

独立行政法人港湾空港技術研究所

# 港湾空港技術研究所 報告

---

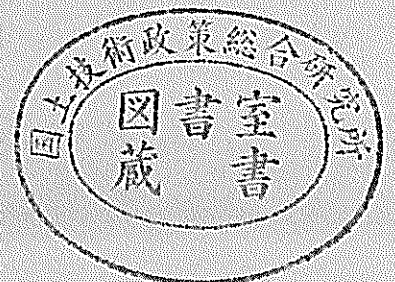
REPORT OF  
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH  
INSTITUTE

---

VOL.44 NO.3 September 2005

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN

INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION,  
PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE



# 港湾空港技術研究所報告(REPORT OF PARI)

第 44 卷 第 3 号 (Vol.44, No.3), 2005年9月 (September 2005)

## 目 次 (CONTENTS)

1. 短繊維補強コンクリートの港湾構造物への適用性評価に関する研究  
.....伊藤 始・横田 弘・岩波光保..... 3  
(Evaluation on the Applicability of PVA Short Fiber Reinforced Concrete to Harbor Structures  
.....Hajime ITO, Hiroshi YOKOTA, Mitsuyasu IWANAMI)
  
2. 港湾コンクリート構造物における塩害環境の定量的評価手法に関する検討  
.....山路 徹・中野 松二・濱田 秀則.....39  
(Study on the estimation method of surface chloride ion content in port concrete structures  
.....Toru YAMAJI, Shoji NAKANO, Hidenori HAMADA)
  
3. 細粒分含有率を考慮した砂質地盤の締固めの設計法の提案  
.....山崎 浩之・永野 賢次.....77  
(Design method for Compaction of Sandy Deposits Considering Fines Content  
.....Hiroyuki YAMAZAKI, Kenji NAGANO)

## 港湾コンクリート構造物における 塩害環境の定量的評価手法に関する検討

山路 徹\*  
中野 松二\*\*  
濱田 秀則\*\*\*

### 要 旨

本研究では、港湾コンクリート構造物（棧橋、岸壁、防波堤）において、暴露環境を考慮した耐久性能設計を行うために必要である表面塩化物イオン量  $C_0$  の評価手法を確立することを目的として、全国の港湾コンクリート構造物における表面塩化物イオン量  $C_0$  および暴露環境に関するデータ収集を行い、両者の相関関係について検討を行った。その結果、得られた知見を以下に示す。

- 1) 港湾コンクリート構造物中に浸透していた塩化物イオン量は、地域や構造形式により大きく異なっていた。その結果として、表面塩化物イオン量  $C_0$  も大きく異なっていた。
- 2) 各海水面（HWL, LWL, MSL）から部材表面までの距離と  $C_0$  の関係を比較したところ、HWL との相関性が高かった。
- 3)  $C_0$  の評価は以下の式で推定可能となる。

$$C_0 = -5.9829 * X + 15.166$$

ここで、 $X$ ：HWL から部材位置までの距離(m)，である。ただし、適用範囲については、今回データの得られた、 $0 < X < 2$  の範囲とする。

- 4) 上式は平均的な暴露環境における評価式であり、構造物の重要度が高く、塩害による劣化の開始を極力遅くする必要があるような場合には、この評価式よりも大きな値を設定する必要がある。その際は、 $C_0$  のばらつきを正規分布とみなし、 $C_0$  の出現確率を考慮することで、 $C_0$  の設定が可能となる。
- 5) 3) の推定式および 4) の手法を用いることで、より合理的な耐久性能設計および劣化予測が可能となる。

キーワード：港湾コンクリート構造物、塩害、暴露環境、表面塩化物イオン量、海水面からの距離

\* LCM研究センター 特任研究官

\*\* LCM研究センター 依頼研修生

\*\*\* 地盤・構造部 材料研究室長

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 独立行政法人港湾空港技術研究所  
電話：046-844-5061 Fax：046-844-0255 e-mail:yamaji@pari.go.jp

## Study on the estimation method of surface chloride ion content in port concrete structures

Toru YAMAJI\*  
Shoji NAKANO\*\*  
Hidenori HAMADA\*\*\*

### Synopsis

The surface chloride ion content in concrete  $C_0$  is an essential parameter for the performance based design of concrete structures in which chloride induced performance degradation occur. However, there are no useful methods for estimating  $C_0$  in port concrete structures in Japan at present. In this study, 302 data of  $C_0$  were gathered in port concrete structures, the types of which are wharf, quay wall and breakwater, and the estimation method for  $C_0$  was investigated. The conclusions are as follows:

- 1)  $C_0$  in port concrete structures vary widely with such exposure environmental factors as the clearance between seawater level and concrete surface.
- 2) The factor which had a relatively better correlation with  $C_0$  was the clearance between the concrete surface and HWL, compared with LWL or MSL.
- 3) The averaged  $C_0$  in port concrete structures can be estimated by the following equation:

$$C_0 = -5.9829 * X + 15.166$$

where,  $X$ : clearance between HWL and concrete surface (m). The equation is reliable for  $0 < X < 2$ , which is the range of the data obtained sufficiently in this study.

- 4) The dispersion of  $C_0$  can be set as the normal distribution. Then,  $C_0$  can be estimated with its valiance.
- 5) By using the above equation and distribution of  $C_0$ , more rational performance based design can be conducted for port concrete structures.

**Key Words:** port concrete structure, chloride induced deterioration, exposure environment, surface chloride ion content, clearance between seawater level and concrete surface

---

\* Project Researcher, LCM Research Center for Coastal Infrastructures  
\*\* Trainee, LCM Research Center for Coastal Infrastructures  
\*\*\* Head of Materials Division, Geotechnical and Structural Engineering Department  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan  
Phone : +81-46-8445061 Fax : +81-46-8440255 e-mail:yamaji@pari.go.jp

## 目 次

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 要 旨 .....                            | 39 |
| 1. 序論 .....                          | 43 |
| 2. 調査実施方法 .....                      | 45 |
| 2.1 概要 .....                         | 45 |
| 2.2 表面塩化物イオン量の求め方 .....              | 45 |
| 2.3 各整備局等で過去に実施された調査結果の収集方法 .....    | 46 |
| 2.4 追加で行った現地調査の実施方法 .....            | 47 |
| 3. 調査結果 .....                        | 48 |
| 3.1 概要 .....                         | 48 |
| 3.2 調査対象構造物一覧 .....                  | 48 |
| 3.3 塩化物イオン量測定結果 .....                | 49 |
| 3.4 表面塩化物イオン量と海水面からの距離の関係 .....      | 49 |
| 3.5 表面塩化物イオン量の評価手法 .....             | 49 |
| 3.6 限界状態設計法への対応策 .....               | 54 |
| 3.7 今後の課題 .....                      | 54 |
| 4. 港湾コンクリート構造物における鉄筋腐食開始時期の予測例 ..... | 55 |
| 4.1 概要 .....                         | 55 |
| 4.2 計算手法 .....                       | 55 |
| 4.3 計算結果 .....                       | 55 |
| 5. 結論 .....                          | 56 |
| 謝辞 .....                             | 56 |
| 参考文献 .....                           | 57 |
| 記号表 .....                            | 57 |
| 付録                                   |    |
| 付録A 調査結果一覧表 .....                    | 58 |
| 付録B 塩化物イオン量測定結果 .....                | 58 |

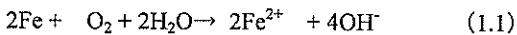
1. 序論

本報告は、港湾コンクリート構造物における塩害環境の定量的評価手法について検討したものである。本章では、塩害による劣化メカニズムや、塩害環境の厳しさを定量的に表す指標（表面塩化物イオン量）およびその影響要因について述べ、本報告の位置づけおよび目的を明確にする。

(1) 塩害による劣化メカニズム

港湾コンクリート構造物は海に隣接しているため、塩害による劣化を生じやすい。写真-1.1は供用後30年程度の期間が経過した栈橋上部工のものであるが、鉄筋腐食による膨張圧で既にかぶりがはく落している。この鉄筋腐食は、海水中の塩化物イオンがコンクリート表面に供給され、コンクリート中をある速度で拡散し、鉄筋表面に到達することで開始する（図-1.1参照）。海水からの塩化物イオンの供給量はコンクリート表面への海水の供給量に大きく依存し、コンクリート中での塩化物イオンの拡散速度（見かけの塩化物イオン拡散係数と呼ばれる）はコンクリート品質に大きく依存する。また、かぶりが大きいほど、鉄筋表面に到達する時間は遅くなる。そして、塩化物イオン量がある限界量を超えた段階で鉄筋の腐食が開始する。この量は、腐食発生限界塩化物イオン量と呼ばれ、「土木学会・コンクリート標準示方書[施工編]<sup>1)</sup>（以下、「土木学会示方書」と呼ぶ）」では、コンクリート1m<sup>3</sup>あたり1.2kgと設定されている。よって、塩害（鉄筋腐食）の開始時期は、コンクリート表面への海水供給量、塩化物イオン拡散係数、かぶりに大きく影響される。

鉄筋腐食開始後、腐食はある速度をもって進行する。腐食反応は以下の式で進むため、腐食速度は鉄筋表面における酸素供給量に大きく依存する。すなわち、海中部のように酸素供給量の少ない箇所では、塩化物イオン量が限界量を超えても、通常、腐食が進行しない<sup>2)</sup>。



港湾コンクリート構造物における塩害の進行には、このように多くの要因が影響を及ぼしているため、飛沫帯、干満帯、海中部といった環境条件によって大きく変化する<sup>3)</sup>。ケーソン本体工のように海中部に位置している場合は劣化の進行は少なく、栈橋上部工のように干満帯や飛沫帯に位置する場合は劣化が進行していることが多い。

(2) 港湾コンクリート構造物が性能設計へ移行する際の問題点

写真-1.1のような厳しい塩害環境に位置する港湾コンクリート構造物を新規に建設する場合の耐久性設計に

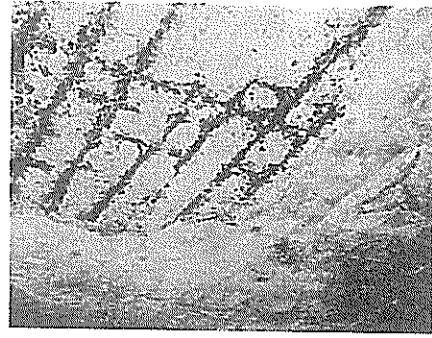


写真-1.1 栈橋上部工における塩害劣化事例

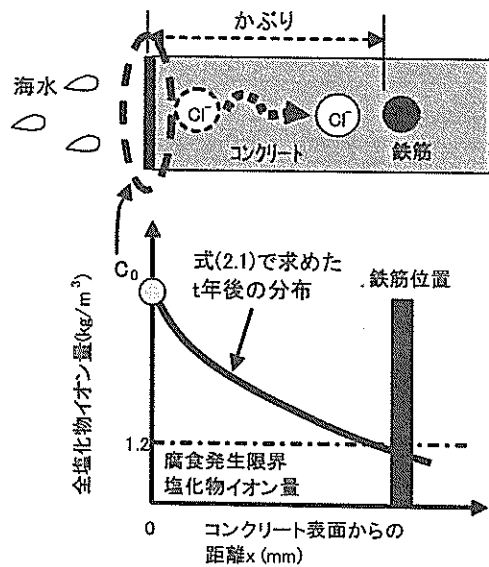


図-1.1 土木学会示方書における塩害劣化予測手法のイメージ図

関して、現在は「港湾の施設の技術上の基準・同解説<sup>4)</sup>」において、かぶりと水セメント比  $W/C$  のみが規定されているだけあり、供用中にどの程度まで劣化するかを照査することができない。そのため、次期基準の改定では、「性能設計」への移行が強く望まれるところである。

一方、土木学会示方書には、コンクリート構造物の耐久性能を新規設計時に照査する方法が明記されている。これは、後述の式(2.1)を用いて海水中の塩化物イオンのコンクリート中への浸透を予測し、供用期間内に鉄筋の腐食が開始しない、すなわち鉄筋位置における塩化物イオン量が腐食発生限界塩化物イオン量(1.2kg/m<sup>3</sup>)を超えないように設計するものである(図-1.1参照)。この際必要となる情報は、供用年数  $t$ 、かぶりの他に、見かけの塩化物イオン拡散係数  $D$  と、表面塩化物イオン量  $C_0$  の2つである。 $C_0$  はコンクリート最表面における塩化物イオン量のことであり、塩害環境の厳しさを定量的に

表す指標である。Dについては、室内試験や過去の調査結果等を用いることで、現状においても十分推測が可能である。C<sub>0</sub>に関しては、海岸付近の鉄道構造物や道路構造物に関しては多くの調査事例が存在しており、土木学会示方書において、海岸から0, 0.1, 0.25, 0.5, 1.0kmの距離に対してC<sub>0</sub>の値が示されているが、海に隣接する港湾コンクリート構造物に関しては、飛沫帯の場合に対して一律(C<sub>0</sub>=13kg/m<sup>3</sup>)に設定されている程度である。しかしながら、実際の港湾コンクリート構造物におけるC<sub>0</sub>は暴露環境等によって大きく異なる。より合理的な港湾コンクリート構造物の性能照査設計を行うためには、暴露環境を考慮したC<sub>0</sub>の評価手法の確立が望まれる。

(3) 港湾コンクリート構造物における

表面塩化物イオン量に関する既往の調査事例

飛沫帯のように、乾燥と湿潤が繰り返される環境でのC<sub>0</sub>予測を、理論的に試みている研究事例もいくつか見られる<sup>5)</sup>。しかしながら、このような予測手法を実際に用いるためには、実際に現地のコンクリート表面での海水供給量を把握する必要がある。海水の供給量は、構造物近傍の干満や波浪状況の影響を大きく受ける。また、同一棧橋内でも、陸側部材と海側部材あるいはその中間の部材で大きく異なることが知られている。詳細な海水の供給状況を把握しない限り、これらの予測はできない。港湾コンクリート構造物におけるC<sub>0</sub>の評価手法が確立されていない現時点においては、まずは多数の実構造物からC<sub>0</sub>値を収集し、環境を表す因子との相関性を調べ、C<sub>0</sub>の変動の傾向を経験的な手法で評価することが合理的と考える。

港湾コンクリート構造物のC<sub>0</sub>に関する既往の調査事例に関しては、個別の構造物で調査した事例は多く見られるが、それらを総合的にとりまとめた事例はほとんど存在しない。文献6)において、「表面塩化物イオン量C<sub>0</sub>」を「海水面(LWL)から部材までの鉛直距離」の関連付けを試みているが、サンプル数は十分であるとはいえず、また、ある程度の相関関係は認められるものの、ばらつきが大きく見られる。このように、C<sub>0</sub>の値はばらつきを大きく含むものであるため、可能な限り多くのデータを収集し、表面塩化物イオン量C<sub>0</sub>と暴露環境を表す因子との相関関係を調査する必要がある。

(4) 表面塩化物イオン量に影響を及ぼす環境要因

一般的に、港湾コンクリート構造物におけるC<sub>0</sub>は、海水の供給状況、すなわち、構造物近傍の干満や波浪状況の影響を大きく受ける。また、同一棧橋内でも、陸側部材と海側部材あるいはその中間の部材で大きく異なる。そのため、実際にコンクリート表面が海水中に浸漬する

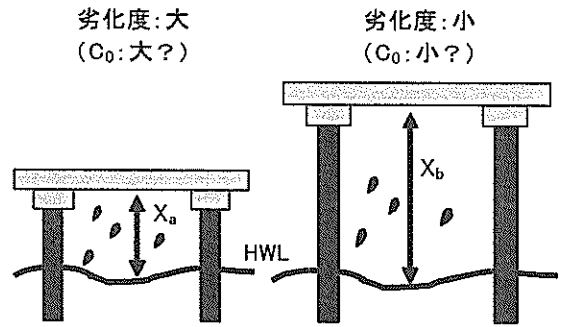


図-1.2 実構造物(棧橋上部工)の劣化度と海水面からの距離の関係

時間あるいは波浪状況といったコンクリート表面への海水の供給状況を表す量がC<sub>0</sub>値に最も影響を及ぼすと考えられる。しかしながら、実際にコンクリート表面が海水中に浸漬する時間は干満の影響を受けるため、毎日変動し、さらに地域性や波浪状況の影響を受ける。また、波浪状況は地域によって異なるだけでなく、同一構造物内でさえ非常に大きく変動する。以上のことをふまえると、実際の構造物近傍における海水の供給状況を表す量に関する正確なデータを収集することはほとんど不可能である。なお、棧橋構造物等の係留施設に関しては、荷役作業が行われるために一定の静穏度が確保されているとすれば、係留施設近傍の平均的な波浪状況(波高等)はある程度同様な状態にあると推測される。

海水中の塩化物イオン濃度が大きく異なる場合、C<sub>0</sub>の値に影響を及ぼすと考えられる。正確な値を得るためには、構造物近傍で周年測定する必要があるが、この測定を多数の構造物周辺毎に実施することは非常に困難である。そこで本研究では、海水中の塩化物イオン濃度の値は全国一律であると仮定することにした。なお、河口付近の海水中では塩化物イオン濃度が低くなる可能性がある。この場合、他の海水供給量が同程度の構造物と比較すると、C<sub>0</sub>は小さくなる。しかしながら、海水中の塩化物イオン濃度を一般の濃度と同様に高く仮定しておけば、結果的に安全側の評価が与えられ、実用上は問題ないと考えられる。

構造物近傍の温度・湿度の影響に関しては、コンクリート内部での塩化物イオンの拡散現象や鉄筋の腐食状況については影響があると推測されるが、コンクリート表面付近に関しては、海水供給量の影響が卓越すると考えられ、C<sub>0</sub>の値への影響は小さいと推測される。

一方、文献7)では、25箇所の港湾構造物(棧橋上部工)における塩害による劣化状況の調査を目視観察により行った結果、劣化の進行速度は、「海水面(HWL)から部材までの鉛直距離」の影響を大きく受けることが示されている(図-1.2参照)。(1)で述べたように、塩害

による劣化はかぶりやコンクリートの品質の影響を受ける。これらの要因が同じレベルにあった場合、文献 7) の結果は、 $C_0$  が HWL から部材までの鉛直距離の影響を受けていることを示唆するものである。なお、港湾コンクリート構造物の仕様を規定している文献 4) において、かぶりやコンクリートの品質に大きな影響を与える水セメント比  $W/C$  には最大値が設定されており、通常、最大値程度の値が採用されていることが多い。すなわち、実際の港湾コンクリート構造物において、かぶりやコンクリートの品質はある程度同じレベルにあると予想される。また、 $C_0$  が HWL から部材までの鉛直距離の影響を受けるということは、HWL から部材までの鉛直距離の中に海水供給量、すなわち構造物近傍の波浪あるいは海水飛沫の影響が含まれていると考えられる。よって、 $C_0$  に影響を及ぼす環境要因の中で、 $C_0$  との相関性が高く、かつ有効なパラメータとしては、海水面 (HWL など) からコンクリート構造物の部材表面までの距離が挙げられる。

(5) 本研究の目的

本研究では、港湾コンクリート構造物において、暴露環境を考慮した耐久性能設計を行うために必要である  $C_0$  の評価手法を確立することを目的として、全国の港湾コンクリート構造物における  $C_0$  および暴露環境に関するデータ収集を行い、両者の相関関係について検討を行った。この際、暴露環境に関する因子としては、「海水面からの距離」のみに着目した。

なお、港湾コンクリート構造物に対して性能設計を行う際に耐久性能を照査する必要がある場合は、飛沫帯あるいは干満帯に位置し、鉄筋腐食の進行速度が速い栈橋上部工のような場合に限られ、海中部に位置し、酸素供給量が少なく、鉄筋腐食の進行速度が遅いケーソン本体工のような場合は、耐久性能を照査する必要性は低い。そのため、本文中での  $C_0$  の評価手法の検討は、前者の栈橋上部工の場合を念頭に置いたものとなっている。

2. 調査実施方法

2.1 概要

本章では、全国の港湾コンクリート構造物における  $C_0$  および暴露環境に関するデータ収集を行った。また、収集したデータの補完を目的として、新規に現地調査を追加実施した。以下、調査実施方法を示す。

2.2 表面塩化物イオン量の求め方

実構造物から採取したコンクリートコアを用い、コンクリート内部での塩化物イオン量の分布を測定する。そ

の結果を、物質の濃度拡散に関する「フィックの第二法則の解 (式 2.1)」で回帰させることにより、表面塩化物イオン量  $C_0$  が計算される (図-2.1 参照)。なお、表面付近に実際に存在する塩化物イオン量は、中性化やセメント水和物の溶出などの影響により、内部の値より低い値を示すことがある。このような特異なデータを除くため、通常、コンクリート中に含まれる塩化物イオン量の測定は、4-5 点程度測定されたデータに対して、実際に暴露されていた年数を用い、(式 2.1) で回帰させることにより  $C_0$  を求めることが多い。本調査においても同様の方法で  $C_0$  を求めた。なお、暴露前からコンクリート中に含まれていた塩化物イオン量については考慮しなかった。

$$\frac{C}{C_0} = 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \quad (2.1)$$

