

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する 共同研究報告書(XI)

—耐候性高力ボルト暴露試験の第一回及び第二回調査結果—

平成元年 12 月

建設省土木研究所
(社) 鋼材倶楽部
(社) 日本橋梁建設協会

Copyright © (1989) 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。

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する

共同研究報告書(XI)

—耐候性高力ボルト暴露試験の第一回及び第二回調査結果—

建設省土木研究所
(社)鋼材倶楽部
(社)日本橋梁建設協会

要 旨

耐候性高力ボルト暴露試験は、「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究（昭和56年度～平成3年度）」の一環として、昭和59年度より6箇年の計画で実施している。この暴露試験は、無塗装耐候性橋梁の設計・施工上の留意点を検討する際の一資料とするため、化学成分の規格が統一されていない耐候性高力ボルトの軸部のさびの状態を確認するとともに、無塗装の高力ボルト摩擦接合継手における接合面やボルト軸部の状態及びすべり耐力を確認するものである。

本報告は昭和61年度の第一回収収時（暴露2年目）及び昭和63年度の第二回収収時（暴露4年目）において実施した外観観察及びすべり耐力試験の結果についてとりまとめたものである。

キーワード：橋梁，耐候性鋼材，耐候性高力ボルト，摩擦接合継手，暴露試験

ま え が き

本共同研究では、無塗装耐候性橋梁の適用可能な環境条件や設計・施工上留意すべき事項を明らかにするため、長期的な全国暴露試験を含む各種検討を昭和56年度より11箇年にわたって実施している。昭和60年度には、3年間の暴露試験結果をもとに「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書（Ⅷ）—無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（案）—」を作成した。

耐候性高力ボルトの暴露試験はこの共同研究の一環として、昭和59年度より6箇年の計画で実施している。この暴露試験は、無塗装耐候性橋梁の設計・施工上の留意点を検討する際の一資料とするため、化学成分の規格が統一されていない耐候性高力ボルトの軸部のさびの状態を確認するとともに、無塗装の高力ボルト摩擦接合継手における接合面やボルト軸部の状態及びすべり耐力を確認するものである。

本報告は昭和61年度の第一回回収時（暴露2年目）及び昭和63年度の第二回回収時（暴露4年目）において実施した外観観察及びすべり耐力試験の結果についてとりまとめたものである。なお、本暴露試験の調査内容は昭和60年3月に「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書（Ⅶ）—耐候性高力ボルトの暴露試験—」としてとりまとめている。

建設省土木研究所
(社)鋼材倶楽部
(社)日本橋梁建設協会

目 次

まえがき

1. 共同研究の全体計画	1
2. 耐候性高力ボルト暴露試験の概要	8
2.1 目的	8
2.2 実験の種類	8
2.3 供試体	8
2.4 暴露地点	10
2.5 暴露方法	10
2.6 供試体回収後の調査	10
3. 暴露2年目及び暴露4年目の結果	18
3.1 さびの状態（供試体A, B）	19
3.1.1 つくば市（田園部）に暴露した供試体	19
3.1.2 新潟市（海岸部）に暴露した供試体	21
3.1.3 暴露条件とさびの状態	23
3.2 さびの状態とすべり耐力（供試体C）	24
あとながき	37
耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究委員会の委員名簿	40
耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究委員会の審議経過	46
付属資料 暴露2年目の耐候性高力ボルト軸径測定結果	49

1. 共同研究の全体計画

本共同研究では、耐候性橋梁の適用可能地域、設計・施工上の留意点及び維持管理上の留意点を明らかにするため、表－1.1に示す種々の暴露試験を実施している。表－1.2に共同研究のスケジュールを示す。また、図－1.1に全国の暴露地点を示し、表－1.3にその暴露地点の一覧表を示す。これらの暴露試験の中間結果は表－1.6に示すように逐次報告書にとりまとめている。昭和60年度には、3年間の暴露試験の結果をもとに「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（案）」（昭和61年3月）を作成した。さらにその設計・施工要領（案）を充実させるために、共同研究を継続している。

また、これらの調査研究を進めるにあたり、共同研究の実施機関である建設省土木研究所、（社）鋼材倶楽部及び（社）日本橋梁建設協会の各担当者による耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究連絡会、ならびに作業グループとしてさび分析幹事会及び耐候性橋梁幹事会を設置して（図－1.2，表－1.5参照），調査内容及び調査結果の審議を行っている。さらに、学識経験者、建設省等直轄道路管理者、道路関係四公団の関係者を交えた「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究委員会」を1年に1回程度開催して、年度毎の調査結果の報告、審議、情報交換等を行っている。巻末に「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究委員会」の委員名簿及び第1回～第7回までの審議経過を示す。

表－1.1 暴露試験の概要

暴露試験の種類	目 的	暴 露 方 法							調査項目	備 考
		期 間	調査(回収)年度	調査地点数 ¹⁾	設置箇所	暴露方向	試験片鋼種 ²⁾	そ の 他		
(1)全国暴露試験	耐候性鋼材の適用可能区域を明確にするとともに、耐候性鋼材表面に安定さびが形成されたか否かを判定する手法を確立する。	昭56～65年	暴露後1, 3, 5, 7, 9年目	全国41箇所	橋梁の下フランジ間	鉛直, 水平	A～E	1枚の試験片の寸法 100×150×8(mm)	腐食量の測定 化学分析 外観調査	詳細は報告書 (I)を参照
(2)部位別暴露試験	設計・施工上の留意点を検討する際の一資料とするため耐候性鋼材のさびの発生状況が橋梁の部位によってどう異なるかを明確にする。	"	暴露後5, 7, 9年目	(1)のうちの3箇所	橋梁の高欄付近あるいは外げた下フランジ部	"	"	"	"	"
(3)大型暴露試験	(2)と同じ。なお、同時に(1)、(4)の調査と比較するため、大型試験体内部に(1)と同様の小型試験片(B鋼種のみ)および(4)と同様の溶接継手暴露試験片を暴露する。	昭57～65年	暴露後4, 8年目	信濃川沿いの3箇所	庁舎屋上、また、内部試験片は橋梁下フランジに相当する部位	"	B	大型試験体寸法 W 2200×H 1000× L 2100(mm)	外観調査 ただし小型試験片は(1)と同じ	"
(4)溶接継手暴露試験	設計・施工上の留意点を検討する際の一資料とするため、耐候性鋼材の溶接継手のさびの安定化状況を把握する。	"	" ³⁾	(1)のうちの10箇所および(3)の内部の計13箇所	(1)と同じ	"	B ただし、溶接棒はD W50相当品を使用	1枚の試験片寸法は(1)と同じ。 溶接部の余盛有と余盛無の2種類がある。	外観調査	"
(5)耐候性高力ボルト暴露試験	設計・施工上の留意点を検討する際の一資料とするためA～Cの3種の試験を行う。 A：耐候性高力ボルトのさびの状況を組成の違いによる影響も含めて把握する。 B：母材、連結板間の肌すきと高力ボルトおよび摩擦接合面の腐食との関係を明確にする。 C：耐候性高力ボルトによる摩擦接合継手のすべり耐力を確認するとともに、肌すきがすべり耐力に与える影響を明確にする。	昭59～65年	暴露後2, 4, 6年目 " "	新潟および筑波の2箇所 " 筑波のみ1箇所	橋梁の下フランジ。ただし、新潟はそれに類似する暴露架台に設置 "	水 平 鉛直, 水平 "	ボルトメーカー6社のも のを使用 ボルトは1社 のものを使用 板はB鋼種 "	いずれもF10T, M22 — 降水有, 降水無の2種類がある。 寸法250×410×44mm " 寸法100×900×66mm	ボルト軸径測定 外観調査Aと同じ すべり耐力試験 ボルト軸径測定 外観調査	詳細は報告書 (VII)を参照
(6)表面処理暴露試験 ⁵⁾	耐候性鋼材にさびの安定化を促進させる表面処理を施した場合の効果を見る。	昭56～65年	暴露後5, 7, 9年目	(1)、(2)と同じ	(1)、(2)と同じ	鉛直, 水平	F～I 板は全てBと同じ鋼種であるが、表面処理によって分類している。	大きさは(1)と同じ	外観調査	(1)と同じ

注 1) 調査地点は図－1.1 参照。

2) 試験片鋼種 A～I は表－1.4 参照。

3) 大型試験体内部に設置した試験片は当初、暴露後2, 4, 6, 8年目に回収することとしていたが、2年目の調査は中止した。

4) 耐候性高力ボルトはまだJIS化されていないので各社各様である。

5) 現在本共同研究の最終的な目標とする「耐候性橋梁設計施工要領」の作成をすすめているが、表面処理に関しては取り扱わない方針としている。

表－1.2 共同研究のスケジュール

項 目 \ 年 度	昭和 56	57	58	59	60	61	62	63	平成 元	2	3	備 考
暴 露 試 験												
全 国 暴 露 試 験	①	② ③ 第1回回収 (1年目)		④ ⑤ 第2回回収 (3年目)		⑥ ⑦ 第3回回収 (5年目)		⑧ ⑨ 第4回回収 (7年目)		第5回回収 (9年目)		予備試験片あり
部 位 別 暴 露 試 験	①					第1回回収		第2回回収				予備試験片を61年度分 とした。
大 型 暴 露 試 験												
大 型 試 験 体		①	第1回観察		第2回観察		第3回観察			回収		
小 型 試 験 片						第1回回収				第2回回収		
溶 接 継 手 暴 露 試 験						第1回回収				第2回回収		
耐候性高力ボルト暴露試験												
A 試験片(ボルト暴露)				⑥		第1回回収		第2回回収		第3回回収		予備試験片あり
B 試験片(継手暴露)						第1回回収		第2回回収		第3回回収		予備試験片あり
C 試験片(すべり耐力)				初期すべり 耐力試験		第1回回収		第2回回収		第3回回収		予備試験片あり
表 面 処 理 暴 露 試 験	①					第1回回収				第2回回収		予備試験片あり
環境条件調査(NaCl, SO ₃)		全国41箇所 ^{*1} 新潟3箇所 ^{*2}		④		塩分拭取調査 全国41箇所	凍結防止剤の影響調査 関ヶ原付近29箇所					^{*1} 全国暴露試験関連 ^{*2} 大型暴露試験関連
設計・施工要領の作成				設計・施工要領(案)の作成(昭和61.3)	⑦		トラス等他橋種への適用の検討 適用可能地域の検討					
点 検 要 領 の 作 成										維持管理に関する検討		

○内番号は各調査に関連する共同研究報告書の番号を示す。①, ⑥は調査概要。(報告書については表-1.6 参照)

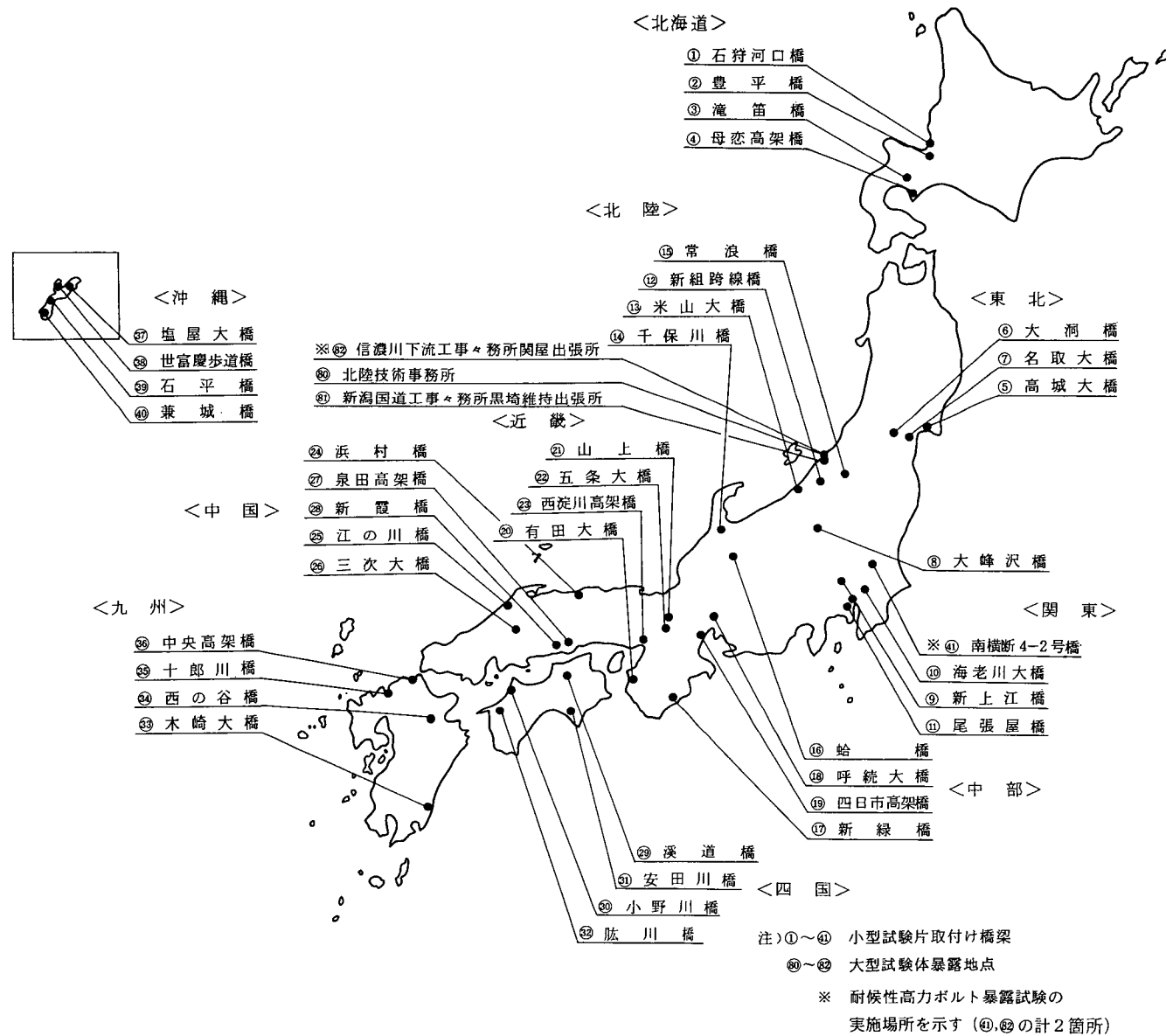


図- 1.1 耐候性鋼材暴露試験実施場所

表-1.3 暴露試験実施場所一覧表

	番号	橋 梁 名	設 置 場 所	環 境 条 件 ¹⁾	飛 来 塩 分 量 ²⁾ (mg NaCl / 100 cm ² / day)	亜硫酸ガス濃度 ²⁾ (mg SO ₂ / 100 cm ² / day)	海岸線からの距離 (km)	暴 露 試 験 の 種 類 ³⁾						番号
								全 国	部位別	大 型	溶接継手	高力ボルト	表面処理 ⁴⁾	
北海道	1	石狩河口橋	国道231号 石狩町地区	石狩湾に面し海岸部	0.396	0.067	1.5	○					○	1
	2	豊平橋	国道36号 札幌市地区	札幌市内・都市部	0.029	0.079	15.0	○					○	2
	3	滝笛橋	国道276号 千歳市地区	支笏湖側・山間部	0.042	0.000	40.0	○			○		○	3
	4	母恋高架橋	国道36号 室蘭市地区	室蘭市内・工業地帯太平洋岸	0.148	0.036	1.5	○					△	4
東北	5	高城大橋	国道45号 松島町地区	松島湾に面し海岸部	0.167	0.005	1.4	○					○	5
	6	大洞橋	国道48号 東根市地区	宮城一山形県境近く・山間部	0.013	0.002	45.0	○			○		○	6
	7	名取川歩道橋	国道4号 仙台市地区	仙台市内・都市部	0.057	0.026	8.0	○					△	7
	8	大峰沢橋	国道17号 利根郡新治村地区	三国峠側・山間部	0.009	0.001	155.0	○					△	8
関東	9	新上江橋	国道16号 大宮市地区	大宮市内・田圃部	0.079	0.052	35.0	○					△	9
	10	海老川大橋	国道357号 船橋市地区	東京湾に面し工業地帯	0.185	0.140	0.0	○			○		○	10
	11	尾張屋橋	国道16号 横浜市地区	横浜市内・都市部	0.027	0.067	2.0	○			○		○	11
	12	新組跨線橋	国道8号 長岡市地区	長岡市内・都市部	0.179	0.050	15.0	○					○	12
北陸	13	米山大橋	国道8号 柏崎市地区	日本海に面し海岸部(塩害問題)	0.681	0.023	0.3	○	○		○		○	13
	14	千保川橋	国道8号 高岡市地区	高岡市内・工業地帯	0.083	0.063	6.0	○					△	14
	15	常浪橋	国道49号 津川町地区	新潟一福島県境近く・山間部	0.024	0.003	43.0	○					△	15
	16	給橋	国道41号 古川町地区	高山附近・山間部	0.026	0.030	57.0	○					△	16
中部	17	新緑橋	国道42号 御浜町地区	熊野灘に面し海岸部	0.296	0.019	0.2	○					○	17
	18	呼統大橋	国道1号 名古屋市地区	名古屋市内・都市部	0.031	0.268	4.0	○					△	18
	19	四日市高架橋	国道23号 四日市市地区	四日市市・工業地帯	0.082	0.109	1.6	○					△	19
	20	有田大橋	国道42号 有田バイパス	紀伊水道に面し海岸部	0.156	0.099	1.8	○					△	20
近畿	21	山上橋	国道161号 大津市地区	琵琶湖近く・山間部	0.022	0.027	52.0	○					○	21
	22	五条大橋	国道1号 京都市地区	京都市内・都市部	0.040	0.036	48.0	○					○	22
	23	西淀川高架橋	国道43号 大阪市地区	大阪市・工業地帯	0.152	0.245	2.0	○			○		○	23
	24	浜村橋	国道9号 気高郡宝木地区	山陰・日本海に面し海岸部	1.712	0.028	0.1	○	○		○		○	24
中国	25	江の川橋	国道9号 江津市地区	"	0.104	0.065	1.0	○					△	25
	26	三次大橋	国道54号 三次市地区	三次市附近・山間部	0.043	0.010	56.0	○					△	26
	27	泉田高架橋	国道2号 岡山市地区	岡山市内・都市部	0.105	0.242	4.7	○					△	27
	28	新霞橋	国道2号 倉敷市地区	倉敷市・工業地帯	0.041	0.071	4.0	○					○	28
四国	29	溪道橋	国道32号	香川一徳島県境近く・山間部	0.005	0.018	15.0	○					○	29
	30	小野川橋	国道33号 松山市地区	松山市内・都市部	0.036	0.071	7.6	○					○	30
	31	安田川橋	国道55号 安田町地区	土佐湾に面し海岸部	0.462	0.033	0.1	○			○		△	31
	32	肱川橋	国道56号 大州市地区	大州盆地内・きわめて多湿	0.031	0.015	13.0	○					△	32
九州	33	木崎大橋	国道220号 宮崎市地区	日向灘に面し海岸部	0.355	0.036	0.8	○					△	33
	34	西の谷橋	国道210号 玖珠郡隈原地区	大分県・山間部	0.024	0.013	24.0	○			○		△	34
	35	十郎川橋	国道202号 福岡市地区	福岡市近郊・都市部	0.159	0.032	1.8	○					△	35
	36	中央高架橋	国道3号 北九州市地区	北九州市・工業地帯	0.034	0.118	4.5	○					△	36
沖縄	37	塩屋大橋	国道58号	塩屋湾に面し海岸部	1.127	0.001	0.0	○	○		○		○	37
	38	世富慶歩道橋	国道58号 名護市地区	名護湾に面し海岸部	0.362	0.059	0.3	○					△	38
	39	石平橋	国道330号 沖縄市地区	南部・山間部	0.128	0.004	2.8	○					○	39
	40	兼城橋	国道329号	"	0.113	0.002	3.5	○					△	40
※土研	41	南横断4-2号橋	土木研究所内道路	筑波田圃部	0.018	0.023	45.0	○				○	○	41
北陸	80	事務所屋上	北陸技術事務所	信濃川沿い(海岸から4 km)	0.200	0.035	4.0			○	○			80
	81	出張所屋上	新潟国道工事事務所黒崎出張所	信濃川沿い(海岸から6 km)	0.145	0.045	6.0			○	○			81
	82	出張所屋上	信濃川下流工事事務所関屋出張所	信濃川沿い(海岸から0.2 km)	1.116	0.026	0.2			○	○	○ ⁵⁾		82

