

多重摩擦接合面を利用した高力ボルト摩擦接合構造に関する実験的研究

東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 ○森 厚憲
 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 平林 雅也
 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 行澤 義弘

1. はじめに

従来高力ボルトによる摩擦接合は、母材の両側に1枚ずつ添接板を設けてボルトで接合する形式が一般的であるが、耐震設計や高強度材の利用によりボルトの施工本数が多くなり、締付けに時間を要している。鉄道工事では列車の通過しない深夜～早朝の短時間で施工する必要があり、締付け時間の短縮が課題であった。そこで一般的に摩擦接合継手のすべり耐力はボルト本数と摩擦面の数に比例関係にあることから、本研究では添接板を積層し多重摩擦面にすることでボルト本数を少なくし、締付け時間を短縮することを目的とした。

2. 試験概要

試験体の形状を図-1に、その諸元を表-1に示す。本研究では試験体を現場施工部とそれ以外(母材)に分類し、現場施工部のボルトと当該箇所の摩擦面の数に着目した。図-2に示すように現場施工ボルトが貫通する摩擦面を1面毎にカウントし、標準タイプでは1ボルト当たり2つの摩擦面であるが、多重摩擦接合(M5)では10つの摩擦面を構築した。本研究はH鋼フランジ部の想定しており、添接板は施工の際には側面側からの差込みとなる。差込み易さを検証するために、差込部と添接板の板厚差のない試験体(肌隙無:Aシリーズ)に対し、差込む添接板の板厚を1mm減した試験体(肌隙有:Bシリーズ)も検討した(写真-1)。肌隙による摩擦面の接触状況が

表-1 試験体の諸元

試験体				現場施工部 添接板	母材側 板厚	現場施工 ボルト数 n	現場施工ボルト 1本当たり 接合面数 m	摩擦面数 n×m(片側)
タイプ	CASE	肌隙	テーパ					
標準	S2	—	—	12mm×2枚	—	M22×2列	2	4
多重 摩擦	M2-A	—	—	12mm×2枚	9mm×2枚	M22×1列	4	4
	M2-B	有	—	11mm×2枚	9mm×2枚	M22×1列	4	4
標準	S5	—	—	25mm×2枚	—	M22×5列	2	10
多重 摩擦	M5	—	—	12mm×4枚	12mm×4枚	M22×1列	10	10
				9mm×2枚				
				11mm×4枚 9mm×2枚				
多重 摩擦	M5	有	—	12mm×4枚	12mm×4枚	M22×1列	10	10
				11mm×4枚				
				9mm×2枚				

