

沖合海域で発生する飛沫の粒径分布に関する実験的研究

日本文理大学工学部 正会員 ○樋田 操
九州大学大学院総理工 正会員 松永信博
(株) U. D. K. 岸岡賢祐

1. はじめに

強風下の沖合海域では、白波を伴う砕波が一様に発生している。このような場では、海水飛沫量の風下方向の変化は鉛直方向の変化に比べて極めて小さく、飛沫の濃度分布は沈降と拡散が釣り合った鉛直一次元モデルで説明できる¹⁾。従って、飛沫量を定量的に予測する上で、飛沫の沈降速度は重要なパラメータの一つとなる。飛沫の沈降速度はその粒径に強く依存する²⁾。

本研究では、強風下にある沖合い海域を対象とした実験を行い、水平床上を伝播する白波砕波から発生する飛沫を雨滴紙にとり、得られた飛沫痕を画像解析することにより飛沫の粒径分布および個数分布を調べた。

2. 実験装置および実験条件

実験には、長さ32m、高さ0.94m、奥行き0.6mの矩形断面を有する吸い込み式風洞式二次元造波水槽を用いた。実験装置の概要を図-1に示す。水槽の一端には消波のため斜板を取り付けた。水平床上における平均水深は0.3mに固定された。実験では周期(T)が1.0sと1.4sの二次元規則波を造波機で発生させた。規則波上に断面平均風速(Um)が17.5m/sと18.4m/sの風を吹かせた。この場合、水域全体で砕波が生じ、風下方向に飛沫が一様に形成された。表-1に実験条件を示す。合計3種類の実験を行った。表中、H, L, cおよびu*はそれぞれ砕波した波の波高、波長、波速および風のまさつ速度である。これらの諸量は水平床上1.8m毎の9断面で測定されたが、風下方向にほぼ同様であったことから平均値を記載している。雨滴紙を用いた飛沫粒径の測定は、図-1に示すように吹送距離が17.4mの1断面(M. P.)で行われた。この位置に、直径5cmの円形の穴を7cm間隔で4個あけたアクリル板を設置し、アクリル板背面に雨滴紙を貼り付けた。これにより、穴を通過した飛沫が雨滴紙に衝突し、雨滴紙が変色するのを利用して飛沫痕分布を得た。雨滴紙上の飛沫痕から飛沫痕数と飛沫面積を求めるために画像解析ソフトNIH imageを用いた。

3. 実験結果および考察

図-2にRun 2とRun 3において得られた雨滴紙上の飛沫痕および飛沫痕を画像解析することによって得られた単位時間・単位面積当たりに輸送される飛沫の個数

分布Nを示す。図中のzは平均水面からの鉛直距離をDは飛沫粒径を示す。飛沫粒径Dは佐粧ら³⁾によって得られた雨滴紙上の飛沫痕径D_sとDとの関係式 $D=0.42 D_s^{2/3}$ を用いて算定された。水表面近傍では、比較的大きな粒径の飛沫から小さな飛沫まで広範囲に分布しているが、上方に行く程小さな粒径の飛沫が占める割合は増加する。図-3は得られた飛沫個数の対数値を縦軸に、飛沫粒径を横軸にプロットしたものである。図中の●印は同じ個数密度をとる飛沫の中で最大粒径のものを示している。図中の実線は●印のデータに対して最小二乗近似を施すことにより求めたものである。図より個数分布は粒径の増加とともに指数関数的に減少することがわかる。

図-4は、図-3で得られた個数分布の近似曲線を用いて、単位面積・単位時間当たりに輸送される粒径Dの飛沫の質量M (g/cm²s)を

$$M = \rho \frac{\pi}{6} D^3 N / 1000$$

から算定したものである。ρは飛沫の密度で1g/cm³としている。飛沫の輸送量は上方に向かうにつれ減少し、質量Mが最大となる代表粒径D_Rも低下することがわかる。図-5は、Run 1~Run 3で得られた代表粒径D_Rの鉛直分布を示したものである。図からわかるように、白波を伴い一様に砕波する水面上では飛沫の代表粒径D_Rはz⁻¹に比例して減少することがわかる。

4. おわりに

強風下において、白波を伴う砕波が一様に発生する際に形成される飛沫の粒径分布を実験により調べた。飛沫の代表粒径は水面からの距離に反比例して減少する傾向が認められた。しかしながら飛沫粒径の水面に作用するまさつ速度や波形勾配に対する依存性は明瞭ではなかった。これについては今後詳細な検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 松永信博 他2名：海岸工学論文集，第42巻，pp. 1031-1035，1995.
- 2) Best, A. C. : Quart. J. Roy. Meteor. Soc., vol. 76, pp. 302-311, 1950.
- 3) 佐粧純男 他4名：天気，第37巻，pp. 61-66，1990.

