

津波漂流物の挙動における模型実験

名古屋大学 学生会員 ○田口聖也
 名古屋大学 学生会員 中西祥一
 名古屋大学 正会員 富田孝史

1. はじめに

東日本大震災では、仙台港などで港湾のコンテナの海域への流出が問題となった。このことは、南海トラフ地震でも問題となる恐れがある。

津波漂流物の漂流過程ではばらつきが生じる。甲斐田・木原¹⁾は、陸上遡上津波中の漂流物のばらつきは、流れ方向やその直交方向ともに概ね正規分布で近似され、Naito²⁾は東日本大震災において、漂流物の広がりが $\pm 22.5^\circ$ の範囲に収まっていることを明らかにしている。富田らの実験³⁾では、漂流物の群に着目して模型実験を行っており、漂流物のばらつきを検討している。彼らは津波が漂流物に作用した直後の挙動がその後の運動に影響を及ぼすことを示唆しているが、その詳細は明らかに出来ていない。今回の実験では、波作用直後の挙動に加え、ばらつきが模型の個数・間隔・角度によりどのように変化するか、また模型同士の衝突が漂流挙動にどう影響するかを明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 実験の概要

模型実験は名古屋大学の平面水槽にて実施した。図-1にその断面図を示す。

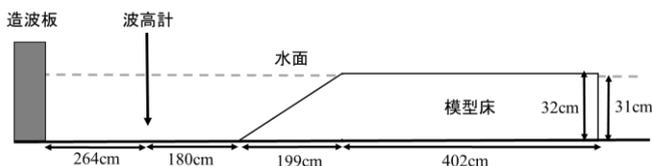


図-1 実験水槽の断面図

実験で使用した漂流物模型は、アクリル製の中空の角柱(縦 3.5cm×横 3.3cm×長さ 16.4cm, 比重 0.48g/cm³)であり、模型と模型床との間に生じる表面張力を軽減するため 0.2cm の足がついている。また、模型の両端、および中央には解析用のマーカーを貼り付けてある。

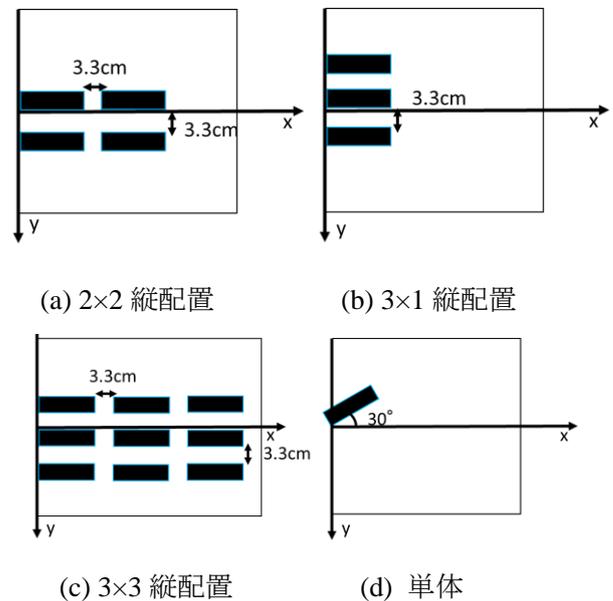


図-2 漂流物模型配置

漂流物模型の配置を図-2に示す。同図(a)に示す 2x2 縦配置では、模型同士の間隔を 3.3cm, 6.6cm, 9.9cm と変化させた 3 種類, (a)のそれぞれの模型を 90° 回転させた 2x2 横配置, (b)に示すような 3x1 縦配置の他に 2x1 縦配置, (c)に示す 3x3 縦配置, (d)に示す単体で x 軸とのなす角度を 0°, 30°, 60°, 90° としたものの 4 種類の合計 11 種類である。

作用波は、ピストン式造波装置で造波した正弦波の押し波 1/4 周期である。作用波の時間波形を図-3に示す。

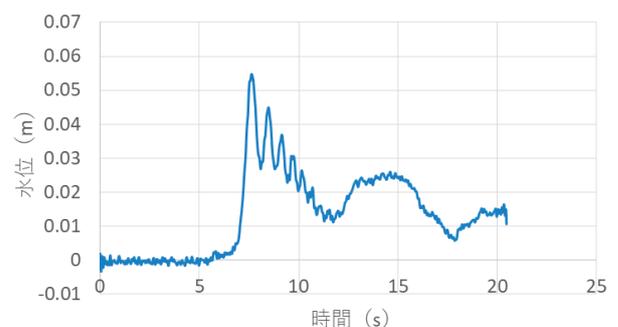


図-3 作用波

模型床上で海側から陸側へ向かう方向を x 軸とし、模型床の法肩からから 500mm のところを $x=0\text{mm}$ としている。 y はそれに直交する方向である。実験はそれぞれの配置について 10 回ずつ行った。

