

第3章

「光学的非接触全視野計測法によるコンクリート 構造物のマルチスケール診断法の開発」

総合研究報告

(平成 20 年度国土交通省建設技術開発助成制度採択課題)

3.1 建設技術開発助成制度（政策課題解決型）の総合研究報告

平成 20 年度の国土交通省の建設技術開発助成制度（政策課題解決型 テーマ 2：社会資本の戦略的維持管理に関する技術開発）に採択された課題「光学的非接触全視野計測法によるコンクリート構造物のマルチスケール診断法の開発」の総合研究報告書を資料 3-1 に掲載する。

付録資料

ハ°-シ°

資料 3-1 建設技術研究開発費補助金総合研究報告

3 - 3

様式第11（細則第9条関係）

平成22年4月13日

国土交通大臣 殿

代表者 〒852-8521
長崎市文教町1-14
長崎大学・教授
松田 浩 印

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書

建設技術研究開発費補助金による補助事業が完了したので、建設技術研究開発費補助金交付要綱第17条第3項の規定により、下記のとおり報告します。

記

1. 課題番号 第42号
2. 研究課題名 光学的非接触全視野計測法によるコンクリート構造物の
マルチスケール診断法の開発
3. 研究代表者名（所属機関・職名）
松田 浩（長崎大学・教授）
4. 交付総額 28,210,000円（研究期間：平成20年度～平成21年度）
5. 建設技術研究開発費補助金総合研究報告書概要版及びこれを入力したフロッピー
ディスク（CD-R）
6. 建設技術研究開発費補助金総合研究報告書

(別紙1)

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書概要版

課題番号 = 42

研究課題名 = 光学的非接触全視野計測法によるコンクリート構造物のマルチスケール診断法の開発

研究期間 (元号) = 平成20年-平成21年

代表者名 = 片峰茂 (長崎大学)

研究代表者名 = 松田浩 (長崎大学)

分担研究者名 = 伊藤幸広 (佐賀大学), 森田千尋 (長崎大学), 出水享 (長崎大学), 内野正和 (福岡県工業技術センター), 岡本卓慈 (株計測リサーチコンサルタント), 宮本則幸 (株計測リサーチコンサルタント), 肥田研一 (株K&Tこんさるたんと), 高橋洋一 (株計測リサーチコンサルタント), 佐川康貴 (九州大学), 合田寛基 (九州工業大学大学院), 川村淳一 (日本コンクリート工業株), 原田耕司 (西松建設株), 一宮一夫 (大分工業高等専門学校), 山根誠一 (日本工営株)

補助金交付総額 (円) = 28,210,000

研究・技術開発の目的 = 本研究は、変形・ひずみ・応力・振動の実用的計測法として、デジタル画像相関法やレーザドップラ速度計等の光学的手法を用いて建設現場環境でのロバスト性の高い計測・解析システムを開発するとともに、これらの計測法を用いたコンクリート構造物の健全性診断法を開発することを目的としている。具体的には、以下に示す3項目について実施した。

- (1) 光学的非接触全視野ひずみ計測装置の開発および屋外現場計測への適用性の検討
- (2) 応力解放法によるPC桁の現有応力測定法への適用
- (3) 3D計測とFE解析と常時微動計測によるモニタリング法の開発と実証試験

研究・技術開発の内容と成果 = 実施した3項目の内容と成果を以下に示す。

- (1) 光学的非接触全視野ひずみ計測装置の開発および屋外現場計測への適用性の検討

以下に示す全視野ひずみ計測装置の開発と非接触計測法の確立を行った。

- a) 小型軽量で操作性の良いラインセンサタイプ (以下装置Aと呼ぶ) の全視野 (全方向) ひずみ計測装置を試作するとともに、高精度なひずみ解析プログラムを開発し、ひずみ計測精度の検証を行った。また、80年供用されたRC桁の載荷試験で実証試験を行い、現場適用性を確認した。
- b) 通常のレンズを用いた場合はレンズの偏差ひずみのため、デジタル画像相関法 (以下DICMと呼ぶ) によるひずみ計測結果は歪ゲージによる計測結果とは大きな誤差が生じる。テレセントリックレンズを装着したカメラによる変位/ひずみの全視野計測装置 (以下装置Bと呼ぶ) および解析プログラムを開発するとともに、ひずみ計測精度の検証を行い、コンクリート構造物のひずみ計測のフィールド実証試験を行い、施工管理への現場適用性を確認した。
- c) これまで歪ゲージや変位計を用いて計測されてきた構造工学分野の実験に対して、DICMを用いた計測法の有用性と有効性について検討した。

