

スラブ湿潤状態評価技術の開発

— 光学センサと自律走行式ロボットによる自動評価システムの構築 —

Development of an Evaluation Method of Wet Conditions on Concrete Slabs
- Building a System Incorporating Optical Sensors and Autonomous Mobile Robots -

増田貴之* 赤星博仁**
Takayuki Masuda, Hiroto Akahoshi

研究の目的

建築工事のスラブコンクリートの施工において、スラブ表面の湿潤状態を適切に維持することは品質管理上、大変重要である。しかし、金鍍仕上げ後の湿潤養生開始時期の判断や湿潤状態の評価は管理者の目視に拠るため、定量的かつ適切な判断が為されているとは言い難く、その品質管理に係る記録を残すことも難しい。加えて、湿潤状態を適切に維持するために、散水養生をはじめとする作業面においても多くの労務が発生している。そこで、スラブ表面の湿潤状態を定量的に評価できるセンサとスラブ全体の湿潤状態を自動認識できるシステム開発に取り組んだ。

研究の概要

スラブ表面の湿潤状態を適切に評価するため、近赤外光を円偏光状態で照射するセンサを提案した。近赤外光に水の吸光特性を有する波長 1,450nm の光源を採用し、それを円偏光でスラブ表面に照射した場合、湿潤状態では反射光がほぼ全て帰還し、乾燥状態では帰還する光量が大きく減少すると仮定した(図-1)。これを実証し、センサとしての有効性を確認するため、散水したコンクリート供試体を用いて、湿潤から乾燥過程における反射光量の測定実験(室内実験)を行った。その結果、図-2に示す通り、反射光量の計測値(電圧値)がコンクリート表面の水位、すなわち表面の湿潤状態の変化に伴い変動すること、そして測定環境の気温により湿潤時の値が異なるものの、その値は同程度の範囲に収まることが確認された。したがって、計測値に対して閾値を設定することで、スラブ表面の状態を湿潤・半乾燥・乾燥の3段階評価が可能である。

次に、実現場におけるスラブ全体の湿潤状態を自動評価するため、センサを搭載した自律走行式ロボットを試作し(図-3)、現場での実用性に関する確認実験(現場適用実験)を行った。1m四方にグリッド分割した約860m²のスラブ面積に対して、約20分で計測が完了した。散水後のスラブ表面の湿潤状態を1時間ごとに計測した結果を図-4、表-1に示す。目視による湿潤状態の評価と概ね一致し、徐々に乾燥していく過程を視覚化できることを確認した。

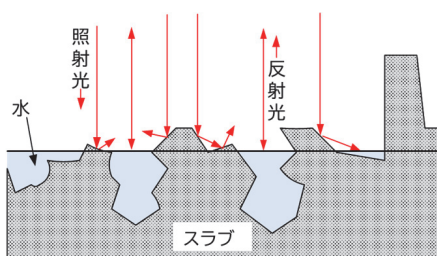


図-1 スラブ表面模式図

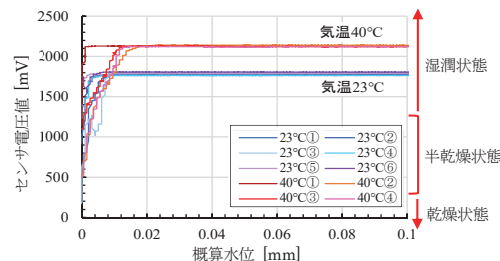


図-2 表面水位と反射光量(電圧値)の関係



図-3 センサ搭載型
自律走行式ロボット

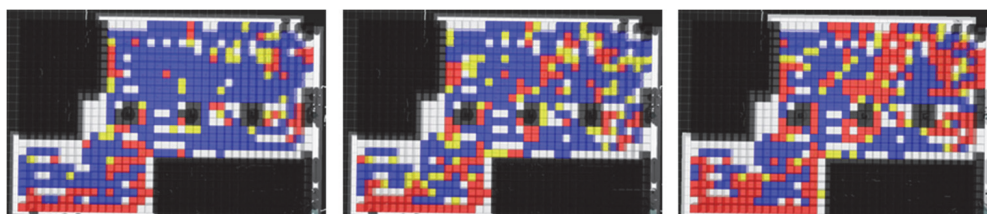


図-4 スラブを1m四方でグリッド化した各グリッドの湿潤評価結果
(左から計測時刻 12:30, 13:30, 14:30 における評価結果 赤:乾燥、黄:半乾燥、青:湿潤)

表-1 湿潤評価結果の一覧

計測時刻	計測点数		
	12:30	13:30	14:30
乾燥状態	90	118	192
半乾燥状態	35	64	40
湿潤状態	317	261	210
湿潤割合(%)	72	59	47

湿潤割合: 評価可能点全てに対し、「湿潤状態」として評価した点の割合

研究の成果

近赤外光を用いたセンサと自律走行式ロボットによるスラブ表面自動評価システムを提案した。開発した技術の有効性と実用性の確認を目的とした室内実験と現場適用実験により、以下に示す事項を確認した。

- i. 波長 1,450nm の近赤外光を円偏光で照射するセンサにより、スラブ表面の湿潤状態の判定が可能である
- ii. 自律走行式ロボットを用いて、面積 860 m² のスラブ面を約 20 分で計測できる
- iii. 開発したシステムにより、時間とともに変化するスラブ面全体の湿潤状態の視覚的な把握が可能である

*土木本部土木工務部 **技術本部技術研究所建築研究グループ