

鈴木 藍雅^{*1}・佐藤 貢一^{*2}・中村 俊之^{*3}

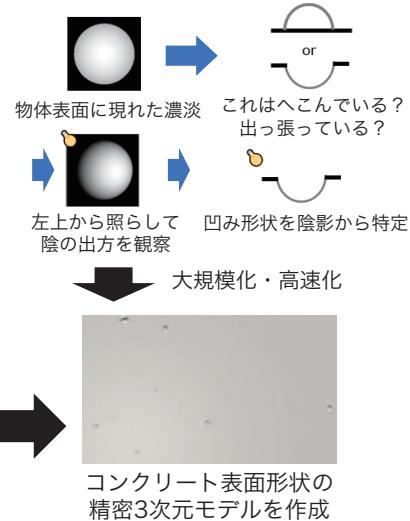
Automating Concrete Filling Assessment Under Seismic Base Plates Using Precise Large-Scale 3D Photometric Stereo Imaging

Aiga SUZUKI, Kouichi SATO and Toshiyuki NAKAMURA

開発したコンクリート表面の精密三次元測定装置



提案手法の概念図 (Photometric Stereo法)



研究の目的

基礎免震構造において、アイソレーターと下部躯体を接合する免震ベースプレート(BPL)は、上部躯体の全荷重を受ける重要な部材です。BPLの施工では鋼板下部に高流動コンクリートを圧送充填しますが、材料品質や施工条件によって内部に気泡が巻き込まれ、空隙が生じる場合があります。空隙は免震建物の安全性を低下させるため、現場ごとに試験体を製作し、表面に生じた空隙の割合を算定して施工品質を評価しています。しかし現在この評価は①人手による空隙箇所のペイント→②写真を用いた手動での面積率算定の2ステップを要し、作業負担や評価の主観性が課題となっています。本研究では、免震BPL下部のコンクリート充填性評価の自動化に向け、表面の微小凹凸を3次元的に測定する技術を開発しました。

技術の特長

本研究の主眼は光学に基づいた表面凹凸の正確な復元です。「さまざまな方向から光を当てた際にできる影の変化は、その物体の形状から決まる」という性質を利用し、影の情報から物体の形状をコンピュータで逆算するPhotometric Stereo(PS)法と呼ばれる画像測定技術をコンクリート表面に適用するため、①測定装置(ハードウェア)と②形状復元のためのアルゴリズム(ソフトウェア)を新たに開発しました。具体的には、屋外の直射日光下でも安定して計測ができるよう、コンクリート表面に理想的な光環境を再現する測定装置を設計・製作しました。さらに数理的手法を駆使して、従来困難であったこうした小規模な装置から得られる画像に対し、PS法を適用するアルゴリズムを新しく提案しました。

主な結論と今後の展開

実験では免震BPLの実試験体における検証に先だって、コンクリートスラブの表面形状の測定を行い、提案システムの有効性を検証しました。その結果、比較的安価に制作可能な測定装置とノートPCのみを用いて(システム全体で~30万円)、1000x1000[mm]の大平面領域を対象に、その1mm以下の微小凹凸の形状を5分程度の計算時間で正確に復元可能であることを確認しました。写真のみでは一見凹凸と誤認してしまうバテによる補修痕なども、陰影の情報を元にその表面形状を精密に復元可能です。今後、目的に述べたコンクリート充填検査の自動化システムとしての迅速な実用化に向け、復元した3次元形状を元に、空隙の箇所と大きさを正確に評価し、充填率を正確に評価する機能の拡充を図ります。

*1 技術センター 都市基盤技術研究部 AI研究室

*2 技術センター 都市基盤技術研究部 音響研究室

*3 建築本部 技術部