

## ●試験の目的

### 目的1

本試験は、コンクリートに内在する鋼材や鉄筋等の腐食状況(腐食の程度)の把握について、原理や特徴、技術の適用条件、誤差の程度、及びこれらの背景となる過去の実証試験データが蓄積されている技術について、多様な供試体を用い、統一かつ幅広く整理した諸元表を検討するために必要なデータを得ることを目的とする。

なお、試験への参加は、最終的に国土交通省が作成する諸元表の形で公表されることを前提としている。

### 目的2

本試験は、コンクリートに内在する鋼材や鉄筋等の腐食状況(腐食の程度)の把握について、原理や特徴、技術の適用条件、誤差の程度、及びこれらの背景となる過去の実証試験データの蓄積などが十分でなく、技術の成立性等を証明できない技術について、一層の技術開発を推進することを目的とする。

なお、本試験に参加する手続きは、目的1と同条件とするものとし、試験の実施にあたっては目的1の応募者を優先とする。

また、最終的に国土交通省が作成する諸元表の形で公表されることを前提としていない。

## ●試験法の適用範囲

今回の試験は、コンクリート内部損傷(腐食程度)の非破壊検査技術のうち、原理や特徴、技術の適用条件、誤差の程度、及びこれらの背景となる過去の実証試験データが蓄積されている技術であることを確認する『事前調査』、並びに損傷の種類を限定し、形状や配筋状態、隣接する損傷の影響をできるだけ排除した『基本性能試験』を実施するものである。

## 事前調査

事前調査は、検査技術の原理や特徴、技術の適用条件、誤差の程度、及びこれらの背景となる過去の実証試験データの蓄積の程度を確認することを目的としており、応募者は以下に示す(1)～(9)の項目について、事前に申告しなければならない。(応募様式-4;事前調査票(その1)～(その9)の記入例を参照)

なお提出された事前調査資料で不明な点がある場合は、ヒアリング等を実施することがある。またその場合は実施時期、方法及び内容等について、別途通知する。

### (1) 計測原理

検査機器の計測原理に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) 検知できると考えられる内部損傷の種別とその検出原理
- 2) 入力の方法、入力値の大きさ、入力箇所
- 3) 計測する応答の種類、応答を受信する方法
- 4) 計測応答の情報処理原理
- 5) 計測や結果の解釈に要する事項や検査の適用限界
- 6) 計測精度について公表されているデータの内容

### (2) 計測条件

検査機器の計測条件に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) 計測機器寸法
- 2) 環境条件の制約
- 3) キャリブレーション実施の有無
- 4) 計測姿勢
- 5) 計測に必要な空間
- 6) 計測面の平坦性
- 7) 測定面の数(送受信機の有無)
- 8) 計測位置特定のためのけがきやチョーキング等の必要性
- 9) 計測にあたっての許認可事項

### (3) 鉄筋位置を特定する予備情報

予備情報に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) 予備情報の必要性
- 2) 必要な予備情報の種類(図面、外観調査結果)
- 3) 予備情報の有無の影響

#### (4) キャリブレーション

(2)3)キャリブレーション実施の有無で有の検査機器の場合は、キャリブレーションに関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) キャリブレーションの方法
- 2) キャリブレーションの基準としている対象物
- 3) キャリブレーション所要時間
- 4) 計測値の感度調整方法

#### (5) 計測方法

計測作業全体及び個々の供試体を対象に、計測方法に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) 計測作業項目
- 2) 計測手順
- 3) 作業時間

#### (6) 計測値の出力

計測値の出力に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) 現地での計測結果の出力方法
- 2) 現地での検査結果の表示の可否
- 3) 計測当日に提出可能な計測結果及び検査結果
- 4) 現地での計測結果の改ざん防止の方法

#### (7) 検査結果の報告に要する時間等

検査結果の報告に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) 検査結果の作成期間
- 2) 検査結果の報告方法
- 3) 現地計測値と後日提出の検査結果の同一性の証明方法

#### (8) 実施体制

実施体制に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

- 1) 人員体制(①計測時、②データ整理・解析時)
- 2) 技術の原理や測定方法、結果の解釈に関する知識と技能を有する者(資格や経験等)の必要性(①計測時、②データ整理・解析時)

