

# 錆安定化処理した鋼板の高力ボルト継手性能試験

## The Performance Test of High-Strength Bolt Joints on Rust-Stabilized Steel Plates

伊東 孝\* 青木 清\*\* 百瀬 敏彦\*\*\*  
Takashi ITOH Kiyoshi AOKI Toshihiko MOMOSE

### Summary

We tested, the joint performance of the joints by using rust stabilized (weather coated) bare steel members. The result was that the decrease in axial force was nearly equal to that of other painted joints, and that the coefficient of sliding friction was above the specified regular point. In addition, the tightening of the high-strength bolts proved to be sufficient without causing co-spinning of the bolts and nuts. From the above, we consider that there is not any significant problem in the joint performance of the joints even when applied with ordinary weather coating, and that the weather coating is an effective treatment for producing an uniform rust stabilizing effect.

### 1. まえがき

山陰線第2保津川橋梁は、耐候性鋼材の裸使用で、錆安定化処理方法としてウエザーコート法を採用した。

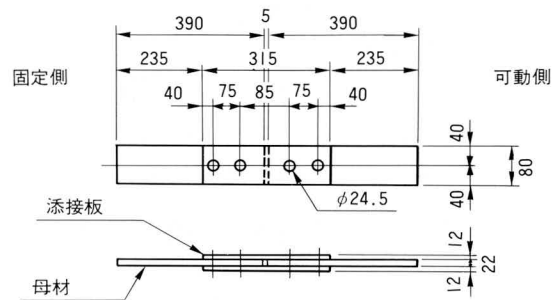
従来、ウエザーコート法において、添接板のボルト頭及びナット側（以下表面と言う）のワッシャーの当る部分は、ウエザーコート1000#を塗布し、その後ワッシャーの当る部分は約50mmφの円形テープ等を貼って、プレパレンRを塗布していた。この際テープを貼る作業が面倒で工数を要し、且つ架設完了までにプレパレンRの処理のなされていないワッシャー部分は発錆し、流出錆で周囲を汚染してしまう。さらに高力ボルトを締付けた後、ワッシャーまわりをケレン清掃してウエザーコート処理をするが、現場施工のために施工管理が難かしく、後日の安定錆発生に支障をきたすことになる。

そこで、添接板のワッシャー部分も一般部と同じように、ウエザーコート1000#とプレパレンR処理を工場で処理した場合の接合部の継手性能について、試験を行なったのでここに報告する。

### 2. 試験体と試験方法

#### (1) 引張試験体形状

試験体形状を図-1に、試験体締付前後を写真-1、2



鋼板材質：SM50A  
高力ボルト：M22×85(F10TW)  
図-1 試験体形状

に示す。

#### (2) 引張試験方法

試験片はグリッドブラスト後、母材と添接板の摩擦接合面に厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布し、添接板の表面はウエザーコート処理を施した。

塗膜乾燥後、厚膜型無機ジンクリッチペイントの膜厚を図-2に示すポイントについて測定した。その後試験片を組合せて高力ボルトを締付け、ボルトの軸力減少を調べ、さらに迂り荷重、迂り量及び引張試験中のボルトの軸力変化を測定した。

#### (3) 引張試験体の種類

試験体の種類は、①として添接板表面の全てをウエザ

\* 千葉工場製造部生産技術課長  
\*\* 千葉工場製造部生産設計課長

\*\*\* 千葉工場製造部生産技術課

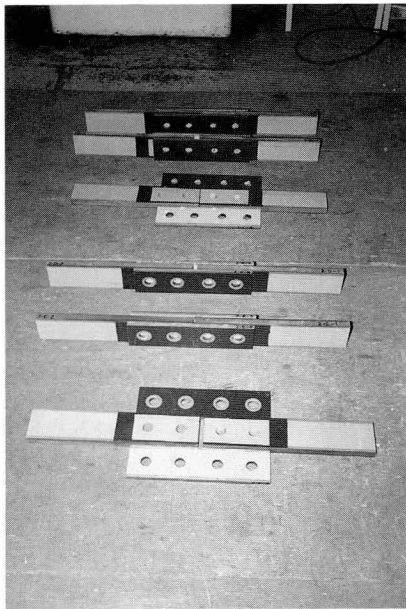


写真-1 試験体組立前



写真-2 試験体締付後

表-1 試験体の種類

試験体	摩擦接合面の処理	摩擦面塗膜厚	添接板表面のワッシャーまわりの処理	
①	A	122 $\mu$	グリッドブラスト	
	B	135 $\mu$	ウェザーコート1000#	
	C	135 $\mu$	プレパレンR	
②	D	110 $\mu$	グリッドブラスト	
	E	132 $\mu$	ウェザーコート1000#	
	F	134 $\mu$	ウェザーコート1000#	

