

屋外床用石材における歩行特性を意識した汚れ量・印象評価と清掃管理による品質改善特性

DB19164 砂川 才樹

1. はじめに

今まで国内では、時代の変化に合わせて、陳腐化した建物を壊し、建物を新しく建て替える、スクラップアンドビルドの建設手法を数多くとってきたため、建築後の管理については十分に考えられていなかった。現在は、ストック型社会で清掃を含めたメンテナンスを定期的に行い、建物を長寿命化する必要性が高まっている。

本研究では大規模鉄道施設で床材に使用される石材の汚れ量と使用者印象の相関の調査、歩行量と汚れ量の相関の調査および清掃による品質改善特性の調査¹⁾を行い適切な清掃管理によるメンテナンス方法の提案を図る。

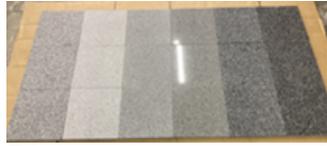
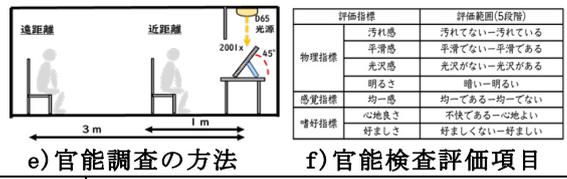
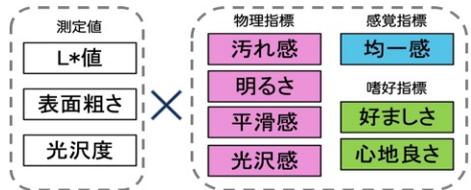
2. 実験概要

図1に研究の流れ、表1、2に実験方法および汚し試験体の作成に使用した材料および使用した測定機器を示す。研究1~3は2021年度に実施した先行研究¹⁾の内容である。実験に用いる石材の大きさは450mm×450mmで種類は黒色系(以下花崗岩B)・白色系(以下花崗岩W)の2種類を用いる。それぞれの花崗岩は本磨き仕上げ・水磨き仕上げ・ジェットバーナー仕上げ(以下JB)の3種類で汚れの程度を3段階に分けた計18種類の試験体を作製した。汚れの再現には新松煙墨を水に溶かした水溶液を使用した。

研究4では当該データをもとに、表1b)~d)の各種測定値と官能検査結果の相関を調査する。研究5では黒土を用いて実際に石材上を歩行することで汚し試験体を作製しており、研究1~3の墨による定量化した汚れ量ではなく歩行回数に比例した汚れ段階を設け、汚れの評価を行なった。研究6では汚し試験体に対して掃き清掃と水拭き清掃を行い、清掃回数に応じた色差、表面粗さ、光

沢の変化の関係を調査し、汚し前の表面物性に戻る清掃回数を推計する。

表1 実験方法(研究2,3)

測定項目	内容
実験名	官能調査に用いる各種セラミックス系建材試験体の作製および物性値の測定
試験体に用いる石材	○花崗 W(白色花崗岩)、花崗 B(黒色花崗岩) ○仕上げ 3種(本磨き、水磨き、JB仕上げ)  a)使用した石材(450mm×450mm 18種)
明度測定	色差計により、L*a*b*値で計測(JIS Z 8781-4)
光沢度%	光沢計により%で計測(JIS Z 8741)
表面粗さ μm	表面粗さ測定器により、Ra値(μm)で計測(JIS B 0601)  b) 色差計  c) 表面粗さ測定器  d) 光沢度計
実験名	セラミックス系建材の官能調査による評価基準と印象評価
調査対象	専門知識のある利用者を想定し、建築学生20人を対象
試験体	研究2にて用意したセラミックス系汚し試験体  e)官能調査の方法 f)官能検査評価項目
実験名	汚し試験体の測定値と官能試験データの関連性調査
使用データ	汚し試験体の測定値(研究2) 官能試験結果(研究3)  g) 関連の調査を行うデータ

