

建設技術審査証明報告書
土木系材料・製品・技術、道路保全技術
(建技審証 第1001号)

鉄線籠型護岸用被覆鉄線

「IR被覆鉄線」

審査証明依頼者：トワロン株式会社



平成22年4月
更新 平成27年4月

建設技術審査証明協議会 会員

一般財団法人 土木研究センター

序

建設事業の良質化、効率性の確保のためには、先端技術の活用を含めた建設分野における技術開発とその利用が有益な手段であります。これらの技術開発については民間活力に負うところが極めて大きくその振興と活用を図っていくことが重要と考えられます。

当センターでは、建設技術審査証明協議会の会員として、土木系材料・製品・技術、道路保全技術の分野で、「建設技術審査証明事業」を実施しております。

このたび、トワロン株式会社より、平成 22 年 4 月に建設技術審査証明書を交付した鉄線籠型護岸用被覆鉄線「I R 被覆鉄線」に関し、審査証明の更新の依頼がありました。当センターでは「建設技術審査証明事業実施要領」（財団法人 土木研究センター）に基づき審査した結果、建設技術審査証明書を再交付いたしました。

本報告書は、鉄線籠型護岸用被覆鉄線「I R 被覆鉄線」に関する審査証明の内容を広く関係機関に周知し、その活用を図るために作成したものです。

最後に、熱心にご審議いただいた委員長はじめ委員の方々に厚く御礼申し上げます。

平成 27 年 4 月

一般財団法人 土木研究センター

理事長 中 村 亮



建設技術審査証明書

建技審証第1001号

鉄線籠型護岸用被覆鉄線

技術名称 「IR 被覆鉄線」

(開発の趣旨)

「鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）」（平成13年1月河川局治水課事務連絡、平成15年3月一部改訂、平成16年4月一部改訂）（以下「技術基準（案）」と言う。）は、平成21年4月に改訂がなされた。

この改訂で、鉄線籠型護岸に使用する線材については、「線材に要求される性能」として、(1)母材の健全性、(2)強度、(3)耐久性、(4)均質性、(5)環境適合性が、また、これらに加え、蓋材の線材に関しては、(6)摩擦抵抗（短期性能型、長期性能型）が規定された。「IR被覆鉄線」は、技術基準（案）の被覆鉄線の適用条件である①河川水が強い酸性を示す区間、②河川水の塩分濃度が高い区間、③河岸等が腐植土で構成されている区間においても、技術基準（案）に規定された性能を満足するよう開発された強度、耐久性（耐候性・耐酸性・耐塩性・耐薬品性・耐磨耗性など）、均質性、環境適合性に優れ、必要な摩擦抵抗を有したアイオノマー樹脂被覆鉄線である。

(開発の目標)

「鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）」（平成21年4月河川局治水課事務連絡）に規定される被覆鉄線の適用区域において要求性能に満足する被覆鉄線として、以下の特性を有する被覆鉄線を開発する。

- (1) 母材の健全性
母材の鉄線に傷がないこと。
- (2) 強度
引張強さ 390N/mm以上を有すること。
- (3) 耐久性
強い酸性を示す区間、塩分濃度が高い区間、腐植土で構成されている区間において30年程度の耐久性を有すること。
- (4) 環境適合性
生態系を阻害するような有害物質が溶出しないこと。
- (5) 耐燃焼性
たき火等により、被覆材の燃焼が広がらないこと。
- (6) 摩擦抵抗
作業中及び供用中（30年間）における水辺の安全な利用のため必要な滑りにくさを有すること。

一般財団法人土木研究センターの建設技術審査証明事業実施要領に基づき、依頼のあった標記の技術について下記のとおり証明する。

平成22年4月19日

平成27年4月19日 更新

建設技術審査証明事業実施機関
一般財団法人 土木研究センター
理 事 長



記

1. 審査証明の結果

「IR被覆鉄線」は、以下の性能を有することが確認された。

- (1) 母材の健全性
めっき溶脱後の母材鉄線の表面写真により、母材の鉄線に傷がないことが確認された。
- (2) 強度
線材の引張試験により、線材は 390N/mm以上の引張強さを有することが確認された。
- (3) 耐久性
同種の基準に準拠した耐候性試験等により、強い酸性を示す区間、塩分濃度が高い区間、腐植土で構成されている区間において、30年間程度の耐久性を有するものと判断された。
- (4) 環境適合性
環境適合性試験により、生態系を阻害するような有害物質を溶出しないことが確認された。
- (5) 耐燃焼性
たき火試験により、たき火等により被覆材の燃焼が広がらないことが確認された。
- (6) 摩擦抵抗
磨耗試験及び摩擦試験により、作業中及び供用中（30年間）における水辺の安全な利用のために必要な滑りにくさを有することが確認された。

2. 審査証明の前提

- (1) 本審査証明は、依頼者からの試験データ等の資料を基に審査し、確認したものである。
- (2) 「IR被覆鉄線」の製造と加工は、所定の品質管理のもとに行われるものとする。

3. 審査証明の範囲

河川の護岸等で使用するかごマット用の線材として使用するものとする。

4. 留意事項

「IR被覆鉄線」は、「IR被覆鉄線の品質管理」に基づき、生産者による生産過程での品質管理及び、公的試験機関による品質確認により、適切に品質の管理・確認を行うものとする。

5. 審査証明の詳細

建設技術審査証明報告書

6. 審査証明の有効期限

平成32年4月18日

7. 審査証明の依頼者

トワロン株式会社

所在地：大阪府堺市西区築港新町2丁6番13

建設技術審査証明委員会

鉄線籠型護岸用被覆鉄線
「IR被覆鉄線」

委員名簿

委員長	大石 不二夫	神奈川大学 理学部・大学院	教授
委員	本橋 健司	芝浦工業大学 工学部 建築工学科	教授
〃	山下 尚	国土交通省大臣官房技術調査課	課長補佐
〃	箕作 光一	国土交通省関東地方整備局 技術管理課	課長
〃	服部 敦	国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室	室長
〃	守屋 進	独立行政法人土木研究所 材料地盤研究グループ	総括主任研究員
〃	苗村 正三	財団法人土木研究センター	常務理事
事務局	了戒 公利	財団法人 土木研究センター 地盤・施工研究部	部長
〃	土橋 聖賢	財団法人 土木研究センター 地盤・施工研究部	主任研究員

目 次

I 概要

1. 審査証明対象技術	2
1.1 審査証明の依頼者	2
1.2 技術の名称	2
1.3 技術の概要	2
2. 開発の趣旨と目標	3
2.1 開発の趣旨	3
2.2 開発の目標	3
3. 被覆線審査証明の方法	4
4. 審査証明の前提と範囲	5
4.1 審査証明の前提	5
4.2 審査証明の範囲	5
5. 審査証明の結果	5
6. 留意事項	5

II 審査証明の詳細

1. 審査証明対象技術	
1.1 技術の概要	8
1.2 被覆線の種類	8
1.3 用途例	8
1.4 製品の仕様	9
1.5 既存の技術との比較	10
2. 開発の趣旨と目標	
2.1 開発の趣旨	11
2.2 開発の目標	11
3. 性能確認方法	
3.1 母材の健全性	12
3.2 強度	12
3.3 耐久性	12
3.4 環境適合性	13
3.5 耐燃焼性	13
3.6 摩擦抵抗	13
4. 試験結果	
4.1 母材の健全性	14
4.2 強度（線材の引張強さ試験）	15
4.3 耐久性	16
4.3.1 蓋材の耐久性評価試験	16
4.3.2 蓋材及び本体の耐久性評価試験	24

4.4 環境適合性	34
4.5 耐燃焼性	35
4.6 摩擦抵抗	36
4.6.1 短期性能型摩擦特性	36
4.6.2 長期性能型摩擦特性	37

III 付属資料

付属資料-1 「IR 被覆鉄線」製造マニュアル

1. 適用範囲	43(1)
2. 製品仕様と製造方法	43(1)
3. 「IR 被覆鉄線」の製造時の品質管理及び確認方法	45(3)
4. 「IR 被覆鉄線」を使用したかごマット加工	55(13)

付属資料-2 「IR 被覆鉄線」施工マニュアル

1. 「IR 被覆鉄線」かご網の構造と規格寸法	59(1)
2. 「IR 被覆鉄線」を使用したかごマット施工時の留意事項	63(5)

付属資料-3 「IR 被覆鉄線」施工実績

1. 施工現場（例）	67(1)
2. 施工実績	70(4)

I 概要

I. 概要

1. 審査証明対象技術

1.1 審査証明の依頼者

会社名 トワロン株式会社
代表者氏名 藤本 貴美嘉
所在地 大阪府堺市西区築港新町2丁6番13

1.2 技術の名称

鉄線籠型護岸用被覆鉄線「IR 被覆鉄線」

1.3 技術の概要

「IR 被覆鉄線」は、JIS G 3547に適合する心線径 2.6 mm、3.2 mm、4.0 mm及び 5.0 mm の亜鉛めつき鉄線(H)3種に接着性樹脂を塗布し、アイオノマー樹脂(IR)を押し出し被覆した線材で、耐久性(耐候性・耐酸性・耐塩性・耐薬品性・耐磨耗性など)に優れている。

「IR 被覆鉄線」の仕様を表 I-1 に示す。

表 I-1 「IR 被覆鉄線」の仕様

合成樹脂の種類	呼び (被覆線径—心線径)	被覆線径と心線径の組合せ		最小被膜厚さ (mm)	引張強さ (N/mm ²)	破断強さ (N)	亜鉛付着量 (g/m ²)
		被覆線径 (mm)	心線径 (mm)				
アイオノマー樹脂	32-26	3.20 ±0.08	2.60 ±0.07	0.20 以上	590 ~ 880	3,140 ~ 4,660	120 以上
	40-32	4.00 ±0.08	3.20 ±0.07	0.27 以上	540 ~ 830	4,350 ~ 6,670	135 以上
	50-40	5.00 ±0.10	4.00 ±0.08	0.34 以上	390 ~ 780	4,900 ~ 9,790	155 以上
	60-50	6.00 ±0.10	5.00 ±0.09	0.34 以上	390 ~ 780	7,660 ~ 15,300	155 以上

2. 開発の趣旨と目標

2.1 開発の趣旨

鉄線籠型護岸工法については、近年の河川構造物の性能規定化に対応するため「鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）」（平成13年1月河川局治水課事務連絡、平成15年3月一部改訂、平成16年4月一部改訂）（以下「技術基準（案）」と言う。）が、平成21年4月に改訂がなされた。

この改訂では、従来の材質規定から性能規定へ移行し、鉄線籠型護岸に使用する線材については、「線材に要求される性能」として、(1)母材の健全性、(2)強度、(3)耐久性、(4)均質性、(5)環境適合性が、また、蓋材の線材に関しては、これらに加え(6)摩擦抵抗（短期性能型、長期性能型）が規定された。

「IR被覆鉄線」は、技術基準（案）の被覆鉄線の適用条件である①河川水が強い酸性を示す区間^{*1)}、②河川水の塩水濃度が高い区間^{*2)}、③河岸等が腐植土で構成されている区間^{*3)}においても、技術基準（案）に規定された性能を満足するよう開発した被覆鉄線で、JIS G 3547に適合する亜鉛めっき鉄線（H）3種に接着性樹脂を塗布し、アイオノマー樹脂を押し出し被覆し、強度、耐久性（耐候性・耐酸性・耐塩性・耐薬品性・耐磨耗性など）、均質性、環境適合性に優れ、必要な摩擦抵抗も有した線材である。

*1) pH5以下の河川水が流れている区間

*2) 塩化物イオン濃度が年平均450mg/l以上の河川水が流れている区間

*3) 電気抵抗率が2,300Ω・cm以下の区間

2.2 開発の目標

「IR被覆鉄線」は、「鉄線籠型護岸の設計・施工基準（案）」（平成21年4月河川局治水課事務連絡）に規定される鉄線籠型護岸の被覆鉄線の適用区域において要求性能に満足する被覆鉄線として、開発目標を次に示す。

(1) 母材の健全性

母材の鉄線に傷がないこと。

(2) 強度

引張強さ390N/mm²以上を有すること。

(3) 耐久性

強い酸性を示す区間、塩分濃度が高い区間、腐植土で構成されている区間において30年程度の耐久性を有すること。

(4) 環境適合性

生態系を阻害するような有害物質を溶出しないこと。

(5) 耐燃焼性

たき火等により、被覆材の燃焼が広がらないこと。

(6) 摩擦抵抗

作業中及び供用中(30年間)における水辺の安全な利用のため必要な滑りにくさを有すること。

3. 被覆線審査証明の方法

表 I-2 に示す性能の確認方法に基づいて審査する。

表 I-2 性能の確認方法

試験項目		試験目的・内容	試験方法	評価方法及び判定基準	備考
母材の健全性	母材の傷	母材鉄線が健全であることを確認する	被覆前の心材を抜取りめつき溶脱後の母材鉄線の表面写真	母材の傷の有無	
強度	線材の引張強さ試験	線材の引張強さを確認する	JIS G 3543 準拠	390N/mm ² 以上	
耐久性	蓋材の耐久性評価試験	30年間の日光と磨耗による劣化後においても防食効果を有することを確認する 耐候性試験+線材磨耗試験+腐食促進試験 (直線状試験片)	耐候性試験 ^① : SUV 625 時間 ^③ (JIS A 1415 WS-A 7,500 時間以上に相当する) 線材磨耗試験 : KIP T 0901 準拠 (20,000 回転) 腐食促進試験 : JIS Z 2371 準拠 (5%塩水噴霧 72 時間)	30年間分の外力(光・磨耗)を受けた後に腐食促進試験を行なっても端部や損傷した部分以外に赤錆が発生しないこと	蓋材の暴露+流砂の磨耗作用による耐久性を評価する。WS-Aは200時間程度を1年として求め、30年間を7,500時間 ^② とした
		30年間、曲げ応力が作用している状態で、日光による劣化を受けても防食効果を有することを確認する 耐候性試験+腐食促進試験 (巻付け試験片)	耐候性試験 ^① : SUV 625 時間 (JIS A 1415 WS-A 7,500 時間以上に相当する) 腐食促進試験 : JIS Z 2371 準拠 (5%塩水噴霧 72 時間)	30年間分の外力(光・応力)を受けた後に腐食促進試験を行なっても端部以外に赤錆が発生しないこと	蓋材の暴露+応力による耐久性を評価する。WS-Aは200時間程度を1年として求め、30年間を7,500時間 ^② とした
	蓋材及び本体の耐久性評価試験	施工中の中詰材により被覆材が損傷しても錆が広がらないことを確認する 衝撃試験+腐食促進試験	衝撃試験 鉄片の落下試験 腐食促進試験 : JIS Z 2371 準拠 (5%塩水噴霧 2,000 時間)	5%塩水噴霧 2,000 時間の腐食試験で損傷した部分以外に赤錆が発生しないこと	中込め材投入時の破損を想定し被覆材とめつきの犠牲防食作用による耐久性を評価する
		被覆材と心線の接着面は、はく離による隙間等を発生させない接着性を有することを確認する	接着強さ試験 : JIS G 3543 準拠 (両面はく離で 1.5D×6 回巻)	被覆材と心線のはく離がないこと	
		低温域における外的応力に対する耐衝撃性を確認する	アイソット衝撃試験 JIS K 7110 準拠 (試験槽温度 -10°C)	40 kJ/m ² 以上 ^④	
		酸・アルカリ等に対する耐久性を確認する	耐薬品性試験 : JIS K 7114 準拠	被覆材にき裂や割れが生じないこと	
		電食に対する耐久性を確認する	JIS K 6911 準拠	体積固有抵抗率が 2,300Ω · cm 以上	
		腐植土に対する耐久性を確認する	腐植土埋設 4 ヶ月	被覆材にき裂や割れのないこと	
		環境応力(環境応力き裂)に対する耐久性を確認する	JIS G 3543 準拠 (環境応力き裂試験)	被覆材にき裂や割れが生じないこと	
		応力を受けている被覆材が低温・高温域で膨張・収縮により劣化しないことを確認する	ヒートサイクル試験 (-20°C、60°C)	被覆材にき裂や割れが生じないこと	温度変化に伴う膨張・収縮の確認
環境適合性	環境適合性試験	生態系を阻害するような有害物質を溶出しないことを確認する	食品衛生法(平成 18 年厚生労働省告示第 201 号、一部改正平成 27 年厚生労働省告示 30 号)	有害物質の溶出がないこと	
耐燃焼性	耐燃焼性試験	たき火等により、被覆材の燃焼が広がらないこと	袋型根固め用袋材に準じたたき火試験	燃焼が広がらないこと	
摩擦抵抗	摩擦特性(短期性能型)	作業中の安全のために必要な滑りにくさを有することを確認する	線的摩擦試験 KIP T 0905 準拠 ^⑤	摩擦係数 0.9 以上	
	摩擦特性(長期性能型)	30 年間における水辺の安全な利用のため必要な滑りにくさを有することを確認する 線材磨耗試験+線的摩擦試験	線材磨耗試験 KIP T 0907 準拠 ^⑤ 線的摩擦試験 KIP T 0905 準拠 ^⑤	摩擦係数 0.75 以上	品質管理の確認方法として初期磨耗 2,500 回転後 0.9 以上

