亀裂、破断、ゆるみ・脱落、防食機能の劣化」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム

[2] コンクリート橋において、桁の「ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム

[3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「床版ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム

[5] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「うき」について、点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム

4-4 検証状況

No.1

技術名称技術 橋梁の近接目視ならびに打音検査を代替する飛行ロボットシステム

[技術分野] [1]

開発者 (国大法)東北大学

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月17日(月) 10:30

状況写真



No.2

技術名称技術 全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム

[技術分野] [2]

開発者 東日本高速道路(株)

検証場所・実施日時 浜名大橋 ・ 10月28日(火) 14:00

状況写真



No.3

技術名称技術 小型無人飛行装置による橋梁点検支援技術

[技術分野] [1][2][3]

開発者 (株)アスコ

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 1月17日(月) 13:15
浜名大橋 ・ 10月28日(火) 14:00

状況写真



No.4

技術名称技術 安全に配慮した飛行ロボット橋梁点検アシスト技術
[技術分野] [1]

開発者 総合警備保障(株)

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月17日(月) 11:30

状況写真



No.5

技術名称技術 全自動構造物劣化調査システム
[技術分野] [2][3]

開発者 三信建材工業(株)

検証場所・実施日時 浜名大橋 ・ 10月28日(火) 11:00

状況写真



No.6

技術名称技術 3DVRと連動する自律飛行型UAVによる構造物調査システム
[技術分野] [3]

開発者 (株)フォーラムエイト

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月17日(月) 14:15

状況写真



No.7

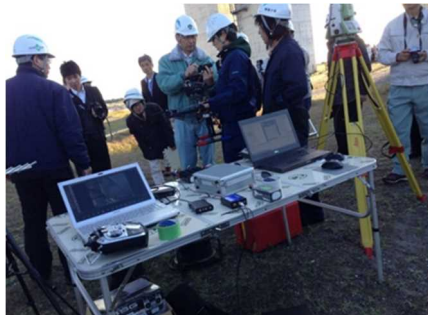
技術名称技術 ミニサーバイバー飛行ロボットを用いた橋梁点検システム

[技術分野] [2][3]

開発者 (株)富士建

検証場所・実施日時 浜名大橋 ・ 10月28日(火) 16:00

状況写真



No.8

技術名称技術 構造物点検ロボットシステム「SPIDER&Giraffe」

[技術分野] [1][2][3]

開発者 ルーチェサーチ(株)

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月17日(月) 15:15
浜名大橋 ・ 10月28日(火) 13:00

状況写真



No.9

技術名称技術 複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム

[技術分野] [1]

開発者 富士フイルム(株)

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月17日(月) 9:30

状況写真



No.10

技術名称技術 「橋梁点検カメラシステム見る・診る」による接触調査技術

[技術分野] [1][3][4][5]

開発者 ジビル調査設計(株)

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月18日(火) 10:30

状況写真



No.11

技術名称技術 橋梁等構造物の点検ロボットカメラ

[技術分野] [1][2][3]

開発者 三井住友建設(株)

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月18日(火) 10:30

浜名大橋 ・ 10月28日(火) 10:00

状況写真



No.12

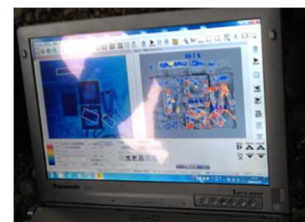
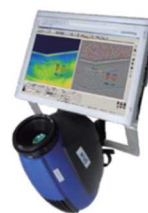
技術名称技術 赤外線調査トータルサポートシステム J システム

[技術分野] [3][4][5]

開発者 西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

検証場所・実施日時 新浅川橋 ・ 11月17日(月) 16:15

状況写真



No.13

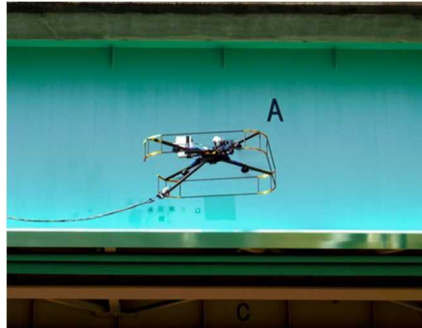
技術名称技術 マルチコプタを利用した橋梁点検システム

[技術分野] [1][2][3]

開発者 川田テクノロジーズ(株)

検証場所・実施日時 国総研内橋梁 ・ 10 月 14 日(火) 11:00

状況写真



No.14

技術名称技術 小型無人飛行船とメカナムホイール小型検査ロボットの併用による目視検査システム

[技術分野] [2][3]

開発者 (学法)足利工業大学

検証場所・実施日時 国総研内橋梁 ・ 10 月 14 日(火) 13:00

状況写真



No.15

技術名称技術 橋梁点検用軽量伸縮ビーム

[技術分野] [3]

開発者 (株)ミライト

検証場所・実施日時 国総研内橋梁 ・ 10 月 14 日(火) 14:00

状況写真



No.16

技術名称技術 橋梁点検ロボットシステムによるコンクリート床版のひび割れ幅計測

[技術分野] [3]

開発者 (株)帝国設計事務所

検証場所・実施日時 国総研内橋梁 ・ 10 月 14 日(火) 10:00

状況写真



No.17

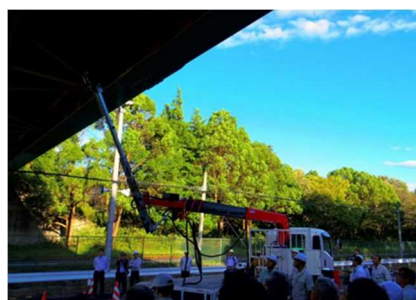
技術名称技術 損傷検知装置

[技術分野] [5]

開発者 古河機械金属(株)

検証場所・実施日時 国総研内橋梁 ・ 10 月 14 日(火) 15:00

状況写真



5. 現場検証・評価の結果

5-1 総評

橋梁維持管理に資するロボットについては、

- [1] 鋼橋において、桁の「腐食、亀裂、破断、ゆるみ・脱落、防食機能の劣化」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [2] コンクリート橋において、桁の「ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [3] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「床版ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき」について、点検要領に基づく近接目視の代替または支援ができる技術・システム
- [4] 鋼橋においては、桁の添接部のボルトやリベットの「ゆるみ・脱落、破断」、コンクリート橋において、桁の「うき」について、点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム
- [5] 鋼橋・コンクリート橋の床版において、「うき」について、点検要領に基づく打音検査の代替または支援ができる技術・システム

について、国道16号新浅川橋、国道1号浜名大橋、国土技術政策総合研究所内橋梁において、現場検証・評価を実施しました。

[1] では、14件（辞退1件を除く）の応募技術のうち、実現場での利用可能性があるかと判断される技術（以下「実用検証技術」^{※1}という）7件の現場検証・評価を行いました。

内訳は、橋梁に近接するために飛行体にカメラを搭載する技術（飛行系）が4件、橋梁歩道上を車両で移動しながらフレームにカメラ等を搭載して橋梁下面の調査を行う技術（車両系）が1件、地上より先端にカメラを搭載したポールを伸ばして橋梁下面に近接する技術（ポール系）が1件、橋桁を利用して移動し橋梁に近接してデータを取得する技術（懸架系）が1件でした。