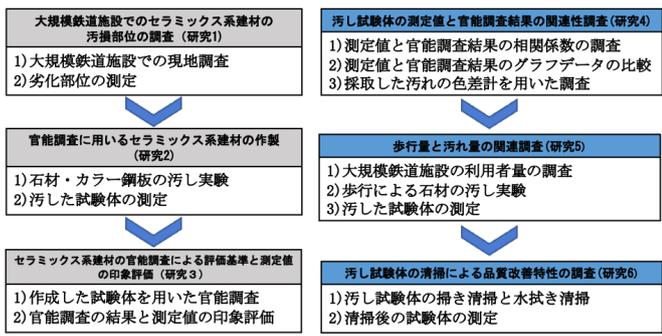


図1 研究の流れ

3. 汚し試験体の測定値と官能調査結果の相関

3.1 測定値と官能検査結果の相関係数

研究2、3から汚し試験体の測定値と官能検査結果¹⁾より得られたデータの相関係数を調査し、印象評価の結果と関連性が見られる測定値を探る。表3に花崗岩W本磨きの相関係数を示す。赤色のマスは相関係数が強いデータ、青色のマスは相関が弱いデータであり、数値の正負は考慮しない。

図2～図5に測定値と相関の高かった官能検査結果に関して散布図を作成した。グラフ横軸は汚れ段階を表しており1が初期値で3が最も汚れ量の多い試験体である。左縦軸は汚れ物理量の測定値、右縦軸は5段階の官能検査結果を正規分布化した値を表している。

図2の花崗岩W本磨き-L*値-近距離の結果を物理指標と感覚・嗜好指標で比較したところ、官能検査結果は汚れ量とともに減少しているのに対しL*値の値は大きな変化が見られないことがわかる。一方で、図3a)や図4a)のグラフは官能検査結果とともに表面粗さや光沢度も大きく変化しており、水磨きの試験体では測定値の変化が小さくなっている。ここから花崗岩W-本磨きの石材に関しては表面粗さや光沢度の変化による汚れ評価が関係しやすいことがわかった。

表2 実験方法(研究4,5,6)

測定項目	内容
実験名	歩行による石材汚し実験および測定
使用材料	研究2と同様の石材18枚、底面がゴム製の靴、黒土(汚れの再現に使用)
歩行回数	1段階: 0回歩行 2段階: 100回歩行 3段階: 150回歩行
研究5	靴に汚れを付着させた後左右5回ずつ足踏みをした後各石材の上を10回歩行する。10回歩行することに同様の作業を繰り返し、その際に歩行を開始する石材を変える。試験体作製後、研究2と同様に測定を行う。
	  
実験名	掃き清掃と水拭き清掃による石材の品質改善特性調査
研究6	研究5で作製した試験体を小箒による掃き清掃と水を含んだ布による水拭き清掃を行い、汚れの改善度を調査する。掃き清掃は5回、水拭き清掃は3回を1セットとし、1セット終了ごとに色差計、表面粗さ測定器、光沢度計による測定を行う。
	  

表3 測定値と印象評価の相関(花崗岩W本磨き-近距離)

		近距離			遠距離		
		L*値	表面粗さ	光沢度(60°)	L*値	表面粗さ	光沢度(60°)
嗜好指標	心地良さ	0.88	-0.27	0.84	0.86	-0.23	0.82
	好ましさ	0.84	-0.20	0.80	0.74	-0.04	0.70
物理指標	汚れ感	0.74	-0.04	0.72	0.22	0.64	0.16
	平滑感	0.85	-0.97	0.88	0.61	0.15	0.56
	光沢感	0.91	-0.63	0.93	0.88	-0.66	0.90
	明るさ	-0.02	0.73	-0.08	0.21	-0.84	0.26
感覚指標	均一感	0.74	-0.04	0.70	0.31	0.46	0.25

