

長大橋の部材腐食が橋梁全体性能に及ぼす影響についての解析的検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○間嶋 信博, 阪神高速道路(株) 正会員 杉岡 弘一
 阪神高速道路(株) 正会員 金治 英貞, 阪神高速道路(株) 正会員 小林 寛
 (財) 阪神高速道路管理技術センター 正会員 松本 茂
 (財) 阪神高速道路管理技術センター 大石 秀雄

1. 目的

長大橋の維持管理, 特に点検は, 橋梁規模が大きく点検数量が多いことや, 殆どが海上であるため近接が困難であることなどから, 実現可能で合理的な点検計画の策定が求められている. 阪神高速道路では長大橋維持管理の合理化を目的に, 全橋解析モデルにより部材腐食劣化が橋梁全体に及ぼす影響を定量的に把握する取り組みを実施しており, 昨年度ニールセンアーチ橋を例に検討¹⁾を実施している. 本稿では昨年度に引き続き, 長大橋2橋梁(例として斜張橋, ゲルバートラス橋)を対象に検討したのでその結果を報告する.

2. 解析概要

対象とした橋梁は橋長640m(120m+350m+170m)の鋼斜張橋, 橋長980m(235m+510m+235m)のゲルバートラス橋)の2橋梁で, 図-1, 2に示すように鋼断面にファイバーモデル, 鋼床版および主桁に非線形積層シェルモデルを用いて全橋をモデル化している. この全橋モデルを用い, 材料非線形性および幾何学的非線形性を同時に考慮した静的複合非線形解析を実施した. なお, ファイバー要素を用いた場合には局部座屈を考慮できないため, 表-1に示す各部材のモニタリング項目と設定値の圧縮側については実験値から与えられる座屈強度曲線²⁾を用いて局部座屈を考慮した低減係数 α を設定し, 降伏応力度の低減を図っている.

また, 載荷方法については荷重一定(設計荷重: D(死荷重)+L(活荷重))のもと, 着目部材のオリジナル断面を経年劣化による腐食を想定し, 母材厚を徐々に減少させ解析を行った. 各部材において腐食パターンを想定し, 設計荷重時において各部材が前述したモニタリング項目である許容値, 降伏値, 限界値または解析限界に達した時の部材腐食量を明らかにした.

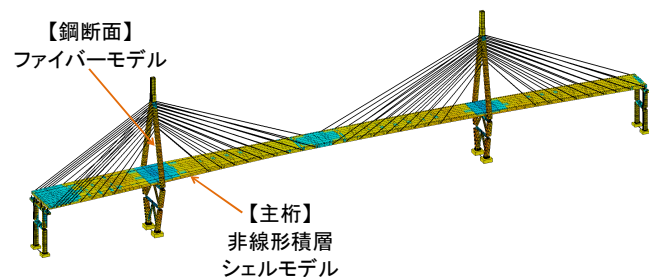


図-1 全橋解析モデル(鋼斜張橋)

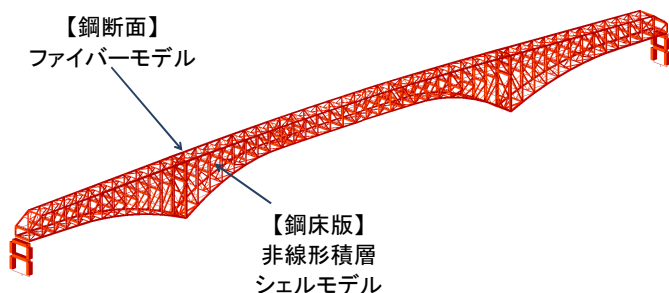


図-2 全橋解析モデル(ゲルバートラス橋)

表-1 各部材のモニタリング項目と設定値

着目部材	許容値 Δ	降伏点 $\bigcirc$	限界値 $\bullet$	解析 限界 $\times$
主桁	σa $= \sigma_y / 1.7$ (安全率 1.7) ※	降伏応力 σ_y ※	—	計算がストップした点
主塔	σa $= \sigma_y / 1.7$ (引張)	降伏応力 σ_y (引張)	限界ひずみ 50000 μ (引張)	
ペンデル支承	σa $= \alpha \sigma_y / 1.7$ (圧縮)	降伏応力 $\alpha \sigma_y$ (圧縮)	充填: 11000 μ 無充填: ϵ_a (圧縮)	
弦材				
鉛直材				
斜材				
ケーブル	許容張力 P_a (安全率考慮)	引張強度 P_u		中空断面部: 阪神高速基準 ϵ_a (圧縮) 充填部: 道路橋示方書 V ϵ_a (圧縮)
鋼製橋脚	σa $= \sigma_y / 1.7$ (引張)	降伏応力 σ_y (引張)		
	σa $= \alpha \sigma_y / 1.7$ (圧縮)	降伏応力 $\alpha \sigma_y$ (圧縮)		
支承	移動可能量 δa	—	—	

※ミーゼス応力

キーワード 長大橋, 点検, 全橋解析モデル, 腐食劣化

連絡先 〒552-0006 大阪市港区石田 3-1-25 阪神高速道路株式会社 大阪管理部 TEL 06-6576-3881

3 解析結果

モニタリング項目に達した時の着目部材の腐食量で示される鋼斜張橋の解析結果を図-3に示す。主桁の板厚変化が橋梁全体に及ぼす影響が大きく、2mmの腐食で許容値に達した。特に径間長の長い側径間（主桁c）の影響が大きい。また、終局限界状態と同等と考えられる解析限界についても、腐食量が比較的小さい段階で発生している。主塔は10mm腐食時、ケーブルは断面積が約50%となるまで許容値に達していない。これらの結果より、通常の活荷重下において主桁が橋梁全体の性能に及ぼす影響が大きく、重点的に維持管理すべき部位であることが分かる。一方、主塔、ケーブル、鋼製橋脚、ペンデル支承については腐食しても橋梁全体へ及ぼす影響は必ずしも大きくないことが明らかとなった。

