

栈橋上部工の表面塩化物イオン量について

東亜建設工業 正会員 守分 敦郎
東亜建設工業 正会員 羽淵 貴士
東亜建設工業 正会員 村松 道雄
東亜建設工業 正会員 北澤 真

1. はじめに

栈橋上部工は、塩害を受けやすい鉄筋コンクリート構造物の一つであり、大規模な補修事例も紹介されてきた¹⁾。これらの報告によると、栈橋上部工の劣化の進行は、部位・部材によって大きく異なることが指摘されている。したがって、塩害に対する耐久性の照査や維持管理において、部位・部材によって異なる腐食環境を適切に評価することが大変重要と考えられる。ここでは、栈橋上部工の調査結果を基に、床版と梁の表面塩化物イオン量の違いについて検討を行った。

2. 検討方法

検討対象とした栈橋は、表-1に示す5つの栈橋であり、建設地点、構造形式および供用条件は互いに異なっている。これらの栈橋は、建設後20～29年経過しており、部位・部材の一部には劣化が顕在化していた。

栈橋上部工の腐食環境を評価する場合、供用期間を通じた長期的な劣化外力の評価や、鉄筋位置の塩化物イオン量との関連を明確にするために、かぶり部分に浸透した塩化物イオン量に着目する必要がある。そこで、かぶり部分の塩化物イオン量に対して、Fickの拡散則を仮定した曲線を近似させ、この曲線がコンクリート表面と交わる位置の塩化物イオン量を表面塩化物イオン量とし、腐食環境の評価に用いた。

これまでの報告によると²⁾、表面塩化物イオン量および塩化物イオンの見掛けの拡散係数は、供用期間の間に変化することが指摘されている。一方、平成11年版コンクリート標準示方書〔施工編〕では、塩害に対する耐久性照査において、表面塩化物イオン量および見掛けの拡散係数はいずれも一定としている。

このような条件の違いによって、鉄筋位置の塩化物イオン量がどの程度異なるか、各時間ステップごとに数値を変化させた次元差分法³⁾によってシミュレーションを行った。

なお、表面塩化物イオン量の変化は、文献²⁾などを参考に式(1)を仮定し、見掛け拡散係数の変化については明確なデータが無いいため、初期値が最終的に安定する値の10倍と仮定して式(2)を用いた。

表-1 調査対象栈橋

調査対象 構造物	建設年	調査時経過年数	H.W.L(m)
A栈橋	S45	29	2.00
B栈橋	S46	28	2.00
C栈橋	S45	29	2.10
D栈橋	S46	20	2.10
E栈橋	S45	29	1.88

$$C_{ot} = C_0 \times (1 - e^{-0.65 \times t}) \quad (1) \quad D_t = D \times (1 + 9 \times e^{-0.7 \times t}) \quad (2)$$

ここに C_{ot}, C_0 : 表面塩化物イオン量(kg/m^3) D_t, D : 見掛けの拡散係数($m^2/年$) t : 年

具体的な事例として、D栈橋の20年経過した梁の塩化物イオン量分布に対して、ケース1: 表面塩化物イオン量および見掛けの拡散係数が式(1),(2)にしたがって変化すると仮定した場合と、ケース2: いずれの値も一定と仮定した場合を次元差分法により繰返し計算を行い、図-1に示すように近似させた。この結果、ケース1では「 $C_0 = 11.5kg/m^3, D = 0.39cm^2/年$ 」、ケース2では「 $C_0 = 11.0kg/m^3, D = 0.52cm^2/年$ 」が得られた。ケース2では、表面塩化物イオン量はケース1に比較して若干小さく、見掛けの拡散係数はケース1の最終的に安定した値の1.3倍程度となった。ここで得られた数値を用いると、かぶり70mmの鉄筋位

キーワード: 塩害, 栈橋, 拡散方程式, 表面塩化物イオン, 見掛けの拡散係数

〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3 TEL:045-503-3741, FAX:045-502-1206

置における塩化物イオン量の経時変化は図-2 のようになる。ケース1では、初期の見掛けの拡散係数が大きいため、鉄筋位置の塩化物イオン量は大きくなるが、長期的にはケース2が9%程度大きめの数値を示している。ここでは、実績の多いケース2の条件で表面塩化物イオン量を求めた。

3. 表面塩化物イオン量の算出結果

5つの栈橋の床版および梁を、各栈橋ごとに環境条件が類似していると思われるグループに分類して、それぞれのグループごとに表面塩化物イオン量を平均したものを表-2に示す。同一の栈橋で複数のグループに分けた場合には、平均値の範囲を示した。