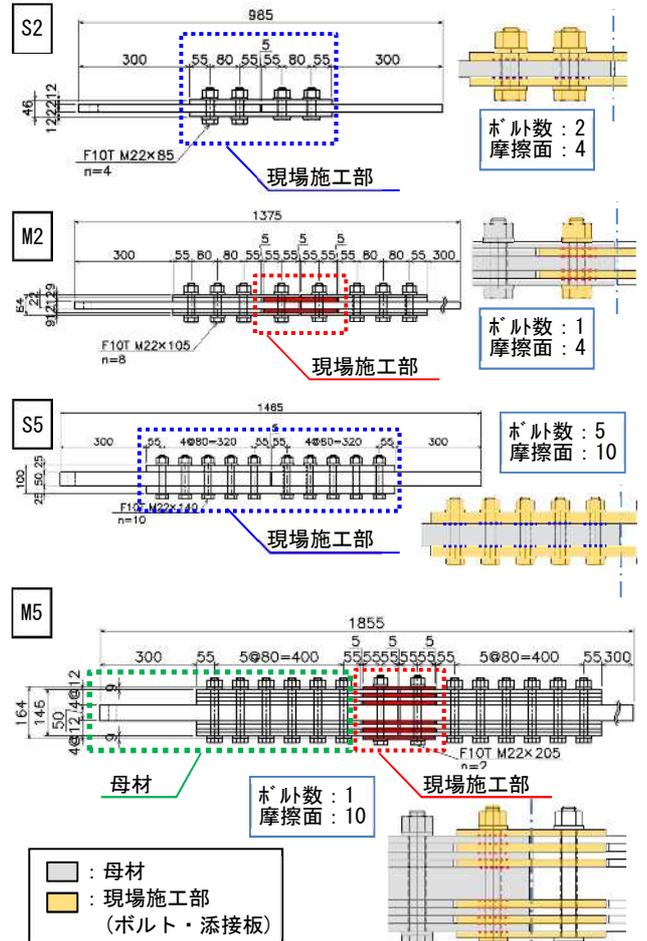


図-1 試験体の形状

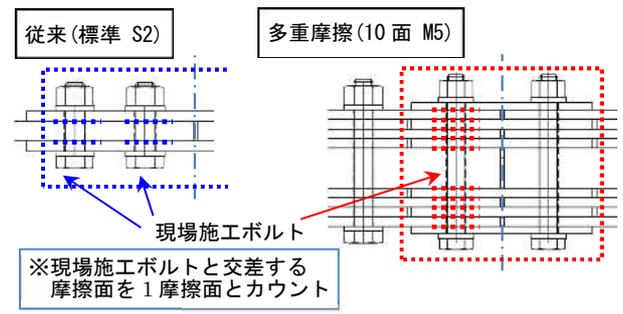


図-2 摩擦面の設定

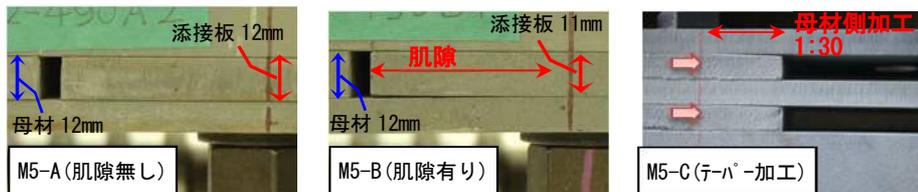


写真-1 肌隙・テーパ状況

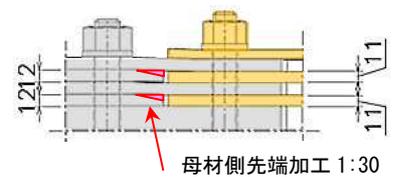


図-3 肌隙の解消

キーワード 摩擦接合, 摩擦係数, 継手, 高力ボルト, 摩擦面数

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6JR 新宿ビル東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 工事管理室
 TEL. 03-3379-4353

現場施工部のすべり耐力に影響することを想定し、母材側部材の端部の板にテーパー加工を施すことで(図-3)ボルト締付時に肌隙部を密着させ、添接部のすべり耐力の低下を解消できるかについても検証した(Cシリーズ)。試験状況と試験体全体状況を写真-2に示す。

3. 試験結果および考察

試験結果を表-2に、载荷荷重と変位(継手中心部)の関係を図-4に示す。試験体は2か所のすべり箇所を有し、载荷に伴い片側のすべりが確認できた後(1回目すべり)、再度荷重が増加し2回目すべりを迎える。各ケースのすべり荷重と摩擦面数・ボルト軸力から見かけ上の摩擦係数(以下摩擦係数)を算出し、形状毎の関連性を検証した。

肌隙無の試験体(M2-A, M5-A)は、標準試験体(S2, S5)と同程度の摩擦係数が得られ、すべり耐力がボルト本数と摩擦面の数に比例関係にあることが確認できた。また、肌隙有の試験体(M2-B, M5-B)では肌隙無の試験体に比べ摩擦係数が減少する傾向にあるが(表-2 青着色)、テーパー加工を施し摩擦面の密着性を高めた試験体(M5-C)では、標準試験体(S5)や肌隙無し試験体(M5-A)と同程度の摩擦係数を確保することができた(表-2 赤枠)。以上より、摩擦面の密着性がすべり耐力に影響することが確認できた。

