

土木研究所資料

コンクリート埋設鉄構造物に関する 調査報告書

平成4年1月

建設省東北地方建設局道路部機械課
建設省土木研究所地質化学部化学研究室

Copyright © (1992) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

コンクリート埋設鉄構造物に関する調査報告書

土木研究所地質化学部

化学研究室 室 長 片 脇 清

研究員 守 屋 進

要 旨

ダム放流設備などの鉄構造物をコンクリートに埋設する際に防食のため塗装する。塗装した鋼材とコンクリートとの付着性状を明らかにすることを目的とした付着力試験結果をとりまとめたものである。

キーワード：ダム，放流設備，コンクリート埋設，塗装鋼材，付着性状

まえがき

ダム放流設備などの鉄構造物のコンクリートへの埋設は、放流設備の適切な位置への設置固定、機能の確保、荷重の確実な伝達分散、水密性の確保、並びにこれら埋設鉄構造物の腐食対策などを目的とする極めて重要な作業であるが、埋設鉄構造物は複雑な形状をしているほか、周辺に据付け架台や据付けあるいは補強鉄筋などが複雑に入り組んでおり、コンクリートの打ち込みが困難なため、戸当り部には水みちによる漏水や浸透水による埋設側の鋼材の腐食が問題となっている。このため、放流管外面、据付け架台、据付け材などへプライマー処理したり、補強鉄筋に塗装した鉄筋を使用することが多くなっている。

本調査は、塗装した鉄筋や鋼材とコンクリートとの付着性状に関する試験結果をとりまとめたものである。

目 次

まえがき

1. 試験目的	1
2. 試験方法	2
2.1 コンクリート試験体	2
2.2 試験体の塗装	6
2.3 鉄筋の引抜き付着力試験	6
2.4 鋼板の引抜き付着力試験	8
2.5 せん断付着力試験	9
2.6 垂直引張り付着力試験	9
3. 試験結果	11
3.1 鉄筋の引抜き付着力試験	11
3.1.1 標準養生	11
3.1.2 水中・塩水中 3 カ月浸漬	16
3.2 鋼板の引抜き付着力試験	20
3.3 せん断付着力試験	21
3.4 垂直引張り付着力試験	23
4. 結論	24
あとがき	26
付属資料－1 塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ	27
付属資料－2 塗装した鉄筋の引抜き付着応力－すべり曲線	61

1. 試験目的

ダム放流設備などの鉄構造物のコンクリートへの埋設は、放流設備の適切な位置への設置固定、機能の確保、荷重の確実な伝達分散、水密性の確保、並びにこれら埋設鉄構造物の腐食対策などを目的とする極めて重要な作業であるが、埋設鉄構造物は複雑な形状をしているほか、周辺に据付け架台やその他の据付け材あるいは補強鉄筋などが複雑に入り組んでおり、コンクリートの打ち込みが困難なため、戸当り部には水みちによる漏水や浸透水による埋設側の鋼材の腐食が問題となっている。このため、放流管外面、据付け架台、据付け材などをプライマー処理したり、補強鉄筋に塗装した鉄筋を使用することが多くなっている。

本調査は、塗装した鉄筋や鋼材とコンクリートとの付着性状を明らかにすることを目的として、鋼橋などの製作時の一時的な防錆に広く用いられている鉛系さび止めペイント、近年、厳しい腐食環境における鋼構造物の防食下地として用いられるようになってきた有機及び無機ジンクリッチペイント、防錆性に優れているエポキシ樹脂塗料並びにタールエポキシ樹脂塗料を、素地調整をブラスト、電動工具処理、無処理（脱脂）の3種類として異形鉄筋及び鋼板に塗装してコンクリートに埋設並びに接着させた試験体を製作した。塗装した鉄筋とコンクリートとの付着性能は、引抜き付着力試験ですべり量と付着応力度及び塗膜のはく離状態で評価した。また、塗装した鋼板とコンクリートとの付着性能は、引抜き付着力試験、せん断付着力試験、垂直引張り付着力試験で付着応力度及び塗膜のはく離状態で評価した。なお、比較のため現場における簡便な鋼材の防錆法であるモルタルを鉄筋に手で巻き付けたもの及び無処理・無塗装の黒皮付きのままの試験も行った。

2. 試験方法

2.1 コンクリート試験体

コンクリート試験体は、JIS原案「引き抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法（案）」に準じて製作した。

(1) 使用材料

セメント：普通ポルトランドセメントを使用した。

混和剤：鉄筋の付着性試験体の製作では、ボゾリス70とAE助剤303の4倍希釈を使用した。

鋼板の付着性試験体の製作では、ボゾリス70とAE助剤202の4倍希釈を使用した。

粗骨材：茨城県笠間産の硬質砂岩を使用した。物理試験結果を表-1に、粒度曲線を図-1に示す。

細骨材：静岡県富士川産の川砂を使用した。物理試験結果を表-2に、粒度曲線を図-1に示す。

(2) 配合

コンクリートの配合を表-3に示す。各バッチのスランプ・空気量の実測値及び28日圧縮強度試験結果を表-4に示す。

(3) コンクリート試験体の形状

① 鉄筋の付着力試験体

コンクリート試験体は、塗装した鉄筋をコンクリートとの付着長が一定となるようにして図-2(1)に示すようにして垂直にしてコンクリートを打設した。

② 鋼板の付着力試験体

引抜き付着力試験体は、 $200 \times 30 \times 6$ mmの鋼板の塗装した部分が $100 \times 100 \times 150$ mmのコンクリート中に100 mm埋設されるようにしてコンクリートを打設した。

せん断付着力試験体は、 $200 \times 200 \times 6$ mmの塗装した鋼板の塗装面に、 $100 \times 150 \times 50$ mmのコンクリートを打設した。

垂直引張り付着力試験体は、 $500 \times 300 \times 6$ mmの塗装した鋼板の塗装面に、 $400 \times 150 \times 50$ mmのコンクリートを打設し、図-2(2)のように1枚の試験体から直径100 mmのコアを3個コアカッターで鋼板と縁切りした。

(4) 鉄筋、鋼板

鉄筋は、異形鉄筋SD30D16（竹フシ）、長さ75 cmのうち、片側30 cmについて、黒皮付きのものを素地調整して所定の塗装を行ったものを用いた。

鋼板は、200×30×6mmのSS400の長さ方向150mmの部分について、黒皮付きのものを素地調整して所定の塗装を行ったものを用いた。

(5)養生

コンクリート打設1日後に型枠を脱型し、28日まで湿潤養生した。

表-1 粗骨材の物理試験結果

碎石	比重	吸水率 (%)	混 合 比 率 (6:4) 粒 度						すりへり減量		単位容 積重量 kgt/cm ³
			25~20 mm	20~15 mm	15~10 mm	10~5 mm	5mm 以下	FM	B粒度	C粒度	
5号	2.66	0.61	8.2	23.1	28.8	—	—	—	11.8	12.4	1520
6号	2.66	0.58	—	—	12.2	25.0	2.8	—			
混合	2.66	0.60	8.2	23.1	41.0	25.0	2.8	8.1			
			安 定 性 試 験 結 果								
			20~15	15~10	10~5	損失重量百分率(%)					
			8.0	0.4	4.0	3.0					

表-2 細骨材の物理試験結果

	比重	吸水率 (%)	混 合 (5:5) 粒 度							
			5mm 以上	5~2.5 mm	2.5~1.2 mm	1.2~0.6 mm	0.6~0.3 mm	0.3~0.15 mm	0.15mm 以下	FM
1	2.62	1.94	0.45	8.6	10.9	12.8	10.2	5.0	2.4	3.06
2			0.4	10.3	11.6	12.3	9.6	4.3	1.9	3.21
混合			0.8	18.9	22.5	25.1	19.8	9.3	4.3	3.13
混合粒 度試験 結 果			安 定 性 試 験 結 果					細骨材の 単位容積重量 (kgf/m³)		
			5~2.5	2.5~1	1.2~0.6	0.6~0.3	損失重量百分率			
			1.2	1.2	1.1	0.9	4.2	1768		

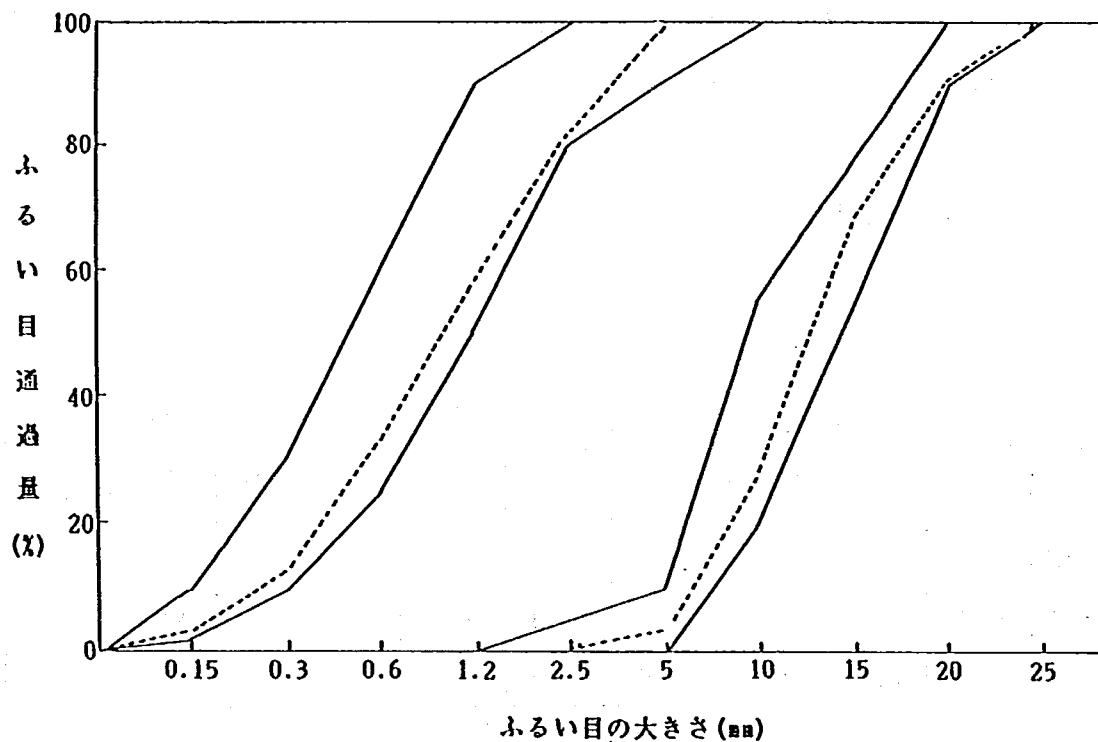


図-1 骨材の粒度曲線

表-3 コンクリートの配合

試験の種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	空気量 (%)	スラブ (cm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/cm³)						
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材		混和剤	
									20～13 (mm)	13～5 (mm)	減水剤	AE助剤
鉄筋	20	5.4	8 ± 1	68	48	169	282	926	509.5	509.5	2.820	0.282
鋼板	20	5.4	8 ± 1	60	48	167	278	874	482.5	482.5	2.780	0.083

表-4 スラブ、空気量及び28日圧縮強度試験結果

試験の種類	バッチ No	スラブ (cm)	空気量 (%)	28日圧縮強度(kgf/cm ³)		
				測定値		
鉄筋	1	8.2	5.4	331, 331, 329	330	
	2	9.2	5.5	335, 334, 335	335	
	3	8.9	5.5	326, 326, 320	324	
	4	9.0	5.6	340, 336, 341	339	
鋼板	1	9.0	5.4	343, 352, 350	348	
	2	9.2	5.5	341, 344, 349	345	
	3	8.9	5.5	348, 345, 346	346	

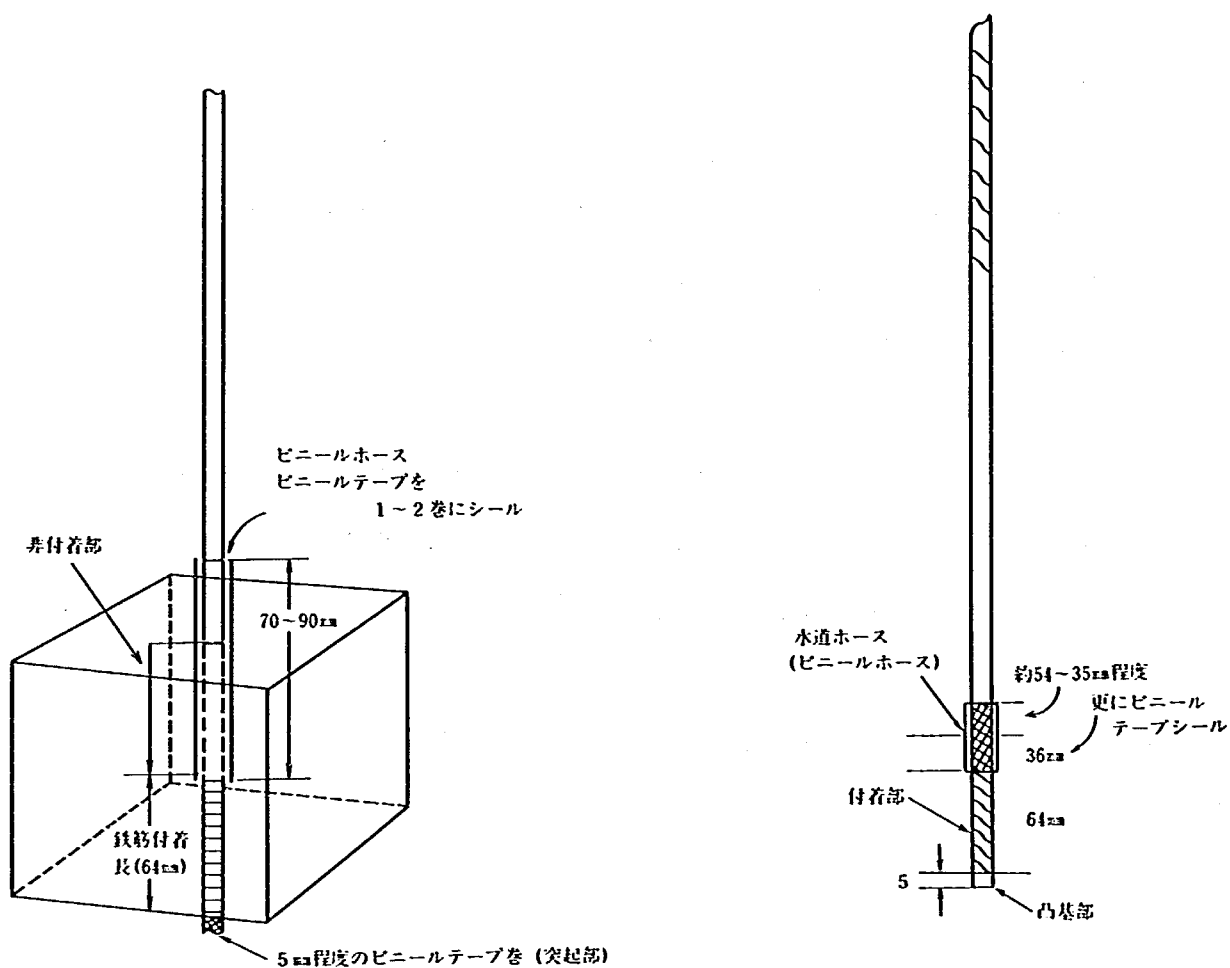


図-2(1) 塗装した鉄筋の引抜き付着力試験体の形状

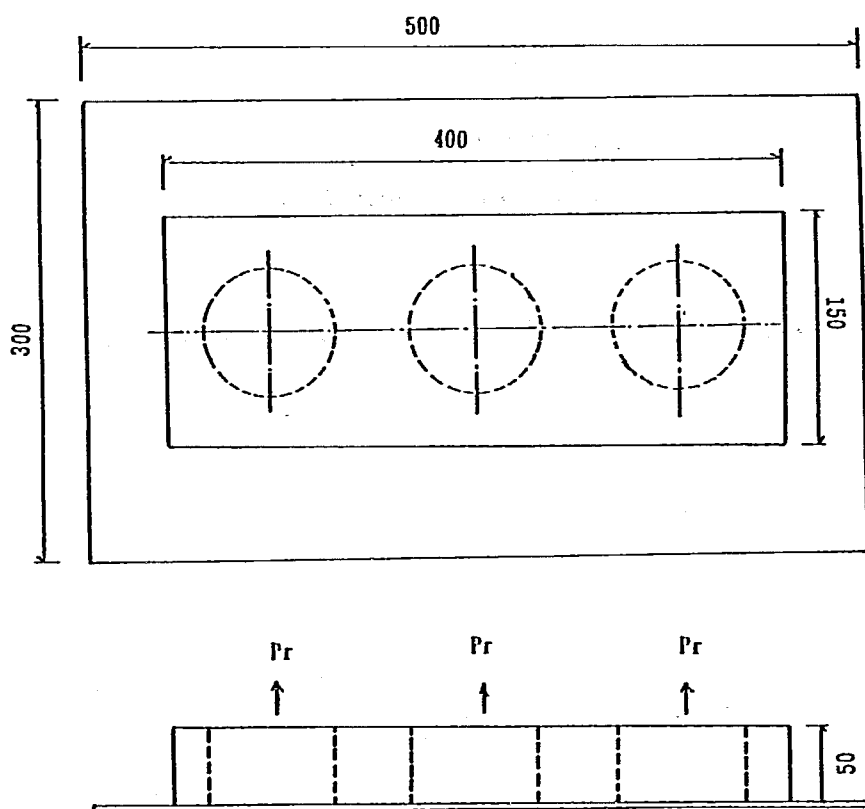


図-2(2) 塗装した鋼板の垂直引張り付着力試験体の形状

2.2試験体の塗装

異形鉄筋の黒皮をサンドブラスト処理及び電動工具処理で除去したものと、無処理のままアセトンで脱脂のみ行った3種類について、それぞれ3本ずつ表-5の塗料をはけで塗った。

鋼板も黒皮をサンドブラスト処理及び電動工具処理で除去したものと、無処理のままアセトンで脱脂のみした3種類について、それぞれ3枚ずつ表-6の塗料をはけで塗った。

2.3鉄筋の引抜き付着力試験

塗装した鉄筋のコンクリートとの付着力試験は、標準養生として28日間湿潤養生したものと、28日間湿潤養生後に水中に3カ月間浸漬したもの、及び3%NaClの塩水中に3カ月間浸漬したものについて、JIS原案「引き抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法(案)」に準じて行った。

鉄筋のすべり量は、図-3に示すように鉄筋の自由端に変位計を取付けて滑り量を測定し、鉄筋の付着応力度を下式により求めた。

$$\tau = \frac{P}{\pi \cdot D / L} \cdot \alpha$$

ここで、 τ : 付着応力度 (kgf/cm²)

P : 引張荷重 (kg)

D : 鉄筋径 (cm)

L : 鉄筋埋込み長 (cm)

α : コンクリートの圧縮強度に対する補正係数

試験は引張り速度20mm/minで行い、付着強度、塗膜のはく離面積率を測定した。

表-5 鉄筋の塗装仕様

塗料	養生条件 素地調整	標準 (28日湿潤養生)			水中3ヶ月	塩水3ヶ月
		ブラスト	電動工具	無処理	電動工具	電動工具
無塗装		—	3	—	3*	3*
有機ジンクリッチペイント		3	3	3	3	3
無機ジンクリッチペイント		3	3	3	3	3
鉛系さび止めペイント		3	3	3	3	3
エポキシ樹脂塗料		3	3	3	3	3
タールエポキシ樹脂塗料		3	3	3	3	3
モルタル巻き		3	3	3	3	3
合 計		18	21	18	21	21

*印は、無処理

表-6 鋼板の塗装仕様

塗料	素地調整	試 験 方 法		
		引抜き試験	せん断試験	垂直引張試験
無塗装	無処理	3	3	3
有機ジンクリッチペイント 35 μ m	ブラスト	3	3	3
	電動工具	3	3	3
	無処理	3	3	3
無機ジンクリッチペイント 35 μ m	ブラスト	3	3	3
	電動工具	3	3	3
	無処理	3	3	3
鉛系さび止めペイント 35 μ m	ブラスト	3	3	3
	電動工具	3	3	3
	無処理	3	3	3
エポキシ樹脂塗料 60 μ m	ブラスト	3	3	3
	電動工具	3	3	3
	無処理	3	3	3
タールエポキシ樹脂塗料 60 μ m	ブラスト	3	3	3
	電動工具	3	3	3
	無処理	3	3	3
合 計		48	48	48

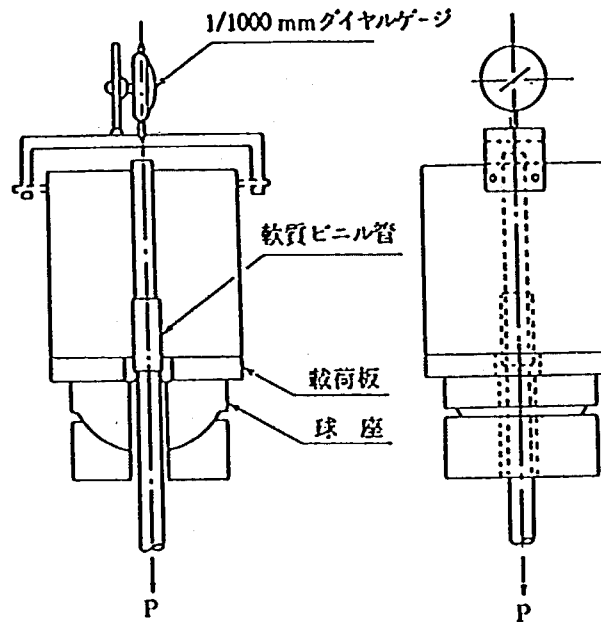


図-3 鉄筋の付着力試験方法

2.4 鋼板の引抜き付着力試験

塗装した鋼板のコンクリートとの付着力試験は、28日間湿潤養生したものについて、JIS 原案「引き抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法（案）」に準じて図-4 に示すように28日間湿潤養生後、万能試験機でコンクリートとの付着を測定し、付着強度及び塗膜のはく離面積を求めた。

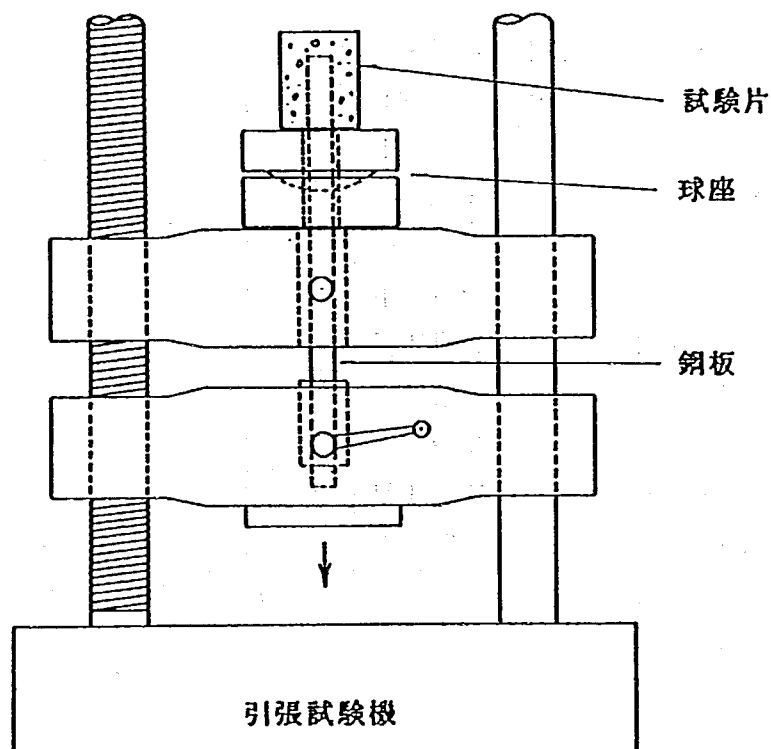


図-4 鋼板の付着力試験方法

2.5せん断付着力試験

塗装した鋼板とコンクリートとのせん断付着力試験は、(財)日本道路協会の「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料」昭和62年1月の付録-1試験方法の2.3せん断試験に準拠して図-5に示すように万能試験機に設置し、載荷速度1mm/minでせん断試験を行い、せん断強度、せん断伸び、塗膜のはく離面積を測定した。

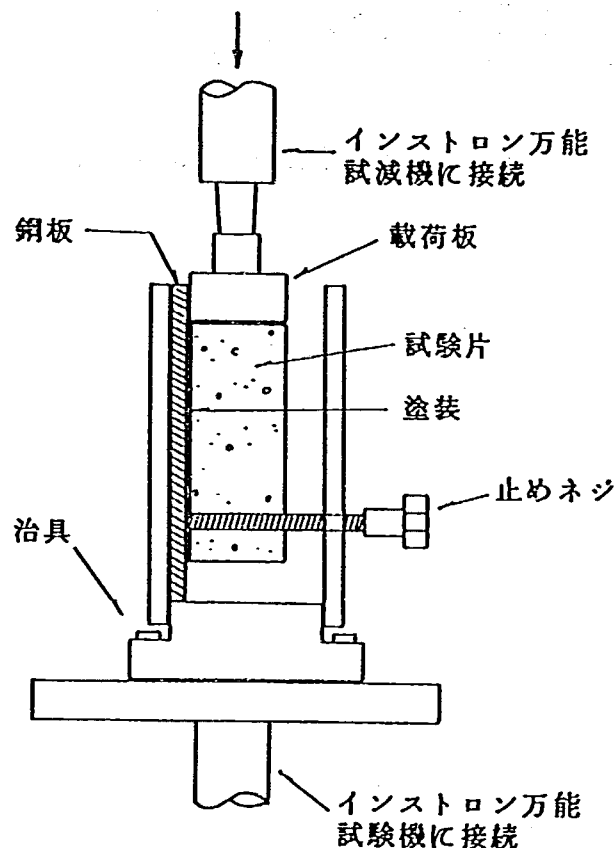


図-5 せん断付着力試験方法

2.6垂直引張り付着力試験

塗装した鋼板とコンクリートとの垂直引張り付着力試験は、(財)日本道路協会の「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料」昭和62年1月の付録-1試験方法の2.4引張り接着試験に準拠して図-6に示すように28日間湿潤養生後、コアカッターで $\phi 10\text{cm}$ の切込みを3個鋼板に達するまで入れ、コンクリート表面に鋼製接着板をエポキシ系接着剤で接着し、油圧式接着試験機で載荷速度約 $1\text{kgf/cm}^2/\text{sec}$ で試験を行い、付着強度、塗膜のはく離面積を測定した。

