

令和元年 8 月

小規模橋梁の簡易点検要領(案) NET 版

我が国のインフラストラクチャーは、戦後において急速に整備され、本来的にはメンテナンスフリーと考えられていたが、近年、老朽化が顕在化し、維持管理の重要性が指摘されている。

鉄筋コンクリート製の橋梁の健全性は、外観では見分けが付かない段階で評価することが重要で、それが予防保全につながる。近未来コンクリート研究会と一般社団法人コンクリートメンテナンス協会が発刊した点検要領（案）は、鉄筋コンクリート製の小規模橋梁の予防保全を目的にした点検の要領を示した。この NET 版は、その要領（案）の概要を示すものである。詳細については、一般社団法人コンクリートメンテナンス協会に問い合わせたい。

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

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	(3)
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	(4)
3. 1 調査項目に選定	
3. 2 調査方法	
3. 2. 1 外観調査	
3. 2. 2 強度調査	
3. 2. 3 かぶり厚さの調査	
3. 2. 4 中性化深さ	
3. 2. 5 塩化物イオン量	
3. 3 定期点検の頻度	
3. 4 調査結果の整理	
4. 診 断	(7)
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	(9)
5. 1 維持管理の記録	
5. 2 記録の保管	
参考文献	(9)

第1章 総則

1.1 適用の範囲

この要領(案)は、小規模の鉄筋コンクリート橋梁の予防保全を目的に行う点検方法について適用するものである。

なお、小規模橋梁においても、延命化には主桁以外に重要な部位が存在するが、安全性として重要な主桁、床版の鉄筋コンクリートの部位の点検を対象とする。

【解説】

老朽化したインフラが増加しているが、市町の橋梁は日常生活に必要な橋梁であり、これらの橋梁を経済的に延命化することが望まれている。この要領(案)は、市町村の管理下にある橋梁を経済的に延命化するための点検方法について示している。なお、橋梁の延命化には、主桁以外にも横げた、下部工、支承部、伸縮装置、高欄、地覆などの部位もあるが、安全性に重要な部位として、主桁や床版の鉄筋コンクリート部位を対象とした。

1.2 診断のフロー

橋梁の診断は、安全かつ安心で、円滑な交通の確保を目的とし、橋梁を適切に維持管理することにより、長寿命を実現することを目的とする。

診断は、維持管理計画に則り、点検、調査、診断、対応の手順で行い、それぞれの記録

【解説】

土木学会コンクリート示方書〔維持管理編〕に示すコンクリート構造物の診断のフローを図-1に示す。構造物の建設に際しては、まず維持管理計画を立案し、まず構造物の点検で損傷の有無を確認し、損傷が表面化していない場合でもその後の劣化予測をしなければならない。構造物は、適切な点検を行うことで健全性を確保することができる。

日常点検は、目視が中心となる。目視の点検では、損傷が表面化することが前提となり、この点検は劣化の顕在している状態をとらえ、第三者への影響を与えない対応が必要である。

