



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ビーチロック形成機構に学ぶ人工岩の開発に関する基礎的研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	檀上, 堯
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11905号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58782
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Takashi_Danjo_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 檀上 堯

審査担当者 主 査 教 授 川崎 了
 副 査 教 授 五十嵐 敏文
 副 査 教 授 藤井 義明

学位論文題名

ビーチロック形成機構に学ぶ人工岩の開発に関する基礎的研究

(Fundamental study on development of artificial rock learnt from beachrock formation mechanism)

近年、国内外の各地において、人間活動に由来する海岸侵食の問題が顕在化している。著者は、海岸侵食の新しい対策案として自己修復能力を有する人工岩の適用を考え、その人工岩のモデルとしてビーチロックの形成機構に着目している。先行研究によれば、ビーチロックは波浪による侵食を受けながらも未固結堆積物の供給や海水からのセメント物質の析出などによって、数十年から数千年前に形成されたビーチロックが現在も海岸に存在している。そのため、ビーチロックを模擬した人工岩を開発することができれば、施工対象となる現場に存在する未固結堆積物を自然のセメント物質で固結させることが可能になる。また、この人工岩は現地の材料、すなわち、天然の資源を用いて作製されるため、低環境負荷で低コストとなる可能性が高い。

本論文は、ビーチロックの形成機構に学ぶ人工岩の開発に向けた基礎的研究として、自然のビーチロックの諸物性と形成機構に関する調査および検討を行い、得られた形成機構に関する知見を参考にした人工岩を新たに作製することを目的としており、以下の7章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景と目的、本論文の構成について示している。

第2章では、国内外の文献調査をもとに人工岩作製のために必要なビーチロックの分布域、形成年代、諸物性および形成機構に関する情報について整理し、本研究が目指す方向性を示している。

第3章では、報告事例が少ないビーチロックの物理・力学特性を把握するために、沖縄県と石川県のビーチロックを対象とした原位置試験および室内試験を実施しており、得られた試験結果とその考察について示している。

第4章では、人工岩を作製する際に最も参考となるビーチロックの形成機構について考察することを目的として、固結の程度が異なるビーチロックが存在する沖縄県と石川県のビーチロックおよびその周辺環境を対象に、菌数測定、元素分析、鉱物分析、水質分析を実施した。沖縄県のビーチロックに関しては、微生物の尿素分解反応や海水の蒸発作用に伴って high Mg-calcite が析出し、砂粒子同士を膠結したとする形成機構を示している。石川県のビーチロックについては、 Al^{3+} を含んだ酸性の湧水が潮間帯で海水と混合することで、Al と Si を主成分とする非晶質のセメント物質が砂粒子間で析出したとする形成機構を示している。

第5章では、沖縄県のビーチロック周辺の土壌から単離した尿素分解菌 *Pararhodobacter* sp. を用いて、サンゴ砂の室内シリンジ固化試験を実施した。試験期間は14日に固定し、内径2.5 cmのシリンジを使用した。また、6つの異なる試験条件が一軸圧縮強さ (UCS) に与える影響を把握するための重回帰分析を実施し、UCS の重要要因は重要度の大きい順に、養生温度、 CaCl_2 や尿素を含

んだ固化溶液の注入間隔、固化溶液の Ca^{2+} 濃度であることを示した。

第 6 章では、前章で示した UCS の重要要因の中から重要度の大きい試験条件に絞り、直径 5 cm × 高さ 10 cm の円柱形で UCS が数 MPa 以上を満足する供試体を作製するための室内カラム固化試験を実施した。その結果、試験期間 28 日、養生温度 30℃、固化溶液の注入間隔 1 日、固化溶液の Ca^{2+} 濃度 0.3 M の条件下において、UCS が 10 MPa の供試体を作製することに成功した。さらに、得られた試験結果を用いて、供試体の CaCO_3 総析出率と UCS の関係式や、各試験条件を説明変数とした設計 UCS の式などを提案している。

第 7 章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめている。

これを要するに、著者は、現地調査および室内試験によってビーチロックの形成機構を明らかにすると同時に、得られた知見をもとに UCS が数 MPa となる人工岩供試体の作製方法と設計 UCS の式を独自に提案しており、地盤環境工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認める。