

仕様の異なる摩擦接合面の継手性能に関する試験報告

(株) サクラダ 正会員 ○清水 織恵
 神鋼ボルト(株) 石崎 雄一

1. 目的

耐候性鋼材裸使用の鋼箱桁橋は、箱外面が無塗装仕様であるのに対し箱内面は塗装仕様とすることが一般的である(図-1)。そのため、高力ボルト継手部の摩擦接合面は、内外ともに無塗装とする場合と、厚膜型無機ジンクリッチペイント(以下、無機ジンク)を塗布する場合があります。摩擦接合面の仕様を合わせることが一般的である。しかし実施工においては、内面の摩擦接合面を無塗装とすることで塗装部に錆汚れが付着し塗装品質を劣化させる要因となることや、外面については摩擦接合面のみ無機ジンクを塗布する工程が増えることから、摩擦接合面の仕様を内面は無機ジンク、外面は無塗装とすることが合理的である。よって本試験では、片面を無機ジンク、片面を無塗装とした仕様の異なる摩擦接合と、両面を無塗装、両面を無機ジンクとした同じ仕様の摩擦接合を比較し、その継手性能を確認することを目的とする。



図-1 耐候性鋼材の塗装例

2. 試験概要

接合性能を比較するにあたり、リラクセーション試験による高力ボルト締付け軸力の減衰を測定した後、同一試験体にてすべり試験を行いすべり荷重の測定とすべり係数の算出を行う。試験体の符号及び表面処理の組み合わせを表-1に示す。無機ジンクの塗膜厚は75μm程度とし、無塗装部の表面処理はブラスト後に2週間の屋外暴露を行い表面粗度を60μm(Rzjis)程度とした。試験体の形状・寸法は図-2の通りとし、高力ボルトは、トルク係数値A種のものを使用する。高力ボルトは、片側2本をすべり側とし、図-3の通りワイヤーストレインゲージ(WSG)を貼付した。

表-1 試験体の符号と表面処理の組み合わせ

試験符号	使用材料	摩擦接合面の表面処理				試験体数
		表(ナット側)		裏(ボルト頭部側)		
		母材	添接板	母材	添接板	
A	溶接構造用 耐候性圧延鋼材 (SMA400AW)	厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布	厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布	厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布	厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布	3
B	耐候性高力六角ボルト M22 (F10TW)	無塗装(ブラスト処理)	無塗装(ブラスト処理)	無塗装(ブラスト処理)	無塗装(ブラスト処理)	3
C		厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布	厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布	無塗装(ブラスト処理)	無塗装(ブラスト処理)	3

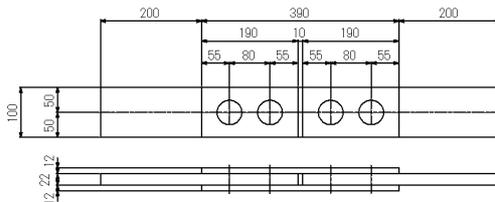


図-2 試験体の形状・寸法

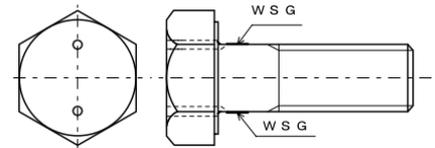


図-3 WSG 貼り付状況

(1) リラクセーション試験

高力ボルトの締付けは、予備締め専用レンチで予備締め(本締め軸力の60%)、トルクレンチで本締め(設計軸力205kNの1.1倍)の2段階締めで行った。高力ボルト締付け軸力の減衰測定は、締付け直後から1分、3分、5分、10分、15分、30分、1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、2日、3日、5日、7日、10日、12日、14日、16日、18日、20日の間隔で測定した。高力ボルト締付け軸力の減衰率は、WSGを貼付した供試ボルト(2本)の平均値を用いて算出し、計算式は式(1)による。

$$\text{減衰率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{測定軸力}}{\text{締付け直後の軸力}} \right) \times 100 \quad \dots(1)$$

$$\mu = \frac{P}{m \times n \times N} \quad \dots(2)$$

μ:すべり係数 P:すべり荷重 m:摩擦面数(2面)
 n:ボルト本数(2本) N:ボルト軸力

キーワード 耐候性鋼材裸使用, 摩擦接合面, すべり係数, リラクセーション

連絡先 〒260-0013 千葉県千葉市中央区中央 2-3-16 (株) サクラダ 設計部 TEL : 043(441)6614

(2) すべり試験

試験体の固定側を約 20°程度追締めし、引張試験機にセットした後、すべり変位量を測定するためのクリップ型変位計を試験体側面に設置する。すべり荷重は、すべりが発生するまで徐々に載荷し「①すべり音が発生した時、②試験体の罫書き線にずれが生じた時、③引張試験機の指針が停止・降下した時、④試験体に設置したクリップ型変位計が急激に増加した時」のいずれかの現象が生じた時点の荷重を測定することとした。すべり係数は式(2)により算出し、締め付け直後の軸力から求まるすべり係数を μ_1 、リラクセーション後の軸力から求まる実すべり係数を μ_2 とする。

