

LiDAR を用いたレディーミクストコンクリートの空気量測定手法の検証

ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 機械部 正会員 ○桑田 岳治, 池永 太一
(株)リパティ 非会員 村上 利憲

1. はじめに

レディーミクストコンクリート(以下、生コン)において、空気量は品質を決める重要な要素であり、JIS 規格によって定められている品質管理項目の1つでもある。空気量の測定方法はエアメータを用いた空気室圧力方法(以下、エアメータ法)が一般的だが、エアメータ法は作業に労力がかかり、またサンプリング法であるため作業者の技術の熟練度や、サンプリングの偏り・サンプリング数などにより測定精度が左右される点が課題となっている。

そこで筆者らは上記の課題を解決した生コン全量の測定を目指し、エリア型レーザー測位技術 LiDAR を用いて単位容積質量を算出して空気量を推定する手法を提案し、その測定手法の妥当性について検証した。

2. 空気量測定手法の概要

本手法は、出荷前に積み込みホッパ内で一時待機する生コンの天端までの距離を LiDAR で測定して生コンの容積を算出することで単位容積質量を計算し、単位容積質量と空気量の関係から空気量を推定する手法となる。図-1 に空気量測定手法の概要を示す。LiDAR は積み込みホッパ上部の監視カメラ用の小窓に取り付ける。LiDAR は動作の安定性等を考慮して、水平走査のみを行う LiDAR を選択した。また、粉塵による測定影響を排除するため、写真-1 のように測定正面以外をアクリルカバーで覆い、アクリルカバー内部にエアーを噴出することで、空気圧でアクリルカバー内に粉塵が入らない構造とした。

LiDAR の測定値については、生コン天端の各測定点で 8 秒間測定したレーザーの直線距離を鉛直距離に換算、平均して生コン全体の鉛直距離とした。鉛直距離から容積へ換算する式を式(1)に示す。これは積み込みホッパの設計図面上の GL 面から LiDAR の測定起点までの高さを実測し、設計図面と合わせて生コンの容積毎における鉛直距離を計算し、図-2 に示す関係図から導いた校正式となる。

$$V_c = A \times h_v^2 + B \times h_v + C \quad (1)$$

V_c : コンクリートの容積 (m^3)

h_v : 鉛直距離 (mm)

A, B, C : 校正定数

さらに式(2)に示すとおりセメント、細骨材、粗骨材、及び練り混ぜ水の動荷重値を合算したコンクリート全質量を、式(1)で算出した容積で除することで単位容積質量が求められる。

$$M_g = W_c / V_c \quad (2)$$

M_g : コンクリートの単位容積質量 (kg/m^3)

W_c : コンクリートの全重量 (kg)

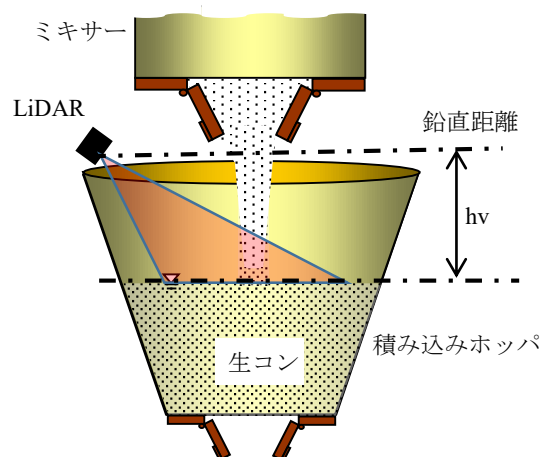


図-1 測定概要図

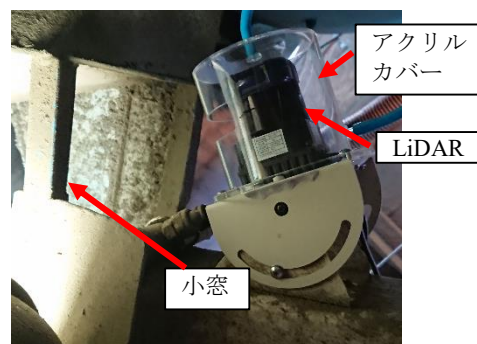


写真-1 LiDAR 設置状況

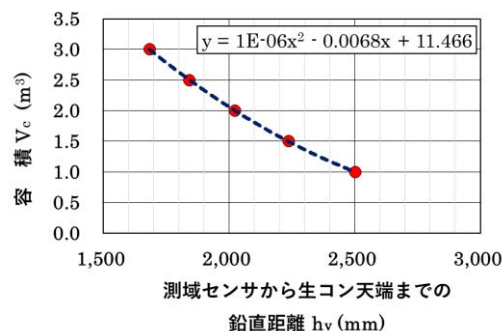


図-2 図面に基づく容積と鉛直距離の関係

キーワード レディーミクストコンクリート、空気量、品質管理、全量管理、LiDAR

連絡先 〒561-0834 大阪府豊中市庄内栄町 2-21-1 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 機械部 TEL06-6331-6031

図-3 に JIS A 1126 で測定した空気量と単位容積質量の相関を示す。平均的に空気量を算出できるように工場で測定した半年間計 410 個の全測定値を使用し、単位容積質量から空気量へ換算する式(3)を導出した。これにより LiDAR で測定した鉛直距離から空気量を推定することができる。

$$Air = D \times M_g + E \quad (3)$$

Air : 空気量 (%)

