

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

阪神高速道路(株) 正会員 ○小林 寛
 阪神高速道路(株) 正会員 間嶋 信博
 (財)阪神高速管理技術センター 正会員 金治 英貞

1. 目的

長大橋や特殊橋梁の維持管理, なかでも点検は対象橋梁の規模が大きく部材も多いことから点検数量が増大すること, さらに近接が容易でない箇所が多いことなどからコストが嵩む. これらの橋梁は, 一般に構造が複雑で部材も多く, 全ての部材を同じ重みで点検することは必ずしも合理的ではないと考えられる. そこで, ニールセンアーチ橋を例として重点的に点検すべき部材・箇所を明らかにする目的で, 部材の腐食を想定した全橋解析を実施し, 経年リスクをもたらす部材や状態を検討した.

2. 解析概要

対象とした橋梁は中央支間 150m, 幅員 27.3m のニールセンアーチ橋で, 図 1 に示すように鋼断面にファイバーモデル, 鋼床版に積層シェルモデルを用い, 材料非線形性および幾何学的非線形性(有限変位理論)を同時に考慮した静的複合非線形解析とした.

荷重一定(設計荷重 D+L)のもと, 着目部材のオリジナル断面を 100%とし, 経年劣化による腐食などを想定して母材厚が 90%, 80%, 70%・・と 30%まで減少させた解析を行った. 活荷重載荷位置は支間中央および支間 1/4 点の 2 ケース行った. 腐食させた部材はアーチリブ, 補

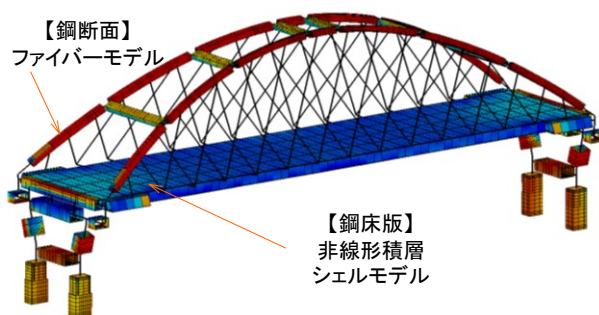


図 1 解析モデル

表 1 許容値と限界値

モニタリング部位	許容値	限界値	模式図
アーチリブ	降伏ひずみ ϵ_y (圧縮, 引張)	限界ひずみ ϵ_u 鋼・合成標準示方書, 土木学会 (圧縮)	
補剛桁	降伏ひずみ ϵ_y (圧縮, 引張)	限界ひずみ ϵ_u 鋼・合成標準示方書, 土木学会 (圧縮)	
ケーブル	許容張力 P_a (安全率3.5) (引張)	引張強度 P_u (引張)	
下部構造	降伏ひずみ ϵ_y (圧縮, 引張)	中空断面部: 阪高基準 ϵ_a 充填部: 道示 V ϵ_a	
ボルト欠損	すべり荷重(道示 II)		

※様式図中の○は許容値を, ●は限界値を示す

3. 解析結果

活荷重(D+L)を支間中央部に載荷したときの解析結果を図 2~3 に示す. いずれも縦軸が断面減少量, 横軸が図中に示す部位の変位を示し, 図中の丸印は許容値, 限界値に達した点を示す.

図 2 よりアーチリブ頂部の変位は, アーチリブ起拱部付近を腐食させた場合(図中①-a, 以下同様)及びアーチリブ全面を腐食させた場合(①-c)に, 著しく大きくなることが判る. いずれもアーチリブが 65%まで腐食した時点で許容値を超え,

40%まで腐食すると限界値を超えて急激に変位が増大する. また, アーチリブ頂部付近を腐食させた場合(①-b)

キーワード 長大橋, ニールセンアーチ, 点検, FEM, リスク解析

連絡先 〒552-0006 大阪市港区石田 阪神高速道路(株)大阪管理部調査設計グループ T E L 06-6576-3881

の影響は前述の2ケースに比べると小さく、断面を30%まで減じても許容値にも達しなかった。ケーブル素線腐食の影響も小さく、下部工断面腐食、補剛材腐食の影響はさらに小さい。

同様に図3よりスパン中央部補剛桁の変位は、ケーブル全数が腐食した場合(③-c)、アーチリブ起拱部付近を腐食させた場合(①-a)及びアーチリブ全面を腐食させた場合(①-c)に大きく影響を受ける事がわかる。また、アーチリブ頂部付近のみを腐食させた場合(①-b)は大きな影響を受けず、その他の箇所の腐食では殆ど影響を受けない。これらは活荷重をスパン中央に载荷したケースでの結果であったが、スパン1/4点に载荷したケースでも全く同じ傾向を示した。

