

# 橋梁補修工事に係る詳細調査について

## ◇対象橋梁◇

- ・玖波3号線1号橋(大竹市)
- ・可愛ヶ丘1号線路線橋(廿日市市)

(一社)広島県土木協会

# 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

## 1 橋梁点検の区分

### (1) 橋梁点検の区分

橋梁点検には日常点検,定期点検,異常時点検,追跡調査,詳細調査に分類できる。

表 1.1 広島県の橋梁点検の区分

点検の区分	頻度	内容
日常点検	道路巡視, 道路パトロールにあわせ随時	異常や損傷などの状況を把握し, 必要に応じて応急的な措置を実施
定期点検	【初回点検】 建設後2年以内に実施  【2回目以降点検】 5年に1回	2回目以降の点検に加え, 以下の内容を実施 ・施工品質の問題, 設計上の配慮不足や環境との不整合, 不測の現象等に留意し点検を実施 ・建設時の記録(図面, 使用材料等)の確実な引き継ぎ・蓄積  橋梁の損傷度を定量的に評価 近接目視による点検 床版点検車による非破壊検査 必要に応じて触診や打音での点検を併用 損傷状況を「広島県橋梁定期点検要領」に従って適切な方法で定期点検調査に記録 点検結果に基づいて健全度を評価
異常時点検	随時	地震時や異常気象時, 点検リストに記載された橋梁について点検を実施(一次点検, 二次点検)
追跡調査	随時	損傷が顕在化している橋梁(損傷箇所について近接目視, 必要に応じて打音または非破壊検査)
詳細調査	随時	定期点検等で異常が見つかった橋梁について, 各種試験等を実施して損傷の状態をより精度良く把握し, 補修・補強工法を検討するために実施

