

令和2年1月1日発行（毎月1回1日発行）通巻第202号

算資料 公表価格版

1
2020

インフラの維持管理

木

建設総合ポータルサイト
けんせつ Plaza
<http://www.kensetsu-plaza.com/>

工法情報 / 地区別 主要資材の市況



本誌掲載の記事を読み、学習することは「土木学会」「建設コンサルタンツ協会」等のCPD教育制度の「自己学習」に該当します。単位の取得につきましては、申請する各団体により異なりますので確認下さい。

積算資料

1
2020
公表価格版

CONTENTS

特集② 橋梁土木

寄稿文

道路橋定期点検要領の改定と合理化の取組み..... 特集 38

国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部橋梁研究室 白戸 真大, 市川 幸治

関西国際空港連絡橋の復旧について (報告)..... 特集 43

一般社団法人 日本橋梁建設協会 副会長兼専務理事 吉崎 収

改訂された道路橋支承便覧 (平成30年12月) に基づく支承部の設計例..... 特集 51

一般社団法人日本支承協会 技術委員長 姫野 岳彦

小規模の鉄筋コンクリート橋の簡易点検要領..... 特集 56

近未来コンクリート研究会 代表 一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会 顧問 十河 茂幸

広告索引

アイカ工業.....	特集 70
エージェンシーソフト.....	特集 69
キャストンジャパン.....	特集 61
サンコーテクノ.....	特集 62
ジェイテック.....	特集 63
水系塗膜剥離剤工法等研究会.....	特集 66
ダイクレ.....	特集 64
中国塗料.....	特集 70
日本エフ・アール・ピー.....	特集 68
日本建設保全協会.....	特集 67
ネクスコ東日本エンジニアリング.....	特集 65、70
PAジョイント®協会.....	特集 63



小規模の鉄筋コンクリート橋の簡易点検要領

近未来コンクリート研究会 代表 十河 茂幸
 一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会 顧問

はじめに

わが国のインフラストラクチャーが老朽化の危機に直面していることは、周知の事実となっている¹⁾。これに対して、国土交通省をはじめ、各自治体も緊急事項として対応を迫られているが、人材の不足、予算不足から決め手を欠いていることは否めない。

一方で、近年これだけの自然災害を受けると、防災に力を入れざるを得ず、老朽化対策はますます八方塞がりの状態である。さらに、自然災害の元凶である地球温暖化対策も待ったなしの現状を考えると、老朽化対策には、いかにして経費を抑

えて行くかを検討しなければならないと考えるべきである。

そこで、膨大に存在する小規模の橋梁をいかに延命化させるかを検討し、鉄筋コンクリート造の橋梁を対象にして、簡易な点検を自治体自らが行えるよう、要領書を作成することにした²⁾。現状では、実例が少ないが、今後各自治体でも実施できるよう参考になれば幸いである。

