

大規模鉄道施設の金属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

DB18132 清水 友基

1. はじめに

以前の日本では、古い建築物を壊し、新しい建築物に建て替えるスクラップアンドビルド (scrap and build) を主体に活動していた。しかし、地球環境問題の深刻化に伴い、フロー型社会からストック型社会に変化したことで、建築物の長寿命化に高い関心が集まっている。そのため、現在の日本では、建築物に対するメンテナンスを定期的に行い、長く保ち、使い続けることが求められている。本研究における金属系材料の代表である新幹線は、鉄道施設の景観構成に多大な影響を及ぼし、ホームなどの景観要素の一部である。

一方、清掃管理における汚れの判定は難しく、ばらつき (個人差) が生じるという課題がある。

本研究では、大規模鉄道施設の金属系材料を対象とした実態調査を通じて、汚れ状況の把握を行う。そして、汚れ金属試料の作成や官能検査を通じて、汚れが金属系材料に与える影響を評価し、人間の感覚的要素である印象と汚れの相関を分析する。

2. 研究概要

2.1 本研究の流れ (研究 1・2・3)

表 1 に大規模鉄道施設の金属系材料を対象とした調査の概要 (研究 1) を、表 2 に汚れ段階別試料作成のための汚し実験の概要 (研究 2) を、表 3 に汚れ段階別鋼板を用いた官能検査の概要 (研究 3) を示す。

本研究では、新幹線を利用する人 (使用者の視点) と清掃する人 (作業者の視点) の目線にある新幹線車両側面 (マクロの視点) を対象とする。また、新幹線車両における外板部・窓ガラス付近の外板部・連結部・窓ガラスを詳細な測定箇所 (ミクロの視点) とする。

2.2 大規模鉄道施設の金属系材料を対象とした調査 (研究 1)

表 4 に大規模鉄道施設における金属系材料の特性分析を、表 5 に大規模鉄道施設における金属系材料の汚れ分類を示す。

新幹線の寿命は、使い倒しの 180 万 Km (または 15～25 年) であり、在来線よりも長距離間の走行が可能である。故障・寿命を迎えた新幹線は、スクラップとして解体される。

本研究では、新幹線車両側面を対象とし、新幹線調査における測定箇所を外板部の内容に限定している。今回の新幹線調査で実測を行った車両は、清掃前の 1～7 号車が、外板特別整備から 35 日経過した状態で、残りの 8

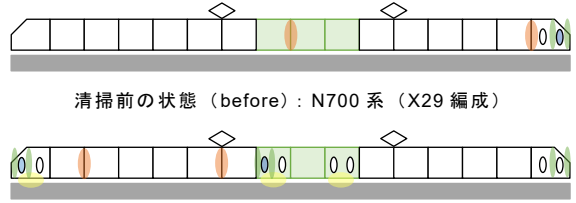
～16 号車が、60 日経過した状態の N700 系 X29 編成の車両である。一方、清掃後が、全般検査終了後に、一定時間走行した状態の N700 系 X53 編成である。車両全体の清掃時間は、約 1 時間～1.5 時間程度の時間を必要とし、複数回に分割して行っている。

2.3 汚れ段階別試料作成のための汚し実験 (研究 2)

本研究では、3 種類 (白色系・銀色系・黒色系) のカラー鋼板を用い、4 段階 (0 段階～3 段階) の汚れ段階の再現を行う。すなわち、官能検査用試料 (3 種類×4 段階＝12 枚) の作成を行う。

表 1 大規模鉄道施設の金属系材料を対象とした調査の概要 (研究 1)

ヒアリング調査 (2021 年 4 月)	新幹線車両および関連施設維持管理主体
東京駅調査 (2021 年 5 月)	新幹線車両および東京駅構内の金属系材料および汚れ状況の把握
新幹線調査 (2021 年 6 月)	外板部・窓ガラス付近の外板部・連結部・窓ガラスの汚れ状況の把握



清掃前の状態 (before) : N700 系 (X29 編成)

清掃後の状態 (after) : N700 系 (X53 編成)



