

高力ボルト当て板のボルト配置による疲労強度改善効果に関する研究

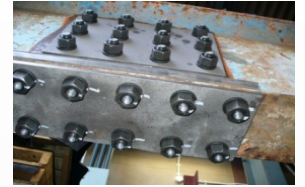
大阪市立大学大学院 都市系専攻 橋梁工学研究室 潘 超

高力ボルト当て板のボルト配置による疲労強度改善効果を明確化

疲労亀裂を対象とした高力ボルト当て板補修はこれまで多用されてきています。疲労亀裂の当て板補修・補強(「当て板補強」と略す)は、亀裂の再発防止に主眼が置かれ、欠損断面を確保して安全側に設計されることが多く、静的耐力の照査が問題とされることはほとんどありません。効率的な補強を行うためには、設計荷重に対して合理的に高力ボルトの必要量とボルト配置を求める手法が必要であり、また、この補強に対して、疲労強度の改善効果を把握する必要があります。



疲労亀裂の例



当て板補修の例

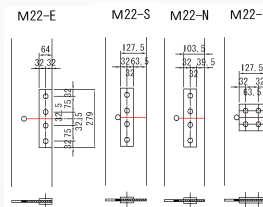
研究目的: 当て板補修時の効果的なボルト配置を静的および疲労強度の面から検討する

静的試験

当て板補強に最適なボルト配置を検討するため、亀裂を有する引張部材に片側2本のボルトで当て板補強した場合の静的荷重実験を行い、補強効果に与える高力ボルト配置の影響について検討しました。

対象とした高力ボルトの配置は、供試体端部に配置したケース(Eタイプ)、ストップホールに隣接して配置したケース(Sタイプ)、当て板補強後の断面の中立軸を板中心と合致させたケース(Nタイプ)、および、亀裂と平行に配置したケース(Tタイプ)です。

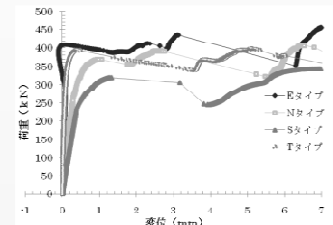
試験結果から、ボルトを荷重作用方向に配置したタイプの中で、ボルトの配置がストップホール部に接近するほど、主すべり荷重が小さくなること、ボルトの配置がストップホール部に接近するほど、終局耐力が大きくなり、主すべり荷重と逆の傾向を示すことがわかりました。



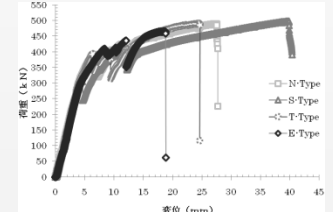
供試体のパターン



載荷状況



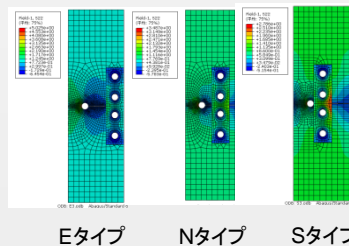
荷重-開口変位曲線の例



荷重-全体変位曲線の例

応力集中解析

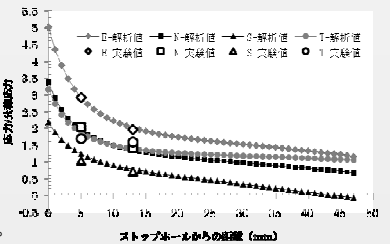
耐疲労性能を検討するため、残存断面の応力分布特性を弾性範囲内で把握することが必要です。弾性FEM解析により、残存部の応力分布を算出しました。応力集中係数は、残存部における最大応力の公称応力に対する比です。亀裂先端(ストップホール縁で)の応力集中係数が高くなると亀裂の再発生がおりやすいことを示しており、疲労強度の予測が可能です。



Eタイプ

Nタイプ

Sタイプ



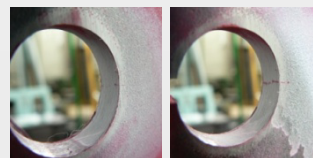
残存断面部の応力集中係数

疲労試験

疲労試験はボルトを荷重作用方向に配置しタイプのみが行いました。繰り返し引張荷重を載荷、高力ボルト接合当て板補修による疲労強度改善効果がどの程度期待できるかを調べました。

試験は疲労亀裂を高力ボルト当て板で補修した後、この部位ですべりが発生していない場合とすべりが発生した場合の二つのパターンを想定し、それぞれに三つの応力範囲の載荷荷重を与えました。

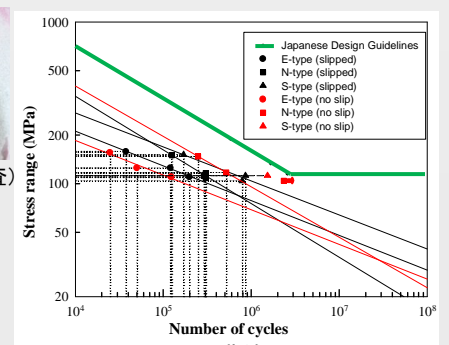
試験結果から、最も高い疲労強度を得られるボルトの配置はストップホール部に接近して配置することであることがわかりました。この結果は亀裂先端の応力集中係数で予想した結果と一致しています。



亀裂進展の例(染色浸透探傷検査)



破断面の写真



S-N曲線図

参考文献

- 1) 鋼橋の疲労 財団法人 日本道路橋協会
- 2) 八景橋撤去に伴う健全度評価試験報告 青森県県土整備部道路課 財団法人大阪地域計画研究所