

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（Ⅱ）

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）

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（Ⅱ）

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）

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
(株)鋼材倶楽部

片脇 清
坂本 浩行
西崎 到
飯屋園 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、(株)鋼材倶楽部との共同研究により行われた。

本利用技術指針（案）では、この共同研究の成果のもとに、実際に重防食被覆鋼矢板、鋼管矢板等を建設事業で使用する際の利用方法や、留意事項などを指針の形にとりまとめたものである。

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

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、建設省土木研究所では、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を、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、(株)鋼材倶楽部との共同研究により行った。

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被覆鋼矢板に望ましい色彩の選定。

この共同研究の結果、耐久性に優れた被覆材料の品質規格の作成や、褪色性に優れ景観材料として望ましい色彩の選定を行うことができ、また重防食被覆鋼矢板・鋼管矢板等が景観材料として十分に活用できる材料であることが判った。

本指針(案)はこれらの研究成果を受け、これを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、作成されたものである。

重防食鋼矢板・鋼管矢板等は、今後試験施工等によって、その実用性や景観材料としての性能を確かめることが望ましいので、関係各位の御協力をお願いしたい。

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

(社)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

まえがき

1. 総則	1
1.1 適用範囲	1
1.2 適用環境	1
1.3 適用構造物	4
1.4 用語の定義	6
2. 被覆材料	8
2.1 被覆材料の種類	8
2.1.1 ホリエチレン被覆	9
2.1.2 ウレタンエラストマー被覆	10
2.2 耐久性に関する品質	11
2.3 耐久性に優れた色彩	16
2.4 上塗り塗料	18
3. 景観設計	19
3.1 基本的事項	19
3.2 景観色彩設計	19
3.3 景観性に優れた色彩	24
4. 施工	26
4.1 運搬・保管	26
4.2 打込み	27
4.3 切断・溶接	29
4.4 補修	29
4.5 洗浄	31
5. 維持管理	32
5.1 点検	32
5.2 点検方法と記録	32

〔付属資料〕

I 耐久性・景観性に優れた色彩	35
II 景観設計例	36

1. 総 則

1.1 適用範囲

本指針は、景観に配慮した重防食被覆鋼矢板・鋼管矢板等の使用材料、品質、色彩設計、施工及び維持管理について示したものである。

〔解説〕

重防食被覆材料とはポリエチレン、ウレタンエラストマー及び上塗り塗料を示す。

本指針では、重防食被覆鋼矢板・鋼管矢板等は表-1.1に示す工場製作される製品について示す。

表-1.1 被覆材料と製品の区分

被覆材料 \ 製品	鋼 矢 板	鋼管矢板	鋼 管 杭	H形鋼等
	鋼 矢 板	鋼管矢板	鋼 管 杭	H形鋼等
ポリエチレン	○	×	○	×
ウレタンエラストマー	○	○	○	○

本指針に規定されていない事項については、次の指針等を適用する。

日本工業規格「JIS A5525、A5528、A5530

「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」平成2年2月（社）日本道路協会

「海洋鋼構造物の防食指針・同解説（案）」 1990年 建設省土木研究所

「重防食鋼管杭・鋼管矢板製品仕様書」 昭和63年2月 鋼管杭協会

「重防食鋼矢板製品仕様書」 昭和63年3月 鋼矢板技術研究委員会

「重防食鋼管杭・鋼管矢板施工の手引き」平成2年10月 鋼管杭協会

「重防食鋼矢板施工の手引き」 平成2年9月 鋼矢板技術研究委員会

1.2 適用環境

本指針の適用環境は、河川・湖沼・海岸等の水際部および土留め部とする。

〔解説〕

鋼矢板・鋼管矢板に重防食被覆を施す目的は主として防食であるが、本指針では防食性に加えて景観性を配慮することをも目的にしている。

(1) 腐食環境

土木用鋼材の腐食に影響を与える因子には、塩分を初め種々のものがあり、腐食傾向も多様である。しかし、鋼矢板や鋼管杭等の腐食傾向は、それが設置される場所によって以下の三つに大別できる。

1) 海洋環境（海岸）

海洋における裸の鋼材の腐食については、腐食量が多いことから過去に多くの調査・研究が行われており、大略、図-1.1に示す傾向がある。海洋環境の場合、図-1.1に見られるように腐食速度は部位によって異なり、飛沫帯部がもっとも大きく、 $0.3\text{mm}/\text{年}$ 程度になる。

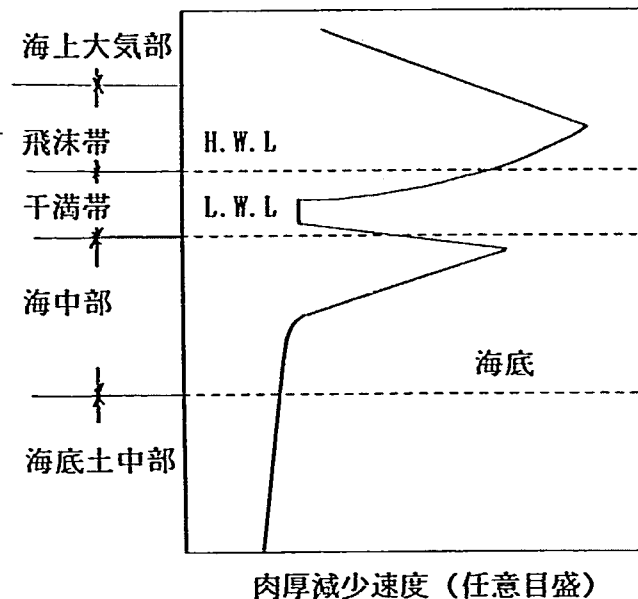


図-1.1 海洋環境における鋼材の腐食傾向

（出典：（社）鋼材倶楽部「土木構造物の腐食・防食Q & A」）

2) 河川・湖沼環境

一般の河川・湖沼の腐食は、塩分がないことから、ある程度の凹凸を持つ均一腐食が多く、海洋環境での腐食で問題になる著しい局部腐食（孔食）が発生することが少ない。しかし、腐食速度については海水中で $0.1\sim0.2\text{mm}/\text{年}$ 、淡水中では実測データが少ないが、 $0.05\sim0.1\text{mm}/\text{年}$ 程度にあると見られる。

以下のような環境では腐食に対し十分な配慮が必要になる。

- ① 感潮河川 ； 海水の流入により塩分濃度が上がるため、淡水中よりも腐食しやすい。
- ② 酸性河川 ； 一般の鋼材は、PHが4を下回ると急激に腐食速度が大きくなるため、温泉地付近などの河川では注意が必要になる。
- ③ 流速の大きい河川 ； 淡水中の鋼材は、流速の増加とともに腐食が大きくなる。
- ④ 溶存酸素の多い河川 ； 溶存酸素は多いほど腐食速度は大きくなる傾向にある。

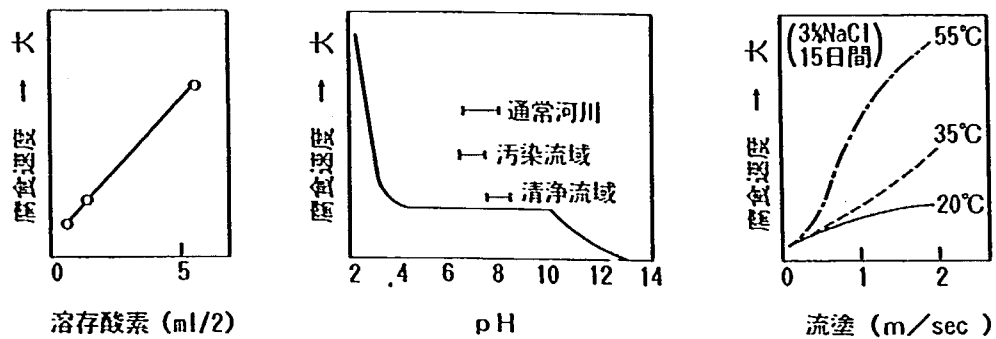


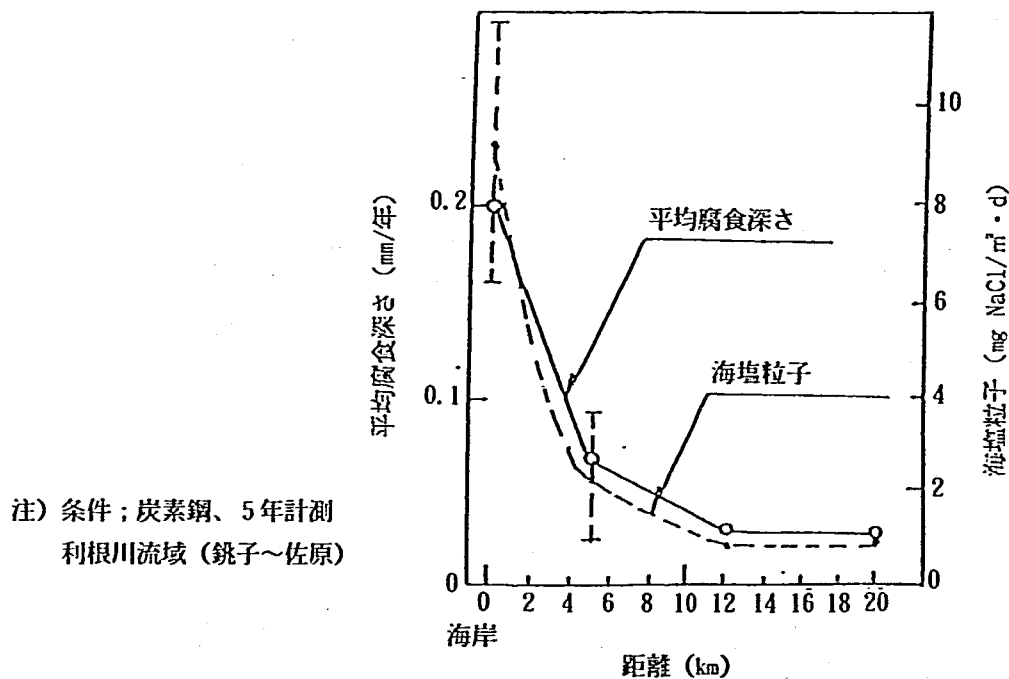
図-1.2 鋼材の腐食速度に及ぼす環境因子例

(出典：(社) 鋼材倶楽部 「土木構造物の腐食・防食Q & A」)

3) 陸上環境

海塩粒子の影響の小さい内陸部では、海岸や河川に比べ腐食環境は穏やかであり、著しい腐食を生じることは少ない。しかし、土留め部などは住民の目に接しやすく軽微なさびでも景観上問題になることがあるので注意が必要である。

また、海岸付近においては、海からの飛来塩分が多いためさびが発生しやすく汚れとまじって目立ちやすい。



注) 条件：炭素鋼、5年計測
利根川流域 (銚子～佐原)

図-1.3 腐食量と海岸からの距離及び海塩粒子の関係例

(出典：(社) 鋼材倶楽部 「土木構造物の腐食・防食Q & A」)

(2) 景観等を重視する環境

住民が身近に接する都市河川の護岸や道路際の土留め擁壁やレジャー目的で建設される栈橋・係船施設等では、周辺環境との調和が求められる場合が多い。このような環境では、景観を考慮して彩色(カラー)した重防食被覆材料を用いる。また、彩色された重防食被覆材料は、標識、例えば船舶航行用や航空機進入灯用等にも使用されることがある。

1.3 適用構造物

本指針適用構造物は、鋼製の護岸構造物、係船構造物や橋梁下部構造物および土留め構造物である。

〔解説〕

類似の構造物や同一構造物の中でも防食対策だけでなく、防食と兼ねて周辺環境と調和する景観色彩した被覆が必要になる場合もある。従って、その環境と目的に合致した重防食被覆を使い分けることが必要である。

