

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する 共同研究報告書 (XIV)

— 環境条件調査結果 2 —

平成5年3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 © (1993) 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 (XIV)

— 環境条件調査結果 2 —

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

本共同研究では、耐候性鋼材の長期的な全国暴露試験と並行して、耐候性鋼材の無塗装使用の成否に大きな影響を及ぼす塩分に着目し、錆げた各部の付着塩分量の把握など、鋼道路橋の塩分環境について調査を行った。また、鋼材のさび中の塩分を除去する場合の素地調整の程度と塩分除去率の関係について調査を行った。本報告書はそれらの結果をとりまとめたものである。

キーワード：橋梁，耐候性鋼材，付着塩分量，飛来塩分量，塩分除去

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・施工及び維持管理について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年度から平成3年度までの11箇年にわたって実施してきた。これまでに、全国暴露試験の中間結果等に基づき、昭和60年度には「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(案)」¹⁾を、また平成2年度には「無塗装耐候性橋梁の点検要領(案)」²⁾を作成している。

本共同研究における全国41箇所での耐候性鋼材の暴露試験の一環として、暴露開始当初の昭和57年度に各暴露地点の飛来塩分量及び亜硫酸ガス量の測定を行った。この結果については本共同研究報告書(IV)³⁾にとりまとめており、耐候性鋼材の板厚減少量は、飛来塩分量との間に強い相関が見られること、一方、亜硫酸ガス量とは明確な相関が見られないことを述べた。

その後、耐候性鋼材の無塗装使用の成否に大きな影響を及ぼす塩分に着目し、錆げた各部の付着塩分量の把握など、鋼道路橋の塩分環境についてより詳細な調査を行った。また、鋼材のさび中の塩分を除去する場合の素地調整の程度と塩分除去率の関係について調査を行った。本報告書は環境条件調査の続編としてそれらの結果をとりまとめたものである。

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. 環境条件調査の概要	6
3. 試験片取付橋梁の付着塩分量調査	10
4. 関ヶ原周辺鋼げたの付着塩分量調査	15
5. 新組跨線橋の環境詳細調査	40
6. さび中の塩分除去方法に関する調査	59
7. ま と め	71
参考文献	73
謝 辞	74
付属資料 塩分拭き取り要領	75
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	76
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	85
共同研究担当者名簿	88
「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	89

1. 共同研究の全体計画

表-1.1に全国暴露試験を含む本共同研究における作業項目とスケジュールを示す。また、表-1.2に各暴露試験の概要を示す。これらを進めるにあたり、本共同研究では、学識経験者、直轄道路管理者、道路関係四公団を交えた「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究委員会」を逐次開催して（計10回）、研究の方針、内容、成果等について審議して頂いた。巻末に同委員会の名簿及び審議経過を記した。

表-1.1 共同研究の全体計画

項 目	年 度								平成		
	昭和56	昭和57	昭和58	昭和59	昭和60	昭和61	昭和62	昭和63	元	2	3
暴露試験											
全国暴露試験		○		○		○		○		○	
部位別暴露試験						○		○		○	
大型暴露試験			○		○		○			○	
溶接継手暴露試験						○				○	
耐候性高力ボルト暴露試験						○		○		○	
表面処理暴露試験						○				○	
環境条件調査											
暴露地点における飛来塩分量の測定		○									
〃 亜硫酸ガス量の測定		○									?
暴露試験片設置橋梁の付着塩分量の測定						○					
凍結防止剤の影響に関する調査							○	○	○	○	
無塗装耐候性橋梁の設計・施工に関する検討					*1						*2
無塗装耐候性橋梁の維持管理に関する検討										*3	

○；試験片回収分析、外観観察、測定等の調査年度を示す。

■；暴露期間、調査期間等を示す。

*1；「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(案)」の作成年度を示す。

*2；「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(案)」の改訂原案の作成年度を示す。

*3；「無塗装耐候性橋梁の点検要領(案)」の作成年度を示す。

表-1.2 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(1)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	観察 暴露後1, 3, 5, 8年目 小型回収 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部のさびの安定化状況を把握する。	"	暴露後4, 8年目	(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DW50相当品を使用	1枚の試験片寸法は(1)と同じ。 溶接部の余盛有と有盛無の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	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 " すべり耐力試験 ボルト軸径測定 外観調査	詳細は報告書(VI)を参照
(6) 表面処理暴露試験	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-1.3 参照。

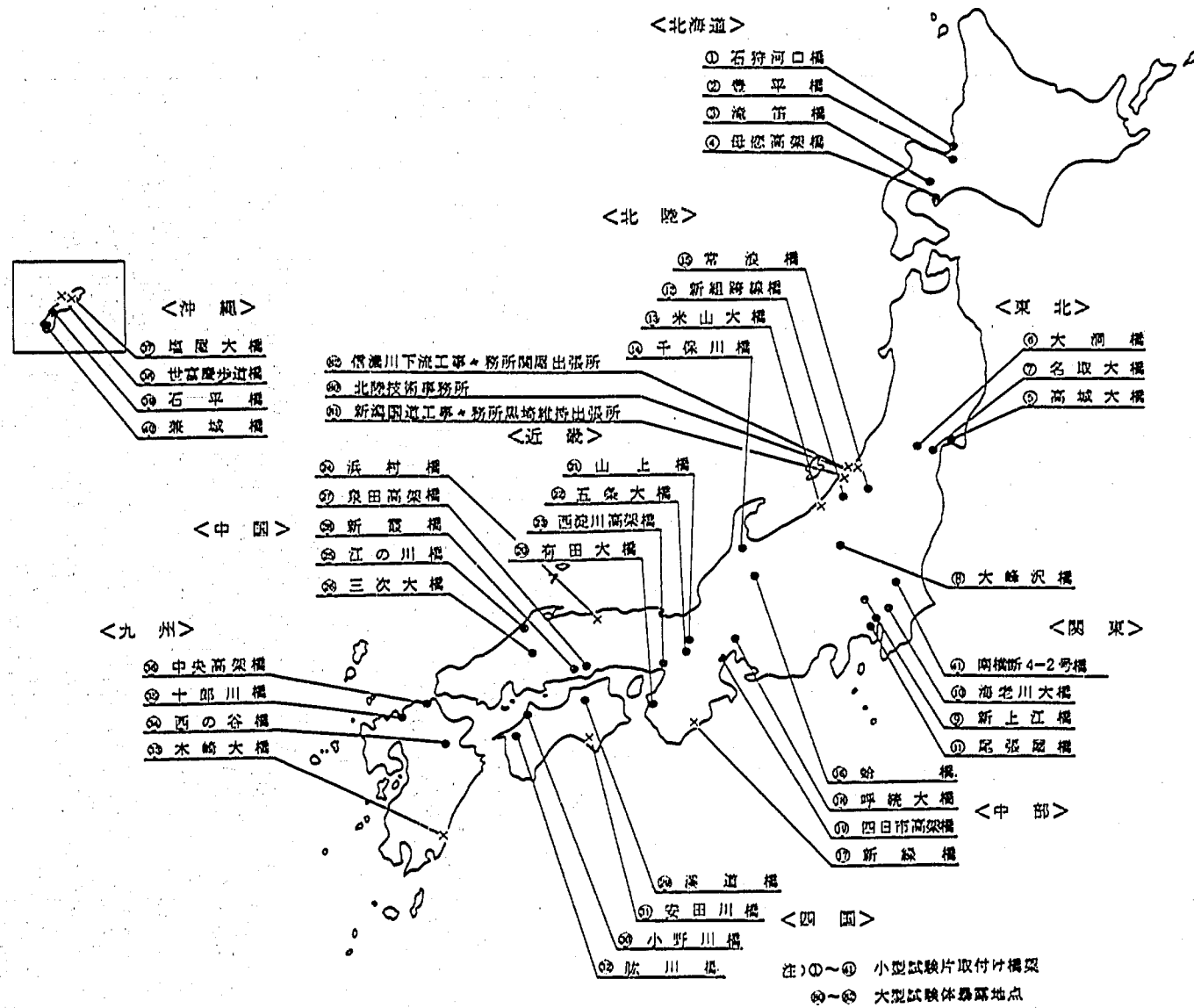


図-1.1 全国暴露試験の実験場所

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⁾ (mgNaCl/100cm ² /day)	亜硫酸ガス量 ²⁾ (mgSO ₂ /100cm 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	密 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	臥恋高架橋	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—山形県境近く・山間部	0.013	0.002	45.0	○					○	6
関東	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	三河峠側・山間部	0.009	0.001	155.0	○					△	8
	9	新上江橋	国道16号 大宮市地区	大宮市内・田園部	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
× 北 陸	11	比叡屋橋	国道16号 横濱市地区	横濱市内・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	20.0	○			○		○	12
	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
× 中 部	15	常浪橋	国道49号 津川町地区	新潟—福岡県境近く・山間部	0.024	0.003	43.0	○					△	15
	16	鈴橋	国道41号 古川町地区	高山附近・山間部	0.026	0.030	57.0	○					△	16
	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	呼続大橋	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
× 近 畿	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
	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
× 中 国	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
	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
× 四 国	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
	29	溪道橋	国道32号 香川—徳島県境近く・山間部	香川—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
× 九 州	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	脇川橋	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
	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 玖珠郡郷原地区	大分県・山間部	0.024	0.013	24.0	○					△	34
× 沖 縄	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
	37	塩屋大橋	国道58号 塩屋湾に面し海岸部	塩屋湾に面し海岸部	1.127	0.001	0.0	○	○		○		○	37
	38	世富歩道橋	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
※ 土 研	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
	41	南横断4-2号橋	土木研究所内道路	筑波田園部	0.018	0.023	45.0	○				○	○	41
	80	事務所屋上	北陸技術事務所	信濃川沿い(海岸から4km)	0.200	0.035	4.0				○	○		80
× 北 陸	81	出張所屋上	新潟国道工事事務所黒埼出張所	信濃川沿い(海岸から6km)	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0.2km)	1.116	0.026	0.2				○	○	○ ⁵⁾	82

② 1) 各事務所の担当者の申告による。

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

3) 各暴露試験の内容は表-1.2参照。

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。

6) ×印は平成2年度で終了、ただし、塩屋大橋は昭和61年度に終了、無印は暴露期間を延長した。

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	SM 50 (SM 490 相当材)	0.17	0.32	1.39	0.016	0.012	-	-	-	-	普通鋼の比較材 Ceq = 0.41
B	裸	SMA 50 AW (SMA 490 AW相当材) 〔中央値狙い〕	0.12	0.39	0.90	0.008	0.006	0.36	0.61	0.22	0.014	JIS G 3114 - 1983; 化学成分の中央値 Ceq = 0.41
C	裸	SMA 50 AW (SMA 490 AW相当材) 〔下限値狙い〕	0.11	0.20	0.68	0.014	0.010	0.30	0.51	0.13	-	JIS G 3114 - 1983; 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 3114「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、飛沫帯、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)	SMA 50 AW (SMA 490 AW相当材) 〔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 とプレバレンの被膜の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。プレバ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被膜（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 ⁻ 等腐食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、シロップ・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。

2. 環境条件調査の概要

前述のとおり、本共同研究では、耐候性鋼材の性質及び適用可能地域を明確にするため、昭和56年度より全国41箇所で耐候性鋼材の暴露試験を実施している。これらの暴露地点の環境を把握するため、昭和57年4、6、8、10、12月及び58年2月の計6回、それぞれ1ヵ月間にわたって、飛来塩分量(NaCl)及び亜硫酸ガス量(SO_2)の測定を行った。飛来塩分量の測定はガーゼ法(JIS Z 2381)により行った。また、亜硫酸ガス量の測定は二酸化鉛法(JIS Z 2381)により行った。図-2.1に示すように、飛来塩分量及び亜硫酸ガス量の測定位置は暴露試験片の暴露位置にできるだけ近接した位置とした。

これらの測定結果と暴露試験片の腐食量調査の結果より次の結果が得られた。

- ① 図-2.2に飛来塩分量と暴露試験片の暴露9年目の板厚減少量の相関を示す。飛来塩分量と板厚減少量の間に強い相関が見られる。
- ② 図-2.3に亜硫酸ガス量と暴露試験片の暴露9年目の板厚減少量の相関を示す。亜硫酸ガス量と板厚減少量の間に有意な相関は見られない。

これらの結果より、耐候性鋼材を無塗装で使用するためには、架橋地点が飛来塩分量の少ない地域であることが必要であり、海岸部には適さないものと考えられる。このことから、「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(案)」(昭和61年3月)では、無塗装耐候性橋梁の適用可能地域について、「耐候性鋼材の無塗装使用は、海岸部からの飛来塩の影響が小さい地域に適用するのを原則とする」ことが記述された。

その後、耐候性鋼材の無塗装使用の成否に大きな影響を及ぼす塩分に着目して、次の調査を実施した。

(1) 試験片取付橋梁の付着塩分量調査

鋼げた表面の付着塩分量と飛来塩分量の関係を把握するため、全国暴露試験の試験片を暴露している鋼げた40橋の付着塩分量を測定した。(昭和61年度)

(2) 関ヶ原周辺鋼げたの付着塩分量調査

飛来塩分の根源としては、海岸部では海から飛来する海塩粒子が主であると考えられるが、寒冷な地域では路面凍結防止のために散布される凍結防止剤も挙げられる。このことから、橋面上あるいは橋下の路面上への凍結防止剤の散布による橋梁の各部への塩分の飛散、付着の状況を明らかにするため、凍結防止剤の散布が比較的多い関ヶ原周辺¹⁾の鋼げた29橋の付着塩分量を測定した。なお、比較のため、凍結防止剤の散布が少なく、全国暴露試験で板厚減少量が比較的小さい地点のうちの4地点においても同様の測定を行った。(昭和62年度～平成元年度)

(3) 新組跨線橋の環境詳細調査

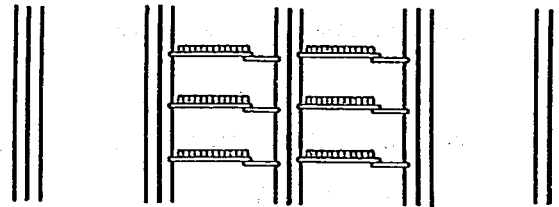
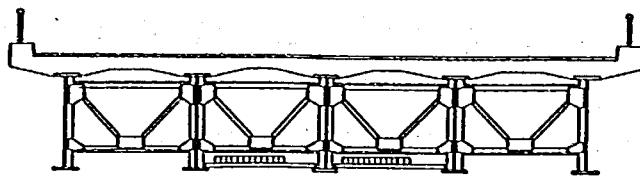
図-2.4に暴露試験片の暴露9年目の板厚減少量と海岸線からの距離の関係を示す。海岸線に近い地点ほど暴露試験片の板厚減少量が大きい傾向が見られる。しかし、海老川大橋(No.10)、江の川橋(No.25)では海岸線に近いにもかかわらず板厚減少量は比較的小なく、逆に新組跨線橋(No.12)では海岸線からの距離が20km(長岡市内)であるにもかかわらず板厚減少量が比較的多い。このうち前者の海老川大橋、

江の川橋については、海岸線（河口）に近いが河川上でかつ波しぶきが起こりにくいところに架けられているため、暴露試験片の板厚減少量が少なかったものと推定される。後者の新組跨線橋の場合、季節風の影響のために海岸線から20kmの地点でも飛来塩分量が比較的多いのか、それとも他の要因が考えられるのが明確でなかった。このことから、新組跨線橋の環境条件についてより詳細な調査を行うこととした。（平成元年度～2年度）

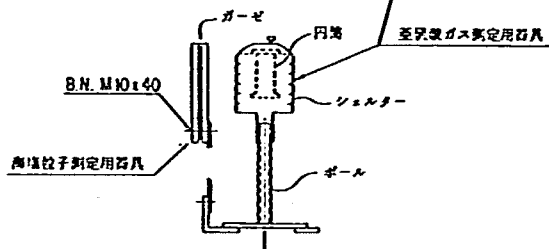
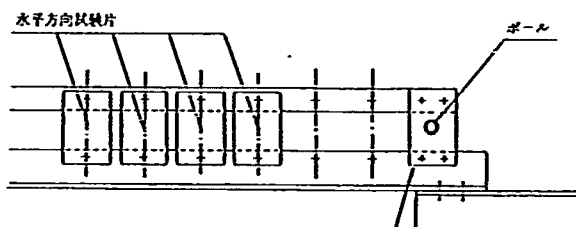
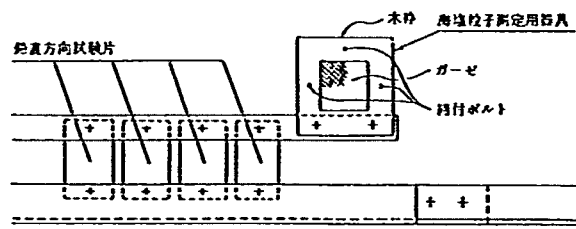
（4）さび中の塩分除去方法に関する調査

鋼材のさび中の塩分を除去する場合の素地調整の程度と塩分除去率の関係について調査した。（平成2年度）

なお、本文中の塩分量の表示は、他の文献からの引用等との関係から Cl^- 値と NaCl 換算値の2種類を混用している。両者の関係は $1\text{mg} \cdot \text{NaCl} = 1.648\text{mg} \cdot \text{Cl}^-$ である。



a) 暴露試験片取付位置



b) 測定器具の形状および取付位置

図-2.1 飛来塩分量および亜硫酸ガス量の測定位置

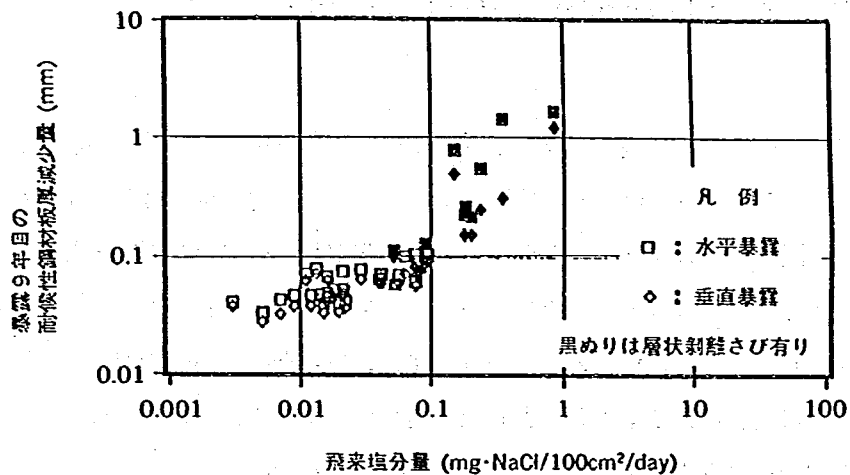


図-2.2 飛来塩分量と暴露9年目の板厚減少量の関係

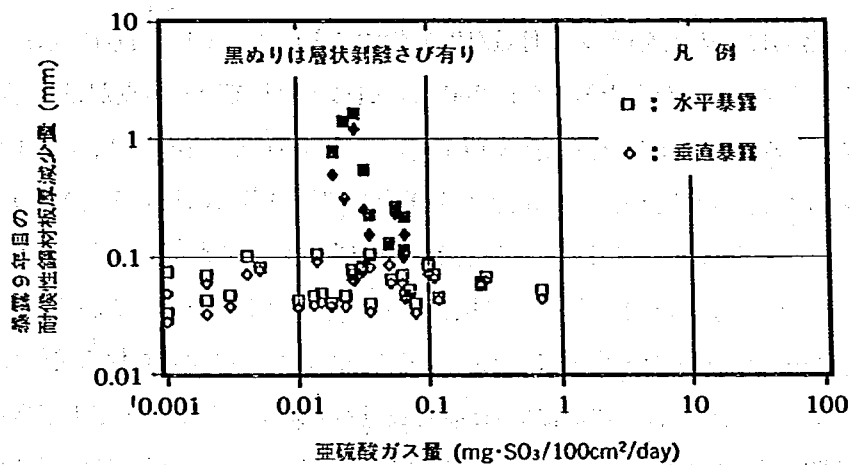


図-2.3 亜硫酸ガス量と暴露9年目の板厚減少量の関係

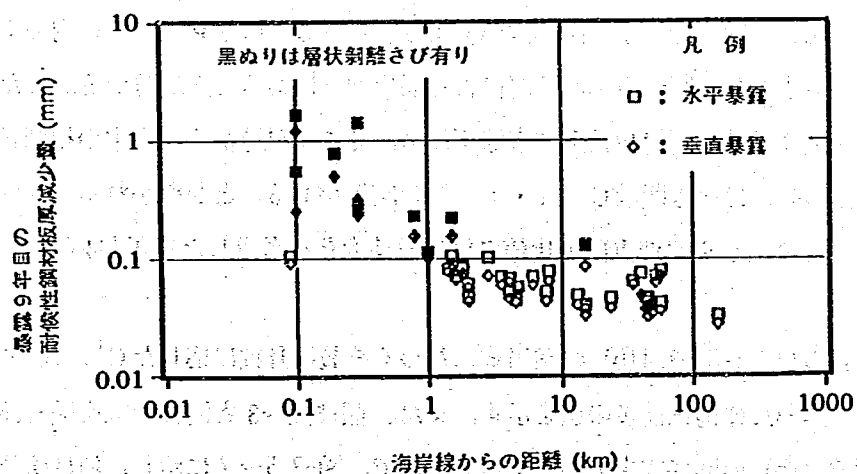


図-2.4 海岸線からの距離と暴露9年目の板厚減少量の関係

3. 試験片取付橋梁の付着塩分量調査

3.1 概要

耐候性鋼材の全国暴露試験の第3回試験片回収（暴露5年目、昭和61年9～10月）の際に、暴露試験片を設置している橋梁における暴露位置付近の付着塩分量を測定した。対象橋梁は全て塗装橋梁である。ただし、塩屋大橋は暴露位置付近がコンクリート橋であるため測定していない。原則として50cm×50cmの面積を蒸留水に濡らしたガーゼで拭き取り、そのガーゼの塩分量を分析することによって、単位面積当たりの付着塩分量に換算した。なお、塩分の拭き取り方法は、日本鋼構造協会指針（JSSIV03-1982鋼橋塗膜調査）に準じて巻末付属資料に示すとおりとした。各橋梁の塗装年月及び塗装仕様を表-3.1に示す。拭き取り位置は暴露架台をはさんだ主桁ウェブ2箇所を下フランジから10cm離れた位置とした。

3.2 結果

図-3.1に暴露位置付近の主桁内側ウェブ2箇所の付着塩分量 C' を対数軸上に示す。 C' は、いずれも実測値を1㎡当りに換算し、さらにその値を（塗装後月数/12）で除すことによって1年当りに換算した値である（後述の補正を要するためダッシュを付した）。2箇所の結果は概ね一致している地点が多い。図-3.2にその付着塩分量と海岸線からの距離との関係を両対数軸上に示す。図中の相関曲線より、海岸線に近づくほど付着塩分量が多い傾向が見られる。図-3.3に付着塩分量と飛来塩分量（昭和57年度調査）の関係を両対数軸上に示す。飛来塩分量が多いほど付着塩分量も多い傾向が見られるが、相関が弱い。飛来塩分量及び付着塩分量はそれぞれの測定作業上の誤差及び塩分量の分析上の誤差を含んでおり、付着塩分量の方は50cm×50cmの範囲を小さいガーゼで拭き取る際に測定者のばらつきが大きくなる可能性が高い。

ところで、図-3.1～3で示した C' は、単純に（塗装後月数/12）で除すことによって1年当りに換算したが、付着塩分量が時間軸上直線的に増加するか否かは明確でなく、この換算が妥当でないかもしれない。この点について検討するため、図-3.4に示すような時間変動を見てみた。(a)は時間軸を普通軸で示し、(b)は対数軸で示した。縦軸は、 C' と図-3.3の回帰式から求められる C_c との比（対数軸上の乖離）を示し、(a)と(b)は同じである。図-3.4(a)より、 C'/C_c は塗装後2年以内のデータが1以上に偏っており、塗装後まもない頃の方が塩分が付着し易い傾向にあることが分かる。また、図-3.4(b)より、 C'/C_c は塗装後月数と両対数軸上で直線関係にあることが分かる。図中の相関式より、付着塩分量 C と暴露期間 t の間にはべき関数 $C = a \cdot t^{0.19}$ の関係があることが導かれる（ a は飛来塩分量と相関関係がある）。この点から、地点間の比較の際に経時変化を考慮した補正が必要であることが分かった。

以上を踏まえて、上記の C' を図-3.4(b)の回帰式に基づく塗装後月数に応じた C'/C_c で除した値を付着塩分量 C として、図-3.5に補正前後の値を示す。また、図-3.2～3と同様の図を図-3.6～7に示す。なお、ここでは図-3.4(b)の回帰式をそのまま用いたので、図-3.5～7に示した値は塗装後約4年の値に換算されていることになる。この補正によって、付着塩分量と海岸線からの距離との相関及び付

着塩分量と飛来塩分量の相関はいずれも改善されている。この補正方法は、次の4章の検討にも用いる。

なお、図-3.4(a) に示したように、通常の塗装塗り替えを行っている橋梁で塗装後約2年を経過していれば、特に付着塩分量の経時変化を考慮しなくても大きな影響はないものと考えられる。

表-3.1 各橋梁の塗装年月と塗料種類

No.	塗装年月	上塗り塗料
1	1985.12	塩化ゴム系塗料
2	1980.11	塩化ゴム系塗料
3	1980.10	塩化ゴム系塗料
4	1978.3	耐候性鋼材安定処理剤
5	1977.10	塩化ゴム系塗料
6	1979.10	合成樹脂調合ペイント
7	1980.3	合成樹脂調合ペイント
8	1986.9	合成樹脂調合ペイント
9	1975.9	合成樹脂調合ペイント
10	1980.12	塩化ゴム系塗料
11	1978.3	合成樹脂調合ペイント
12	1981.9	合成樹脂調合ペイント
13	1980.3	塩化ゴム系塗料
14	1983.10	塩化ゴム系塗料
15	1985.10	合成樹脂調合ペイント
16	1977.9	合成樹脂調合ペイント
17	1983.1	塩化ゴム系塗料
18	1977.6	塩化ゴム系塗料
19	1980.1	塩化ゴム系塗料
20	1982.3	塩化ゴム系塗料
21	1984.9	未確認
22	1980.1	合成樹脂調合ペイント
23	1984.1	合成樹脂調合ペイント
24	1980.11	塩化ゴム系塗料
25	1979.9	塩化ゴム系塗料
26	1981.11	合成樹脂調合ペイント
27	1983.7	合成樹脂調合ペイント
28	1977.12	塩化ゴム系塗料
29	1978.11	合成樹脂調合ペイント
30	1978.11	合成樹脂調合ペイント
31	1984.12	塩化ゴム系塗料
32	1979.12	合成樹脂調合ペイント
33	1979.3	合成樹脂調合ペイント
34	1980.3	合成樹脂調合ペイント
35	1985.12	合成樹脂調合ペイント
36	1964.11	亜鉛メッキ
38	1986.2	塩化ゴム系塗料
39	1985.12	合成樹脂調合ペイント
40	1985.12	合成樹脂調合ペイント
41	1978.10	合成樹脂調合ペイント

注) 拭き取りは1986年10月に実施した。

表中には本調査直前の塗装年月を示す。

図-3.4(a) 橋梁の塗装年月と塗料種類

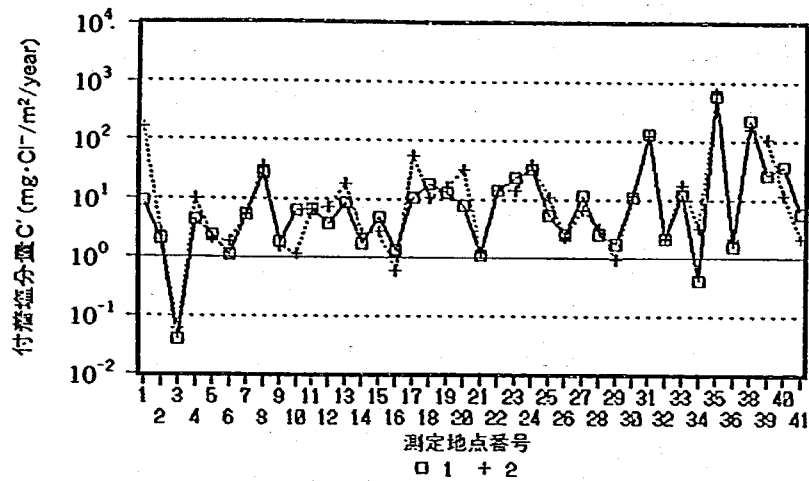


図-3.1 暴露位置付近のウェブ2箇所の付着塩分量

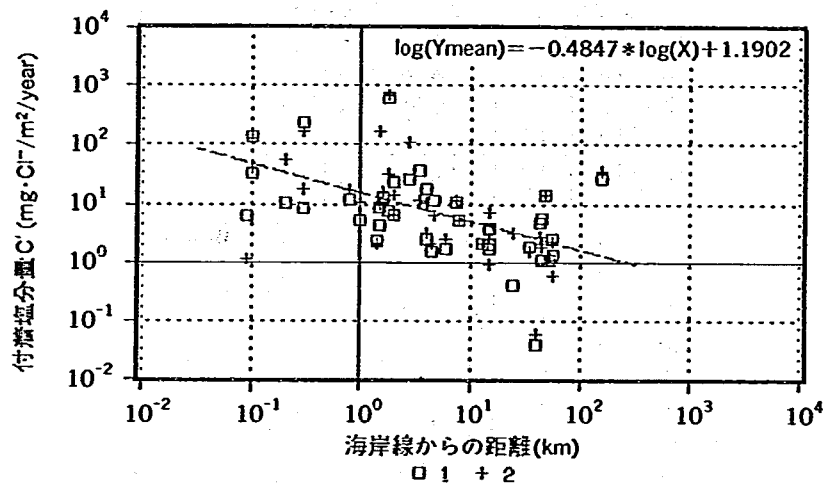


図-3.2 付着塩分量と海岸線からの距離との関係

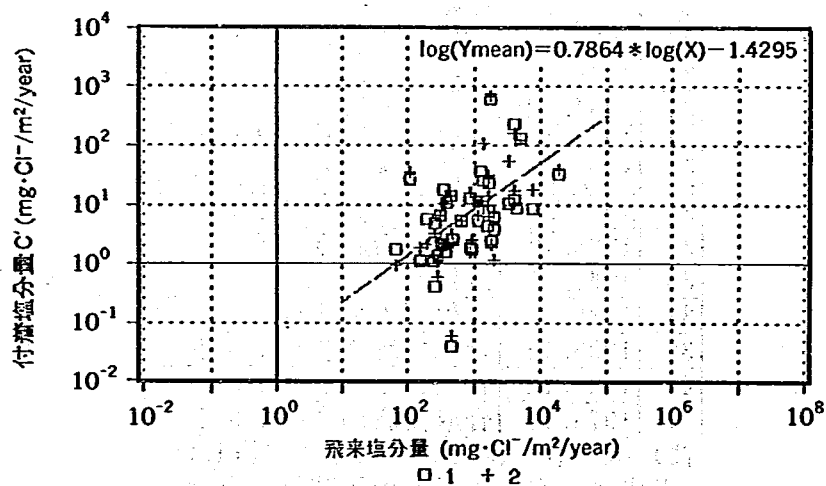
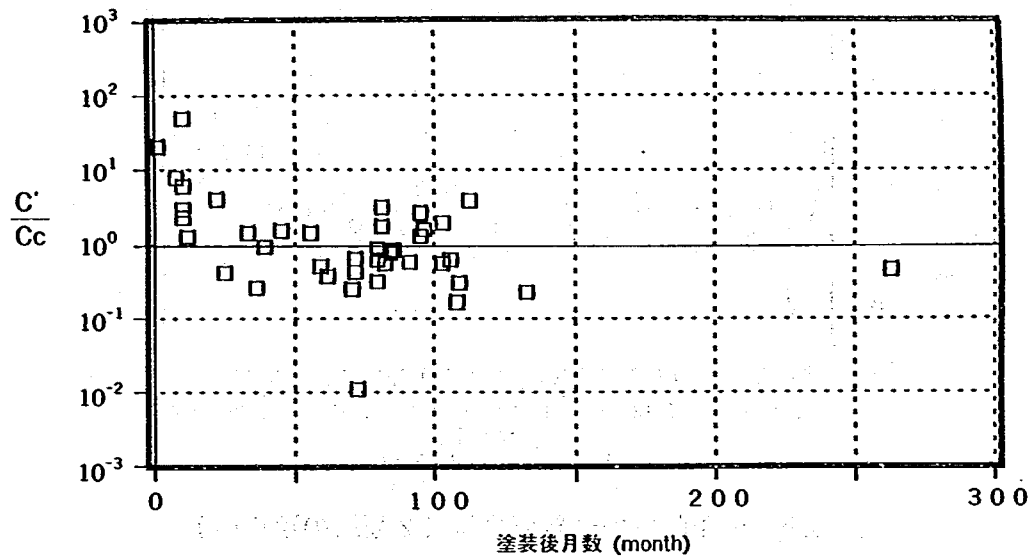
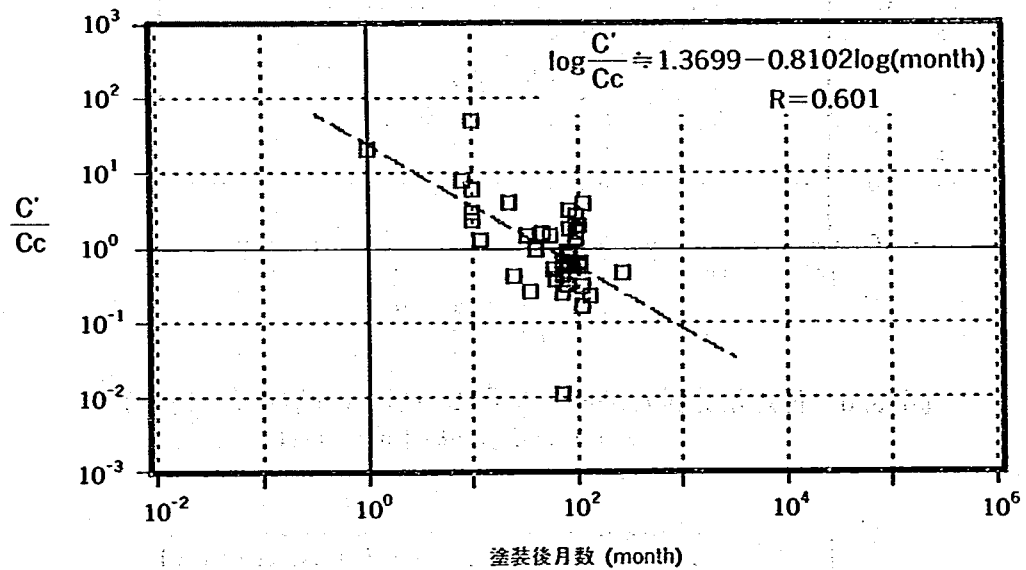


