

第4章 赤錆面を有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力試験

4.1 試験体

4.1.1 供試鋼材

(1) 供試鋼材

供試鋼材は、板厚 22mm と 12mm の溶接構造用圧延鋼材 JIS G3106 SM490Y である。これらの鋼材の機械的性質と化学成分（ミルシート値）を表-4.1 に示す。

(2) 供試鋼材の加工

ボルト継手試験体の母板は幅 140mm、長さ 600mm、板厚 22mm、添接板は幅 140mm、長さ 460mm、板厚 12mm である。ボルト孔として直径 24.5mm（ボルトの呼び径 22mm + 2.5mm）の円孔を母板に 3 つ、添接板に 6 つ設けている。母板および添接板の形状・寸法をそれぞれ図-4.1(a), (b) に示す。なお、供試鋼材の寸法はすべり係数 $\mu = 0.6$ と仮定し、すべり/降伏耐力比 β （以下、 β 値）が 0.8 程度になるように設定した。

(3) 鋼板の下地処理と曝露条件

赤錆発生条件として下地処理（グラインダー、ショットブラスト）、曝露期間（なし、2ヶ月、4ヶ月、6ヶ月）、曝露場所（海岸：千葉県市川市 海岸から約 1.5m 離れた場所、内陸：千葉県八街市 海岸から 20km 離れた地点で飛来塩分のほとんどない場所）をパラメータとした。海岸部および内陸部の曝露状況を写真-4.1(a), (b) に示す。各パラメータの組合せを以下に示す 14 種類として試験を行なった。

- ① グリッドブラスト Sa 2.5 [B0]
- ② グリッドブラスト+赤錆(海岸曝露の二ヶ月後の赤錆) [B2S]
- ③ グリッドブラスト+赤錆(内陸曝露の二ヶ月後の赤錆) [B2I]
- ④ グリッドブラスト+赤錆(海岸曝露の四ヶ月後の赤錆) [B4S]
- ⑤ グリッドブラスト+赤錆(内陸曝露の四ヶ月後の赤錆) [B4I]
- ⑥ グリッドブラスト+赤錆(海岸曝露の六ヶ月後の赤錆) [B6S]
- ⑦ グリッドブラスト+赤錆(内陸曝露の六ヶ月後の赤錆) [B6I]
- ⑧ グラインダーによりプライマー除去 [G0]
- ⑨ グラインダー+赤錆(海岸曝露の二ヶ月後の赤錆) [G2S]
- ⑩ グラインダー+赤錆(内陸曝露の二ヶ月後の赤錆) [G2I]
- ⑪ グラインダー+赤錆(海岸曝露の四ヶ月後の赤錆) [G4S]
- ⑫ グラインダー+赤錆(内陸曝露の四ヶ月後の赤錆) [G4I]
- ⑬ グラインダー+赤錆(海岸曝露の六ヶ月後の赤錆) [G6S]
- ⑭ グラインダー+赤錆(内陸曝露の六ヶ月後の赤錆) [G6I]

なお、各試験体の名称は下記のように設定した。

B 2 S

↑	↑	↑
[下地処理] B: プラスト(グリッド) G: グライNDER	[曝露期間] 0: 曝露無し 2: 2ヶ月 4: 4ヶ月 6: 6ヶ月	[曝露環境] 記号無し: 曝露無し S: 海岸部(seashore) I: 内陸部(inland)

4. 1. 2 表面粗さ測定

表面粗さはレーザー変位計(3次元形状測定システム: EMS98AD-3D, レーザー: KEYENCE/LT-8110)により測定を行った。測定基準長さは8mmであり、測定点数は母板2枚の両面3ヶ所、添接板2枚の片面3ヶ所で、試験体一体あたり計18点測定した。表面粗さ測定結果の平均値、標準偏差、変動係数を表-4.3、表面処理ごとの表面粗さの平均値を表-4.4に示す。また、図-4.5に平均粗さ(Ra)と曝露期間の関係を示す。

下地処理がグライNDER処理の場合、表面粗さは錆により粗さが増した。グリットプラスト処理による表面粗さは、錆層の薄い曝露期間の短いものは赤錆発生前の処理面の凹凸による粗さと、その上に発生した錆の粗さが複合された粗さであると考えられるため、曝露期間2ヶ月で粗さが下がった原因として、粗さ曲線の谷部分に錆が発生したことが考えられる。錆層が厚く、曝露期間の長いものは赤錆発生前の下地処理に関わらず錆面の粗さのみが測定されたと思われる。

4. 1. 3 錆の成分調査

溶接構造用圧延鋼材 SM490YA 鋼 (JIS G 3106) の摩擦継手に及ぼす錆の影響を検討するため、海岸部、内陸部の2箇所に日照大気曝露した錆量測定用及び錆断面観察用試験片の錆調査を行った。なお、調査は日鐵テクノリサーチに依頼した。

(1) 試験片

試験片寸法は幅70mm、長さ96mm、厚さ22mmである。試験体のボルト孔(直径24.5mm)と同じ大きさの円孔を設けている。試験片の形状と寸法を図-4.2に示す。下地処理と曝露環境は4.1.1(3)と同様である。

(2) 錆厚の測定

錆厚測定は、電磁膜厚計256F (ELCOMETER) を用い試験片片面を各3点測定した。測定結果を表-4.5に示す。

(3) 錆量の測定

錆付き及び除錆後の試験片重量をデジタル電子天秤 BX-4200H(Max.4200g) (SHIMADZU) にて秤量した。測定結果を表-4.10に示す。

(4) 鍍層断面顕微鏡写真

鍍層断面観察用の各試験片中央部から小試料(厚さ 22mm, 幅 15mm, 長さ 10mm)を切り出し, 埋込・研磨後, さび断面を通常光(200倍)および偏光(200倍)で顕微鏡写真の撮影を行った。金属顕微鏡はオプチホト 100(ニコン)を使用した。これらの写真を写真-4.2~4.5に示す。

(5) 鍍層断面の EPMA 分析

さび層断面顕微鏡写真撮影後, 測定元素の濃化状態を EPMA(Electron Probe Micro Analyzer)分析した。EPMA 装置測定元素は JXA8621MX(日本電子)を使用した。Na, Cl, O, Fe, S, 撮影倍率は 130 倍(顕微鏡観察視野の 1 箇所)。これらの写真を写真-4.6~4.17に示す。

(6) 調査結果

(i) 外観写真

写真-4.20~4.31に示すように, 2ヶ月曝露材の外観は, 内陸部曝露試験片の穴部から黄色の流れさびが認められるが, 全体に褐色の色調を呈している。また, いずれも鍍粒子が細かく, 粗い鱗状や層状剥離鍍は認められなかった。4ヶ月曝露材の外観は, 内陸部, 海岸部とも黄色と褐色の混在した色調を呈している。また, 内陸部に比べ海岸部の鍍粒子がやや粗いが, いずれも鱗状や層状剥離鍍は認められなかった。6ヶ月曝露材の外観は, 内陸部, 海岸部のグラインダー表面処理穴部から橙色の流れ鍍が認められるが, いずれの試験片も橙色と一部褐色の色調を呈している。また, 鍍粒子は細かく鱗状や層状剥離鍍は認められなかった。

(ii) 鍍厚測定

鍍層の厚さと曝露期間の関係を図-4.6に示す。鍍厚は, 内陸部より海岸部での曝露の方が厚い。また, ブラスト, グラインダーの表面処理による差は海岸部で顕著で, 曝露期間が長くなるとグラインダー処理に比べブラスト処理が厚くなっている。内陸部では表面処理による明らかな差は認められない。

(iii) 鍍量測定

鍍量と曝露期間の関係を図-4.7に示す。鍍量も鍍厚と同様に, 内陸部より海岸部での曝露の方が多い。また, ブラスト, グラインダーの表面処理による傾向も鍍厚と同様であった。また, 図-4.8に示す鍍量と鍍層の厚さの関係より, 鍍量の増加とともに鍍厚がほぼ比例して増す傾向が認めらる。

(iv) 鍍層断面光顕観察

曝露条件の偏光層と消光層の観察結果を表-4.6で示す。鍍層断面の偏光層と消光層の構成は表面処理, 曝露地, 曝露期間の差は明らかではないが, 2ヶ月曝露材, 4ヶ月, 6ヶ月曝露材とも, 偏光層(橙色に見える部分)は鍍層表面に連続して, 消光層(黒く見える部分)は地鉄界面から内層鍍中に連続して認められる。

(v) 鍍層 EPMA 観察

鍍の成分 (Na, Cl, O, Fe, S, 5 元素以外) の割合を表-4.8 に、鍍の成分と曝露期間の関係を図-4.9 に示す。また、鍍の成分各曝露期間の O, Fe を除く Na, Cl, S の濃化状態を表-4.9 示す。写真-4.3~4.8 に示すカラーバーの横の数値は各元素の Wt% を、Ave. はマッピング面積(鍍層+地鉄+埋込樹脂を合わせた面積)の平均 Wt% である。

Fe, O を除く鍍断面の濃化元素は、主体が Cl で、Na は一部に、S は全てに認められなかった。Cl の濃化は内陸部より海岸部での曝露の方が、曝露期間の長い方がより顕著に見られる。表面処理による差異は明らかではなかった。

4. 1. 4 継手試験体の製作

すべり耐力試験に用いる試験体は、母板 2 枚を突合せて添接板 2 枚で両面添接した 2 面せん断継手である。ボルトのセット (ボルト, ナット, 座金) は F10T-M22 である。ボルトのセットの機械的性質とトルク係数値を表-4.2 に示す。

ボルトの締付けはトルクレンチを用いて道路橋示方書に従い、所定の設計ボルト軸力 205kN が得られるよう以下の手順で行った。

- ① 母材と添接板の円孔の位置を合わせ、ボルト軸が円孔の中心に位置するよう設置する。
- ② 予備締めを行う。(ボルトの締付け順序は中央から外に向かって行う。)
- ③ 一次締め：トルクコントロール法により所定の軸力の 6 割程度の軸力が生じるように締付ける。
- ④ 二次締め：トルクコントロール法 (トルク値 $Tr=655\text{kN}\cdot\text{mm}$) によりリラクゼーションを考慮して所定の軸力の 1 割増しの軸力が生じるように締付ける。

ここでは 4.1.1(3) に示す表面処理 14 種類につき各 3 体ずつ、合計 42 体の試験体を製作した。試験体の形状と寸法を図-4.3 に示す。

4. 2 すべり耐力試験

4. 2. 1 試験方法

(1) すべり耐力試験

継手試験体を製作してから 12~24 時間後にすべり耐力試験を行った。引張試験には、載荷能力 1960kN(200tonf) の万能試験機 UH-200A (写真-3.1 参照) を用いた。試験体両端部からそれぞれ 100mm までの範囲を試験機のチャックではさみ、試験体の主すべりと全断面降伏の双方が生じるまで引張荷重を徐々に載荷した。

(2) 測定項目

測定項目は、母板間の開口変位と継手側面のひずみである。ひずみゲージは母材、添接板に貼付し鋼板の降伏を測定できるようにした。なお、添接板は各表面処理で 1

体のみひずみ測定を行なった。開口変位は母板突合せ開口部にクリップゲージを設置して測定した。ひずみゲージの貼付位置およびクリップゲージの設置箇所を図-4.4に示す。

試験中、弾性域では試験機の荷重を目安に 50kN ごとに、降伏荷重またはすべり荷重に近づくと 20kN, あるいは 10kN ごとに荷重, 開口変位, 各ひずみの測定を行った。また, 降伏が生じた後は母板ボルト外側(母板こぼ面)のひずみを目安にして測定を行った。

(3) すべり耐力と降伏耐力の定義

主すべり時に試験機に記録される最大荷重(すべり荷重)をすべり耐力と定義する。主すべりは以下の2つの項目のうちどちらか一方が起こった時を主すべりと定義した。

- ① 継手部がすべったときに大きな音が発生し荷重が下がる。
- ② 荷重が急に下がり開口変位が大きくなる。

降伏耐力は 0.2%耐力で定義した。0.2%耐力は母板の継手部外側ボルト側面での荷重-ひずみ関係のグラフ上において, 荷重 0, ひずみ 0.2%の点から荷重-ひずみ曲線の初期勾配に平行な線を引き, 荷重-ひずみ曲線と交わった点とした。

4. 2. 2 試験結果

(1) すべり係数

表-4.10 にすべり耐力試験で得られたすべり耐力とすべり係数を示す。すべり係数は式(5.2.1)により算出した。(4.2.2(3)と同様)

$$\mu = \frac{P_s}{m \cdot n \cdot N} \quad (5.2.1)$$

μ : すべり係数

P_s : すべり耐力(すべり荷重)

N : 設計ボルト軸力(205kN)

m : 摩擦面の数(2面)

n : 接合面片側のボルト全本数(3本)

ボルト締付け時には標準ボルト軸力を導入したが, 締付け時からすぐにリラクゼーションが始まることを考慮して, すべり係数の算出には設計ボルト軸力を採用した。

表-4.10 より, 下地処理に関わらず, 錆が発生することによりすべり係数が高くなる傾向が認められる。特にグラインダー(プライマー除去)では, すべり耐力の向上が著しい。また, 錆発生前では下地処理の違いによりすべり係数に差が見られるものの, 錆発生後は, すべり係数がほぼ同程度得られている。これは, すべりが錆層で起こっていることが原因と考えられる。曝露場所の違いによって, 得られるすべり係数には若干の差はあるものの, 顕著な差は認められない。曝露期間も同様に, 曝露期間の違いによって, 得られるすべり係数には顕著な差は認められなかった。

(2) 降伏耐力

表-4.10 にすべり耐力試験で得られた降伏耐力を示す。赤錆を発生させた継手では、高いすべり耐力が得られたため、すべり荷重が降伏耐力に近い値となった試験体もある。また、表-4.11 に示すミルシート値に対する各試験体の降伏耐力比は、いずれの場合もほぼ 1.0 となっており、一旦すべりが生じた場合の降伏耐力は、母板の純断面積から計算される降伏耐力と等しいと言える。

(3) 荷重 - 開口変位関係

図-4.10～図-4.23 に、本試験で得られた荷重と母板間開口変位の関係を示す。開口変位は試験体の左右で測定しているが、ここではその平均値を示している。開口変位は下地処理に関わらず曝露場所の違いにより、その傾向に顕著な差が認められた。内陸曝露の試験体では、主すべりが発生するまで荷重が増すにしたがって、開口変位もほぼ直線的に比例して大きくなっている。この状態では、母板と添接板間のすべり、母板と添接板のすべりも生じず、単に母板と添接板の弾性変形により開口変位が生じていると考えられる。すべり荷重に達すると、大きな音とともにすべりが発生し、開口変位が急激に大きくなるとともに、荷重も減少している。一方、海岸曝露の試験体では、主すべりが発生する前に、荷重 - 開口変位曲線の傾きが緩やかになり、すべり発生時はほとんどの試験体で音がならずに、徐々にすべる傾向がみられた。この傾向は曝露期間が長くなり錆厚が大きくなるほど顕著に現れ、6 ヶ月の試験体では、主すべりを判断することが困難な場合もあった。内陸曝露の試験体は錆が安定しており、海岸曝露の錆よりも固くなっていることが予想され、内陸曝露の試験体では、すべり発生時に錆層が一気にすべるのに対し、海岸曝露の場合は、錆層が徐々に壊れながらすべるためと考えられる。

(4) 荷重 - ひずみ関係

(i) 母板一般部

図-4.24～4.37 に各試験で得られた荷重と添接板が接触していない位置の母板こぼ面（母板一般部）で測定したひずみの関係を示す。なお、ここで示しているひずみは、左右こぼ面の平均値である。母板一般部では荷重 - ひずみ曲線の傾きが緩やかになっている荷重 1200kN 付近を超えたあたりで、降伏が始まると考えられる。降伏が始まりひずみが急激に大きくなっている試験体もみられる。表面処理の違いによる荷重 - ひずみ関係の差はみられない。

(ii) 母板外側ボルト側面

各試験体の荷重と母板外側の円孔を含む断面のこぼ面でのひずみとの関係の例を図-4.38～図-4.51 に示す。なお、ここで示すひずみは左右のこぼ面で測定したひずみの平均値である。母板外側ボルト部では荷重 1000kN で荷重 - ひずみ曲線の傾きが緩やかになり、その後、降伏が始まり急激にひずみが大きくなっている。主すべりが発生すると一度荷重が下がるため、荷重 - ひずみ曲線上のどの位置ですべりが発生したか判断できる。ほとんど試験体は降伏が始まるあたりで主すべりが発生しているが、

すべり耐力が高かった，B4S，G2S，G4S，G4I では降伏してから主すべりが発生している試験体もみられる．これらの試験体に関しては，母材の降伏が影響して，すべり耐力が低下している可能性が考えられる．

(iii) 添接板内側ボルト部

各試験体の荷重と添接板内側の円孔を含む断面のこぼ面でのひずみとの関係の例を図-4.52(a)～(n)に示す．なお，ここで示すひずみは左右のこぼ面で測定したひずみの平均値である．添接板内側ボルト部では，荷重 1050kN～1200kN で降伏がみられた試験体が約半数ほどあった．

(5) 試験終了後の試験体

試験終了後の試験体の摩擦面の状況および円孔周辺の拡大写真を写真-4.18～4.31に示す．どの試験体も，円孔付近の錆層が削れ一部素地が見えている．特に内陸曝露の試験体では素地が見える範囲が大きくなっている．また，錆層の厚い海岸曝露 6ヶ月の試験体では錆層が剥離していた．

表-4.1 供試鋼材の機械的性質および化学成分

種類	機械的性質				化学成分 (%)												
	材質	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	C ×100	Si ×100	Mn ×100	P ×1000	S ×1000	Cu ×100	Ni ×100	Cr ×100	B ×1000	Mo ×100	V ×100	Pcm ×1000	Ceq ×100
添接板	SM490YA	407	546	26	15	21	142	16	3	1	2	2	1	0	5	24	41
母板	SM490YB	404	540	25	16	20	143	22	5	2	2	2	1	0	5	24	40

表-4.2 ボルトセットの機械的性質とトルク係数値

等級	ねじの 呼び×長さ	ボルト						ナット	座金	トルク係数値 (平均値)
		4号試験片				製品		製品	製品	
		耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)	引張荷重 (kN)	硬さ (HRC)	硬さ (HRC)	硬さ (HRC)	
F10T	22×90	1058	1093	18	65	323	33	27	40	0.132

表-4.3 表面粗さ測定結果 (その1: 曝露0ヶ月)

試験体番号	鋼材	測定面	位置	下地処理: グリッドブラストSa2.5										
				曝露0ヶ月: B0				曝露0ヶ月: G0						
				算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	
				1箇所	平均(1面)	平均(鋼材)			1箇所	平均(1面)	平均(鋼材)			
1	母板 (A側)	表	1	15.7	17.0	17.5	1.63	0.093	6.3	6.6	6.6	0.72	0.110	
			2	17.8					7.2					
			3	17.6					6.2					
		裏	1	17.2					17.2					6.1
			2	16.2										5.6
			3	18.3										5.6
	母板 (B側)	表	1	15.7	18.6					7.7				7.5
			2	18.7						7.5				
			3	21.3						7.2				
		裏	1	15.7					17.0	6.7				
			2	17.0						6.4				
			3	18.4						6.0				
	添接板 (ボルト頭側)	1	18.5	18.1	7.6					7.5				
		2	18.5		7.6									
		3	17.3		7.4									
添接板 (ナット側)	1	16.4	15.7	8.2	8.6									
	2	16.3		8.6										
	3	14.4		9.1										
2	母板 (A側)	表	1	16.5	15.9	16.2	1.48	0.092	5.9	8.7	8.4	2.78	0.330	
			2	14.9					8.6					
			3	16.4					11.7					
		裏	1	18.4					18.4					14.4
			2	19.1										10.8
			3	17.6										9.2
	母板 (B側)	表	1	15.8	15.7					5.8				6.0
			2	15.7						6.7				
			3	15.7						5.6				
		裏	1	14.9					14.7	6.8				
			2	14.5						6.2				
			3	14.9						9.7				
	添接板 (ボルト頭側)	1	15.7	14.8	8.0					8.2				
		2	15.4		9.7									
		3	13.5		7.1									
添接板 (ナット側)	1	16.8	17.6	6.4	6.7									
	2	17.6		7.2										
	3	18.3		6.4										
3	母板 (A側)	表	1	16.6	17.3	17.0	1.05	0.062	9.5	8.7	8.8	1.09	0.124	
			2	16.8					7.3					
			3	18.6					9.2					
		裏	1	15.3					16.0					7.8
			2	17.1										8.2
			3	15.6										8.2
	母板 (B側)	表	1	16.5	17.5					8.6				8.3
			2	17.3						7.8				
			3	18.5						8.4				
		裏	1	16.5					17.4	9.6				
			2	17.9						11.1				
			3	17.7						10.0				
	添接板 (ボルト頭側)	1	13.4	14.5	7.6					8.4				
		2	16.0		7.7									
		3	14.2		9.9									
添接板 (ナット側)	1	15.2	14.9	7.6	8.4									
	2	15.0		7.7										
	3	14.4		9.9										

表-4.3 表面粗さ測定結果 (その2: グリッドブラスト, 海岸曝露)

試験体番号	鋼材	測定面	位置	下地処理:グリッドブラストSa2.5															
				海岸曝露2ヶ月:B2S					海岸曝露4ヶ月:B4S					海岸曝露6ヶ月:B6S					
				算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	
				1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			
1	母板 (A側)	表	1	9.9	14.0	12.8	2.44	0.190	26.4	32.3	20.8	7.69	0.370	17.9	19.8	17.2	2.81	0.164	
			2	14.5					35.2					23.5					
			3	17.6					35.2					17.9					
		裏	1	16.3					14.6	22.1				18.3	14.9				
			2	12.8						19.1					14.3				
			3	14.7						13.8					14.2				
	母板 (B側)	表	1	11.1	11.0	17.4	17.4	17.3											
			2	11.2		14.2		19.4											
			3	10.8		20.6		20.2											
		裏	1	10.6		11.8	13.8	15.3	15.3										
			2	12.6			15.6		15.0										
			3	12.0			16.5		16.4										
	添接板 (ボルト頭側)	1	11.8	11.6	2.20		0.190	19.6	20.7	20.3									
		2	14.0					15.6		20.9									
		3	9.6					26.8		15.7									
添接板 (ナット側)	1	10.3	11.4			18.2		18.2	22.1										
	2	9.5				19.0			24.4										
	3	14.5				17.5			17.6										
2	母板 (A側)	表		1	13.5	12.2	12.7	1.35	0.106	13.9	13.9	15.6	3.83	0.245	16.9	16.3	16.7	1.72	0.103
				2	11.7					13.1					14.1				
				3	11.3					14.5					17.9				
		裏	1	12.7	12.7					10.7	11.7				16.5				
			2	13.2						13.2					15.6				
			3	12.2						11.2					15.5				
	母板 (B側)	表	1	11.9		13.7	16.9	16.6	18.1										
			2	15.9			19.9		19.5										
			3	13.4			13.1		19.0										
		裏	1	13.0	12.2		17.6	20.2	15.1										
			2	13.1			20.2		17.0										
			3	10.6			22.7		14.8										
	添接板 (ボルト頭側)	1	12.0	13.9		13.0	1.52	0.117	17.0	15.7	13.4								
		2	14.0						11.7		14.8								
		3	15.7						18.5		12.6								
添接板 (ナット側)	1	12.0	12.1		17.6				17.9	13.1									
	2	12.2			17.6					11.9									
	3	12.2			18.4					11.8									
3	母板 (A側)	表		1	9.6	12.0	13.9	3.04	0.218	15.2	17.4	17.8	4.51	0.253	17.8	19.2	17.3	2.16	0.125
				2	14.6					20.5					18.3				
				3	11.6					16.6					21.4				
		裏	1	12.1	14.2					13.7	16.3				14.2				
			2	15.3						11.5					15.8				
			3	15.3						23.7					17.1				
	母板 (B側)	表	1	14.7		14.9	20.1	18.8	18.1										
			2	14.8			18.6		14.3										
			3	15.2			17.6		18.8										
		裏	1	12.5	14.7		11.0	18.8	15.0										
			2	21.2			25.6		19.3										
			3	10.3			19.6		17.9										
	添接板 (ボルト頭側)	1	12.8	12.4		12.0	0.70	0.058	16.4	15.1	14.0								
		2	12.8						15.9		17.4								
		3	11.6						13.0		15.0								
添接板 (ナット側)	1	11.4	11.7		12.6				12.4	16.1									
	2	11.3			12.3					14.6									
	3	12.4			12.3					17.2									

表-4.3 表面粗さ測定結果 (その3: グリッドブラスト, 内陸曝露)

試験体番号	鋼材	測定面	位置	下地処理: グリッドブラストSa2.5														
				内陸曝露2ヶ月: B2I				内陸曝露4ヶ月: B4I				内陸曝露6ヶ月: B6I						
				算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv
				1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)		
1	母板 (A側)	表	1	13.1	12.3	1.02	0.083	13.0	12.5	0.83	0.066	12.0	13.3	1.53	0.115			
			2	12.3				12.4				12.7						
			3	13.7				12.2				12.6						
		裏	1	11.4				12.1				12.9						
			2	11.5				12.2				12.1						
			3	12.0				12.2				14.4						
	母板 (B側)	表	1	14.4	12.0	1.16	0.097	12.7	11.5	0.72	0.063	12.4	13.0	1.83	0.141			
			2	11.0				13.3				12.6						
			3	12.9				14.1				13.2						
		裏	1	12.0				12.6				17.6						
			2	12.0				10.8				13.8						
			3	11.4				13.1				13.3						
	添接板 (ボルト頭側)	1	10.9	12.0	1.16	0.097	12.3	11.5	0.72	0.063	11.2	13.0	1.83	0.141				
		2	11.4				12.1				10.6							
		3	11.9				11.6				15.6							
添接板 (ナット側)	1	10.9	11.2				12.9											
	2	13.0	11.4				13.7											
	3	13.7	10.4				13.7											
2	母板 (A側)	表	1	10.1	11.9	1.98	0.166	12.6	12.7	1.61	0.126	12.2	12.6	1.89	0.150			
			2	9.5				13.0				11.0						
			3	12.5				15.5				11.0						
		裏	1	10.8				14.4				14.6						
			2	15.9				12.9				14.7						
			3	11.8				11.8				16.0						
	母板 (B側)	表	1	14.1	13.0	0.66	0.051	14.7	13.9	2.05	0.147	11.1	12.9	1.11	0.086			
			2	9.5				13.0				12.7						
			3	12.9				11.4				13.6						
		裏	1	11.9				13.1				9.9						
			2	13.4				10.0				13.4						
			3	10.2				12.5				10.9						
	添接板 (ボルト頭側)	1	12.9	13.0	0.66	0.051	11.8	13.0	2.05	0.147	13.4	12.9	1.11	0.086				
		2	13.5				12.2				14.8							
		3	12.5				12.0				12.6							
添接板 (ナット側)	1	12.5	16.7				13.1											
	2	12.5	15.7				11.9											
	3	14.0	14.5				11.8											
3	母板 (A側)	表	1	18.2	13.5	2.94	0.218	12.5	14.4	3.05	0.212	10.3	12.9	2.55	0.198			
			2	12.8				16.9				11.0						
			3	10.5				17.6				12.9						
		裏	1	11.5				11.6				13.2						
			2	10.8				12.7				13.7						
			3	12.0				11.4				12.1						
	母板 (B側)	表	1	14.8	11.7	1.49	0.127	12.6	12.7	1.58	0.124	17.7	11.8	1.15	0.097			
			2	13.1				13.2				15.3						
			3	12.2				12.5				16.5						
		裏	1	20.2				13.3				11.0						
			2	13.0				14.1				11.7						
			3	12.6				19.1				9.3						
	添接板 (ボルト頭側)	1	9.9	11.7	1.49	0.127	10.6	12.7	1.58	0.124	11.7	11.8	1.15	0.097				
		2	12.4				11.7				12.6							
		3	11.5				11.5				12.2							
添接板 (ナット側)	1	13.8	12.8				9.6											
	2	10.2	13.2				12.4											
	3	12.6	15.2				12.6											

表-4.3 表面粗さ測定結果 (その4: グラインダー, 海岸曝露)

試験体番号	鋼材	測定面	位置	下地処理: グラインダー														
				海岸曝露2ヶ月: G2S				海岸曝露4ヶ月: G4S				海岸曝露6ヶ月: G6S						
				算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv
				1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)		
1	母板 (A側)	表	1	10.4	14.2	5.21	0.366	9.0	11.0	2.07	0.189	12.1	17.5	3.88	0.222			
			2	11.1				10.9				8.4				10.8	12.4	13.3
			3	11.4								14.8					15.5	
		裏	1	12.4								9.4					16.4	
			2	12.8				18.4				11.7				11.8	13.0	16.4
			3	30.0								14.3					19.8	
	母板 (B側)	表	1	16.2	14.2	5.21	0.366	10.1	11.0	2.07	0.189	19.4	17.5	3.88	0.222			
			2	13.1				14.2				10.2				11.1	19.6	21.1
			3	13.3								13.0					24.4	
		裏	1	12.0								11.2					18.1	
			2	14.9				13.4				9.8				10.3	17.0	19.2
			3	13.2								9.9					22.4	
	添接板 (ボルト頭側)	1	13.5	13.1	0.79	0.061	10.7	10.8	2.32	0.216	14.1	16.3	2.47	0.151				
		2	12.1				12.9				9.7				9.2	15.3	15.5	
		3	13.1								7.1					17.2		
添接板 (ナット側)	1	13.1					10.7								16.1			
	2	12.4	13.2				13.0				12.4				20.9	17.2		
	3	14.3					13.5								14.6			
2	母板 (A側)	表	1	12.4	11.4	1.96	0.172	10.0	10.9	2.15	0.197	12.1	16.9	3.93	0.232			
			2	11.3				12.6				14.5				12.1	17.0	14.6
			3	14.1								11.8					14.7	
		裏	1	9.5								10.0					25.7	
			2	12.8				10.4				10.0				10.5	19.3	21.4
			3	9.1								11.6					19.1	
	母板 (B側)	表	1	8.0	9.8	1.96	0.172	8.8	10.9	2.15	0.197	14.7	16.9	3.93	0.232			
			2	11.5				9.8				9.9				8.6	11.1	13.7
			3	9.8								7.2					15.3	
		裏	1	11.1								12.3					15.9	
			2	12.8				12.7				10.3				12.3	20.2	18.1
			3	14.0								14.4					18.0	
	添接板 (ボルト頭側)	1	13.7	13.1	1.19	0.091	8.0	10.4	2.31	0.224	14.3	15.5	3.19	0.205				
		2	15.0				13.8				13.3				11.5	11.8	13.4	
		3	12.8								13.1					14.0		
添接板 (ナット側)	1	11.7					9.8								20.2			
	2	13.2	12.3				9.7				9.3				18.6	17.7		
	3	12.1					8.2								14.2			
3	母板 (A側)	表	1	8.6	11.3	4.08	0.363	11.9	11.1	1.00	0.090	16.0	15.1	1.46	0.097			
			2	8.1				8.6				11.3				11.4	17.0	16.1
			3	9.1								11.1					15.2	
		裏	1	8.3								9.9					16.5	
			2	6.3				6.7				9.4				10.6	15.2	15.9
			3	5.6								12.6					15.9	
	母板 (B側)	表	1	14.8	16.3	4.08	0.363	9.7	11.1	1.00	0.090	13.9	15.1	1.46	0.097			
			2	17.5				16.3				10.5				10.7	16.4	15.1
			3	16.8								12.0					15.0	
		裏	1	14.2								11.7					12.6	
			2	12.0				13.3				11.8				11.5	12.6	13.2
			3	13.7								11.1					14.3	
	添接板 (ボルト頭側)	1	16.9	12.6	2.20	0.174	10.3	10.7	1.66	0.156	11.2	16.1	4.09	0.254				
		2	11.0				13.0				9.7				9.5	18.2	17.3	
		3	11.2								8.4					22.5		
添接板 (ナット側)	1	12.4					10.8								12.9			
	2	11.8	12.3				11.4				11.8				14.6	14.9		
	3	12.6					13.3								17.0			

