

土 木 研 究 所 資 料

ダムにおけるステンレス鋼材の 利用実態調査報告書

平成2年9月

建設省東北地方建設局道路部機械課
建設省土木研究所地質化学部化学研究室

Copyright ©(1990)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。

ダムにおけるステンレス鋼材の 利用実態調査報告書

東北地方建設局

道路部機械課 課長 吉田 正

前課長補佐 丹野 光正

土木研究所

地質化学部 部長 市川 慧

地質化学部

化学研究室 室長 片脇 清

研究員 守屋 進

要 旨

ダム放流設備へのステンレス鋼材の適切な利用を図ることを目的として、ダム放流設備におけるステンレス鋼材の利用実態調査、水門・放流設備の腐食事例のアンケート調査、および建設後32年経過したダムの扉体及び戸当たり部の解体腐食状況調査結果をとりまとめたものである。

キーワード：ダム，放流設備，ステンレス鋼材，利用実態，腐食事例，解体調査

まえがき

ダムは、洪水調節、灌漑用水、飲料水、発電等、河川水を多目的に利用するための大規模な河川構造物である。なかでも、放流設備はこれらの目的で河川水を利用・制御するための重要な設備であり、常にその機能を維持することが求められている。

このため、放流設備にはメンテナンスを軽減することを期待して、ステンレス材料が他の土木構造物に比べ以前から利用されている。

しかしながら、ステンレス材料といえども適切な設計・施工がされないと、かえって構造物に悪影響を与えることもある。これらの問題点を明らかにするとともにダム放流設備のメンテナンスフリーを目指して、ステンレス材料のダムへの適切な利用を図ることを目的とした調査研究を開始するに当たって、ダムにおけるステンレス鋼材の利用実態調査及び水門・放流設備の腐食事例のアンケート調査を実施した。

また、建設後32年間経過したダムのオリフィスゲートの撤去の際に採取した扉体及び戸当たり部の腐食状況を調査した。

本報告書は、これらの結果をとりまとめたものである。

なお、本調査は、(財)土木研究センターに設置されたステンレス材料のダムへの利用技術研究会で実施したものである。

ステンレス材料のダムへの利用技術研究会（平成元年度）

委員長	建設省土木研究所地質化学部	部長	市川 懋
副委員長	建設省東北地方建設局道路部機械課	課長	吉田 正
幹事長	建設省土木研究所地質化学部化学研究室	室長	片脇 清
委員	建設省東北地方建設局道路部機械課	課長補佐	丹野 光正
"	建設省土木研究所地質化学部化学研究室	研究員	守屋 進
"	（社）鋼材倶楽部土木専門委員会	委員長代理	瀧口 洋一
"	（社）鋼材倶楽部（新日本製鐵(株)建材市場開発室部長代理）		久我 昂
"	（社）鋼材倶楽部（住友金属工業(株)東京厚板営業技術室課長）		原 修一
"	石川島播磨重工業(株)技術研究所高度プロセス部	課長	平井 陽一
"	石川島播磨重工業(株)水門鉄構設計部	主任	小林 徹也
"	（財）土木研究センター	常務参与	田中柳之助
"	（財）土木研究センター研究開発部	部長	森 芳徳

ステンレス材料のダムへの利用技術研究会幹事会

幹事長	建設省土木研究所地質化学部化学研究室	室長	片脇 清
幹事	建設省土木研究所地質化学部化学研究室	研究員	守屋 進
"	新日本製鐵(株)建材市場開発室	部長代理	久我 昂
"	新日本製鐵(株) ステンレス鋼技術部 ステンレス鋼技術サービス室	掛長	高橋 良輔
"	新日本製鐵(株)第二技術研究所 ステンレス・フィン研究センター	主任研究員	伊藤 叡
"	新日本製鐵(株)第二技術研究所 ステンレス・フィン研究センター		田所 裕
"	新日本製鐵(株)第一技術研究所未来領域研究センター研究員		広沢 規行
"	住友金属工業(株)東京厚板営業技術室	課長	原 修一
"	石川島播磨重工業(株)技術研究所高度プロセス部	課長	平井 陽一
"	石川島播磨重工業(株)技術研究所接合部	課長	川嶋 巖
"	石川島播磨重工業(株)水門鉄構設計部	主任	小林 徹也
"	（財）土木研究センター研究開発部	部長	森 芳徳

目 次

まえがき

1. 目的	1
2. 利用実態調査	2
2.1 Aダム	2
2.2 Bダム	4
2.3 Cダム	4
2.4 Dダム	4
2.5 Eダム	5
2.6 Fダム	6
3. 腐食事例調査	7
3.1 調査方法	7
3.2 調査結果	7
4. Gダムオリフィスゲート解体調査	11
4.1 腐食状況調査結果	11
4.2 異種金属接触腐食の数値解析	30
5. 今後の問題点	41

あとがき

付属資料1 ダム調査写真集

付属資料2 放流設備、水門等腐食事例アンケート調査回答

1. 目的

東北地方建設局管内の新鋭ダム及びステンレス使用初期のダムにおける、ステンレス鋼材の利用実態を明らかにするとともに、ダム放流設備や水門などの腐食事例を調査することによって、ダムへのステンレス鋼材の使用上の問題点を抽出することを目的とする。

また、建設後32年間経過したダムのオリフィスゲートの撤去の際に採取した扉体及び戸当たり部の鋼材の異種金属接触腐食の状況を明らかにすることを目的とする。

2. 利用実態調査

東北地方建設局管内の6ダムについて、ステンレス鋼材の利用実態調査を行った。

Aダム	宮城県白石市	阿武隈川水系（平成元年10月試験湛水開始）
Bダム	秋田県田沢湖町	雄物川水系（平成元年10月試験湛水開始, pH=4）
Cダム	岩手県盛岡市	北上川水系（昭和55年完成）
Dダム	青森県黒石市	岩木川水系（昭和63年10月完成）
Eダム	福島県	最上川水系（昭和55年10月完成）
Fダム	宮城県	名取川水系（昭和45年10月完成）

調査した各ダムにおけるステンレス鋼の使用状況を表-1に示す。また、ステンレス鋼の使用状況を付属資料-1のダム調査写真集に示す。

2.1 Aダム

2.1.1オリフィスゲート操作室

結露対策から操作橋デッキなどは、溶融亜鉛めっきの上に塗装している。電気配管は溶融亜鉛めっき製、分岐箱はステンレス製である。操作橋は、錆びて錆汁がラジアルゲートのスキンプレート面に落下して、もらい錆が発生するのを防ぐため亜鉛めっきしている。

2.1.2オリフィスラジアルゲート

スキンプレートはステンレスクラッド鋼、四周部はむくのステンレス鋼、脚柱はタールエポキシ塗装に赤色の上塗塗装をしている。

2.1.3選択取水ゲート

ローラーゲートのスキンプレートと水密部はステンレスクラッド鋼、緊急放流管はステンレスクラッド鋼、スクリーンはステンレス鋼製である。ステンレス面は、もらい錆を防止するため透明な塗料を塗布している。ステンレスクラッド鋼の溶接線は全線硫酸-硫酸銅チェックを行っていた。また、工事用の番線や釘がステンレス鋼と接触しており、もらい錆びが多数発生していた。

2.1.4取水塔スクリーン

溶融亜鉛めっきの上に塗装している。

2.1.5附設の県水道用表面取水塔

シリンダーゲートはオールステンレス鋼製である。

表-1 ダムにおけるステンレス鋼の使用状況

ダム名	ゲートの種類	稼働 年度	放 流 設 備							取 水 設 備						
			スリット		戸当り		放流管		空気管	扉 体		戸当り		塔 体		導水管
			中央	端部	側部	下部	呑口	整流板		表面	側部	レール	ワイヤ	支柱	スクリーン	
A	クレストゲート コンジットゲート	S45	P K	P P	K	S/P	C P	C P		— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
B	クレストゲート オリフィスゲート シリンダーゲート	S55	P K —	P P —	K S —	K S/P —	C K —	C P —	—	— — P	— — —	— — —	— — —	— — P	— — P	— — P
C	クレストゲート ローラーゲート	S56	K —	S —	S —	S —	C —	C —	—	— P	— —	— S	— Z	— C	— Z	— P
D	クレストゲート コンジットゲート オリフィスゲート シリンダーゲート	S63	K K K —	S S S —	S S S —	S S S —	C K K —	C K K —	K K —	— — — KK	— — — —	— — — S	— — — Z	— — — ZP/K	— — — ZP	— — — K
E	クレストゲート オリフィスゲート ローラーゲート	H1	K K —	S S —	S S —	S S —	C K —	C K —	S —	— — K	— — S	— — S	— — S	— — C	— — ZP/S	— — K
F	コンジットゲート オリフィスゲート ローラーゲート	H1	K K —	S S —	K K —	S S —	K K —	K K —	S S —	— — S	— — S	— — S	— — S	— — C	— — S	— — K

備考) P:塗装, C:コンクリート, K:ステンレスクラッド鋼, S:ステンレス鋼板, KK:両面ステンレスクラッド鋼
 Z:亜鉛めっき, ZP:亜鉛めっきに塗装, S/P:ステンレス鋼板と塗装の併用, ZP/K:亜鉛めっきに塗装とステンレスクラッド
 鋼の併用, ZP/S:亜鉛めっきに塗装とステンレス鋼板の併用

2.2 Bダム

2.2.1選択取水設備

支柱、スクリーンを含めてオールステンレス鋼製の多段ローラーゲートである。ただし、導入管はステンレスクラッド鋼板製である。

この種の多段式ローラーゲートの多数のワイヤーロープがステンレス戸当たりの中に位置しているが、ワイヤーロープの材質がステンレスでないと油切れした時に素線の亜鉛の溶出が懸念される。

また、ステンレス鋼材はスクリーンを始めボルト接合が多く、開閉式ピアなど隙間が多い、水没部ではないが内部の階段のステンレス鋼材と溶融亜鉛めっき部材、ステンレス鋼材と塗装部材が接触していた。

2.2.2コンジットゲート

ラジアルゲートのスキンプレートにもらい錆が少しあった。

上部の操作橋下面は、溶融亜鉛めっきされていた。

放流管底面のステンレスクラッド鋼の2次コンクリート注入プラグ溶接部に希釈またはもらい錆が見られた。

放流管底面のステンレスクラッド鋼突き合わせ溶接部に希釈やもらい錆があった。

ステンレスクラッド鋼製の整流板底面端部のコンクリート剝離による発錆があった。

2.3 Cダム

2.3.1クレストゲート、オリフィスゲート

初めてラジアルゲートの四周部にむくのステンレス鋼を使用した。

2.3.2取水設備

多段式ローラーゲートでステンレス鋼製戸当たりの中に位置する亜鉛めっきワイヤーロープの素線から亜鉛流出トラブルが過去にあった。

2.4 Dダム

2.4.1共同取水設備

亜鉛めっきに塗装したスクリーン、昇降タラップの手すり、塔上部Hビーム、管理橋に、両面ステンレスクラッド鋼、およびガイドシュウのステンレスに溶融亜鉛めっき溶接部がある。フロート吊り上げ用軸受けカバー取り付けボルトの脱落した穴より錆汁が見られた。

2.4.2オリフィス放流管

底面に2次コンクリートの注入を行っていないため注入プラグがない。

ただし、整流板補剛材の溶接裏焼けある。

ラジアルゲート下部水密ゴム押え金物スキマより錆汁が流れていた。

2.4.3その他

配線ダクトの結露が著しい。

各ゲート装置に使用材料や塗装履歴を表示した銘板が付いており、今後の維持管理に有効であると思われる。

2.5 Eダム

2.5.1オリフィスゲート放流管

呑口からラジアルゲート水密部まではステンレスクラッド鋼、下部水密部はステンレス鋼を用いている。ただし、整流板は普通鋼に塗装している。

2.5.2ラジアルゲート

スキンプレートはステンレスクラッド鋼、戸当たりはステンレス鋼を使用している

2.5.3予備ゲート

戸当たりにステンレス鋼を使用している。

2.5.4取水塔

取水塔支柱およびスクリーンは、すべて普通鋼に塗装している。

2.5.5補修状況

昭和58年10月にオリフィスゲート整流板に多数の点錆が発生したため塗替え工事を行った。

昭和59年10月にオリフィスゲート放流管ステンレスクラッド鋼板溶接部の発錆部及び異種金属接触腐食によると思われる孔食部は、ガウジングして溶接補修が行われたが再度発錆したため昭和61年、62年に補修を繰り返している。

2.5.6その他

(1)塗替えた整流板には再び塗膜の剝離が発生しており、放流管内面の塗装はメンテナンス上の負担となっている。さらにステンレスと隣り合わせのため異種金属接触腐食も塗膜剝離部に集中する恐れがある。

(2)オリフィスゲート放流管下部水密部ステンレス鋼周辺部の普通鋼側には、異種金属接触腐食が、ステンレス鋼側にはもらい錆が見られた。

(3)オリフィスゲート放流管のステンレスクラッド鋼板溶接部の発錆は、底面（水流抵抗減少策としての余盛削除部）にかなりの頻度で見られた。これは異種金属材料を溶接したための希釈が原因と思われる。ただし、補修溶接の仕方にもかなり問題が多く、ガウジング方法の不適切と思われる点や溶接肉盛部のアンダーカットが多く、スパッターの残存も多かった。

(4)ラジアルゲートスキンプレート表面のステンレス鋼面にも希釈によると考えられる発錆がみられ、その一部は板継ぎ溶接線でないところであるため吊りピース溶接部削除跡の可能性があるとと思われる。

(5)ベルマウス空気管開口部、注入管ノズル部、副ゲートピア部はいずれもステンレスクラッド鋼板端面に発錆が見られる。

(6)取水塔の塗装は、塗膜のチョーキングが進行していた。構造材のL型鋼が抱合せ使用のため塗替えが不可能である。また、ボルトナット部が最も発錆している。スクリーンに隙間のあるディスタンスピースを使用しているため、錆び易く、塗替えにくい構造のものが多かった。

2.6 Fダム

2.6.1放流管

ラジアルゲート戸当たりにステンレスクラッド鋼、下部水密ゴム取付部にステンレス鋼を用いているが、その他の部位は全て普通鋼に塗装している。

2.6.2ラジアルゲート

スキンプレートはステンレスクラッド鋼で下部以外は端面の処理をしていない。

2.6.3補修状況

昭和47年に放流管内面下部にマグネシウム流電陽極を取付けた。昭和60年12月に放流管内面をタールエポキシ塗装した。（ほぼ、6年毎に塗り換えている。）

2.6.4その他

(1)マグネシウム流電陽極による電気防食は、電極近傍に孔食があり効果はあまりないと思われる。

(2)戸当たりのステンレスクラッド鋼板は端面から錆がにじみ出ている。

(3)下部水密ゴム取付ステンレス鋼と接する放流管普通鋼の塗膜剝離部が著しく発錆している。

(4)放流管内面に数箇所塗膜剝離があった。

3. 腐食事例調査

3.1 調査方法

放流設備、水門等の腐食事例に関する調査を水門、鉄管メーカー13社に対して表-2の調査票によるアンケート調査を実施した。

3.2 調査結果

11社からの回答を付属資料-2に示す。また、アンケート調査結果をとりまとめたものを表-3に示す。

3.2.1 腐食事例

(1) 放流管類

・オリフィス、コンジェット放流管の管胴板、吐口部にステンレスクラッド鋼を用い、呑口部、中間部に普通鋼材（一部耐候性鋼材を使用）を用いた場合、ステンレスと普通鋼との異種金属接触腐食や溶接部から普通鋼側に塗装した部分で孔食が発生している例がある。

・オリフィス放流管の内張りにステンレスクラッド鋼を全面に使用した場合、現場溶接線に発錆が生じている例や、ステンレス面にもらい錆びが生じている例がある。

(2) ゲート類

・ラジアル、クレストゲート、ローラゲートでは、スキンプレートにステンレスやステンレスクラッドを用いた場合、溶接線に沿って希釈によると思われる発錆びが見られた例や、異種金属接触腐食が生じた例及び常時没水部の水密ゴム押え板と扉体吊金物が腐食した例がある。

・直線多段式表面取水ゲート、オリフィスラジアルゲート、起伏ゲートでは、扉体が普通鋼で側部戸当りがステンレスの場合、常時没水部の普通鋼が異種金属接触腐食によって腐食した例がある。

・シリンダーゲート、表面取水ゲートでは、ガイドローラブラケットが普通鋼で、ボルト、ナットがステンレスの場合、ブラケットの普通鋼が異種金属接触腐食により腐食した例がある。

・ジェットフローゲートでは、ステンレス製コニカルノズルと普通鋼材の管体の境界付近に異種金属接触腐食により孔食が生じた例がある。

(3) 取水設備類

・シリンダーゲートのスクリーンが、ステンレス部分と亜鉛めっき部分の異種金属接

触腐食によって腐食した例がある。

(4)その他

- ・ステンレス製の桁構造ローラゲートを淡水と海水の混合する場所で用いたところ扉体全面に点錆が生じた例がある。
- ・普通鋼材を淡水で用いた場合、ローラゲートや内張管に著しい孔食が発生したり、タールエポキシ塗装面に孔食が発生した例がある。
- ・タールエポキシ塗装した越流型ローラゲートが腐食により形くずれした例がある。
- ・取水口の桁構造ローラゲートが腐食し、板厚減少や欠損を生じた例がある。
- ・取水ゲート、プレートガータ式ローラゲートでは、亜鉛めっきワイヤーロープと鋳物製シーブとの異種金属接触腐食によって腐食した例がある。
- ・シリンダー式表面取水設備では、亜鉛めっきワイヤーロープと鋳物製シーブとの異種金属接触腐食によって腐食した例がある。

3.2.2補修方法等

- ・ステンレス鋼と普通鋼材の溶接部の異種金属接触腐食の場合、発錆部をサンダーで削り、ステンレス棒で溶接肉盛りした例がある。
- ・ステンレス鋼と普通鋼材の異種金属接触腐食の場合、孔食部にエポキシパテ又は溶接棒で肉盛りしタールエポキシ塗装やガラスフレーク塗装した例がある。
- ・ボルト、ナットがステンレス製で、ブラケット等が普通鋼の異種金属接触腐食の場合、材質を同じものに取り替えるか塗装を行った例がある。
- ・扉体が普通鋼、側部戸当りがステンレス鋼の異種金属接触腐食の場合、サンドブラスト後タールエポキシ塗装をステンレス面にオーバーラップして塗装した例がある。
- ・亜鉛めっきワイヤーロープと鋳物製シーブとの異種金属接触腐食の場合、ワイヤーロープとシーブをステンレス製に交換した例がある。

表-2 放流設備、水門等腐食事例調査票

会社名 _____ 工 _____

所 属 _____ 氏 名 _____

名称並びに所在地	管理者	構 造	材 質	水 質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）

表-3 アンケート調査結果

放流設備等の構造と形式		製作年	腐食部位			腐食形態				補修年	補修方法		
			ステンレス ステンレスクラッド	普通鋼	異種金属接触腐食部	溶接線 の腐食	もらい 錆び	塗膜ひ れ・孔食	Zn溶 出など		溶接補修	再塗装	その他
放流管	管内面	S49	○			○							
	"	S28	○				○				○		
	"	S37		○				○		H 1		○	研磨
	"	S44		○				○		S61		○	ガラスフレーク
	"	S52			○			○		S62		○	"
	"	S45			○			○		S61		○	"
	"	S51			○			○		S60		○	"
	"	S56			○			○		S58		○	タームエポキシをSUSに塗装
	ラジアルゲート	S38	○			○				S61		○	ガラスフレーク
	ローラーゲート	S51	○			○				S61	○		
										S58	○		
表面取水設備	シリンダーゲート	S62			SUSシーブ/Znメッキローブ				○	H 1			ワイヤ-SUS
	直線多段ゲート	S51			SUS戸当り/Znメッキコン				○	S59		○	
	ガイドローブラケット	S59			SUSフル/SS41板			○		S60		○	SUSに塗装
	シリンダーゲート	S61			SUSシーブ/Znメッキローブ				○	H 1			ローブ油変更シーブメッキ
	プレートガーダータイプ	S54			SUS戸当り/Znメッキローブ				○	S62			ローブ変更
	スクリーン	S58			SUS/Znメッキ				○				電気防食
	ガイドフックボルト	S50			SUS304/SUS420J2				SUS420J2	S52			SUS420→SUS304
	直線多段ゲート	S57			ゲートの重ね目			○		S63		○	
	制水ゲート	S28		○				○		H 1			全体取替
越流設備	ローラーゲート	S39		○				○		S63			腐食変形部SUS取替
	クレストラジアルゲート	S39		○				○		S54			水密ゴム押え板取替
放流バルブ	ジェットフローゲート	S53			○					S55		○	重防食
	ジェットフローゲート	S56			○					H 1			検討中
河口堰	ローラーゲートスキムプレート	H 1	○(海塩粒子)					SUS孔食					
	ローラーゲート	S60								H 1			研磨+SUS面塗装
	ローラーゲートスキムプレート	S47		○	銅管溶出(汚染水)				Cu(BsBM)	S60			SUS化
	ローラーゲート(シェル構造)	S53		○						H 2		○	ジャンクリッチ+エポキシ+ウレタン
	ローラーゲート(シェル構造)	S45		○	Znメッキローブ(汚染水)					S61			ローブ変更(JIS6→21)
	ローラーゲート(シェル構造)	S49		○				○		S63	○	○	
	起伏ゲート	S40		○				○		H 1			
										S56		○	

4. Gダムオリフィスゲート解体調査

昭和32年完成のGダムは、放流容量を大きくするため既設のオリフィスゲートが撤去された。撤去に際しローラーゲート式オリフィスゲート扉体及び戸当り部より図-1に示す位置より試料を採取した。32年間の鋼材の腐食状況並びに戸当り部の異種金属接触腐食状況を使用材料の化学成分分析、外観観察及び断面マクロ写真観察で調査した。戸当たり部の異種金属接触腐食のシミュレーションによる数値解析を行った。

4.1 腐食状況調査結果

4.1.1 使用材料の化学成分分析

(1) 扉体スキンプレートとリベット

扉体スキンプレートとリベットの化学成分分析結果を表-4に示す。

扉体A、Bはリムド鋼、Cはキルド鋼であった。いずれもP、S、Cuの不純物が多く、Crは低いが、Cuがほぼ0.2%含まれていた。強度は40kgf/mm²で溶接割れ感受性指数 P_{CM} が0.24~0.20の範囲にあり溶接性に問題はない。

リベットもリムド鋼であるが、扉体スキンプレートより更に不純物(P、S)が多く、Cuも扉体スキンプレートと同じ程度含んでいた。

(2) 戸当り金物及びベルマウス部

戸当り金物及びベルマウス部の化学成分分析結果を表-5に示す。

戸当り金物の内ローラーに接する部分はステンレス鋼が用いられていた。ベルマウスはリムド鋼で扉と同様にCuが多い。ステンレス鋼を止めているボルトはステンレス鋼であるが、ナットはキルド鋼であった。

(3) その他

水密ゴムと接する部分は黄銅板でボルト、ナットも黄銅であるが、不純物(Pb、Sn、Fe)が比較的多く、やや脆いと思われる。なお、炭素鋼、ステンレス鋼、黄銅が近接しており、異種金属接触腐食が予想される。

4.1.2 腐食状況

外観観察及び断面マクロ写真観察により試料の腐食状況を調査した。

(1) 扉体スキンプレート

外観の腐食状況を写真-1に、断面マクロ写真を写真-2に示す。

・扉体スキンプレートは、塗装によって防食されており、ほとんど全面腐食は見られない。

- ・上流側の常時水に接している部分のリベット周辺に2mm程度の局部腐食が認められた。

- ・リベットの隙間に腐食は見られなかった。

- ・スティフナーのすみ肉溶接部に溝状の腐食は見られなかった。

(2)戸当り金物

戸当り部の試料の形状を図-2に、外観写真を写真-3～9に示す。また、断面マクロ写真を写真10～13に示す。

- ・堤体コンクリート埋設側の鋼材は無塗装と思われるが、ほとんど腐食は認められない。

- ・戸当りレールのステンレス鋼及び水密用黄銅板と炭素鋼との境界に異種金属接触腐食が見られた。

- ・ステンレス鋼と黄銅の間は110mmしかなく、この間の炭素鋼の板厚が3～5mm減少していた。

- ・ベルマウスと戸当りとの溶接部に溝状腐食が認められた。

このため、母材と溶接金属の化学成分分析を行った。結果を表-6に示す。また、ミクロ写真を写真-14に示す。

すなわち、溶接金属にはCuが少なく、異種金属接触腐食に可能性が考えられる。

表-4 扉体スキンプレートとリベットのチェック分析結果 (wt%)

