

富山県土木部 正会員 宮崎雄二郎

富山県土木部 関 静夫

川田工業(株) 正会員 ○ 富沢光一郎

川田工業(株) 正会員 前田 研一

1. まえがき

本報告は、一部の部材にクラックが発見された2鉸上路アーチ橋(橋長106.5m、アチスパン85.0m、補剛桁両端 Move)を対象とした、目視点検、探傷試験、通過交通量および、ガセット部の主応力解析などによる原因調査について報告するものである。なお、静的載荷試験、走行試験による耐力試験、および、それに基づく補強案の策定などについては、別に報告している¹⁾。

2. 目視点検と浸透探傷試験

本橋におけるクラックは、巡回中に目視で発見され、補剛桁とアーチリブを介する中間支柱の各々への取付けガセット部(写真-1)および、中央径間と側径間の結合部である端支柱上補剛桁腹板(写真-2)に生じていたものである。

図-1は、中間支柱ガセット部および、端支柱上補剛桁腹板の浸透探傷試験の結果を示すものである。この図からは、前者の場合で最大65mm、後者の場合で最大185mmのキレツを生じていることがわかる。

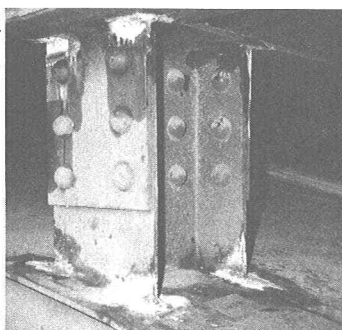


写真-1 中間支柱ガセット部のクラック



写真-2 端支柱上補剛桁腹板のクラック

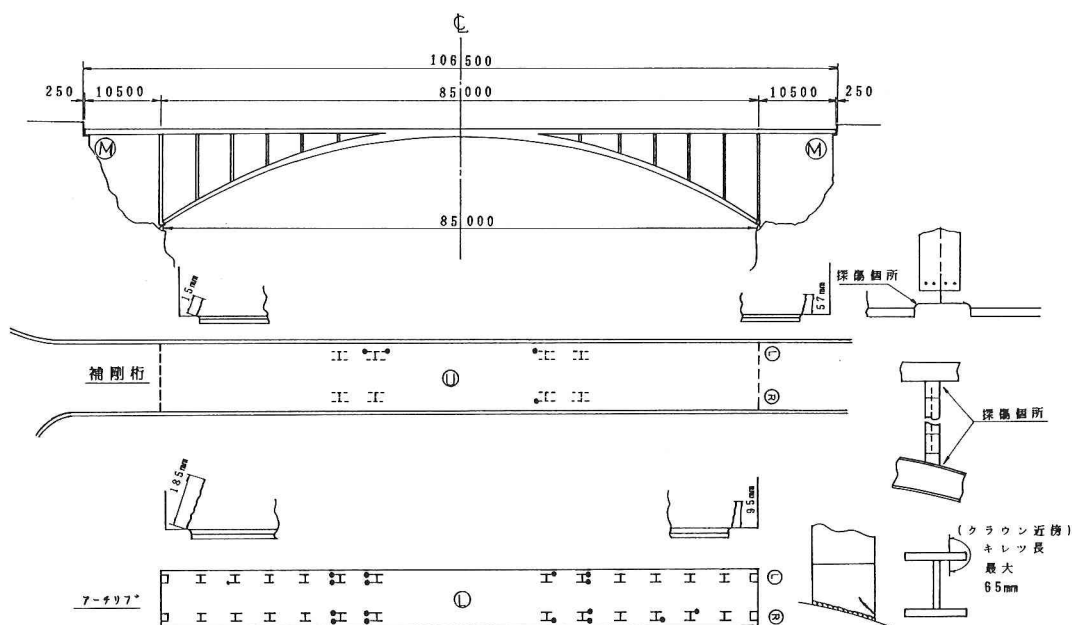


図-1 中間支柱ガセット部および端支柱上補剛桁腹板の浸透探傷試験

3. 通過交通量の推移 本橋の断面交通量(昼7時~19時、推定昼夜率=1.2(考/昼))の推移を表-1に示す。この表から、供用(昭和38年)後、クラック発見(昭和57年)までに、200万台(20年間として1日平均270台)程度の重量車の通過があったとしてもよいと思われる。

表-1 通過交通量の推移

	12ヶ月合計(大車率)	昼間比	昼夜率
昭和43年	379(不明)	—	—
昭和48年	595(不明)	1.04	1.04
昭和49年	785(201)	1.93	2.02
昭和52年	884(188)	1.17	2.56
昭和55年	1087(288)	1.23	2.98