表-4.3 表面粗さ測定結果（その5：グラインダー，内陸曝露）

試験体番号	鋼材	測定面	位置	下地処理:グラインダー																	
				内陸曝露2ヶ月:G2I					内陸曝露4ヶ月:G4I					内陸曝露6ヶ月:G6I							
				算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv	算術平均粗さ Ra (μm)			標準偏差 σ	変動係数 Cv			
				1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)			1箇所	平均 (1面)	平均 (鋼材)					
1	母板 (A側)	表	1	7.2	7.2	7.6	1.19	0.157	20.3	20.2	16.6	3.99	0.240	15.9	13.9	10.4	3.10	0.297			
			2	7.9					19.0					13.5							
			3	6.6					21.2					12.3							
		裏	1	7.9					7.4					11.5					11.4	6.3	8.2
			2	6.6										11.5						8.4	
			3	7.7										11.0						9.9	
	母板 (B側)	表	1	10.4	9.0	14.8	16.6	14.4		11.0											
			2	7.9		16.0		11.1													
			3	8.8		19.0		7.4													
		裏	1	6.6		6.6		23.1	18.3		10.9	8.7									
			2	5.9				16.2			7.5										
			3	7.3				15.8			7.6										
	添接板 (ボルト頭側)	表	1	13.5	11.5		11.3	3.88		0.344	15.4		16.6	15.9	1.31	0.083	7.3	9.2	8.2	1.88	0.230
			2	13.6							18.0						11.6				
			3	7.4							16.5						8.8				
裏		1	7.3	11.1		14.5			15.2		6.6	7.1									
		2	16.7			16.3					6.7										
		3	9.2			14.7					7.9										
2	母板 (A側)	表	1		13.9	11.3	8.2	2.93		0.356	19.4		17.3	16.5	2.43	0.147	8.8	9.5	10.9	2.84	0.261
			2		11.9						17.3						11.2				
			3		8.1						15.3						8.4				
		裏	1	6.1	7.3				15.7		15.4	9.4					10.5				
			2	7.2					16.4			10.9									
			3	8.5					14.3			11.2									
	母板 (B側)	表	1	5.9		7.2	8.5	2.93	0.356	18.5		18.5	16.5	2.43	0.147	8.9		8.7	10.9	2.84	0.261
			2	4.9						15.6						8.9					
			3	10.9						21.4						8.3					
		裏	1	7.0	7.2					14.6	14.7					14.9	14.8				
			2	4.5						12.5						17.5					
			3	10.2						17.1						12.0					
	添接板 (ボルト頭側)	表	1	6.2		7.5	8.5	1.85	0.218	16.0		17.2	15.1	2.54	0.169	8.4		9.7	9.5	1.07	0.112
			2	7.5						17.4						9.5					
			3	8.7						18.3						11.2					
裏		1	11.7	9.5	12.8					12.9	8.8					9.3					
		2	8.0		12.0						10.4										
		3	8.8		13.9						8.9										
3	母板 (A側)	表	1		17.9	13.7	10.0	2.98	0.299		14.9	15.8	14.8	3.08	0.208		12.0	10.6	11.6	2.00	0.173
			2		11.3						13.8						9.1				
			3		11.8						18.6						10.7				
		裏	1	6.7	8.2					13.7	17.3					9.3	9.7				
			2	9.1						21.9						9.9					
			3	8.8						16.2						9.9					
	母板 (B側)	表	1	11.5		9.8	10.0	2.98	0.299	15.2		12.5	14.8	3.08	0.208	14.8		13.6	11.6	2.00	0.173
			2	7.9						10.9						14.4					
			3	10.1						11.6						11.6					
		裏	1	7.7	8.2					13.2	13.6					12.1	12.5				
			2	9.1						15.3						14.3					
			3	7.7						12.4						11.0					
	添接板 (ボルト頭側)	表	1	11.9		13.8	11.2	3.87	0.347	27.0		24.7	20.3	5.07	0.250	14.2		14.2	10.3	5.21	0.505
			2	18.5						24.2						9.6					
			3	11.0						23.0						18.9					
裏		1	9.0	8.6	15.6					15.8	7.0					6.4					
		2	8.7		16.0						7.1										
		3	8.0		15.8						5.1										

表-4.4 表面粗さ測定結果 (平均)

試験体		算術平均粗さRa (μm)			
摩擦面 処理	番号	母板	添接板	平均	Ra(ave)
B0	1	17.5	16.9	17.2	16.4
	2	16.2	16.2	16.2	
	3	17.0	14.7	15.9	
B2S	1	12.8	11.6	12.2	12.7
	2	12.7	13.0	12.9	
	3	13.9	12.0	13.0	
B2I	1	12.3	12.0	12.2	12.4
	2	11.9	13.0	12.5	
	3	13.5	11.7	12.6	
B4S	1	20.8	19.5	20.2	17.4
	2	15.6	16.8	16.2	
	3	17.8	13.8	15.8	
B4I	1	12.5	11.5	12.0	13.0
	2	12.7	13.9	13.3	
	3	14.4	12.7	13.6	
B6S	1	17.2	20.2	18.7	16.6
	2	16.7	12.9	14.8	
	3	17.3	15.5	16.4	
B6I	1	13.3	13.0	13.2	12.8
	2	12.6	12.9	12.8	
	3	12.9	11.8	12.4	

試験体		算術平均粗さRa (μm)			
摩擦面 処理	番号	母板	添接板	平均	Ra(ave)
G0	1	6.6	8.1	7.4	8.0
	2	8.4	7.5	8.0	
	3	8.8	8.4	8.6	
G2S	1	14.2	13.1	13.7	12.6
	2	11.4	13.1	12.3	
	3	11.3	12.6	12.0	
G2I	1	7.6	11.3	9.5	9.5
	2	8.2	8.5	8.4	
	3	10.0	11.2	10.6	
G4S	1	11.0	10.8	10.9	10.8
	2	10.9	10.4	10.7	
	3	11.1	10.7	10.9	
G4I	1	16.6	15.9	16.3	16.5
	2	16.5	15.1	15.8	
	3	14.8	20.3	17.6	
G6S	1	17.5	16.3	16.9	16.2
	2	16.9	15.5	16.2	
	3	15.1	16.1	15.6	
G6I	1	10.4	8.2	9.3	10.2
	2	10.9	9.5	10.2	
	3	11.6	10.3	11.0	

表-4.5 錆厚測定結果

試験体				さび厚 (μm)			
下地処理	曝露期間	曝露環境	種類	1	2	3	平均
グリットブラスト sa2.5	2ヶ月	海岸	B2S	59	60	56	58.3
		内陸	B2I	40	42	41	41.0
	4ヶ月	海岸	B4S	55	57	65	59.0
		内陸	B4I	56	35	82	57.7
	6ヶ月	海岸	B6S	83	126	110	106.3
		内陸	B6I	83	80	77	80.0
グラインダー (プライマー除去)	2ヶ月	海岸	G2S	67	53	58	59.3
		内陸	G2I	31	39	37	35.7
	4ヶ月	海岸	G4S	76	79	77	77.3
		内陸	G4I	39	35	51	41.7
	6ヶ月	海岸	G6S	86	105	127	106.0
		内陸	G6I	64	60	59	61.0

表-4.6 錆量測定結果

試験体				表面積 (cm ²)	除錆前 重量 (g)	除錆後 重量 (g)	錆量 (g)	単位面積当たり の錆量 (g/cm ²)
下地処理	曝露期間	曝露環境	種類					
グリットブラスト sa2.5	2ヶ月	海岸	B2S	214.52	1064.82	1060.32	4.50	0.0210
		内陸	B2I	216.12	1073.22	1070.53	2.69	0.0124
	4ヶ月	海岸	B4S	215.40	1070.53	1064.91	5.62	0.0261
		内陸	B4I	213.92	1062.28	1058.75	3.53	0.0165
	6ヶ月	海岸	B6S	215.69	1068.31	1061.2	7.11	0.0330
		内陸	B6I	214.91	1065.94	1059.84	6.10	0.0284
グラインダー (プライマー除去)	2ヶ月	海岸	G2S	216.68	1082.12	1078.12	4.00	0.0185
		内陸	G2I	215.27	1071.95	1070.25	1.70	0.0079
	4ヶ月	海岸	G4S	214.28	1067.46	1062.51	4.95	0.0231
		内陸	G4I	215.12	1071.18	1068.04	3.14	0.0146
	6ヶ月	海岸	G6S	215.92	1074.64	1067.21	7.43	0.0344
		内陸	G6I	214.61	1064.73	1060.13	4.60	0.0214

表-4.7 錆層断面顕微鏡観察

下地処理	曝露期間	曝露環境	試験体種類	さび断面(偏光層と消光層の状態)	備考
グリットブラスト Sa2.5	2ヶ月	海岸	B2S	○:さび層表面に連続, 非連続で認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.2(a)
		内陸	B2I	○:さび層表面に連続して認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.3(a)
	4ヶ月	海岸	B4S	○:さび層表面に連続して認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.2(b)
		内陸	B4I	○:さび層表面に連続して, 一部地鉄界面近傍に認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.3(b)
	6ヶ月	海岸	B6S	○:さび層表面に連続して認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.2(c)
		内陸	B6I	○:さび層表面に連続して, 一部内層さび中にも認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.3(c)
グラインダー (プライマー除去)	2ヶ月	海岸	G2S	○:さび層表面に連続して, 一部内層さび中にも認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.4(a)
		内陸	G2I	○:さび層表面に連続して, 一部地鉄界面, 内層さび中に認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.5(a)
	4ヶ月	海岸	G4S	○:さび層表面に連続して, 一部内層さび中に認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.4(b)
		内陸	G4I	○:さび層表面に連続して認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.5(b)
	6ヶ月	海岸	G6S	○:さび層表面に連続して認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.4(c)
		内陸	G6I	○:さび層表面に連続して認められた。 ●:地鉄界面から内層さび中に認めれた。	写真 4.5(c)

表-4.8 錆成分の割合

試験体				成分の割合 (%)						
下地処理	曝露期間	曝露環境	種類	Na	Cl	O	Fe	S	その他	合計
グリットブラスト Sa2.5	2ヶ月	海岸	B2S	0.07	0.02	6.75	68.37	0.00	24.79	75.21
		内陸	B2I	0.07	0.02	6.78	68.10	0.01	25.02	74.98
	4ヶ月	海岸	B4S	0.05	0.00	7.24	59.31	0.01	33.39	66.61
		内陸	B4I	0.05	0.00	8.90	62.21	0.03	28.81	71.19
	6ヶ月	海岸	B6S	0.06	0.04	10.65	75.63	0.03	13.59	86.41
		内陸	B6I	0.07	0.02	7.40	65.87	0.00	26.64	73.36
グラインダー (プライマー除去)	2ヶ月	海岸	G2S	0.05	0.06	8.59	62.70	0.02	28.58	71.42
		内陸	G2I	0.07	0.01	3.72	69.42	0.00	26.78	73.22
	4ヶ月	海岸	G4S	0.05	0.01	7.51	60.76	0.01	31.66	68.34
		内陸	G4I	0.06	0.01	4.93	58.86	0.00	36.14	63.86
	6ヶ月	海岸	G6S	0.06	0.10	10.65	63.17	0.04	25.98	74.02
		内陸	G6I	0.07	0.01	6.24	67.00	0.00	26.68	73.32

表-4.9 錆層 EMPA 観察

試験体				さび層断面のNa, Cl, Sの濃化状態(O, Feを除く)	写真
下地処理	曝露期間	曝露環境	種類		
グリットブラスト Sa2.5	2ヶ月	海岸	B2S	Na:さび層表面の極一部に点状の濃化が認められた。 Cl:さび層表面, 内層, 地鉄界面近傍に濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.6(a) 写真-4.6(b) 写真-4.6(e)
		内陸	B2I	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:さび層表面及び地鉄界面の一部に濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.9(a) 写真-4.9(b) 写真-4.9(e)
	4ヶ月	海岸	B4S	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:地鉄界面, 内層の極一部に連続した濃化が見られる。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.7(a) 写真-4.7(b) 写真-4.7(e)
		内陸	B4I	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:地鉄界面の一部に濃化が見られる。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.10(a) 写真-4.10(b) 写真-4.10(e)
	6ヶ月	海岸	B6S	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:さび層表面に連続した高濃化が, 地鉄界面近傍の一部に濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.8(a) 写真-4.8(b) 写真-4.8(e)
		内陸	B6I	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:さび層表面, 地鉄界面と近傍に連続した濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.11(a) 写真-4.11(b) 写真-4.11(e)
グラインダー (プライマー除去)	2ヶ月	海岸	G2S	Na:地鉄界面から内層にかけて濃化が認められた。 Cl:さび層表面に連続した, また, 地鉄界面, 内層に濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.12(a) 写真-4.12(b) 写真-4.12(e)
		内陸	G2I	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:さび層表面近傍の一部に濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.15(a) 写真-4.15(b) 写真-4.15(e)
	4ヶ月	海岸	G4S	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:さび層表面, 内層の一部に連続した濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.13(a) 写真-4.13(b) 写真-4.13(e)
		内陸	G4I	Na:さび層中に濃化は認められない。 Cl:地鉄界面の一部に濃化が見られる。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.16(a) 写真-4.16(b) 写真-4.16(e)
	6ヶ月	海岸	G6S	Na:地鉄界面から内層にかけて濃化が認められた。 Cl:Na濃化と異なる箇所の地鉄界面から内層に高濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.14(a) 写真-4.14(b) 写真-4.14(e)
		内陸	G6I	Na:さび層表面に僅かな濃化が認められた。 Cl:さび層表面, 地鉄界面近傍に僅かな濃化が認められた。 S:さび層中に濃化は認められない。	写真-4.17(a) 写真-4.17(b) 写真-4.17(e)

表-4.10 すべり耐力試験結果（すべり荷重，降伏荷重，すべり係数）（その1）

(a) 下地：グリットブラスト Sa2.5

試験体		すべり発生順	降伏荷重 (kN)	すべり荷重 (kN)	すべり係数			
摩擦面処理	試験体番号				すべり係数	平均	標準偏差	
グリットブラストSa2.5	1	A	先	1010.0	578.8	0.471	0.459	0.010
		B	後	1008.6	578.8	0.471		
	2	A	先	994.0	554.3	0.451		
		B	後	1006.3	571.9	0.465		
	3	A	後	986.8	553.3	0.450		
		B	先	991.4	553.3	0.450		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(海岸曝露2ヶ月)	1	A	後	1057.9	960.1	0.781	0.751	0.035
		B	先	1035.6	894.7	0.727		
	2	A	後	1043.1	993.8	0.808		
		B	先	1055.1	887.8	0.722		
	3	A	後	1040.2	908.4	0.739		
		B	先	1027.1	894.7	0.727		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(内陸曝露2ヶ月)	1	A	後	1026.9	860.3	0.699	0.682	0.010
		B	先	1035.6	845.6	0.687		
	2	A	先	1048.4	832.9	0.677		
		B	後	1023.4	832.9	0.677		
	3	A	先	1022.2	829.9	0.675		
		B	後	1040.2	829.9	0.675		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(海岸曝露4ヶ月)	1	A	後	1035.2	931.0	0.757	0.785	0.044
		B	先	1035.5	894.7	0.727		
	2	A	後	1046.0	1025.1	0.833		
		B	先	1065.9	930.0	0.756		
	3	A	後	1060.7	1015.3	0.825		
		B	先	1042.2	1000.6	0.814		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(内陸曝露4ヶ月)	1	A	後	1053.5	862.3	0.701	0.718	0.025
		B	先	1059.1	833.9	0.678		
	2	A	先	1052.7	880.0	0.715		
		B	後	1051.5	900.6	0.732		
	3	A	先	1052.8	909.4	0.739		
		B	後	1053.9	910.4	0.740		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(海岸曝露6ヶ月)	1	A	後	1014.7	905.5	0.736	0.731	0.040
		B	先	1032.5	838.8	0.682		
	2	A	先	1051.3	872.1	0.709		
		B	後	1045.7	980.0	0.797		
	3	A	後	1063.8	921.2	0.749		
		B	先	1051.6	880.0	0.715		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(内陸曝露6ヶ月)	1	A	後	1032.5	899.6	0.731	0.706	0.027
		B	先	1026.2	848.6	0.690		
	2	A	先	1023.0	831.9	0.676		
		B	後	1039.1	835.8	0.680		
	3	A	先	1042.8	898.6	0.731		
		B	後	1030.7	898.6	0.731		

表-4.10 すべり耐力試験結果（すべり荷重，降伏荷重，すべり係数）（その2）

(b) 下地：グラインダー（プライマー除去）

試験体		すべり発生順	降伏荷重 (kN)	すべり荷重 (kN)	すべり係数			
摩擦面処理	試験体番号				すべり係数	平均	標準偏差	
グラインダー (プライマー除去)	1	A	先	1016.9	325.7	0.265	0.278	0.029
		B	後	1018.4	377.7	0.307		
	2	A	先	1011.2	325.7	0.265		
		B	後	1030.9	391.4	0.318		
	3	A	先	995.9	295.1	0.240		
		B	後	988.3	336.5	0.274		
グラインダー + 赤錆(海岸曝露2ヶ月)	1	A	後	1042.9	960.4	0.781	0.746	0.042
		B	先	1037.1	951.6	0.774		
	2	A	後	1030.8	976.1	0.794		
		B	先	1023.5	879.0	0.715		
	3	A	先	1030.0	849.5	0.691		
		B	後	1039.7	890.7	0.724		
グラインダー + 赤錆(内陸曝露2ヶ月)	1	A	先	1045.9	879.0	0.715	0.730	0.017
		B	後	1026.7	897.6	0.730		
	2	A	先	1052.8	901.5	0.733		
		B	後	1040.3	936.9	0.762		
	3	A	先	1035.4	884.3	0.719		
		B	後	1036.0	885.0	0.719		
グラインダー + 赤錆(海岸曝露4ヶ月)	1	A	後	1077.3	983.0	0.799	0.763	0.033
		B	先	1045.3	886.8	0.721		
	2	A	後	1060.5	942.7	0.766		
		B	先	1041.0	907.4	0.738		
	3	A	後	1049.9	986.9	0.802		
		B	先	1085.2	927.0	0.754		
グラインダー + 赤錆(内陸曝露4ヶ月)	1	A	後	1051.0	968.2	0.787	0.764	0.031
		B	先	1079.0	914.3	0.743		
	2	A	先	1040.1	970.2	0.789		
		B	後	1023.2	977.1	0.794		
	3	A	後	1041.6	923.1	0.751		
		B	先	1047.1	881.9	0.717		
グラインダー + 赤錆(海岸曝露6ヶ月)	1	A	先	1038.0	845.3	0.687	0.715	0.041
		B	後	1042.0	978.1	0.795		
	2	A	後	1029.8	865.2	0.703		
		B	先	1050.3	843.7	0.686		
	3	A	先	1033.7	871.1	0.708		
		B	後	1054.3	871.1	0.708		
グラインダー + 赤錆(内陸曝露6ヶ月)	1	A	先	1022.5	847.6	0.689	0.709	0.021
		B	後	1030.6	847.6	0.689		
	2	A	先	1050.9	881.9	0.717		
		B	後	1038.0	915.3	0.744		
	3	A	先	-	869.2	0.707		
		B	後	-	869.2	0.707		

表-4.11 ミルシート値に対する実験値の降伏耐力比（その1）

(a) 下地：グリットブラスト Sa2.5

試験体		降伏耐力 (kN)		降伏耐力比 (実験値/ミルシート値)		すべり係数 (平均値)	
摩擦面処理	試験体番号	ミルシート値	実験値	耐力比	平均		
グリットブラストSa2.5	1	A	1026.6	1010.0	0.98	0.97	0.459
		B	1026.6	1008.6	0.98		
	2	A	1026.6	994.0	0.97		
		B	1026.6	1006.3	0.98		
	3	A	1026.6	986.8	0.96		
		B	1026.6	991.4	0.97		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(海岸曝露2ヶ月)	1	A	1026.6	1057.9	1.03	1.02	0.751
		B	1026.6	1035.6	1.01		
	2	A	1026.6	1043.1	1.02		
		B	1026.6	1055.1	1.03		
	3	A	1026.6	1040.2	1.01		
		B	1026.6	1027.1	1.00		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(内陸曝露2ヶ月)	1	A	1026.6	1026.9	1.00	1.01	0.682
		B	1026.6	1035.6	1.01		
	2	A	1026.6	1048.4	1.02		
		B	1026.6	1023.4	1.00		
	3	A	1026.6	1022.2	1.00		
		B	1026.6	1040.2	1.01		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(海岸曝露4ヶ月)	1	A	1026.6	1035.2	1.01	1.02	0.785
		B	1026.6	1035.5	1.01		
	2	A	1026.6	1046.0	1.02		
		B	1026.6	1065.9	1.04		
	3	A	1026.6	1060.7	1.03		
		B	1026.6	1042.2	1.02		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(内陸曝露4ヶ月)	1	A	1026.6	1053.5	1.03	1.03	0.718
		B	1026.6	1059.1	1.03		
	2	A	1026.6	1052.7	1.03		
		B	1026.6	1051.5	1.02		
	3	A	1026.6	1052.8	1.03		
		B	1026.6	1053.9	1.03		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(海岸曝露6ヶ月)	1	A	1026.6	1014.7	0.99	1.02	0.731
		B	1026.6	1032.5	1.01		
	2	A	1026.6	1051.3	1.02		
		B	1026.6	1045.7	1.02		
	3	A	1026.6	1063.8	1.04		
		B	1026.6	1051.6	1.02		
グリットブラストSa2.5 + 赤錆(内陸曝露6ヶ月)	1	A	1026.6	1032.5	1.01	1.01	0.706
		B	1026.6	1026.2	1.00		
	2	A	1026.6	1023.0	1.00		
		B	1026.6	1039.1	1.01		
	3	A	1026.6	1042.8	1.02		
		B	1026.6	1030.7	1.00		

表-4.11 ミルシート値に対する実験値の降伏耐力比（その2）

(b) 下地：グラインダー（プライマー除去）

試験体		降伏耐力 (kN)		降伏耐力比 (実験値/ミルシート値)		すべり係数 (平均値)	
摩擦面処理	試験体番号	ミルシート値	実験値	耐力比	平均		
グラインダー (プライマー除去)	1	A	1026.6	1016.9	0.99	0.98	0.278
		B	1026.6	1018.4	0.99		
	2	A	1026.6	1011.2	0.98		
		B	1026.6	1030.9	1.00		
	3	A	1026.6	995.9	0.97		
		B	1026.6	988.3	0.96		
グラインダー + 赤錆(海岸曝露2ヶ月)	1	A	1026.6	1042.9	1.02	1.01	0.746
		B	1026.6	1037.1	1.01		
	2	A	1026.6	1030.8	1.00		
		B	1026.6	1023.5	1.00		
	3	A	1026.6	1030.0	1.00		
		B	1026.6	1039.7	1.01		
グラインダー + 赤錆(内陸曝露2ヶ月)	1	A	1026.6	1045.9	1.02	1.01	0.730
		B	1026.6	1026.7	1.00		
	2	A	1026.6	1052.8	1.03		
		B	1026.6	1040.3	1.01		
	3	A	1026.6	1035.4	1.01		
		B	1026.6	1036.0	1.01		
グラインダー + 赤錆(海岸曝露4ヶ月)	1	A	1026.6	1077.3	1.05	1.03	0.763
		B	1026.6	1045.3	1.02		
	2	A	1026.6	1060.5	1.03		
		B	1026.6	1041.0	1.01		
	3	A	1026.6	1049.9	1.02		
		B	1026.6	1085.2	1.06		
グラインダー + 赤錆(内陸曝露4ヶ月)	1	A	1026.6	1051.0	1.02	1.02	0.764
		B	1026.6	1079.0	1.05		
	2	A	1026.6	1040.1	1.01		
		B	1026.6	1023.2	1.00		
	3	A	1026.6	1041.6	1.01		
		B	1026.6	1047.1	1.02		
グラインダー + 赤錆(海岸曝露6ヶ月)	1	A	1026.6	1038.0	1.01	1.01	0.715
		B	1026.6	1042.0	1.02		
	2	A	1026.6	1029.8	1.00		
		B	1026.6	1050.3	1.02		
	3	A	1026.6	1033.7	1.01		
		B	1026.6	1054.3	1.03		
グラインダー + 赤錆(内陸曝露6ヶ月)	1	A	1026.6	1022.5	1.00	1.01	0.709
		B	1026.6	1030.6	1.00		
	2	A	1026.6	1050.9	1.02		
		B	1026.6	1038.0	1.01		
	3	A	1026.6	-	-		
		B	1026.6	-	-		

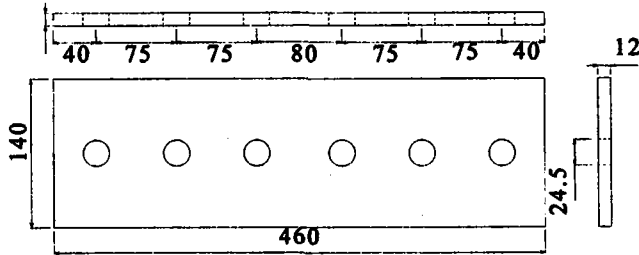
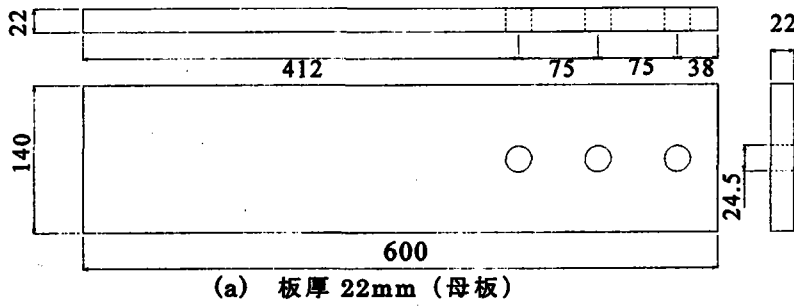


図-4.1 供試鋼材の形状と寸法

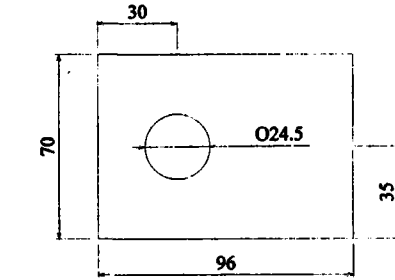


図-4.2 錆性状調査用の試験片の形状と寸法

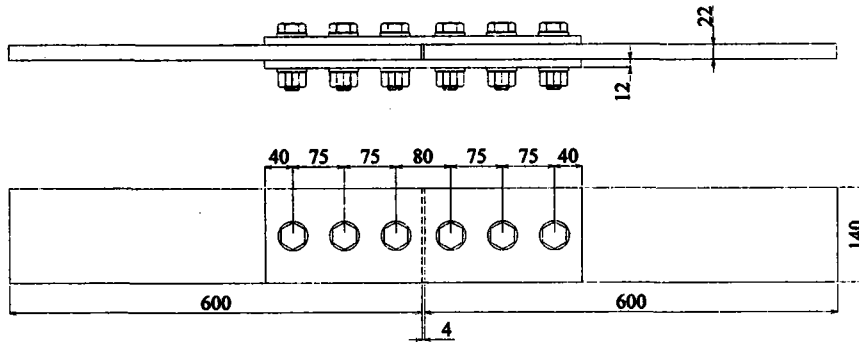


表-4.3 継手試験体の形状と寸法



- ①, ② : クリップゲージ
- ③, ④, ⑤, ⑥ : ひずみゲージ (母板外側ボルト側面)
- ⑦, ⑧, ⑨, ⑩ : ひずみゲージ (母板一般部)
- ⑪, ⑫, ⑬, ⑭, ⑮, ⑯, ⑰, ⑱ : ひずみゲージ (添接板内側ボルト側面)
- : クリップゲージ
- : ひずみゲージ

図-4.4 ひずみゲージ貼付位置およびクリップゲージ設置位置

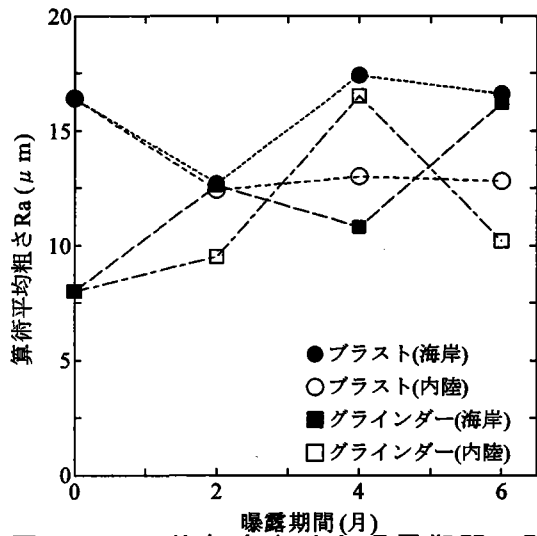


図-4.5 平均粗さ(Ra)と曝露期間の関係

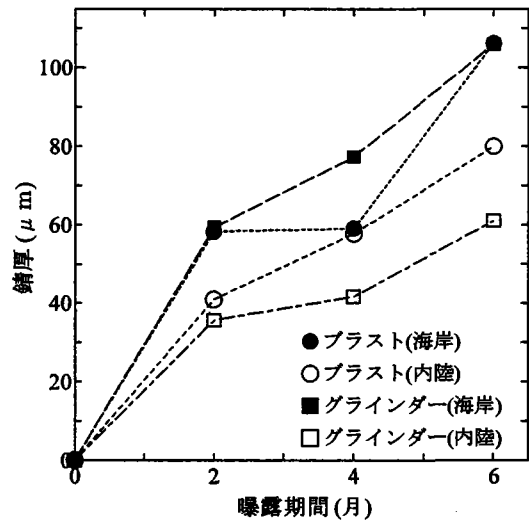


図-4.6 錆厚と曝露期間の関係

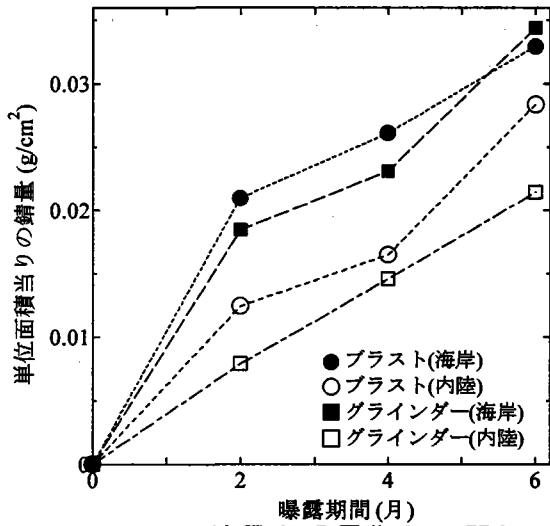


図-4.7 錆量と曝露期間の関係

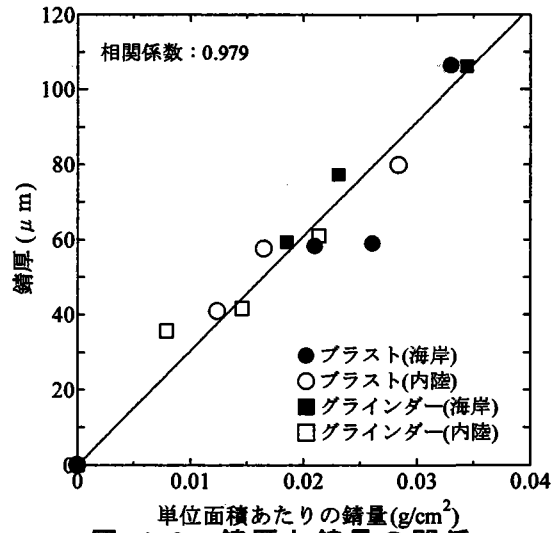


図-4.8 錆厚と錆量の関係

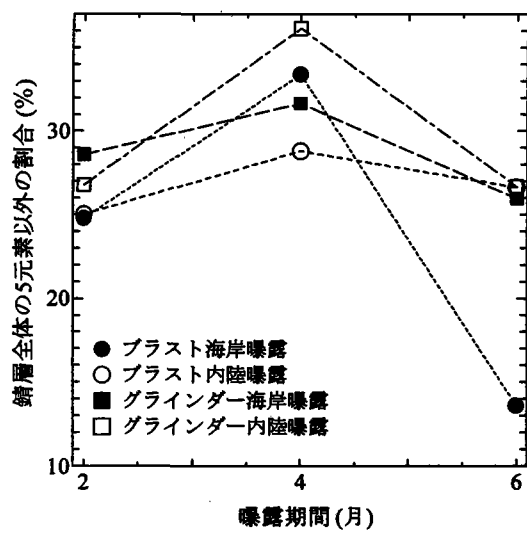
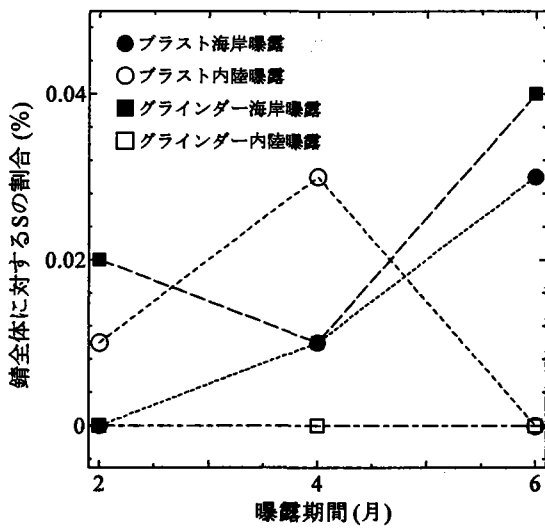
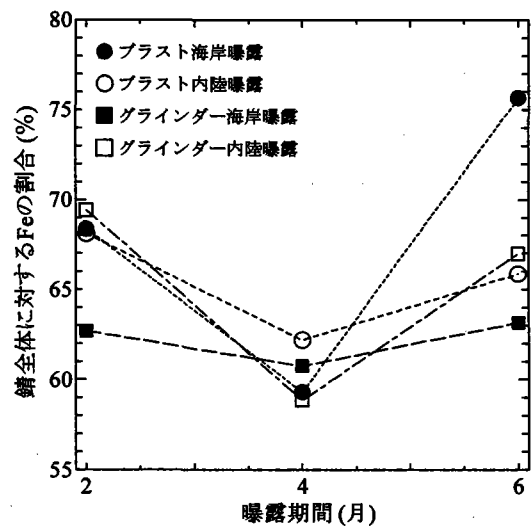
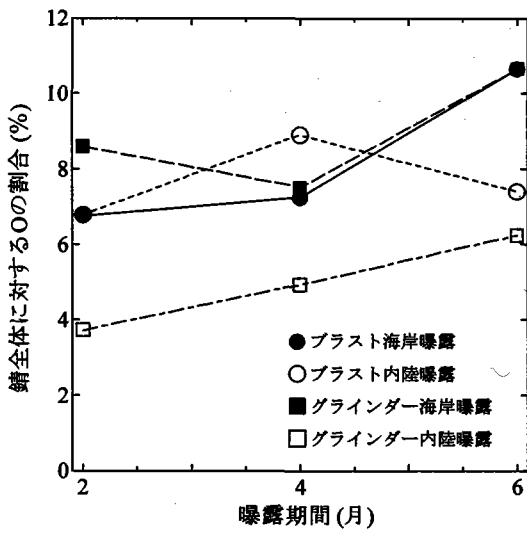
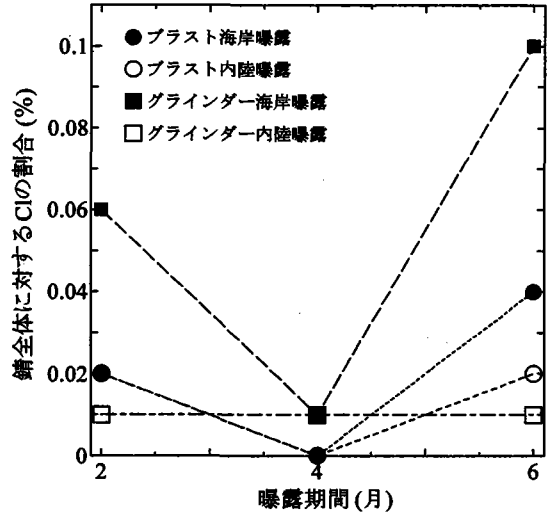
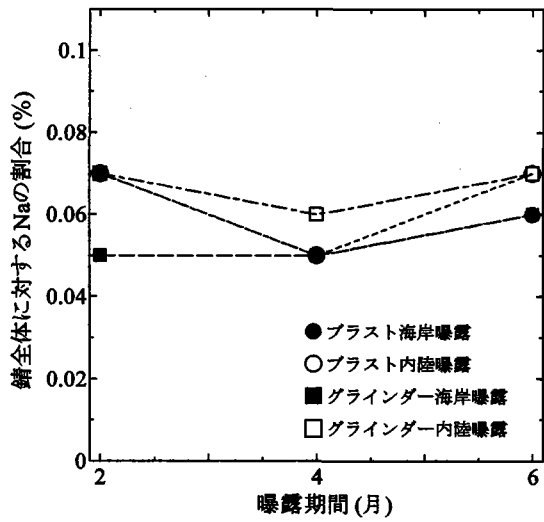