*1) SUV とはメタルライドランプを使用する超促進耐候性試験の略号。

WS-A とは JIS A 1415 に規定されたサシャインカーボンアーチランプを使用するオープソフレームカーボンアーチランプ試験の略号。

*2) 袋型根固め用袋材の性能規定の基準に準拠。

*3) WS-A と SUV の比較試験により、IR に関しては SUV625 時間が WS-A7,500 時間以上に相当することを確認。

*4) かごマット工法技術推進協会の海岸護岸用シーサイドかごマットの被覆鉄線の品質規格に準拠。

*5) 技術基準(案) 参考資料。

4. 審査証明の前提と範囲

4.1 審査証明の前提

- (1) 本審査証明は、依頼者からの試験データ等の資料を基に審査し、確認したものである。
- (2) 「IR 被覆鉄線」の製造と加工は、所定の品質管理のもとに行われるものとする。

4.2 審査証明の範囲

河川の護岸等で使用する鉄線かごマット用の線材として使用するものとする。

5. 審査証明の結果

「IR 被覆鉄線」は、以下の性能を有することが確認された。

(1) 母材の健全性

めっき溶脱後の母材鉄線の表面写真により、母材の鉄線に傷がないことが確認された。

(2) 強度

線材の引張り試験により、線材は 390N/mm²以上の引張強さを有することが確認された。

(3) 耐久性

同種の基準に準拠した耐候性試験等により、強い酸性を示す区間、塩分濃度が高い区間、腐植土で構成されている区間において、30 年間程度の耐久性を有するものと判断された。

(4) 環境適合性

環境適合性試験により、生態系を阻害するような有害物質を溶出しないことが確認された。

(5) 耐燃焼性

たき火試験により、たき火等により被覆材の燃焼が広がらないことが確認された。

(6) 摩擦抵抗

磨耗試験及び摩擦試験により、作業中及び供用中（30 年間）における水辺の安全な利用のために必要な滑りにくさを有することが確認された。

6. 留意事項

「IR 被覆線」は、「IR 被覆鉄線の品質管理」に基づき、生産者による生産過程での品質管理及び、公的試験機関による品質確認により、適切に品質の管理・確認を行うものとする。

II 審査証明の詳細

II. 審査証明の詳細

1. 審査証明対象技術

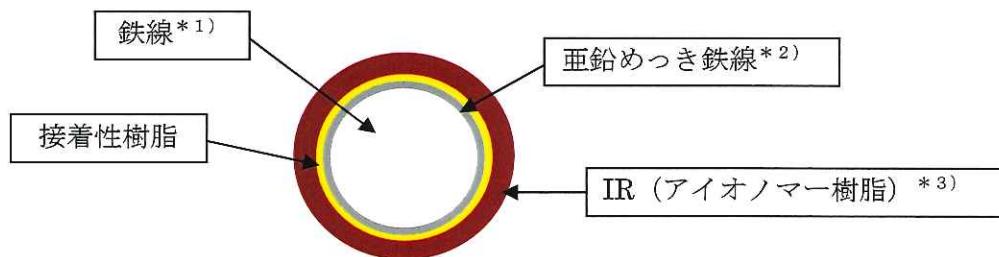
1.1 技術の概要

「IR 被覆鉄線」は、JIS G 3547（亜鉛めっき鉄線）に適合する亜鉛めっき鉄線(H)3種に合成樹脂を押出・被覆し、接着剤を使用して接着させた線材で主に河川護岸に使用する鉄線籠型護岸用被覆鉄線として開発したものである。

1.2 被覆鉄線の種類

「IR 被覆鉄線」は、心線径 2.6mm、3.2mm、4.0mm 及び 5.0mm の亜鉛めっき鉄線(H)3種に接着性樹脂を塗布し、アイオノマー樹脂を被覆した線材である。

図 II-1 に形状を示す。



* 1) 母材：鉄線

* 2) 心材：亜鉛めっき鉄線（母材にめっきしたもの）

* 3) 被覆材：アイオノマー樹脂（金属イオン架橋ポリエチレン系樹脂）

図 II-1 「IR 被覆鉄線」の形状

1.3 用途例

「IR 被覆鉄線」が使用されるかご工法の主な種類を、図 II-2 に示す。

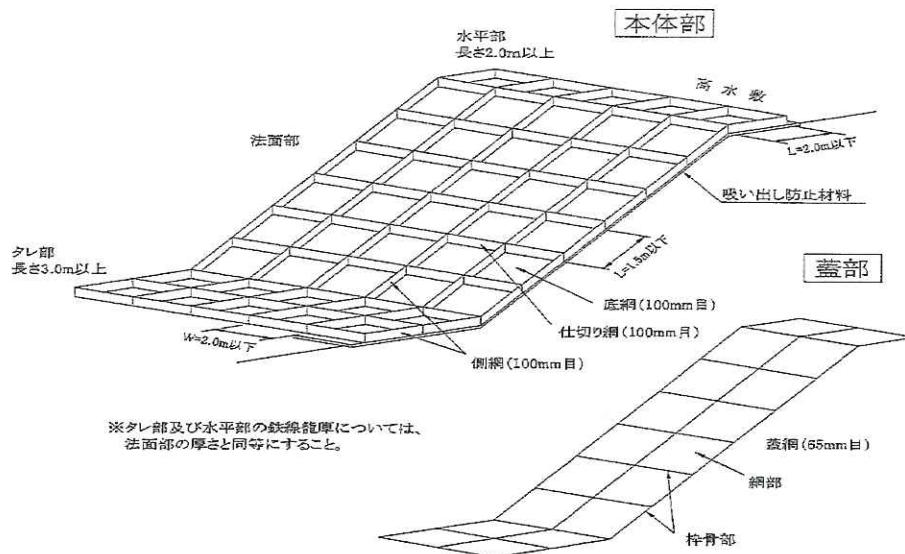


図 II-2 「IR 被覆鉄線」を用いたかご工法の例

1.4 製品の仕様

1.4.1 かごの仕様

かごの仕様を表II-1に示す。

表II-1 かごの仕様

かごの厚さ			30 cm	50 cm
細部規格	網目	蓋部	65 mm	65 mm
		本体部	75 mm	100 mm
	被覆鉄線の太さ	蓋部	φ 4.0 mm	φ 5.0 mm
		本体部	φ 3.2 mm	φ 4.0 mm
	枠・骨線	蓋部	φ 5.0 mm	φ 6.0 mm
		本体部	φ 4.0 mm	φ 6.0 mm
	仕切網の間隔	水平部	2.0m 以下	2.0m 以下
		のり面部	1.5m 以下	1.5m 以下
		たれ部	1.5m 以下	1.5m 以下
	側網の間隔		2.0m 以下	2.0m 以下

*1) 被覆鉄線の太さとは被覆線径（外径）のことをいう。

1.4.2 「IR 被覆鉄線」 *2) の仕様

「IR 被覆鉄線」の仕様を表II-2に示す。

表II-2 「IR 被覆鉄線」の仕様

合成樹脂の種類		アイオノマー樹脂			
		呼び（被覆線径－心線径）			
		32－26	40－32	50－40	60－50
被覆線径 (mm)	3.20 ±0.08	4.00 ±0.08	5.00 ±0.10	6.00 ±0.10	
心線径 (mm)	2.60 ±0.07	3.20 ±0.07	4.00 ±0.08	5.00 ±0.09	
最小被膜厚さ (mm)	0.20 以上	0.27 以上	0.34 以上	0.34 以上	
引張強さ (N/mm ²)	590～880	540～830	390～780	390～780	
破断強さ (N)	3,140～ 4,660	4,350～ 6,670	4,900～ 9,790	7,660～ 15,300	
亜鉛付着量 (g/m ²)	120 以上	135 以上	155 以上	155 以上	

*2) JIS G 3543 の試験に合格した被覆線である。

1.5 既存の技術との比較

1.5.1 鉄線籠型護岸用被覆鉄線「IR 被覆鉄線」と既存の技術の比較

鉄線籠型護岸用被覆鉄線「IR 被覆鉄線」と既存の技術との比較を表 II-3 に示す。

表 II-3 既存の技術との比較

	試験項目	既存の技術 (粗面メッキ鉄線)	IR 被覆鉄線
仕様	線径 (心線径)	4.0±0.10 mm 5.0±0.12 mm	2.6±0.07 mm 3.2±0.07 mm 4.0±0.08 mm 5.0±0.09 mm
	引張強さ	290 N/mm ² 以上	390 N/mm ² 以上
	巻付性	線径の 1.5 倍の円筒に 6 回以上巻付け、著しいき裂及び、はく離を生じない	線径の 1.5 倍の円筒に 6 回以上巻付け、著しいき裂及び、はく離が生じない
	めつき 成分	アルミ 11% マグネシウム 2% 亜鉛 87%	亜鉛 100%
	めつき 付着量	220g/m ² 以上	2.6 mm 120 g / m ² 以上 3.2 mm 135 g / m ² 以上 4.0 mm 155 g / m ² 以上 5.0 mm 155 g / m ² 以上
	線径 (外径)	—	3.2±0.08 mm 4.0±0.08 mm 5.0±0.10 mm 6.0±0.10 mm
	最小被膜厚さ	—	3.2 0.20 mm 4.0 0.27 mm 5.0 0.34 mm 6.0 0.34 mm
	接着強さ	—	被覆の両面を削り取り、線径の 1.5 倍の円筒に 6 回以上巻付け、はく離が生じない
適用河川	巻付性	—	線径の 1.5 倍の円筒に 6 回以上巻付け、き裂及びはく離が生じない
	一般区間	適用	適用
	強い酸性を 示す区間	適用除外	適用
	塩分濃度が 高い区間	適用除外	適用
	腐植土で構成 されている 区間	適用除外	適用

2. 開発の趣旨と目標

2.1 開発の趣旨

鉄線籠型護岸工法については、近年の河川構造物の性能規定化に対応するため「鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）」（平成 13 年 1 月河川局治水課事務連絡、平成 15 年 3 月一部改訂、平成 16 年 4 月一部改訂）（以下「技術基準（案）」と言う。）が、平成 21 年 4 月に改訂がなされた。

この改訂では、従来の材質規定から性能規定へ移行し、鉄線籠型護岸に使用する線材については、「線材に要求される性能」として、(1)母材の健全性、(2)強度、(3)耐久性、(4)均質性、(5)環境適合性が、また、蓋材の線材に関しては、これらに加え(6)摩擦抵抗（短期性能型、長期性能型）が規定された。

「IR 被覆鉄線」は、技術基準（案）の被覆鉄線の適用条件である①河川水が強い酸性を示す区間^{*1)}、②河川水の塩水濃度が高い区間^{*2)}、③河岸等が腐植土で構成されている区間^{*3)}においても、技術基準（案）に規定された性能を満足するよう開発した被覆鉄線で、JIS G 3547 に適合する亜鉛めっき鉄線（H）3 種に接着性樹脂を塗布し、アイオノマー樹脂を押し出し被覆し、強度、耐久性（耐候性・耐酸性・耐塩性・耐薬品性・耐磨耗性など）、均質性、環境適合性に優れ、必要な摩擦抵抗も有した線材である。

*1) pH5 以下の河川水が流れている区間

*2) 塩化物イオン濃度が年平均 450 mg/l 以上の河川水が流れている区間

*3) 電気抵抗率が 2,300 Ω · cm 以下の区間

2.2 開発の目標

「IR 被覆鉄線」は、「鉄線籠型護岸の設計・施工基準（案）」（平成 21 年 4 月河川局治水課事務連絡）に規定される鉄線籠型護岸の被覆鉄線の適用区域において要求性能に満足する被覆鉄線として、開発目標を次に示す。

(1) 母材の健全性

母材の鉄線に傷がないこと。

(2) 強度

引張強さ 390N/mm²以上を有すること。

(3) 耐久性

強い酸性を示す区間、塩分濃度が高い区間、腐植土で構成されている区間において 30 年程度の耐久性を有すること。

(4) 環境適合性

生態系を阻害するような有害物質を溶出しないこと。

(5) 耐燃焼性

たき火等により、被覆材の燃焼が広がらないこと。

(6) 摩擦抵抗

作業中及び供用中（30 年間）における水辺の安全な利用のため必要な滑りにくさを有すること。

3. 性能確認方法

3.1 母材の健全性

母材の健全性に関する開発目標の達成を確認するため、被覆前の心材を抜き取り、めっき溶脱後の母材鉄線の表面写真にて母材に傷がないことを確認する。

3.2 強度（線材の引張り強さ試験）

線材の引張り強さに関する開発目標の達成を確認するため、JIS G 3543に準じて引張り試験を行い、引張り強さ 390N/mm^2 以上を有することを確認する。

3.3 耐久性

線材の耐久性に関する開発目標の達成を確認するため、次の試験を行う。

3.3.1 蓋材の耐久性評価試験

3.3.1.1 蓋材の暴露による劣化、流砂による磨耗作用の耐久性試験

耐候性試験 SUV625 時間^{*1)} (JIS A 1415 WS-A 7,500 時間以上に相当) の劣化促進後に、KIP T 0901 に準じて線材磨耗試験を 20,000 回転を行い、その後 JIS Z 2371 に準じた 5% 塩水噴霧 72 時間の腐食試験で、端部以外に赤錆の発生がないことを確認する。

3.3.1.2 蓋材の暴露応力に対する耐久性試験

耐候性試験 SUV625 時間 (JIS A 1415, WS-A 7,500 時間以上に相当) の劣化促進後に、JIS Z 2371 に準じた 5% 塩水噴霧 72 時間の腐食試験で、端部以外に赤錆の発生しないことを確認する。

3.3.2 蓋材及び本体の耐久性評価試験

3.3.2.1 施工時及び供用時の損傷に対する耐久性試験

厚さ 1 cm の不織布の上に試験片を置き、20kg の鉄片を高さ 50 cm の高さから自然落下させ、JIS Z 2371 に準じて、5% 塩水噴霧 2,000 時間の腐食試験を行い、損傷した部分以外に赤錆の発生しないことを確認する。

3.3.2.2 接着強さ試験

JIS G 3543 に準じて、被覆の両面をはく離し、線径の 1.5 倍の円筒に 6 回以上巻き付け試験を行い、被覆材と心線との接着面がはく離を生じない接着性を有することを確認する。

3.3.2.3 樹脂の低温衝撃試験

JIS K 7110 に準じてアイゾット衝撃試験を行い、被覆材が 40k J/m^2 以上の衝撃強度を有し、 -10°C の低温域においても耐衝撃性を有していることを確認する。

*1) 袋型根固め用袋材の基準では、30 年の耐候性試験として、WS-A7, 500 時間を行っている。WS-A と SUV の比較試験により、IR に関しては SUV625 時間が WS-A7, 500 時間以上に相当することを確認した。

3.3.2.4 耐薬品性試験（酸・アルカリ等の水域による耐久性）

JIS K 7114に準じて、耐薬品性試験を行い、酸・アルカリ等の水域における耐久性（被覆材にき裂や割れが発生しないこと）を確認する。

3.3.2.5 電食に対する耐久性（体積抵抗率試験）

JIS K 6911に準じて、体積抵抗率試験を行い、 $2,300 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の体積抵抗率を有することを確認する。

3.3.2.6 腐植土の有機成分に対する耐久性試験

腐植土（園芸用腐葉土）に被覆線3個を4ヶ月埋設し、被覆材にき裂や割れが発生しないことを確認する。

3.3.2.7 環境応力き裂試験

JIS G 3543に準じて、環境応力き裂試験を1,000時間行い、被覆材にき裂や割れが生じないことを確認する。

3.3.2.8 ヒートサイクル試験

60°C （3時間以上）、 -20°C （3時間以上）を1サイクルとし、30サイクル繰り返し行い、被覆材にき裂や割れが生じないことを確認する。

3.4 環境適合性

環境適合性に関する開発目標の達成を確認するため、食品衛生法（厚生労働省告示第201号）に基づき生態系を阻害するような有害物質を溶出しないことを確認する。

3.5 耐燃焼性

耐燃焼性に関する開発目標の達成を確認するため、たき火試験を行い、たき火等により、被覆材の燃焼が広がらないことを確認する。

3.6 摩擦抵抗

摩擦抵抗に関する開発目標の達成を確認するため、次の試験を行う。

3.6.1 短期性能型摩擦特性試験

KIP T 0905に準じて、線的摩擦試験を行い、摩擦係数0.9以上（作業中の安全のために必要な滑りにくさ）を有することを確認する。

3.6.2 長期性能型摩擦特性試験

KIP T 0907に準じて、線材磨耗試験を行い、KIP T 0905に準じて、線的摩擦試験を行い、摩擦係数0.75以上（30年間における水辺の安全な利用のために必要な滑りにくさ）を有することを確認する。