ここで、 $C$ : コンクリート表面から  $x$  離れた位置の塩化物イオン量、 $C_0$ : 表面塩化物イオン量、 $x$ : コンクリート表面からの距離、 $D$ : 見かけの塩化物イオン拡散係数、 $t$ : 時間 (暴露年数)、 $\operatorname{erf}(s)$ : 誤差関数、である。

なお、暴露初期においては、上述の手法で算出した  $C_0$  は時間とともに増加するが、徐々に一定値へ収束する<sup>8)</sup>。図-2.2 は今回収集した表面塩化物イオン量の経時変化例であるが、10 年程度経過した時点でほぼ一定値となっている。今回調査結果は北陸地方の防波堤の一部の調査結果を除いて、全て 10 年以上経過した後のものであるため、 $C_0$  は時間の影響を受けないと仮定し、 $C_0$  を算出した。

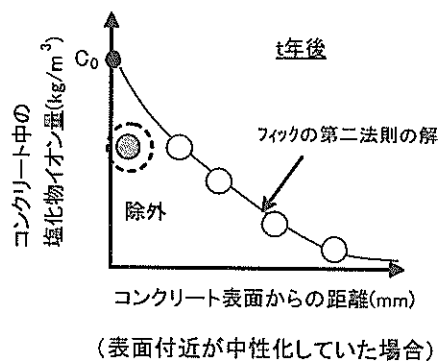
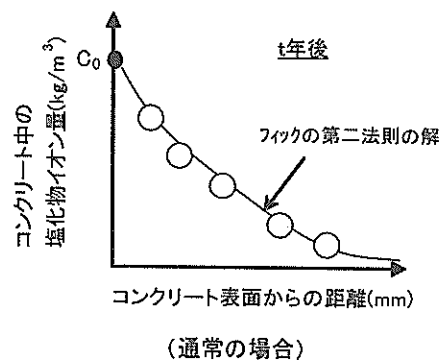


図-2.1 表面塩化物イオン量  $C_0$  の求め方



この  $C_0$  はセメント種類の影響を受けることが知られている。セメントが高炉セメントの場合、普通ポルトランドセメントの場合と比べて、 $C_0$  が大きくなる傾向がある。図-2.3 は港湾空港技術研究所内の海水循環水槽における実験結果である<sup>9)</sup>。セメントが高炉セメントの場合、普通ポルトランドセメントの場合よりも表面付近の塩化物イオン量が大きくなっている（ただし、内部での拡散は遅くなっている）。本調査を行った際に、使用したセメントに関する資料は全く残っておらず、セメントの種類を特定することは出来ない。しかしながら、高炉セメントの使用量は、1970年代後半までは全セメント使用量の5%に満たない<sup>10)</sup>。一方、本研究でデータを採取したほとんどの構造物が1970年代以前に建造されたものである。以上のことから、ここでは使用されたセメントはすべて普通ポルトランドセメントと仮定することにする。

$C_0$  を求める際には、拡散係数  $D$  も算出される。これはコンクリートの品質に大きく依存し、また、塩害劣化の

開始時期に大きく影響を及ぼす。 $C_0$  の評価手法の確立を目標とする本研究には直接の関係は薄いため、算出された  $D$  値は付録 A の表中に掲載するのみとした。

### 2.3 各整備局等で過去に実施された調査結果の収集方法

#### (1) 収集方法

以下の3通りの方法で収集を行った。

##### ①全国の港湾構造物の補修実績調査事例からの収集

平成14~16年度に行われた「ライフサイクル評価に基づく施設整備・補修技術WG」の活動の中で、全国の港湾構造物の補修実績調査事例が収集された。補修を行う前にはコンクリート中の塩化物イオン量を測定されることが多いため、この補修が実施された構造物が位置している地方整備局の上記WG参加者に測定実施の有無を確認し、測定結果が存在している場合にデータの提供を依頼した。

##### ②地方整備局および港湾管理者が行った調査結果の収集

補修や点検を目的として各地方整備局および港湾管理者が独自に行った調査結果を収集した。なお、情報提供の打診は、平成14~16年度に行われた「ライフサイクル評価に基づく施設整備・補修技術WG」参加者を中心に行った。

また、平成11年度に旧運輸省港湾局技術課が行った「港湾技術高度化調査」においては、当時の各地方建設局等で港湾構造物の劣化調査が実施されている。調査結果の収集の際、上記調査結果も参考にした。

##### ③現地解体された構造物からのデータの収集

データを収集する中で、境港で棧橋上部工コンクリートを撤去するという情報の提供を受け、解体された部材からコアを採取し、データを収集した。

#### (2) 収集した項目

表-2.1 に主要な収集項目を示す。構造物に関しては、地域、構造型式、HWL・LWLの位置、経過年数であり、

表-2.1 主要測定項目一覧

| 構造物に関する情報     |                     |
|---------------|---------------------|
| ① 港名・地区名      | A港B地区               |
| ② 構造形式        | 棧橋式係船岸(-12m)        |
| ③ HWL・LWL     | HWL:+3.0m, LWL:0.0m |
| ④ 供用開始時期      | 1972年に上部工コンクリート打設   |
| ⑤ 調査年時        | 2004年               |
| ⑥ 経過年数        | 32年                 |
| 調査結果に関する情報    |                     |
| ① コアの採取位置(中心) | +1.5m               |
| ② コア径         | φ10cm               |
| ③ 全塩化物イオン量分布  | 図-2.1参照             |

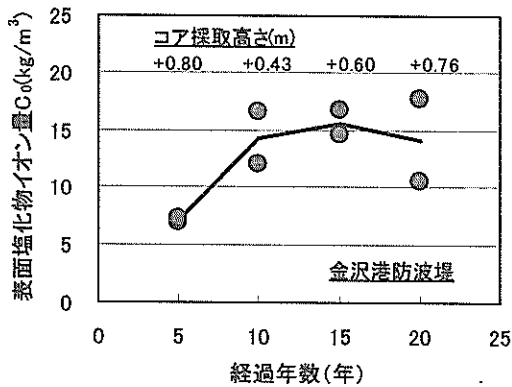


図-2.2 表面塩化物イオン量の経時変化例

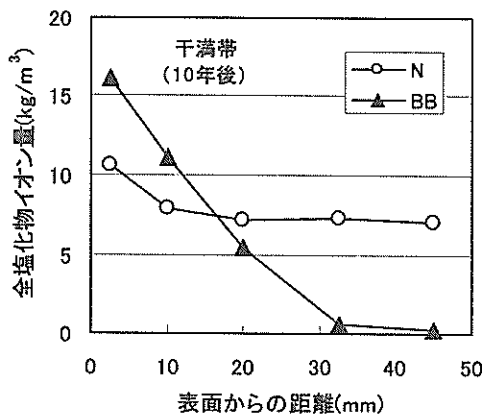


図-2.3 表面塩化物イオン量に及ぼすセメント種類の影響 (N: 普通ポルトランドセメント, BB: 高炉セメントB種)

調査結果に関しては、コアの採取位置、コア径、塩化物イオン量測定結果である。なお、使用材料および配合に関するデータは得られていない。

## 2.4 追加で行った現地調査の実施方法

### (1) 概要

2.3で採取した調査結果の中で、データが不足していると判断された地域・構造形式に対して、新規に現地構造物からコアを採取し、データの収集を行った。

### (2) 新規調査箇所を選定

東北地方・太平洋側の栈橋式構造物（塩釜港）、北陸地

方・栈橋式構造物（直江津港）、中部地方・太平洋側の栈橋式構造物（清水港）、中国地方・瀬戸内海側の栈橋式構造物（広島港）の計4港で平成16年度に調査を実施した。

### (3) 調査項目

調査項目は表-2.1と同様である。

### (4) コア採取

4港の栈橋式構造物からのコアの採取は、全て現地に足場を設置することにより行った。作業手順を図-2.4に示す。作業期間の選定においては、1日当りの調査時間を極力長くするため、満潮と干潮の潮位差の大きい大潮の日周辺を選定した。大体の日程を選定した後、管理者および海上保安庁に作業許可の申請を実施した。調査においては、まず、小型船で栈橋下に入り、目視および一部打音検査で構造物の劣化状況などを確認した後、足場が設置可能と推測される、比較的劣化の少ない箇所を調査対象に選定し、足場を設置した。足場の設置状況を図-2.5に示す。船上から電動ドリルで穴を開け、止め具を取り付け、そこにチェンブロックを設置し、足場を所定の高さまで引き上げた。コアの採取は、足場上からコアドリル固定用の穴を開け、コアドリルを設置後、コアを採取した。コア採取状況を図-2.6に示す。コア採取後は、コア孔を無収縮モルタルで補修し、その後足場を撤去した。直江津港における栈橋断面図およびコア採取位置図

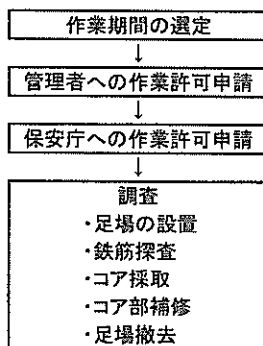


図-2.4 調査実施の流れおよび作業手順

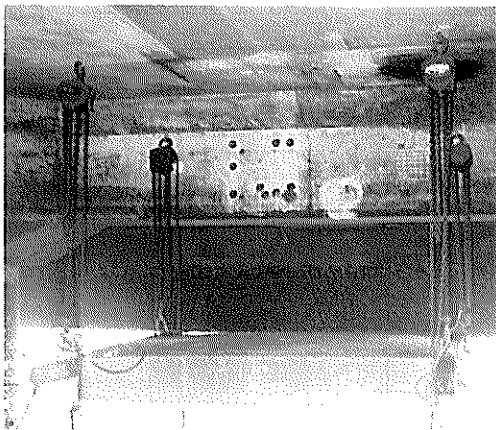
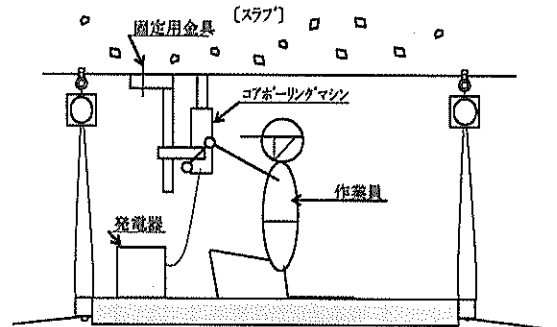
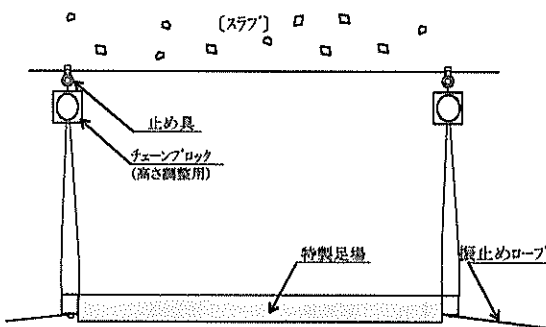


図-2.5 足場の設置状況

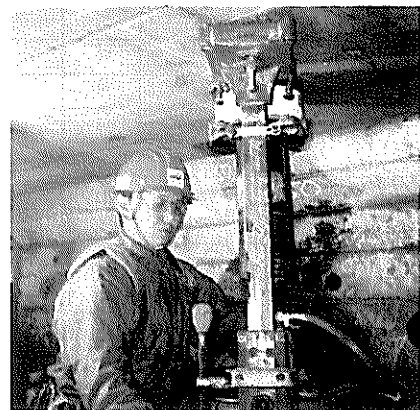


図-2.6 コア採取状況

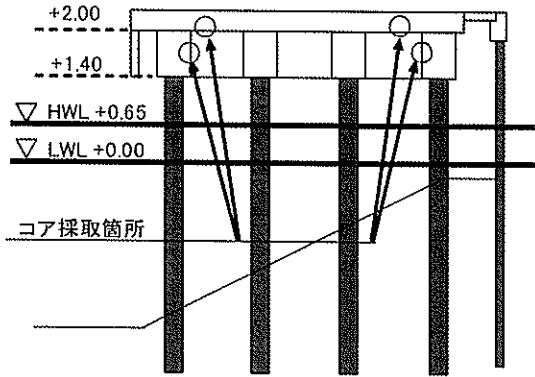


図-2.7 直江津港棧橋断面図およびコア採取位置

を図-2.7に示す。コア採取位置は最も海側および陸側を選定し、それぞれはりの側面から2-3本、スラブ底面から1本程度、塩分測定用のコアを採取した。

(5) コンクリート中の全塩化物イオン量測定方法

日本コンクリート工学協会規準 JCI-SC4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」に準拠して測定を行った。まず、コンクリートカッターを用いて、採取したコアにおける測定対象位置から厚さ10mm程度で試料を切り出す。今回、1つのコアから5試料以上採取した。この試料をまず約5mm以下に粗粉碎し、その後さらに

粉の径が150 $\mu$ m以下になるまで微粉碎する。この粉を2mol/Lの硝酸で溶解させ、煮沸し、コンクリート中に含まれている塩化物イオンを硝酸溶液中に抽出させる。この溶液中の塩化物イオン濃度を電位差測定装置を用いて測定し、この濃度からコンクリート1m<sup>3</sup>当りに含まれる量(kg/m<sup>3</sup>)に換算した。

(6) 表面塩化物イオン量測定方法

(5)で求めた値から、図-2.1のようなコンクリート中の分布図を描き、式(2.1)を用いて近似させ、表面塩化物イオン量C<sub>0</sub>を算定した。算定の際に用いたプログラムは、港湾空港技術研究所材料研究室で開発したものであり、Microsoft社製のExcel上で計算可能なものである。

3. 調査結果

3.1 概要

2.で収集した表面塩化物イオン量C<sub>0</sub>と暴露環境との関連性について調査し、C<sub>0</sub>の定量的評価手法を検討する。

3.2 調査対象構造物一覧

表-3.1に調査対象構造物一覧を示す。計35港の63箇所

の構造物から、計302点の塩分分布データを取得した。教

表-3.1 調査対象構造物一覧

| 港名 | 施設名                       | データ数 | 港名 | 施設名                    | データ数 | 港名 | 施設名                   | データ数 |
|----|---------------------------|------|----|------------------------|------|----|-----------------------|------|
| 1  | 苫小牧港 東外防波堤                | 1    | 15 | 横須賀港 新港埠頭3号棧橋(-11m岸壁)  | 4    | 28 | 北九州港 苅葉地区(-11m)8号岸壁   | 4    |
| 2  | 室蘭港 中央埠頭(-9.0m)岸壁         | 1    | 16 | 清水港 興津埠頭棧橋             | 2    | 29 | 博多港 箱崎埠頭(-12.0m)3号岸壁  | 1    |
| 3  | 塩釜港 中埠頭東側棧橋(-7.5m)        | 3    |    | 日の出埠頭棧橋                | 4    |    | 須崎地区1号(-11m岸壁)        | 12   |
|    |                           |      |    | 富士見7号(-9.0m)岸壁         | 1    |    | 須崎地区2号(-11m岸壁)        | 13   |
| 4  | 秋田港 南防波堤                  | 6    | 17 | 名古屋港 西4区 飛島埠頭南岸壁       | 8    |    | 須崎地区3号(-11m岸壁)        | 12   |
| 5  | 酒田港 北港地区防波堤               | 4    |    | 金城埠頭52,53号岸壁           | 18   | 30 | 大分県臼杵港 岸壁A            | 4    |
| 6  | 新潟港 西港地区第二防波堤             | 2    | 18 | 舞鶴港 和田地区第3埠頭岸壁(東)      | 2    |    | 岸壁B                   | 4    |
|    |                           |      |    | 和田地区第4埠頭岸壁             | 2    | 31 | 福島港 塩浜橋               | 4    |
| 7  | 直江津港 中央埠頭2号岸壁             | 5    | 19 | 神戸港 ぶ-17(7号)地区 第7防波堤   | 3    | 32 | 長崎港 小ヶ倉地区 (-12m)岸壁    | 3    |
| 8  | 伏木富山                      | 6    |    | ぶ-17(7号)地区 第6南防波堤      | 3    | 33 | 志布志港 岩浜地区 岸壁(-7.5m)   | 5    |
| 9  | 金沢港 西防波堤                  | 8    | 20 | 和歌山下津港 本港地区岸壁(-12m)    | 2    | 34 | 鹿児島港 新港5号岸壁(-9.0m)    | 3    |
| 10 | 福井港 南防波堤                  | 4    |    | 本港地区岸壁(-13m)           | 2    |    | 新港6号岸壁(-7.5m)         | 3    |
| 11 | 千葉港 千葉中央地区岸壁(-10a)第1号     | 6    |    | 本港地区防波堤(外)             | 4    | 35 | 石垣港 No.43棧橋 岸壁(-4.5m) | 7    |
|    |                           |      |    | 毛見地区防波堤                | 4    |    | No.45棧橋 物揚場(-4.0m)    | 1    |
|    | 千葉中央地区岸壁(-10c)第2号         | 4    |    |                        |      |    |                       |      |
|    | 千葉中央地区岸壁(-10a)第3号         | 6    | 21 | 高松港 朝日地区 1号石浜棧橋(-5.5m) | 12   |    |                       |      |
|    | 中央埠頭地区外板式防波堤(-12.0)1号     | 3    |    | 朝日地区 2号石浜棧橋(-5.5m)     | 10   |    |                       |      |
| 12 | 東京港 大井コンテナ埠頭 1号(-8.0)1号岸壁 | 6    | 22 | 橋 港 答島地区 岸壁(-4.5m)     | 7    |    |                       |      |
|    | 大井コンテナ埠頭 1号(-8.0)2号岸壁     | 6    | 23 | 小松島港 金磯地区棧橋            | 13   |    |                       |      |
| 13 | 川崎港 千鳥地区棧橋(-9.5m)第2号      | 2    | 24 | 鳥取港                    | 5    |    |                       |      |
|    | 夜光物揚場(-3.0m)              | 8    | 25 | 境港港 外港2号(-7.5m)岸壁      | 1    |    |                       |      |
| 14 | 横浜港 出田町埠頭A岸壁              | 1    |    | 外港1号(-9.0m)岸壁          | 5    |    |                       |      |
|    | 出田町埠頭西物揚場                 | 2    | 26 | 広島港 海田地区第二岸壁           | 6    |    |                       |      |
|    | 本牧埠頭B-2号岸壁                | 4    |    | 西防波堤                   | 1    |    |                       |      |
|    | 本牧埠頭A突堤(-7.5m)棧橋          | 6    | 27 | 山口県柳井港 フェリー棧橋          | 4    |    |                       |      |
|    |                           |      |    |                        |      |    | 計                     | 302  |

港において、コア採取位置が不明確な場合があったが、図面や写真等が存在し、推定可能なものは、それらから位置の推定を行った。得られた詳細な情報は付表 A.1～A.10 として掲載した。

### 3.3 塩化物イオン量測定結果

図-3.1 に各港の各構造物における全塩化物イオン量分布の一例を示す。なお、他の結果は付図 B.1～B.7 として掲載した。コンクリート中に含まれる量は、構造物周囲の環境、コンクリート品質、経過年数などにより大きく異なることが分かる。また、その量は概ね  $20\text{kg/m}^3$  以下であった。一部のデータにおいて、最表面の測定値が内部の値に比べて減少している例が見られるが、これは表面付近のコンクリートが中性化したためと推測される<sup>1)</sup>。また、同じ港の同じ構造物内でも、陸側と海側といった場所の違いにより、ばらつく例も見られた（名古屋港飛島埠頭、広島港海田埠頭など）。これは、背後岸壁や護岸の影響等により、場所によって受ける波浪の状態が大きく異なるためと考えられる。

### 3.4 表面塩化物イオン量と海水面からの距離の関係

図-3.2 に LWL からコア採取位置までの距離と  $C_0$  の関係を、図-3.3 に MSL（平均潮位）からコア採取位置までの距離と  $C_0$  の関係を、図-3.4 に HWL からコア採取位置までの距離と  $C_0$  の関係を示す。それぞれ、栈橋、重力式岸壁、防波堤と構造形式毎にまとめている。なお、MSL は「HWL と LWL の平均値（ $=(\text{HWL}-\text{LWL})/2$ ）」として求めた。また、1) ひび割れ等の変状が見られる箇所からコアを採取していた場合（千葉港、舞鶴港、神戸港、小松島港、橋港）、2) 計算に使用可能な有効なデータが 3 個未満の場合（塩釜港中埠頭東側栈橋、橋港、志布志港）、3) コア採取位置が不明または推定困難な場合（苫小牧港、室蘭港、白杵港）、4) データが補修材中から得られていた場合（北九州港）、5) 石油栈橋（ドルフィン形式）の場合（高松港）、6) 橋の場合（福島港（長崎県））、7) 全塩化物イオン量の分布が表面から内部までほぼ一緒だった場合（横浜港出田町埠頭西物揚場）、におけるデータは評価から除いた。