図-3.3 付着塩分量と飛来塩分量の関係



(a) 横軸：普通軸



(b) 横軸：対数軸

図-3.4 付着塩分量の経時変化を見るための $\frac{C'}{C_c}$ と塗装後月数の関係

C' : 付着塩分量の実測値 1 ml 当りに換算し、(塗装後月数/12) で除した値

C_c : 図-3.3の回帰式に基づく付着塩分量

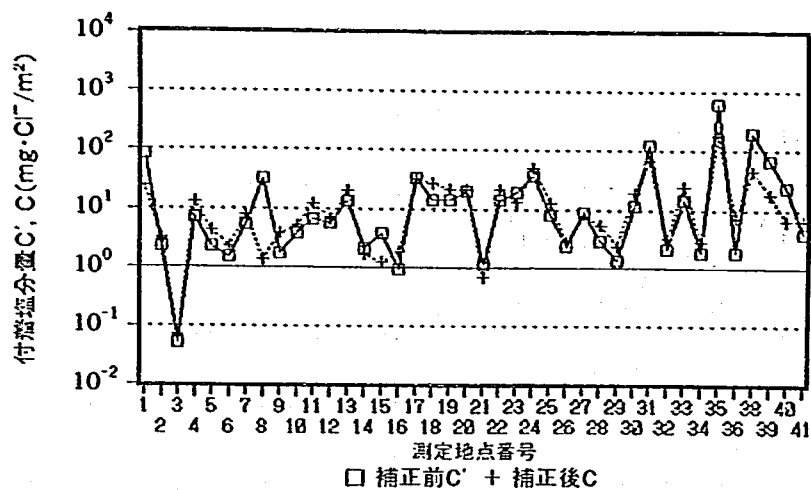


図-3.5 補正前後の付着塩分量（2箇所の平均値）

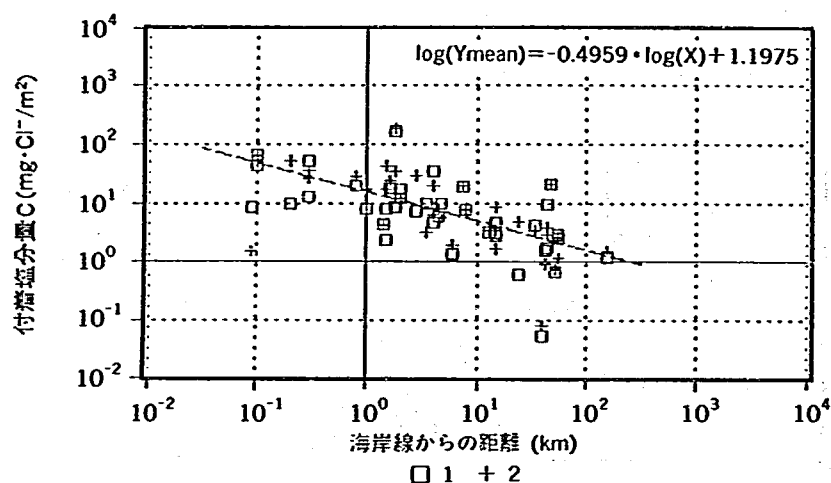


図-3.6 付着塩分量と海岸線からの距離との関係（補正後）

注） C は塗装後約4年目の値に相当

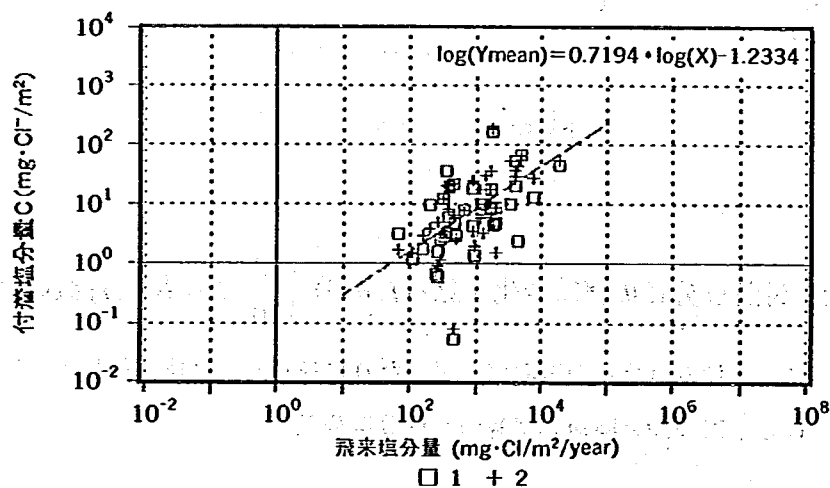


図-3.7 付着塩分量と飛来塩分量の関係（補正後）

4. 関ヶ原周辺鋼げたの付着塩分量調査

4.1 概要

2章で述べたように、耐候性鋼材の板厚減少量は飛来塩分量に依存するところが多い。その飛来塩分の根源としては、海からのもの以外に、冬季の路面凍結を防ぐための凍結防止剤の散布がある。海外の事例では、ハイウェイを跨ぐ無塗装耐候性橋梁（オーバブリッジ）において腐食が著しいものが見られ、その原因の一つとして橋下のハイウェイに散布された凍結防止剤が自動車の通行によって巻き上げられる点があげられていた⁹⁾。このことから、国内での凍結防止剤の散布の影響をみるため、凍結防止剤の散布量が比較的多く、かつ海からの飛来塩分量が少ないと考えられる関ヶ原周辺の橋梁29橋¹⁰⁾と、凍結防止剤の散布が少ない関東周辺の橋梁4橋とで、それぞれ付着塩分量を測定することとした。塩分の拭き取り方法は3章と同じである。

(1) 対象橋梁

a) 関ヶ原周辺の調査

表-4.1に関ヶ原周辺の対象区間長と各対象橋梁数を示す。対象橋梁は岐阜県から滋賀県にかけての関ヶ原周辺の主要道路にかかる塗装橋梁のうち、拭き取り作業が比較的容易な橋梁を選定することとし、プレートガーダーP-1～16、ボックスガーダーB-1～3、横断歩道橋C-1～10の計29橋である。関ヶ原周辺の調査では、冬期間の凍結防止剤の散布量と付着塩分量の関係を見るため、昭和62年11月、昭和63年6月の2回行った。2回目の調査では、1回目測定した箇所と同一の箇所を拭き取った。

b) 関東周辺の調査

表-4.2に関東周辺の対象橋梁を示す。関東周辺の対象橋梁には、耐候性鋼材の全国暴露試験の試験片を設置している橋梁を選定することとし、プレートガーダーのみ計4橋（P-17～20）である。これらの4橋での暴露試験結果はいずれも板厚減少量が比較的少ない結果が得られており、いずれも無塗装耐候性橋梁の使用に適した環境である。関東周辺の調査は平成2年1月に測定を行った。

(2) 測定箇所

測定箇所を図-4.1(a)～(d)に示す。プレートガーダー及びボックスガーダーの測定箇所は、1橋につき1断面を対象として、ウェブの内面、外面、下フランジの上下面など計8箇所とした。ボックスガーダーの箱断面の内側は測定していない。横断歩道橋の測定箇所は1橋につき2断面を対象として、ウェブの内面、外面、下フランジ下面それぞれ1断面につき1箇所ずつ、計6箇所とした。なお、プレートガーダーのうち1橋のみ(P-1)、3断面を対象としてウェブの内面、外面、下フランジの上下面など1断面につき15箇所、計45箇所とした。なお、関東周辺の調査では、全てプレートガーダーであり、測定箇所は図-4.1(a)と同じである。

4.2 結果

(1) 地域間の比較

図-4.2(a)～(e)にプレートガーダーについて、部位ごとに、各橋梁の測定結果を示す。橋梁番号1～16が関ヶ原周辺の付着塩分量、同17～20が関東周辺の付着塩分量を示している。関ヶ原周辺の付着塩分量については、第1回調査、第2回調査それぞれの値を示している。同様に、図-4.3(a)～(c)に横断歩道橋について示す。これらの図の付着塩分量はいずれも3章と同様に補正した値である。補正後、第1回調査の結果と第2回調査の結果は概ね一致している。

これらの図より、関ヶ原周辺の付着塩分量は関東周辺の凍結防止剤の影響のない橋梁での付着塩分量と同程度であることが分かる。

なお、各橋梁ごとの付着塩分量は章末図-4.7～19に示す。

(2) 部材間の比較

図-4.4にプレートガーダー桁内側の付着塩分量について、下フランジ上面とウェブ、下フランジ下面とウェブそれぞれの相関を記号を変えて示す。下フランジ下面とウェブは同程度の付着塩分量であったが、下フランジ上面の付着塩分量は下フランジ下面やウェブに比べて1～2桁(10～100倍程度)多い。雨のかからない大気中に無塗装で暴露された鋼材の板厚減少量に関して、水平に暴露する方が垂直に暴露するよりも10～25%(上下面の平均)多く⁷⁾、図-4.4の結果と傾向が一致している。ただし、付着塩分量が水平・垂直で大きな差がある割には、板厚減少量への影響は小さい。水平に置かれた鋼板の上面には埃が多く、拭き取りの際にはこの埃中に含まれる塩分も測定しているが、鋼板の腐食にはこの拭き取りによって得られた付着塩分量の全てが影響しているのではないものと考えられる。

(3) 付着塩分量の絶対量の評価

ウェブの付着塩分量に関して、図-4.5に、関ヶ原周辺及び関東周辺での付着塩分量を、3章に示した全国40橋の付着塩分量(図-3.7)と対比させて示す。無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(改訂案)⁸⁾では、「所定の方法によって測定した飛来塩分量が $0.05\text{mdd}(\text{mg}/100\text{cm}^2/\text{day}, \text{NaCl換算値})$ 以下の地点には、耐候性鋼材を無塗装使用してよい」としており、この値は、図-4.5(a)の相関式に代入すると、ウェブの付着塩分量が約 $10\text{mg} \cdot \text{Cl}^-/\text{m}^2$ に相当する。図-4.5(b)より、内側のウェブの付着塩分量(図中の測定位置A、B)は概ね $10\text{mg} \cdot \text{Cl}^-/\text{m}^2$ 以下であり、今回の調査対象とした橋梁はいずれも無塗装耐候性橋梁に適した環境下にあると考えられる。

(4) 凍結防止剤の散布量

参考として、図-4.6に関ヶ原周辺での第1回調査から第2回調査までの間に散布された凍結防止剤の散布量(概算)を示す。凍結防止剤の散布量と図-4.2に示した付着塩分量との間に相関関係は見られない。

ちなみに、先に触れた文献⁶⁾によれば、伸縮装置や床版のクラックからの漏水以外の原因で無塗装耐候性橋梁に層状剝離さびが見られる地域のうち、例えばミシガン州における年間の凍結防止剤の散布量(1979-1980予測)は38万トン、年間19万トンとされており、日本国内の平均的な年間総散布量10万トン⁹⁾の約2倍に達している(参考:ミシガン州の国土面積は日本の1/2.5、また、ミシガン州の道路延長は19万km、うち幹線道路2.2万km⁹⁾、日本の道路延長は市町村道以上112万km、うち都道府県道以上

18万km、一般国道指定区間 2.1万km¹⁰⁾)。ただし、散布量のほか、凍結防止剤の質や散布方法あるいは桁下の空間や交通状況によっても橋下道路からの塩分巻き上げの影響は異なると考えられる。

(5) 結論

(1) 及び(3) より、現行の凍結防止剤の散布量程度であれば、無塗装耐候性橋梁の使用に支障ないと考えられる。

なお、文献6)で報告されている凍結防止剤の影響を受けた橋梁の多くは、伸縮装置や床版のクラックからの漏水によるものであり、橋上に散布された凍結防止剤がその漏水中に混入していたことで腐食を著しくしたようである。このことから、既に設計・施工要領(案)¹⁾にも記述されていたように、凍結防止剤を散布するところでは、伸縮装置周辺や排水装置周辺の水の処置に特に注意しなければならない。

表-4.1 関ヶ原周辺の調査区間長と対象橋梁数

路線	調査区間長	対象橋梁数	
		本線橋	横断歩道橋
A	約50km	8 (P-1～6, B-1～2)	3 (C-1～3)
B	約70km	6 (P-7～12)	7 (C-4～10)
C	約60km	5 (P-13～16, B-3)	0

注) () 内は橋梁番号

P:フルートガーダー, B:ボックスガーダー, C:横断歩道橋

表-4.2 関東周辺の対象橋梁

番号	橋梁名	設置場所	海岸線からの距離(km)	飛来塩分量(NaCl・mdd)
P-17	南横断4-2号橋	土木研究所構内、つくば市	45	0.009
P-18	大峰沢橋	国道17号、群馬県新治村	155	0.005
P-19	新上江橋	国道16号、大宮市	35	0.040
P-20	尾張屋橋	国道16号、横浜市	2	0.014

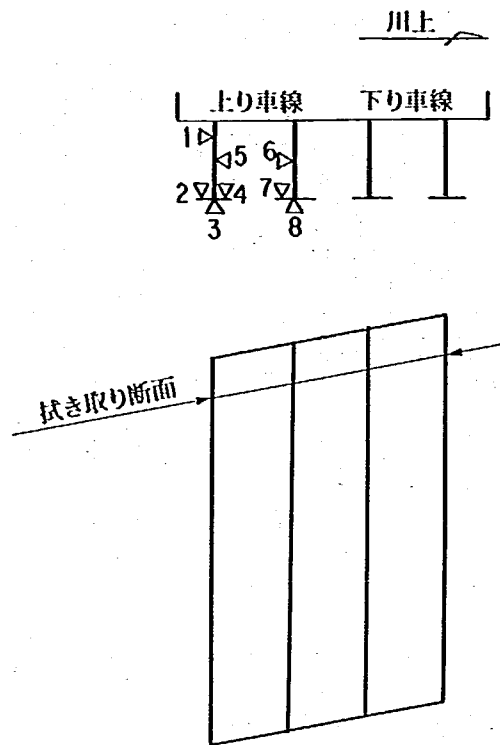
注) いずれも全国暴露試験の暴露地点(表-1.3)

飛来塩分量の単位mddはmg/100cm²/dayを表す。

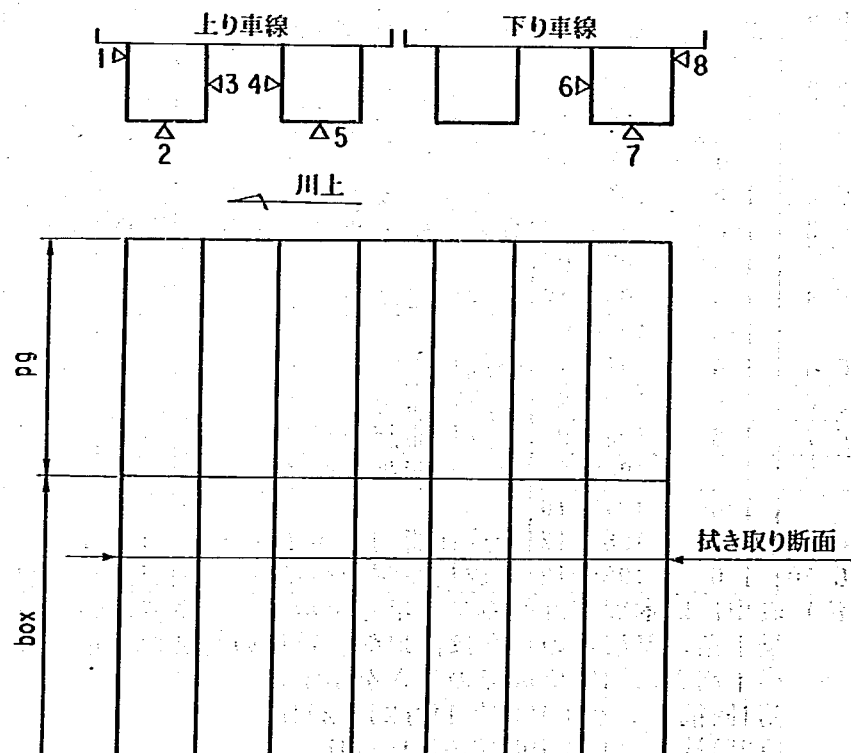
表-4.3 各橋梁の塗装年月と塗料種類

路線	No.	測定点	塗装年月	上塗り塗料	橋下条件	橋下高さ	備考
A	P-1	1-10 11-15	1986.12 1982.3	合成樹脂調合ペイント 合成樹脂調合ペイント	河川	4m	上り 下り
	P-2	1-8	1983.10	合成樹脂調合ペイント	河川	4m	
	P-3	1-8	1980.12	合成樹脂調合ペイント	河川	2m	橋台付近
	P-4	1-8	1982.12	合成樹脂調合ペイント	道路	6m	
	P-5	1-8	1985.11	合成樹脂調合ペイント	河川	4m	
	P-6	1-8	1979.12	合成樹脂調合ペイント	河川	4m	
B	P-7	1-8	1987.11	合成樹脂調合ペイント	河川	5m	1回目、塗装直後
	P-8	1-8	1985.11	合成樹脂調合ペイント	河川	4m	
	P-9	1-8	1979.11	合成樹脂調合ペイント	河川	7m	
	P-10	1-8	1979.11	合成樹脂調合ペイント	河川	7m	
	P-11	1-8	1980.9	塩化ゴム系塗料	河川	1m	橋台付近
	P-12	1-8	1984.10	合成樹脂調合ペイント	道路	5.5m	
C	P-13	1-8	1986.12	合成樹脂調合ペイント	河川	7m	
	P-14	1-8	1980.	未確認	河川	9m	
	P-15	1-8	1978.10	合成樹脂調合ペイント	道路	5m	鉄道も跨ぐ
	P-16	1-8	1986.12	合成樹脂調合ペイント	道路	8m	河川も跨ぐ
—	P-17	1-8	1978.10	合成樹脂調合ペイント	—	2m	橋台付近
	P-18	1-8	1986.9	合成樹脂調合ペイント	河川	4.5m	
	P-19	1-8	1983.12	合成樹脂調合ペイント	河川	4m	全て内桁
	P-20	1-8	1981.3	合成樹脂調合ペイント	河川	6.5m	全て内桁
A	B-1	1-3 4-8	1987.10 1976.12	合成樹脂調合ペイント 塩化ゴム系塗料	河川	8m	上り 下り
	B-2	1-5 6-8	1979.12 1986.10	合成樹脂調合ペイント 合成樹脂調合ペイント	道路	5m	上り 下り、河川も跨ぐ
	C	—	—	—	—	—	1回目塗装中 2回目のみ測定
A	C-1	1-6	1985.11	合成樹脂調合ペイント	道路	6m	
	C-2	1-3 1-6	1971.11 1987.12	合成樹脂調合ペイント 合成樹脂調合ペイント	道路	6m	1回目塗装中 2回目全て測定
	C-3	1-6	1985.9	合成樹脂調合ペイント	道路	6m	
B	C-4	1-6 1-6	1976.9 1987.12	合成樹脂調合ペイント 合成樹脂調合ペイント	道路	6m	1回目、塗装直前 2回目
	C-5	1-6 1-6	1976.9 1987.12	合成樹脂調合ペイント 合成樹脂調合ペイント	道路	6m	1回目、塗装直前 2回目
	C-6	1-6	1983.8	合成樹脂調合ペイント	道路	6m	
	C-7	1-6	1985.9	合成樹脂調合ペイント	道路	6m	
	C-8	1-6	1980.9	合成樹脂調合ペイント	道路	6m	
	C-9	1-6 1-6	1976.10 1987.12	合成樹脂調合ペイント 合成樹脂調合ペイント	道路	5.5m	1回目、塗装直前 2回目
	C-10	1-6	1985.12	合成樹脂調合ペイント	道路	5.5m	

注) 表中には本調査直前の塗装年月を示す。測定点は図-4.1のとおり。
 橋下条件が河川の場合は河川敷、道路の場合は歩道の直上で測定した。
 橋下高さは測定位置での高さを示す。
 第1回拭き取り：1987年11月23～29日
 第2回拭き取り：1988年6月1～7日
 P-17～20は1989年12月26日～1990年1月6日



(a) プレートガーダー (1断面×8箇所)



(b) ボックスガーダー (1断面×8箇所)

図-4.1 測定箇所

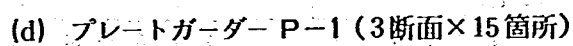
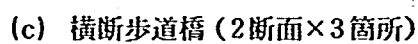


図-4.1 測定箇所(つづき)

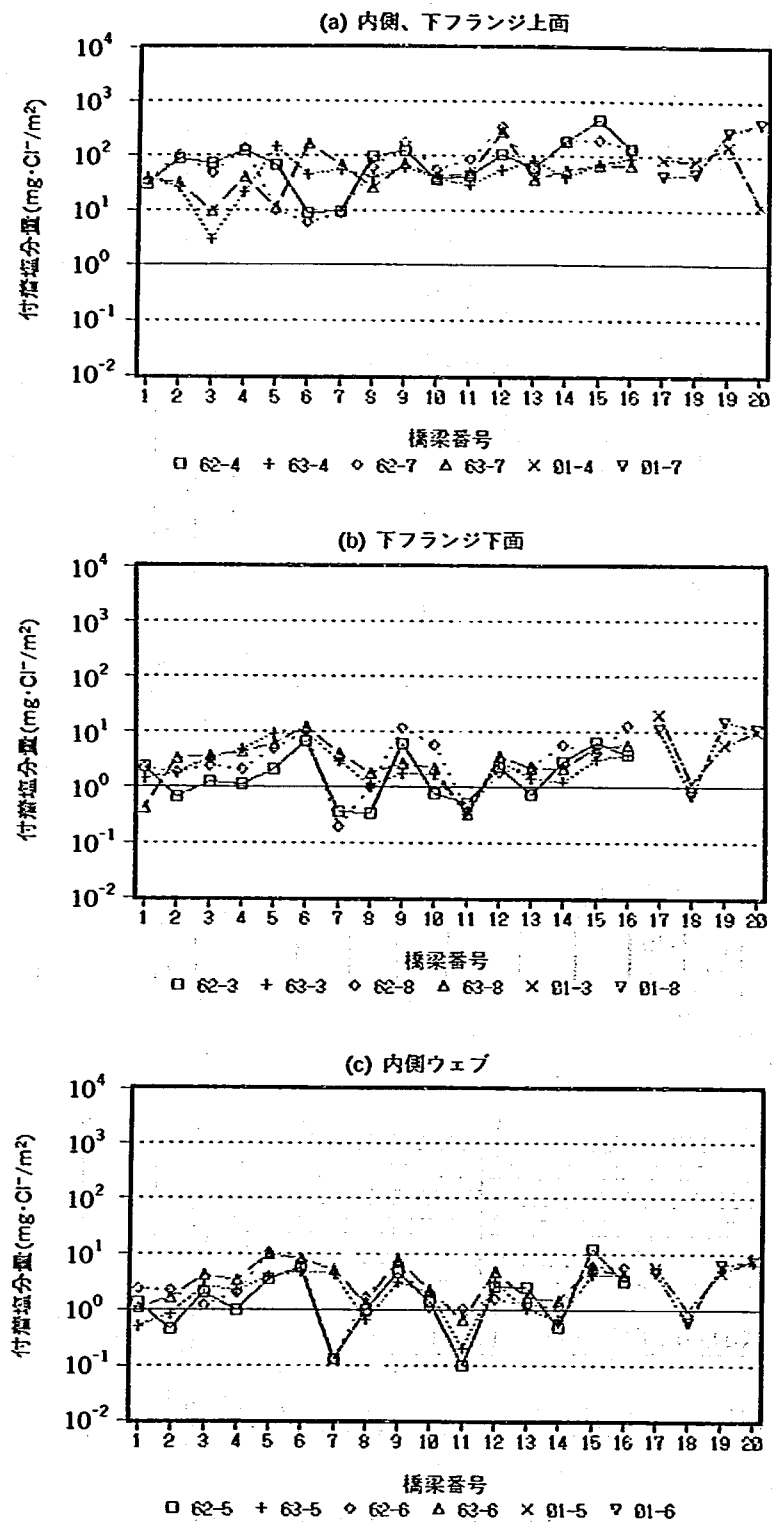


図-4.2 付着塩分量測定結果（プレートガーダー）

注）凡例は調査年と部位番号を示す。

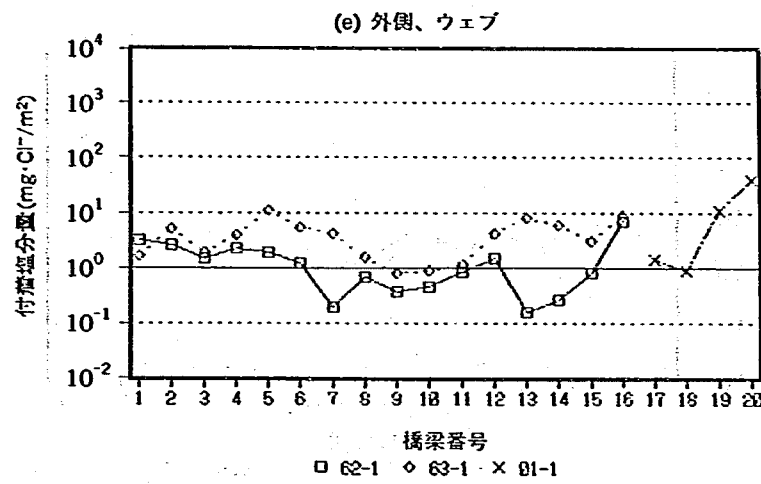
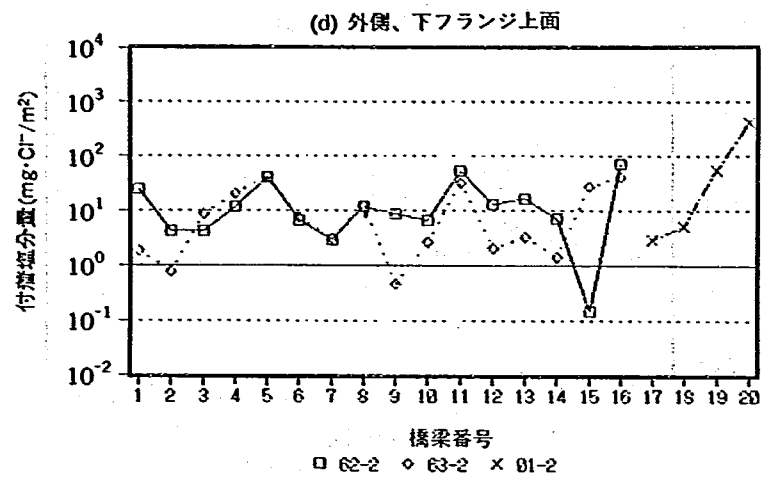