注意事項 1) 各事務所の担当者の申告による。

2) 年平均値を示す。捕集面積はJIS Z 2381 ガーゼ法で200 cm²にすることとしているが、ここに示す値は捕集面積100 cm²として計算している。

3) 各暴露試験の内容は表-1.1参照

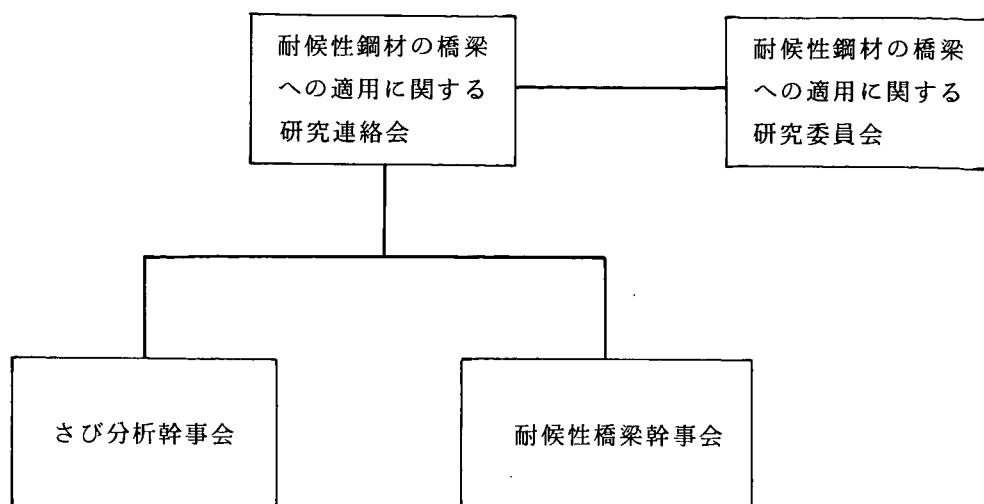
4) 表面処理の種類によってF~I鋼種に分類しており、○印はF, G鋼種の2種を、△印はH, I鋼種の2種を暴露していることをそれぞれ表す。

5) 暴露位置は出張所の屋上ではなく、出張所のそばに架台を設け、それに取付けている。またA, B試験片のみである。

※：耐候性高力ボルト暴露試験の実施場所

表 - 1. 4 暴露試験片化学成分含有量

符号	表 面	鋼 種	化 学 成 分 (wt%)									概 要
			C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Nb	
A	裸	SM50	0.17	0.32	1.39	0.016	0.012	—	—	—	—	普通鋼の比較材 Ceq = 0.41
B	裸	SMA50AW 〔中央値狙い〕	0.12	0.39	0.90	0.008	0.006	0.36	0.61	0.22	0.014	新 JIS ; 化学成分の中央値 Ceq = 0.41
C	裸	SMA50AW 〔下限値狙い〕	0.11	0.20	0.68	0.014	0.010	0.30	0.51	0.13	—	新 JIS ; 化学成分の下限値 Ceq = 0.34
D	裸	P-Cu-Cr-Ni	0.06	0.36	1.26	0.091	0.006	0.34	0.35	0.30	Ti; 0.015 V; 0.05	JIS G 3144 「溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材」の「P」を 0.070 ~ 0.150 % として耐候性能の向上を計り、同時に溶接性、靱性および溶接継手性能改善のため、「C」を 0.08 % 以下とし、「Ti」を 0.005 ~ 0.05 % 添加した溶接構造用高リン型耐候性鋼板。 Ceq = 0.37
E	裸	P-Cu	0.06	0.53	1.42	0.085	0.004	0.32	—	—	0.02 Ti; 0.02	高「P」系の耐候性の効果に着目して、しかも、海塩粒子の多い環境（洋上部、飛沫部、多湿部）での腐食や海水中における孔食に対して耐食性を向上させたもの。溶接性を改善するため、「C」= 0.10 % 以下と低炭素系にしている。 Ceq = 0.32
F	表面処理 (ウェザーコート法)	SMA50AW 〔中央値狙い〕	0.11	0.34	0.85	0.016	0.009	0.35	0.56	0.14	V; 0.05	ウェザーコート 1000 とプレパレンの被膜の 2 層からなり、ウェザーコート 1000 被膜は耐候性鋼表面を化成処理（化学反応）し、生成した複合リン酸塩を主成分とする結晶性無機質の被膜。プレパレン被膜はウェザーコート 1000 被膜の上に吹付、又は塗布した多孔質の有機皮膜（アクリル樹脂）で、通気、通水性に富む。 Ceq = 0.38
G	表面処理 (NKコート)	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	SO ₄ ²⁺ , Cl ⁻ 等腐蝕性イオンを吸着する上塗層と鉄イオンを被膜中に閉じ込めて、錆汁の流出を防止する下塗層からなり、ジョップ・プライマーと同様に処理が出来る施工性の良い錆安定化処理剤。
H	表面処理 (N 処理)	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	N 処理による生成被膜は、N プライマー及び N 上塗りの 2 層からなり、いずれも吹付又は塗布作業による。N プライマーは被膜中のリン酸などを含有し、ウォッシュプライマーに近い組成のもので、N 上塗りはアクリル樹脂塗料。
I	表面処理 (RSコート)	“	“	“	“	“	“	“	“	“	“	処理被膜は 1 層からなり、ウレタン樹脂塗料に添加物を加えて、鉄イオンを被膜中に吸い上げ、錆汁の流出を防止し、錆安定化する。チョコレート色。



図－1.2 共同研究の組織図

表－1.5 幹事会の作業分担

幹 事 会 名	作 業 内 容
さび分析幹事会	各暴露試験の化学分析 各暴露試験の重量分析
耐候性橋梁幹事会	耐候性鋼材を橋梁に適用する際の問題点の検討

表－1.6 「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書」のリスト

通し番号	サ ブ タ イ ト ル	作成年月	土木研究所における刊行物としての登録番号	登録年月
I	—	S.58.11	土木研究所資料 1835号	S.57. 4
II	暴露試験片の第一回化学分析調査結果	S.59. 3	共同研究報告書 第7号	S.63. 1
III	暴露試験片の第一回腐食量調査結果	S.59. 3	土木研究所資料 1984号	S.58. 3
IV	環境条件調査結果	S.60. 3	共同研究報告書 第8号	S.63. 1
V	暴露試験片の第二回化学分析調査結果	S.63. 1	共同研究報告書 第9号	S.63. 1
VI	暴露試験片の第二回腐食量調査結果	S.61. 3	共同研究報告書 第10号	S.63. 1
VII	耐候性高力ボルトの暴露試験	S.60. 3	共同研究報告書 第11号	S.63. 1
VIII	無塗装耐候性橋梁の設計施工要領(案)	S.61. 3	共同研究報告書 第12号	S.63. 1
IX	暴露試験片の第三回及び第四回化学分析調査結果	H. 1.12	共同研究報告書 第33号	H. 1.12
X	暴露試験片の第三回及び第四回腐食量調査結果	H. 1.12	共同研究報告書 第30号	H. 1.12
XI	耐候性高力ボルト暴露試験の第一回及び第二回調査結果	H. 1.12	共同研究報告書 第34号	H. 1.12
XII	暴露試験片の写真集	H. 1.12	共同研究報告書 第35号	H. 1.12

- 注 1) I、Ⅲは、土木研究所資料として印刷、ただし、Iのタイトルは「耐候性鋼材の全国暴露試験」
 2) 1)の印刷以降、I～Ⅶを土木研究所の登録番号なしで逐次印刷
 3) 昭和62年2月に土木研究所において共同研究報告書の様式が制定されたのに伴い、Ⅱ、Ⅳ～Ⅶを共同研究報告書として印刷
 4) IX以降は、共同研究報告書として印刷

2. 耐候性高力ボルト暴露試験の概要

この章では、耐候性高力ボルト暴露試験の概要を述べる。なお、本暴露試験の調査内容は昭和60年3月に「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書（Ⅶ）－耐候性高力ボルトの暴露試験－」としてとりまとめている。

2.1 目 的

本暴露試験では、無塗装耐候性橋梁の設計施工上の留意点を検討する際の一資料とするため、次の点について確認する。

- ① 耐候性高力ボルトについては、現在統一された化学成分規定が定められていないこともあって、各社の耐候性高力ボルトはそれぞれ異なる化学成分で製作、市販されている。このことから、化学成分の異なる各社の耐候性高力ボルトの軸部のさびの状態を確認する。
- ② 耐候性鋼板及び耐候性高力ボルトを用いた高力ボルト摩擦接合継手を無塗装とした場合における、高力ボルト、ナットの外面のさびの状態、接合面やボルト軸部などの内面のさびの状態、並びにすべり耐力を確認する。

2.2 実験の種類

2.1に示す目的から、次に示すA～Cの3種類の暴露試験を行う。

A；現在市販されている6社の耐候性高力ボルトを耐候性鋼板に締め付けた状態で暴露する。暴露後、鋼板からボルトを取り外して、ボルトの軸部のさびの状態を確認する。

B；耐候性高力ボルトと耐候性鋼板からなる摩擦接合継手の供試体を暴露する。暴露後、外面のさびの状態を確認するとともに、ボルトを取り外して接合面やボルト軸部のさびの状態を確認する。

C；Bと同様に耐候性高力ボルトと耐候性鋼板からなる摩擦接合継手の供試体を暴露する。暴露後、すべり耐力試験を行う。

2.3 供試体

2.3.1 供試体の種類および形状寸法

供試体は、ブラスト処理した耐候性鋼板(SMA50W)と摩擦接合に用いる耐候性高力ボルト(M22, F10TW, ここにF10TはJISに基づく機械的性質を表わし、Wは耐候性高力ボルトとして化学成分を調整していることを表わす)を用いて製作した継手の部分模型である。

供試体の形状寸法を実験の種類別に図－2.1に示す。また、各供試体に使用したボルトの長さの一覧表を表－2.1に示す。供試体は2.2の実験の種類A～Cにそれぞれ対応させて、供試体A～Cまでの3種類がある。

供試体A；現在市販されている6社の耐候性高力ボルトを締め付軸力を導入した状態で暴露するものであ

る。6社それぞれの耐候性高力ボルトの化学成分を表－2.2に示す。参考までに、塗装橋梁で使用されている摩擦接合用高力ボルトの化学成分を表－2.3に示す。耐候性高力ボルトと同様に化学成分に関するJIS等の規格はないため、ここではそれぞれのボルトメーカーにおける社内規格を示している。

供試体B；板厚2.3mmのスペーサーをはさんで、人工的に接合面に肌すきを生じさせた供試体（肌すきありの供試体）と、肌すきなしの供試体を製作した。接合面の肌すきの程度は、同じスペーサーを使用しても添接板の板厚によって異なることが予想されるので、添接板の板厚が9mm，22mmの2種の肌すきありの供試体を製作した。

B－1：肌すきなし

B－2：肌すきあり，母材板厚9mm

B－3：肌すきあり，母材板厚22mm

供試体C；暴露後，すべり耐力を確認するための摩擦接合継手供試体である。供試体Cでは2枚の母材の板厚をそれぞれ22mm，20mmとして，2mmの肌すきを設けた供試体（肌すきあり）と，肌すきなしの供試体を製作した。

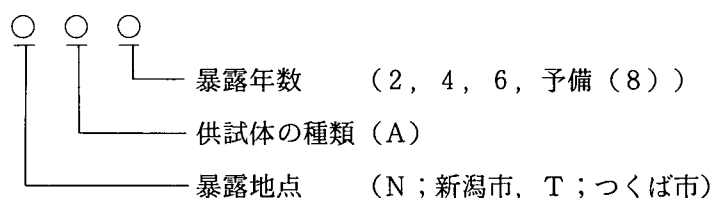
C－1：肌すきなし

C－2：肌すきあり

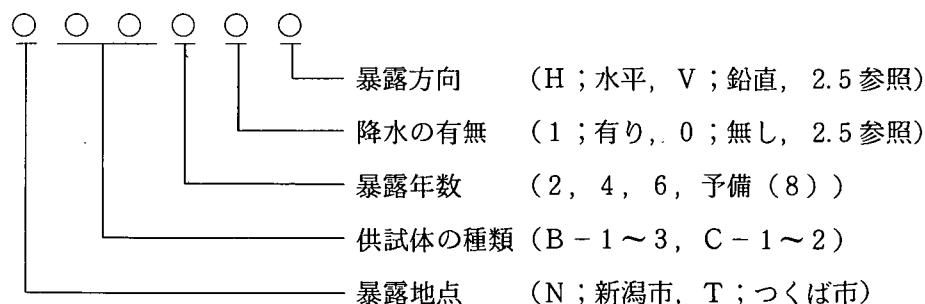
なお，供試体B，Cに用いる耐候性高力ボルトは任意の1社のものとし，ここではA社の耐候性高力ボルトを用いた。

2.3.2 供試体番号

供試体Aには3けたの英数字で供試体番号が記入されており，各けたの意味は次のとおりである。



供試体B，Cには，6けたの英数字で供試体番号が記入されており，各けたの意味は次のとおりである。



各供試体におけるボルト番号とボルトの位置関係は図－2.2のとおりである。

2.3.3 ボルトの締め付け

供試体A, Bのボルトの締め付けは、電動ナットランナーを用いてトルク法で行った。電動ナットランナーは、使用前に軸力計を用いて検定を行った。供試体Cはボルト頭部にひずみゲージを貼り付けて軸力管理を行った。すなわち、軸力計を用いて各ボルトの所定軸力導入時のひずみ値を記録した後、各ボルトを供試体にセットし、所定軸力導入時のひずみ値が検出されるまで締め付けた¹⁾。

なお、ボルトの導入軸力は、「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編（（社）日本道路協会、昭和55年2月）」に従って、各供試体とも設計ボルト軸力の10%増しの22.5 tonとした。

2.4 暴露地点

飛来塩分量の多い⁵⁾海岸部と、飛来塩分量も亜硫酸ガス量も少ない⁵⁾田園部の2箇所に暴露した。海岸部の暴露地点として、新潟市内にある信濃川下流工事事務所関屋出張所（海岸線から200m）、田園部の暴露地点として茨城県つくば市にある土木研究所構内の南横断4-2号橋（海岸線から44km）を選定した。（図-1.1, 表-1.3参照）ただし、供試体Cはつくば市のみに暴露した。

2.5 暴露方法

暴露試験の開始時期および供試体回収時期は表-1.2に示した通りである。回収は暴露2年目（昭和61年度）、4年目（昭和63年度）、6年目（平成2年度）にそれぞれ行い、外観観察及びすべり耐力試験を行う。

表-2.4に供試体の暴露条件と数量を示す。

各供試体の暴露方法は次の通りである。

供試体A； 降水のない条件で、かつ母材が水平になる条件でのみ暴露する。

供試体B； 降水のある条件と降水のない条件それぞれに対して鉛直、水平の2方向に暴露する。

供試体C； 供試体Bと同じ。ただし、供試体Cはつくば市（田園部）のみに暴露試験を行うこととした。

供試体は、専用の取付架台を製作して、その架台にボルト止めした。降水のない条件で暴露を行う供試体については、つくば市土木研究所構内で暴露する場合は南横断4-2号橋の外げたと内げたの下フランジ間に、新潟市関屋出張所構内で暴露する場合は屋根つきの架台に供試体を設置した。

図-2.3～2.4に供試体の取付位置を示す。また、写真-2.1～2.2に供試体の暴露状況を示す。供試体等製作図については文献2)を参照されたい。

2.6 供試体回収後の調査

回収した各供試体の調査項目を表-2.5に示す。

2.6.1 ボルト軸径の測定

ボルト軸径の測定はノギスを用いて行った。ボルト軸径の測定位置を図-2.5に示す。

ただし、ボルト軸径の測定は暴露前及び暴露2年目のみ行った。

2.6.2 ボルト軸力の測定

ボルト軸力の測定は次の手順により行った。

- 1) 回収した供試体の中心から最も遠いボルトの頭部にゲージを貼り付ける。ただし、供試体C-2では、肌すきのある側から最も遠いボルトの頭部にゲージを貼り付ける。
- 2) この状態でイニシャルをとり、ゼロ点測定を行う。
- 3) ボルトを取りはずし、軸力解放後のひずみ ϵ_0 を測定する。
- 4) 取りはずしたボルトを再び軸力計にセットし、イニシャルをとり、ゼロ点測定を行う。
- 5) 導入軸力が22.5 tonになるまでボルトを締め付け、この時のひずみ ϵ_1 を測定する。
- 6) 軸力の変化量 ΔN を次式で計算する。

$$\Delta N = 22.5 (1 - \epsilon_0 / \epsilon_1)$$

注) ボルト軸力の測定は、ボルト全数について行う必要があるが、接合面の状態を乱さないようにするため、ボルト1本についてのみ測定を行うこととした。

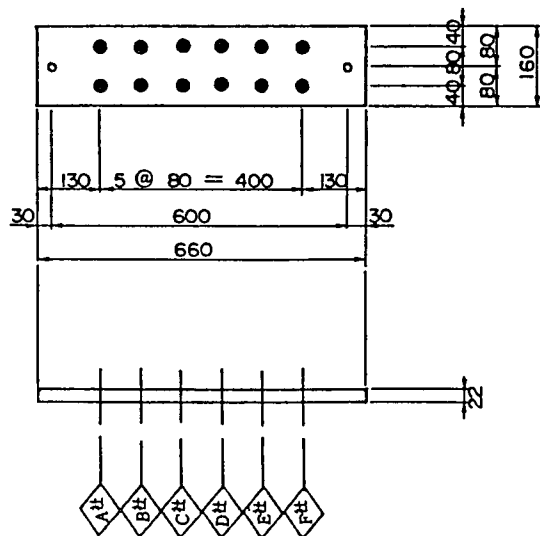
2.6.3 すべり耐力試験

すべる側を一方に固定するため、2.6.2の作業で取りはずしたボルトを取付けないですべり耐力試験（静的引張試験）を行った。

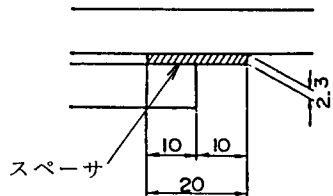
暴露をしていない供試体のすべり耐力試験には、土木研究所の60 t/90 t 疲労試験機（ここでは静的に使用）を用いた。暴露2年目に回収した供試体のすべり耐力試験には土木研究所の150 t/200 t 疲労試験機（ここでは静的に使用）を用いた。また、暴露4年目に回収した供試体のすべり耐力試験には土木研究所200 t アムスラー試験機を用いた。

供試体 A $\Sigma = 8$

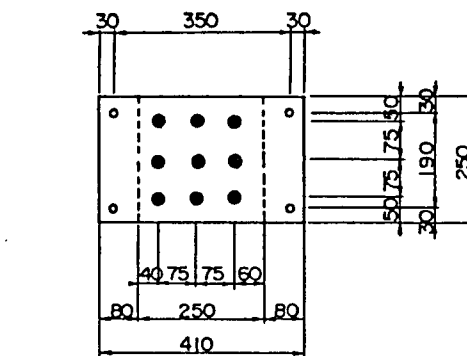
(ボルト暴露用)



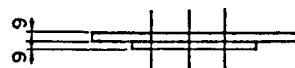
“a” 部詳細 (スペーサー差込み状況)



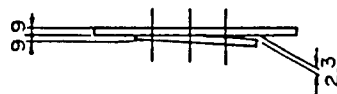
供試体 B (腐食状況確認用)



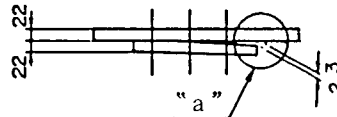
(B-1) $t = 9$ (肌すき無し) $\Sigma = 32$



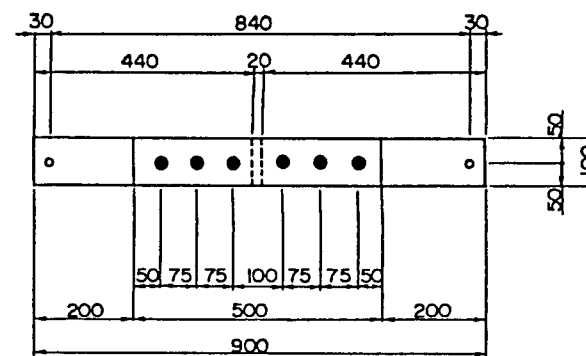
(B-2) $t = 9$ (肌すき有り) $\Sigma = 32$



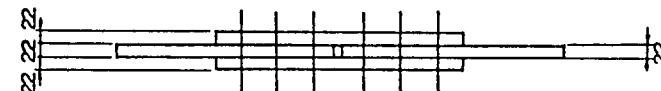
(B-3) $t = 22$ (肌すき有り) $\Sigma = 32$



供試体 C (すべり耐力確認用)



(C-1) 肌すき無し $\Sigma = 18$



(C-2) 肌すき有り $\Sigma = 18$

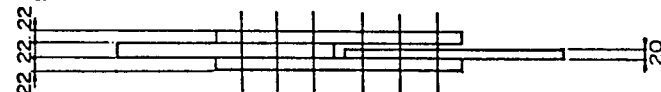


表-2.1 各供試体に使用したボルトの長さ

供試体の種類 ボルト長さ(mm)	A	B			C	
		B-1	B-2	B-3	C-1	C-2
60	—	○	○	—	—	—
65	○	—	—	—	—	—
85	—	—	—	○	—	—
105	—	—	—	—	—	○
110	—	—	—	—	○	○

(注) 表中のボルト長さは首下長さである。

図-2.1 供試体の形状, 寸法

表-2.2 耐候性高力ボルトの化学成分(%)

