

土木鋼材用重防食被覆材料の利用技術 に関する共同研究報告書（Ⅰ）

平成7年9月

建設省土木研究所
材料施工部化学研究室
社団法人 鋼材倶楽部

Copyright © (1995) 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。

土木鋼材用重防食被覆材料の利用技術 に関する共同研究報告書（Ⅰ）

建設省土木研究所 新材料開発研究官
化学研究室長
化学研究室主任研究員

(社)鋼材倶楽部

片脇 清
坂本 浩行
西崎 到
仮屋園 義久
加藤 弘忠
森岡 芳之
勝谷 雅彦
大須賀 昭一
若松 富夫
伊沢 富夫
塩谷 千歳
岸川 浩史
鈴木 規彦
大槻 貢
加藤 敏
田中 成人
寺崎 滋樹
篠原 敏雄
中川 茂
森川 孝義
篠原 雅樹
安武 正俊
吉田 節

要 旨

景観性重視の観点から、鋼矢板や鋼管矢板などの土木鋼材の表面にカラー被覆を施した重防食被覆材料を修景護岸・道路擁壁に利用するための技術開発が、平成3年度から4年度にかけて、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業への新素材・新材料利用技術の開発」の一環として、(社)鋼材倶楽部との共同研究により行われた。この共同研究では、主要な材料であるポリエチレン・ウレタンエラストマーの促進劣化試験・屋外暴露試験による耐久性評価と重防食被覆材料として優れた被覆材料の選定、過去の施工例調査や鋼矢板の色彩と汚れの心理的な効果の調査による、景観材料としてカラー鋼矢板に望ましい色彩の選定、などが実施された。

本報告書では、これらの研究の成果をとりまとめたものである。

キーワード：高耐久性被覆材料、鋼矢板、鋼管杭、鋼管矢板、景観材料、新素材

まえがき

近年、修景護岸・道路擁壁などの景観設計のための材料として、鋼矢板や鋼管矢板などの土木鋼材の表面にカラー被覆を施した重防食被覆材料が注目されている。これらの材料の利用技術や耐久性評価はこれまで確立されていなかったため、これらの重防食被覆材料の耐久性・景観性に注目した利用技術の開発が、平成3年度から4年度にかけて、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業への新素材・新材料利用技術の開発」の一環として、建設省土木研究所を(株)鋼材倶楽部との共同研究により行われた。

この共同研究で実施された研究内容は以下のとおりである。

- (1) 主要な材料であるポリエチレン・ウレタンエラストマーを対象とした、促進劣化試験・屋外暴露試験による材料および色の経時変化の調査・評価と、重防食被覆材料として優れた被覆材料の選定、および各種促進試験方法による褪色性や材料性能の変化の評価
- (2) 景観性を考慮した材料の利用方法を調べるための、鋼矢板護岸・道路擁壁の過去の施工例調査と、鋼矢板の色彩と汚れの心理的な効果の調査による、景観材料としてカラー鋼矢板に望ましい色彩の選定

本研究報告書は、これらの共同研究のなかで行われた各種試験や調査の結果をとりまとめたものである。また、本共同研究の成果のもとに、実際の建設事業のなかで有効に活用することを目的として、「土木鋼材重防食被覆材料の利用技術に関する共同報告書－景観に配慮した重防食被覆鋼矢板・鋼管矢板の利用技術指針（案）－」が別途作成されている。

カラー重防食鋼矢板は、今後実際に建設事業のなかで使われることによって、その実用性や景観材料としての性能を評価されるべき材料である。これらの評価にあたっては多くの関係各位の理解と協力をお願いしたい。

建設省土木研究所
社団法人 鋼材倶楽部

共同研究担当者名簿

建設省土木研究所材料施工部 新材料開発研究官 片脇 清
化学研究室長 坂本 浩行
化学研究室主任研究員 西崎 到

(株)鋼材倶楽部 土木用重防食被覆鋼材の利用技術研究会

専門技術ワーキンググループ 幹事 仮屋園 義久

委員 加藤 弘忠

委員 森岡 芳之

委員 勝谷 雅彦

委員 大須賀 昭一

委員 若松 富夫

委員 伊沢 富夫

委員 塩谷 千歳

委員 岸川 浩史

委員 鈴木 規彦

委員 大槻 貢

利用技術ワーキンググループ 幹事 加藤 敏

委員 田中 成人

委員 寺崎 滋樹

委員 篠原 敏雄

委員 中川 茂

委員 森川 孝義

委員 篠原 雅樹

委員 安武 正俊

委員 吉田 節

目 次

第1章 概要	1
1.1 研究目的	1
1.2 研究内容	1
1.3 研究体制	3
第2章 被覆材料の耐久性に関する研究	4
2.1 検討内容	4
2.2 試験方法	4
2.3 結果および考察	15
2.4 まとめ	29
第3章 景観性に関する研究	32
3.1 景観実態調査	32
3.2 景観シュミレーション調査	60
第4章 洗浄試験	75
4.1 事前確認試験	75
4.2 現地試験	81
付属資料	
I 規格および各種試験方法	89
II 環境色彩実態調査手法	109
III 環境色彩評価手法	115

第1章 概 要

1.1 研究目的

河川・道路構造物等の公共土木構造物において、景観性を考慮した土木鋼材用の耐久性や防食性に優れた高耐久性被覆材料の要望が高まっている。

本研究は、建設省土木研究所 化学研究室と鋼材倶楽部の共同研究で、重防食被覆材料（ポリエチレン、ウレタンエラストマー）を対象に、その材料の評価技術と利用技術を確立し、構造物の耐久性の向上、省力化および省工程化を図ることを目的とした。

対象構造物は、河川・湖沼護岸、係船構造物、橋梁下部構造物および道路擁壁・土留め構造物で、製品としては、鋼矢板、鋼管杭および鋼管矢板等である。

1.2 研究内容

本共同研究の研究内容および研究分担は、表1-1に示す。

表1-1 研究内容および研究分担

研 究 項 目	研 究 細 目	研 究 分 担	
		土木研究所	鋼材倶楽部
(1) 被覆材料の耐候性・防食性に関する研究	1) 耐候性・防食性の評価技術の調査	○	○
	2) 評価技術の選定および実施		○
	3) 耐候性・防食性に関する評価指針(案)の検討および作成	○	○
(2) 景観性・耐久性に優れた被覆材料に関する研究	1) 景観を考慮した構造物の実態調査	○	○
	2) 景観性・耐久性に優れた被覆材料の検討		○
	3) 景観性・耐久性に優れた被覆材料の利用指針(案)の検討および作成	○	○

各細目の研究内容を、図1-1、図1-2に示す。

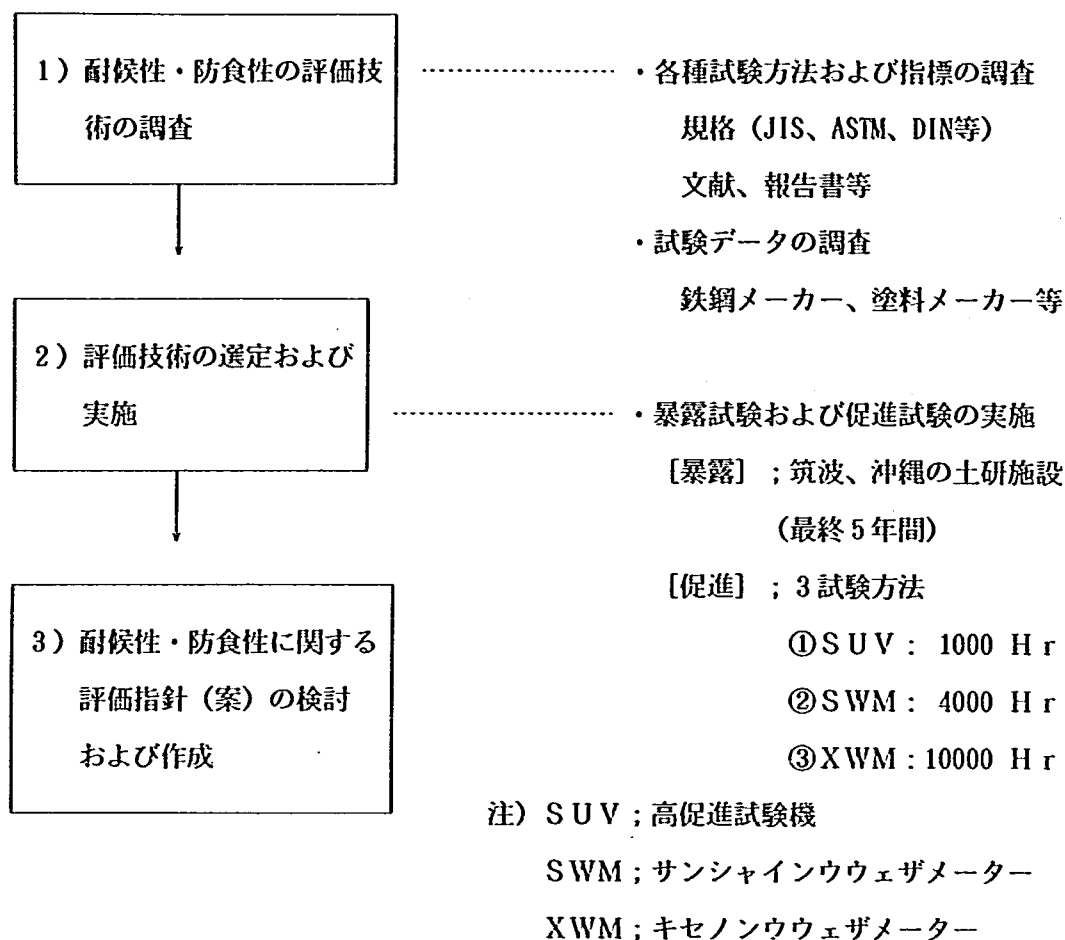


図1-1 研究細目と内容 (表1-1の(1)の研究)

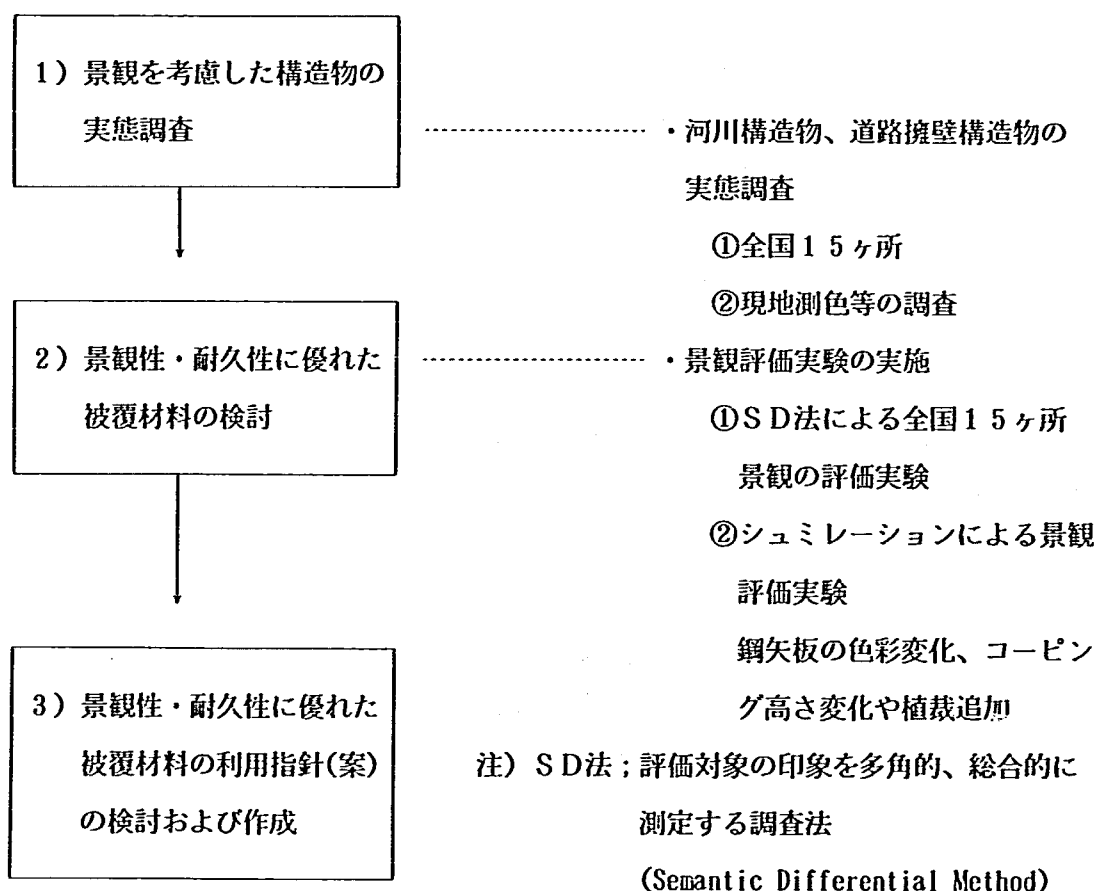
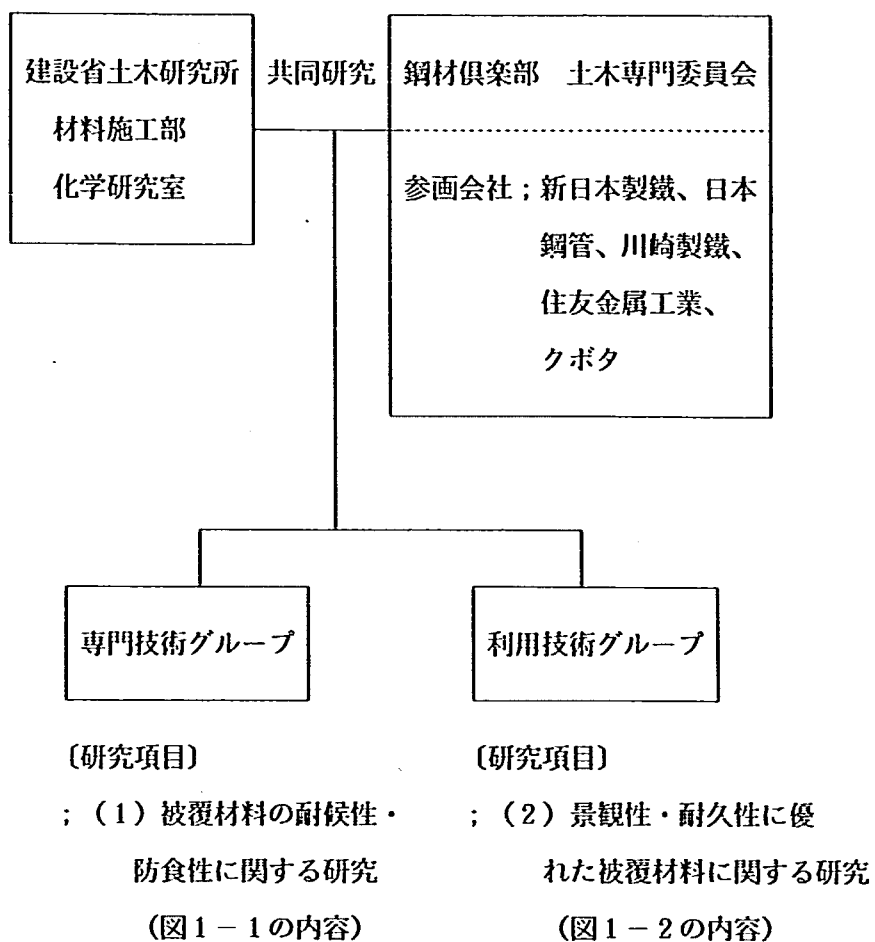


図1-2 研究細目と内容 (表1-1の(2)の研究)

1.3 研究体制

本共同研究は、以下の研究体制で実施した。



第2章 被覆材料の耐久性に関する研究

2. 1 検討内容

河川・湖沼・海岸構造物等に用いられるポリエチレンあるいはポリウレタン重防食被覆材の劣化は、主として光（紫外線）による変退色と樹脂劣化である。一般に高分子樹脂の劣化は、紫外線照射による光酸化劣化であり、ポリエチレンでは表面よりクラックを生じ内部に貫通する。一方、ウレタンエラストマーでは表面からチョーキングを生じ徐々に膜厚を減じていく。このような劣化現象防止には劣化防止剤や顔料の選定が重要である。

本研究では、景観設計に使用される着色ポリエチレンと着色ウレタンエラストマーについて促進試験及び屋外暴露試験を行い、耐久性（耐候性）の面から、色調の変化と材料の劣化について顔料と劣化防止剤の効果を検討し被覆材料の選定を行った。また、各種促進試験法による変退色・材料変化を評価し、望ましい促進試験法を比較検討した。

検討内容を整理すると次の通りである。

①色調

耐久性（耐候性）を考慮し被覆材料の色調の変化と材料劣化から望ましい色調を選択する。

②顔料濃度及び劣化防止剤濃度

耐久性（耐候性）を考慮し被覆材料の色調の変化と材料劣化から添加する顔料及び劣化防止剤の濃度を定める。

③望ましい促進試験方法の比較

サンシャインウエザーメーター、キセノンウエザーメータ及び高促進試験機による促進性（促進倍率）の比較

2. 2 試験方法

2. 2. 1 試験材

（1）色調

ポリエチレン及びウレタンエラストマーの選定色を表－1及び表－2示す。

なお、促進試験においては、ポリエチレンではビビット系とダーク系のみ、またウレタンエラストマーではディープ系とダーク系のみ試験をした。それ以外の中間の色調に付いては両トーンから類推することが可能であるので省略した。

表-1 選定色 (ポリエチレン)

	1 R系	6 YR系	5 Y系	7 GY系	10 B系
色番号	13	1	2	3	4
	C676	C684	C687	C690	C696
色相					8
	---	---	---	---	C614
色度		5	6	7	12
	---	C399	C402	C405	C411
明度		9	10	11	
	---	C554	C557	C560	---
色調	14	15	16	17	
	C573	C578	C581	C584	---

試験片No

CHROMATON 707

表-2 選定色 (ウレタンエラストマー)

	1 R系	6 YR系	5 Y系	7 GY系	10 B系
色番号	A	B	C	D	E
	C645	C650	C653	C656	C662
色相					F
	---	---	---	---	C411
色度		G	H	I	J
	---	C530	C533	C536	C542
明度		K	L	M	
	---	C554	C557	C560	---
色調	N	O	P	Q	
	C573	C578	C581	C584	---

試験片No

CHROMATON 707

(2) 顔料・劣化防止剤

顔料・劣化防止剤の添加条件はそれぞれN o 3（リフル）及びN o D（ウレタンエラストマー）を基準にし色調は黄緑で、表－3及び表－4に示す添加条件で検討を行った。

表－3 顔料・劣化防止剤の添加条件（ポリエチレン）

試験片 N o	顔 料		劣化防止剤
	色	濃度 (%)	濃度 (%)
3	黄緑	0.6（標準）	1.0（標準）
20	黄緑	0.2	0.3
21	黄緑	1.8	0.3
22	黄緑	2.7	0.3
23	－	0	0.3
24	－	0	0.1
25	黄緑	0.6	0.3
26	黄緑	0.6	0.1
27	－	0	0

表－4 顔料・劣化防止剤の条件（ウレタンエラストマー）

試験片 N o	顔 料		劣化防止剤
	色	濃度 (%)	濃度 (%)
D	黄緑	8.6（標準）	0.15（標準）
R	黄緑	2.9	0.15
S	黄緑	17.1	0.15
T	黄緑	2.9	0.05
U	黄緑	2.9	0.45
V	黄緑	8.6	0

供試材の一覧を表－5、表－6に示す。

なお、供試材は表－7及び表－8に示す基本樹脂のポリエチレン及びウレタンエラストマーに顔料、劣化防止剤（酸化防止剤、紫外線吸収剤等）を添加し製造した。

表-5 ポリエチレンの試験片一覧

試験片 No	色 番号	顔料濃度 (%)	劣化防止剤 濃度 (%)
1	C684	0.7	1.0
2	C687	0.7	1.0
3	C690	0.6	1.0
4	C696	0.6	1.0
5	C399	0.7	1.0
6	C402	0.7	1.0
7	C405	0.7	1.0
8	C614	0.6	1.0
9	C554	0.7	1.0
10	C557	0.7	1.0
11	C560	0.6	1.0
12	C411	0.6	1.0
13	C676	0.6	1.0
14	C573	0.6	1.0
15	C578	0.6	1.0
16	C581	0.6	1.0
17	C584	0.6	1.0
19	-	0	1.0
20	C690	0.2	0.3
21	C690	1.8	0.3
22	C690	5.4	0.3
23	-	0	0.3
24	-	0	0.1
25	C690	0.6	0.3
26	C690	0.6	0.1
27	-	0	0

表-7 ポリエチレンの物性

項 目	測定値
密 度 (g/cm^3)	0.924
引張強さ ($\text{kg f}/\text{cm}^2$)	290
伸 び (%)	930
硬 さ (H_D)	55
軟化点 ($^{\circ}\text{C}$)	107

表-6 ユレタンエラストマーの試験片一覧

試験片 No	色 番号	顔料濃度 (%)	劣化防止剤 濃度 (%)
A	C645	6.0	0.15
B	C650	9.2	0.15
C	C653	8.9	0.15
D	C656	8.6	0.15
E	C662	6.4	0.15
F	C411	13.3	0.15
G	C530	11.7	0.15
H	C533	13.1	0.15
I	C536	12.2	0.15
J	C542	12.3	0.15
K	C554	9.1	0.15
L	C557	11.3	0.15
M	C560	10.6	0.15
N	C573	9.0	0.15
O	C578	7.6	0.15
P	C581	8.1	0.15
Q	C584	9.4	0.15
R	C656	2.9	0.15
S	C656	17.1	0.15
T	C656	2.9	0.05
U	C656	2.9	0.45
V	C656	8.6	0

表-8 ユレタンエラストマーの物性

項 目	測定値
引張強さ ($\text{kg f}/\text{cm}^2$)	>172
硬 さ (H_D)	> 50

(3) 形状

供試材の形状はフィルム状の試験片と引っ張り試験に用いるJ I S 2号1/2ダンベル状試験片とした。

なお、試験片の厚さは、ポリエチレンの場合0.5mmと2.0mm、ウレタンエラストマーの場合2.0mmとした。

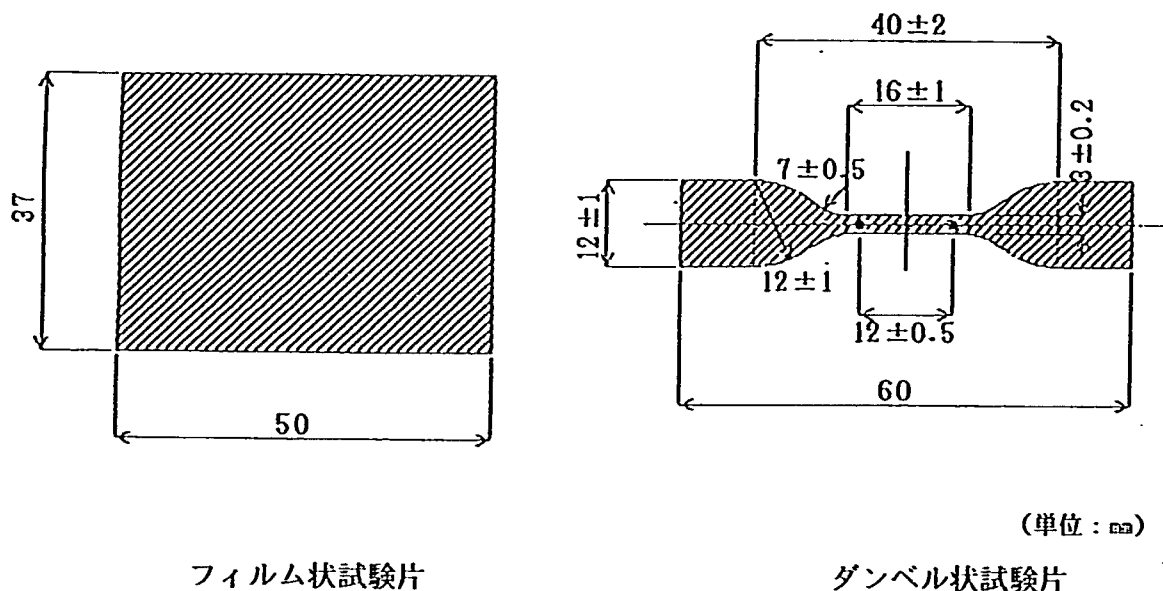


図-1 試験片形状

2. 2. 2. 試験方法

耐候性評価の手法には、人工光源を用いる促進試験と実際の太陽光線を用いる屋外暴露試験があり、促進試験では比較的短時間で評価が可能である。しかしながら、両者の評価結果の相関が明確ではないのが現状である。そこで、本研究ではこれら両者の方法で評価した。

(1) 促進及び暴露試験

促進試験は下記の3方法で行った。

①サンシャインウェザメーター (略記号: SWM)

機 種:

試験条件: ブラックパネル温度・・63℃

スプレーサイクル・・・・12分/60分照射中

その他はJ I Sに準拠する。

試験期間: 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000時間

試験状況: 写真-1に示すとおり

②キセノンウェザメーター (略記号: XWM)

機 種:

試験条件: ブラックパネル温度・・63℃

スプレーサイクル・・・・12分/120分照射中

湿度・・・50%RH

放射温度・・・60W/m²

試験時間：100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 10000 時間

試験状況：写真－2に示すとおり。

③高促進試験機（略記号：SUV）

機 種：

試験条件：照射強度

照射6時間（フッ化炭素温度63℃、湿度50%）

+休止3時間（50℃、>湿度96%）

+結露3時間（30℃、>湿度96%）

試験時間：100, 250, 500, 1000 時間

試験状況：写真－3に示すとおり

（2）屋外暴露試験

屋外暴露は下記2箇所で行った。

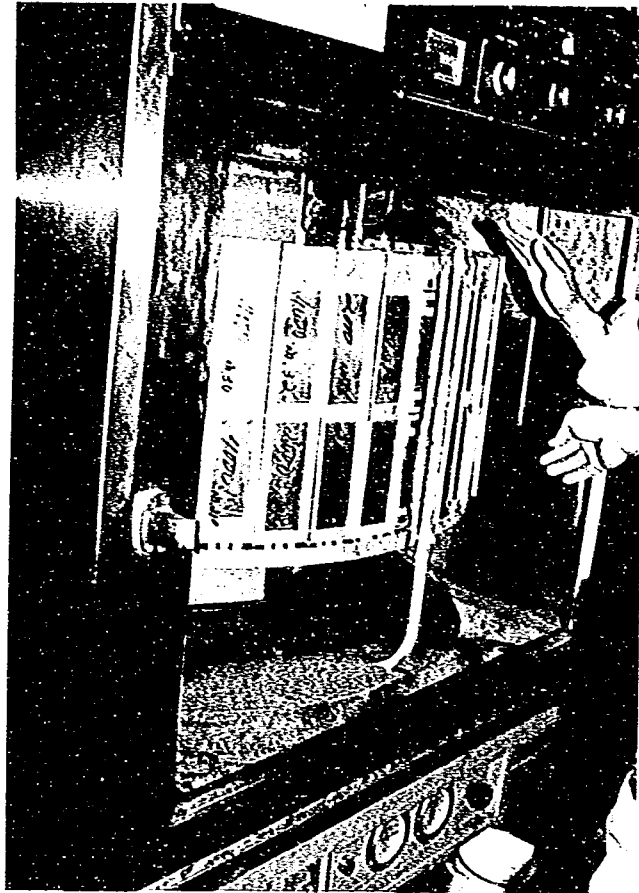
①筑波暴露場・・・茨城県つくば市（建設省土木研究所殿 構内暴露場）

②沖縄暴露場・・・沖縄県大宜味村（建設省土木研究所殿 沖縄暴露場）

暴露期間：1, 3, 6, 12ヶ月

暴露開始：平成4年8月

試験状況：写真－4に示すとおり

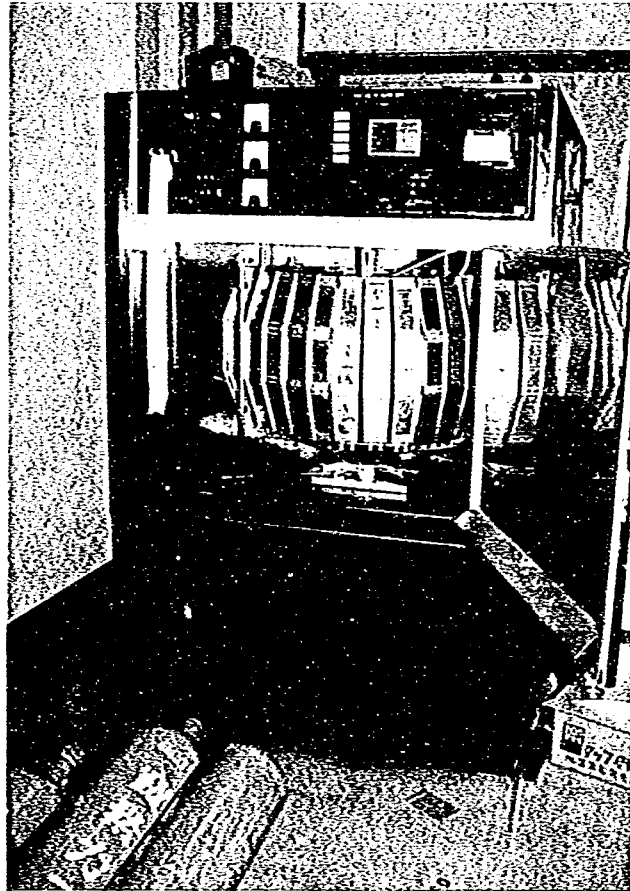


曝露状況

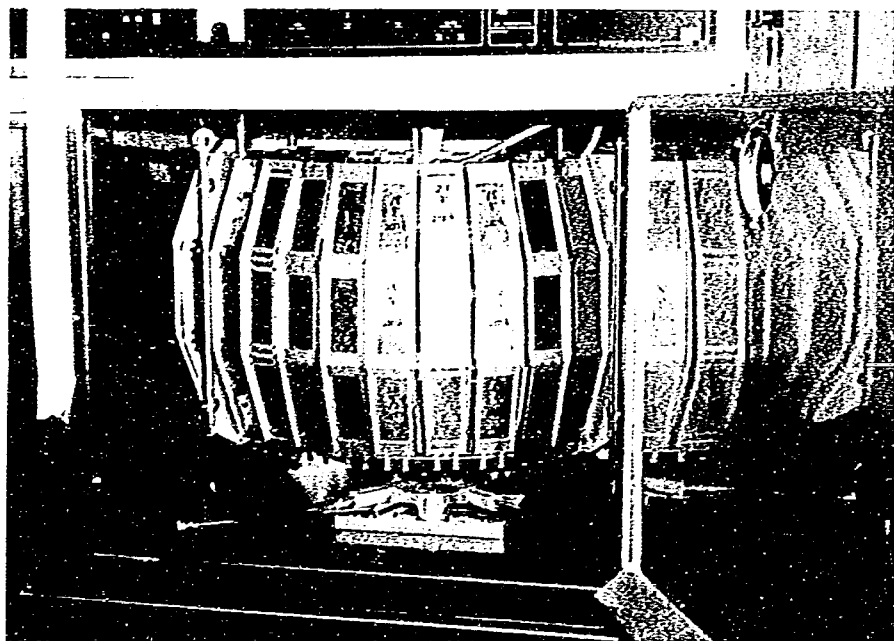


曝露状況

写真－1 促進曝露試験（サンシャインウエザーメーター）

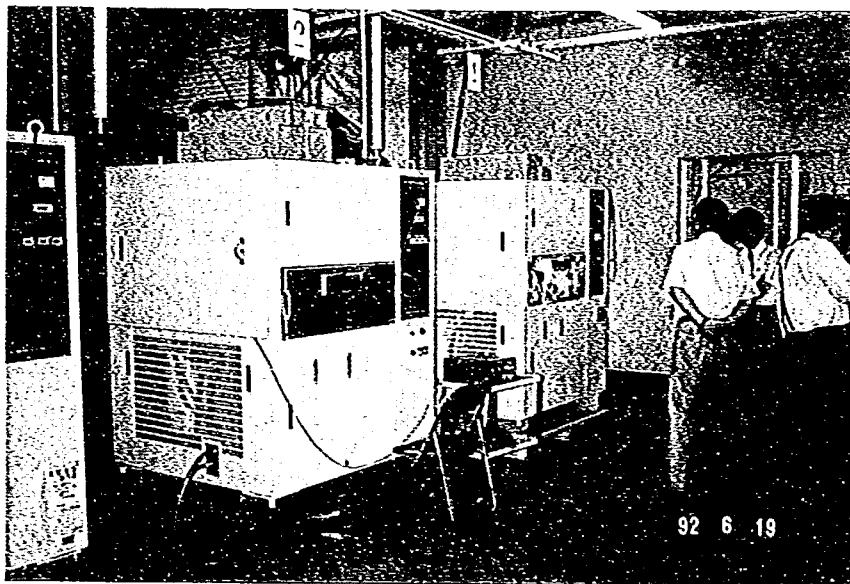


曝露状況

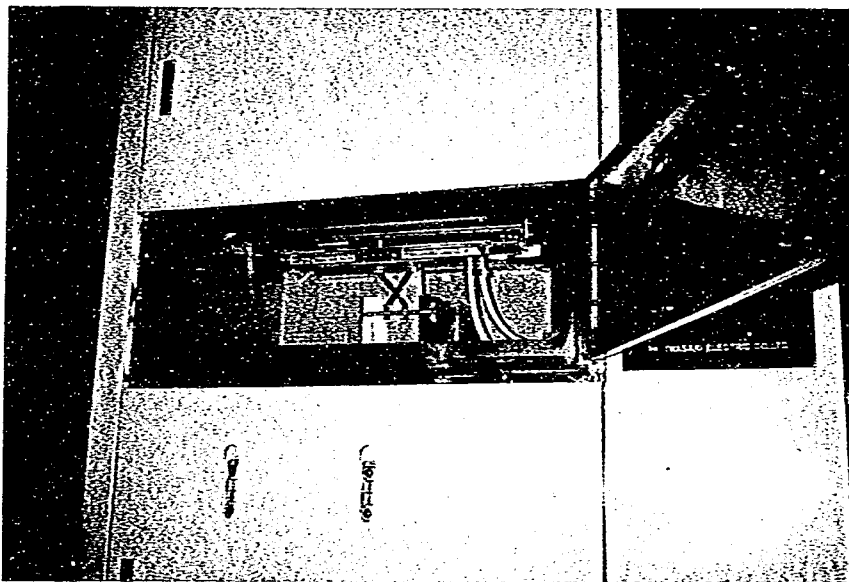


曝露状況

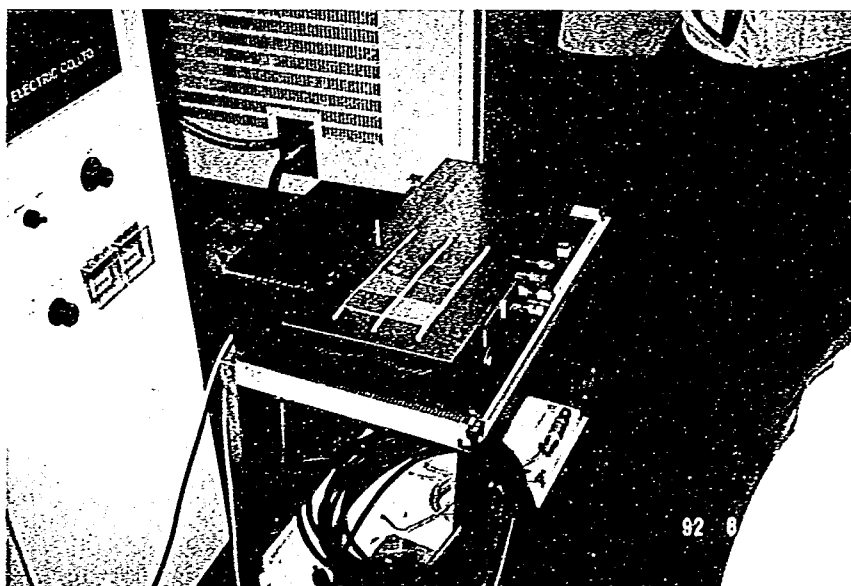
写真-2 促進曝露試験 (キセノンウエザーメーター)



機械本体



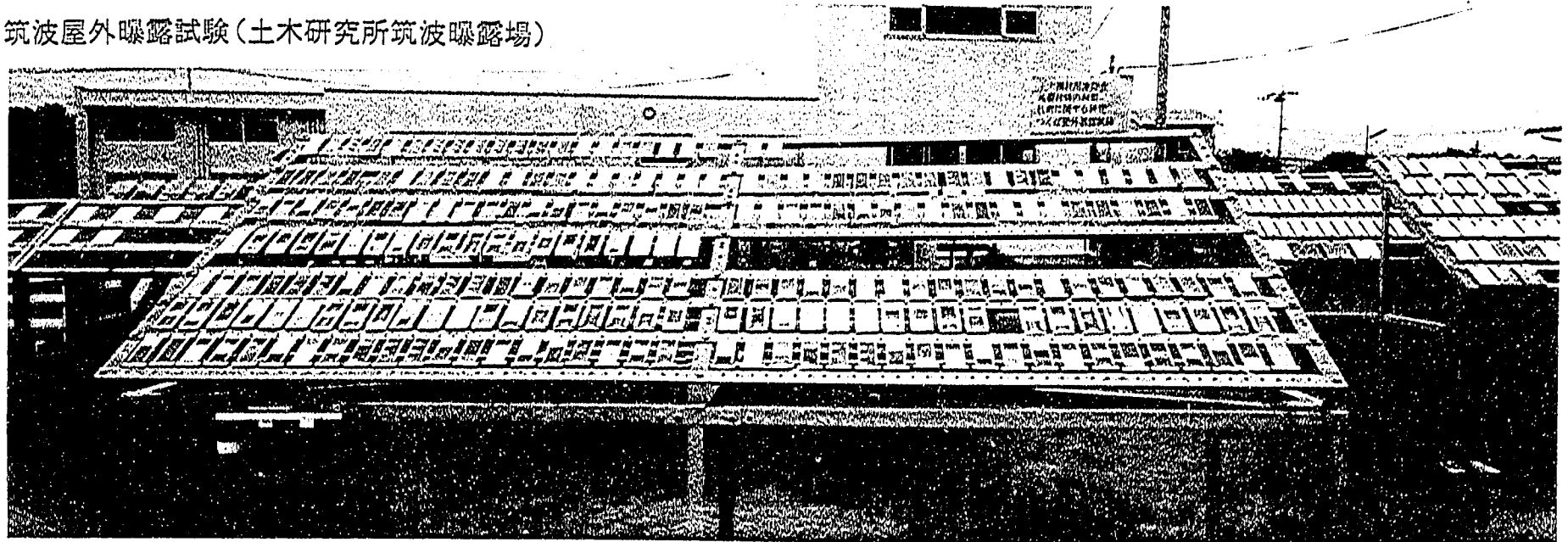
照射状況



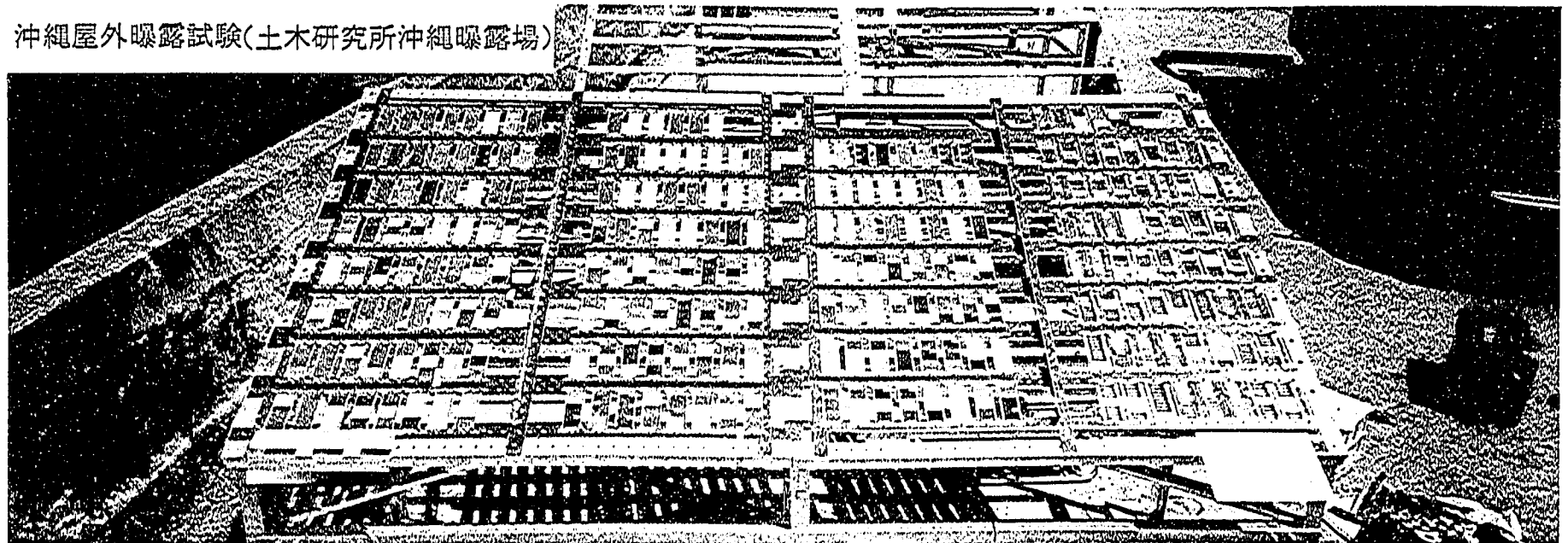
試験片の一部

写真－３ 促進曝露試験（スーパーUVテスター）

筑波屋外曝露試験(土木研究所筑波曝露場)



