

コンクリート構造物（水中部）の表面保護材料
選定手引き（案）

平成 2 1 年 3 月

国土交通省 近畿地方整備局 淀川河川事務所
国土交通省 近畿地方整備局 近畿技術事務所

.

序

コンクリート構造物は、社会活動、個人活動を支える基盤として市民社会を支えてきている。特に、戦後から高度成長期を通じて蓄積された膨大なコンクリート施設群は、私たちの生活を豊かにし、安全で安心できる生活の実現の一翼を担ってきた。本来、コンクリート構造物は“丈夫で美しく長持ち”しなければならない。しかし、長年に亘って供用され、当初の想定された耐用期間を大きく超えて、超長期の供用期間となっているコンクリート構造物も存在する。このような場合、これら構造物の“長持ち”の程度にも限界があり、種々の劣化現象が生じてきている。これからは、“造るだけの時代から、造り、使いこなす時代”であり、既設の構造物を適切に維持管理することにより、使いこなすシナリオの策定が重要となっている。

本マニュアルは、常時水中に位置する既設コンクリート構造物を対象とし、表面被覆工法により劣化現象の進行抑止及び耐久性の向上を目指したものである。コンクリート構造物の耐久性は劣化機構から確認される。常時水中に位置するコンクリート構造物では、劣化機構として塩害、すりへり、化学的侵食が挙げられる。また、近畿地方整備局管内ではアルカリ骨材反応（以下、ASRと称す）対策施行以前に建設されたコンクリート構造物で、ASRによる被害が多く報告されており、ASRに対する対策も欠かせない。表面被覆材の選定にあたっては、これら劣化機構の内容に対応した、言い換えれば劣化機構に基づいた対応が要求される。本マニュアルでは、選定すべき補修材料の性能規定のシステムを構築し、要求性能に対する評価基準を設定し1章から3章にまとめた。

また、河川構造物などに代表される常時水中にあるコンクリート構造物の表面被覆工法による補修工事は、渇水期にあたる冬季に実施されることが多く、施工時の気温や湿度、コンクリートの含水状況等が施工品質の良否に大きく影響する。より良い品質を確保するとともに効率的な施工の実現を目指して、施工時に配慮すべき事項について4章から6章にまとめた。

本マニュアルの策定にあたっては、補修材料に関する各種試験を、淀川上流に位置する淀川大堰、毛馬排水機場のコンクリート構造物を利用して実施した。淀川は「八百八橋」の景観を誇る水都大阪の源として、魅力ある水辺のまちの創造には欠かせない存在である。本マニュアルが、水の都大阪・淀川を発信地として、全国の水辺のまちを創造するコンクリート構造物の“丈夫さ、美しさ、長持ち”に役立てればと願っている。

最後に、本検討会活動にご協力いただいた各位にお礼を申し上げて「序」とさせていただきます。

2009年2月

淀川大堰補修計画策定検討委員会
補修材料の評価・選定検討会
宮川 豊章

淀川大堰補修計画策定検討委員会
補修材料の評価・選定検討会 委員構成

委員	京都大学大学院工学研究科 教授	宮川 豊章
	近畿地方整備局淀川河川事務所 副所長	村上 敏章
	近畿地方整備局淀川河川事務所 副所長	三上 章
	近畿地方整備局淀川河川事務所 副所長	服部 龍雄
	近畿地方整備局淀川河川事務所 工事施工管理官	山本 直
	近畿地方整備局淀川河川事務所 工事品質管理官	野口 隆
	近畿地方整備局淀川河川事務所 管理課長	水池 良春
	近畿地方整備局淀川河川事務所 管理課長	福知 宣太郎
	近畿地方整備局淀川河川事務所 管理課長	上田 幸一
	近畿地方整備局近畿技術事務所 副所長	山田 安治
	近畿地方整備局近畿技術事務所 副所長	小段 栄一
	近畿地方整備局近畿技術事務所 副所長	伊藤 繁之
	近畿地方整備局近畿技術事務所 品質調査課長	春木 二三男
事務局	近畿地方整備局淀川河川事務所 建設監督官	芝田 弘一
	近畿地方整備局淀川河川事務所 管理課維持係長	山崎 裕治
	近畿地方整備局淀川河川事務所 管理課専門員	服部 浩二
	近畿地方整備局淀川河川事務所 管理課専門員	日朝 洋明
	近畿地方整備局近畿技術事務所 品質調査課専門職	富吉 末広
	近畿地方整備局近畿技術事務所 品質調査課品質検査係長	中嶋 秀男
	近畿地方整備局近畿技術事務所 品質調査課調査係長	戸田 勝士
	近畿地方整備局近畿技術事務所 調査試験課材料試験係技官	山本 主税

目 次

はじめに	1
1章 総 則	2
1. 1 目的	2
1. 2 適用の範囲	3
1. 3 適用構造物の種類	6
1. 4 適用構造物の特徴	8
1. 5 準拠図書	11
2章 排水機場等水路部の要求性能	12
2. 1 表面保護工を施工したコンクリート構造物の要求性能	12
2. 2 A S Rによる劣化に対する抵抗性	13
2. 3 塩害に対する抵抗性	14
2. 4 衛生性・安全性	15
2. 5 施工性	16
3章 設計	17
3. 1 塗布型ライニング工法による被覆設計	17
3. 1. 1 塗布型ライニング工法の品質規格	17
3. 1. 2 塗布型ライニング工法の仕様要求性能	20
3. 1. 3 塗布型ライニング工法の施工	22
3. 2 シートライニング工法による被覆設計	24
3. 2. 1 シートライニング工法の品質規格	24
3. 2. 2 シートライニング工法の仕様要求性能	28
3. 2. 3 シートライニング工法の施工	30
4章 施工	31
4. 1 対象コンクリートの躯体処理	31
4. 2 表面被覆工法の工程例	33
4. 3 対象となるコンクリート構造物の前処理	34
4. 4 対象となるコンクリート構造物の表面処理	35
4. 5 対象となるコンクリート構造物の素地調整	36
5章 表面被覆工法の施工管理	37
5. 1 施工計画書の提出	37
5. 2 専門技術者の選出	38
5. 3 材料の搬入検査	39
5. 4 施工管理	40

6章	表面被覆工法の検査	42
6.1	表面被覆工法における対象コンクリート躯体の検査	42
6.2	塗布型ライニング工法における工事中の検査	44
6.3	シートライニング工法における工事中の検査	45
6.4	塗布型ライニング工法における完了検査	46
6.5	シートライニング工法における完了検査	48

資料集

資料1	評価基準の整理	資-1
1.	試験体の作製	資-1
2.	耐候性	資-5
3.	塩化物イオン透過阻止性及びアルカリ金属透過阻止性	資-12
4.	付着性	資-19
5.	ひび割れ追従性	資-23
6.	耐摩耗性	資-29
資料2	各種試験方法一例	資-35
I.	表面被覆材の耐候性試験方法(案) (JSCE 511-2005)	資-35
II.	表面被覆材の付着強さ試験方法 (JSCE 531-1999)	資-38
III.	表面被覆材のひび割れ追従性試験方法 (JSCE 532-1999)	資-41
IV.	表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性試験方法(案)	資-44
V.	表面被覆材のアルカリ金属透過阻止性試験方法(案)	資-46
VI.	水中摩耗試験方法(案)	資-48
資料3	対象コンクリートの躯体処理の施工例	資-52
1.	コンクリート欠陥部の処理例	資-52
2.	セパレーター端部の処理例	資-54
資料4	表面被覆工の前処理・端部処理の施工例	資-55
1.	役物部の前処理及び端部処理の例	資-55
2.	表面被覆層施工端部の端部処理の例	資-57
資料5	記録用紙様式例	資-58

はじめに

かつて淀川は、たびたび起こる洪水により大きな被害を受けてきた。昭和 46 年 3 月に改訂された「淀川水系工事実施基本計画」では、全国に先駆けて 200 年に一度の規模の洪水を対象とした治水計画として、計画高水流量を $6,950\text{m}^3/\text{s}$ から $12,000\text{m}^3/\text{s}$ に改め、この増大した計画流量を円滑に流下させるため、河床掘削と低水路拡幅をすることになった。そのため治水上の支障となる長柄可動堰を改築して新たに淀川大堰を建設することとなり、工事は昭和 47 年 9 月に着工し、昭和 58 年 11 月に完成した。

淀川大堰及び関連施設は、工事着工以来約 30 年を経過し、コンクリート構造物に損傷や老朽化等が目立ち、被害の実態の把握と補修へ向けた計画の策定の必要が生じた。

また、阪神淡路大震災以降、耐震対策の充実のため耐震設計検討の必要が言われている中、大規模重要施設である淀川大堰及び関連施設についても耐震対策を実施していく必要が生じた。

「淀川大堰設補修計画策定検討委員会」で平成 14 年度以降、毛馬排水機場水路部内のコンクリート調査を実施しており、水路部内にひび割れが確認された。ひび割れ発生の原因として、塩害及びアルカリシリカ反応（以下、ASR と称す）によるものであると推定されている。毛馬排水機場水路部内のコンクリートを修繕するための方法として、ひび割れ注入及び表面被覆工法の検討が行われたが、これまで、表面被覆工法が施工されてきた構造物は、橋脚の梁や柱、建物の壁など大気中に位置する部位がほとんどであり、今回対象となっている常時水中に位置する部位の施工事例は少なく、このような環境においても補修目的を満足する補修工法及び材料の選定が必要となっている。

本指針（案）は、補修対策を実施する予定の排水機場等水路部の常時水中に位置するコンクリート構造物について、補修対策実施以後の劣化抑制等耐久性向上を目的とした表面処理工を実施するにあたり、コンクリート用表面被覆材料の技術動向、補修目的、環境条件、施工条件にあった工法の選定を行うために作成したものである。

1章 総 則

1. 1 目的

本指針（案）は、排水機場等水路部に代表されるような潮の干満による乾湿繰返し環境や常時水中環境にあるコンクリート構造物にひび割れ等の劣化が生じた場合の補修対策後の保護工法として、表面被覆工法を用いる場合の材料選定のための基本的な考え方についてまとめたものである。

【解説】

本指針（案）は、排水機場等水路部に代表されるような潮の干満による乾湿繰返し環境や常時水中環境にあるコンクリート構造物が中性化、塩害、A S R及びすりへりなどの劣化機構により、ひび割れ等の劣化が生じた場合に、二酸化炭素、塩化物イオンやアルカリ金属イオンなどの外来劣化因子（以下、劣化因子と称す）の侵入を抑制するため、表面被覆工法を適用する場合の表面被覆材料選定のための基本的な考え方、評価方法、施工方法についてまとめたものである。

1. 2 適用の範囲

- (1) 本指針（案）は、排水機場等水路部に代表されるような潮の干満による乾湿繰返し環境や常時水中環境のコンクリート構造物がひび割れ等の劣化を生じた場合に、耐久性向上や劣化因子侵入抑制のための対策として表面保護工法を必要とするものに適用する。
- (2) 本指針（案）は、ひび割れ注入や断面修復などの補修対策を実施した後のコンクリート構造物に適用する。
- (3) 本指針（案）は、表面保護工法のうち、表面被覆工法を選定する場合に適用する。

【解説】

(1) について

本指針（案）の適用対象構造物は、排水機場等水路部に代表されるような潮の干満による乾湿繰返し環境や常時水中環境にある既設コンクリート構造物である。また、劣化機構は、中性化、塩害、A S R及びすりへりなどを対象とする。

適用対象構造物にひび割れ等の劣化が生じた場合には、劣化因子侵入抑制を目的としたひび割れ注入などの補修工法を実施することとなるが、本指針（案）は、そのような補修対策後の劣化因子侵入抑制や耐久性向上のために、表面保護材料選定手引き（案）を作成したものである。

(2) について

本指針（案）は、ひび割れ注入や断面修復などの補修対策を実施した後のコンクリート構造物に適用する。また、ひび割れ注入や断面修復に用いた材料と表面保護材料との間には付着性に対して相性があり、付着性が確保できる表面保護材料を適用する。

(3) について

1) 表面保護工法の分類

一般に表面保護工法は図 1.2.1 に示す 7 項目に分類される。

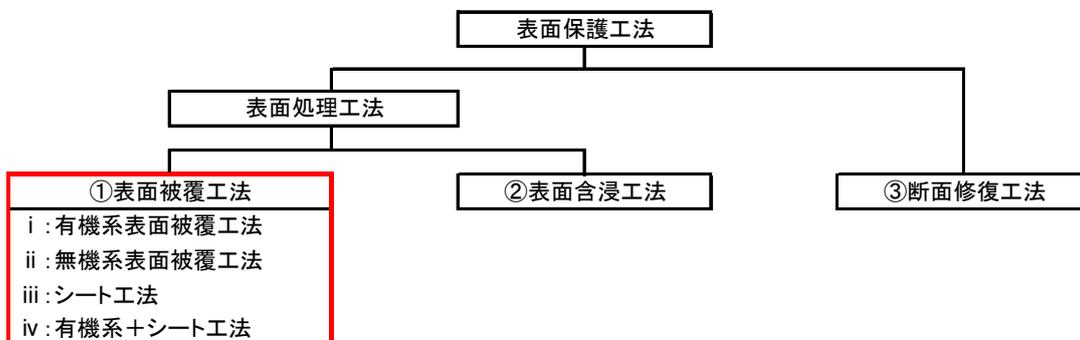


図 1.2.1 表面保護工法の分類¹⁾

- ① 表面に被覆を施す工法（有機系）
- ② 表面に被覆を施す工法（無機系）
- ③ 表面近傍断面に表面含浸材の含浸層を形成させる工法
- ④ 樹脂などの接着剤を用いて表面にFRPシートを巻き付ける工法
- ⑤ 表面に鋼板を取り付ける工法
- ⑥ 埋設型枠を用いる工法
- ⑦ その他の特殊な工法

