

道路橋の劣化損傷と対策

— 既設橋の主な損傷と対応の考え方 —

国立研究開発法人土木研究所
構造物メンテナンス研究センター(CAESAR)

既設橋の損傷対策の基本

現状及び将来の状態の評価に対する不確実性(リスク)



- 事例毎に条件が異なる場合がほとんど
- 事例毎に損傷状態、原因を突き止めて対策を検討
 - 損傷の現状把握
 - 損傷を踏まえた原因、挙動推定
 - 挙動や対策効果の不確実な面、想定されるリスクを考慮の上、対策を検討(説明できるシナリオが重要)

現場溶接による補修。しかし、



- ・応力作用中の供用下での溶接(溶解+凝縮) ⇒ 応力状態を設計可能？
 - ・現場の気象条件下での溶接 ⇒ 気温、湿度、風量等が溶接品質に及ぼす影響を排除可能？
 - ・古い鋼材への溶接 ⇒ 溶接割れ多発の可能性あり(品質確保できるか?)
等々
- ⇒ 現場溶接を適切に実施するためには、様々な検討・配慮が必要

桁端腐食に対する補修・補強。しかし、



・補修・補強部の腐食劣化の再発

⇒ 原因(伸縮装置からの漏水)の排除を適切かつ確実に行うことが必要

桁端腐食に対する補修・補強。しかし、



- ・腐食原因の除去は十分か？（除去が不十分だと再発の可能性あり）
- ・ボルト配置・当て板の形状等（設計）は妥当か？
- ・補修塗装範囲は妥当か？

外観目視では見えない部位の腐食

コンクリート埋込部



ケーブル定着部



- 水の侵入により, コンクリート内部や吊材, ケーブル定着部の鋼材が腐食
- 表面的な状況では判断しにくく, 内部調査が必要
(調査手順にも留意が必要。大型車の通行により破断となった事例あり。)
- 補修補強方法について慎重な検討が必要

外観目視では見えない部位の腐食

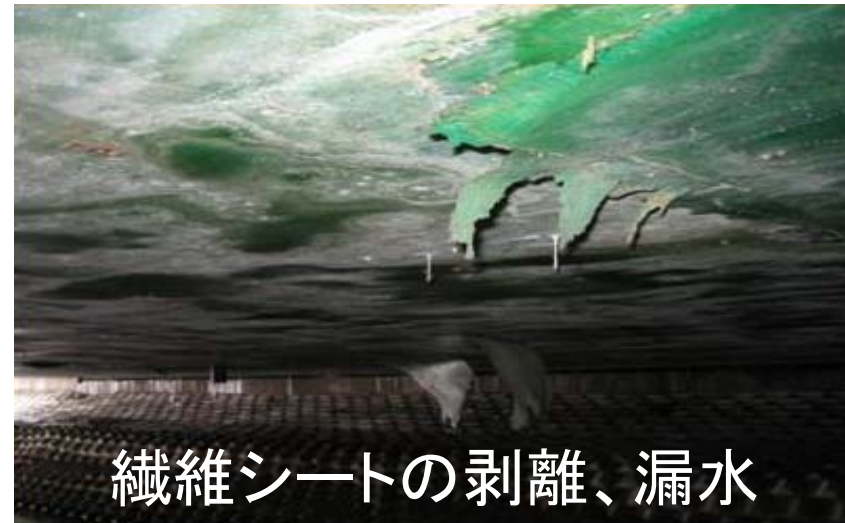
コンクリート埋込部



※埋込部の箱抜き埋め戻しすぎ

- 水の侵入により、コンクリート内部の鋼材が腐食
- 表面的な状況では判断しにくく、内部調査が必要
(調査手順にも留意が必要。大型車の通行により破断となった事例あり。)
- 再発防止のための箱抜きについて、埋め戻しすぎ(点検・補修が困難)

鉄筋コンクリート床版の補修・補強。しかし、



耐震補強の一環（落橋防止装置の施工）で、損傷を誘発

鉄筋コンクリート橋脚に重大なひび割れ



落橋防止用アンカーの施工で、主筋を切断

【補修・補強時の留意点】

1. 損傷の状況を把握するとともに、補修・補強時点の応力状態(劣化・損傷の状況、応力負担の変化、仮支持条件、活荷重載荷条件等)を慎重に考慮する。
2. 補修・補強前後の各部材の応力分担方法、活荷重載荷条件、確保できる作業空間等を考慮した上で、供用下での実施可能性、仮支持点やバイパス部材の要否、設置方法等について検討する。
3. 補修・補強の施工手順は、詳細調査による損傷状況を踏まえるとともに、構造解析により他の部材への影響度を十分考慮して検討する。