沖縄屋外曝露試験(土木研究所沖縄曝露場)



2. 2. 3 評 価

(1) 評価項目

促進試験または屋外暴露試験を実施した各試験片の評価項目は表－9に示すとおりとした。

表－9 試験片と評価項目

試験片 評価項目	ポリエチレン		ウレタンエラストマー	
	フィルム (40×50 ^{mm})	ダンベル JIS 2号1/2	フィルム (40×50 ^{mm})	ダンベル JIS 2号1/2
色 差	○		○	
引張試験		○		○
表面及び断面顕微鏡観察	○		○	

(2) 評価方法

①色差・・・色差計によるL a b系

屋外暴露試験片については回収した状態及び水洗いした後の状態で測定を行った。水洗は試験片を水中に浸し軽く移動させて行った。

②引張試験・・・J I S K 7 1 1 3 プラスチック引張試験方法に準拠

被覆材料の材料物性評価としては、ポリエチレンでは伸び、ウレタンエラストマーでは引張強度を用いた。

③表面、断面顕微鏡観察

2. 3 結果および考察

2. 3. 1 ポリエチレン

(1) 色調

表2-9に示した色彩の異なる試験片の促進試験および屋外暴露試験における測色結果（色差： ΔE ）を表2-10に、さらに、各試験での外観状況をそれぞれ写真2-5、9、11、13に示す。また、図2-1に筑波暴露6ヶ月の ΔE と水洗後の ΔE の結果を、図2-2には沖縄の結果を示す。表2-10および図2-1と図2-2より、色差（色の変化）に関しては、ビビット系で黄色系統の色が他の色に比べて、若干 ΔE が大きくなっている。しかし、外観状況の目視観察では、初期との差は殆ど見られない。また、写真2-7に暴露場所（筑波、沖縄）での色調の外観状況を示したが、場所による色調の差は認められない。

次に、汚れについて色差（ ΔE ）から見るとビビット系の黄色系統が若干汚れ易いが、写真2-8に示した外観状況の目視観察では殆ど差は認められない。

色調の違いによるポリエチレン被覆材料の機械的特性として促進試験における伸び残存率の結果を図2-3に示した。図2-3より、SWMでは、殆ど色調の違いによる伸び残存率は変わらない。しかし、SUVとXWMでは色差（ ΔE ）と同様に、ビビット系で黄色系統の色の伸び残存率が小さい。他の色では、顕著な差はみられない。

色差の経時変化については、ビビット系とダーク系の促進試験（SWM）による変化の結果を図2-4、5に、またそれぞれの試験に依る外観状況を写真2-6、10、12、14に示した。図2-4、5よりビビット系及びダーク系ポリエチレンの色差は照射時間の増加と共に大きくなっているが増加割合は小さく、外観状況の目視観察では、経時変化による差は殆ど認められず、長期間でも変化は小さい。その他のトーンの色調については、両端のビビット系とダーク系の色差の変化が小さいことから、同様に長期間での色差の変化は小さいと類推される。

以上より、暴露試験と促進試験の色差及び外観状況の目視観察の評価を表2-11にまとめた。

表2-9 試験片 (No) の色調一覧 (ポリエチレン)

	赤	オレンジ	黄	黄緑	青
ビビッド	1 3	1	2	3	4
ブライト	—	—	—	—	8
ライト	—	5	6	7	1 2
ダル(ダーク)	—	9	1 0	1 1	—
ダーク	1 4	1 5	1 6	1 7	—

※促進試験ではビビット系とダーク系のみ試験

表2-10 促進試験および屋外暴露の測色結果 (ΔE)

試験片 No	トーン	色 相	S U V		S W M	X W M	沖縄12ヶ月		筑波12ヶ月	
			480Hr	960Hr	4000Hr	10000Hr	—	水洗	—	水洗
1 3	ビ ビ ッ ド	赤	8.6	2.9	3.7	13.9	7.6	5.2	13.8	7.2
1		オレンジ	2.4	4.3	2.5	10.8	6.2	2.9	16.9	5.7
2		黄	14.3	42.5	7.8	20.5	10.5	6.3	19.8	6.7
3		黄緑	3.1	32.7	4.1	18.5	10.3	4.1	14.2	4.9
4		青	4.1	4.4	3.7	11.1	6.8	3.4	9.8	4.3
8	ブ ラ イ ト	青	—	—	—	—	6.9	4.1	10.9	4.1
5	ラ イ ト	オレンジ	—	—	—	—	5.6	3.4	11.2	4.4
6		黄	—	—	—	—	10.5	8.7	15.8	7.8
7		黄緑	—	—	—	—	5.1	3.2	13.4	5.2
1 2		青	—	—	—	—	5.4	3.6	10.3	7.7
9	ダ ル (ダーク)	オレンジ	—	—	—	—	3.9	2.6	7.9	7.8
1 0		黄	—	—	—	—	4.4	2.0	11.5	3.6
1 1		黄緑	—	—	—	—	3.6	2.4	9.1	3.8
1 4	ダ ー ク	赤	3.2	3.8	2.1	12.0	5.5	1.1	7.4	4.2
1 5		オレンジ	2.1	2.3	8.5	7.3	3.6	1.9	6.7	4.0
1 6		黄	2.5	10.2	2.5	13.6	7.0	4.7	10.7	8.4
1 7		黄緑	4.4	3.1	2.5	13.4	7.7	5.6	8.5	4.8

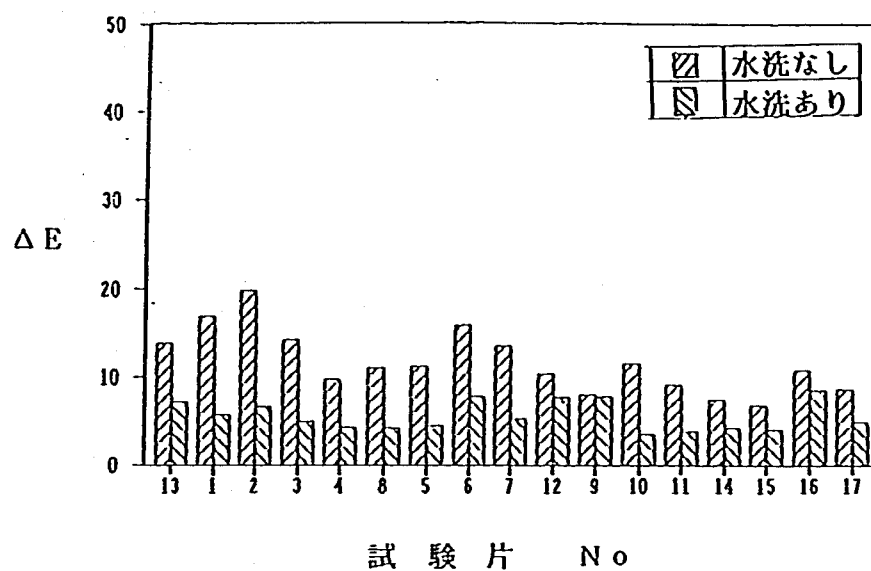


図2-1 ポリエチレン筑波暴露12ヶ月後のΔE
(水洗なしと水洗あり)

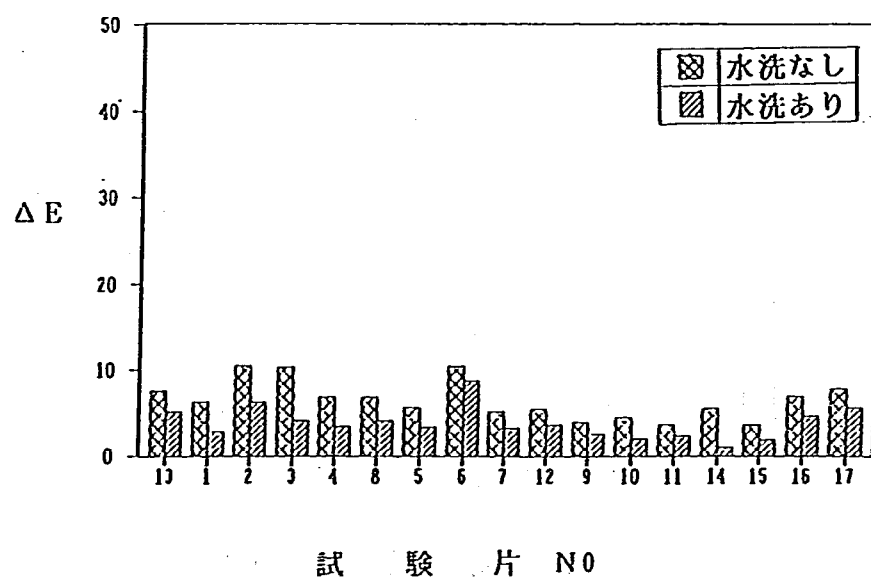


図2-2 ポリエチレン沖縄暴露12ヶ月後のΔE
(水洗なしと水洗あり)

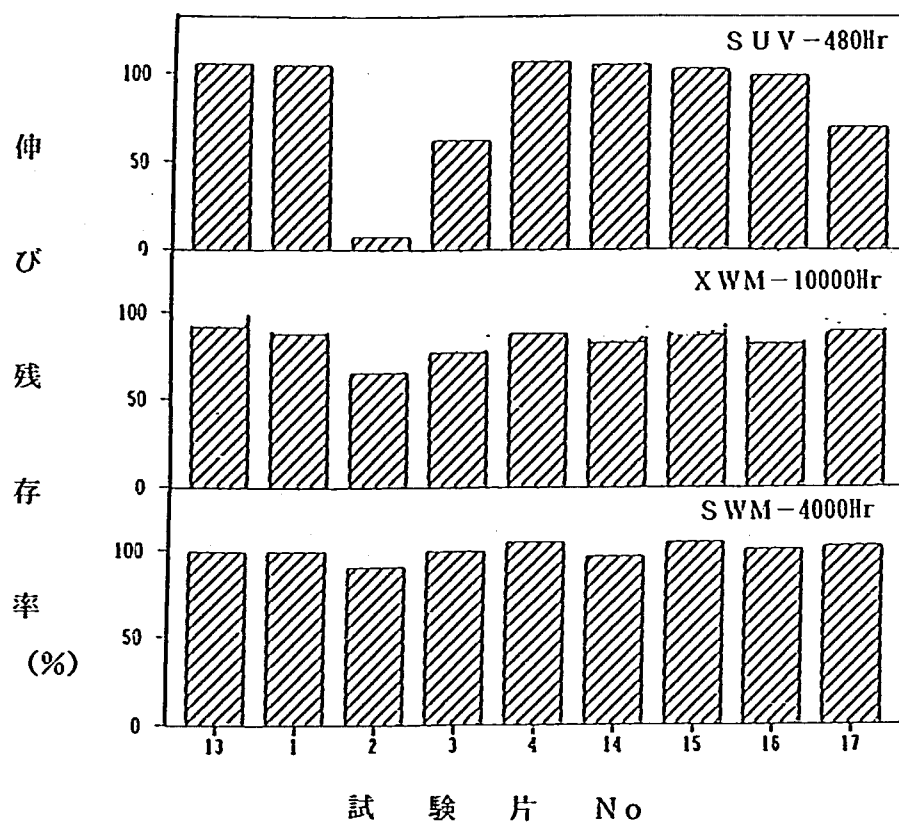


図2-3 促進試験での伸び残存率 (PE 2 mm)
(SUV、XWM、SWM)

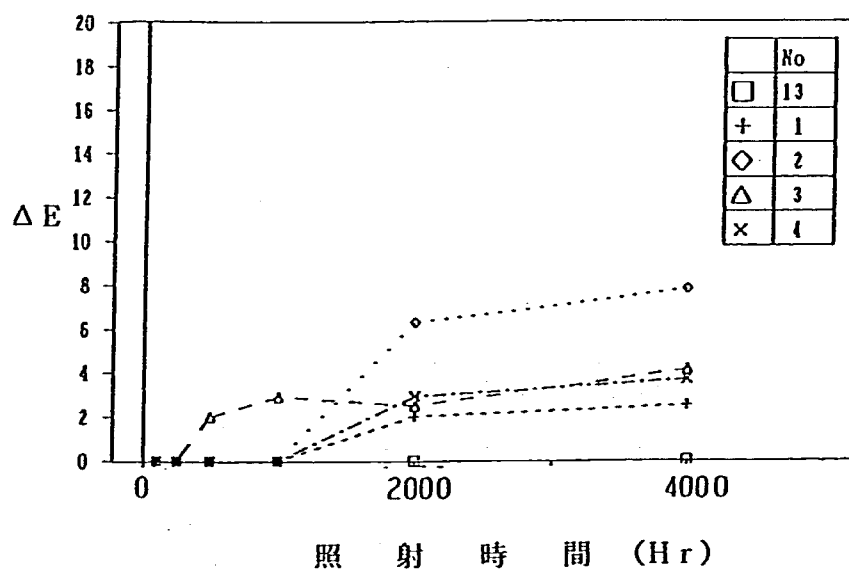


図2-4 SWM照射時間と ΔE の関係 (ビビット系)
(ポリエチレン: 2 mm)

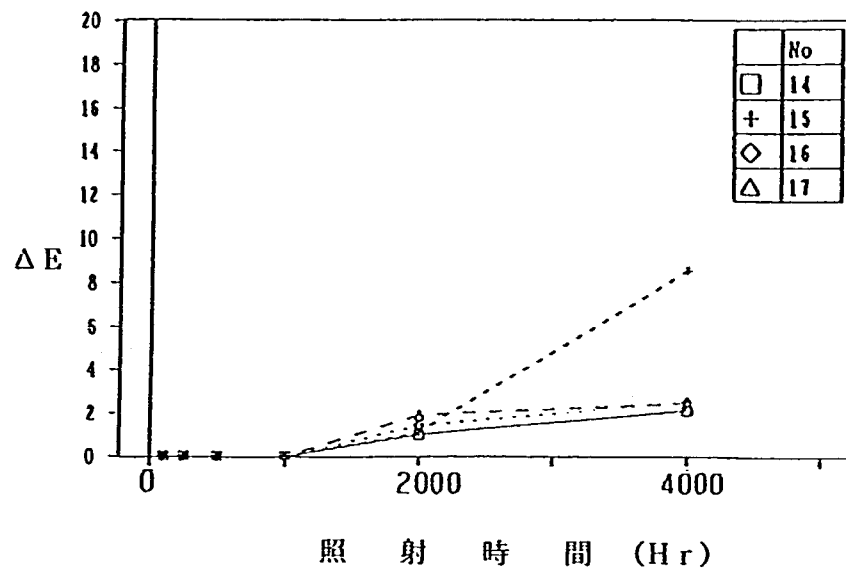


図2-5 SWM照射時間と ΔE の関係 (ダーク系)

(ポリエチレン: 2 mm)

表2-11 ポリエチレンの耐久性 (色調)

色相 トーン	赤	オレンジ	黄	黄緑	青
ビビット	◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎	◎ △ △	◎ ◎ △	◎ ◎ ◎
ブライト					◎ ◎
ライト		◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	
ダル (ダーク)		◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	
ダーク	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	

注) ・評価

色差評価: ◎ $\Delta E \leq 10$ ○ 10~20 △ 20~40 × 40~

目視観察: ◎優秀 ○良好 △やや劣る ×劣る

・中央: 総合評価 左上: 屋外暴露の色差 右上: S U V (960Hr) の色差

左下: 屋外暴露の目視 右下: S U V (960Hr) の目視

(2) 劣化防止剤濃度

XWMにおける伸び残存率に及ぼす劣化防止剤の濃度の影響について、ポリエチレンシート2mmの結果を図2-6に示した。10000時間経過でも劣化防止剤濃度による伸び残存率の差は見られない。しかし、ポリエチレンシート厚み0.5mmでの結果を図2-7に示したが、劣化防止剤0.3%以上の添加で伸び残存率は初期と変化がない。しかし、0.1%の添加では、試験時間の経過と共に伸び残存率は10000時間で10%まで低下している。以上より、ポリエチレンの伸び残存率が50%以上あれば、実際の使用上問題ないことと、実際の被覆厚みが2mmであることから、劣化防止剤の添加量の下限值は0.3%で、この濃度以上の添加が望ましい。

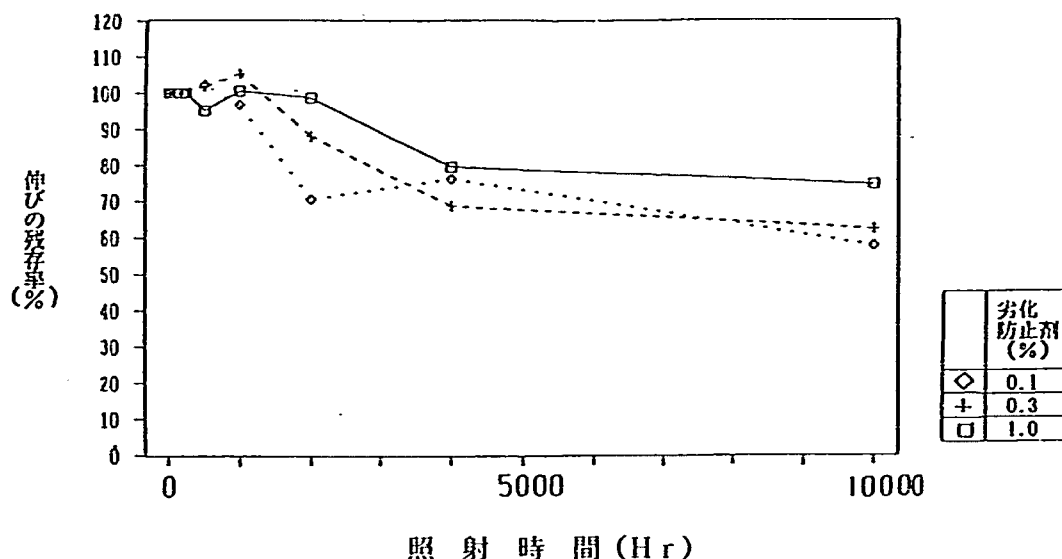


図2-6 XWMにおける伸び残存率に及ぼす劣化防止剤濃度の影響
(PE 2mm、顔料濃度0.6%)

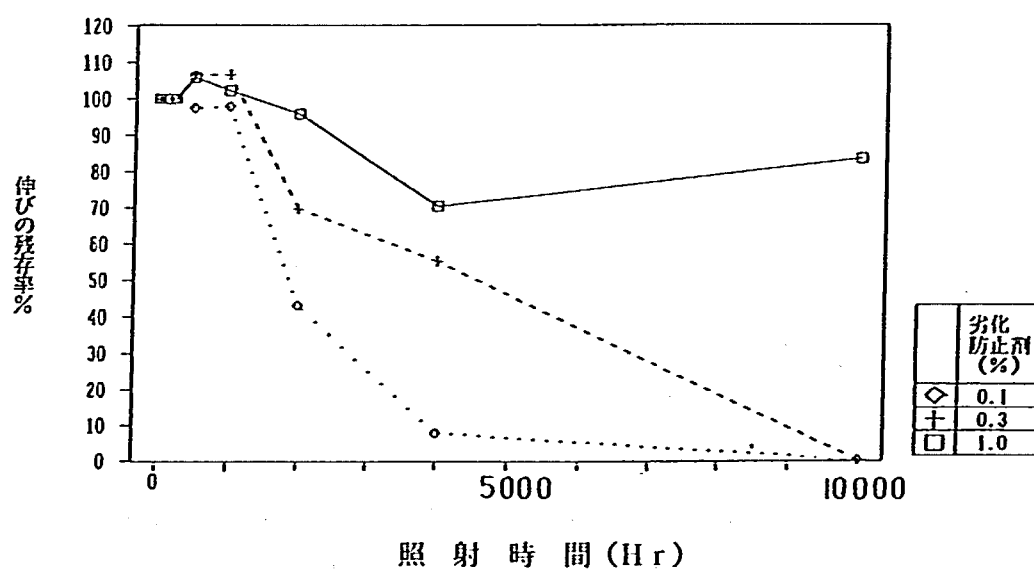


図2-7 XWMにおける伸び残存率に及ぼす劣化防止剤濃度の影響
(PE 0.5mm、顔料濃度0.6%)

(3) 顔料濃度

XWMにおける伸び残存率に対する顔料濃度の影響について、ポリエチレンの厚み2mmと0.5mmでの結果を図2-8及び図2-9に示す。顔料濃度0.6%以上添加した場合は照射時間の増加にも係わらず伸びは保持されている。しかし、0.2%ではXWMの照射時間の増加にともなって伸び残存率は低下している。このことから、残存率が向上するのは顔料の増加による隠蔽性向上の結果と考えられる。

以上より、この場合もポリエチレンの伸び残存率の下限を50%とすると、劣化防止剤との相乗効果を考えると顔料濃度の下限値は0.6%であり、これ以上の添加が望ましい。

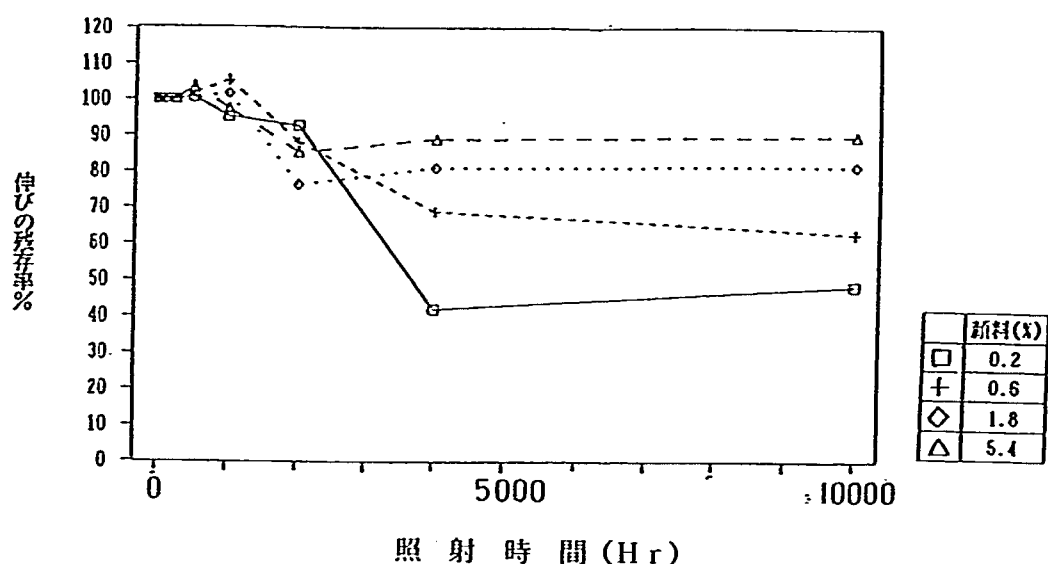


図2-8 XWMにおける伸び残存率に及ぼす顔料濃度の影響

(PE 2mm、劣化防止剤濃度0.3%)

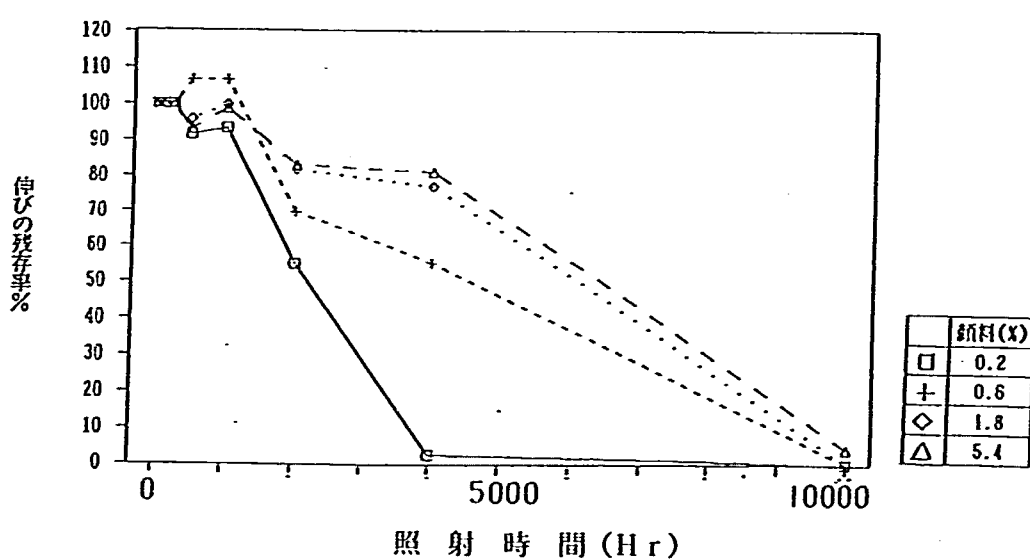


図2-9 XWMにおける伸び残存率に及ぼす顔料濃度の影響

(PE 0.5mm、劣化防止剤濃度0.3%)

2. 3. 2 ウレタンエラストマー

(1) 色調

表2-12に示す色彩の異なる試験片の屋外暴露及び促進試験における色調の変化(ΔE)を表2-13に、外観状況を写真2-15、19、21、23に示す。また、屋外暴露での色差(ΔE)を図2-10及び図2-11に示す。表2-12に示した色調別のグループで比較するとダルク(ライト)系の色差(ΔE)が筑波でも沖縄でも最も小さく、続いてダルク(ダーク)系、ダーク系でディープ系が最も大きい。また、水洗後の色差の結果も同様である。外観状況の目視観察では、チョーキングにより若干白っぽくなっているが、色調の変化からみるとダルク(ライト)系の黄緑(試験片No I)と青(試験片No J)及びライト系の青(試験片No F)が若干変化がみられる程度でその他は差が認められない。

経時変化によるウレタンエラストマーの色差の変化として促進試験の結果を図2-11及び12に、また、外観状況を写真2-16、20、22、24に示す。図2-11、12より初期の短期間に色差は増加するがその後、時間の経過による変化は殆ど無く一定の値を示している。外観状況の目視観察結果も同様である。

以上の屋外暴露試験、および促進試験の色差と目視観察結果をまとめて表2-14に示す。

表2-12 試験片の色調一覧(ウレタンエラストマー)

	赤	オレンジ	黄	黄緑	青
ディープ	A	B	C	D	E
ライト	—	—	—	—	F
ダルク(ライト)	—	G	H	I	J
ダルク(ダーク)	—	K	L	M	—
ダーク	N	O	P	Q	—

※ 促進試験ではディープ系とダーク系のみ試験

表 2-13 促進試験及び屋外暴露の測色結果 (ΔE)

No	トーン	色相	SUV		SWM	XWM	沖縄12ヶ月		筑波12ヶ月	
			480	960	4000Hr	10000	-	水洗	-	水洗
A	デ イ ー プ	赤	12.9	12.7	9.8	11.3	15.0	13.4	19.8	14.6
B		赤 ヅ	15.1	13.0	11.4	10.4	32.4	31.9	19.0	18.8
C		黄	8.5	8.1	6.4	5.5	8.8	13.0	11.3	13.9
D		黄 緑	19.5	16.5	15.4	15.6	19.8	17.5	19.4	17.7
E		青	15.8	12.5	11.0	14.0	15.2	14.4	17.9	15.5
F	白	青	-	-	-	-	10.9	17.4	10.0	17.3
G	ダ ラ イ ト	赤 ヅ	-	-	-	-	7.6	2.2	9.6	2.7
H		黄	-	-	-	-	5.3	7.7	8.5	6.7
I		黄 緑	-	-	-	-	6.8	8.1	8.5	6.9
J		青	-	-	-	-	9.4	13.1	10.2	12.7
K	ダ ラ イ ク	赤 ヅ	-	-	-	-	11.5	10.1	12.9	10.8
L		黄	-	-	-	-	9.4	4.7	11.2	5.3
M		黄 緑	-	-	-	-	8.6	6.1	8.7	6.6
N	ダ ラ イ ク	赤	7.6	4.6	3.7	6.8	14.3	14.4	9.9	9.6
O		赤 ヅ	15.5	12.4	10.1	8.5	12.8	12.9	12.4	12.2
P		黄	11.7	9.0	6.8	6.8	12.8	13.5	13.6	13.1
Q		黄 緑	14.0	9.8	8.1	13.0	8.5	5.1	10.9	6.5

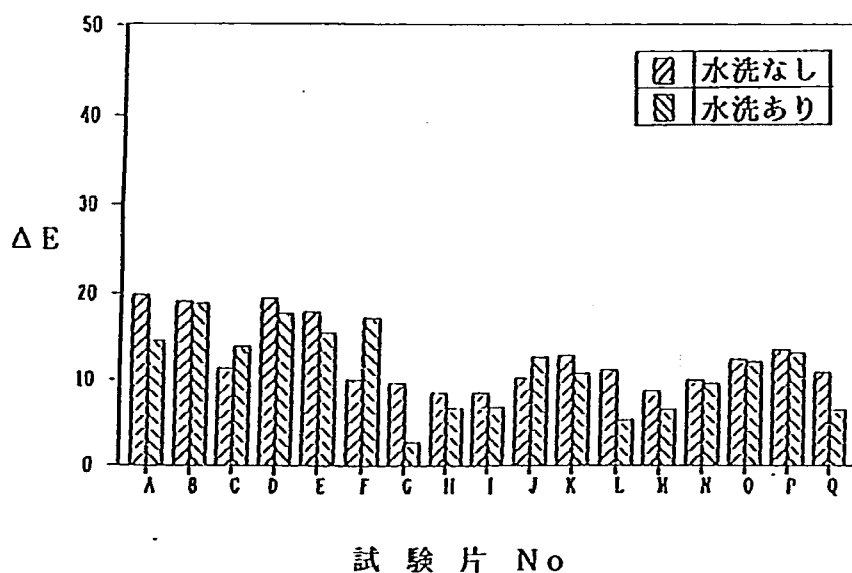


図 2-10 ウレタンエラストマーの筑波暴露12ヶ月の ΔE
(水洗なしと水洗あり)

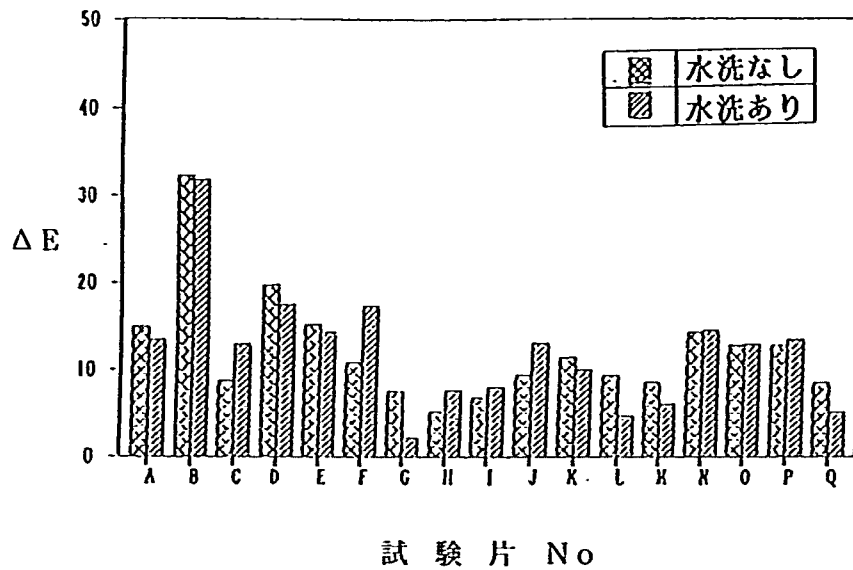


図2-11 ウレタンエラストマーの沖縄暴露12ヶ月の ΔE
(水洗なしと水洗あり)

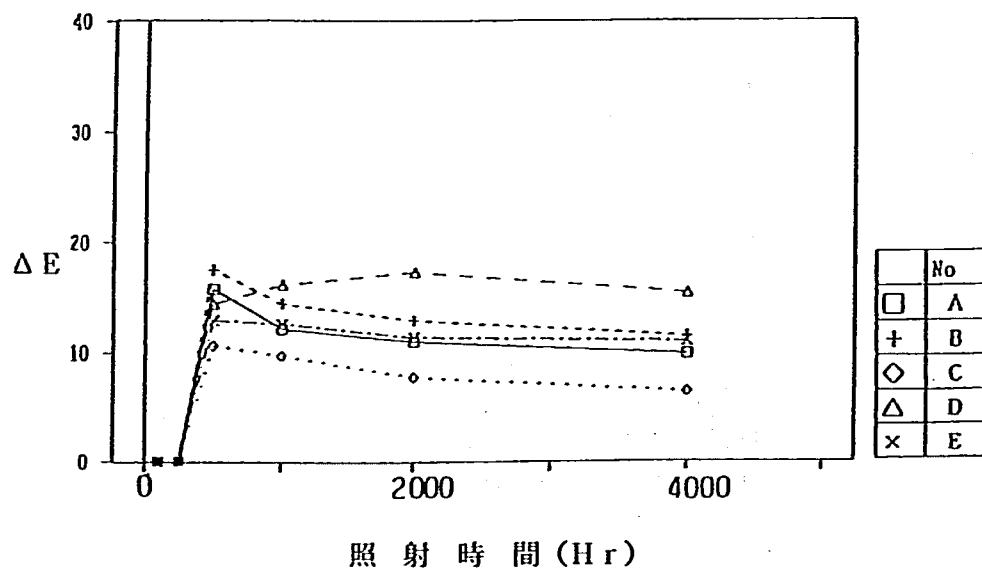


図2-12 SWM照射時間と ΔE の関係
(ウレタンエラストマー：ディープ系)

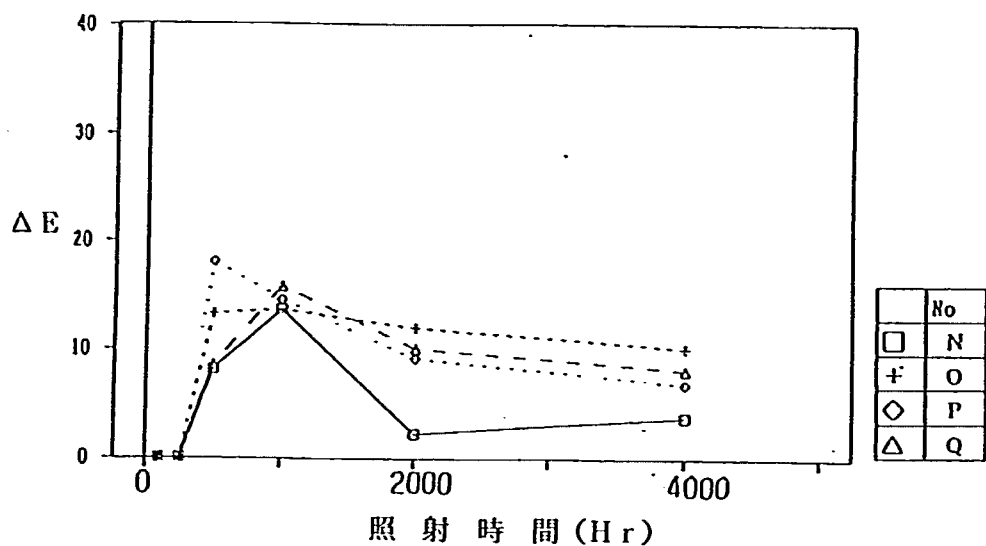


図2-13 SWM照射時間と ΔE の関係

(ウレタンエラストマー：ダーク系)

表2-14 ウレタンエラストマーの耐久性 (色調)

色相 トーン		赤	オレンジ	黄	黄緑	青
ディープ						
ライト						
ダーク	ライト					
	ダーク					
ダーク						

注) ・評価

色差評価: ◎ $\Delta E \leq 10$ ○ $10 \sim 20$ △ $20 \sim 40$ × $40 \sim$

目視観察: ◎優秀 ○良好 △やや劣る ×劣る

・中央: 総合評価 左上: 屋外暴露の色差 右上: S U V (960Hr) の色差
左下: 屋外暴露の目視 右下: S U V (960Hr) の目視

(2) 劣化防止剤の効果

ウレタンエラストマーの引張強度残存率の結果を図2-14に示す。図2-14よりの劣化防止剤添加による差はほとんどない。従って、耐久性向上の為には劣化防止剤の添加量の規定は必要ないと判断できる。

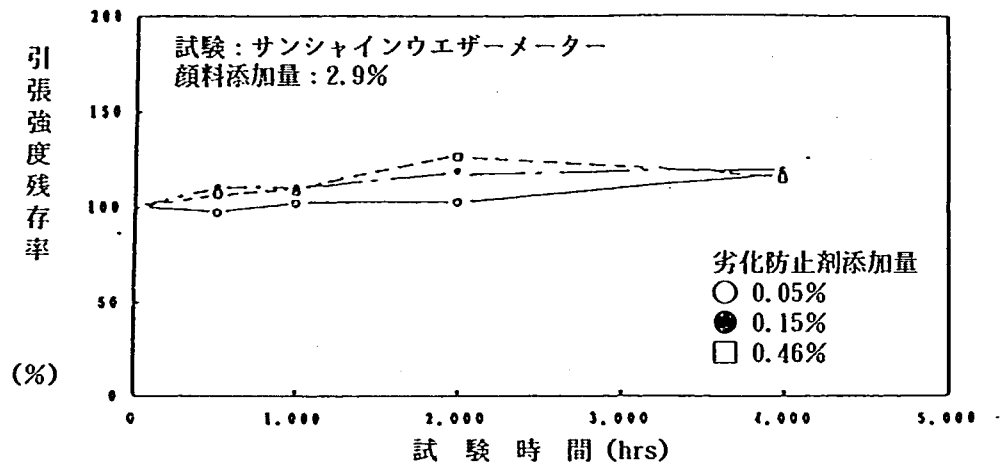


図2-14 劣化防止剤の効果

(3) 顔料濃度

ウレタンエラストマーの引張強度残存率の結果を図2-15に示す。図2-15より明らかなように顔料添加による差はほとんどない。

今回の試験結果より顔料濃度は少なくとも2.9%以上あれば良いと判断することができる。

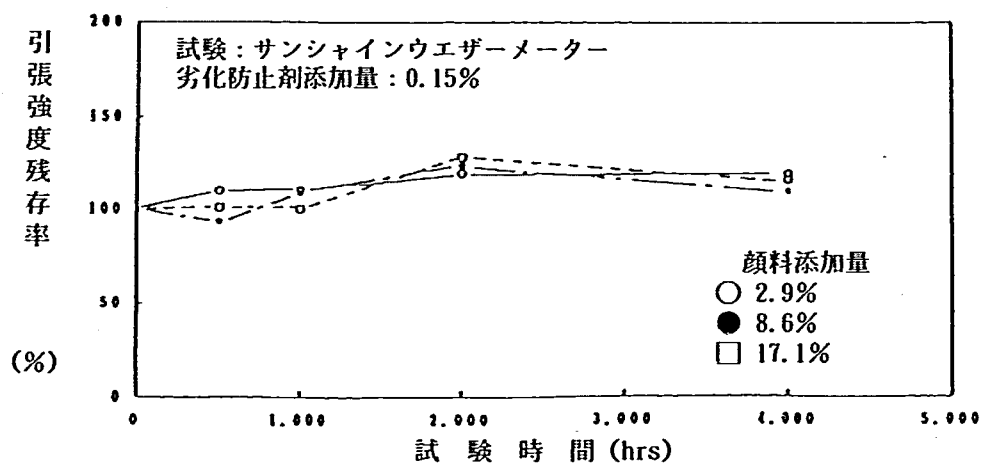


図2-15 顔料添加の効果

(4) チョーキング量

ウレタンエラストマーの劣化の特徴であるチョーキング量についてXWMに於ける断面観察を写真2-25に、また測定結果を表2-15に示す。チョーキング量は被覆厚み2mmを考慮すると僅かであり、長期間耐久性での被覆厚みの減少については問題ない程度と考えられる。

表2-15 XWM (2000Hr) におけるチョーキング量 (μm)

試験片 No		D	U
試験片の組成	顔料濃度 (%)	8.7	2.9
	劣化防止剤濃度 (%)	0.15	0.45
チョーキング量 (μm)		40	50

2. 3. 3 試験方法の比較

促進試験においては、その促進性（促進倍率）とともに、促進性をどのような物性で評価するかが重要である。評価は、色差で代表される外観的尺度と、引張り強度等の材料物性的尺度に大別される。色差を尺度とした場合、屋外暴露においては砂塵や土埃、汚れによる変化、また促進試験のSWMにおいては、スプレー水の純度やカーボン電極の埃等の影響も考えられるため、促進性の比較は材料物性的な尺度での比較が好ましいと考えられる。

