

大規模鉄道施設におけるセラミックス系建材を対象とした
清掃管理による品質改善特性と使用者印象の相関性

DB18303 村中嘉唯

1. はじめに

今まで日本では、時代の変化に合わせ、古くなった建物を壊し、建物を新しく建て替える、スクラップアンドビルド手法をとっていた。そのため、建築後の管理については深く考えられていなかった。しかし、現代では、ストック型社会でメンテナンスを定期的に行い、建物を長持ちさせる必要性が高まっており、汚れや美観対策などのメンテナンスも重要になる。

本研究では、大規模鉄道施設を対象に使用者の石材を中心とした、セラミックス系建材に対する汚れの清掃作業前後の品質改善特性を評価するとともに、使用者の立場による外観の印象を評価し、大規模鉄道施設の適切なメンテナンス計画とその実施を図る。

2. 研究概要

2.1 使用材料

表 1 に大規模鉄道施設に使用される材料を、表 2 に研究での実験要因と水準を、表 3 に今回取り扱う部材とそれに付着する汚れの内容を示す。本研究では、床に使用される石材を中心に行い、石材の種類と色、仕上げに注目しながら行う。

2.2 実験方法

図 1 に研究の流れを、表 4 に実験項目と内容を示す。表 4 内図 d にコンコースセラミック系建材の汚れ・清掃評価レベルの階層を示す。まず、対象の明度値による分類を行う。その後、材料の表面が平滑か粗いかで分類する。測定項目、明度測定、光沢測定、表面粗さ測定の 3 つにて、汚れが付着した際に、測定可能なもの、もしくは汚れ部分との差別化ができるものに○を、測定不可能、もしくは汚れ部分と差別化不可能なものには×をつける。表の上に行くほど汚れた際に汚れが目立ち、清掃の優先度が高くなり、下に行くほど、汚れが目立ちにくくなり、優先度が低くなる。

既往の研究では、清掃メンテナンスの会社が車内清掃員を対象としたヒアリング調査及び測定器を用いて、実際の新幹線での汚損の調査を行った。その結果、経年と共に、清掃員は対象部位を汚れていると感じる割合が増えていき、測定値も上昇していくことから、汚損部分に対する清掃員による目視判定と測定結果には相関があることが指摘されている。

研究 1 にて、JR 東海東京駅での現状を調べた後、その問題

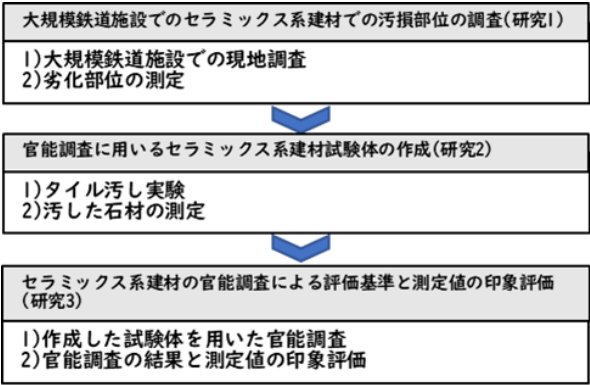


図 1 研究の流れ

表 1 使用材料(研究 1)

場所	部位	資機材の種類	加工形態
コンコース	床面	床用石材(450 角 黒色花崗岩)	ジェットバーナー仕上げ
		床用石材(450 角 白色花崗岩)	水磨き仕上げ
	階段	石材(白色花崗岩)	ジェットバーナー仕上げ
トイレ	床面	石材(黒色花崗岩)	本磨き(御影)
		乾式タイル(300 角濃灰色)	保護膜仕上げ(透明)

