25
ISSN 0386-5878
土研資料第2095号

土木研究所資料

高力ボルト摩擦接合継手に関する試験調査

～接合面に無機ジンクリッチペイントを
塗布した継手のすべり耐力等(その1)～

昭和59年3月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室

Copyright © 1984 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，複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

土木研究所資料
第2095号昭和59年３月

高力ボルト摩擦接合継手に関する試験調査

～接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布した継手のすべり耐力等(その１)～

橋梁研究室　室　　長　佐伯彰一
主任研究員　宮田年耕
佐藤和徳
田中良樹

要旨

近年，橋梁の大型化に伴って，連結部の処理が問題となってきている。高力ボルト摩擦接合継手においては，接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布して，耐力および防錆の２点を充足しようとする試みが各所で行われているが，現時点ではすべり耐力と塗料組成，塗膜厚等の関係が系統的に明らかにされているとは言い難い。

以上に鑑み，橋梁研究室においては，昭和57年度より３ヶ年の予定で，接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布した高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力とこれに影響を及ぼす因子との関係を明らかにすることを目的として実験を行ってきている。

本報告書は，昭和57，58年度に実施した実験結果の一部をとりまとめたもので，すべり係数（すべり耐力）を以下の項目により評価している。

(1)　塗膜厚（母材，添接板それぞれの膜厚および合計膜厚）
(2)　ボルト締付後の経過時間
(3)　塗膜の曝露期間等

キーワード：　高力ボルト摩擦接合継手，無機ジンクリッチペイント
すべり耐力，すべり係数，ボルト軸力

ま　え　が　き

鋼橋において高力ボルト継手部分は防錆の弱点となっている。これは，ボルト自体下地処理が十分出来にくいうえ塗装ののりが悪く発錆しやすいことにもよるが，継手の接合面を粗面として用いていることにも原因がある。部材製作後，接合面を無塗装で放置しておくと締付け以前に発錆が始まるため，そのまま接合すると，現場塗装を施しても防錆効果は低下する。一方，発生した錆を接合直前に除去したり，締付け前の発錆を防ぐ観点からプライマーを塗布する等が行われているが，この場合は，錆あるいはプライマー除去に手数を要することとなる。

このため，接合面に防錆処理を施すことが検討され始め，ここ10数年来，各所で実施事例がみられるようになった。特に，無機ジンクリッチペイントの塗布は，近年，接合面防錆処理に多用される方法で，本州四国連絡橋公団をはじめ各公団においては，ペイントおよび塗装の仕様の決定をみている。

現行の道路橋示方書もこのような状況に対応して，接合面防錆処理への道を開いているが，ペイント組成，塗装方法等については明示していない。

以上を背景に，橋梁研究室においては昭和57年度より３ヵ年の予定で無機ジンクリッチペイントを塗布した高力ボルト摩擦接合継手に関する試験調査を実施することとした。試験調査の全体計画は本文に記したとおりであるが，本報告は，そのうち，昭和57年度および昭和58年度に実施した小型供試体に係る実験結果をとりまとめたものである。

なお，本調査試験の位置付けを明らかにする観点からジンクリッチペイントを塗布した高力ボルト摩擦接合継手に関する過去の研究をとりまとめた章を設けた。

昭和59年３月

建設省土木研究所
橋梁研究室　室　　長　佐伯彰一
主任研究員　宮田年耕
佐藤和徳
田中良樹

目　　次

まえがき
1. 本調査試験の目的 …… 1
2. 過去の研究 …… 3
3. 本調査試験の全体計画 …… 10
4. 昭和57，58年度小型供試体試験 …… 12
4－1 概　要 …… 12
4－2 供試体 …… 13
4－2－1 供試体の設計 …… 13
4－2－2 高力ボルトの締付け …… 14
4－2－3 接合面の処理 …… 15
4－3 実験の種類 …… 16
4－4 測定項目 …… 16
4－4－1 すべり荷重 …… 16
4－4－2 ボルト軸力 …… 16
4－5 実験結果および考察 …… 16
付録－1 ボルト軸力の経時変化測定記録 …… 21
付録－2 曝露供試体の表面あらさ測定結果 …… 55

1. 本調査試験の目的

昭和55年の道路橋示方書の改訂において，高力ボルトの接合面処理に関する規定に変更が加えられ，従来，高力ボルトの接合面は黒皮を除去した粗面としなければならないと規定されていたところ，この改訂によってすべり係数0.4以上を確保することができれば接合面に防錆処理を施してもよいこととなった。

まえがきでも述べたように接合面を無塗装とした継手を考えた場合，次のような不都合が生じる。

1) 仮置をするため浮錆が発生するが，これを除去するために手間，時間を要する。

2) 現場において継手およびその周辺のケレンが十分に行えないため，塗装後継手部分の塗膜の耐久性が他の部分より劣る。

3) 原板ブラスト後プライマーを接合面に塗装した場合，プライマー除去に手数を要する。

これらに対処するため，道路橋示方書II鋼橋編15.4.5の規定に改訂をみたわけであるが，その解説に「防錆処理をした場合は塗膜の種類や厚さなどによって，0.4以上のすべり係数が確保できない恐れや，塗膜のクリープによりボルト軸力の低下の原因となるおそれもあるので慎重に検討したうえで使用しなければならない。」とされており，自由な使用が認められているわけではない。このため，高力ボルトの接合面に防錆処理を施そうとする場合，事前に確認実験等を行わなければならず，大半の橋梁は従来通り無塗装で組立てられているのが実態である。

高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力はすべり係数とボルト軸力の積で表現されるが，すべり耐力に影響を与える要因は多岐にわたっており，しかもその要因が相互に影響を及ぼしあっている。ジンクリッチペイントを塗布した継手においてすべり耐力に影響を与えると考えられる要因は次のとおりである。

1) 塗料の種類

2) 塗料の組成

3) 塗膜厚

4) ボルト締付後の経過時間

5) 塗膜の曝露期間

6) 荷重の種類

7) 継手母材の鋼種

8) ボルト穴径　等

これらの要因は直接的にはすべり係数に影響を与え，塗膜のクリープ性状がこれらの要因によって左右されることから，ひいてはボルト軸力にも影響を与える。

以上を考慮して，本調査研究は，道路橋示方書II鋼橋編15.4.5の解説の改訂に資するため次の事項を明らかにすることを目的としている。

1) 所要のすべり係数を確保するための塗料組成

2) 所要のすべり係数を確保するための塗膜厚

（最適塗膜厚の検討は，最大のすべり係数を与える塗膜厚はいくらかという観点から行うことに加えて，全体の塗装工程からみて最も作業を簡略化できしかも所要のすべり係数を得るためには母材，添接板それぞれどの程度の塗膜厚にするかについても考慮を払う必要がある。「鋼道路橋塗装便覧」においては，ジンクリッチペイントを前処理，下塗りに用いる場合，膜厚の標準を計30μとしている。したがって，塗装工程を簡略にするためには母材は継手部接合面，それ以外の部分にかかわらず一率にこの膜厚で塗装することが望まれる。もし，母材，添接板それぞれの膜厚ではなく母材，添接板に塗布する膜厚の合計にすべり係数が依存するのであれば，母材の膜厚は変化させず添接板の膜厚を変えることによってすべり係数確保および塗装作業の簡略化の2つが充足される。これにより，この項目は以下の小項目に分けて検討することが必要である。

①母材，添接板それぞれの塗膜厚とすべり係数の関係

②母材，添接板の合計膜厚とすべり係数の関係）

3) ボルト締付後の経過時間がすべり耐力に与える影響

4) 塗膜の曝露期間がすべり耐力に与える影響

なお，本報告において，すべり係数とはすべり耐力を初期導入ボルト軸力で除した値をいい，摩擦係数とはすべり耐力をすべり試験時の軸力で除した値をいう。

2. 過去の研究

我が国における高力ボルト摩擦接合継手接合面の防錆処理に関する研究は，ここ10数年来活発に行われてきており，すべり係数に与える塗料種類，塗料組成，塗膜厚等の影響について静的のみならず繰返し荷重下においても実験・研究がなされ，また，塗膜のクリープ等によるボルト軸力の経時変化を把えるべく行われた実験もみられる。

この章では，本調査研究の位置付けを明らかにする観点から，接合面にジンクリッチペイントを塗布した高力ボルト摩擦接合継手に関し，過去の実験研究成果をとりまとめるものである。以下，個々の要因毎に過去の研究成果を述べる。

(1) 塗料の種類

ジンクリッチペイントは亜鉛末とシリケートなどからなっており，有機ジンクリッチペイント，無機ジンクリッチペイントに大別される。

一般に，有機ジンクリッチペイントは多湿な環境または海岸部における使用に適しているとされ，無機ジンクリッチペイントは多湿な環境での使用には適するが酸やアルカリには弱いとされている。

文献1)においてはグリッドブラストした面に有機ジンクリッチペイント6種類，無機ジンクリッチペイント5種類を塗布した供試体による実験を行っているが，その結果次のように結論づけている。

1) 有機ジンクリッチペイントと無機ジンクリッチペイントを比較すると，無機ジンクリッチペイントを塗布した継手の方がすべり係数が大きい。

2) 無機ジンクリッチペイントを塗布した場合，多少バラツキはあるがどの種類でも塗膜厚が一定値以上あればすべり係数0.4は確保されている。

3) 有機ジンクリッチペイントを塗布した場合，すべり係数が0.4を割っているケースもある。

文献4)，5)，6)によっても塗膜厚がある値以上あれば無機ジンクリッチペイントの場合すべり係数0.4は確保されることが示されており，文献1)の結果を裏付けている。

文献8)は米国連邦道路庁がとりまとめたもので多種類の防錆処理法についてその優劣を論じているが，すべり係数に関する結果は表—2.1 のようになっている。この結果からも高力ボルト継手接合面の防錆処理に無機ジンクリッチペイントを使用することの可能性が認められる。

表－2.1 接合面処理方法とすべり係数の関係

接合面の処理方法	すべり係数			供試体数
	平均	最大	最小	
ブラストのまま	0.52	0.72	0.36	103
有機ジンクリッチペイント	0.46	0.60	0.36	106
有機ジンクリッチペイントにエポキシ樹脂をコーティング	0.28	0.34	0.18	88
無機ジンクリッチペイントにビニールをコーティング	0.51	0.60	0.38	94
ビニールプライマー	0.19	0.22	0.16	15
無機ジンクリッチペイント	0.60	0.66	0.49	25

(2) 塗料の組成

過去の実験をみると塗料の組成すなわち塗料に占める亜鉛の量，亜鉛の粒子径等によりすべり係数に差が生じている。

文献1)によれば

1) 塗料中の亜鉛の含有量を増した場合，表面粗度が大きくなり，すべり係数も大きくなる。

2) 亜鉛の粒子を大きくした（平均7 μ）場合，無機ジンクリッチペイントではすべり係数が大きくなっているが，有機ジンクリッチペイントではすべり係数は大きく変化していない。

3) 無機ジンクリッチペイントの場合，亜鉛粒子の大きさによりすべり係数に差が生じているが，0.5～0.6 の間であり実質上差はない。

とされ，無機ジンクリッチペイントに関して，塗料中の亜鉛の含有量を増加させることがすべり係数を高めるのに効果的であることが示されている。

文献8)も表—2.2 に示すとおり，上記と同様な結果となっており，無機ジンクリッチペイントを塗布した継手に関し，すべり係数を 0.4 以上とするためには，塗料中の亜鉛の含有率をある値以上としなければならないことがわかる。

表—2.2 ペイント中の亜鉛含有率とすべり係数の関係

ペイント等の種類	すべり係数			供試体数
	平均	最大	最小	
ブラストのまま	0.52	0.72	0.36	103
無機ジンクリッチペイント（亜鉛80%）	0.62	0.66	0.55	20
無機ジンクリッチペイント（亜鉛75%）	0.51	0.52	0.49	5
エチルシリケート（亜鉛 0%）	0.28	0.29	0.26	5

(3) 塗 膜 厚

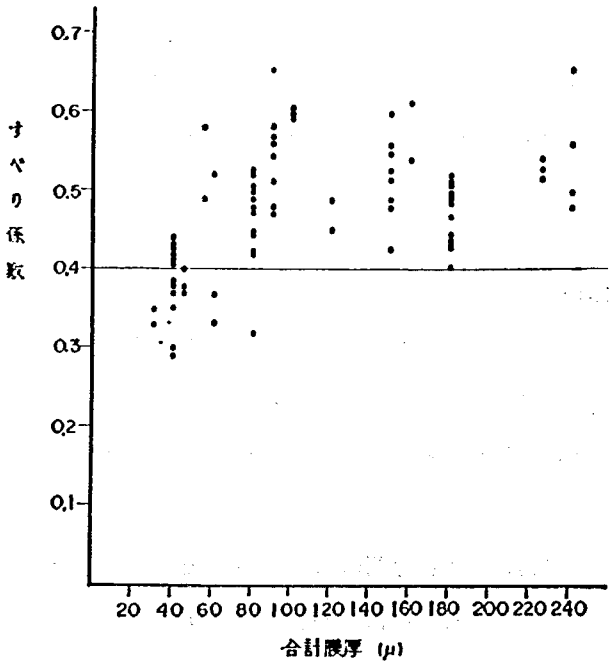
無機ジンクリッチペイントを塗布した継手のすべり耐力を左右する最も大きな要因の1つとして塗膜厚が挙げられる。無機ジンクリッチペイントの塗膜厚の大小はすべり係数に直接影響し，長期的にみれば塗膜厚の大小は塗膜のクリープ量に影響し間接的にボルト軸力に影響を及ぼす。すべり係数と塗膜厚の関係について，過去の実験結果をとりまとめると以下が結論づけられる。[1), 3), 4), 6), 7)]

1) 無機ジンクリッチペイントの合計膜厚（1摩擦面における母材の塗膜厚と添接板の塗膜厚の合計）が60μ以下の場合，多くのケースですべり係数が0.4を下回る。

2) 無機ジンクリッチペイントの合計膜厚が90μ以上あれば，すべり係数0.4は確保できる。

なお，文献1)によれば，合計膜厚が90μから240μにばらついてもすべり係数はあまり大きく変化しないとの結果が示されており，文献6)によれば塗料の組成が異なれば最大のすべり係数を与える塗膜厚は異なるとの結果が示されており，最適な塗膜厚は各実験により差異がある。

参考までに塗膜厚とすべり係数の関係について過去の実験結果を整理したものを図—2.1に示す。



図—2.1 無機ジンクリッチペイントの合計膜厚とすべり係数の関係

一方，無機ジンクリッチペイントを塗布した継手のボルト軸力と塗膜厚の関係については過去の実験結果より以下がいえる。[2), 4), 5), 6), 7)]

1) ボルト軸力は塗膜厚の増大にしたがって減少する傾向にある。

2) ボルト軸力の減少は塗料の組成にあまり関係しない。

無機ジンクリッチペイントの塗膜厚とボルト軸力の経時変化の関連を表—2.3に示す。表—2.3で明らかなように同程度の塗膜厚でも実験により変動があり，また，文献2)ではボルト締付後3ヶ月を経過してもなお軸力の減少がみられる。

表—2.3 無機ジンクリッチペイントの塗膜厚とボルト軸力減少率の関係

文献番号	無機ジンクリッチペイントの合計膜厚（μ）	ボルト軸力の減少率（%）					供試体数
		締付後1日	締付後10(5)日	締付後1ヵ月	締付後3ヵ月	締付後6ヵ月	
2)	90	7.8	(8.0)	—	9.8	11.9	2
	402	9.6	(10.3)	—	13.0	15.8	1
4)	100	—	9.9	—	—	—	5
5)	150	3.0	4.5	6.0	—	—	3
	225	5.5	7.0	7.5	9.0	9.0	3
6)	40	2.9	3.9	—	—	—	5
	80	4.3	5.5	—	—	—	5
	190	6.1	7.8	—	—	—	5

なお，接合面の摩擦係数はボルト締付後の経過時間に応じて増大し，すべり耐力としては軸力の減少にもかかわらず低下しないとの実験結果が得られており，塗膜のクリープによるボルト軸力減少のみを問題視することはないと思われる。

(4) ボルト締付後の経過時間

ボルト締付後の経過時間とすべり係数との関係について過去の実験結果をとりまとめたものを表—2.4に示す。実験数が少ないので断定はできないが，いずれの試験においても塗膜厚に関係なくほとんどのケースですべり係数は増加ないし横ばいとなっており，少なくとも大幅なすべり係数の低下はみられない。

ボルト軸力が塗膜厚および締付後の経過時間に応じ減少することを考えあわせると，無機ジンクリッチペイントを塗布した継手接合面の摩擦係数は，締付後の時間経過とともに増大することがうかがえる。

表—2.4 ボルト締付後の経過時間とすべり係数の関係

文献番号	合計膜厚	すべり係数					供試体数
		締付直後	締付後1週間	締付後1ヵ月	締付後3ヵ月	締付後6ヵ月	
2)	無機ジンク 55μ	0.54	—	—	0.60	0.60	2
	〃 90μ	0.57	—	—	0.61	0.62	4
	〃 160μ	0.58	—	—	0.70	0.67	2
	〃 240μ	0.60	—	—	0.70	0.73	2
5)	ブラストのまま	0.65	0.62	0.60	—	—	3
	無機ジンク 150μ	0.52	—	0.50	—	—	3
	〃 225μ	0.51	0.49	0.47	—	0.58	3
	〃 300μ	0.52	—	0.46	—	—	3

(5) 塗膜の曝露時間

継手は接合面にペイントを塗布した後，工場または現地で放置されるのが一般的であるので，塗膜の曝露時間がすべり係数に与える影響を把握する必要が生じる。このため，種々の実験が実施されているがこれらの結果をまとめると次のようである。

1) 無機ジンクリッチペイントを塗布した接合面を屋外に曝露した場合，すべり係数は横ばいまたは幾分減少する傾向にある。

2) しかしながら，すべり係数の変動幅は小さい。

過去の実験結果をまとめたものを表—2.5 に示す。

表—2.5 塗膜の曝露期間とすべり係数の関係

文献番号	合計膜厚	すべり係数					供試体数
		曝露期間	曝露期間 1ヵ月	曝露期間 3ヵ月	曝露期間 6ヵ月	曝露期間 1年	
2)	無機ジンク 55μ	0.49	—	0.45	0.50	—	2
	〃 90μ	0.50	—	0.46	0.48	—	4
	〃 160μ	0.54	—	0.49	0.49	—	2
	〃 240μ	0.56	—	0.55	0.53	—	2
4)	ブラストのまま	0.63	—	—	0.54	0.58	3
	無機ジンク 90μ	0.61	—	—	0.51	0.55	3
6)	無機ジンク 40μ	0.39	0.37	0.46	0.41	0.42	12
	〃 80μ	0.46	0.46	0.48	0.47	0.45	12
	〃 190μ	0.47	0.45	0.45	0.44	0.45	12

(6) 繰返し荷重

(1)~(5)において種々の要因がすべり係数等に及ぼす影響について述べたが，これらはいずれも静的荷重下でのものである。実際には活荷重等により継手に繰返し荷重が作用するので，静的荷重のみならず繰返し荷重がジンクリッチペイントを塗布した継手に与える影響についても把握しておく必要が生じる。

文献2)，3)における実験は，無機ジンクリッチペイントを塗布した継手に繰返し荷重（荷重の上限値＝設計耐力，繰返し回数＝200万回）を負載後，静的すべり試験を行うという内容のものであるが，これらの実験結果を表—2.6 に示す。これから次のことがいえる。

1) 無機ジンクリッチペイントを塗布した継手は繰返し載荷後もすべり係数の減少はない。

2) 塗膜厚は繰返し載荷前，載荷後のすべり係数の変動に大きな影響を与えない。

表—2.6 繰返し荷重とすべり係数の関係

文献番号	合計膜厚	すべり係数		供試体数
		繰返し載荷前	繰返し載荷後	
2)	無機ジンク 90μ	0.54	0.56	3
3)	〃 60μ	0.35	0.46	2
	〃 120μ	0.47	0.53	4
	〃 240μ	0.49	0.49	1
	ブラストのまま	0.59	0.53	5

(7) まとめ

過去の実験結果をすべり耐力に影響を与える要因毎に記したが，再度結果をまとめると以下のようである。

1) すべり係数0.4を確保するには無機ジンクリッチペイントが有利である。

2) 無機ジンクリッチペイントに関し，すべり係数を0.4以上とするには塗料中の亜鉛の含有率を一定値以上としなければならない。

3) 無機ジンクリッチペイントに関し，合計膜厚が60μ以下の場合，すべり係数が0.4を下回る恐れが高くなる。

4) 無機ジンクリッチペイントに関し，合計膜厚が90μ以上の場合は過去の実験のすべてのケースですべり係数0.4が確保されている。

5) 無機ジンクリッチペイントに関し，塗膜厚が厚い程ボルト軸力の減少率は大きい。

6) 無機ジンクリッチペイントに関し，ボルト締付後6ヵ月を経過した時点のすべり係数を締付直後のすべり係数と比較すると，塗膜厚の大小にかかわらずほぼ同程度の値となっている。すなわち，塗膜のクリープ等によるボルト軸力の減少は必ずしもすべり耐力の減少に結びつかず，締付後時間が経過してもすべり耐力は減少しない。

7) 無機ジンクリッチペイントに関し，塗装面を長期間（1年程度）屋外に曝露してもすべり係数はあまり変化しない。

8) 無機ジンクリッチペイントを塗布した継手に繰返し荷重を負載してもすべり係数は低下しない。

文献

1) 三菱・石播・川重・横河共同企業体，「阪神高速道路公団湾岸線大和川工区上部製作工事ＨＴボルト辷り試験報告書」 昭和54年10月

2) 三菱・石播・川重・横河共同企業体，「阪神高速道路公団湾岸線大和川工区上部製作工事ＨＴボルト辷り試験報告書（その２）」 昭和55年３月

3) 石渡正夫ほか，「各種表面処理した高力ボルト摩擦継手の強度について」，土木学会第31回学術講演概要集，昭和51年10月

4) 石沢成夫ほか，「塗膜，溶射膜を接合面にもつ高力ボルト継手の耐力」，土木技術28巻7号，昭和48年7月

5) 榎波義幸ほか，「塗装を施した摩擦接合継手の性能試験」，本四技報No.6，昭和53年10月

6) 山本善行ほか，「接合面にジンクリッチペイントを塗装した摩擦接合継手の滑り試験」，橋梁と基礎，昭和53年3月

7) 日本車輛製造，「接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布した高力ボルト継手のすべり試験」，昭和55年4月

8) Frank, K. H. ; An Experimental Study of Bolted Shear Connections, Federal Highway Administration Report No. FHWA/RD-81/148, December 1981.

