

上向きに溶接したスタッドボルト摩擦接合のすべり試験

日鉄住金ボルテン (株) 正会員 ○吉見 正頼

阪神高速道路 (株) 正会員 田畑 晶子

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

日本スタッドウェルディング (株) 正会員 馬場 敏

(一社) 施工技術総合研究所 正会員 小野 秀一

1. はじめに

著者らは、Uリブ鋼床版の交通規制を用いないデッキ下面からの補強方法として、スタッドボルトを用いた当て板を提案している。

本稿では、デッキプレートと当て板をスタッドボルトで締め付けた摩擦接合継手を想定したすべり試験を実施し、すべり係数を評価した。また、軸力を導入したスタッドボルトの軸力減衰を測定した。

2. スタッドボルトを用いた片面摩擦接合について

スタッドボルトを鋼板に溶接する際、図-1 に示すようにその溶接部形状が、ボルト径より大きくなること (約φ30)、溶接部高さが補強板 (9mm) より厚くなること (約10mm) を考慮して (図-1)、溶接部が M22 用座金に干渉することを回避するため、図-2 のように M30 高力ボルト用平座金を挿入することとした。また、各使用材料の材質および等級を表-1 に示す。スタッドボルトの設計ボルト軸力 N および標準ボルト軸力 N_s は、事前に引張試験および締め付け性能確認試験を実施し、その結果 (表-2) から以下のように設定した。

設計ボルト軸力 $N = \text{最小断面積 } A \times \text{材料規定耐力 } \sigma \times \alpha$

ここに、 α : ねじりおよび降伏比の影響を考慮して設定する低減係数 (0.85 とする)

上式に基づき本提案ボルトの設計ボルト軸力 N は 111 (kN)、標準ボルト軸力 N_s は 122 (kN) になる。

なお、鋼板の片側は既設の鋼床版を想定し、摩擦面の条件は、スワイプブラスト (Rzjis 20 μm 狙い) とした。補強版は、グリッドブラスト後無機ジンクリッチペイント 75 μm を塗布した。

3. すべり試験と測定結果

性能確認として、上述の摩擦面および各材料を用い、すべり試験を実施した。すべり試験体の形状・寸法を図-3 に示す。すべり降伏耐力比 β ($=0.65$) はすべり係数を 0.4 とし使用鋼材 (SM400) の基準降伏点で算定した。試験はスタッドボルトに導入される軸力を確認するため、ロードセル型軸力計を座金間にはさみ、締め付け直後の軸力とすべり発生時の軸力を算出した。すべり荷重は引張試験機の指針が停止または降下したとき、および左右に取り付けた変位計の平均値が 0.2mm を超えたときの荷重をすべり荷重とした。

キーワード：スタッドボルト，すべり係数，軸力減衰

連絡先：〒559-0022 大阪市住之江区緑木1丁目4番16号 日鉄住金ボルテン TEL:06-6682-3261

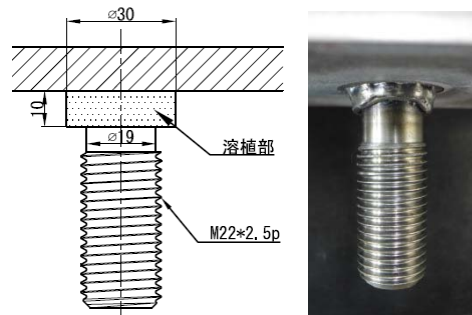


図-1 スタッドボルトの溶植状況

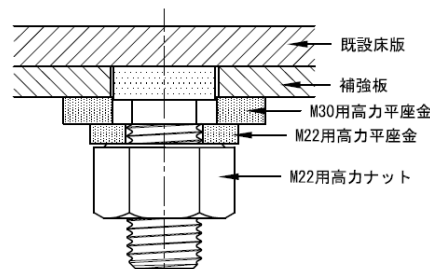


図-2 接合部締め付け方法

表-1 各使用材料の材質および等級

	等級	材質	寸法
スタッドボルト	-	HT570	M22×60
ナット	F10	NUT33C	M22
座金	F35	S45C	30
			22
鋼床版	-	SM400	12t
補強板	-	SS400	9t

表-2 引張・締め付け性能試験結果

HT570	No.		AVE
	最大荷重	kN	174.6
	引張強さ	N/mm ²	615.9
	締め付最大	kN	154

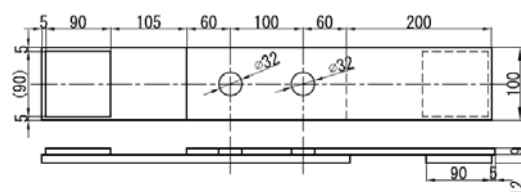


図-3 すべり試験体の形状・寸法

表-3 すべり係数値試験結果

すべり 基準	最大荷重時				0.2mmすべり時			
	P ₁				P ₂			
	締付け直後		すべり時		締付け直後		すべり時	
	N ₁		N ₂		N ₁		N ₃	
試験体 No.	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2
荷重	142.3	137.9	142.3	137.9	141.3	136.2	141.3	136.2
変位	0.173	0.149	0.173	0.149	0.203	0.201	0.203	0.201
軸力	121.5	125.2	98.6	109.0	121.5	125.2	98.3	108.2
すべり 係数値	μ_1		μ_2		μ_3		μ_4	
	0.586	0.551	0.722	0.632	0.581	0.544	0.719	0.629
	0.568		0.677		0.563		0.674	