栈橋におけるデータ数が最も多いため、以下、栈橋における結果に着目して考察を行う。値にばらつきはあるものの、基準とした海水面の位置にかかわらず、海水面から遠ざかるにつれて  $C_0$  の値は小さくなる傾向が見られる。そこで、栈橋における全データをまとめて直線近似を行った結果を図中に示した。その相関係数は、HWL や MSL の場合と比べて LWL の場合に小さく、ばらつき

が大きいことが分かる。これは、LWL には潮位差の影響が含まれないためと推測される。また、HWL と MWL を比較すると、HWL の方が MSL に比べて相関係数が大きい。

重力式岸壁および防波堤の図中にも、栈橋において得られた直線近似式を示した。重力式岸壁についてはデータが少ないが、概ね近似式周辺の値を示した。防波堤については、概ね栈橋の場合と同様の傾向を示した。

また、全構造形式における全測定値（評価対象外のデータは除く）の平均値（ $11.9\text{kg/m}^3$ ）を全ての図中に示した。この値は、土木学会示方書<sup>1)</sup>において設定されている「飛沫帯」での表面塩化物イオン量（ $13\text{kg/m}^3$ ）と同程度の値となった。

### 3.5 表面塩化物イオン量の評価手法

3.4 で HWL からコア採取位置までの距離と  $C_0$  の関係において、比較的良好な相関関係が認められた。本節では、この関係に着目して、 $C_0$  の評価手法の提案を行う。

図-3.5 に HWL からコア採取位置までの距離別にまとめた  $C_0$  の度数分布を示す。いずれの構造物、位置においても、あるピークを持つ結果となっている。以下、データ数の多い栈橋の結果に着目して考察する。

HWL からの距離が比較的遠い 1-1.5m や 1.5-2.0m の場合は  $0.5\text{kg/m}^3$  のデータが多いが、0.5-1.0m になると  $10-15\text{kg/m}^3$  のデータが増え、0-0.5m の場合はさらに  $15-20\text{kg/m}^3$  のデータが増えており、ある分布を持ちつつ、距離が遠ざかるにつれて  $C_0$  が小さくなる傾向が明確に現れている。この結果は、以下の 2 つのことを示唆していると考えられる。

- ①各位置における  $C_0$  の平均値は HWL からの距離が遠ざかるにつれて小さくなる。
- ② $C_0$  は海水供給量の影響を受けるため、波浪の影響を大きく受ける。そのため、HWL からの距離が同じ位置での値のばらつきは、波浪状況のばらつきを表している。すなわち、波浪が平均的なレベルよりも激しいところでは平均よりも  $C_0$  が大きくなり、波浪が平均的なレベルよりも穏やかなところでは平均よりも  $C_0$  が小さくなる。

この波浪の影響は、地域差による波浪の大小の影響だけでなく、航跡波の影響や、前垂れの有無、岸壁での跳ね返りの影響など、構造物近傍で生じる様々な現象の影響を含んでいると推測される。より精密な  $C_0$  の評価手法を確立するためには、これらの構造物近傍の波浪の影響も考慮すべきであるが、影響を与える要因が多すぎることや、構造物近傍での正確な波浪状況を示すデータが存在しないことから、ここでは、単純に海水面から部材ま

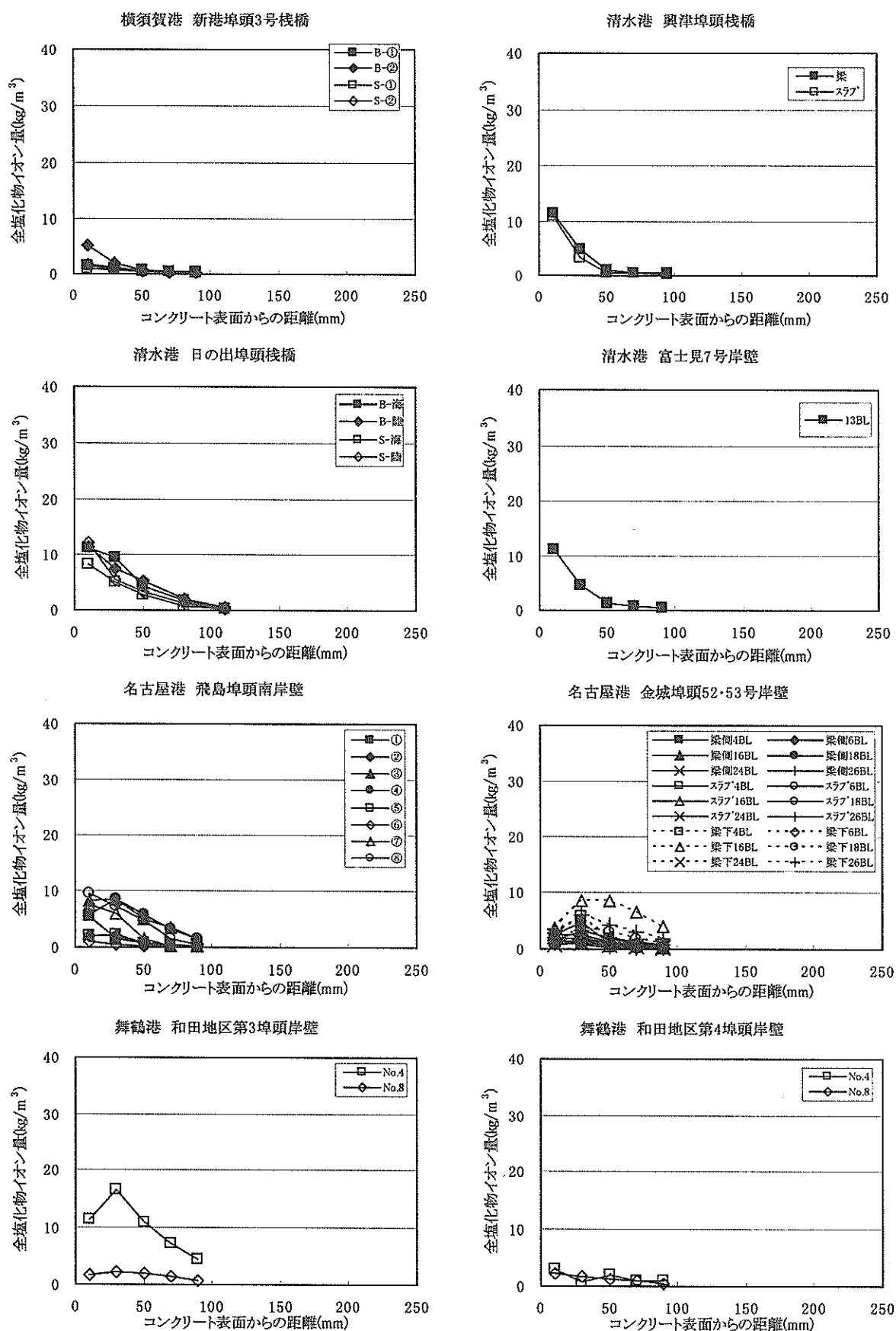


図-3.1 全塩化物イオン量分布の一例

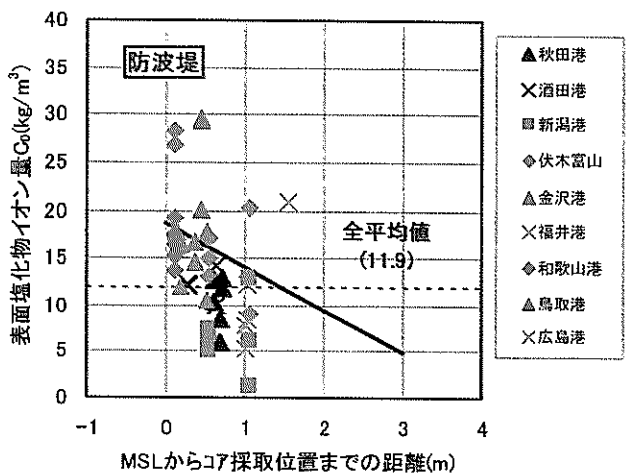
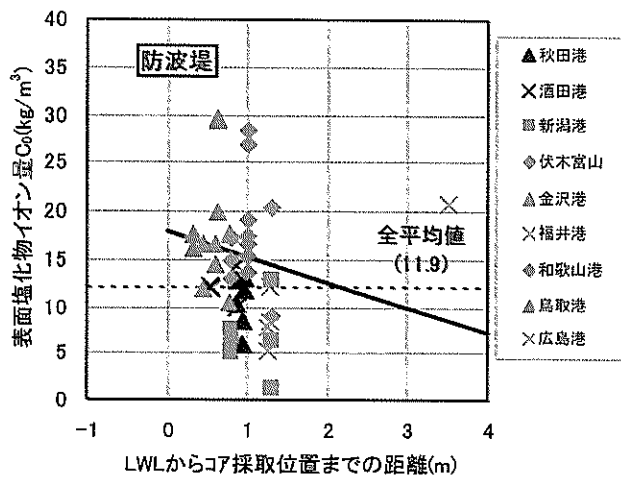
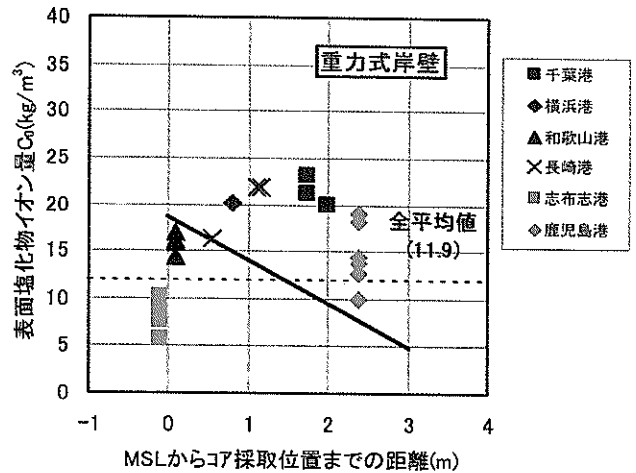
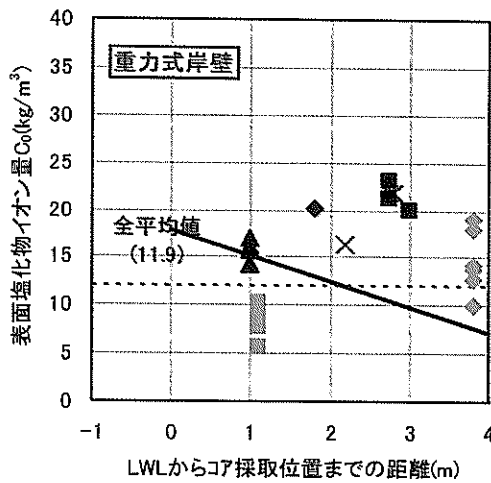
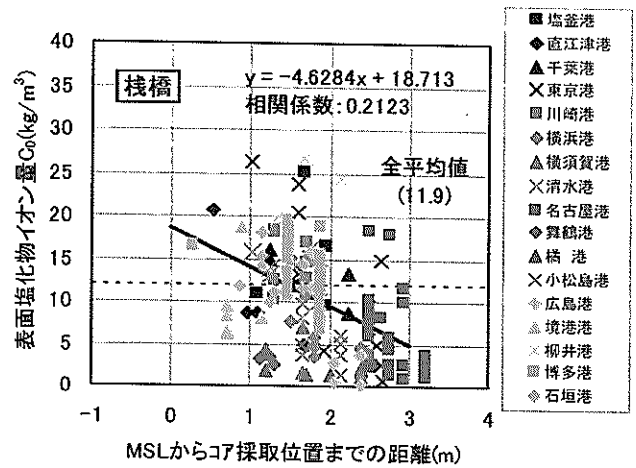
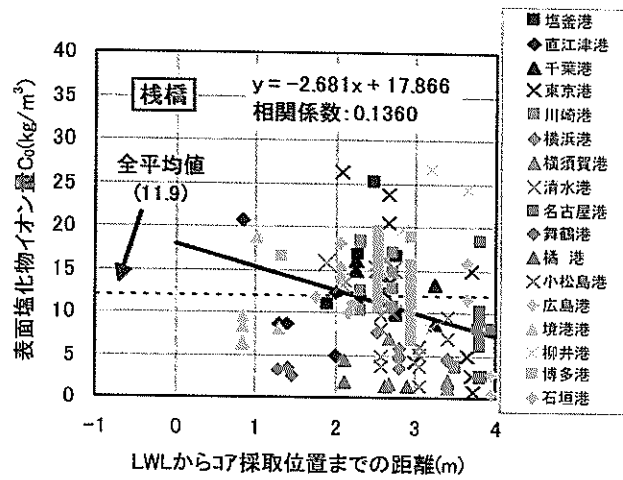


図-3.2 LWL からコア採取位置までの距離と表面塩化物イオン量との関係

(上：棧橋，中：重力式岸壁，下：防波堤)

図-3.3 MSL からコア採取位置までの距離と表面塩化物イオン量との関係

(上：棧橋，中：重力式岸壁，下：防波堤)

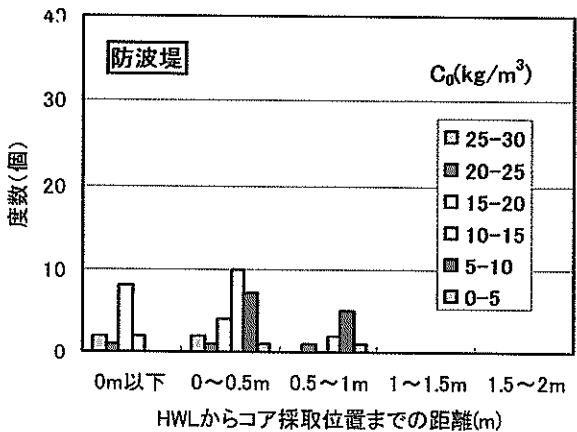
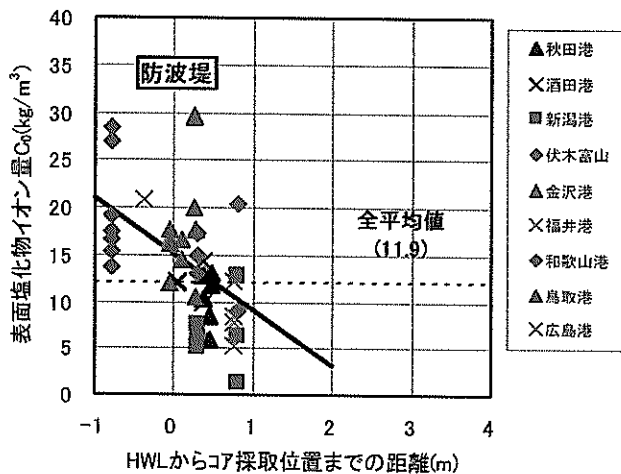
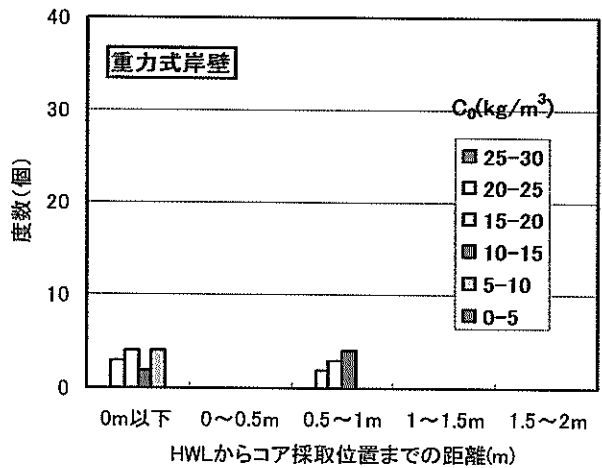
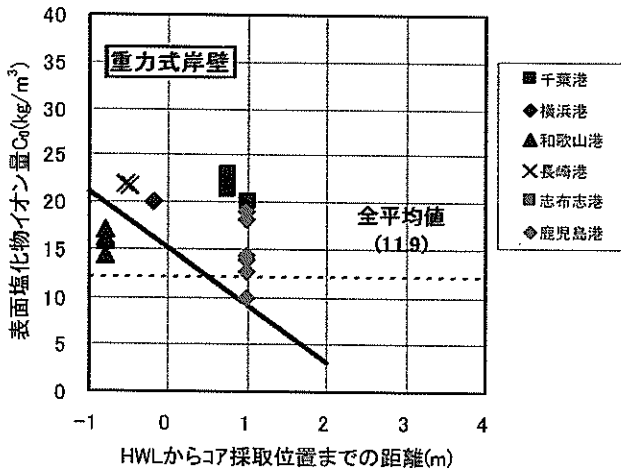
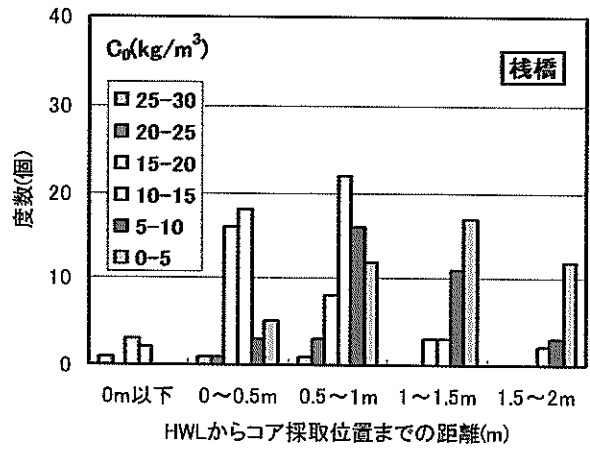
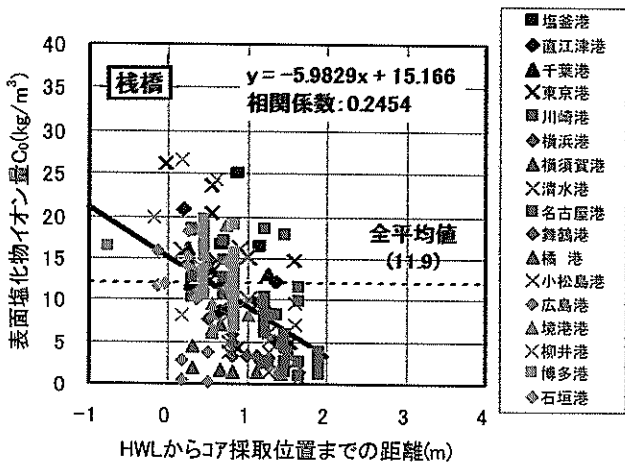


図-3.4 HWL からコア採取位置までの距離と表面塩化物イオン量の関係  
(上: 栈橋, 中: 重力式岸壁, 下: 防波堤)

図-3.5 HWL からの距離毎の  $C_0$  度数分布  
(上: 栈橋, 中: 重力式岸壁, 下: 防波堤)

での距離のみに着目して評価を試みることにする。

港湾コンクリート構造物における表面塩化物イオン量  $C_0(\text{kg}/\text{m}^3)$  の平均的な評価式として、図-3.4 から得られた以下の式を用いる。

$$C_0 = -5.9829 * X + 15.166 \quad (3.1)$$

ここで、 $X$ : HWL から部材位置までの距離(m)である。ただし、適用範囲については、今回調査で多くのデータが得られた、 $0 < X < 2$  の範囲とする。海中の構造物や臨港道路橋は対象外であるが、上式が  $C_0$  を推定する際の参考にはなりうると考える。

しかしながら、本評価式はあくまで平均的なものである。よって、波浪の影響が平均的なレベルよりも大きい

|               | 0m以下  | 0~0.5m | 0.5~1m | 1~1.5m | 1.5~2m |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 平均値 $\mu$     | 16.95 | 13.23  | 10.81  | 6.43   | 4.86   |
| 標準偏差 $\sigma$ | 5.02  | 5.24   | 5.59   | 4.61   | 4.08   |

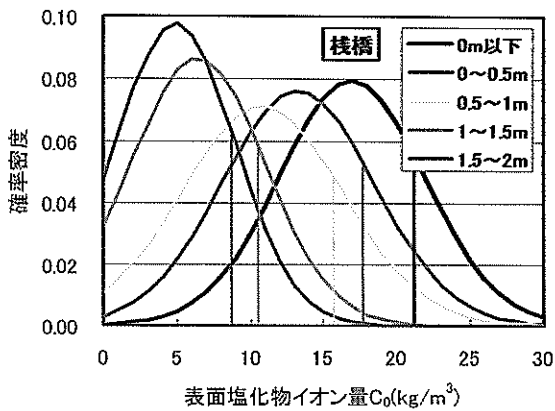


図-3.6  $C_0$  の確率密度分布 (縦線: 出現確率 0.8 の場合)

