

小規模鉄筋コンクリート橋梁の 予防保全を目的とした点検要領(案)

- 点検の目的
- 予防保全を目的とした調査項目
- 点検・調査の要領
- 点検結果を基とした診断
- 診断結果の基づく補修の提案
- 維持管理の記録
- 小規模橋梁点検事例
- 参考資料

令和6年5月

近未来コンクリート研究会

一般社団法人コンクリートメンテナンス協会

小規模橋梁の簡易点検要領(案)Ver2.0

令和2年5月

目次

1. 総則	1
1.1 適用の範囲	
1.2 診断のフロー	
1.3 用語の定義	
2. 点検の計画	4
2.1 点検の目的	
2.2 点検のフロー	
2.3 点検の内容	
3. 点検要領	7
3.1 調査項目の選定	
3.2 調査方法	
3.2.1 外観調査	
3.2.2 強度調査	
3.2.3 かぶり厚さの測定	
3.2.4 中性化深さの測定	
3.2.5 塩化物イオン量の測定	
3.3 定期点検の頻度	
3.4 調査結果の整理	
4. 診断	21
4.1 判断(健全度診断)	
4.2 補修の要否判断	
4.3 補修方法の選定	
5. 維持管理の記録	24
5.1 維持管理の記録	
5.2 記録の保管	
小規模橋梁点検事例	28
参考資料編	42

小規模鉄筋コンクリート橋梁の予防保全を目的とした点検要領(案)

令和6年5月

目次

1. 総則	1
1.1 適用の範囲	
1.2 維持管理のフロー	
1.3 用語の定義	
2. 点検・調査の計画	6
2.1 予防保全を目的とした点検・調査	
2.2 点検・調査の計画	
2.3 点検・調査の内容	
3. 点検・調査の要領	9
3.1 点検・調査項目の選定	
3.2 点検・調査の方法	
3.2.1 外観調査	
3.2.2 強度調査	
3.2.3 かぶり厚さの測定	
3.2.4 中性化深さの測定	
3.2.5 塩化物イオン量の測定	
3.3 定期点検の頻度	
3.4 調査結果の整理	
4. 鉄筋の腐食度調査(詳細調査)	23
4.1 自然電位法による鉄筋の腐食度調査	
4.2 構造物の健全度評価	
5. 補修方法の選定	26
5.1 健全度評価に基づく補修方法の選定	
5.2 簡易型補修の要領	
5.3 断面修復による補修の要領	
6. 維持管理の記録	29
6.1 維持管理の記録	
6.2 記録の保管	
参考文献	30
小規模橋梁点検事例	32
参考資料編	63



第4章 鉄筋の腐食度調査（詳細調査）

4. 1 自然電位法による鉄筋の腐食度調査

鉄筋が腐食環境にあっても、鉄筋の腐食には酸素と水が必要であるから腐食しているとは限らない。簡易な点検・調査により、鉄筋が腐食環境にあると判断された場合は、鉄筋の腐食度を調査する必要がある。腐食の判断は自然電位法により調査することが必要であるが、浮きや剥落が生じている場合は、鉄筋の腐食状況を目視で評価するとよい。この調査は詳細調査となり、自然電位を測定するか目視で判断して、鉄筋の腐食度を把握する。

【解説】

コンクリート中の鉄筋腐食を非破壊的に調査する方法としては、一般的に自然電位法が用いられる。

自然電位法とは、鉄筋が腐食することによって変化する鉄筋表面の電位を測定することで、コンクリート中の鉄筋腐食の程度を評価する電気化学的手法である。

鉄筋が腐食する場合、電子が鉄筋内を移動し電流が流れる。鉄筋の腐食が進行中であればアノード部は負に帯電し、電位は卑（負）の方向に変化する。自然電位法は、このような電位の変化を指標として鉄筋腐食の程度を評価するものである。図-4.1 に示す概念のように、コンクリート表面に照合電極を接触させ、鉄筋と電極間の電位を照合電極と電位差計を用いて測定する。測定される電位は対象部位におけるコンクリート内部の鉄筋の腐食を大まかに評価できるとされている。