## (9) その他

本試験における「別紙3試験条件」に関する次の各項目について、事前に明らかにすること。

## 1) 主鉄筋の腐食程度について、鉄筋質量減少率(たとえば、以下の6区分)の検出可否

- ①1%未満、②1%以上3%未満、③3%以上5%未満、④5%以上15%未満、⑤15%以上25%未満、⑥25%以上

## 2) 1)の区分による検出が否の場合、別の方法に基づく主鉄筋の腐食の定義、有無等の区分

## 3) 主鉄筋のかぶりが深いことによる、影響の有無・程度

## 4) 腐食した交差鉄筋の存在による、影響の有無・程度

## 5) 内在塩分の存在による、影響の有無・程度

## 6) その他、後述する【基本性能試験】の「(2)検査条件」に対する適用の可否

**【参考文献】**

国土技術政策総合研究所資料 共同研究報告書 土木研究所 共同研究報告書 (平成29年7月)

「道路橋等の点検効率化等への計測・非破壊検査技術の適用性に関する共同研究(I)非破壊検査・計測技術の道路橋等の点検要領への導入に関する共同研究ー コンクリート構造物の内部損傷の詳細に関する非破壊検査の適用性に関する研究ー」

(<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0981.htm>)

・付属資料1 「提案する道路橋調査用非破壊検査技術の性能評価試験法」

(<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0981pdf/ks098111.pdf>)

## 基本性能試験

試験は、電氣的に腐食(電食)させた鉄筋を配置した15体のコンクリート供試体を対象に、応募者の技術を用い鉄筋の腐食程度を検出するものである。

なお、供試体は形状や配筋状態、隣接する損傷の影響をできるだけ排除したものである(基本性能試験のための供試体)。

### ○試験概要

#### (1) 試験時期・場所

- ・試験時期:対象技術の選定後、平成30年12月頃を予定(※)
- ・試験場所:愛知県名古屋市内(国土交通省が別途指定)

(※国土交通省が別途指定する試験時期以外の応募は、受付不可とする)

