








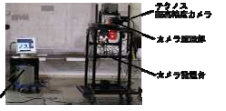



テーマ設定型（技術公募）「コンクリートのひび割れについて遠方から検出が可能な技術」試行結果

技術名称 NETIS登録状況 開発者	C2 デジタルカメラによるコンクリート表面遠隔調査手法	C10 高所・橋梁点検ロボットカメラによる損傷計測技術	C11 超高精細画像を用いたコンクリート構造物点検システム	C13 デジタル画像による分析・撮影支援システム（「ImageSR-無縁撮影装置」）	C14 写真計測ソフト(フォトカルク)を用いたクラック計測	C15 デジタルカメラによる構造物画像診断システム
	未登録 株式会社環境総合テクノス	未登録 株式会社日立産業制御ソリューションズ、三井住友建設株式会社	未登録 株式会社環境総合テクノス （旧日本産業制御ソリューションズ） （旧日立産業制御ソリューションズ） （旧三井住友建設株式会社）	未登録 株式会社環境総合テクノス （旧日立産業制御ソリューションズ） （旧三井住友建設株式会社）	未登録 株式会社アイティイー	未登録 株式会社補修技術設計
概要	現地において、デジタルカメラによるコンクリート表面の画像ならびにトータルステーションにより調査対象構造物の座標を取得し、室内においてパソコン処理により画像合成・劣化損傷図を作成する技術である。	橋梁やその他のコンクリート構造物の近接目視が困難な部位に、光学倍率30倍を有する高感度カメラを視察可能な位置に伸張（10mポール及び縦干設置型架台により近づけ、それをタブレット端末（Windows、iPad）から無線通信により遠隔操作し、画像を計測装置に記録する方式である。また、経度で可搬性に優れ、点検作業開始まで10分以内で準備可能な装置である。	電動雲台に設置したデジタルカメラを用いて遠方よりコンクリート構造物表面の超高精細画像を撮影する。撮影した一枚一枚の画像を自動的に切り分けて、構造物の全体画像を生成する。さらに、生成した画像から画像処理技術によってひび割れを自動検出するシステムである。	デジタルカメラで撮影した構造物の画像を正射影変換処理したのち画像上でひび割れ幅の計測や表面変状を直接トレース、範囲指定することで長さや面積を計測する。CAD図面化や数量のエクセル導出も対応する。画像解像度をデータ保存することでより正確な経年変化情報も得られ、構造物の監視および診断・分析が可能となるシステム。直接遠隔撮影が困難な場所では遠隔操作による無線撮影装置を併用することで対応が可能。	単眼のデジタルカメラを用いて測定対象面を撮影し、対象面上の4つの特徴点の位置情報を基準としてクラックのある対象面を正確に位置情報を出し、遠方の場合など、特徴点の位置情報が未知の場合は、光学式距離計等で特徴点までの距離を測定し、その2次元座標を算出して基準とした後、クラック位置を算出する。	本技術は市販の一眼レフデジタルカメラを利用しコンクリート構造物の遠工面を撮影し得られたデジタル画像から専用ソフトウェアを使用しコンクリートひび割れを検出する技術である。遠工面2mから最大300m迄の距離に於いて運用可能である。
測定状況						
対象物(点検できた箇所)	高架橋A PC単幹T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長27m、橋脚1基)	高架橋A PC単幹T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長27m、橋脚1基)	高架橋A PC単幹T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長27m、橋脚1基)	高架橋A PC単幹T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長27m、橋脚1基)	高架橋A PC単幹T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長約27m、橋脚2基)	高架橋A PC単幹T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長27m、橋脚2基)
測定距離(今回)	約12m	約5m	8~9m	約5m	約5m	約5m
従来点検方法	目視によるひび割れ調査	目視によるひび割れ調査	目視によるひび割れ調査	目視によるひび割れ調査	目視によるひび割れ調査	目視によるひび割れ調査
必要な機器・装置等(点検)	一眼レフカメラ、トータルステーション、パソコン	橋梁点検ロボットカメラ	デジタルカメラ、画像貼り合わせソフト	カメラ(一眼レフ推奨)	デジタルカメラ・距離計・三脚・双眼鏡	一眼レフデジタルカメラ(800万画素以上)