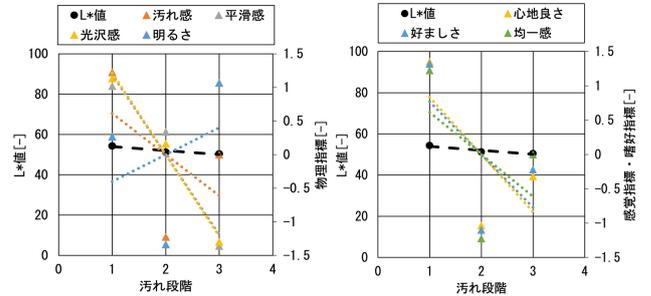


図2 物理指標と嗜好・感覚指標の違い(花崗岩W本磨き)によるL*値と印象評価

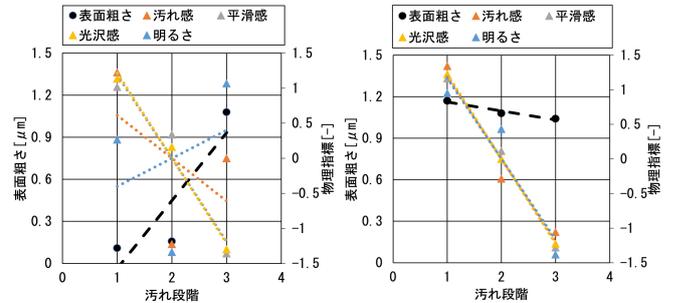


図3 仕上げの違いによる表面粗さと印象評価

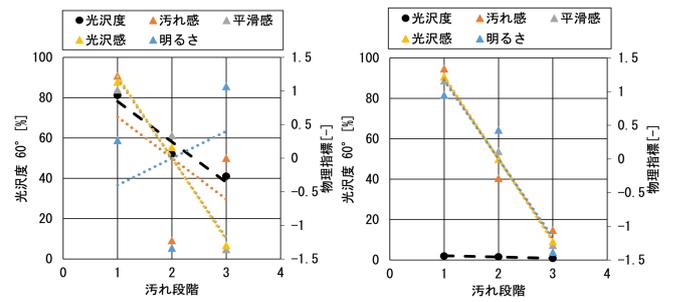


図4 仕上げの違いによる光沢度(60°)と印象評価

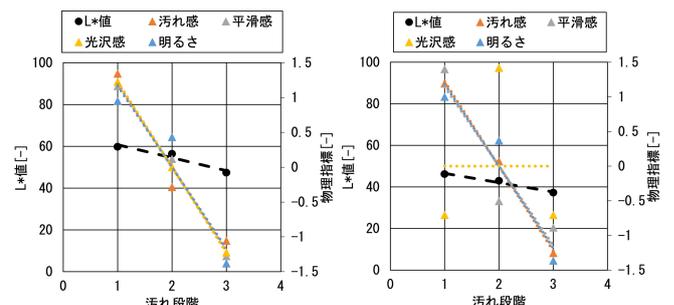


図5 石材の色の違いによるL*値と印象評価

3.2 採取汚れの色差計を用いた調査

石材に付着した汚れをスポンジ付きテープで採取し、色彩値による評価を行った。図 6a)～c)には採取した汚れの様子を、図 6d)、e)には汚れ段階における L*値の変化を示す。測定の結果、石材の色や仕上げによらず汚れ量の増加に伴って L*値の値が減少した。a)～c)の写真から JB 仕上げの表面から採取した汚れに斑が見られたが、d)、e)から JB 仕上げは L*値による評価への影響は少ないと言える。

4. 歩行汚し試験体の歩行量と汚れ量の関係の調査

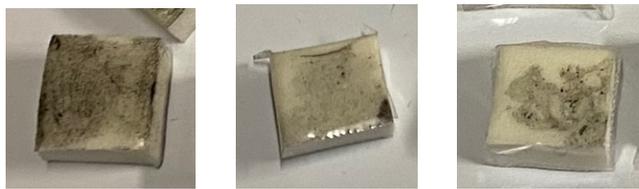
4.1 歩行による石材の汚し実験

実験概要を表 2 に示す。研究 2 で作成した墨による汚し試験体とは異なり、実際に石材上を歩行し、汚し試験体の作製を行う。汚れの再現には黒土を用いており、それを靴裏がゴム製の適度に溝を持った靴に付着させ石材の上を歩行する。歩行を開始する前にはその場で足踏みを行っており、これは靴の溝に土が入り込みすぎるのを防ぐためである。