詳細な測定箇所

外板部
窓ガラス付近の外板部
連結部
窓ガラス

a) 新幹線調査での調査箇所

b) 鉄道車両の検査体系

検査項目	新幹線	在来線
寿命	15～25 年	30～40 年
日常検査	洗車機による洗浄	
交番検査	30 日または 3 万 Km	90 日または 3 万 Km
要部検査	1 年または 30 万 Km	3 年または 40 万 Km
全般検査	3 年または 120 万 Km	6 年または 80 万 Km

c) 清掃管理における清掃レベルの基準

外見 (材料の印象)		測定レベル			清掃 レベル
		S1	S2	S3	
白色系	平滑	○	○	○	Lv.4
	粗い	○	×	○	Lv.3
黒色系	平滑	×	○	○	Lv.2
	粗い	×	×	○	Lv.1

表 2 汚れ段階別試料作成のための汚し実験の概要（研究 2）

a) 使用材料の水準

使用材料	水準
カラー鋼板	白色系・銀色系・黒色系
微粒粉体	1 段階目：0.00g×0000g
	2 段階目：0.05g×1000g
	3 段階目：0.10g×1000g
	4 段階目：0.50g×1000g
水	八王子市の上水道水

b) 本研究で使用する測定機器

調査要因	測定項目
S1：色差計	L*値・a*値・b*値
S2：表面粗さ測定器	Ra（μm）
S3：光沢計	20 度（％）・60 度（％）

c) 汚しカラー鋼板の官能検査用試料

色 彩	汚れ段階（0～5.0×10 ⁻³ g/枚）			
	0 段階	1 段階	2 段階	3 段階
白色系				
銀色系				
黒色系				

表 3 汚れ段階別鋼板を用いた官能検査の概要（研究 3）

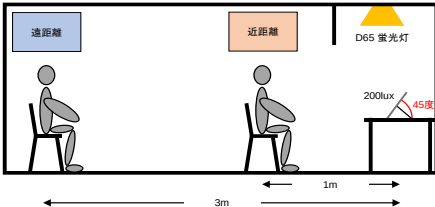
日時	2021 年 12 月 7、14 日（火曜日）		
場所	官能検査用暗室（工学院大学 13 号館 3 階）		
対象	専門知識のある利用者を想定（建築学生 20 人）		





a) 近距離の視点

b) 遠距離の視点



c) 官能検査の方法

d) 官能検査に用いる評価指標（評価範囲：5 段階）

評価指標	評価形容詞
①物理指標	汚れ感・光沢感・平滑感・明るさ
②感覚指標	均一さ・目立ち感
③嗜好指標	心地よさ・好ましさ

表 4 大規模鉄道施設における金属系材料の特性分析

項目	用途	構成材料	運動	地面との位置関係
手すり	安全	スチール	静的	垂直
ホーム柱部		コンクリート＋スチール		
ホーム柵		ステンレス＋塗装		
ホームドア				
給気口		換気		ステンレス
ホーム屋根	防水	スチール		
ホーム連結	連結	アルミニウム		
新幹線	遮蔽	アルミ合金＋塗装	動的	垂直＋水平
				
ホームドア・ホーム柵		新幹線車両		

表 5 大規模鉄道施設における金属系材料の汚れ分類

a) 新幹線	
分類	汚れ
自然的要因	制輪子鉄粉・鱗状痕・銅粉
人為的要因	—
制輪子鉄粉	鱗状痕

b) ホーム柵・ホームドア・手すり

分類	汚れ
自然的要因	制輪子鉄粉・サビ
人為的要因	手あか・ゴム跡・キズ

2. 4 汚れ段階別鋼板を用いた官能検査（研究 3）

本研究では、研究 2 で作成した汚れ段階別鋼板を用い、近距離（1m）の視点と長距離（3m）の視点から観察を行う。その際、①物理指標と②感覚指標、③嗜好指標の 3 つの評価指標からなる 8 つの評価形容詞を用い、5 段階による評価を行う。

3. 新幹線車両の詳細部を対象とした汚れ分析（研究 1）

図 1 に新幹線調査における目視確認結果を、図 2 に新幹線調査における詳細部の測定結果を示す。

図 1 の a)・b) では、車両側面の外板部における反射具合に違いがある。c)・d) では、連結部に汚れが蓄積し、e) は白色系から黒色系に変色している。e)・f) では、e) の窓ガラス表面に鱗状痕という汚れが付着している。清掃前の状態と清掃後の状態を目視から比較しても汚れを