D, E : 校正定数

なお式(1)、及び式(3)に関しては工場毎に校正定数を定める。

3. 検証と結果、考察

福岡県の作販コンクリート東浜工場にて測定器を設置し、測定検証を行った。容積、単位容積質量、空気量について、各々 JIS 規格による試験で測定した測定値と比較を行った結果を図-4、図-5、図-6 に示す。

図-4 の容積に関しては、納入書容積が少ない場合(※1～※3)も含めて JIS 規格の試験値とほぼ同程度で測定できていると判断できる。ただし一部で容積を過小評価(※4)又は過大評価(※5)した値が見られる。過小評価した値に関しては、測定終了より先に生コンの排出が始まっていることが原因であった。逆に過大評価した値に関しては、測定センサを取り付けた小窓の開閉扉が開き切る前のタイミングで測定を開始したことが原因とみられる。

図-5 の単位容積質量に関しても、JIS A 1128 による測定値とほぼ同程度であると判断できるが、容積と同様の理由で一部異常値が見られる。

図-6 の空気量に関しては概ね品質管理の許容範囲内で、JIS A 1128 による測定値と比較しても妥当な値だと判断できる。なお空気量は異常値を排除して2バッチの平均を出力するため、容積が異常値でも妥当な値を示す場合がある。納入書容積が 1.75m^3 の際に外れ値がみられるが、容積が少ない際のコンクリート天端と積み込みホップの境界評価が不適切であったためと考えられる。また1ヶ月間測定した傾向として、各製造日の1回目の測定に関してはモルタルの影響で測定値が変動する傾向がある。

4. まとめと展望

本検討により、小窓の開閉や生コンの排出タイミングなど、生コン製造工場と連携して適切なタイミングで測定することができれば、生コン全量の空気量を適切に評価できる有効な測定手法であることが確認できた。

本検討では水平走査のみを行う LiDAR による測定だったため、今後はモーターと連動して垂直方向の測定も加え、より面的にコンクリート全体を捉えて評価する検討を進めている。最後に、今回の検証に際してご協力をいただいた株式会社作販コンクリートの取締役技術部長田中利光様に深く感謝し、御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 日本工業規格 JIS A 5308 : 2019 レディーミクストコンクリート, 2019.3

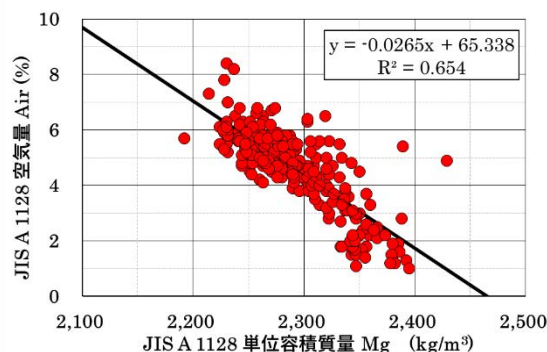


図-3 空気量と単位容積質量の関係

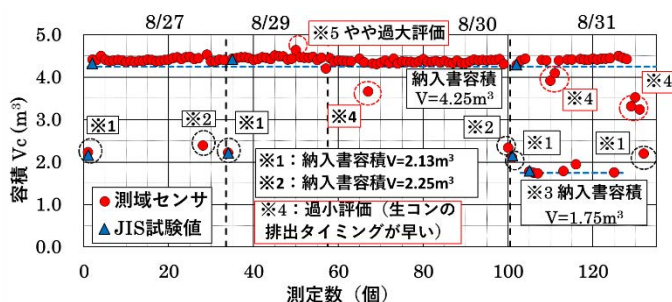


図-4 容積測定データ(代表の4日間)

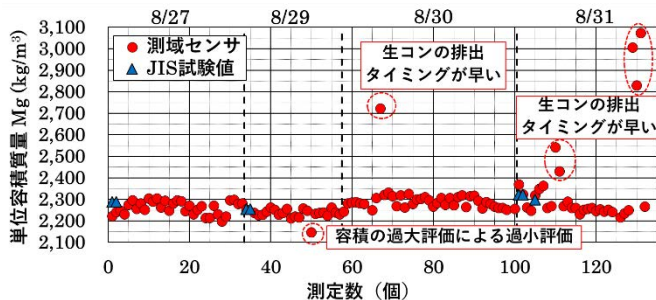


図-5 単位容積質量測定データ(代表の4日間)

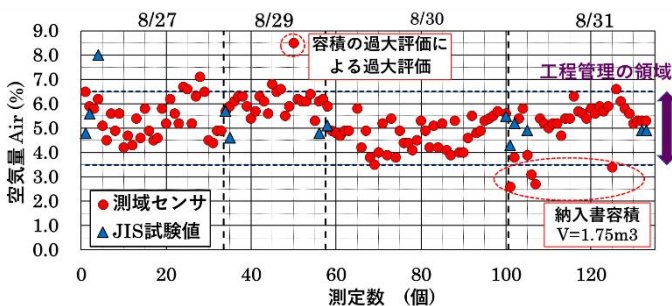


図-6 空気量測定データ(代表の4日間)