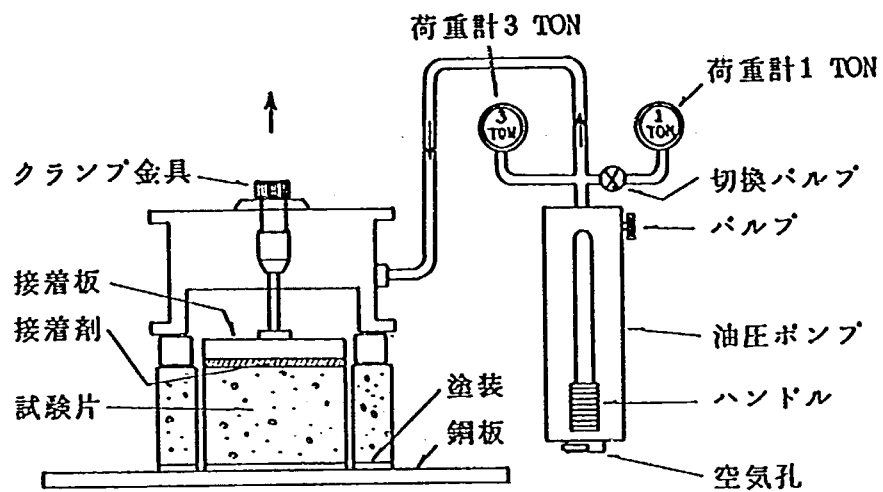


図-6 垂直引張付着力試験方法

3. 試験結果

3.1鉄筋の引抜き付着力試験

本試験では、リグテンションによる鉄筋の降伏破断を防ぐ目的で、コンクリート補強のためのスパイラル筋を使用しなかった。このため、全ての試験体で、鉄筋が引き抜かれる前にコンクリートが割裂した。

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データを付属資料－1に、引抜き付着応力－すべり曲線を付属資料－2に示す。

3.1.1 標準養生

湿潤養生28日間の標準養生を行った試験体の塗装した鉄筋の引抜き付着力試験結果を表－7に示す。

(1)0.02Dにおける付着応力度

0.02Dにおける付着応力度(0.032mm 値)を図－7に示す。塗料別では、モルタル巻きがもっとも高く、無機ジンクリッチペイント、有機ジンクリッチペイント、無塗装、エポキシ樹脂系、鉛系さび止めペイントの順で付着力が小さくなっている。

素地調整は、鉛系さび止めペイント、エポキシ樹脂塗料、タールエポキシ樹脂塗料は、ブラスト処理、電動工具処理、無処理の順で付着応力度は小さくなっている。有機ジンクリッチペイントの付着応力度は、無処理、ブラスト処理、電動工具処理の順であり、無機ジンクリッチペイントの付着応力度は、電動工具処理が最も大きくブラスト処理と無処理はほぼ同じであった。

ジンクリッチ系ペイントとモルタル巻きは、いずれの素地調整程度でも無塗装より付着応力度が大きかった。

(2)最大付着応力度

最大付着応力度を図－8に示す。本試験では、コンクリートが割裂して引き抜き試験が継続できなくなったときの値を最大付着応力度とした。最大付着応力度は、無機ジンクリッチペイント、モルタル巻きが最も高く、次いで有機ジンクリッチペイントが高く、0.02Dにおける付着応力度とほぼ似た傾向を示している。

素地調整は、鉛系さび止めペイント、タールエポキシ樹脂塗料は、ブラスト処理が高く、電動工具処理、無処理と比較して素地調整程度の差が明確に現れている。

特に、鉛系さび止めペイント(ブラスト処理)は、エポキシ樹脂系に匹敵する値を示している。

エポキシ樹脂塗料は、素地調整程度の差は明確ではなく、有機ジンクリッチペイントは無処理がもっとも高く、無機ジンクリッチペイントは電動工具処理が高い値となっている。

(3)最大すべり量

コンクリート部分の破壊までのすべり量を図-9に示す。すべり量は、塗膜の強度・コンクリートとの付着強さによって左右され、付着応力度の低い鉛系さび止めペイントはすべり量が大きく、モルタル巻きはすべり量が小さい値となっている。

(4)塗膜のはく離面積

塗膜のはく離面積を図-10に示す。塗膜のはく離面積(%)のうちモルタル巻きは、鉄筋の素地が露出した部分のはく離したものとして評価した。

ジンクリッチペイント系では、電動工具処理したものの塗膜のはく離面積が著しく大きかった。

表-7 塗装した鉄筋の引抜き付着力試験結果(標準養生)

塗装仕様	素地調整	付着応力度 (kgf/cm ²)		最大付着応力(kgf/cm ²)		最大すべり量 (cm)		はく離面積 (%)	
		測定値	平均	測定値	平均	測定値	平均	測定値	平均
無塗装	無処理	70.4	72.5	80.1	86.2	0.060	0.06	—	—
		76.1		104		0.090		—	
		71.0		74.4		0.040		—	
有機シリケート	ブラスト	75.5	76.1	79.0	84.9	0.050	0.05	0.1	0.2
		80.7		88.7		0.050		0	
		72.1		87.0		0.060		0.5	
	電動工具	67.5	70.9	68.7	78.0	0.040	0.05	10	20
		69.8		85.6		0.070		30	
		75.3		79.8		0.040		20	
	無処理	79.8	81.9	95.3	99.4	0.060	0.07	10	8
		81.5		112		0.100		8	
		84.4		91.0		0.050		5	
無機シリケート	ブラスト	85.6	82.7	108	104	0.060	0.06	0	0
		88.7		105		0.060		0	
		73.8		98.4		0.070		0	
	電動工具	108	104	119	111	0.080	0.06	20	30
		113		123		0.060		40	
		89.7		89.7		0.032		30	
	無処理	89.1	83.3	95.9	87.0	0.060	0.05	1	3
		85.2		89.4		0.050		6	
		75.6		75.6		0.032		3	
鉛系さび止めペイント	ブラスト	53.0	54.8	91.7	91.1	0.120	0.11	0	0
		53.6		87.1		0.100		0	
		57.8		94.5		0.100		0	
	電動工具	49.6	53.0	69.7	70.0	0.070	0.07	8	7
		52.7		63.2		0.050		10	
		56.7		77.0		0.080		4	
	無処理	41.2	39.6	72.5	72.4	0.120	0.13	8	7
		40.3		73.0		0.120		5	
		37.2		71.6		0.140		8	
エポキシ樹脂塗料	ブラスト	70.9	68.1	86.3	85.6	0.060	0.07	4	3
		68.6		78.4		0.060		2	
		64.8		92.1		0.100		3	
	電動工具	59.8	62.9	89.2	83.0	0.090	0.07	2	6
		65.4		79.9		0.060		10	
		63.6		79.9		0.070		5	
	無処理	56.1	55.3	78.4	83.6	0.080	0.10	0.5	0.2
		55.2		80.2		0.080		0	
		54.6		92.1		0.140		0	
ウレタン樹脂塗料	ブラスト	52.6	64.4	92.4	95.3	0.100	0.09	1	2
		70.6		86.6		0.070		2	
		70.0		107		0.100		2	
	電動工具	64.5	61.3	76.7	75.5	0.050	0.06	0	0
		59.0		74.1		0.060		0	
		60.4		75.8		0.070		0	
	無処理	58.8	58.2	84.7	77.7	0.090	0.07	0	0
		59.9		77.2		0.060		0	
		56.0		71.3		0.060		0	
モルタル巻き	ブラスト	—	—	103	101	0.030	0.03	70	60
		—		91.1		0.030		50	
		—		108		0.030		50	
	電動工具	—	110	80.5	96.4	0.020	0.04	90	80
		110		130		0.090		70	
		—		78.8		0.020		90	
	無処理	115	117	119	112	0.050	0.04	70	60
		118		119		0.040		40	
		—		98.1		0.020		70	

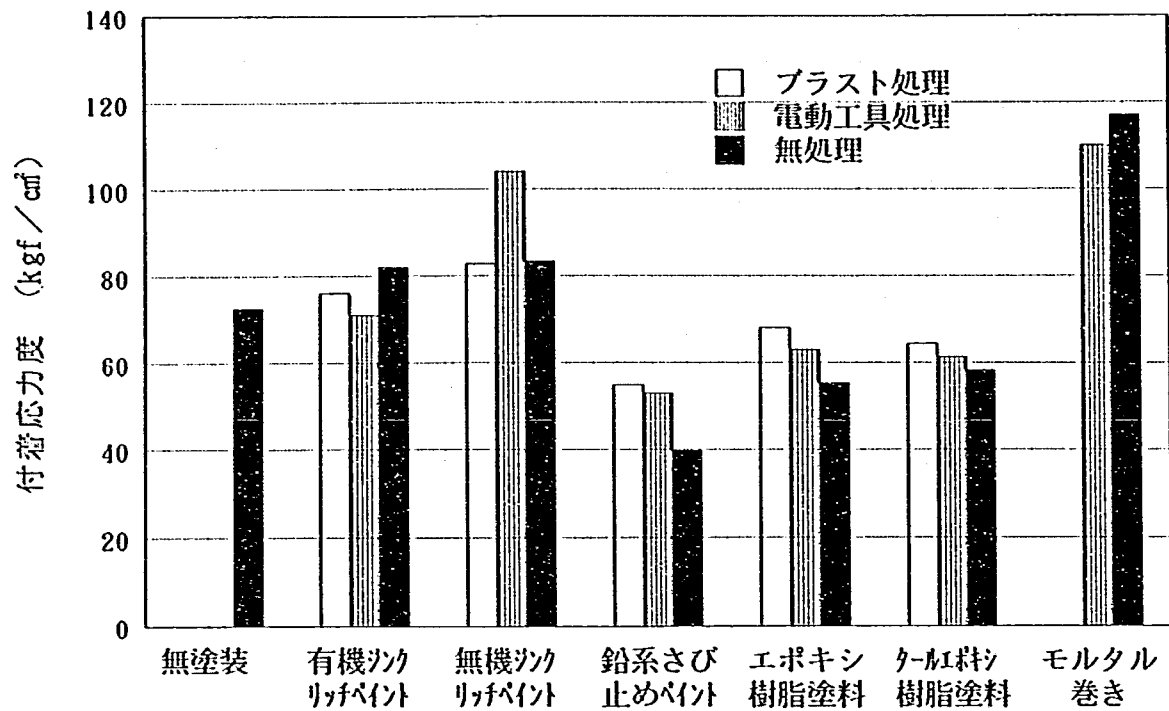


図-7 塗装した鉄筋の付着応力度 (標準養生)

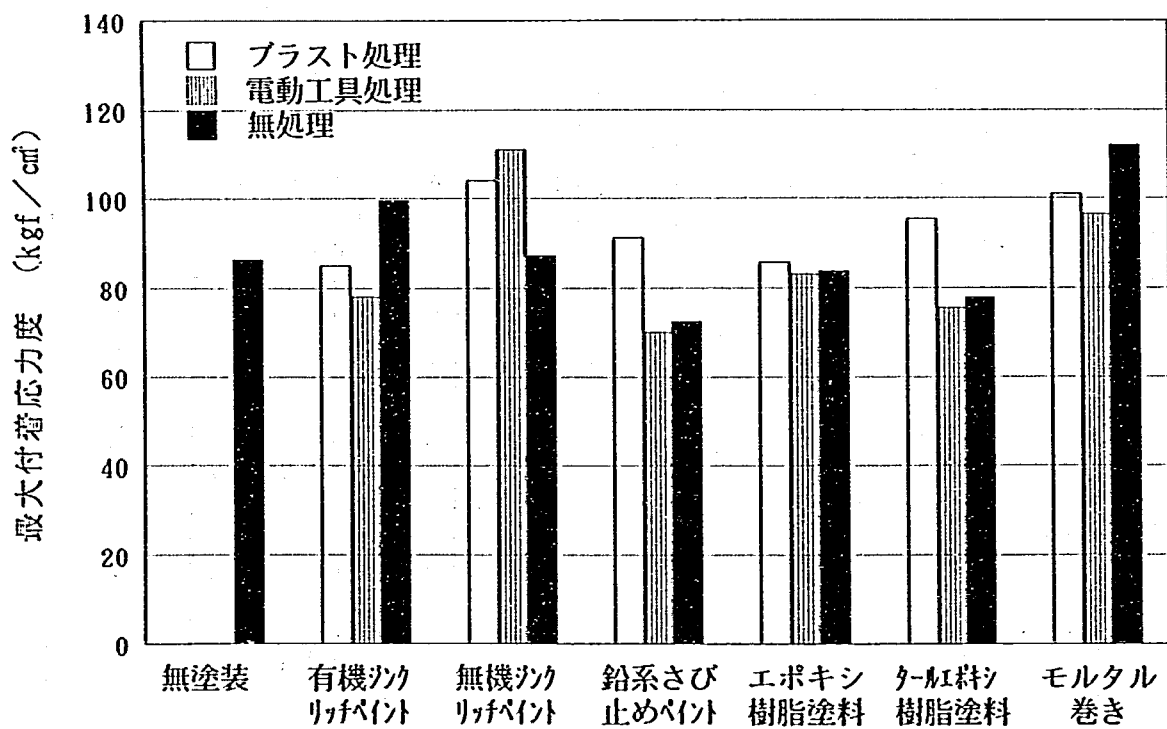


図-8 塗装した鉄筋の最大付着応力度 (標準養生)

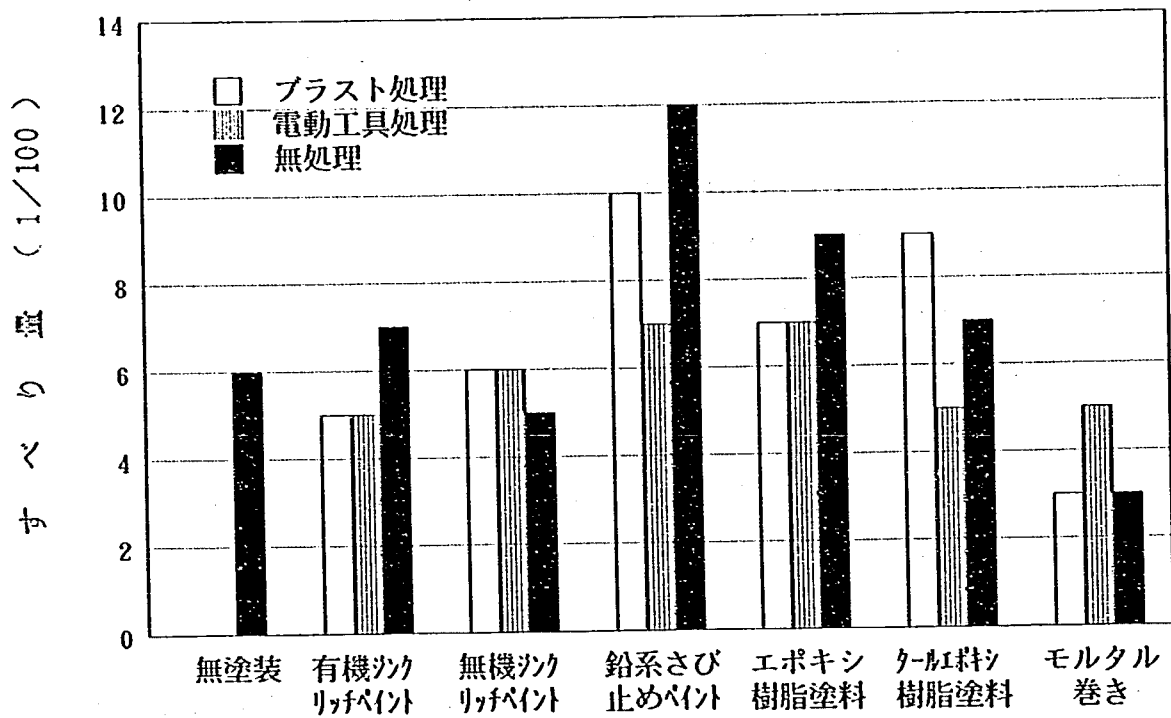


図-9 塗装した鉄筋の最大すべり量（標準養生）

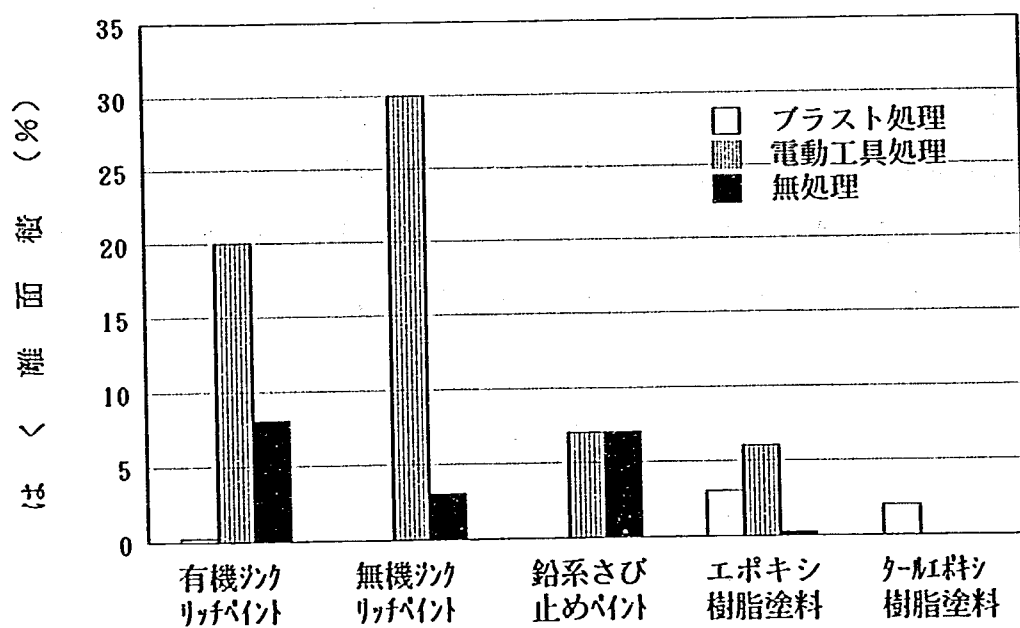


図-10 塗装した鉄筋の塗膜のはく離面積（標準養生）

3.1.2 水中・塩水中3カ月浸漬試験

水中及び塩水中に3カ月浸漬後の鉄筋の付着力試験結果を表-8に示す。

標準養生と水中・塩水中3カ月浸漬後の付着力試験結果を比較した。0.02Dにおける付着応力度(0.032mm値)を図-11に、最大付着応力度を図-12に、コンクリート部分の破壊までのすべり量を図-13に、塗膜のはく離面積を図-14に示す。

モルタル巻き(ブラスト処理)の付着応力度は、自由端すべり量が0.032mmに達する以前にコンクリートが破断し、付着応力度は求められなかった。

(1) 0.002Dにおける付着応力度

標準養生に比べて3カ月間水中浸漬、塩水浸漬したもののほうが、鉛系さび止めペイントを除いて全般的に高い傾向を示した。

(2) 最大付着応力度

最大付着応力度は、無機ジンクリッチペイントを除いて3カ月間水中浸漬、塩水浸漬したものの方が標準養生より高い傾向を示した。

(3) 最大すべり量

最大すべり量は、付着応力度が比較的小さかった鉛系さび止めペイント、エポキシ樹脂塗料及びタールエポキシ樹脂塗料は大きく養生条件による差も比較的大きかった。その他の付着応力度が大きかったもののすべり量が小さかった。

(4) 塗膜のはくり面積

塗膜のはくり面積は、モルタル巻きが最も大きいが生養生条件による差はほとんどなかった。最大すべり量の大きい鉛系さび止めペイント、エポキシ樹脂塗料及びタールエポキシ樹脂塗料のはく離面積は非常に小さく養生条件による差もほとんどなかった。

表-8 塗装した鉄筋の引抜き付着力試験結果

塗装仕様	養生条件	付着応力度 (kgf/cm ²)		最大付着応力 (kgf/cm ²)		最大すべり量 (cm)		はく離面積 (%)	
		測定値	平均	測定値	平均	測定値	平均	測定値	平均
無塗装	水 中	101	86.6	120	100	0.060	0.06	—	—
		80.7		94.7		0.070		—	
		78.1		86.4		0.050		—	
	塩水中	89.8	85.4	112	102	0.080	0.08	—	—
		74.7		76.1		0.050		—	
		91.6		118		0.100		—	
有機カ カバイン	水 中	93.3	93.5	93.3	89.5	0.032	0.03	50	37
		93.6		98.4		0.040		30	
		—		76.7		0.010		30	
	塩水中	109	103	109	106	0.040	0.04	10	20
		—		93.3		0.020		30	
		97.9		117		0.070		20	
無機カ カバイン	水 中	127	127	131	101	0.040	0.03	30	20
		—		93.9		0.030		10	
		—		79.3		0.020		20	
	塩水中	—	117	103	103	0.030	0.03	—	18
		—		90.0		0.020		—	
		117		117		0.032		—	
鉛系さび 止めバイン	水 中	49.6	41.9	73.9	82.4	0.070	0.10	2	3
		41.7		97.9		0.120		2	
		34.4		75.3		0.120		5	
	塩水中	33.3	35.2	80.1	82.6	0.160	0.13	3	3
		41.7		83.2		0.100		3	
		30.5		85.2		0.140		3	
エポキシ 樹脂塗料	水 中	77.0	71.5	80.5	81.7	0.050	0.06	2	2
		75.2		102		0.080		2	
		62.2		62.5		0.040		2	
	塩水中	68.3	71.6	107	103	0.120	0.10	2	2
		69.1		107		0.120		2	
		77.3		95.0		0.070		2	
タ-樹脂 樹脂塗料	水 中	70.9	69.0	106	95.1	0.100	0.09	0	0
		68.0		79.6		0.060		0	
		68.0		99.7		0.100		0	
	塩水中	63.6	68.4	106	105	0.200	0.15	0	0
		67.4		103		0.120		0	
		74.1		106		0.140		0	
モルタル 巻き	水 中	—	—	94.4	103	0.020	0.02	80	80
		—		102		0.020		80	
		—		112		0.030		80	
	塩水中	—	119	87.2	111	0.020	0.06	75	82
		—		106		0.030		90	
		119		141		0.120		80	

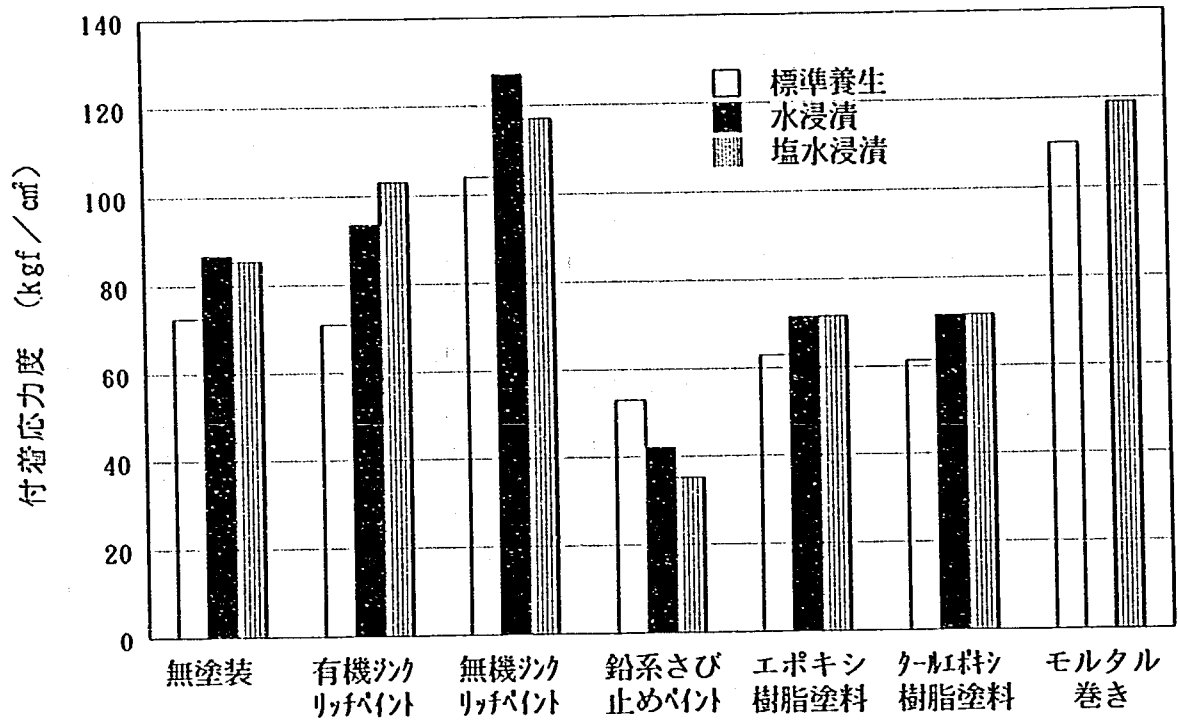


図-11 塗装した鉄筋の付着応力度 (水中・塩水中浸漬)