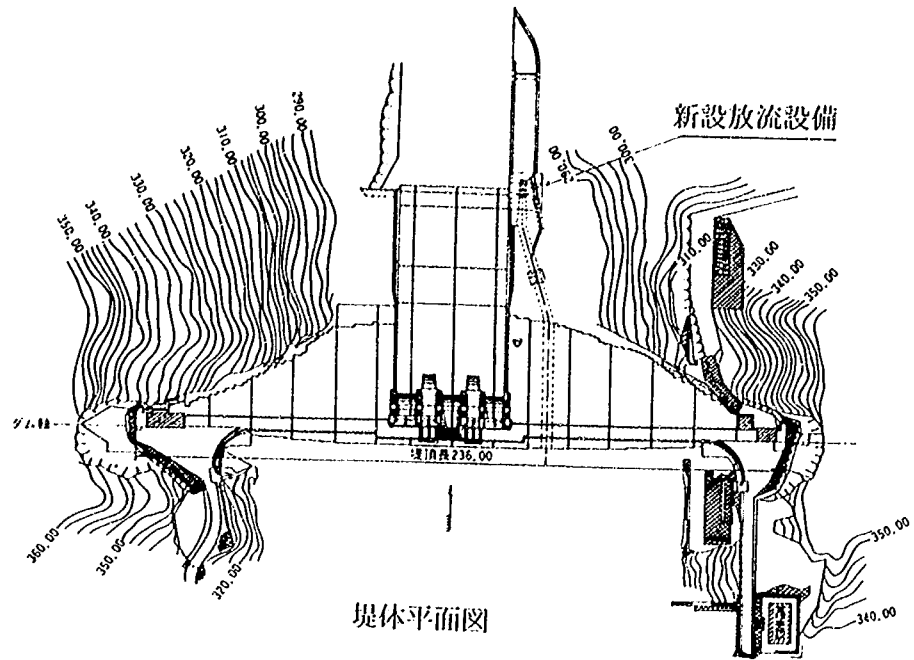
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	sol Al	N	O
扉体 A	0.24	0.01	0.54	0.017	0.033	0.19	0.06	0.04	0.01	0.003	0.0036	0.0128
扉体 B	0.14	0.01	0.49	0.011	0.023	0.18	0.06	0.04	0.01	0.003	0.0037	0.0243
扉体 C	0.14	0.20	0.73	0.012	0.029	0.20	0.06	0.04	0.01	0.017	0.0043	0.0026
リベット	0.12	0.01	0.46	0.038	0.053	0.18	0.04	0.05	0.01	0.003	0.0030	0.0134

表-5 戸当り金物及びベルマウス部のチェック分析結果 (wt%)

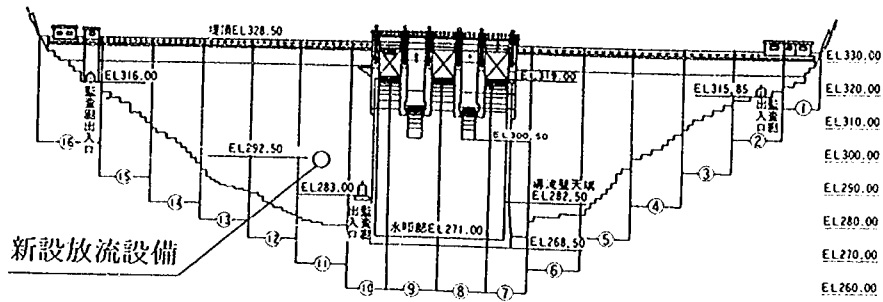
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	sol Al	N	規格
ベルマウス	0.17	0.01	0.53	0.034	0.021	0.19	0.04	0.04	0.01	0.003	0.0021	SS41
ステンレス	0.02	0.47	1.46	0.032	0.002	0.25	10.8	18.3	0.26	0.003	0.0272	304L
ステンレスボルト	0.07	0.53	1.06	0.031	0.004	0.26	8.3	18.1	0.28	0.003	0.0323	304
ステンレスナット	0.17	0.33	0.47	0.019	0.030	0.24	0.07	0.05	0.01	0.003	0.0042	SS41

表-6 溝状腐食周辺のチェック分析結果 (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	sol Al	N
ベルマウス	0.13	0.01	0.41	0.012	0.022	0.16	0.02	0.04	0.01	0.003	0.0026
戸当り	0.19	0.01	0.57	0.017	0.031	0.26	0.04	0.04	0.01	0.003	0.0023
溶接金属	0.11	0.08	0.56	0.025	0.019	0.05	0.04	0.01	0.01	0.003	0.0164



堤体平面図



堤体下流面図

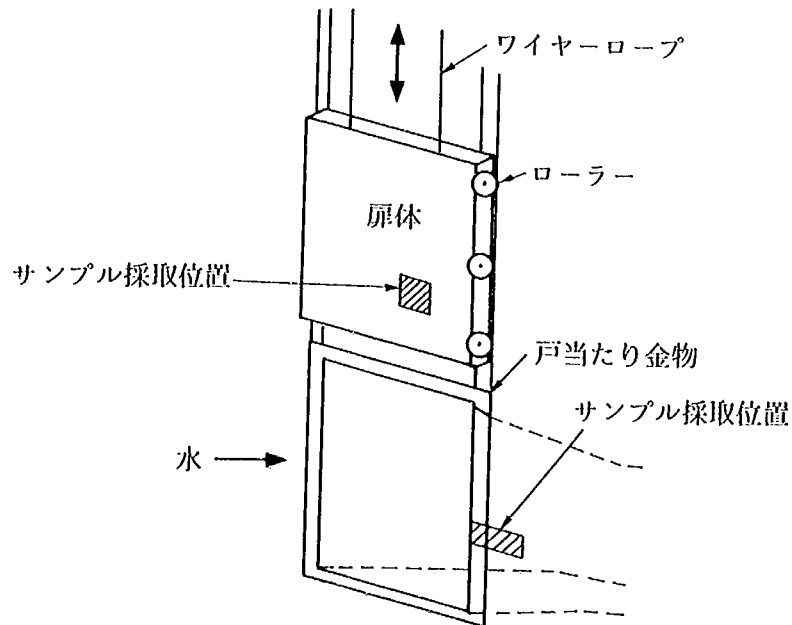


図-1 サンプル採取位置

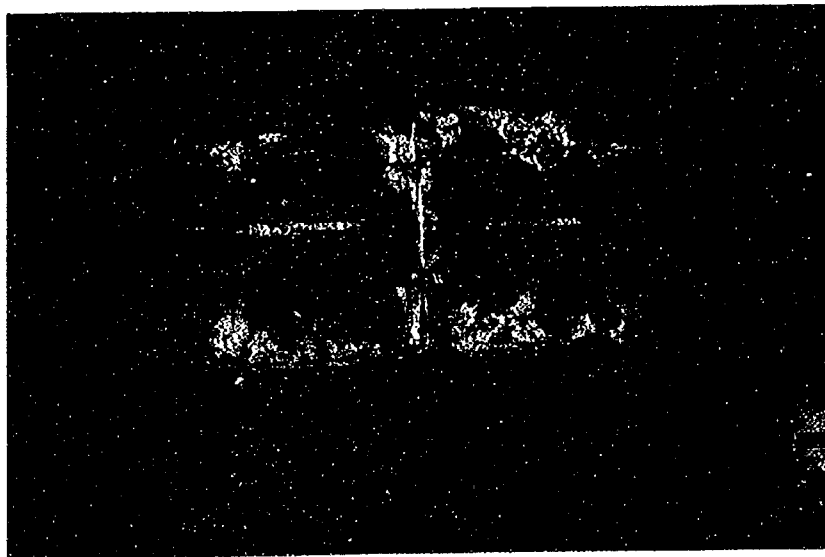
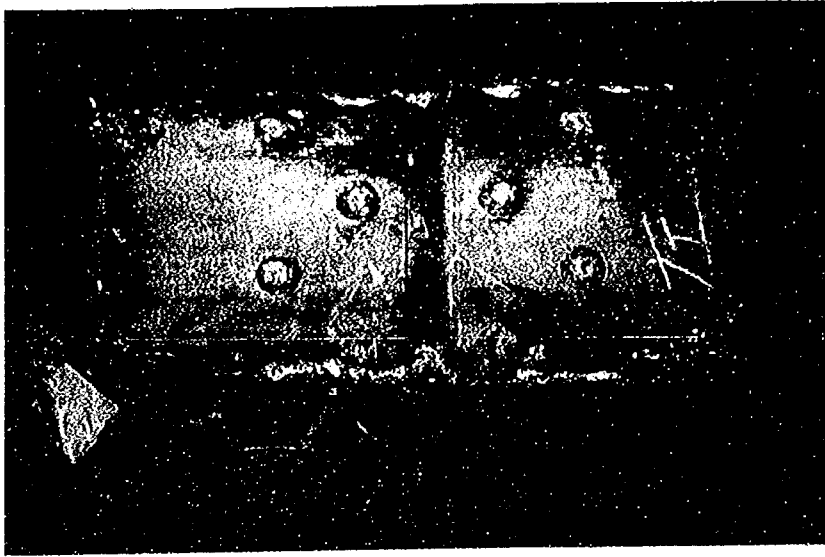


写真-1 扉体サンプル外観

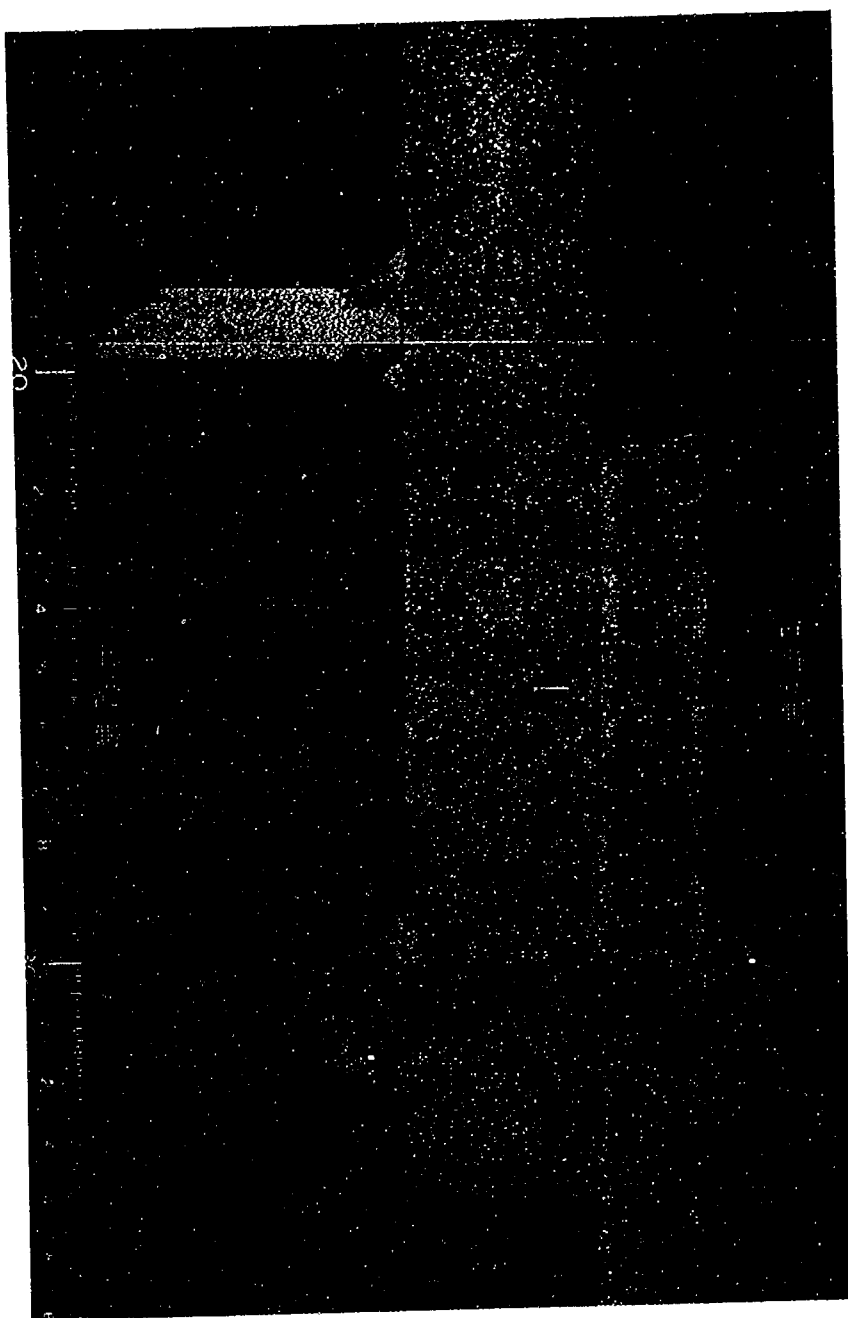


写真-2 扉体サンプル断面マクロ写真

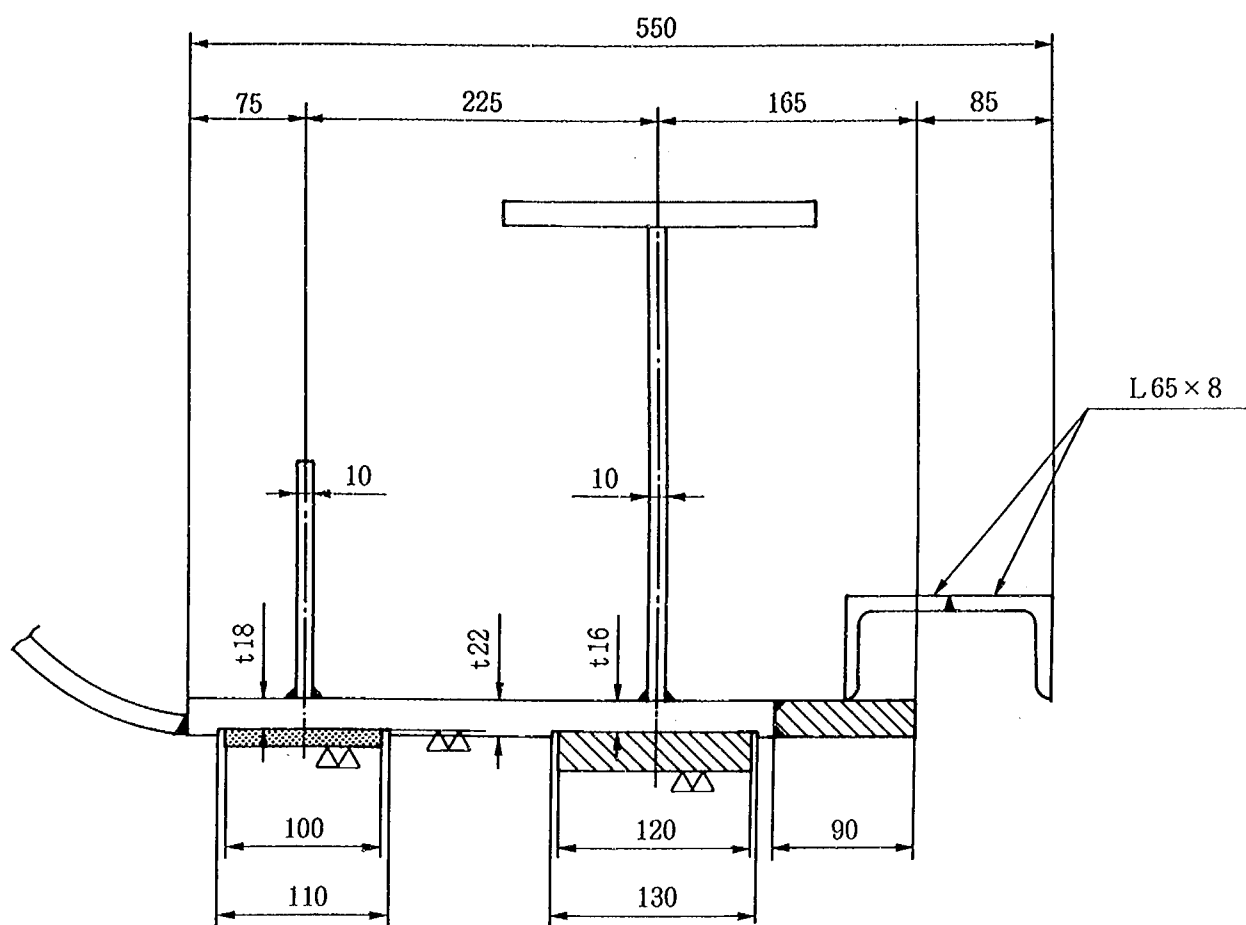
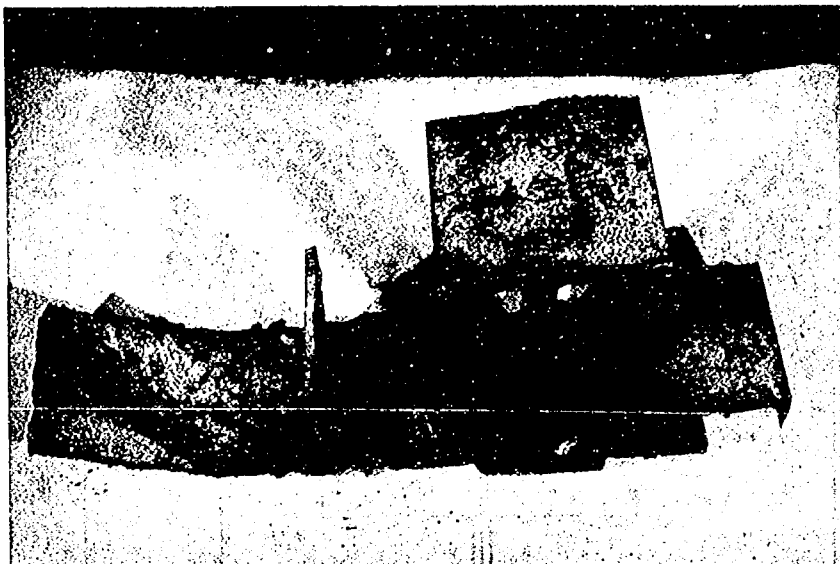
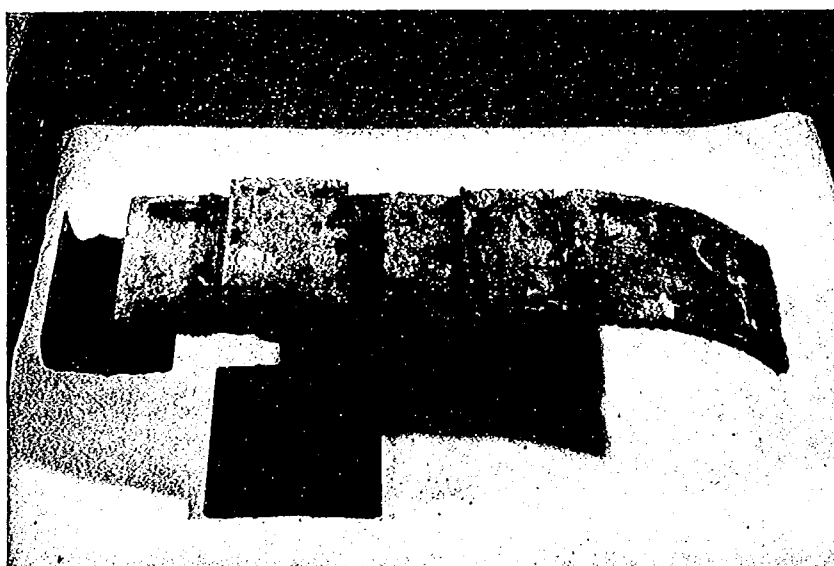
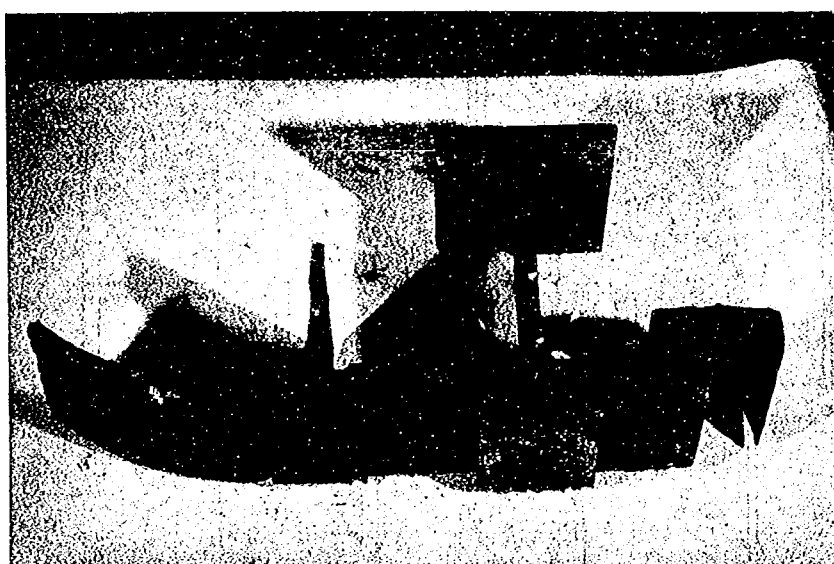


図-2 戸当り部サンプル断面図



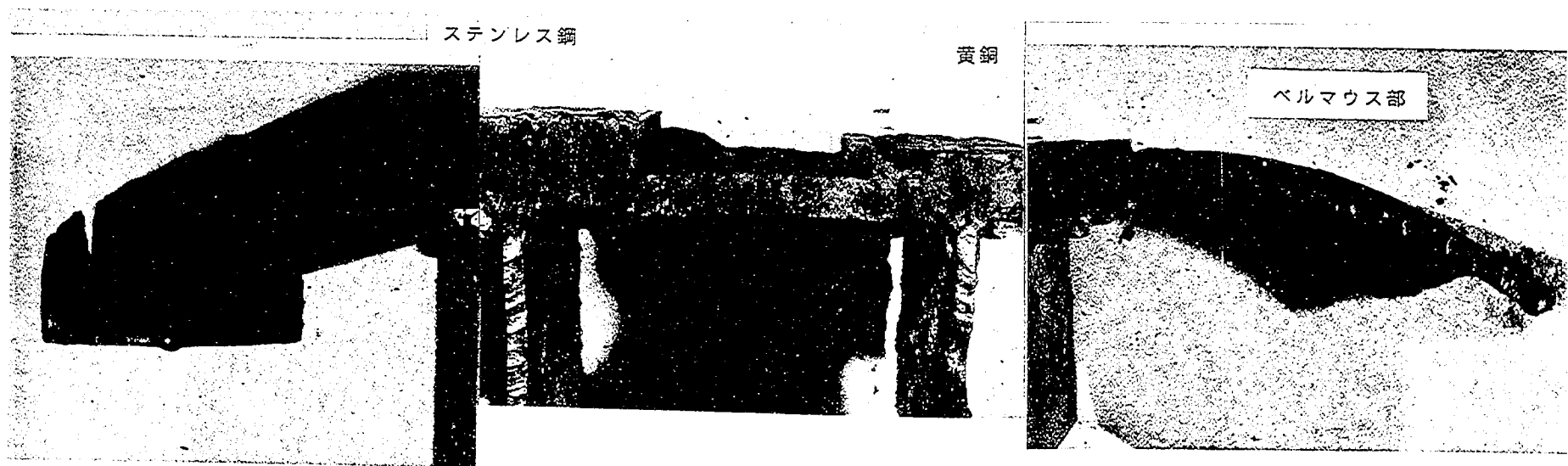
コンクリート埋設側



扉体側

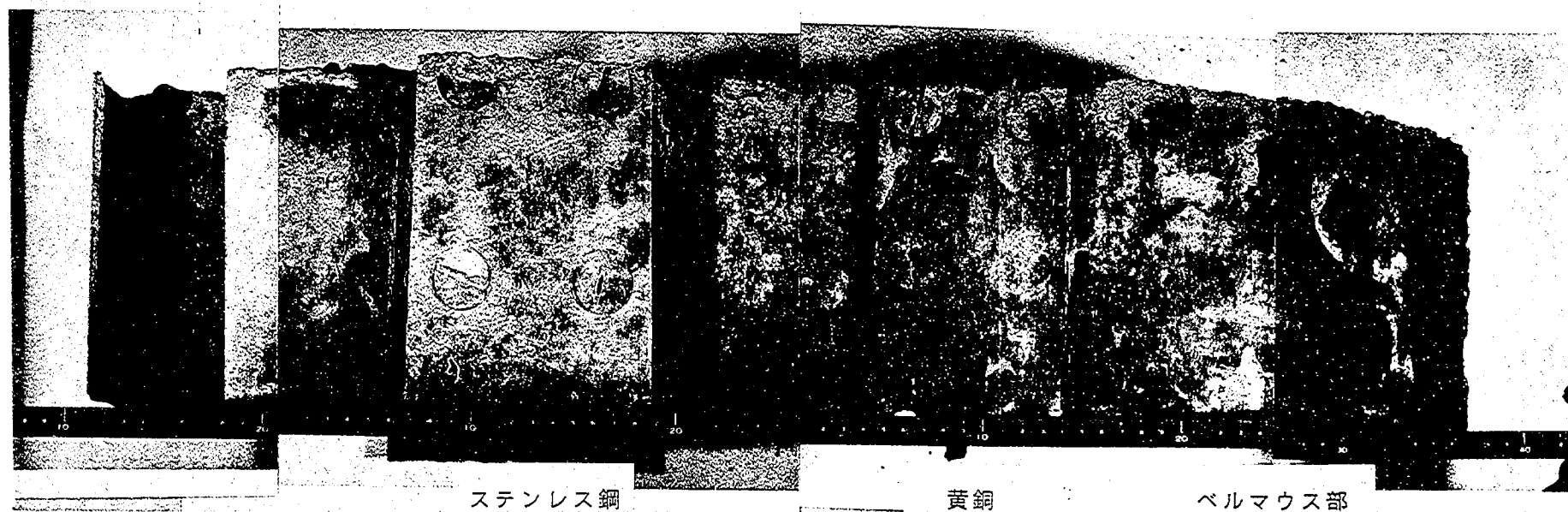
写真-3 戸当り部サンプル外観 (1)

扉体側



コンクリート埋設側

写真-4 戸当り部サンプル外観 (2)



扉体側

写真-5 戸当り部サンプル外観 (3)

