

II-PS 8 砕波に起因する水塊発生に関する実験

東北大学大学院 学生員 ○神保 誠二
東北大学工学部 正 員 長尾 昌朋
東北大学工学部 正 員 沢本 正樹

1. はじめに

巻き砕波に起因する乱流現象を解明することは工学的に重要である。しかし、砕波点付近は急激な過渡現象であり、従来用いられているレーザー流速計などの点計測の流速計ではその測定点の粗さが欠点となる。これに対して、流れを可視化して光学的に記録する方法は、点計測手法に比べて精度が劣るという欠点はあるが、面的な情報が得られるという意味で優れた方法である。

本研究では可視化手法の一つである注入トレーサ法を用いて、砕波直後の乱流現象を観察し、孤立波の水塊発生機構を明らかにする。

2. 実験方法

実験装置を図-1に示す。実験は長さ13.5m、幅0.3m、深さ0.45mの亚克力製水路を使用し、一端にはピストン型造波機を設置して他端には勾配1/20の斜面を設けて砕波させた。撮影には、ビデオカメラとストロボを用いた。ストロボはビデオカメラと同期させてあり、さらに発光パターンの制御も可能である。座標は、斜面法先の静水面上を原点とし岸側水平にx軸、鉛直上方にz軸をとした。時間軸は、沖側に設置した水面センサの信号を原点とした。

今回の実験では、PLUNGING JETの突入による水塊がどこに起因するのかを観察するために2種類のトレーサを用いた可視化手法により行なった。トレーサには直径約1.0mmのポリスチレン球を用い、一方は水面に浮き、他方は流体内部を浮遊するように比重調整を施した。それぞれのトレーサには異なる色、(水面：緑、水中：オレンジ)をつけて識別した。可視化画像の、水面波形の可視化にはストロボをビデオ画像1枚につき1回発光させた。また、ストロボを4ms間隔で4回発光させてトレーサの軌跡を撮影することで流速分布の可視化を行なった。ビデオ画面の撮影範囲はトレーサの判別精度を考慮して30cm×20cmとし、x=330cm~390cmの間を10cm毎に移動し、4地点で各10回程程度の撮影を行なった。撮影した水面波形のVTR画像を写真-1に示す。

3. 実験結果

画像入力時間間隔は、33.3msである。砕波後の現象は完全な再現性があるとはいえないが、水面形や平均流速については、観察の結果からはほぼ再現性が

表-1 実験条件

入射水深	入射波高	砕波水深	砕波波高
20.0cm	6.0cm	4.6cm	8.0cm

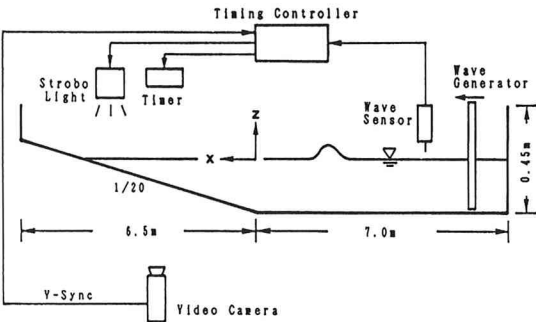


図-1 実験装置

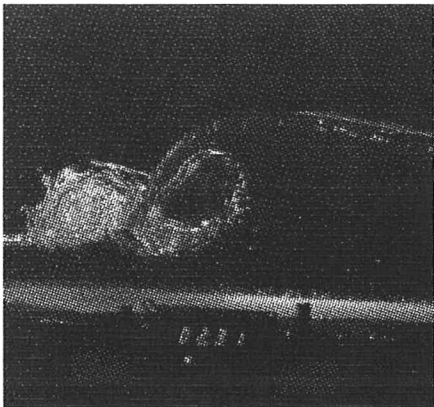


写真-1 撮影例

あるといえる．そこで撮影を行ったそれぞれの区間について，3ms 以内の映像を選択し，砕波後の乱流領域のほぼ全体を10ms間隔で観察した．図-2 に $t = 2.48\text{s} \sim 2.70\text{s}$ 間の連続図を示す．