4. 試験結果

4.1 母材の健全性

めっき溶脱後の母材鉄線の表面写真により、母材の鉄線に傷がないことが確認された。

(1) 試験目的

母材の鉄線に傷がないことを確認する。

(2) 試験方法

次のフローで試験を行った。

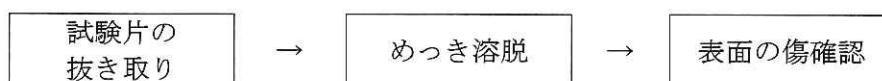


表 II-4 母材の健全性確認試験条件

項目	内 容
試験方法	被覆前的心材から試験片を抜き取り、JIS H 0401（溶融亜鉛めっき試験方法）の間接法でめっきを溶脱し、母材の表面写真を撮影する。
試験片の線径	2.6 mm、3.2 mm、4.0 mm、5.0 mm（心材の線径）
試験片の数	各線径ごと3本

(3) 試験結果

写真 II-1 に示すように、めっき溶脱後の母材の鉄線に傷がなかった。

	全体写真	拡大写真
2.6 mm		
3.2 mm		
4.0 mm		
5.0 mm		

写真 II-1 母材の表面写真

4.2 強度（線材の引張強さ試験）

線材の引張試験により、線材は 390N/mm^2 以上の引張強さを有していることが確認された。

(1) 試験目的

洗掘時の破断抵抗及び洗掘に追随する屈とう性を有する鉄線籠本体の一部として機能するために必要な引張り強さ (390 N/mm^2 以上) を有することを確認する。

(2) 試験方法と条件

表 II-5 引張強さ試験条件

項目	内容
試験方法	JIS G 3543 11.2 引張試験に準拠
引張り速度	50 mm/min
試験片の種類	JIS Z 2241 に準ずる直線状の被覆鉄線
試験片の数	各線径ごと 3 本



(3) 試験結果

表 II-6 に示すように、線材は 390 N/mm^2 以上の引張強さを有していた。

表 II-6 引張強さ試験結果

呼び (被覆線径－心線径)	引張強さ規格 (N/mm^2)	引張強さ (N/mm^2)	
32-26	590 ~ 880	734	平均
		731	733
		733	
40-32	540 ~ 830	682	平均
		687	686
		689	
50-40	390 ~ 780	624	平均
		628	627
		628	
60-50	390 ~ 780	618	平均
		611	616
		619	

4.3 耐久性

同種の基準に準拠した耐候性試験等により、強い酸性を示す区間、塩分濃度が高い区間、腐植土で構成されている区間において 30 年間程度の耐久性を有するものと判断された。

4.3.1 蓋材の耐久性評価試験

4.3.1.1 蓋材の暴露による劣化、流砂による磨耗作用の耐久性試験

30 年間分の外力（光・磨耗）を受けた後に腐食促進試験を行っても端部以外に赤錆が発生していなかった。

(1) 試験目的

30 年間の日光（紫外線）による劣化と流砂等による磨耗後においても防食効果を有することを確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。

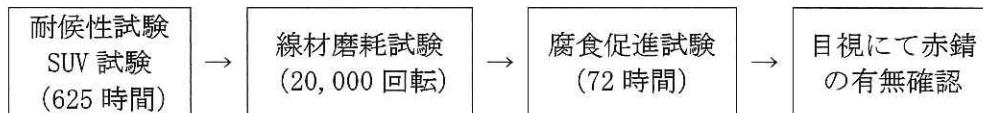


表 II-7 耐候性試験条件

項目	内 容
試験方法	SUV
試験時間	625 時間
試験片	長さ 300mm の直線状
試験片の数	各 3 本

表 II-8 線材磨耗試験条件

項目	内 容
試験方法	KIP T 0901 線材磨耗試験方法（耐久性用）に準ずる
回転数	20,000 回転
試験片	625 時間経過品
試験片の数	各 3 本

表 II-9 腐食促進試験条件

項目	内 容
試験方法	JIS Z 2371 塩水噴霧試験方法に準拠
塩水濃度	5%
試験時間	72 時間
試験片	磨耗試験後の試験片



写真 II-3 耐候性試験装置



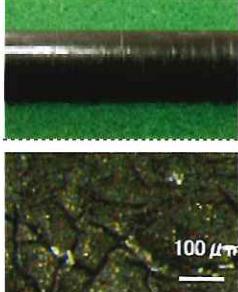
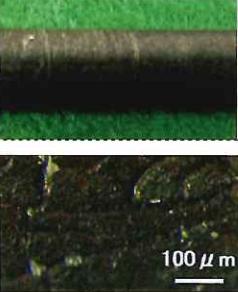
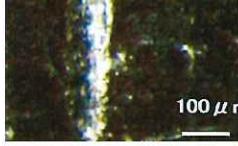
写真 II-4 線材磨耗試験装置



写真 II-5 腐食促進試験装置

(3) 試験結果

30年間分の外力（光^{*1}・磨耗）を受けた後に腐食促進試験を行った結果、写真Ⅱ-6に示すように表面の目視や顕微鏡写真（100倍）による観察では、端部以外に赤錆が発生していなかった。なお、腐食促進試験72時間後の鉄線の表面全体には赤錆が発生していた。

SUV625 時間+磨耗試験+塩水噴霧試験				
鉄線の腐食促進試験(72時間)写真				
		0 時間	312 時間	625 時間
S U V 試 験	表面 写真			
	顕微鏡 写真 (100倍)	 100 μm	 100 μm	 100 μm
S U V + 磨 耗	表面 写真			
	顕微鏡 写真 (100倍)		 100 μm	 100 μm

写真Ⅱ-6 蓋材の暴露（SUV）による劣化、流砂による磨耗作用の耐久性試験結果

* 1) 袋型根固め用袋材の基準では、30年の耐候性試験として、WS-A7, 500時間を行っている。WS-AとSUVの比較試験により、IRに関してはSUV625時間がWS-A7, 500時間以上に相当することを確認した。

4.3.1.2 蓋材の暴露、応力に対する耐久性試験

30年間分の外力（光・応力）を受けた後に腐食促進試験を行っても端部以外に赤錆が発生していなかった。

(1) 試験目的

30年間曲げ応力が作用している状態で、日光（紫外線）による劣化を受けても防食効果を有することを確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。



表 II-10 耐候性試験条件

項目	内 容
試験方法	SUV
試験時間	625 時間
試験片	JIS G 3543 11.5 卷付 試験に合格したもの
試験片	各 3 個

表 II-11 腐食促進試験条件

項目	内 容
試験方法	JIS Z 2371 塩水噴霧 試験方法に準拠
塩水濃度	5%
試験時間	72 時間
試験片	耐候性試験後の試験片

(3) 試験結果

30年間分の外力（光・応力）を受けた後に腐食促進試験を行った結果、写真 II-7 に示すように表面の目視や顕微鏡写真（100倍）による観察では、端部以外に赤錆が発生していなかった。

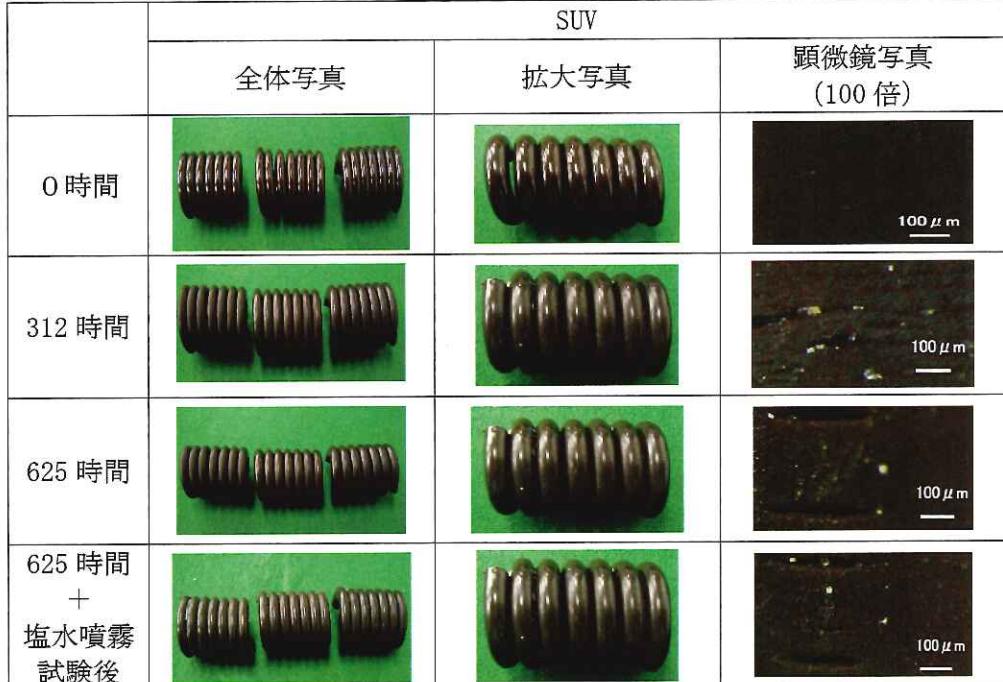


写真 II-7 蓋材の暴露、応力による耐久性試験結果

4.3.1.3 現地サンプリングによる耐候性試験の確認

6.8年間の日光に暴露された現地サンプルの深さ方向の劣化から劣化年数を想定すると、SUV625時間後の深さ方向の劣化は、30年以上となった。

(1) 試験目的

- 1) 供用後6.8年の現地サンプリング試料の深さ方向の劣化状況を確認する。
- 2) 現地サンプル(6.8年)の劣化とSUV625時間の劣化を比較し、深さ方向の状況から劣化状況を確認する。

(2) 現地採取試料状況

「IR被覆鉄線」の施工から6.8年間経過している写真II-8の箇所から試料の採取を行った。サンプリングは、河口部より約3km上流の覆土がない地点で行った。



下流側 サンプリング前状況

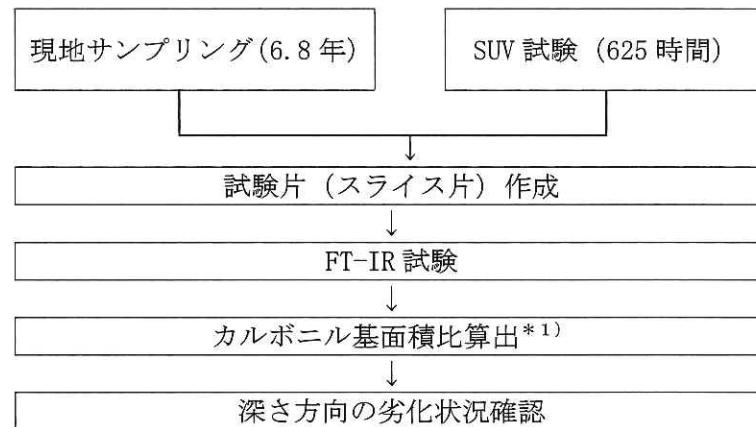


サンプリング状況

写真II-8 試料採取状況

(3) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。



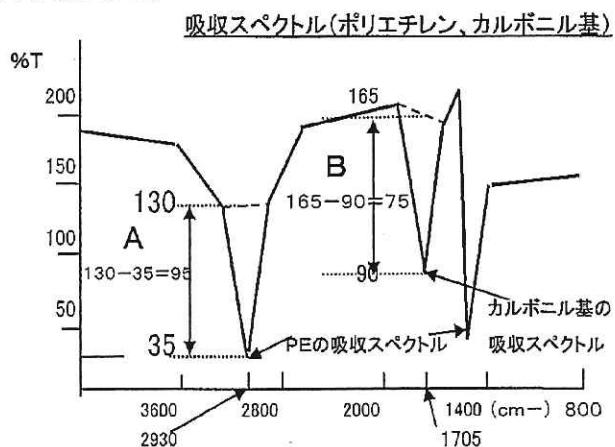
表II-12 FT-IR試験条件

項目	内 容
試験方法	FT-IR
測定方法	ミクロトームスライス片一透過測定
試験片	樹脂ダンベル(初期値測定) SUV625時間後の被覆線 施工から6.8年間経過している被覆線

*1) カルボニル基面積比

赤外線分光光度計(FT-IR)により母材の吸収スペクトルとカルボニル基の吸収スペクトルを測定し、カルボニル基面積比を算出する。

ポリエチレンは、紫外線劣化を起こすとカルボニル基を生成しながら分子鎖を切断する。このカルボニル基は、FT-IR(赤外線分光光度計)により測定する事ができ、下図の面積比(B/A)により、算出する。



参考図 FT-IR 測定例

(4) 試験結果

1) 初期値の測定

「IR 被覆鉄線」は、初期状態でカルボニル基が含まれているため、室内促進試験前にカルボニル基面積比の測定を行い、カルボニル基面積比の初期値を 0.40 とした。

2) SUV625 時間後試料と現地サンプルの表面の劣化

SUV625 時間後の試料と現地サンプルの表面を写真 II-9 に、被覆部断面を写真 II-10 に示す。現地サンプルでは表面および被覆部断面にき裂は認められなかつた。SUV625 時間後の試料では、表面の割れがあり、被覆部断面より $40 \mu\text{m}$ の深さまでのき裂が確認された。なお、被覆部断面写真の数値は、FT-IR の試験深度である。

	SUV625 時間後	現地サンプル
現物写真		
顕微鏡写真 (100 倍)		

写真 II-9 SUV625 時間後、及び現地サンプルの表面写真

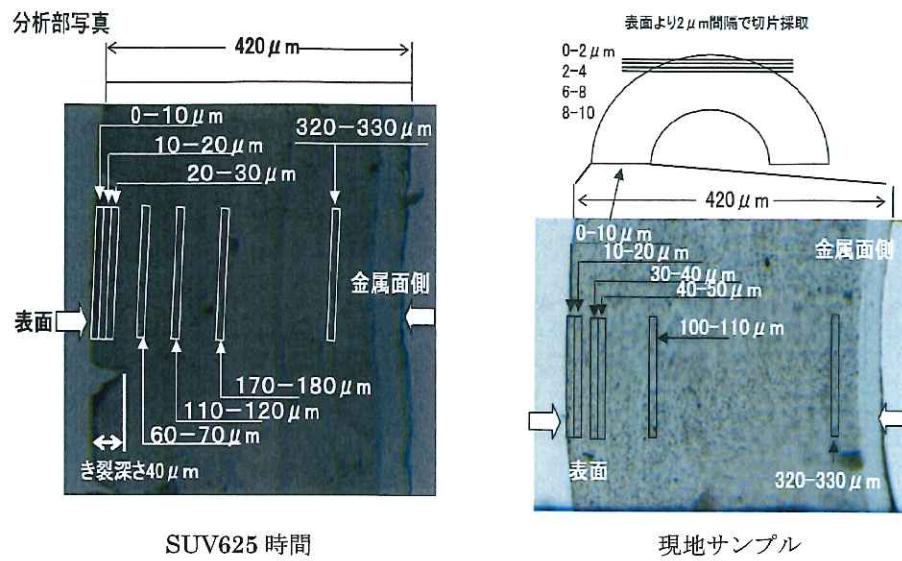


写真 II-10 被覆部断面写真

3) SUV625 時間後試料と現地サンプルでのカルボニル基面積比深度分布

SUV625 時間後の試料と現地サンプルでの FT-IR 試験結果を表 II-13 に示し、カルボニル基面積比深度分布を図 II-3 に示す。IR 被覆材のカルボニル基面積比の初期値 (0.4) で比較すると、初期値と同等になった深さは、6.8 年経過後の現地サンプルでは 4 μm で SUV625 時間後の試料では 30 μm であった。

表 II-13 SUV625 時間後試料、及び現地サンプルでの FT-IR 試験結果

SUV625 時間後試料の試験結果

表面～深さ距離 (μm) 分析範囲	カルボニル基 面積比	
	中心距離	面積比
0~10	5	0.64
10~20	15	0.47
20~30	25	0.41
60~70	65	0.34
110~120	115	0.37
170~180	175	0.32
320~330	325	0.39
初期値		0.40

現地サンプルの試験結果

表面～深さ距離 (μm) 分析範囲	カルボニル基 面積比	
	中心距離	面積比
0~2	1	0.58
2~4	3	0.41
6~8	7	0.36
8~10	9	0.32
10~20	15	0.30
30~40	35	0.34
40~50	45	0.35
100~110	105	0.37
370~380	375	0.37
初期値		0.40

