

## RC巻立て補強を行う橋脚の塩害対策と簡易塩分拡散予測手法の提案

東日本高速道路(株) 高崎管理事務所 正会員 金子 謙一郎  
 日本工営(株) インフラマネジメント部 正会員 松山 公年  
 日本工営(株) インフラマネジメント部 竹内 恭一

## 1. はじめに

積雪寒冷地に位置する高速道路では、冬期に路面の凍結を防止するため、主に塩化ナトリウムを散布する。これに起因して路面水の飛散、伸縮装置の漏水および排水管の不具合などにより、構造物に塩害が生じている。

また、コンクリート製橋脚の耐震補強では、その経済的優位性からRC巻立て工法が多く採用されているが、既存の構造物の表面に付着・浸透した塩化物イオンにより塩害が潜在化または顕在化している場合には、RC巻立てに先立ち、塩害対策が必要である。

本文では、コンクリート製橋脚のRC巻立て工法による耐震補強工事において、すでに塩化物イオンが浸透しているものの、潜在化の段階で塩害の発生に至っていない段階で行う塩害対策工並びに対策の検討用に考案した簡易塩分拡散予測手法について報告する。

## 2. 塩害対策工の方針

コンクリート中の鉄筋が腐食する要因は、塩分、酸素および水分の侵入であることから、RC巻立てにより耐震補強を行う場合には、コンクリートを巻立てることにより、外部からの酸素や水分の供給が低減されるだけでなく、巻立て部への塩化物イオンの拡散が期待できることから、腐食環境が著しく改善されると考えられる。つまり、塩化物イオン濃度が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ （腐食発生限界濃度）を超えていても、現況において塩害の発生に至っていない段階であれば、既存躯体の塩害の発生を抑制できるものと考えられる。

また、既存コンクリート中に塩化物イオンを残したままRC巻立てを行うと、既存コンクリート中の塩化物イオンが、拡散則に従って濃度の低い巻立てコンクリート内部に拡散するため、再拡散による巻立て部の劣化が懸念される。しかし、長期的にRC巻立て部の鉄筋位置における塩化物イオン量を $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以下とすれば、巻立て部に配筋する鉄筋の防錆が保たれると考えられる。

したがって、RC巻立て補強を行う橋脚においては、現況で既存の鉄筋が腐食していなければ、既存躯体の内在塩化物イオン濃度が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ を超えても、長期的に巻立て部の鉄筋位置における塩化物イオン量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以下となれば良いものとした（図1）。

なお、塩化物イオン量が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ を上回る場合には、既存躯体の表面をハツリ、内在する塩化物イオン量を低減し、RC巻立て部の鉄筋位置における塩化物イオン量を $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以下とする必要がある。

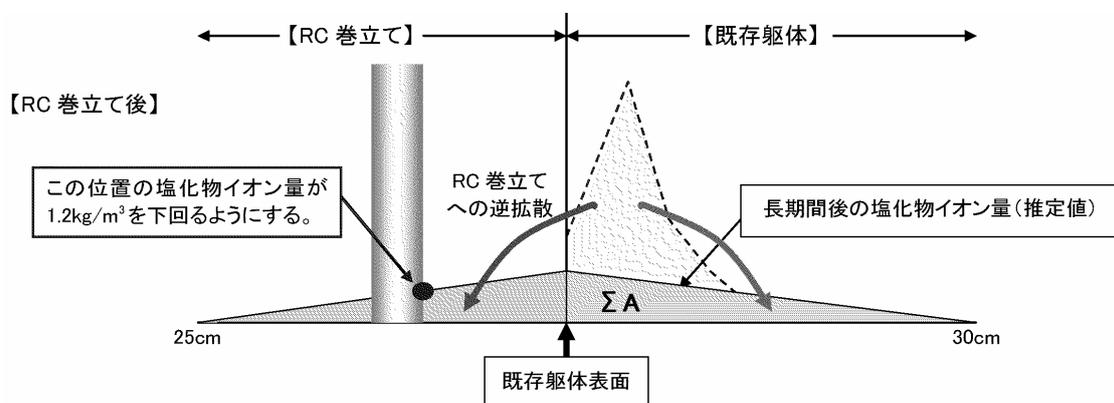


図1 直線近似法による塩分拡散予測と対策方針

キーワード：耐震補強、塩害、塩化物イオン、拡散

3. 簡易塩分拡散予測手法の提案

塩化物イオンの拡散予測手法には、1次元差分法や2次元FEM解析が用いられるが、これらの手法は作業が煩雑であることから、最も簡易でわかりやすい手法として、直線近似法を提案した。

直線近似法の妥当性を検証す

るため、差分法による拡散分布の予測をした。図2は浸透塩分量の多い箇所を例として予測を行ったものであるが、概ね75年を経過すると、実測値のピーク値を頂点とした三角形分布となることがわかる。