$t = 2.48\text{s} \sim 2.52\text{s}$ では，PLUNGING JETの突入が起こり，それにともない気泡をともなう水塊の発生が起こっている． $t = 2.54\text{s} \sim 2.62\text{s}$ では，波高の減少が始まっている．突入による水塊は，急激に成長している．この気泡を含んだ水塊内には水面用のトレーサのみが存在し水中用のトレーサはみられない．このことより，この水塊はPLUNGING JETとその前方の水表面より発生していることがわかる．PLUNGING JETの突入によって岸側前方の水表面が押し上げられて盛り上がることににより，水面による壁が形成される．その圧力によりPLUNGING JETはやや下向きとなり，その結果砕波のループは楕円から円形へと変化する． $t = 2.64\text{s} \sim 2.70\text{s}$ では，水塊の高さが波高を上回っている．PLUNGING JET前面の盛り上がり部は細長く変形しPLUNGING JETがこの根元部分に潜り込んでいく．このため，はね上げられた水塊にPLUNGING JETから水が供給されないので水塊の成長は止まると考えられる．また，砕波のループはこの後崩壊にむかい，第一の水平渦を形成すると思われる．

4. 結論

2種類のトレーサと2種類の撮影方法による可視化手法を用いて，孤立波の砕波後の現象を10ms間隔で観察した．これにより，砕波前面にはね上げられる水塊のほとんどはPLUNGING JETとその前方の水表面付近の流体で構成されるということがわかった．

【参考文献】

長尾昌朋・片岡暁彦・沢本正樹(1991)：VTR画像処理とトレーサ追跡法を組み合わせた砕波内部流速場の測定，海岸工学論文集第38巻，pp. 56-60.

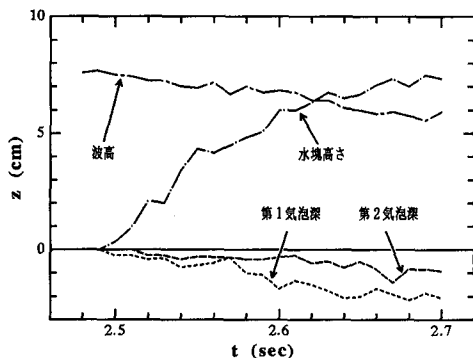


図-3 波高変化

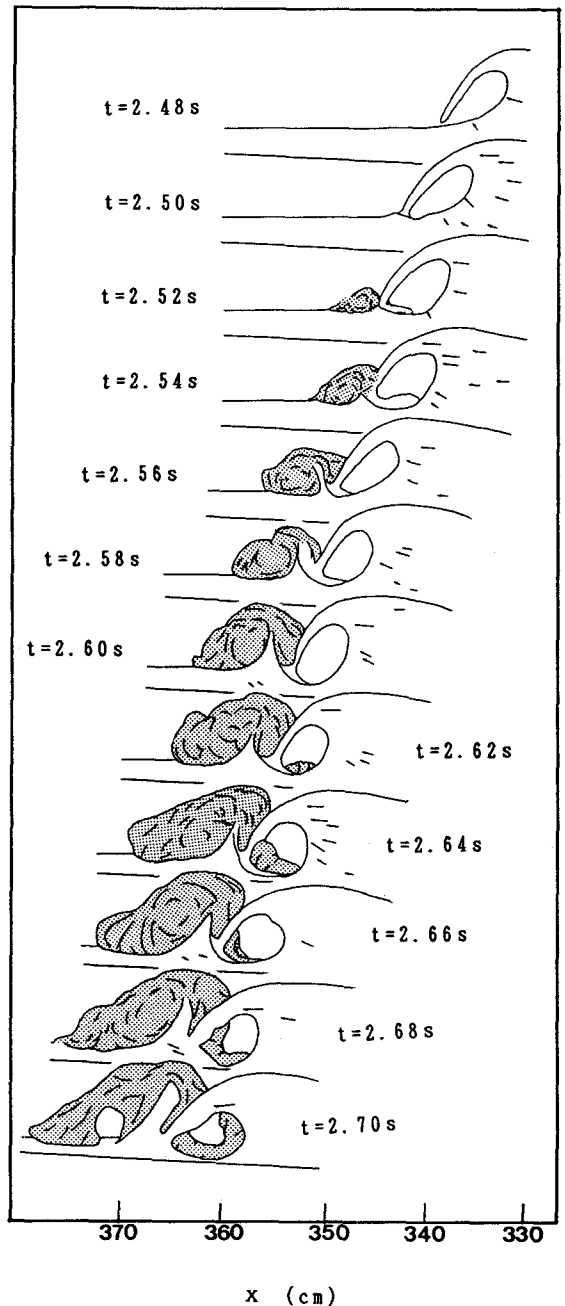


図-2 連続図