

報告書の要約

助成番号 令和 7 年 2 月 25 日付 第 15－ 5 号	研究開発テーマ名 火山堆積物を用いた海水練りコンクリートの港湾構造物への適応に関する基礎的研究		火山堆積物を用いた海水練りコンクリートの港湾構造物への適応に関する基礎的研究
	助成研究者	ふりがな 氏名	ふくなが たかゆき 福永 隆之
		所属	九州大学大学院 工学研究院

背景・目的

島国である日本は 993 の港湾を有しており、その多くはコンクリート構造物である。港湾は、国民生活と産業活動を支える重要な物流生産基盤である。そのため、これらのコンクリート構造物の維持管理は重要である。近年、離島や過疎化地域において、少子高齢化や財政的な理由により、コンクリートプラント自体の運営が確保できなくなっている現状である。その結果、その地域のインフラ維持のためには都度、簡易プラント等を設置しての維持工事も想定され、その場合に海岸線に近い地域では海水も使いこなす必要性が考えられる。前述したようにコンクリートの練混ぜ水に海水を用いる技術の開発は、重要である。しかし、海水を練混ぜ水に使用した研究は、強度などの物理的性質を報告する研究が主であり、海水を用いた際のセメントの反応性や地域の素材を用いた検討はなされていない。加えて、海水練りの研究では、高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどの副産物を用いた研究が主である。しかし、CO₂ 排出削減の観点から、高炉の閉鎖や石炭火力発電所の減少により、これら混和材の生産量が低下し、将来的に混和材の確保が難しくなる可能性がある。そのため、これらの代替材料が望まれている。代替材料の一つの答えとして火山堆積物の活用が挙げられる。日本は、111 の活火山を有しており、その年代で噴火を起こしている。これらの材料は、フライアッシュと同との性質を有しているが、あまり活用されていないのが現状である。そのため、これらの材料を活用する技術が今後必要になってくる。

本研究の目的は、港湾構造物を対象とした火山堆積物と海水を組合せたコンクリートの活用方法の提案である。具体的には、火山堆積物を用いた海水練りコンクリートを作製し、(1)火砕流堆積物を用いた海水練りの特性把握、(2)海水練りコンクリートの耐久性の定量評価および最終目標の(3)火砕流堆積物と海水を用いた環境低負荷型建設材料の提案を実施することである。

結果の概要

本研究では、海水練りシラスコンクリートが実構造物の置かれる異なる暴露環境下でどのような強度発現や材料学的な反応性を示すかを検討するため、ペースト、モルタル、コンクリートの供試体を作製し、養生条件（封緘、気中、海水）を変化させた検討を行った。実験の結果、海水練りシラスモルタルは養生条件に関わらず、材齢 1 年以降の長期にわたっても強度が継続して増加し、多様な環境に適応できる可能性が示された。細孔空隙量試験および材料分析からは、海水練りを行うことでシラスのボゾラン反応が淡水練りよりも早期に誘発され、硬化体内部の空隙構造が緻密化されることが確認された。特に対象が絶えず水分に接する海水浸漬養生において、セメントの水和反応とシラスのボゾラン反応の双方が最も促進される結果となった。ただし、乾燥環境である気中養生においては、乾燥の影響によってボゾラン反応の進行が抑制され、長期的な強度増加が緩慢になるという、環境依存の課題も明確になった。このように、環境によってはボゾラン反応の進行に差が出るものの、海水練りに起因して硬化体内部には塩化物イオンが含まれるため、実用化には鉄筋の防食が不可欠である。そこで、この塩害リスクに対する解決策として、「犠牲陽極方式電気防食」をシステムに導入し、その防食効果を電気化学的モニタリングにより同時に検証した。材齢 120 日から通電を開始した結果、鉄筋の自然電位は腐食発生限界よりも十分に貴な値を維持し、目視および測定の間両面から鉄筋の腐食発生が効果的に抑制されていることが確認された。さらに、防食基準である 100mV を上回る復極量が得られ、ターフェル直線外挿法による腐食速度も「腐食なし」の領域に収束した。本検証は電気抵抗が高くなりやすく、かつ上述の水和反応調査においてシラスの反応が抑制されやすいとされた「乾燥した気中環境下」で行われたが、犠牲陽極の損耗量は極めて軽微であり、本防食工法が海水練りシラスコンクリートに対して長期的かつ確実に有効であることが実証された。