図-4.2 付着塩分量測定結果（プレートガーダー、つづき）

注）凡例は調査年と部位番号を示す。

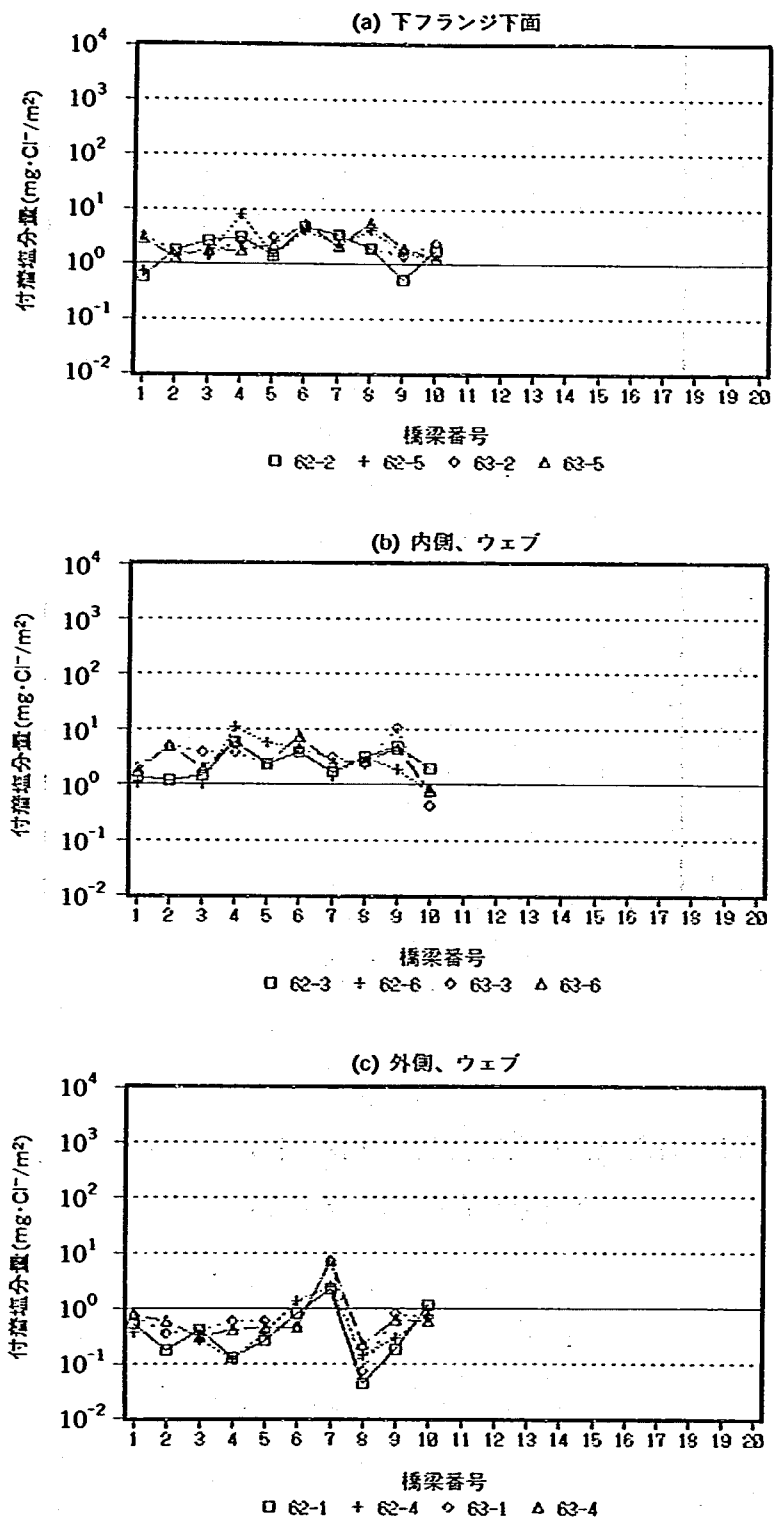


図-4.3 付着塩分量測定結果（横断歩道橋）

注）凡例は調査年と部位番号を示す。

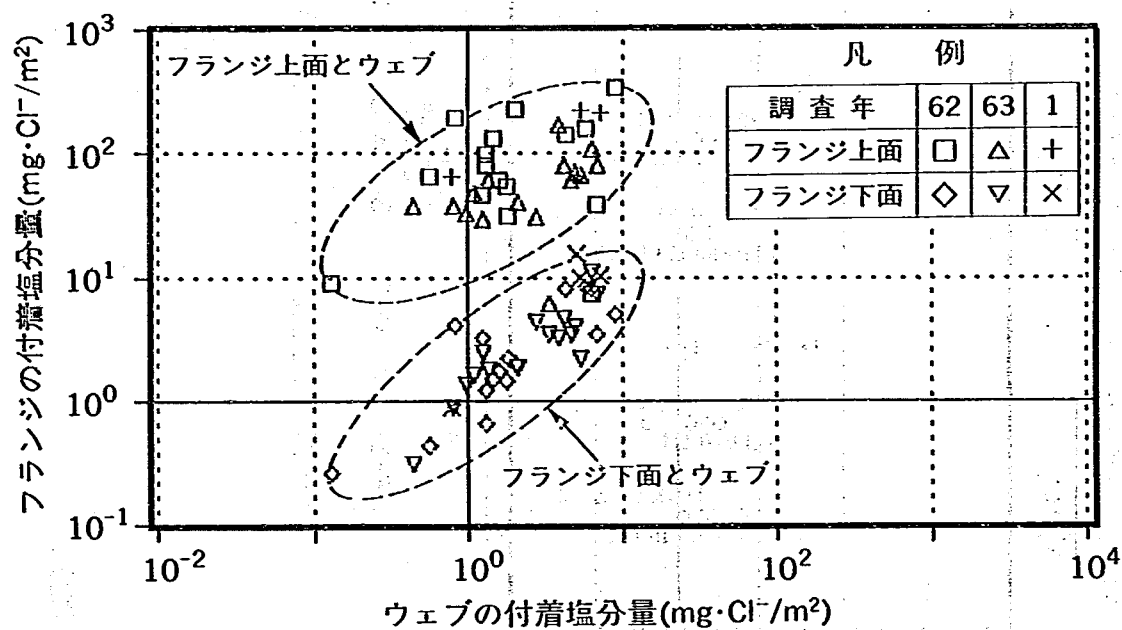
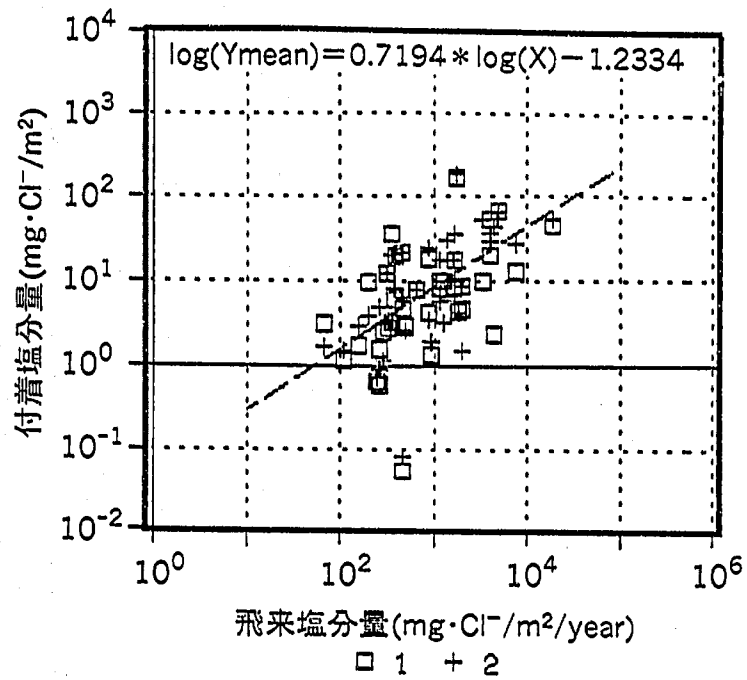
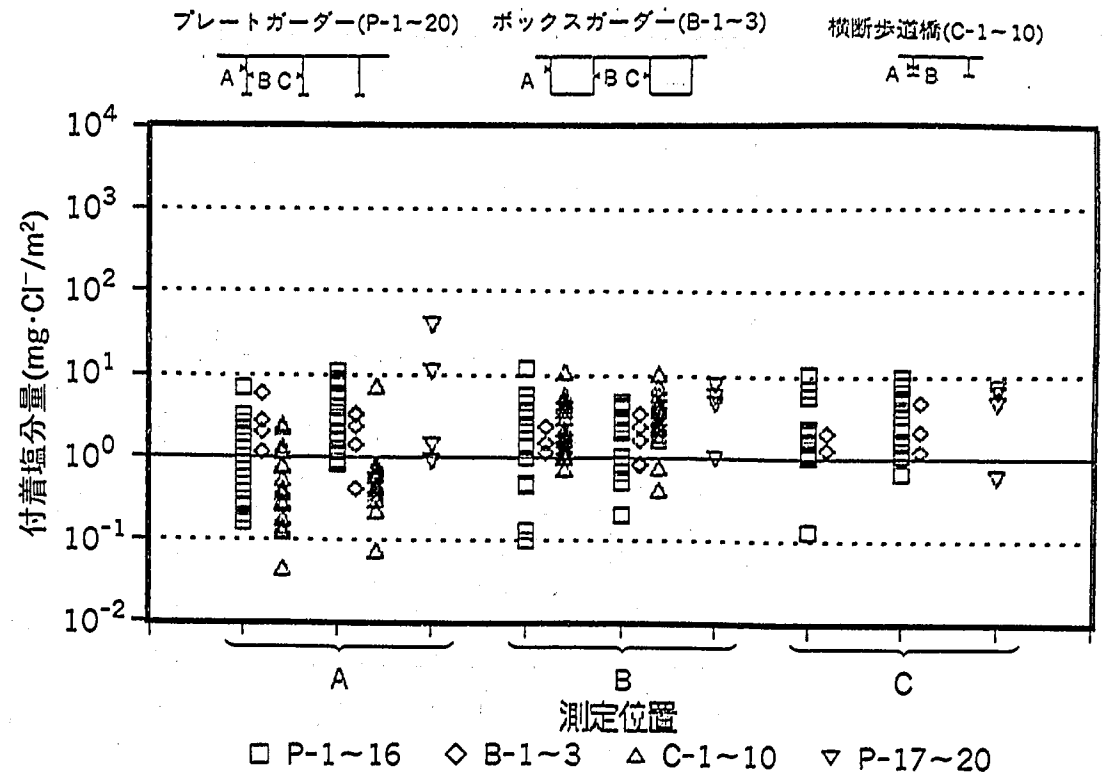


図-4.4 フランジとウェブの付着塩分量の相関
(プレートガーダー桁内側)



(a) 試験片取付橋梁全国40橋の付着塩分量
(図-3.7と同じ)



(b) 関ヶ原周辺及び関東周辺の橋梁の付着塩分量

図-4.5 ウェブの付着塩分量

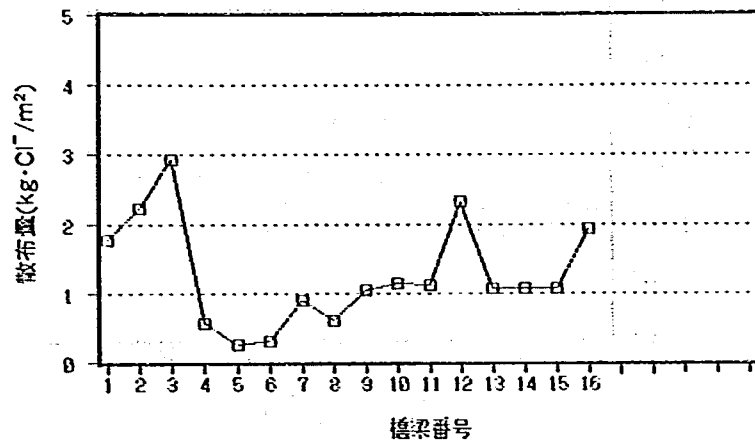
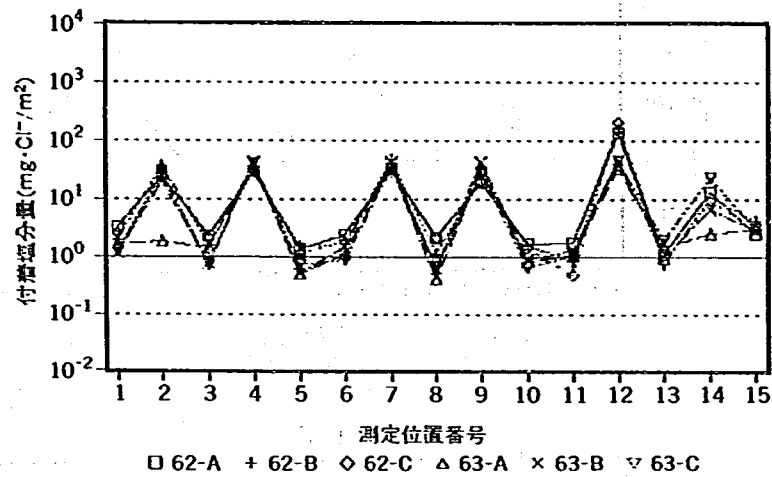
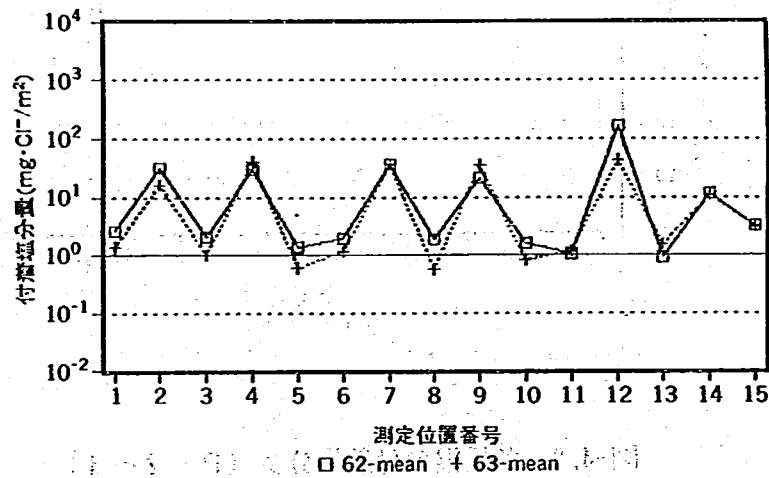


図-4.6 調査対象橋梁P-1～16における凍結防止剤の散布量
(昭和62年12月～昭和63年3月)



(a) A、B、C各断面の結果



(b) A、B、C各断面の平均値

図-4.7 各橋梁の付着塩分量 (P-1)

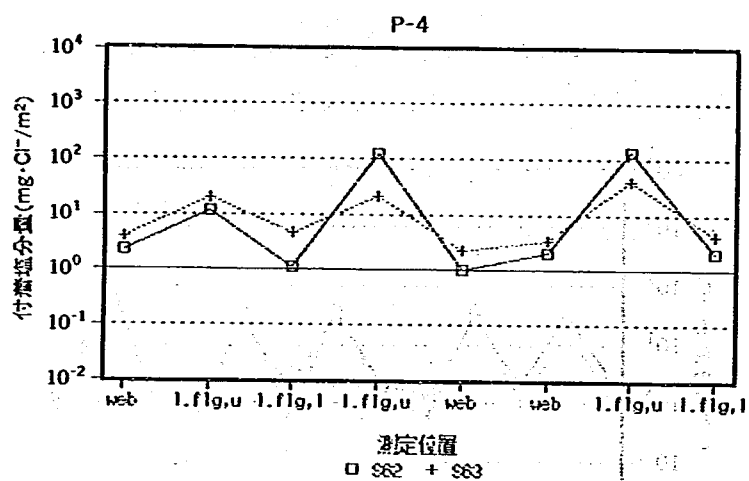
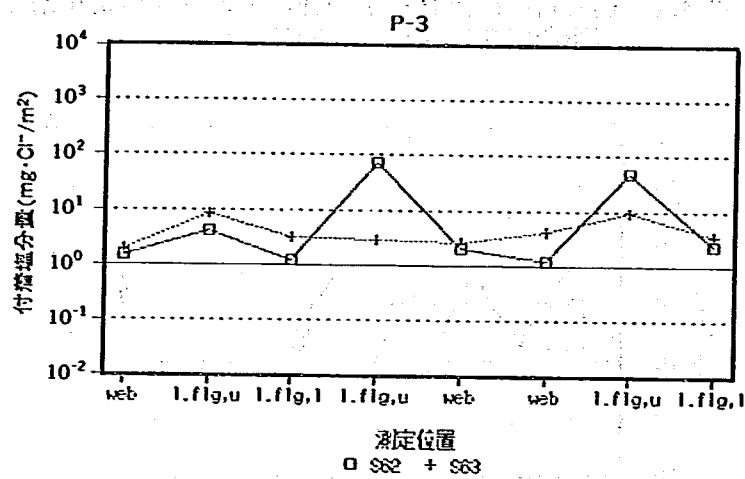
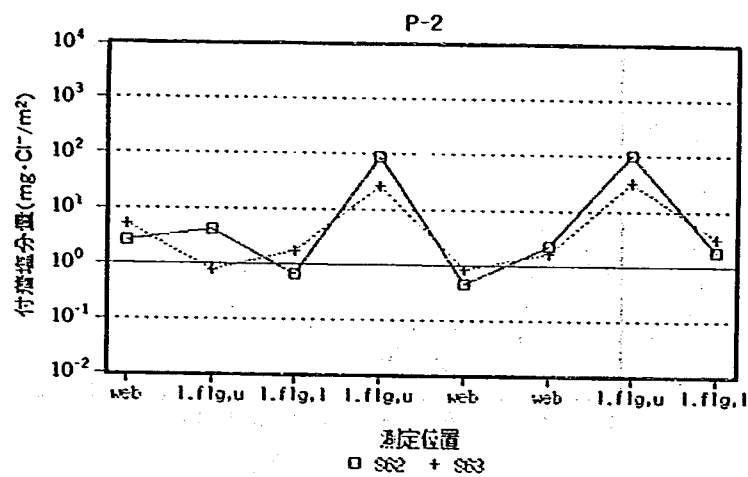


図-4.8 各橋梁の付着塩分量 (P-2~4)

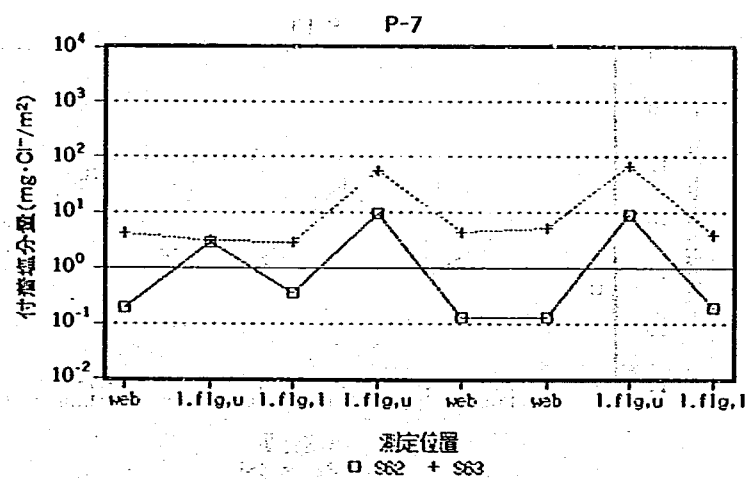
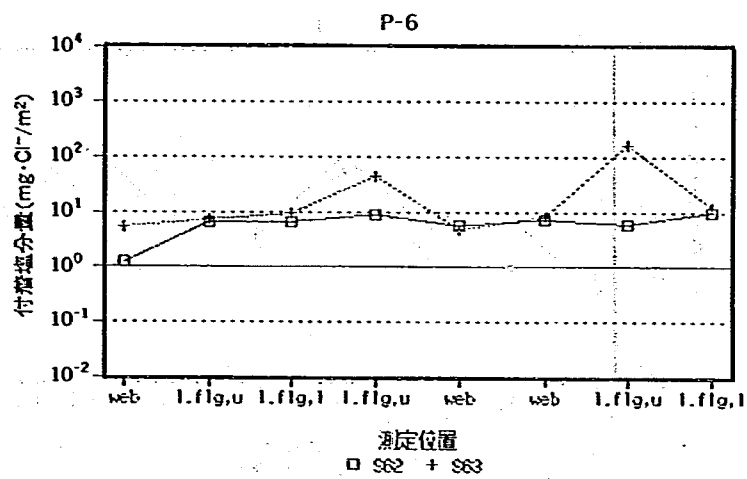
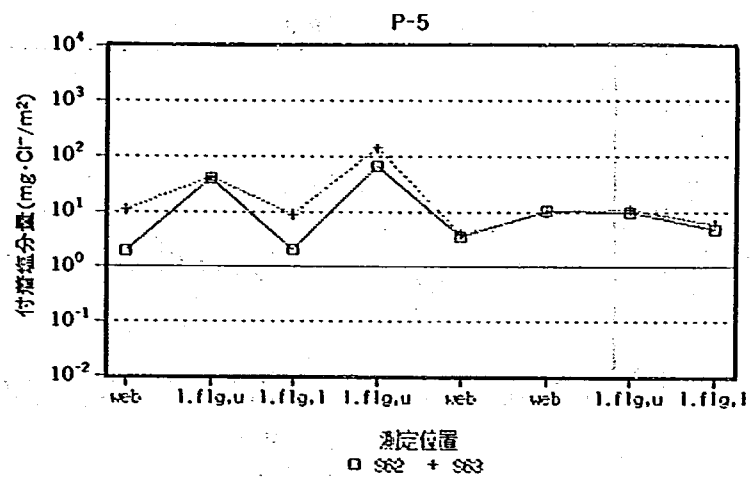


図-4.9 各橋梁の付着塩分量 (P = 5 ~ 7)

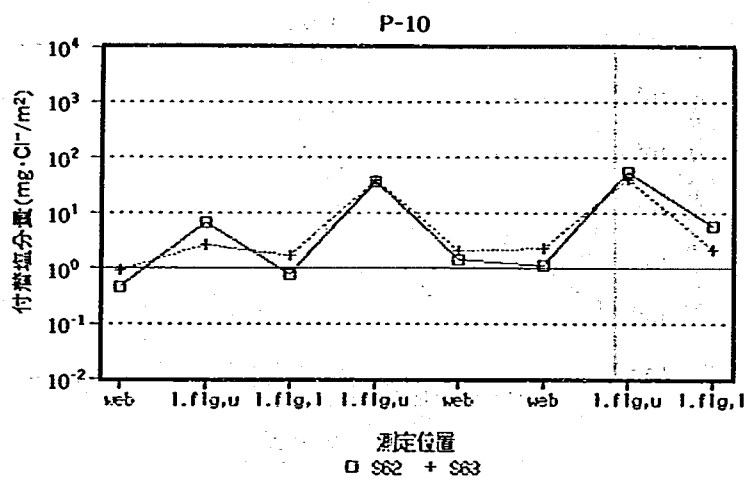
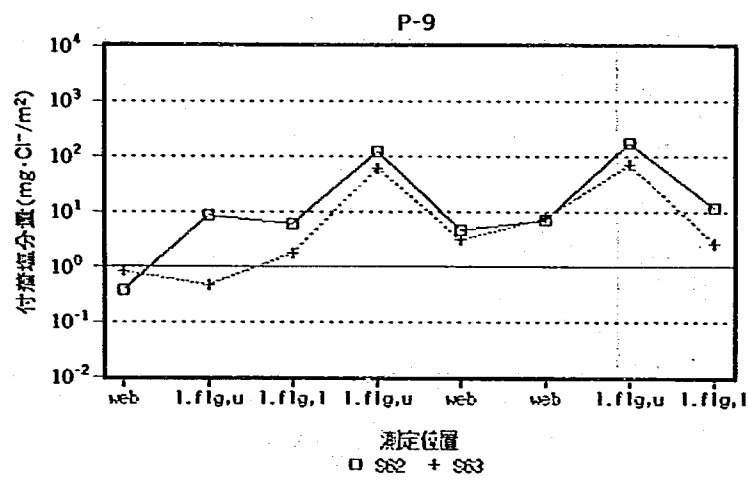
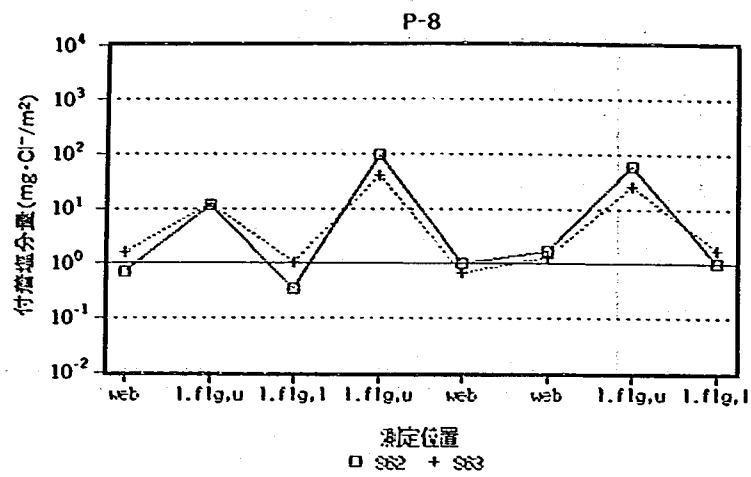


図-4.10 各橋梁の付着塩分量 (P-8 ~ 10)

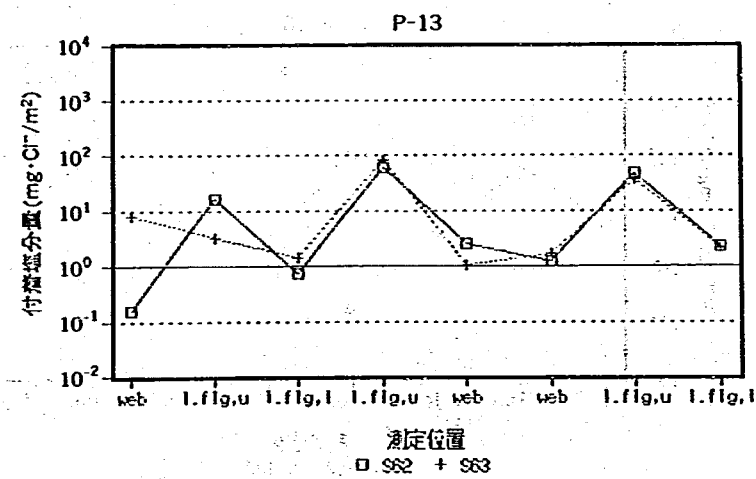
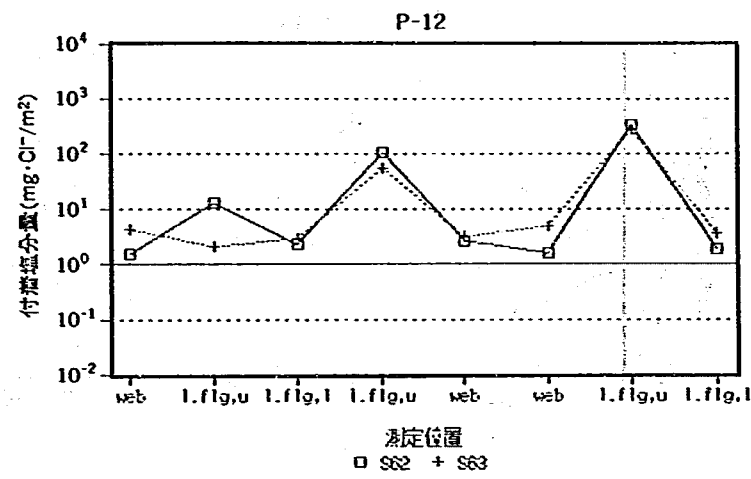
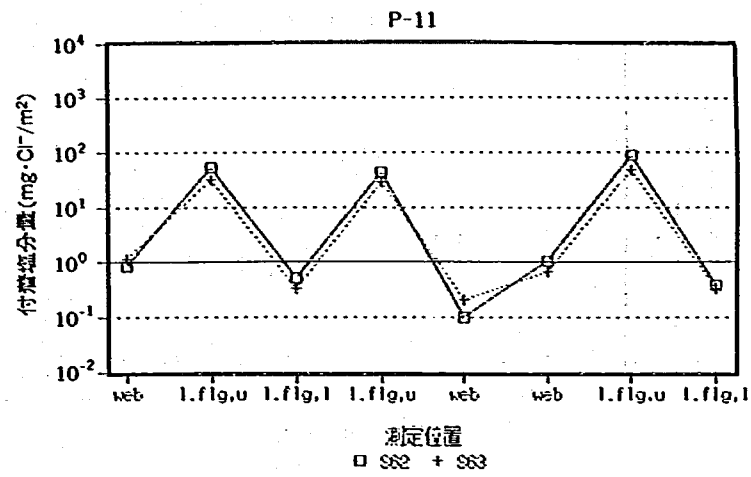


図-4.11 各橋梁の付着塩分量 (P-11~13)

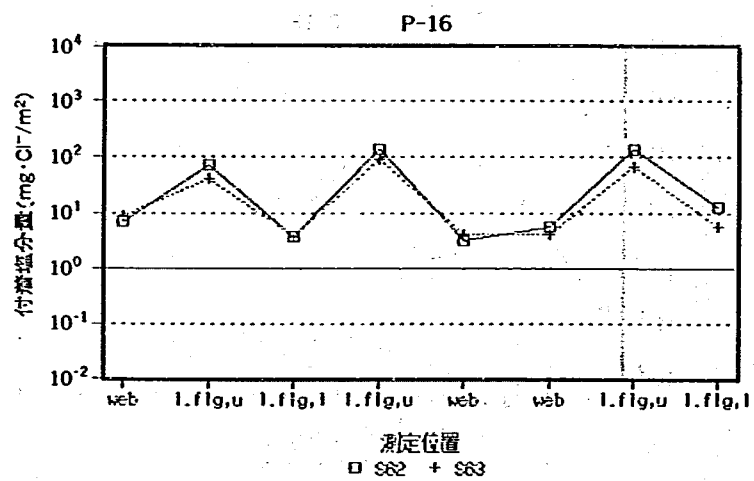
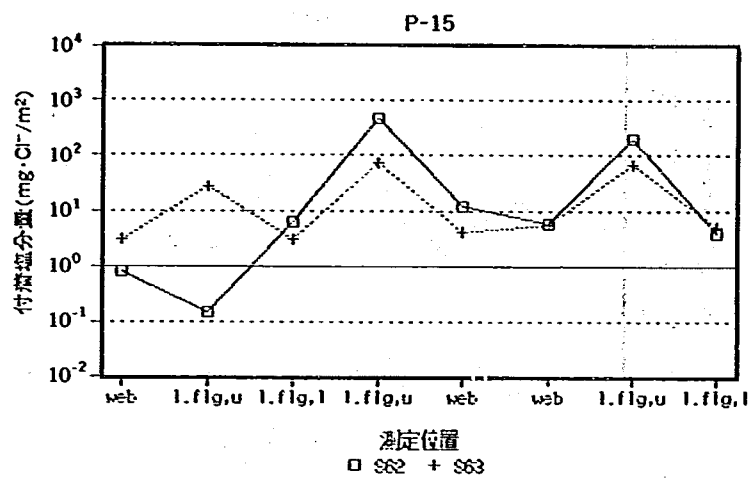
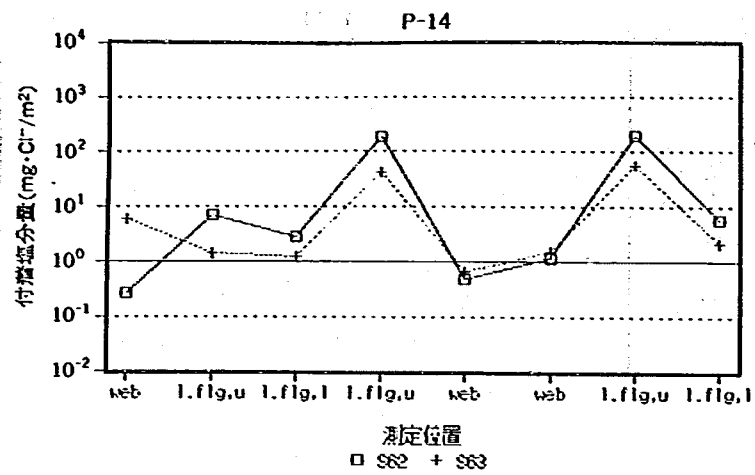