これらを用いて、以下に示す現場計測への適用性を検討した。

- ①鉄筋腐食によるコンクリート表面の平面的なひずみ分布を測定するため、電食により供試体中の鉄筋の腐食を促進させ、装置Aを用いてひずみの分布図を作成し検討を行った。鉄筋腐食によるコンクリート表面のひずみの発生状況を測定できることを確認し、鉄筋腐食モニタリングの可能性を明らかにした。
- ②装置BとQRコードを用いて、NATMトンネル、プレキャスト・アーチカルバート、プレキャスト高欄において、それぞれ乾燥収縮度、コンクリート内面のひずみ、乾燥収縮ひずみの計測を行い、屋外現場適用性を検討した。
- ③RC桁の載荷試験においてDICMを利用した結果、曲げひび割れ、斜めひび割れの発生から進展に至る状況が明確に捉えられた。特に斜めひび割れの発生・進展状況を可視化した例はこれまでにない可視化事例と思われる。
- ④薄肉円筒シェルの分岐座屈挙動におけるDICMの適用では、座屈前にバルジング型の変形状態からダイヤモンド型座屈変形状態へ分岐する現象が明確に捉えられており、既往の計測結果と極めて良く対応した軸方向半波の座屈モードが測れており、この種の座屈問題の一番難解な座屈モードの選択性が明瞭に捉えられることができた。
- ⑤全視野非接触計測技術を用いた構造物の維持管理手法を提案するため、DICMを用いて鋼コンクリート合成桁の曲げ挙動を測定した。変位については、ひずみ式の接触型計測と同等の精度が得られた。表面のひずみについては、接触式のゲージ値よりもばらつきが大きかったが、定性的な挙動を評価できた。
- ⑥アルカリ骨材反応を生じるコンクリートの膨張挙動を全視野的に捉えることを目的とし、DICMを用いた計測を行った。測定の結果、DICMにより変形量が大きく現れる箇所と、ひび割れ発生箇所は概ね一致した。

(2) 応力解放法によるPC桁の現有応力測定法への適用

(1)で開発した装置・解析法を利用して、応力解放法によるPC桁の現有応力測定法の確立を行うとともに、載荷試験時におけるたわみ計測を行った。詳細を以下に示す。

- ①PC桁の現有応力状態を把握するために、コア応力解放法およびスリット応力解放法で全視野ひずみ計測を実施した。推定値は計算値の約80%の精度となっているものの、対称点間距離変化率が表面弾性係数に大きく依存するために生じた可能性があり、表面弾性係数の把握手法が課題である。
- ②PC桁の現有応力を評価することを目的として、コア抜きによる応力解放法にDICMを適用した計測法の検討を行った。DICMとマルチロゼット解析を組み合わせ、カメラを移動させた場合においても移動による誤差を補正し、精度良く計測することが可能な手法を確立した。
- ③PC桁のたわみ計測を目的として、DICMを利用した計測手法の検討を行った。DICMは、デジタル画像のみで対象物表面の変位分布を計測することが可能な簡便な計測法であり、載荷実験時のたわみ計測を行い、その有効性を確かめた。

(3) 3D計測とFE解析と常時微動計測によるモニタリング法の開発と実証試験

3D計測からFE解析までの一連のシステムを開発するとともに、構造物ヘルスマニタリング法およびデジタルデータベースを構築した。詳細を以下に示す。

- ①レーザドップラ速度計(以下LDVと呼ぶ)とワイヤレスLAN速度計を用いて固有振動数の計測結果の比較検討するための基礎実験を行うとともに、80年供用されたRC桁の載荷試験とプレテンション桁PC鋼線切断による固有振動数を測定し、構造剛性の変化による固有振動数の変化について検討した。
- ②平和祈念像などの大型構造物の3D計測を行い、計測データを用いてFEメッシュを作成し、地震応答解析するシステムを構築した。さらにLDVを用いて、常時微動および衝撃加振による固有振動計測を実施し、同じ結果が得られることを確認した。
- ③実橋梁を対象として、LDVを用いた振動計測を行い、ワイヤレスLAN速度計との比較からLDVが悪環境下においても高精度の計測が可能であることを確認した。
- ④長期モニタリングによる劣化の推定、補修・補強工事による効果の確認を目的として、固有振動数計測結果を従来のデータ管理システムと組み合わせることにより維持