※ 印はウェザーコート1000#+プレパレンR、  
印はウェザーコート1000#

ーコート1000#とプレパレンR処理したもの、②として、孔周辺40mm $\phi$ の大きさにウェザーコート1000#処理まで、他の部分はウェザーコート1000#とプレパレンR処理したもの2種類とし、それぞれ3体とした。表-1に試験体の種類と厚膜型無機ジンクリッチペイントの平均膜厚を示す。

#### (4) 摩擦接合面の塗膜厚

塗膜厚測定は、ケット膜厚測定器を用いて、図-2のポイントで行なった。その分布を図-3に示す。

試験体の平均塗膜厚は、試験体①で131 $\mu$ 、②で125 $\mu$ となり、通常の摩擦接合面の塗膜厚の1.7倍程度とやや厚目である。

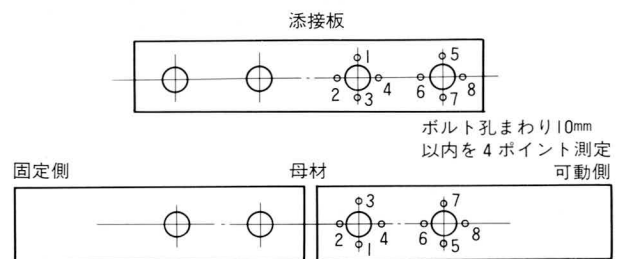


図-2 塗膜厚測定位置

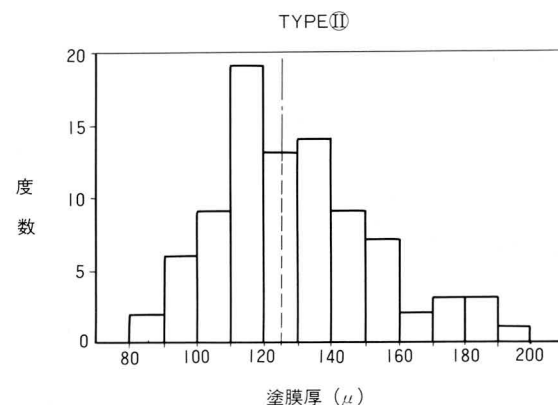
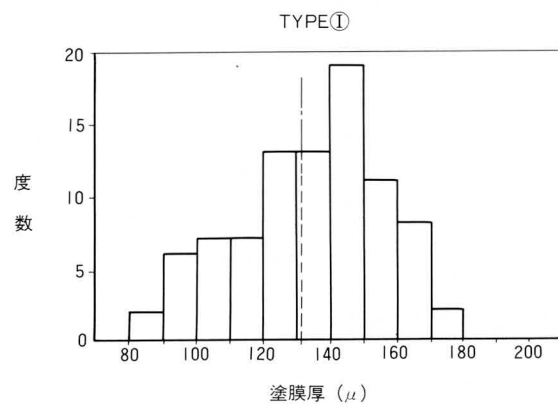


