



# 北海製罐株式会社小樽工場第3倉庫

## 劣化調査業務

## 劣化調査報告書

令和3年7月

パシフィックコンサルタンツ株式会社



## 目次

1 調査概要 .....	1
1.1 調査目的 .....	1
1.2 調査・試験項目・数量および調査箇所 .....	1
2 現地調査・試験 .....	2
2.1 外部・内部調査 .....	2
2.1.1 調査方法 .....	2
2.1.2 調査結果 .....	4
2.2 コンクリート圧縮強度試験 .....	11
2.2.1 試験方法 .....	11
2.2.2 試験結果 .....	12
2.3 中性化試験 .....	13
2.3.1 試験方法 .....	13
2.3.2 試験結果 .....	16
2.4 塩化物イオン含有量試験 .....	18
2.4.1 試験方法 .....	18
2.4.2 試験結果 .....	20
2.5 はつりによる配筋・腐食状況調査 .....	22
2.5.1 調査方法 .....	22
2.5.2 調査結果 .....	24
2.6 現地調査・試験結果 .....	25
2.7 その他（調査箇所の補修） .....	26
3 劣化度判定 .....	27
3.1 コンクリート強度劣化 .....	27
3.2 外観・内部劣化 .....	28
3.3 鉄筋腐食 .....	29
3.4 コンクリート塩害 .....	30
3.5 総合評価 .....	31
4 資料編 .....	32
4.1 はつりによる配筋調査結果 .....	33
4.2 写真台帳 .....	36
4.3 試験成績書（コンクリート圧縮強度試験） .....	45
4.4 損傷の進行等を抑制及び補修方法の例 .....	61
4.4.1 中性化の補修方法 .....	61
4.4.2 塩化物イオンに対する対策 .....	61
4.4.3 鉄筋腐食の抑制（既に腐食が開始している鉄筋の腐食進行を抑制する） .....	61
4.5 既存図等 .....	62



# 1 調査概要

## 1.1 調査目的

1924年（大正13年）に竣工され、竣工後97年を経過した北海製罐小樽工場第3倉庫について劣化状況を調査し、劣化度の評価を行う。

具体的には、北海製罐小樽工場第3倉庫に対して、①外観・内部劣化、②コンクリート圧縮強度試験、③はつりによる配筋調査、④コンクリートの中性化試験及び塩化物含イオン有量調査を実施し、a)コンクリート強度劣化、b)外観・内部劣化、c)鉄筋腐食、d)コンクリート塩害の劣化度を判定する。

## 1.2 調査・試験項目・数量および調査箇所

本業務での調査・試験項目を下表に示す。

表 1-1 調査・試験項目

調査・試験項目		数量	単位	備考	
<b>1. 現地調査・試験</b>		<b>1</b>	<b>式</b>		
1)	外観・内部調査	①目視・打診調査	1	式	1F~RF
		②ドローン撮影			
		③3Dレーザー測量			
2)	コンクリート圧縮強度試験	3	本	運河側・海側・内部の壁から各1ヶ所	
3)	はつりによる配筋・腐食状況調査	3	箇所	運河側・海側・内部の柱から各1ヶ所	
4)	コンクリートの中性化試験	6	供試体	コンクリート圧縮強度試験用のコア試験体3本とはつり箇所3か所	
5)	塩化物イオン含有量試験	13	試料	4スライス×3本+内在塩分×1供試体	
<b>2. 劣化度判定</b>		<b>1</b>	<b>式</b>		

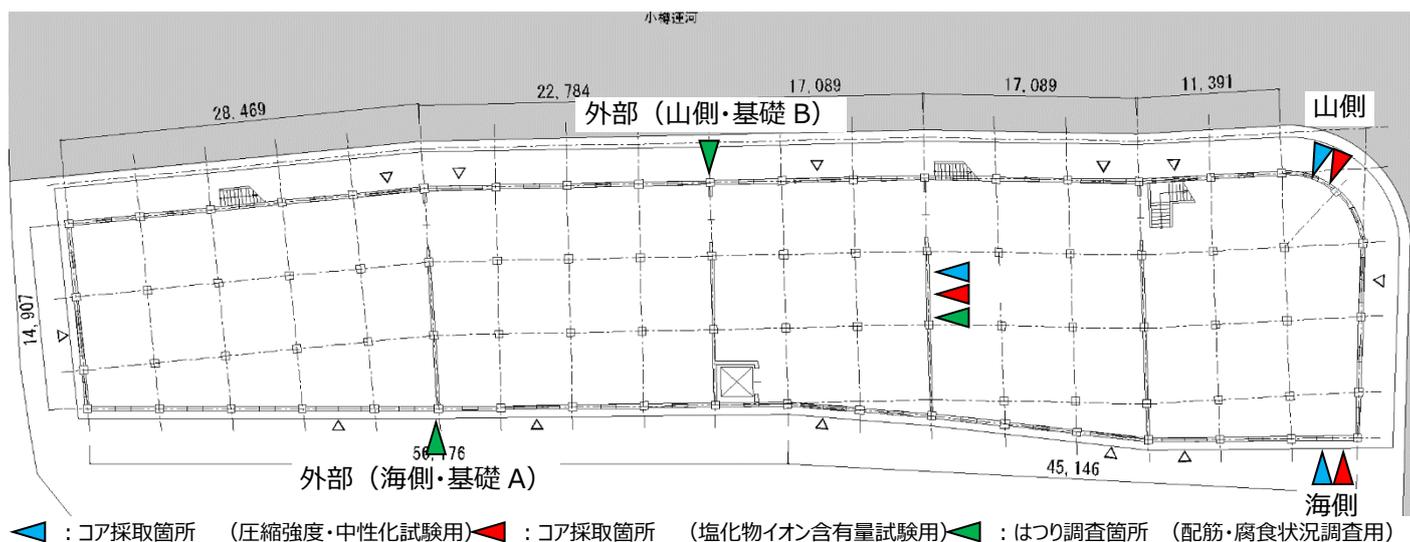


図 1-1 調査箇所図

## 2 現地調査・試験

### 2.1 外部・内部調査

#### 2.1.1 調査方法

##### (1) 目視・打診調査

近接目視により「ひび割れ」や「欠損」、「鉄筋の露出」等の劣化状況を把握する。また、「剥離・剥落」が発生する前兆としてかぶりコンクリートに浮きが生じる場合が多いことから、手が届く範囲についてテストハンマーを用いて表面を打撃し、その反響音や振動などから浮きの有無を調査する。



写真 2-1 目視調査状況例

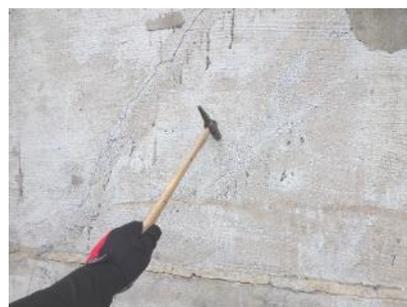


写真 2-2 打診調査状況例

##### (2) ドローン撮影

目視・打診調査の補助として UAV（以降、ドローンと略す。）を用い、高所等の部分について目視調査を行った。



写真 2-3 ドローン撮影状況

### (3) 3D レーザー測量

目視・打診調査の補助（劣化状況の記録等）、および建物の外部および内部の形状調査を実施するため、3D レーザー測量機を用いた 3D 測量により立体形状を取得するとともに、使用機器の補助機能である器械点の全方位写真なども含めて劣化状況を把握し、記録する。また、取得した立体形状を用いて、3D データ内で柱寸法の計測を行う。



写真 2-4 3D レーザー測量状況

## 2.1.2 調査結果

対象とする各部材において現状で発生している主な劣化を以降に示す。なお、詳細な劣化状況については、別途提出する「3Dデータ」にて整理を行った。

### (1) 外観劣化

#### 1) ななめひび割れ (RC)

- RC 壁には、乾燥収縮等に起因するななめ方向に延びるひび割れが見られた。ひび割れ幅は「0.20～0.80mm 程度」であった。



写真 2-5 ななめひび割れ (RC)

#### 2) CB (コンクリートブロック) に沿ったひび割れ

- CB 壁には、CB 目地に沿ったひび割れが見られた。ひび割れの一部では漏水あとやエフロレッセンスの析出が見られた。



写真 2-6 CB に沿ったひび割れ

#### 3) マップ状のひび割れ (凍害)

- バルコニーの下面や外部梁には、冬季間の凍結融解に起因する「凍害」と推測されるマップ状のひび割れが見られた。



写真 2-7 マップ状のひび割れ (凍害)

#### 4) エフロレッセンス

- 外壁に面したひび割れの多くに、漏水痕跡を示すエフロレッセンス<sup>1</sup>の析出が見られた。



写真 2-8 エフロレッセンス

#### 5) 断面欠損

- 外壁および梁には、経年劣化に伴う断面欠損が見られた。また、一部では鉄筋露出を伴う断面欠損も見られた。



写真 2-9 断面欠損

#### 6) 浮き

- 断面欠損の周囲および外壁および梁には、経年劣化に伴うコンクリートの浮きが見られた。また、CB 壁の一部では、仕上げモルタルの浮きが見られた。

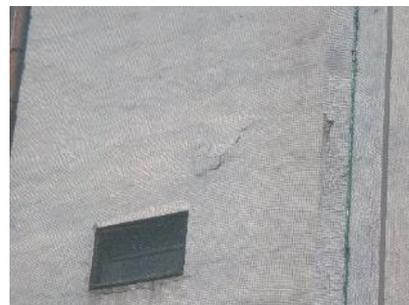


写真 2-10 浮き

#### 7) 鉄筋露出

- 断面欠損部では、かぶりコンクリートおよび CB の一部剥落により、鉄筋露出している箇所が見られた。
- 露出していた鉄筋の腐食は著しく、判定区分は「④～⑤」であった。

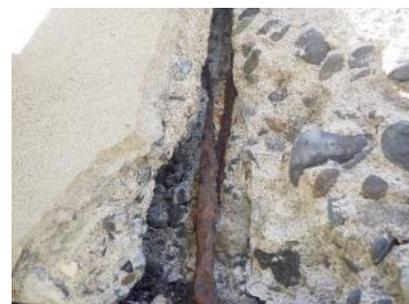


写真 2-11 鉄筋露出

---

<sup>1</sup>エフロレッセンスとは

エフロレッセンスとは、コンクリート中のカルシウム分が水分の移動によりコンクリート表面に移動し、表面での水分蒸発や二酸化炭素などの吸収によって溶解していたカルシウム分が析出した析出物のこと。

## (2) 内部劣化

### 1) ななめひび割れ (RC)

- RC 壁には、乾燥収縮等に起因するななめ方向に延びるひび割れが見られた。ひび割れ幅は「0.20～0.80mm 程度」であった。



写真 2-12 ななめひび割れ (RC)

### 2) スラブの劣化

- 目視可能なスラブ下面 (天井面) は 3F～4F であった。その他の階についてはボード仕上げであり、目視できなかった。
- 目視可能なスラブ下面 (天井面) には、短辺方向 (Y 方向) に延びるひび割れが見られた。ひび割れの一部からは、漏水あとやエフロレッセンスの析出、錆汁の滲出が見られた。このひび割れは、ほとんどのスラブに発生しており、連続したひび割れであった。
- スラブ上面は仕上モルタルや塗装が施しており、それらのひび割れや摩耗、欠損等が見られた。



写真 2-13 スラブの劣化①



写真 2-14 スラブの劣化②

### 3) CB に沿ったひび割れ

- CB 壁には、CB 目地に沿ったひび割れが見られた。ひび割れの一部では漏水あとやエフロレッセンスの析出が見られた。



写真 2-15 CB に沿ったひび割れ

#### 4) エフロレッセンス

- 外壁に面したひび割れの多くに、漏水痕跡を示すエフロレッセンスの析出が見られた。また、4F のエフロレッセンスの析出は屋上防水の劣化に起因すると考えられる。



写真 2-16 エフロレッセンス

#### 5) 漏水あと

- 外壁に面したひび割れや梁とCBとの界面、および窓枠などに、漏水痕跡を示すエフロレッセンスの析出が見られた。また、4F のエフロレッセンス付近の漏水痕跡は屋上防水の劣化に起因すると考えられる。



写真 2-17 漏水あと

#### 6) 錆汁

- スラブ下面のひび割れや外壁に面したCBに沿ったひび割れの一部からは、鉄筋の腐食が懸念される錆汁の滲出が見られた。



写真 2-18 錆汁

#### 7) 断面欠損

- 外壁および梁には、経年劣化に伴う断面欠損が見られた。また、一部では鉄筋露出を伴う断面欠損も見られた。



写真 2-19 断面欠損①



写真 2-20 断面欠損②

### 8) 鉄筋露出

- 断面欠損部では、かぶりコンクリートおよびCBの一部が剥落し、鉄筋露出箇所が見られた。
- 露出していた鉄筋の腐食は著しく、判定区分は「④～⑤」であった。



写真 2-21 鉄筋露出①



写真 2-22 鉄筋露出②

### (3) 屋上劣化

#### 1) 防水劣化

- 屋上防水は未補修部分と補修部分があり、それぞれの面積比はおおよそ「4（未補修）：6（補修済）」程度であった。
- 未補修部分については、防水層の切れや浮き等が散見される状態であり、防水機能が著しく低下していると推測できる。
- 補修済み部分については、防水層の切れはほとんど見られないが屋上階段部の防水層には大きな亀裂が生じていた。