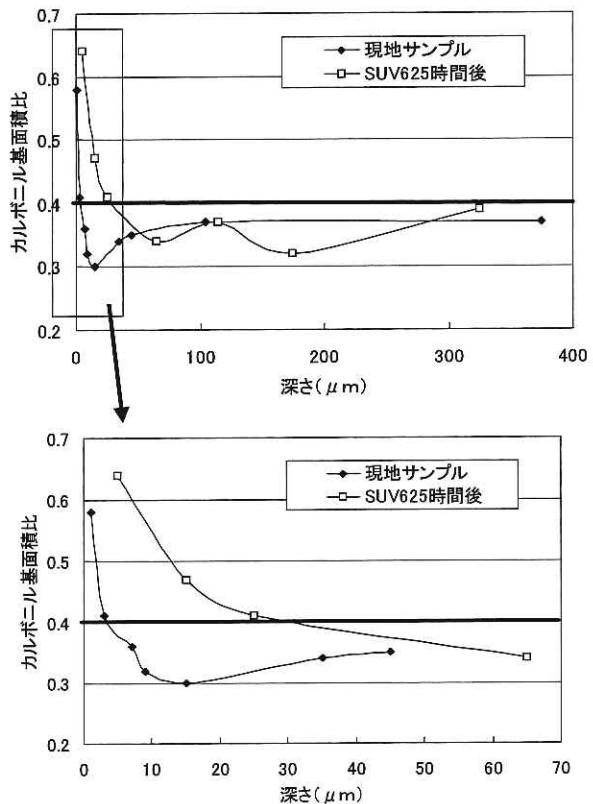


図 II-3 SUV625 時間後試料と現地サンプルのカルボニル基面積比の深度分布

4) SUV625 時間後の結果から耐用年数の推定

現地サンプル及び SUV625 時間後の劣化深度とその劣化年数を表 II-14 に示す。IR 被覆材のカルボニル基面積比の初期値 (0.4) で比較すると、現地サンプルに対する SUV625 時間後の劣化は 7.5 倍となり、SUV625 時間は、現地の 50 年程度と推定できる。

また、IR 被覆材のカルボニル基面積比の最低値の値で比較すると、現地サンプルは 6.8 年経過後 15 μm で、SUV625 時間後では 65 μm であったことから、現地サンプルに対する SUV625 時間の劣化は 4.3 倍程度となり、SUV625 時間は現地の 30 年程度と推定できる。このことから 30 年以上の耐用年数があると判断される。

表 II-14 現地サンプルおよび SUV625 時間後の劣化深度とその劣化年数

		現地サンプル	SUV625 時間後
初期値 ¹⁾	劣化深度	4 μm	30 μm (7.5 倍の劣化)
	劣化年数	6.8 年	51 年 ³⁾
最小値 ²⁾	劣化深度	約 15 μm	約 65 μm (4.3 倍程度の劣化)
	劣化年数	6.8 年	約 30 年 ⁴⁾

* 1) 表 II-13 の試験結果より、初期値 (0.4) を基準とした

* 2) 表 II-13 の試験結果より、深度 100 μm 以内の最小値を基準とした

* 3) 30 μm (SUV625 時間の劣化) ÷ 4 μm (現地サンプルの劣化) × 6.8 年 (現地サンプルの供用年数)

* 4) 65 μm (SUV625 時間の劣化) ÷ 15 μm (現地サンプルの劣化) × 6.8 年 (現地サンプルの供用年数)

4.3.2 蓋材及び本体の耐久性評価試験

4.3.2.1 施工時及び供用時の損傷に対する耐久性試験

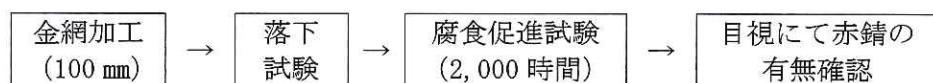
被覆材が損傷しても、損傷した部分からの赤錆の侵入はなかった。

(1) 試験目的

施工時の中詰材により被覆材が損傷しても錆が広がらないことを確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。



表II-15 鉄片の落下試験条件

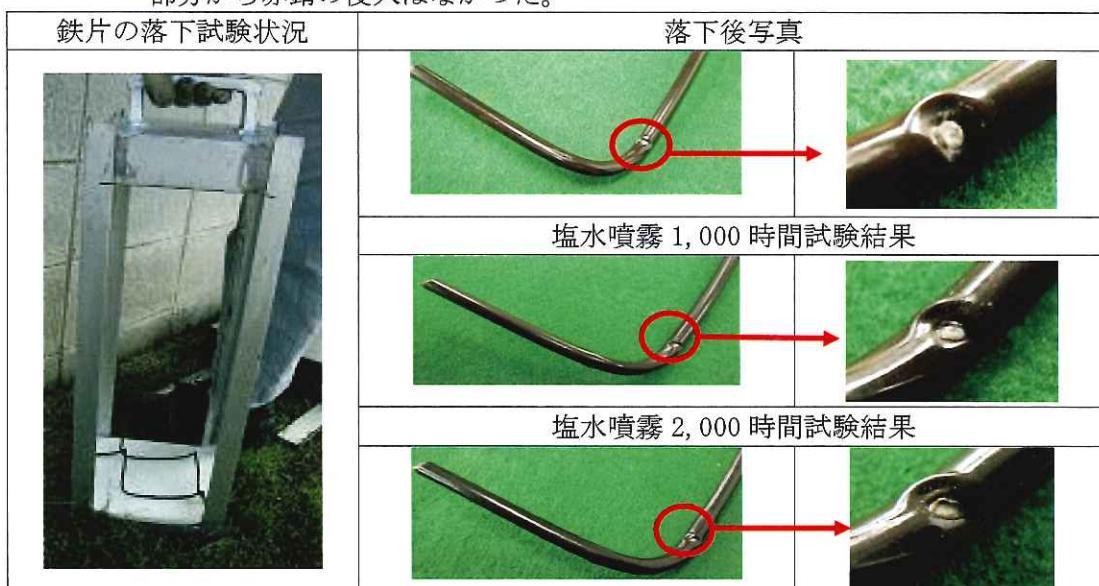
項目	内 容
鉄片の寸法・重量	200×200×60mm、20kg
落下高さ	50cm
試験方法	厚さ1cmの不織布の上に試験片を置き鉄片を落下させる
試験片の形状	網目100mmのひし形金網に加工したもの
試験片の数	3枚

表II-16 腐食促進試験条件

項目	内 容
試験方法	JIS Z 2371 塩水噴霧試験方法に準拠
塩水濃度	5%
試験時間	2,000時間
試験片	鉄片の落下試験後の試験片

(3) 試験結果

写真II-11に示すように、接着及びめっきの効果により被覆材が損傷した部分から赤錆の侵入はなかった。



写真II-11 鉄片の落下試験状況と塩水噴霧試験結果

4.3.2.2 接着強さ試験

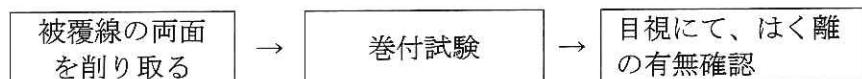
被覆材と心線との接着面ははく離を生じない十分な接着性を有することが確認された。

(1) 試験目的

被覆材と心線の接着面は、はく離による隙間等を発生させない十分な「接着性」を有することを確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。



表II-17 接着強さ試験方法

試験方法	JIS G 3543 (合成樹脂被覆鉄線) に準拠。
試験条件	2面(両面)を削りとった被覆線試料を線径の1.5倍の円筒に6回以上巻き付ける(1.5D×6)。 *JISの試験は、線径の2.0倍の円筒に6回以上巻き付ける(2D×6)。

(3) 試験結果

写真II-12に示すように、被覆材と心線のはく離はなかった。

	全体写真	拡大写真
試験前		
被覆線の 断面図	断面図 	
試験後	全体写真 	拡大写真

写真II-12 接着強さ試験結果

4.3.2.3 樹脂の低温衝撃試験

被覆材が -10°C の低温域においても 40 k J/m^2 以上の衝撃強度があり、耐衝撃性を有していることが確認された。

(1) 試験目的

被覆材が -10°C の温度域においても 40 k J/m^2 以上の衝撃強度があることを確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。

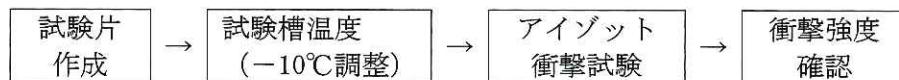


表 II-18 アイゾット衝撃試験方法

試験機関	財団法人 化学技術戦略推進機構 高分子試験・評価センター大阪事業所	
試験方法	JIS K 7110 プラスチックーアイゾット衝撃強さの試験方法（振り子式衝撃試験機）を用い、試験片の破壊時に吸収される衝撃エネルギー量から求める。	
試験条件	ひょう量	12J
	衝撃方向	エッジワイズ（ノッチあり）
	試験片寸法	長さ 63.5mm×幅 12.7mm×厚さ 6.25m
	状態調節	23±2°C 50±5% 16時間以上
	試験槽温度	-10°C

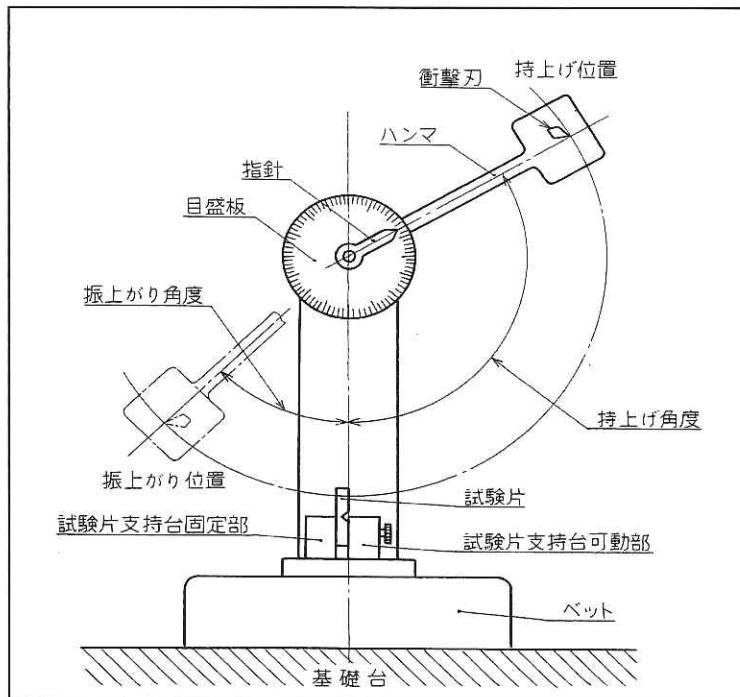


図 II-4 アイゾット衝撃試験装置

(3) 試験結果

表II-19により、-10°Cの温度域においても 40 k J / m²以上の衝撃強度があつた。

表II-19 アイゾット衝撃試験結果

試験項目	アイゾット衝撃強さ (k J / m ²)		破壊のタイプ
	測定値	平均値	
アイゾット 衝撃試験	85.5	84	P
	88.3		P
	82.8		P
	84.3		P
	80.3		P
備考	<u>破壊のタイプ</u> C (完全破壊) : 試験片が二つ以上の破片に破壊するもの H (ヒンジ破壊) : 折れ曲がり剛さがなくなったヒンジ状の薄い表層だけ が、一体となって離れない試験片となつた不完全破壊 P (部分破壊) : ヒンジ破壊の定義に合わない、不完全破壊 N B (破壊せず) : 破壊しない場合		

4.3.2.4 耐薬品性試験（酸・アルカリ等の水域による耐久性）

酸・アルカリ等に浸漬しても、被覆材にき裂や割れが生じないことが確認された。

(1) 試験目的

酸・アルカリ等の水域における耐久性を確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。

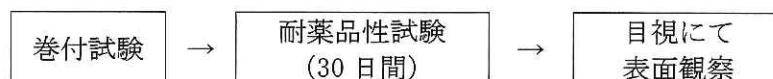


表 II-20 耐薬品性試験条件

項目	内 容
試験機関	財団法人 化学技術戦略推進機構 高分子試験・評価センター大阪事業所
試験方法	JIS K 7114 プラスチックの耐薬品性試験方法に準じる
試験条件	①塩酸水溶液 pH : 1.0、2.5、4.0、6.0
	②硫酸水溶液 pH : 1.0、2.5、4.0、6.0
	③水酸化ナトリウム水溶液 pH : 10.0、12.0、14.0
	④水酸化カルシウム水溶液 pH : 10.0、12.0
	浸漬温度 23±2°C
浸漬時間	30 日間
試験片の種類	JIS G 3543 11.5 卷付試験に合格したもの
試験片の数	各 3 個

(3) 試験結果

写真 II-13 及び II-14 に示すように、酸・アルカリ等に浸漬しても被覆材にき裂や割れが生じなかった。

	① 塩酸水溶液	②硫酸水溶液
試験前		
pH 6.0		
pH 4.0		
pH 2.5		
pH 1.0		

写真 II-13 塩酸水溶液・硫酸水溶液浸漬後の外観

	③水酸化ナトリウム水溶液	④水酸化カルシウム水溶液
試験前		
pH 14.0		
pH 12.0		
pH 10.0		

写真 II-14 水酸化ナトリウム水溶液・水酸化カルシウム水溶液浸漬後の外観

4.3.2.5 電食に対する耐久性（体積抵抗率試験）

電食に対する基準 $2,300 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上^{*1)} の体積抵抗率があることが確認された。

(1) 試験目的

電食（地中に漏えいした迷走電流等による腐食）に対する耐久性を確認する。

(2) 試験方法と条件

表 II-21 腐食土による被覆材の耐久性試験条件

項目	内 容
試験機関	財団法人 化学技術戦略推進機構 高分子試験・評価センター大阪事業所
試験方法	JIS K 6911 5.13 抵抗率に準ずる
試験片の種類	直径 100mm 厚さ 2mm の円盤状プレスシート 又は 100mm × 100mm × 2mm のプレスシート
試験片の数	3 枚



写真 II-15 体積抵抗率試験状況

(3) 試験結果

表 II-22 に示すように、電食に対する基準 $2,300 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の体積抵抗率があった。

表 II-22 体積抵抗率試験結果

試料名	体積抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	
	測定値	平均値
アイオノマー樹脂シート	7.7×10^{15}	6.1×10^{15}
	5.9×10^{15}	
	4.6×10^{15}	

* 1) 電食に対する耐久性

迷走電流が地中埋設された金属体を通ると、金属体はその電流が流出する部分で腐食する。この様な現象を電食と言う。金属に接している物質を電流が流れないと、流れにくければ電食は起こらない。

電流の流れにくさは電気抵抗率（電気比抵抗）で表され、鉄線かご型護岸の設計・施工基準案（国土交通省河川治水課）によると、めっき鉄線使用の場合は、 $2,300 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の電気比抵抗で適用できるのでこれを基準とした。

4.3.2.6 腐植土の有機成分に対する耐久性試験

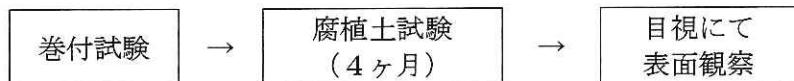
腐植土内においても、有機成分により被覆材にき裂や割れの発生はないことが確認された。

(1) 試験目的

腐植土内においても、被覆材が劣化しないことを確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。



表II-23 腐植土内における被覆材の耐久性試験条件

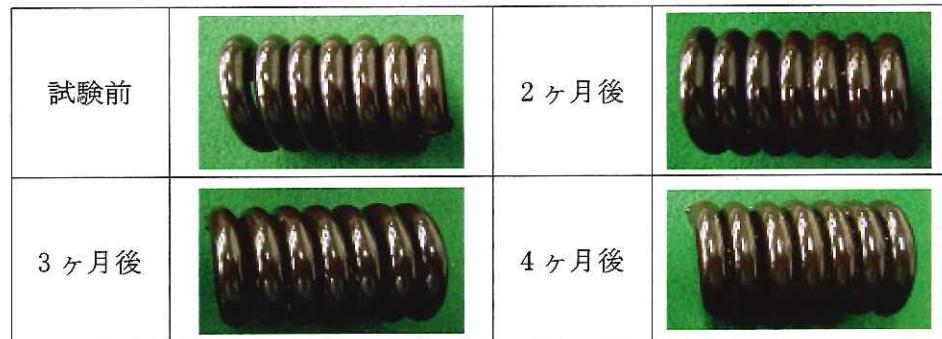
項目	内容
試験方法	腐植土中に一定期間埋設した試験片の被覆材の劣化を調べる。
試験条件	使用腐植土：園芸用腐葉土 埋設期間：2, 3, 4ヶ月
試験片の種類	JIS G 3543 11.5 卷付試験に合格したもの
試験片の数	各3個



