

軍艦島における塩害環境の定量評価に関する基礎的検討

長崎大学 学生会員 行村 岳哲
 長崎大学大学院 正会員 佐々木謙二
 長崎大学大学院 正会員 原田 哲夫

1. はじめに

軍艦島(正式名称：端島)は、長崎半島から西に約 4.5km、長崎港から南西に約 19kmの沖合に位置し、南北に約 480m、東西に約 160m、外周約 1.2km の島である¹⁾。島の外周は直立式のコンクリート製護岸となっており、多くの台風被害から島を守ってきた。島内には建築物としての価値の高い、日本初の鉄筋コンクリート造高層集合住宅である 30 号棟などが存在する。軍艦島は、2015 年に「明治日本の産業革命遺産 製鉄・鉄鋼、造船、石炭産業」として世界文化遺産に登録されるなど文化財としての価値も高い。また、「鉄筋コンクリートの構造物の劣化状況を調査・分析できる科学的試供体の集積」と評価され、科学的価値も認められている。

軍艦島は外洋に位置し、四方を海に囲まれており、海水飛沫や飛来塩分によって塩害を起こしやすい環境といえる。実際に、島内の鉄筋コンクリート構造物は飛来塩分の影響により激しい鉄筋腐食を起こしている(写真-1)。そのため、波しぶきや風によって運ばれる外来塩分量を測定し、塩害環境を定量評価することにより、劣化外力と構造物の性能低下の関係をより定量的に評価することが可能になると考える。

本研究では、軍艦島の塩害環境を定量評価することを目的に、軍艦島の島内各所に薄板モルタルを暴露することにより軍艦島における塩害環境の空間的、時間的変動を把握した。



a) 25号棟 柱



b) ベルトコンベアー

写真-1 鉄筋コンクリート構造物の劣化の様子

2. 実験概要

塩害環境評価は、モルタル試験体を護岸や建築物に貼りつけ、ある期間暴露する薄板モルタル法により行った²⁾³⁾。

使用したモルタル試験体の配合は、普通セメントを用い水結合材比が 50(%)の配合[N50]と、普通セメントに高炉スラグ微粉末 4000 を 50(%)置換し、水結合材比が 50(%)の配合[NB5050]の 2 種類とした。試験体の寸法は 4×3×0.5cm の薄板モルタルとし、初期養生期間は 28 日とした。

試験体の設置箇所を図-1 に示す。試験体の設置は、構造物にモルタル試験体を両面テープで貼りつけて行った。暴露期間は 1 ヶ月とし、2015 年 1 月から毎月試験体の設置・回収を繰り返し行うことにより季節変動を把握した。

モルタル試験体の暴露により捕集された外来塩化物イオン量の測定は、JIS A 1154:2012 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」に準拠して、電位差滴



図-1 塩害環境評価モルタル暴露地点

定法により行った。外来塩化物イオン量は、1日あたりに単位断面積に供給された塩化物イオン量(mg/cm²/day)として算出した。

3. 実験結果および考察

図-2 に護岸の海側法面頂部における外来塩化物イオン量に及ぼす護岸方位の影響を代表4地点の測定結果を用いて示す。季節によらず、北側、西側、南側護岸の外来塩化物イオン量が東側に比べて多い。これは、軍艦島における卓越風向が北から北西にかけてであること起因していると考えられる。季節変動に関しては、護岸の方位によらず冬場に外来塩化物イオン量が多いことがわかる。南側護岸において夏場に外来塩化物イオン量が多くなっているのは、台風の影響によるものと思われる。

図-3 に11月における護岸海側法面頂部における外来塩化物イオン量に及ぼす護岸方位の影響を16地点の測定結果を用いて示す。図-2における代表4地点との結果と同様に、北側、西側、南側護岸の外来塩化物イオン量が多い。特に、北側、南西側において一段と外来塩化物イオン量が多いことが分かる。

図-4 に塩害環境評価に用いたモルタル試験体の種類(結合材種類)の影響を示す。外来塩化物イオン量の多寡によらず、高炉スラグ微粉末の混合の有無によらず、ほぼ同程度の外来塩化物イオン量となった。既往の研究²⁾においては、高炉スラグ微粉末を混合した場合に2割程度外来塩化物イオン量が少なくなる結果が報告されているが、本研究ではそのような傾向は確認されなかった。これは、暴露期間の違いの影響等によるものと考えられるが、今後の詳細な検討が必要である。