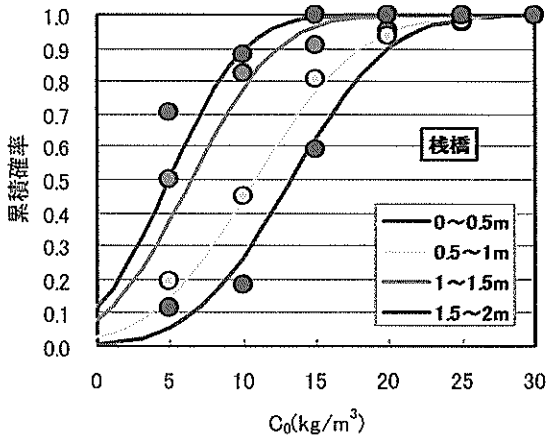


図-3.7 実際の累積確率分布と  
正規分布に基づく累積確率分布の比較  
(点: 実際の値, 曲線: 計算値)

場合、 $C_0$  を過小に評価してしまう危険性がある。構造物の重要度が高い場合や、点検・補修といった維持管理作業が困難な場合など、塩害による劣化の開始を極力遅くする必要がある場合には、この評価式で得られる値よりも大きな値を設計時に用いる必要がある。以下、このような場合の  $C_0$  の評価手法について説明する。

図-3.5 に示したように、 $C_0$  の度数分布はある値を最大値に持つ分布となっている。この分布を「正規分布」と仮定した際の、確率密度分布曲線を図-3.6 に示す。なお、計算に用いた平均値  $\mu$  および標準偏差  $\sigma$  は、図-3.5 のデータより算出しており、その値を図中に示した。図-3.7 に実際の累積確率分布と正規分布に基づく累積確率分布の比較を示す。両者は良く一致しており、正規分布と仮定することが妥当であることを示している。

図-3.6 を用いることで、構造物の重要度等に応じて、ばらつき(出現確率)を考慮した  $C_0$  の設定が可能となる。出現確率 0.5, 0.8, 0.9 の際の値を図-3.8 に示す。なお、計算時において  $C_0 < 0$  となる確率は含めず、以下の手順により求めた。

- ①  $C_0$  が 0 以上となる累積確率を求め、その値に各出現確率 0.5, 0.8, 0.9 を乗じる。
- ② ①の値に  $C_0 < 0$  の場合の累積確率を加える
- ③ 累積確率が②の値となる  $C_0$  の値を求める。これが各出現確率に対応する  $C_0$  となる。

図-3.8 において、出現確率を考慮した  $C_0$  の値もまた、HWL からの距離が離れるほど小さくなる傾向を示し、その傾きは式 (3.1) とほぼ同様であった。また、出現確率 0.5 の際の値は式 (3.1) の値とほぼ同等であった。

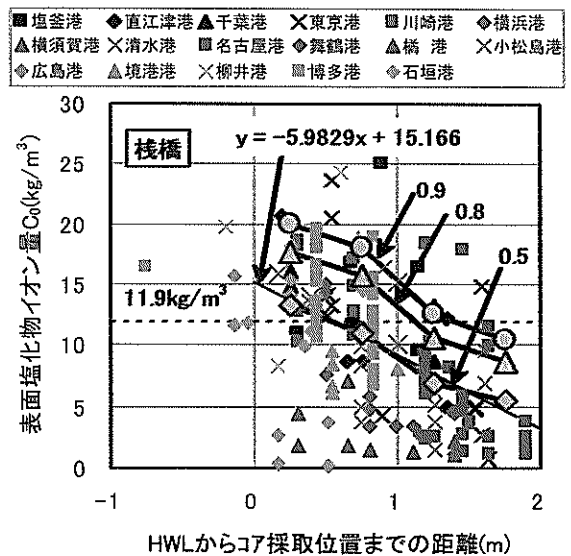


図-3.8 出現確率を考慮した  $C_0$  の算定例



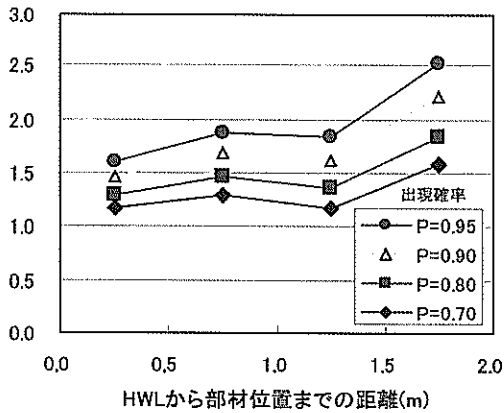


図-3.9 HWL から部材位置までの距離と安全係数の関係

### 3.6 限界状態設計法への対応策

限界状態設計法においては、荷重のような外力に対して、ある特性値に安全係数を乗じることにより、設計に用いる荷重値を算出する。C<sub>0</sub>についても、同様の方法が適していると考えられる。ここでは、以下のような仮定条件の下で、特性値および安全係数の評価を試みる。

- ①式 (3.1) の値 (平均値に相当) を特性値 C<sub>0k</sub> とする。
- ②C<sub>0</sub> の度数分布を正規分布と仮定し、出現確率 P の場合の値 C<sub>0</sub>(P) を求める。この際、平均値は特性値 C<sub>0k</sub> を用い、標準偏差は図-3.6 における値を用いて算出する。
- ③式 (3.2) を用いて、各出現確率 P の際の安全係数を算出する。

$$\gamma = C_0(P) / C_{0k} \quad (3.2)$$

上述の方法で得られた安全係数  $\gamma$  の値を出現確率 0.70, 0.80, 0.90, 0.95 および HWL からの距離毎に算出した結果を図-3.9 に示す。標準偏差が比較的小さい 1.5~2.0m の安全係数が大きくなる傾向がある。この図の関係をを用いれば、出現確率および HWL からの距離毎に応じて安全係数を定め、式 (3.1) で算出される特性値 C<sub>0k</sub> に乗じることによって、耐久性能設計に用いる C<sub>0</sub> の算出が可能となる。

### 3.7 今後の課題

#### (1) データの蓄積

前節で述べたが、C<sub>0</sub> はばらつきが非常に大きいので、より合理的な C<sub>0</sub> の評価を行うためには、更なるデータの蓄積が必要である。

#### (2) 波浪の影響

C<sub>0</sub> は海水の供給量に大きく依存するため、C<sub>0</sub> はそもそ

も干満や波浪作用の影響を強く受ける。これらの影響を考慮することで、より精度の良い経験的な評価式の提案が可能になると考えられる。また、干満や波浪作用の影響を考慮して、コンクリートに供給される海水の供給量を設定することで、文献5) のような方法を用いた C<sub>0</sub> の理論的な評価も可能になると考えられる。この際、干満作用に関しては、日時および年間変動、地域性の影響を考慮する必要がある。波浪状況に関しては、季節変動および地域性のほか、近隣の航跡波の程度、前垂れの有無、岸壁での跳ね返りの影響などを考慮する必要がある。しかしながら、これらの干満および波浪状況に及ぼす影響要因に関するデータを全構造物から取得し、さらに同一構造物内での波浪の変動状況を計測することは多大な労力を有する。ここで、同一構造物内での波浪の変動状況に関するデータを得るためには、構造物模型 (例えば栈橋) を作成し、室内での水理実験を行うこと等により、構造物近傍の波浪あるいは飛沫状況を調べ、数値解析計算などに反映させることが考えられる。そして、その結果を踏まえて、現地での構造物近傍の波浪あるいは飛沫状況を調べ、さらに数値解析計算に反映させることも考えられる。ただし、前述のように、影響要因が非常に多いため、かなりのケースの実験および解析を実施する必要があり、ある程度簡略化したモデル上での検討の方が実用的であると考えられる。

#### (3) 海水中の塩化物イオン濃度の影響

厳密には、海水中の塩化物イオン濃度の影響もあるはずである。今回に関しては、構造物近傍でのデータが存在しないことと、全て日本国内の港湾コンクリート構造物であったため、海水の塩化物イオン濃度は一定と仮定し、考慮しなかった。今後、より厳密な評価手法の向上を検討する際には、可能な範囲で海水中の塩化物イオン濃度に関するデータを追加で採取し、今回得た C<sub>0</sub> データに及ぼす濃度の影響についても検討する必要がある。

#### (4) セメント種類の影響

2.2 で述べているが、C<sub>0</sub> はセメントの種類の影響を受け、特に高炉セメントを用いた場合、普通ポルトランドセメントの場合よりも C<sub>0</sub> が大きくなる傾向がある。一方、高炉セメントは、普通ポルトランドセメントを使用する際と比べて環境負荷低減効果を有しているために、近年高炉セメントの使用量は増加してきている。また、塩害環境下での高炉セメントの有効性は高く、港湾コンクリート構造物への使用は今後増えていくと予想される。高炉セメントの影響を考慮する方法としては、長期暴露試験あるいは現地調査における普通ポルトランドセメントと高炉セメントの場合の比較データを用いて、高炉セメン

トの場合に $C_0$ を割り増しすることが考えられる。港湾空港技術研究所内でもセメント種類が異なる試験体を用いた長期暴露試験を実施しており、これらの結果を参考に高炉セメントの場合の補正方法について今後検討を進める予定である。

#### 4. 港湾コンクリート構造物における鉄筋腐食開始時期の予測例

##### 4.1 概要

3.で提案した表面塩化物イオン量 $C_0$ の評価手法を用いて、港湾コンクリート構造物における鉄筋腐食開始時期の予測を試みる。

##### 4.2 計算手法

土木学会示方書<sup>1)</sup>に準拠して、鉄筋の腐食が開始する時期を予測する。計算条件を以下に示す。また、計算条件をまとめたものを表-4.1に示す。なお、鉄筋腐食発生限界塩化物イオン量については、港湾空港技術研究所内での実験結果<sup>2)</sup>を参考値として用いた。

- ・コンクリートの水セメント比 $W/C$ ：0.50 (50%)
- ・セメントの種類：普通ポルトランドセメント，高炉セメントB種
- ・塩化物イオン拡散係数 $D$  ( $\text{cm}^2/\text{年}$ )：以下の2式<sup>12)</sup>を用いて算定。

普通ポルトランドセメント(N)の場合：

$$\log D = -3.9(W/C)^2 + 7.2(W/C) - 2.5 \quad (4.1)$$

高炉セメント(B)の場合：

$$\log D = -3.0(W/C)^2 + 5.4(W/C) - 2.2 \quad (4.2)$$

表-4.1 計算条件一覧

| 環境に関する条件                                   |                 |       |      |
|--|-----------------|-------|------|
| HWL(m)                                     | +1.5            |       |      |
| 構造物に関する条件                                  |                 |       |      |
| 部材位置Z(m)                                   | 場所A             | +3.25 |      |
|  | 場所B             | +1.75 |      |
| 鉄筋かぶり(mm)                                  | 100             |       |      |
| コンクリートに関する条件                               |                 |       |      |
| 水セメント比 $W/C$                               | 0.50            |       |      |
| 拡散係数 $D$<br>( $\text{cm}^2/\text{年}$ )     | N(普通ポルトランドセメント) | 1.33  |      |
|  | B(高炉セメントB種)     | 0.56  |      |
| 表面塩化物イオン量 $C_0$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | ***             | ①     |      |
|  |                 | ②     |      |
|  |                 | ③     |      |
| Z=+3.25(m)                                 | 4.7             | 8.7   | 13.0 |
| Z=+1.75(m)                                 | 13.7            | 17.6  | 13.0 |
| 腐食発生条件                                     |                 |       |      |
| 腐食発生限界塩化物イオン量( $\text{kg}/\text{m}^3$ )    | 2.0             |       |      |

- ・かぶり厚さ：100mm
- ・環境に関する条件：HWL=+1.5 m
- ・部材位置 $Z$ ：+1.75 m, +3.25 m (HWLからの部材位置までの距離 $X$ ：0.25 m, 1.75 m)
- ・表面塩化物イオン量：以下の3条件で設定。  
①式(3.1)を用いて算定(出現確率0.5に相当)  
②出現確率0.8の値を用いる(図-3.8)  
③ $C_0=13\text{kg}/\text{m}^3$ (土木学会示方書：「飛沫帯」における設定値)

- ・鉄筋腐食発生限界塩化物イオン量 $=2.0\text{kg}/\text{m}^3$ <sup>2)</sup>

なお、表面塩化物イオン量の設定の際、3.6で示した限界状態設計法の考え方に基くと、①は特性値 $C_{ok}$ となり、②は $X=+0.25$  mの場合で $\gamma=1.29$ 、 $X=+1.75$  mの場合で $\gamma=1.85$ に相当する。

##### 4.3 計算結果

図-4.1に50年後におけるコンクリート中の全塩化物イオン量を示す。部材位置 $Z$ によって、浸透している塩

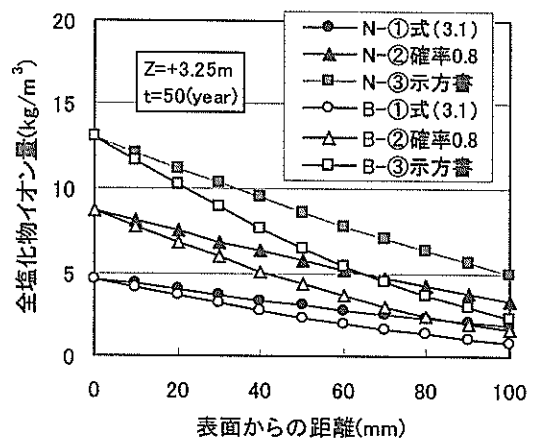
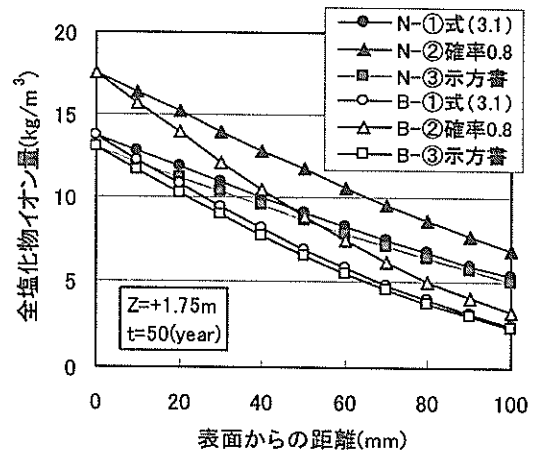


図-4.1 全塩化物イオン量分布予測結果 (50年後)  
(N：普通ポルトランドセメント，  
B：高炉セメントB種，Z：部材位置)

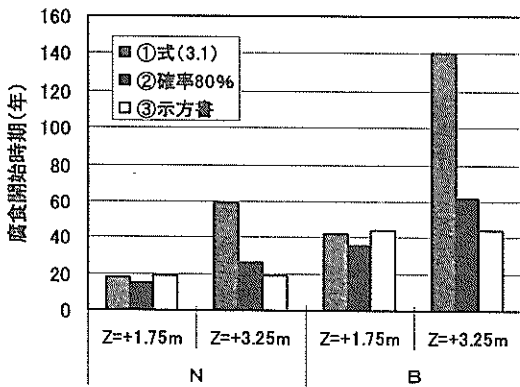


図-4.2 腐食開始時期予測結果

(N: 普通ポルトランドセメント,

B: 高炉セメントB種, Z: 部材位置)

化物イオン量が大きく異なっていることが分かる。また、セメントの種類が内部の浸透状況に大きく影響を及ぼすことが分かる。

図-4.2 に各条件下における鉄筋腐食開始時期の予測結果を示す。図-4.1 同様に、部材位置 Z によって、大きく異なることが分かる。また、条件③ ( $C_0=13\text{kg/m}^3$ ) の結果と条件①②の結果を比較すると、 $Z=+1.75\text{(m)}$  の場合はほぼ同等である。一方、 $Z=+3.25\text{(m)}$  の場合は、条件②の N の場合で 10 年程度、B の場合で 20 年程度遅くなり、条件①の N の場合で 50 年程度、B の場合で 120 年程度腐食開始時期が遅くなっている。実際の  $C_0$  値が①の値に近かった場合、土木学会示方書による評価は過剰な安全側の評価となる。また、セメントによって大きく年数が異なり、高炉セメントを用いた場合、普通ポルトランドセメントを用いた場合と比較して、2 倍以上年数が遅くなっていることが分かる。これは、高炉セメントを用いた方が塩化物イオンの浸透が遅くなるためである。

このように、式 (3.1) および  $C_0$  の出現確率を考慮する方法を用いることで、より合理的に暴露環境を考慮した港湾コンクリート構造物の劣化予測が可能となる。すなわち、より合理的に港湾コンクリート構造物の耐久性を考慮した性能設計が可能となる。

## 5. 結論

本研究では、港湾コンクリート構造物において、暴露環境を考慮した耐久性能設計を行うために必要である表面塩化物イオン量  $C_0$  の評価手法を確立することを目的として、全国の港湾コンクリート構造物における表面塩化物イオン量  $C_0$  および暴露環境に関するデータ収集を行い、両者の相関関係について検討を行った。その結果、得られた知見を以下に示す。

1) 港湾コンクリート構造物中の塩化物イオン量は、地域

や、構造形式により大きく異なっていた。その結果として、表面塩化物イオン量  $C_0$  も大きく異なっていた。

2) 各海面 (HWL, LWL, MSL) から部材表面までの距離と  $C_0$  の関係を比較したところ、HWL との相関性が比較的高かった。

3)  $C_0$  の評価は以下の式で推定可能となる。

$$C_0 = -5.9829 * X + 15.166$$

ここで、 $X$ : HWL から部材位置までの距離(m), である。ただし、適用範囲については、今回データの得られた、 $0 < X < 2$  の範囲とする。

4) 上式は平均的な暴露環境における評価式であり、構造物の重要度が高いなど、塩害による劣化の開始を極力遅くする必要があるような場合には、この評価式よりも大きな値を設定する必要がある。その際は、 $C_0$  のばらつきが正規分布をとると仮定し、 $C_0$  の出現確率を考慮することで、 $C_0$  の設定が可能となる。

5) 3) の推定式および 4) の手法を用いることで、より合理的な耐久性設計および劣化予測が可能となる。

ここで提案した評価手法は、構造物近傍における波浪などの影響を考慮することで、精度を向上させる余地が残っていると考える。また、今後有効なデータ数が増えれば、より精度良く、 $C_0$  の出現確率を考慮した合理的な  $C_0$  の評価手法が可能となると考える。これらは今後の課題としたい。

(2005年5月13日受付)

## 謝辞

本調査におけるデータ収集は、各地方整備局および港湾管理者の大勢の皆様御協力により、実施することが出来ました。また、平成 16 年度の現地調査は、塩釜港湾・空港整備事務所、新潟港湾・空港整備事務所、清水港湾整備事務所、広島港湾・空港整備事務所の御協力により実施することが出来ました。

また、地盤・構造部白石悟部長、LCM 研究センター横田弘センター長には、取りまとめの際に貴重なご助言を頂きました。

非常に多くの方々にご協力を頂いており、ここに全員の御名前を記すことが出来ませんが、御協力頂いた皆様方にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編], pp.24-28, 2002
- 2) 例えば, 山路徹・青山敏幸・T.U.Mohammed・濱田秀則：海洋コンクリートの耐久性に及ぼす暴露環境およびセメント種類の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.2, pp.577-582, 2001
- 3) 例えば, 濱田秀則：RC 港湾構造物の塩害に係わる環境要因の定量的評価に関する研究, 港湾技術研究所報告, 第 38 巻第 2 号, pp.299-393, 1999.6
- 4) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(上), pp.334-338, 1999.4
- 5) 例えば, 丸屋剛, Somnuk Tangtermsirikul, 松岡康訓：コンクリートの表層部における塩化物イオンの移動に関するモデル化, 土木学会論文集, No.585/V-38, pp.79-95, 1998.2
- 6) 守分敏郎・羽瀨貴士・村松道雄・北澤真：棧橋上部工の耐久性照査に用いる表面塩化物イオン量について, 第 44 回日本学術会議材料研究連合講演会講演論文集, vol.22, No.1, pp.11~14, 2000.9
- 7) 小牟禮建一・濱田秀則・横田弘・山路徹：RC 棧橋上部工の塩害による劣化進行モデルの開発, 港湾空港技術研究所報告, 第 41 巻第 4 号, pp.3-37, 2002.12
- 8) 土木学会, 鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向, コンクリート技術シリーズ 26, pp.8-11, 1997
- 9) Tarek Uddin Mohammed, Hidenori Hamada: Durability of concrete made with different water-reducing chemical admixture in tidal environment, *ACI materials Journal*, pp.194-202, May-June 2003
- 10) 鉄鋼スラグ協会, 鉄鋼スラグの高炉セメントへの利用(平成16年度版), pp.8, 2004
- 11) 例えば, 小林一輔：コンクリートの炭酸化に関する研究, 土木学会論文集, No.433/V-15, pp.1-14, 1991.8
- 12) 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編], pp.80, 2002