# 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

## 2 定期点検の内容

### (5) 定期点検の方法

定期点検は近接目視により行うことを基本とする。また,必要に応じて触診や打音等の非破壊検査などを併用する。表2.1に標準的な点検方法を示す。

### (6) 定期点検実施フロー

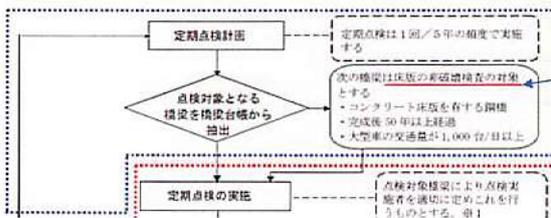


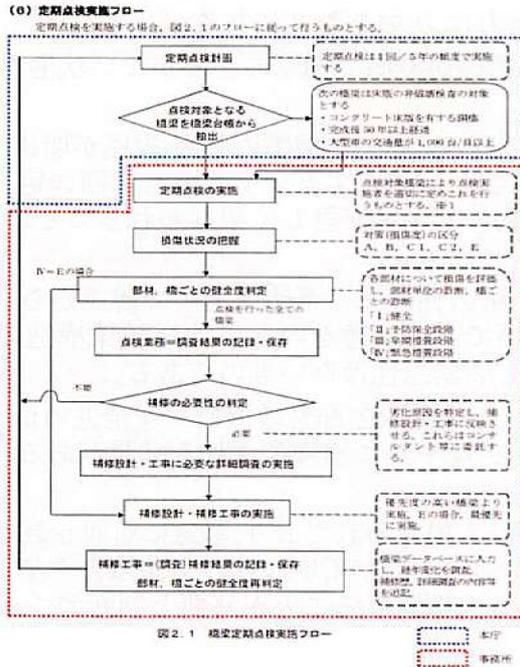
表 2.1 定期点検の標準的な方法

材料	番号	損傷の種類	点検の標準的な方法	必要に応じて採用できる方法の例
鋼	1	腐食	近接目視, 打音, 点検ウエ	超音波探傷計による板厚計測
	2	亀裂	近接目視	磁粉探傷試験, 超音波探傷試験, 透過型顕微鏡試験, 浸透探傷試験
	3	ゆるみ・弛緩	近接目視, 点検ウエ	合メータの振動, 超音波探傷(F11T等), 軸力計を使用した調査
	4	腐断	近接目視, 点検ウエ	打音検査(ポルト)
	5	防食機能の劣化	近接目視	写真撮影(画像解析による調査), ビデオ測定, 膜厚測定, 付着性試験
コンクリート	6	ひびわれ	近接目視, フラッグ	写真撮影(画像解析による調査)
	7	剥離・鉄筋露出	近接目視, 点検ウエ	写真撮影(画像解析による調査)
	8	漏水・遊離石灰	近接目視	-
	9	抜け落ち	近接目視	-
	10	補修・補強材の損傷	近接目視, 点検ウエ	赤外線調査
	11	床版ひびわれ	近接目視, フラッグ	写真撮影(画像解析による調査) ●床版非破壊検査
	12	うき	近接目視, 点検ウエ	赤外線調査
その他	13	劣部の異常	近接目視, カベツル	-
	14	前面の凹凸	近接目視, スパイク, ゴム	-
	15	塗装の異常	近接目視, カベツル又はフラッグ	-
	16	支床部の構造障害	近接目視	移動量測定
	17	その他	-	-
	共通	18	定着部の異常	近接目視, 点検ウエ, フラッグ
19		変色・劣化	近接目視	-
20		漏水・滲水	近接目視	赤外線調査
21		異常な音・振動	聴覚, 近接目視	-
22		異常なたれみ	近接目視	測量
23		変形・変位	近接目視, 水準, カベツル	-
24		土砂詰まり	近接目視	-
25		沈下・移動・傾斜	近接目視, 水準, カベツル	測量
26		点検	近接目視, ゴム	フラッグ/フラット

# 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

## 2 定期点検の内容

### (6) 定期点検実施フロー



### (7) 定期点検時に着目する損傷

#### ア. 橋梁

表 2.2.1 定期点検時の点検項目(橋梁 その1)

部位・部材区分	対象とする項目(損傷の種類)	
	鋼	コンクリート
上部構造	*床版 ひびわれ 剥離・鉄筋露出・うき 漏水・遊離石灰 抜け落ち、変色・劣化、異常音・振動 異常なたわみ、変形・欠損	
中部構造	*主桁	ひびわれ 剥離・鉄筋露出・うき 漏水・遊離石灰 抜け落ち 変色・劣化 異常音・振動 異常なたわみ、変形・欠損
	*横桁・*縦桁・*斜橋脚・*橋脚	腐食 防食機能の劣化 ゆるみ・脱落 破断・亀裂 異常音・振動 異常なたわみ
	*アーチ部材・*トラス部材	異常音・振動 異常なたわみ 変形・欠損
下部構造	*鋼床版	変形・欠損
	*橋台	腐食 防食機能の劣化 ゆるみ・脱落 破断・亀裂 異常音・振動 異常なたわみ 変形・欠損
	*橋脚	ひびわれ 剥離・鉄筋露出・うき 漏水・遊離石灰 抜け落ち 変色・劣化 異常音・振動 異常なたわみ 変形・欠損
	*基礎	沈下・移動・傾斜・洗掘

# 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

## 3 対策(損傷度)の区分と健全性の診断

### (1) 対策(損傷度)の区分

定期点検は橋梁の部材ごとの損傷状況を定量的に評価するために行う。本要領では、対策(損傷度)の区分は表 3.1 に示す 5 段階とする。

#### (判定の補足)

損傷の中には、日常的な維持工事に対応可能なものや、詳細調査や追跡調査が必要なものがある。広島県の場合、補修が必要な損傷は原則詳細調査を行い、その結果に応じて補修設計・補修工事を行うことを想定しており、これらの損傷に関しては判定区分 B, C1, C2 に含むものとしている。

以下参考として判定区分の補足を記載する。

表 3.1 対策(損傷度)の区分

判定区分	判定の内容
A	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
C1	予防保全の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
C2	橋梁構造の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
E	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。交通傷害または第三者等への被害が懸念され緊急性がある。