管理を目的としたデータベースの構築を行った。

以上により、コンクリート構造物の健全性診断に必要となるミクロからマクロまでの変形・ひずみデータを容易に計測する実用的方法として、光学的計測法の高精度、非接触、全視野計測が可能というメリットに注目し、悪環境下での計測が可能なロバスト性の高い計測・解析システムを開発した。

研究成果の刊行に関する一覧表＝実験力学、Vo1. 9、No. 2、デジタル画像相関法を用いたマルチロゼット解析法による円孔周辺のひずみ解析手法の検討、2009. 6. 25、日本実験力学会、内野正和、岡本卓慈、肥田研一、伊藤幸広、松田浩
他 31 編

研究成果による知的財産権の出願・取得状況＝変位／ひずみ計測装置（テレセントリックレンズ、CCDカメラおよびその他付属器具を用いた変位／ひずみ計測装置の発明）、特許、特願2010 - 050956、2010. 3. 8、佐賀大学、長崎大学
カメラを用いたひずみ計測システム、特許出願手続き中、長崎大学、佐賀大学
ひずみ計測用2次元コード、特許出願手続き中、(株)計測リサーチコンサルタント、佐賀大学

成果の実用化の見通し＝本研究では研究目的に記載した3項目について研究開発を行った。各項目について、その成果の実用化の見通しは以下の通りである。

まず、装置 A 及び装置 B を用いた全視野ひずみ計測装置を開発し屋外計測へ適用した。実用上十分な精度で全視野ひずみ計測が可能であることを実証するとともに、多くの実験に本研究開発で開発した装置を適用し、その有効性は十分に確認された。本計測装置はほぼ実用化されたと判断できる。今後、ハードウェアおよび計測結果評価法のソフトウェアの使いやすさを追求する予定である。

次に、開発した全視野ひずみ計測装置を、応力解放法による PC 桁の現有応力推定法へ適用して実証試験を行い、その有効性を確認した。コア応力解放法とスリット応力解放法を提示し、その有効性を確認するとともに、DICM とマルチロゼット解析を組み合わせたひずみ計測システムを開発した。これについても実用化の見通しは十分にある。

一方、LDV による遠距離振動計測法の有効性を検証するとともに、3D 計測、FE 解析、振動計測及び耐震性評価を取り入れた解析システムを構築した。これらはデジタルデータとして保存できるので、維持管理用 DB を試作構築した。データを蓄積してゆけばデジタル DB としての価値は益々高まる。さらにユーザーフレンドリー、かつ、維持管理の目的にマッチングしたデータベースに仕上げることでさらにその有効性は高まっていくことが期待できる。

その他＝なし

(別紙2)

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書

1. 課題番号 第42号
2. 研究課題名 光学的非接触全視野計測法によるコンクリート構造物の
マルチスケール診断法の開発
3. 研究期間 平成20年度～平21年度
4. 代表者及び研究代表者、分担研究者

代表者	片峰 茂	長崎大学・学長
研究代表者	松田 浩	長崎大学・教授
分担研究者	伊藤 幸広	佐賀大学・准教授
〃	森田 千尋	長崎大学・准教授
〃	出水 享	長崎大学・産学官連携研究員(H21から)
〃	内野 正和	福岡県工業技術センター・専門研究員
〃	岡本 卓慈	㈱計測リサーチコンサルタント・代表取締役社長
〃	宮本 則幸	㈱計測リサーチコンサルタント・企画開発部長
〃	肥田 研一	㈱K&Tこんさるたんと・代表取締役
〃	高橋 洋一	㈱計測リサーチコンサルタント・九州事業部長(H21から)
〃	佐川 康貴	九州大学大学院・助教(H21から)
〃	合田 寛基	九州工業大学大学院・助教(H20は研究協力者)
〃	川村 淳一	日本コンクリート工業㈱・都市基盤建材事業部長(H20は研究協力者)
〃	原田 耕司	西松建設㈱技術研究所・課長
〃	一宮 一夫	大分工業高等専門学校・准教授(H21から)
〃	山根 誠一	日本工営㈱福岡支店技術第一部・課長(H21から)

5. 補助金交付総額 28,210,000円

6. 研究・技術開発の目的

本研究は、変形・ひずみ・応力・振動の実用的計測法として、デジタル画像相関法やレーザドップラ速度計等の光学的手法を用いて建設現場環境でのロバスト性の高い計測・解析システムを開発するとともに、これらの計測法を用いたコンクリート構造物の健全性診断法を開発することを目的としている。具体的には、以下に示す3項目について実施した。