図-3 摩擦接合面の膜厚分布

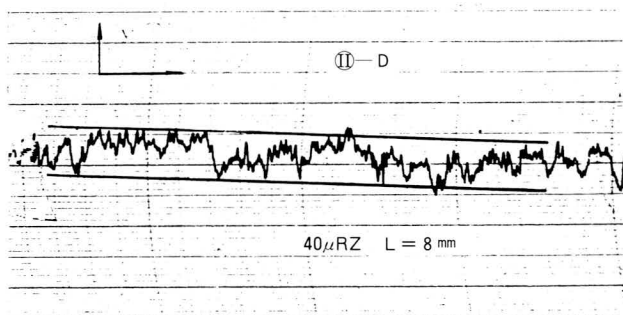
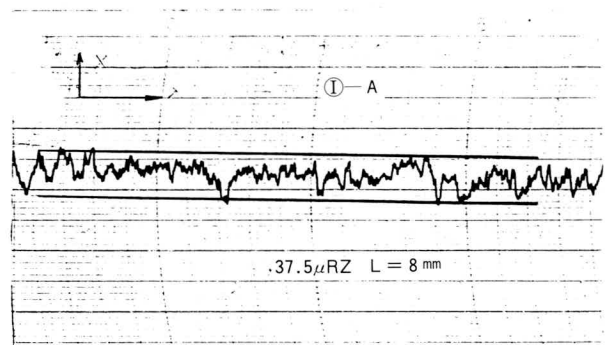


図-4 摩擦接合面の表面粗さ  
(厚膜型無機ジंकリッチペイント面)

### (5) 摩擦接合面の表面粗さ

厚膜型無機ジंकリッチペイントを塗布した表面粗さを①-A、②-Dの試験体について測定したが、①-Aで平均35μ、②-Dで37.5μとなった。

一般にブラスト面の表面粗さは60~70μと言われ、今回の試験体は塗装を施したため約1/2の表面粗さとなっている。表面粗さの測定記録を図-4に示す。

### (6) 高力ボルトの締付け

高力ボルトの締付けは、トルクレンチで行ない、可動側の締付軸力は23 tとし、固定側はそれの1.1倍相当で締付けた、締付軸力は高力ボルト軸部に貼り付けたワイヤーストレンゲージの歪値より求めた。図-5に締付軸力と歪値との関係を示す。

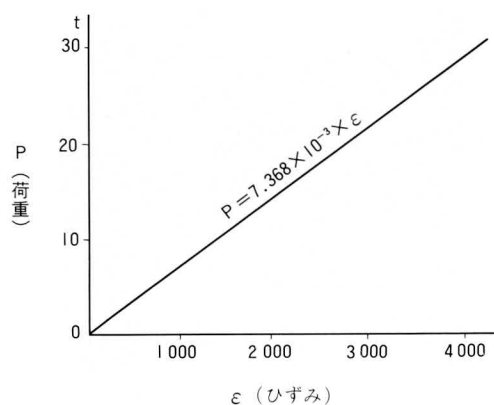


図-5 荷重-歪線図

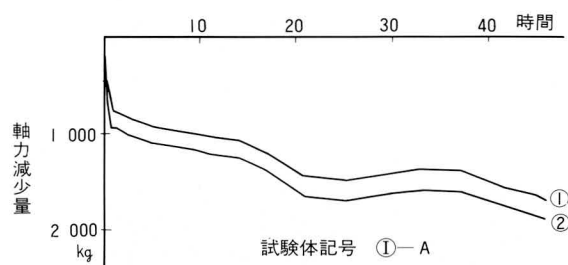


図-6 ボルト軸力の経時変化 (①-A)

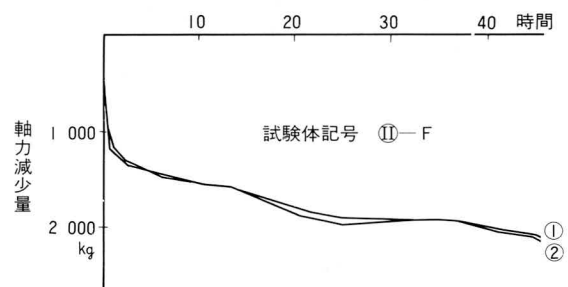


図-7 ボルト軸力の経時変化 (②-F)

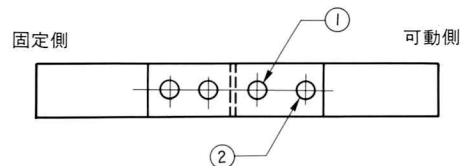


図-8 ボルト軸力の測定ボルト

## 2. 試験結果

### (1) ボルトの軸力減少

#### (a) ボルト締付後の軸力減少

試験体①-A及び②-Fについてボルト締付後約45時間にわたり、ボルト軸力の経時変化を測定した。図-6

表-2 軸力減少量

試験体	締付時軸力	25分試験直前の車軸	減少量	減少率	平均減少率	
① A	①	22.089 <sup>t</sup>	20.416 <sup>t</sup>	1.673 <sup>t</sup>	7.6%	8.1%
	②	22.096 <sup>t</sup>	20.195 <sup>t</sup>	1.901 <sup>t</sup>	8.6%	
② F	①	22.405 <sup>t</sup>	20.284 <sup>t</sup>	2.121 <sup>t</sup>	9.5%	9.7%
	②	22.095 <sup>t</sup>	19.937 <sup>t</sup>	2.158 <sup>t</sup>	9.8%	