表 3.2 対策(損傷度)の区分、参考値

判定区分	判定の内容
M	維持工事に対応する必要がある。
S1	詳細調査の必要がある。
S2	追跡調査の必要がある。

## 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

### 3 対策(損傷度)の区分と健全性の診断

#### (2) 基本的な考え方

本要領で定めた判定区分の基本的な考え方は、次のとおりである。

- ア. 判定区分Aとは、損傷が認められないか損傷が軽微で補修の必要がない状態をいう。
- イ. 判定区分Bとは、損傷があり補修の必要があるものの、損傷の原因、規模が明確であり、直ちに補修するほどの緊急性はなく、放置しても少なくとも次回の定期点検まで(=5年程度以内)に構造物の安全性が著しく損なわれることはないと判断できる状態をいう。
- ウ. 判定区分C1とは、損傷が進行しており、耐久性確保(予防保全)の観点から、速やかに補修等される必要があると判断できる状態をいう。なお、橋梁構造の安全性の観点からは直ちに補修するほどの緊急性はないものである。
- エ. 判定区分C2とは、損傷が相当程度進行し、当該部位、部材の機能や安全性の低下が著しく、橋梁構造の安全性の観点から、速やかに補修等される必要があると判断できる状態をいう。
- オ. 判定区分Eとは、橋梁構造の安全性が著しく損なわれており、緊急に処置されることが必要と判断できる状態をいう。また、自動車、歩行者の交通障害や第三者への被害のおそれが懸念され、緊急に処置されることが必要と判断できる場合も判定区分Eとする。

## 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

### 3 対策(損傷度)の区分と健全性の診断

#### (2) 基本的な考え方

以下、補足

- カ. 判定区分Mとは、損傷があり、当該部位、部材の機能を良好な状態に保つために日常の維持工事で早急に処置されることが必要と判断できる状態をいう。
- キ. 判定区分S1とは、損傷があり、補修等の必要性の判定を行うにあたって原因の特定など詳細な調査が必要と判断できる状態をいう。例えば、コンクリート表面に亀甲状のひび割れが生じていてアルカリ骨材反応の疑いがある場合がこれに該当する。
- ク. 判定区分S2とは、詳細調査を行う必要性はないものの、追跡調査が必要と判断できる状態をいう。例えば、乾燥収縮によるコンクリート表面のひびわれの進展を見極める必要がある。

## 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

### 3 対策(損傷度)の区分と健全性の診断

#### (4) 部材単位での診断

定期点検では,部材単位での健全性の診断を行う。構造上の部材等の健全性の診断は,表3.3の判定区分により行うことを基本とする。なお,部材単位の診断は,構造上の部材区分あるいは部位毎,損傷種類毎に行う。

表 3.3 部材の健全性の診断

区分		定義
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが, 予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり, 早期に措置を講ずべき状態
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている, 又は生じる可能性が著しく高く, 緊急に措置を講ずべき状態

## 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

### 3 対策(損傷度)の区分と健全性の診断

#### (4) 部材単位での診断

ア. 健全性の診断と損傷度の評価は,あくまでそれぞれの定義に基づいて独立して行うことが原則であるが,一般には次のような対応となる。

「I」: A, B 「II」: C 1 「III」: C 2, E 「IV」: (E)

イ. 点検時に,うき・剥離等があった場合は,第三者被害予防の観点から応急的に措置を実施した上で表3.3のI~IVの判定を行うこととする。

ウ. 健全度のIV診断 ((E)診断) は,橋梁が,構造物の機能に支障が生じている,又は生じる可能性が著しく高く緊急に措置を講ずべき状態であり,直ちに「通行止め」「通行規制」もしくは「応急措置」等を実施する必要がある場合に診断する。

そのため,健全度IV診断 ((E)診断) の恐れがある場合には,道路整備課と事前協議を行うこと。

あくまで,部材単位での健全度のIV診断 ((E)診断) については,(E)診断の選択を妨げるものではない。

# 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

## 3 対策(損傷度)の区分と健全性の診断

### (5) 道路橋ごとの診断

道路橋ごとの健全性の診断は、道路橋単位で総合的な評価を付けるものである。

部材単位の健全度が道路橋全体の健全度に及ぼす影響は、構造特性や架橋環境条件、当該道路橋の重要度等によっても異なるため、総合的に判断する必要がある。

一般には、構造物の性能に影響を及ぼす主要な部材に着目して、最も厳しい評価で代表させることができる。

表 3.4 道路橋ごとの診断

区分	定義
I 健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態
II 予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
III 早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
IV 緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

