

鋼アーチ橋のリダンダンシーに関する検討

(株)横河技術情報	正会員	○藤野 明義	(株)横河技術情報	正会員	中野 一也
(株)横河ブリッジ	正会員	三木 英二	川田工業(株)	正会員	日向 優裕
(株)ニューブリッジ	正会員	加藤 修	長岡技術科学大学	正会員	岩崎 英治

1. 概要

本検討では、鋼上路式アーチ橋の腐食や疲労による損傷事例の多い部位の破断を想定した線形リダンダンシー解析により、破断部材発生後の挙動を把握すると共に、同形式橋梁のリダンダンシー評価方法を考察する。

2. 対象橋梁

鋼上路式アーチ橋を検討対象とし、文献¹⁾でも解析対象として各種緒元が整理されている解析モデルを使用する。対象橋梁の設計条件を表-1に示す。

表-1 対象橋梁の設計条件

橋梁形式	鋼上路式アーチ橋
橋長	173m (アーチ支間長114m, アーチライズ16.87m)
幅員構成	全幅8.2m、車道幅7.0m
舗装形式	アスファルト舗装、舗装厚=70mm
床板形式	鉄筋コンクリート床版、床版厚=220mm、 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$
使用鋼材	SMA490Y, SMA490, SMA400

3. 検討要領

解析モデルを図-1に示す。主部材（補剛桁・横桁・縦桁・アーチリブ・支柱・アーチリブ支材・支柱支材）および2次部材（上横構・アーチ下横構・支柱対傾構）を梁要素でモデル化する。

床版硬化後の状態では、床版をシェル要素でモデル化し、補剛桁と縦桁に併進剛体バネ（回転自由）で結合する。

荷重状態は常時（死荷重と活荷重）を考える。床版硬化前の死荷重（床版・地覆）は、補剛桁上に線分布荷重で載荷し、床版硬化後の死荷重（舗装・高欄）と活荷重は、床版面上に面分布荷重で載荷する。鋼重は床版硬化前の状態に対し、各部材に線分布荷重で載荷する。

損傷箇所は補剛桁と支柱の接合部と、アーチリブと支柱の接合部を想定する。対象橋梁は橋軸方向及び幅員方向に対称な構造なので、図-2に示すようなG2側のV1支柱からV5支柱までの上下端全10ヶ所について実施する。

4. 検討結果 変形状

損傷前後で変形状を比較すると、全般的にアーチリブの鉛直変位はそれ程大きな変化は無く、損傷側の補剛桁と床版の鉛直変位が、損傷後に増加する結果となった。V1, 3, 5下端の損傷前後の変形状を図-3に示す。V3下端損傷時が最も影響が大きく、変位が損傷後に最大で8.84mm増加した。

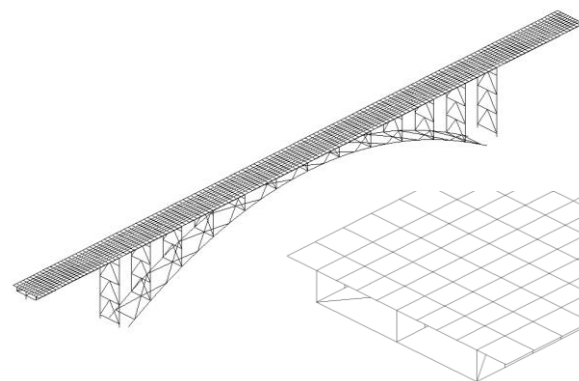


図-1 解析モデル

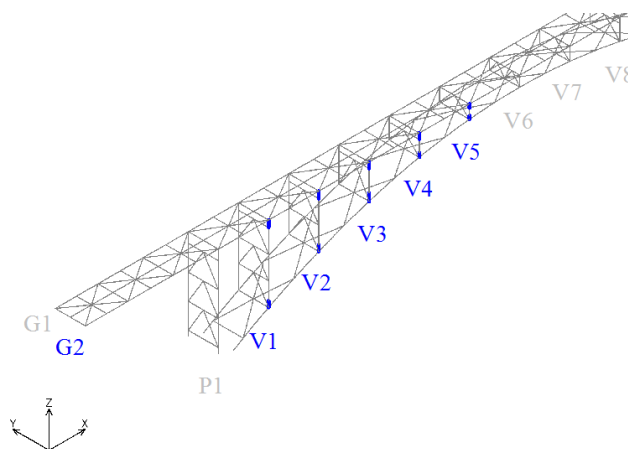


図-2 損傷想定箇所

キーワード 鋼アーチ橋, リダンダンシー

連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 47-1 (株)横河技術情報 TEL 047-435-6134

5. 検討結果 部材耐力照査

アーチリブと支柱・支柱支材は軸力と曲げモーメントを同時に受ける部材として、式(1)(2)に示す道示Ⅱ4.3の安定の照査における許容応力度を降伏応力度として算出した部材耐力で評価した。

$$\text{引張：} -\frac{\sigma_t}{\sigma_{ta}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}} \leq 1 \quad \text{式(1)}$$

$$\text{圧縮：} \frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}\left(1-\frac{\sigma_c}{\sigma_{eay}}\right)} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}\left(1-\frac{\sigma_c}{\sigma_{eaz}}\right)} \leq 1 \quad \text{式(2)}$$

