

アーチ橋の疲労損傷の補強に関する局部応力の解析

八戸工業高等専門学校 学生員 ○安宅 秀一

八戸工業高等専門学校 学生員 伊賀 隆幸

八戸工業高等専門学校 正会員 杉田 尚男

1. 研究目的

近年、道路橋における疲労損傷は、橋梁形式を問わず、トラス、プレートガーダー、アーチなど様々な形式の橋梁で発生している。そこで本研究は、他の橋梁形式より損傷事例の少ないアーチ橋に注目し、局部応力解析を主とした補強方法を考案する。

2. 解析対象としたアーチ橋の現況

本研究において、解析対象とした橋梁は東名高速道路の K 橋である。その概略図を図 1 に示す。

2.1. K 橋の構造概要

- ① この橋梁は、スパン 120m、アーチライズ 16m の上
路式ランガー桁橋であり、中央径間 90m、側径間 15m、
垂直材取り付け間隔は 7.5m となっている。
- ② 支承は、アーチの水平反力が補剛材の軸力として作
用しないように両端ともに可動支承としている。
- ③ 東京から名古屋へ向かって約 2.9% の登り勾配がつ
けられている。

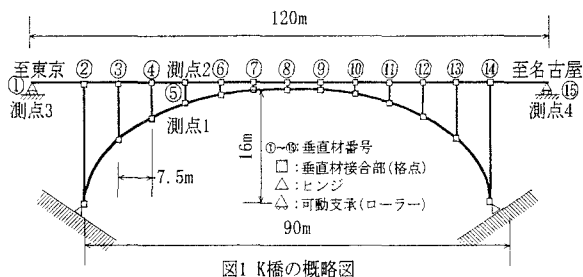


図1 K橋の概略図

2.2. 疲労亀裂の現況

- ① 補剛桁フランジを貫通する亀裂
- ② 垂直材フランジを貫通する亀裂(右写真)
- ③ 垂直材添接版の亀裂

の様な、主に 3 種類の疲労亀裂が発生している。

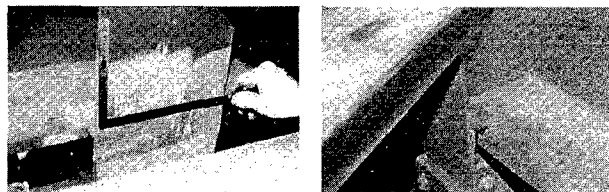


写真 疲労亀裂の現況

3. 全体解析

K 橋の 2 次元及び 3 次元全体モデルを作成し、解析を行った。又、モデルの作成及び解析には、COSMOS/M を用いて行った。

3.1. 実測データ

解析結果は、K 橋に総重量 20t の載荷車を走行させ、その時の橋体の変位(実測値)を用いて比較する。

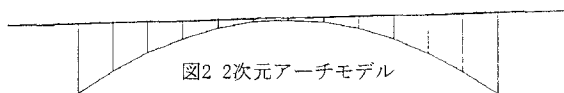


図2 2次元アーチモデル

3.2. 作成モデル

- ① すべての節点をピン結合とした 2 次元モデル
- ② 境界条件により、節点を剛結とした 2 次元モデル
- ③ ガセットプレートによる剛結とした 2 次元モデル
- ④ クラウンを削除した 2 次元モデル
- ⑤ 四面体要素を用いて作成した 3 次元モデル

