

## 斜面上の碎波における水塊の突入と渦の挙動

京都大学工学部 正 酒井哲郎、〇学 田中秀明

1. まえがき 海岸の碎波帯は、波によって生じる複雑な運動場である。便宜的にその時間スケールで波の周期より長い時間スケールを有する海浜流、波動運動および波の周期より短い時間スケールを有する乱れと分類すると、乱れに関してはどちらかと言えばオイラー的計測によってその統計的性質を調べてきたのがこれまでの傾向である。昨年の海岸工学講演会において、碎波にともなう大規模な渦運動の存在について4つの発表があった。そのうち3つの発表ではいずれも一様水深での碎波を扱っており、残りの1つも1/20 勾配斜面上での碎波を扱っているが、断片的な実験結果しかない。とくに日野ら<sup>1)</sup>は、その軸が水槽横断方向に一致しない「斜め渦」の存在を示唆した。一方、Peregrine<sup>2)</sup>は、樺木ら<sup>3)</sup>の horizontal roller および Miller<sup>4)</sup>の研究を紹介するとともに、巻き波型碎波の場合、Svendsenら<sup>5)</sup>の言う outer region では、碎波による水塊の突込みがさらに別の水塊をその前方に飛び出させ、この運動が繰り返されることを示唆した。ここでは、実験水槽内の一様勾配斜面上で碎ける巻き波型碎波の碎波帯内での運動をビデオカメラで撮影し、上述の水塊の運動と渦の関係および斜め渦の存在を調べた。

2. 実験装置、条件、方法および解析方法 実験は、京都大学工学部土木工学教室地下実験室にある長さ 27m、幅 50cm、高さ 70cm の両面ガラス張り水槽内に 1/20 勾配の斜面を設置し、その上で巻き波型碎波が生じるように、一様水深部 35cm、波の周期 1.8sec とした。碎波静水深 15.5cm、碎波高 13.5cm で、碎波点から静水時の汀線までの距離は 310cm である。換算沖波波形勾配は約 0.02 である。ビデオ撮影は、碎波点の約 30cm 岸側から 2m の範囲を、1m および 50cm 幅で直角方向からおよび斜めからそれぞれ連続する約 10 波分撮影した。再生は種々のスピードで行い、約 1/30sec 毎の静止画面の一部は 35mm カメラで再び写真にとった。

3. 水塊の突入と渦の形成 写真-1 は、碎波点の岸側約 30cm から 1m の範囲のビデオ画面の一例である。画面のほぼ中央に白く映った気泡を含む渦状の部分が見える。よく見ると、さらに岸側にもすこし小さい同様の渦状の部分があることがわかる。この様な写真はすでに Per  
egrine<sup>2)</sup>が紹介しており、また Miller<sup>4)</sup>も碎波による水塊の突入とそれにとまなう渦の形成が岸方向に何回か繰り返されることを示唆した。この観点からビデオフィルムに撮影された水塊の運動を詳細に観察すると、図-1 に示したような水塊の突入と渦の形成のサイクルが存在することがわかった。