各促進試験法において規定量の顔料及び劣化防止剤を添加した、ポリエチレンの試験片（試験片No 25）の伸び残存率の経時変化を図2-16に示す。SWMとXWMとは、伸びの低下を示す時間が概ね等しい。しかし、SUVは、他の促進試験法と異なり短時間の試験で伸びの低下が見られる。この伸びが50%まで低下する時間についてポリエチレンの厚みが0.5mmの試験片の場合を比較すると、SUVは他の試験と比べて10倍程度の促進性があると言える。また、2mm厚みのXWMとSWMの場合は、劣化があまり進んでいないが傾向としては同じようである。なお、屋外暴露に対する促進性については暴露期間が短く劣化が進行していないため今後の研究課題であるが、日本の平均的地域での暴露1年間に受ける紫外線エネルギーは、SWM200時間照射に相当する。

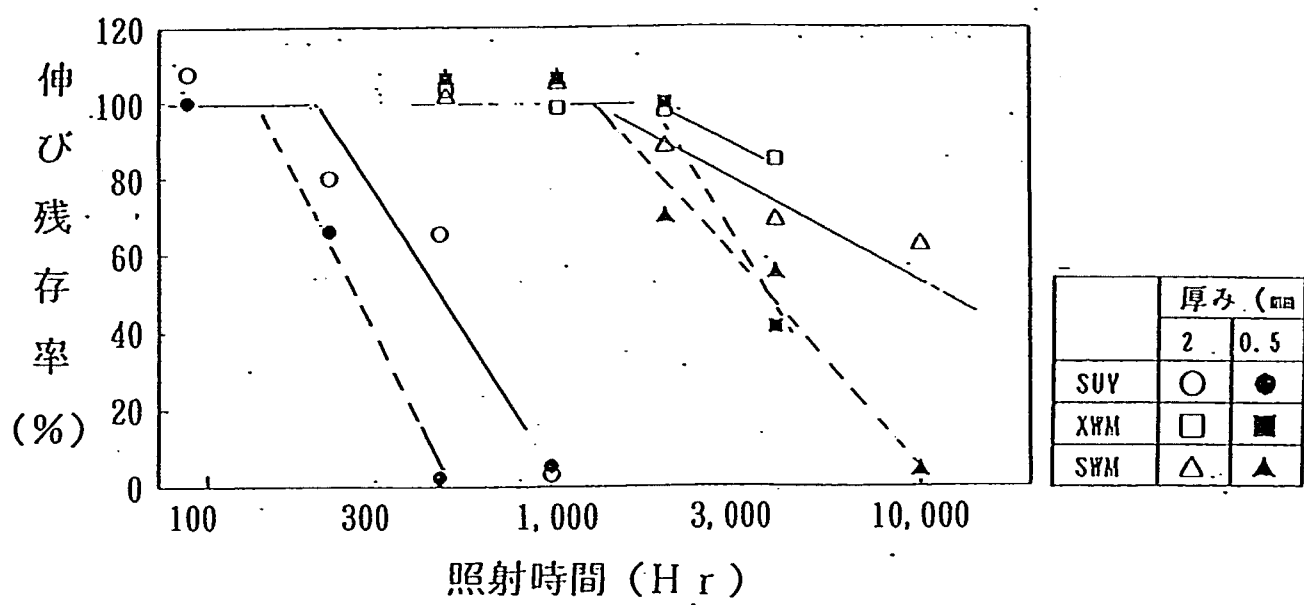


図2-16 伸び残存率に対する試験機の比較

(ポリエチレン：顔料0.6%、劣化防止剤0.3%)

2. 4 まとめ

(1) 色調

ポリエチレンおよびウレタンエラストマーの色調に関する試験結果のまとめを表2-16、17に示す。今回の顔料および添加剤配合系では、ダル、ライト、ダーク系が耐久性のうえで好ましい色調と言える。但し、ポリエチレン被覆においては、顔料や劣化防止剤による耐久性向上効果が大きい
ため、その配合が十分に設計されたものを用いるべきである。

(2) 顔料・劣化防止剤濃度

屋外暴露および促進試験の結果より顔料及び劣化防止剤濃度についてまとめると、ポリエチレンでは顔料濃度0.6%以上、劣化防止剤濃度0.3%以上添加されていれば良好な耐候性を示す。またウレタンエラストマーは、劣化防止剤の効果が小さいため顔料濃度のみ2.9%以上必要との結果を得た。

(3) 促進試験

促進試験方法としては、SUV（高促進試験機）の促進倍率が高くSWM（サンシャインウエザーメーカー）やXWM（キセノンウエザーメーカー）の10倍以上の促進効果があった。

表2-16 ポリエチレンの耐久性

	赤	オレンジ	黄	黄緑	青
ビビッド	◎	◎	△	○	◎
	◎	◎	△	○	◎
ブライト					
					◎
ライト					
		◎	◎	◎	◎
ダル					
		◎	◎	◎	
ダーク	◎	◎	◎	◎	
	◎	◎	◎	◎	

上段：機械的耐久性 ◎：非常に優れている △：やや劣る

下段：耐変色・汚れ性 ○：優れている ×：劣る

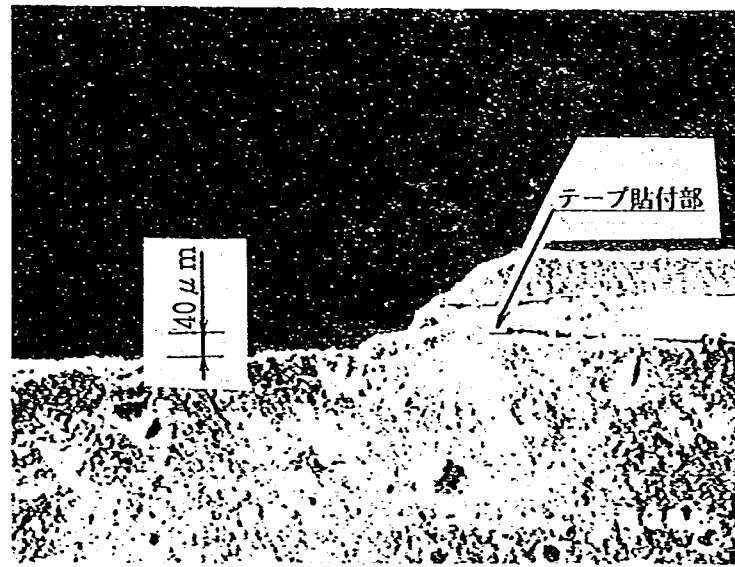
表2-17 ウレタンエラストマーの耐久性

	赤	オレンジ	黄	黄緑	青
ディープ	○	○	○	○	○
	◎	○	○	○	○
ライト					
					○
ダル		○	○	○	○
		◎	◎	○	○
ダーク	○	○	○	○	
	◎	○	○	○	

上段：機械的耐久性 ◎：非常に優れている △：やや劣る

下段：耐変色・汚れ性 ○：優れている ×：劣る

サンプル
D



サンプル
U

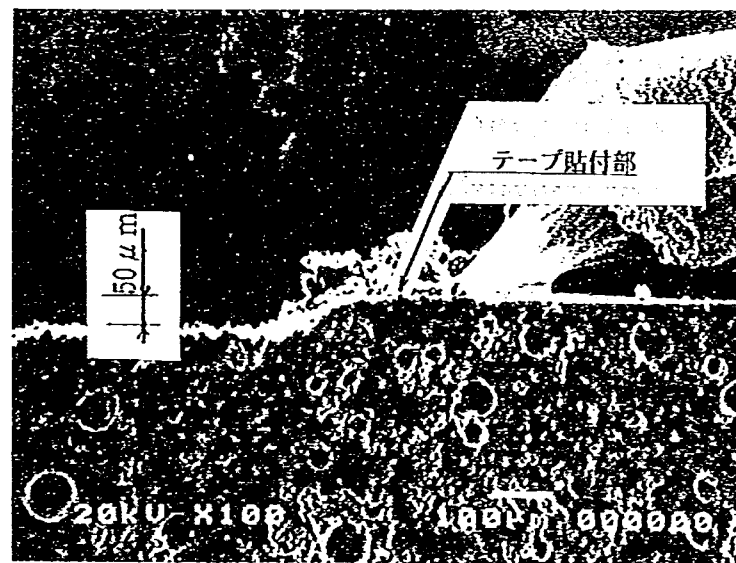


写真2-25XWM (2000Hr) の断面観察状況

第3章 景観性に関する研究

3. 1 景観実態調査

3. 3. 1 予備調査

(1) 調査内容

現状の河川護岸景観を現地視察によって把握する。また、次ステップの印象評価調査で字要する景観印象評定尺度を選定することも目的とした予備評価調査である。

(2) 調査方法

実施日：平成3年10月9日

参加者：鉄鋼メーカー各社の社員、及び日本色彩研究所研究員、計27名。

方 法：バスで下記視察地点を回り、現地で景観評価を行った。

視察地点：5箇所の河川護岸

①千葉「都川」 ②千葉「平和公園」 ③千葉「浜田川」

④東京「横十間川」 ⑤東京「八潮団地」

評価内容：下記内容である。次頁に調査用紙を示す。

①景観印象（SD法）：20尺度（7段階）

②鋼矢板の汚れ評価（評定尺度法）

②－1 鋼矢板の汚れ度

②－2 鋼矢板の汚れ気になり度

②－3 気になる汚れの種類

③鋼矢板の景観へに影響評価（評定尺度法）

③－1 鋼矢板の景観全体への影響度

③－2 景観に影響している鋼矢板の側面

④景観で気になる点（自由回答）

(3) 結果

評定尺度の選定：因子分析結果から、河川護岸景観の印象を評価する尺度として、18の尺度を選定した。それ以外の結果は、調査した日が天候不順（雨、風）の為、データとして採用しがたいので省略した。

選定された尺度は、次節に掲載した。

これから「河川護岸」の景観や、鋼矢板の汚れ等に関しまして、いくつかご質問いたします。該当する選択肢の番号に○を付けて、お答え下さい。

F 1. お名前をお知らせ下さい。

F 2. あなたのお年はいくつですか？

1) 10代 2) 20～24歳 3) 25～29歳 4) 30～34歳 5) 35～39歳

6) 40～44歳 7) 45～49歳 8) 50～54歳 9) 55～59歳 10) 50歳以上

F 3. あなたの性別は？

1. 男性

2. 女性

F 4. あなたは、鋼矢板を新設するところをご覧になったことがありますか？

1. よく見る

2. 1、2度見たことがある

3. 見たことはない

《調査河川1》

Q 1. 対岸の景観に関しまして、どのような印象が持たれるかをお聞きたいします。どのような印象があるかを、おのこのの評価形容詞軸の、該当するところに、○を1つ付けて回答して下さい。

非 か や どちらでも や か 非
常 な り や ない や り 常
に り や ない や り に

美 し い	_ _ _ _ _ _ _	美 し く な い
目 立 つ	_ _ _ _ _ _ _	目 立 た な い
温 か い	_ _ _ _ _ _ _	冷 た い
落ち着きのない	_ _ _ _ _ _ _	落ち着きのある
調 和 し た	_ _ _ _ _ _ _	不 調 和 な
硬 い	_ _ _ _ _ _ _	柔 ら か い
自 然 な	_ _ _ _ _ _ _	人 工 的 な
派 手 な	_ _ _ _ _ _ _	地 味 な
軽 快 な	_ _ _ _ _ _ _	重 厚 な
狭 い	_ _ _ _ _ _ _	広 々 と し た
きれいな	_ _ _ _ _ _ _	汚 い
野 暮 な	_ _ _ _ _ _ _	ス マ ー ト な
明 る い	_ _ _ _ _ _ _	暗 い
静 的 な	_ _ _ _ _ _ _	動 的 な
新 し い	_ _ _ _ _ _ _	古 い
好 き な	_ _ _ _ _ _ _	嫌 い な
単 純 な	_ _ _ _ _ _ _	複 雑 な
親しみにくい	_ _ _ _ _ _ _	親しみやすい
ユニークな	_ _ _ _ _ _ _	ありきたりな
悪 い	_ _ _ _ _ _ _	良 い

Q 2. 鋼矢板は、どの程度汚れているとお感じになりますか？

以下の 6 段階（0 点～5 点）の中から選び、番号に○をお付け下さい。

- 5 — 非常に汚れている
- 4 — かなり汚れている
- 3 — やや汚れている
- 2 — あまり汚れていない
- 1 — ほとんど汚れていない
- 0 — 全く汚れていない

Q 3. 鋼矢板の汚れが、どの程度気になりますか？

以下の 6 段階（0 点～5 点）の中から選び、番号に○をお付け下さい。

- 5 — 非常に汚れている
- 4 — かなり汚れている
- 3 — やや汚れている
- 2 — あまり汚れていない
- 1 — ほとんど汚れていない
- 0 — 全く汚れていない

Q 4. 前問で「汚れが気になる（3 から 5）」と回答された方のみ、お聞きいたします。どのような点が気になりますか。

次に選択肢の中から、該当するものすべてに○をお付け下さい。中でも 1 番気になるものには◎をお付け下さい。

- 1. 汚れの色
- 2. 汚れの模様
- 3. 異物の付着
- 4. さび
- 5. その他（ ）

Q 5. この河川護岸の景観印象に、鋼矢板がどの程度効いていると思われますか？

以下の7段階のカテゴリーの中の、該当する番号に○をお付け下さい。

全	ほ	そ	ど	や	か	非
	と	れ	ち		な	常
く	ん	ほ	ら	や	り	に
	ど	ど	でも			
			ない			
1	2	3	4	5	6	7
効いていない 効いている						

Q 6. 前問で「効いている（5から7）」と答えられた方にお聞きいたします。

鋼矢板の何が、景観全体の印象に効いていると思われますか？

次の選択肢の中から、該当するものすべてに○をお付け下さい。

中でも1番効いていると思われるものには、◎をお付け下さい。

1. 色彩
2. 形状
3. 汚れ
4. その他（ ）

Q 7. この河川の景観で、何か気になることがございましたら、どんなことでも結構ですから、お答え下さい。

3. 1. 2 現地測色調査

(1) 調査内容

現状の河川護岸がどのような色彩から構成されているのかを、現地測色調査によって明らかにする。

(2) 調査方法

実施日：平成3年10月下旬～11月中旬

調査者：財団法人日本色彩研究所研究員5名。

方法：JIS標準色票を用いて、河川護岸景観を構成する環境色彩を視感測色し、マンセル値を求めた、同時に、景観のビデオ撮影も行った。

調査地点：下記に示す14地点

①茨城「飯沼川」	⑥東京「八潮団地」	⑪広島「元安川」
②埼玉「浦和・桶川線」	⑦東京「善福寺川」	⑫大阪「土佐堀川」
③千葉「平和公園」	⑧東京「隅田川」	⑬大阪「堂島川」
④千葉「都川」	⑨新潟「浜松町」	⑭福井「底喰川」
⑤千葉「浜田川」	⑩福岡「那珂川」	

(3) 測色結果

環境色彩のマンセル値を、調査用カラーコードの中分類に落として整理した。

以下に調査地点ごとの環境中分類を掲載した、表中のプロットが色彩の出現を表している。

①茨城「飯沼川」

大目	P	H	O	R	T	Y	G	B	S	A	I	RP
tent												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
cx (9)												
q (13)												
g (15)												
c	w											
h												
g												

②埼玉「浦和・桶川線」

大目	P	H	O	R	T	Y	G	B	S	A	I	RP
tent												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
cx (9)												
q (13)												
g (15)												
c	w											
h												
g												

③千葉「平和公園」

大目	P	H	O	R	T	Y	G	B	S	A	I	RP
tent												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
cx (9)												
q (13)												
g (15)												
c	w											
h												
g												

④千葉「都川」

大目	P	H	O	R	T	Y	G	B	S	A	I	RP
tent												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
cx (9)												
q (13)												
g (15)												
c	w											
h												
g												

⑤千葉「浜田川」

大目	P	H	O	R	T	Y	G	B	S	A	I	RP
tent												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
cx (9)												
q (13)												
g (15)												
c	w											
h												
g												

⑥東京「八潮団地」

大目	P	H	O	R	T	Y	G	B	S	A	I	RP
tent												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
cx (9)												
q (13)												
g (15)												
c	w											
h												
g												

⑦東京「善福寺川」

大分	PI	H	O	BE	F	YG	G	RG	S	LA	LI	HP
tone												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
c' (9)												
q (15)												
OT/NU/NA												

⑧東京「隅田川」

大分	PI	H	O	BE	F	YG	G	RG	S	LA	LI	HP
tone												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
c' (9)												
q (15)												
OT/NU/NA												

⑨新潟「松浜町」

大分	PI	H	O	BE	F	YG	G	RG	S	LA	LI	HP
tone												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
c' (9)												
q (15)												
OT/NU/NA												

⑩福岡「那珂川」

大分	PI	H	O	BE	F	YG	G	RG	S	LA	LI	HP
tone												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
c' (9)												
q (15)												
OT/NU/NA												

⑪広島「元安川」

大分	PI	H	O	BE	F	YG	G	RG	S	LA	LI	HP
tone												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
c' (9)												
q (15)												
OT/NU/NA												

⑫大阪「土佐堀川」

大分	PI	H	O	BE	F	YG	G	RG	S	LA	LI	HP
tone												
p (7)												
ll (8)												
bl (2)												
v (1)												
cc (3)												
d (5)												
c' (9)												
q (15)												
OT/NU/NA												

⑬大阪「堂島川」

大分口		P	H	O	B	Y	YL	G	GL	S	LA	LL	RP	N	
tent					HH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					HH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
p (7)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	W
ll (8)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY
bl (9)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY
v (1)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY
cl (10)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY
d (15)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY
cl (10)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY
cl (10)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY
q (15)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY

W	
RGY	
RGY	
RGY	
RGY	

⑭福井「底喰川」

大分		P	B	O	R	Y	G	GL	S	LA	LL	RP	R	
tone					EH	Y	ULG		GL		Y	P		
p (7)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	W	
ll (8)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
bl (9)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
v (1)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
cl (10)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
d (15)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
cl (10)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
cl (10)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
q (15)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	RGY	
大分		R	Y	YR	Y	GY	G	RG	B	IP	P	RP		
W		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
RGY		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		

3. 1. 3 河岸護岸および道路擁壁の評価調査

(1) 調査内容

現状の様々な河川護岸、及び道路擁壁の景観が、どのように評価されているのかを把握し、景観の印象から護岸のタイプ分類を行うことを調査の目的とした。

そこで、国内の様々な河岸写真を撮影し、被験者に経過のスライド写真を提示し、各々に対して心理評価を求めた。

(2) 調査方法

実施日：平成3年12月17日

実施場所：住友金属工業株式会社会議室

被験者：鉄鋼メーカー各社社員、及び日本色彩研究所研究員 計30名（男性18名、女性12名）

評価景観：河川護岸及び道路擁壁の景観のスライド、15地点

各地点ごとに、景観全体と鋼矢板のクローズアップの2枚のスライドを提示した、調査地点は以下の通り

①茨城「飯沼川」	⑥東京「横十間川」	⑪福岡「那珂川」
②埼玉「浦和・桶川線」	⑦東京「八潮団地」	⑫広島「元安川」
③千葉「平和公園」	⑧東京「善福寺川」	⑬大阪「土佐堀川」
④千葉「都川」	⑨東京「隅田川」	⑭大阪「堂島川」
⑤千葉「浜田川」	⑩新潟「浜松町」	⑮福岡「那珂川」

調査項目：Q1 景観全体の印象（SD法）：18尺度、次ページ参照

Q2 景観印象に効いている景観構成要素（選択法、複数回答）

Q3 鋼矢板の景観への影響（評定尺度法）

Q3-1 鋼矢板の目立ち度

Q3-2 景観に対する影響の仕方（プラスかマイナスか）

Q3-3 影響している鋼矢板の側面（色彩、形…）

Q4 鋼矢板の汚れ評価（評定尺度法）

Q5 景観、鋼矢板に対するコメント（自由記述）

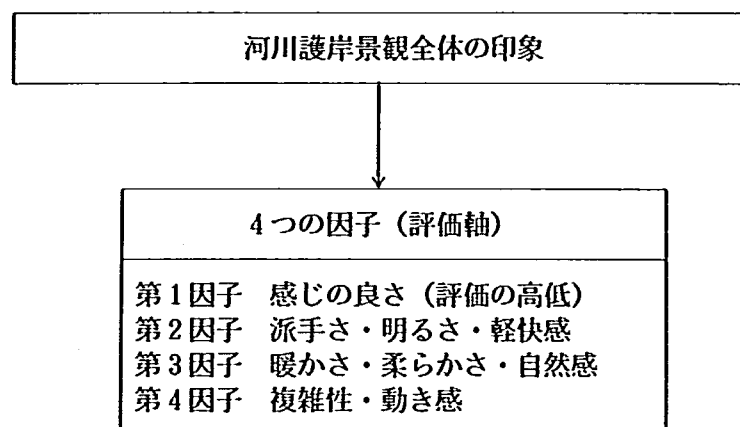
手続き：各地点ごとに、評価地点周辺の様子をビデオで上映（約30秒）した後、景観全体と鋼矢板のクローズアップのスライド写真を同時に別々のスクリーンに映写した、上記項目について、回答用紙に回答させた。以上が1試行であり、これを全15地点で繰り返した。

(3) 結果

①景観全体の印象（Q1）

①-1 経過認証の構成要素

景観全体の印象は下記4因子から構成されることがわかった。注1）



注1）4つの因子は、回答データの因子分析結果（評価尺度ごとの因子負荷量）から求めた。

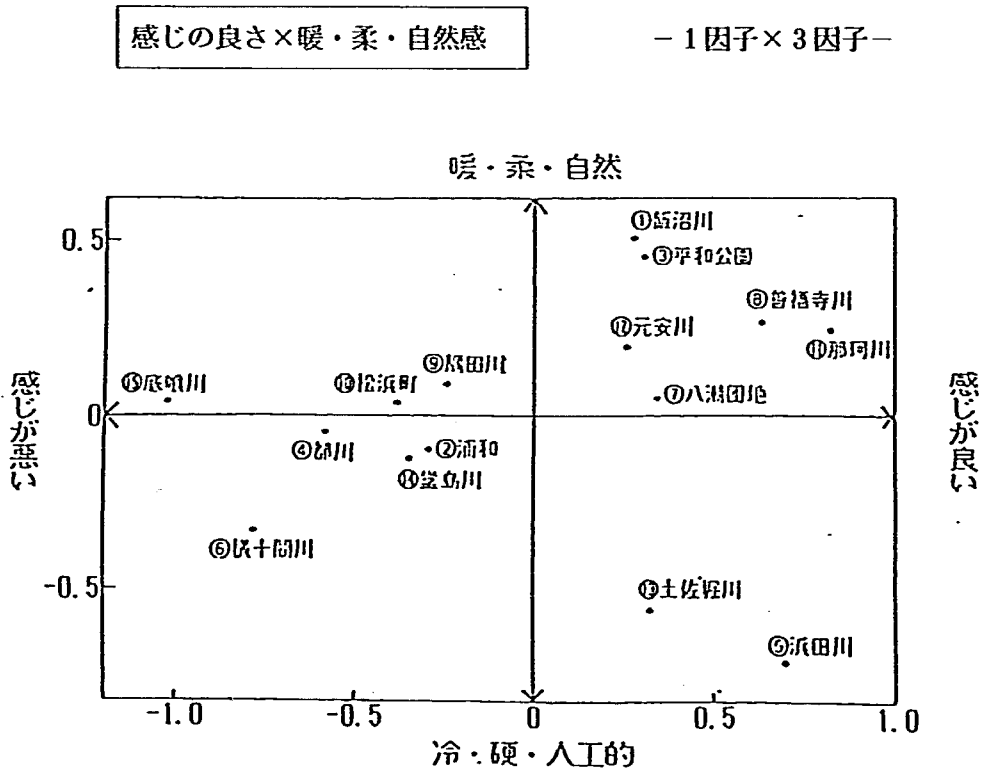
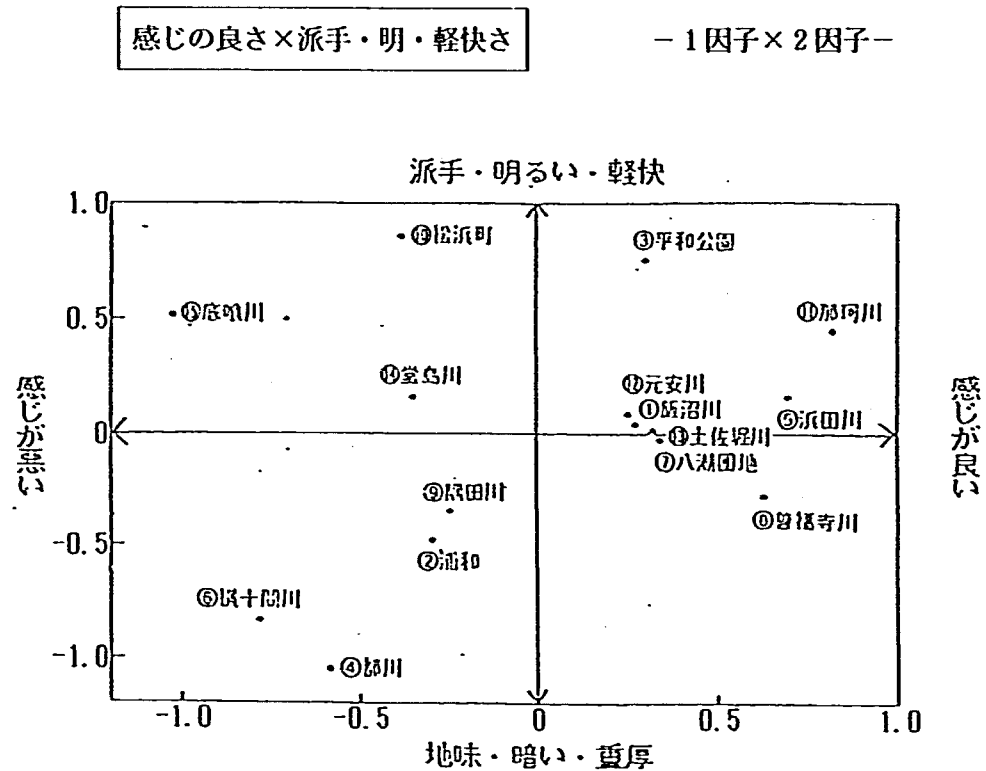
因子負荷量（バリマックス回転）

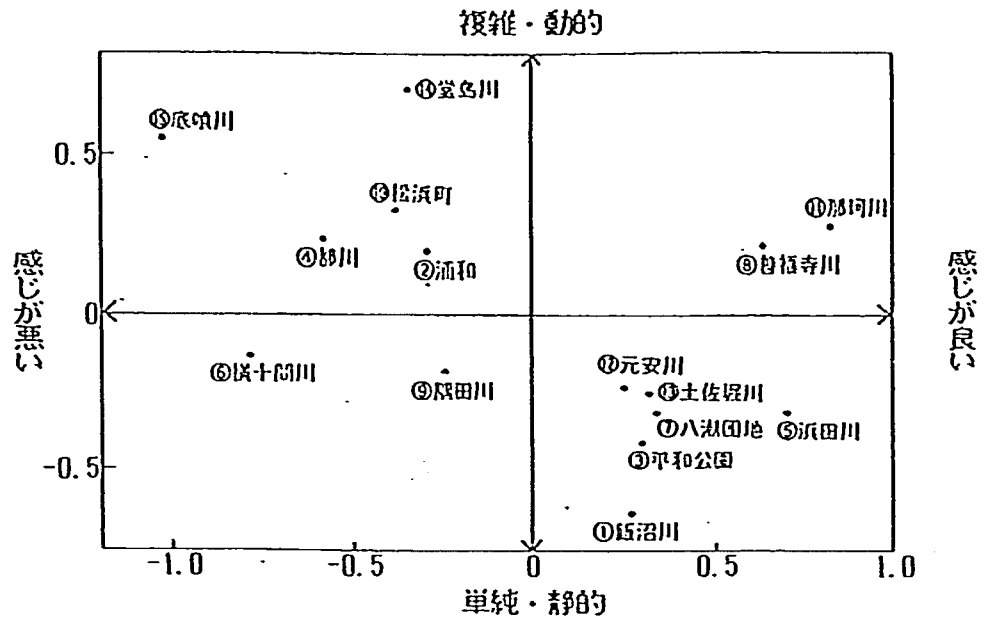
因子	評定尺度名	因子負荷量			
		因子1	因子2	因子3	因子4
1	好きな	-0.7412	0.3150	-0.3437	0.0091
	調和した	-0.7168	-0.1118	-0.0884	-0.2586
	親しみにくい	-0.7127	-0.0538	0.3205	0.0571
	野暮な	-0.7105	-0.3921	0.0096	-0.0676
	美しくない	-0.6760	-0.4313	0.2319	-0.0214
	落ち着きのない	-0.6121	-0.0000	0.2509	0.3527
2	派手な	-0.0307	-0.7487	0.0557	0.2521
	暗い感じ	0.3887	-0.6676	0.2657	0.0894
	軽快な	0.0822	-0.5637	-0.0609	-0.0346
	清潔な	-0.5338	-0.5887	-0.0559	-0.1023
	ありきたりの	0.2508	-0.5878	0.0066	-0.3869
3	冷たい	0.4058	-0.1656	0.6486	-0.1132
	のんびりした	-0.1580	-0.1112	-0.5394	-0.2636
	硬い	-0.2953	-0.4023	0.5190	-0.0385
	人工的な	0.4124	0.0840	0.5056	0.3169
4	複雑な	-0.0470	0.0778	0.0124	0.5601
	動きのある	0.3451	0.1734	0.0220	0.6046
	広々とした	-0.3356	0.2257	-0.1451	-0.2509
因子負荷量2乗和		4.0952	2.7663	1.6844	1.3589
寄与率（%）		22.7510	15.3682	9.3575	7.5497
累積寄与率（%）		22.7510	38.1192	47.4767	55.0264

①-2 景観のイメージ位置

各景観のイメージ位置を、景観イメージ空間内にプロットした。

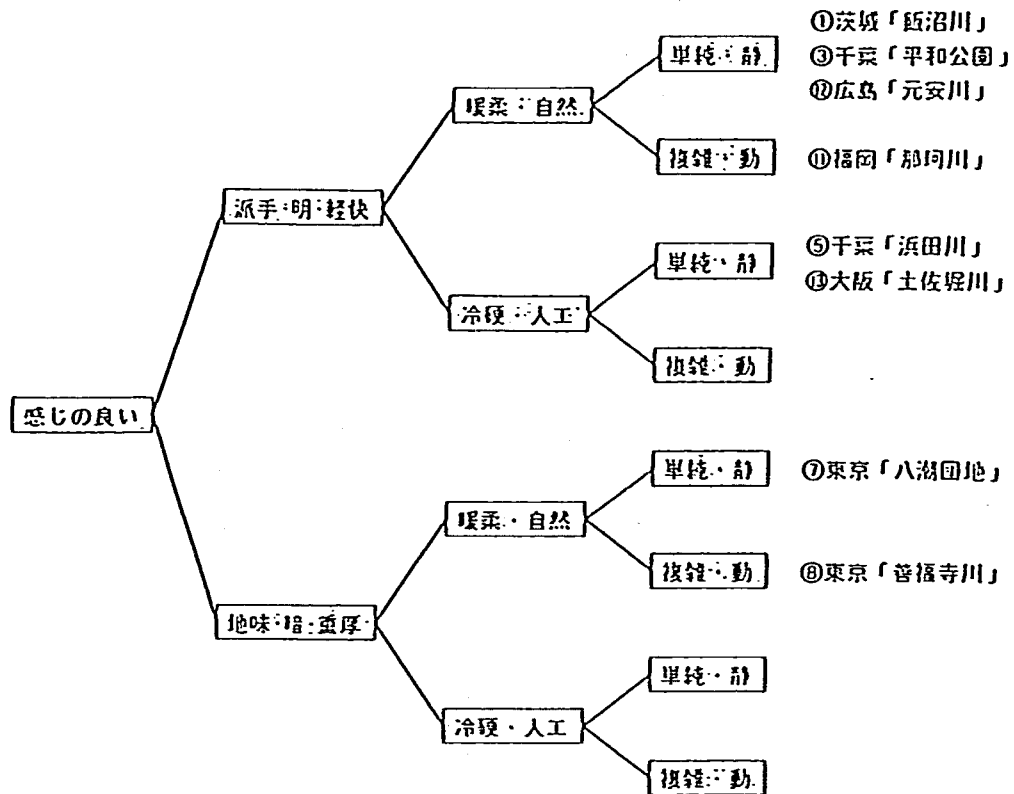
ここでは1軸（感じの良さ）に対して他の因子軸とを組み合わせたイメージ平面上にプロットした。



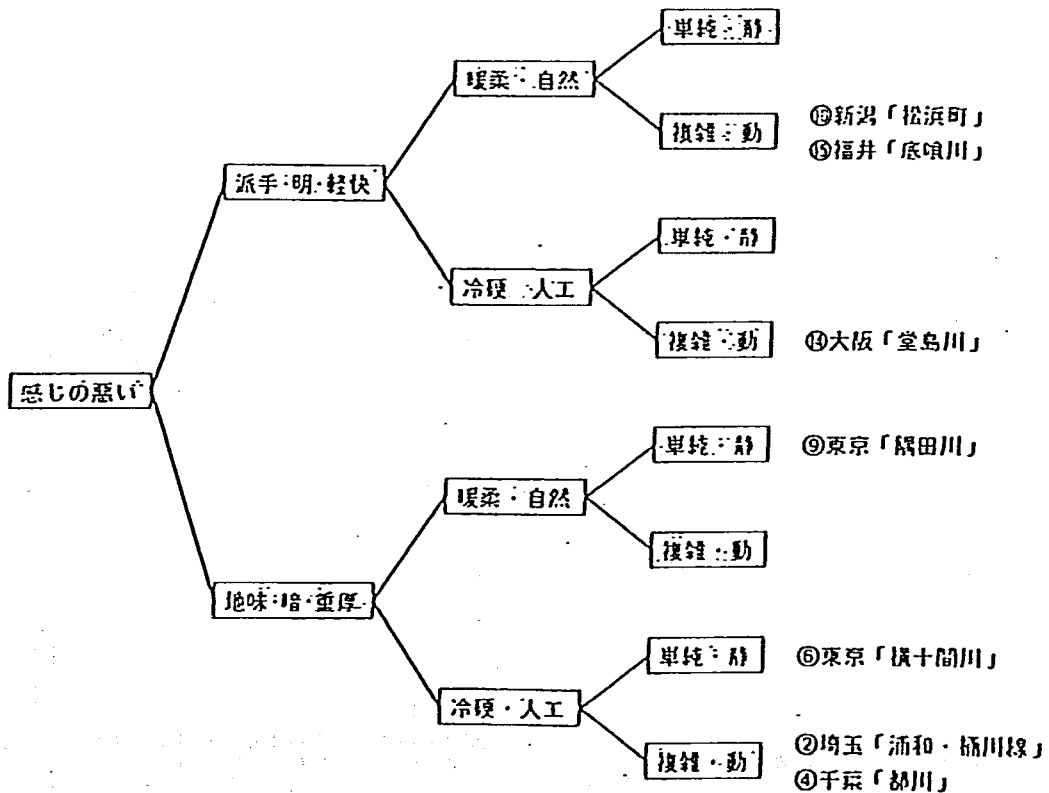


①-3 景観印象からみた景観タイプ分類

タイプ分類樹状図 (印象評価高得点)



タイプ分類樹状図 (印象評価低得点)



②景観印象に効いている景観構成要素（Q2）

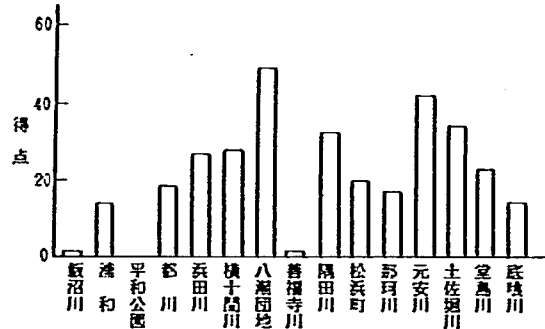
選択肢は以下の通り。

1. 住宅・ビル 2. 川 3. 緑・植栽 4. コンクリート・石積 5. 銅矢板
6. 護岸施設 7. 広告・看板類 8. その他

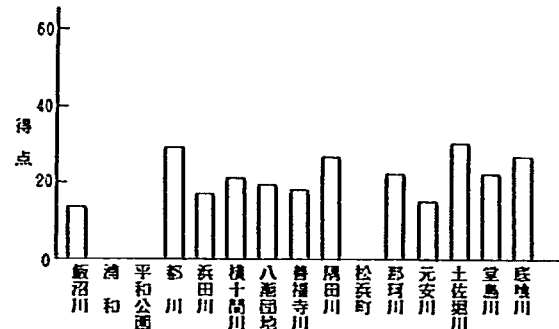
「最も影響している：◎回答」は2点、「影響している：○回答」には1点を割り当てて集計した。

