

投光器の照射角度を利用した変状サイズの計測手法に関する研究

日本大学 学生会員 ○石森 章之
三井住友建設(株) 正 会 員 塩崎 正人
日本大学 正 会 員 佐田 達典
日本大学 正 会 員 石坂 哲宏

1. はじめに

既設構造物の点検に、デジタルカメラやデジタルビデオカメラによる画像計測手法が増えてきている。トンネルの点検では、コンクリート覆工面を投光器で照らしながら、デジタルビデオカメラで撮影する走行型計測車両も導入されてきている¹⁾²⁾。しかし、撮影した画像から変状を抽出する作業は、一般的に経験者の判断により人力で行われているため、抽出作業の省力化にはつながっていない。

塩崎ら³⁾は投光器とデジタルカメラにより、段差やひび割れの自動抽出について試みてきたが、変状の有無を捉えるのみで、その「サイズ」については計測できていない。

本研究では、トンネルでの画像計測に必要な投光に着眼し、照射角度と撮影条件により、段差の高さを求めることができるか検証を行った。

2. 段差高の求め方

ここでは、照射角度を利用した段差の高さの求め方について、その手法を説明する。

図-1のように、段差の高い方から照射すると、段差部に陰影が発生する。陰影が発生した段差部を撮影し、画像から陰影の幅 L を求める。そして、その時の照射角度 θ と求めた幅 L から、式(1)によって、段

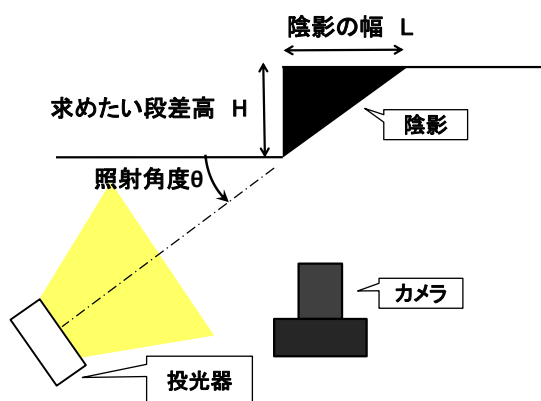


図-1 段差高の算出の考え方

差の高さを求める手法である。なお、陰影の幅 L は、二値化で検出した陰影の水平方向のピクセル数と、撮影時の分解能を乗じて求める。

$$H = L \times \tan\theta \quad (1)$$

3. 検証実験と解析

今回の検証実験では、1.0mm と 2.0mm の段差を設けたコンクリート供試体を撮影した(写真-1, 写真-2)。図-1のように段差の高い方に投光器を設置し、照射角度 θ は、15°, 30°, 45°, 60°, 75°とした。供試体から投光器までの照射距離は1.0mとし、供試体からカメラまでの撮影距離は0.48mとした。カメラは、望遠レンズを装着した約1200万画素のデジタル一眼レフカメラを使用した。なお、実験は自然光の影響を排除するため暗室で行った。

サイズの計測は、二値化処理によって検出した陰影により行うため、撮影した画像を輝度で二値化処理した。閾値は試行錯誤により決定した値を使用した。図-2に照射角15°と60°で撮影した段差の二値化画像を示す。垂直に陰影が現れ、照射角度で陰影の幅が異なっていることが確認できる。この二値化の陰影の陰影ピクセル数から、各照射角度の陰影の幅 L を算出

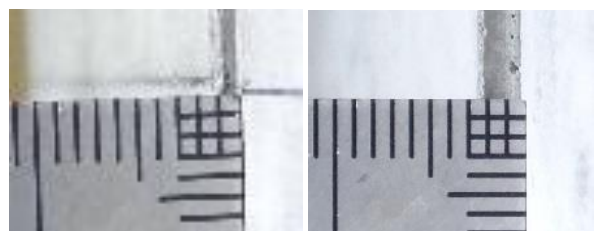


写真-1 1.0mmの段差(左)と2.0mmの段差(右)

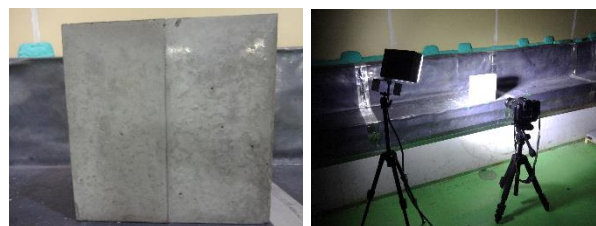


写真-2 段差供試体(左) 実験状況(右)

キーワード：画像計測、デジタルカメラ、LED、段差

連絡先：〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部 空間情報研究室 TEL 047-469-8147

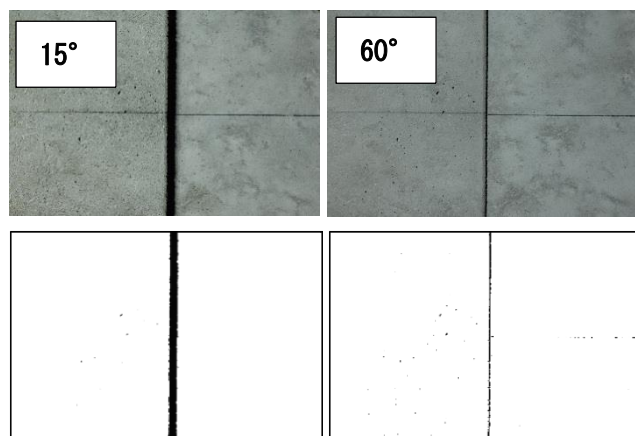


図-2 照射角度別の二値化画像(段差 1.0mm)