3. 本調査試験の全体計画

第1章の目的で述べたように，本調査試験は以下の項目がすべり係数，すべり耐力等に与える影響を把握することをねらいとしている。

1) 塗料組成
2) 塗膜厚（母材，添接板各々の塗膜厚および母材，添接板の合計膜厚）
3) ボルト締付後の経過時間
4) 塗膜の曝露期間

これに対応して，実験は大きく以下3つに分かれる。

1) 締付直後載荷
   ボルト締付後直ちに載荷し，塗膜は曝露しない。
2) ボルト締付後6ヶ月放置した後載荷（以後，ボルト締付後放置という。）
   ボルト締付後6ヶ月放置した後載荷する。塗膜は曝露しない。
3) 塗膜を6ヶ月曝露した後載荷（以後，曝露という。）
   塗膜を屋外において6ヶ月曝露した後，ボルトを締め付け載荷する。

また，実験は次の2種の供試体により行う。

1) 小型供試体
   基本的には，すべての実験を本供試体により行う。実験値のバラツキ等をみるため同一ケースにつき2体の供試体を用意する。ボルトはF10T，M22を片側4本とする。
2) 大型供試体
   小型供試体の結果が実橋においても同様に示されるか否かを確認する意味で主要なケースにつき1体の供試体を用意する。ボルトはF10T，M22を片側20本とする。

さらに，母材および添接板に塗布する塗料の種類および塗膜厚を以下のように設定する。

1) 塗料の種類
   3～5種
2) 塗膜厚
   ①すべり係数が母材，添接板それぞれの塗膜厚に依存するのか，合計膜厚に依存するのか，②所要のすべり係数が得られる塗膜厚はどの程度かの2点が把握できるよう，母材，添接板の膜厚を変え，1塗料種類につき7ケース程度を設定する。

以上を基本として，本調査試験の全体計画は表—3.1 に示すようなものを予定している。

表—3.1 本調査試験の全体計画（予定する全ケース）

供試体の種類	実験の種類	塗膜厚(μ)			番号
		母材	添接板	合計	
小型供試体	締付直後載荷(A)	30	30	60	S 1
	ボルト締付後放置(B)	30	120	150	S 2
	曝露(C)	30	170	200	S 3
		75	75	150	S 4
	（上記の各実験(A,	100	100	200	S 5
	B, C)とも右の7塗	150	150	300	S 6
	膜ケースにより行う）	250	250	500	S 7
大型供試体	締付直後載荷(A)	30	120	150	L 1
	ボルト締付後放置(B)	30	170	200	L 2
	曝露(C)	75	75	150	L 3
	（上記の各実験(A,	100	100	200	L 4
	B, C)とも右の4塗				
	膜ケースにより行う）				

（注1） 上記のケースは，塗装を3～5種類（Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ,(Ⅳ，Ⅴ)）にかえて以下のとおり行う。

1） 塗装種類のうち，2種（Ⅰ，Ⅱ）は上記の全ケースにおいて実施する。

2） その他の塗装種類については，小型供試体に係るケースにおいて実施する。

（注2） 小型供試体については，各ケース2体，大型供試体については各ケース1体供試体を製作し，実験を行う。

（注3） 実験の種類において，Aは締付直後載荷，Bは締付け後6ヶ月間放置，Cは6ヶ月間屋外曝露を示す。

4. 昭和57，58年度　小型供試体試験

4－1　概　要

昭和57，58年度に実施した小型供試体試験は，第3章，表—3.1 で示した全体計画のうち,塗装種類Ⅰ，実験の種類A，B，Cにおける塗膜厚番号S－1～S－5についてである。

すなわち，塗装種類は表—4.2 に示す種類Ⅰとして，締付直後載荷(A)，ボルト締付後放置(B)，曝露(C)の各々において，合計膜厚を60～ 200μ に変えて実験を行った。ケース数は15ケース，供試体数は30体である。供試体番号と実験種類，塗膜厚との対応を表—4.1 に示す。

表—4.1 供試体一覧

供試体番号	目標膜厚(μ)		
	母材	添接板	合計
Ⅰ－S－1－A－1または2 －B－1または2 －C－1または2	30	30	60
Ⅰ－S－2－A－1または2 －B－1または2 －C－1または2	30	120	150
Ⅰ－S－3－A－1または2 －B－1または2 －C－1または2	30	170	200
Ⅰ－S－4－A－1または2 －B－1または2 －C－1または2	75	75	150
Ⅰ－S－5－A－1または2 －B－1または2 －C－1または2	100	100	200

(注)　供試体番号は　Ⅰ－S－1－A－1　である。
↑ ↑ ↑ ↑ ↑
① ② ③ ④ ⑤

①は塗料種類を示す。(表—4.2 参照)
②は供試体種類を示す。(表—3.1 参照)
③は塗膜厚ケースを示す。(　〃　)
④は実験種類を示す。　(　〃　)
⑤は①~④で区分されるケースにおいて，1ケースにつき2つの供試体を製作しているので，その区分を示す。

4－2　供　試　体

4－2－1　供試体の設計

供試体の設計は

1)　ボルト種類　　F10T，M22

2)　ボルト本数　　4本

3)　鋼　　種　　SM50

として，継手のすべり耐荷力（P_s）と純断面応力が降伏点に達する荷重（P_y）が等しくなるように行った。

すなわち，

$$P_s = P_y \quad \cdots\cdots (4.1)$$

すべり耐荷力（P_s）は次式で表わされる。

$$P_s = m \cdot \mu \cdot \Sigma B \quad \cdots\cdots (4.2)$$

ここに，m；摩擦面の数

（2面摩擦として，$m=2$）

μ；すべり係数

（過去の同種の実験における最大値をとって，$\mu=0.75$）

B；ボルト軸力

（$B = \alpha \cdot \sigma_y \cdot A_e = 20.45t$

ここに，α；降伏点に対する比率＝0.75

σ_y；ボルトの耐力＝90kg/mm²

A_e；ねじ部の有効断面積＝303mm²）

ゆえに，

$$P_s = 122.7(t) \quad \cdots\cdots (4.3)$$

一方，純断面応力が降伏点に達する荷重（P_y）は次式で表わされる。

$$P_r = \sigma_y \cdot A_N \quad \cdots\cdots (4.4)$$

ここに，σ_y；SM50の降伏点＝3600kg/cm²

A_n；純断面積（cm²）

したがって，

$$P_y = 3.6 \times A_N(t) \quad \cdots\cdots (4.5)$$

(4.1) 式，(4.3) 式および (4.5)式より

$$A_N = 34.08(\text{cm}^2) \quad \cdots\cdots (4.6)$$

を得る。一方，A_nは次式で表わされる。

$$A_n = t \cdot \ell_N \quad \cdots\cdots (4.7)$$

ここに，t；母材の板厚

ℓ_N；辺長から1列のボルト径の総和を引いた長さ

いま，l を19㎜とすると，(4.6) 式および (4.7)式より，

$$\ell_N = 179(\text{mm}) \quad \cdots\cdots (4.8)$$

となる。辺長（ℓ）は ℓ_N にボルト径の総和を加えたものであるから，(4.8) 式より

$$\ell = 228(\text{mm}) \quad \cdots\cdots (4.9)$$

となる。

(4.9) 式および道路橋示方書II，鋼橋編4.3.10　縁端距離の規定を考慮して，応力直角方向のボルト間隔を 120 ㎜，縁端距離を60㎜とし，道路橋示方書II，鋼橋編4.3.8 ボルトの最小中心間隔および4.3.10　縁端距離の規定を考慮して，応力方向のボルト間隔を75㎜，縁端路離を37.5㎜とした。

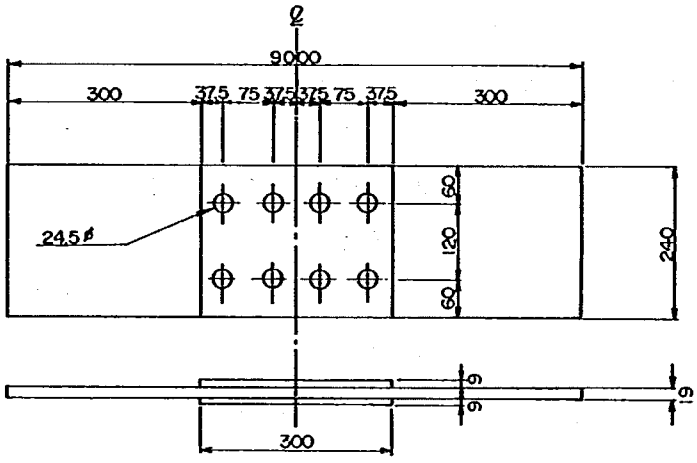
小型供試体の諸元を図—4.1 に示す。

4－2－2　高力ボルトの締付け

ボルトの軸力管理は，土木研究所資料第1871号の検討をもとに以下によった。

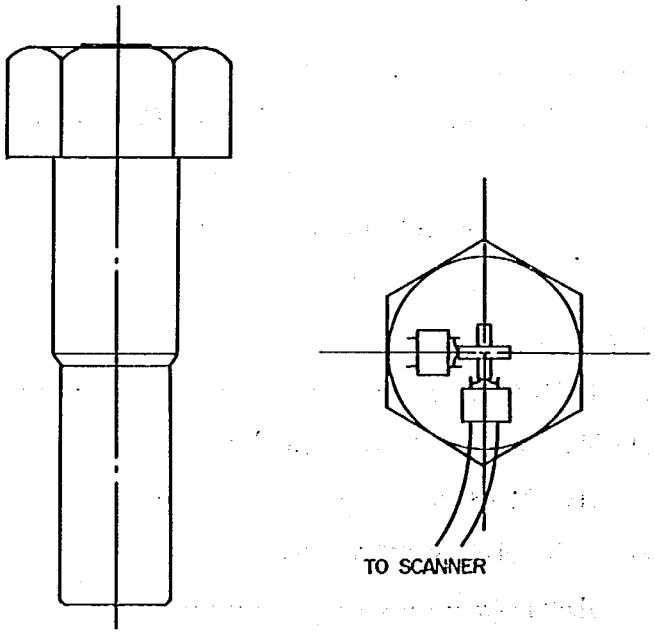
ボルトに軸力が導入されるとボルト頭部は軸に引張られて凹形に変形するが，この変形により生じるボルト頭部のひずみを計測し軸力を求め，管理を行った。ゲージの貼付位置を図－4.2 に示す。

なお，ボルト締付後放置(B)の実験は，ボルト軸力を6ヶ月間計測する必要があるので，ゲージ接着には注意を払った。すなわち，接着剤としてＰＣ－６を用い，熱養生を行っている。



※材質はＳM50

図—4.1 小型供試体諸元



(注) 二軸ゲージを貼付したが、測定器の機能上単軸方向測定とする。

図—4.2 ゲージ貼付位置および測定方法

4－2－3　接合面の処理

接合面は以下の手順で処理を行った。

まず，試験片加工後グリットブラストによる素地調整を行った。塗装は，表—4.2 に示す塗料種類Ｉをエアレス・スプレーにより塗布した。塗膜厚は，塗膜乾燥後，微厚計ケットによりボルト孔周辺を4点測定した。塗膜厚の測定結果（4点における測定結果の平均値）を表—4.3 に示す。目標膜厚と実測膜厚はほとんど差がない。

なお，第3章で述べたように，すべり係数が母材，添接板それぞれの塗膜厚に依存するのか，合計膜厚に依存するのかを把握するため，表—4.3 に示すようにＳ－2とＳ－4，Ｓ－3とＳ－5を対応させてケース設定している。

表—4.2 塗料種類Ｉの組成表

名　　称	割　合（%）	
（ベース）	割　合	累加割合
エチルシリケート樹脂ワニス	15.8	15.8
体質顔料	7.4	23.2
添加剤	0.1	23.3
アルコール系溶剤	7.9	31.2
（フィラー）		
亜鉛末	68.8	100.0

注）　百分率は重量比

表—4.3 塗膜厚測定結果

（単位：μ）

供試体番号		実測塗膜厚 母材	実測塗膜厚 添接板	目標塗膜厚 母材	目標塗膜厚 添接板
Ｉ－Ｓ－1	Ａ－1	27	27	30	30
	Ａ－2	28	29		
	Ｂ－1	27	28		
	Ｂ－2	27	28		
	Ｃ－1	27	27		
	Ｃ－2	27	28		
Ｉ－Ｓ－2	Ａ－1	27	121	30	120
	Ａ－2	28	123		
	Ｂ－1	27	121		
	Ｂ－2	27	123		
	Ｃ－1	27	122		
	Ｃ－2	27	127		
Ｉ－Ｓ－3	Ａ－1	28	173	30	170
	Ａ－2	27	172		
	Ｂ－1	27	171		
	Ｂ－2	27	174		
	Ｃ－1	28	172		
	Ｃ－2	27	173		
Ｉ－Ｓ－4	Ａ－1	75	73	75	75
	Ａ－2	76	74		
	Ｂ－1	75	74		
	Ｂ－2	72	71		
	Ｃ－1	74	73		
	Ｃ－2	74	72		
Ｉ－Ｓ－5	Ａ－1	102	100	100	100
	Ａ－2	103	101		
	Ｂ－1	103	102		
	Ｂ－2	101	101		
	Ｃ－1	102	100		
	Ｃ－2	101	103		

4－3　実験の種類

実験は上述したように3種行っている。すなわち，

1)　締付直後載荷（供試体番号でAを付したもの）

2)　ボルト締付後6ヶ月放置した後載荷（供試体番号でBを付したもの）

3)　塗膜を6ヶ月屋外に曝露した後載荷（供試体番号でCを付したもの）

Aシリーズ（5ケース10体）は基本ケースであり，Bシリーズ（ケース数，供試体数はAに同じ）はボルト軸力の経時変化および軸力の減少とすべり耐力等との関係を把握するためのもの，Cシリーズ(ケース数，供試体数はAに同じ）は塗膜の曝露とすべり耐力等との関係を把握するためのものである。

4－4　測　定　項　目

4－4－1　すべり荷重

載荷試験においては，A，B，C，シリーズともすべり荷重を測定した。

試験には，200/250t万能疲労試験機を使用した。載荷は，荷重と上下チャックの伸びを監視しながら，すべりを確認するまで段階的に荷重を増加させた。

すべりの確認は，供試体側面のマーキングのずれを目視により観察することによった。

4－4－2　ボルト軸力

A，B，C，シリーズとも載荷直前のボルト軸力を測定した。

Bシリーズについては，ボルトを締め付けた後6ヶ月放置したので，ほぼ2週間毎のボルト軸力を測定した。

ボルトの締付けに際してはボルト頭部に2方向ゲージを貼付し平均出力を取り出す回路を組んでボルト軸力計より軸力を管理し所定の軸力時のひずみを記録した後，これをもとにひずみを読みながら設計軸力となるよう調整した。Bシリーズのボルト軸力の経時変化も同様にして，ひずみを測定することによって把握した。

4－5　実験結果および考察

すべり耐力，すべり係数等を表—4.4 に示す。

同一ケースにおける2供試体のすべり耐力についてみると，I－S－3－Bのケースを除き，その差は5％未満である。したがって，それぞれのケースの実験結果はかなりの精度を有しているといえよう。

以下，第1章に記した検討項目毎に結果を考察する。

表—4.4 小型供試体の実験結果

供試体番号		I—S—1			I—S—2			I—S—3			I—S—4			I—S—5		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
すべり耐力 Pmax (t)	1	72.8	79.6	84.6	85.4	93.3	92.7	86.4	106.7	93.2	85.8	96.0	87.3	86.1	94.6	96.4
	2	73.4	80.2	89.3	86.4	97.3	92.6	87.9	96.4	92.8	83.6	92.5	90.7	84.6	97.2	95.4
初期導入ボルト軸力 (=設計軸力) ΣNspec (t)	1	82.0														
	2															
すべり係数 Pmax/2ΣNspec	1	0.44	0.49	0.52	0.52	0.57	0.57	0.53	0.65	0.57	0.52	0.59	0.53	0.53	0.58	0.59
	2	0.45	0.49	0.54	0.53	0.59	0.56	0.54	0.59	0.57	0.51	0.56	0.55	0.52	0.59	0.58
実験時のボルト軸力 ΣN (t)	1	82.0	77.8	82.0	82.0	74.6	82.0	82.0	76.7	82.0	82.0	72.5	82.0	82.0	71.8	82.0
	2		78.0			71.8			77.2			74.3			73.4	
摩擦係数 Pmax/2ΣN	1	0.44	0.51	0.52	0.52	0.62	0.57	0.53	0.70	0.57	0.52	0.66	0.53	0.53	0.66	0.59
	2	0.45	0.51	0.54	0.53	0.68	0.56	0.54	0.62	0.57	0.51	0.62	0.55	0.52	0.66	0.58
設計すべり耐力 Pspec (t)	1	65.6														
	2															
設計すべり係数 Pspec/2ΣNspec	1	0.4														
	2															
Pmax/Pspec	1	1.11	1.21	1.29	1.30	1.42	1.41	1.32	1.63	1.42	1.31	1.46	1.33	1.31	1.44	1.47
	2	1.12	1.22	1.36	1.32	1.48	1.41	1.34	1.47	1.41	1.27	1.41	1.38	1.29	1.48	1.45
$1-\frac{\Sigma N}{\Sigma Nspec}$	1		0.05			0.09			0.06			0.12			0.12	
	2		0.05			0.12			0.06			0.09			0.10	