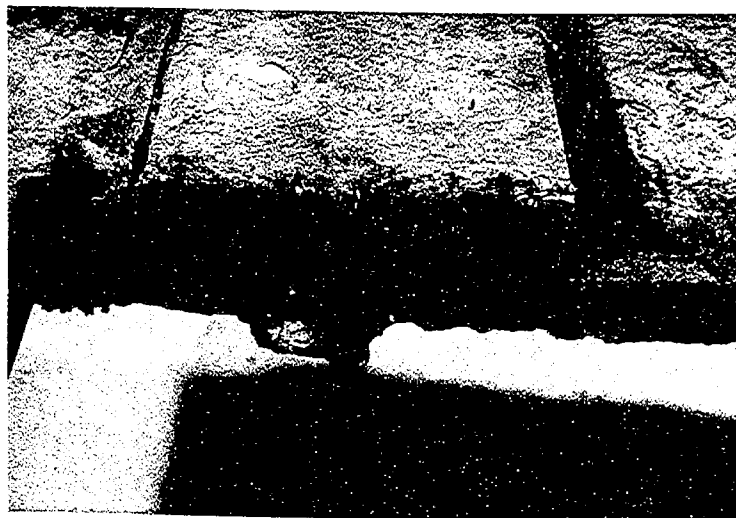
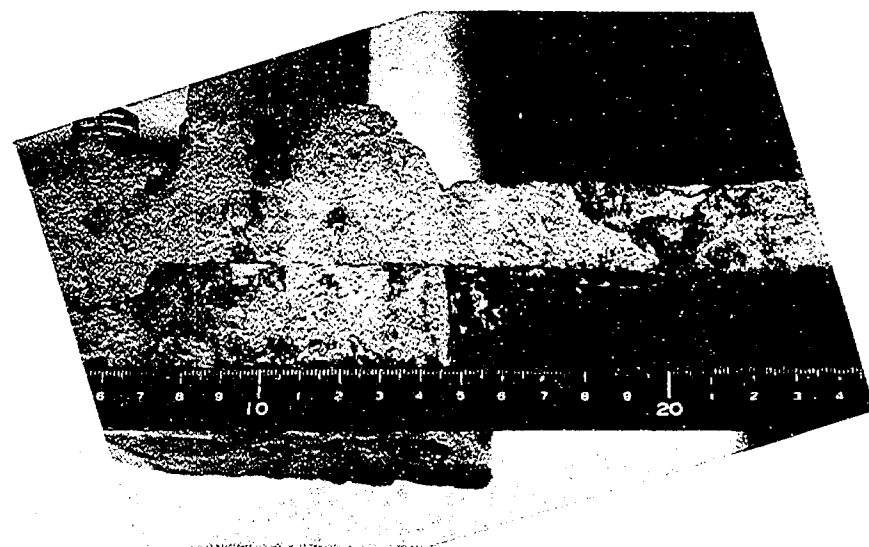
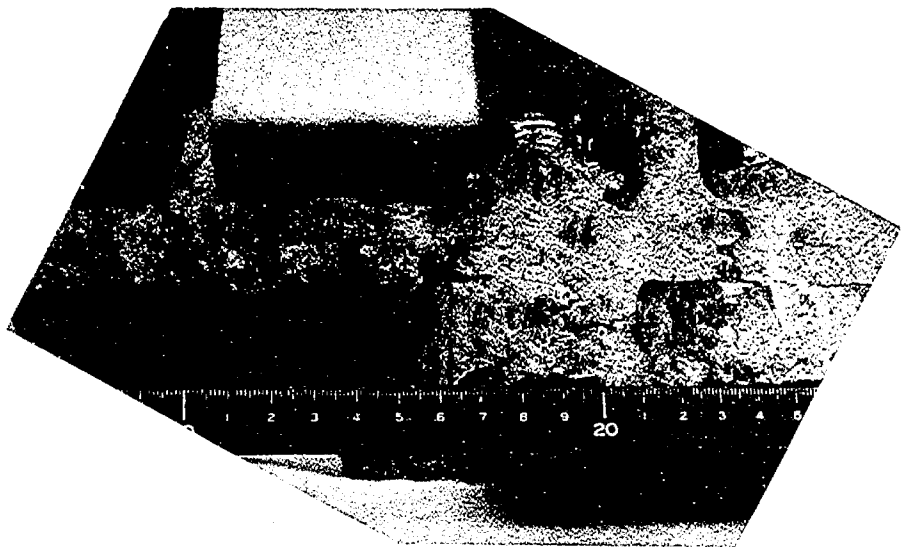


写真-6 ステンレス鋼レール部周辺-扉側-

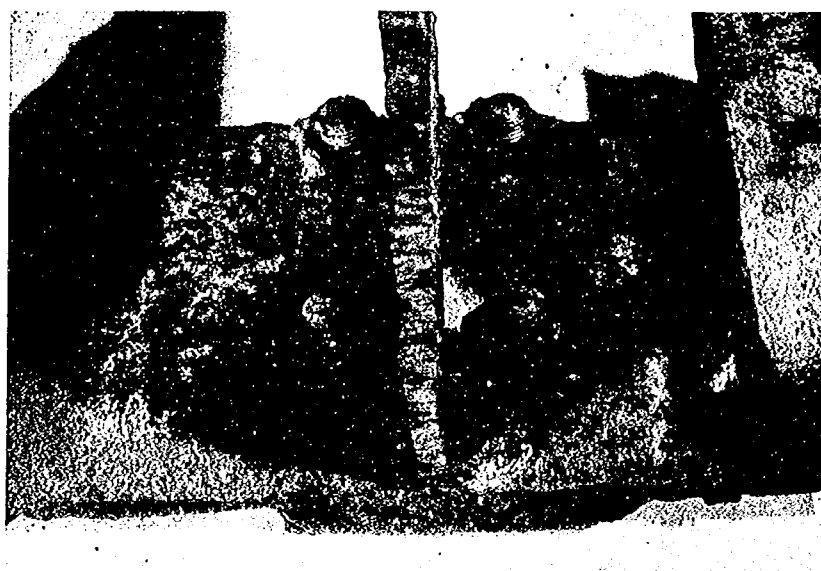


写真-7 ステンレス鋼レール部周辺-コンクリート側-



—原側—



—コンクリート埋設側—

写真-8 黄銅部周辺

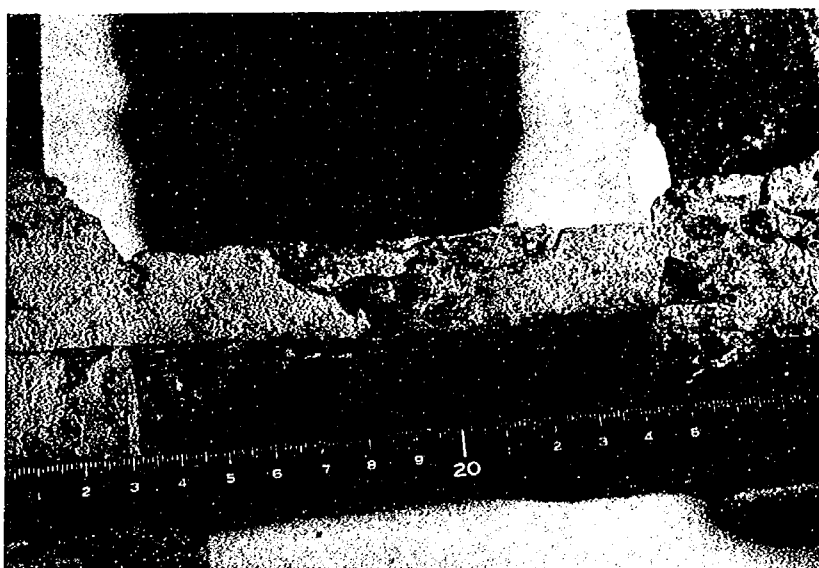


写真-9 ステンレス鋼と黄銅の間

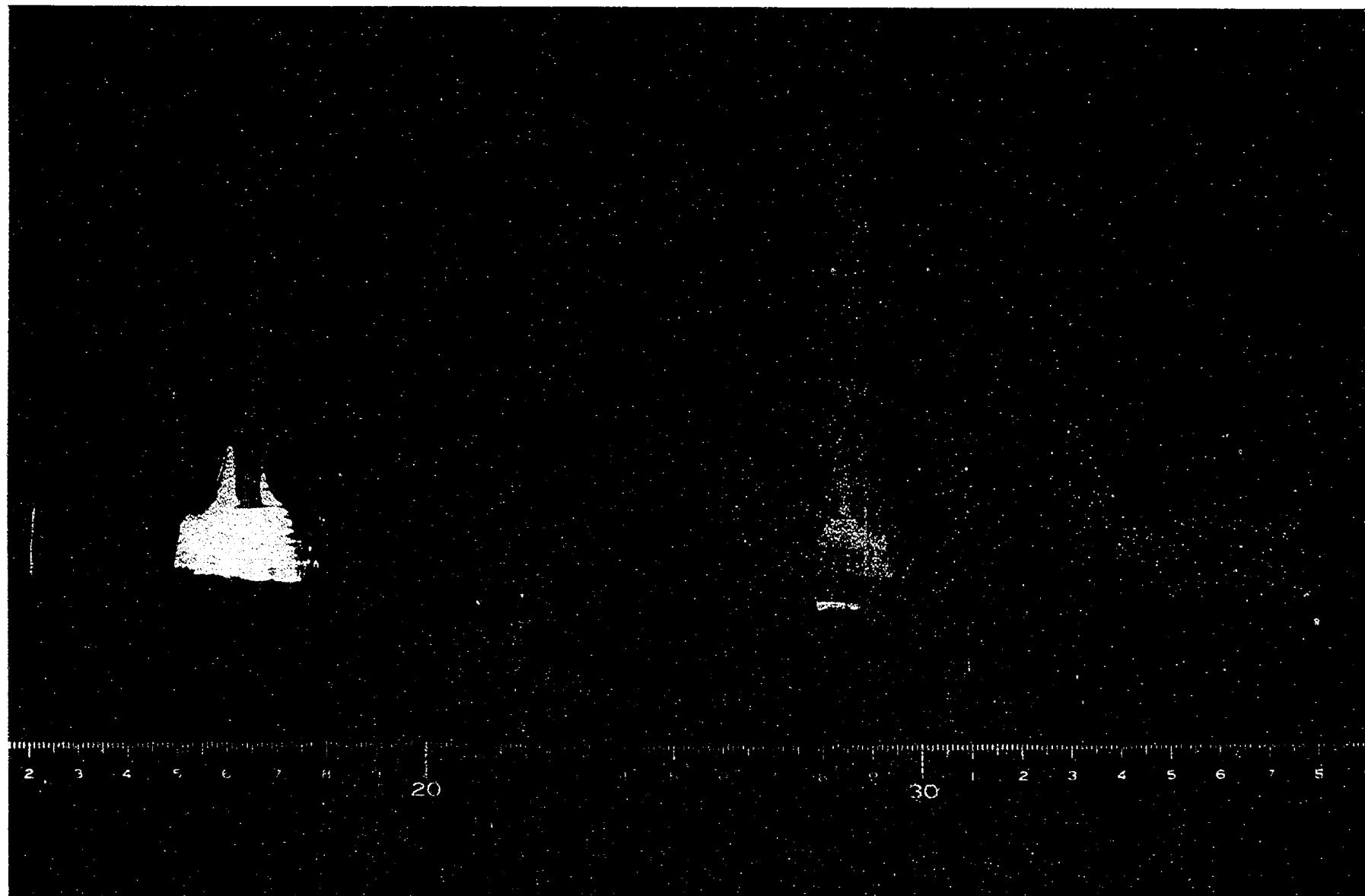


写真-10 ステンレス鋼レール部周辺断面マクロ写真—ボルト部—

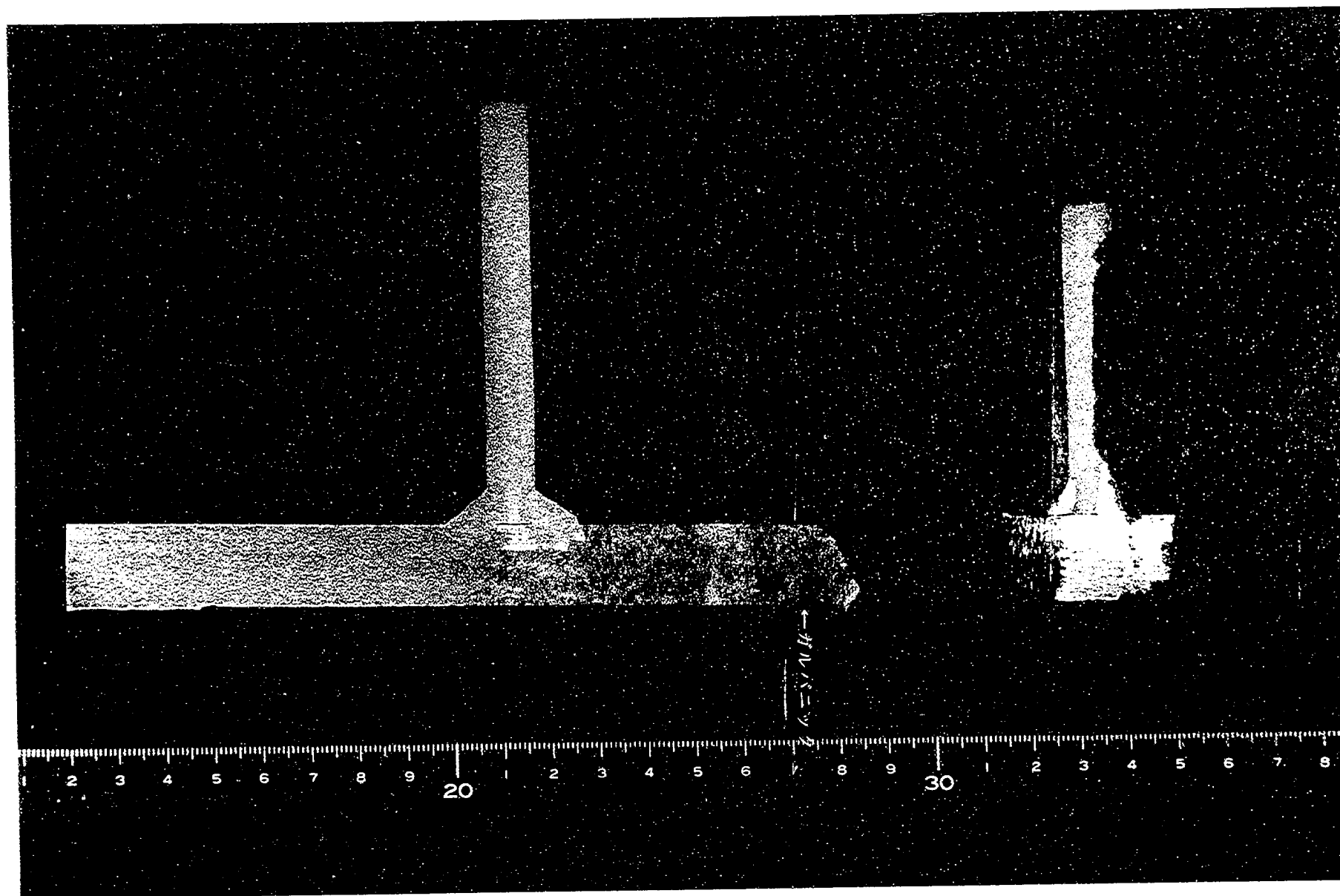


写真-11 ステンレス鋼レール部周辺断面マクロ写真ーボルト部以外ー

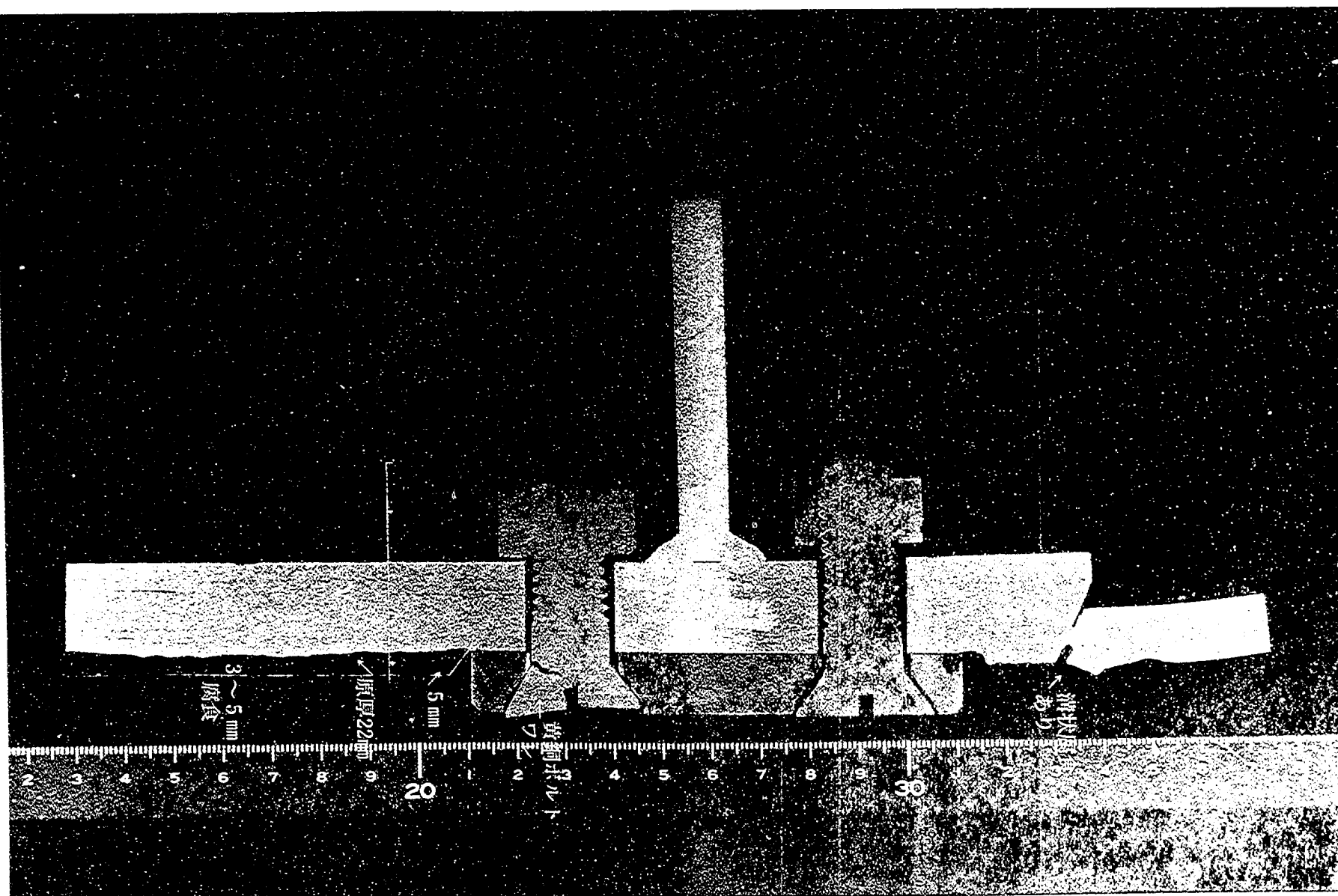


写真-12 黄銅部周辺断面の状況(写真-10の下部)

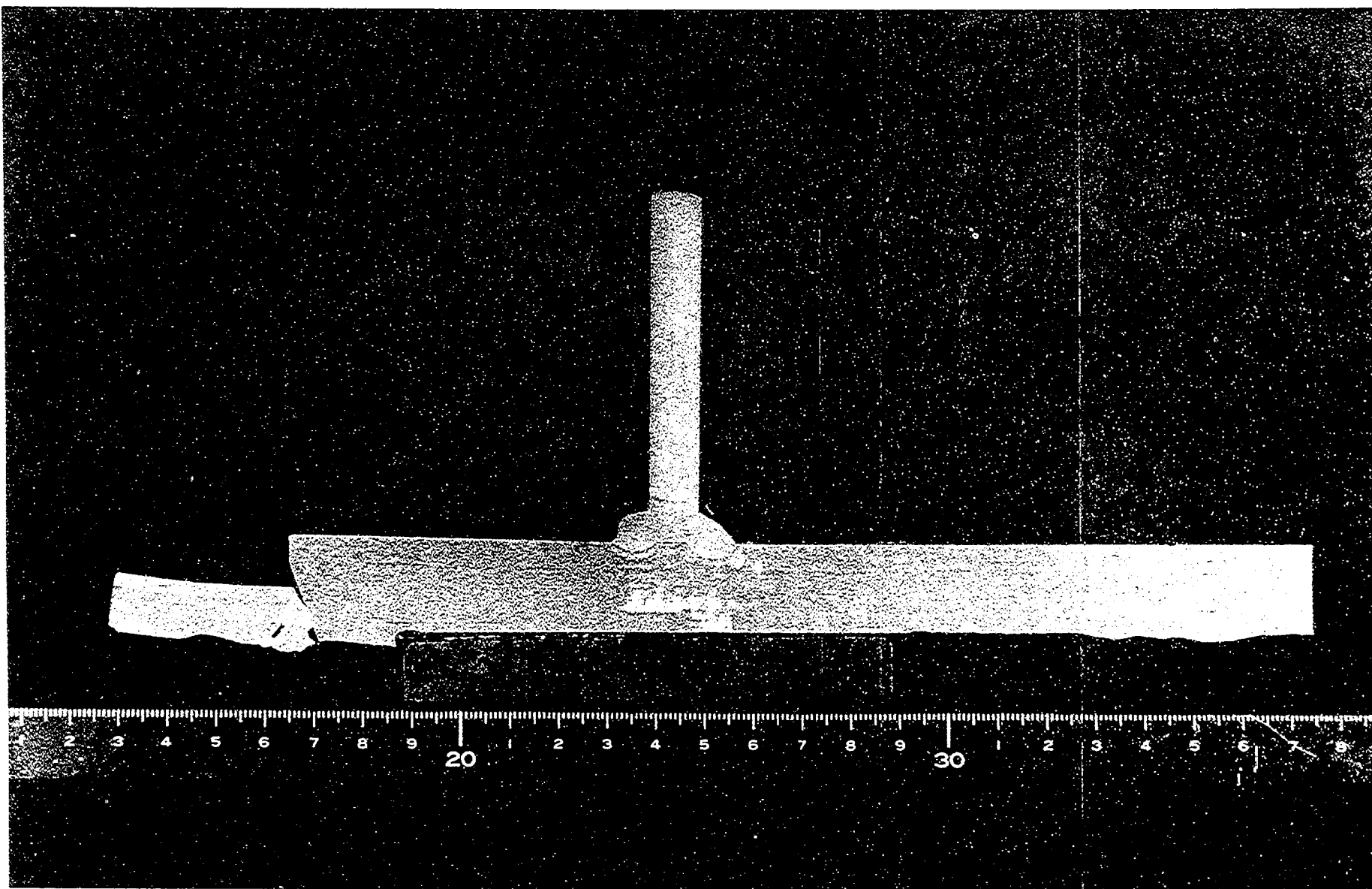
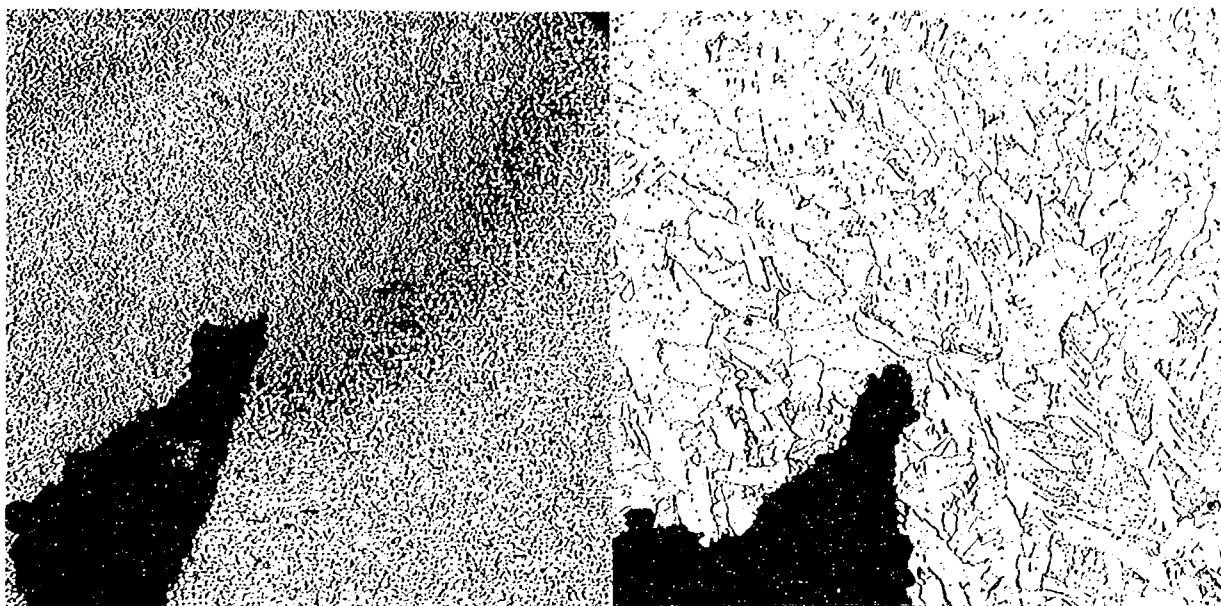
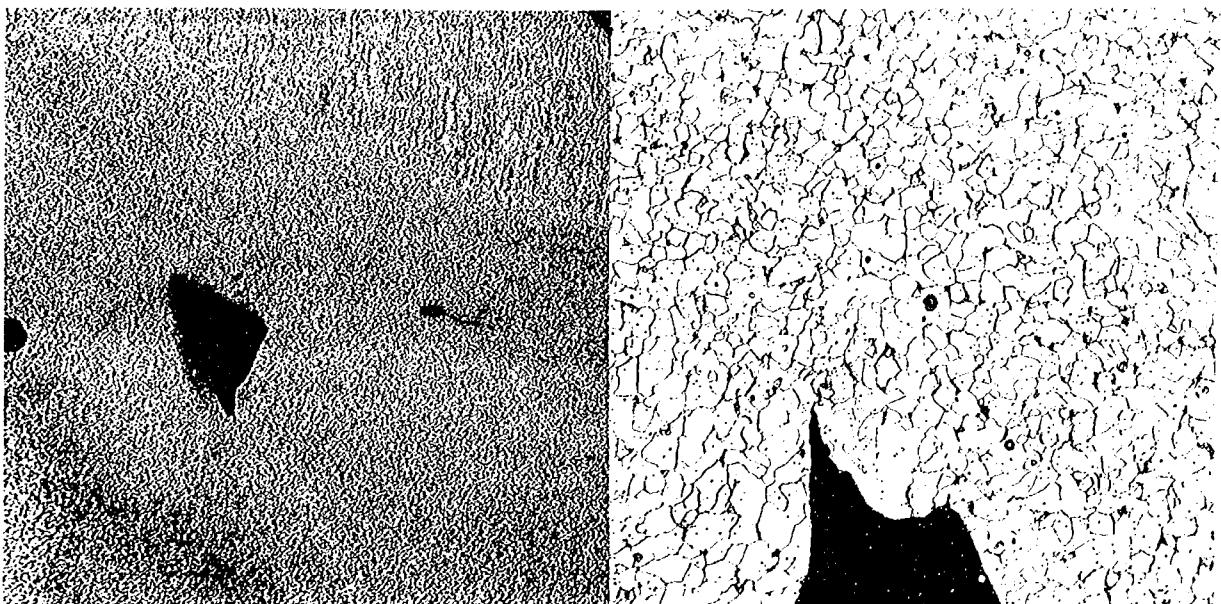


