

鋼床版デッキプレートの付属物の板曲げ疲労試験

名古屋大学大学院 学生員 ○小藺江 朋亮, 白 彬

名古屋大学大学院 正員 山田 健太郎, 石川 敏之

1. 研究の背景・目的

鋼橋の鋼床版や U リブに発生する疲労き裂が問題になっている。さらに、鋼床版に溶接された付属物(図-1)に発生する疲労き裂も懸念されている。橋桁の架設の際に用いられる吊りピースや剛性を高めるために使用される SFRC 舗装と鋼床版のずれ止め(スタッドジベル)などがある。吊りピースは、架設終了後は不要となる部材であり、過去にはデッキプレートから高さ 10mm の位置で切断され、その上からアスファルトを打設していたが、疲労対策は当時考慮されておらず、またアスファルトを打ちかえる際に不便となる場合がある。現在は切断後にグラインダーで平坦になるまで削られているが、コストがかかるという問題がある。そこで、吊りピース溶接部の疲労強度を明確にし、過去および現在の施工方法が正しいかを知る必要がある。スタッドジベルについては曲げによる疲労試験例がなく、その疲労強度が不明である。そこで本研究では、実際に用いられる吊りピース、スタッドジベル溶接部に対して、板曲げ疲労試験を行い、1mm 法を用いて、吊りピースとスタッドジベル溶接部の疲労強度を評価する。



図-1 吊りピースとスタッドジベル

2. 疲労試験の概要

疲労試験には、図-2 に示すような名古屋大学で開発された板曲げ振動疲労試験機を用いた。

吊りピース試験体は、板厚 12mm の平板に板厚 22mm の吊りピースを部分溶け込み溶接し、平板から高さ 10mm の位置でガス切断している(B22 試験体)。吊りピースは、実橋では架設時にデッキプレートに変形が生じないようにするために、ウェブの真上に溶接されている。そこで、吊りピースの真下にウェブを模した板厚 12mm の板を溶接した試験体(B22W 試験体)も用意した。また比較のために、吊りピースをすみ肉溶接した試験体(F22 試験体)も用意した。応力範囲は図-3 に示す、ひずみゲージ②と④の値から、き裂が発生した側の溶接止端の応力範囲を内挿して算出した。

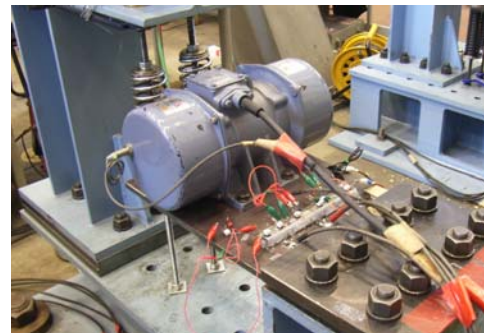


図-2 疲労試験の様子

スタッドジベル試験体は、SFRC 舗装に使用される 9.5mm ϕ $\times$ 40mm のスタッドジベルを 100mm 間隔に 3 本溶接した試験体(S9.5 試験体)に加え、合成床版に用いられる 16mm ϕ $\times$ 100mm のスタッドジベルを 100mm 間隔に 3 本溶接した試験体(S16 試験体)の疲労試験も行った。応力範囲は図-4 に示す、ひずみゲージ①と③の値の平均値に対する等価応力範囲で整理した。

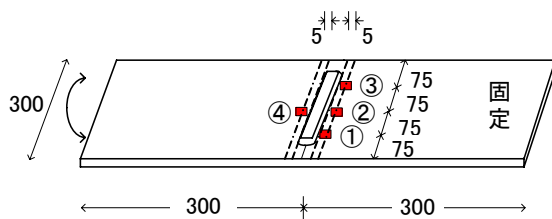


図-3 吊りピース試験体

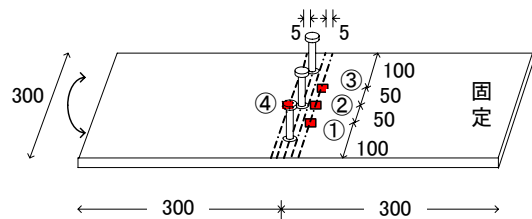


図-4 スタッドジベル試験体

3. 1mm 法による疲労寿命予測と疲労試験結果

1mm法は、評価対象とする継手において、き裂発生点から深さ 1mmの応力集中係数 K_t を用いて疲労寿命を評価する方法である。引張を受ける板厚 10mm、脚長 6mmの荷重非伝達型リブ十字すみ肉溶接継手では、き裂発生点から深さ 1mmの位置の応力集中係数が