- 1) 光学的非接触全視野ひずみ計測装置の開発および屋外現場計測への適用性の検討
- 2) 応力解放法によるPC桁の現有応力測定法への適用
- 3) 3D計測とFE解析と常時微動計測によるモニタリング法の開発と実証試験

7. 研究・技術開発の内容と成果

詳細を別紙3に示す。

8. 研究成果の刊行に関する一覧表

刊行書籍又は雑誌名（雑誌のときは雑誌名、巻号数、論文名）	刊行年月日	刊行書店名	執筆者氏名
(1) Proc. of the Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Base study on measure of transformation of concrete structures used by Digital Image Correlation Method	印刷中	IABMAS2010	H. Goda, M. Uchino, K. Yamaguchi, M. Hibino, H. Matsuda
(2) Proc. of the Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, 3D profile measurement and buckling simulation on thin-walled cylindrical shells under compression by utilizing 3D-digital Image Correlation Method	印刷中	IABMAS2010	C. Morita, C. Zhao, A. Demizu, K. Makino, H. Matsuda, K. Ichimiya
(3) Proc. of the Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Development of approximation process of existing action stress of pre-stressed concrete by stress relief technique	印刷中	IABMAS2010	K. Hida, Y. Ito, M. Uchino, T. Okamoto, P. Sumitomo, H. Matsuda
(4) Proc. of the Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Strain analysis method using multi-rosette analysis by digital image	印刷中	IABMAS2010	M. Uchino, T. Okamoto, K. Hida, Y. Ito, P. Sumitomo, H. Matsuda

correlation method			
(5) Strain-International Journal of Experimental Mechanics, Study on Failure Characteristic of Rock-like Materials with an Open-hole under Uniaxial Compression.	印刷中	Strain Journal	C. Zhao, H. Matsuda, C. Morita, M. Shen
(6) Journal of Structural Engineering, Vol. 56A, Experimental and Analytical Study on Shear Capacity in Steel Fiber and Stirrup RC Beam	2010. 3. 15	社団法人土木学会	T. Nyomboi, H. Matsuda, A. Demizu, K. Makino
(7) 平成21年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, V-39, レーザードップラー計による補修効果の定量評価法に関するモデル実験	2010. 3. 6	社団法人土木学会	井上裕之, 一宮一夫, 永松幸, 松田浩, 森田千尋
(8) 平成21年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, V-28, 一軸方向の応力を受けた電炉鉄筋における強度特性と表面硬度の相関	2010. 3. 6	社団法人土木学会	鹿子嶋専, 日比野誠, 合田寛基, 稲田茂
(9) 鋼構造年次論文報告集, 第17巻, 実形状初期不整データを用いた薄肉円筒シェルの座屈解析	2009. 11. 19	社団法人日本鋼構造協会	森田千尋, 趙程, 牧野高平, 宮崎翼, 松田浩
(10) 鋼構造年次論文報告集, 第17巻, 耐候性鋼橋梁の腐食環境調査と三次元写真計測の適用について	2009. 11. 19	社団法人日本鋼構造協会	森田千尋, 魚住正春, 松田浩, 出水享, 白濱敏行
(11) Proc. of the Fifth ISEC Conference, Shear strength and deformation prediction in	2009. 9. 20	ISEC	T. Nyomboi, H. Matsuda

steel fiber reinforced concrete beams without stirrups			
(12) Proc. of the 33rd IABSE symposium, Shear Design Performance of Beams Reinforced with Steel Fibers and Stirrup	2009. 9. 5	IABSE	T. Nyomboi, H. Matsuda
(13) Proc. of the 33rd IABSE symposium, Buckling of thin-walled cylinder shell specimens with cut-out imperfections	2009. 9. 5	IABSE	C. Zhao, H. Matsuda, C. Morita, M. Huang
(14) Proc. of ConMat' 09, Vol. 5, CD-R(S1-3-2), The Mechanism of ASR' s rebar fracture evaluated by distribution chart of Vickers hardness and digital image correlation method	2009. 8. 25	ConMat	H. Goda, T. Harada, M. Hibino, K. Motoyama
(15) コンクリート工学年次論文集, Vol. 31, No. 2, 鋼板接着されたRC部材の引張破壊挙動解析	2009. 7. 9	社団法人日本コンクリート工学協会	安東祐樹, 山本健太, 佐野正, 松田浩
(16) コンクリート工学年次論文集, Vol. 31, No. 2, 全視野ひずみ計測を用いた鋼板接着端部の破壊挙動に関する検討	2009. 7. 9	社団法人日本コンクリート工学協会	山本健太, 安東祐樹, 西尾友希, 松田浩
(17) Proc. of the Japan Concrete Institute, Vol. 31, No. 1, Effects of steel fibers on Shear Strength and Deformation Behavior in short SFRC beams without stirrups by Full field optical ESPI and FEM	2009. 7. 9	社団法人日本コンクリート工学協会	T. Nyomboi, H. Matsuda, Y. Ito