3. 試験結果

(1) リラクセーション試験

リラクセーション試験結果を図-4に示す。締め付け軸力の減衰は、締め付け後約1日(24時間)経過で最終減衰量の約75%となり、13日(312時間)以降はほぼ安定して推移した。締め付け軸力の最終減衰率は、試験体Aで平均9.0%、試験体Bで平均5.1%、試験体Cで平均7.5%となり、試験体Cの値が試験体AとBのほぼ中央値となった。

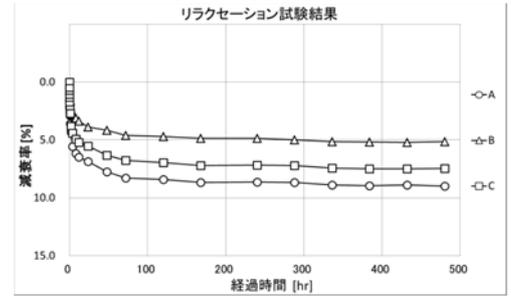


図-4 リラクセーション試験結果

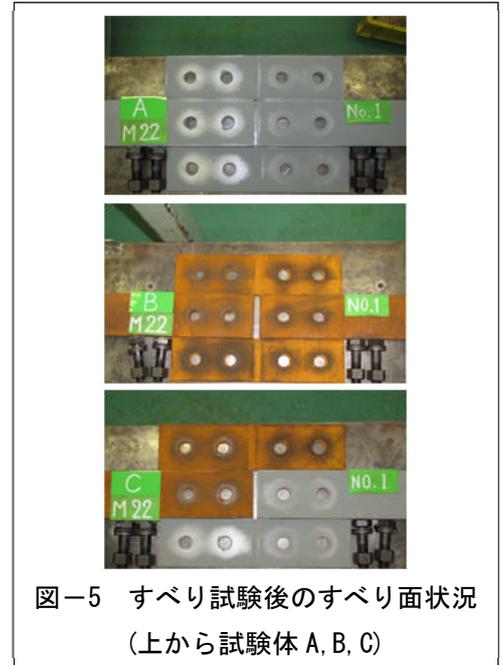


図-5 すべり試験後のすべり面状況 (上から試験体 A, B, C)

(2) すべり試験

すべり試験後のすべり面状況を図-5に示す。写真左側がすべり側、右側が固定側となり、全ての試験体ですべり発生跡が見られた。すべり試験結果を表-2、図-6に示す。すべり荷重は、前述①~④の現象がほぼ同時に発生したため、④の荷重を抽出した。すべり係数 μ_1 は、試験体Aで平均0.531、試験体Bで平均0.623、試験体Cで平均0.552となり、全て設計上要求される規格値 $\mu=0.4$ を満足する結果となった。試験体Cの値は、試験体AとBの間となり、試験体Aに近い値となった。また、実すべり係数 μ_2 は軸力の減衰を考慮しているため、すべり係数 μ_1 に比べて大きい値となった。

表-2 すべり試験結果

試験符号	試験体 No.	締め付け軸力 (締め付け直後)	締め付け軸力 (リラクセーション 480時間後)	すべり荷重 P [kN]	すべり係数 μ_1	実すべり係数 μ_2
		N_1 [kN]	N_2 [kN]			
A	1	222.9	203.5	468	0.525	0.575
	2	224.3	204.7	482	0.537	0.589
	3	226.5	205.0	480	0.530	0.585
	平均	224.5	204.4	477	0.531	0.583
B	1	232.8	221.3	571	0.613	0.645
	2	232.7	220.9	601	0.646	0.680
	3	234.6	221.8	571	0.608	0.644
	平均	233.3	221.3	581	0.623	0.656
C	1	228.2	210.5	499	0.547	0.593
	2	229.9	213.1	502	0.546	0.589
	3	232.2	215.3	524	0.564	0.608
	平均	230.1	212.9	508	0.552	0.597

4. まとめ

一般的な仕様条件である試験体 A, B の接合性能と、仕様の異なる試験体 C の接合性能を比較した結果、リラクセーション試験、すべり試験ともに、試験体 C の値が試験体 A と B の中間値となり、同等の接合性能を有していることが確認できた。すべり試験では、試験体 C のすべり係数が試験体 A に近い値を示したことから、すべり係数が低い摩擦面の影響を受けることが考えられる。以上のことから、仕様の異なる摩擦接合面でも各面の仕様条件が満足されていれば接合性能が確保でき、実構造物に適用しても設計上問題ないことが分かった。

参考文献

- 1) 道路端示方書・同解説 平成 14 年 3 月 (社) 日本道路協会
- 2) 鋼道路橋塗装・防食便覧 平成 17 年 12 月 (社) 日本道路協会
- 3) 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

土木学会

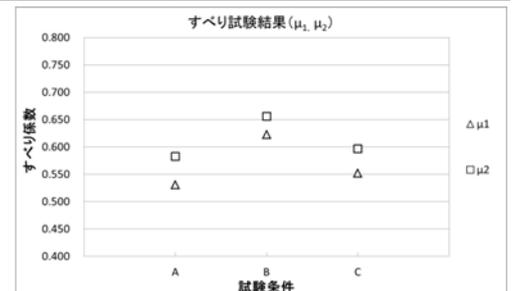


図-6 すべり係数結果