# 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

### (6) 判定フロー

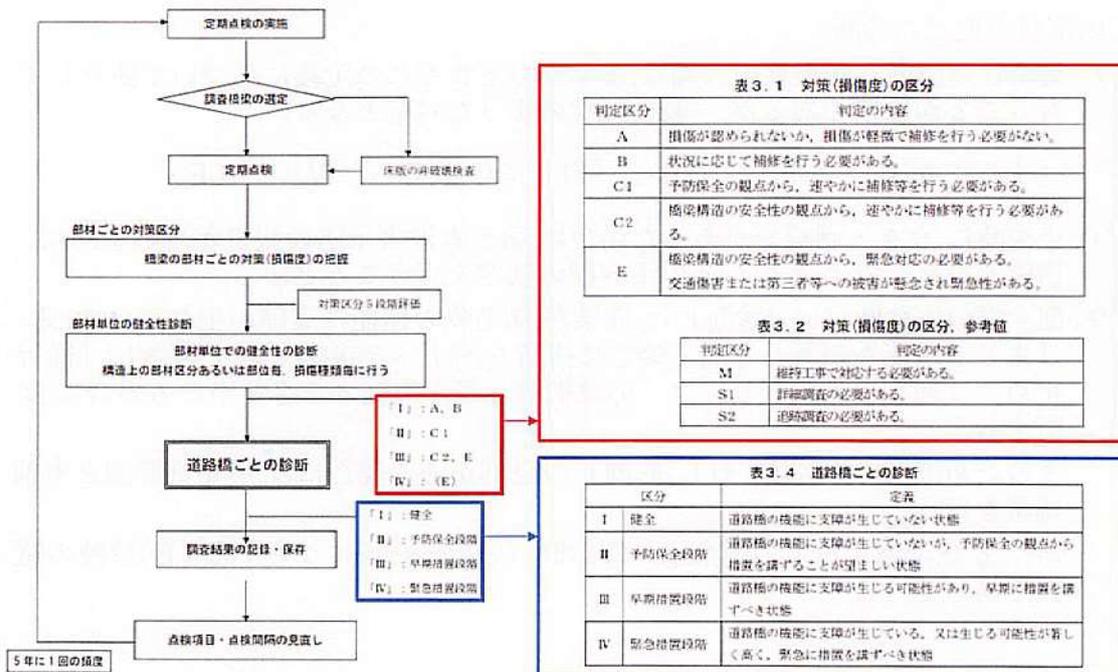
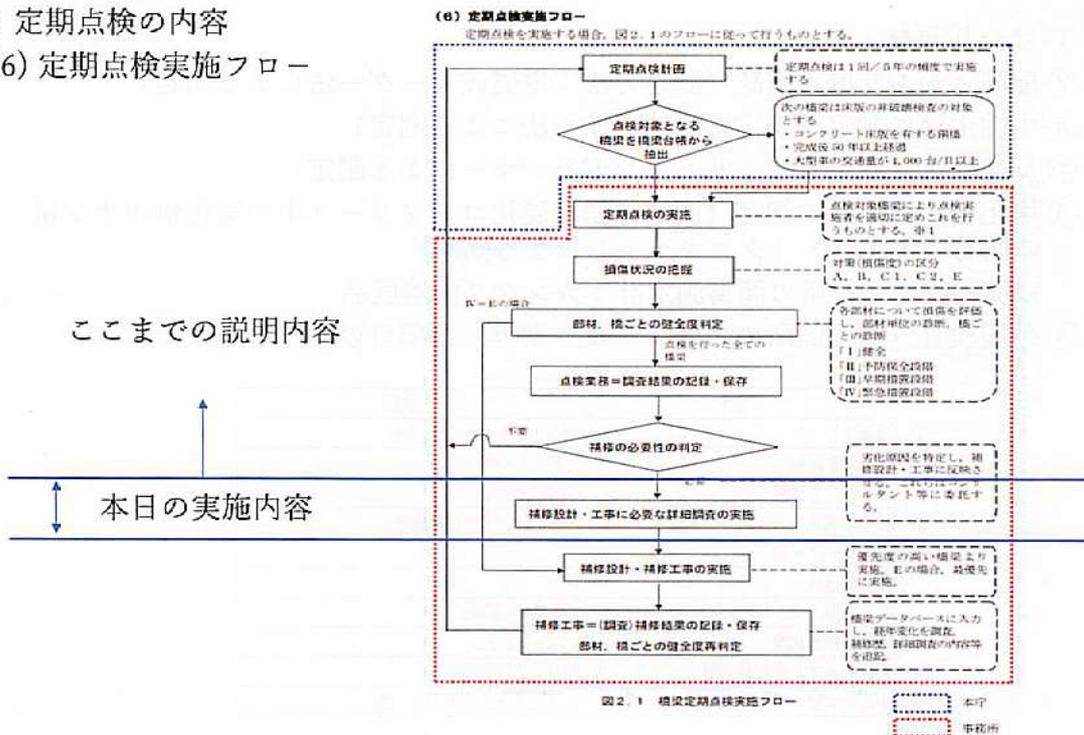


