

東京大学大学院	学生員	新谷 景一
タケダ理研工業	非会員	蛭川 嘉寿
山梨大学工学部	正会員	北村 眞一

1. はじめに

コンクリート構造物に限らず全ゆる構造物は外部で風雨にさらされる時、表面の風化(劣化)と汚れが現象として生じる。汚れは日本人の美意識では環境へのなじみという見方もし、これをさびなどと称し趣きがあるとされている。しかし、今日のコンクリート構造物にどのような価値を見い出すことは難しい。今後の構造物の景観設計において、汚れに対してどのように考え、対策を講じていくかは材料の景観の問題の1つとして重要な課題であると思われる。コンクリートの汚れの研究は西欧では比較的多くなされているが、我が国では建築学の一部でなされているにすぎず、特に打ち放しコンクリートを多用する土木工学の分野では未だ問題とはされていない。

そこで本研究では、今後も土木材料の主流を占めるであろうコンクリートについて、その汚れ現象の時間的変化を捉え、汚れるメカニズムについての考察を行い、設計のための基礎的知見を得ようとするものである。対象としては比較的類似した環境条件及び施工条件の構造物として、中央自動車道の山岳区間の擁壁と甲府盆地内に架設された橋梁を選び、経過年数が擁壁20年間、橋梁28年間の変化を観察した。

2. 調査と測定

(1) 擁壁 擁壁の完成年次はその擁壁が含まれる工事区間の工期の完成時を使用した。工期は1年～3年がほとんどでこの期間により完成後の経過時間に幅がある事を考慮しておく。汚れの測定は乾燥した面に対して行い、平均的な汚れをとる場合と大きく2～3タイプに分けた方が良い場合とがあり、後者は複数のデータとして用いた。汚れの表現はマンセル値を用い、マンセル色見本帳と現場で比較対照させて測定した。調査区間は高井戸IC～小沢IC(149.5km)、大月IC～河口湖IC(21.8km)、小沢IC～小牧JCT(194.5km)で、1984.12.19.～1985.2.11.の期間で測定した。サンプル総数309、種類は吹付、ブロック積など7種類であった。

(2) 橋梁 橋梁は竣工年次をもって完成年次とした。小橋の場合は完成年次として問題はないが、長桁橋になると下部工と上部工の时期的な差がある場合もあるので考慮しておく(誤差を見込む)。橋梁の汚れの測定位置は、南面する側の上桁の側面とし、汚れの著しい部分とそうでない部分のうち、面積の割合の最も多い部分とした。汚れの表現は擁壁と同様にマンセル値を用い、現場での見本との比較対照によった。調査橋梁は原則として同じ年のサンプルを3ヶ所は含むように83サンプル、調査期間は1984.11.18.～1984.12.09.である。

3. 結果と考察

(1) 擁壁の汚れ 擁壁のよごれの特徴は、①汚れは細部では均一ではないが、全体として遠くから見ると均一と見させるものが多い、②不均一な汚れは、まだらに又は千鳥格子状になっているものは吹付が多く、工程によるものと思われる、③ブロック積みや現場打ちのものは、よだれ状(たて縞)長方形状のものが多い、④汚れ(コンクリート)の色は5Y, 10Y, 5YR, 10YR(ほとんど灰色に近く、ほんのわずかな黄又は橙が入っている)などで明度は9.0→5.0の範囲であった(彩度は1～2)。

(2) 橋梁の汚れ 橋梁のよごれの特徴は、①よだれ状(たて縞)のものがほとんどであり、②汚れ(コンクリート表面)の色は、建設後5Y, 10Y)→(5YR, 10YR)→(5GY, 10GY)という傾向で色相が変化し、明度が9.5→5.0の範囲で、彩度は1であった。橋梁の場合15年～20年を経ると、苔が生えてくるものが見られ、GY(黄緑)の色相を呈するものがこれにあたる。おそらく湿度に関係があると思われる。また環境と交通条件の相異を比較した(国道、市街地、長桁橋、山間部)が大きな違いはみられなかった。

(3) 汚れの時間的変化 擁壁及び橋梁のコンクリート表面の明度変化に着目したグラフを見ると、その特徴として、①よごれていく速度は一定ではない、②暗度³⁾($9.5 - \text{明度} = \text{暗度}$ と定義した) 5.5 (明度4.0の付近で定常状態に達することが読みとれる(図-1~3))。(* 暗度は成長曲線をあてはめるため便宜的に定めた。)