【補修・補強時の留意点】

4. 既設橋では溶接性に劣り溶接品質の確保が難しい鋼材が使われている可能性が高いことから、補修・補強には仮設材の設置を含めて原則として溶接は用いない。
5. 損傷の再発を防ぐためには、損傷原因の除去を適切に行う必要がある。（例えば、腐食に関しては、不十分な防水は漏水や滞水を招き、漏水箇所での鋼材の発錆及び腐食の原因となることから、伸縮装置の非排水型への変更、床版の防水層設置、あるいは排水装置の早期補修等の十分な防水工を施す。）
6. 補修・補強後は損傷の再発生、進行の危険性、周辺部の新たな損傷の発生等の可能性があるため、当面は継続的な監視が必要である。

コンクリートの表面塗装。しかし、



保護塗装の剥離、鉄筋露出



断面補修部のひび割れ



保護塗装のひび割れ



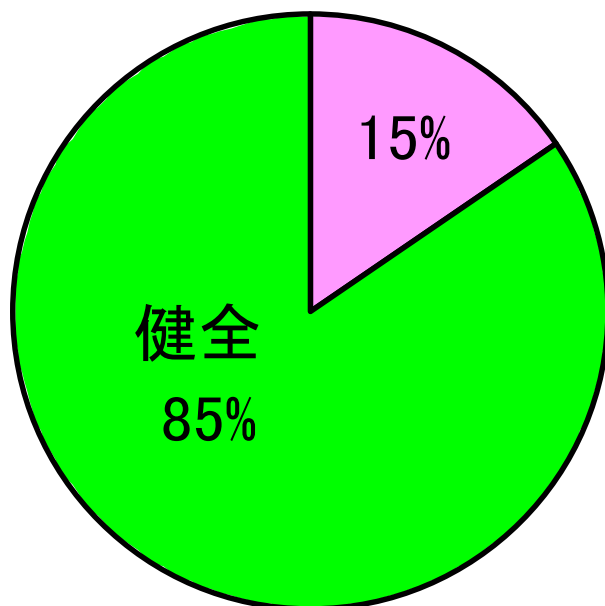
断面補修部の剥落

劣化因子の除去が十分でなく補修後再劣化した事例
→画一的な対応ではなく、劣化メカニズムを十分理解していたか¹²?

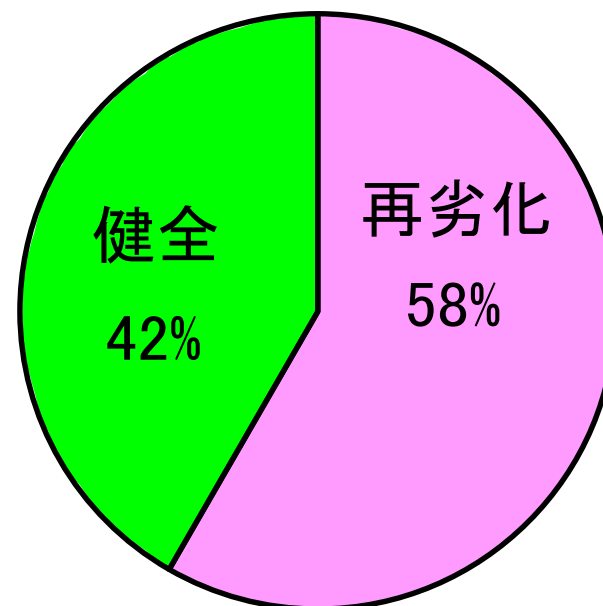
劣化因子の除去は十分か？～内部鋼材の腐食

補修したコンクリート構造物における再劣化の実態調査

- 補修後の構造物の状況
 - 補修後5～10年後に観察



海岸線から100m以上



海岸線から100m以内

→周辺環境も含めた劣化状況の理解と適切な対策が重要

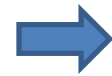
対症療法的な対応となっていないか？

補修内部で劣化が進行

14



- 対症療法的なゲルバー部の古い補修対策
- 内部の劣化状況がわからない



- 確実な維持管理を実現できる対策
- 劣化機構に応じた抜本的な対策
が必要



【未補修部】



【補修部】

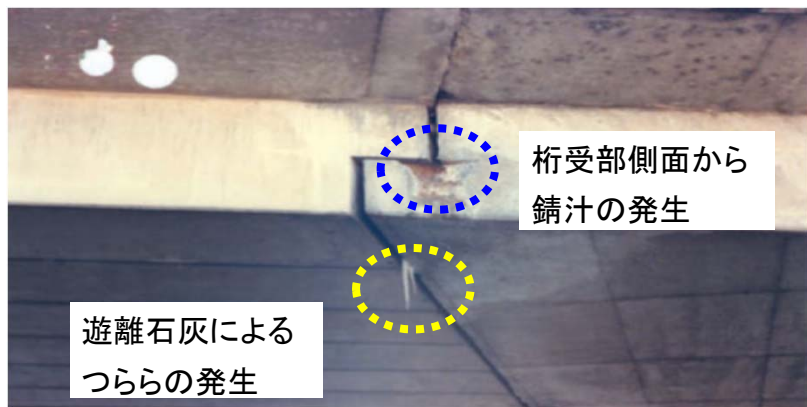
デラコンコルド橋（カナダ）－PC橋－落橋

1970年、コンクリート橋（ゲルバー桁）

2006年9月30日（36年経過）高速道路19号線上の跨道橋の崩落により，5名死亡
不適切な構造，施工品質，鉄筋の腐食などが原因



Report of the Commission of inquiry into the collapse of a portion of the de la Concorde overpass, 2006, ISBN 978-2-550-50961-5より引用



