

劣化したPC箱桁橋の耐荷力に関する検討

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) ○ 正会員 辻角 学
 中川 健
 中日本高速道路株式会社 正会員 稲葉 尚文

1. はじめに

PC鋼材は一般的に高応力下にあるため、腐食が発生した場合その程度が軽微であったとしても、破断に至るリスクがある。鉄筋の腐食やひび割れの増大といったコンクリート構造物の劣化性状の確認が比較的容易であり、耐荷力の低下は徐々に進んでいくのに対して、PC鋼材の腐食は致命的であり、劣化は構造物に脆性的な破壊をもたらす。本検討は日本海沿岸の海岸部に位置する劣化の進んだPC橋において、耐荷力の検討を行った結果を報告するものである。

2. 対象橋梁の劣化状況

対象橋梁は、昭和47年に供用した上下線を有する、橋長約547mのPC8径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋である。全断面修復を含む2度の大規模な補修を経ながらも、現在以下のような劣化状況が確認されている(1),2),3)。

- 断面欠損が生じているような鉄筋の腐食とこれに相当するレベルのひび割れ幅(0.6mm程度以上)が橋梁全体で広く多数に分布
- 構造内部へ高い濃度の塩化物イオンが浸透(PC鋼材位置でも高濃度を確認)
- グラウトの未充填(調査4カ所中2カ所)
- グラウトに高い濃度の塩化物イオン(最大1.65kg/m³)を確認
- 部分的にPC鋼材が腐食

3. 検討の概要

検討概要を図1に示す。腐食の進行により曲げ応力度がどれだけでひび割れ発生限界に達するか、検討を行った。

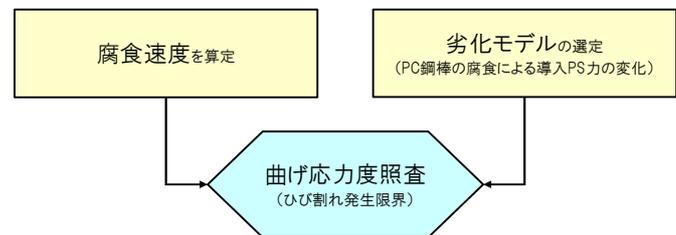


図1 検討フロー

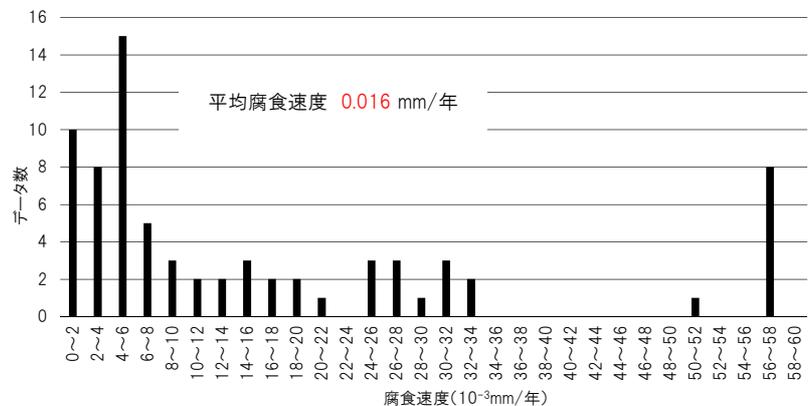


図2 腐食速度分布(既往の報告事例より劣化部位を抽出)

4. 腐食速度の算定

腐食速度は既往の報告事例^{4),5),6),7)}(全て日本海側沿岸の橋梁におけるPC鋼材の腐食)を参考にした。対象橋梁で劣化が進みPC鋼材で腐食が確認されていること、および靱性の低いPC鋼棒が採用されていることに鑑み、既往の報告事例における劣化部位の平均値である0.016mm/年を本

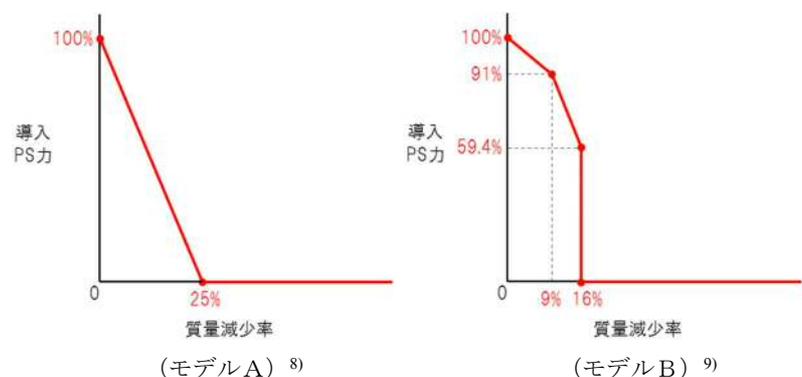


図3 二つの劣化モデル

キーワード PC橋, PC鋼棒, 腐食速度, 耐荷力

連絡先 〒920-0365 石川県金沢市神野町東170 中日本高速道路株式会社金沢支社 TEL:076-240-7640

検討の腐食速度として用いた。

5. 劣化モデルの選定

既往の研究^{8),9)}より、PC鋼材の破断を考慮した2つの劣化モデルにより検討を行うこととした。

6. 耐荷力の照査

照査は図4に示すように、PC構造の応力照査において劣化モデルにより有効プレストレス量を変化（低減）させる形で行った。照査結果を図5、図6に示す。モデルAの中間支点上では15年程度でひび割れ発生限界に達している。また、モデルA、B双方でも60年程度のうちにはひび割れ発生限界に達していることがわかる。