記号表

- W/C : 水セメント比
- $x$  : コンクリート表面からの距離(mm)
- $C$  : コンクリート表面から $x$ (mm)離れた位置の塩化物イオン量(kg/m<sup>3</sup>)
- $C_0$  : 表面塩化物イオン量(kg/m<sup>3</sup>)
- $D$  : 見かけの塩化物イオン拡散係数 (cm<sup>2</sup>/sあるいはcm<sup>2</sup>/年)
- $t$  : 時間(暴露年数)(sあるいは年)
- erf(s) : 誤差関数
- $X$  : HWLからの部材位置までの距離(m)
- $\mu$  :  $C_0$ 実測値の平均値(kg/m<sup>3</sup>)
- $\sigma$  :  $C_0$ 実測値の標準偏差(kg/m<sup>3</sup>)
- $P$  :  $C_0$ の出現確率
- $C_{0k}$  :  $C_0$ の特性値
- $C_0(P)$  : 出現確率 $P$ の場合の $C_0$
- $\gamma$  :  $C_0$ に関する安全係数
- $Z$  : 構造物部材位置(m)

## 付録

### 付録A 調査結果一覧表

調査結果一覧を付表A. 1～A. 10に示す。

### 付録B 塩化物イオン量測定結果

各港の各構造物における全塩化物イオン量分布測定結果を付図B. 1～B. 7に示す。

付表-A.1 調査結果一覧表 (その1)

| 港名   | 施設名             | 構造形式 | 竣工年(年) | 調査年(年) | 延長(m)<br>プロット数 | HWL<br>(m) | LWL<br>(m) | スラブ<br>下面高(m) | 梁<br>下面高(m) | コア採取<br>高さ(m) | 全塩化物イオン量<br>上段:浸透収量(mm) / 下段:測定値(kg/m <sup>3</sup> ) | C <sub>a</sub><br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 取扱係数<br>(cm <sup>2</sup> /s) |
|------|-----------------|------|--------|--------|----------------|------------|------------|---------------|-------------|---------------|--|--|------------------------------|
| 苫小牧港 | 東外防波堤           | 防波堤  | 1969   | 1999   | 120            | 1.50       | 0.00       | -             | -           | 3.30          | 10 30 50 70 90<br>16.61 10.78 6.44 2.37 1.31         | 20.23                                  | 1.18E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 244            | 1.50       | 0.00       | -             | -           | 2.88          | 10 30 50 70 90<br>21.29 20.79 17.02 12.63 7.95       | 27.29                                  | 4.76E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 130<br>7       | 1.64       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.30          | 10 40 70<br>13.71 9.19                               | 20.73                                  | 4.13E-08                     |
| ※    | 中埠頭前面長橋         | 棧橋   | 2005   | 1999   | 168<br>9       | 1.60       | 0.00       | -             | -           | 2.30          | 10 30 50 70 90<br>8.69 15.88 8.93                    | 23.01                                  | 2.16E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 275            | 1.60       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.75          | 10 30 50 70 90<br>8.31 7.35 5.69 4.55 2.88           | 26.58                                  | 2.62E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 275            | 1.60       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.75          | 10 30 50 70 90<br>11.05 5.24 2.13 1.58               | 9.53                                   | 3.55E-08                     |
| ※    | 中埠頭東側棧橋 (-7.5m) | 棧橋   | 2003   | 1999   | 130<br>7       | 1.64       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.30          | 10 30 50 70 90<br>7.27 13.71 9.19                    | 16.70                                  | 3.58E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 230            | 1.64       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.30          | 10 40 70<br>13.71 9.19                               | 25.06                                  | 1.66E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 230            | 1.64       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.30          | 10 40 70<br>13.71 9.19                               | 10.94                                  | 2.27E-08                     |
| ※    | 中埠頭前面長橋         | 棧橋   | 2005   | 1999   | 168<br>9       | 1.60       | 0.00       | -             | -           | 2.30          | 10 30 50 70 90<br>8.69 15.88 8.93                    | 11.56                                  | 3.05E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 275            | 1.60       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.75          | 10 30 50 70 90<br>8.31 7.35 5.69 4.55 2.88           | 11.82                                  | 4.49E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 275            | 1.60       | 0.00       | 2.75          | 2.00        | 2.75          | 10 30 50 70 90<br>11.05 5.24 2.13 1.58               | 12.96                                  | 4.31E-08                     |
| 秋田港  | 南防波堤            | 防波堤  | 1985   | 1985   | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.97          | 10 40 80 170<br>9.41 3.17 0.96 0.43                  | 8.52                                   | 5.92E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.97          | 10 40 80 170<br>10.22 3.46 0.76 0.41                 | 5.94                                   | 5.78E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.95          | 10 40 80 170<br>7.55 4.08 1.77 0.96                  | 12.77                                  | 2.19E-08                     |
| 酒田港  | 北港地区防波堤         | 防波堤  | 1986   | 1986   | 2000           | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.86          | 10 40 80 170<br>10.47 5.11 0.65 0.29                 | 10.37                                  | 4.70E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 2000           | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.86          | 10 40 80 170<br>9.51 4.85 2.92 0.64                  | 9.87                                   | 5.07E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 2000           | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.88          | 10 40 80 170<br>8.28 4.37 0.95 0.85                  | 14.24                                  | 6.57E-08                     |
| 新潟港  | 西池地区第二西防波堤      | 防波堤  | 1986   | 1986   | 2000           | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.68          | 10 40 80 170<br>10.36 6.77 2.43 1.05                 | 11.99                                  | 3.85E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 2000           | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.53          | 10 40 80 170<br>10.11 6.54 1.92 0.66                 | 12.24                                  | 5.05E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 2000           | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 0.53          | 10 40 80 170<br>10.81 6.71 2.72 0.80                 | 5.00                                   | 9.60E-08                     |
| 直江津港 | 中央埠頭2号岸壁        | 棧橋   | 1969   | 2002   | 201<br>10      | 0.65       | 0.00       | 2.00          | 1.40        | 0.85          | 10 30 50 70 90<br>17.83 14.61 11.89 6.53 3.96        | 20.71                                  | 2.67E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 201<br>10      | 0.65       | 0.00       | 2.00          | 1.40        | 2.00          | 10 30 50 70 90<br>3.97 3.38 0.99 0.51 0.26           | 4.99                                   | 1.12E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 201<br>10      | 0.65       | 0.00       | 2.00          | 1.40        | 2.00          | 10 30 55 80 110<br>2.75 1.84 1.18 0.74 0.30          | 12.25                                  | 5.55E-09                     |
| ※    | 東池地区西防波堤        | 防波堤  | 1969   | 1969   | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 1.30          | 10 40 80 170<br>5.09 4.15 0.51 0.39                  | 6.23                                   | 3.67E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 1.30          | 10 40 80 170<br>10.78 8.40 2.02 0.44                 | 12.84                                  | 4.95E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 1.30          | 10 40 80 170<br>1.14 0.55 0.50 0.55                  | 1.17                                   | 6.25E-08                     |
| ※    | 東池地区第一西防波堤      | 防波堤  | 1969   | 2002   | 201<br>10      | 0.65       | 0.00       | 2.00          | 1.40        | 0.85          | 10 30 50 70 90<br>17.83 14.61 11.89 6.53 3.96        | 20.71                                  | 2.67E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 201<br>10      | 0.65       | 0.00       | 2.00          | 1.40        | 2.00          | 10 30 50 70 90<br>3.97 3.38 0.99 0.51 0.26           | 4.99                                   | 1.12E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 201<br>10      | 0.65       | 0.00       | 2.00          | 1.40        | 2.00          | 10 30 55 80 110<br>2.75 1.84 1.18 0.74 0.30          | 12.25                                  | 5.55E-09                     |
| ※    | 東池地区西防波堤        | 防波堤  | 1969   | 1969   | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 1.41          | 10 30 50 70 90<br>6.97 5.30 2.15 0.76 0.44           | 8.60                                   | 1.06E-08                     |
|      |                 |      |        |        | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 1.30          | 10 30 50 70 90<br>10.78 8.40 2.02 0.44               | 8.65                                   | 6.03E-09                     |
|      |                 |      |        |        | 不明             | 0.50       | 0.00       | -             | -           | 1.30          | 10 30 50 70 90<br>1.14 0.55 0.50 0.55                | 1.17                                   | 6.25E-08                     |

付表-A.2 調査結果一覧表 (その2)

| 地名   | 施設名 | 構造形式 | 竣工年<br>(年) | 調査年<br>(年) | 経緯度<br>不明 | HVL<br>(m) | LVL<br>(m) | スラブ<br>下面高(m) | コンクリート<br>高さ(m) | 放射性物質濃度                   |                                      | Cs<br>(Bq/m <sup>2</sup> ) |
|------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|---------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 上段: 測定位置(m) / 下段: 測定位置(m) | 放射性物質濃度(Bq/m <sup>2</sup> )          |                            |
| 伏木倉山 | 防波堤 |      | 1975       | 1986       | 不明        | 0.50       | 0.00       | -             | 1.30            | ケーン前面 11-②                | 10 40 80 170<br>7.88 4.54 1.63 0.28  | 9.03                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 11-③                | 10 40 80 170<br>16.98 5.00 1.63 0.29 | 20.32                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 20-②                | 10 40 80 170<br>12.39 6.99 4.55 1.19 | 13.12                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 20-③                | 10 40 80 170<br>15.81 7.68 4.77 1.65 | 17.19                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 24-②                | 10 40 80 170<br>6.09 4.82 2.59 1.03  | 6.63                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 24-③                | 10 40 80 170<br>12.61 5.68 2.18 1.13 | 15.05                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 5-②                 | 10 40 80 170<br>5.84 2.89 0.76 0.13  | 6.94                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 5-③                 | 10 40 80 170<br>5.71 1.91 0.34 0.15  | 7.28                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 10-②                | 10 40 80 170<br>14.59 8.12 3.36 0.72 | 16.59                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 10-③                | 10 40 80 170<br>10.84 7.34 4.15 0.45 | 12.00                      |
| 福井港  | 防波堤 |      | 1975       | 1985       | 2340      | 0.50       | 0.00       | -             | 0.60            | ケーン前面 15-②                | 10 40 80 170<br>16.49 8.85 6.90 2.18 | 16.72                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 15-③                | 10 40 80 170<br>14.56 7.61 5.79 2.42 | 14.62                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 20-②                | 10 40 80 170<br>9.21 8.12 4.76 0.82  | 10.53                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 20-③                | 10 40 80 170<br>15.79 8.92 4.17 0.95 | 17.69                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 8-②                 | 10 40 80 170<br>4.41 1.75 0.61 0.41  | 5.32                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 8-③                 | 10 40 80 170<br>6.56 3.68 0.60 0.39  | 7.89                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 12-②                | 10 40 80 170<br>7.23 5.09 1.37 0.59  | 8.47                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | ケーン前面 12-③                | 10 40 80 170<br>10.81 6.50 2.58 0.91 | 12.27                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 築下面 B-①                   | 5 25 45 65<br>3.90 9.61 5.71 3.35    | 11.45                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 築下面 B-②                   | 5 25 45 65<br>8.29 9.31 4.69 2.41    | 17.13                      |
| 千葉港  | 防波堤 | 鉄橋   | 1970       | 1995       | 200<br>9  | 2.00       | 0.00       | 3.25          | 2.25            | 築下面 B-①                   | 5 25 45 65<br>11.04 20.54 10.00 4.92 | 31.34                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 築下面 B-②                   | 5 25 45 65<br>12.31 14.00 10.93 0.42 | 38.12                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 築下面 B-③                   | 5 25 45 65<br>13.55 15.19 1.22 10.47 | 14.83                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 777'                      | 5 25 45 65<br>11.56 15.42 2.04 0.90  | 16.04                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 777'                      | 5 25 45 65<br>7.37 16.16 2.20 1.03   | 13.15                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 築下面 B-①                   | 5 25 45 65<br>16.72 11.57 7.04 2.60  | 8.61                       |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 築下面 B-②                   | 5 25 45 65<br>13.69 11.18 5.77 2.07  | 18.49                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 築下面 B-③                   | 5 25 45 65<br>16.63 11.32 7.18 2.71  | 15.70                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 777'                      | 5 25 45 65<br>11.08 16.64 10.43 5.28 | 18.26                      |
|      |     |      |            |            |           |            |            |               |                 | 777'                      | 5 25 45 65<br>11.04 20.54 10.00 4.92 |                            |

付表-A.3 調査結果一覧表 (その3)

| 港名    | 施設名   | 構造形式 | 竣工年(年)             | 調査年(年) | 延長(m)<br>プロット数 | HWL<br>(m) | LWL<br>(m) | スラブ<br>下面高(m) | 梁<br>下面高(m) | コア採取<br>高さ(m) | 全塩化物イオン量<br>上段:測定値(mm) / 下段:測定値(mm) | C <sub>eq</sub><br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 塩析係数<br>(cm <sup>2</sup> /s) |                             |
|-------|---|------|--------------------|--------|----------------|------------|------------|---------------|-------------|---------------|-------------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------|
| 千葉港   | 千葉中央地区岸壁 (-1.0m) 第5~7                           |      |                    |        |                |            |            |               |             | 5 25 45 65    | 27.14                               | 7.30E-09                                |                              |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             | S-①           |                                     |   | 5.31 12.40 5.52 0.82         |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             | S-②           |                                     |   | 5.31 9.74 5.65 1.89          |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             | 5 25 45 65    | 17.57                               | 1.18E-08                                |                              |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             | S-③           |                                     |   | 5.31 12.13 4.56 0.43         |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             | S-④           |                                     |   | 5.31 9.74 5.65 1.89          |                             |
| 東京港   | 大井コンテナ埠頭 7 <sup>th</sup> -3<br>(新4・新147・新77)    | 岸壁   | 1981               | 2004   | 260            | 2.00       | 0.00       | 4.00          | 1.50        | 2.74          | 岸壁前面 ①                              | 21.22                                   | 9.17E-09                     |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ②                              |   |                              | 19.06 6.85 2.40             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ③                              |   |                              | 17.69 5.97 1.74             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ④                              |   |                              | 5 35 65                     |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑤                              |   |                              | 30.14 7.62 2.73             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑥                              |   |                              | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑦                              |   |                              | 11.27 7.62 4.31 0.71 0.20   |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑧                              |   |                              | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑨                              |   |                              | 3.71 2.43 0.89 0.09 0.08    |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑩                              |   |                              | 18.10 10.87 3.05 0.78 0.25  |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑪                              |   |                              | 9.64 5.79 2.12 0.42 0.24    |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               | 岸壁前面 ⑫                              |   |                              | 3.85 3.25 1.36 1.05 0.23    |
|       | 大井コンテナ埠頭 7 <sup>th</sup> -3<br>(前2・前7・前137・新77) | 棧橋   | 1971               | 2004   | 不明<br>14       | 2.10       | 0.00       | 不明            | 不明          | 2.99          | 4.18                                | 1.19E-08                                |                              |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4①                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | PC桁 新4②                      | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4③                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4④                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4⑤                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4⑥                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4⑦                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4⑧                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4⑨                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4⑩                        | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 新4⑪                        | 10 30 50 70 90              |
| 梁 新4⑫ | 10 30 50 70 90                                  |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   |                              |                             |
| 川崎港   | 千葉地区臨港岸壁 (-0.5m) 第2~4                           | 棧橋   | 1955               | 2003   | 不明             | 2.00       | 0.00       | 3.20          | 2.50        | 3.50          | 26.24                               | 2.46E-09                                |                              |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | スラブ上面 ①                      | 3.86 3.33 2.89 1.71 2.76    |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | スラブ上面 ②                      | 2.10 3.37 2.43 2.18 2.16    |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ③RLL                       | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ④RLL                       | 15.30 9.10 4.20 2.30 1.70   |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ⑤RLL                       | 10 30 50                    |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ⑥RLL                       | 8.40 10.60 6.80             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ⑦RLL                       | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ⑧RLL                       | 11.90 10.50 7.90 8.20 5.80  |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ⑨RLL                       | 10 30 50 70 90              |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 梁 ⑩RLL                       | 4.80 6.80 5.90 3.70 2.10    |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | スラブ                          | 12.30 10.40 6.40 3.70 2.10  |
| スラブ   | 7.30 10.10 5.60 4.20 1.30                       |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   |                              |                             |
| スラブ   | 12.00 6.90 5.00 3.60 3.10                       |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   |                              |                             |
| スラブ   | 10 30 50 70 90                                  |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   |                              |                             |
| スラブ   | 10 30 50 70 90                                  |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   |                              |                             |
| スラブ   | 10 30 50 70 90                                  |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   |                              |                             |
| スラブ   | 10 30 50 70 90                                  |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   |                              |                             |
| 横浜港   | 出田町埠頭岸壁   | 岸壁   | S20年代後半<br>1953:仮定 | 2004   | 不明             | 2.00       | 0.00       | -             | -           | 1.80          | 10.68                               | 1.27E-08                                |                              |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 岸壁前面 ①                       | 5 15 25 35 45               |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 岸壁前面 ②                       | 22.5 67.5 112.5 157.5 202.5 |
|       | 出田町埠頭西側揚場                                       | 棧橋   | 1961               | 2002   | 113<br>5       | 2.00       | 0.00       | 不明            | 不明          | 2.70          | 11.00                               | 7.89E-07                                |                              |                             |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 岸壁                           | 25 75 125 175 225           |
|       |   |      |                    |        |                |            |            |               |             |               |                                     |   | 岸壁                           | 4.80 5.50 4.90 6.30 7.00    |



付表-A.4 調査結果一覽表 (その4)

| 港名   | 施設名               | 構造形式 | 竣工年<br>(年) | 調査年<br>(年) | 延長(m)<br>ブレイク | HWL<br>(m) | LWL<br>(m) | スラブ<br>下面高(m) | 梁<br>下面高(m) | コンクリート<br>高さ(m) | 多量化物質イオン量    |              |       |      |      |      |      |       |          |      | Ca<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|------|-------------------|------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|-------|------|------|------|------|-------|----------|------|----------------------------|------|-------|--|--|--|--|--|--|--|
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 | 上段: 測定位置(mm) | 下段: 測定位置(mm) | No.1  | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6  | No.7     | No.8 |                            | No.9 | No.10 |  |  |  |  |  |  |  |
| 横浜港  | 本牧埠頭2号岸壁          | 棧橋   | 1968       | 2004       | 不明            | 2.00       | 0.00       | 不明            | 不明          | 2.80            | 不明           | 10           | 30    | 50   | 70   | 90   | 90   | 4.80  | 1.04E-08 |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.70         | 3.40  | 3.90 | 0.70 | 0.30 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.60         | 3.10  | 0.70 | 0.40 | 0.50 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.00         | 3.00  | 1.30 | 0.70 | 0.50 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 2.70         | 2.30  | 2.10 | 0.50 | 0.20 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 12.46        | 8.39  | 6.35 | 3.57 | 1.46 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 12.41        | 10.18 | 5.55 | 3.20 | 1.57 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 5.95         | 2.40  | 1.08 | 0.66 | 0.52 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.76         | 2.14  | 1.20 | 0.47 | 0.31 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 1.69         | 2.00  | 0.78 | 0.31 | 0.38 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
| 横浜港  | 新港埠頭3号棧橋(-7.5m岸壁) | 棧橋   | 1965       | 2002       | 155.9<br>1    | 2.00       | 0.00       | 3.40          | 2.65        | 2.65            | 不明           | 10           | 30    | 50   | 70   | 90   | 90   | 1.13  | 9.46E-09 |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 1.57         | 0.94  | 0.78 | 0.47 | 0.31 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 5.24         | 1.94  | 0.18 | 0.49 | 0.21 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 1.03         | 0.71  | 0.54 | 0.49 | 0.56 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 1.76         | 1.22  | 0.38 | 0.28 | 0.16 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 10.85        | 3.21  | 0.50 | 0.50 | 0.28 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 11.43        | 4.71  | 0.99 | 0.52 | 0.46 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 8.33         | 5.07  | 2.75 | 0.76 | 0.14 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 12.34        | 5.62  | 3.31 | 1.14 | 0.26 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 11.18        | 9.56  | 4.23 | 1.65 | 0.33 |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
| 清水港  | 東津島埠頭棧橋           | 棧橋   | 1964       | 2004       | 166<br>10     | 1.70       | 0.00       | 2.60          | 1.70        | 2.60            | 不明           | 10           | 30    | 50   | 70   | 90   | 90   | 7.05  | 3.69E-09 |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
| 名古屋港 | 富士見7号(-9.0m)岸壁    | 棧橋   | 1967       | 1992       | 156<br>13     | 1.82       | 0.28       | 2.90          | 1.85        | 2.90            | 不明           | 10           | 30    | 50   | 70   | 90   | 90   | 15.14 | 5.62E-09 |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
| 名古屋港 | 西4区 飛島埠頭岸壁        | 棧橋   | 1983       | 2002       | 345.2<br>7    | 2.61       | 0.01       | 4.25          | 3.55        | 3.98            | 不明           | 10           | 30    | 50   | 70   | 90   | 90   | 8.14  | 4.31E-09 |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
| 名古屋港 | 金城埠頭52.55号岸壁      | 棧橋   | 1973       | 2003       | 497<br>25     | 2.60       | 0.00       | 4.50          | 3.80        | 3.80            | 不明           | 10           | 30    | 50   | 70   | 90   | 90   | 2.30  | 1.51E-08 |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |
|      |                   |      |            |            |               |            |            |               |             |                 |              | 3.40         | 2.77  | S-②  |      |      |      |       |          |      |                            |      |       |  |  |  |  |  |  |  |