②-1 目立つ要素（構成用素別）

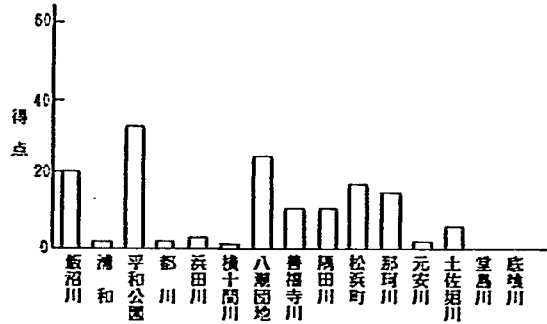
1) 住宅・ビル



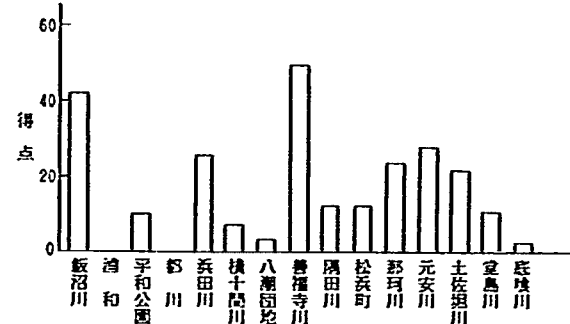
2) 川



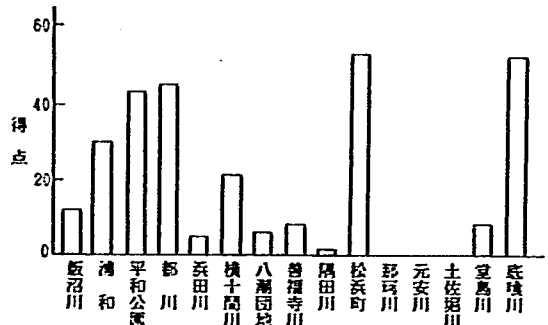
3) 緑・植栽



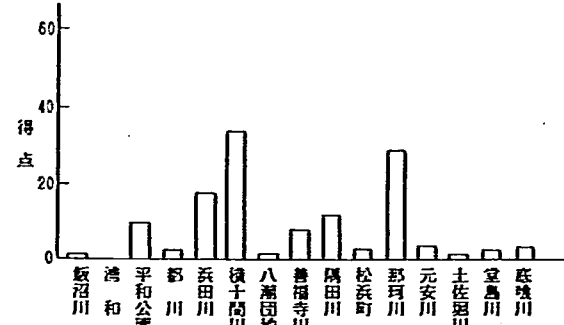
4) コンクリート・石積



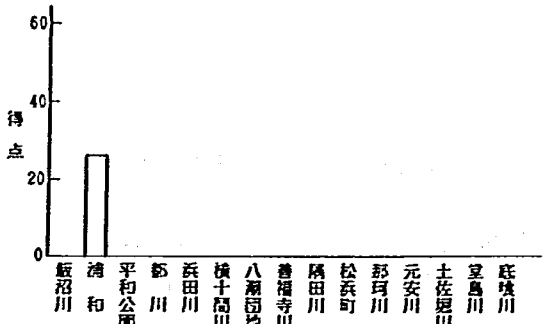
5) 銅矢板



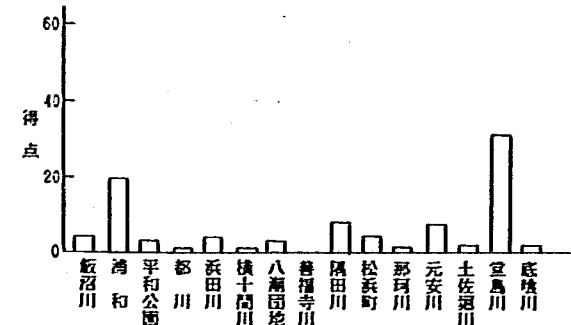
6) 護岸施設



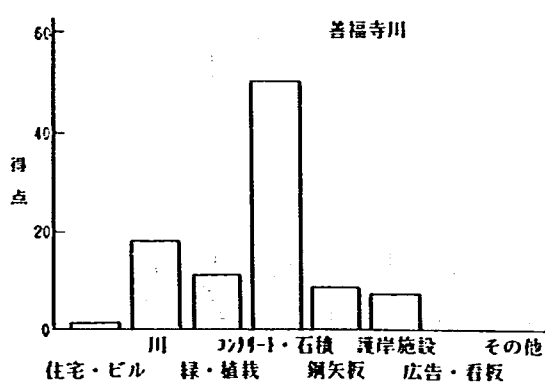
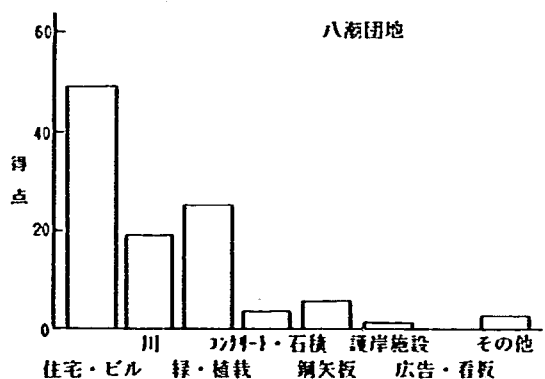
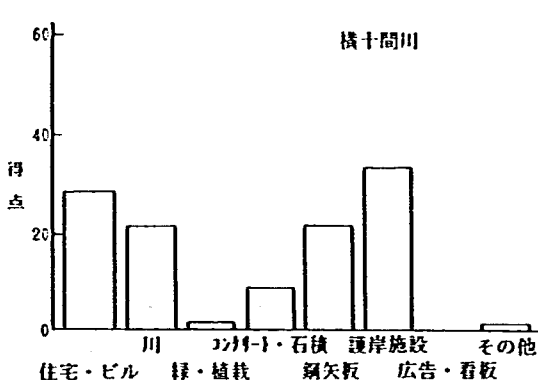
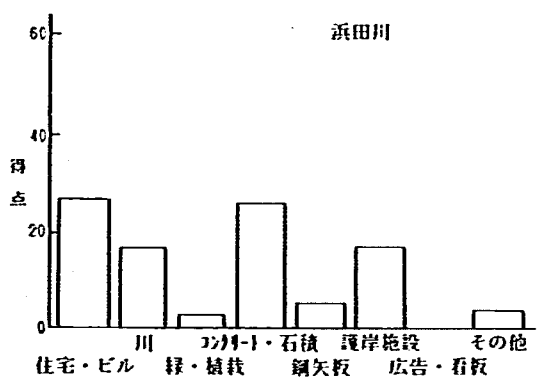
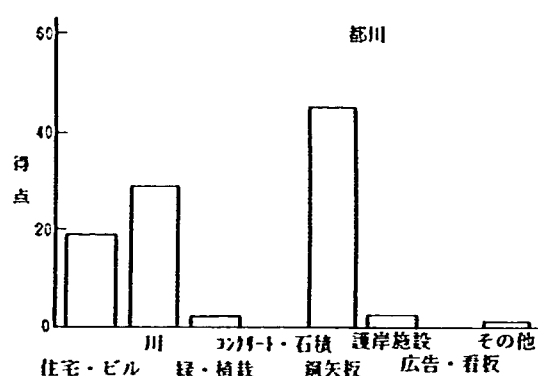
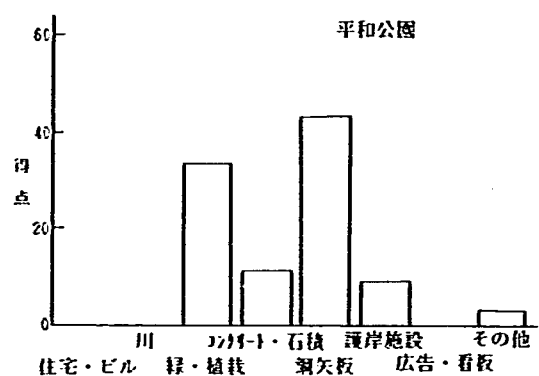
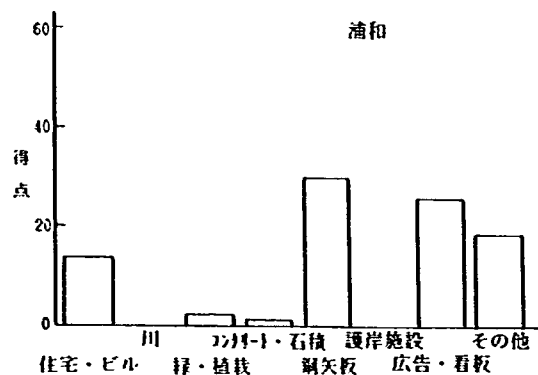
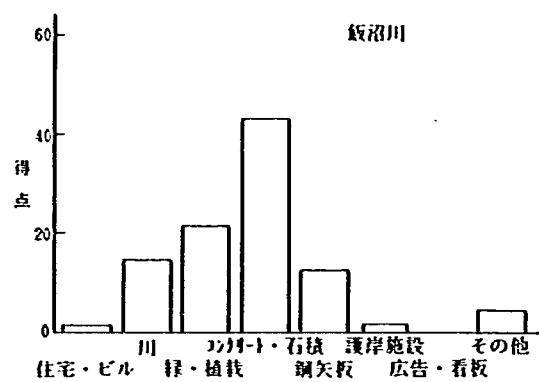
7) 広告・看板類

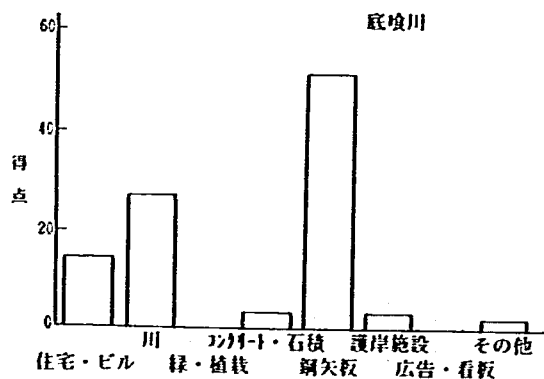
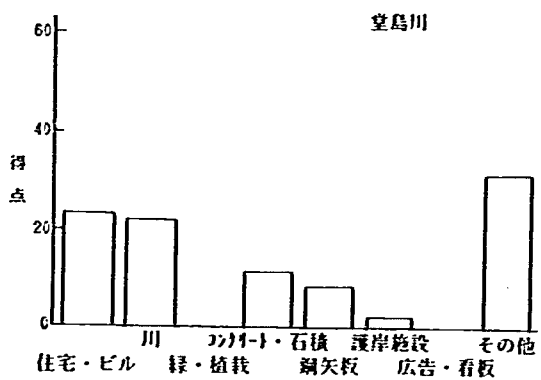
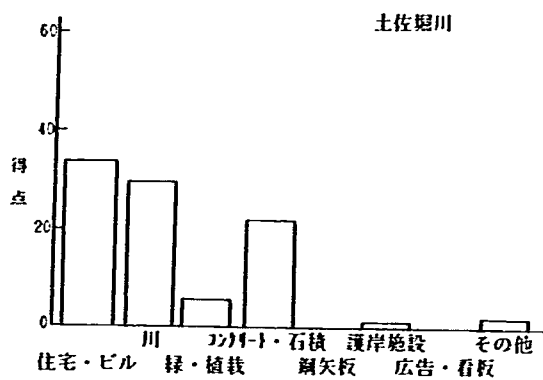
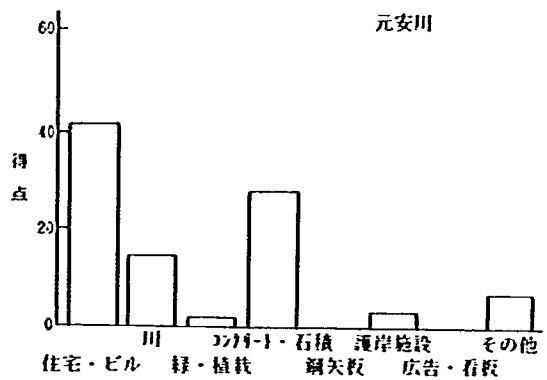
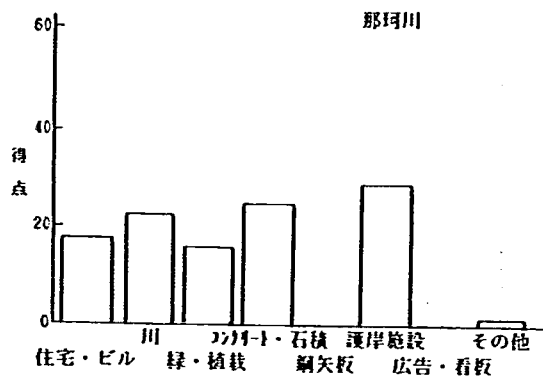
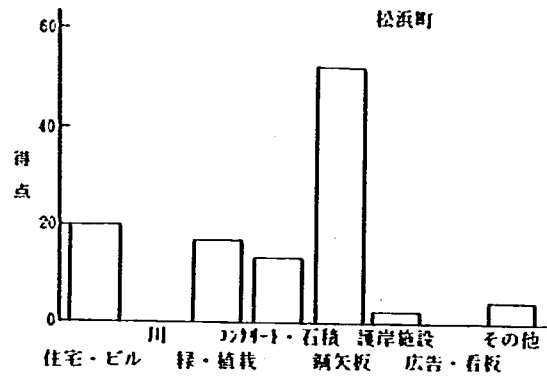
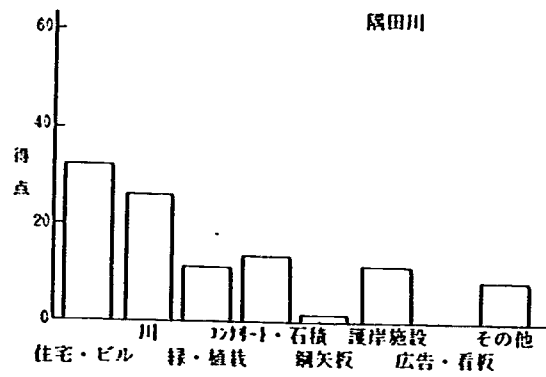


8) その他



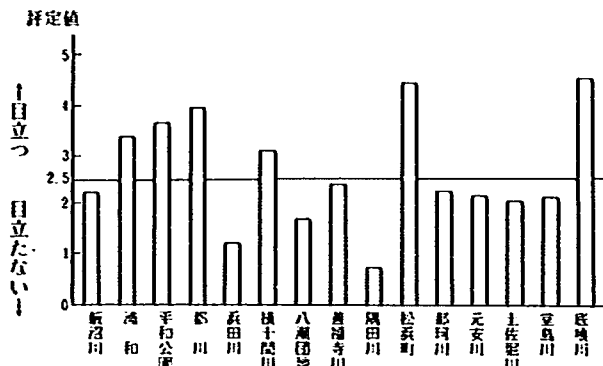
②-2 目立つ景観構成要素（地点別）



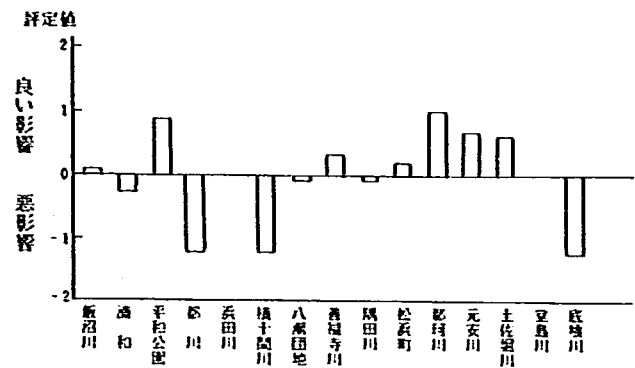


③鋼矢板の景観への影響

③-1 目立ち度 (Q3-1)

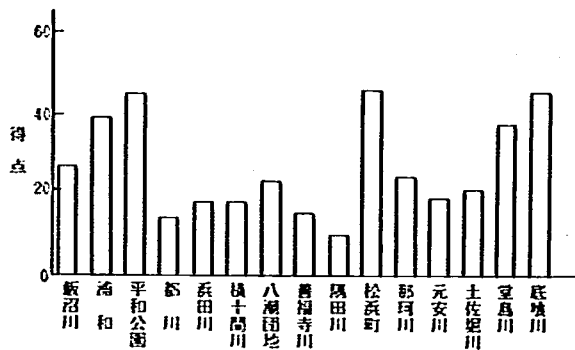


③-2 影響の仕方 (Q3-2)

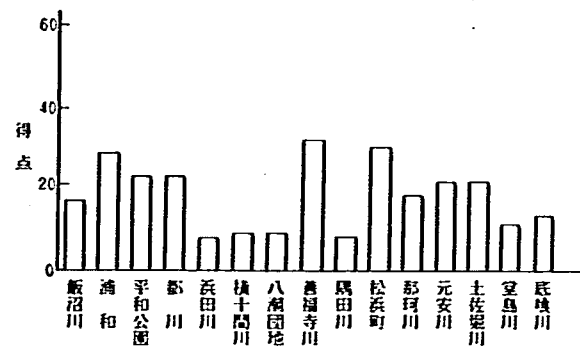


③-3 影響手いる鋼矢板の側面 (Q3-3)

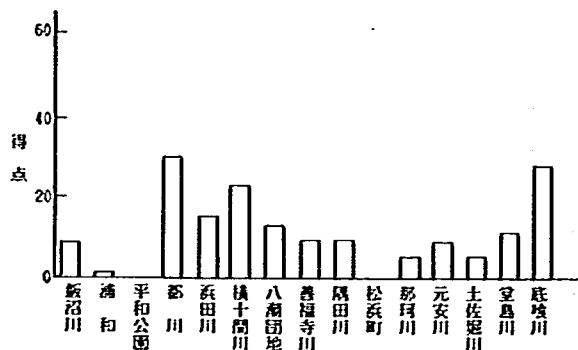
1) 色彩



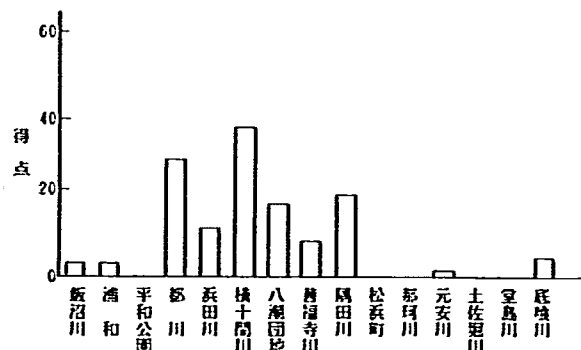
2) 形状



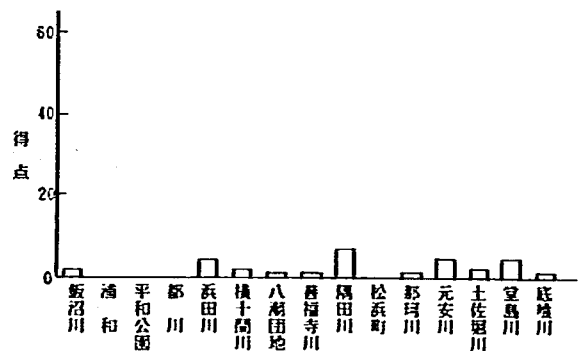
3) 汚れ・泥など



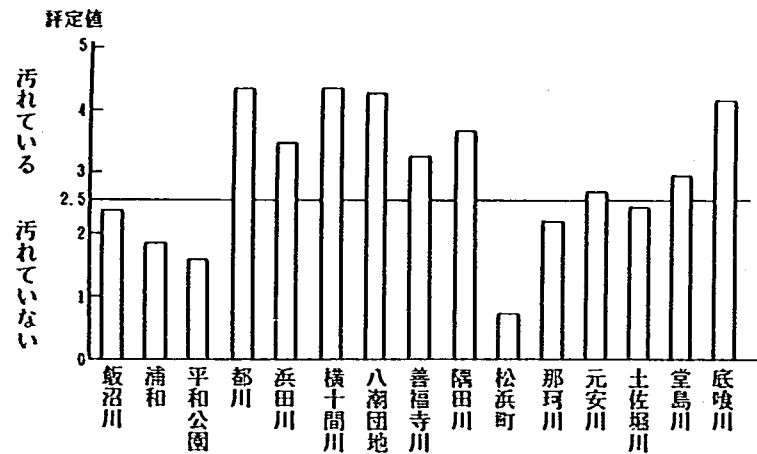
4) さび



5) その他



④鋼矢板の汚れ評価（Q 4）

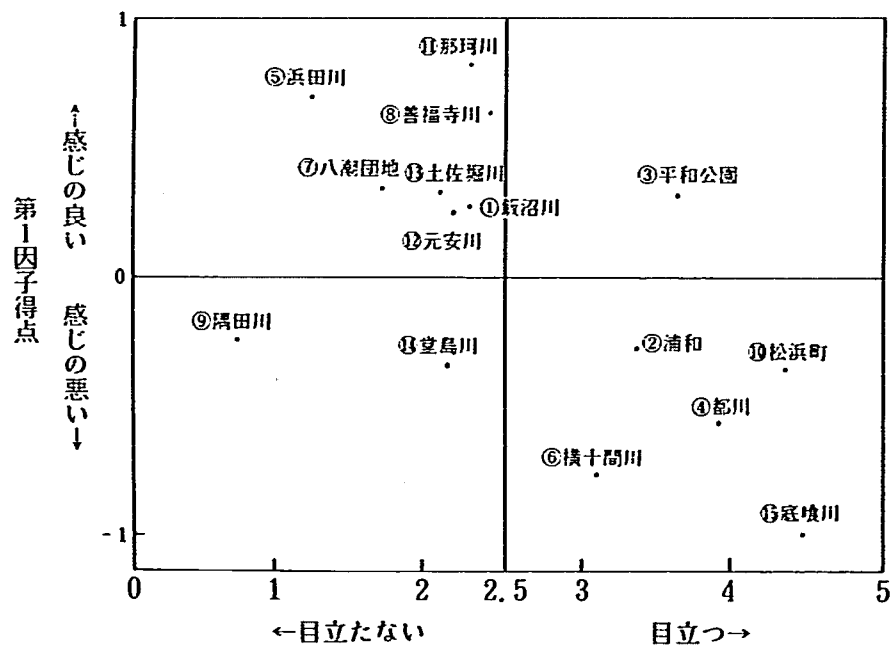


⑤景観、鋼矢板に対するコメント 本報告書では省略した。

⑥景観全体の感じの良さに対する、鋼矢板の諸要素の効果

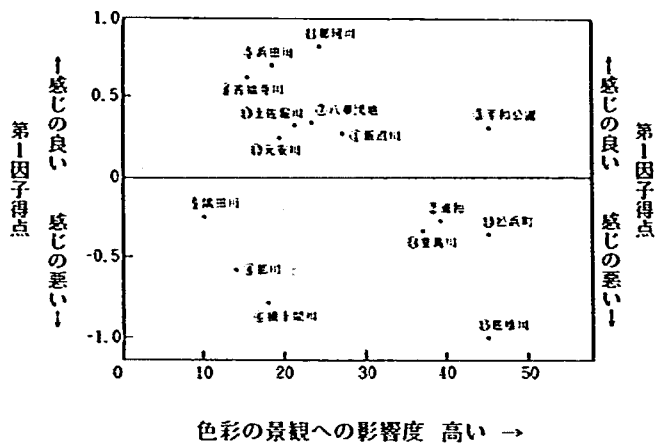
⑥-1 景観全体の感じの良さに対する、鋼矢板の目立ち度（Q3-1）の効果

基本的には、鋼矢板が目立ちすぎると、景観の印象に悪影響を与える傾向がみられる。しかし、平和公園のように鋼矢板が目立っていても、景観評価の高いものもあった。

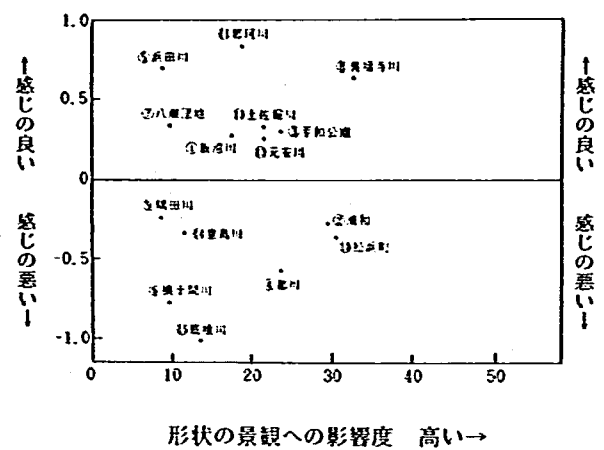


⑥-2 景観全体の感じの良さに対する鋼矢板の様々な要素（色彩、形状、汚れ・泥等、さび：Q3-3）の効果

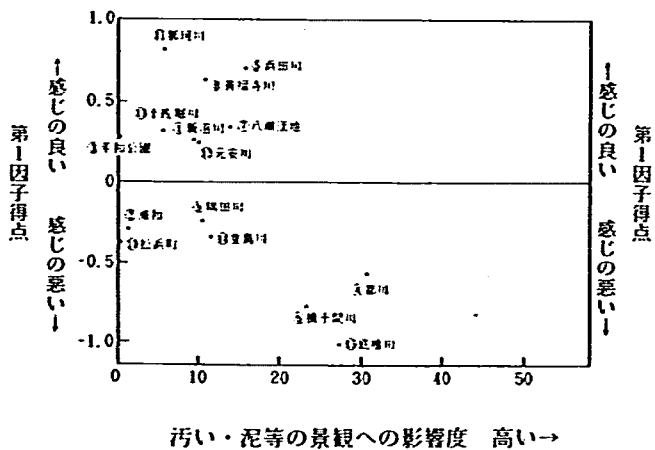
鋼矢板色彩の影響度



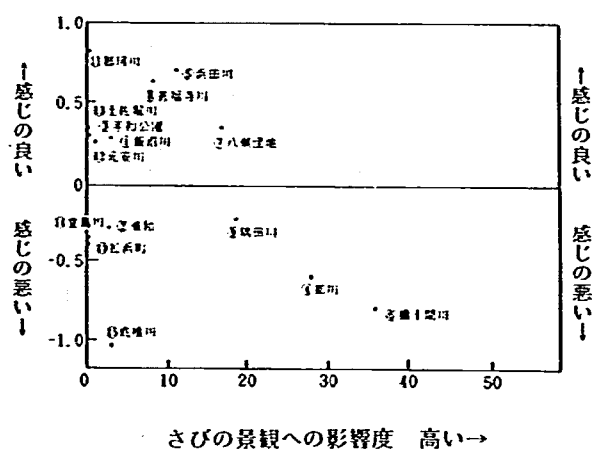
鋼矢板形状の影響度



鋼矢板の汚れや泥等の影響度



鋼矢板のさびの影響度



(4) まとめ

①景観評価一覧

上から景観全体の印象値が高い順に整列した。

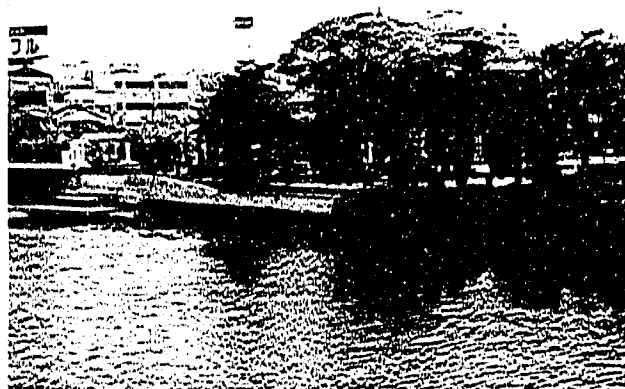
写真3-1～5に、各景観を示す。

評価 要素	景観構成要素の 目立ち具合						景観への 影響		銅矢板の影響				銅矢板の汚損感	景観全体の印象				銅矢板褪色値	
	住宅・ビル	川	緑	銅矢板・石積	銅矢板	銅矢板・石積	銅矢板	色彩	形状	汚れ・泥	さび	2因子		3因子		4因子			
												派手・明・軽		地味・暗・重	暖・柔・自然	冷・硬・人工	複雑・動的		単純・静的
景観名																			
那珂川		○	○	○	△	○	+							Lt		Sf		Cp	△
浜田川	○	○		○		○						-	Lt			Hd		Sp	測定不能
善福寺川		○	○	◎					+			-		Ok	Sf		Cp		9.9YR 3.4/1.4
八潮団地	◎	○	○									-		Ok	Sf			Sp	6.3YR 2.6/1.6
土佐堀川	◎	◎		○	△		+						Lt			Hd		Sp	△
平和公園		△	◎		◎		+	+					Lt		Sf			Sp	5.5GY 7.8/2.5
飯沼川		△	○	◎									Lt		Sf			Sp	1.3Y 4.3/1.7
元安川	◎	○		◎	△		+						Lt		Sf			Sp	△
堺田川	◎	◎	○							-		-		Ok	Sf			Sp	2.8Y 3.6/1.6
浦和		△			◎			-	-					Ok		Hd	Cp		5.4YR 4.9/4.4
堂島川	○	○						-					Lt			Hd	Cp		
松浜町		△	○		◎			-	-				Lt		Sf		Cp		0.2B 6.7/0.9
都川		◎			◎		-			-	-	-		Ok		Hd	Cp		8.9YR 3.7/2.1
横十間川	○	○			◎	○	-			-	-	-		Ok		Hd		Sp	6.5YR 2.1/1.6
底喰川		○			◎		-	-		-		-	Lt		Sf		Cp		4.5G 5.4/2.8

【凡例】 ◎ 非常に目立つ 記号 + : 強い Lt:light Sf:soft Cp:complex
 ○ 目立つ - : 弱い Ok:dark Hd:Hard Sp:simple
 - : やや弱い

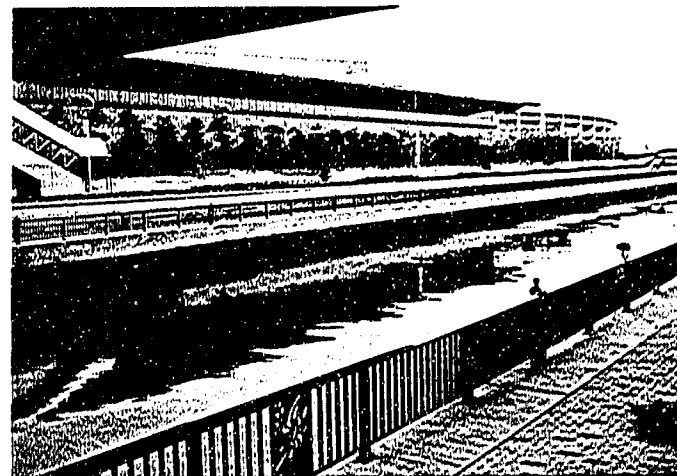
景観評価 ランク A (++)

福岡「那珂川」



川・緑・コ石・鋼矢・護施

千葉「浜田川」



住ビ・川・コ石・護施

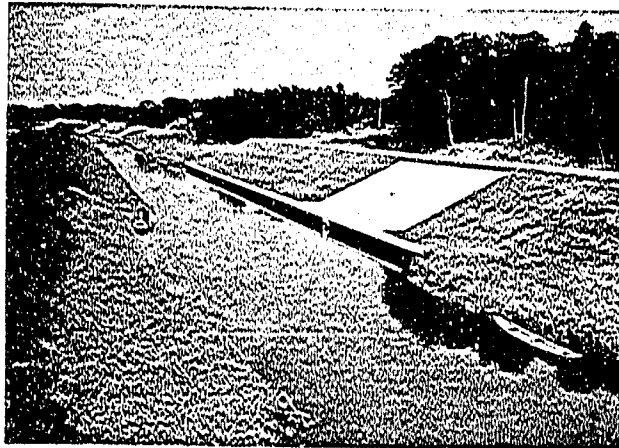
東京「善福寺川」



川・緑・コ石 [形]

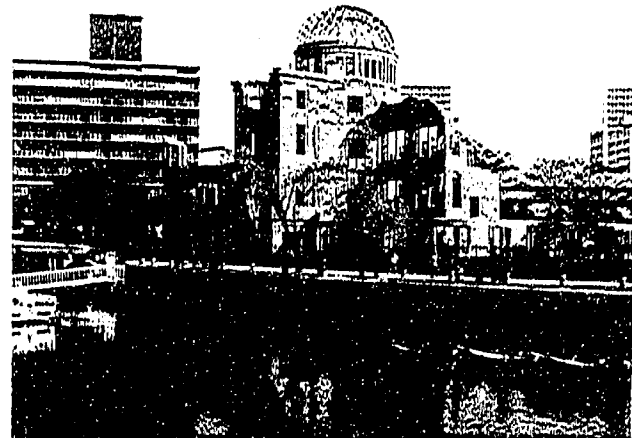
景観評価 ランクB(＋)

茨城「飯沼川」



緑・コ石

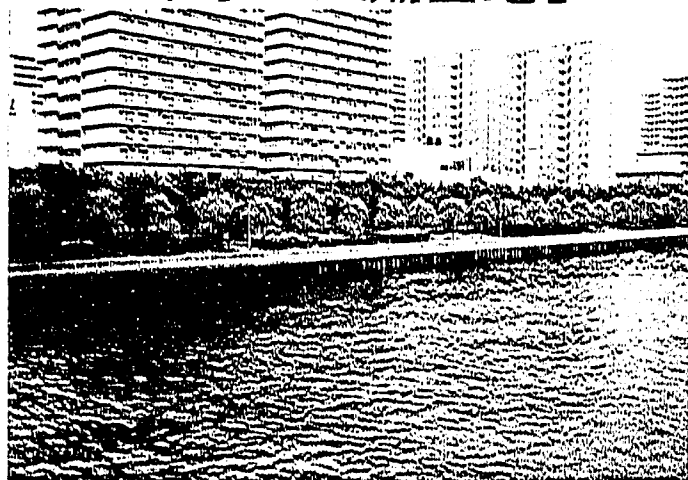
広島「元安川」



住ビ・川・コ石

景観評価 ランク B (+)

東京「八潮団地」



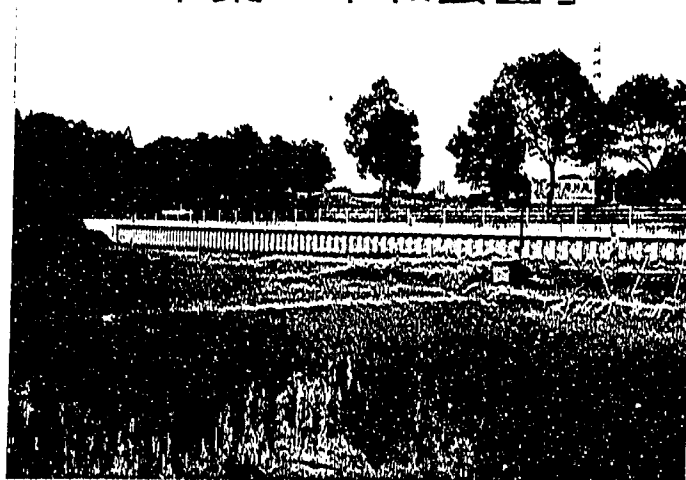
住ビ・川・緑

大阪「土佐堀川」



住ビ・川・コ石

千葉「平和公園」

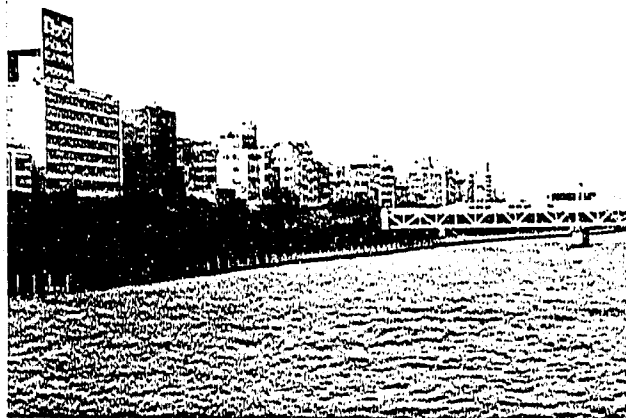


緑・鋼矢

〔色〕

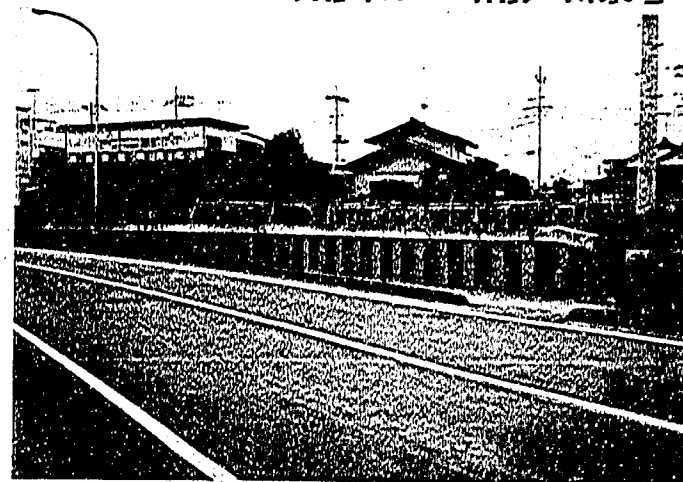
景観評価 ランクC (一)

東京「隅田川」



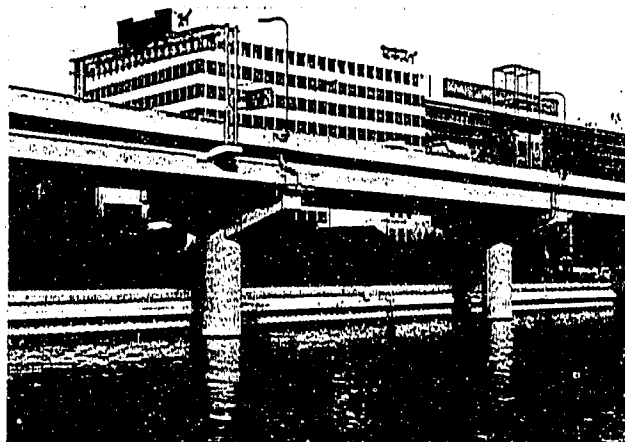
住ビ・川・緑

埼玉「浦和・桶川線」



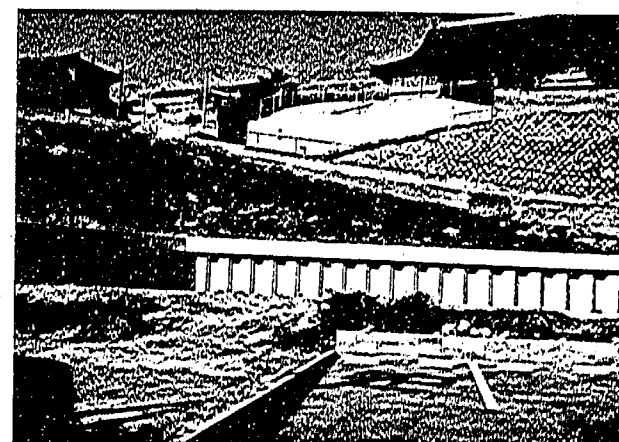
鋼矢

大阪「堂島川」



住ビ・川

新潟「松浜町」



緑・鋼矢

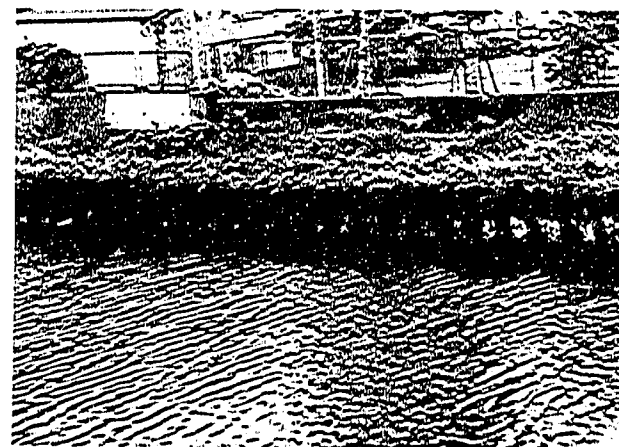
景観評価 ランクD（一）

千葉「都川」



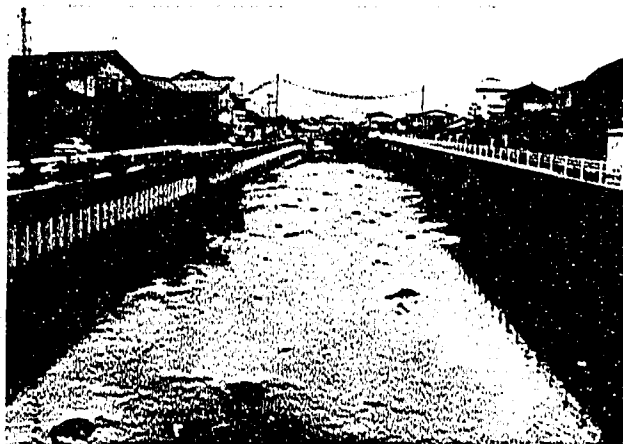
川・鋼矢 [汚泥・さび]

東京「横十間川」



住ビ・川・鋼矢・護施 [汚泥・さび]

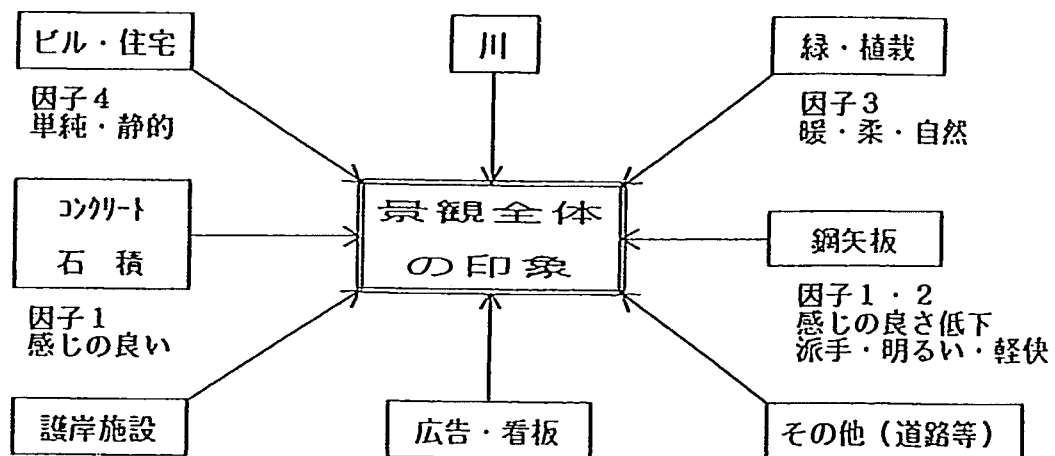
福井「底喰川」



川・鋼矢 [色・汚泥]

②景観全体の印象と構成要素との関係

河川護岸（含道路擁壁）の景観を構成する要素の一覧と、各要素が景観印象に対してどのような影響を及ぼすかについて、関係図を下に作成した。景観各構成要素の目立ち度が高まると、景観の下に記した印象の方向に景観の印象が動くことを示している。前ページの景観一覧表からまとめたものである。



景観全体の印象と景観構成要素との関係

また、逆に、景観印象の4つの側面（因子）に対して、景観各構成要素との関係を以下にまとめた。

1) 景観全体の感じの良さに関わる構成要素 — 第1因子との関係 —

鋼矢板

鋼矢板が目立ち過ぎる場合には、景観全体の評価は低下する傾向がみられた（平和公園のみ例外）

コンクリート・石積

鋼矢板がなく、コンクリート・石積によって景観が構成されている場合や、鋼矢板があってもコンクリート・石積の方が目立っている景観においては、景観全体の印象が良いという傾向がみられた。

2) 「派手・明・軽快」対「地味・暗・重厚」 — 第2因子との関係 —

鋼矢板の色彩

鋼矢板の明度は比較的高い場合（明るい色彩）は、景観全体に「派手で明るく軽快な感じ」が生まれる傾向がみられた。

3)「暖・柔・自然」対「冷・硬・人工的」 —第3因子との関係—

緑・植栽

緑・植栽が目立っている景観からは、「温かく柔らかくのんびりした自然な感じ」を受けるという傾向がみられた。

4)「複雑・動的」対「単純・静的」 —第4因子との関係—

ビル・住宅

ビルが景観の中で目立っているところでは、「単純で静的な感じ」を受けやすかった。

3. 2 景観シュミレーション調査

3. 2. 1 鋼矢板の色彩に関する評価調査

(1) 目的

河川護岸景観との調和性に優れ、汚れが目立ちにくい鋼矢板（鋼管矢板）の色彩を求める。

(2) 方法

調 査 日：平成4年11月下旬～12月上旬

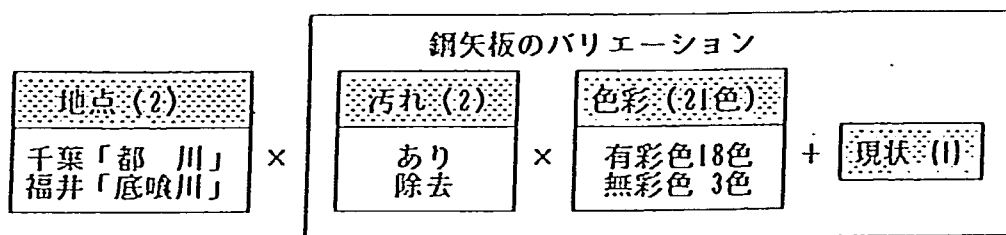
概 要：河川護岸の景観写真から、鋼矢板（鋼管矢板）の色彩と汚れを、ハイビジョンCGを用いて系統的に操作し、景観バリエーションの映像を作成した。それらを実験刺激として被験者に提示し、各々の景観に対する印象を評価させた。