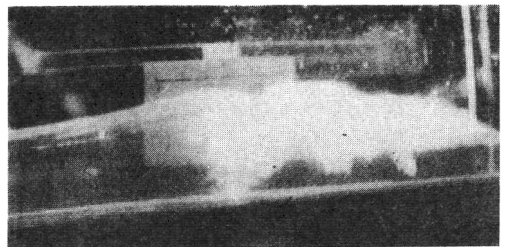


写真-1 碎波点の岸側 0.3m ~ 1.3m

すなわち、巻き波型碎波で生じるジェット状の水塊 1 は第 1 突込点で前面の水面に突入  
Tetsuo SAKAI, Hideaki TANAKA

し、その前方に新たな水塊2のジェットを発生させる。その後水塊1は、大量の気泡を含み、波の進行方向の右側から見て時計周りの水槽横断方向の軸を有する渦Iを形成する。一方水塊2は第2突込点でさらに前面の水面に突入し、水塊3のジェットを発生させる。その後、渦Iはさらに発達して底面にまで達し、水塊2による渦IIも渦Iと同様に発生する。また水塊3はその規模は小さいものの水塊1および2と同様の運動をする。写真-1の右端は第3突込点にあたる。なお水塊2以後は、水塊1と異なって多量の気泡を含んでいる。また渦Iはその後ほぼ第2突込点付近に停滞し、他の渦も同様に発達した後はその位置に停滞する。さらに時間が進むと各渦に含まれる気泡の濃度は減少し、渦I~IIIはいずれも水塊1の突込みから約  $3/4$  周期後消滅する。写真-2は砕波点の岸側  $1.3\text{ m}$  から  $1\text{ m}$  の範囲（第3突込点以浅）のビデオ画面の1コマである。写真-1および図-1で示した、いくつかの気泡を含んだ渦の下端を結んだ波状の境界は、ここでも見られるが、第3突込点以深のような明瞭な水塊の突込みと渦の発生の繰り返しは見られない。

4. 斜め渦の存在の可能性 写真-3は、砕波点から岸側  $0.3\text{ m}$  から  $1\text{ m}$  の範囲を波の進行方向斜め後ろから撮影した1コマである。写真-1の位相より少し前の位相である。写真-1のいわゆる渦Iの下端は底面に達しているが、その部分はよく見ると角状になっている。写真-3の水槽横断方向の3つの角状の部分は、写真-1のものと同一ものと考えられる。これが日野ら<sup>1)</sup>の言う斜め渦かもしれないが、その発達は斜面の存在によって妨げられている。

最後に、この研究に当り助言を頂いた京都大学工学部岩垣雄一教授に謝意を表する。

5. 参考文献 1) 日野ら、第31回海講、1984、2) Peregrine, Annual Rev. Fluid Mech., 1983、3) 榎木ら、第20回海講、1973、4) Miller, Soc. Econ. Paleontol. Mineralog., Spec. Publ. No.24, 1976、5) Svendsen et al., Proc. 16th Conf. Coastal Eng., 1978.

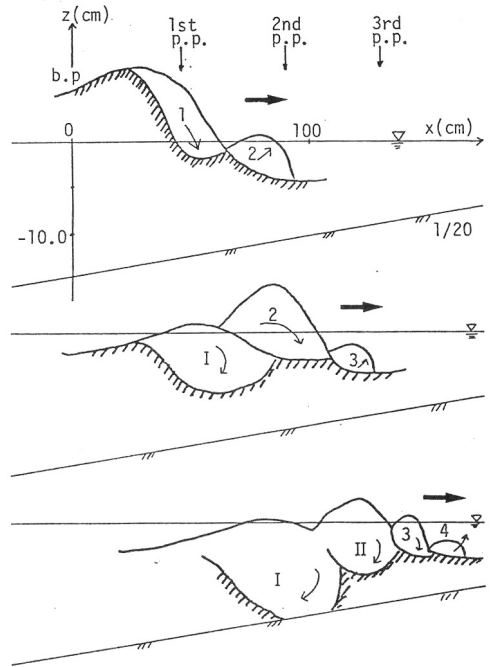


図-1 水塊の突入と渦の形成

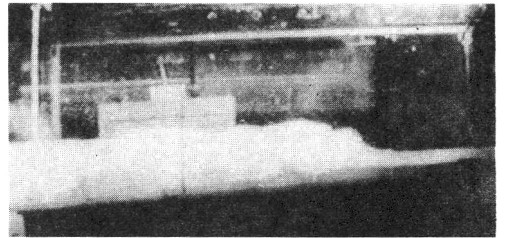


写真-2 砕波点の岸側  $1.3\text{ m}$  ~  $2.3\text{ m}$

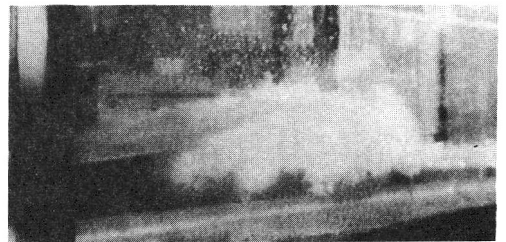


写真-3 斜め渦の発生の可能性