

強風作用下の砕波帯から発生するしぶき量

日本文理大学 正員○廣瀬智彦 正員 樋田操

九州大学 正員 松永信博 正員 水井宏征

1. はじめに 1991年7月から9月にかけて九州及び中国地方を襲った台風による塩害は、沿岸部を中心に大きな被害をもたらした。塩害が生ずる直接の原因は海水がしぶきとなって空気中に取り込まれることにあるが、風速としぶきの飛散分布との関係を実験や理論によって系統的に調べた研究は少ない¹⁾。本研究では、一様勾配斜面上に2次元規則波を入射させ、崩れ波型砕波を生じさせると同時に水表面に強風を吹かせることにより、砕波帯内のしぶきの飛散量を測定した。さらに、理論的考察に基づいて、しぶき飛散量の定量的評価を行った。

2. 実験 実験装置および実験方法については、前報²⁾で詳細に述べられているので参照されたい。実験条件は表-1に示す。水面上の断面平均風速 U_m は約12m/s, 17m/s, 19m/sの3通り(Run6は17.5m/s)、また、造波機でつくられた波の沖波波形勾配 H_0/L_0 は0.048, 0.070, 0.090の3通りに変えられ、合計9種類の実験を行った。表中の γ については3節および4節で説明する。

3. しぶき濃度の理論的考察 前報³⁾で示した様に、崩れ波型砕波によって発生するしぶきの濃度 $C(g/cm^3)$ は近似的にしぶきの沈降と拡散がつり合い、つまり

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(D \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} (v_0 C) = 0 \quad (1)$$

で表わされる。ここで、 D : 拡散係数, v_0 : しぶきの沈降速度である。 $C = C_*(x)f(\bar{z})$, $D/v_0 = l_*(x)g(\bar{z})$, $z = l_*(x)\bar{z}$ とし、それらを上式に代入する。さらに、拡散係数と沈降速度からなる無次元長さ $g(\bar{z})$ を $g(\bar{z}) = (1 + \bar{z})^\gamma$ ($\gamma > 0$) と仮定すると、無次元濃度は

$$C/C_*(x) = \exp \left[\frac{1}{1-\gamma} \left\{ 1 - (1 + \bar{z})^{1-\gamma} \right\} \right] \quad (2)$$

で表わされる。

4. 実験結果および考察 図-1は無次元濃度分布と理論解(2)式との比較を示したものである。実測データを無次元化するために必要な $C_*(x)$ と $l_*(x)$ の値は、データと理論解をそれぞれ両対数紙上にプロットし、それらを重ね合わせるにより評価した。また、最適な γ の値はデータとよく適合する理論曲線を試行錯誤的に探すことにより決定した。このようにして求められた γ の値は、表-1に示されている。図-1で示すように無次元濃度分布は $\gamma=0.4$ の理論曲線とよく一致しており、濃度分布は風下方向に相似になっていることがわかる。図-2は表-1で示された γ の値と H_0/L_0 との関係を示したものである。 H_0/L_0 が大きくなるにつれ γ の値が大きくなることから、 H_0/L_0 が大きい程しぶきの拡散高さが大きくなることがわかる。図-3(a), (b)はそれぞれ $z=0$ (波頂高さ)における濃度 C_* と分布形を決定する代表長さスケール l_* の流下方向の分布の一例を示したものである。風速が大きくなるにつれ C_* の値は大きくなるがわかる。また、 C_* の値は流下するにつれ増加し、ほぼ静水時における汀線の位置で最大値をとる。この最大値の位置は、風速の増加とともにわずかに岸方向に移動することがわかる。 l_* は流下方向にほぼ一様な値をもつが、沖波波形勾配が増加するにつれ l_* の値は小さくなる傾向が認められる。図-4は図-3(a)で定義された C_* の最大値($C_{*,max}$)をしぶきの密度 ρ_0 で無次元化し、 U_m/C_0 に対してプロットしたものである。ここで C_0 は沖波の波速である。 $C_{*,max}$ は、 U_m/C_0 が増加するにつれほぼ線形的に増加することがわかる。図-5は、各実験において得られた l_* の x 方向の平均値を沖波波高で無次元化し、波形勾配に対してプロットしたものである。 l_*/H_0 は H_0/L_0 の増加とともに減少する傾向が認められる。