飛行系4件については橋梁に近接し画像を取得できたものは3件であり、その他は飛行状況が不安定なものでした。調査結果（写真、損傷状況の把握）の精度は、いずれも従来技術の近接目視による調査レベルには至りませんでした。車両系1件及びポール系1件についても、データは得られたものの、調査精度は低い状況でした。懸架系1件については、走行装置の干渉により計画した移動ができず、調査データが得られませんでした。

それぞれの技術の今後の操作安定性や損傷状況の調査精度向上等、より一層の改善が必要であると考えます。

その他、開発中の技術（1件）（以下「要素検証技術」^{※2}という）については、国土技術政策総合研究所内橋梁にて応募者による要素技術の検証を行いました。

※1 現段階で実現場での利用可能性があるかと判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。

※2 現時点では実現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現場での利用が見込める技術であり、データ収集や各要素の稼働状況の確認などを目的として現場での実験を実施した技術のほか、検証現場の使用上の制約等によりシステムとしての検証がおこなえず、データ収集や各要素の稼働状況の確認等を目的として現場検証を実施した技術を含む。

[2]では、14件（辞退2件を除く）の応募技術のうち、実用検証技術6件の現場検証・評価を行いました。内訳は、飛行系5件、ポール系1件でした。

飛行系5件の内、橋梁に近接し画像が取得できたものが3件であり、調査結果については、いずれも従来の近接目視点検の要求精度には達しませんでした。残る2件については、強風の影響により飛行できませんでした。更なる技術向上と飛行の安定性に向けての技術開発が必要と考えられます。ポール系1件についても、調査結果は要求精度に至らず、さらなる精度向上が望まれます。

その他、要素検証技術（2件）については、[1]と同様に要素技術の検証を行いました。

[3]では、20件（辞退1件を除く）の応募技術のうち、実用検証技術8件の現場検証・評価を行いました。内訳は、飛行系が5件、車両系が1件、ポール系が1件、赤外線調査が1件でした。

飛行系5件については、[1]，[2]と同様に、調査精度、飛行安定性について、課題が残る結果となりました。車両系1件については、一定の精度が得られたものの従来技術相当までには至らず、今後の更なる精度向上が望まれます。ポール系1件と赤外線（可視画像併用）調査1件についても、車両系と同様、従来技術精度までには至らず、更なる精度向上が望まれます。

その他、開発中および現場条件により浜名大橋、新浅川橋での検証ができなかった要素検証技術4件については、[1]と同様に要素技術の検証を行いました。

[4]では、7件の応募技術のうち6件は開発中のものであり、その他1件は適用現場の制約から現場検証を行いませんでした。

[5]では、7件の応募技術のうち、実用検証技術1件（赤外線調査）の現場検証・評価を行いました。検証対象とした橋梁ではコンクリート床版の顕著なうきが認められず、本技術分野で対象としたうきに関する精度検証には至らなかったため、再度検証が必要と考えられます。

打音装置開発をした1件については、現場条件の都合により要素検証技術として現場検証を行いました。その他5件については開発中であり、今回の検証対象からは除外しました。

今回、様々なロボット技術が初めて供用されている実際の橋梁において、本格的な現場検証・評価が行われました。この検証における各技術や技術開発の方向性等の課題が明らかになる等、今回の現場検証の取り組みの意義は大きいと考えられます。

今回の現場検証では、ロボットによる点検調書の従来技術相当の精度には至りませんでした。現場検証において、多くの応募があった飛行系については、橋梁へ近接し写真データを取得することが可能なものもありましたが、遠景程度のものもありました。また、風が強い状況では飛行が不安定となり、安定性についても更なる技術開発が望まれます。車両系、ポール系、懸架系においても、損傷状況の把握の精度の向上や操作の安定性に向けての技術開発が望まれます。

なお、高精細な写真が得られている状況でもそれらを解析する技術が未熟なため、最終的な成果の精度が低くなっていることも考えられ、橋梁の損傷に関する知識や写真判読技術の向上も課題と考えられます。

今回、実現場でなければ、見えてこない様々な課題が明確になり、開発者が取り組むべき今後の開発課題、開発目標が具体的に提示された意義は大きいと考えられます。次回の現場検証に向けて、更なる開発・改良が行われ、顕在化した課題を解決していくことを期待します。

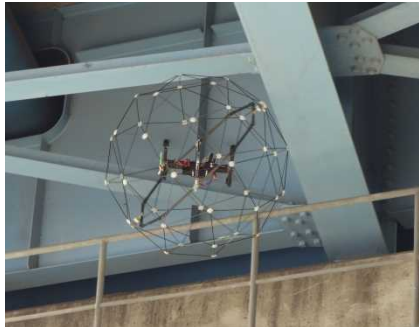
さらに、従来技術において、データ処理を一層効率化する技術提案もあり、今回はそれらが開発中のため、検証・評価ができませんでしたが、それらの技術も将来開発されていくことを期待します。

橋梁維持管理部会長 藤野 陽三


5-2 現場検証・評価の結果（対象技術毎）

【実用検証技術】


No. 1

技術名称	橋梁の近接目視ならびに打音検査を代替する飛行ロボットシステム			形態	飛行系
				技術分野	[1]
応募者 (代表者)	国立大学法人東北大学	共同 開発者	(株)千代田コンサルタント (一財)航空宇宙技術振興財団	検証地	新浅川橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物に沿って球殻が移動できるため、常に一定の距離で撮影が可能であるが、球殻が風の影響を受けやすかった。 ・ 主桁間に添架物のある狭隘部などに安定して近接するためには、橋梁構造に適した球殻の形状の改良が望まれる。 ・ 損傷状況の調査精度は低く、さらなる精度向上が望まれる。 ・ 写真は比較的鮮明であるが、調査結果の写真としては球体の構造線が写るため、処理技術が必要である。 ・ 写真判読技術の向上が望まれる。 				


No. 2

技術名称	全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム			形態	飛行系
				技術分野	[2]
応募者 (代表者)	東日本高速道路株式会社	共同 開発者	株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング	検証地	浜名大橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 強風の中においても飛行は安定していた。 ・ 搭載カメラが横向きで固定されているため、橋梁点検に必須の橋梁下面からの撮影ができない。そのため橋梁点検に適用するには更なる改良が必要である。 ・ 写真は比較的遠望から撮影されており、鮮明さに欠ける。 ・ 損傷状況の調査精度（橋梁側面）は低く、ひびわれなどを十分に把握できていない。精度向上が望まれる。 				


No. 3

技術名称	小型無人飛行装置による橋梁点検支援技術			形態	飛行系
				技術分野	[1][2][3]
応募者 (代表者)	株式会社 アスコ	共同 開発者	—	検証地	新浅川橋 浜名大橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風の影響を受けやすく、安定した飛行ができなかった。 ・ 写真は比較的鮮明であるが、損傷評価には十分ではない。 ・ 損傷状況の調査精度は低く、床版ひびわれや漏水・遊離石灰などを十分に把握できていない。精度向上が望まれる。 ・ 写真判読技術の向上が望まれる。 				


No. 4

技術名称	安全に配慮した飛行ロボット橋梁点検アシスト技術			形態	飛行系
				技術分野	[1]
応募者 (代表者)	総合警備保障株式会社	共同 開発者	株式会社横河ブリッジホールディングス	検証地	新浅川橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風の影響を受けやすく、安定した飛行ができなかった。 ・ 写真は比較的鮮明であるが、損傷評価には十分でない。 ・ 損傷状況の調査精度は低く、塗膜劣化などの損傷を十分に把握できていない。精度の向上が望まれる。 ・ 写真判読技術の向上が望まれる。 				