写真 2-23 防水劣化①



写真 2-24 防水劣化②

#### 2) 継ぎ目のシール切れ

- 未補修部分と補修部の境界部で継ぎ目のシール切れが見られた。



写真 2-25 継ぎ目のシール切れ

### 3) 防水層の浮き

- 未補修部分には防水層の切れはあるものの浮きが生じている部分は見られなかった。しかし、補修部については防水層の浮きが散見された。



写真 2-26 防水層の浮き

### (4) その他（階段、手すり、シューター、排水ドレン管等）

#### 1) 鋼材の腐食

- 階段、手すり、シューター等には、経年による発錆および孔食、減耗が見られた。滞水しやすい箇所（扉の下側など）では腐食進行に伴う開口（孔）が見られた。



写真 2-27 階段の腐食



写真 2-28 手すりの腐食



写真 2-29 シューターの腐食

#### 2) 木材の劣化

- 階段、シューターおよび開口閉塞に使用している木材に経年による腐朽が見られた。



写真 2-30 木材の劣化

### 3) 排水ドレーン管の損傷

- バルコニー側の排水ドレーン管が損傷しており、正常な雨水処理を行えない状態であった。

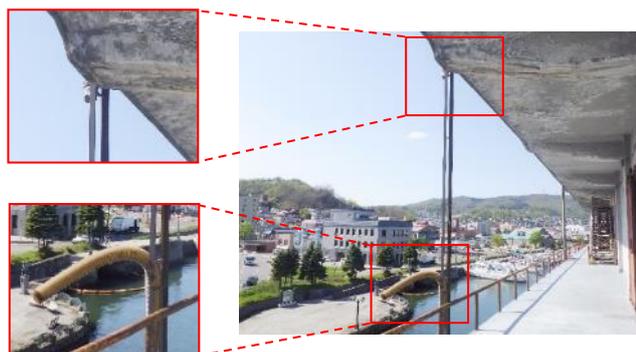


写真 2-31 排水ドレーン管の損傷

## 2.2 コンクリート圧縮強度試験

### 2.2.1 試験方法

圧縮試験機を用いて円柱状のコンクリート供試体の上下面から圧縮力を加え、コンクリートの強度を計測する。なお、試験は1F壁の鉄筋コンクリート部材から採取した供試体を使用し、圧縮強度試験を行う。

以降にコンクリート圧縮強度試験を行う際の作業手順、および準拠基準を示す。なお、試験は「コンクリート技術センター道央試験所」に依頼する。

#### 【作業手順】

- ① 鉄筋探査装置を用いて鉄筋の有無を把握し、コア採取位置を決定する。
- ② コアボーリングマシンを用いてコンクリートコアを採取する。
- ③ 抜き取り孔は無収縮モルタルで復旧する。
- ④ コア供試体の両端面は切断およびキャッピングまたは研磨し、所定の平滑度に仕上げる。
- ⑤ 下記の試験方法に準拠し、試験機関に依頼して試験を行う。

#### 【準拠基準】

- JIS A 1107「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」
- JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験」

#### 【圧縮強度試験】

- コンクリート供試体の「直径：高さ」の比は「1：2」を基本とするが、高さの比が2未満の場合は下表の高さ補正係数を用いて圧縮強度を補正する（JIS A 1107 表 1）

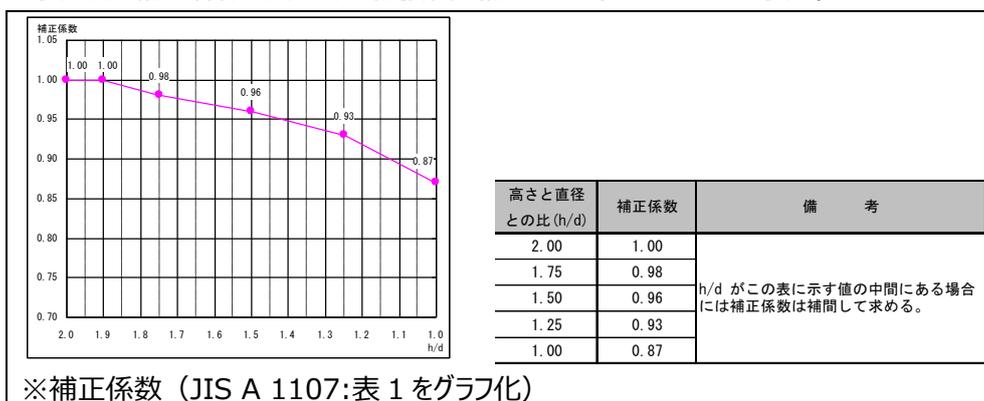


図 2-1 圧縮強度試験における補正係数



図 2-2 コア採取の作業概念図

## 2.2.2 試験結果

コンクリートコア供試体を用いた圧縮強度試験の結果を以降に示す。

建設当初の設計基準強度が不明なことから、「2017 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・耐震改修設計指針・同解説」による 1950 年以前に建設された建物の最小設計基準強度の  $13.5\text{N/mm}^2$  と仮定し、耐震診断基準の指標とする。

圧縮強度試験を行った結果、すべての箇所で耐震診断基準強度「 $13.5\text{N/mm}^2$ 」以上であった。

調査位置	直径 mm	高さ mm	補正係数	最大荷重 kN	設計基準強度 $\text{N/mm}^2$	圧縮強度 $\text{N/mm}^2$		圧縮強度/基準強度 %
						試験値	平均値	
海側	83.6	154.1	0.987	177	13.5	31.8	16.4	236
山側	83.4	150.8	0.984	87	13.5	15.7		116
内部	83.5	98.8	0.913	102	13.5	17.0		126

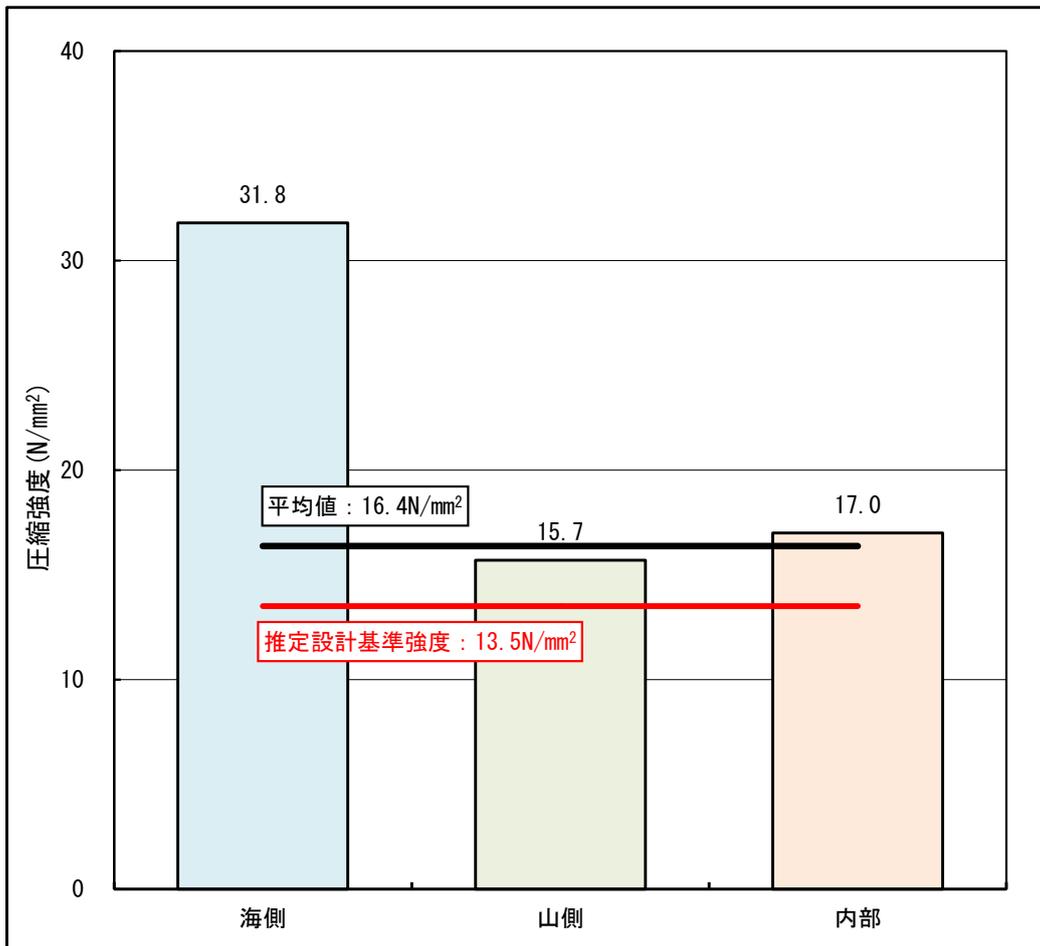


図 2-3 圧縮強度試験結果

## 2.3 中性化試験

### 2.3.1 試験方法

鉄筋コンクリート構造物において、コンクリート内部の鉄筋は水和硬化時に生成された水酸化カルシウムの強アルカリ性によって不動態皮膜が形成され、腐食から防御されている。これが大気中の炭酸ガス等と反応することによって表層部よりアルカリ性が徐々に失われる。この反応が進行し、鉄筋位置で中性（pH10 程度）に達すると鉄筋の不動態皮膜が破壊されることにより防錆機能が失われ、腐食環境に置かれる。このことから、中性化の進行度合いを把握することで、鉄筋が腐食環境にあるのかどうかを知ることができる。

本調査では、採取したコア供試体を用いた中性化試験と、はつり調査にて開口したコンクリート面を用いた中性化試験の両者を実施する。

以降に各方法における作業手順等を示す。また、中性化の進行予測の概要を示す。なお、試験は圧縮強度試験と同様に「コンクリート技術センター道央試験所」に依頼する。

#### 【作業手順（採取コア）】

- 圧縮強度試験に供したコアを使用して、中性化試験を行う。
  - ① 圧縮強度試験に供したコンクリートコアを割裂させ、割裂面に試薬（フェノールフタレイン 1%エタノール溶液）をスプレー噴霧する。
  - ② コンクリート表面から赤紫色（アルカリ性）に着色した位置までの距離（無着色範囲）をノギス等で測定する。

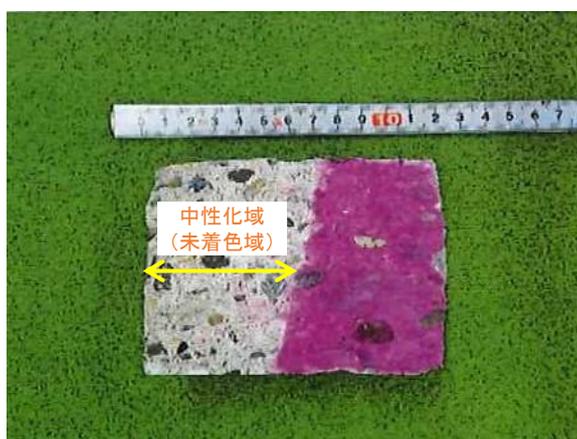


写真 2-32 中性化深さ測定状況（コア供試体）

#### 【準拠基準】

- JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」

### 【作業手順（はつり面）】

- 『はつりによる配筋・腐食状況調査』により開口した面の端面を用いて、中性化試験を行う。
- 中性化深さの測定点は、各辺の中央部でそれぞれ 1 点を計測するほか、中性化深さが最大となる箇所 1 点を測定し、総数 5 点を測定する（下図参照）。

- ① はつり調査の開口を使用し、「JIS A 1152」に準拠したコンクリートの中性化試験を実施する。
- ② 開口面に試薬（フェノールフタレイン 1%エタノール溶液）を噴霧する。
- ③ 躯体表面から赤紫色に呈色した位置までの距離（無着色域）をノギス、差金等により測定する（中性化深さの測定）

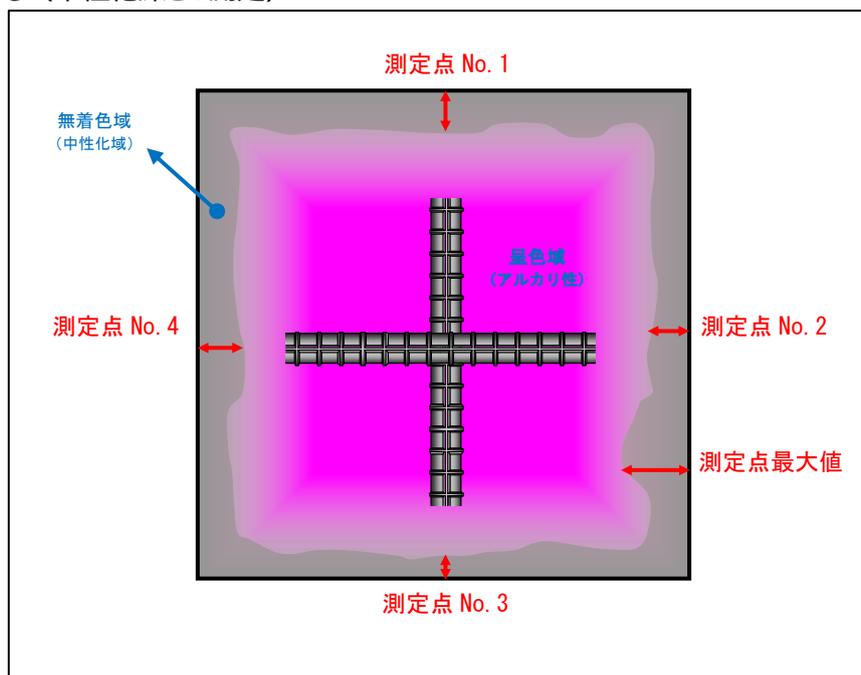


図 2-4 中性化深さ測定概略図（はつり面）



写真 2-33 中性化深さ測定状況例

### 【中性化の進行予測】

調査時における構造物の経過年数（供用年数）を基に、中性化速度式を用いて今後の中性化の進行程度を予測することができる。中性化速度式とは、コンクリート表面からの中性化進行を経過時間の関数として表したもので、中性化の進行状況を判断する指標として用いられている。

本調査においては、中性化速度式のうち一般的に多く用いられている「 $\sqrt{t}$ 則」により今後の中性化深さを予測する。「 $\sqrt{t}$ 則」とは、コンクリートが中性化する過程で、炭酸ガスがコンクリート中に拡散することにより生じると仮定した場合、中性化深さ「C」は経過時間「t」の平方根に比例するという式が導かれ、式 3.5.1 で表される。

$$C = A\sqrt{t} \dots \text{式 3.5.1}$$

C : 中性化深さ (cm)

A : 中性化速度係数

t : 経過年数 (年)

数式 2-1 中性化速度式「 $\sqrt{t}$ 則」

### 2.3.2 試験結果

#### (1) 中性化試験結果

コンクリートコア及びはつり面を使用した中性化試験の結果を以降に示す。

なお、中性化深さと比較する鉄筋位置は安全側を考慮し、後述する配筋調査結果において最もかぶり厚さ<sup>2</sup>の薄い「内部（帯筋）：28mm」とする。

中性化試験の結果、海側を除く全ての箇所で中性化域が鉄筋位置まで到達している状態であった。

調査位置	中性化深さ (mm)			備考
	平均値 (A)	最大値	かぶり厚さ (B) <sup>※1</sup>	
海側 (コア)	13.3	19.0	28	鉄筋位置は内部（帯筋）の数値
海側 (はつり)	4.0	9	28	〃
山側 (コア)	60.0	66.2	28	〃
山側 (はつり)	33.8	51	28	〃
内部 (コア)	51.5	57.6	28	〃
内部 (はつり)	71.3	74	28	〃