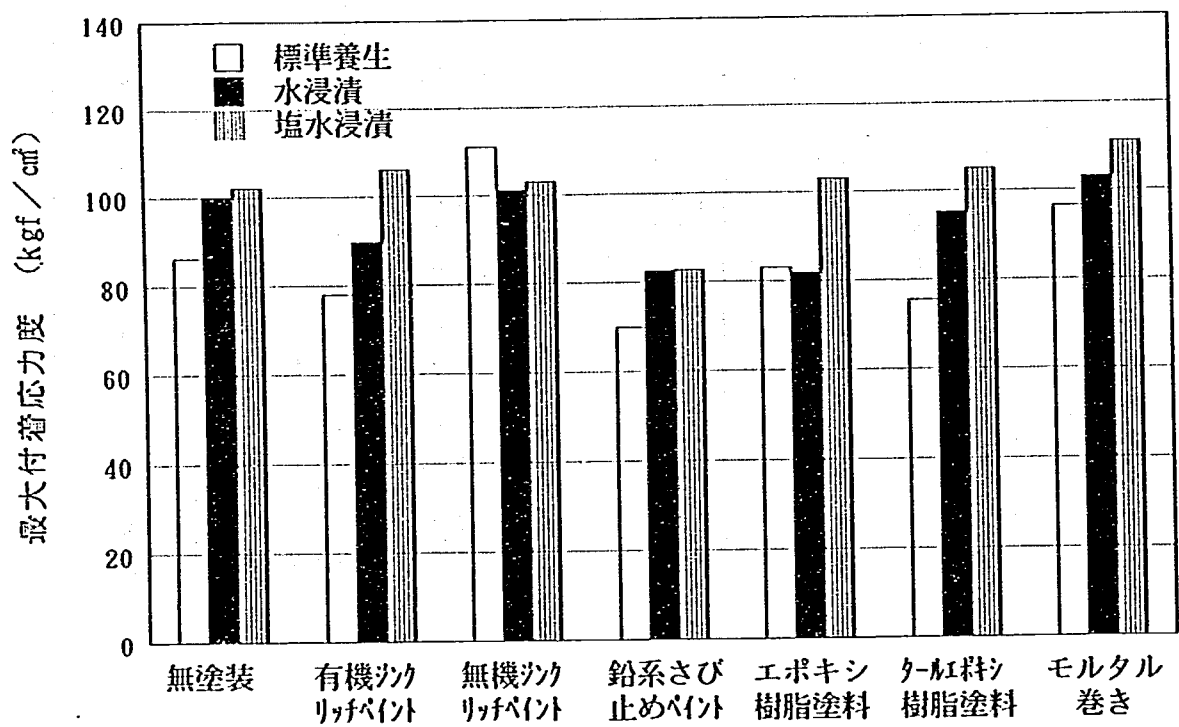


図-12 塗装した鉄筋の最大付着応力度 (水中・塩水中浸漬)

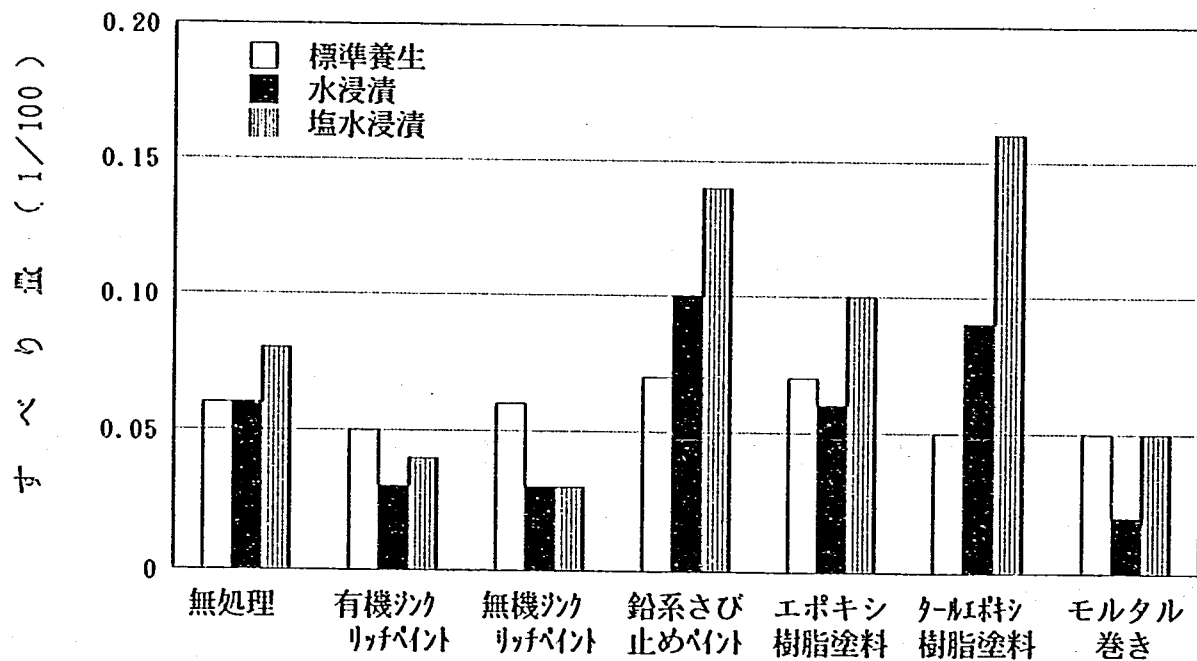


図-13 塗装した鉄筋の最大すべり量 (水中・塩水中浸漬)

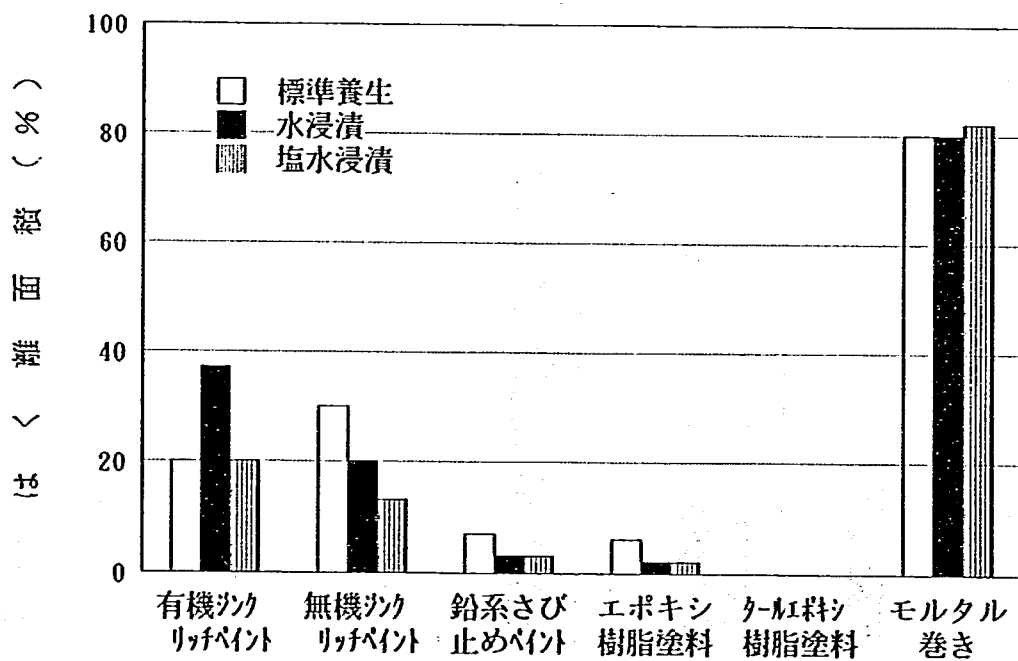


図-14 塗装した鉄筋の塗膜のはく離面積 (水中・塩水中浸漬)

3.2鋼板の引抜き付着力試験

(1)付着強度

塗装した鋼板の引抜き付着力試験の結果を表-9に示す。また、最大付着応力度を図-15に示す。

ジンクリッチペイント系が最も付着強度が高く、次いで無塗装>エポキシ樹脂系>鉛系さび止めペイントの順であった。

有機ジンクリッチペイント、タールエポキシ樹脂塗料、エポキシ樹脂塗料は、ブラスト処理、電動工具処理、無処理に順で付着強度は小さくなっているが、無機ジンクリッチペイント及び鉛系さび止めペイントは素地調整程度と付着強度の間に明確な関係が得られなかった。

(2)塗膜のはく離面積

塗膜がはく離しなかったのは、タールエポキシ樹脂塗料（すべての素地調整法）、鉛系さび止めペイント（ブラスト処理）、エポキシ樹脂塗料（ブラスト処理）であった。

塗膜のはく離が多く見られた鉛系さび止めペイントでも素地調整がブラスト処理したものには塗膜のはく離は無く、また、ジンクリッチペイント系でもブラスト処理は他の素地調整法に比べて塗膜のはく離が少なかった。

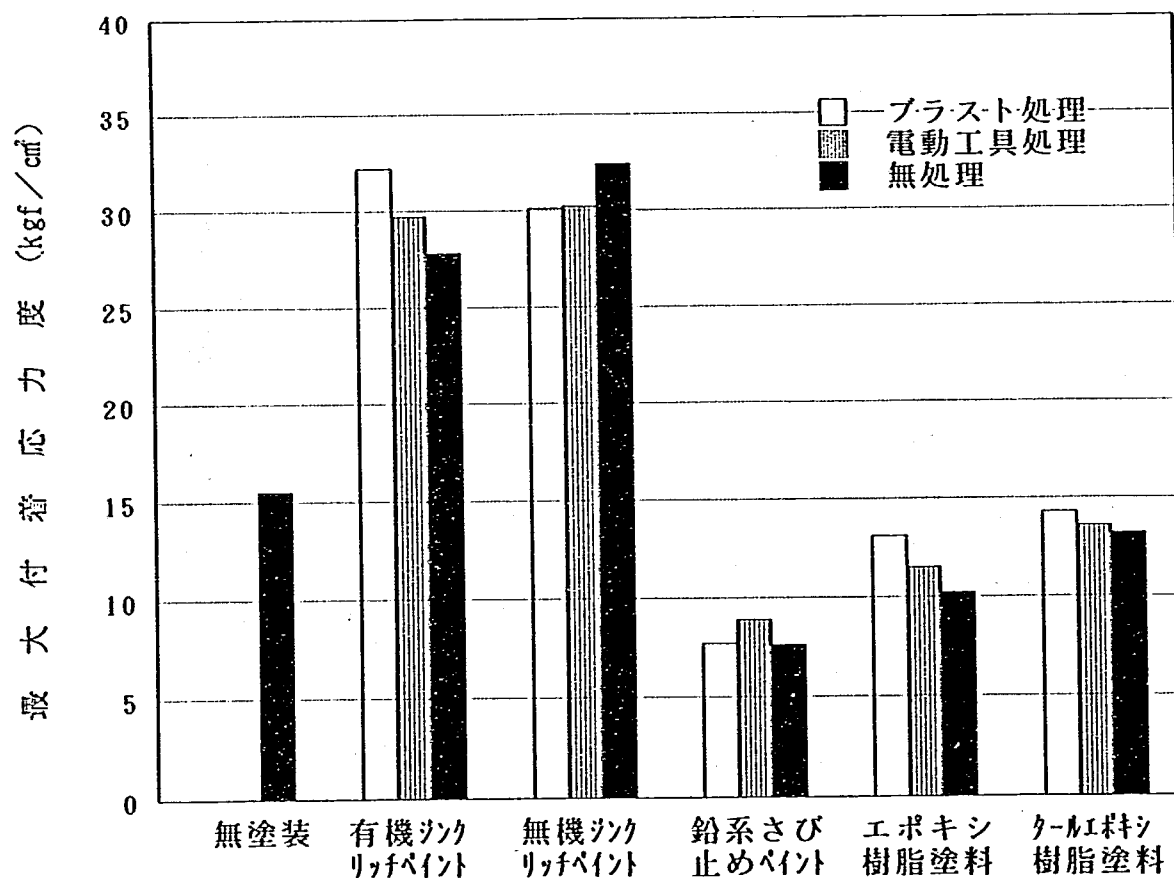


図-15 塗装した鋼板の引張試験結果（最大付着応力度）

表-9 塗装した鋼板の引抜き付着力試験

No	塗料	素地調整	付着強度 測定値	(kgf/cm ²) 平均	はく離面積率 (表側) (裏側)		(%) 平均
1	無塗装	無処理	16.2	15.5	—	—	—
2			18.2		—	—	
3			21.1		—	—	
1	有機シリケート	ブラスト	33.9	32.2	60	30	33
2			31.8		30	20	
3			31.0		40	20	
1		電動工具	27.8	29.7	100	90	95
2			32.5		85	95	
3			28.8		100	100	
1		無処理	25.1	27.8	95	100	99
2			31.1		100	100	
3			27.2		100	100	
1	無機シリケート	ブラスト	29.4	30.1	10	40	19
2			30.9		30	5	
3			29.9		20	10	
1		電動工具	35.0	30.8	10	15	34
2			26.0		70	70	
3			31.4		10	30	
1		無処理	31.5	32.4	30	40	43
2			27.8		50	20	
3			38.0		70	50	
1	鉛系さび止めペイント	ブラスト	8.18	7.72	0	0	0
2			7.50		0	0	
3			7.47		0	0	
1		電動工具	11.5	8.87	80	95	86
2			7.91		70	95	
3			7.21		80	95	
1		無処理	8.15	7.58	70	85	78
2			8.18		70	75	
3			6.41		80	90	
1	エポキシ樹脂塗料	ブラスト	12.4	13.1	0	0	0
2			13.1		0	0	
3			13.9		0	0	
1		電動工具	11.9	11.5	2	0	2
2			10.7		1	3	
3			11.9		0	8	
1		無処理	9.79	10.2	0	3	3
2			11.4		0	5	
3			9.50		3	5	
1	ケレン材シリケート樹脂塗料	ブラスト	13.7	14.3	0	0	0
2			14.4		0	0	
3			14.9		0	0	
1		電動工具	12.5	13.6	0	0	0
2			14.8		0	0	
3			13.6		0	0	
1		無処理	11.3	13.2	0	0	0
2			13.8		0	0	
3			14.4		0	0	

3.3せん断付着力試験結果

塗装した鋼板のせん断付着力試験の結果を表-10に示す。せん断付着力試験において試験体を治具にセットする際に鋼板とコンクリートがはく離してしまい試験不能となったものが5体あった。また繰返し3体のなかでもばらつきが大きかった。

無機ジンクリッチペイント、エポキシ樹脂塗料及びタールエポキシ樹脂塗料は、ブラスト、電動工具処理、無処理に順にせん断付着強度が小さくなっている。また、無塗装のせん断付着強度より大きい値を示したのは、ブラスト処理した無機ジンクリッチペイントのみであった。

表-10 塗装した鋼板のせん断付着力試験

No	塗装仕様	素地調整	せん断強度 (kgf/cm ²)			せん断伸び (%)			はく離面 (%)
			荷重(kg)	強度	平均	伸び(mm)	伸び	平均	
1	無塗装	無処理	225	1.5		0.76	0.5		0
2			451	3.0		1.65	1.1		0
3			767	5.1	3.2	2.69	1.8	1.1	0
1	有機ジンクリッチペイント	ブラスト	130	0.9		0.89	0.6		0
2			152	1.0		0.48	0.3		0
3			692	4.6	2.2	1.28	0.9	0.6	0
1		電動工具	47	0.3		0.18	0.1		0
2			50	0.3		0.21	0.1		0
3			490	3.3	1.3	0.82	0.5	0.2	0
1		無処理	428	2.9		0.83	0.6		0
2			314	2.1		0.91	0.6		0
3			366	2.4	2.5	1.39	0.9	0.7	0
1		ブラスト	725	4.8		0.92	0.6		0
2			25	0.2		0.72	0.5		0
3			1410	9.4	4.8	1.27	0.8	0.6	0
1	無機ジンクリッチペイント	電動工具	59	0.4		0.61	0.4		0
2			40	0.3		0.25	0.2		0
3			950	6.3	2.3	1.60	1.1	0.6	85
1		無処理	20	0.1		0.25	0.2		0
2			3	0.0		0.16	0.1		0
3			35	0.2	0.1	0.40	0.3	0.2	0
1		ブラスト	—	—		—	—		0
2			—	—		—	—		0
3			—	—	—	—	—	—	0
1	鉛系さび止めペイント	電動工具	26	0.2		0.19	0.1		0
2			28	0.2		0.01	0.0		1以下
3			—	—	0.2	—	—	0.1	0
1		無処理	82	0.5		0.16	0.1		0
2			—	—		—	—		0
3			—	—	0.5	—	—	0.1	0
1	エポキシ樹脂塗料	ブラスト	256	1.7		1.02	0.7		0
2			295	2.0		0.47	0.3		0
3			132	0.9	1.5	1.04	0.7	0.6	0
1		電動工具	64	0.4		0.31	0.2		0
2			105	0.7		0.17	0.1		0
3			75	0.5	0.5	0.71	0.5	0.3	0
1		無処理	88	0.6		0.31	0.2		0
2			50	0.3		0.51	0.3		0
3			28	0.2	0.4	0.54	0.4	0.3	0
1	タールエポキシ樹脂塗料	ブラスト	85	0.6		1.03	0.7		0
2			115	0.8		1.24	0.8		0
3			87	0.6	0.7	0.70	0.5	0.7	0
1		電動工具	60	0.4		0.42	0.3		0
2			117	0.8		0.72	0.5		0
3			45	0.3	0.5	0.27	0.2	0.3	0
1		無処理	42	0.3		0.19	0.1		0
2			5	0.0		0.13	0.1		0
3			37	0.2	0.2	0.32	0.2	0.1	0

3.4 垂直引張り付着力試験

塗装した鋼板の垂直引張り付着力試験の結果を表-11に示す。垂直引張り付着力試験において、コアカッターで試験部の縁切りを行う過程で、コンクリートがはく離してしまったため、試験ができなかったものが多く、試験が行えたのは無塗装、電動工具処理の有機ジンクリッチペイント、ブラスト処理及び電動工具処理の無機ジンクリッチペイント、無処理のエポキシ樹脂塗料のみであった。

垂直引張り付着強度が無塗装より大きかったのは、電動工具処理の有機ジンクリッチペイントであり、ブラスト処理の無機ジンクリッチペイントが無塗装とほぼ同程度であった。

表-11 塗装した鋼板の垂直引張り付着力試験

No	塗装仕様	素地調整	荷重強度 (kgf/cm ²)		はく離面積 (%)		備考
			測定値	平均	測定値	平均	
1	無塗装	無処理	2.5	2.2	0	0	
2			2.3		0		
3			1.9		0		
1	有機ジンクリッチペイント	ブラスト					試験不能
1		電動工具	1.9	3.5	1以下	1.1	
2			5.1		3.0		
3			3.4		2		
1		無処理					試験不能
1	無機ジンクリッチペイント	ブラスト	—	2.1	0	0	
2			1.9		0		
3			2.3		0		
1		電動工具	—	1.8	0	0	
2			1.7		0		
3			1.8		0		
1		無処理					試験不能
1	鉛系さび止めペイント	ブラスト					試験不能
1		電動工具					試験不能
1		無処理					試験不能
1	エポキシ樹脂塗料	ブラスト					試験不能
2		電動工具					試験不能
1		無処理	1.3	1.8	0	0	
2			1.3		0		
3			2.9		0		
1	ケルミル樹脂塗料	ブラスト					試験不能
1		電動工具					試験不能
1		無処理					試験不能

4. 結論

(1)塗装した鉄筋の引抜き付着力試験

①素地調整程度と最大付着応力

素地調整程度の違いによるコンクリートとの最大付着応力は以下の通りであった。

・ブラスト処理の場合

無機ジンクリッチペイント>有機ジンクリッチペイント>エポキシ樹脂塗料≒タールエポキシ樹脂塗料>鉛系さび止めペイント

ただし、無塗装の鉄筋より付着力が大きかったのは無機ジンクリッチペイントと有機ジンクリッチペイントのみであった。

・電動工具処理の場合

無機ジンクリッチペイント≒モルタル巻き>エポキシ樹脂塗料>有機ジンクリッチペイント≒タールエポキシ樹脂塗料>鉛系さび止めペイント

ただし、無塗装の鉄筋より付着力が大きかったのは無機ジンクリッチペイントとモルタル巻きであり、エポキシ樹脂塗料がほぼ同じ程度の付着力を示した。

・無処理（脱脂）の場合

モルタル巻き>無機ジンクリッチペイント>有機ジンクリッチペイント>タールエポキシ樹脂塗料≒エポキシ樹脂塗料>鉛系さび止めペイント

ただし、無塗装の鉄筋より付着力が大きかったのはモルタル巻き、無機ジンクリッチペイント及び有機ジンクリッチペイントであった。

②養生条件と最大付着応力度

養生条件の違いによって最大付着応力度は、標準養生に比べ水中及び塩水中3カ月浸漬では、無機ジンクリッチペイントとモルタル巻きがほとんど変わっているが、その他の塗装は、いずれも最大付着応力は増加傾向を示した。

③素地調整程度と塗膜のはく離面積

塗膜のはく離面積は、電動工具処理の場合モルタル巻きが最も大きく、次いで有機ジンクリッチペイント、無機ジンクリッチペイントの順であった。その他の塗装はいずれもはく離はほとんど無かった。

④養生条件と塗膜のはく離面積

塗膜のはく離面積は、いずれの塗装も養生条件によってほとんど変化しなかった。

(2)塗装した鋼板の付着力試験結果

①引抜き付着力試験では、無機及び有機ジンクリッチペイントのみが無塗装のほぼ倍の付着強度を示したが、他の塗装は無塗装より付着強度は小さかった。特に、鉛系さび止めペイントは無塗装の付着強度のほぼ半分であった。

②引抜き付着力試験における塗膜のはく離面積は、無機及び有機ジンクリッチペイント、鉛系さび止めペイントが大きかったが、エポキシ樹脂塗料及びタールエポキシ樹脂塗料はほとんどはく離していなかった。

③せん断付着力試験はばらつきが比較的大きかったが、塗膜のはくりはほとんどなかった。

④垂直引張付着力試験は、コンクリートと塗膜の付着力が小さいため、コアカッターによる縁切り時にはがれてしまったものが多く有効なデータが得られなかったが、無機及び有機ジンクリッチペイントの付着強度は、無塗装とほぼ同等かやや小さい程度であった。

以上の塗装した鉄筋のコンクリートとの付着力試験及び塗装した鋼板のコンクリートとの付着力試験の結果より、コンクリートに埋設する鉄構造物を防食するための塗装は、コンクリートとの付着性能を落とさないことが重要であるので、無塗装の鋼材とコンクリートとの付着強度を基準にするとモルタル巻きと無機ジンクリッチペイント及び有機ジンクリッチペイントが良好であることが明らかとなった。ただし、モルタル巻きは鉄構造物の防食という点では不十分であり、また有機ジンクリッチペイントも施工性及び防食性の点で無機ジンクリッチペイントより劣るので、ダムコンクリートに埋設する鉄構造物の防食のために塗装する場合には、無機ジンクリッチペイントが最も優れていることが明らかとなった。

あとがき

ダムのコンクリートに埋設される鉄構造物は、その構造が複雑であるため十分な施工が行われにくく水みちなどができ鋼材が腐食する事例があることから、埋設鉄構造物に塗装を施すことが多くなってきたが、塗装することによってコンクリートとの付着性が悪くなることが懸念されている。

このため、各種の塗装を施した鉄筋及び鋼板のコンクリートとの付着性試験を行った結果、無機ジンクリッチペイントが無塗装とほぼ銅程度の付着性が確保できることが明らかとなった。

今後、さらにダムのコンクリートに埋設される鋼材の防食をより確実なものとするためには、以下の項目についてさらに検討を加える必要があると思われる。

- (1)コンクリート中における鋼材の腐食実態の把握及び腐食機構・腐食速度の解明
- (2)塗装のコンクリート中における鋼材の長期的防食効果の評価・確認
- (3)塗膜厚のコンクリートとの付着に及ぼす影響の検討
- (4)最適な塗装方法及び品質管理手法の確立
- (5)塗膜がはく落した際の補修方法の検討

〔参考文献〕

J I S 原案：引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法(案)；コンクリート工学，
vol. 23, No. 3, March 1985

佐々木啓一，角徹三：防錆塗装鉄筋の付着強度試験；土木学会第41回年次学術講演会，昭和61年11月
道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料；社団法人日本道路協会，昭和62年1月

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (無塗装)

試験体番号 (A - 1)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf / cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf / cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf / cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf / cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	1700	48.9	1980	56.7	1760	50.4	72.5
	0.0 2 0		2100	60.1	2340	67.0	2130	60.9	
	0.0 3 0		2410	69.0	2600	74.4	2430	69.5	
	0.0 3 2		2460	70.4	2660	76.1	2480	71.0	
	0.0 4 0		2630	75.3	2830	81.0	2580	73.8	
	0.0 5 0		2760	79.0	3050	87.3			
	0.0 6 0		2800	80.1	3230	92.4			
	0.0 7 0				3400	97.3			
	0.0 8 0				3530	101			
	0.0 9 0				3640	104			
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2800	80.1	3650	104	2600	74.4	86.2
塗膜のはく離面積 (%)			—		—		—		

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (有機ジンクリッチペイント-プラスト処理)