調査場所：(財)日本色彩研究所プレゼンテーションルーム

被 験 者：鋼矢板について特に専門的な知識を持たない一般大学生、会社員、及び主婦から構成される計40名（男性：20名。女性20名）。

評価刺激：河川護岸景観の映像、計84種類。

設定した景観バリエーションは、地点で2地点、鋼矢板の汚れについて2種類（あり、除去）、鋼矢板の色彩21色のシュミレーション景観と、各々の地点での現状景観から成る。刺激の構成は以下の通り。



評価刺激の構成

地点は、都市内中小河川の代表例として、福井県「底喰川」と千葉県「都川」を選定した。鋼矢板の汚れは、両地点の現状の汚れのように汚れが乾燥して白っぽく見えるタイプの汚れである。

色彩の内訳は以下の通り、有彩色は4トーン、6色相から成る、4つのトーンはライトグレイッシュトーン、ソフトトーン、ダブルトーン、ダークグレイッシュトーンであり、色相は赤、オレンジ、黄、黄緑、緑、青だった。トーンのうち、ライトグレイッシュトーンとダークグレイッシュトーンは赤、黄、緑の色相の色彩のみを設定した。よって有彩色は計18色となる。無彩色はライトグレイ、ミディアムグレイ、ブラックの3色を選定し、有彩色と合わせて総計21色を設定した。色彩の選定は、景観構成材の色彩として考えられうる色域を設定し、その中を系統的に選定して行った（下表）。

鋼矢板の色彩バリエーション

（表中の数字は景観No）

トーン \ 色相	赤		オレンジ		黄		黄緑		緑		青	
ライト グレイッシュ			1	22			2	23			3	24
			ペーシユ				グレイッシュ イエローグリーン				グレイッシュ スカイ	
ソフト	4	25	5	26	6	27	7	28	8	29	9	30
	ダーク ピンク		ライト イエロー ブラウン		ダーク レディッシュ イエロー		ソフト イエローグリーン		ソフト グリーン		ソフト ブルー	
ダーク	10	31	11	32	12	33	13	34	14	35	15	36
	レディッシュ ブラウン		ブラウン		ブラウン オリブ		オリブ グリーン		ダーク ブルー グレイッシュ グリーン		ダーク ブルー	
ダーク グレイッシュ			16	37			17	38			18	39
			ダーク グレイッシュ ブラウン				ダークグレイッシュ オリブ グリーン				ダーク グレイッシュ ブルー	

トーン	ライト	ミディアム	ブラック
無彩色	19	40	21
	42		

現状
43

No. 1-21
汚れあり

No. 22-42
汚れなし

評価項目：下記の評価質問を設定した、いずれも7段階尺度による評定尺度である。

- Q 1 （景観全体の印象）13の評定尺度によるSD法調査
- Q 2 - 1 （鋼矢板の目立ち度）
- Q 2 - 2 （鋼矢板の景観への影響の仕方）
- Q 3 （鋼矢板の汚れ感）

手続き：評価景観をハイビジョン・ディスプレイに1つずつ提示し、下記評価を行わせた。なお、被験者を3グループに分け、グループ間での評価景観の提示順を変え、提示順がランダムになるようにした。

現状（底喰川）と、バリエーション例（汚れなし、ベージュ）を写真3-6に示す。

調査回答用紙

Q1. 景観全体の印象は？

景観No.	
-------	--

非 常 に	か な り	や ら な い	ど ち も な い	や り な い	か な り	非 常 に	
調和した	_____						不調和な
明るい感じの	_____						暗い感じの
ユニークな	_____						ありきたりな
静かな	_____						動きのある
暖かい	_____						冷たい
落ち着きのない	_____						落ち着きのある
単純な	_____						複雑な
硬い	_____						柔らかい
重厚な	_____						軽快な
好みな	_____						嫌い
狭い	_____						広々とした
自然な	_____						人工的な
地味な	_____						派手な

Q2. 銅矢板は景観の中で？

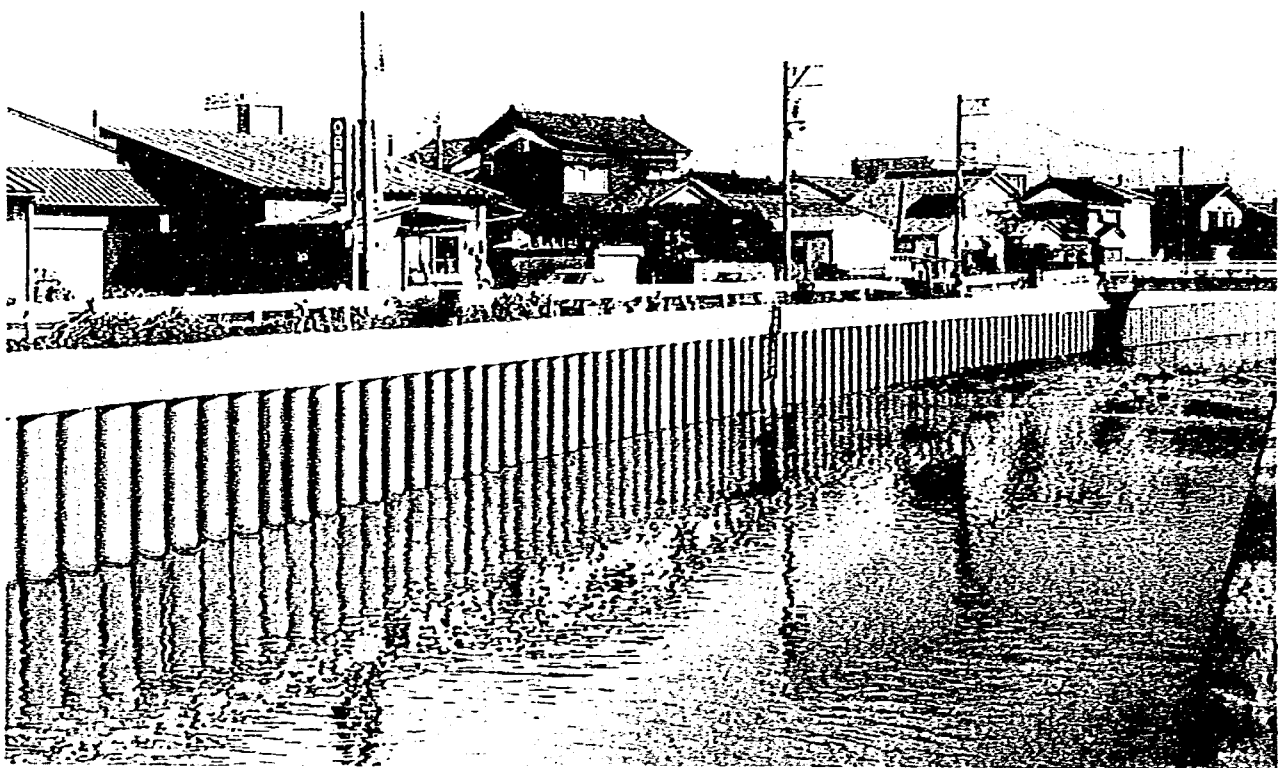
非 常 に	か な り	や ら な い	ど ち も な い	や り な い	か な り	非 常 に	
目立つ	_____						目立たない
悪い影響	_____						良い影響

Q3. 銅矢板の汚れは？

非 常 に	か な り	や う り	ふ つ り	あ ま り	ほ と んど	全 く	
汚れている	_____						汚れていない
目立つ	_____						目立たない



a. 現状



b. バリエーション例（汚れなし、ベージュ）

写真3-6 現状とバリエーション例（汚れなし、ベージュ）

(3) 分析結果

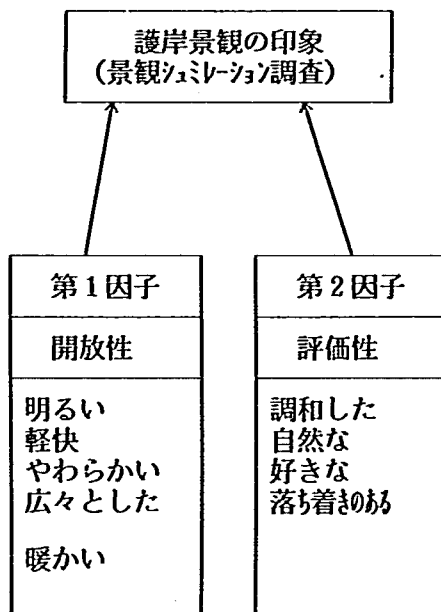
① 景観評価への鋼矢板の色彩と汚れの影響

鋼矢板の色彩（色相、トーン）のバリエーションと汚れの有無が、景観全体の印象評価にどの程度関与しているのかを、数量化Ⅰ類にかけて求めた。その結果、いずれの評定尺度においても、鋼矢板の色彩、特にトーンが景観印象に非常に強く効いていることがわかった。

鋼矢板の汚れは色彩に比べると、景観全体の印象評価にはそれほど関与していないようだったが、視野の中で占める面積がより大きな底喰川では、都川に比べて景観印象への影響度がやや強かった。

② 景観全体に対する印象の構造

河川護岸の景観全体の印象は、「開放性」と「評価性」という2つの因子によって説明されることが、因子分析の結果から明らかとなった。「開放性」因子は、「明るい感じの、軽快な、柔らかい、広々とした、暖かい」といった評定尺度と関係が深かった。「評価性」因子と関係の深い尺度は「調和した、自然な、好きな、落ち着いたきのある」だった。



評定尺度ごとの因子負荷量

評定尺度	因子1 開放性	因子2 評価性
明るい感じの	0.970	-0.102
重厚な	0.956	0.086
硬い	0.956	0.018
狭い	0.872	-0.308
暖かい	0.797	-0.128
調和した	-0.092	0.975
自然な	-0.084	0.871
好きな	-0.337	0.856
落ち着いたきのない	-0.558	0.806
ユニークな	-0.553	-0.768
静かな	0.660	0.704
単純な	0.218	0.743
地味な	0.750	0.619
因子負荷量2乗和	5.953	5.237
寄与率(%)	45.794	40.288
累積寄与率(%)	45.794	86.082

③各景観の印象評価位置

「開放性」と「評価性」を軸とする平面上に、各地点ごとに、景観サンプルをプロットしたところ、同じトーンの色相がまとまって分布していた（次ページ上）。よって周辺環境が同じ場合、河川護岸の鋼矢板色彩のトーンが同じであれば、景観全体の印象はかなり類似したものとなることがわかった。

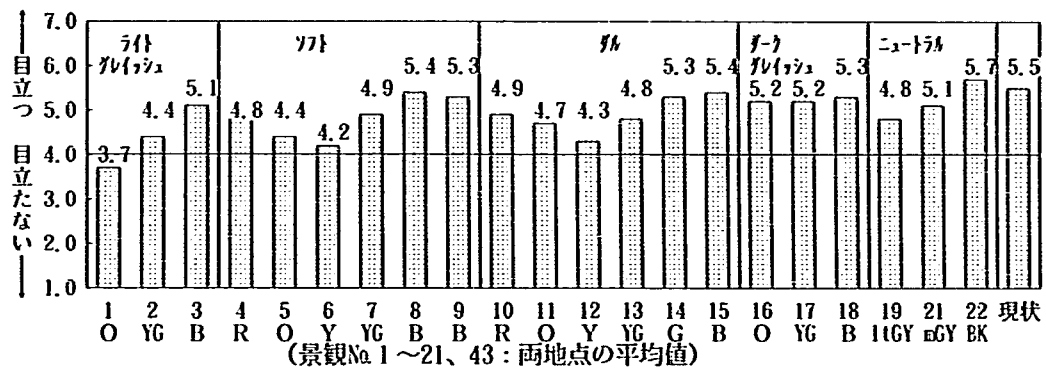
「開放性」は鋼矢板色彩トーンと色相と関係を持っていた。「明るく軽快な感じ」が強いのは、ライトグレイッシュトーンやソフトトーンであり、逆に「暗く。重厚で硬い感じ」のするのはダークグレイッシュトーンだった。色相では黄色系が開放的にとらえられているのに対し、青系は暗く、重厚で硬い印象を生みやすかった。

④鋼管矢板の汚れの目立ち度

汚れありの鋼管矢板の場合（景観№1～21）と現状の景観（景観№43）における、鋼管矢板の汚れの目立ち度について、両地点での平均評定値を求めた（下図）。

汚れが最も目立ちにくい色彩はベージュであり、ダークレディッシュイエロー、ブラウニッシュオリーブがそれに続いた。

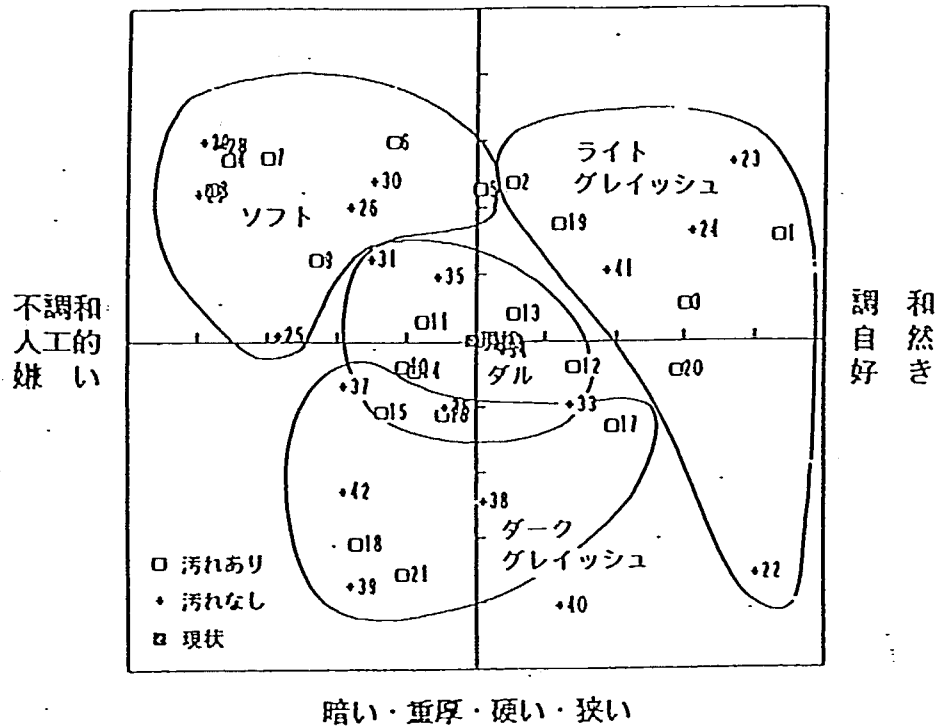
汚れ目立ち度



景観のイメージ位置

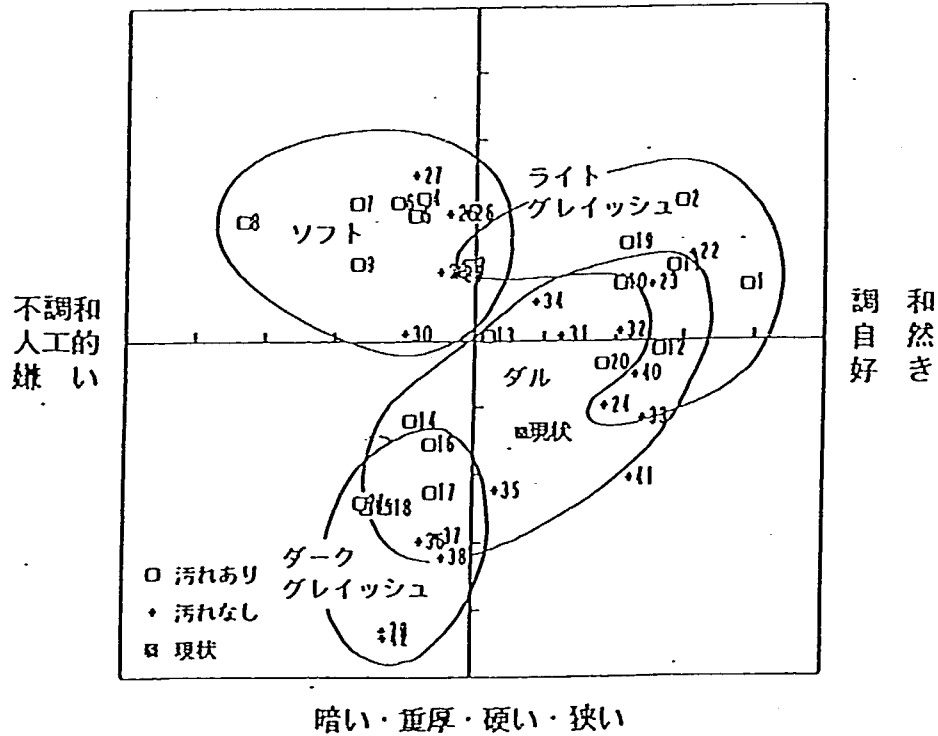
底喰川

明るい・軽快・柔らかい・広々



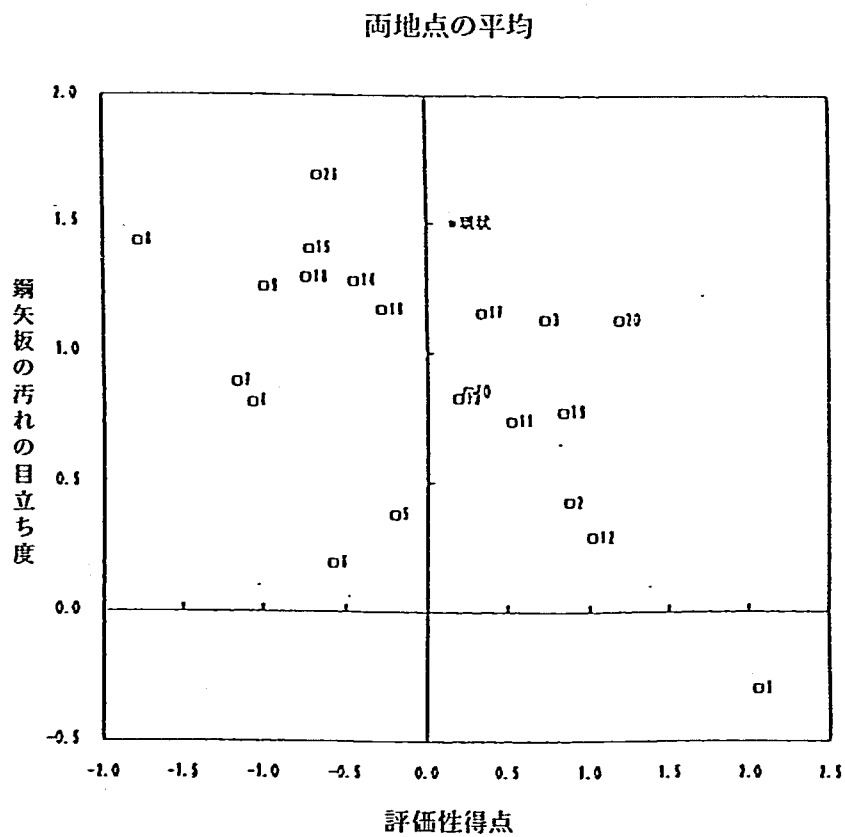
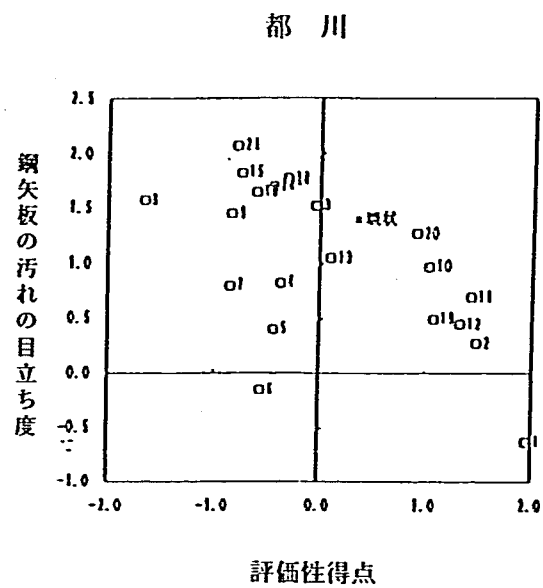
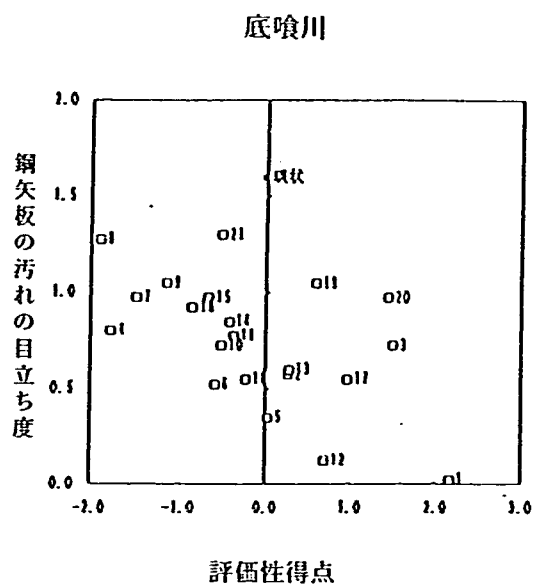
都川

明るい・軽快・柔らかい・広々



⑤景観性（「評価性」得点）と汚れの目立ち度との関係

「汚れあり」（景観No.1～21）と現状景観（景観No.43）に対する評価



(4) 鋼矢板・鋼管矢板の色彩評価

① 景観性に関する色彩評価

景観性については、各景観サンプルの評価性得点に基づいて、色彩比較表を作成した（下表）。
表からわかるように、景観の評価性が高い（雰囲気の良い）色彩は、ベージュ、グレイッシュイエローグリーン、ミディアムグレイであった。

景観性に関する色彩評価表

色相 トーン	赤	ベ ジ	黄	黄 緑	緑	青
ライト グレイッシュ		◎		◎		○
ソフト	×	△	×	×	×	×
ダ ル	△	△	○	○	△	△
ダーク グレイッシュ		△		○		△

ニュートラル	
ライト グレイ	○
ミディアム グレイ	◎
ブラウ	△

◎：非常に優れている
○：優れている
△：普通
×：劣っている

② 汚れの目だちにくさに関する色彩評価

また、汚れの目だちにくさに関する色彩比較表を作成した（下表）。

汚れが最も目だちにくい色彩はベージュであり、ダレディッシュイエロー、ブラウニッシュオリーブがそれに続いた。

汚れの目だちにくさに関する色彩評価表

色相 トーン	赤	ベ ジ	黄	黄 緑	緑	青
ライト グレイッシュ		◎		○		△
ソフト	△	○	◎	△	×	×
ダ ル	△	△	◎	△	×	×
ダーク グレイッシュ		△		△		×

ニュートラル	
ライト グレイ	△
ミディアム グレイ	△
ブラウ	×

◎：非常に優れている
○：優れている
△：普通
×：劣っている

③景観性に優れ、汚れが目立ちにくい鋼矢板の色彩

①と②の結果を総合して、景観性と汚れが目立ちにくさの側面から色彩比較表を作成した（下表）。

景観性と汚れが目立ちにくい鋼矢板の色彩

色相 トーン	赤	オレンジ	黄	黄緑	緑	青
ライト		◎		○		○
グレイッシュ		◎		○		△
マッド	×	△	×	×	×	×
	△	○	○	△	×	×
ダーク	△	△	○	○	△	△
	△	△	○	△	×	×
ダーク		△		○		△
グレイッシュ		△		△		×

ニュートラル	
ライト	○
グレイ	△
ミッド	◎
グレイ	△
ダーク	△
	×

上段 景観性

下段 汚れが目立ちにくさ

◎：非常に優れている

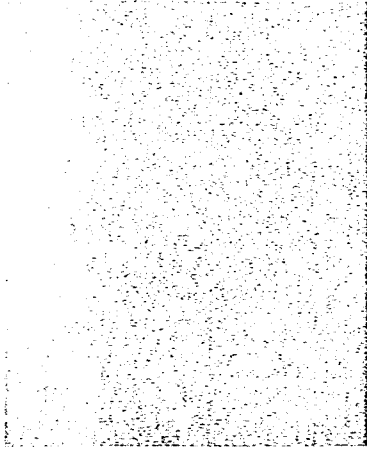
○：優れている

△：普通

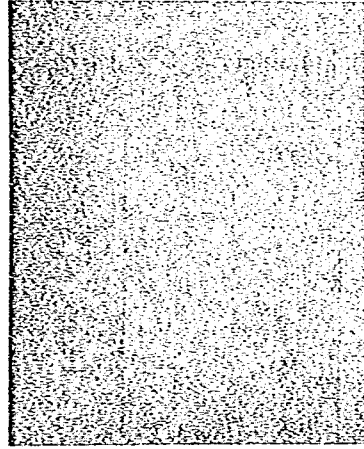
×：劣っている

写真3-7に景観の優れた色彩を示す。

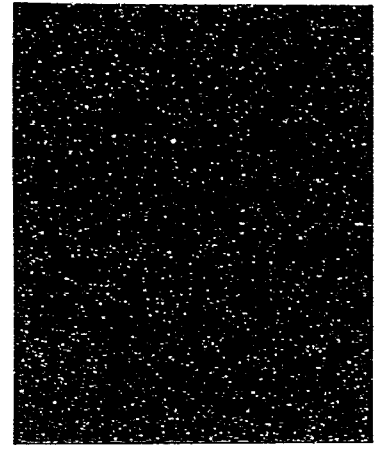
推奨色



ベージュ

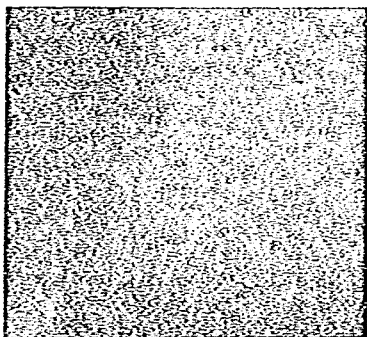


グレイッシュイエローグリーン

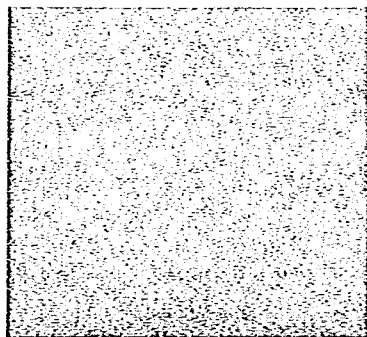


ブラウニッシュオリーブ

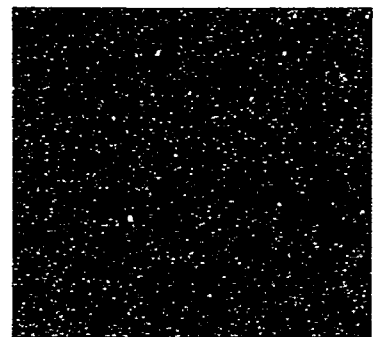
準推奨色



グレイッシュスカイ



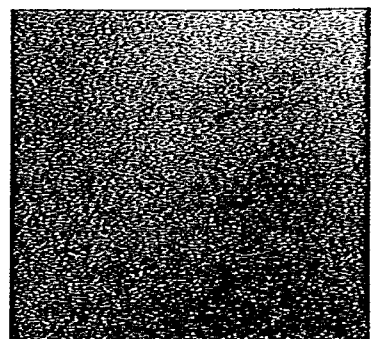
ライトイエローイッシュブラウン



オリーブグリーン



ダークグレイッシュオリーブグリーン



ライトグレイ

ミディアムグレイ

印刷のため実際の色調と異なります。

写真 3 - 7 景観性に優れた色彩

3. 2. 2 護岸コーピングおよび植栽に関する評価調査

(1) 調査内容

河川護岸景観の景観性向上技術として、先に検討した鋼管矢板の色彩に加え、コーピング幅・汚れ、植栽の追加等に関する検討を行う。具体的には、福井「底喰川」の護岸景観を原盤とした様々な景観バリエーションを作成し、各景観に対する心理評価調査を実施する。結果から、上記内容に関して検討を加えた。

(2) 調査方法

調査日：平成4年2月下旬

調査場所：(財)日本色彩研究所プレゼンテーションルーム

被験者：色彩研修所研究員、一般大学生、会社員、及び主婦から構成される計10名

評価刺激：河川護岸景観（福井「底喰川」）、計6種類

評価景観の構成：下表に示した。

手続き：6種類の景観プリント写真の中から、2枚ずつペアにして組み合わせて被験者に提示する。下記の3側面から比較させて、対象の優劣評価を行わせる。

1. 感じの良さ

2. 軽快さ

3. ソフトさ

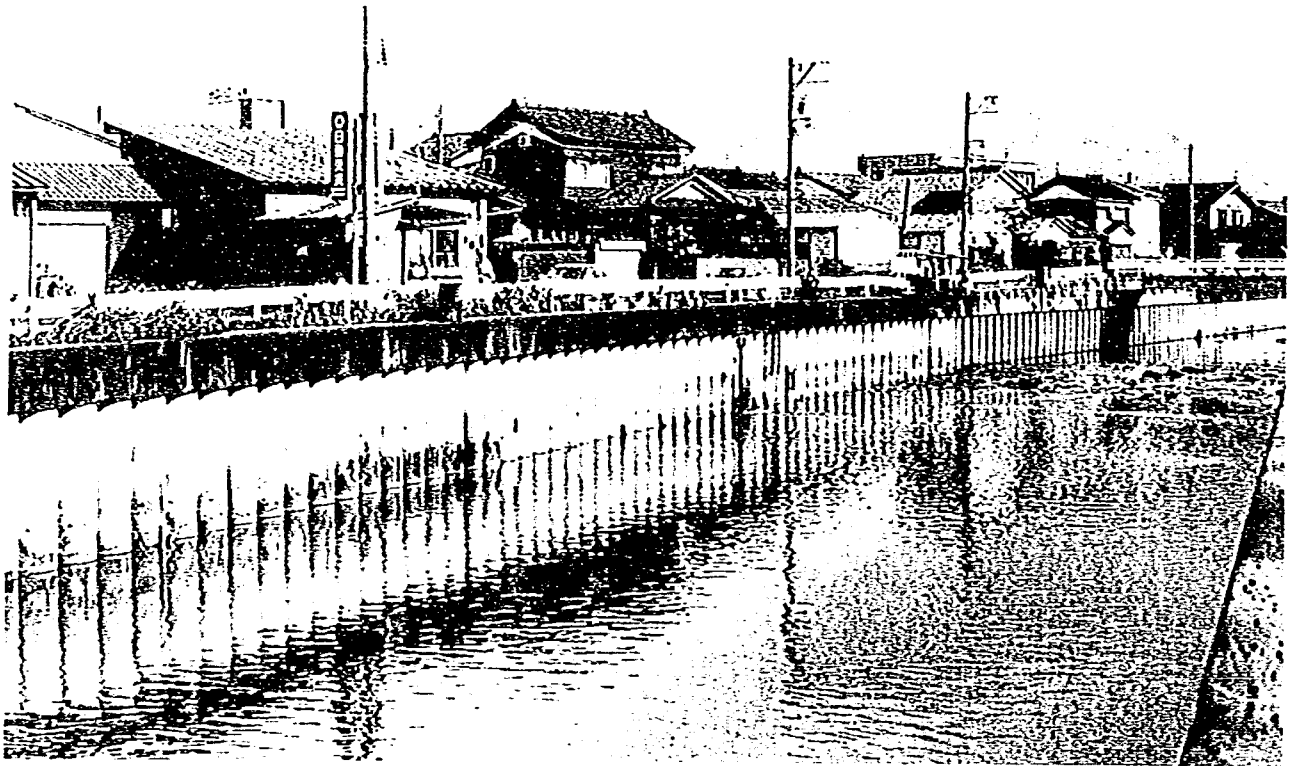
この判断試行を全て組み合わせに対して行わせた（全15試行）

評価景観の構成

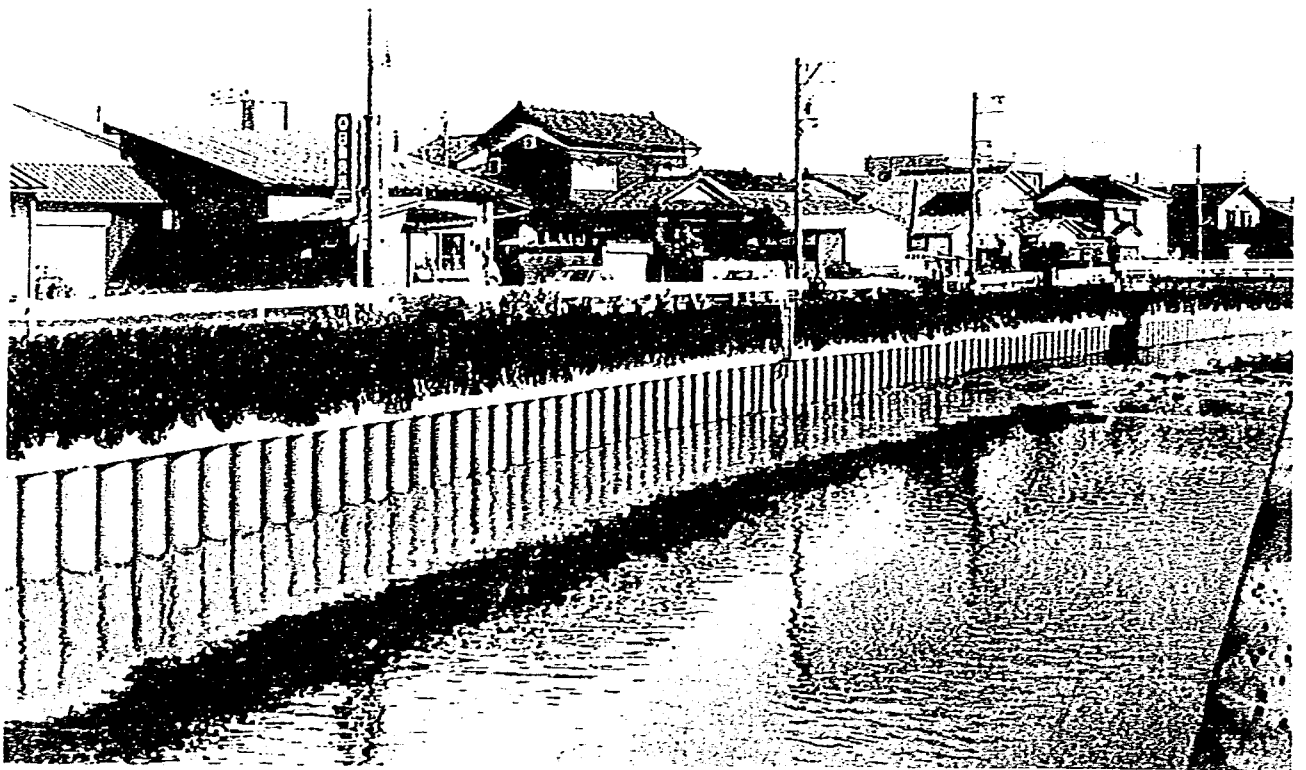
	鋼管矢板		コーピング		植栽
	色彩	汚れ	汚れ	幅	
1	■	■	■	■	■
2	ベージュ	■	■	■	■
3	ベージュ	除去	■	■	■
4	ベージュ	除去	除去	■	■
5	ベージュ	除去	除去	拡張	■
6	ベージュ	除去	除去	拡張	追加

■：現状のまま

現状（景観1）と景観6（ベージュ、汚れ除去、コーピング拡張、植栽）の例を写真3-8に示す。



a. 景観1（現状）

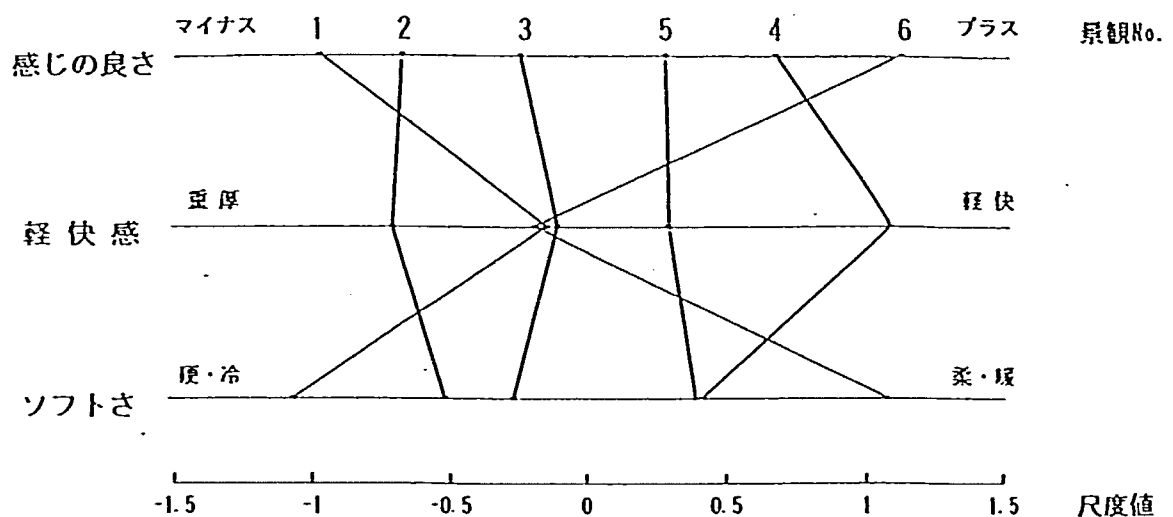


b. 景観6（ベージュ、汚れ除去、フビン拡張、植栽）

写真3-8 景観1（現状）と景観6

(3) 結果

回答結果を集計・分析し、“感じの良さ”“軽快感”“ソフトさ”の評価において、それぞれの景観に対する評価（尺度値）を求めた（次ページ）。結果は下図の通り。



コーピングの汚れ

コーピングの汚れは景観印象に非常に強い悪影響を与えた。

汚れを除去すると（No 4、5、6）、景観の感じは非常に良くなった。

また、鋼管矢板の色彩をベージュにすると（No 2～No 6）、評価は現状よりも上がったが、コーピング汚れが残ったまま（No 2 と No 3）だと、景観性改善効果は汚れたコーピングによって弱められ、あまり効果を発揮できなかった。

鋼管矢板の色彩

No 4 は、鋼管矢板をベージュで新設した場合といえる。景観評価は非常に高く、軽快でソフトな感じが強くもたらされた。

コーピングの幅

コーピング幅を拡張すると（No 5）、従来幅（No 4）と比べて、軽快感が増したが、感じの良さはやや低下した。適切な幅やコーピング表面のテクスチャ、デザイン等を検討することも必要であろう。

植栽の追加

植栽を追加することによって、景観はより感じのよい印象になり、ソフトな感じも高まった。軽快感は低下したが、これは言い換えると落ち着いた感じになることを示している。

尺度値の算出

景観の評価尺度値は、合成標準法 (composite standard method) により、選択マトリクスから算出した。

表左のマトリクスは選択人数を示している。左の欄の景観が上の欄に比べて、良いと答えた回数を記入した。なお、同判断は0.5として集計した。

例：景観2の方が景観1よりも感じが“良い”が7名、“同じ”が1名、景観1の方が“良い”と回答した人が2人いた。

合計は行の合計値 (T) であり、平均比率は下式から求めた。

$$\text{平均比率} = \frac{T + 0.5N}{nN}$$

ここで、T=ある景観が好ましいと判断された全回数

N=判断者数 (10名)

n=景観刺激数 (6種)

尺度値は平均比率から、単位正規分布における偏差値率を求めたものである。

感じの良さ

	1	2	3	4	5	6	合計	平均比率	尺度値
1		2.5	1.5	0	0.5	0	4.5	0.16	-1.00
2	7.5		1	1	0	0	9.5	0.24	-0.70
3	8.5	9		0	0.5	0.5	18.5	0.39	-0.27
4	10	9	10		8.5	2	39.5	0.74	0.65
5	9.5	10	9.5	1.5		0.5	31.0	0.60	0.25
6	10	10	9.5	8	9.5		47.0	0.87	1.11

軽快感

	1	2	3	4	5	6	合計	平均比率	尺度値
1		7	5	0	3.5	5.5	21.0	0.43	-0.17
2	3		1.5	1	1.5	2	9.0	0.23	-0.73
3	5	8.5		0.5	2.5	5.5	22.0	0.45	-0.13
4	10	9	9.5		9	9	46.5	0.86	1.07
5	6.5	8.5	7.5	1		8	31.5	0.61	0.27
6	4.5	8	4.5	1	2		20.0	0.42	-0.21

ソフトさ

	1	2	3	4	5	6	合計	平均比率	尺度値
1		1	1.5	0.5	0.5	0	3.5	0.14	-1.07
2	9		1	2	1	0	13.0	0.30	-0.52
3	8.5	9		0	1	0	18.5	0.39	-0.27
4	9.5	8	10		5	2	34.5	0.66	0.41
5	9.5	9	9	5		1.5	34.0	0.65	0.39
6	10	10	10	8	8.5		46.5	0.86	1.07

