

土木用コンクリート構造物の汚染状況に関する調査

広島大学 正会員 田澤 栄一
高知高専 正会員 市坪 誠
広島大学 学生員 ○堂園 昭人

1. まえがき

固体表面の「汚れ」は、材料の表面状態の変化という客観的な現象と、それに対する人間の主観的な評価行為との2つの要素から成り立っている。一般的には、汚れは「汚い」、「見苦しい」というマイナスのイメージを与える。現在の土木の分野では、汚れに関する研究報告はほとんど見られない。しかし、構造物の持つ本来の機能だけでなく、美観も重要視され始めた今日において、土木構造物のコンクリート表面に関する研究を行うことは、意義のあることと考えられる。

そこで本研究は、コンクリート表面の汚染防止方法を確立するための基礎的な資料を得ることを目的とし、「汚れ」を「コンクリート表面の付着物」ととらえて研究した。

2. 実験概要

まず、コンクリート表面への物質付着の実態を把握するために、土木構造物のうち、橋梁、ダム、擁壁、海洋・河川構造物の4種類のコンクリート構造物について実態調査を行った。調査方法は、物質の付着が認められる部分を、カラー写真撮影した。今回の調査では、広島県、山口県、鹿児島県の54か所の調査地点から、624枚の写真を得た。また、付着物の付着形態を、付着場所、付着形状、付着模様、色について検討した。色については、黒色、茶色、緑色、灰色の4色について分類した。また、付着場所、付着形状、付着模様を図-1、表-1、表-2のように分類した。ここで、付着場所は、目視観察により材料表面の色度が、変化していると見られる部分を表す。また付着形状とは、色の変化の認められる部分の境界線の形を表す。そして、付着模様は、付着形状内の物質の付着の仕方を表す。

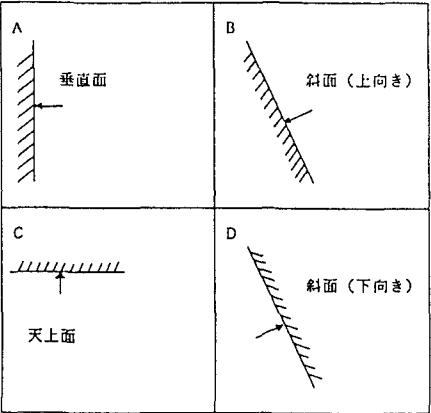


図-1 付着場所による分類

一方、付着物質は、

強熱減量試験と、生物培養試験によって基礎的な分析を行った。強熱減量試験では、設定温度を110℃と610℃に設定して、試料中の有機物量を定量した。また、生物培養試験では、殺菌した綿棒でコンクリート表面をこすり、綿棒に付着したものを、培地（じゃがいもの煮汁とぶどう糖を寒天で

表-1 付着形状の分類

	1	2	3	4	5	6	7	8
形状	 壁全体	 よだれ状	 逆よだれ状	 くさび状	 逆くさび状	 型形状	 帯状	 チェック状
形状	9							
形状	その他							

表-2 付着模様の分類

	a	b	c	d	e	f	g
模様	 均一	 たてじま	 よこじま	 細かい まだら	 中間の まだら	 大きなたれ 状のまだら	その他

固めたもの)に植え付けて培養させ、コンクリート表面の黴を同定した。生物の同定を黴について行ったのは、実態調査の結果、コンクリート表面に多くの黴が生息していることが推測されたことによる。

3. 結果と考察

調査によって得た写真を先に述べた分類表で分類した結果、付着場所は、(垂直面)、(上向きの斜面)で、付着形状は、(壁全体)、(くさび状)、(よだれ状)、(帯状)で、付着模様は、(均一)、(たてしま)の模様ではほとんどの付着形態を表現できることが明らかになった。また付着物の色は、黒色系のものが多くことが明らかになった。付着場所に、(垂直面)、(上向きの斜面)が多いのは、土木構造物のコンクリート表面のほとんどが、垂直面と上向きの斜面で構成されているためと考えられる。付着形状については、(壁全体)は降雨水により表面全体が湿潤されて、風などで運ばれてきた付着物質が付着して形成され、(くさび状)の形状は、漏水などによる水が、特定の場所を流下して形成されると考えられる。また、(よだれ状)の形状は、構造物上部全体からの水の流下によって形成されて、(帯状)の形状は、水面の水