必要な能力・資格等(点検)	測量技師	特に無し	機器操作の習熟が必要	特に無し	特に無し	基本的な写真撮影技術を習得
現場制約(点検)	PC乗側面が撮影角度が大きく撮影困難であった。	特に無し。	正対(正対し左右45°が撮影範囲)平面(カメラ撮影のため凹凸はビントが含まない)	±45度以内が推奨。	撮影時に車両が橋台付近に駐車しており支障となった。	縦体面に対し45°以内。
必要な機器・装置等(分析)	パソコン、解析プログラム	タブレット型パソコン	画像貼り合わせソフト、ひび割れ抽出ソフト	パソコン(Microsoft office Excel)、解析ソフト(ImageSR)	PCソフト(フォトカルク)	パソコン(HDD200G以上、メモリー1G以上)
必要な能力・資格等(分析)	CAD操作	特に無し	機器操作の習熟が必要	特に無し(専門技術者による判断)	特に無し	特に無し
時間	240分・人	720分・人 (5分×3人)×2回	238分・人 4分×2人	480分・人 2分×4人	240分・人 3分×2人	120分・人 1分×2人
設置人工	7分×2人	(5分×3人)×2回	4分×2人	2分×4人	3分×2人	1分×2人
測定人工	110分×2人	(110分×3人)×2回	112分×2人	116分×4人	114分×2人	58分×2人
撤去人工	3分×2人	(5分×3人)×2回	3分×2人	2分×4人	3分×2人	1分×2人
安全性	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし
施工性	仮設が不要及び作業人員の減少になるなど向上が見込まれるが、トータルステーション操作に係る習熟が必要。また、測定面が近すぎると調査が困難になる。	仮設が不要となり向上が見込まれる。展開図を作成する機能がないため、報告書作成時の施工性に若干劣る。	仮設が不要及び作業人員の減少になるなど向上が見込まれるが、測定機器操作に係る習熟が必要。	仮設が不要及び作業人員の減少になるなど向上が見込まれる。	仮設が不要及び作業人員の減少になるなど向上が見込まれる。	仮設が不要及び作業人員の減少になるなど向上が見込まれる。
測定最小幅(今回)	0.2mm	0.1mm	0.2mm	0.1mm	0.1mm	0.2mm
優れた点	・標高では6mの範囲で撮影を行うため、撮影枚数が少なく費用・時間の短縮につながる。 ・トータルステーションにより対象構造物およびひび割れの座標の取得するための、損傷図の作成が容易。	・伸縮ポール及び縦干設置型架台、遠隔操作カメラを使用することにより、遠方から直接検出できない箇所の点検も可能である。 ・初期投資が比較的小さい。	・調査対象からの撮影距離が40m以下の場合、開発者が独自に開発したソフトウェアにより、ひび割れ(0.2mm以上)の自動検出が可能である。 ・適切な撮影距離・角度においては、1撮影(点検)を面的に行えるため、目視点検と比較して費用・時間の削減につながる。 ・電動自動雲台を使用しているため、広い面を自動的に撮影できる。 ・高精細画像のため、ひび割れの定量評価が可能である。	・撮影に市販のカメラを使用するので、現場での作業速度が非常に速い。 ・意外にカメラの使用により、コンクリート面の浮きについても確認できる。 ・赤外線カメラの使用により、コンクリート面の浮きについても確認できる。	・ひび割れの抽出は、撮影した画像をもとに技術者が実施するが、大きな位置を指定すると自動でひび割れのデータを取ることが可能。 ・一人での現場点検作業が可能である。	・撮影に市販のカメラを使用するので、作業速度が非常に速い。 ・45度以内の撮影角度であれば、ソフト上で正対画像に修正できる。
留意点	・ひび割れの抽出は、撮影した画像をもとに技術者が実施する。 ・また、初期投資が大きく、トータルステーションの操作技術が必要である。	・ひび割れの抽出は、撮影した画像をもとに技術者が実施する。 ・ひび割れ幅測定は自動ではなく、静止画像を元に画面上で行うため、測定に時間が必要。(1分につき1分程度) ・伸縮ポール及び縦干設置型架台を使用するための測定のため、比較的距離(10m)での測定が必要。	・0.2mm未満のひび割れの抽出については、撮影した画像をもとに技術者が実施する。 ・「床版・主桁」ひび割れはほぼ全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 ・「橋脚」ひび割れはほぼ全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 ・初期投資が比較的大きい。	・撮影に市販のカメラを使用するので、現場での作業速度が非常に速い。 ・意外にカメラの使用により、コンクリート面の浮きについても確認できる。 ・PCでの分析業務は図面の座標入力以外にはほぼマウス操作のみで診断画像、診断図、数量表を作成できる。 ・分析業務と数量表とが連動しているため数値拾うミスがほとんど無い。	・ひび割れの抽出は、撮影した画像をもとに技術者が実施するが、左右される。 ・展開図を作成する機能はあるが、道路向けであり橋梁への対応が必要	・ひび割れの抽出は、撮影した画像をもとに技術者が実施する。 ・ひび割れの大きな位置について、現場にて撮影場所と撮影番号を照合するために記録する必要がある。