図 3.1 定期点検業務 判定フロー

# 「広島県橋梁定期点検要領(令和3年4月)広島県道路整備課」

## 2 定期点検の内容

### (6) 定期点検実施フロー



## 橋梁補修工事に係る詳細調査

### 「橋梁補修設計業務共通仕様書」

#### 第3条 橋梁補修設計

##### 1. 業務目的

橋梁補修設計は、安全で円滑な交通の確保、沿道や第三者への被害の防止を図るための橋梁に係る補修設計を行うことを目的とする。

##### 2. 業務内容

橋梁補修設計の業務内容は次のとおりとする。

##### 3) 詳細調査

損傷原因の推定が現地調査、既存の点検結果等で困難な場合、又は、工法選定上必要な場合は詳細調査として次の試験のうち、必要な調査を行うものとする。

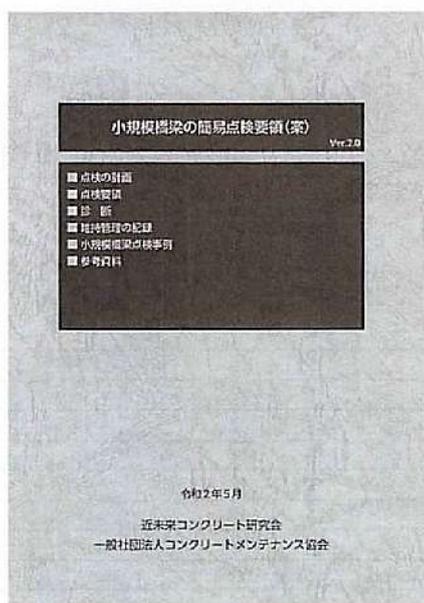
名称	規格
反発度法	シュミットハンマー法
圧縮強度試験	JIS A 1107
静弾性係数試験	JIS A 1149
はつり調査	0.3×0.3×0.05m 程度
電磁レーダー法	
電磁誘導法	
コア採取	φ100×200mm
残存膨張量試験	JCI-DD2 法
塩化物イオン含有量試験	JIS A 1154
中性化試験	フェノールフタレイン法

## 本日の調査内容

- ① はつり調査
- ② 配筋とかぶり厚さ確認（測定方法：電磁波レーダー法による測定）
- ③ 中性化深さ測定（測定方法：ドリル法による測定）
- ④ 反発強法（測定方法：リバウンドハンマーによる測定）
- ⑤ 塩化物イオン量の測定（測定方法：硬化コンクリート中の塩化物イオン量の簡易測定キット「クロキット」による測定）  
※塩化物イオン量の簡易測定計：カンタブ低濃度品
- ⑥ 外観検査（損傷箇所のスケッチ及び調査した項目の位置を記入）

	名称	規格
④	反発度法	シュミットハンマー法
	圧縮強度試験	JIS A 1107
	静弾性係数試験	JIS A 1149
①	はつり調査	0.3×0.3×0.05m 程度
②	電磁レーダー法	
	電磁誘導法	
	コア採取	φ100×200mm
	残存膨張量試験	JCI-DD2 法
⑤	塩化物イオン含有量試験	JIS A 1154
③	中性化試験	フェノールフタレイン法

## 橋梁補修工事に係る調査方法の比較



小規模橋梁の簡易点検要領(案)