ボルト メーカー	用途	C	Si	Mn	P	S	Cr	B	Mo	Al	Ti	Ni	Cu	V
A	ボルトナット	0.20	0.35	0.60	0.030	0.030	0.90	0.0005	—	0.010	—	0.35	0.25	—
	座金	~0.25	以下	~0.90	以下	以下	~1.25	以上	—	以上	—	~0.55	~0.50	—
B	同上	0.15	0.25	0.40	0.040	0.050	0.50	—	0.10	—	0.050	0.50	0.30	—
		~0.25	~0.50	~1.20	以下	以下	~1.00	—	以下	—	以下	~0.80	~0.50	—
C	同上	0.33	0.15	0.60	0.030	0.030	0.90	—	0.15	—	—	0.40	0.25	—
		~0.38	~0.35	~0.85	以下	以下	~1.20	—	~0.30	—	—	~0.65	~0.45	—
D	同上	0.20	0.15	0.70	0.030	0.030	0.60	0.001	—	0.04	—	0.30	0.30	—
		~0.25	~0.25	~0.90	以下	以下	~0.80	~0.003	—	~0.08	—	~0.50	~0.50	—
E	同上	0.19	0.15	0.60	0.030	0.035	0.70	0.001	—	—	0.005	0.35	0.30	—
		~0.23	~0.35	~0.90	以下	以下	~0.90	~0.003	—	—	~0.040	~0.55	~0.50	—
F	ボルトナット	0.17	0.10	0.70	0.030	0.035	0.80	0.0005	—	—	—	0.20	0.30	—
	座金	~0.21	以下	~0.90	以下	以下	~1.00	以上	—	—	—	以下	~0.50	—
		0.15	0.15	0.80	0.035	0.040	0.30	—	—	—	—	0.25	0.20	0.020
		~0.25	~0.30	~1.35	以下	以下	~0.50	—	—	—	—	~0.50	~0.50	以上

表-2.3 塗装橋梁で使用されている摩擦接合用高力ボルトの化学成分

平成2年1月現在

ボルト メーカー	化 学 成 分 (Wt %)											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	B	Mo	Al	Ti	Ni	Cu
G	0.20 ~0.25	0.10 ~0.30	0.80 ~1.10	0.030 以下	0.030 以下	0.25 ~0.45	0.0005 以上	—	—	—	0.20 以下	0.20 以下
H	0.18 ~0.23	0.10 以下	0.80 ~1.10	0.030 以下	0.030 以下	0.10 ~0.20	0.0005 ~0.0030	—	0.02 ~0.06	—	0.20 以下	0.30 以下
I	0.20 ~0.25	0.35 以下	0.70 ~1.00	0.030 以下	0.035 以下	0.40 ~0.70	0.0005 以上	—	—	—	—	—
J	0.30 ~0.36	0.15 ~0.35	1.20 ~1.50	0.040 以下	0.050 以下	0.30 以下	0.0005 以上	—	—	—	0.30 以下	0.35 以下
K	0.18 ~0.23	0.10 ~0.20	0.70 ~0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.60 ~0.80	0.001 ~0.003	—	—	—	—	—
L	0.20 ~0.25	0.15 ~0.35	0.55 ~0.90	0.030 以下	0.035 以下	0.45 ~0.85	0.001 ~0.003	—	—	0.005 ~0.040	—	—

注1) F10T、M22相当品の化学成分

2) ボルトメーカーの社内規格

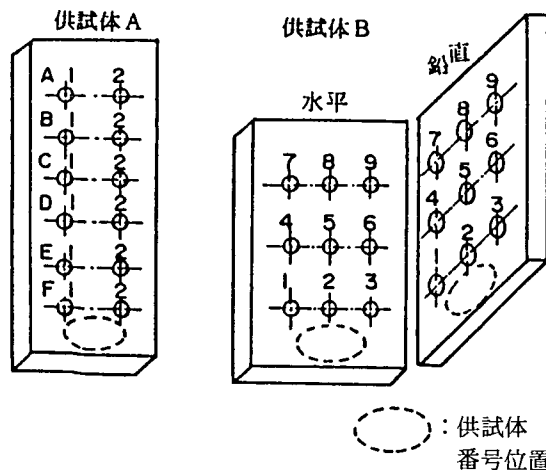


図-2.2 ボルト番号とボルトの位置関係

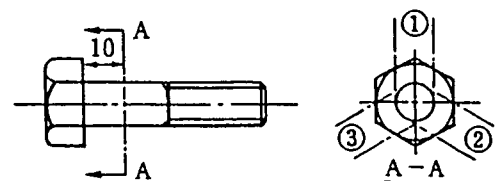


図-2.5 ボルト径の測定位置

表－2.4 供試体の暴露条件等の総括表

試験目的による 暴露方法による 分類		A (ボルト暴露用)	B (腐食状況確認用)			C (すべり耐力確認用)		合 計 員 数	備 考	
			B-1	B-2	B-3	C-1	C-2			
供試体板厚及び肌すきの有無		t = 22, 無し	t = 9, 無し	t = 9, 有り	t = 22, 有り	t = 22, 無し	t = 22, 有り			
暴 露 用 供 試 体	暴 露 地 点	つくば市, 新潟市				つくば市			T ; つくば市 N ; 新潟市	
	経 年 調 査	2 年, 4 年, 6 年, 予備 (4 種)								2 ; 2年, 4 ; 4年, 6 ; 6年, 8 ; 予備
	降 水 の 有 無	無 し	有りと無し (2 種)						1 ; 降水有り, 0 ; 降水なし	
	暴 露 姿 勢	水 平	水平と鉛直 (2 種)						H ; 水平, V ; 鉛直	
	小 計 員 数	8	32	32	32	16	16	136体		
初期状態のすべり耐力確認用		—	—	—	—	2	2	4体		
合計 員数	供 試 体 数	8	32	32	32	18	18	140体		
	ボ ル ト 数	8 体×12本 96 本	32体×9 本 288 本	32体×9 本 288 本	32体×9 本 288 本	18体×6 本 108 本	18体×6 本 108 本	960 本 (216 本)	ボルト径測定 ひずみゲージのみ	

表－2.5 各供試体の試験項目

供試体の種類	試 験 項 目
供試体 A	ボルトの軸径の減少量 * ボルトの腐食状況写真
供試体 B	ボルト軸径の減少量 * ボルトの腐食状況写真 接合面の腐食状況写真
供試体 C	静的すべり耐力試験 ボルト軸力の減少量の測定 接合面の腐食状況写真

*) 暴露前, 暴露 2 年目の供試体のみ

暴露地点 信濃川下流工事事務所 関屋出張所構内

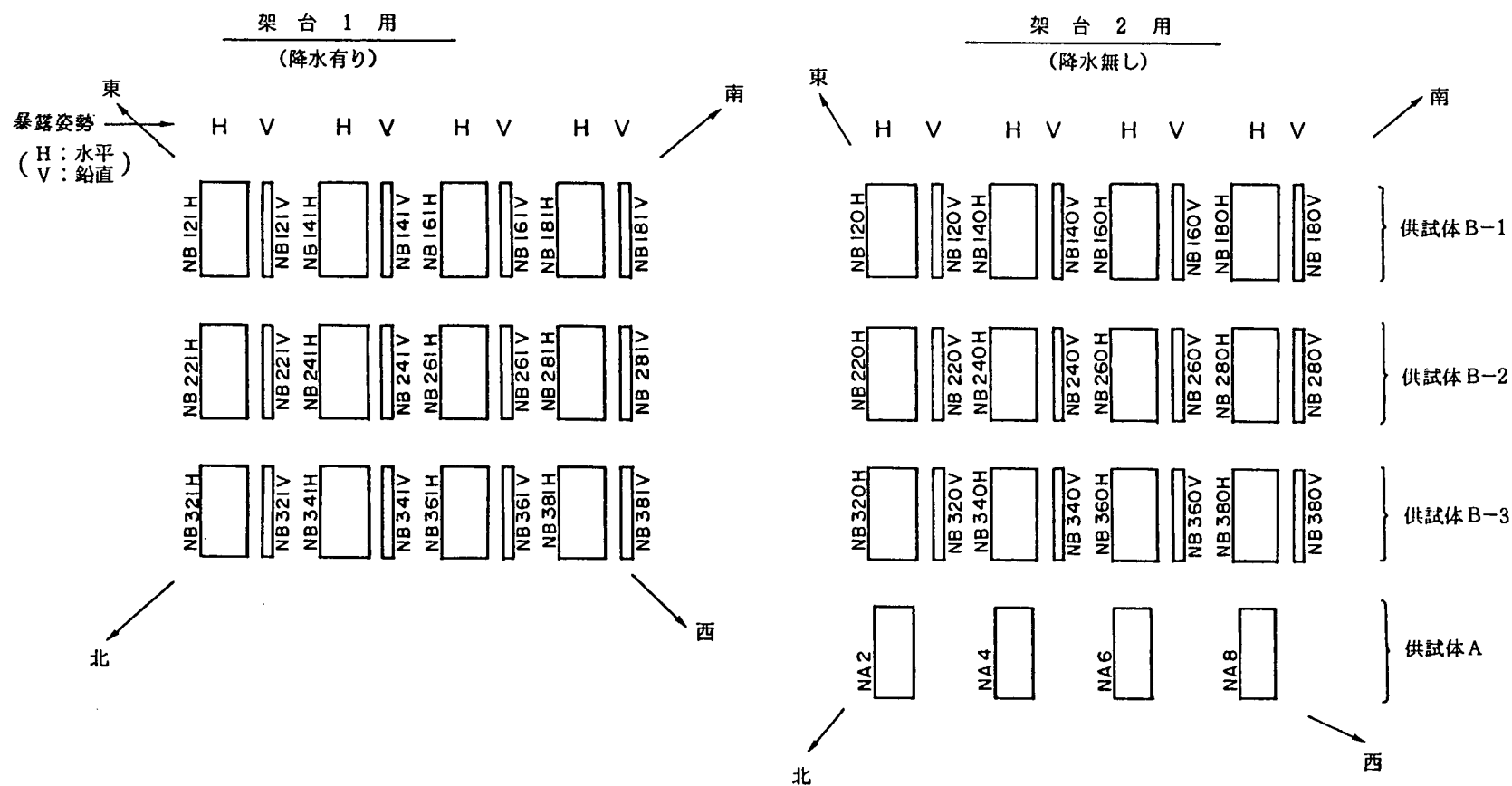


図-2.3 供試体取付位置一覧 (その1)

暴露地点 土木研究所構内 南横断 4-2号橋

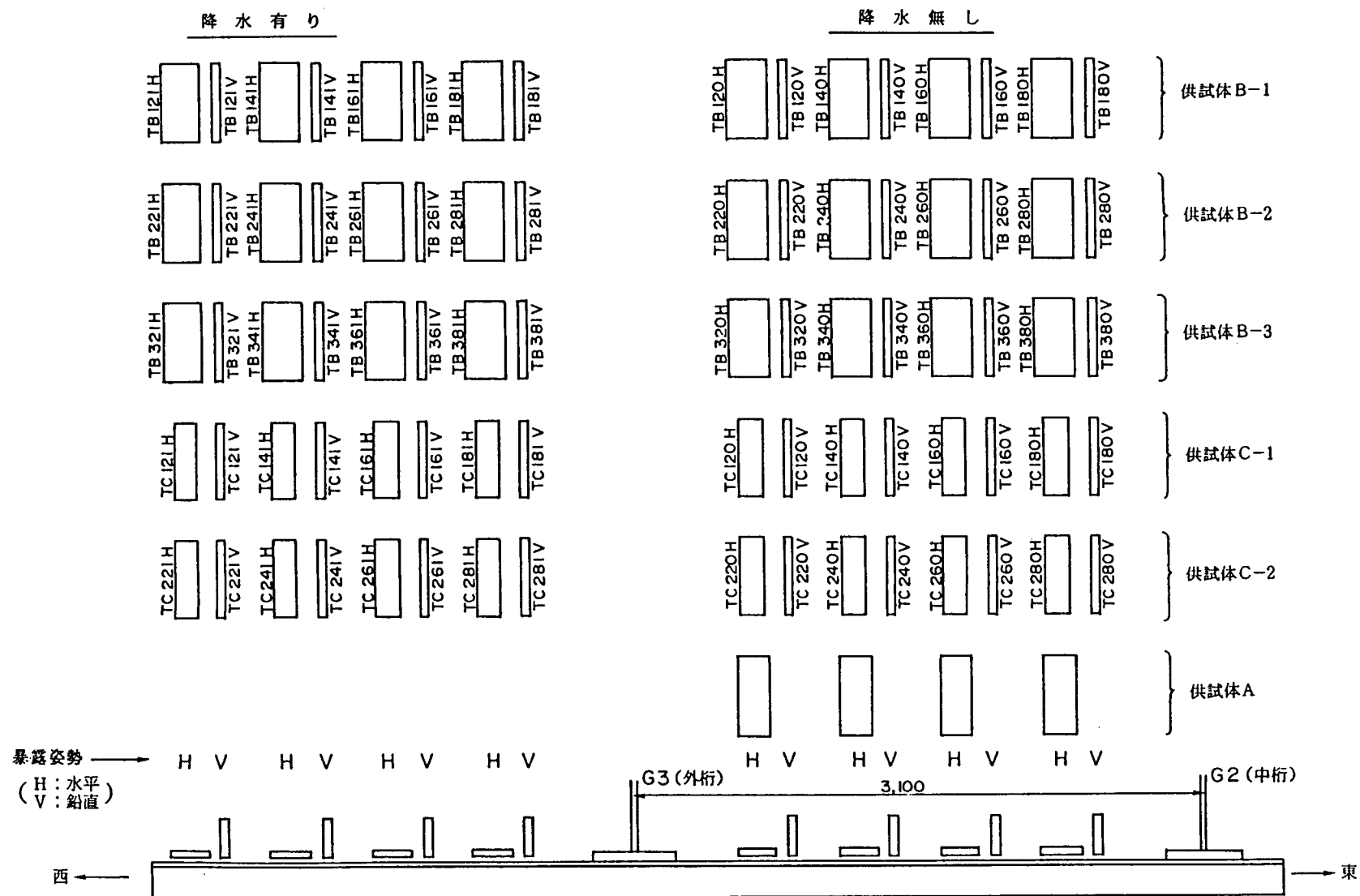
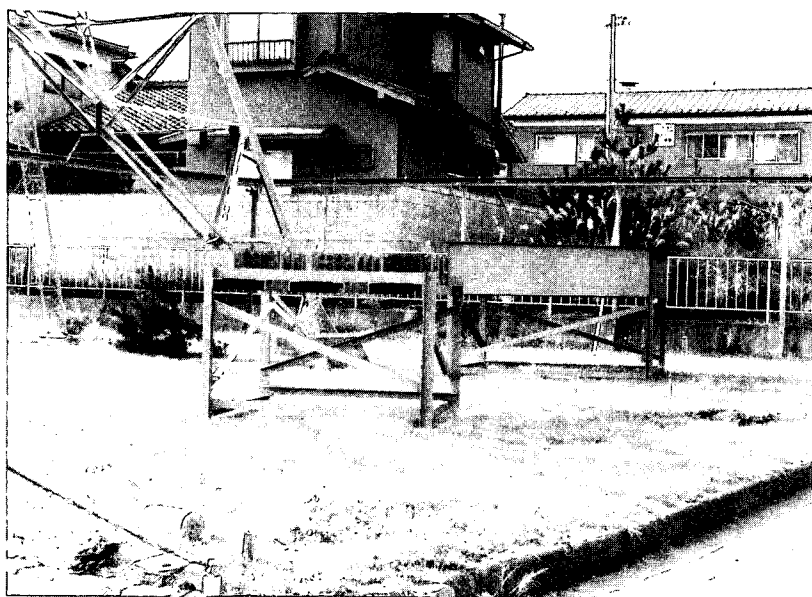
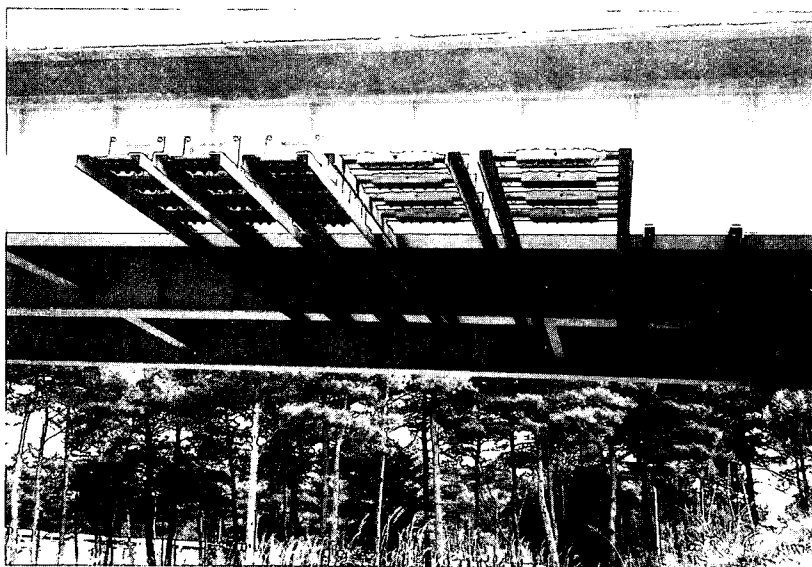


図-2.4 供試体取付位置一覧(その2)



写真－ 2.1 暴露状況（新潟市，関屋出張所構内）
海岸線から 200 m，海岸部



写真－ 2.2 暴露状況（つくば市，土木研究所構内）
海岸線から 44 km，田園部

3. 暴露 2 年目及び暴露 4 年目の結果

3.1 では供試体 A, B のさびの状態についてまとめた。供試体 A 及び供試体 B についてはつくば市（田園部，海岸線から 44km）及び新潟市（海岸部，海岸線から 200 m）の 2 箇所に暴露している。

3.1.1 では「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（案）」⁴⁾に示されている「飛来塩の影響が小さく耐候性鋼材の無塗装使用に適する地域」に属するつくば市（田園部）における供試体 A, B のさびの状態についてまとめた。

3.1.2 では、「飛来塩の影響が大きく耐候性鋼材の無塗装使用には適さない地域」に属する新潟市（海岸部）における供試体 A, B のさびの状態についてまとめた。

3.1.3 では，暴露地点の環境条件（飛来塩分量）の影響，降水の有無の影響，肌すきの有無の影響，並びに水平，垂直の暴露方向の影響と供試体の外面，ボルト軸部，接合面のさびの状況との関係についてまとめた。

3.2 では，つくば市（田園部）のみに暴露している供試体 C のさびの状態とすべり耐力についてまとめた。

3.1 さびの状態（供試体 A, B）

3.1.1 つくば市（田園部）に暴露した供試体

(1) 供試体の外面

供試体 A, B ともに、外面（接合面に対して）は全国暴露試験の結果と同様、層状さびは全く見られず、さびも粗くない。（写真－ 3.1 (a)～(d)）

(2) 高力ボルト軸部及び接合面

1) 供試体 A

- ・暴露 4 年目においても、各メーカーの耐候性高力ボルトの軸部はいずれもほとんどさびておらずメーカー間に有意な差は見られない。（写真－ 3.2 (a)）

2) 供試体 B

表－ 3.1 につくば市（田園部）に暴露した供試体のさびの状態を記号で示す。

i) ボルト軸部のさび

- ・降水なしの供試体のボルト軸部は、肌すきの有無に関係なくほとんどさびていない。
（写真－ 3.2 (b)）
- ・降水ありの供試体で肌すきありの場合は、肌すきを入れた側の 3 本のボルトの軸部が部分的にさびている。（写真－ 3.2 (d), ボルト番号 1～3）
- ・降水ありの供試体でも肌すきなしの場合には、ボルト軸部はほとんどさびていない。
（写真－ 3.2 (c)）

ii) 接合面のさび

- ・降水なしの供試体の接合面は、肌すきの有無に関係なくほとんどさびていない。
（写真－ 3.3 (a), (c)）
- ・降水ありの供試体の接合面には、肌すきの有無に関係なく、さびや黒ずんだ部分が見られるが地鉄面は残っている。（写真－ 3.3 (b), (d)）

表-3.1 つくば市(田園部)に暴露した供試体Bのさびの状態(暴露2, 4年目)