methods			
(18) コンクリート工学年次論文 集, Vol.31, No.1, 曲げ戻しを受 ける鉄筋の脆性破断に対する感 受性の検討	2009.7.9	社団法人日本コン クリート工学協会	合田寛基, 原田哲 夫, 日比野誠, 永 藤政敏
(19) 実験力学, Vol.9, No.2, デ ジタル画像相関法を用いたマル チロゼット解析法による円孔周 辺のひずみ解析手法の検討	2009.6.25	日本実験力学会	内野正和, 岡本卓 慈, 肥田研一, 伊 藤幸広, 松田浩
(20) 鋼構造年次論文報告集, 第 16巻, 光学的全視野計測法による 円筒シェルのねじり座屈挙動の 解析	2008.11.20	社団法人日本鋼構 造協会	松田浩, 趙程, 上 妻隼人, 川林大祥, 山下務
(21) 鋼構造年次論文報告集, 第 16巻, 溶接継手の疲労き裂に対す る延命対策の検討	2008.11.20	社団法人日本鋼構 造協会	安東祐樹, 小島悟, 山本健太, 松田浩
(22) 鋼構造年次論文報告集, 第 16巻, 耐候性鋼橋梁の腐食評価お よび概観評価に関する研究	2008.11.20	社団法人日本鋼構 造協会	森田千尋, 魚住正 治, 松田浩, 黄美, 白濱敏行
(23) EASEC, No.11, Observation of Cracking Development in Steel Fibre RC Beams under Bending and Shear by Optical Full-Field Measurement	2008.11.19	EASEC	T.Nyomboi, H.Matsuda
(24) EASEC, No.11, Buckling and Post-buckling Phenomena of Cylindrical Shell under Axial Compression and Torsion Loading	2008.11.19	EASEC	C.Zhao, H.Matsuda, C.Morita, M.Huang
(25) Reports of the Faculty of	2008.9.1	長崎大学工学部	T.Nyomboi,

Engineering, Nagasaki University, Vol.38, No.71, Theoretical Prediction of Shear Strength Evolution in Steel Fibre Reinforced Concrete Beams without Stirrups			H. Matsuda, R. Hirayama, H. Nishida
(26) Reports of the Faculty of Engineering, Nagasaki University, Vol.38, No.71, Peak Strength Analysis and Failure Process Simulation of Brittle Materials with an Open-hole under Uniaxial Compression	2008. 9. 1	長崎大学工学部	C. Zhao, H. Matsuda, M. Huang, H. Kouzuma
(27) コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, Strength and deformation behavior of steel reinforced normal concrete by optical (ESPI) methods	2008. 7. 10	社団法人日本コンクリート工学協会	T. Nyomboi, H. Matsuda, T. Yamashita, T. Ohara
(28) コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, 鋼板の接着幅が端部での離現象に及ぼす影響	2008. 7. 10	社団法人日本コンクリート工学協会	安東祐樹, 浦田美生, 山本健太, 松田浩
(29) 日本実験力学学会講演論文集、No.8、マルチロゼット解析法を用いたデジタル画像相関法の検討	2008. 6. 30	日本実験力学学会	内野正和, 岡本卓慈, 肥田研一, 伊藤幸広, 松田浩
(30) Proc. of 5th International Conference on THIN-WALLED STRUCTURES, Visualization of buckling on thin-walled cylindrical shell by digital image correlation method	2008. 6. 19	ICTWS2008	C. Zhao, H. Matsuda, C. Morita, M. Huang

(31) Proc. of 5th International Conference on THIN-WALLED STRUCTURES, Vibration study of thin-walled specimens using holographic interferometry	2008. 6. 19	ICTWS2008	C. Morita, C. Zhao, H. Matsuda, M. Huang
(32) 建設の施工企画, No. 699, 歴史的建造物の光学的手法による 3D 形状・振動計測とその計測データを用いた F E 解析による地震応答解析	2008. 5. 25	社団法人日本建設機械化協会	松田浩