定期点検は、損傷が表面化する前の段階でそれを予測することが望まれる。早期の対応がコストを考えると有効であり、予防保全を目的としている。

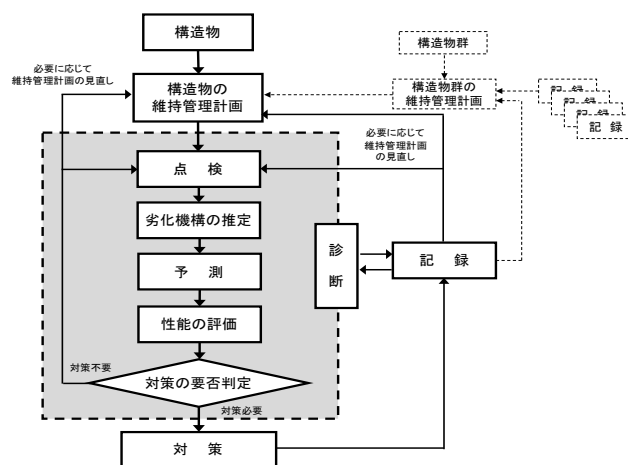


図-1 診断のフロー

1. 3 用語の定義

本書の用いる用語を以下のように定義する。

予防保全：劣化が顕在化する前に延命化の対策を講じる行為

事後保全：劣化の兆候が外観目視で点検時に発見された段階で延命の対策を行う行為

初期点検：維持管理の開始に際して構造物の初期状態を把握する調査

日常点検：日常の活動の中で、外観目視などで行う調査

定期点検：数年に一度の頻度で実施する点検で、構造物の劣化を予測する調査

臨時点検：地震や台風、集中豪雨などの構造物に影響を及ぼすような大規模災害直後に構造物の損傷を把握する調査

緊急点検：ある種の構造物に起きた大きな損傷が同種の構造物に生じる可能性がある場合に行う同種の構造物の健全性を把握する調査

診断：点検、劣化予測、評価および判定など、構造物の健全性と延命化の対策を検討する行為

補修：第三者への影響を除去、あるいは外観や耐久性の回復もしくは向上を目的とした行為

【解説】

予防保全とは、土木学会コンクリート標準示方書[維持管理編]（以下、示方書）において予防維持管理として「構造物に劣化を発生あるいは顕在化させない、もしくは、性能低下を生じさせないための予防的処置を計画的に実施する維持管理」として定義されているが、ここでは、点検時に表面上では劣化の兆候が見られない状態で延命化の措置を施す行為と定義した。この段階が明確にできれば延命化のコストが大幅に抑えなれることになる。

事後保全とは、日常点検や定期点検時において劣化が発見された段階でとる延命化措置をいう。

点検には、初期点検、日常点検、定期点検、臨時点検、緊急点検などが内容に応じて定義されている。

ここで用いる用語は、原則として示方書に準ずるが、上記の用語については、より分かりやすくするために、示方書と異なる定義をしている。

第2章 点検の計画

2. 1 点検の目的

橋梁の点検は、安全かつ安心で、円滑な交通の確保を目的とし、橋梁を適切に維持管理することにより、長寿命を実現することを目的とする。

【解説】

小規模橋梁の点検では、相当数にのぼる橋梁が存在することから、最小限の調査項目を選定し、効率よく損傷を予測することが望まれる。そのためには、日常点検における外観目視のほか、定期点検では、微破壊により劣化の進行を予測し、早めの対応により経済的な延命化策を講じることが必要である。

2. 2 点検のフロー

点検は、構造物が影響を受ける環境条件を把握し、最小限の調査項目を選定し、合理的な方法で行い、安全を確保して測定しなければならない。

【解説】

点検は、合理的に行わなければならない。そのためには、構造物が置かれる自然環境と使用環境から構造物を劣化させる要因を絞り込み、最小限の調査項目を選定する。また、調査方法は、入手が困難と思われる特別な装置を使用せず、汎用の機械で行う。さらに、現地の測定は、安全を確保しつつ、短時間でできるように測定場所および測定点数を定め、それらの結果を整理したのち、専門家に判断をゆだねることが必要である。

2. 3 点検の内容

点検の内容は、劣化要因により異なり、環境条件および使用条件から特定した劣化因子の影響を勘案して定める。

【解説】

構造物の置かれる自然環境および構造物を使用する環境により、劣化要因を絞り込み、影響が想定される劣化要因の侵入の程度を測定する。

塩化物イオンによる鉄筋腐食や中性化による鉄筋腐食は、進展期が来ても損傷が表面化しない。そのため、中性化環境や塩害環境においては、ドリル法などにより微破壊の範囲において内部の塩化物イオン量や中性化深さを測定しなければならない。

第3章 点検要領

3. 1 調査項目の選定

調査項目は、構造物の置かれる自然環境、構造物の使用環境を勘案して、想定される劣化因子を選定し、可能性があるものすべてを対象とする。

【解説】

点検に際しての調査項目は、合理的に行うために測定項目は想定される劣化因子に絞らなければならない。これは、過剰な調査費用を削減するためのものであり、たとえば、海岸付近は塩化物イオン量は測定するが、山間部で凍結防止剤を散布している可能性が低い場合はこの測定は省く。かぶりが大きく、中性化の可能性が小さい場合は中性化深さの測定は少数とする。

3. 2 調査方法

3. 2. 1 外観調査

橋梁の外観調査は、構造物の寸法および形状を測定し、目視で損傷を調査する。また、浮きや空洞に対しては打音測定で内部の損傷を把握する。

【解説】

外観調査では、まず構造物の寸法、形状を測定して地面化して、その上にコンクリートの色、表面のざらつき、ひび割れ、浮き、剥落などを調査して記述する。

浮き、剥落やひび割れは、目視で確認できるが、点検ごとの結果を記述し、写真等により継続的に変化を診ることにより経年変化を確認することができる。

ひび割れ調査では、劣化により生じたひび割れと劣化を生じていない初期ひび割れを見分ける必要がある。初期ひび割れは、季節による温度変化でひび割れ幅が変動するものの、進展することは少ない。一方、劣化により生じたひび割れは進行性である。

コンクリートの色は、人間の顔色と同じで、変状が生じないとしても健全であれば均質で、やや濃い灰色である。色で判断することは難しいが、写真を用いて経年変化を調べるとよい。

