

日本国有鉄道 構造物設計事務所 正員 稲葉 紀昭

同 上 正員 阿部 允

同 上 正員 井口 光雄

1. まえがき

最近、鋼鉄道橋下路プレートガダーの横桁腹板の切欠部にある種のクラックが発生した。その中のあるものには、進行性をもったものもあり、早急に適切な対策を考える必要が生じた。

写真-1にその代表的な変状写真を載せたが、初めは、この変状を切欠部の仕上げの不十分さに起因したものと考えていたが、この変状写真に見るように仕上げの状態は良好であり、原因は、この構造部材で考慮してまた、設計断面性能に対する本切欠ディテールがアンバランスであり、疲労強度的に問題があるとして検討することになった。

従って本稿では、FEM解析を中心に、この種の変状に対して原因を明確にして、今後のための対策案を示すことを目的として、次の四項目について検討し報告することにした。

- ① 変状の原因をFEM解析等によって想定される種々の構造的条件をかえながら明確にしていく。
- ② 今後、設計に用いる新ディテールをどのようにするか。
- ③ 変状の生じた部材に対しては、今後どのような補修および補強をしていけばよいか。
- ④ 現橋で変状の起る可能性の高いものに対しては、どのように考えていくか。

2. 検討方法(応力解析方法)

現在まで使用してきている腹板切欠部の構造は図-1に示すものである。

この部分に生じた変状の特徴としては、腐食により生じたクラックではなく腐食が入る前とここで負荷の繰返し数の多い所に限られている。このことは、この切欠部に異常な応力集中が起っていることに示唆があり、疲労強度的見地からの切欠ディテールのアンバランス性を考える必要が生じてくる。

これらについては、次の方法によって検討することにした。

- ① 現橋において静的、動的な応力測定を行なう。
- ② FEMにより構造の諸条件を変えて応力解析する。
 - ① 現在の構造そのままでの応力解析する。
 - ② 切欠形状の変化による応力解析する。
 - ③ 負荷の条件を変化させて応力解析する。
 - ④ 構造形式をかえて(改良ディテールを含む)応力解析する。

なお、解析モデルとして用いた構造は、図-2に示したかFEM解析に用いた全体解析モデルは、図-3、全体解析でのメッシュは図-4、FEM解析に用いたディテールの基本形と詳細の分割図は、図-5にそれぞれ示した。

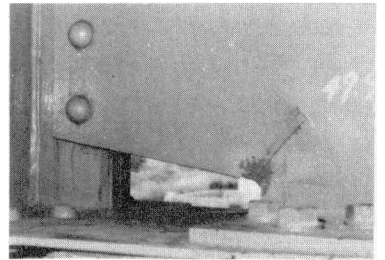
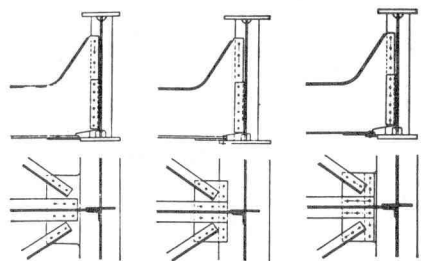
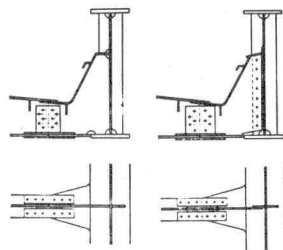


写真-1 腹板に生じたクラック



横桁と主桁の下フランジの接続形式



下路鋼床板桁の横桁と主桁の連絡

図-1

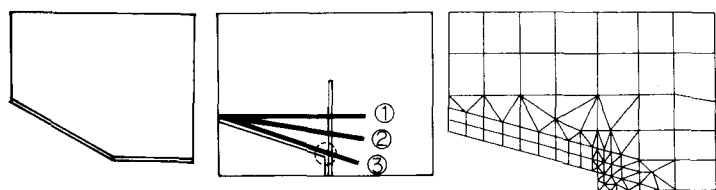


図-5 FEMによる詳細解析モデル

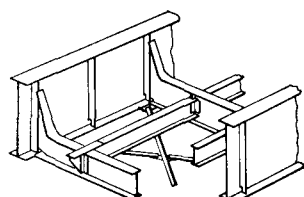


図-2 解析する構造モデル

3. 解析結果と結論

3.1 橋りょうでの実測

切欠部の応荷では、800%程度の応力が観測された。これはその周囲の一般応力が150~700%であることから応力集中がつかえ、また腹板自身の固有振動数が140~155 Hzで予にある外力により相当負担に耐えることが確認されたことによる。

3.2 FEMを用いた解析

(現構造での原因解析)からは、その要因として切欠部において局部的にせん断にのみ応荷を生じているが、コブ部が3/4割かき入るような応力成分は少ない。

(切欠形状の解析)からは、切欠深さが深いほどせん断にのみは大きく、

(腹板に作用する面内外力の影響)では、面内力は大きく作用するが、面外力は構造としての吸収力が増えるので切欠部への作用は小さくなる。

(改良構造における解析)では、連結がメントの有無は縦荷重には有効に働くが、垂直荷重には有効でない。また切欠部に補強リブを添えて(力線の研究から得られる)よりと水平方向は垂直リブに対して大きくくようである。また荷重の位置にも取り付けてみたが、位置が切欠部から離れるほどその効果は急激に低下する。

以上の結果をふまえて今回の目的である改良に資するデータを開発して図-8に示す構造を考えた。これは腹板下フランジを途中で切らずに主桁側端部までつなぐ。この場合フランジを直接支棚に取付けると、下フランジの引張りを受けるべきで不経済になりかねない。主桁側端部の架けの問題もある。図-9のような構造とした。

4. あとがき

今回は改良構造の他補修・補強工について考えた(図-6, 7)

これらについては、数値解析により模擬実験の効果が有効である。今回

は、改良構造とともに模擬試験することになり現在検討中である。

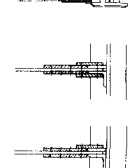
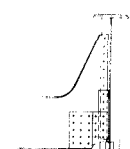


図-6 補修工

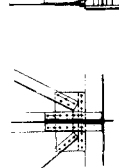
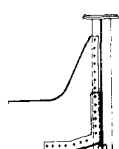


図-7 補強工

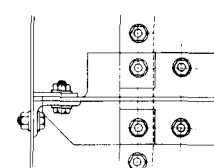
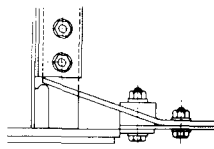


図-8 改良構造図

これらについては、次回に報告する。この時に、今回発表までにはいたらなかったが、(6)時にFEMによる破壊解析も行っている。これについてと同様に報告する。なお、今回使用したFEMプログラムは、国鉄の構造解析プログラムシリーズ JNR-STAPS および CRC の ASKA, NASTRAN を使用した。

おわりに、本稿をまとめるにあたり、いろいろご助言下さった建設の阿部(田)次長、実測値等資料を提出下さった、鉄研、新幹線局の方、そしてFEM計算においてはCRC(株)の方々に感謝の意を表します。

参考文献

1. 加藤正晴、小林敏博 金物端部切欠部の応力分布(1), (2)
2. 阿部英彦、稲葉紀昭 腐食部材の疲労強度 構造物設計資料 No34, 1973. 6
3. 伊藤文人、阿部英彦 全国新幹線網用構造物の疲労を考慮する場合の許容応力 構造物設計資料 No32, 1972
4. 田中道七、土納真平 平板における疲労亀裂の発生伝播の挙動と修復現象(1), (2) 生命工学工紀要 No20, 1971