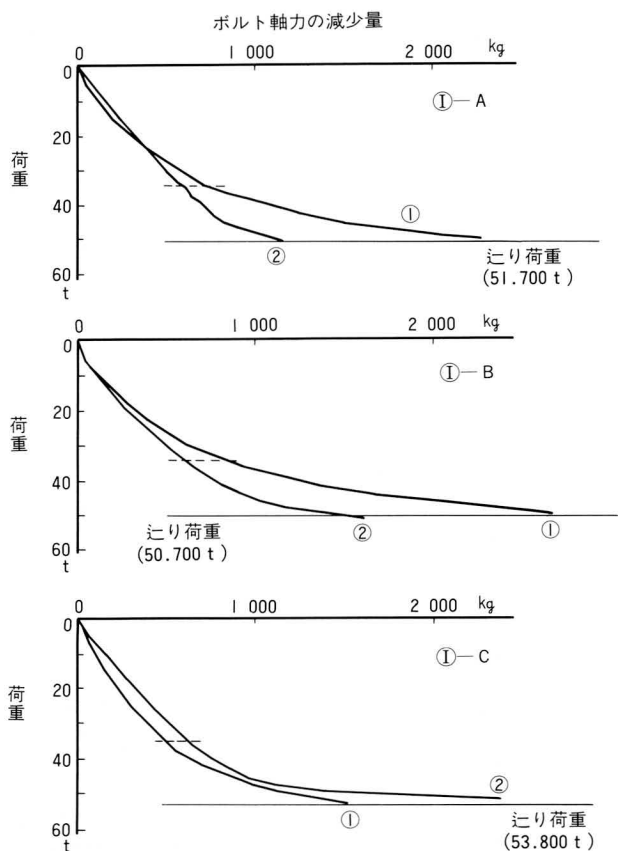


図-9 引張試験中のボルト軸力減少 (Ⅰ)

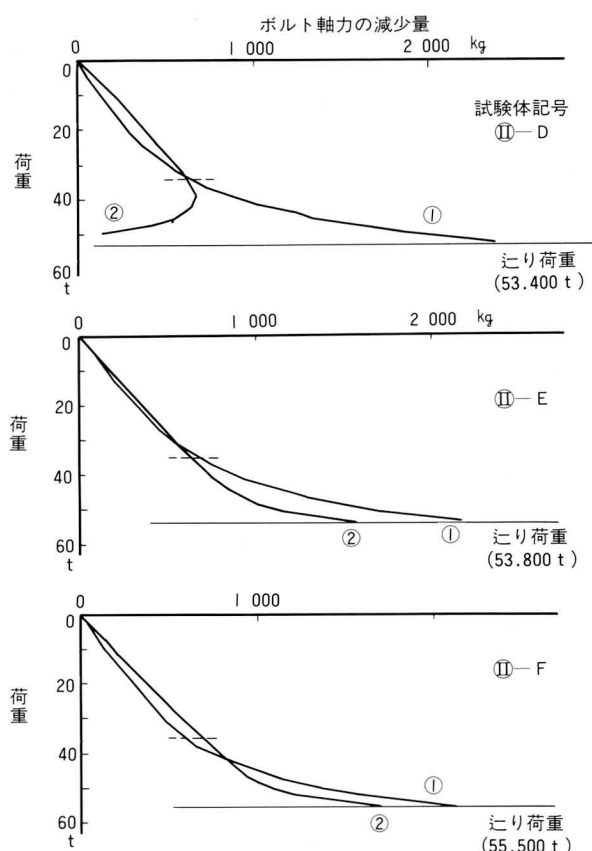


図-10 引張試験中のボルト軸力減少 (Ⅱ)

