

ストップホールで補修した部材の疲労耐久性評価のための疲労強度曲線

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 ○大住 圭太  
 法政大学 フェロー 森 猛  
 法政大学大学院 学生会員 阪間 大介

1. はじめに

著者らは鋼床版垂直スティフナー溶接部に生じる疲労き裂の発生・進展性状について、垂直スティフナー取付け部を模擬した小型試験体の疲労試験を行うことにより検討している<sup>1)</sup>。そして、主たる疲労き裂は垂直スティフナー上端回し溶接部のデッキプレート側止端から発生してデッキプレート母材に進展し、その後、デッキプレートを貫通するが、ある程度進展すると停留する傾向があることを確認している。そのため、デッキプレートまで進展したき裂に対しては、図1のように補強を行わずにストップホールを施工することで措置を完了している場合がある。しかし、その効果については明らかとされていない。

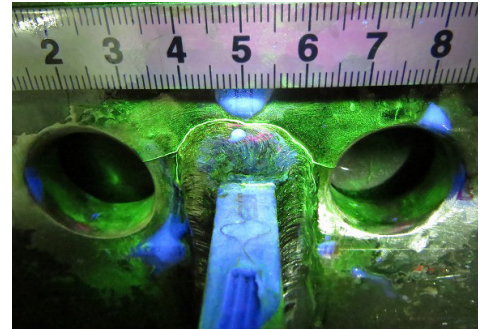
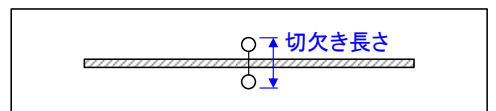
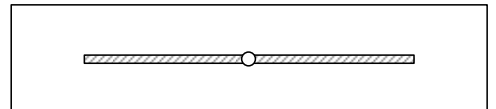


図1 ストップホール施工状況

本研究では、ストップホールで補修した部材の疲労耐久性を評価するための疲労強度曲線について、既往の疲労試験データ<sup>2), 3), 4)</sup>を基に検討した。さらに、垂直スティフナー取付け部を模擬した小型試験体の疲労試験結果と比較することで疲労強度曲線の適用性について検討した。



(b) 眼鏡型

図2 試験体の形状

2. 疲労強度曲線の検討方法

既往の疲労試験に用いられた試験体の一覧を表1に、それらの試験体の形状を図2に示す。なお、表1で切欠き長さが記入してあるものは図2(b)の眼鏡型試験体である。表1(a)に示す試験体はホールソーで円孔を空けたままのものであり、これらを#NF試験体と呼ぶ。また、表1(b)に示す#80~220のゴム砥石で仕上げたものを#80試験体と呼ぶ。なお、#80と#220のゴム砥石で仕上げたストップホールを有する鋼材の疲労強度がほぼ同じであることは確認している<sup>4)</sup>。#80試験体の数が少ないため、ここでは試験体数が多い#NF試験体の疲労試験データを整理したうえで、仕上げによる強度向上分を考慮した疲労強度曲線を提案する。

表1 既往の疲労試験体の一覧

(a) #NF 試験体

試験体	材質	板厚 (mm)	円孔径 (mm)	切欠き長さ (mm)	試験体数 (体)
①	SM400	12	18	70	6
②	SM490A	9	24.5	-	9
③	SM490	12	18	70	6
④	SM490Y	12	18	70	17
⑤	SM490Y	25	18	70	6
⑥	SM490Y	12	18	100	5
⑦	SM570	12	18	70	6
⑧	WEL-TEN780	12	18	70	6

※板幅は150mm

(b) #80 試験体

試験体	材質	板厚 (mm)	円孔径 (mm)	切欠き長さ (mm)	試験体数 (体)
①	SM400A	6	18	70	6
②	SM490A	9	24.5	-	9

※板幅は150mm

3. 基準疲労強度曲線の提案

ストップホール法で補修した部材の疲労強度は、切欠き形状、鋼材、板厚によらず、ストップホール壁の応力集中を考慮した応力範囲 $\Delta\sigma_s$ で整理できるとされている<sup>2)</sup>。表1(a)に示す#NF試験体の疲労試験結果を $\Delta\sigma_s$ で整理したものを図3に示す。図中の実線は最小二乗法によって求めた疲労寿命Nに対する $\Delta\sigma_s$ の回帰直線、点線はそこから2標準偏差離れた位置の $\Delta\sigma_s$ -N関係である。なお、疲労限は破断していないデータの位置を考慮して200万回疲労強度とした。ストップホール壁を仕上げた#80試験体の $\Delta\sigma_s$ -N関係を図4に示す。#80試験体は試験体数が少ないため、 $\Delta\sigma_s$ -N関係の傾きと標準偏差は#NF試験体と同じとした。この $\Delta\sigma_s$ -N

キーワード 鋼床版, 垂直スティフナー, 疲労き裂, ストップホール, 基準疲労強度曲線

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-10-11 (一財) 首都高速道路技術センター TEL03-3578-3765

関係を用いて孔壁を仕上げるストップホールで補修した部材の疲労耐久性評価を行うことを提案する。

図4中には、図5に示す小型試験体5体の疲労試験結果<sup>5)</sup>も示している。試験体1体に2箇所の垂直スティフナーが取り付けられているため、10個の試験データがある。なお、これらの試験体の円孔壁の応力範囲は3次元有限要素応力解析から求めた値である。

解析では、疲労き裂とストップホールをモデル化した。き裂は、回し溶接部ではデッキプレート側止端に沿って、それ以外では橋軸方向に直線でモデル化した。また、鉛直方向には直線でデッキプレートを貫通しているものとした。ストップホールは実験の条件と同様に、直径22mm、面取り深さ2mmとした。