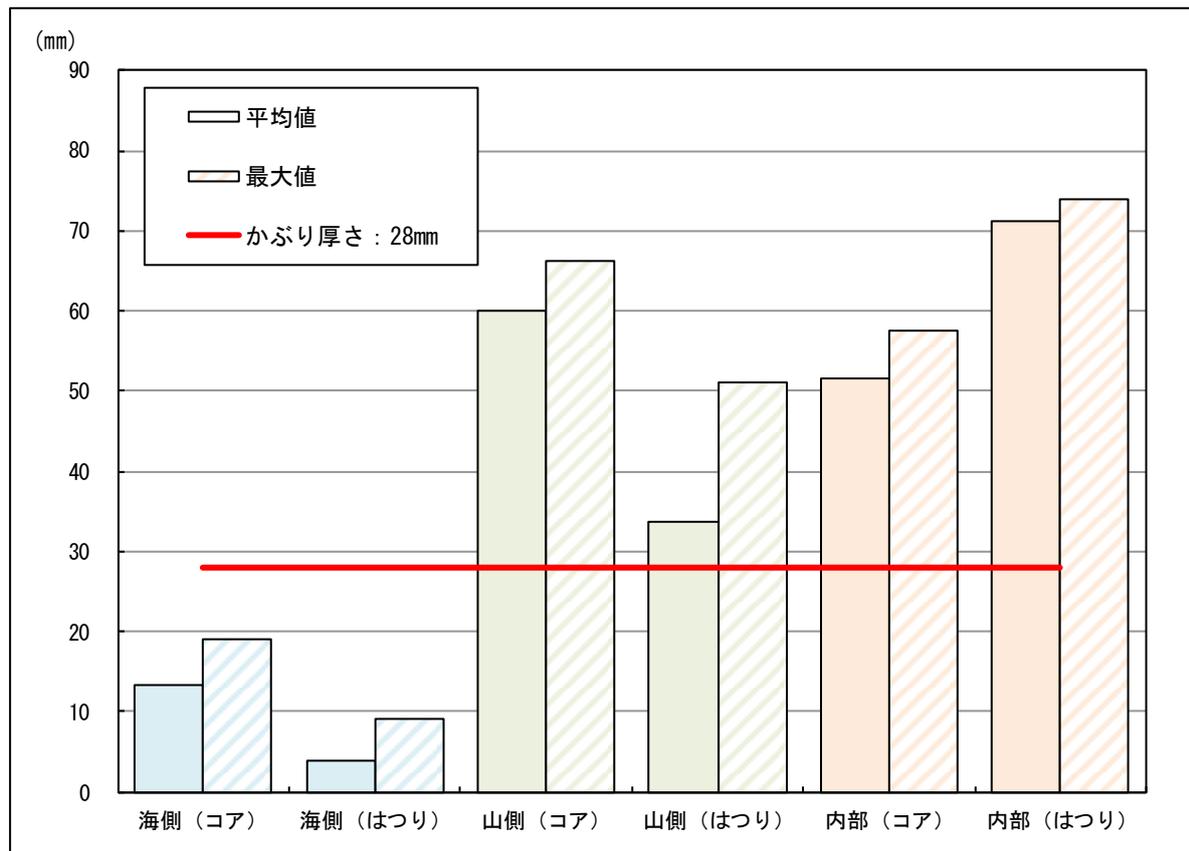


図 2-5 中性化試験結果

<sup>2</sup> かぶり厚さとは

鉄筋を覆うコンクリートの厚さ（コンクリート表面と鉄筋の表面までの最短距離）を示す。

## (2) 中性化予測結果

中性化試験結果を踏まえた今後の中性化進行予測結果を以降に示す。

その結果、海側を除くすべての箇所ですでに中性化域が鉄筋位置まで到達している状態であった。海側については、今後 100 年供用した場合でも中性化域は鉄筋位置まで到達しないと予測される。

位置	経過年	中性化深さ (mm)						
		1924	2021	2041	2061	2081	2101	2121
	0	0	97	117	137	157	177	197
海側 (コア)		0.0	13.3	14.6	15.8	16.9	18.0	19.0
海側 (はつり)		0.0	4.0	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7
山側 (コア)		0.0	60.0	65.9	71.3	76.3	81.0	85.5
山側 (はつり)		0.0	33.8	37.1	40.2	43.0	45.7	48.2
内部 (コア)		0.0	51.5	56.6	61.2	65.5	69.6	73.4
内部 (はつり)		0.0	71.3	78.3	84.7	90.7	96.3	101.6

試験年 100年後

表内赤文字は、鉄筋位置を上回る中性化深さの箇所を示す。

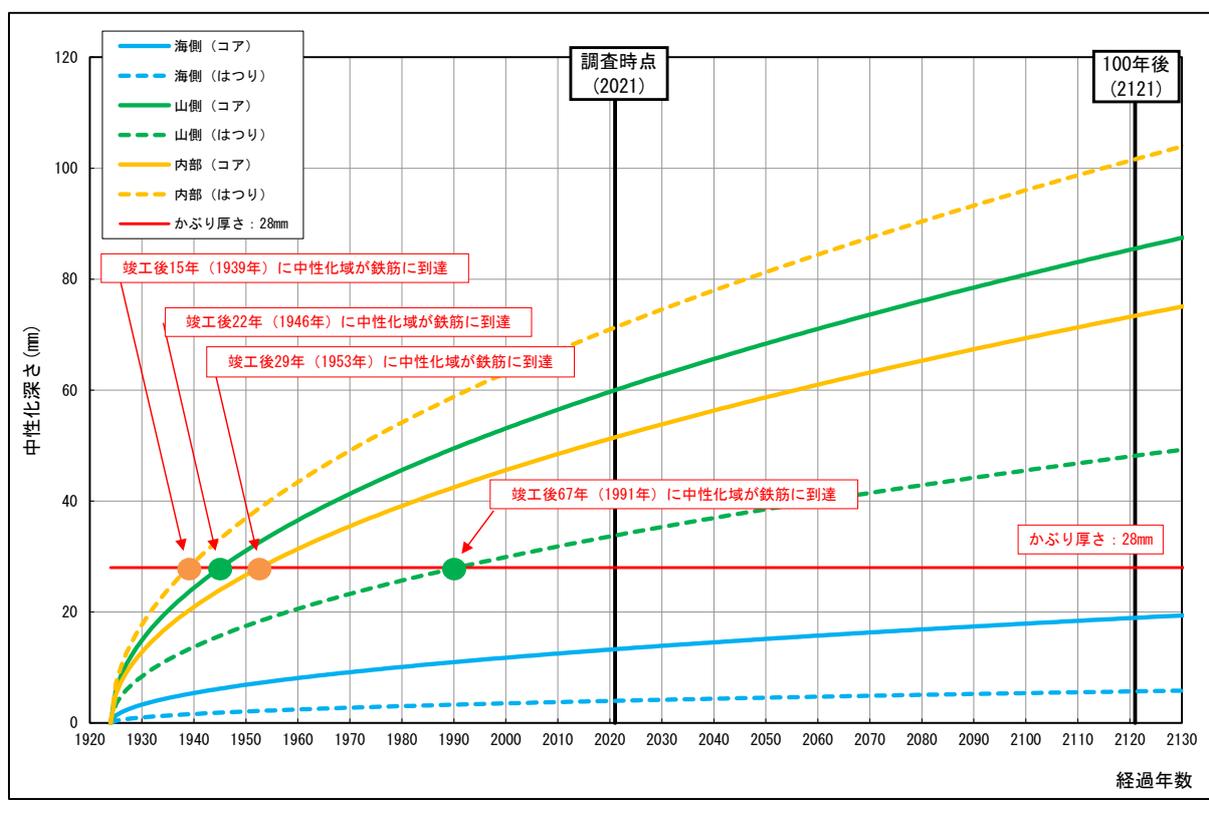


図 2-6 中性化予測結果

## 2.4 塩化物イオン含有量試験

### 2.4.1 試験方法

調査対象建築物は海沿いの建物であり、海からの飛来塩分によってコンクリートに塩化物が供給される環境である。また、当該建物は現在の施工管理のような塩化物イオンの総量規制がない大正時代の施工である。このようなことを踏まえると、塩化物イオンが躯体表面からどの程度の深さまで浸透しているのかの把握、およびコンクリート打設時の初期塩分量（内在塩分量）を把握する必要がある（既存構造物に対する閾値として発錆限界塩化物イオン量  $1.2\text{kg}/\text{m}^3$  を採用）。また、塩分の躯体内への浸透予測を行い、今後の推移を把握しておく必要がある（次頁、塩化物イオンの拡散予測参照）。なお、塩化物イオン量が鉄筋位置付近で発錆限界を超過していた場合には、拡散予測を行わないこととする。

試験は「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」に準拠する。

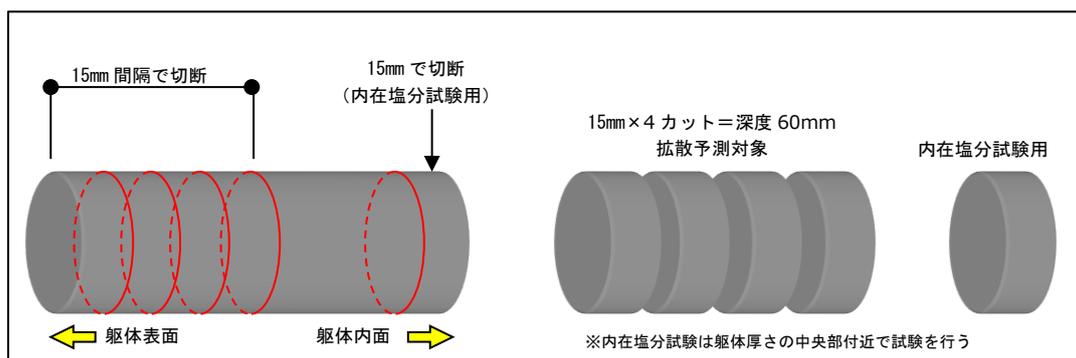


図 2-7 塩化物イオン含有量試験の概念図

#### 【試験方法】

「JIS A 1154：硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」に準拠し、採取コアの各層における全塩化物イオン量を求める。

コンクリート内の鋼材が腐食環境になると推定する塩化物イオン量の閾値（発錆限界塩化物イオン量）は、一般的な値として「 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 」とする。



写真 2-34 塩化物イオン含有量試験状況

### ＜塩化物イオンの拡散予測＞

採取コアによる塩化物イオン含有量測定データを基に、以下の方法により、今後の塩化物イオン量の拡散予測を行う。

調査結果より得られた塩化物イオン濃度分布を下式（コンクリート標準示方書[維持管理編]解14.2.3）で回帰分析して求める。

これにより各調査箇所における以下の条件の特定の深さ  $x$ 、時刻  $t$  の塩化物イオン濃度  $C(x, t)$  を算出する。

$$C(x, t) = C_0 \left( 1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) + C_i$$

$C(x, t)$  : 深さ  $x$  (cm)、時刻  $t$  (年) における塩化物イオン濃度 (kg/cm<sup>3</sup>)  
 $C_i$  : 初期含有塩化物イオン濃度 (kg/cm<sup>3</sup>)  
 $C_0$  : 表面における塩化物イオン濃度 (kg/cm<sup>3</sup>)  
 $D$  : 塩化物イオンの見かけの拡散係数 (cm<sup>2</sup>/年)<sup>3</sup>  
 $\operatorname{erf}$  : 誤差関数

数式 2-2 塩化物イオン量の拡散予測式

---

<sup>3</sup> 見かけの拡散係数とは

調査結果より得られた塩化物イオン濃度は、コンクリートの液相における実際の塩化物イオン濃度のことではなく、コンクリートの単位容積当たりの全塩化物量である。このため、これを用いて式より導き出される拡散係数とは、コンクリート中の塩素が塩化物イオンの形態で移動するメカニズムを正確に表したものではない。従って、式より導き出される塩化物イオンの拡散係数は「見かけの拡散係数」とする。

## 2.4.2 試験結果

### (1) 塩化物イオン含有量試験結果

コンクリートコア供試体を用いた塩化物イオン含有量試験の結果を以降に示す。なお、発錆限界塩化物イオン量を判断する鉄筋位置は、中性化試験と同様、安全側を考慮し配筋調査結果において最もかぶり厚さの薄い「内部（帯筋）：28mm」とする。

塩化物イオン含有量試験の結果、海側の鉄筋位置付近の深度（15mm～30mm）で発錆限界を上回る値であった。その他の箇所は、鉄筋位置付近で発錆限界を下回るものの、それ以深で発錆限界を上回る値となっていた。これは、中性化の進行により塩化物イオンが中性化フロントに移動する現象によるものであると考えられる。

位置	鉄筋位置 (mm)	対象深度 (mm)	平均深度 (mm)	発錆限界 (kg/m <sup>3</sup> )	塩化物イオン濃度 (kg/m <sup>3</sup> )	備考
海側	28	0~15	7.5	1.2	0.97	鉄筋位置は内部（帯筋）の数値
		15~30	22.5	1.2	1.77	"
		30~45	37.5	1.2	0.90	"
		45~60	52.5	1.2	0.57	"
山側		0~15	7.5	1.2	0.25	"
		15~30	22.5	1.2	0.18	"
		30~45	37.5	1.2	0.55	"
		45~60	52.5	1.2	1.46	"
内部		0~15	7.5	1.2	0.58	"
		15~30	22.5	1.2	0.33	"
		30~45	37.5	1.2	1.27	"
		45~60	52.5	1.2	1.78	"
	65~85	75.0	1.2	0.49	"	
内在塩分		65~85	80.0	1.2	0.49	

