

トンネル内の汚れ実態に関する基礎的研究

呉高専 正員 市坪 誠 呉高専 正員 竹村和夫 呉高専 正員 堀口 至
 呉高専 正員 山口隆司 呉高専 学員 丸岡弘晃 呉高専 学員○山田 宏

1. はじめに

トンネル内は、ドライバーが明るい屋外から視覚変化に素早く順応出来るように照明機器が設置されている。また、内部の輝度を高め、ドライバーの視線誘導の手助けとなるよう内装板が取り付けられている。しかし、トンネル壁面は自動車の排気ガスによる煤塵(スス)により汚染が進行し、安全運転と美観上の配慮から壁面の洗浄が実施・検討される現状にある(図-1)。



図-1 トンネル内の清掃状況

従来、コンクリートの汚れに関する研究は、建築物や土木構造物を対象に、汚れ付着が降雨水に直接影響されることを踏まえ、汚れ原因物質(生態系・非生態系)、付着メカニズム、防汚対策が報告されている¹⁾。しかし、降雨水の介在しない汚れに関する研究は少なく、メンテナンス等いまだ十分に明らかとされていない。

そこで本研究では、トンネル構造物の維持・補修に関する基礎的資料を得るために、内壁面の汚れ特性の把握を行った。つまり、トンネル内部のコンクリートおよびタイル壁面の汚れ付着特性を把握し、洗浄指標の検討を行った。

2. 実験概要

表-1にトンネルの概要および図-2にトンネルの汚れ測定場所(南側内壁面5地点)を示した。このうち、内装板(タイル)測定部は歩道面下端から35cm(以下T1と略)、120cm(Tm)、205cm(Th)の3カ所、コンクリート測定部(C)は下端から220cmの1カ所において(図-3)、それぞれの個所を1ヶ月ごとに3回測定しその平均値を用いた。壁面の測色は、接触型色彩色差計を用いて $L^*a^*b^*$ 表色系による測定(JIS Z 8729)と色差(JIS Z 8730)による評価を行った。汚れ実態(程度)を表すために、汚れ評価に対応する白色($L^*=100$, $a^*=0$, $b^*=0$)を基準とする色差(ΔE^*ab)で示した。

3. 結果および考察

トンネル内壁面の汚れ程度の経時変化を把握した(図-4)。供用期間が長期となり汚れが進行すれば、壁面は黒色化して白色基準の色差が増加することが

表-1 トンネルの概要

区画	広島県呉市本通り6丁目 ～呉市阿賀中央6丁目
延長	2.6km(トンネル部1.7km)
道路規格	第4種第1級
設計速度	60km/h
計画交通量	4,8000台/日
車線数	2車線
供用開始年月日	2002年3月21日

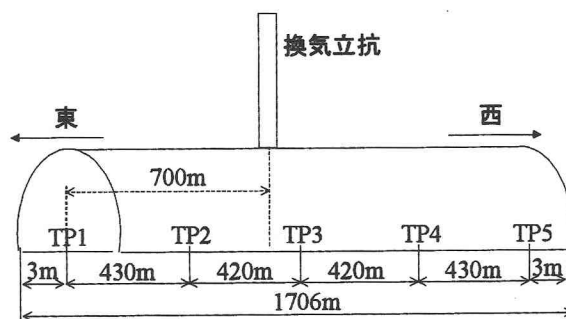


図-2 トンネル内の測定場所

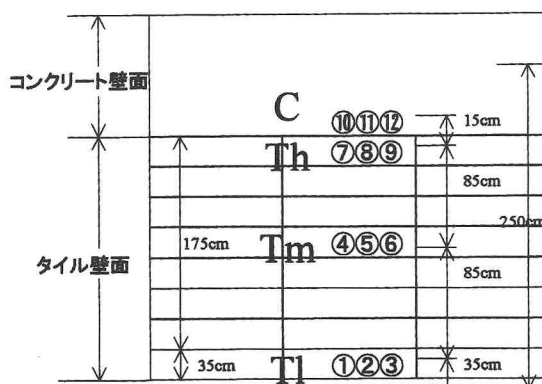


図-3 トンネル内壁面の測定箇所

理解される。これを踏まえ、汚れ程度を以下の式 (1) で示した。

$$\Delta E^*ab = a \log_e t \quad (1)$$

ここに、 ΔE^*ab : 色差 (白色基準), a : 係数, t : 曝露日数

トンネル内の各地点において、式 (1) を適用した結果を表-2 に示した。これより、決定係数 (R^2) の結果から、位置や材質によらず汚れ実態は式に適合することが理解できた。ここで、白色を基準とした色差は汚れ評価を踏まえた汚染度を示しており²⁾、式の係数 a はその値が大であるほど早期に汚染されることを示している。