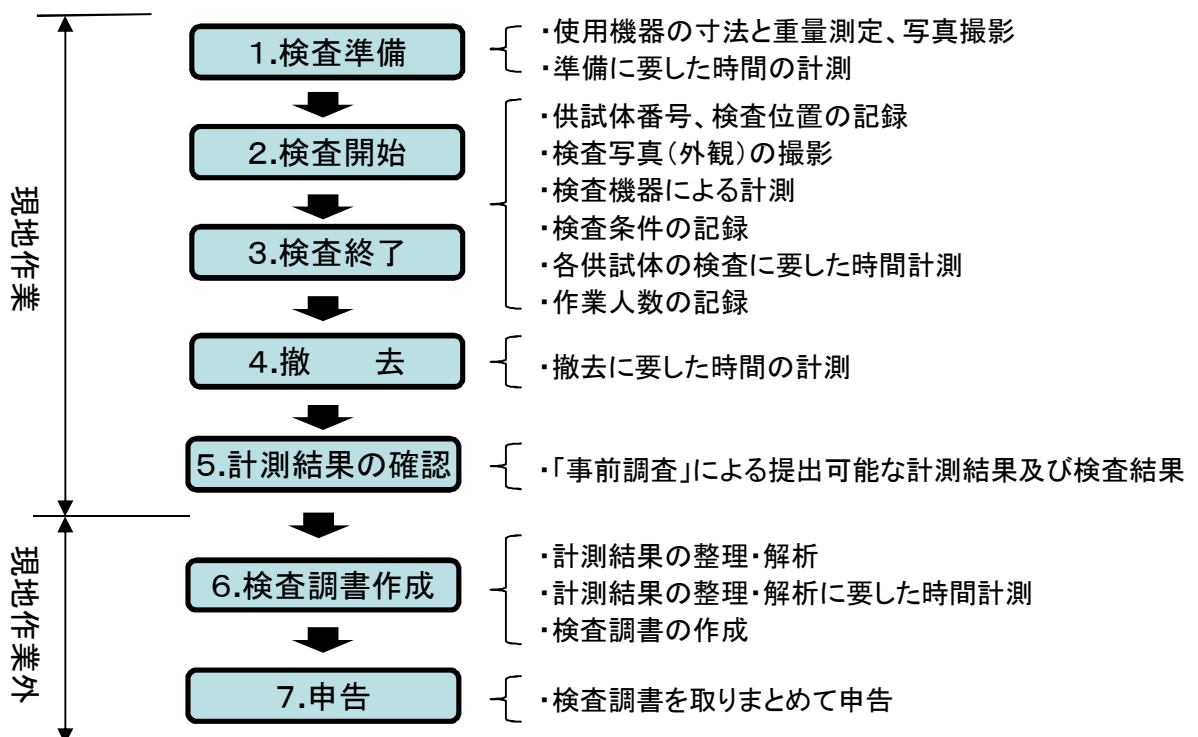
#### (2) 対象とする腐食把握技術

- ・自然電位法 など

#### (3) 試験の手順

基本性能試験における試験フローを以下に示す。

なお、複数の技術による試験を同一日に実施する予定であり、A技術が試験フロー1～5を実施した後、B技術は「事前調査」の条件を満たしたことを確認し試験を開始する。



## ○試験方法

### (1) 検査対象

腐食分布や腐食程度、かぶり等が異なる主鉄筋を埋設した、コンクリート供試体を検査対象とする(【別紙3】試験条件 参照)。

- ・供試体寸法: 20cm × 20cm × 100cm
- ・供試体数量: 15体

### (2) 検査条件

#### ① 検査環境について

- ・供試体は全て屋内で保管されており、検査も同室内にて実施する。
- ・検査室は建物1階にあり、外部に面した出入口(開口寸法; 幅140cm、高さ200cm)と室内蛍光灯、採光窓(ブラインド付)、電源(100V; 1箇所)、換気扇(2箇所)が設置されており、室内高さは約270cmである。
- ・検査室内に空調設備はなく、床面はコンクリートであり、散水可能である。水道設備は検査室外部にあるものが使用可能である。

名古屋市における12月の日平均気温(過去5年間の平均値)=7.0度(※)

(※) 気象庁発表: 過去の気象データより

- ・供試体は、人が支障無く通行出来る程度のスペースを空けて配列されており(個々の試験体間隔は、約60cmを予定)、試験体を移動しての計測は不可とする。

(※[添付図1]試験ヤードイメージ 参照)

#### ② 供試体について

- ・供試体に埋設されている主鉄筋の規格は、「D19 SD345」である。
- ・コンクリートの諸元等については以下の通りである。

呼び強度: 40N/mm<sup>2</sup>、スランプ: 12cm、粗骨材最大寸法: 20mm、

セメントの種類: 早強ポルトランドセメント、水セメント比(W/C): 43%

打設時期: H30年2月

- ・鉄筋の模擬腐食は、電氣的に腐食(電食)させたものである。
- ・予め主鉄筋に繋げたリード線(マイクロホン用ビニルコード)を供試体外部に露出させた状態にあり、非破壊による検査でなければならない。
- ・一部の供試体には、内在塩分(NaCl: 2.5kg/m<sup>3</sup>程度)が含まれている。
- ・供試体は全て乾燥状態で検査を行うことを基本とする。ただし、検査者が作業準備として、供試体を適切な湿潤状態まで湿らせる必要がある場合は、事前調査で申告したものに限り、検査者自らが実施することが出来る。

### (3) 計測

供試体の上面には予め、計測側線(主鉄筋直上)及び計測点(5cm～10cm間隔、試験体1本につき10箇所程度)がマーキングされている。検査者は検査機器を用いて、全ての供試体(15本)について計測点直下における主鉄筋の腐食程度を計測する。

計測の対象面は供試体の上面のみとし、側面及び下面の計測は不可とする。

(※)応募者が事前調査において申告した、計測出来ない条件に該当する供試体については、予め検査対象から除外する。この場合、計測及び解析結果の申告は不要となり、適用条件に適う供試体の計測による解析結果のみが評価対象となる。なお、除外対象となる供試体は、試験前に検査者に書面にてその位置を伝える。

