まくらぎ加工を伴わない鉄桁補修方法の検討

JR 西日本（正）○三輪　陽彦　（正）小浦　貴明　（正）越智　達也
JR 西日本（正）中山　太士　㈱ＢＭＣ（正）岡本　陽介

1. はじめに

JR 西日本管内において，現存する鋼鉄道橋の多くはリベット構造である．リベットは，弛緩や折損等の変状が発生した場合，高力ボルトへの取替えを行っているが，まくらぎの下にある上フランジのリベットを取り替える場合，リベットと高力ボルトの形状が異なるため，まくらぎの加工が必要となる．また，まくらぎ下の上フランジにき裂等の対策として鋼板を高力ボルトで設置して補修するケースも同様に，まくらぎの加工が必要になる．この工事に伴うまくらぎの加工は，工程や費用に影響を及ぼすため，まくらぎの加工が不要な補修方法が望まれている．そこで本稿では，まくらぎの加工が不要な補修方法として，皿リベットとスレッドローリングねじを検討したので報告する．

2.検討内容と結果

2.1 概要試験体

まくらぎ加工を伴わない補修方法の検討には，供用後撤去された上路プレートガーダ（**写真**-1)を用いた．

写真-1 試験体の鋼鉄道橋

2.2 皿リベット

皿リベットとは，使用実績の多い丸リベットとは違い，リベット頭部が皿状になったものである．リベット頭部が皿状になるので，上フランジの上面に突起がなく，まくらぎの加工が不要になる．

（1）**検討概要**･･･皿リベットの検討は，試験体の上フランジとガセットの締結部を対象とした．手順は，リベット孔の高力ボルトを撤去後，上フランジとガセットを締結している高力ボルトを撤去し，上フランジ上面を皿リベット用にすり鉢状に加工した．次に，所定の加熱程度までリベットを加熱し，ガセット下面からリベットを挿入，固定したうえでリベッターにより上面から打設し，頭部を皿状にした．

皿リベットの施工は，リベットによる鋼鉄道橋の補修を経験した技能者が，文献 2）に示される手順，品質を遵守して施工した[1)]．一般に皿リベットの施工は，丸リベット施工に比べて高い技能が必要であると言われており，現場で皿リベットを打設することがほとんどないので，熟練工の指導を受けながら施工した．

リベットの加熱　　リベットの設置･固定

リベット打設　　打設後の状況

写真-2 リベット打設状況

（2）**検討結果**･･･皿リベット施工後，品質を確認するために断面観察を行った．断面観察は，皿リベットを施工した部材を切り出し，リベット接合部を半裁して，その断面を観察した．断面観察の評価は，リベット孔の空隙の有無やの鋼板と鋼板の隙間への追従性を判断基準とした．断面観察結果を**写真-3** に示す．

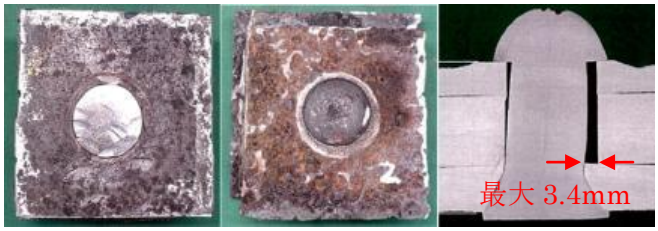

写真-3 皿リベットの外観･断面

この写真からわかるように，上フランジ上面の皿状の打設側は，隙間なく充填されているが，反対の固定側では，母材とリベットの隙間が最大 3.4mm あり，品質を確保することができなかった．過去にリベット補修の経験がある技能者が

キーワード　鋼鉄道橋　まくらぎ加工　皿リベット　スレッドローリングねじ
連絡先　〒673-0016　兵庫県明石市松の内 2 丁目 3 番 8 号　JR 西日本　神戸土木技術センター

