

鹿島建設(株) 正員 説摩武史
清水建設(株) 正員 茅野浩一
東京大学工学部 正員 西村仁嗣

1 緒言

津波による海岸構造物の被害を考える場合、その法先前面の海底洗掘の状況を知ることは極めて重要である。本研究ではこうした洗掘現象のメカニズムを解明するために基礎的な実験を行ない、その成果に基づいて若干の考察を試みた。

2 実験方法

2次元水槽内に護岸模型を設置し、その前方に初動床の海底斜面、後方に固定床の陸地斜面を設けた。入射波として孤立波を用いたが、これは高水槽内に貯水した一定量の水塊をパイプを通じて水槽内に放出することによって発生させた。放水はパイプの途中に取付けたバルブを圧縮空気によって開くことにより、行なう。

この現象には、入射波高、波長、海底勾配、護岸法面勾配、法先水深、天端高、陸地勾配、さらには底質の比重、中央粒径等の多くの要素が関係しており、そのすべての組み合わせについて実験を行なうことは不可能である。そこで基本的な実験条件を定め、各要素を個別に変化させることにより、その影響を調べた。容量式波高計による2点の水位測定と同時に、小型フロベラ式流速計により、護岸天端上の越浪水の戻り流れ流速とも測定した。また洗掘の過程はVTR装置によって記録し、最終的な海底地形は目視により計測した。

3 実験結果

孤立波は斜面上で破砕し、護岸に衝突、越浪した後、陸地斜面を遡上し、戻り流れとして流下する。洗掘は越浪時にはほとんど生じず、戻り流れの流下流量がほぼ最大となる時点から始まり、比較的短時間のうちに終了する。入射波高の増大、あるいは護岸天端の低下にともない越浪量が増大すると一般的に洗掘砂量も増加する。しかしながら、このとき法先の洗掘深は必ずしも増大しない。これは戻り流れの流速増加にともない戻り流れの落下位置が沖側へ初動し、同時に最大洗掘深の位置も沖側へ初動するためである。一方護岸法面勾配が緩やかな場合には、戻り流れの落下位置が護岸法先に位置するため、法先の洗掘深が極めて大きくなる。陸地勾配を急にした場合、越浪量はいく分減少するが、戻り流れの最大流速は増大する。これに対してこのときの洗掘砂量はむしろ減少するという結果を得たことは注目に値する。なお法先水深が増大すると、洗掘砂量、洗掘深ともに著しく減少する。これは護岸前面の水の層が落水水に対して、そのエネルギーを減殺するクッションとしての役割を果たすためと理解される。

4 考察

上記の測定により、洗掘は越浪水の戻り流れによって生じることがわかった。越浪量を規定する要素として

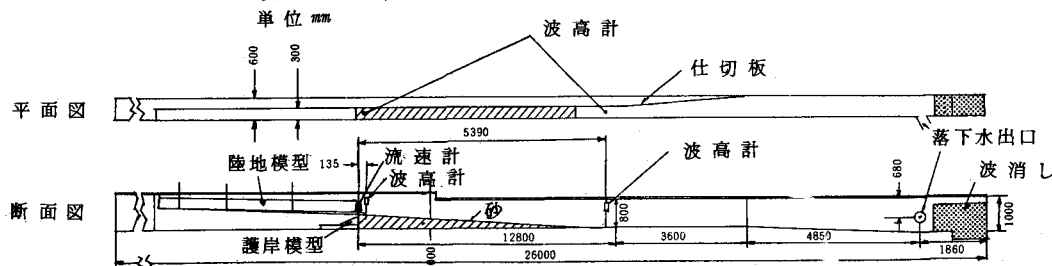


図-1 実験装置の概要

入射波高, 波長, 海底勾配,
法先水深, 天端高, 法面勾配

陸地勾配等が考えられる。こ
れらのうち陸地勾配は, ある

越流量に対して戻り流れの流
速あるいは流量を決定する要

因でもある。また戻り流れが
与えられたとき, これによる

洗掘量と洗掘形状に關する
要素は法先水深, 天端高, 法

面勾配, 海底勾配および底質
の特性である。実際には戻り

流れの流量と護岸前面の水位
はともに時間的に大きく変化

している点が問題を複雑にし
ている。陸地勾配が急な場合

には越流後, 比較的短時間の

うちに戻り流れが発生し, このためその時点での法先水深はまだ十分
に低下していない。これが最大流量が直接的には洗掘砂量にむすびつ
かない理由である。このことは戻り流れ流量 Q , 護岸前面の水位 h ,
および洗掘砂量 S の経時変化を示す図-2からもうかがえる。結論と
して, 洗掘砂量は, 基本的には各時点における戻り流れの流量と法先
水深の相互関係によって定まる。