1. インフラの老朽化の実状

わが国の建設年度ごとの橋梁の数を図-1に示す。戦後、国土の復興を目指してインフラの整備

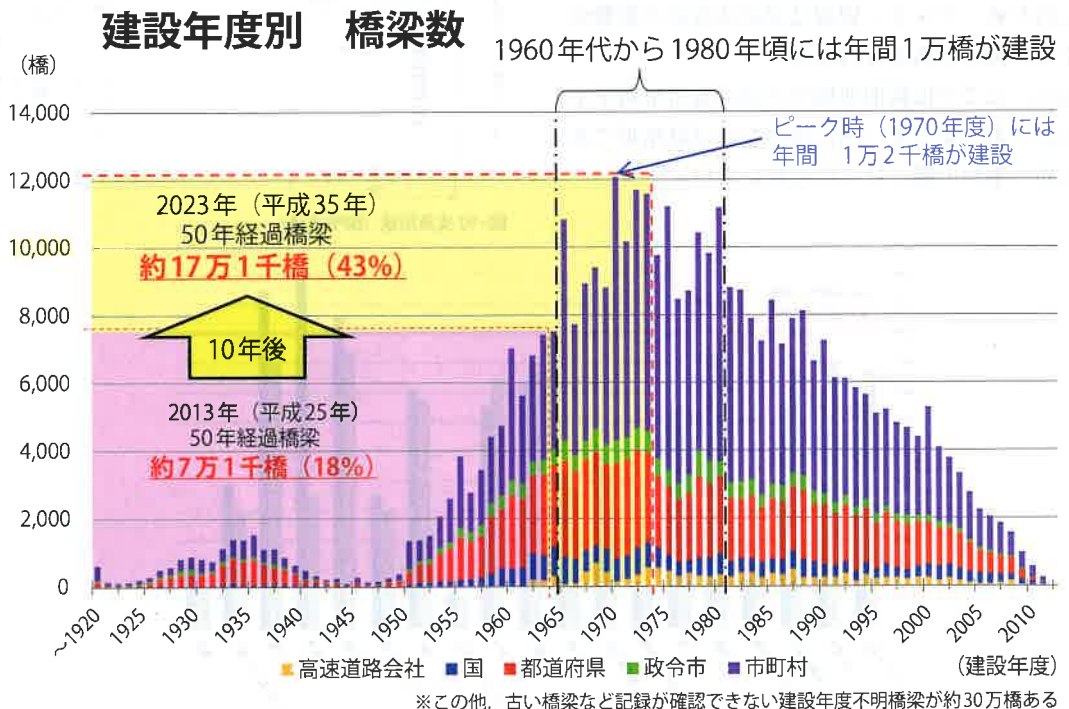


図-1 わが国の橋梁の建設年と橋梁数

表-1 点検済みの劣化度ⅢおよびⅣの橋梁の修繕の実施実態

	点検実施年度	進捗率 (%)					修繕が必要な施設数
		0	20	40	60	80	
国土交通省	H26	75%					765
	H27	62%					548
	H28	47%					684
高速道路会社	H26	60%					298
	H27	33%					397
	H28	23%					479
都道府県・政令市等	H26	13%					3,528
	H27	10%					4,135
	H28	6%					4,873
市町村	H26	21%					5,130
	H27	13%					9,550
	H28	9%					12,051

劣化度Ⅲ：早期の修繕が必要 劣化度Ⅳ：緊急に修繕が必要

が行われ、高度成長期には、毎年1万橋を超える橋梁が造られた。これらの橋梁が今後一齐に高齢化するため、橋梁ごとに健全性は異なるものの、延命化のための維持補修を必要とする橋梁は少なくない。そのため、国土交通省は、インフラの延命化の施策を提案し、5年ごとの点検が行われている。現状では、ほとんどの橋梁の一次点検が終了し、2回目の点検を実施しているが、表-1に示すように、早期に修繕が必要と判断された橋梁ですら、修繕が完了していない橋が多い。

これらの現状から点検に費用をかけず、補修に予算を振り分ける対応が必要である。

濃度に達すると鉄筋の腐食が始まることになる。この腐食の進行が進む段階を公益社団法人土木学会では4つのステージに分けている。

潜伏期：塩化物イオンが浸入しているが鉄筋は腐食環境にない段階。

進展期：鉄筋位置が腐食環境に達しており、鉄筋が腐食をしている段階。

加速期：鉄筋の腐食膨張によりひび割れが生じている段階。

劣化期：鉄筋の腐食ひび割れにより、コンクリート構造物の性能が低下している段階。

2. 予防保全の必要性

塩害による劣化の過程の概念を図-2に示す。鉄筋コンクリート造の橋梁の塩害は、製造時に海砂を用いた事例も多いが、海岸から潮風などにより外部から浸入する塩化物イオンや凍結防止剤などにより浸入する塩化物イオンも起因する。これらの塩害では、塩化物イオンが内部の鉄筋まで浸入し、次第に腐食限界

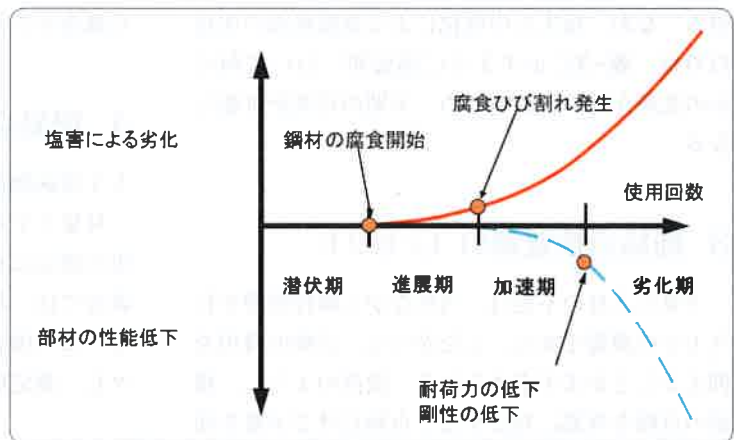


図-2 塩害による鉄筋コンクリート構造物の劣化過程の概念

表-2 塩害による劣化過程とその時の外観の状況

劣化過程	劣化グレード	劣化の状態
潜伏期	グレードⅠ	外観上の変化が見られない。 腐食発生限界塩化物イオン濃度以下。
進展期	グレードⅡ	外観上の変化が見られない。 腐食発生限界塩化物イオン濃度以上。
加速期	前期	腐食ひび割れが発生。 錆汁がみられる。
	後期	腐食ひび割れの進展とともに剥離・剥落が見られる。 鋼材の断面欠損は生じていない。
劣化期	グレードⅣ	腐食ひび割れとともに剥離・剥落が見られる。 鋼材の断面欠損が生じている。

