

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金  
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 宛

## 研究概要書

研究課題：塩害劣化した高速道路施設の地震時の安全評価予測手法の開発

研究代表者：長岡技術科学大学工学部 助教 中村 文則

### 1. はじめに

コンクリート構造物では、飛来塩分や凍結防止剤による塩分の作用により内部鉄筋が腐食し、構造物の耐力が低下するため問題となっている。本研究では、コンクリート構造物の表面に到達する塩分量の分布を予測し、構造物各部位の塩害による鉄筋腐食位置の推定を行った。さらに、コンクリート橋梁を対象に地震外力が作用した場合の安全性について評価を行った。

### 2. 対象とした橋梁施設

研究の対象とした橋梁施設は、新潟県上越地方に位置する橋梁である。この橋梁は、PC 単純ボストテンションバイプレ方式構造のコンクリート橋である。供用開始は2001年11月であり、現在、約16年が経過している。橋梁の寸法は橋長83m、桁幅30mである。

### 3. 橋梁施設に作用する塩分量の現地観測

#### 3-1 現地観測の項目及び方法

橋桁周辺の大気中を輸送する塩分量と橋桁各部位表面に到達する塩分量を把握するために、現地観測を実施した。観測項目は、大気中の飛来塩分量、風速・風向、橋桁表面に到達した飛来塩分粒子の粒径とした。風速・風向は三杯式プロペラ風速計を用いて測定を行った。大気中の飛来塩分量の測定は、ガーゼ法による塩分捕捉器を作製して実施した。壁面に到達する飛来塩分粒子の採取は、寸法76mm×52mmの感水試験紙(Syngenta製)を用いて行った。

#### 3-2 現地観測点の配置と観測時間

大気中の飛来塩分と風速の測定を行った観測点は3地点であり、風速計12台、塩分捕捉器9個を配置した。各観測点では、風速計、塩分捕捉器を地表面から高さ1.0、1.5、2.0、2.5mに設置した。現地観測時間は約2時間である。感水試験紙による飛来塩分粒子の採取点は、橋桁の観測点No.B1～B19の19点を配置した。感水試験紙による観測時間は10～15分である。

#### 3-3 観測結果および結果

図-1は、橋桁各部位に到達した塩分量を比較した結果である。図の値は、各観測点に設置した感水試験紙に到達した飛来塩分粒子の粒径とその数から塩分量に変換したものである。図に示すように、橋桁の壁面に到達している飛来塩分量は、海側と陸側高欄の海側壁面で到達した塩分量が大きい傾向が見られる。一方で、高欄の陸側壁面と主桁下面に到達する塩分量は小さい傾向であった。

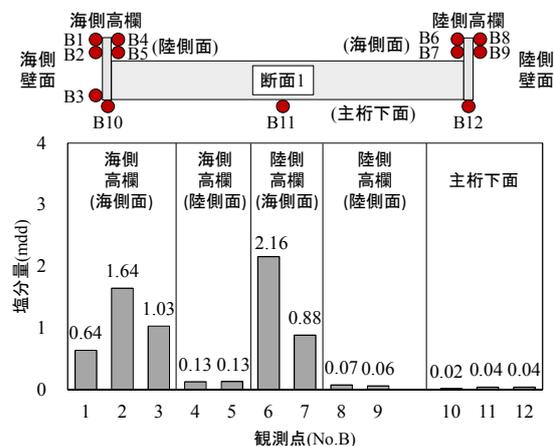


図-1 橋桁各部位に到達した塩分量

## 4. 橋梁施設の表面塩分量の予測と塩害劣化検討

### 4-1 予測モデル及び計算ケース

飛来塩分の発生・輸送過程及び構造物表面への到達に関する数値シミュレーションモデルを構築し、橋桁表面に到達する飛来塩分量の予測を行った。

計算は、開発した数値モデルのパラメータの調整と検証として、2017年3月3日に実施した現地観測結果を再現したケース、冬季の代表的な自然環境条件において、橋桁表面の塩分量の予測を行ったケースの合計2ケースである。