No. 5

技術名称	全自動構造物劣化調査システム			形態	飛行系
				技術分野	[2][3]
応募者 (代表者)	三信建材工業 株式会社	共同 開発者	(株)自律制御システム研究所 ジャパンプローブ(株) アイエムソフト(有)	検証地	浜名大橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 強風のため危険と判断し、飛行は断念された。 ・ 検証していないため、評価できない。 				


No. 6

技術名称	3DVRと連動する自律飛行型UAVによる構造物調査システム			形態	飛行系
				技術分野	[3]
応募者 (代表者)	株式会社フォーラムエイト	共同 開発者	—	検証地	新浅川橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 飛行に不安定さが見られた。 ・ 写真は比較的鮮明であるが、損傷評価には十分ではない。 ・ 損傷状況の調査精度は低く、床版ひびわれなどの損傷を把握できていない。精度向上が望まれる。 ・ 現場検証時には、提案技術である3DVRソフトと連動させる飛行システムが開発中であり、検証ができていない。 				


No. 7

技術名称	ミニサーベイヤ-飛行ロボットを用いた橋梁点検システム			形態	飛行系
				技術分野	[2][3]
応募者 (代表者)	株式会社 富士建	共同 開発者	(株) 自律制御システム研究所	検証地	浜名大橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ほぼ安定した飛行を示した。 ・写真の鮮明度は低い。(ただし、本システムの使用条件とする風速 6m/s を越える平均風速 7m/s 前後、最大瞬間風速 12m/s 程の風が吹く撮影条件下での記録。) ・損傷状況の調査精度は低く、ひびわれなどが把握できていない。精度の向上が望まれる。 ・写真判読技術の向上が望まれる。 				


No. 8

技術名称	構造物点検ロボットシステム 「SPIDER & Giraffe」			形態	飛行系
				技術分野	[1][2][3]
応募者 (代表者)	ルーチェサーチ株式会社	共同 開発者	広島工業大学 (株) 建設技術研究所	検証地	新浅川橋 浜名大橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・安定した飛行を示した。 ・写真の鮮明度は比較的高い。 ・損傷状況の調査精度は低く、床版ひびわれや漏水・遊離石灰については十分に把握できていない。さらなる精度の向上が望まれる。 ・写真判読技術の向上が望まれる。 				


No. 9

技術名称	複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム			形態	懸架系
				技術分野	[1]
応募者 (代表者)	富士フィルム株式会社	共同 開発者	(株)イクスリサーチ (一財)首都高速道路技術センター	検証地	新浅川橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・桁下に設置した走行装置が橋梁部材と接触してスムーズに可動できなかった。 ・走行装置及び計測装置架台とも機能していないため評価できない。 				


No. 1 0

技術名称	「橋梁点検カメラシステム視る・診る」による接触調査技術		形態	車両系	
			技術分野	[1][3][4][5]	
応募者 (代表者)	ジビル調査設計株式会社	共同 開発者	(有)インテス	検証地	新浅川橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道上の車両（小型クローラ）や橋下へ降ろしたアームの動きは安定していた。 ・写真は鮮明であり、クラックゲージを近接させることにより、ひびわれ幅の評価も可能である。 ・損傷状況の調査精度は比較的高いが、床版ひびわれの位置についてやや正確さを欠く。塗膜の劣化については、限られた範囲であるがほぼ把握できている。 ・打音検査装置は開発中であり、検証ができていない。 				

No. 1 1

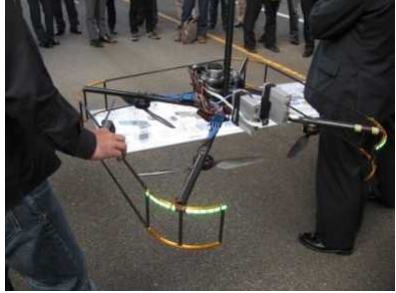
技術名称	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ		形態	ポール系	
			技術分野	[1][2][3]	
応募者 (代表者)	三井住友建設株式会社	共同 開発者	(株) 日立産業制御ソリューションズ	検証地	新浅川橋 浜名大橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易な構造で移動性に優れるが、強風時にポールがやや揺れる現象がみられた。耐風安定性の向上が望まれる。 ・写真は比較的鮮明であるが、桁位置が高くなると遠望のため鮮明度が低下する。 ・損傷状況の調査精度は、床版ひびわれや桁のひびわれの把握については不十分であるが、距離計とクラックゲージを組み込んだシステムによりスムーズな判定が期待できる。桁の漏水・遊離石灰などについてもさらなる精度向上が望まれる。 				

No. 1 2


技術名称	赤外線調査トータルサポートシステム J システム		形態	赤外線	
			技術分野	[3][4][5]	
応募者 (代表者)	西日本高速道路エンジニアリング四国 株式会社	共同 開発者	—	検証地	新浅川橋
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・うきの程度の検出が可能な技術であるが、検証橋梁の床版にうきが存在しなかったため、検証ができず、評価できなかった。 ・改めてうきが存在する橋梁で検証することが望ましい。 				

【要素検証技術】


No. 1 3

技術名称	マルチコプタを利用した橋梁点検システム			形態	飛行系
				技術分野	[1][2][3]
応募者 (代表者)	川田テクノロジーズ株式会社	共同 開発者	(株)エンルート 大日本コンサルタント(株) (独)産業技術総合研究所	検証地	国総研内 橋梁
コメント※	[実施内容] システムの要素の技術検証として、カメラを搭載したマルチコプターで検査対象となる橋桁に接近して飛行し、画像取得に関する検証を実施した。 [コメント] ・有線飛行による安全面等のメリットは認められるものの、橋梁点検の実務に適用するためには、飛行の安定性について改良・改善が必要である。				


No. 1 4

技術名称	小型無人飛行船とメカナムホイール小型検査ロボットの併用による目視検査システム			形態	飛行系
				技術分野	[2][3]
応募者 (代表者)	学校法人 足利工業大学	共同 開発者	戸田建設(株)	検証地	国総研内 橋梁
コメント※	[実施内容] システムの要素の技術検証として、カメラを搭載した飛行体で検査対象となる橋桁に接近して飛行し、画像取得に関する検証を実施した。 [コメント] ・飛行船型という構造のため、風の影響を大きく受けた。 ・桁間などの狭隙部を点検するために、さらなる改良・改善が必要である。				


No. 1 5

技術名称	橋梁点検用軽量伸縮ビーム			形態	懸架系
				技術分野	[3]
応募者 (代表者)	株式会社ミライト	共同 開発者	—	検証地	国総研内 橋梁
コメント※	[実施内容] システムの要素の技術検証として、検査対象となる橋の桁下に横断して架け渡す梁の施工に関する検証を実施した。 [コメント] ・フレームを左右から伸ばし、橋下で連結させる機構や作業について、さらなる改良・改善が必要である。				