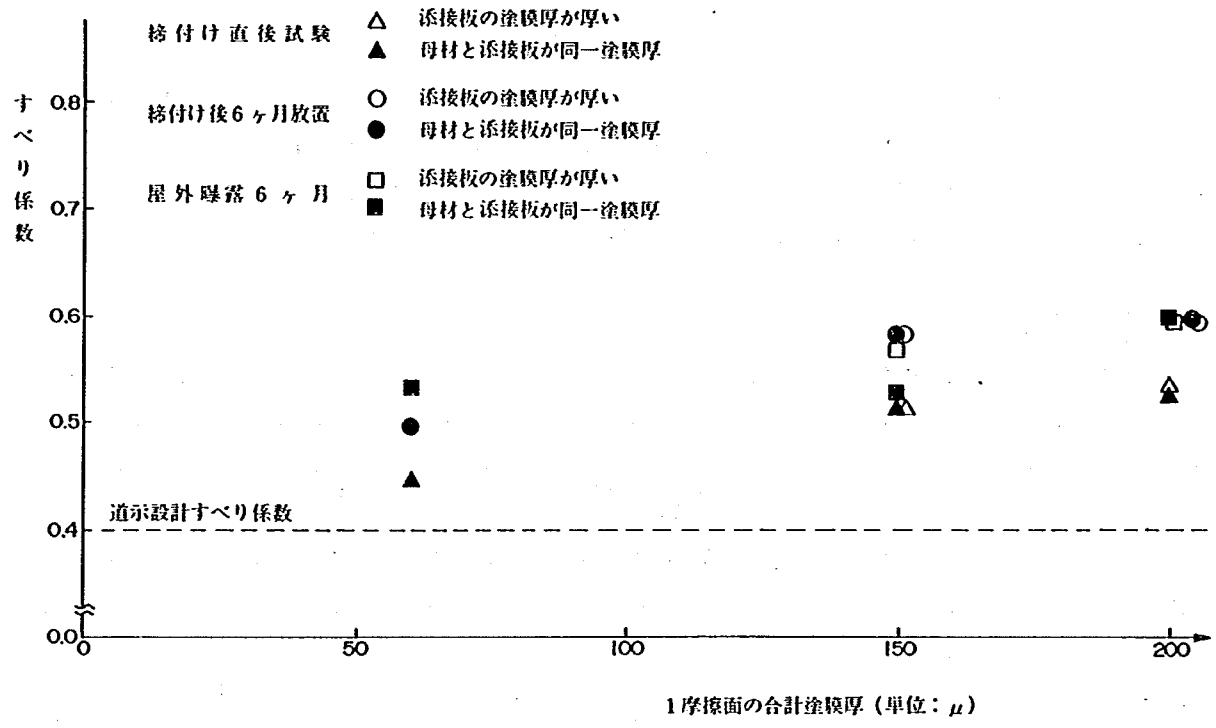
(1) 塗膜厚

1) すべり耐力は合計膜厚に依存する。すなわち，母材の塗膜厚を30μ一定とし添接板の塗膜厚を厚くしたケース（I—S—2およびI—S—3）と母材と添接材の塗膜厚を同一としたケース（I—S—4およびI—S—5）を比較した場合，合計膜厚が同じであれば（I—S—2に対してI—S—4，I—S—3に対してI—S—5），すべり係数にほとんど差はない。

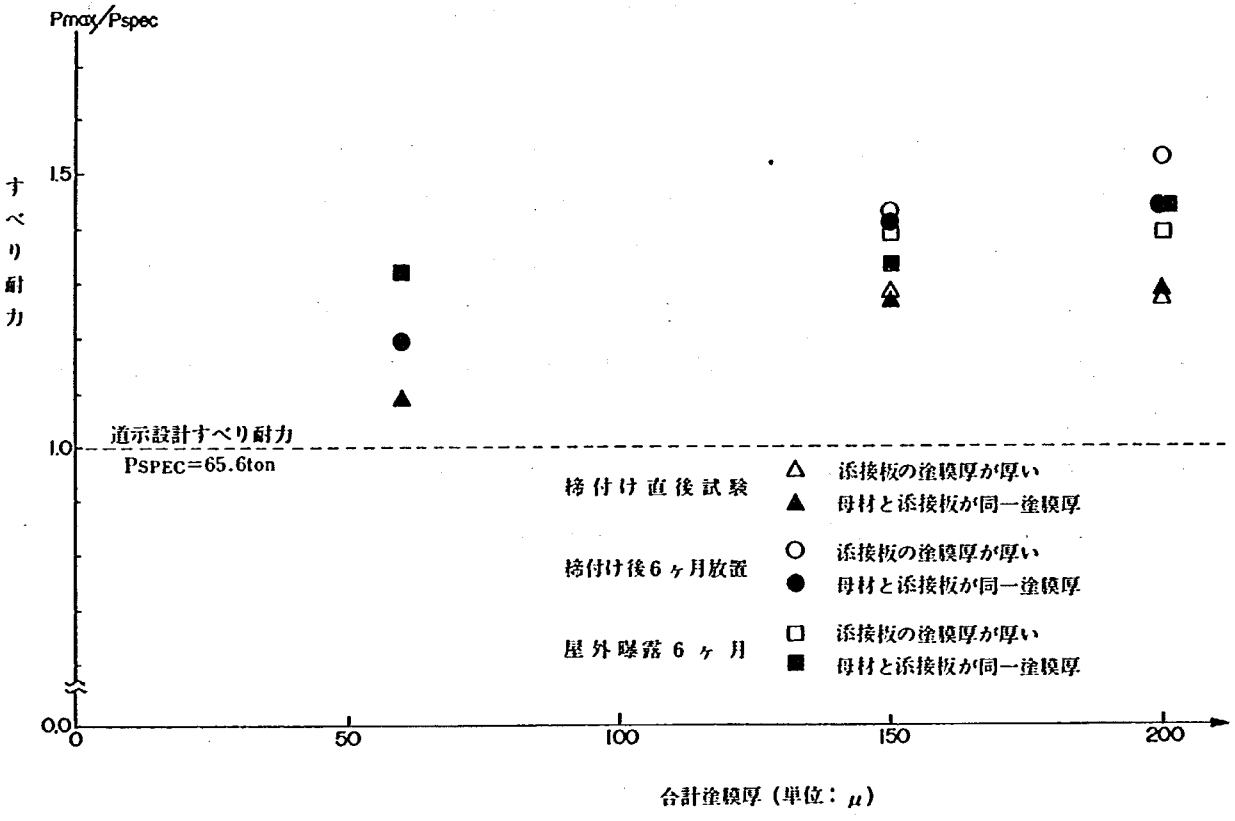
2) 合計膜厚が60μの場合，すべり係数は設計すべり係数0.4を上回るものの，合計膜厚 150μ，200μ，に比べて値が小さい。

3) 合計膜厚 150μ と 200μ を比較すると，すべり係数にほとんど差はない。

4) 1)～3)は，実験種類A，B，Cのそれぞれについていえる。ただし，I—S—3—B—1は除く。



図－4.3 合計塗膜厚とすべり係数



図－4.4 合計塗膜厚とすべり耐力

(2) ボルト締付後の経過時間

ボルト軸力の減少率を示したものを表—4.5 および図—4.5 に示す。これらの図表および表—4.4 より以下のことがいえる。

1) 合計膜厚が小さい程ボルト軸力の減少率は小さい。しかしながら，合計膜厚150μ と200μ を比較した場合，ボルト軸力の減少率に顕著な差はない。

2) ボルト軸力の低下はすべり耐力の低下につながらない。B（ボルト締付後放置）シリーズとA（ボルト締付直後載荷）シリーズ，C（曝露後載荷）シリーズの摩擦係数を比較するとA，Cシリーズに比べBシリーズの摩擦係数が約10%程度大きくなっており，これがボルト軸力の低下をカバーしている。

(3) 塗膜の曝露

塗膜の曝露は，すべり耐力の減少にはつながらない。どの塗膜厚においても，実験種類A（ボルト締付直後載荷）に比べ，実験種類C（曝露後載荷）の場合のすべり耐力の方が大きい。

(4) すべり耐力の相対比較

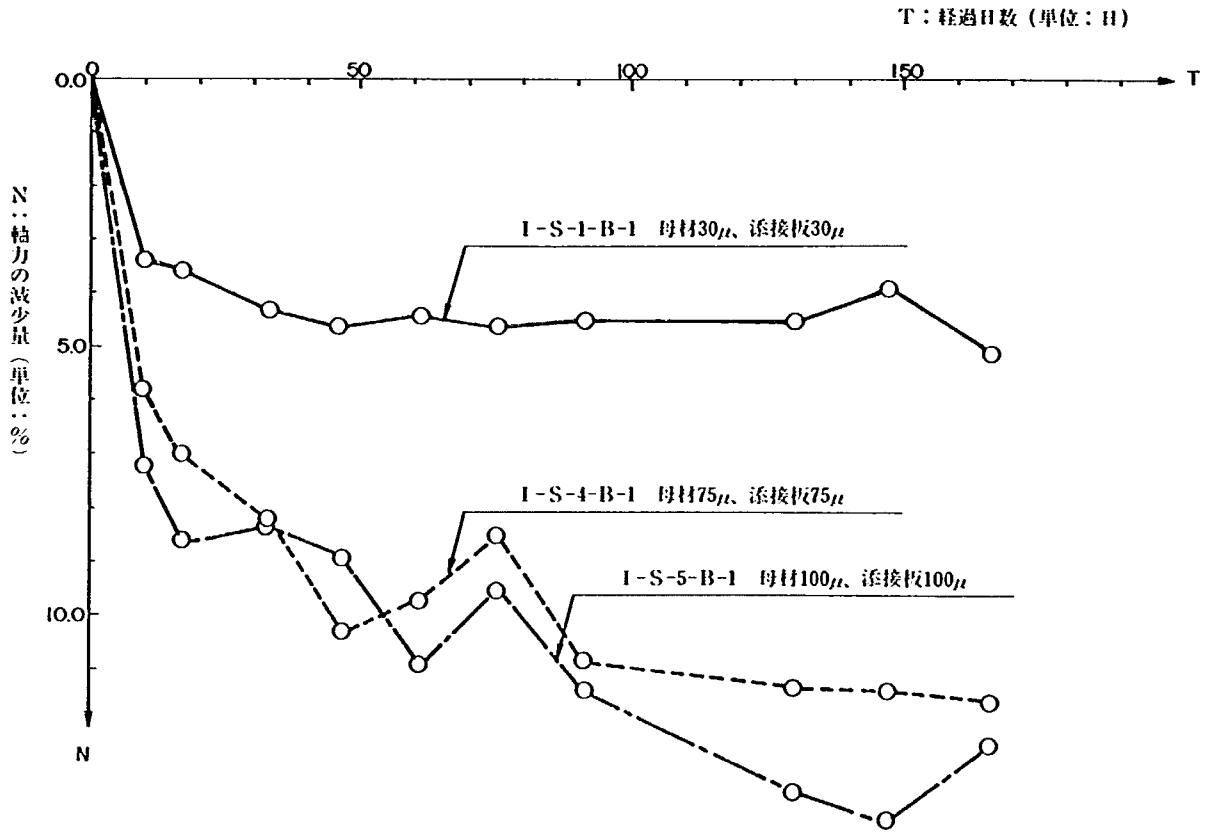
実験種類A（ボルト締付直後載荷）のすべり耐力と，実験種類B（ボルト締付後放置）およびC（曝露後載荷）のすべり耐力を比較したものが図—4.6 である。この図から以下がいえる。

1) どの合計膜厚においても，ボルト締付後放置した場合および曝露後載荷した場合のすべり耐力がボルト締付直後載荷した場合のすべり耐力を上回る。

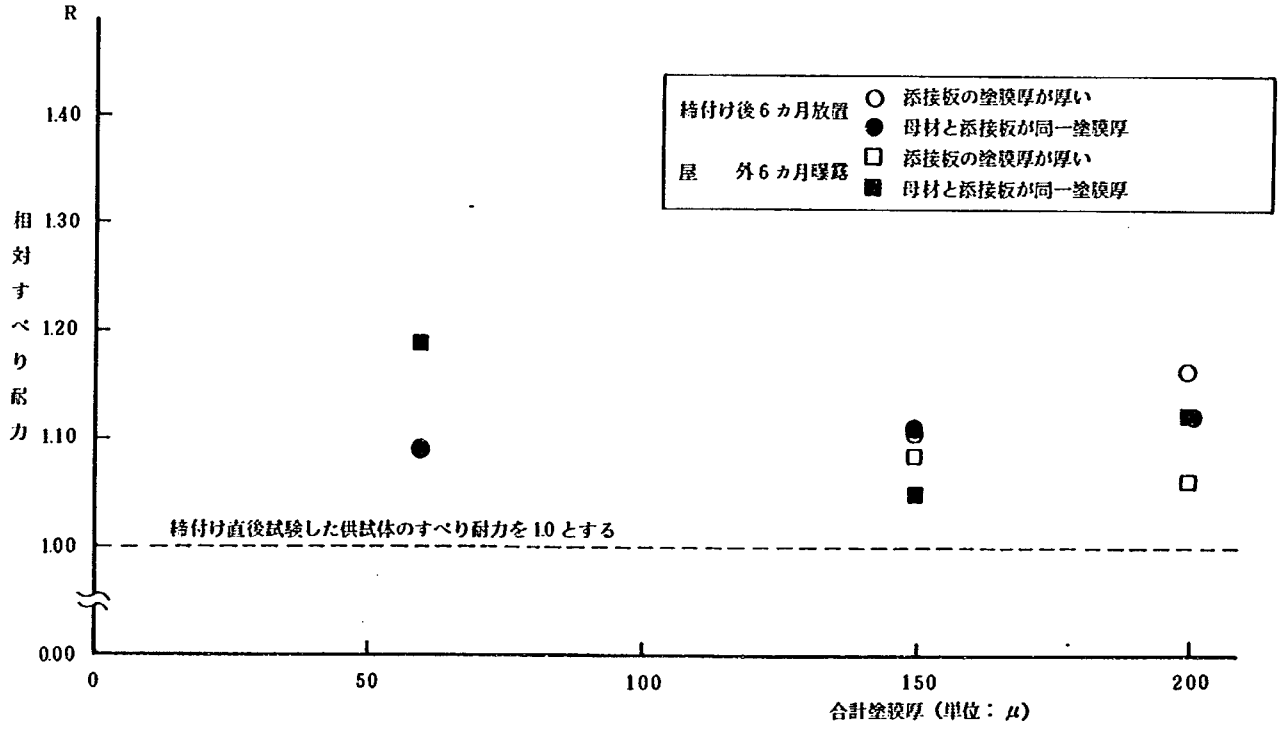
2) ボルト締付後放置した場合のすべり耐力と曝露後載荷した場合のすべり耐力には有意な差はない。

表—4.5 ボルト軸力の減少率(%)

経過日数 / 供試体番号	10	17	33	47	61	75	91	130	147	166
I—S—1—B—1	3.4	3.6	4.3	4.6	4.4	4.6	4.5	4.5	3.9	5.1
I—S—1—B—2	3.4	3.5	4.8	5.4	5.0	5.1	5.0	4.5	4.2	4.9
I—S—2—B—1	6.2	6.8	7.3	7.9	7.2	7.9	7.0	8.0	8.1	9.0
I—S—2—B—2	6.1	6.6	7.8	9.4	8.1	9.3	8.8	9.2	10.0	12.4
I—S—3—B—1	7.3	7.5	6.8	6.3	6.5	6.1	6.2	6.9	6.7	6.5
I—S—3—B—2	8.8	9.0	8.5	5.0	8.6	7.9	8.1	7.6	7.6	5.8
I—S—4—B—1	5.8	7.0	8.2	10.3	9.7	8.5	10.8	11.3	11.4	11.6
I—S—4—B—2	6.5	7.1	8.0	8.6	10.0	9.1	10.2	10.5	10.8	9.4
I—S—5—B—1	7.2	8.6	8.3	8.9	10.9	9.5	11.4	13.2	13.8	12.4
I—S—5—B—2	7.3	7.6	8.3	8.9	9.5	9.1	9.1	10.2	10.6	10.5



図－4.5 ボルト軸力の経時変化



図－4.6　すべり耐力の相対比較

付録— 1

ボルト軸力の経時変化測定記録

測定開始年月日

昭和58年 7 月29日

測定終了年月日

昭和59年 1 月11日

この資料は，昭和58年度に行われた小型供試体のボルト軸力の減少量の測定記録を収めたものである。導入軸力とボルト頭部のひずみの間に比例関係が成立することを利用して，軸力の減少量の測定は以下の手順で行った。

1)　ボルト頭部にひずみゲージを貼り，ひずみ測定器に結線する。

2)　軸力計にボルトをセットし，設計軸力を導入する。

3)　設計軸力導入時のボルト頭部のひずみε_oを測定する。

4)　軸力計からボルトを取り外し，供試体にボルトをセットする。

5)　ボルト頭部のひずみがε_oになるまでボルトを締付ける。

1)～5)までの作業終了後，ボルト締付け後T時間後のボルト頭部のひずみε_Tを計測することによって，ボルト軸力の減少量n(%)は次式で計算される。

$$n(\%) = (\varepsilon_T - \varepsilon_o) / \varepsilon_o \times 100 \quad \cdots\cdots(1)$$

また，ボルト軸力の減少量ΔN (ton) は次式で計算される。

$$\Delta N\ (ton) = (\varepsilon_T - \varepsilon_o) \times N / \varepsilon_o = N \times n / 100 \quad \cdots\cdots(2)$$

ここに　N;　設計軸力 (ton)

ε_T;　ボルト締付け後T時間後のボルト頭部のひずみ

ε_o;　設計軸力導入時のボルト頭部のひずみ

以下に収められている表は，(1)，(2)式を用いて供試体の平均軸力減少量を計算したものである。表の見方を以下に示す。

供試体番号（本文中表4．1とその供試体番号の対応は付表は－1参照）

供試体：S 1－4　測定年月日　58年8月8日　経過日数　10日

CH	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109		11		−4		
110	−1,369	11		−1,399	20.01	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
111	−1,452	11		−1,487	19.97	
112	−1,377	11		−1,434	19.64	=3.42
113	−1,216	11	20.45	−1,268	19.61	
114	−1,244	11		−1,319	19.29	
115	−1,268	11		−1,305	19.87	
116	−1,390	11		−1,442	19.71	
117	−1,408	11		−1,447	19.90	
				⑥，⑤の合計	158.00	

CH:　ひずみ測定器のチャンネル番号（チャンネル番号と供試体のボルト位置との対応は付表－2および付図－1参照）

ＤＡＴＡ：ボルト締付け後Ｔ時間後のボルト頭部のひずみε_T

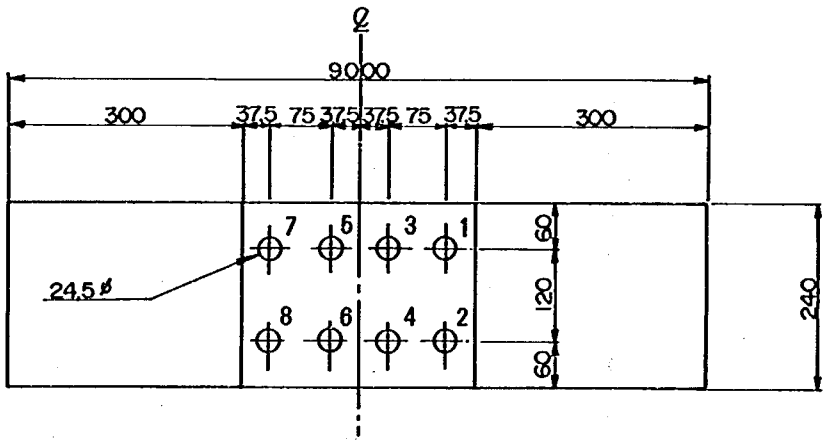
②ダミーＤＡＴＡ：温度によるひずみをキャンセルするために共通ダミーとして測定したボルト頭部のひずみ。①ＤＡＴＡは，温度によるひずみ分をすでにキャンセルしたものである。

③軸力

④締付直後測定値：設計軸力導入時のボルト頭部のひずみε_0

付表－1　供試体番号対応表

付録-1の供試体番号	本文 表4.1の供試体番号	母材膜厚(μ)	添接板膜厚(μ)	合計膜厚(μ)
S 1－3	I－S－1－B－1	30	30	60
S 1－4	I－S－1－B－2			
S 2－3	I－S－2－B－1	30	120	150
S 2－4	I－S－2－B－2			
S 3－3	I－S－3－B－1	30	170	200
S 3－4	I－S－3－B－2			
S 4－3	I－S－4－B－1	75	75	150
S 4－4	I－S－4－B－2			
S 5－3	I－S－5－B－1	100	100	200
S 5－4	I－S－5－B－2			