試験体番号 (B - 1)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2010	57.5	2220	63.5	1830	52.4	76.1
	0.0 2 0		2430	69.5	2530	72.4	2140	61.2	
	0.0 3 0		2610	74.7	2770	79.3	2450	70.1	
	0.0 3 2		2640	75.5	2820	80.7	2520	72.1	
	0.0 4 0		2710	77.5	2980	85.3	2730	78.1	
	0.0 5 0		2760	79.0	3080	88.1	2950	84.4	
	0.0 6 0						3040	87.0	
	0.0 7 0								
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2760	79.0	3100	88.7	3040	87.0	84.9
塗膜のはく離面積率 (%)			0.1		0		0.5		0.2

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (有機ジンクリッチペイント-電動工具)

試験体番号 (B - 2)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2020	57.8	1980	56.7	2010	57.5	70.9
	0.0 2 0		2280	65.2	2220	63.5	2380	68.1	
	0.0 3 0		2310	66.1	2400	68.7	2590	74.1	
	0.0 3 2		2360	67.5	2440	69.8	2630	75.3	
	0.0 4 0		2380	68.1	2590	74.1	2770	79.3	
	0.0 5 0				2770	79.3			
	0.0 6 0				2920	83.5			
	0.0 7 0				2990	85.6			
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2400	68.7	2990	85.6	2790	79.8	78.0
塗膜のはく離面積率 (%)			10		30		20		20

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (有機ジクロリドペイント-無処理)

試験体番号 (B - 3)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2100	60.1	2140	61.2	2390	68.4	81.9
	0.0 2 0		2520	72.1	2540	72.7	2650	75.8	
	0.0 3 0		2740	78.4	2800	80.1	2890	82.7	
	0.0 3 2		2790	79.8	2850	81.5	2950	84.4	
	0.0 4 0		2990	85.6	3020	86.4	3100	88.7	
	0.0 5 0		3220	92.1	3210	91.8	3180	91.0	
	0.0 6 0		3330	95.3	3370	96.4			
	0.0 7 0				3510	100			
	0.0 8 0				3630	104			
	0.0 9 0				3770	108			
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0			3860	110				
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3330	95.3	3910	112	3180	91.0	99.4
塗膜のはく離面積率 (%)			10		8		5		8

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (無機ジंकリッチペイントーブラスト処理)

試験体番号 (C - 1)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2180	62.4	2380	68.1	1880	53.8	82.7
	0.0 2 0		2620	75.0	2770	79.3	2150	61.5	
	0.0 3 0		2930	83.8	3050	87.3	2500	71.5	
	0.0 3 2		2990	85.6	3100	88.7	2580	73.8	
	0.0 4 0		3260	93.3	3320	95.0	2860	81.8	
	0.0 5 0		3540	101	3550	102	3170	90.7	
	0.0 6 0		3750	107	3680	105	3370	96.4	
	0.0 7 0						3440	98.4	
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3760	108	3680	105	3440	98.4	104
塗膜のはく離面積率 (%)			0		0		0		0

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (無機シリケートペイント-電動工具)

試験体番号 (C - 2)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2680	75.6	2650	74.7	2590	73.0	104
	0.0 2 0		3460	97.6	3510	99.0	3130	88.3	
	0.0 3 0		3780	107	3950	111	3180	89.7	
	0.0 3 2		3820	108	4010	113	3180	89.7	
	0.0 4 0		3940	111	4180	118			
	0.0 5 0		4050	114	4300	121			
	0.0 6 0		4140	117	4350	123			
	0.0 7 0		4200	118					
	0.0 8 0		4210	119					
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			4210	119	4350	123	3180	89.7	111
塗膜のはく離面積率 (%)			20		40		30		30

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ（無機シリケートペイント－無処理）

試験体番号 (C - 3)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2340	66.0	2130	60.1	2290	64.6	83.3
	0.0 2 0		2850	80.4	2750	77.6	2630	74.2	
	0.0 3 0		3110	87.7	2970	83.8	2670	75.3	
	0.0 3 2		3160	89.1	3020	85.2	2680	75.6	
	0.0 4 0		3280	92.5	3131	88.3			
	0.0 5 0		3380	95.3	3170	89.4			
	0.0 6 0		3400	95.9					
	0.0 7 0								
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3400	95.9	3170	89.4	2680	75.6	87.0
塗膜のはく離面積率 (%)			1		6		3		3

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (鉛系さび止めペイントーブラスト処理)

試験体番号 (D - 1)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	990	27.9	1020	28.8	1110	31.3	54.8
	0.0 2 0		1420	40.0	1470	41.5	1550	43.7	
	0.0 3 0		1820	51.3	1840	51.9	1970	55.6	
	0.0 3 2		1880	53.0	1900	53.6	2050	57.8	
	0.0 4 0		2120	59.8	2150	60.6	2290	64.6	
	0.0 5 0		2360	66.6	2400	67.7	2560	72.2	
	0.0 6 0		2560	72.2	2610	73.6	2760	77.8	
	0.0 7 0		2740	77.3	2780	78.4	2940	82.9	
	0.0 8 0		2880	81.2	2930	82.6	3090	87.1	
	0.0 9 0		3010	84.9	3041	85.7	3220	90.8	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0	3110	87.7	3090	87.1	3320	93.6		
	0.1 2 0	3250	91.7						
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3250	91.7	3090	87.1	3350	94.5	91.1
塗膜のはく離面積率 (%)			0		0		0		0

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (鉛系さび止めペイント-電動工具処理)

試験体番号 (D - 2)		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔			(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	940	26.5	1030	29.0	1120	31.6	53.0
	0.0 2 0		1370	38.6	1480	41.7	1570	44.3	
	0.0 3 0		1700	47.9	1810	51.0	1940	54.7	
	0.0 3 2		1760	49.6	1870	52.7	2010	56.7	
	0.0 4 0		1970	55.6	2080	58.7	2230	62.9	
	0.0 5 0		2180	61.5	2240	63.2	2460	69.4	
	0.0 6 0		2380	67.1			2630	74.2	
	0.0 7 0		2470	69.7			2710	76.4	
	0.0 8 0						2730	77.0	
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2470	69.7	2240	63.2	2730	77.0	70.0
塗膜のはく離面積率 (%)			8		10		4		7

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (鉛系さび止めペイントー無処理)

試験体番号 (D - 3)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	810	22.8	760	21.4	680	19.2	39.6
	0.0 2 0		1150	32.4	1110	31.3	1010	28.5	
	0.0 3 0		1410	39.8	1380	38.9	1260	35.5	
	0.0 3 2		1460	41.2	1430	40.3	1320	37.2	
	0.0 4 0		1620	45.7	1600	45.1	1490	42.0	
	0.0 5 0		1790	50.5	1790	50.5	1680	47.4	
	0.0 6 0		1940	54.7	1940	54.7	1850	52.2	
	0.0 7 0		2070	58.4	2070	58.4	1990	56.1	
	0.0 8 0		2180	61.5	2191	61.8	2120	59.8	
	0.0 9 0		2290	64.6	2290	64.6	2230	62.9	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0		2380	67.1	2380	67.0	2330	65.7	
	0.1 2 0		2530	71.4	2550	71.9	2480	69.9	
	0.1 4 0					2540	71.6		
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2570	72.5	2590	73.0	2540	71.6	72.4
塗膜のはく離面積率 (%)			8		5		8		7

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (エポキシ樹脂塗料-ブラスト処理)

試験体番号 (E - 1)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	1550	45.0	1540	44.7	1390	40.4	68.1
	0.0 2 0		2040	59.3	1970	57.2	1830	53.2	
	0.0 3 0		2380	69.1	2300	66.8	2170	63.0	
	0.0 3 2		2440	70.9	2360	68.6	2230	64.8	
	0.0 4 0		2640	76.7	2530	73.5	2430	70.6	
	0.0 5 0		2850	82.8	2660	77.3	2630	76.4	
	0.0 6 0		2960	86.0	2700	78.4	2800	81.3	
	0.0 7 0						2930	85.1	
	0.0 8 0						3050	88.6	
	0.0 9 0						3130	90.9	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0					3170	92.1		
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2970	86.3	2700	78.4	3170	92.1	85.6
塗膜のはく離面積率 (%)			4		2		3		3

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (エポキシ樹脂塗料-電動工具処理)

試験体番号 (E - 2)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	1220	35.4	1410	41.0	1330	38.6	62.9
	0.0 2 0		1640	47.6	1850	53.7	1760	51.1	
	0.0 3 0		1990	57.8	2190	63.6	2130	61.9	
	0.0 3 2		2060	59.8	2250	65.4	2190	63.6	
	0.0 4 0		2290	66.5	2440	70.9	2390	69.4	
	0.0 5 0		2530	73.5	2640	76.7	2600	75.5	
	0.0 6 0		2720	79.0	2740	79.6	2720	79.0	
	0.0 7 0		2880	83.7			2750	79.9	
	0.0 8 0		3010	87.5					
	0.0 9 0		3070	89.2					
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3070	89.2	2750	79.9	2750	79.9	83.0
塗膜のはく離面積率 (%)			2		10		5		6

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (エポキシ樹脂塗料－無処理)

試験体番号 (E - 3)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	1240	36.0	1240	36.0	1150	33.4	55.3
	0.0 2 0		1570	45.6	1580	45.9	1530	44.5	
	0.0 3 0		1870	54.3	1850	53.7	1830	53.2	
	0.0 3 2		1930	56.1	1990	55.2	1880	54.6	
	0.0 4 0		2100	61.0	2070	60.1	2070	60.1	
	0.0 5 0		2290	66.5	2280	66.2	2260	65.7	
	0.0 6 0		2450	71.2	2480	72.1	2440	70.9	
	0.0 7 0		2600	75.5	2650	77.0	2580	75.0	
	0.0 8 0		2690	78.2	2760	80.2	2710	78.7	
	0.0 9 0						2820	81.9	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0					2930	85.1	83.6	
	0.1 2 0					3080	89.5		
	0.1 4 0					3170	92.1		
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2700	78.4	2760	80.2	3170	92.1	83.6
塗膜のはく離面積率 (%)			0.5		0		0		0.2

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (ターレポキシ樹脂塗料-ブラスト処理)

試験体番号 (F - 1)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	980	28.5	1510	43.9	1310	38.1	64.4
	0.0 2 0		1370	39.8	2020	58.7	1890	54.9	
	0.0 3 0		1740	50.6	2370	68.9	2340	68.0	
	0.0 3 2		1810	52.6	2430	70.6	2410	70.0	
	0.0 4 0		2040	59.3	2630	76.4	2660	77.3	
	0.0 5 0		2280	66.2	2820	81.9	2920	84.8	
	0.0 6 0		2450	71.2	2950	85.7	3120	90.6	
	0.0 7 0		2580	75.0	2980	86.6	3280	95.3	
	0.0 8 0		2750	79.9			3420	99.4	
	0.0 9 0		2930	85.1			3530	103	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0		3080	89.5			3610	105	
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3180	92.4	2980	86.6	3690	107	95.3
塗膜のはく離面積率 (%)			1		2		2		2

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (タールエポキシ樹脂塗料 - 電動工具処理)

試験体番号 (F - 2)		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	1310	38.1	1150	33.4	1220	35.4	61.3
	0.0 2 0		1780	51.7	1610	46.8	1690	49.1	
	0.0 3 0		2150	62.5	1970	57.2	2030	59.0	
	0.0 3 2		2220	64.5	2030	59.0	2080	60.4	
	0.0 4 0		2450	71.2	2250	65.4	2270	66.0	
	0.0 5 0		2640	76.7	2470	71.8	2450	71.2	
	0.0 6 0				2550	74.1	2580	75.0	
	0.0 7 0						2610	75.8	
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2640	76.7	2550	74.1	2610	75.8	75.5
塗膜のはく離面積率 (%)			0		0		0		0

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (ケルエポキシ樹脂塗料 - 無処理)

試験体番号 (F - 3)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	1210	33.7	1220	34.0	1130	31.5	58.2
	0.0 2 0		1690	47.1	1710	47.6	1590	44.3	
	0.0 3 0		2050	57.1	2080	57.9	1950	54.3	
	0.0 3 2		2110	58.8	2150	59.9	2010	56.0	
	0.0 4 0		2320	64.6	2370	66.0	2240	62.4	
	0.0 5 0		2550	71.0	2590	72.2	2480	69.1	
	0.0 6 0		2730	76.1	2770	77.2	2560	71.3	
	0.0 7 0		2880	80.2					
	0.0 8 0		3000	83.6					
	0.0 9 0		3040	84.7					
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3040	84.7	2770	77.2	2560	71.3	77.7
塗膜のはく離面積率 (%)			0		0		0		0

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (モルタル巻き-ブラスト処理)

試験体番号 (G - 1)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)		
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)	
すべり量範囲	測定間隔									
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	3080	85.8	3010	83.9	2910	81.1		
	0.0 2 0		3670	102	3250	90.5	3790	106		
	0.0 3 0		3680	103	3270	91.1	3880	108		
	0.0 3 2								—	
	0.0 4 0									
	0.0 5 0									
	0.0 6 0									
	0.0 7 0									
	0.0 8 0									
	0.0 9 0									
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0									
	0.1 2 0									
	0.1 4 0									
	0.1 6 0									
	0.1 8 0									
最大荷重及び最大付着応力度			3680	103	3270	91.1	3880	108	101	
塗膜のはく離面積率 (%)			70		50		50		60	

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (モルタル巻き-電動工具処理)

試験体番号 (G - 2)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2130	59.3	2570	71.6	2710	75.5	110
	0.0 2 0		2890	80.5	3440	95.8	2830	78.8	
	0.0 3 0				3880	108			
	0.0 3 2				3950	110			
	0.0 4 0				4150	116			
	0.0 5 0				4320	120			
	0.0 6 0				4440	124			
	0.0 7 0				4540	126			
	0.0 8 0				4610	128			
	0.0 9 0				4660	130			
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2890	80.5	4660	130	2830	78.8	96.4
塗膜のはく離面積率 (%)			90		70		90		80

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (モルタル巻き - 無処理)

試験体番号 (G - 3)		N o . 1		N o . 2		N o . 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	3070	85.5	2560	71.3	2280	80.2	117
	0.0 2 0		3760	105	3710	103	3520	98.1	
	0.0 3 0		4080	114	4190	117			
	0.0 3 2		4120	115	4240	118			
	0.0 4 0		4250	118	4270	119			
	0.0 5 0		4260	119					
	0.0 6 0								
	0.0 7 0								
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			4260	119	4270	119	3520	98.1	112
塗膜のはく離面積率 (%)			70		40		70		60

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (無塗装-無処理-水中3ヶ月)

試験体番号 (A-1-2) 水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2410	69.0	2050	58.7	1960	56.1	86.6
	0.0 2 0		3070	87.8	2490	71.2	2360	67.5	
	0.0 3 0		3460	99.0	2780	79.5	2670	76.4	
	0.0 3 2		3520	101	2820	80.7	2730	78.1	
	0.0 4 0		3760	108	3010	86.1	2910	83.3	
	0.0 5 0		4030	115	3190	91.3	3020	86.4	
	0.0 6 0		4190	120	3300	94.4			
	0.0 7 0				3310	94.7			
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			4190	120	3310	94.7	3020	86.4	100
塗膜のはく離面積率 (%)			—		—		—		—

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (無塗装-無処理-塩水中3ヶ月)

試験体番号 (A-1-3) 塩水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔			(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2050	58.7	2030	58.1	2370	67.8	85.4
	0.0 2 0		2710	77.5	2380	68.1	2820	80.7	
	0.0 3 0		3080	88.1	2590	74.1	3150	90.1	
	0.0 3 2		3140	89.8	2610	74.7	3200	91.6	
	0.0 4 0		3350	95.9	2650	75.8	3400	97.3	
	0.0 5 0		3570	102	2660	76.1	3610	103	
	0.0 6 0		3750	107			3770	108	
	0.0 7 0		3900	112			3920	112	
	0.0 8 0		3920	112			4020	115	
	0.0 9 0						4100	117	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0					4120	118		
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3920	112	2660	76.1	4120	118	102
塗膜のはく離面積率 (%)			-		-		-		-

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (有機シリケートペイント-電動工具処理-水中3ヶ月)

試験体番号 (B-2-2) 水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)		
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)	
すべり量範囲	測定間隔									
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2710	77.5	2470	70.7	2670	76.4		
	0.0 2 0		3210	91.8	3000	85.8				
	0.0 3 0		3260	93.3	3220	92.1				
	0.0 3 2		3260	93.3	3270	93.6			93.5	
	0.0 4 0				3420	97.9				
	0.0 5 0									
	0.0 6 0									
	0.0 7 0									
	0.0 8 0									
	0.0 9 0									
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0									
	0.1 2 0									
	0.1 4 0									
	0.1 6 0									
	0.1 8 0									
最大荷重及び最大付着応力度			3260	93.3	3440	98.4	2680	76.7	89.5	
塗膜のはく離面積率 (%)			50		30		30		37	

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (有機シリケートペイント-電動工具処理-塩水中3ヶ月)

試験体番号 (B-2-3) 塩水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.909	2770	79.3	2880	82.4	2620	75.0	103
	0.0 2 0		3440	98.4	3260	93.3	3090	88.4	
	0.0 3 0		3750	107			3360	96.1	
	0.0 3 2		3800	109			3420	97.9	
	0.0 4 0		3820	109			3640	104	
	0.0 5 0						3860	110	
	0.0 6 0						4060	116	
	0.0 7 0						4090	117	
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3820	109	3260	93.3	4090	117	106
塗膜のはく離面積率 (%)			10		30		20		20

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (無機シリケートペイント-電動工具処理-水中3ヶ月)

試験体番号 (C-2-2) 水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)		
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)	
すべり量範囲	測定間隔									
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.896	2950	83.2	2610	73.6	2790	78.7		
	0.0 2 0		3900	110	3280	92.5	2810	79.3		
	0.0 3 0		4440	125	3330	93.9				
	0.0 3 2		4520	127						127
	0.0 4 0		4650	131						
	0.0 5 0									
	0.0 6 0									
	0.0 7 0									
	0.0 8 0									
	0.0 9 0									
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0									
	0.1 2 0									
	0.1 4 0									
	0.1 6 0									
	0.1 8 0									
最大荷重及び最大付着応力度			4650	131	3330	93.9	2810	79.3	101	
塗膜のはく離面積率 (%)			30		10		20		20	

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (無機シリケート-電動工具処理-塩水中3ヶ月)

試験体番号 (C-2-3) 塩水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	平均付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.896	2780	78.4	2880	81.2	3160	89.1	117
	0.0 2 0		3640	103	3190	90.0	4020	113	
	0.0 3 0		3650	103			4160	117	
	0.0 3 2						4160	117	
	0.0 4 0								
	0.0 5 0								
	0.0 6 0								
	0.0 7 0								
	0.0 8 0								
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3650	103	3190	90.0	4160	117	103
塗膜のはく離面積率 (%)			5		10		25		13

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (鉛系さび止めペイント-電動工具処理-水中3ヶ月)

試験体番号 (D-2-2) 水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.896	850	24.0	680	19.2	580	16.4	41.9
	0.0 2 0		1270	35.8	1040	29.3	850	24.0	
	0.0 3 0		1680	47.4	1410	39.8	1150	32.4	
	0.0 3 2		1760	49.6	1480	41.7	1220	34.4	
	0.0 4 0		2030	57.3	1760	49.6	1460	41.2	
	0.0 5 0		2350	66.3	2070	58.4	1730	48.8	
	0.0 6 0		2560	72.2	2320	65.4	2010	56.7	
	0.0 7 0		2620	73.9	2550	71.9	2220	62.6	
	0.0 8 0				2760	77.8	2390	67.4	
	0.0 9 0				2940	82.9	2530	71.4	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0			3090	87.1	2640	74.5		
	0.1 2 0			3340	94.2	2670	75.3		
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2620	73.9	3470	97.9	2670	75.3	82.4
塗膜のはく離面積率 (%)			2		2		5		3

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (鉛系さび止めペイント-電動工具処理-塩水中3ヶ月)

試験体番号 (D-2-3) 塩水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.896	560	15.8	670	18.9	530	14.9	35.2
	0.0 2 0		850	24.0	1030	29.0	760	21.4	
	0.0 3 0		1130	31.9	1410	39.8	1020	28.8	
	0.0 3 2		1180	33.3	1480	41.7	1080	30.5	
	0.0 4 0		1410	39.8	1760	49.6	1290	36.4	
	0.0 5 0		1630	46.0	2080	58.7	1530	43.2	
	0.0 6 0		1830	51.6	2350	66.3	1750	49.4	
	0.0 7 0		1990	56.1	2570	72.5	1920	54.2	
	0.0 8 0		2130	60.1	2750	77.6	2110	59.5	
	0.0 9 0		2260	63.7	2890	81.5	2330	65.7	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0	0.896	2380	67.1	2950	83.2	2500	70.5	82.8
	0.1 2 0		2570	72.5			2780	78.4	
	0.1 4 0		2730	77.0			2980	84.0	
	0.1 6 0		2840	80.1					
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2840	80.1	2950	83.2	3020	85.2	82.8
塗膜のはく離面積率 (%)			3		3		3		3

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (エポキシ樹脂塗料-電動工具処理-水中3ヶ月)

試験体番号 (E-2-2) 水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.923	1870	54.3	1690	49.1	1520	44.2	71.5
	0.0 2 0		2290	66.5	2160	62.8	1880	54.6	
	0.0 3 0		2610	75.8	2530	73.5	2130	61.9	
	0.0 3 2		2650	77.0	2590	75.2	2140	62.2	
	0.0 4 0		2760	80.2	2820	81.9	2150	62.5	
	0.0 5 0		2770	80.5	3070	89.2			
	0.0 6 0				3250	94.4			
	0.0 7 0				3400	98.8			
	0.0 8 0				3510	102			
	0.0 9 0								
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0								
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			2770	80.5	3510	102	2150	62.5	81.7
塗膜のはく離面積率 (%)			2		2		2		2

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (エポキシ樹脂塗料-電動工具処理-塩水中3ヶ月)

試験体番号 (E-2-3) 塩水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.923	1500	43.6	1570	45.6	1770	51.4	71.6
	0.0 2 0		1930	56.1	1980	57.5	2270	66.0	
	0.0 3 0		2290	66.5	2320	67.4	2600	75.5	
	0.0 3 2		2350	68.3	2380	69.1	2660	77.3	
	0.0 4 0		2600	75.5	2640	76.7	2870	83.4	
	0.0 5 0		2850	82.8	2900	84.3	3060	88.9	
	0.0 6 0		3050	88.6	3100	90.1	3210	93.3	
	0.0 7 0		3230	93.8	3270	95.0	3270	95.0	
	0.0 8 0		3370	97.9	3400	98.8			
	0.0 9 0		3480	101	3510	102			
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0		3580	104	3590	104			
	0.1 2 0		3700	107	3680	107			
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3700	107	3680	107	3270	95.0	103
塗膜のはく離面積率 (%)			2		2		2		2

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (タール系樹脂塗料-電動工具処理-水中3ヶ月)

試験体番号 (F-2-2) 水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.923	1370	39.8	1330	38.6	1320	38.4	69.0
	0.0 2 0		1950	56.7	1840	53.5	1850	53.7	
	0.0 3 0		2370	68.9	2260	65.7	2270	66.0	
	0.0 3 2		2440	70.9	2340	68.0	2340	68.0	
	0.0 4 0		2690	78.2	2540	73.8	2590	75.2	
	0.0 5 0		2940	85.4	2690	78.2	2840	82.5	
	0.0 6 0		3140	91.2	2740	79.6	3030	88.0	
	0.0 7 0		3300	95.9			3180	92.4	
	0.0 8 0		3420	99.4			3310	96.2	
	0.0 9 0		3520	102			3400	98.8	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0		3600	105			3430	99.7	
	0.1 2 0								
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3640	106	2740	79.6	3430	99.7	95.1
塗膜のはく離面積率 (%)			0		0		0		0

塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (ターレット樹脂塗料-電動工具処理-塩水中3ヶ月)

試験体番号 (F-2-3) 塩水中			No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.923	1380	40.1	1340	38.9	1610	46.8	68.4
	0.0 2 0		1830	53.2	1870	54.3	2150	62.5	
	0.0 3 0		2140	62.2	2250	65.4	2490	72.3	
	0.0 3 2		2190	63.6	2320	67.4	2550	74.1	
	0.0 4 0		2380	69.1	2530	73.5	2760	80.2	
	0.0 5 0		2580	75.0	2770	80.5	2950	85.7	
	0.0 6 0		2750	79.9	2990	86.9	3110	90.4	
	0.0 7 0		2870	83.4	3100	90.1	3240	94.1	
	0.0 8 0		2980	86.6	3220	93.6	3350	97.3	
	0.0 9 0		3070	89.2	3320	96.5	3430	99.7	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0	0.923	3140	91.2	3410	99.1	3500	102	105
	0.1 2 0		3260	94.7	3550	103	3610	105	
	0.1 4 0		3400	98.8			3640	106	
	0.1 6 0		3510	102					
	0.1 8 0		3600	105					
	0.2 0 0		3640	106					
最大荷重及び最大付着応力度			3640	106	3560	103	3640	106	105
塗膜のはく離面積率 (%)			0		0		0		0