上記7項目の表面保護工法を適用したコンクリート構造物は、劣化因子を遮断する効果が高く、劣化の進行を抑制することが可能である。しかし、排水機場水路部等の適用対象構造物は、乾湿繰返し環境や常時水中環境にあるため施工条件や環境条件が厳しく、被覆のふくれや含浸材の撥水性能低下など、材料の性能を発揮できない場合がある。

本指針（案）では、要求性能に適合した材料を確認するため、20℃の水中に3週間没した供試体を用いて耐水性試験等を行い、①表面に被覆を施す工法（有機系）、②表面に被覆を施す工法（無機系）及び④樹脂などの接着剤を用いて表面にFRPシートを巻き付ける工法を適用材料とすることとした。以下、①及び②については、塗布型ライニング工法、④については、シートライニング工法と称す。

2) 劣化機構による工法及び材料選定

表面被覆工法の適用にあたっては、塩害対策、ASR対策などの劣化機構ごとの要求性能に応じた工法及び材料の選定が必要となる。

3) 劣化抑制効果と品質や施工による影響

表面被覆工法によるコンクリート構造物の劣化抑制効果は、表面の被覆が外界からの二酸化炭素、酸素、塩化物イオン、水分、酸性雨、その他の劣化因子の侵入を防止または抑制する効果によってもたらされる。このため、これらの表面処理工法による劣化抑制効果は、被覆の施工後の品質やコンクリートとの一体性などに左右され、その度合いは使用する材料の種類、使用時の品質・性能ならびに長期安定性、施工時のコンクリートの含水状態、下地処理ならびに素地調整の適否、作業員の技能、その他によって大きく相違する。

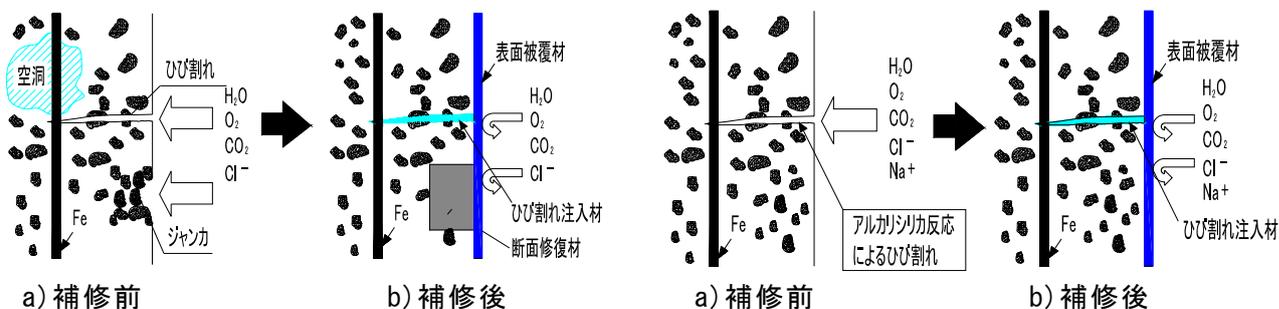


図 1.2.2 各種劣化機構と表面被覆工法による効果の一例

4) 材料選定の考え方

本指針（案）で対象とする表面被覆工法には各種のものがあり、それぞれの工法に用いる材料や施工方法も相違している。また、それぞれの工法による劣化抑制効果には大きな差があり、工法、使用材料、施工方法などの選定を誤ると期待した効果が得られなくなる。したがって、表面保護工によりコンクリート構造体に所要の耐久性能を付与させるためには、本指針（案）に示す事項の趣旨を十分に理解して、適用する表面保護工法を適切に選択するとともに、選択した工法の設計及び施工を適切に行うことがきわめて重要となる。

5) 劣化または性能低下との関係

表面保護工の有無とコンクリート構造体の劣化または性能低下との関係は、劣化要因と劣化度、構造体の置かれる環境条件及び使用条件により異なるが、定性的には図 1.2.3 のような概念図で表すことができる。

一般に、表面保護工を施さない場合には、二酸化炭素、塩化物イオン、アルカリ金属イオンの拡散などによって、コンクリート構造体の劣化が進行するが、補修時などに表面保護工を施した場合には、その後の劣化因子の侵入が抑制され、構造体の耐久性能の低下を遅らせることができる。

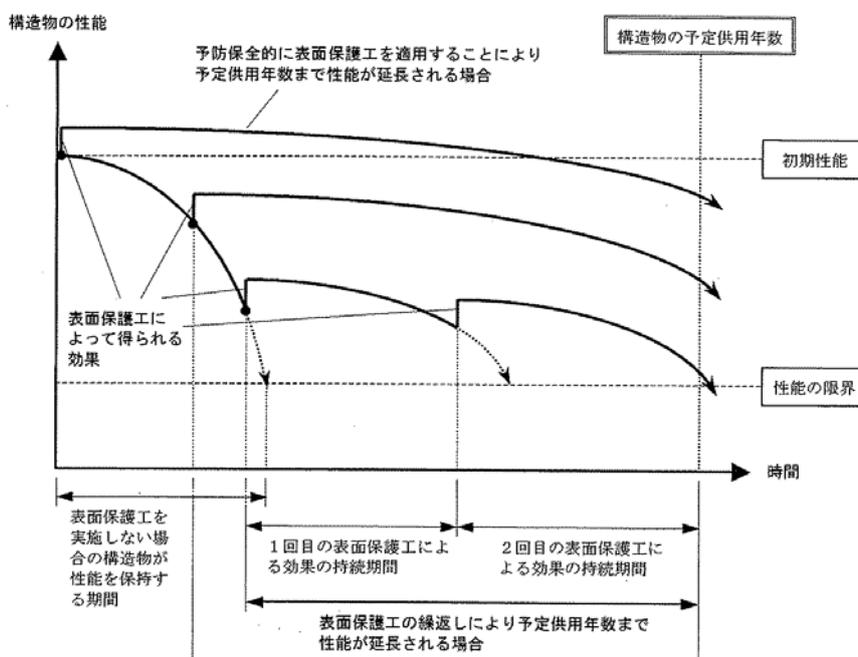


図 1.2.3 表面保護工を適用したコンクリート構造体の性能の概念図¹⁾

1. 3 適用構造物の種類

本指針（案）で対象となるコンクリート構造物の種類を以下に示す河川構造物とする。

- (1) 排水機場
- (2) 樋門, 樋管
- (3) 水門, 橋脚 (水中部)

【解説】

(1) について

排水機場の一例を図 1.3.1 に示す。

排水機場は管内全域の浸水被害防止対策のための施設で、自然排水またはポンプにより強制的に排水が可能な施設である。



図 1.3.1 排水機場の一例

(2) について

樋門及び樋管の一例を図 1.3.2 に示す。

排水や取水をするために、堤防内を横断して設けられた構造物であり、通常はその規模が大きいものを樋門、小さいものを樋管と呼ぶ。

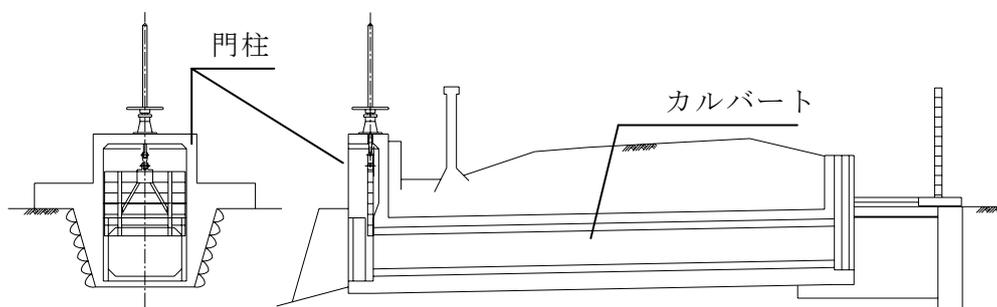


図 1.3.2 樋門, 樋管 (門柱, カルバート) の一例

(3) について

水門の一例を図 1.3.3 及び図 1.3.4 に示す。

洪水や高潮を防ぎ、用水の取水や排水、あるいは舟航のために河川を横断しており、堤防を分断してゲートが設けられた構造物のことを水門と称す。

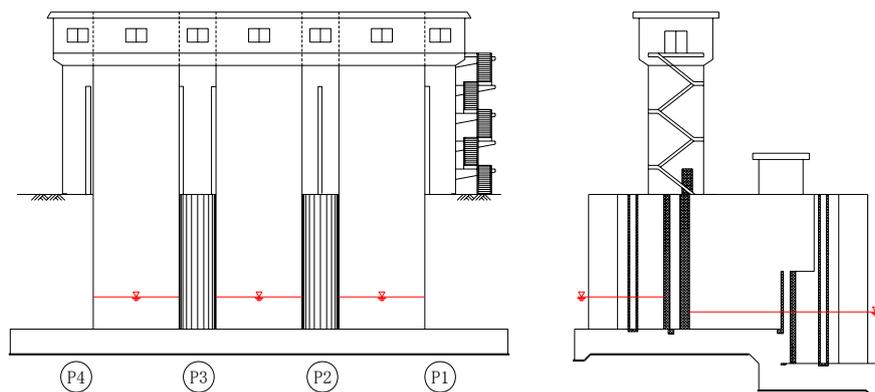


図 1.3.3 水門の一例



図 1.3.4 水門の一例

1. 4 適用構造物の特徴

本指針（案）で対象とするコンクリート構造物の特徴を以下に示す。

- (1) 鉄筋コンクリート構造物である。
- (2) 明渠部、または、暗渠部である。
- (3) 乾湿繰返しを受ける部位、または、常時水中環境にある部位である。
- (4) 海水環境、または、海水を含む淡水環境である。
- (5) 流水による摩耗の影響を受ける。
- (6) A S Rを起こす可能性がある。
- (7) 海中（水中）部のコンクリート側面には、フジツボ、イガイ、ユスリカなどの生物の付着がある。

【解説】

(1) について

一般に、鉄筋コンクリート構造物の場合には、中性化、塩害及びA S Rの影響によって、鋼材が腐食し膨張することでコンクリート表面にひび割れやはく離が生じる場合がある。（図 1.4.1 参照）

(2) について

ここでは、屋外環境の部位を明渠部、屋内環境の部位を暗渠部と称す。明渠部では、紫外線を受けることによって、補修材等が紫外線劣化を生じる。このことから、明渠部と暗渠部とに区分することとする。（写真 1.4.1 及び図 1.4.2 参照）

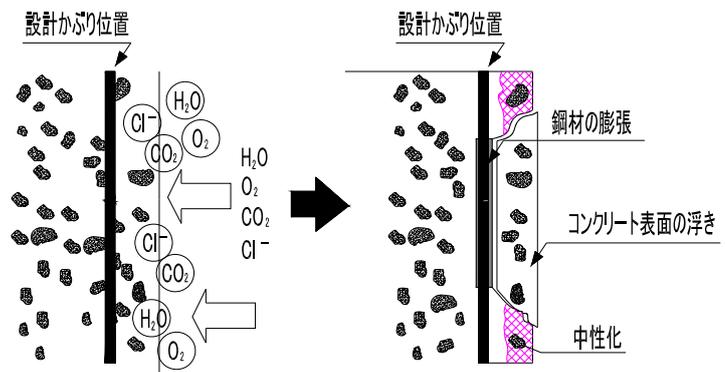


図 1.4.1 鋼材腐食のメカニズム一例



a) 明渠部

b) 暗渠部

写真 1.4.1 明渠部及び暗渠部の一例

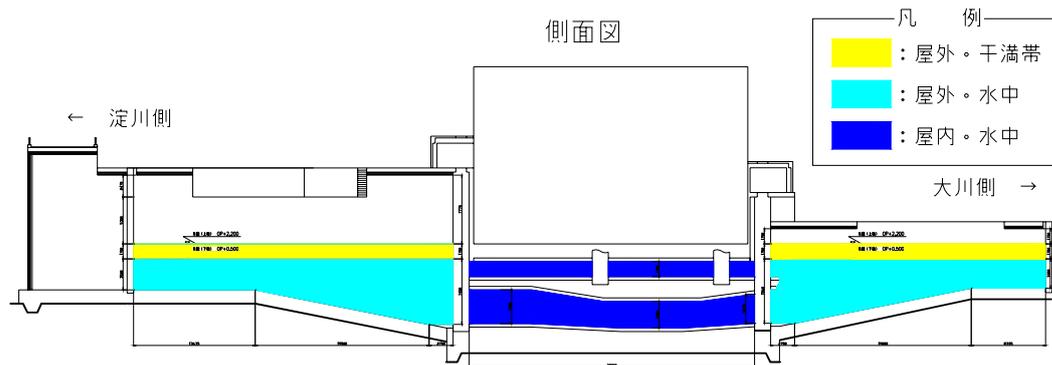


図 1.4.2 排水機場等水路部の環境条件による区分一例

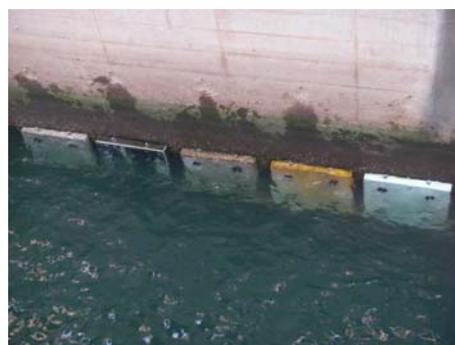
(3) について

一般に、対象とする河川構造物は、潮の影響により乾湿繰返しを受ける部位（写真 1.4.2 参照）や常時乾燥した部位、常時水中に没している部位の 3 種類に区分することができる。これらは、部位ごとに劣化進行速度が異なる。（図 1.4.2 参照）