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)

## 橋梁補修工事に係る調査方法の比較

項目	橋梁補修詳細調査	簡易橋梁点検
試料の採取	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験の供試体として所定量のコンクリートコアを採取。</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験の試料としてドリルによりコンクリートの粉末を採取。</li> </ul> 
中性化深さの測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>採取コアを用いて、フェノールフタレイン法により、中性化深さを測定。（室内試験）</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドリルの削孔時に生じる粉末を用いて、フェノールフタレイン法により、中性化深さを測定。（現場試験）</li> </ul> 

## 橋梁補修工事に係る調査方法の比較

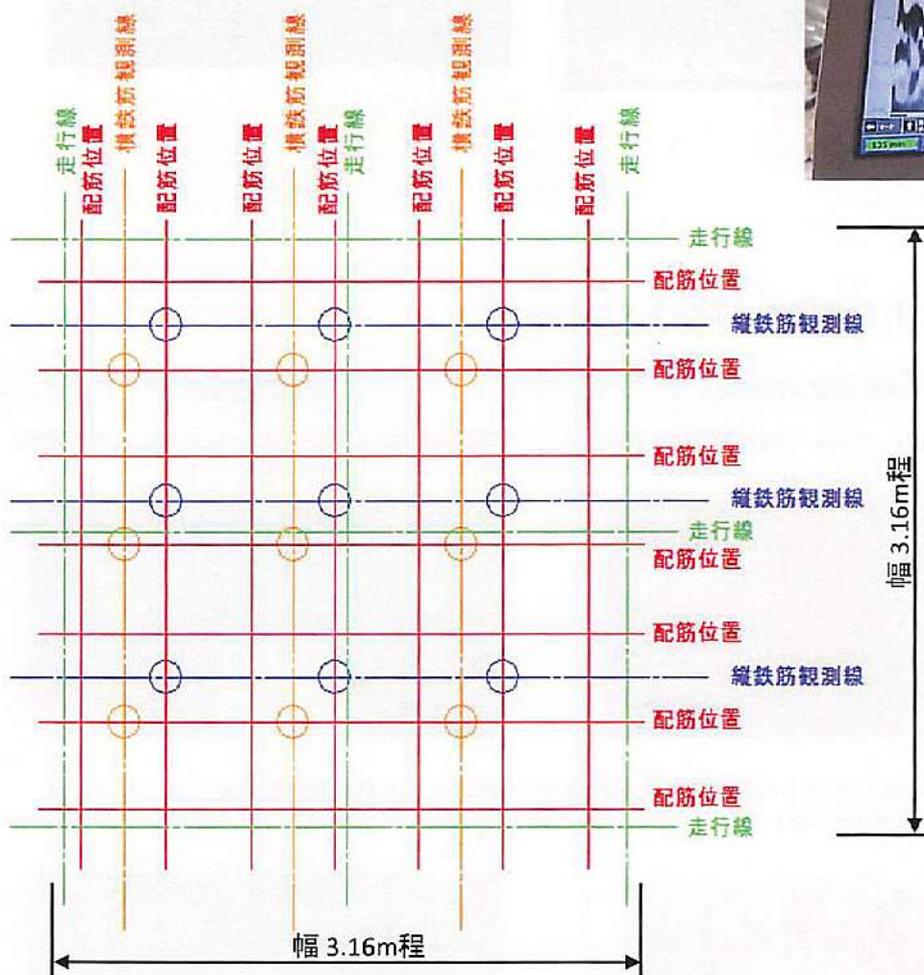
項目	橋梁補修詳細調査	簡易橋梁点検
強度調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>採取コアを用いて、圧縮強度を確認。（室内試験）</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁本体で、リバウンドハンマーにより圧縮強度を確認。（現場試験）</li> </ul> 
塩化物イオン量測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>採取コアを切断し、深さ方向における塩化物含有量を確認。（室内試験）</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>採取した試料を簡易測定キット「クロキッド」により塩化物含有量を確認。（室内試験）</li> </ul> 

①配筋位置とかぶり厚さ測定

- (1)橋梁の上流側・下流側の端面から1m程度の位置を対象として測定します。
- (2)走行線を縦3本、横3本50cm程度の間隔で引き、鉄筋探査機(ストラクチャスキャン等)を用いて配筋位置のマーキングを行う。