検討の結果、表面塩化物イオン量は栈橋によって大きく異なっており、A栈橋は他の栈橋に比較して穏やかな環境条件にあると推測される。逆に、B栈橋は最も厳しい環境にあり、表面塩化物イオン量は床版で最大17.9kg/m³、梁では24.4kg/m³となった。

これらの結果を、コンクリート標準示方書[施工編]に示されている最も厳しい値である「飛沫帯=13.0kg/m³」と比較すると、床版では安全側の評価となる場合も多いが、梁では実測値のほうが大きくなる場合が多い。

さらに、供用状態によっても表面塩化物イオン量に大きな違いがあり、たとえば供用中に海水が散布される栈橋Aの床版では、表面塩化物イオン量が40kg/m³を超えるものも確認されており、供用状態によっては局部的に大変厳しい環境になることも確認された。

4. 結論

栈橋上部工の性能照査や維持管理において、表面塩化物イオン量を適切に設定して評価することは大変重要である。しかし、部位部材の位置や供用状態によってその値は大きく異なるため、維持管理などによってデータを収集することが大切であると思われる。

<参考文献>

- 1) 佐々木・川田・守分：大規模栈橋の維持管理システム(大井埠頭栈橋劣化調査・補修マニュアル(案))の作成 第11回港湾技術報告会報告概要集 pp.7-25, 1994.11.
- 2) 金谷・榎田・阿部・西山：海岸に暴露したコンクリート中の塩化物イオン拡散性状, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.1, pp.747-752, 1996
- 3) 守分・長瀧・大即・三浦：既設コンクリート構造物の塩化物イオンの拡散過程より評価される表面処理工法の適用性, 土木学会論文集, No.520/V-28, pp.111-122, 1995.8

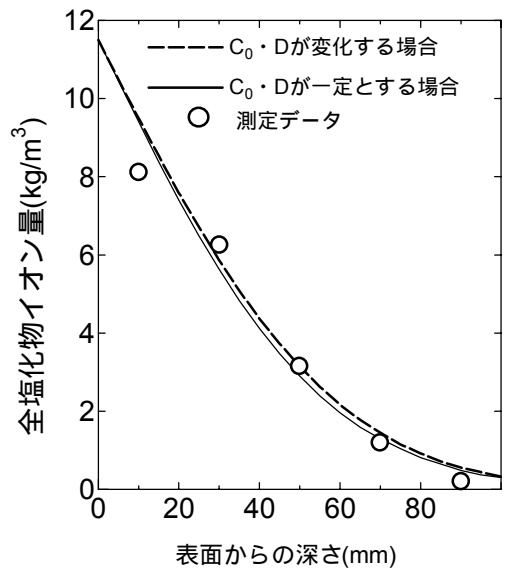


図-1 調査結果の近似

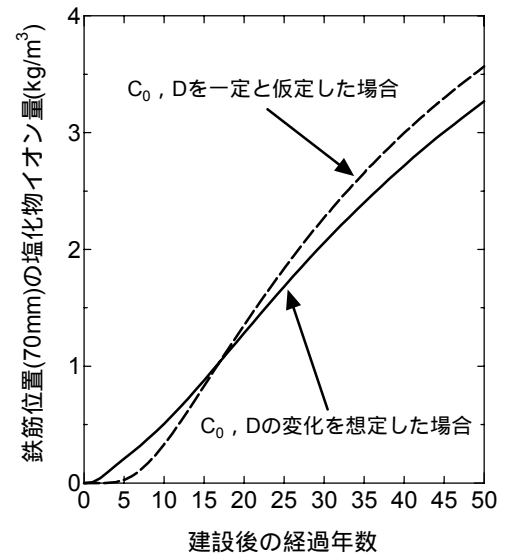


図-2. 近似方法の違いと鉄筋位置の塩化物イオン量

表-2 各栈橋のC₀の範囲

	栈橋	C₀(kg/m³)	下面レベル(m)
床版 (一般)	A	1.5~2.1	+5.75
	B	6.7~17.9	+4.20
	C	13.7	+4.20
	D	1.6	+3.55
	E	3.0~7.4	+5.10
梁 (一般)	A	6.7~6.7	+4.80
	B	15.8~24.4	+2.00
	C	7.7~19.9	+1.80
	D	1.6~6.0	+2.10
	E	11.5~13.8	+3.50