

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

平成 29 年 12 月

編著 地方共同法人 日本下水道事業団

発行 一般財団法人 下水道事業支援センター



### 5. 5. 2 コンクリート腐食部分の除去の設計

コンクリート腐食部分の除去は、コンクリート表面の劣化部を物理的に除去し、健全なコンクリート面を得ることを目的として、設計にあたっては以下の事項等について検討する。

- (1) 劣化部除去深さ及び範囲は、調査及び診断の結果に基づいて、部位毎に定める。
- (2) 劣化部除去方法は、超高压水処理を標準とする。
- (3) はつりガラ処分は、産業廃棄物として法令に従って処理しなければならない。
- (4) 劣化部除去に伴う排水は、産業廃棄物として処理すること。ただし、下水道施設管理者と協議の上、下水処理場で処理してもよい。

**【解説】**

コンクリート腐食部分の除去は、コンクリート表面の劣化部、又は既設防食被覆層を物理的に除去し、健全なコンクリート面を得ることを目的として行う。

(1) について

コンクリート腐食部分の除去においては、コンクリートの劣化範囲を判断し、確実に除去することが重要である。したがって、硫酸イオンが侵入している範囲を全て除去することが望ましい。しかし、硫酸イオンの侵入によりエトリングایتが形成されている部分は強度が残存し、超高压水処理を用いても完全除去には不可能であり、不経済な場合が多い。

そこで、本マニュアルでは、劣化部の除去深さは、フェノールフタレイン法により呈色しない中性化領域を標準とする（4.3 腐食環境の特定と診断を参照）。コンクリートの劣化部は、腐食によりコンクリートが欠落し、断面が欠損している。そこで、劣化部の除去深さは、断面修復厚さとは異なるため留意が必要である（図 5-5 参照）。

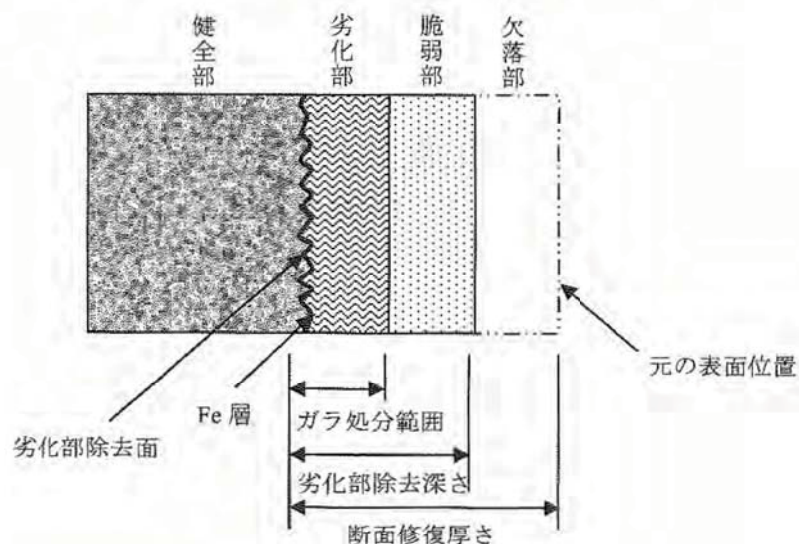


図 5-5 劣化部除去断面の模式図

既設の防食被覆材や断面修復材が残存している場合は、これを完全に除去し、健全性が確認できるコンクリート表面を確保することが望ましい。

ただし、残存する断面修復部と躯体コンクリートとの一体性（接着安定性）と再施工に使用される断面修復用モルタル又は防食被覆層との接着安定性が確認でき、残存する断面修復用モルタルをフェノールフタレイン法にて呈色させることが可能な場合は完全に除去する必要はないものとする。

#### （2）について

既設コンクリートの劣化部除去は、超高压水処理を標準とするが、狭小箇所での作業で超高压水処理では作業が困難な場合など、施工する施設の条件によっては、手はつりや機械はつり等の工法を適用してもよい。

また、厚さや軟性を有する防食被覆層は、超高压水処理では除去できない場合があるため、手はつりや機械はつりなどによる被覆除去と、表面の劣化部及び脆弱部除去を目的とした超高压水処理の併用を検討する。