暴露 年数	供試体番号	1) 接合面 の状態	2) ボルト軸 部の状態	3) 肌すき の影響	外面の層状 さびの有無	4) 肌すき の有無	降 水 の有無	暴露 方向
2 年 目	T B 1:2 0 H	○	○	—	無	無	無	水平
	T B 1:2 0 V	○	○	—	"	"	"	鉛直
	T B 1:2 1 H	△	○	—	"	"	有	水平
	T B 1:2 1 V	△	○	—	"	"	"	鉛直
	T B 2:2 0 H	○	○	0	"	有(9mm)	無	水平
	T B 2:2 0 V	○	○	0	"	"	"	鉛直
	T B 2:2 1 H	△	○	1	"	"	有	水平
	T B 2:2 1 V	△	○	1	"	"	"	鉛直
	T B 3:2 0 H	○	○	0	"	有(22mm)	無	水平
	T B 3:2 0 V	○	○	0	"	"	"	鉛直
	T B 3:2 1 H	△	△	2	"	"	有	水平
	T B 3:2 1 V	△	△	2	"	"	"	鉛直
4 年 目	T B 1:4 0 H	○	○	—	"	無	無	水平
	T B 1:4 0 V	○	○	—	"	"	"	鉛直
	T B 1:4 1 H	△	○	—	"	"	有	水平
	T B 1:4 1 V	△	○	—	"	"	"	鉛直
	T B 2:4 0 H	○	○	0	"	有(9mm)	無	水平
	T B 2:4 0 V	○	○	0	"	"	"	鉛直
	T B 2:4 1 H	△	○	1	"	"	有	水平
	T B 2:4 1 V	△	○	1	"	"	"	鉛直
	T B 3:4 0 H	○	○	0	"	有(22mm)	無	水平
	T B 3:4 0 V	○	○	0	"	"	"	鉛直
	T B 3:4 1 H	△	△	2	"	"	有	水平
	T B 3:4 1 V	△	△	2	"	"	"	鉛直

注1) ○:一部に赤さびが見られるが、接合面の半分以上は地鉄面である。

△:接合面の半分以上がさびまたは黒ずんだ部分で覆われ、地鉄面はほとんど残っていない。

注2) ○:さびていない。または一部に赤さびが見られる。

△:ボルト軸部の半分以上がさびまたは黒ずんだ部分で覆われている高力ボルトを1本以上含む。

注3) 0:影響なし

1:肌すきのある側から1列目のボルト孔の手前まで影響有り

2:肌すきのある側から1列目のボルト孔の周辺まで影響有り

注4) ()内の数値は添接板の板厚を示す。肌すきはいずれも2.3mmである。

3.1.2 新潟市（海岸部）に暴露した供試体

(1) 供試体の外面

- ・暴露2年目では、降水ありの場合かつ水平に暴露した供試体の下面にのみ層状さびが見られる。降水ありの場合かつ水平に暴露した供試体の上面や垂直に暴露した供試体あるいは降水なしの場合の各供試体に層状さびは見られない。（写真－3.4(a)～(d)）
- ・暴露4年目では、降水なしの場合は暴露方向水平、垂直にかかわらず試験片の両面に層状さびが見られる。また、降水ありの場合は水平に暴露した供試体の下面にのみ層状さびが見られる。（写真－3.5(a)～(d)）

なお、全国暴露試験の中間結果より、層状さびが見られる試験片では腐食量が比較的多いことが把握されており、設計・施工要領（案）において層状さびの有無を適用可能地域の判定基準の一つとしている。

(2) 高力ボルト軸部及び接合面

1) 供試体A

- ・暴露2年目では、ボルト軸部は各メーカーの耐候性高力ボルトともにほとんどさびていない。（写真－3.6(a)）
- ・暴露4年目では、ボルト番号A－1，D－1，E－2，F－1の耐候性高力ボルトの軸部に浮きさび（極初期のさび）が見られるが、化学成分によるさびの状態の違いは明らかでない。（写真－3.6(b)）

2) 供試体B

表－3.2に新潟市（海岸部）に暴露した供試体のさびの状態を記号で示す。

i) ボルト軸部のさび

- ・ボルト軸部のさびについては、新潟市（海岸部）に暴露した供試体の方が、つくば市（田園部）に暴露した供試体よりも全体的によくさびている。（写真－3.2(b), (d)及び写真－3.6(c), (d)）
- ・降水ありかつ肌すきありの供試体では、肌すきを入れた側の3本のボルト軸部が比較的良好さびており、暴露4年目では、そこに黒ずんだ部分が見られる。（写真－3.6(d)，ボルト番号1～3）

ii) 接合面のさび

- ・降水なしの供試体の接合面は、肌すきの有無に関係なく、部分的にさびているが暴露4年目でも地鉄面が残っている。（写真－3.7(a), (c)）
- ・降水ありの供試体は、接合面の周囲にさびが見られ、接合面中心付近には黒ずんだ部分が見られる。ただし、肌すきなしの場合は地鉄面が少し残っている。（写真－3.7(b)）。一方、肌すきありの場合には地鉄面が見られず、肌すきの部分には層状さびが見られる（写真－3.7(d)）。

表-3.2 新潟市（海岸部）に暴露した供試体Bのさびの状態（暴露2，4年目）

暴露 年数	供試体番号	1) 接合面 の状態	2) ボルト軸 部の状態	3) 肌すき の影響	外面の層状 さびの有無	4) 肌すき の有無	降 水 の有無	暴露 方向
2 年 目	N:B 1:2 0 H	○	○	—	無	無	無	水平
	N:B 1:2 0 V	○	○	—	〃	〃	〃	鉛直
	N:B 1:2 1 H	△	○	—	下面のみ有	〃	有	水平
	N:B 1:2 1 V	△	○	—	無	〃	〃	鉛直
	N:B 2:2 0 H	○	○	0	〃	有(9mm)	無	水平
	N:B 2:2 0 V	○	○	0	〃	〃	〃	鉛直
	N:B 2:2 1 H	△	○	1	下面のみ有	〃	有	水平
	N:B 2:2 1 V	△	○	1	無	〃	〃	鉛直
	N:B 3:2 0 H	○	○	0	〃	有(22mm)	無	水平
	N:B 3:2 0 V	○	○	1	〃	〃	〃	鉛直
	N:B 3:2 1 H	△	△	2	下面のみ有	〃	有	水平
	N:B 3:2 1 V	△	△	2	無	〃	〃	鉛直
4 年 目	N:B 1:4 0 H	○	○	—	有	無	無	水平
	N:B 1:4 0 V	○	○	—	〃	〃	〃	鉛直
	N:B 1:4 1 H	△	○	—	下面のみ有	〃	有	水平
	N:B 1:4 1 V	△	○	—	無	〃	〃	鉛直
	N:B 2:4 0 H	△	○	0	有	有(9mm)	無	水平
	N:B 2:4 0 V	△	○	0	〃	〃	〃	鉛直
	N:B 2:4 1 H	△	○	1	下面のみ有	〃	有	水平
	N:B 2:4 1 V	△	○	1	無	〃	〃	鉛直
	N:B 3:4 0 H	○	○	0	有	有(22mm)	無	水平
	N:B 3:4 0 V	○	○	1	〃	〃	〃	鉛直
	N:B 3:4 1 H	△	△	2	下面のみ有	〃	有	水平
	N:B 3:4 1 V	△	△	2	無	〃	〃	鉛直

注1) ○：一部に赤さびが見られるが、接合面の半分以上は地鉄面である。

△：接合面の半分以上がさびまたは黒ずんだ部分で覆われ、地鉄面はほとんど残っていない。

注2) ○：さびていない。または一部に赤さびが見られる。

△：ボルト軸部の半分以上がさびまたは黒ずんだ部分で覆われている高力ボルトを1本以上含む。

注3) 0：影響なし

1：肌すきのある側から1列目のボルト孔の手前まで影響有り

2：肌すきのある側から1列目のボルト孔の周辺まで影響有り

注4) ()内の数値は添接板の板厚を示す。肌すきはいずれも2.3mmである。

3. 1. 3 暴露条件とさびの状態

(1) 供試体の外面

- 降水ありの場合、垂直方向に暴露した供試体の外面は、水平方向に暴露した供試体の上面と比較的似ている。
- 降水なしの場合、垂直方向に暴露した供試体の外面は、水平方向に暴露した供試体の下面と比較的似ている。
- 以上の2点は、新潟市（海岸部）に暴露した場合に顕著に見られ、つくば市（田園部）に暴露した場合には、さびの進展が遅いため明確でない。

(2) ボルト軸部及び接合面

- 肌すきなしの場合、降水の有無がボルト軸部及び接合面のさびの状態に及ぼす影響は、田園部、海岸部といった環境条件（主として飛来塩分量）の影響よりも大きい。すなわち、肌すきがなければ、田園部に暴露した場合も、海岸部に暴露した場合も、降水ありの供試体ではさびが多く、降水なしの供試体ではさびが少ない。
- 肌すきありの場合は、外面と同様に環境条件の影響が大きい。特に飛来塩分量の多い海岸部に暴露した場合には、接合面の肌すきの部分に層状さびが見られる。
- 水平、垂直の暴露方向がボルト軸部及び接合面のさびの状態に及ぼす影響は見られない。

3.2 さびの状態とすべり耐力（供試体C）

図－3.1，表－3.3(a)，(b)に暴露2，4年目の供試体Cのさびの状況及びすべり耐力試験の結果を示す。
また表－3.4(a)，(b)にボルト軸力減少量の測定結果を示す。

1) ボルト軸部のさび

- ・ 肌すきの有無に関係なく，降水なしの供試体のボルト軸部は全くさびていない(写真－3.8(a))。一方，降水ありの供試体のボルト軸部にはさびが少し見られる(写真－3.8(b))。

2) 接合面のさび

- ・ 降水ありの供試体の接合面は，肌すきの有無に関係なく，さびが見られるが地鉄面は残っている。
（写真－3.9(b)の上半分の接合面に類似）
- ・ 降水なしの供試体の接合面は，ほとんどさびが生じていないものと，降水ありの供試体と同程度のさびが生じているものがある。しかし，その結果と肌すきの有無，水平垂直の暴露方向との関係は明確でない。（写真－3.9(a)，(b)）

3) すべり係数

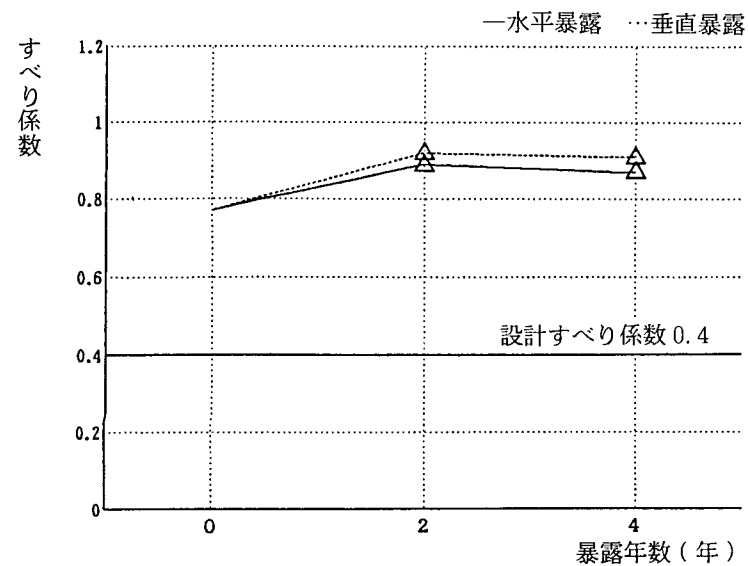
- ・ いずれの供試体も現行の道路橋示方書³⁾に定められた設計すべり係数0.4以上の値が得られている。
- ・ 肌すきなしの供試体のすべり係数は，2mmの肌すきありの供試体のすべり係数より0.2～0.3程度大きい。

4) 接合面のさびとすべり係数

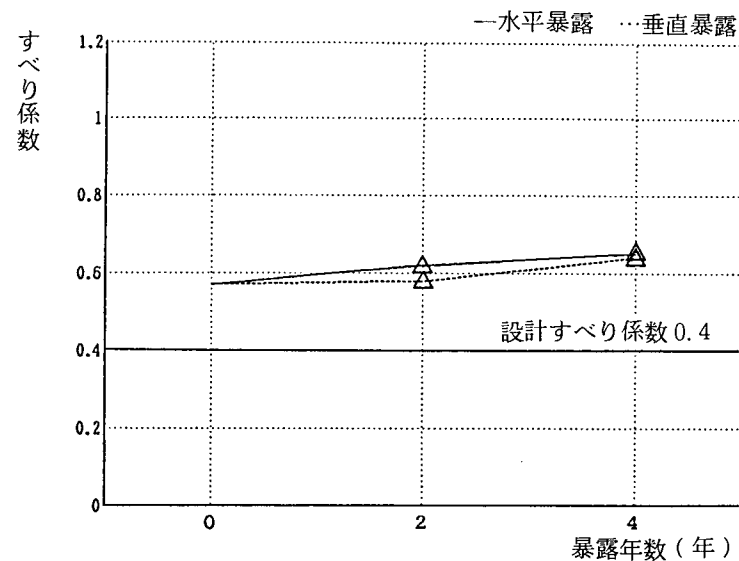
- ・ 肌すきの有無に拘らず，接合面にさびがほとんど生じていない供試体のすべり係数は，さびが生じている供試体よりも相対的に小さい傾向がある。

5) すべり係数の経年変化

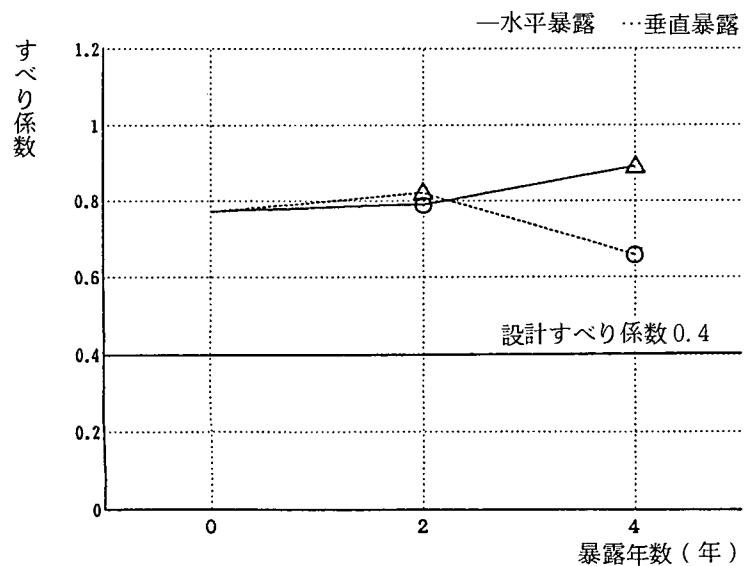
- ・ 雨水のかからない位置に肌すきなしの供試体を垂直に暴露した場合を除いて，すべり係数は暴露前と同程度であるか，暴露前よりやや大きくなる傾向がある。



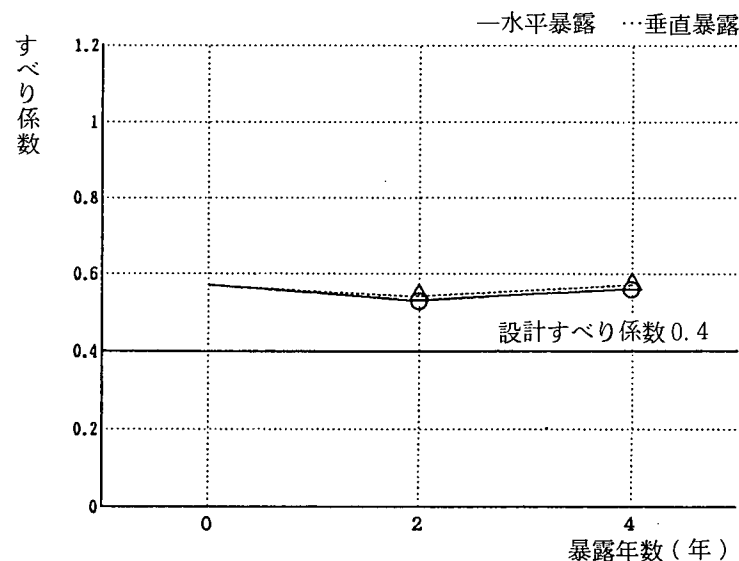
(a) 肌すき無, 降水有



(c) 肌すき有, 降水有



(b) 肌すき無, 降水無



(d) 肌すき有, 降水無

凡 例
○: 接合面はほとんど
さびていない。
△: 接合面が部分的に
さびている。

図-3.1 すべり係数の経年変化

表－3.3(a) 第1回すべり耐力試験結果（供試体C、暴露地点；つくば市、暴露2年目）

供試体番号	すべり耐力 P (ton)	ボルト 本数 N (本)	ボルト軸力 (1本当り) N (ton)	設計軸力 ¹⁾ との差 (%)	真の ²⁾ 摩擦係数 ν_1	すべり係数 ³⁾ (見かけの摩 擦係数) ν_2	肌すき 降 水 の有無の有無	腐食状態 ⁴⁾ 接合面 鋼材	初期すべり ⁵⁾ 耐力平均値 P_1 (ton)	初期すべり ⁶⁾ 係数平均値 ν
TC121H	73.3	2	19.1	-7	0.96	0.89	無 有	△ △	63.0	0.77
TC121V	75.6	2	21.7	+6	0.87	0.92	" "	△ △		
TC120H	65.1	2	20.5	0	0.79	0.79	" 無	○ ○		
TC120V	67.5	2	17.2	-16	0.98	0.82	" "	△ ○		
TC221H	76.3	3 ⁷⁾	17.7	-14	0.72	0.62	有 有	△ △	46.8	0.57
TC221V	71.7	3 ⁷⁾	17.2	-16	0.69	0.58	" "	△ △		
TC220H	65.2	3 ⁷⁾	17.0	-17	0.64	0.53	" 無	△ ○		
TC220V	66.1	3 ⁷⁾	19.8	-3	0.56	0.54	" "	○ ○		

表－3.3(b) 第2回すべり耐力試験結果（供試体C、暴露地点；つくば市、暴露4年目）

供試体番号	すべり耐力 P (ton)	ボルト 本数 N (本)	ボルト軸力 (1本当り) N (ton)	設計軸力 ¹⁾ との差 (%)	真の ²⁾ 摩擦係数 ν_1	すべり係数 ³⁾ (見かけの摩 擦係数) ν_2	肌すき 降 水 の有無の有無	腐食状態 ⁴⁾ 接合面 鋼材	初期すべり ⁵⁾ 耐力平均値 P_1 (ton)	初期すべり ⁶⁾ 係数平均値 ν
TC141H	71.2	2	19.6	-4	0.91	0.87	無 有	△ △	63.0	0.77
TC141V	75.0	2	22.7	+11	0.83	0.91	" "	△ △		
TC140H	72.6	2	21.9	+7	0.83	0.89	" 無	△ ○		
TC140V	54.0	2	21.8	+6	0.62	0.66	" "	○ ○		
TC241H	79.4	3 ⁷⁾	19.5	-5	0.68	0.65	有 有	△ △	46.8	0.57
TC241V	78.4	3 ⁷⁾	20.4	0	0.64	0.64	" "	△ △		
TC240H	69.2	3 ⁷⁾	21.6	+5	0.53	0.56	" 無	△ ○		
TC240V	70.2	3 ⁷⁾	20.7	+1	0.57	0.57	" "	○ ○		

注 1) 設計軸力との差 $= \frac{N - N_s}{N_s} \times 100\%$ N_s ; 設計軸力 (= 20.5 ton)

注 2) 真の摩擦係数 $\nu_1 = \frac{P}{2 \times N \times N_N}$

注 3) すべり係数
(見かけの摩擦係数) $\nu_2 = \frac{P}{2 \times N_s \times N_N}$

注 4) ○ : ほとんどさびていない。

△ : 部分的にさびている。

注 5) 「初期すべり耐力」とは暴露していない供試体のすべり耐力をいう(文献2)参照)。

注 6) 「初期すべり係数」とは暴露していない供試体のすべり係数をいう(文献2)参照)。

注 7) 肌すきありの供試体は、いずれも肌すきを入れた側で先にすべりが生じた。

表-3.4(a) 暴露2年後の軸力測定結果

供試体番号	軸力解放後のひずみ $\varepsilon_0 (\times 10^{-6})$	軸力22.5ton導入時のひずみ $\varepsilon_1 (\times 10^{-6})$	ボルト軸力 ¹⁾ (1本当り) N(ton)	ボルト軸 ²⁾ 力減少量 (%)	設計軸力 ³⁾ との差 (%)
TC121H	1408	1659	19.1	15	-7
TC121V	1407	1461	21.7	4	+6
TC120H	1668	1829	20.5	9	0
TC120V	1587	2072	17.2	24	-16
TC221H	1319	1681	17.7	21	-14
TC221V	1302	1704	17.2	24	-16
TC220H	1310	1733	17.0	24	-17
TC220V	1570	1786	19.8	12	-3

表-3.4(b) 暴露4年後の軸力測定結果

供試体番号	軸力解放後のひずみ $\varepsilon_0 (\times 10^{-6})$	軸力22.5ton導入時のひずみ $\varepsilon_1 (\times 10^{-6})$	ボルト軸力 ¹⁾ (1本当り) N(ton)	ボルト軸 ²⁾ 力減少量 (%)	設計軸力 ³⁾ との差 (%)
TC141H	1448	1662	19.6	13	-4
TC141V	1823	1807	22.7	-1	+11
TC140H	1566	1610	21.9	3	+7
TC140V	1668	1721	21.8	3	+6
TC241H	1340	1550	19.5	13	-5
TC241V	1414	1560	20.4	9	0
TC240H	1610	1679	21.6	4	+5
TC240V	1424	1546	20.7	8	+1

