

門崎高架橋コンクリート橋脚における塩害の実状と対策

本州四国連絡高速道路(株)

村田 知司

本州四国連絡高速道路(株)

正会員 ○菊池 祥子

1. はじめに

門崎高架橋は、神戸淡路鳴門自動車道にある全長約 1,010m の 3 径間及び 4 径間連続鋼床版箱桁橋である。本橋は大鳴門橋の取付橋で、淡路島側の岬の海岸線を埋め立て各橋脚を構築しているため、年間を通して風雨や波浪に晒される厳しい気象・海象環境にある。供用後 20 年を経過し、塩害による鉄筋腐食によってコンクリートの浮き・剥離等が随所に確認された。本稿では、6P 橋脚を対象に実施した各種コンクリート調査による塩害の状況、並びに塩化物イオンの拡散予測結果を踏まえた補修工法について述べる。

2. コンクリート調査

足場を設置後、打音調査、塩化物イオン量測定、鉄筋はつり出し調査、中性化深さ測定を行った。結果は以下の通りである。

(1) 打音調査

橋脚表面積の約 3 割にあたる 328m² で浮き等の変状を確認した。変状の割合が大きかった終点側について打音調査結果を図-1 に示す。

(2) 塩化物イオン量

橋脚を高さ方向に5箇所各4面で、コンクリートコア(φ75mm)を採取し、20mmごとにコンクリート中の塩化物イオン量の測定を行った。調査箇所の平均は、コンクリート表面から深さ50mm～70mmまでのコンクリートで塩化物イオン量が2.5kg/m³を超え、深さ70mm～130mmのコンクリートで塩化物イオン量が1.2kg/m³以上であった。面別では、雨によって洗われにくい終点側の面が多い傾向にあった。高さ別では、橋脚基部(V)が多いほか差異は見られなかった(図-2)。

(3) 鉄筋はつり出し

30cm×30cm 程度の範囲を主筋が半周以上露出するまではつり出し、鉄筋の腐食状況を観察した。

a) かぶり：はつり出した鉄筋の平均かぶりは、ひび割れ防止筋(D6)が 69.0mm、帯筋(D19)が 101.6mm、主筋(D51)が 129.4mm であった。この結果を塩化物イオン量の調査結果と重ね合わせてみると、ひび割れ防止筋の配筋位置では塩化物イオン量が 2.5kg/m³ 以上となっており、帯筋の配筋位置では 1.2kg/m³ 以上であった。

b) 鉄筋観察：配筋位置で塩化物イオン量が 2.5kg/m³ 以上となっているひび割れ防止筋は、全面的に点錆が発生し橋脚基部では腐食し一部に破断があった。帯筋は、橋脚基部で腐食が見られたが、ほとんどの箇所が健全、もしくは一部で点錆が見られるがほぼ健全であった。主筋は、一部に点錆が見られるが健全な状態であった。

(4) 中性化深さ

コンクリートコアを採取した孔を利用して測定した結果、中性化深さは最大 35.0mm、最小 16.5mm、平均値 22.5mm であった。

3. 塩化物イオン量の拡散予測

フィックの第 2 法則を用いて塩化物イオン量の拡散予測を行った。諸条件を表-1 に示す。初期塩化物イオン量は、門崎高架橋下部構造の施工が塩化物イオン量の総量規制前であったため、「橋梁用マスコンクリート施工基準・同解説(案)」(S50.1 本四公団)等を参考に 0.4 kg/m³ と仮定した。

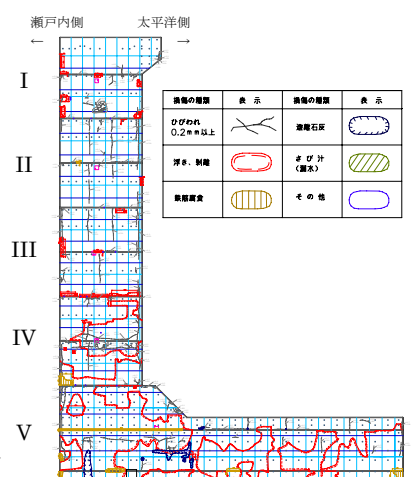


図-1 打音調査結果

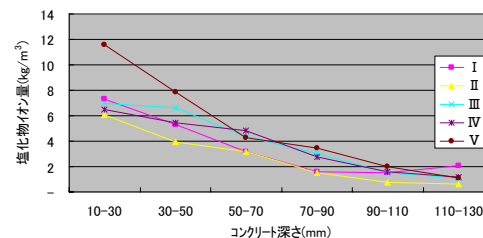


図-2 橋脚高さ別の塩化物イオン量

表-1 諸条件

表面塩化物イオン量	8.04kg/m ³
見掛けの拡散係数	0.89cm/年
初期塩化物イオン量	0.4kg/m ³

キーワード 塩害、打音調査、拡散予測、断面修復工、表面被覆工、剥落対策

連絡先 〒772-0053 徳島県鳴門市鳴門町土佐泊浦字大毛 18 番地 本四高速鳴門管理センター TEL088-687-2160

予測では、5年後には主筋前面までが 1.2kg/m^3 以上になり、50年後には主筋前面までが 2.5kg/m^3 以上なり、主筋背面までが 1.2kg/m^3 以上になった(図-3)。以上より 6P 橋脚は早急な補修が必要といえる。