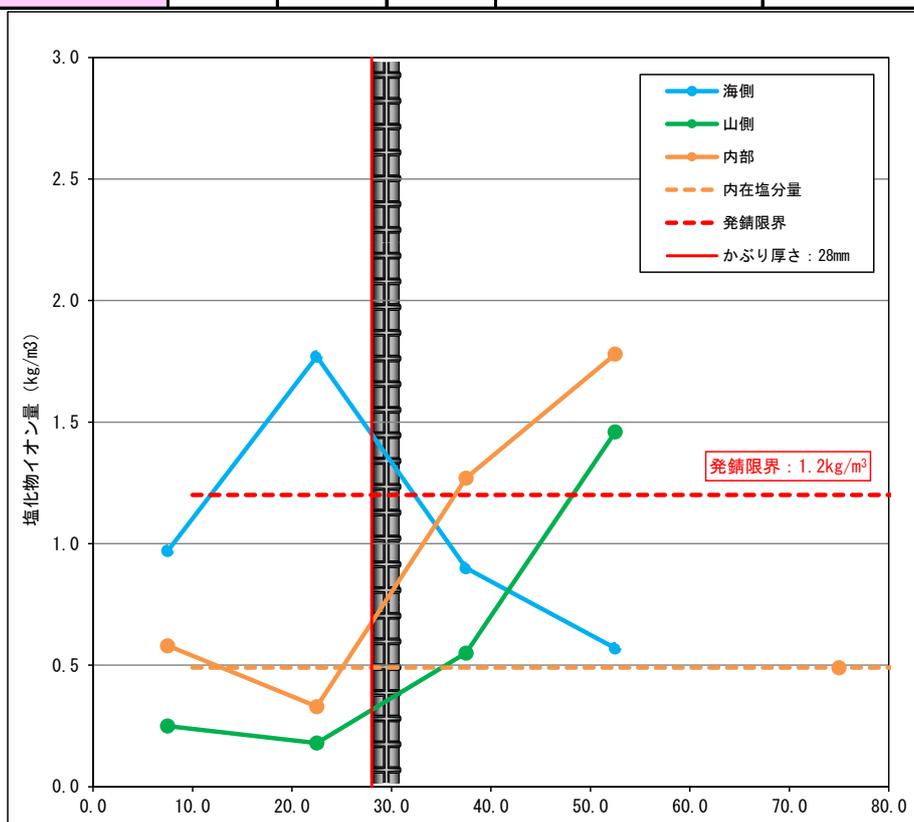


図 2-8 塩化物イオン含有量試験

## (2) 塩化物イオン量拡散予測

塩化物イオン含有量の試験結果を踏まえた今後の塩化物イオンの拡散予測について、海側は現状で鉄筋位置における塩化物イオン量が発錆限界を上回っているため、予測の対象から外れるものの、参考値として拡散予測を行った。

海側以外の箇所については、塩化物イオンの分布状況が通常の右下りの分布（内部にいくに従って塩分量が減少していく分布）ではなく、右上がりの分布であったことから、拡散予測を行えなかった。

海側において、拡散式により算出された鉄筋位置における塩化物イオン量は、試験時点で「1.451kg/m<sup>3</sup>」であり、鋼材の発錆限界値（1.2 kg/m<sup>3</sup>）を上回る状態であった。また、100年後における鉄筋位置での塩化物イオン量は「2.041kg/m<sup>3</sup>」と予測された。

推移 深度 (mm)	現在	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
	2021	2026	2031	2036	2041	2046	2051	2056	2061	2066	2071	2076	2081	2086	2091	2096	2101	2106	2111	2116	2121	
0.0	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781	3.781
7.5	3.312	3.334	3.355	3.374	3.392	3.409	3.424	3.439	3.454	3.467	3.480	3.492	3.504	3.515	3.526	3.536	3.546	3.555	3.564	3.573	3.582	3.582
22.5	1.770	1.814	1.857	1.897	1.935	1.971	2.006	2.040	2.071	2.102	2.131	2.160	2.187	2.213	2.238	2.262	2.285	2.308	2.330	2.351	2.371	2.371
37.5	0.901	0.935	0.969	1.002	1.035	1.067	1.098	1.129	1.159	1.188	1.217	1.245	1.273	1.300	1.326	1.351	1.377	1.401	1.425	1.448	1.471	1.471
52.5	0.570	0.584	0.600	0.616	0.632	0.649	0.666	0.683	0.701	0.718	0.736	0.754	0.772	0.790	0.808	0.826	0.844	0.862	0.880	0.898	0.915	0.915
鉄筋位置	1.451	1.492	1.531	1.569	1.605	1.640	1.673	1.706	1.737	1.767	1.796	1.824	1.852	1.878	1.903	1.928	1.952	1.975	1.998	2.020	2.041	2.041

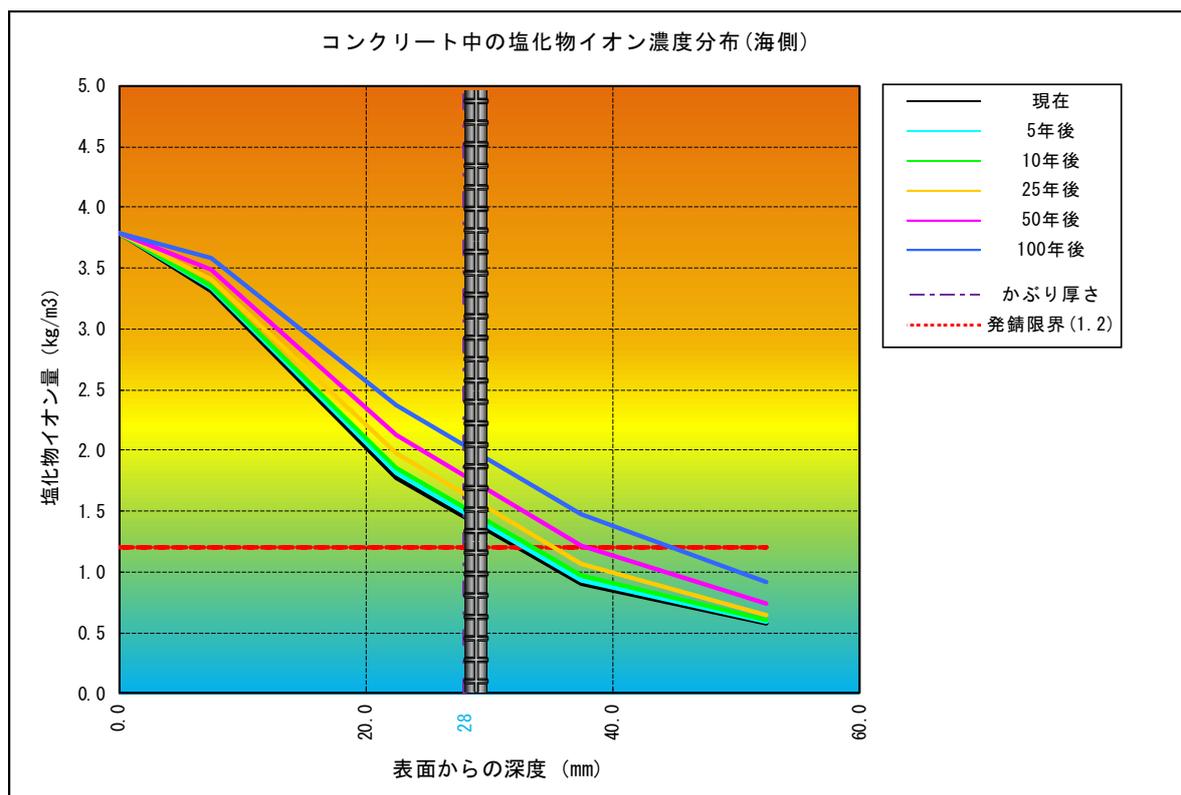


図 2-9 塩化物イオンの拡散予測

## 2.5 はつりによる配筋・腐食状況調査

### 2.5.1 調査方法

#### (1) はつりによる腐食状況調査

本調査では、既存図のない柱部材について現状の配筋状況を把握するために、かぶりコンクリートをはつり落として鉄筋径とその腐食状況を把握する（海側、山側、内部）。

なお、はつりを行う前には鉄筋を傷つけないように事前に電磁波レーダ法にて配筋状況を把握した。



写真 3.7.1 はつり状況

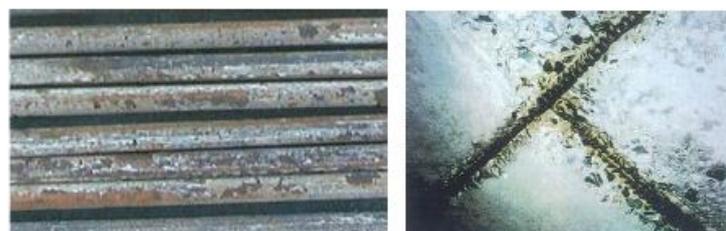
表 2-1 鉄筋の腐食度に応じた判定区分 ※1

判定区分	腐食状態
①	腐食なし
②	ごく表面的な腐食
③	浅い孔食など断面欠損の軽微な腐食
④	断面欠損が著しい腐食
⑤	鋼材が破断している場合

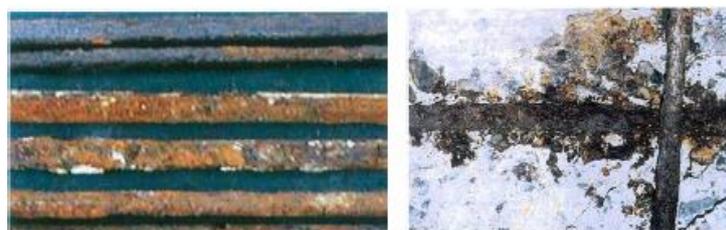
出典：塩害橋梁維持管理マニュアル(案) “2.3.2 鋼材腐食調査結果の判定”



写 23 判定区分②



写 22 判定区分③



写 21 判定区分④

写真 2-35 判定区分別鉄筋の腐食状況

出典：塩害橋梁維持管理マニュアル(案) “2.3.2 鋼材腐食調査結果の判定”

(2) はつりによる配筋状況調査

はつり調査と同じ箇所において、柱の配筋状況（主筋本数、帯筋ピッチ）を電磁波レーダ法により把握する。



写真 2-36 配筋状況調査状況

## 2.5.2 調査結果

柱部材についての配筋及び腐食状態判定の結果を以降に示す。

表 2-2 配筋状況調査

調査位置	仕上材		配筋状況			腐食度に応じた判定区分	
	種類	厚さ (mm)	種別・径	本数 ピッチ	被り厚さ (mm)		
柱（海側）	モルタル	20	主筋	1 1/4~	5	41	① 腐食なし
			帯筋	5/16~	@144	32	① 腐食なし
柱（山側）	モルタル + 塗装	31	主筋	1 1/2~	5	42	② ごく表面的な腐食
			帯筋	5/16~	@139	34	③ 浅い孔食など断面欠損の軽微な腐食
内部	モルタル	3	主筋	1 1/2~	5	36	② ごく表面的な腐食
			帯筋	5/16~	@157	28	② ごく表面的な腐食

## 2.6 現地調査・試験結果

前項までの現地調査・試験結果の一覧を下表に示す。

表 2-3 試験・調査結果一覧表

外観・内部調査 (目視・打診調査、ドローン撮影、 3Dレーザー測量)	コンクリート 圧縮強度試験 (N/mm <sup>2</sup> )	中性化試験 (mm)	塩化物イオン 含有量試験 (kg/m <sup>3</sup> )	はつりによる配筋・腐食状況調査		
				鉄筋径	腐食度に応じた 判定区分	配筋状況
<外観劣化> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ななめひび割れ (RC)</li> <li>● CBに沿ったひび割れ</li> <li>● マップ状のひび割れ (凍害)</li> <li>● エフロレッセンス</li> <li>● 断面欠損</li> <li>● 浮き</li> <li>● 鉄筋露出</li> </ul> <内部劣化> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ななめひび割れ (RC)</li> <li>● スラブの劣化</li> <li>● CBに沿ったひび割れ</li> <li>● エフロレッセンス</li> <li>● 漏水あと</li> <li>● 錆汁</li> <li>● 断面欠損</li> <li>● 鉄筋露出</li> </ul> <屋上劣化> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 防水劣化</li> <li>● 継ぎ目のシール切れ</li> <li>● 防水の浮き</li> </ul> <その他> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 鋼材の腐食 (階段、手すり、シューター等)</li> <li>● 木材の劣化</li> <li>● 排水ドレーン管の損傷</li> </ul>	16.4 > 13.5 ( Ave > Fc )	<コア試験 結果> 試験平均値 海側 13.3 < 28 山側 60.0 > 28 内部 51.5 > 28  <はつり調査 結果> 海側： 4.0 < 28 山側： 33.8 > 28 内部： 71.3 > 28  <進行予測> ・海側を除く全ての 箇 所 で鉄筋位置まで中 性化が 進行 ・海側は100年供用 後も 中性化は鉄筋位 置に未到達	<試験結果> 鉄筋位置近傍での 塩化物イオン量 海側1.77 > 1.2 山側0.18 > 1.2 内部0.33 > 1.2 ※山側、内部では鉄筋 位置以深で発錆限界を 上回る  <拡散予測> すでに発錆限界を超過 ※山側、内部は予測不 可	<主筋> 海側： 1 1/4" 山側： 1 1/2" 内部： 1 1/2"  <帯筋> 海側： 5/16" 山側： 5/16" 内部： 5/16"	<主筋> 海側： ① 山側： ② 内部： ②  <帯筋> 海側： ① 山側： ③ 内部： ②  【判定区分】 ①腐食無し ②ごく表面的な腐食 ③浅い孔食など断面欠損の 軽微な腐食 ④断面欠損が著しい腐食 ⑤鋼材が破断している場合	<主筋> 海側： 5本 山側： 5本 内部： 5本  <帯筋> 海側： @144 山側： @139 内部： @157

## 2.7 その他（調査箇所の補修）

各種調査・試験の採取孔および調査跡が耐久性のうえで弱点とならないよう、入念に補修する必要がある。

補修は作業期間や作業条件などから早急に行わなければならない、補修材料は「乾燥収縮量が小さく、接着性がよいこと」や「速硬性で作業性がよいこと」などの材料性能が求められる。