第4章 洗浄試験

重防食鋼矢板の維持・管理のうち、表面汚れの景観に及ぼす影響は直接的で視感に訴えるものが大きいと考えられ、以下の試験を実施し維持・管理の1手法として工法を確立した。

4.1 事前確認試験

(1) 試験目的

カラー等の重防食鋼矢板表面が、供用期間中に汚された場合の維持・管理の一つの方法として洗浄がある。洗浄方法として、重防食材料に損傷を与えず洗浄出来る高圧洗浄機を用いる条件を設定する為に事前確認試験を実施した。

(2) 試験内容

実施日：平成5年7月13日

実施場所：神奈川県横浜市金沢区福浦2-18-9

(株)ジャパンアンダーウォーター敷地内

試験材：ポリエチレン重防食鋼矢板(ⅢA×500mm)2枚

ウレタンエラストマー重防食鋼矢板(ⅡA×500mm)2枚

写真4-1に試験材を示す。

使用機械：高圧洗浄機(0~200kgf/cm²、MAX15ℓ/min)

写真4-2に高圧洗浄機の概要を示す。

試験項目：①高圧水による被覆層のダメージ(損傷)状況

②表面付着汚れの除去状況

(3) 試験結果

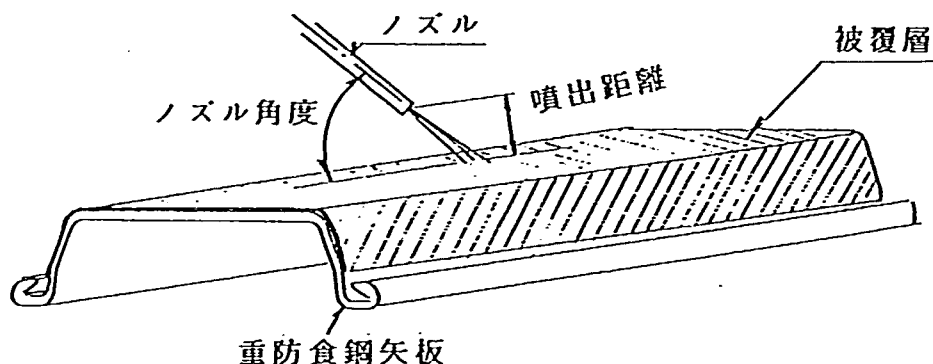
①高圧水による被覆層のダメージ(損傷)状況

所定の試験条件で、ポリエチレン、ウレタンエラストマー被覆に高圧水を吹き付け、被覆材のダメージを調査した。試験中は、高圧水のノズルは動かさず一定箇所だけに当てていた。

試験結果を、表4-1に示す。

表4-1 被覆層のダメージ結果

圧 力	噴射時間 (秒)	噴射距離 (cm)	ノズル角度 (°)	ダメージの有無と内容	
				ポリエチレン	ポリウレタン
50	30	10	90	ダメージなし	ダメージなし
"	"	"	45	(試験せず)	
100	"	"	90	ダメージなし	ダメージなし
"	"	"	45		
150	"	"	90	ダメージなし	ダメージなし
"	"	"	45	ダメージなし	打ち終わった直後は 多少の凹みあり *1
200	"	"	90	ダメージなし	ダメージなし
"	"	"	45	ダメージなし	φ5mm程度の穴が開 いた。 *2
200	60	0	0	被覆端部からめくれ は全く見られず *3	
備考 *1 : 高压洗浄水が当たる面積はφ10mm程度であり、その部分が多少凹んだ。ただし、時間がたつとともに戻る。また、被膜の浮きは観察されず、外観上のダメージは見られない。 *2 : 打ち始めてから15~20秒後に被膜表面が削られ初め、30秒後には完全に鋼材まで達する穴が開いた。同一条件で2回試験したが同様な結果が得られた。(写真4-3参照) *3 : ポリエチレン凹鋼矢板フランジ部の被覆端に高压水を最もきつい条件で試験した。その結果、まったくポリエチレンの端部のめくれ、浮きなど異状は見られなかった。(写真4-4参照)					



②高圧水による被覆層の表面付着汚れ除去状況

試験材表面の100×100mm範囲に、人工的な表面汚れをつけ、所定の条件で洗浄し、その効果を観察した。高圧水のノズルは、試験材表面を掃くように移動しながら作業した。(写真4-5参照)

試験結果を、表4-2、表4-3に示す。

表4-2 ポリエチレン被覆の汚れ除去状態

圧力 (kg/cm ²)	噴射時間 (秒)	噴射距離 (cm)	ノズル角度 (°)	人工汚れの種類と除去状態	
				マーキングチョーク *1	ペトロラタムペースト *2
150	30	10	45	ほとんど取れない	塗布した面は綺麗になるが、他面に移動した
200	30	10	45	*3(写真4-6参照) ほとんど取れない	_____
*4 200	砂入り 30	10	45	10秒程度ですべて除去。表面PE膜あり (写真4-7参照)	_____
備考 *1: マーキングチョークは油性クレヨンのようなもので、水中でも使用できる。 *2: ペトロラタムペーストは原油から減圧蒸留により分離された石油ワックスの一種 *3: 圧力を変えてもほとんど効果がなかった。洗剤などを含ませた布で拭いたがこれも効果がなかった。 *4: 高圧水にワタガシ 用砂(3号ケイ砂)を入れた。PE表面わずかに削り取られた					

表4-3 被覆の汚れ除去状態

圧力	噴射時間 (秒)	噴射距離 (cm)	ノズル角度 (°)	人工汚れの種類と除去状態	
				マーキングチョーク	ペトロラタムペースト
150	30	10	45	全体的にわずかに薄くなった	10秒程度で無くなった
200	30	10	45	全体的にわずかに薄くなった	
備考 ポリウレタン表面に模様と思われる塗料が点在していた。このため、人工汚れはポリエチレンに比較して多少取れやすかった。					

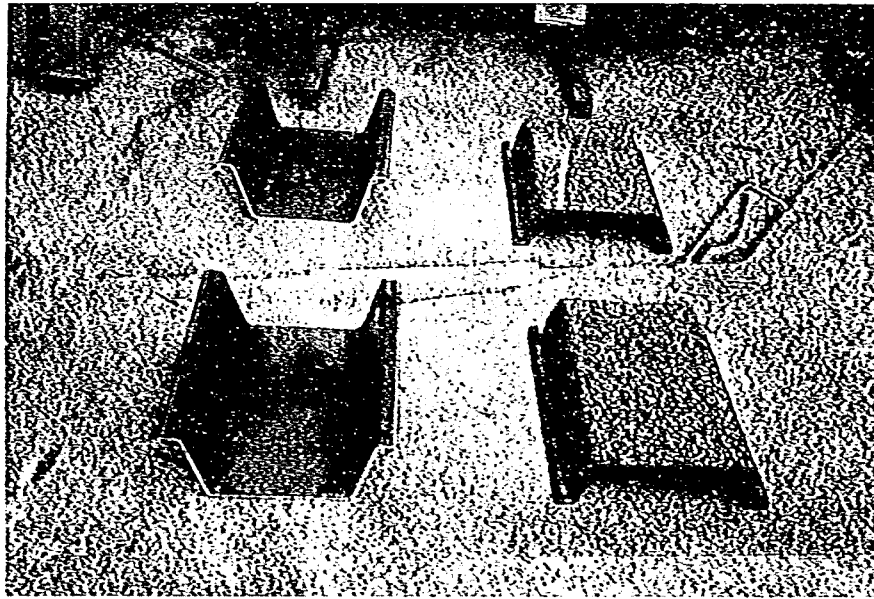


写真4-1 試験材 (左 ; 鉛で被覆、右 ; アルミで被覆)

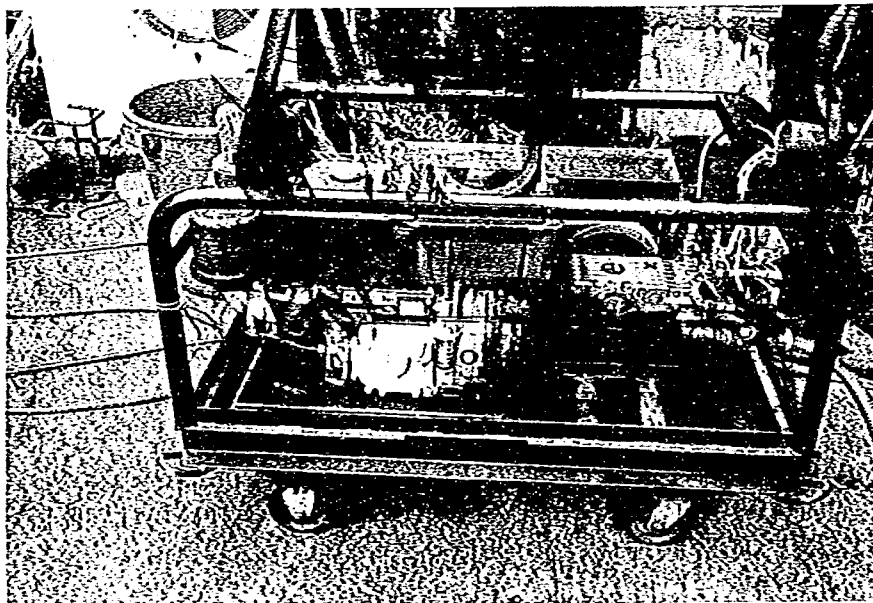
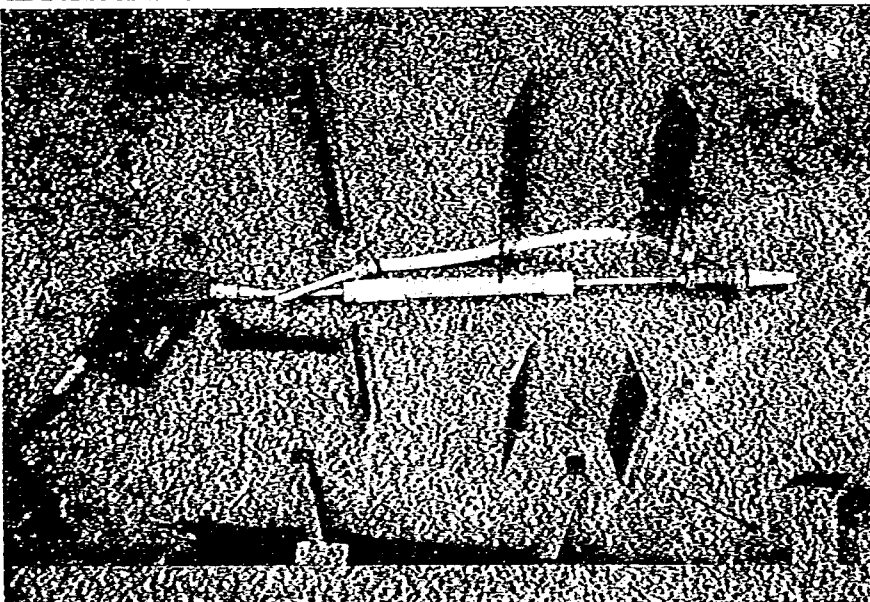


写真4-2 高圧洗浄機
(圧力 ; $200\text{kgf}/\text{cm}^2$
吐出量 ; $15/\text{min}$)
上 ; 全体 下 ; ガン



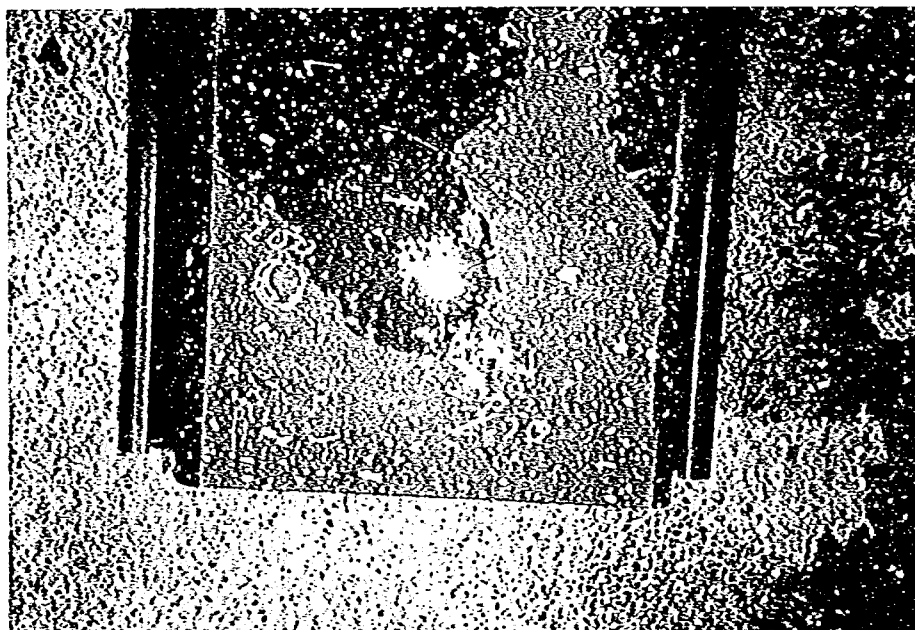


写真4-3 試験結果
 (200kgf/cm²、噴出距離；10cm
 /スル角度；45°、噴出時間；30秒)

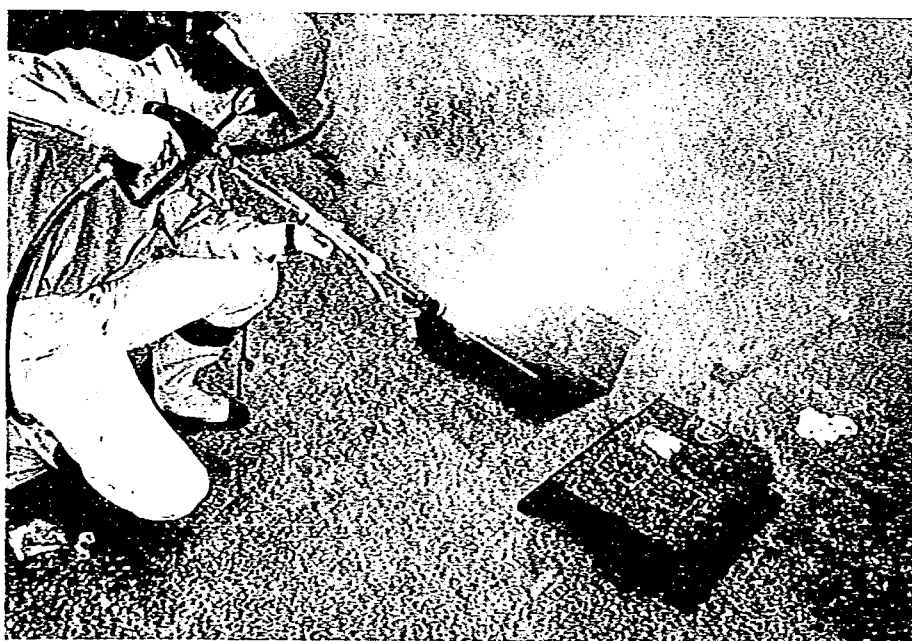


写真4-4 被覆端部テスト

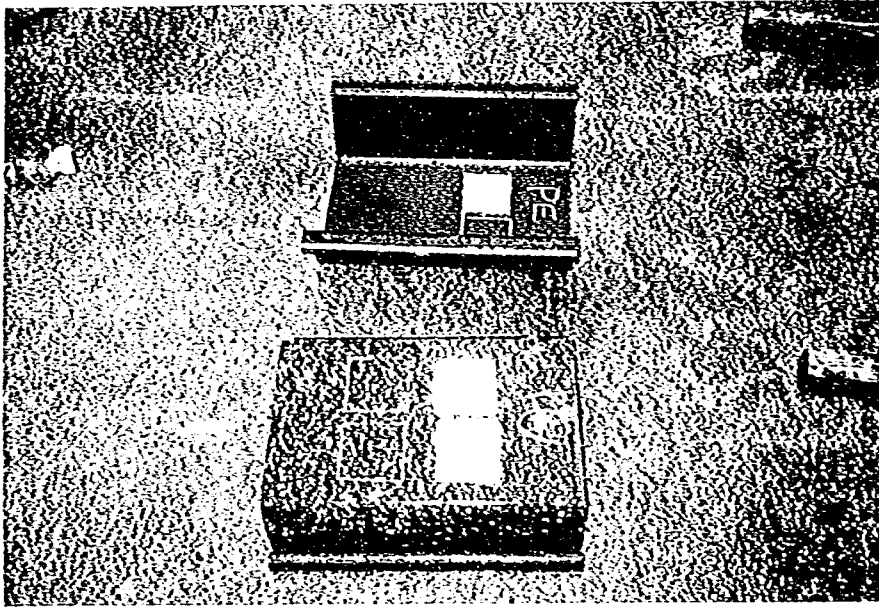


写真4-5 人工汚れ
奥；油性チョーク（白色）
手前；セロウムペースト（茶色）

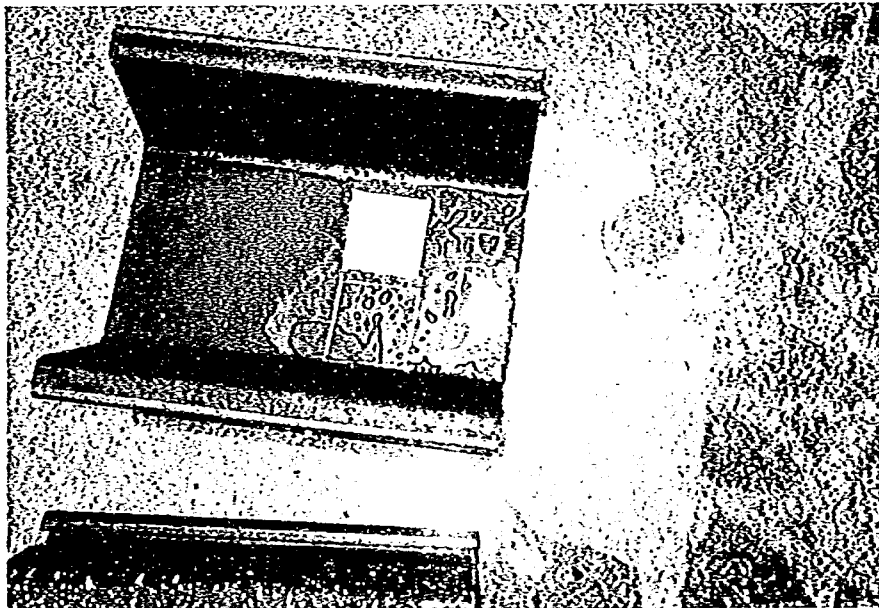


写真4-6 試験後
油性チョークが取れない。

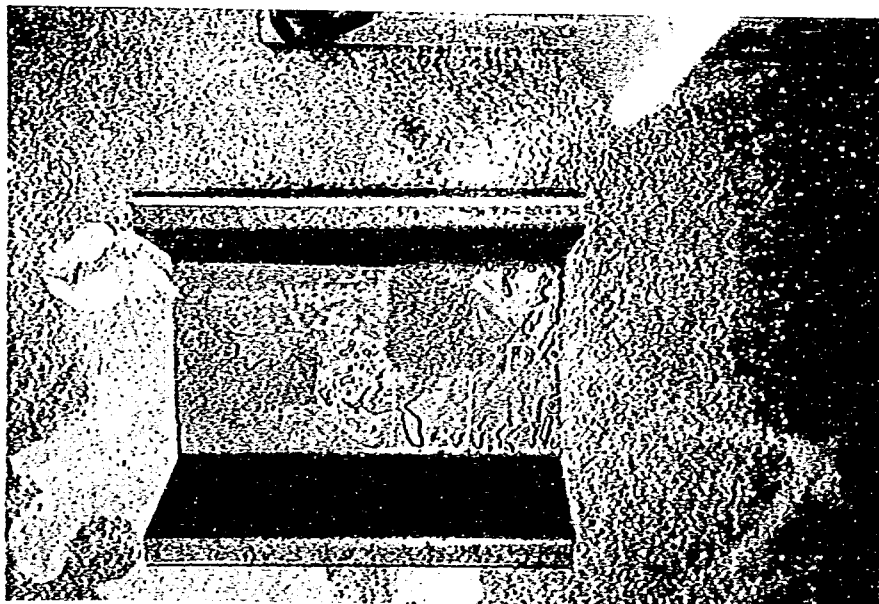


写真4-7 試験後
砂入り（7号砂 3号）
油性チョークも取れる。

4. 2 現地試験

事前確認試験に基づく現地での洗浄試験を実施し、その適用性について調査した。

(1) 試験内容

実施日：平成5年8月26日 天候：曇一時雨

実施場所：茨城県岩井市中里1251番地先

飯沼川護岸（重防食鋼矢板；ウレタンエラストマー被覆、Ⅱ型）

（1989年、'92年施工）（写真4－8参照）

使用機械：高圧洗浄機（0～200kgf/cm²、MAX15/min）

試験項目：①既設鋼矢板の汚れ除去テスト

②既設コーピング部の汚れ除去テスト

③既設鋼矢板嵌合部の汚れ除去テスト

(2) 試験結果

①既設鋼矢板の汚れ除去テスト（写真4－9～11参照）

〔試験条件〕

- a. 洗浄対象物 ; 既設鋼矢板Ⅱ型（1989年施工、4年供用）
- b. 洗浄範囲 ; 水面上から上部コーピング下端まで（測定0.9m）
- c. 洗浄時間 ; 30分連続
- d. 洗浄時圧力 ; 170～180kgf/cm²
- e. ノズル角度、距離 ; 45～90°、20～40cm
- f. 洗浄水 ; 現場河川水（自吸）
- g. 洗浄方法 ; 潜水土が河床に立って河川側から洗浄
- h. 汚れ状況 ; 泥汚れがほとんど

〔試験結果〕

- a. 洗浄鋼矢板枚数 ; 15枚
- b. 洗浄面積 ; $0.4\text{m} \times 1.55 \times 0.9\text{m} \times 15\text{枚} = 8.37\text{m}^2$
- c. 洗浄能率 ; $8.37\text{m}^2 / 0.5\text{時間} = 16.7\text{m}^2/\text{h}$
- d. 洗浄後の状況 ; 泥汚れはとれた。

表面の被覆層にダメージは見られない。

②既設コーピング部の汚れ除去テスト（写真4－12参照）

〔試験条件〕

- a. 洗浄対象物 ; 上部コーピング部（4年供用）
- b. 洗浄時圧力 ; 170～180kgf/cm²
- c. 洗浄水 ; 現場河川水（自吸）
- d. 洗浄方法 ; 陸上側（コーピング上面）から洗浄
- e. 汚れ状況 ; 泥汚れがほとんどで、一部藻の付着あり。

[試験結果]

- a. 洗浄後の状況 ; 泥汚れ、藻はとれた。
コンクリート表面にダメージは見られない。
- b. 洗浄能率 ; 詳細測定せず。

③既設鋼矢板嵌合部の汚れ除去テスト (写真4-13参照)

[試験条件]

- a. 洗浄対象物 ; 既設鋼矢板の嵌合部 (4年供用)
- b. 洗浄時圧力 ; $170 \sim 180 \text{ kgf/cm}^2$
- c. 洗浄水 ; 現場河川水 (自吸)
- d. 洗浄方法 ; 潜水土が河床に立って河川側から洗浄
- e. 汚れ状況 ; 積層錆、水垢、錆汁、泥汚れなど

[試験結果]

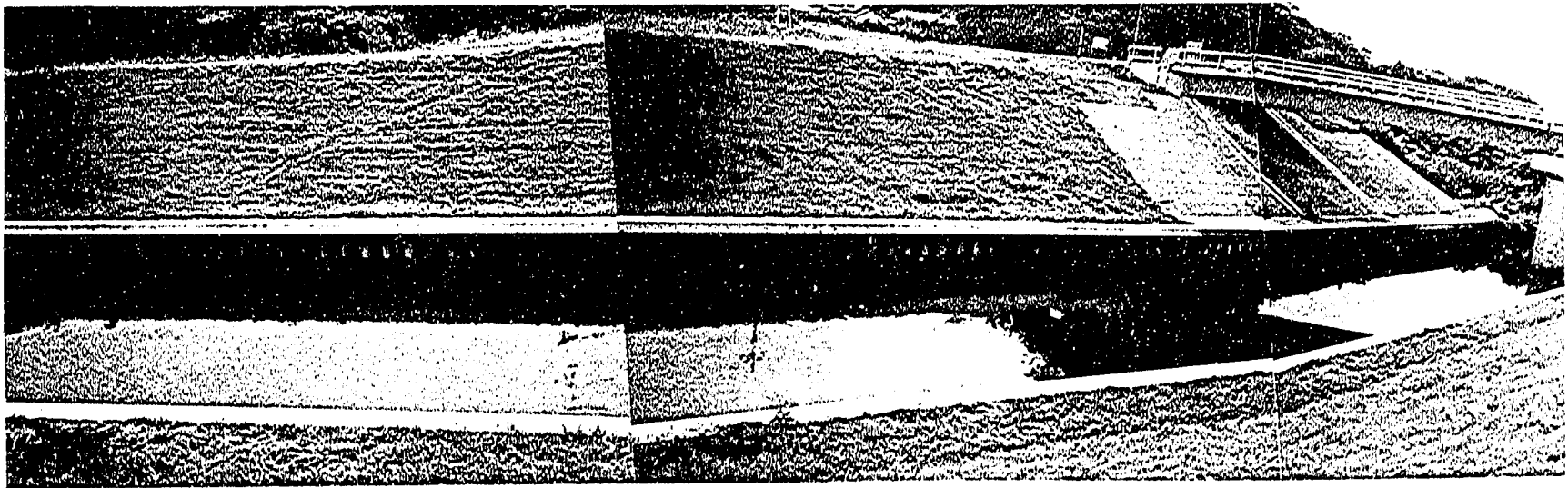
- a. 洗浄後の状況 ; 積層錆、水垢、泥汚れは除去できた。
被覆層表面の錆汁跡はとれない。

(3) まとめ

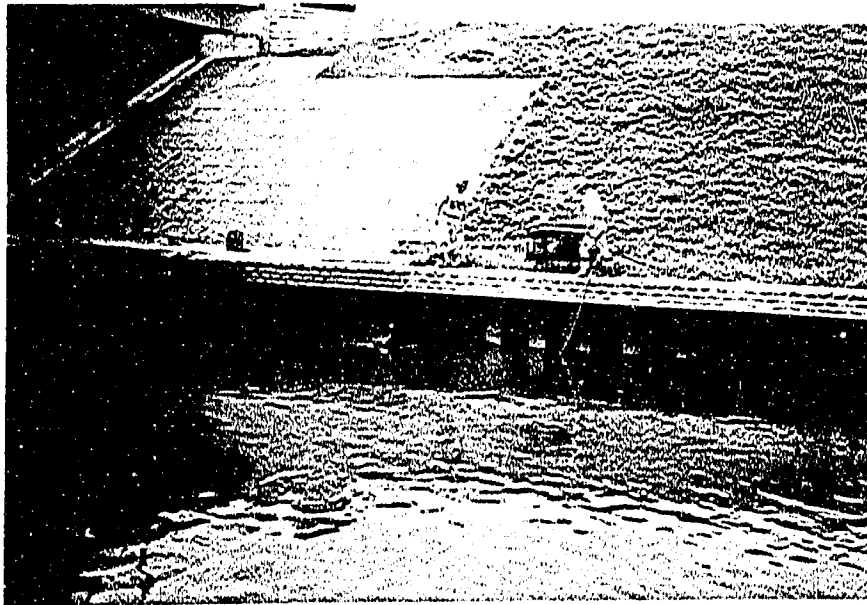
以上の試験より次の結果になる。

- ①既設重防食鋼矢板表面の汚れは、主に泥汚れであった。
- ②高圧洗浄機による洗浄で、泥汚れは十分とれる。
- ③上部コーピング表面の汚れ (泥、藻) 落としにも高圧洗浄機は有効である。
- ④現場での洗浄条件 ($170 \sim 180 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $20 \sim 40 \text{ cm}$) で被覆面にダメージを与えることはない。
- ⑤洗浄水は、現場の河川水を汲み上げて使用下が、なんら問題ない。
- ⑥洗浄水はノズルからほとんど広がらず出る為、広い面を効率良く洗浄しやすく、今回の洗浄能率は $16.7 \text{ m}^2/\text{h}$ であった。
- ⑦被覆面に付いた嵌合部からの錆汁はとれなかった。

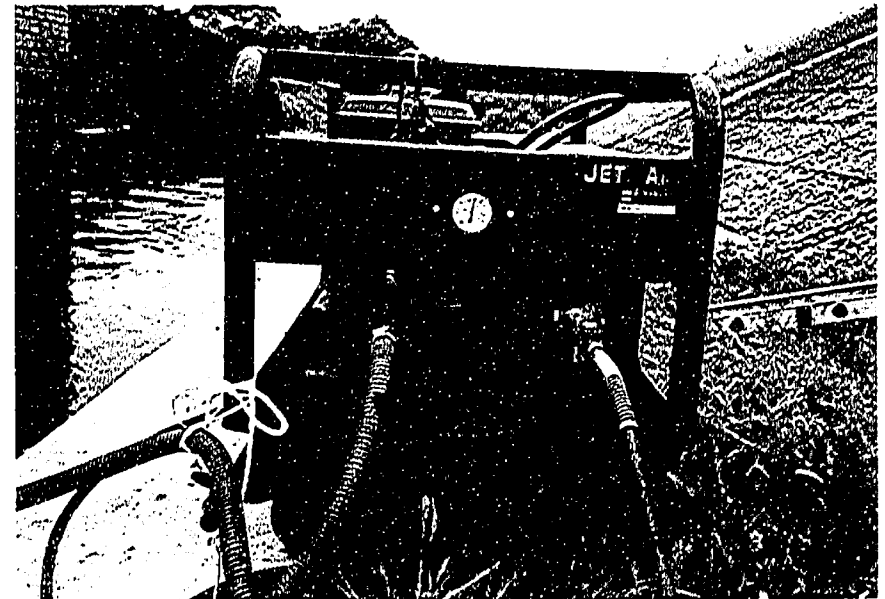
景観鋼矢板汚れ状況（茨城県 岩井市）



高圧洗浄機（洗浄水は自吸式で河川水使用）



高圧洗浄機（洗浄圧力 170～180kg/cm²）

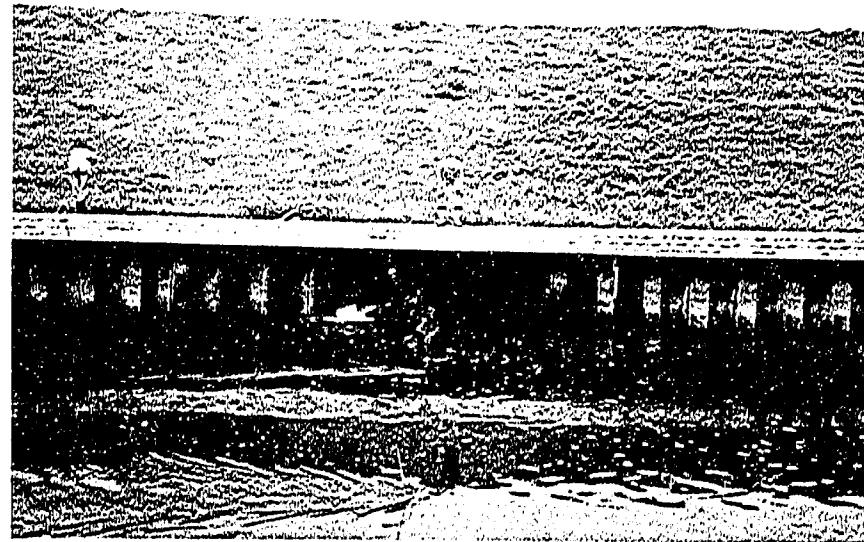


高圧洗浄状況

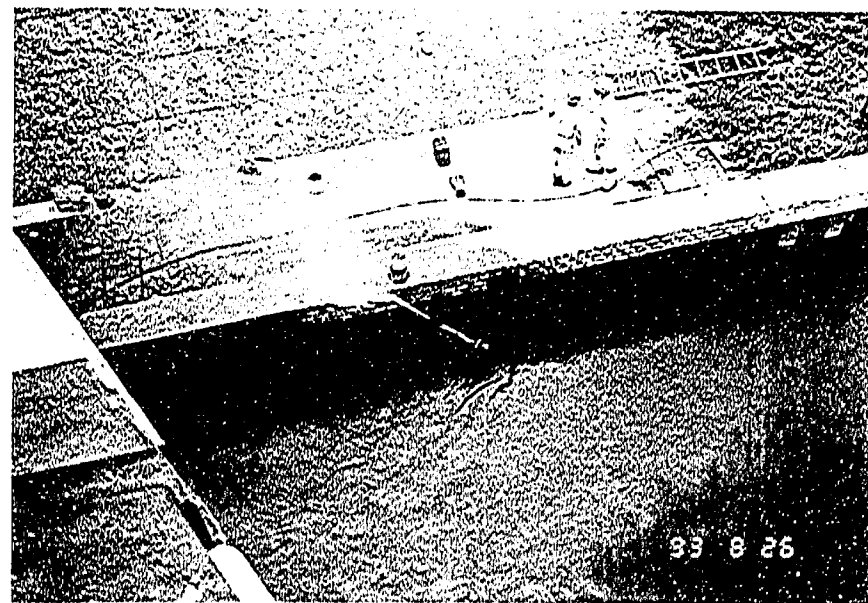
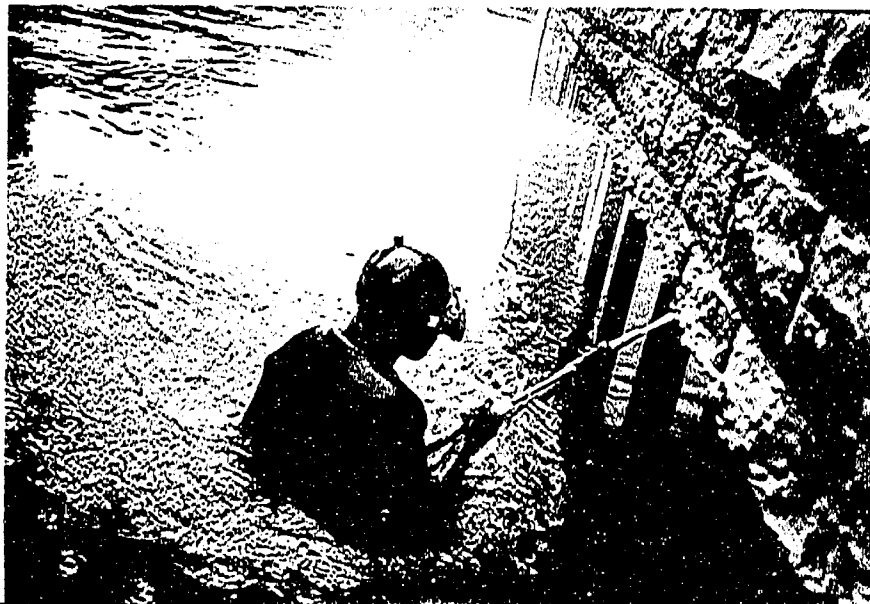
水際を洗浄する場合は陸上より洗浄可能



潜水士が河川側より洗浄している状況



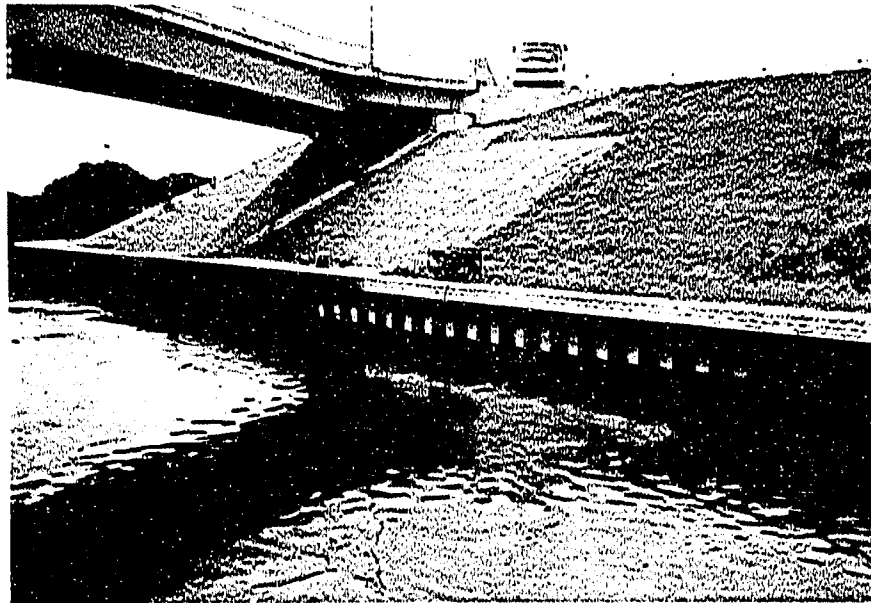
上部コンクリート直下を洗浄する場合は河川側からの作業が最適



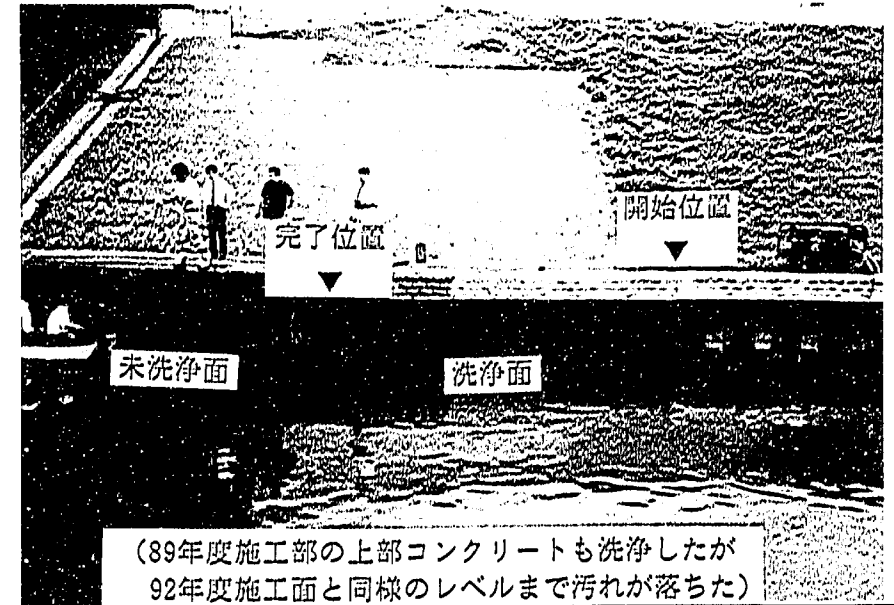
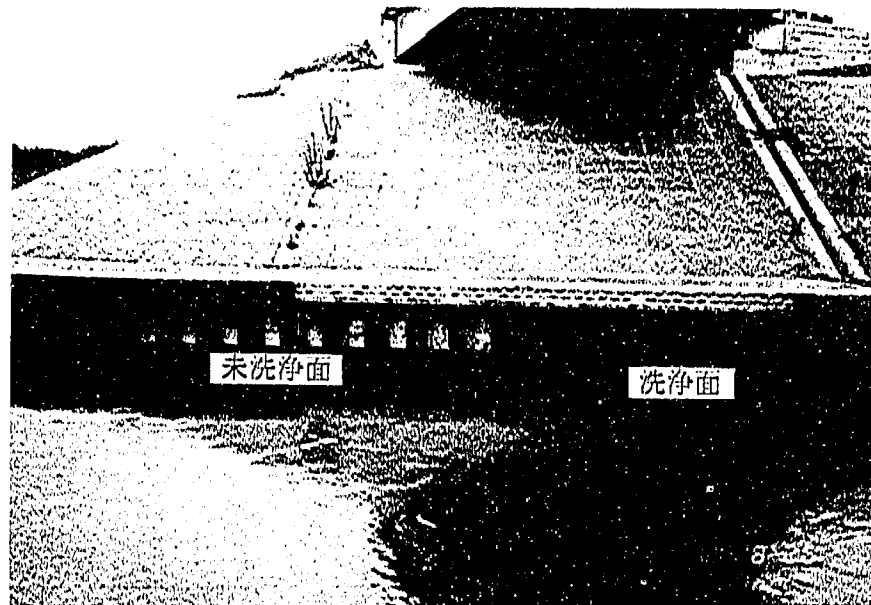
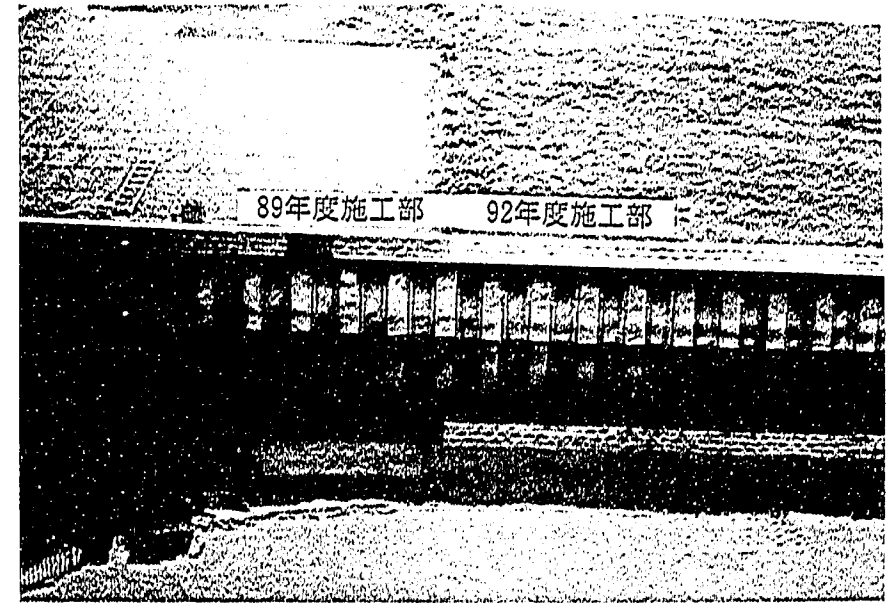
93 8 26