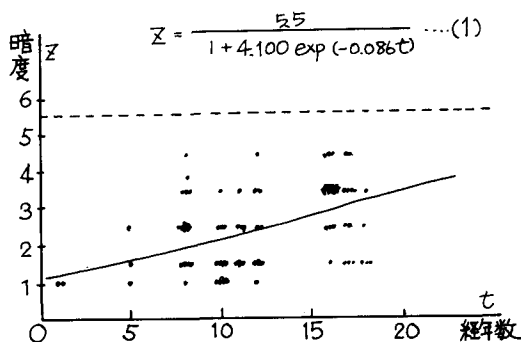


図-1 コンクリート吹付擁壁(日向側) N=95
の汚れの経年変化

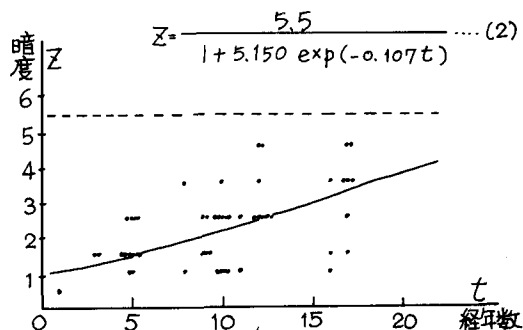


図-2 コンクリートブロック擁壁(日向側) N=50
の汚れの経年変化

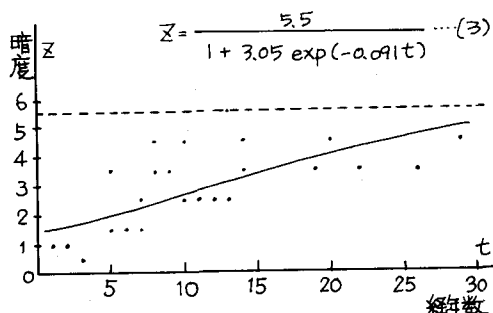


図-3 橋梁上桁側面(市街地) N=28
の汚れの経年変化

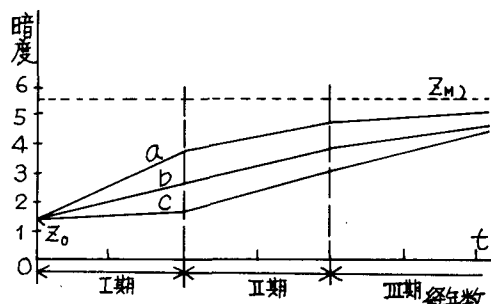


図-4 汚れの経年変化モデル(苔をのぞく)

以上から、モデル曲線としてロジスティック曲線(成長曲線として)をあてはめて試算した(式(1)~(3))。いずれも分散分析で有意であった。汚れの経年変化モデルとしては、Ⅰ期：表面の凹凸面に汚れがたまる(a)、表面の劣化がすみ汚れの下地づくり(c)、Ⅱ期：表面の劣化が進行しつつ凹部に汚れが溜っていく、Ⅲ期：全面的に汚れがたまり、たまるのと剥離とが平衡状態に達しつつある状態に分けられる(図-4)。なをZ₀は初期暗度で細骨材、セメント、施工などによって定まるものである。Z_Mは汚れさせる物質(ほこりなど)の限界暗度である。

4. 考察とまとめ

コンクリート構造物の汚れは、表面の劣化とともに進行し、限界値へ至る。その速度や初期値は構造物の特性(表面処理、材料の組成、施工、構造物の種類、デザインなど)と環境条件によって異なってくるものと思われる。汚れの限界値は汚れさせる物質又は材料の組成によって決まると思われる。また擁壁と橋梁の汚れの状態を雨天時及び年間おきに詳細調査を別途行った。その結果表面を流れる水の影響が大きく、デザイン上配慮すべき課題であることが既存の研究では言われていたが、それが確認された。

(注) 1) Simpson & Horrobin, The Weathering and Performance of Building Materials, Medical & Technical Pub. 1970.

2) 仕入豊和 他, 建築物外壁面の汚れに関する研究, 日本建築学会大会, PPS17-518, 1984. 他一連の研究がある。

3) 暗度は明度とよごれの関係を扱ったのはほこりなど黒い物の影響を考慮してある。上記のは色度で変化を扱っている。仕入(1980)の結果は感度と大きく異なる。