4. 中間支柱がセット部のクラックの原因と主応力解析

この箇所のクラックは、ほとんど²⁾の中間支柱がセット部に生じ、しかも、鉛角側が全て深いなどの規則性があることを考えれば、局部的な欠陥による脆性破壊とは思われない。また、延性破壊に至る程の過大な断面力が生じたとも思われない。したがって、疲労キレツであることは間違いないものと思われる。

このことを検証するために、図-2に示すモデルを対象としてNASTRANによる主応力解析を行った結果の一部を図-3に示す。この解析結果からは、かセットの隅角部の応力集中が非常に大きく、クラックが深く生じた鋭角側に絶対値最大の圧縮主応力が生じ、引張主応力の最大値との応力振幅も鋭角側に比較してかなり大きいことがいえ、疲労が主因であることを裏付けることができたと思われる。

なお、最近の研究によれば、溶接による残留応力等を考えると、平均応力は圧縮、引張にかかわらず、キレツ発生まではその影響が小さいといわれ、国鉄では、応力比ではなく、応力振幅で疲労強度を定めている²⁾。ただし、圧縮応力が支配的な場合には残留応力の解放などによってキレツ進展速度が遅く保守点検による対処が可能なこと、および、キレツがある程度進展しても圧縮部材では耐力はそれ程落ちないこと等を考慮した割増しを行っている。

5. 端支柱上補剛桁腹板のクラックの原因と横構の配置

この箇所のクラックに類似した事例は非常に多く³⁾、疲労によるものであることは明らかである。すなわち、曲げ抵抗が著しく小さくなった断面に拘束モーメントが生じた上に切欠き部コーナーの応力集中が重ね合わされること、および、面外変形による2次応力(特に本橋の場合、図-4のように、横構の配置も通常のものとは異っている)が生じやすいこと等が原因である。その結果、応力振幅が大きくなり、溶接部ほどではないがカス切断による残留応力が分布することによって、両振れであっても引張応力が支配的となって疲労キレツが生じたものと思われる。

なお、この箇所のクラックの場合、寒冷地においては脆性破壊によって破断に至ることも考えられ、注意を必要とすると考えられている。したがって、本橋の場合も、応急的な処置としてストップホールを開ける一方、補強ブラケットを設置してせん断応力の低減を図っている。

6. あとがき 本文が、近年の話題の中心の一つである橋梁の点検診断および維持補修に関する一資料となれば幸いであり、今後、このような資料が蓄積されることは有意義であると思われる。最後に、本調査にあたり有益な御助言を頂いた建設省土木研究所・佐伯彰一橋梁研究室長に深く感謝の意を表します。

参考文献 1) 竹島大樹・作田明田: 渡分つづつ生じた鋼アーク道路橋の点検診断および補強策の策定について、土木学会第4回年次学術講演会講演概要集、1984。2) 土木学会鋼鉄造橋設計標準に関する調査会編: 鋼鉄造橋設計標準解説、土木学会、1983。3) 田島・阿部・佐伯・石黒・三木: 溶接構造と疲労、土木学会誌、Annex'81、1981。

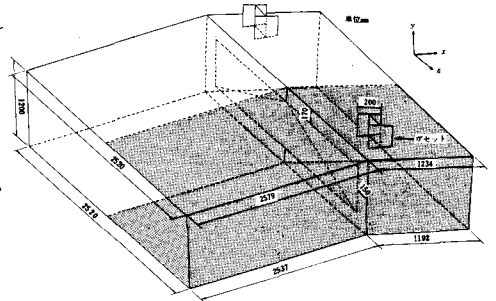
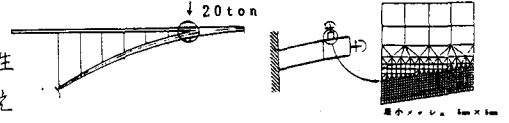


図-2 NASTRANによる解析モデル

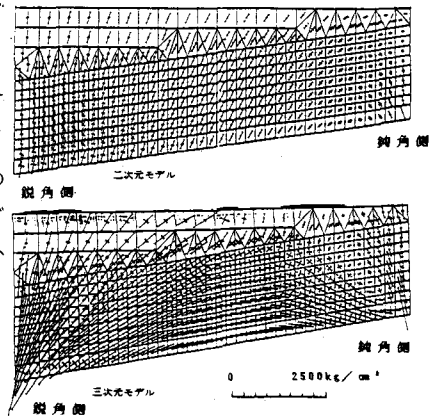


図-3 二次元、三次元モデルの主応力

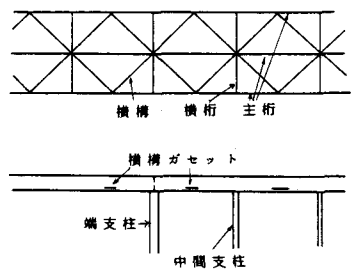


図-4 横構の配置状況