写真II-16 試験状況

(3) 試験結果

写真II-17に示すように、腐植土内においても、有機成分により被覆材にき裂や割れの発生はなかった。



写真II-17 腐植土に埋設後の外観

4.3.2.7 耐環境応力き裂試験

環境応力によって、被覆材にき裂や割れが発生していないことが確認された。

(1) 試験目的

環境応力による損傷の有無を確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。

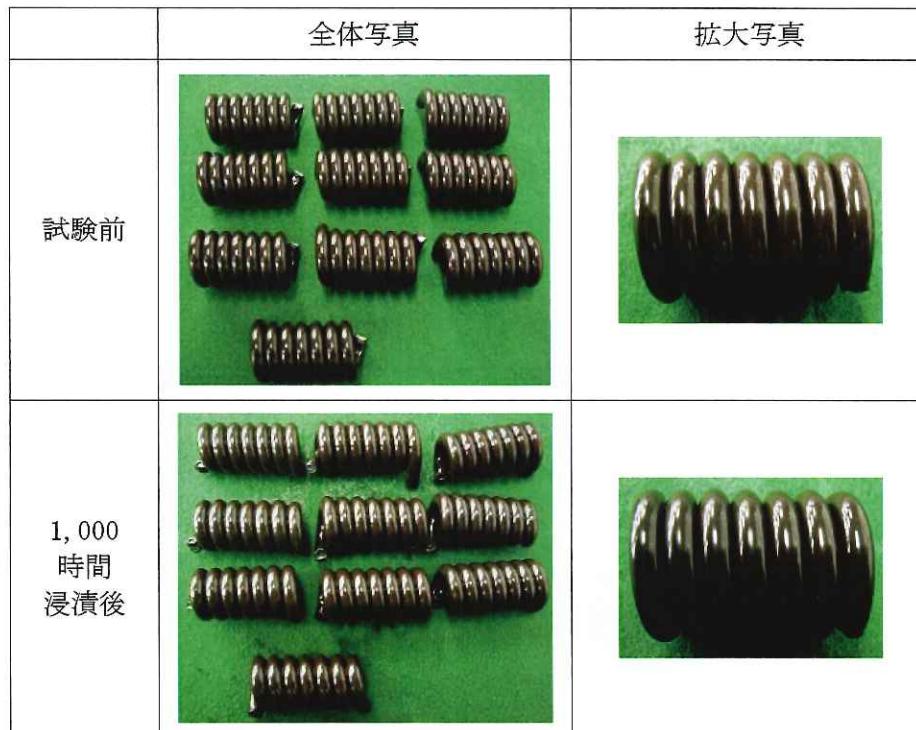


表II-24 環境応力き裂試験条件

項目	内 容
試験方法	JIS G 3543 11.6 環境応力き裂試験に準ずる
使用薬品	ノニル・フェニル・ポリオキシエチレン・エタノール 10mass%水溶液
浸漬温度	50±1°C
浸漬時間	1,000 時間
試験片の種類	JIS G 3543 11.5 卷付試験に合格したもの
試験片の数	10 個

(3) 試験結果

写真II-18に示すように、環境応力によって、被覆材にき裂や割れが発生しなかった。



写真II-18 環境応力き裂試験結果

4.3.2.8 ヒートサイクル試験

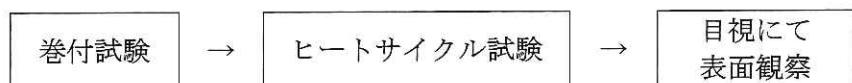
応力を受けているIR被覆材が低温・高温域での膨張・収縮により、き裂や割れがないことが確認された。

(1) 試験目的

応力を受けている被覆材が低温・高温域での膨張・収縮により、き裂や割れがないことを確認する。

(2) 試験方法

次のフローで試験を行った。

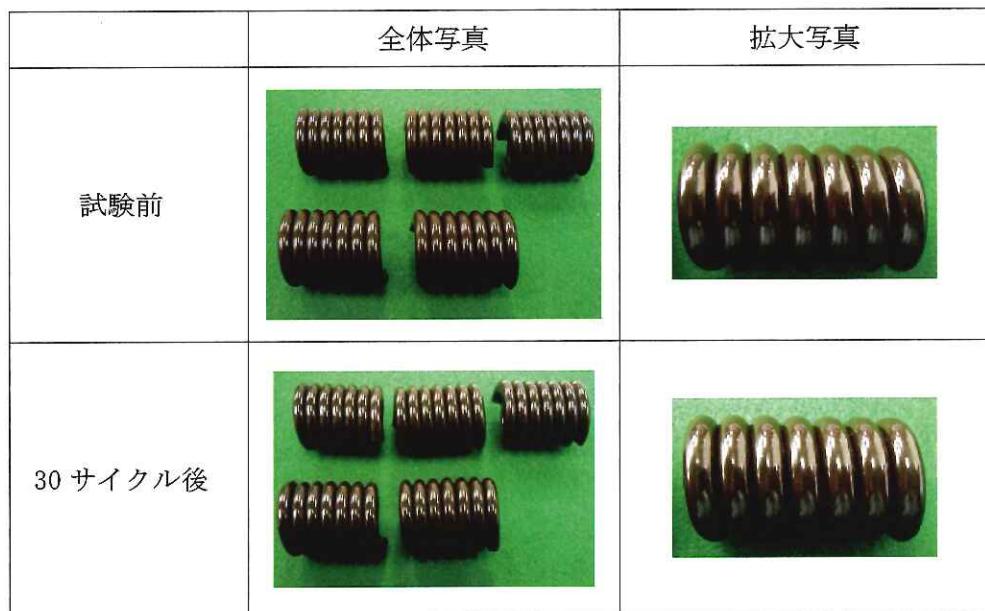


表II-25 被覆材の強度特性試験条件

項目	内 容
試験機関	財団法人 化学技術戦略推進機構 高分子試験・評価センター大阪事業所
試験方法	ヒートサイクル試験
試験条件	60°C(3時間以上)、-20°C(3時間以上)を 1サイクルとし30サイクル繰り返す
試験片の種類	JIS G 3543 11.5 巻付試験に合格したもの
試験片の数	5個

(3) 試験結果

写真II-19に示すように、応力を受けている被覆材が低温・高温域での膨張・収縮によりき裂や割れがなかった。



写真II-19 ヒートサイクル試験結果

4.4 環境適合性

環境適合性試験により、生態系を阻害するような有害物質の溶出がないことが確認された。

(1) 試験目的

生態系を阻害するような有害物質を溶出しないことを確認する。

(2) 試験方法と条件

表 II-26 環境適合性試験条件

項目	内 容
試験機関	財団法人 化学技術戦略推進機構 高分子試験・評価センター大阪事業所
試験方法	食品衛生法・食品、添加物等の規格基準 (昭和 34 年厚生省告示 370 号、一部改正平成 27 年厚生労働省告示 30 号) ポリエチレン及びポリプロピレンを主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装 (平成 18 年厚生労働省告示第 201 号、一部改正平成 27 年厚生労働省告示 30 号)
試験片	溶出試験用試験片：被覆鉄線

(3) 試験結果

表 II-27 及び表 II-28 に示すように、生態系を阻害するような有害物質の溶出がなかった。

表 II-27 環境適合性試験結果（材質試験）

	基準値	判定
鉛	1 μg/g 以下	適合する
カドミウム	1 μg/g 以下	適合する

表 II-28 環境適合性試験結果（溶出試験）

	基準値	判定
重金属	鉛として 1 μg/ml 以下	適合する
過マンガン酸 カリウム消費量	0.8 μg/ml 以下	適合する
水	1.5 μg/ml 以下	適合する
4%酢酸	3.5 μg/ml 以下	適合する
20%エタノール	1.0 μg/ml 以下	適合する
ヘプタン	30.5 μg/ml 以下	適合する

4.5 耐燃焼性

たき火試験により、たき火等により被覆材の燃焼が広がらないことが確認された。

(1) 試験目的

たき火等により、被覆材の燃焼が広がらないことを確認する。

(2) 試験方法と条件

表 II-29 たき火試験条件

項目	内 容
試験方法	袋型根固め用袋材に準じた、たき火試験
たき火材料	乾燥したナラ薪材 3cm×3cm×長さ 30cm を 8 本 乾燥した稻わら 300g を、長さ 15cm に切り揃えて 束ねたもの
燃焼方法	中詰材を敷いた上に蓋材を置き、蓋材の上部 1 箇所 (30cm×30cm 程度) に、わら束を中心に薪材を 立てかけ、わら束にライターにて点火する。
試験片	1m×1m程度の蓋材

(3) 試験結果

写真 II-20 に示すように、たき火等により、被覆材の燃焼が広がらないことが確認された。



写真 II-20 たき火試験結果

4.6 摩擦抵抗

4.6.1 短期性能型摩擦特性

摩擦試験により短期の摩擦抵抗として、作業中の安全のための必要な滑りにくさ（評価基準の摩擦係数 0.9 以上）を有することが確認された。

(1) 試験目的

作業中の安全のために必要な滑りにくさを有することを確認する。

(2) 試験方法と条件

表 II-30 短期性能型摩擦試験条件

項目	内 容
試験方法	KIP T 0905 線的摩擦試験方法に準ずる
試験片	JIS Z 2241 に準ずる直線状の被覆鉄線 長さ 500mm×2 本
試験回数	各線径ごと 2 回
試験片の数	各線径ごと 3 組 6 本



写真 II-21 線的摩擦試験状況

(3) 試験結果

表 II-31 により、作業中の安全のための必要な滑りにくさの評価基準の摩擦係数 0.9 以上であった。

表 II-31 短期性能型摩擦試験結果

5.0 mm		4.0 mm	
引張荷重 (N)	摩擦係数	引張荷重 (N)	摩擦係数
383	1.34	403	1.44

4.6.2 長期性能型摩擦特性

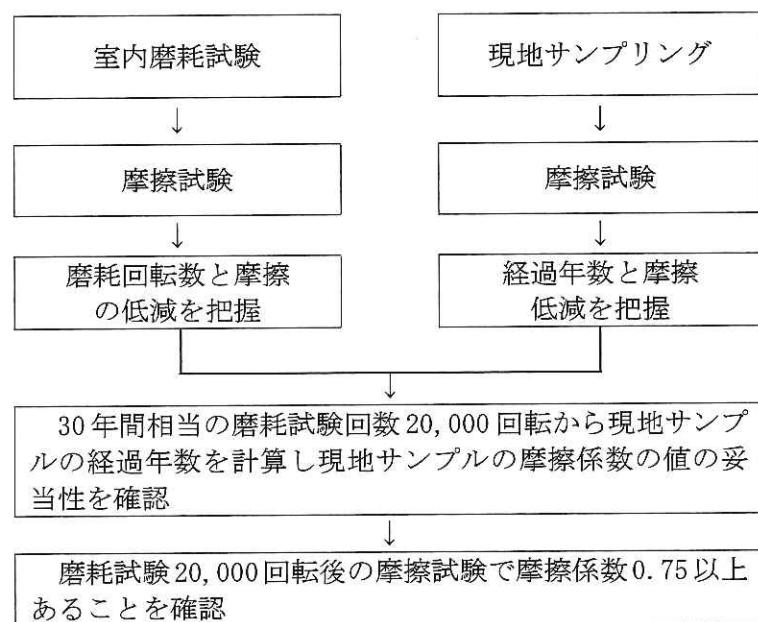
磨耗試験及び摩擦試験により、長期の摩擦抵抗として、30年間における水辺の安全な利用のために必要な滑りにくさ（標準の摩擦係数0.75以上）を有することが確認された。

(1) 試験目的

30年間における水辺の安全な利用のため必要な滑りにくさを有することを確認する。

(2) 試験方法と条件

次のフローで試験を行った。



(3) 室内の試験

1) 室内の試験方法と条件

表II-32 線材磨耗試験条件

項目	内容
試験方法	KIP T 0907 線材磨耗試験方法（摩擦試験用）に準ずる
回転数	20,000回転
試験片	JIS Z 2241に準ずる直線状の被覆鉄線長さ500mm
試験片の数	6本



表II-33 長期型摩擦試験条件

項目	内容
試験方法	KIP T 0905 線的摩擦試験方法に準ずる
試験片	JIS Z 2241に準ずる直線状の被覆鉄線長さ500mm×2本
試験片の数	6本

写真II-22 線材磨耗試験状況

2) 試験結果

表II-34 及び図II-4により、30年間における水辺の安全な利用のために必要な滑りにくさ、摩擦係数0.75以上であった。

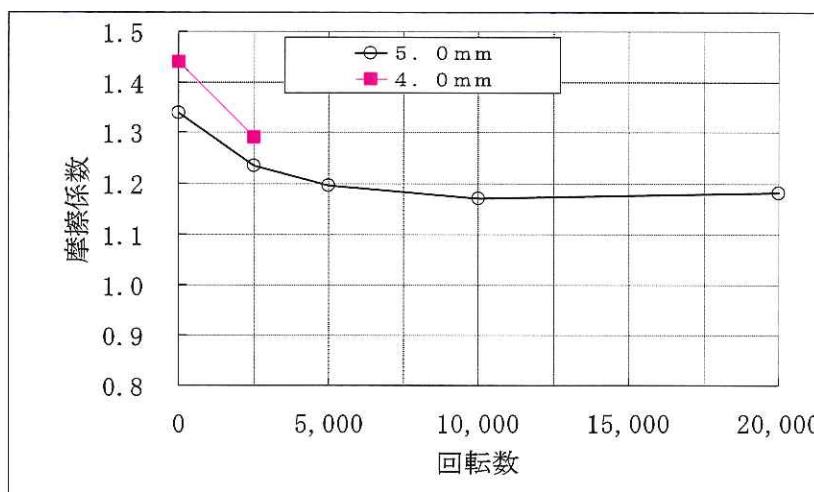
表II-34 長期性能型摩擦試験結果

5.0 mm試験結果

回転数	引張荷重(N)	摩擦係数
2,500	353	1.24
5,000	343	1.20
10,000	335	1.17
20,000	338	1.18

4.0 mm試験結果

回転数	引張荷重(N)	摩擦係数
0	403	1.44
2,500	361	1.29



図II-4 長期性能型摩擦試験結果

(4) 現地サンプルの試験

1) 現地採取試料の摩擦係数

「IR被覆鉄線」の施工箇所から、摩擦係数および被覆材の劣化の経年変化の確認試験のため施工から6.8年間経過している試料を2箇所から採取した。

(写真II-23 試料採取状況)



下流側 サンプリング前状況



サンプリング状況

写真II-23 試料採取状況

1箇所当たりで採取した試料の大きさと数量を表II-35に示す。

表II-35 1箇所で採取した供試体の大きさ及び数量一覧

	面的摩擦試験	線的摩擦試験
供試体の大きさ	1m×1m	50cm
数量	1枚	6本

2) 摩擦係数

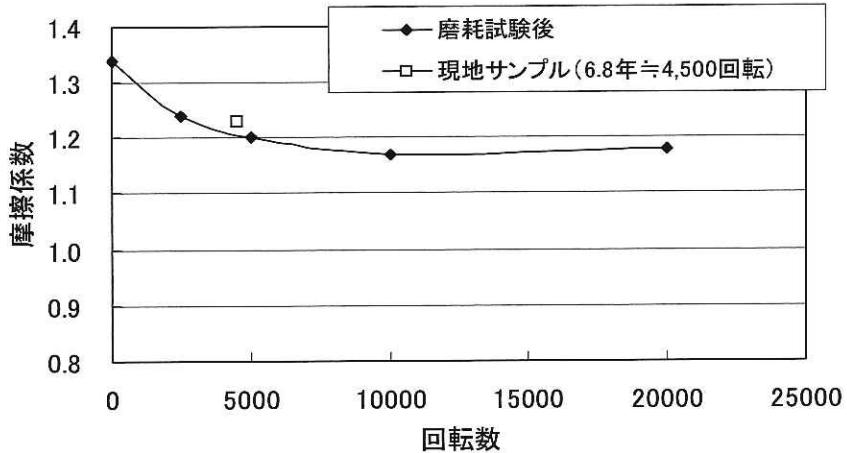
現地サンプルの摩擦試験結果を表II-36に示す。試料①は上流側試料、②は下流側で採取されたものである。現地サンプルの摩擦係数は1.23程度で、短期性能型摩擦試験の初期摩擦係数1.34から、6.8年で平均0.11低下している。

また、線材磨耗試験は20,000回転が30年と想定されており、現地の経過年数6.8年を回転数に換算すると約4,500回転^{*1)}となる。図II-5に示すように6.8年経過後(4,500回転)の現地サンプルの摩擦係数の結果から、30年後の摩擦係数は0.75以上に相当すると判断される。

