

V-51

表面状態を考慮したコンクリート汚れの経年変化分析

東北大学 学生員 ○佐藤 俊介
東北大学 正会員 平野 勝也

1. はじめに

土木のコンクリート構造物は規模が大きいため景観への影響は大きいと考えられる。耐用年数が長いことやメンテナンスが難しいことが特徴としてあげられ、表面の汚れを避けることは出来ない。橋高₁₎による建築物の汚れを古風美として捉えることにより、汚れることにより評価が上がるがあるとされている。この点からも表面の汚れは景観を考える上で重要になるという事がわかる。

コンクリートの汚れに関する既存の研究では主に部分汚れ（図となる汚れ）が取り上げられ、その特徴、原因、対策などが述べられてきている。これらは今後、水始末の工夫などにより対策が進むと考えられる。しかし全体汚れ（地となる汚れ）は避けることが出来ない。全体汚れを扱ったものとして北村₂₎の研究がある。この研究により経過年数と共に汚れが進んでいくことが示されている。しかし同じ経過年数でも汚れには、ばらつきがでることも示されている。この原因としては周囲を舞う浮遊物質を決めるであろう環境的要因の違いや、コンクリートの表面状態を決めるであろう設計変数的要因の違いなどが考えられる。本論文ではこれらの分散を発生させると考えられる原因の中から表面状態に着目し、汚れとどのような関係があるのかを分析することにより、汚れの経年変化をより正確にとらえることを目的とする。表面状態は設計によりある程度決定できることから、この関係を得ることにより汚れを考慮した設計を行う上での指標となるであろうと考えられる。

2. 調査概要

(1) 調査対象

宮城県周辺にかかる橋梁の地覆・壁高欄部分を対象とした。これは完成年次がわかることや、条件が大きく変わらないことを考慮した。また設計変数的要因による汚れ方の違いを観察するために水勾配のついたものを調査対象に選んだ。水勾配がついている橋梁は高速道路にかかる橋にあることから郡山と古川周辺の高速にかかる橋を調査し、また郡山は仙台から距離があることから気候による違いが出る可能性があるため郡山の河川にかかる橋も調査した。水勾配がついている橋はサンプル数が少なく、経過年数11年～16年の11橋の壁高欄のみであった。仙台周辺 46、古川（高速）9、郡山（高速）16、郡山10 合計 81 橋を対象とした。

年次は汚れの分散がおおきくなると考えられる、経過年数 20 年周辺を中心に調査した。

(2) 調査方法

汚れと表面状態は地覆コンクリートの水道などによりできた部分汚れを避け、全体汚れの平均的な面を選び調査した。

汚れは色相・明度・彩度などの中から、既存研究₂₎で最適とされている明度を指標とした。基準紙と共にコンクリート面を約 30 センチメートルの距離から写真撮影し、画像編集により求めた。撮影した画像をグレースケールにし、基準紙の明るさが 0 になるように全体の明るさを調節したうえでコンクリート面の約 10000 ピクセルの平均の明度を 256 階調で調べた。

表面状態として表面粗さをもとめた。測定には表面粗さ測定機の mitsutoyo SJ-402 を使用し断面曲線を測定した。表面粗さパラメーターの中から P_a :算術平均粗さ P_z :十点平均粗さ P_y :最大粗さ P_q :二乗平均粗さ S :局部山頂の平均間隔 S_m :凹凸の平均間隔の 6 パラメーターの値を算出した。

経過年数は橋梁台帳の完成年度から調べた。

3. 結果と考察

(1) 表面粗さと明度

図-1は明度と表面粗さ P_a の関係を表した図である。表面粗さが増すと共に明度が落ちているのがみてとれる。この図から表面粗さが明度に影響を与えていることが読み取れる。ここで対数近似曲線を引いてみると、決定係数 0.85 と高い値を示した。このことから明度と表面粗さには高い相関があることが示された。つまりは表面粗さをコントロールすることが明度をコントロールすることにつながると言える。明度が一定値に落ち着く経過年数 40 年周辺でも粗さはやや増す傾向にあることから途中で折れ曲がったような関係となる。この図から表面が粗くなり始める頃は明度の落ちる率は大きく、中盤から徐々に緩やかになっていくのがわかる。

表面粗さの経年変化は P_a, P_y, P_z, P_q では同じような結果となった。図-2は経過年数と P_a の関係を表した図である。経過年数 20 年周辺での分散が一番大きい。経過年数 40 年でも粗さが増す傾向が見える。表面粗さ S, S_m はすべての経過年数において大きな分散を示し、経過年数と共に粗さが増す傾向は見えなかった。これはコンクリートの粗さにはそれほど周期性が無いからだと考えられる。

図-3は明度と経過年数の関係を表した図であるが、明度は 40 年から 45 年ではほぼ一定値となった。経過年数 20 年周辺での分散が大きく明度に差が出ていることがわかる。調査をしていく中で、表面状態を大きく