本指針（案）では、乾湿繰返しを受ける部位、常時水中に没している部位の 2 種類に区分することとし、常時気中にある部位については、検討の対象ではない。気中にある部位については、「コンクリートライブラリー119 表面被覆工法 [設計施工指針（案）]、土木学会」等の指針に基づいて検討を行うこと。



a) 乾燥



b) 湿潤

写真 1.4.2 乾湿繰返しの状況一例

(4) について

海水中には、塩化物イオンとナトリウムイオンなどが含まれる。塩化物イオンは、コンクリート中の鉄筋を腐食させる要因となり、ナトリウムイオンは、反応性骨材を膨張させる要因となる。（図 1.2.2 及び図 1.4.1 参照）

また、排水機場等水路部のコンクリートは、常時水中に没した状態にあることから、施工時に開放した状態を設けてもコンクリートの含水率は高いことが想定される。過去の測定記録によればコンクリートの含水率は、9%~11%であった。

(5) について

一般に、水路構造の構造物は、流水による摩耗の影響を受ける。(図 1.4.3 参照)

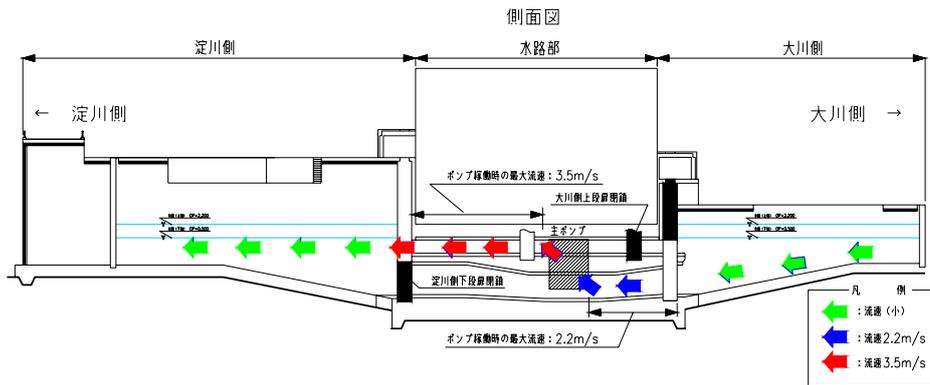


図 1.4.3 排水機場の主ポンプ稼働時における流水と摩耗

(6) について

反応性骨材を含むコンクリートは、水及びアルカリ金属によって、骨材が膨張し、コンクリート表面にひび割れが生じる。(図 1.4.4 及び写真 1.4.3 参照)

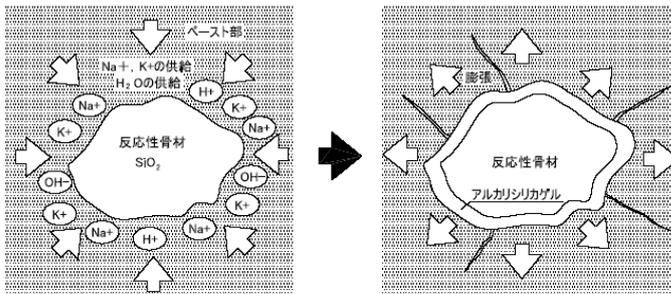


図 1.4.4 ASRのメカニズム



写真 1.4.3 ASRによるひび割れ

(7) について

海中(水中)部のコンクリート側面には、フジツボ、イガイ、ユスリカなどの生物が付着する可能性がある。(写真 1.4.4 参照) 付着生物が影響を与える、あるいは、付着生物に影響を与えることのない材料を選定する必要がある。



写真 1.4.4 生物の付着一例

1. 5 準拠図書

本指針（案）に記載のない項目については、解説に示す他の指針類に準拠するものとする。

【解説】

本指針（案）にない項目については、以下に示す指針類に準拠するものとする。

（1）土木学会

「コンクリート技術シリーズ 58 コンクリートの表面被覆及び表面改質に関する技術の現状」、2004. 2

「コンクリートライブラリー119 表面被覆工法（設計施工指針（案）」、2005. 4

「2005年度制定 コンクリート標準示方書（規準編）」

「2007年度制定 コンクリート標準示方書（維持管理編）」

（2）日本下水道事業団

「コンクリート防食指針（案）」、1997. 6

「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術指針・同マニュアル」、2002. 12

「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」、2007. 7

（3）日本農業集落排水協会

「コンクリート防食設計指針 日本農業集落排水協会ーコンクリート防食施工指針」2000. 1

「農業集落排水施設のコンクリート劣化点検・診断・補修の手引き（案）」、2002. 7

「農業集落排水施設のコンクリート防食設計・施工の手引き（設計編・施工編）」、2002. 7

（4）その他

「塗膜の評価基準」日本塗料検査協会、1970

「鋼橋塗膜調査マニュアル JSS IV 03-1993」社団法人 日本鋼構造協会、1993.9

2章 排水機場等水路部の要求性能

2.1 表面保護工を施工したコンクリート構造物の要求性能

排水機場等水路部のコンクリート構造物に対する要求性能について以下に示す。

- (1) 表面保護工を施したコンクリート構造物は、塩害、ASRによる劣化に対して所要の性能を有さなければならない。
- (2) 表面保護材料に期待される効果の持続期間12年以上を基本とする。

【解説】

(1) について

劣化対策として用いる表面保護工に対する主な要求性能について、表2.1.1に示す。

表 2.1.1 劣化対策として用いる表面保護工に対する主な要求性能¹⁾

表面保護工 に対する要求性能	劣化機構	塩害	アルカリ 骨材反応
塩化物イオン遮断性（遮塩性）		◎	○
酸素遮断性		○	
防水性（遮水性）		○	◎
ひび割れ追従性		△	△

◎：主として必要な要求性能、○：副次的に必要な要求性能、△：場合により必要な要求性能

(2) について

今日検討対象とした毛馬排水機場の水路部は1号から6号まで6基のポンプがある（図2.1.1参照）。このポンプを定期点検するために1年ごとに1基ずつ非出水期（10月中旬～5月下旬）にドライアップしている。

表面保護材料の効果の持続期間は、毛馬排水機場水路部内の定期点検の1サイクル6年から求めており、2サイクルにあたる12年とした。

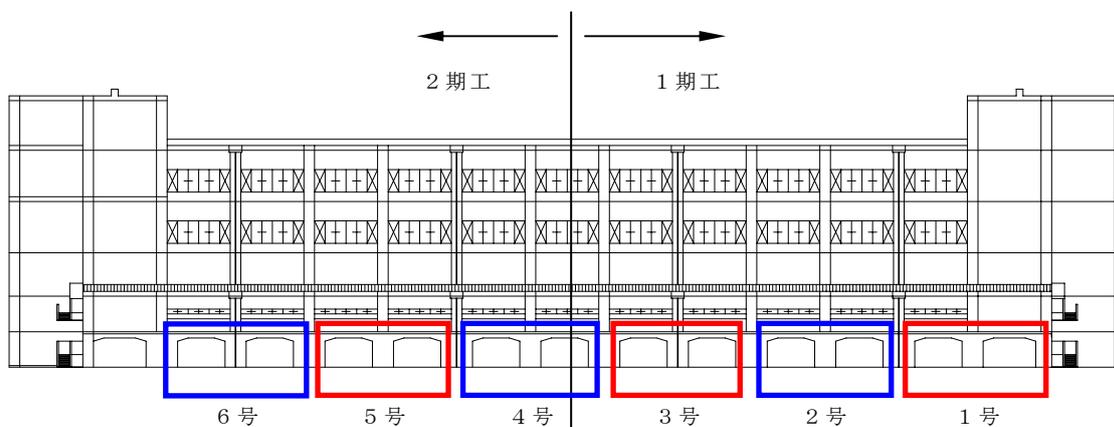


図 2.1.1 毛馬排水機場断面図（大川側）

2. 2 A S Rの劣化に対する抵抗性

(1) A S Rの劣化対策として表面保護工を施したコンクリート構造物は、その表面保護工に期待される効果の持続期間中、A S Rによるコンクリートの劣化が抑制された状態に保たれていなければならない。

【解説】

(1) について

1) A S R抑制のための表面被覆材の特徴

表面保護工により常時水中に位置するコンクリート構造物に発生したA S Rを抑制する場合は、基本的には、コンクリート中に反応性骨材と水分が存在する状態で、コンクリートに許容値以上のひび割れが発生しないことが求められる。また、海洋環境では、飛来する海水からアルカリ金属が供給され、A S Rを助長するともいわれているため、表面保護工を適用した構造物がコンクリート中へのアルカリ金属の浸透を阻止する性能も有していることが重要となる。

2) 調査結果例

図 2.2.1 に示す全アルカリ量は、平成 14 年から実施した 1 号ポンプから 6 号ポンプまでの調査結果をまとめたものである。測定した全アルカリ量は、表面部分が 2~3kg/m³、表面から 10cm で 4kg/m³以上であり、コンクリート内部に進むほど全アルカリ量が増加する傾向を示した。

コンクリートコアを確認したところ、細骨材中に貝殻の混入が認められており、施工時に海砂を使用したことが考えられる。従って、コンクリート内部のアルカリ金属はセメントから供給されるものに加え、細骨材中に含まれる NaCl からも供給されたものと考えられる。

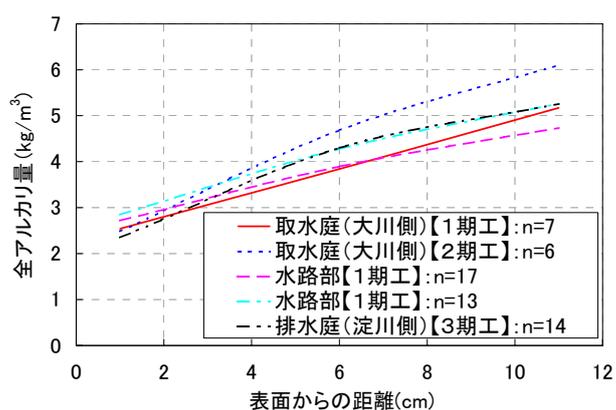


図 2.2.1 全アルカリ量分析結果

2. 3 塩害に対する抵抗性

(1) 塩害対策として表面保護工を施したコンクリート構造物は、その表面保護工に期待される効果の持続期間中、塩害に起因した鋼材腐食による劣化が生じてはならない。

- 1) コンクリート中の鋼材近傍に腐食発生限界濃度 1.2kg/m^3 以上の塩化物イオンが蓄積しないこと
- 2) 鋼材腐食の要因となる塩化物イオンのコンクリート表面からの浸透を防止すること

【解説】

(1) について

1) 塩害抑制のための表面被覆材の特徴

表面保護工により塩害を抑制する場合は、コンクリート中の鋼材近傍に腐食発生限界濃度 1.2kg/m^3 以上の塩化物イオンが蓄積しないことや鋼材腐食の要因となる水分及び酸素のコンクリート中への浸透を防止することで、鋼材腐食に起因するコンクリートのひび割れ、かぶりコンクリートのはく落、錆汁の溶出等の劣化が生じないことを確認する。

2) 飛来塩分の影響を受ける地域

飛来塩分の影響を受ける地域に関する情報については、道路橋示方書・同解説（(社)日本道路協会）を参照するとよい。大凡の目安としては、太平洋側では海岸から概ね 200m までの範囲の内陸、日本海側では 300m までの範囲の内陸、また沖縄では全域が対象となる。

3) 調査結果例

図 2.3.2 に示す含有塩化物イオン量は、平成 14 年から実施した 1 号ポンプから 6 号ポンプまでの調査結果をまとめたものである。コンクリート表面から 10~12cm の範囲で測定した結果から、鋼材腐食発生限界濃度 1.2kg/m^3 以上の値が示されている。

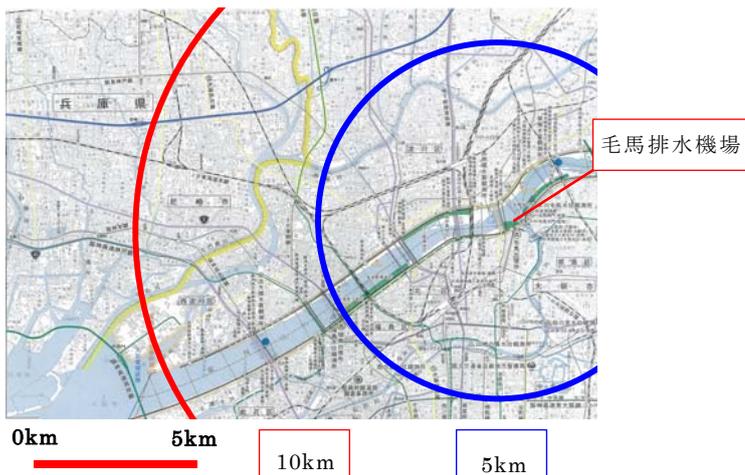


図 2.3.1 毛馬排水機場の位置及び海岸からの距離

表 2.3.1 排水機場内の塩分濃度

表面からの距離(cm)	0-2	5-7	10-12
取水庭(大川側)(kg/m^3)	2.36	2.02	1.39
排水庭(淀川側)(kg/m^3)	6.48	4.75	2.74