以上の条件を踏まえ、本調査では補修材料に「速硬性無収縮モルタル」を用いる。

### <補修手順>

- ①下地処理：補修箇所のはつり殻、ほこり、汚れなどを除去する。  
(作業で発生するコンクリート殻等は回収し、適切に処理する。)
- ②下地調整：下地が乾燥状態の場合は、十分な水打ち、もしくはプライマーを塗布する。
- ③充 填：コテ、棒などを利用して素早く充填し、仕上げる。
- ④養 生：十分な養生を行う。
- ⑤清掃作業：作業箇所周辺の清掃作業を行う。

### 3 劣化度判定

各調査結果を基に、①コンクリート強度劣化、②外観・内部劣化、③鉄筋腐食、④コンクリート塩害に関する劣化状況の評価を行った。

- コンクリート強度の劣化度判定は、「2017 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・耐震改修設計指針・同解説」に基づき実施する。

※試験結果の平均値により、評価を行った。

- 外観・内部、鉄筋腐食、コンクリート塩害に関する劣化度判定については、建築関係基準において詳細な判定基準が無いことから、本調査では「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」による健全度別の判定基準を準用することで劣化状況の評価した。

※各健全度の最も厳しいグレードにより、評価を行った。

#### 3.1 コンクリート強度劣化

コンクリート圧縮強度試験結果に対して、「2017 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・耐震改修設計指針・同解説」による鉄筋コンクリート造（RC 造）の建築物に対する耐震診断基準を参考に、コンクリート強度の劣化状況の評価した。

本業務におけるコンクリート圧縮強度の試験結果は平均で  $16.4\text{N/mm}^2$  であり、コンクリート圧縮強度は RC 造の耐震診断の適用可否を判断する基準である  $13.5\text{N/mm}^2$  を上回っている事を確認した。

表 5-3-1 コンクリート圧縮強度試験結果の評価

RC 造 耐震診断基準	コンクリート圧縮強度 試験結果	劣化度イメージ	コンクリート圧縮強度 試験平均値
$13.5\text{N/mm}^2$	耐震診断基準以上	早急な対策は不要。 ※ただし、耐震補強が必要となるケースがある。	$16.4\text{N/mm}^2$
	耐震診断基準未満	早急な対策（耐震補強）が必要	

※実際の耐震診断では、コンクリートの強度だけで耐震補強を検討するわけではない為

### 3.2 外観・内部劣化

外観・内部劣化調査に関しては「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」より、「表 4.5 外観変状調査結果の評価：架設後の経過年数が約 30 年以上の橋梁」を参照して評価を行った。①～⑤の 5 段階の劣化状況に応じて判定し、それらに対応した健全度（グレードⅠ～Ⅳ）に分類した。

外観・内部調査の結果、断面欠損部ではかぶりコンクリートおよび CB の一部が剥落し、鉄筋露出箇所が見られた事から「④コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出が認められる」状況であり、健全度はグレードⅢと判断した。

表 5-3-2 外観・内部劣化の健全度分類基準

健全度			対策方法の分類
グレードⅠ	損傷原因が塩害以外	塩化物イオン含有量調査の結果、現状の含有量が 1.2kg/m <sup>3</sup> 未満	塩害対策は不要
グレードⅡ (※)	—	—	塩害による損傷が将来発生する可能性があるため、損傷の発生を抑制するための補修対策が必要
グレードⅢ	損傷原因が塩害	①ごく軽微なひび割れや錆汁が認められる	塩害が原因の損傷が見られるため、損傷の進行を抑制または現状の性能を維持するための補修対策が必要
		②ひび割れ、錆汁、剥離、あるいは剥落が部分的に認められる	
		③ひび割れ、錆汁、剥離、あるいは剥落が連続的に認められる	
		④コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出が認められる	
グレードⅣ		⑤コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の破断が認められる	塩害が原因の損傷が甚大なため、耐荷性能の確認と評価を行うとともに安全確保のための早急な対策の実施と、更新を含めた恒久対策の検討が必要

※「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」において、「架設後の経過年数が約 30 年以上の橋梁は、損傷が発生したとしても急激に進行する可能性は低いと考え、グレードⅡ（塩害による損傷が将来発生する可能性があるため、損傷の発生を抑制するための補修対策）の対策は必要ないと考えた。」と記載があることから、本業務においてもグレードⅡは対象なしと判断する。

### 3.3 鉄筋腐食

はつりによる配筋調査の結果に対し、「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」より「表 4.6 鋼材の腐食度調査の評価：架設後の経過年数が約 30 年以上の橋梁」を参照し、鉄筋腐食状況を下表に示す。

①～⑤の 5 段階の劣化状況に応じて判定し、それらに対応した健全度（グレードⅠ～Ⅳ）に分類した。

調査の結果、調査を行った 6 か所の内、グレードⅠ相当である「①腐食なし」が 2 か所、「②ごく表面的な腐食」が 3 か所であったが、柱（山側）の帯筋に 1 か所で「③断面欠損の軽微な腐食」が見られたことから、健全度は最も厳しいグレードⅢと判断した。

表 5-3 鉄筋腐食度の健全度分類基準

健全度	鉄筋の腐食状況	対策方法の分類
グレードⅠ	①腐食なし ②ごく表面的な腐食	補修および補強の対策は不要
グレードⅡ	—	塩害による損傷が将来発生する可能性があるため、損傷の発生を抑制するための補修対策が必要
グレードⅢ	③断面欠損の軽微な腐食 ④断面欠損が著しい腐食	塩害が原因の損傷が見られるため、損傷の進行を抑制または現状の性能を維持するための補修対策が必要
グレードⅣ	⑤鋼材が破断している	塩害が原因の損傷が甚大なため、耐荷性能の確認と評価を行うとともに安全確保のための早急な対策の実施と、更新を含めた恒久対策の検討が必要

※「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」において、「架設後の経過年数が約 30 年以上の橋梁は、損傷が発生したとしても急激に進行する可能性は低いと考え、グレードⅡ（塩害による損傷が将来発生する可能性があるため、損傷の発生を抑制するための補修対策）の対策は必要ないと考えた。」と記載があることから、本業務においてもグレードⅡは対象なしと判断する。

### 3.4 コンクリート塩害

コンクリートの中性化試験および塩化物含有量調査の結果に対して、「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」より、「表 4.3 塩化物イオン含有量、中性化深さ調査結果の評価：架設後の経過年数が約 30 年未満の橋梁」を参照し、塩化物イオン含有量及び中性化残りを下表に示す。なお、「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」においては、架設後の経過年数が 30 年以上の場合に評価指標がないため、30 年未満の基準を準用して参考とする。

コンクリート 1m<sup>3</sup>あたりの全塩化物含有量および中性化残りから、コンクリートの塩害状況を①～⑥の 6 段階に分類し、健全度をグレード I ～IV で劣化状況を評価した。

調査の結果、塩化物イオン含有量が 1.2kg/m<sup>3</sup> 以上の調査箇所が見られ、かつ鉄筋の破断が見られないことから、健全度はグレードⅢと判断した。

表 5-4 コンクリートの中性化試験および塩化物含有量調査の健全度分類基準

健全度		塩化物イオン含有量		中性化残り	
		現状	劣化予測	現状	劣化予測
グレード I	損傷原因が塩害以外	1.2kg/m <sup>3</sup> 未満	今後 20 年以内に 1.2kg/m <sup>3</sup> 未満	25mm 以上	①今後 20 年以内に 25mm 以上
グレード II	将来塩害による損傷の発生が懸念される				②今後 20 年以内に 25mm 未満
			③25mm 未満	－	
			④今後 20 年以内に 1.2kg/m <sup>3</sup> 以上	－	－
グレードⅢ	損傷原因が塩害	⑤1.2kg/m <sup>3</sup> 以上	－	－	－
グレードⅣ		⑥1.2kg/m <sup>3</sup> 以上 (鉄筋が破断)	－	－	－

### 3.5 総合評価

「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）」を参照し、健全度の総合評価を行う。なお、総合評価に際しては各健全度における最も厳しい判定区分をもって判断する。また健全度ごとの対策方針の考え方について、表 5-5.2 に示す。

表 5-5.1 塩害橋梁維持管理マニュアル（案）による健全度の総合評価

	外観・内部の健全度	鉄筋の健全度	塩化物イオン含有量 および 中性化残りの健全度	総合評価 (各健全度の最も厳しいもの)
健全度	グレードⅢ	グレードⅢ	グレードⅢ（※）	グレードⅢ

※「塩害橋梁維持管理マニュアル（案）による健全度」においては塩化物イオン含有量によって健全度の総合評価は決定しないため、30 年未満の基準を準用した参考グレードを記載する。

表 5-5.2 塩害橋梁維持管理マニュアル（案）による健全度別対策方針の考え方

健全度	対策方法の分類
グレードⅠ	補修及び補強は不要
グレードⅡ	損傷の発生等を抑制するための補修対策が必要
グレードⅢ	損傷の進行等を抑制又は現状の性能を維持するための補修対策が必要
グレードⅣ	安全確保のための早急な対策の実施と更新を含めた対策の検討が必要

#### ■ 本調査結果の整理

- ・ コンクリート圧縮強度試験の結果、試験平均値として  $16.4\text{N/mm}^2$  の結果が得られた。この値は RC 造の耐震診断の適用可否を判断する基準である  $13.5\text{N/mm}^2$  の値を上回るものである事を確認した。
- ・ 外観・内部調査においては、ひび割れ、錆汁、剥離などの損傷が既設構造全体に分布している事を確認した。また、コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出が認められる状況である事から、補修対策が必要であるグレードⅢと判断した。
- ・ 鉄筋腐食においては、はつり調査にて確認した鉄筋腐食は断面欠損の軽微な腐食が認められたため、外観・内部調査と同様のグレードⅢと判断した。
- ・ コンクリートの中性化試験および塩化物含有量調査においては、コンクリート内の塩化物イオン含有量が  $1.2\text{kg/m}^3$  を超える値が認められた。参考として架設後の経過年数が約 30 年未満の指標を用いて健全度を確認し、外観・内観調査及び鉄筋腐食と同様のグレードⅢと判断した。

以上の内容から調査結果を総括する。コンクリートは圧縮強度試験平均値が耐震診断基準強を超える結果が得られた。また塩分量分析試験結果から、コンクリート内部への塩分の介在は認められたが、はつり調査にて確認した鉄筋腐食は軽微であった。この結果及び過去の知見から、今後の塩害による損傷の進行は少ないと考えられ、調査範囲内でのコンクリート及び鉄筋の健全性は担保されていると判断する。ただし、健全度の総合評価（各健全度の最も厳しいものを総合評価とする）では、「損傷の進行等を抑制又は現状の性能を維持するための補修対策が必要」となるグレードⅢと判断される事、外観、内部調査においては相応の劣化状況が認められる事から、今後の維持保全を考える上では顕在する損傷に対して、適切な補修対策の立案が求められる。更に、本建物の利活用を進めるうえでは、本調査資料を元にした追加調査計画の立案・耐震診断による耐震性能の評価を行い、適切な耐震改修の対策方針を検討する必要があると共に、各種法令等に関する課題を整理した上で、整備方針を定める必要がある。

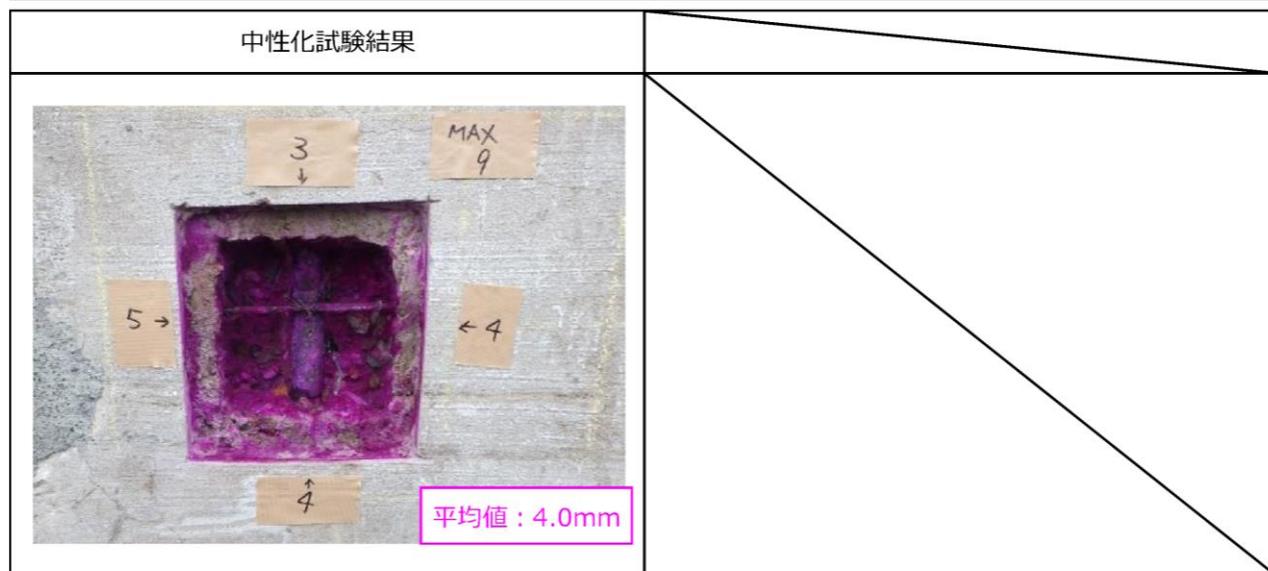
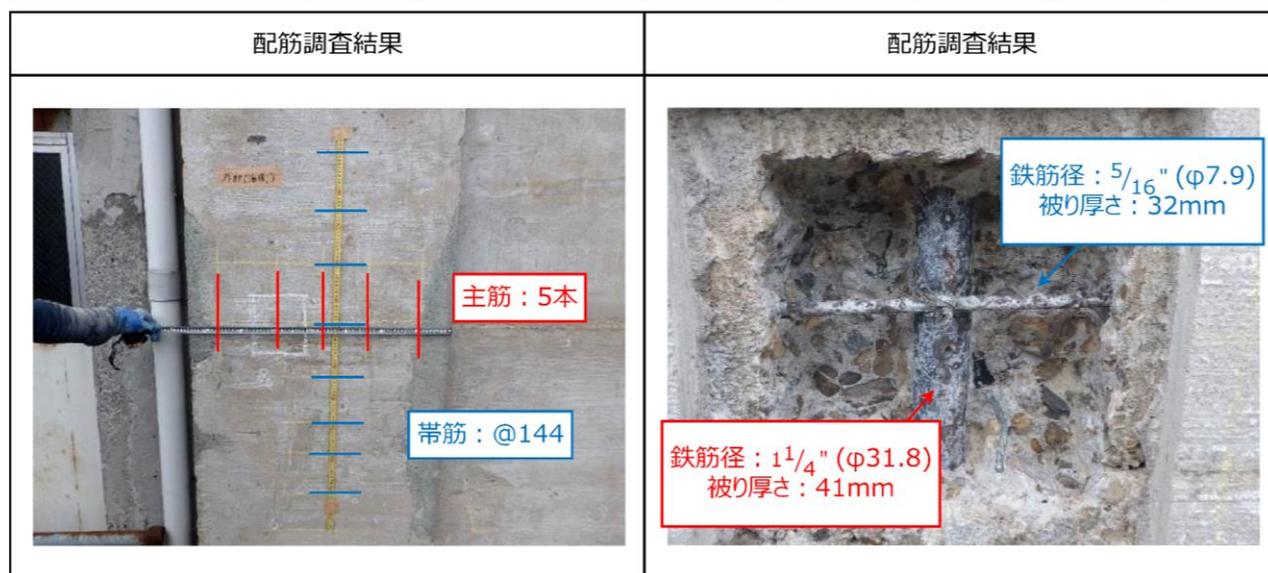
#### 4 資料編