適用構造物の例を以下に示す。

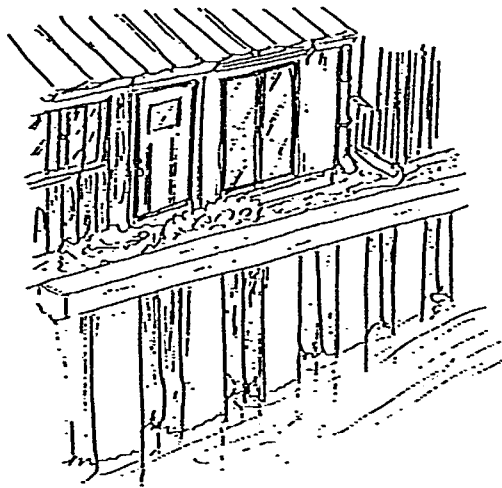


図-1.4 河川護岸

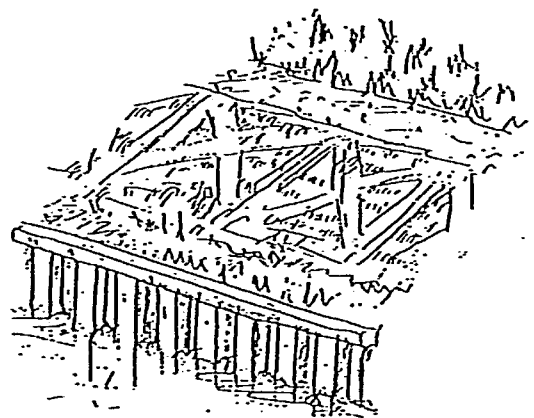


図-1.5 海岸・湖沼護岸

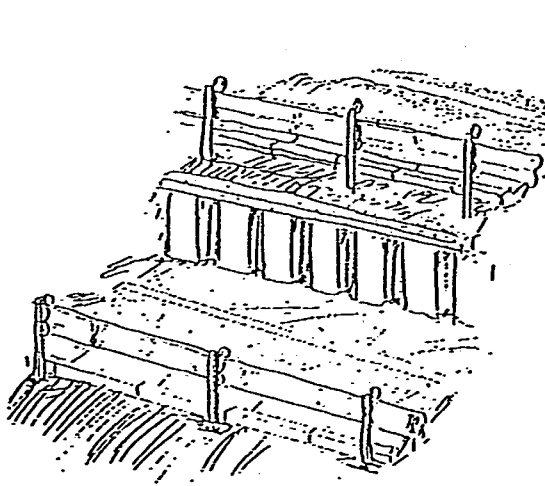


図-1.6 土留め壁

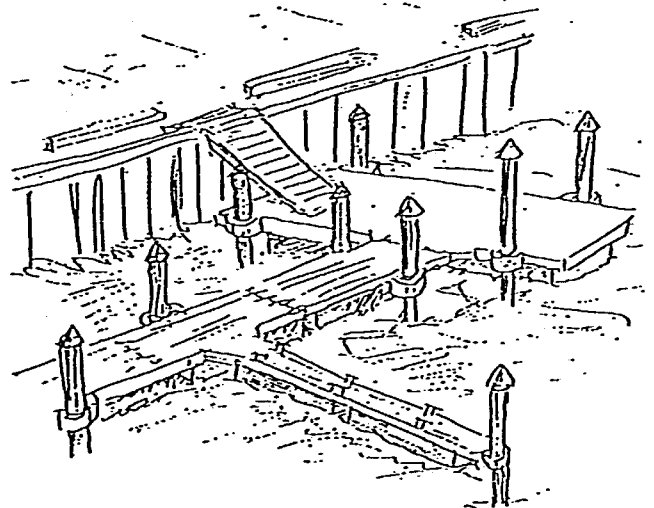


図-1.7 マリーナ等係船栈橋

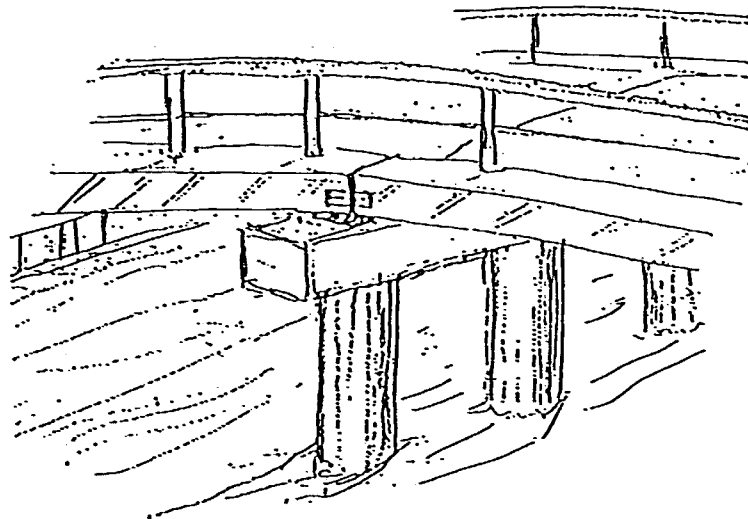


図-1.8 橋梁下部構造

重防食被覆する範囲としては、水深の小さい河川護岸や景観性が考慮される構造物では、鋼矢板壁・鋼管矢板壁の上部コンクリート部下面から河床面（海底面までの全面とする。（図-1.9(a)）

海岸構造物や感潮河川構造物等の水深の大きい場所での構造物では、特に腐食が大きい干満帯・飛沫帯や景観性を考慮する水上部について重防食被覆を施し、水中・土中は鋼材の腐食代や各種工法による防食方法（コンクリート被覆等）による。（図-1.9(b)）

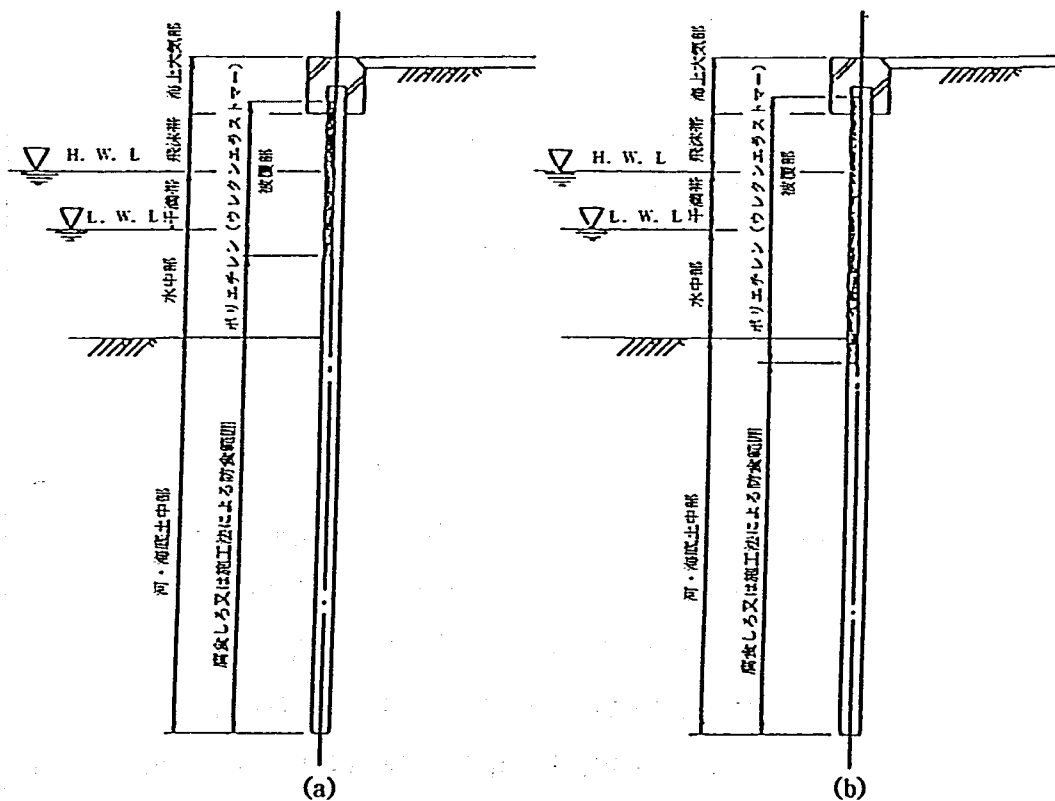


図-1.9 重防食被覆範囲（鋼矢板の例）

1.4 用語の定義

本指針で用いる主な用語は以下の様に定義する。

重防食 : 河川、湖沼、海岸などの腐食の厳しい環境に建設される鋼構造物やその建設に使用される鋼材を厚い被覆等により長期間腐食から守ること。

耐候性試験 : 試験片表面の光劣化を促進する試験機を用いる試験方法。光源としてカーボンアークやキセノンガスを封入したランプを用いる。また光だけでなく、試験体の温度を高めたり、雨を想定した水スプレーなどの組み合わせで環境を変化させることが可能で、耐環境性試験（耐候性試験）ができる。用いる光源によりサンシャインウェザーメーター、キセノンウェザーメーターや高促進型試験機などがある。

劣化 : 高分子材料が、保管や使用中に主に外因（環境、外的作用）により初期の外観や物性を維持できなくなる現象。

熱硬化性樹脂

: 硬化剤や触媒の熱により、化学反応（硬化反応）を起こし硬化すると、再加熱によっても溶融しない性質を持つ樹脂。

ウレタンエラストマー

: ポリオール（分子中に水酸基（ -OH ）を2個以上持つ有機化合物）とイソシアネート成分（イソシアネート基（ -N=C=O ）を持つ有機化合物）を反応させてウレタン結合（ -NH-C(=O)-O- ）をもたせた高分子材料。

劣化防止剤 : 材料は、その使用環境において種々の外的作用（熱、光等）による劣化に対する抵抗性を持たせるための添加剤で、劣化防止剤としては紫外線吸収剤、酸化防止剤、光安定剤等がある。

紫外線吸収剤

: 紫外線による高分子材料の劣化や顔料の褪色を防止するために添加するもので、紫外線を吸収し無害化する作用を持つもの。

酸化防止剤 : 高分子材料の酸化による劣化を防止するために添加するもので、フェノール系やアミン系等用途に応じて各種のものが使用される。

光安定剤 : 太陽光に含まれている紫外線により生成する反応性に富む活性物質（ラジカル）を安定化し劣化を抑制するものである。通常、HALS（ヒンダードアミンライトスタビライザー）等が用いられている。

シーラント：隙間を埋めるための充填材のこと。通常、ポリウレタン、シリコン等のペースト体が用いられる。

ペトロラタムライニング工法

：重防食被覆鋼材の被覆部の損傷部を補修する方法の一つで水中部で施工可能な方法の一つであり、ペトロラタムペーストを塗布しFRPカバーにより保護する。

ペトロラタム

：粘性の高い石油系の半固形状のワックスで、非水溶性で化学的に安定した特性を有し防食材として用いる。

FRPカバー

：ガラス繊維を補強材として熱硬化樹脂を含浸積層硬化させたものをカバー状に成形したもので、機械的強度が極めて高い。

2. 被覆材料

2.1 被覆材料の種類

景観に配慮した被覆材料には、ポリエチレンまたはウレタンエラストマーがある。

〔解説〕

(1) ポリエチレン

土木鋼材の被覆材料に使用されるポリエチレンは、耐候性（紫外線劣化）を向上させるためカーボンブラックを添加し、黒色を呈しているのが通常である。

また、景観設計を行う場合は、カーボンブラックに代えて着色顔料を添加した、着色ポリエチレン被覆材料を用いる。この場合は、劣化防止剤を添加することにより、耐候性の向上を図る。

このポリエチレン被覆製品の構成例を図-2.1に示す。

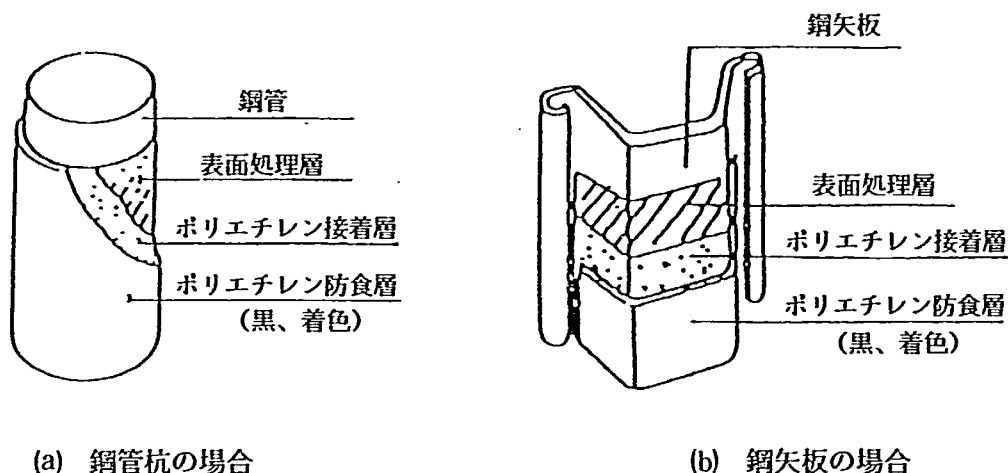


図-2.1 ポリエチレン被覆製品の被覆構成例

(2) ウレタンエラストマー

ウレタンエラストマーは、二液タイプの塗料であり、ポリオール成分を主とする主剤とイソシアネート成分を主とする硬化剤を攪拌混合し噴霧塗装をすることにより鋼材の表面で急速に硬化し、弾性体のウレタンエラストマー被覆を形成する。

ウレタンエラストマーは、ポリエチレンと同様に耐候性を向上させるためにカーボンブラックを添加しているのが通常であり、そのため黒色を呈している。景観設計を行う場合には、ポリエチレンと同様にカーボンブラックに代えて着色顔料を添加した、着色ウレタンエラストマー被覆材を用いることができる。この場合には劣化防止剤を添加することにより、耐久性の向上を図ることができる。このウレタンエラストマー被覆製品の構成例を図-2.2に示す。