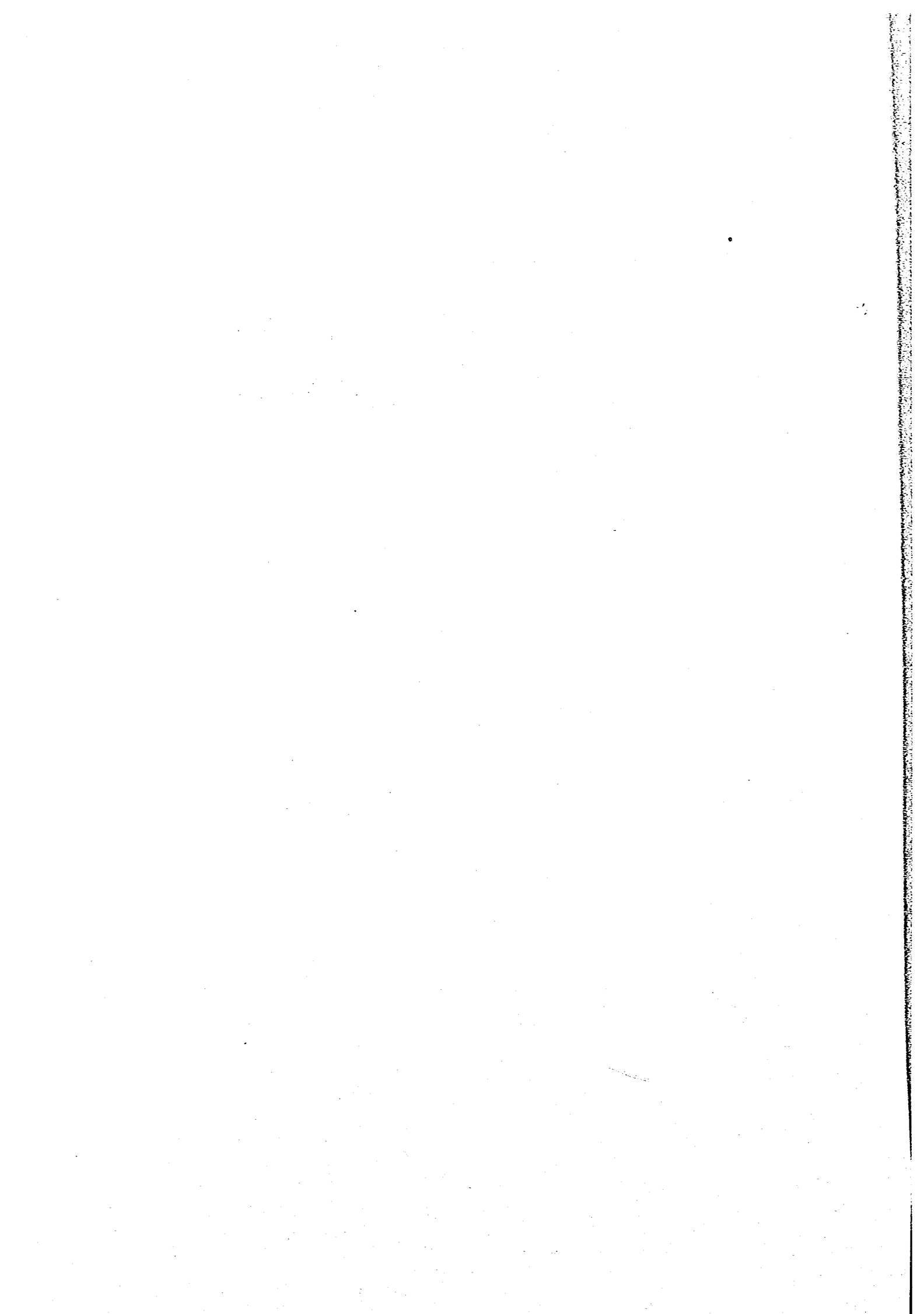
塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (モルタル巻き-電動工具処理-水中3ヶ月)

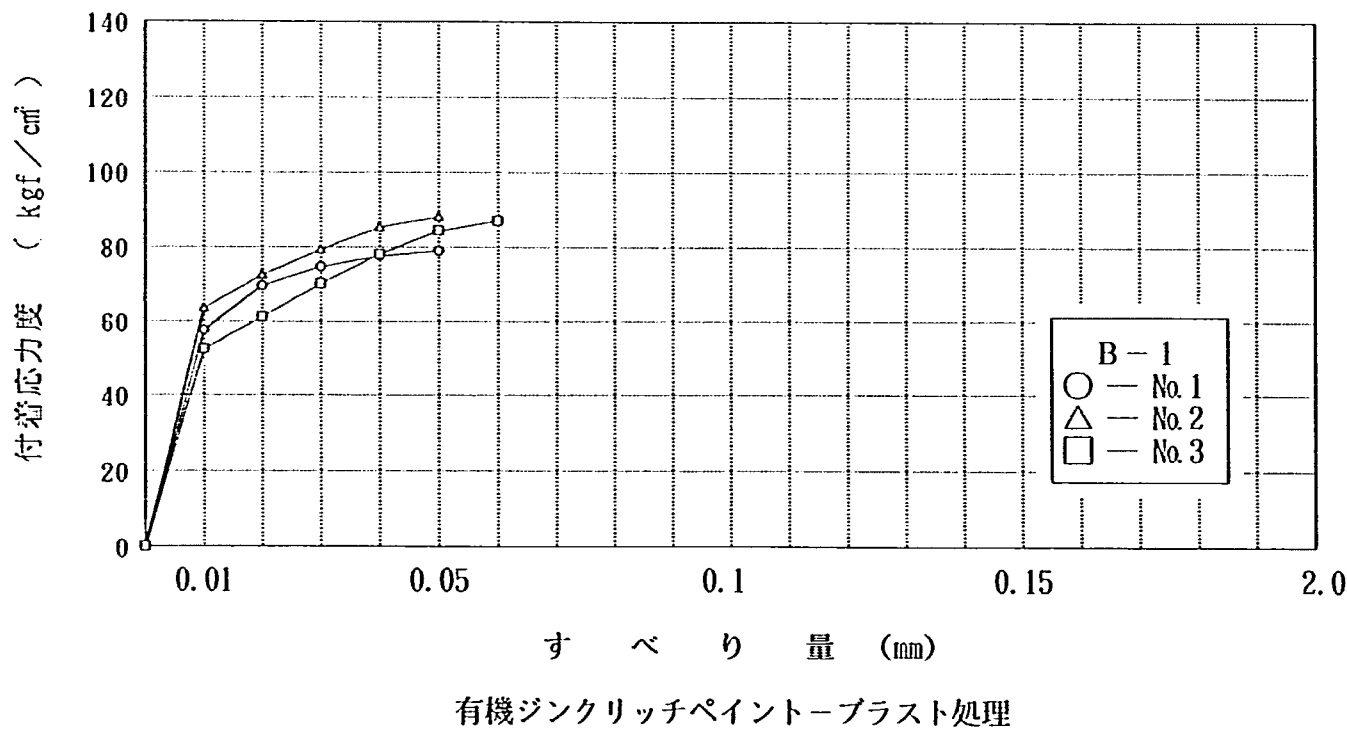
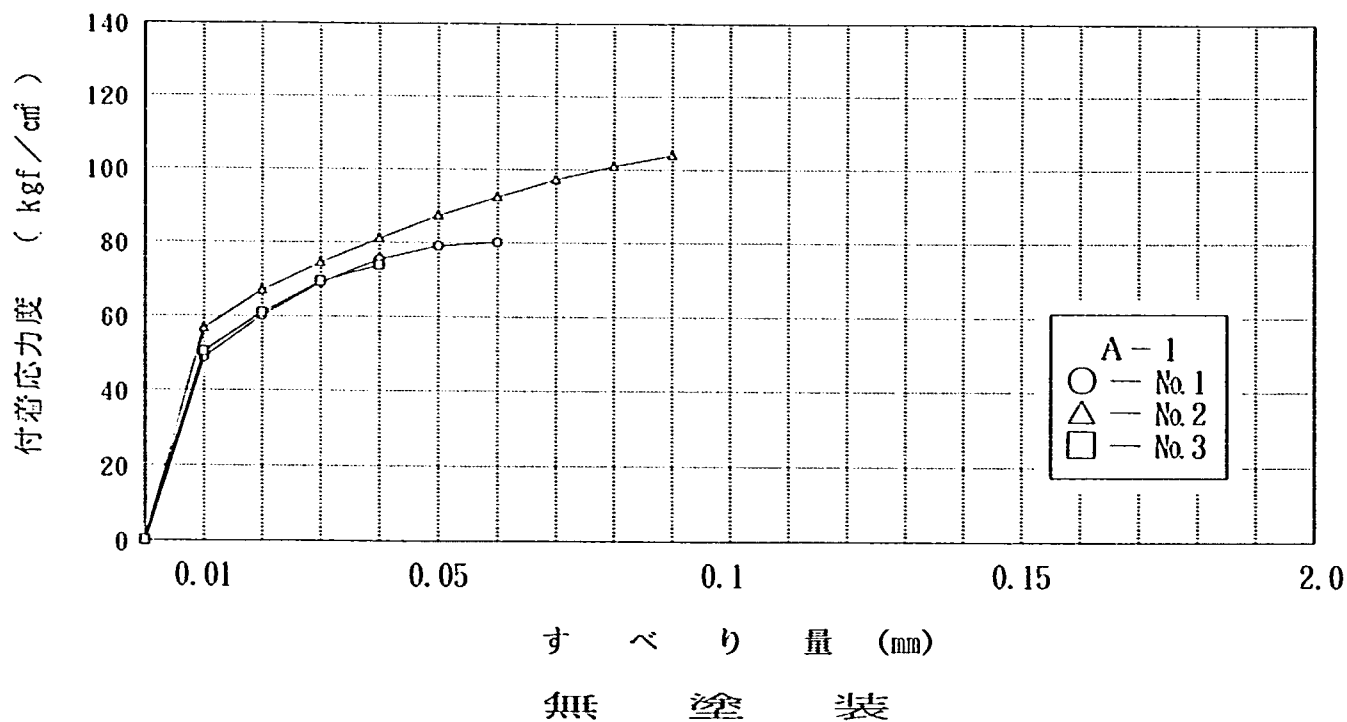
試験体番号 (G-2-2) 水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)		
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重	付着応力度	引張荷重	付着応力度	引張荷重		付着応力度	
すべり量範囲	測定間隔		(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)	(kgf/cm ²)	(kgf)		(kgf/cm ²)	
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.885	3380	94.2	3140	87.5	3300	91.9		
	0.0 2 0		3390	94.4	3660	102	4010	112		
	0.0 3 0						4020	112		
	0.0 3 2									
	0.0 4 0									
	0.0 5 0									
	0.0 6 0									
	0.0 7 0									
	0.0 8 0									
	0.0 9 0									
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0									
	0.1 2 0									
	0.1 4 0									
	0.1 6 0									
	0.1 8 0									
最大荷重及び最大付着応力度			3390	94.4	3660	102	4020	112	103	
塗膜のはく離面積率 (%)			80		80		80		80	

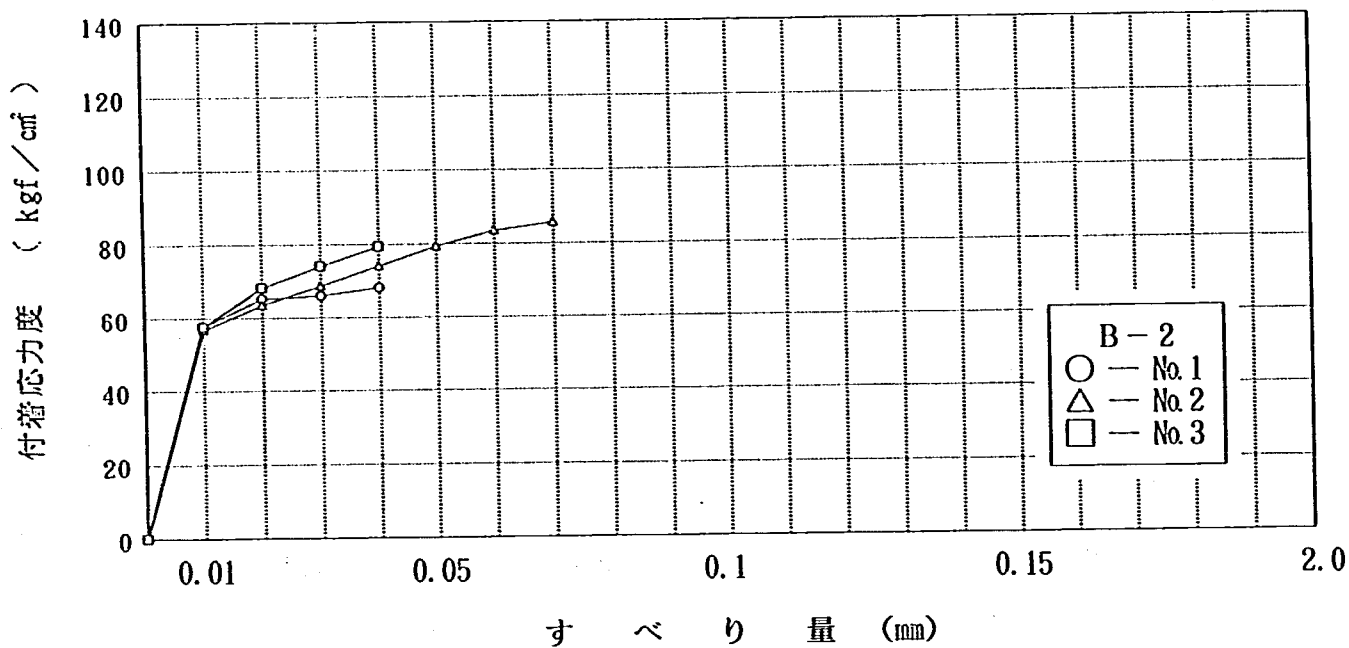
塗装した鉄筋の引抜き付着力試験データ (モルタル巻き-電動工具処理-塩水中3ヶ月)

試験体番号 (G-2-3) 塩水中		No. 1		No. 2		No. 3		平均付着応力度 (kgf/cm ²)	
自由端すべり量 (mm)		補正係数	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)	付着応力度 (kgf/cm ²)	引張荷重 (kgf)		付着応力度 (kgf/cm ²)
すべり量範囲	測定間隔								
0.1 mm 未満	0.0 1 0	0.885	2910	81.1	2780	77.4	3030	84.4	
	0.0 2 0		3130	87.2	3670	102	3780	105	
	0.0 3 0				3790	106	4200	117	
	0.0 3 2						4260	119	
	0.0 4 0						4440	124	
	0.0 5 0						4580	128	
	0.0 6 0						4680	130	
	0.0 7 0						4780	133	
	0.0 8 0						4860	135	
	0.0 9 0						4930	137	
0.1 mm以上 0.2 mm未満	0.1 0 0					4980	139		
	0.1 2 0					5070	141		
	0.1 4 0								
	0.1 6 0								
	0.1 8 0								
最大荷重及び最大付着応力度			3130	87.2	3790	106	5070	141	111
塗膜のはく離面積率 (%)			75		90		80		82