図-4.12 各橋梁の付着塩分量 (P-14~16)

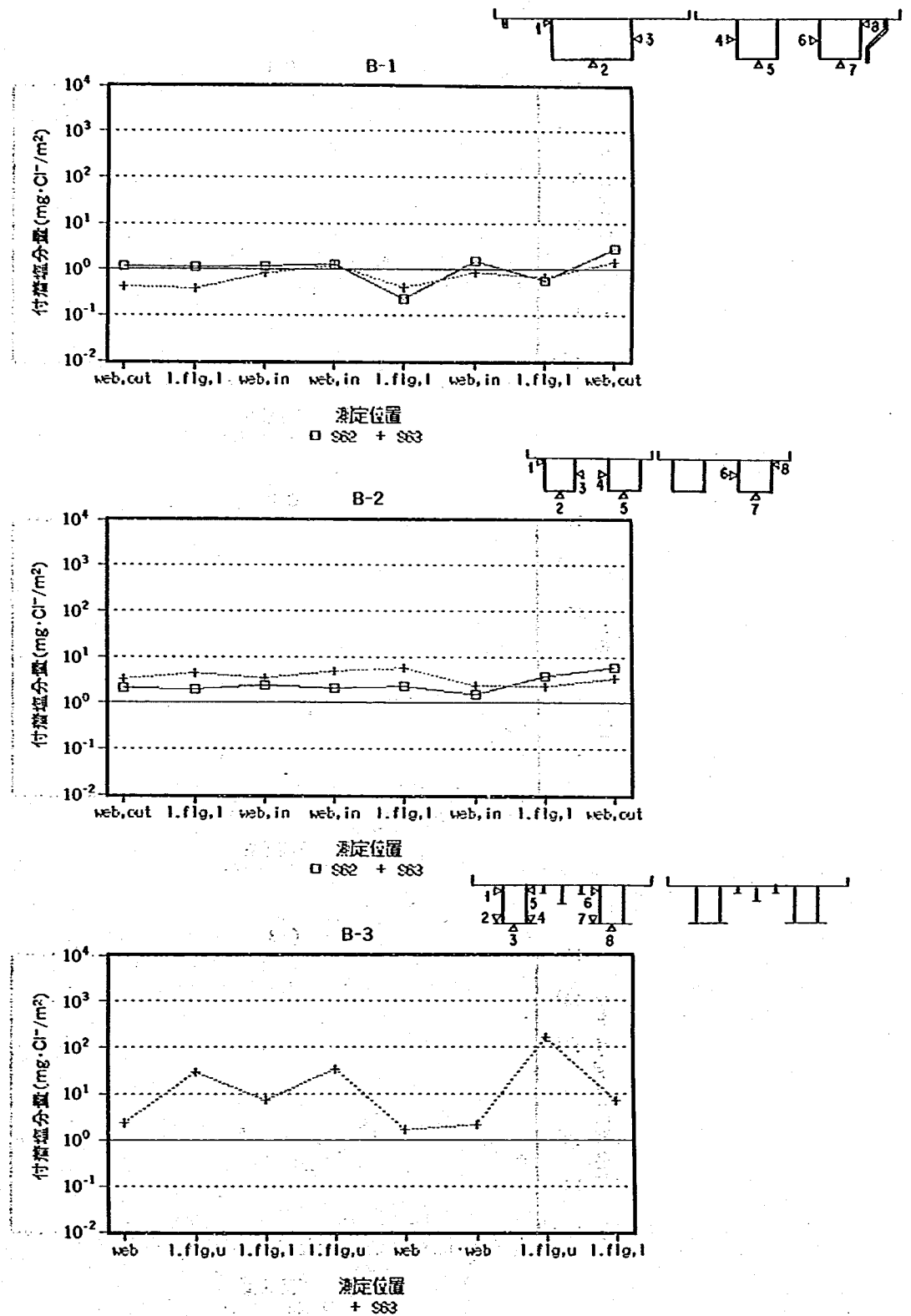


図-4.13 各橋梁の付着塩分量 (B-1 ~ 3)

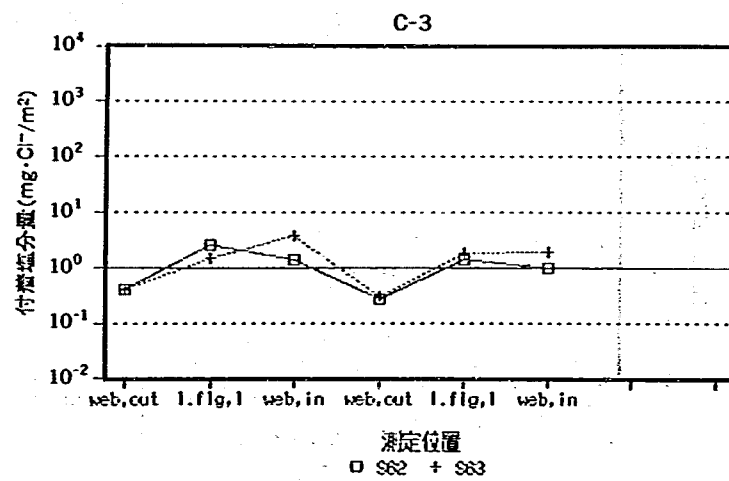
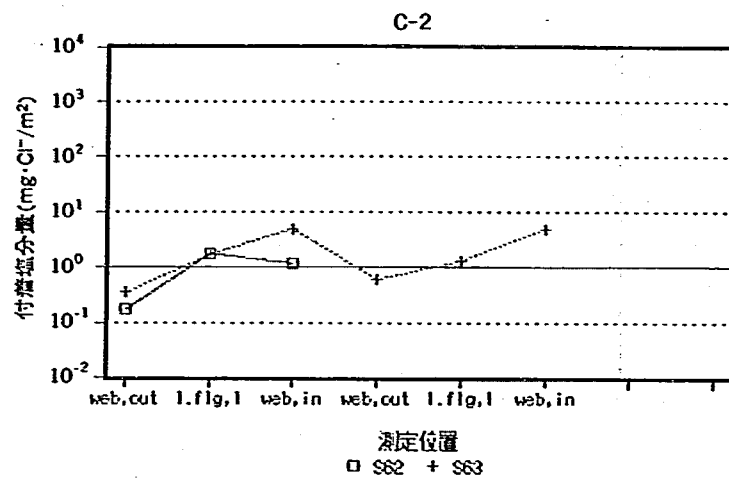
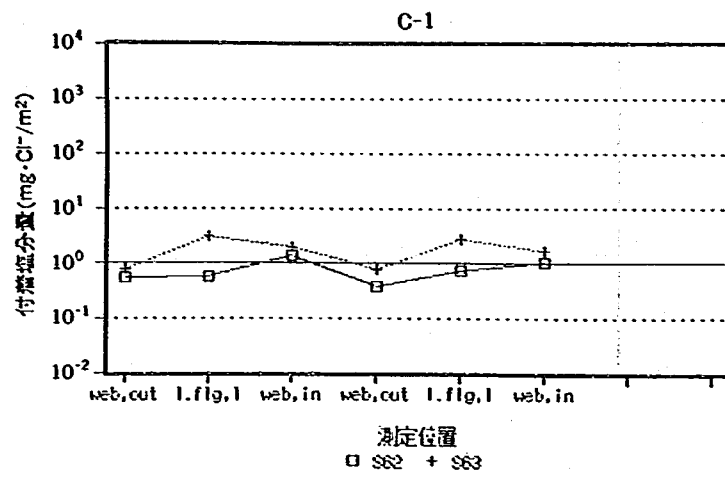


図-4.14 各橋梁の付着塩分量 (C-1～3)

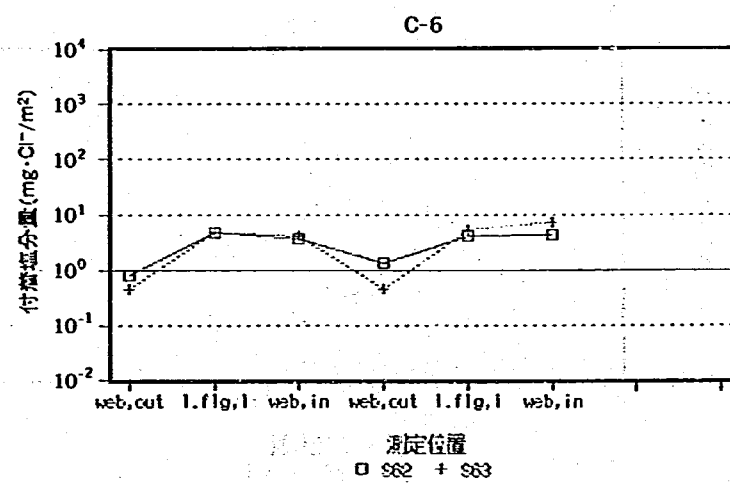
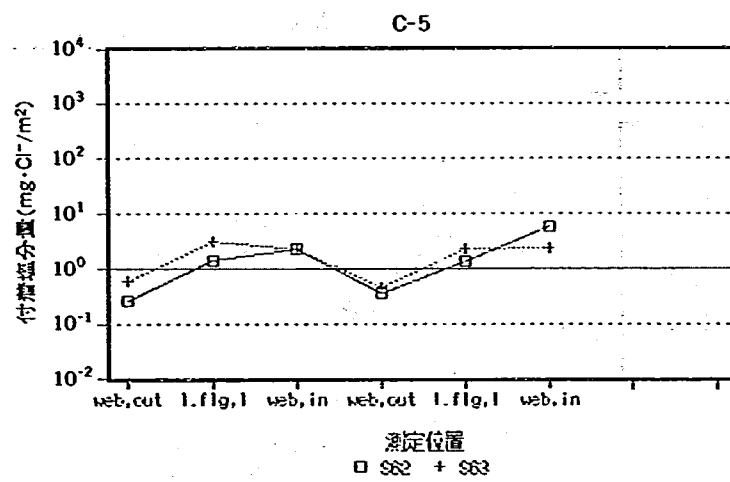
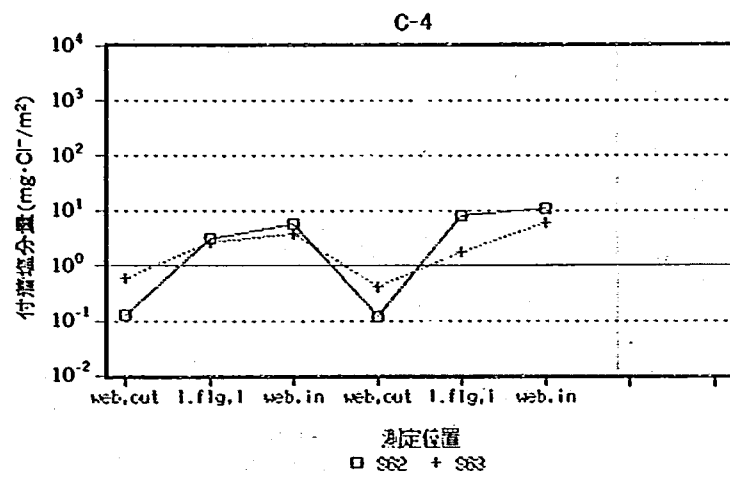


図-4.15 各橋梁の付着塩分量 (C-4 ~ 6)

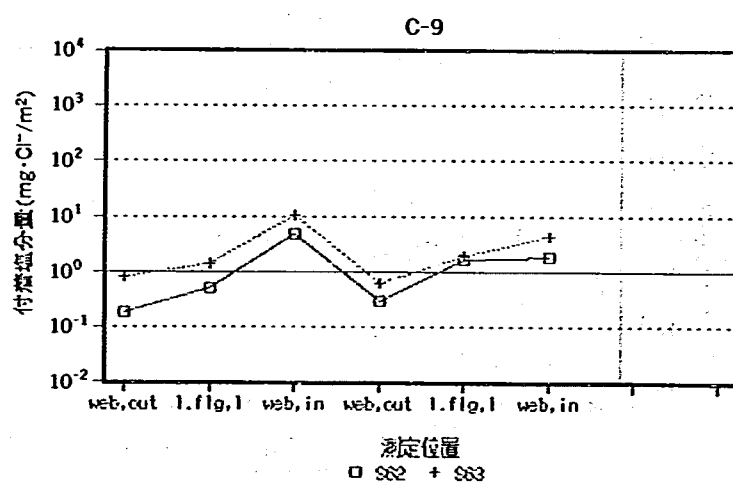
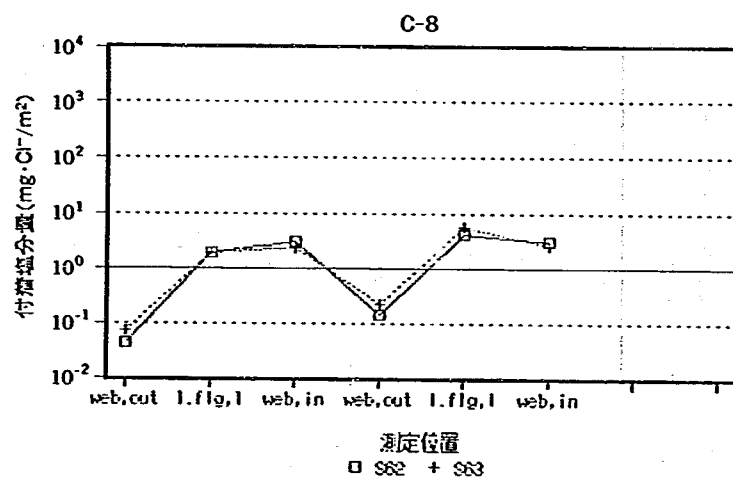
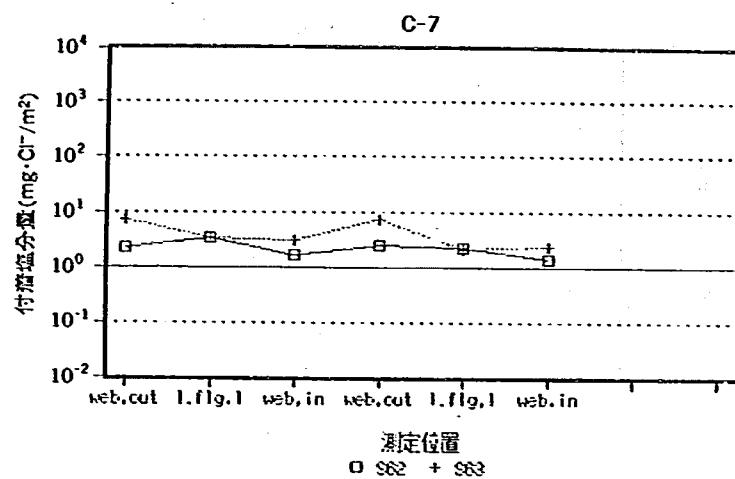


図-4.16 各橋梁の付着塩分量 (C-7 ~ 9)

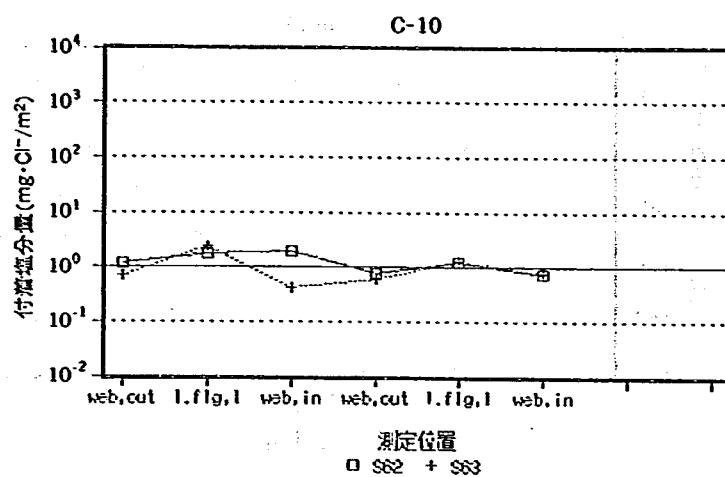


図-4.17 各橋梁の付着塩分量 (C-10)

(61-11-9) 株式会社清水建設 土木部

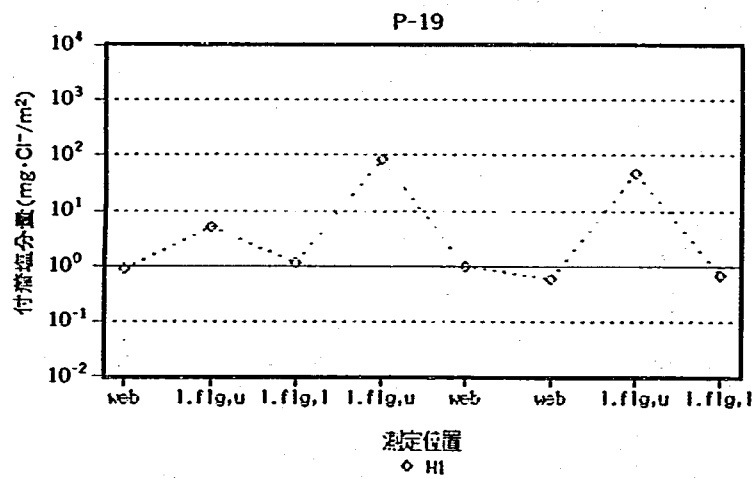
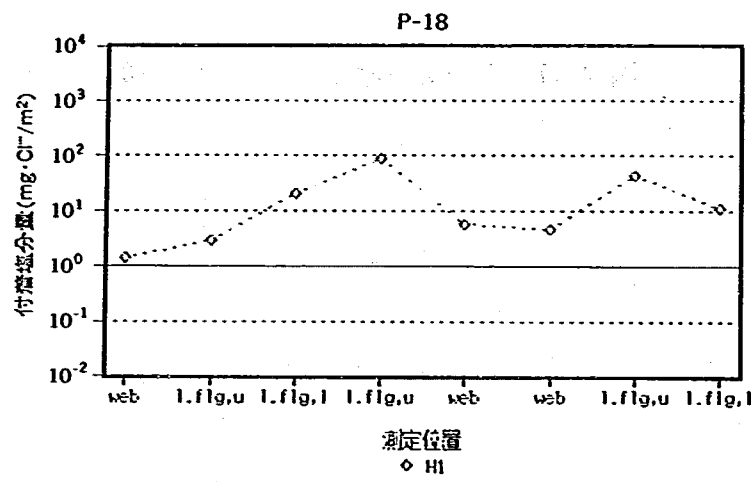
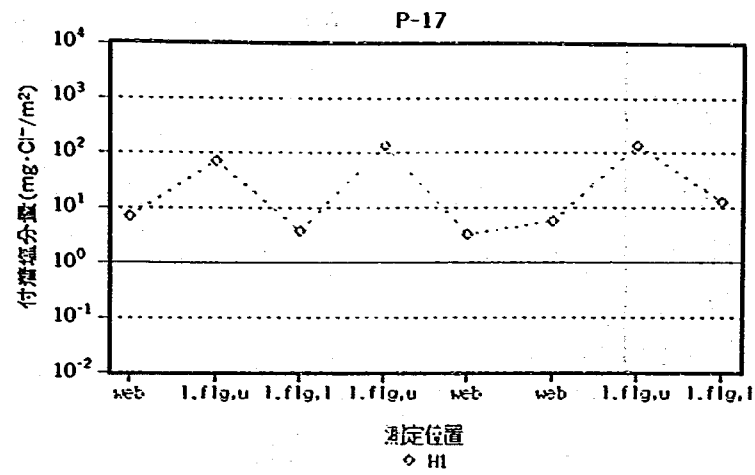


図-4.18 各橋梁の付着塩分量 (P-17~19)

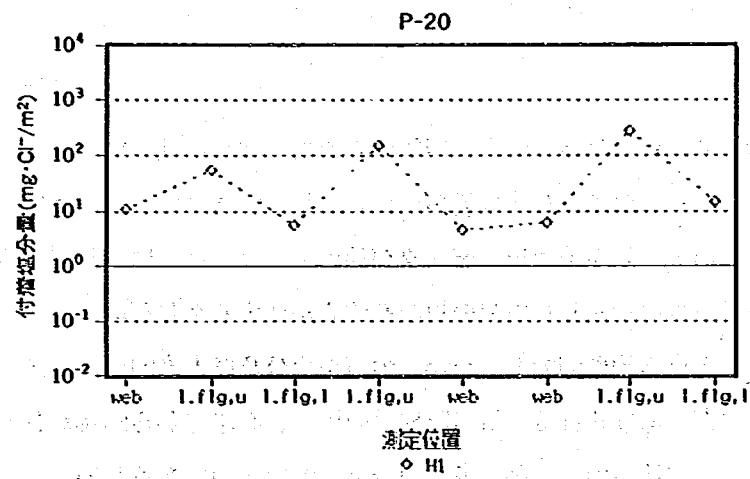


図-4.19 各橋梁の付着塩分量 (P-20)

5. 新組跨線橋の環境詳細調査

5.1 目的

全国暴露試験において、新潟県長岡市内の新組跨線橋に暴露した試験片は、海岸線からの距離が20kmであるにもかかわらず鋼材の腐食量が比較的多い。しかし、図-5.1に示すように、鋼材の板厚減少量と飛来塩分量の関係において、新組跨線橋のデータが他のデータよりかけ離れていることもない。このことから、試験片の取付位置に飛来した塩分の根源を明らかにする必要がある。

塩分の根源としては、自然的要因である海からの飛来塩分及び人為的要因である凍結防止剤(NaCl 、 CaCl_2 、 MgCl_2 等)などがあげられる。新組跨線橋の場合、海岸線から20km離れているが、日本海沿岸部は他の地域に比べると季節風の影響から飛来塩分量が多い傾向にあるため¹⁾、海からの飛来塩分の影響は無視できない。また、新組跨線橋は積雪、寒冷地域にあり、かつ平地の鉄道を跨ぐために橋の前後に坂道があるため、例年凍結防止剤が散布される。新組跨線橋の塩分の根源を知るには、季節風の影響と凍結防止剤の影響がそれぞれどの程度であるのかを把握する必要がある。このことから、新組跨線橋の3箇所及びその近くで凍結防止剤の散布の影響のない長岡工事事務所の屋上1箇所の計4箇所で飛来塩分量の測定を平成元年11月～平成2年10月の1年間にわたって行った。

5.2 方法

飛来塩分量の測定は、文献11)の北陸地方のデータと対比するため、それと同じ方法(土研法)によることとした。なお、参考のため、捕集した水に含まれる陽イオン(Na , Ca , Mg , K)の測定も同時に行った。分析は、 Cl をイオンクロマトグラフ法で、陽イオンを原子吸光法でそれぞれ行った。

図-5.2に新組跨線橋と長岡国道工事事務所の位置を、図-5.3に新組跨線橋の一般図をそれぞれ示す。また、写真-5.1～6に塩分捕集器の設置状況等を示す。新組跨線橋のうち、「P1in」はP1橋脚の天端で内桁間に塩分捕集器を据え付け、伸縮装置の近傍かつ暴露試験片取付箇所の近傍である。「P1out」はP1橋脚の検査路上で、外側(日本海側)に向けて塩分捕集器を据え付けた。「P3in」はP3橋脚の天端でP1inと同様に内桁間に据え付けた。P1橋脚天端は排水形式の伸縮装置下であるため泥の堆積が見られるのに対して、P3橋脚天端は連続桁の中間支点であるため泥の堆積は見られない。また、「JIM」は長岡国道工事事務所の屋上に日本海に向けて据え付けた。JIMの海岸線からの距離は新組跨線橋と同程度であり、両者の海からの飛来塩分量に差はないと考えられるが、JIMでは凍結防止剤の影響がないので、両者の測定結果から凍結防止剤の散布の有無の影響をみることができると考えられる。

5.3 結果

(1) 飛来塩分量の経時変化

図-5.4に各測定箇所における Cl の経時変化及び年平均値を示す。縦軸は対数軸で示す。この図より以下の傾向が見られる。

- 1) いずれの測定箇所でも冬季にClが多くなる傾向にある。
- 2) Clの年平均値は、桁の内側で測定したP1in、P3inでの値の方が雨水を直接受ける箇所で測定したPlout、JIMでの値よりも小さい。
- 3) また、経時変化のばらつきは、P1in、P3inの方がPlout、JIMよりも小さい。
- 4) PloutとJIMの各月の値は同程度であり、経時変化も概ね同様の傾向を示している。このことから、Plout、JIMでの値はこの周辺の大気中のClの量をよく表わしており、またPloutの箇所では凍結防止剤の散布の影響が出ていないものと考えられる。
- 5) P1inとP3inの各月の値は9、10月を除いて同程度である。

(2) 飛来塩分量と気象

この調査を実施した期間中の長岡気象観測所（長岡市水道局内）での気象データを図-5.5～5.7に示す。図-5.5は各月の平均風速と最多風向、最大風速とその時の風向を、図-5.6は月合計降水量、日最大降水量を、図-5.7は最深積雪とその3cm以上日数（図中数値）、降雪量とその3cm以上日数（図中数値）をそれぞれ示す。これらの気象データの経時変化と図-5.4に示した飛来塩分量の経時変化を比較すると、桁外側Ploutや事務所の屋上JIMでの飛来塩分量の経時変化は風速データ、特に最大風速の経時変化と概ね一致する傾向が見られる。

図-5.8に調査期間中の新組跨線橋での凍結防止剤の散布量と出勤日数（図中数値）を示す。飛来塩分量の経時変化と凍結防止剤散布量の経時変化の間に有意な関係は見られない。

(3) 飛来塩分量と海岸線からの距離

図-5.9は、同じ土研法で測定された全国の飛来塩分量調査の結果¹²⁾に、今回のPlout及びJIMの結果をプロットしたものである。7つの図のうち北陸地方は日本海Iに含まれる。Plout及びJIMでの測定値は、北陸地方のデータによる回帰式の延長線上にあり、北陸地方において特異なデータでないことが確認できる。また、これらの図より、新組跨線橋の架橋地点は太平洋側などの他の地域の海岸線から20kmの地点に比べて海からの飛来塩分量が多いことが分かる。例えば、海岸線から20kmの地点での飛来塩分量はPlout、JIMで0.13～0.25NaCl・mdd程度であるのに対して、中部地方以西の太平洋沿岸部（太平洋Ⅲ）では回帰式で0.01～0.02NaCl・mdd、瀬戸内海沿岸部では同0.01NaCl・mdd以下である。

(4) 陽イオンの経時変化

図-5.10に各測定箇所におけるCl、Na、Ca、Mg、Kの経時変化及び年平均値を示す。また、図-5.11にClに対するNa、Ca、Mg、Kの重量比の経時変化及び年平均値を示す。図-5.11には比較のため、海水中のClに対するNa、Ca、Mg、Kの重量比を示す。図-5.11より以下の傾向が見られる。

- 1) Na/ClとMg/Clの経時変化は概ね一定に安定しており、測定箇所の差も大きくはない。これに対して、Ca/ClとK/Clの経時変化はばらつきが大きい傾向にあり、測定箇所によっても大きく異なっている。
- 2) 海水中の塩類の組成は表-5.1に示す値で一定であることが知られている。図-5.11に示すように、各測定箇所でのNa/Cl、Mg/Clは海水と同程度である。これに対して、Ca/Cl、K/Clは海水と大きく異なり、海水の成分比よりも大きい傾向にある。

3) 表-5.2に新組跨線橋で使用されている凍結防止剤の化学成分と成分比を示す。また、測定期間中に新組跨線橋で使用された凍結防止剤の散布量は図-5.8に示したとおりである。表-5.2に示すように、凍結防止剤中の化学成分は95%以上がNaClであり、Ca、Mg、K はほとんど含まれていない。このことから、Ca/Cl、K/Clの値が多い理由として凍結防止剤の影響は考え難い。

(5) その他の因子

海からの飛来塩分、凍結防止剤以外のClの根源として、農薬の散布の影響があげられた。表-5.3に新組跨線橋の近くで散布される可能性のある農薬の種類と散布時期を確認した。しかし、農薬中のClはNaCl等に比べて分解されにくく、また、先に示した測定結果においてもその散布時期（7～8月頃）に特にCl等の値が大きくなることもなかったので、本調査に関して、農薬の影響はないものと考えられる。

(6) 結論

以上の結果より、新組跨線橋において、試験片の板厚減少量が内陸の割に比較的多いのは、季節風による日本海からの飛来塩分の影響によるところが大きいと考えられる。

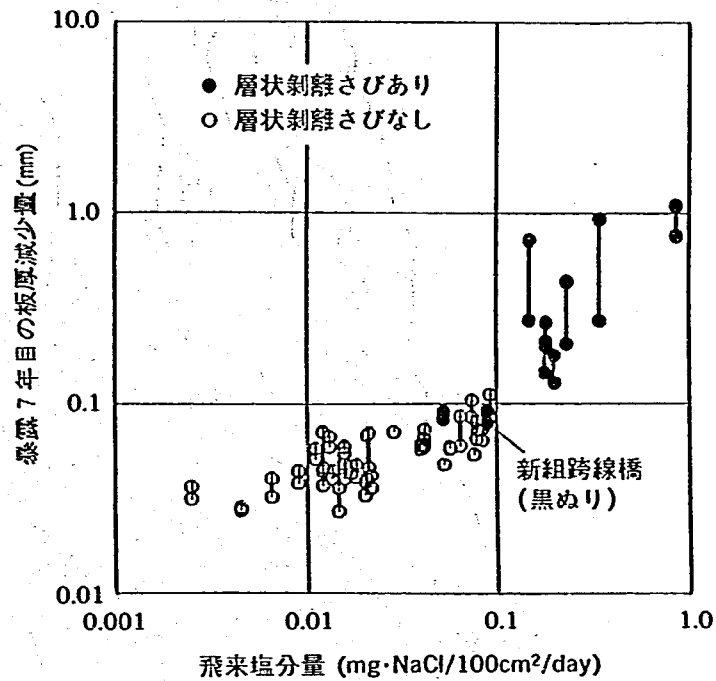


図-5.1 飛来塩分量と暴露7年目の板厚減少量の関係

注) 図中の●または○は水平方向または垂直方向に暴露した試験片の板厚減少量を表わし、その点と点を結ぶ縦線は同一暴露地点において暴露した試験片のデータであることを表わす。