* 1) 経過年数から回転数への換算方法: $20,000 \text{ 回転} \div 30 \text{ 年} \times 6.8 \text{ 年} \approx 4,500 \text{ 回転}$

表II-36 現地サンプルの摩擦試験結果

試験片No.		摩擦係数
試料①	線的摩擦試験平均	1.24
	面的摩擦試験平均	1.24
試料②	線的摩擦試験平均	1.22
	面的摩擦試験平均	1.20
全体平均		1.23



図II-5 室内試験とサンプルの摩擦係数

本付属資料は、依頼者がその責任で作成し、審査証明委員会に提出し、審議の参考にしたものであり、直接審査の対象としたものではない。

III 付属資料

付属資料-1 「IR 被覆鉄線」 製造マニュアル

1. 適用範囲	43(1)
2. 製品仕様と製造方法	43(1)
3. 「IR 被覆鉄線」の製造時の品質管理及び確認方法	45(3)
4. 「IR 被覆鉄線」を使用したかごマット加工	55(13)

付属資料-2 「IR 被覆鉄線」 施工マニュアル

1. 「IR 被覆鉄線」 かご網の構造と規格寸法	59(1)
2. 「IR 被覆鉄線」 を使用したかごマット施工時の留意事項	63(5)

付属資料-3 「IR 被覆鉄線」 施工実績

1. 施工現場（例）	67(1)
2. 施工実績	70(4)

本付属資料は、依頼者がその責任で作成し、審査証明委員会に提出し、審議の参考にしたものであり、直接審査の対象としたものではない。

付属資料-1 「IR 被覆鉄線」製造マニュアル

1. 適用範囲

この製造マニュアルは、「鉄線籠型護岸用被覆鉄線」を JIS G 3547 に適合する
亜鉛めっき鉄線(H)3種に、接着剤を使用してアイオノマー樹脂を押出・被覆した線材
「IR 被覆鉄線」を製造する場合に適用する。

2. 製品仕様と製造方法

2.1 線径

「IR 被覆鉄線」の適用被覆線径を表III-1 に示す。

表III-1 「IR 被覆鉄線」の適用被覆線径

線径 (mm)			
3.20	4.00	5.00	6.00

2.2 被覆線径と心線径の組み合せ

「IR 被覆鉄線」の被覆線径と心線径の組合せを表III-2 に示す。

表III-2 「IR 被覆鉄線」の被覆線径と心線径の組合せ

呼び	被覆線径と心線径の組合せ	
	被覆線径 (mm)	心線径 (mm)
32-26	3.2	2.6
40-32	4.0	3.2
50-40	5.0	4.0
60-50	6.0	5.0

2.3 製造方法

「IR 被覆鉄線」の製造は、表III-3 に示す管理項目について管理特性及び検査方法を定め品質の安定化を図る。

表III-3 「IR 被覆鉄線」の工程管理項目

管理項目	品質管理フロー	管理特性	検査方法	頻度 ^{*1)}
めっき線受入検査	<pre> graph TD A[めっき線受入] --> B[めっき線受入検査] B --> C[樹脂受入] C --> D[樹脂受入検査] D --> E[押出し被覆] E --> F[冷却] F --> G[巻取] </pre>	数量・質量	納品書を確認	全数
		品種	荷札を確認	
		外観	目視	
		線径	マイクロメーター	
		引張強さ	引張試験機	1回/納入
		試験成績表で確認		全数
		卷付性	試験成績表で確認	
		亜鉛付着量	JIS G 3547 準拠	
		JISマーク確認	荷札を確認	
樹脂受入検査	<pre> graph TD A[樹脂受入] --> B[樹脂受入検査] </pre>	ベース樹脂	数量・質量	納品書を確認
		品種	ラベルを確認	1回/納入
		物性	試験成績表で確認	
	<pre> graph TD A[樹脂受入] --> B[樹脂受入検査] </pre>	マスター パッチ	数量・質量	納品書を確認
		品種	ラベルを確認	1回/納入
		物性	試験成績表で確認	
被覆	<pre> graph TD A[押出し被覆] --> B[冷却] </pre>	押出し被覆	ヘッド温度	作業指示書で確認
		シリカ-温度	作業指示書で確認	1回/2時間
	<pre> graph TD A[押出し被覆] --> B[冷却] </pre>	冷却	温度	温度表示を確認
		水位	目視	1回/交替毎
	<pre> graph TD A[冷却] --> B[巻取] </pre>	巻取	速度	レバー位置確認
製品検査	<pre> graph TD A[製品検査] --> B[被覆線径] A --> C[心線径] A --> D[最小被膜厚さ] A --> E[巻付試験] A --> F[引張試験] A --> G[接着強さ] A --> H[外観] A --> I[輪取り径] </pre>	被覆線径	マイクロメーター	1回/100kg
		心線径	マイクロメーター	1回/1巻線
		最小被膜厚さ	マイクロメーター	1回/1巻線
		巻付試験	巻付試験機	1回/1巻線
		引張試験	引張試験機	1回/1巻線
		接着強さ	巻付試験機	1回/1巻線
		外観	目視	1回/100kg
		輪取り径	コンパックス	1回/1巻線
保管出荷	<pre> graph TD A[保管] --> B[出荷] </pre>	卷線番号	確認	全数
		出荷指示書	荷札と照合	全数

* 1) 1巻線とは被覆工場における製造単位をいい約 0.5 t とする

3. 「IR 被覆鉄線」の製造時の品質管理及び確認方法

3.1 品質管理

「IR 被覆鉄線」の品質管理は、表III-4(1)(2)とする。

表III-4 「IR 被覆鉄線」の品質管理(1)

項目 試験所	試験項目	規格値	試験方法	試験頻度 ^{①)}
被 覆 工 場	被覆線径(外径)	3.2±0.08 mm 4.0±0.08 mm 5.0±0.10 mm 6.0±0.10 mm	JIS G 3543 準拠	10巻線に 1回
	心線径	2.6±0.07 mm 3.2±0.07 mm 4.0±0.08 mm 5.0±0.09 mm	JIS G 3543 準拠	10巻線に 1回
	引張強さ	390 N/mm ² 以上	JIS G 3543 準拠	10巻線に 1回
	最小被膜厚さ	3.2 0.20 mm 4.0 0.27 mm 5.0 0.34 mm 6.0 0.34 mm	JIS G 3543 準拠	10巻線に 1回
	接着強さ	両面の被覆材をはく離し1.5倍 の円筒に6回巻付け、はく離し ないこと	JIS G 3543 準拠	10巻線に 1回
	巻付性	線径の1.5倍の円筒に6回以上 巻き付け、著しいき裂及びはく 離を生じない	JIS G 3543 準拠	10巻線に 1回
公 的 機 関	被覆線径(外径)	3.2±0.08 mm 4.0±0.08 mm 5.0±0.10 mm 6.0±0.10 mm	JIS G 3543 準拠	400巻線に 1回
	心線径	2.6±0.07 mm 3.2±0.07 mm 4.0±0.08 mm 5.0±0.09 mm	JIS G 3543 準拠	400巻線に 1回
	引張強さ	390 N/mm ² 以上	JIS G 3543 準拠	400巻線に 1回
	最小被膜厚さ	3.2—0.20 mm 4.0—0.27 mm 5.0—0.34 mm 6.0—0.34 mm	JIS G 3543 準拠	400巻線に 1回
	接着強さ	両面の被覆材を削り取り、1.5 倍の円筒に6回巻付け、はく離 しないこと	JIS G 3543 準拠	400巻線に 1回
	巻付性	線径の1.5倍の円筒に6回以上 巻き付け著しいき裂及びはく離 を生じない	JIS G 3543 準拠	400巻線に 1回
	被覆材の材質	アイオノマー樹脂であること	JIS K 0117 準拠	400巻線 に1回
	摩擦特性 (短期性能型)	摩擦係数 0.9 以上	合成樹脂被覆鉄線 の線的摩擦試験方 法(2010)(案) ^{②)}	400巻線 に1回
	摩擦特性 (長期性能型)	摩擦係数 0.9 以上 (初期磨耗 2,500 回転)	合成樹脂被覆鉄線 の線材磨耗試験方 法(摩擦試験用) (2010)(案) ^{③)} 及び合成樹脂被覆 鉄線の線的摩擦試 験方法(2010)(案)	400巻線 に1回

*1) 1巻線とは被覆工場における製造単位をいい約 0.5 t とする

*2) 技術基準(案) 参考資料KIP T 0905 線的摩擦試験方法(2009)に準拠して作成

*3) 技術基準(案) 参考資料KIP T 0907 線材磨耗試験方法(摩擦試験用)(2009)に準拠して作成

表III-4 「IR 被覆鉄線」の品質管理(2)

項目 試験所	試験項目	規格値	試験方法	試験頻度 ^{*1)}
めつき工場	めつき線の線径	2.6±0.06 mm 3.2±0.06 mm 4.0±0.07 mm 5.0±0.08 mm	JIS G 3547 準拠	5巻線に 1回
	引張強さ	390 N/mm ² 以上	JIS G 3547 準拠	5巻線に 1回
	卷付性	線径の1.5倍の円筒に6回以上 巻付け著いき裂、及びはく離を 生じない	JIS G 3547 準拠	5巻線に 1回
	めつき付着量	2.6 mm 120 g/m ² 以上 3.2 mm 135 g/m ² 以上 4.0 mm 155 g/m ² 以上 5.0 mm 155 g/m ² 以上	JIS G 3547 準拠	5巻線に 1回
公的機関 (めつき線)	めつき線の線径	2.6±0.06 mm 3.2±0.06 mm 4.0±0.07 mm 5.0±0.08 mm	JIS G 3547 準拠	200巻線に 1回
	引張強さ	390 N/mm ² 以上	JIS G 3547 準拠	200巻線に 1回
	卷付性	線径の1.5倍の円筒に6回以上 巻付け著いき裂、及びはく離を 生じない	JIS G 3547 準拠	200巻線に 1回
	めつき付着量	2.6 mm 120 g/m ² 以上 3.2 mm 135 g/m ² 以上 4.0 mm 155 g/m ² 以上 5.0 mm 155 g/m ² 以上	JIS G 3547 準拠	200巻線に 1回
	母材・心材の傷	母材鉄線に傷なきこと	めつき溶脱後の 母材鉄線の表面写真	200巻線 に1回

* 1) 1巻線とはめつき工場における製造単位をいい約1tとする

「IR 被覆鉄線」の品質管理検査は、表III-4「IR 被覆鉄線」の品質管理に基づき実施することとする。なお、検査に合格した「IR 被覆鉄線」には次の項目を表示することとする。

- a) 種類
- b) 呼び
- c) 色名又はその略号
- d) 正味質量
- e) 製造年月日・製造番号
- f) 製造業者名

また注文者より要求された場合、指定された項目の成績書を提出することとする。

3.2 確認方法

長期、短期の摩擦特性の確認試験方法を3.2.1及び3.2.2に示す。

3.2.1 線的摩擦試験方法

合成樹脂被覆鉄線の線的摩擦試験方法（2010）（案）

1. 総則

1.1 試験の目的

本試験は、合成樹脂被覆鉄線の蓋網部の線材の摩擦抵抗を求める目的とする。

1.2 適用範囲

鉄線籠型護岸に用いられる合成樹脂被覆鉄線籠の蓋網部の線材を対象とする。

1.3 用語の定義

蓋網部の摩擦抵抗とは、鉄線籠護岸の施工中の安全及び供用後における水辺の安全な利用を考慮した滑りにくさを摩擦係数で表わしたものという。

【解説】

本試験は、「鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準（案）」の運用に際して蓋網部に要求される滑りにくさに関する性能を確認することを目的とする。

蓋網部に要求される滑りにくさは、施工時の安全確保及び完成後の水辺の安全な利用を考慮した摩擦抵抗により定めるものとする。また、評価基準値は、実大盛土を用いた体感試験のアンケート調査を元に摩擦係数で評価する。

2. 試験装置

水平な試験テーブルと滑り片、及び滑り片と試験テーブルの間の相対的な運動を生ずることが可能な駆動機構を有するものとする。

- (1) 試験テーブル；表面が水平で、かつ平滑なテーブル
- (2) 奉引装置；定速度（100mm/min程度）で奉引可能なもの
- (3) 滑り片；鋼製からなる長辺300mm、短辺150mm（面積450cm²）、高さ80mm程度、重さ300N(30.0kgf)程度
- (4) ゴム片；形状150mm×300mm×5mmのJIS T 8101(BS)に規定するゴム板を用いる
- (5) 荷重計；最小感度1N以下とする
- (6) 変位計；精度1/100mm、ストローク100mm以上とする
- (7) 記録計；荷重および変位量を連続的に記録できるもの
- (8) その他；噴霧器、温度計、ストップウォッチなど

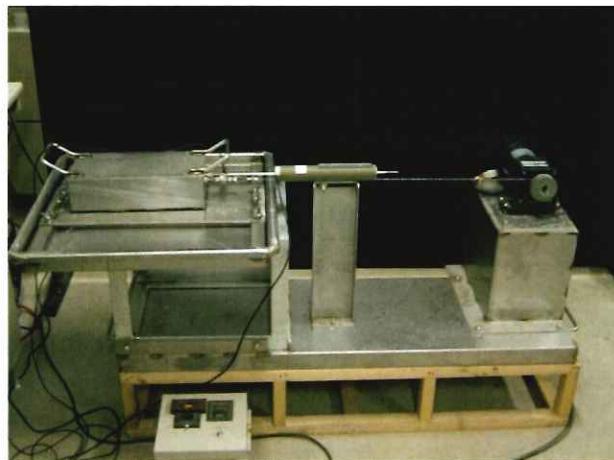
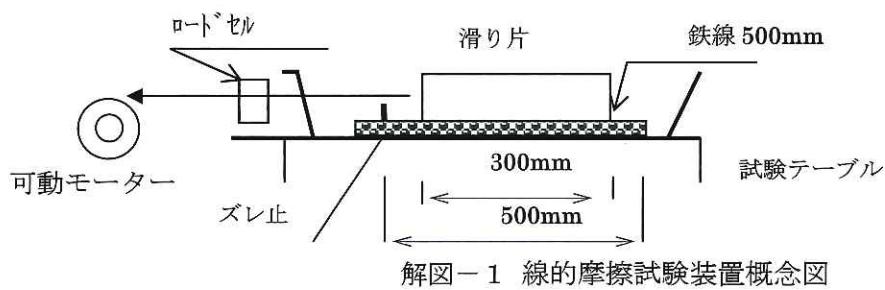
【解説】

試験装置は、水平な試験テーブルと滑り片、及び滑り片と試験テーブルの間の相対的な運動を生ずる駆動機構を有していかなければならない。試験装置の例を解図-1、解写真-1に示す。

滑り片の底面は、JIS T 8101に規定されるゴム片で覆う。滑り片の全重量は、30kgf程度(300N程度の法線力)とし、摩擦面から高さ40mm程度の位置に奉引用のフックを取り付ける。

奉引力は、記録針、あるいは同等の電気的データ処理装置で記録する。記録装置を含めた荷重測定システムは、誤差±2%を超えてはならない。

*応答時間 t_{99%}：実際の荷重に対して測定した荷重が99%に達するために要する時間



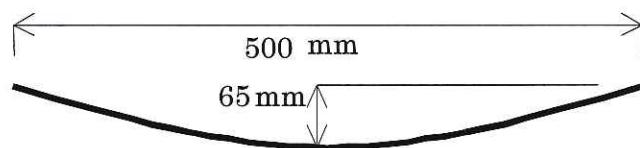
解写真－1 線的摩擦試験装置

3. 試験片

試験片は、長さ 500mm の線材 3 組（2 本／組）以上を準備する。

【解説】

1 回の試験には、長さ 500mm の試験片が 2 本必要で、3 回以上の計測を行うため、6 本以上の試験片を準備する。湾曲した試験片は、解図－2 の円弧形状より真っ直ぐにして試験を行う。試験片表面は、表面の摩擦特性に影響を与えるようなキズや損傷、異物が付いていてはならない。また、生産過程での品質管理および公的機関による品質確認により適切に品質管理・確認されたものを使用する。



解図－2 鉄線材の円弧形状条件

4. 試験方法

試験は、室内温度 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ のもとで、1試験片に対して5回以上行う。