- (3)マーキングした配筋位置をそれぞれ結ぶ。
- (4)配筋間隔の真中に縦横の観測線を引き、鉄筋探査機(ストラクチャスキャン等)を用いてかぶり厚さの測定を行う。
- (5)配筋位置測定(1)~(3)までの約10m<sup>2</sup>程度に掛かる時間を測定する。
- (6)かぶり厚さ測定(1)~(4)までに掛かる時間を測定する。



使用資機材:コンベックス、巻き尺、クロスロッド、墨つぼ、チョークライン、マーキングチョーク、脚立、四脚足場台、鉄筋探査機、ストップウォッチ2個

## ②強度確認

(1)シュミットハンマーを使用して確認します。



シュミットハンマー NR型

### (2)測定場所の決定

#### 測定位置

- ・橋梁の端面より 1m内側で、上流側・下流側の 2箇所を測定します。
- ・端部から 3cm以上内側で、コンクリートの厚みが 10cm以上ある場所
- ・壁や柱を試験する時は、下から 130～150cm 程度の高さの場所

#### 躯体表面

- ・コンクリート表面の組織が均一で、コンクリートの打設不良がない平滑面を有する場所
- ・コンクリート表面に豆板・砂利・小石などの露出、塗装等がある場所は避ける

### (3)測定

- ・測定場所を確保したら、予備測定点を含めた 12点の測定点をマーキングします。  
(測定用の拵目の大きさ等については上記の躯体表面状態を考慮して決定する)
- ・各測定点間の距離は 3cm 以上離して下さい。
- ・同じ測定点を 2 度打撃すると硬化作用により反発度(R 値)が大きくなりますので必ず避けて下さい。

#### 測定方法

- ・各測定点をシュミットハンマーで反動をつけず、徐々に力を加え、ゆっくりと押しつけるように打撃します。



1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12

- ・シュミットハンマーはコンクリート面に対して常に直角に打撃して下さい。
- ・12点の測定後、記録用紙に測定場所・測定日等記入しておく。

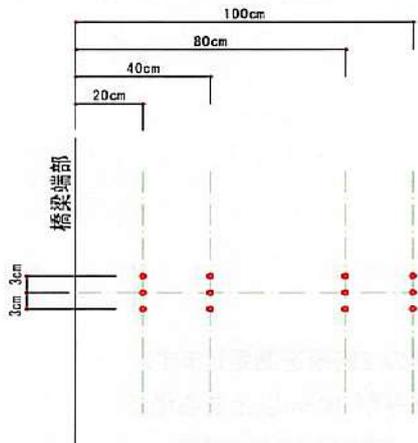


使用資機材:コンベックス、クロスロッド、チョークライン、マーキングチョーク、脚立、四脚足場台  
シュミットハンマー

### ③中性化深さ測定

(1)中性化深さは、ドリル法により測定します。

(2)橋梁の上流側、下流側の橋梁の端部から20cm、40cm、80cm、100cmの4箇所で行い



(3)ドリル径はΦ10mmを使用し、3点で測定する。

(4)削孔については、ゆっくりと削孔して行き、ドリル粉がフェノールフタレイン溶液を霧吹きで浸み込ませた、ろ紙(コピー用紙)等に触れることで呈色反応によって判定する。

- ・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接触しない
- ・中性化していないドリル粉はフェノールフタレイン溶液に触れると赤紫色に呈色する。



フェノールフタレイン溶液



(5)呈色した段階でドリルを止めて、その時の深さをノギス等で測定し、中性化深さを判定する。

- ・測定深さに差がみられる場合は、骨材に当たっていないか4点目を測定する。



(6)中性化深さ測定(1)～(5)までの1箇所の当たりに掛かる時間を測定する。

使用資機材:脚立、四脚足場台、ハンマードリル、フェノールフタレイン溶液、霧吹き、ろ紙(コピー用紙)、デジタルノギス、マーキングチョーク、ストップウォッチ

④塩化物イオン量の測定

(1)③中性化深さ測定と同じ箇所の近くで採取します。

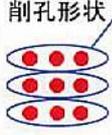
(2)採取位置は、上流側、下流側の橋梁の端部から20cm、40cm、80cm、100cmの4箇所で行い

