

第2回 RC 構造物の延命化のための維持管理技術協議会（M 協議会）

【延命化のための課題抽出・整理】

分類	キーワード	現状・課題	あるべき姿、要望、解決策
劣化	劣化要因、劣化過程（潜伏期、進展期、加速期、劣化期）、劣化因子	<ul style="list-style-type: none"> <li>・潜伏期と進展期を区別するための調査方法は確立されているか？</li> <li>・潜伏期と進展期との劣化顕在化リスクの違いが理解されているか？</li> <li>・複合劣化の評価方法が確立されているか？</li> </ul>	
	塩害、塩化物イオン、腐食発生限界塩化物イオン量、鉄筋腐食、不動態皮膜、水分、酸素	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩害の補修＝塩化物イオンの侵入抑制と決めつけていないか？</li> <li>・劣化過程毎に補修要求性能が異なることが理解されているか？</li> <li>・塩化物イオンの侵入経路を特定する調査方法の確立</li> </ul>	
	中性化、二酸化炭素、中性化深さ、中性化残り、鉄筋腐食、不動態皮膜、水分、酸素	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中性化の補修＝二酸化炭素の侵入抑制と決めつけていないか？</li> <li>・劣化過程毎に補修要求性能が異なることが理解されているか？</li> <li>・中性化とコンクリート強度の低下との因果関係は明確ではない（ばらつきがある）。</li> <li>・中性化の進行にともなう延命化リスク評価手法の確立</li> </ul>	
	ASR、反応性骨材、岩種、地域性、年代、アルカリシリカゲル、水分、アルカリ総量、残存膨張性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ASRの補修＝水分の侵入抑制と決めつけていないか？</li> <li>・ASRの残存膨張性を考慮した補修設計がなされているか？</li> <li>・残存膨張性能の評価方法（岩種別、ベシマム率、促進方法）</li> </ul>	
	再劣化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再劣化には、「設計または施工の不具合により、意図せず劣化が進行した補修」ものと、「再劣化を許容して再劣化と再補修を繰り返す維持管理方針のもとに実施した補修」があり、その両者は異なる。</li> <li>・再劣化の可能性に着目した点検例の整備</li> </ul>	
対象構造物	橋梁上部工、橋梁下部工、橋梁付属物、道路橋、鉄道橋、護岸、棧橋、港湾、空港、ダム、トンネル、函渠、擁壁、建築物、上下水道	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土中への埋設構造物の劣化の現状と調査状況はどうか？</li> <li>・鋼構造物とコンクリート構造物の劣化の内容と対応方法は違うので知識及び経験が沢山必要になる。</li> <li>・構造物によっては、構造物独自の劣化・損傷が生じるものがあるが、独自性が理解されているか？</li> <li>・構造物によって管理対象規準が違う（橋梁、トンネル、港湾など）</li> <li>・対象構造物によって、損傷程度の評価（維持管理規準的なもの）を変えるべきである（例えば、ひびわれに対して、無筋・有筋、橋梁・トンネル・港湾、床版・桁・下部工・付属物）</li> </ul>	
	大規模構造物、中小規模構造物、重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造物の規模によって（＝管理者によって）対策に投じることのできる予算枠が異なる。</li> <li>・重要度の高い構造物（緊急輸送道路、跨道橋、跨線橋、その他）の早期対策の実施</li> </ul>	
発注者・管理者・主体・制度	国、都道府県、政令指定都市、市町村、民間管理者（NEXCO、都市高速、JR、電力、ガス等）、民間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管理者によって対策に投じることのできる予算枠が異なる。</li> <li>・管理者間で維持管理に対する認識が異なる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公共施設の包括的民間委託契約の採用（実施例：下水道、道路、河川、道路河川、公園、空港、港湾）。</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・管理者間で維持管理業務に携わる人材の数、質が異なる</li> <li>・管理者によっては独自で技術的に維持管理に対応できないこともある。</li> </ul>	
	発注形態と発注区分、発注方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点検調査業務と簡易な補修工事を同時に行えばもっと効率的になるのではないか。</li> <li>・調査時の変状数量と補修施工時の最終変状数量に大きな相違がみられる。</li> <li>・発注時に既設構造物の設計資料がないもしくはあっても現場と差異があることがある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公共施設の包括的民間委託契約の採用により、一定規模の補修工事までは契約業者が点検～補修工事まで実施する（実施例あり）。</li> </ul>
	予算、予算執行ルール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・維持管理にかけられる予算が少ない。</li> <li>・単年度で消化できる予算枠に縛られ、複数年度で計画しにくい。</li> <li>・次年度に繰り越すことができない予算枠もある。</li> <li>・設計での補修方法、範囲と施工時の再調査による補修方法と範囲の変更や数量増により金額の増額が出来ないため当初計画の補修の半分も出来ない。（変更増額に限りがある発注者とそうでない発注者または課がある。）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点検業務の複数年契約による大型業務への対応が可能となる（実施例多数あり）。</li> </ul>
	発注者（管理者）、学識経験者、設計者、施工者、材料メーカー、商社、一般市民	<ul style="list-style-type: none"> <li>・共通認識の構築が必要ではないか。</li> <li>・維持管理の重要性を一般市民レベルで理解してもらう必要があるのではないか。広く社会に構造物の点検業務及び耐震補強等の実施状況を公表し、現状を認識してもらう。</li> <li>・維持管理業務において発注者（管理者）、設計者、施工者はそれぞれお互いに工事完成後にフィードバックしているか？</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注者（管理者）、学識経験者、設計者、施工者が維持管理業務に関する共通認識を構築する場を設ける（〇〇県コンクリート診断士会等）。</li> <li>・点検業務及び耐震補強等の実施状況を公表し、広く周知する方法を検討する。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注者によっては、追加補修、変更内容を『創意・工夫』で行わせる事がある。（補修の必要性を理解していないのでは？と思わされる。）</li> </ul>	
	発注内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現場条件を反映した発注数量となっているか？（梯子、橋検車、ロープアクセス）</li> </ul>	
維持管理、対策、アクション	予防保全、事後保全	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予防保全の重要性はどこまで理解されているか？</li> <li>・目先の事後保全に追われ、予防保全に手が回らないのが現状ではないか？</li> <li>・予防保全の定義、範囲は明確にされているか？</li> </ul>	
	残存供用年数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注者、管理者は構造物の残存供用年数を明確にしているか？</li> <li>・残存供用年数に応じた補修設計、維持管理計画がなされているか？</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造物の残存供用年数を明確にすること自体が困難であり、多くの事例を収集し、今後の維持管理の参考にする。</li> </ul>
	点検、調査、診断、対策 非破壊試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点検技術者と診断技術者の連携は十分とられているか？点検技術者と診断技術者が異なることもある。</li> <li>・点検は近接目視が原則であり、新規に開発された調査・点検手法の採用に制約がある。</li> <li>・ひびわれ深さは推定で補修工の注入量を計上している。</li> <li>・ひびわれについて、例えば、損傷図の表現でひびわれ幅 0.30mm、L=2.0mのひびわれはどう評価しているか。全長が幅 0.30mmではない（MAX、その内 0.5mなのか）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規に開発された調査・点検手法を審査のうえ登録し、実務に使用できるような基準にする。</li> </ul>
	存置、点検強化、モニタリング、補修、補強、撤去 新設、供用制限	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補修、補強工法の選定と撤去新設の選定は総合的に判断されているか？補修工法が前提となり、補修を繰り返しコストアップにつながっている事例も見られる。</li> </ul>	
	耐荷性能、使用性能（第3者影響度、美観、変形）、 耐久性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐荷性能、使用性能（第3者影響度、美観、変形）、耐久性能の判断に当たり、現状の交通体系が加味されているか。</li> </ul>	

