

高力ボルト摩擦接合継手のボルト取替え後の補強に関する一考察

明星大学 正会員 鈴木 博之
 (株)ロブテックスファスニングシステム 正会員 ○中島 一浩
 (株)ロブテックスファスニングシステム 川邊 裕一
 (株)ロブテックスファスニングシステム 藤井 克紀

1. はじめに

遅れ破壊しコンクリート内に残存した摩擦接合用高力ボルト F11T を，高力ワンサイドボルトに取替える工法が研究・開発され実用化¹⁾に至っている．また，筆者らは高力ワンサイドボルト摩擦接合継手のボルト取替えに関する検討²⁾を行ってきたが，高力ワンサイドボルトの設計軸力は F8T 相当であるため，既存継手の耐力まで回復するには追加補強が必要となる．

本研究では，遅れ破壊した高力ボルトを高力ワンサイドボルトに取替えた後，不足する継手耐力を補うために，添接板を追加補強した場合の補強効果について検討する．

2. 試験方法

試験体形状を図-1 に示す．試験片の材質は SM490，母材厚は 28mm，添接板厚は 16mm である．高力ボルトには F10T，M20 を，高力ワンサイドボルトには MUTF20 を使用した．摩擦面にはグラインダー処理後，さび促進剤を塗布した．

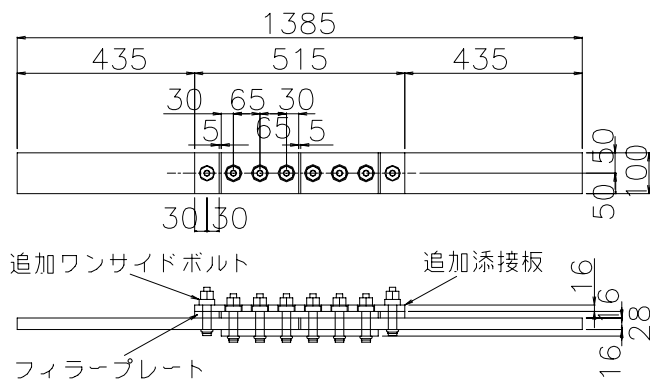


図-1 試験体形状

本研究では，遅れ破壊が生じた高力ボルトから，高力ワンサイドボルトへの取替えを想定しているため，死荷重に相当する 200kN を載荷させた状態で試験を行った．高力ボルト F10T，M20 の設計軸力は 165kN であるが，高力ワンサイドボルト MUTF20 の設計軸力は 131kN であり，F8T 相当の継手耐力しか得られない．そこで，高力ワンサイドボルトを用いて添接板の追加補強を行った．追加添接板及びフィラープレートの材質は SM490，板厚は 16mm である．追加添接板には高

力ボルト頭を避けるため，既存継手の高力ボルト位置に $\phi 42\text{mm}$ の円孔を設けた．

追加添接板を設置するための孔明け作業は，載荷している 200kN の荷重を一旦除荷し，試験体を試験機から外した状態で行った．その後，試験体を再び試験機にセットし，200kN を載荷した状態で追加添接板を高力ワンサイドボルトで締結した．

試験は追加補強の有無について 3 体ずつ行い，添接板を追加していない場合を TN1~3，添接板を追加した場合を TA1~3 とした．

3. すべり試験

載荷荷重と開口変位の関係を図-2 に示す．TN1 においては，載荷荷重 421kN の時に荷重が急激に低下しており，1 回目のすべりが生じた事が分かる．TN2，TN3，TA1~3 においても，同様な傾向がみられた．この時の荷重をすべり荷重と定義した．図-2 の荷重-変位曲線から得られた TN1~3 と TA1~3 のすべり荷重 P_s を表-1 に示す．

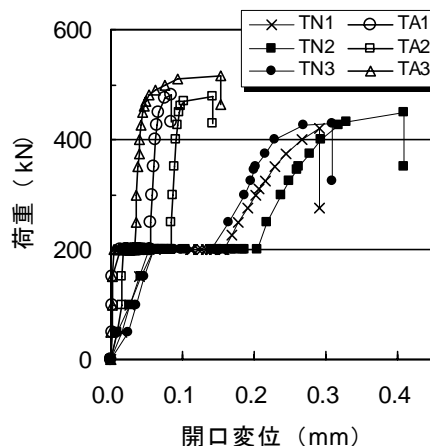


図-2 荷重-変位曲線

表-1 すべり荷重 P_s

補強	試験体	すべり荷重	平均
無し	TN1	421kN	433kN
	TN2	450kN	
	TN3	428kN	
有り	TA1	481kN	491kN
	TA2	478kN	
	TA3	515kN	

TN1~3 のすべり荷重の平均値と、TA1~3 のすべり荷重の平均値を比較すると、58kN の差がある。添接板を追加することにより、すべり荷重が約 13%増えた事が分かる。したがって、添接板を追加補強する事により、継手の荷重伝達力の不足を補う事が可能であると判断される。