全般的に、損傷箇所（G2側）の反対側（G1側）支柱および支柱支材、両隣の支柱で応答値が大きいという結果になった。損傷箇所を支柱上下端で変えると、反対側の支柱で耐力を超過する箇所も上下に推移する違いはあるが、両隣の支柱に与える影響は損傷箇所の上下端の違いによらず同程度であった。V1, 3, 5 下端損傷後の照査結果を図-4に示す。V3 下端損傷時は両隣の支柱付近のアーチリブも耐力超過しているなど、耐力超過部材が広範囲にわたっており、損傷の影響が大きい結果となった。他方 V5 下端損傷時は、耐力超過部材は隣の支柱支材 1 部材のみで、損傷の影響は比較的小さい結果となった。

6. まとめ

損傷後の変位増加量や耐力超過箇所の分布を各ケースで比較すると、アーチ支間 1/4 付近の V3 支柱が、その損傷が本橋梁に与える影響が最も高い部材である事が判った。このように、損傷箇所をパラメータとした解析結果を相対的に比較する事で、リダンダンシーを検討する上で重要な FCM（Fracture Critical Member：崩壊危険部材）を特定する事も可能と考える。

謝辞

本研究の一部は土木学会平成 25 年度重点研究課題の研究助成を受けて『鋼構造物のリダンダンシーに関する検討小委員会』の一環として実施された。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：ファイバーモデルを用いた鋼橋の動的耐震解析の現状と信頼性向上，JSSC テクニカルレポート NO.93，2011.2.
- 2) 永谷秀樹ら：我国の鋼トラス橋を対象としたリダンダンシー解析の検討，土木学会論文集 A，Vol.65，No2，pp.410-425，2009.5.
- 3) 土木学会鋼構造委員会余寿命評価小委員会：鋼橋の劣化現象と損傷の評価，土木学会論文集，No.501/I-29，pp.21-36，1994.10.

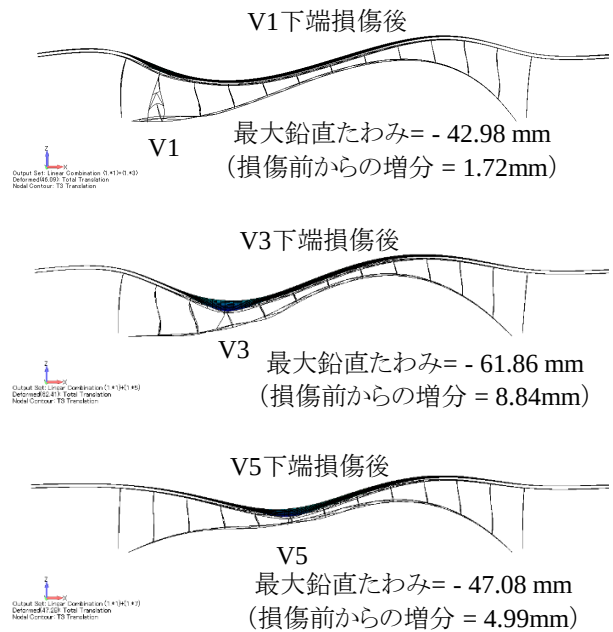


図-3 変形形状（V1, 3, 5 下端損傷）

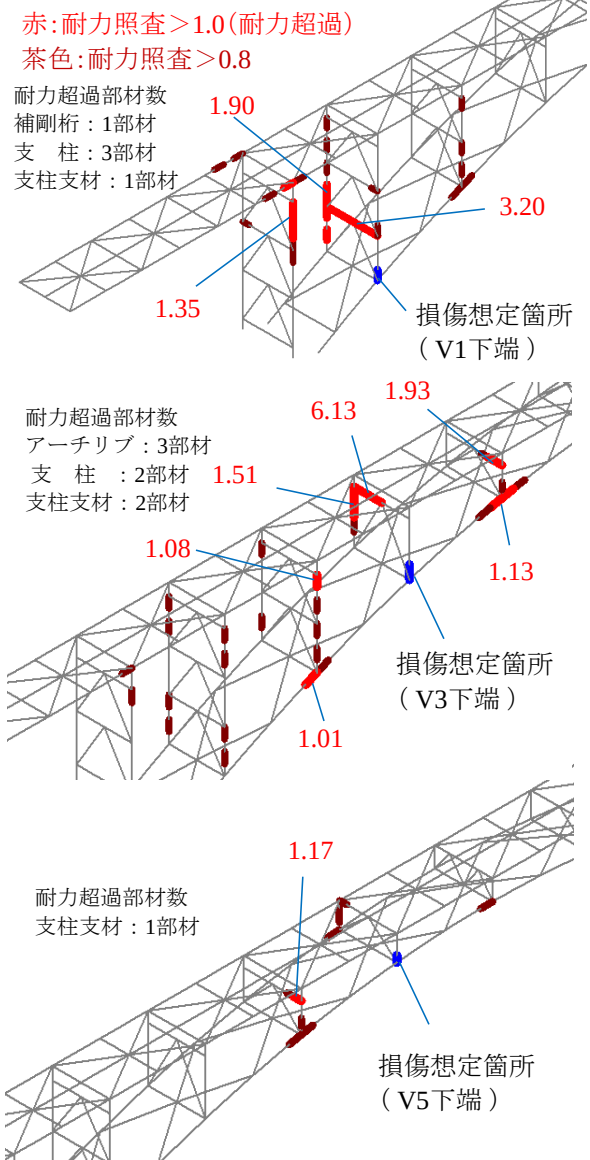


図-4 部材耐力照査（V1, 3, 5 下端損傷）