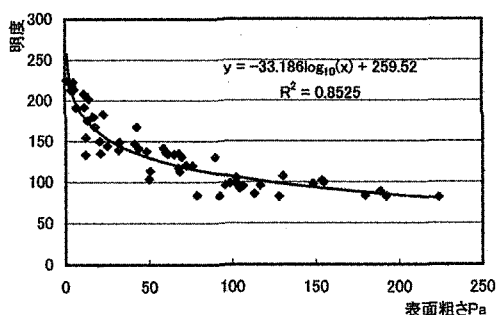


図-1 明度-表面粗さ

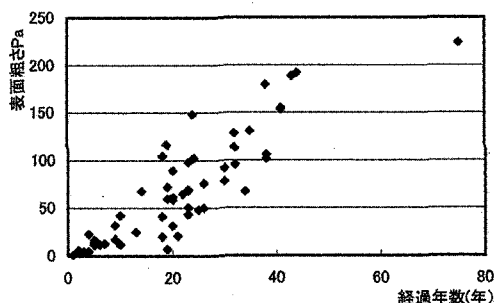


図-2 表面粗さ-経過年数

三つの段階に分けて考えることができた。この段階別に表すため Pa の値において 0~40, 41~90, 91~ の三つに分類し表した。分散の大きい 20 年周辺では三つの段階における表面状態のコンクリートが混在しているのがわかる。それぞれの段階の表面状態は、一段階目はモルタル表面に汚れが付着する状態、二段階目はモルタルの剥がれ落ちが始まり表面に凹みが増し、汚れの付着とモルタルの剥がれ落ちの進みが同時に起きている状態、三段階目はモルタルの剥がれ落ちが骨材にまで達し骨材が露出した状態で汚れの付着と剥離が均衡している状態である。

(2) 水勾配

図-3 の円で囲まれた点は設計変数の要因を見るために調査した水勾配のある橋のものである。写真-1, 2 のように、これらの水勾配のある壁高欄では水道は内側にまわり、部分汚れは内側に激しく発生していた。外側では、図-3 から見ると経過年数 16 年でもかなり明度が高いが、表-1 で示したように壁高欄の内側でも全体汚れの明度はほぼ同じ値を示した。表面粗さもほぼ同じ値を示している。このことから水勾配により汚れが抑えられたとはいえないと考えられる。今回の調査では水勾配により全体汚れが抑えられたかどうかは判断が難しいが、さらなる年数の経過と水勾配のついた橋の調査数を増加させることにより判断できるだろうと考えられる。

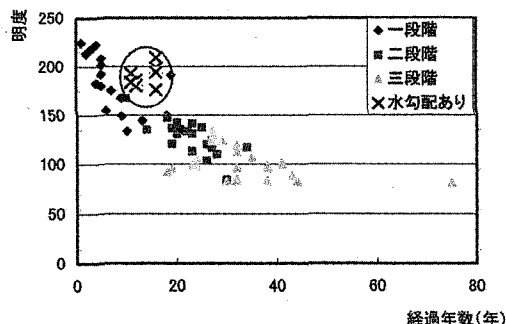


図-3 明度-経過年数

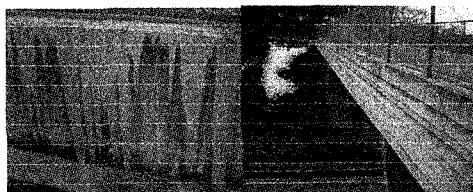


写真-1 内側

写真-2 外側

表-1 明度、表面粗さ (水勾配あり)

経過年数	内側		外側	
	明度	表面粗さ	明度	表面粗さ
11 年 (2 橋平均)	191.2	14.1	188.5	18.5
12 年 (5 橋平均)	187.9	16.4	182.6	12.8
16 年 (4 橋平均)	180.3	22.3	194.5	22.5

4. まとめ

今回の分析によりコンクリート汚れの経年変化には表面粗さが大きく影響していることがわかった。これにより、表面状態をコントロールすることができれば汚れを抑えることができると考えられる。また逆に早期に汚れさせ周辺環境に溶け込ませることも可能と考えられる。一段階目になるべく留めておくことが汚れを抑えるうえで一番効果があり、早期に三段階目になると、それ以後は明度はほぼ一定におさまるので周辺環境に溶け込ませるにはなるべく早く三段階目にさせることが良いと考えられる。

現在、設計段階において部分汚れを防ぐ対策を行っているものもあり、部分汚れ対策はさらに行われていくであろうと考えられる。しかし、それでも防ぐことができない全体汚れをコントロールしていくためには、表面状態を考慮した、つまりは全体汚れを考慮した設計手法を確立していくことが必要だと考えられる。

<参考文献>

- 1) 橋高義典：コンクリートを美しく老いさせる セメントコンクリート no 570, 1994
- 2) 北村眞一：のり面下と橋梁におけるコンクリート汚れ過程の分析 土木学会論文集, 1995