表 2 実験要因と水準

セラミックス系材料の要因		水準
セラミックス系建材汚損調査(研究 1)	コンコースの汚れ評価対象	床用タイル(450 角 黒色花崗岩、白色花崗岩)、誘導ブロック、壁、ステッカー
	トイレの汚れ評価対象	床用タイル、壁、シンク
セラミックス系建材の汚し実験(研究 2)	汚れの評価指標	L*a*b*値、光沢度%(20° 60°)、表面粗さμm
	使用石材	花崗 W(450 mm×450 mm 白色花崗岩)、花崗 B(450 mm×450 mm 黒色花崗岩)
	測定項目	L*a*b*値変化、認識変化
	汚れ付着量(微粒粉体)	3 段階(2.0×10 ⁻³ g): 汚れ大 2 段階(1.0×10 ⁻³ g): 汚れ中 1 段階: 汚れなし
セラミックス系材料の官能調査による評価基準と測定値の印象評価(研究 3)	汚れ清掃	清掃方法
	物理指標	磨き、はき、こすり、薬品、なし
		汚れ感、平滑感、光沢感、明るさ
	感覚指標	均一感
	嗜好指標	心地よさ、好ましき

表 3 実態調査に基づく汚れの分類(研究 1)

対象部位		汚れ
コンコース	ステッカー	靴跡、レール痕、経年劣化
	誘導ブロック	靴跡、レール痕、経年劣化
	花崗岩黒色タイル	靴跡、飲食物、ほこり
	壁	歩行者、傷、靴墨
トイレ	床タイル	靴跡
	小便器周りのタイル	歩行者、靴跡、尿痕
駅構内	階段蹴上部分	水痕
	エスカレーター脇	清掃汚水、水痕

部分を再現した試験体の作成を行う。表 4 内図 e に使用する石材 2 種類を示す。白色の花崗岩 W と黒色の花崗岩 B の 2 種類にそれぞれ本磨き、水磨き、ジェットバーナーの加工形態、3 枚ずつの計 18 枚を試料とした。

汚れを①全く汚れていない～⑤かなり汚れているの 5 段階の汚れ状態を作成する。溶解液の濃さは、③の状態を新松墨煙：水＝1：5000、⑤の状態を新松墨煙：水＝1：1000 に調合した。

研究 2 にて作成した試験体を使用し、官能調査を行う。

表 5 に調査で使用する各評価指標を示す。評価指標は、汚れ感のような①物理指標、均一感の②感覚指標、好ましさのような③嗜好指標の全 7 つの指標を照らし合わせ、相関があるかを模索する。

表 4 内図 f に官能調査の方法を示す。官能調査では外部からの光を遮断し、内部に光源(D65)を用意した暗室内で行い、光源の下に官能調査で使用する試験体を 45 度の角度で設置する。なお、光は試験体のみに当てることを目的とするため、光を制御するために仕切りを設置する。観測者は 1m、3m の近い位置と遠い位置から観測してもらう。

2.3. 駅コンコースのセラミックス系材料汚れ、劣化部位の調査(研究 1)

図 2 に大規模鉄道施設での汚損が目立った部分を、図 3 に現地調査での測定結果を示す。改札外コンコースには、花崗岩黒色タイルに黒いシミや、コンコース壁の傷、壁際の床面に変色が見られた。

改札内コンコースのトイレでは、床面はコーティング剤が塗られており、綺麗な印象を受けたが、小便器の周りに白い付着物が目立った。また、階段蹴上部分は黒いシミがあり、登る際に目立つ印象を受けた。

2.4. 官能調査に用いる各種セラミックス系試験体の作製(研究 2)

図 4 に(汚れ小⇒大)L*値測定結果を示す。汚れるたびに、値が低下する傾向が見られたが、色や模様が入った石材を使用したため、その値の変化が小さかった。

図 5 に清掃前後の a*b*値の変化を示す。無彩色同士の組み合わせのため、汚れによる変化は見られなかった。

図 6 に清掃前後の表面粗さの変化を示す。本磨きのような凹凸が全くない石材では、汚れていくにつれて表面粗さの数値が上昇するが、逆に水磨きのような凹凸がみられるものは、逆に数値が下がっていた。これは凹の部分に汚れが入り込み、表面の粗さがなくなっていくため、数値が下がったと考えられる。