※：取水庭：1号から6号ポンプで採取した13試料のデータとする。

※：排水庭：1号から6号ポンプで採取した16試料のデータとする。

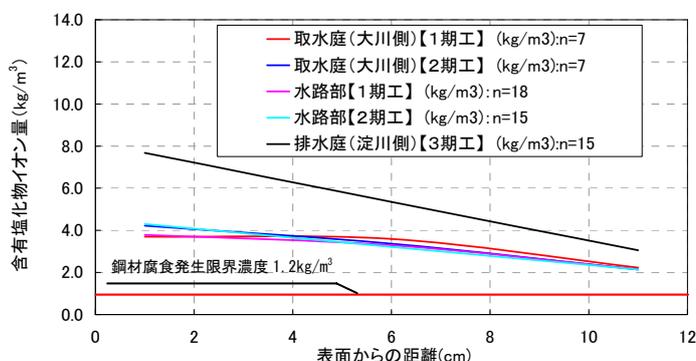


図 2.3.2 含有塩化物イオン量分析結果

2. 4 衛生性・安全性

- (1) 排水機場等水路部では、表面被覆材の衛生性及び安全性を考慮し、解説に示す規格のうち、いずれかに適合するもの、もしくは、それに相当する試験を行い性能に適合したものを適用する。

【解説】

(1) について

排水機場等水路部などコンクリート構造物が立地する河川は、生物が生息する場であり、生活水として利用する場でもある。河川構造物に表面被覆工法を用いて、耐久性の向上を図るにあたり、その使用する材料が河川に生息する生物や飲料水として使用する人間へ影響を与えてはならない。

以前の表面被覆材の種類によっては、長期間にわたり臭気が残る給水に支障を来したり、表面被覆材の種類及び成分が多岐にわたりその衛生性も明らかでなかった。また、一時、社会問題化された外因性内分泌攪乱化学物質（以下、環境ホルモンと称す）が、河川、湖、海岸付近などに生息する生物の生殖機能や生殖器の構造に影響を与えることもあったようである。

しかし、表面被覆材の品質は向上し、環境ホルモンを出さないビスフェノール F 型の材料が開発されたことや分析機器の進歩により安全性の確認が可能になったことなど、情報も豊富になってきた。

排水機場等水路部で用いる表面被覆材の衛生性及び安全性は、以下の規格のうち、いずれかの溶出試験の基準に適合した材料、あるいはそれに相当した溶出試験を行い適合した材料を適用する。

- ① JWWA K 143「水道用コンクリート水槽内面エポキシ樹脂塗料塗装方法」
：無溶剤型エポキシ樹脂、水系エポキシ樹脂など
- ② JWWA K 149「水道用コンクリート水槽内面FRPライニング材料」
：不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂など
- ③ 厚生省令第15号「水道施設の技術的基準を定める省令」
：ポリウレア樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリルウレタン樹脂、シリコン系樹脂など

2. 5 施工性

毛馬排水機場水路部での保守、点検は、非出水期（10月中旬～5月下旬）に行われることから以下の環境条件で施工が可能な材料とする。

- (1) 施工時期が冬期の場合、温度 5℃を下回る環境になる。
- (2) 施工対象となる部位の背面は水路であり、水が滞水しているため、施工対象のコンクリートは常時含水した状態である。
- (3) 施工範囲となる部位は、相対湿度が 85%以上を上回る環境となる場合があり、施工面が結露することがある。

【解説】

(1) について

一般的な表面被覆材の施工条件は、温度 5℃以上 40℃以下である。しかし、毛馬排水機場内の施工時期は冬期であることから、温度が 5℃以下となる環境条件にある。したがって、材料選定の際には、温度 5℃以下であっても表面被覆材の要求性能を満たす材料でなければならない。

大阪府の 12 年間での日最低気温の平均値は、 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ であった。

(2) について

一般的な表面被覆材の施工条件は、コンクリートが乾燥した状態で行う。しかし、毛馬排水機場内の環境は、背面が水路であり、水が滞水しているため、施工対象のコンクリートが常時含水した状態である。したがって、材料選定の際には、コンクリートが含水状態であっても表面被覆材の要求性能を満たす材料でなければならない。

毛馬排水機場のコンクリート表面水分量は、コンクリート・モルタル水分計での実測値が 9.1%～11.5%である。

(3) について

一般的な表面被覆材の施工条件は、相対湿度 85%以下である。しかし、毛馬排水機場のコンクリートは含水率が高く、水路内は湿度が高い状態となる。さらに、雨天時には、相対湿度 85%を超える場合が生じる。したがって、材料選定の際には、相対湿度 85%以上であっても表面被覆材の要求性能を満たす材料でなければならない。

3章 設計

3.1 塗布型ライニング工法による被覆設計

3.1.1 塗布型ライニング工法の品質規格

- (1) 各種塗布型ライニング工法におけるコンクリート表面被覆の積層（以下、表面被覆層と称す）は、使用環境に応じて、表 3.1.1 の品質規格を満足しなければならない。
- (2) 工法及び表面被覆材料の選定にあたっては、監督職員の承諾を得なければならない。

表 3.1.1 塗布型ライニング工法の品質規格

項目	負荷試験条件	規格基準	備考
被覆の外観	—	被覆にしわ、むら、ふくれ、われ、はがれのないこと	施工直後
耐候性	耐候性	被覆に白亜化、しわ、むら、ふくれ、われ、はがれが認められないこと	3000 時間促進耐候性試験実施後
コンクリートとの接着性	標準状態	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	
	乾湿温冷繰返し	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	3±2℃24 時間、40±2℃水中24 時間を 15 サイクル後
	夏期海水中	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	温度 40±2℃、飽和 NaCl 溶液中に 90 日浸漬後
	耐候性	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	3000 時間促進耐候性試験実施後
塩化物イオン透過阻止性	夏期海水中	塩化物イオン：初期値+0.005%以下	温度 40±2℃、飽和 NaCl 溶液中に 60 日浸漬後
アルカリ金属透過阻止性	夏期海水中	ナトリウムイオン：初期値+0.03%以下	温度 40±2℃、飽和 NaCl 溶液中に 60 日浸漬後
ひび割れ追従性	乾湿温冷繰返し	表面被覆材の伸び量：0.5mm 以上	3±2℃24 時間、40±2℃水中24 時間を 15 サイクル後
	耐候性	表面被覆材の伸び量：0.5mm 以上	3000 時間促進耐候性試験実施後
耐摩耗性	—	摩耗深さ：0.052X ₁ mm以下 (X ₁ は膜厚)	水中摩耗試験 50 時間後
安全性・衛生性	—	日本水道協会規格，厚生省令に適合したもの	2.4 参照

注 1) 表面被覆層は、公的機関等第三者機関における試験、または立ち会い試験において、上記の品質規定に合格したものでなくてはならない。

注 2) 品質規格の中で適用される表面被覆材は、コンクリート（モルタル）の表面含水率 10%以上の状態で、気温 3±2℃、相対湿度 85±5%の環境の中で施工が可能なものとする。ただし、コンクリート（モルタル）の表面含水率 10%以上の状態で、気温 3±2℃、相対湿度 85±5%の環境の中で施工ができない材料であっても、施工時に工夫を施し、表面含水率や気温などを機器等で調整し、施工が可能となる材料であればこの限りではない。

注 3) コンクリート（モルタル）の表面含水率の測定は、コンクリート・モルタル水分計を用いて行う。

【解説】

(1) について

1) 本品質規格は、排水機場等水路部に適用するコンクリート表面被覆工法に要求される性能品質を規定したものである。ここでいう表面被覆工法とは、塗布型ライニング工法におけるコンクリートと一体化した表面被覆材を示す。

排水機場等水路部のコンクリート構造物の表面被覆工法に求められる性能は、以下のとおりである。

- ① 施設が複雑かつ大型で、現地施工が要求されること。
- ② 表面被覆層が水中で暴露されたときに、塩害、ASRなどの劣化を抑制できるように、塩化物イオン及びアルカリ金属イオン遮断性が維持できること。
- ③ 既設コンクリートとの接着性が維持できること。
- ④ 竣工時は、施工面が水中に没し、一部潮位の影響を受けるため、干満による乾湿の繰り返しがあること。
- ⑤ 砂混じりの流水による摩耗の影響を受けやすい条件であること。
- ⑥ 生態系等への影響を考慮し、環境ホルモン等の溶出しない材質であること。
- ⑦ 構造物側面の背面が、一部地中や水中にある場合には、地下水などによる背面水の影響を受けやすい環境条件であること。
- ⑧ 一部日照の影響を受ける条件であること。

2) 適用する表面被覆工法については、その品質が公的機関等第三者機関において確かめられたもの、もしくは立ち会い試験で確認されたものを使用しなければならない。

3) 各種塗布型ライニング工法に使用する樹脂、樹脂プライマー及びモルタル等の品質規定と試験方法は、表 3.1.1 の品質規格に準じて行い、その試験に合格した材料を使用しなければならない。

4) 各種試験条件を以下に示す。

① 標準試験

標準試験は、排水機場等水路部内での施工直後の表面被覆材の状態を確認するものである。

標準試験は、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した試験体を用いて行うものとする。

標準試験は、コンクリートとの接着性の評価で適用する。

② 促進耐候性試験

促進耐候性試験は、排水機場等水路部内での紫外線が照射される部位での材齢経過後の表面被覆材の状態を確認するものである。

施工直後の表面被覆材の状態を確認するものである。

促進耐候性試験は、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した後、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法（案）」に準じて耐候性試験を行った試験体を用いて行うものとする。

耐候性試験は、キセノンアーク灯を用いて行うこととし、照射時間を 3000 時間とする。促進耐候性試験は、耐候性、コンクリートとの接着性、ひび割れ追従性の評価で適用する。

③ 乾湿温冷繰返し試験

乾湿温冷繰返し試験は、排水機場等水路部内の干満帯で生じる乾湿繰返し作用が、表面被覆材に与える影響について確認するものである。

乾湿温冷繰返し試験は、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した後、 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 時間、 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 水中 24 時間を 15 サイクルした試験体を用いて行うものとする。

乾湿温冷繰返し試験は、コンクリートとの接着性、ひび割れ追従性の評価で適用する。

④ 夏期海水中試験

夏期海水中試験は、排水機場等水路部内の夏場の海水中を想定しており、表面被覆材の遮断効果などについて確認するものである。

夏期海水中試験は、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した後、温度 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、飽和 NaCl 溶液中に 90 日浸漬させた試験体を用いて行うものとする。

夏期海水中試験は、コンクリートとの接着性、塩化物イオン透過阻止性、アルカリ金属イオン透過阻止性の評価で適用する。

⑤ 水中摩耗試験

水中摩耗試験は、排水機場等水路部内の主ポンプ稼働時に生じる水路内の摩耗を想定しており、表面被覆材の耐摩耗性について確認するものである。

水中摩耗試験は、表面被覆材の主材のみと複合材料で作成した板に、砕砂を混ぜた水を攪拌により衝突させ、50 時間後の摩耗量を測定し耐摩耗性について評価を行うものである。

(2) について

工法及び表面被覆材料を選定するにあたっては、表 3.1.1 の品質規格を満足し、かつ監督職員の承諾を得たものについて適用できることとする。

3. 1. 2 塗布型ライニング工法の仕様要求性能

- (1) 表面被覆層の性能を十分に発揮させるためには、施工環境、施工期間及び施工管理等が重要な要因となる。表面被覆層の施工は、可能な限りの最適施工環境（温度、湿度）、施工期間の確保等、適切な工事発注時期及び確実な施工管理が重要となる。

【解説】

(1) について

表面被覆層の性能を十分に発揮させるためには、施工環境、施工期間及び施工管理等が重要な要因となる。排水機場等水路部の定期点検時期は、秋期から冬期に渡って行われることから、低温、高湿な環境であり、施工期間は長くて5ヶ月間程度である。

表面被覆層の施工では、施工部位に見合った表面被覆材料の選定が重要であり、施工時には、表面被覆層が所定の機能を発揮できるように、施工対象となるコンクリートの表面状態を適正に処理することをはじめ、可能な限りの最適施工環境（温度、湿度）、施工期間の確保等、適切な工事発注時期及び確実な施工管理が重要となる。

1) 施工時における留意事項

本指針（案）は、塩害及びA S Rなどが原因で劣化したコンクリートでかつ、水中部分の含水したコンクリートを対象に表面被覆層の施工を実施しなければならない。

以下に施工時における留意事項を示す。

① ピンホールと塗装厚のむら

塗布型ライニング工法は、積層の被覆層により遮塩性等を確保しているため、塗膜厚の確保とピンホールが無いことが基本条件である。ピンホールが生じると、劣化因子が進入し、材料が持つ本来の性能を発揮することができないことや、表面被覆材にふくれ、われなどの変状が生じる原因となる。

完成検査では、目視観察によりピンホールの有無を確認することと、規定以上の膜厚が確保されていることを確認する。

② 端部処理（出隅、入隅、タラップ等）（図 3.1.1 及び図 3.1.2 参照）

コンクリート躯体の出隅、入隅部等は、ライニング厚を整えるのが難しい部位である。また、ライニング端部からの塩化物イオン等の浸入が無いように、施工管理を行う必要がある。

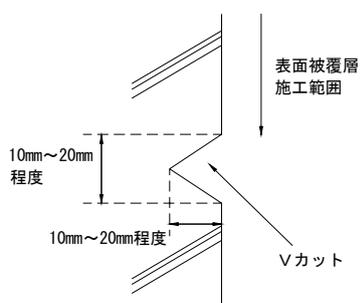


図 3.1.1 表面被覆層施工端部の処理例^{2), 3)}

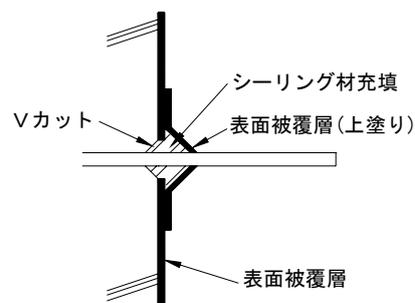
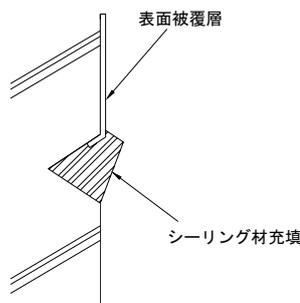


