日本建築学会大会学術講演梗概集
（北海道） 2022 年 9 月

駅構内における AI 画像解析を用いた床防滑性能の管理方法に関する研究

正会員 ○石井 駿之 * 同 河合 秀智 **
同 菅井 征樹 ** 同 池辺 健志 **

AI 画像解析 深層距離学習
床滑り 滑り抵抗係数 維持管理

１．はじめに

現在の駅構内における床の防滑性能の管理方法については①床の新築・改良時、②維持管理時の 2 通りに分かれる。①については、使用した床材のカタログ等または携帯型すべり試験機を用いて基準値を満たしていることを確認しているのに対し、②では定期検査時に検査員の目視や触診といった官能検査にて確認している。②において携帯型すべり試験機を用いた管理を実施していない理由の一つとして、法令上数値による管理を義務化されていないことが挙げられるが、安全性向上の面から数値による維持管理を行えることが望ましい。しかし、従来の携帯型すべり試験機は、1 回当たりの測定で 10 分要しながらも 30 ㎠程度しか測定できず、試験機の本体重量も 30 ㎏と重たいため、日中時間帯において旅客流動を阻害せず検査することが困難、検査対象の床面積が膨大といった理由により、携帯型すべり試験機を用いた建物検査を実施することは困難である。本研究では、駅構内の維持管理における床の防滑性能の管理方法について、近年技術の発達が著しい AI 画像解析を活用した数値による管理の可能性について検討した結果を報告する。

２．床の滑りの発生原因と評価方法について

床の滑りの発生原因は、雨や雪、砂埃といった外的要因を除くと、床に敷設されている仕上げ材の表層部分の凹凸が歩行時の靴擦れや床清掃により摩耗することで滑りやすい状態へと変化していくと考えられる。（図 1）

図 1 床表層凹凸部分の経年による摩耗イメージ

床の滑りの評価方法については、実際の歩行に近い条件における数値が得られるすべり試験機または携帯型すべり試験機によって測定できる滑り抵抗係数（CSR 値：Coefficient of Slip Resistance）にて判別することができ、「東京都福祉まちづくり条例施設整備マニュアル[1]」（平成 31 年 3 月）では CSR 値 0.4～0.9 を望ましい整備基準とし、JR 東日本における社内ガイドライン[2]では、駅での安全性を考慮し湿潤状態で CSR 値 0.5 以上を基準値と定めている。本研究では床仕上げ材表層部分の凹凸状態を認識できる画像データ（図 2）と、画像データの撮影点と同一箇所の CSR 値を学習データとし、凹凸量や凹凸深さ等の床材表層部分の特徴と CSR 値との相関関係を AI 画像解析により分析、学習することにより作成できた CSR 値推定モデルを使用して、未学習画像データからどこまで精緻に推定することが可能であるかを検証した。

図 2 凹凸状態を認識できる画像データ

３．検証

３．１ 学習データについて

本研究で分析対象とする床材は感覚的に滑りやすいと感じることの多い人工大理石とし、データ収集については床仕上げ材に人工大理石を多く採用している JR 東日本管内の 14 駅にて実施した。

（１）画像データ

CSR 値は 30 ㎠程度の接地面に対して測定器を滑らせ測定することから、接地面床材の凹凸状況を満遍なく把握するため、接地面 1 面に対して複数枚の画像データを取得した。倍率については、CSR 値に起因するミクロの表面凹凸を確認できる倍率が不明なため、600 倍の画像を撮影可能な携帯型デジタル顕微鏡（図 3）と 250 倍の画像を撮影可能なオートフォーカスマイクロスコープ（図 4）を用いて 2 種類の倍率の画像を取得した（表 1）。枚数については倍率ごとに多量の枚数を取得（表 1）することで、AI による分析、学習を実施した。

図 3 携帯型デジタル顕微鏡 3R-WM601WIFI

図 4 オートフォーカスマイクロスコープ 3R-MSBTVTY

表 1 画像データ取得に使用した機器の倍率と撮影枚数

機器	撮影倍率	撮影枚数
携帯型デジタル顕微鏡 3R-WM601WIFI（図 3）	600 倍	3,316 枚
オートフォーカスマイクロスコープ 3R-MSBTVTY（図 4）	250 倍	2,716 枚

（２）CSR 値

本研究では乾燥状態での CSR 値を測定した。まず測定前

Research on management method of floor anti-slip performance using AI image analysis in station.