No. 1 6

技術名称	橋梁点検ロボットシステムによるコンクリート床版のひび割れ幅計測			形態	車両系
				技術分野	[3]
応募者 (代表者)	株式会社帝国設計事務所	共同 開発者	(株)カナモト	検証地	国総研内 橋梁
コメント※	<p>[実施内容] 専用車両のアーム先端に点検カメラを搭載し、3DCG を併用することにより橋梁上面から橋梁下面でのアームの遠隔操作性向上を図ったロボットシステムの動作検証と 3DCG 上に撮影した写真を取り込む画像の取得に関する検証を実施した。</p> <p>[コメント] ・点検アームの先端に配置されたカメラで撮影した床版の画像を車両に設置されたモニターで見ることができ、平均風速 7~8m/s においても画像はぶれも無く鮮明であった。</p>				

No. 1 7

技術名称	損傷検知装置			形態	車両系
				技術分野	[5]
応募者 (代表者)	古河機械金属株式会社	共同 開発者	(独)産業技術総合研究所	検証地	国総研内 橋梁
コメント※	<p>[実施内容] 要素技術の検証として、専用車両のアーム先端に打音センサーを取り付けたロボットシステムの動作検証と損傷（うき）検出技術の検証を実施した。</p> <p>[コメント] ・打音によりうきを検出する検証では、調査精度は高い。 ・作業速度の向上が望まれる。</p>				

※公募要件に対する部会としての評価ではなく、実施内容と要素技術の確認に立ち会った部会委員等からのコメントを記載している。

6. その他

6-1. 橋梁維持管理部会委員

部会長	藤野 陽三	横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授
委員	油田 信一	芝浦工業大学 特任教授
	浅間 一	東京大学大学院 教授
	河西 龍彦	(一社)日本橋梁建設協会 保全委員会幹事長
	徳光 卓	(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 保全補修部会副部会長
	田中 樹由	(一社)建設コンサルタンツ協会 道路構造物専門委員
	岩見 吉輝	国土交通省総合政策局公共事業企画調整課 施工安全企画室長
	福田 敬大	国土交通省道路局国道・防災課 道路保全企画室長
	玉越 隆史	国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部 橋梁研究室長
	石田 雅博	(独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員
	藤野 健一	(独)土木研究所 技術推進本部 主席研究員
	岡本 健太郎	経済産業省製造産業局産業機械課 課長補佐
	加藤 晋	(独)産業技術総合研究所 知能システム部門 グループ長
	菅原 淳	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・機械システム部 主査

(敬称略)

6-2. 問い合わせ先(事務局)

国土交通省総合政策局公共事業企画調整課 ロボット担当

E-mail: robotech@mlit.go.jp

Tel: 03-5253-8286 (課内直通)

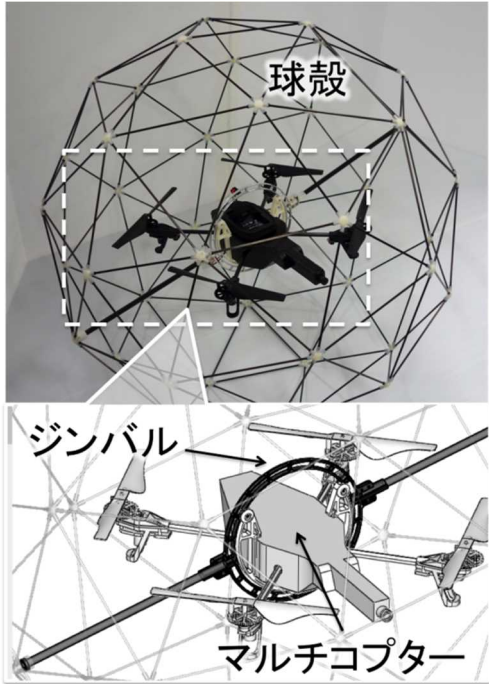
※その他、写真や動画等の詳しい情報を、「次世代社会インフラ用ロボット技術・ロボットシステム～現場検証ポータルサイト～」に掲載しております。

<http://www.c-robotech.info/>

参 考

現場検証技術概要

技術概要 (No.1)

技術名称	橋梁の近接目視ならびに打音検査を代替する飛行ロボットシステム
副題	—
技術概要	けた等が入り組んだ狭あい空間を橋梁ならびに自身を傷つけることなく安全安定に飛行しながら、日照条件にロバストに橋梁表面の接写撮影ができる飛行体。技術的なポイントは、本体と独立に回転できる球殻によりマルチコプターを保護すること、LEDフラッシュ付き小型撮像モジュールにより高解像度の接写画像を撮影することである。足場を必要とせず、現場への搬入などが容易であるといった利点がある。
適用分野 ■対象 □非対象	<p style="text-align: center;">橋梁維持管理</p> <p>(<input checked="" type="checkbox"/>近接目視(鋼橋) <input type="checkbox"/>近接目視(コンクリート橋) <input type="checkbox"/>近接目視(床版) <input type="checkbox"/>打音検査(鋼・コンクリート橋) <input type="checkbox"/>打音検査(床版) <input type="checkbox"/>点検者の接近手段)</p>
図・写真等	 <p>The image consists of two parts. The top part is a photograph of a spherical robot shell, labeled '球殻' (Spherical Shell), which is a geodesic dome structure. Inside the shell, a drone is visible. The bottom part is a detailed technical diagram of the drone's internal mechanism, labeled 'マルチコプター' (Multi-copter) and 'ジンバル' (Gimbal), showing the drone mounted on a rotating platform within the shell.</p>
応募者	国立大学法人東北大学
共同開発者	株式会社千代田コンサルタント 一般財団法人航空宇宙技術振興財団
連絡先	<p>法人名: 国立大学法人東北大学 大学院情報科学研究科 役職・氏名: 助教・岡田佳都 住所: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青簿6-6-01 電話: 022-795-7022 Eメール: okada@rm.is.tohoku.ac.jp</p>

技術概要 (No.2)

技術名称	全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム
副題	S-AIS (Smart Aerial Inspection and Survey)
技術概要	『全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム』の機体は、カナダのエリオン・ラボ社製で、①完全自律飛行、②自己診断機能搭載、③容易なデータ収集、④コンパクト設計による高い機動性、以上4つの特徴をもったシステムである。
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (<input type="checkbox"/> 近接目視(鋼橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(コンクリート橋) <input type="checkbox"/> 近接目視(床版) <input type="checkbox"/> 打音検査(鋼・コンクリート橋) <input type="checkbox"/> 打音検査(床版) <input type="checkbox"/> 点検者の接近手段)
図・写真等	<div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム構成図</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p style="text-align: center;">橋梁点検状況</p> </div>
応募者	東日本高速道路株式会社
共同開発者	株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング
連絡先	東京都千代田区霞が関 3-3-2 新霞が関ビルディング 15 階 電話 : 03-3506-0095、FAX : 03-3506-0343




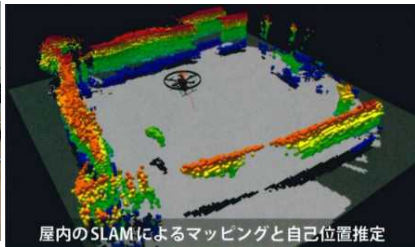
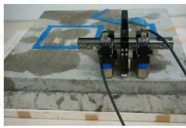

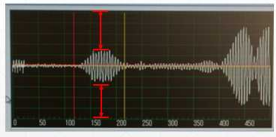
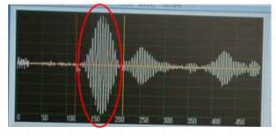
技術概要 (No.3)

