

波と風の同時作用下における物体の挙動に関する一考察

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 服部 聖也
岐阜工業高等専門学校 正 会 員 菊 雅美

1. はじめに

菊ら¹⁾は、風洞水槽を用いた波と風の同時作用下における浮遊物体の漂流挙動実験から、海域に流出した浮遊物体には、波だけでなく海上風も作用するため、いずれも考慮する必要があると指摘している。ただし、この実験では喫水 1.2 cm の浮遊物体のみを対象としており、没水物体は対象としていない。没水物体は海水を介して風の影響を受けるため、没水物体に及ぼす風の影響は、浮遊物体とは異なると考えられる。そのため、それぞれの物体が受ける風の影響を明らかにすることは重要である。そこで、本研究では、喫水 1.2 cm の浮遊物体と物体比重 1 の没水物体を対象に水理模型実験を行い、波と風の同時作用下における物体の漂流挙動を、波のみ・風のみを作用させた場合の挙動との比較を通して考究することを目的とする。

2. 水理模型実験の概要

本研究における水理模型実験は、岐阜工業高等専門学校の送風装置付き断面 2 次元造波水路(長さ 25.0 m, 幅 0.7 m, 高さ 1.0 m) を用いて行った。図-1 および表-1 に、実験水路の概略と実験条件をそれぞれ示す。本実験では、アクリル製の直方体内部にポリプロピレン板を詰めて比重を 1 とした物体(長さ 30.0 cm, 幅 10.0 cm, 高さ 6.0 cm) と、アクリル製で直方体内部が空洞の物体(長さ 30.0 cm, 幅 10.0 cm, 高さ 6.0 cm, 喫水 1.2 cm) の 2 種類を対象とした。これらの物体を造波板から約 17.5 m の位置に、模型長軸が造波板に対して平行となるように設置し、水深 $h = 0.4$ m 一定のもと、波のみ・風のみ・波と風をそれぞれ作用させた。なお、風は $x = 15.1$ m ～ 19.7 m の範囲で作用させた。また、水槽側面および水槽上部にカメラを設置し、 $x = 17.0$ m ～ 18.0 m の約 1 m の範囲を撮影した。

本実験における物体の取り扱いとして、実験を始める前に物体をビニールひもで固定することで物体の動きを拘束し、波や風を作用させて 30 s 経過した時点で物体の拘束を解き、物体の挙動を観測した。物体の観測では、物体の風下側上端位置を撮影画像から読み取り、その時系列変化を算出した。

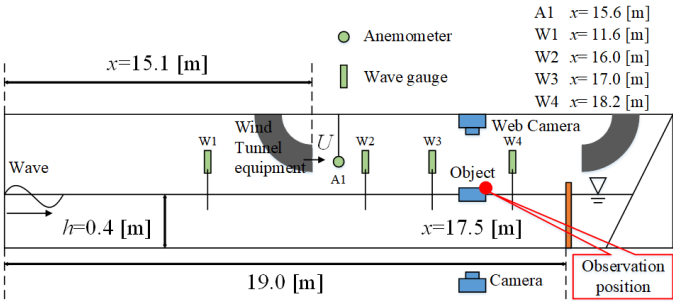


図-1 実験水路

表-1 実験条件

Case	物体	波高 H	周期 T	風速 U
1	浮遊	5.0 cm	1.2 s	0.0 m/s
		0.0 cm	0.0 s	3.0 m/s
		5.0 cm	1.2 s	3.0 m/s
2	没水	5.0 cm	1.2 s	0.0 m/s
		0.0 cm	0.0 s	3.0 m/s
		5.0 cm	1.2 s	3.0 m/s

3. 物体の漂流挙動特性

波のみ・風のみ・波と風を作用させた場合の浮遊物体の挙動およびその様子を図-2 に示す。なお、同図(a) および(b)の $t = 0.0$ s は物体の拘束を解いた時間とし、物体の初期位置を $x = 0.0$ m とした。同図(a)より、波のみを作用させたとき、物体は沖側 (x 負方向) に移動した。これは、 $t = 0.0$ s における物体の初期挙動が沖側であったため、岸側 (x 正方向) には移動せず、沖側に移動したと考えられる。一方、風のみ・波と風を作用させた場合、同図(a)および(b)にみられるように、物体は 10 s 程度の短い時間で岸側に移動した。また、同図(b)より、風のみを作用させたときは物体がほぼ直線的に移動したのに対し、波と風の同時作用下においては物体が波の影響を受けて沖側と岸側への周期的な移動を繰り返した。このことより、浮遊物体に風が作用すると、波のみの作用下でみられた沖側への物体移動がなくなるとともに、物体を観測できる時間も 10 s 程度と短くなるため、風の影響は大きいことがわかる。さらに、浮遊物体に波と風の両方が作用すると、より複雑

