

当て板ボルト補修と接着を併用したストップホールの応力集中低減効果

関西大学 正会員 ○石川 敏之, 学生員 玉利 仁, 政家 諒

1. はじめに

鋼橋に発生した疲労き裂の補修として、き裂先端をドリル孔(ストップホール)で除去し、鋼板を摩擦接合する補修(当て板補修)が一般的に行われている。しかし、ストップホールから疲労き裂が再発生した事例も報告されている¹⁾。ストップホールがボルト締めされない場合、当て板補修しても、き裂から高力ボルトまでの距離に依存して、ストップホールの応力集中が変化する。そこで、本研究では、ストップホールの応力集中を低減させるために、当て板補修に接着を併用する方法に着目した。そして、ストップホールを有する鋼板に当て板補修と接着を併用した試験体の引張試験を実施し、ストップホールの応力集中低減効果を明らかにする。

2. 試験体

試験体の寸法を図-1、表-1に示す。き裂を模擬したスリットの先端にΦ22.5mmのストップホールを設けた板厚12mmの鋼板(SM490Y)の表裏に、スリット部分を覆うように幅70mmの鋼板(SM490Y)を接着し、24時間室温で養生した後、高力ボルトを締め付けている。高力ボルト2列配置に加え、1列配置した試験体も準備した。それぞれの試験体で接着する鋼板厚を9mm(SM490Y)と16mm(SM490Y)に変化させた。試験体にはトルシア形高力ボルトS10T(M20)を使用し、専用のトルクレンチでボルト締めしてから1週間以上後に載荷試験を実施した。比較のために、接着剤を使用していない試験体およびストップホールのみの引張試験SHも実施した。ストップホール壁の板厚中央部にひずみゲージを貼付し、ストップホールのひずみを計測した。また、クリップゲージにより主板と当て板の端部の相対変位およびストップホールの開口変位も計測した。

3. 試験結果

公称応力 σ_{sn} と主板と当て板の端部の相対変位 δ_e の関係を図-2に示す。公称応力 σ_{sn} は、載荷荷重を主板の全断面積で除して算出している。この図から、

高力ボルト2列の場合、当て板補修と接着を併用した効果は明確ではないが、ボルト1列の場合、当て板補修の場合と比べて、相対変位 δ_e が小さくなっていることがわかる。ただし、公称応力 σ_{sn} が170N/mm²程度で、接着剤のはく離が生じ、相対変位 δ_e が急増していることがわかる。

公称応力 σ_{sn} とストップホールの開口変位 δ_{sh} の関係を図-3に示す。この図にはストップホールのみ σ_{sn} - δ_{sh} 関係も示している。この図からわかるように、当て板補修のみの場合であっても、スリットを挟むように設けられた高力ボルト間の当て板の変位により、ストップホールも若干開口する。図-3から、ほぼ全ての当て板補修と接着を併用した試験体で、ストップホールの開口変位 δ_{sh} が当て板補修のみの場合よりも小さくなった。当て板補修と接着を併用した場合、公称応力 σ_{sn} が150N/mm²以下の範囲はほぼ線形であることがわかる。これは、スリット位置の極近傍においても接着剤を介して主板から当て板に軸

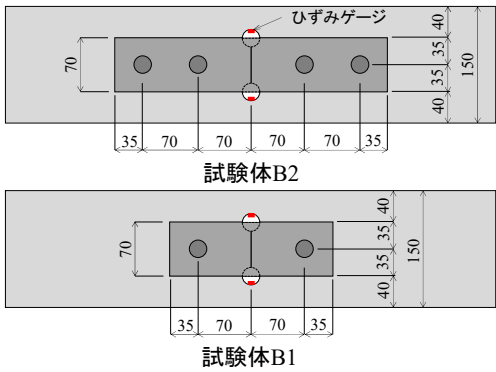


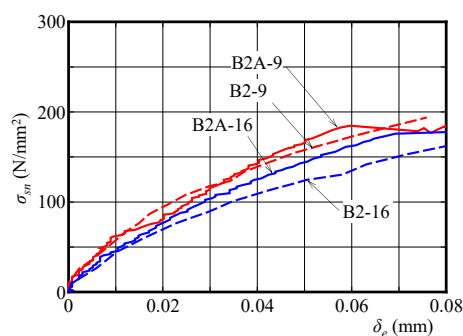
図-1 試験体

表-1 試験体一覧

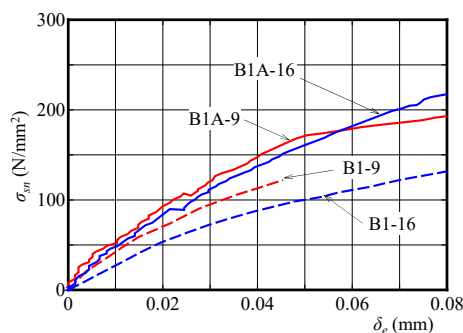
試験体	ボルト列数	当て板厚	接着	応力集中
SH	-	-	-	7.68
B2-9	2	9mm	-	3.07
B2-16	2	16mm	-	2.15
B1-9	1	9mm	-	3.39
B1-16	1	16mm	-	2.45
B2A-9	2	9mm	あり	2.26
B2A-16	2	16mm	あり	1.48
B1A-9	1	9mm	あり	2.33
B1A-16	1	16mm	あり	1.77