### (4) データ整理・解析

供試体の計測データについて整理し、解析を行う。

### (5) 解析結果の申告

計測データの解析後、各者の技術で判定した計測点直下における主鉄筋の腐食程度について、鉄筋質量減少率で示される以下の6区分(例)から選択し、報告する。

- ①1%未満
- ②1%以上3%未満
- ③3%以上5%未満
- ④5%以上15%未満
- ⑤15%以上25%未満
- ⑥25%以上

計測実施から申告までの期間は1週間程度を予定しており、具体的な提出期限については、国土交通省が別途指定する。

なお提出書類のうち、腐食程度の検出・判定に関する技術の記載部分については、今回の試験及び評価のみに使用するものとし、それ以外には使用しないものとする。また判定技術及び計測データを他者へ開示・提供する事はしないものとする。

## ●試験結果の整理等について

### (1) 供試体の解体および腐食状態の確認

国土交通省は、供試体中の埋設鉄筋の腐食程度を確認するため、応募者全員による検査が終了次第、全ての供試体を解体する。

鉄筋腐食部分を10%濃度クエン酸二アンモニウム溶液に24時間浸漬させて腐食生成物を除去し、全ての計測点直下における主鉄筋の質量減少率を確認する。

### (2) 評価指標値の算出

国土交通省は、各供試体の検査位置における主鉄筋の質量減少率と各検査技術で判定された腐食程度の区分結果を照らし合わせ、以下に示す【腐食程度の検出精度】を供試体毎に算出する。(※詳細は【別紙2】評価指標 参照)

なお、質量減少率の算出方法は、次の計算式で算出する。

$$\cdot \text{質量減少率} = (\text{計測点直下の鉄筋直径の3倍程度を目安に、同程度の腐食程度が確認できる範囲における質量減少量}) / (\text{主鉄筋の単位質量} 2.25\text{kg/m (JIS G 3112)})$$

ここで、「同程度の腐食程度が確認できる範囲」とは、計測点直下の鉄筋直径の3倍程度の範囲内における5断面(約15mm間隔)において、ノギス等を用いて鉄筋断面内の最少となる直径を計測し、その5断面での平均値±10%を満たす範囲とする。

#### 【腐食程度の検出精度】

$$\cdot \text{正解率} = (\text{腐食程度区分の正解数}) / (\text{計測点数})$$

$$\cdot \text{危険方向誤検出率} = (\text{腐食程度を実際より小さな区分で判断した誤検出数}) / (\text{計測点数})$$

$$\cdot \text{安全方向誤検出率} = (\text{腐食程度を実際より大きな区分で判断した誤検出数}) / (\text{計測点数})$$

(※) 腐食程度区分の正解数・・・検査者が申告した「腐食程度区分」のうち、解体した試験体によって確認された「腐食程度区分」と合致した数

(※) 計測点数・・・個々の供試体に対して、予めマーキングされた計測点の数

(※) 誤検出数・・・検査者が申告した「腐食程度区分」のうち、解体した試験体によって確認された「腐食程度区分」と合致しない数



## ●コストの報告

応募者は、検査技術に関するコストについて、応募者は以下に示す(1)及び(2)の方法により報告する。報告時期は検査結果の報告と併せて行う。

(1) 今回の試験において、計測および解析に要した総費用額を試験対象鉄筋の総延長で除して、鉄筋1mあたりの費用(円/m)に換算する。

(※) 材料費、労務費、機械経費等を対象とし、機械の運搬費は含まない。

(※) 検査場所で提供された水道光熱電力費用は含まない。

(2) モデルケースとして、橋梁下部工(RC構造物)を想定した場合の100㎡あたりの計測および解析に要する費用(円/100㎡)。

(※) 足場、作業車等の仮設に要する費用は含まないものとする。

([添付図2]モデルケース橋梁下部工(RC構造物)参考図 参照)

## ●時間効率性の報告

応募者は、検査技術に関する時間効率性について、応募者は以下に示す(1)及び(2)の方法により報告する。報告時期は検査結果の報告と併せて行う。

(1) 今回の試験において、準備から計測および片付けまで、試験全般の実施に要した時間を試験対象鉄筋の総延長で除して、鉄筋1mあたりの試験時間(min/m)に換算する。

(※) 試験の実施に要した時間については、国土交通省が立会確認する。

(※) 準備とは、検査機器の配置や電源への接続、キャリブレーション、気温・湿度確認、供試体の湿潤状態を事前に申請した条件を再現する作業等を指しており、国土交通省立会者による試験に関する事前説明等は含まない。