と図-7にこれを示す。又試験体記号を図-8に示す。

図に見るように、減少量は締付後2時間以内に全体減少量の約50%に達し、その後は徐々に減少している。表-2に軸力減少量を示す。

ボルト軸力の減少は、継手材片の孔まわりの高応力になっている部分及びボルトのクリープのほかにボルト締付による塗膜のつぶれが原因と考えられる。

試験の結果では、試験体Ⅱ-Fの方が減少率が大きくなっている。添接板表面の処理では、①-Aはウエザークート1000#とプレパレンRを施し、Ⅱ-Fはウエザークート1000#までであり、むしろ、摩擦接合面の厚膜型無機ジンクリッチペイントの塗膜厚①-Aで122 $\mu$ 、Ⅱ-Fで134 $\mu$ の差に影響されているものと思われる。

軸力減少は厚膜型無機ジンクリッチペイントとしては、やや大きいのが、これは通常の膜厚より厚いため最終軸力減少は、約10%前後と考えられる。

(b) 引張試験中のボルト軸力の減少

引張試験中のボルト軸力減少を図-9、10に示す。引張試験中のボルト軸力は、30 t までどの試験体ともほぼ直線的に減少し、その量は、400~600kgで試験体①とⅡでの差は認められない。

(2) じり係数

試験体のじり係数を、表-3に示す。

平均じり係数は、試験体①で0.639、Ⅱで0.667となり、いずれも規定のじり係数 $\mu=0.4$ を大きく上廻っている。これは軸力減少を考慮した締付軸力で算出したもので、締付直後の軸力からじり係数を算出すると、試験体①で0.574、Ⅱで0.624となり、これも $\mu=0.4$ を上廻っている。

写真-3、4にじり試験後の表面状況を示した。

表-3 じり係数

試験体	締付軸力	じり荷重	じり係数	平均じり係数	平均塗膜厚	摩擦面粗さ	備考
①	A 40.611 <sup>t</sup>	51.700 <sup>t</sup>	0.637	0.639	122 $\mu$	35.5 $\mu$ Rz (L=8mm)	
	B 40.132 <sup>t</sup>	50.700 <sup>t</sup>	0.632		135		
	C 41.518 <sup>t</sup>	53.800 <sup>t</sup>	0.648		135		
Ⅱ	A 40.847 <sup>t</sup>	53.400 <sup>t</sup>	0.654	0.667	110	37.5 $\mu$ Rz (L=8mm)	
	B 40.958 <sup>t</sup>	53.800 <sup>t</sup>	0.657		132		
	C 40.211 <sup>t</sup>	55.500 <sup>t</sup>	0.670		134		

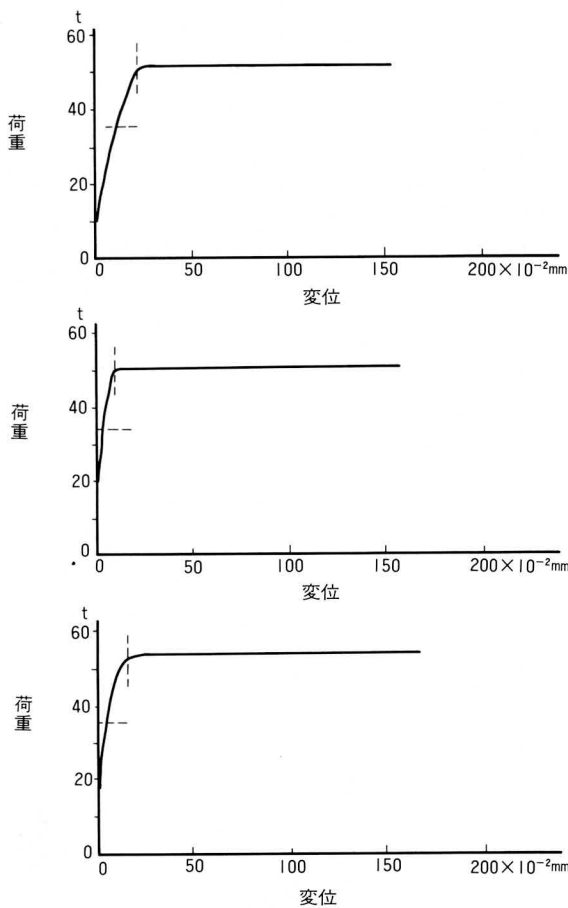


図-11 荷重-変位曲線 (Ⅰ)