以上のことから、しぶきの拡散効果を示す無次元量 γ は沖波波形勾配に比例することが示された。また、任意の位置におけるしぶきの濃度を得るために必要な C_* と l_* が波と風速のパラメータで関係づけられた。

本研究は平成4年度文部省科学研究費補助金総合研究A(代表 入江功 九州大学教授)のもとで行われたこと

を記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) 仲座栄三他3名: 飛塩(海塩粒子)拡散の数値流体学的解析, 海岸工学論文集, 第40巻, pp.1036-1040, 1993.
- 2) 廣瀬智彦他3名: 強風を伴う崩れ波型碎波によるしぶきの飛散量, 平成4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.150-151, 1993.
- 3) 藤巻隆一他3名: 強風下における碎波としぶきの飛散形態について, 平成4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.152-153, 1993.

表-1 実験条件

Run	$U_m(\text{m/s})$	H_0/L_0	γ
1	12.0	0.048	0.2
2	16.8	0.048	
3	19.4	0.048	
4	12.0	0.070	0.4
5	16.9	0.070	
6	17.5	0.070	
7	12.1	0.090	0.6
8	16.9	0.090	
9	19.1	0.090	

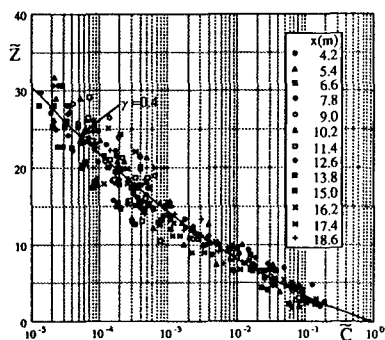


図-1 無次元濃度分布と理論値との比較(Run6)

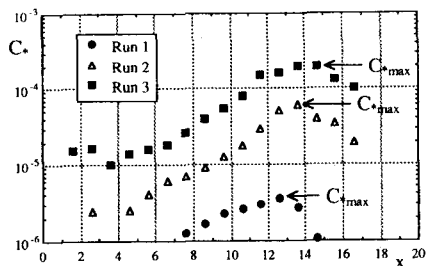


図-3(a) C と x との関係

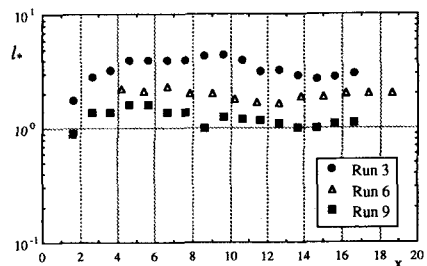


図-3(b) l と x との関係

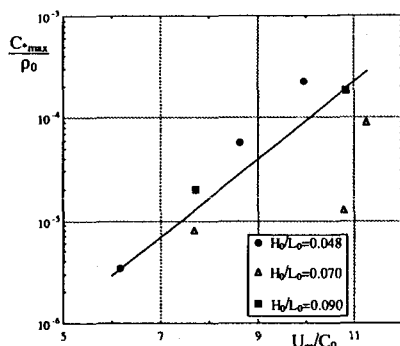


図-4 $C_{\max}/\rho_0$ と U_m/C_0 との関係

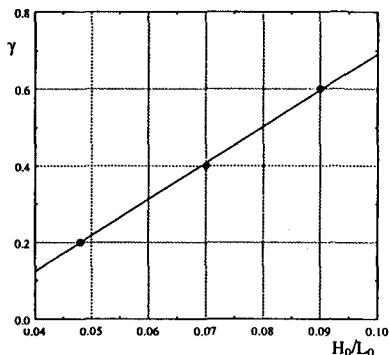


図-2 γ と H_0/L_0 との関係

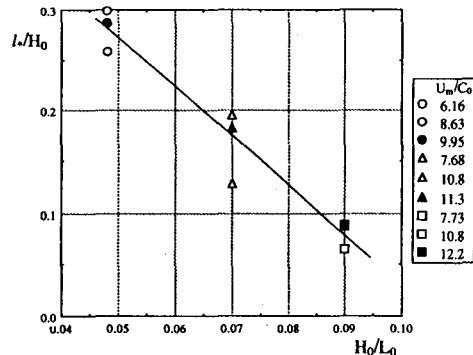


図-5 l/H_0 と H_0/L_0 との関係