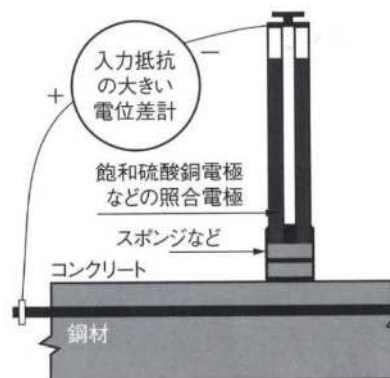


図 - 4. 1 自然電位法による鉄筋の腐食状況を測定する概念

自然電位による腐食状況の判定基準

自然電位法による測定結果から、腐食状況を判断する基準を表-4.1 に示す。自然電位が卑（－）になるほど腐食が進んでいると判断し、 -250mV がその境界と考えることができる。

表-4. 1 自然電位と鉄筋腐食状態の関係

自然電位 E (mV : CSE)	腐食状態
$E > -150$	腐食を認めず
$-150 \geq E > -250$	点錆程度の表面的な腐食
$-250 \geq E > -350$	全体的に表面的な腐食
$-350 \geq E > -450$	浅い孔食等断面欠損の軽微な腐食
$-450 \geq E$	断面欠損の明らかな著しい腐食

自然電位法による測定時の留意点

自然電位を測定する場合は、コンクリート表面が非常に乾燥し電氣的に絶縁状態に近い場合や、コンクリート表面に塗装などの絶縁材料が被覆されているような場合、コンクリート表面が常に水で覆われているような場合、エポキシ樹脂塗装鉄筋や亜鉛めっき鉄筋など、表面が被覆されている鉄筋には適用できない。また、コンクリート表面はひび割れや凹凸がなく滑らかでなければならない。なお、鉄筋はコンクリートと直接接していなければならない。腐食によるひび割れが進展し、ひび割れ幅が大きくなり、鉄筋がコンクリートと接していないような場合には適用できない。さらに、迷走電流が存在しているところや、強い磁場が作用しているところでは適用できないので注意が必要である。

4. 2 構造物の健全性の評価

鉄筋が腐食していることが自然電位法の調査で明らかとなった場合は、鉄筋の腐食の程度により補修か補強かの判断を行う。鉄筋の断面欠損が認められない場合は、それ以上腐食が進行しない補修方法を選択し、鉄筋に断面欠損がある場合は補強を行う。

補修の要否判断および補修方法は、信頼できるコンクリート診断士あるいはそれ以上の資格を有する技術者に判断を委ねる。

【解説】

補修あるいは補強の要否判断は、劣化の進行度により判断する。自然電位法で鉄筋が腐食していると判断され、それが軽微である場合は補修にとどめる。場合によっては、鉄筋をはり出して負傷度を調査する。補修か補強の判断はコンクリート診断士かそれ以上の資格を有する技術者に委ねることとする。

すでに剥落をしている場合は、鉄筋の腐食状態から、補修で済むか補強が必要かの判断はできる。この場合は自然電位法での調査を省くことができる。剥落の恐れがある場合は、早急に防止策を講じ、劣化が緩やかに進行している潜伏期の段階では、経過観察が可能な表面含浸材により徐々に延命が図れる方法を選択することもできる。なお、経過観察を選択した場合は、点検の間隔を短くするなど、点検強化を行うとよい。補修の要否判断には、構造物の設計耐用年数を考慮することも必要である。

図 - 4.2 は、鉄筋腐食の概念を示している。塩化物イオンが限界濃度を超えるか中性化により不動態皮膜が破壊されると鉄筋の腐食が始まるが、腐食には酸素と水が必要であり、鉄筋が腐食しても腐食膨張を生じないと表面にひび割れが生じない。酸素と水が供給される条件下では、鉄筋の腐食が進行し、水酸化第一鉄から水酸化第二鉄とあるにつれ腐食膨張が進み、剥落の可能性が高くなる。