写真-13 黄銅部周辺断面マクロ写真-ボルト部以外-



500 μ

20 μ



500 μ

20 μ

写真 14 一バルマウスと戸当り間の溶接部に見られた溝状腐食部のマイクロ写真

4.2 異種金属接触腐食の数値解析

Gダム戸当たり部の異種金属接触腐食について、採取された試料を用いた電気化学的実験および数値シミュレーションにより調査した。

4.2.1 供試材

Gダム戸当たり部から切出した図-3に示す試料（ステンレス鋼、黄銅および炭素鋼が併用されている部分）

4.2.2 調査項目

①ダム湖水を模擬した溶液中における電位分布および腐食電流の測定

②数値シミュレーションによる電位分布および腐食電流の解析

4.2.3 調査方法

①ダム湖水を模擬した溶液中における電位分布および腐食電流の測定

試料のステンレス鋼、黄銅および炭素鋼部に切断分離した後、各部の表面を研磨し錆を除去する。各部の側面および裏面をシリコン樹脂により被覆する。ダム湖水を模擬した溶液（Cl⁻イオン濃度20ppm）に浸漬し、各部表面の電位分布をエレクトロメーターを使って測定し、各材料間のガルバニック電流を無抵抗電流計を使って測定する。

②数値シミュレーションによる電位分布および腐食電流の解析

2次元有限要素解析プログラムを使ってダム湖水模擬液中でのサンプルの電位分布およびガルバニック電流を計算する。

4.2.4 調査結果

①ダム湖水を模擬した溶液中における電位分布および腐食電流の測定

電位分布については図-4に示す。浸漬直後から電位が下がり始め、炭素鋼が錆の生成とともに大きく電位が降下した。2日経過するとほぼ一定の電位を示し、10日後もほとんど変わらず、ステンレス鋼、黄銅の電位が高く、炭素鋼の電位が低い状態が続いた。腐食電流については炭素鋼の面積を基準にとった電流密度、およびその電流密度から計算した腐食速度を図-4に示す。腐食電流も2日経過するとほぼ一定となった。腐食速度は0.1mm/yearより小さい。

②数値シミュレーションによる電位分布および腐食電流の解析

・数値解析範囲

数値解析範囲を図-5に示す。溶液はCl⁻イオン濃度20ppmの水溶液（電気伝導

度 $95\mu\text{S}/\text{cm}$)を想定する。境界条件としては、ステンレス鋼、黄銅、炭素鋼表面についてはそれぞれの分極曲線とし、その他の境界については電流 $=0$ とする。

・分極曲線測定

ステンレス鋼、黄銅および炭素鋼を接触させて Cl^- イオン濃度 20ppm の水溶液に2日間浸漬した後、大気開放で自然電位から正および負の方向にそれぞれ電位を変化させ分極曲線を測定した結果を図-6に示す。自然電位はステンレス鋼、黄銅、炭素鋼の順に低くなっており、炭素鋼については錆の付着ままで測定した。

③数値解析による電位分布および腐食電流の計算結果

計算結果を図-7に示す。電気伝導度が小さいのでステンレス鋼、黄銅および炭素鋼の表面電位はそれぞれの自然電位に近く、異種金属接触部の近傍のみに急激な電位変化がみられる。腐食電流は炭素鋼からステンレス鋼および黄銅に流れ込み、異種金属接触部の近傍を詳細に調べると図-8のようになった。ステンレス鋼および黄銅の端面からおよそ 20mm の範囲で腐食電流が大きく、その範囲外では腐食電流が $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以下(≒腐食速度 $0.01\text{mm}/\text{year}$ 以下)であり、ほとんど異種金属接触腐食はおこらないと考えられる。

④実験結果および試料の腐食状況との比較

数値解析による電位分布を図-4の実験結果と比較すると、図-9に示す様にステンレス鋼と黄銅の電位が実験結果よりも若干高いものの炭素鋼は実験結果に近く、全体として実験結果に近く電位分布が得られたと思われる。

腐食電流については、実験では各材料表面全体に流れる電流を測定しており、数値解析結果との直接的な比較はできない。

試料の外観状況は、ステンレス鋼と黄銅に挟まれた炭素鋼は厚い錆で覆われておりベルマウス部は錆とともに塗装が残っていた。異種金属接触部近傍の腐食状況を図-10に示す。ステンレス鋼および黄銅と炭素鋼の接触部近傍4ヶ所にやや深い腐食がみられた。流入河川の pH は3~4の酸性河川であるが、電気伝導度が $118\sim 380\mu\text{S}/\text{cm}^{11}$ と低いところから接触部の非常に狭い範囲で異種金属接触腐食がおり、しかもその範囲では全腐食量が異種金属接触腐食によると考えて、最大腐食深さから腐食速度を計算した。数値解析によれば、表-7に示す様に試料に非常に近い腐食速度が得られた。数値解析による腐食速度が若干大きい理由として厚い錆による腐食抵抗が考慮されていなかったこと等が考えられる。しかし試料の腐食状況につい

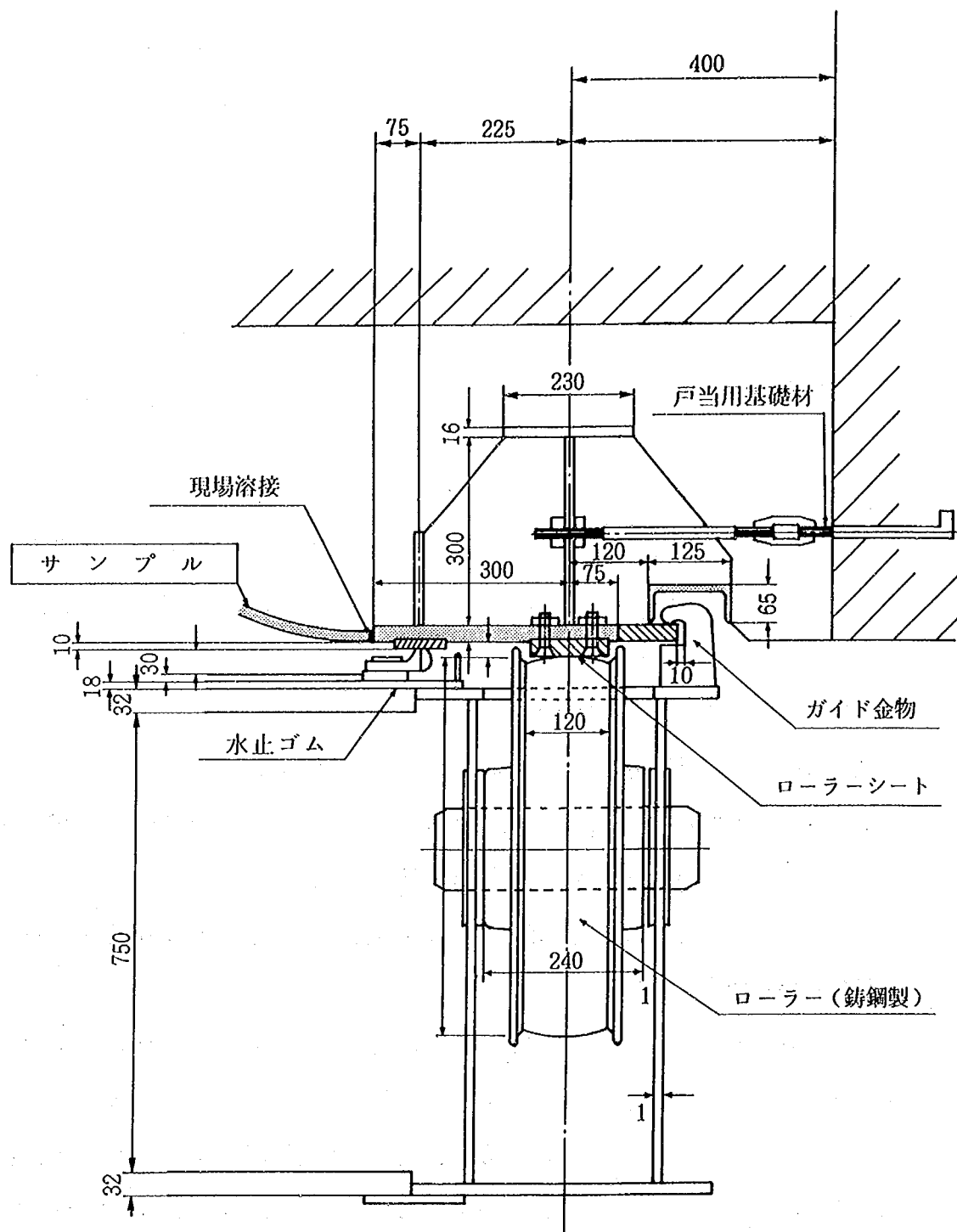


図-3 サンプル採取位置の詳細

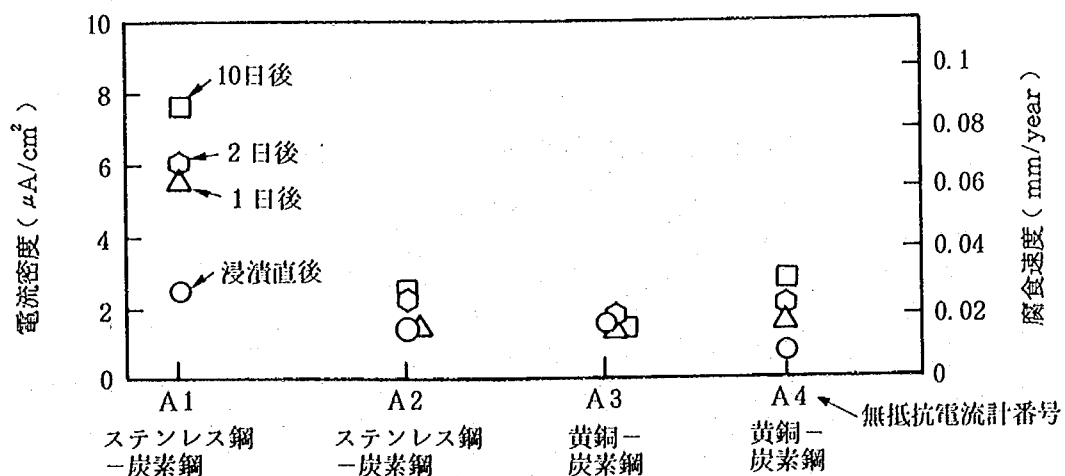
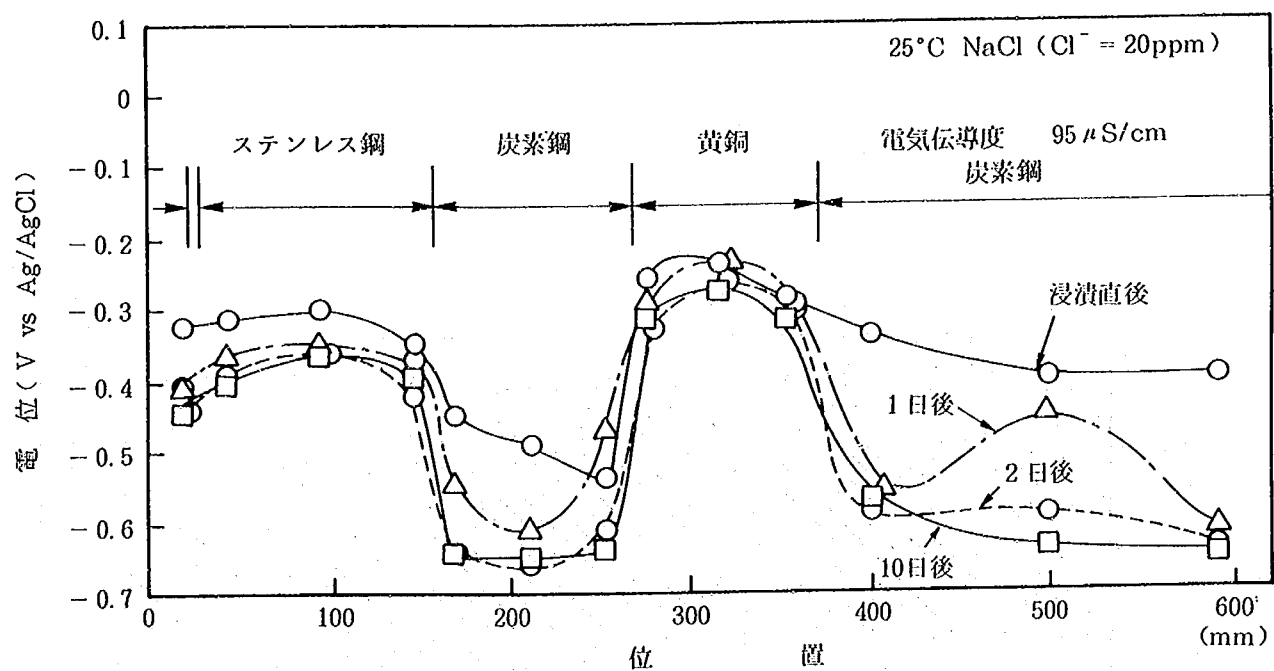
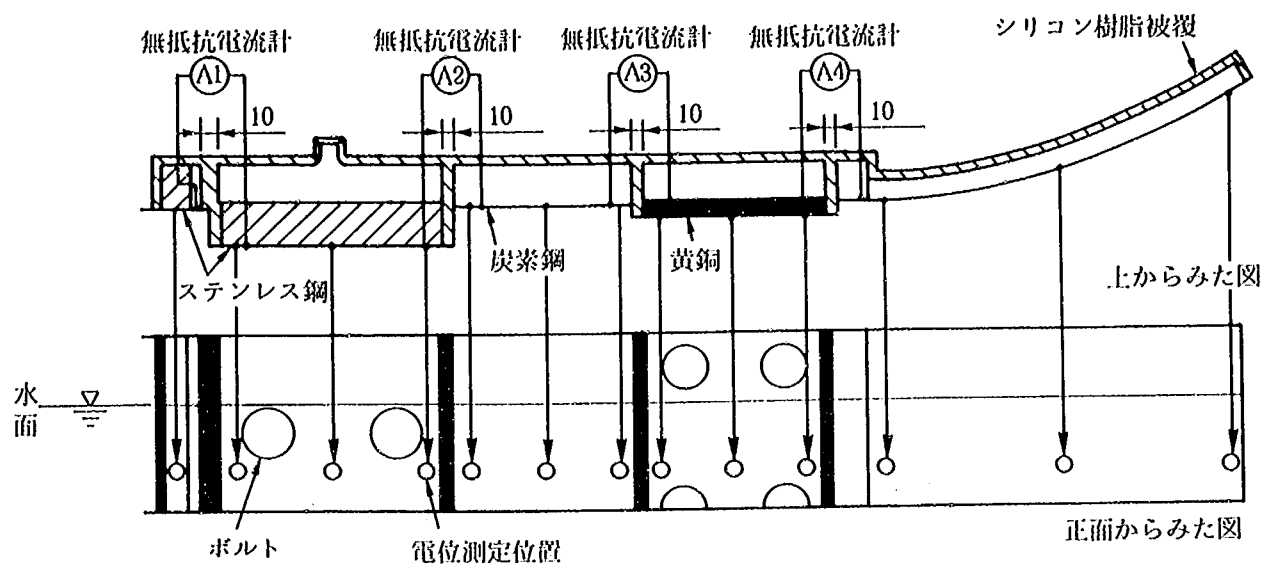