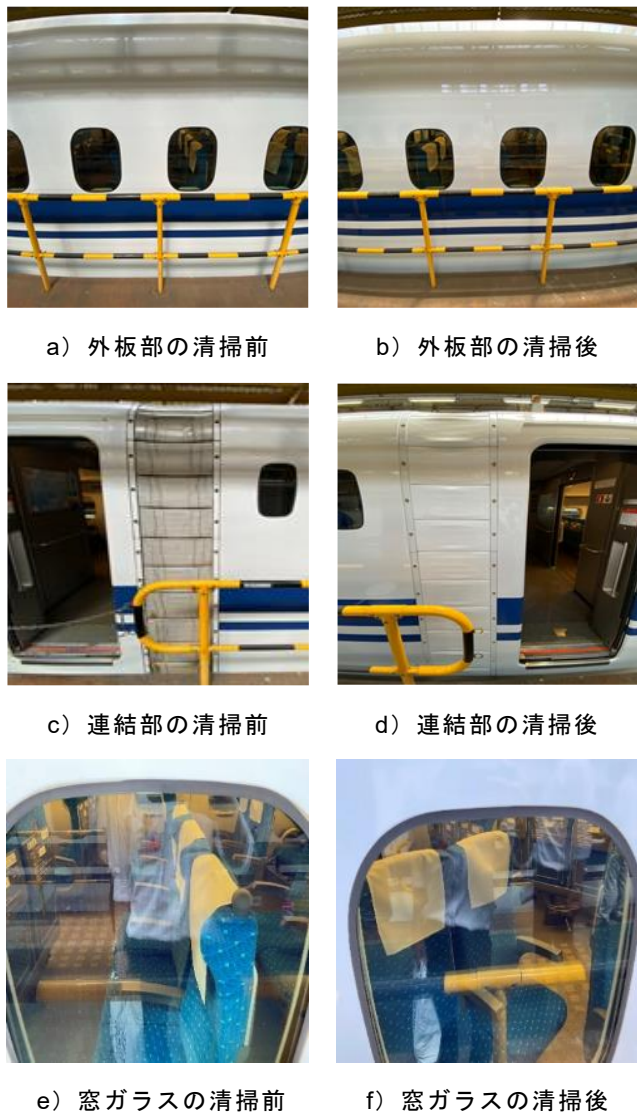


図 1 新幹線調査における目視確認結果

認識することが可能である。

図 2 の外板部より、S1 で測定を行った a) では、すべての箇所 L^* 値が高く、白色系の状態にあり、清掃前と清掃後で大きな差がない。b) では、清掃後は a^* 値・ b^* 値が原点付近にあり、汚れていない状態である。一方、清掃前は原点から離れ、 b^* 値が増加し、黄色系の汚れが付着している。S2 で測定を行った c) では、すべての箇所で異なる R_a を示し、清掃前と清掃後で大きな差がない。S3 で測定を行った d) では、清掃後より清掃前が 20 度と 60 度の両方で低下し、光沢も低下している。

連結部より、S1 で測定を行った e) では、清掃後より清掃前の L^* 値が低下し、黒色系の汚れが付着している。f) では、清掃後は a^* 値・ b^* 値が原点付近にあり、汚れていない状態である。一方、清掃後は原点から離れ、 b^* 値が増加し、黄色系の汚れが付着している。S3 で測定を行った g) では、清掃後より清掃前が 20 度と 60 度の両方で低下し、光沢も低下している。