20cm、40cm、80cmのそれぞれの位置で3孔、100cmの位置で9孔から採取する。

削孔深さは、0～2cm、2～4cm、4～6cm、6～8cmの4種類のドリル粉末を採取し、

同一深さの3孔分のドリル粉末を混ぜ合わせて1サンプルとするが、100cmの位置のドリル粉末は3孔分を1サンプルとし3つのサンプルとする。

1橋当たり上流側、下流側から採取する。

端部からの離れ	20cm	0～2cm × 3孔	1サンプル	10g	試料数 4袋	削孔形状 	1サンプル
		2～4cm × 3孔	1サンプル	10g			
		4～6cm × 3孔	1サンプル	10g			
		6～8cm × 3孔	1サンプル	10g			
"	40cm	0～2cm × 3孔	1サンプル	10g	試料数 4袋	削孔形状 	1サンプル
		2～4cm × 3孔	1サンプル	10g			
		4～6cm × 3孔	1サンプル	10g			
		6～8cm × 3孔	1サンプル	10g			
"	80cm	0～2cm × 3孔	1サンプル	10g	試料数 4袋	削孔形状 	1サンプル
		2～4cm × 3孔	1サンプル	10g			
		4～6cm × 3孔	1サンプル	10g			
		6～8cm × 3孔	1サンプル	10g			
"	100cm	0～2cm × 9孔	3サンプル	30g	試料数 12袋	削孔形状 	1サンプル
		2～4cm × 9孔	3サンプル	30g			
		4～6cm × 9孔	3サンプル	30g			
		6～8cm × 9孔	3サンプル	30g			

(3)採取方法は、ドリルビット部にカバーの取付け又はサイクロン式集塵機を使用し、各位置の削孔間隔は3cm程度の間隔で行い、それぞれの位置での削孔深さ毎のドリル粉末を採取する。

※ドリルビット径と採取量の関係は下記の(表-1)の通りとする。



(4)塩化物イオン量の測定(1)～(3)までの1箇所のあたりに掛かる時間を測定する。

(5)分析は持ち帰り行為、採取袋へ測定場所・橋梁名・測定日・採取位置・削孔深さ等を記入しておく。

支所／所在地	〇〇市	〇〇〇〇
橋 梁 名	〇〇〇橋	
測 定 位 置	上流側 ・ 下流側	
測 定 日	令和 5 年 2 月 28 日	
端部からの離れ	20cm ・ 40cm ・ 80cm ・ 100cm	
削 孔 深 さ	0～2cm ・ 2～4cm ・ 4～6cm ・ 6～8cm	

(6)ドリル法で採取したドリル粉末を用いて、簡易な塩化物イオンの測定装置「クロキット」を用いる。



※クロキット用の粉末は 1回分で 5g必要。

使用資機材:脚立、四脚足場合、ハンマードリル、採取用プラスチック容器、コンベックス、  
ビニールテープ、ジッパー付ビニール袋、ストップウォッチ

(表-1)

ドリルビット径と削孔深さ別 採取量 (g)

ドリル ビット径 (mm)	削孔深さ(mm)				
	10	20	30	40	50
10	1	3	5	6	8
15	4	7	11	14	18
20	6	13	19	25	31
25	10	20	29	39	49
30	14	28	42	57	71

⑤外観検査

(1)テストハンマーを使用し、打音で浮き剥離のある箇所全体にマーキングを行う。

(2)鉄筋が露出している箇所のマーキングを行う。



テストハンマー

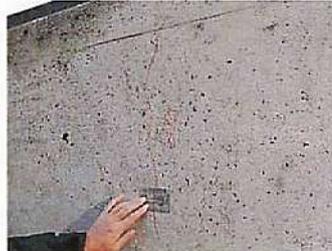


(3)クラックスケール、コンベックスを使用し、ひび割れ幅・長さの測定を行う。

(4)ひび割れ状況をマーキングし、測定した値を書き込む。



クラックスケール



使用資機材：脚立、四脚足場台、テストハンマー、クラックスケール、コンベックス、マーキングチョーク