図 3.1.2 タラップの処理例^{2), 3)}

③ コンクリート表面処理（打ち継ぎ、ひび割れ、目違い等）（図 3.1.3 参照）

コンクリート打設時の打ち継ぎ部やひび割れ等は、塗布型ライニングの施工時に表面被覆層の均一な施工厚が確保できないことや、コンクリート躯体と表面被覆層の接着不良が原因となる。また、コンクリート内部で水を移動させやすく、表面被覆層に影響を与え、ふくれの原因などになりやすいことから、表面被覆層を施工する前に、ひび割れ注入工等を実施し完全に防水する必要がある。

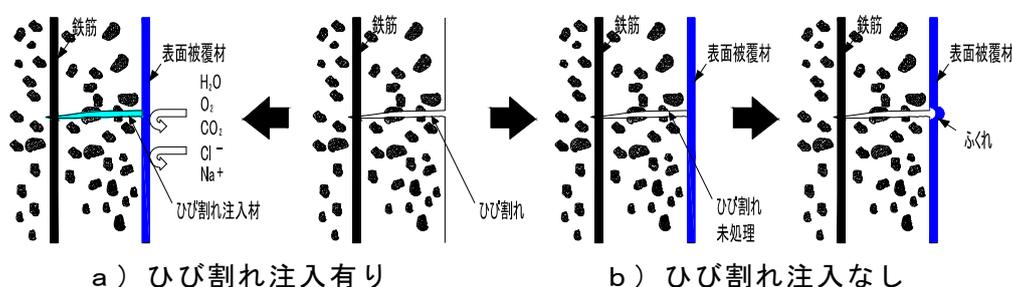


図 3.1.3 コンクリート表面処理の例

④ 施工部位（天井、干満帯部、役物等）

天井部分は、壁面に比べて表面被覆層の垂れが生じやすいことから、各工法の特徴を十分に把握し、施工部位に適した工法を選定する必要がある。また、施工管理は十分に行う必要がある。

⑤ 可使用時間

塗布型ライニングの施工時の各積層段階での作業時間、可使用時間は、工法毎に定められている所定の時間の範囲外での使用は、各層間での接着不良の原因となる。

そのため、使用材料・工法の仕様に基づいた適正な施工を行わなければならない。

⑥ 材料の不適切な組合せ（不適切なプライマー、有機溶剤の混入等）

各塗布型ライニング工法によって積層材料の組合せは異なり、工法毎に機能を十分に発揮する組合せを表面被覆材料製造業者が指定している。安価な材料の使用による組合せの変更や施工しやすさから被覆材の粘度調整のために有機溶剤を混入すること等は、表面被覆層間の接着不良、表層の機能損傷の原因となるため、各工法に定められた仕様以外の材料は原則として使用しない。

⑦ 施工時期、施工環境

本来、塗布型ライニング工法は、温度条件が 5℃以上 40℃以下で、相対湿度 85%以下の条件で使用することとなっている。これは、低温時には、練り混ぜ中の樹脂の硬化や性能等に影響を与え、高湿の場合には、樹脂中に水が混ざって硬化不良を起こす原因となるためである。

しかし、排水機場等水路部の施工時期は、秋期から冬期に渡って行われる場合が多く、施工環境は低温、高湿であることから、施工の良否は施工管理及び施工者の熟練度が影響してくる。

設計者は、工期と施工時期を考慮した設計を検討するが、表面被覆材の施工環境として不適切な時期に施工期間がかかることが想定されるため、適宜、必要な仮設（換気・養生等）を計上する等、工法に応じた施工環境の改善案を提示する必要がある。

3. 1. 3 塗布型ライニング工法の施工

表面被覆層は、次の各項によって施工する。

- (1) 表面被覆層の施工は、選定した仕様に従って入念に行う。
- (2) 表面被覆層は、使用に耐える状態になるまで適切な養生を行う。

【解説】

(1) について

1) 材料の取扱い

請負者は、使用材料の商品名、製造業者名、搬入量、貯蔵有効期間などが施工計画書に記載された品名及び数量であることを確認し、関連法規の規制を受ける材料がある場合には、その規則に従う。

材料の保管及び取扱いは、消防法、労働安全衛生法及びこれら関連法規の規制に従う。

保管場所は、直射日光を避け、ゴミ、雨、霧、雪などの影響を受けないように密閉した状態で保管する。

2) 表面被覆層の施工

① 作業場所の養生

表面被覆材の計量、混練及び塗布作業を行う施工現場周辺では、表面被覆材料の付着や飛散より、様々な障害が発生する可能性があるため、施工現場をあらかじめシート等で養生して作業を行う。

② 配合及び練り混ぜ

主剤及び硬化剤ならびに粉体などの配合は、製造業者の仕様を守り、勝手に変更してはならない。配合を変更すると表面被覆層の品質低下を招く結果になる。配合は原則としてセット単位で行い、少量分割して使用する場合には、製造業者の指定する割合になるよう正確に計量し練り混ぜる。1回の練り混ぜ量は施工する時期、面積、施工能率、材料の可使用時間などを考慮して定める。やむを得ず溶剤を添加する時は、製造業者の指定する範囲に留める。材料の練り混ぜには、ハンドミキサーを用い、気泡の巻き込みが少ないように、2分間以上均一になるように混合する。

③ 表面被覆層の施工

表面被覆層の種類により、プライマー工程の要・不要が異なるので、施工に当たっては、素地調整、表面被覆層との関係を検討する。

プライマーは、施工時期や種類によって乾燥時間が異なるので、プライマーの塗布にあたっては、乾燥状態を確認し、ピンホールや吸い込みむらのある箇所は再度塗布する。プライマーが乾燥した後、表面被覆層を施工する。

表面被覆層は、ピンホールが生じないようにローラー、金ゴテ、専用塗装機等で入念に塗布する。

表面被覆層の層厚を均一に施工するためには熟練を必要とする。層厚を均等にするためには、実施箇所を区割りし、これに要する表面被覆材料の量を算出して区割り塗りすると良い。

表面被覆材料の塗り重ね時間間隔は、製造業者の仕様のもとに、施工計画書に記載し、遵守する。

④ 端部処理

配管・蓋廻り等の端部の処理は、特に注意して施工する。端部処理の施工例を参考資料塗布型ライニング工法における端部処理の例に示す。

(2) について

表面被覆層の施工終了後、表面被覆層が使用に耐える状態になるまで、表面被覆層が損傷を受けないよう適切に養生する。

3. 2 シートライニング工法による被覆設計

3. 2. 1 シートライニング工法の品質規格

- (1) シートライニング工法の表面被覆層は、表 3.2.1 の品質規格を満足しなければならない。
- (2) 工法及び表面被覆材料の選定にあたっては、監督職員の承諾を得なければならない。

表 3.2.1 シートライニング工法の品質規格

項目	負荷試験条件	規格基準	備考
被覆の外観	—	被覆にしわ、むら、ふくれ、われ、はがれのないこと	施工直後
耐候性	耐候性	被覆に白亜化、しわ、むら、ふくれ、われ、はがれが認められないこと	3000 時間促進耐候性試験実施後
コンクリートとの接着性	標準状態	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	
	乾湿温冷繰返し	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	3±2℃24 時間、40±2℃水中 24 時間を 15 サイクル後
	夏期海水中	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	温度 40±2℃、飽和 NaCl 溶液中に 90 日浸漬後
	耐候性	付着強さ：1.0N/mm ² 以上	3000 時間促進耐候性試験実施後
塩化物イオン透過阻止性	夏期海水中	塩化物イオン：初期値+0.005%以下	温度 40±2℃、飽和 NaCl 溶液中に 60 日浸漬後
アルカリ金属透過阻止性	夏期海水中	ナトリウムイオン：初期値+0.03%以下	温度 40±2℃、飽和 NaCl 溶液中に 60 日浸漬後
ひび割れ追従性	乾湿温冷繰返し	表面被覆材の伸び量：0.1mm 以上でかつ引張強度 30N/mm ² 以上	3±2℃24 時間、40±2℃水中 24 時間を 15 サイクル後
	耐候性	表面被覆材の伸び量：0.1mm 以上でかつ引張強度 30N/mm ² 以上	3000 時間促進耐候性試験実施後
耐摩耗性	—	摩耗深さ：0.052X ₁ mm以下 (X ₁ は膜厚)	水中摩耗試験 50 時間後
安全性・衛生性	—	日本水道協会規格，厚生省令に適合したもの	2. 4 参照

注 1) 表面被覆層は、公的機関における試験、または立ち会い試験において、上記の品質規定に合格したものでなくてはならない。

注 2) 品質規格の中で適用される表面被覆材は、コンクリート（モルタル）の表面含水率 10%以上の状態で、気温 3±2℃、相対湿度 85±5%の環境の中で施工が可能なものとする。ただし、コンクリート（モルタル）の表面含水率 10%以上の状態で、気温 3±2℃、相対湿度 85±5%の環境の中で施工ができない材料であっても、施工時に工夫を施し、表面含水率や気温などを機器等で調整し、施工が可能となる材料であればこの限りではない。

注 3) コンクリート（モルタル）の表面含水率の測定は、コンクリート・モルタル水分計を用いて行う。

【解説】

(1) について

1) 本品質規格は、排水機場等水路部に適用するコンクリート表面被覆工法に要求される性能品質を規定したものである。ここでいう表面被覆工法とは、シートライニング工法におけるコンクリートと一体化した表面被覆材を示す。

排水機場等水路部のコンクリート構造物の表面被覆工法に求められる性能は、以下のとおりである。

- ① 施設が複雑かつ大型で、現地施工が要求されること。
- ② 表面被覆層が水中で暴露されたときに、塩害、ASRなどの劣化を抑制できるように、シートの継目処理や役物の処理部からの塩化物イオン及びアルカリ金属イオン遮断性、水密性、気密性が維持できる継目材質であること。
- ③ 既設コンクリートとの接着性が維持できること。
- ④ 竣工時は、施工面が水中に没し、一部潮位の影響を受けるため、干満による乾湿の繰り返しがあること。
- ⑤ 砂混じりの流水による摩耗の影響を受けやすい条件であること。
- ⑥ 生態系等への影響を考慮し、環境ホルモン等の毒性が出ない材質であること。
- ⑦ 構造物側面の背面が、一部地中や水中にある場合には、地下水などによる背面水の影響を受けやすい環境条件であること。
- ⑧ 一部日照の影響を受ける条件であること。

2) 適用する表面被覆工法については、その品質が公的機関において確かめられたもの、もしくは立ち会い試験で確認されたものを使用しなければならない。

3) 各種シートライニング工法に使用する樹脂、樹脂プライマー及びモルタル等の品質規定と試験方法は、表 3.2.1 の品質規格に準じて行い、その試験に合格した材料を使用しなければならない。

4) 各種試験条件を以下に示す。

① 標準試験

標準試験は、排水機場等水路部内での施工直後の表面被覆材の状態を確認するものである。

標準試験は、温度 $3 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85 \pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85 \pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した試験体を用いて行うものとする。

標準試験は、コンクリートとの接着性の評価で適用する。

② 促進耐候性試験

促進耐候性試験は、排水機場等水路部内での紫外線が照射される部位での材齢経過後の表面被覆材の状態を確認するものである。

施工直後の表面被覆材の状態を確認するものである。

促進耐候性試験は、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した後、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法（案）」に準じて耐候性試験を行った試験体を用いて行うものとする。

耐候性試験は、キセノンアーク灯を用いて行うこととし、照射時間を 3000 時間とする。促進耐候性試験は、耐候性、コンクリートとの接着性、ひび割れ追従性の評価で適用する。

③ 乾湿温冷繰返し試験

乾湿温冷繰返し試験は、排水機場等水路部内の干満帯で生じる乾湿繰返し作用が、表面被覆材に与える影響について確認するものである。

乾湿温冷繰返し試験は、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した後、 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 時間、 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 水中 24 時間を 15 サイクルした試験体を用いて行うものとする。

乾湿温冷繰返し試験は、コンクリートとの接着性、ひび割れ追従性の評価で適用する。

④ 夏期海水中試験

夏期海水中試験は、排水機場等水路部内の夏場の海水中を想定しており、表面被覆材の遮断効果などについて確認するものである。

夏期海水中試験は、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境でかつ、コンクリート（モルタル）の含水率 10%以上の条件で表面被覆材を施工し、温度 $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $85\pm 5\%$ の室内環境に 28 日気中養生した後、温度 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、飽和 NaCl 溶液中に 90 日浸漬させた試験体を用いて行うものとする。

夏期海水中試験は、コンクリートとの接着性、塩化物イオン透過阻止性、アルカリ金属イオン透過阻止性の評価で適用する。

⑤ 水中摩耗試験

水中摩耗試験は、排水機場等水路部内の主ポンプ稼働時に生じる水路内の摩耗を想定しており、表面被覆材の耐摩耗性について確認するものである。

水中摩耗試験は、表面被覆材の主材のみと複合材料で作成した板に、砕砂を混ぜた水を攪拌により衝突させ、50 時間後の摩耗量を測定し耐摩耗性について評価を行うものである。

5) シートライニング工法は、コンクリート躯体と工場製作の耐腐食性シートを固着させることによりコンクリートを被覆する工法であり、型枠工法、埋設型枠工法及び後貼り工法の 3 種類に大別されるが、本指針（案）で使用する工法は後貼り工法とする。

シートライニング工法における表面被覆材料として用いる樹脂は、以下の品質を有するものとする。

各工法の概要は、それぞれ以下のとおりである。

① 後貼り工法

後貼り工法は、工場製作された成形板を現場に搬入し、既設コンクリートに面ファスナー等を用いてシートを取り付け、間隙にグラウト材を注入して一体化させる工法、及び素地調整を行った後にシートを貼り付け、紫外線もしくは可視光線によってシートを硬化させる工法などがある。