この結果を踏まえ、図1に示すような直線近似法を提案する。すなわち、(1)塩化物イオン濃度の実測値をプロットし、内在塩分を示す面積を計算する。(2)RC巻立て部の表面位置、既存躯体側の深さ30cmの塩化物イオン量を0とする。(3)上記(1)と同面積となるように、既存躯体の表面を頂点とした三角形を作成し、この三角形分布を長期間を経た塩化物イオンの拡散分布とする。

4. 直線近似法を用いた断面修復厚さの検討例

関越自動車道でRC巻立ての耐震補強を行う橋脚において、実際に直線近似法による断面修復厚さ(はつり深さ)を検討した事例を以下に示す。

4.1 既存断面内の塩分量

表1に既存断面内の塩化物イオン分布を示す。全ての橋脚において、既存鉄筋位置での塩化物イオン濃度が1.2 kg/m<sup>3</sup>を超えている。

表1 既存断面内の塩化物イオン分布

橋梁名	橋脚No.	かぶり(mm)	現在の塩化物イオン濃度(kg/m <sup>3</sup> )											鉄筋位置
			0-20mm	20-40mm	40-60mm	60-80mm	80-100mm	100-120mm	120-140mm	140-160mm	160-180mm	180-200mm		
T橋	P3	67	4.98	9.20	5.86	2.76	1.19	0.40	0.12	0.03	0.01	0.00	3.30	
	P3	62	4.97	11.50	14.74	12.93	7.15	4.42	2.58	1.48	0.87	0.55	13.65	
N橋	P4	67	11.36	14.01	10.49	5.70	2.46	1.15	0.45	0.15	0.05	0.01	6.54	
	P1	67	4.98	9.20	5.86	2.76	1.19	0.40	0.12	0.03	0.01	0.00	3.30	
U橋	P1	58	0.46	5.11	1.79	0.44	0.32	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	1.28	

4.2 検討ケース

検討ケースは次の3ケースとした。

ケース1: 既存断面内の内在塩化物イオン濃度が1.2kg/m<sup>3</sup>以下となる深さまではつる。

ケース2: 断面修復材に混入した鉄筋防錆材(亜硝酸リチウム)の作用により、鉄筋の不動態皮膜の回復を図るため、鉄筋防錆材の浸透可能深さまではつる。

ケース3: 巻立てコンクリート断面への再拡散を考慮して、RC巻立て部内に新設される鉄筋位置での内在塩化物イオン濃度が75年後においても、腐食発生限界濃度以下となるように、既存断面を所定の深さまではつる。

4.3 断面修復厚さの検討結果

表2に断面修復厚さ(はつり深さ)の検討結果を示す。検討の結果、巻立てコンクリート断面への再拡散を考慮した場合、既存コンクリート部分のはつり量を大幅に減らすことができる結果となった。

表2 断面修復厚さの検討結果

橋梁名	橋脚No.	ケース1	ケース2		ケース3
			はつり量	防錆材混入量	
T橋	P3	90mm	30mm	58kg/m <sup>3</sup>	0mm
N橋	P3	160mm	90mm	41kg/m <sup>3</sup>	70mm
	P4	110mm	60mm	64kg/m <sup>3</sup>	20mm
K橋	P1	90mm	30mm	58kg/m <sup>3</sup>	0mm
U橋	P1	60mm	20mm	26kg/m <sup>3</sup>	0mm

但し、施工の際には、局所的にコンクリートをはつり既存鉄筋の腐食状況を確認したうえで、上記対策を実施するものとする。

5. おわりに

本文では、塩化物イオンが内在するコンクリート製橋脚のRC巻立て工法を用いた耐震補強に関する事前対策について報告した。本文が類似する条件での耐震補強の参考になれば幸いである。

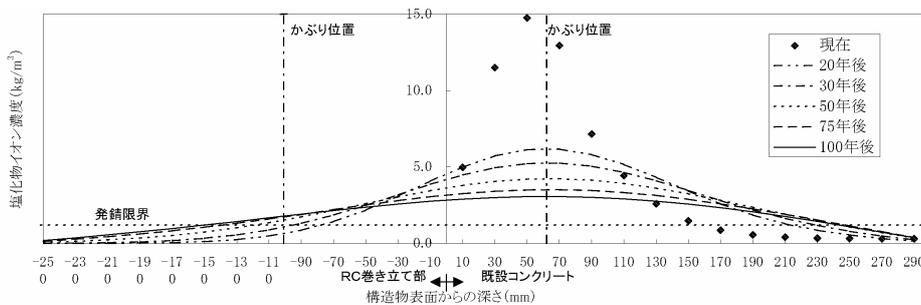


図2 差分法による塩分拡散予測