

異種接合面高力ボルト継手におけるディスク型フリクションシムの適用性

横浜国立大学 正会員 ○平尾 賢生
横浜国立大学 正会員 田村 洋
横浜国立大学 フェロー 勝地 弘

横浜国立大学 非会員 五箇 湧希
横浜国立大学 正会員 王 嘉奇

1. はじめに

高力ボルト摩擦接合継手(以下、ボルト継手)において連結板の腐食が著しい場合、連結板の取替えが行われる¹⁾。そのような状況では、母板に塗布されている無機ジンクリッチペイント(以下、無機ジンク)が剥がれているため²⁾、新たな無機ジンクの塗り直しや、ブラスト処理等の作業を行う必要があり、時間と労力を要する。そこで、無電解ニッケル・ダイヤモンド加工を施したシムである全面型のフリクションシムを母板と連結板間に挿入することで、すべり係数の向上が確認されている³⁾。

本研究ではフリクションシム(以下、シム)を任意のボルト継手へ適用させるため、従来の全面型から形状を改良したボルト孔ごとに挿入可能なディスク型シムの適用性を評価する。

2. すべり耐力試験の概要

2.1 試験体概要

本研究で使用した試験体の形状を図-1に示す。各鋼板の表面処理について、灰色で示す鋼板には無機ジンクが塗布されており、白色で示す鋼板にはグラインダー処理がなされている。図-2のディスク型又は全面型シムは図-3の位置に挿入した。表-1に示すように、全4ケース3体ずつ検討を行った。固定側ボルトはトルク、すべり側ボルトは軸部のひずみで管理した。全てのボルトに対して設計ボルト軸力(205 kN)の112%を狙って締め付け、約2週間のリラクセーションを記録し⁴⁾、試験直前に固定側ボルトのみ設計ボルト軸力の10%増し締めを行った。また、DFのケースではボルト軸力低下時を想定するため、すべり耐力試験直前にすべり側ボルトを設計ボルト軸力の60%まで緩めた。

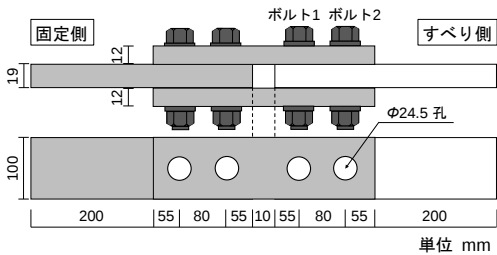


図-1 試験体の形状



図-2 フリクションシム
(左: ディスク型 / 右: 全面型)

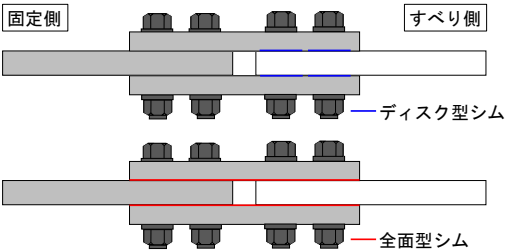


図-3 フリクションシムの挿入位置



図-4 すべり耐力試験の様子

表-1 検討ケース

試験体名	フリクションシム	接合面状態		
		固定側母板	連結板	すべり側母板
O	1	無機ジンク 75 μm	無機ジンク 150 μm	グラインダー処理
	2			
	3			
DF	1			
	2			
	3			
DH	1			
	2			
	3			
S	1			
	2			
	3			

キーワード 高力ボルト摩擦接合継手, フリクションシム, 接合面, すべり係数
連絡先 〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5
横浜国立大学 TEL045-339-4042

2.2 計測方法

母板と連結板間の相対変位を計測するため、**図-1**に示すボルト1の位置にクリップゲージを設置した。2000 kN 万能試験機を用いて、引張荷重を約 2 kN/s の速度で単調に増加させた。主すべり発生後、ボルトの支圧が確認されるまで載荷を続けた後、除荷を行った(**図-4**)。試験後には試験体を解体し、シムの状態を観察した。