図-4.9 銅の成分 (Na, Cl, O, Fe, S, 5 元素以外) と曝露期間の関係

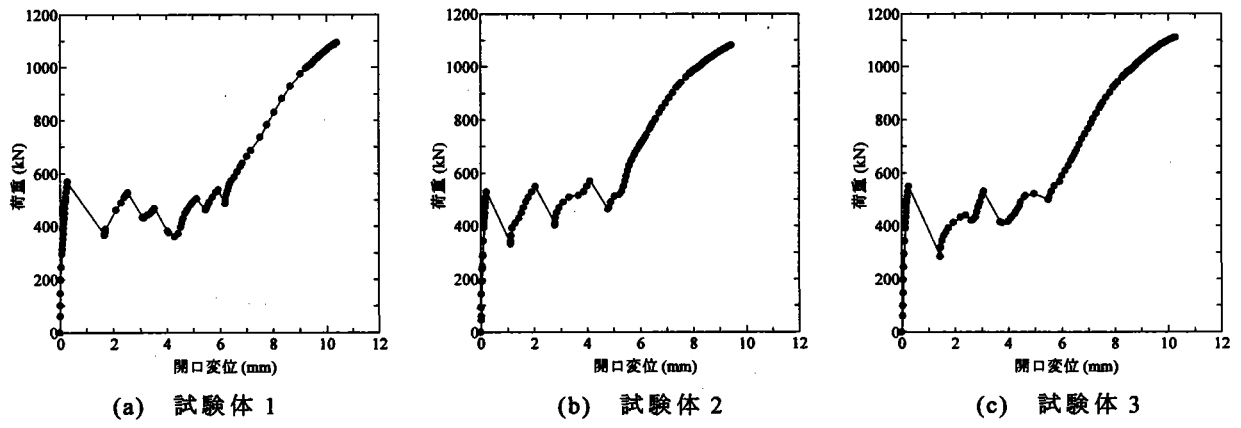


図-4.10 荷重-開口変位関係 [B0]

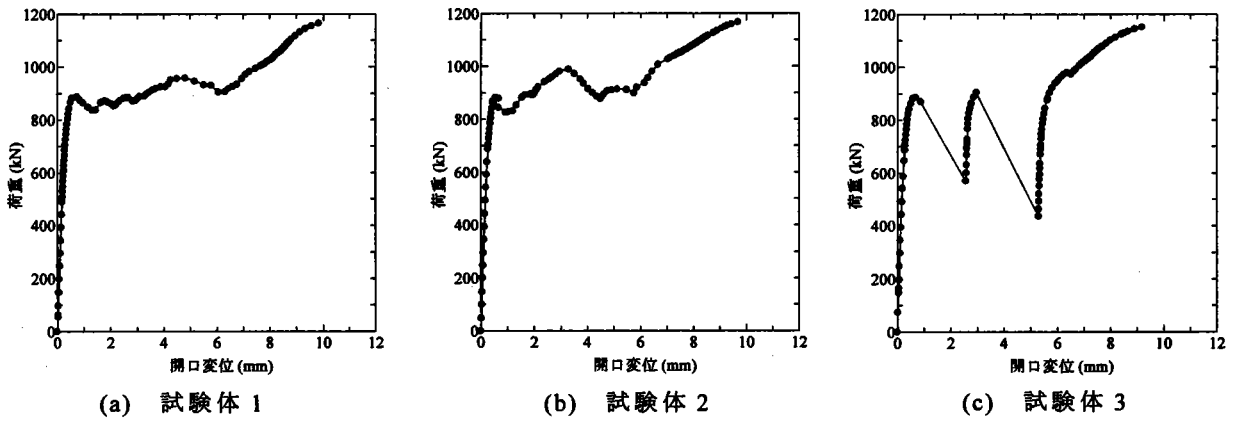


図-4.11 荷重 - 開口変位関係 [B2S]

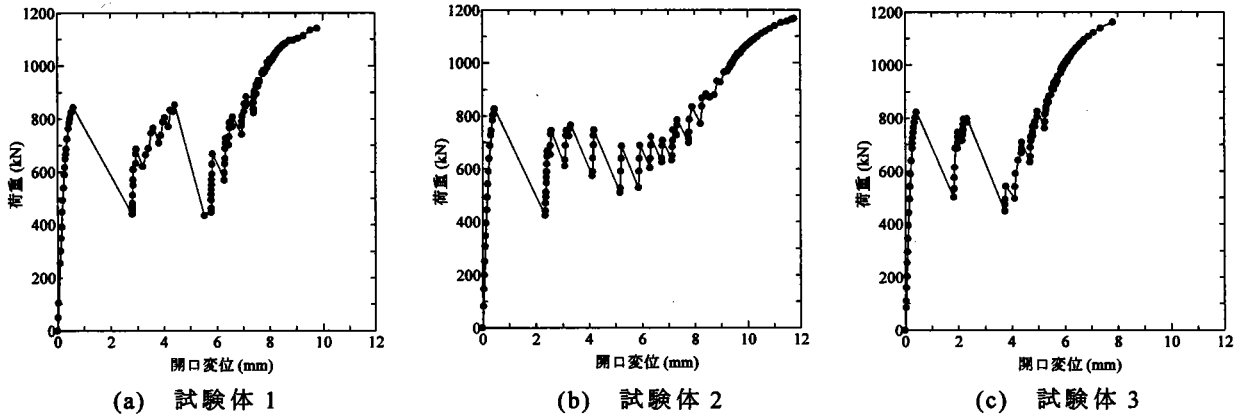


図-4.12 荷重 - 開口変位関係 [B2I]

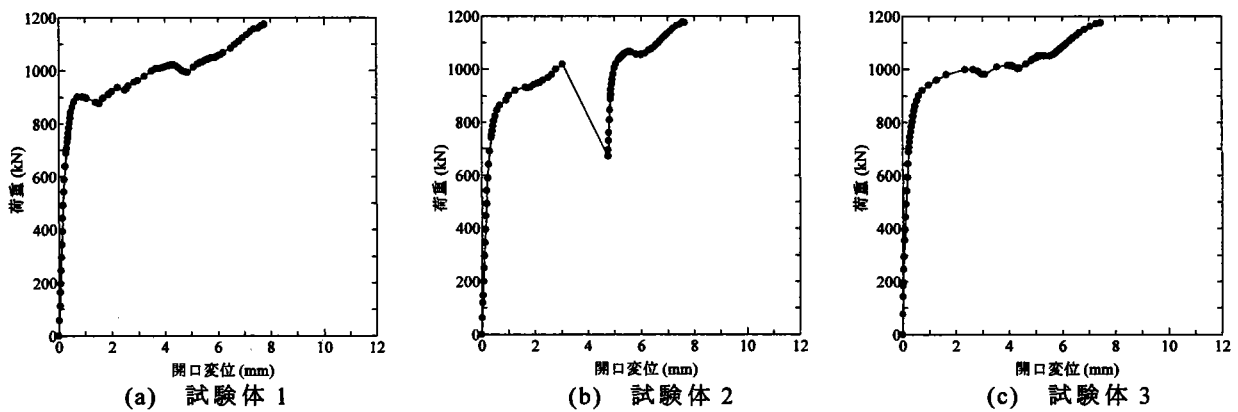
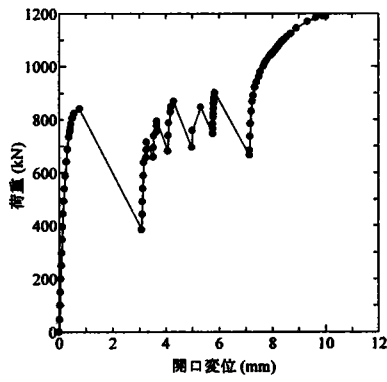
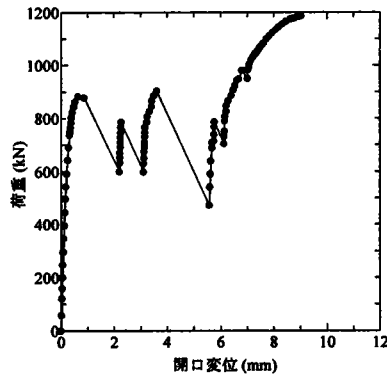


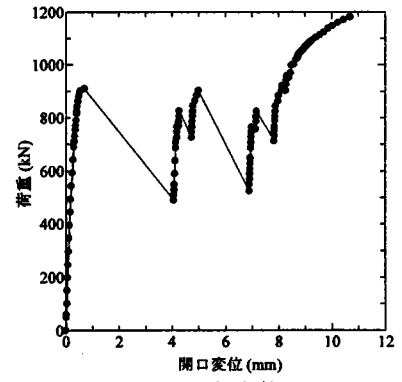
図-4.13 荷重 - 開口変位関係 [B4S]



(a) 試験体 1

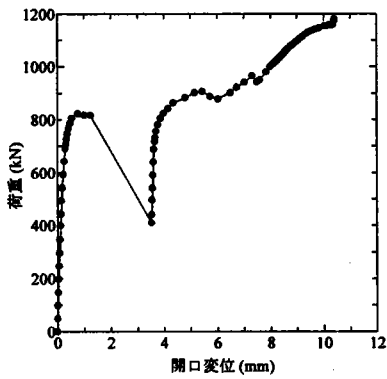


(b) 試験体 2

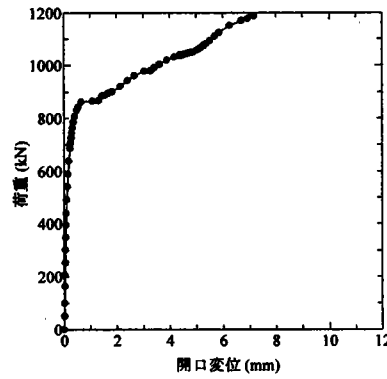


(c) 試験体 3

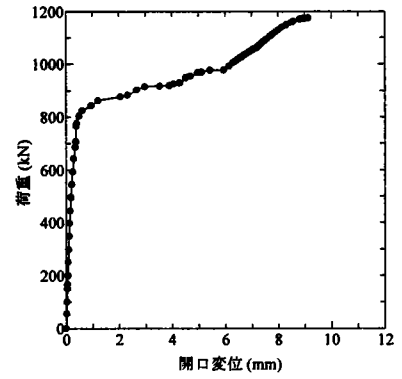
図-4.14 荷重 - 開口変位関係 [B4I]



(a) 試験体 1

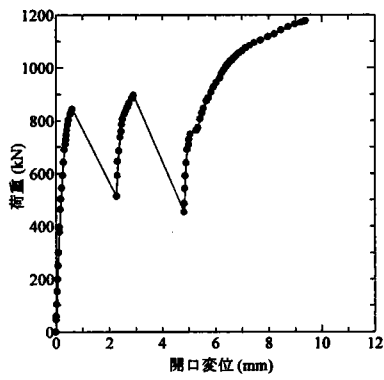


(b) 試験体 2

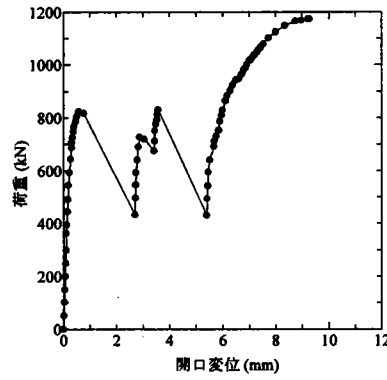


(c) 試験体 3

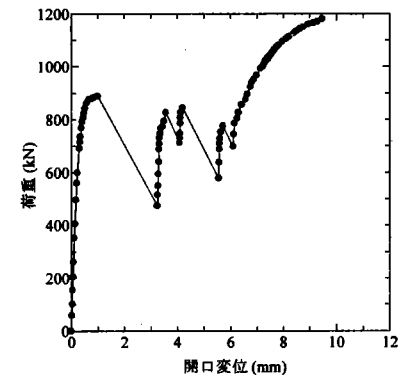
図-4.15 荷重 - 開口変位関係 [B6S]



(a) 試験体 1

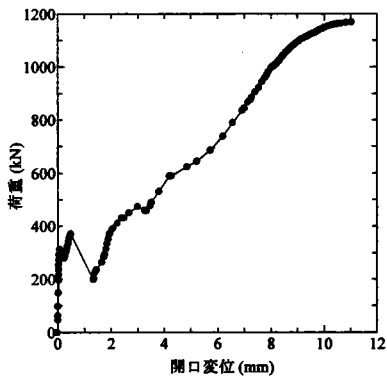


(b) 試験体 2

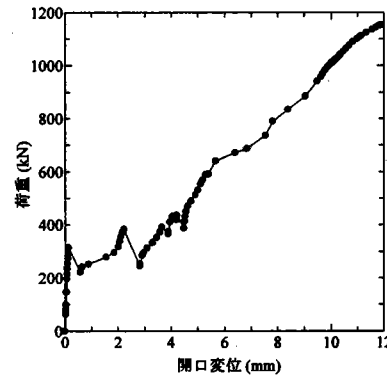


(c) 試験体 3

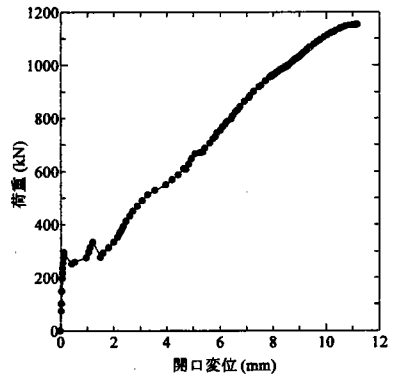
図-4.16 荷重 - 開口変位関係 [B6I]



(a) 試験体 1



(b) 試験体 2



(c) 試験体 3

図-4.17 荷重 - 開口変位関係 [G0]

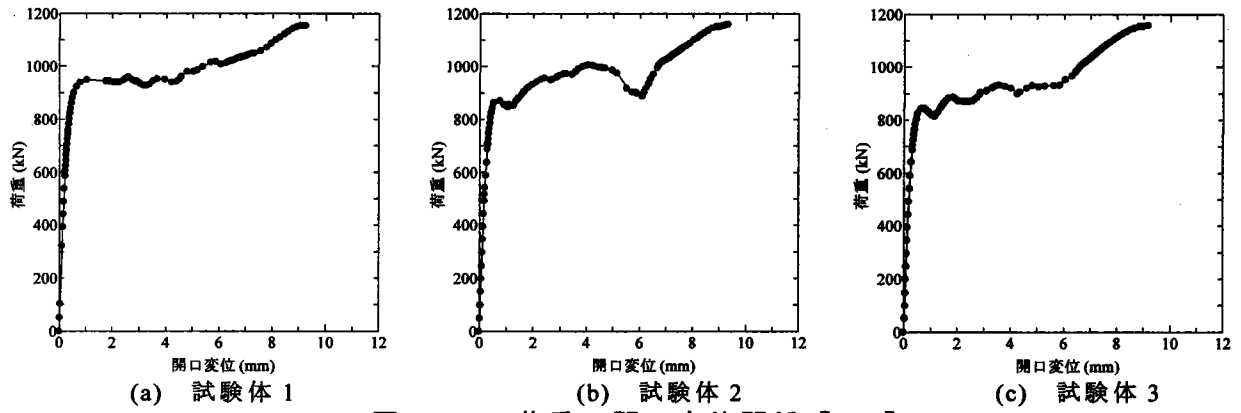


図-4.18 荷重 - 開口変位関係 [G2S]

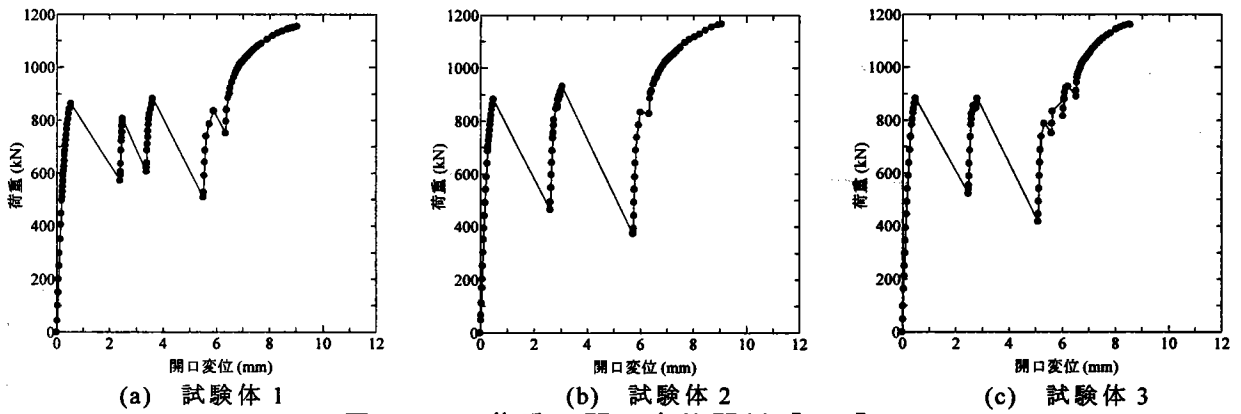


図-4.19 荷重 - 開口変位関係 [G2I]

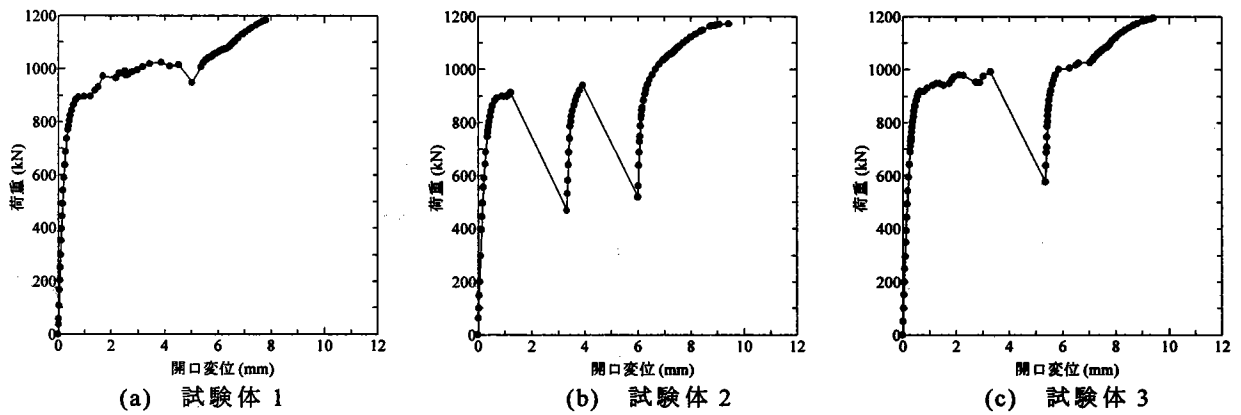


図-4.20 荷重 - 開口変位関係 [G4S]

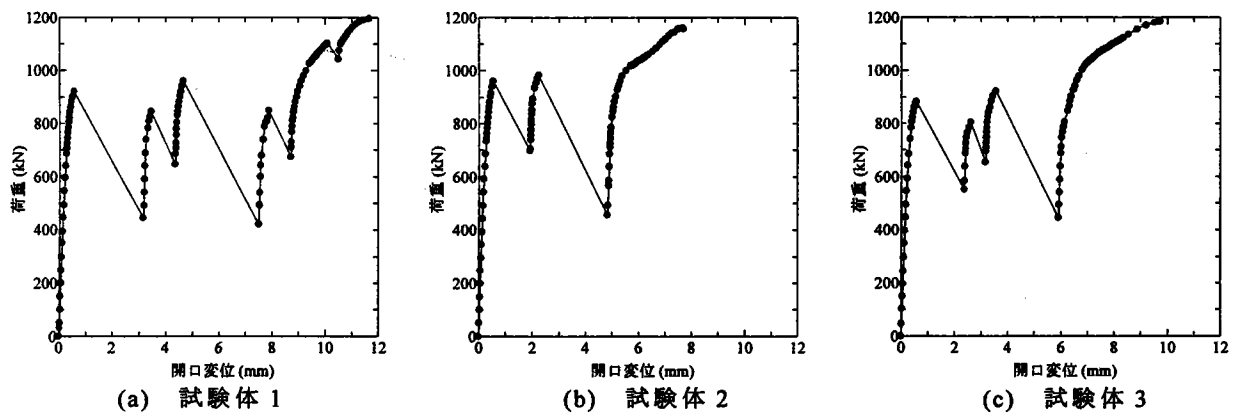


図-4.21 荷重 - 開口変位関係 [G4I]

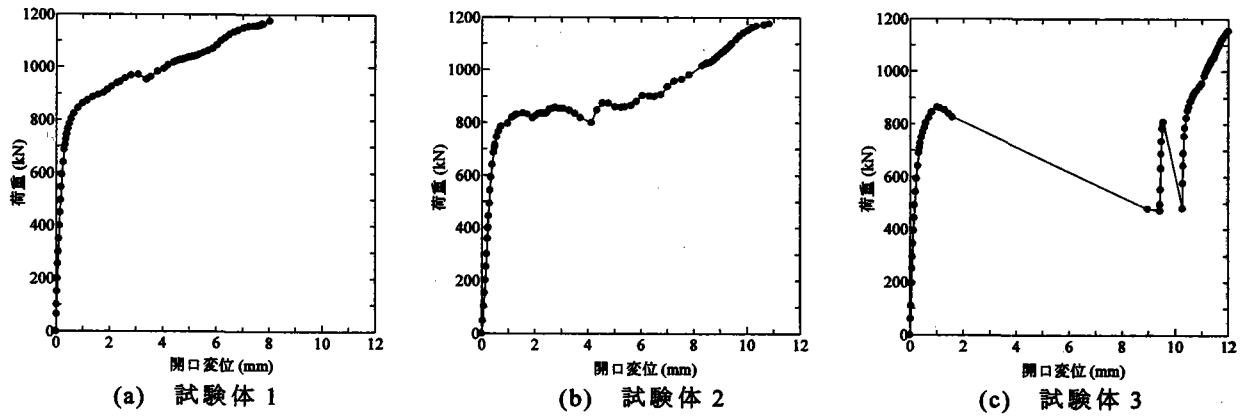


図-4.22 荷重 - 開口変位関係 [G6S]

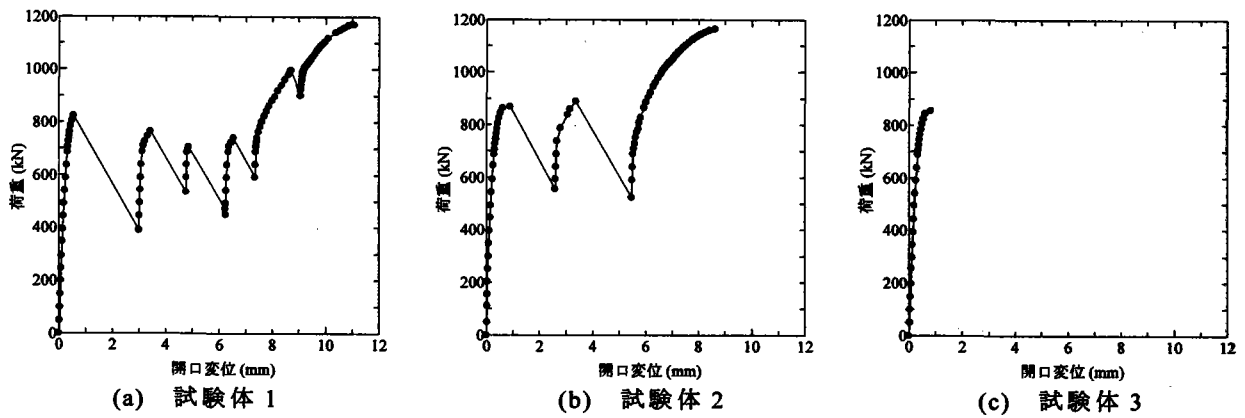


図-4.23 荷重 - 開口変位関係 [G6I]

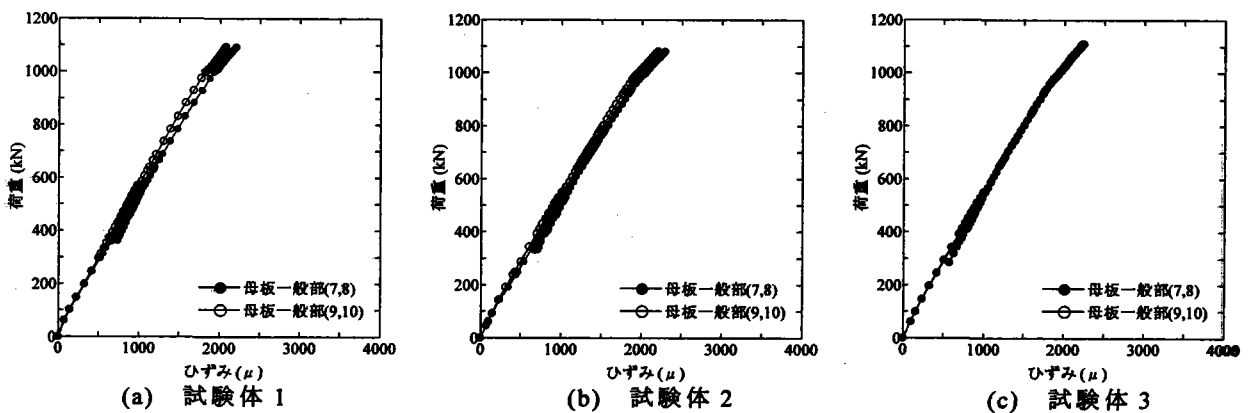


図-4.24 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [B0]

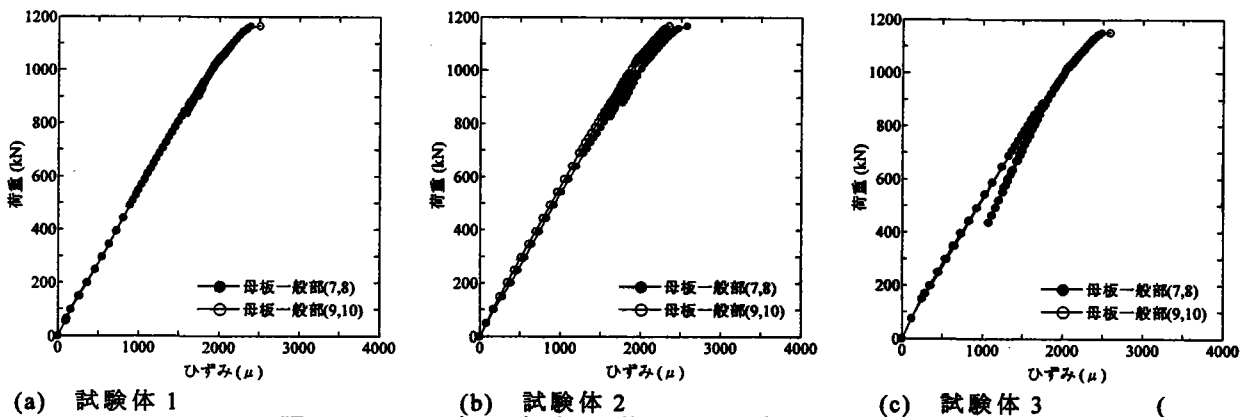


図-4.25 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [B2S]

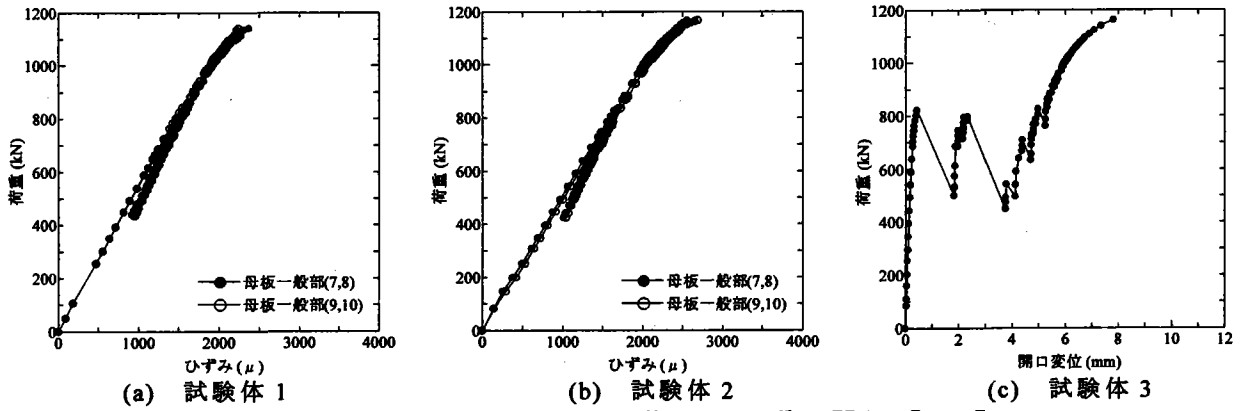


図-4.26 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [B21]

