

塩害を受けた橋脚の耐震補強に対する一考察

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○安立 寛
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 坂口 浩昭
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 広瀬 知晃

1. はじめに

我が国は、世界でも有数の地震発生が多い国であり、社会資本を整備する上でも、地震対策は欠かせないものとなっている。特に、1995年に発生した兵庫県南部地震は、建築基準法の改定などに見られるように、これまでの地震対策のあり方や人々の認識を根底から覆すものであった。

道路などの社会資本整備においても同様であり、兵庫県南部地震以降に建設される道路橋は当然のことながら、これまでに建設された道路橋に対しても、所定の耐震性能を確保するため、各地で耐震補強が実施されている。既設道路橋の耐震補強では、既設の橋脚に鉄筋コンクリートを巻き立てる「RC巻立て工法」や鋼板を巻き立てる「鋼板巻立て工法」などが広く採用されている。

一方、鉄筋コンクリート構造は、内部の鉄筋が腐食するとその構造的な特性から強度を保持できなくなるため、特に沿岸部のような将来的に内部鉄筋の腐食が生じるような環境下では、構造物の維持管理において注意が必要となる。

本稿では、沿岸部の道路橋に着目し、塩害を受ける架橋環境の道路橋に対して耐震補強を実施する際の留意点について考察を行う。

2. 沿岸部における道路橋の問題点

鉄筋コンクリート構造は、劣化因子に対してコンクリート自体が所要の耐久性を有するとともに、コンクリート内部にある鉄筋を保護する性能を有することが求められる。

一般に、鉄筋コンクリート部材が所要の耐久性を確保するためには、中性化に対する抵抗性、塩害に対する抵抗性、凍結融解に対する抵抗性、化学的腐食に対する抵抗性等を考慮する必要がある。

沿岸部における鉄筋コンクリート構造物では、波しぶきや潮風によってコンクリート表面に塩分が付着し、これが浸透して内部の鉄筋が腐食する。

塩害による鉄筋の腐食によって、かぶりコンクリートの剥離等が生じ、第三者に危害が及ぶことが考えられる。

一方、道路橋の橋脚は、多くが鉄筋コンクリート

構造であり、沿岸部に架橋される道路橋の場合、海水からの塩分が内部に浸透することに留意し、種々の対策を施すことが求められる。

3. 塩化物イオンの拡散シミュレーション

表-1 試算条件

増厚コンクリート			
増厚コンクリート水セメント比W/C		45%	
logD1=		-0.0498	
増厚コンクリート拡散係数 D1=		0.951	
既設コンクリート			
経過年(年)		34.0	
表面塩分濃度(kg/m ³)		18.000	
既設コンクリート拡散係数D2=		0.150	
計測深さ(cm)	計測値(kg/m ³)	深さ(cm)	塩化物イオン濃度(kg/m ³)
1.0	14.290	0.0	18.000
3.0	6.320	1.0	13.576
5.0	2.460	2.0	9.561
7.0	0.670	3.0	6.256
9.0	0.300	4.0	3.787
		5.0	2.114
		6.0	1.085
		7.0	0.511
		8.0	0.220
		9.0	0.087
		10.0	0.031
		11.0	0.010
		12.0	0.003
		13.0	0.001
		14.0	0.000

本稿では、沿岸部に架橋された建設後数十年が経過した鉄筋コンクリート橋脚を持つ道路橋を対象に、橋脚の鉄筋位置付近で発錆限界の1.2kg/cm³を超える塩化物イオン濃度に達している状況を仮定し、塩化物イオンの拡散シミュレーションを行った。

(1) 試算条件

既設コンクリートの表面塩分濃度、拡散係数及び耐震補強による増厚コンクリートの水セメント比45%とした場合の拡散係数を表-1及び図-1に示す。

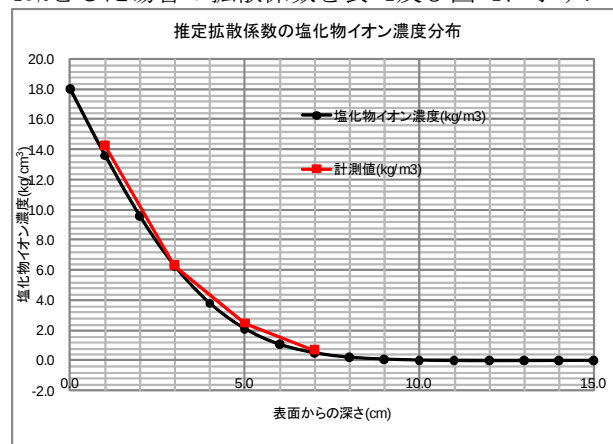


図-1 塩化物イオン濃度分布の設定値

(2) 塩化物イオンの拡散シミュレーション

(1) で設定した既設コンクリートの表面塩分濃度及び拡散係数を基に、橋脚の耐震補強後の塩化物イオン浸透分布予測を Fick の拡散方程式により行った。橋脚は、250mm 巻立てコンクリートで耐震補強を行うもの仮定し、増厚コンクリート 250mm 打設後の塩化物イオンの拡散予測を、以下の 4 ケースについて行った(表-2)。