表-1 求めた段差の高さ

照射 角度 θ	段差: 1.0mm			段差: 2.0mm		
	pixel数	陰影の 幅 (mm)	段差高 (mm)	pixel数	陰影の 幅 (mm)	段差高 (mm)
15°	107	2.70	0.72	186	4.70	1.26
30°	54	1.36	0.79	105	2.65	1.53
45°	32	0.81	0.81	65	1.64	1.64
60°	19	0.48	0.83	38	0.96	1.66
75°	7	0.18	0.66	15	0.38	1.41

し、式(1)により段差の高さを求めた。Lを求めた位置は画像の中心であり、今回の実験では、画像の分解能は0.025mmである。

4. 解析結果と考察

表-1に各照射角度ごとに求めた1.0mmと2.0mmの段差高を示す。両段差とも、実際の段差高より小さく算出された。1.0mmの段差で、0.2mm～0.4mm、2.0mmの段差で、0.35mm～0.75mm程度実際の段差と差が生じた。照射角度によって、求めた段差高が異なり、照射角15°～60°までは、角度が深い方が高さが大きく求まることが確認できる。しかし、照射角75°になると、両段差で約0.2mm小さくなることが確認された。照射角度が深くなると、陰影1ピクセルに対する、段差高Hが大きくなるため、抽出する箇所の僅かなずれが、誤差として大きく現れたこと原因として考えられる。

図-3には、今回の実験結果から求めたピクセル数(表-1)と段差高を既知とした場合の理論上のピクセル数とを比較した。その結果、照射角度が浅くなるほど、理論上のピクセル数と実験結果のピクセル数の差が大きくなっていることが確認された。照射角度が浅くなったことで、照射光が段差の縁に反射し、段差側の陰影を捉えることができなかったことが原因として考えられる(図-4)。また、段差2.0mmの方が理

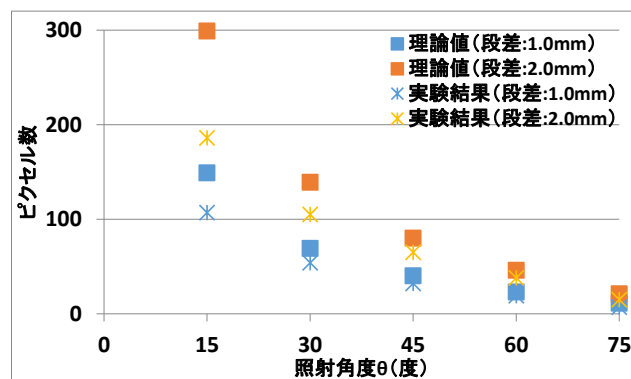


図-3 理論値と実験結果の比較

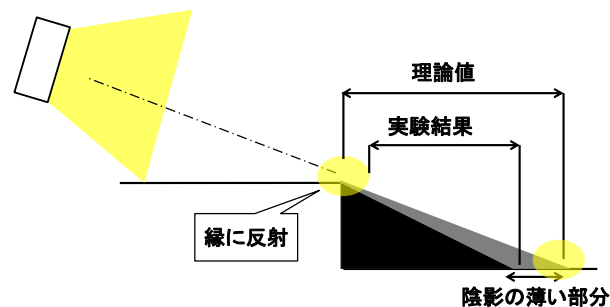


図-4 反射光の影響

論値と実験結果の差が大きくなる傾向が見られるのも、一段低い面の反射の影響で、段差から離れている薄い陰影を捉えられなかったのが原因として考えられる(図-4)。

5. おわりに

本研究では、投光器の照射角度を利用し、コンクリートの段差高を画像から計測できるか検証した。その結果、実際の段差と近い値を再現できる照射角度があることが確認された。これにより照射角度と発生した陰影、撮影条件からひび割れ幅も計測できる可能性がある。しかし、照射角度や対象の段差高によって、陰影を正確に捉えることができず、実際の値より極端に小さくなる場合が見受けられた。ひび割れ幅においても同様の現象が起こるか検証し、正確なサイズを計測できる撮影条件を明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 西日本高速道路エンジニアリング九州(株)ホームページ:
<http://www.w-e-kyushu.co.jp/>(閲覧 2013. 6. 2)
- 2) 国土交通省近畿地方整備局ホームページ: 道路トンネル健全性評価技術の研究,
<http://www.kkr.mlit.go.jp/road/shintoshikenkyukai/houkokukai/houkoku1.pdf> (入手 2012.7.15)
- 3) 塩崎正人, 菊地典明, 前川了重, 益山茂樹, 石坂哲宏, 佐田達典: 照明を利用した変状抽出手法に関する研究, 土木学会論文集 F3, 67 巻, 2 号, pp.119-124, 2011.