	維持管理のしやすさ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新設時における維持管理に有利な構造及び点検設備の設置は検討されているか？</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下空間及び遊間の確保、点検設備の設置。</li> <li>・補修工事の際に使用した足場アンカー材の存置（無機系、セラミックアンカー等に限る）</li> <li>・補修設計に点検経路計画を盛り込む</li> </ul>
人的資源	人材育成、スキルアップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・維持管理業務に携わる人員が不足している。</li> <li>・維持管理の知識、経験に乏しい人材が業務を行わざるを得ない。</li> <li>・そもそも経験豊富な人材が少ないため技術継承がうまくできない。</li> <li>・特に市町村では維持管理業務で技術的に対応できる職員が少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学、高専等における外部講師による維持管理に関する教育の実施。</li> <li>・コンクリート診断士等資格にチャレンジすることで体系的な維持管理に関する技術力を身に着ける。</li> <li>・市町村の点検業務を県（公社）が一括して発注することも行われている。</li> </ul>
	資格試験制度、技能認定制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート診断士、コンクリート構造診断士、構造物診断士などの資格保有者の地位向上。</li> <li>・メンテナンスエキスパート制度など、産官学連携による地域に根付いた認定制度の普及。</li> </ul>	
技術、評価	補修工法の効果検証方法、評価基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補修工法の耐用年数評価の難しさ。</li> <li>・材料の耐用年数だけでなく、もとの構造物の劣化程度や劣化進行性の大小によって工法の耐用年数は異なり、同一の補修工法であっても構造物の条件がことなれば耐用年数も異なる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補修後の耐用年数を明確にすること自体が困難であり、多くの事例を収集し、今後の維持管理の参考にする。</li> </ul>
	技術開発、技術革新、省力化、情報化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産・管でのニーズが異なる</li> </ul>	
	施工後の事後評価、有効性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補修工事を実施した後の事後評価はなされているか？</li> <li>・効果確認試験または追跡調査</li> <li>・補修しなかった場合との比較</li> <li>・新設との比較</li> </ul>	
	経済性評価、LCC 算定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LCC 算定の難しさ。</li> <li>・再補修までの期間の推定＝補修工法の耐用年数の設定⇒劣化の進行性の大小に影響を受けるため構造物毎に異なる。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○自治体の技術者の現状・課題（F 県の事例）</li> <li>・定期点検(近接目視、たたき調査)の結果のみで設計・発注することがある。例;判定Ⅲの橋梁の鉄筋露出・浮きの箇所のみを補修</li> <li>・設計時に目標とする耐久年数を設定していない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○『寿命は自分がスイ(水)テイ(定)する。』</li> <li>・自分事にして仕事をする。（「この橋が自分の家だったら…」「この橋が自分のクルマだったら…」）</li> <li>・水対策の徹底(排水施設、水切り形状)</li> </ul>