以上より、いずれの変位着目点に対してもアーチリブ起拱部付近の腐食は橋梁全体に大きな影響を与え、特に断面が元断面の40%以下になると限界値を超え、状態を急変させる事が明らかとなった。このことから、ニールセンアーチ橋においてはアーチ起拱部近傍こそ重点的に点検すべき箇所であり、アーチリブ頂部や補剛桁などはリスクの観点から相対的に点検の濃度を下げられることがわかる。

4. まとめ

今回の検討により以下の事が明らかとなった。

- ① 実在のニールセンアーチ橋を対象として全橋モデルを用いたリスク解析を実施し、リスクをもたらす部材としてアーチリブが最も感度が高く、ケーブル、鋼製橋脚、補剛桁の感度は低い。
 - ② なかでもアーチリブ起拱部については断面腐食、ケーブル素線腐食が大きなリスクとなり、補剛桁の腐食は端部・中央部いずれの部位でも大きなリスクとならない。
 - ③ これらの結果より、部材ごとに点検・維持管理の濃度を付けるなど維持管理合理化の可能性を示した。
- 今後以下の点を検討すべきと考えており、検討を続ける予定である。

① 現在の点検ランクと腐食量との関連付け

② 管理目標とする限界状態(=管理水準)の設定(例えば使用限界状態、供用限界状態等)とその状態の定義

最後に、今回の検討では地震時・疲労時については考慮されておらず、管理水準の設定によっては別途の検討が必要になると考える。

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(元大阪工業大学教授)、長井正嗣副委員長(長岡技術科学大学教授)、貝戸清之委員(大阪大学特任講師)には感謝の意を表します。併せて解析を担当した株式会社 耐震解析研究所馬越一也氏にも感謝の意を表します。

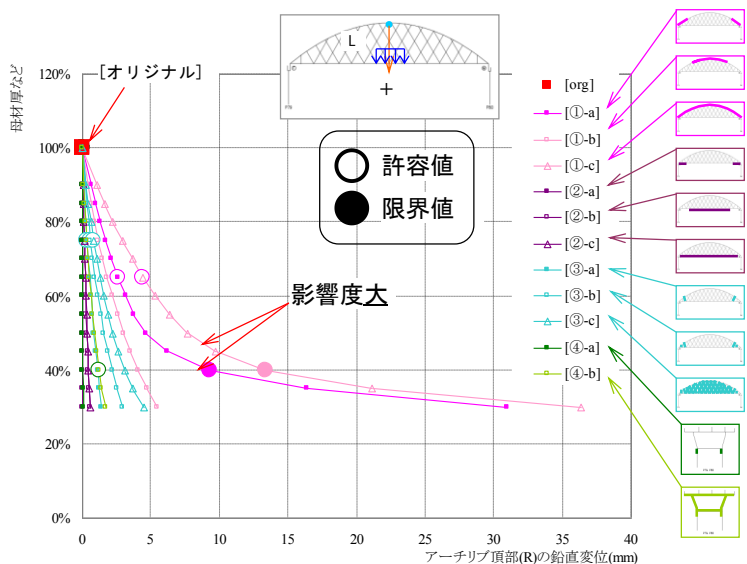


図2 アーチリブ頂部の変位

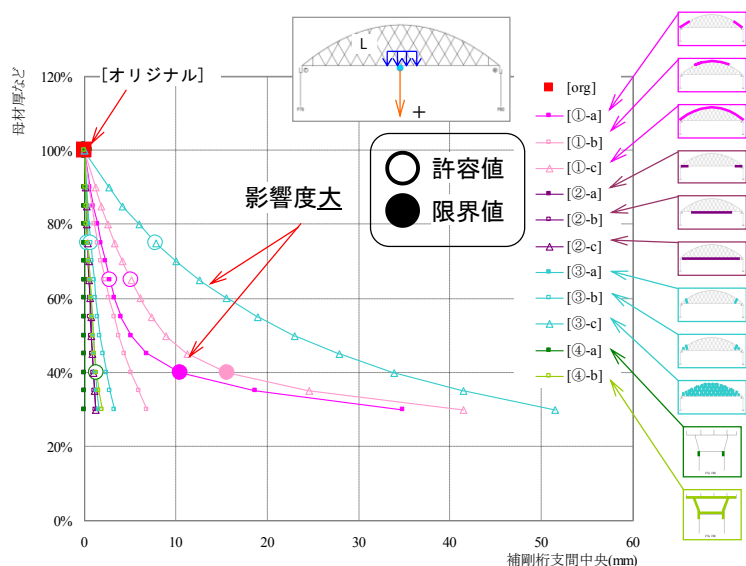


図3 補剛桁中央部の変位