

維持管理合理化を目指した長大トラス橋の部材腐食に対する橋梁全体系解析

阪神高速道路(株) 正会員 ○杉岡 弘一
 (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
 (株)耐震解析研究所 正会員 馬越 一也

1. はじめに

維持管理費用の一層の縮減が求められる中で、長大橋梁の点検は対象部材が多く近接が容易でないため一般橋梁に比べてコストが高くなることから、部材の重要度等に応じたいわゆるメリハリをつけた合理的な点検が必要とされている。阪神高速道路では長大橋梁の維持管理合理化を目的に、橋梁全体系の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検討¹⁾²⁾を実施している。定量的な評価により弱点となる部材を抽出することは、点検頻度や判定基準などの最適点検計画を策定する上で非常に有用な手段であると考え。本稿では、ゲルバートラス橋の部材腐食を想定して、局部座屈や初期不整を考慮した橋梁全体系の解析モデルを用いた解析を実施し、長大橋梁の維持管理合理化について検討した。

2. 解析概要

解析対象としたのは図-1に示す橋長980m(235m+510m+235m)の長大ゲルバートラス橋で、経年劣化による部材腐食を想定した解析を実施し、弱点となる部材を重要点検部位として抽出を行った。用いた解析モデルには、著者らが文献2)で作成した局部座屈強度を近似的に評価した橋梁全体系のファイバーモデル(図-2)に、製作誤差や架設時誤差といった座屈強度に影響を及ぼす初期不整も考慮している。本解析における経年劣化による部材腐食は、この橋梁全体系モデルのファイバー要素の板厚を減少させ、それに伴う剛性低下で評価するものとした。

座屈強度に影響する初期不整としては、初期たわみ、残留応力を考慮することとした。初期たわみは、設計荷重載荷モードで部材毎に最大変位が発生している箇所が、 $L/1,000$ となるように調整した。残留応力は、図-3に示すような分布をするものとして考慮した。図-4に設定した初期たわみと残留応力のコンター図を示す。

載荷荷重は、活荷重、風荷重を全載荷のケースと、地震荷重は事前にレベル1地震応答解析を実施して卓越モードに対して最大となるときの加速度分布を荷重ベクトルとして設定したものをを用いた。