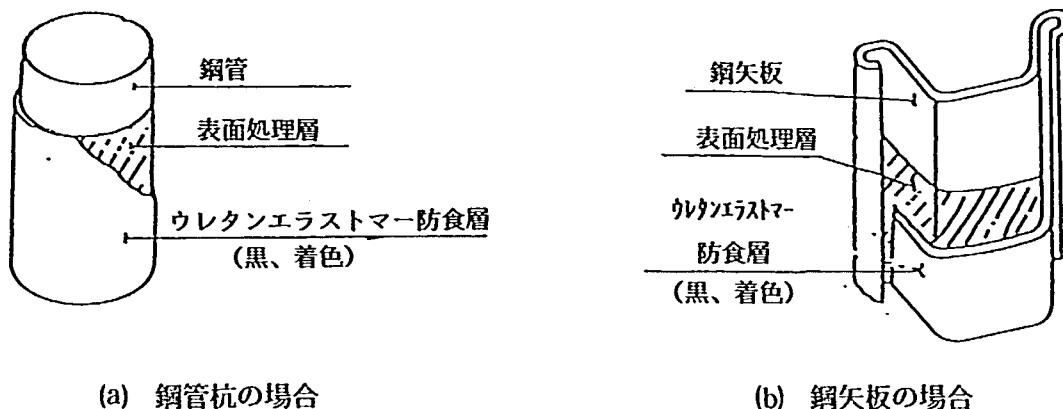


図-2.2 ウレタンエラストマー被覆製品の被覆構成例

(3) 顔料、劣化防止剤

1) 顔料

ポリエチレンおよびウレタンエラストマーは、顔料により彩色することが可能である。顔料としては、無機顔料と有機顔料があるが、多くの顔料のなかで耐候性があり、樹脂を劣化させない等を考慮して選定する必要がある。なお、ポリエチレンは顔料添加により、紫外線遮蔽効果もあり耐候性に寄与する。

2) 劣化防止剤

ポリエチレンは、一般に紫外線による光酸化劣化を生じる。この結果、極く表面にヘアークラックを生じる。この劣化を防止するには、紫外線のエネルギーを吸収する紫外線吸収剤、劣化過程で生成する活性物質を補足し安定化する酸化防止剤や光安定剤等を添加することにより、生成するヘアークラックの進展を極く表面にとどめることにより供用寿命の延長がはかれる。

ウレタンエラストマーの劣化現象はクラック等の割れでなく、表面からチョーキングを生じ徐々に膜厚を減じていく。この劣化に対して酸化防止剤等の劣化防止剤は効果が小さいので規定はしない。

2.1.1 ポリエチレン被覆

ポリエチレン被覆は、次に示すものから構成される。

- (a) 表面処理剤（プライマー）
- (b) 接着剤
- (c) ポリエチレン

〔解説〕

表面処理剤（プライマー）は、下地および上層に塗布される接着剤との接着性に優れたものとする。また、接着剤は、変性ポリエチレンとし、上層に被覆されるポリエチレンとの接着性に優れたものとする。

なお、使用するポリエチレンは、密度、引張強さ、伸び、硬さ、軟化点温度、吸水率の各項目について十分な性能を持つもで下表を満足するものとする。

表-2.1 ポリエチレン材料仕様

密 度	0.915 g/cm ³ 以上	J I S K 7 1 1 2
引張強さ	1.18 N/cm ² 以上	J I S K 7 1 1 3
伸 び	300 %以上	J I S K 7 1 1 3
硬 さ	HDD 40 以上	J I S K 7 2 1 5
軟 化 点	85 ℃以上	J I S K 7 2 0 6
吸 水 率	0.1 %以下	J I S K 7 2 0 9
体積抵抗率	1.0×10^{12} Ωcm以上	J I S K 6 9 1 1
カーボンプレント	1.5～ 3.0%	(黒の場合)

ポリエチレン被覆材の性状は下記を満足するものとする

表-2.2 ポリエチレンの接着力

項 目	目 標 値	試 験 方 法
被覆材と鋼面 の接着力	35 N/10mm以上	JIS G 3469 (ピール強度試験)

黒を除く着色被覆材においては、下記の顔料・劣化防止剤を添加するものとする。

表-2.3 ポリエチレンの添加剤

項 目	目 標 値
顔 料	0.6 %以上
劣化防止剤	0.3 %以上

2.1.2 ウレタンエラストマー被覆

ウレタンエラストマー被覆は、次に示すものから構成される。

(a)表面処理剤 (プライマー)

(b)ウレタンエラストマー

〔解説〕

表面処理剤 (プライマー) は、下地および上層に塗布されるウレタンエラストマーと接着性に優れたものとする。

また、使用するウレタンエラストマーについては、密度、引張強さ、伸び、硬さ及び吸水率に優れたものとし下表を満足するものとする。

表-2.4 ウレタンエラストマーの材料仕様

密 度	1.00 g/cm ³ 以上	J I S K 6 9 1 1
引張強さ	785 N/cm ² 以上	J I S K 7 1 1 3
伸 び	30 %以上	J I S K 7 1 1 3
硬 さ	HDD 50 以上	J I S K 7 2 1 5
吸 水 率	0.35 %以下	J I S K 7 2 0 9
体積抵抗率	1.0×10^{12} Ωcm以上	J I S K 6 9 1 1

ウレタンエラストマー被覆材料の性状は、下記を満足するものとする。

表-2.5 ウレタンエラストマーの接着力

項 目	目 標 値	試 験 方 法
被覆材と鋼面 の接着力	295 N/cm ² 以上	(プルオフ強度試験)

黒色を除く着色被覆材料については、色に応じた顔料を添加するものとする。

表-2.6 ウレタンエラストマーの添加剤

項 目	目 標 値
顔 料	2.9 %以上

ウレタンエラストマーの劣化現象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。この劣化に対して酸化防止剤等の劣化防止剤は効果が小さいので劣化防止剤の濃度については規定しない。

2.2 耐久性に関する品質

被覆材料は防食性と耐候性について確認されたものを用いる。

[解説]

ポリエチレンやウレタンエラストマーによる重防食被覆材料は、十分な耐久性を発揮するように設計することができる。防食性能と耐候性能について十分な耐久性をもつことが確認された材料を用いることが重要である。

(1) 防食性

重防食被覆材料の防食性は、使用環境（海水、河川水、化学物質など）で鋼材を腐食から守る機能である。このために、重防食被覆材料には、海水、河川水などに対する電気絶縁性、環境に流出もしくは含ま

れる化学物質におかされない耐薬品性と、鋼材表面と一体化してこれらの性質を鋼材に付与するための接着強さが重要である。

1) 電気絶縁性

塗膜の電気抵抗が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上あれば塗膜下の鋼の腐食はほとんど生じないといわれている。重防食被膜のポリエチレン及びウレタンエラストマーの体積抵抗率値は $1.0 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ ($2 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$) 以上有り、十分防食性能を有しているといえる。また、長期暴露試験の結果(図-2.3、図-2.4)を見ても初期の体積抵抗率値をほぼ維持している。

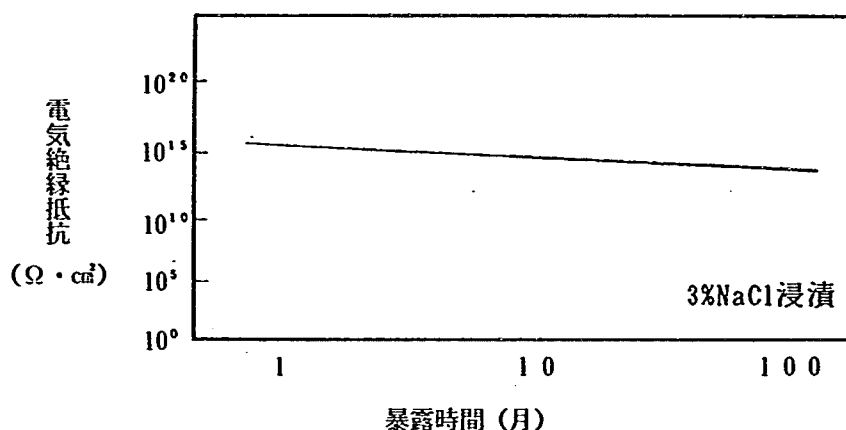


図-2.3 ポリエチレンの電気絶縁抵抗の一例

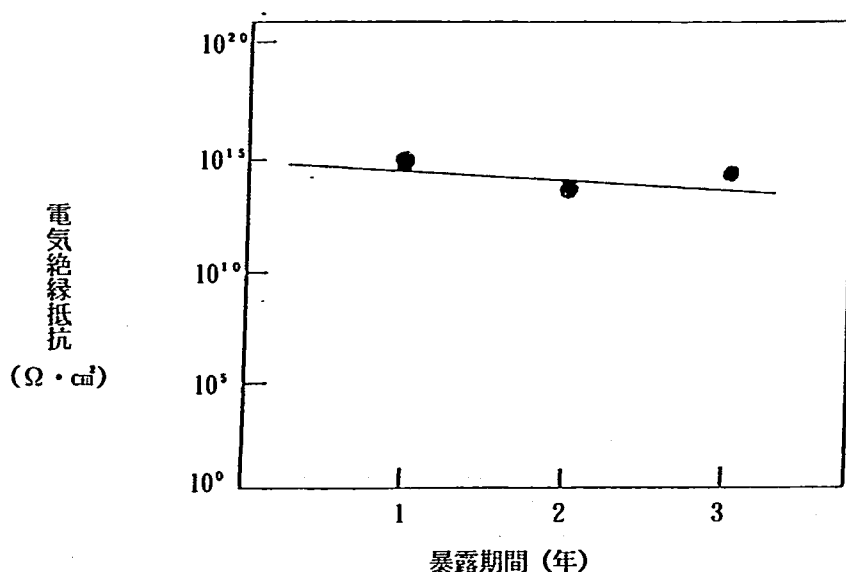


図-2.4 ウレタンエラストマーの電気絶縁抵抗の一例

2) 耐薬品性

通常の河川で強腐食性の物質が流出することはまず無いが、重防食被覆材料が種々の化学薬品に対して安定であることは構造物の安全上からも好ましく、表-2.7に示すように耐薬品性を有している。

表-2.7 ポリエチレンとウレタンエラストマーの耐薬品性

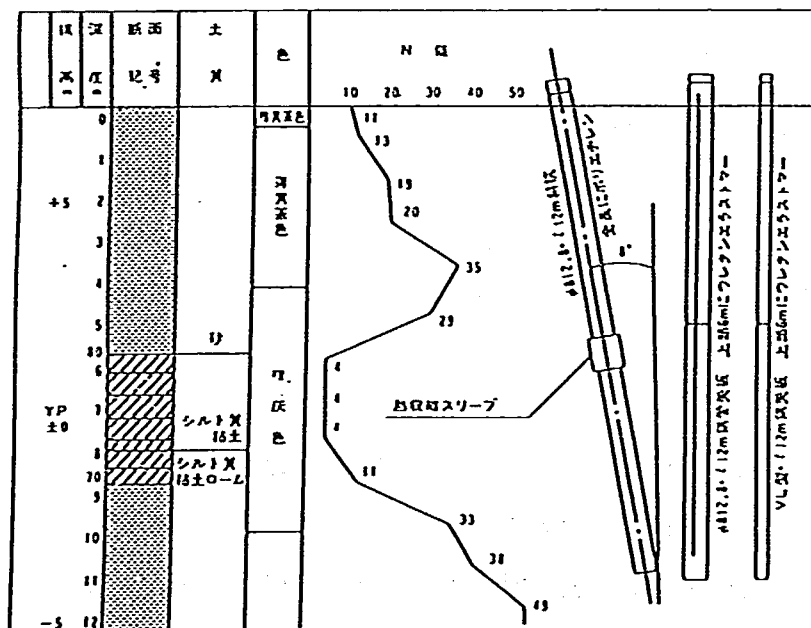
	適 用	
	ポリエチレン	ウレタンエラストマー
5 % 硫酸	○	○
5 % 塩酸	○	○
5 % 水酸化ナトリウム	○	○
5 % 炭酸ナトリウム	○	○
海水	○	○

※ ○：適用可

3) 接着強さ

一般の、ポリエチレン被覆鋼管ではD I N規格 (DIN 30670-1978) を参考にして接着強度としてピール強度 $35\text{N}/10\text{mm}$ 以上と規定されており、本被覆材料のポリエチレンの接着力も同等にピール強度 $35\text{N}/10\text{mm}$ ($3.6\text{Kgf}/10\text{mm}$) 以上としている。また、ウレタンエラストマーについてはJ I S等の規定がないがポリエチレンと同等の性能を持つことから、プルオフ接着強度として $295\text{N}/\text{cm}^2$ ($30\text{Kgf}/\text{cm}^2$) 以上としている。今回の品質を満足したポリエチレン及びウレタンエラストマーを用いた重防食鋼管矢板・鋼矢板を堅い砂質地盤への打ち込み試験を行った結果 (図-2.5) では、被膜の表面の光沢が消えるなどのごく表面の傷であり、剝離・割れ等の異常は認められない。さらに、長期暴露試験結果 (図-2.6、2.7) でも接着力の低下はほとんど見られない。

以上の結果から、品質管理された重防食被覆材を用い、接着強さ $3.6\text{Kgf}/10\text{mm}$ 以上及び $30\text{Kgf}/\text{cm}^2$ を満足する工場製作された製品であれば、被膜の密着は初期の施工等においても剝離などの問題がなく、また長期間での接着力の低下も小さく、被膜の防食性能を長期にわたり維持することができる。



注) 打込；ディーゼルハンマ (D-45) 引抜；バイプロハンマ (VM2-4000)

図-2.5 打ち込み引抜き試験状況

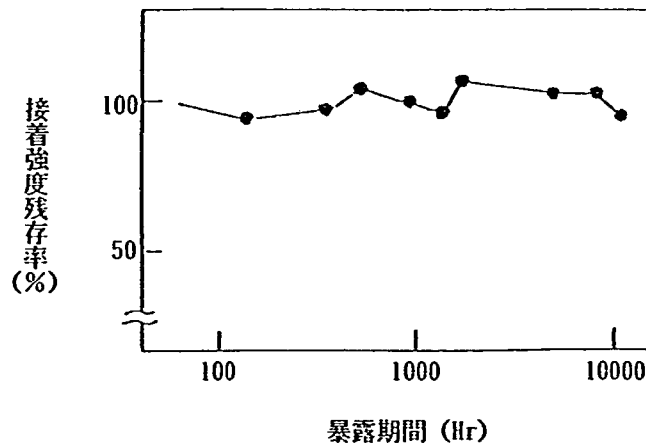


図-2.6 ポリエチレンの接着力耐久性の一例(海洋暴露)