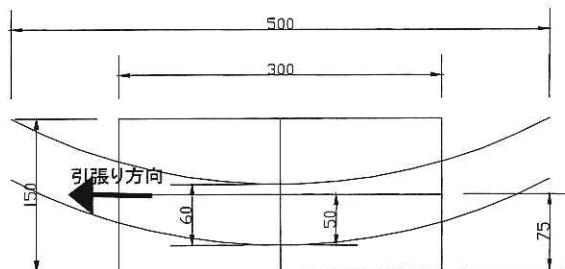
- (1) 試験片を試験テーブルに固定する。
- (2) 表面が濡れる位の水を散布する。
- (3) 試験片の上に、あらかじめ底面を水で濡らした滑り片を静かに置く。
- (4) 荷重計および変位計を設置し、滑り片を 100mm/min 程度の速度で牽引する。
- (5) 牽引時の荷重と変位量を記録し、変位量が 50mm に達するまで継続する。
- (6) 同じ場所で (2) ~ (5) の同様の試験を5回行う。
- (7) 線材を交換し、試験を3回以上行う。

【解説】

試験時の室内雰囲気温度は、 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ とし、試験は、1試験片に対して少なくとも5回計測を行う。また、線材を交換し、試験を3回以上実施する。

1組の試験片は、滑り片を移動させる際に移動や振動が生じないように、2本の線材を 60mm 間隔となるよう、フラットバーなどを用いて試験テーブルに固定し、表面が濡れる位の水を散布する。

あらかじめ底面を水で濡らした滑り片を試験片の中央に上面にショックを与えないように静置する。滑り片を置く位置は、解図-3に示す位置とする。



解図-3 すべり片を置く位置

滑り片を滑動させる前に装置に負荷している力は、取り除いておく。牽引力が試験片に対して水平となるように作用させ、牽引速度が 100mm/min 程度となるように連続的に牽引する。

5. 試験結果の整理

牽引力（水平荷重）と変位量、時間の関係を整理し、静摩擦係数 μ_s を次式で求める。

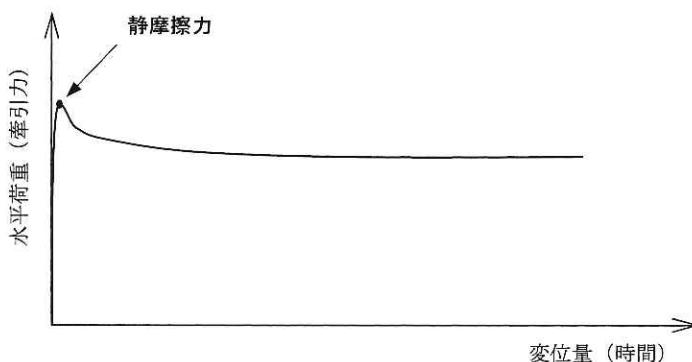
$$\mu_s = \frac{F_s}{F_p} \quad \dots \dots \quad (1) \text{式}$$

ここに、 F_s ：静摩擦力(N)

F_p ：滑り片の重量によって生じる法線力(N)

【解説】

滑り片と試験片との摩擦力は、牽引と同時に増加し始め、最大荷重に達する。このピーク荷重が静摩擦力であり、静摩擦係数 μ_s として表わすものとする。



解図-4 試験結果の例

6. 報告事項

試験結果について次の報告を報告する。

- (1) 試料の品名、規格・仕様、型番
- (2) 試験条件
- (3) 試験片の寸法、個々の静摩擦係数と平均値、必要があれば標準偏差と試験回数
- (4) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合には、その内容
- (5) その他特記すべき事項

【解説】

試料の品名、規格・仕様、型番等を報告する。

個々の試験に対する静摩擦係数から異常値を取り除き、その平均値と標準偏差および試験回数を報告する。試験方法は、本試験基準に示す適用あるいは他規格等の引用した旨を報告する。

また、必要に応じて個々の試験時の水平荷重の経時変化あるいは水平荷重と変位量の関係を添付することが望ましい。

解表－1 鉄線籠型護岸蓋網部の線的摩擦試験結果の例

試験年月日		平成〇年〇月〇日 試験者；〇〇〇〇		
製品の規格及び仕様	蓋網部の品名			
	蓋網部の銘柄			
	蓋網部の製造番号			
	線径(被覆線径)		mm	
	網目の寸法		mm	
	被覆材の種類			
	心材の種類			
試験条件	試験場所			
	試験環境	23°C前後の屋内		
	滑り片の質量	N		
	試験片の長さ	mm	～ mm	
	線材の表面状態	湿潤状態		
試験結果	試験片	試験回数	引張荷重(N)	摩擦係数
	n=1	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
	平均値			
	n=2	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
	平均値			
	n=3	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
	平均値			
	最大値			
	最小値			
	最大値と最小値の差			
	平均値			
本試験の規格からはずれた事項				
その他特記事項				
<ul style="list-style-type: none"> ・経過時間と引張荷重および変位(添付) ・荷重および変位データシート(添付) ・記録写真(添付) 				

3.2.2 線材磨耗試験方法(摩擦試験用)

合成樹脂被覆鉄線の線材磨耗試験方法(摩擦試験用) (2010) (案)

1. 総 則

1.1 試験の目的

本試験は、合成樹脂被覆鉄線の鉄線籠の蓋網材の供用時の滑りにくさ（長期の摩擦抵抗）を確認するため摩擦係数の初期段階での低減を生じさせるIR被覆材の初期磨耗を再現することを目的とする。

1.2 適用範囲

鉄線籠型護岸に用いられる合成樹脂被覆鉄線の鉄線籠の蓋網部の線材を対象とする。

1.3 用語の定義

初期磨耗：鉄線籠の蓋網材の摩擦抵抗が急激に低減する供用初期段階での劣化をいい、本試験の回転数2,500回転での磨耗状況に相当するものとする。

初期磨耗後の摩擦係数：「合成樹脂被覆鉄線の線的摩擦試験方法(2010) (案)」によって求められた初期磨耗後の蓋網部のIR被覆鉄線の摩擦係数をいう。

【解説】

本試験は、「鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準(案)」の運用に際して鉄線籠の蓋網部の線材の長期の摩擦抵抗に関する性能を確認するため、摩擦抵抗の低減を生じさせる供用初期の劣化を再現することを目的とする。本磨耗試験では、この初期の磨耗として、2,500回転の線材の磨耗を行い、その後、「合成樹脂被覆鉄線の線的摩擦試験方法(2010) (案)」に定める線的摩擦試験により摩擦係数を求め、摩擦抵抗を確認する。

2. 試験装置

水平な試験テーブルと砂箱、砂箱内に挿入した線材に回転運動を生ずることの可能な駆動機構を有するものとする。

- (1) 試験テーブル；表面が水平で、かつ平滑なテーブル
- (2) 回転装置；定速度(3回転/秒程度)で回転可能なもの
- (3) 砂箱；長さ350mm×幅150mm×高さ200mmの容器(線材の挿入が可能な構造)
- (4) 砂；珪砂2号(粒径2~4mm)
- (5) ウエイト；上載荷重(土被り厚400mm程度に相当する380N)用の錘
- (6) その他；秤、ストップウォッチなど

【解説】

試験装置は、水平な試験テーブルと砂箱、砂箱内に挿入した線材に回転運動を生ずることの可能な駆動機構を有していなければならない。試験装置の例を解写真-1に示す。



解写真-1 線材磨耗試験装置の例

3. 試験片

試験片は、長さ 500mm とし、健全で直線性のある線材を 3 組（2 本／組）以上準備する。

【解説】

1 回の試験には、長さ 500mm の試験片が 2 本必要で、3 回以上の計測を行うため、6 本以上の試験片を準備する。表面に損傷や傷等のない健全で直線性のある線材を用いる。また、試験片は、生産過程での品質管理および公的機関による品質確認により適切に品質管理。確認されたものを使用する。

4. 試験方法

試験は、以下の手順にて実施する。

- (1) 試験に用いる合成樹脂被覆鉄線の試験片の初期の質量を測定する。
- (2) 試験テーブルに回転駆動機および砂箱を固定する。
- (3) 長さ 450mm、幅 150mm、高さ 200mm の容器に珪砂 2 号（2-4mm）を投入する。
- (4) 試験片（長さ 500mm）を横方向に下面から 100mm（中央）に挿入する。
- (5) 砂の表面に上載荷重 400mm に相当する荷重（380N）を載せる。
- (6) 線材を磨耗回転速度 3 回転／秒で回転させる。
- (7) 2,500 回転まで線材を回転させる。
- (8) 磨耗試験後に試験片の質量を計測する。
- (9) 「合成樹脂被覆鉄線の線的摩擦試験方法（2010）（案）」により摩擦係数を求める。

【解説】

試験片（線材）を砂箱の中心部に挿入したのち、均一な圧力分布となるよう上載荷重 400mm に相当する荷重（380N）を載せる。回転速度 3 回転／秒で連続的に線材を回転し、2,500 回転毎に達するまで継続する。回転数が 2,500 回転に達した後、試験片を取り出し、試験片の質量を測定する。「合成樹脂被覆鉄線の線的摩擦試験方法（2010）（案）」を実施し、摩擦係数を求める。

5. 報告事項

試験結果について次の報告を報告する。

- (1) 試験片の品名、規格・仕様、型番等
- (2) 試験片の寸法、質量
- (3) 本基準と部分的に異なる方法を用いた場合には、その内容
- (4) その他特記すべき事項

【解説】

試験片の品名、規格・仕様、型番等を報告する。

個々の試験片の寸法、質量およびこれらの平均値を報告する。

試験方法は、本試験基準に示す適用あるいは他規格等の引用した旨を報告する。

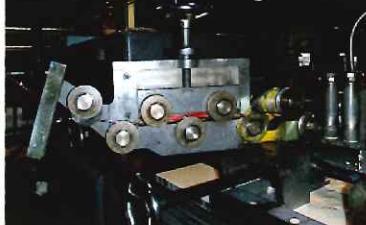
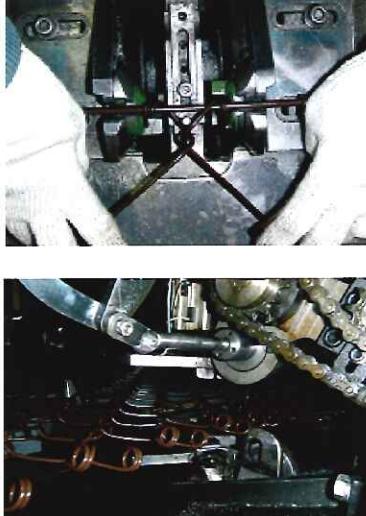
解表-2 鉄線籠型護岸蓋網部の線材磨耗試験結果の例

試験年月日		平成〇年〇月〇日 試験者；〇〇〇〇				
製品の規格及び仕様	蓋網部の品名					
	蓋網部の銘柄					
	蓋網部の製造番号					
	線径(被覆線径)	mm				
	網目の寸法	mm				
	被覆材の種類					
	心材の種類					
試験条件	試験場所					
	試験環境	℃前後の屋内				
	砂(磨耗の媒介)	珪砂2号				
試験結果	n=1	初期値	質量(g)			
			長さ(mm)			
		2,500回転	磨耗後の質量(g)			
	n=2	初期値	質量(g)			
			長さ(mm)			
		2,500回転	質量(g)			
	n=3	初期値	質量(g)			
			長さ(mm)			
		2,500回転	質量(g)			
本試験の規格からはずれた事項		なし				
その他特記事項						
<ul style="list-style-type: none"> ・回転数と磨耗量の関係(添付) ・記録写真(添付) 						

4. 「IR 被覆鉄線」を使用したかごマット加工

4.1 留意事項

「IR 被覆鉄線」を使用したかごマットの加工に際しては、以下の点に留意すること。

かごマット加工工程	留意事項
 矫正工程	<p>「IR 被覆線」は通常の亜鉛めっき鉄線に比べ引張強さが強いため、ひし形金網加工時に列線の反りが発生する可能性があります。これを改善するためには、矯正ロールの調整を十分に行って下さい。</p>
 線材の導入工程	<p>キャリアから加工機に線材を導入する角度を調整することにより、ひし形金網のピッチと線材のねじれを安定化することができます。</p>
 ひし形加工工程	<p>ひし形金網加工治具（ヘラおよびジラス）による加工傷は①厚み 6mm 程度の面取りを行い、十分に研磨したヘラの使用②ヘラの曲がり角度③ヘラの厚み④ジラス内面に傷のないものを使用することにより抑制されます。</p>
 端部加工工程	<p>巻き付け加工時の被覆傷を防止するため1番手大きめの治具を使用することが望ましい。 (例：枠線径 50 - 40 に網線径 40 - 32 を巻き付ける場合枠線径 60 - 50 ・ 網線径 50 - 40 用の治具を使用)</p>

4.2 不良見本（例）

「IR 被覆鉄線」を使用したかごマットのひし形加工に際して、以下の様な心線が見える破れ及びはく離などの不良品が混入しないようすること。

	全体写真	拡大写真
製網加工		 ヘラによる破れ
本体巻付加工		 治具によるすりキズ
直線カール加工		 巻付け軸による押しキズ
上蓋カール加工		 治具による打ちキズ

本付属資料は、依頼者がその責任で作成し、審査証明委員会に提出し、審議の参考にしたものであり、直接審査の対象としたものではない。

付属資料-2 「IR 被覆鉄線」施工マニュアル

1. 「IR 被覆鉄線」かご網の構造と規格寸法

1.1 平張り構造

1.1.1 「IR 被覆鉄線」かご網の構造と規格

「IR 被覆鉄線」かご網の構造と規格寸法を表III-5 に示す。

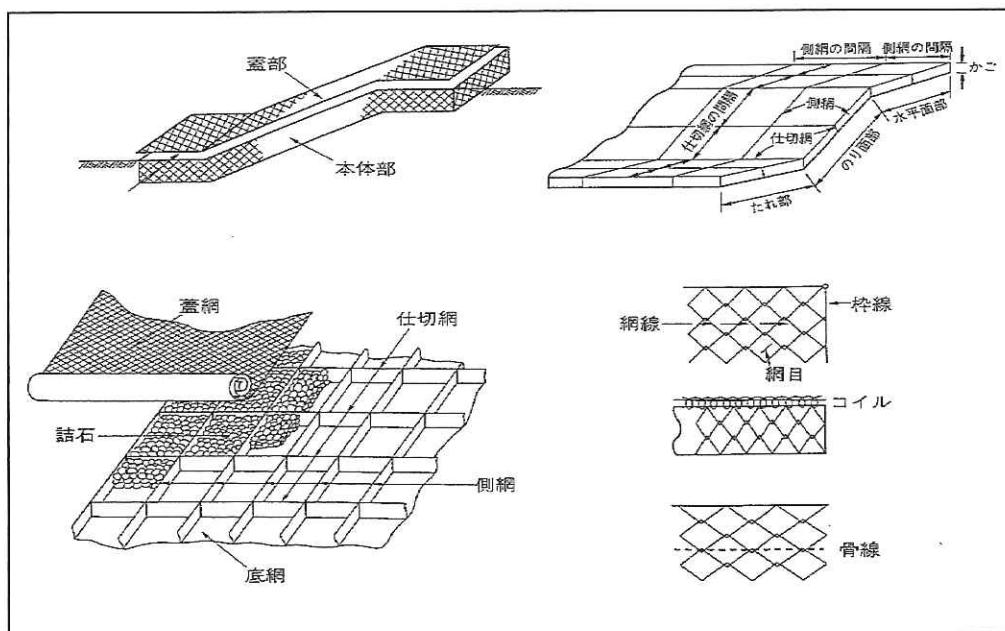
表III-5 「IR 被覆鉄線」かご網の構造と規格

かごの厚さ			30 cm	50 cm
細部規格	網目	蓋部	65 mm	65 mm
		本体部	75 mm	100 mm
	被覆鉄線の太さ	蓋部	φ 4.0 mm	φ 5.0 mm
		本体部	φ 3.2 mm	φ 4.0 mm
	枠・骨線	蓋部	φ 5.0 mm	φ 6.0 mm
		本体部	φ 4.0 mm	φ 6.0 mm
	仕切網の間隔	水平部	2.0m 以下	2.0m 以下
		のり面部	1.5m 以下	1.5m 以下
		たれ部	1.5m 以下	1.5m 以下
側網の間隔		2.0m 以下	2.0m 以下	