すべり試験結果を表-3、図-4 に示す。表-3 より、いずれの評価においても十分なすべり係数が得られ、0.2 mmすべり時で 0.56 となった。図-4 より、本試験では、スタッドの溶接部の干渉を回避するため拡大孔 (M22 に対し $\phi 32$) を採用したが、十分なすべり荷重が得られた。また、すべり試験後の摩擦面の状況を写真-1 に示す。接触面が均一ではない部分もあるが、M30 の高力ボルト用平座金を挿入したことによって、摩擦面は広範囲にわたり接触していた

4. 軸力の減衰について (リラクゼーション試験)

本研究で対象とした継手は、一面摩擦接合であり、その部材厚みが薄いことから、締め付け後の軸力の挙動 (リラクゼーション) を調査した。まず、スタッドボルトに導入される軸力および軸力変動を確認するため、事前に各々スタッドボルトにひずみゲージを貼り付けた後、図-5 のように載荷し、荷重とひずみの関係を求めた。その後、得られた関係を用い、ひずみにより標準ボルト軸力まで軸力導入し、1 週間ほど軸力の変化を測定した。測定した軸力減衰について図-6 に示す。

右図結果から、本試験の軸力減衰は 4%程度となり、通常 75 μ m の無機ジンクのリラクゼーションが 10%程度¹⁾ であることと比較するとその値は小さい。この要因として、通常は無機ジンクであれば、75 μ m 程度×6 面であるのに対し、本試験の組合せはスリーブブラスト (20 μ m)、無機ジンク (75 μ m)、黒皮の 3 面、無機ジンク面は一面であることと、導入軸力が通常高力ボルトの半分程度でかつ M30 座金を使ったことにより、面圧も小さくなったことが考えられる。

5. まとめ

本稿では、鋼板と当て板をスタッドボルトで締め付けた摩擦接合継手を想定したすべり試験及びリラクゼーション試験を実施した。その結果、十分なすべり荷重が得られるとともに、軸力減衰も小さく、摩擦接合継手として十分機能することが確認できた。

今後は、実構造物に適用する際の粗面粗さの精度管理や、スタッドを溶接する際に傾きが生じた場合、鋼床版に歪みが生じた場合などを想定した性能確認試験が必要と考える。

[参考文献]

1) 狩野正人、石原靖弘、谷平勉、小林剛、亀井正博：塗膜のクリープが高力ボルトの軸力低下に及ぼす影響、土木学会第 57 回年次学術講演会 (平成 14 年 9 月)

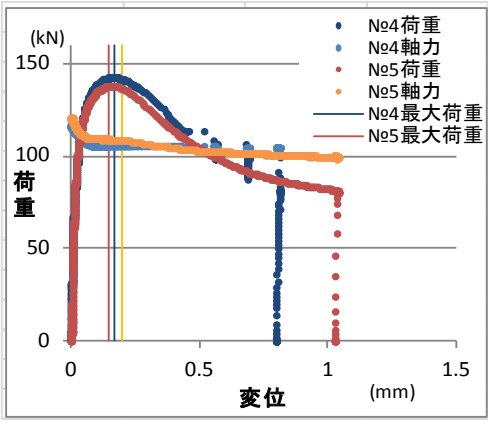


図-4 すべり係数値試験結果

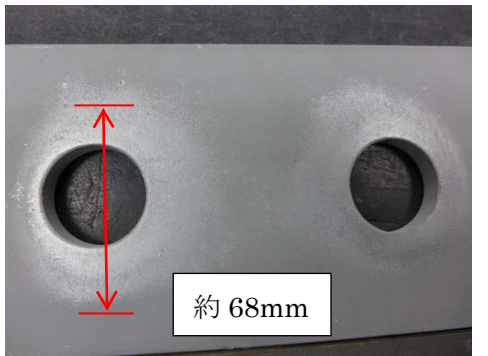


写真-1 摩擦面の接触状況

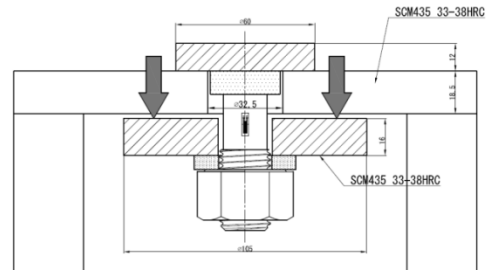


図-5 ひずみゲージの校正

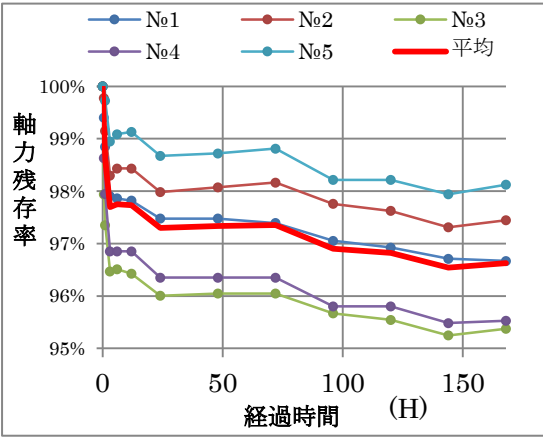


図-6 スタッドボルトのリラクゼーション