技術名称	小型無人飛行装置による橋梁点検支援技術
副題	—
技術概要	UAV（無人小型飛行体）にカメラを設置し、遠隔操作により橋梁本体に近接し、ライブモニターにより損傷の状況を確認するとともに、写真撮影を行い点検の結果を記録するものである。
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (■近接目視(鋼橋) ■近接目視(コンクリート橋) ■近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) □打音検査(床版) □点検者の接近手段)
図・写真等	<p style="text-align: center;">(技術の特徴が把握できる図・写真等を貼付願います。)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>飛行風景</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ライブモニター</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>上向きカメラ</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>衝突防止ガードとLED設置箇所(イメージ)</p>  </div> </div>
応募者	株式会社 アスコ
共同開発者	—
連絡先	株式会社 アスコ 調査診断部 担当：木下 渉 (きのした わたる) 大阪市西区江之子島 1-10-1 TEL:06-6444-1688 FAX:06-6444-1567 E-mail: w-kinosita@asco-ce.co.jp URL: http://www.asco-ce.co.jp/

技術概要 (No.4)

技術名称	安全に配慮した飛行ロボット橋梁点検アシスト技術
副題	距離センサーを用いた橋梁周囲環境での飛行ロボットの自動速度制御技術およびセーフティーワイヤーを接続した飛行ロボットによる橋梁下の飛行
技術概要	<p>飛行ロボットに距離センサーを搭載し、橋梁との距離を計測することで、橋梁と衝突しないよう飛行ロボットの速度を自動制御する。この飛行ロボットの操縦アシスト機能により、熟練した操縦技術を有することなく飛行ロボットによる橋梁の近接目視点検を実現する。</p> <p>飛行ロボット上面のジンバル上にはカメラを搭載し、地上の点検者は送信された映像および録画映像から橋梁の損傷箇所を確認する。</p> <p>また、橋梁と飛行ロボットをセーフティーワイヤーで接続して飛行することで、故障、誤動作による作業区域外への落下を防ぎ、安全を確保する。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (■近接目視(鋼橋) □近接目視(コンクリート橋) □近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) □打音検査(床版) □点検者の接近手段)
図・写真等	<p>(技術の特徴が把握できる図・写真等を貼付願います。)</p> <p style="text-align: center;">本システムの概要</p> <p style="text-align: center;">自動速度制御のイメージ セーフティーワイヤーを使用した飛行イメージ</p>
応募者	総合警備保障株式会社
共同開発者	株式会社横河ブリッジホールディングス
連絡先	総合警備保障株式会社 セキュリティ科学研究所 菅原 美智子 03-5606-7541



技術概要 (No.5)

技術名称	全自動構造物劣化調査システム
副題	自律飛行型マルチコプター、空中超音波、カメラによる非破壊調査
技術概要	GPS 及び自己位置推定・マッピング技術 (SLAM) を用い、自律飛行するマルチコプターを利用した調査技術。本機にはデジタルカメラ及び光源、空中超音波送受信機を搭載し、作業車でしか行えなかった目視点検、打音点検の代替として、非接触での調査を行うことができる。また、調査した異常部データを、位置データと共に保存することができ、超音波等のデータ保存の難しかった情報の保存・経過監査を可能とする。
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (□近接目視(鋼橋) ■近接目視(コンクリート橋) ■近接目視(床版) ■打音検査(鋼・コンクリート橋) ■打音検査(床版) □点検者の接近手段)
図・写真等	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p><u>自律飛行型マルチコプター 飛行方法</u></p> <p>右: GPS 地点指定 右下: SLAM による障害物検知</p> <p>下: 橋梁及びマルチコプター</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 10px;">    </div> <p style="text-align: right; margin-right: 10px;">屋内のSLAMによるマッピングと自己位置推定</p> <div style="margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">空中超音波 試験結果</p> <p><u>空中超音波 検査方法</u></p> <p>右: モルタル浮きの非接触検査</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>■健全部</p>  <p>■空隙部</p> </div> <div style="text-align: center;">   </div> </div> </div>
応募者	三信建材工業 株式会社
共同開発者	株式会社自律制御システム研究所 ジャパンプローブ株式会社 アイエムソフト有限公司
連絡先	三信建材工業株式会社 開発室 担当: 主任・石田晃啓 愛知県豊橋市神野新田町字二ノ割 35-1 TEL: 0532-34-6066 FAX: 0532-33-7155

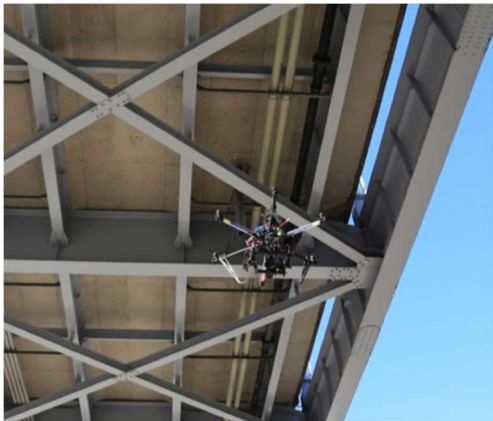
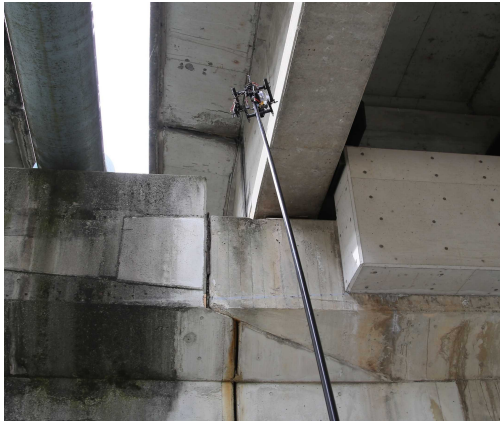
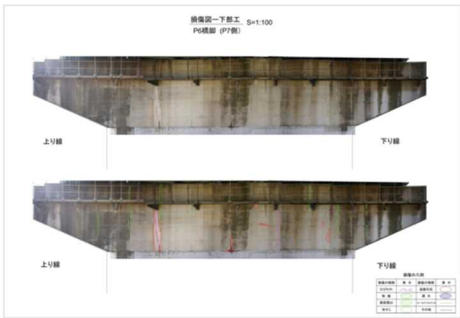

技術概要 (No.6)

技術名称	3DVR と連動する自律飛行型 UAV による構造物調査システム
副題	3DVR と連動させた遠隔操作可能な自律型 UAV で、安全に橋梁やダムを調査
技術概要	<p>橋梁やダムの点検を安全で迅速に行うために、複数の小型 HD カメラ、IR カメラ、温度・湿度センサを備えた自律型マルチコプター UAV。大規模な構造物でも、安全な場所から迅速に遠隔調査可能。調査者は PC 制御による自律飛行のおかげで点検に集中でき、飛行中に写真・動画撮影、各種センシングが可能。3DVR による飛行計画立案、自動飛行経路設定、飛行中の VR との連動、無人機周辺の構造物のリアルタイム 3D モデル化が可能。予め作成したフライトパスにしたがって、UAV を対象物近辺まで自動飛行させ、対象物の写真撮影を行ってリアルタイムに 3D モデル化、調査者は 3D モデルを見ながら測定箇所を UAV に指示し、詳細な撮影、センシングを行う。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	<p>橋梁維持管理</p> <p>(<input type="checkbox"/> 近接目視(鋼橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(床版) <input type="checkbox"/> 打音検査(鋼・コンクリート橋) <input type="checkbox"/> 打音検査(床版) <input type="checkbox"/> 点検者の接近手段)</p>
図・写真等	
応募者	株式会社フォーラムエイト
共同開発者	—
連絡先	ニニス ハフイド TEL : 0985-58-1888 FAX : 0985-55-3027 niniss@forum8.co.jp