なお、防食被覆層下の断面修復部が、4.3 において健全と判定された場合は、既設断面修復部を除去しなくてもよい。

ただし、既設断面修復部表面部の凸凹など断面の修復部の性能確保及び防食被覆層の施工に対し支障が生じる場合は、適切に処理する。

超高压水処理の性能は、コンクリートの劣化部、又は既設防食被覆層を適切に除去できる機材を選定するものとし、吐出圧は 150MPa～200MPa 程度を標準とする。吐出圧が過剰気味となる場合はノズルの照射角度、コンクリート躯体との距離によって、調整する。

#### （4）について

コンクリートの劣化部除去に伴う排水は、当該地の廃棄物担当部局と協議の上、指示された方法により処理する。ただし、下水道施設管理者が認めた場合に限り、指示された方法により下水処理場において返流水として処理してもよい。

## 6.3 改築工事のコンクリートの処置

### 6.3.1 事前処置施工フロー

防食被覆層を施す改築工事のコンクリートに対し、コンクリート腐食部分の除去、鉄筋の処理、断面の修復を行う。

#### 【解説】

JIS A 7502-3 によるものである。

標準的な事前処置施工フローを図 6-3-1 に示す。

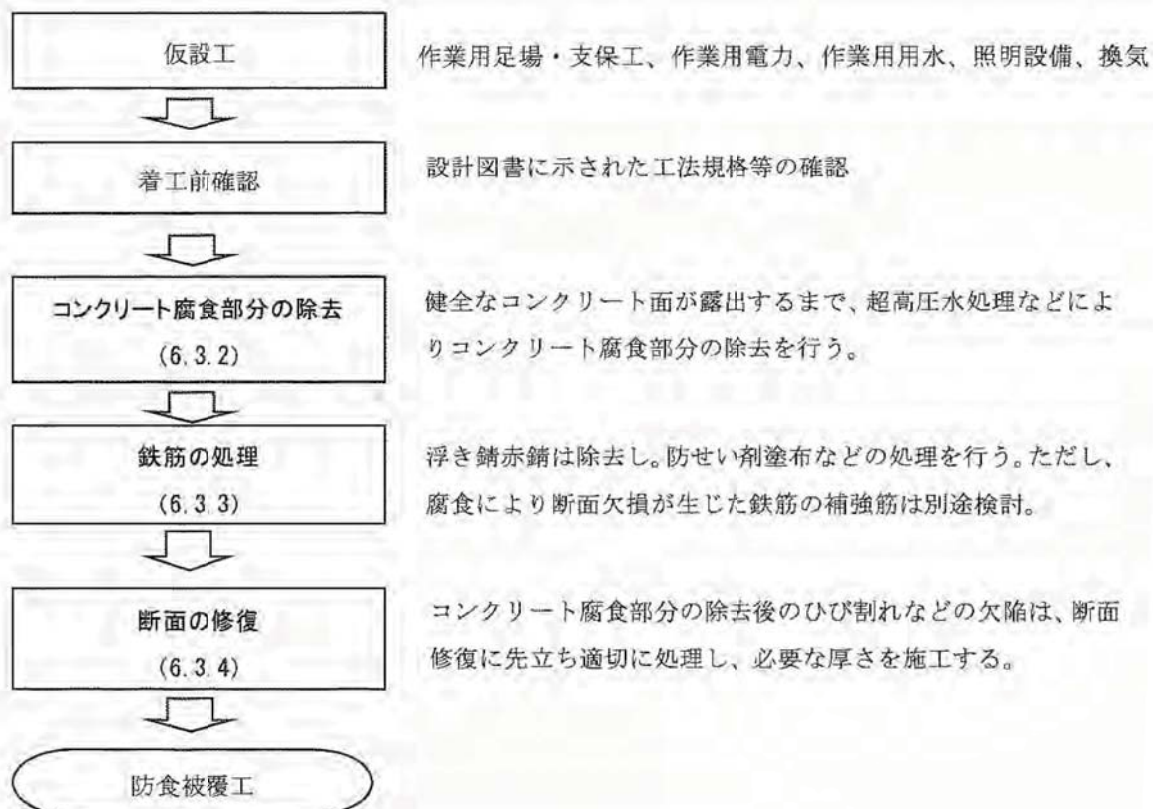


図 6-3-1 標準的な事前処置施工フロー



### 6. 3. 2 コンクリート腐食部分の除去

- (1) 腐食部分の除去方法は、超高压水処理（150MPa～200MPa 程度）を標準とする。
- (2) 腐食部分の除去は、設計図書に基づき、所定の深さまで確実にを行うとともに、健全なコンクリート面を露出させる。
- (3) 腐食部分の除去に伴う廃棄物や排水（高压洗浄排水等）については、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、水質汚濁防止法その他関係法令等に従って処理しなければならない。