以下の内容を資料編として収録する。

- ① はつりによる配筋調査結果
- ② 写真台帳
- ③ 試験成績書（コンクリート圧縮強度試験）
- ④ 損傷の進行等を抑制及び補修方法の例
- ⑤ 既存図等

4.1 はつりによる配筋調査結果  
海側

調査位置	仕上材		配筋状況				中性化深さ(mm)		
	種類	厚さ(mm)	種別・径	本数 ピッチ	被り厚さ (mm)	腐食 グレード	平均値	最大値	
柱(海側)	モルタル	20	主筋	1 1/4"	5	41	①	4	9
			帯筋	5/16"	@144	32	①		

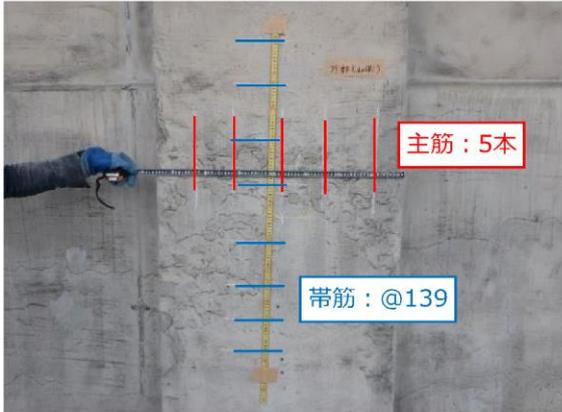


鉄筋の腐食度に応じた判定区分

判定区分	腐食状態
①	腐食なし
②	ごく表面的な腐食
③	断面欠損の軽微な腐食
④	断面欠損が著しい腐食
⑤	鋼材が破断している

山側

調査位置	仕上材		配筋状況				中性化深さ(mm)		
	種類	厚さ (mm)	種別・径		本数 ピッチ	被り厚さ (mm)	腐食 グレード	平均値	最大値
柱 (山側)	モルタル + 塗装	31	主筋	1 1/2"	5	42	②	33.8	51
			帯筋	5/16"	@139	34	③		

配筋調査結果	配筋調査結果
 <p>主筋：5本</p> <p>帯筋：@139</p>	 <p>鉄筋径：5/16" (φ7.9) 被り厚さ：34mm</p> <p>鉄筋径：1 1/2" (φ38.1) 被り厚さ：42mm</p>

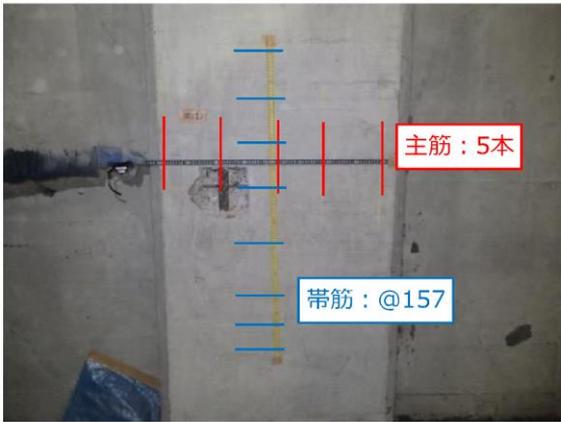
中性化試験結果	
 <p>50 ↓ MAX 51</p> <p>32 → ← 23</p> <p>↑ 30</p> <p>平均値：33.8mm</p>	

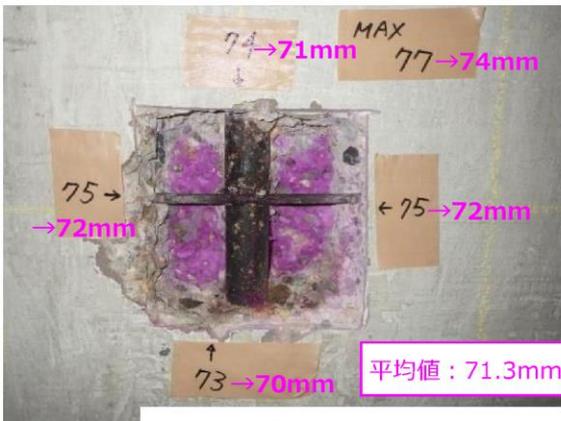
鉄筋の腐食度に応じた判定区分

判定区分	腐食状態
①	腐食なし
②	ごく表面的な腐食
③	断面欠損の軽微な腐食
④	断面欠損が著しい腐食
⑤	鋼材が破断している

内部

調査位置	仕上材		配筋状況				中性化深さ(mm)		
	種類	厚さ(mm)	種別・径		本数 ピッチ	被り厚さ (mm)	腐食 グレード	平均値	最大値
内部	モルタル	3	主筋	1 1/2"	5	36	②	71.3	74
			帯筋	5/16"	@157	28	②		

配筋調査結果	配筋調査結果
	

中性化試験結果	
 <p>※写真の数値はモルタル厚3mmを含んだ値</p>	

鉄筋の腐食度に応じた判定区分

判定区分	腐食状態
①	腐食なし
②	ごく表面的な腐食
③	断面欠損の軽微な腐食
④	断面欠損が著しい腐食
⑤	鋼材が破断している

## 4.2 写真台帳

	<p>作業状況写真No.1</p> <p>北海製罐第3倉庫 劣化調査業務</p> <p>作業状況</p> <p>試験用供試体採取</p> <p>鉄筋探査状況 海側</p>
	<p>作業状況写真No.2</p> <p>北海製罐第3倉庫 劣化調査業務</p> <p>作業状況</p> <p>試験用供試体採取</p> <p>コア採取状況 海側</p> <p>φ90、φ65</p>
	<p>作業状況写真No.3</p> <p>北海製罐第3倉庫 劣化調査業務</p> <p>作業状況</p> <p>試験用供試体採取</p> <p>モルタル補修完了 海側</p>



作業状況写真No.4

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

試験用供試体採取

鉄筋探査状況  
山側



作業状況写真No.5

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

試験用供試体採取

コア採取状況  
山側

φ90、φ65



作業状況写真No.6

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

試験用供試体採取

モルタル補修完了  
山側



作業状況写真No.7

北海道製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

試験用供試体採取

鉄筋探査状況  
内部

チョーク線が鉄筋位置



作業状況写真No.8

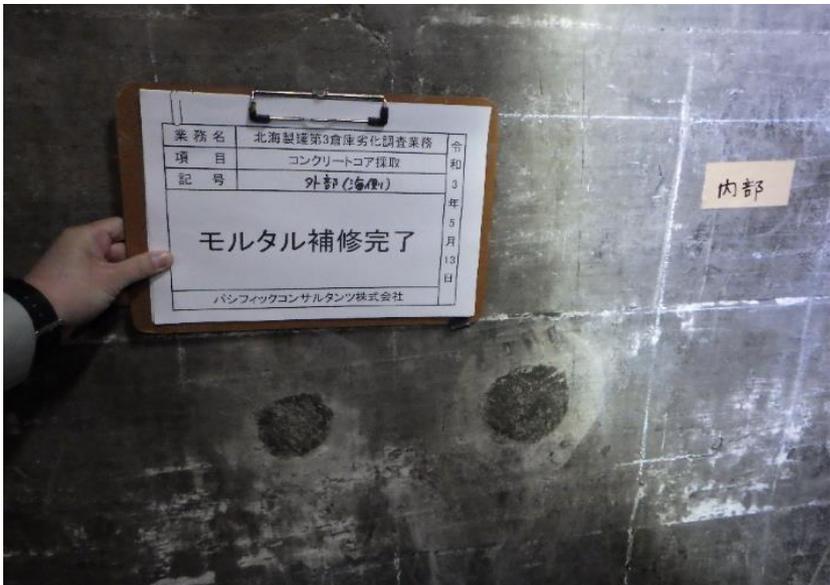
北海道製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

試験用供試体採取

コア採取状況  
内部

φ90、φ65



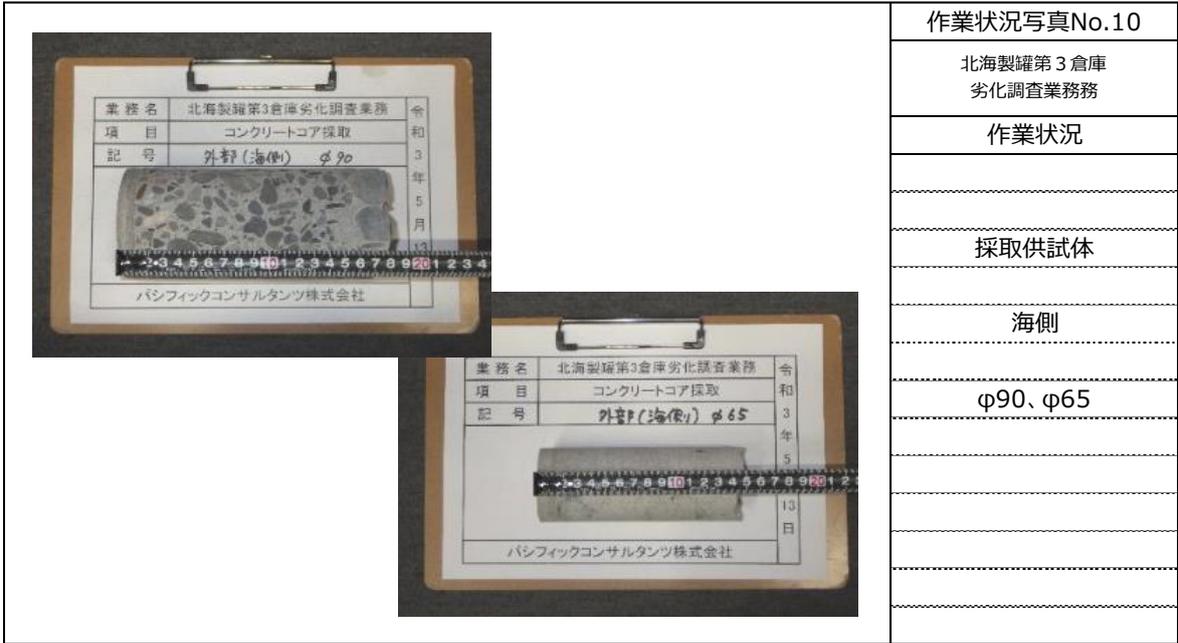
作業状況写真No.9

北海道製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

試験用供試体採取

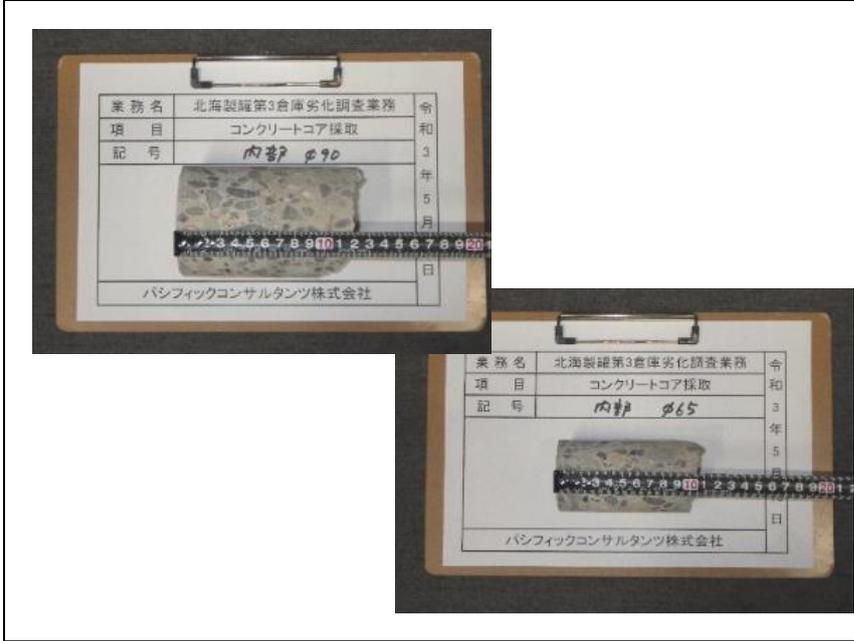
モルタル補修完了  
内部



作業状況写真No.10
北海製罐第3倉庫劣化調査業務
作業状況
採取供試体
海側
φ90、φ65



作業状況写真No.11
北海製罐第3倉庫劣化調査業務
作業状況
採取供試体
山側
φ90、φ65



作業状況写真No.12
北海製罐第3倉庫劣化調査業務
作業状況
採取供試体
内部
φ90、φ65



作業状況写真No.13

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

鉄筋探査状況  
海側



作業状況写真No.14

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

はつり面  
海側



作業状況写真No.15

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

モルタル補修完了  
海側



作業状況写真No.16

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

鉄筋探査状況  
山側



作業状況写真No.17

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

はつり面  
山側



作業状況写真No.18

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

モルタル補修完了  
山側



作業状況写真No.19

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

鉄筋探査状況  
内部



作業状況写真No.20

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

はつり面  
内部



作業状況写真No.21

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

配筋調査

モルタル補修完了  
内部





作業状況写真No.25

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

目視・打診調査

打診状況



作業状況写真No.26

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

目視・打診調査

ドローン撮影状況



作業状況写真No.27

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

作業状況

目視・打診調査

3Dスキャナー

測量状況

#### 4.3 試験成績書（コンクリート圧縮強度試験）

# 試験成績書

北海道生コンクリート工業組合

## コンクリート技術センター

道央試験所

〒003-0001 札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
TEL 011-876-8813 FAX 011-876-8815