付図－1　ボルト番号対応図

付表－２－１　チャンネル番号，ボルト番号等対応表

チャンネル番号	ボルト番号	付録－１の供試体番号	本文 表4.1の供試体番号
１００	ダミー DATA		
１０１	1		
１０２	2		
１０３	3		
１０４	4	S１－３	I－S－１－B－１
１０５	5		
１０６	6		
１０７	7		
１０８	8		
１０９	ダミー DATA		
１１０	1		
１１１	2		
１１２	3		
１１３	4	S１－４	I－S－１－B－２
１１４	5		
１１５	6		
１１６	7		
１１７	8		
１１８	ダミー DATA		
１１９	1		
１２０	2		
１２１	3		
１２２	4	S２－３	I－S－２－B－１
１２３	5		
１２４	6		
１２５	7		
１２６	8		
１２７	ダミー DATA		
１２８	1		
１２９	2		
１３０	3	S２－４	I－S－２－B－２

付表－２－２　チャンネル番号，ボルト番号等対応表

チャンネル番号	ボルト番号	付録－１の供試体番号	本文 表4.1の供試体番号
１３１	4	Ｓ２－４	Ｉ－Ｓ－２－Ｂ－２
１３２	5		
１３３	6		
１３４	7		
１３５	8		
１３６	ダミー DATA		
１３７	1		
１３８	2		
１３９	3		
１４０	4	Ｓ３－３	Ｉ－Ｓ－３－Ｂ－１
１４１	5		
１４２	6		
１４３	7		
１４４	8		
１４５	ダミー DATA		
１４６	1		
１４７	2		
１４８	3		
１４９	4	Ｓ３－４	Ｉ－Ｓ－３－Ｂ－２
２００	ダミー DATA		
２０１	5		
２０２	6		
２０３	7		
２０４	8		
２０５	ダミー DATA		
２０６	1		
２０７	2		
２０８	3		
２０９	4		
２１０	5		
２１１	6	Ｓ４－３	Ｉ－Ｓ－４－Ｂ－１

付表－２－３　チャンネル番号，ボルト番号等対応表

チャンネル番号	ボルト番号	付録－１の供試体番号	本文 表4.1の供試体番号
２１２	7	Ｓ４－３	Ｉ－Ｓ－４－Ｂ－１
２１３	8		
２１４	ダミー DATA		
２１５	1		
２１６	2		
２１７	3		
２１８	4	Ｓ４－４	Ｉ－Ｓ－４－Ｂ－２
２１９	5		
２２０	6		
２２１	7		
２２２	8		
２２３	ダミー DATA		
２２４	1		
２２５	2		
２２６	3		
２２７	4	Ｓ５－３	Ｉ－Ｓ－５－Ｂ－１
２２８	5		
２２９	6		
２３０	7		
２３１	8		
２３２	ダミー DATA		
２３３	1		
２３４	2		
２３５	3		
２３６	4	Ｓ５－４	Ｉ－Ｓ－５－Ｂ－２
２３７	5		
２３８	6		
２３９	7		
２４０	8		

供試体：S 1－3　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	——	16		0	——	
101	－1,389	16		－1,426	19.92	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
102	－1,056	16		－1,082	19.96	100
103	－1,265	16		－1,312	19.72	
104	－1,312	16	20.45	－1,354	19.82	= 3.44 %
105	－1,364	16		－1,414	19.73	
106	－1,200	16		－1,251	19.62	
107	－1,229	16		－1,278	19.67	
108	－1,195	16		－1,251	19.53	
				⑥ ⑤の合計	157.97	

供試体：S 1－4　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	——	11		－4	——	
110	－1,369	11		－1,399	20.01	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
111	－1,452	11		－1,487	19.97	100
112	－1,377	11		－1,434	19.64	
113	－1,216	11	20.45	－1,268	19.61	= 3.42 %
114	－1,244	11		－1,319	19.29	
115	－1,268	11		－1,305	19.87	
116	－1,390	11		－1,442	19.71	
117	－1,408	11		－1,447	19.90	
				⑥ ⑤の合計	158.00	

供試体：S 2－3　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	——	16		－2	——	
119	－1,299	16		－1,378	19.28	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
120	－1,279	16		－1,348	19.40	100
121	－1,164	16		－1,247	19.09	
122	－1,358	16	20.45	－1,446	19.21	= 6.16 %
123	－1,182	16		－1,264	19.12	
124	－1,297	16		－1,397	18.99	
125	－1,313	16		－1,405	19.11	
126	－1,503	16		－1,591	19.32	
				⑥ ⑤の合計	153.52	

供試体：S 2－4　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	——	24		0	——	
128	－1,405	24		－1,483	19.37	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
129	－1,327	24		－1,412	19.22	100
130	－1,447	24		－1,552	19.07	
131	－1,185	24	20.45	－1,262	19.20	= 7.13 %
132	－1,038	24		－1,213	17.50	(6.08)
133	－1,307	24		－1,410	18.96	
134	－1,391	24		－1,477	19.66	
135	－1,386	24		－1,495	18.96	
				⑥ ⑤の合計	151.94	

供試体：S 3 − 3　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
136	——	26		2	——	
137	−1,140	26		−1,229	18.97	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
138	−1,571	26		−1,669	19.25	100
139	−1,565	26		−1,699	18.84	
140	−1,203	26	20.45	−1,305	18.85	= 7.30 %
141	−1,577	26		−1,700	18.97	
142	−1,551	26		−1,674	18.95	
143	−1,368	26		−1,484	18.85	
144	−1,488	26		−1,603	18.98	
				⑥ ⑤の合計	151.66	

供試体：S 3 − 4　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
145	——	17		9	——	
146	−1,532	17		−1,639	19.11	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
147	−1,102	17		−1,196	18.84	100
148	−1,574	17		−1,698	18.96	
149	−1,090	17	20.45	−1,201	18.56	= 8.77 %
200		19		21		
201	−1,192	19		−1,364	17.87	
202	−1,514	19		−1,647	18.80	
203	−1,209	19		−1,329	18.60	
204	−1,334	19		−1,473	18.52	
				⑥ ⑤の合計	149.26	

供試体：S 4 − 3　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
205	——	13		0	——	
206	−1,421	13		−1,491	19.49	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
207	−1,285	13		−1,340	19.61	100
208	−1,151	13		−1,226	19.20	
209	−1,426	13	20.45	−1,518	19.21	= 5.84 %
210	−1,242	13		−1,317	19.29	
211	−1,450	13		−1,561	19.00	
212	−1,074	13		−1,152	19.07	
213	−1,090	13		−1,163	19.17	
				⑥ ⑤の合計	154.04	

供試体：S 4 − 4　　測定年月日　　58年 8 月 8 日　　経過日数　10 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
214	——	18		0	——	
215	−1,186	18		−1,278	18.98	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
216	−1,233	18		−1,320	19.10	100
217	−1,176	18		−1,259	19.10	
218	−1,084	18	20.45	−1,149	19.29	= 6.48 %
219	−1,262	18		−1,342	19.23	
220	−1,146	18		−1,253	18.70	
221	−1,108	18		−1,176	19.27	
222	−1,213	18		−1,283	19.33	
				⑥ ⑤の合計	153.00	

供試体：S 5－3　測定年月日　58年 8 月 8 日　経過日数　10 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
223	——	24		0	——	
224	－1,126	24		－1,197	19.24	⑦={1－(⑥÷163.6)}×100
225	－1,173	24		－1,277	18.78	
226	－1,119	24		－1,190	19.23	
227	－1,317	24	20.45	－1,424	18.91	＝ 7.18 %
228	－1,260	24		－1,358	18.97	
229	－1,206	24		－1,302	18.94	
230	－1,208	24		－1,300	19.00	
231	－1,043	24		－1,135	18.79	
				⑥ ⑤の合計	151.86	

供試体：S 5－4　測定年月日　58年 8 月 8 日　経過日数　10 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
232	——	15		0	——	
233	－1,394	15		－1,497	19.04	⑦={1－(⑥÷163.6)}×100
234	－1,218	15		－1,323	18.83	
235	－1,083	15		－1,171	18.91	
236	－1,508	15	20.45	－1,629	18.93	＝ 7.26 %
237	－1,737	15		－1,858	19.11	
238	－1,351	15		－1,458	18.95	
239	－1,004	15		－1,070	19.19	
240	－1,262	15		－1,375	18.77	
				⑥ ⑤の合計	151.73	

供試体：S 1－3　測定年月日　58年 8 月 15 日　経過日数　17 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
100	——	18		0	——	
101	－1,388	18		－1,426	19.91	⑦={1－(⑥÷163.6)}×100
102	－1,053	18		－1,082	19.90	
103	－1,259	18		－1,312	19.62	
104	－1,337	18	20.45	－1,354	20.19	＝ 3.64 %
105	－1,358	18		－1,414	19.64	
106	－1,194	18		－1,251	19.52	
107	－1,222	18		－1,278	19.55	
108	－1,182	18		－1,251	19.32	
				⑥ ⑤の合計	157.65	

供試体：S 1－4　測定年月日　58年 8 月 15 日　経過日数　17 日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力 (ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
109	——	20		－4	——	
110	－1,379	20		－1,399	20.16	⑦={1－(⑥÷163.6)}×100
111	－1,458	20		－1,487	20.05	
112	－1,377	20		－1,434	19.64	
113	－1,212	20	20.45	－1,268	19.55	＝ 3.54 %
114	－1,230	20		－1,319	19.07	
115	－1,268	20		－1,305	19.87	
116	－1,383	20		－1,442	19.61	
117	－1,405	20		－1,447	19.86	
				⑥ ⑤の合計	157.81	

供試体：S 2－3　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	――	19		－2	――	
119	－1,290	19		－1,378	19.14	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
120	－1,277	19		－1,348	18.95	100
121	－1,161	19		－1,247	19.04	
122	－1,353	19	20.45	－1,446	19.13	＝ 6.78 %
123	－1,187	19		－1,264	19.20	
124	－1,284	19		－1,397	18.80	
125	－1,307	19		－1,405	19.02	
126	－1,496	19		－1,591	19.23	
				⑥ ⑤の合計	152 5.1	

供試体：S 2－4　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	――	29		0	――	
128	－1,402	29		－1,483	19.33	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
129	－1,326	29		－1,412	19.20	100
130	－1,438	29		－1,552	18.95	
131	－1,187	29	20.45	－1,262	19.23	＝ 8.09 %
132	－ 991	29		－1,213	16.71	(6.64)
133	－1,298	29		－1,410	18.83	
134	－1,388	29		－1,477	19.22	
135	－1,381	29		－1,495	18.89	
				⑥ ⑤の合計	150.36	

供試体：S 3－3　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
136	――	34		2	――	
137	－1,137	34		－1,229	18.92	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
138	－1,577	34		－1,669	19.32	100
139	－1,559	34		－1,699	18.76	
140	－1,204	34	20.45	－1,305	18.87	＝ 7.54 %
141	－1,568	34		－1,700	18.86	
142	－1,549	34		－1,674	18.92	
143	－1,359	34		－1,484	18.73	
144	－1,481	34		－1,603	18.89	
				⑥ ⑤の合計	151.27	

供試体：S 3－4　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
145	――	22		9	――	
146	－1,530	22		－1,639	19.09	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
147	－1,094	22		－1,196	18.71	100
148	－1,566	22		－1,698	18.86	
149	－1,080	22	20.45	－1,201	18.39	＝ 9.03 %
200	――	28		21	――	
201	－1,203	28		－1,364	18.04	
202	－1,512	28		－1,647	18.77	
203	－1,202	28		－1,329	18.50	
204	－1,330	28		－1,473	18.46	
				⑥ ⑤の合計	148.82	

供試体：S 4 − 3　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	——	11		0	——	
206	−1,409	11		−1,491	19.33	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
207	−1,277	11		−1,340	19.49	100
208	−1,135	11		−1,226	18.93	
209	−1,409	11	20.45	−1,518	18.98	= 7.03 %
210	−1,228	11		−1,317	19.07	
211	−1,434	11		−1,561	18.79	
212	−1,056	11		−1,152	18.75	
213	−1,067	11		−1,163	18.76	
				⑥ ⑤の合計	152.10	

供試体：S 4 − 4　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	——	18		0	——	
215	−1,174	18		−1,278	18.79	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
216	−1,220	18		−1,320	18.90	100
217	−1,173	18		−1,259	19.10	
218	−1,076	18	20.45	−1,149	19.15	= 7.11 %
219	−1,253	18		−1,342	19.09	
220	−1,145	18		−1,253	18.69	
221	−1,098	18		−1,176	19.09	
222	−1,202	18		−1,283	19.16	
				⑥ ⑤の合計	151.97	

供試体：S 5 − 3　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	——	15		0	——	
224	−1,110	15		−1,197	18.96	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
225	−1,151	15		−1,277	18.43	100
226	−1,105	15		−1,190	18.99	
227	−1,289	15	20.45	−1,424	18.51	= 8.61 %
228	−1,244	15		−1,358	18.73	
229	−1,193	15		−1,302	18.74	
230	−1,190	15		−1,300	18.72	
231	−1,023	15		−1,135	18.43	
				⑥ ⑤の合計	149.51	

供試体：S 5 − 4　　測定年月日　　58年 8 月 15 日　　経過日数　17 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	——	19		0	——	
233	−1,393	19		−1,497	19.03	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
234	−1,220	19		−1,323	18.86	100
235	−1,070	19		−1,171	18.69	
236	−1,509	19	20.45	−1,629	18.94	= 7.57 %
237	−1,732	19		−1,858	19.06	
238	−1,348	19		−1,458	18.91	
239	− 997	19		−1,070	19.05	
240	−1,256	19		−1,375	18.68	
				⑥ ⑤の合計	151.22	

供試体：S 1－3　　測定年月日　　58年 8 月 31 日　　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	——	34		0	——	
101	－1,385	34		－1,426	19.86	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
102	－1,051	34		－1,082	19.86	100
103	－1,242	34		－1,312	19.36	
104	－1,340	34	20.45	－1,354	20.24	＝ 4.32 %
105	－1,339	34		－1,414	19.37	
106	－1,185	34		－1,251	19.37	
107	－1,216	34		－1,278	19.46	
108	－1,163	34		－1,251	19.01	
				⑥ ⑤の合計	156.53	

供試体：S 1－4　　測定年月日　　58年 8 月 31 日　　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	——	31		－4	——	
110	－1,376	31		－1,399	20.11	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
111	－1,451	31		－1,487	19.95	100
112	－1,357	31		－1,434	19.35	
113	－1,196	31	20.45	－1,268	19.29	＝ 4.76 %
114	－1,193	31		－1,319	18.50	
115	－1,256	31		－1,305	19.47	
116	－1,359	31		－1,442	19.27	
117	－1,406	31		－1,447	19.87	
				⑥ ⑤の合計	155.81	

供試体：S 2－3　　測定年月日　　58年 8 月 31 日　　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	——	36		－2	——	
119	－1,293	36		－1,378	19.19	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
120	－1,268	36		－1,348	19.24	100
121	－1,158	36		－1,247	18.99	
122	－1,348	36	20.45	－1,446	19.06	＝ 7.28 %
123	－1,182	36		－1,264	19.12	
124	－1,248	36		－1,397	18.27	
125	－1,293	36		－1,405	18.82	
126	－1,478	36		－1,591	19.00	
				⑥ ⑤の合計	151.69	

供試体：S 2－4　　測定年月日　　58年 8 月 31 日　　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	——	45		0	——	
128	－1,390	45		－1,483	19.17	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
129	－1,294	45		－1,412	18.74	100
130	－1,425	45		－1,552	18.78	
131	－1,181	45	20.45	－1,262	19.14	＝ 10.21 %
132	－1,878	45		－1,213	14.80	(7.73)
133	－1,278	45		－1,410	18.54	
134	－1,382	45		－1,477	19.13	
135	－1,359	45		－1,495	18.59	
				⑥ ⑤の合計	146.89	

供試体：S３－３　測定年月日　58年 8 月 31 日　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
136	——	73		2	——	
137	−1,148	73		−1,229	19.10	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
138	−1,588	73		−1,669	19.46	
139	−1,555	73		−1,699	18.72	
140	−1,218	73	20.45	−1,305	19.09	= 6.80 %
141	−1,576	73		−1,700	18.96	
142	−1,567	73		−1,674	19.14	
143	−1,374	73		−1,484	18.93	
144	−1,496	73		−1,603	19.08	
				⑥ ⑤の合計	152.48	

供試体：S３－４　測定年月日　58年 8 月 31 日　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
145	——	76		9	——	
146	−1,554	76		−1,639	19.39	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
147	−1,125	76		−1,196	19.24	
148	−1,606	76		−1,698	19.34	
149	−1,115	76	20.45	−1,201	18.99	= 8.50 %
200	——	48		21	——	
201	−1,172	48		−1,364	17.57	
202	−1,504	48		−1,647	18.67	
203	−1,182	48		−1,329	18.19	
204	−1,319	48		−1,473	18.31	
				⑥ ⑤の合計	149.70	

供試体：S４－３　測定年月日　58年 8 月 31 日　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	——	26		0	——	
206	−1,405	26		−1,491	19.27	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
207	−1,267	26		−1,340	19.34	
208	−1,133	26		−1,226	18.90	
209	−1,400	26	20.45	−1,518	18.86	= 8.24 %
210	−1,216	26		−1,317	18.88	
211	−1,415	26		−1,561	18.54	
212	−1,040	26		−1,152	18.46	
213	−1,016	26		−1,163	17.87	
				⑥ ⑤の合計	150.12	

供試体：S４－４　測定年月日　58年 8 月 31 日　経過日数　33 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	——	38		0	——	
215	−1,151	38		−1,278	18.42	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
216	−1,210	38		−1,320	18.75	
217	−1,170	38		−1,259	19.00	
218	−1,067	38	20.45	−1,149	18.99	= 8.00 %
219	−1,249	38		−1,342	19.03	
220	−1,105	38		−1,253	18.03	
221	−1,103	38		−1,176	19.18	
222	−1,199	38		−1,283	19.11	
				⑥ ⑤の合計	150.51	

供試体：S 5 − 3　　測定年月日　　58年 8 月31日　　経過日数　33日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	——	46		0	——	
224	−1,120	46		−1,197	19.13	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
225	−1,146	46		−1,277	18.35	
226	−1,112	46		−1,190	19.11	
227	−1,294	46	20.45	−1,424	18.58	= 8.27 %
228	−1,250	46		−1,358	18.82	
229	−1,205	46		−1,302	18.93	
230	−1,193	46		−1,300	18.77	
231	−1,020	46		−1,135	18.38	
				⑥ ⑤の合計	150.07	

供試体：S 5 − 4　　測定年月日　　58年 8 月31日　　経過日数　33日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	——	35		0	——	
233	−1,382	35		−1,497	18.88	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
234	−1,205	35		−1,323	18.63	
235	−1,056	35		−1,171	18.44	
236	−1,501	35	20.45	−1,629	18.84	= 8.28 %
237	−1,728	35		−1,858	19.02	
238	−1,337	35		−1,458	18.75	
239	− 990	35		−1,070	18.92	
240	−1,249	35		−1,375	18.58	
				⑥ ⑤の合計	150.06	

供試体：S 1 − 3　　測定年月日　　58年 9 月14日　　経過日数　47日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	——	46		0	——	
101	−1,386	46		−1,426	19.88	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
102	−1,062	46		−1,082	20.07	
103	−1,242	46		−1,312	19.36	
104	−1,320	46	20.45	−1,354	19.94	= 4.57 %
105	−1,330	46		−1,414	19.24	
106	−1,190	46		−1,251	19.45	
107	−1,213	46		−1,278	19.41	
108	−1,149	46		−1,251	18.78	
				⑥ ⑤の合計	156.13	

供試体：S 1 − 4　　測定年月日　　58年 9 月14日　　経過日数　47日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	——	35		−4	——	
110	−1,377	35		−1,399	20.13	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
111	−1,448	35		−1,487	19.91	
112	−1,347	35		−1,434	19.21	
113	−1,185	35	20.45	−1,268	19.11	= 5.37 %
114	−1,166	35		−1,319	18.08	
115	−1,250	35		−1,305	19.59	
116	−1,341	35		−1,442	19.02	
117	−1,398	35		−1,447	19.76	
				⑥ ⑤の合計	154.81	

供試体：S 2 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	———	39		−2	———	
119	−1,289	39		−1,378	19.13	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
120	−1,260	39		−1,348	19.11	100
121	−1,155	39		−1,247	18.94	
122	−1,343	39	20.45	−1,446	18.99	= 7.93 %
123	−1,179	39		−1,264	19.87	
124	−1,220	39		−1,397	17.86	
125	−1,282	39		−1,405	18.66	
126	−1,467	39		−1,591	18.86	
				⑥ ⑤の合計	150.62	