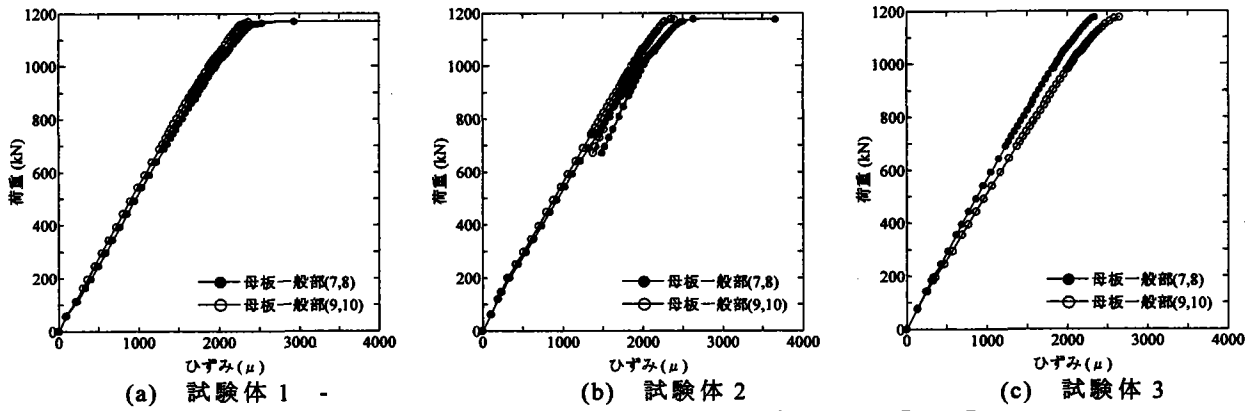


図-4.27 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [B4S]

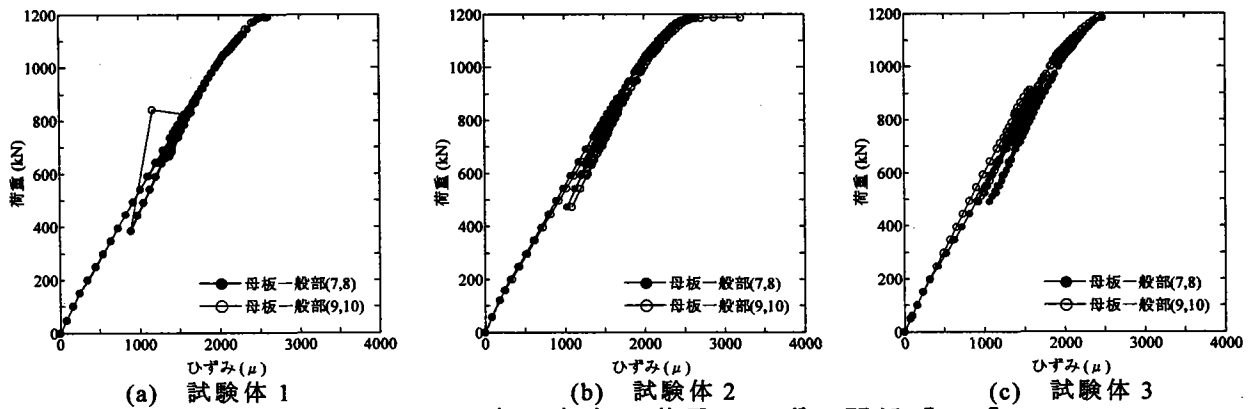


図-4.28 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [B4I]

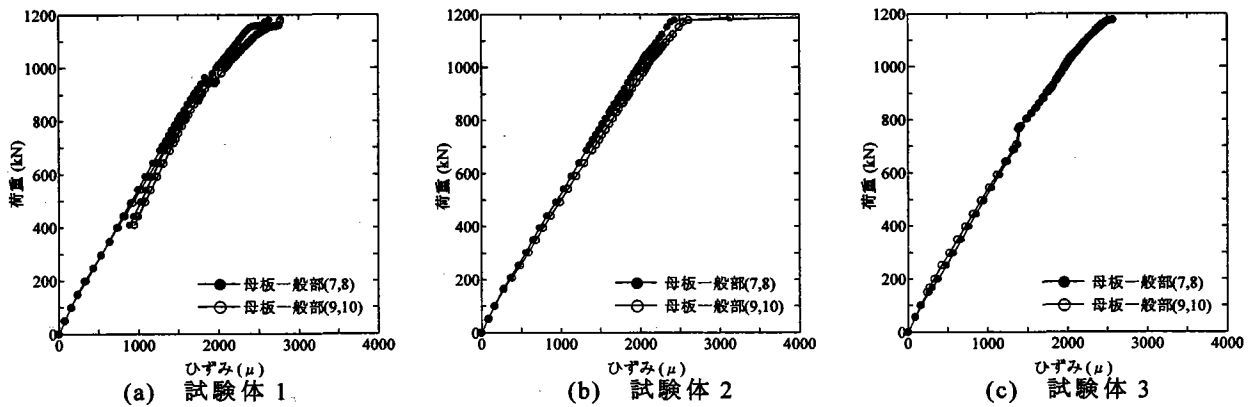
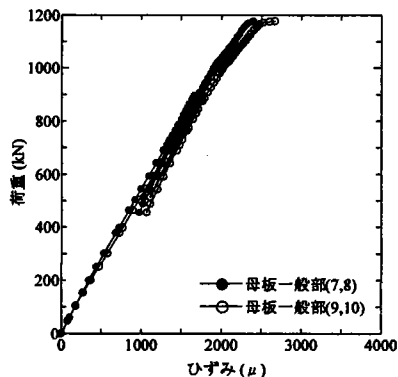
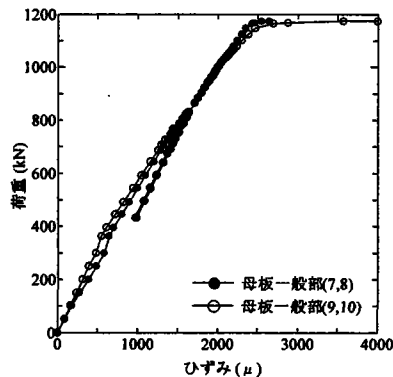


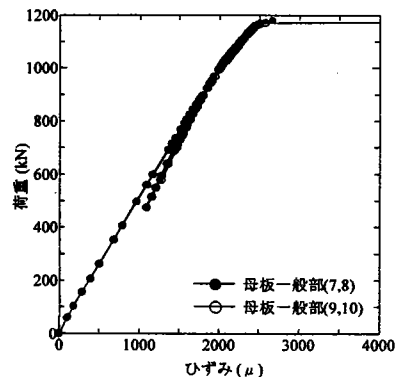
図-4.29 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [B6S]



(a) 試験体 1

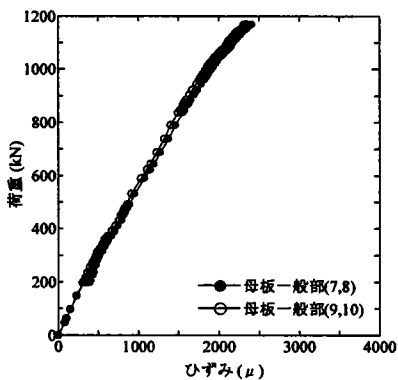


(b) 試験体 2

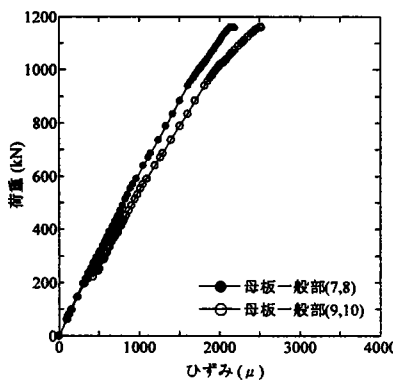


(c) 試験体 3

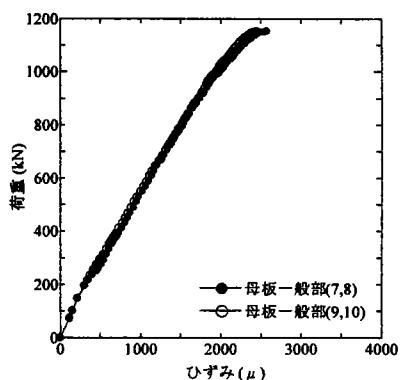
図-4.30 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G0]



(a) 試験体 1

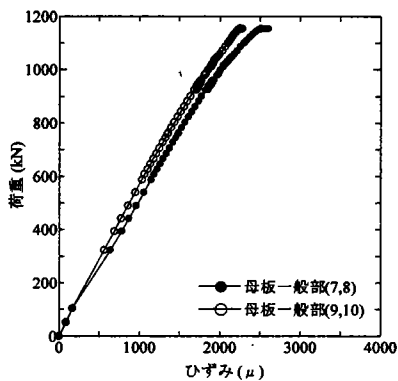


(b) 試験体 2

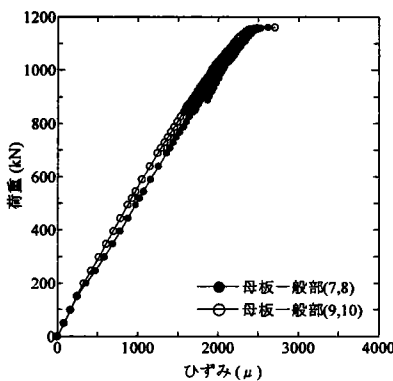


(c) 試験体 3

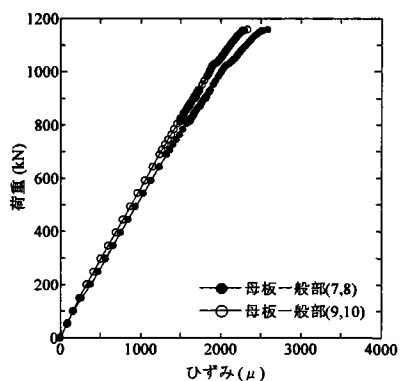
図-4.31 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G2S]



(a) 試験体 1

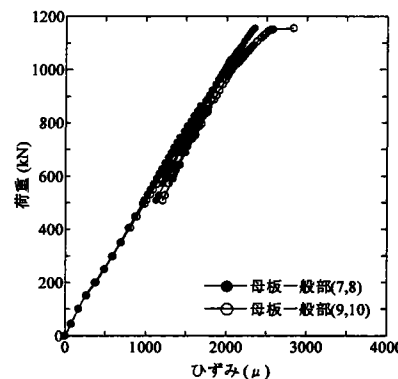


(b) 試験体 2

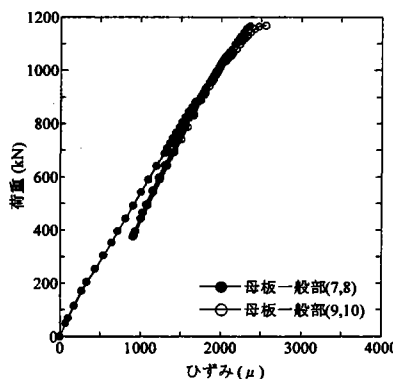


(c) 試験体 3

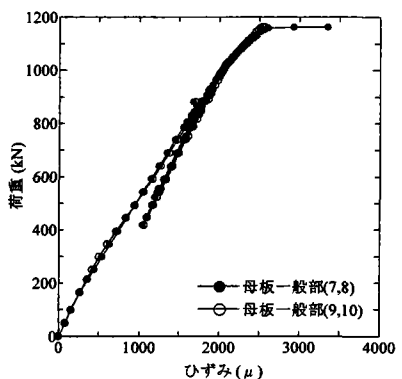
図-4.32 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G2S]



(a) 試験体 1

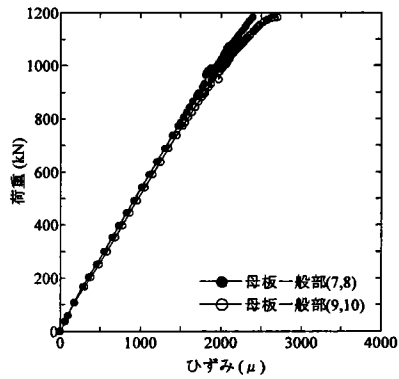


(b) 試験体 2

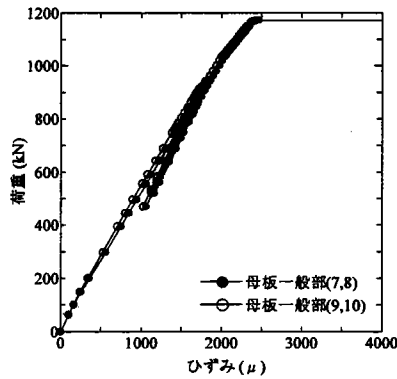


(c) 試験体 3

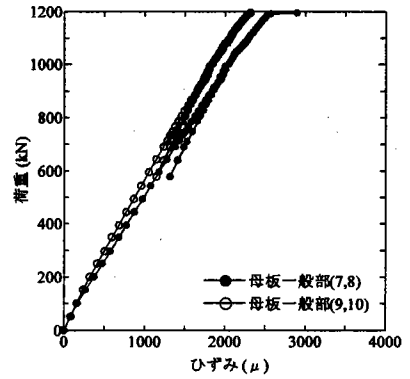
図-4.33 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G2I]



(a) 試験体 1

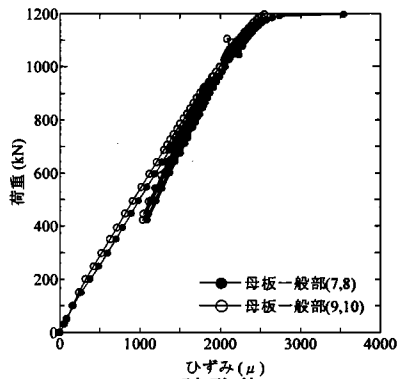


(b) 試験体 2

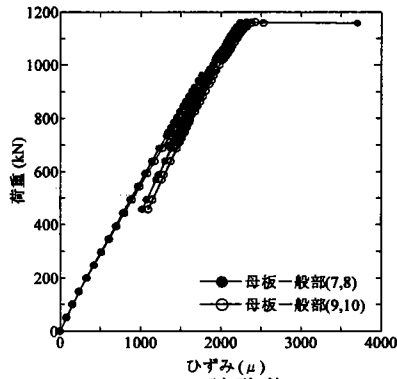


(c) 試験体 3

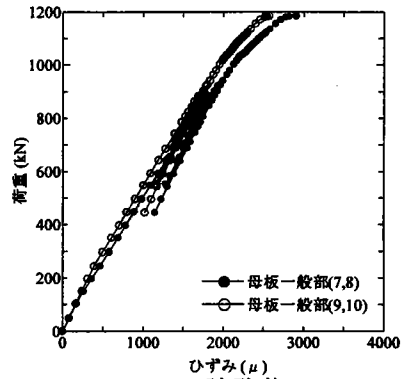
図-4.34 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G4S]



(a) 試験体 1

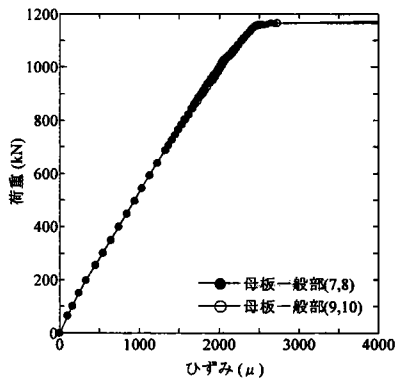


(b) 試験体 2

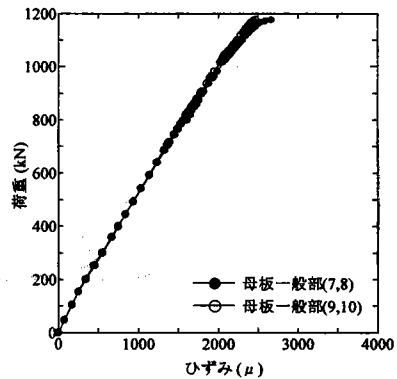


(c) 試験体 3

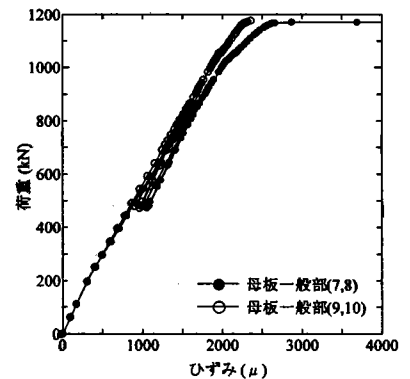
図-4.35 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G4I]



(a) 試験体 1

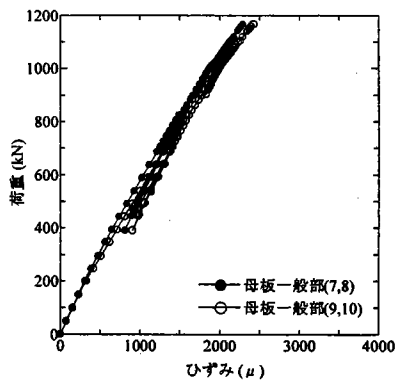


(b) 試験体 2

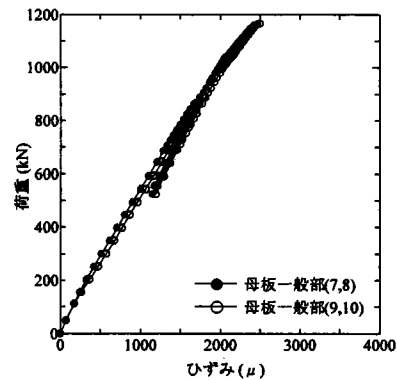


(c) 試験体 3

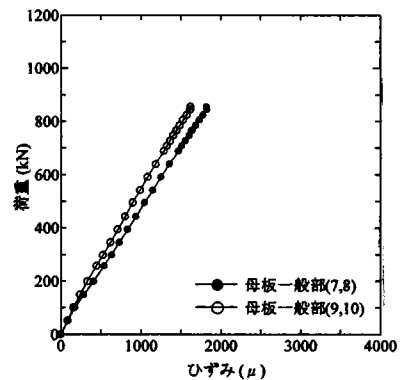
図-4.36 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G6S]



(a) 試験体 1



(b) 試験体 2



(c) 試験体 3

図-4.37 母板一般部の荷重 - ひずみ関係 [G6I]

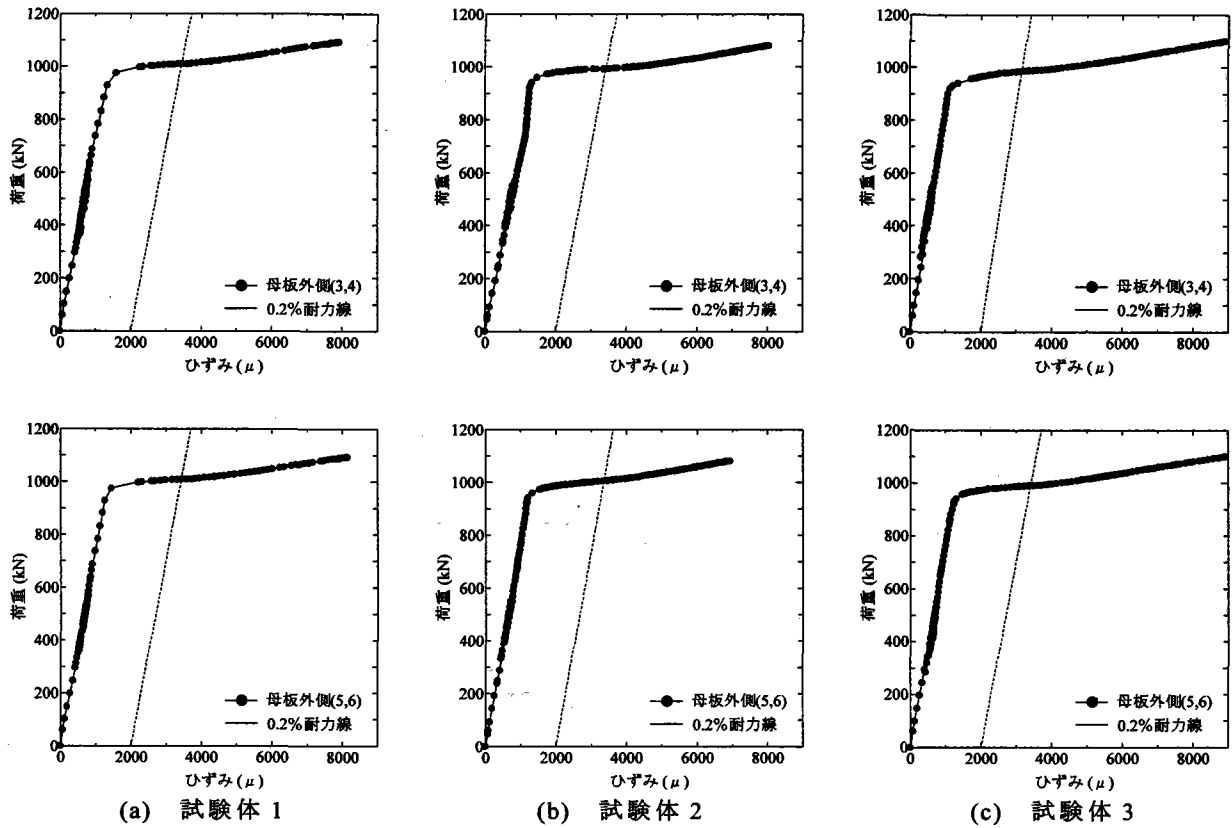


図-4.38 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [B0]

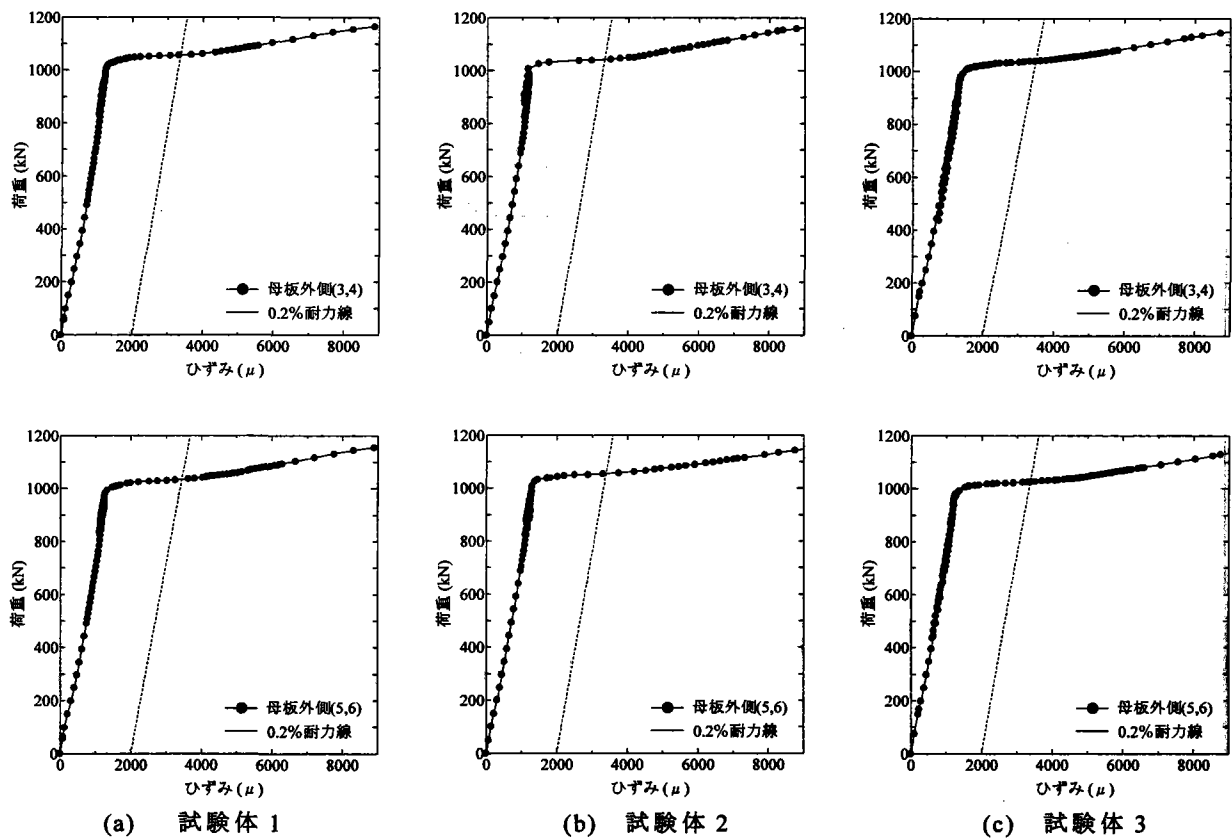


図-4.39 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [B2S]

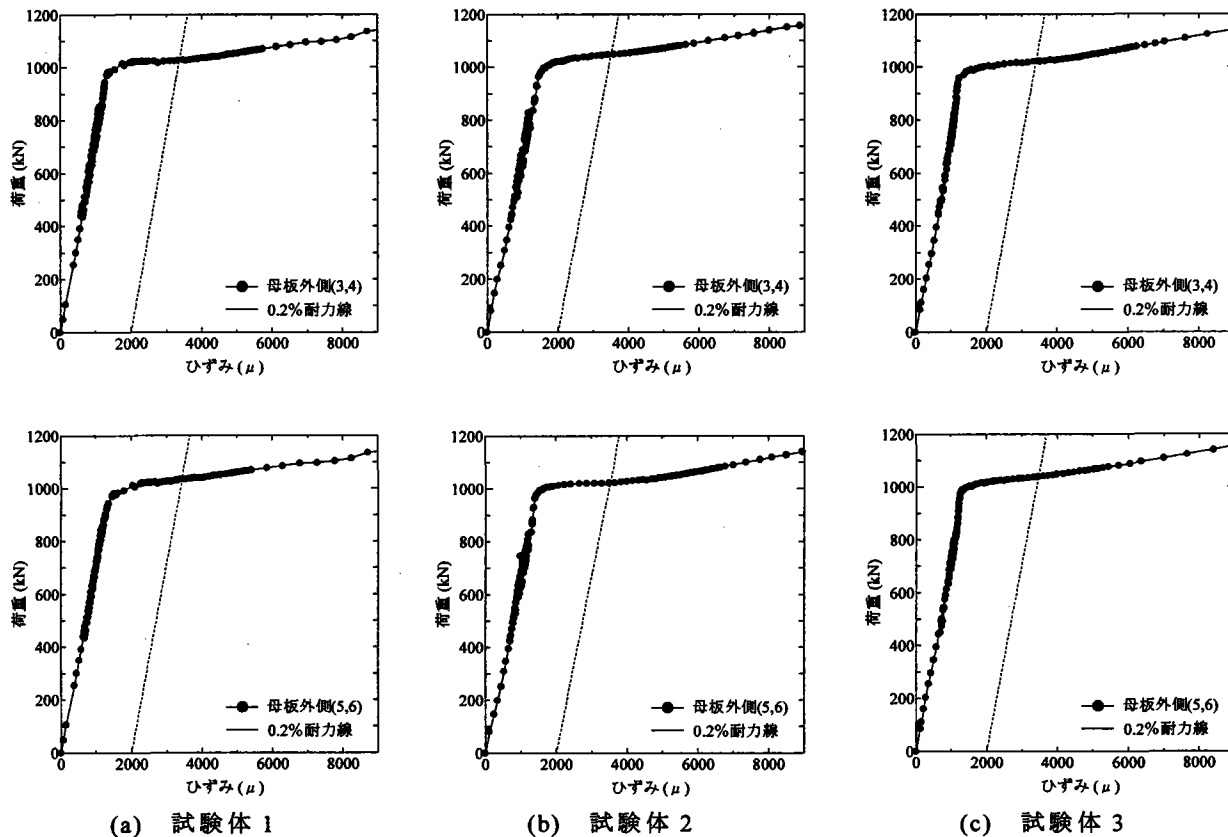


図-4.40 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [B21]

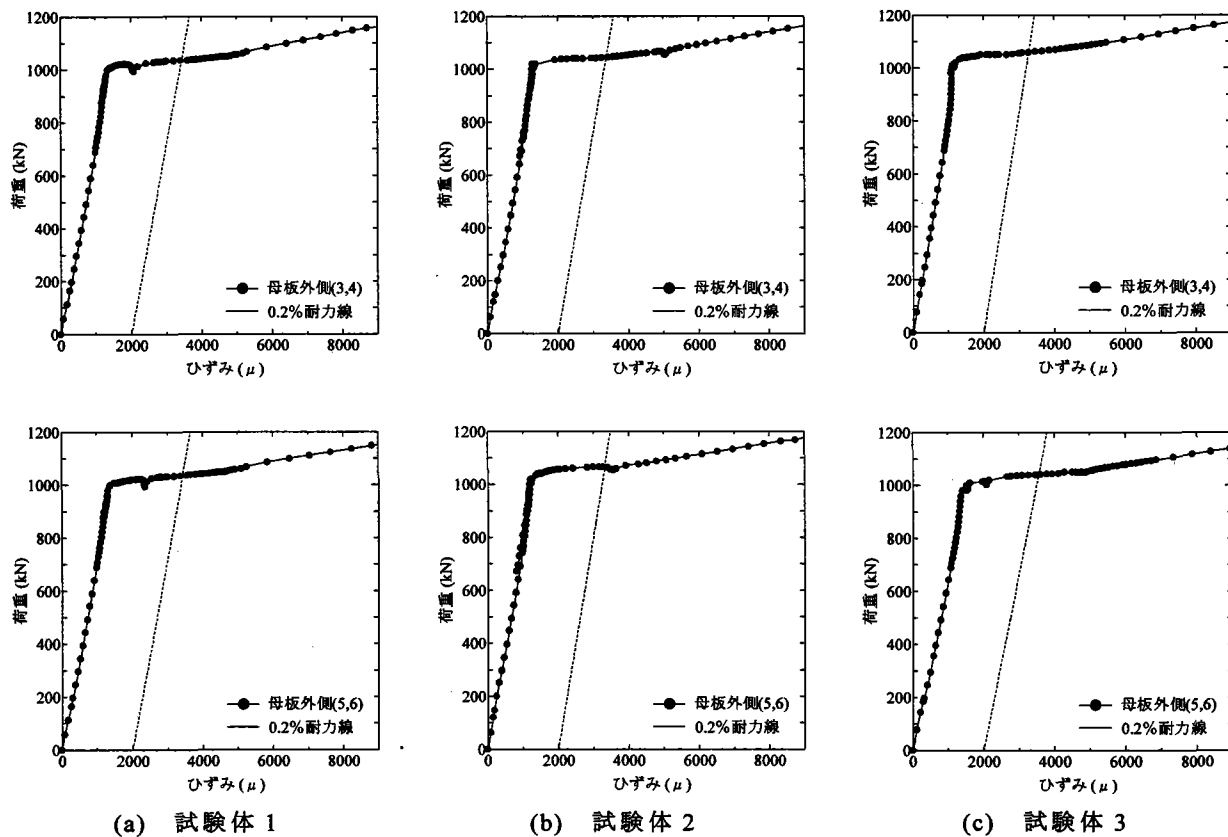


図-4.41 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [B4S]

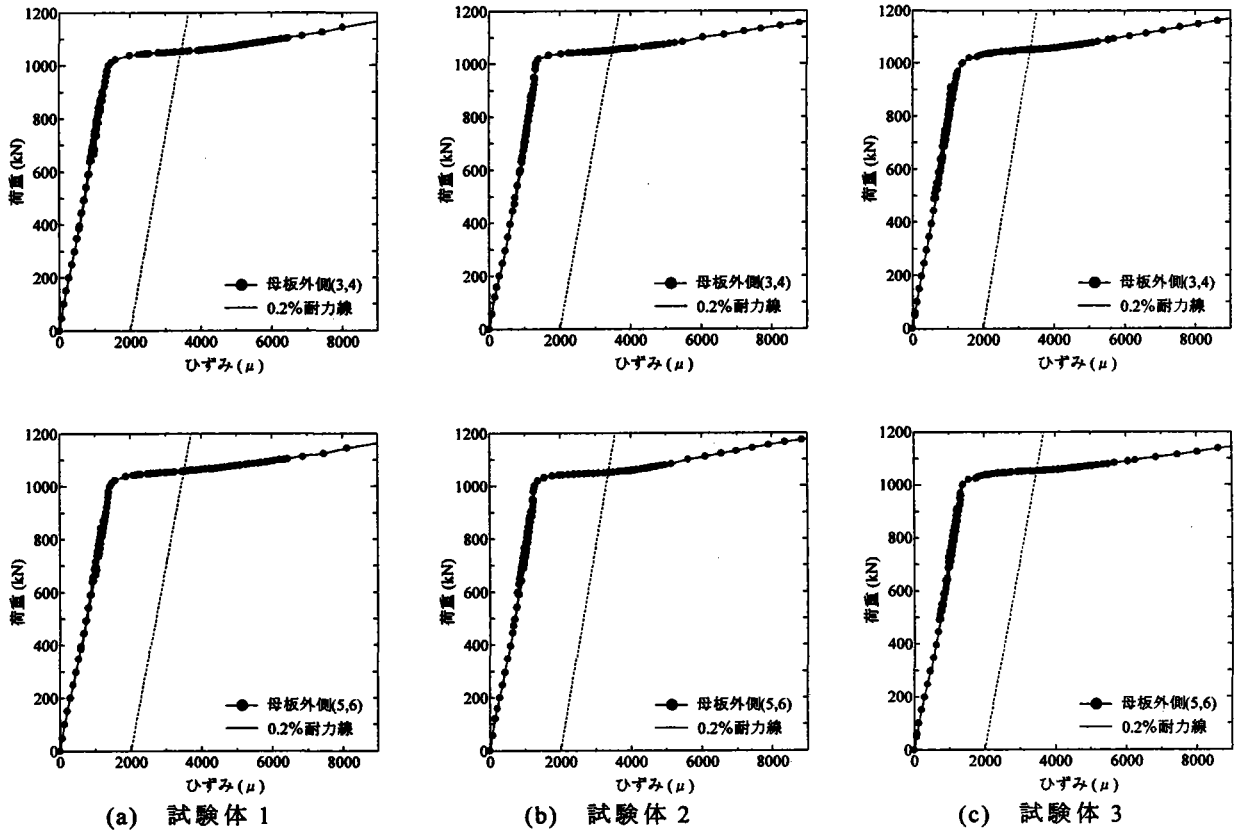


図-4.42 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [B41]

