

潜堤背後の乱れ場形成に関する実験

八戸高専 正 南 将人

1. はじめに

海岸保全施設の一つである潜堤の直背後で、洗掘現象が生じる例が報告されている。その原因として、潜堤背後に飛び込む水塊により形成される乱れ場の影響が考えられるが、背後の洗掘の有無を予測するためには、その領域の波高や流速場を知る事が必要である。この領域の鉛直方向は、空気を巻き込んだ領域と巻き込まない領域とに分けられる事が目視で確認され、その範囲分けは流速場を整理する上で必要と考えられる。

そこで本研究は、空気を巻き込んだ潜堤背後に形成される乱れ場の範囲をビデオを用いて測定し、入射波とこの乱れ場との関係について整理すると共に、画像解析システムを用いて空気を巻き込まない領域の流速ベクトルを算出して、潜堤背後の流速場について考察した。

2. 実験装置および実験方法

実験は、長さ10m、幅0.8mの開水路を用い、プランジャー型造波機により規則波を発生させて実施した。潜堤形状は、既往の資料を参考に図-1に示す様に天端幅75cm、高さ17.5cm、法面勾配1:2とした¹⁾。水深(D)は、25cm、30cm、35cmの3種類とし、それぞれ天端上水深(R)と全水深の比(R/D)は、0.3、0.42、0.5である。

入射波は、潜堤無し（以後、通過波と記述）で砕波しない波とし、実験で用いた波形勾配の範囲は0.006～0.08である。

測定は、サーボ式水位計による水面変動をA/D変換しながら記録し、同時に水路側方からビデオを用いて空気巻き込み範囲と中立粒子（ボチスチレン球を使用）の軌跡撮影を行った。その時、撮影のための光源として、水路上方にレーザーライトシート（幅4mm）を設置した。

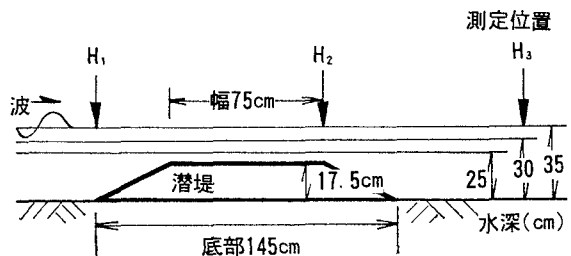


図-1 潜堤の形状と測定位置

3. 結果および考察

(1) 水位変化

図-2に潜堤背後（図-1中の測定位置H₃）の水位変化の測定例を示す。この時の実験条件は、水深25cm、 $T_0=1.2$ s、 $H_0=9.5$ cmである。実線は通過波を、点線は潜堤有りの場合を示す。後者の場合、波高が減衰し、また、図中の記号aに示すように、砕波によって高周波成分が発生しているのが分かる。

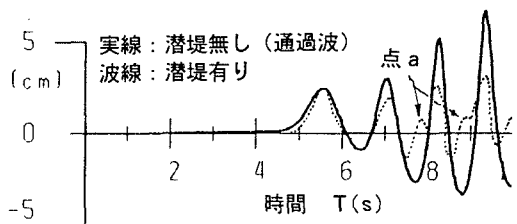


図-2 水位の測定結果（潜堤背後：H₃）

潜堤有無による波高比は、水深によって異なり、水深D=25cmの場合で約0.5、D=30cmで0.7、D=35cmで0.75であった。水深が深くなる程減衰効果が小さくなり、また、D=35cmの場合、沖波波形勾配が0.05以上では、ほぼ波高比が0.75と一定値となっており、潜堤上天端水深によって砕波波高が決まるものと考えられる。

(2) 空気混入場の範囲

潜堤背後の乱れ場領域を検討するために、空気を巻き込んで白く見える領域を目視によって設定し、その長さや高さについて整理した。空気巻き込み範囲は、波進行に伴って変化するが、ここでは潜堤背後への境界条件となる潜堤岸側法先位置で、水位が最も高くなる瞬間の空気の巻き込み範囲（以後、巻き込み範囲と

記述)をビデオ画像より読み取った。図-3にその一例と記号の定義を示す。領域を代表する諸元として、長さ($L_{..}$)と高さ($h_{..}$)を定義した。なお、空気を巻き込んだケースの、通過波の波形勾配の範囲は0.02~0.055となっている。

