



「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

塩害再劣化を生じた PCT 桁橋の 維持管理計画の検討



(株) オリエンタルコンサルタンツ
関東支店 広瀬 知晃

1. はじめに

本橋は 1965 (昭和 40) 年に建設された橋長 15.6 m, 幅員 8.1 m のプレテン PC 単純 T 桁橋であり (図 - 1), 1995 (平成 7) 年」に実施した塩害補修箇所において、マクロセル腐食による再劣化 (PC 鋼材腐食) が発生していた。

本報告は、PC 鋼材腐食箇所の詳細調査と安全性照査、PC 鋼材の控除限界本数の算出 (維持管理水準の設定) とこれに基づく維持管理計画の検討を行ったものである。

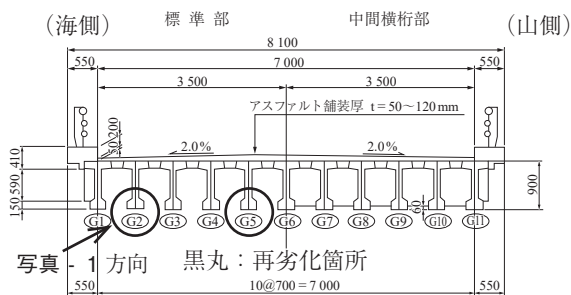


図 - 1 断面図

2. 架橋位置と再劣化の概要

本橋は、海岸部で塩害対策区分 C-S (地域区分 C, 海岸線から 20 m まで) という厳しい環境下に位置する。塩害

補修として断面修復工と表面保護工が行われたが、その 17 年後 (2012 年:平成 24 年) にマクロセル腐食による再劣化 (PC 鋼材の腐食とこれに伴うひび割れ) が発生した (写真 - 1, 2)。

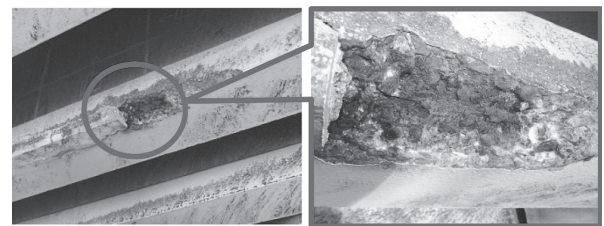


写真 - 1 G2 桁再劣化状況

写真 - 2 近景

3. 詳細調査と安全性照査

はつり調査の結果、PC 鋼材の腐食は海側よりの G2 桁で 1 本、G5 桁で 2 本を確認した。また、PC 鋼材位置の塩化物イオン量は、G2 桁と G5 桁で 1.2 kg/m³ 以上含有していた。

そこで、腐食した PC 鋼材を無効と見なし、道路橋示方書に基づく設計荷重作用時と終局荷重作用時の安全性照査を行った。その結果、設計荷重作用時および終局荷重作用時とも、安全性に問題ないことを確認した (表 - 1 左側)。

4. 維持管理水準の設定

PC 鋼材の腐食の進行は、プレストレス減少による曲げひび割れの発生や、曲げとせん断の破壊安全度の低下を招くことになる。このため、今後の維持管理計画に向け、使用限界 (ひび割れからの飛来塩分や水分の侵入を防ぎ、耐久性を確保する) と終局限界 (破壊安全度を有し、落橋の危険性を防ぐ) の 2 つの水準を設定することとした。

設定では、前述の安全性照査から最も厳しい G2 桁を基準とし、使用限界・終局限界ごとに PC 鋼材の控除限界本数を算出して行った (表 - 1 右側)。なお、採用値は対策

表 - 1 PC 鋼材の腐食による安全性照査 (左側) / 維持管理水準としての控除限界本数 (右側)

照査箇所	PC 鋼材の腐食本数 (本)	設計荷重作用時 曲げ引張応力度 (下縁) (N/mm ²)	終局荷重作用時 曲げ破壊安全度	控除限界本数 (本)		備考 PC 鋼材: 30 本 / 1 桁 () : 採用値で 1 本余裕を見込む
				使用限界	終局限界	
G2 桁	1	-0.30 ≤ -1.80	1.4 ≥ 1.0	3 (2)	7 (6)	
G5 桁	2	0.47 ≤ -1.80	1.5 ≥ 1.0	6	9	

立案から対策実施までのタイムラグを考慮して、使用限界と終局限界から安全側に1本余裕を見込むこととした。

5. 維持管理計画の検討

本橋の維持管理計画を立案するにあたり、複数のシナリオを設定したうえで、シナリオごとに実施する対策案の個別コストからトータルコストを試算し、比較することとした。

シナリオは、現橋を放置し安全性が損なわれる前に更新する案を1つ（シナリオA）、最小限の補修に留める案を2つ（シナリオB、C）、現橋を供用100年まで使い切る案を2つ（シナリオD、E）の計5つを設定した。