付表-A.5 調査結果一覧表 (その5)

| 港名     | 施設名           | 構造形式  | 竣工年<br>(年) | 調査年<br>(年) | 延長<br>m   | HWL<br>(m) | LWL<br>(m) | スラブ<br>下面高(m) | 梁<br>下面高(m) | コア採取<br>高さ(m) | 全塩化物イオン量   |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            |          | C <sub>0</sub><br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 塩析係数<br>(cm <sup>2</sup> /s) |
|--------|---------------|-------|------------|------------|-----------|------------|------------|---------------|-------------|---------------|------------|---------------|------------|-------|------------|-----------|------------|-------|------------|-------|------------|----------|--|------------------------------|
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 上段測定位置(mm) |               | 中段測定位置(mm) |       | 下段測定位置(mm) |           | 上段測定位置(mm) |       | 中段測定位置(mm) |       | 下段測定位置(mm) |          |  |                              |
| 名古屋港   | 金城山頂52.59号岸壁  | 栈橋    | 1973       | 2003       | 497<br>26 | 2.60       | 0.00       | 4.50          | 3.80        | 3.80          | 10         | 30            | 50         | 70    | 90         | 10        | 30         | 50    | 70         | 90    | 6.98       | 1.42E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 2.63       | 1.85          | 8.61       | 6.49  | 4.10       | 2.63      | 1.85       | 8.61  | 6.49       | 4.10  | 6.06       | 2.48E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.52       | 3.84          | 3.09       | 1.79  | 0.96       | 1.52      | 3.84       | 3.09  | 1.79       | 0.96  | 2.85       | 1.34E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 2.20       | 1.29          | 0.66       | 0.47  | 0.25       | 2.20      | 1.29       | 0.66  | 0.47       | 0.25  | 9.16       | 2.49E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 2.64       | 1.11          | 4.14       | 2.94  | 1.71       | 2.64      | 1.11       | 4.14  | 2.94       | 1.71  | 17.89      | 3.76E-09 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 2.53       | 4.68          | 0.96       | 0.49  | 0.23       | 2.53      | 4.68       | 0.96  | 0.49       | 0.23  | 4.51       | 1.28E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 2.42       | 2.55          | 1.16       | 0.73  | 0.54       | 2.42      | 2.55       | 1.16  | 0.73       | 0.54  | 5.78       | 1.38E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.53       | 3.25          | 1.94       | 0.77  | 0.72       | 1.53      | 3.25       | 1.94  | 0.77       | 0.72  | 2.61       | 1.93E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 0.71       | 1.58          | 1.13       | 0.69  | 0.26       | 0.71      | 1.58       | 1.13  | 0.69       | 0.26  | 1.32       | 2.94E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 0.99          | 0.76       | 0.41  | 0.33       | 1.10      | 0.99       | 0.76  | 0.41       | 0.33  | 5.25       | 1.70E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.56       | 3.18          | 1.89       | 1.13  | 0.68       | 1.56      | 3.18       | 1.89  | 1.13       | 0.68  | 2.43       | 5.73E-09 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 舞鶴港        | 和田地区第3埠頭岸壁(既) | 栈橋         | 1975  | 2002       | 205<br>10 | 0.30       | 0.00  | 1.28       | 0.63  | 1.28       | 10       | 30                                     | 50                           |
| 1.91   | 0.72          | 0.36  | 0.29       | 0.19       | 1.91      | 0.72       | 0.36       | 0.29          | 0.19        | 1.86          |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 1.76E-08 |  |                              |
| 1.56   | 1.16          | 0.76  | 0.36       | 0.21       | 1.56      | 1.16       | 0.76       | 0.36          | 0.21        | 3.69          |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 1.26E-08 |  |                              |
| 1.71   | 2.03          | 1.91  | 0.98       | 0.34       | 1.71      | 2.03       | 1.91       | 0.98          | 0.34        | 1.68          |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 1.89E-08 |  |                              |
| 0.68   | 1.06          | 0.64  | 0.38       | 0.28       | 0.68      | 1.06       | 0.64       | 0.38          | 0.28        | 1.09          |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 9.08E-08 |  |                              |
| 0.74   | 0.92          | 0.74  | 0.62       | 0.57       | 0.74      | 0.92       | 0.74       | 0.62          | 0.57        | 2.50          |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 1.01E-08 |  |                              |
| 1.11   | 1.25          | 0.59  | 0.27       | 0.17       | 1.11      | 1.25       | 0.59       | 0.27          | 0.17        | 3.31          |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 3.90E-08 |  |                              |
| 11.33  | 16.61         | 10.83 | 7.19       | 4.37       | 11.33     | 16.61      | 10.83      | 7.19          | 4.37        | 2.49E-08      |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 2.40E-08 |  |                              |
| 1.73   | 2.29          | 1.87  | 1.38       | 0.77       | 1.73      | 2.29       | 1.87       | 1.38          | 0.77        | 2.58          |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 2.40E-08 |  |                              |
| 3.00   | 0.72          | 1.91  | 0.95       | 0.67       | 3.00      | 0.72       | 1.91       | 0.95          | 0.67        | 14.14         |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 8.01E-08 |  |                              |
| 2.84   | 1.81          | 1.16  | 0.95       | 0.61       | 2.84      | 1.81       | 1.16       | 0.95          | 0.61        | 19.50         |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 6.34E-08 |  |                              |
| 神戸港    | *1行付小地区 第7防波堤 | 防波堤   | 1992       | 2004       | 138<br>10 | 1.70       | 0.10       | -             | -           | -             |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            | 10       | 30                                     | 50                           |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 12.96      | 12.30         | 8.92       | 6.57  | 5.89       | 12.96     | 12.30      | 8.92  | 6.57       | 5.89  | 29.33      | 9.88E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 14.29      | 14.99         | 11.21      | 8.19  | 7.31       | 14.29     | 14.99      | 11.21 | 8.19       | 7.31  | 31.28      | 3.73E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 9.38       | 9.94          | 7.31       | 5.56  | 4.60       | 9.38      | 9.94       | 7.31  | 5.56       | 4.60  | 30.32      | 2.89E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 27.60      | 23.30         | 17.00      | 14.50 | 12.90      | 27.60     | 23.30      | 17.00 | 14.50      | 12.90 | 14.34      | 2.05E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 23.16      | 19.80         | 12.40      | 9.20  | 6.44       | 23.16     | 19.80      | 12.40 | 9.20       | 6.44  | 15.80      | 1.61E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 10         | 30            | 50         | 70    | 90         | 10        | 30         | 50    | 70         | 90    | 16.19      | 1.60E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 25.60      | 19.30         | 10.40      | 6.67  | 4.14       | 25.60     | 19.30      | 10.40 | 6.67       | 4.14  | 17.01      | 2.62E-08 |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 11.79      | 7.48          | 2.49       | 2.18  | 1.56       | 11.79     | 7.48       | 2.49  | 2.18       | 1.56  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 12.25      | 8.62          | 2.18       | 1.10  | 1.03       | 12.25     | 8.62       | 2.18  | 1.10       | 1.03  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 10         | 30            | 50         | 70    | 90         | 10        | 30         | 50    | 70         | 90    |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 12.23      | 4.29          | 1.85       | 1.85  | 1.83       | 12.23     | 4.29       | 1.85  | 1.85       | 1.83  |            |          |  |                              |
| 12.94  | 9.26          | 1.54  | 1.08       | 1.06       | 12.94     | 9.26       | 1.54       | 1.08          | 1.06        |               |            |               |            |       |            |           |            |       |            |       |            |          |  |                              |
| 和歌山下津港 | 本港地区岸壁(-12m)  | 岸壁    | 1969       | 1968       | 240       | 1.90       | 0.10       | -             | -           | -             | 10         | 30            | 50         | 70    | 90         | 10        | 30         | 50    | 70         | 90    |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
| 和歌山下津港 | 本港地区岸壁(-13m)  | 岸壁    | 1994       | 2004       | 260       | 1.90       | 0.10       | -             | -           | -             | 10         | 30            | 50         | 70    | 90         | 10        | 30         | 50    | 70         | 90    |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |
|        |               |       |            |            |           |            |            |               |             |               | 1.10       | 1.10          | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10      | 1.10       | 1.10  | 1.10       | 1.10  |            |          |  |                              |

付表-A.6 調査結果一覧表 (その6)

| 港名                | 施設名               | 構造形式 | 竣工年<br>(年) | 調査年<br>(年) | 毎段(10m)<br>ブレイク数 | HWL<br>(m) | LWL<br>(m) | スタブ<br>下面高(m) | コア基礎<br>高さ(m) | 全冠化砂イオン量<br>上段:測位位置(mm) / 下段:測定値(kg/m <sup>3</sup> ) | C <sub>0</sub><br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 冠化係数<br>(cm <sup>2</sup> /s) |       |       |       |          |          |
|-------------------|-------------------|------|------------|------------|------------------|------------|------------|---------------|---------------|--|--|------------------------------|-------|-------|-------|----------|----------|
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               |  |  |                              | 10    | 30    | 50    | 70       | 90       |
| 和歌山下横港            | 本港地区防波堤 (外)       | 防波堤  | 1971       | 2004       | 2200             | 1.90       | 0.10       |               | 1.10          | 08s.38   | 25.01                                  | 23.39                        | 18.13 | 12.83 | 10.58 | 28.39    | 4.94E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.87   | 15.35                                  | 13.86                        | 12.17 | 11.92 | 6.34  | 17.43    | 7.49E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.14   | 20.77                                  | 13.86                        | 3.72  | 1.21  | 1.39  | 26.97    | 4.11E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.45   | 9.50                                   | 2.44                         | 1.56  | 1.05  | 1.08  | 13.67    | 1.07E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.5  | 12.58                                  | 9.06                         | 3.26  | 2.31  | 1.87  | 15.32    | 2.96E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
| 高松港               | 朝日地区 1号石波堤 (5.5m) | 防波堤  | 1971       | 2000       | 180              | 2.48       | 0.00       | 不明            | 1.10          | 08s.10   | 14.39                                  | 7.74                         | 3.12  | 2.16  | 1.85  | 17.55    | 2.18E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.11   | 13.00                                  | 7.75                         | 4.97  | 3.08  | 1.63  | 14.84    | 1.76E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.12   | 18.45                                  | 16.12                        | 10.96 | 8.72  | 4.46  | 21.32    | 3.96E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.13   | 22.68                                  | 10.95                        | 7.73  | 3.86  | 2.48  | 28.12    | 1.31E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 08s.14   | 14.58                                  | 9.43                         | 5.73  | 4.05  | 2.67  | 16.39    | 2.13E-08 |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               |               | 10   | 30                                     | 50                           | 70    | 90    |       |          |          |
| 朝日地区 2号石波堤 (5.5m) | 防波堤               | 1976 | 2000       | 180        | 2.48             | 0.00       | 不明         | 1.10          | 08s.15        | 26.70  | 13.29                                  | 7.77                         | 3.77  | 2.55  | 31.87 | 1.12E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.16        | 26.22  | 12.17                                  | 6.58                         | 4.39  | 2.35  | 31.47 | 1.01E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.17        | 15.73  | 12.44                                  | 7.77                         | 4.80  | 3.57  | 18.21 | 2.70E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.18        | 24.38  | 14.77                                  | 18.26                        | 6.35  | 4.60  | 27.34 | 1.89E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.19        | 10.01  | 23.09                                  | 11.32                        | 8.00  | 4.60  | 38.93 | 1.78E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
| 朝日地区 3号石波堤 (5.5m) | 防波堤               | 1976 | 2000       | 180        | 2.48             | 0.00       | 不明         | 1.10          | 08s.20        | 15.41  | 9.75                                   | 1.98                         | 1.89  | 2.16  | 19.82 | 9.20E-09 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.21        | 18.65  | 12.33                                  | 7.73                         | 5.11  | 3.57  | 21.00 | 2.31E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.22        | 23.71  | 21.07                                  | 12.93                        | 7.48  | 4.88  | 28.46 | 2.98E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.23        | 16.47  | 34.85                                  | 21.94                        | 13.85 | 10.10 | 53.37 | 2.70E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.24        | 14.84  | 9.53                                   | 6.26                         | 3.57  | 1.94  | 17.06 | 2.00E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
| 朝日地区 4号石波堤 (5.5m) | 防波堤               | 1976 | 2000       | 180        | 2.48             | 0.00       | 不明         | 1.10          | 08s.25        | 17.53  | 13.39                                  | 18.99                        | 5.84  | 4.00  | 20.45 | 2.89E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.26        | 9.91   | 10.53                                  | 16.92                        | 5.87  | 4.12  | 14.14 | 4.53E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.27        | 7.73   | 8.33                                   | 5.73                         | 4.51  | 3.01  | 11.42 | 4.22E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.28        | 26.17  | 26.17                                  | 16.84                        | 10.63 | 7.73  | 39.83 | 2.79E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 08s.29        | 6.55   | 10.33                                  | 7.25                         | 4.05  | 2.46  | 16.62 | 2.63E-08 |          |
|                   |                   |      |            |            |                  |            |            |               | 10            | 30   | 50                                     | 70                           | 90    |       |       |          |          |
| 08s.30            | 5.06              | 6.81 | 4.05       | 2.92       | 2.02             | 10.15      | 2.84E-08   |               |               |  |  |                              |       |       |       |          |          |
| 10                | 30                | 50   | 70         | 90         |                  |            |            |               |               |  |  |                              |       |       |       |          |          |

付表-A.7 調査結果一覧表 (その7)

| 港名   | 施設名             | 構造形式 | 竣工年<br>(年) | 調査年<br>(年) | 塩化ナトリウム<br>の濃度<br>(%) | HWL<br>(cm) | LWL<br>(cm) | スラブ<br>下面高(cm) | スラブ<br>上面高(cm) | コンクリート<br>厚さ(cm) | 全量塩化ナトリウム量  |             |             |             |             | C <sub>0</sub><br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 拡散係数<br>(cm <sup>2</sup> /s) |      |      |
|------|-----------------|------|------------|------------|-----------------------|-------------|-------------|----------------|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|------------------------------|------|------|
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  | 上部:測定位置(mm) | 下部:測定位置(mm) | 上部:測定位置(mm) | 下部:測定位置(mm) | 下部:測定位置(mm) |  |                              |      |      |
| 横 港  | 倉島地区 岸壁 (-4.5m) | 栈橋   | 1972       | 2001       | 12                    | 1.80        | 0.00        | 3.60           | スラブ上面          | ①                | 3.90        | 30          | 50          | 190         | 1.33        | 5.89E-06                               |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | 10          | 30          | 50          | 70          | 290                                    | 310                          |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | 0.71        | 1.36        | 1.43        | 1.36        | 0.99                                   | 0.78                         | 1.08 |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ②           | 1.43        | 1.29        | 1.32        | 1.22                                   | 1.20                         | 1.08 | 1.05 |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ③           | 0.87        | 1.32        | 0.64        | 0.35                                   |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ④           | 0.85        | 1.18        | 0.71        | 0.49                                   | 0.33                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑤           | 1.55        | 2.61        | 1.76        |  |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑥           | 2.61        | 1.39        | 0.68        |  |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑦           | 1.34        | 1.01        | 0.66        | 0.63                                   | 1.29                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑧           | 2.02        | 2.42        | 2.48        | 0.97                                   | 1.01                         |      |      |
| 小松島港 | 金剛地区岸壁          | 栈橋   | 1971       | 2001       | 20                    | 1.80        | 0.00        | 3.05           | スラブ上面          | ①                | 3.05        | 10          | 30          | 50          | 70          | 90                                     |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | 0.48        | 2.11        | 0.97        | 2.94        | 0.76                                   |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ②           | 6.56        | 5.40        | 5.06        | 3.68                                   | 3.27                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ③           | 2.08        | 3.40        | 3.53        | 1.77                                   | 1.70                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ④           | 3.72        | 2.33        | 1.89        | 2.37                                   | 1.36                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑤           | 3.43        | 3.73        | 3.73        | 1.72                                   | 1.01                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑥           | 2.53        | 3.01        | 2.76        | 0.55                                   | 1.10                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑦           | 7.34        | 15.20       | 9.02        | 3.04                                   |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑧           | 7.04        | 17.31       | 6.03        | 4.62                                   | 3.59                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑨           | 5.17        | 5.80        | 4.21        | 3.36                                   | 1.89                         |      |      |
| 島取港  | 防波堤             | 防波堤  | 1976       | 2004       | 不明                    | 0.47        | 0.10        | 1.09           | スラブ上面          | ①                | 0.72        | 15          | 45          | 75          | 105         | 135                                    |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | 28.00       | 27.70       | 16.20       | 14.50       | 12.80                                  |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ②           | 13.92       | 12.33       | 10.15       | 7.11                                   | 3.53                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ③           | 15          | 45          | 75          | 105                                    | 135                          |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ④           | 11.60       | 12.20       | 8.66        | 5.89                                   | 4.05                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑤           | 14.73       | 16.56       | 13.80       | 10.84                                  | 10.26                        |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑥           | 25.20       | 17.60       | 10.20       | 5.91                                   | 3.42                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑦           | 16.17       | 13.34       | 9.95        | 6.10                                   | 3.08                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑧           | 5.56        | 4.63        | 4.82        | 3.51                                   | 2.01                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑨           | 5.61        | 7.83        | 5.38        | 5.32                                   | 3.89                         |      |      |
| 猪港   | 外港2号(-7.5m)岸壁   | 栈橋   | 1967       | 1999       | 11                    | 0.30        | 0.00        | 1.50           | スラブ上面          | ①                | 1.03        | 10          | 30          | 50          | 70          | 90                                     |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | 0.30        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00                                   |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ②           | 4.37        | 4.78        | 3.47        | 2.93                                   | 1.69                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ③           | 5.24        | 5.33        | 3.91        | 2.10                                   | 1.45                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ④           | 7.79        | 4.21        | 3.50        | 2.41                                   | 1.36                         |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑤           | 1.30        | S-①         |             |  |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑥           |             |             |             |  |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑦           |             |             |             |  |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑧           |             |             |             |  |                              |      |      |
|      |                 |      |            |            |                       |             |             |                |                |                  |             | ⑨           |             |             |             |  |                              |      |      |