図-4 ダム湖水模擬液中での電位分布および腐食電流測定結果

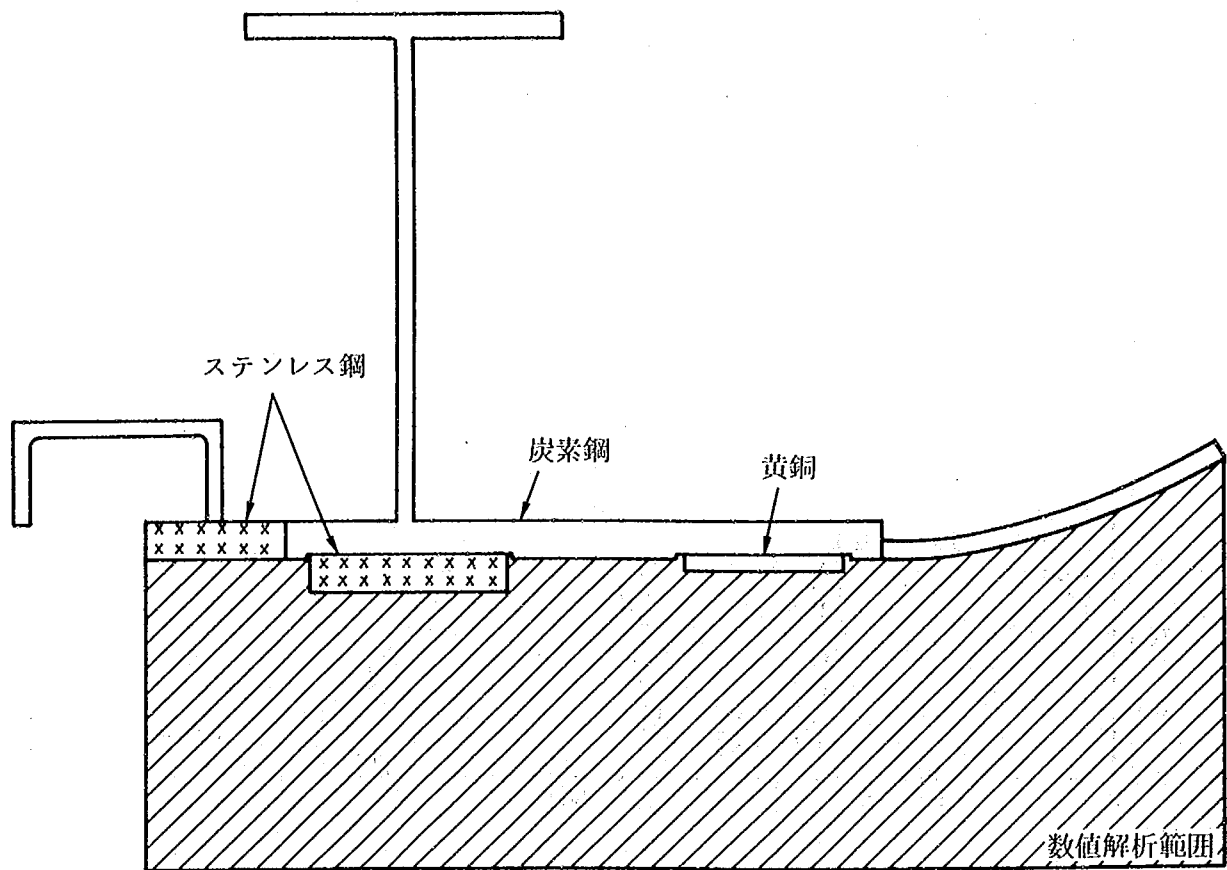


図-5 数值解析範囲

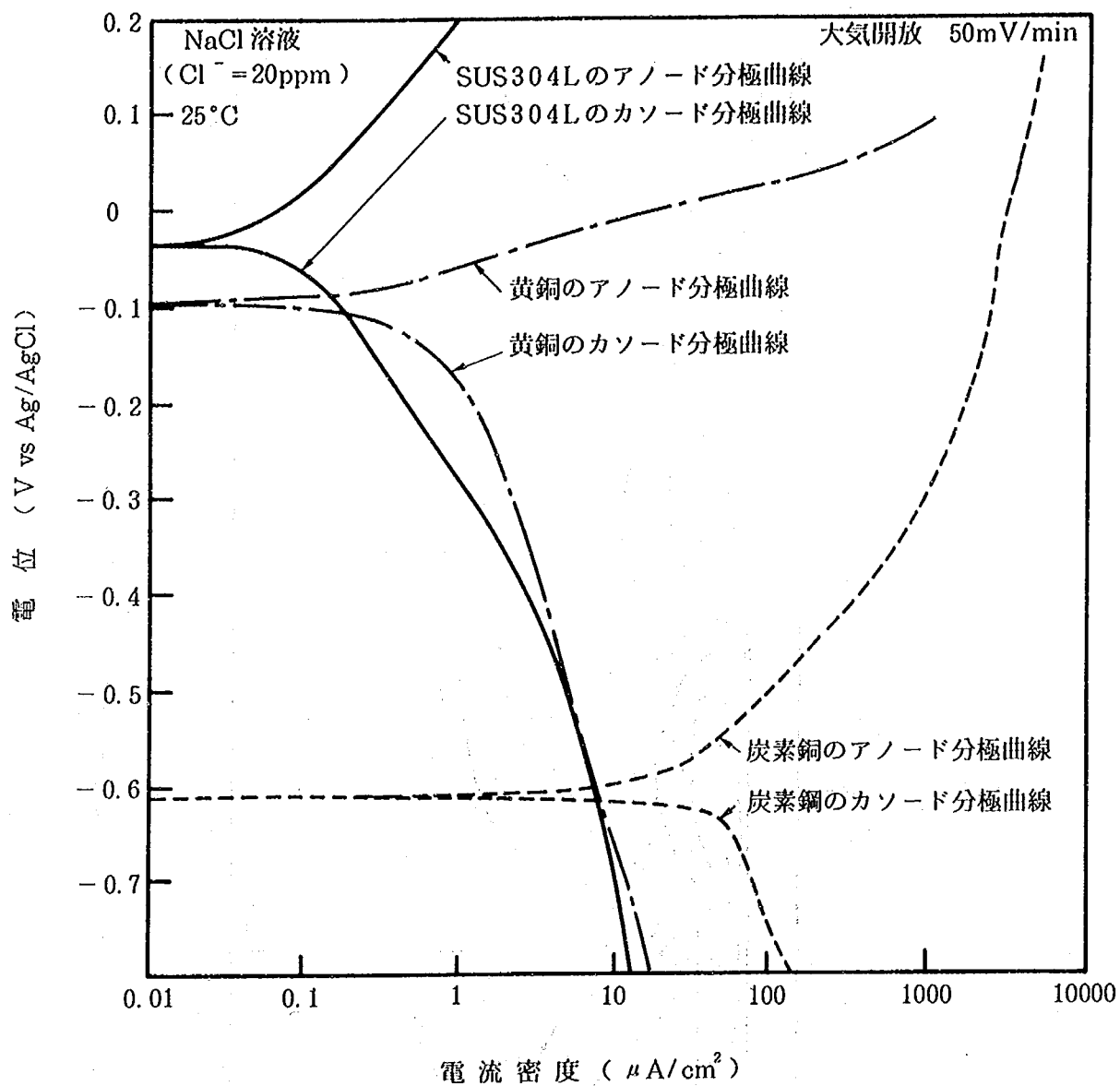


図-6 各種材料のアノード・カソード分極曲線

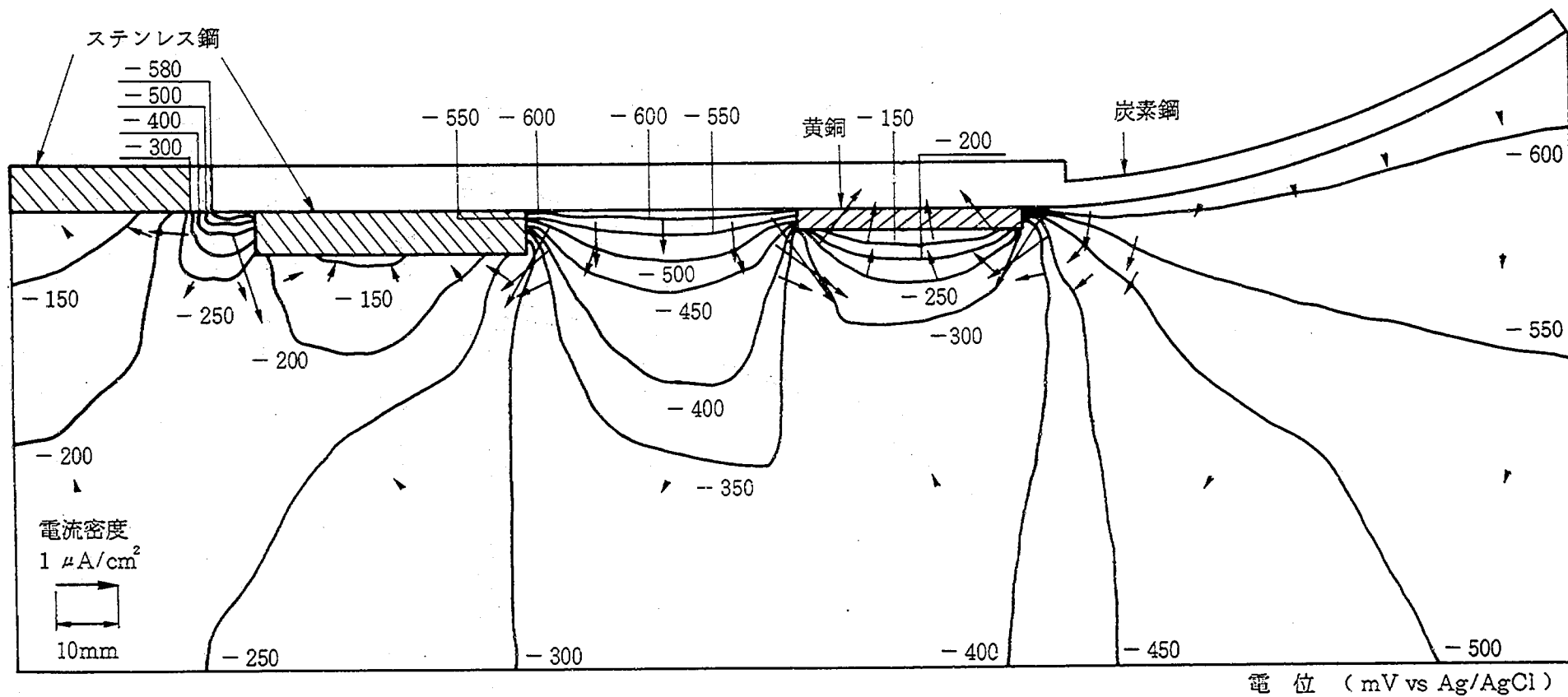


図-7 数値解析による電位分布および腐食電流の計算結果

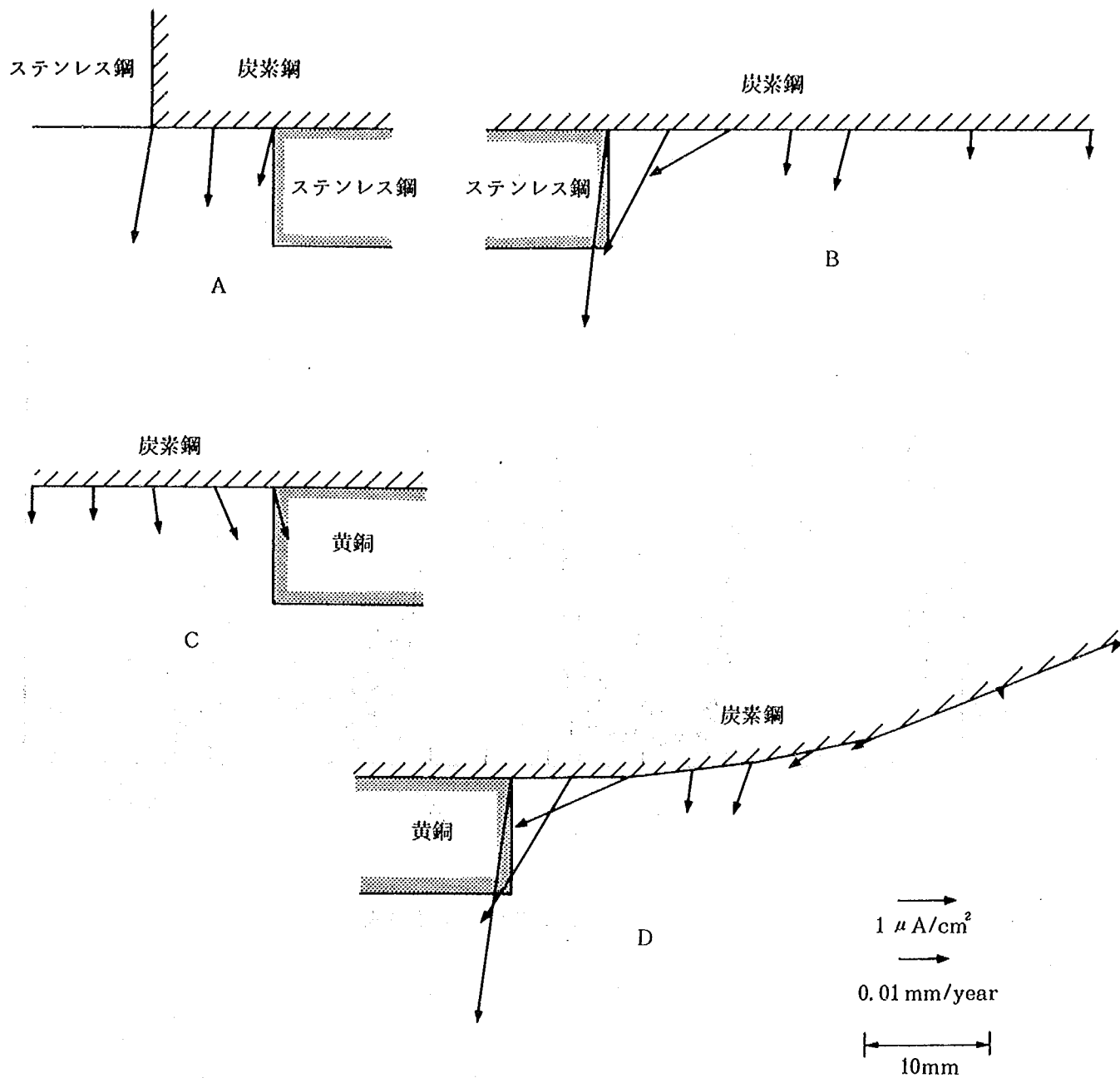


図-8 数値解析による腐食電流の計算結果
(異種金属接触部)

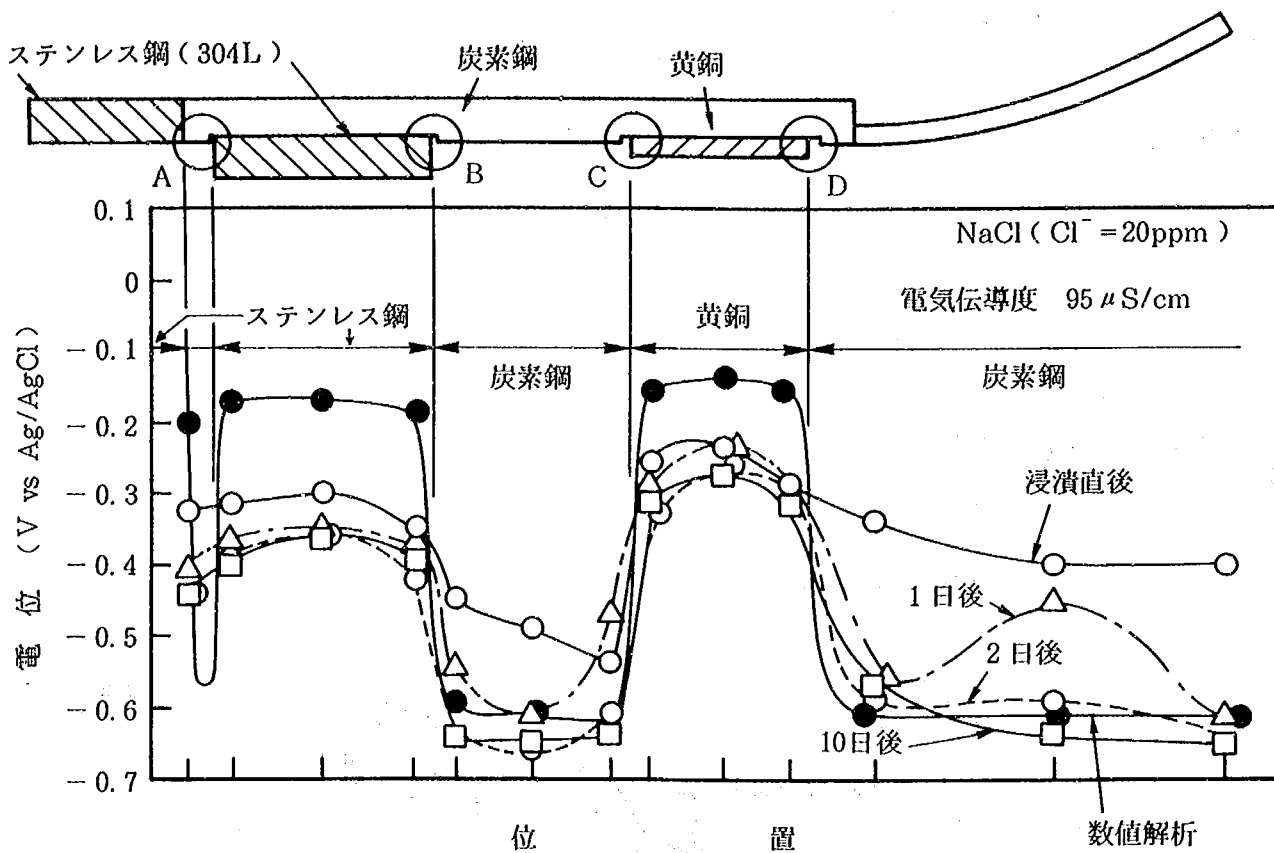


図-9 サンプル表面の電位分布

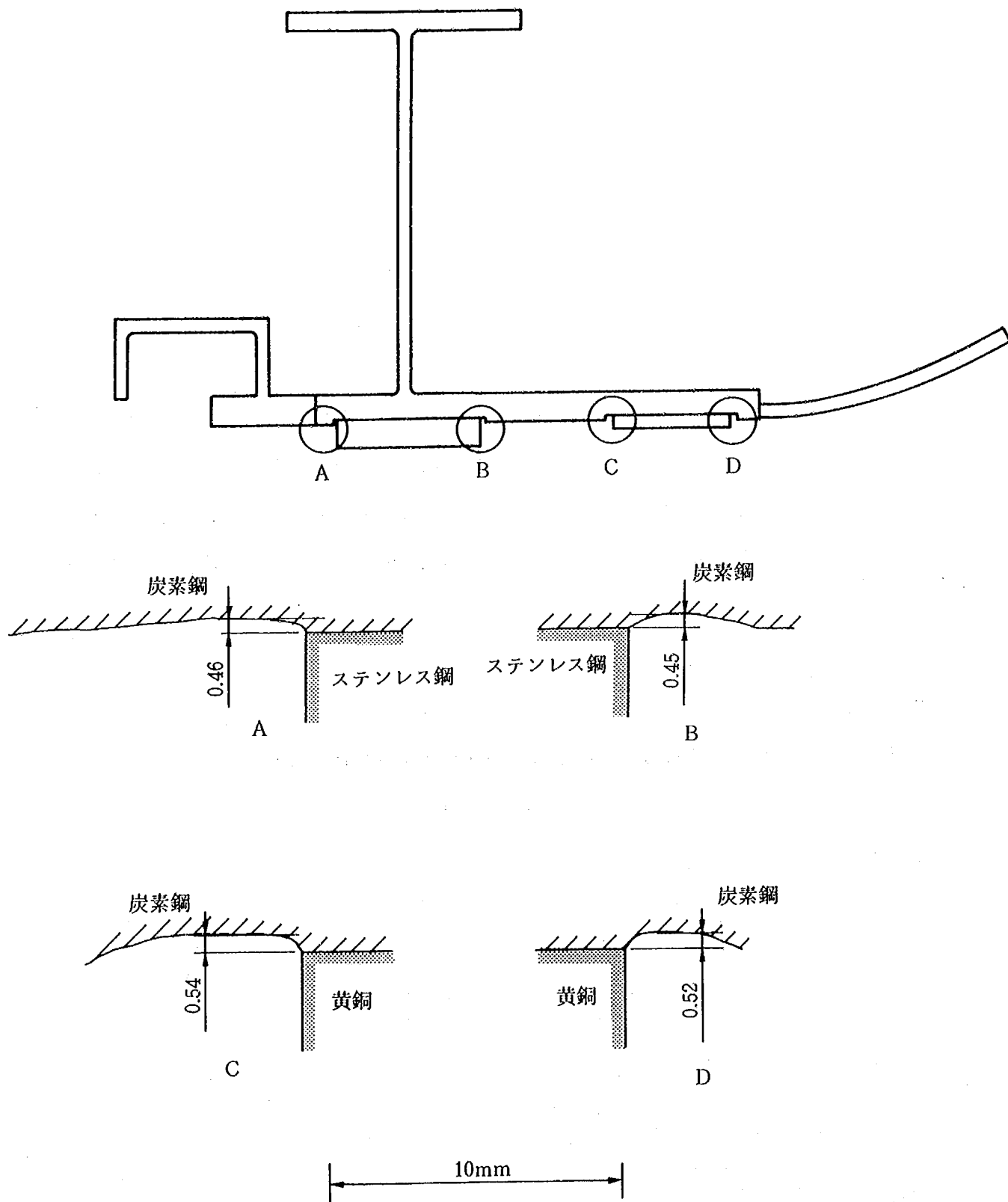


図-10 異種金属接触部近傍の腐食状況

ては接触部近傍以外では板厚減少が大きいことなど腐食現象として不明な点がある。

表-7 腐食速度の比較

位 置	最大腐食速度 (mm/year)	
	サンプル	数値解析
A	0.014	0.023
B	0.014	0.040
C	0.017	0.011
D	0.016	0.046

4.2.5まとめ

Gダム戸当たり部の異種金属接触腐食を、採取された試料を用いて電気化学的実験および数値シミュレーションにより調査した。試料の異種金属接触腐食量は小さく、数値解析によっても確認された。この様に数値解析は実構造物の異種金属接触腐食の解析すなわち電位分布、腐食速度分布、腐食範囲の推定等に有効であることが明らかとなった。

参考文献

- (1) 平井, 迫口; 石川島播磨技法第27巻第5号 (1987) p. 275

5. 今後の問題点

ダムにおけるステンレス鋼の利用実態調査並びに水門、放流設備における腐食事例のアンケート調査並びにGダムにおけるオリフィスゲートの解体調査の結果、ダムにおけるステンレス鋼材の適切な利用をはかるためには、以下の項目について調査研究を行うことが必要である。

- (1) ステンレスクラッド鋼の現場溶接時の希釈と耐食性を明らかにする。
- (2) ステンレス鋼と普通鋼等の異種金属接触腐食の発生条件を明らかにする。
- (3) ステンレスボルト等の隙間腐食の発生条件を明らかにする。
- (4) もらい錆のステンレス鋼の腐食に及ぼす影響を明らかにする。

あとかき

本調査を実施するに際して、御協力をいただきました各ダム工事事務所並びにダム管理所の関係各位に深甚なる謝意を表します。また、水門、放流設備等腐食事例調査のアンケートに御協力いただきました各水門、鉄管メーカーの関係各位に謝意を表します。

付属資料-1 ダム調査写真集

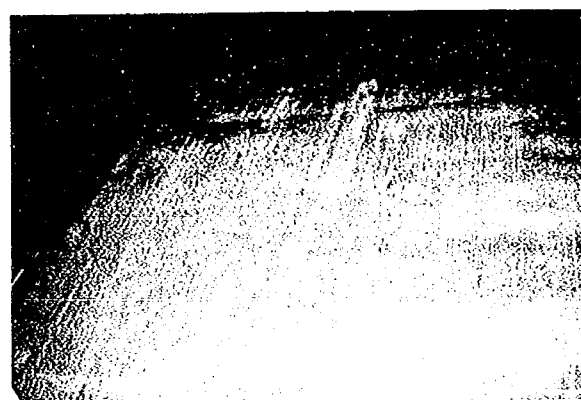
A ダム



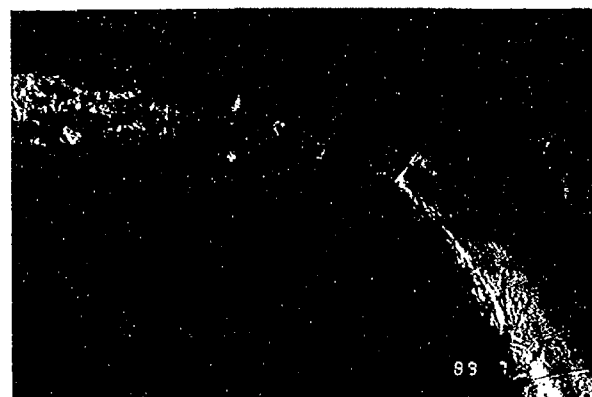
放流設備



スキンプレート



スキンプレート



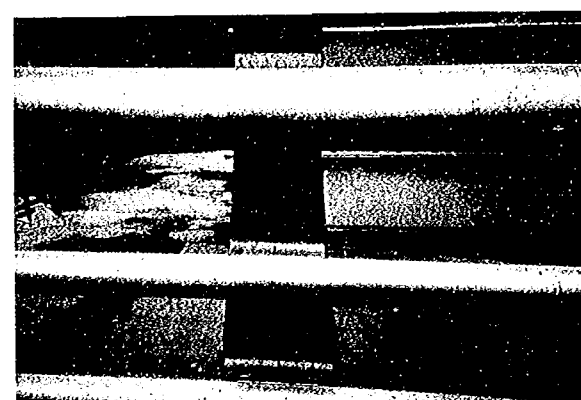
洪水吐内面



洪水吐内面のもらい錆

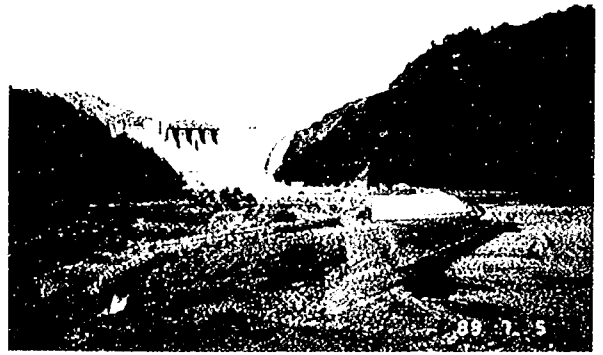


取水塔もらい錆

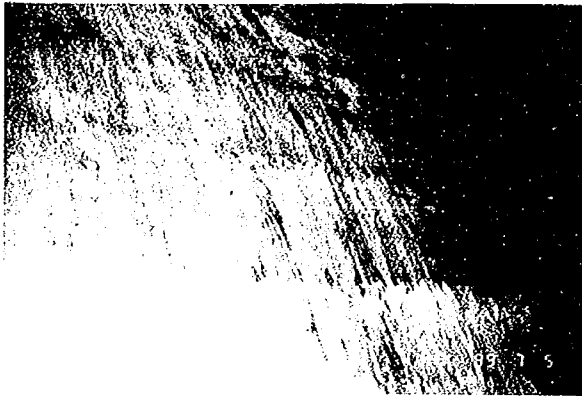


ステンレス高欄もらい錆

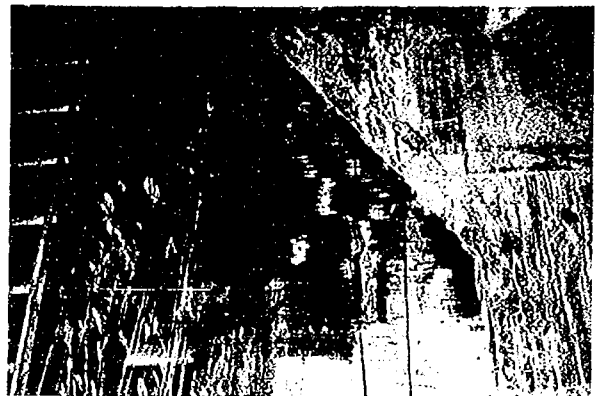
Bダム



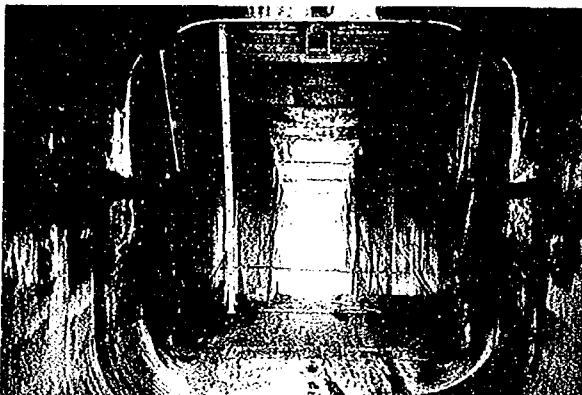
Bダム全景



スキンプレートのもらい錆



コンジットゲート呑口側面のもらい錆



放流管内面



放流管内面溶接ビードの処理

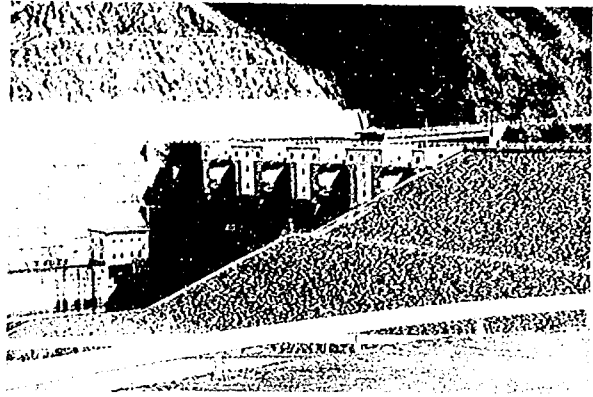


放流管二次コンプラグ溶接部のもらい錆

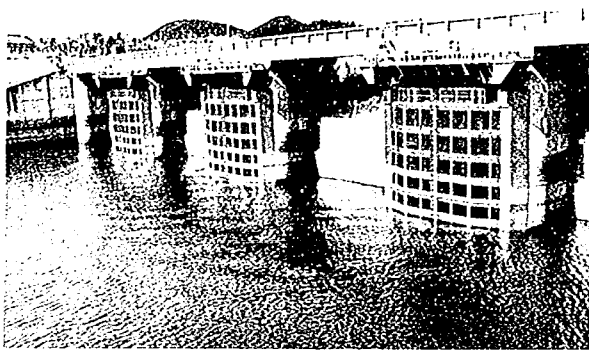


空気管スリットのすきま腐食

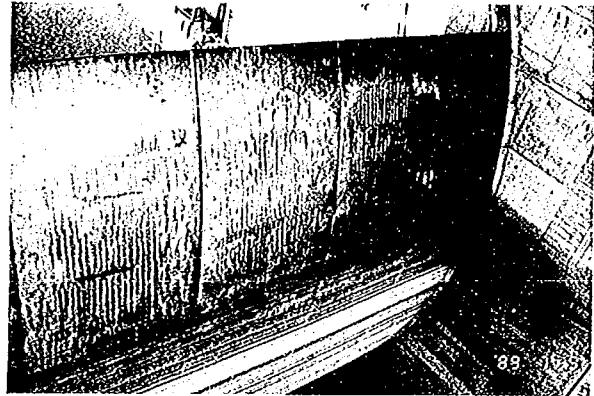
C ダム



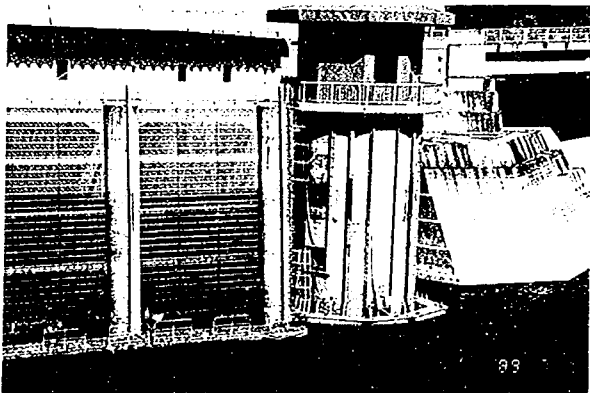
C ダム全景



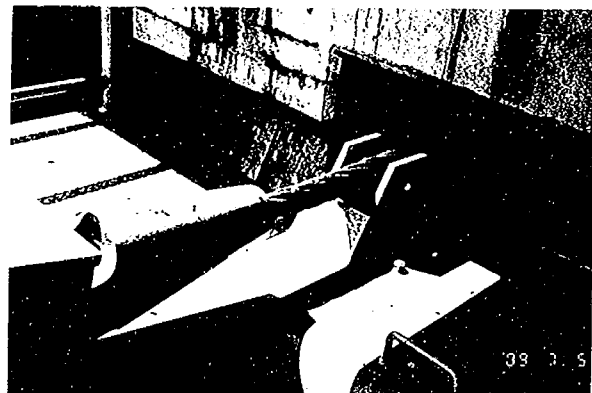
ゲート類



スキンプレート

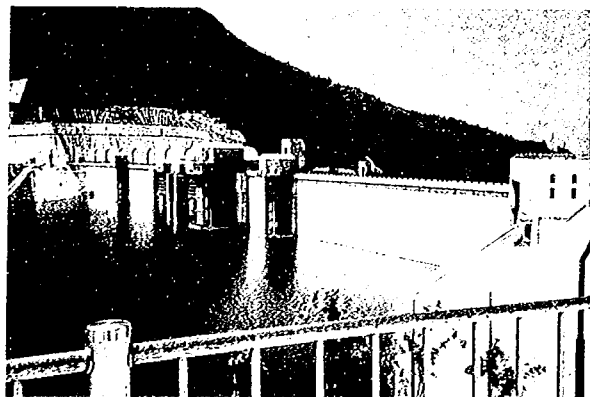


取水設備



予備ゲートの垂鉛めっきワイヤーロープ

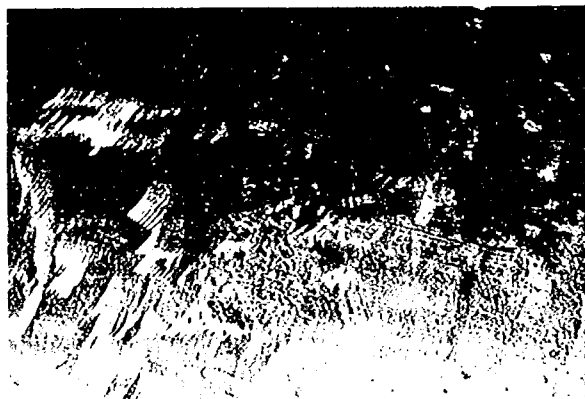
D ダム



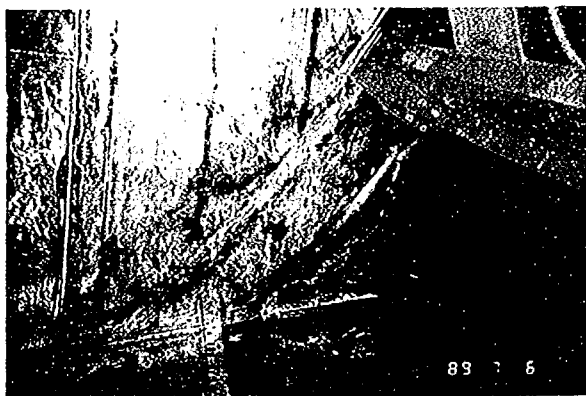
D ダム全景



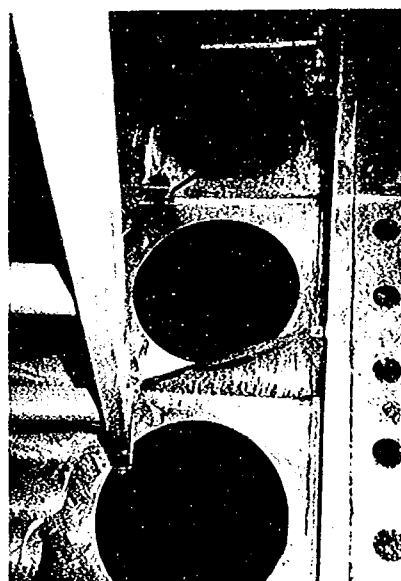
放流管内面溶接部



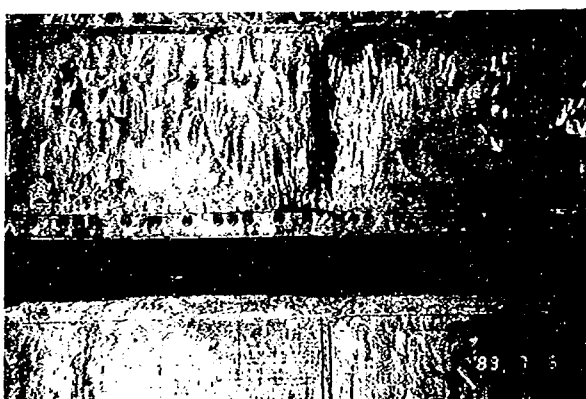
整流板ちらい錆



戸当り部



放流管内空気穴



水密ゴム部の錆汁

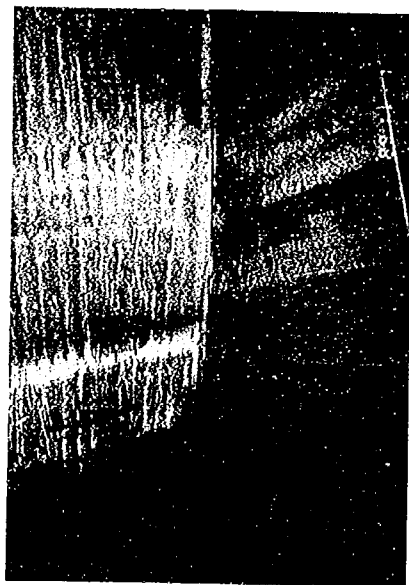


取水設備のスリットの腐食(亜鉛めっきに塗装)