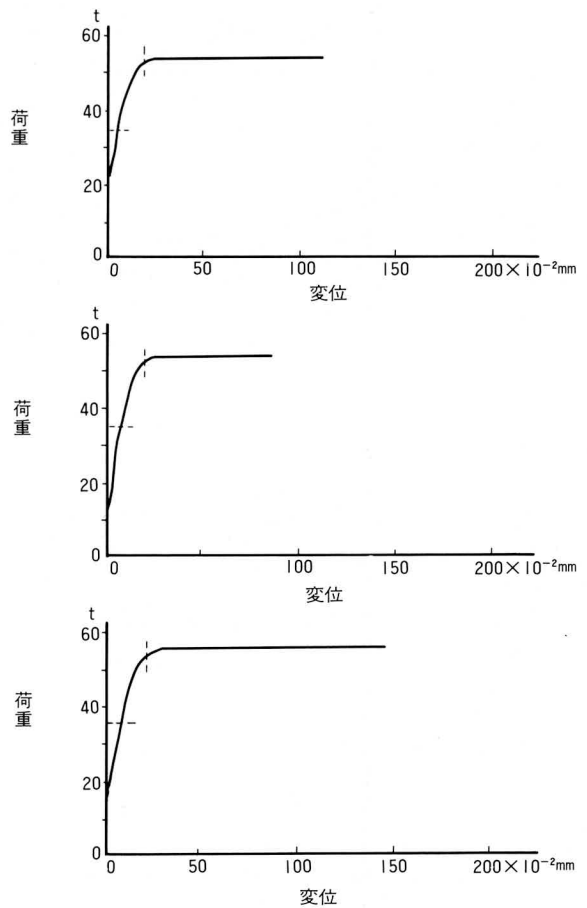


図-12 荷重-変位曲線 (Ⅱ)

### (3) じり性状

各試験体の荷重-変位曲線を図-11、図-12に示す。

じり直前の変位量は試験体①で0.105~0.200mm、平均0.157mm、②で0.185~0.220mm、平均で0.198mmであり、試験体②が大きいが、試験体①-Bを除くといずれも変位量が0.2mm前後でじりが生じている。

### (4) 共回り試験

鋼板及びボルトセット（ナットのみウオッシュプライマー塗布）にウエザーコート処理した試験体でボルトの締付時の共回りの発生状況を観察した。

試験体の形状を図-13に示す。

鋼板の両面とボルト、座金の表面処理はウエザーコート処理（ウエザーコート1000#+プレパレンR）としナットはウオッシュプライマーを塗布した。

試験方法は鋼板に高力ボルトをセットし、トルクレンチで予備締め（15kg・m）を行ない、マーキングする。その後ナットランナーでナットを60度回転させ共回りの有無を観察した。

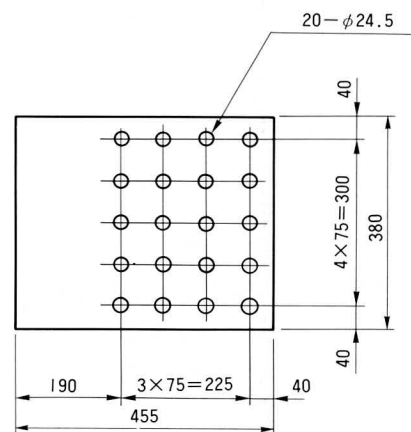


図-13 共回り試験体

写真-5、6に締付前後の状況を示した。

試験の結果は、高力ボルト20本について、予備締め及び本締め時の共回りの有無を調べたが、いずれも良好な締付けが行なわれた。

これはナットをウオッシュプライマー塗布し、潤滑効果をあげ、トルク係数値を従来のセットと同等に近い状態にしたため、今回行なったボルトセットは締付作業に問題ないとする。