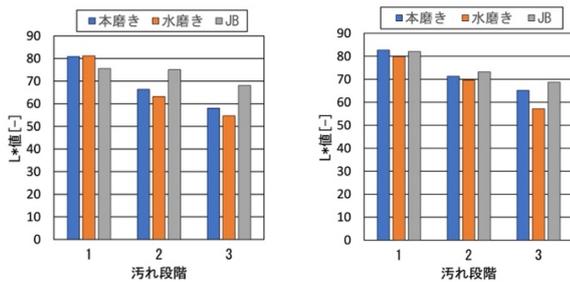
図 8 に通常の靴裏との状態比較のため、実験時の靴裏と屋外の舗装された道を 4km 歩行した靴裏の状態の比較を示す。汚れを採取する布を平滑な靴裏に貼り付け色差計で測定を行い、図 7a)のグラフから実験時の靴裏の汚れ量は L*値を基準とした場合、6.9km の歩行を行った汚れ量と同等であると予想できた。

4.2 汚した試験体の表面物性の測定

図 8、図 9 のグラフ左側に測定結果を示す。花崗岩 W 本磨きの試験体は歩行量に対しての L*値変化が小さかった。一方、表面が粗く汚れが付着しやすい JB 仕上げでは歩行量に伴い L*値も低下している。



a) 花崗岩 W 本磨き b) 花崗岩 B 本磨き c) 花崗岩 B JB



d) 花崗岩 B L*値 e) 花崗岩 W L*値

図 6 採取した汚れの様子および L*値と汚れ量の比較

図 8e)～h)のグラフから、本磨きの試験体は表面粗さ、光沢度(60°)に関しても値の低下が見られた。

最も大きな変化が見られたのが a*値、b*値で、本磨き、JB 仕上げ共に歩行回数に比例して a*値、b*値が増加したことがわかる。これは試験体が赤褐色化したことを指し、研究 2 では同様の結果は見られなかった。ここから a*値、b*値は汚れの原因となる物質の色により、汚れ評価に有効となることがわかった。

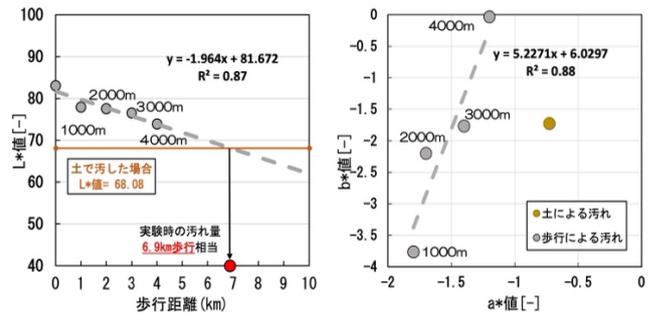
4.3 汚し試験体の掃き清掃と水拭き清掃

表 2 に実験概要を、表 2d)、e)に掃き清掃に使用したはけ及び水拭き清掃に使用した雑巾を示す。水拭き清掃に使用する雑巾は一般的なパイル地のものを使用し、乾燥時の布の重量の 1.2 倍の水を含ませて清掃を行う。清掃回数は掃き清掃は 5 回、水拭き清掃は 3 回を 1 セットとし、1 セット終了ごとに 3 つの測定器を使用して汚れの改善度合いを調査する。

図 8、図 9 のグラフ右側に実験結果のグラフを示す。図 8 より本磨きの試験体は掃き清掃・水拭き清掃共に L*値に変化は見られなかったが表面粗さの改善が見られ、水拭き清掃による光沢度と a*値、b*値の改善も見られた。

図 9 は花崗岩 W JB 仕上げのグラフで、掃き清掃・水拭き清掃共に L*値には品質の改善が見られたが、a*値、b*値には清掃による品質改善が見られなかった。これは清掃により土が石材の凹凸に入り、土の色が見やすくなってしまったことが影響していると考えられる。