- ・シナリオA：現橋のPC鋼材の腐食・ひび割れが発生している桁を無補修とし、安全性が損なわれる前（終局限界に到達）に更新する。
 - ・シナリオB：塩害に対して耐塩性の高い構造へ早い段階（維持管理水準①）で更新する。
 - ・シナリオC：「防食強化」を行い、健全度を促進する領域での劣化速度を減少させる。
 - ・シナリオD：補修を繰返し、維持管理水準②に達した段階で更新する。
 - ・シナリオE：維持管理水準②に達したあと、「防食強化」と「補強」を行ったあとに「更新」する。
- シナリオごとに実施する対策案として、「補修」はひび

割れ注入工、断面修復工、表面保護工を、「防食強化」は電気防食工法を、「補強」はアウトプレート工法を、「更新」はプレテンスラブ桁へ架替えを設定した。これらを踏まえ、前述で算出したPC鋼材の控除限界本数に基づき、シナリオ別の劣化曲線を検討した（図-2）。なお、図中の劣化曲線は推定によるものであり、「補修」は本橋の実態をもとに10年に1回行うものとした。

試算の結果、「シナリオD」が最安価となったため（表-2）、当面は「補修」を繰返し行っていくものとし、ひび割れ注入工、断面修復工、表面保護工などの補修設計を行った。

ここで、トータルコストの試算期間は、検討時（2014年）から供用100年（2064年）までの50年間とした。また、「更新」の費用は、年あたりに割り戻した純更新費に、供用100年までの残り年数を掛けて算出した。

6. おわりに

本橋では、維持管理シナリオごとに検討した劣化曲線の精度を高めるため、定期点検の重点橋梁としてモニタリングを継続し、各種データを蓄積・分析していくことが必要である。一方、維持管理水準には余裕を見込んでおり、劣化曲線は推定によっていることから、今後の調査・研究が望まれる。

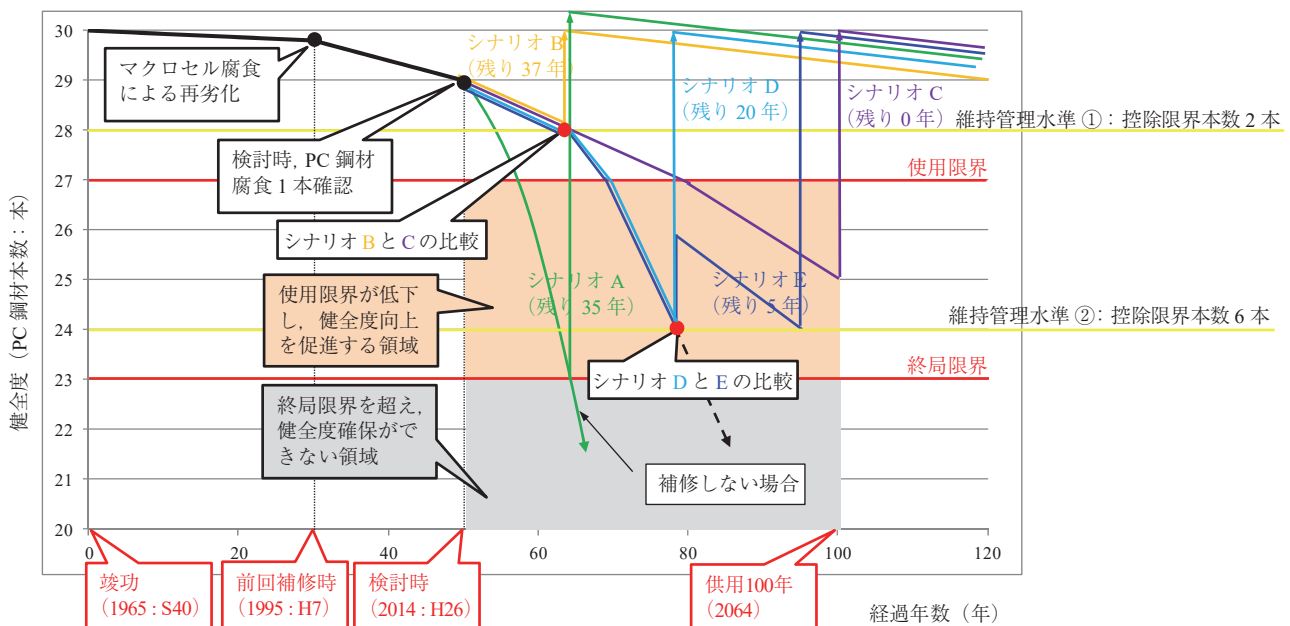


図 - 2 シナリオ別維持管理計画 (G2 桁基準)

表 - 2 シナリオ別のトータルコスト試算結果 (単位: 千円)

維持管理シナリオ	実施する対策案と個別コスト			更新から供用100年までの残り(年)	トータルコスト
	対策案1	対策案2	対策案3		
シナリオA	更新 42,000	-	-	35	42,000
シナリオB	補修1回 5,000	更新 45,000	-	37	50,000
シナリオC	補修1回 5,000	防食強化 72,000	更新 0	0	77,000
シナリオD	補修3回 15,000	更新 24,000	-	20	39,000
シナリオE	補修3回 15,000	防食強化+補強 78,000	更新 6,000	5	99,000

【2018年5月1日受付】