KEY WORDS: 塩害・海水飛沫・沿岸海域環境

〒870-03 大分市大字一木 TEL.0975-92-1600 FAX.0975-93-2071

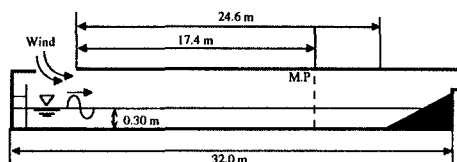
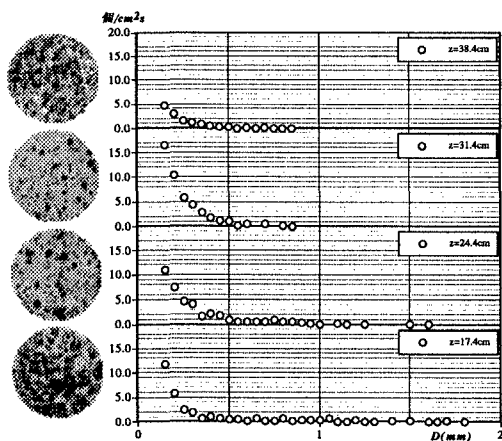


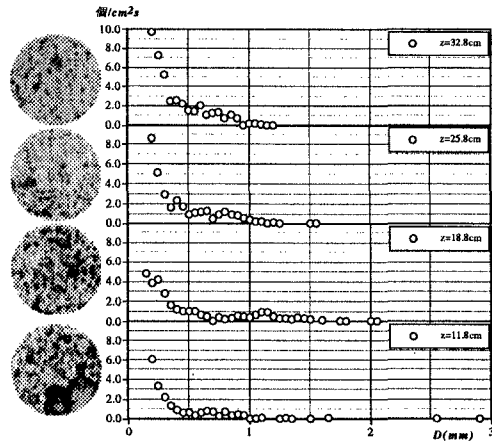
図-1 実験装置概要図

Run	H (cm)	L (cm)	T (s)	c (m/s)	H/L	Um (m/s)	u* (m/s)	u*/c
1	12.5	137	1.00	1.37	0.0912	17.5	1.59	1.160
2	11.8	137	1.00	1.37	0.0905	18.4	2.13	1.550
3	14.8	215	1.40	1.53	0.0674	17.5	1.30	0.846

表-1 実験条件および代表諸量

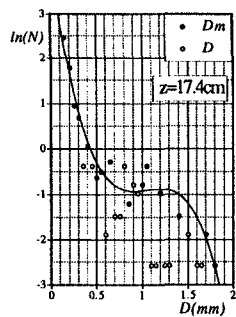


(a) Run 2

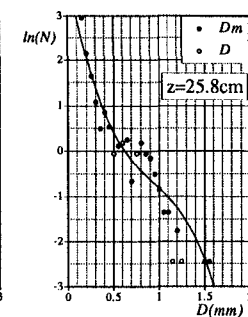
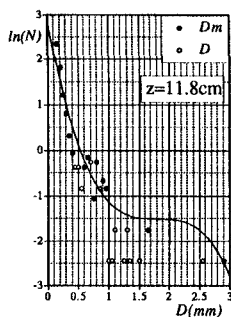
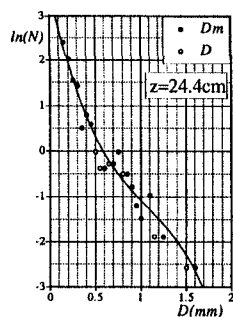


(b) Run 3

図-2 雨滴紙上の飛沫痕および飛沫個数と粒径の関係

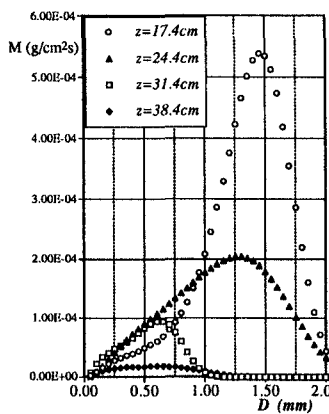


(a) Run 2

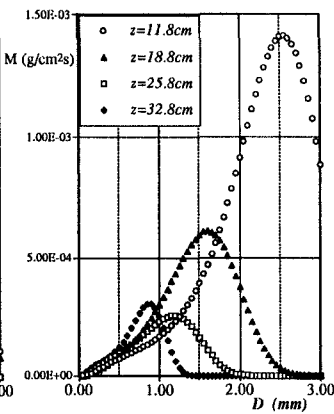


(b) Run 3

図-3 飛沫個数の対数値と飛沫粒径の関係



(a) Run 2



(b) Run 3

図-4 飛沫質量と飛沫粒径との関係

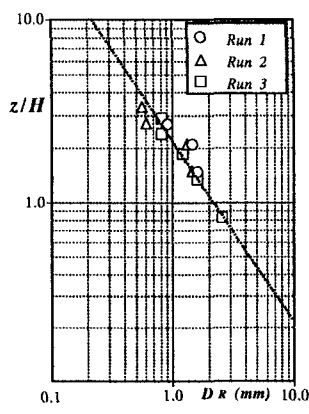


図-5 飛沫の代表粒径の鉛直分布