図 7 に清掃前後の光沢値の変化を示す。本磨きは高い数値を記録し、汚れとともに光沢の値が低下した。しかし、水磨きと

表 4 測定項目と内容

実験項目		内容																					
実験名略記	大規模鉄道施設でのセラミックス系建材の汚損部位の調査																						
調査対象	コンコースでのセラミックス素材 (床タイル、壁、誘導ブロック)																						
明度測定	色差計により、汚れ箇所の 100 mm の範囲の 表面測定し、L*a*b*値で計測																						
光沢度%	光沢計により、汚れ箇所の 100 mm の範囲の 表面測定し、%で計測																						
表面粗さ μm	表面粗さ測定器により、汚れ箇所の 100 mm の 範囲の表面測定し、Ra 値(μm)で計測																						
研究 1	 a) 色差計での測定 b) 光沢計での測定 c) 表面粗さ測定器での測定 図 4 測定の様子																						
	① 認知 ② 建材の状態 ③ 測定レベル ④ メンテナンス <table><thead><tr><th></th><th>白系</th><th>黒系</th><th>平滑</th><th>粗い</th><th>平滑</th><th>粗い</th></tr></thead><tbody><tr><td>対象の明度値</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>清掃の優先度</td><td>L4</td><td>L3</td><td>L2</td><td>L1</td><td>L4</td><td>L3</td></tr></tbody></table>			白系	黒系	平滑	粗い	平滑	粗い	対象の明度値							清掃の優先度	L4	L3	L2	L1	L4	L3
		白系	黒系	平滑	粗い	平滑	粗い																
	対象の明度値																						
清掃の優先度	L4	L3	L2	L1	L4	L3																	
d) コンコースとセラミックス系建材の汚れ・清掃評価レベルの階層																							
研究 2	実験名略記	官能調査に用いる各種セラミックス系建材試験体の作成																					
	試験体略記	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、ジェットバーナー仕上げ) 450 mm×450 mm の石材に新松煙墨と水で作成した溶解液を 表面に均等にかかるように定量付着させ、乾燥させたの ちに機材での測定を行い、汚れ方を 3 段階にする。																					
	試験体作成 I																						
	e) 実験に使用する石材																						
研究 3	実験名略記	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																					
	試験体略記	研究 2 にて用意したセラミックス系建材試験体																					
	遠距離 近距離 D65 光源 200lx 45° 3 m 1 m f) 官能調査の方法																						

表 5 官能調査評価項目

評価指標		評価範囲(5 段階)
物理指標	汚れ感	汚れていないー汚れている
	平滑感	平滑でないー平滑がある
	光沢感	光沢があるー光沢がない
	明るさ	暗いー明るい
感覚指標	均一感	均一でないー均一である
嗜好指標	心地よさ	不快であるー心地よい
	好ましさ	好ましくないー好ましい

ジェットパーナー仕上げでは汚す前から値が0に近く、汚れ付着による値の変化も見られなかった。

2.5. セラミックス系建材の官能調査による評価基準と測定値の印象評価(研究3)

表10に石材種類・観察距離の違いによる各指標間の相関係数の比較を示す。白色の花崗Wの石材の印象評価よりも、黒色の花崗Bの評価が低下する傾向が見られた。また、本磨きのように表面の凹凸が少ないものは、印象評価の変動はなかったが、水磨き、ジェットパーナー仕上げでは変動が大きくなった。図8に各評価指標の相関関係図を示す。すべて近距離の相関図であり、左側を相関が高いもの、右側を相関が低いものとする。遠距離の結果は、近距離の結果よりも相関の値が高くなっていった。①物理指標同士の組み合わせでは、相関が低い傾向があった。①物理指標と②感覚指標の組み合わせでは、比較的高い数値を示していたが、光沢感と平滑感との組み合わせでは、低い数値であった。物理指標と③嗜好指標の組み合わせでは、全て高い数値を示していた。②感覚指標と③嗜好指標の組み合わせでは、前者と同様高い数値を示していた。