供試体：S 2 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	———	29		0	———	
128	−1,362	29		−1,483	18.78	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
129	−1,300	29		−1,412	18.83	100
130	−1,393	29		−1,552	18.35	
131	−1,160	29	20.45	−1,262	18.80	= 13.02 %
132	− 748	29		−1,213	12.61	(9.40)
133	−1,247	29		−1,410	18.09	
134	−1,358	29		−1,477	18.80	
135	−1,319	29		−1,495	18.04	
				⑥ ⑤の合計	142.30	

供試体：S 3 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
136	———	92		2	———	
137	−1,151	92		−1,229	19.15	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
138	−1,601	92		−1,669	19.62	100
139	−1,555	92		−1,699	18.72	
140	−1,231	92	20.45	−1,305	19.29	= 6.34 %
141	−1,574	92		−1,700	18.93	
142	−1,578	92		−1,674	19.28	
143	−1,385	92		−1,484	19.09	
144	−1,501	92		−1,603	19.15	
				⑥ ⑤の合計	153.23	

供試体：S 3 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
145	———	181		9	———	
146	−1,650	181		−1,639	20.59	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
147	−1,215	181		−1,196	20.77	100
148	−1,703	181		−1,698	20.51	
149	−1,206	181	20.45	−1,201	20.54	= 5.04 %
200	———	56		21	———	
201	−1,214	56		−1,364	18.20	
202	−1,497	56		−1,647	18.59	
203	−1,167	56		−1,329	17.96	
204	−1,311	56		−1,473	18.20	
				⑥ ⑤の合計	155.36	

供試体：S 4 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	——	28		0	——	
206	−1,399	28		−1,491	19.19	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
207	−1,258	28		−1,340	19.20	100
208	−1,124	28		−1,226	17.15	
209	−1,390	28	20.45	−1,518	18.73	= 10.25 %
210	−1,203	28		−1,317	18.68	
211	−1,398	28		−1,561	18.31	
212	−1,020	28		−1,152	18.11	
213	− 993	28		−1,163	17.46	
				⑥ ⑤の合計	146.83	

供試体：S 4 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	——	48		0	——	
215	−1,135	48		−1,278	18.16	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
216	−1,199	48		−1,320	18.58	100
217	−1,173	48		−1,259	19.05	
218	−1,063	48	20.45	−1,149	18.92	= 8.58 %
219	−1,248	48		−1,342	19.02	
220	−1,076	48		−1,253	19.56	
221	−1,102	48		−1,176	19.16	
222	−1,199	48		−1,283	19.11	
				⑥ ⑤の合計	149.56	

供試体：S 5 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	——	49		0	——	
224	−1,118	49		−1,197	19.10	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
225	−1,131	49		−1,277	18.11	100
226	−1,107	49		−1,190	19.02	
227	−1,281	49	20.45	−1,424	18.40	= 8.94 %
228	−1,242	49		−1,358	18.70	
229	−1,206	49		−1,302	18.94	
230	−1,178	49		−1,300	18.53	
231	−1,009	49		−1,135	18.18	
				⑥ ⑤の合計	148.98	

供試体：S 5 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 14 日　　経過日数　47 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	——	37		0	——	
233	−1,372	37		−1,497	18.74	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
234	−1,197	37		−1,323	18.55	100
235	−1,042	37		−1,171	18.20	
236	−1,494	37	20.45	−1,629	18.76	= 8.88 %
237	−1,722	37		−1,858	18.95	
238	−1,327	37		−1,458	18.61	
239	− 985	37		−1,070	18.83	
240	−1,240	37		−1,375	18.44	
				⑥ ⑤の合計	149.08	

供試体：S 1 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	——	20		0	——	
101	−1,385	20		−1,426	19.9	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
102	−1,056	20		−1,082	20.0	
103	−1,248	20		−1,312	19.5	
104	−1,368	20	20.45	−1,354	20.7	= 4.40 %
105	−1,322	20		−1,414	19.1	
106	−1,183	20		−1,251	19.3	
107	−1,213	20		−1,278	19.4	
108	−1,133	20		−1,251	18.5	
				⑥ ⑤の合計	156.4	

供試体：S 1 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	——	35		−4	——	
110	−1,418	35		−1,399	20.7	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
111	−1,478	35		−1,487	20.3	
112	−1,358	35		−1,434	19.4	
113	−1,192	35	20.45	−1,268	19.2	= 5.01 %
114	−1,174	35		−1,319	18.2	
115	−1,262	35		−1,305	19.8	
116	−1,361	35		−1,442	17.9	
117	−1,409	35		−1,447	19.9	
				⑥ ⑤の合計	155.4	

供試体：S 2 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	——	24		−2	——	
119	−1,293	24		−1,378	19.2	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
120	−1,275	24		−1,348	19.3	
121	−1,170	24		−1,247	19.2	
122	−1,353	24	20.45	−1,446	19.1	= 7.15 %
123	−1,213	24		−1,264	19.6	
124	−1,220	24		−1,397	17.9	
125	−1,286	24		−1,405	18.7	
126	−1,472	24		−1,591	18.9	
				⑥ ⑤の合計	151.9	

供試体：S 2 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	——	22		0	——	
128	−1,383	22		−1,483	19.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
129	−1,296	22		−1,412	18.8	
130	−1,401	22		−1,552	18.5	
131	−1,188	22	20.45	−1,262	19.3	= 12.5 %
132	− 682	22		−1,213	11.5	(8.07)
133	−1,255	22		−1,410	18.2	
134	−1,372	22		−1,477	19.0	
135	−1,364	22		−1,495	18.7	
				⑥ ⑤の合計	143.1	

供試体：S 3 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
136	———	64		2	———	
137	−1,144	64		−1,229	19.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
138	−1,603	64		−1,669	19.6	100
139	−1,542	64		−1,699	18.6	
140	−1,242	64	20.45	−1,305	19.5	= 6.54 %
141	−1,566	64		−1,700	18.8	
142	−1,576	64		−1,674	19.3	
143	−1,376	64		−1,484	19.0	
144	−1,494	64		−1,603	19.1	
				⑥ ⑤の合計	152.9	

供試体：S 3 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
145	———	82		9	———	
146	−1,585	82		−1,639	19.8	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
147	−1,142	82		−1,196	19.5	100
148	−1,621	82		−1,698	19.5	
149	−1,120	82	20.45	−1,201	19.1	= 8.56 %
200	———	32		21	———	
201	−1,137	32		−1,364	17.0	
202	−1,498	32		−1,647	18.6	
203	−1,164	32		−1,329	17.9	
204	−1,311	32		−1,473	18.2	
				⑥ ⑤の合計	149.6	

供試体：S 4 − 3　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	———	0		0	———	
206	−1,390	0		−1.491	19.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
207	−1,262	0		−1,340	19.3	100
208	−1,119	0		−1,226	18.7	
209	−1,381	0	20.45	−1,518	18.6	= 9.72 %
210	−1,202	0		−1,317	18.7	
211	−1,394	0		−1,561	18.3	
212	−1,006	0		−1,152	17.9	
213	− 973	0		−1,163	17.1	
				⑥ ⑤の合計	147.7	

供試体：S 4 − 4　　測定年月日　　58年 9 月 28 日　　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	———	12		0	———	
215	−1,107	12		−1,278	17.7	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
216	−1,194	12		−1,320	18.5	100
217	−1,166	12		−1,259	18.9	
218	−1,038	12	20.45	−1,149	18.5	= 9.96 %
219	−1,243	12		−1,342	18.9	
220	−1,046	12		−1,253	17.1	
221	−1,091	12		−1,176	18.9	
222	−1,182	12		−1,283	18.8	
				⑥ ⑤の合計	147.3	

供試体：S 5－3　測定年月日　58年 9 月 28 日　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	———	2		0	———	
224	－1,098	2		－1,197	18.8	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
225	－1,099	2		－1,277	17.6	
226	－1,091	2		－1,190	18.7	
227	－1,247	2	20.45	－1,424	17.9	= 10.94 %
228	－1,211	2		－1,358	18.2	
229	－1,183	2		－1,302	18.6	
230	－1,160	2		－1,300	18.2	
231	－ 980	2		－1,135	17.7	
				⑥ ⑤の合計	145.7	

供試体：S 5－4　測定年月日　58年 9 月 28 日　経過日数　61 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	———	6		0	———	
233	－1,374	6		－1,497	18.8	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
234	－1,197	6		－1,323	18.5	
235	－1,025	6		－1,171	17.9	
236	－1,496	6	20.45	－1,629	18.8	= 9.47 %
237	－1,707	6		－1,858	18.8	
238	－1,318	6		－1,458	18.5	
239	－ 969	6		－1,070	18.5	
240	－1,229	6		－1,375	18.3	
				⑥ ⑤の合計	148.1	

供試体：S 1－3　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　経過日数　75 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	———	37		0	———	
101	－1,383	37		－1,426	19.8	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
102	－1,061	37		－1,082	20.1	
103	－1,242	37		－1,312	19.4	
104	－1,372	37	20.45	－1,354	20.7	= 4.58 %
105	－1,315	37		－1,414	19.0	
106	－1,182	37		－1,251	19.3	
107	－1,212	37		－1,278	19.4	
108	－1,127	37		－1,251	18.4	
				⑥ ⑤の合計	156.1	

供試体：S 1－4　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　経過日数　75 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	———	41		－4	———	
110	－1,399	41		－1,399	20.5	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
111	－1,466	41		－1,487	20.2	
112	－1,349	41		－1,434	19.2	
113	－1,184	41	20.45	－1,268	19.1	= 5.07 %
114	－1,152	41		－1,319	17.9	
115	－1,248	41		－1,305	19.6	
116	－1,340	41		－1,442	19.0	
117	－1,398	41		－1,447	19.8	
				⑥ ⑤の合計	155.3	

供試体：S 2－3　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　経過日数　75日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量(%)
118	——	37		−2	——	
119	−1,287	37		−1,378	19.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
120	−1,263	37		−1,348	19.2	100
121	−1,163	37		−1,247	19.1	
122	−1,344	37	20.45	−1,446	19.0	= 7.89 %
123	−1,199	37		−1,264	19.4	
124	−1,205	37		−1,397	17.6	
125	−1,277	37		−1,405	18.6	
126	−1,457	37		−1,591	18.7	
				⑥ ⑤の合計	150.7	

供試体：S 2－4　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　経過日数　75日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量(%)
127	——	39		0	——	
128	−1,379	39		−1,483	19.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
129	−1,235	39		−1,412	17.9	100
130	−1,402	39		−1,552	18.5	
131	−1,184	39	20.45	−1,262	19.2	= 14.4 %
132	− 611	39		−1,213	10.3	(9.33)
133	−1,250	39		−1,410	18.1	
134	−1,371	39		−1,477	19.0	
135	−1,327	39		−1,495	18.1	
				⑥ ⑤の合計	140.1	

供試体：S 3－3　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　経過日数　75日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量(%)
136	——	92		2	——	
137	−1,148	92		−1,229	19.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
138	−1,610	92		−1,669	19.7	100
139	−1,546	92		−1,699	18.6	
140	−1,249	92	20.45	−1,305	19.6	= 6.05 %
141	−1,571	92		−1,700	18.9	
142	−1,587	92		−1,674	19.4	
143	−1,390	92		−1,484	19.2	
144	−1,504	92		−1,603	19.2	
				⑥ ⑤の合計	153.7	

供試体：S 3－4　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　経過日数　75日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量(%)
145	——	129		9	——	
146	−1,611	129		−1,639	20.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
147	−1,160	129		−1,196	19.8	100
148	−1,655	129		−1,698	19.9	
149	−1,154	129	20.45	−1,201	19.6	= 7.86 %
200	——	55		21	——	
201	−1,122	55		−1,364	16.8	
202	−1,498	55		−1,647	18.6	
203	−1,158	55		−1,329	17.8	
204	−1,309	55		−1,473	18.1	
				⑥ ⑤の合計	150.7	

供試体：S 4 − 3　　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　　経過日数　75日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	———	19		0	———	
206	−1,392	19		−1,491	19.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
207	−1,258	19		−1,340	19.2	100
208	−1,116	19		−1,226	18.6	
209	−1,381	19	20.45	−1,518	18.6	= 6.05 %
210	−1,195	19		−1,317	18.6	(8.48)
211	−1,393	19		−1,561	18.2	
212	−1,001	19		−1,152	24.7	
213	− 952	19		−1,163	16.7	
				⑥ ⑤の合計	153.7	

供試体：S 4 − 4　　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　　経過日数　75日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	———	65		0	———	
215	−1,110	65		−1,278	17.8	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
216	−1,193	65		−1,320	18.5	100
217	−1,183	65		−1,259	19.2	
218	−1,053	65	20.45	−1,149	18.7	= 9.05 %
219	−1,254	65		−1,342	19.1	
220	−1,040	65		−1,253	17.0	
221	−1,111	65		−1,176	19.3	
222	−1,205	65		−1,283	19.2	
				⑥ ⑤の合計	148.8	

供試体：S 5 − 3　　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　　経過日数　75日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	———	55		0	———	
224	−1,115	55		−1,197	19.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
225	−1,109	55		−1,277	17.8	100
226	−1,101	55		−1,190	18.9	
227	−1,266	55	20.45	−1,424	18.2	= 9.54 %
228	−1,232	55		−1,358	18.6	
229	−1,207	55		−1,302	19.0	
230	−1,176	55		−1,300	18.5	
231	−1,001	55		−1,135	18.0	
				⑥ ⑤の合計	148.0	

供試体：S 5 − 4　　測定年月日時分　58年10月12日14時30分　　経過日数　75日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	———	46		0	———	
233	−1,371	46		−1,497	18.7	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
234	−1,189	46		−1,323	18.4	100
235	−1,029	46		−1,171	18.0	
236	−1,495	46	20.45	−1,629	18.8	= 9.05 %
237	−1,721	46		−1,858	18.9	
238	−1,327	46		−1,458	18.6	
239	− 991	46		−1,070	18.9	
240	−1,241	46		−1,375	18.5	
				⑥ ⑤の合計	148.8	

供試体：S 1 − 3　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	———	25		0	———	
101	−1,390	25		−1,426	19.9	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
102	−1,064	25		−1,082	20.1	100
103	−1,242	25		−1,312	19.4	
104	−1,383	25	20.45	−1,354	20.9	= 4.46%
105	−1,314	25		−1,414	19.0	
106	−1,183	25		−1,251	19.3	
107	−1,211	25		−1,278	19.4	
108	−1,121	25		−1,251	18.3	
				⑥ ⑤の合計	156.3	

供試体：S 1 − 4　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	———	36		−4	———	
110	−1,407	36		−1,399	20.6	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
111	−1,474	36		−1,487	20.3	100
112	−1,357	36		−1,434	19.4	
113	−1,183	36	20.45	−1,268	19.1	= 4.95%
114	−1,148	36		−1,319	17.8	
115	−1,250	36		−1,305	19.6	
116	−1,342	36		−1,442	19.0	
117	−1,394	36		−1,447	19.7	
				⑥ ⑤の合計	155.5	

供試体：S 2 − 3　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	———	23		−2	———	
119	−1,280	23		−1,378	19.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
120	−1,267	23		−1,348	19.2	100
121	−1,168	23		−1,247	19.2	
122	−1,341	23	20.45	−1,446	19.0	= 7.89%
123	−1,204	23		−1,264	19.5	(7.02)
124	−1,201	23		−1,397	17.6	
125	−1,274	23		−1,405	18.5	
126	−1,454	23		−1,591	18.7	
				⑥ ⑤の合計	150.7	

供試体：S 2 − 4　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	———	33		0	———	
128	−1,390	33		−1,483	19.2	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
129	−1,220	33		−1,412	17.7	100
130	−1,408	33		−1,552	18.6	
131	−1,198	33	20.45	−1,262	19.4	= 14.4%
132	− 565	33		−1,213	9.5	(8.84)
133	−1,261	33		−1,410	18.3	
134	−1,380	33		−1,477	19.1	
135	−1,331	33		−1,495	18.2	
				⑥ ⑤の合計	140.0	

供試体：S 3－3　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
136	――	78		2	――	
137	－1,140	78		－1,229	19.0	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
138	－1,621	78		－1,669	19.9	
139	－1,542	78		－1,699	18.6	
140	－1,245	78	20.45	－1,305	19.5	= 6.17 %
141	－1,570	78		－1,700	18.9	
142	－1,586	78		－1,674	19.4	
143	－1,389	78		－1,484	19.1	
144	－1,501	78		－1,603	19.1	
				⑥ ⑤の合計	153.5	

供試体：S 3－4　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
145	――	112		9	――	
146	－1,610	112		－1,639	20.1	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
147	－1,158	112		－1,196	19.8	
148	－1,646	112		－1,698	19.8	
149	－1,147	112	20.45	－1,201	19.5	= 8.07 %
200	――	37		21	――	
201	－1,111	37		－1,364	16.7	
202	－1,494	37		－1,647	18.6	
203	－1,157	37		－1,329	17.8	
204	－1,305	37		－1,473	18.1	
				⑥ ⑤の合計	150.4	

供試体：S 4－3　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	――	1		0	――	
206	－1,384	1		－1,491	19.0	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
207	－1,253	1		－1,340	19.1	
208	－1,109	1		－1,226	18.5	
209	－1,373	1	20.45	－1,518	18.5	= 10.82 %
210	－1,191	1		－1,317	18.5	
211	－1,386	1		－1,561	18.2	
212	－ 992	1		－1,152	17.6	
213	－ 936	1		－1,163	16.5	
				⑥ ⑤の合計	145.9	

供試体：S 4－4　　測定年月日時分　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	――	33		0	――	
215	－1,096	33		－1,278	17.5	⑦={1－(⑥÷163.6)}× 100
216	－1,182	33		－1,320	18.3	
217	－1,194	33		－1,259	19.4	
218	－1,043	33	20.45	－1,149	18.6	= 10.15 %
219	－1,237	33		－1,342	18.8	
220	－1,014	33		－1,253	16.5	
221	－1,084	33		－1,176	18.9	
222	－1,190	33		－1,283	19.0	
				⑥ ⑤の合計	147.0	

供試体：S 5 − 3　　測定年月日時分　　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	———	15		0	———	
224	−1,098	15		−1,197	18.8	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
225	−1,091	15		−1,277	17.5	100
226	−1,084	15		−1,190	18.6	
227	−1,236	15	20.45	−1,424	17.8	= 11.37 %
228	−1,207	15		−1,358	18.2	
229	−1,183	15		−1,302	18.6	
230	−1,147	15		−1,300	18.0	
231	− 971	15		−1,135	17.5	
				⑥ ⑤の合計	145.0	

供試体：S 5 − 4　　測定年月日時分　　58年10月28日16時00分　　経過日数　91日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	———	19		0	———	
233	−1,365	19		−1,497	18.6	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
234	−1,185	19		−1,323	18.3	100
235	−1,011	19		−1,171	19.2	
236	−1,490	19	20.45	−1,629	18.7	= 9.11 %
237	−1,705	19		−1,858	18.8	
238	−1,309	19		−1,458	18.4	
239	− 968	19		−1,070	18.5	
240	−1,225	19		−1,375	18.2	
				⑥ ⑤の合計	148.7	

供試体：S 1 − 3　　測定年月日時分　　58年12月 6 日16時30分　　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	———	2		0	———	
101	−1,395	2		−1,426	20.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
102	−1,069	2		−1,082	20.2	100
103	−1,236	2		−1,312	19.3	
104	−1,374	2	20.45	−1,354	20.8	= 4.46 %
105	−1,320	2		−1,414	19.1	
106	−1,182	2		−1,251	19.3	
107	−1,214	2		−1,278	19.4	
108	−1,113	2		−1,251	18.2	
				⑥ ⑤の合計	156.3	

供試体：S 1 − 4　　測定年月日時分　　58年12月 6 日16時30分　　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	———	26		−4	———	
110	−1,422	26		−1,399	20.8	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
111	−1,486	26		−1,487	20.5	100
112	−1,371	26		−1,434	19.6	
113	−1,184	26	20.45	−1,268	19.1	= 4.52 %
114	−1,147	26		−1,319	17.8	
115	−1,252	26		−1,305	19.6	
116	−1,347	26		−1,442	19.1	
117	−1,392	26		−1,447	19.7	
				⑥ ⑤の合計	156.2	