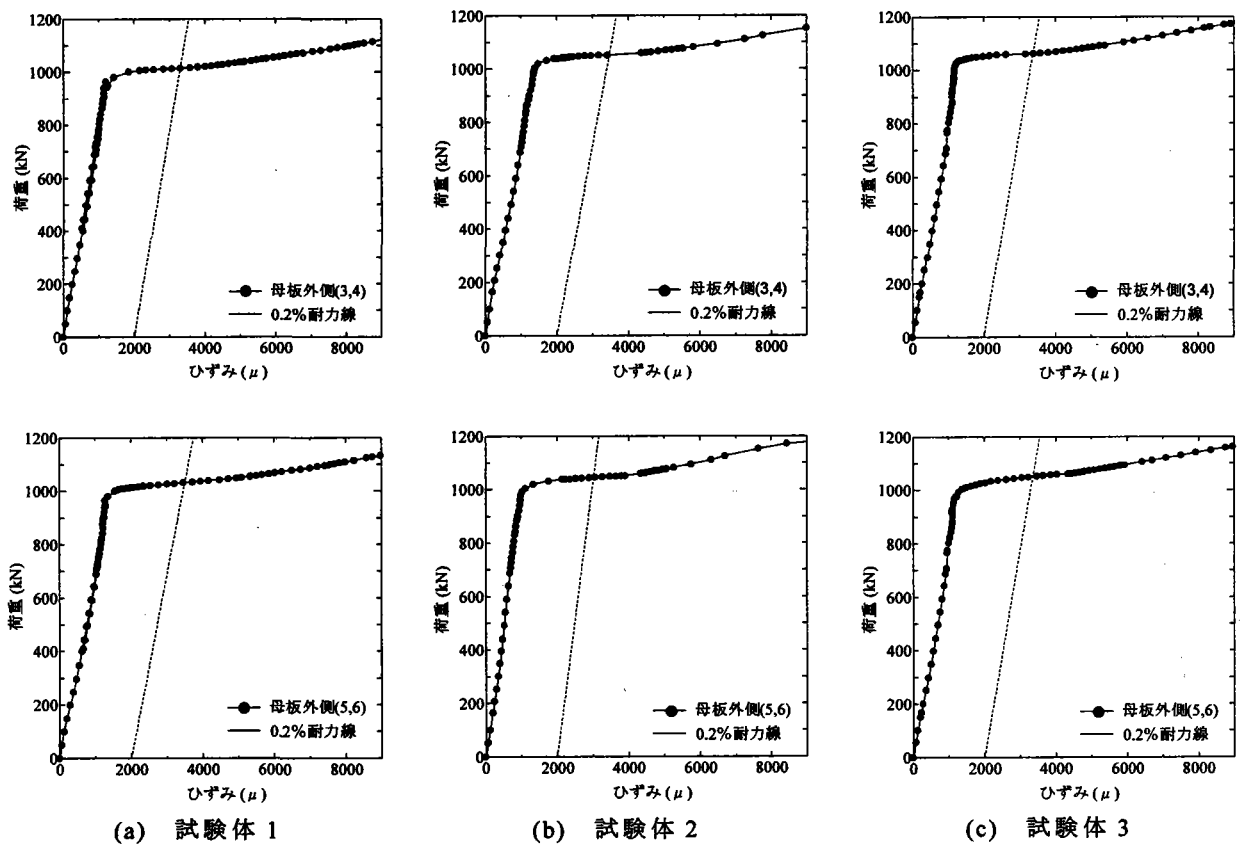
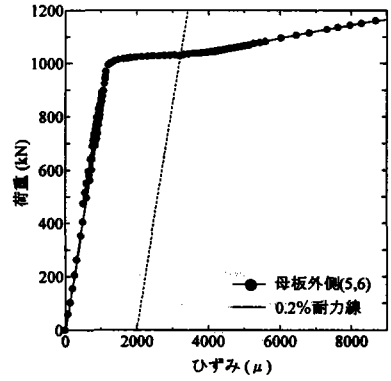
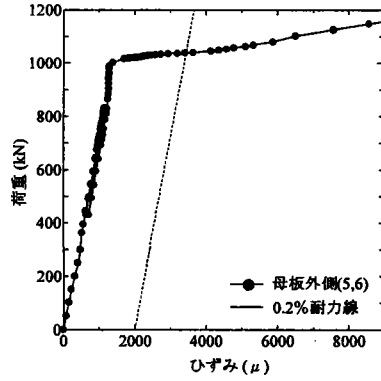
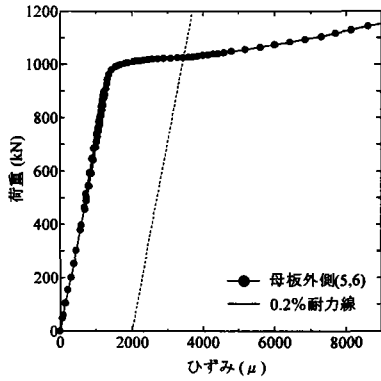
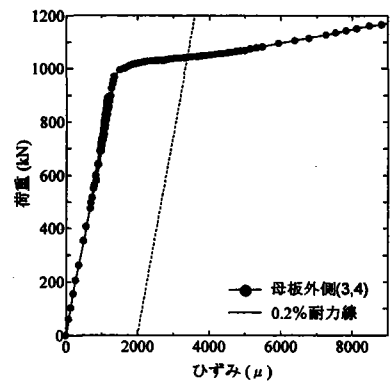
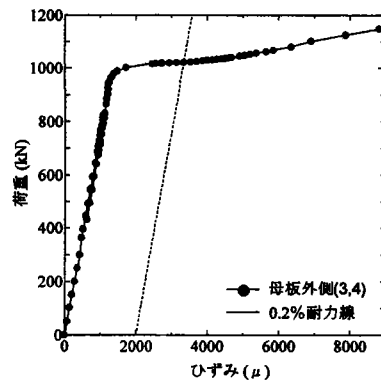
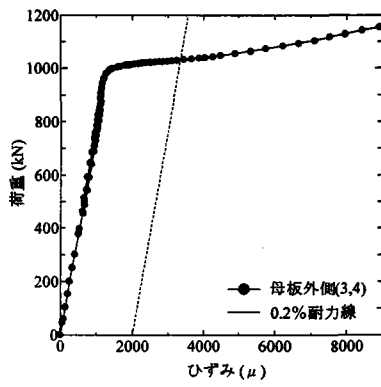


図-4.43 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [B6S]

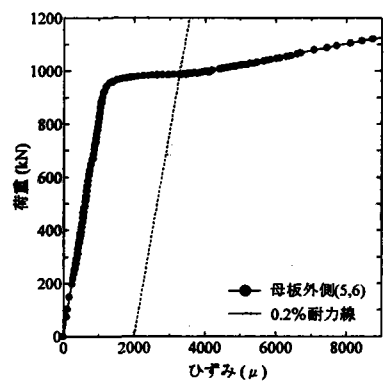
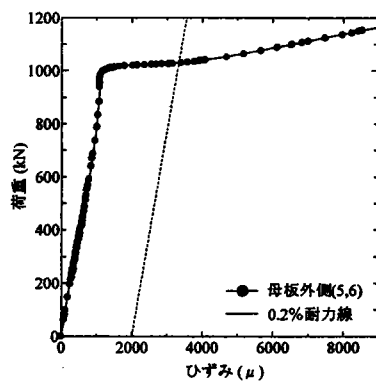
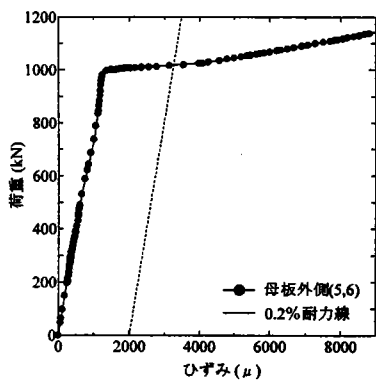
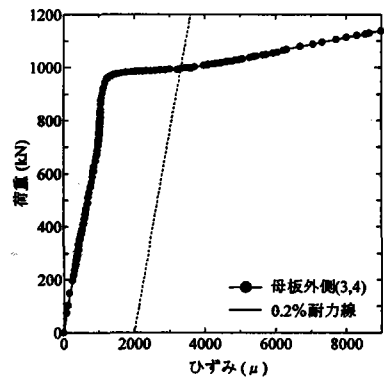
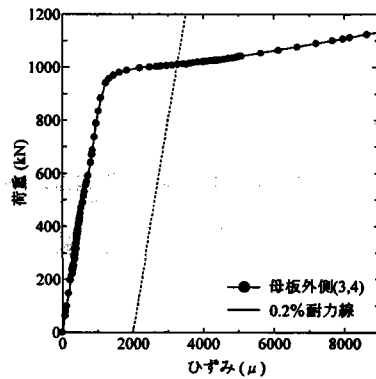
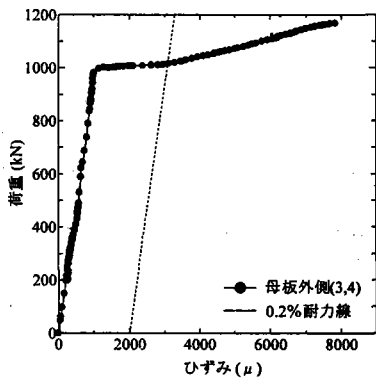


(a) 試験体 1

(b) 試験体 2

(c) 試験体 3

図-4.44 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [B61]



(a) 試験体 1

(b) 試験体 2

(c) 試験体 3

図-4.45 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [G0]

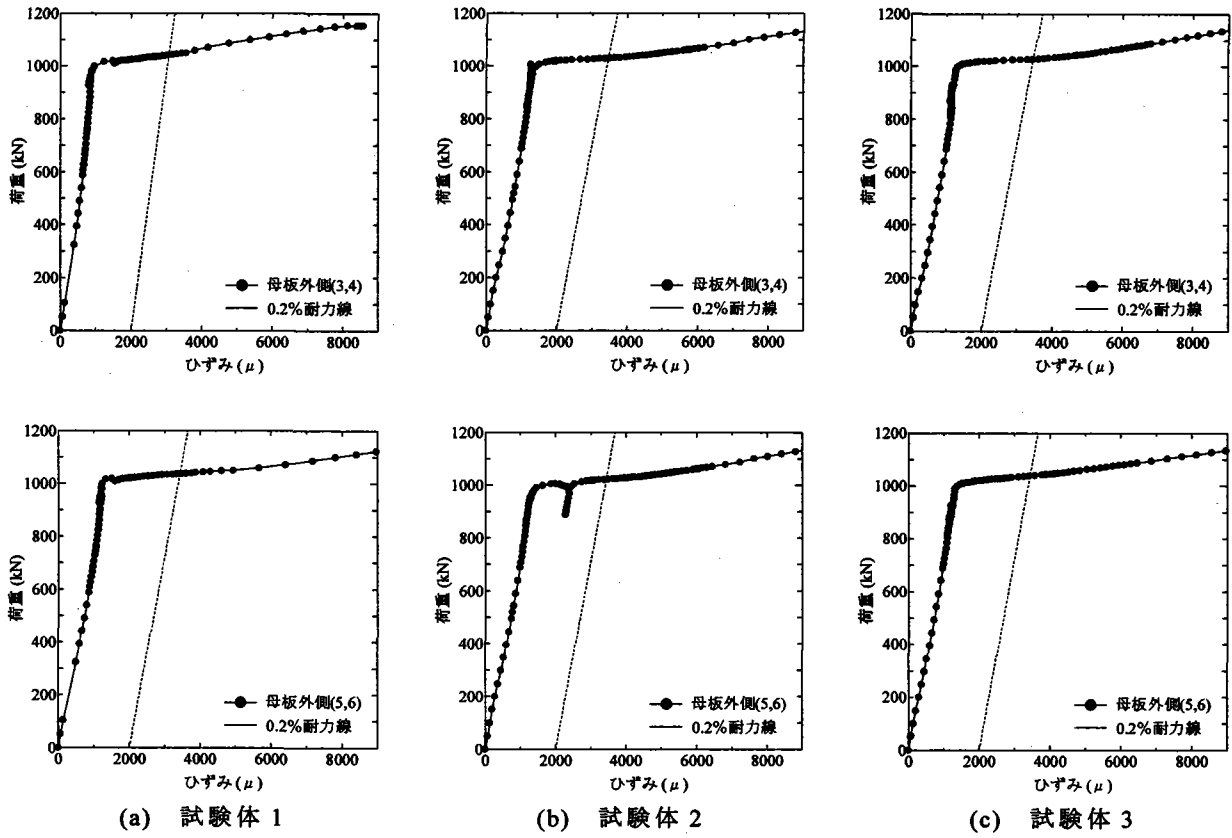


図-4.46 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [G2S]

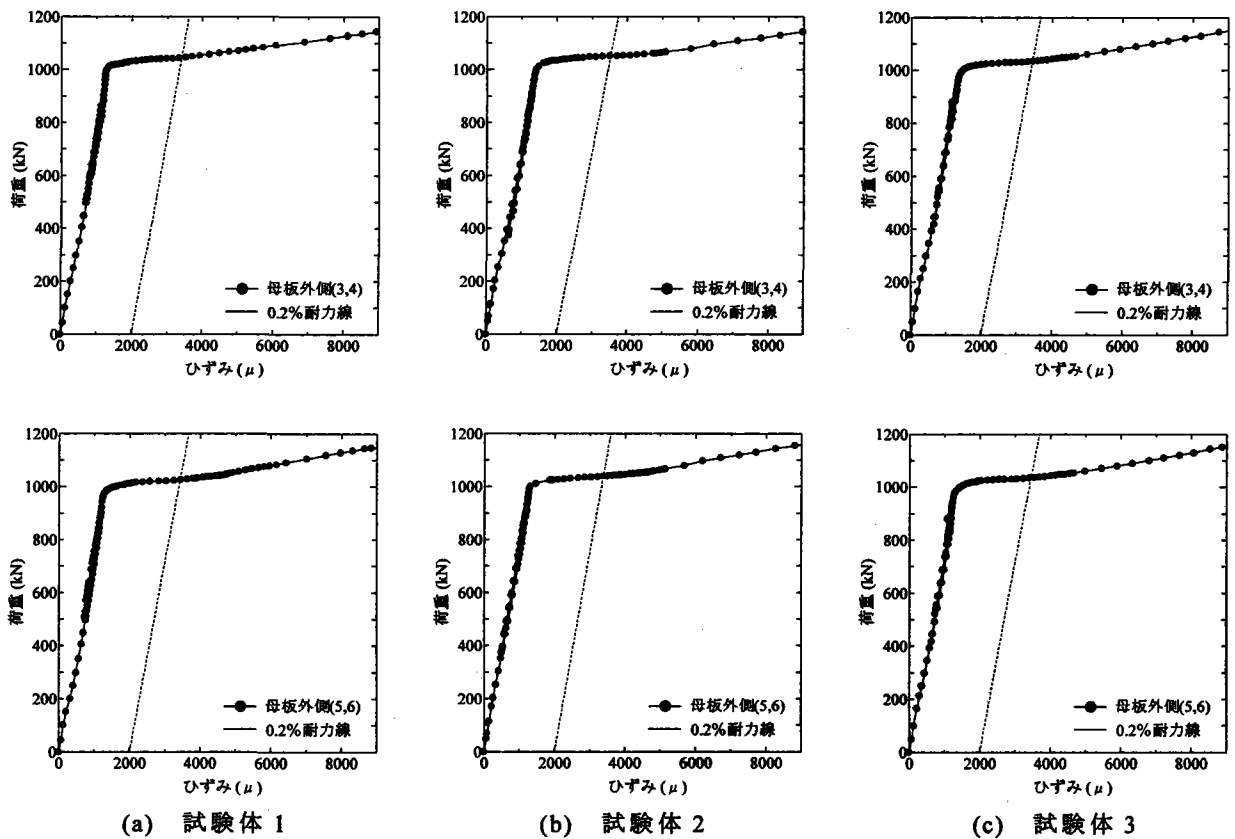


図-4.47 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [G2I]

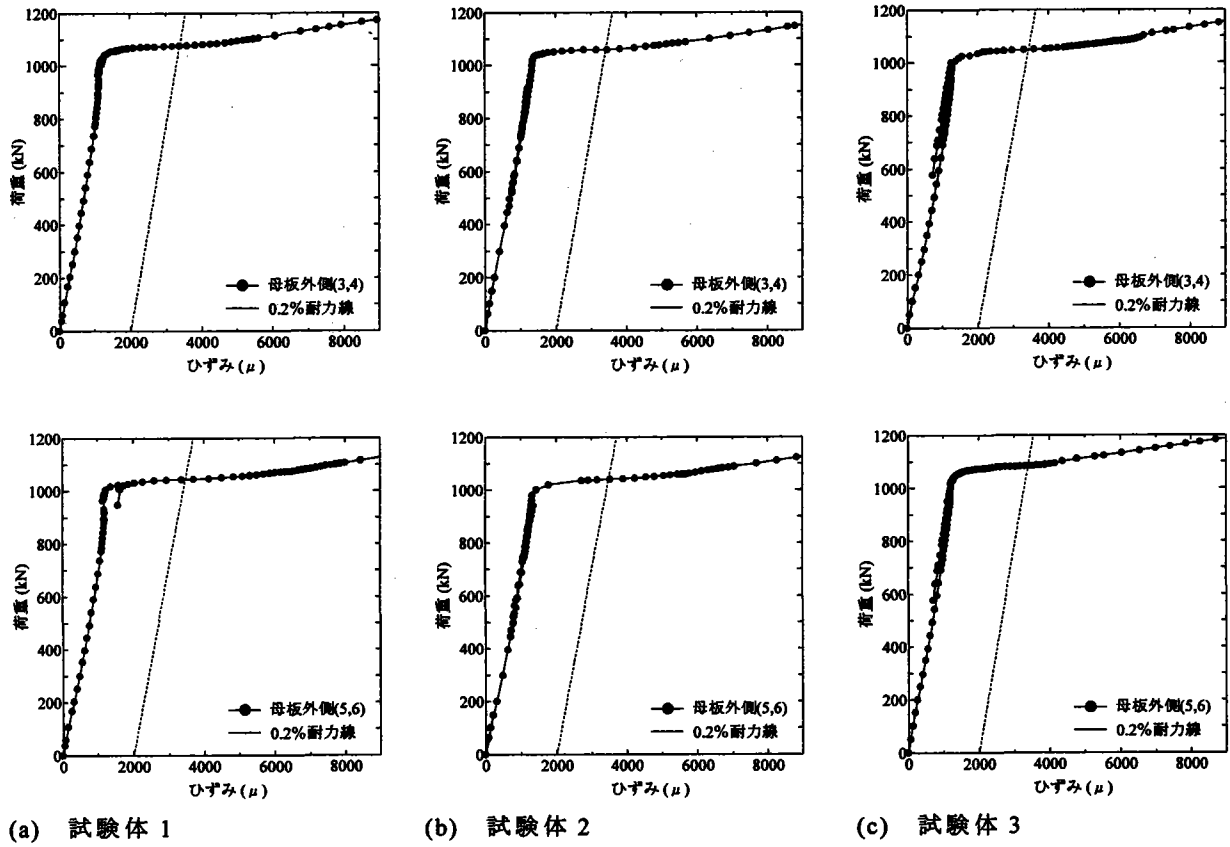


図-4.48 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [G4S]

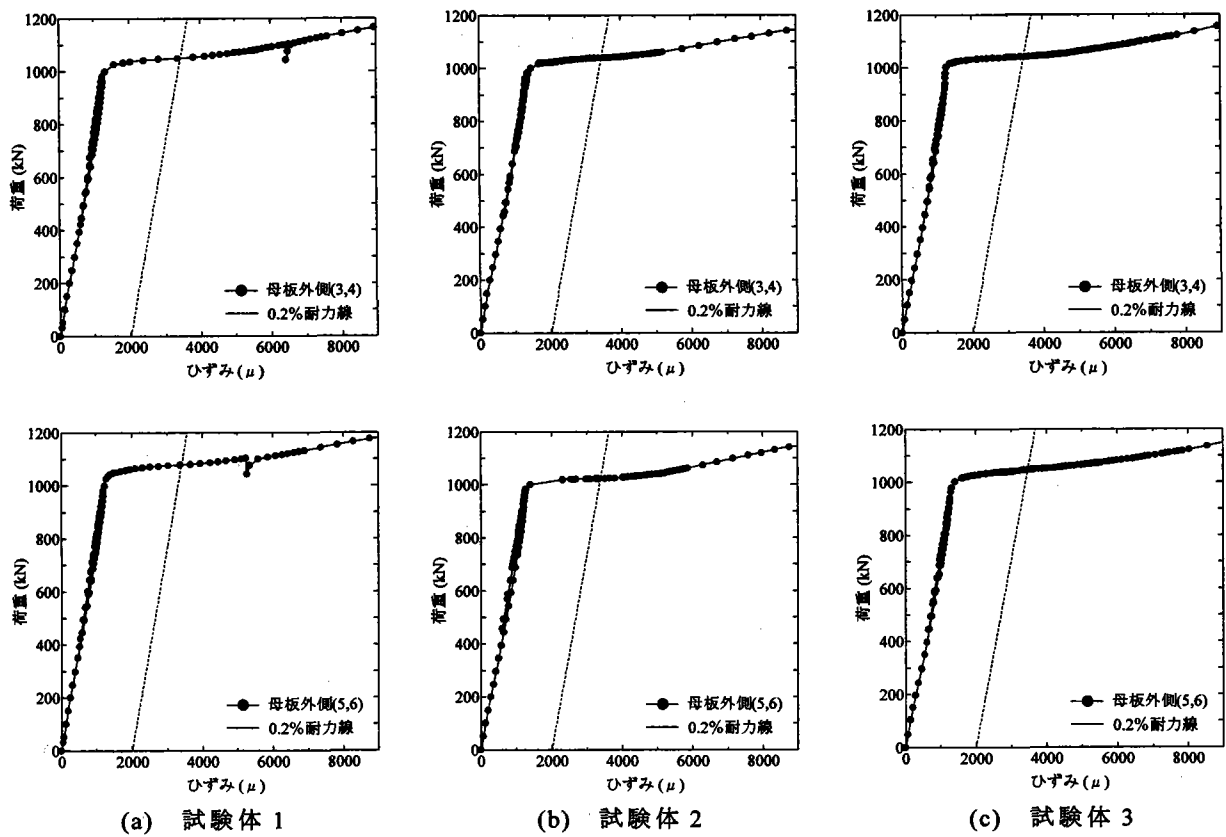


図-4.49 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [G4I]

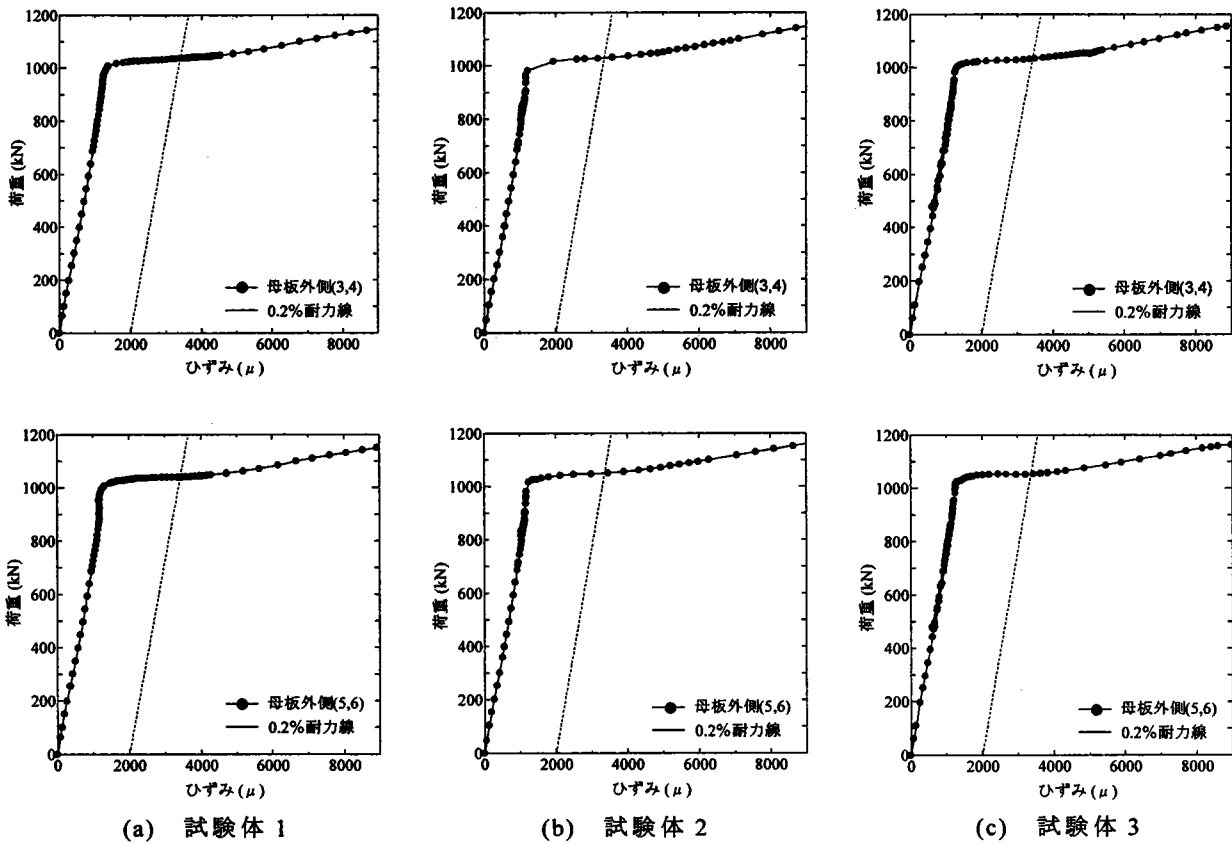


図-4.50 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [G6S]

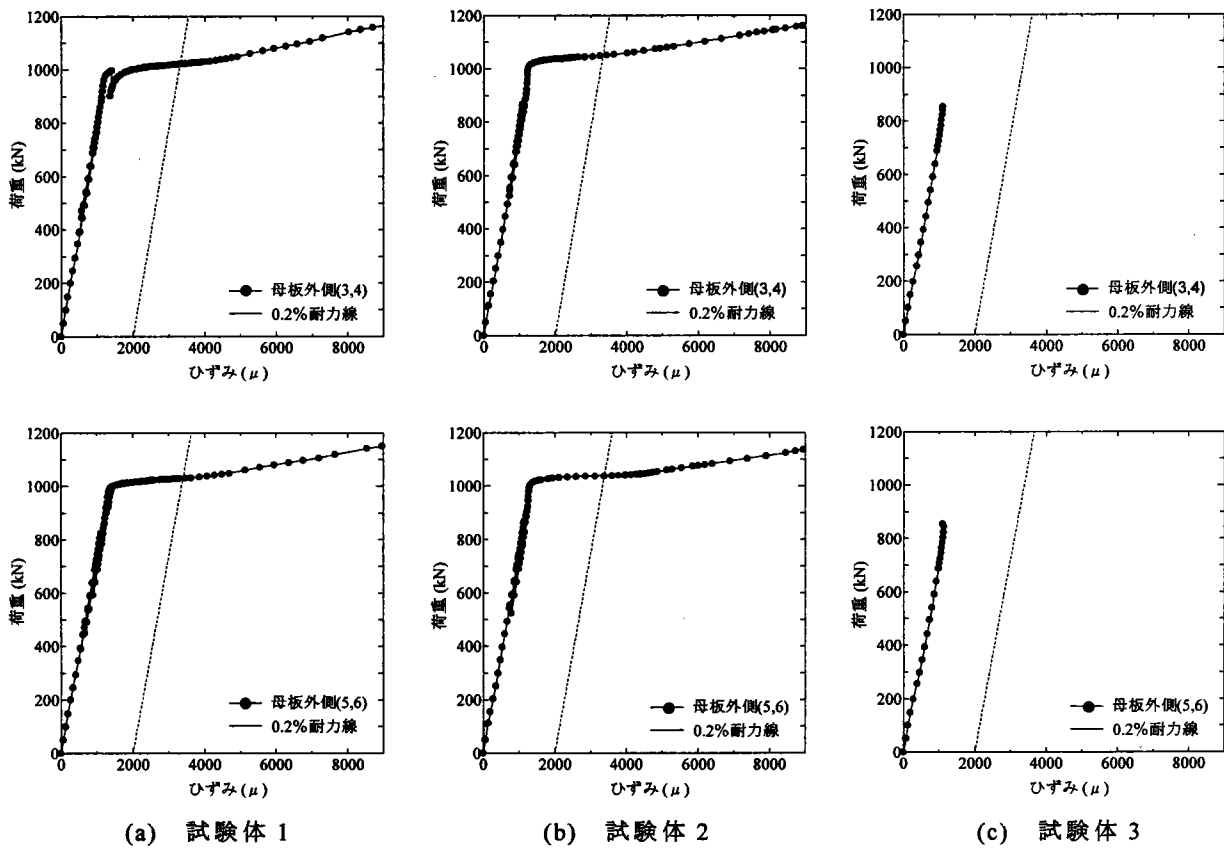


図-4.51 母板外側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係 [G6I]