図2 東京駅での汚れ及び劣化部位

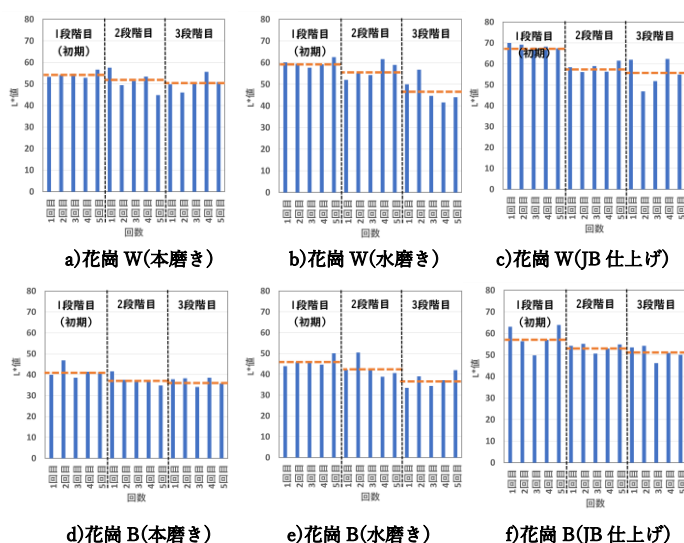


図4 (汚れ小⇒大)L*値測定結果(S1レベル)

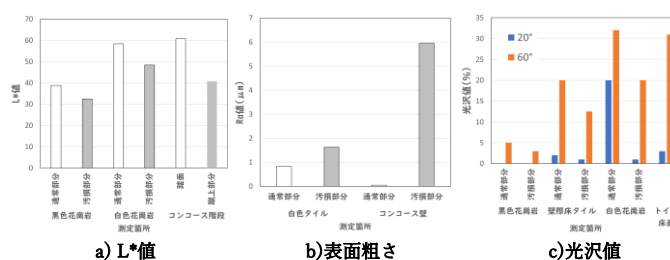


図3 現地調査測定結果

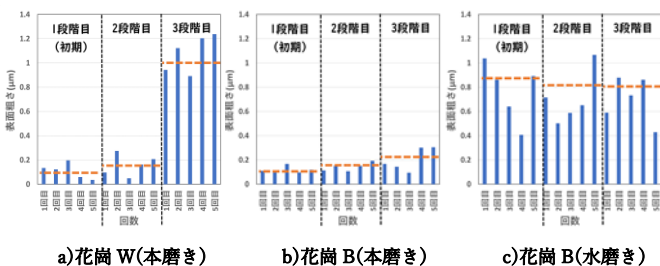


図6 (汚れ小⇒大)表面粗さ測定結果(S2レベル)

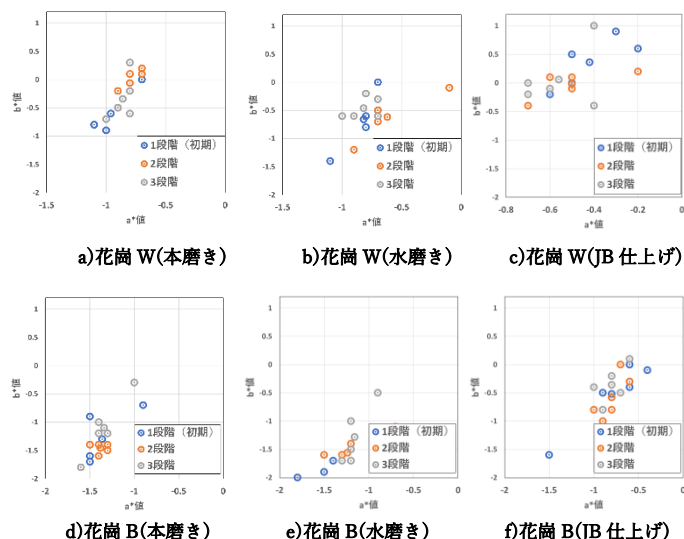


図5 (汚れ小⇒大)a*b*値測定結果(S1レベル)