付表-A.8 調査結果一覧表 (その8)

| 港名 | 施設名    | 構造形式              | 竣工年(年) | 調査年(年) | 延長(m)<br>ノット数 | HWL (m) | LWL (m) | スラブ<br>下面高(m) | 梁<br>下面高(m) | コンクリート<br>高さ(m) | 全炭化物付分率<br>上段:浸透位置(mm) / 下段:浸透位置(mm)                       | Ca<br>(%) | 塩化係数<br>(cm <sup>2</sup> /s) |
|----|--------|-------------------|--------|--------|---------------|---------|---------|---------------|-------------|-----------------|--|-----------|------------------------------|
| ※  | 広島港    |                   |        |        | 325<br>16     | 3.79    | 0.00    | 4.30          | 3.50        | 4.30            | 15 30 50 80 110<br>2.75 1.15 0.71 0.62 0.67                | 3.70      | 9.97E-09                     |
| ※  |        |                   |        |        |               |         |         | 4.30          |             | 4.30            | 15 30 50 80 110<br>0.27 0.18 0.18 0.27 0.18                | 0.23      | 2.91E-06                     |
| ※  |        |                   |        |        |               |         |         | 3.65          |             | 3.65            | 梁側面 梁端①<br>11.57 7.24 4.11 0.77 0.25                       | 15.79     | 1.30E-08                     |
| ※  |        |                   |        |        |               |         |         | 3.95          |             | 3.95            | 梁側面 梁端②<br>2.72 1.45 0.97 0.73 0.81                        | 2.73      | 3.69E-06                     |
| ※  |        |                   |        |        |               |         |         | 3.65          |             | 3.65            | 梁側面 梁端③<br>7.38 4.15 1.29 0.13 0.15                        | 11.58     | 7.43E-09                     |
| ※  |        |                   |        |        |               |         |         | 3.95          |             | 3.95            | 梁側面 梁端④<br>0.41 0.31 0.16 0.17 0.18                        | 0.40      | 8.12E-08                     |
|    |        | 防波堤               | 1969   | 1999   | 465           | 3.90    | 0.00    | 5.00          | 2.00        | 3.50            | 防波堤天面 防波堤<br>10.94 17.41 15.13 15.41 8.69                  | 20.86     | 1.04E-07                     |
|    | 山口県物井港 | フェリー桟橋            | 1972   | 2003   | 55<br>2       | 3.04    | 0.00    | 3.65          | 2.85        | 2.85            | 橋下面 ①<br>15 45 75<br>15 30 9.86 4.95                       | 19.81     | 2.21E-06                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.20          |             | 3.20            | 梁側面 ②<br>21.00 9.92 4.97                                   | 24.44     | 3.08E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.20          |             | 3.20            | 梁側面 ③<br>7.81 4.84 4.82                                    | 28.68     | 1.46E-08                     |
|    | 北九州港   | 葛葉地区(-11m) 8号岸壁   | 1965   | 1998   | 195<br>10     | 2.10    | 0.00    | 3.35          | 2.35        | 2.55            | 断面修復<br>材(梁側面) A-3<br>5 15 25 50<br>15.0 0.3 0.2 0.3       | 40.27     | 1.66E-09                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.55          |             | 2.55            | 断面修復<br>材(梁側面) A-7<br>5 15 25 50                           | 32.39     | 1.18E-09                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.55          |             | 2.55            | 普通モルタル<br>(梁側面) B-3<br>14.2 11.0 4.8 0.3                   | 17.60     | 3.27E-06                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.55          |             | 2.55            | 普通モルタル<br>(梁側面) B-7<br>15.4 11.5 7.2 0.6                   | 18.36     | 1.83E-08                     |
|    | 博多港    | 箱崎埠頭(-12.0m) 3号岸壁 | 1986   | 2002   | 294<br>13     | 2.16    | 0.07    | 2.75          | 1.75        | 1.40            | 前垂前面 ①<br>10 30 50 70 130<br>11.93 5.19 1.03 0.14 0.00     | 16.47     | 8.24E-09                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 1BLx77 S-①<br>10 30 50 70 90                               | 10.82     | 2.66E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.60          |             | 2.60            | 2BL梁 B-①<br>17.66 18.02 17.40 14.42 15.41                  | 19.62     | 3.28E-07                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 3BLx77 S-②<br>10 30 50 70 90                               | 7.28      | 3.43E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.60          |             | 2.60            | 4BL梁 B-②<br>6.14 6.11 4.34 3.07 2.11                       | 13.50     | 3.88E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 普通モルタル<br>(梁側面) S-③<br>12.38 10.87 7.74 6.59 4.86          | 9.20      | 4.64E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.60          |             | 3.60            | 6BL梁 B-③<br>9.24 6.36 5.44 4.52 4.28                       | 17.95     | 7.13E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 7BLx77 S-④<br>7.62 9.53 13.36 9.21 9.62                    | 14.07     | 2.98E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.60          |             | 2.60            | 8BL梁 B-④<br>13.39 9.77 6.74 6.48 4.29                      | 13.08     | 3.80E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 普通モルタル<br>(梁側面) S-⑤<br>7.75 9.64 8.10 6.34 4.19            | 12.20     | 4.50E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.60          |             | 2.60            | 10BL梁 B-⑤<br>10.96 9.55 8.12 5.72 4.40                     | 12.13     | 6.37E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 11BLx77 S-⑥<br>10 30 50 70 90<br>12.66 8.18 7.03 5.71 3.48 | 12.70     | 2.95E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.60          |             | 2.60            | 12BL梁 B-⑥<br>13.25 12.56 9.60 8.58 7.03                    | 15.21     | 5.92E-08                     |
|    | 博多港    | 須崎地区(-11m)岸壁      | 1965   | 2002   | 165<br>13     | 2.16    | 0.07    | 3.00          | 2.25        | 3.00            | 1BLx77 S-⑦<br>10 30 50 70 90                               | 14.98     | 7.41E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 2.60          |             | 2.60            | 2BL梁 B-⑧<br>14.67 11.36 10.40 9.49 7.31                    | 18.17     | 4.05E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 普通モルタル<br>(梁側面) S-⑨<br>11.24 14.87 9.74 8.63 7.17          | 9.60      | 2.28E-08                     |
|    |        |                   |        |        |               |         |         | 3.00          |             | 3.00            | 9.34 5.44 4.38 3.55 2.62                                   |           |                              |

付表-A.9 調査結果一覧表 (その9)

| 港名     | 施設名                          | 構造形式 | 竣工年<br>(年) | 調査年<br>(年) | 調査年<br>/年数 | HWL<br>(m) | LWL<br>(m) | スラブ<br>下面高(m) | 壁<br>下面高(m) | コア採取<br>高さ(m) | 全塩化物イオン量     |       |       |       |       |      |       |          |    |    | C <sub>0</sub><br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 試料採取<br>(cm <sup>2</sup> /s) |
|--------|------------------------------|------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|---------------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|----------|----|----|--|------------------------------|
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 10           | 30    | 50    | 70    | 90    | 10   | 30    | 50       | 70 | 90 |  |                              |
| 博多港    | 須崎地区2 <sup>号</sup> -x(-1m岸壁) | 棧橋   | 1965       | 2002       | 195<br>13  | 2.16       | 0.07       | 3.00          | 2.25        | 2.60          | 4BL梁 B-②     | 17.40 | 12.81 | 10.57 | 7.91  | 5.05 | 18.86 | 2.96E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 5BLx77' S-③  | 10.86 | 9.34  | 6.85  | 5.95  | 3.56 | 12.10 | 3.64E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 6BL梁 B-④     | 11.37 | 11.40 | 8.30  | 6.62  | 4.42 | 15.60 | 3.06E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 7BLx77' S-⑤  | 13.22 | 9.35  | 8.03  | 4.48  | 3.27 | 14.64 | 2.28E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 8BL梁 B-⑥     | 11.10 | 5.90  | 5.02  | 3.80  | 2.58 | 11.53 | 1.89E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 9BLx77' S-⑦  | 7.79  | 8.43  | 4.42  | 3.59  | 2.89 | 11.98 | 1.95E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 10BL梁 B-⑧    | 11.03 | 8.29  | 5.82  | 4.24  | 3.18 | 12.13 | 2.44E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 11BLx77' S-⑨ | 14.39 | 9.57  | 6.84  | 4.87  | 3.77 | 15.56 | 2.04E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 12BL梁 B-⑩    | 13.69 | 11.57 | 9.24  | 6.25  | 4.98 | 15.27 | 3.53E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 13BLx77' S-⑪ | 11.79 | 9.49  | 6.54  | 7.52  | 5.35 | 12.20 | 5.02E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 14BL梁 B-⑫    | 15.73 | 14.25 | 11.39 | 10.17 | 9.30 | 16.69 | 8.92E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 2BLx77' S-⑬  | 6.48  | 5.47  | 4.40  | 3.48  | 3.52 | 6.78  | 6.30E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 3BL梁 B-⑭     | 12.62 | 9.34  | 7.67  | 5.89  | 4.66 | 13.28 | 3.84E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 4BLx77' S-⑮  | 10.22 | 9.31  | 7.05  | 4.58  | 4.41 | 11.51 | 3.96E-08 |    |    |  |                              |
| 大分県臼杵港 | 岸壁A                          | 棧橋   | 1970       | 2000       | 188<br>8   | 1.94       | 0.00       | 不明            | 不明          | 不明            | 5BL梁 B-③     | 9.57  | 9.55  | 7.94  | 6.31  | 5.57 | 10.87 | 8.66E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 6BLx77' S-④  | 11.10 | 7.27  | 6.28  | 4.35  | 2.82 | 11.87 | 2.43E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 7BL梁 B-⑤     | 16.57 | 11.57 | 11.08 | 9.49  | 7.41 | 16.85 | 5.70E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 8BLx77' S-⑥  | 8.10  | 5.23  | 5.57  | 5.02  | 3.53 | 7.95  | 6.41E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 9BL梁 B-⑦     | 12.03 | 10.08 | 9.42  | 5.56  | 4.30 | 13.54 | 3.82E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 10BLx77' S-⑧ | 12.31 | 9.71  | 7.43  | 5.75  | 6.03 | 12.78 | 4.66E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 11BL梁 B-⑨    | 11.79 | 8.33  | 7.24  | 6.48  | 6.96 | 11.26 | 8.23E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 12BLx77' S-⑩ | 12.60 | 14.64 | 12.06 | 12.31 | 9.41 | 18.84 | 7.47E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | x77' ①       | 1.89  | 1.66  | 1.15  |       |      | 2.13  | 4.05E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 浸抜部 ②        | 0.69  | 0.69  | 0.69  |       |      | 0.69  | 1.49E-01 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | x77' ③       | 2.48  | 3.06  | 2.07  |       |      | 4.81  | 2.13E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | 浸抜部 ④        | 2.12  | 0.64  | 0.74  |       |      | 2.61  | 6.23E-09 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | x77' ⑤       | 1.68  | 2.12  | 1.52  |       |      | 3.14  | 2.69E-08 |    |    |  |                              |
|        |                              |      |            |            |            |            |            |               |             |               | x77' ⑥       | 1.45  | 0.69  | 0.67  |       |      | 1.62  | 1.35E-08 |    |    |  |                              |
| x77' ⑦ | 2.14                         | 2.12 | 1.47       |            |            | 2.41       | 6.75E-08   |               |             |               |              |       |       |       |       |      |       |          |    |    |  |                              |
| x77' ⑧ | 2.07                         | 0.62 | 0.62       |            |            | 2.65       | 5.21E-09   |               |             |               |              |       |       |       |       |      |       |          |    |    |  |                              |

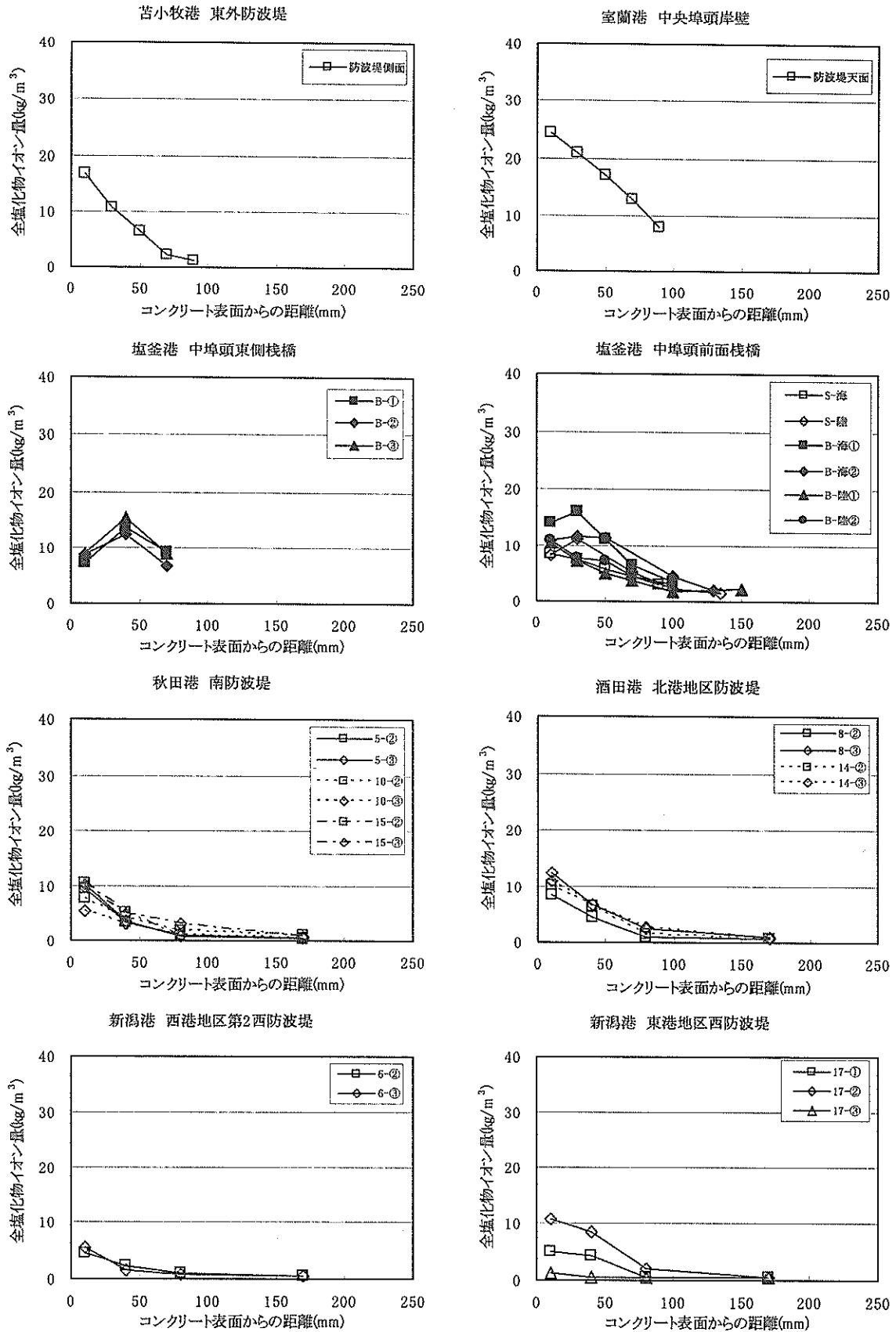
山路徹・中野松二・濱田秀則

付表-A.10 調査結果一覧表 (その10)

| 港名   | 堤防名                 | 堤防形式 | 竣工年<br>(年) | 調査年<br>(年) | 堤防<br>形式<br>不明 | 堤防<br>長さ<br>(m) | HWL<br>(m) | LWL<br>(m) | スラブ<br>上面高(m)<br>桁下1.5m | 堤<br>上面高(m) | コア採取<br>高さ(m) | 全塩化物イオン量   |      |      |      |      |       |          |          |    |    | C <sub>0</sub><br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 取戻係数<br>(cm <sup>2</sup> /s) |
|------|---------------------|------|------------|------------|----------------|-----------------|------------|------------|-------------------------|-------------|---------------|------------|------|------|------|------|-------|----------|----------|----|----|--|------------------------------|
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 10         | 30   | 50   | 70   | 90   | 10    | 30       | 50       | 70 | 90 |  |                              |
| 堀島港  | 堀島橋                 | 橋梁   | 1978       | 1999       | 不明             | 不明              | 3.00       | 0.00       | 不明                      | 不明          | 不明            | 床板 ①       | 2.3  | 4.2  | 3.0  | 2.1  | 2.1   | 5.42     | 6.33E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 主桁 ②       | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 23.19    | 2.14E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 桁受部 ③      | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 2.96     | 1.60E-07 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 橋台 ④       | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 17.13    | 3.40E-08 |    |    |  |                              |
| 長崎港  | 小ヶ倉物地区 (-12m) 岸壁    | 岸壁   | 1969       | 2004       | 不明             | 不明              | 3.30       | 0.00       | -                       | -           | 2.75          | 前面 No.2    | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 21.81    | 1.33E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前面 No.3    | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 16.37    | 1.38E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前面 No.6    | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 21.75    | 1.35E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前面 ①       | 40   | 80   |      |      |       | 7.68     | 2.09E-08 |    |    |  |                              |
| 志布志港 | 若砥地区 岸壁 (-7.5m)     | 岸壁   | 1983       | 2000       | 不明             | 不明              | 2.40       | 0.00       | -                       | -           | 1.10          | 前面 ②       | 40   | 80   |      |      |       | 5.66     | 2.35E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前面 ③       | 40   | 80   |      |      |       | 7.74     | 1.96E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前面 ④       | 40   | 80   |      |      |       | 8.96     | 2.31E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前面 ⑤       | 40   | 80   |      |      |       | 10.23    | 2.20E-08 |    |    |  |                              |
| 鹿見島港 | 新港5号岸壁 (-9.0m)      | 岸壁   | 1966       | 2004       | 不明             | 不明              | 2.827      | 0.00       | -                       | -           | 3.80          | 上部工上面 4BL  | 15   | 45   | 75   | 105  | 18.99 | 1.84E-08 |          |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 上部工上面 8BL  | 15   | 45   | 75   | 105  | 12.73 | 3.62E-08 |          |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 上部工上面 16BL | 15   | 45   | 75   | 105  | 13.85 | 1.94E-08 |          |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 上部工上面 1BL  | 15   | 45   | 75   | 105  | 10.00 | 1.28E-08 |          |    |    |  |                              |
| 石垣港  | No.43枝橋 岸壁 (-4.5m)  | 枝橋   | 1988       | 2001       | 不明             | 不明              | 1.90       | 0.10       | 2.65                    | 1.85        | 2.25          | 前部前面 No.43 | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 9.95     | 4.17E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 梁側面 B-①    | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 15.28    | 5.99E-07 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 梁側面 B-②    | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 18.14    | 1.97E-07 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 梁側面 B-③    | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 14.15    | 2.00E-07 |    |    |  |                              |
| 石垣港  | No.45枝橋 物部堤 (-4.0m) | 枝橋   | 1991       | 2001       | 不明             | 不明              | 1.90       | 0.10       | 2.65                    | 1.90        | 2.65          | スワ下下面 S-①  | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 11.83    | 2.95E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | スワ下下面 S-②  | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 14.52    | 8.85E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前部前面 No.45 | 10   | 30   | 50   | 70   | 90    | 11.54    | 9.52E-08 |    |    |  |                              |
|      |                     |      |            |            |                |                 |            |            |                         |             |               | 前部前面 No.45 | 9.54 | 8.84 | 6.91 | 4.94 | 3.03  | 11.12    | 1.29E-07 |    |    |  |                              |