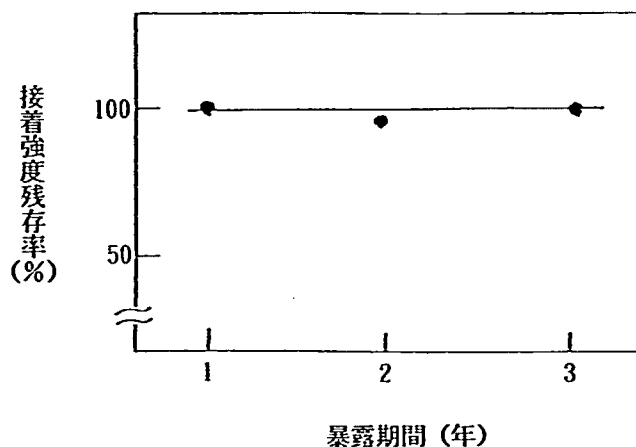


図-2.7 ウレタンエラストマーの接着力耐久性の一例(海洋暴露)

(2) 耐候性

一般に、耐候性とは材料を光や熱、風、雨などの屋外条件で暴露した場合の耐久性のことであるが、重防食被覆材料の場合、特に大気中の酸素による被覆材料自体の酸化劣化や、太陽光中に含まれる紫外線に曝されることによる紫外線劣化などに対する耐久性が重要となる。耐候性の確認方法としては、屋外暴露試験や促進暴露試験があり、本重防食被覆材料（ポリエチレン、ウレタンエラストマー）の耐候性は、次のように確認されている。

1) ポリエチレン

ポリエチレンは表面からクラックが生じる等の劣化形態から、被膜の伸びの変化により劣化の状態を把握することができる。品質規定されたポリエチレンは、11.5年間海洋環境で屋外暴露された結果（表-2.8）より、ほとんど初期の性能を維持している。また、促進試験として、サンシャインウエザメーターにおける結果を図-2.8に示したが、図-2.8より明らかなようにほぼ初期と変わらない。以上のことから、本品質を満足するポリエチレン被覆材料は十分耐候性を保持していることがわかる。

表-2.8 ポリエチレン被覆材の屋外暴露での性状変化の一例

	初 期	1 1.5 年海洋暴露後	
		飛沫部	海中部
疵	なし	なし	なし
被膜下腐食	なし	なし	なし
密 度 (g/cm ³)	0.937	0.937	0.937
硬 さ (HDD)	44	47	45
引張り強度 (kgf/cm ²)	126	161	137
伸 び (%)	550	590	520

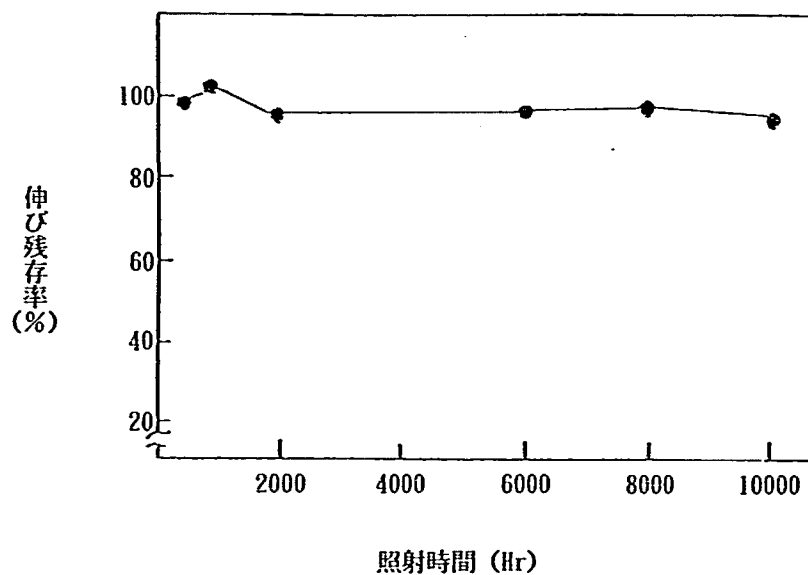


図-2.8 促進耐候性試験結果の一例

(サンシャインウエザーメーター)

2) ウレタンエラストマー

ウレタンエラストマーでは、劣化形態がポリエチレンと異なり、被膜表面がチョーキングを起こし劣化するので、チョーキング量や引っ張り強度の変化により劣化の状態を把握することができる。このウレタンエラストマーの促進試験における被膜消失量の結果を図-2.9に示す。この結果から、被膜の消失量は小さく本重防食被覆厚は2.0mm以上あり問題にならない。また、引張強さ残存率についても、促進試験結果 (図-2.10) でも初期とほとんど変化がなく十分耐候性を有していることを示している。

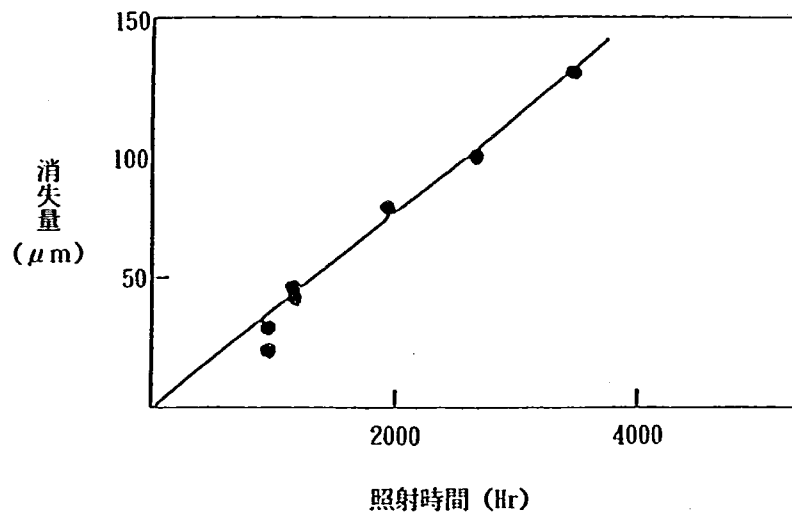


図-2.9 促進試験による被膜消失量の一例
(サンシャインウエザーメーター)

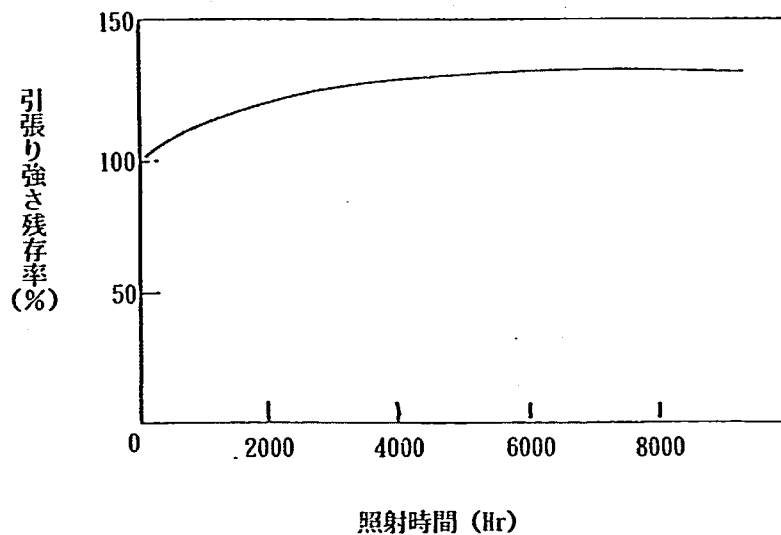


図-2.10 促進試験による引張強度の一例
(サンシャインウエザーメーター)

2.3 耐久性に優れた色彩

耐久性に優れた色彩としては、下記のものが推奨される。
ライトトーン、ダルトーン、及びダークトーン系の色彩

【解説】

ポリエチレン及びウレタンエラストマー被覆材料の耐久性と耐変色・汚れ性について、試験結果をまとめ表-2.9、2.10に示す。

(共同研究報告書 第131号「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年参照）

表-2.9、2.10より、顔料及び劣化防止剤配合系でダルトーン、ライトトーン及びダークトーンが耐久性に優れた色彩といえる。なお、ビビット系は、用いる色相により耐久性に差があることから推奨しなかった。また、グレイッシュな色調は、低彩度の色調のため、今回の試験結果で耐久性に優れた色調から類推することができ、十分耐久性に優れていると考えられる。

なお、ポリエチレン被覆材料においては、顔料や劣化防止剤による耐久性向上効果が大きいので十分に配合設計されたものを用いる。

表-2.9 ポリエチレンの耐久性

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	◎	◎	◎	◎	
	◎	◎	◎	◎	

上段：機械的耐久性 ◎：非常に優れている ○：優れている
下段：耐変色・汚れ性 △：やや劣っている ×：劣っている

表-2.10 ウレタンエラストマーの耐久性

色相 トーン	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 ○：優れている
下段：耐変色・汚れ性 △：やや劣っている ×：劣っている

2.4 上塗り塗料

景観性向上のために被覆材料の上に着色する場合、耐候性に優れた上塗り塗料を用いる。

[解説]

ウレタンエラストマー被覆材料の上塗り塗料としては、以下に示す材料が開発されている。

(1) ふっ素樹脂塗料

ふっ素樹脂のもつ耐久性を利用したもので、部分的に水酸基をもつふっ素樹脂に非黄変型イソシアネートを反応させ硬化させ塗料にするものが多い。顔料も無機系の耐候性のものを使用しており、材料耐久性のみでなく、光沢保持性に優れた特徴を持っている。

(2) アクリルシリコン樹脂塗料

アクリル酸またはメタクリル酸の誘導体を重合した樹脂にシリコンを反応させたもので、アクリル樹脂の持つ美しさを生かし、より耐候性を向上したものである。

(3) アクリルウレタン樹脂塗料

アクリル酸またはメタクリル酸の誘導体を重合した樹脂に非黄変型イソシアネートを反応させ硬化させ塗膜にするものが多い。厚塗りが可能である。

(4) 無黄変もしくは非黄変ウレタンエラストマー

一般に使用されるウレタンエラストマーは、芳香族のイソシアネートを使用するため、紫外線に曝されると黄変するが、脂肪族や脂環族のイソシアネートを使用すると、無黄変もしくは非黄変になる。厚塗りが可能である。

なお、ポリエチレン被覆材料はポリエチレン自身を着色することが多い。

3. 景観設計

3.1 基本的事項

適用構造物の周辺環境とバランスのとれた色彩・形状・材質感を選択する。

〔解説〕

鋼矢板・鋼管矢板等を用いる場合には、周辺環境との調和が求められる。その際、景観評価を左右する主要な視覚の構成要素である「色彩」・「形状」・「材質感」の3要素について、それぞれの特性を踏まえ十分に検討する必要がある。

(1) 「色彩」

景観設計の中で、「色彩」の果たす役割は大きい。周辺環境色と構造物の色彩的調和関係の有無が問われることは勿論、鋼矢板・鋼管矢板等の設置環境からくる河川による汚れの問題、土木構造物として求められる耐久性の問題をも解決しておかなければならない。

(2) 「形状」

鋼矢板・鋼管矢板共に、景観の中では独特の形状を表すものである。河川の形状にしたがい、水平方向に直線的に縦縞が連続したり、蛇行する河川であれば緩れ折りに縦縞が見える。また、水位の変化に伴い、矢板の幅も細くなったり、太くなったり見える割合の差が生じる。

(3) 「材質感」

被覆材料または、鋼材そのものの材質感ということになるが、河川護岸等に用いられている場合は距離をおいて眺めることになり、表面仕上げのテクスチャーの問題よりは、矢板独特の形状、横に連続して打込まれることからくる縦縞等の見え方を質感の問題として捉えることが景観構成物としては望ましい。

その他、鋼矢板・鋼管矢板の景観設計上で付随して問題となるのが、コーピングと植栽である。コーピングは、それ自体の構造により鋼矢板・鋼管矢板の見え方を左右する点で景観設計上、主要な検討事項となる。また、コーピング周辺の植栽の有無、植栽の種類等も同様に、景観設計上、主要な検討事項となる。

3.2 景観色彩設計

景観色彩設計は、以下の手順により行うのが望ましい。

- ①計画条件の整理 ②デザイン・コンセプトの確立 ③周辺環境色実態調査
- ④色彩計画案の立案 ⑤評価刺激作成 ⑥色彩デザイン評価
- ⑦色彩決定 ⑧色彩設計の運用・管理、からなる。