道南試験所

〒041-1221 北斗市清水川142番地29  
TEL 0138-86-5812 FAX 0138-86-5813

## コンクリートからのコアの圧縮強度試験報告書

顧客名 : パシフィックコンサルタンツ 株式会社  
顧客住所 : —  
業務名 : 北海製罐第3倉庫劣化調査業務  
試験項目 : コンクリートからのコアの圧縮強度試験  
試験数量 : 3 試料

発行年月日 2021年5月19日

承認署名者 試験所長 茂庭 孝司



〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号

北海道生コンクリート工業組合

コンクリート技術センター 道央試験所

TEL : 011-876-8813/FAX : 011-876-8815

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## コンクリートからのコアの圧縮強度試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社		
顧客住所	—		
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務		
構造物の名称	壁		
供試体の番号	1	2	3
採取位置	外部（海側）	外部（山側）	内部
採取年月日	2021年5月13日	2021年5月13日	2021年5月13日
養生方法	—	—	—
備考			

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1107 : 2012 「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」		
受付年月日	2021年5月17日	受領年月日	2021年5月17日
試験年月日	2021年5月19日	試験場所	強度試験室
供試体の番号	1	2	3
採取位置	外部（海側）	外部（山側）	内部
供試体の外観	—	—	—
平均直径 (mm)	83.6	83.4	83.5
平均高さ (mm)	154.1	150.8	98.8
質量 (kg)	1.956	1.894	1.204
供試体の見掛け密度 (kg/m <sup>3</sup> )	2310	2300	2230
高さと直径との比	1.843	1.808	1.183
補正係数	0.987	0.984	0.913
最大荷重 (kN)	177	87.2	102
補正する前の圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	32.2	16.0	18.6
補正した後の圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	31.8	15.7	17.0
備考			

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。



試験状況写真No. 1

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

圧縮強度試験

壁

外部（海側）



試験状況写真No. 2

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

圧縮強度試験

壁

外部（山側）



試験状況写真No. 3

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

圧縮強度試験

壁

内部

## コンクリートの中性化深さ試験報告書

顧客名 : パシフィックコンサルタンツ 株式会社  
顧客住所 : —  
業務名 : 北海製罐第3倉庫劣化調査業務  
試験項目 : コンクリートの中性化深さ試験  
試験数量 : 3 試料

発行年月日 2021年5月24日

承認署名者 試験所長 茂庭 孝司



〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号

北海道生コンクリート工業組合

コンクリート技術センター 道央試験所

TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## コンクリートの中性化深さ試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社		
顧客住所	—		
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務		
構造物の名称	壁		
供試体の番号	1	2	3
採取位置	外部（海側）	外部（山側）	内部
採取年月日	2021年5月13日	2021年5月13日	2021年5月13日
構造物の経過年数	—		
使用骨材の種類	普通骨材	普通骨材	普通骨材
備考			

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1152 : 2018 「コンクリートの中性化深さの測定方法」に準拠					
受付年月日	2021年5月17日			受領年月日	2021年5月17日	
試験年月日	2021年5月24日			試験場所	強度試験室	
試薬	フェノールフタレイン溶液			測定器具	JIS B 7507 に規定されるノギス	
供試体の番号	1		2		3	
採取位置	外部（海側）		外部（山側）		内部	
測定面の種類	割裂面		割裂面		割裂面	
測定位置	筒元	筒先	筒元	筒先	筒元	筒先
仕上材	モルタル	—	モルタル	—	—	—
仕上材の厚さ (mm)	10.0	—	1.6	—	—	—
欠損量 (mm)	—	—	—	—	—	—
中性化深さ ① (mm)	9.1	—	51.5	—	57.6	—
〃 ② (mm)	19.0	—	55.0	—	56.2	—
〃 ③ (mm)	12.4	—	60.4	—	55.5	—
〃 ④ (mm)	15.3	—	60.5	—	53.9	—
〃 ⑤ (mm)	12.5	—	64.5	—	48.1	—
〃 ⑥ (mm)	12.5	—	62.2	—	46.1	—
〃 ⑦ (mm)	12.5	—	66.2	—	43.4	—
〃 最大値 (mm)	19.0	—	66.2	—	57.6	—
〃 平均値 (mm)	13.3	—	60.0	—	51.5	—
薄赤紫色に呈色した部分の有無	無	—	有	—	無	—
備考	供試体の種類～コア供試体					

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## コンクリートの中性化深さ試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 試験所証明事項



構造物の名称	壁	
供試体の番号	1	
採取位置	外部（海側）	
測定位置	筒元	筒先
欠損量 (mm)	—	—
中性化深さ 最大値 (mm)	19.0	—
〃 平均値 (mm)	13.3	—
薄赤紫色に呈色した部分の有無	無	—



構造物の名称	壁	
供試体の番号	2	
採取位置	外部（山側）	
測定位置	筒元	筒先
欠損量 (mm)	—	—
中性化深さ 最大値 (mm)	66.2	—
〃 平均値 (mm)	60.0	—
薄赤紫色に呈色した部分の有無	有	—



構造物の名称	壁	
供試体の番号	3	
採取位置	内部	
測定位置	筒元	筒先
欠損量 (mm)	—	—
中性化深さ 最大値 (mm)	57.6	—
〃 平均値 (mm)	51.5	—
薄赤紫色に呈色した部分の有無	無	—

備考 供試体の種類～コア供試体

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## 硬化コンクリート中に含まれる 塩化物イオンの試験報告書

顧客名 : パシフィックコンサルタンツ株式会社  
顧客住所 : —  
業務名 : 北海製罐第3倉庫劣化調査業務  
試験項目 : 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験  
試験数量 : 13 試料

発行年月日 2021年5月31日

承認署名者 試験所長 茂庭 孝司



〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
北海道生コンクリート工業組合  
コンクリート技術センター 道央試験所  
TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社
顧客住所	—
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務
構造物の名称	壁
供試体の番号	1
採取位置	外部（海側）
採取年月日	2021年5月13日
試料の採取方法	コアスライス
備考	

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1154 : 2020 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」						
受付年月日	2021年5月17日			受領年月日	2021年5月17日		
試験年月日	2021年5月26日			試験場所	強度試験室、特殊試験室		
定量方法	電位差滴定法			試薬濃度	0.1 mol/L 硝酸銀溶液		
供試体の番号	1						
採取位置	外部（海側）						
採取深度 (mm)	0-15		15-30		30-45		
試料質量 (g)	7.5069	7.5057	7.5063	7.5055	7.5070	7.5064	
分取量 (mL)	50		50		50		
硝酸銀溶液のファクター	1.002		1.002		1.002		
滴定に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.2273	0.2282	0.4084	0.4134	0.2093	0.2100	
空試験に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.0052		0.0052		0.0052		
塩化物イオン含有量 (%)	0.042	0.042	0.076	0.077	0.039	0.039	
コンクリートの単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )	2310		2310		2310		
単位容積質量当りの塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.97	0.97	1.76	1.78	0.90	0.90	
単位容積質量当りの平均塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.97		1.77		0.90		
備考							

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社
顧客住所	—
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務
構造物の名称	壁
供試体の番号	1
採取位置	外部（海側）
採取年月日	2021年5月13日
試料の採取方法	コアスライス
備考	

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1154 : 2020 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」		
受付年月日	2021年5月17日	受領年月日	2021年5月17日
試験年月日	2021年5月26日	試験場所	強度試験室、特殊試験室
定量方法	電位差滴定法	試薬濃度	0.1 mol/L 硝酸銀溶液
供試体の番号	1		
採取位置	外部（海側）		
採取深度 (mm)	45-60		
試料質量 (g)	7.5049	7.5052	
分取量 (mL)	50		
硝酸銀溶液のファクター	1.002		
滴定に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.1344	0.1371	
空試験に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.0052		
塩化物イオン含有量 (%)	0.024	0.025	
コンクリートの単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )	2310		
単位容積質量当りの塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.55	0.58	
単位容積質量当りの平均塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.57		
備考			

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社
顧客住所	—
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務
構造物の名称	壁
供試体の番号	2
採取位置	外部（山側）
採取年月日	2021年5月13日
試料の採取方法	コアスライス
備考	

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1154 : 2020 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」						
受付年月日	2021年5月17日			受領年月日	2021年5月17日		
試験年月日	2021年5月27日			試験場所	強度試験室、特殊試験室		
定量方法	電位差滴定法			試薬濃度	0.1 mol/L 硝酸銀溶液		
供試体の番号	2						
採取位置	外部（山側）						
採取深度 (mm)	0-15		15-30		30-45		
試料質量 (g)	7.5042	7.5045	7.5043	7.5046	7.5056	7.5041	
分取量 (mL)	50		50		50		
硝酸銀溶液のファクター	1.002		1.002		1.002		
滴定に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.0646	0.0645	0.0471	0.0492	0.1321	0.1320	
空試験に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.0051		0.0051		0.0051		
塩化物イオン含有量 (%)	0.011	0.011	0.008	0.008	0.024	0.024	
コンクリートの単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )	2300		2300		2300		
単位容積質量当りの塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.25	0.25	0.18	0.18	0.55	0.55	
単位容積質量当りの平均塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.25		0.18		0.55		
備考							

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社
顧客住所	—
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務
構造物の名称	壁
供試体の番号	2
採取位置	外部（山側）
採取年月日	2021年5月13日
試料の採取方法	コアスライス
備考	

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1154 : 2020 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」		
受付年月日	2021年5月17日	受領年月日	2021年5月17日
試験年月日	2021年5月27日	試験場所	強度試験室、特殊試験室
定量方法	電位差滴定法	試薬濃度	0.1 mol/L 硝酸銀溶液
供試体の番号	2		
採取位置	外部（山側）		
採取深度 (mm)	45-60		
試料質量 (g)	7.5047	7.5054	
分取量 (mL)	50		
硝酸銀溶液のファクター	1.002		
滴定に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.3404	0.3413	
空試験に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.0051		
塩化物イオン含有量 (%)	0.063	0.064	
コンクリートの単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )	2300		
単位容積質量当りの塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	1.45	1.47	
単位容積質量当りの平均塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	1.46		
備考			

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社
顧客住所	—
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務
構造物の名称	壁
供試体の番号	3
採取位置	内部
採取年月日	2021年5月13日
試料の採取方法	コアスライス
備考	

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1154 : 2020 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」						
受付年月日	2021年5月17日			受領年月日	2021年5月17日		
試験年月日	2021年5月28日			試験場所	強度試験室、特殊試験室		
定量方法	電位差滴定法			試薬濃度	0.1 mol/L 硝酸銀溶液		
供試体の番号	3						
採取位置	内部						
採取深度 (mm)	0-15		15-30		30-45		
試料質量 (g)	7.5031	7.5028	7.5040	7.5040	7.5050	7.5040	
分取量 (mL)	50		50		50		
硝酸銀溶液のファクター	1.002		1.002		1.002		
滴定に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.1430	0.1426	0.0866	0.0866	0.3038	0.3052	
空試験に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.0050		0.0050		0.0050		
塩化物イオン含有量 (%)	0.026	0.026	0.015	0.015	0.057	0.057	
コンクリートの単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )	2230		2230		2230		
単位容積質量当りの塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.58	0.58	0.33	0.33	1.27	1.27	
単位容積質量当りの平均塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.58		0.33		1.27		
備考							

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。

## 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験報告書

〒003-0001 北海道札幌市白石区東札幌1条4丁目6番10号  
 北海道生コンクリート工業組合  
 コンクリート技術センター 道央試験所  
 TEL:011-876-8813/FAX:011-876-8815

### 顧客申請事項

顧客名	パシフィックコンサルタンツ 株式会社
顧客住所	—
業務名	北海製罐第3倉庫劣化調査業務
構造物の名称	壁
供試体の番号	3
採取位置	内部
採取年月日	2021年5月13日
試料の採取方法	コアスライス
備考	

### 試験所証明事項

試験方法	JIS A 1154 : 2020 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」			
受付年月日	2021年5月17日	受領年月日	2021年5月17日	
試験年月日	2021年5月28日	試験場所	強度試験室、特殊試験室	
定量方法	電位差滴定法	試薬濃度	0.1 mol/L 硝酸銀溶液	
供試体の番号	3			
採取位置	内部			
採取深度 (mm)	45-60		65-85	
試料質量 (g)	7.5044	7.5045	7.5050	7.5060
分取量 (mL)	50		50	
硝酸銀溶液のファクター	1.002		1.002	
滴定に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.4282	0.4276	0.1201	0.1213
空試験に要した硝酸銀溶液 (mL)	0.0050		0.0050	
塩化物イオン含有量 (%)	0.080	0.080	0.022	0.022
コンクリートの単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )	2230		2230	
単位容積質量当りの塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	1.78	1.78	0.49	0.49
単位容積質量当りの平均塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	1.78		0.49	
備考				

- ・供試体は顧客が採取し、顧客が持ち込んだ供試体で試験した。
- ・本試験報告書は、本報告書中の記載の試料についてのみ有効である。
- ・事前の承認なしに、本報告書の一部分のみを複製する事を禁じる。
- ・本報告書中の試験所証明事項は試験所が証明する事項であるが、顧客申請事項は試験所が証明する事項ではない。