供試体：S 2 − 3　　測定年月日時分　58年12月 6 日16時30分　　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	———	−1		−2	———	
119	−1,263	−1		−1,378	18.7	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
120	−1,278	−1		−1,348	19.4	100
121	−1,168	−1		−1,247	19.2	
122	−1,334	−1	20.45	−1,446	18.9	= 8.01 %
123	−1,220	−1		−1,264	19.7	
124	−1,195	−1		−1,397	17.5	
125	−1,269	−1		−1,405	18.5	
126	−1,449	−1		−1,591	18.6	
				⑥ ⑤の合計	150.5	

供試体：S 2 − 4　　測定年月日時分　58年12月 6 日16時30分　　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	———	−5		0	———	
128	−1,381	−5		−1,483	19.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
129	−1,081	−5		−1,412	15.7	100
130	−1,391	−5		−1,552	18.3	
131	−1,187	−5	20.45	−1,262	19.2	= 17.24 %
132	− 490	−5		−1,213	8.3	(11.2)
133	−1,240	−5		−1,410	18.0	((9.2))
134	−1,361	−5		−1,477	18.8	
135	−1,323	−5		−1,495	18.1	
				⑥ ⑤の合計	135.4	

供試体：S 3 − 3　　測定年月日時分　58年12月 6 日16時30分　　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
136	———	52		2	———	
137	−1,129	52		−1,229	18.8	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
138	−1,639	52		−1,669	20.1	100
139	−1,535	52		−1,699	18.5	
140	−1,223	52	20.45	−1,305	19.2	= 6.85 %
141	−1,552	52		−1,700	18.7	
142	−1,580	52		−1,674	19.3	
143	−1,375	52		−1,484	18.9	
144	−1,487	52		−1,603	18.9	
				⑥ ⑤の合計	152.4	

供試体：S 3 − 4　　測定年月日時分　58年12月 6 日16時30分　　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
145	———	99		9	———	
146	−1,621	99		−1,639	20.2	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
147	−1,162	99		−1,196	19.9	100
148	−1,643	99		−1,698	19.8	
149	−1,149	99	20.45	−1,201	19.6	= 7.64 %
200	———	19		21	———	
201	−1,130	19		−1,364	16.9	
202	−1,499	19		−1,647	18.6	
203	−1,166	19		−1,329	17.9	
204	−1,312	19		−1,473	18.2	
				⑥ ⑤の合計	151.1	

供試体：S 4－3　測定年月日時分　58年12月 6 日16時30分　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	――	23		0	――	
206	－1,379	23		－1,491	18.9	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
207	－1,254	23		－1,340	19.1	100
208	－1,105	23		－1,226	18.4	
209	－1,366	23	20.45	－1,518	18.4	= 11.25 %
210	－1,187	23		－1,317	18.4	
211	－1,382	23		－1,561	18.1	
212	－ 986	23		－1,152	17.5	
213	－ 931	23		－1,163	16.4	
				⑥ ⑤の合計	145.2	

供試体：S 4－4　測定年月日時分　58年12月 6 日16時30分　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	――	3		0	――	
215	－1,090	3		－1,278	17.4	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
216	－1,174	3		－1,320	18.2	100
217	－1,199	3		－1,259	19.5	
218	－1,045	3	20.45	－1,149	18.6	= 10.51 %
219	－1,240	3		－1,342	18.9	
220	－1,005	3		－1,253	16.4	
221	－1,066	3		－1,176	18.5	
222	－1,188	3		－1,283	18.9	
				⑥ ⑤の合計	146.4	

供試体：S 5－3　測定年月日時分　58年12日 6 日16時30分　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	――	－39		0	――	
224	－1,074	－39		－1,197	18.3	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
225	－1,083	－39		－1,277	17.3	100
226	－1,066	－39		－1,190	18.3	
227	－1,204	－39	20.45	－1,424	17.3	= 13.20 %
228	－1,182	－39		－1,358	17.8	
229	－1,163	－39		－1,302	18.3	
230	－1,125	－39		－1,300	17.7	
231	－ 943	－39		－1,135	17.0	
				⑥ ⑤の合計	142.0	

供試体：S 5－4　測定年月日時分　58年12月 6 日16時30分　経過日数 130日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	――	－13		0	――	
233	－1,358	－13		－1,497	18.6	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
234	－1,196	－13		－1,323	18.5	100
235	－1,001	－13		－1,171	17.5	
236	－1,496	－13	20.45	－1,629	18.8	= 10.21 %
237	－1,700	－13		－1,858	18.7	
238	－1,302	－13		－1,458	18.3	
239	－ 956	－13		－1,070	18.3	
240	－1,222	－13		－1,375	18.2	
				⑥ ⑤の合計	146.9	

供試体：S 1 − 3　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	———	−5		0	——	
101	−1,405	−5		−1,426	20.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
102	−1,067	−5		−1,082	20.2	100
103	−1,238	−5		−1,312	19.3	
104	−1,422	−5	20.45	−1,354	21.5	= 3.91 %
105	−1,321	−5		−1,414	19.1	
106	−1,184	−5		−1,251	19.4	
107	−1,215	−5		−1,278	19.4	
108	−1,112	−5		−1,251	18.2	
				⑥ ⑤の合計	157.2	

供試体：S 1 − 4　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	———	25		−4	——	
110	−1,434	25		−1,399	21.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
111	−1,494	25		−1,487	20.5	100
112	−1,375	25		−1,434	19.6	
113	−1,189	25	20.45	−1,268	19.2	= 4.22 %
114	−1,151	25		−1,319	17.8	
115	−1,258	25		−1,305	19.7	
116	−1,355	25		−1,442	19.2	
117	−1,397	25		−1,447	19.7	
				⑥ ⑤の合計	156.7	

供試体：S 2 − 3　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
118	———	−11		−2	——	
119	−1,256	−11		−1,378	18.6	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
120	−1,286	−11		−1,348	19.5	100
121	−1,171	−11		−1,247	19.2	
122	−1,330	−11	20.45	−1,446	18.8	= 8.07 %
123	−1,223	−11		−1,264	19.8	
124	−1,198	−11		−1,397	17.5	
125	−1,264	−11		−1,405	18.4	
126	−1,450	−11		−1,591	18.6	
				⑥ ⑤の合計	150.4	

供試体：S 2 − 4　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
127	———	−25		0	——	
128	−1,376	−25		−1,483	19.0	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
129	−1,242	−25		−1,412	18.0	100
130	−1,376	−25		−1,552	18.1	
131	−1,181	−25	20.45	−1,262	19.1	= 16.44 %
132	− 472	−25		−1,213	8.0	(10.09)
133	−1,219	−25		−1,410	17.7	
134	−1,355	−25		−1,477	18.8	
135	−1,312	−25		−1,495	18.0	
				⑥ ⑤の合計	136.7	

供試体：S 3 − 3　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
136	——	39		2	——	
137	−1,122	39		−1,229	18.7	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
138	−1,644	39		−1,669	20.1	
139	−1,533	39		−1,699	18.5	
140	−1,225	39	20.45	−1,305	19.2	= 6.72 %
141	−1,561	39		−1,700	18.8	
142	−1,576	39		−1,674	19.3	
143	−1,388	39		−1,484	19.1	
144	−1,480	39		−1,603	18.9	
				⑥ ⑤の合計	152.6	

供試体：S 3 − 4　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
145	——	85		9	——	
146	−1,625	85		−1,639	20.3	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
147	−1,151	85		−1,196	19.7	
148	−1,636	85		−1,698	19.7	
149	−1,143	85	20.45	−1,201	19.5	= 7.58 %
200	——	21		21	——	
201	−1,113	21		−1,364	16.7	
202	−1,509	21		−1,647	18.7	
203	−1,180	21		−1,329	18.2	
204	−1,326	21		−1,473	18.4	
				⑥ ⑤の合計	151.2	

供試体：S 4 − 3　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	——	−35		0	——	
206	−1,377	−35		−1,491	18.9	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
207	−1,255	−35		−1,340	19.2	
208	−1,104	−35		−1,226	18.4	
209	−1,360	−35	20.45	−1,518	18.3	= 11.43 %
210	−1,187	−35		−1,317	18.4	
211	−1,378	−35		−1,561	18.1	
212	− 979	−35		−1,152	17.4	
213	− 920	−35		−1,163	16.2	
				⑥ ⑤の合計	144.9	

供試体：S 4 − 4　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	——	−8		0	——	
215	−1,085	−8		−1,278	17.4	⑦={1−(⑥÷163.6)}× 100
216	−1,170	−8		−1,320	18.1	
217	−1,178	−8		−1,259	19.1	
218	−1,044	−8	20.45	−1,149	18.6	= 10.82 %
219	−1,239	−8		−1,342	18.9	
220	−1,002	−8		−1,253	16.4	
221	−1,062	−8		−1,176	18.5	
222	−1,184	−8		−1,283	18.9	
				⑥ ⑤の合計	145.9	

供試体：S 5－3　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	——	−59		0	——	
224	−1,062	−59		−1,197	18.1	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
225	−1,079	−59		−1,277	17.3	100
226	−1,062	−59		−1,190	18.3	
227	−1,191	−59	20.45	−1,424	17.1	= 13.75 %
228	−1,175	−59		−1,358	17.7	
229	−1,156	−59		−1,302	18.2	
230	−1,116	−59		−1,300	17.6	
231	− 934	−59		−1,135	16.8	
				⑥ ⑤の合計	141.1	

供試体：S 5－4　　測定年月日時分　58年12月23日15時30分　　経過日数 147日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	——	−26		0	——	
233	−1,355	−26		−1,497	18.5	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
234	−1,200	−26		−1,323	18.5	100
235	− 995	−26		−1,171	17.4	
236	−1,500	−26	20.45	−1,629	18.8	= 10.57 %
237	−1,692	−26		−1,858	18.6	
238	−1,298	−26		−1,458	18.2	
239	− 945	−26		−1,070	18.1	
240	−1,221	−26		−1,375	18.2	
				⑥ ⑤の合計	146.3	

供試体：S 1－3　　測定年月日　59年 1 月12日　　経過日数 167日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
100	——	−9		0	——	
101	−1,346	−9		−1,426	19.3	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
102	−1,033	−9		−1,082	19.5	100
103	−1,245	−9		−1,312	19.4	
104	−1,285	−9	20.45	−1,354	19.4	= 5.13 %
105	−1,336	−9		−1,414	19.3	
106	−1,190	−9		−1,251	19.5	
107	−1,215	−9		−1,278	19.4	
108	−1,187	−9		−1,251	19.4	
				⑥ ⑤の合計	155.2	

供試体：S 1－4　　測定年月日　59年 1 月12日　　経過日数 167日

CH.	①DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
109	——	20		−4	——	
110	−1,341	20		−1,399	19.6	⑦={1−(⑥÷163.6)}×
111	−1,394	20		−1,487	19.2	100
112	−1,339	20		−1,434	19.1	
113	−1,210	20	20.45	−1,268	19.5	= 4.89 %
114	−1,256	20		−1,319	19.5	
115	−1,247	20		−1,305	19.5	
116	−1,379	20		−1,442	19.6	
117	−1,387	20		−1,447	19.6	
				⑥ ⑤の合計	155.6	

供試体：S 2－3　　測定年月日　　59年 1 月12日　　経過日数 167日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
118	———	－14		－2	———	
119	－1,271	－14		－1,378	18.9	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
120	－1,235	－14		－1,348	18.7	100
121	－1,113	－14		－1,247	18.3	
122	－1,318	－14	20.45	－1,446	18.6	＝ 8.99 %
123	－1,145	－14		－1,264	18.5	
124	－1,270	－14		－1,397	18.6	
125	－1,275	－14		－1,405	18.6	
126	－1,456	－14		－1,591	18.7	
				⑥ ⑤の合計	148.9	

供試体：S 2－4　　測定年月日　　59年 1 月12日　　経過日数 167日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
127	———	－56		0	———	
128	－1,355	－56		－1,483	18.7	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
129	－1,122	－56		－1,412	16.2	100
130	－1,348	－56		－1,552	17.8	
131	－1,157	－56	20.45	－1,262	18.7	＝ 12.35 %
132	－1,090	－56		－1,213	18.4	(11.14)
133	－1,205	－56		－1,410	17.5	
134	－1,329	－56		－1,477	18.4	
135	－1,292	－56		－1,495	17.7	
				⑥ ⑤の合計	143.4	

供試体：S 3－3　　測定年月日　　59年 1 月12日　　経過日数 167日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
136	———	36		2	———	
137	－1,124	36		－1,229	18.7	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
138	－1,649	36		－1,669	20.2	100
139	－1,534	36		－1,699	18.5	
140	－1,235	36	20.45	－1,305	19.4	＝ 6.54 %
141	－1,562	36		－1,700	18.8	
142	－1,579	36		－1,674	19.3	
143	－1,382	36		－1,484	19.0	
144	－1,486	36		－1,603	19.0	
				⑥ ⑤の合計	152.9	

供試体：S 3－4　　測定年月日　　59年 1 月12日　　経過日数 167日

CH.	① DATA	② ダミーDATA	③ 軸力(ton)	④ 締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦ 軸力減少量 (%)
145	———	131		9	———	
146	－1,676	131		－1,639	20.9	⑦={1－(⑥÷163.6)}×
147	－1,206	131		－1,196	20.6	100
148	－1,686	131		－1,698	20.3	
149	－1,195	131	20.45	－1,201	20.3	＝ 5.75 %
200	———	15		21	———	
201	－1,129	15		－1,364	16.9	
202	－1,506	15		－1,647	18.7	
203	－1,179	15		－1,329	18.1	
204	－1,325	15		－1,473	18.4	
				⑥ ⑤の合計	154.2	

供試体：S 4 − 3　　測定年月日　　59年 1 月 11 日　　経過日数 166 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
205	———	−40	20.45	0	———	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
206	−1,378	−40		−1,491	18.9	
207	−1,254	−40		−1,340	19.1	
208	−1,103	−40		−1,226	18.4	
209	−1,358	−40		−1,518	18.3	= 11.61 %
210	−1,184	−40		−1,317	18.4	
211	−1,380	−40		−1,561	18.1	
212	− 980	−40		−1,152	17.4	
213	− 909	−40		−1,163	16.0	
				⑥ ⑤の合計	144.6	

供試体：S 4 − 4　　測定年月日　　59年 1 月 11 日　　経過日数 166 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
214	———	34	20.45	0	———	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
215	−1,111	34		−1,278	17.8	
216	−1,192	34		−1,320	18.5	
217	−1,204	34		−1,259	19.6	
218	−1,065	34		−1,149	19.0	= 9.41 %
219	−1,248	34		−1,342	19.0	
220	−1,020	34		−1,253	16.6	
221	−1,068	34		−1,176	18.6	
222	−1,198	34		−1,283	19.1	
				⑥ ⑤の合計	148.2	

供試体：S 5 − 3　　測定年月日　　59年 1 月 11 日　　経過日数 166 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
223	———	−18	20.45	0	———	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
224	−1,089	−18		−1,197	18.6	
225	−1,111	−18		−1,277	17.8	
226	−1,079	−18		−1,190	18.5	
227	−1,213	−18		−1,424	17.4	= 12.41 %
228	−1,191	−18		−1,358	17.9	
229	−1,171	−18		−1,302	18.4	
230	−1,128	−18		−1,300	17.7	
231	− 944	−18		−1,135	17.0	
				⑥ ⑤の合計	143.3	

供試体：S 5 − 4　　測定年月日　　59年 1 月 11 日　　経過日数 166 日

CH.	① DATA	②ダミーDATA	③軸力(ton)	④締付直後測定値	⑤=①×③÷④	⑦軸力減少量(%)
232	———	2	20.45	0	———	⑦={1−(⑥÷163.6)}×100
233	−1,343	2		−1,497	18.3	
234	−1,213	2		−1,323	18.7	
235	−1,000	2		−1,171	17.5	
236	−1,501	2		−1,629	18.8	= 10.51 %
237	−1,696	2		−1,858	18.7	
238	−1,305	2		−1,458	18.3	
239	− 947	2		−1,070	18.1	
240	−1,211	2		−1,375	18.0	
				⑥ ⑤の合計	146.4	

付録—2

曝露供試体の表面あらさ測定結果

付録－2

実施状況による問題への対応外要領

小型曝露供試体塗膜表面粗度測定（母材）

10点平均粗度
（単位；μm・RZ）

部位＼測定日	8／10	10／10	12／10	1／10	部位＼測定日	8／10	10／10	12／10	1／10
S1－1					S1－2				
上表	26.6	36.0	24.2	33.6	上表	33.8	39.9	31.7	39.8
上裏	22.6	36.4	21.3	25.9	上裏	20.0	22.1	17.9	23.4
下表	36.6	54.9	46.6	44.5	下表	27.4	28.8	28.7	24.7
下裏	16.2	23.5	17.2	29.5	下裏	26.8	25.4	17.6	22.2
S2－1					S2－2				
上表	23.6	21.2	26.7	21.6	上表	34.6	42.8	28.8	57.3
上裏	25.4	40.9	27.3	31.2	上裏	14.4	34.4	21.7	28.2
下表	47.4	57.4	31.4	45.9	下表	32.8	30.5	35.4	31.4
下裏	47.6	23.2	23.1	22.3	下裏	31.2	25.8	34.3	30.3
S3－1					S3－2				
上表	18.0	24.3	19.6	28.7	上表	17.4	24.3	20.4	24.2
上裏	21.8	29.8	42.2	33.6	上裏	30.4	29.8	43.6	25.7
下表	32.0	39.6	30.5	25.4	下表	29.2	39.6	31.4	37.0
下裏	29.6	26.2	21.7	24.3	下裏	26.0	26.2	20.8	23.0
S4－1					S4－2				
上表	39.8	45.1	37.7	53.2	上表	16.8	39.2	35.6	51.3
上裏	53.2	55.1	46.4	52.6	上裏	44.4	50.1	37.1	41.9
下表	44.8	37.8	34.5	55.1	下表	47.2	36.3	34.0	47.8
下裏	39.8	51.5	34.9	43.5	下裏	22.2	42.0	35.8	28.4
S5－1					S5－2				
上表	28.6	47.0	37.0	42.4	上表	24.4	30.4	30.2	29.0
上裏	27.4	33.6	24.3	25.5	上裏	30.4	30.1	26.6	30.5
下表	23.2	33.0	29.9	29.3	下表	30.8	27.3	29.2	27.0
下裏	32.2	33.8	33.0	38.9	下裏	44.4	40.0	47.1	41.8

小型曝路供試体塗膜表面粗度測定（添接板）

10点平均粗度
（単位；μm・RZ）

部位＼測定日	8／10	10／10	12／10	1／10	部位＼測定日	8／10	10／10	12／10	1／10
S1－1表					S1－1裏				
上	16.3	23.1	17.7	30.0	上	29.0	23.1	20.3	25.4
下	18.2	26.8	27.7	27.0	下	25.6	31.5	25.7	27.1
S1－2表					S1－2裏				
上	26.8	19.6	18.0	21.4	上	22.6	24.8	22.4	23.2
下	93.0	24.4	19.4	21.1	下	23.2	24.2	17.8	20.2
S2－1表					S2－1裏				
上	42.8	42.9	29.2	32.2	上	44.6	62.1	36.4	40.9
下	36.2	48.3	39.8	44.2	下	41.2	38.4	35.6	40.8
S2－2表					S2－2裏				
上	62.4	74.4	43.1	69.5	上	66.2	55.4	42.5	50.8
下	51.2	62.1	65.8	67.3	下	42.8	61.1	46.3	58.5
S3－1表					S3－1裏				
上	20.8	30.9	24.7	26.0	上	28.0	28.7	21.7	28.0
下	25.4	24.9	25.4	22.7	下	26.6	24.1	19.4	28.9
S3－2表					S3－2裏				
上	30.8	26.6	18.4	22.9	上	22.8	27.8	27.0	25.5
下	25.4	30.1	26.1	29.4	下	25.6	27.2	21.6	25.7
S4－1表					S4－1裏				
上	59.0	21.4	42.6	46.8	上	44.8	47.6	40.1	45.2
下	45.2	25.0	50.2	53.6	下	37.6	48.9	45.5	51.0
S4－2表					S4－2裏				
上	45.6	53.6	40.2	21.6	上	39.4	37.7	31.5	40.5
下	42.8	49.5	41.8	43.2	下	32.8	44.8	33.7	34.1
S5－1表					S5－1裏				
上	30.0	24.1	22.5	27.4	上	28.2	25.0	26.7	34.6
下	28.6	33.3	24.8	27.9	下	18.4	37.3	28.2	34.2
S5－2表					S5－2裏				
上	47.6	16.9	25.7	38.9	上	37.0	31.6	27.7	31.0
下	28.8	49.0	38.2	36.3	下	30.0	30.3	33.7	40.0