以上において考察した各要素の効果をより単純化し, 明確にとり
出す意味で, ある陸地勾配に対し, 越流量と法先水深の変化によ
り洗掘砂量がどのように変化するかを調べた。すなわち, 護岸天端上に
堰を設けて陸地斜面上に一定量の水を貯留し, この堰を急用して流れ
を発生させた。この間法先水深を一定に保ち, 洗掘の状況を観察した。
図-3はこの場合の湧下流量と累積洗掘砂量の経時変化を示したも
のである。孤立波の越流遡上によって生じる戻り流れに比して流量波
形が前傾しているが, 類似の洗掘現象が生じていることがわかる。法先
水深が小さい場合には洗掘時間が長くなり, 洗掘量も著しく大きくな
ることは明らかである。また累積洗掘砂量が時間の経過とともに, いく分減少することがあるのは一時的に巻き
上げられた底質が戻り流れ流量の減少によってふたたび底面に沈降するためである。この場合, 最大流量と法先
水深の変化による洗掘砂量の変化は図-4のようになる。洗掘が生じるためには底質を輸送する以前にこれを巻
きあげる必要がある。従って, 戻り流れの最大流量が法先水深によって定まるある限界値以下になると全く洗掘
と生じないことは当然のことである。

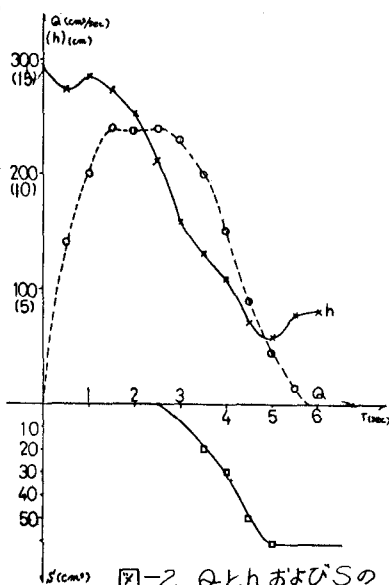


図-2 Q と h および S の
時間的変化

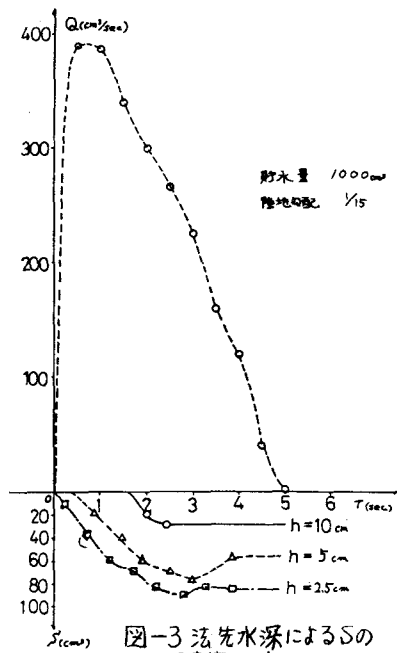


図-3 法先水深による S の
時間的変化

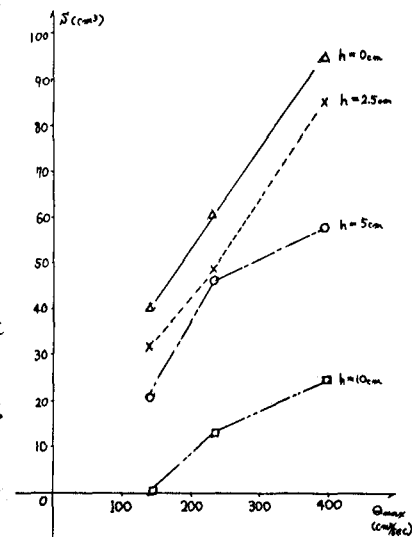


図-4 Q_{max} と S との関係