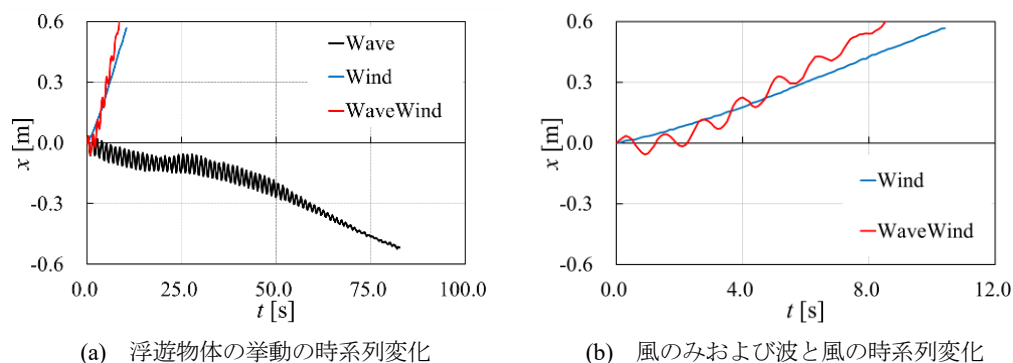


図-2 浮遊物体の挙動およびその様子

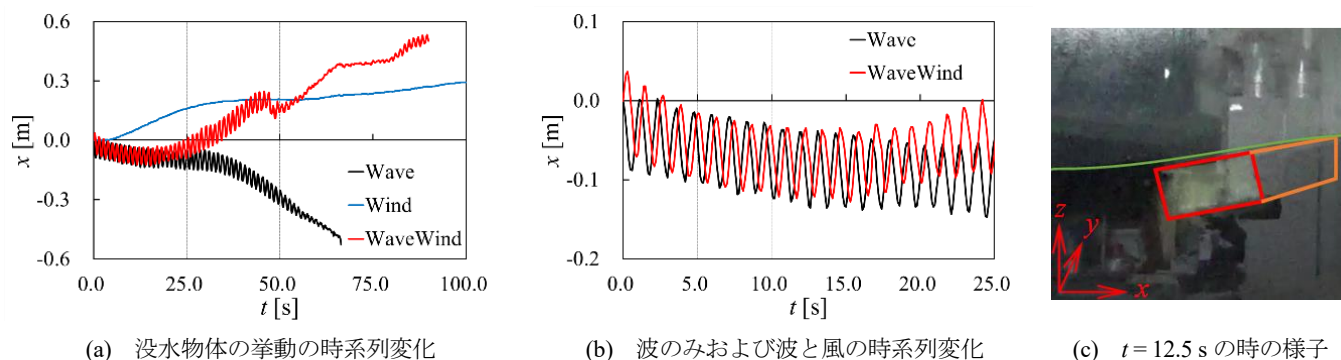


図-3 没水物体の挙動およびその様子

な挙動を示すことが明らかとなった。 $t = 3.27$ sにおける物体の様子を図-2(c)に示す。同図(c)から、物体が岸側に進む際、始めは物体の風上にある波峰が風を遮断するため物体への風の影響は少ない。しかし、波峰から波谷へと推移する過程で物体に対する風の作用面積は次第に大きくなる。このとき、風の影響で物体の岸側への移動が波のみに比べて促進されることで、波と風を作用させたときは波のみのときとは異なる挙動を示したと考えられる。

波のみ・風のみ・波と風を作用させた場合の没水物体の挙動およびその様子を図-3に示す。同図(a)より、波のみの物体挙動は、浮遊物体と同様に、沖側に移動した。一方、風のみや、波と風を作用させた場合は岸側に移動した。ただし、図-2(a)の浮遊物体と比較すると、没水物体は観測できる時間が長い。これは、物体が没水していることで、物体に直接作用する風の面積がほとんどないためである。しかし、波と風の同時作用下では、風のみ作用下に比べて物体を観測できる時間が短い。したがって、没水物体においても風の影響を受けているため、波と風の同時作用下における漂流挙動特性を把握することが重要といえる。また、図-3(a)より、 $t = 15.0$ s 前後までは波のみを作用させたとき、波と風を作用させたときの物体挙動はほぼ一致

している。しかし、 $t = 15.0$ s 以降、両者は正反対の挙動を示している。同図(b)は、波のみ・波と風を作用させた場合について、 $t = 25.0$ s までの漂流挙動を拡大表示したものである。同図(b)より、 $t = 12.5$ s までの両者の物体挙動はほぼ一致しているのに対し、 $t = 12.5$ s を超えてからは、波と風が作用したときの沖側への移動が波のみに比べて少なくなっていることがわかる。風的作用によって時間経過とともに水面付近の x 正方向流速が発達したことで、 $t = 12.5$ s 以降は沖側への移動量が減少し、さらに、水面付近の流速がより大きくなることで、岸側への移動が卓越したと考えられる。

4. おわりに

本研究では、2種類の物体を対象に、波のみ・風のみ・波と風を作用させた場合の漂流挙動について比較を行った。その結果、風が作用すると物体は波のみの作用下とは異なる挙動を示すため、漂流物体に作用する風の影響を考慮することの必要性を明らかにした。また、風の影響は没水物体と漂流物体で異なることを示した。

謝辞: 本研究の一部は、科学研究費補助金・若手研究(A)(研究代表者: 岐阜工業高等専門学校・菊 雅美, 課題番号: 26709035)の助成を受けたことをここに付記し、感謝の意を表す。

参考文献: 1) 菊 雅美・中村友昭・水谷法美, 風と波の同時作用下における漂流物の挙動に関する一考察, 平成25年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II-007, pp. 79-80, 2014.