(※) 片付けとは、準備作業開始前の状態に戻すことを指しており、当日に提出可能な計測結果等の整理・解析作業は含まない。

(※) 技術の原理や測定方法、結果の解釈に関する知識と技能を有する者(資格や経験等)を要した場合は、その旨記載する。

(2) 今回の試験において、計測結果の整理・解析に要した時間を試験対象鉄筋の総延長で除して、鉄筋1mあたりの解析時間(h/m)に換算する。

(※) 複数員による解析の場合は、参考として所要人員を記載する。

(※) 技術の原理や測定方法、結果の解釈に関する知識と技能を有する者(資格や経験等)を要した場合は、その旨記載する。

## ●その他の指標

### ・ユーザビリティ

計測結果から得られた腐食程度を判定するための図表や可視化表示等の見やすさについては、諸元整理の対象としない。

## ●諸元表の作成・評価について

(1)国土交通省は、以下の項目を記載した諸元表を作成する。

- ・技術名
- ・応募者名
- ・適用条件
- ・技術の特徴
- ・評価指標

(2)諸元表は中部地方整備局新技術活用評価会議に諮り、評価を行う。

(3)計測結果から得られた腐食程度を判定するための図表や可視化表示等の見やすさについては、諸元整理の対象としない。

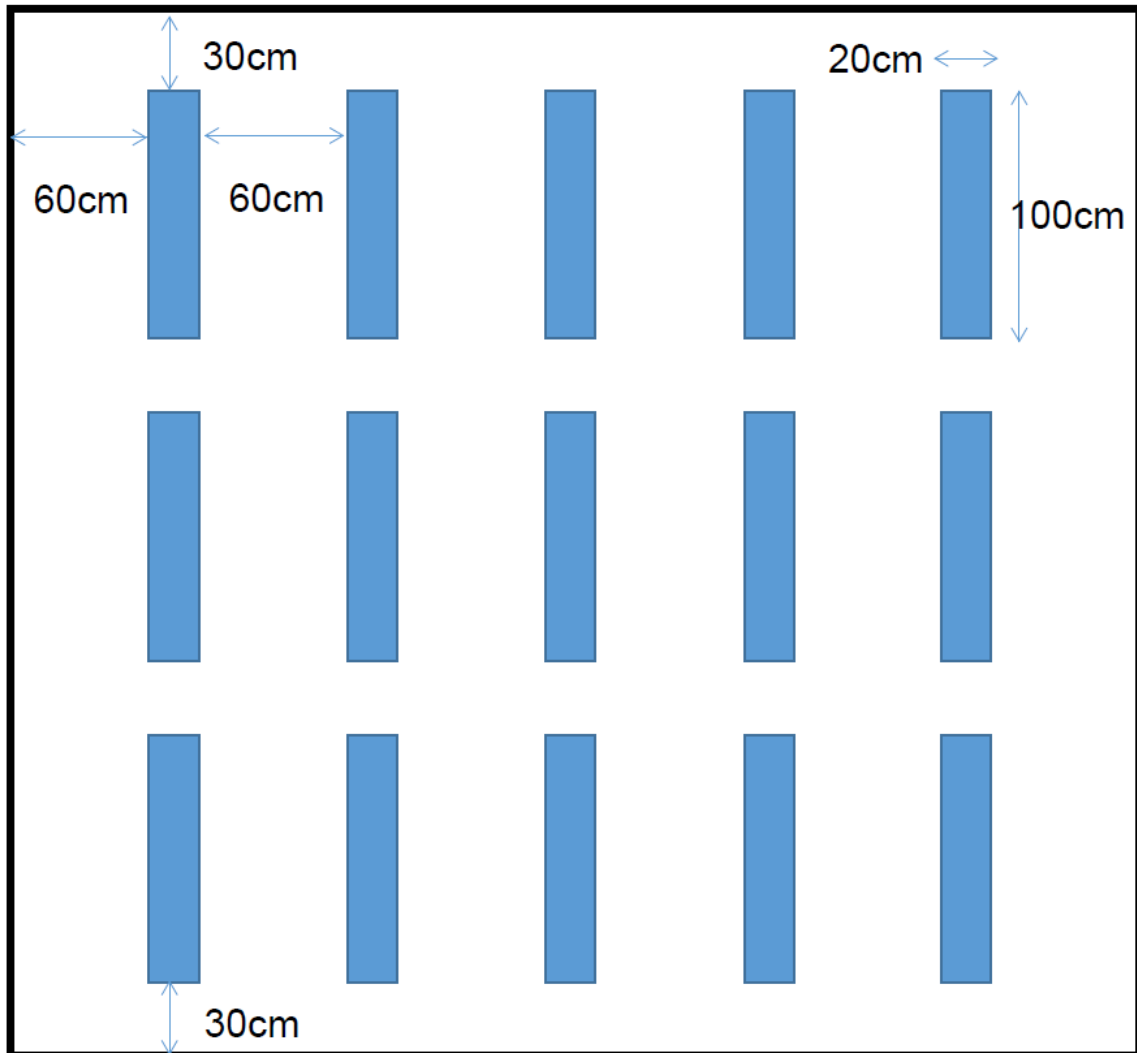
## ●諸元表の公表について

国土交通省は、諸元表をNETIS(維持管理支援サイト)上で公表する。なお公平性を期すため、公表に同意することを応募条件とした上で、全応募者の試験結果を公表する。

## ●試験費用の負担について

- (1)試験の実施に関する計測、データ整理、解析等に伴う費用については、応募者が負担する。
- (2)供試体の保管・管理、解体、腐食状態の確認調査、並びに評価指標値の算出に伴う費用は、国土交通省が負担する。

[添付図1] 試験ヤードイメージ



供試体寸法 (断面20cm × 20cm、長さ1m)