解析により求めた最大主応力の分布を図6に示す。ストップホール壁の最大応力は、円孔中心を基準として垂直スティフナー側に30°の位置の面取り面に生じており、その値は330N/mm<sup>2</sup>であった。

図4に示す実験結果は、#80試験体の平均値から2標準偏差離れた $\Delta\sigma_s$ -N曲線より下に位置しており、小型試験体の実験において孔壁よりき裂が再発しなかった結果と対応している。

4. まとめ

ストップホール法で補修した部材の疲労耐久性評価を行うための疲労強度曲線を提案した。また、垂直スティフナー取り付け部を模擬した小型試験体の実験データと比較することでその適用性を確かめた。

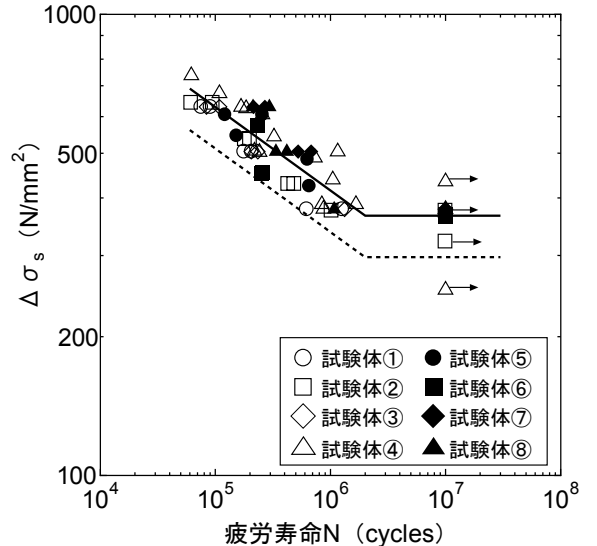


図3  $\Delta\sigma_s$ -N関係 (仕上げなし)

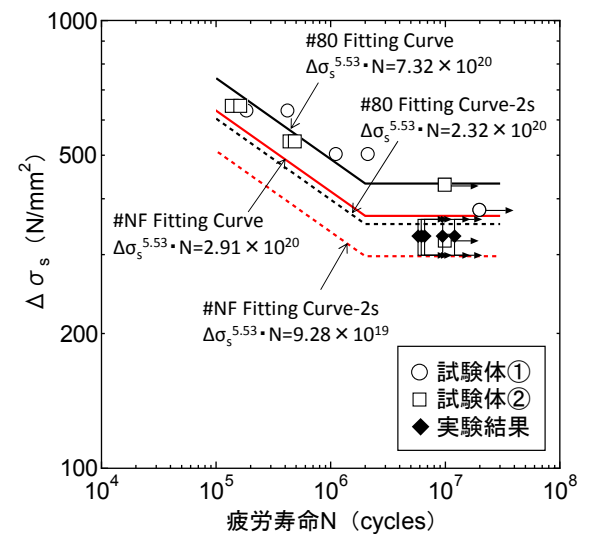


図4  $\Delta\sigma_s$ -N関係 (仕上げ)

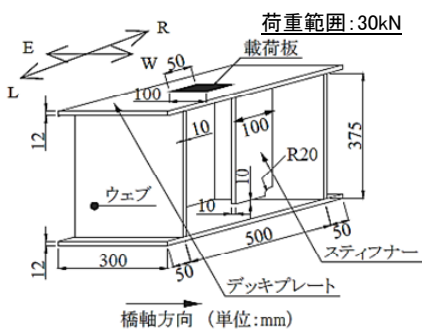


図5 試験体の形状と寸法

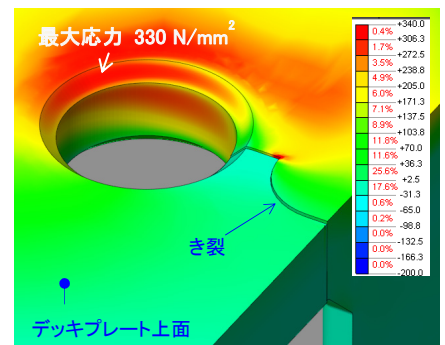
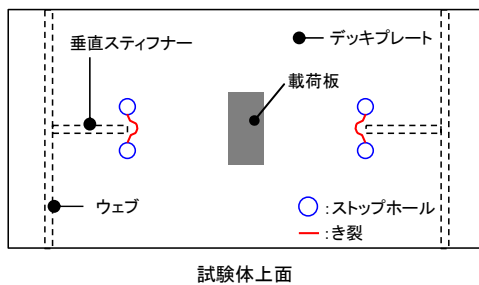


図6 最大主応力コンター

参考文献

- 1) 森ら：鋼床版垂直スティフナー溶接部に生じる疲労き裂の補修・補強方法，鋼構造論文集第18巻69号，pp51-59，2011.3
- 2) 森ら：ストップホール補修鋼部材の疲労強度に対する鋼材静的強度の影響，鋼構造年次論文報告集第10巻，pp297-304，2002.11
- 3) 森ら：添え板ボルト締めストップホール法による主桁横桁交差部の疲労き裂の補修，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)，Vol.67, No.3, pp493-502，2011.9
- 4) 廣戸ら：ストップホール壁の表面粗さが疲労強度に及ぼす影響，鋼構造年次論文報告集第18巻，2010.11
- 5) 阪間ら：鋼床版垂直スティフナー溶接部の疲労き裂に対するストップホールの効果，土木学会第70回年次学術講演会，2015.9