注1) ボルト軸力 $N = 22.5 \times \varepsilon_0 / \varepsilon_1$

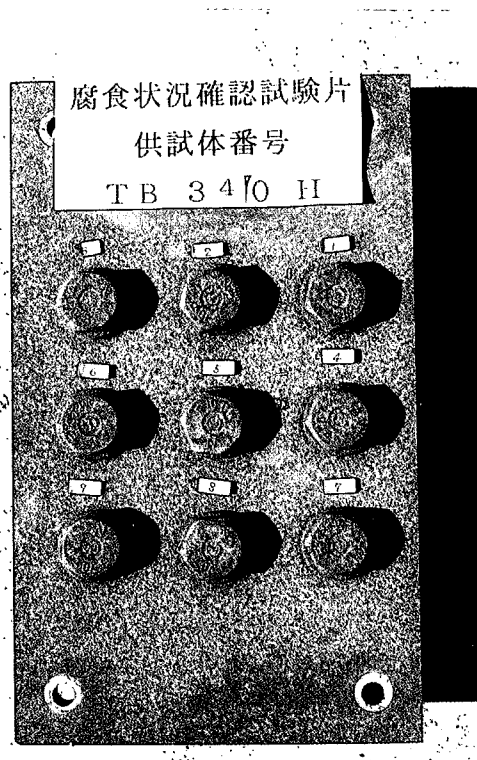
注2) ボルト軸力減少量 $= \frac{N_i - N}{N_i} \times 100\%$

N_i ; 初期導入軸力 (= 22.5 ton)

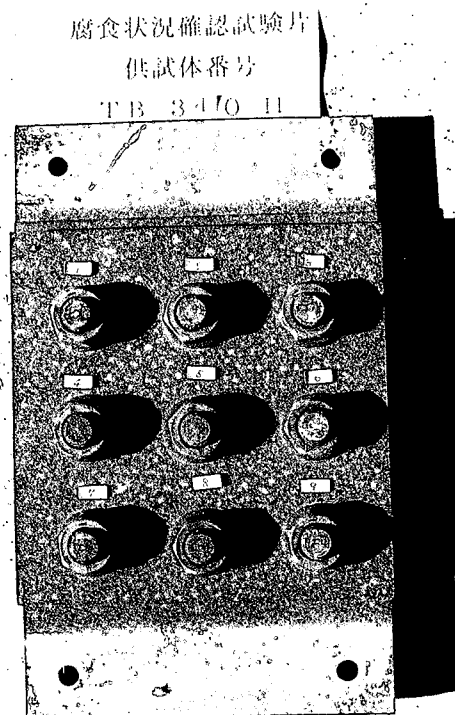
注3) 設計軸力との差 $= \frac{N - N_s}{N_s} \times 100\%$

N_s ; 設計軸力 (= 20.5 ton)

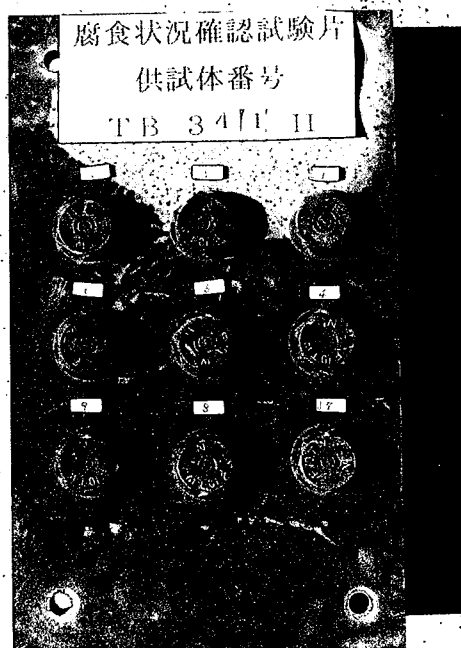




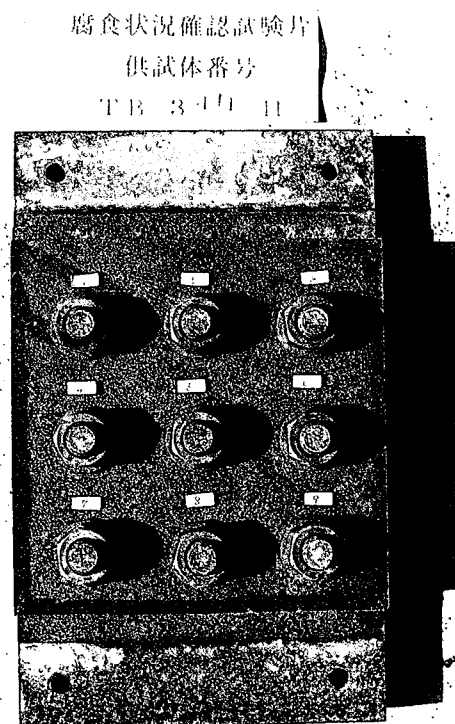
(a) 降水なし，上面



(b) 降水なし，下面

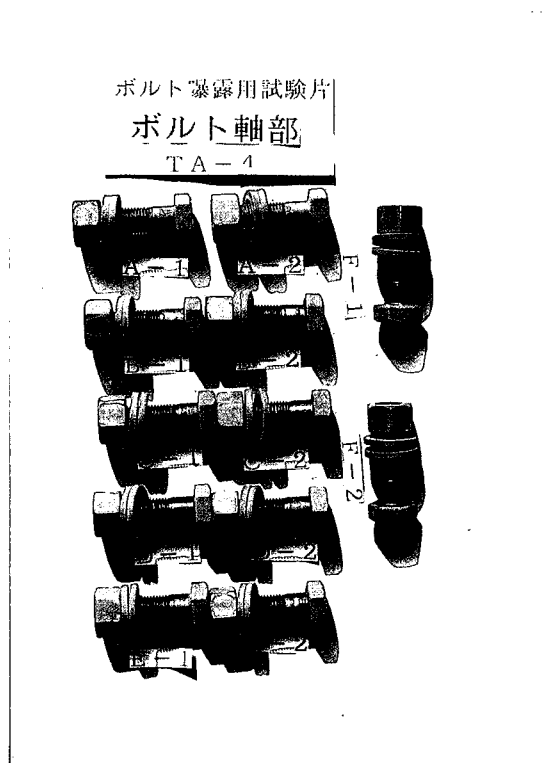


(c) 降水あり，上面

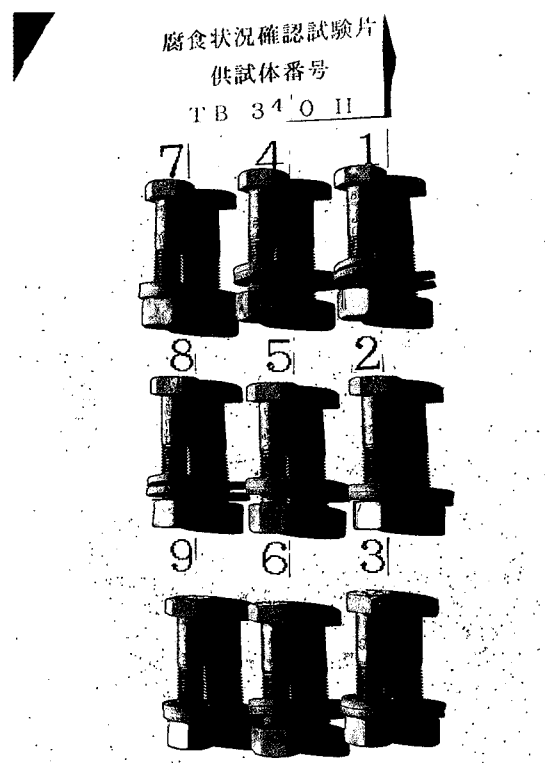


(d) 降水あり，下面

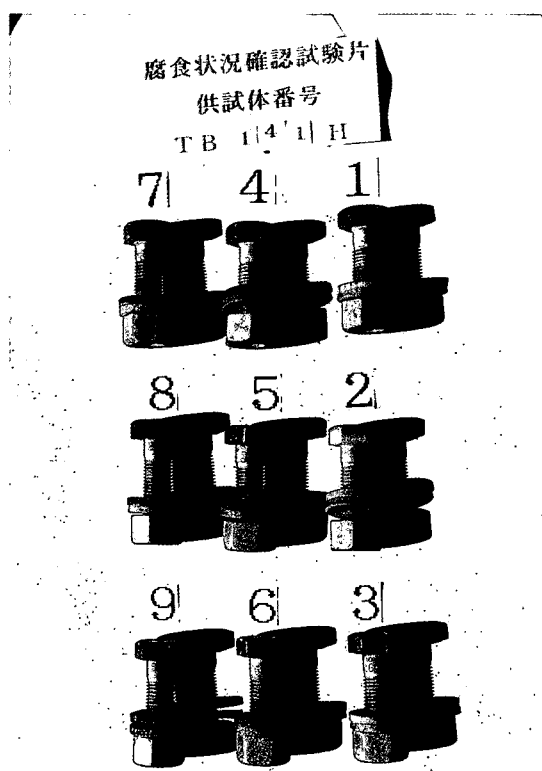
写真—3.1 つくば市(田園部)に暴露した供試体の外面
(暴露4年目，供試体B-3，肌すきあり，板厚22mm，水平方向暴露)



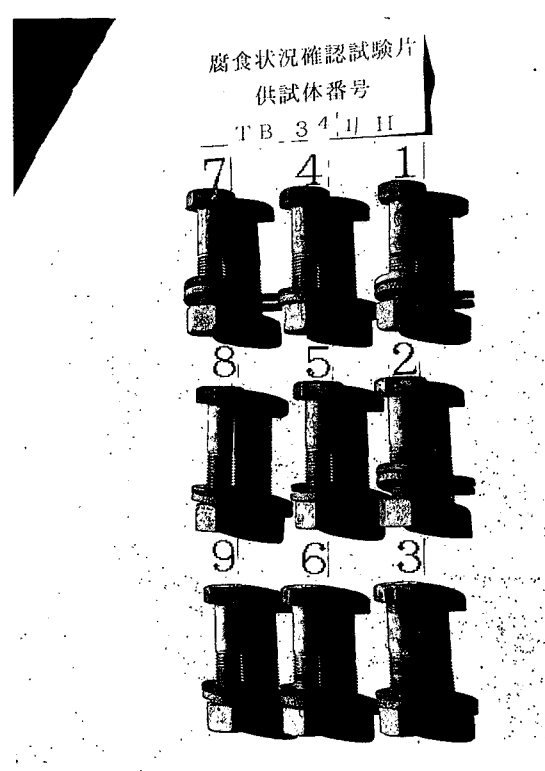
(a) 供試体A (肌すきなし, 降水なし)



(b) 供試体B-3, 肌すきあり, 板厚22mm, 降水なし

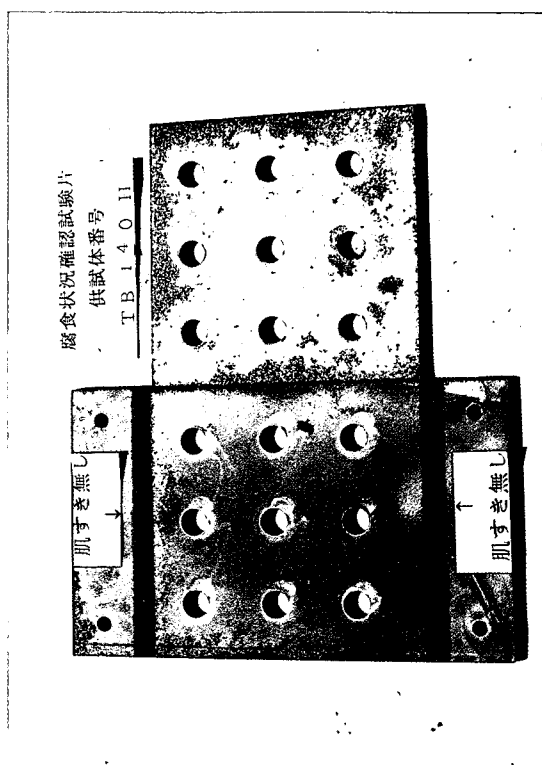


(c) 供試体B-1, 肌すきなし, 降水あり

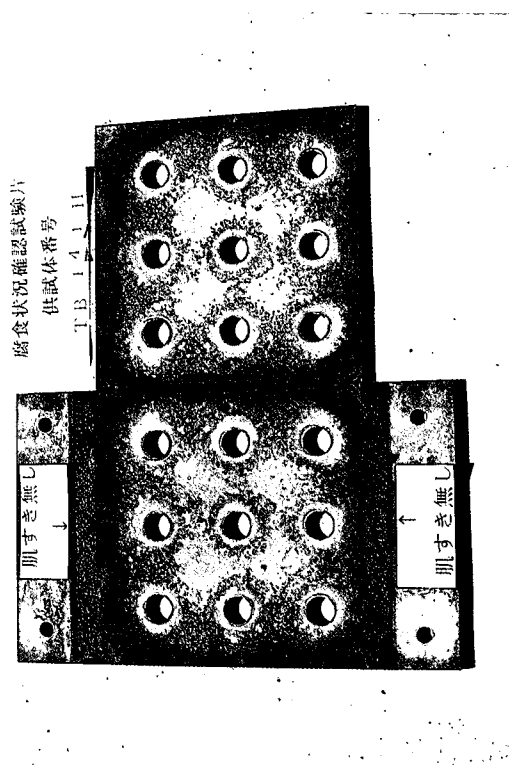


(d) 供試体B-3, 肌すきあり, 板厚22mm, 降水あり

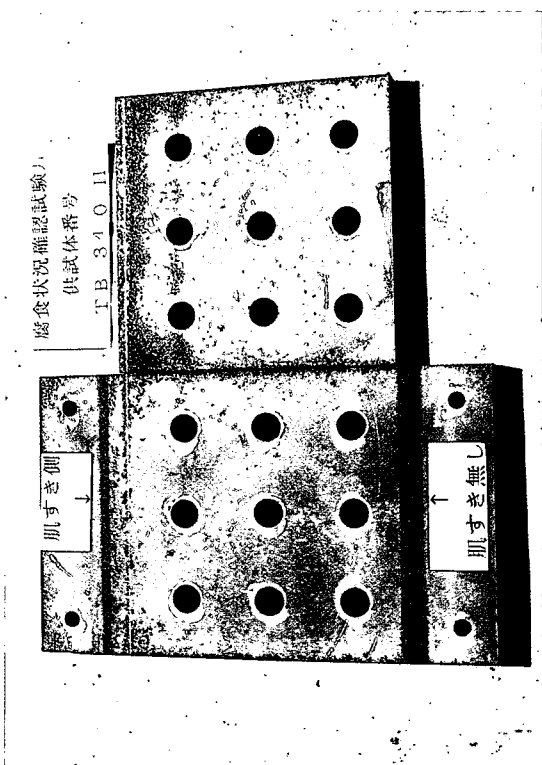
写真-3.2 つくば市(田園部)に暴露した供試体のボルト軸部
(暴露4年目, 水平方向暴露, 軸部の最もさびの多い面を撮影)



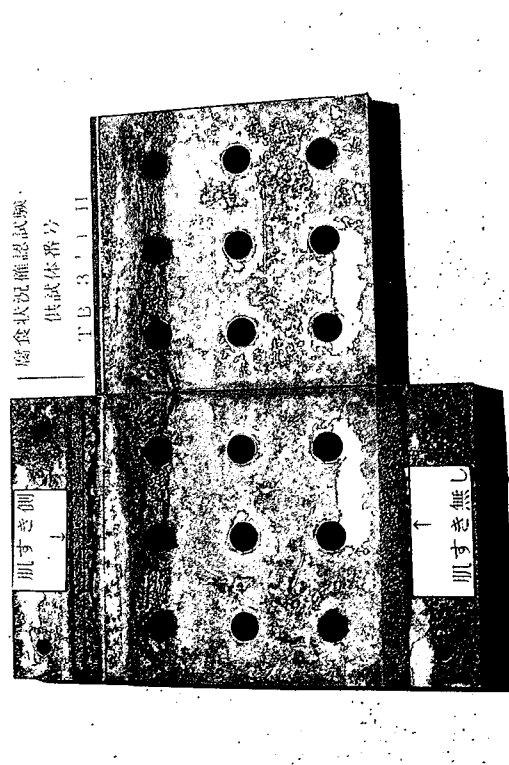
(a) 供試体B-1, 肌すきなし, 降水なし



(b) 供試体B-1, 肌すきなし, 降水あり



(c) 供試体B-3, 肌すきあり, 板厚22mm, 降水なし



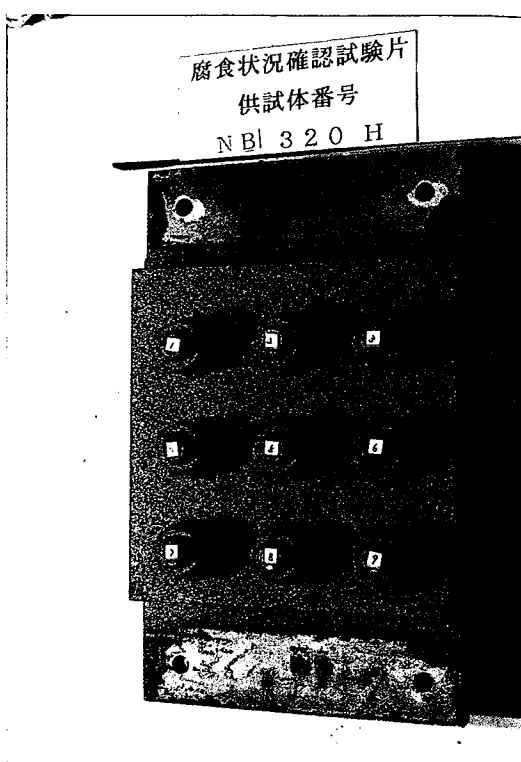
(d) 供試体B-3, 肌すきあり, 板厚22mm, 降水あり

写真-3.3 つくば市(田園部)に暴露した供試体の接合面

(暴露4年目, 水平方向暴露)



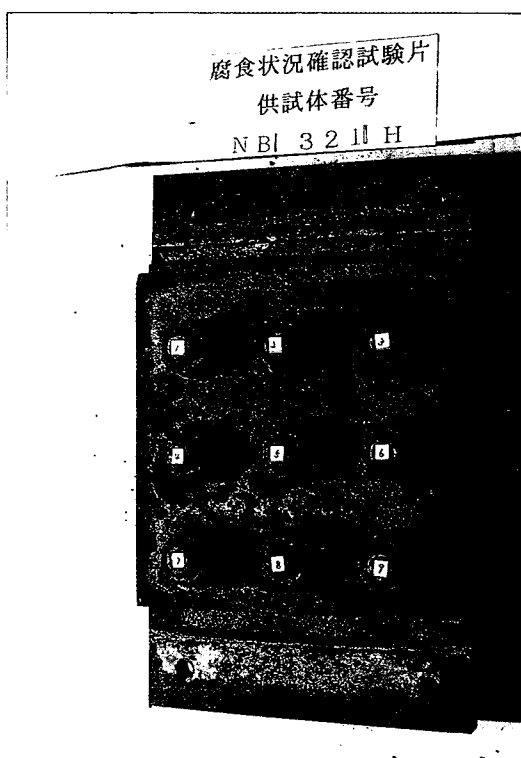
(a) 降水なし，上面



(b) 降水なし，下面



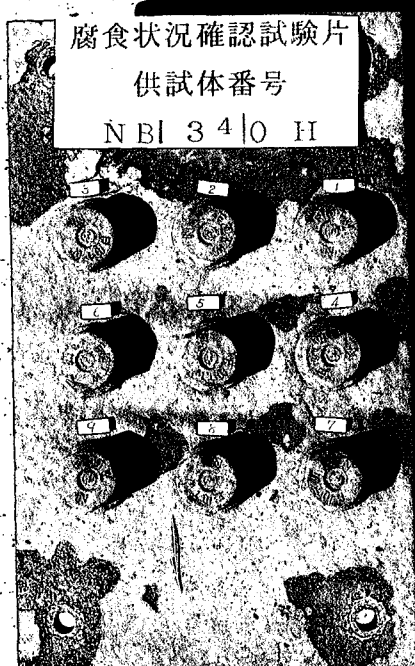
(c) 降水あり，上面



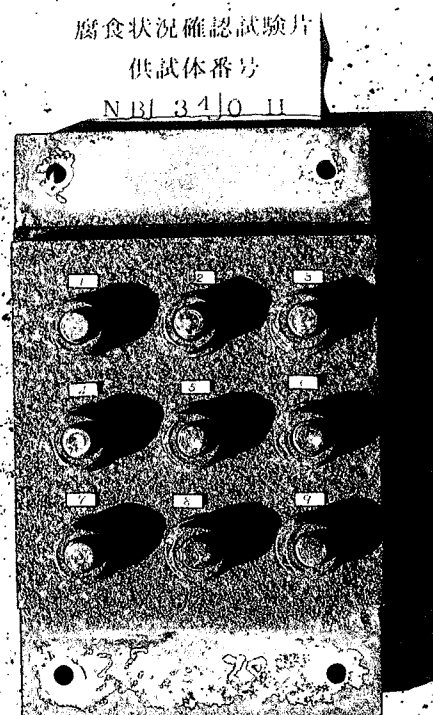
(d) 降水あり，下面

写真—3.4 新潟市(海岸部)に暴露した供試体の外面(その1，暴露2年目)