後貼り工法の材質と固着方法一例を表 3.2.2 に示す。

表 3.2.2 後貼り工法の材質と固着方法一例

材 質	固着方式	目地処理の方法
①不飽和ポリエステル樹脂FRP板	樹脂接着	シート接着
②スチレンモノマー系樹脂光硬化型FRP板	シート接着	シート接着

(2) について

工法及び表面被覆材料を選定するにあたっては、表 3.2.1 の品質規格を満足し、かつ監督職員の承諾を得たものについて適用できることとする。

3. 2. 2 シートライニング工法の仕様要求性能

- (1) 表面被覆層の性能を十分に発揮させるためには、施工環境、施工期間及び施工管理等が重要な要因となる。表面被覆層の施工は、最適施工環境（温度、湿度）、施工期間の確保等、適切な工事発注時期及び確実な施工管理が重要である。

【解説】

表面被覆層の性能を十分に発揮させるためには、施工環境、施工期間及び施工管理等が重要な要因となる。排水機場等水路部の定期点検時期は、秋期から冬期に渡って行われることから、低温、高湿な環境であり、施工期間は長くて5ヶ月間程度である。

表面被覆層の施工では、施工部位に見合った表面被覆材料の選定が重要であり、施工時には、表面被覆層が所定の機能を発揮できるように、施工対象コンクリート表面状態の適正な処理をはじめ、最適施工環境（温度、湿度）、施工期間の確保等、適切な工事発注時期及び確実な施工管理が不可欠である。

(1) 施工時における留意事項

排水機場等水路部のコンクリートは、塩害及びASRが原因で劣化したコンクリートであり、水中部分の含水したコンクリートを対象に表面被覆層の施工を実施しなければならない。

以下に施工時における留意事項を示す。

1) 端部処理（出隅、入隅、タラップ等）

コンクリート躯体の出隅、入隅部等は、施工が難しい部位である。また、ライニング端部からの塩化物イオン等の浸入が無いように、施工管理を行う必要がある。

2) コンクリート表面処理（打ち継ぎ、ひび割れ等）

コンクリート打設時の打ち継ぎ部やひび割れ等は、コンクリート内部で水を移動させやすく、表面被覆層に影響を与えふくれの原因などになりやすいことから、表面被覆層を施工する前に、ひび割れ注入工等を実施し完全に防水する必要がある。

3) 施工部位（天井、干満帯部など）

天井部分は、壁面に比べて表面被覆層の自重による垂れが生じやすいことから、各工法の特徴を十分に把握し、施工部位に適した工法を選定する必要がある。また、施工管理は十分に行う必要がある。

4) 施工時期、施工環境

本来、シートライニング工法は、温度条件が 5℃以上 40℃以下で、相対湿度 85%以下の条件で使用することとなっている。これは、低温時の場合には、練り混ぜ中の樹脂の硬化や性能等に影響を与え、高湿の場合には、樹脂中に水が混ざって硬化不良を起こす原因となるためである。

しかし、排水機場等水路部の施工時期は、秋期から冬期に渡って行われる場合が多く、施工環境は低温、高湿であることから、施工の良否は施工管理及び施工者の熟練度が影響してくる。

(2) 各種シートライニング工法の設計・施工上の留意点

1) 後貼り工法の設計・施工上の留意点

後貼り工法に用いるシートは、工場製作であり、シート自体の膜厚不足、ピンホール等はないが、施工時のシートの継目処理、役物部のシート加工及び継目処理等の確実な施工に留意する必要がある。また、後貼り方式であるので躯体コンクリートの表面処理については、塗布型ライニング工法に準拠して行う。

3. 2. 3 シートライニング工法の施工

表面被覆層は、次の各項によって施工する。

- (1) 表面被覆層の施工は、選定した仕様に従って入念に行う。
- (2) シートの継目処理は、選定した仕様に従って特に注意して行う。
- (3) 端部の処理は、使用材料に適した方法で特に入念に行う。
- (4) 表面被覆層は、使用に耐える状態になるまで適切な養生を行う。

【解説】

(1) について

1) 材料の取り扱い

請負者は、使用材料の商品名、製造業者名、搬入量、貯蔵有効期間等が施工計画書に記載された品名及び数量であることを確認し、関連法規の規制を受ける材料がある場合にはその規則に従う。

材料の保管及び取り扱いは、消防法、労働安全衛生法及びこれら関連法規の規制に従う。

保管場所は、直射日光を避け、ゴミ、雨、霜、雪等の影響を受けないように密閉した状態で保管する。

2) シートライニング工法の施工

① シートの貼付

後貼り工法の場合は、塗布型ライニング工法と同様に対象コンクリートの前処理及び表面処理を行い、シートの貼付は、対象コンクリート面に対して、接着剤あるいは面ファスナーにより行う。

② シートの接合

必要な場合は、シートとシートをジョイント材により接合し、シート間の継目処理、取合部の処理等を行う。

③ グラウト材打設

後貼り工法は、必要であればグラウト材、樹脂等を注入する。

(2) について

シートの継目部は、特に遮塩性等に影響するので入念に処理する。たとえば、不飽和ポリエステル樹脂FRP板は、継目処理として、光硬化型ビニルエステルシートとビニルエステル樹脂プライマーを用いて接着するなどの方法をとる。

(3) について

シートの端部、タラップ等は、使用する材料に適した方法で、特に注意して施工する。資料4「表面被覆工の前処理・端部処理の施工例」を参考とし、シート端部の処理を行う。

(4) について

表面被覆層の施工終了後、表面被覆層が使用に耐える状態になるまで、表面被覆層が損害を受けないよう適切に養生する。

4章 施工

4.1 対象コンクリートの躯体処理

塗布型ライニング工法における対象コンクリートの躯体処理は、次の項目を行う。

(1) 対象コンクリートの躯体品質、表面品質を確保する。

- ① 原則として、素地調整層等の接着性に悪影響を及ぼす混和剤などは用いてはならない。
- ② コンクリートの防水処理を必要とする箇所は、表面被覆工法との取り合いを考慮して処理する。

(2) 対象コンクリートの躯体欠陥部の処理を適切に行う。

- ① 表面被覆層に悪影響を及ぼすコンクリートの型枠段差、豆板、コールドジョイント、打継ぎ部及びひび割れなどは、表面被覆工法の設計仕様に応じた対策を検討する。
- (3) 躯体処理に用いる材料は、表面被覆材を製造した材料製造業者が推奨するものとする。

【解説】

(1) について

表面被覆層が長期にわたり安定した性能を維持するためには、表面被覆材料が持つ遮塩性や付着性などの特性に優れていることが重要であるが、下地処理の不良による表面被覆材の性能低下が考えられることから、対象コンクリートの躯体品質や表面品質についても考慮する必要がある。

一般的に、コンクリート構造物は、型枠の継ぎ目やずれ（目違い）、ひび割れを始めとする表面被覆材の施工に障害となるような変状が表面には認められる。コンクリートに生じた変状は、漏水の原因となる場合があり、表面被覆層の耐久性からみた障害要因となっていることが多い。

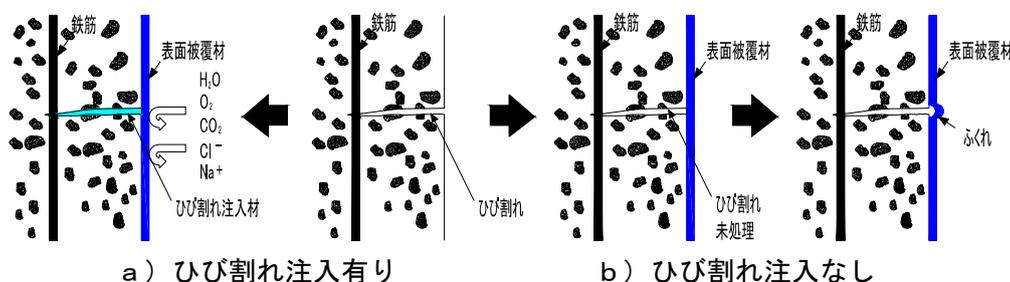


図 4.1.1 コンクリート表面処理の例

①について

素地調整層等の設計にあたって、接着性を阻害する恐れのある要因について規定した。

素地調整材等の接着性能を低下させる混和剤の例としては、無機系、高脂肪酸系、パラフィンエマルジョン系、水溶性ポリマー系などがあり、一般に、高級脂肪酸系が多く使用されている。

上述した混和剤は、コンクリート内部に不透水性、または、撥水性を有する層または膜を形成し、コンクリートの吸水と透水を防ぐものであるため、コンクリートと素地調整材等との接着性能を阻害するので、その使用を規制する。

しかし、半浸漬試験などの確認試験で接着性能の低下がないことが確認できており、水中のコンクリート構造物に適用できるものについては、別途検討する。

②について

コンクリートの表面被覆工法は、コンクリートの躯体及びその表面が完全な状態でなければ良好な被覆性能を期待できない。コンクリートの防水処理が必要な箇所については、表面被覆工法との取り合いを考慮して処理することが必要である。防水処理は、表面被覆工法に着手する前に処理が必要な止水処理と表面被覆工法の施工中または施工後に処理が必要なシーリング処理等の方法がある。

(2) について

表面被覆工法の作業手順及び躯体処理例を表 4.1.1 に示す。対象コンクリートの躯体欠陥部の処理については、表面被覆工法を行う前に実施する必要がある。

表 4.1.1 表面被覆工法の作業手順及び躯体処理例^{2),3)}

	作業内容	備 考
コンクリート躯体処理	コンクリートの欠陥部の処理	極端な型枠段差, 豆板, コールドジョイント, 打継ぎ部, ひび割れ等の処理
表面被覆工法 (塗布型ライニング工法) 作業手順	コンクリートの前処理	セパレータ端部, 埋設管廻り, タラップ, 取付金具, 伸縮継手等の処理
	コンクリートの表面処理	阻害物の除去, 表面処理等
	コンクリートの素地調整	
	表面被覆層の施工	下塗り, 中塗り, 上塗り等
	表面被覆層の養生	

①について

極端な型枠段差、豆板、コールドジョイント、打継ぎ部及びひび割れなどは、表面被覆層の欠陥や漏水の原因となるので、それぞれ適切に処理する。

(3) について

表面被覆材は、数層に分かれた材料構成をしており、材料相互の相性によって性能を発揮することができる材料である。そのため、躯体処理に用いる材料も表面被覆材全体のシステムを把握した材料製造業者が推奨する材料を適用することが望ましい。

4. 2 表面被覆工法の工程例

- (1) 請負者は、表面被覆工法の施工にあたり、事前に施工計画書を監督職員に提出しなければならない。

【解説】

(1) について

請負者は、表面被覆工法の施工にあたり、要求性能を満足する材料を選定し、材料製造業者が指定する施工方法に準じて行うことを明記した施工計画書を作成し、事前に施工計画書を監督職員に提出しなければならない。

排水機場等水路部の対象コンクリートは、含水率が高く、湿潤型の素地調整材、表面被覆材料を使用することになるため、材料の品質規格を十分に検討し、監督職員の承諾を得る。

ここで示した表面被覆工法の工程は一例であり、材料製造業者が指定する材料に応じた方法に準じて行うこととする。

【工程例】

- 1) 対象コンクリートの前処理
- 2) 対象コンクリートの表面処理
- 3) 対象コンクリートの素地調整及びプライマー処理
- 4) 表面被覆層の施工及びプライマー処理
- 5) 表面被覆層の養生

4. 3 対象となるコンクリート構造物の前処理

- (1) 前処理として、セパレーター、タラップ、取付金具及び伸縮目地等は、表面被覆工法との取り合いを考慮して、防水処理を行わなければならない。
- (2) 前処理に用いる材料及び処理方法は、表面被覆材を製造した材料製造業者が推奨するものとする。

【解説】

(1) について

セパレーター、タラップ、取付金具及び伸縮目地等は、空隙やひび割れにより、漏水するおそれがあるので、それぞれ適切に処理する。

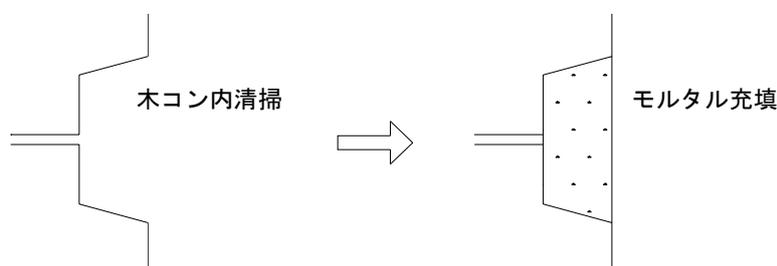


図 4. 3. 1 セパレーターの前処理例^{2), 3)}

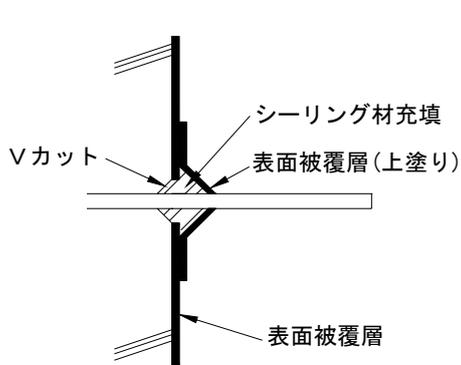


図 4. 3. 2 タラップの前処理例^{2), 3)}

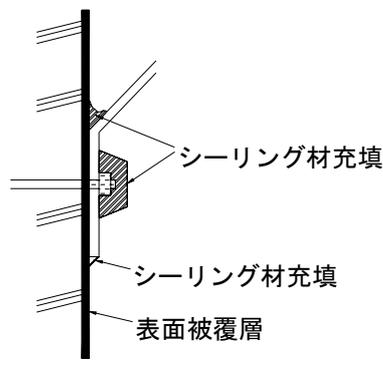


図 4. 3. 3 取付金具の前処理例^{2), 3)}

(2) について

セパレーター、タラップなどの形状が特異なもの前処理は、技術を要し、取り扱い方を間違えば欠陥を生じやすい場所となる。そのため、表面被覆材を製造した材料製造業者が推奨する材料及び前処理の方法を適用することが望ましい。