網目の形状は菱形金網とする。

1.1.2 各部の名称

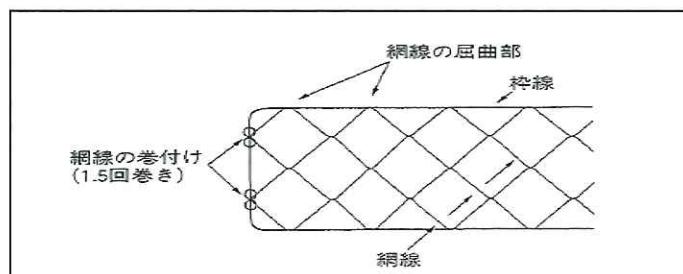
IR 被覆鉄線かごの各部の名称を図III-1 に示す。



図III-1 各部の名称

1.1.3 網線の枠線への巻付け

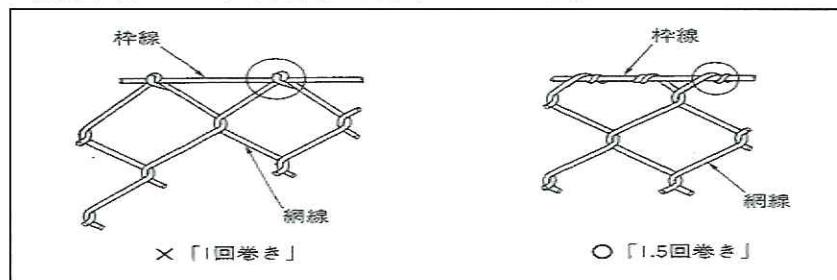
IR被覆鉄線かごの網線の枠線への巻付け方法を図III-2に示す。



図III-2 網線の枠線への巻付け

1.1.4 直線巻き式

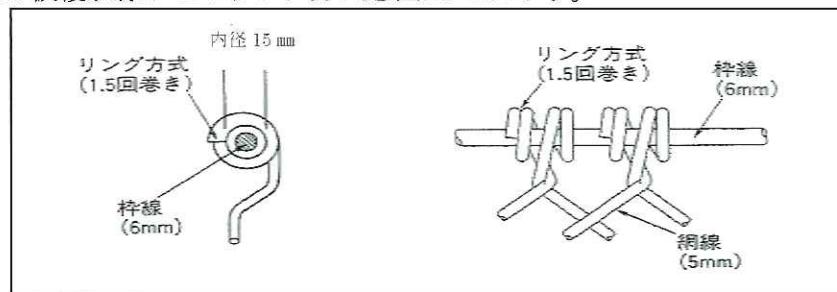
IR被覆鉄線かごの直線巻き式を図III-3に示す。



図III-3 直線巻き式

1.1.5 リング方式

IR被覆鉄線かごのリング方式を図III-4に示す。



図III-4 リング方式

1.1.6 連結コイル線の規格

IR被覆鉄線かごの連結コイル線の規格を図III-5に示す。

線径	コイル径	連結支点の間隔	コイル長	支点の間隔
5mm以上	50mm以下	80mm以下	50cm以上	コイル長 コイル径

ただし、3本以上の枠線を結束する場合には、コイル径を50mm以上(80mm)とせざるを得ません。

図III-5 連結コイル線の規格

1.2 多段積み構造

1.2.1 かご網の構造と規格

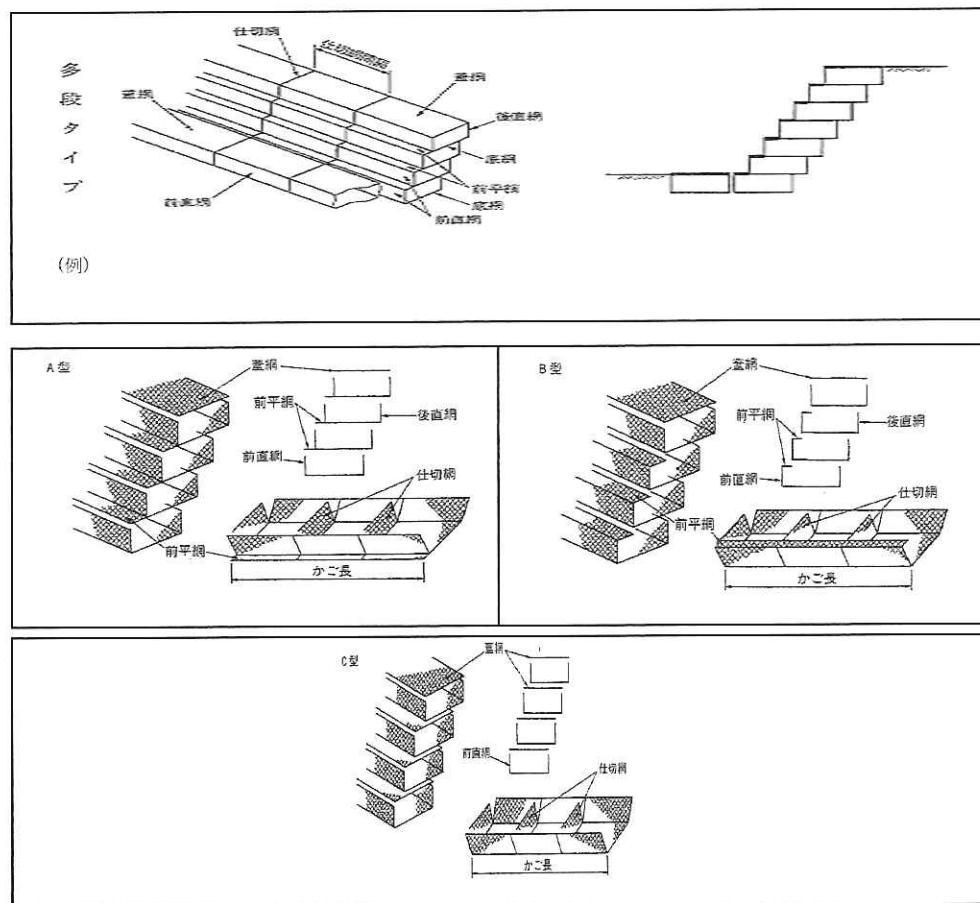
IR 被覆鉄線かごの構造と規格寸法を表III-6 に示す。

表III-6 IR 被覆鉄線かごの構造と規格寸法

かごの構造と規格	かごの厚さ		50 cm
	網目の大さき	前直網	65 mm
		前平網	65 mm
		蓋網	65 mm
		その他	100 mm
	被覆線の径	前直網	Φ 5.0 mm
		前平網	Φ 5.0 mm
		蓋網	Φ 5.0 mm
		その他	Φ 4.0 mm
		枠線および骨線	Φ 6.0 mm
	仕切網の間隔		2.0m 以下

1.2.2 各部の名称

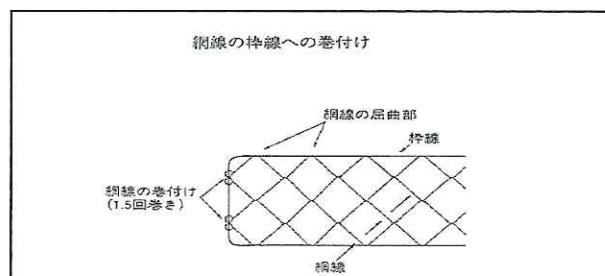
IR 被覆鉄線かごの各部の名称を図III-6 に示す。



図III-6 各部の名称

1.2.3 網線の枠線への巻付け

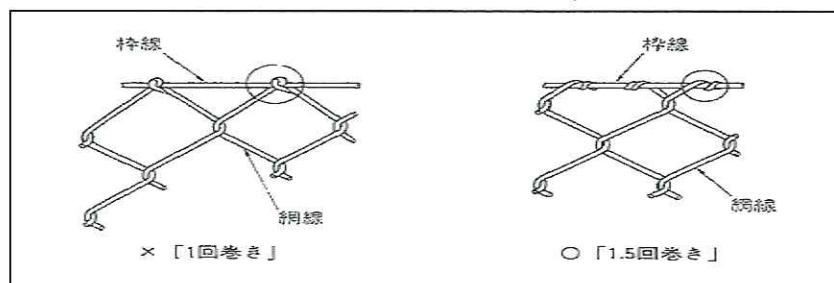
IR被覆鉄線かごの網線の枠線への巻付け方法を図III-7に示す。



図III-7 網線の枠線への巻付け

1.2.4 直線巻き式

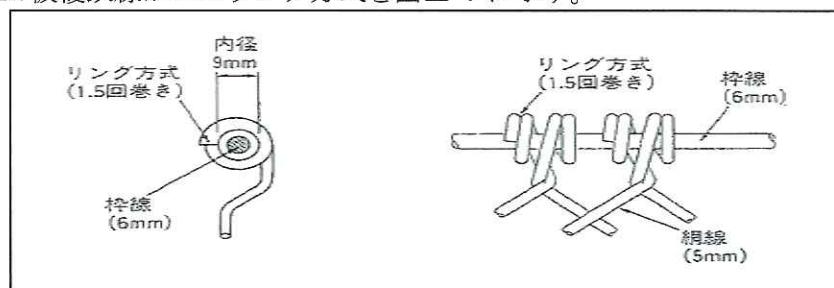
IR被覆鉄線かごの直線巻き式を図III-8に示す。



図III-8 直線巻き式

1.2.5 リング方式

IR被覆鉄線かごのリング方式を図III-9に示す。



図III-9 リング方式

2. 「IR 被覆鉄線」を使用したかごマット施工時の留意事項

「IR 被覆鉄線」を使用したかごマットの施工に際しては、以下の点に留意すること。

- ①かごマットの運搬・組み立て・設置時に、引き摺りや投下などは避け「IR 被覆鉄線」の被覆材に損傷を与えないように注意すること。
- ②かごマットへ中詰石を詰め込む時には、「IR 被覆鉄線」の被覆材の損傷及び、かごマットの変形を防止するために、50 cm以下程度の高さから中詰石を詰め込むようにすること。
なお、中詰石による被覆材の損傷を考慮すると、石材の種類は、玉石が望ましい。
- ③「IR 被覆鉄線」の被覆材は、アイオノマー樹脂であるため、タバコの火などの直火を接触させると、溶融又は燃焼があるので注意すること。

本付属資料は、依頼者がその責任で作成し、審査証明委員会に提出し、審議の参考にしたものであり、直接審査の対象としたものではない。

付属資料-3 「IR 被覆鉄線」施工実績

1. 施工現場（例：アイオノマー樹脂被覆鉄線）

(1) 平成 21 年度新田地区河岸整備工事

平成 21 年度新田地区河岸整備工事現場の施工状況を写真Ⅲ-1 に示す。



荒川下流河川事務所 新田地区河岸整備（H21）工事



吸出し防止材の敷設



本体の組立



石詰め工程



石詰め完了



蓋網の設置



覆土工程

写真Ⅲ-1 新田地区河岸整備工事現場の施工状況

(2) 平成 13 年度小松川地区自然地再生工事

平成 13 年度小松川地区自然地再生工事の施工中写真および施工後 6 年経過した状況を写真 III-2 に示す。



施工中
(覆土)



6 年後

写真III-2 小松川地区自然地再生工事の施工中写真および施工後 6 年経過した状況

(3) 平成 11 年度六郷護岸整備災害復旧工事

平成 11 年度六郷護岸整備災害復旧工事の現場の施工中および施工後 1 年後と 8 年後の状況を写真 III-3 に示す。

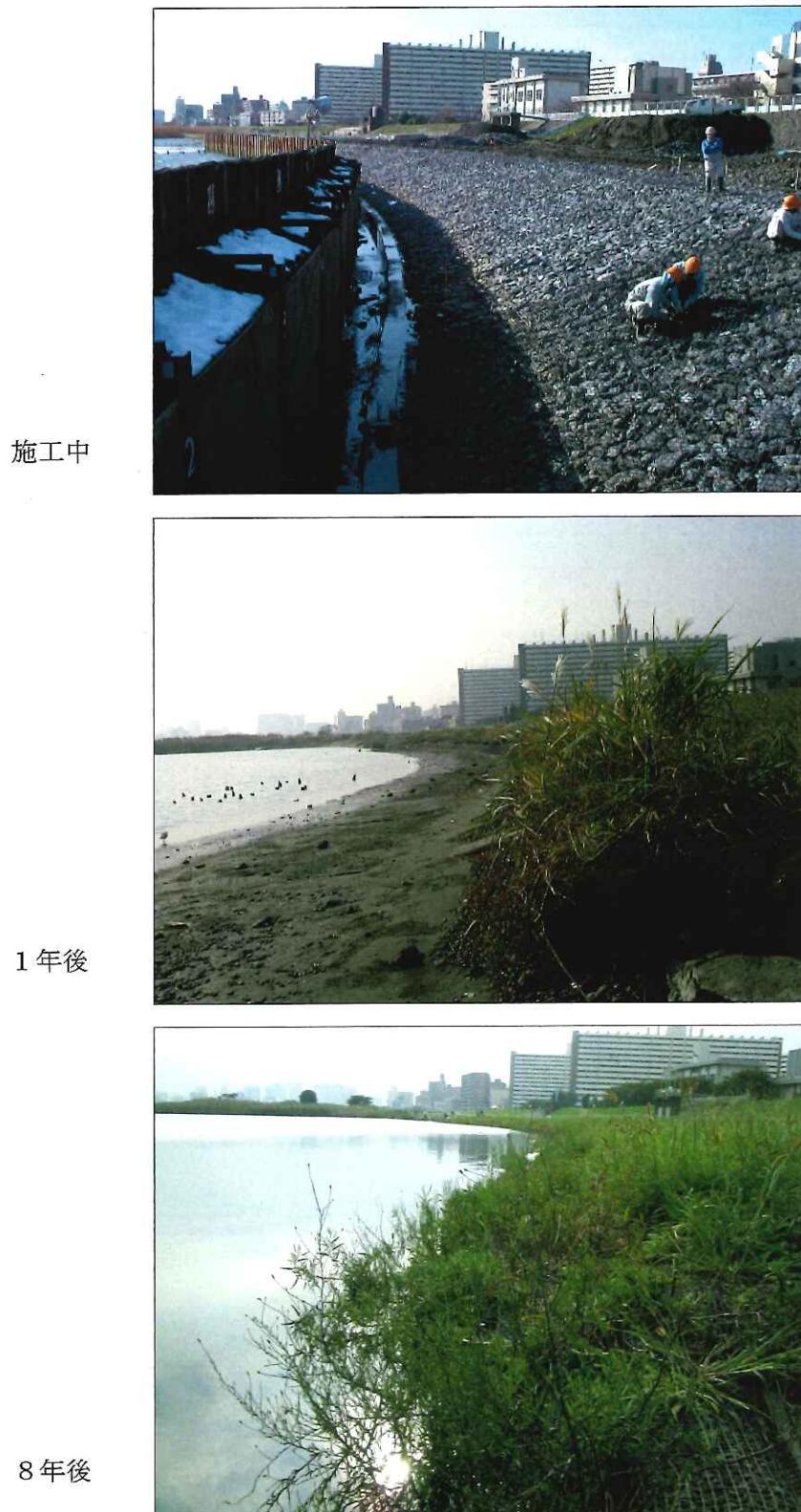


写真 III-3 六郷護岸整備災害復旧工事の現場の施工中および
施工後 1 年後と 8 年後の状況

2. 施工実績

表III-7 「IR 被覆鉄線」を使用したかごマット施工実績

No.	発注役所	物件名
1	北海道網走建設管理部	H22年度 オホーツク流氷公園整備事業 園路広場整備工事
2	北海道網走建設管理部	H23年度 オホーツク流氷公園整備事業 園路広場整備工事
3	青森県三沢市役所	23災第8号 平成23年度公共土木施設災害復旧工事
4	岩手県県北広域振興局	大湊地区海岸防災林造成工事
5	国土交通省九州地方整備局延岡河川国道事務所	野田地区下流治水対策（河道掘削工）
6	国土交通省関東地方整備局常陸河川国道事務所	平成25年久慈川管内補修工事
7	青森県上北県民局	復興海第5-3号 平成25年度県営海岸防災林造成工事
8	青森県上北県民局	補漁交海第3-1号 平成24年度県営海岸防災林造成工事
9	青森県上北県民局	補漁交海第3-2号 平成24年度県営海岸防災林造成工事
10	青森県上北県民局	補正緊急改第1号 平成23年度県営保安林緊急改良工事
11	国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所	西新井橋下流周辺整備（H24）工事
12	国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所	川口地区低水護岸（H25）工事
13	国土交通省中部地方整備局豊川河川事務所	平成24年度矢作川落合護岸補修工事
14	徳島県東部県土整備局	H26年度 園瀬川 徳島・新浜河川工事
15	福岡県土整備事務所	那珂川河床掘削
16	国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所	H22年度末広町河道掘削工事
17	国土交通省関東地方整備局常陸河川国道	柳沢地先他低水護岸災害復旧工事
18	国土交通省関東地方整備局利根川下流河川事務所	H25年東宝山第一排水樋管新設工事
19	神奈川県茅ヶ崎市役所	平成26年度公共下水道萩園第3排水区放流渠整備工事

建設技術審査証明報告書
鉄線籠型護岸用被覆鉄線
「IR被覆鉄線」

編集・発行 一般財団法人 土木研究センター（担当 地盤・施工研究部）

本 部 〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 (タカラビル)
TEL 03-3835-3609 FAX 03-3832-7397

技術研究所 〒300-2624 茨城県つくば市西沢2-2
TEL 029-864-2521 FAX 029-864-2515

平成27年4月

2015.50.SA