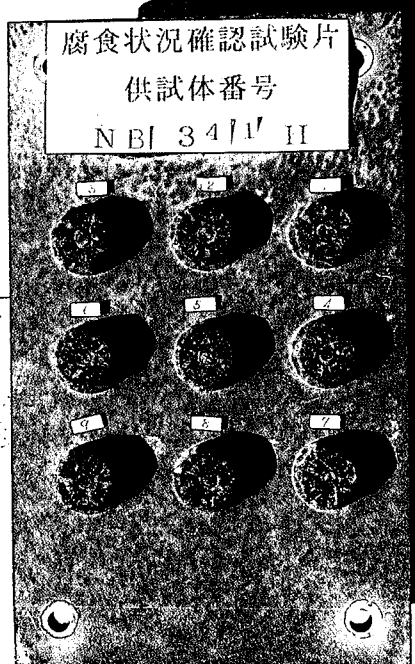
(供試体B-3，肌すきあり，板厚22mm，水平方向暴露)



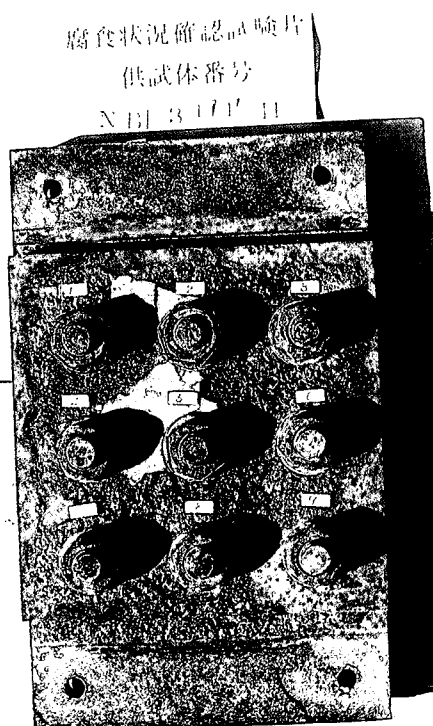
(a) 降水なし，上面



(b) 降水なし，下面



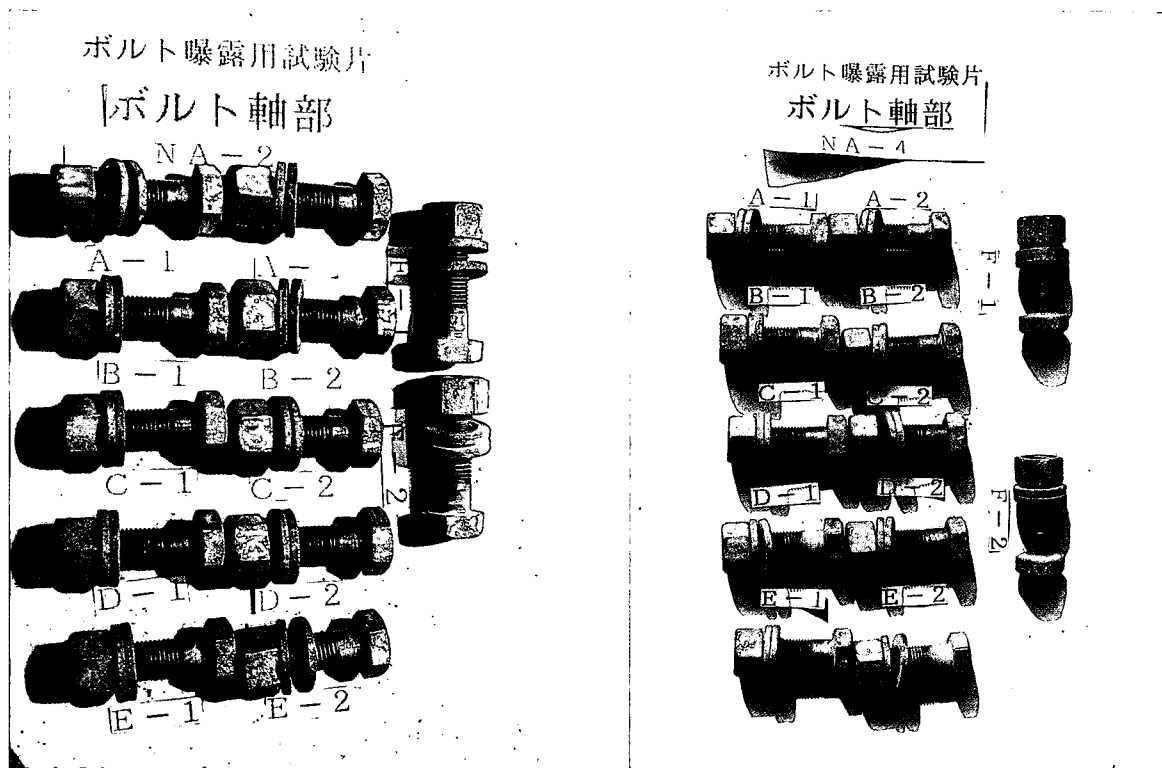
(c) 降水あり，上面



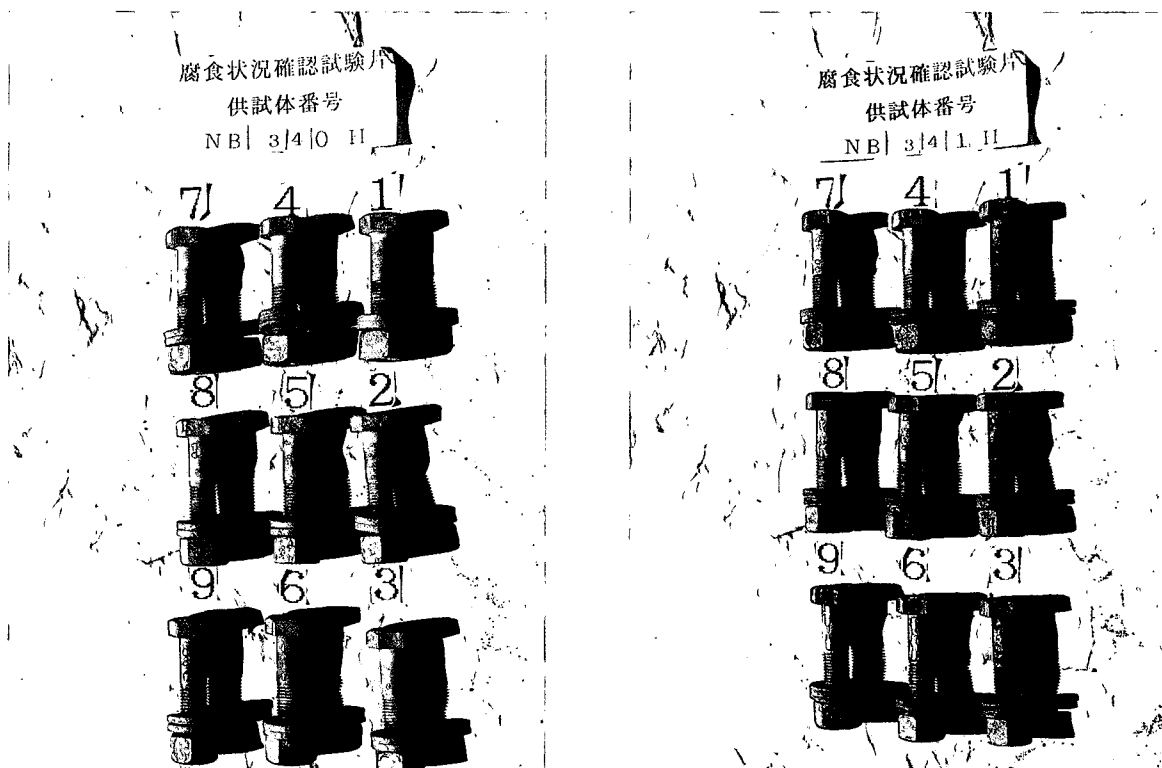
(d) 降水あり，下面

写真—3.5 新潟市(海岸部)に暴露した供試体の外面(その2，暴露4年目)

(供試体B-3，肌すきあり，板厚22mm，水平方向暴露)



(a) 暴露2年目、供試体A（肌すきなし、降水なし） (b) 暴露4年目、供試体A（肌すきなし、降水なし）

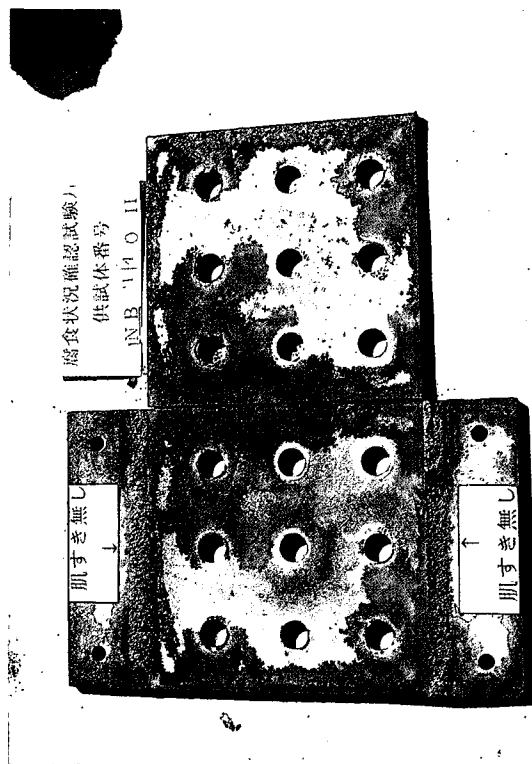


(c) 暴露4年目、供試体B-3、肌すきあり、板厚22mm、降水なし

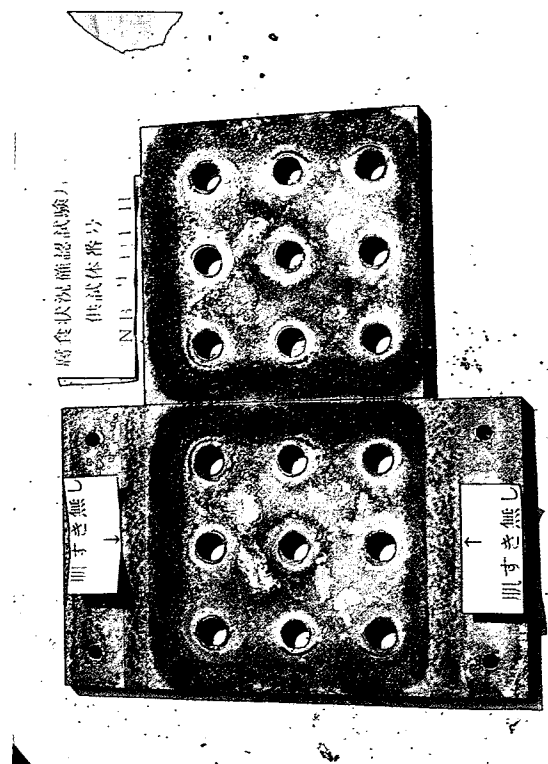
(d) 暴露4年目、供試体B-3、肌すきあり、板厚22mm、降水あり

写真-3.6 新潟市(海岸部)に暴露した供試体のボルト軸部

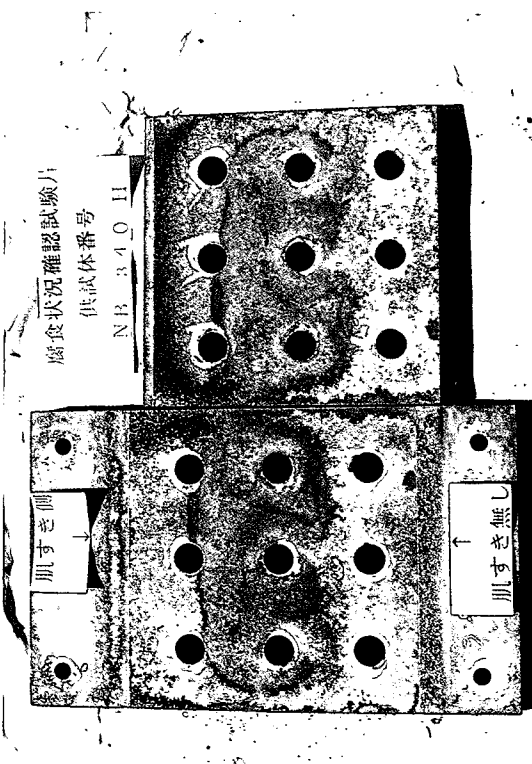
(水平方向暴露、軸部の最もさびの多い面を撮影)



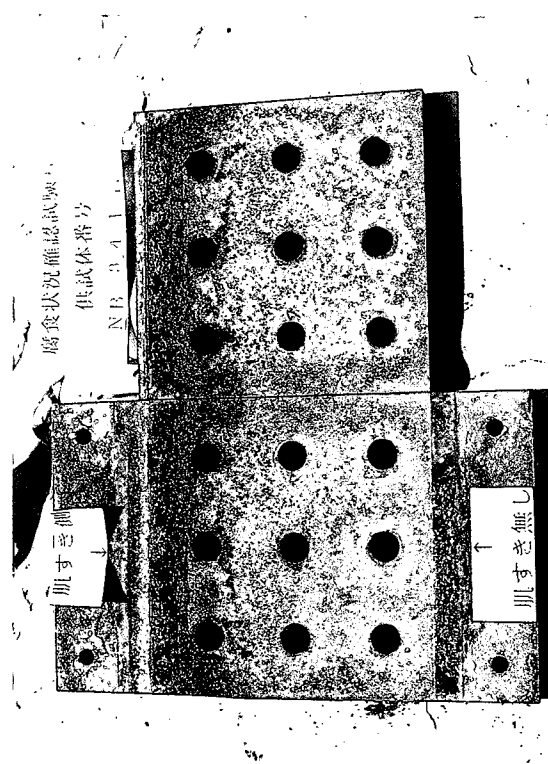
(a) 供試体B-1, 肌すきなし, 降水なし



(b) 供試体B-1, 肌すきなし, 降水あり



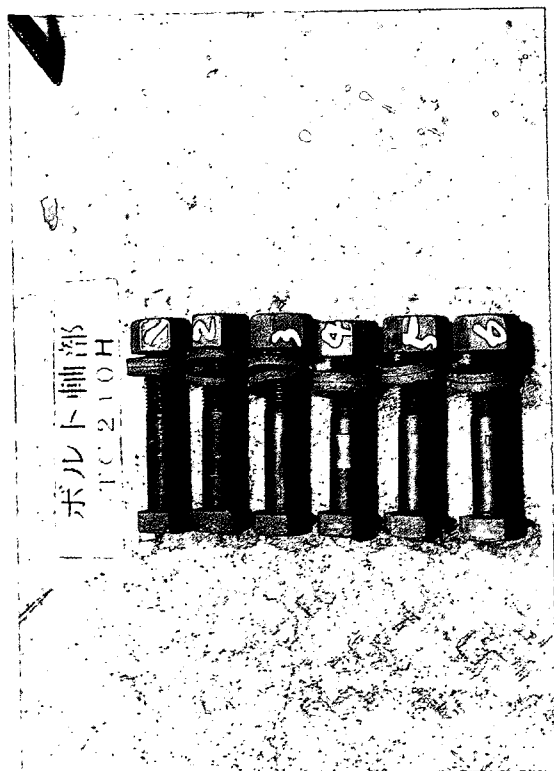
(c) 供試体B-3, 肌すきあり, 板厚22mm, 降水なし



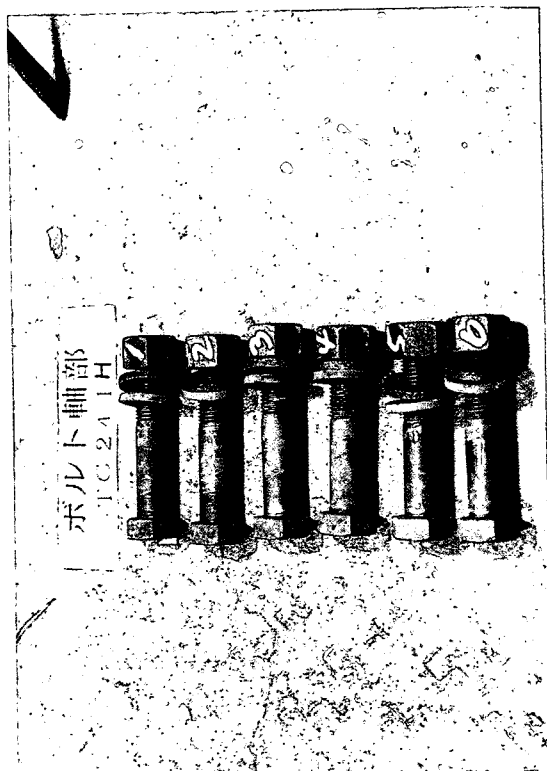
(d) 供試体B-3, 肌すきあり, 板厚22mm, 降水あり

写真—3.7 新潟市(海岸部)に暴露した供試体の接合面

(暴露4年目, 水平方向暴露)



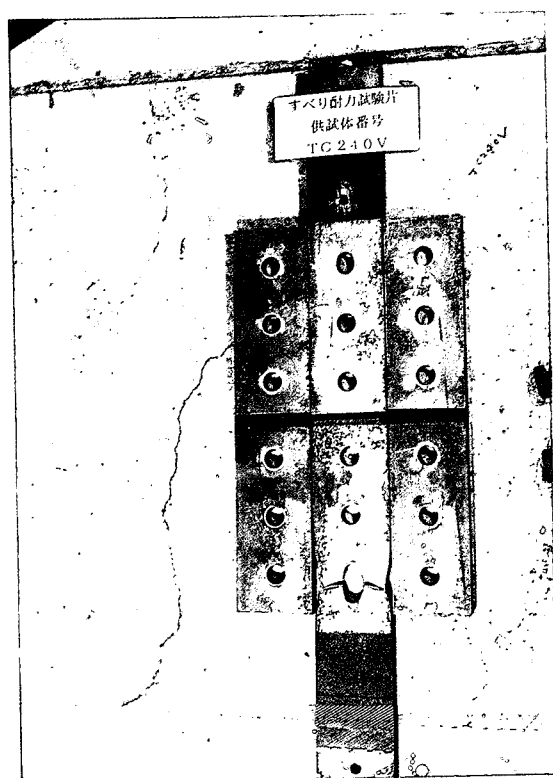
(a) 降水なし



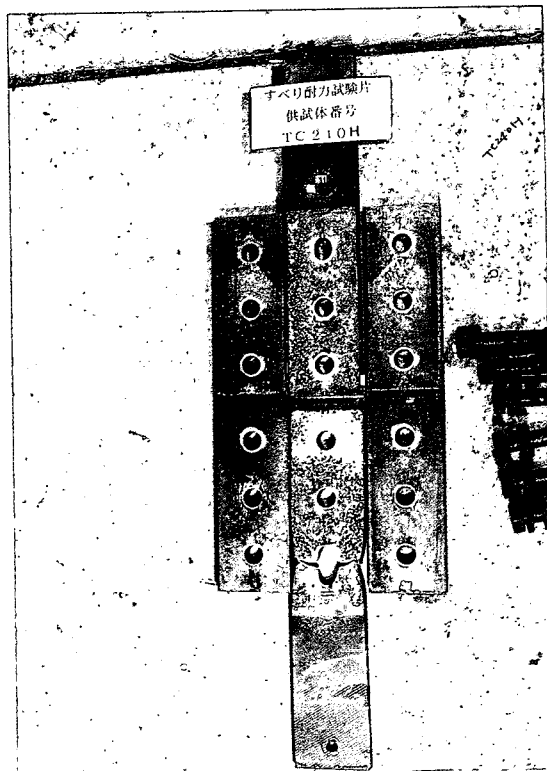
(b) 降水あり

写真-3.8 すべり耐力試験後のボルト軸部

(つくば市(田園部), 暴露4年目, 供試体C-2, 肌すきあり, 水平方向暴露)



(a) 垂直方向暴露



(b) 水平方向暴露

写真-3.9 すべり耐力試験後の接合面

(つくば市(田園部), 暴露4年目, 供試体C-2, 肌すきあり, 降水なし)