〔解説〕

景観色彩設計は、図-3.1の様なフローに沿って行うのが望ましい。

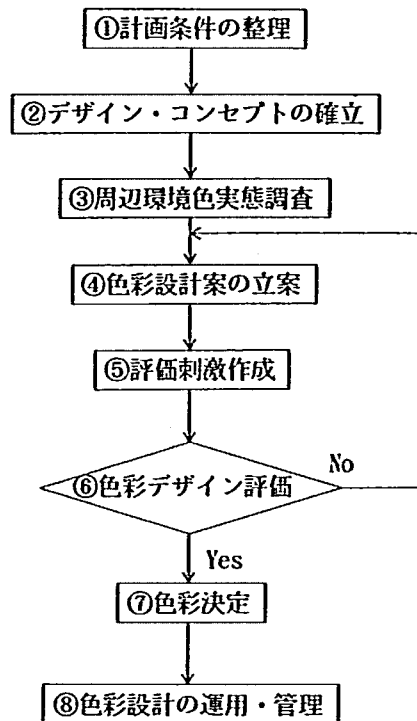


図-3.1 色彩設計のフロー図

① 計画条件の整理

対象構造物の規模や立地条件、また、誰から、いつ、どこから、どのように見られるのかといった項目を関係者の間で協議し、計画条件を整理することから色彩設計は始まる。

例えば、対象護岸が、日常の生活環境としての都市河川で、毎日の暮らしの中で眺められる存在で景観的に重要かどうか、また、歴史的建造物、公園等に隣接し、景観整備が行われ地域にとって重要な河川景観としての存在かどうか等の判断・整理が行われなければならない。

② デザイン・コンセプトの確立

色彩設計を行うことにより、「どのような方向性を目指すのか」を、あらかじめ明確にすることが必要である。

これが不十分、不完全であると、この後の作業に必要以上の時間と労力を要し、また最終段階での決定がスムーズに行われない。

具体的には、対象構造物を、周辺景観に融和させて目立たないようにするのか、それとも親水護岸で多くの人が訪れるために、積極的に演出するのか、また、その地域ゆかりのテーマを連想させるイメージ表現をするのか等々、関係者の協議が必要である。必要によっては、コンセプト作りのための調査を実施することもある。

③ 周辺環境色実態調査

a. 視点場の選定

対象構造物をどこから眺めた時の景観として検討するかという問題である。対象景観にとって重要な場所を選定する場合、視距離による景観の違いを検討するため、「遠景」、「中景」、「近景」の3段階の

距離で設定することが多い。また、樹木、草花、田畑といった自然環境の色は季節により大きく変化するため、そうした環境の地点では四季にわたる調査を実施することも必要となる。

b. 測色・写真撮影

環境色の測色は、景観色と色のモノサシとなる「JIS標準色票」とを見比べて行う“視感測色”によるのが一般的である。

その結果、景観構成要素の「色の三属性」によるデータ（マンセル値）が得られる。

写真撮影は、景観を記録する目的と評価刺激作成の原稿として使用する目的で行う。

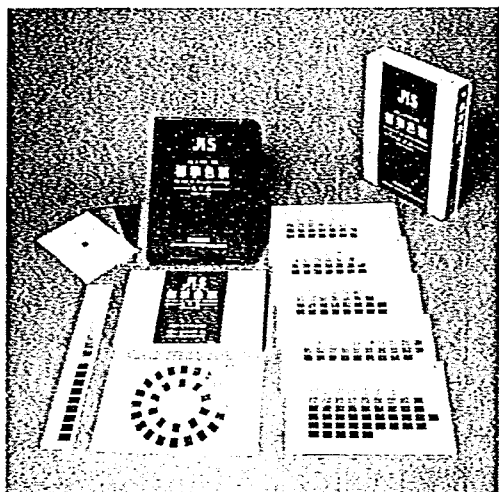


写真-3.1 JIS標準色票

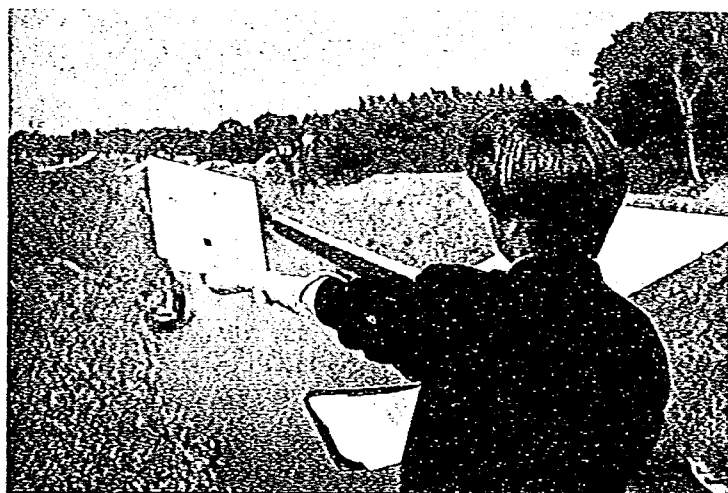


写真-3.2 視感測色状況

c. 測色データの整理・分析

出現色のマンセル値を「色相×明度」および「色彩×彩度」の分布図にプロットしたり、系統的に設定された色ブロックに分類整理することによって、環境色の傾向を把握する。

色ブロックには、一般に「調査用カラーコード」による分類が用いられ、分割の細かさによって、大分類（色空間全体を25に分割したもの；例えば、赤系、ベージュ系等）、中分類（92分割；例えば、鮮やかな赤、にごった青等）、小分類（230分類；例えば、強い黄みのピンク等）のレベルがある。中分類が用いられることが多く、その結果は、中分類表にまとめられる。

④ 色彩設計案の立案

色彩の選定は、環境色との調和、デザイン・コンセプト等に基づいてする。選定は、主観的にするのではなく、色彩調和理論に基づいて行う。土木用鋼材の色彩としては、3.3章に示す景観性に優れた色彩の中から周辺環境色に調和する色彩を選定することが望ましい。

色彩設計のポイントは、カラーハーモニー（色彩調和）にある。色彩の評価は、2種類以上の異なる色彩の組合せである「配色」にたいして行われ、その色彩相互の関係を整理・調整することである。色彩調和には、いくつかの基本型があり、それぞれの配色は独特のイメージを持っている。色彩設計は、色彩調和理論に基づく配色方法を利用して、条件・目的にかなった色彩の選定・評価を行うことにある。

色彩設計は、色彩設計に関する専門機関に委託するのが望ましい。

大分類		PI	R	O	BE	Y	YG	G	BG	S	LA	LI	RP
					GL	OL	OLG			B	V	P	
Tone													
p(7)	●	PI			BE	Y	YG	G		S	LA	LI	
lt(4)		PI		O		Y	YG	G	BG	S	LA	LI	
bt(2)		PI	R	O		Y	YG	G	BG	B	V	P	RP
v(1)			R	O		Y	YG	G	BG	B	V	P	RP
dp(3)			R	O	GL		YG	G	BG	B	V	P	RP
d(5)	●	PI	R	O	BE	Y	YG	G	BG	B	V	P	RP
dk(6)			R		BE	OL	OLG	G		DB	V	P	RP
ltg(8)	●	PI			BE	Y	YG	G		S	LA	P	
g(9)	●		R		BE	OL	OLG	G		DB	V	P	

	N
W	●
ltGY	
mGY	
dkGY	●
BK	

		R	YR	Y	GY	G	BG	B	PB	P	RP
OFF ASUTRAL	W										
	Hg										
	g										

図-3.2 調査用カラーコード (中分類)

⑤ 評価刺激の作成

色彩設計を行う上で、被験者に提示し、その印象を的確に吸い上げるための評価刺激を作成する。

評価刺激は、被験者にとって出来るだけリアルで、偏りのないものでなければならず、カラーシュミレーション写真や映像になる。カラーシュミレーションは、最近ではCGが利用される場合が多い。

⑥ 色彩デザイン評価

どのカラーデザインが、コンセプトに一番かなっているかを、客観的に評価することが必要である。評価方法によっては、結果に大きく影響する。

評価手法のポイントは、どのような被験者何人に、どのような調査方法を用いて評価してもらうにある。

被験者は、対象景観を見にくることになるであろう人、あるいはその代表者を選定しなければならず、性別や年齢、居住地域等の属性を考慮する必要がある。安定した回答を得るためには、30名程度必要である。

評価手法としては、表-3.1に示す種々の方法があるが、景観の印象を多角的・総合的に把握できる方法としてSD法 (Semantic Differential Method) が推奨できる。

表-3.1 各種評価手法

評価手法	内 容 ・ 特 徴 等
a. 意見聴取法	・ 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聴取する。
b. 選択法	・ 提示した数案の候補案から、評価の最も高い案を一つあるいは上位の数案を選ばせる。複数選択の場合、順位をつけ回答させる。
c. 順位法	・ すべての候補案に対し、評価の順位をつけさせる。
d. 評定尺度法	・ 事前に幾つかの評価尺度（好き、目立つ、明るい等）を設定し、各尺度の評価段階は5ないし7段階（非常に、かなり、やや、どちらともいえない）とする。景観を提示し、各々を該当するランクに分類させる。
e. 一対比較法	・ 評価をしたい数案の候補案から、2つずつペアにして被験者に提示し、評価の高い方を選択させる。総当たり戦をする。 ・ 印象の相違を鋭敏にとらえることが出来る。
f. S D法	・ 景観の印象を多角的・総合的に把握する方法として優れている。 ・ 評価尺度を十数個用意する。尺度は意味が反対の形容詞対を両極に配し、その間を5ないし7段階に評価段階を設定する。景観を提示し、評定尺度全てに評価を求める。 ・ 回答データを因子分析等の統計解析をかけ、景観の印象評価をとらえる。 ・ 評定尺度は、デザインコンセプトに適合する内容を選択する。

注）S D法の評定尺度等の例を、付属資料Ⅱに示す。

⑦ 色彩決定

評価調査によって得られた評価データの分析結果を、使用者側・利用者側および色彩専門家等による検討・審議する。その結果、最良とする色彩設計案を決定する。

⑧ 色彩設計の運用・管理

決定された色彩設計案を具体化（建設、維持管理等）する段階で支障を生じないように、色彩仕様書（または、要領）を作成しておく。

色彩仕様書（または、要領）には、色彩決定の経緯・決定色彩の色記号表示・色見本等を記載する。また、周辺環境が今後大きく変化する可能性がある場合、色彩設計を再検討する時期・事由等も記載する。

3.3 景観性に優れた色彩

景観との調和を図りやすく、かつ、汚れが目立ちにくい推奨色として、次の色彩がある。

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

また、準推奨色としては、次の色彩がある。

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

〔解説〕

景観性に優れた色彩を求めるために、以下の調査研究を行った。

まず、現状の河川護岸の景観について、現地測色調査、及びスライド写真による心理調査を実施した。その結果から、現状の景観を把握すると共に、視覚的印象から景観のタイプ分類を行った。

引続き、鋼矢板のあり方が景観評価の阻害要因となっている河川を事例として、景観の印象に及ぼす鋼矢板色彩の効果に関して検討した。具体的には、護岸の鋼矢板・鋼管矢板の色彩と汚れをハイビジョンCGを用いて、系統的に変更し、数多くの景観シミュレーション映像を作成した。それらを評価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。分析結果から、“景観性評価（調和性、雰囲気、感じの良さ）”と“汚れが目だちにくさ”の2つの観点から色彩を比較した。結果をまとめたものが表-3.2である。表中の網掛けが上記推奨色及び準推奨色を示している。これらの色彩はいずれも、鋼矢板の色彩として、製造可能であり、耐久性の点でも先の調査結果から明らかなように問題がみられない色彩である。（2.3章を参照）

加えて、護岸景観の印象に及ぼすコーピング幅・汚れ・及び植栽の効果に関する調査を実施した。分析結果から、コーピングの汚れが景観印象に非常に悪影響を及ぼしていることがわかった。植栽の追加は、景観を落ち着きのある、柔らかな印象にし、景観の評価を高める効果があることが明らかになった。また、コーピングの幅には、護岸に応じた適正值があることが示唆された。

したがって、景観性に優れた上記色彩の利用に加え、景観性向上を目指した護岸演出法として、鋼矢板のコーピング汚れを除去すること、さらに、護岸の植栽追加等が考えられる。こうした様々な側面から検討し、より総合的に河川護岸景観を設計することが望ましい。

表-3.2 景観性と汚れの目立ちにくさに関する色彩比較表

色相 トーン	赤	ル ゾ	黄	黄 緑	緑	青	ニュートラル	
ライト		◎		◎		◎	ライト	◎
グレイッシュ		◎		○		△	グレイ	△
ミッド	×	△	×	×	×	×	ミッド	◎
	△	◎	○	△	×	×	グレイ	△
ダーク	△	△	○	○	△	△	ブラック	△
	△	△	○	△	×	×		×
グレイッシュ		△		◎		△		
		△		△		×		

上段：景観評価性

下段：汚れの目立ちにくさ

◎非常に優れている

○：優れている

△：普通

×：劣っている

※網掛けは候補色及び準候補色

4. 施 工

4.1 運搬・保管

運搬・保管時に、重防食被覆材料に損傷を与えないようにする。

〔解説〕

運搬・保管の際には、重防食被覆材料に損傷を与えないよう製品の取扱いには以下のことに注意する。

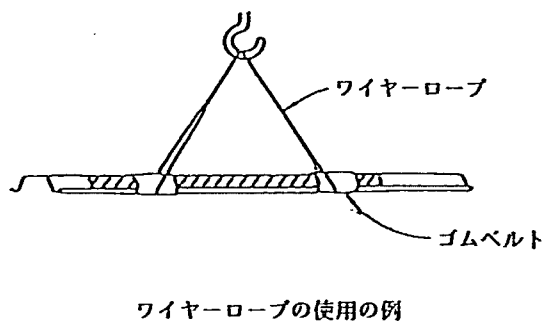
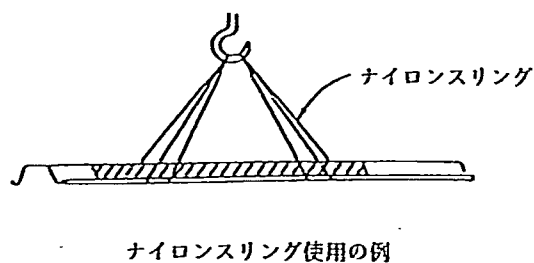
(1) 被覆部に直接、ワイヤーを掛けない。