図 10 にグラフから推計した汚し実験前の状態まで品質を改善させるために必要な清掃回数を示す。清掃段階の測定値から近似曲線を作成し、曲線が初期値と交わる横軸の値(清掃回数)によって算出している。必要清掃回数が 2～4 回の場合には適切な清掃方法と言える。



a) L*値による比較 b) a*値, b*値による比較



c) 土で汚した靴裏 d) 歩行で汚した靴裏

図 7 土で汚した場合と歩行した場合の靴裏の汚れ量の比較

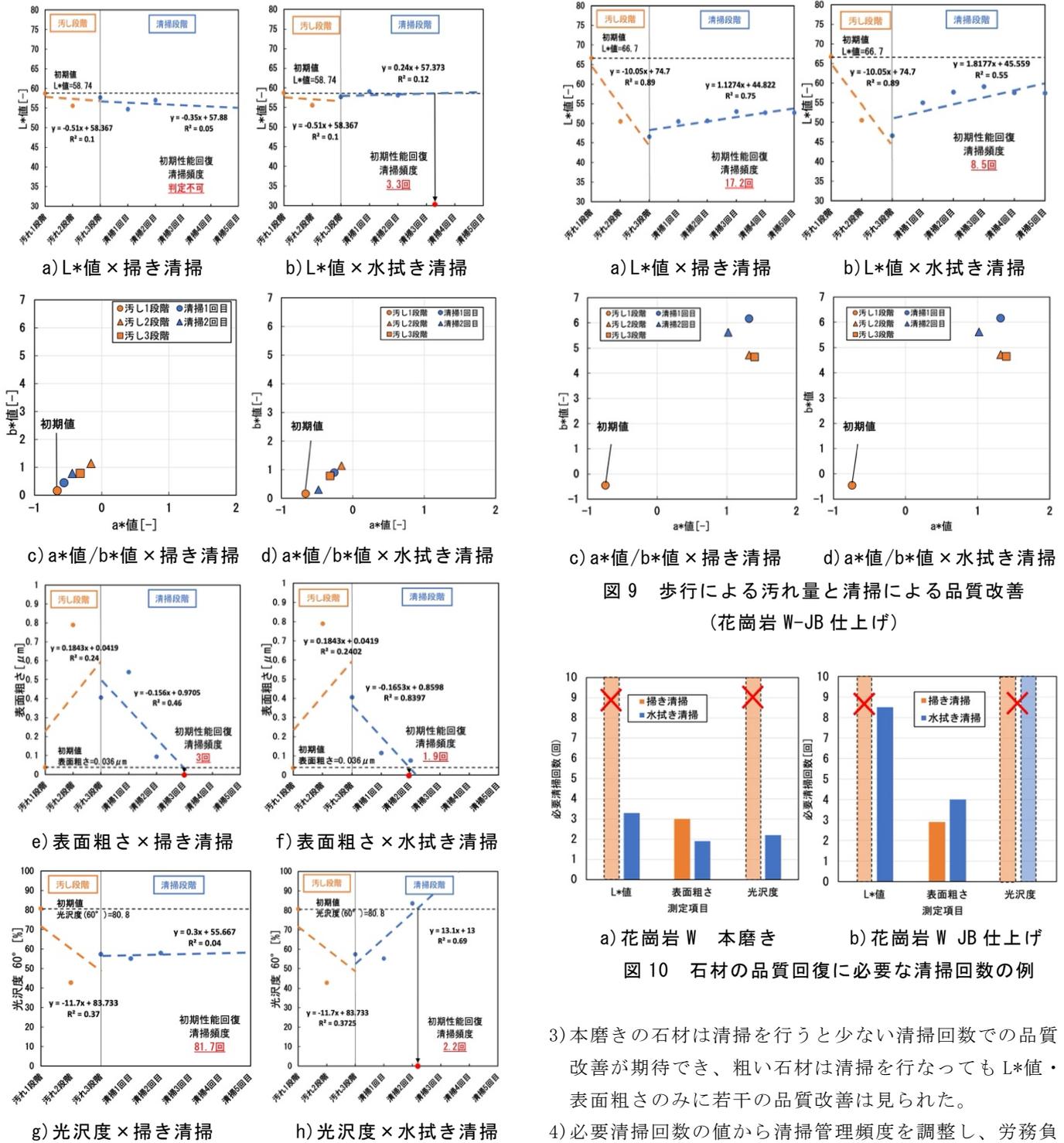


図 8 歩行による汚れ量と清掃による品質改善 (花崗岩 W-本磨き)

