

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲第286号	氏名	出水 享
学位審査委員	主査	松 田 浩	
	副査	玉 井 宏 章	
	副査	才 本 明 秀	
	副査	森 田 千 尋	
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>出水享氏は、2001年3月長崎大学工学部を卒業後、さらに、2003年3月長崎大学大学院生産科学研究科博士前期課程を修了後、2003年4月より(株)計測リサーチコンサルタントに入社し、構造物の補修・補強に関する調査・計測・診断・設計業務に従事してきた。同氏は、2008年10月に長崎大学工学部インフラ長寿命化センターの産学官連携研究員として採用され、文部科学省科学技術振興調整費の「観光ナガサキを支える“道守”養成ユニット」の実施運営に携わるとともに、大学院生産科学研究科博士後期課程に社会人学生として入学し、現在に至っている。</p> <p>生産科学研究科においては、システム科学を専攻して、所定の単位を修得するとともに、新たな光学的手法を用いて鋼およびコンクリート構造物の計測法に関する研究に従事し、その成果を2012年7月に主論文「光学的全視野計測法を用いた鋼・コンクリート部材の変形・ひずみ計測に関する基礎的研究」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文14編（うち審査付き論文11編）、印刷公表予定論文2編（うち審査付き論文2編）、学位の基礎となる論文2編（うち審査付き論文2編）を添え、長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士（工学）の学位の申請をした。</p> <p>長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2012年7月18日の定例教授会において、予備審査委員会による予備審査結果および論文内容の要旨の検討に基づいて、課程修了のための学位論文提出の資格を審査し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選出した。審査委員会は論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、口頭による最終試験を行い、論文の審査および最終試験の結果を2012年9月5日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>提出論文は、光学計測法の一つとして近年注目されているデジタル画像相関法（以下、DICM略記）を用いて、鋼およびコンクリート部材の変形・ひずみ計測に関して実験と理論の両面から検討し、本計測法の有用性と有効性明らかにすることを目的としてとりまとめられたものである。</p> <p>変位やひずみ計測は、部材の変形状態を直接的に把握でき、また、ひずみは材料の弾性係数の関係を用いて発生応力を求めることができる。そのため設計値との照査により比較的簡易な管理が可能となるので、建設分野においても施工・維持管理において利用されている。しかしながら、作業性、コスト、計測環境条件、測定精度などの問題から効率的・効果的な測定は実現できていない。</p>			

たとえば、測定箇所が高所位置など容易に近づくことができない場合は、センサ設置のために仮設足場や高所作業車の使用、それに伴う交通規制が必要となる。また、センサが水、温度などの周辺環境条件の影響を受け測定誤差の発生要因となるとともに、センサ自体の耐久性が課題となる。さらに、ひずみゲージから得られる情報は、1点1方向のゲージ長の平均ひずみ値であり、ひずみゲージ内やその近傍にひび割れが発生すると、周辺部のひずみ値と大きな差異が生ずることやゲージが切れて計測不能となる場合もある。

このような状況の中、近年、従来の変位・ひずみ計測法に代わる手法として、光学的計測法の研究開発が盛んに行われている。光学的計測法は光の性質を利用して対象物の情報を2次元および3次元的に把握する計測手法である。建設構造物は現場で施工・検査・補修を行わなければならないことから、実験室的な計測が可能な自動車・造船分野に比べるとはるかに悪環境下でのロバストな計測が求められる。DICMも光学的計測法の一つで、変形前後のデジタル画像を用いて画像解析することにより、計測範囲の変位・ひずみの分布やその方向を求めることができる。DICMを計測環境が厳しい環境においても適用することができれば、建設工学分野における上記の種々の変位・ひずみ計測に関する課題を解決できるものと考えられる。

本研究では、まず、DICMの変位・ひずみ計測精度の検証を行った。その結果、静的ならびに動的変位を高精度に計測できるとともに、鋼やコンクリート部材を用いたひずみの検証実験において弾性域から塑性域においてひずみゲージと同等の精度で計測できることを確認した。

次に、鋼部材の溶接時およびその冷却過程における変形・ひずみ計測について検討を行い、DICMと赤外線サーモグラフィを用いることにより、溶接時の鋼板表面に生じる温度と変形・ひずみの関係を明らかにするとともに、さらに、3次元熱弾塑性FE解析を実施・比較することにより、計測結果は信頼性のある計測値であることを確認した。

また、コンクリート部材の載荷試験時の計測においては、破壊時のひずみ分布や目視では確認できないひずみ集中を3次元的に可視化するとともに、計測したひずみ集中箇所と目視によるひび割れ発生箇所が一致し、ひび割れ発生箇所やひび割れ進展挙動を予測可能であることを明らかにした。さらに、実際に、プレテンション・プレストレストコンクリート桁（以下、PC桁）の実橋載荷試験や現有作用応力測定に適用し、提示した計測法の有効性を明らかにした。

以上のように本論文は、光計測法の一つであるDICMが従来計測法と同等の精度でかつ面的な全視野変位・ひずみ計測が可能で、また、PC桁の実証試験を通して、ロバストな計測が求められる建設分野での適用性について明らかにし、建設分野における計測法として多大なる寄与をするものと評価できる。学位審査委員会は、本論文は、鋼構造の残留変位・ひずみおよびコンクリート構造のひび割れ発生・進展挙動を明らかにする上での変位・ひずみ計測法として有益な成果を得るとともに、鋼・コンクリート工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。