吊上げ・吊下げ時には、フック掛けや吊金具等を利用する。止むを得ず直接ワイヤー掛けする場合は、緩衝材を被覆部にあてるか、ワイヤーロープにナイロンスリング等を使用する。

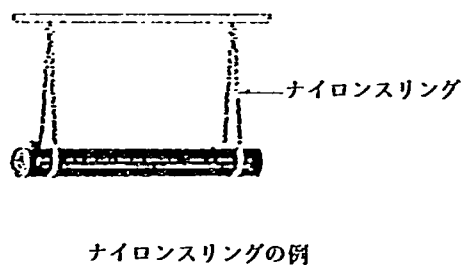
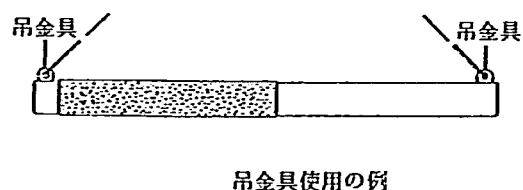
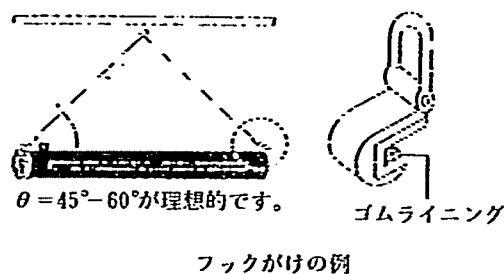
(2) 被覆部を直接、枕木に置かないようにする。

(3) 被覆部を直接、床面（または地面）に置かないようにする。

(4) 一般品と一緒に積上げる場合は、重防食製品を上積みとする。



(a)鋼矢板の例



(b)鋼管杭の例

図-4.1 吊上げ・吊下げ

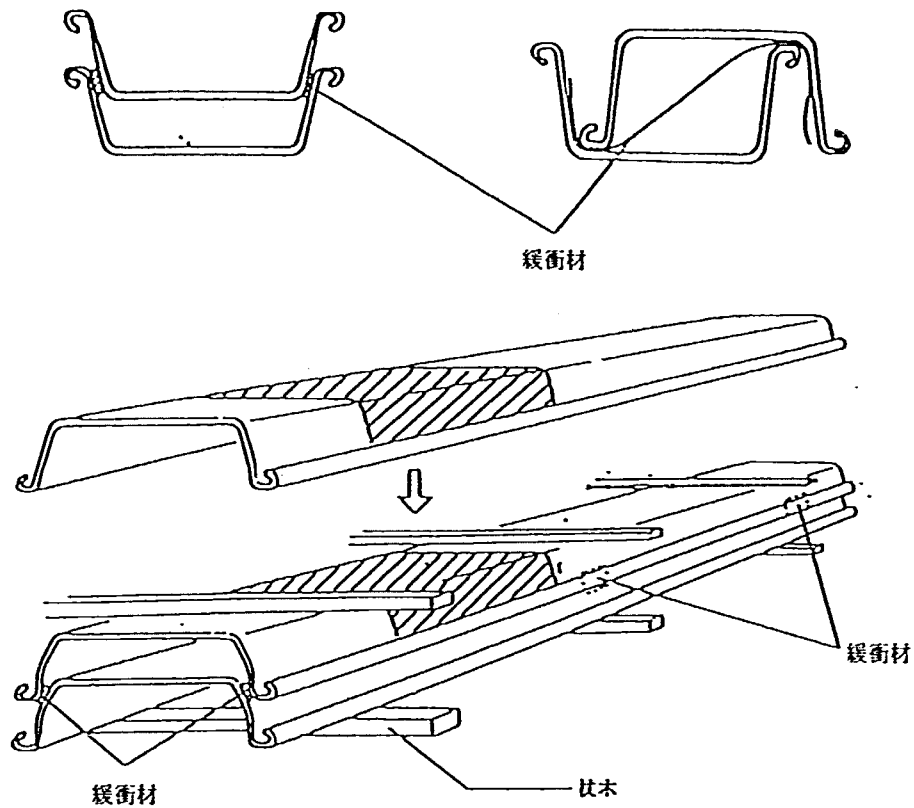


図-4.2 鋼矢板の保管例

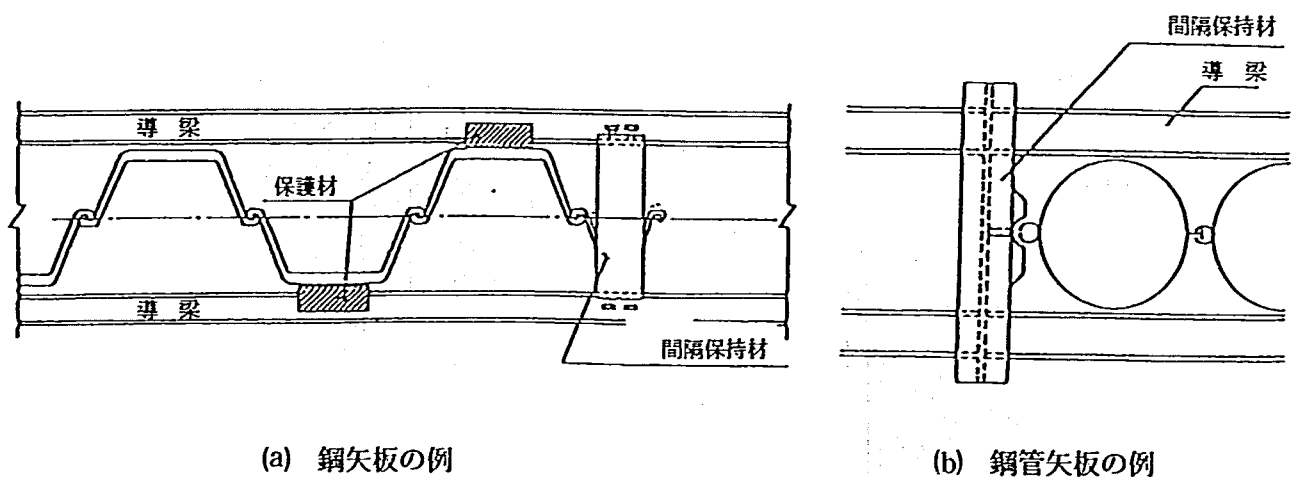
4.2 打込み

打込み時に、被覆に損傷を与えないよう施工する。

〔解説〕

鋼矢板・鋼管杭等の打込み方法は、各種の施工方法がある。施工時に施工機械等による重防食被覆部に損傷を与えないよう以下の点に注意しなければならない。

- (1) 導棒を使用する場合、導棒との直接接触をさけて、間隔保持材や保護材(コム等)を利用する。



(a) 鋼矢板の例

(b) 鋼管矢板の例

図-4.3 間隔保持材・保護材

- (2) 建込み時には、被覆部に直接ワイヤー掛けをしない。吊上げ時には、吊金具、吊穴または保護材を巻付けたワイヤー等により行う。

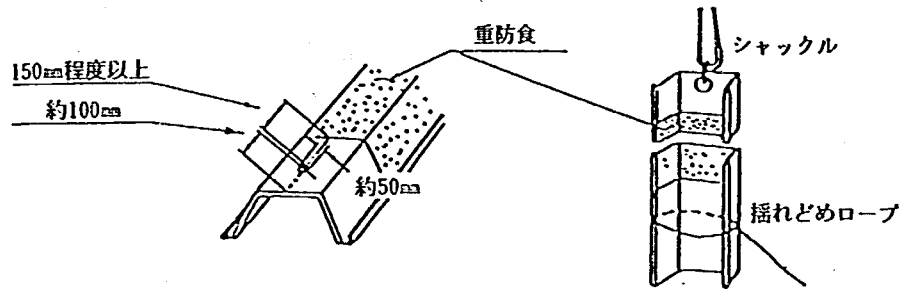


図-4.4 吊り穴（鋼矢板の例）

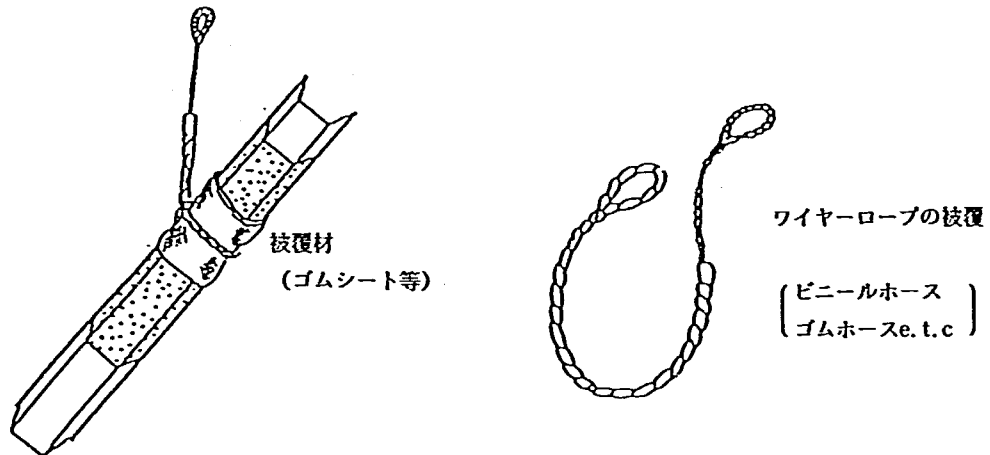


図-4.5 建込み時の保護（鋼矢板の例）

- (3) 打込み機械（バイブロハンマ、圧入機、デーゼルハンマ等）による被覆部への損傷を さけるため、保護カバーや保護板等を利用する。ウォータージェット併用の場合は、被覆部にウォータージェットパイプの止めを行わないようにする。

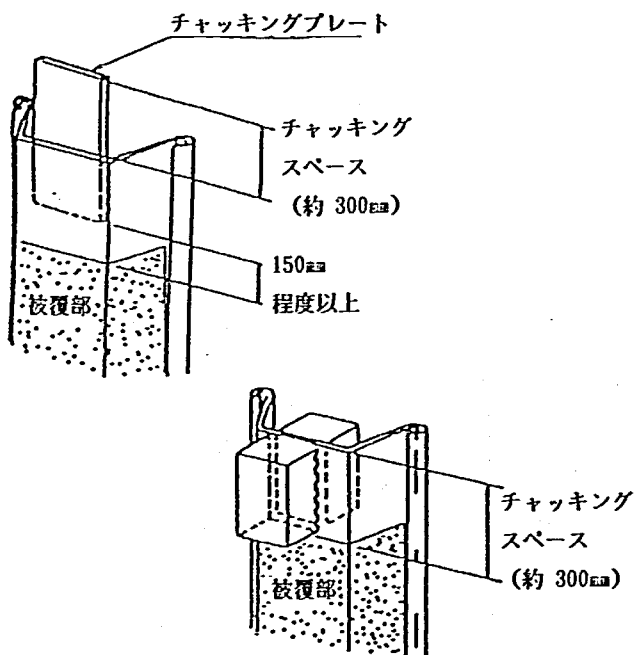


図-4.6 チャッキング部
（鋼矢板の例）

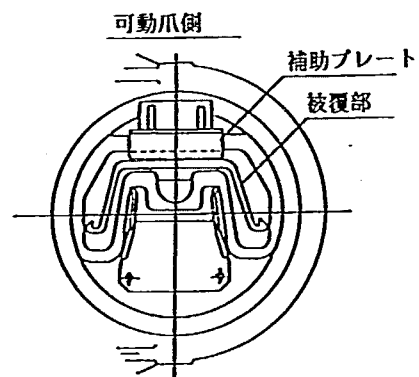


図-4.7 圧入機での保護
（鋼矢板の例）

- (4) 土中に打込みする場合、被覆部保護のため、被覆部下端の近傍にフリクションカッター(丸鋸、フラットバー等)を取付ける。

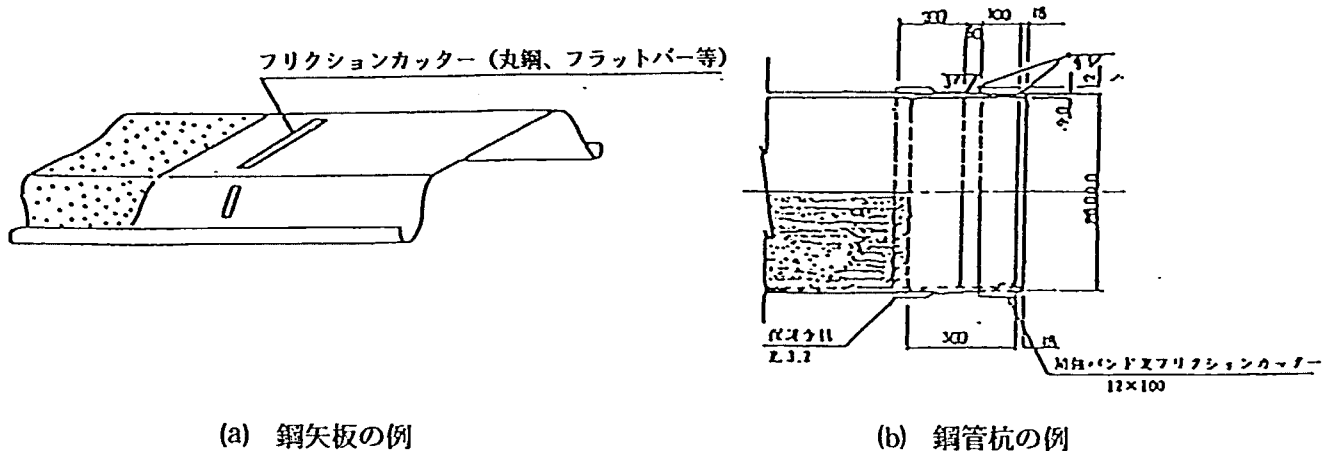


図-4.8 被覆部下端近傍の保護

4.3 切断・溶接

重防食被覆部では、できるだけ切断・溶接を行わない。止むを得ず、切断・溶接をする場合は、被覆部への熱影響を少なくする。

(解説)