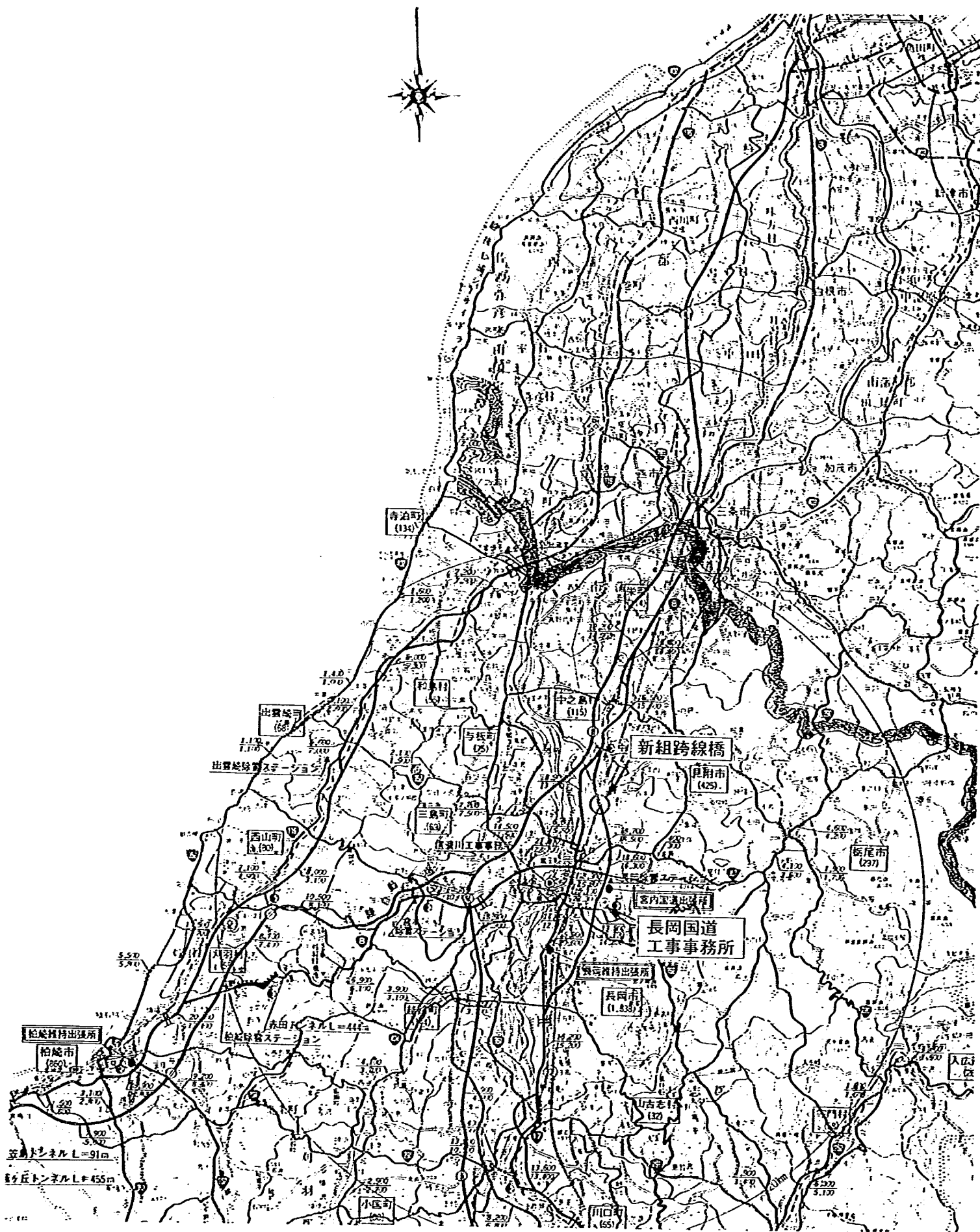
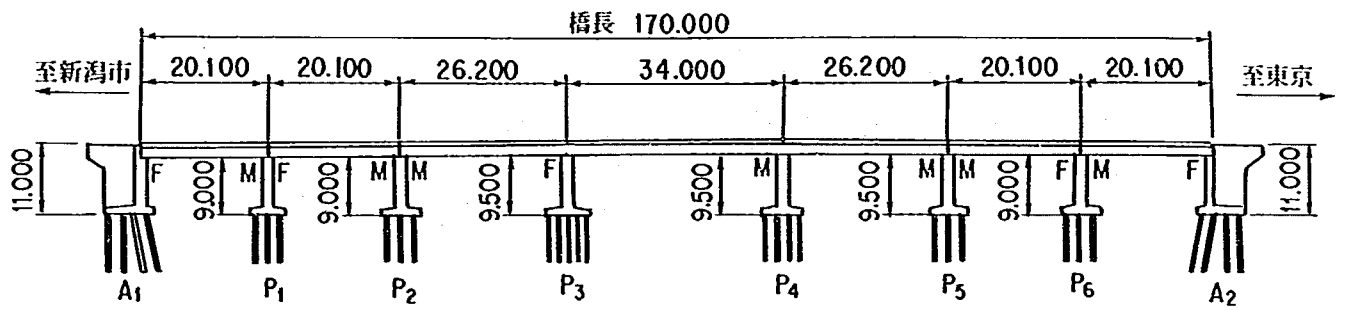


図-5.2 調査地点

側面図



断面図

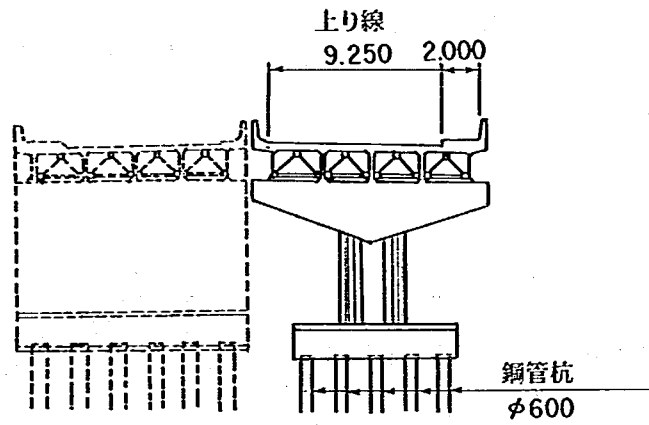


図-5.3 新組跨線橋の一般図

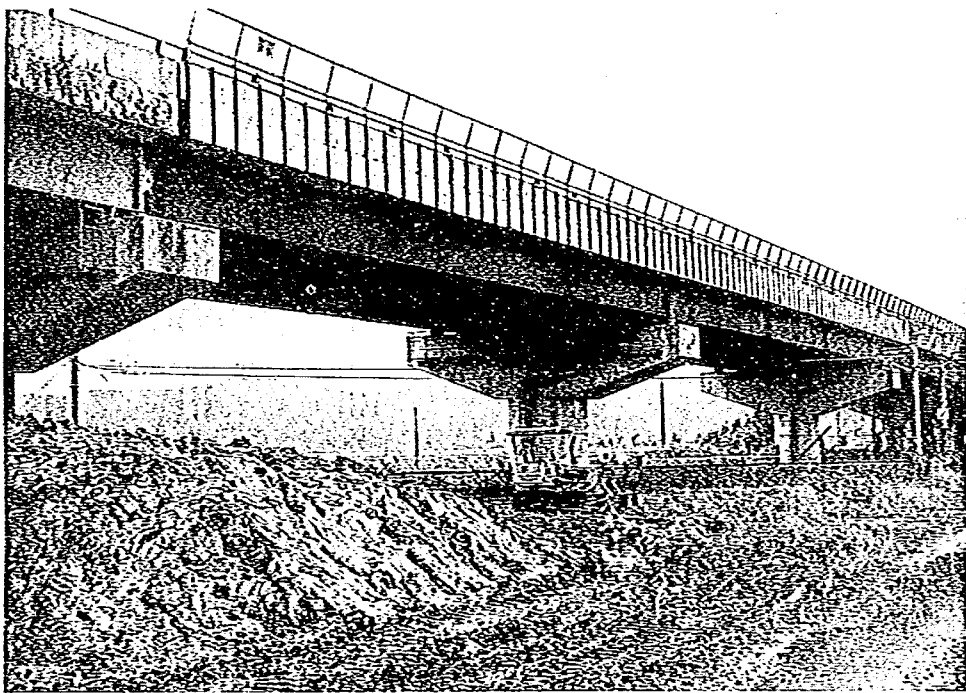


写真-5.1 新組跨線橋
(塩分捕集器設置前、左からP1, P2, P3各橋脚)

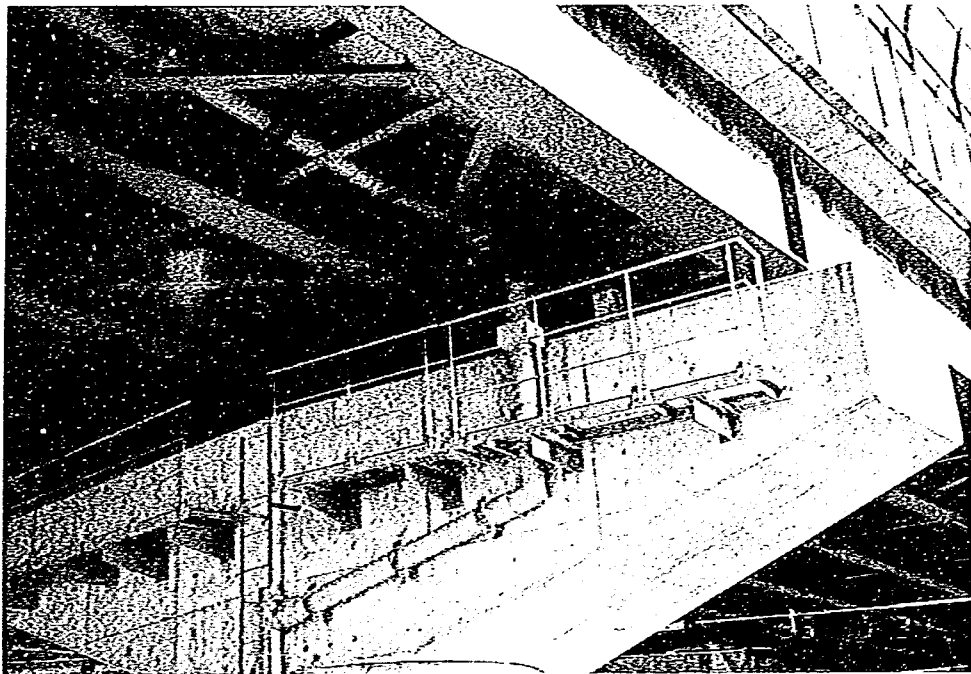


写真-5.2 P3in塩分捕集器設置状況
(新組跨線橋、P3橋脚)

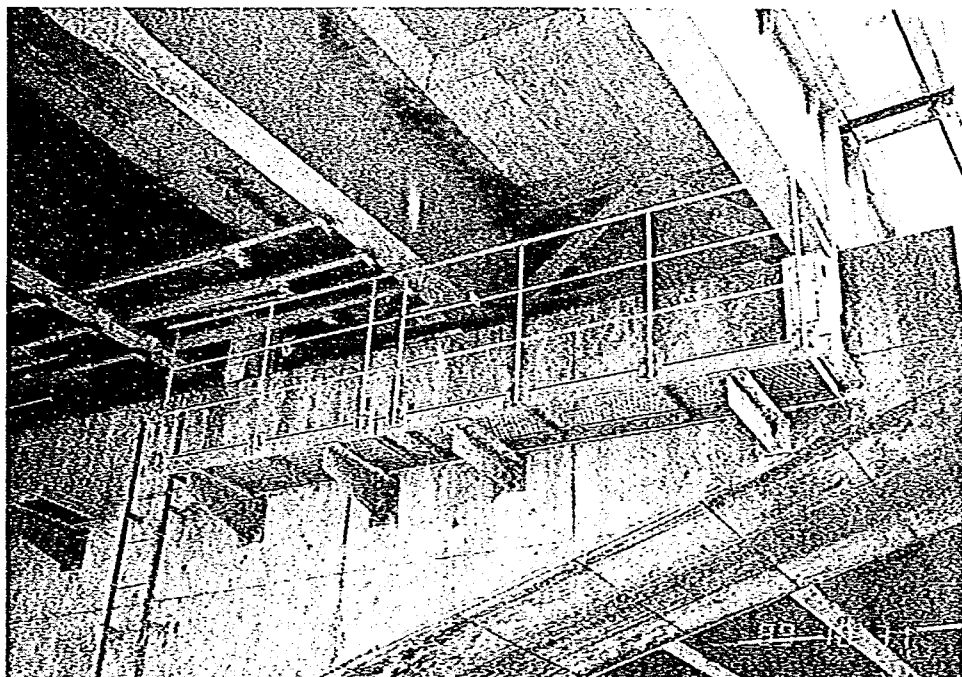


写真-5.3 PI in及びPI out塩分捕集器設置状況
並びに暴露試験片設置状況
(新組跨線橋、P1橋脚)

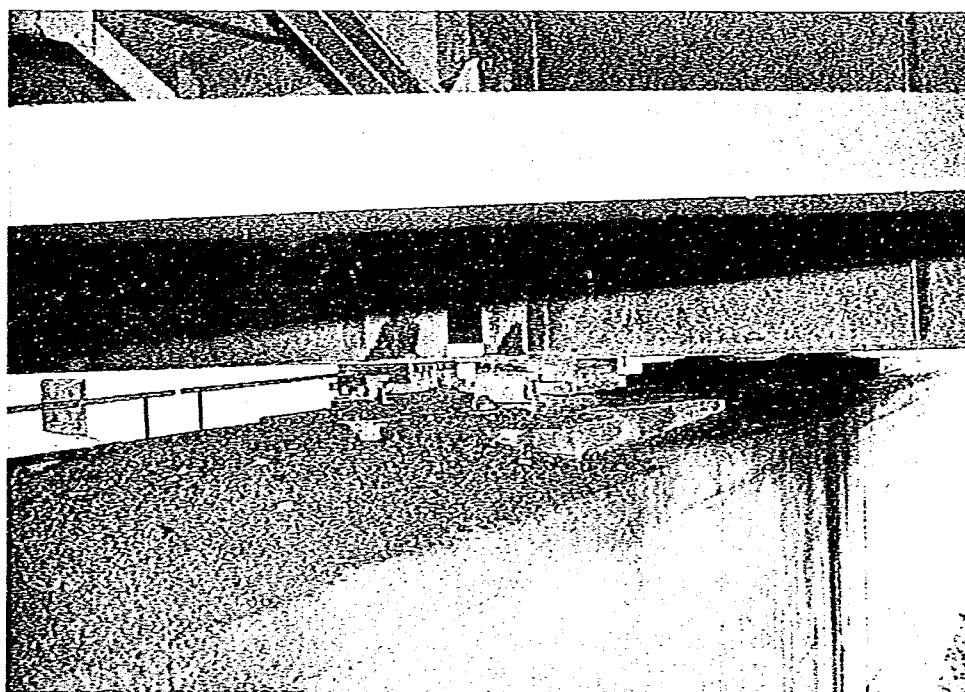


写真-5.4 P1橋脚天端の泥の堆積

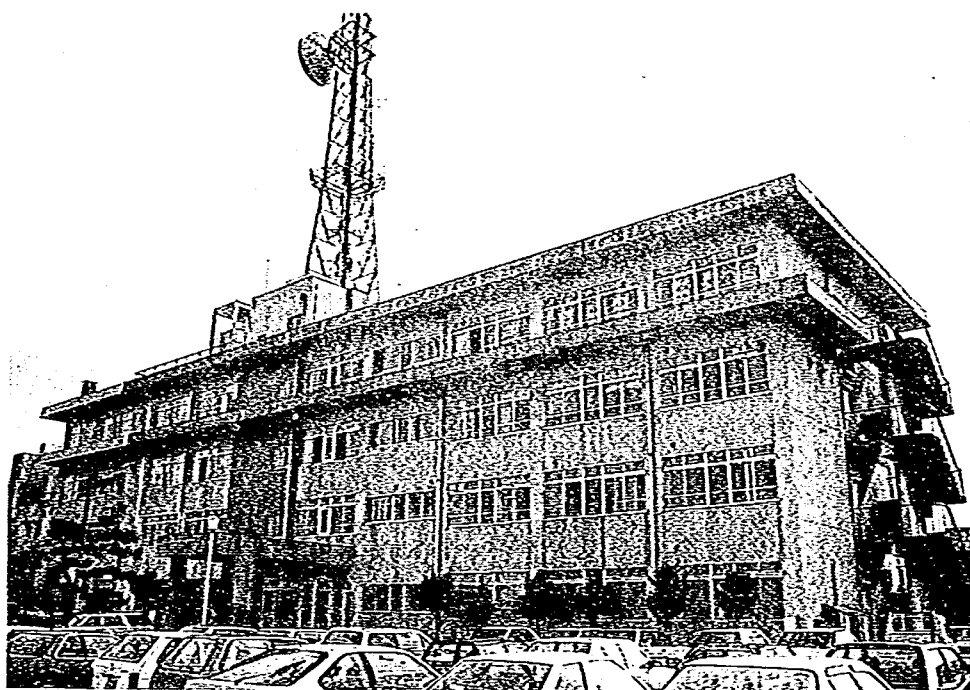


写真-5.5 長岡国道工事事務所

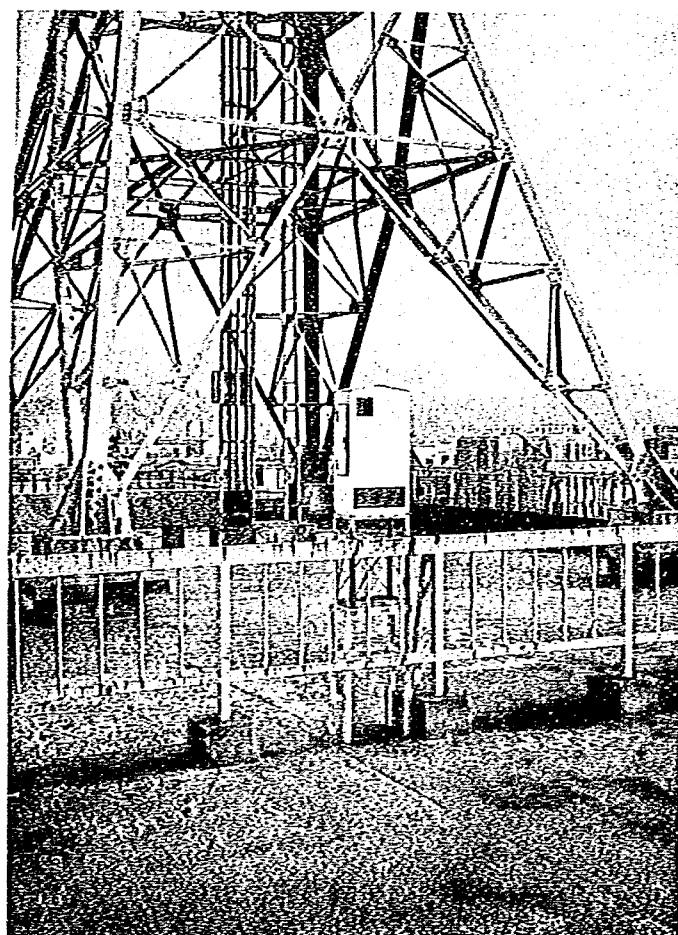


写真-5.6 JIM塩分捕集器設置状況
(事務所の屋上)

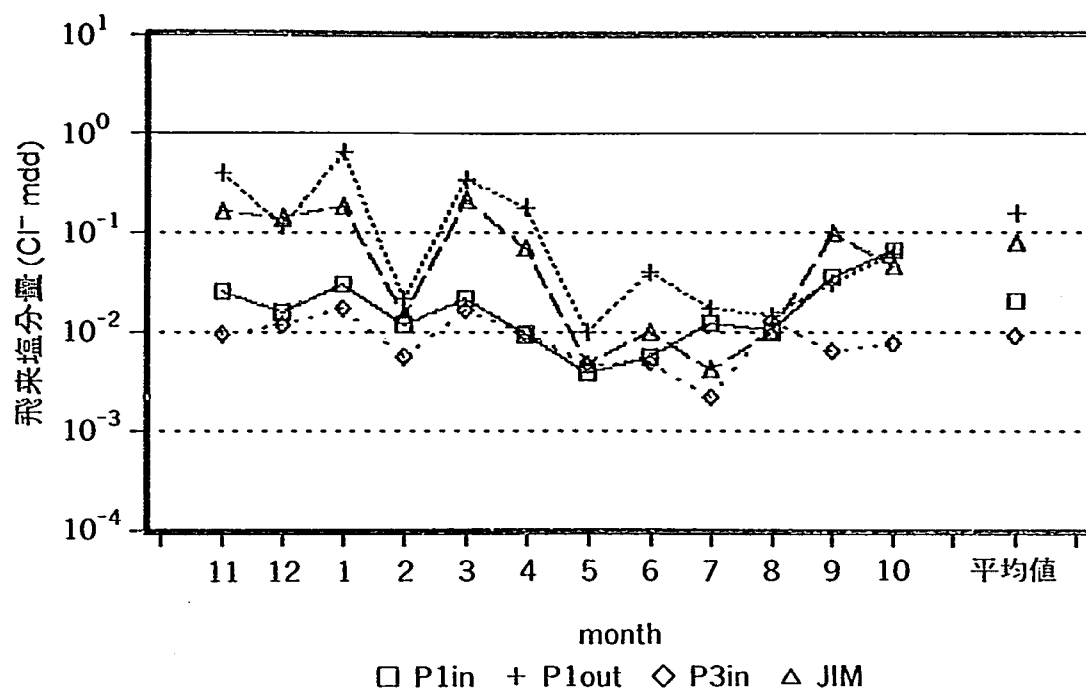
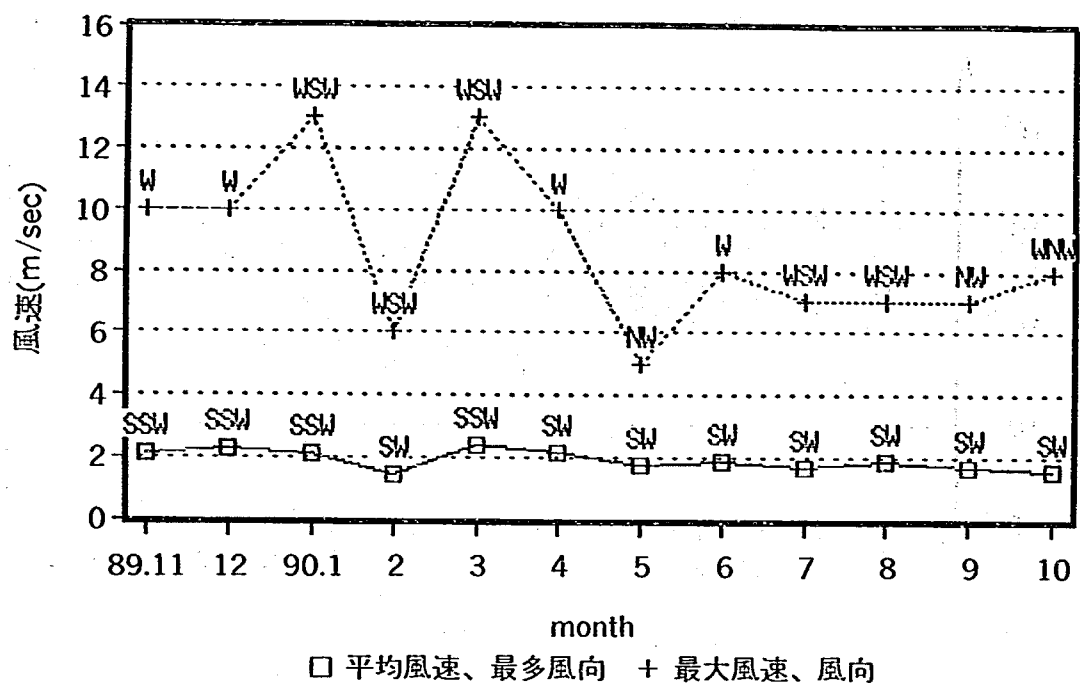
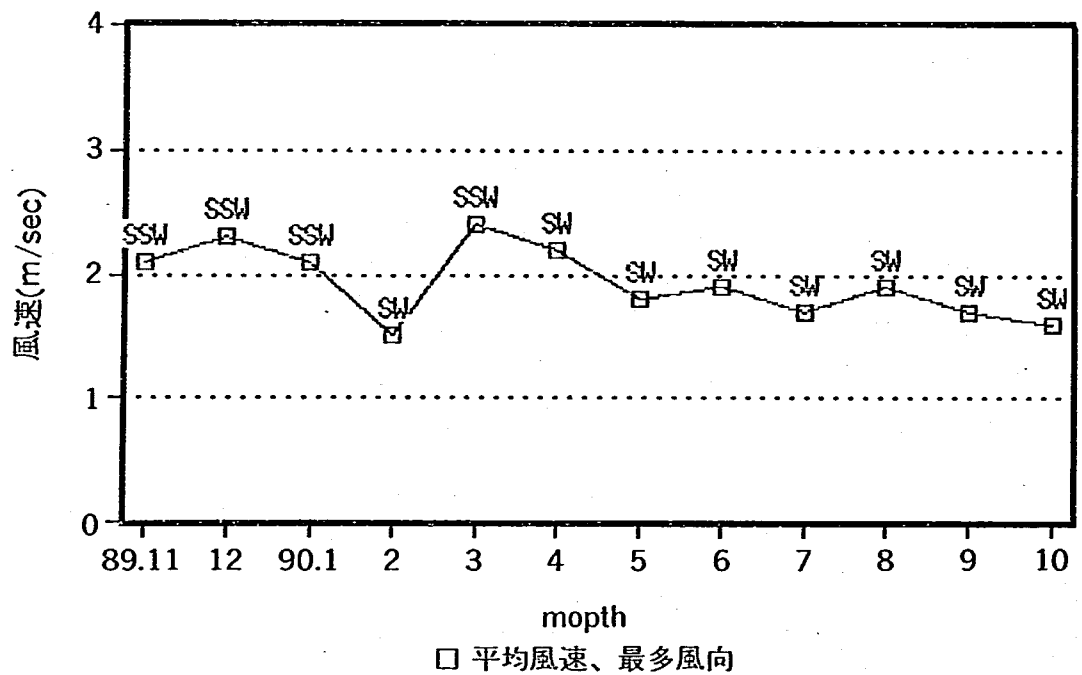


図-5.4 飛来塩分量の経時変化

注) 1mdd = 1 mg/dm²/day、1dm² = 100cm²

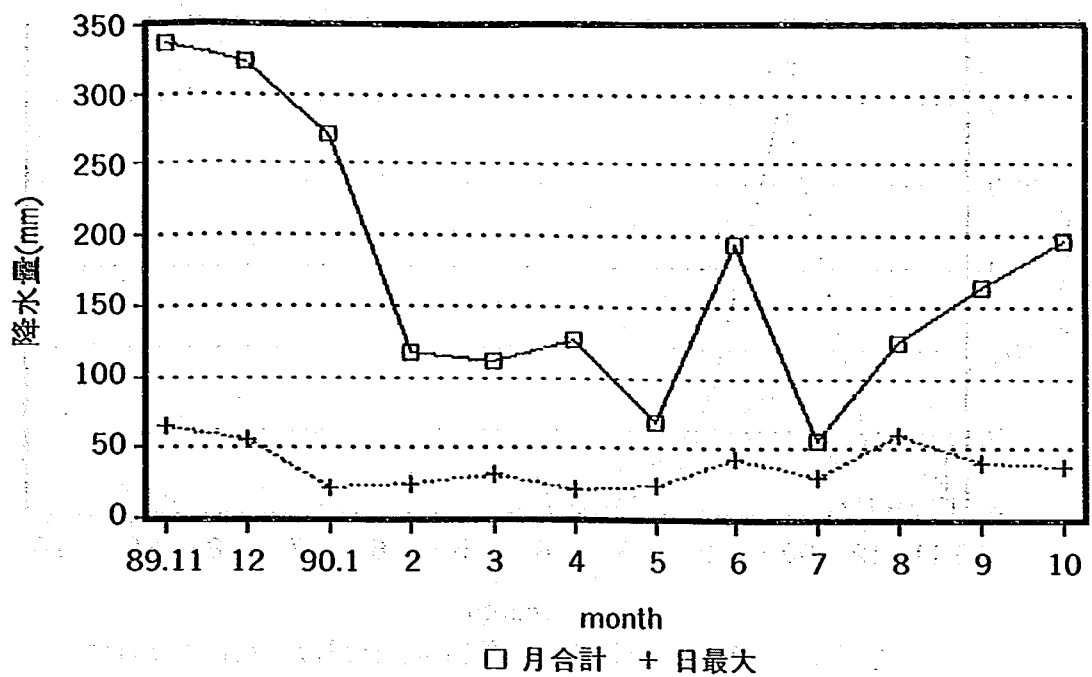


(a) 最大風速とその時の風向

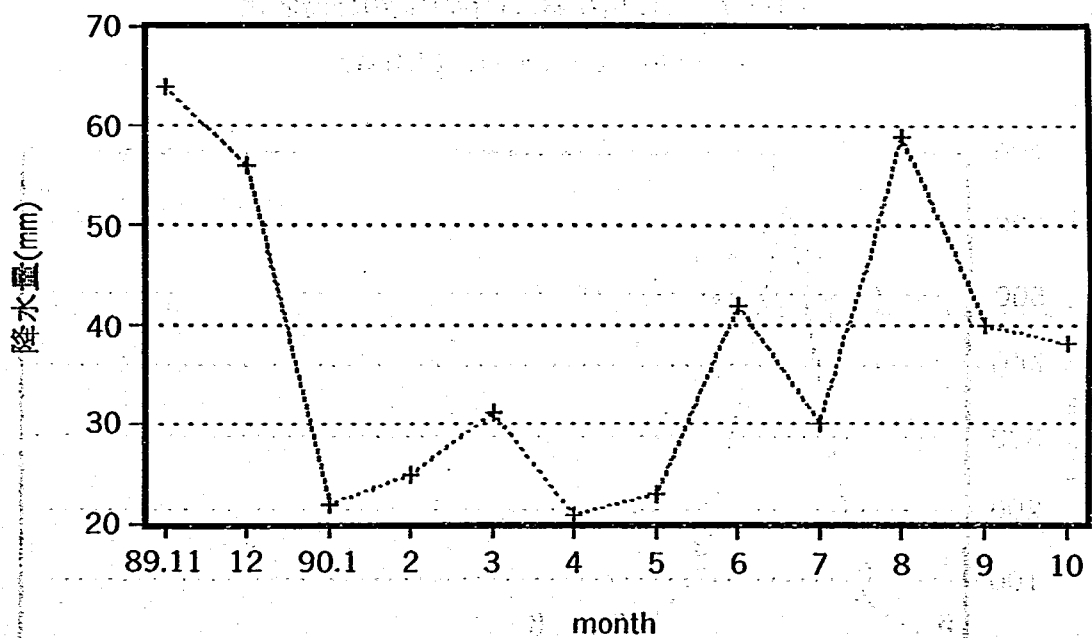


(b) 平均風速と最多風向

図-5.5 風速・風向の経時変化



(a) 月合計値



(b) 日最大

図-5.6 降水量の経時変化

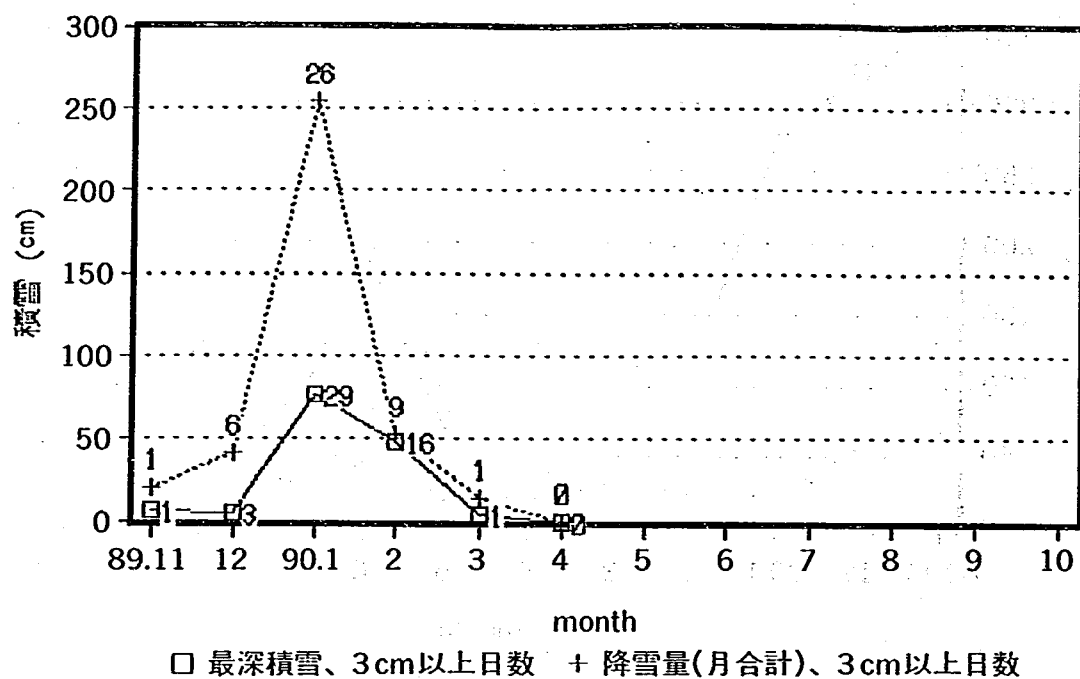


図-5.7 最深積雪および降雪量の経時変化

(図中の数値は各3cm以上日数)