腐食ステップは、着目部材の母材厚に対して腐食減肉量を0%から90%までの10ステップとし、各ステップの座屈強度を設定することで、減肉後の局部座屈強

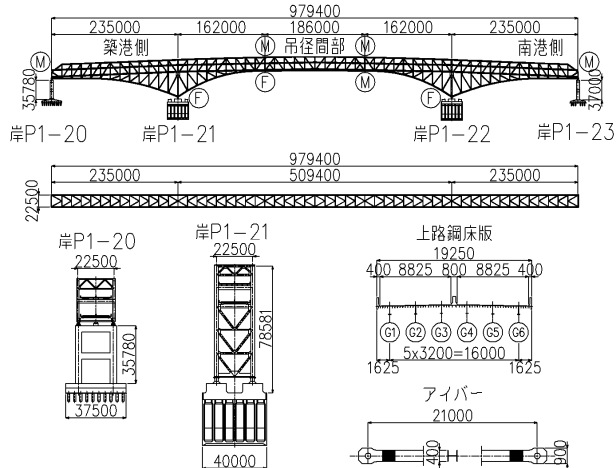


図-1 対象橋梁構造一般図

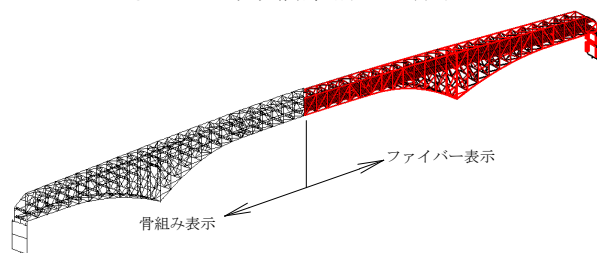


図-2 解析モデル図

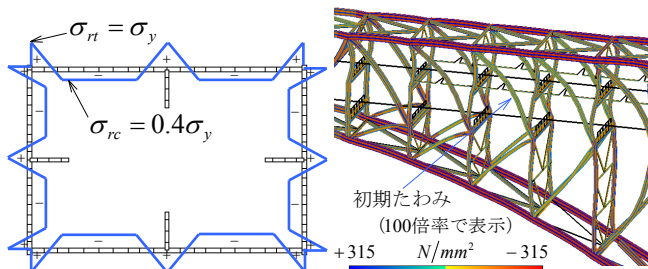


図-3 残留応力の設定

図-4 初期不整の設定

キーワード 維持管理, 長大橋梁, 局部座屈, 初期不整, 複合非線形解析

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 TEL06-6576-3881

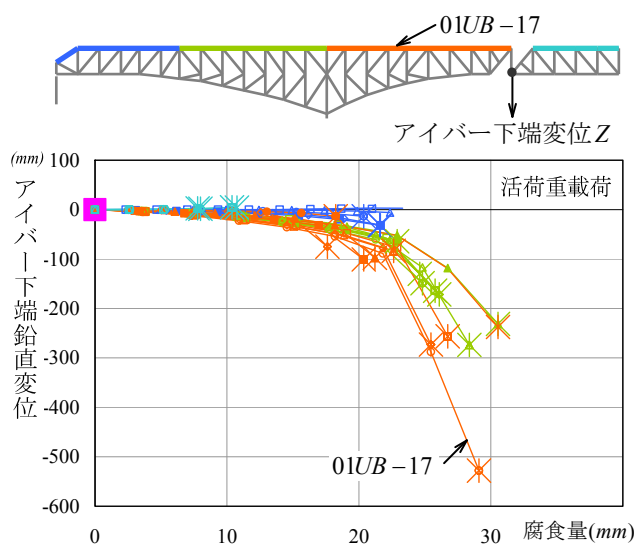


図-5 腐食量—変位曲線（上弦材腐食）

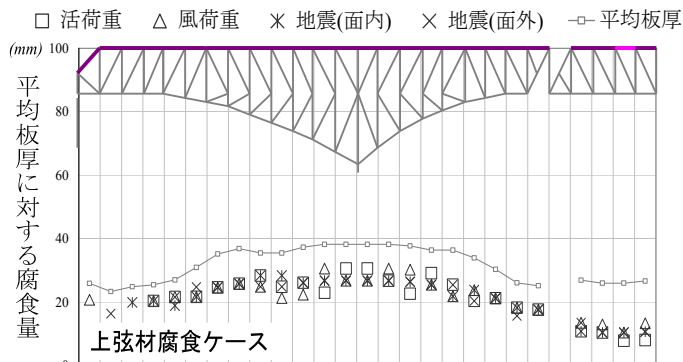


図-6 終局限界時の腐食量（例：上弦材腐食）

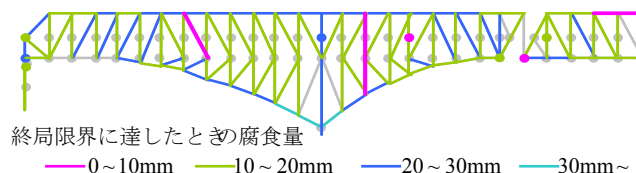


図-7 解析結果からの弱点部位

度低下を評価する．対象橋梁の 1/4 構造である 182 主構部材（上下弦材：52，斜材：41，鉛直材：27，横桁：57，アイバー：1，下部構造：4）を腐食対象とした．実際の腐食は局所的で，多数部材の組み合わせと考えられるが，腐食部材のグルーピングは行わず 1 部材を基本とし，部材全長に渡って全周腐食するものとした．

3. 解析結果

解析結果例として，活荷重（D+L）載荷時の腐食量とアイバー下端の変位の関係を上弦材の腐食ケースに着目して図-5 に示す．縦軸はアイバー下端の鉛直変位，横軸は腐食断面の平均板厚で換算した腐食量を示す．この図より，01UB-17 が平均板厚で 25mm 腐食したときに大きく変形が進み，アイバー下端の鉛直変位は最大 530mm 程度である．この次の腐食ステップ（90%腐食）で構造不安定から解析が停止したため，80%腐食を終局限界と定義した．終局限界時の上弦材の腐食量を部材別に図-6 に示す．同様に，この終局限界を下弦材，斜材，鉛直材それぞれの解析ケースについて整理し，図-7 に終局限界に達したときの腐食量をもとに部材別に色分けしている．斜材，鉛直材の多くは 10～20mm の腐食量で終局限界に至っており，上下弦材については建設時の板厚が厚いこともあり，20～30mm の腐食量で終局限界に至っている．アイバーについても肉厚断面（平均板厚 75mm）であるため，終局限界には至らなかったものの，腐食が進むにつれて大きな変形が見られた．終局限界に達したときの腐食量が 0～10mm 程度と少ない部位を弱点となる部位とした場合，図中に示す吊部上弦材や側径間斜材など赤色で表示されている箇所が弱点部位として抽出できる．

4. おわりに

局部座屈や初期不整を考慮した精緻な橋梁全体系の解析モデルを用いて，経年劣化による部材腐食を想定した解析を実施し，弱点となる部材を重要点検部位として定量的に抽出する手法を示した．対象とした長大ゲルバートラス橋においては吊部上弦材と側径間斜材の一部が弱点部材と判断できた．本解析結果に工学的な判断も加えた重要点検部位の選定により，長大橋梁の合理的な点検計画立案が可能となった．

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）をはじめとする各委員には感謝の意を表します．

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) 間嶋信博，杉岡弘一，金治英貞，小林寛，松本茂，大石秀雄：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，土木学会第 65 回年次学術講演会概要集，VI-062, pp.123-124, 2010.9.