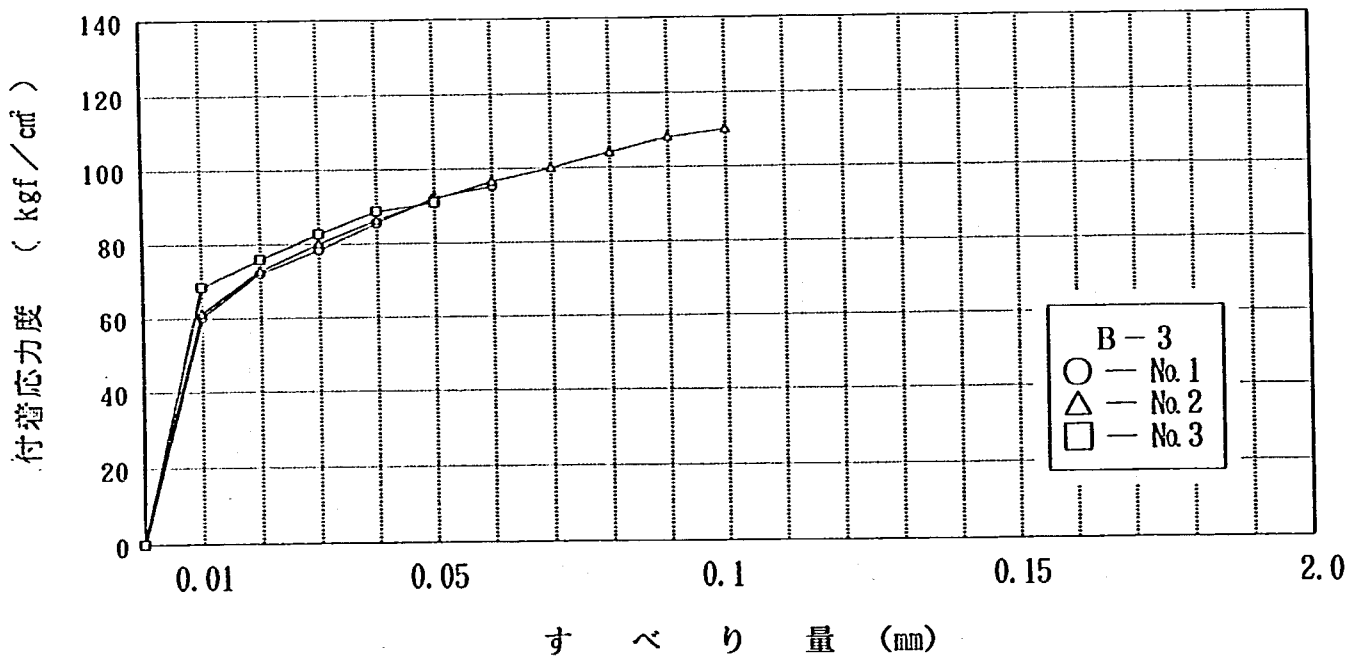
塗装した鉄筋の付着応力－すべり曲線



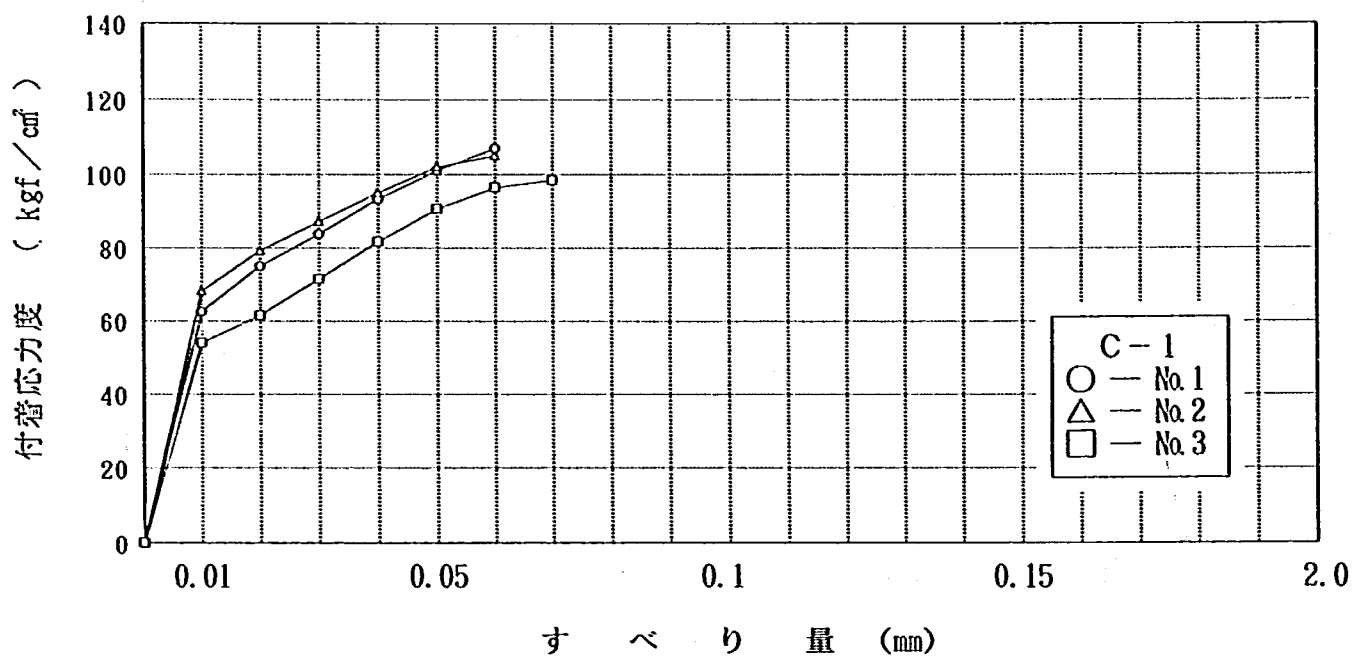




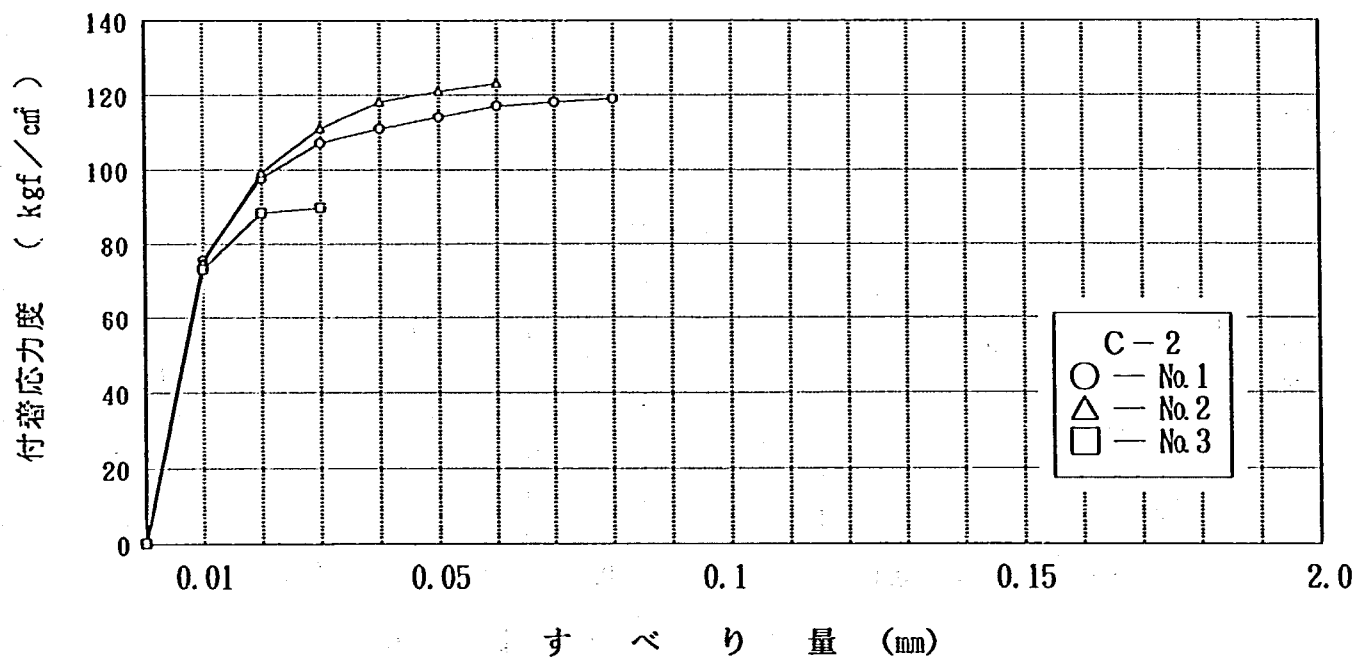
有機ジンクリッチペイント—電動工具



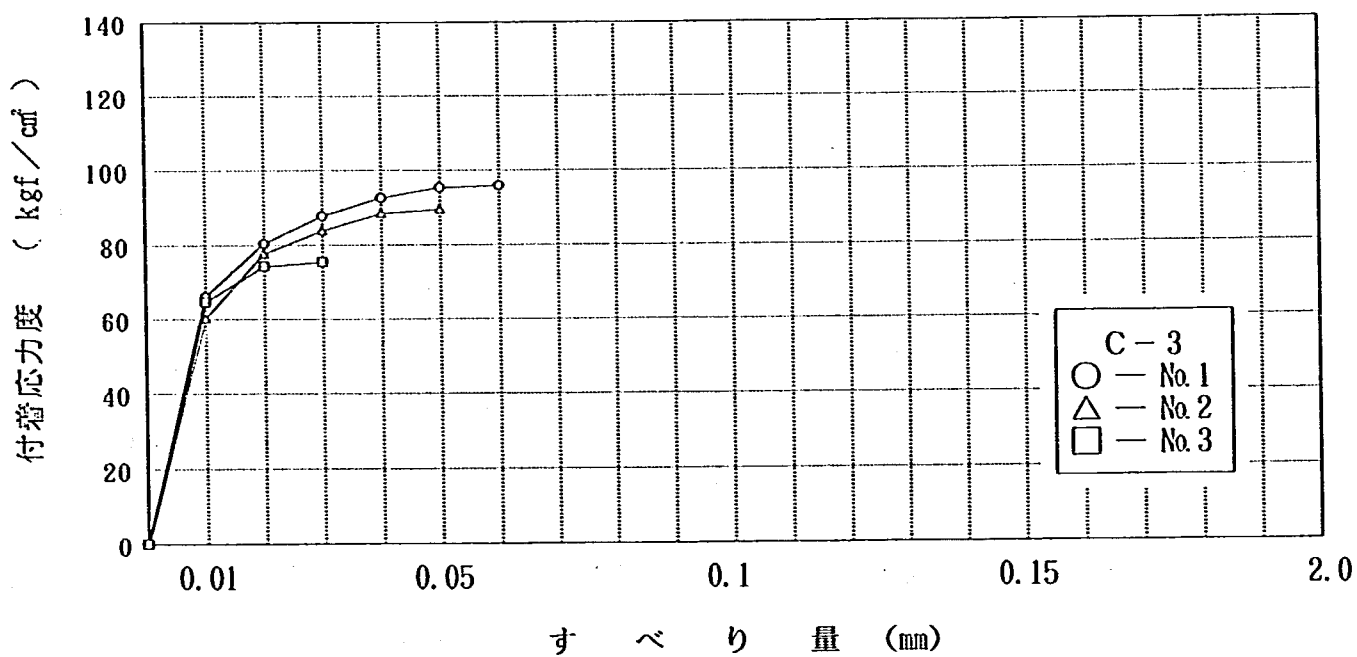
有機ジンクリッチペイント—無処理



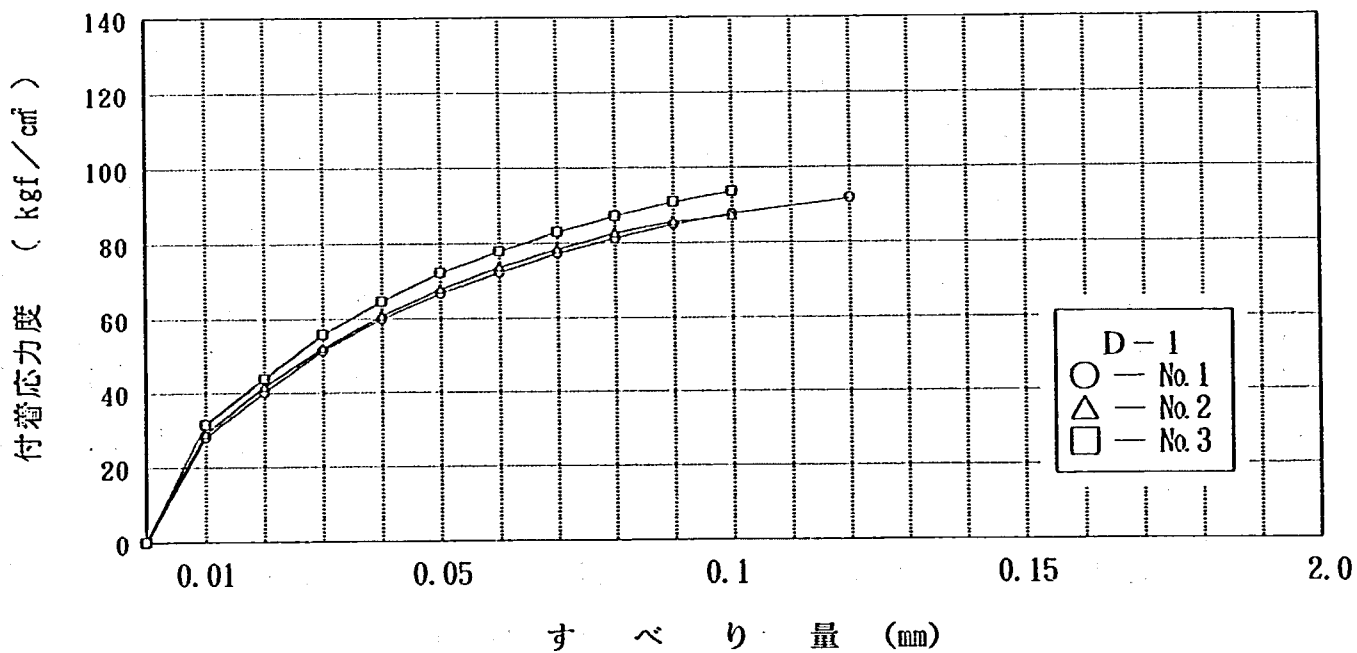
無機ジンクリッチペイント—ブラスト処理



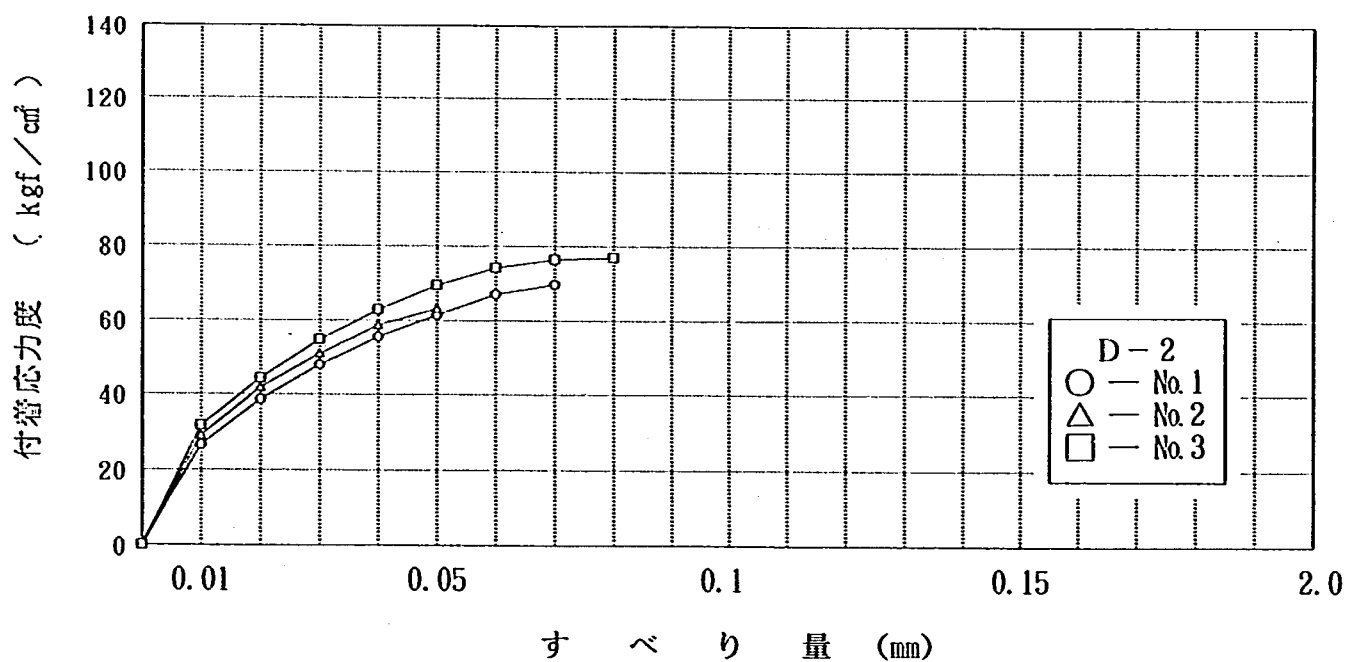
無機ジンクリッチペイント—電動工具



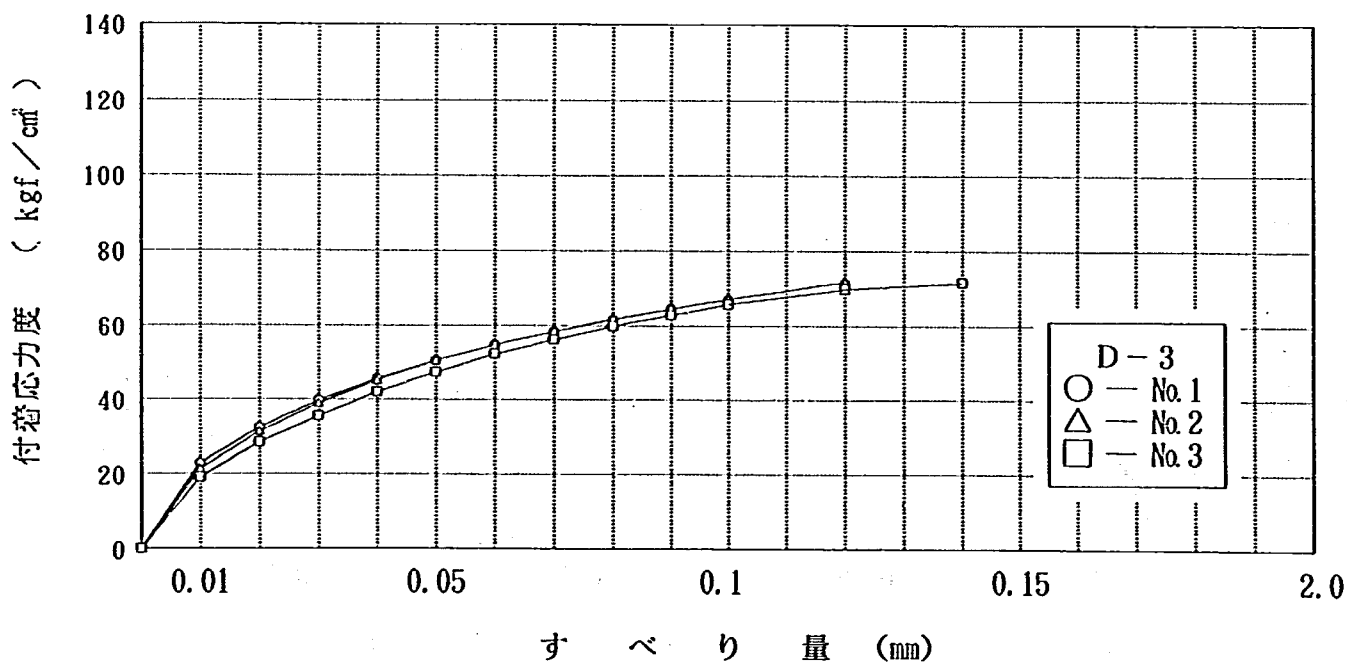
無機ジンクリッチペイントー無処理



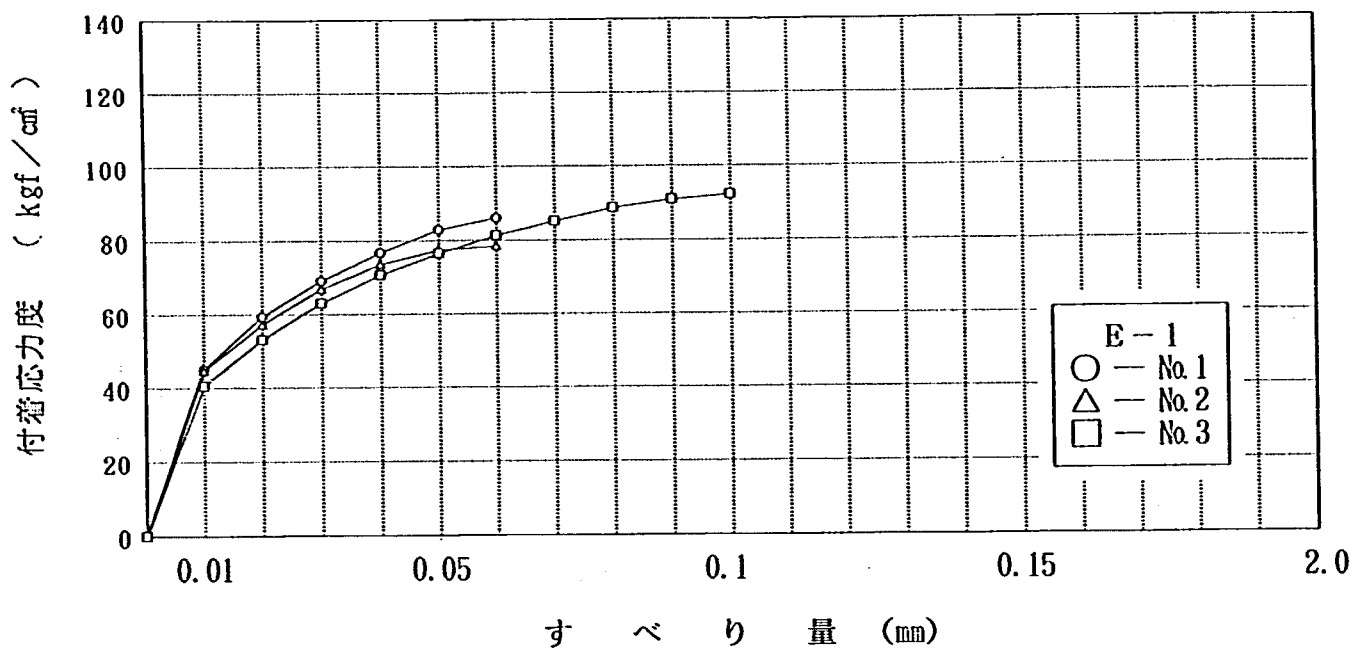
鉛系さび止めペイントーブラスト処理



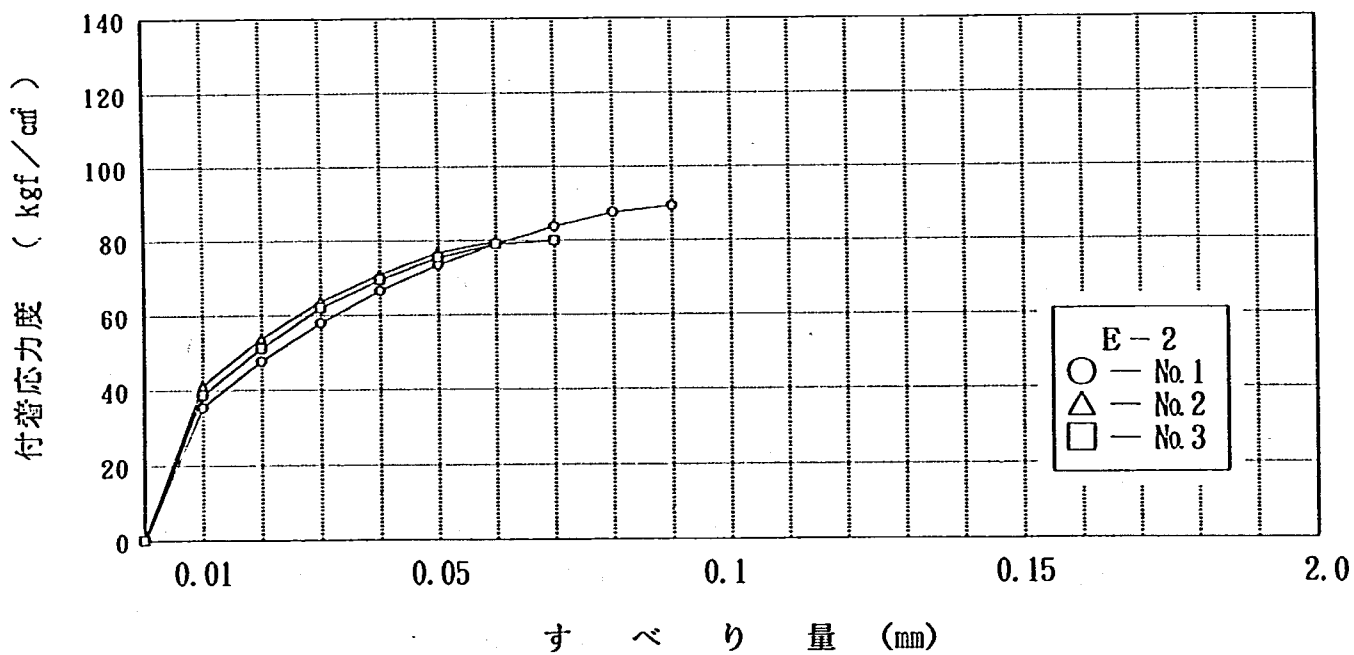