#### 【解説】

##### (1) について

本マニュアルでは、腐食部分の除去方法は、石膏化部分と Fe 層の除去が可能で、フェノールフタレインで赤色に呈色する部分を露出させることが可能な超高压水処理（150MPa～200MPa 程度）を標準とする。なお、施工する施設や部位、施工条件によっては、機械はつり等、その他の工法を適用してもよい。

##### (2) について

腐食部分の除去においては、硫酸により腐食したコンクリートを確実に除去することが重要である。したがって、硫酸イオンが侵入している範囲を全て除去することが望ましい。

そこで、本マニュアルでは、原則として設計図書に基づき、所定の深さまで除去したうえ、劣化部除去後のコンクリート面が健全であることを確認する。

除去された腐食部分の深さが、設計図書と著しく異なる場合は、監督職員と協議する。

なお、防食被覆層の工法規格に応じた腐食速度との照合を行い、必要に応じて設計厚みの変更又は防食被覆材料の変更等、監督職員と協議して適切な措置を講じる。

##### (3) について

劣化部の除去に伴う排水（高压洗浄排水等）の処理については、産業廃棄物として処分、又は終末処理場において処理（事前に終末処理場の管理者と協議が必要）のいずれかの方法によるものとする。

また、受注者は、劣化部の除去に伴う廃棄物（コンクリート殻、排水）の処理について監督職員と協議をし、施工状況がわかる写真、マニフェスト、水質データ等を整理する。

### 6. 3. 5 コンクリートの検査

#### (1) 劣化部除去後の検査

- 1) 受注者は、コンクリートの劣化部除去が完了した後、除去後のコンクリート表面の品質について検査を行い、監督職員の確認を受けなければならない。
- 2) 受注者は、検査に専門技術者を立ち合わせなければならない。
- 3) 受注者は、検査で不良箇所が認められた場合は、必要な処置を施した後、監督職員の確認を受けなければならない。
- 4) 受注者は、コンクリート劣化部除去に伴って発生した廃棄物（コンクリート殻、排水）について、あらかじめ監督職員と協議したとおりの処理を行ったことがわかる写真、マニフェスト、数量計算書、水質データ等を整理し、監督職員の確認を受けなければならない。
- 5) 劣化部除去後の検査項目、判定基準、検査方法及び頻度は、表 6-3-1 による。

表 6-3-1 劣化部除去後の検査

検査項目	判定基準	検査方法	頻度
コンクリートの外観状態	骨材のゆるみ・浮きがないこと。 ひび割れ・漏水・その他改築工事に支障を及ぼす欠陥がないこと。	目視	全面
劣化部除去後の状態	フェノールフタレインで赤色に呈色すること。	フェノールフタレイン法	1箇所/500m <sup>2</sup> **
コンクリートの表面強度	平均値 1.5N/mm <sup>2</sup> かつ最小値 1.2N/mm <sup>2</sup> 以上であること（1か所当りの試験数 3箇所）。	付属資料 9 に示す方法	1箇所/500m <sup>2</sup> **

※施工箇所毎並びに壁、床及び天井等の部位毎に最低 1 箇所以上行う。

#### (2) 鉄筋処理後の検査

- 1) 受注者は、鉄筋処理が完了した後、処理後の鉄筋の品質について検査を行い、監督職員の確認を受けなければならない。
- 2) 受注者は、検査に専門技術者を立ち合わせなければならない。
- 3) 受注者は、検査で不良箇所が認められた場合は、必要な処置を速やかに講じた後、監督職員の確認を受けなければならない。
- 4) 鉄筋処理後の検査項目、判定基準、検査方法及び頻度は、表 6-3-2 による。



表 6-3-2 鉄筋処理後の検査

検査項目	判定基準	検査方法	頻度
錆の除去状態	浮き錆、赤錆がないこと。	目視	全面
防せい剤の塗布状態	塗り残しがなく、均一に被覆されていること。	目視	全面

