

Ⅲ—42 波のはい上りに関する実験

○ 北海道大学工学部 正員 五十嵐 日出夫
建設省四国地方建設局 石山 四郎
長内 戦治

1. はしがき

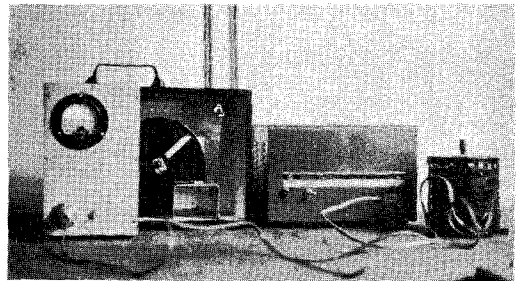
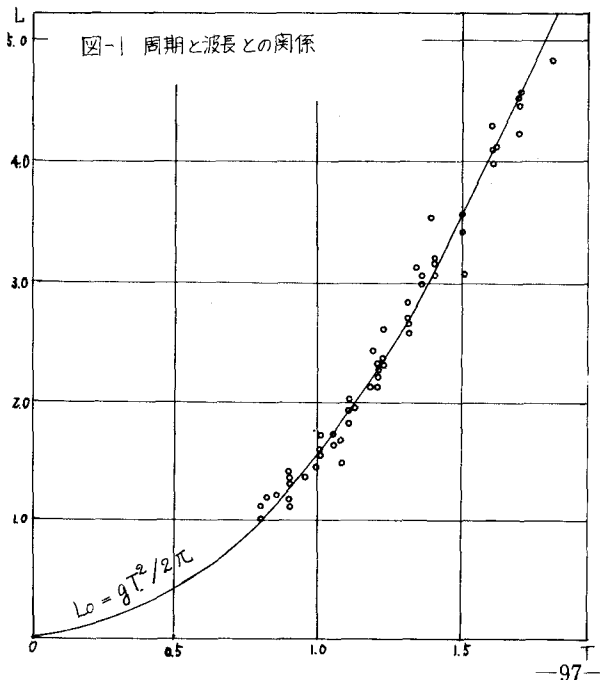
波のはい上りの研究はかなり多いがその大部分は現象の複雑性もあって単純断面のものである。複断面については加藤⁽¹⁾、また T. Saville⁽²⁾ などの研究があるがまだ数は少ない。とくに海岸堤防が汀線より陸側に築造されている場合のはい上りについてはほとんど研究されておらずただわずかに単純断面に対する研究結果を用いて推論するにとどまっているようである。それで筆者たちはこの点について先ず実験的な研究を試みた。

2. 実験の方法

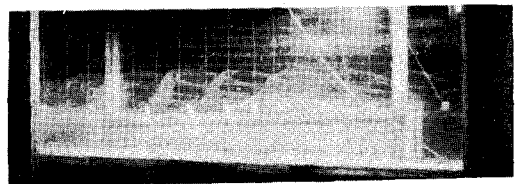
長さ 15 m、幅 80 cm、深さ 1 m の側面ガラス張り水路の一方に勾配が 1:10、1:20 の板張り斜面をつくり、その上に木製の垂直壁を前後に移動出来るようにした。垂直壁の位置は汀線とそれより後方を、垂直壁がない場合波がはい上る最高位の点に至るまで 5 cm ずつずらし、その各々について波のはい上った最高位を電気抵抗式波高計を壁体にはりつけて、ペン書きオシログラフに記録せしめた。水深は 20 cm、30 cm、40 cm の 3 通りである。

3. 実験の結果

前の研究でも考察したとおり波のはい上りを支配する主要要素の一つとして砕波現象があげられる。それではい上る高さを観測するかたわら新しく試作したストロボ装置により各波について写真を撮り砕波の高と砕波位置、および砕波水深についてもしらべた。実験波と微小振幅波理論との関係は図-1 のとおりである。



ストロボ装置全景



ストロボ装置による砕波状態の撮影

3.1.1 砕波々高と砕波水深

砕波々高 H_b と沖波々高 H_0 との比、および沖波の波形勾配 H_0/L_0 との関係は理論値や他の実験とほぼ一致していて水深勾配や水深の変化による影響はみられない。これは水深勾配が 1:10 と 1:20 とでは反射率にはほとんど差がないからであろう。しかし砕波水深と砕波波高との比、および沖波の波形勾配との関係は Iversen の実験などと同じように勾配の影響があらわれている。