このような複雑な状況を考慮して補修の要否判断および補修方法の選択をしなければならぬので、補修・補強の判断は専門家に委ねるとよい。

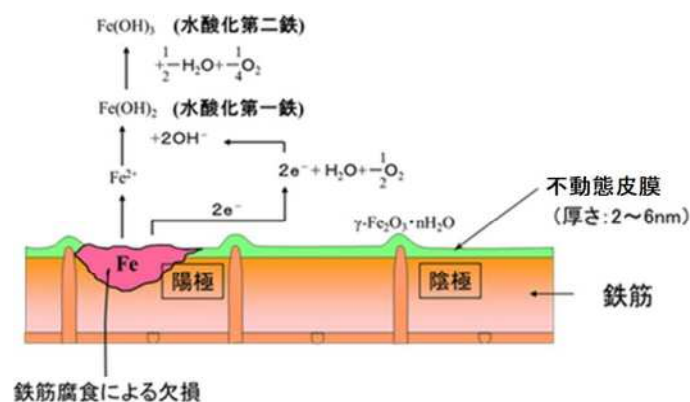


図 - 4.2 鉄筋腐食の概念

第5章 補修方法の選定

5.1 健全度評価に基づく補修方法の選定

鉄筋の腐食状況から、補修か補強かの判断をしなければならない。鉄筋が軽微な腐食の場合は、構造安全性は確保されていると判断し、それ以上の腐食をしないように防食措置や防水対策を講じる。鉄筋がすでに腐食膨張を生じて、かぶり部分が剥落している場合は、断面修復工法を選択するとするが、その場合も鉄筋の健全性を調査し、断面欠損している場合は、補強したうえで断面修復を行う。

【解説】

鉄筋コンクリート構造物は、引張側の鉄筋で曲げ応力を支えているため、鉄筋の腐食状況で補修か補強の判断をしなければならない。

補修方法の選定は、劣化の進行を考慮すると、予防保全の段階と加速期の段階では対策が異なる。鉄筋が軽微な腐食状態であれば、それ以上に腐食が進まないように、防食措置と防水対策で済むが、断面欠損が相当に進んでいる場合は、鉄筋の補強が必要となる。これらの判断は、高度な判断が必要となるため、コンクリート診断士かそれ以上の技術者に判断を委ねることが望ましい。

ここでは、軽微な補修で済み場合について、「5.2 簡易型補修方法の要領」に示す方法を推奨する。また、すでに剥落などが生じて、部分的に鉄筋が見えている場合には、鉄筋の腐食状況から断面欠損が生じているかいないかを見極め、断面欠損が生じていない場合は、鉄筋の防食措置をしたうえで断面修復工法を選択する。また、鉄筋が大きく断面欠損している場合は、必要な鉄筋を補強して断面修復を行いこととするが、マクロセル腐食が懸念されることから、コンクリート診断士かそれ以上の技術を有する専門家に判断を委ねるとよい。

ここでは、参考までに、「5.3 断面修復による補修の要領」を示すことにした。

5. 2 簡易型補修の要領

鉄筋が軽微な腐食状態であれば、それ以上に腐食が進行しないような対策を行う。そのためには、表面保護工法を行いとともに防水対策を行う。

表面保護工法は、コンクリート表面から防錆効果のある材料を浸透させる方法で、防止対策とともにコンクリートの表面から実施できる方法である。

補修材料は、信頼できる資料と実績から判断し、費用対効果を考えて選定する。なお、補修技術は日々進化しているので、最新の情報を把握して判断する。

【解説】

鉄筋の腐食は水と酸素が必要であり、腐食を抑制するには水を遮断することが効果的である。そのため、軽微な鉄筋の腐食段階では、まず防水対策が望ましい。そのため、コンクリート表面からの水の浸入を阻止するため、適切な防水材を塗布するなどの対策を講じる。

予防保全の段階では図 - 5.1 に示す表面含浸材による補修が可能である。この方法は、コンクリート内部の塩化物イオン量に応じて亜硝酸イオンの量を浸透させて防食する方法である。なお、なお、すでに鉄筋の不動態皮膜が破壊されて腐食が相当に進んだ段階では、亜硝酸イオンが早期に届く注入方法や圧入方法が望ましい。図 - 5.2 は、破壊された不動態皮膜を亜硝酸イオンにより再生する概念である。