洗浄前後状況

施工前全景



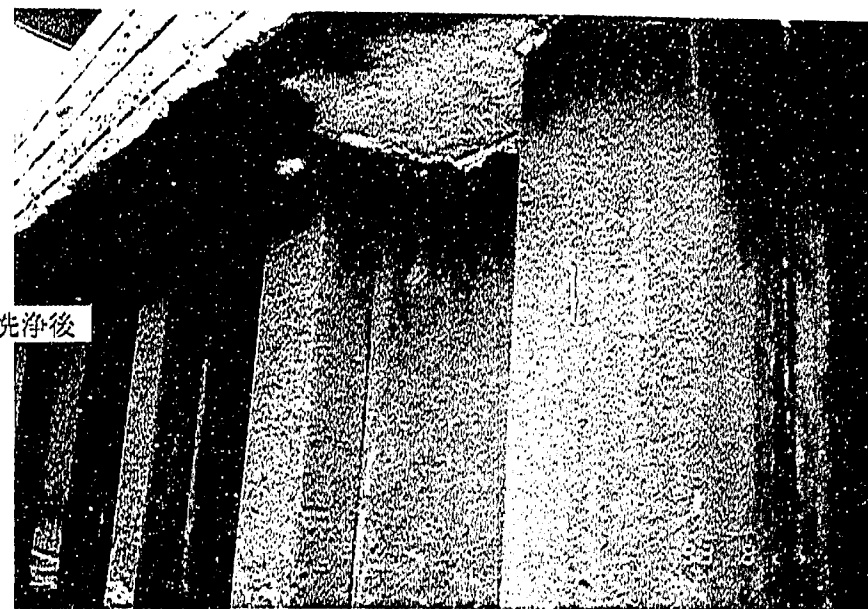
施工前汚れ状況



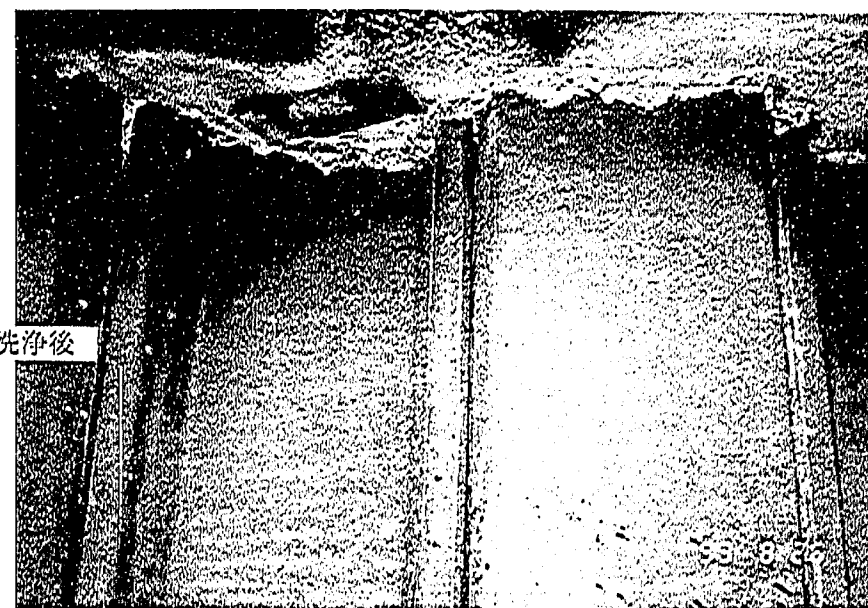
洗浄前後状況



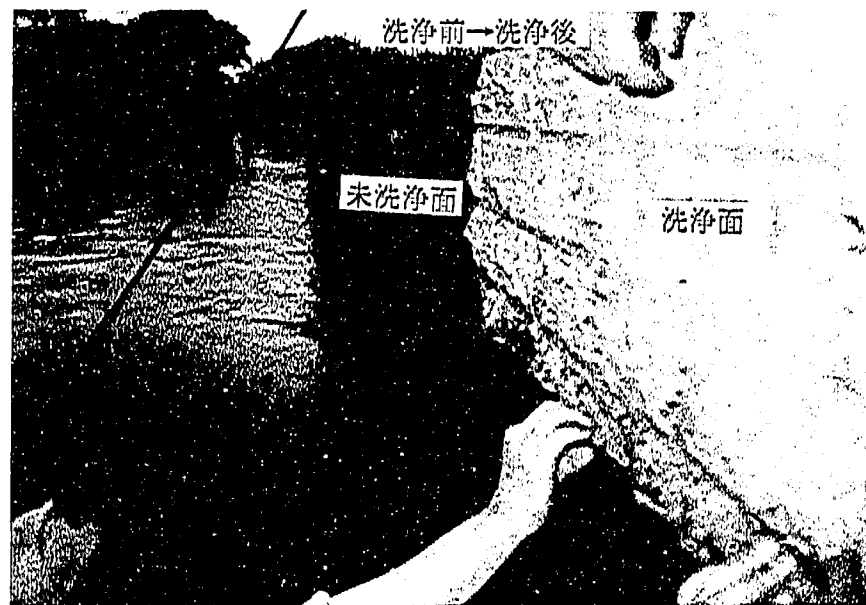
洗浄前→洗浄後



洗浄前→洗浄後



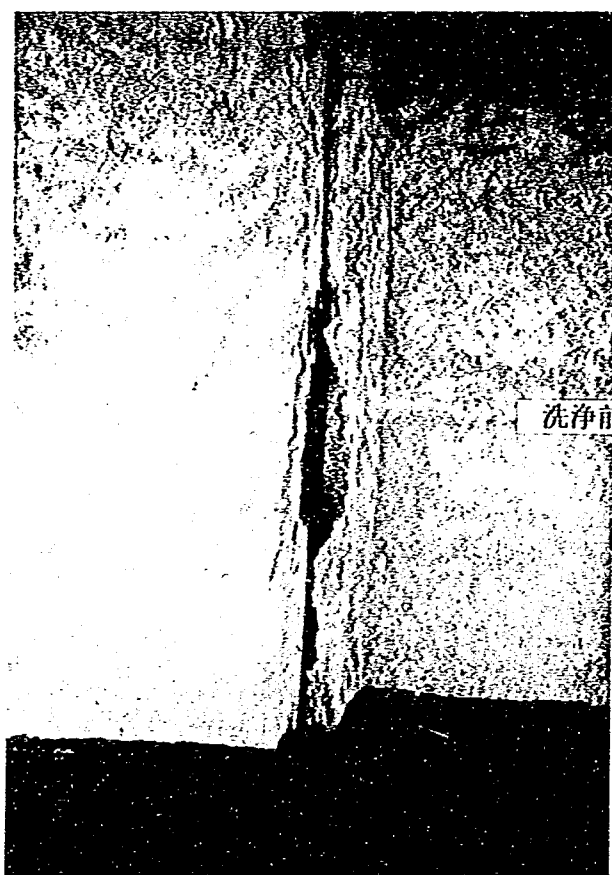
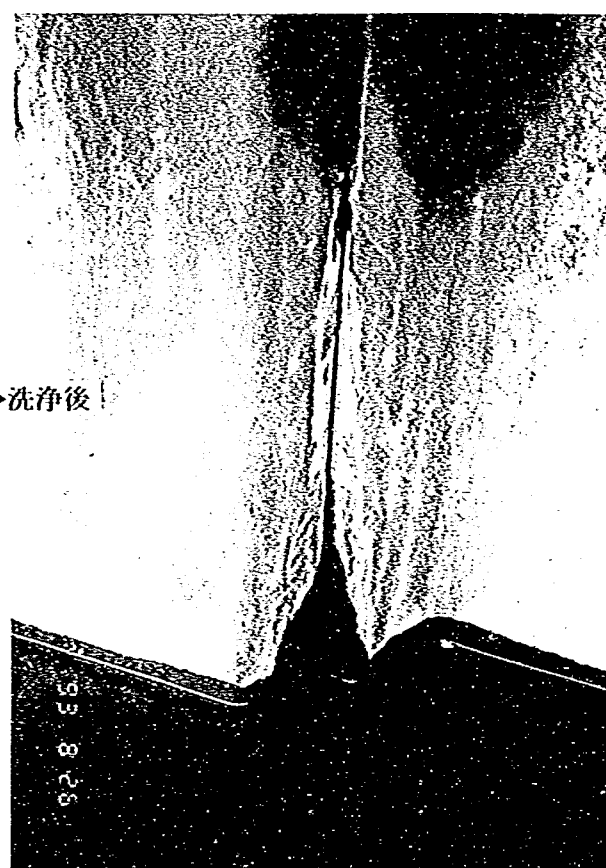
上部コンクリート洗浄前後状況



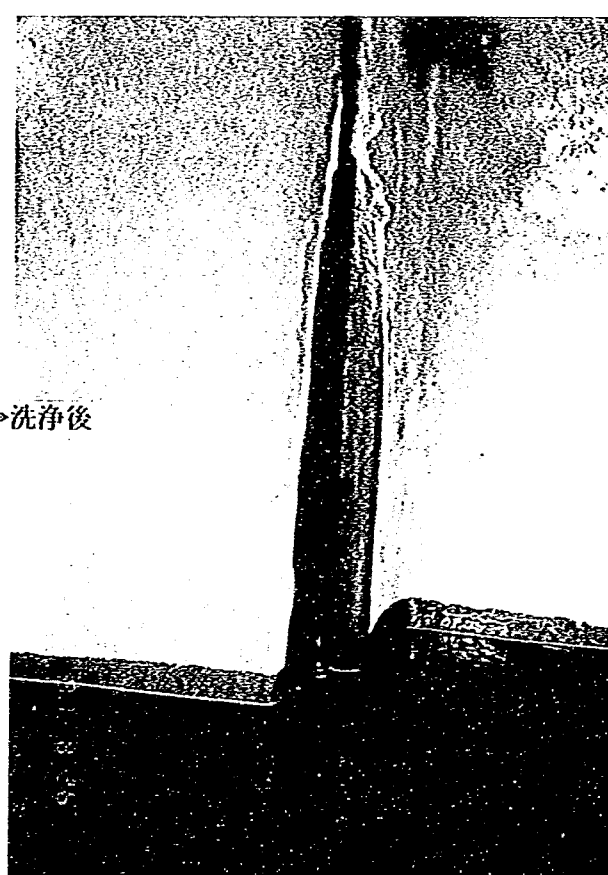
ジョイントからの錆汁部の洗浄状況



洗浄前→洗浄後



洗浄前→洗浄後



(ドロ汚れ、付着物、積層錆は取れるが、錆汁は消えない)

〔付属資料〕

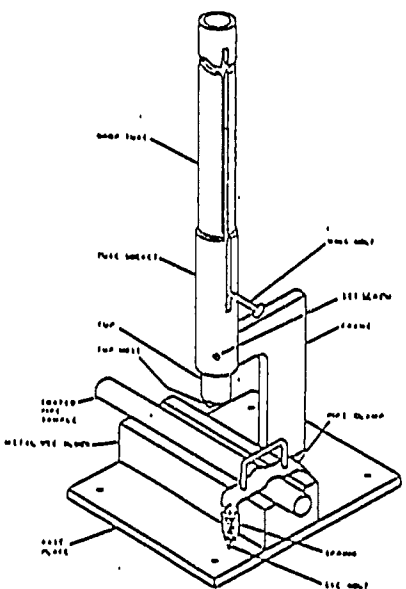
- I 規格および各種試験方法
- II 環境色彩実態調査手法
- III 環境色彩評価手法

規 格 お よ び 各 種 試 験 方 法

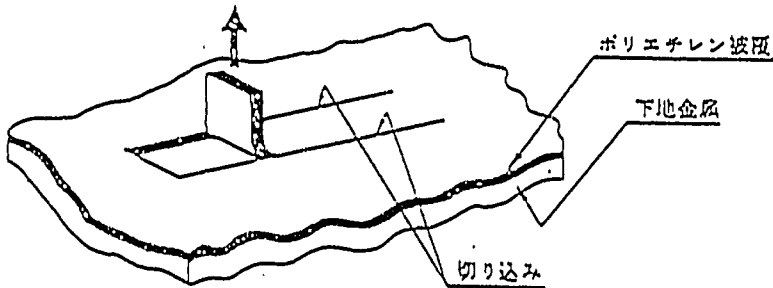
1 . 規 格

規格番号	名 称	項 目
JIS K 3469(1986)	ポリエチレン被覆鋼管	ピール強度試験
JIS K 5400(1990)	塗料一般試験方法	耐候性
JIS K 6911(1979)	熱硬化性プラスチック一般試験方法	見掛け密度
JIS K 6911(1979)	熱硬化性プラスチック一般試験方法	抵抗率
JIS K 6911(1979)	熱硬化性プラスチック一般試験方法	耐薬品性
JIS K 7112(1980)	プラスチックの密度と比重の測定方法	密度、比重
JIS K 7113(1981)	プラスチックの引張試験方法	引張強さ、伸び
JIS K 7206(1991)	熱可塑性プラスチックのビカット軟化温度試験方法	ビカット軟化点
JIS K 7209(1984)	プラスチックの吸水率及び沸騰水吸水率試験方法	吸水率
JIS K 7215(1986)	プラスチックのデュロメータ硬さ試験方法	デュロメータ硬さ
JIS Z 8729(1980)	L*a*b*表色系及びL*u*v*表色系による 物体色の表示方法	L*a*b*
JIS Z 8730(1980)	色差表示法	ΔE^*_{ab}
JIS Z 8741(1983)	鏡面光沢度測定方法	光沢度
DIN 30671	鋼材との接着力（ウレタンエラストマー）	プルオフ法試験

項目：衝撃試験

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
ASTM G 14-88	Standard Test Method for IMPACT RESISTANCE OF PIPELINE COATINGS (FALLING WEIGHT TEST)	一定条件下での 落錘による衝撃 によりパイプ外 面の被膜が破壊 した時のエネル ギーの測定方法 について規定す る	1. 試験片：外面コーティングパイプ 外径60.325mm長さ406.4mm コーティングに割れやヒビのないもの 状態調整 温度21～25℃ 24時間 2. 条 件：数量 7 体 試験範囲 落錘間隔 min.76.2mm 管端から38mm以上 温度 21～25℃ 落錘重量 1.361kg / 落下高さ 0.61～1.22m 落錘先端形状 φ15.875mm 3. 評 価：平均衝撃強度 $m = \left[h_o + d \left(\frac{A}{N} \pm \frac{1}{2} \right) \right] \times W$ 標準偏差 $s = \left[1.620 d \left(\frac{NB - A^2}{N^2} \right) + C \right] \times W$ m : 衝撃強度(g・cm) h_o : 欠陥を生じなかった最低高さ(cm) d : 落錘高さの増分(cm) A : 欠陥を生じなかった各高さの確立 度数 N : 欠陥を生じなかった総回数 W : 落錘の重量(g) ±→基準：欠陥を生じなかった高さ：+ 欠陥を生じた高さ：- s : 標準偏差(g・cm) B : 欠陥を生じなかった各高さの累積 度数 C : d (cm)→0.737 / d (inch)→0.029 		

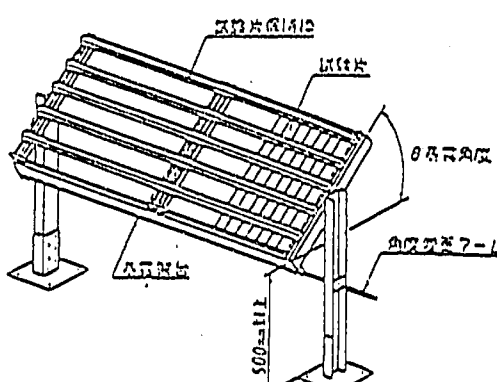
項目：ピール強度試験

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS G 3469 (1986)	ポリエチレン被 覆鋼管	ガス、油、水な どの輸送に用い るもので、主に 地中埋設用の外 面ポリエチレン 被覆鋼管につい て規定する			
	(ピール強度試 験)		1. 試験方法：被覆に間隔10mm、長さ60mm以上の2本の切れ目を 原管に達するまで入れ、その一端を剥ぎ起こし、 荷重を測定する。 剥ぎ起こし角度 約90° または約180° 方向 速 度 約50mm/min 		

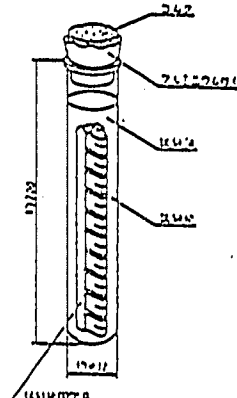
項 目：環境応力き裂試験

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS G 3469 (1986)	ポリエチレン被 覆鋼管	ガス、油、水な どの輸送に用い るもので、主に 地中埋設用の外 面ポリエチレン 被覆鋼管につい て規定する			
	(定ひずみ環境 応力き裂試験)		1. 試験方法：JIS K 6760 4.7による。 2. 条 件：試液 ノニルフェノキシポリ(エチレンオキシ)エタノール(10%)	96時間以上	「附属書1 ポリエチレン」

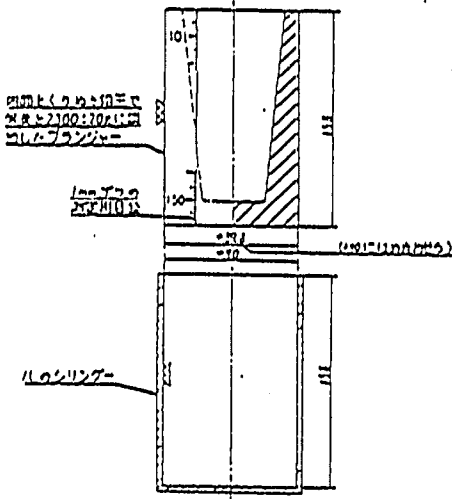
項 目：耐候性試験

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 5400 (1990)	塗料一般試験方法	塗料及び塗膜の 性状・性能試験 方法について規定する			
	(耐候性)		1. 試験片：鋼板 (300×150×1mm) に所定の方法で塗装 2. 条 件：※特に規定のない場合 試験開始時期 4月及び10月 (曇天・雨天) 観察時期 3カ月毎 (1年経過後は6カ月毎) 対象範囲 試験片の周囲及び塗膜端10mm 3. 評価方法：・目視評価 ・数値評価 評価スケール 白亜化度 光沢保持率 4. 気象観測：天候、気温、湿度、降水量、日照時間、日射量 		←グレースケール、評価写真、レイティングナンバー等

項 目：材料一般／定ひずみ環境応力き

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考																		
JIS K 6760 (1981)	ポリエチレン 試験方法	ポリエチレンの 試験方法につい て規定	1. 試験の種類 ・メルトフローレート ←JIS K 7210による ・比重及び密度 ←JIS K 7112による ・引張試験 ←JIS K 7113による ・デュロメータD硬さ試験 ←JIS K 7215による ・ビカット軟化点試験 ←JIS K 7206による ・耐寒性試験 ←JIS K 7216による ・定ひずみ環境応力き裂試験 ・定応力環境応力き裂試験 ・誘電正接及び比誘電率																				
	(定ひずみ環境 応力き裂試験)		1. 試験片：成形シート <table><tr><td></td><td>低密度ポリエチレン</td><td>中・高密度ポリエチレン</td></tr><tr><td>長さ</td><td colspan="2">38mm</td></tr><tr><td>幅</td><td colspan="2">13mm</td></tr><tr><td>厚さ</td><td>3mm</td><td>2mm</td></tr><tr><td>ノッチ深さ</td><td>0.5mm</td><td>0.3mm</td></tr><tr><td>ノッチ長さ</td><td colspan="2">19.1mm</td></tr></table> 状態調節 23℃ 50% 低・中密度PE→16～24時間 高密度PE →48～72時間 2. 条 件：試験温度 50℃ 試験液 当事者間の協定による 試験数 1 試料 1 回 10 個 試験片の固定 治具を用いて規定 の固定具に装備 		低密度ポリエチレン	中・高密度ポリエチレン	長さ	38mm		幅	13mm		厚さ	3mm	2mm	ノッチ深さ	0.5mm	0.3mm	ノッチ長さ	19.1mm		目視によりき 裂の有無を確 認する。 規定値は定め ていない。	
	低密度ポリエチレン	中・高密度ポリエチレン																					
長さ	38mm																						
幅	13mm																						
厚さ	3mm	2mm																					
ノッチ深さ	0.5mm	0.3mm																					
ノッチ長さ	19.1mm																						

項目：材料一般／密度測定

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 6911 (1979)	熱硬化性プラスチック一般試験方法	熱硬化性プラスチックの一般試験方法について規定する	1. 試験項目 (31項目：略)		
	(見掛け密度)		1. 試験片：成形材料 (60g) 2. 条件：試験温度 23℃ 湿度 50% 試験方法 メスシリンダーの中に試料の表面が水平になるように入れ、次にプランジャーをメスシリンダーの中に入れて1分間放置し、試料の高さをプランジャーの目盛りで測定する。 見掛け密度 $A = \frac{60}{B \times C}$ A：見掛け密度 (g/cm³) B：メスシリンダーの断面積 (cm²) C：メスシリンダー内の試料の高さ (cm) 		漏斗から流し込めないもの。

項 目：比重測定

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 6911 (1979)	熱硬化性プラスチック一般試験方法	熱硬化性プラスチックの一般試験方法について規定する			
	(比 重)		1. 試験片：積層品または成形品からつくられたもの (1~5g) 2. 条 件：試験温度 23℃ 試験方法 試験片の質量を23℃の空气中で測定する。次に、新しい蒸留水または試験前に蒸留した水をビーカーに入れ23℃に保ち、秤の皿に触れないように置いたビーカー台の上に置く。細い金属線で結んだ試験片を蒸留水中に浸して金属線他端を秤につるして質量を量る。次に金属線だけの質量を量る。 $\text{比 重 } S = \frac{W}{W - W_1 + w}$ S：比 重 W：試験片の空气中での質量 (g) W₁：試験片の蒸留水中での質量 (g) w：金属線の蒸留水中での質量 (g)		

項目：抵抗率

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 6911 (1979)	熱硬化性プラスチック一般試験方法	熱硬化性プラスチックの一般試験方法について規定する			
	(抵抗率)		1. 試験片：φ約100mm 厚さ2mm の成形品 状態調節 20℃ 65%の空气中に88~94時間放置 2. 条 件：試験温度 20℃ 湿度 65% 電 極 透湿性の導電性ゴムまたはペイント 充電時間 1 分間 体積抵抗率 $\rho_v = \frac{\pi d^2}{4 t} R_v$ ρ_v：体積抵抗率 (MΩ cm) d：表面電極の内円の外径 (cm) t：試験片厚さ (cm) R_v：体積抵抗 (MΩ) 電極の貼付方法 (a) 体積抵抗率試験 (b) 表面抵抗率試験		体積抵抗： 2つの電極間に 印加した直流電 圧を、電極間に 挟んだ試験片の 単位体積を通る 電流で除した値 体積抵抗率： 各辺1cmの正方 形の相対する辺 を電極とする2 つの電極間の体 積抵抗と同じ値

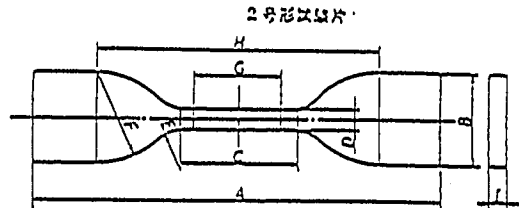
項 目：耐薬品性

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考																																																																			
JIS K 6911 (1979)	熱硬化性プラスチック一般試験方法	熱硬化性プラスチックの一般試験方法について規定する																																																																						
	(耐薬品性)		1. 試験片：成形材料 $\phi 50\text{mm}$ 厚さ3mm の円板状 状態調整 50°C 24時間 乾燥処理 (厚さ約10mmの石綿板の上に置かれた濾紙の上に置く) 2. 条 件：試験液の量 試験片の表面積1cm^2当たり$8\pm 2\text{m}\ell$ 容器は24時間毎に揺り動かして試験液をかき混ぜる 浸漬後 試験片を50°C 24時間乾燥処理後重量測定 調査 重量・外観 (光沢損失・変色・くもり・ひび割れ・き裂・膨潤・そり・分解・溶解等) 試験液の例 <table><thead><tr><th>試験液名</th><th>濃 度</th><th>試験液名</th><th>濃 度</th></tr></thead><tbody><tr><td>蒸 留 水</td><td>—</td><td>炭酸ナトリウム</td><td>20</td></tr><tr><td>塩 酸</td><td>10</td><td>アンモニア水</td><td>10</td></tr><tr><td>硝 酸</td><td>30</td><td>アンモニア水</td><td>25</td></tr><tr><td>硫 酸</td><td>60</td><td>炭酸ナトリウム</td><td>10</td></tr><tr><td>塩 酸</td><td>98</td><td>ノルマルアルコール</td><td>95 %</td></tr><tr><td>硫 酸</td><td>10</td><td>エタールアルコール</td><td>90 %</td></tr><tr><td>硝 酸</td><td>35</td><td>エタールアルコール</td><td>95 %</td></tr><tr><td>塩 酸</td><td>10</td><td>アセトン</td><td>95 %</td></tr><tr><td>硫 酸</td><td>40</td><td>炭酸メタン</td><td>95 %</td></tr><tr><td>硝 酸</td><td>60</td><td>四酸化炭素</td><td>95 %</td></tr><tr><td>氷 酢 酸</td><td>99 ~ 100</td><td>トリクロルエチレン</td><td>95 %</td></tr><tr><td>塩 酸</td><td>5</td><td>ベンゼン</td><td>95 %</td></tr><tr><td>くまみ酸</td><td>10</td><td>ガソリン</td><td></td></tr><tr><td>水酸化ナトリウム</td><td>10</td><td>煤 油</td><td></td></tr><tr><td>水酸化ナトリウム</td><td>10</td><td>灯油, 植物油</td><td></td></tr><tr><td>炭酸ナトリウム</td><td>2</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	試験液名	濃 度	試験液名	濃 度	蒸 留 水	—	炭酸ナトリウム	20	塩 酸	10	アンモニア水	10	硝 酸	30	アンモニア水	25	硫 酸	60	炭酸ナトリウム	10	塩 酸	98	ノルマルアルコール	95 %	硫 酸	10	エタールアルコール	90 %	硝 酸	35	エタールアルコール	95 %	塩 酸	10	アセトン	95 %	硫 酸	40	炭酸メタン	95 %	硝 酸	60	四酸化炭素	95 %	氷 酢 酸	99 ~ 100	トリクロルエチレン	95 %	塩 酸	5	ベンゼン	95 %	くまみ酸	10	ガソリン		水酸化ナトリウム	10	煤 油		水酸化ナトリウム	10	灯油, 植物油		炭酸ナトリウム	2			
試験液名	濃 度	試験液名	濃 度																																																																					
蒸 留 水	—	炭酸ナトリウム	20																																																																					
塩 酸	10	アンモニア水	10																																																																					
硝 酸	30	アンモニア水	25																																																																					
硫 酸	60	炭酸ナトリウム	10																																																																					
塩 酸	98	ノルマルアルコール	95 %																																																																					
硫 酸	10	エタールアルコール	90 %																																																																					
硝 酸	35	エタールアルコール	95 %																																																																					
塩 酸	10	アセトン	95 %																																																																					
硫 酸	40	炭酸メタン	95 %																																																																					
硝 酸	60	四酸化炭素	95 %																																																																					
氷 酢 酸	99 ~ 100	トリクロルエチレン	95 %																																																																					
塩 酸	5	ベンゼン	95 %																																																																					
くまみ酸	10	ガソリン																																																																						
水酸化ナトリウム	10	煤 油																																																																						
水酸化ナトリウム	10	灯油, 植物油																																																																						
炭酸ナトリウム	2																																																																							

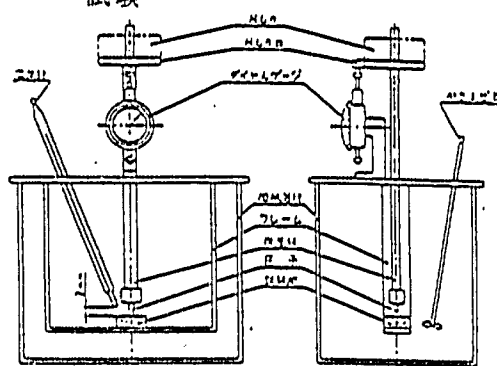
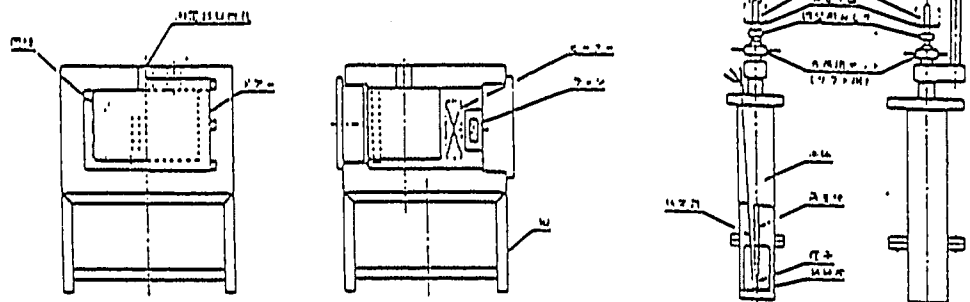
項目：密度・比重測定

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 7112 (1980)	プラスチックの 密度と比重の測 定方法	プラスチックの 密度と比重の測 定方法について 規定する	1. 測定方法の種類 A 法 (水中置換法) ←シート、棒、管、成形品等 B 法 (ピクノメーター法) ←粉状、薄片、液状材料等 C 法 (浮沈法) ←A・B 法に適用する固形物 D 法 (密度こうばい管法) ←A 法に適用するもの		
	(A 法)		1. 試験片：フィルム、シート、棒、管及び成形品から作られた もの。0.5～5gとする。 状態調整 特に必要ない。 (要の場合は該当規格／当事者間協定) 2. 条 件：試験温度 23℃ 試験液 新しく蒸留した水または試験前に煮沸し た蒸留水に湿潤剤を0.1%以下の割合で 加えたもの。 試験数 2 回以上 試験片の固定 $\phi 0.1\text{mm}$ 以下の金属線で結ぶ		

項目：引張試験方法

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考																				
JIS K 7113 (1981)	プラスチックの 引張試験方法	プラスチック及び 強化プラスチックの一般的な 試験方法について規定	1. 試験片：成形品 状態調整 温度23℃ 湿度50% 48時間以上放置 ※ JIS K 6760 : 2号試験片 (厚さ2mm) 2. 条 件： ※ JIS K 6760 引張り速度 中・高密度PE → 速度F 低密度PE → 速度H 2号形試験片  <table><tr><td>A 全 長</td><td>115</td><td>F 大 半 径</td><td>25 ± 2</td></tr><tr><td>B 両端の幅</td><td>25 ± 1</td><td>G 試験間距離</td><td>25 ± 1</td></tr><tr><td>C 平行部分の長さ</td><td>33 ± 2</td><td>H つかみ点間距離</td><td>80 ± 5</td></tr><tr><td>D 平行部分の幅</td><td>6 ± 0.4</td><td>I 厚 さ</td><td>1 ~ 3</td></tr><tr><td>E 小 半 径</td><td>14 ± 1</td><td></td><td></td></tr></table> <td></td> <td> ← 50mm/min ← 200mm/min 2号形小形試験片の場合は附属書1による。 </td>	A 全 長	115	F 大 半 径	25 ± 2	B 両端の幅	25 ± 1	G 試験間距離	25 ± 1	C 平行部分の長さ	33 ± 2	H つかみ点間距離	80 ± 5	D 平行部分の幅	6 ± 0.4	I 厚 さ	1 ~ 3	E 小 半 径	14 ± 1				← 50mm/min ← 200mm/min 2号形小形試験片の場合は附属書1による。
A 全 長	115	F 大 半 径	25 ± 2																						
B 両端の幅	25 ± 1	G 試験間距離	25 ± 1																						
C 平行部分の長さ	33 ± 2	H つかみ点間距離	80 ± 5																						
D 平行部分の幅	6 ± 0.4	I 厚 さ	1 ~ 3																						
E 小 半 径	14 ± 1																								

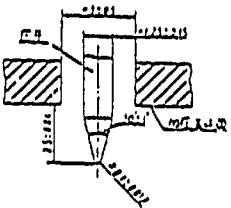
項 目：ビカット軟化温度試験方法

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 7206 (1991)	熱可塑性プラスチックのビカット軟化温度試験方法	熱可塑性プラスチックのビカット軟化温度の試験方法について規定する	1. 試験片：成形品 10mm×10mm以上またはφ10mm以上厚さ3～6.5mm 状態調整 温度23℃ 湿度50% 88時間以上放置 2. 条 件：数 量 2個以上 伝熱媒体または空気槽の昇温速度 50℃/hr または 120℃/hr 方 法 圧子先端が試験開始時の位置から試験片中に1±0.1mm侵入した時の温度を測定する 個々の測定値の差が2℃を超えた場合は再試験 <液体加熱法>  <空気加熱法> 		ビカット軟化温度 (V S T) ←50℃/hrが望ましい

項目：吸水率試験方法

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 7209 (1984)	プラスチックの 吸水率及び沸騰 水吸水率試験方 法	プラスチックを 規定する温度の 浸せき液中に規 定する時間浸せ きして、プラス チックが吸収し た水分を測定す るための一般的 な試験方法につ いて規定する	1. 試験片：成形または機械加工品 成形材料 $\phi 50\text{mm}$または$50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 厚さ3mm 板・シート $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 厚さ25mmまたは原厚 状態調整 温度50°C 24時間乾燥後、デシケータ中 で放冷 2. 条 件：試験温度 23°C 湿度 50% 試験数量 1つの試料について3個以上 方 法 試験片を水 (23°C 24時間) または沸騰 水 (30分+室温水15分) に浸漬する前後 で重量を量り、重量変化量を試験片の総 表面積で除して吸水率を求める		(棒・管省略)

項 目：硬さ測定

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS K 7215 (1986)	プラスチックの デュロメータ硬 さ試験方法	プラスチックの デュロメータ硬 さを測定する方 法について規定 する	1. 試験片：試料の試験面及び裏面は原則として平面かつ平行 厚さ6mm以上 幅約25mm以上 (但し、HDD40以上であれば厚さ2mm以上も可) 状態調整 温度23℃ 湿度50% 88時間以上放置 2. 条 件：押圧力 約50N (約5kgf) が望ましい (Dタイプ) 方 法 デュロメータの圧子を試料の試験面に垂直 に衝撃を与えないように押圧し、1秒以内 に指示装置の指針の最大指示値を読みとる 試験回数 同一試料について5回ないし10回 (中心距離6mm以上で実施) 3. 表 示：デュロメータ硬さの記号と測定値 (ex. HDD56) タイプDデュロメータの圧子 ×2 mm 		重防食用ポリエチレンやウレタンエラストマーではタイプDデュロメータを用いる。

項目：透湿度試験方法

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS Z 0208 (1976)	防湿包装材料の 透湿度試験方法 (カップ法)	プラスチックフ ィルムや加工紙 など防湿を目的 とする包装材料 の透湿度を試験 するため透湿カ ップを使用する 方法について規 定する	1. 試験片：使用するカップの内径より約10mm大きい直径の円形 2. 条 件：試験数 1 試料当たり 3 枚 試験温度・湿度 条件 A 温度25℃ 湿度90% 16時間以上 B 40℃ 90% 16時間以上 秤量間隔 24, 48, または96時間とし、質量増加は 5mg以上のこと。 単位時間当たりの質量増加が5%以内で 一定になるまで試験を続ける。 $\text{透湿度 (g/m}^2 \cdot 24\text{h)} = \frac{240 \times m}{t \cdot s}$ s : 透湿面積 (cm²) t : 最後の2つの秤量間隔の 時間の合計 (h) m : 最後の2つの秤量間隔の 増加質量の合計 (mg)		

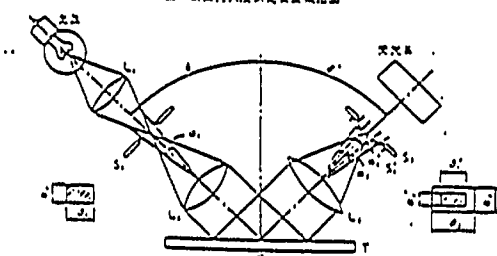
項 目：物体色の表示方法

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS Z 8729 (1980) 1985確認	L*a*b*表色系及 びL*u*v*表色系 による物体色の 表示方法	物体色をL*a*b* 表色系及び L*u*v*表色系に よって表示する 方法について規 定する	1. 明度指数：L* $L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad Y/Y_n > 0.008856$ $L^* = 903.29 (Y/Y_n) \quad Y/Y_n \leq 0.008856$ Y：XYZ系における三刺激値の値 Y_n：完全拡散反射面の標準の光によるYの値 2. クロマティックネス指数 ① L*a*b*表色系のクロマティックネス指数：a*, b* $a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$ $b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$ X/X_n, Y/Y_n, Z/Z_n > 0.008856 (X/X_n, Y/Y_n, Z/Z_n のいずれかが0.008856以下の場合 α/α_nを7.787(α/α_n) + (16/116)と置き換える) X, Y, Z : XYZ系における三刺激値 X_n, Y_n, Z_n : 完全拡散反射面のXYZ系における 三刺激値 ② L*u*v*表色系のクロマティックネス指数：u*, v* $u^* = 13L^* (u' - u'_n)$ $v^* = 13L^* (v' - v'_n)$ u', v' : CIE 1976 UCS色度座標 u'_n, v'_n : 完全拡散反射面の標準の光による CIE 1976 UCS色度座標		国際照明委員会 (CIE)が1976年 に推奨した色空 間 ←JIS Z 8701 JIS Z 8728

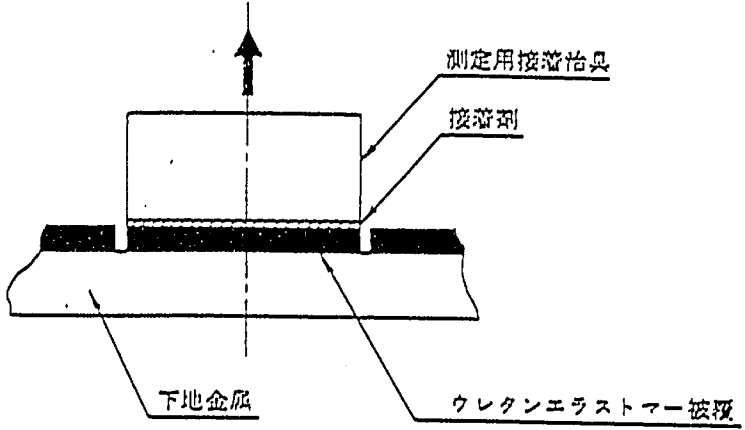
項 目：色差表示法

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考
JIS Z 8730 (1980)	色差表示法	表面色の色差を 表示する方法に ついて規定する	1. 測色法：分光測色法 (JIS Z 8722 または JIS Z 8727 4.) 刺激値直読法 (JIS Z 8722 または JIS Z 8727 5.) 2. 色差の計算法： ① $L^*a^*b^*$ 表色系による色差 $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ $\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^* : \text{JIS Z 8729 による}$ ② $L^*u^*v^*$ 表色系による色差 $\Delta E^*_{uv} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2]^{1/2}$ $\Delta L^*, \Delta u^*, \Delta v^* : \text{JIS Z 8729 による}$ ③ その他の色差式による色差 ・ アダムスーニッカーソンの色差式による色差 (ΔE_{AN}) ・ ハンターの色差式による色差 (ΔE_H) 3. 表 示：原則として小数点以下 1 桁まで表示する。		