9. 研究成果による知的財産権の出願・取得状況

知的財産権の内容	知的財産権の種類、番号	出願年月日	取得年月日	権利者名
変位／ひずみ計測装置 (テレセントリックレンズ, CCDカメラおよびその他付属器具を用いた変位／ひずみ計測装置の発明)	特許 特願 2010 - 050956	2010. 3. 8		佐賀大学 長崎大学
ひずみ計測方法、ひずみ計測システム	特願 2008-084560	2008. 3. 27		福岡県、 KRC, KTC
構造物の応力測定法	特願 2007-141866	2007. 5. 29		KRC, KTC
(外国出願) 変位／ひずみ計測方法及び 変位／ひずみ計測装置	PCT/JP2006/3 25488	2006. 12. 21		KRC, KTC
構造物の応力測定法	特願 2006-131369	2006. 5. 10		長崎大学, 佐 賀大学
変位／ひずみ計測方法及び 変位／ひずみ計測装置	特願 2005-368334	2005. 12. 21		長崎大学, 佐 賀大学, 福岡 県

カメラを用いたひずみ計測システム	特許出願手続き中			長崎大学, 佐賀大学
ひずみ計測用2次元コード	特許出願手続き中			KRC, 佐賀大学

10. 成果の実用化の見通し

本研究では、変形・ひずみ・応力・振動の実用的計測法として、デジタル画像相関法やレーザドップラ等の光学的手法を用いて建設現場環境でのロバスト性の高い計測・解析システムを開発するとともに、これらの計測法を用いたコンクリート構造物の健全度診断法を開発するために、研究会や評価委員会を開催し、当初の期待通りの成果が得られた。

本研究では、次の3項目について研究開発を行った。

- (1) 光学的非接触全視野ひずみ計測装置の開発および屋外現場計測への適用性の検討
- (2) 応力解放法によるPC桁の現有応力測定法への適用
- (3) 3D計測とFE解析と常時微動計測によるモニタリング法の開発と実証試験

上記の各項目について、その成果の実用化の見通しは以下の通りである。

(1)については、ラインスキャナ及びテレセントリックレンズおよびデジタルカメラを用いた全視野ひずみ計測装置を開発し、屋外現場計測への適用性を検討した。その結果、実用上十分な精度で多点のひずみ計測が可能であることを実証するとともに、多くの実証実験に本研究開発で試作開発した計測装置を適用し、その有効性と有用性は十分に確認された。本計測装置はほぼ実用化されたものと判断できる。今後、さらにハードウェアおよび計測結果の評価方法等のソフトウェアの使いやすさを追求する予定である。

(2)については、(1)で開発した全視野ひずみ計測装置を、応力解放法によるPC桁の現有応力測定法へ適用して実証試験を行い、その有効性と有用性を確認した。応力解放法については、コア応力解放法とスリット応力解放法を提示し、その有効性を確認するとともに、DICMとマルチロゼット解析を組み合わせたシステムを開発した。これについてもほぼ実用化の見通しは十分にある。

(3)については、レーザドップラ速度計による遠距離振動計測法の有効性を無線LAN速度計との比較することで検証するとともに、3D計測、FE解析、振動計測及び耐震性評価を取り入れた解析システムを構築した。これらのインプットデータやアウトプットデータはデジタルデータとして保存できるので、維持管理を目的としたデータベースを試作構築した。データを蓄積してゆけばデジタルデータベースとしての価値は益々高まる。(3)に関しても、ほぼ実用化はできており、さらにユーザーフレンドリー、かつ、維持管理の目的にマッチングしたデータベースに仕上げることでさらにその有効性は高まっていくことが期待できる。

インフラ構造物の維持管理において、今求められているのは地方の中小橋梁の点検診断であり、特にPC橋の現有応力状態は最重要情報である。本研究では一貫して光学的計測法を用いて非接触全視野計測機器を開発するとともに、コンクリート構造物の健全度・劣化

診断法を開発した。また、本研究成果の技術革新性として以下の3つがあげられる。

- ・ 光学的計測法は研究初期段階にあり、目標とした装置・システムの開発により多くの知的所有権を取得できる。
- ・ 建設作業の安全性、構造物の品質の向上に繋がり、維持管理費用の削減、インフラ構造物の長寿命化が図れる。
- ・ 3D計測、実振動計測、地震応答解析の統合システムは、健全度診断や耐震補強法に有効となる。デジタルデータベースによりハザードマップを作成でき、社会の安全・安心システムの構築に貢献できる。

11. その他

なし