尚、200kN 載荷時(ボルト取替え作業後)に開口変位が増加している。これは、ボルトを抜いた時の継手の伸び剛性の変化が影響していると思われる、添接板を追加した後は伸び剛性が大きくなり、開口変位が小さくなったと思われる。

4. 分担荷重

試験体中央部の添接板の側面に貼付したひずみゲージより得られたひずみを用いて、既存添接板、追加添接板、それぞれが分担している荷重を求めた。

TA2 の載荷荷重と分担荷重の関係を図-3 に例として示す。図-3 から求めた、既存添接板と追加添接板の 350kN 載荷時の荷重分担率を表-2 に示す。取替え作業終了直後とすべり発生付近ではデータにばらつきがあるため、線形関係にある範囲の代表として、350kN のデータを用いて比較した。また、TA1 はひずみゲージに不具合が生じたため検証対象から外した。

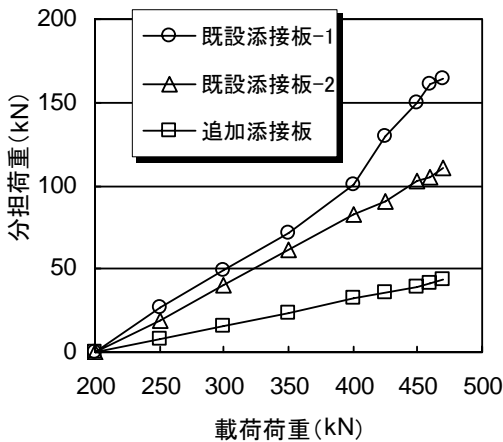


図-3 TA2 の分担荷重と載荷荷重

表-2 350kN 載荷時荷重分担率

試験体	既存添接板	追加添接板
TA2	85%	15%
TA3	81%	19%

既存添接板の荷重分担率の平均は 83%、追加添接板の荷重分担率の平均は 17%という結果が得られた。ここで、既存添接板と追加添接板の荷重分担率について考察する。高力ボルト摩擦接合継手の伝達荷重 P は式(1)で与えられる。

$$P = \rho_a \cdot n \cdot m \tag{1}$$

ここに、 ρ_a :ボルト 1 本 1 摩擦面あたりの許容力、n:ボルト本数、m:摩擦面の数

既存添接板においては、ボルトの本数 n は 3 本、摩擦面の数 m は 2 面であり、追加添接板においては、ボルトの本数 n は 1 本、摩擦面の数 m は 1 面である。高力ワンサイドボルト MUTF20 のボルト 1 本 1 摩擦面あたりの許容力は 30.8kN である。これらの値を式(2)に代入すると、既存添接板と追加添接板の荷重伝達の比率は 6:1 となり、これを百分率で表すと、既存添接板:追加添接板=86%:14%となる。この結果を表-2 の実験結果と比較してみると、ほぼ同じ荷重分担率になっている事がわかる。

これらの事から、添接板を追加して継手を補強する際の荷重分担率を検討する場合は、ボルトの本数と摩擦面の数の積の比を用いればよいことがわかる。

今回の実験の既存継手および追加継手が分担する荷重をそれぞれ P_{se} , P_{sa} 、添接板を追加してからすべりを生じるまでの荷重を ΔP とすると、 P_{se} , P_{sa} は式(2)および(3)で表すことができる。

$$\text{既存継手 } P_{se} = 200\text{kN} + \Delta P \cdot 0.86 \tag{2}$$

$$\text{追加継手 } P_{sa} = \Delta P \cdot 0.14 \tag{3}$$

既存継手部分には作業前から死荷重に相当する 200kN が作用しており、これに作業後の荷重の 86%が加算される。一方、補強部分には作業後の荷重の 14%が作用するだけである。したがって、補強後の載荷試験においては、補強部分より先に既存継手部分にすべりが生じたことが容易に理解される。

5. まとめ

(1) 高力ボルトから高力ワンサイドボルトに取り替えたときに不足する荷重伝達力を補う工法として、既存継手を追加添接板で補強する工法を考え、この工法が有効であることを実験的に検証した。

(2) 追加添接板を用いて継手補強する際の荷重分担率を検討する時は、ボルトの本数と摩擦面の数の積の比を用いればよいことを確認した。

(3) 補強継手においては、補強部分より先に既存継手部分にすべりが生じたものと判断された。

参考文献

1) 鈴木ら、高力ワンサイドボルトを用いた遅れ破壊ボルト取替え工事報告、土木学会第 66 回年次学術講演会、pp511-512, 2011.9
 2) 鈴木ら、高力ワンサイドボルト摩擦接合継手のボルト取替えに関する実験的研究、土木学会第 67 回年次学術講演、pp683-684, 2012.9