断面修復工と剥落対策工を行う場合、コンクリート表面から 90mm はつり取ること、剥落対策工を行うことから、5年後には帯筋の配筋位置でも塩化物イオン量は 1.2kg/m^3 未満になるという予測になった(図-4)。剥落対策工のみを行う場合、50年後には主筋の配筋位置で塩化物イオン量が 1.2kg/m^3 以上になるという予測になった(図-5)。よって、コンクリートの劣化部については除塩効果も期待し、出来るだけはつり取ることとした。

4. 補修

(1)補修工法の選定

補修工法は、はつりの内容と剥落対策の仕様などから表-2 の 5 案について比較を行い、総合的に優れる案 1 を採用した。なお、長期の耐久性を期待するため保護層(ふっ素樹脂塗料)の施工を追加した。

(2)施工概要

はつり範囲の決定の客観的指標は鉄筋の腐食状況とした。鉄筋の腐食が見られる範囲ははつりを拡大し、健全な鉄筋の確認をもってはつり範囲の終点とした。はつり過ぎ防止のため、はつり拡大の前にコンクリートカッターではつり取り範囲を区切りつつ施工を進めた。露出した鉄筋は、錆等を除去後、防錆材の塗布により防錆処理を行った。断面修復はポリマーセメントモルタルを施工し、表面被覆は超速硬化ポリウレタン吹き付け工法により施工した。

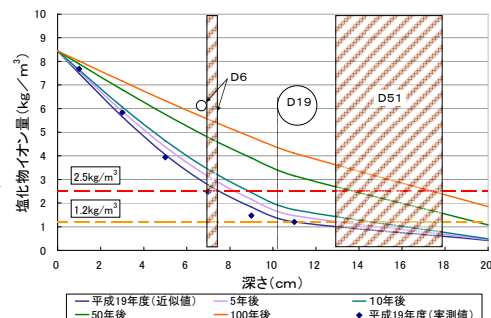


図-3 拡散予測結果(無対策)

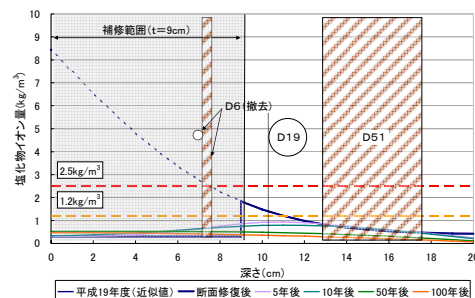


図-4 拡散予測結果(断面修復+表面被覆)

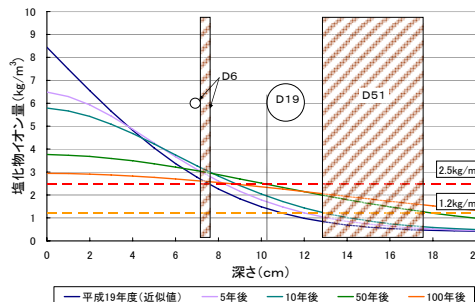


図-5 拡散予測結果(表面被覆のみ)

表-2 補修工法の比較検討

		案1	案2	案3	案4	案5
施工内容	はつり	目地等全面の約3割をはつる(約320㎡)		全面をはつる(約1,180㎡)		目地等全面の約3割をはつる(約320㎡)
	断面修復	吹き付け(ポリマーセメント)		修復しない	コンクリート増厚	
	表面被覆	超速硬化ポリウレタン		超速硬化ポリウレタン	なし	
概念図						
評価	耐久性	○ 主筋のかぶり現状を確保	○ 主筋のかぶり現状を確保	△ 主筋のかぶり最小値を確保しない恐れがある	○ 主筋のかぶりは現状以上	○ 主筋のかぶりは現状以上
	コスト	○ (1.00)	○ (1.00)	○ (1.02)	× (1.38)	○ (1.02)
	施工期間	○ (10ヶ月)	× (13ヶ月)	○ (10ヶ月)	× (17ヶ月)	× (15ヶ月)
	現場管理	○ コンクリート殻が少なく、打設も少ない	○ コンクリート殻が少なく、打設も少ない	× コンクリート殻が多い	× コンクリート殻が多く、打設も多い	× コンクリート殻が多く、打設も多い
	総合評価	○	×	×	×	×

5. おわりに

塩害による変状の状況については、コンクリートに内在する塩化物イオン量が多いものの主筋、並びに帯筋は概ね健全であることが確認できた。ただし、断面修復を行わず橋脚の表面被覆を行った箇所が橋脚全面の半分以上あることから、今後定期的に内在塩分や鉄筋の状況を観察する必要があると考えている。

なお、他の橋脚もロープアクセスにより点検を行った結果、5P 及び 7P 橋脚については 6P 橋脚とほぼ同じ状況と考えられるため、早急な対策を実施する予定である。

参考文献

- ・村田 知司,大西 貴浩:門崎高架橋における塩害の実状と対策,本四技報,Vol.33,No.111,2008 年 9 月号,pp6-11