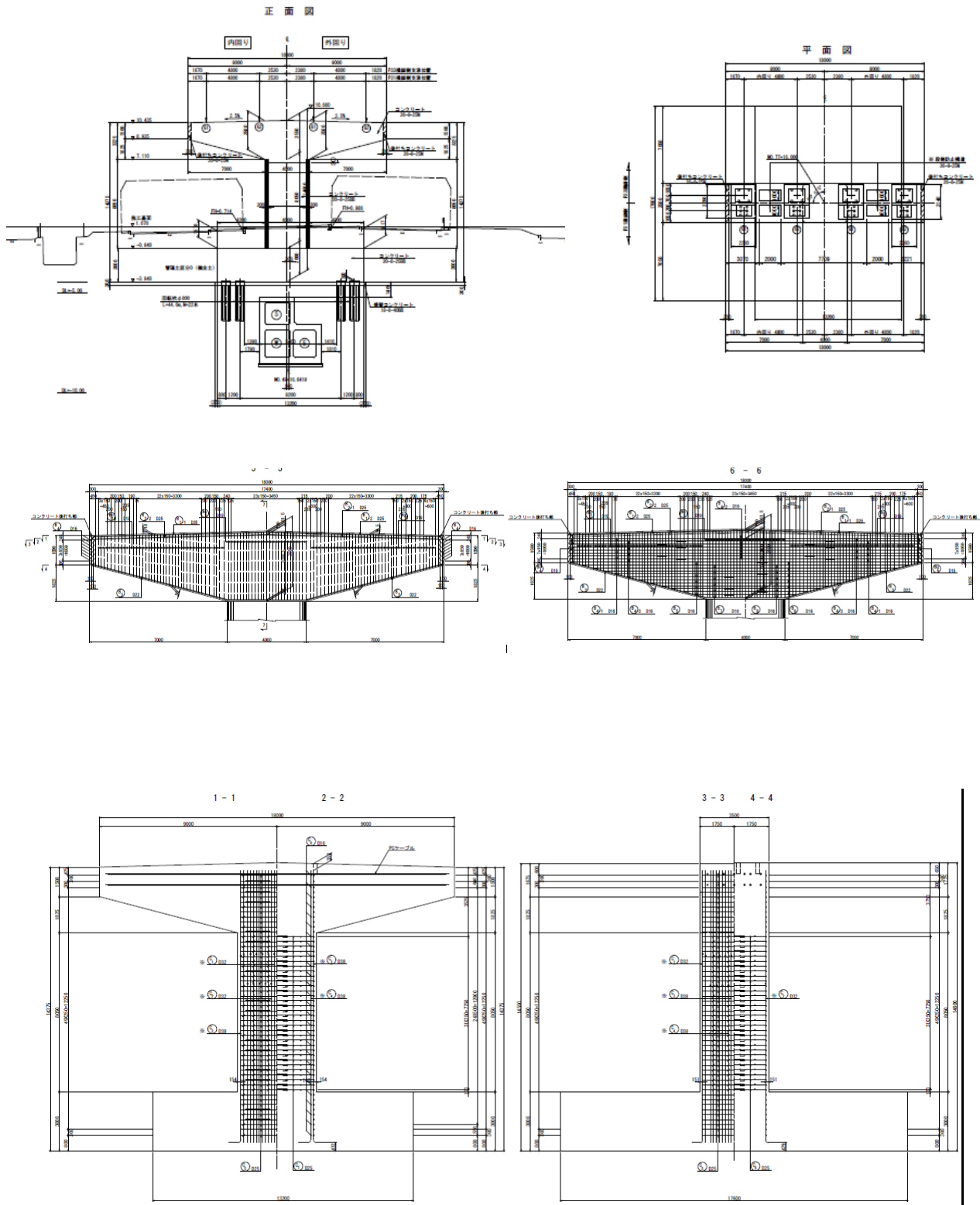
供試体数 15体

横方向に60cm、縦方向に30cmの離隔

床構造 鉄筋コンクリート

供試体の設置方法 床に木製受台 (断面10cm × 10cm、長さ30cm) を複数設置し、支持

[添付図2] モデルケース橋梁下部工(RC構造物)参考図



## 【別紙2】評価指標

性能評価項目			指標の定義			
			評価指標			検出する腐食程度など
精度	腐食程度の検出精度1	鉄筋腐食程度(質量減少率)区分を正しく検出できる	正解率	%	正解率 = (腐食程度区分の正解数) / (計測点数)	腐食程度: 腐食程度区分として、質量減少率を以下の6区分(例)とする。 ①1%未満、②1%以上3%未満、③3%以上5%未満、④5%以上15%未満、⑤15%以上25%未満、⑥25%以上
	腐食程度の検出精度2	鉄筋腐食程度(質量減少率)区分を正しく検出できる	誤検出率	%	危険方向誤検出率 (腐食程度を実際より小さな区分で判断した誤検出数) / (計測点数)  安全方向誤検出率 (腐食程度を実際より大きな区分で判断した誤検出数) / (計測点数)	
その他	コスト	試験対象を安く検出できる	コスト	①: 円/m ②: 円/100m <sup>2</sup>	以下の2項目について算出する。 ①(供試体の計測及び解析に要した費用) / (試験対象鉄筋延長) ②モデルケース(橋梁下部工100m <sup>2</sup> を想定)を対象とした、計測及び解析に要する費用	
