

スレッドローリングねじ($\phi 16$)で接合された貫通継手の気密性・水密性に関する検討

本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○香川 耀平 正会員 金田 崇男 正会員 遠藤 和男

1. 目的

既設橋の鋼部材補強に用いる接合方法は、高力ボルト摩擦接合とすることが多い。補強対象が密閉部材の場合は、ボルト軸部より部材の孔径が大きいことから、孔あけにより飛来塩分を含んだ空気や雨水が部材内部へ侵入する可能性があり、密閉部材内部の防食性の低下が懸念される。一方、近年、孔壁にめねじを形成しながらねじ込むスレッドローリングねじ(以下、TRS という)¹⁾の $\phi 16$ サイズが開発され、補修補強に用いられている²⁾。TRS は、ねじ自体が孔壁にねじ立てすることから高力ボルト摩擦接合より密閉性が高いことが想像される。本報では、腐食環境の厳しい海峡部長大橋である瀬戸大橋の耐震補強工事において、密閉箱断面であるトラス桁の主横下弦材に対し座屈防止補剛リブを設置するにあたり、TRS による貫通継手の密閉性確認のために気密性試験及び水密性試験を実施した内容を報告する。

2. 気密性試験

気密性試験は、JIS Z 2329:2002 発泡漏れ試験方法に準拠した試験を行い、気圧差により生じる TRS 軸部からの空気の漏洩の有無を確認した。図-1 に試験体形状、表-1 に試験ケースを示す。板厚は、TRS の適用を検討している実橋と同様に既設部材厚 16mm、補強部材厚 12mm とした。削孔径は既設部材及び補強部材ともに 15.5mm を基本とし、施工時の孔あけ誤差を考慮して $\pm 0.2\text{mm}$ のケースを検討した。実施工において、既設部材と補強部材間に飛来塩分や雨水が侵入しないように補強部材の周囲にシーリングを施すことから、本検討においても TRS 軸部からの空気の漏洩に着目するために、補強部材の周囲にシーリング材を施工し、部材接触面からの空気の漏洩がないようにした。TRS の締付けは、最大締付けトルク $260\text{N}\cdot\text{m}$ のインパクトドライバーを用いて行った。試験は空気の漏洩に対してきめ細かく発泡する検知液を TRS に吹きかけ、透明な窓のある真空箱を試験体に乗せ、箱内を 10 秒間真空状態にした後、検知液の発泡の有無を確認した。真空状態時の箱内部の気圧は $0.015\sim 0.03\text{MPa}$ (高度 1.5 万 m 相当の気圧)である。

試験の結果、いずれの削孔径においても空気の漏洩はなかった。

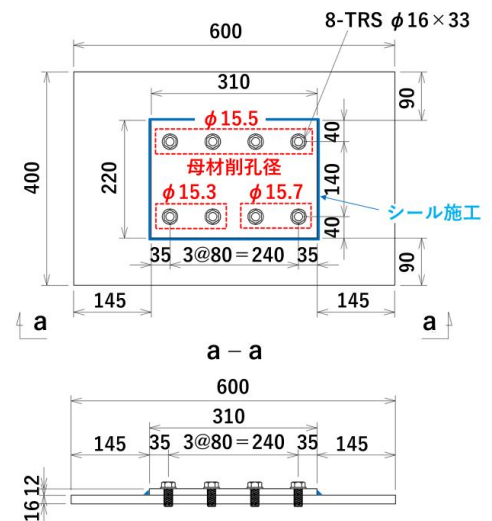


図-1 試験体形状

表-1 試験ケース

試験	既設部材厚さ	補強部材厚さ	削孔径	TRS本数	試験体数
発泡漏れ試験	16mm	12mm	$\phi 15.3$	2本	1体
			$\phi 15.5$	4本	
			$\phi 15.7$	2本	
IPX6	16mm	12mm	$\phi 15.3$	1本	1体
			$\phi 15.5$	2本	
			$\phi 15.7$	1本	
IPX8	16mm	12mm	$\phi 15.3$	1本	1体
			$\phi 15.5$	2本	
			$\phi 15.7$	1本	

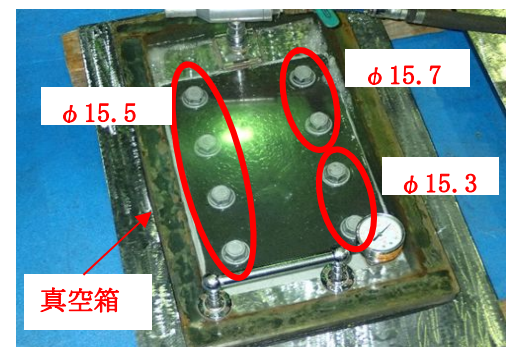


写真-2 気密性試験 試験状況

キーワード スレッドローリングねじ、貫通継手、密閉性、気密性試験、水密性試験

連絡先：坂出市川津町下川津 4388-1 本州四国連絡高速道路(株)坂出管理センター TEL(0877-45-6965)

