

沖縄県におけるコンクリート橋の耐久性に関する研究

琉球大学 学生会員 ○立山 雅章 琉球大学 正会員 伊良波 繁雄
 琉球大学 正会員 富山 潤 琉球大学 学生会員 神田 康行
 琉球大学 学生会員 山城 建樹

1. はじめに

沖縄県におけるコンクリート構造物に関する調査報告¹⁾²⁾は、過去に数多く実施されている。それらによると、コンクリート内部の初期塩分量とコンクリート表面から浸入した塩分量が、鉄筋腐食の主要な原因であると指摘されている。この原因としては、除塩が不完全な海砂を細骨材としての使用、そして沖縄特有の亜熱帯気候に加え、台風が頻繁に来襲し、年中潮風に吹きさらされる島嶼に位置しているということにある。さらに、沖縄本島が縦に細長い島であるために、海岸近くに道路があるものが多く、海からの波飛沫や飛来塩分によってコンクリート表面に塩分が付着することが挙げられる。

本研究では、耐久性調査の際に行われたコンクリート中の塩分量試験結果を利用し、コンクリート中の塩分の見掛けの拡散係数、見掛けの表面塩分量を推定し、考察を行った。

2. 拡散係数、表面塩分量の計算

本研究で取り扱うデータは、沖縄県内の維持管理業務に使用された資料(石垣島も含む)をもとに33橋から採取した132本のコアのデータを用いている。データの種別は様々で、橋梁の供用年数は8~28年である。図-1にはコアを採取した沖縄県本島の橋の位置を示す。



図-1 調査した橋梁位置

また、見掛けの拡散係数、見掛けの表面塩分量の計算には、フィックの第二法則のとして知られる拡散方程式を用いた。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_c \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1)$$

式(1)の解は誤差関数を用いて式(2)のように表すことが出来る。

$$C(x,t) = C_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c t}} \right) \right] \quad (2)$$

ここで、 $C(x,t)$: 時間 t 、距離 x における塩化物イオン量(kg/m^3)、 C_0 : 見掛けの表面塩分量(kg/m^3)、 erf : 誤差関数、 x : コンクリート表面からの距離(cm)、 D_c : 塩化物イオンの拡散係数(cm^2/sec)、 t : 経過時間(sec)である。実験より得られた塩化物イオン濃度分布を式(2)を用いた最小二乗法によって、見掛けの拡散係数と見掛けの表面塩分量求めた。なお、初期塩分を含む場合は、初期塩分を除外して、拡散係数を求めた。

3. 結果及び考察

図-2は水セメント比と拡散係数との関係を示したものである。コンクリート標準示方書による推定式³⁾に比べると、拡散係数が低い値を示した。

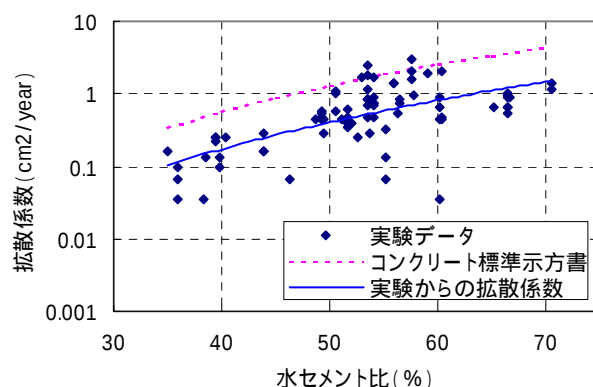


図-2 水セメント比と拡散係

図-3は、海岸からの距離と表面塩分量との関係を示したものである。データの値には、海岸からの距離が0mにおいても、表面塩分量が小さい値も数多く存在し、

キーワード 耐久性、拡散係数、表面塩分量、環境条件

連絡先 〒903-0129 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 琉球大学工学部環境建設工学科 TEL098-895-8663

ばらつきも大きい。これらには、桁下に大型船が通過出来る橋も含まれ、海面からの高さが 10m 以上になるものが存在する。その橋に関していえば、橋脚から採取したコアの高さによって表面塩分量は異なっている