どのように補修を行い、構造物を延命化させるかは高度な判断が必要であり、補修方法は、信頼できる資料を参考にし、費用対効果で考える。

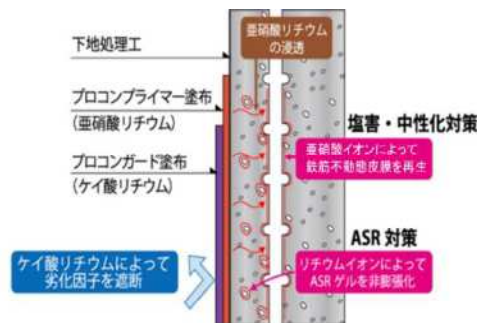


図 - 5.1 表面含浸材による補修方法の概念

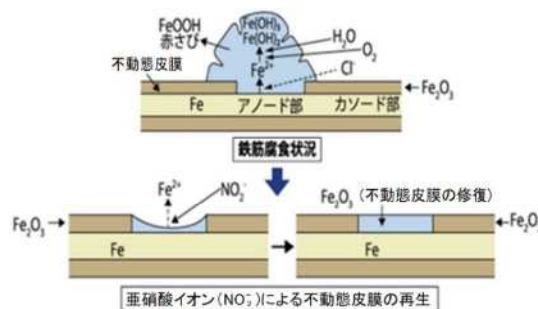


図 - 5.2 亜硝酸イオンによる不動態皮膜の再生の概念

5. 3 断面修復による補修の要領

鉄筋がすでに腐食して剥落が生じている場合は、剥落している個所の鉄筋の腐食状況を確認して断面欠損が軽微な場合は、断面修復工法を選択する。

鉄筋が断面欠損している場合は、補強するなどの高度な判断が必要であるため、専門家の判断に委ねることとする。

補修方法は、信頼できる資料と実績から判断し、費用対効果を考えて選定する。なお、補修技術は日々進化しているので、最新の情報を把握して判断する。

【解説】

断面修復工法は、すでに浮きが生じている段階か、剥落が生じて鉄筋がむき出しになっている段階における工法として選択できる。ただし、鉄筋の腐食が軽微であればそれ以上に腐食が進行しない対策を講じることとする。鉄筋の腐食が進んで断面欠損が相当に進んでいる場合は、補強が必要となり、高度な判断が必要とあるため、専門家に判断を委ねることとした。

図 - 5.3 に、部分的な断面修復工法の概念を示す。写真 - 5.1 は断面修復をしている状況を示している。これらの場合は、マクロセル腐食が生じる可能性があるため、断面修復の範囲は大きめに取りが必要となる。詳細は、一般社団法人コンクリートメンテナンス協会編のコンクリート構造物を対象とした亜硝酸リチウムによる補修の設計・施工指針（案）を参照されたい。

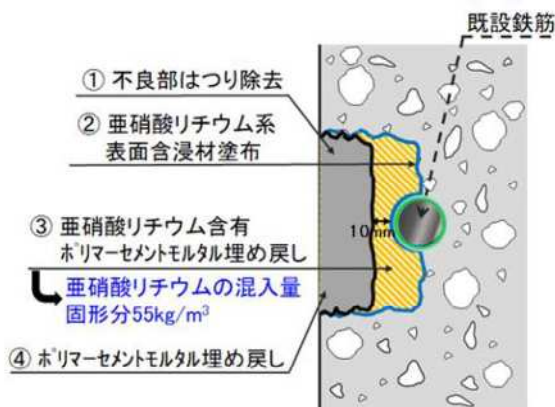


図 - 5.3 断面修復工法の概念

写真-5.1 断面修復工の実施状況

事例4 広島県安芸高田市の事例

(1) 対象構造物

対象とする橋梁は、工業団地橋（広島県安芸高田市吉田）で、ボックスカルバートのRC上床版とした。調査した位置は、橋長7.0m、幅員12.6mで、上流側および下流側から1m程度の位置を対象とした。この橋梁は、工業団地への通路で、比較的大型車が頻繁に通る橋梁である。全景を写真-1に示す。建設年は、1975年で、調査時点で経過年数は約45年である。