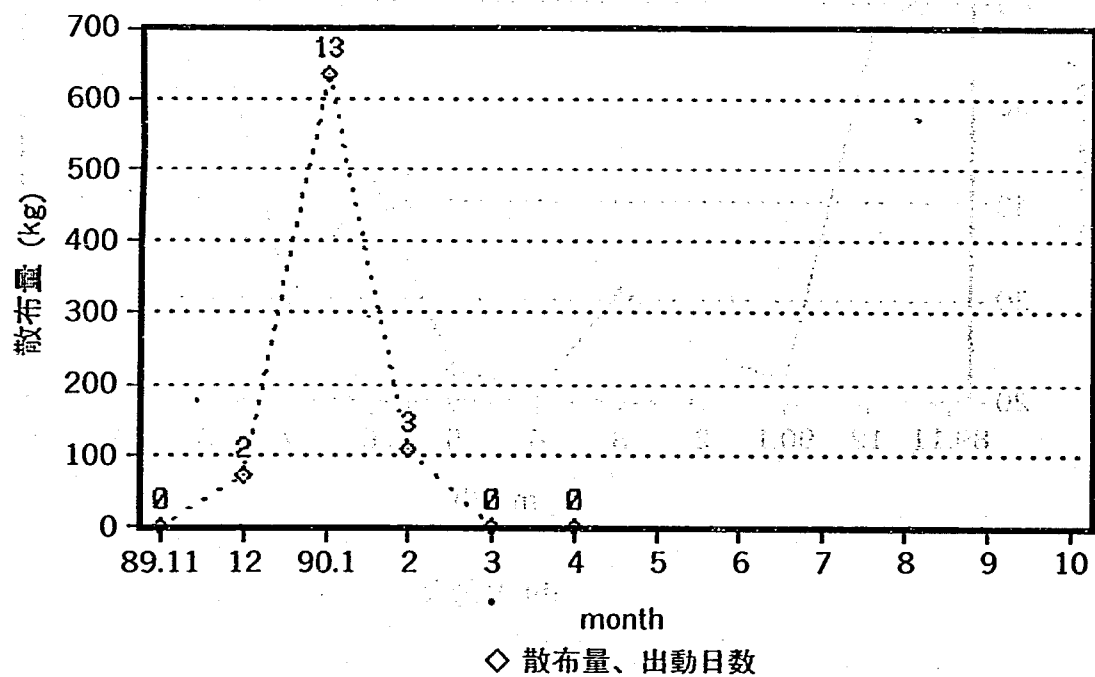
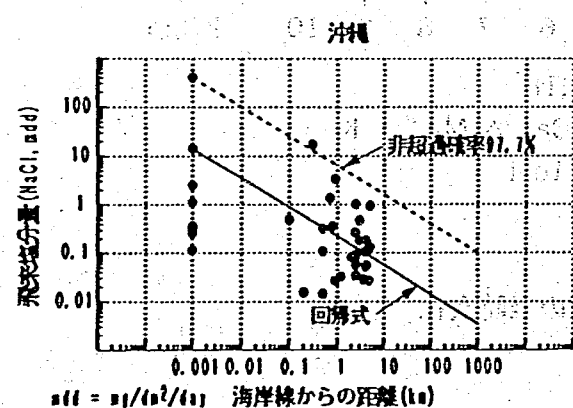
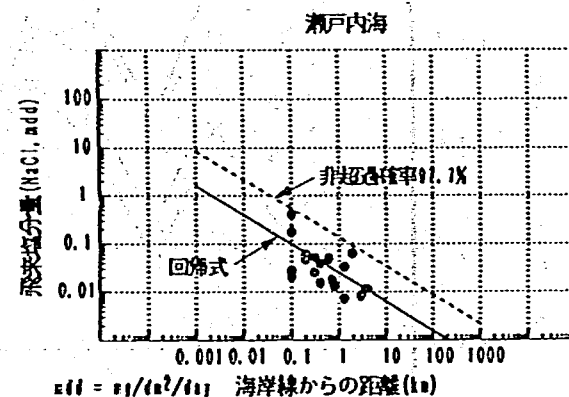
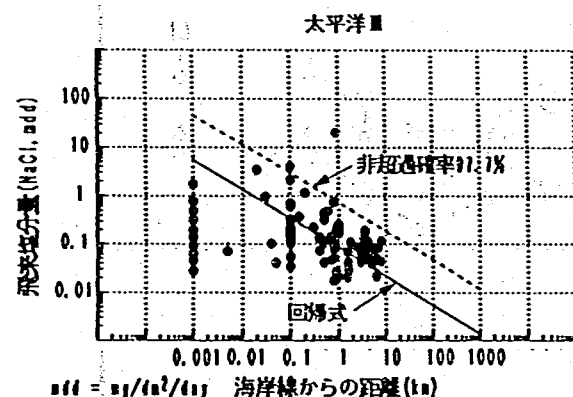
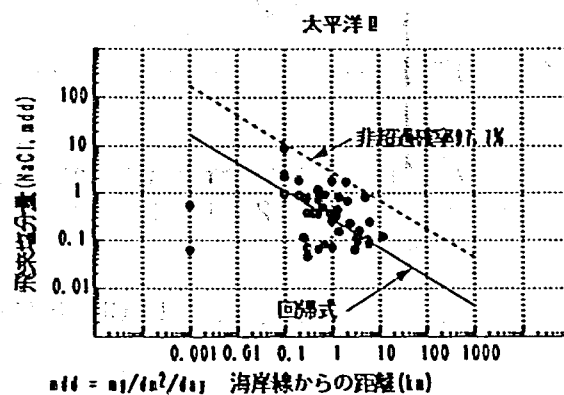
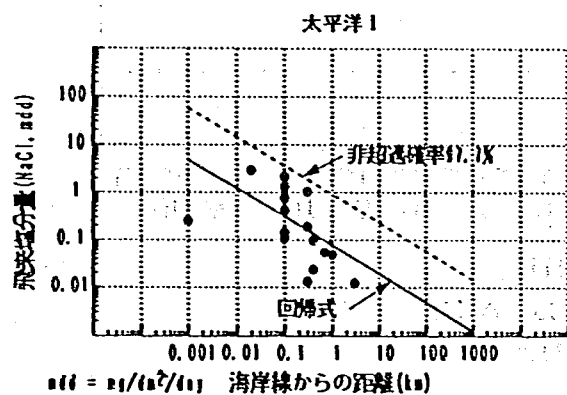
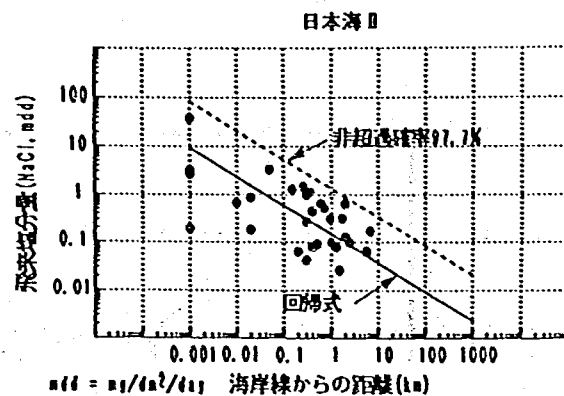
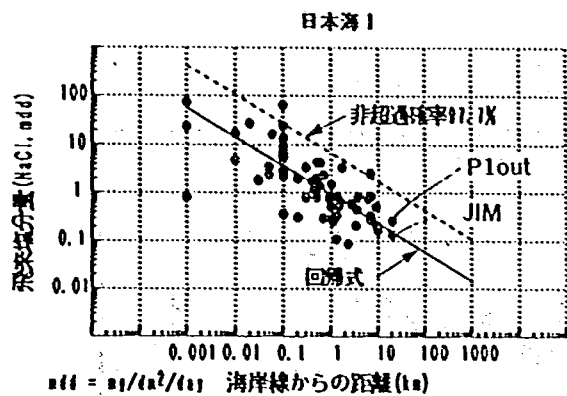


図-5.8 新組跨線橋での凍結防止剤の散布量

(図中の数値は各出動日数)



回帰式: $C = C_1 x^{-0.6}$

図-5.9 飛来塩分量と海岸線からの距離の関係

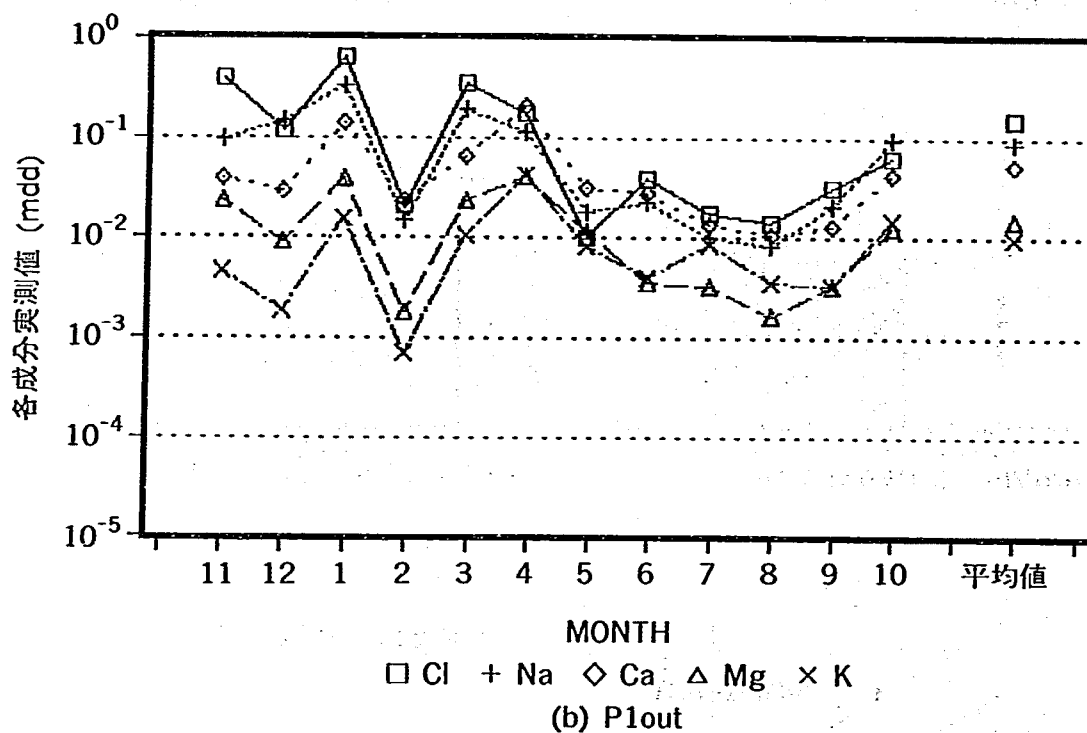
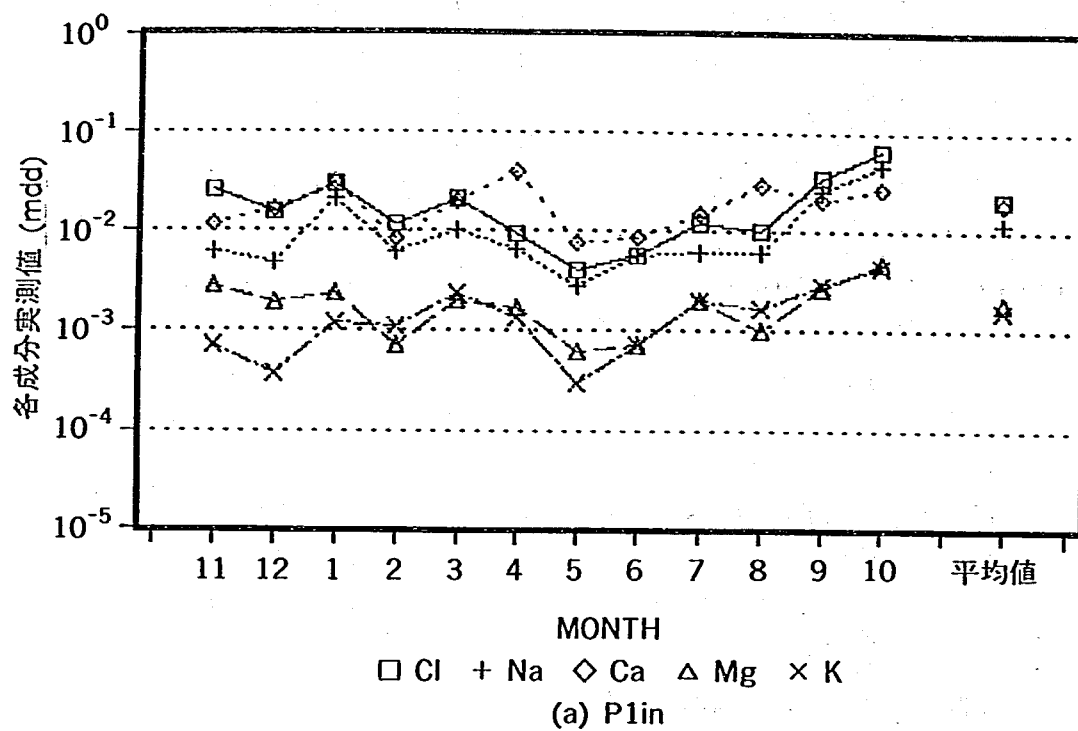


図-5.10 陽イオンの経時変化

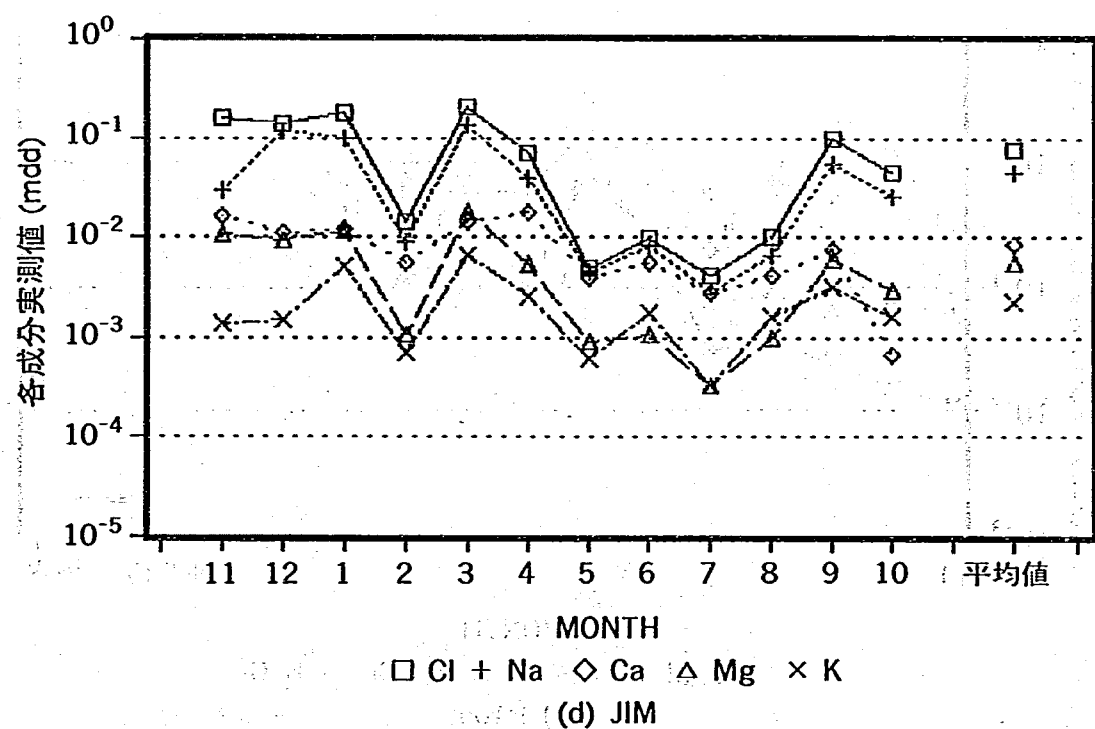
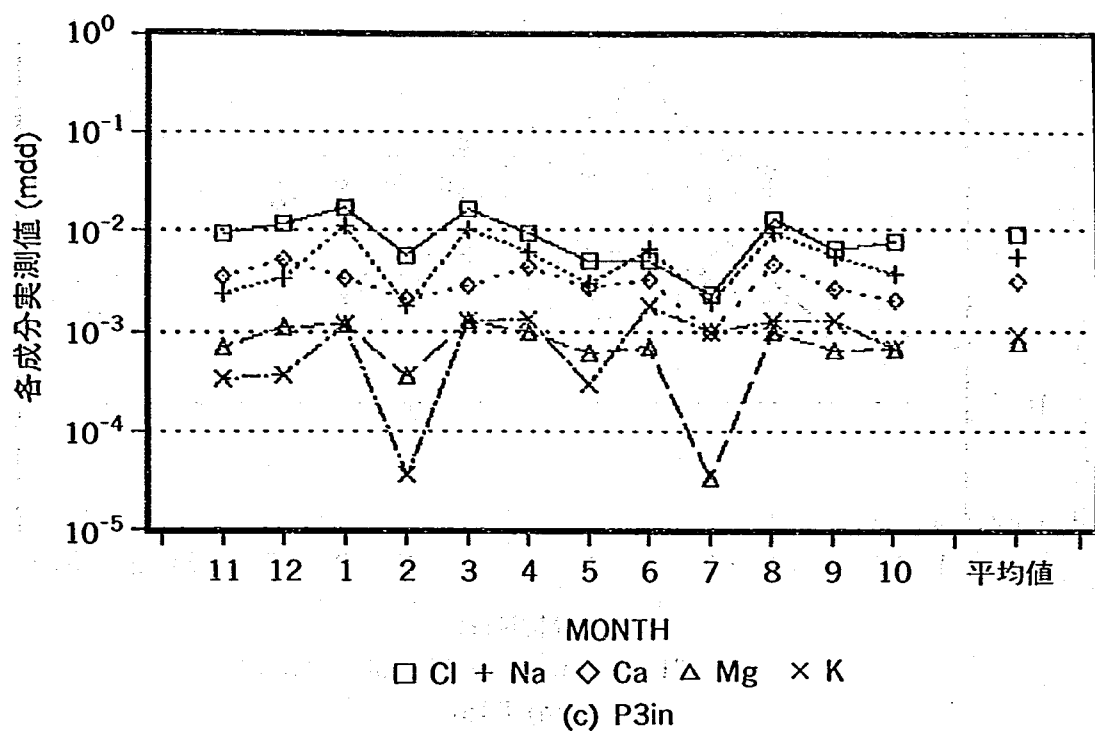


図-5.10 陽イオンの経時変化 (つづき)

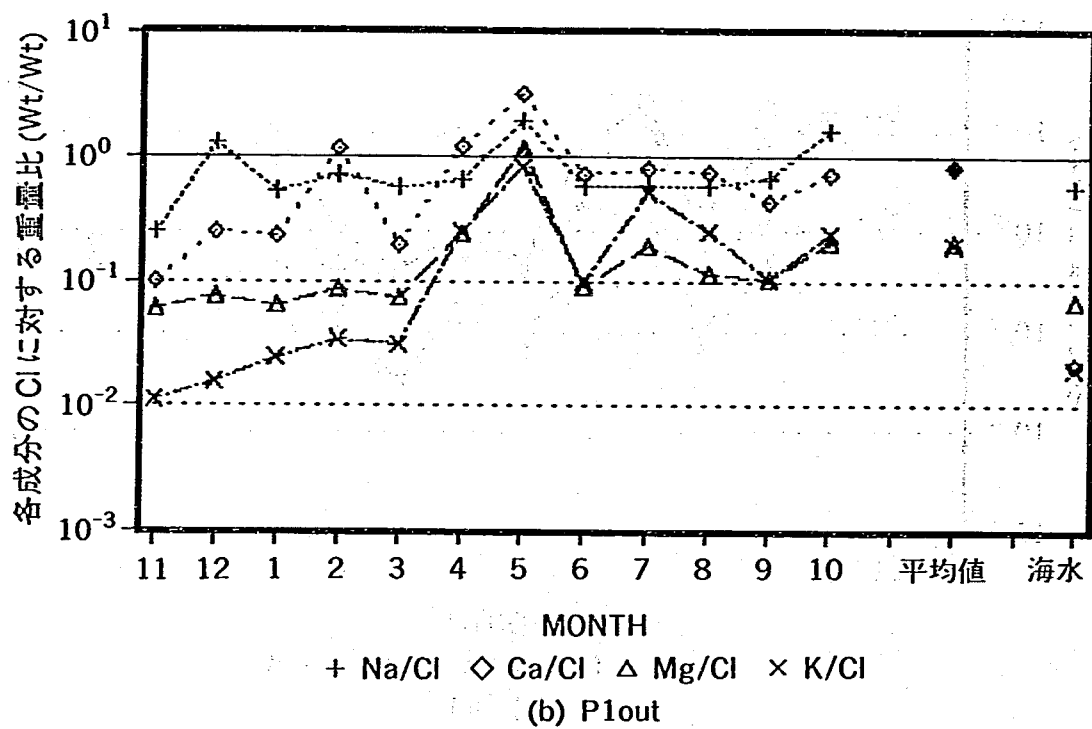
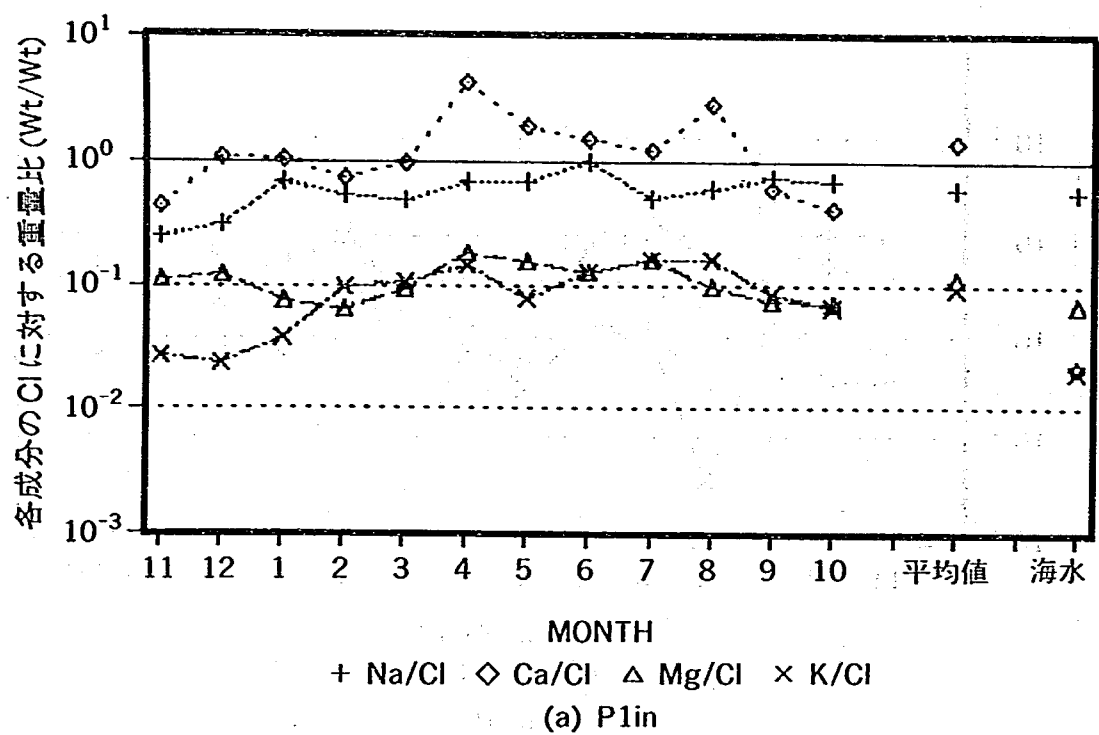


図-5.11 Cl に対する各陽イオンの重量比

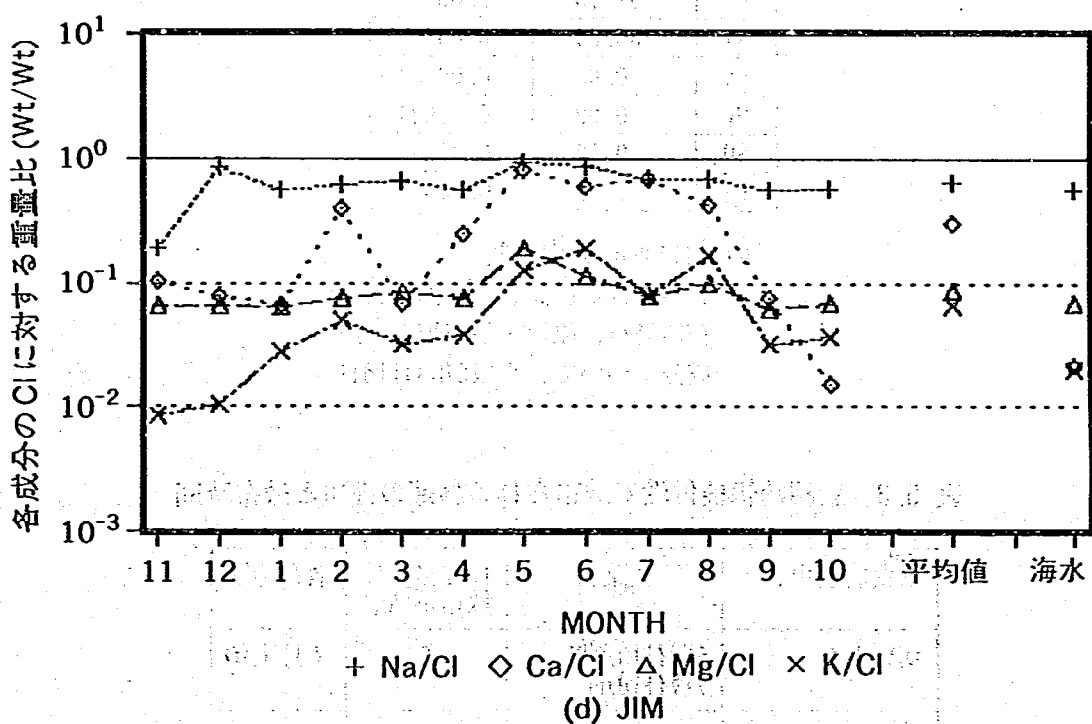
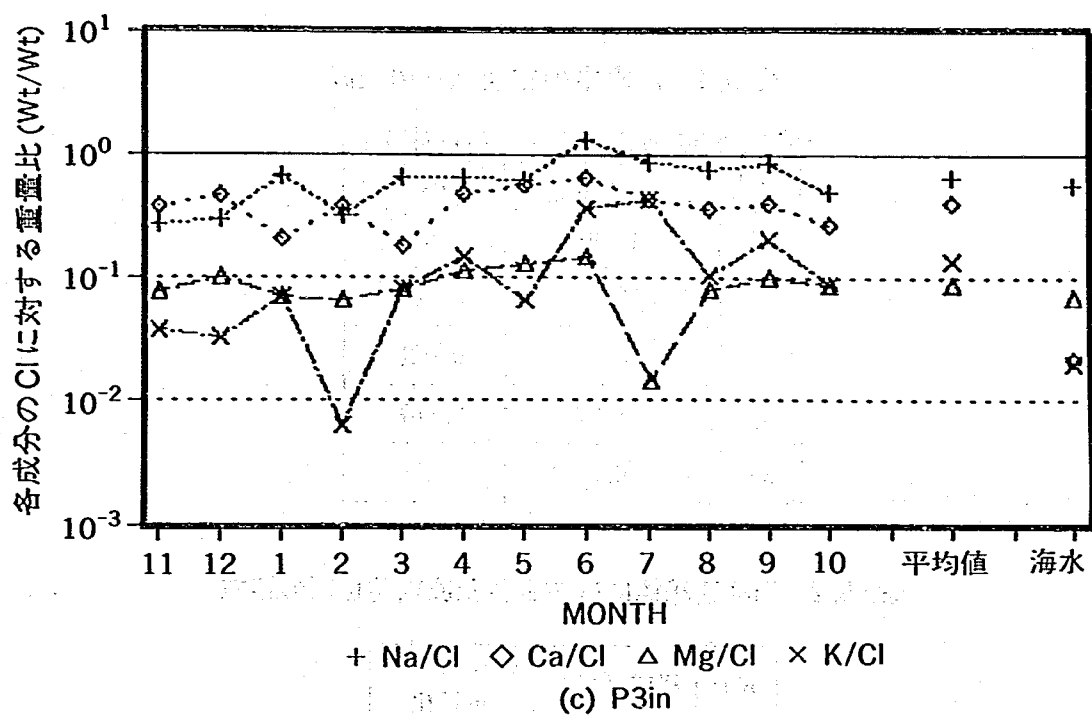


図-5.11 Cl に対する各陽イオンの重量比 (つづき)

表-5.1 海水中の主要塩類の組成

成分	海水1kg 中の イオンの量(g)	Clに対する 重量比
Cl	18.98	1.00
Na	10.56	0.56
Ca	0.40	0.021
Mg	1.27	0.067
K	0.38	0.020

