

1. 緒言

道路橋においては、従来自動車荷重による疲労はそれ程注意が払われていなかった。しかし、最近の交通量の増大により、特に大都市の高速道路では設計の実情にそぐわない程大重量の自動車が頻繁に通過しており、これによって疲労損傷を起こしているケースが多く報告されている¹⁾。その1つの例がプレートガーダーの腹板切欠部に生じた疲労損傷であるが、この問題についてはすでに調査研究が進み一応の改善策がとられて解決されているように見える²⁾。しかし、この問題を現時点で再検討してみるに、まだ少なからず疑問点が残されていると思われるので、以下このことについて考察してみることにする。

2. 腹板切欠部の疲労損傷と改善策

図1に多くの疲労損傷が発見されて問題となった腹板切欠部の構造を示す。これを見ると分かるように、疲労キレツは下フランジのコーナー部のすみ肉溶接部から腹板内に発生したものである。この原因としては、図1に示すように下フランジに働く曲げ応力のために、下フランジが外側に出ようとして下フランジと腹板との溶接部に引張応力が働いたためである。しかも、この引張応力が働く方向には下フランジから溶接部を介して腹板へと断面が急変しており、大きな応力集中が起こっている。ここで、切欠部コーナーの半径が大きければ疲労損傷が発生していないのは注目される³⁾。

これに対して、首都高速道路公団⁴⁾や阪神高速道路公団⁵⁾では改善の対策を講じ、図2に示すような構造を標準設計として現在採用している。この改善された設計では、構造的には下フランジを腹板内に一直線に挿入することにより、下フランジ応力の腹板へのスムーズな伝達を図って、上記のような問題が生じないようにしている。また材料面からは、腹板の厚さを大きくすることによって、腹板に生じる平均応力が小さくなるようにしている。

3. 現標準設計への疑問点

疲労設計を行なう場合、基本的に考えなければならないことは形状の不連続部あるいは急変部を作らないことである。その点からは、現標準設計よりも旧設計の方がむしろ緩やかに形状が変化している。ところが、旧設計では先に述べたように図1(c)に示した方向に引張応力が働くことになり、ここのすみ肉溶接の止端部に大きな応力集中が起こることとなった。このような溶接止端部の形状不連続による応力集中はFEM解析ではなかなか把握しがたい。

図2の標準設計では下フランジの応力はスムーズに流れるようになっており、これは切欠部に働く断面力のうち曲げモーメントに対してはうまく処理できたということが言えるが、せん断力に対してはむしろ旧設計の方が適当だと思われる。図3に示すように、コーナー部の

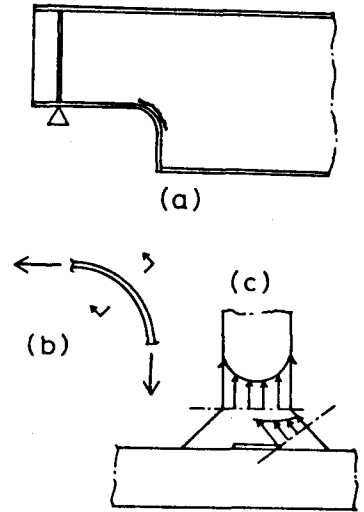
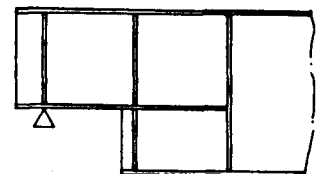
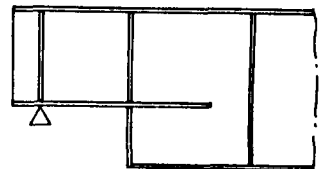


図1 腹板切欠部の旧設計



(a) 首都高速道路公団



(b) 阪神高速道路公団

図2 現標準設計

フランジの溶接止端部は hard spot となり大きな応力集中が生じているものと推測される。

4. 新しい改善策の提案

以上のような問題を解決するために、次の2通りの改善策が考えられる。まずその1つは、旧設計を生かす方向で考えて次の4つの対策が有効と思われる。

- (1) コーナー部の半径を大きくする。
- (2) 腹板厚を増す。
- (3) コーナー部の下フランジと腹板との溶接を全面溶込みとする。
- (4) コーナー部の溶接止端部をグラインダー仕上げとする。

これらの対策をとることにより、旧設計の構造形式でも十分な疲労強度を確保できるものと思われるが、結局は図1に示したような応力分布は生じることになり不安は残る。

そこで、現標準設計をさらに改善する方向で考えてみると、次の2つの対策が考えられる(図4参照)。

- (1) コーナー部に補強を設ける。
- (2) 腹板に斜め補剛材を取り付ける。

始めの対策は旧設計の利点を現標準設計に取り入れたものであり、コーナー部のフランジに生じる応力集中を緩和することができる。このとき、補強部分の先端部は断面を小さくして剛性を下げ、いわゆる soft toe とする必要がある。そうすることによって、補強部分の先端部に生じる応力集中を小さくことができ、また下フランジは腹板内に挿入されていること等からも旧設計で生じたような問題はここでは起こらない。製作上の観点からも、ここで述べた補強の取り付けは別に問題はないものと思われる。

2つ目の対策は、実質的に腹板の厚さを増したことと同様な効果が期待できる。腹板については、座屈後の強度を期待して一般に平均応力に対する安全率が低くとられているが、斜め補剛材によって腹板の剛性を高めせん断変形を減少させることによって、切欠部の応力を小さくすることができる。

5. 結 語

疲労問題は現象が複雑であり、まず十分な考察による検討が必要である。しかる後に、FEM解析なり実験なりによってその考察の実証を行なうことが、問題の適切な解決へと導かれる。その意味でここで述べた考察が、腹板切欠部の設計に対して少しでも幅を広げるようなことになれば幸いである。

最後に、本文をまとめるに当りご指導を戴いた大阪大学溶接工学研究所の堀川浩甫助教授に深く感謝致します。また、資料の整理には北海学園大学生(当時)の高野由紀夫君に助力を戴いた。記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 西川和弘：道路橋における疲労問題と補修・補強，橋梁と基礎，1983年8月。
- 2) 手塚，池田：鋼I桁支点切欠き部の補修，橋梁と基礎，1983年8月。
- 3) 阪神高速道路公団，日本橋梁建設協会：鋼桁切欠部の健全度に関する調査研究報告書，昭和58年3月。
- 4) 首都高速道路厚生会：鋼構造物設計基準，昭和56年9月改定版。
- 5) 阪神高速道路公団：設計基準 第2部 構造物設計基準，昭和55年4月。

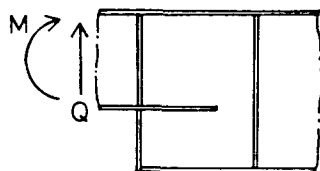


図3 切欠部に働く断面力

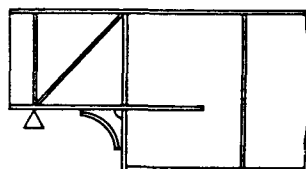


図4 現標準設計の改善策