巻き込み領域と通過波諸元との関係は、次の通りであった。入射波周期が長くなると巻き込み範囲の長さとは高さは共に小さくなり、短くなると逆に大きくなる。周期が短いと波頂部より下方へ落ち込む勢いが強くなり巻き込み領域が広がるのに対し、周期が長くなると上部より徐々に崩れるために飛び込みの勢いが小さくなるものと考えられる。また、入射波高が高くなると巻き込み範囲は広がる。実験の結果、入射波高と巻き込み範囲の長さとは高さの間には、強い線形性の相関が認められた。

図-4に通過波の波形勾配(H_0/L_0)と巻き込み範囲の高さとは長さの比($h_{..}/L_{..}$)の結果を示す。

$R/D=0.42$ の場合は、波形勾配が大きくなる程、巻き込み範囲の高さ $h_{..}$ が増す傾向が見られた。一方、 $R/D=0.5$ の場合には $h_{..}/L_{..}=0.26\sim0.29$ の範囲となった。水深が浅いと、波形勾配の増大とともに巻き込み高さが高くなるが、水深が深くなるとその高さは長さの約1/4~1/3となる。

(3) 流速ベクトルの算出

画像解析(PTV:(株)ネクサス製)を行い潜堤背後の流速分布を算出した。図-5は、水深35cm、通過波高 $H_0=6.2\text{cm}$ 、周期 $T_0=1.5\text{s}$ のケースである。

図は潜堤岸側法先で最大水位となる直前の、巻き込み範囲より下方のベクトルを示している。水位の上昇に伴って背後底面で流れが存在し、このケースの場合、底面で約50cm/sの流れが生じている。水深を用いた長波波速($=\sqrt{gD}=185\text{cm/s}$)との比は約1/4で、ほぼ底面周辺に同程度の流れが一樣に生じている。

また、潜堤斜面では水面に向かうような流れが生じており潜堤の被覆材を吸い出すような力の要因となっているものと考えられる。

4. おわりに

空気を巻き込んで白く見える範囲を目視により設定して、潜堤背後の乱れ場範囲と入射波諸元との関係を求めた。また、その下方における流速場を求めた。今後、潜堤形状を変えたケースを追加し潜堤天端幅(B)を考慮した乱れ場の範囲について整理していく予定である。

最後に、本研究の実施に当たり、平成7年度建設工学奨励金の補助を受けた。研究を共にした学生諸氏(梅村豪、大向達也、鎌田剛、種市賀有)と合わせ、ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

1)海岸波動-波・構造物・地盤の相互作用の解析法-、土木学会、1994

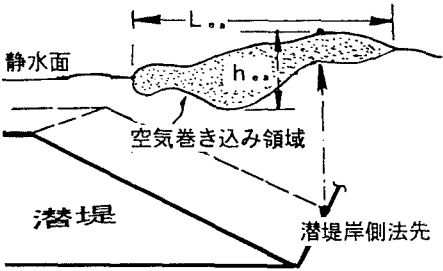


図-3 記号の定義

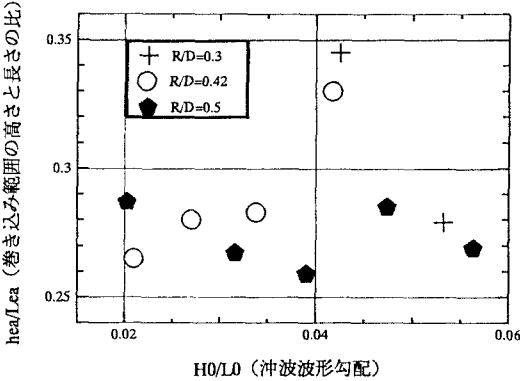


図-4 波形勾配(H_0/L_0)と巻き込み範囲($h_{..}/L_{..}$)

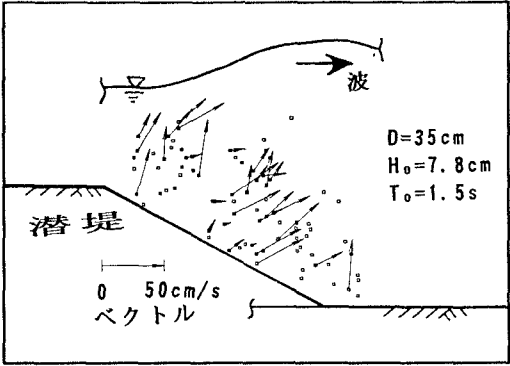


図-5 流速ベクトル図