重防食被覆部またはその近傍では、鋼矢板・鋼管杭の切断・溶接は基本的には避ける。その理由は切断・溶接時の熱により、被覆材料そのもの、または被覆材料と鋼面との密着力低下をおこすためである。

熱影響による密着力低下をおこす距離は、過去の実験より150mmであることが判っている。したがって、切断・溶接をする場合は、150mm以上離れて行わなければならない。切断時の火花やノロ、または溶接時のスパッタ等から被覆部を保護するため、その近傍の被覆部には濡れた布を巻き付けるなどの対策が必要である。

4.4 補修

重防食被覆部に有害な損傷が発生した場合には、補修を施す。

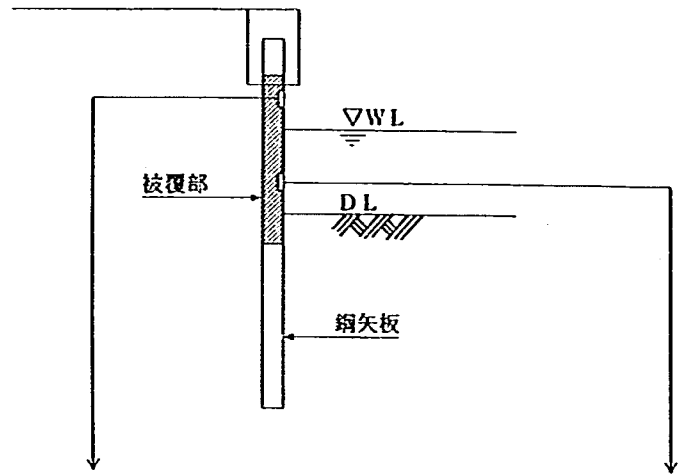
〔解説〕

施工時等に重防食被覆部が損傷を受けた場合、工場と同レベルの補修はできないため、取扱いにおいて、できるだけ損傷を与えないよう注意しなければならない。万一損傷した場合、まず補修の必要性の判定をする。

補修の必要性の判定は、被覆部の残存膜厚を目視や膜厚計等により測定し、1.0～1.5mm以上（防食性能を十分に発揮すると考えられる膜厚）が確保されているか否かで行う。

被覆部に損傷がついた場合、損傷の状況や環境条件に応じて、最適な補修方法を選択する必要がある。損傷の状況と補修方法については、図-4.9に示すとおりである。

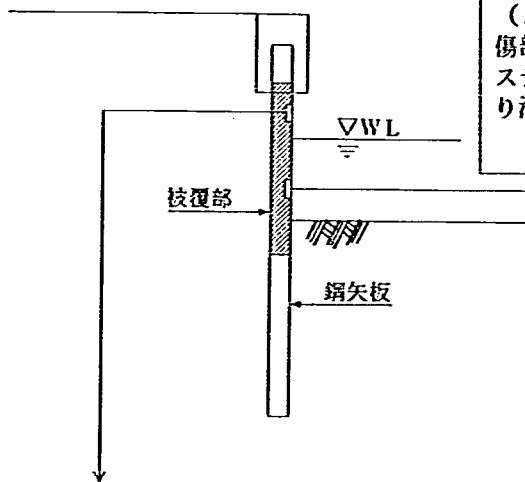
①ポリエチレン



空 中 部 (一例)	
斜面に到達していない傷	斜面に到達した傷
(スティック法) 傷部のポリエチレンとスティックを熱風により溶着させる。	(パッチ法) 傷部鋼材表面のサビを除去し、シーラントを充填した上にパッチシートを貼りつける。

水 中 部 (一例)
FRPカバー法
傷部斜面のサビを除去し、ベトログラムペーストを塗布した上をFRPカバーにより保護する。

②ウレタンエラストマー



空 中 部 (一例)	
斜面に到達していない傷	斜面に到達した傷
補修用ポリウレタン ウレタンエラストマー	補修用ポリウレタン プライマー ウレタンエラストマー
傷部にウレタンエラストマーを塗布する。	傷部鋼材表面のサビを除去し、プライマーを塗布した後にウレタンエラストマーを塗布する。

水 中 部 (一例)
水中硬化型 エポキシ樹脂 ウレタンエラストマー
傷部を、水中硬化型エポキシ樹脂により充填する。

図-4.9 補修方法 (鋼矢板の例)

4.5 洗浄

被覆材料表面が汚れ・付着生物により汚された場合、被覆材料に損傷を与えないように洗浄する。

〔解説〕

一般に、被覆材料表面の汚れとしては、河川溢水時の流失土砂や草木が付着したものが多く見られる。また、都市河川や海に近い河川河口部で見られる、流失または投棄された汚物や油類による汚れや付着生物（貝類）もある。

これらは、全体景観上で著しく影響を与える場合、洗浄されることになる。洗浄は、水洗いを原則とする。洗剤等の使用は、河川の二次汚染を発生させる危険性を伴うため避ける。

流失土砂や草木の洗浄では、その河川水を利用し、ブラシ（金属系のものを除く）や木ヘラ等により、被覆材料表面に損傷を与えないようにする。広範囲に亙る洗浄には、ウォータージェット（100～150Kg/cm²程度）で洗浄することもできる。（ポリエチレンやウレタンエラストマーは、この程度の圧力水では表面に損傷を与えることはない。）

油類は、同様に圧力水で、ある程度洗浄できるが、最終的にはウェス（布のハギレ類）等を取り除くほうがよい。洗浄により、油が河川に流出した場合は、二次汚染になるため、回収方法（ネットやフェンス等の設置）を考慮する必要がある。

付着生物の洗浄は、水洗で取り除くことができない場合が多く、スクレーパーや金ヘラ等によるが、被覆材料表面にできるだけ損傷を与えない様に、作業することが必要である。油類と同様に、二次汚染に注意しなければならない。

5. 維持管理

5.1 点検

重防食被覆材料の耐久性・景観性維持のため、構造物および周辺環境の点検をするのが望ましい。

〔解説〕

構造物の耐用期間中は、被覆材料の防食効果が維持されているか、景観性が維持されているか、適切な保守管理を実施するためにも定期的な点検が必要である特に、景観性を維持するには、構造物の被覆部分に対する点検だけでなくコンクリート構造部分、植栽、周辺の汚染状況等についての点検も実施し、景観性全体を把握していくことが望ましい。

5.2 点検方法と記録

点検は、基本として外観検査による。外観検査により、汚れ・破損等がある場合、洗浄や補修を施す。外観検査および補修の内容は、記録する。

〔解説〕

(1) 点検の頻度

点検頻度としては、1ヵ年毎の定期点検と3ヵ年もしくは、5ヵ年毎の精密点検とを行うのが望ましい。

(2) 点検項目と方法

定期点検と精密点検の項目と内容を表-5.1に示す。これらの点検によって補修の必要性を判断する。

(3) 洗浄・補修

汚れや付着生物が全体景観に著しく影響をおよぼすと判断される場合には、それぞれの洗浄・除去を行う。洗浄の方法は4.5による。

また、破損の場合は、補修を行う。補修の方法は4.4による。

(4) 記録

点検の記録は、景観性の再確認と重防食被覆部の健全度を把握する重要なデータであり、以下のような内容を記録するのが望ましい。

表-5.1 点検項目と内容

点検項目	内 容	方 法	点 検 時 期	
			定 期	精 密
全 体 景 観	・カラー重防食が全体景観に悪影響を及ぼしていないか	・目視 ・全体風景の写真	○	○
被覆の外観状況①	・破損；膨れ、割れ、剥がれ ・汚れ（表面）；泥、油膜、コンクリートの垂れ、錆	・目視（発生場所の位置関係をスタッフ） ・写真による汚れ・破損状況の記録	○	○
被覆の外観状況②	・付着生物除去、汚れ洗浄後の表面状況	・目視 ・全体風景の写真		○
継手嵌合部錆汁発生	・継手嵌合部未塗覆部における錆の発生状況 ・継手嵌合部のシーリング処理材の剥がれによる錆の発生	・目視（発生場所の位置関係をスタッフ） ・写真による錆状況の記録	○	○
生物付着状況	・被覆に付着している水生生物の種類、状況	・目視（発生場所の位置関係をスタッフ） ・写真による錆状況の記録	○	○

表-5.2 記録例

河 川 名	○級河川 ○○○川		
施 設 名	○○○○○地区護岸		
構 造 形 式	○○○○○		
竣 工 時 期	19○○年○○月		
鋼材の種類・形状	SP-□、L=○○m		
防 食 法	判Iflソ or クレタノラストマ-	電防の有無	有 or 無
点 検 日	年 月 日	点検の種類	定期 or 精密
天 候		点検時の水位	3-ピン 天端以下○○m
点検範囲	△△△～△△△	点 検 者	□□□□
全 体 景 観	コメント: _____		洗浄の必要性 (有、無)
※ 被覆外観状況	・膨れ(有、無) ・割れ(有、無) ・剥がれ(有、無) ・錆(有、無) ・汚れ(有、無) 汚れ内容; _____		
※ 継手嵌合部錆汁発生	・錆汁の発生(有、無) ・継手部処理の損傷(有、無)		
※ 生物付着状況	・生物付着(有、無) 状況; _____		生物除去の必要性 (有、無)
被覆外観状況 (洗浄及び除去後)	コメント: _____		

注) ※印の付いた項目は、異常が見られた部分の位置を平面図に記入する。

〔付属資料〕

I 耐久性・景観性に優れた色彩

II 景観設計例

付属資料 I

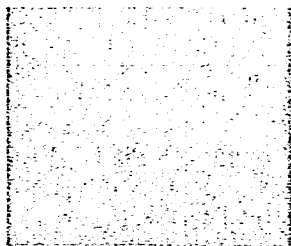
【耐久性・景観性に優れた色彩】

建設省土木研究所 化学研究室と(株)鋼材倶楽部との共同研究から、次の耐久性・景観性に優れた色彩を選定し、推奨している。これらは、屋外暴露試験（筑波、沖縄）や促進試験（サンシャインウェザーメーター、キセノンウェザーメーター、高促進試験機）による材料の耐久性に関する研究と、現地調査・心理調査および分析による景観性に関する研究の成果である。

ベージュ、グレイッシュイエローグリーン、グレイッシュスカイ

ブラウニッシュオリーブ、オリーブグリーン、ライトグレイ

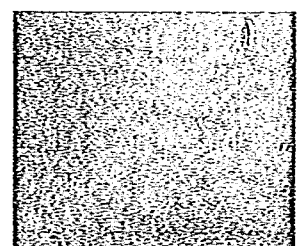
ライトイエローイッシュブラウン、ダークグレイッシュオリーブグリーン、ミディアムグレイ



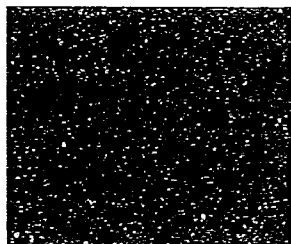
BEIGE



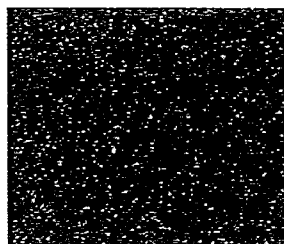
GRAYISH YELLOW GREEN



GRAYISH SKY



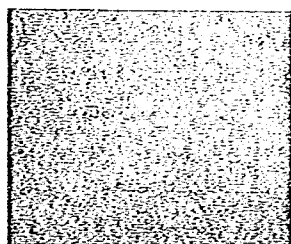
BROWNISH OLIVE



OLIVE GREEN



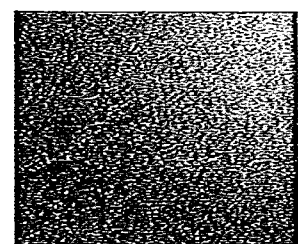
LIGHT GRAY



LIGHT YELLOWISH BROWN



DARK GRAISH OLIVE GREEN



MEDIUM GRAY

印刷のため、実際の色調と若干異なります。

Q 2. 銅矢板は、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. 銅矢板の汚れが、どの程度気になるようになりますか？
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。