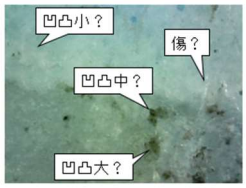
ISHII Shunno, KAWAI Hidetomo
SUGAI Masaki, IKEBE Takeshi

に人工大理石の表層を乾燥したウエスにて清掃し、持ち込み雨や砂埃による影響を除外した。その後、集結したエリアの人工大理石 10～15 枚に対して、1 枚ずつ CSR 値を測定した。

３．２　AI による画像解析手法とは

AI に与える学習データを、色相や彩度、輝度などの特徴を処理し、CSR 値に起因すると推測される凹凸や微細な傷のみを検出できる画像データと、画像データと対になった CSR 値のみとし、CSR 値推定 AI モデルを作成した。

作成したモデルにて未学習画像データ内に見られる特徴を分析し直接 CSR 値を推定する。本研究ではこの手法を便宜上「モデルⅠ」とした。(図 5)



画像内にある特徴からCSR値に起因していると思われる部分を分析し、CSR値を推定する

図 5「モデルⅠ」イメージ

３．３　「モデルⅠ」による未学習データの推定

A 駅・B 駅・C 駅・D 駅を学習データとして「モデルⅠ」を作成し、未学習データである E 駅の CSR 値を推定したところ、実測値から CSR 値±0.05 未満で推定できたデータ数は約 50%となった（図 6)。推定 CSR 値の分布が学習データの 65%を占める CSR 値 0.33～0.5 の範囲に密集したことから、「モデルⅠ」による CSR 値推定は、凹凸などの特徴を捉えて推定しているのではなく、学習データ数の多く存在する CSR 値に影響を受ける可能性があると推測できる（図 7)。学習データと未学習データに使用する駅を入れ替えて学習・分析したところ、同様の結果となったことから、「モデルⅠ」による未学習データの推定は困難であると考えられる。

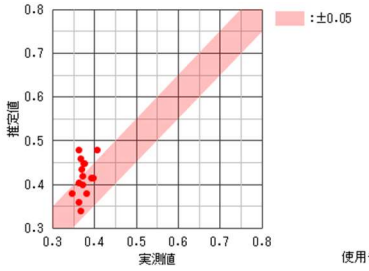


図 6「モデルⅠ」による CSR 値推定結果

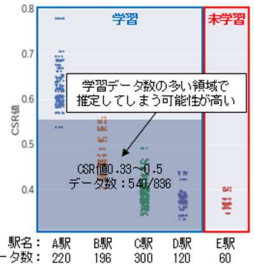


図 7　各駅の使用データ数と CSR 値分布

３．４　深層距離学習を用いた画像解析手法について

未学習データ推定の代替案として、AI モデル作成のための学習方法である深層距離学習について検証した。

本研究における深層距離学習とは、同一の人工大理石から取得した画像データを作成した CSR 値推定 AI モデルにて分析する際、推定画像と類似度の高い学習画像の CSR 値を用いて算出した平均値を推定値とする手法である。

本研究ではこの手法を便宜上「モデルⅡ」とした。(図 7)

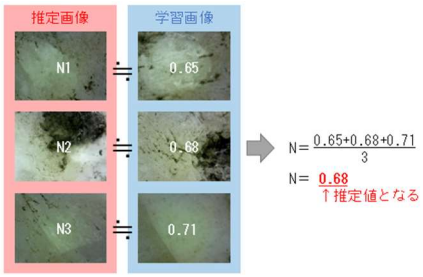


図 7「モデルⅡ」イメージ

３．５　「モデルⅡ」による未学習データの推定

F 駅を学習データとして「モデルⅡ」を作成し、未学習データである G 駅の CSR 値を推定したところ、CSR 値±0.05 未満で推定できたデータは約 90%となった。(図 8)

「モデルⅠ」と「モデルⅡ」の精度比較をするため、F 駅を学習データとして「モデルⅠ」を作成し、G 駅の CSR 値を推定した（図 9)。結果は、「モデルⅡ」による推定の方が高精度であった。

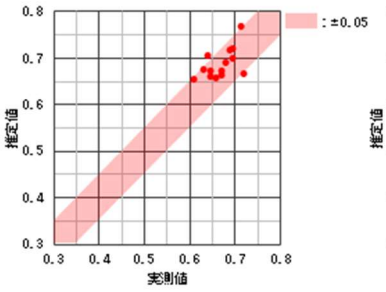


図 8「モデルⅡ」による CSR 値推定結果

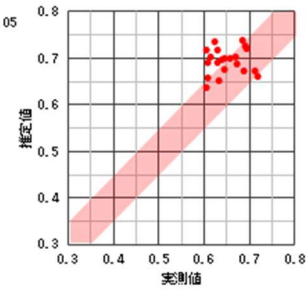


図 9「モデルⅠ」による CSR 値推定結果

４．まとめ

本研究では AI 画像解析を用いた CSR 値推定の可能性を検証した。その結果、深層距離学習を用いることで高い精度で CSR 値を推定できる可能性があることが分かった。しかし、今回検証に用いた学習データと未学習データが、両者とも単一の駅における CSR 値 0.6～0.8 という狭い範囲の CSR 値であることから、現時点の結果のみでは全ての人工大理石に対して高精度に CSR 値を推定できるか不明であるため、今後さらに多くの駅における広い値の範囲のデータにて検証を行う必要がある。

参考文献

１）東京都福祉保健局-東京都福祉まちづくり条例施設整備マニュアル（平成 31 年 3 月）
２）東日本旅客鉄道株式会社-駅の床防滑について（ガイドライン）(2007 年 8 月)

＊ＪＲ東日本ビルテック
＊＊東日本旅客鉄道
*JR East Facility Management Co.
**East Japan Railway Company