2 次元モデルの床版、桁は合成桁として考えた。

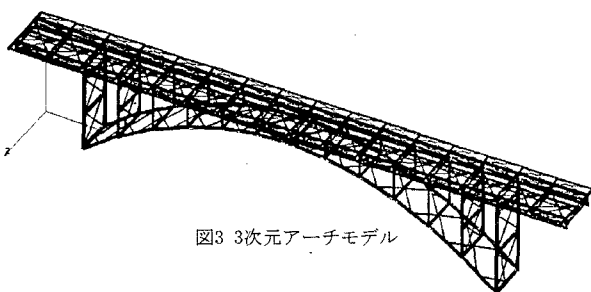


図3 3次元アーチモデル

3.2.1. 載荷荷重

- ① 2 次元モデル

各垂直材直上(図 1 の①~⑬)に、集中荷重 10t を載荷。

- ② 3 次元モデル

図 4 の○の部分に集中荷重 5t を載荷。

3.3. 解析結果

実測値と各モデルの解析値(3.2 作成モデル①~⑤)の比較結果を図 6~11 に示す。

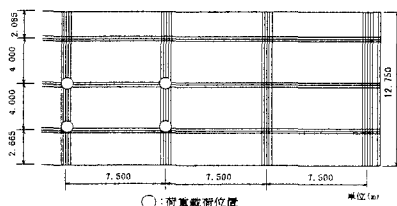


図4 3次元モデルにおける荷重載荷位置

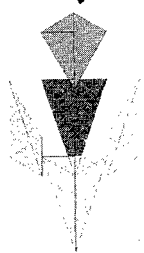


図5 要素配置図

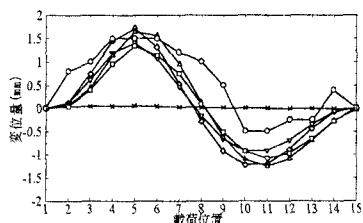


図6 測点1の水平変位の比較

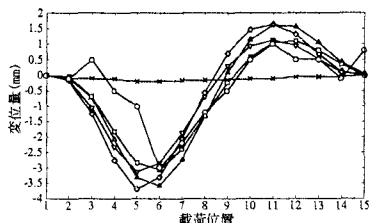


図7 測点1の鉛直変位の比較

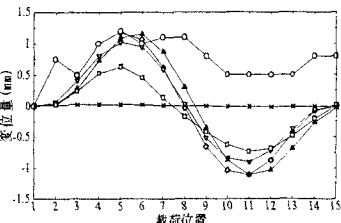


図8 測点2の水平変位の比較

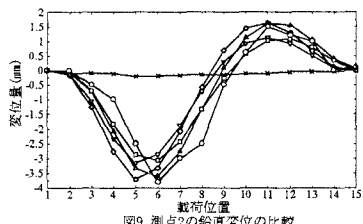


図9 測点2の鉛直変位の比較

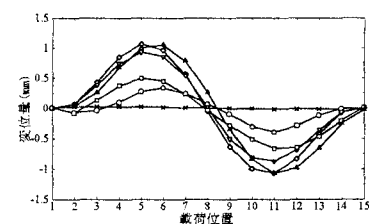


図10 測点3の水平変位の比較

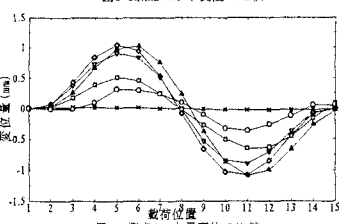


図11 測点4の水平変位の比較

図6～11において、○:実測値 ◇:ピン ×:境界条件 △:ガセットプレート ▽:クラウン削除 □:3次元モデル とする。

4. 局所応力解析

局所応力解析に用いるのモデルは、図5～10の結果で最も精度の良い3次元全体モデルを用いて行った。

4.1. 補強方法の考案

「強度を高める」、「応力を下げる」ことを前提に、

- ① 一方の支承を固定とした構造
 - ② 垂直材間に斜材を追加した構造
 - ③ タイド形式とした構造
 - ④ アーチリブの水平変位を拘束した構造
- の4つの構造を選定し、モデル化を行った。

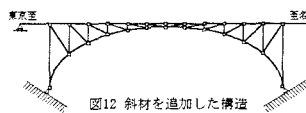


図12 斜材を追加した構造

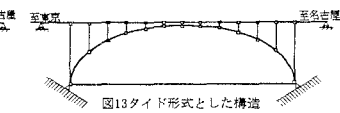


図13 タイド形式とした構造

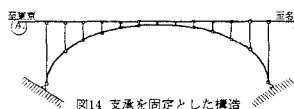


図14 支承を固定とした構造

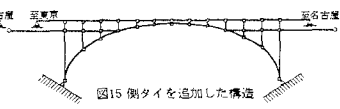


図15 側タイを追加した構造

4.2. 局所応力解析の方法

橋梁において、疲労亀裂の発生している部分に、応力が集中していると推定できる。よって、モデルの疲労亀裂部分に当たる要素を再分割し、各補強方法ごとの応力値を求め、どの方法が最も効果的であるか比較する。K橋においては、図1の垂直材⑦に発生している140mmの亀裂が最大であることから、この部材に応力が集中していると推定し、解析対象として用いた。

4.3. 局所解析結果



図16 無補強状態
(最大応力 2.731E+06)

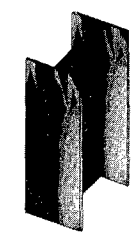


図17 東京側支承固定
(最大応力 3.545E+06)



図18 名古屋側支承固定
(最大応力 3.103E+06)



図19 斜材の追加
(最大応力 8.916E+05)

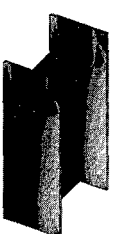


図20 タイド形式
(最大応力 2.727E+06)



図21 側タイの追加
(最大応力 1.809E+06)

5. まとめ

図16～21における局所応力解析の結果から、K橋の場合、斜材を用いた構造が局所的な応力を最も分散させることが分かった。このことから、斜材を用いた方法は最も適切である補強方法といえる。さらに、ブレーキ荷重、振動などを考慮することで、より精度の高い結果が得られると考えられる。

6. 参考文献

1. 松本、大川、谷倉、七崎：実橋におけるアーチ橋垂直材取合い部の疲労対策とその効果、

土木学会第51年次学術講演会概要集 I-A410 pp.820-821