### 4-2 計算結果及び考察

図-2は現地観測の条件を再現した飛来塩分の計算結果である。海域から発生した飛来塩分が大気中の風の分布に応じて、内陸側へ輸送されていることが確認できる。冬季の代表的な自然環境条件で橋桁表面に到達する飛来塩分量を予測した計算結果を図-3に示す。図に示すように、橋桁の海側に向いている壁面では塩分量が大きくなっており、橋桁下部面では塩分量が小さくなる傾向が見られた。

### 4-3 橋桁各部位の塩分劣化予測に関する検討

主桁下面に到達した塩分量の傾向から、橋桁主桁の塩害劣化について検討を行った。今回の検討では、計算結果の傾向からA1-P1径間(右岸)の主桁G22~23区間で内部鉄筋断面の腐食量を仮想的に20%減少させるとともに、P1-A2径間(左岸)のG20~23区間で15%減少させることとした。

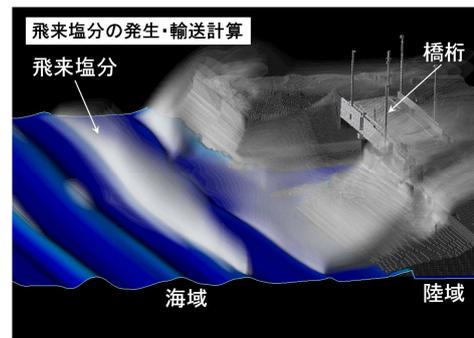


図-2 飛来塩分の計算結果

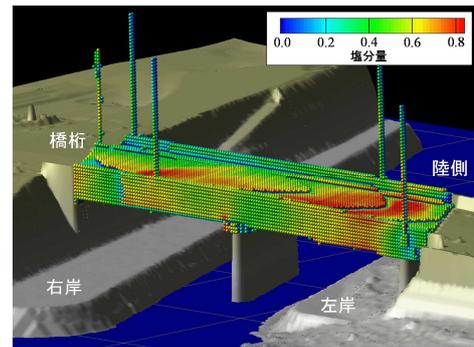


図-3 橋桁表面の飛来塩分量

## 5. 塩害劣化を想定した橋梁施設の耐震挙動

### 5-1 予測モデル及び計算ケース

計算モデルは、Cervenka Consulting社によって開発された有限要素法モデルATENAである。このモデルは、コンクリートのひび割れ、圧縮破壊、鉄筋の降伏を計算できるモデルであり、地震動等の動的な荷重が作用した解析が可能である。計算ケースは、Case C1が橋桁の供用開始時を想定したケース、Case C2が塩害環境作用により橋桁内部の鉄筋が塩害劣化したケースである。

### 5-2 計算結果及び考察

図-4は、橋桁の塩害劣化を想定した条件での最大主応力分布の計算結果である。図に示すように、橋桁に主応力の局所的な集中は発生しておらず、塩害劣化が生じていない条件での主応力分布とほぼ同様の結果であった。また、維持管理上で致命的となるようなコンクリートが剥離するようなひび割れの発生も見られなかった。これは、PC鋼材の破断を考慮していないためであると考えられる。

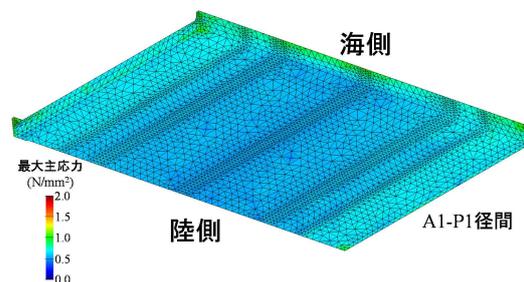


図-4 橋桁に作用する最大主応力分布 (Case C2: 塩害劣化条件)

## 6. まとめ

本研究の結果より、橋桁周辺と橋桁に到達する飛来塩分量を予測できる数値シミュレーションモデルを構築することができたとともに、その結果から実橋梁の橋桁各部位の表面に到達する塩分量を推定できることが示された。さらに、橋桁を部分的に塩害劣化させた条件で、地震時の動的解析が可能であることがわかった。