

氏名(本籍)	あおきひさし 青木久(長野県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第3708号		
学位授与年月日	平成17年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Evaluation of Strength of Weathered Rocks in the Coastal Environment: Application of the Equotip Hardness Tester (海岸環境下における風化岩石の強度評価：エコーチップ硬さ試験機の適用)		
主査	筑波大学教授	理学博士	松倉公憲
副査	筑波大学教授	理学博士	松岡憲知
副査	筑波大学教授	Ph. D.	安仁屋政武
副査	中央大学文学部教授	理学博士	高橋健一

論文の内容の要旨

本論文では、海岸環境下における風化岩石の強度を評価するために、金属材料分野で開発されたエコーチップ硬さ試験機の適用を行った。具体的には、エコーチップの反発硬度と一軸圧縮強度および引張強度との関係について調べ、さらに、岩石海岸に発達するタフォニ（くぼみ地形）を対象として、風化による岩石表面の強度低下の定量的把握とくぼみ深さに関する定式化を行った。本論文で得られた主な結果と結論は以下のとおりである。

- (1) エコーチップの原理、測定法、従来の研究例を紹介し、測定範囲について他の試験器との比較・検討を行った。エコーチップの打撃エネルギーはシュミットハンマーの1/200であり、その測定範囲は、従来、地形学で使用されてきたシュミットハンマー、針貫入試験器、土壌硬度計などの簡易強度試験器よりも広く、硬い岩石から脆弱な岩石まで測定できることがわかった。また、室内試験の結果より、エコーチップの反発硬度は、一軸圧縮強度や引張強度と良い相関関係を持つことがわかり、これらを推定する関係式を作成した。
- (2) 宮崎県青島と九州本島を繋ぐ弥生橋（1951年に竣工）の橋脚を構成する積み石（砂岩塊）にタフォニが観察される。この砂岩塊は、潮間帯と海水飛沫帯に位置し、その砂岩塊表面には薄い風化層が存在する。そこで、この砂岩塊に対して、打撃エネルギーの異なる2つの反発硬度試験、すなわち、エコーチップとシュミットハンマー試験を実施することにより、両者の試験結果の比較を通じて、エコーチップが風化による岩石表面の強度低下量の把握に有効かどうかを検討した。その結果、風化岩石の強度の評価には、シュミットハンマーよりもエコーチップ硬さ試験機による計測が有効であることがわかった。また、単打法と連打法の2つの計測方法を用いることにより、岩石表面の風化部と岩石内部の新鮮部の硬度をそれぞれ把握することが可能となることを示した。したがって、両者の測定値を用いることにより、風化による強度低下量を定量的に評価することができる。海水飛沫帯および潮間帯に位置する岩石の表面は、風化により、新鮮な岩石強度の最大67%、76%まで、それぞれ強度が低下することがわかった。このことは、塩類風化作用が潮間帯よりも海水飛沫帯において活発なことを示唆する。

(3) 橋脚を構成する砂岩塊に観察されるタフォニについて、くぼみ量とエコーチップの計測および橋脚測量の各結果に基づき、くぼみ量の空間分布と岩石強度との関係を調べた。海水飛沫帯内における砂岩塊のくぼみは、潮間帯内のものに比べてきわめて大きいことがわかった。特に、海水飛沫帯内の砂岩塊については、岩石強度が大きいものほど、あるいは高い位置にあるものほど、くぼみ量が小さくなる傾向をもつことがわかった。そこで、橋脚竣工直後よりタフォニが形成されはじめたと考えて、海水飛沫帯内における砂岩塊のくぼみ量 D について、竣工後 20 年目、38 年目、50 年目のデータを用いて定式化した結果、 D は次式のように表されることがわかった。

$$D = 68.6(P/S_t)e^{-0.0038h^*} \{1 - e^{-0.031t}\}$$

ここで h^* は平均満潮位からの高さ、 S_t は引張強度、 P は NaCl の結晶圧力ポテンシャル、 t は時間である。この式が示すように、タフォニのくぼみ D が、塩類の結晶圧力ポテンシャルと新鮮な岩石強度との比が示す塩類風化指標の関数になることは、タフォニの形成プロセスには塩類風化作用が密接に関係することを示唆する。

審 査 の 結 果 の 要 旨

この研究は、宮崎県の青島にかかる弥生橋にみられる窪みを用いて、海岸における岩石の風化・侵食速度のモデル化をおこなったものである。この研究の新たな知見としては、(1) エコーチップという非破壊試験機が岩石の強度を計測できるということが初めてわかったこと、すなわち地形学に有用なテクニックであることが示されたこと、(2) 青島橋脚砂岩の侵食速度を、岩石の強度・高さ・時間の関数とする経験式として表現できることを示したこと、などである。従来その定量化が難しいとされてきた侵食速度の定式化に成功しており、その点は高く評価できる。またエコーチップという器機が地形学、特に風化研究に有用であることを示しており、この器機を使ったこの分野の研究が今後大きく進展することが期待され、その意義は大きい。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。