キーワード：耐震補強, 塩害, 道路橋, 維持管理

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ TEL03-6311-7860

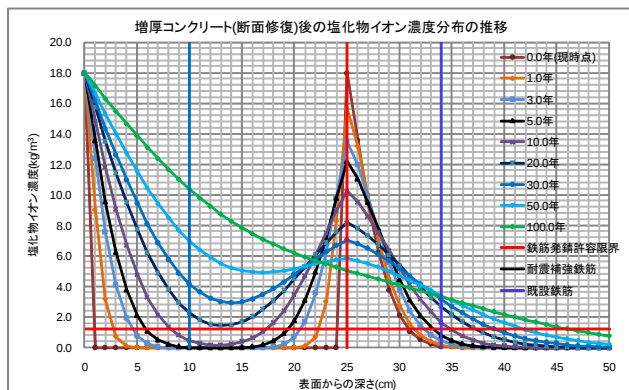


図-2 Case①

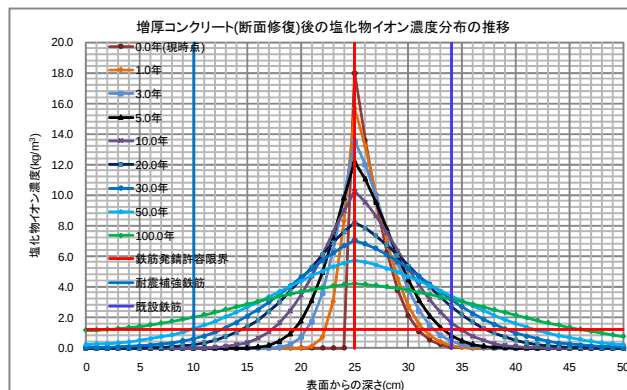


図-3 Case②

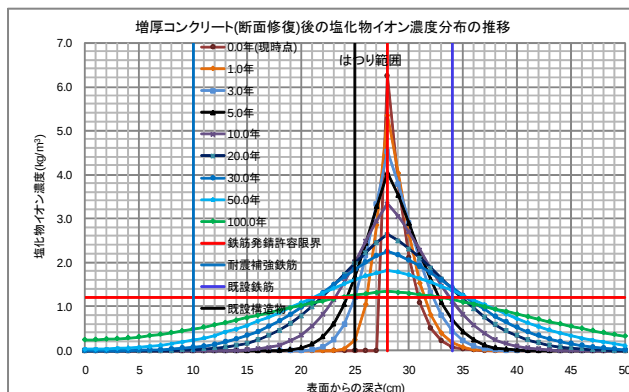


図-4 Case③

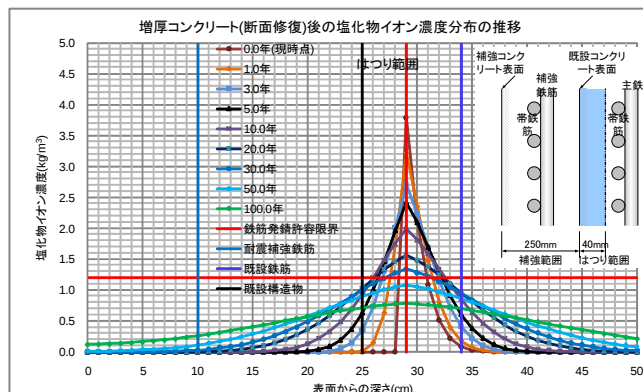


図-5 Case④

なお、表面保護工を行うケースは、表面からの塩化物イオンが供給されないものと仮定する。

表-2 塩化物イオンの拡散予測ケース

Case No.	対策内容
Case①	増厚コンクリートのみ
Case②	増厚コンクリート +表面保護工
Case③	既設橋脚 30mm はつり +増厚コンクリート +表面保護工
Case④	既設橋脚 40mm はつり +増厚コンクリート +表面保護工

耐震補強後の塩化物イオン濃度分布を図-2～5 に示す。

(3) 試算結果

橋脚の巻立てコンクリートによる耐震補強後の塩化物イオン拡散予測の結果、図-2より巻立てコンクリートに表面保護工が無いと耐震補強鉄筋及び既設鉄筋位置で塩化物イオン濃度が、鉄筋発錆限界 1.2kg/m^3 を上回る。Case②、Case③も同様に、塩害対策を行っても、数十年後より鉄筋発錆限界 1.2kg/m^3 を上回る結果となっている。

一方、Case④では、図-5に示すように、100年経過しても、既設鉄筋位置で塩化物イオン濃度が、鉄筋発錆限界 1.2kg/m^3 を下回る結果となっている。

4. 塩害を受ける鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強の実施について

本稿の試算結果は、多量に塩化物イオンを含有した既設コンクリート橋脚に対して、塩害対策を行わずに耐震補強を実施した場合、数年後～数十年後には、既設の鉄筋が腐食することを示している。

この結果から、塩害を受ける鉄筋コンクリート橋脚に対して耐震補強を行う場合、力学的、構造的な観点からのみの対策は、不十分であることが伺える。すなわち、既設鉄筋コンクリートの内部に浸潤している塩分量の把握と、その結果から将来を予測した上で、適切な耐震補強対策を実施する必要があると考える。総合的な観点から耐震補強を実施することが必要であるとする。

5. おわりに

我が国は四方を海で囲まれており、沿岸部には橋梁だけでなく海岸保全施設、港湾施設、臨港道路など様々な社会資本が整備されている。今後、これらを適切に維持管理していく上で、例えば、簡易な含有塩分量の測定方法の開発など、種々の技術開発が必要であるとする。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成14年3月
- 2) (社) 土木学会：コンクリート標準示方書維持管理編，2007年