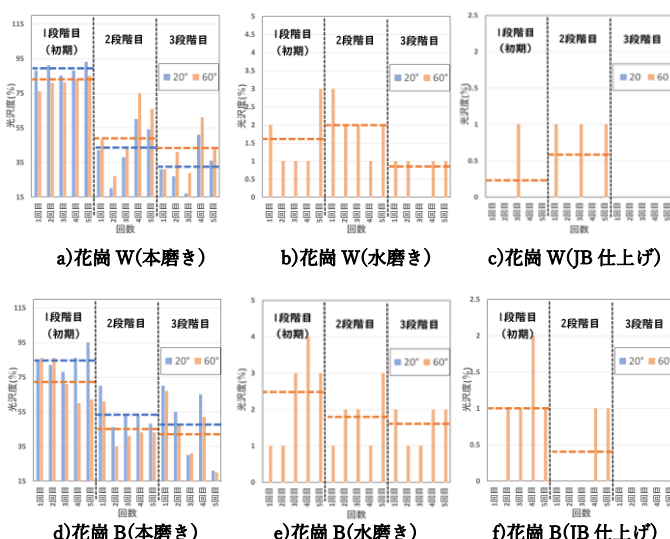


図7 (汚れ小⇒大)光沢度測定結果(S3レベル)

表 10 石材種類・観察距離の違いによる
各指標間の相関係数の比較

a) 花崗 W(近距離)

	①物理指標				②感覚		③嗜好指標	
	汚れ感	平滑さ	光沢感	明るさ	均一感	心地よさ	好ましき	
平滑感	0.6650	—	—	—	—	—	—	—
光沢感	0.5480	0.9805	—	—	—	—	—	—
明るさ	0.8473	0.8607	0.8380	—	—	—	—	—
均一感	0.9924	0.7187	0.6107	0.7625	—	—	—	—
心地よさ	0.9918	0.9912	0.7160	0.8652	0.6113	—	—	—
好ましき	0.9853	0.9876	0.6729	0.8130	0.5742	0.9900	—	—

b) 花崗 W(遠距離)

	①物理指標				②感覚		③嗜好指標	
	汚れ感	平滑さ	光沢感	明るさ	均一感	心地よさ	好ましき	
平滑感	0.6827	—	—	—	—	—	—	—
光沢感	0.5937	0.9769	—	—	—	—	—	—
明るさ	0.9049	0.9445	0.7852	—	—	—	—	—
均一感	0.9887	0.7186	0.6488	0.7510	—	—	—	—
心地よさ	0.9753	0.9895	0.6564	0.9292	0.5882	—	—	—
好ましき	0.9768	0.9836	0.6508	0.9298	0.5682	0.9853	—	—

c) 花崗 B(近距離)

	①物理指標				②感覚		③嗜好	
	汚れ感	平滑感	光沢感	明るさ	均一感	心地よさ	好ましき	
平滑感	0.3807	—	—	—	—	—	—	—
光沢感	0.3538	0.5768	—	—	—	—	—	—
明るさ	0.7813	0.8868	0.6784	—	—	—	—	—
均一感	0.9479	0.5989	0.9294	0.7104	—	—	—	—
心地よさ	0.9048	0.9495	0.5602	0.9245	0.5725	—	—	—
好ましき	0.9023	0.9392	0.5133	0.8989	0.5077	0.9924	—	—

d) 花崗 B(遠距離)

	①物理指標				②感覚		③嗜好指標	
	汚れ感	平滑感	光沢感	明るさ	均一感	心地よさ	好ましき	
平滑感	0.6171	—	—	—	—	—	—	—
光沢感	0.5288	0.6050	—	—	—	—	—	—
明るさ	0.8892	0.8684	0.6938	—	—	—	—	—
均一感	0.9897	0.6920	0.9847	0.6282	—	—	—	—
心地よさ	0.9841	0.9792	0.5721	0.8441	0.4818	—	—	—
好ましき	0.9810	0.9655	0.5189	0.8607	0.4243	0.9911	—	—