表-3 各種の劣化因子と潜伏期、進展期の外観の状況

劣化要因	潜伏期	進展期
塩化物イオン	外観上の変状なし 腐食発生限界Cl ⁻ イオン量以内	外観上の変状なし 塩化物イオンによる腐食開始
中性化	外観上の変状なし 発錆限界以上の中性化残り	外観上の変状なし 中性化による腐食開始
ASR	外観上の変状なし 膨張によるひび割れなし	膨張ひび割れの発生 変色、アルカリシリカゲルの滲出
凍結融解作用	外観上の変状なし 凍結融解の繰り返しを受ける	スケーリング、ひび割れの発生 ポップアウトの発生など
化学的侵食	外観上の変状なし 表面の変質が認められない期間	表面が荒れた状態 ひび割れの発生

構造物の点検において、近接目視と打音で変状が発見できるのは、表-2に示すように、加速期前期の段階であり、この段階の延命化対策としては、鉄筋の腐食を抑制する対策が必要となる。したがって、これより早期の対応が可能であれば、塩化物イオンの浸入を抑制する措置や、鉄筋の腐食初期段階で腐食を進行させない対策などが考えられ、安価な対策を講じることで延命化が図れることになる。つまり、予防保全の本来の姿となり得る。なお、塩害と中性化による鉄筋腐食の劣化以外は、表-3に示すように進展期において何らかの兆候が認められるため、早期の対策が可能となる。

3. 簡易点検要領のコンセプト

予算と人材の不足は、当然ながら維持管理を行う上での課題である。したがって、点検の費用を抑えることがまず求められる。従前のように、橋梁の点検を外部に発注すると点検だけで予算を使い果たしてしまったり、橋梁の診断を専門技術者

に依頼すると費用がかさみ、かつ時間を要することになる。

簡易点検では、「安価であること」と「専門家でなくてもできること」が重要となる。ところが、対象とする橋梁も、さまざまな条件が存在する。例えば、橋梁の設置場所が、海岸付近や山間部、街中など、その場所により、凍害や塩害などが劣化因子として考えられることに加えて、複合劣化も存在する。知識や経験がないと対応しきれないように思われるが、予算上の観点から簡易に行うことが前提となる。

そこで、設置数として多い小規模橋梁を対象に、その橋梁が置かれている環境から劣化因子を机上で絞り込み、外観では発

見できない劣化の進行状況の把握を検討することとした。また、高価な装置を使わないこと、簡単な指導を受けることで実施できることをコンセプトとして、小規模橋梁の簡易点検要領書²⁾を作成した。

簡易点検であるので、足場の組み立ては行わず、脚立でできる範囲としている。したがって、橋桁の下が高い場合は対象外としている。また、設置箇所が急流で危険のある箇所や、床版の下から調査ができない場合も対象から外している。

4. 簡易点検方法

4-1 事前調査

対象とする橋梁の事前調査を行う。その際、現場の測定に必要な設備をリストアップする。事前調査では、対象とする橋梁の床版の図面を準備する。この図面は、どこを測定位置とするかをマークし、測定結果の記録に活用する。

4-2 調査項目

調査項目は、想定される劣化因子で決める。山間部であっても凍結防止剤を散布している可能性があれば、塩化物イオン量を測定し、中性化による鉄筋腐食が懸念される場合は中性化深さを測定する。中性化による鉄筋腐食は、設計かぶり厚さに満たない場合に生じる場合が多いので、かぶり深さを調査する。この調査には、電磁波レーダー法や電磁誘導法などの高価な装置が必要となるが、短期間での調査が見込まれるため、レンタルでの対応を推奨する。

4-3 書類調査

設計図書や施工記録はほとんどの小規模橋梁では残されていないことが多い。これまでの小規模橋梁の管理上において必要とされなかったことがその原因である。しかし、これからの維持管理では必要である。そこで、強度推定、鉄筋の位置の確認を行い、それらの情報から健全性を見当をつけることとする。