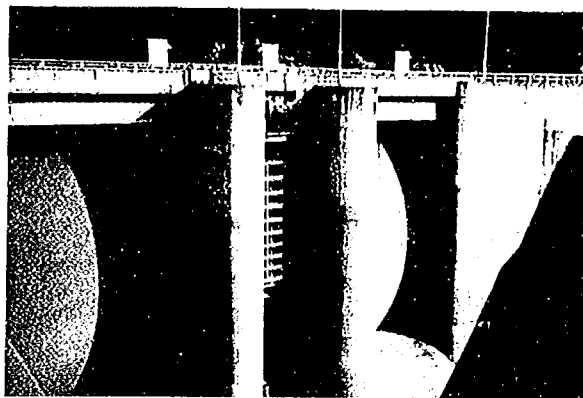


取水設備のシープ

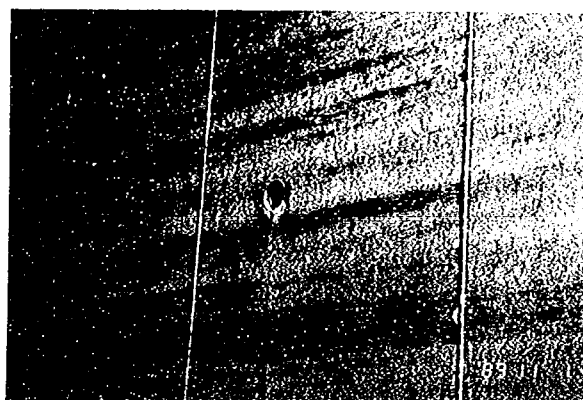
⑤ ダム



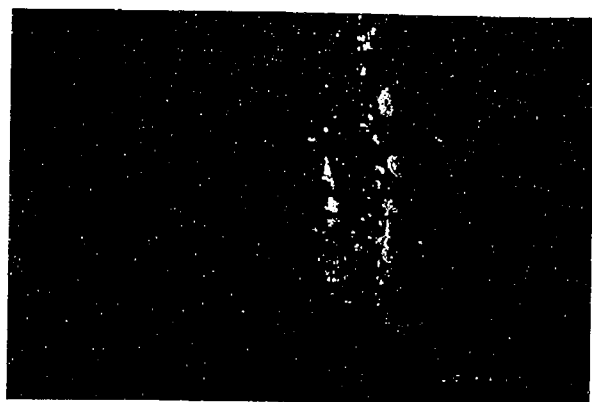
スキンプレートと呑口周辺



ゲート類



呑口周辺



放流管内面の塗装下腐食



放流管下面溶接部の発錆

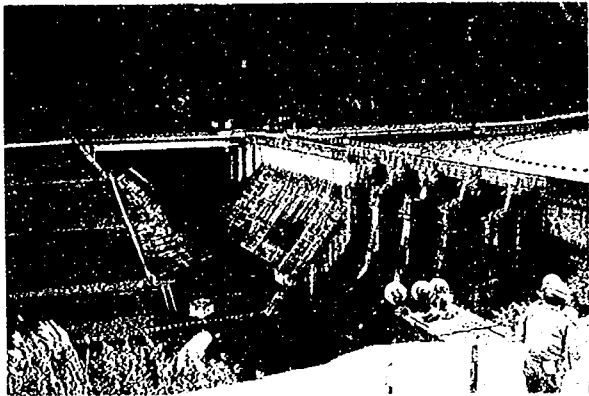


取水設備のスリットの腐食



取水設備のボルトの脱落

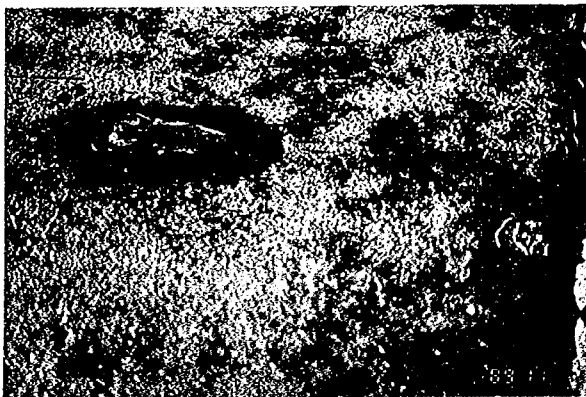
ドダム



ドダム全景



放流管底面の異種金属接触腐食



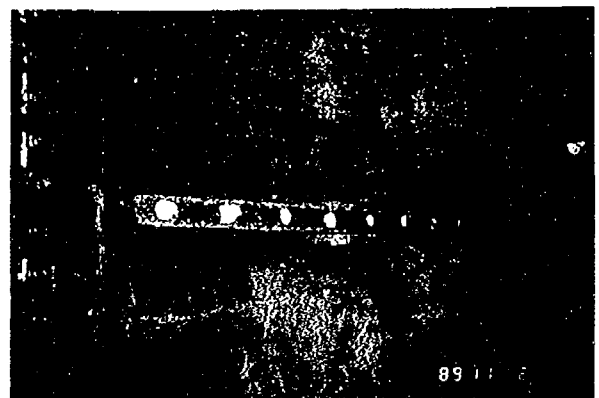
放流管底面の異種金属接触腐食



スキンプレート端面の腐食



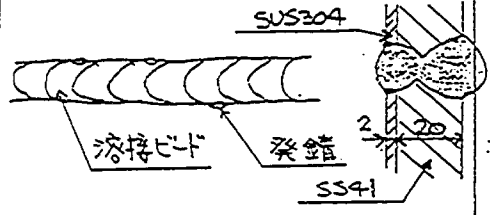
戸当り部周囲の腐食



電気防食のMg合金陽極の消耗

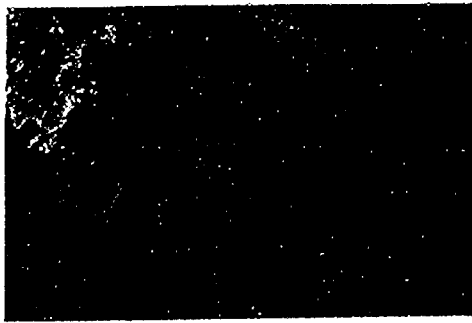
付属資料-2 放流設備、水門等腐食事例 アンケート調査回答

放流設備, 水門等腐食事例調査票

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他(状況写真, 図面等)
		オリフィス 放流管	内面 ステンレス (SUS304) クラッド鋼 板	淡水	昭和49年 製作 昭和 補修	現場溶接線の 境界に点々と 直径1mm程度 の発錆がみら れた。特に底 面に多く側 上面には殆ど みられなかつ た。	サンダーで削 り取りステン レス棒で溶接 し補修した。	
		オリフィス 放流管	内面 ステンレス (SUS304) クラッド鋼 板	淡水	昭和 製作 昭和 年	ステンレス面 の一部にもら い錆と思われ る発錆がみら れた。	サンドペー ー他で研磨し た。	

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		ローラゲート 及び 内張管	SS41	淡水	昭和28年 製作 平成元年度 補修	ダム水位低下が実用上不可能であった為戸当金物は完成後再塗装が行われていない。 ・戸当金物 ローラ路面、水密ゴム当り面ともに孔食ふくれが著しい。 ・放流管呑口戸当金物同様孔食ふくれが著しい。	ダム水位を低下させ、放流管呑口部に設けた仮締切工内にて既設戸当りを埋設した。新規戸当りは接水面は全てステンレス鋼とした放流管呑口はケレン後、ガラスフレーク塗料を塗布した	予備ゲートと放流管呑口部の空間が十分に確保できておらず、放流管呑口部は完成後、十分な防錆対策が行えなかった。 戸当り交換に当り、戸当りのゴム当り面を、300mm上流に張り出し、塗装スペースを確保するものとした。
		内張管	SS41	淡水	昭和37年 製作 昭和61年 補修	放流管内面はタールエポキシ塗料が塗布されているが（厚さ400 μ ）別添写真の如く、孔食が発生していた	電気溶接棒にて肉盛りを行い、グラインダで平滑に仕上げた。深い孔食部は（直径5mm以内深さ10mm以上）タガネ又はガウジングにて直径を10mm程度に広げ肉盛りグラインダ仕上げを行った。孔食部補修後ガラスフレーク塗料を塗布した。（管理膜厚850 μ ）	参考写真（写真-2）、（写真-3）

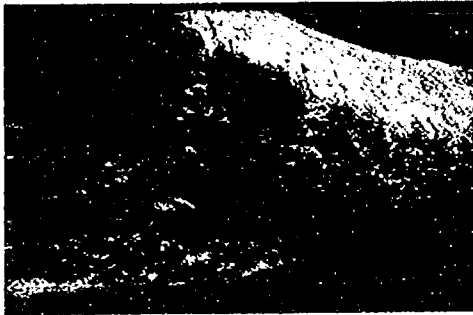




放流管 流管
呑口部



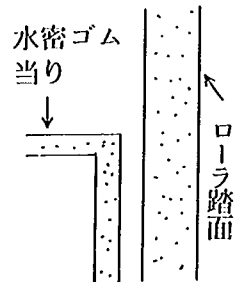
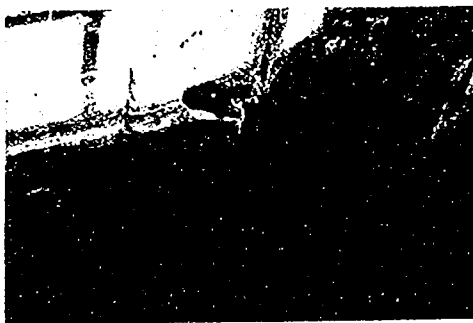
補修前



同 上
放流管呑口拡大
写真



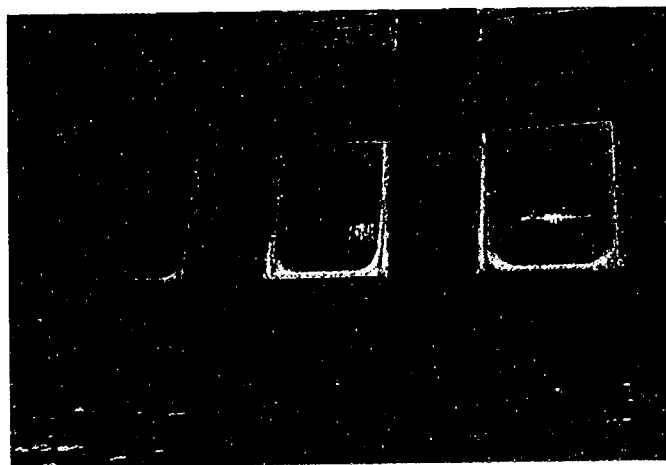
同上
底面孔食部



同上

(写真-1)

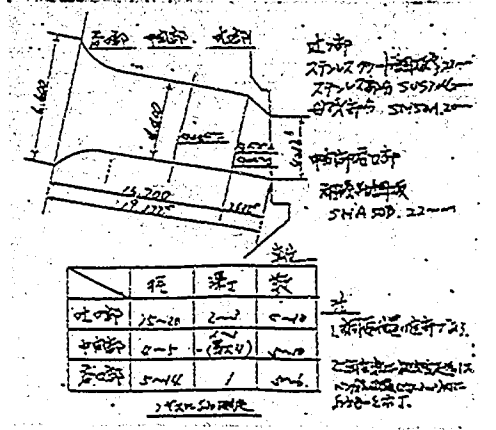
(写真-2)



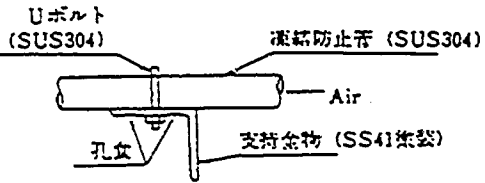
(写真-3)

放流管補修完成写真

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他(状況写真, 図面等)
		主放流設備 放流管	管胴板 吐口部 (ステンレ スクラッド 鋼) 呑口部 中間部 (普通鋼)	淡水	昭和44年 製作 昭和62年 補修	電食による孔 食	孔食部の溶接 補修とガラス フレーク塗料 によるライ ニング施工。	
		主放流設備 放流管	管胴板 吐口部 (ステンレ スクラッド 鋼) 呑口部 中間部 (耐候性鋼 材)	淡水	昭和52年 製作 昭和61年 補修	電食による孔 食クラッド鋼 より2.5m上 流部に発生し クラッド直上 で10mm×20mm 深さ3~5mm の孔食, その 他の部分では φ3~5mmの 孔食が発生	孔食部を溶接 により肉盛り グラインダー にて平滑にし た後, ガラス エポキシ樹脂 塗装(660μ) 施工。	

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		高圧ゲート コンジット パイプ	コンジット パイプ SS41 吐口部の一 部 SUS304	淡水	昭和45年 製作 昭和60年 補修	コンジット パイプ底面部 の溶接線（SS とSUS溶接の SS塗装部分） から1500mm以 内の塗膜に錆 ふくれが点在 し、その部分 に孔食が発生 していた。	下地処理 SUS2〜2.5 孔食部はエポ キシパテで穴 埋め タールエポキ シ樹脂塗料 400μ以上 SUS部分は溶 接線から40mm 以上まで塗装	
		主放水設備 放流管	ステンレス クラッド鋼 （吐口部） と耐候性鋼 材（中間部 吐口部）	淡水	昭和51年 製作 昭和58年 補修	土砂流による 塗膜損傷部（ 耐候性鋼材） の孔食発生し た。 （原因） SUSと軟鋼の 電食作用によ るもの。	ライニング塗 装（ガラスフ レーク）を施 工。	

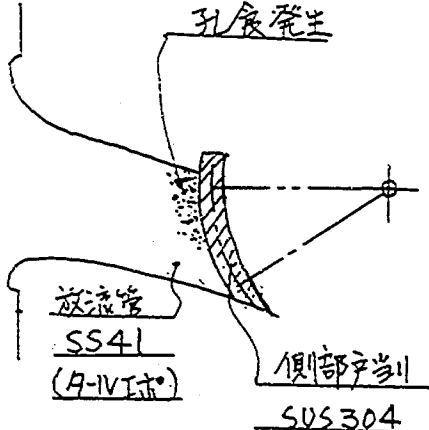
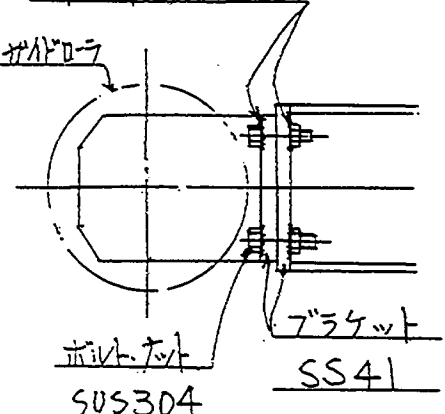
名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		掃流装置	配管 (配管用炭素鋼管 SGP)	汚染水 海水	昭和45年 製作 昭和62年 補修取替	海水中における亜鉛メッキの溶出によりサビと孔食が成長したものである。 (原因) 孔食の原因は硫酸塩還元菌による腐食と銅合金製バタフライバルブによる、電食との相乗作用と考えられる。	鋼管の取替えと内面をエポキシ樹脂系のライニングを施工。	腐食状況 A-A 断面 (鋼管の腐食状況) B-B 断面 (鋼管の腐食状況) SCALE 1/2 鋼管の腐食状況 (単位:mm)

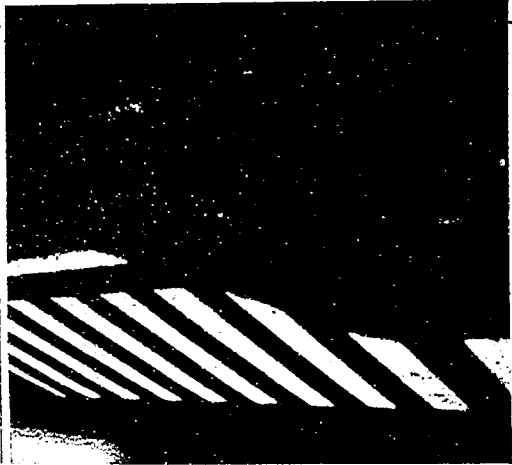
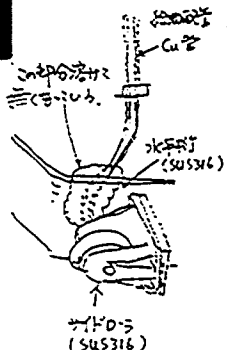
名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		温水取水設備、凍結防止管支持部の腐食	支持金物（SS41） 凍結防止管（SUS304） Uボルト（SUS304）	淡水（河川水） pH6.8 ～ 7.0 比電導度 30 $\mu\text{U}/\text{cmf}$ （）	昭和49年製作 昭和54年問題発生	支持金物のボルト、ナットで固定している周辺部に、特にエッジ部に孔食が発生した。	Uボルト、ナット及び支持金物近傍の、SUS配管を支持金物と同様に塗装した。 （タールエポキシ及び、塩化ゴム塗料塗装）	 状況 温水取付設備（H51.4m, D14.5m 12角形）の垂直方向及び円周方向に配管されている。凍結防止管（SUS304散気用）は支持金物（SS41不等辺山形鋼塗装）にUボルト、ナット（SUS304）で固定されているが、支持金物のボルト、ナットで固定している周辺部、特にエッジ部に孔食が発生した。 原因 塗膜欠陥部のSUS304によるガルバニックコロージョンと推定 対策 支持金物の補修の際のSUS304のUボルト、ナット及び支持金物近傍のSUS配管を支持金物と同様に塗装

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		シリンダー式表面取水設備	ワイヤーロープ （炭素鋼） 滑車 （球状黒鉛 鋳鉄品）	淡水	昭和62年製作 平成元年調査	ワイヤーロープの亜鉛メッキの50%程度が溶失している。 （水没部）	未定。案としてワイヤーロープ及び扉体付シーブをステンレス製とすることを推奨。	

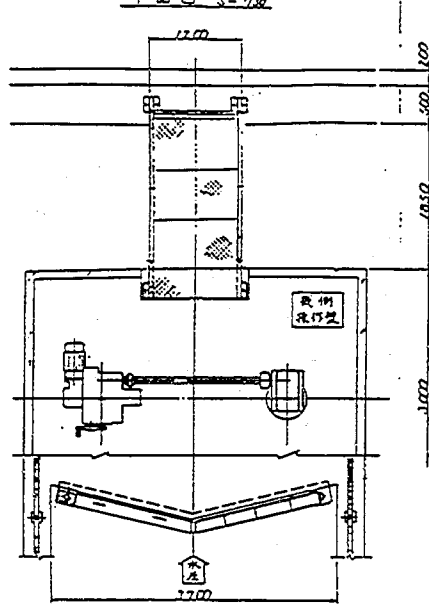
名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		海水導入管 バタフライ バルブ	弁棒 (SUS304) 弁本体 (SUS13) リーマボルト (SUS420J ₂)	海水	昭和54年 問題発生	弁本体と弁棒 を固定している リーマボルトの海水に接 している頭部が激しく腐食 し、ナットは 脱落、ボルト 原寸φ40mmが φ30mm程度に 減肉した。	リーマボルト の材質をSUS3 04に変更した	リーマボルト (SUS420J₂) 弁棒 (SUS304) 弁本体 (SCS13) (φ1200mm 2基) (φ1400mm 2基) 状 況 弁本体と弁棒を固定しているリーマボルト (ノックピン) の海水に接している頭部が激 しく腐食し、ナットは脱落し、ボルトは原寸 φ40mmがφ30mm程度に減肉した。 原 因 弁本体の材質はSCS13、弁棒はSUS304で構成さ れ、リーマボルトの材質は、SUS420J₂を使用 しており原因はガルバニックコローションで ある。 対 策 リーマボルトの材質を、SUS304に変更処理後 1年後に点検した結果、異常は認められない
		水中ポンプ 部低板	低部板 (SUS304) ・ウレタン ・ベニヤ板	工業用水 pH7.9～ 8.0 12ppm	昭和54年 問題発生	水中ポンプ 設置部に、 孔食発生 (数箇所)	SUS面を塗 装し絶縁した	水中ポンプ 低部板 ウレタン ベニヤ板 SUS 状 況 水中ポンプ設置部に孔食発生（数箇所のみ） 対 策 低部SUS面を塗装した。

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		直線多段式 表面取水 ゲート	扉体 SS41 戸当り SUS304 SS41	淡水	昭和 51 年 製作 昭和 59 年 補修	水没部にて、 SS41表面の亜 鉛溶射部が、 戸当り SUS304 のために電食 を起こし、一 部孔食を生じ ていた。	戸当り 水中塗装 扉体 サンドブラ スト後ター ルエポキシ 樹脂塗装	
		高圧ラジアルゲート	スキンプレート ステンレス クラッド *上流面 SUS27	淡水	昭和 38 年 製作 昭和 61 年 補修	スキンプレート 上流面(SUS) の溶接継目に 発錆	発錆部をグラ インダで削り SUS溶接 *削り込みの 深いところ は軟鋼 D309 D308 の順で溶接	

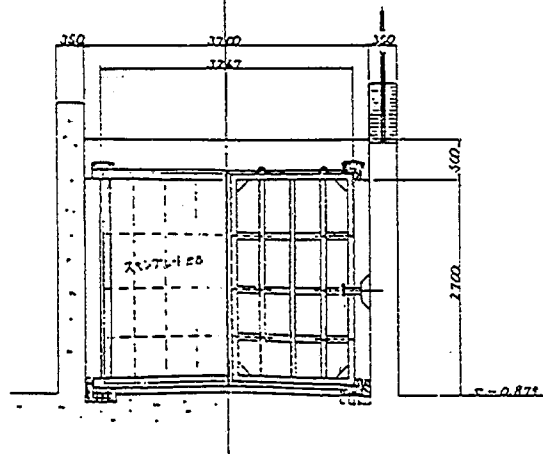
名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		オリフィス ラジアルゲ ート	SS41 (放流管) SUS304 (戸当り)	淡水	昭和56年 製作 昭和61年 補修	SUS304戸当り 付近のSS41放 流管に孔食が 発生した。	サンド処置後 タールエポキ シ樹脂塗装を ステンレス面 に約100mmラ ップして施工	
		シリンダゲ ート	SS41 (ガイドロ ーラブラケ ット) SUS304 (ボルト、 ナット)	淡水	昭和59年 製作 昭和60年 補修	SUS304ボルト 接触部のSS41 ブラケットに 発錆	ウレタン樹脂 で接触部をシ ールした後、 SUS304ボルト ナットも塗装	