鉛系さび止めペイント—電動工具処理



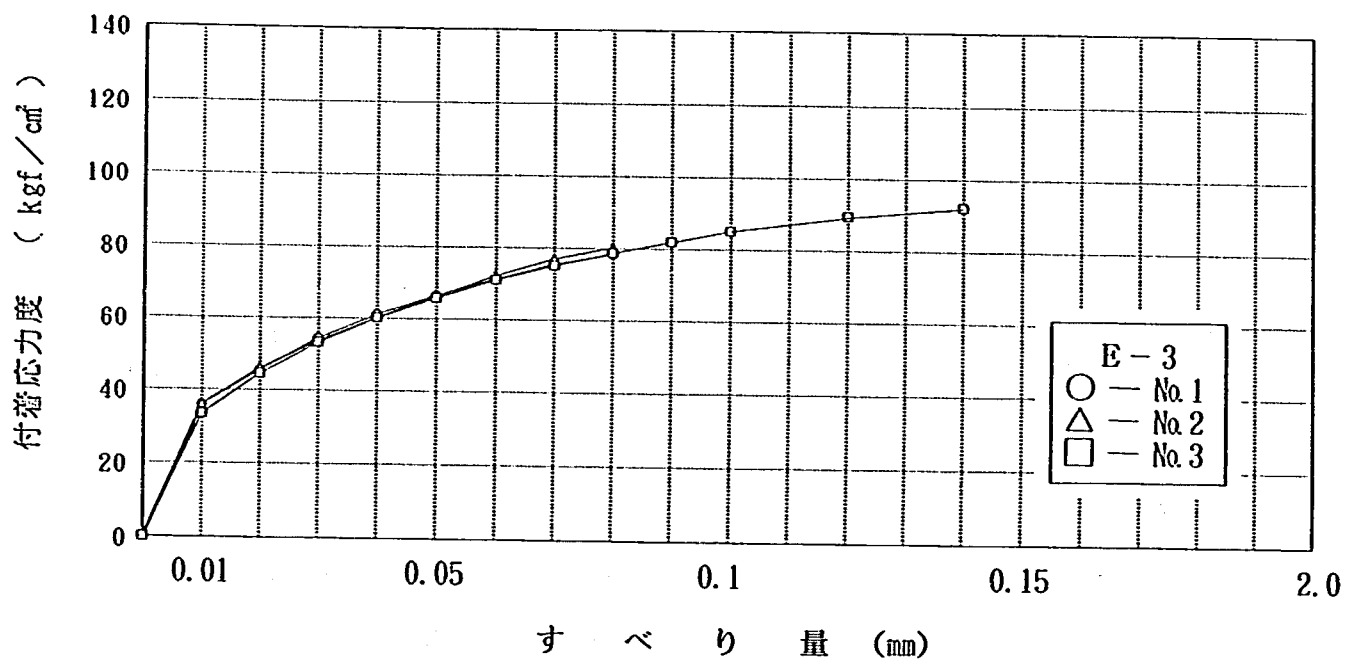
鉛系さび止めペイント—無処理



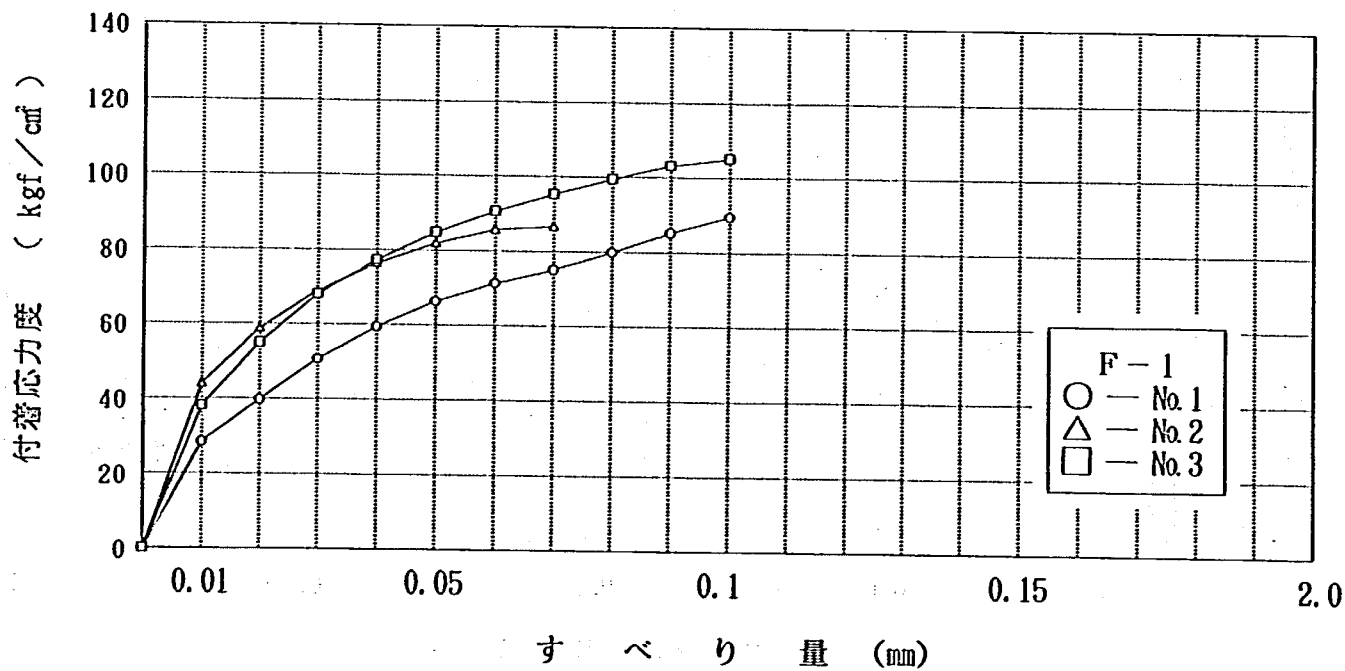
エポキシ樹脂塗料—ブラスト処理



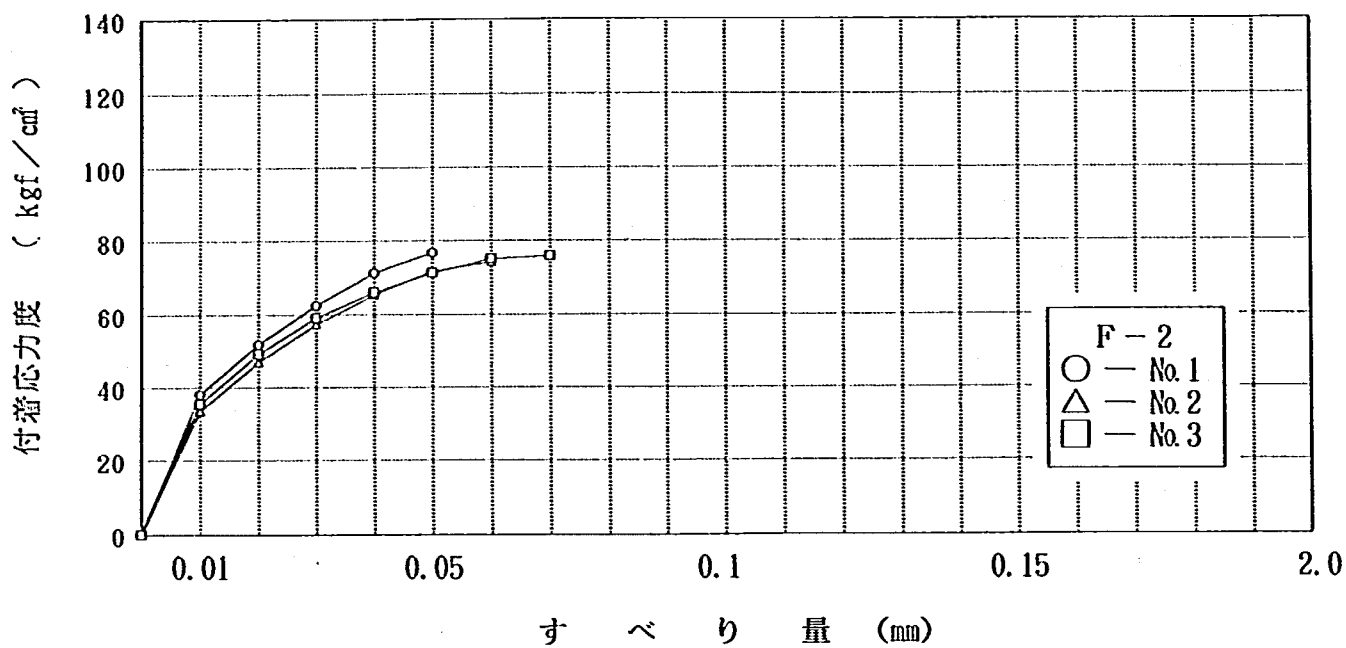
エポキシ樹脂塗料—電動工具処理



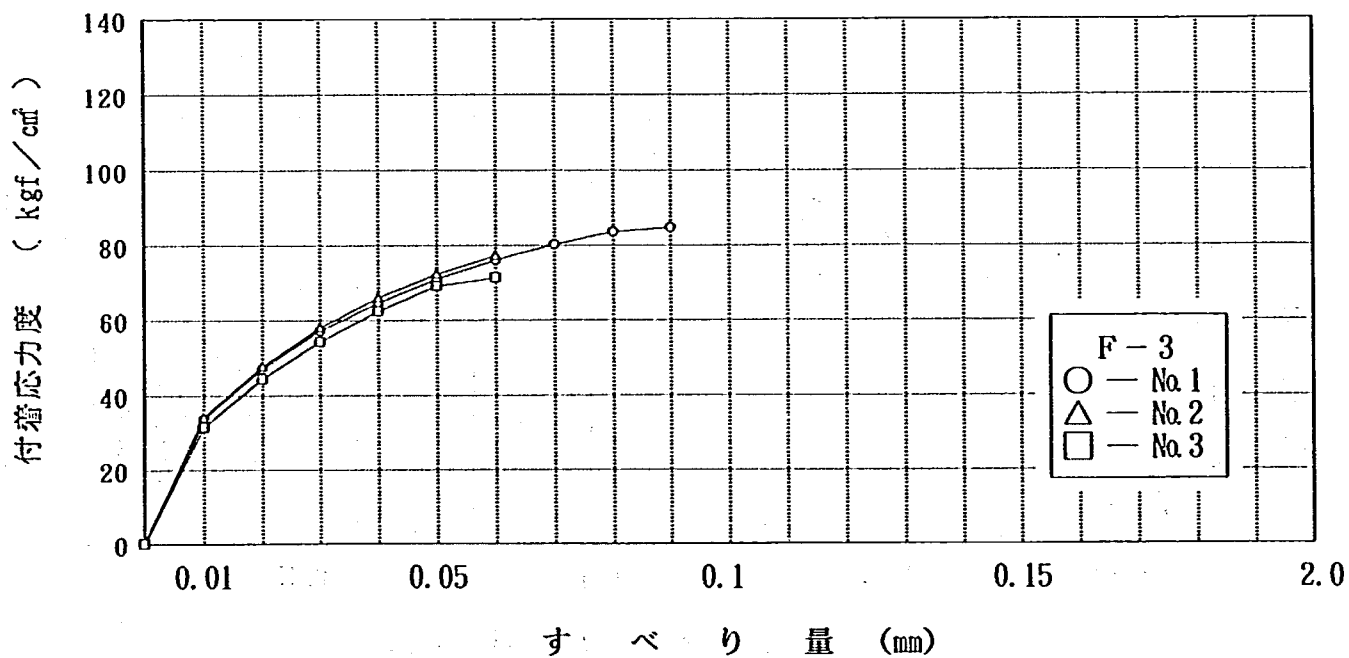
エポキシ樹脂塗料—無処理



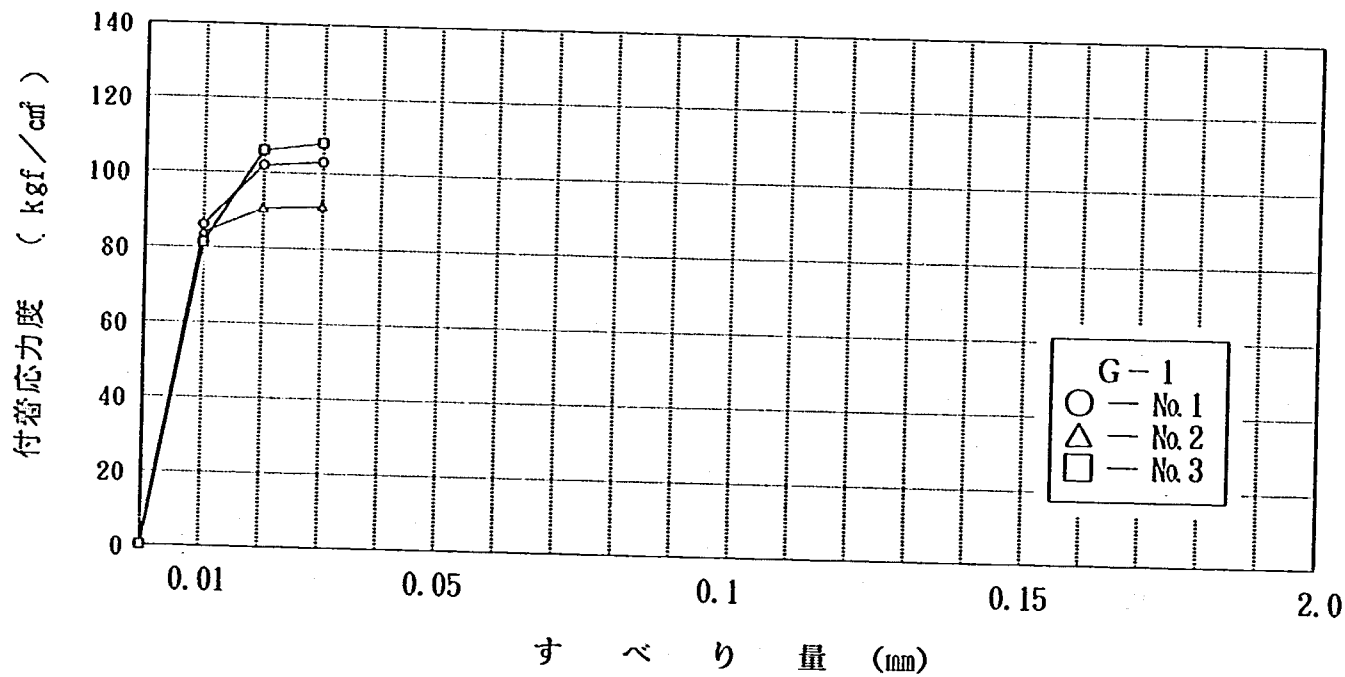
タールエポキシ樹脂塗料—ブラスト処理



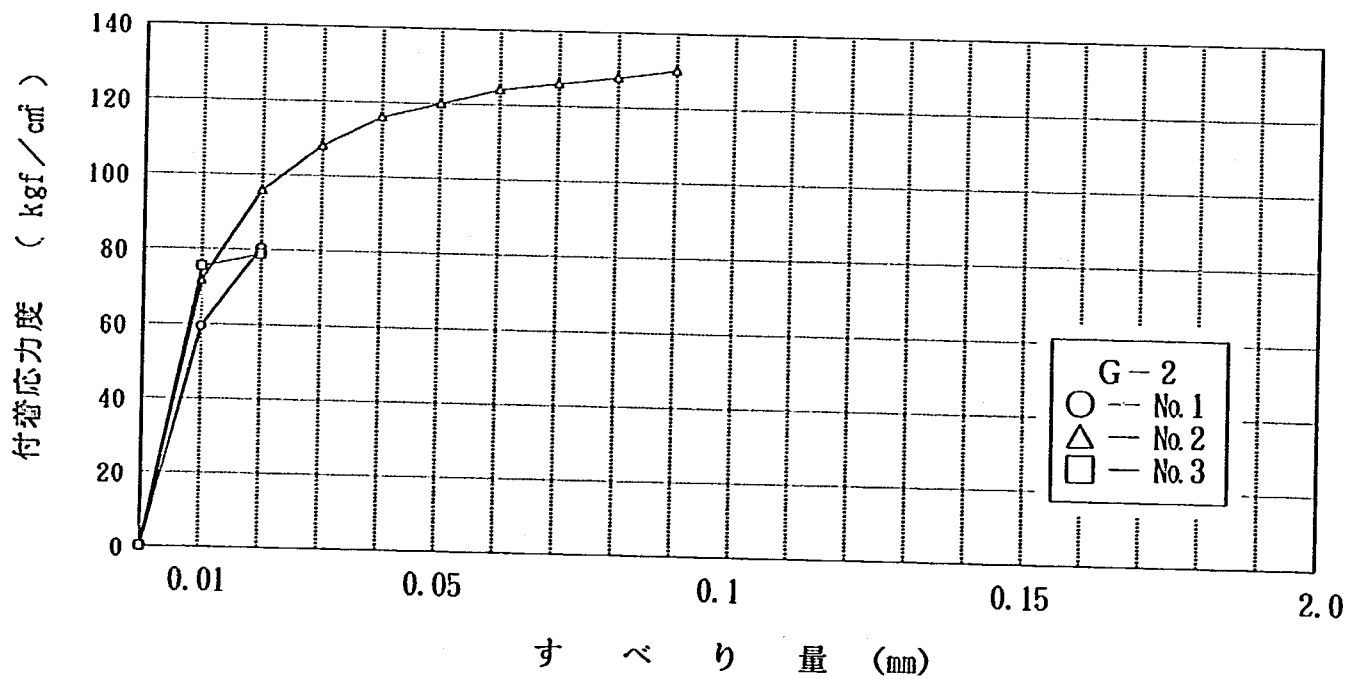
タールエポキシ樹脂塗料—電動工具処理



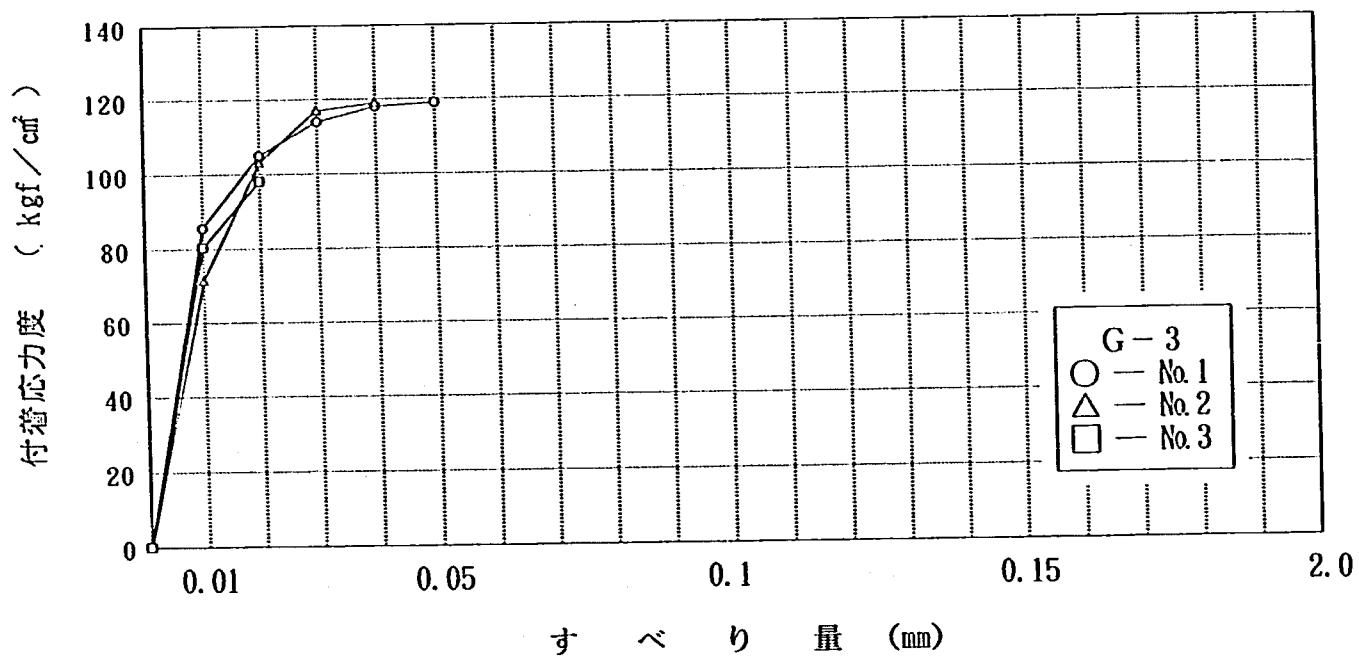
タールエポキシ樹脂塗料—無処理



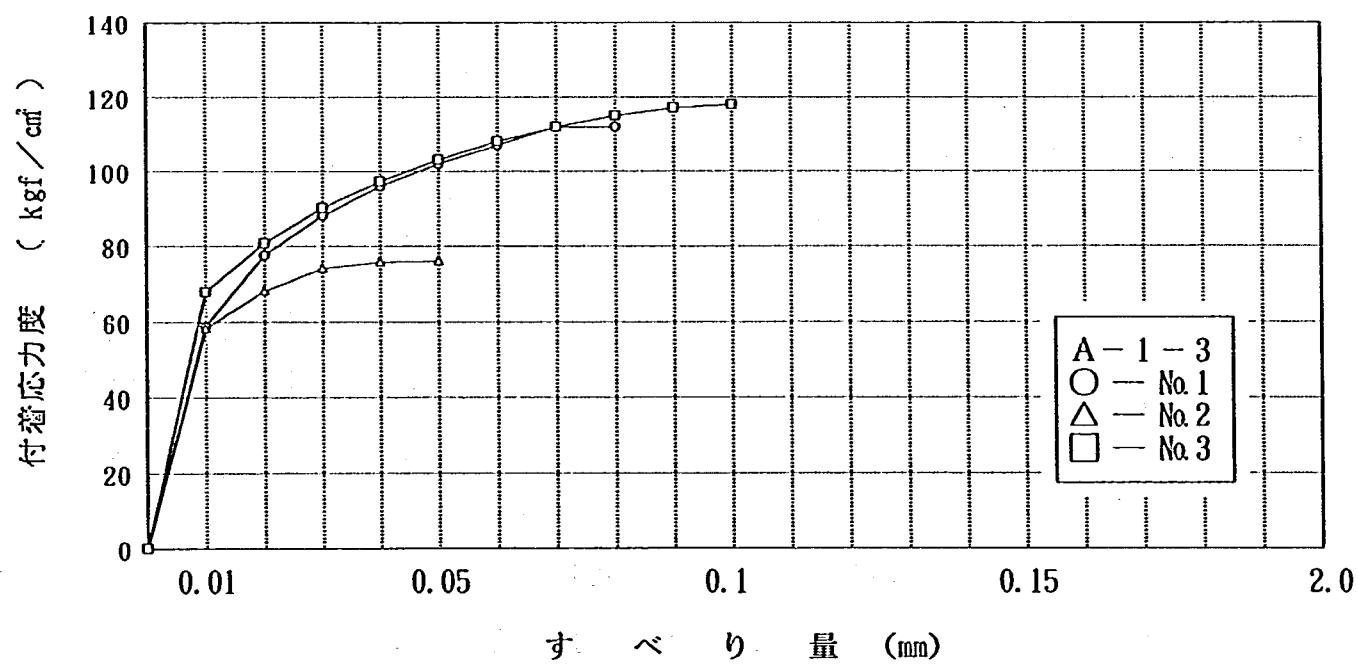
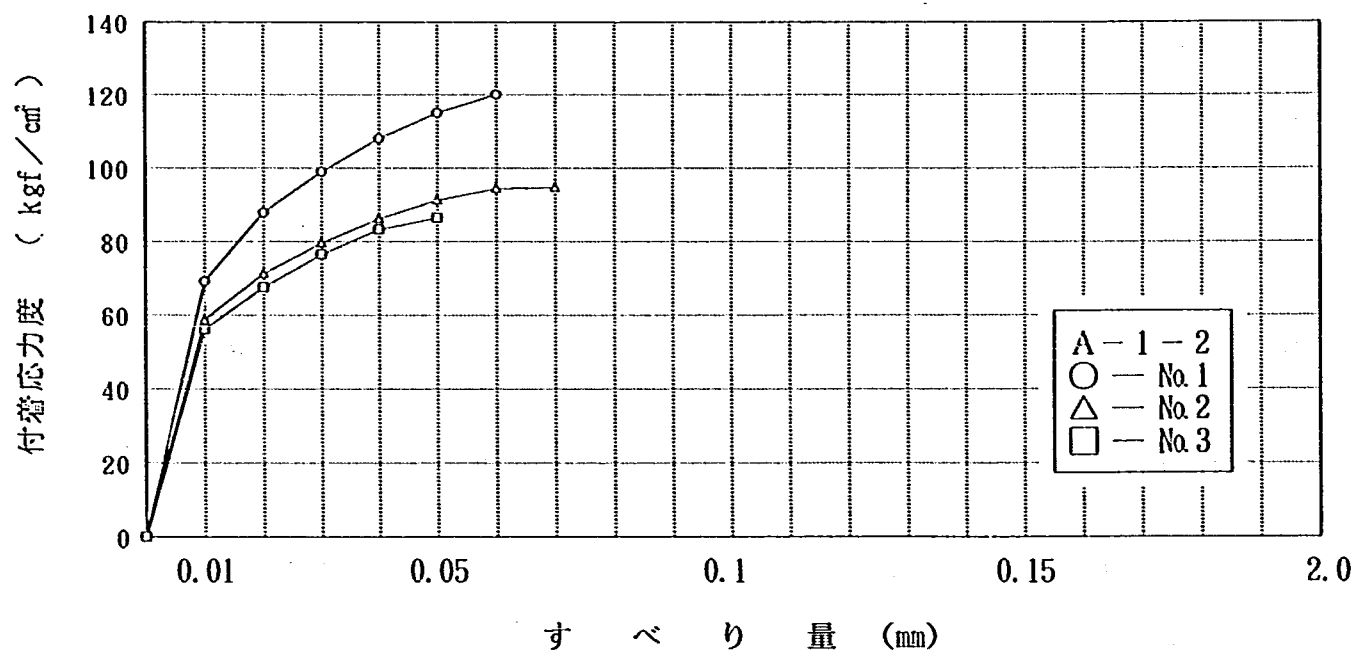
モルタル巻き—ブラスト処理