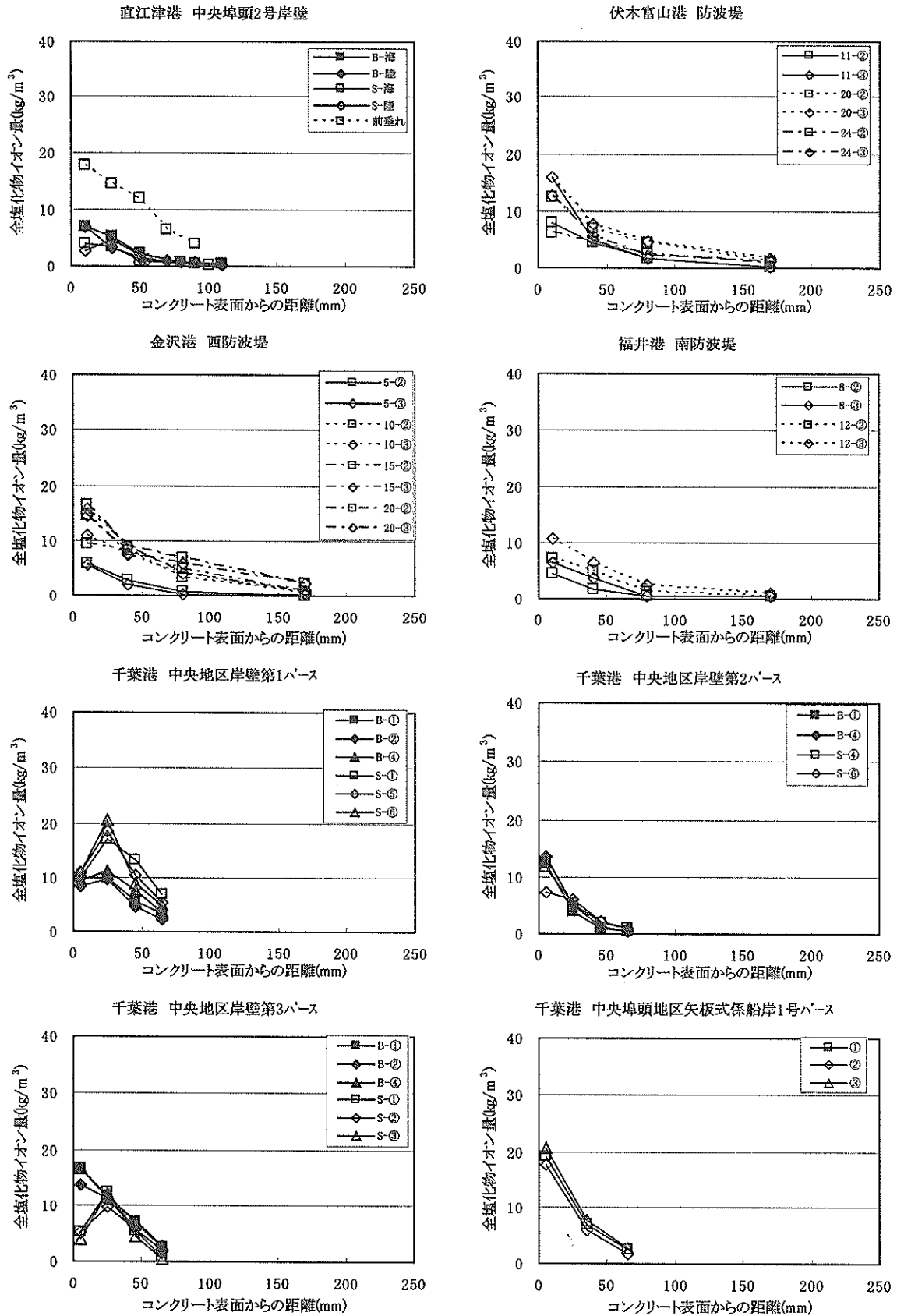
注「※」印は本研究において追加で現地調査を実施した箇所を示す。

港湾コンクリート構造物における塩害環境の定量的評価手法に関する検討



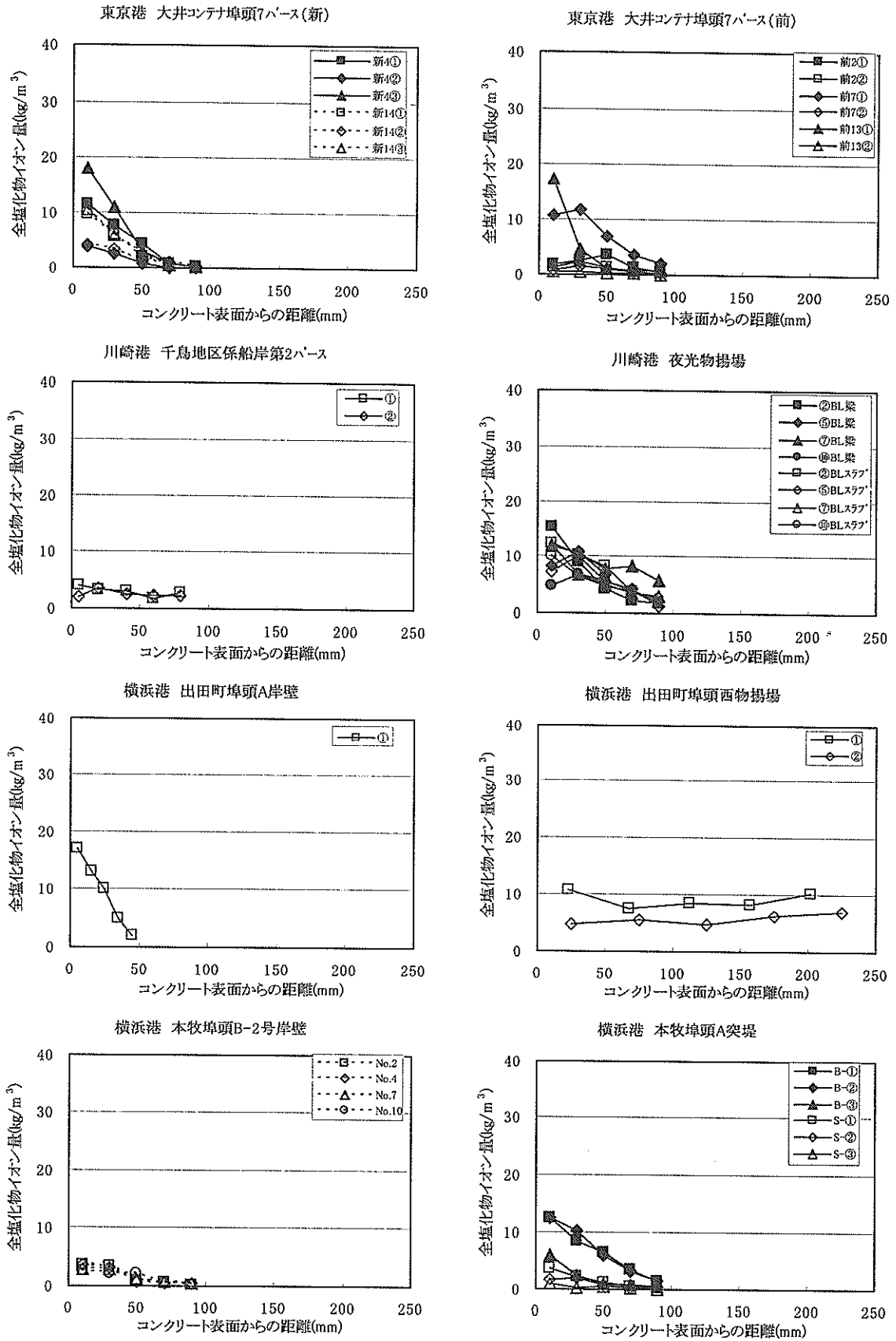
付図-B.1 全塩化物イオン量分布 (その1)



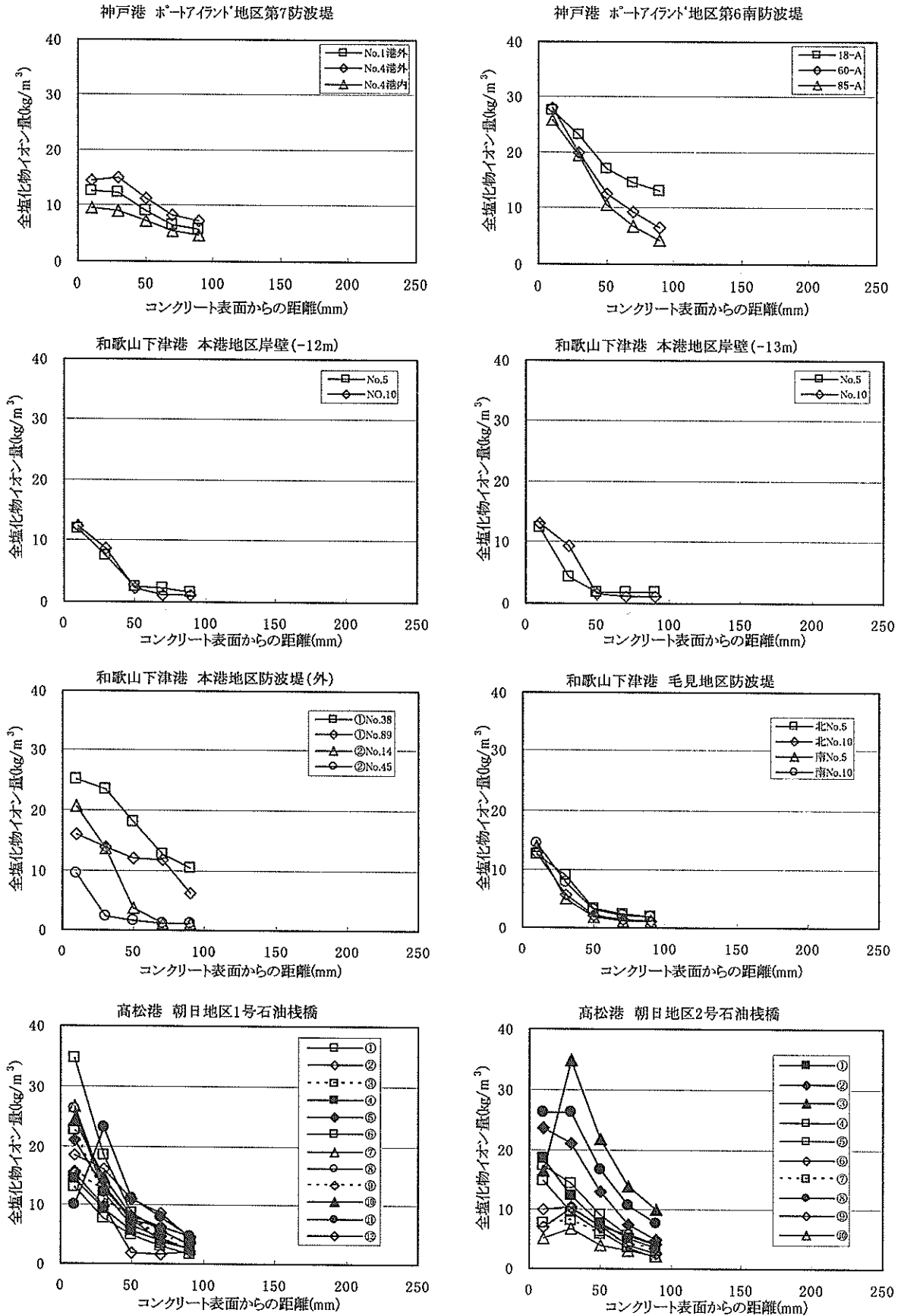


付図-B.2 全塩化物イオン量分布 (その2)

港湾コンクリート構造物における塩害環境の定量的評価手法に関する検討

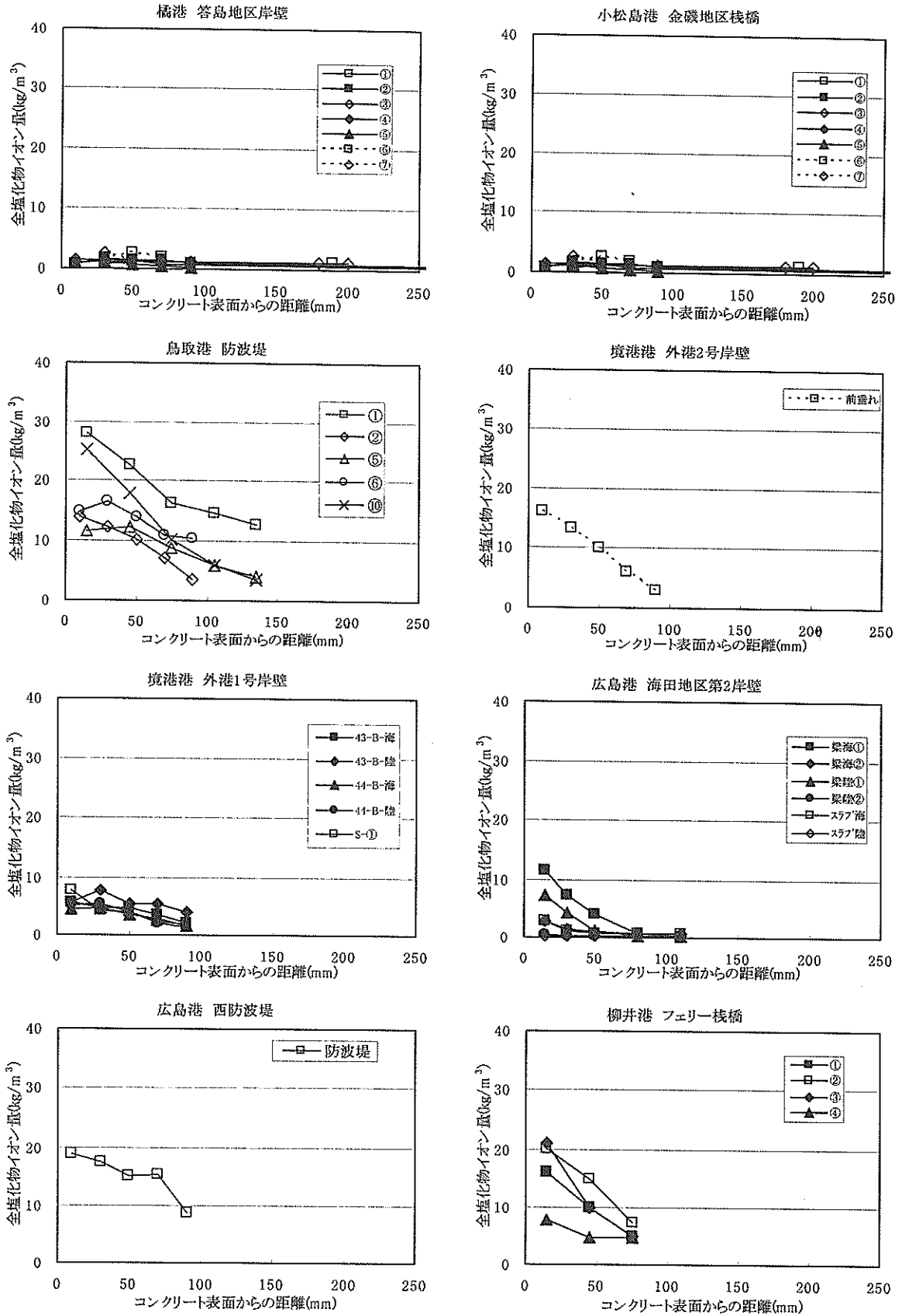


付図-B.3 全塩化物イオン量分布 (その3)

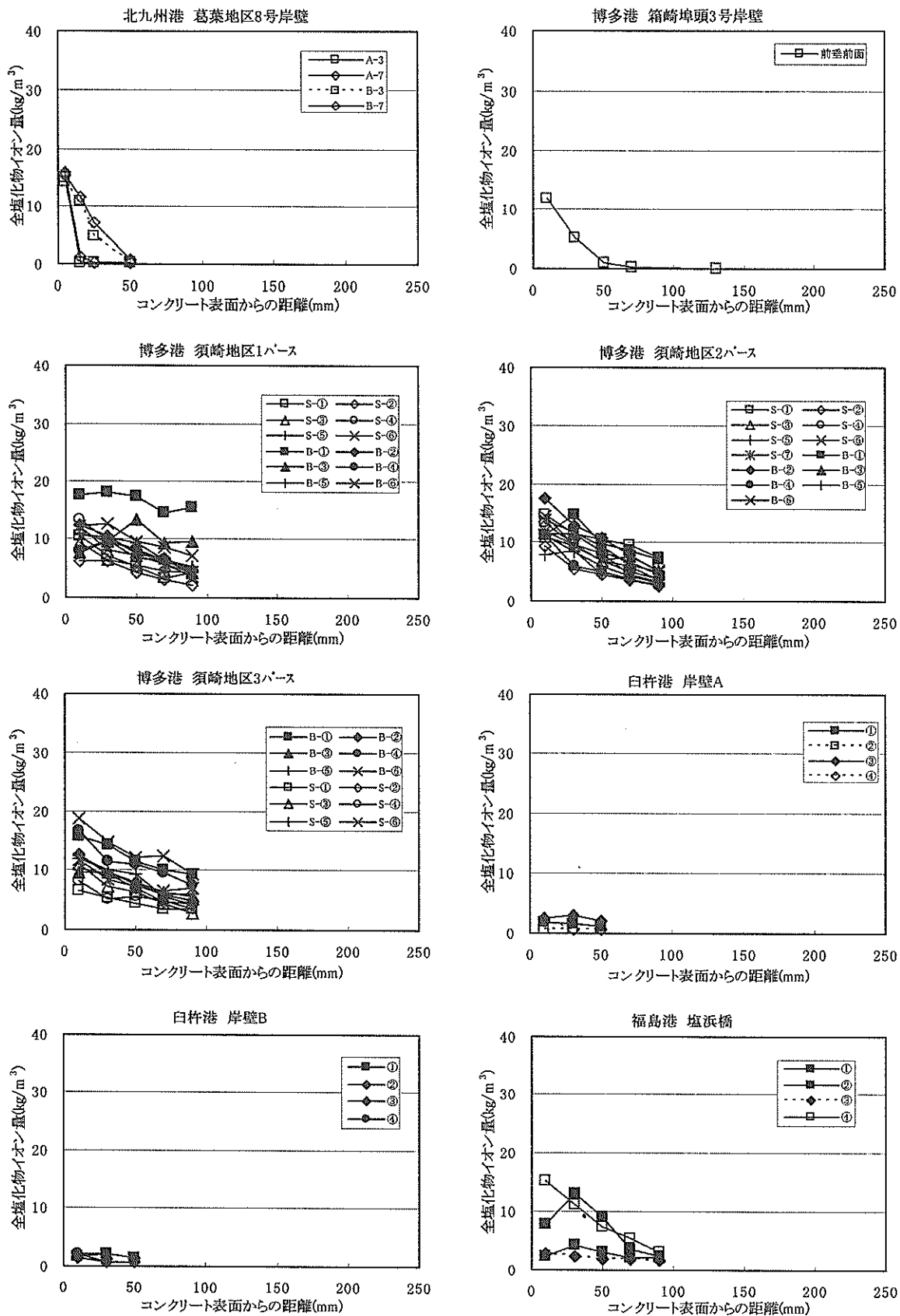


付図-B.4 全塩化物イオン量分布 (その4)

港湾コンクリート構造物における塩害環境の定量的評価手法に関する検討

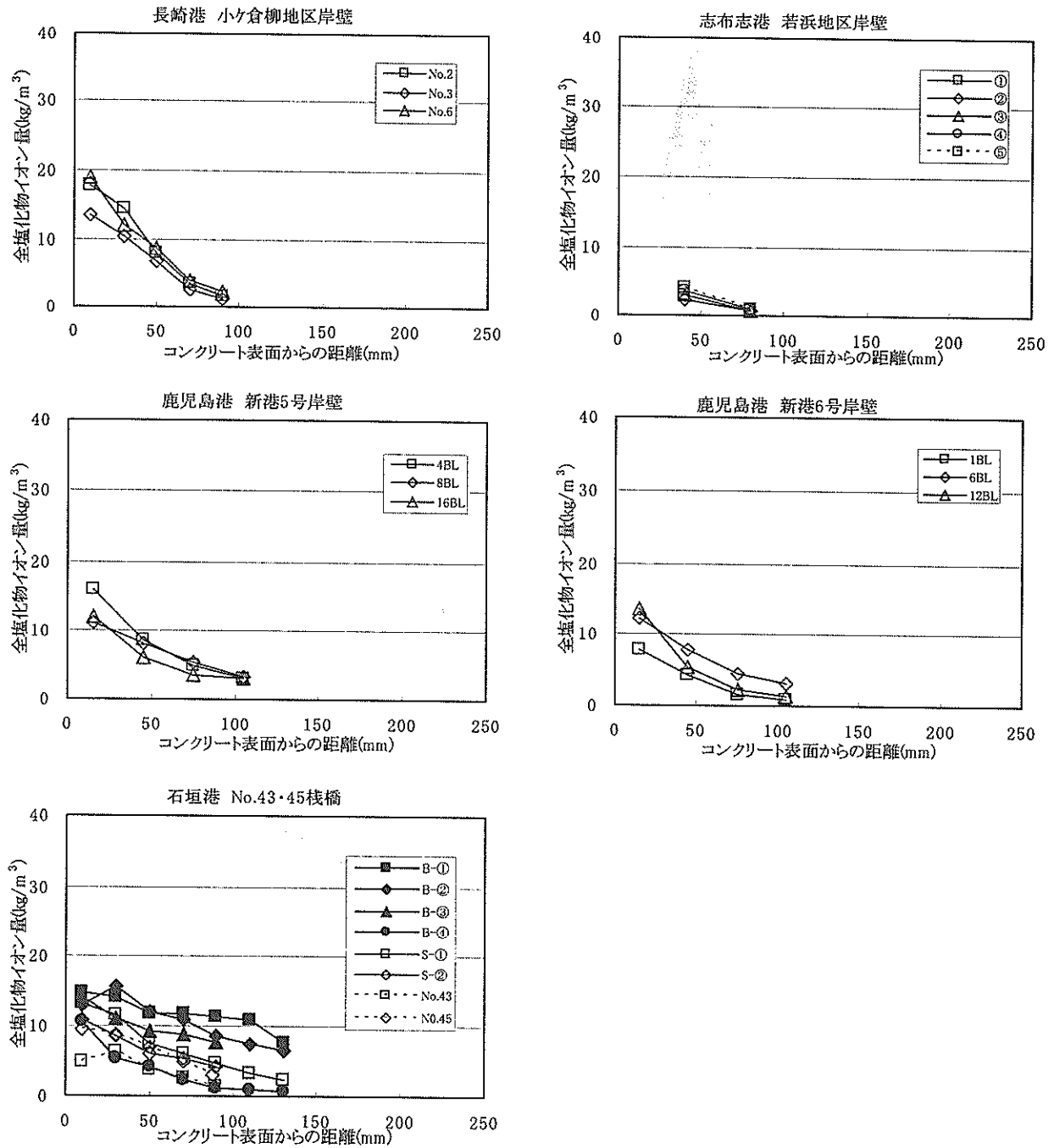


付図-B.5 全塩化物イオン量分布 (その5)



付図-B.6 全塩化物イオン量分布 (その6)

港湾コンクリート構造物における塩害環境の定量的評価手法に関する検討



付図-B.7 全塩化物イオン量分布 (その7)