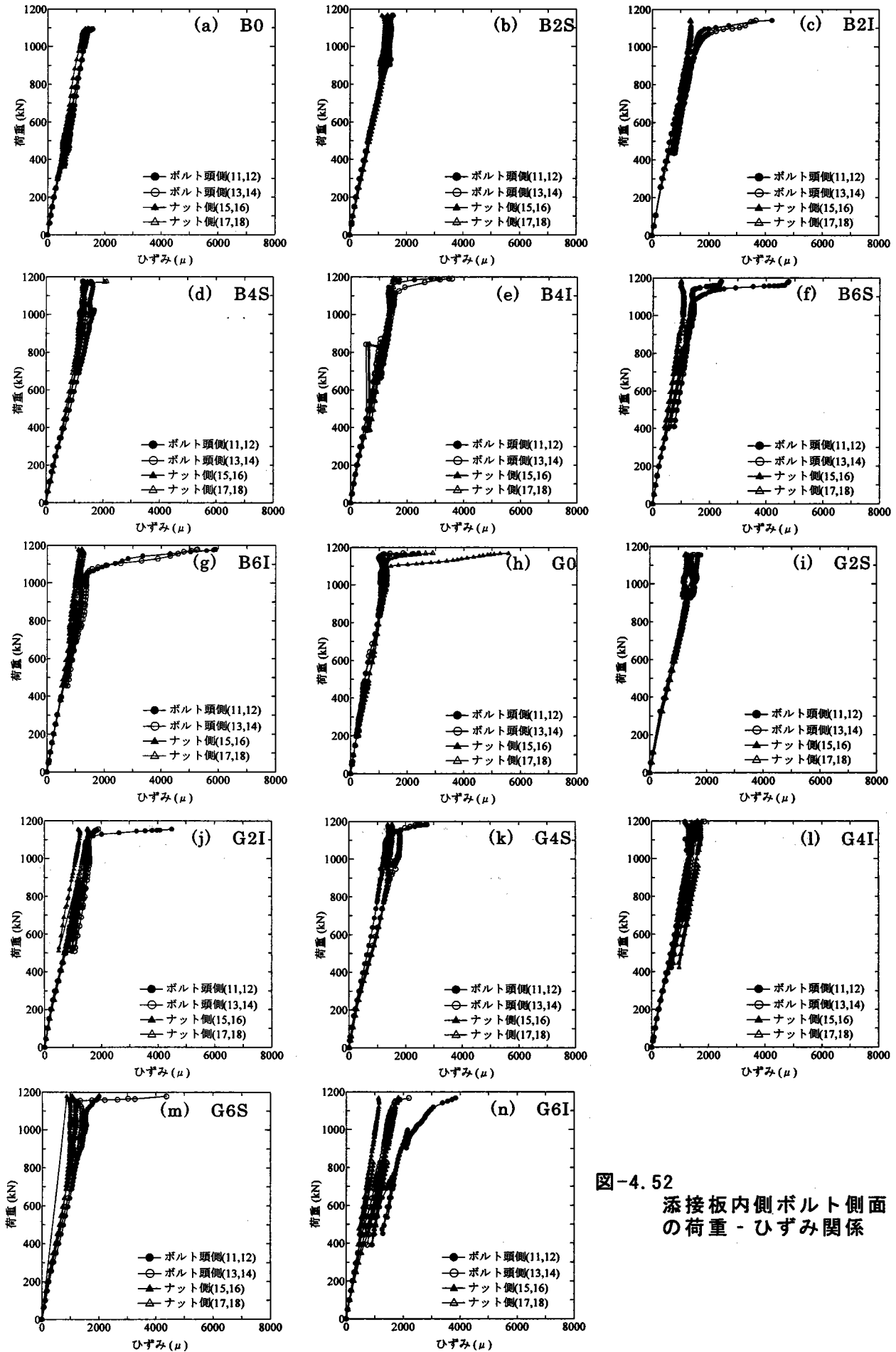
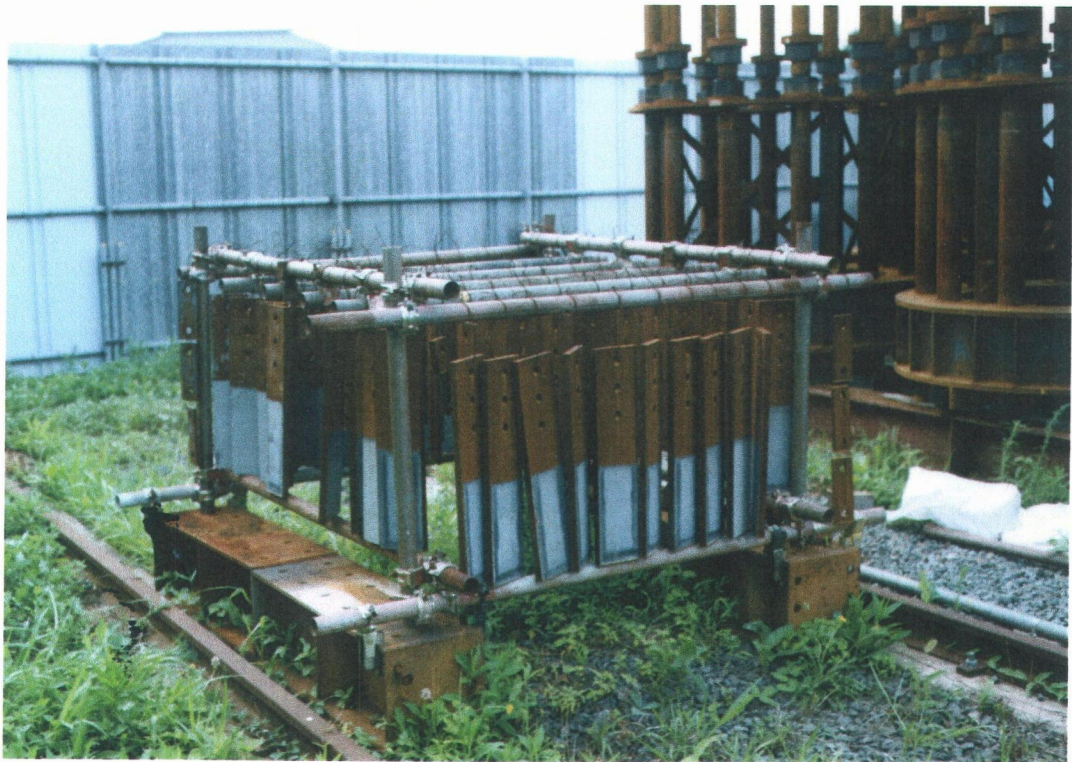


図-4.52 添接板内側ボルト側面の荷重 - ひずみ関係



(a) 海岸部曝露状況



(b) 内陸部曝露状況

写真-4.1 試験体の曝露状況

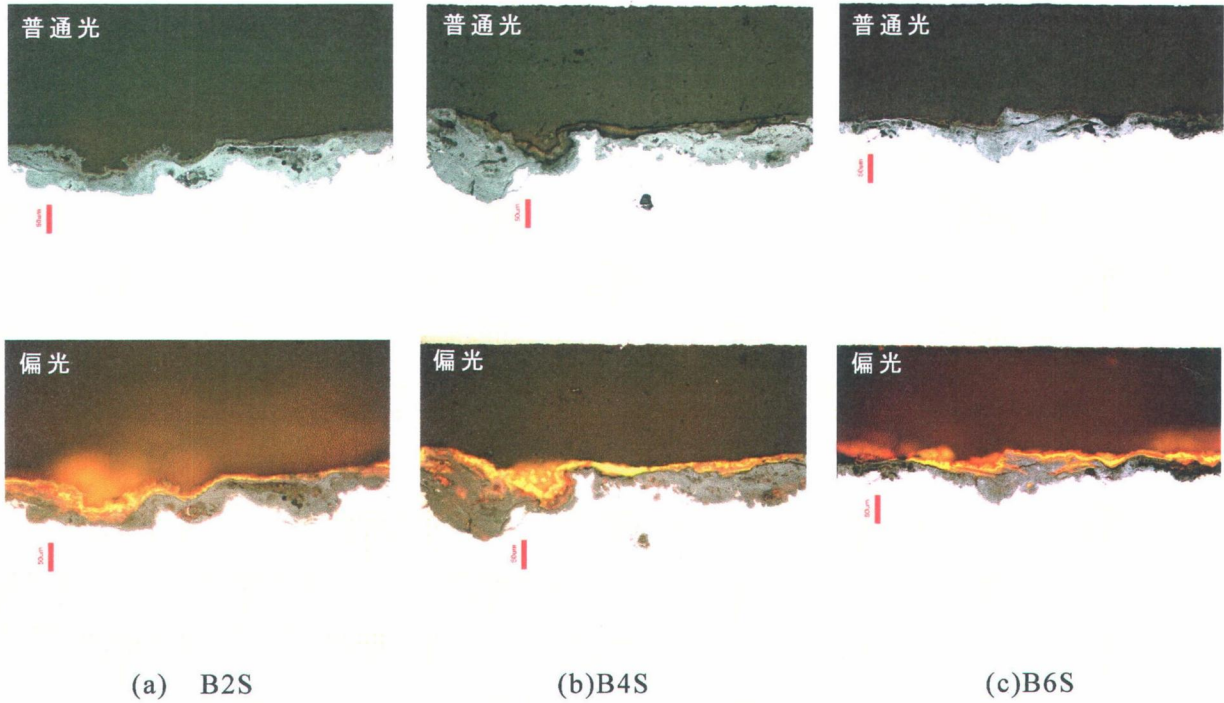


写真-4.2 さび断面偏光顕微鏡観察(その1)(ブラスト, 海岸曝露)

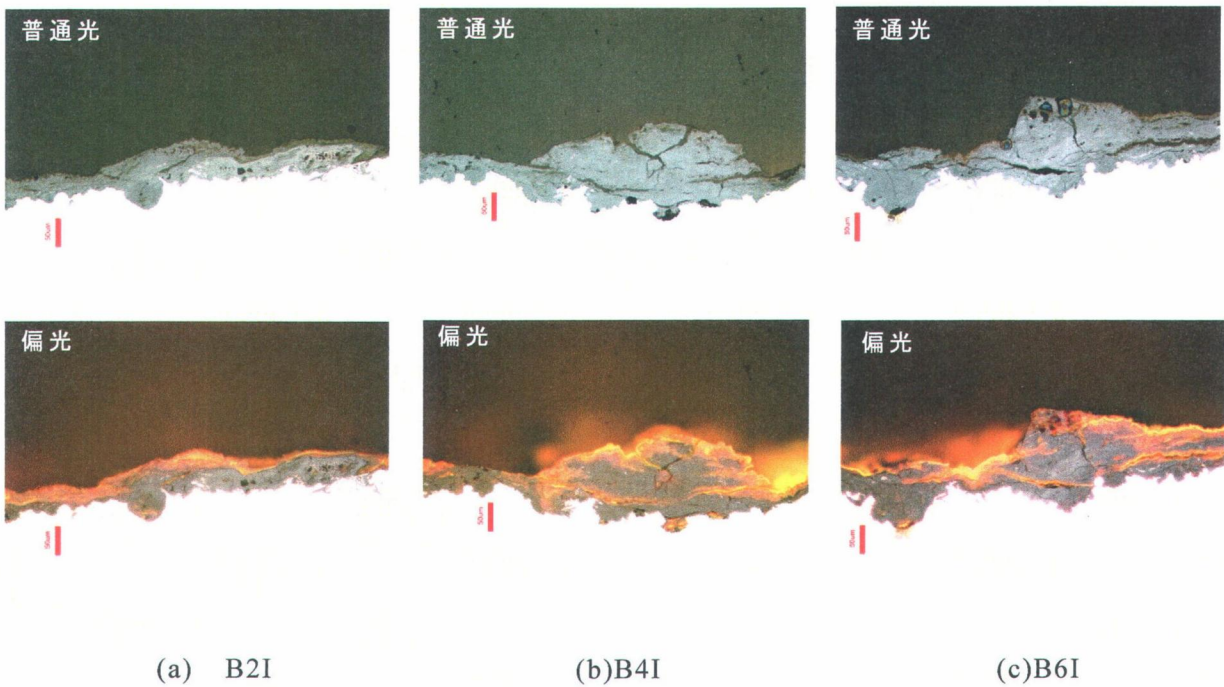


写真-4.3 さび断面偏光顕微鏡観察(その2)(ブラスト, 内陸曝露)

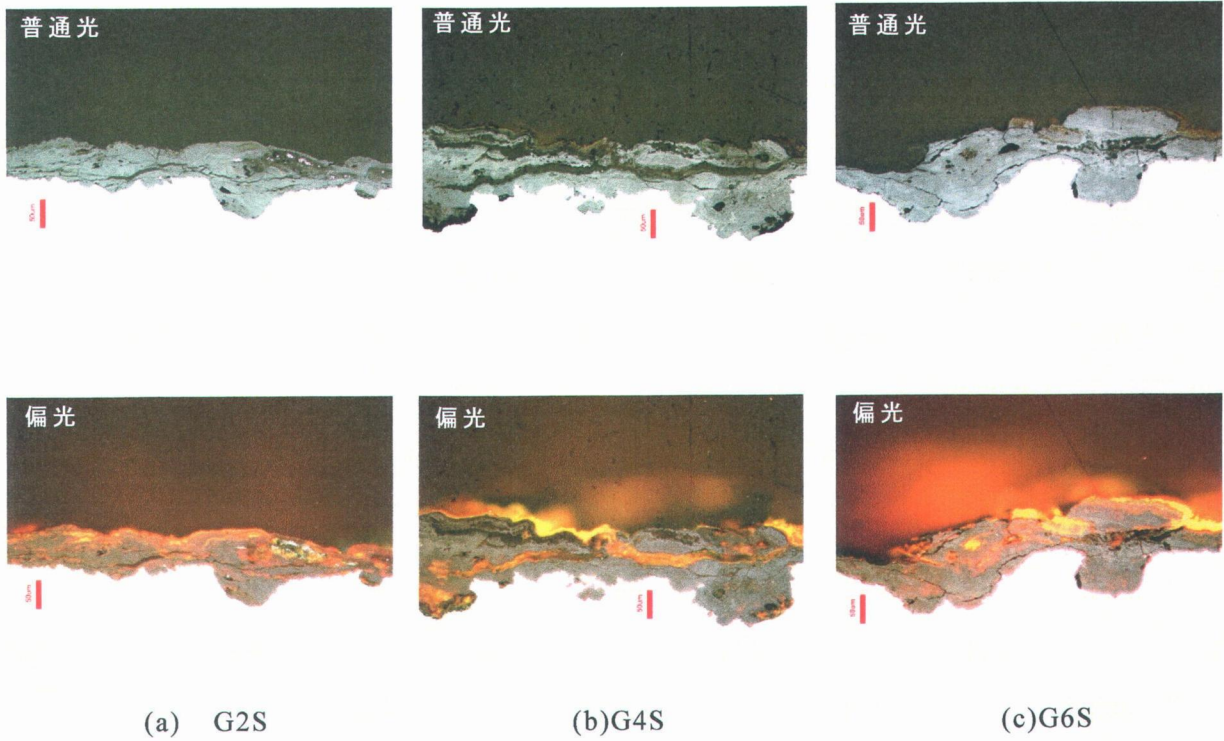


写真-4.4 さび断面偏光顕微鏡観察(その3)(グラインダー, 海岸曝露)

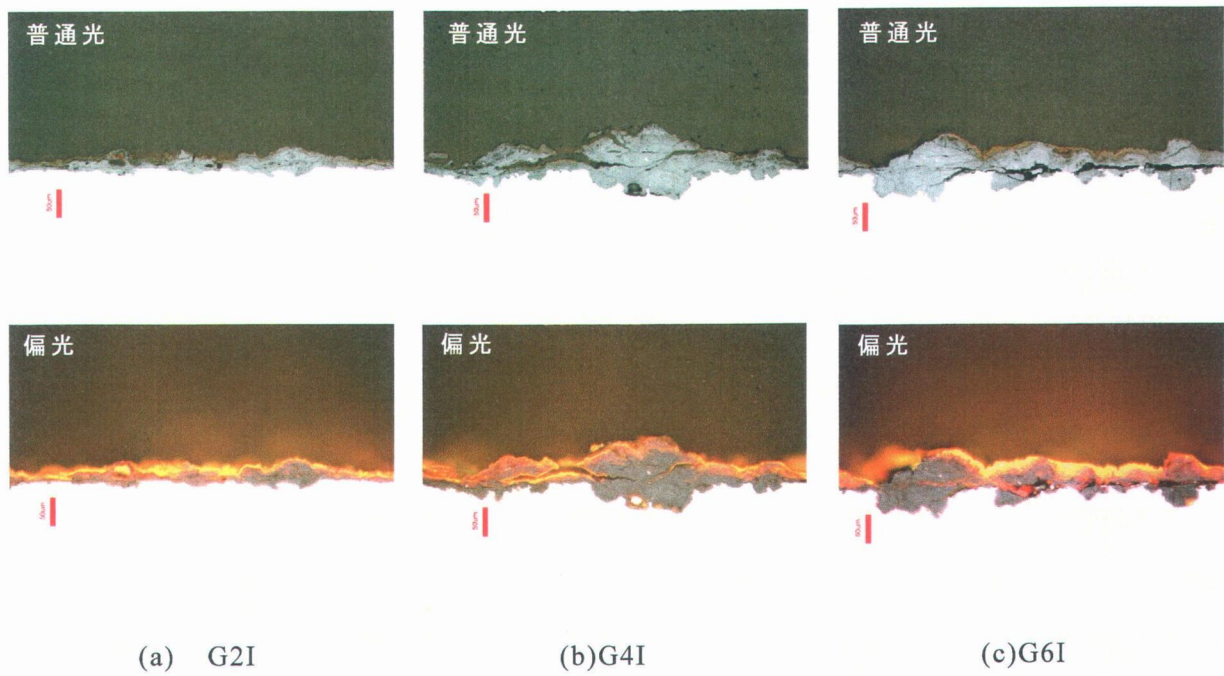
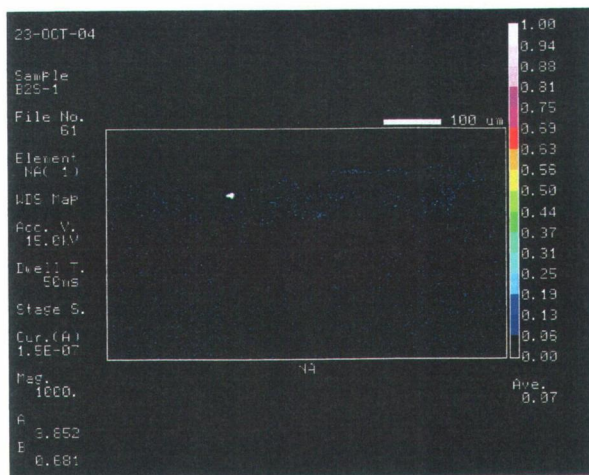
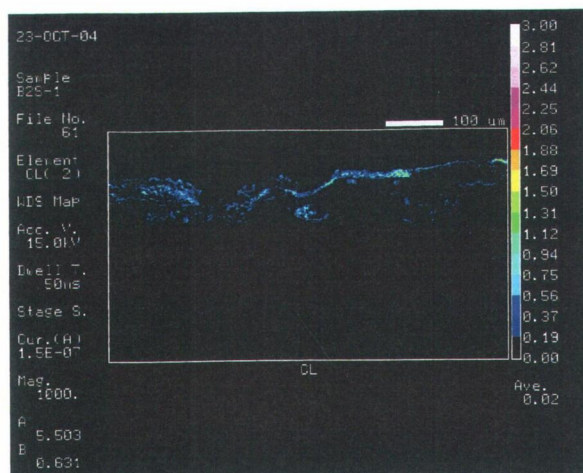


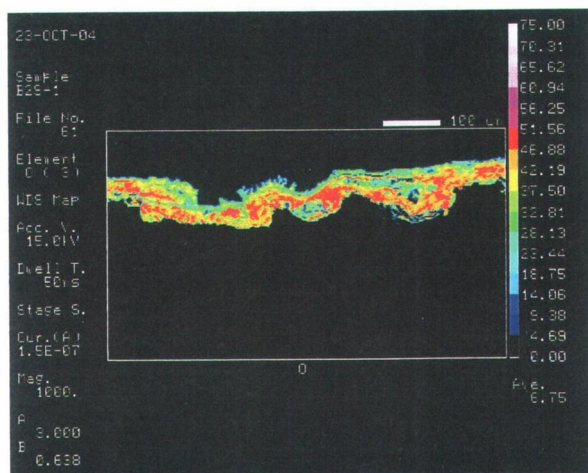
写真-4.5 さび断面偏光顕微鏡観察(その4)(グラインダー, 内陸曝露)



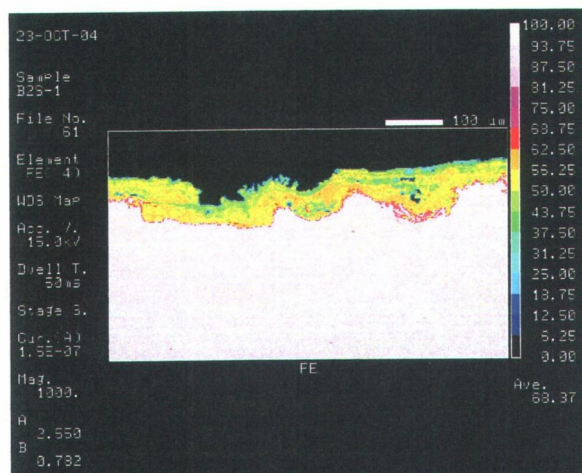
(a) Na



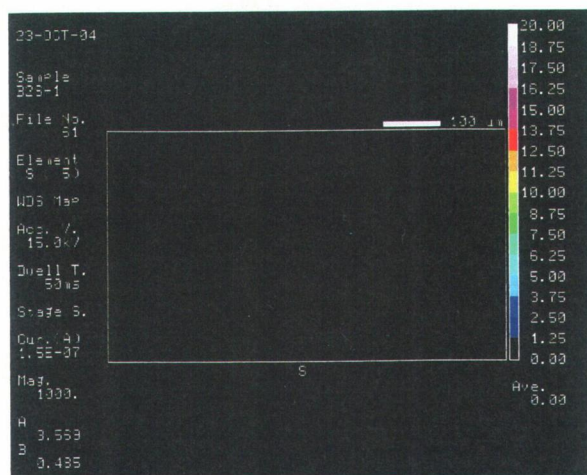
(b) Cl



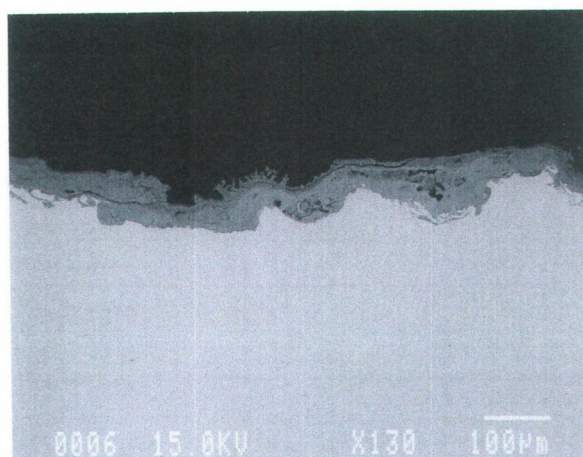
(c) O



(d) Fe

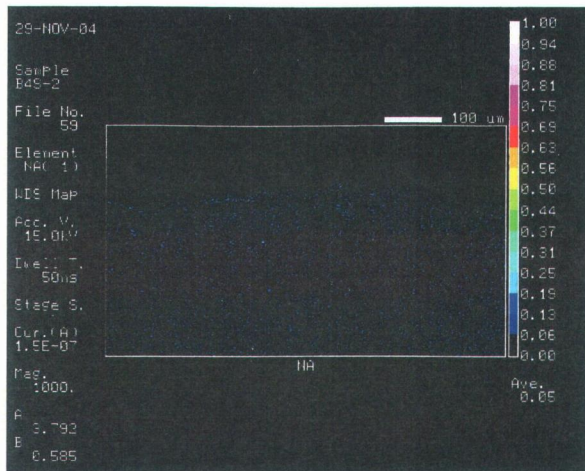


(e) S

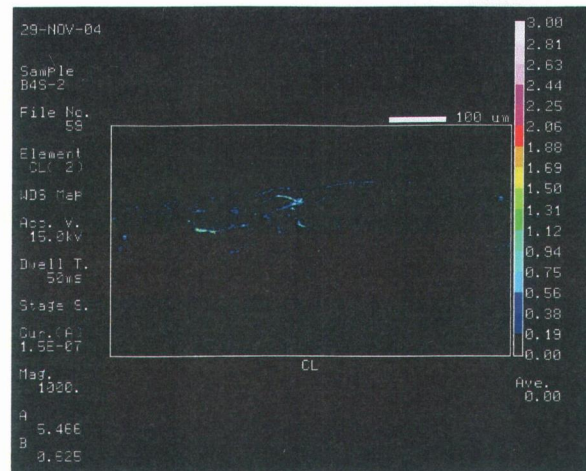


(f) ミクロ写真

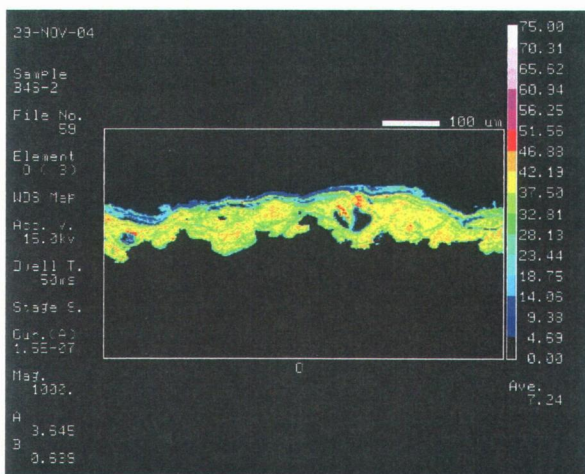
写真-4.6 鋳層断面のEPMA分析写真 [B2S]



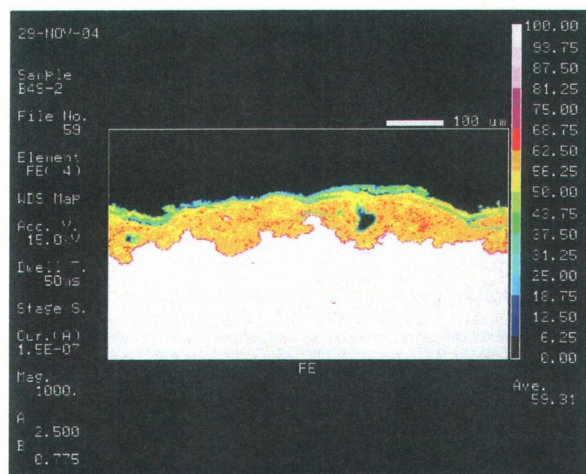
(a) Na



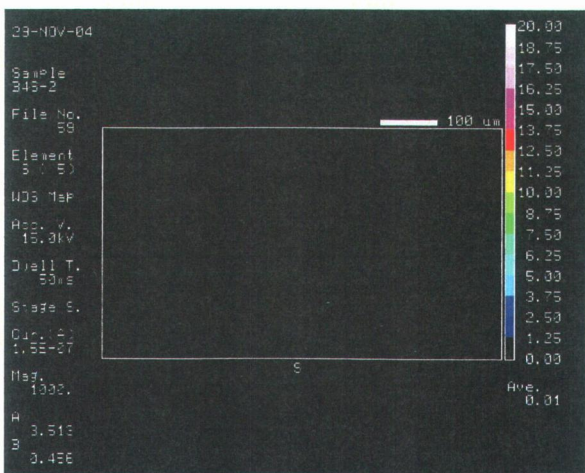
(b) Cl



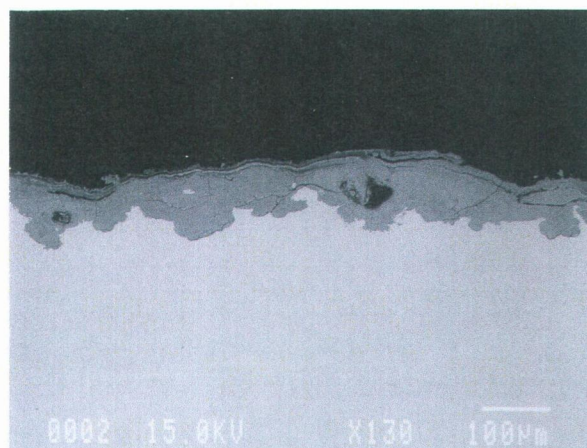
(c) O



(d) Fe

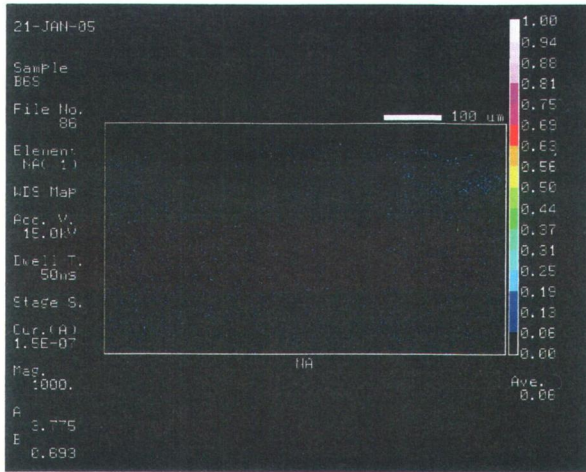


(e) S

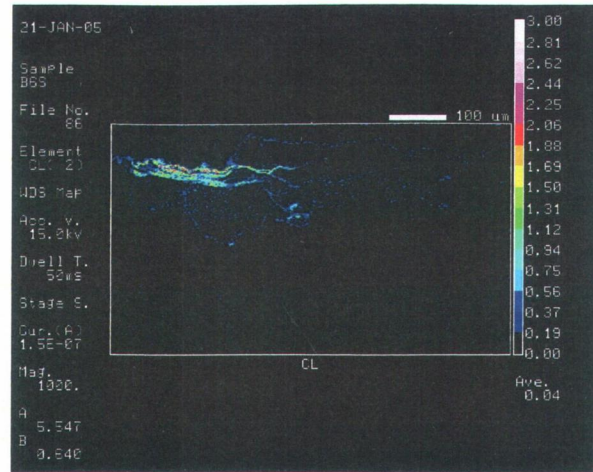


(f) ミクロ写真

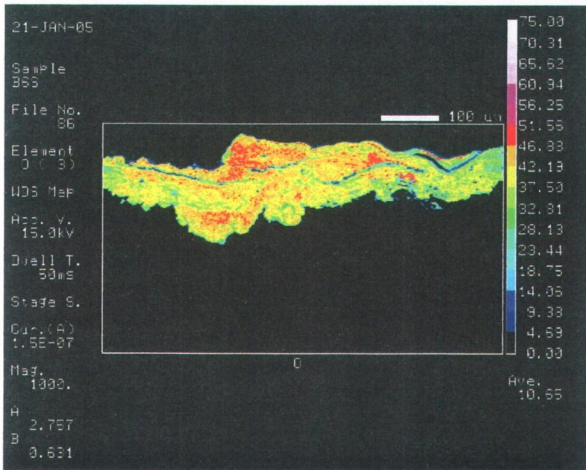
写真-4.7 鍍層断面の EPMA 分析写真 [B4S]



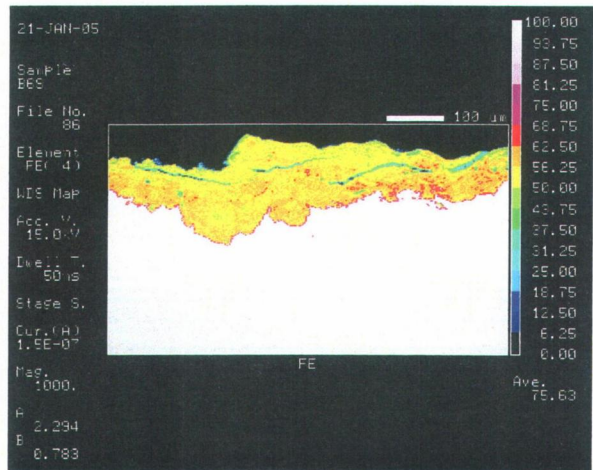
(a) Na



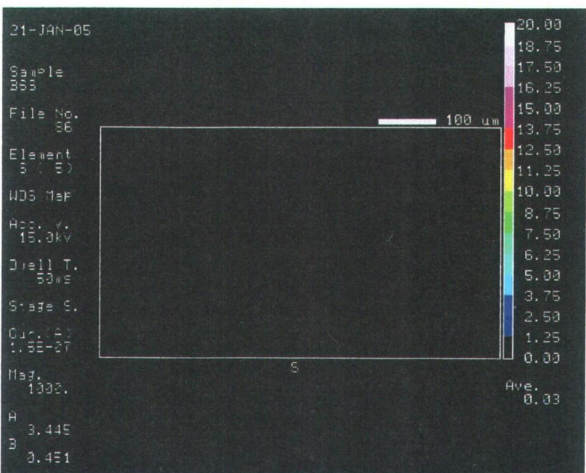
(b) Cl



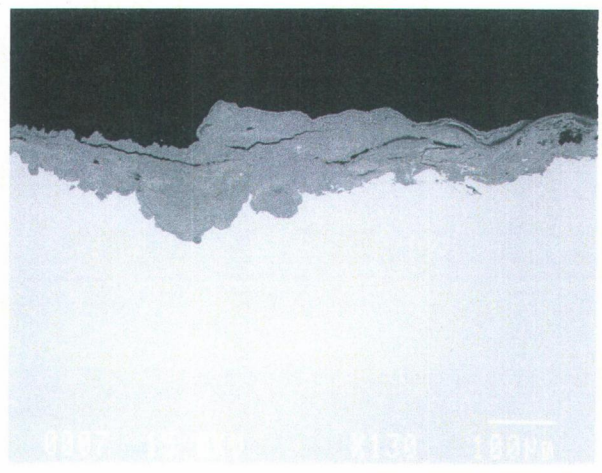
(c) O



(d) Fe

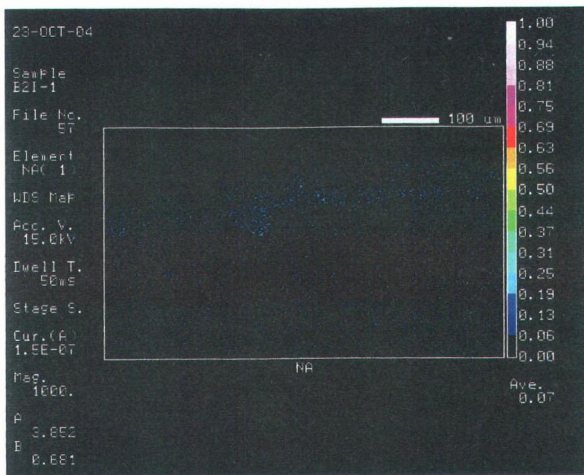


(e) S

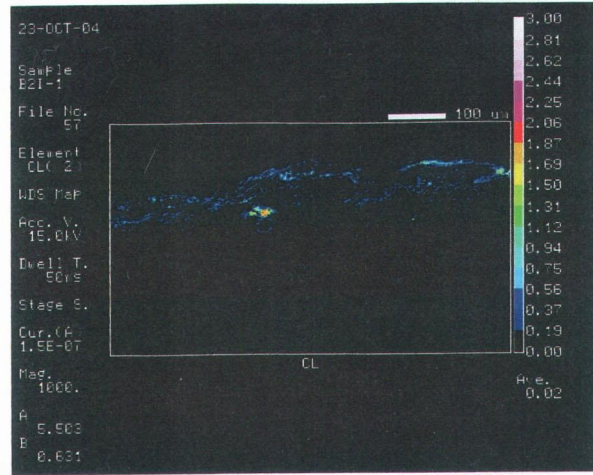


(f) ミクロ写真

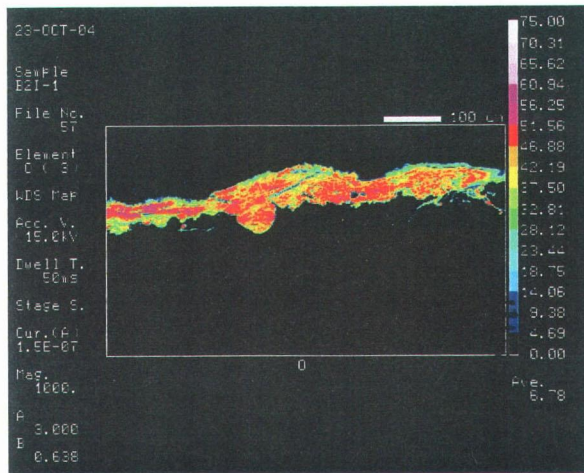
写真-4-8 鍍層断面の EPMA 分析写真 [B6S]



