

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 田中正博

海浜地形は、海岸の防災機能、利用、生態系を規定する環境の基盤的要素である。したがって、海岸における漂砂移動を把握し、その結果として生じる海浜地形変化を予測することは、工学的に非常に重要な課題となる。波による漂砂移動に関しては従来から多くの研究がなされてきたが、そのほとんどが一様粒径の砂を対象とするものである。これは、現地において波による淘汰作用があるために粒径が一様化することから、ある程度妥当であるといえるが、漂砂源の近くで淘汰が進んでいない場合や現地よりも大粒径の砂を用いて養浜する場合などを念頭に置くと、混合粒径としての取り扱いが必要となる。しかし、混合粒径砂を対象とする漂砂の研究は限られており、一般的で定量的な評価には至っていない。

本研究では、波による混合粒径砂の移動に関して振動流装置および大型造波水槽を用いた実験を行い、その結果を解析することにより、混合粒径砂の漂砂量算定モデルを提案したものであり、5章と付録によって構成されている。

第1章は緒論であり、研究の目的および論文の構成が述べられている。

第2章では、振動流装置を用いて波作用下での混合粒径砂の移動機構を詳細に調べ、その結果に基づいて混合粒径砂に対する漂砂量算定式を提案している。まず、既往の研究をレビューし、一様粒径砂の漂砂量算定式を紹介するとともに、混合粒径砂の移動形態に関する知見をとりまとめた。その上で、波による混合粒径砂の移動機構を明らかにし、漂砂量算定式を求めることを目的として、振動流装置を用いた移動床実験を行った。振動流は浅海域で顕著となる有限振幅性を考慮して非対称なものとし、最大流速を変化させている。底質は0.2mmの細砂と0.8mmの粗砂の2粒径の砂を混合したものとし、細砂混合率を種々変化させた場合の、底質移動をハイスピードカメラ等で計測したり、実験前後の底質の移動量から粒径ごとの漂砂量を求めている。その結果、まず、最大流速と細砂混合率によって、移動形態を分類した。特に、アーミング型と名付けた、粗砂による上層のアーミング効果によって細砂の浮遊量が減少する移動形態が存在することを明らかにした。これに基づいて、細砂・粗砂の漂砂量の測定結果を解析して、粒径ごとの漂砂量を評価するための算定式を提案した。従来の一様粒径の漂砂量算定式において、細砂と粗砂の混合率に比例させて漂砂量を求めたのでは、特に細砂の漂砂量が過大評価となるのに対し、本研究で提案した算定式は、より実験結果に近い値を与える。また、この算定方法は、2種類だけでなく、一般的な粒径分布を有する場合にも拡張可能性を有している。

第3章では、大型造波水路を用いた混合粒径移動床実験について述べている。用いた水路は、幅3.4m、深さ6m、長さ205mという現地スケールのものであり、これに中央粒径0.27mmの細砂と0.84mmの粗砂を7:3に混合して1/30勾配の移動床を製作し、波を作用させて海浜縦断地形変化の実験を行った。初めに堆積型の波を作用させ、続いて侵食型、中間型、堆積型の順に波を作用させ、その間、波高、流速、地形、底質等を測定した。砂面計によって計測した地形データから漂砂量を求める際には、堆積地形における空隙率の増加や、混合率の違いによる空隙率の変化等を考慮することにより、精度を向上させている。その結果、細砂および粗砂のそれぞれの漂砂量が求められ、堆積性波浪や侵食性波浪などの条件を経て混合砂が分級する過程が明らかにされた。また、地形変化と碎波波高・戻り流れなどとの関係について考察が行われ、バーの発達によって戻り流れが弱まり、それによって侵食が抑制されることを示した。

第4章では、得られた混合粒径砂の漂砂量算定式に基づいて、海浜断面変形の数値モデルを構築している。波浪場の計算には Boussinesq 方程式を用い、差分法を用いて数値計算する方法をとった。そして、戻り流れの評価も行った上で、混合粒径砂の漂砂量算定式を適用し、地形変化の予測モデルを構築した。その計算例が示され、波高変化、戻り流れ、漂砂量について実測結果との比較により検証されている。

第5章は結論であり、研究成果がとりまとめられている。

以上のごとく、本研究は研究例が少なく定量的評価が行われていなかった、混合粒径砂の漂砂量と地形変化に関して、現象を解明するとともに漂砂量の定量的評価を行ったものであり、この分野での研究の新たな展望を切り開いたものである。よって、この研究業績は特に優れたものと認められ、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。