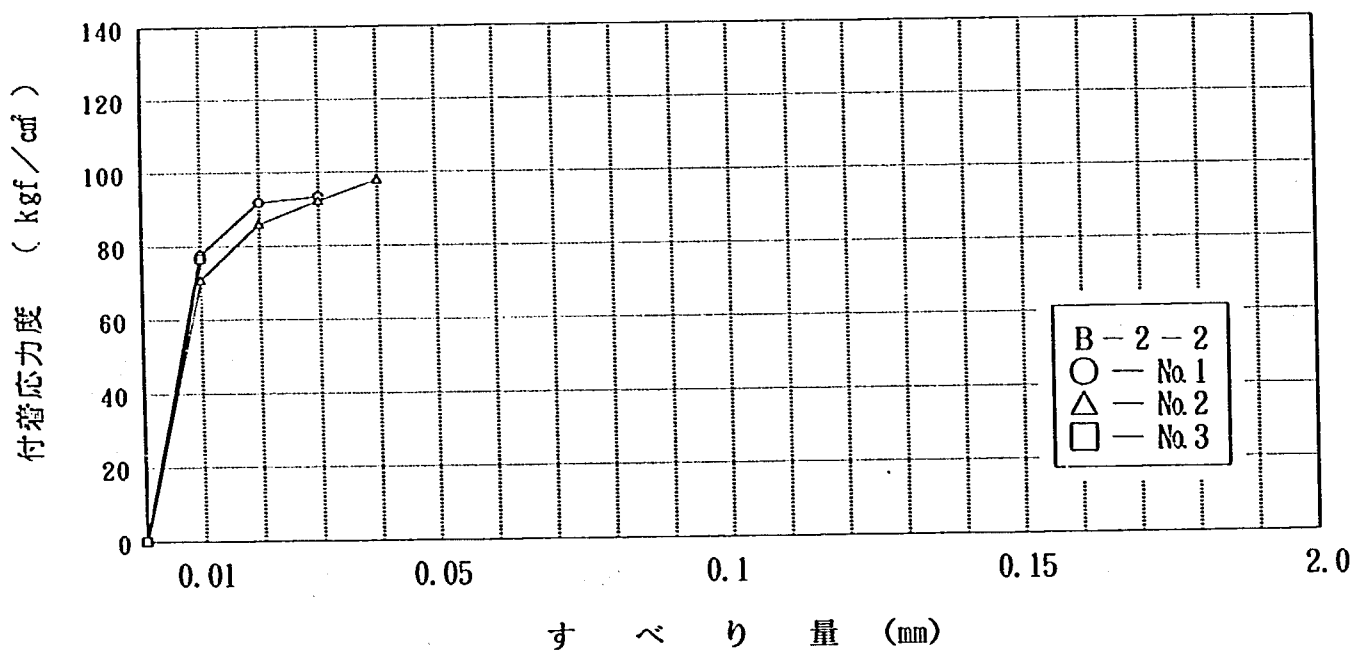


モルタル巻き—電動工具処理

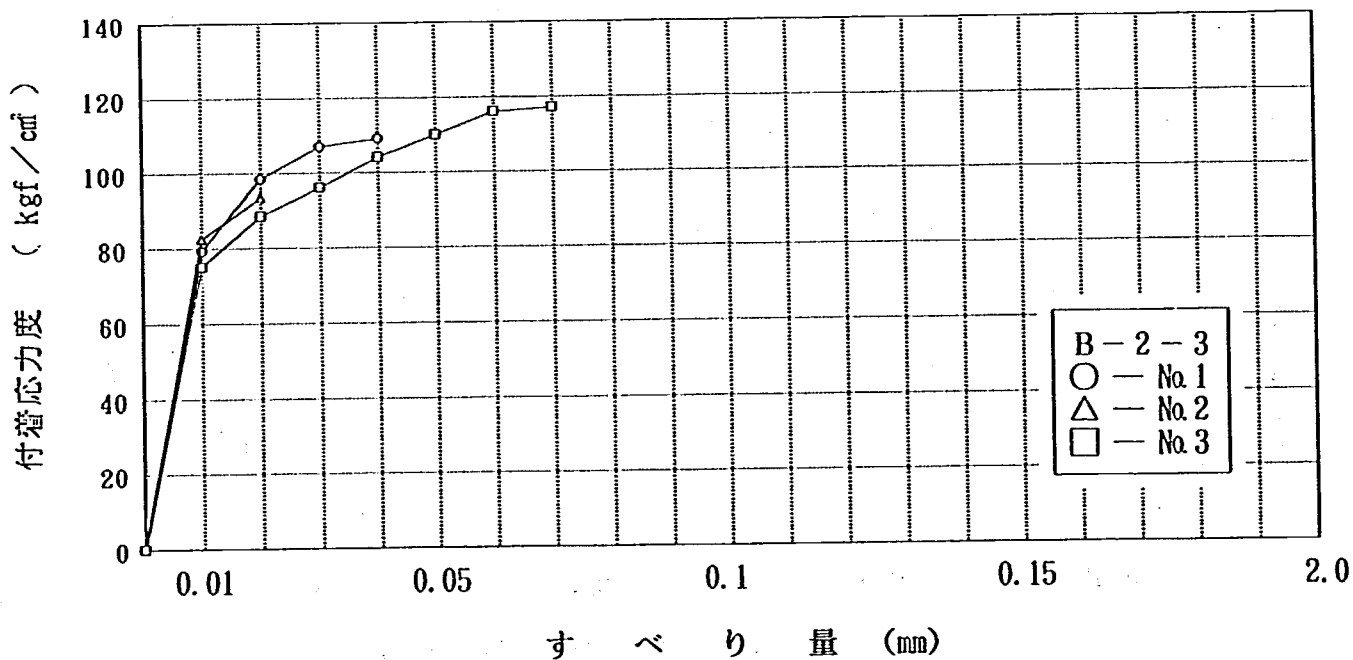


モルタル巻き - 無処理

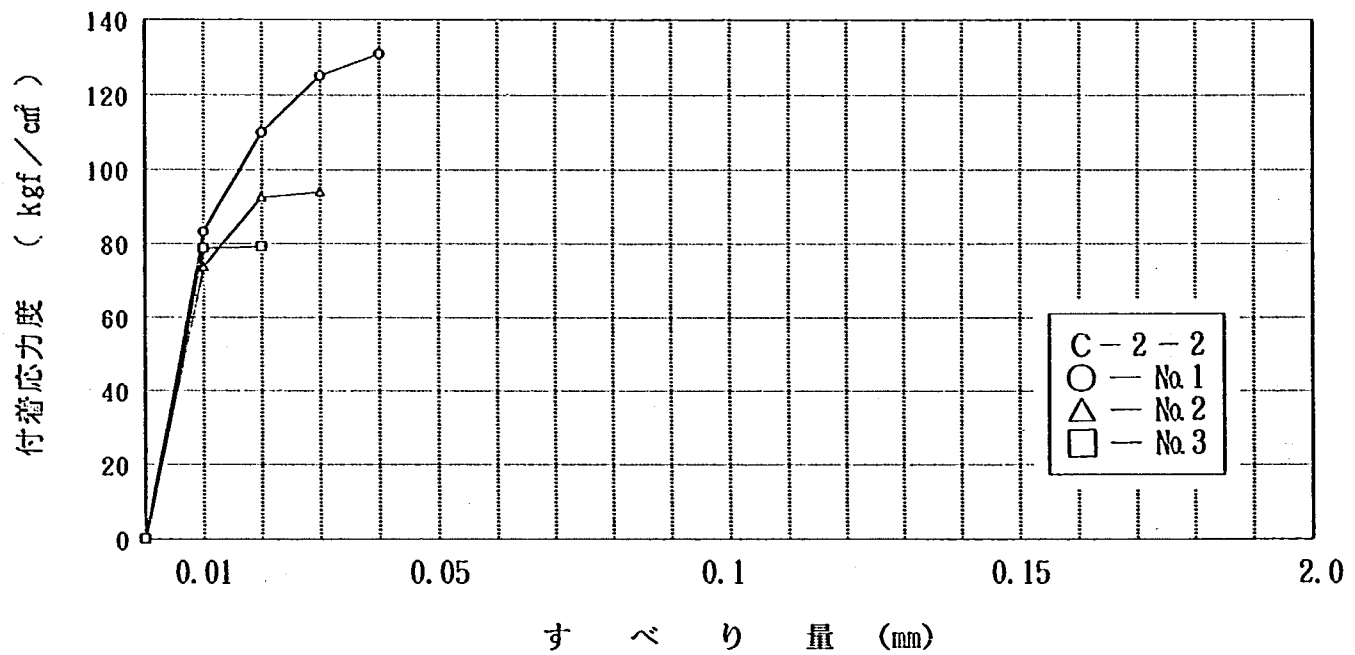




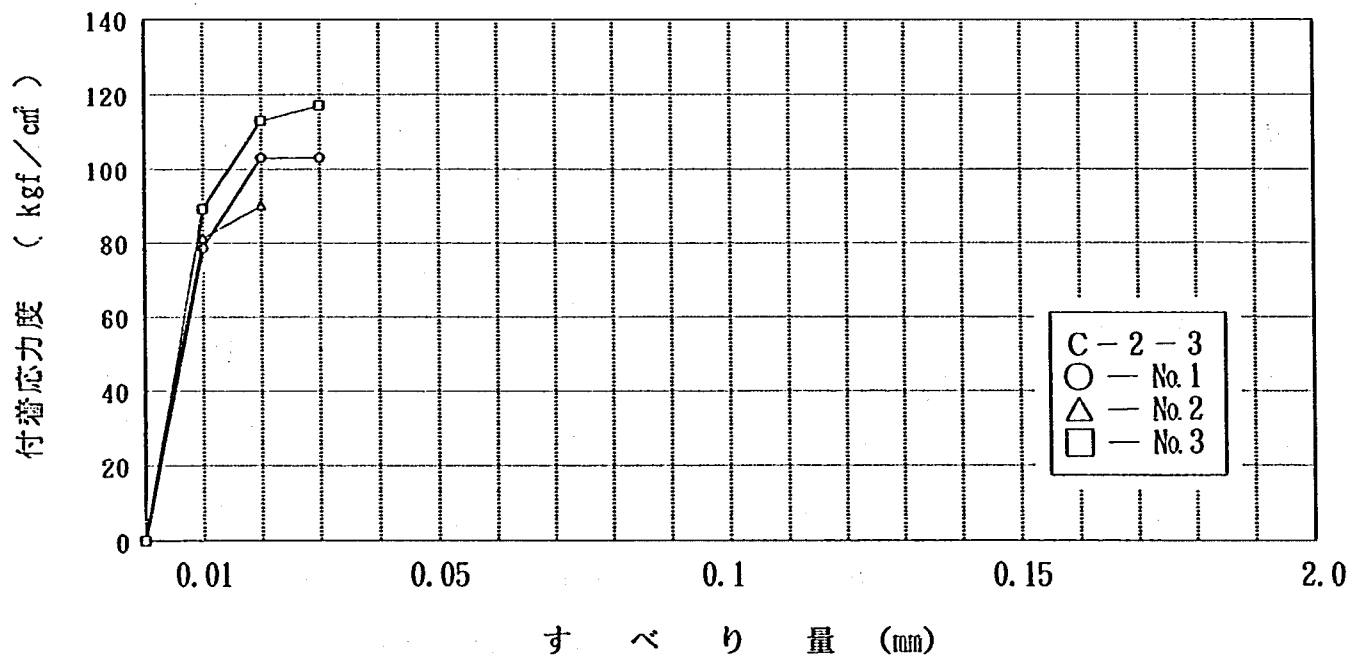
有機ジンクリッチペイント—電動工具処理—水中3ヶ月



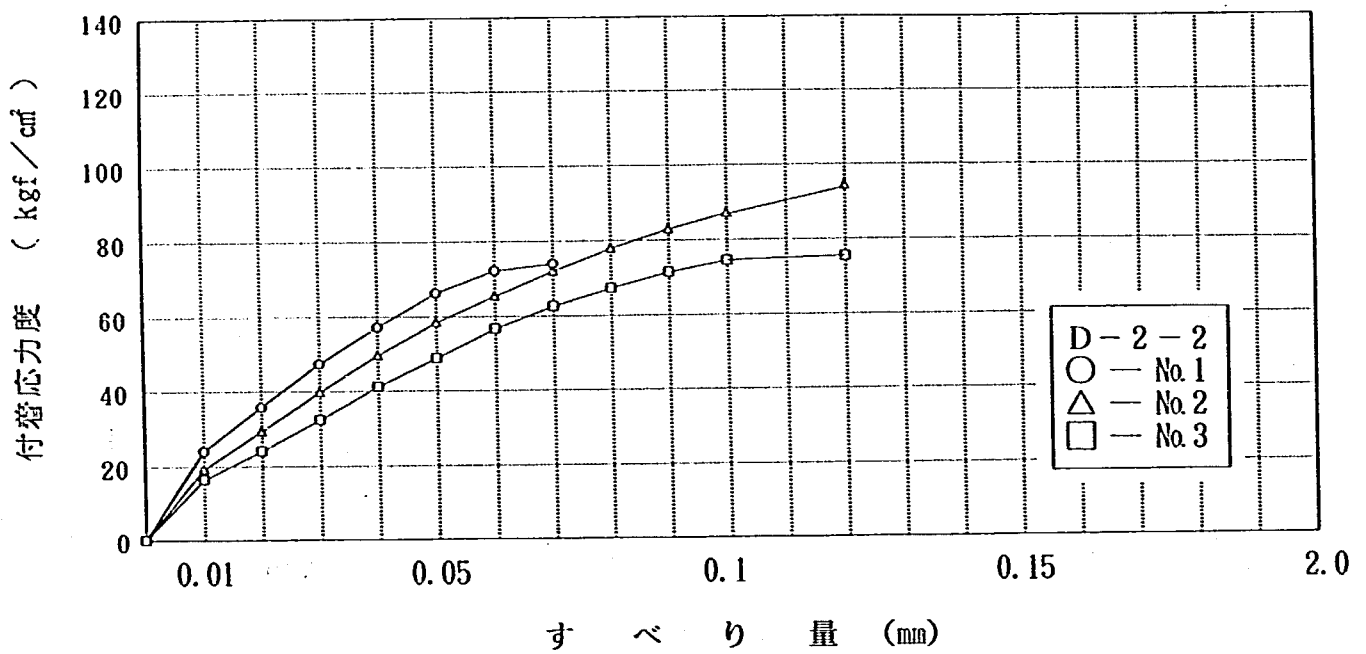
有機ジンクリッチペイント—電動工具処理—塩水3ヶ月



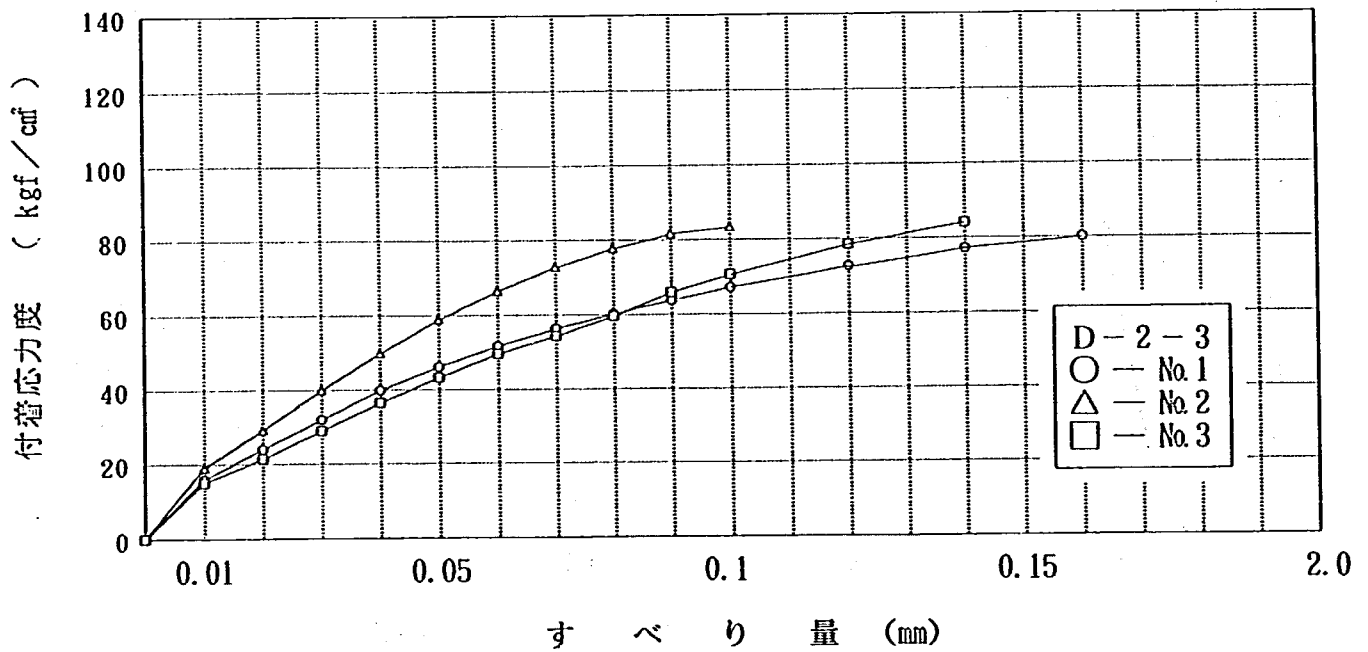
無機ジンクリッチペイント—電動工具処理—水中3ヶ月



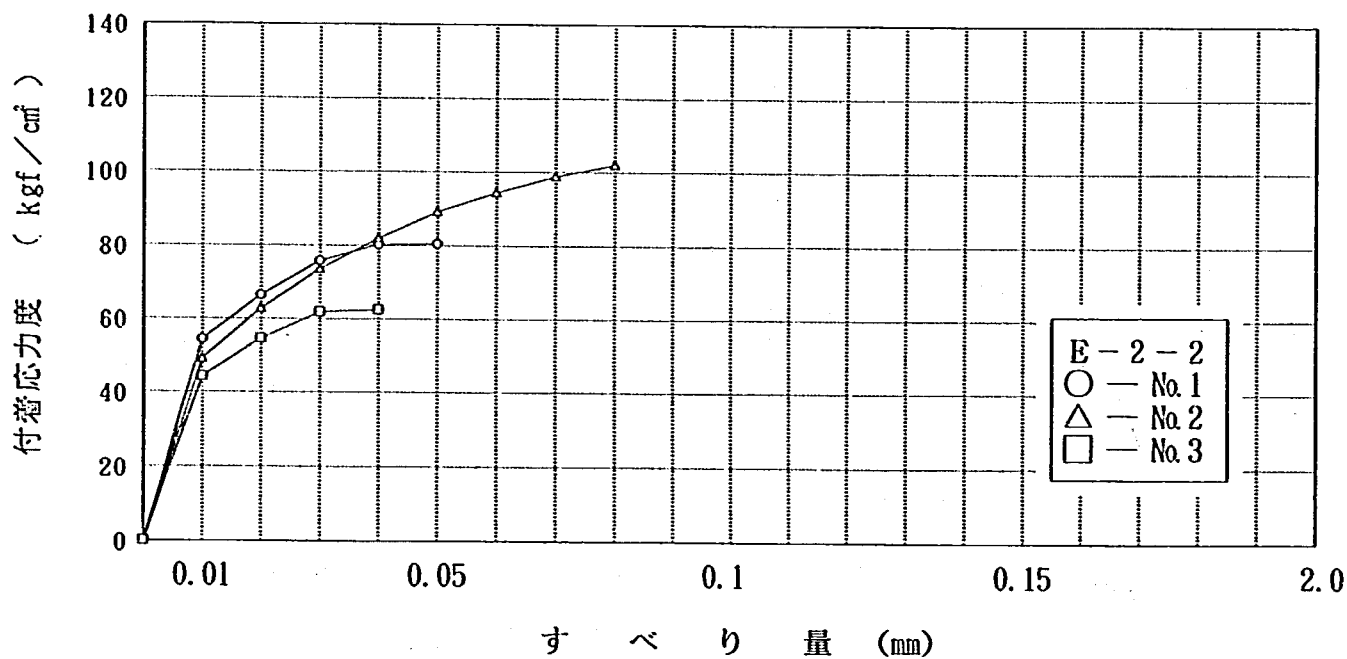
無機ジンクリッチペイント—電動工具処理—塩水中3ヶ月



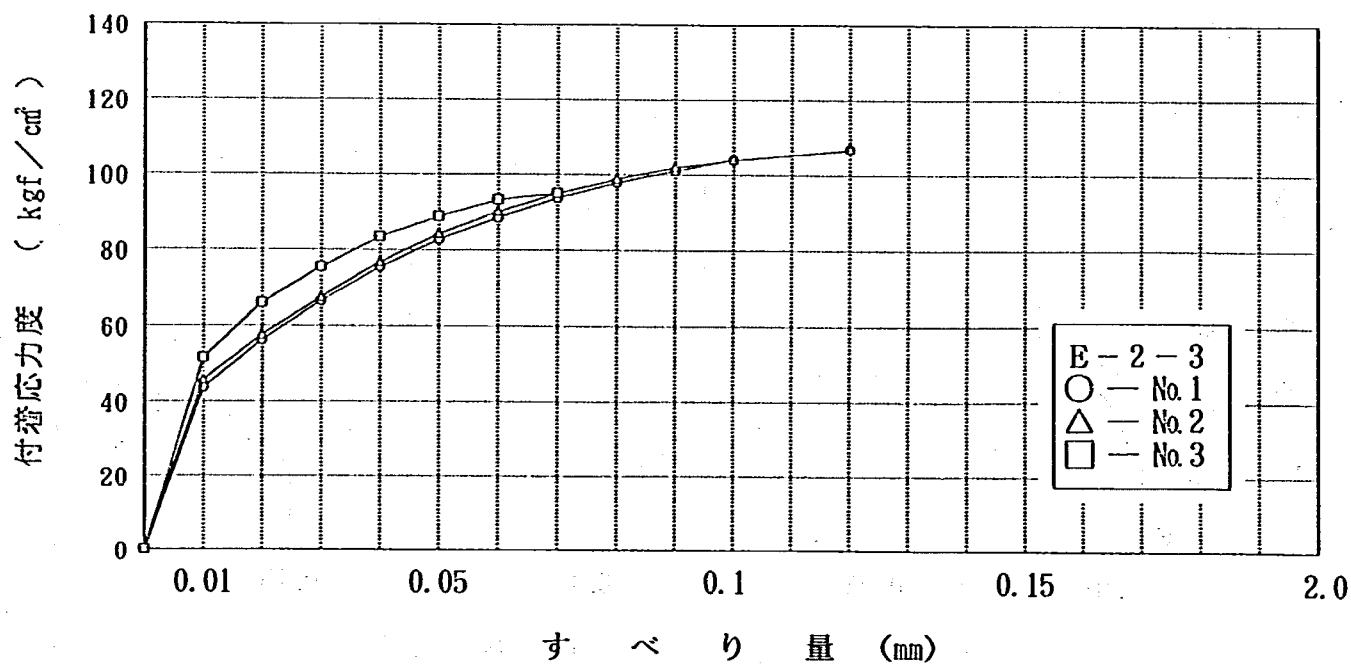
鉛系さび止めペイント—電動工具処理—水中3ヶ月



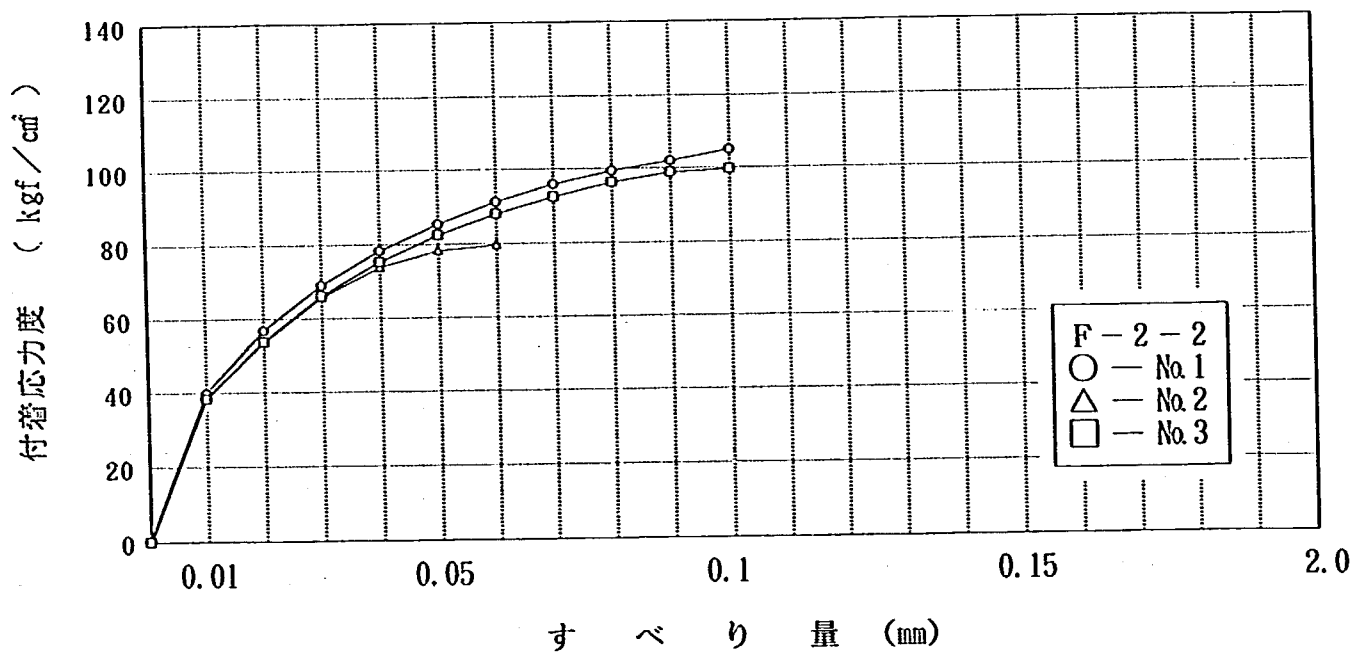
鉛系さび止めペイント—電動工具処理—塩水中3ヶ月



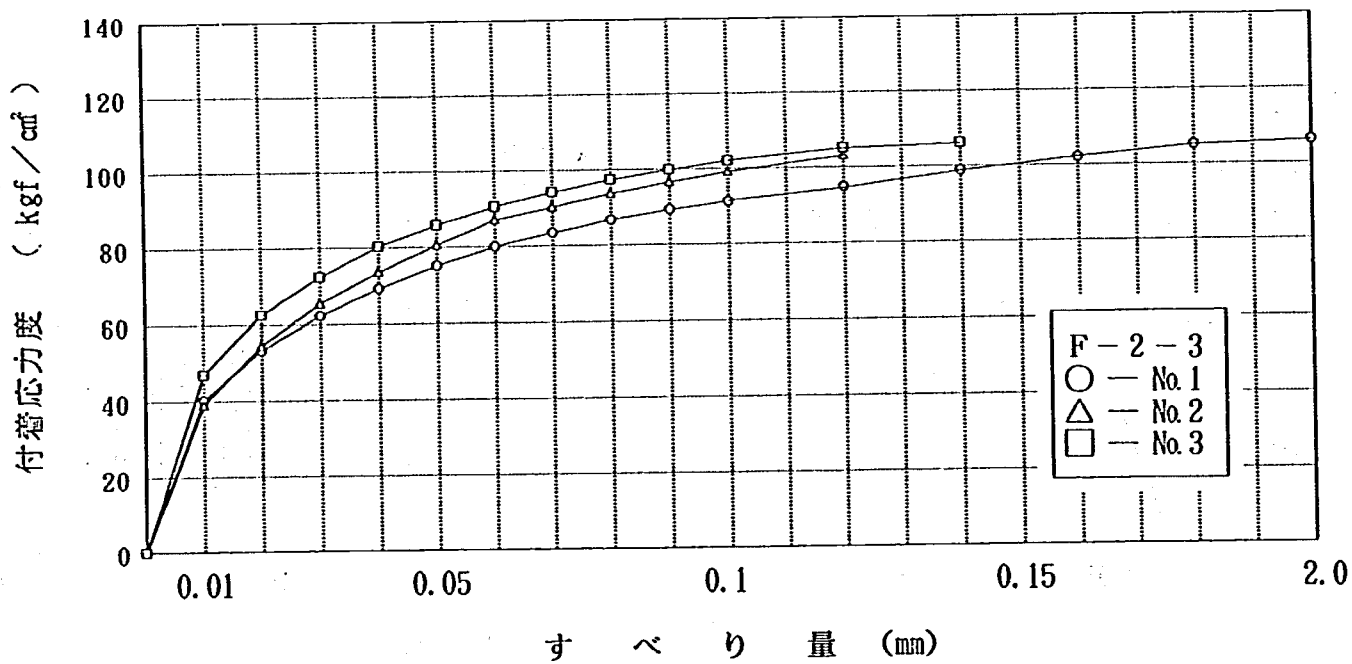
エポキシ樹脂塗料—電動工具処理—水中3ヶ月



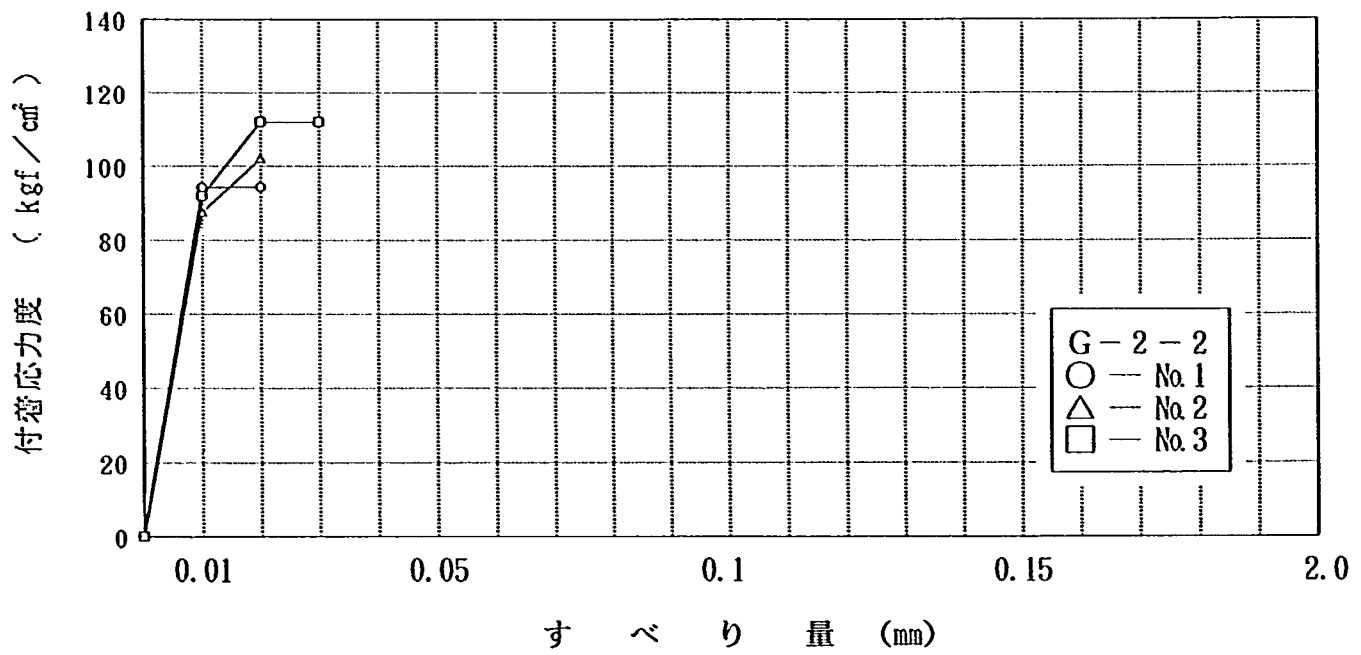
エポキシ樹脂塗料—電動工具処理—塩水3ヶ月



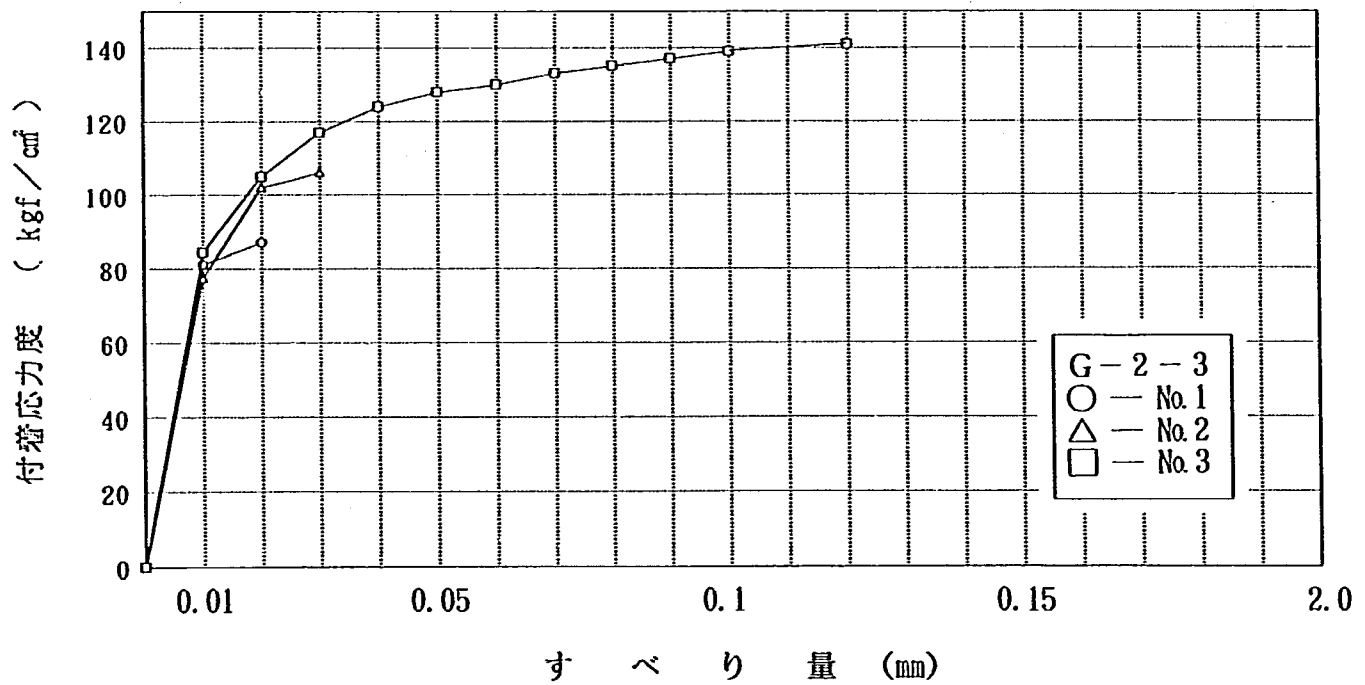
タールエポキシ樹脂塗料—電動工具処理—水中3ヶ月



タールエポキシ樹脂塗料—電動工具処理—塩水中3ヶ月



モルタル巻き—電動工具処理—水中3ヶ月



モルタル巻き—電動工具処理—塩水中3ヶ月

コンクリート埋設鉄構造物
に関する調査報告書

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第3070号
平成4年1月(1992)

土木研究所地質化学部

化学研究室 室長 片脇 清
研究員 守屋 進

要旨 ダム放流設備などの鉄構造物をコンクリートに埋設する際に防食のため
塗装する。塗装した鋼材とコンクリートとの付着性状を明らかにすることを目的
とした付着力試験結果をとりまとめたものである。

キーワード：ダム、放流設備、コンクリート埋設、塗装鋼材、付着性状

郵便はがき

41円切手を
はって下さ

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

地質化学部化学研究室 御中

No. 1

No. 1

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第3070号 部

「コンクリート埋設鉄構造物に関する調査報告書」

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印

土木研究所資料第3070号