

I - 214

疲労亀裂の応急補修方法の検討

川田工業㈱ 正会員 ○越後 滋
 川田工業㈱ 正会員 町田 文孝
 川田工業㈱ 正会員 吉岡 昭彦
 東京工業大学 正会員 三木 千壽

1. はじめに

車両の大型化や交通量の増大に伴い、10数年ほど前から鋼鉄道橋のみならず鋼道路橋においても疲労による亀裂が生じてきている。通常、発見された疲労亀裂は、危険な状態に進行するまでにはかなりの時間を要するが、時には、亀裂の発見の遅れ、損傷位置、応力の大きさや荷重頻度および補修までの期間などの条件により応急的な補修を施すことが必要になる。亀裂の応急的な補修方法として、亀裂先端に円孔(ストップホール)を明けることにより疲労強度の改善を図る方法が簡便なことから用いられることが多い。しかしながら、最近の研究では、ストップホールだけでは疲労強度の改善効果は低く、ストップホールを高力ボルトにて締め付けることにより疲労強度の向上が期待できることが引張試験体や小型の梁模型を用いて確認されている^{1),2)}。しかしながら、これらの補修方法に対して作用力状態や長寿命域での効果に対する検討が十分にされていないのが現状である。そこで、本研究では、スカラップを有する主桁ウェブ貫通型横桁取合い部を取付けた実物大の梁模型に生じた疲労亀裂に対してこれらの補修を施すとともに、添接板による補修を実施し、それぞれの補修効果について検討することとした。

2. 試験方法

試験は、図-1に示すように全長6.7m、高さ1.044mの実物大のI型断面プレートガーダーのウェブにスカラップを有する貫通型横桁取合い部のディテールを取付け、疲労亀裂を発生させたものに種々の応急補修を施し、実施した。また、フランジにはフランジガセットプレートを取付け、フランジの当て板補強によるフィレット部の応力集中の低減効果を確認することとした。荷重方法は4点曲げ荷重とし、試験荷重は等曲げ区間の下フランジの上縁での応力範囲を111MPaにするとともに、応力比がほぼ0になるように設定した。

3. 応急補修方法およびフランジガセット補強方法

本研究において用いたウェブに生じた疲労亀裂に対する応急補修は、

- ① ストップホールを明けるだけの補修 (TYPE-SH)
- ② ストップホールを明け、高力ボルトで締め付ける補修 (TYPE-HB)

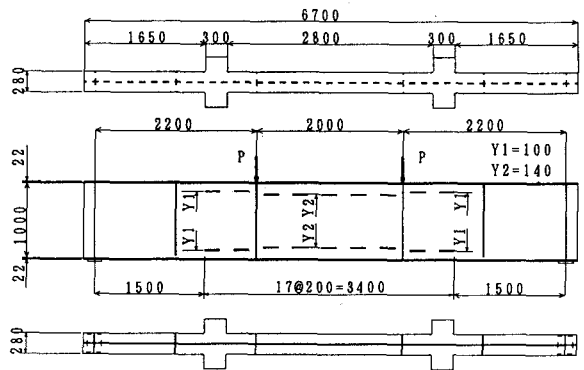


図-1 試験体

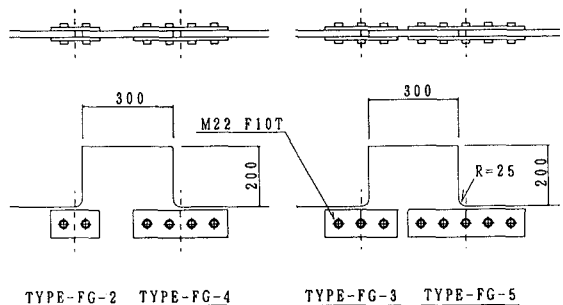


図-2 フランジガセットの補強対策

③ ストップホールを明け、添接板を高力ボルトで締め付けて摩擦接合する補修(TYPE-SP)