図-5 に消波ブロックの有無が護岸海側法面頂部における外来塩化物イオン量に及ぼす影響を示す。時期によらず消波ブロックが護岸前面にある場合に護岸海側法面頂部における外来塩化物イオン量が多くなっている。これは、消波ブロックによって砕波されて大量の海水滴が生じ、護岸頂部に達したためと考えられる。

4. まとめ

本研究により、軍艦島における塩害環境の空間的、時間的変動の基本特性を明らかにした。より詳細な軍艦島における塩害環境を把握するため、またコンクリート構造物における塩害環境評価の高度化のために、今後も調査を継続していく予定である。

参考文献

- 1) 羽瀨貴士, 佐野清史, 内藤英晴, 清宮理: 軍艦島におけるコンクリート製護岸の健全度調査, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 2, pp. 1441-1446, 2013.
- 2) 佐伯竜彦, 竹田光明, 佐々木謙二, 嶋毅: 飛来塩分環境の定量評価に関する研究, 土木学会論文集E, Vol. 66, No. 1, pp. 1-20, 2010.
- 3) 佐伯竜彦, 能勢陽祐, 菊地道生: 薄板モルタル供試体を用いたミクロ塩害環境評価手法に関する基礎的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol. 33, No. 1, pp. 803-808, 2011.

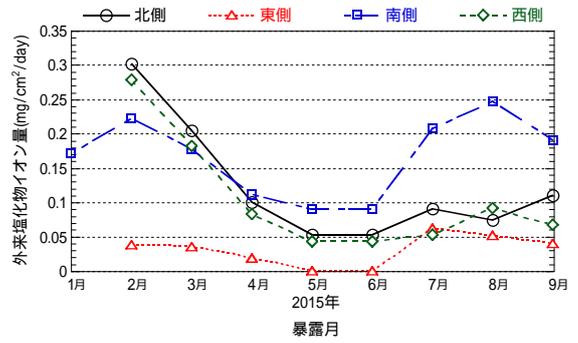


図-2 護岸方位の影響

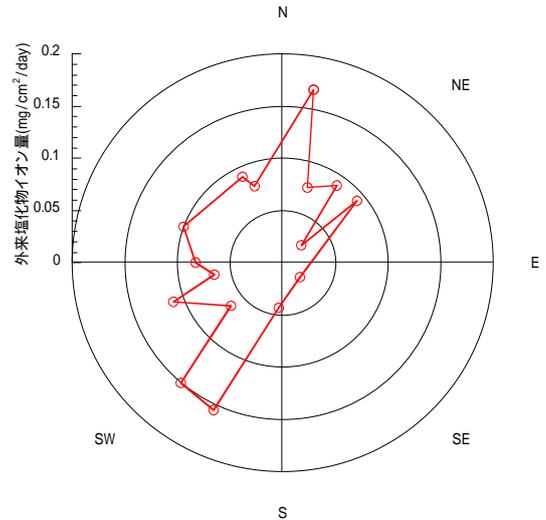


図-3 護岸方位の影響(11月)

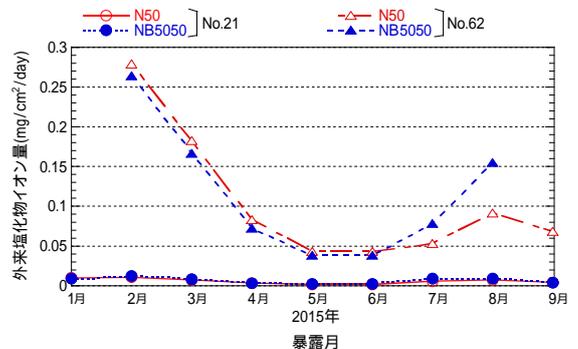


図-4 試験体種類の影響

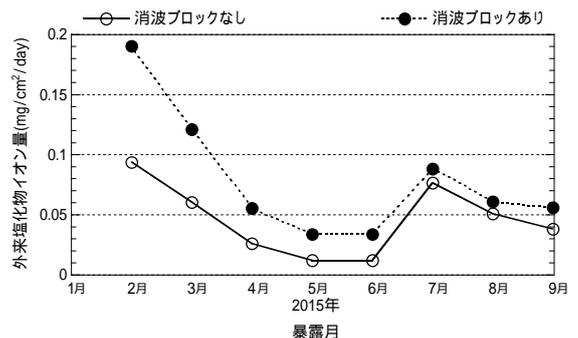


図-5 消波ブロックの影響