	時間効率性	試験対象を早く検出できる	時間効率性	①: min/m ②: h/m	以下の2項目について算出する。 ①(供試体の実計測時間) / (試験対象鉄筋延長) ②(計測データの整理・解析時間) / (試験対象鉄筋延長)	

### 【別紙3】試験条件

			条件				評価指標
			かぶり(主筋)	腐食分布(主筋)	交差鉄筋	内在塩分	
標準			50mm	均一	300mmピッチ	0kg/m <sup>3</sup>	①正解率 ②(危険方向)誤検出率 ③(安全方向)誤検出率 ④コスト ⑤時間効率性
特殊条件	かぶり (主筋)	深い場合	100mm	均一	300mmピッチ	0kg/m <sup>3</sup>	①正解率 ②(危険方向)誤検出率 ③(安全方向)誤検出率
	腐食分布 (主筋)	局所的な場合	50mm	100mm範囲、 200mm範囲のみ腐食	300mmピッチ	0kg/m <sup>3</sup>	①正解率 ②(危険方向)誤検出率 ③(安全方向)誤検出率
	交差鉄筋	腐食した交差鉄筋がある場合	50mm	均一	100mmピッチ (5%腐食状態)	0kg/m <sup>3</sup>	①正解率 ②(危険方向)誤検出率 ③(安全方向)誤検出率
	内在塩分	存在している場合	50mm	均一	300mmピッチ	2.5kg/m <sup>3</sup> 程度	①正解率 ②(危険方向)誤検出率 ③(安全方向)誤検出率

※ 各項目について、乾燥状態を前提として行う。湿潤状態での影響については、ヒアリング等で調査を予定する。