キーワード ストップホール, 当て板補修, 接着, 応力集中

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL.06-6368-0926



(a) ボルト 2 列



(b) ボルト 1 列

図-2 公称応力と当て板端部の相対変位の関係

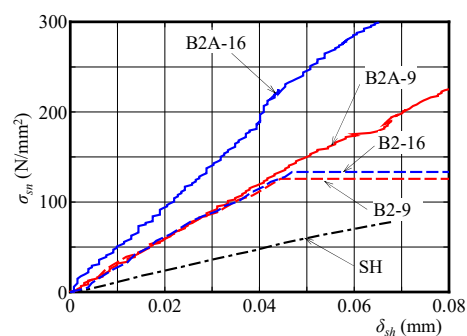
力が伝達されており、接着剤がはく離するまでは、接着剤の弾性挙動を示すためであると考えられる。

公称応力 σ_{sn} とストップホール壁(板厚中央)に生じるひずみ ε_{sh} の関係を図-4 に示す。ストップホール壁のひずみ ε_{sh} は、当て板補修のみでボルト 1 列の場合(試験体 B1), 公称応力 σ_{sn} が 100N/mm^2 以下の範囲でも非線形性を示していた。ボルト 2 列の場合(試験体 B2)も 150N/mm^2 程度で非線形性を示している。しかし、当て板補修と接着を併用した試験体(試験体 B1A, B2A)では、接着剤のはく離破壊が生じるまでは、公称応力 σ_{sn} とストップホール壁のひずみ ε_{sh} の関係はほぼ線形であり、当て板補修のみのストップホール壁のひずみ ε_{sh} よりも小さくなった。

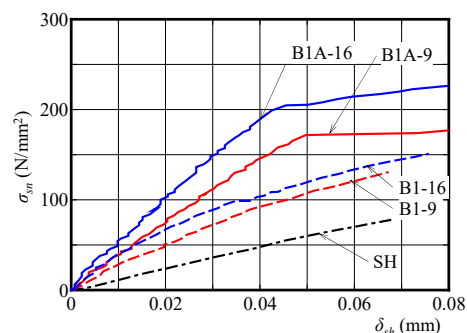
表-1 に、公称応力 $\sigma_{sn}=50\text{N/mm}^2$ の際ストップホール壁に生じるひずみ ε_{sh} を公称ひずみ(公称応力をヤング係数で除した値)で除したストップホールの応力集中を示す。表-1 から、当て板補修のみの場合と比べ、接着補修を併用することで、ストップホールの応力集中がより低減でき、ボルト 1 列の場合でも、応力集中低減効果が高いことがわかる。

4. まとめ

本研究では、ストップホールを有する鋼板への当て板補修と接着の併用によるストップホールの応力低減効果を明らかにした。

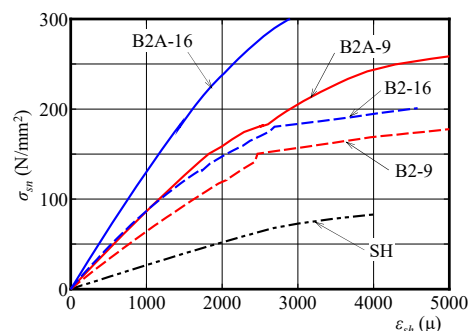


(a) ボルト 2 列

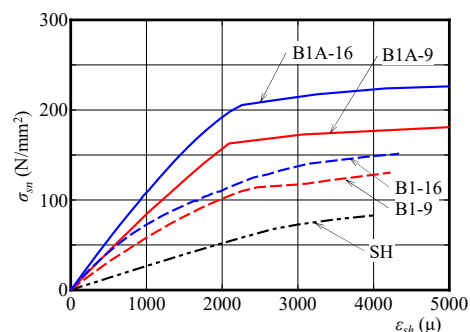


(b) ボルト 1 列

図-3 公称応力とストップホールの変位の関係



(a) ボルト 2 列



(b) ボルト 1 列

図-4 公称応力とストップホール壁のひずみの関係

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 19K04585 の助成を受けて実施した。ここに記して謝意を示す。

参考文献 1)石丸浩司, 増田高志, 佐々木靖彦, 小西拓洋, 澁谷敦: 鋼橋の橋脚隅角部・桁端切欠き部・支承受台部の疲労損傷に対する大規模対策, 土木学会第 58 回年次学術講演会概要集第 1 部, 第 58 巻, I-545, pp.1089-1090, 2003.