3. 水密性試験

水密性試験は、JIS C 0920:2003 電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード) に準拠した試験を行った。試験の等級は、雨水にさらされる状況を考慮し IPX6 試験と、それより厳しい条件となる IPX8 試験とした(表-2)。IPX6 試験は、2.5~3.0m 離れた位置から 100L/min の水を試験体に 3 分間放水した。その際、試験体全体に均一に放水するために、試験体をターンテーブル上に設置し回転させた。IPX8 試験は、試験体を水圧試験機に浸漬させ、試験機の最大能力である 6 気圧(水深 50m 相当の圧力)を 30 分間与えた(写真-3)。

試験体は、写真-4 に示す箱状とし、板厚及びボルトの削孔径、TRS の締付け方法は表-1 に示すとおり気密性試験と同様とした。この試験体内部に、水が付着すると変色する水検知シールを張り付け、TRS 軸部から試験体内部へ水の侵入がないか確認した。

試験の結果、IPX6 及び IPX8 の両試験とも水検知シールの変色はなく、いずれの削孔径においても試験体内部への水漏れは確認されなかった。

4. 結論

本検討では、TRS $\phi 16$ の密閉性確認のため、15.3mm, 15.5mm, 15.7mm の削孔径の試験体に対して、発泡漏れ試験及び IPX6, IPX8 試験を行い、以下を確認した。

- ① 0.015~0.03MPa 程度の圧力下において、TRS $\phi 16$ の軸部から空気の漏洩はなく、気密性が極めて高い。
- ② TRS $\phi 16$ を用いた接合部に直接水がかかるような状況及び 6 気圧の水圧下において、TRS $\phi 16$ のねじ部からの水の漏洩はなく、水密性は極めて高い。

謝辞

本検討にあたり、坂野昌弘教授(関西大学)に多くの助言をいただいた。また、(株)横河ブリッジ及び(株)ロボテックスファスニングシステムの協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 鈴木博之：スレッドローリングねじで接合された継手の強度に関する実験的研究，構造工学論文集 Vol. 61A, pp. 614-626, 2015.3
- 2) 溝上善昭・森山彰・小林義弘・坂野昌弘：U リブ鋼床版ビード貫通亀裂に対する下面補修工法の提案，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol.73, No.2, 456-472, 2017.

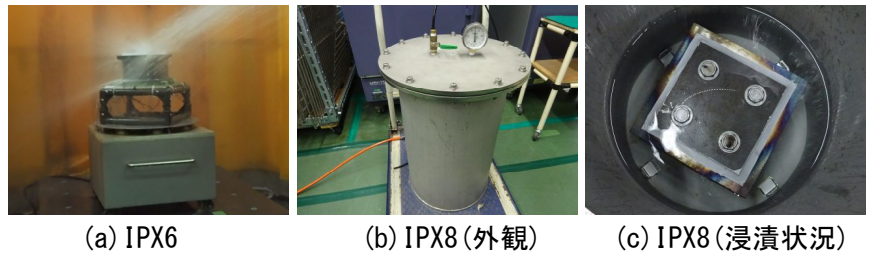


写真-3 水密性試験状況

表-2 IPX 規格(JIS C0920:2003)

等級	試験方法
IPX6	直径 12.5mm の注水ノズルを使用し、100リットル/min の水を器具の表面積 1m ² 当り 1 分、最低 3 分間、放水する。器具はターンテーブル上に設置し回転させる。注水ノズルと器具間の距離は 2.5~3m とする。
IPX7	器具を深さ 0.15~1m の水中に 30 分間没する。高さが 850mm 以上の器具は最上端から水面までの距離は 150mm、高さが 850mm に満たない場合は器具の最下端が水面から 1m の位置とする。
IPX8	器具を水圧試験機の中に置き水圧をかける。水圧、試験時間等の試験条件は個別製品規格で特に規定がない

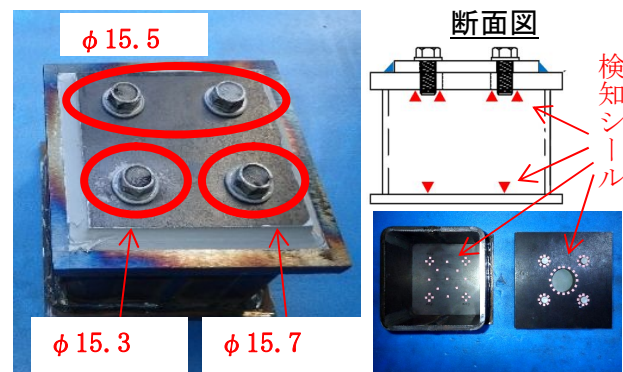


写真-4 試験体形状