4. 4 対象となるコンクリート構造物の表面処理

- (1) 表面処理は、表面被覆層や素地調整層の接着に支障となる要因を除去した後に、素地全面に適用しなければならない。
- (2) 表面処理に用いる材料は、表面被覆材を製造した材料製造業者が推奨するものとする。

【解説】

(1) について

表面被覆工法で最も重要な工程は、コンクリートの表面処理である。品質の良い表面被覆を行うためには、コンクリート表面の脆弱部を取り除き、コンクリートと表面被覆層との付着を高めることなどが重要となる。表面被覆工法においてコンクリートの表面処理が不十分であれば、ふくれ、はがれなどの原因となり、表面被覆材の耐用年数 12 年で設計しているものが、数年で性能が低下することになる。本指針（案）では、特に、コンクリートの表面処理を、表面被覆工法を施す素地全面に適用することとした。

適用する表面処理の方法等について以下に示す。

1) 付着阻害物の除去

素地調整層及び表面被覆層の接着を阻害する付着物は、白色析出物、付着生物、錆などである。

2) 出隅部、入隅部の処理

出隅部分はサンダー等で丸みを持たせるように処理し、入隅部分はポリマーセメントモルタル、樹脂モルタルまたは樹脂パテで面取りをする。

ただし、入隅部分の面取りは、ライニング工法の種類により不必要な場合があることから、各工法の特性に合わせて実施する。

3) 表面処理の方法

コンクリート表面処理の方法には、ディスクサンダーなどによるサンディング法やウォータージェットなどのブラスト法などがあり、いずれもコンクリートの表層を物理的に除去する方法である。

いずれの方法を採用するかは、コンクリートの材齢や施工環境、表面被覆工法の設計仕様との技術的関連性、経済性などを考慮して選定させなければならない。

また、表面処理の仕上げは、細骨材の表面が露出した健全なコンクリートが得られていることを処理面の目視と指触によって点検し、異常のないことを確認しなければならない。

(2) について

セパレーター、タラップなどの形状が特異なもの前処理は、技術を要し、取り扱い方を間違えば欠陥を生じやすい場所となる。そのため、表面被覆材を製造した材料製造業者が推奨する材料及び前処理の方法を適用することが望ましい。

4. 5 対象となるコンクリート構造物の素地調整

- (1) 表面処理が終了したコンクリート面は、表面被覆層の品質の確保と接着の安定性を目的とした素地調整を行わなければならない。
- (2) 素地調整材は、吸水状態（湿潤型）の付着強さが $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上のものを適用する。
- (3) 素地調整に用いる材料は、表面被覆材を製造した材料製造業者が推奨するものとする。

【解説】

(1) について

1) 素地調整の目的

コンクリートの素地調整は、コンクリート素地を平坦充実にし、表面被覆層を均一な厚さにしやすくすると共に、表面被覆層に気泡・ピンホールなどの欠陥が発生することを防止し、また、コンクリートと被覆材の材質特性に起因する損傷発生を防止し、表面被覆層の安定した接着の持続を図ることを目的として行うコンクリート素地の改善処置である。

2) 素地調整材の要求性能

有機質被覆材を用いるコンクリート表面被覆工法において、良好な被覆性能が得られる素地条件（素地調整材の要求性能）を以下に示す。

- ① 平坦密実な仕上がり面と、表面被覆層の均一な層厚が容易に得られ、ピンホール・気泡などの欠陥が発生しにくいものであること。
- ② コンクリートと表面被覆層の接着界面に発生する各種の応力が減少・緩和され、また、発生応力によって損傷・破壊しない強さと材質特性をもつものであること。
- ③ コンクリートと表面被覆層に対して安定した良好な接着性をもち、コンクリートのアルカリ・水分によって劣化しないものであること。

(2) について

素地調整材は、原則として自由水、浸出水のない乾燥したコンクリート面に対して適用される材料である。しかし、排水機場等水路部のコンクリートは、表面含水率が 10%以上となる場合があり、乾燥した条件になることは考えにくい。そのため、使用する素地調整材の吸水状態（湿潤型）での付着強さが $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の品質規格に適合する材料を使用しなければならない。

1) 管理手法：モルタル水分計

モルタル水分計には様々なものがあるので、使用にあたっては十分に注意する必要がある。

(3) について

素地調整材は、不適切な組合せで使用すると、極端な接着不良を起こすので、使用するライニング樹脂の種類・工法により規定されたものを適正な組合せ、適正な施工間隔、適正な施工環境で使用、施工することが重要である。

5章 表面被覆工法の施工管理

5.1 施工計画書の提出

請負者は、事前に施工計画書を作成し、監督職員に提出しなければならない。

【解説】

表面被覆工法の施工計画書は、当該工事の契約図書に基づいて作成し、工事に必要な事項を記載する。一般的な記載事項は、表 5.1.1 に示すとおりである。

なお、内容の一部に変更が必要になった場合には、監督職員と協議し、すみやかに変更施工計画書を提出しなければならない。

表 5.1.1 施工計画書の一般的な記載事項^{2),3)}

記 載 事 項	記 載 内 容
1. 工 事 概 要	工事名称、工事場所、発注者、請負者、施工者、施工範囲、工期等を記載する。
2. 適 用 図 書	工事にあたって参照する図書の名称を記載する。
3. 施 工 管 理 体 制	現場代理人、管理技術者（主任技術者）、専門技術者、安全管理者等、本工事の施工管理体制を明示する。
4. 表 面 被 覆 の 仕 様	工法名（製品名）、製造業者名、標準施工厚さ等を明示する。 品質規格の試験成績表（証明書）の写しを添付する。
5. 使 用 材 料	材料名（製品名）、製造業者名、標準使用量等を明示する。 使用材料の試験成績表等の写しを添付する。
6. 施 工 図	本工事の施工範囲、施工詳細図を添付する。
7. 施 工 方 法	本工事の施工方法及び施工手順を記載する。
8. 工 事 工 程 表	本工事の実施工程表を添付する。
9. 施 工 管 理	施工管理方法（管理項目、管理基準等）を記載する。
10. 養 生	施工終了後の損傷防止及び工事中断時の養生方法を記載する。
11. 仮 設 計 画	材料の養生方法、運搬通路、仮置き場、工所用電源、換気設備等を記載する。
12. 安 全 衛 生 管 理	作業場内の管理留意事項、安全設備、可燃物取扱い時の消火設備、有機溶剤取扱い時の排気設備等、関連法規に準拠した処置を記載する。
13. 検 査	各施工段階の検査項目・検査方法、実施時期、不良箇所の処置等を記載する。

5. 2 専門技術者の選出

施工者は、専門技術者を選出し、届出なければならない。

【解説】

(1) 専門技術者選出の目的

表面被覆工法において所定の性能を得るためには、その全工程を通じて適切な施工管理が行われ、各工程の品質が確保されなければならない。

そこで、本指針（案）では、コンクリートの表面被覆工事全般にわたり、施工管理を担当するものとして、専門技術者の選定と届出について規定した。

(2) 専門技術者の資格要件

専門技術者は、コンクリート及び表面被覆材料、表面被覆工法の設計と施工技術に関する知識と経験を有するものでなければならない。

そのため、表面被覆工事の専門技術者は、表 5. 2. 1 に示すいずれかの資格要件を満たす者から選出しなければならない。

表 5. 2. 1 専門技術者の資格要件²⁾³⁾

専門技術者の資格要件	
1	日本コンクリート工学協会が行う資格試験のうち「コンクリート診断士」の合格者で、表面被覆工法の施工管理経験を3年以上有していること。
2	職業能力開発協会が行う国家技能検定のうち、「強化プラスチック成形(積層防食作業)」1級合格者で、表面被覆工法の施工管理経験を3年以上有していること。

注1) 届出にあたっては、当人が所属する事業主が発行する職務経歴書及び該当する試験の合格証書または認定証の写しを添付する。

注2) 資格要件2による専門技術者の選定は、塗布型ライニング工法のうち、エポキシ系被覆材料及びビニルエステル系被覆材料を用いる場合に限る。

(3) 専門技術者の責務

専門技術者は、資格要件に見合う自らの経験と知識を基に、表面被覆工事における施工管理全般について責任を負い、以下に示す職務を行う。

- 1) 表面被覆工法の施工全般にわたり施工管理を行い、施工計画の立案時における必要書類の準備、各工程の施工管理及び検査の記録を作成し、請負者に報告する。
- 2) 対象コンクリートの品質の検査、各工程の検査及び完成検査に立ち会うとともに、検査において、不良箇所が認められた場合には、処置方法の検討を行う。

5. 3 材料の搬入検査

材料の搬入検査は、次の各項によらなければならない。

- (1) 請負者は、納入された材料が施工計画書に記載されているものであることを確認した後、納品伝票を照合し、その数量を検査、検収して写真及び材料搬入報告書に記録し、監督職員に報告する。
- (2) 請負者は、各ロットに製造業者が発行する品質証明書により材料の品質に異状のないことを確認した後、材料搬入報告書に記録し、監督職員に報告する。

【解説】

品質証明書綴は、監督職員の指示により、いつでも提出できるようにしておく。

(1) について

写真記録は、工事名称、品名、荷姿、納入数量を黒板に記載し、納入材料の全体がわかるように撮影する。

材料搬入報告書は、納入伝票の番号、納入年月日、品名、納入数量、製造ロット番号を記録する。

(2) について

品質証明書は、品質証明書綴に綴込み整理保管する。

材料搬入報告書には、品質証明書の番号、当該製品の製造年月日、製造ロット番号を確認して記録する。

また、材料に異状が認められた場合は、直ちに使用を中止し、適切な処置を講じなければならない。

5. 4 施工管理

請負者は、表面被覆工法の全工程を通じて所定の表面被覆性能が得られるように、以下の各項に従い専門技術者を常駐させ施工管理を行わなければならない。

- (1) 施工時の作業環境に十分留意し、適切な環境条件下で安全に施工できるようにする。
- (2) 各施工段階での作業時間、表面被覆層の施工終了後の養生期間、並びに、他工事や施設運転との取り合い等を十分考慮して、適正な工期を確保する。
- (3) 専門技術者を常駐させ、施工計画書で定める施工管理基準に従って施工管理を行わせ、その結果を記録するとともに、各施工段階において必要な検査を行う。
- (4) 表面被覆工法の品質に重大な影響を及ぼす恐れのある事態が発生した場合には、遅滞なく監督職員と協議し、適切な処置を講じる。

【解説】

(1) について

1) 温度及び湿度の管理

表面被覆層の品質は、施工時の作業環境条件に左右されることが多い。したがって、施工時から表面被覆材料の硬化時までの気象条件、環境条件に十分注意し、各表面被覆工法に適した環境条件下で施工できるように確保しなければならない。施工時の温度及び湿度が表面被覆層の品質に及ぼす影響とその対策の一例を表 5.4.1 に示す。

表 5.4.1 施工時の温度・湿度が品質に及ぼす影響^{2),3)}

項目	性状変化	表面被覆層への影響	改善対策	
温度	低温	粘度の増大 作業性の低下	被覆層の不均一 造膜不良 乾燥不良による接着不良	使用材料の保温養生 施工箇所の保温養生 5℃以下施工中止
	高温	硬化促進 可使時間減少 粘度低下	被覆層の不均一 乾燥促進による接着不良 被覆層の層間はく離	保管場所（日陰に貯蔵） 日内気温の低い時期に施工する
湿度	高湿度	表面結露	被覆層の硬化不良 接着不良 被覆層の層間はく離 被覆層の白化 ふくれの発生	除湿対策（除湿、送風） 湿度 85%以下に管理できないときは 施工中止

2) 作業環境の管理

溶剤型のプライマーや表面被覆材料は、可燃性の揮発性有機溶剤が含まれているため、引火性があり、また、人体に対しても健康障害を起こす。

また、有機溶剤がある一定量以上使われたり貯蔵されたりする場合は、火災安全上と健康上の観点から法令上の各種規制を受ける。すなわち、火災安全上は消防法及びその関連法規に、健康管理上は労働安全衛生法及びその関連法規に従って、作業環境を管理しなければならない。

3) 適切な照明の確保

表面被覆工法は、覆蓋された層内での施工例が多い。施工環境の照度は、作業員の安全対策や施工能率を上げる上で必要であるばかりでなく、塗りむら、ピンホールの防止や表面被覆層の施工厚の管理など表面被覆工法の品質管理においても、確保する必要がある。

4) 屋外に立地する槽における施工

屋外に立地し、かつ、天井のない槽における施工は、降雨、降雪時に塗膜表面等を流出し、または汚損するため、適切な養生を行った後でなければ実施してはならない。導水きよ等の天井に一部開口がある場合も同様に養生を行う。また、高温時の施工は、表 5.4.1 に示した欠陥を生じやすくなるので、高温時に実施してはならない。夏期等で、施工時の気温が高い場合には、温度の低い時間帯に実施する等の配慮が必要である。

(2) について

表面被覆工法の各施工段階の作業時間や可使時間は、工法毎に定められており、表面被覆層の施工品質を確保するためには、使用する表面被覆工法（材料）の仕様に従って適切に施工しなければならない。また、表面被覆層の施工終了後、表面被覆層が使用に耐える状態になるまで、表面被覆が損傷を受けないよう適切に養生しなければならない。