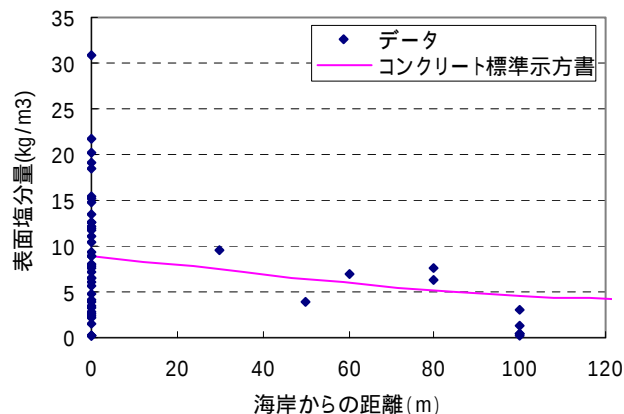


図-3 海岸からの距離と表面塩分量

そこで、その橋の橋脚について、図-4 に海面からの高さで表面塩分量の関係を示した。海面からの高さが 0 m である干満帯は非常に高い値を示していることが分かる。一方、橋脚の中間部においては、柱基部の干満帯に比べて比較的低い値となった。これにより、海岸からの距離が 0m であり、尚且つ、同じ橋脚の場合、海面からの高さが高いほど、塩分量は少ないことがわかる。

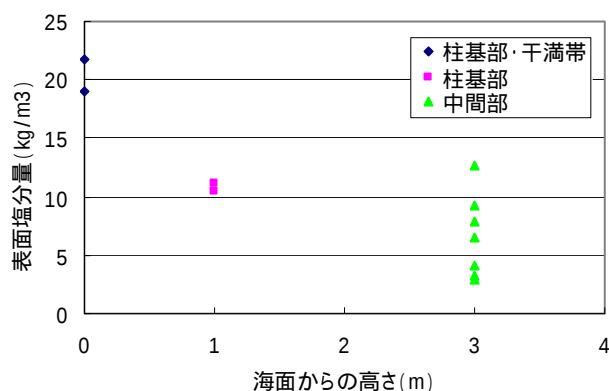


図-4 海面からの距離と表面塩分量

次に、海岸線に架設されている橋において、海側、陸側の主桁の表面塩分量についてまとめたものを図-5 に示す。陸側の主桁よりも、海側の主桁から採取されたコアの方が、高い値となっている。図-5 に示すこれらの橋は、沖縄本島北部の西側に位置し、ほとんどの橋については、北西の冬季風浪を直接受ける環境にある。河口閉塞や、砂浜の有無、テトラポットの有無、沖のリーフの状況など、海岸環境による表面塩分量との関係については、ばらつきが大きく、その関係性は

見出しにくい。これについては今後詳しい研究を行う予定である。

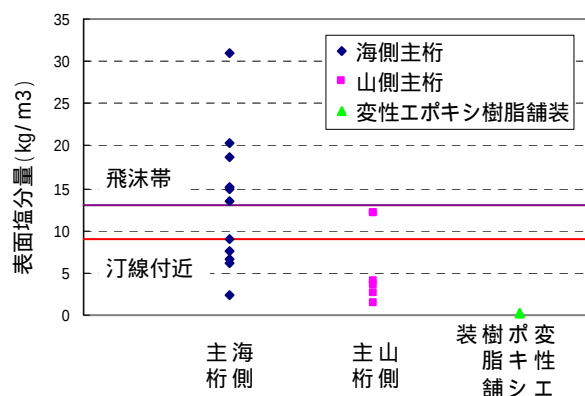


図-5 海側と山側と表面塩分量

4. まとめ

本研究では、沖縄県におけるコンクリート橋の塩分量について海岸からの距離、表面塩分量、拡散係数の関係性からまとめた。得られた結果を以下に示す。

- ・ コンクリート標準示方書による推定式に比べて、沖縄県におけるコンクリート橋実験データの拡散係数のほうが小さい値を示した。
- ・ 海岸からの距離が 0m であっても、表面塩分量のばらつきは大きい。しかし、同一の橋脚では、海面からの高さが高いほど塩分量は少ない。
- ・ 海岸線に架設されている橋は、海岸環境による影響が大きく、主桁の海側と山側とでは表面塩分量は大きく差が出た。

今後、海岸環境と表面塩分量との関係性について分析し、沖縄県における塩化物イオン予測式を提案していく予定である。

参考文献

- 1) 伊良波繁雄, 親泊宏: 沖縄県でのコンクリート橋の耐久性調査, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.1, pp191-196, 1998
- 2) 親泊宏, 伊良波繁雄: 沖縄県における RC 床版の耐久性調査, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp583-588, 2000
- 3) 2002 年制定コンクリート標準示方書 [施工編], pp.80
- 4) 和仁屋晴謹: 沖縄産骨材を使ったコンクリートの強度, セメント・コンクリート No.305, 1972.7
- 5) 小尾稔: 既設構造物における配合条件, 環境条件が塩分浸透に及ぼす影響, 土木学会第 59 回年次学術講演会, 2004.9