

護岸背後地盤の吸い出し抑制に関する水理模型実験

九州大学工学部 学生会員○北村 俊樹 九州大学大学院 フェロー 善 功企
九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

1. 目的

これまで、砂浜の浸食や陥没等の被害は、台風などによる高波や越波が主たる原因であった。しかし、2001年12月30日に明石市大蔵海岸にある人工海浜において、護岸背後に裏込めした土砂が穏やかな波浪により徐々に吸い出しを受け、護岸背後に局所的な陥没が発生した。このような陥没や浸食の危険性のある砂浜は全国に数多く存在することから、砂浜の吸い出し現象や陥没の発生メカニズムを早急に解明し、効果的に防止できる方策を確立しなければならない。

本文は、吸い出しや陥没に強い地盤特性を提案するための基礎的研究として、裏込材として砂と砂利を混合し粒度調整した地盤を作製し、造波水路模型実験を通して吸い出し抑制効果を確認し、その最適な混合比率を検討した。

2. 内容

2.1 実験概要

実験装置および観測計器の配置を図-1に示す。模型は大蔵海岸を模しており、模型縮尺は1/30である。裏込め地盤は、砂と砂利を均等に混合し、水中落下法および空中落下法により作製した。砂は豊浦硅砂を、砂利は粒径を9.5~19mmに調整した砕石を使用した。水深は10cmである。また、波高計はケーソン前面と重複波の腹の位置に設置し、間隙水圧計は、ケーソン背後から5cm間隔で2列に設置した。

図-2に護岸模型図を示す。ケーソン基礎2基の間に10mmの隙間を開けて、ネジを用いて上部コンクリート模型と取り付けた。ケーソン基礎の一部と上部コンクリートの模型(アクリル製)を一体化し、内部を空洞にしているため、波に対して真横からも吸い出しが観察できる。図-3に防砂板模型図を示す。防砂板模型は、ケーソン模型に埋め込む形で取り付け、損傷状況を模してスリットを設けた。スリットの位置によってType-AとType-Bに分けた。

表-1に実験ケースを示す。作用波はすべて正弦波であり、波高34mm、周期1.5秒とした。砂利を重量比で0~37.7%の割合で砂と混合し、砂利の初期配置の影響を考慮するため、各混合比率で複数回実験した。背後地盤の混合状態として、底面より10cmの厚さで砂利の層を作り、その上10cmを砂層とした層状、また地盤全体を混合した混合配置の二つに分けた。

2.2 実験結果および考察

表-2に実験結果を示す。全てのケースにおいて裏込

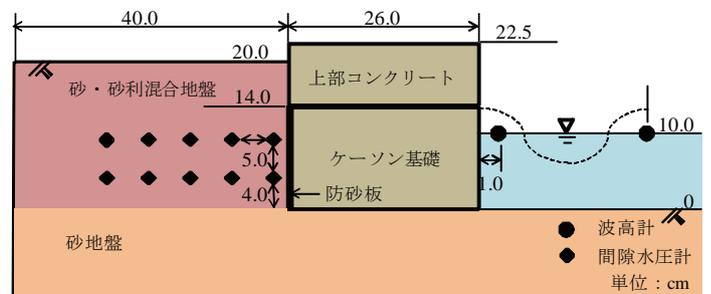


図-1 実験装置および観測計器の配置

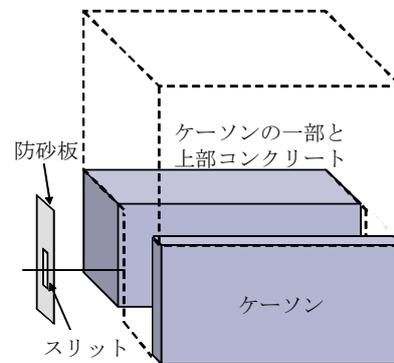


図-2 護岸模型

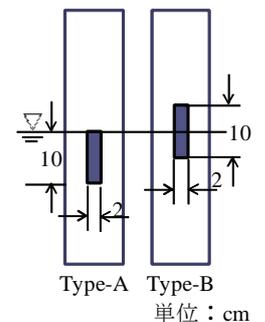


図-3 防砂板模型

表-1 実験ケース

ケース No.	波高 [mm]	周期 [s]	スリット	砂利混合率 [%]	混合/層状
1	34	1.5	Type-A	37.7	層状
2			Type-B		混合
3					
4					
5				23.6	
6					
7				10	
8			0		
9					

め地盤に空洞が発生した。しかし、陥没は層状配置したケース1, 砂利の割合の低いケース8およびケース9で発生し、他のケースでは陥没が発生しなかった。これは、スリット付近に発生した空洞が鉛直方向に拡大していく中で、スリット上部に存在する砂利が砂の吸い出しとともに徐々に落下し、スリットを塞ぐように配置した結果、波の勢いが減衰され、砂の吸い出し量が減少したためと考えられる。また、ケース7とケース8は砂利混合率が同じであるにも関わらず、一方は陥没し、もう一方は陥没しなかった。これは、砂利の初期配置が影響を与えており、スリット付近に最初から砂利が多く存在していた場合では、空洞があまり拡大しなかったと考えられる。