3. まとめ

- 1) 石材が白い場合、S1(色)が低下すると、コントラストが大きくなり、好ましきや快適性などの印象評価が下がるため、明度と光沢と粗さを保つ清掃レベル L3(清掃頻度大)～L4(清掃頻度特大)程度にする必要がある。
- 2) 石材が黒い場合、S1(色)が低下しても同系色であるため、均一性と相関する印象評価が下がりにくく、光沢と粗さを保つ清掃レベル L1(清掃頻度極小)～L2(清掃頻度小)程度でもよいと考えられる。
- 3) 石材が平滑の場合、S1(色)は汚れの固着による変化が大きく、S1(色)のみならず S2(粗さ)や S3(光沢)に影響が出てくるため、美観維持のために清掃レベルは高くする必要がある。
- 4) 石材が粗い場合 S1(色)は汚れの固着による変化は小さく、S1(色)と S3(光沢)への影響は小さくなるため清掃レベルは低くなる。
- 5) 石材以外のセラミックス系材料も 1)～4)の判定方法で清掃レベルを決定づけることができるが、色やコーティング剤がある場合は、追加で判断基準を考えなくてはならない。

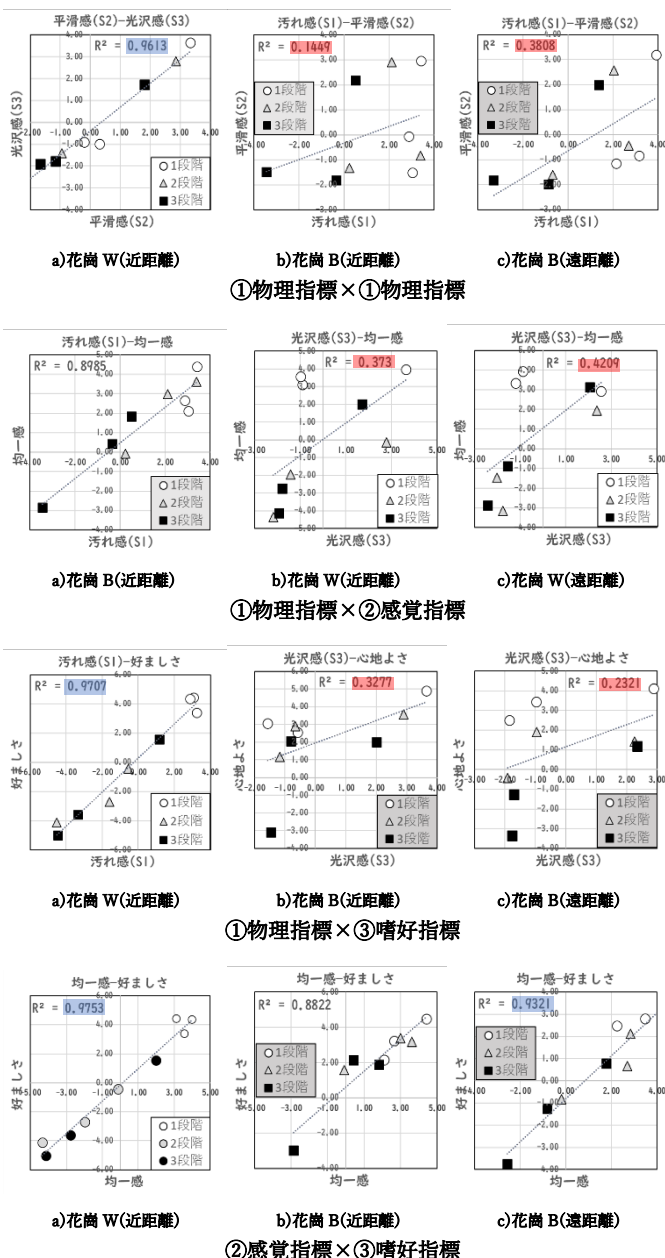


図 8 汚れ感を中心とした各評価指標の相関(近距離)

謝辞 本研究は新幹線メンテナンス東海各位との共同研究であり、関ヶ原石材に調査、試料提供を頂いた。関係者各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 新幹線メンテナンス東海株式会社 車両の汚損状況に応じた整備体系の構築 経過報告書 2020
- 2) 大野彩ら 各種内外装材料の汚れ意識調査と汚れ洗浄処理による印象改善度の評価 2018 年度日本建築学会関東支部研究報告集 pp65-pp68 2018
- 3) TOTO ハイドロセラ・フロア PU (厚型) 技術レポート 2016
- 4) リンレイ社 セラミックタイルのメンテナンスレポート 2016