漂流物模型の漂流挙動は、模型床から上方 4m の位置に固定した 2 台のハイスピードカメラ(ディテクト社製 HAS-L1)で、1/300s 間隔で計測した。

2.2 データ解析

漂流物模型の流動は、動画解析ソフトウェア DIPP-Motion V (ディテクト社製)を使って解析した。解析対象は群体については、津波の 1 波目が漂流物模型に接触した瞬間から、2 波目が最も模型床海側に位置する模型に接触する瞬間までの間とした。単体については、2 波目が模型に接触する前に撮影範囲外に達してしまうため、津波の 1 波目が漂流物模型に接触してから 3 秒間とした。模型表面に貼り付けたマーカーの位置を 10 フレームごとに読み取った。

3. 実験結果

実験ごとに各時刻における模型中心位置のマーカーの x および y 座標から模型群の重心の位置を算出し、さらに、同条件の 10 回の実験における重心位置の平均値および標準偏差を算出した。その結果の一例を図-4 と 5 に示す。それらの図で示すのは模型間隔を 3.3cm の 2×2 縦配置および 2×2 横配置のケースである。図-4 は縦配置と横配置の漂流挙動の概略図である。両配置ともに x 軸方向に並んだ 2 つの模型が衝突後一体となって漂流することが多かった。しかし、一体となった後に縦配置の場合は y 軸方向への広がりが大きい一方で、横配置の場合にはあまり広がらず、 x 軸に沿うような形で漂流した。

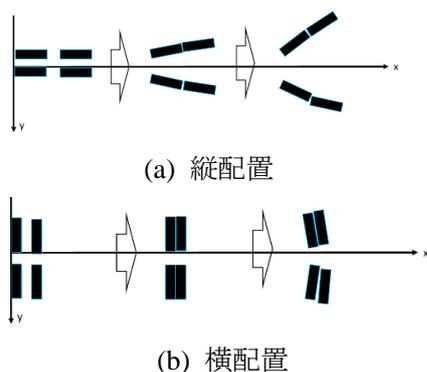


図-4 2×2 縦配置と 2×2 横配置の漂流過程

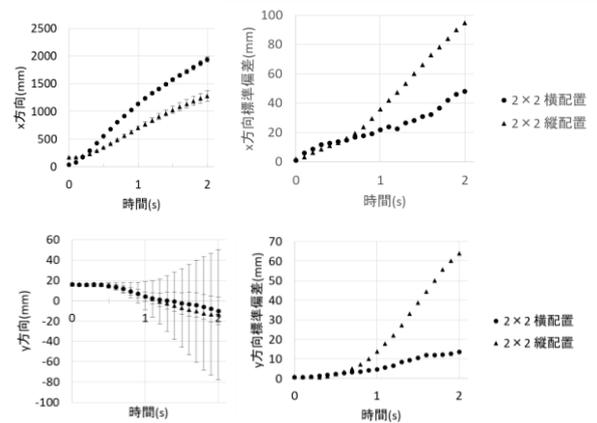


図-5 移動距離の平均と標準偏差

図-5 は模型群の重心位置の、 x および y 方向の平均値および標準偏差の時間変化を示している。標準偏差に着目すると、 x および y ともに縦配置の方がばらつきが大きく、時間の増加とともに値が増加している。平均位置に関しては縦配置と横配置の間で、 x 方向については差があるが、 y 方向については差があまりないことが分かる。また、平均位置の時間変化の割合は波が当たった直後は小さく、その後増大している。単配置 0° のそれと比較しても同じことがいえるため、波が当たった瞬間には模型はあまり移動せず、その後漂流を始めると推察される。

4. おわりに

紙面の都合により限られた実験ケースのみ示したが、模型の個数・間隔・角度を変化させた際に、模型群の重心の位置の平均値やばらつきがどのように変化するかを明らかにした。

参考文献

- 1) 甲斐田秀樹・木原直人：陸上遡上津波中の漂流物挙動に関する研究，土木学会論文集 B2(海岸工学)、Vol. 72, No. 2, pp. I_1159-I_1164, 2016.
- 2) Clay Naito, Christina Cercone, H.R.Riggs, Daniel Cox : Procedure for Site Assessment of the Potential for Tsunami Debris Impact, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, Vol. 140, Issue 2, pp.223-232, 2014.
- 3) 富田孝史・蜂須賀大智・千田優：津波漂流物群の挙動に関する模型実験と数値解析，土木学会論文集 B3(海洋開発), 2019, Vol75, No. 2, pp. I_761-I_766, 2019.