3. すべり係数の評価

各試験体のすべり係数を**表-2**に示す。数本のボルトに関して、リラクセーションの途中で軸部に貼付したひずみゲージの値に異変が生じたため、正常に計測できた段階までのボルト軸力で評価を行った。≤で記した試験直前の軸力は、リラクセーションによりボルト軸力が徐々に低下することを考慮すると、実際よりも大きめの値となっている。この軸力を想定される範囲においての最大値と仮定した場合、すべり係数 μ について下記の式(1)が成り立つ。

$$\mu \geq \frac{R_s}{m \cdot n \cdot N}$$

(1)

ここで、 R_s はすべり耐力、 m は接合面の数、 n はボルトの本数、 N はボルト軸力である。したがって、≥で記したケースについてのすべり係数は想定される範囲での最小値を示している。

DF(ディスク型シム)と S(全面型シム)では同様のすべり係数が確認されたことから、シムの面積がすべり係数に及ぼす影響は小さく、より面圧を受けるボルト孔周辺の領域がすべり係数に大きな影響を及ぼしていることが考えられる。また、シム挿入時には 0.65 以上のすべり係数を確認することができた。

ボルト軸力低下のケースについて、すべり係数が増加する傾向を示した。これはシムが無機ジンクに食い込むことや、無機ジンクの粘弾性による影響と考えられるが、その解明のためにさらなる検討が必要である。

4. すべり後フリクションシムの状態

すべり耐力試験後のシムの状態は**図-5**に示すように、ディスク型と全面型共に無機ジンクが付着しており、シムのダイヤモンド粒子が無機ジンクに食い込むことで、シム無しのケースよりもすべり係数が向上したことが考えられる。また、全面型では母板の内側エッジ部で破れが生じ、すべりに追従できないことが確認できる。そのため、ディスク型シムの方が汎用性が高く、荷重伝達の観点からも効率の良い形状であると考ええる。

5. おわりに

本研究では、ディスク型シムの異種接合面ボルト継手に対する適用性の評価を目的として、すべり耐力試験を行った。その結果、ディスク型シムを適用することで、すべり係数が 0.65 以上にまで向上し、任意のボルト継手にも適用できる可能性を示した。

表-2 すべり耐力試験の結果

試験体名		試験直前のボルト軸力 ボルト 1, 2 の平均 [kN]	すべり耐力 [kN]	すべり係数	すべり係数 (3体平均)
O	1	197.3	318.3	0.40	≥ 0.42
	2	≤ 201.4	359.5	≥ 0.45	
	3	212.2	340.2	0.40	
DF	1	≤ 208.4	528.1	≥ 0.63	≥ 0.66
	2	≤ 212.9	533	≥ 0.63	
	3	≤ 193.7	548	≥ 0.71	
DH	1	125.2	416.3	0.83	0.85
	2	120.5	487.2	1.01	
	3	129.4	363.2	0.70	
S	1	186.2	592.6	0.80	≥ 0.67
	2	≤ 198.1	480.8	≥ 0.61	
	3	≤ 201.6	486.3	≥ 0.60	

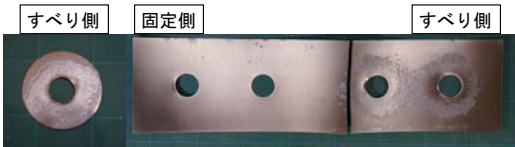


図-5 すべり後のフリクションシム
(左: ディスク型 / 右: 全面型)

参考文献

1)松井駿ほか：鋼 I 桁下フランジ連結板取替えのためのウェブバイパス工法の適用範囲およびバイパス部材の形状に関する解析的検討，構造工学論文集，Vol. 67A，pp.323-335，2021.3.
2)森猛ほか：接合面処理方法と品質を考慮した高力ボルト摩擦接合継手すべり係数の提案，土木学会論文集 A，Vol. 64，No. 1，pp.48-59，2008.1.
3)河村竜汰ほか：フリクションシムを挿入した異種接合面高力ボルト継手の荷重伝達性能評価，構造工学論文集，Vol. 69A，2023.3.
4)南邦明：高力ボルト摩擦接合継手のリラクセーション試験における試験期間の考察，構造工学論文集，Vol. 68A，2022.3.