の3タイプであり、表-1に示すように、それぞれ孔径を変化させるとともに高力ボルト本数を変えることとした。また、フランジガセットの補強対策は、図-2に示すように高力ボルトの本数を変化させた当て板による補強をフランジに施し、フランジの応力を低減させるとともにフィレット部の応力を減少させる方法について検討することとした。

4. 試験結果

表-2にフランジガセットの補強効果に関する試験結果を示す。ボルト2本を用いた当て板補強 (TYPE-FG-2) によるフィレット部の応力低減率は、他の3タイプに比べ90%と低く、それに対してボルト本数5本 (TYPE-FG-5) を用いた当て板補強による応力低減率が69%と最も大きかった。また、ボルト本数4本 (TYPE-FG-4) による低減率は75%であり、フィレットの形状変化点にボルト中心を配置したボルト3本による当て板補強 (TYPE-FG-3) の低減率75%と等しかった。これらの結果から、主桁フランジを当て板補強することによりフィレット部の応力を減少させる方法では、当て板の長さやボルト本数を増やすことにより低減効果は増加するとともに、フィレットの形状変化点にボルト中心を配置することによりその効果はより一層向上することが確認された。なお、当て板補強による桁断面の剛性は、補強前後のウェブプレート部の応力測定結果を見る限り変化はなかった。

次に、スカラップを有する横桁取合い部から生じた疲労亀裂の応急補修では、ストップホールによる補修を施した場合、その疲労強度は、スカラップの径、孔の大きさおよび亀裂の長さに影響されるが、JSSC疲労設計指針³⁾のF等級ないしG等級程度と疲労強度の改善効果は低かった。

5. あとがき

疲労亀裂の応急補修対策としてストップホールを用いた補修による疲労強度の改善効果は、低いことが確認された。また、フランジの当て板補強は、フランジガセットフィレット部の応力の減少に有効であるとともに、フィレット形状変化点にボルト中心を配置することにより、その効果はより一層向上することが確認された。

【参考文献】

- 1) 森猛；ストップホールをボルト締めすることによる疲労亀裂の補修，構造工学論文集，Vol. 35A (1989年3月)
- 2) 三木千壽，豊田幸宏，森猛，榎土尚宏；鋼桁ディテールの道路橋シミュレーション荷重疲労，構造工学論文集，Vol. 35A (1989年3月)
- 3) (社)日本鋼構造協会；鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993年

表-1 ウェブの亀裂の応急補修対策

試験体名	形状
ストップホール	TYPE-SH-12 孔径Φ12mm
	TYPE-SH-18 孔径Φ18mm
	TYPE-SH-24 孔径Φ24mm
高力ボルト締め	TYPE-HB M16-F10T
添接板 (t=9mm) (M16-F10T)	TYPE-SP-2-1 ボルト間にストップホール
	TYPE-SP-2-2 ストップホールをボルト締め
	TYPE-SP-3 ストップホールをボルト締め
	TYPE-SP-4 ボルト間にストップホール
	TYPE-SP-5 ストップホールをボルト締め
	TYPE-SP-6 ボルト間にストップホール

表-2 フランジガセット補強効果

試験体		補強前応力	補強後応力	低減率(%)
TYPE-FG-2	圧縮側	-1299	-1184	91
	引張側	1325	1194	90
TYPE-FG-3	圧縮側	-1181	-874	74
	引張側	1165	870	75
TYPE-FG-4	圧縮側	-1479	-1103	75
	引張側	1461	1085	74
TYPE-FG-5	圧縮側	-1368	-949	69
	引張側	1317	901	68

注) 応力の単位: kgf/cm²

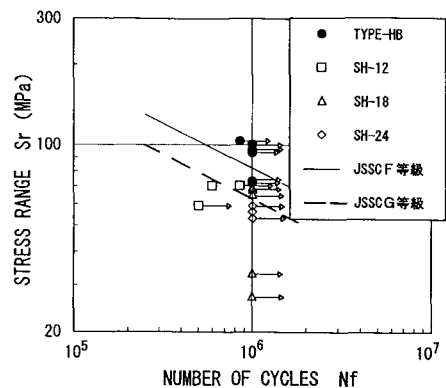


図-3 疲労試験結果