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	89.0 t	2
下	84.6 t	1

供試体Ｓ１－１

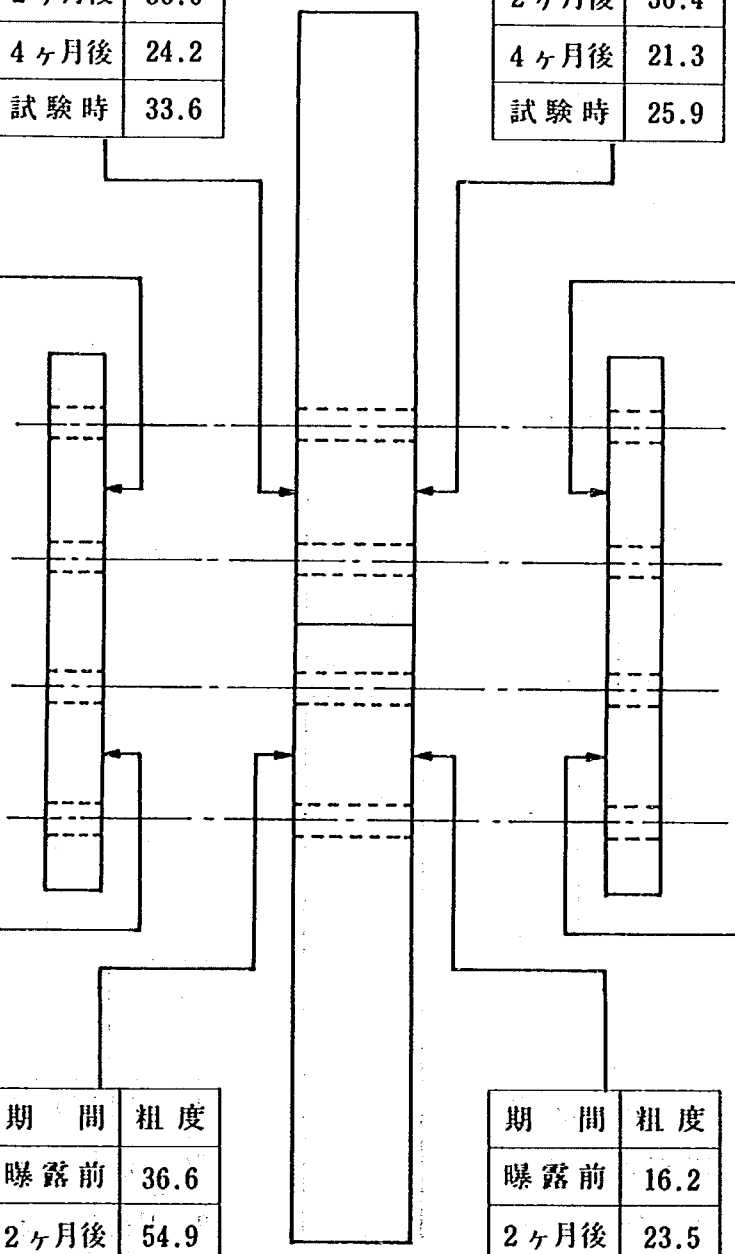
期　間	粗度
曝露前	16.3
2ヶ月後	23.1
4ヶ月後	17.7
試験時	30.0

期　間	粗度
曝露前	26.6
2ヶ月後	36.0
4ヶ月後	24.2
試験時	33.6

上

期　間	粗度
曝露前	22.6
2ヶ月後	36.4
4ヶ月後	21.3
試験時	25.9

期　間	粗度
曝露前	29.0
2ヶ月後	23.1
4ヶ月後	20.3
試験時	25.4



期　間	粗度
曝露前	18.2
2ヶ月後	26.8
4ヶ月後	27.7
試験時	27.0

期　間	粗度
曝露前	36.6
2ヶ月後	54.9
4ヶ月後	46.6
試験時	44.5

下

期　間	粗度
曝露前	16.2
2ヶ月後	23.5
4ヶ月後	17.2
試験時	29.5

期　間	粗度
曝露前	25.6
2ヶ月後	31.5
4ヶ月後	25.7
試験時	27.1

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	91.9 t	2
下	89.3 t	1

供試体Ｓ１－２

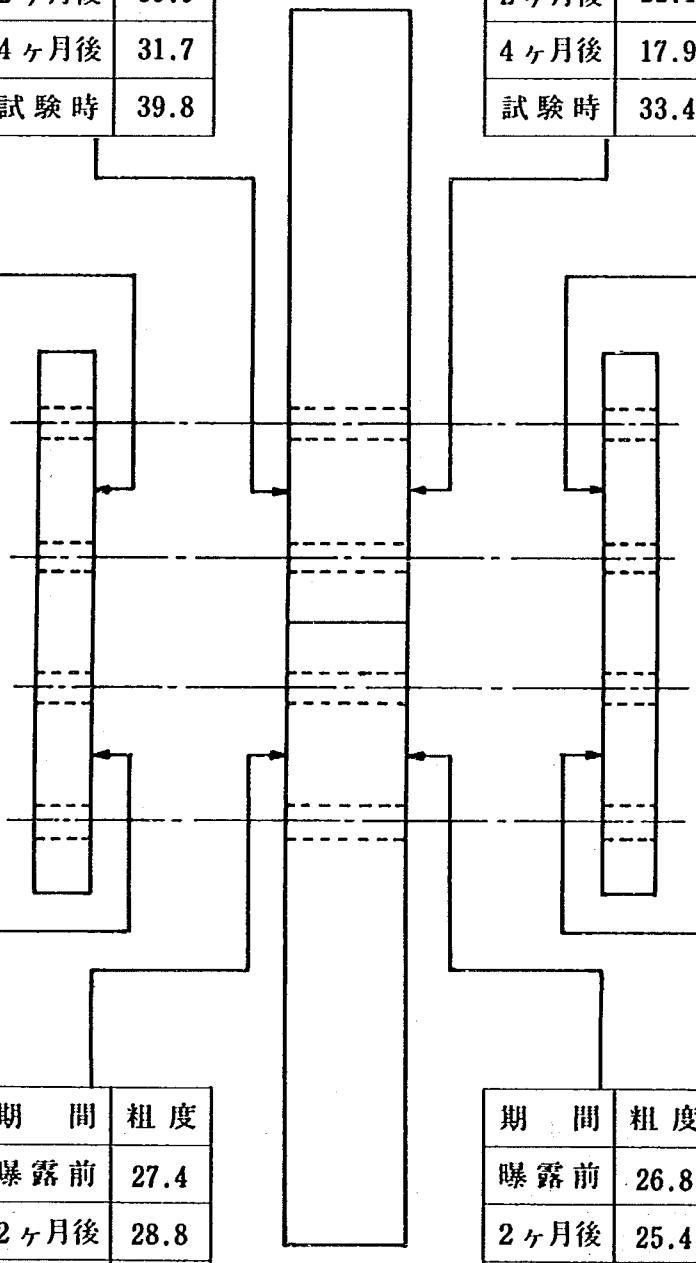
期　間	粗度
曝露前	26.8
2ヶ月後	19.6
4ヶ月後	18.0
試験時	21.4

期　間	粗度
曝露前	33.8
2ヶ月後	39.9
4ヶ月後	31.7
試験時	39.8

上

期　間	粗度
曝露前	20.0
2ヶ月後	22.1
4ヶ月後	17.9
試験時	33.4

期　間	粗度
曝露前	22.6
2ヶ月後	24.8
4ヶ月後	22.4
試験時	23.2



表

裏

期　間	粗度
曝露前	93.0
2ヶ月後	24.4
4ヶ月後	19.4
試験時	21.1

期　間	粗度
曝露前	27.4
2ヶ月後	28.8
4ヶ月後	28.7
試験時	24.7

下

期　間	粗度
曝露前	26.8
2ヶ月後	25.4
4ヶ月後	17.6
試験時	22.2

期　間	粗度
曝露前	23.2
2ヶ月後	24.2
4ヶ月後	17.2
試験時	20.2

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	101.0 t	2
下	92.75 t	1

供試体S２－１

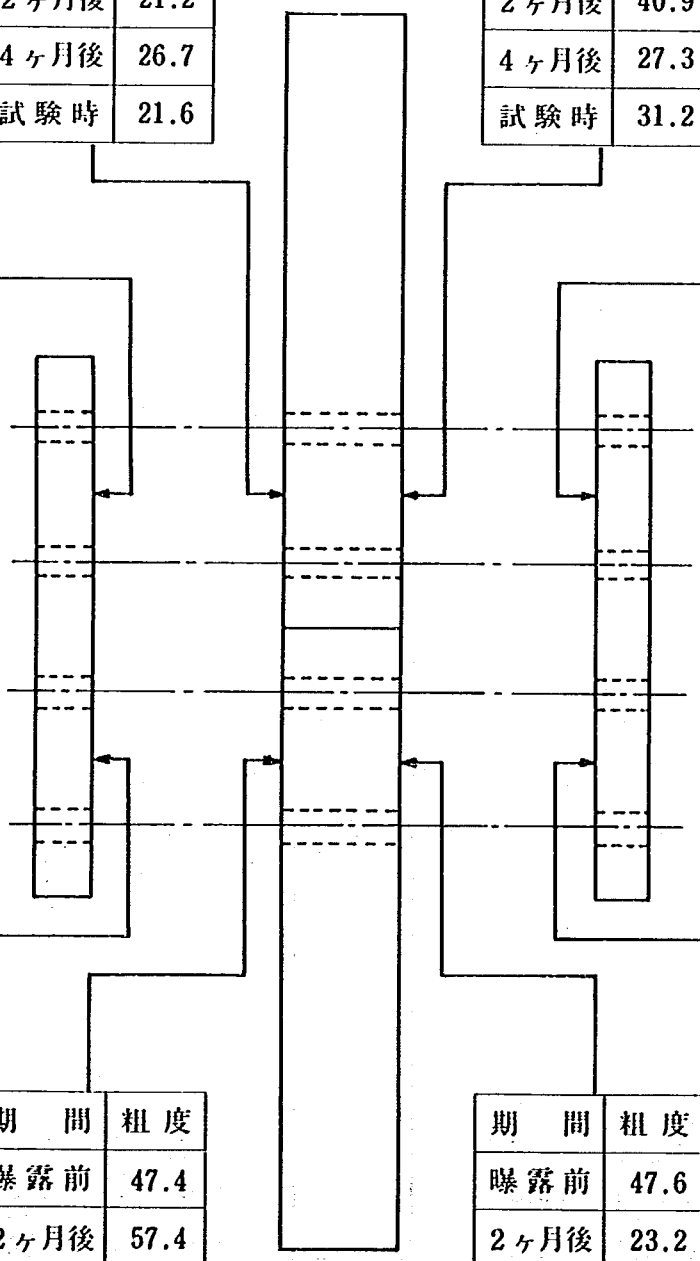
期　間	粗度
曝露前	42.8
2ヶ月後	42.9
4ヶ月後	29.2
試験時	32.2

期　間	粗度
曝露前	23.6
2ヶ月後	21.2
4ヶ月後	26.7
試験時	21.6

上

期　間	粗度
曝露前	25.4
2ヶ月後	40.9
4ヶ月後	27.3
試験時	31.2

期　間	粗度
曝露前	44.6
2ヶ月後	62.1
4ヶ月後	36.4
試験時	40.9



期　間	粗度
曝露前	36.2
2ヶ月後	48.3
4ヶ月後	39.8
試験時	44.2

期　間	粗度
曝露前	47.4
2ヶ月後	57.4
4ヶ月後	31.4
試験時	45.9

期　間	粗度
曝露前	47.6
2ヶ月後	23.2
4ヶ月後	23.1
試験時	22.3

期　間	粗度
曝露前	41.2
2ヶ月後	38.4
4ヶ月後	35.6
試験時	40.8

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	106.8 t	2
下	92.6 t	1

供試体S2 －2

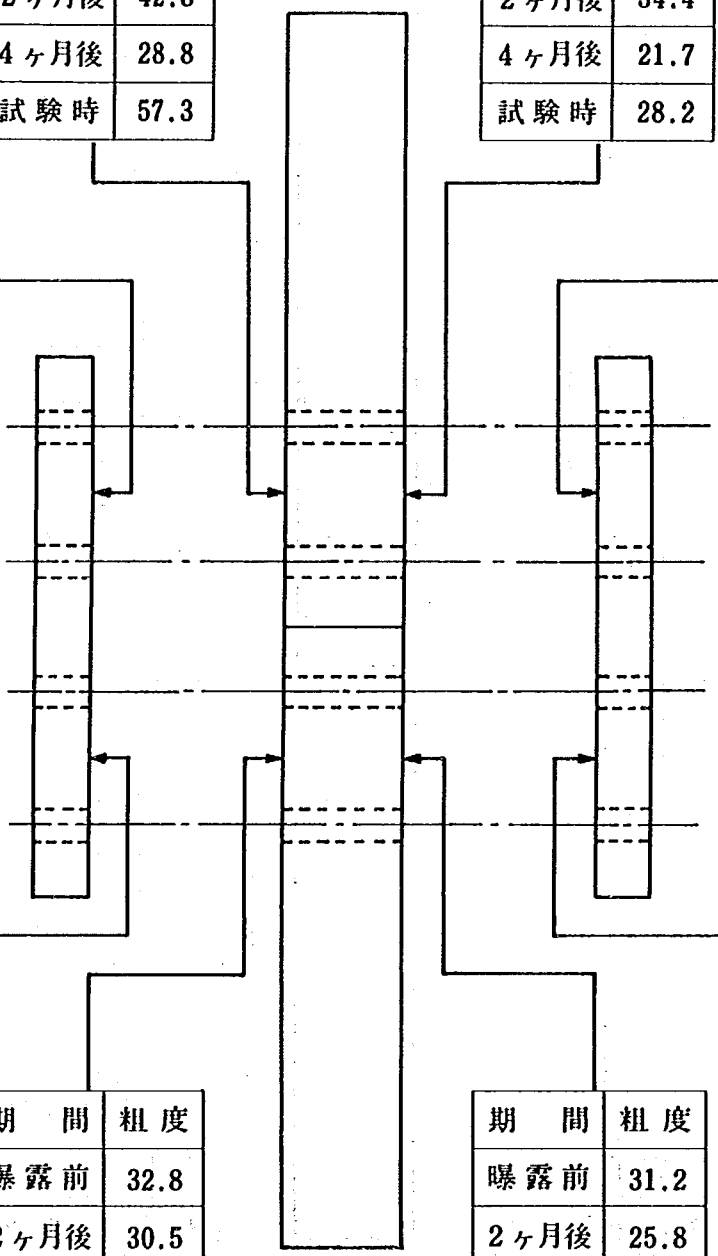
期　間	粗度
曝露前	62.4
2ヶ月後	74.4
4ヶ月後	43.1
試験時	69.5

期　間	粗度
曝露前	34.6
2ヶ月後	42.8
4ヶ月後	28.8
試験時	57.3

上

期　間	粗度
曝露前	14.4
2ヶ月後	34.4
4ヶ月後	21.7
試験時	28.2

期　間	粗度
曝露前	66.2
2ヶ月後	55.4
4ヶ月後	42.5
試験時	50.8



表

裏

期　間	粗度
曝露前	51.2
2ヶ月後	62.1
4ヶ月後	65.8
試験時	67.3

期　間	粗度
曝露前	32.8
2ヶ月後	30.5
4ヶ月後	35.4
試験時	31.4

下

期　間	粗度
曝露前	31.2
2ヶ月後	25.8
4ヶ月後	34.3
試験時	30.3

期　間	粗度
曝露前	42.8
2ヶ月後	61.1
4ヶ月後	46.3
試験時	58.5

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	93.25 t	1
下	100.8 t	2

供試体Ｓ３－１

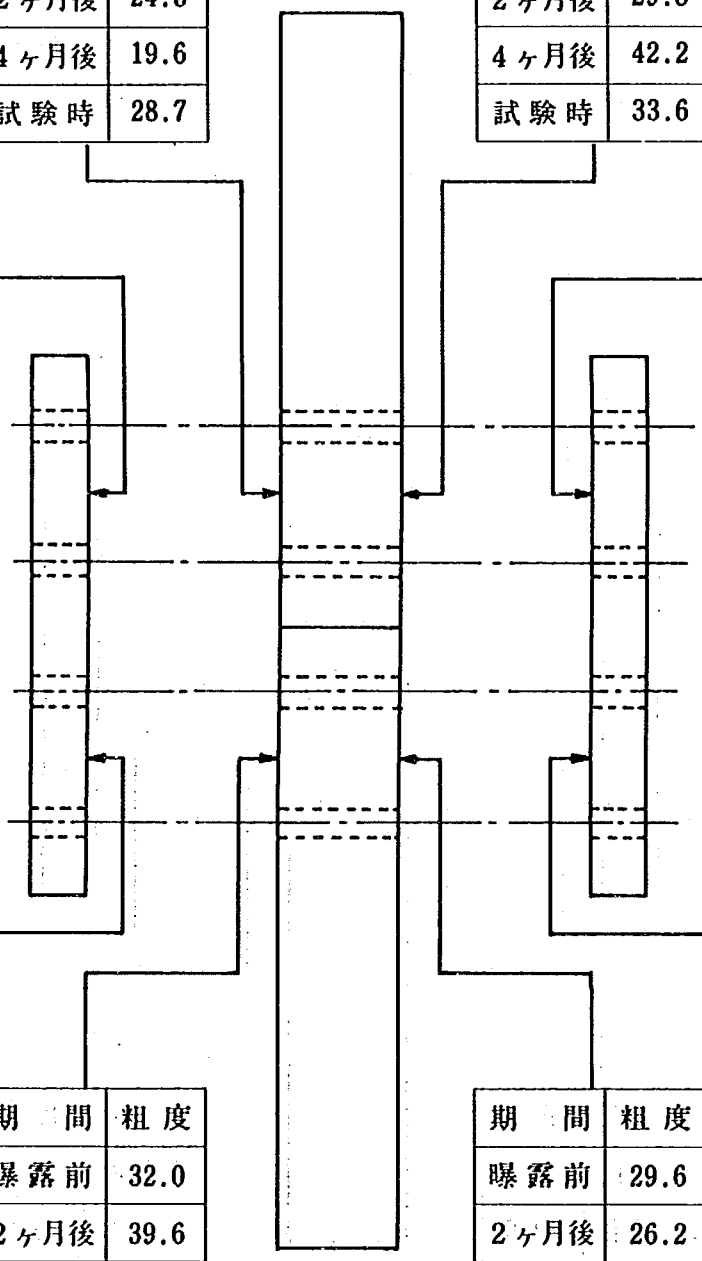
期　間	粗度
曝露前	20.8
2ヶ月後	30.9
4ヶ月後	24.7
試験時	26.0