コンクリートの浮きの予備群は、ハンマーを用いた打音で調査する。

3. 2. 2 強度調査

橋梁の健全性を把握するために、コンクリートの強度を測定する。コンクリートの強度は非破壊試験が原則であり、リバウンドハンマーの反発度から推定する。

【解説】

構造物の強度推定は、できるだけ構造物に損傷を与えないように行う。

リバウンドハンマー(商品名シュミットハンマー)により、表面硬度から強度を推定する。正確な圧縮強度は把握できないが、経験的におよその強度が推定できる。JIS A 1155 によると、9 点の測定でよいが、現場での測定の場合は、その場で偏差が確認できないと判断されると、予備の数点の測定をしておく。

3.2.3 かぶり厚さ調査

かぶり厚さの測定は、非破壊で行う。測定は、電磁誘導法あるいは電磁波レーダー法で行うことを原則とする。

【解説】

鉄筋を腐食から保護するかぶり厚さが小さいと、塩害や中性化による鉄筋腐食が早まる。かぶり厚さは、施工直後の検査で確認されていない場合が多く、非破壊でできるだけ多くの箇所測定することが望ましい。

かぶりの測定は、電磁誘導法あるいは電磁波レーダー法が用いられ、それらの装置はレンタルで使用可能である。

3.2.4 中性化深さ測定

中性化深さは、状況に応じてドリル法、ドリル孔を利用したファイバースコープによる方法、小径コアによる方法を選択する。

【解説】

コンクリートは本来高アルカリ性であるが、大気中の二酸化炭素の浸入によりコンクリートが炭酸化し、中性に近づく。鉄筋付近が中性化すると酸素と水の存在で鉄筋は腐食し、腐食が進むと腐食膨張によりかぶり部分にひび割れが生じ、ついには構造安全性が低下することになる。なお、中性化深さを測定した結果から鉄筋の腐食の危険性を判断する場合には、中性化残りを考慮する必要があり、この判断は診断士に要請するとよい。

中性化深さのドリルによる測定では、市販の電工ドリルを用いることができる。ドリル径 8 mm 程度の刃を用いて削孔し、そのドリル粉がフェノールフタレイン溶液を浸み込ませたろ紙に触れることで判定する。中性化したドリル粉はフェノールフタレイン溶液に触れても抵触しないが、中性化していないドリル粉は赤紫色に呈色する。呈色した段階でドリルを止めて、その時の深さを測定することで、中性化深さを評価することができる。

ドリル法により測定した中性化深さは、粗骨材に存在で誤差を生じる可能性が高い。骨材はもともとアルカリ性ではないため、中性化したコンクリートと同様の反応を示す。そのため、骨材にドリルが当たると中性化深さを大きく判定してしまいます。そこで、ドリルにより削孔した穴に、ファイバースコープを挿入して内部を観察し、中性化深さを目視で確認する方法がある。

3.2.5 塩化物イオン量の測定

塩化物イオン量の測定は、かぶり部分の平均としてとらえ、塩害の可能性を確認する。塩化物イオン量がドリル粉あるいは小径コアのモルタル部分の粉末を採取し、かぶり部分の塩化物イオン量を簡易塩化物イオン測定装置を用いて測定する。

【解説】

鉄筋の位置の塩化物イオンが腐食限界濃度に達すると、鉄筋の腐食が始まる。鉄筋の腐食が進むと腐食膨張を生じ、表面にひび割れを生じさせ、さらに腐食が進むと鉄筋の断面が欠損して構造物の安全性能が低下する。塩化物イオンの浸入の程度は、表面から深さ方向の塩化物イオンの分布を調べることが必要であるが、分布を調べる方法は簡易な点検にはならない。そこで、ドリル粉などによる測定では、かぶり部分の平均的な塩化物イオン量を測定し、鉄筋を腐食しているか、今後腐食させる可能性が高いと判断された場合に、詳細調査で検討する手順とする。簡易点検の段階では、ドリル法で採取した粉末を用いて、簡易な塩化物イオンの測定装置「クロキット」を用いる。なお、この方法によると採取したドリル粉の中の骨材量により誤差を大きくする可能性が高いため、小径コアを採取し、モルタルの部分の粉体により測定する方法がある。

3.3 定期点検の頻度

定期点検の間隔は、劣化の進行速度に応じて判断する。表面に損傷が見られない潜伏期には5～10年ごとでよいが、点検で進展期と判断される場合は少なくとも5年ごとに点検を行う。

【解説】

定期点検の頻度は5～10年ごとに行う。定期点検の結果で進展期と判断された場合は、期間は5年に限らず、劣化因子の侵入の程度により判断する。また、橋梁の設備などの劣化以外の維持管理により足場が構築される場合は、これを活用することを検討する。