試験状況写真No. 1

北海道製罐第3倉庫劣化調査業務

塩化物イオン試験

切断状況



試験状況写真No. 2

北海道製罐第3倉庫劣化調査業務

塩化物イオン試験

粉砕状況



試験状況写真No. 3

北海道製罐第3倉庫劣化調査業務

塩化物イオン試験

煮沸状況



試験状況写真No. 4

北海製罐第3倉庫  
劣化調査業務

塩化物イオン試験

測定状況

#### 4.4 損傷の進行等を抑制及び補修方法の例

損傷の進行等を抑制又は現状の性能を維持するための補修方法の例を以降に示す。

##### 4.4.1 中性化の補修方法

###### (1) 断面修復工法（部分断面修復工法、全断面修復工法など）

コンクリート中の鉄筋位置まで中性化が進行し、鉄筋腐食が開始している場合では、中性化した範囲のコンクリートをはつり取り、断面修復材を用いて断面欠損部分を修復する。

###### (2) 再アルカリ化工法

コンクリート中の鉄筋位置まで中性化が進行している場合、あるいは今後の中性化進行が将来的に鉄筋位置に到達すると想定される場合には、電気化学的な手法を用いて中性化したコンクリートにアルカリ性を再付与する。

##### 4.4.2 塩化物イオンに対する対策

###### (1) 表面保護法

コンクリート表面に被覆材及び含浸材を塗布、浸透させることにより、コンクリート中への塩化物イオン、水、酸素の侵入を低減する。

###### (2) 断面修復工法

コンクリート中の塩化物イオン量が腐食発生限界を超えて、鉄筋腐食が開始している場合では、塩化物イオンを含むコンクリートをはつり取り、断面修復材を用いて断面欠損部分を修復する。

###### (3) 脱塩工法

コンクリート中の塩化物イオン量が腐食発生限界を超えて、鉄筋腐食が開始しているような場合には、塩化物イオンをコンクリート外部へ除去することによって鉄筋の腐食環境を改善する。

##### 4.4.3 鉄筋腐食の抑制（既に腐食が開始している鉄筋の腐食進行を抑制する）

###### (1) 電気防食工法（外部電源方式、流電陽極方式）

中性化によるコンクリート中の鉄筋腐食の程度が著しい場合、あるいは今後の鉄筋腐食が著しく進行すると想定される場合には、塩害の場合と同様に電気化学的な手法を用いて鉄筋腐食進行を抑制する。

###### (2) 鉄筋防錆材の活用（亜硝酸リチウムなど）

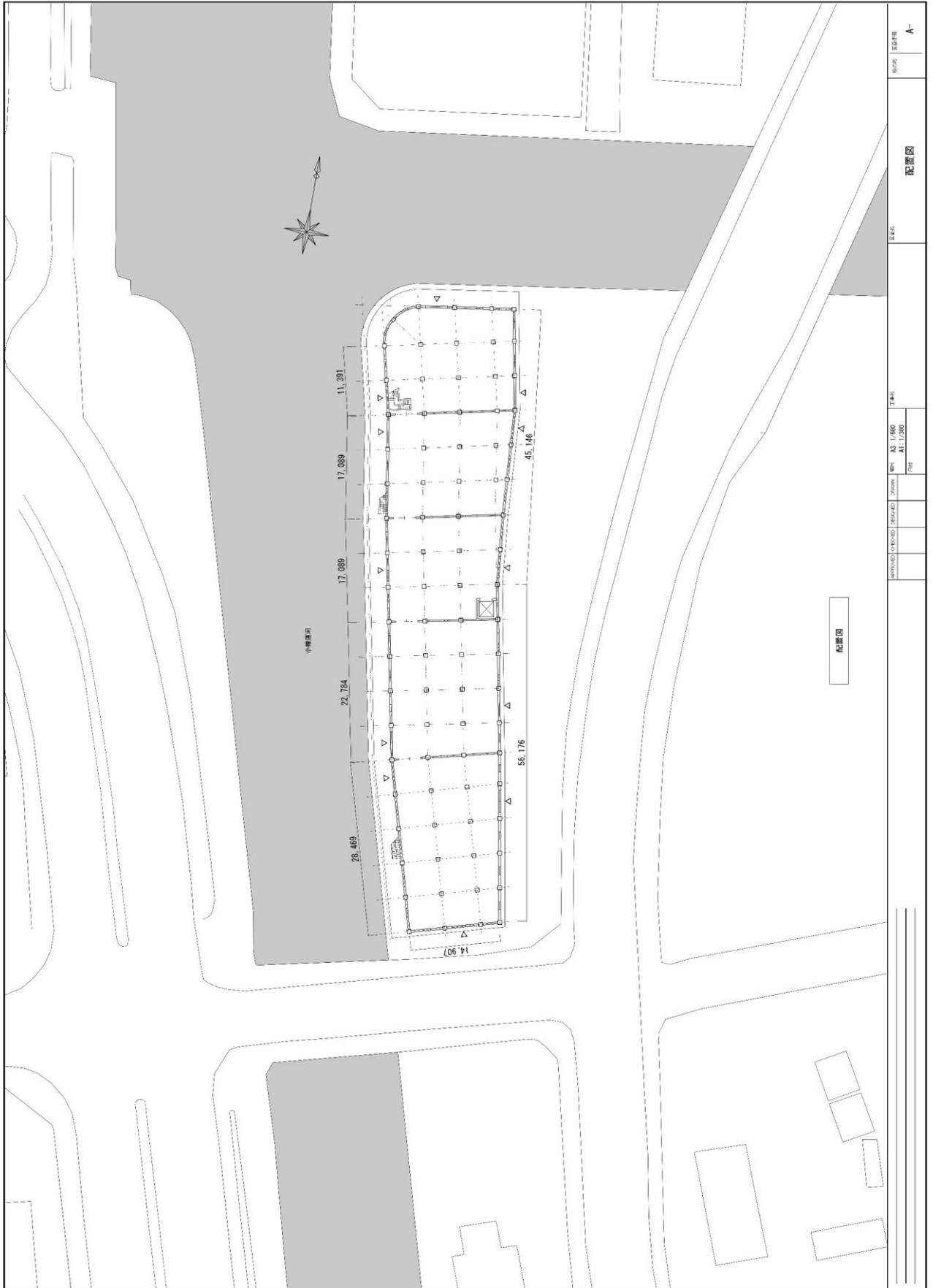
中性化によるコンクリート中の鉄筋腐食に対しても、塩害の場合と同様にコンクリート中の鉄筋腐食の程度が著しい場合、あるいは今後の鉄筋腐食が著しく進行すると想定される場合には、鉄筋防錆材として亜硝酸イオンを活用する（※亜硝酸イオンには鉄筋防錆効果がある）。

## 4.5 既存図等

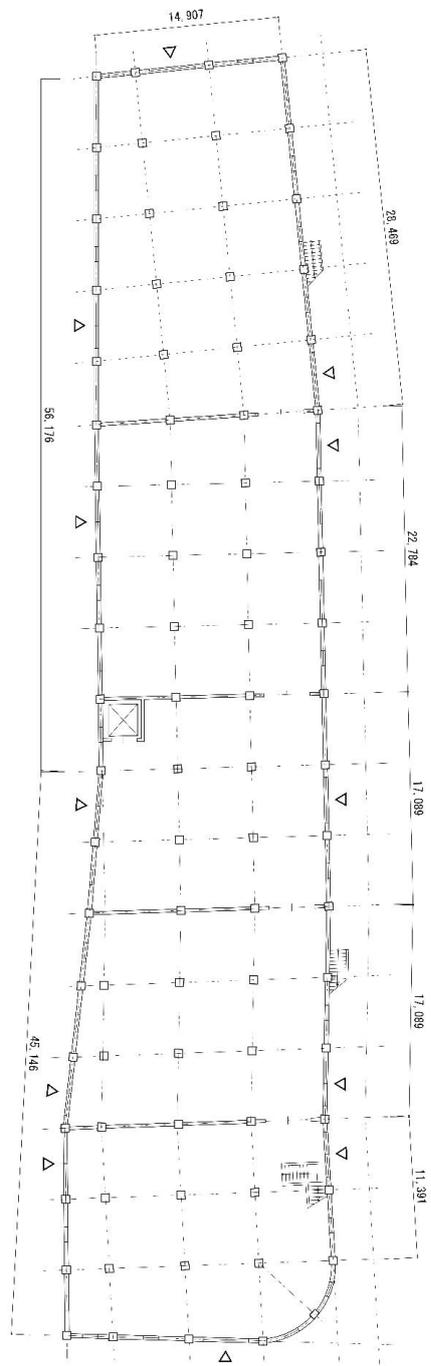
既存図より作成した下記図面を収録する。

### 【収録図面一覧】

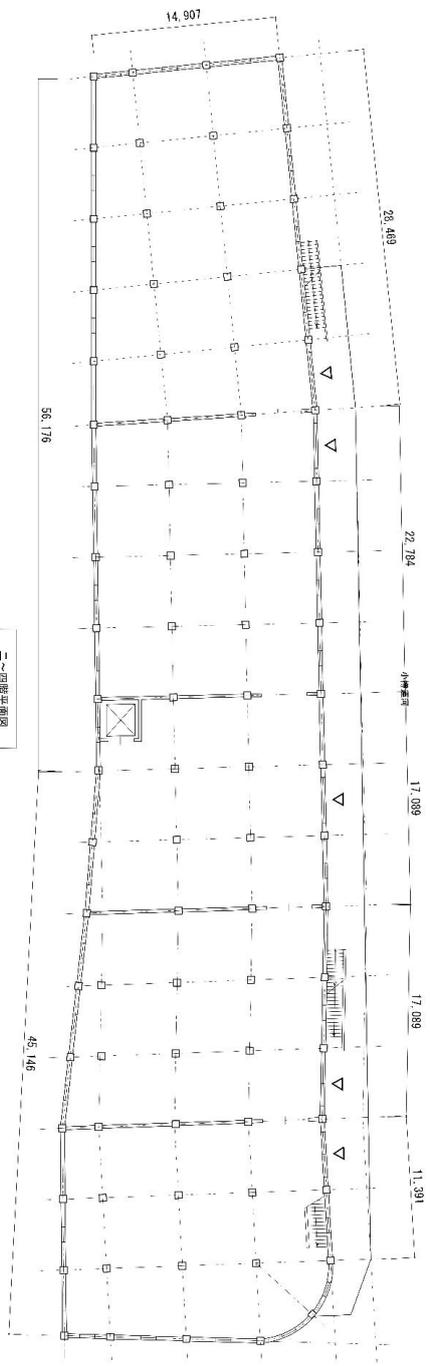
- ・ 配置図
- ・ 平面図
- ・ 立面図
- ・ 断面図



比例尺	1:1000	圖名	配置圖	圖號	A-
比例尺	1:1000	圖名	配置圖	圖號	A-
比例尺	1:1000	圖名	配置圖	圖號	A-

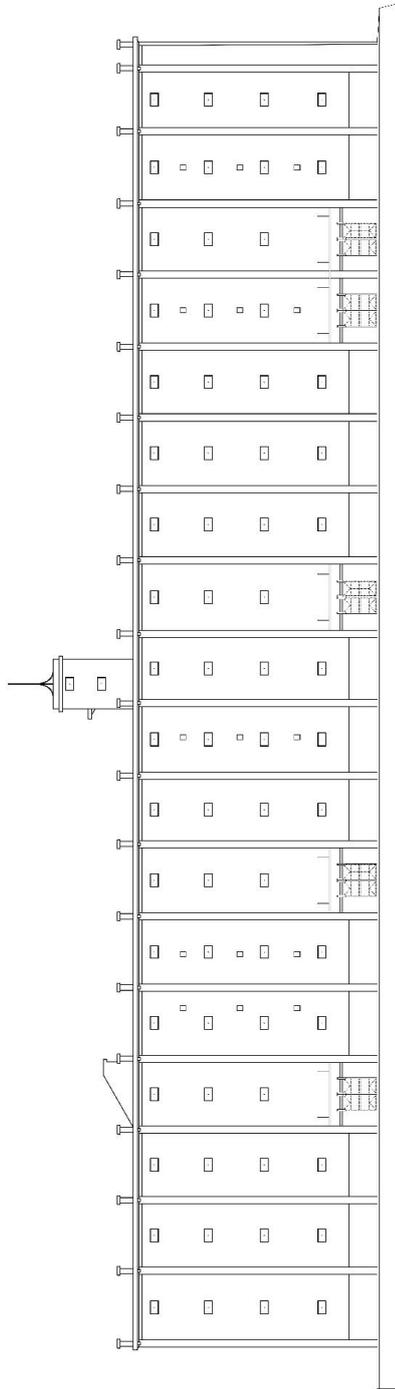


一层平面图

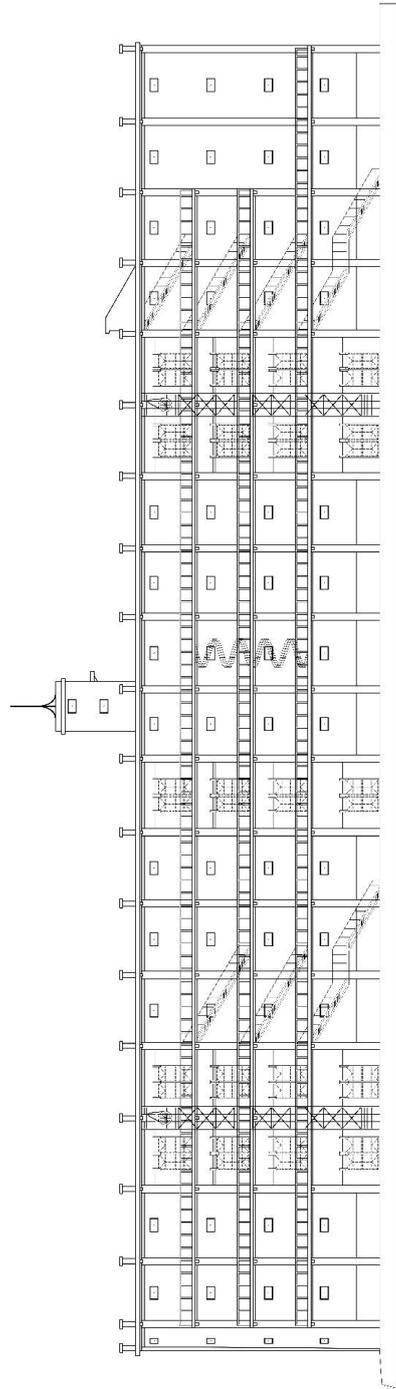


二层平面图

工程名称		工程地点		工程阶段		设计阶段		设计日期		设计比例		设计人员		审核人员		批准人员	
图名		图号		比例		日期		比例		日期		比例		日期		比例	
平面图		A-1		1:200		2023.10		1:200		2023.10		1:200		2023.10		1:200	



东侧立面图



西侧立面图