写真-1 対象構造物（全景）

(2) 点検日時

点検日は、2020年11月10日である。10時に現地近くの駐車場に集合し、概要説明の後、現地に向かい点検・調査は約1時間半で行った。

(3) 点検項目

点検項目は、外観調査、強度推定、鉄筋探査、かぶり厚さ測定、中性化深さ測定、塩化物イオン量測定とした。

(4) 点検・調査結果

①外観調査結果

外観調査では、打音検査により、浮きや剥落部分を調査し、目視によりひび割れなどの不具合をメモにした。調査結果を図-1に示す。

事例 5 広島県尾道市の事例

(1) 対象構造物

対象とする橋梁は、1979年建設の尾道市因島町字中川734-1の中川橋とした。同橋は重力式橋台にかかるRC橋で、橋長3.70m、幅員3.80mである。

調査範囲は、上部工および下流側床版端部より1.0mとした。全景を写真-1に、調査位置を図-1に示す。



写真-1 対象構造物（全景）

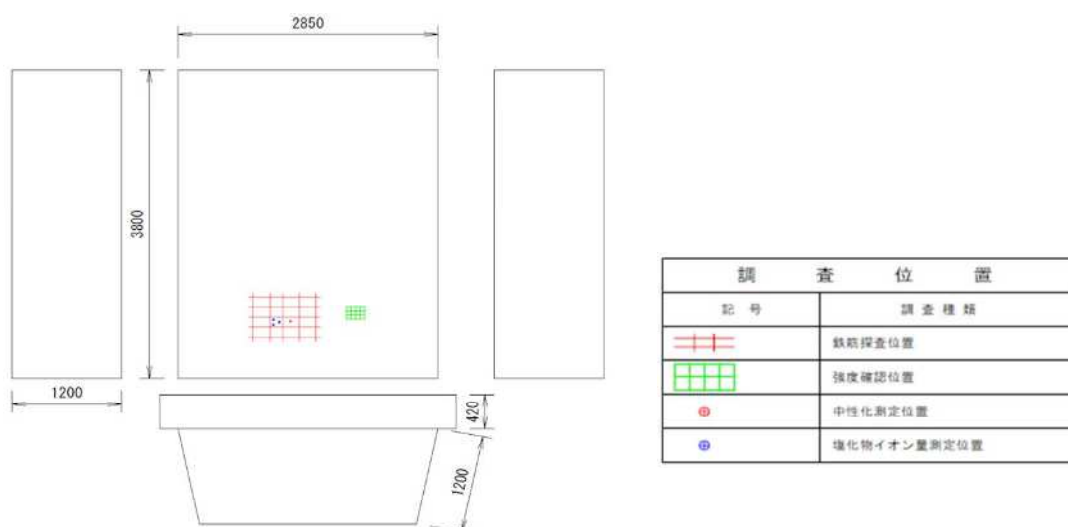


図 - 1 調査位置

事例6 広島県大竹市の事例

(1) 対象構造物

対象とする橋梁は、玖波3号線1号橋（広島県大竹市）とした。



写真-1 対象構造物（全景）

(2) 点検日時

点検日は、2023年2月28日である。

(3) 点検・調査項目

点検項目は、外観調査、強度推定、鉄筋探査、かぶり厚さ測定、中性化深さ測定、塩化物イオン量測定とした。中性化深さの測定位置を図-1、塩化物イオン量の測定位置を図-2に示す。

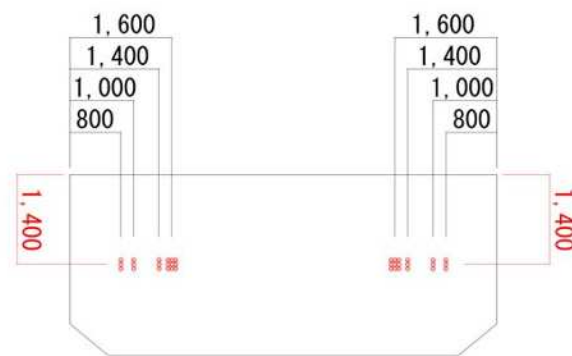


図-1 中性化測定位置

事例7 広島県廿日市市の事例

(1) 対象構造物

対象とする橋梁は、可愛ヶ丘1号線跨線橋（広島県廿日市市）とした。写真-1にその外観を示す。



写真-1 対象構造物（全景）

(2) 点検日時

点検日は、2023年2月28日である。

(3) 点検・調査項目

点検項目は、外観調査、強度推定、鉄筋探査、かぶり厚さ測定、中性化深さ測定、塩化物イオン量測定とした。中性化深さの測定位置を図-1に、塩化物イオン量の測定位置を図-2に示す。

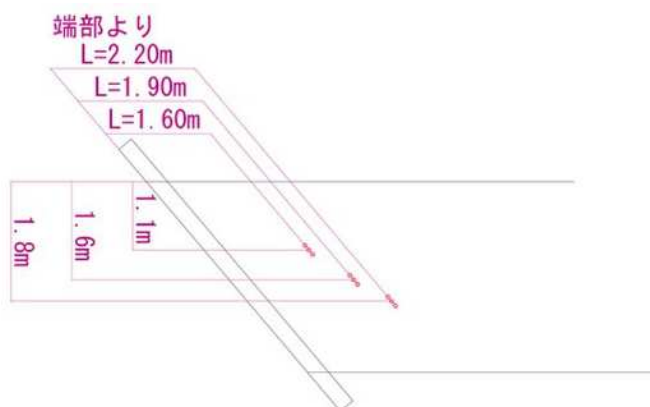


図-1 中性化深さの測定位置