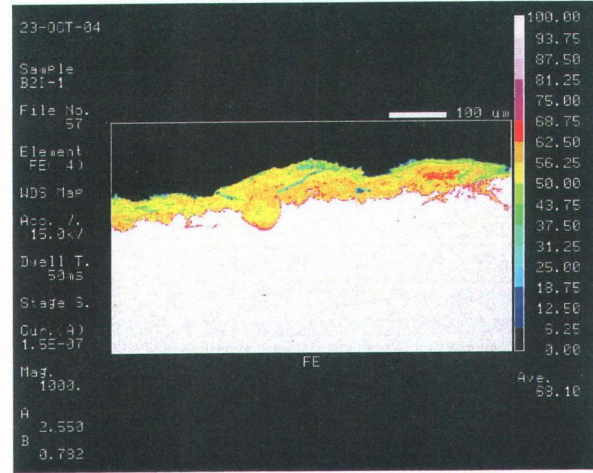
(a) Na



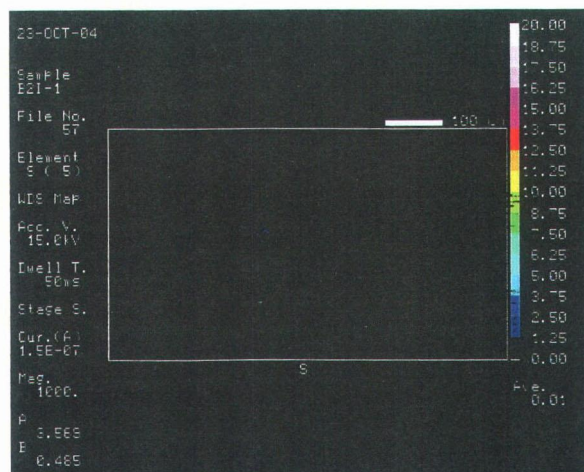
(b) Cl



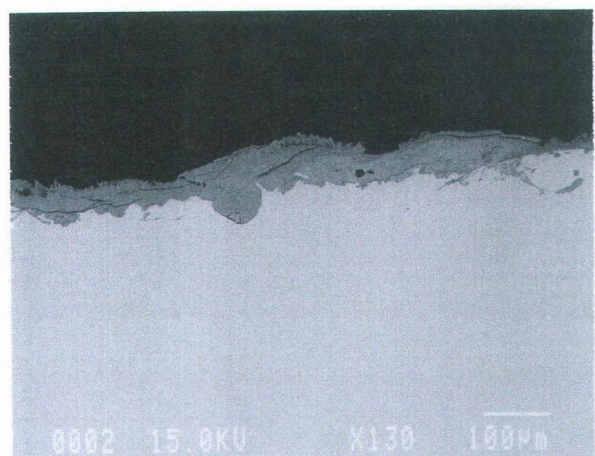
(c) O



(d) Fe

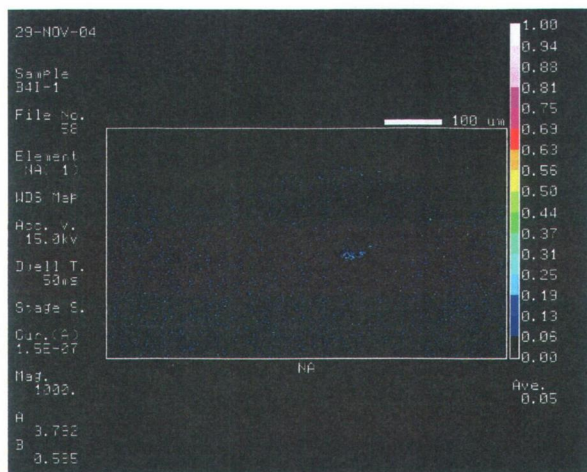


(e) S

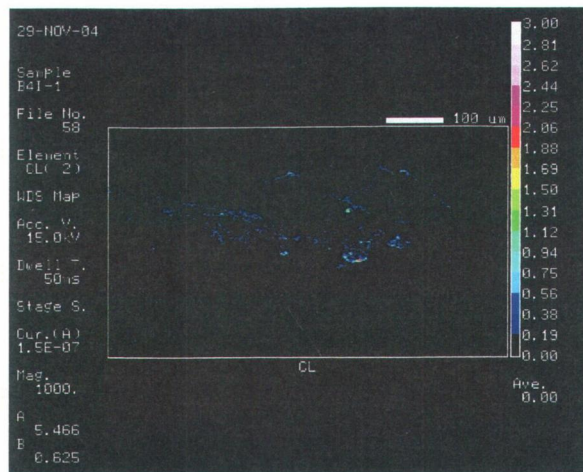


(f) ミクロ写真

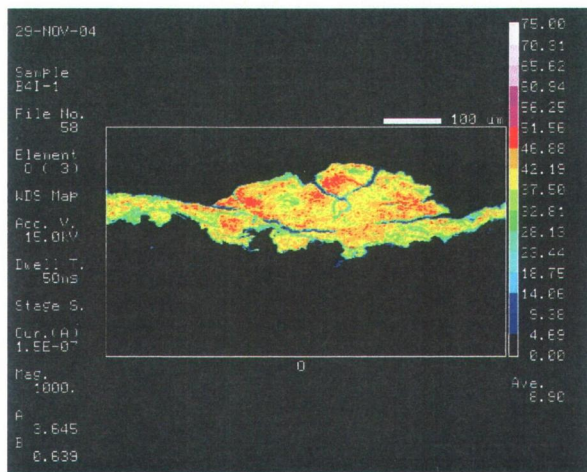
写真-4.9 鍍層断面の EPMA 分析写真 [B21]



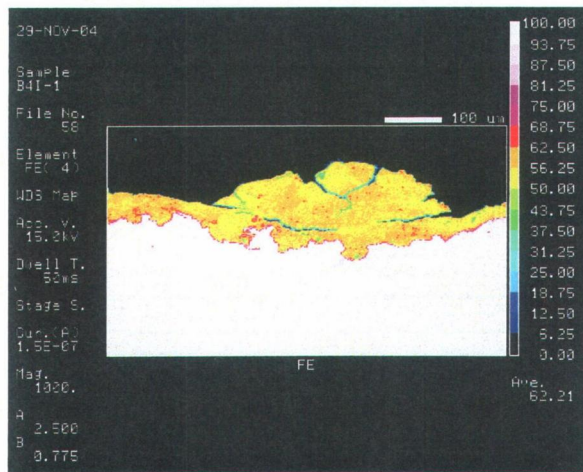
(a) Na



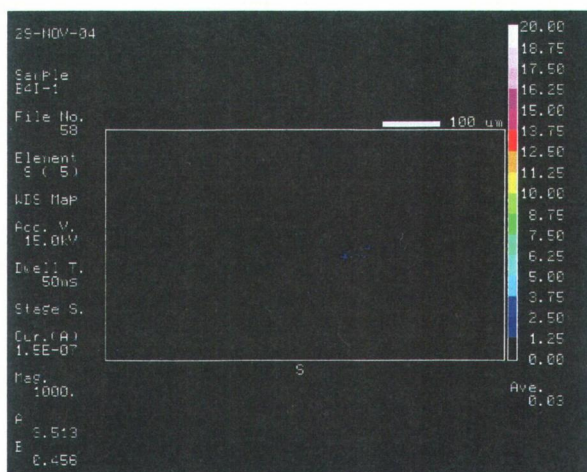
(b) Cl



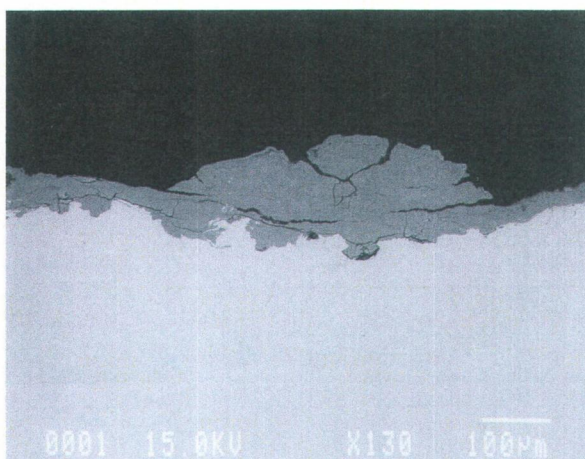
(c) O



(d) Fe

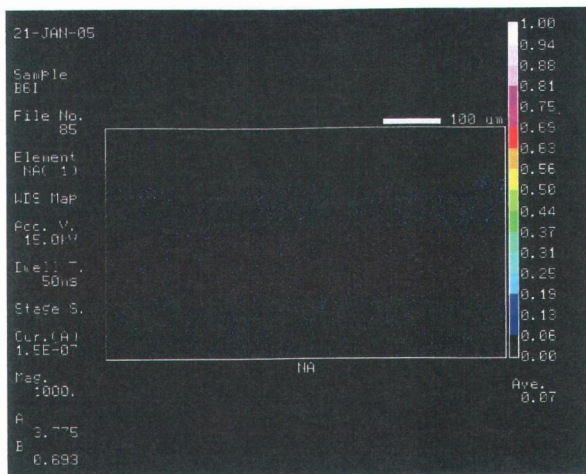


(e) S

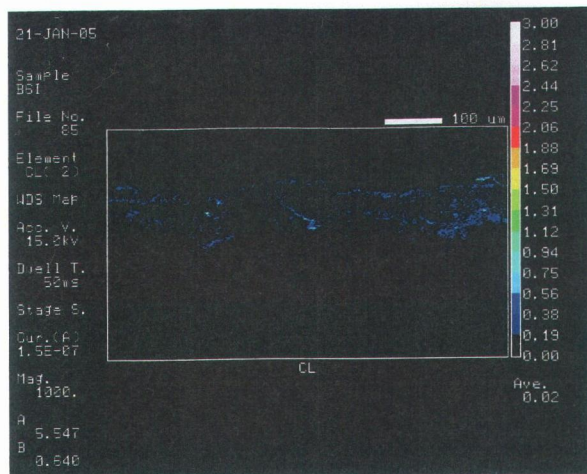


(f) ミクロ写真

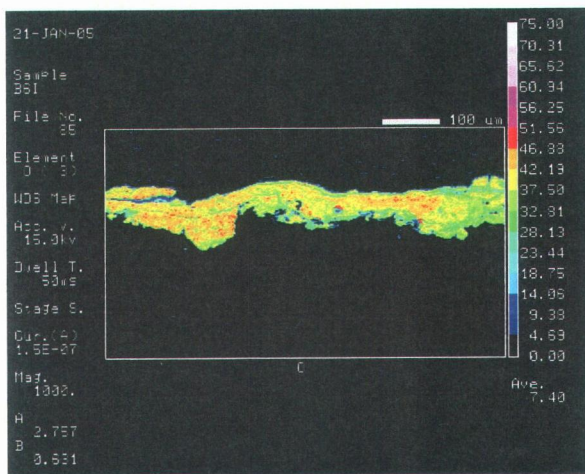
写真-4.10 鍍層断面の EPMA 分析写真 [B41]



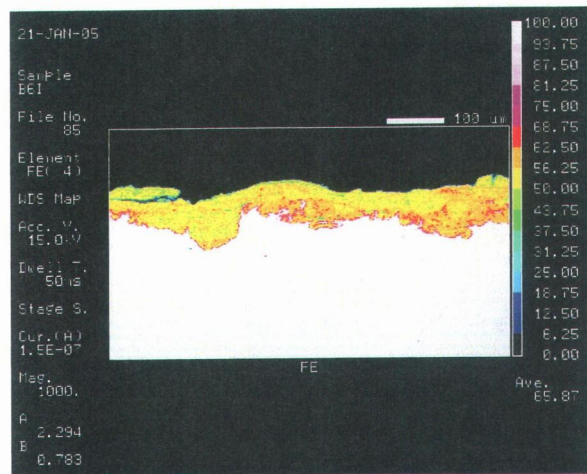
(a) Na



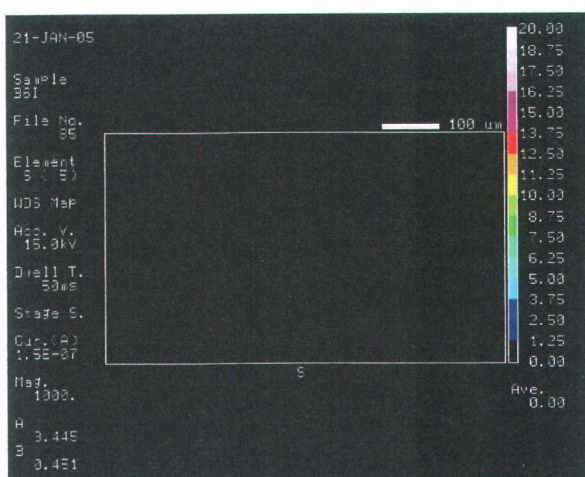
(b) Cl



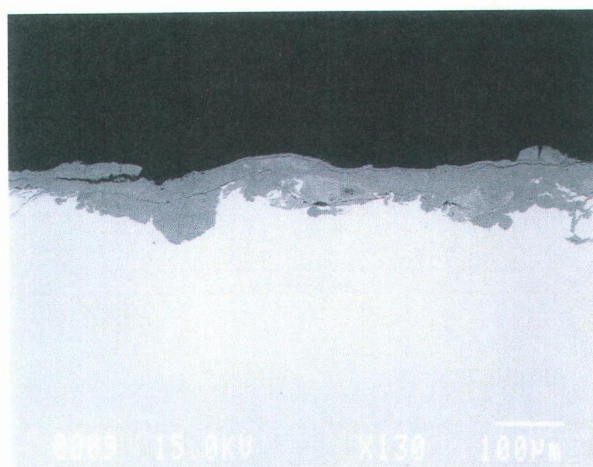
(c) O



(d) Fe

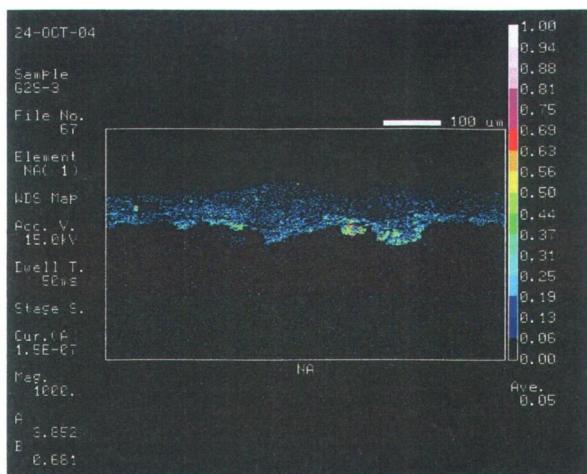


(e) S

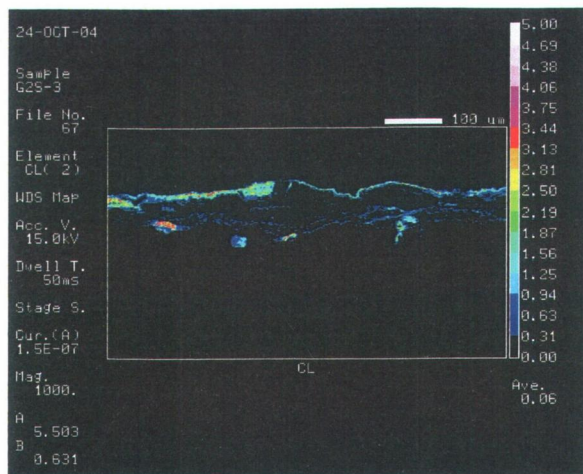


(f) ミクロ写真

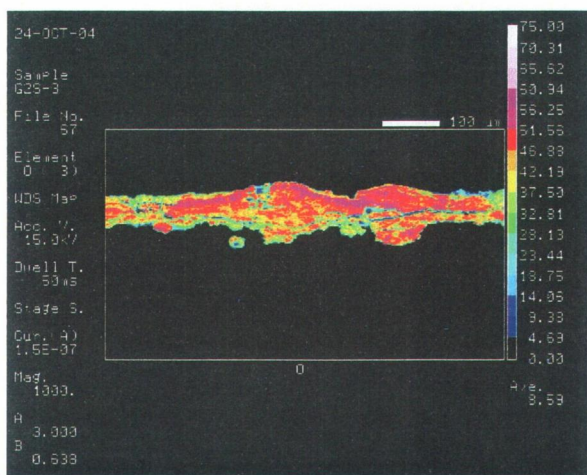
写真-4.11 鋳層断面のEPMA分析写真 [B6I]



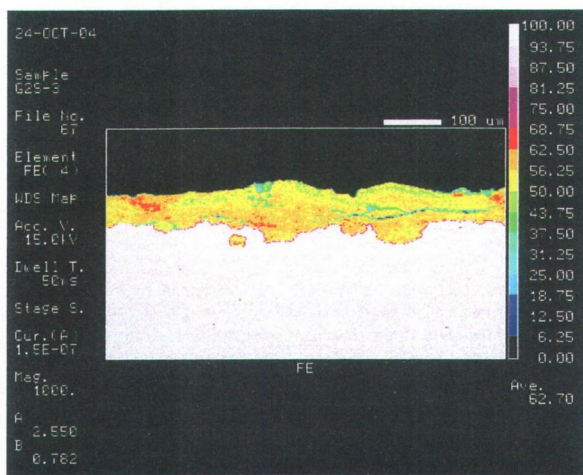
(a) Na



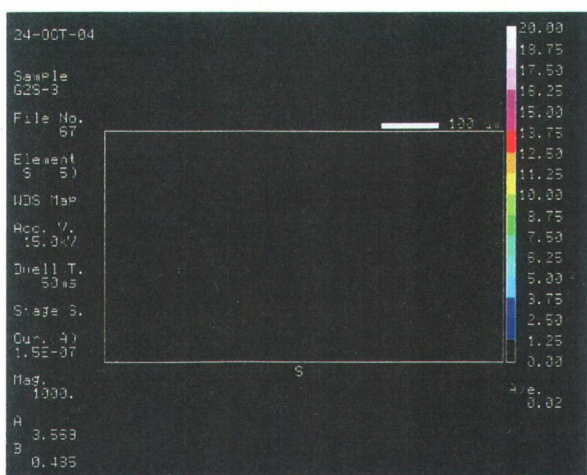
(b) Cl



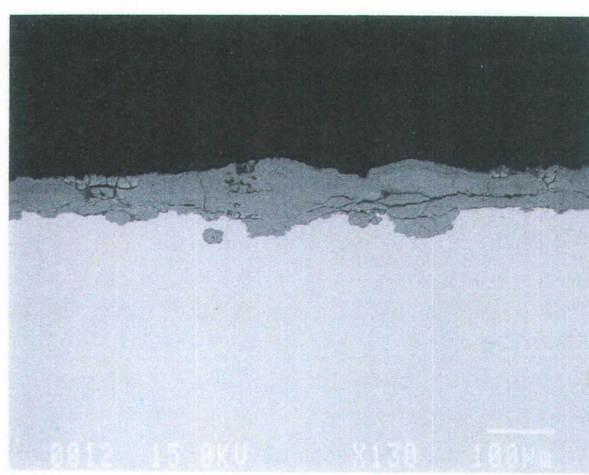
(c) O



(d) Fe

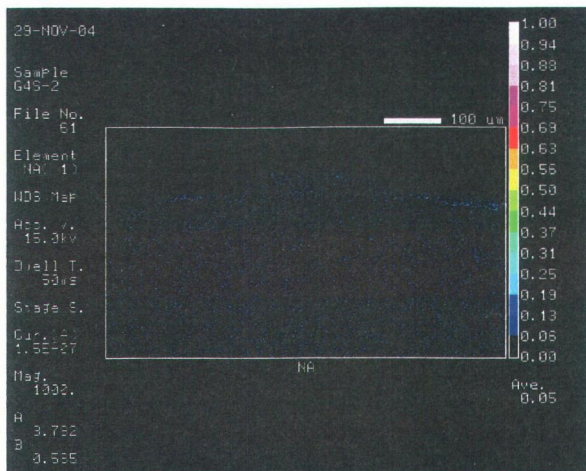


(e) S

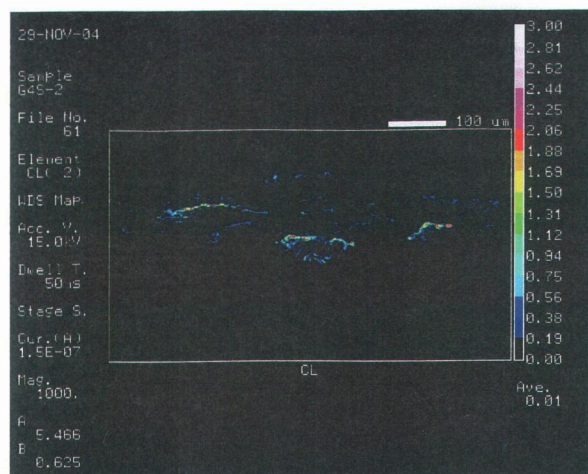


(f) ミクロ写真

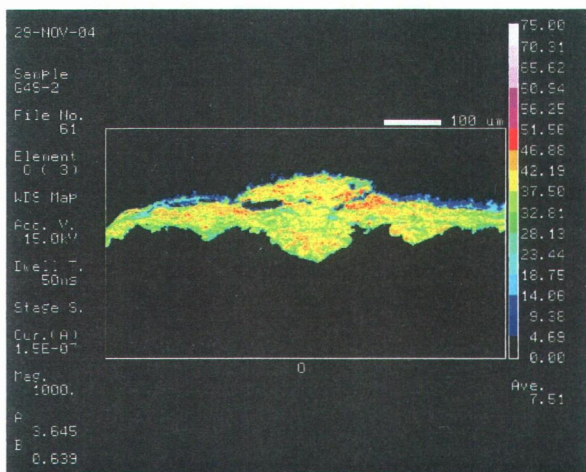
写真-4.12 鍍層断面の EPMA 分析写真 [G2S]



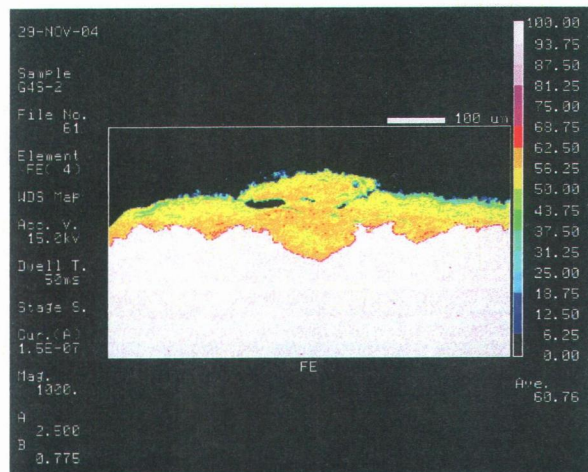
(a) Na



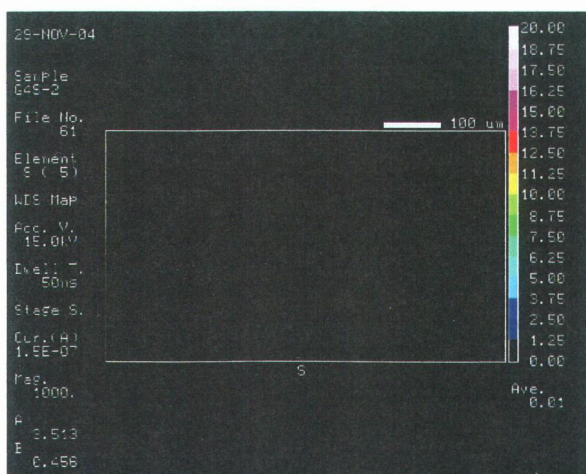
(b) Cl



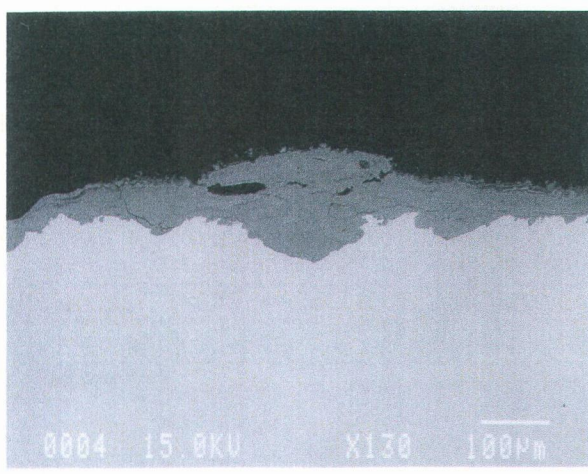
(c) O



(d) Fe

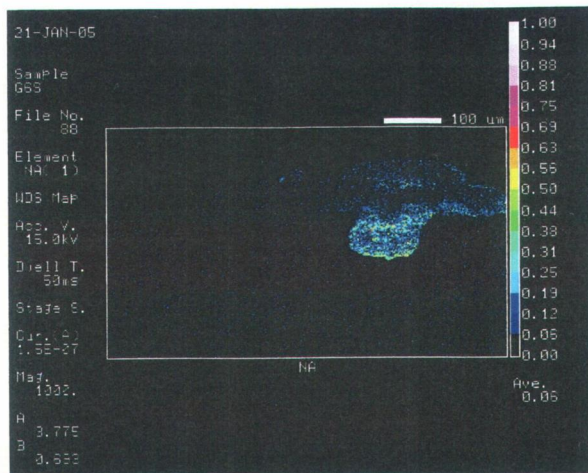


(e) S

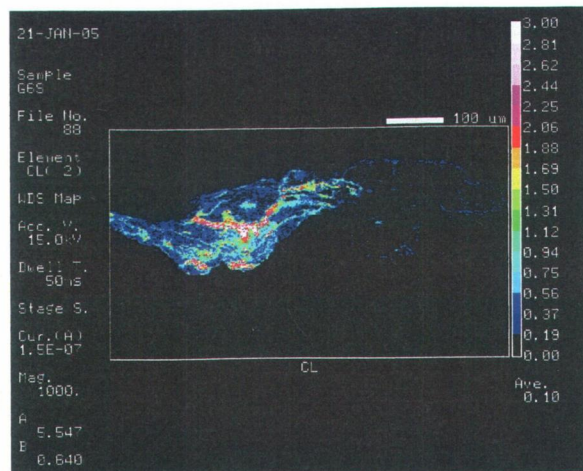


(f) ミクロ写真

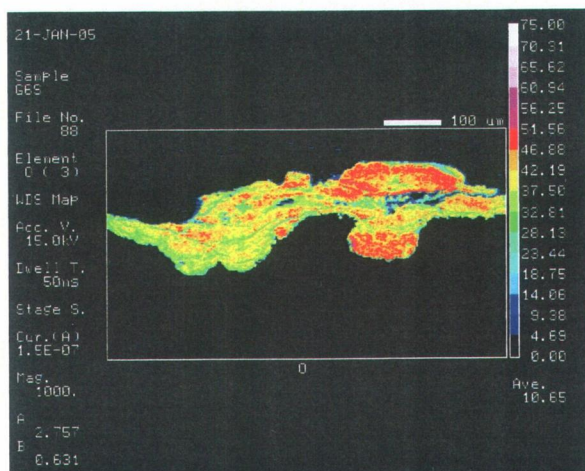
写真-4.13 鍍層断面の EPMA 分析写真 [G4S]



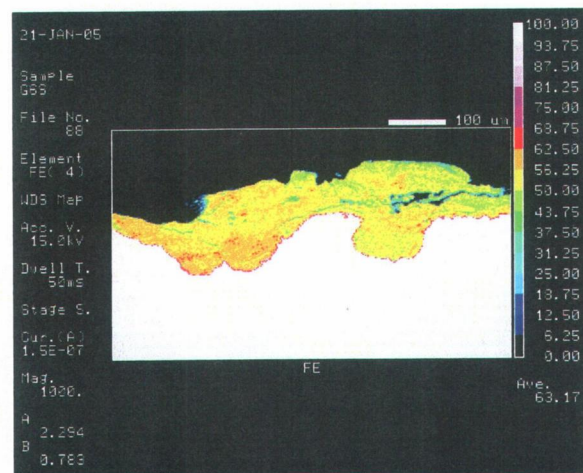
(a) Na



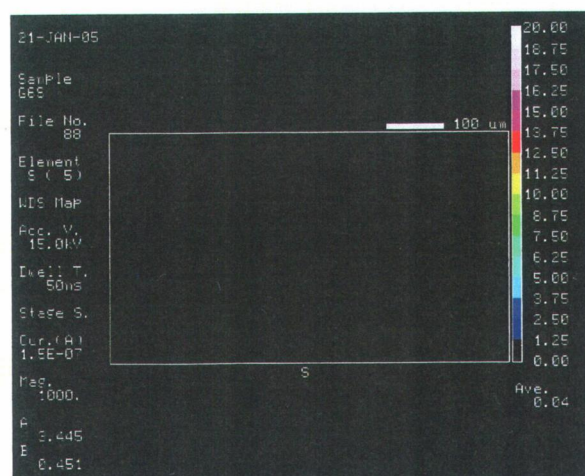
(b) Cl



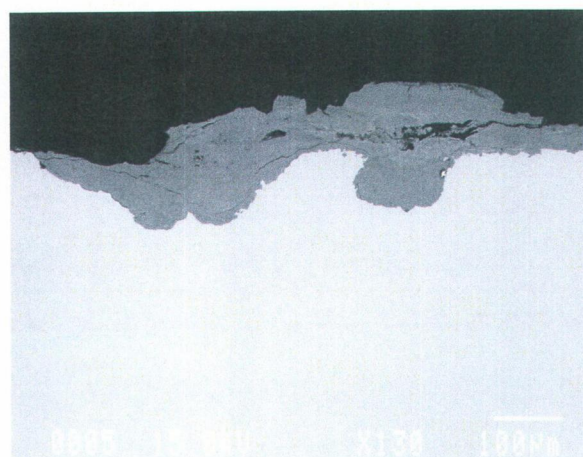
(c) O



(d) Fe

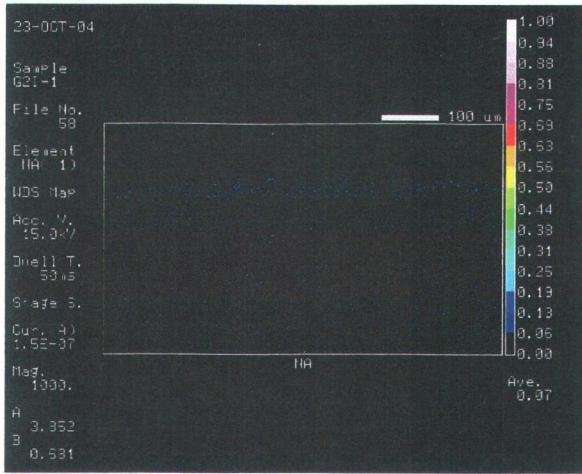


(e) S

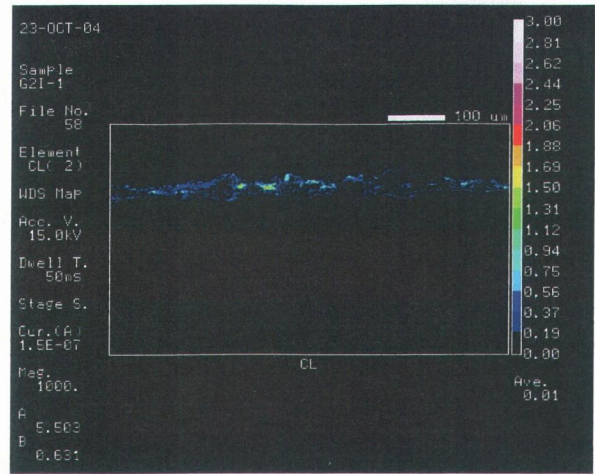


(f) ミクロ写真

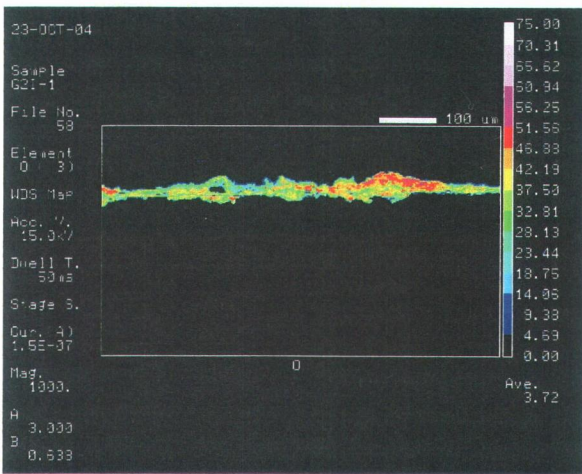
写真-4.14 鋳層断面の EPMA 分析写真 [G6S]