(3) 断面修復後の検査

- 1) 受注者は、断面修復が完了した後、断面修復後の修復表面の品質について検査を行い、監督職員の確認を受けなければならない。
- 2) 受注者は、検査に専門技術者を立ち合わせなければならない
- 3) 受注者は、書類検査で書類の不備などが認められた場合や、現地検査で不良箇所が認められた場合は、必要な処置を講じた後、監督職員の確認を受けなければならない。
- 4) 断面修復後の現地検査の検査項目、判定基準、検査方法及び頻度は、表 6-3-3 による。また、書類検査の検査項目、判定基準及び検査書類名は、表 6-3-4 による。

表 6-3-3 断面修復後の検査項目（現地検査）

検査項目	判定基準	検査方法	頻度
断面修復部の 外観状態	浮き・ひび割れ・脆弱部がなく、 平滑に仕上がっていること。	目視・打診	全面
	出隅・入隅部の処理（面取り・R 取り）が適切であること。	目視・打診	全面
モルタル 強度試験	現場養生 <sup>注2)</sup> 材齢 7 日以下の供 試体にて 20N/mm <sup>2</sup> 以上（躯体の 設計基準強度の確認が求められる 場合、材齢 28 日以降の圧縮試験に よる。）。	圧縮試験	監督員の指示によ る。 1 箇所/500m <sup>2</sup> <sup>注1)</sup>
断面修復部の 接着強さ <sup>注2)</sup>	平均値 1.5N/mm <sup>2</sup> 以上かつ最小値 1.2 N/mm <sup>2</sup> 以上であること <sup>注3)</sup> (1 箇所当りの試験数は 3 個)。	付属資料 9 に 示す方法	監督員が指示する 場合
断面修復部の 施工厚さ	平均値が設計厚さ以上であること (1 箇所当りの試験数は 3 個) <sup>注4)</sup> 。	ノギス等に よる測定	1 箇所/500m <sup>2</sup> <sup>注1)</sup>

- 注1) 施工箇所毎、並びに、壁、床及び天井等の部位毎に適宜 1 箇所以上測定する。
- 注2) 現場におけるモルタル圧縮強度は、JIS A 7502-2 (附属書 J に準じ、JIS R 5201) 又は JIS A 1108 に準拠する。現場での養生とし冬場強度発現に十分な防寒養生を行う。モルタル圧縮強度は 7 日以下の材齢で  $20\text{N}/\text{mm}^2$  が確認できる場合、材齢 28 日で躯体の設計基準強度  $24\text{N}/\text{mm}^2$  以上を満足すると考えられ、次の工程に進むことができる。また、修復断面部の躯体コンクリート強度の確認が求められる場合、材齢 28 日以降の供試体において圧縮試験を行わなければならない。
- 注3) 修復部の接着強さは、監督職員が指示する場合とするが、協議のうえ、施工と同時に現場で作製した試験板に対し試験することができる。
- 注4) 修復層の施工厚さは、施工前に木片や発泡スチロール等を躯体表面に取り付け、断面修復材料が硬化した後にこれを除去し、ノギス等で測定する。

表 6-3-4 断面修復後の段階検査項目 (書類検査)

検査項目	判定基準	検査書類名
使用材料の数量	使用材料の品種別受入量が、適正な範囲であること。	納品伝票綴 材料搬入報告書
	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。	
使用材料の品質	防食被覆材料製造業者の定める品質規格に適合し、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
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
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)
完成状況	設計図書に基づき、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

## 【解説】

## (1)

## 1) について

劣化部除去完了後の検査は、コンクリートの劣化部除去が完了した後、又は鉄筋の防せい処理が必要な場合は防せい剤の塗布後、断面修復の施工に先立って実施する。

本項による検査は、劣化部の除去が所定の深さまで確実に行われ、劣化部除去後のコンクリート面が健全な状態にあるかを確認し、断面修復層や防食被覆層の性能に影響を与える不良箇所がある場合、必要な処理を行うことを目的とする。