期　間	粗度
曝露前	18.0
2ヶ月後	24.3
4ヶ月後	19.6
試験時	28.7

上

期　間	粗度
曝露前	21.8
2ヶ月後	29.8
4ヶ月後	42.2
試験時	33.6

期　間	粗度
曝露前	28.0
2ヶ月後	28.7
4ヶ月後	21.7
試験時	28.0



表

裏

期　間	粗度
曝露前	25.4
2ヶ月後	24.9
4ヶ月後	25.4
試験時	22.7

期　間	粗度
曝露前	32.0
2ヶ月後	39.6
4ヶ月後	30.5
試験時	25.4

下

期　間	粗度
曝露前	29.6
2ヶ月後	26.2
4ヶ月後	21.7
試験時	24.3

期　間	粗度
曝露前	26.6
2ヶ月後	24.1
4ヶ月後	19.4
試験時	28.9

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	93.2 t	2
下	92.85 t	1

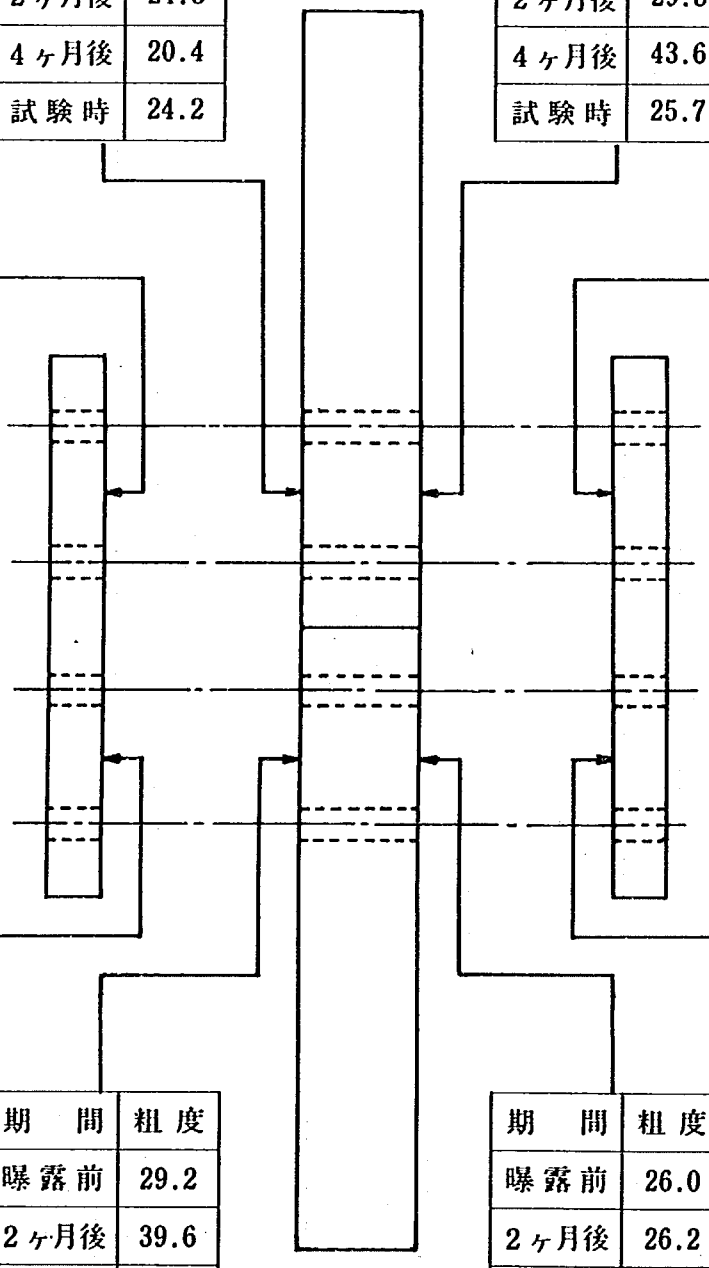
供試体S３－２

期　間	粗度
曝露前	30.8
2ヶ月後	26.6
4ヶ月後	18.4
試験時	22.9

期　間	粗度
曝露前	17.4
2ヶ月後	24.3
4ヶ月後	20.4
試験時	24.2

期　間	粗度
曝露前	30.4
2ヶ月後	29.8
4ヶ月後	43.6
試験時	25.7

期　間	粗度
曝露前	22.8
2ヶ月後	27.8
4ヶ月後	27.0
試験時	25.5



期　間	粗度
曝露前	25.4
2ヶ月後	30.1
4ヶ月後	26.1
試験時	29.4

期　間	粗度
曝露前	29.2
2ヶ月後	39.6
4ヶ月後	31.4
試験時	37.0

期　間	粗度
曝露前	26.0
2ヶ月後	26.2
4ヶ月後	20.8
試験時	23.0

期　間	粗度
曝露前	25.6
2ヶ月後	27.2
4ヶ月後	21.6
試験時	25.7

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	96.5 t	2
下	87.3 t	1

供試体Ｓ４－１

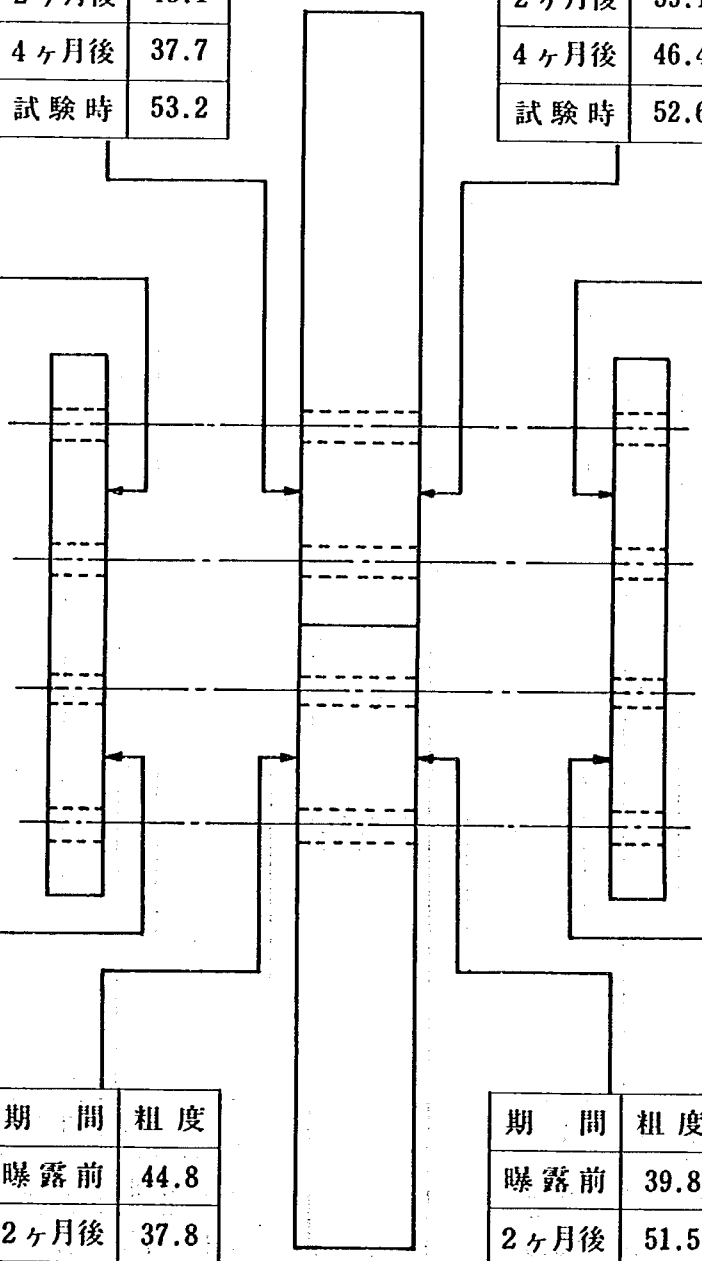
期　間	粗度
曝露前	59.0
2ヶ月後	21.4
4ヶ月後	42.6
試験時	46.8

期　間	粗度
曝露前	39.8
2ヶ月後	45.1
4ヶ月後	37.7
試験時	53.2

上

期　間	粗度
曝露前	53.2
2ヶ月後	55.1
4ヶ月後	46.4
試験時	52.6

期　間	粗度
曝露前	44.8
2ヶ月後	47.6
4ヶ月後	40.1
試験時	45.2



表

裏

期　間	粗度
曝露前	45.2
2ヶ月後	25.0
4ヶ月後	50.2
試験時	53.6

期　間	粗度
曝露前	44.8
2ヶ月後	37.8
4ヶ月後	34.5
試験時	55.1

下

期　間	粗度
曝露前	39.8
2ヶ月後	51.5
4ヶ月後	34.9
試験時	43.5

期　間	粗度
曝露前	37.6
2ヶ月後	48.9
4ヶ月後	45.5
試験時	51.0

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	95.8 t	2
下	90.7 t	1

供試体Ｓ４－２

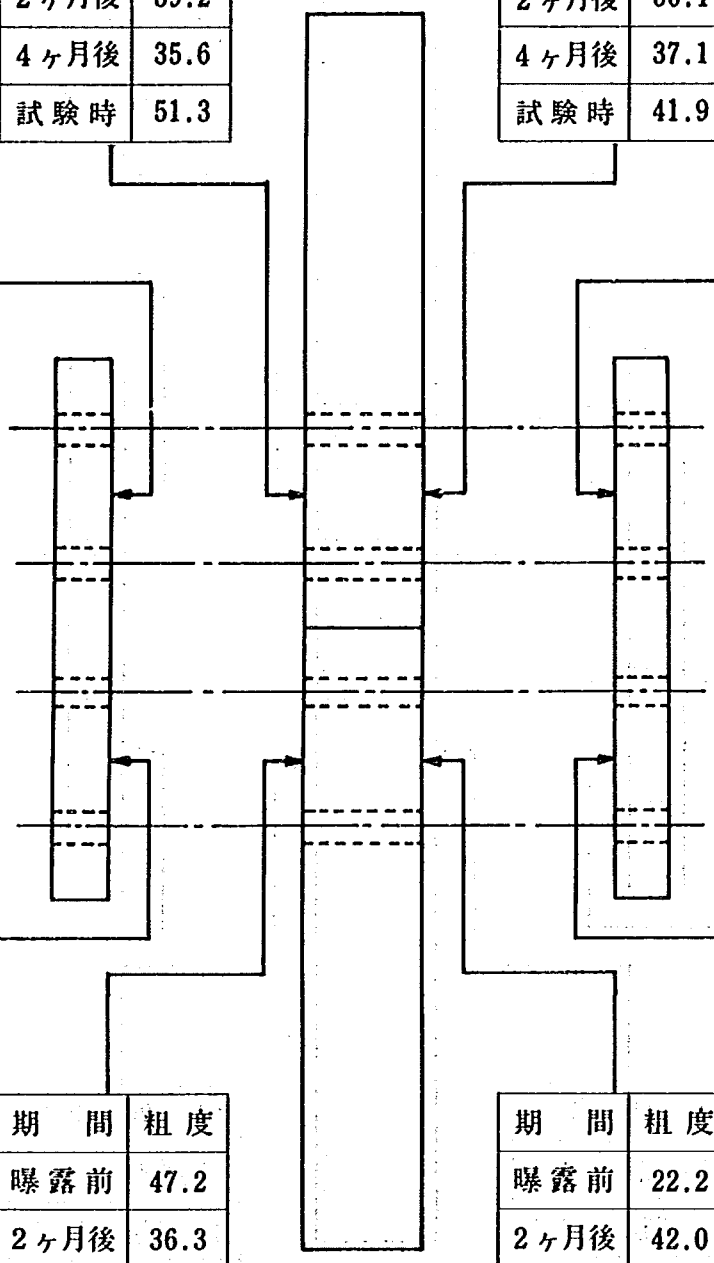
期　間	粗度
曝露前	45.6
2ヶ月後	53.6
4ヶ月後	40.2
試験時	21.6

期　間	粗度
曝露前	16.8
2ヶ月後	39.2
4ヶ月後	35.6
試験時	51.3

上

期　間	粗度
曝露前	44.4
2ヶ月後	50.1
4ヶ月後	37.1
試験時	41.9

期　間	粗度
曝露前	39.4
2ヶ月後	37.7
4ヶ月後	31.5
試験時	40.5



表

裏

期　間	粗度
曝露前	42.8
2ヶ月後	49.5
4ヶ月後	41.8
試験時	43.2

期　間	粗度
曝露前	47.2
2ヶ月後	36.3
4ヶ月後	34.0
試験時	47.8

下

期　間	粗度
曝露前	22.2
2ヶ月後	42.0
4ヶ月後	35.8
試験時	28.4

期　間	粗度
曝露前	32.8
2ヶ月後	44.8
4ヶ月後	33.7
試験時	34.1

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	97.4 t	2
下	96.4 t	1

供試体Ｓ５－１

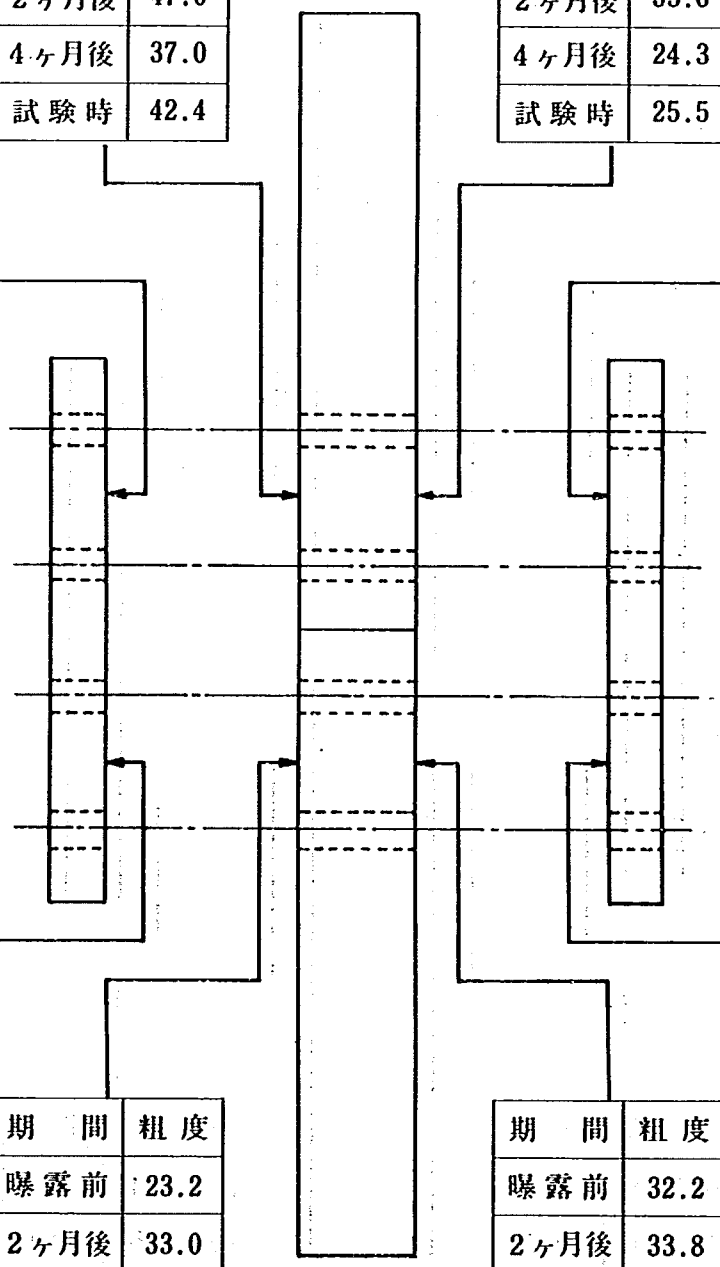
期　間	粗度
曝露前	30.0
2ヶ月後	24.1
4ヶ月後	22.5
試験時	27.4

期　間	粗度
曝露前	28.6
2ヶ月後	47.0
4ヶ月後	37.0
試験時	42.4

上

期　間	粗度
曝露前	27.4
2ヶ月後	33.6
4ヶ月後	24.3
試験時	25.5

期　間	粗度
曝露前	28.2
2ヶ月後	25.0
4ヶ月後	26.7
試験時	34.6



表

裏

期　間	粗度
曝露前	28.6
2ヶ月後	33.3
4ヶ月後	24.8
試験時	27.9

期　間	粗度
曝露前	23.2
2ヶ月後	33.0
4ヶ月後	29.9
試験時	29.3

下

期　間	粗度
曝露前	32.2
2ヶ月後	33.8
4ヶ月後	33.0
試験時	38.9

期　間	粗度
曝露前	18.4
2ヶ月後	37.3
4ヶ月後	28.2
試験時	34.2

摩擦面組合せと平均粗度（$\mu m \cdot Rz$）の対応

	すべり荷重	すべり順序
上	101.8 t	2
下	95.45 t	1

供試体Ｓ５－２

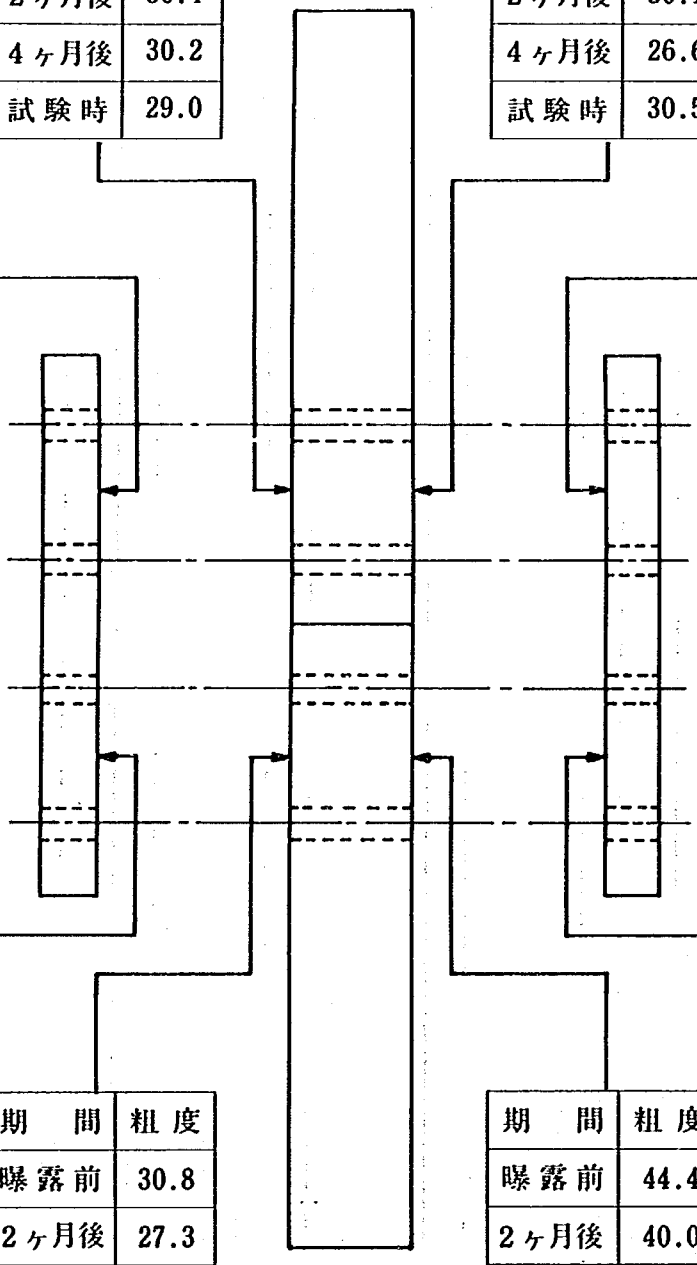
期　間	粗度
曝露前	47.6
2ヶ月後	16.9
4ヶ月後	25.7
試験時	38.9

期　間	粗度
曝露前	24.4
2ヶ月後	30.4
4ヶ月後	30.2
試験時	29.0

上

期　間	粗度
曝露前	30.4
2ヶ月後	30.1
4ヶ月後	26.6
試験時	30.5

期　間	粗度
曝露前	37.0
2ヶ月後	31.6
4ヶ月後	27.7
試験時	31.0



表

裏

期　間	粗度
曝露前	28.8
2ヶ月後	49.0
4ヶ月後	38.2
試験時	36.3

期　間	粗度
曝露前	30.8
2ヶ月後	27.3
4ヶ月後	29.2
試験時	27.0

下

期　間	粗度
曝露前	44.4
2ヶ月後	40.0
4ヶ月後	47.1
試験時	41.8

期　間	粗度
曝露前	30.0
2ヶ月後	30.3
4ヶ月後	33.7
試験時	40.0

高力ボルト摩擦接合継手に関する試験調査
～接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布した継手のすべり耐力等（その1）～

土研資料第2095号
昭和59年3月（1984）

佐伯彰一，宮田年耕
佐藤和徳，田中良樹

要　旨

接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布した高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力とこれに影響を及ぼす因子との関係を明らかにすることを目的として試験を実施した結果の中間報告である。

キーワード：高力ボルト摩擦接合継手，無機ジンクリッチペイント，すべり耐力，すべり係数，ボルト軸力

郵便はがき

四十円切手をはって下さい。

305-□□

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地
建設省土木研究所
橋梁研究室　御中

No. 25

No. 25

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第 2095 号　　部

上記のとおり受領しました。

所　属（住所）

氏　名　　印