あ と が き

耐候性高力ボルトの暴露試験では、今後さらに暴露6年目（平成2年度）に供試体を回収する予定である。

この暴露試験の実施にあたっては、北陸地方建設局の下記の方々に御協力を頂いた。この場をかりて、厚く御礼を申し上げる次第である。

建設省北陸技術事務所	富田 叔昌（S 59. 4～S 62. 6）
“ “	伊藤 与一（S 62. 7～H 1. 3）
“ “	松木 達夫（H 1. 4～）
“ “	櫛 彦二郎（S 59. 4～S 62. 5）
“ “	五十嵐一男（S 62. 5～H 1. 3）
“ “	延命 研樹（H 1. 4～）
“ 信濃川下流工事事務所関屋出張所	白倉与志司（S 59. 4～S 60. 7）
“ “	本田 武（S 60. 8～S 62. 7）
“ “	五十嵐功次（S 62. 8～）
“ “	石田 求（S 59. 4～S 60. 10）
“ “	比企 正行（S 60. 10～）

この共同研究を実施している建設省土木研究所、（社）日本橋梁建設協会、（社）鋼材倶楽部の担当者は以下の通りである。

建設省土木研究所	橋梁研究室	佐伯 彰一（S 56. 4～S 60. 4）
“	“	篠原 洋司（S 60. 5～S 61. 6）○
“	“	藤原 稔（S 61. 7～）○
“	“	金井 道夫*（S 56. 4～S 58. 4）
“	“	西川 和廣*（S 57. 4～S 62. 3）○
“	“	村越 潤*（S 62. 4～）○
“	“	大塩 俊雄*（S 56. 4～S 58. 4）
“	“	佐藤 和徳*（S 58. 4～S 60. 3）
“	“	田中 良樹*（S 60. 4～）○
“	化学研究室	森 芳徳*（S 56. 4～S 60. 3）
“	“	片脇 清*（S 56. 4～）○
“	“	西崎 到*（S 60. 4～S 61. 3）
“	“	守屋 進*（S 61. 4～）
（社）日本橋梁建設協会		長谷川鏑一（S 56. 4～H 1. 3）○

(社)日本橋梁建設協会

〃

〃

〃

〃

〃

〃

(社)鋼材倶楽部

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

〃

松田 眞一 (H 1. 4 ~) ○

菅野 照造 (S 57. 4 ~ S 62. 3)

下瀬 健雄 (S 56. 4 ~) ○

庄司 吉弘 (S 56. 4 ~) ○

長尾 美廣 (S 60. 4 ~) ○

矢野 久元* (S 56. 4 ~ S 63. 3) ○

川村 友見* (S 63. 4 ~) ○

小島久次郎 (S 56. 4 ~ S 57. 4)

荒木 桂蔵 (S 56. 4 ~ S 60. 6)

岡田 道夫 (S 60. 7 ~ S 63. 5)

中条 行雄 (S 63. 6 ~)

清水 健次 (S 56. 4 ~)

井上 昭彦 (S 56. 4 ~ S 59. 7)

三浦 正美 (S 56. 4 ~)

木村 京次 (S 57. 4 ~ S 59. 12)

佐藤 一郎 (S 60. 4 ~)

久野 忠一* (S 56. 4 ~) ○

桑辺 行正* (S 56. 4 ~) ○

鳥井 康司* (S 56. 4 ~ S 61. 3)

松島 巖* (S 56. 4 ~)

三浦 尚人* (S 56. 4 ~ S 59. 3)

渡辺 常安* (S 56. 4 ~ S 59. 3)

石沢 隆生 (S 56. 4 ~ S 57. 3)

福原 幸雄 (S 58. 4 ~ S 62. 3)

佐伯 迪昭 (S 59. 4 ~ S 62. 3)

田中 明広 (S 56. 4 ~ S 61. 3)

平部 謙二 (S 61. 4 ~ S 63. 3)

八子 一了 (S 63. 4 ~)

三上 尚人* (S 56. 4 ~)

石岡 千里* (S 62. 4 ~)

別所 清 (S 62. 4 ~)

注) *印は「さび分析幹事会」幹事, ○印は「耐候性橋梁幹事会」幹事を示す。

参 考 文 献

- 1) 佐伯彰一, 西川和廣, 滝沢 晃: 高力ボルト摩擦接合継手に関する試験調査(Ⅰ)引張荷重を受ける継手のすべり耐力, 土木研究所資料, 第 1971 号, 建設省土木研究所, 1982 年 9 月
- 2) 建設省土木研究所, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会; 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(Ⅶ)―耐候性高力ボルトの暴露試験―, 共同研究報告書第11号, 昭和63年 1 月
- 3) 道路橋示方書・同解説, Ⅱ 鋼橋編, (社)日本道路協会, 昭和55年 2 月
- 4) 建設省土木研究所, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会; 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(Ⅷ)―無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(案)―, 共同研究報告書第12号, 昭和63年 1 月
- 5) 建設省土木研究所, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会; 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(Ⅳ) ― 環境条件調査結果 ― , 共同研究報告書第 8 号, 昭和63年 1 月

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究委員会の委員名簿

第1回（昭和56年6月24日）

第2回（昭和57年2月17日）

委員長	伊藤 学	東京大学工学部土木工学科教授
委員	稲垣 浩司	北海道開発局建設部道路建設課長
"	村岡 憲司	沖縄総合事務局開発建設部道路建設課長
"	阿部 英彦	日本国有鉄道技術研究所構造物研究室長
"	池田 甫	日本道路公団技術部構造技術課長代理
"	徳良 賢一	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	河井 章好	阪神高速道路公団工務部次長
"	奥川 淳志	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長代理
"	中岡 智信	道路局国道第一課課長補佐
"	藤原 稔	道路局国道第二課課長補佐
"	石橋 正穂	道路局地方道課課長補佐
"	坂東 幸男	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	窪田 一夫	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	須田 公男	北陸地方建設局道路部道路工事課長
"	竹内 治夫	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	湯川 和男	近畿地方建設局道路部道路工事課長
"	吉岡 洋二	中国地方建設局道路部道路工事課長
"	敷地 節雄	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	立花 重行	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	蒔田 実	土木研究所地質化学部長
"	成田 信之	土木研究所構造橋梁部長
"	森 芳徳	土木研究所地質化学部化学研究室長
"	佐伯 彰一	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長
"	片脇 清	土木研究所地質化学部化学研究室主任研究員
"	金井 道夫	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員
"	大塩 俊雄	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
"	桑辺 行正	(社)鋼材倶楽部（新日本製鉄(株)技術サービス部特殊鋼グループ課長）
"	武田 宣正	(社)鋼材倶楽部（日本鋼管(株)鉄鋼技術部課長）
"	岩永 寛	(社)鋼材倶楽部（住友金属工業(株)技術開発調査部主任部員）
"	久野 忠一	(社)鋼材倶楽部（川崎製鉄(株)鋼材技術部東京鋼材技術室主査）
"	石沢 隆夫	(社)鋼材倶楽部（(株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部鋼板技術部厚板担当課長）
"	佐藤 政勝	(社)鋼材倶楽部（川崎製鉄(株)構造技術研究所主任研究員）
"	長谷川 鑑一	(社)日本橋梁建設協会（(株)横河橋梁製作所設計部長）
"	下瀬 健雄	(社)日本橋梁建設協会（石川島播磨重工業(株)橋梁基本設計部課長）
"	庄司 吉弘	(社)日本橋梁建設協会（日本鋼管(株)技術研究所耐風構造研究室主任部員）
"	矢野 久元	(社)日本橋梁建設協会（(株)横河橋梁製作所設計部）
"	田中柳之助	(財)土木研究センター理事
"	荒居 昇	(財)土木研究センター常務理事

第3回（昭和57年9月30日～10月2日）

委員長	伊藤 学	東京大学工学部土木工学科教授
委員	三木 千壽	東京工業大学工学部土木工学科助教授
"	上野 正人	北海道開発局建設部道路建設課長
"	加納研之助	沖縄総合事務局開発建設部道路建設課長
"	阿部 英彦	日本国有鉄道鉄道技術研究所構造物研究室長
"	池田 甫	日本道路公団技術部構造技術課長代理
"	矢作 枢	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	河井 章好	阪神高速道路公団工務部次長
"	奥川 淳志	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長代理
"	中岡 智信	道路局国道第一課課長補佐
"	星野 満	道路局国道第二課課長補佐
"	石橋 正穂	道路局地方道課課長補佐
"	坂東 幸男	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	中山 泰宏	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	須田 公男	北陸地方建設局道路部道路工事課長
"	柴田 実	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	湯川 和男	近畿地方建設局道路部道路工事課長
"	吉岡 洋二	中国地方建設局道路部道路工事課長
"	山地 武	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	立花 重行	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	蒔田 実	土木研究所地質化学部長
"	成田 信之	土木研究所構造橋梁部長
"	森 芳徳	土木研究所地質化学部化学研究室長
"	佐伯 彰一	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長
"	片脇 清	土木研究所地質化学部化学研究室主任研究員
"	金井 道夫	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員
"	西川 和廣	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員
"	大塩 俊雄	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
"	桑辺 行正	(社)鋼材倶楽部(新日本製鉄(株)市場開発技術部厚板特殊鋼グループ課長)
"	渡辺 常安	(社)鋼材倶楽部(新日本製鉄(株)製品技術研究所鋼材第3研究室課長)
"	田中 明広	(社)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)鉄鋼製品技術部主任部員)
"	松島 巖	(社)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)技術研究所第4研究部腐食化学室室次長)
"	三浦 一良	(社)鋼材倶楽部(住友金属工業(株)第2製品技術部主任部員)
"	三上 尚人	(社)鋼材倶楽部(住友金属工業(株)尼崎市中央技術研究所表面処理研究室副主任研究員)
"	久野 忠一	(社)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)鋼材技術室課長)
"	石沢 隆夫	(社)鋼材倶楽部((株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部鋼板技術部部長代理)
"	鳥居 康司	(社)鋼材倶楽部((株)神戸製鋼所中央研究所腐食防食グループ)
"	佐藤 政勝	(社)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)構造技術研究所主任研究員)
"	荒木 桂蔵	(社)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川 鑑一	(社)日本橋梁建設協会((株)横河橋梁製作所設計部長)
"	菅野 照造	(社)日本橋梁建設協会(石川島播磨重工業技術研究所化学部副部長)
"	下瀬 健雄	(社)日本橋梁建設協会(石川島播磨重工業(株)橋梁基本設計課長)
"	庄司 吉弘	(社)日本橋梁建設協会(日本鋼管(株)技術研究所耐風構造研究室)
"	矢野 久元	(社)日本橋梁建設協会((株)横河橋梁製作所設計部)
"	田中柳之助	(財)土木研究センター理事
"	荒居 昇	(財)土木研究センター常務理事

第4回（昭和58年11月25日）

委員長	伊藤 学	東京大学工学部土木工学科教授
委員	三木 千壽	東京工業大学工学部土木工学科助教授
"	熊谷 勝弘	北海道開発局建設部道路建設科課長補佐
"	加納 研之助	沖縄総合事務局開発建設部道路建設課長
"	阿部 英彦	日本国有鉄道構造物設計事務所長
"	中島 英治	日本道路公団技術部構造技術課長
"	矢作 枢	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	河井 章好	阪神高速道路公団神戸建設部部長
"	田中 淳之	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長
"	田崎 忠行	道路局国道第一課課長補佐
"	星野 満	道路局国道第二課課長補佐
"	熊谷 恒一郎	道路局地方道課課長補佐
"	大島 喜三郎	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	中山 泰宏	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	末田 一好	北陸地方建設局道路部道路工事課長
"	本田 宣史	北陸地方建設局北陸技術事務所長
"	宮川 満州夫	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	尾形 望	近畿地方建設局道路部道路工事課長
"	岩崎 孝人	中国地方建設局道路部道路工事課長
"	堀 繁	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	立花 重行	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	蒔田 実	土木研究所地質化学部長
"	村上 己里	土木研究所構造橋梁部長
"	森 芳徳	土木研究所地質化学部化学研究室長
"	佐伯 彰一	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長
"	片脇 清	土木研究所地質化学部化学研究室主任研究員
"	西川 和廣	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員
"	佐藤 和徳	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
"	桑辺 行正	(社)鋼材倶楽部 (新日本製鉄(株)厚板技術部厚板技術サービス室部長代理)
"	田中 明広	(社)鋼材倶楽部 (日本鋼管(株)鉄鋼製品技術部主任部員)
"	松島 巖	(社)鋼材倶楽部 (日本鋼管(株)技術研究所第4研究部腐食化学室次長)
"	三浦 一良	(社)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)第2製品技術部主任部員)
"	三上 尚人	(社)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)尼崎市中央技術研究所表面処理研究室副主任研究員)
"	久野 忠一	(社)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)技術本部製鋼鋼材技術室課長)
"	福原 幸雄	(社)鋼材倶楽部 ((株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部厚板技術部部長代理)
"	鳥井 康司	(社)鋼材倶楽部 ((株)神戸製鋼所材料研究所中央研究所腐食防食グループ)
"	佐藤 政勝	(社)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)構造技術研究所主任研究員)
"	荒木 桂蔵	(社)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川 鑑一	(社)日本橋梁建設協会 ((株)横河橋梁製作所設計部長)
"	菅野 照造	(社)日本橋梁建設協会 (石川島播磨重工業技術研究所化学部副部長)
"	下瀬 健雄	(社)日本橋梁建設協会 (石川島播磨重工業(株)橋梁基本設計課長)
"	庄司 吉弘	(社)日本橋梁建設協会 (日本鋼管(株)技術研究所耐風構造研究室課長)
"	矢野 久元	(社)日本橋梁建設協会 ((株)横河橋梁製作所設計部)
"	田中柳之助	(財)土木研究センター理事
事務局	荒居 昇	(財)土木研究センター常務理事

第5回（昭和61年3月27日）

委員長	伊藤 学	東京大学工学部土木工学科教授
委員	阿部 英彦	宇都宮大学工学部教授
"	三木 千壽	東京工業大学工学部土木工学科助教授
"	熊谷 勝弘	北海道開発局建設部道路建設課課長補佐
"	山本 善行	沖縄総合事務局開発建設部道路建設課長
"	中島 英治	日本道路公団技術部構造技術課長
"	三橋 晃司	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	竹蒔 昇	阪神高速道路公団神戸建設部部長
"	山口 浩二	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長
"	谷口 博昭	道路局国道第一課課長補佐
"	桂樹 正隆	道路局国道第二課課長補佐
"	武藤 和宏	道路局地方道課課長補佐
"	柏原 莊助	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	大橋 義彦	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	丸山 幹雄	北陸地方建設局道路部道路工事課長
"	本田 宣史	北陸地方建設局北陸技術事務所長
"	岩城 正彦	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	巽 義則	近畿地方建設局道路部道路工事課長
"	岩崎 孝人	中国地方建設局道路部道路工事課長
"	山川 健蔵	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	秋吉 忠	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	蒔田 実	土木研究所地質化学部長
"	多田 浩彦	土木研究所構造橋梁部長
"	片脇 清	土木研究所地質化学部化学研究室長
"	篠原 洋司	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長
"	西川 和廣	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室主任研究員
"	田中 良樹	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
"	桑辺 行正	(社)鋼材倶楽部 (新日本製鉄(株)厚板技術部厚板技術サービス室部長代理)
"	平部 謙二	(社)鋼材倶楽部 (日本鋼管(株)鋼材技術部厚板技術室主任部員)
"	松島 巖	(社)鋼材倶楽部 (日本鋼管(株)技術開発本部中央研究所第二材料研究部腐食化学研究室長)
"	佐伯 迪昭	(社)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)厚板技術部主任部員)
"	三上 尚人	(社)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)中央技術研究所表面处理研究室主任研究員)
"	久野 忠一	(社)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)鉄鋼技術本部鋼材技術部主査課長)
"	福原 幸雄	(社)鋼材倶楽部 ((株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部厚板技術部部長代理)
"	鳥井 康司	(社)鋼材倶楽部 ((株)神戸製鋼所材料研究所材料開発センター耐食防食技術室)
"	佐藤 政勝	(社)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)研究開発センター設計研究室課長)
"	岡田 道夫	(社)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川 鑄一	(社)日本橋梁建設協会 ((株)横河橋梁製作所常務取締役)
"	菅野 照造	(社)日本橋梁建設協会 (石川島播磨重工業(株)技術研究所化学部副部長)
"	下瀬 健雄	(社)日本橋梁建設協会 (石川島播磨重工業(株)橋梁基本設計部副部長)
"	庄司 吉弘	(社)日本橋梁建設協会 (日本鋼管(株)鋼構造建設部橋梁設計室課長)
"	矢野 久元	(社)日本橋梁建設協会 ((株)横河橋梁製作所設計研究部橋梁第二課課長補佐)
"	柳田 力	(財)土木研究センター常務理事
事務局	荒居 昇	(財)土木研究センター事務局長

第6回（昭和63年1月22日）

委員長	伊藤 学	東京大学工学部土木工学科教授
委員	阿部 英彦	宇都宮大学工学部教授
"	三木 千壽	東京工業大学工学部土木工学科助教授
"	杉岡 博史	北海道開発局建設部道路建設課課長補佐
"	瀬戸 馨	沖縄総合事務局開発建設部道路建設課長
"	毛戸 秀幸	日本道路公団技術部構造技術課長
"	山内 博	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	松村駿一郎	阪神高速道路公団神戸建設部長
"	多田 和夫	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長
"	谷口 博昭	道路局国道第一課課長補佐
"	西川 和廣	道路局国道第二課課長補佐
"	菅原 信二	道路局地方道課課長補佐
"	佐々木爽春	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	池田 実	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	松橋 省	北陸地方建設局道路部道路工事課長
"	小穴 博保	北陸地方建設局北陸技術事務所長
"	岩城 正彦	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	古田 勇	近畿地方建設局道路部道路工事課長
"	木下 良治	中国地方建設局道路部道路工事課長
"	倉本 勝美	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	藤原榮吉郎	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	桑原 啓三	土木研究所地質化学部長
"	篠原 洋司	土木研究所構造橋梁部長
"	片脇 清	土木研究所地質化学部化学研究室長
"	藤原 稔	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長
"	守屋 進	土木研究所地質化学部化学研究室研究員
"	村越 潤	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員
"	田中 良樹	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
"	桑辺 行正	(社)鋼材倶楽部 (新日本製鉄(株)厚板技術部厚板技術サービス室部長代理)
"	平部 謙二	(社)鋼材倶楽部 (日本鋼管(株)商品技術センター鋼材技術部)
"	松島 巖	(社)鋼材倶楽部 (日本鋼管(株)技術開発本部企画部主任部員部長)
"	別所 清	(社)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)鋼板技術部専門部長)
"	三上 尚人	(社)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)総合技術研究所鉄鋼研究センター)
"	久野 忠一	(社)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)鉄鋼技術本部鋼材技術部主査課長)
"	石岡 千里	(社)鋼材倶楽部 ((株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部厚板技術部課長)
"	佐藤 政勝	(社)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)研究開発センター設計研究室課長)
"	岡田 道夫	(社)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川鑪一	(社)日本橋梁建設協会 ((株)横河橋梁製作所常務取締役)
"	下瀬 健雄	(社)日本橋梁建設協会 (石川島播磨重工業(株)橋梁管理部部長)
"	庄司 吉弘	(社)日本橋梁建設協会 (日本鋼管(株)鋼構造建設部橋梁設計室課長)
"	矢野 久元	(社)日本橋梁建設協会 ((株)横河橋梁製作所設計部課長)
"	柳田 力	(財)土木研究センター常務理事
事務局	荒居 昇	(財)土木研究センター事務局長

第7回（平成元年2月7日）

委員長	伊藤	学	東京大学工学部土木工学科教授
委員	阿部	英彦	宇都宮大学工学部教授
"	三木	千壽	東京工業大学工学部土木工学科助教授
"	本多	満	北海道開発局建設部道路建設課課長補佐
"	瀬戸	馨	沖縄総合事務局開発建設部道路建設課長
"	伊藤	義則	日本道路公団技術部構造技術課長
"	山内	博	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	吉川	紀	阪神高速道路公団工務部設計課長
"	辰巳	正明	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長
"	金井	道夫	道路局国道第一課課長補佐
"	西川	和廣	道路局国道第二課課長補佐
"	菅原	信二	道路局地方道課課長補佐
"	佐藤	幹雄	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	池田	実	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	松橋	省	北陸地方建設局道路部道路工事課長
"	萩原	哲雄	北陸地方建設局北陸技術事務所長
"	水野	英夫	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	古田	勇	近畿地方建設局道路部道路工事課長
"	岡田	清彦	中国地方建設局道路部道路工事課長
"	藤田	稔	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	森	久	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	市川	慧	土木研究所地質化学部長
"	佐伯	彰一	土木研究所構造橋梁部長
"	片脇	清	土木研究所地質化学部化学研究室長
"	藤原	稔	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長
"	守屋	進	土木研究所地質化学部化学研究室研究員
"	村越	潤	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員
"	田中	良樹	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
"	桑辺	行正	(社)鋼材倶楽部(新日本製鉄(株)厚板技術部厚板技術サービス室部長代理)
"	八子	一了	(社)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)商品技術センター鋼材技術部)
"	松島	巖	(社)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)技術開発本部企画部主任部員部長)
"	別所	清	(社)鋼材倶楽部(住友金属工業(株)鋼板技術部専門部長)
"	三上	尚人	(社)鋼材倶楽部(住友金属工業(株)研究開発本部鉄鋼技術研究所)
"	久野	忠一	(社)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)鉄鋼技術本部鋼材技術部主査課長)
"	石岡	千里	(社)鋼材倶楽部((株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部厚板技術部課長)
"	佐藤	政勝	(社)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)研究開発センター課長)
"	中条	行雄	(社)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川	鑑一	(社)日本橋梁建設協会((株)横河橋梁製作所常務取締役)
"	下瀬	健雄	(社)日本橋梁建設協会(石川島播磨重工業(株)橋梁管理部部長)
"	庄司	吉弘	(社)日本橋梁建設協会(日本鋼管(株)鋼構造建設部橋梁設計室課長)
"	川村	友見	(社)日本橋梁建設協会((株)横河橋梁製作所設計部課長)
"	森	芳徳	(財)土木研究センター研究開発部長
事務局	荒居	昇	(財)土木研究センター事務局長