技術概要 (No.7)

技術名称	ミニサーバイヤー飛行ロボットを用いた橋梁点検システム
副題	高性能電動マルチローターを用いた橋梁近接目視点検システム
技術概要	<p>マルチローターで実績のある千葉大学開発のミニサーバイヤー飛行ロボットを使用した橋梁点検システムである。最大の特徴は橋梁下部等の GPS 信号が補足できない場所での位置制御に TS (トータルステーション) とレーザー測域センサによる SLAM を使った飛行で安全に点検作業を行えることにある。同時に有線給電ヘリも考慮している。精細なカメラ画像と撮影位置データにより桁や床版のひび割れ等の損傷を近接目視の代替可能としたものである。点検作業は飛行ロボットを見通せる安全な場所から行い、操縦位置より 200m 範囲で可能である。高精細写真を解析することにより小さなひび割れや鉄筋露出等の損傷を計測することができ CAD 図面及び点検調書に反映可能である。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	<p style="text-align: center;">橋梁維持管理</p> <p>(<input type="checkbox"/> 近接目視(鋼橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(床版) <input type="checkbox"/> 打音検査(鋼・コンクリート橋) <input type="checkbox"/> 打音検査(床版) <input type="checkbox"/> 点検者の接近手段)</p>
図・写真等	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>ミニサーバイヤー飛行ロボット</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>橋梁点検作業状況</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>飛行状況</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>ひび割れ計測 B=0.5mm</p> </div> </div>
応募者	株式会社 富士建
共同開発者	株式会社 自律制御システム研究所
連絡先	<p>株式会社 富士建 担当 角 和樹 佐賀県佐賀市富士町下熊川 159-68 電話 : 0952-64-2331 F A X : 0952-64-2340 Email : mits22@fujiken-co.jp</p>






技術概要 (No.8)

技術名称	構造物点検ロボットシステム「SPIDER & Giraffe」
副題	小型無人ヘリまたはポール搭載カメラによる構造物点検および点検調書作成支援システム
技術概要	本技術は、人が近接することなく、デジタルカメラを搭載したロボット（無線ヘリコプター型、ポール型）により撮影した写真の画像処理を行い、橋梁全体の3次元および2次元画像を作成したうえで橋梁に発生している損傷箇所・損傷程度を正確に把握し、橋梁点検調書の作成支援を行うシステムである。
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (■近接目視(鋼橋) ■近接目視(コンクリート橋) ■近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) □打音検査(床版) □点検者の接近手段)
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>SPIDER 外観</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Giraffe 外観</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>損傷図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>橋梁 3次元データ</p> </div> </div>
応募者	ルーチェサーチ株式会社
共同開発者	学校法人 広島工業大学 株式会社建設技術研究所
連絡先	広島県広島市安佐南区毘沙門台 4-16-21 電話：082-209-0230 Email：info@luce-s.jp

技 術 概 要 (No.9)

技術名称	複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステム
副題	—
技術概要	複眼式撮像装置を搭載した鋼桁下フランジ懸垂型ロボットで、鋼桁下を移動しながら鋼桁を撮影し、撮影画像を画像処理し「橋梁点検要領等」における損傷を検出して、近接目視を主体とする点検の代替または支援を行い、さらに点検調書の作成を支援するシステム。
適用分野 ■対象 □非対象	<p style="text-align: center;">橋梁維持管理</p> <p>(■近接目視(鋼橋) □近接目視(コンクリート橋) □近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) □打音検査(床版) □点検者の接近手段)</p>
図・写真等	<p>The diagram illustrates the inspection process. A red car is on the bridge deck (床版). A robot (ロボット) is positioned below the deck, inspecting the underside of the bridge. The robot has a camera and is connected to a PC (PC) for damage detection (損傷検出) and dimension measurement (寸法計測). The diagram shows the robot's movement directions: Z (上下), Y (左右), and X (ロボット進行方向).</p>
応募者	富士フイルム株式会社
共同開発者	株式会社イクスリサーチ 一般財団法人首都高速道路技術センター
連絡先	<p>富士フイルム株式会社 R&D 統括本部 技術戦略部 山下 仁</p> <p>所在地 : 〒107-0052 東京都港区赤坂九丁目7番3号</p> <p>電話 : 03-6271-2585 FAX : 03-6271-3177</p> <p>E-Mail : hitoshi.yamashita@fujifilm.com</p>

技術概要 (No.10)

技術名称	「橋梁点検カメラシステム見る・診る」による接触調査技術
副題	「橋梁点検カメラシステム見る・診る」によるひび割れ検出・打音検査・他
技術概要	<p>本技術は、橋梁点検の際、橋梁点検車が利用できない橋梁の近接目視代替技術として開発したものである。本システムは幅 1.0m 長さ 2.7m とコンパクトで路肩の一部又は歩道端部に設置して橋面上から点検用のアームを橋梁下面に侵入させそのアームに搭載したビデオカメラで橋梁下面を撮影し、その映像を橋面上のモニターで確認するシステムである。現在は、ひび割れ幅検出装置及び、打撃診断装置等、接触機能を追加して進化している技術である。</p>
適用分野	<p>橋梁維持管理</p> <p>(<input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(鋼橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(床版)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 打音検査(鋼・コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/> 打音検査(床版) <input type="checkbox"/> 点検者の接近手段)</p>
<p>図・写真等</p> <p style="text-align: center;">歩道端部への設置例</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  <p>橋下ビデオ撮影</p> <p>鉛直ロッド 最長 L=9.2 m</p> <p>水平アーム最長 L=7.2 m</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>狭い橋内部の近接目視サポート</p> <p>点検用主カメラ</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>占有幅/最大高欄高さ</p> <p>h=1.45m</p> <p>システム占有幅W=1.0m</p> <p>作業スペースW=1.5m</p> <p>水平ロッド継ぎ足し時の一時的な最大張出幅W=1.7m</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>ひび割れ幅検出装置</p> <p>カメラ</p> <p>センサー</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>打撃診断装置</p> <p>カメラ</p> <p>センサー</p> </div> </div>
応募者	ジビル調査設計株式会社
共同開発者	有限会社インテス
連絡先	<p>ジビル調査設計株式会社 担当 南出 Email : minamide@zivil.co.jp</p> <p>〒910-0001 福井県福井市大願寺 2 丁目 5 番 18 号 TEL : 0776-23-7155 / FAX : 0776-27-7323</p>