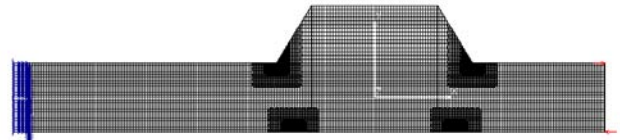


図-5 解析モデル例

$K_t=1$ となる。この継手を基準継手形状(Reference detail)とし、対象とする継手の同じ位置での K_t を求め、基本継手形状のS-N線図を上下させることにより、対象とする継手のS-N線図を求めることができる。

解析には、有限要素解析プログラムCOSMOS/M ver.2.9 を用いた。4 節点の平面ひずみ要素で 2 次元解析を行い、溶接止端の最小メッシュサイズを $0.05 \times 0.05\text{mm}$ とした。解析のモデルの例を図-5 に示す。1mm法による応力集中係数 K_t は、B22 が 0.81, B22W が 0.79, F22 が 0.82, S9.5 が 0.80, S16 が 0.80 となり、吊りピース試験体については、ウェブの有無、吊りピースの溶接方法等に関わらず K_t の違いは小さく、スタッドジベル試験体では軸径による K_t の違いは無かった。

1mm 法による予測と疲労試験の結果をまとめた S-N 線図を図-6, 7 に示す。吊りピースの疲労試験結果は 1mm 法予測と同様に、試験体の種類別の疲労強度はあまり大差がなく、ほぼ等しいと考えられる。しかし、疲労試験結果は 1mm 法による疲労寿命予測と比較すると、やや疲労強度が小さい。さらに過去に行われた T 継手や十字継手(SD, CR 試験体), あるいは板厚 12mm の平板に板厚 12mm の吊り金具をすみ肉溶接させ、平板から高さ 15mm の位置で切断した SR 試験体と比べても、疲労強度が小さく、JSSC の D 等級程度であった。スタッドジベル試験体についても、1mm 法予測と同様に、スタッドの軸径による疲労強度の差は見られなかった。しかし、疲労試験結果は 1mm 法による疲労寿命予測結果と比較して、疲労強度が大きく上昇し、JSSC の B 等級程度であった。

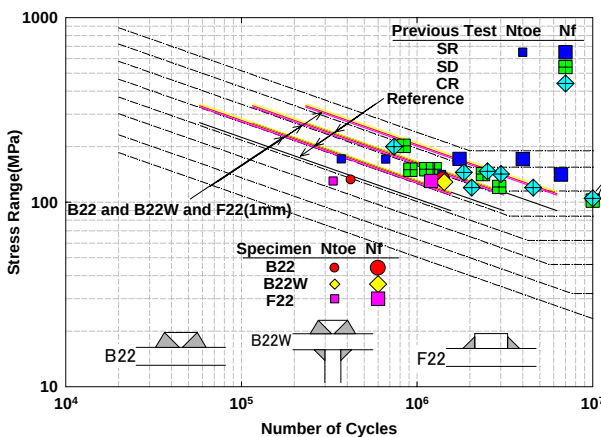


図-6 吊りピース疲労試験結果

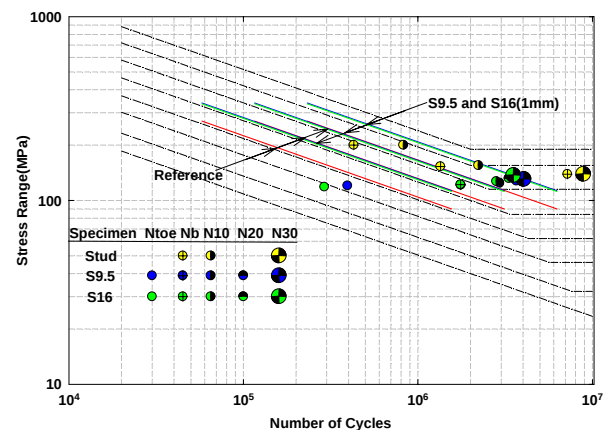


図-7 スタッドジベル疲労試験結果

4. まとめ

吊りピース試験体では、吊りピースの溶接方法やウェブの有無による疲労強度の違いは見られず、1mm 法予測よりもやや疲労強度が小さくなった。スタッドジベル試験体では、スタッドの軸径による疲労強度の違いは見られず、1mm 法予測よりも疲労強度が大きく上昇した。

- (参考文献) 1. 山田健太郎, 肖志剛, 金仁泰, 舘石和雄: すみ肉溶接止端近傍の応力に着目した付加物溶接継手の疲労強度解析, 構造工学論文集, Vol. 48A, 2002 年 3 月
2. 前田幸雄, 梶川靖治, 石渡正夫: スタッドジベル溶接部の性質と疲労強度について, 川崎製鉄技報, 1972 年 7 月
3. 若林武忠, 沢野邦彦, 成岡昌夫: スタッドジベルが溶植された鋼板の引張疲労試験, 橋梁と基礎, 5-4, 1971 年 4 月