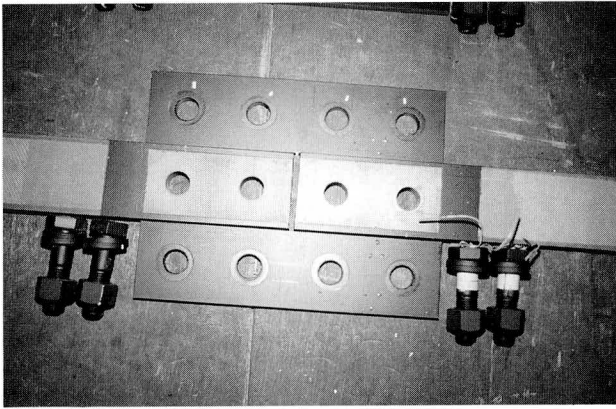


写真-3 じり試験後の表面状況 試験体①

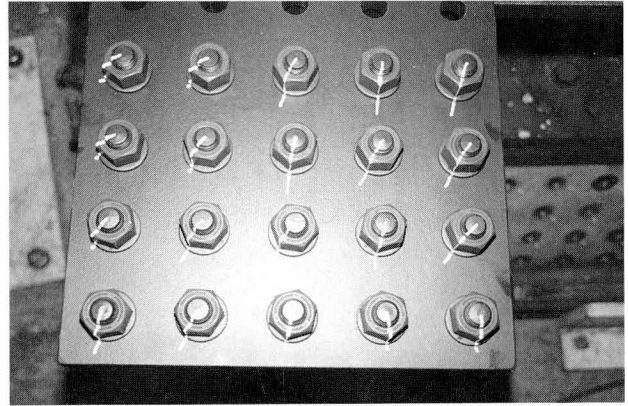


写真-5 予備締め後

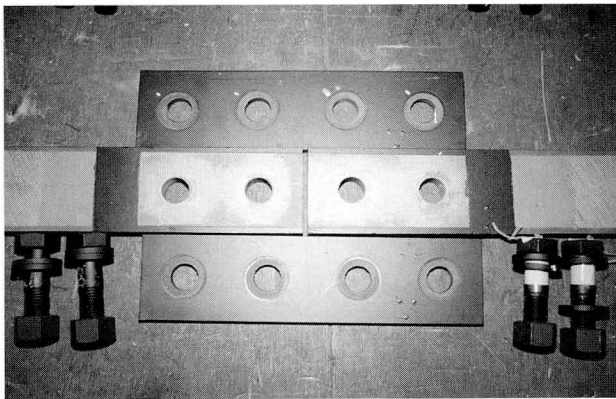


写真-4 じり試験後の表面状況 試験体Ⅱ

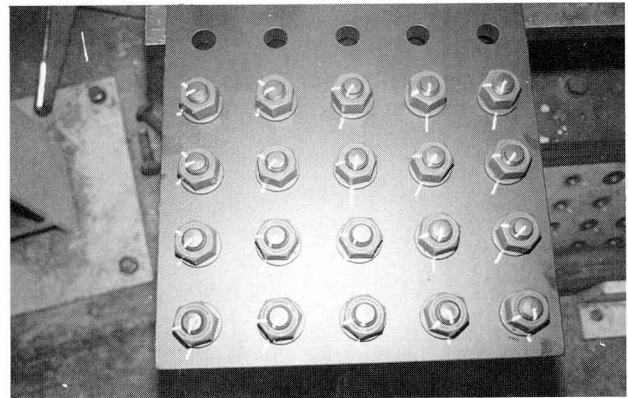


写真-6 本締め後

### 3. まとめ

ボルト接合部の添接板表面に、ウエザーコート1000#とプレパレンRを塗布した試験体①とウエザーコート1000#を塗布した試験体Ⅱの2種類の処理を施したもので比較試験を行なった。

- 1) ボルト締め後の軸力減少
- 2) 引張試験中のボルト軸力の減少
- 3) じり係数
- 4) じり性状

上記項目について、ボルト孔周辺の処理による差異は認められず、継手性能は良好であった。

そこで、添接板表面は、工場で孔周辺も含めて、①のウエザーコート処理することで、工場作業を簡素化し、現場作業を少なくして、均一な安定錆を生成させる有効な方法と考えられ、第2保津川橋梁に適用したものである。

なお、継手接触面は塗膜厚を充分管理し、過大な軸力減少が生じないようにする必要がある。