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		桁構造 ローラゲート	扉体 SUS304	海水と淡水 の混合	平成元年 3月 製作、竣工 平成元年 10月 補修	海塩粒子の付着による電池腐食が全面に点在。	錆落とし不働態皮膜処理（不働態皮膜の破壊は今後予想されるため、塗装を行うことを推奨）	 スキンプレート面の孔食 （全面に発生している）
		桁構造 ローラゲート	扉体 SUS316 給油配管 BsBM	海水と淡水 の混合	昭和60年 製作 昭和60年 補修	各摺動部に給油のため配管した銅管が水没部分で融失した。	給油配管及び付属品を本体と同じSUS316とし取替えた。	 

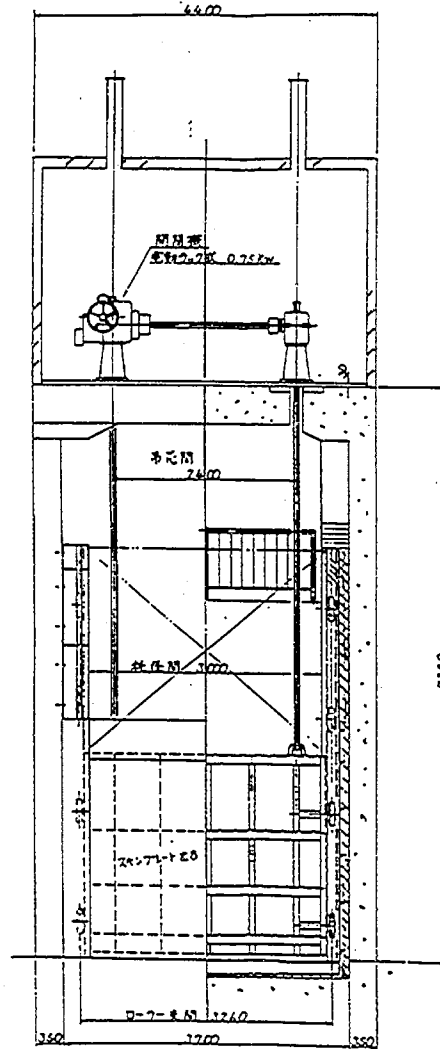
平面图 $S=1/30$



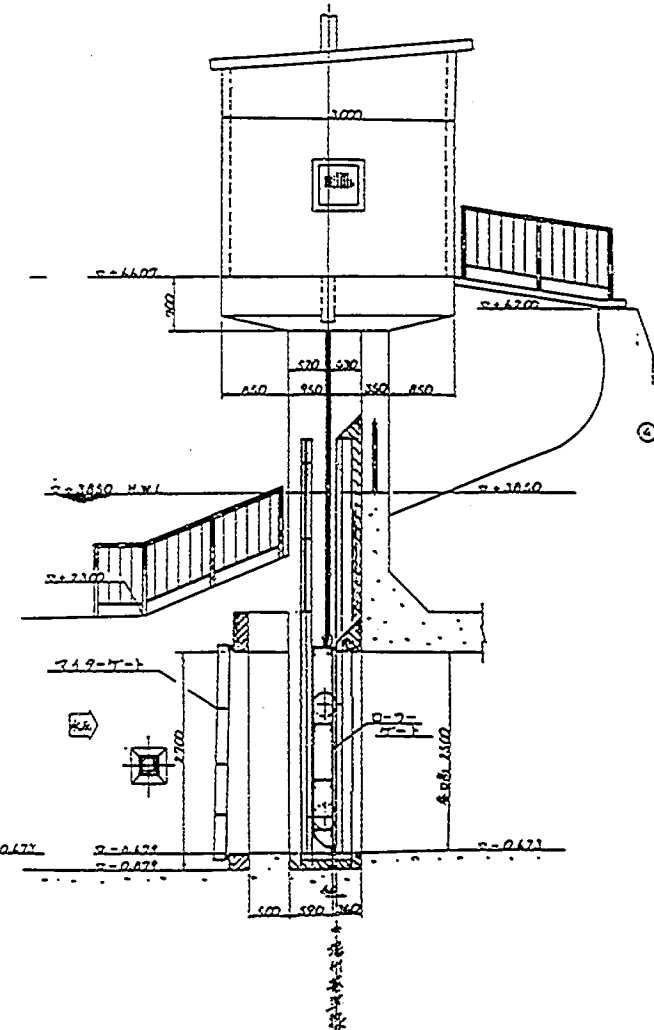
正面図 $s=1/10$
(217-7-1)



正面回 $s = 1/20$
(D-7-T-1)



侧面图 S-1/30

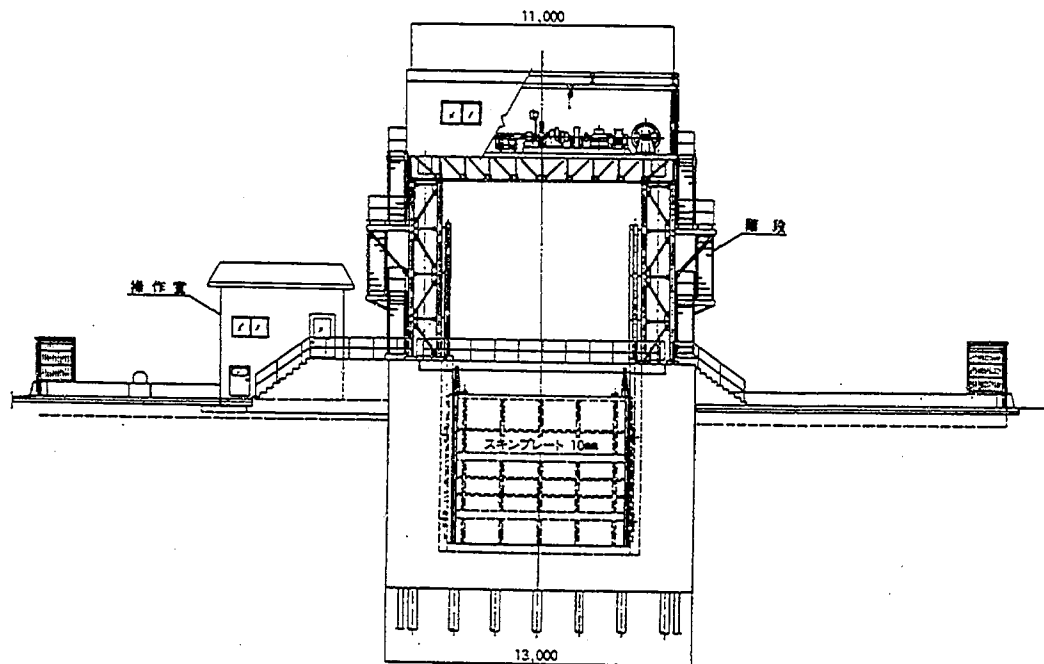


設計仕様	
型式	スチール製ローラーゲート
ゲート材質	SSS304
幅 × 高	3.0 m × 2.5 m
設置数	1門
設計水深	前面 4.525 m 後面 0.0 m
排水水深	前面 (6.25 m) 1.50 m (6.75 m) 2.50 m 後面 1.50 m
基礎	2.6 m
排水方式	排水ポンプ排水
排水機	排水ポンプ、排水機、排水管等

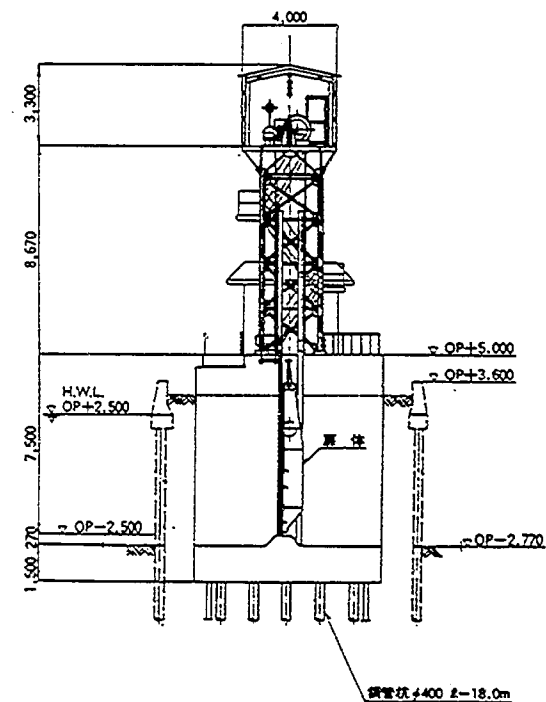
設計仕様	
型 式	ステンレス製ワイヤードレ
寸法	505304
幅・高	3.0 m × 2.5 m
設置数	1門
設計水深	約面 2.979 m 使用 0.0 m
排水方式	後面下方排水
排水方法	排水流量は50日間閉鎖

Δ									
Δ									
$\frac{1}{2}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8

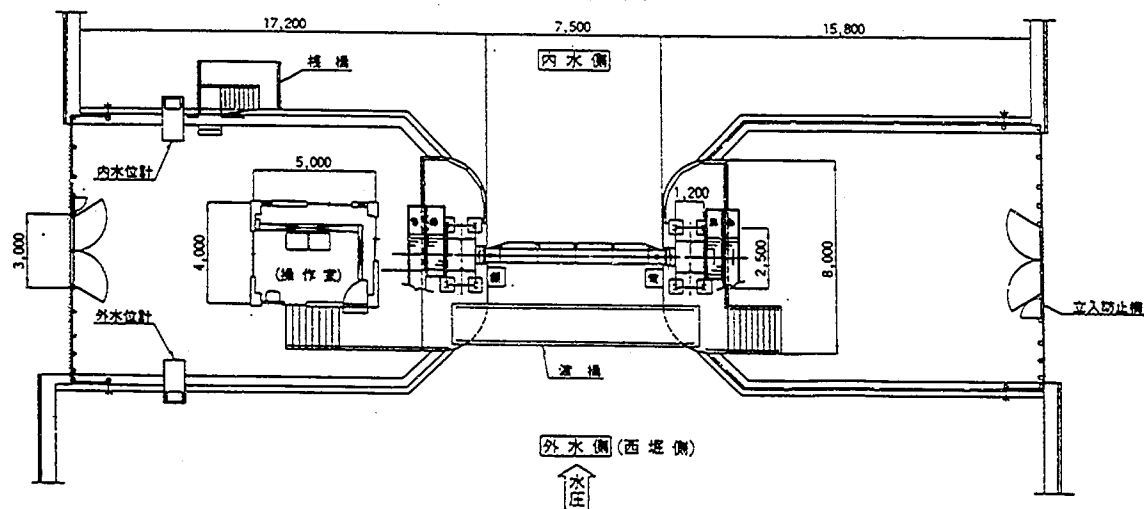
正面図



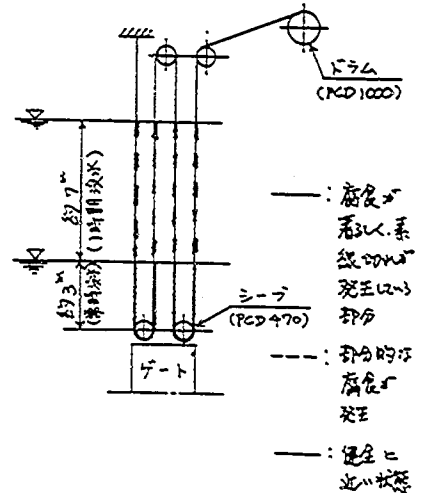
側面図

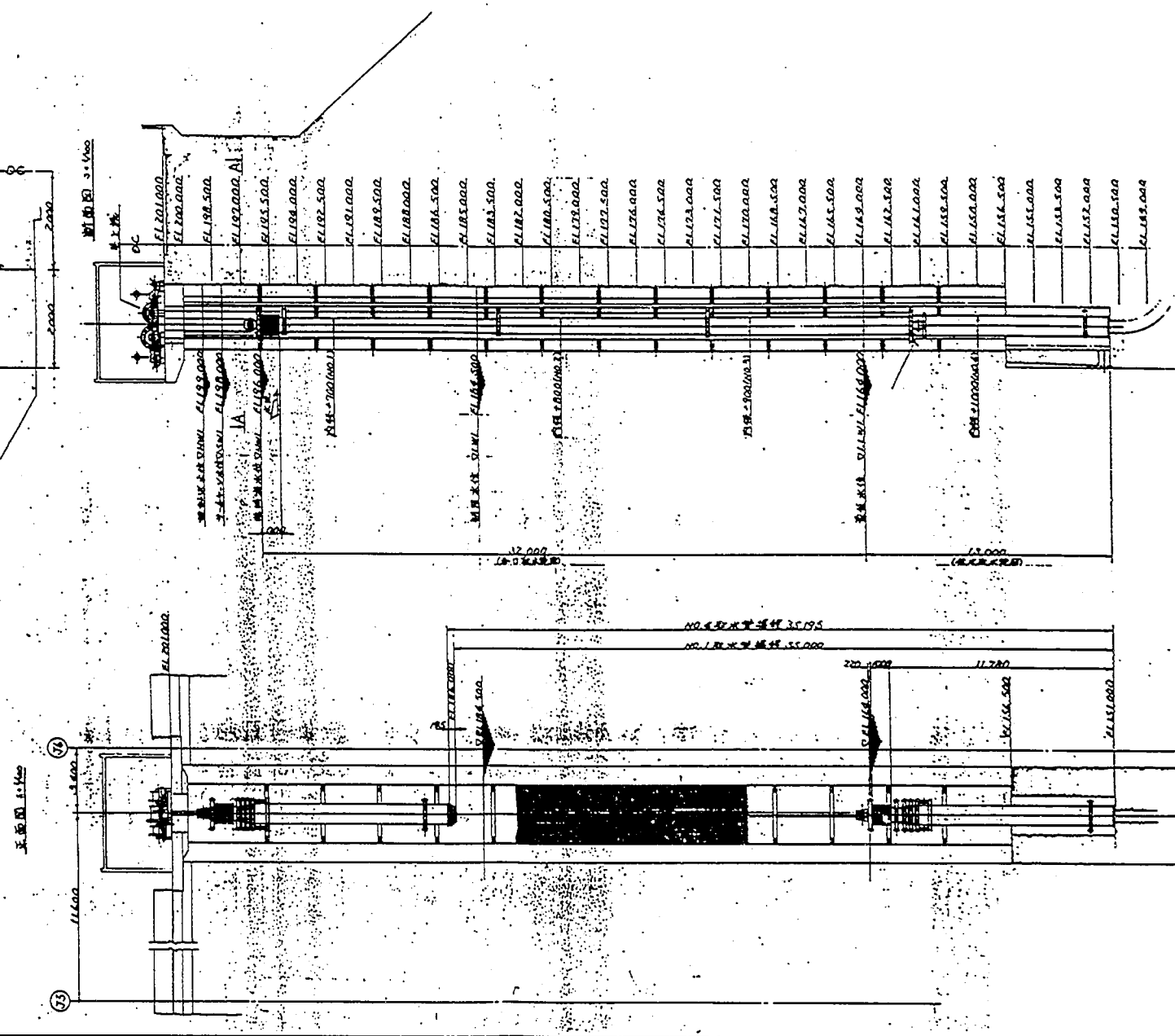
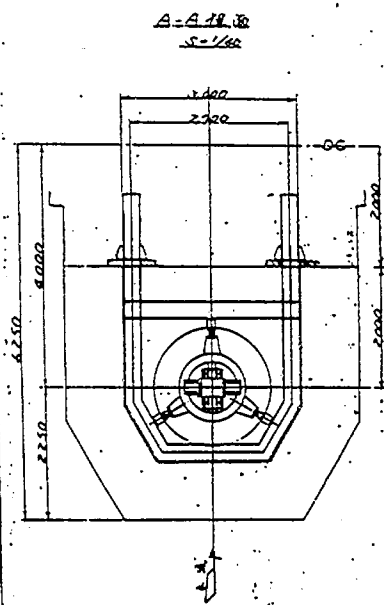


平面図



型 式	カウンターウェイト式鋼管プレートゲートローラーゲート
寸 法	幅 7,500mm 高さ 6,100mm
扉の重量	13ton
扉 高	OP+2,500
設計水位	内水位 OP+6,800mm
	外水位 OP+2,500mm
流 高	0.5m(全幅)
操作水位	内水位 OP+6,800mm
	外水位 OP+2,500mm
止水方式	鉛直方向ゴム水管
流 速	7.6m/s(設計流速 1.5m/s)
流圧強度	2.5N/mm ² (電動) 0.3N/mm ² (手動エンジン)
開閉方式	1セクタコイル式開閉機(ロープドライブ方式)
操作方式	水圧式開閉機(ロープドライブ方式) 電動機(ロープドライブ方式) 手動(ロープドライブ方式)
扉体材質	鋼板(16mm厚)
地 盤	定式 1,000以下
設計流速	水圧式 1.5m/s 電動式 1.5m/s
流 速	200% (最大流速 1.5m/s)

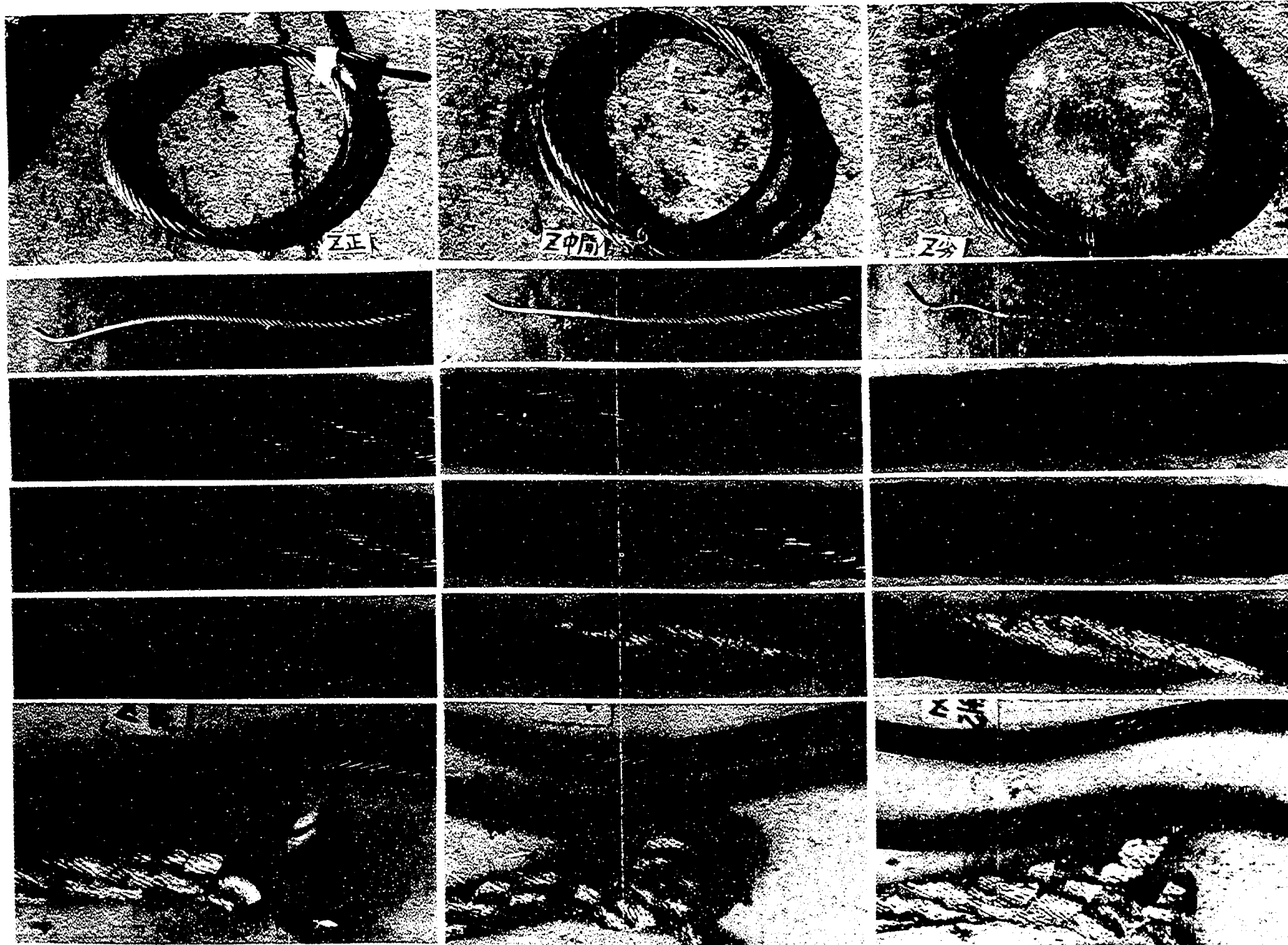
名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		円形多段式 取水ゲート	シーブ SCS13 ワイヤーロープ SWRH 亜鉛メッキ	淡水	昭和61年 製作 平成元年 12月 補修	常時水中部の 扉体シーブと 接触している 部分のワイヤ ーロープの素 線が電位差腐 食により三日 月状断面とな った。 電位差測定 0.27~0.38	暫定的に次の 処置を施した (1)シーブのロー プ溝部に亜 鉛溶射。 (2)高粘着性の ロープ油の塗 布 (3)接触部分の 位置を移す。	
		プレートガ ータ式ロー ラゲート (表面取水 ゲート)	鋼（ワイヤ ーロープJIS 6号, A種 亜鉛メッキ） SC46 (シーブ) SUS304 (戸当り)	淡水	昭和54年 製作 昭和62年 ワイヤーロー ープ取替	ワイヤーロー ープが常時没水 している部分 が有りその部 分で腐食、及 び素線切れが 発生。	ワイヤーロー ープをJIS21号 6×WS(36)に 変更取替。	



③-良くZより)

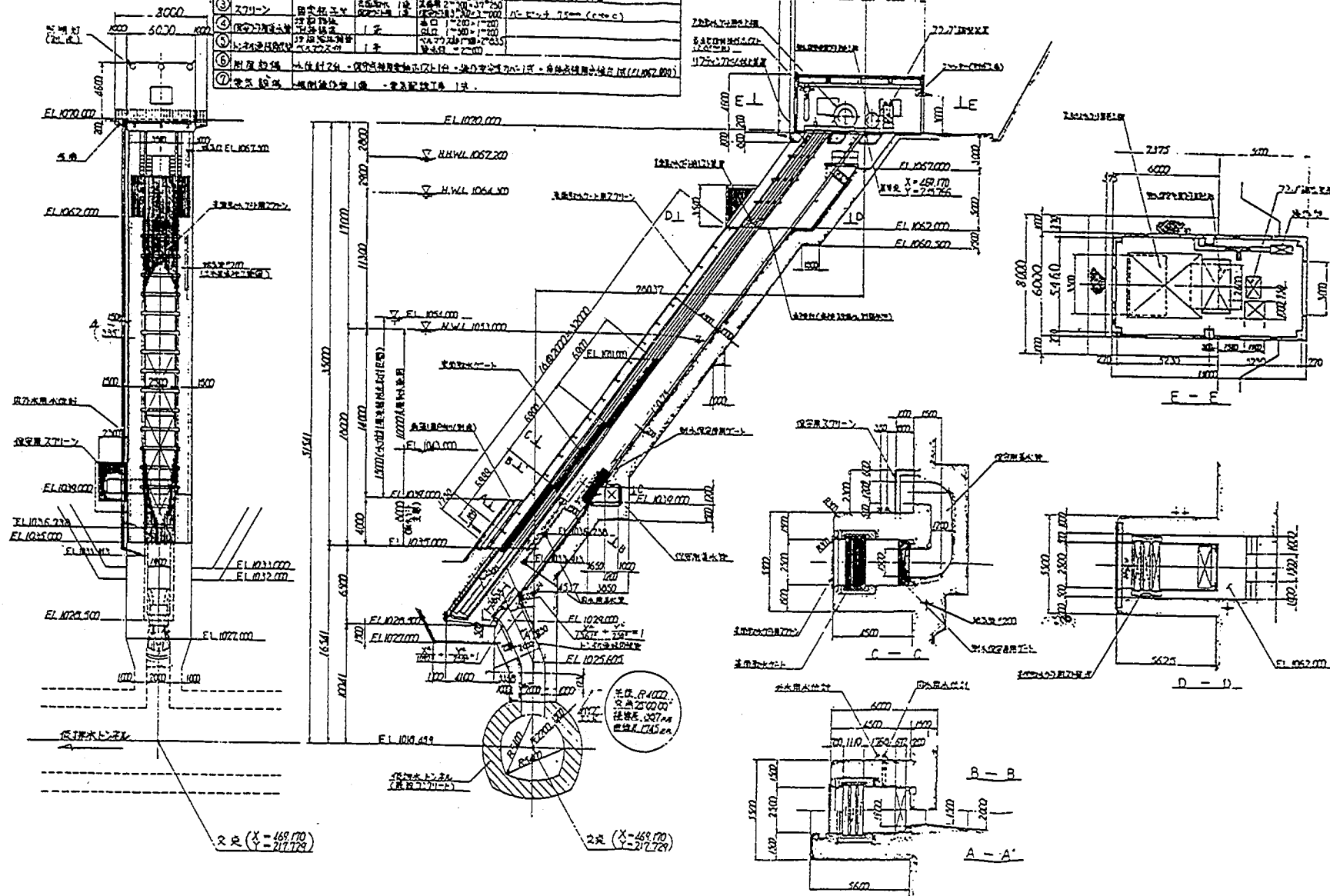
②-中くZより)