7. まとめ

- 検討結果からは、比較的早い時期に耐荷力が失われるリスクがあることが明らかとなった。
- 主桁の曲げ引張応力度を回復させるために外ケーブルによる補強を行う場合、中間支点上で19S15.2B×23本の鋼材が必要になるが、本数が多くいため桁内に配置できない可能性がある。また、補修時にはオーバプレストレスも危惧される。
- 対象橋梁は補修と劣化を繰り返し、現在は汀線に位置してさらに塩害環境が悪化しているほか、PCグラウトの未充填、高い塩分濃度、部分的なPC鋼材の腐食が確認されるなどPC鋼材の腐食進展リスクの高い橋梁である。さらにPC鋼材は構造物内で多段に配置されており、再充填などの補修を行うことも困難な状況にある。このような特殊な条件、環境下において、本検討結果からは対象橋梁を架替えることが望ましいと考えられる。

$$\Sigma\sigma_{cL} + \frac{P_e}{A_c} + \frac{P_e \cdot e_p}{Z_L} < \sigma'_{ca}$$

$$\Sigma\sigma_{cU} - \frac{P_e}{A_c} - \frac{P_e \cdot e_p}{Z_U} < \sigma_{ca}$$

$\Sigma\sigma_{cL}$: 荷重による桁下縁応力度の合計
 $\Sigma\sigma_{cU}$: 荷重による桁上縁応力度の合計
 P_e : 有効プレストレス量
 A_c : コンクリートの断面積
 e_p : PC鋼材の偏心量
 Z_L : 桁下縁の断面係数
 Z_U : 桁上縁の断面係数
 σ'_{ca} : コンクリートの許容引張応力度
 σ_{ca} : コンクリートの許容圧縮応力度

劣化モデルにより変化

図4 照査方法

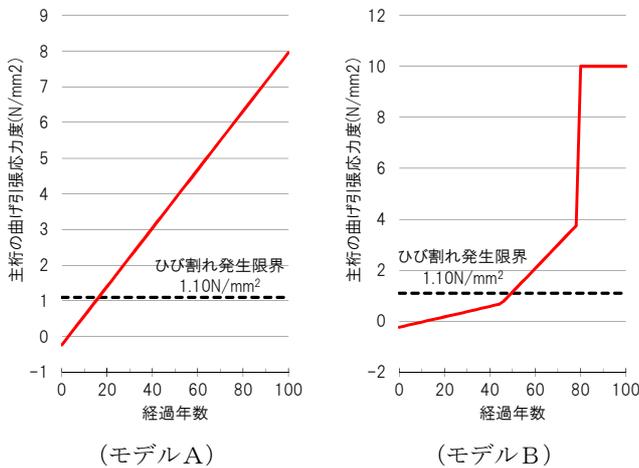


図5 中間支点上（上縁着目）における耐荷力検討結果

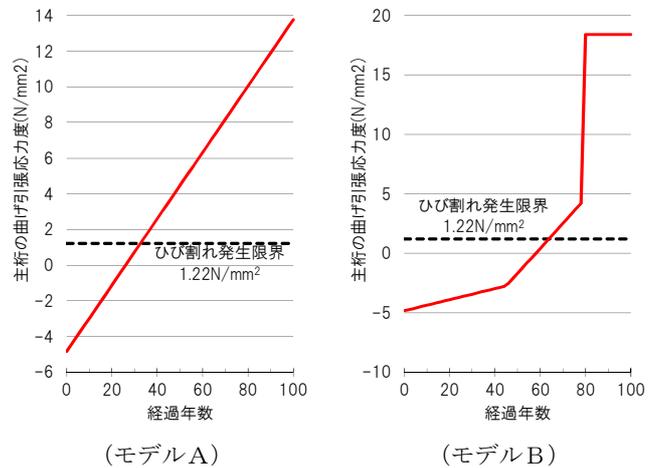


図6 支間中央（下縁着目）における曲げ応力度照査結果

参考文献

- 1) 茶谷, 武内, 有馬, 稲葉, 本庄: 平井塩分による塩害環境下にあるPC橋梁の塩害劣化の実態, 土木学会第73回年次学術講演会, 2018.8
- 2) 橋, 紙谷, 辻角, 稲葉: 塩害により再劣化したPC箱桁橋の調査, 土木学会第74回年次学術講演会, 2019.9
- 3) 稲葉, 中川, 辻角, 石川: 塩害により劣化したPC箱桁橋におけるPC鋼材の調査, 土木学会第74回年次学術講演会, 2019.9
- 4) 日下, 子田, 岩城: 著しい塩害を受けたPC橋における鋼材の腐食性状とその力学的性質に関する検討, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2008
- 5) 松沢, 木村, 花井, 本間: 塩害により撤去されたPC橋の耐荷力照査, 土木技術資料, 2013
- 6) 木村, 河野, 田中: 塩害により腐食したPC鋼線の腐食性状と機械的性質, コンクリート工学論文集, 2001
- 7) 土木研究所資料: 塩害を受けたPC橋の耐荷力評価に関する研究(IV) -旧芦川橋の載荷試験-, 土木研究所資料第3816号, 2001.3
- 8) 上原子, 岩城, 鈴木: 著しい塩害を受けて劣化した道路橋PC上部工の鋼材腐食を考慮した構造解析, 土木学会論文集E2, Vol.67, No.3, 2011
- 9) 陸, 田中, 山口, 下村: 腐食したPCより線の機械的性質とプレテンションPC梁の残存耐力の評価, PC工学会第21回シンポジウム論文集, 2012.10