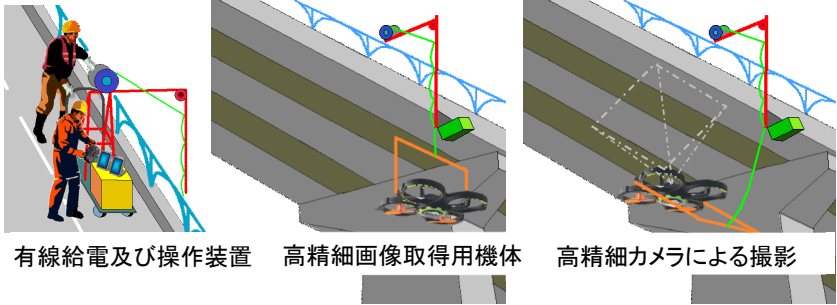
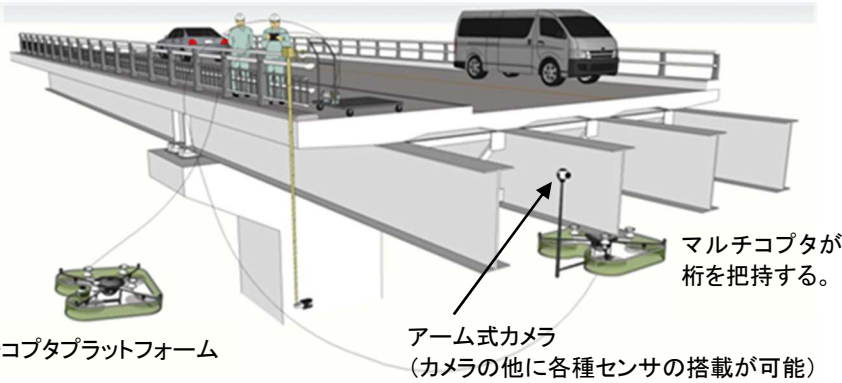
技術概要 (No.11)

技術名称	橋梁点検ロボットカメラ
副題	—
技術概要	<p>橋梁等構造物の近接目視が困難な部位に高機能なカメラを視準可能な位置に近づけ、タブレット端末から無線通信で遠隔操作し、タブレット端末に表示される映像から損傷状況の確認やひび割れ幅の計測を行い記録できる装置の技術である。点検結果を動画および静止画としてタブレット端末に記録できる。また、ひび割れのモニタリングにも適用可能である。カメラおよび架台は軽量で可搬性に優れる。</p> <p>点検ロボットカメラの架台は2タイプがあり、高所型はポールが最大 10.5m 上方へ伸長する地上に設置するタイプ、懸垂型はポールが最大 4.5m 下方へ伸長する高欄に取り付けるタイプである。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (■近接目視(鋼橋) ■近接目視(コンクリート橋) ■近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) □打音検査(床版) □点検者の接近手段)
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>高所型</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>懸垂型</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>
応募者	三井住友建設株式会社
共同開発者	株式会社 日立産業制御ソリューションズ
連絡先	三井住友建設株式会社 土木本部 土木リニューアル推進室 藤原 保久 TEL. : 050-3137-3225 E-mail : y.fujiwara@smcon.co.jp

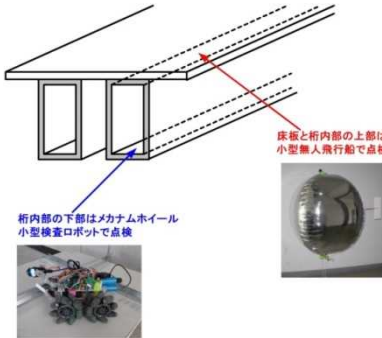
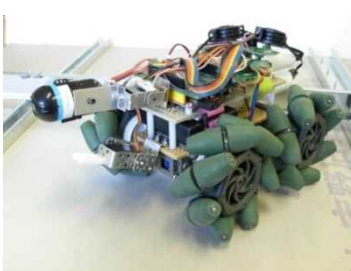

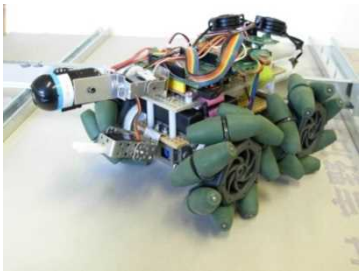
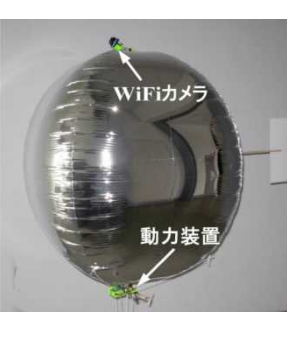

技術概要 (No.12)

技術名称	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム
副題	赤外線調査支援システム
技術概要	橋梁等のコンクリート構造物において、鉄筋腐食に伴い発生するはく離や浮き（コンクリート内部のはく離ひび割れ）を、遠望非接触にて赤外線法により検出する技術である。鉄筋の腐食に伴い発生するコンクリート表面に平行な鉄筋に沿ったはく離ひび割れや、それに連続する斜め方向に進展して表面に達するひび割れを検出できる技術である。
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (<input type="checkbox"/> 近接目視(鋼橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(床版) <input checked="" type="checkbox"/> 打音検査(鋼・コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/> 打音検査(床版) <input type="checkbox"/> 点検者の接近手段)
図・写真等	<div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p>Jシステムにおける調査</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> <p>撮影・解析ソフトウェア</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>判定例) 損傷部の種類と危険度を 推定可能</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">リアルタイム 判定による調査支援</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>高性能カメラ採用による 精度向上</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>損傷程度を3段階に判定可能。 損傷のひどい箇所を重点的に</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">調査環境定量評価による品質保証</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>熱環境測定装置（事前準備）</p> <p>模擬異常部の確認で調査可能な時間帯を把握</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">報告書例</p> <p>従来技術</p> <p>損傷の程度不明のため 全箇所での点検実施が必要</p> <p style="text-align: center;">Jシステム</p> <p>■ 観察 ■ 注意 ■ 要注意</p> <p>損傷判定の実施で要注意部分のみに 打音箇所を限定(経済的)</p> </div> </div>
応募者	西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社
共同開発者	なし
連絡先	技術部技術課 林 詳悟 所在地：〒760-0072 香川県高松市花園町三丁目1番1号 電話：087-834-2419 (ダイヤルイン) F A X：087-834-1193 E-M a i l：shogo.hayashi@w-e-shikoku.co.jp

技術概要 (No.13)

技術名称	マルチコプタを利用した橋梁点検システム
副題	高精細画像取得マルチコプタと橋梁脱着型マルチコプタによる 橋梁近接目視支援システム
技術概要	<p>本システムは2種類の画像取得用マルチコプタにより、橋梁下面（床版下面、桁外面、下部工外面、支承部）の近接目視を支援することで、点検業務を省力化するシステムである。</p> <p>まず、高精細画像取得マルチコプタを用いて、橋梁下面の高精細で網羅的且つ均質な画像を取得し、損傷状況を把握する。次に、点検対象が鋼橋の場合には、橋梁脱着型マルチコプタを用いて細部点検を実施する。</p> <p>両システムとも飛行時間と安全性の確保を目的として、落下防止兼用の有線給電ケーブルを備える。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (■近接目視(鋼橋) ■近接目視(コンクリート橋) ■近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) □打音検査(床版) □点検者の接近手段)
図・写真等	<div style="text-align: center;">  <p>有線給電及び操作装置 高精細画像取得用機体 高精細カメラによる撮影</p> <p>高精細画像取得用マルチコプタの運用イメージ</p>  <p>マルチコプタプラットフォーム アーム式カメラ (カメラの他に各種センサの搭載が可能)</p> <p>マルチコプタが桁を把持する。</p> <p>橋梁脱着型マルチコプタの運用イメージ</p> </div>
応募者	川田テクノロジーズ株式会社
共同開発者	(株) エンルート 大日本コンサルタント(株) (独) 産業技術総合研究所
連絡先	川田テクノロジーズ株式会社技術研究所 情報機械研究室 金平 徳之 電話：028-687-2217