表-5.2 新組跨線橋に散布された凍結防止剤の組成

成分	組成 (%)	Clに対する 重量比
Cl	59.19	1.00
Na	38.34	0.65
Ca	0.05	0.00084
Mg	0.02	0.00034
SO ₄	0.15	0.0025
他	2.25	0.038

注) 昭和62年度平均値、
日本たばこ産業(株)新潟塩業事
務所発行、原塩・粉碎塩の組成
成分について、平成2年4月16日

表-5.3 新組跨線橋付近で散布される農薬の種類と散布時期

主要病害虫名	農薬名	10 a 当たり 散布量(kg)	散布時期
葉いもち	アザイ粉剤DL アザイ粉剤	3	7月上旬
穂いもち紋枯病 ウンカハムシ	ビームバサ 粉剤3DL	3	7月下旬
穂いもち紋枯病 ウンカハムシ ニカハムシ	アザイ粉剤DL	3	8月上旬

6. さび中の塩分除去方法に関する調査

6.1 目的

鋼構造物の維持管理において、塗装等の防食は欠かせないが、費用や時間の制約から塗り替え時期を逸して、さびが発生してしまう場合がある。特に、海岸付近では塩分により腐食が促進されていると考えられ、塗り替えの際のさびの除去に伴う塩分除去の程度が、その後の防食効果に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

既設の無塗装耐候性橋梁においては、通常、海岸付近に使用しなければ鋼材全面に層状剝離さびが生じることはないが、不慮の漏水等により、部分的に層状剝離さびが生じることがある。万一、層状剝離さびが鋼材表面に見られた場合には、その部分のさび中に多量の塩分が蓄積しているものと考えられるので、その塩分をブラストによってさびとともに除去する必要がある。

しかし、素地調整の方法と塩分除去の程度は必ずしも十分に明らかにされていない。このことから、海岸付近に8年間暴露した無塗装鋼材を用いて、素地調整の方法別に残留塩分量を測定し、塩分除去の程度を把握することとした。

6.2 方法

写真-6.1～5に前処理の状況を示す。また、写真-6.6～6.14に前処理前後の試験片の一例を示す。

試験片は表-6.1に示す新潟市信濃川沿いの3地点に約8年間（昭和57年10月から平成2年5月までの7年7ヶ月）にわたって暴露したものである（大型暴露試験体内部の溶接継手試験片を一部転用した）。図-6.1に暴露地点の飛来塩分量と海岸線からの距離の関係を示す。関屋出張所は海に近接して飛来塩分量が特に多い地点であり、水平に暴露した試験片は全面に厚い層状剝離さびが生じていた（写真-6.6, 写真-6.9）。また、垂直に暴露した試験片にもフレーク状の層状剝離さびが生じていた。北陸技術事務所及び黒埼維持出張所は相対的に飛来塩分量が少ないが、耐候性鋼材を無塗装使用する上での絶対量としては少なくはない地点である。北陸技術、黒埼の暴露試験片のうち、水平に暴露したものの上面のみにフレーク状の層状剝離さびが生じていた（写真-6.13～14）。試験片の寸法は100mm×150mm×8～9mmである。材質はSMA490W相当材であり、当初から無塗装で暴露したものである。

試験片を回収後、表-6.2に示す素地調整等の前処理を行い、各処理後の残留塩分量を測定した。残留塩分量の測定は化学的な処理によることとし、5%硫酸溶液により時間をかけて前処理後の残留さびを完全に落とし、吸光度法によりその溶液中の塩分量（Cl⁻）を分析した。

6.3 結果

(1) さび中の塩分量と飛来塩分量

図-6.2にさび中の塩分量と海岸線からの距離の関係を示す。さび中の塩分量は飛来塩分量と同様に海岸線に近づくほど多くなる。なお、今回の調査では、試験片表面のもろいさびをハンマでたたき落した

後に残留塩分量を測定しているため、表面に層状剝離さびが生じていた関屋出張所の水平方向に暴露した試験片の塩分量は過小な値を示していると考えられる。

図-6.3にさび中の塩分量と飛来塩分量の関係をそれぞれ示す。さび中の塩分量と飛来塩分量の相関関係が確認できる。

(2) 素地調整の程度と残留塩分量

表-6.3及び図-6.4に各前処理後の残留塩分量を示す。これより次の結果が得られる。

1) 付着塩分量は、2種ケレンを行った場合に70%以上が除去され、また1種ケレンを行った場合に95%以上が除去される。

2) 付着塩分量は、2種ケレンを行った後に水洗いした場合には80%以上が除去され、1種ケレンを行った後に水洗いした場合には97%以上が除去される。H5, H6, K5, K6のように、単に水洗いを行っただけ、あるいはたわしでこすりながら水洗いしただけではほとんど塩分は除去されないが、ケレン後の後処理としての水洗いは塩分の除去に有効である。

表-6.1 暴露地点の環境

暴露地点	海岸線からの距離 (km)	飛来塩分量 (NaCl, mdd)	暴露試験片の層状剥離さびの有無
関屋出張所	0.2	0.56	水平、垂直の全面
北陸技術事務所	4.0	0.10	水平上面のみ
黒崎維持出張所	6.0	0.08	"

注) 飛来塩分量は年平均値、1mdd=1mg/dm²/day, 1dm²=100cm²

表-6.2 素地調整等の前処理方法

ハンマ-たたき	表面の脆いさびをハンマ-でたたき落す
2種ケレン	ディスクグラインダ(#100)で地鉄が露出するまでのケレン、その後、ワイヤブラシでくぼみのさび落とし
1種ケレン	サンドブラスト、いわき珪砂4号(20~35メッシュ)使用
水洗い	水道水による、水かけ程度
たわし洗い	たわしでこすりながら水洗い

表-6.3 残留塩分量の測定結果

番号	素地調整等 前処理方法	残留塩分量(Cl ⁻ , mg)	
		水 平	垂 直
S0	処理なし	88.6(100.0%)	69.3(100.0%)
S1	2種ケレン	23.9 (27.0%)	15.8 (22.8%)
S2	2種ケレン+水洗い	16.8 (19.0%)	9.6 (13.9%)
S3	1種ケレン	4.0 (4.5%)	3.0 (4.3%)
S4	1種ケレン+水洗い	1.4 (1.6%)	1.8 (2.6%)
H0	処理なし	44.6	19.2
H5	水洗い	33.7	20.1
H6	たわし洗い	59.1	21.4
K0	処理なし	35.8	16.1
K5	水洗い	37.1	13.7
K6	たわし洗い	32.6	17.9