位変化によって形成されると考えられる。付着模様について、(均一)は付着形状内を水が流下せずに、表面が一様に湿潤されると形成されて、

(たてしま)は付着形状内を水が流下することにより、付着物の一部が浸食されて形成されると考えられる。以上のことから、コンクリート表面へ物質が付着するためには、水が重要な要因であることが明らかになった。水は、降雨水と海水、河川水、湖水などが考えられ、これらの水がコンクリート表面に与える湿潤作用の差によって、物質の付着場所、付着形状、付着模様が影響を受けると考えられる。

次に、付着物質の採集による分析結果を記す。表-3は、各採集場所で採集した試料の強熱減量試験の結果を示している。110℃乾燥後の試料重量に対する、610℃での減量の割合を見ると、土木構造物では平均23.6

表-3 強熱減量試験結果

No	種類	強熱減量試験結果	付着形態	備考	
		110℃乾燥後	610℃乾燥後		
1	樹皮	43.0mg	2.1e(4.9%)	12.0e(29.3%)	垂直面くさび状均一黒
2	樹皮	552.0	55.2(10.0)	183.3(36.9)	垂直面くさび状均一黒
3	樹皮	290.7	9.9(3.4)	37.5(13.4)	垂直面よだれ状均一黒
4	樹皮	450.7	13.1(2.9)	59.9(13.7)	垂直面よだれ状均一赤黒
5	樹皮	199.0	7.2(3.6)	18.9(9.8)	垂直面くさび状均一赤黒
6	樹皮	81.3	10.3(12.7)	32.2(45.4)	垂直面壁全体均一黒
7	樹皮	975.3	93.6(9.6)	197.0(22.3)	垂直面よだれ状均一黒
8	樹皮	51.0	2.0(4.0)	13.8(28.1)	垂直面壁全体均一黒
9	樹皮	149.3	6.3(4.2)	27.3(19.1)	上斜面壁全体均一黒
10	建築物	50.0	2.1(4.1)	13.6(28.4)	垂直面壁全体均一赤
11	建築物	247.5	13.9(5.6)	94.5(40.5)	垂直面壁全体均一赤黒
12	建築物	1.8	0.2(11.2)	1.5(93.8)	垂直面壁全体均一赤黒
13	建築物				垂直面壁全体均一赤黒
14	建築物				垂直面壁全体均一赤黒
15	建築物				垂直面壁全体均一赤黒
16	平均	593.0	139.0(8.8)	118.0(8.1)	

注) 強熱減量試験の結果で、表示のものは採集量が微量のために分析できなかった。

次に、付着物質の採集による分析結果を記す。表-3は、各採集場所で採集した試料の強熱減量試験の結果を示している。110℃乾燥後の試料重量に対する、610℃での減量の割合を見ると、土木構造物では平均23.6%であった。また、コンクリートのモルタル部分が強熱減量試験でどの程度減量するか知るために、モルタル部分だけで試験を行ったところ、モルタルの610℃での減量の割合は8.1%であった。各試料にモルタルがどの程度含まれていたかは、今回の研究では明らかにできなかったが、これらの数値から判断して、今回採集した試料の中には、モルタル分の減量を差し引いても、なお多くの有機物が含まれていると考えられる。

表-4 付着形状と黴の種類

	形 状				
	全面くさび状	よだれ状	くさび状	帯状	均一状
Alternaria sp.		1			
Aureobasidium sp.	1	1	1		
Cladosporium sp.	1	5	1	2	3
Fusarium sp.					1
Mucor sp.		1	1	1	
Penicillium sp.		1			
Trichoderma sp.	1	2	2	1	1
Ulocladium sp.			1		

次に、生物培養試験の結果を記す。採集したほとんどの試料の中から、黴が検出された。表-4に示すように、黴はくさび状およびよだれ状の付着形状から多く検出されており、流下水の黴に及ぼす影響が大きいと考えらる。特に、Cladosporium sp. と Trichoderma sp. は、黒色と緑色の付着物から採集した部分に多く見られた。また、Cladosporium sp. は、くさび状の付着形状の部分に多く見られた。Cladosporium sp. と Trichoderma sp. は、空気中、土壤などにごく普通に分布している黴で、胞子を形成すると、Cladosporium sp. は暗緑色～黒色、Trichoderma sp. は、暗緑色～暗青緑色の色を呈する。このことから、これらはコンクリート表面に多く見られる黒色、緑色の付着物の色に直接影響を与えていると考えられる。