载荷後の摩擦面状況を写真-3に示す。肌隙無の場合(M5-A)、摩擦面が均一に接触し摩擦接合のすべりにより塗膜が擦傷した様子が確認できる。一方で肌隙有の場合(M5-B)では、塗膜の擦傷箇所はボルト孔を中心に片側に偏心していることが判る。これは肌隙によって生じた隙間が影響し、摩擦面が減少したことに起因する。更にテーパー加工した試験体(M5-C)では、摩擦面は肌隙無の場合(M5-A)と比較して同程度の塗膜の剥離が確認でき、肌隙の影響を軽減し摩擦面が均一に接触していることが確認できた。

4. おわりに

現場施工ボルト本数に対して摩擦面を積層することで、少ないボルト本数で標準試験体と同程度のすべり耐力を確保することが検証できた。また、肌隙を設けた場合でも、摩擦面の密着性を確保する対策を施せば標準試験体と同程度のすべり耐力を確保することが確認できた。今後は実施工への適用について検討していく。

参考文献

1)土木学会 鋼構造シリーズ15 高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)平成18年12月

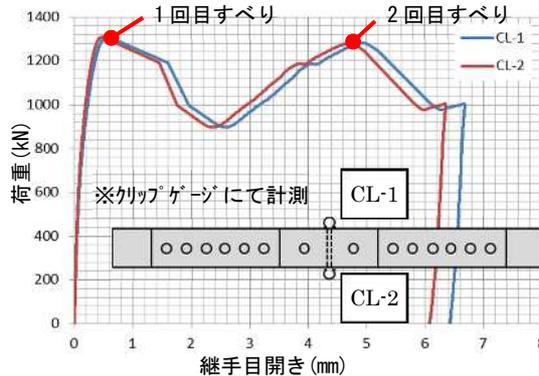


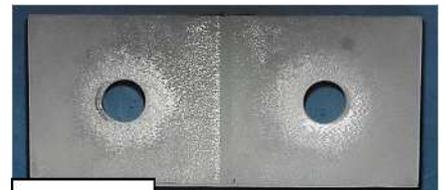
図-4 荷重-変位関係



写真-2 万能試験機

表-2 試験結果一覧

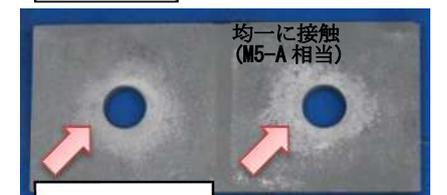
試験体				ボルト軸力(kN)	摩擦面数	すべり荷重(kN)		摩擦係数		
タイプ	CASE	肌隙	テーパ			1回目	2回目	1回目	2回目	平均
標準	S2-1	-	-	213	4	426	421	0.501	0.495	0.501
	S2-2	-	-	213	4	422	438	0.495	0.515	
多重摩擦	M2-A1	-	-	207	4	520	514	0.628	0.621	0.644
	M2-A2	-	-	207	4	547	553	0.660	0.668	
	M2-B1	有	-	207	4	449	409	0.542	0.493	
	M2-B2	有	-	207	4	436	416	0.526	0.502	
標準	S5-1	-	-	215	10	1317	1283	0.612	0.596	0.622
	S5-2	-	-	215	10	1367	1390	0.635	0.645	
多重摩擦	M5-A1	-	-	202	10	1330	1201	0.659	0.595	0.634
	M5-A2	-	-	202	10	1308	1281	0.647	0.634	
	M5-B1	有	-	202	10	852	995	0.422	0.492	
	M5-B2	有	-	202	10	932	814	0.461	0.403	
	M5-C	有	有	191	10	1262	1125	0.660	0.588	



M5-A(肌隙無)



M5-B(肌隙有)



M5-C(テーパ加工)

写真-3 摩擦面状況(添接板)