各場所の内装板値の比較から、上部に比べ下部ほど汚れていることが理解された。浮遊塵埃、降下煤塵総量は地表付近で濃く高空になるほど薄くなることから³⁾、汚れ付着の垂直分布は浮遊煤塵量に対応することが理解できた。

ここで上村ら⁴⁾はカーボンを主とした汚れに対し“汚れが気になる”程度を色差として把握しており、これを適用した結果、トンネル内の各地点で汚れが気になる日数を得た。コンクリート部分 (C) で最も汚れが進行しているのは第 4 地点 (TP4) となり、432 日 (色差 49.9) で“汚れが気になる”，1387 日 (色差 59.5) で“汚れが非常に気になる”状態となることがわかった。

人の目線近くの内装板部分 (Tm) において、最も汚れが進行しているのは第 2 地点 (TP2) となり、31 日 (色差 22.1) で“汚れが気になる”，136 日 (色差 31.5) で“汚れが非常に気になる”状態となることがわかった。これより，“汚れが全く気にならない”ためには年 17 回，“汚れが気にならない”ためには年 4 回程度のサイクルで壁面を洗浄する必要がある。以上の結果、トンネル内の輝度を維持するため、汚れ洗浄の時期を規定する指標が明らかとなった。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下ようになる。

- (1) トンネル内における経時的な汚染度を示す式(1)を導いた。
- (2) 汚れ付着の垂直分布量は、上部に比べ下部ほど大となる傾向にあった。
- (3) 汚染度から汚れが気になる評価日が明らかとなり、これよりトンネル内の洗浄時期が明らかとなった。

今後、光源の影響を踏まえた汚れ評価も併せて把握する予定である。

【参考文献】

- 1) 市坪 誠:景観材料としてのセメントコンクリート, 第 277 回 コンクリートセミナー テキスト, pp.37-45, 1998.2
- 2) 市坪 誠, 田澤榮一, 竹村和夫, 河合研至:コンクリートの景観評価に及ぼす汚れ物質の影響, コンクリート工学 年次論文報告集 第 18 巻 第1号, pp.1029-1034, 1996.6
- 3) 瀬沼 勲, 木村武馬:大気汚染の垂直分布について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.107-108, 1968.10
- 4) 上村克郎, 小西敏正, 橘高義典, 石上真司:外壁面仕上材料の汚染程度の表示量について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.385-386, 1986

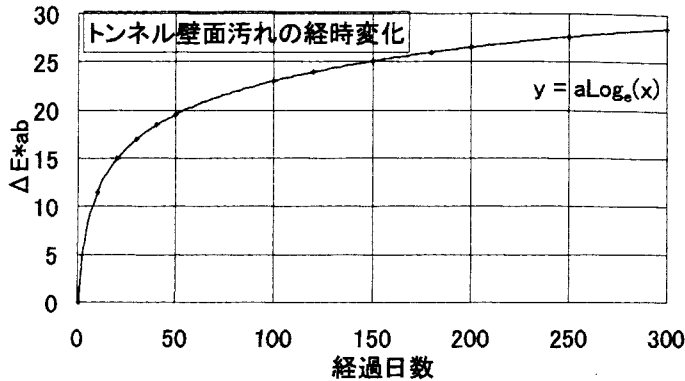


図-4 トンネル内壁における汚れの経時変化

表-2 トンネル内各地点の汚れ程度

場所		TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
材質・高さ	係数	6.390	7.474	7.435	8.224	6.954
	(R^2)	0.949	0.941	0.927	0.923	0.912
	気になる日数	2464	794	822	432	1307
	非常に気になる日数	11067	2867	2989	1387	5198
Th	係数	4.125	6.006	5.435	5.206	4.254
	(R^2)	0.814	0.757	0.868	0.874	0.856
	気になる日数	212	40	58	70	180
	非常に気になる日数	2071	190	329	425	1645
Tm	係数	4.042	6.410	5.438	5.247	4.281
	(R^2)	0.815	0.708	0.846	0.894	0.844
	気になる日数	237	31	58	68	175
	非常に気になる日数	2424	136	328	405	1569
TI	係数	4.331	6.775	6.061	6.135	4.693
	(R^2)	0.857	0.850	0.921	0.938	0.890
	気になる日数	164	26	38	37	111
	非常に気になる日数	1441	105	181	170	823