項目：光沢度測定方法

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定基準 (規格値)	備 考																																																																								
JIS Z 8741 (1983)	鏡面光沢度測定 方法	鉚工業製品の巨 視的に見て平滑 な表面の鏡面光 沢度測定方法に ついて規定する	1. 測定方法： <table border="1"> <thead> <tr> <th>測定方法のほほ</th><th>方法 1</th><th>方法 2</th><th>方法 3</th><th>方法 4</th><th>方法 5</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>方法名</td><td>85 度鏡面光沢</td><td>75 度鏡面光沢</td><td>60 度鏡面光沢</td><td>45 度鏡面光沢</td><td>20 度鏡面光沢</td></tr> <tr> <td>記号</td><td>$C_{(85^\circ)}$</td><td>$C_{(75^\circ)}$</td><td>$C_{(60^\circ)}$</td><td>$C_{(45^\circ)}$</td><td>$C_{(20^\circ)}$</td></tr> <tr> <td>適用例</td><td>塗装その他</td><td>紙その他</td><td>プラスチック、塗 膜、はうちうなど</td><td>プラスチック、 はうちうなど</td><td>プラスチック、 塗膜など</td></tr> <tr> <td>適用範囲</td><td>方法 3 による光沢 度が 10 以下の塗 膜</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>方法 3 による光沢 度が 70 を超える 塗膜</td></tr> </tbody> </table> 備考 塗装については、方法 1 及び方法 5 の代わりに方法 3 を用いても差し支えない。 2. 測定条件：光源は偏光性がないものを用い、光源と受光部に は原則として標準の光 C と標準比視感度との組み 合わせと等価のものを用いる。 図 2 測定装置の条件  <table border="1"> <thead> <tr> <th>測定方法のほほ</th><th>方法 1 (°)</th><th>方法 2</th><th>方法 3 (°)</th><th>方法 4</th><th>方法 5 (°)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>入射角 (θ)</td><td>$85 \pm 0.1^\circ$</td><td>$75 \pm 0.1^\circ$</td><td>$60 \pm 0.2^\circ$</td><td>$45 \pm 0.2^\circ$</td><td>$20 \pm 0.5^\circ$</td></tr> <tr> <td>受光角 (θ')</td><td>$\theta \pm 0.1^\circ$</td><td>$\theta \pm 0.1^\circ$</td><td>$\theta \pm 0.1^\circ$</td><td>$\theta \pm 0.1^\circ$</td><td>$\theta \pm 0.1^\circ$</td></tr> <tr> <td>光線の 間さ角</td><td>入射面内 (α_i)</td><td>$0.75 \pm 0.25^\circ$</td><td>$2.85 \pm 0.05^\circ$</td><td>$0.75 \pm 0.25^\circ$</td><td>$0.75 \pm 0.25^\circ$</td></tr> <tr> <td></td><td>垂直面内 (β_i)</td><td>$2.5 \pm 0.5^\circ$</td><td>$5.70 \pm 0.05^\circ$</td><td>$2.5 \pm 0.5^\circ$</td><td>$2.5 \pm 0.5^\circ$</td></tr> <tr> <td>受光線の 間さ角</td><td>入射面内 (α_r)</td><td>$4.0 \pm 0.5^\circ$</td><td>$11.5 \pm 0.5^\circ$</td><td>$4.4 \pm 0.1^\circ$</td><td>$1.80 \pm 0.05^\circ$</td></tr> <tr> <td></td><td>垂直面内 (β_r)</td><td>$6.0 \pm 0.3^\circ$</td><td>円弧</td><td>$11.7 \pm 0.2^\circ$</td><td>$3.6 \pm 0.1^\circ$</td></tr> </tbody> </table> 注 (°) ISO 2813-1978 (Paints and varnishes—Measurement of specular gloss of non-metallic paint film at 20°, 60° and 85°), ASTM D 523-80 (Standard Test Method for SPECULAR GLOSS) に相当する。	測定方法のほほ	方法 1	方法 2	方法 3	方法 4	方法 5	方法名	85 度鏡面光沢	75 度鏡面光沢	60 度鏡面光沢	45 度鏡面光沢	20 度鏡面光沢	記号	$C_{(85^\circ)}$	$C_{(75^\circ)}$	$C_{(60^\circ)}$	$C_{(45^\circ)}$	$C_{(20^\circ)}$	適用例	塗装その他	紙その他	プラスチック、塗 膜、はうちうなど	プラスチック、 はうちうなど	プラスチック、 塗膜など	適用範囲	方法 3 による光沢 度が 10 以下の塗 膜	—	—	—	方法 3 による光沢 度が 70 を超える 塗膜	測定方法のほほ	方法 1 (°)	方法 2	方法 3 (°)	方法 4	方法 5 (°)	入射角 (θ)	$85 \pm 0.1^\circ$	$75 \pm 0.1^\circ$	$60 \pm 0.2^\circ$	$45 \pm 0.2^\circ$	$20 \pm 0.5^\circ$	受光角 (θ')	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$	光線の 間さ角	入射面内 (α_i)	$0.75 \pm 0.25^\circ$	$2.85 \pm 0.05^\circ$	$0.75 \pm 0.25^\circ$	$0.75 \pm 0.25^\circ$		垂直面内 (β_i)	$2.5 \pm 0.5^\circ$	$5.70 \pm 0.05^\circ$	$2.5 \pm 0.5^\circ$	$2.5 \pm 0.5^\circ$	受光線の 間さ角	入射面内 (α_r)	$4.0 \pm 0.5^\circ$	$11.5 \pm 0.5^\circ$	$4.4 \pm 0.1^\circ$	$1.80 \pm 0.05^\circ$		垂直面内 (β_r)	$6.0 \pm 0.3^\circ$	円弧	$11.7 \pm 0.2^\circ$	$3.6 \pm 0.1^\circ$		←JIS Z 8701
測定方法のほほ	方法 1	方法 2	方法 3	方法 4	方法 5																																																																								
方法名	85 度鏡面光沢	75 度鏡面光沢	60 度鏡面光沢	45 度鏡面光沢	20 度鏡面光沢																																																																								
記号	$C_{(85^\circ)}$	$C_{(75^\circ)}$	$C_{(60^\circ)}$	$C_{(45^\circ)}$	$C_{(20^\circ)}$																																																																								
適用例	塗装その他	紙その他	プラスチック、塗 膜、はうちうなど	プラスチック、 はうちうなど	プラスチック、 塗膜など																																																																								
適用範囲	方法 3 による光沢 度が 10 以下の塗 膜	—	—	—	方法 3 による光沢 度が 70 を超える 塗膜																																																																								
測定方法のほほ	方法 1 (°)	方法 2	方法 3 (°)	方法 4	方法 5 (°)																																																																								
入射角 (θ)	$85 \pm 0.1^\circ$	$75 \pm 0.1^\circ$	$60 \pm 0.2^\circ$	$45 \pm 0.2^\circ$	$20 \pm 0.5^\circ$																																																																								
受光角 (θ')	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$	$\theta \pm 0.1^\circ$																																																																								
光線の 間さ角	入射面内 (α_i)	$0.75 \pm 0.25^\circ$	$2.85 \pm 0.05^\circ$	$0.75 \pm 0.25^\circ$	$0.75 \pm 0.25^\circ$																																																																								
	垂直面内 (β_i)	$2.5 \pm 0.5^\circ$	$5.70 \pm 0.05^\circ$	$2.5 \pm 0.5^\circ$	$2.5 \pm 0.5^\circ$																																																																								
受光線の 間さ角	入射面内 (α_r)	$4.0 \pm 0.5^\circ$	$11.5 \pm 0.5^\circ$	$4.4 \pm 0.1^\circ$	$1.80 \pm 0.05^\circ$																																																																								
	垂直面内 (β_r)	$6.0 \pm 0.3^\circ$	円弧	$11.7 \pm 0.2^\circ$	$3.6 \pm 0.1^\circ$																																																																								

項目：プルオフ法試験

規格番号	名 称	適用範囲	試験方法と装置 試験片・条件・装置図	判定規準 (規格値)	備 考
DIN 30671	プルオフ法試験		1. 試験方法：平滑に仕上げた被覆面に測定用接着治具を接着し、接着剤が硬化してから治具の外周に沿って下地金属に達するまで切り込みをいれ、測定用接着治具を垂直に引きはがして、被覆あるいは接着部破断時の最高荷重を測定する。接着力はこの荷重を接着面積で除して求める。  図2.2 プルオフ法試験要領説明図		

環境色彩実態調査手法

1. 環境色彩実態調査の必要性

色彩の評価は単色の絶対評価ではなく、「図と地」（図色と背景色）の関係または、「配色」（2色以上の異なる色彩の組み合わせ）の関係である、周辺もしくは隣接するものとの相対評価として行われることが多い。

環境における施設、構造物の色彩また周囲、周辺環境との関係において相対的に評価される。

そこで、環境色彩計画を進める上で、計画対象物の周囲、背景の色彩がどのような領域、傾向を示すものであるかを事前に的確に把握しておく必要がある。

2. 環境色彩実態調査手法

環境色彩実態調査は通常次のような手順で行われる。

①主要視点場の設定



②景観スケッチ



③測色調査



④測色データ整理



⑤測色データ分析



⑥調査結果の考察

①主要視点場の設定

色彩計画対象物をどの地点から、どのように眺めた景観として評価するかを事前調査、関係資料による分析などを通じて決定する。

②景観スケッチ

決定した視点場より眺めた対象物を中心とした景観をスケッチする。短時間で且つ正確に景観をスケッチするために、現場でポラロイド撮影によるカラープリントを作成し、それをベースに景観の観察に従って求めた主要な色彩区分を示すようトレースによる線画を作成する。

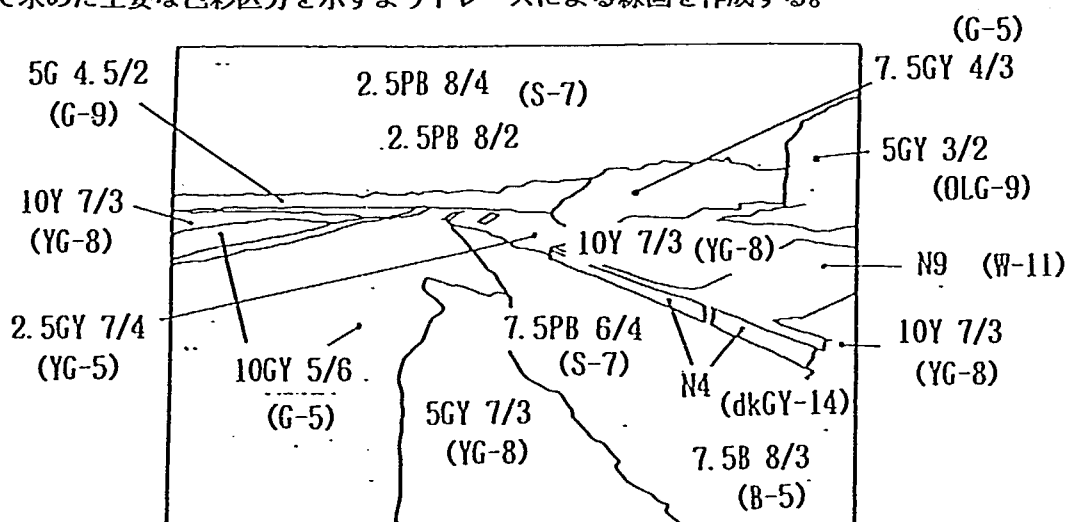


図1 景観スケッチ記入例

③測色調査

測色調査は大きく視感測色方法と、光学測定機器を用いる方法の2種類ある。証明条件が一定でなく、また測定対象物が均一な色彩面で構成されることの稀な環境色彩実態調査では、光学測定機器の精度の安定を求めることが困難であり、また屋外環境では機動性としても問題がある。視感測色方法が实际的でありまた訓練を経た観測者であればより正確である。

視感測色方法に用いる色票系は日本工業規格に基づく「色のモノサシ」としてJIS標準色票は国際的に最も普及している「修正マンセル表色系」(通称マンセルシステム)と同様のシステムである。色彩の表示方法としては、色空間を3種類のスケールで値付けし、空間上の座標を示す方法となっている。

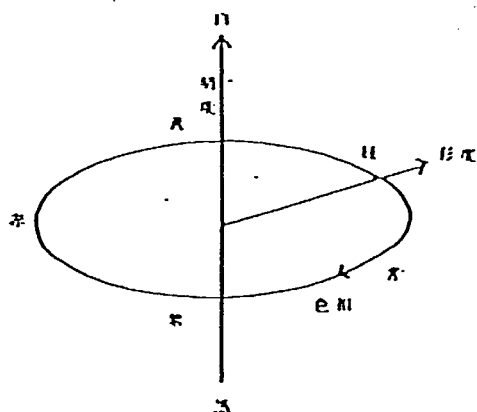


図2 色の三属性の立体座標

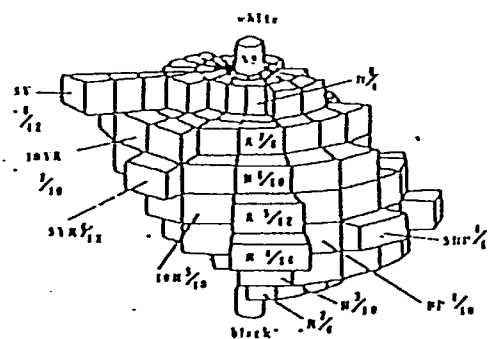


図3 マンセル色立体

3種類のスケールとは、赤、黄、緑など色あいの違いを表す「色相」と、明暗の違いを表す「明度」、鮮やかさの度合いを表す「彩度」である。

色相は赤(R)、黄(Y)、緑(G)、青(B)、紫(P)の5つの基本色相と、それぞれの昼間に位置する黄(YR)、黄緑(GY)、青緑(BG)、青紫(BP)、赤紫(RP)の5つの中間色相との計10色相を、更に10分割した100色相で構成されている。それぞれの色相の中心となる色あいに5の値を付けている、つまり赤の中心色は[5R]で、それよりも黄色方向に変化するに従って6R、7R……10Rとなり、次ぎの隣接する色相YRに入り1YR、2YR、3YR……と変化する。このように色相を徐々に一定方向に変化させていくと、また元の色相に戻る、つまり色相は循環的に配列されている。これを色相環と呼ぶ。

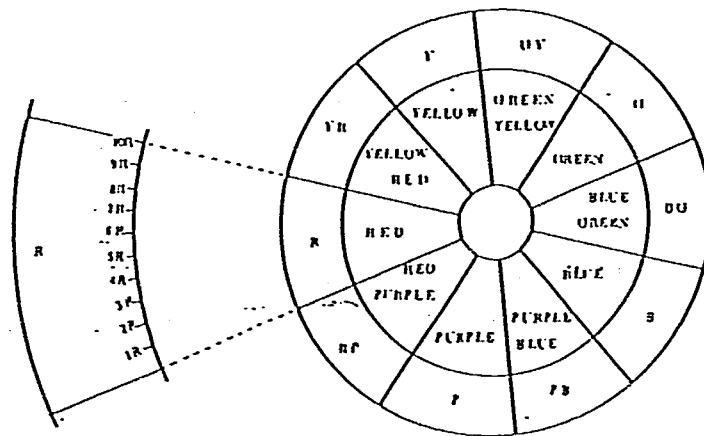


図4 マンセル色票系の色相スケール

明度は、0～10までの値で明るさの度合いを表記する。但し、0は理想的な黒、10は理想的な白とされ、現実には存在しない。通常1から9の間の値が用いられる。また、全く色みの存在しない明るさ感だけの色彩である白、灰色、黒といった色彩を無彩色と呼び、略号N (Neutral) を付けN 9、N 5などと表記する。

彩度は、鮮やかさ感を表し、色のみの全く感じられない無彩色の0から始まり、色みがますますに1、2、……と数が増える。色彩の違いによって純色と呼ばれる最も鮮やかな色彩の値である最高彩度は異なる。通常、彩度0.5～3の色彩を低彩度色と呼ぶ、建築外壁、土色など環境構成物の基調色がこの範囲に多く存在する。

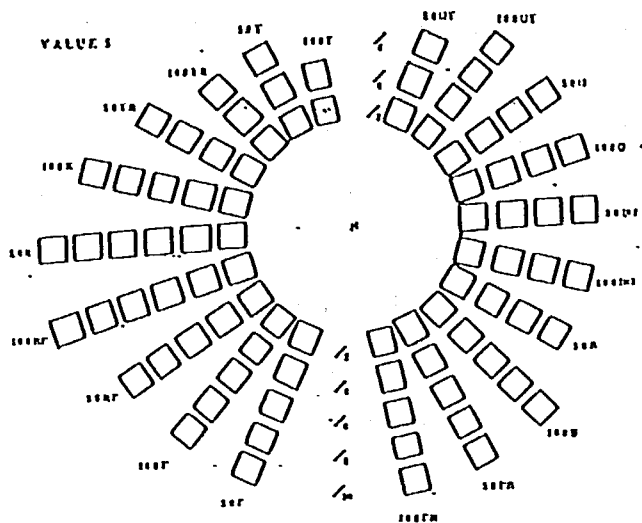


図5 等明度面（色相×彩度）

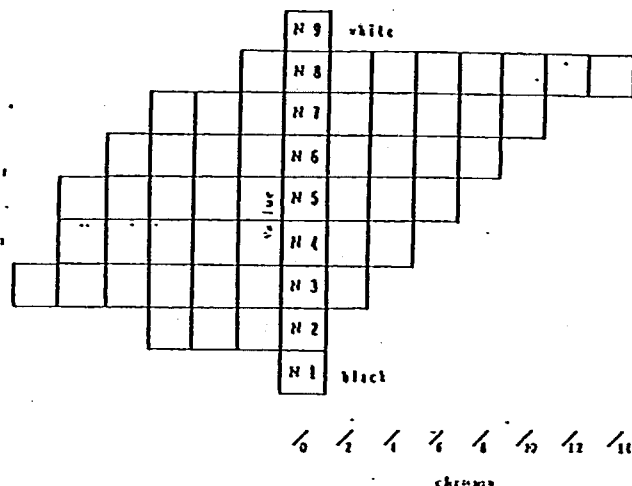


図6 等色相面（明度×彩度）

色彩の表記法は色相、明度、彩度の順に例えば「5 R 4 / 14」と書き、「5 アール 4 の 14」と読む。これは色相が赤系の中心色相である 5 R で、明度が 4 の中間明度、彩度が 14 の高彩度色であることを意味する。

視感測色は、この J I S 標準色票チャート（40枚の等色相面）に表示された各色と測定対象とを見比べて値付けをする作業である。この場合、比色用マスクを用いると精度が向上する。

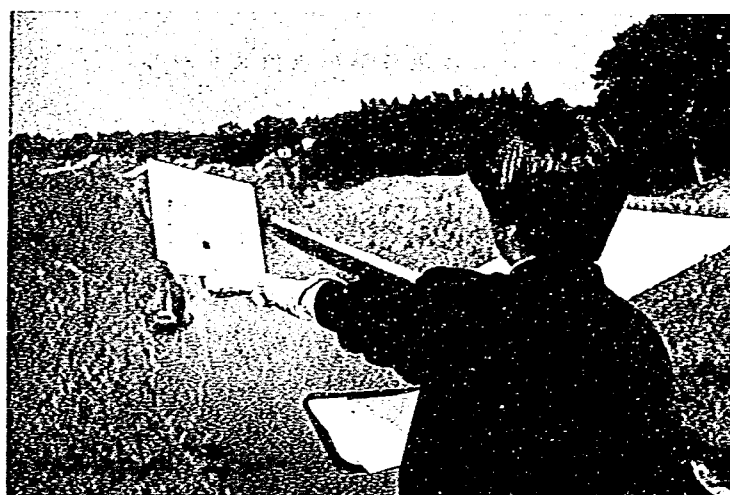


図7 測色風景

④測色データ整理

測色データを環境色彩として、基調色となる部位（警官のなかで広い面積を占める空、山並み、森林、建築群像）か、アクセントとなる部位（面積比は小さいが強い印象を与えるもの、屋外広告物、カラートタン等の屋根、自動販売機等）かに分類整理する。

⑤測色データ分析

測色データは3種の値により表現された空間座標を示すものとなっている。正確な値付けとしては便利であるが、色彩計画対象の周囲や背景の色彩状況、携行を把握するには、この3種のデータを分かりやすいものに変換する必要がある。

「系統色名区分」

我々は日常色を区分したり、伝達する際に、呼び方を違えることを行う。例えば同じ赤系統の色彩でも、「赤」「苺色」「朱色」「薔薇色」「ワインレッド」「鶯色」「スカーレット」「緋色」「牡丹色」……等様々な言葉を用いる。ある場合それは「……のような」といった具体的な花や果物といった事例に例えた呼び方であったり、絵の具の名前に代表される顔料や染料の名称であったりする。更に、表現したい色彩イメージが「……色」の名称では満足できない場合、「明るい……」「黄みの……」「鮮やかな……」といった形容詞を付けて表現する。これは色彩イメージの区分が各個人になされていて、伝達したい色彩イメージを、別の言い方をすると区分したい色彩イメージを、それぞれ代表的な中心となる色名と、形容詞の付け方に一定のルールを用いて表現していることに他ならない。

そこで、中心となる色名と形容詞の付け方のルールを標準化し、わかりやすく個人差の少ない正確な色のイメージ区分としてまとめられたものが、「系統色名法」であり、それによって分けられるのが「系統色名区分」である。

「調査用カラーコード」

JIS標準色票を用いて得られた3種の値で表記された測色データを、系統色名区分に変換するために開発されたものが、「調査用カラーコード」である。調査研究の結果、その名が示す通り各種色彩調査に用いることを目的として、系統色名区分のそれぞれがどのような色彩範囲と鳴っているかを示したものである。

色空間を地球に例えるならば、正確であってもあまり具体的イメージに繋がらない「北緯…度…分…秒、統計…度…分…秒、標高…m」のような緯度・経度・標高の3種のデータで示された場所を、「地図」を参照することにより、地域別、国別別、地方別、県別、町といった分かりやすい、イメージが把握しやすい区分に変換して捉えることである。この場合、「地図」の役割を果たすのが「調査用カラーコード」であり、地域別、国別、地方別等と例えた区分の大きさの違いがここでは、「基本分類」「大分類」「中分類」「小分類」と呼ばれる4段階の分類になる。

「調査用カラーコード・中分類」

環境色彩実態調査で測色データを分析し、色彩傾向や特徴を把握するのに最も最適な分類区分は中分類であり、横軸に色相区分、縦軸にトーン区分された中分類表を用いて環境構成色の中の基調となるもの、アクセントとなるものの色彩分布を表現し、その出現傾向を把握するのに都合のよい分類の大きさとなっている。

大分類		PI	R	O	BE	Y	YG	G	BG	S	LA	LI	RP
tone	p (7)	●			BR	GL	OL	OLG		●			
	ll (4)									●			
	bl (2)									●			
	v (1)									●			
	dp (3)									●			
	d (5)	●			BR	Y	YG	G	BG	●			
	dk (6)				BR	OL	OLG	G		●			
	lg (8)	●			BR	Y	YG	G		●			
	g (9)	●			BR	OL	OLG	G		●			
		PI	R	O	BE	Y	YG	G	BG	S	LA	LI	RP
OFF-NEUTRAL	W												
	llg												
	g												

	H
W	●
llGY	
mGY	
dkGY	●
BK	

図 8 調査用カラーコード中分類表による分析結果例

⑥調査結果の考察

系統色名区分に種分けられた測色結果から、色彩計画対象を取り巻く環境色彩傾向が把握できる。ここで明らかになった周辺環境の基調色の色相の範囲、トーンの範囲から、色彩調和理論に基づいて計画対象の色彩を融和的に計画する場合の色相、トーン、対照的に計画する場合の色相・トーンが選定することができるようになる。また、予め用意された色彩が色彩調和としてどのような関係に位置づけられるかも判明し、評価の材料になる。

環境色彩評価手法

本資料編では景観に対する心理評価から、環境色彩の評価を求める手法について概説する。さらに、景観の印象を多角的・総合的に把握する手法として、現在頻繁に用いられており、本調査研究においても使用された「SD法」について重点的に解説を加える。

1. 手法の選択

対象に対する心理評価手法には、調査目的に応じて様々な方法が考案されている。まず、調査によって明らかにすべき問題点を整理し、次に調査目的に応じ、的確な調査手法の選択を行わなければならない。調査によって明らかにできる内容と、それに対応する調査手法について、下表にまとめた。各手法の概要は次節に記した。

表. 評価手法の選択

目 的	手 法
基準以上の評価を得た対象を求める	①選択法
評価の高低の順序をとらえる	②順位法
評価の程度をとらえる	③評定尺度法
評価の微妙な違いを測定する	④一対比較法
	⑤マグニチュード推定法
印象の多角的・総合的評価をとらえる	⑥SD法
評価を具体的にとらえる	⑦意見聴取法（自由回答法）

2. 各調査手法の概説

上記7つの調査手法の、内容の概要、具体例、注意点等について次ページ以降に概説した。なお、本資料では、評価対象物を“景観環境”として話を進めたが、それ以外の対象物に対しても、これらの調査手法は同様に適用できる。

①選択法

《内容》提示した幾つかの景観の中から、評価の高いものを1つ、或いは評価上位の幾つかを選ばせる。複数選択の場合、順位をつけて回答させることも多い。

例. 景観写真から、景観調和性が高いものを2つ選ばせる。

《注意》選択結果に歪みが生じないように、評価景観を全て同時に提示する際には提示位置を、また、一つずつ提示し選択させる際には提示順を、人によって変えて、空間的・時間的にランダムに提示をしないようにする。

②順位法

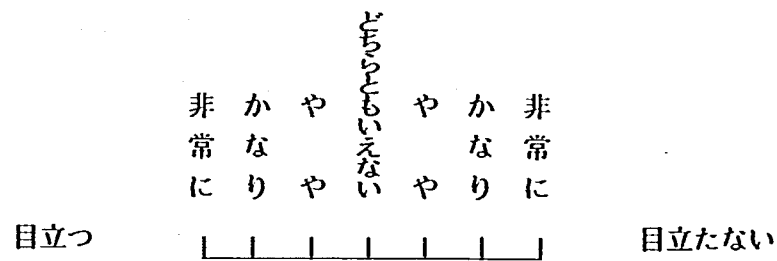
《内容》 景観に評価順位をつけて回答させる。具体的には、各景観を評価の高い順に並べさせる。

例. 景観写真を、感じの良い順に横一列に並べさせる。

③評定尺度法

《内容》 あらかじめ、幾つかの段階の評価ランク（好き、普通、嫌い等）を設定しておく。評価段階は5段階や7段階が普通である。景観を一つずつ提示し、各々を該当するランクに分類させる方法である。評定尺度は下のように図式化して提示する場合が多い。

例. 鋼矢板は景観の中でどの程度目立っているか？



④一対比較法

《内容》 評価を下したい n 個の景観 (L_1 、 L_2 、…… L_n) がある場合、これら (L_1 、 L_2)、(L_1 、 L_3) ……というようにペアにして組み合わせ、 C_2 通りの評価ペアを作る。これらを被験者に提示て、各ペアごとに、より評価の高いと思われる方を選択させる。こうした総当たり戦を行わせる方法である。この選択データから、各景観に対する評価の心理的尺度値が得られる。なお、比較判断数は、 $C_2 = n(n-1)/2$ によって求められる。

《特徴、注意》 判断が鋭敏に成されるため、わずかな評価の違いを精密に測定でき、厳密な数量化を行う方法として、非常に優れている。ただし、評価対象数が多くなると、対象ペアが加速的に多くなり、被災者に非常に負担がかかるようになる点を注意しなければならない。

⑤マグニチュード推定法

《内容》 特定の1つの対象を標準対象とし、その対象から受ける感じ（心理量）を、例えば100として数字設定する。その感じと比べて、評価対象の感じが各々どの程度であるかを、数字で答えさせる方法である。

《特徴》 対象から受ける感覚量の微妙な際を尺度化できる。

⑥SD法

《内容》 景観の印象を多角的に把握するために、評定尺度を十数個選定する。

景観を一つずつ提示し、用意した評定尺度全てに対して評価を求める。回答データを因子分析等の統計解析にかけることによって、

①景観の印象を構成する心理評価軸は何か？

②それらの軸で構成される印象空間の、どこに評価景観が位置づけられるか？

を求める調査手法である。詳しくは次節で述べた。

⑦意見聴取法

《内容》景観を被験者に提示し、どのような感じを受けるかについて、具体的な意見を自由に聞き出す。

例. この景観の中で、何か気になる点はないか（特に色彩面で）。

《特徴》他の調査手法のようにあらかじめ選択肢を用意せず、自由に回答させるため、調査者が気づかなかった新しい観点からの評価やことばを得ることができる。また、具体的な意見を入手することができる。特に、調査の第一段階において、非常に重要な調査手法といえる。

3. SD法

SD法 (semantic differential method) は、評価対象の印象を多角的、総合的に測定できる調査方法である。対象の印象がどのような心理要素から作られているのかを明らかにし (イメージ構造の解明)、さらに、明らかになったイメージ空間のなかに評価対象を位置づける (対象物のイメージ位置の把握) ことができる。これは、アメリカの心理学者オズグッド (C. E. Osgood) によって、1957年に考案された方法であり、元々は、ある“概念 (concept)” に対して人々が抱く“意味”を測定する目的で作られた。その後、概念だけでなく、製品、色、響き、触感、景観等、様々な対象に対する印象、イメージを測定する手法として盛んに用いられている。環境色彩に対する評価においても、現在広く用いられている。

(1) 方法

“暖かいー冷たい”、“明るいー暗い” というように反対の意味になる形容詞を両端に置き、その間を5段階や7段階にくぎった評価用の軸 (評定尺度) を数多く用意する。評価対象物を被験者に提示し、その印象を評定尺度の該当する段階のところに○を1つ付けて答えさせる。これをすべての評定尺度、評定対象に対して行わせる。

例. この河川護岸景観の全体印象はどのような感じか。

以下の評価尺度で答えさせる。

				ど ち ら と も い え な い				
非	か	や					か	非
常	な	り					な	常
に	り	や					り	に
か	た	い						や
明	る	い						暗
好	き	な						嫌
								い
								な

(2) 得られる結果

SD法によって得ることのできる結果を、具体的に「街並みの印象評価調査」結果を例に示した。これは、街並みのビル外壁色を様々な色に変更したり、屋上看板を除去することによって、現状から印象がどのように変化するかを明らかにする目的で行われた調査結果である（日本色彩研究所、1993）。図表は次ページに示した。

① 景観のイメージ・プロフィール

景観が、評定尺度ごとにどのような評価を受けたかをプロフィールの形で示したものが、イメージプロフィールである。調査に使用した多くの評定尺度から、景観の印象を多角的にとらえることができた。

② 景観の印象空間内での位置

②-1 景観印象のイメージ構造（評定尺度の因子負荷量より）

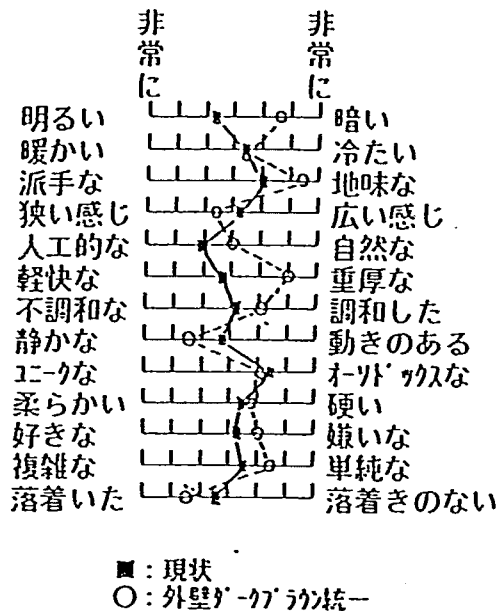
回答データを因子分析等の統計処理にかけることによって、景観の印象が、どのような心理要素から作り上げられるのかを明らかにできる。因子分析の結果から、評価対象の印象を形成する幾つかの因子が抽出される。各因子への因子負荷量の高い評定尺度を検討することによって、それぞれの因子の意味を見いだす。なお、因子負荷量とは、各評定尺度の因子に対する関係の深さを示す指標である。

②-2 因子空間の中での景観印象の位置（各景観の因子得点より）

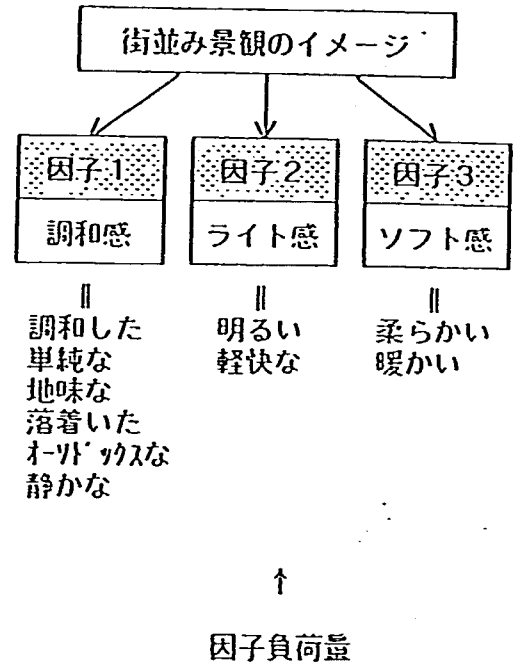
得られた対象（景観）のイメージ空間の中に、かく評価対象（各景観）をプロットすることによって、対象の分布図が得られる。

各景観に把握しやすくなる。イメージプロフィールでは、評定尺度ごとの比較だったが、ここでは、景観印象を総合的に比較することができるようになる。

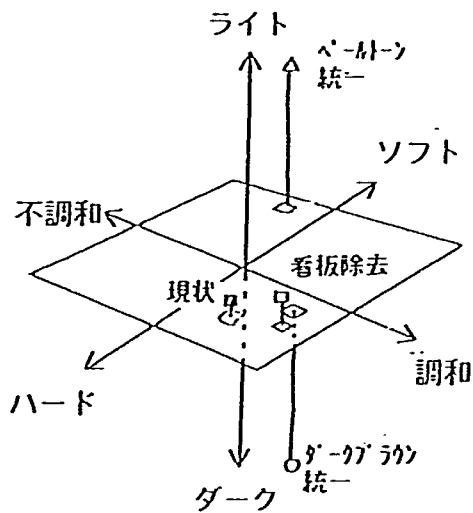
①イメージプロフィール



②-1 評価対象のイメージ構造



②-2 因子空間内の景観印象の位置



評定尺度	因子		
	1	2	3
調和した	0.856	-0.037	-0.101
単純な	0.795	0.191	0.066
地味な	0.791	0.446	0.205
落ち着きのない	0.779	-0.169	0.017
エッジな	0.742	0.292	0.071
動きのある	0.716	-0.365	-0.016
広々とした	0.571	-0.244	-0.070
自然な	0.558	0.304	-0.250
暗い感じ	0.334	0.819	0.159
重厚な	0.146	0.808	0.221
かたい	0.023	0.225	0.674
冷たい	0.260	0.273	0.632
嫌いな	-0.419	0.403	0.534
負荷量2乗和	4.672	2.247	1.342
寄与率(%)	35.938	17.286	10.326
累積寄与率(%)	35.938	53.225	63.550

(3) 調査の流れ

SD法における調査のフローチャートを図に示した。

どの調査方法においても、当てはまることがまず“モノ、言葉、人”という3要素の選定を行わなければならない。

① “モノ”

評価対象として提示する刺激のことである。

現状の評価を行う場合には、対象地点に赴き実物の景観を見ながら行ったり、写真やビデオによって景観を記録し、後でプリントや、スクリーン、ディスプレイで提示して行ったりする。

色彩の効果をはっきりとつかむためには、カラーシュミレーション法がとられる。それは、ある景観写真（映像）を原版として、その中の特定部の色彩のみを様々に変化させた景観映像を作る方法である。コンピュータ・グラフィックシステムやカラーシュミレータ機器が用いられる。今回の調査においては、ハイビジョンCGシステムを用いて、河川護岸景観における銅矢板の色彩等をシュミレートして評価刺激となる景観の映像を作成した。

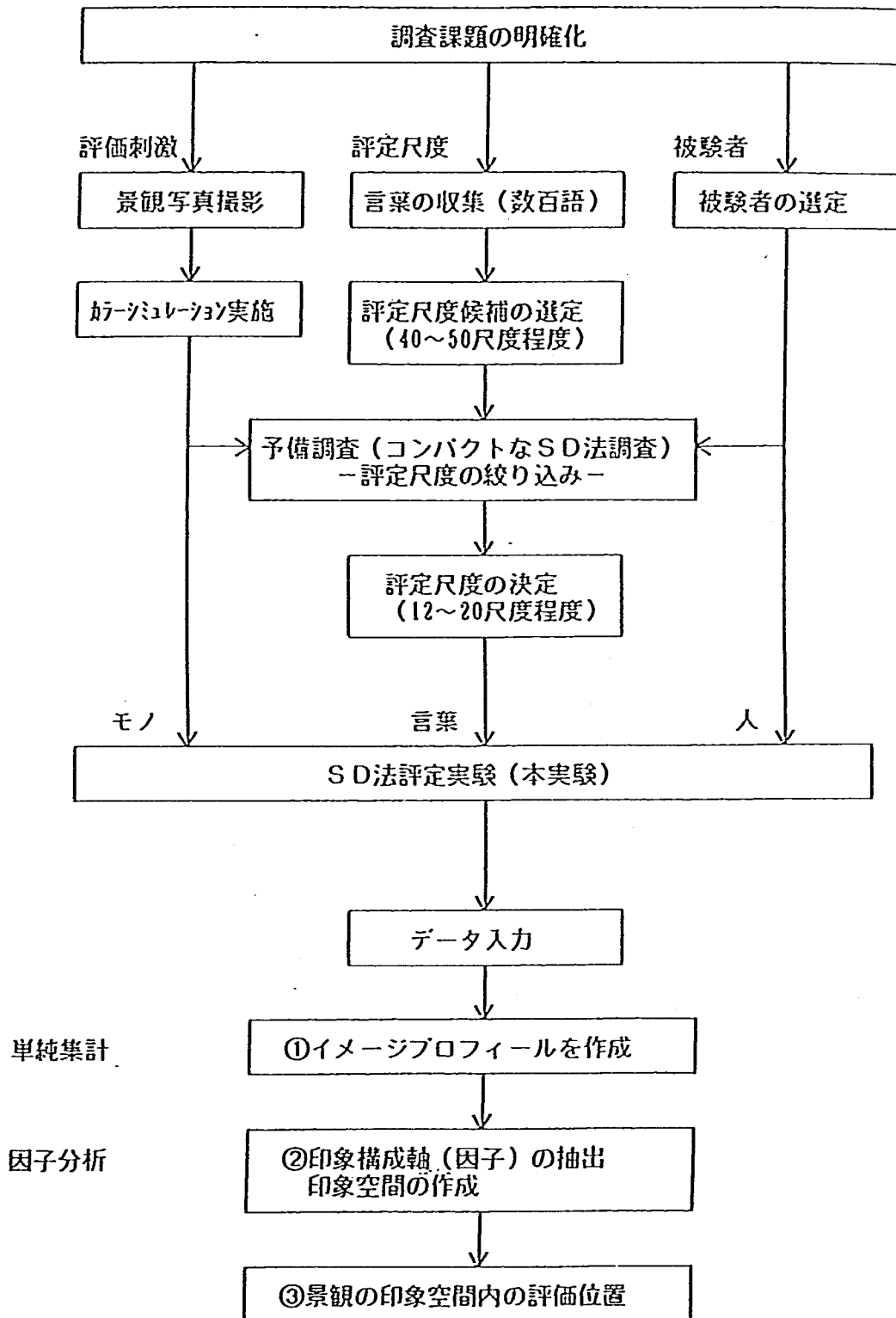
② “言葉”

どのような側面から評価を行わせるのかという評価判断の基準のことである。SD法の場合は評定尺度に対応する。印象を求める対象の種類や調査目的によって選定しなければならない。そこで、類似の選考調査・文献を参考にしたり、インタビューなどから、評価の切り口を検討しなくてはならない。

③ “人”

評価を行う被験者のことである。どのような人を何人位集める必要があるのか。また、被験者の属性として、専門家が良いのか、それとも一般の人の方が良いのか、また年齢や性別、居住地域によって被験者をサンプリングする必要があるかを検討しなければならない。

SD法実施のフローチャート



(4) 注意事項

①SD法を採択すべき調査目的であるか否かの検討

SD法は、現在非常に良く用いられている調査方法である。しかし、調査目的がSD法にふさわしくない場合に実施したり、方法を良く理解せずにSD法をやっておけば何かが出てくれるだろうというような安易な気持ちで行ってはならない。

SD法で明らかになったことは印象レベルでマクロ評価である。感覚・知覚レベルでの対象の僅かな差、例えば、明るさ感の違いや汚れの微妙な違いや、また、印象の微妙な差などを評価測定する目的には、SD法は不向きである。こうした問題の場合は一対比較表やマグニチュード推定法等、他の調査法を用いなければならない。

②評価尺度の吟味

また、SD法は、評価対象に応じて評価尺度を選定しなければならない。評価尺度は、対象を評価する際のいわば物差しのようなものである。当てがう物差しが決まれば、後はそれを用いて測定をおこなえばよい。評価尺度は評価対象の持つ「意味」をできるだけ「代表」できるものでなければならないし、またできる限り少数であるほうが望ましい。

引用データ

(財)日本色彩研究所(1993)：街並み景観の印象評価調査、色研セミナー資料、pp, 1-6

土木鋼材用重防食被覆材料の利用技術
に関する共同研究報告書

キーワード: 高耐久性被覆材料、鋼矢板、鋼管杭、鋼管矢板、
景観材料、新素材

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
化学研究室 御中

No. 003

No. 003

共同研究報告書第131号

配布先氏名
配布先住所



共同研究報告書第131号 部
土木鋼材用重防食被覆材料の
利用技術に関する共同研究報告書
上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

共同研究報告書第131号

