

国鉄構造物設計事務所

○谷 口 紀 久

同 上

阿 部 允

宇都宮大学 工学部

阿 部 英 彦

ま え が き

鋼鉄道橋の設計では、断面決定に際し、活荷重の占める割合が比較的大きいため、疲労に対して特段の注意が払われている。しかしながら、実橋、特に新幹線溶接鋼橋において、疲労き裂の発生したものが数例見受けられる。これらの疲労き裂は、設計時に疲労検算が困難な局所的面外振動や、二次応力の繰り返しが原因と考えられるものが大部分であり、その代表的なものとして、プレートガーダ腹板の垂直補剛材下端に発生した疲労き裂があげられる。ここでは、この疲労き裂が発生する原因を明らかにするために行なった、実橋の応力測定結果について報告する。

1. 変 状 の 概 要

補剛材下端切欠部の疲労変状は、図-1に示す通り、トラスの縦桁と箱断面上路プレートガーダに発生している。き裂の発生位置は、回しすみ内溶接のビード止端であり、き裂はビード止端を離れると、腹板上を水平に進展している。これは、梁の繰り返し载荷試験において、面内応力によって同箇所から斜め45度上方向に進展する疲労き裂とは性状が異なるものである。また、発生箇所についてみると、トラス縦桁では、対傾構や支材のある位置における変状の発生例はない。また、箱断面上路プレートガーダでは、まくら木が上フランジに接触しているものに多く発生している。

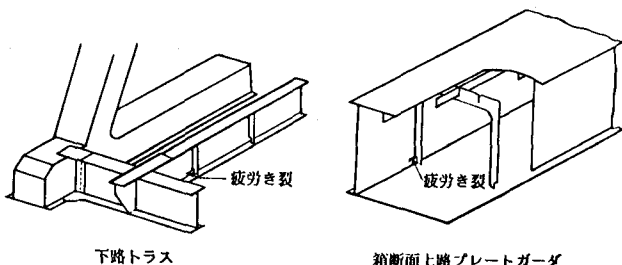


図-1 疲労き裂の発生箇所

2. 実 橋 測 定 の 概 要

実橋測定は、東海道新幹線の下路トラス（支間60m）と、箱断面上路プレートガーダ（支間40m）で実施した。測定の対象とした断面は図-2に示すように、下路トラス中間縦桁においては支材の有りおよび無しの位置、また、上路プレートガーダにおいては対傾構の有りおよび無しの位置である。

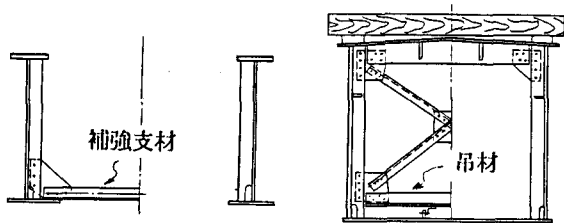


図-2 測定した構造断面

なお、上路プレートガーダにおいて、対傾構の有る位置で、下フランジを吊る構造となっている断面は、対傾構の無いものに比べてき裂発生割合が小さい傾向にある。図-3に応力を測定した補剛材下端のゲージ貼付位置を示す。

3. 測 定 結 果 お よ び 考 察

下路トラス縦桁の応力波形を図-4に示す。(イ)はビード部附近の橋軸応力、(ロ)はビード部下端の曲げ応力で、支材のないもの、(ハ)は支材のあるものである。

図-5に箱断面上路プレートガーダの応力波形を示す。(イ)は軸応力、(ロ)はビード部下端面外曲げ応力で吊材のないもの、(ハ)は吊材のあるものである。

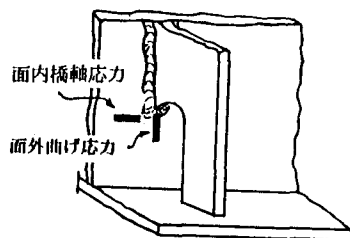


図-3 歪ゲージ貼付位置

両橋に対し、上記応力波形を基にした疲労損傷評価線図を図-6に示す。(イ)は下路トラス縦桁のヒード部の面外曲げ応力に対するもので、支材の無い場合、(ロ)は同じ箇所では支材の有る場合、また、(ハ)は箱断面上路プレートガーダで吊材のない場合、(ニ)は同じ箇所では吊材のある場合のものである。