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究委員会の審議経過

第1回（昭和56年6月24日）

- 1) 本委員会設立の趣旨説明
- 2) 全体計画の説明
- 3) 全国暴露試験の概要説明
- 4) 環境条件調査（飛来塩分量，亜硫酸ガス濃度）の概要説明
- 5) 耐候性鋼材のJIS規格化についての説明
- 6) 裸使用および表面処理を施した耐候性橋梁の使用実績紹介
- 7) 国鉄の無塗装耐候性橋梁と暴露試験の説明
- 8) 阪神公団，防錆橋梁研究委員会報告書の説明

第2回（昭和57年2月17日）

- 1) 暴露試験片の取付け状況報告
- 2) 重量分析方法および化学分析方法についての概要
- 3) 環境条件調査（飛来塩分量，亜硫酸ガス濃度，気象条件）の概要
- 4) 大型暴露試験の概要
- 5) 溶接継手試験の概要
- 6) さび分析幹事会の設立について
- 7) 北海道開発局での調査研究動向について

第3回（昭和57年9月30日～10月2日）

- 1) 現地調査
 室蘭新道の橋梁（国道36号）
 尻別跨線橋（鉄道橋）
 豊平橋（国道36号，全国暴露試験橋梁の1橋）
 北海道百年記念塔
- 2) 全体計画の概要
- 3) 全国暴露試験の第一回収収状況
- 4) 大型試験体および溶接継手試験片の暴露調査について
- 5) 環境条件調査の中間報告
- 6) 化学分析方法について
- 7) さび分析幹事会の構成について

第4回（昭和58年11月25日）

- 1) 全体計画の概要
- 2) 暴露試験片の第一回化学分析調査結果
- 3) 暴露試験片の第一回腐食量調査結果
- 4) 大型試験体の第一回外観観察結果
- 5) 今後の研究予定
- 6) 第二期飛来塩分量調査について

第5回（昭和61年3月27日）

- 1) 全体計画の概要
- 2) 環境条件調査結果の報告書
- 3) 暴露試験片の第二回化学分析調査結果
- 4) 暴露試験片の第二回腐食量調査結果
- 5) 大型試験体の第二回外観観察結果
- 6) 耐候性高力ボルト暴露試験の概要
- 7) 耐候性橋梁の設計・施工要領（案）の説明

第6回（昭和63年1月22日）

- 1) 全体計画の概要
- 2) 「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（案）」について
- 3) 暴露試験片の第二回化学分析調査結果
- 4) 暴露試験片の第三回化学分析調査結果
- 5) 暴露試験片の第三回腐食量調査結果
- 6) 環境条件調査の概要
- 7) 耐候性高力ボルト暴露試験の第一回収収結果
- 8) 大型試験体の第三回外観観察結果

第7回（平成元年2月7日）

- 1) 全体計画の概要
- 2) 暴露試験片の第四回化学分析調査の経過報告
- 3) 暴露試験片の第四回腐食量調査の経過報告
- 4) 耐候性高力ボルト暴露試験の第二回収収結果
- 5) プレートガーダー以外の耐候性橋梁の実績調査
- 6) 飛来塩分量全国調査の結果の概要
- 7) 耐候性鋼材のJIS改定について



付属資料

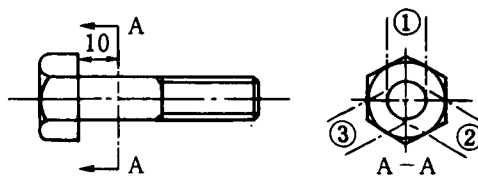
暴露 2 年目の耐候性高力ボルト軸径測定結果

昭和 61 年 10 月



表-1 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

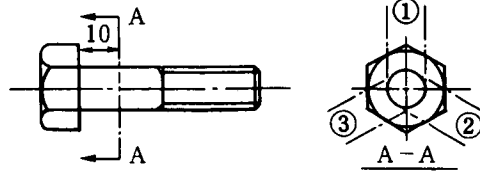


供試体分類-A

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
NA-2	A-1	21.85	21.80	21.90	21.85	0.03	ボルト長さ 65mm 締付力 22.5 t
	- 2	21.95	21.90	21.85	21.85	0.03	
	B-1	22.00	21.95	21.90	21.95	0.02	
	- 2	21.90	21.95	21.95	21.93	0.01	
	C-1	21.90	21.90	21.90	21.90	0	
	- 2	21.85	21.90	21.95	21.85	-0.05	
	D-1	22.10	22.25	22.30	22.22	0.10	
	- 2	22.00	22.20	22.20	22.07	-0.06	
	E-1	21.80	21.90	22.95	21.90	0.08	
	- 2	21.90	21.90	21.85	21.88	0.06	
	F-1	22.30	22.20	22.25	22.25	0.07	
	- 2	22.15	22.15	22.15	22.15	0	
TA-2	A-1	21.85	21.85	21.90	21.87	0.07	ボルト長さ 65mm 締付力 22.5 t
	- 2	21.80	21.95	21.90	21.90	0.08	
	B-1	21.95	21.95	21.85	21.92	-0.03	
	- 2	21.90	21.90	21.90	21.90	-0.02	
	C-1	21.90	21.95	21.90	21.92	0.02	
	- 2	21.95	21.95	21.95	21.95	0.03	
	D-1	22.15	22.10	22.00	22.08	-0.02	
	- 2	22.10	22.05	22.00	22.05	-0.07	
	E-1	21.80	21.90	21.80	21.83	0.01	
	- 2	21.90	21.85	21.95	21.90	0.05	
	F-1	22.15	22.10	22.15	22.13	-0.02	
	- 2	22.15	22.15	22.15	22.15	0	

表-2 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

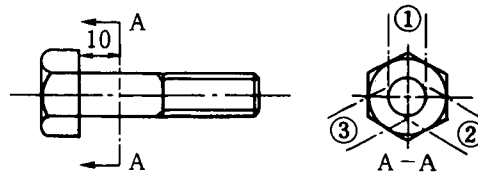


供試体分類-B-1

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
NB 121 H	1	21.85	21.90	21.85	21.87	-0.01	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	22.00	21.95	21.90	21.95	0.12	
	3	21.90	21.95	21.90	21.92	0.05	
	4	21.90	21.95	21.85	21.90	0.05	
	5	21.90	21.85	21.85	21.87	0.04	
	6	21.80	21.80	21.90	21.83	-0.02	
	7	21.80	21.85	21.90	21.85	0.03	
	8	21.80	21.85	21.80	21.82	-0.05	
	9	21.85	21.85	21.90	21.87	-0.04	
NB 121 V	1	21.85	21.85	21.90	21.87	-0.06	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.07	
	3	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.05	
	4	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.06	
	5	21.80	21.90	21.85	21.85	-0.02	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	7	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	8	21.90	21.85	21.85	21.87	0	
	9	21.90	21.85	21.80	21.85	0.03	
NB 120 H	1	21.95	21.90	21.90	21.92	0	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	22.00	21.90	21.95	21.95	0.03	
	3	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.08	
	4	21.80	21.90	21.90	21.87	0.02	
	5	21.80	21.85	21.85	21.83	-0.10	
	6	21.90	21.85	21.90	21.88	0.01	
	7	21.90	21.85	21.85	21.87	-0.03	
	8	21.85	21.85	21.85	21.85	-0.05	
	9	21.90	21.90	21.90	21.90	0	

表-3 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

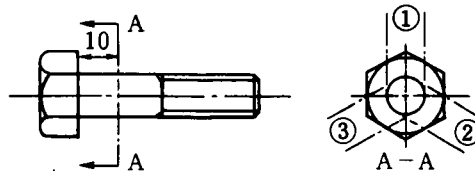


供試体分類-B-1

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
NB 120 V	1	21.85	21.80	21.80	21.82	-0.06	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.85	21.85	21.80	21.83	-0.05	
	3	21.83	21.90	21.80	21.83	-0.04	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.12	
	5	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.10	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.10	
	7	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.13	
	8	21.80	21.85	21.90	21.85	-0.05	
	9	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.08	
NB 221 H	1	21.85	21.85	21.90	21.87	0.07	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.85	21.85	21.90	21.87	0.05	
	3	21.85	21.85	21.80	21.83	0.03	
	4	21.85	21.85	21.90	21.87	0.07	
	5	21.85	21.90	21.90	21.88	0.08	
	6	21.75	21.80	21.85	21.80	0.03	
	7	21.90	21.85	21.85	21.87	0.07	
	8	21.90	21.90	21.95	21.92	0.12	
	9	21.85	21.90	21.95	21.90	0.10	
NB 221 V	1	21.80	21.80	21.80	21.80	0	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.85	21.85	21.83	0	
	3	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	4	21.80	21.85	21.85	21.83	0	
	5	21.80	21.80	21.85	21.82	0.02	
	6	21.80	21.90	21.90	21.87	0.04	
	7	21.80	21.80	21.90	21.83	0.01	
	8	21.80	21.90	21.90	21.87	0.07	
	9	21.80	21.90	21.85	21.85	0	

表-4 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

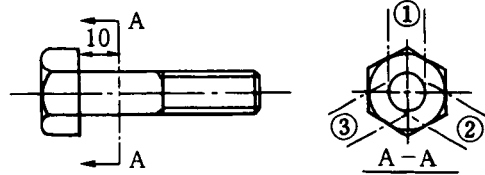


供試体分類-B-2

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
NB 220 H	1	21.85	21.85	21.85	21.85	0.02	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.90	21.83	0	
	3	21.80	21.85	21.85	21.83	0	
	4	21.80	21.85	21.80	21.82	-0.06	
	5	21.85	21.85	21.85	21.85	0	
	6	21.90	21.80	21.90	21.87	0.05	
	7	21.90	21.80	21.90	21.87	0.07	
	8	21.90	21.85	21.85	21.87	0.07	
	9	21.80	21.85	21.85	21.83	0	
NB 220 V	1	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	3	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	4	21.85	21.85	21.85	21.85	-0.02	
	5	21.85	21.85	21.80	21.83	-0.02	
	6	21.80	21.80	21.85	21.82	0	
	7	21.80	21.80	21.80	21.80	0	
	8	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	9	21.85	21.85	21.90	21.87	0.04	
NB 321 H	1	21.95	21.90	22.00	21.95	0.10	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.75	21.80	21.80	21.78	0.05	
	3	21.85	21.80	21.90	21.85	0.03	
	4	21.80	21.90	21.85	21.85	0.03	
	5	21.80	21.95	21.80	21.85	0.05	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	0.05	
	7	21.80	21.80	21.80	21.80	0.05	
	8	21.80	21.80	21.80	21.80	0.07	
	9	21.80	21.80	21.80	21.80	0.07	

表-5 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

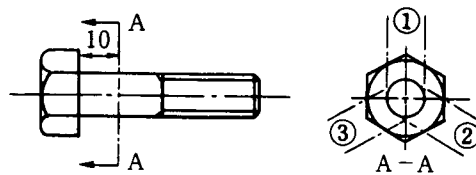


供試体分類-B-3

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
NB 321 V	1	21.90	21.95	21.90	21.92	0.09	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.85	21.85	21.85	21.85	0.02	
	3	21.95	21.85	21.90	21.85	0	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	5	21.85	21.90	21.85	21.87	-0.03	
	6	21.80	21.80	21.90	21.83	-0.07	
	7	21.75	21.80	21.80	21.78	-0.09	
	8	21.75	21.80	21.85	21.80	-0.03	
	9	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
NB 320 H	1	21.80	21.95	21.80	21.85	0.05	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.85	21.80	21.82	0.02	
	3	21.90	21.80	21.80	21.83	0.01	
	4	21.85	21.80	21.80	21.83	0	
	5	21.80	21.80	21.80	21.80	0	
	6	21.90	21.80	21.80	21.83	0.03	
	7	21.85	21.80	21.80	21.82	0.02	
	8	21.80	21.80	21.80	21.80	0.03	
	9	21.80	21.80	21.85	21.82	0.02	
NB 320 V	1	21.80	21.80	21.85	21.82	0.02	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.75	21.80	21.85	21.80	0.02	
	3	21.80	21.80	21.80	21.80	0	
	4	21.80	21.80	21.85	21.82	0.02	
	5	21.80	21.80	21.80	21.80	0	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	7	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	8	21.80	21.80	21.80	21.80	0.02	
	9	21.80	21.85	21.85	21.83	0.03	

表-6 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

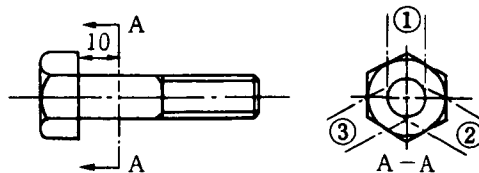


供試体分類-B-1

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
TB 121 H	1	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.05	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.90	21.90	21.87	0.02	
	3	21.80	21.80	21.90	21.83	-0.02	
	4	21.90	21.90	21.90	21.90	0.05	
	5	21.80	21.90	21.90	21.87	0.02	
	6	21.80	21.90	21.85	21.85	0	
	7	21.80	21.90	21.95	21.88	0.06	
	8	21.90	21.95	21.95	21.95	0.13	
	9	21.90	21.95	21.80	21.88	0.03	
TB 121 V	1	21.85	21.90	21.85	21.87	0.05	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.85	21.85	21.83	0.03	
	3	21.80	21.80	21.90	21.83	0.01	
	4	21.85	21.90	21.85	21.87	0.04	
	5	21.85	21.85	21.85	21.85	0.05	
	6	21.85	21.85	21.85	21.85	0	
	7	21.85	21.95	21.95	21.92	0.10	
	8	21.95	21.90	21.90	21.92	0.07	
	9	21.95	21.90	21.90	21.92	0.12	
TB 120 H	1	21.80	21.80	21.95	21.85	0.02	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	3	21.80	21.90	21.90	21.90	0.08	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	5	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.01	
	6	21.90	21.90	21.85	21.88	0.01	
	7	21.95	21.95	21.90	21.93	0.10	
	8	21.80	21.80	21.90	21.83	-0.02	
	9	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	

表-7 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

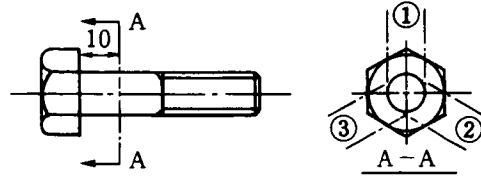


供試体分類-B-1

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
TB 120 V	1	21.85	21.85	21.85	21.85	0.02	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.90	21.85	22.00	21.92	0.12	
	3	21.85	21.85	21.85	21.85	0.02	
	4	21.80	21.85	21.90	21.85	0	
	5	21.90	21.90	21.90	21.90	0.10	
	6	21.85	21.85	21.95	21.88	0.05	
	7	21.85	21.85	21.90	21.87	0.05	
	8	21.80	21.80	21.95	21.85	0.05	
	9	21.80	21.80	21.90	21.83	0	
TB 221 H	1	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.05	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	3	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	4	21.80	21.80	21.85	21.82	0.02	
	5	21.90	21.90	21.95	21.92	0.12	
	6	21.90	21.80	21.80	21.83	0.	
	7	21.85	21.80	21.80	21.82	-0.01	
	8	21.90	21.80	21.80	21.83	-0.02	
	9	21.90	21.80	21.80	21.83	0	
TB 221 V	1	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.03	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.95	21.85	-0.03	
	3	21.80	21.80	21.90	21.83	-0.01	
	4	21.75	21.80	21.85	21.80	-0.03	
	5	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.05	
	6	21.85	21.85	21.90	21.87	-0.04	
	7	21.80	21.90	21.95	21.88	-0.01	
	8	21.85	21.80	21.80	21.82	-0.01	
	9	21.85	21.90	21.85	21.87	0	

表-8 ボルト径測定値

ボルト径測定位置

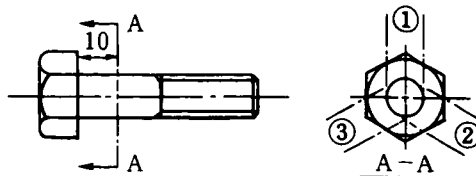


供試体分類-B-2

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
TB 220 H	1	21.85	21.85	21.80	21.83	0	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.85	21.85	21.90	21.87	0.02	
	3	21.80	21.80	21.90	21.83	0	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	0	
	5	21.80	21.85	21.90	21.85	0.03	
	6	21.80	21.85	21.80	21.82	0	
	7	21.80	21.85	21.80	21.82	-0.01	
	8	21.80	21.85	21.80	21.82	-0.01	
	9	21.80	21.95	21.80	21.85	-0.03	
TB 220 V	1	21.85	21.90	21.95	21.90	0.07	ボルト長さ 60mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.90	21.83	0.01	
	3	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.01	
	4	21.95	21.95	21.95	21.95	0.12	
	5	21.80	21.85	21.90	21.85	0.03	
	6	21.85	21.90	21.90	21.88	0.08	
	7	21.85	21.90	21.90	21.88	0.05	
	8	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.01	
	9	21.85	21.85	21.85	21.85	0.03	
TB 321 H	1	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.05	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.01	
	3	21.85	21.90	21.85	21.87	0.05	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	0	
	5	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	0	
	7	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	8	21.80	21.80	21.85	21.82	-0.01	
	9	21.85	21.85	21.85	21.85	-0.03	

表-9 ボルト径測定値

ボルト径測定位置



供試体分類-B-3

供試体 番 号	ボルト 番 号	測定ボルト径 (mm)				※ボルト 径変化量 平均値差 (mm)	備 考
		①	②	③	平均		
TB 321 V	1	21.80	21.85	21.95	21.85	0.08	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.85	21.80	21.82	0.	
	3	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	0.02	
	5	21.80	21.80	21.85	21.82	0.02	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	0.02	
	7	21.80	21.95	21.90	21.88	0.06	
	8	21.80	21.80	21.85	21.82	0.02	
	9	21.80	21.85	21.85	21.83	-0.05	
TB 320 H	1	21.80	21.80	21.80	21.80	0.	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	3	21.80	21.80	21.85	21.82	0.	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	0.	
	5	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	7	21.80	21.80	21.90	21.83	-0.03	
	8	21.80	21.80	21.90	21.83	0.01	
	9	21.80	21.80	21.90	21.83	0.03	
TB 320 V	1	21.80	21.85	21.85	21.83	0.01	ボルト長さ 85mm 締付力 22.5 t
	2	21.80	21.80	21.80	21.80	0.	
	3	21.80	21.80	21.80	21.80	0.	
	4	21.80	21.80	21.80	21.80	0.	
	5	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	6	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.03	
	7	21.80	21.80	21.80	21.80	-0.02	
	8	21.80	21.80	21.80	21.80	0.	
	9	21.85	21.85	21.90	21.87	0.07	

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する

共同研究報告書(Ⅺ)

—耐候性高力ボルト暴露試験の第一回及び

第二回調査結果—

共同研究報告書第34号

平成元年12月 (1989)

建設省土木研究所

(社) 鋼材倶楽部

(社) 日本橋梁建設協会

要 旨

耐候性高力ボルト暴露試験は、「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究(昭和56年度～平成3年度)」の一環として、昭和59年度より6箇年の計画で実施している。この暴露試験は、無塗装耐候性橋梁の設計・施工上の留意点を検討する際の一資料とするため、化学成分の規格が統一されていない耐候性高力ボルトの耐候性を確認するとともに、無塗装の高力ボルト摩擦接合継手における接合面やボルト軸部の状態及びすべり耐力を確認するものである。

本報告は昭和61年度の第一回収収時(暴露2年目)及び昭和63年度の第二回収収時(暴露4年目)において実施した外観観察及びすべり耐力試験の結果についてとりまとめたものである。

キーワード：橋梁，耐候性鋼材，耐候性高力ボルト，摩擦接合継手，暴露試験

郵便はがき

305-□□

を41円
ははって
さい切手

建設省土木研究所

橋梁研究室
御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. 24

No. 24

配布先氏名

配布先住所



土木研究所共同研究報告書第34号

上記のとおり受領しました。

所 属(住所)

氏 名

印

土木研究所共同研究報告書第34号