桁受部の状況(1985年)



桁受部の状況(1992年)



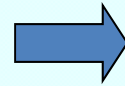
桁受部の状況(2004年)



事故60分前(2006年)

対策の効果について十分検討したか？

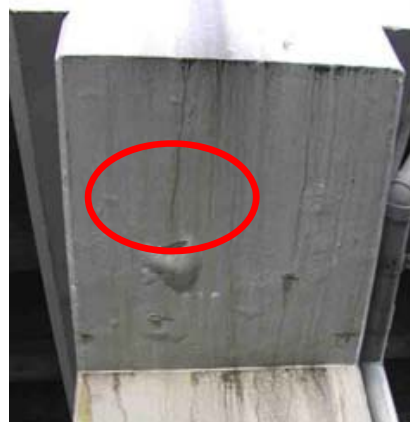
アルカリ骨材反応に対する断面修復や塗装対策



断面修復した橋台の再劣化



表面防水後の水の浸入



•水の遮蔽が逆効果となる

- 劣化メカニズムの理解と適切な対応が必要
- 周辺環境も含め、水の流入路(下部工天端, 橋台背面など)を考慮

「劣化対策」が「劣化」する



補強により追加した外ケーブル
定着部の劣化



接着された鋼板が剥離。鋼板そのものも腐食。

- 周辺環境を十分理解し、対策工の耐久性にも配慮する

コンクリート橋の損傷～内部鋼材の腐食

外観からの判断の難しさ(PC鋼材の腐食の例)



シース内でPC鋼材
の腐食が進行

シース外側にある
鉄筋は健全

グラウト未充填箇所での鋼材腐食

- 路面等からシースを通じて水が浸透し、表面に顕在化せずシース内部でPC鋼材の腐食が進行する(耐荷力上、極めて深刻な事態に陥る可能性がある)
- 表面的な状況では判断しにくく、慎重な検討が必要

コンクリート橋の損傷～内部鋼材の腐食

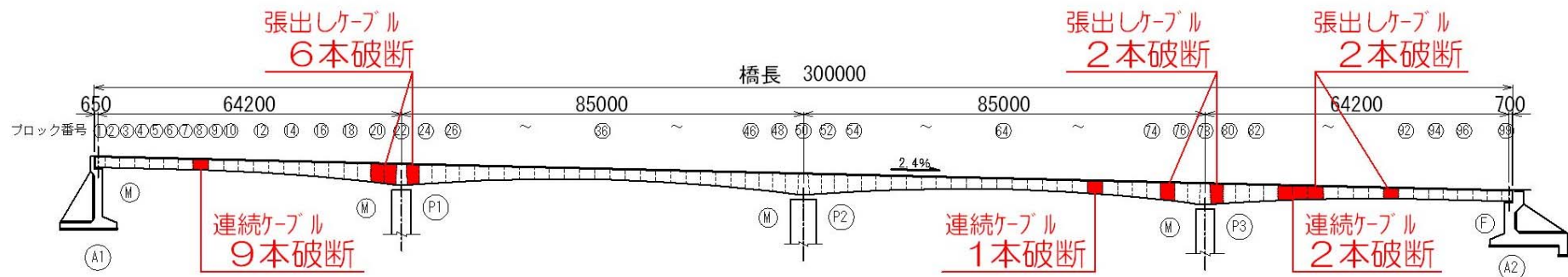
内部PC鋼材の腐食や破断の発見が遅れた事例

- ・プレキャストセグメント橋におけるPC鋼材の腐食と破断
⇒グラウト未充填箇所への橋面排水の浸入により腐食・破断。



外ケーブルにより補強しているが、プレストレスの残存量の推定など技術的な課題も多く、補修・補強対策が極めて難しい

早期発見が重要。過去の劣化事例を参考に、点検結果から注意深く劣化状況を判断する必要がある



【補修・補強時の留意点】

1. コンクリートに生じるひび割れは、様々な要因により複合して生じるものであり、周辺環境を含め劣化機構を正しく理解し、適切な対策を行う必要がある。
2. 不適切な対策は逆効果となる場合もあることから、劣化因子や劣化メカニズムの正しい理解と、効果的な対策を選択する必要がある。
3. 外観だけでは劣化状況を把握しにくいこともあるため、過去の事例を参考に、注意深く劣化状況を判断する必要がある。

まとめ

■劣化状況は個々の橋梁により異なる

- ・必要な対策も状況によって異なる
- ・劣化機構の正しい理解
- ・環境要因も含めた総合的な判断

■対策工の見極め

- ・他部材への影響や対策が逆効果となる場合もあることに留意

■維持管理の記録を残すこと

- ・将来にわたり適切に管理していくための基礎