試行調査結果	【橋台】ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さは精度よく抽出されていたが、ひび割れ幅には若干の誤差が見られた。 【床版・主桁】ひび割れはほとんど発見できなかった。 【橋脚】ひび割れはほぼ全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 ※短時間で、広い範囲から多くのひび割れを検出し、ひび割れ幅を正確に検出することができた。	【橋台】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【床版・主桁】ひび割れは概ね発見され、長さも精度よく抽出されていたが、ひび割れ幅は測定できなかった。 【橋脚】ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さも精度よく抽出されていたが、ひび割れ幅に若干の誤差が見られた。	【橋台】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【床版・主桁】ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【橋脚】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。	【橋台】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【床版・主桁】ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【橋脚】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。	【橋台】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【床版・主桁】ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【橋脚】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。	【橋台】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていた。 【床版・主桁】ひび割れはほとんど発見できなかった。 【橋脚】ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく抽出されていたが、ひび割れ幅に若干の誤差が見られた。 ※短時間で、広い範囲から多くのひび割れを検出し、ひび割れ幅を正確に検出することができた。
【参考】						
技術情報	最大測定距離 120m	10m ※「試作機」での測定であり製品時に変更の可能性有	2~50m	100m(望遠レンズ800mm以上必要)	30m	2~300m
最小測定幅	0.2mm	0.2mm ※「試作機」での測定であり製品時に変更の可能性有	0.1mm	0.1mm	0.1mm	0.1mm

技術名称 NETIS登録状況 開発者	C18 キガピセル画像撮影システムを用いた遠方からの高精度ひび割れ検出	C20 長距離クラック撮影カメラ	C21 壁面映像による連続写真の可視化と異常検出画像解析システム(TVカメラ調査システムを活用した新たな点検・診断技術)	C22 ニューロ視覚センサによるひび割れ検出技術(画像内明度を詳細に検知する新方式)	C19 橋梁点検カメラシステム視る・診るによるひび割れ測定技術(ひび割れ幅測定搭載型システム)
	未登録	未登録	未登録	未登録	未登録
	(株) 計測リサーチ・コンサルティング 長崎大学大学院工学研究科・工学部総合センター 佐賀大学大学院工学系研究科	坂田電機株式会社	株式会社 デイ・エス・ディ (管財院活用有限責任事業組合) (有限会社 ビー・ネット・コム)	株式会社 テクノス	ジビル調査設計株式会社 (有限会社インテス)