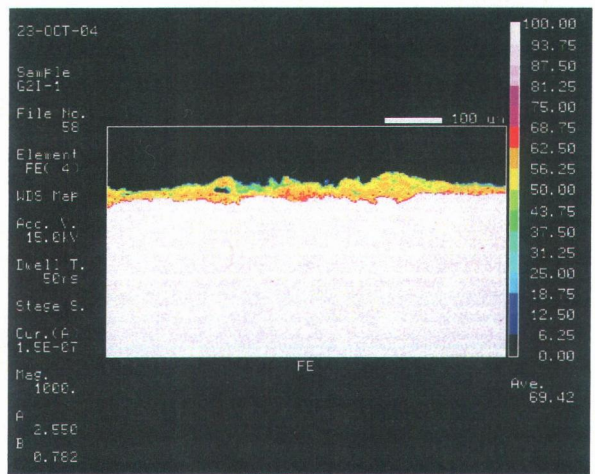
(a) Na



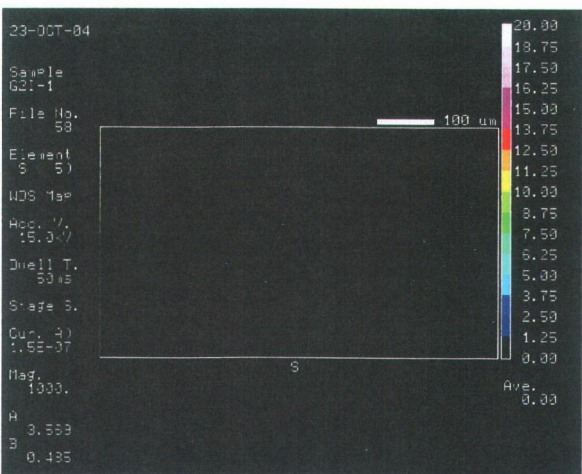
(b) Cl



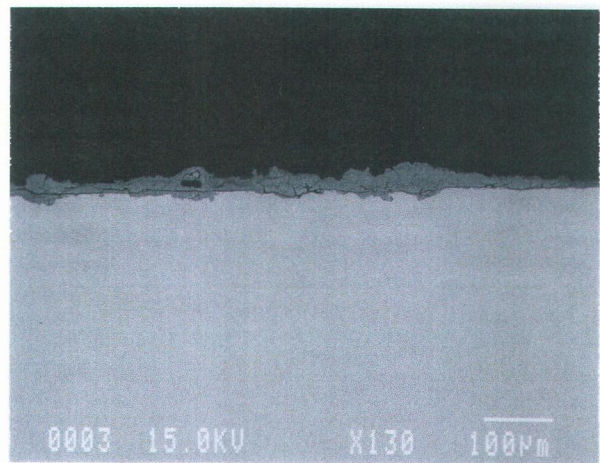
(c) O



(d) Fe

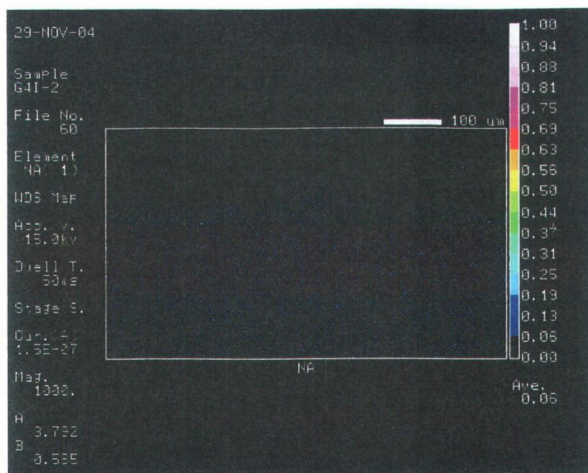


(e) S

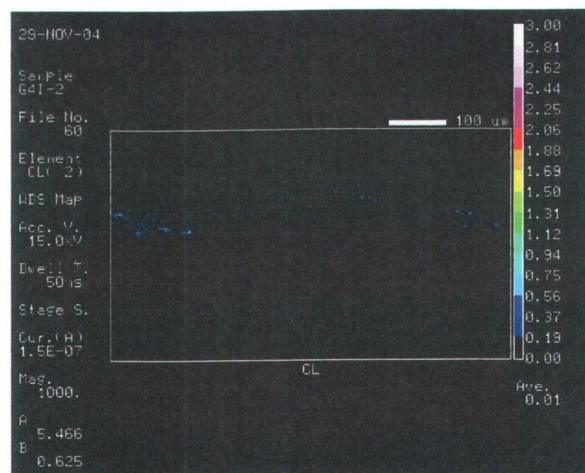


(f) ミクロ写真

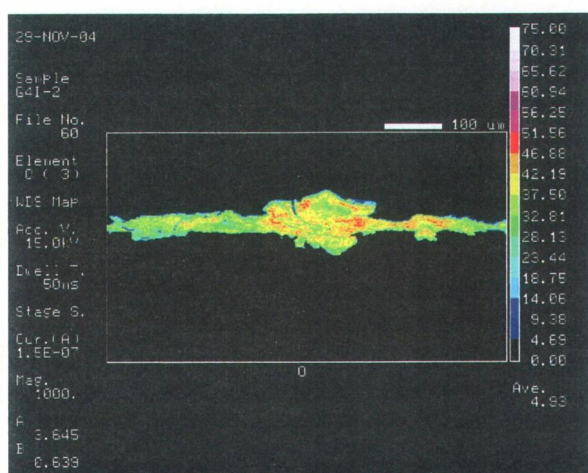
写真-4.15 鍍層断面の EPMA 分析写真 [G21]



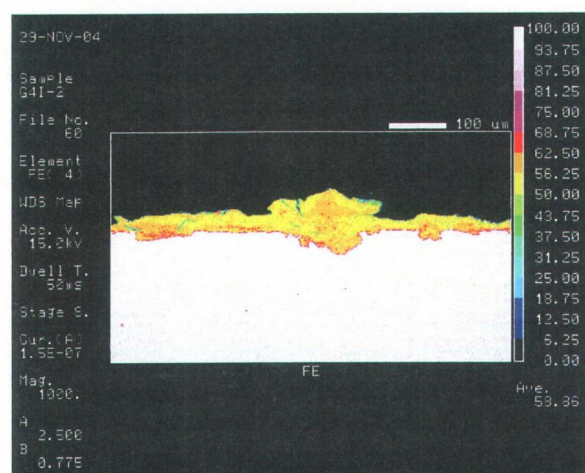
(a) Na



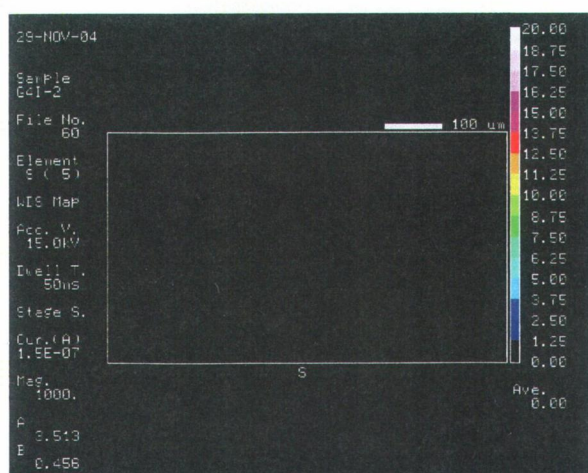
(b) Cl



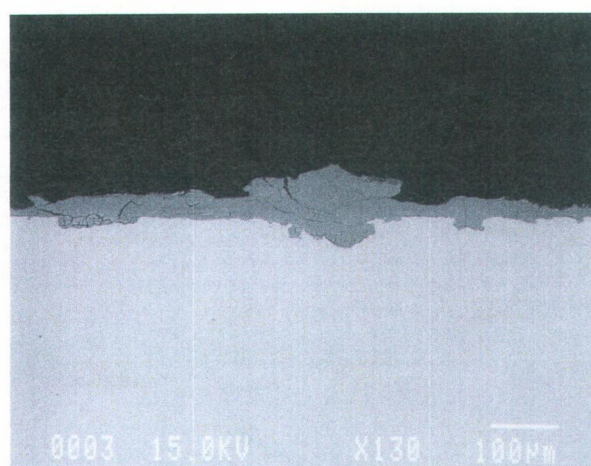
(c) O



(d) Fe

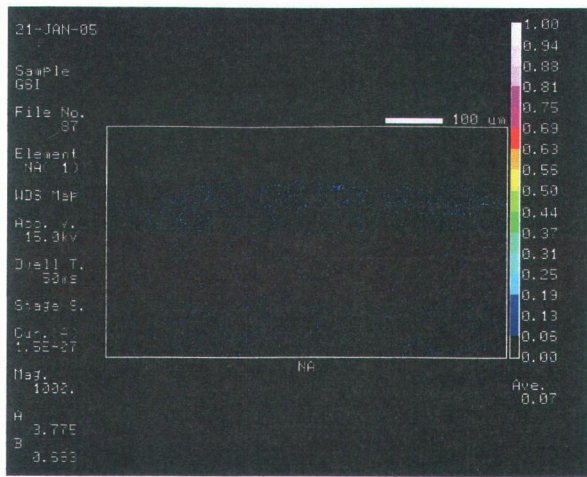


(e) S

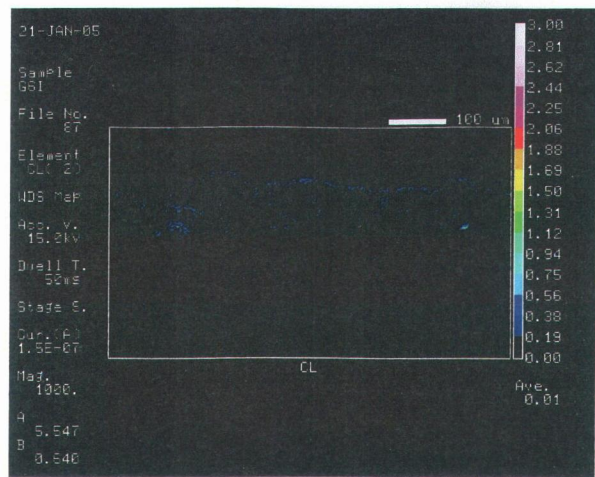


(f) ミクロ写真

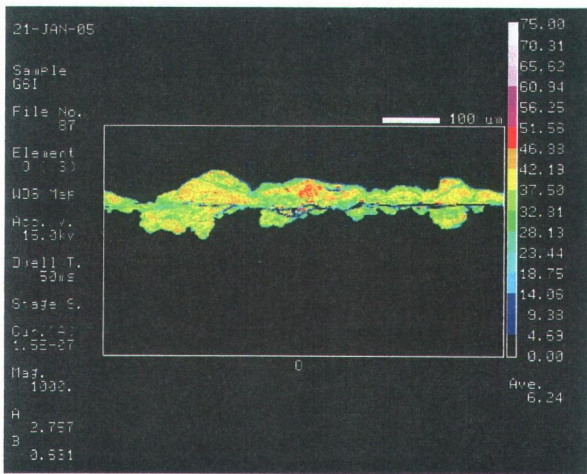
写真-4.16 鍍層断面の EPMA 分析写真 [G41]



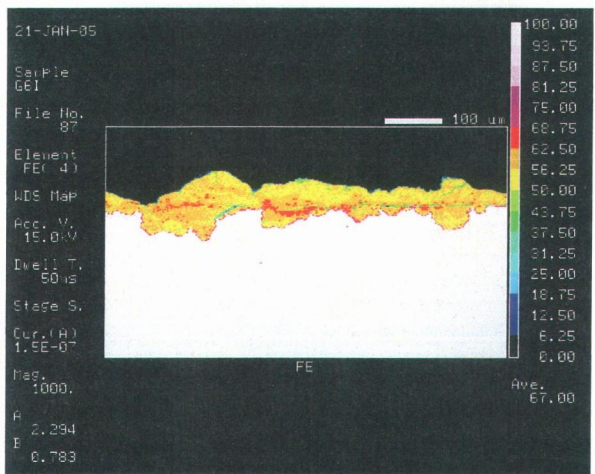
(a) Na



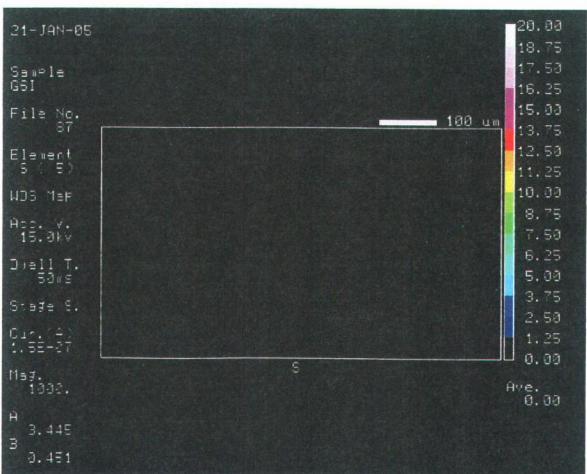
(b) Cl



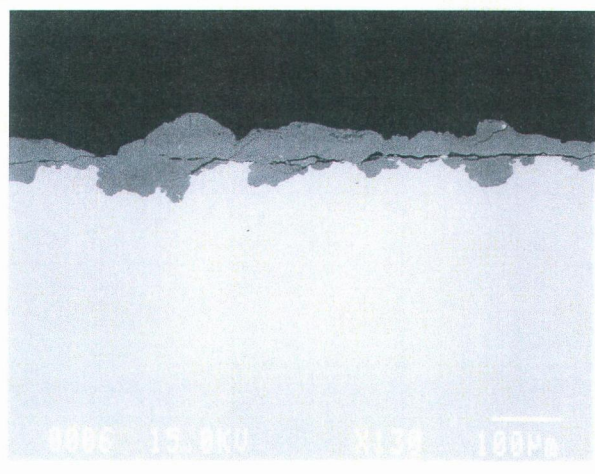
(c) O



(d) Fe

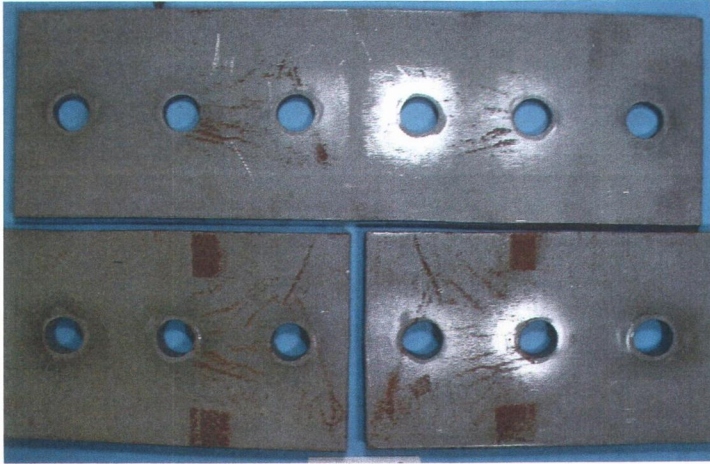


(e) S

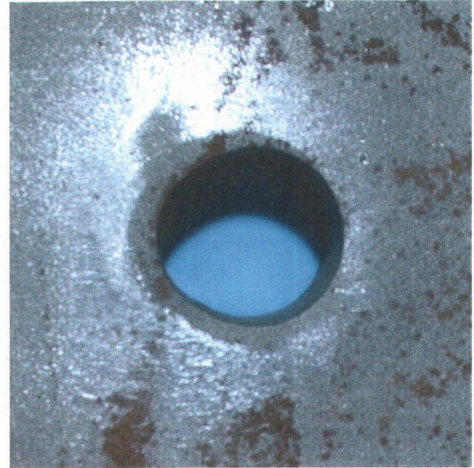


(f) ミクロ写真

写真-4.17 鍍層断面の EPMA 分析写真 [G61]

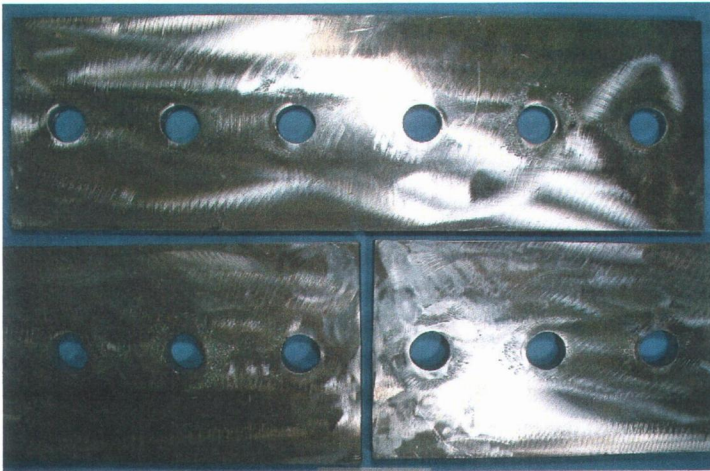


(a) 全体写真



(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.18 試験後の摩擦面の状況 [B0:ブラスト, 曝露0ヶ月]

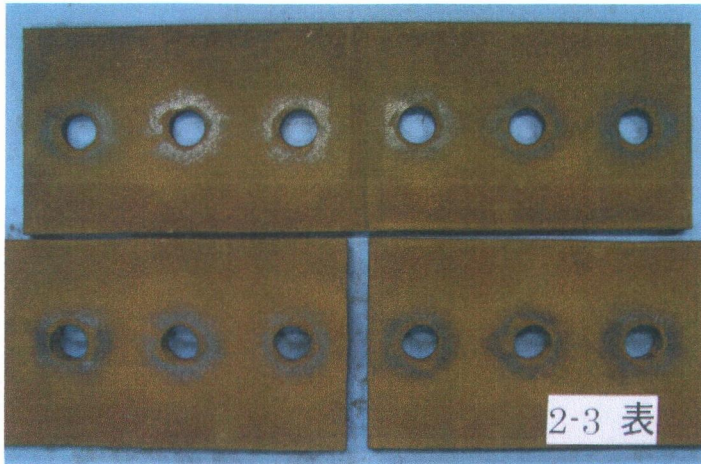


(a) 全体写真

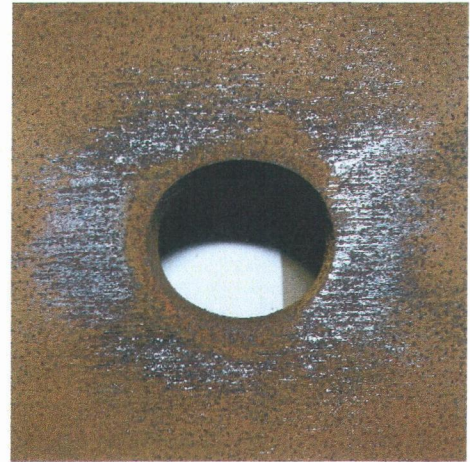


(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.19 試験後の摩擦面の状況 [G0:グラインダー, 曝露0ヶ月]

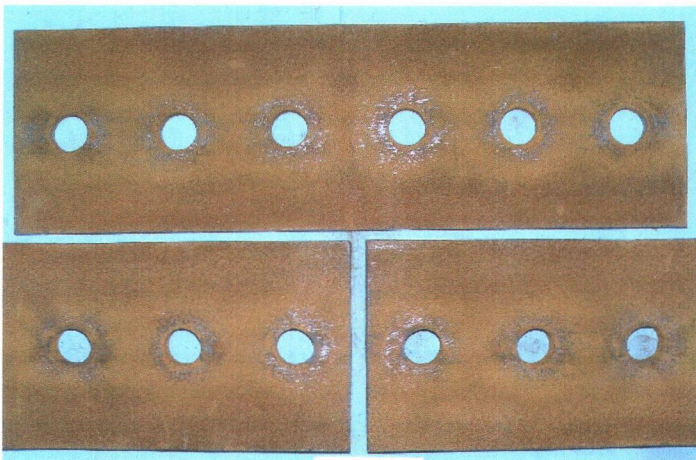


(a) 全体写真

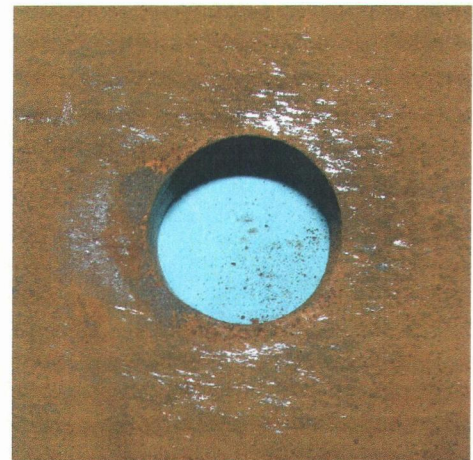


(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.20 試験後の摩擦面の状況 [B2S : ブラスト, 海岸曝露 2 ヶ月]



(a) 全体写真



(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.21 試験後の摩擦面の状況 [B4S : ブラスト, 海岸曝露 4 ヶ月]

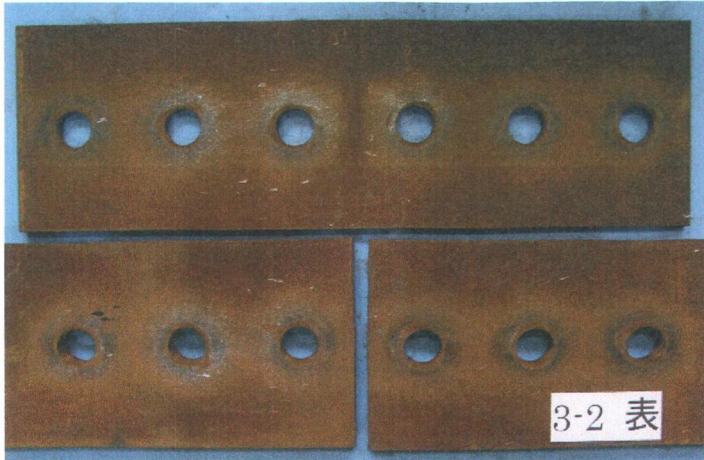


(a) 全体写真

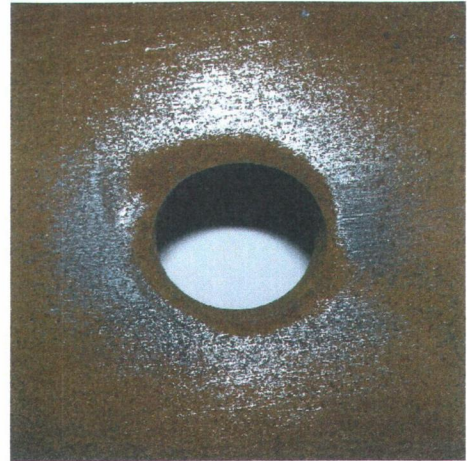


(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.22 試験後の摩擦面の状況 [B6S : ブラスト, 海岸曝露 6 ヶ月]

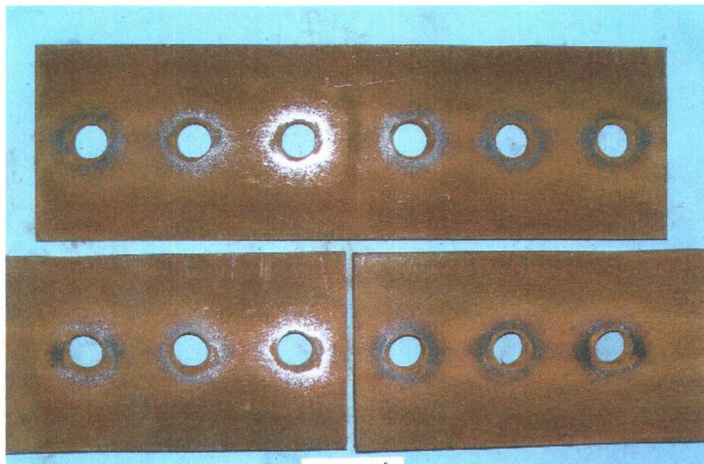


(a) 全体写真

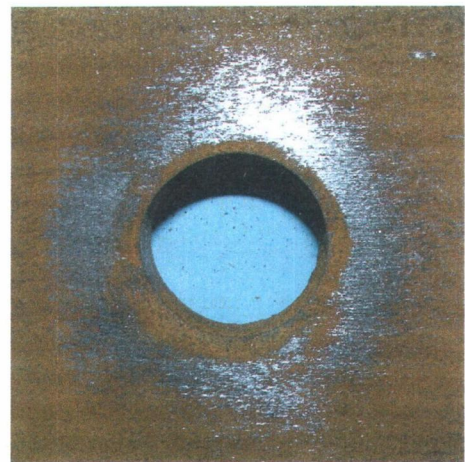


(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.23 試験後の摩擦面の状況 [B2I : ブラスト, 内陸曝露 2 ヶ月]



(a) 全体写真



(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.24 試験後の摩擦面の状況 [B4I : ブラスト, 内陸曝露 4 ヶ月]



(a) 全体写真

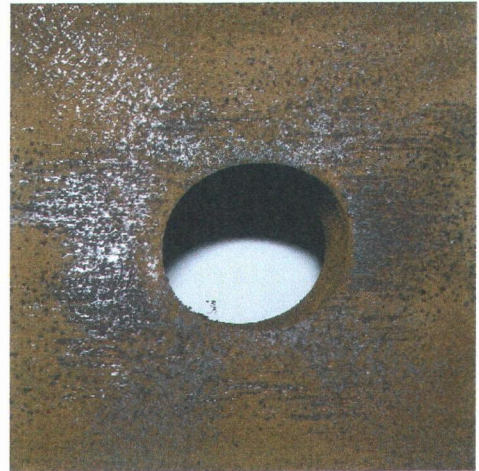


(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.25 試験後の摩擦面の状況 [B6I : ブラスト, 内陸曝露 6 ヶ月]

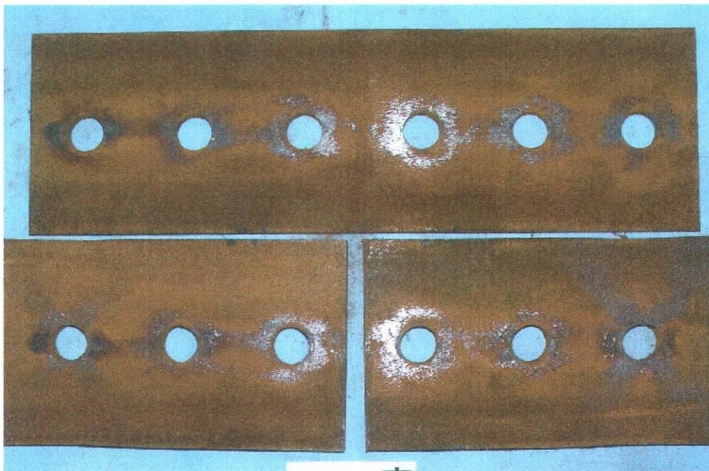


(a) 全体写真



(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.26 試験後の摩擦面の状況 [G2S : グラインダー, 海岸曝露 2 ヶ月]



(a) 全体写真



(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.27 試験後の摩擦面の状況 [G4S : グラインダー, 海岸曝露 4 ヶ月]

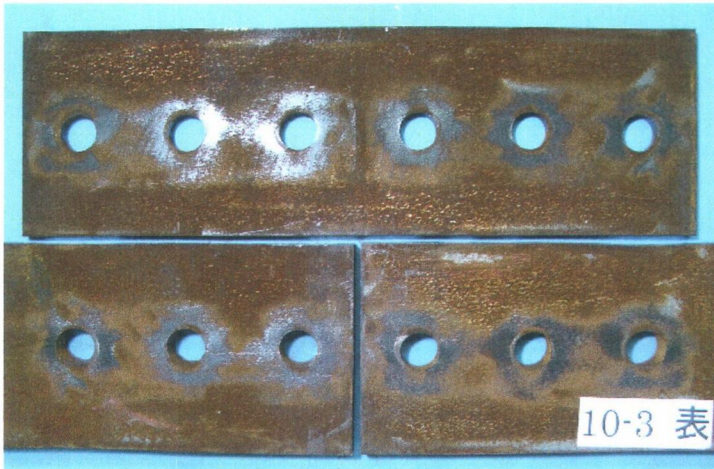


(a) 全体写真



(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.28 試験後の摩擦面の状況 [G6S : グラインダー, 海岸曝露 6 ヶ月]

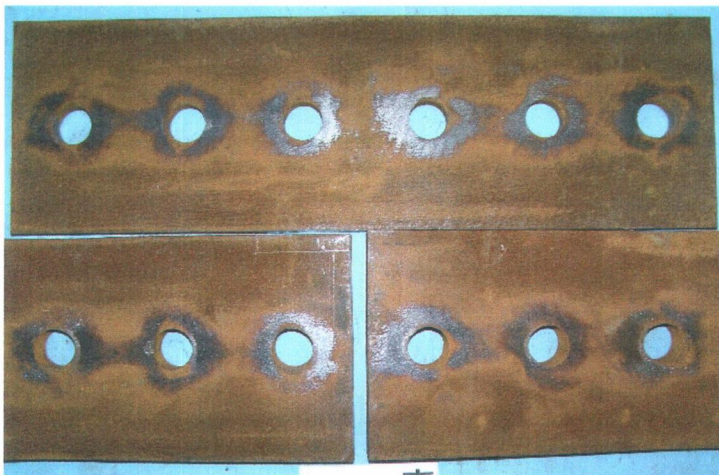


(a) 全体写真

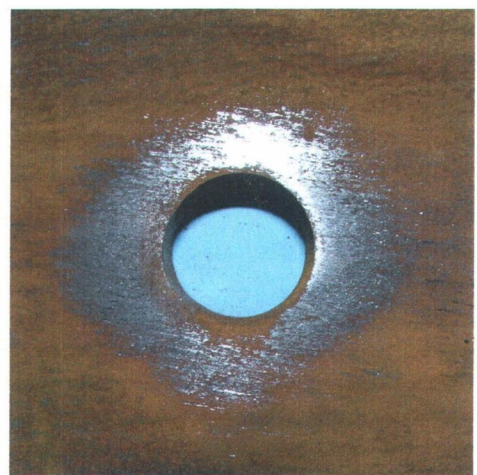


(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.29 試験後の摩擦面の状況 [G21: グラインダー, 内陸曝露 2 ヶ月]



(a) 全体写真

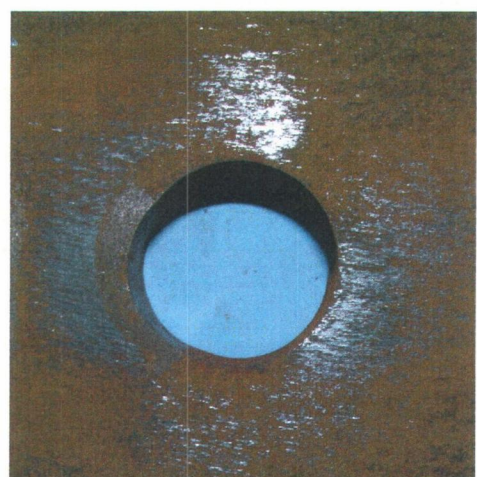


(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.30 試験後の摩擦面の状況 [G41: グラインダー, 内陸曝露 4 ヶ月]



(a) 全体写真



(b) 円孔周辺拡大写真

写真-4.31 試験後の摩擦面の状況 [G61: ブラスト, 内陸曝露 6 ヶ月]