注 1) 処理なしの結果には、ハンマ-でたたき落とされ
たさびに含まれる塩分量は含まれない。

2) ()内の数値は処理なしの結果に対する比率(塩分残留率)。

3) S:関屋、H:北陸技術、K:黒崎

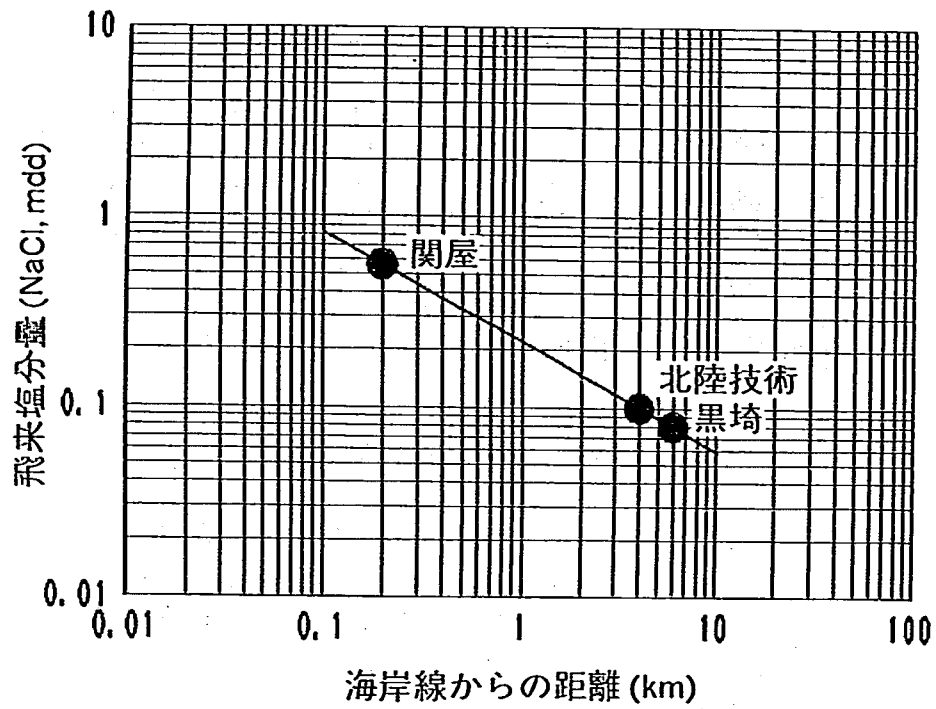


図-6.1 暴露地点の飛来塩分量と海岸線からの距離の関係

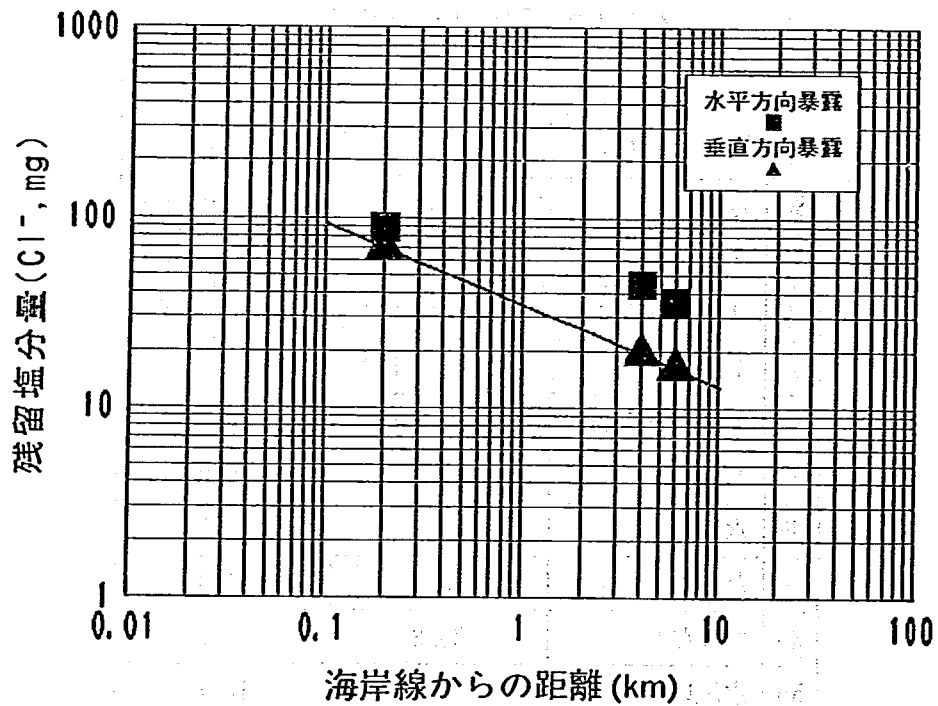


図-6.2 暴露後、素地調整を行っていない試験片のさび中の残留塩分量と海岸線からの距離の関係

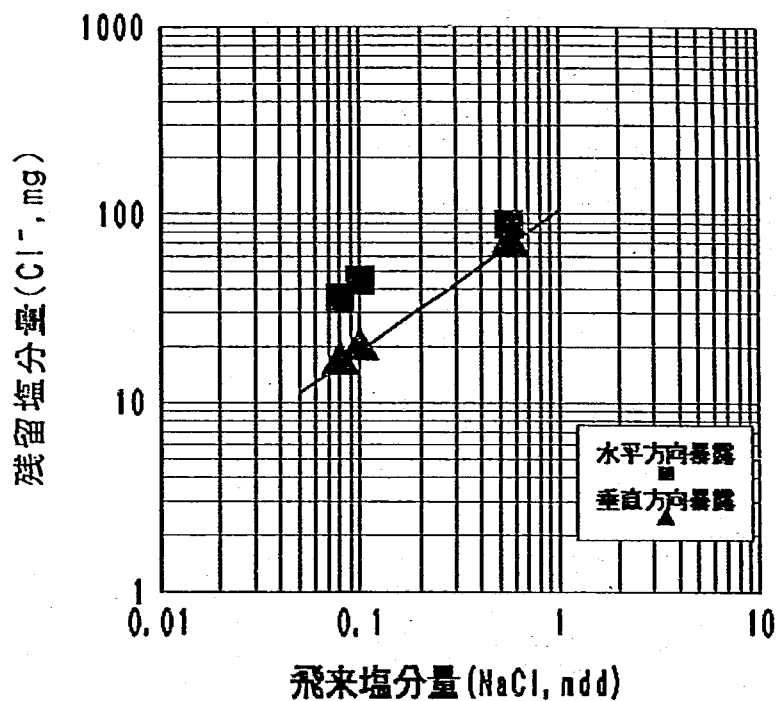


図-6.3 さび中の残留塩分量と飛来塩分量の関係

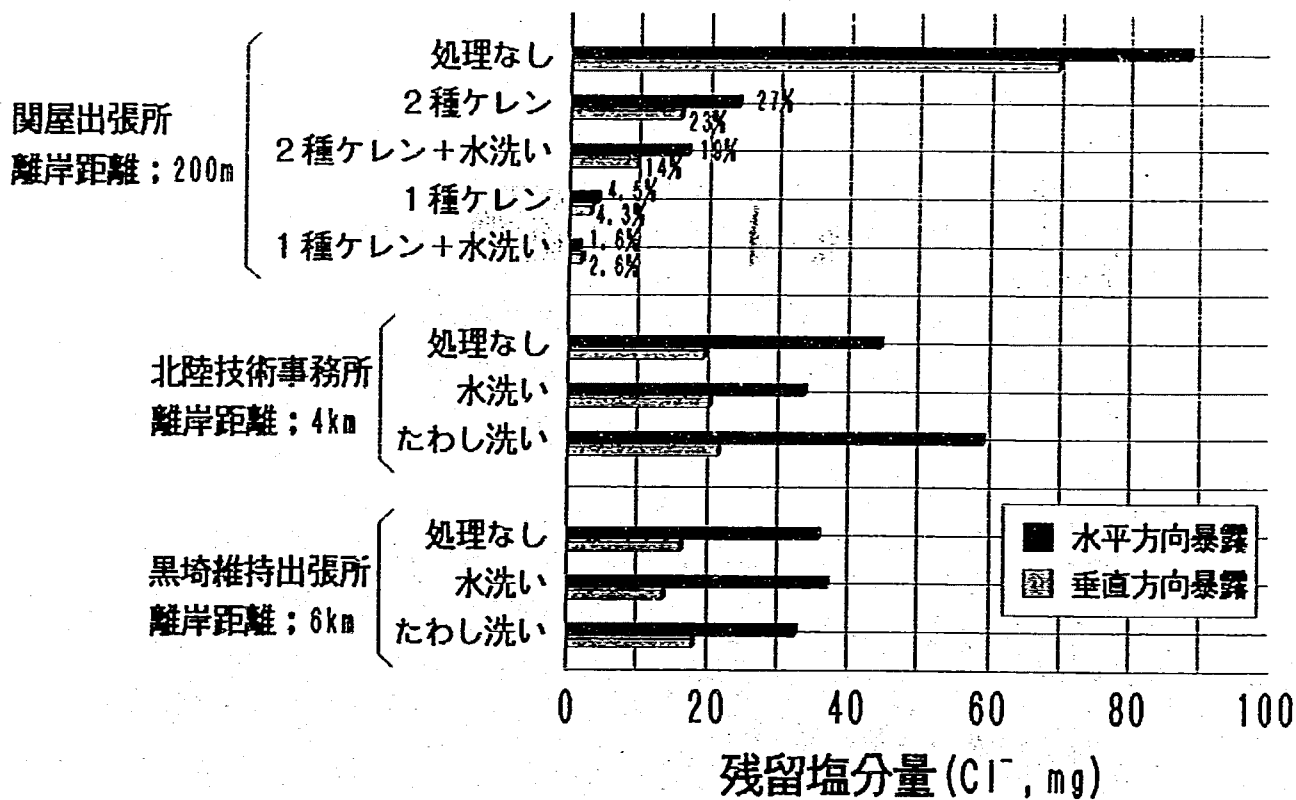


図-6.4 残留塩分量の測定結果

注) 図中の数値は塩分残留率を示す。

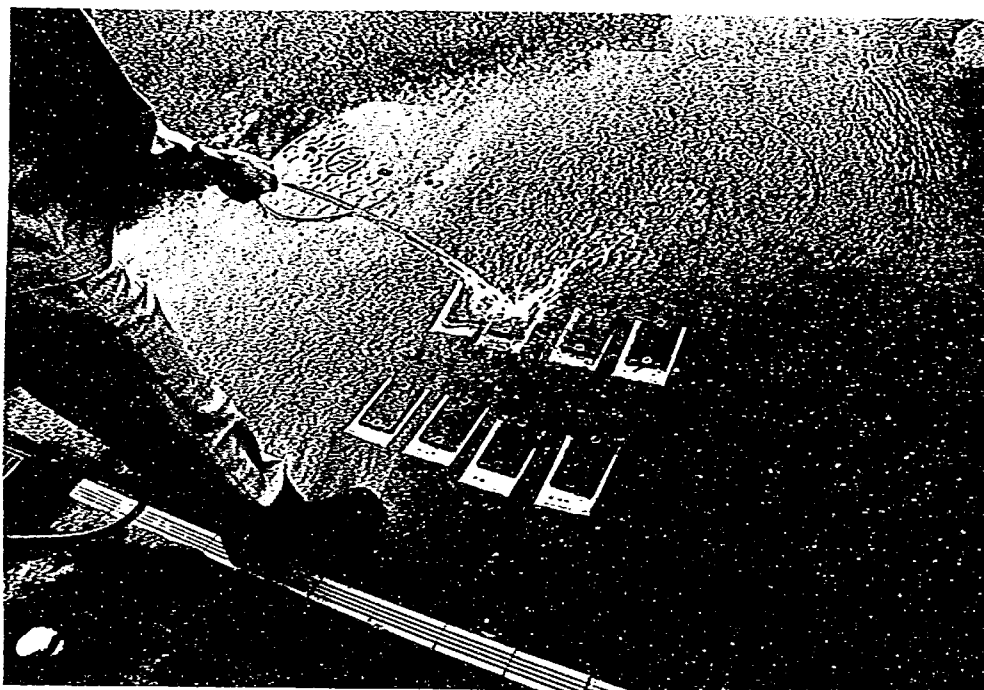


写真-6.1 水洗い



写真-6.2 たわし洗い



写真-6.3 2種ケレン、ディスクグラインダによる処理

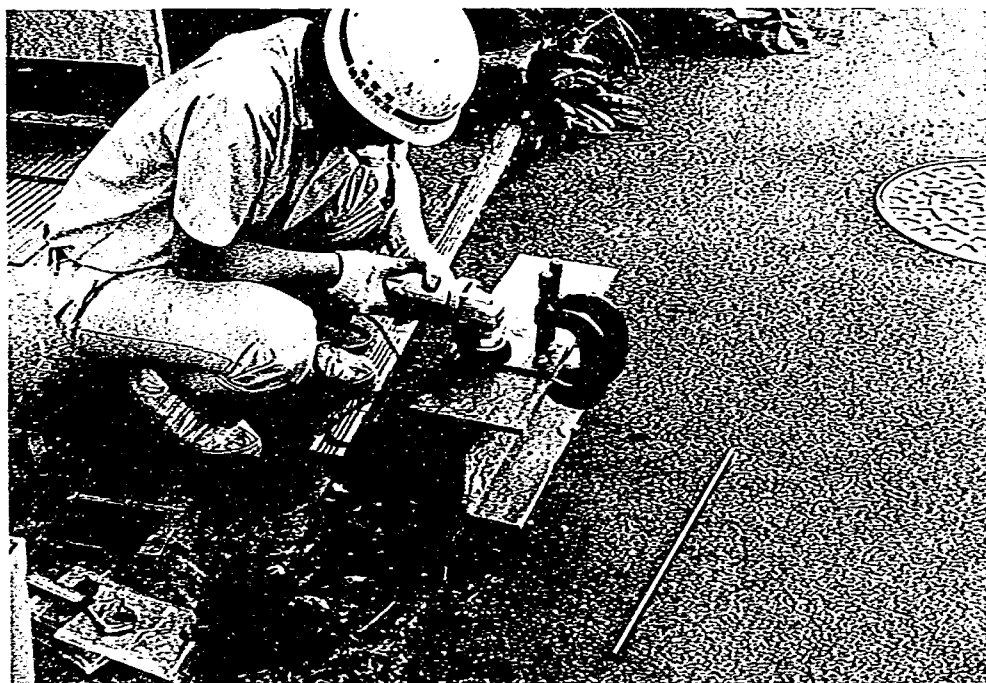


写真-6.4 2種ケレン、ワイヤブラシによる処理



写真-6.5 1種ケレン、サンドブラスト

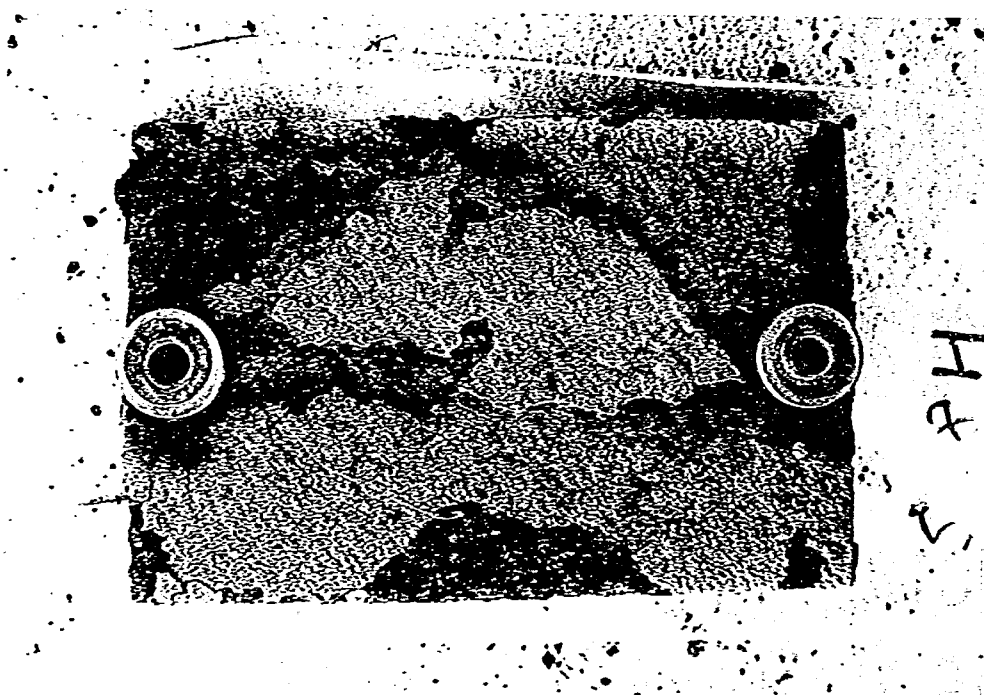


写真-6.6 2種ケレン前の試験片（水平方向暴露）

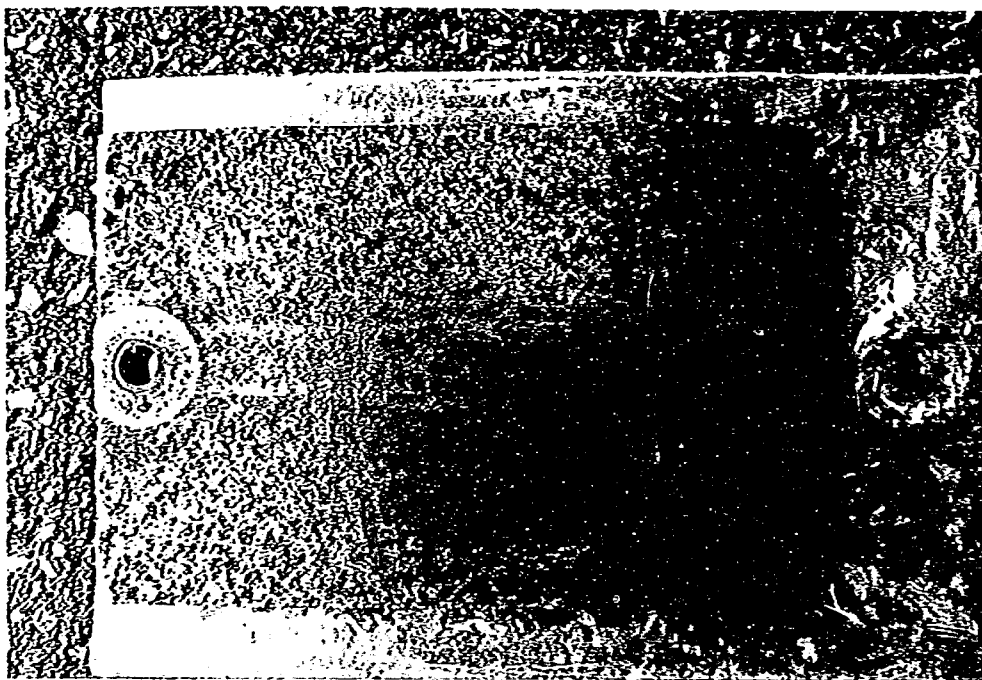


写真-6.7 2種ケレンの途中、ディスクグラインダ処理後

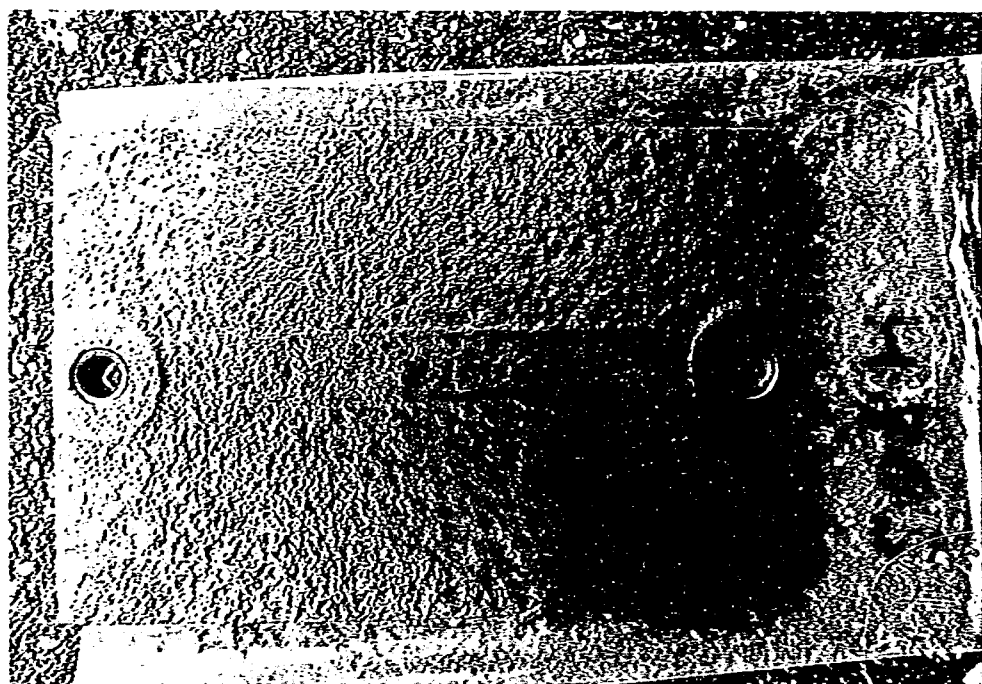


写真-6.8 2種ケレン後、ワイヤブラシ処理後

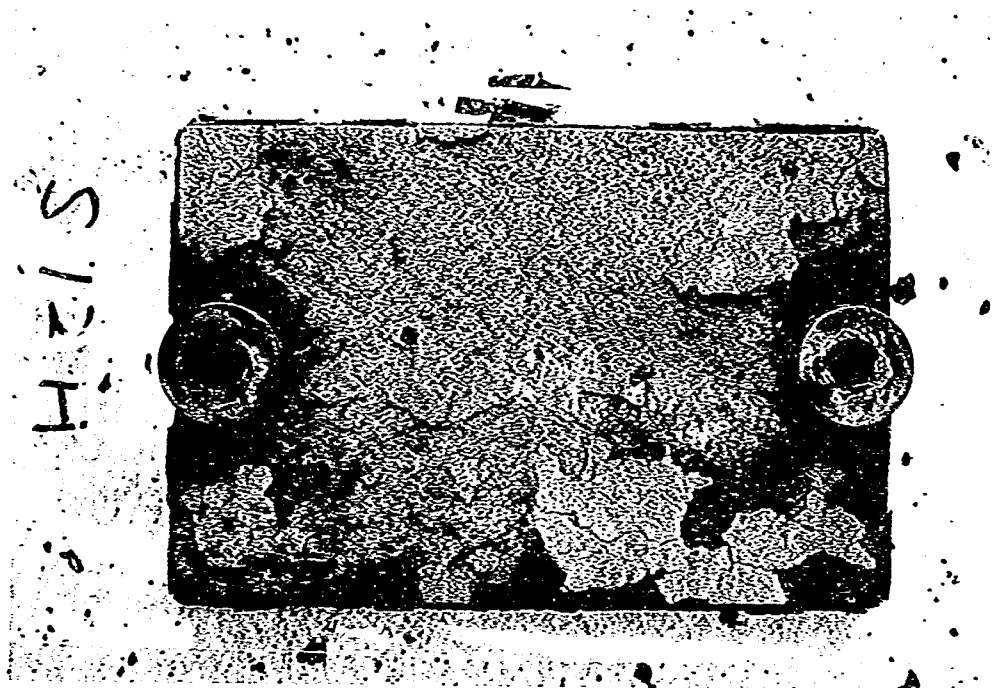


写真-6.9 1種ケレン前の試験片（水平方向暴露）

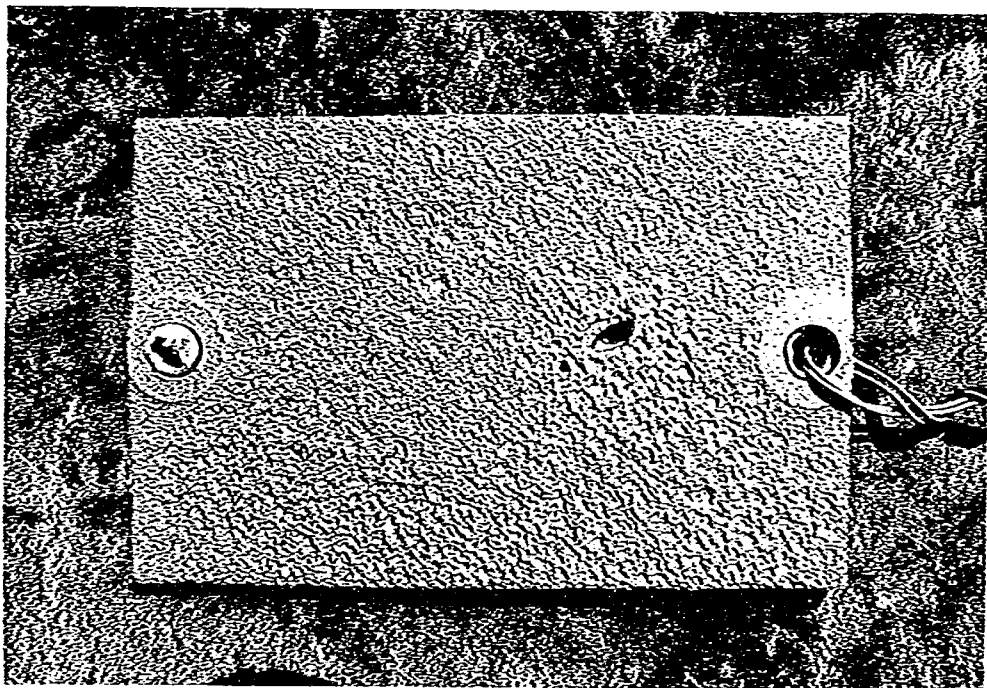


写真-6.10 1種ケレン直後

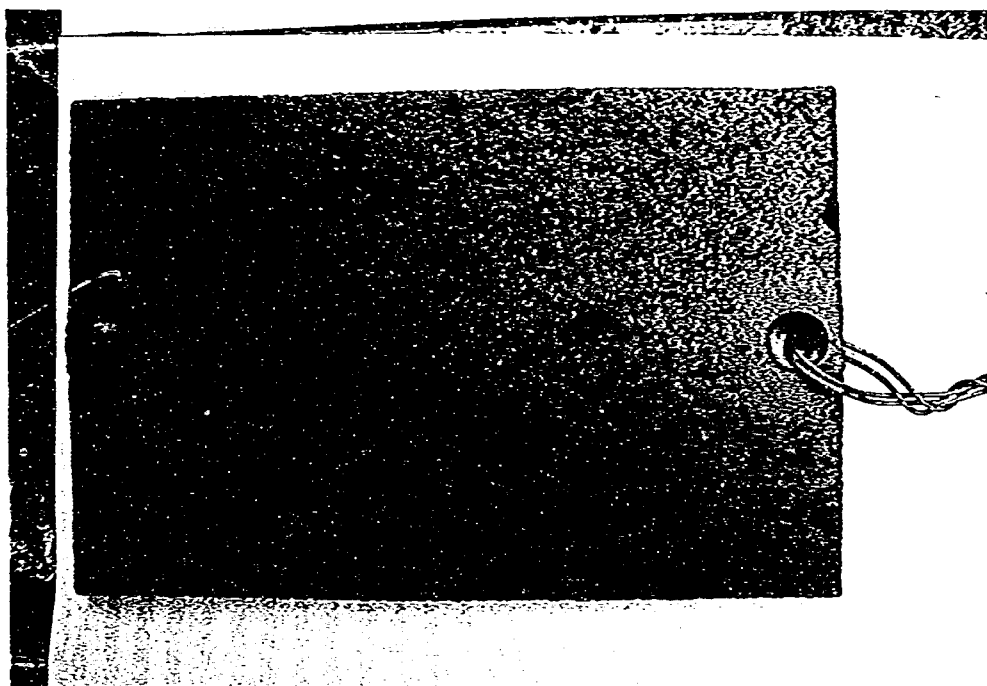


写真-6.11 1種ケレン後1日経過

ビニールに入れて1日経過後、孔食の底からさびが再発生しているのが見られる。

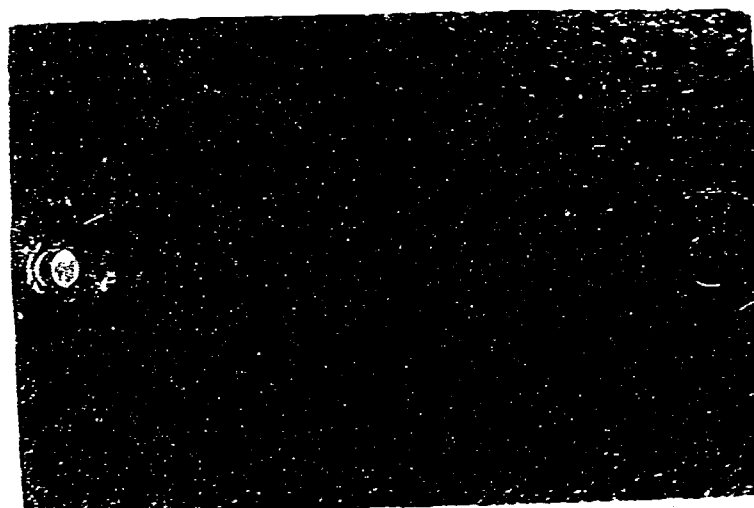


写真-6.12 1種ケレン後水洗いをして1日経過後

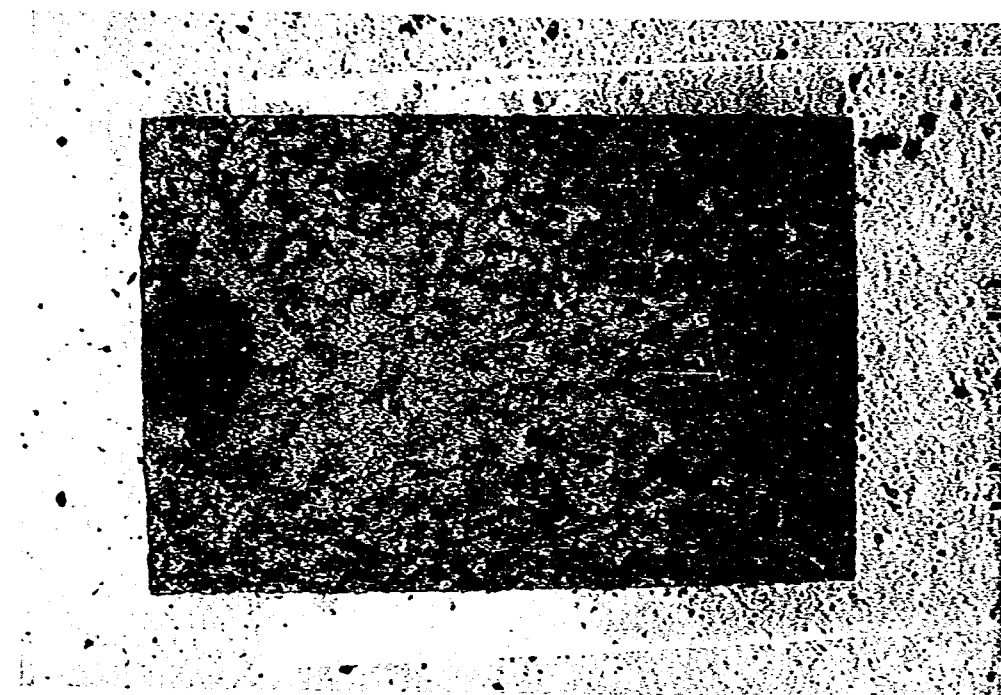


写真-6.13 水洗い後1日経過
(水洗いのみではほとんど変化がない)



写真-6.14 たわし洗い後、1日経過
(たわし洗いによっても表面のほこりはほとんどとれない)

7. まとめ

7.1 試験片取付橋梁の付着塩分量調査（3章）

(1) 付着塩分量と飛来塩分量の間には相関があり、飛来塩分量が多いほど付着塩分量も多い傾向にある。

(2) 付着塩分量は暴露期間（塗装後月数）とともに直線的に増加しない。塗装後まもない頃の方が塩分が付着し易く、付着塩分量 C と暴露期間 t の間にはべき関数 $C = a \cdot t^{0.13}$ の関係がある（ a は飛来塩分量と相関関係がある）。このことから、拭き取り調査で得られた塩分量を単純に塗装後の期間で除すことによって1年当りに換算するのは妥当でない。4章のように地点間の比較を行う場合などでは、この経時変化を考慮した補正が必要である。なお、通常の塗装塗り替えを行っている橋梁で塗装後約2年を経過していれば、付着塩分量の経時変化の影響を無視できる。

7.2 関ヶ原周辺鋼げたの付着塩分量調査（4章）

現行の凍結防止剤の散布量程度であれば、無塗装耐候性橋梁の使用に支障ない。これは以下の結果による。

- 1) 凍結防止剤の散布が国内で最も多いとされる地域の一つである関ヶ原周辺の付着塩分量は凍結防止剤の影響のない橋梁での付着塩分量と同程度である。
- 2) この調査の対象とした橋梁33橋は、内側ウェブの付着塩分量が約 $10 \text{ mg} \cdot \text{Cl}^- / \text{m}^2$ 以下（飛来塩分量 $0.05 \text{ mdd} \cdot \text{NaCl}$ に相当）であり、いずれも無塗装耐候性橋梁に適した環境下にある。
- 3) 関ヶ原周辺の各橋梁で調査期間中に散布された凍結防止剤の散布量と付着塩分量との間に有意な関係は見られない。

7.3 新組跨線橋の環境詳細調査（5章）

新組跨線橋において内陸の割に試験片の板厚減少量が多いのは、季節風の影響によるところが大きい。これは以下の結果による。

- 1) 新組跨線橋の桁外側(Plout) とその近くで凍結防止剤の影響がない事務所屋上(JIM) それぞれでの飛来塩分量の各月の値は同程度であり、経時変化も概ね同様である。
- 2) 新組跨線橋における飛来塩分量の経時変化とその橋上における凍結防止剤散布量の経時変化の間に有意な関係が見られない。
- 3) 既存の飛来塩分量全国調査の結果によると、Plout 及びJIM での測定値は、北陸地方のデータによる回帰式の延長線上にあり、北陸地方において特異なデータでないことが確認できる。その全国調査の結果によれば、北陸地方以北の日本海沿岸部は季節風の影響により、太平洋側などに比べて飛来塩分量が特に多く、より内陸まで海からの塩分が飛来する。

7.4 さび中の塩分除去方法に関する調査（6章）

- (1) 2種ケレンでは約80%の塩分、1種ケレンでは95%以上の塩分がそれぞれ除去できる。
- (2) 水洗いのみではさび中の塩分量の除去はほとんど期待できないが、2種ケレンまたは1種ケレンの後の水洗いは塩分除去に効果がある。

参考文献

- 1) 本共同研究報告書(Ⅳ)－無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(案)－、第12号、昭和63年1月
- 2) 本共同研究報告書(XⅢ)－無塗装耐候性橋梁の点検要領(案)－、第57号、平成3年2月
- 3) 本共同研究報告書(Ⅳ)－環境条件調査結果－、第8号、昭和63年1月
- 4) 下村忠一、酒井洋一、中島久男；凍結防止剤の散布実態、第18回日本道路会議論文集、平成元年、pp.1088～9
- 5) 下村忠一、酒井洋一、中島久男；凍結防止剤の散布実態調査、土木技術資料、31-5、平成元年、pp.50～55
- 6) Performance of Weathering Steel in Highway Bridges, A First Phase Report, Task Group on Weathering Steel Bridges, American Iron & Steel Institute, Aug.1982
- 7) 本共同研究報告書(XⅧ)－全国暴露試験のまとめ(概要編)－、第86号、平成5年3月
- 8) 本共同研究報告書(XⅩ)－無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(改訂案)－、第88号、平成5年3月
- 9) Highway Statistics 1989, FHWA
- 10) 道路統計年報1993、建設省道路局
- 11) 飛来塩分量全国調査(Ⅲ)－調査結果およびデータ集－、土木研究所資料第2687号、昭和63年12月
- 12) 飛来塩分量全国調査(Ⅳ)－飛来塩分量の分布特性と風の関係－、土木研究所資料第3175号、平成5年3月

謝 辞

本共同研究における環境条件調査は耐候性鋼材の試験片を取り付けている橋梁及び関ヶ原周辺の調査対象とした橋梁の各管理者の協力を得て実施したものである。この場を借りて関係各位に感謝する次第である。

付属資料 塩分拭き取り要領

1. 使用器具

- 1) ビーカー (ポリビーカー、300ml 程度) 1 個
- 2) ポリ容器 (広口ポリビン、300ml 程度) 1 個/箇所
- 3) 洗浄ビン (200～500ml 程度) 1 個
- 4) 蒸留水 必要量
- 5) ガーゼ (15cm×15cm、2 枚 1 組) 2 組/箇所程度
- 6) ゴム手袋 (手術用等) 1～2 程度
- 7) メジャー
- 8) テープまたはマジック等
- 9) はしご等

2. 準備

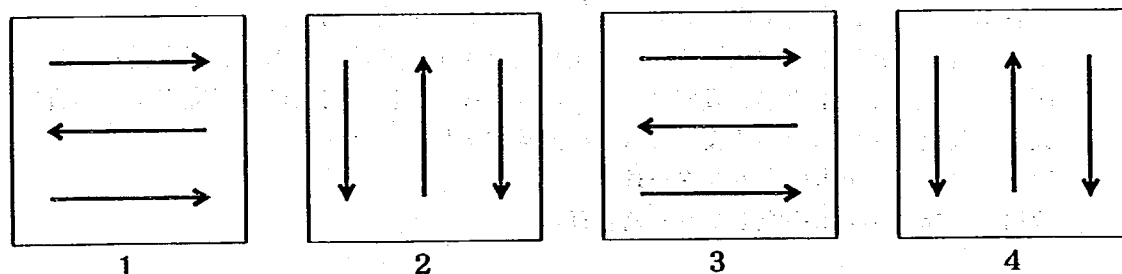
- (1) 測定点数を決定し、それに必要な器具を用意する。
- (2) ガーゼは、蒸留水で約60分間煮沸、煮沸後絞り出しを2～3回繰り返すことによって、ガーゼ中の塩素を除去しておく（ガーゼには消毒の際の塩素が含まれているため）。

3. 拭き取り面積の設定

拭き取り位置設定後、その箇所に50cm×50cm(1/4m²) の升目をテープまたはマジック等で線引きする。ただし、50cm×50cmの升目が引けない場合は適宜変更する。その際、測定面積を記録しておく。

4. 拭き取り方法

- (1) ゴム手袋を着用し、手袋表面を蒸留水でよく洗う。
- (2) ビーカーに蒸留水50～60mlを入れる。
- (3) 拭き取り用ガーゼ1組をビーカーに入れる。
- (4) 軽く絞ったガーゼで拭き取り位置を付図-1に示した要領で拭き取る。適宜、ビーカー内の蒸留水でガーゼを濯ぐ。付図-1の1～4を2回程度繰り返す。
- (5) 使用した手袋表面を蒸留水で洗浄する。洗浄の際の水はビーカーに入れておく。
- (6) 拭き取りに用いたガーゼをビーカー内の水とともにポリ容器に採取する。



付図-1 拭き取り要領

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	(財)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	(財)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)鉄鋼技術部課長)
"	岩永 寛	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)日本橋梁建設協会((株)横河橋梁製作所設計部長)
"	下瀬 健雄	(財)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	(財)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	(財)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 正徳	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
"	蒨田 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	(財)鋼材倶楽部(新日本製鉄㈱)市場開発技術部厚板特殊鋼グループ課長)
"	渡辺 常安	(財)鋼材倶楽部(新日本製鉄㈱)製品技術研究所鋼材第3研究室課長)
"	田中 明広	(財)鋼材倶楽部(日本鋼管㈱)鉄鋼製品技術部主任部員)
"	松島 巖	(財)鋼材倶楽部(日本鋼管㈱)技術研究所第1研究部腐食化学室室次長)
"	三浦 一良	(財)鋼材倶楽部(住友金属工業㈱)第2製品技術部主任部員)
"	三上 尚人	(財)鋼材倶楽部(住友金属工業㈱)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	(財)鋼材倶楽部(川崎製鉄㈱)鋼材技術室課長)
"	石沢 隆夫	(財)鋼材倶楽部(㈱神戸製鋼所)鉄鋼生産本部鋼板技術部部長代理)
"	鳥井 康司	(財)鋼材倶楽部(㈱神戸製鋼所)中央研究所腐食防食グループ)
"	佐藤 政勝	(財)鋼材倶楽部(川崎製鉄㈱)構造技術研究所主任研究員)
"	荒木 桂蔵	(財)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川 鑑一	(財)日本橋梁建設協会(㈱横河橋梁製作所)設計部長)
"	菅野 照造	(財)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	(財)日本橋梁建設協会(石川島播磨重工業㈱)橋梁基本設計課長)
"	庄司 吉弘	(財)日本橋梁建設協会(日本鋼管㈱)技術研究所耐風構造研究室)
"	矢野 久元	(財)日本橋梁建設協会(㈱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
"	宮川満洲夫	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	(財)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	(財)鋼材倶楽部（日本鋼管(株)鉄鋼製品技術部主任部員）
"	松島 巖	(財)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	(財)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	(財)鋼材倶楽部（住友金属工業(株)尼崎市中央技術研究所表面处理研究室副主任研究員）
"	久野 忠一	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川鎭一	(財)日本橋梁建設協会（(株)横河橋梁製作所設計部長）
"	菅野 照造	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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 荘助	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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川 鐸一	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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
"	藤原栄吉郎	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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)鋼材倶楽部(神戸製鋼所鉄鋼生産本部厚板技術部課長)
"	佐藤 政勝	(財)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	(財)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川鑑一	(財)日本橋梁建設協会(財)横河橋梁製作所常務取締役)
"	下瀬 健雄	(財)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	(財)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	(財)日本橋梁建設協会(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)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	(財)鋼材倶楽部(神戸製鋼所鉄鋼生産本部厚板技術部課長)
"	佐藤 政勝	(財)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)研究開発センター課長)
"	中条 行雄	(財)鋼材倶楽部市場開発部長
"	長谷川 鎭一	(財)日本橋梁建設協会(財)横河橋梁製作所常務取締役)
"	下瀬 健雄	(財)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	(財)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	(財)日本橋梁建設協会(財)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

第8回(平成2年2月28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
"	秋元 泰輔	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	井阪 清	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
"	中野 正則	道路局国道第二課課長補佐
"	的場 純一	道路局地方道課課長補佐
"	小野 靖	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	芹沢 公	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	小島 祐司	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
"	江川 雅雄	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
"	碓 公男	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	(株)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	(株)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)商品技術センター鋼材技術部厚板チーム次長)
"	松島 巖	(株)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	(株)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	(株)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	(株)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	(株)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	(株)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)研究開発センター課長)
"	中条 行雄	(株)鋼材倶楽部市場開発部長
"	松田 真一	(株)日本橋梁建設協会(三菱重工業(株)鉄構建設事業本部)
"	下瀬 健雄	(株)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	(株)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)
"	平井 陽一	(株)日本橋梁建設協会(石川島播磨重工業(株)技術研究所化学部課長)
"	長尾 美廣	(株)日本橋梁建設協会(宮地鐵工所千葉工場品質管理部管理課長)
"	川村 友見	(株)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

第9回(平成3年3月12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
"	風間 徹	日本道路公団技術部構造技術課長
"	秋元 泰輔	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	井阪 清	阪神高速道路公団工務部設計課長
"	保田 雅彦	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長
"	岡本 博	道路局国道第一課課長補佐
"	中野 正則	道路局国道第二課課長補佐
"	的場 純一	道路局地方道課課長補佐
"	小野 靖	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	芹沢 公	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	小島 祐司	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
"	鳥居 照正	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	橋本 節治	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
"	高橋 力	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	碓 公男	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	小林 茂敏	土木研究所地質化学部長
"	塩井 幸武	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
"	寺田 剛	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	(財)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	(財)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)商品技術センター鋼材技術部厚板チーム次長)
"	松島 巖	(財)鋼材倶楽部(日本鋼管(株)中央研究所主席研究員)
"	中村 厚	(財)鋼材倶楽部(住友金属工業(株)厚板技術部次長)
"	三上 尚人	(財)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評価試験課)
"	西山 昇	(財)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)鉄鋼技術本部鋼材技術部)
"	武生 博文	(財)鋼材倶楽部((株)神戸製鋼所鉄鋼事業本部生産本部厚板技術部課長)
"	佐藤 政勝	(財)鋼材倶楽部(川崎製鉄(株)研究開発センター)
"	中条 行雄	(財)鋼材倶楽部市場開発部長
"	松田 真一	(財)日本橋梁建設協会(三菱重工業(株)鉄構建設事業本部)
"	下瀬 健雄	(財)日本橋梁建設協会(石川島播磨重工業(株)橋梁管理部部長)
"	加納 勇	(財)日本橋梁建設協会(日本鋼管(株)橋梁建設部)
"	長尾 美廣	(財)日本橋梁建設協会(宮地鐵工所千葉工場品質管理部管理課長)
"	川村 友見	(財)日本橋梁建設協会((株)横河橋梁製作所設計部課長)
"	平井 陽一	(財)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

第10回（平成4年1月16日）

委員長	伊藤 学	埼玉大学工学部建設工学科教授
委員	阿部 英彦	宇都宮大学工学部土木工学科教授
"	三木 千壽	東京工業大学工学部土木工学科教授
"	本多 満	北海道開発局建設部道路建設課課長補佐
"	菊地 稔	沖縄総合事務局開発建設部道路建設課長
"	風間 徹	日本道路公団技術部構造技術課長
"	原 光夫	首都高速道路公団工務部設計技術課長
"	橋本 良之	阪神高速道路公団工務部設計課長
"	保田 雅彦	本州四国連絡橋公団設計部設計第一課長
"	岡本 博	道路局国道第一課課長補佐
"	仁木 清貴	道路局国道第二課課長補佐
"	的場 純一	道路局地方道課課長補佐
"	菊地 憲男	東北地方建設局道路部道路工事課長
"	大井 一夫	関東地方建設局道路部道路工事課長
"	竹重 寿夫	北陸地方建設局道路部道路工事課長
"	福田 伸宏	北陸地方建設局北陸技術事務所長
"	岡田 勝	中部地方建設局道路部道路工事課長
"	橋本 節治	近畿地方建設局道路部道路工事課長
"	伊藤 仁	中国地方建設局道路部道路工事課長
"	高橋 力	四国地方建設局道路部道路工事課長
"	花島 誠吾	九州地方建設局道路部道路工事課長
"	小林 茂敏	土木研究所地質化学部長
"	藤原 稔	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
"	寺田 剛	土木研究所地質化学部化学研究室研究員
"	西川 和廣	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室長
"	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研究員
"	佐々木靖雄	土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
"	松田 真一	(財)日本橋梁建設協会 (三菱重工業(株)鉄構建設事業本部)
"	下瀬 健雄	(財)日本橋梁建設協会 (石川島播磨重工業(株)機械鉄構事業本部)
"	加納 勇	(財)日本橋梁建設協会 (日本鋼管(株)橋梁建設部)
"	川村 友見	(財)日本橋梁建設協会 ((株)横河ブリッジ設計部)
"	平井 陽一	(財)日本橋梁建設協会 (石川島播磨重工業(株)技術研究所)
"	長尾 美廣	(財)日本橋梁建設協会 ((株)宮地鐵工所千葉工場品質管理部)
"	笹尾 英弥	(財)鋼材倶楽部 (新日本製鐵(株)厚板技術部)
"	桑辺 行正	(財)鋼材倶楽部 (新日本製鐵(株)日本パーカライジング(株))
"	城之内幸雄	(財)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	(財)鋼材倶楽部 (日本鋼管(株)中央研究所)
"	中村 厚	(財)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)鋼板技術部)
"	三上 尚人	(財)鋼材倶楽部 (住友金属工業(株)総合技術研究所)
"	西山 昇	(財)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)鉄鋼技術本部鋼材技術部)
"	今津 司	(財)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)技術研究本部鉄鋼研究所)
"	武生 博文	(財)鋼材倶楽部 ((株)神戸製鋼所鉄鋼生産本部厚板技術部)
"	佐藤 政勝	(財)鋼材倶楽部 (川崎製鉄(株)研究開発センター)
"	滝沢 幸夫	(財)鋼材倶楽部 参与市場開発部長
"	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
"	杉田 好春	(財)土木研究センター研究開発部

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

第8回（平成2年2月28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結果
- 3) 暴露試験片の第四回腐食量調査結果
- 4) 無塗装耐候性橋梁の設計施工要領（案）の改訂原案
- 5) 無塗装耐候性橋梁の点検要領（案）
- 6) 平成2～3年度のスケジュール
- 7) 溶接継手暴露試験体の疲労試験（案）
- 8) 全国暴露試験の暴露調査期間の延長について

第9回（平成3年3月12日）

- 1) 全体計画の概要
- 2) 全国暴露試験のまとめの方針
- 3) 全国暴露試験第5回（暴露9年目）腐食量調査結果
- 4) 全国暴露試験第5回（暴露9年目）化学分析調査結果
- 5) 暴露試験片の疲労試験結果
- 6) 無塗装耐候性橋梁の構造詳細に関する検討
- 7) 無塗装耐候性橋梁の適用可能地域に関する検討
- 8) 耐候性橋梁に関する現状調査の結果について

第10回（平成4年1月16日）

- 1) 全体計画の概要
- 2) 全国暴露試験結果のまとめ
- 3) 暴露試験片の疲労試験結果のまとめ
- 4) 環境条件調査結果のまとめ
- 5) 無塗装耐候性橋梁の適用可能地域に関する検討
- 6) 無塗装耐候性橋梁の細部構造に関する検討
- 7) 無塗装耐候性橋梁の設計施工要領（案）について
- 8) 本委員会における検討内容に関するまとめ

共同研究担当者名簿

建設省土木研究所

橋梁研究室

佐伯 彰一 (昭56. 4~昭60. 4)□
 篠原 洋司 (昭60. 5~昭61. 6)□○
 藤原 稔 (昭61. 7~平 3. 3)□○
 金井 道夫 (昭56. 4~昭58. 4)*
 西川 和廣 (昭57. 4~昭62. 3)○*
 " (平 3. 4~平 5. 3)□○
 村越 潤 (昭62. 4~平 5. 3)○*
 大塩 俊雄 (昭56. 4~昭58. 4)*
 佐藤 和徳 (昭58. 4~昭60. 3)*
 田中 良樹 (昭60. 4~平 5. 3)○*
 佐々木靖雄 (平 2. 4~平 5. 3)

化学研究室

森 芳徳 (昭56. 4~昭60. 3)*
 片脇 清 (昭56. 4~平 5. 3)○*
 西崎 到 (昭60. 4~昭61. 3)*
 守屋 進 (昭61. 4~平 2. 3)*
 寺田 剛 (平 2. 4~平 5. 3)*

(社)鋼材倶楽部

久野 忠一 (昭56. 4~平 2. 12)○*
 大浦 基宏 (平 3. 1~平 5. 3)
 西山 昇 (平 3. 1~平 5. 3)○
 今津 司 (平 3. 1~平 5. 3)*
 桑辺 行正 (昭56. 4~平 5. 3)○**
 鳥井 康司 (昭56. 4~昭61. 3)*
 松島 巖 (昭56. 4~平 5. 3)*
 三浦 尚人 (昭56. 4~昭59. 3)*
 渡辺 常安 (昭56. 4~昭59. 3)*
 石沢 隆生 (昭56. 4~昭57. 3)
 福原 幸雄 (昭58. 4~昭62. 3)
 佐伯 迪昭 (昭59. 4~昭62. 3)
 田中 明広 (昭56. 4~昭61. 3)
 平部 謙二 (昭61. 4~昭63. 3)
 八子 一了 (昭63. 4~平 5. 3)

三上 尚人 (昭56. 4~平 5. 3)*
 石岡 千里 (昭62. 4~平 2. 3)*
 武生 博文 (平 2. 4~平 5. 3)*
 別所 清 (昭62. 4~平 2. 6)*
 中村 厚 (平 2. 7~平 5. 3)*
 佐藤 政勝 (昭56. 4~平 5. 3)
 小島久次郎 (昭56. 4~昭57. 4)
 荒木 桂蔵 (昭56. 4~昭60. 6)
 岡田 道夫 (昭60. 7~昭63. 5)
 中条 行雄 (昭63. 6~平 5. 3)
 清水 健次 (昭56. 4~平 5. 3)
 井上 昭彦 (昭56. 4~昭59. 7)
 三浦 正美 (昭56. 4~平 5. 3)
 木村 京次 (昭57. 4~昭59. 12)
 佐藤 一郎 (昭60. 4~平 5. 3)

(社)日本橋梁建設協会

長谷川鎭一 (昭56. 4~平 1. 3)◎
 松田 真一 (平 1. 4~平 5. 3)○
 菅野 照造 (昭57. 4~昭62. 3)
 平井 陽一 (昭62. 4~平 5. 3)
 下瀬 健雄 (昭56. 4~平 1. 3)○
 " (平 1. 4~平 5. 3)◎

庄司 吉弘 (昭56. 4~平 2. 3)○
 加納 勇 (平 2. 4~平 5. 3)○
 長尾 美廣 (昭60. 4~平 5. 3)○
 矢野 久元 (昭56. 4~昭63. 3)○*
 川村 友見 (昭63. 4~平 5. 3)○*

注) □:「共同研究連絡会」主査、**:「さび分析幹事会」幹事長、*:同幹事

◎:「耐候性橋梁幹事会」幹事長、○:同幹事

(耐候性橋梁幹事会は昭和60年度から活動開始)

「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	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 第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 第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	〃 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	〃 第10号	S. 63. 1
VII	耐候性高力ボルトの暴露試験	S. 60. 3	〃 第11号	S. 63. 1
VII	無塗装耐候性橋梁の 設計・施工要領(案)	S. 61. 3	〃 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	〃 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	〃 第30号	H. 1. 12
X I	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	〃 第34号	H. 1. 12
X II	暴露試験片の写真集	H. 1. 12	〃 第35号	H. 1. 12
X III	無塗装耐候性橋梁の点検要領(案)	H. 3. 3	〃 第57号	H. 3. 3
X IV	環境条件調査結果 2	H. 5. 3	〃 第84号	H. 5. 3
X V	耐候性鋼材の暴露試験のまとめ	H. 4. 3	〃 第71号	H. 4. 1
X VI	暴露試験片の疲労試験結果	H. 4. 3	〃 第70号	H. 4. 1
X VII	暴露試験片の写真集 2	H. 5. 3	〃 第85号	H. 5. 3
X VII	全国暴露試験のまとめ(概要編)	H. 5. 3	〃 第86号	H. 5. 3
X IX	無塗装耐候性橋梁の細部構造 に関する調査結果	H. 5. 3	〃 第87号	H. 5. 3
X X	無塗装耐候性橋梁の 設計・施工要領(改訂案)	H. 5. 3	〃 第88号	H. 5. 3

- 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

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する
共同研究報告書(XIV)

— 環境条件調査結果 2 —

共同研究報告書第84号
平成5年3月(1993)

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

本共同研究では、耐候性鋼材の長期的な全国暴露試験と並行して、耐候性鋼材の無塗装使用の成否に大きな影響を及ぼす塩分に着目し、錆げた各部の付着塩分量の把握など、鋼道路橋の塩分環境について調査を行った。また、鋼材のさび中の塩分を除去する場合の素地調整の程度と塩分除去率の関係について調査を行った。本報告書はそれらの結果をとりまとめたものである。

キーワード：橋梁，耐候性鋼材，付着塩分量，飛来塩分量，塩分除去



郵便はがき

切手をはって
下さい

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

橋梁研究室 行

No. 032

No. 032

配布先氏名

配布先住所



土木研究所共同研究報告書第84号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印