ゲルバートラス橋の解析結果を図-4に示す。図に示すように上弦材・下弦材および斜材・鉛直材のうち、側径間のL/2付近、中央径間のL/4付近の部材が3~4mmのわずかな部材腐食で許容値に達していることがわかる。また、アイバー支承は元々母材厚が大きいいため許容値に達するまでの腐食量は大きいですが、降伏後終局状態である限界値に達するまでの余裕が小さいことが明らかとなった。一方、鋼製橋脚はモニタリング項目が発生しておらず、腐食による橋梁全体への影響が小さいと考えられる。

4. まとめ

全橋解析モデルを作成し、部材の腐食劣化が橋梁全体の性能に及ぼす影響を定量的に検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- ・鋼斜張橋に関する検討の結果、側径間の主桁（主桁c）が重要部位である。
- ・ゲルバートラス橋に関する検討の結果、側径間L/2付近・中央径間L/4付近の上弦材・下弦材および斜材・鉛直材が重要部位である。また、アイバー支承は降伏後終局状態までの余裕が小さい。

これらの結果より、部材ごとに点検・維持管理の濃淡をつけることも可能であり、長大橋点検合理化計画立案への可能性を示せた。

参考文献

- 1) 小林寛, 間嶋信博, 金治英貞: ニールセンアーチの全橋モデルによる部材腐食を想定した経年リスク解析, 第64回年次学術講演会公演概要集, VI-378, pp.755-756, 2009.
- 2) 土木学会: 座屈設計ガイドライン, 2005.

謝辞: 本検討は「阪神高速道路の長大橋点検手法合理化検討会」で審議いただいた。本検討会の吉川紀委員長(元大阪工業大学), 長井正嗣副委員長(長岡技術科学大学), 貝戸清之委員(大阪大学)には感謝の意を表します。

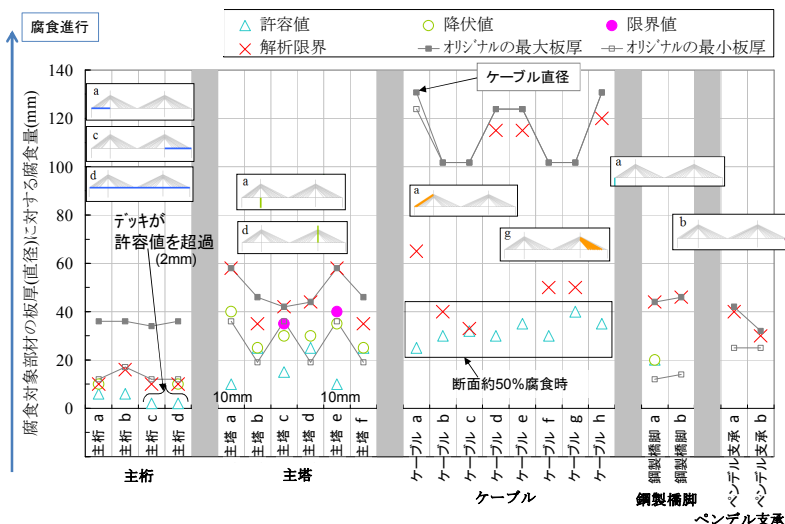


図-3 モニタリング項目に着目した部材腐食量（鋼斜張橋）

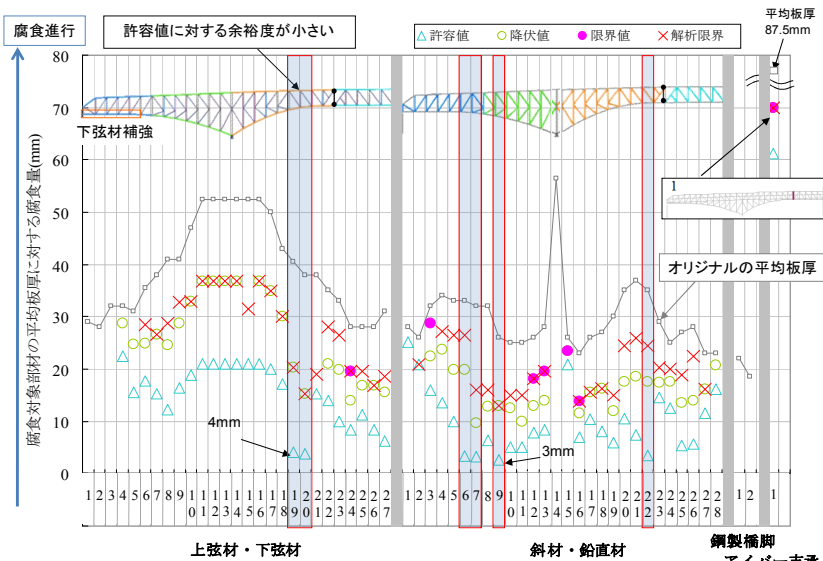


図-4 モニタリング項目に着目した部材腐食量
(ゲルバートラス橋)