熟練工の指導を受けて施工したが，丸リベットの施工に比べて，皿リベットの施工は高い技能が求められることが改めて確認できた．

施工時における丸リベットと皿リベットの違いについて，「加熱」と「打設」の２つの工程が品質に大きく影響した．加熱時**(写真-2 左上)**では，打設側の先端を重点的に加熱する丸リベットと違い，皿リベットは，リベット全体を変形させてリベット孔に充填させる必要があるため，リベット全体を加熱することが重要となる．打設では，丸リベットは打設側を丸く仕上げるので，スナップの形状が半球状になっており，打設時にリベットとリベッターが固定しやすいが，皿リベットでは，スナップが面状になっているので，リベットとリベッターに滑りが生じやすくなる．そのため，均一にリベットを打設できないことやリベットが冷めるまでに変形させることができないことがあり，仕上がりに大きな影響を及ぼす．また，今回は文献 3）に示す算出式からリベット長を決定したが，母材とリベットに隙間が確認された．これは，この算出式が新設構造物に対する長さを示したものであり，補修時には，リベット孔と母材等との隙間を考慮していないことが考えられ，過去に丸リベットで鋼鉄道橋を補修した際にも同じ課題が確認されている．補修時のリベットの長さについては検討が必要である．

2.3 スレッドローリングねじ

スレッドローリングねじは，ボルトが母材を押し広げて塑性変形により雌ネジを形成して接合するものであり，片側から施工できるため，まくらぎの加工は必要としない．

写真-4 スレッドローリングねじとその設置状況

（1）検討概要･･･スレッドローリングねじの検討は，**写真-4**のように，上フランジにまくらぎを設置した状態で，上フランジ下面から孔明を行い，スレッドローリングねじを設置した．スレッドローリングねじはまくらぎ敷設箇所の上フランジの下面からスレッドローリングねじを施工した場合，上フランジとまくらぎを縫い合わせることになるので，ロングレール縦荷重のような線路方向に外力が作用した場合，上フランジのボルト孔の拡大やねじの折損等が懸念される．そこで，スレッドローリングねじを施工した箇所のまくらぎに線路方向 5t の荷重を載荷し，載荷後の上フランジのボルト孔やまくらぎ，ねじの状態を確認した．

（2）検討結果･･･スレッドローリングねじの施工は，上フランジの下側の片側から簡易な道具で施工できるため，狭隘な箇所でも施工性は良好であった．

写真-5 に線路方向 5t の荷重を載荷した後のボルト孔とまくらぎ状況を示す．この写真からわかるように，まくらぎ側のボルトの孔は変形が確認できるが，上フランジのボルト孔はねじ山のつぶれや縁端部の変形がないことが確認できた．ただし，スレッドローリングねじは，ボルトが母材を押し広げて塑性変形により雌ネジを形成して接合するものであり，一旦，ねじを撤去した場合，同じ孔に再度同径のねじを設置すると孔の広がりによる弛みが懸念されるため，再設置の際には，径を大きくする必要がある．現在，スレッドローリングねじは M16 が最大径で，首下長さも 1 種類が標準であるため，一般的な M22 のリベット孔を使用した補修や部材厚の厚い場合等では適用できないので適用範囲が限られる．

写真-5 水平外力載荷後変形状況

4. まとめ

本稿で得られた知見は以下に示す．

・皿リベットは，丸リベットに比べて，より高い技能の習熟が必要であること，補修に用いるリベット長の決定が課題であった．

・スレッドローリングねじは，狭隘箇所の施工性も良好で，片側からの施工も可能であり，有効な補修方法として期待できるが，適用範囲が限定される等の課題があった．

参考文献

1) 飯塚友博ほか：鋼鉄道橋継手部のリベットによる補修方法の検討　土木学会第 68 回年次学術講演会 pp.583-584 2013.9

2) 日本国有鉄道施設局・建設局・山陽新幹線建設部編：「土木工事標準示方書」，昭和 44 年

3) 橋梁研究会　編：鋼橋設計資料　第 5 版　技報堂出版株式会社　1986.3