さらに、表面被覆工事は、一般的に最終段階の施工となり、コンクリート躯体工事や断面修復工事、機械設備工事等の他工事との調整が必要となることが多い。また、補修工事の場合には、稼働施設の運転休止等、施設運転との調整も必要となる。

そこで、請負者は、上述した各施工段階での作業時間や表面被覆層の施工終了後の養生期間、並びに、他工事や施設運転との取り合い等を十分考慮して、最終的な工期に支障をきたすことのないように実施工程を計画するとともに、実施工程の進捗状況を常に的確に把握して、必要な処置、対策を講じなければならない。また、実施工程の進捗状況等について、工程管理表に記録し、保管しなければならない。

(3) について

専門技術者は、「5.2 専門技術者の選出」に規定したとおり、表面被覆工法の施工全般にわたり施工管理を行い、各施工段階の施工管理及び検査の記録を作成し、当該工事の請負者に報告しなければならない。

また、請負者は、表面被覆層の品質を確保するため、本章各項の規定に従って、各施工段階において必要な検査を行わなければならない。

なお、各施工段階の施工管理方法（管理項目、管理基準等）や検査方法（検査項目、検査基準、実施時期等）は、施工計画書において予め定めるものとする。

(4) について

表面被覆工法の品質の良否は、使用材料、表面被覆層の施工方法、対象コンクリートの品質の良否によるほかに、湿度、気温、換気、他工事との取り合い、コンクリートの養生などの施工環境や工期が重要な要件となる。

このため、表面被覆工法の品質に重大な影響を及ぼす恐れが生じた場合、適切な処置を講じるように、監督職員と協議することとした。

6章 表面被覆工法の検査

6.1 表面被覆工法における対象コンクリート躯体の検査

対象コンクリート躯体の検査は、次の各項によらなければならない。

- (1) 請負者は、対象コンクリート躯体の欠陥部の処理、前処理及び表面処理が終わった時点で検査を行い、監督職員の確認を受ける。
- (2) 請負者は、検査で不良箇所があった場合は、速やかに対処し、監督職員の確認を受ける。
- (3) 検査項目は、表 6.1.1 による。

【解説】

表面被覆工法において、所定の性能を得るためには、適切な施工計画と、適用する表面被覆工法について技術的に熟知した専門技術者による施工管理を徹底することが重要である。

(1) について

対象コンクリート躯体の欠陥部の処理、前処理及び表面処理が終了し、素地調整を行う前に、「対象コンクリート躯体の検査」を行う。これは、表面被覆工法を適用する躯体として構造的に健全であり、防水機能上も問題なく処理されているか確認することを目的とする。

また、あらかじめコンクリートの表面状態を確認し、性能に影響を与える異状がある場合、適切な処置方法について、監督職員の確認を得ることも併せてこの検査の目的とする。

(2) について

請負者は、躯体の施工者と表面被覆工の施工者及び専門技術者を立ち合わせ、表面被覆工法を施すコンクリート躯体とその表面状態について確認し、異状が認められた場合は、適切な処置方法について監督職員と協議し、確認を得て、必要な処置を講じなければならない。

(3) について

検査項目は、表 6.1.1 による。

この検査によって、不良箇所、異状部などが見つかった場合は、施工図に図示し、(2)の規定によって処理する。

表 6.1.1 対象コンクリートの躯体処理、前処理及び表面処理工程終了時の検査^{2),3)}

検査項目	判定基準	検査の方法	
コンクリートの欠陥部処理	漏水	・漏水箇所がないこと	目 視
	段差、目違い	・段差、目違いが、適切に処置されていること。	目 視 (損傷図を参照)
	豆 板	・全ての豆板が、適切に処置されていること。	
	コールドジョイント 打ち継ぎ部 ひび割れ	・すべてのコールドジョイント、打ち継ぎ部、ひび割れが、適切に処置されていること。	
コンクリートの前処理	セパレーター端部 (木コン)	・セパレーター、木コンは、適切に処置され、密実に仕上げられていること。	目 視
	埋設管廻り タラップ 取付け金具	・埋設管廻りなどが適切に処置されていること。	目 視 (損傷図を参照)
	施工目地	・施工目地が適切に処置されていること。	
コンクリートの表面処理	仕上がり	・細骨材表面が露出した堅牢なコンクリート表面が得られていること。	指 蝕、目 視
	その他の表面異状	・極端に厚いレイトンス層や脆弱部などがないこと。 また、鉄筋、番線、木屑その他の突起物がないこと。	注 1)の方法と目視

注1) レイトンス層や脆弱部は、ケレン工具を用いて表面を削ることによりその状態を確認することができる。

6. 2 塗布型ライニング工法における工事中の検査

工事中の検査は、次の各項によらなければならない。

- (1) 請負者は、素地調整工程が終わった時点で検査を行い、監督職員の確認を受ける。
- (2) 請負者は、検査で不良箇所があった場合は速やかに対処し、監督職員の確認を受ける。
- (3) 検査項目は、表 6.2.1 による。

【解説】

(1) について

工事中の検査は、素地調整工程の終了時に、表面被覆層の施工に先だって、素地調整層が所定の品質にできあがっているかを確認することを目的とする。

素地調整層の仕上がり面は平滑密実であるとともに、表面被覆層の良好な接着と仕上げ施工性が確保できるものでなければならない。

また、工事中の検査は、監督職員と協議の上、その確認を得て、施工工程ごとに適宜行う。

(2) について

請負者は、検査に専門技術者を立ち合わせ、素地調整層の仕上がり品質について確認するとともに、不良箇所など異状が認められた場合は、その適切な処理方法について監督職員と協議し、確認を得て、速やかに手直しを行わなければならない。

(3) について

検査項目は、表 6.2.1 による。

この検査で不良箇所が見つかった場合は、施工図に図示し、(2)の規定によって処理する。

ただし、不良箇所が軽微なものについては、監督職員の確認を得て、直ちに手直しをして、前記の処置を省略することができる。

表 6.2.1 素地調整工程終了時の検査^{2), 3)}

検査項目	判定基準	検査の方法
1. 平坦さ	素地面が防食被覆層の施工に支障なく平坦に仕上げられていること。塗りむら、だれなどが無いこと。	目 視
2. 密実さ	表面に巣穴、ふくれなどが見られず、密実に仕上がっていること。	
3. 浮き	外観上認められないこと。	
4. ひび割れ	外観上認められないこと。	
5. 硬化不良	樹脂系素地調整材による方法では、素地面に部分的な未硬化部分がなく均質に仕上がっていること。	注 1)の方法と 目視、指触

注1) 硬化不良は指触により硬化むらやべたつきの有無(JIS K 5600-3-2、JIS K 5600-3-3 項参照)は容易に判別できる。

6.3 シートライニング工法における工事中の検査

工事中の検査は、次の各項によらなければならない。

- (1) 請負者は、シートの貼付け及び組立工程が終わった時点で、監督職員の確認を受ける。
- (2) 請負者は、検査で不良箇所があった場合は速やかに対処し、監督職員の確認を受ける。
- (3) 検査項目は、表 6.3.1 による。

【解説】

(1) について

工事中の検査は、シート貼付け及び組立て工程が終わった時点で、各施工工程が品質を損なうことなく行われているかを確認することを目的として行う。

工事中の検査は、監督職員と協議の上、その確認を得て、施工工程ごとに適宜これを行うことができる。

(2) について

請負者は、検査に専門技術者を立ち合わせ、各施工工程の品質について確認するとともに、不良箇所など異状が認められた場合は、その適切な処理方法について監督職員と協議し、確認を得て、速やかに手直しを行わなければならない。

(3) 検査項目

検査項目は、表 6.3.1 による。

この検査によって不良箇所が見つかった場合は、施工図に図示し、(2)の規定によって処理する。

表 6.3.1 工事中の検査^{2), 3)}

検査項目	判定基準	検査の方法
シートの貼り付け (組立)状況	継目を除く防食被覆面全体にシートが貼られていること。 シートの曲がり、凹凸がないこと。	目 視

6. 4 塗布型ライニング工法における完了検査

完了検査は、次の各項によらなければならない。

- (1) 請負者は、表面被覆工法の完了後、検査を行い、監督職員の確認を受ける。
- (2) 請負者は、検査で指摘箇所があった場合は速やかに対処し、監督職員の確認を受ける。
- (3) 検査項目は、表 6. 4. 1 及び表 6. 4. 2 による。

【解説】

(1) について

完成した表面被覆工法が、施工計画書または監督職員が確認した協議事項どおりにできあがっているかを施工現場と完成図書類の検査によって確認する。

請負者は、専門技術者を検査に立ち合わせるとともに、検査に必要な施工計画書、協議事項確認書、施工管理記録類、完成図書を整備し、検査に支障のないように、予め準備しておかなければならない。

(2) について

請負者は、検査に専門技術者を立ち合わせ、表面被覆層の仕上がり品質について確認するとともに、不良箇所など異状が認められた場合は、その適切な処理方法について監督職員と協議し、確認を得て、速やかに手直しを行わなければならない。

(3) 検査項目

1) 書類検査項目

書類検査項目は、表 6. 4. 1 のとおりとする。

表 6. 4. 1 書類検査項目（共通）^{2), 3)}

検査項目	判定基準	検査書類名
1.使用材料の数量	使用材料の品質別受入量が、適正な範囲であること。 使用材料の施工区分別、工程別使用量が 適正な範囲であること。	材料搬入報告書
2.使用材料の品質	使用材料の品質に異状がないこと。	製造ロット別 品質証明書綴 材料搬入報告書
3.工 程 管 理	各工程が良好な管理状態にあり、異状に対しても 適切な処置が取られていること。	工程管理記録
4.品 質 管 理	各工程毎の品質管理が良好な管理状態にあり、 異状に対しても適切な処置が取られていること。	品質管理記録 (施工環境管理 記録を含む)
5.完 成 状 況	工事仕様書、契約書に基づき、適正な範囲と 仕様の施工がなされていること。	完成図 協議書類

2) 現場検査項目

現場検査項目は、表 6.4.2 のとおりとする。

この検査において不合格の判定、不良部分、指摘事項があった場合は、(2)の規定によって処置する。ただし、軽微な表面被覆層の欠陥は、監督職員の確認を得て、直ちに手直しし、前記の処置を省略することができる。

表 6.4.2 現場検査項目（塗布型ライニング工法）^{2),3)}

検査項目	判定基準	検査の方法
1. 外観	表面に防食性能を損なう欠陥や塗りむらがなく平滑に仕上がっていること。	目視による
	ピンホール試験によるピンホールが検知されないこと。	ピンホール試験による
	樹脂硬化不良がないこと。	指触、打音による
2. 付着強さ	平均値が 1.0N/mm ² 以上。	付着強さ試験による
3. 防食被覆層の施工厚	平均値が材料指定の規格値以上であること。	付着強さ試験後にルーペ等で目視

注1) 表面被覆層の外観検査は、良好な防食性能の確保を目的として行うものであり、多少の色相差、軽微な樹脂ダレなどは、美粧性を損なうものであっても、防食性能上欠陥とならないものについては判定対象としない。ただし、極端な色むら、塗りむらは判定対象とする。

注2) 防食性能を損なう表面被覆層の欠陥には、ピンホール、硬化不良などがあり、表面被覆層の浮き、ふくれ（プリスター）などの接着不良部分も表面被覆層の耐久性を損なうものとして判定対象とする。

注3) ピンホール試験は、試験可能なものについては、原則として表面被覆層全面について行うものとする。

注4) ピンホール試験は、コンクリートの通電状況や被覆厚により機器による試験が実施できないばあいがある。その場合は、監督職員に確認し、目視検査等を実施する。



図 6.4.1 ピンホール探知器一例

6. 5 シートライニング工法における完了検査

完了検査は、次の各項によらなければならない。

- (1) 請負者は、表面被覆工法の完了後、検査を行い、監督職員の確認を受ける。
- (2) 請負者は、検査で指摘箇所があった場合は速やかに対処し、監督職員の確認を受ける。
- (3) 検査項目は、表 6. 4. 1 及び表 6. 5. 1 による。

【解説】

(1) について

完成した表面被覆工法が、施工計画書または監督職員が確認した協議事項どおりにできあがっているかを施工現場と完成図書類の検査によって確認する。

請負者は、専門技術者を検査に立ち合わせるとともに、検査に必要な施工計画書、協議事項確認書、施工管理記録類、完成図書を整備し、検査に支障のないよう、予め準備しておかなければならない。

(2) について

請負者は、検査に専門技術者を立ち合わせ、表面被覆層の仕上がり品質について確認するとともに、不良箇所など異状が認められた場合は、その適切な処理方法について監督職員と協議し、確認を得て、速やかに手直しを行わなければならない。

(3) について

1) 書類検査項目

書類検査項目は、表 6. 4. 1 のとおりとする。

2) 現場検査項目

現場検査項目は、表 6. 5. 1 のとおりとする。

この検査において不合格の判定、不良部分、指摘事項があった場合は、(2) の規定によって処置する。

表 6. 5. 1 現場検査項目（シートライニング工法）^{2), 3)}

検査項目	判定基準	検査の方法
1.シートの表面の状況	コンクリート躯体の構造に影響を及ぼす凹凸がないこと。	目視 メジャー測定
2.シート継目部の状況	継目部に隙間や浮きなどの性能を損なう欠陥がないこと。	指触及び目視
3.コンクリートの充填程度	シート背面にグラウト材などの充填材が空隙なく充填されていること。	注 1)の方法

注1) テストハンマーまたは打診器によってコンクリートの充填程度を検査する。

【参考文献】

- 1) 「コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針（案）」土木学会、平成 17 年 4 月
- 2) 「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術指針・同マニュアル」日本下水道事業団、平成 14 年 12 月
- 3) 「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」日本下水道事業団、平成 19 年 7 月