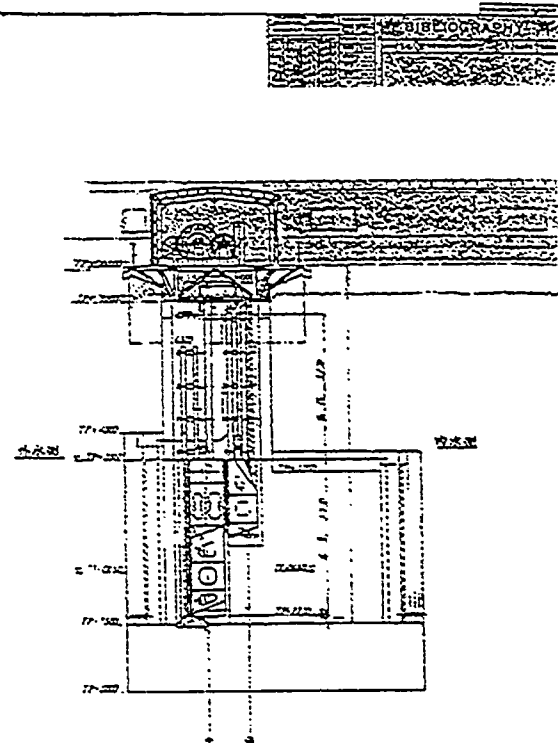
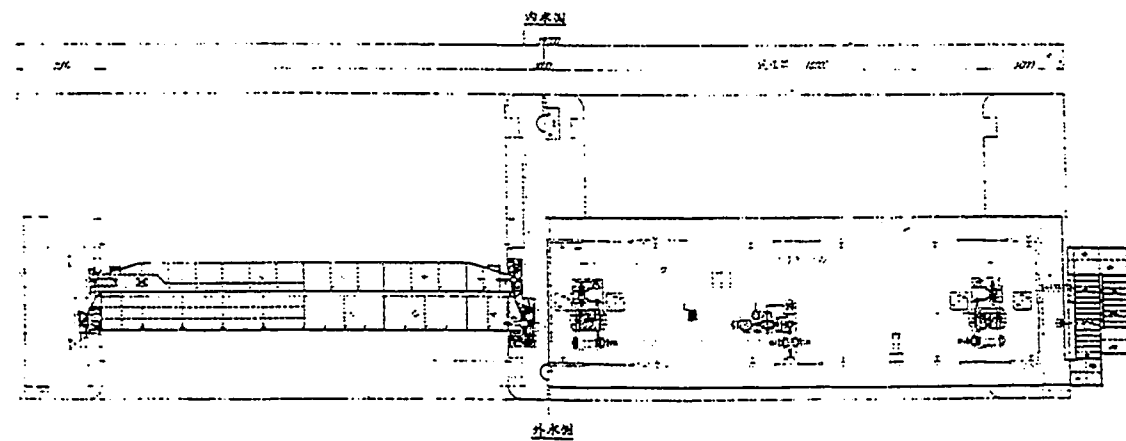
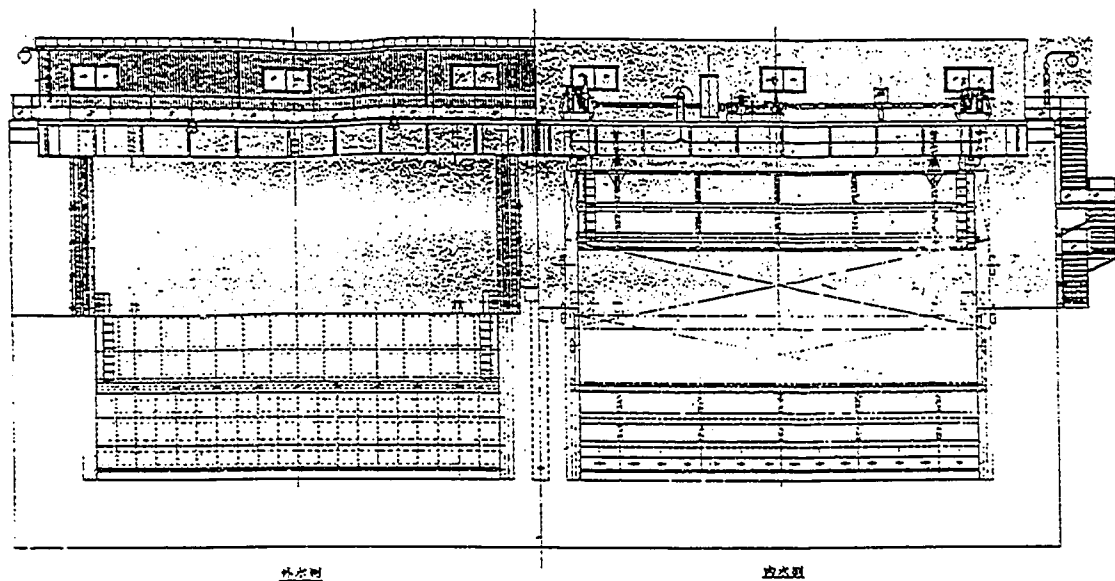
①-悪くZより)



名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他(状況写真, 図面等)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		桁構造ローラゲート (防潮水門)	SS41	海水	昭和47年 製作・据付 平成2年 1月 補修	錆およびふくれが著しい。	有機ジンク+エポキシ樹脂+ウレタン樹脂	2. 本工事の概要 (1) ゲート形式 ———— ウツアルゲートで断面内装付式 鋼製 S. 鋼板 12mm X 可動部 1.7m (2) 鋼材の選定 ———— 鋼材の選定(鋼材の選定) → 鋼材の選定(アパッシュゾーン) とし鋼材の選定方式による鋼材の選定 (3) 鋼材の選定 ———— 水中でゲート方式により鋼材の上流及び下流の選定 (4) 鋼材の選定 ———— 鋼材の選定を鋼材の選定方式により鋼材の上流及び下流の選定 (5) 鋼材の選定 ———— 鋼材の選定を鋼材の選定方式により鋼材の上流及び下流の選定 (6) 鋼材の選定 ———— 鋼材の選定を鋼材の選定方式により鋼材の上流及び下流の選定 3. 工事の進捗 <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

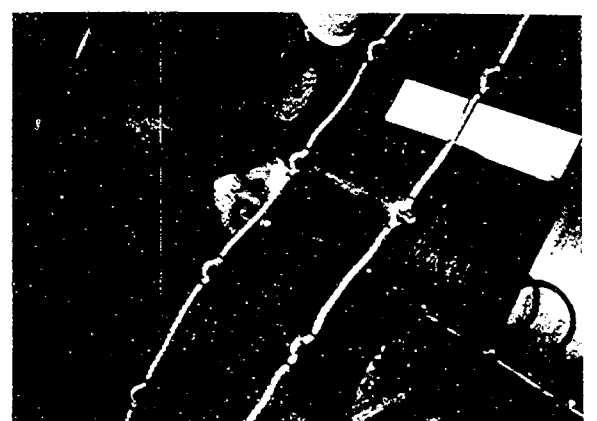
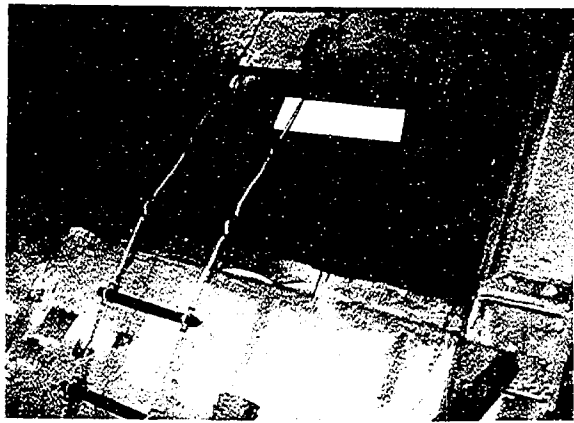
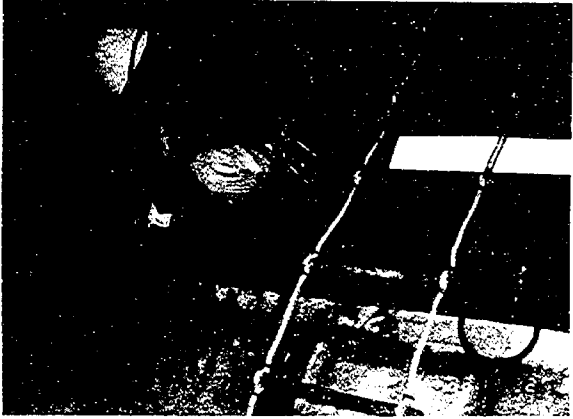
設備仕様			
No.	品名	設置数	寸法
①	床敷板	1 坪	750×750×18
②	壁紙	1 坪	750×750×18
③	天井	1 坪	750×750×18
④	照明	1 坪	750×750×18
⑤	空調	1 坪	750×750×18
⑥	換気	1 坪	750×750×18
⑦	給水	1 坪	750×750×18
⑧	排水	1 坪	750×750×18
⑨	電気	1 坪	750×750×18
⑩	ガス	1 坪	750×750×18
⑪	水道	1 坪	750×750×18
⑫	暖房	1 坪	750×750×18
⑬	冷房	1 坪	750×750×18
⑭	換気	1 坪	750×750×18
⑮	給水	1 坪	750×750×18
⑯	排水	1 坪	750×750×18
⑰	電気	1 坪	750×750×18
⑱	ガス	1 坪	750×750×18
⑲	水道	1 坪	750×750×18
⑳	暖房	1 坪	750×750×18
㉑	冷房	1 坪	750×750×18
㉒	換気	1 坪	750×750×18
㉓	給水	1 坪	750×750×18
㉔	排水	1 坪	750×750×18
㉕	電気	1 坪	750×750×18
㉖	ガス	1 坪	750×750×18
㉗	水道	1 坪	750×750×18
㉘	暖房	1 坪	750×750×18
㉙	冷房	1 坪	750×750×18
㉚	換気	1 坪	750×750×18
㉛	給水	1 坪	750×750×18
㉜	排水	1 坪	750×750×18
㉝	電気	1 坪	750×750×18
㉞	ガス	1 坪	750×750×18
㉟	水道	1 坪	750×750×18
㊱	暖房	1 坪	750×750×18
㊲	冷房	1 坪	750×750×18
㊳	換気	1 坪	750×750×18
㊴	給水	1 坪	750×750×18
㊵	排水	1 坪	750×750×18
㊶	電気	1 坪	750×750×18
㊷	ガス	1 坪	750×750×18
㊸	水道	1 坪	750×750×18
㊹	暖房	1 坪	750×750×18
㊺	冷房	1 坪	750×750×18
㊻	換気	1 坪	750×750×18
㊼	給水	1 坪	750×750×18
㊽	排水	1 坪	750×750×18
㊾	電気	1 坪	750×750×18
㊿	ガス	1 坪	750×750×18





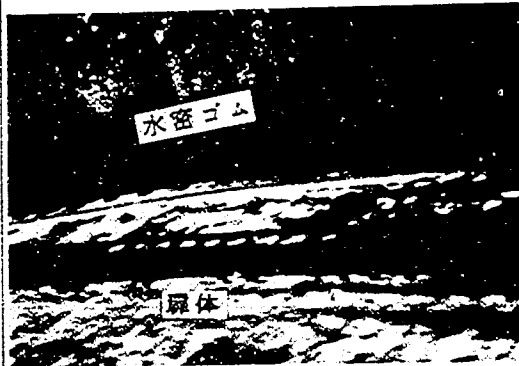
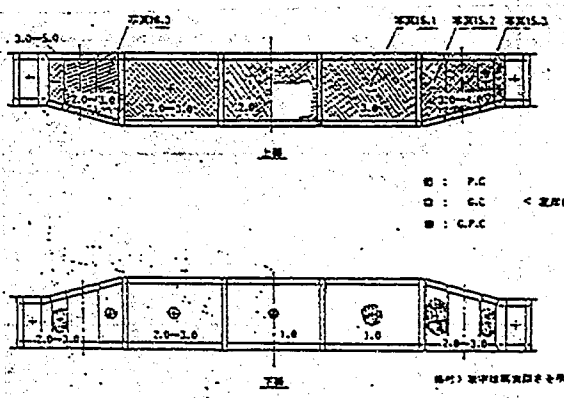
材料表

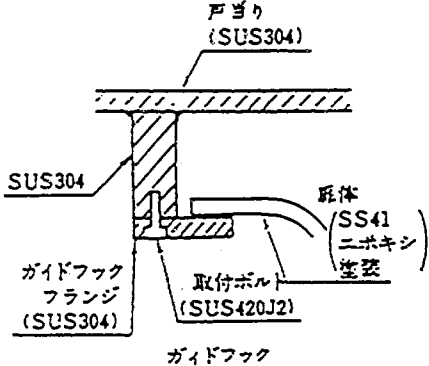
序号	材料名称	规格	单位	数量
1	红砖	240x115x53	m³	10.00
2	水泥	42.5	t	0.50
3	砂	中砂	m³	1.00
4	石子	40-70	m³	1.00
5	木材	杉木	m³	0.10
6	油漆	红丹防锈漆	kg	0.10
7	腻子	107	kg	0.10
8	石膏	99	kg	0.10
9	白灰	100	kg	0.10
10	钢筋	HPB235	t	0.10
11	铁丝	12#	kg	0.10
12	铁钉	40	kg	0.10
13	铁线	12#	kg	0.10
14	铁片	12#	kg	0.10
15	铁管	12#	kg	0.10
16	铁板	12#	kg	0.10
17	铁条	12#	kg	0.10
18	铁线	12#	kg	0.10
19	铁片	12#	kg	0.10
20	铁管	12#	kg	0.10
21	铁板	12#	kg	0.10
22	铁条	12#	kg	0.10
23	铁线	12#	kg	0.10
24	铁片	12#	kg	0.10
25	铁管	12#	kg	0.10
26	铁板	12#	kg	0.10
27	铁条	12#	kg	0.10
28	铁线	12#	kg	0.10
29	铁片	12#	kg	0.10
30	铁管	12#	kg	0.10
31	铁板	12#	kg	0.10
32	铁条	12#	kg	0.10
33	铁线	12#	kg	0.10
34	铁片	12#	kg	0.10
35	铁管	12#	kg	0.10
36	铁板	12#	kg	0.10
37	铁条	12#	kg	0.10
38	铁线	12#	kg	0.10
39	铁片	12#	kg	0.10
40	铁管	12#	kg	0.10
41	铁板	12#	kg	0.10
42	铁条	12#	kg	0.10
43	铁线	12#	kg	0.10
44	铁片	12#	kg	0.10
45	铁管	12#	kg	0.10
46	铁板	12#	kg	0.10
47	铁条	12#	kg	0.10
48	铁线	12#	kg	0.10
49	铁片	12#	kg	0.10
50	铁管	12#	kg	0.10
51	铁板	12#	kg	0.10
52	铁条	12#	kg	0.10
53	铁线	12#	kg	0.10
54	铁片	12#	kg	0.10
55	铁管	12#	kg	0.10
56	铁板	12#	kg	0.10
57	铁条	12#	kg	0.10
58	铁线	12#	kg	0.10
59	铁片	12#	kg	0.10
60	铁管	12#	kg	0.10
61	铁板	12#	kg	0.10
62	铁条	12#	kg	0.10
63	铁线	12#	kg	0.10
64	铁片	12#	kg	0.10
65	铁管	12#	kg	0.10
66	铁板	12#	kg	0.10
67	铁条	12#	kg	0.10
68	铁线	12#	kg	0.10
69	铁片	12#	kg	0.10
70	铁管	12#	kg	0.10
71	铁板	12#	kg	0.10
72	铁条	12#	kg	0.10
73	铁线	12#	kg	0.10
74	铁片	12#	kg	0.10
75	铁管	12#	kg	0.10
76	铁板	12#	kg	0.10
77	铁条	12#	kg	0.10
78	铁线	12#	kg	0.10
79	铁片	12#	kg	0.10
80	铁管	12#	kg	0.10
81	铁板	12#	kg	0.10
82	铁条	12#	kg	0.10
83	铁线	12#	kg	0.10
84	铁片	12#	kg	0.10
85	铁管	12#	kg	0.10
86	铁板	12#	kg	0.10
87	铁条	12#	kg	0.10
88	铁线	12#	kg	0.10
89	铁片	12#	kg	0.10
90	铁管	12#	kg	0.10
91	铁板	12#	kg	0.10
92	铁条	12#	kg	0.10
93	铁线	12#	kg	0.10
94	铁片	12#	kg	0.10
95	铁管	12#	kg	0.10
96	铁板	12#	kg	0.10
97	铁条	12#	kg	0.10
98	铁线	12#	kg	0.10
99	铁片	12#	kg	0.10
100	铁管	12#	kg	0.10

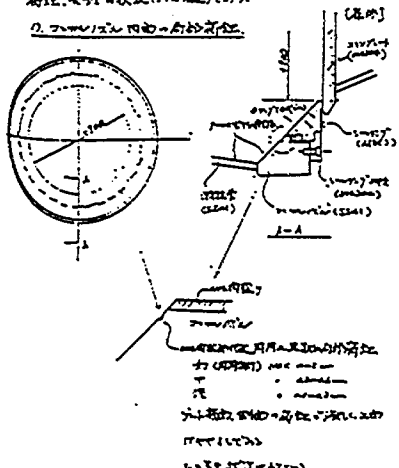
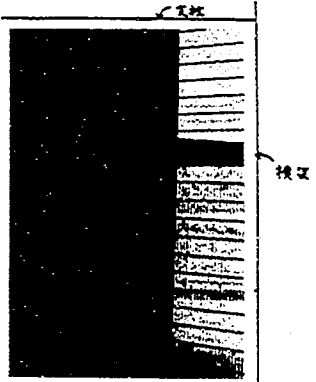
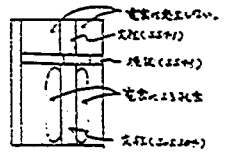


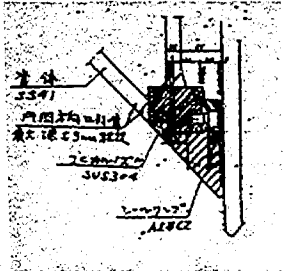
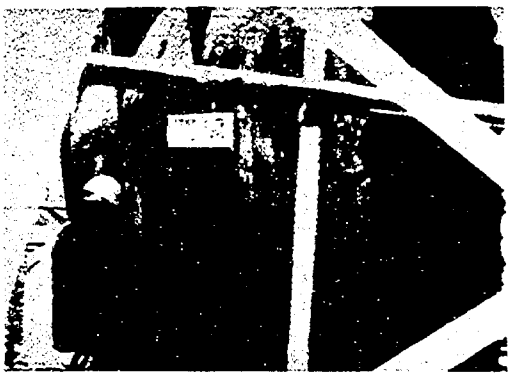
名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		シエル構造 ローラゲート	ワイヤーロープ （フィラー 形JIS 13号）	汚染水	昭和53年 製作 昭和61年 補修取替	塗油困難構造 による塗油不 足と、常時水 面付近にある （乾湿状態） ため腐食進行 破断。	JIS21号 （ウェリント ンジール形） に変更。	
		主放水設備 ローラゲート	ステンレス クラッド鋼 SUS304 (2mm) SM50(23mm) (スキンプ レート)	淡水	昭和51年 製作 昭和58年 補修	スキンプレートの溶接継手 部に孔食発生 した。 (原因) SUS溶接の軟 鋼による希釈 で母材	グラインダー による発錆部 除去溶接肉盛 り補修施工。	
		越流型 ローラゲート	SS41 タールエポ キシ樹脂塗 料	淡水	昭和39年 製作 昭和63年 補修	腐食により形 くずれ	当該部（リップ部）のみス テンレス鋼に 取り替え補修	

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他(状況写真、図面等)
		主水門扉体 (アーテ型 シエル 構造)	扉体 (耐候性 鋼材)	海水 汚染水 pH 7.2 Cl = 2900 mg/l	昭和 4 5 年 製作 昭和 6 3 年 補修	ヘドロ堆積及 び除去時の塗 膜の損傷によ り孔食が発生 (原因) 塗装系の不適 応と塗膜の損 傷	孔食部肉盛り と添接板及び リブ取替え、 及び塗装系を 塩化ゴム系よ りタールエポ キシ樹脂系を 施工	
		油圧シリン ダー駆動式 起伏ゲート	シリンダー ロッド (STKM38に 硬質クロ ムメッキ)	淡水	昭和 4 2 年 製作 昭和 5 5 年 補修	ピストンロッ ドのクローム メッキが30μ 層であったた め、ヘアーク ラック部より 空気、水等が 浸入し腐食、 メッキのはが れが生じた。	材質をSUS304 に変更し、そ の上にクロ ムメッキ30μ を施工。	

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		クレストラ ジアルゲー ト	スキンプレ ートSUS304 扉体吊金物 SC46 水密ゴム 押え板 SS41	淡水	昭和39年 製作 昭和54年 補修	水密ゴム押え 板及び扉体 吊金物が腐食 （いずれも常 時没水部）	水密ゴム押え 板取り替え 扉体吊金物 タールエポキ シ樹脂塗料 250～300μ	
		取水口ゲー ト桁構造ロー ラゲート	主桁 （軟鋼 SS41）	淡水	昭和28年 製作 平成元年 調査	主桁ウェブ部 が長期間湿潤 状態にさらさ れるため腐食 が進行してい る。 （板厚減少及 び水抜穴欠 損）	未定、案とし て全体を取替 えを推奨。	 図22 取水口の桁構造断面図（H5）4G-1号

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		表面取水ゲート	ガイドフック (SUS304) 取付ボルト (SUS420J ₂)	淡水	昭和50年製作 昭和52年問題発生	ボルト頭部及び首下部に激しい腐食が発生し、頭部が欠損した。	取付ボルト SUS420J ₂ を SUS304に変更 ボルト本数を増加した。	 状況 ・ボルト頭部及び首下部に局部的に激しい腐食。 ・頭部の欠損 原因 ・異種金属接触による腐食 ・面積比 SUS304:SUS420J₂=57:1 ・腐食部にSO₄²⁻の濃度(pH4) ・減肉による剪(せん)断破壊 対策 (i) SUS420J₂ → SUS304 (ii) ボルト(SUS304)の本数を増加した。

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		ジェットフローゲート	SUS304（コニカルノズル） SU41（管体）	淡水	昭和53年（納入） 昭和55年（補修）	コニカルノズルと接続している管体の境界付近に円周に沿って孔食が生じた（異種金属接触による電食）	重防食塗料（デブコン）により応急的に補修 その後腐食の進行は特に認められない。	3. 腐食状況 腐食、電食・穴食等について、 2. コニカルノズル内面・外周部 
		シリンダーゲート	塔体（最低水位以下） SUS304 塔体（最低水位以上） SS41＋ タールエポキシ スクリーン（全面） SS41＋ 亜鉛メッキ	淡水	昭和58年（納入）	ステンレス製支柱、横梁付近のスクリーンに異種金属接触による電食が発生した	電気防食を検討中	 

名称並びに所在地	管理者	構 造	材 質	水 質	製 作 年 度 及 び 補 修 年 度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		ジェットフ ローゲート	SUS304 (コニカル ノズル) SS41 (管体)	淡水	昭和56年 (納入) 平成元年 (点検)	コニカルノズ ルに接続して いる管体の境 界付近円周に 沿って孔食が 生じた。 (異種金属接 触による電食 と思われる) 最大で深さ 3mm程度	進行状態を観 察中	 
		鋼製起伏 ゲート	扉体SS41 戸当り SUS27	淡水	昭和40年 製作 昭和56年 補修	扉体の塗装面 に局部的な錆 、ふくれを生 じ、その下 には孔食が発生 していた	サンドブラ スト後、塗装 ジンクリッ ジプライマ エポキシ樹 脂塗料 200μ	

名称並びに所在地	管理者	構造	材質	水質	製作年度 及び 補修年度	腐食状況	補修方法	その他（状況写真、図面等）
		制水ゲート シエル構造 ローラゲート（4号ゲート）	シエル板 （耐候性鋼板） 水密ゴム押えボルト （SUS304） 主ローラ （SCCrM3） 主ローラ軸 （SF60 クロームメッキ）	上流 淡水 pH 7.2 cℓ = 18 mg/ℓ 下流 海水と淡水 の混合水 pH 7.5 cℓ = 9500 mg/ℓ	昭和49年 製作 平成元年 補修	上流面及び下流面ともキズ等による塗膜の損傷により孔食発生多数あり。 水密ゴム押えボルト付近は電食による孔食が発生している。 主ローラ踏面は全面に発錆、主ローラ軸の露出部はメッキが剥離し、多数の孔食が発生ただし扉体内部は異常なし。	塗装、塗替、施工	 扉体外面（上流側）底端水密ゴム  ㊦ 主ローラ軸（メッキ剥離あり）

ダムにおけるステンレス鋼材の
利用実態調査報告書

I S S N 0386-5878
土 研 資 料 第2909号
平成2年9月 (1990)

吉田 正, 丹野 光正
市川 慧, 片脇 清, 守屋 進

要 旨 ダム放流設備へのステンレス鋼材の適切な利用を図ることを目的として、ダム放流設備におけるステンレス鋼材の利用実態調査、水門・放流設備の腐食事例のアンケート調査、および建設後32年経過したダムの扉体及び戸当たり部の解体腐食状況調査結果をとりまとめたものである。

キーワード：ダム, 放流設備, ステンレス鋼材, 利用実態, 腐食事例, 解体調査

郵便はがき

郵便切手を
はって下さ
い

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
化学研究室 御中

No. 58

No. 58

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2909号

「ダムにおけるステンレス鋼材の
利用実態調査報告書」

部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印