3.1.2 砕波々高と沖波々高の比および打上げ波高と沖波高の比との関係

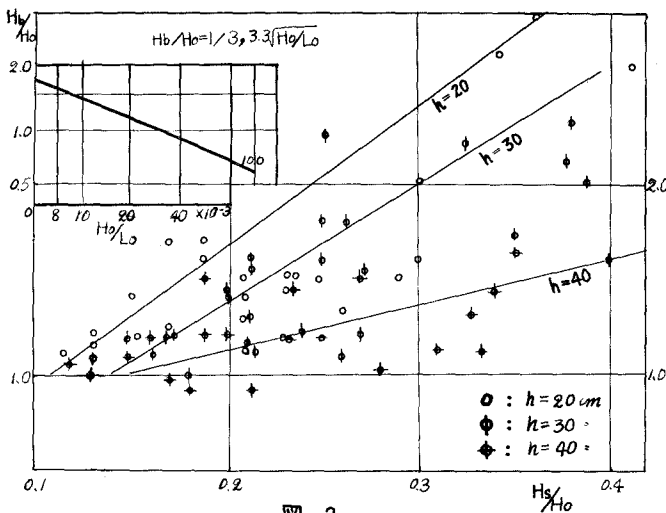


図-2

砕波々高と沖波々高の比については (3) Suguet-Wallet による実験曲線があり、又孤立波理論によると沖波の Steepness の関数としてあらはされ (4)

$$H_b/H_0 = 1 / (3.3^3 \sqrt{H_0/L_0})$$

である。

H_b/H_0 と打上げ波々高と沖波々高の比 H_s/H_0 は図-2 のとおりで水深の深いもの程上側に分布する傾向がある。

3.1.3 打上げ波々高と沖波々高の比および水深と沖波々長の比との関係

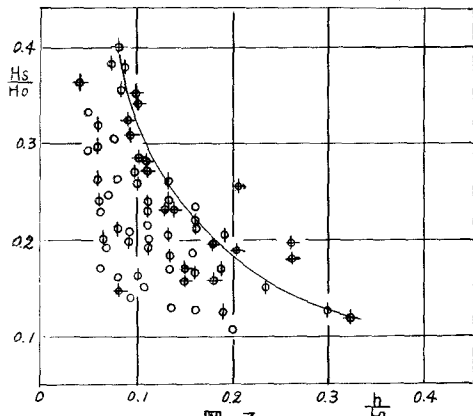


図-3

図-2 でもわかるように打上げ波々高は水深に関係があるので浅水度 h/L_0 で整理すると図-3 のようである。これにより沖波特性と水深を知れば打上げ波々高を読みとることができる。

打上げ波々高、すなわち打上げ水量とも考えられるが、これが深さに関係しているのは波形勾配が一定でも深さによって波の形が異なることに注目すれば説明できると思はれる。

3.1.4 打上げ波々高とはいより高さとの関係

打上げ波々高と沖波々高の比は図-3 でおよその見当がつけられる。それでこの比と相対はいより高さ R/H_0 の関係を表わすと図-4, 5, 6, 7, 8 のようになる。ここに $R=d+r$ であっ

d は壁体の底面の静水面上からの高さ、 r は壁体上の打上げ高さで壁体底面から測っている。これによると相対はいり高さは打上げ波々高との関係でかなりよく整理される。すなわち波の砕けによって汀深方向に投げ出される水量の多少によりはいり高の高低が決められるようである。