## 2)、3) について

受注者は、検査に専門技術者を立ち合わせて、劣化部除去後のコンクリート表面



の品質について検査し、不良箇所が認められた場合は、処置方法について監督職員と協議した上で必要な処置を施す。

#### 5) について

劣化部除去後のコンクリート面は、劣化部の除去が所定の深さまで確実に行われ、健全な面が露出されていなければならない。

なお、検査項目は、JIS A 7502-3によるものである。

本マニュアルでは、5.5.2 コンクリート腐食部分の除去の設計に示したとおり、劣化部除去深さは、フェノールフタレイン法により呈色しない中性化領域を標準とした。そこで、劣化部除去の検査については、フェノールフタレイン法によるものとした。劣化部除去後のコンクリート表面は、空気中の二酸化炭素によりすぐに中性化され、発色が良くない場合があるため、フェノールフタレイン法及び判定基準は、**図 6-3-2**によるものとする。

劣化部除去後のコンクリートの表面強度を判定する方法には、シュミットハンマー法や引張強度試験法があるが、本マニュアルでは、後者の引張強度試験法を採用した。コンクリートの表面強度の試験方法は、**付属資料 9 施工管理・検査における試験方法**による。

なお、フェノールフタレイン法では呈色しないが、コンクリートの表面強度が十分にあり、超高压処理によって更にコンクリートを除去することが困難な場合には、監督職員と協議のうえ、EPMAによる成分分析等により、劣化部除去後のコンクリート面に硫酸イオンの侵入がないことを確認できればよいものとする。

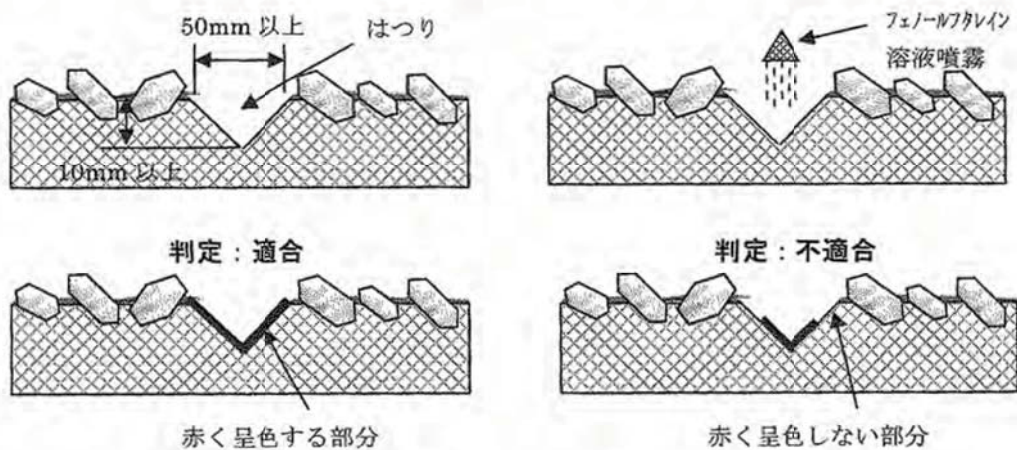


図 6-3-2 フェノールフタレイン法の検査方法と判定基準

(2)

1) について

本項による検査は、鉄筋表面の錆除去が確実になされ、かつ、防せい剤の塗り残しや塗りむらのない状態にあるかを確認し、断面修復層や防食被覆層の性能に影響を与える不良箇所がある場合、適切な処理を行うことを目的とする。

2)、3) について

受注者は、検査に専門技術者を立ち合わせ、鉄筋処理後の鉄筋の品質について検査し、不良箇所が認められた場合は、処置方法について監督職員と協議したうえで、必要な処置を速やかに施す。

4) について

鉄筋処理後の鉄筋は、鉄筋表面の錆除去が確実になされ、かつ、防せい剤の塗り残しや塗りむらのない状態でなければならない。

なお、検査項目は、JIS A 7502-3 によるものである。

(3)

1) について

断面修復工の完了後の検査は、防食被覆層の施工に先立って実施する。

本項による検査は、所定の厚さまで断面修復がなされ、かつ、防食被覆工の施工に適した被覆素地面を形成されているかを確認し、防食被覆層の性能に影響を与える不良箇所がある場合、適切な処理を行うことを目的とする。

なお、モルタルライニング工法において、断面修復工に用いる断面修復用耐硫酸モルタルと防食被覆層に用いる耐硫酸モルタルを、各々の品質規格を満足する同一材料