

氏名	塩崎 正人
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第 7061 号
学位授与の日付	2024年 3月 25日
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	インフラ構造物の維持管理の効率化に向けた画像計測による変状抽出手法の研究
論文審査委員	准教授 木本和志 教授 西山 哲 准教授 吉田圭介
<b>学位論文内容の要旨</b>	
<p>2012年12月2日に発生した『中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故』を受けて、国土交通省は、2014年6月に各種インフラ構造物について『定期点検要領』を策定し、基本的に5年に1回の頻度で実施することを定めた。この定期点検には地方自治体が管理するインフラ構造物も含まれているため、予算と人的資源に余裕のない自治体において定期点検は重い負担となっている。</p> <p>これらの点検・調査では、従来の近接目視点検・接触式計測と並行して、デジタル撮影機材利用した画像計測手法を用いることが進んでいる。変状を抽出する作業は、経験者によるトレースが一般的であるが、人力によるトレースは熟練度によって精度・作業時間に差が生じてしまう。</p> <p>本研究は、これらの問題を抱える地方自治体において、定期点検をはじめとする維持管理の省力化・省人化を図ることを目的とし、照明による陰影を用いた画像計測での変状抽出手法について研究を行い、デジタル撮影機材と投光器だけで変状抽出を可能とする簡便な手法を提案する。</p> <p>まず、照明による陰影を用いた画像計測での変状抽出手法であるが、デジタル撮影機材を挟む形で投光器を配置する。計測では投光器の片方を点灯し撮影する。続いて、投光器を消灯すると共に、逆側の投光器を点灯し撮影を行う。ここで使用する2台の投光器は、配置位置の違いを除いて全て同じ条件であった場合、照明の重なり合う部分については、撮影した画像は変状箇所を除いて全て同じ輝度となる。この2枚の画像を同じ閾値で二値化処理を行い、画素ごとの差分を算出した場合、変状以外には輝度差がゼロとなり、変状箇所のみ特異点として輝度値が結果に現れるため、画像処理によって変状抽出が可能であると考えた。検証の結果、二値化処理のよって変状箇所が特異点として現れることを確認し手法の有効性を示した。</p> <p>次に、点検計測システムの開発であるが、走行型計測や自走式計測のシステム開発を試みたものである。1つ目は走行型計測システムである。トンネルでの走行型計測は計測専用車両が開発・運用されているが、計測専用車両は非常に高額であるため、各自治体が保有する道路パトロールカーの屋根上にデジタル撮影機材を搭載する可搬型の計測装置を開発した。2つ目は自走式計測システムである。これは斜張橋やエクストラドーズド橋で用いられる斜材保護管の点検・調査での破損抽出を目的として開発した。斜張橋などの点検・調査は、足場を設置するか特殊高所作業となるため費用が高額となる。このため、地上から斜材の最頂部まで自走し、デジタル撮影機材を用いて斜材保護管全周を撮影する無人計測ロボットを開発した。</p>	

## 論文審査結果の要旨

各種インフラ構造物は、基本的に5年に1回の頻度で点検されることが定められている。この点検には地方自治体が管理するものも含まれているため、予算と人的資源に余裕のない自治体において定期点検は重い負担となっている。点検・調査において変状を抽出する作業は、経験者によるトレースが一般的であるが、人力によるトレースは熟練度によって精度・作業時間に差が生じてしまう。そこでデジタル撮影機材を利用した画像計測手法の開発も進められているが、具体的にインフラ構造物の健全性を評価するまでには汎用化されていない。本研究はこれらの背景を鑑みて、定期点検の省力化および高度化を目的とし、デジタル撮影機材と投光器を用いた画像計測に因る構造物の変状抽出手法の開発に取り組んだものである。研究内容は、照明による陰影を用いた画像計測で亀裂を抽出するハード機器とソフトの開発であり、前者はデジタル撮影機材を挟む形で投光器を配置し、まず投光器の片方を点灯し撮影した後に逆側の投光器を点灯し撮影を行う工程を自動で実施するシステム、後者は照明の重なり合う部分の二値化処理により亀裂を抽出する手法である。本研究では、これらの機能をもつ装置を自治体が保有する道路パトロールカーに取り付け、走行型の画像計測システムとして実用化を図った成果も報告する。そこでは、トンネルの覆工表面の点検調査作業に応用した事例を紹介し、効率的にトンネルの健全性の評価が実施できることを実証した例を報告した。また、本研究により開発したシステムを斜張橋やエクストラード橋で用いられる斜材保護管の点検・調査に応用し、保護管の破損抽出を検知することも可能にした。これにより、足場を設置するか特殊高所作業となるために費用が高額となっていた課題を解決する無人の橋梁点検用ロボットが実用化された。このように、本研究はインフラ構造物の老朽化対策に貢献する技術を実現させたもので、学術的ならびに工学的な観点から学位を与えるのにふさわしい研究であると評価する。