窓ガラスより、S3 で測定を行った h) では、清掃後よ

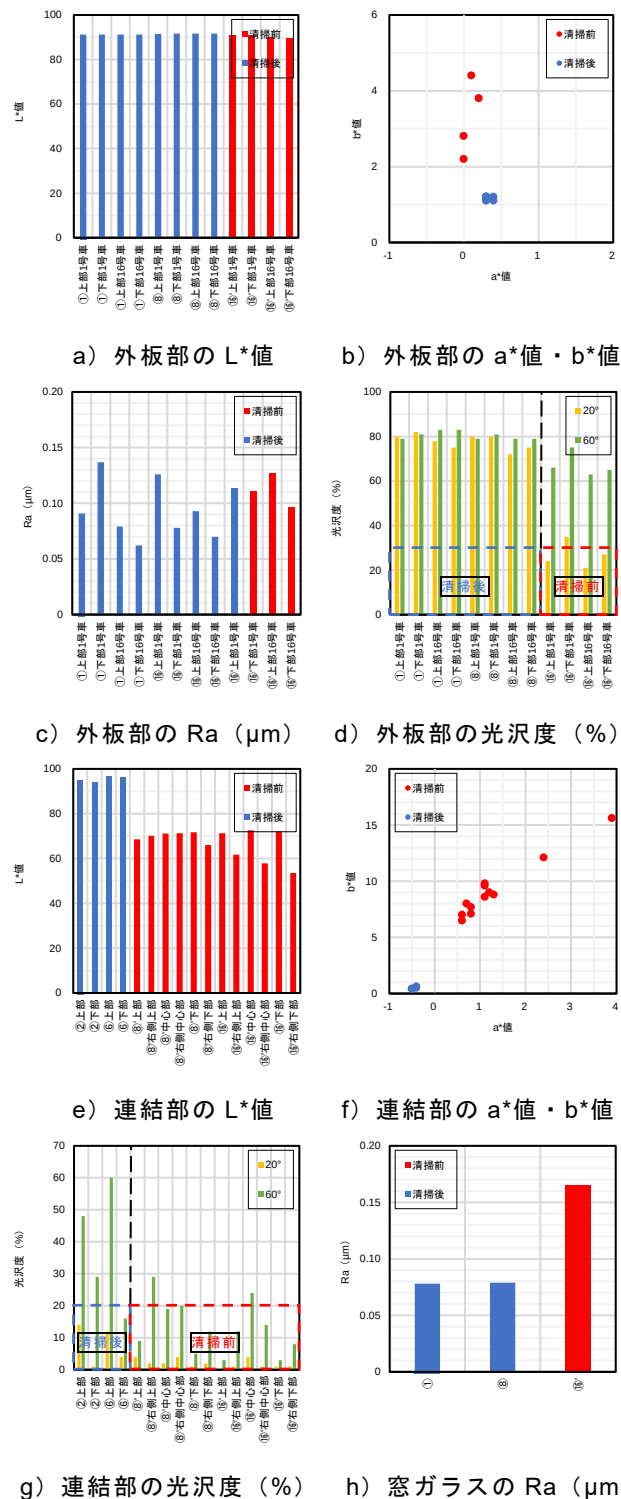


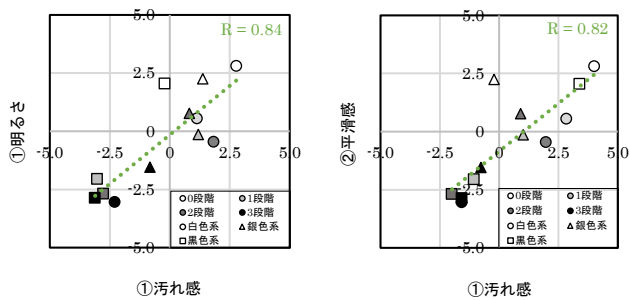
図 2 新幹線調査における詳細部の測定結果

り清掃前の R_a が低下し、凹凸のある汚れが付着している。

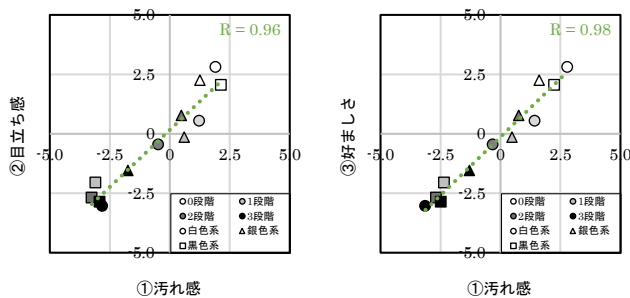
4. 汚れ段階別鋼板を用いた官能検査からの分析 (研究 2・3)

図 3 に近距離官能検査による印象相関 ($R > 0.80$) を、図 4 に近距離官能検査による印象相関 ($R < 0.60$) を、図 5 に観察距離で変化する各印象の相関関係を示す。

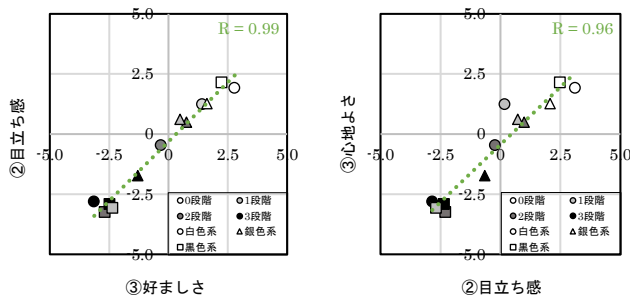
図 3 より、物理指標である汚れ感との相関に着目すると、感覚指標である均一感との相関が低い傾向にある。