概要	提案する技術は、望遠レンズを装着したデジタルカメラを撮影器具に取り付け、検査対象部位を広い範囲に、歩行しながら連続的に撮影し、撮影画像から疑似オゾンを作成し位置を抽出するシステムである。遠方から撮影するのと同時に画像を拡大し、検査対象に近接する必要があるため、安全かつ低コストであり、撮影画像は、平方ピクセル(数百倍画素)の高精細画像であり、画像からひび割れの幅、長さなどの情報を面的かつ高精度に抽出できる。	本提案は電動雲台上に搭載したレーザー発光装置とカメラ、およびそれらの制御と処理を行うPCで構成される。レーザーシート(線状のレーザー光)を測定対象に照射し、望遠レンズを付けたデジタルカメラで撮影する。撮影画像を処理することでコンクリートのひび割れを検出するほか、過去画像と比較してクラックの成長を測定する。	下水管路等の新たなTVカメラ調査システムとして、簡易・詳細本位TVカメラ調査システムを開発した。この技術にTVカメラ制御と画像判定機能の改良およびTVカメラの収録映像からパノラマ写真作成機能を追加した。また、TVカメラをフルハイビジョン化して、映像の鮮明度を向上させ、画像解析精度の向上を図った。パノラマ写真(可視化)からひび割れ判定処理を判断し、指定画像から迅速なひび割れの判定(異常検出)を行う技術である。	テクノスのニューロ視覚センサは人間の目の構造や動きを電子回路化し目視と同様な検査を人間の100倍を超える精度で検出することが出来る。人間の細胞の刺激に相当する刺激の面積積分を検出する世界14か国で特許化された独自のアルゴリズムで検知した異常箇所から検知可能。検査者が従来のCCDカメラの600倍ある事々大きな特長である。また、本技術では、従来より検知データサイズが非常に小容量であるため、データ管理が容易である。(幅103mmのひび割れ検出対象となる場合、1Byteのハードディスクに約85km分のデータが保存できる)	橋梁点検カメラシステム視る・診る(NETIS登録:KK-110063-A)は橋梁の近接目視点検サポート技術として応募者が開発した。これは橋梁下面にビデオカメラを搭載した水平アームを挿入させて、橋梁上からの遠隔操作で撮影する画像を通して点検システムである。本公室は、この水平アーム上にクラックスケールを直接ひび割れに宛がうアーム台車を搭載して実がったクラックスケールをビデオのズーム画像にて判読する技術である。
測定状況					
対象物(点検できた箇所)	高架橋A PC単線T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長27m、橋脚3基)	高架橋A PC単線T桁形式・幅約12m (橋台1基、橋脚1基)	高架橋A PC単線T桁形式・幅約12m (橋台1基)	高架橋A PC単線T桁形式・幅約12m (橋台1基、床版・主桁 延長27m、橋脚1基)	高架橋B 単線合成桁形式・幅約11m (橋台1基、床版・主桁 延長25m)
測定距離(今回)	6m	本機の能力は50m以上 (今回の試行では約11~24m)	約13m	約7m	約12m
従来点検方法	目視によるひび割れ調査。	目視によるひび割れ調査。	目視によるひび割れ調査。	目視によるひび割れ調査。	目視によるひび割れ調査。
必要な機器・装置等(点検)	望遠レンズ、デジタルカメラ、撮影ジグ	長距離クラック撮影カメラ	フルハイビジョンTVカメラ・Windows搭載 パソコン制御・映像収録機器一式	テクノス ニューロ視覚センサ スーパー5000K 7Kモデル 機器一式	
必要な能力・資格等(点検)	特に無し	特に無し	特に無し	特に無し	特に無し
現場制約(点検)	桁下に足場仮設材があり、一部真下からの撮影が困難な箇所があった。また、橋脚下にネットが張られていた箇所があり撮影の妨げとなった。	正対・平面での測定が望ましい。	特に無し	基本的に正面や真下だが、高被写界深さでの斜方からの検知も可能である。	幅員15m以下、橋面から下方12m以下の下部工、高欄高1.5m以下、視車(撮影)の隣正対は不要。
必要な機器・装置等(分析)	パソコン、ひび割れ検出ソフト(独自開発)	PC、画像処理ソフト(他社ソフトも併用可)	平面画像開写・クラック解析プログラム	ニューロ視覚センサ搭載のPC	ビデオ撮影画像確認モニター・TV、点検用クラックスケール
必要な能力・資格等(分析)	特に無し	特に無し	特になし	特に無し	特に無し
時間	180分・人	240分・人	480分・人	840分・人	340分・人
設置人工	1台で10~15分程度×1人(下脚工1台、上部工2台)	5分×2人	34分×4人	20分×5人	30分×2人
測定人工	設置、撤去両方の約10分程度(設置の撮影がない)	113分×2人	56分×4名	125分×5人	120分×2人(設置撤去に時間が掛かるため点検時間を2時間確保)
撤去人工	1台で10~15分程度×1人(下脚工1台、上部工2台)	2分×2人	34分×4名	23分×5人	20分×2人