		<p>○表面処理(被覆・含浸)の設計基準が防食塗装に比べて不十分である。</p>	<p>・<u>定量値</u>を把握する調査の実施(鉄筋位置、中性化の深さ・残り、塩化物イオンの浸透深さ・濃度など)→目標とする耐久年数の検討・設定につながる。</p> <p>・「コンクリートの補修」と「人間の治療」を類似の観点で考えてみる。</p> <p>近接目視・たたき調査—触診・聴診 電磁波誘導法・電磁波レーダー—レントゲン検査・MRI 中性化の調査・塩化物イオンの調査—血液検査(対策) 水対策—生活改善(食事・運動) 断面修復・表面処理・電気防食—投薬・手術</p>
その他	維持管理業務の採算性向上	<p>・維持管理業務は調査・点検、設計、施工とも小規模なものが多く、採算性が悪く、維持管理業務独自の積算体系の構築が必要である。維持管理業務の採算性向上がなければ、今後の維持管理業務の技術開発・技術力向上につながらない。</p>	<p>・調査・点検業務及び小規模な補修・補強工事においての積算体系は、数量に基づく積算体系から作業日数に基づく積算体系に変更する。</p>

## 【キーワード一覧】

### 劣化

- ・劣化要因、劣化過程（潜伏期、進展期、加速期、劣化機）、劣化因子
- ・塩害、塩化物イオン、腐食発生限界塩化物イオン量、鉄筋腐食、不動態皮膜、水分、酸素
- ・中性化、二酸化炭素、中性化深さ、中性化残り、鉄筋腐食、不動態皮膜、水分、酸素
- ・ASR、反応性骨材、岩種、地域性、年代、アルカリシリカゲル、水分、アルカリ総量、残存膨張性

### 対象構造物

- ・対象構造物、橋梁上部工、橋梁下部工、橋梁付属物、道路橋、鉄道橋、護岸、栈橋、港湾、空港、ダム、トンネル、函渠、擁壁、建築物、
- ・大規模構造物、中小規模構造物、重要度

### 発注者・管理者・主体・制度

- ・国、都道府県、政令指定都市、市町村、民間管理者（NEXCO、都市高速、JR、電力、ガス等）、民間
- ・発注形態と発注区分、発注方式
- ・予算、予算執行ルール
- ・発注者（管理者）、学識経験者、設計者、施工者、材料メーカー、商社、一般市民

### 維持管理、対策、アクション

- ・予防保全、事後保全
- ・残存共用年数
- ・点検、調査、診断、対策
- ・存置、点検強化、モニタリング、補修、補強、撤去新設、供用制限
- ・耐荷性能、使用性能（第3者影響度、美観、変形）、耐久性能
- ・維持管理のしやすさ

### 人的資源

- ・人的資源、人材育成、スキルアップ
- ・資格試験制度、技能認定制度

### 技術、評価

- ・技術開発、技術革新、省力化、情報化
- ・補修工法の効果検証方法、評価基準
- ・施工後の事後評価、有効性評価
- ・経済性評価、LCC算定