図-4に砂利混合率と砂の流出量の関係を示す。砂利混合率0%の時、砂の流出量が最大となり、砂利混合率を増加させるにつれ流出量は減少した。これは、砂利の上述したような吸い出し抑制効果が、砂利を多くしたことによって高まったと考えられる。また、砂利混合率が低いケース、たとえば砂利混合率10%では、砂利が少ないことから砂利の初期配置が大きく影響するため、流出量のばらつきが大きくなった。したがって、初期段階でスリット付近に砂利が多く存在するかどうか、流出量に影響を与えると考えられる。

図-5に空洞の最終断面図を示す。砂利混合率37.7%や23.6%の場合は、空洞の形状にそれぞれ大きな差異がなかったため、砂利混合率の違う各4ケースをそれぞれ1つずつ載せた。砂利混合率23.6%と37.7%を比較すると、多少奥行き方向に違いが見られるものの、空洞形状に大きな違いは見られなかった。したがって、砂利をある程度以上混合すると、吸い出しによって発生する空洞の断面形状が一定の幅と奥行きで抑えられると考えられる。

また、砂利混合率10%と0%を比較した場合、陥没が発生した場合でも砂利を混合することにより奥行き方向の侵食が抑制された。

3. 結論

- (1) 粒度調整による吸い出し抑制効果は、吸い出しにより発生した空洞が鉛直方向に拡大していく中で、スリット上部に存在する砂利が徐々に落下し、スリットを塞ぐように配置する結果、波の勢いが減衰されることで起こる。その効果は、砂利を多く混合することでより高まる。また、陥没が発生した場合でも奥行き方向の吸い出しが抑制される。
- (2) 砂利混合率が低いと、砂利の初期配置の影響が大きくなり、砂の流出量も大きくばらつく結果となる。
- (3) 砂利をある程度以上混合すると、発生する空洞の断面形状が一定の幅と奥行きで抑えられる。

<参考文献>

1) 土木学会海岸工学委員会: 砂層内における空洞形成に関する実験, 大蔵海岸陥没事故調査報告書, pp.109-111, 2002

表-2 実験結果

ケース No.	空洞形成	陥没	砂流出量 [g]	吸い出し時間 [min]
1	○	○	394.5	110
2	○	×	39.5	65
3	○	×	69.4	56
4	○	×	54.3	30
5	○	×	78.3	85
6	○	×	104.4	204
7	○	×	59.9	58
8	○	○	238.1	262
9	○	○	376.8	117

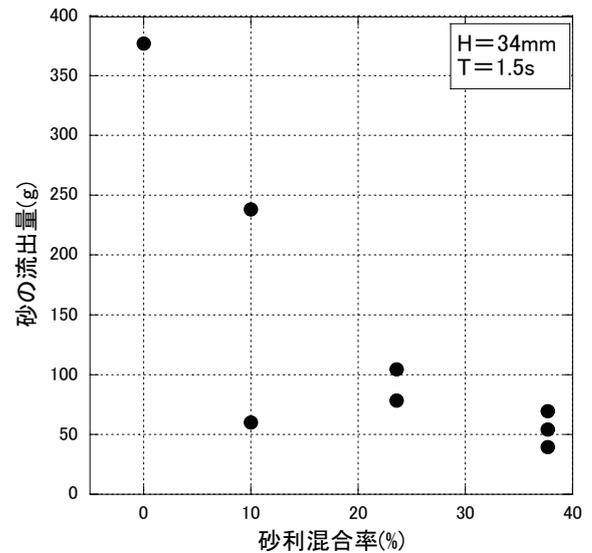


図-4 砂利混合率と砂の流出量の関係

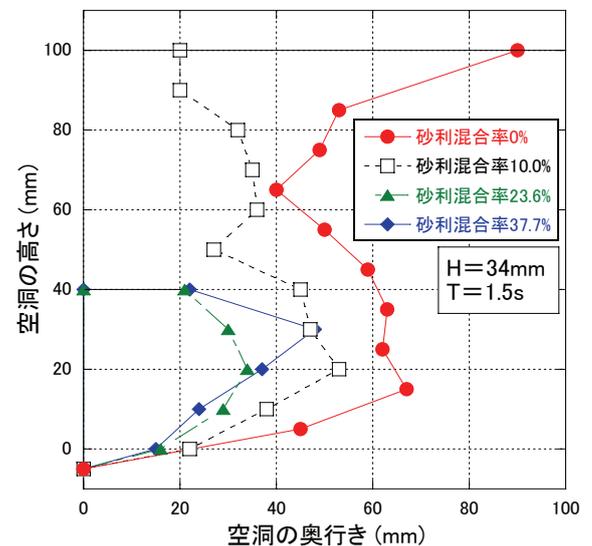


図-5 陥没および空洞の断面図