安全性	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	アームの長い点検車両を用いるため、歩行者の安全に配慮が必要。
施工性	仮設が必要及び作業人員の減少になるなど向上が見込まれる。	仮設が不要となる一方、測定に係る作業人員が増加する可能性がある。また、測定機器操作に係る習熟が必要。	・台車移動映像撮影の為、現場作業に4人前後の人を要する。 ・台車搭載のため、設置・撤去作業に時間を要する。	現場作業に多くの人を要していた。	点検車両の搬入・搬出スペースが必要。
測定最小幅(今回)	0.2mm	0.12mm	-	0.16mm	0.1mm
優れた点	・ひび割れの抽出は、撮影した画像をもとに技術者が実施するが、大まかな位置を指定すると自動で位置・幅等が記録される。 ・一人で現場点検作業が可能である。 ・遠隔操作カメラを使用することにより、直接視像できない箇所の点検作業が可能。	・レーザーはカメラと一体となった小型の装置であり操作性が良い。 適切な撮影角度においては、1撮影(点検)を面的に行える。 ・レーザー照射幅が狭く撮影枚数が増えるので作業に時間がかかる。 測定対象面と撮影方向のなす角が小さいと検出可能なひび割れが減る。	・高架橋台・橋脚の裏行に対応できるTVカメラの映像検出からパノラマ写真(平面展開)が可能である。 ・パノラマ写真は、異常部分以外の写真と違い、撮影範囲全体からクラック異常箇所の確認が可能である。 ・フルハイビジョン映像のため、白濁等のコントラスト変化の確認が可能である。	・開発者が独自に開発したソフトウェアにより、ひび割れの自動検出及び検出データの機能が可能である。 ・自動検出するひび割れの特徴量を定量化することで、検出精度が向上する。	・遠隔操作カメラを使用することにより、点検員が直接視像できない狭い橋内側、橋台・橋脚の遠距離近接の点検作業が可能。また、水面部上位に位置する上部工下面、水面と接する下部工壁面、および桁下空間が狭い橋梁等が有効。
留意点	・計測対象物までの距離が50m以上となると、距離に応じて計測精度が低下する。(記事者記載) ・繊細な操作指導を受ける必要がある。	・撮影画像のノイズ除去やひび割れ箇所の強調等の画像処理は自動で可能だが、ひび割れの抽出は技術者が実施する。 ・レーザー照射幅が狭く撮影枚数が増えるので作業に時間がかかる。 ・測定対象面と撮影方向のなす角が小さいと検出可能なひび割れが減る。	調査機器の操作には、多少の訓練が必要。	・現在は開発者しか操作できない。	・ひび割れの存在を現地に於て画像を解して確認し、システムに搭載されたクラックスケールを用いて画像よりひび割れ幅を直接測定する必要がある。 ・高欄高が1.5m未満の橋梁であること。 ・点検車両が設置できない場所では測定不可。また、アーム式のため強風時には計測が不可能となる。
試行調査結果	【橋台】 ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さは精度よく検出されていたが、ひび割れ幅に若干の誤差が見られた。 【床版・主桁】 ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく検出されていた。 【橋脚】 ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さは精度よく検出されていたが、ひび割れ幅に若干の誤差が見られた。 ※短時間で、広い範囲から多くのひび割れを検出することができた。	【橋台】 ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく検出されていた。 【橋脚】 ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さは精度よく検出されていたが、ひび割れ幅に誤差が見られた。	【橋台】 ひび割れはほとんど発見されなかった。 【橋脚】 ひび割れはほとんど発見されなかった。	【橋台】 ひび割れはほとんど発見されなかった。 【床版・主桁】 ひび割れは概ね発見され、ひび割れ長さ・幅ともに精度よく検出されていた。 【橋脚】 ひび割れはほぼ全て発見され、ひび割れ長さは精度よく検出されていたが、ひび割れ幅は検出できなかった。	【橋台】 ひび割れは全て発見され、ひび割れ長さは精度よく検出されていたが、ひび割れ幅に誤差が見られた。 【床版・主桁】 ひび割れはほとんど発見されなかった。
【参考】					
最大測定距離	30m	50m以上可能	13.00m	70m	5m(撮影距離)
最小測定幅	0.4mm	0.12mm	0.4mm(±0.1mm)	0.035mm	0.1mm(クラックスケール読み取り値)

技術情報