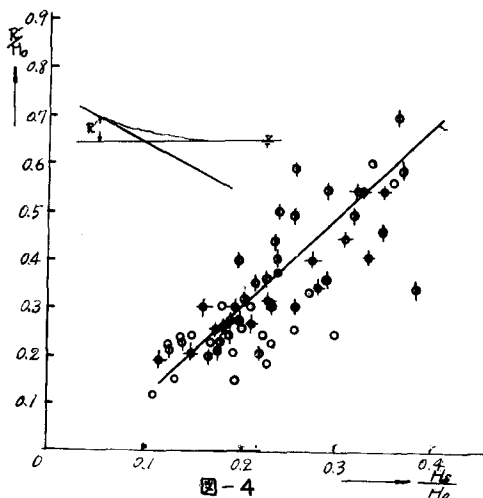


図-4

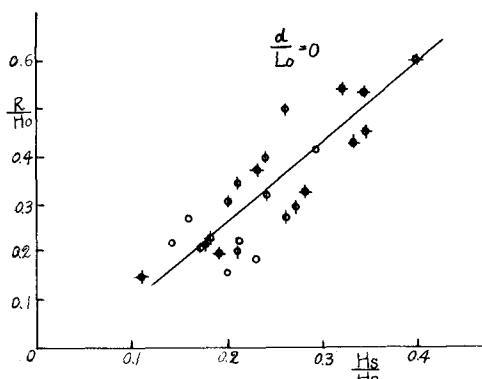


図-5

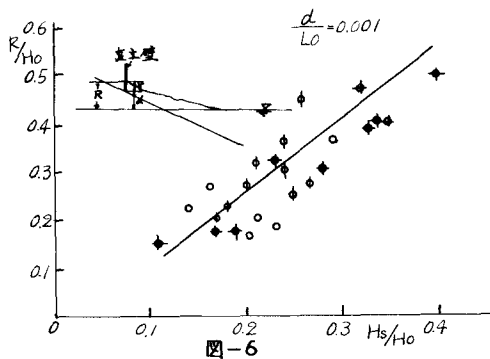


図-6

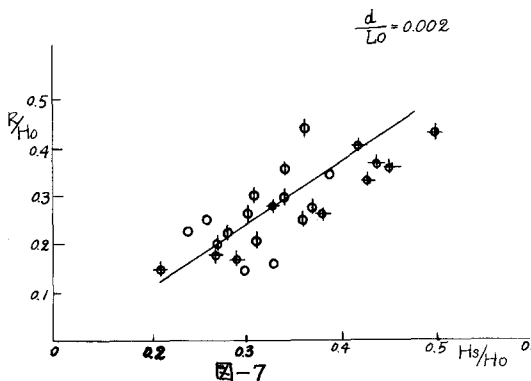


図-7

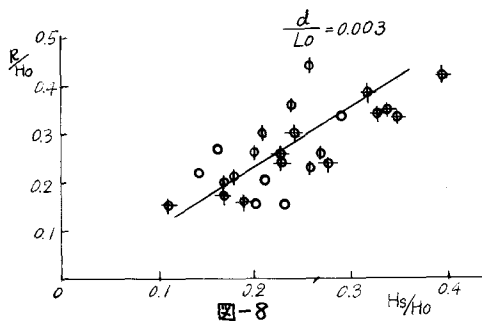


図-8

4. 結 び

はいり高さは打上げ波の高によりかなりよく整理される。また打上げ波高は水深が深い程大きくなる。これは水深により同じ沖波の形勾配でも波の形が異なることによると思われる。

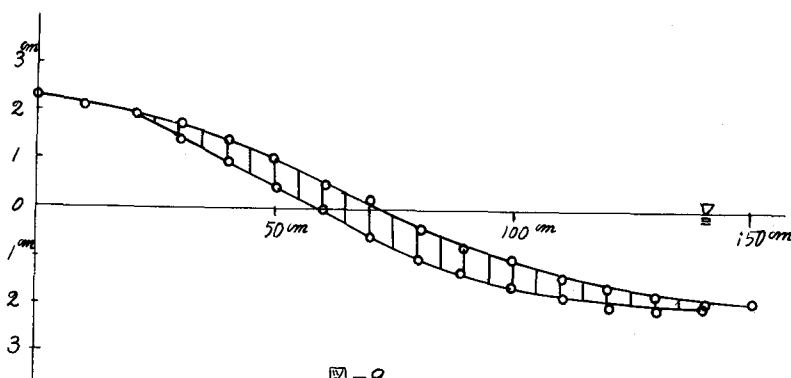


図-9

図-9は、沖波の長 $451.1m$ 沖波の高 $4.6m$ の波につき、水深 $30m$ - $40m$ の場合の波形を比較したものである。ここに水深 $30m$ - $40m$ の波の水槽中での波長はそれぞれ $263m$, $301m$ であり、波起し機から斜面迄の向では波形は変らぬものと仮定して、フノイド波理論により描いたものである。さらに、波形勾配が小さい波程高くはいえるのは碎波時の energy 消失に関する Bondi の式で説明できる⁽⁶⁾。

海岸提防が汀線より陸側にある場合のはりりを推算するには 1) 観測により沖波の高と周期およびその位置の水深をもとめる。2) 図-2 により沖波の長をもとめ、沖波の高観測位の水深 h から h/L_0 を計算する。3) h/L_0 より図- によるかまたは実際に観測、あるいは過去の例により推定したものによって H_s/H_0 をもとめる。4) H_s/H_0 を知れば図- によつて相対はいり高さを推算することができる。

5. 参考文献

- 1) 加藤 重一：海岸提防の断面形状と波浪エネルギーの減殺効果について
 第五回 海岸工学講演会講演集 (1958)
- 2) T. Saville, Jr.: Wave Run-up on Composite Slopes.
 Coastal Engineering (1958), 又は Roland B. Thorn:
 the DESIGN of SEA DEFENCE WORKS; Butterworths
 Scientific Publications p.13~p.21.
- 3) 水理公式集, 海岸保全施設々計便覧
- 4) 石原藤次郎, 本間仁編: 応用水理学 中II p.545
- 5) 上 p.138
- 6) 五十嵐日出夫, 尾崎晃: 海中構作物の形態と波浪に関する研究(2)
 北海道開発局土木試験所, 月報第69号, 1959, Apr.