なお、評価に用いたS-N線図は、鋼鉄道橋設計標準のD継手を使用している。なお、疲労損傷評価線図中の損傷度は一列車通過するごとに消耗する疲労寿命であり、逆数が破壊に至る列車本数を示す。また、図中の実線は応力振幅とその繰返し回数との関係を示すものである。

以上の結果から、トラス縦桁では支材の無い箇所は、有るものに比べて、面外曲げ応力が大きく、また、疲労損傷度も高くなっている。一方、箱断面上路プレートガーダでは、トラス縦桁と比較して、腹板の橋軸応力に比べて、面外曲げ応力はさほど大きなものではなく、また、吊材の有無によって実橋ではき裂の発生率に差があったが、今回の測定および損傷評価ではその傾向は認められない。しかし、当橋がまくら木の接触していた時は、目視でもかなり大きな腹板の振動が見られ、このことが、疲労き裂の発生にかなり影響していたものと考えられる。

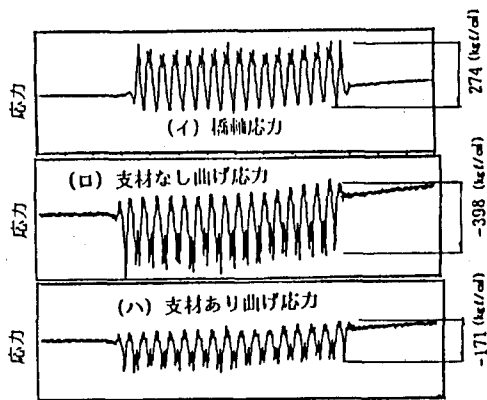


図-4 下路トラスの応力波形

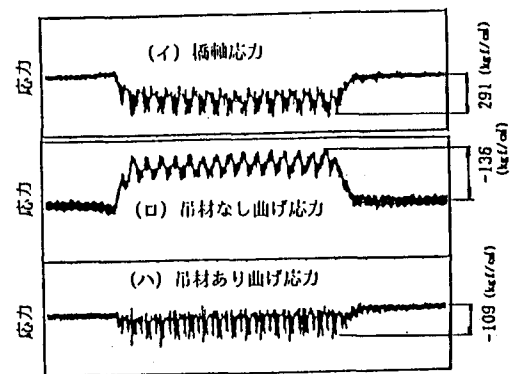


図-5 プレートガーダの疲労波形

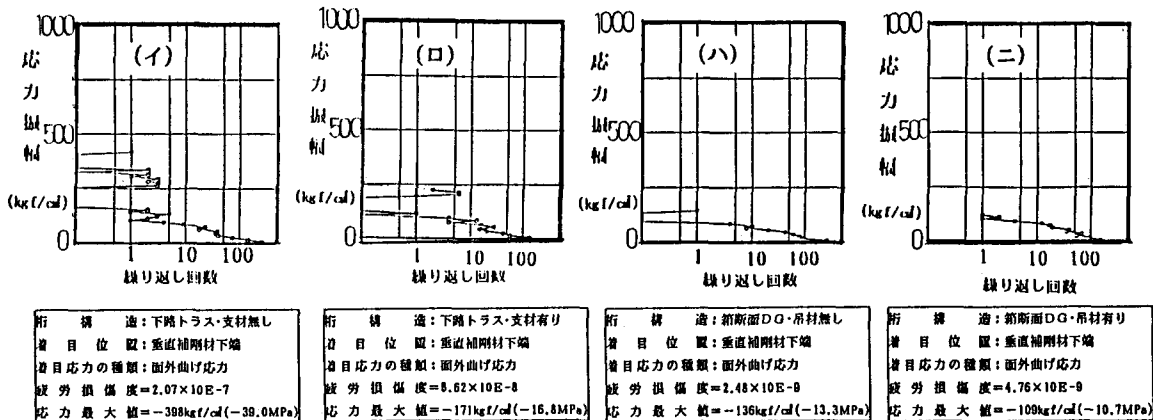


図-6 疲労損傷度

あ と が き

本報告はき裂の進展状況等から、面外曲げを中心に検討を進めたものである。従来の設計では、一般に、面内応力に対して重点がおかれ、振動や構造部材の相互作用で起る面外曲げに対する検討は十分なされていなかった。しかし、今後、列車のスピードアップが社会的に要望される中で、高速運転による部材振動は無視できない問題であり、今後の課題として、面外振動の評価および面内と面外応力を合成したものの疲労評価について検討していく必要があると考えている。

なお、本研究の測定および解析に対し東京第一工務局、新幹線総局および地質計測(株)の多大なる協力のあったことを記し謝意を表します。