- 汚れが
- 5 — 非常に気になる
 - 4 — かなり気になる
 - 3 — やや気になる
 - 2 — あまり気にならない
 - 1 — ほとんど気にならない
 - 0 — 全く気にならない

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。
中でも一番気になるものには◎をお付けください。

- 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、銅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 | 言 | | な | 常 |
| く | ん | ほ | ら | や | り | に |
| | ど | ど | とい | | | |
| | | | も | | | |
- 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。

銅矢板の何が、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。

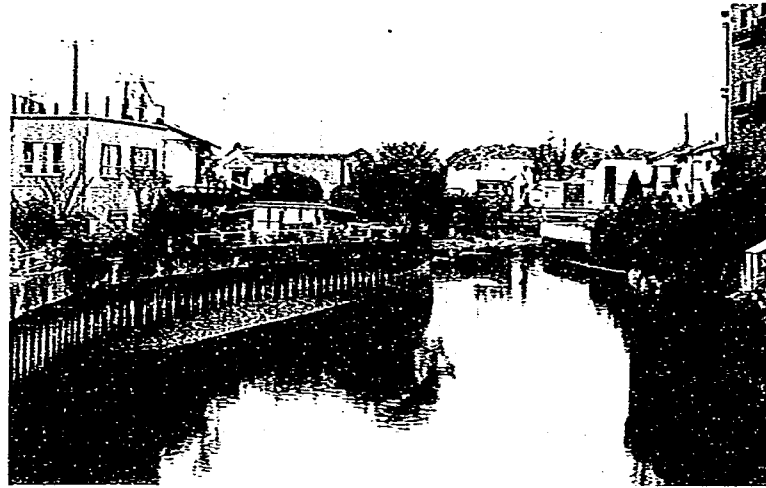
- 1. 色彩
- 2. 形状
- 3. 汚れ
- 4. その他（ ）

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。

【色彩設計例】

都市内河川と自然景観内河川における事例を用いて、鋼矢板・鋼管矢板の色彩設計のプロセスを具体的に解説する。

(1) 都市内河川



① 計画条件の整理

都市内住宅地区に流れる中小河川の護岸である河川は蛇行しており、護岸の鋼矢板は独特の連続した見えを示す。地域住民が毎日の暮らしの中で、橋の上や対岸から眺める程度の存在である。河川はかなり汚れている。

② デザインコンセプトの確立

上記諸条件から、護岸の鋼矢板は周辺環境に融和的に調和させて、落ち着きを感じさせる印象を目指すことにする。また、汚れが目立ちにくい色彩を選定する。

③ 周辺環境色実態調査

a 視点場の選定

橋上からの護岸全体の景観や対岸からの護岸景観。

b 測色・写真撮影

c 測色データの整理と分析

次ページに環境構成色の視感測色結果（マンセル値）と、カラーコードによる分類、および中分類表を掲載した。中分類表の横方向は大分類区分（色を最も大づかみにとらえる区分；系）を、縦方向にはトーンの区分を表している。表から、対象景観の環境色は、空や水面の色のスカイ系、樹木や草のグリーン系、住宅やコンクリート壁の無彩色や、やや色みを感じるオフニュートラルカラーから構成されていることがわかる。トーンではグレイッシュトーンやダークグレイが多く、暗い濁った色彩が多いこともわかる。

環境主要構成物の色彩

部 位	マンセル値	中分類	系統色名
銅矢板	8.9YR 3.7/2.1	BR-9	grayish brown
銅矢板	10YR 3/1	dkGY-14	dark brownish gray
空	5B 9/1	W-11	bluish white
緑	5GY 4/4	OLG-6	olive green
緑	7.5GY 3.5/4	G-6	dark green
緑	7.5GY 4/5	G-5	dull green
緑	5GY 4.5/6	OLG-6	olive green
緑	2.5BG 4.5/1	G-9	grayish green
コンクリート	2.5Y 4/1	GY-13	olive gray
コンクリート	2.5Y 5/1.5	OL-9	grayish olive
土	10YR 4/1	GY-13	brownish gray
水面	7.5Y 2.5/2	OL-9	dark grayish olive
水面	7.5Y 3/2	OL-9	dark grayish olive
水面	2.5PB 9/2	S-7	pale sky
タンク	10YR 3.5/1	dkGY-14	dark brownish gray
コンクリート	10YR 3.5/1	dkGY-14	dark brownish gray
マンション	10R 4/3.5	BR-9	grayish brown
住宅	2.5PB 7.5/1.5	S-7	pale sky
住宅	7.5YR 5/5	BR-5	yellowish brown
住宅	10YR 4/1	GY-13	brownish gray
住宅	2.5Y 8/1	itGY-12	yellowish gray
住宅	2.5Y 7.5/2	Y-8	grayish yellow
住宅	2.5Y 8.5/1	W-11	yellowish white
物置	2.5Y 8/1.5	Y-8	grayish yellow

大分類 Tone		PI	R	O	BE	Y	YG	G	BG	S	2	LA	LI	RP
		-	-	-	BR	GL 2 OL	OLG	3	-	B	-	V	P	-
p(7)	2	PI	/	/	BE	Y	YG	G	/	S		LA	LI	/
lt(4)	-	PI	/	O	/	Y	YG	G	BG	S		LA	LI	/
bt(2)	-	PI	R	O	/	Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	-
v(1)	-	/	R	O	/	Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	-
dp(3)	-	/	R	O	GL	Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	-
d(5)	2	PI	R	O	BR	Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	-
dk(6)	3	/	R	/	BR	OL	OLG	G	/	DB	V	P	RP	-
ltg(8)	2	PI	/	/	BR	Y	YG	G	/	S	LA	P	/	-
g(9)	6	/	R	/	BR	OL	OLG	G	/	DB	V	P	/	-

	N
	g
W	●●
ltGY	●
mGY	●●●
dkGY	●●●
BK	

④ 色彩設計

地域特性、環境色の特徴、デザインコンセプトから、落ち着いた調和感を醸し出し汚れも目立ちにくい暗く鈍い色調を選定し、植栽のグリーン系との調和から、候補色の一つとして景観性に優れた色彩リストの中からダークグレイッシュオリーブグリーンを選んだ、実際には数案の候補色を選定する。

⑤ デザイン評価調査のための評価刺激作成

C Gによって作成したカラーシミュレーション写真の一例を掲載する。



銅矢板：ダークグレイッシュ・オリーブグリーン

⑥ 色彩評価

S D法を用いて、多くの被験者（最低でも30名程度）に各候補案の印象を評定させ、分析結果から、候補色に対する評価を明らかにする。

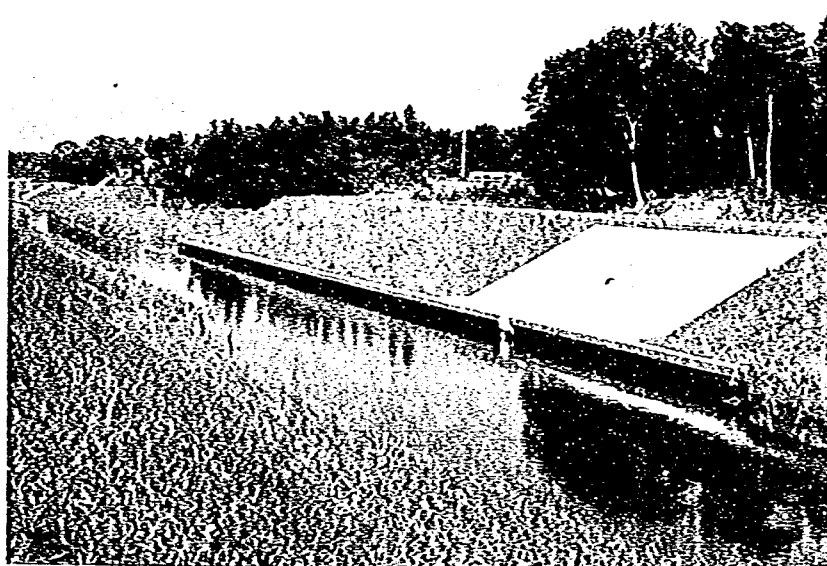
⑦ 色彩決定

調査結果を参考資料に最終的に色彩を決定する。選定色のカラーサンプルを貼付し、そのマンセル値、系統色名（J I Sで規定された色名称法の一つ）を記載する。

⑧ 運用・管理システム

一般に色彩計画は色彩決定までで完了してしまおうと思いがちだが、実はこの最後の段階が非常に重要であることに注意すべきである。

(2) 自然景観の中に位置する河川護岸



このような自然景観の中に位置する護岸に設置される鋼材の場合には、基本的には“1. 都市内河川”と同様の設計手法を用いる。特に、以下のような点を考慮して色彩計画を行う必要がある。

① 環境色の分布

都市内と異なり、ニュートラル、オフニュートラル系の色彩が少なく、景観は、空や水面のスカイ系の色彩と植栽のイエロー、イエローグリーン、グリーン系の色彩から構成されている、色彩が少なく、開放的でシンプルな構成の環境空間であるため、色彩によるやや積極的な演出も可能である。

② 周辺環境色の季節変化

田園地区を流れる小規模河川である。自然景観であるため季節が変わると環境色は大きく変化する。季節によって変化する環境色との調和を考慮しなくてはならない。

③ 水質

河川の汚れが少なく、黒ずんだ油汚れは付着しない。そこで、汚れに対する配慮は都市内河川ほど重要な要因とはならない。

参考までに、本事例における環境色を例に後に示す。

(3) その他の注意

護岸の色彩計画を行うにあたっては、鋼矢板や鋼管矢板の色彩設計だけでなく、コーピングや植栽といった護岸を構成する他の要素も同時に検討する必要がある。(Ⅷ)鋼材倶楽部の調査結果からコーピングの汚れが景観の印象に非常に悪影響を及ぼすこと、植栽の追加は景観を落ち着きのあるやわらかい印象にし、景観の評価を高める効果があることがわかっている。河川護岸の設計は、護岸を構成する様々な要素間の関係を吟味し、より総合的に進めることが望ましい。

環境主要構成物の色彩

部 位	マンセル値	中分類	系統色名
空	2.5PB 8/4	S-7	pale sky
空	2.5PB 8/2	S-7Y	pale sky
緑	5G 4.5/2	G-9-	grayish green
緑	10Y 7/3	YG-8	grayish yellow green
緑	2.5GY 7/4	YG-5	soft yellow green
緑	10GY 5/6	G-5	dull green
緑	5Y 7/3	Y-8	grayish yellow
緑	10Y 7/3	YG-8	grayish yellow green
水面	7.5PB 6/4	S-8	grayish sky
水面	7.5B 8/3	S-7	pale sky
銅矢板	N4	GY-13	Gray
コンクリート	N9	T-11	White
樹木	5GY 3/2	OLG-9	grayish olive green
樹木	7.5GY 4/3	G-5	dull green

大分類 Tone		PI	R	O	BE	Y	YG	G	BG	S	4	LA	LI	RP
					BR	GL	OL	3		B		V	P	
p(7)	3	PI			BE	Y	YG	G		S		LA	LI	
lt(4)	-	PI		O		Y	YG	G	BG	S		LA	LI	
bt(2)	-	PI	R	O		Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	
v(1)	-		R	O		Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	
dp(3)	-		R	O	GL		YG	G	BG	B	V	P	RP	
d(5)	3	PI	R	O	BR	Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	
dk(6)	-		R		BR	OL	OLG	G		DB	V	P	RP	
ltg(8)	4	PI			BR	Y	YG	G		S		LA	P	
g(9)	2		R		BR	OL	OLG	G		DB	V	P		

	N
	2
W	●
ltGY	-
mGY	●
dkGY	-
BK	-

【設計概算費用例】

色彩設計（現地実態調査、評価刺激作成、色彩デザイン評価、色彩案の提示）に要する概算費用について、例を示す。

① 現地実態調査

調査人員；2名

調査日数；1日

調査視点場数；5視点程度

調査内容；周辺環境色の測色および撮影（評価刺激用を兼ねる。）

写真撮影；フィルムサイズ（ブローニー判、35mm判）、リバーサルおよびネガフィルム

概算費用；直接人件費 67000円

諸経費 73700円

技術経費 42210円

直接経費 40000円（交通費、フィルム代、現像代等）

合計 約220000円

② 評価刺激作成

原画点数；1点（①で撮影した主要視点場から1点選定）

評価刺激点数；9点（推奨色彩9色のカラーシュミレーション画像）

作成日数；1週間

概算費用；原画処理 一式 200000円

シュミレーション画像作成 180000円（20000×9点）

合計 380000円

但し、施工前の対象構造物を図面から完成予想画を作成する費用は別途。

③ 色彩デザイン評価

被験者数；30名

提示画点数；9点

調査日数；1日

分析日数；10日

概算費用；調査実施費一式 200000円

分析費一式 600000円

合計 800000円

④ 色彩案の提示

作業内容；周辺環境色の分析、計画条件の整理、コンセプトの作成、色彩の選定および絞り込み。

作業日数；5日

概算費用；直接人件費 123750円

諸経費 136125円

技術経費 77960円

直接経費一式 30000円（色票、デザイン材料等）

合計 約350000円

⑤ 報告書・色彩案

概算費用；一式 50000円

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、新素材、鋼矢板、鋼管杭、鋼管矢板、
景観材料、新素材、利用技術指針

郵便はがき

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. 003

No. 003

共同研究報告書第132号

配布先氏名
配布先住所



共同研究報告書第132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132号