6 まとめ

- 1) 印象評価では汚れ量の増加に伴い評価が下がっており、測定値も概ね同じ傾向が見られるが、L*値に関しては値が下がっているものの全体的に変化が小さく評価の基準とすることは難しいことがわかった。
- 2) 各石材の汚し前の状態に回復するまでに必要な清掃回数を推測できた。また、その数値をふまえて石材の仕上げにより適切な清掃方法が異なることがわかった。

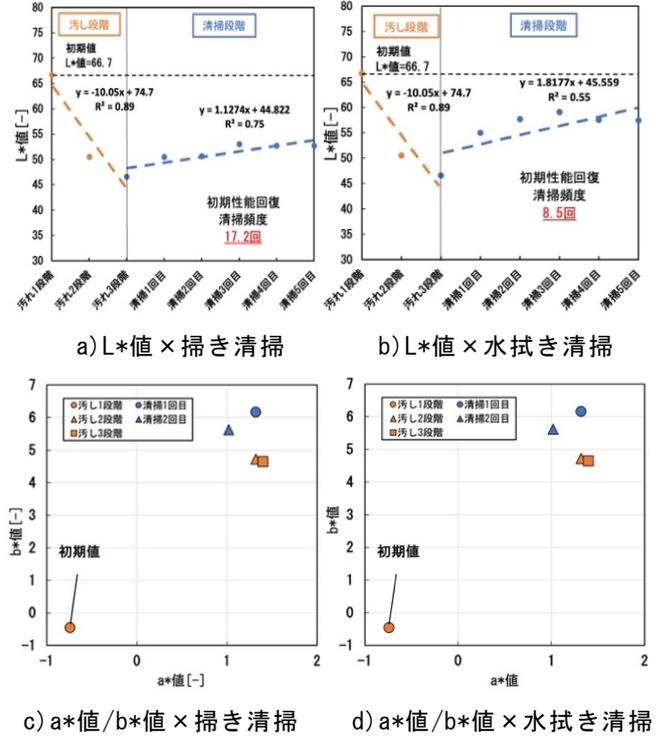


図 9 歩行による汚れ量と清掃による品質改善 (花崗岩 W-JB 仕上げ)

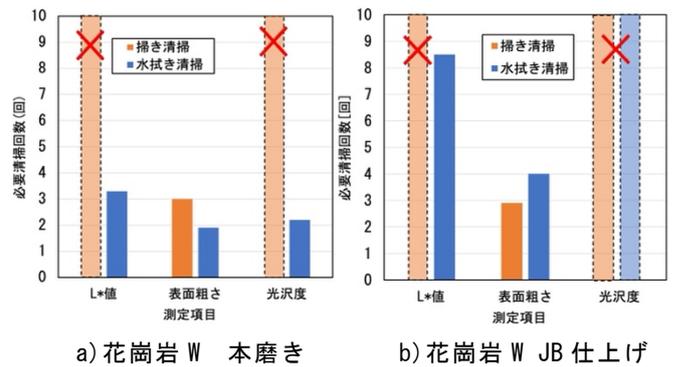


図 10 石材の品質回復に必要な清掃回数の例

- 3) 本磨きの石材は清掃を行うと少ない清掃回数での品質改善が期待でき、粗い石材は清掃を行なっても L*値・表面粗さのみに若干の品質改善は見られた。
- 4) 必要清掃回数の値から清掃管理頻度を調整し、労務負荷を低減できる可能性がある。

謝辞 本研究は新幹線メンテナンス東海各位との 2021 年度の共同研究をふまえて検討した内容であり、関係者各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 村中嘉唯ら：大規模鉄道施設のセラミック系材料を対象とした清掃管理による品質改善特性と使用者印象の相関性、日本建築学会関東支部研究報告書、2022. 3.