4-4 外観目視と打音

医者が人間の健康を調べる折に、問診と聴診器でおおよその見当をつけるが、具合の悪さを語れない橋梁の健全性は、外観目視と打音で調査することになる。しかし、これでは致命的な劣化に進んでいる塩害や中性化による鉄筋腐食の進行の程度の把握は難しい。打音で浮きや空洞が見つかる状況はすでに加速期に入っていることを示すので、予防保全として早期に対応するにはこの方法では限界がある。

4-5 強度推定

強度を正確に把握するには、コアを採取する必要がある。コアを採取するとすれば、コアの直径は骨材の最大寸法の3倍は必要であり、コアの高さは直径の2倍が必要となる。コンクリート中の粗骨材の最大寸法は一般に20mmであり、コアの直径が60mm、高さ（コア採取深さ）は120mm必要となり、かぶりの内部までコアボーリングが必要となる。コア採取は負荷が大きいため、強度

はリバウンドハンマーによる反発度から推定することとする。この方法であれば、コンクリート表面に打撃の跡が残る程度で躯体の健全性に影響を与えない。

リバウンドハンマーによる測定では9点の反発度とすることがJISで定められているが、偏差が20%以上になるとその値に替わる測定が必要となるため、予備の反発度を3点測定しておく。

リバウンドハンマーによる測定状況を、写真-1に示す。



写真-1 リバウンドハンマーによる表面反発度の測定状況

4-6 中性化深さ測定

中性化深さは、簡易法としてドリル法が提案されている。この方法は、直径8mm程度の刃を用いて削孔し、その折の削孔粉をフェノールフタレインの1%エタノール溶液を噴霧したる紙で受け、削孔粉が赤紫色に呈色した段階でドリルの削孔をやめ、その時の深さを測定する方法である。ただし、ドリル刃が粗骨材に当たると、中性化していない領域であっても呈色せず、中性化深さを過大に評価することになるため、複数の個所を測定し、最小の値を中性化深さとする。

中性化深さ測定の状態を、写真-2～写真-4に示す。

4-7 塩化物イオン量の測定

塩化物イオンが鉄筋の位置まで浸入し、鉄筋の位置が腐食限界濃度に達すると鉄筋が腐食を開始し、さらに腐食が進むと鉄筋が腐食膨張を生じ、



写真-2 ドリル法による中性化測定状況



写真-3 中性化していない粉体の呈色



写真-4 中性化深さの計測状況

コンクリートにひび割れが生じる。さらに腐食膨張が進むと剥落し、構造性能が低下することになる。

かぶりの部分で、表面からどの程度塩化物イオンが浸入しているかを測定することが予測に必要なであるが、簡易点検では深さ方向の濃度まで把握することは行わない。塩化物イオンの存在が確認され、劣化が懸念される濃度であれば、詳細な測定を行う。

そこで、かぶり部分のドリル削孔粉を採取し、かぶり部分の平均的な塩化物イオン量を測定するために、塩化物イオン量の簡易測定装置「クロキット」を用いる（写真-5）。

4-8 データの整理と評価

構造物の置かれる環境により絞り込んだ劣化因子の存在を確認した結果は、1～2枚の記録にし

て残す。詳細を記録したデータは不要で、簡易な点検には簡易な記録が望ましい。この点検を継続することにより、劣化の進行が把握できれば、補修の時期も想定できる。ただし、点検と異なり、結果の評価は専門的な知識が必要であり、たとえば、コンクリート診断士の資格を有する技術者かそれと同等以上の知識を持つ技術者に委ねることが望ましい。

おわりに

メンテナンスフリーと考えられていたコンクリート構造物が塩害やアルカリシリカ反応（ASR）により早期劣化し、延命化のための補修はしたものの再劣化する事例も少なくない。床版などの架け替えで対応している例も多く、わが国のインフラを健全に保持するためには、今後は効率的な維持管理が必要となる。国内にある橋梁数は100万橋にもおよぶとされ、国を挙げての延命策が期待される。

謝辞

鉄筋コンクリート造の橋梁点検では、一般社団法人コンクリートメンテナンス協会のご協力および広島工業大学の竹田教授とゼミ生の協力を得たことに謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート標準示方書【維持管理編】2018年制定版、2018.10
- 2) 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会編：小規模橋梁の簡易点検要領（案）、2019.5



写真-5 塩化物イオン量の簡易測定装置「クロキット」