a) ①汚れ感 × ①明るさ b) ①汚れ感 × ②平滑感

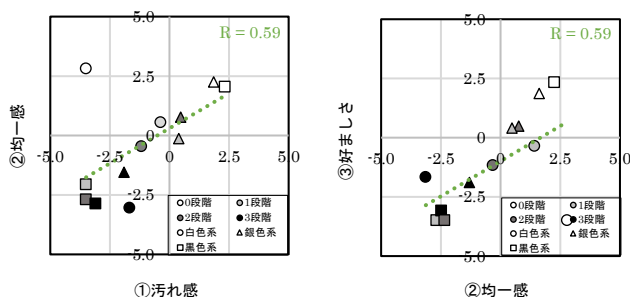


c) ①汚れ感 × ②目立ち感 d) ①汚れ感 × ③好ましさ



e) ②目立ち感 × ③好ましさ f) ②目立ち感 × ③心地よさ

図3 近距離官能検査による印象相関 ($R > 0.80$)

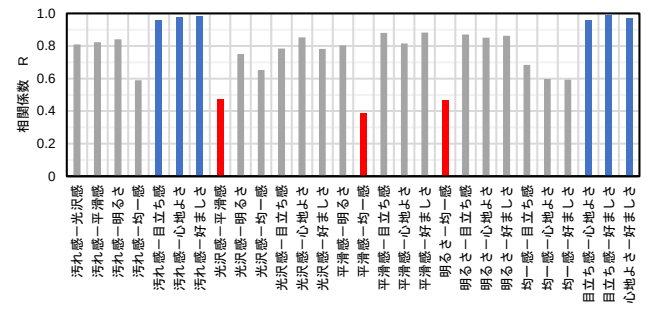


a) ①汚れ感 × ②均一感 b) ②均一感 × ③好ましさ

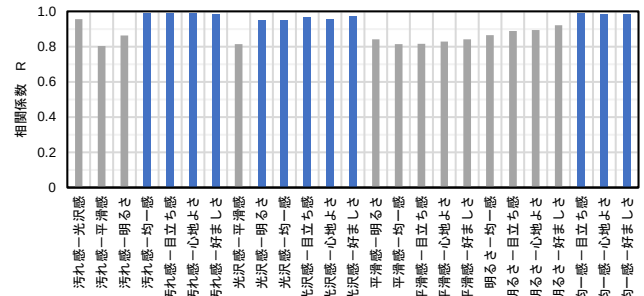
図4 近距離官能検査による印象相関 ($R < 0.60$)

一方、好ましさなどの嗜好指標との相関が高い傾向にある。遠距離官能検査による印象相関では、近距離のような差がなかった。

図4より、近距離からの官能検査では、汚れ状況がはっきりと分かり、相関係数全体にばらつき（個人差）が生じている。一方、遠距離からの官能検査では、汚れ状況の判別が難しく、ばらつきがないと考えられる。



a) 近距離からの評価 (1m)



b) 遠距離からの評価 (3m)

図5 観察距離によって変化する各印象の相関関係

5. まとめ

- 1) 鉄道施設における景観要素の一部である長距離走行後の新幹線車両側面において、S1（色）やS2（粗さ）・S3（光沢）の定量化が可能である。
- 2) 近距離での官能検査では、汚れ状況がはっきりとわかり、評価指標同士の相関にばらつきが表れている。一方、遠距離からでは、反射・視力などの影響と相まって、汚れ状況の判別が難しく、評価指標同士の相関が全体的に高い傾向がある。
- 3) 図3のa) ①物理－①物理からc) ①物理－③嗜好の相関が上昇している。①物理～③嗜好という流れで、汚れを評価することで、③嗜好の印象の制御が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 山本益也、奥田実：最近の鉄道車両用の塗料と塗装，塗装技術 39, 2000 年 10 月号
- 2) 箕山敏彦：建築内装用塩化ビニル壁紙のテクスチャーと色彩特性が印象評価に与える影響，2009 年度日本建築学会関東支部研究報告集
- 3) 君島新一：新素材壁紙のテクスチャーに関する自然素材の表現性評価，2010 年度日本建築学会技術報告集

謝辞

本研究は、新幹線メンテナンス東海株式会社に調査および資料提供を頂いた研究であり、ご協力いただいた関係者各位に感謝いたします。