3.4 調査結果の整理

点検に際しての調査データは、項目ごとに整理する。調査結果は、橋梁のカルテとして記録に残す。この記録は、その後の維持管理に活用される。

【解説】

劣化因子の進行の程度により、「潜伏期」、「進展期」、「加速期」、「劣化期」のどの段階であるかを把握する。これらの結果を整理してカルテを作成する。カルテは、A4用紙で1～2枚とする。カルテに記す内容としては、設計図、施工記録、建設年、使用材料、配合、構造図、損傷の測定結果、中性化深さ、塩化物イオン量など、劣化に影響する項目を列挙する。

第4章 診断

4. 1 判断（健全度診断）

点検結果をもとに健全性の判断をする際には、コンクリート診断士あるいはそれと同等以上の資格を有する信頼できる技術者に判断を求める。

【解説】

鉄筋コンクリート構造物の劣化は、様々な要因とそれに対して抵抗するコンクリートの性能に左右される。また、劣化の進み方も構造物の置かれる環境条件や使用条件により異なる。点検結果は、その時点の安全性とその後劣化進行を推定するための重要な情報である。構造物の健全性と将来予測を判断するには高度な知識と経験が必要であり、コンクリート診断士あるいはそれ以上の資格者に委ねることとした。

4. 2 補修の要否判断

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ゆだねる。

【解説】

補修の要否判断は、劣化の進行度により判断する。剥落等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、経過観察のほか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。

4. 3 補修方法の選定

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】

補修方法の選択は、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。予防保全の段階では図-2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、すでに鉄筋の不動態皮膜が破壊された段階では、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-3は、アルカリシリカ反応により吸水膨張を抑制する概念である。図-4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。

どのように補修により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。

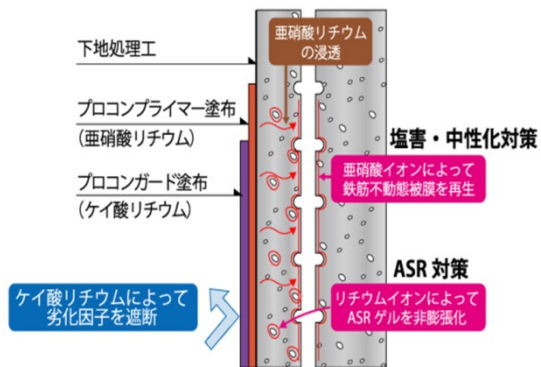


図-2 表面含浸材による補修方法

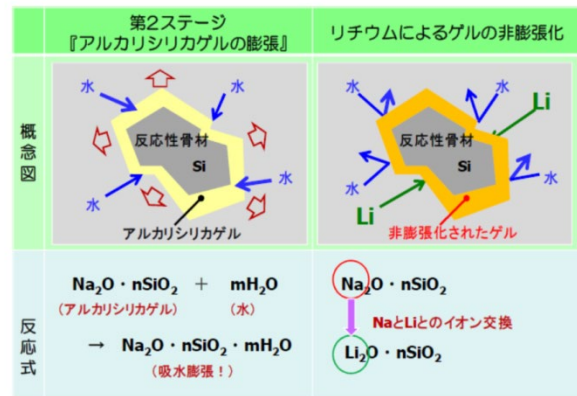


図-3 ASR の非膨張化の補修対策の概念

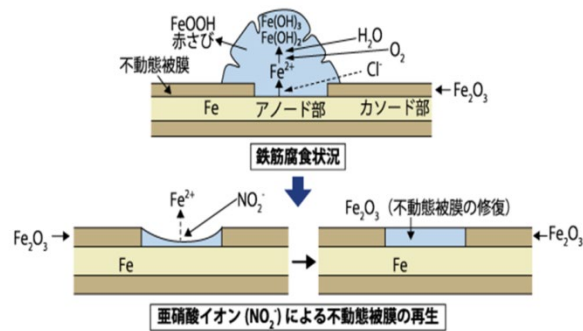


図-4 亜硝酸イオンによる不動態皮膜の再生の概念

第5章 維持管理の記録

5.1 維持管理の記録

維持管理の記録は、長寿命を実現することを目的とする。点検の記録、診断の記録、補修の記録はそれぞれ分けて記録することとする。

【解説】

維持管理には、建設当初の維持管理計画、点検記録、診断記録、補修の補要否判断結果、補修記録などが必要である。

5.2 記録の保管

維持管理に関する点検、診断、補修の記録は、その後の維持管理のために関係者それぞれが保管する。

【解説】

維持管理の記録は、維持管理者だけでなく、点検、診断、補修などを行ったすべての担当者が保管する必要がある。これは、責任の所在を明確にするだけでなく、適切な延命化のために必要である。

維持管理の記録は構造物が少なくとも存在する期間は保管しなければならない。

参考文献

- 1) 土木学会編：土木学会コンクリート標準示方書〔維持管理編〕2017年版
- 2) 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会編：コンクリート構造物の維持管理 技術資料