技術概要 (No.14)

技術名称	小型無人飛行船とメカナムホイール小型検査ロボットの併用による目視検査システム
副題	高所および狭所を対象とする目視検査
技術概要	<p>開発中のシステムは、スマートフォンなどで操作可能な、WiFi カメラを搭載した小型無人飛行船とメカナムホイール小型車輪ロボットを併用することで、桁内部より桁及び床板の画像および動画を撮影して、近接目視検査を行うものである。また、小型無人飛行船については、外周から桁および床板の目視検査を行うことも可能である。</p> <p>小型無人飛行船は動力を備えており、前後左右、上下方向に自由に操縦可能である。また総重量が 300g 弱であるため、落下時の衝撃が小さいうえ、飛行船であることから、急な落下を生じることがなく、安全性の高いシステムと成り得ると考えている。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	橋梁維持管理 (<input type="checkbox"/> 近接目視(鋼橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/> 近接目視(床版) <input type="checkbox"/> 打音検査(鋼・コンクリート橋) <input type="checkbox"/> 打音検査(床版) <input type="checkbox"/> 点検者の接近手段)
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>桁内部の下部はメカナムホイール小型検査ロボットで点検 床板と桁内部の上部は小型無人飛行船で点検</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Wi-Fiカメラ搭載小型無人飛行船 係留索 点検員 オペレーター</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>WiFiカメラ 動力装置</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>桁内部からの目視検査の概要</p>  <p>メカナムホイール 小型車輪検査</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>外周からの床板の目視検査の概要</p>  <p>小型無人飛行船の飛行の様子</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>目視検査用小型無人飛行船</p>  <p>小型無人飛行船が撮影した ロボット近接画像の例</p> </div> </div>
応募者	学校法人 足利工業大学
共同開発者	戸田建設株式会社 価値創造推進室・開発センター・技術創造ユニット
連絡先	学校法人 足利工業大学 総合研究センター 室長 君島良信 建築社会基盤学系 准教授 仁田佳宏 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 電話：0284-62-0782 FAX：0284-62-9985 E-mail：soken@ashitech.ac.jp, ynitta@ashitech.ac.jp

技 術 概 要 (No.15)

ふりがな 技術名称	きょうりょうてんけんようけいりょうしんしゅくびーむ 橋梁点検用軽量伸縮ビーム
副題	伸縮ビームと主桁方向可動用レールによる面的な点検技術
技術概要	<p>橋梁を桁の下側から点検するため、橋の両サイドから入れ子構造に組んだ、カーボントラスビームを降ろし、橋梁下面で連結させることで安定した梁とし、点検装置を走行させる。また、連結した梁は主桁方向への移動が可能なので、径間を面的に点検することができる。</p> <p>軽量のカーボンロッドを使用することで点検機器を軽量化され、橋梁点検業務を簡易に実施することができる。</p> <p>自走装置に搭載する点検機器は交換が可能で、多彩な点検方法に対応できる。</p> <p>自走装置は電源を持ち、搭載する点検機器への給電ができる。</p> <p>中小規模の橋梁を対象とする。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	<p style="text-align: center;">橋梁維持管理</p> <p>(<input type="checkbox"/>近接目視(鋼橋) <input type="checkbox"/>近接目視(コンクリート橋) <input checked="" type="checkbox"/>近接目視(床版) <input type="checkbox"/>打音検査(鋼・コンクリート橋) <input type="checkbox"/>打音検査(床版) <input type="checkbox"/>点検者の接近手段)</p>
図・写真等	
応募者	株式会社ミライト
共同開発者	なし
連絡先	<p>株式会社ミライト ファシリティ&デザイン室 一級建築士事務所 林 吾介 〒135-8112 東京都江東区豊洲5-6-36 電話番号：03-6807-3795 FAX番号：03-5548-1075 E-Mail：hayashi.gosuke@mirait.co.jp</p>

技術概要 (No.16)

技術名称	橋梁点検ロボットシステムによるコンクリート床版のひび割れ幅計測
副題	遠隔操作型ロボットアームを用いたコンクリート床版のひび割れ幅計測
技術概要	<p>本システムは多関節の遠隔操作型ロボットアームの先端に点検撮影用カメラが設置されており、3次元CGやアーム側方監視カメラを用いて主桁や床版の点検箇所に近づけることが可能である。また、点検用カメラの近接画像は操作室内のモニターを用いてみる事が可能で、近接画像により「床版ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき」等の点検が可能である。さらに点検で撮影された写真の位置は3次元CG上にも表示され電子データ化される。点検対象物にひび割等の損傷がある場合は可視光レーザーを併用したスケールの基準点を含む画像を撮影し、市販の専用ソフトによりひび割れ解析を実施することが可能。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	<p>橋梁維持管理</p> <p>(■近接目視(鋼橋) ■近接目視(コンクリート橋) ■近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) □打音検査(床版) □点検者の接近手段)</p>
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>ひび割れ画像データを基に市販のひび割れ解析ソフトでひび割れ幅を計測する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ひび割れ解析前</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ひび割れ解析後</p>  </div> </div> </div>
応募者	株式会社帝国設計事務所
共同開発者	株式会社カナモト
連絡先	<p>法人名 : 株式会社帝国設計事務所 役職・氏名 : 技術開発部長 若山昌信 所在地 : 〒065-0025 札幌市東区北25条東12丁目1-12 電話 : 011-753-4768 F A X : 011-702-2428 E-Mail : wakayama@kk-teikoku.jp</p>

技術概要 (No.17)

技術名称	損傷検知装置
副題	健全部の打音を基準として損傷部を検知する打音検査装置
技術概要	<p>本技術は、荷役作業で使われる車載型クレーン「UNIC」と打音検査装置で構成される。</p> <p>打音検査装置は、被験部への打撃力を計測し適正な入力を監視、集音は環境ノイズを抑えるカバー構造により高 S/N 比で打音を採り込む。打音分析法の AR-HMM は、打撃による非定常な駆動の影響を除去し、コンクリート内部の状況を反映した音響的特徴を比較的安定に抽出可能である。更に、現場ごとに健全部の打音を学習し評価基準を設定する為、様々な現場で損傷部の打音変化度合を評価可能である。</p>
適用分野 ■対象 □非対象	<p>橋梁維持管理</p> <p>(□近接目視(鋼橋) □近接目視(コンクリート橋) □近接目視(床版) □打音検査(鋼・コンクリート橋) ■打音検査(床版) □点検者の接近手段)</p>
図・写真等	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>【損傷検知装置】</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>【打音検査部】</p> </div> </div>
応募者	古河機械金属株式会社
共同開発者	独立行政法人 産業技術総合研究所
連絡先	<p>古河機械金属株式会社 研究開発本部 技術研究所 湯浅</p> <p>TEL (029) 839-5105 FAX (029) 838-2432</p>