

強風を伴う巻き波型碎波によるしぶきの飛散量

日本文理大学 正 員 ○井上宏昭 正 員 樋田 操
九州大学 正 員 松永信博 学生員 水井宏征

1. はじめに 1991年7月から9月にかけて、九州および西中国地方を襲った台風は、沿岸部を中心に農作物の収穫不良や4日以上に及ぶ停電等、大きな塩害をもたらした。塩害を発生する直接の原因は、海水が飛沫となって空気中に取り込まれることにある。飛沫は、沿岸海域での碎波により発生するしぶきや海岸・港湾構造物により波が砕かれて発生する。これまで、現地における塩害やしぶきの飛散に関する調査と観測の報告がある¹⁾。しかし、風速としぶきの飛散分布との関係を、理論と実験により系統的に調べた研究は極めて少ない²⁾。本研究は、一様勾配斜面上に二次元規則波を入射させて巻き波型碎波を生じさせ、同時に水表面に風を吹かせることにより、碎波点から岸側に発生するしぶきの飛散状況を観察し、飛散量の定量的な評価を行ったものである。

2. 実験装置および実験方法 実験は、長さ35 m、幅0.6 m、高さ0.935 mの矩形断面の上部に直径0.73 mの半円形ドームを取り付けた、風洞付二次元造波水槽が用いられた。図-1はその概要を示す。海底斜面の法勾配は1/30に固定し、水深は $h=0.512$ mとした。この斜面上に沖波波高 $H_0=14.7$ cm、沖波波長 $L_0=7.69$ m ($H_0/L_0=0.0191$)の二次元規則波を入射させて、巻き波型碎波が定常的に発生する状態で風を吹かせた。風速は、風洞出口での断面平均風速を、11.0 m/s (RUN 1)、15.0 m/s (RUN 2)、17.5 m/s (RUN 3)、の三種類とした。しぶきの量および粒径の測定位置は、図-1に示す様に碎波の突っ込み点から岸側へ1.2 m毎に9断面 (P 1~P 9) とした。しぶき量は直径3 cm、深さ5 cmの容器に脱脂綿をつめ、それを5 cm 間隔で10個配列して単位時間、単位面積当りのしぶき量 ($\text{g/cm}^2 \cdot \text{s}$) すなわち濃度flux CU (C:濃度 (g/cm^3), U:測定位置の断面平均風速) を測定し、鉛直分布を求めた。しぶきの粒径の鉛直分布は雨滴紙を用いて測定した。

3. 実験結果とその考察 写真-1は、強風下の巻き波型碎波により発生したしぶきの飛散状況を示す。図-2は、しぶきの飛散状況を模式的に描いたものである。しぶきは風下方向と鉛直方向に拡散するが、しぶきの供給源は巻き波碎波の突っ込み点における一箇所のみであるため、風下方向に進むほど沈降する。そのため、いずれの方向にもしぶき量は減少し粒径は小さくなる。図-3は、しぶきの濃度C (g/cm^3)と、波頂高さからの鉛直距離Z (cm)との関係を、風速が11.0 m/s (RUN 1) の場合について、測定位置すなわち、碎波突っ込み点からの水平距離をパラメーターとして示したものである。濃度Cはしぶき量CUの測定結果から、各測定位置の断面平均風速Uを用いて求めたものである。図から明らかな様に、巻き波型碎波によるしぶきの濃度は、風下方向および鉛直方向に急激に減少していることが分かる。しかも、濃度の鉛直方向の減少率(勾配)は、測定位置に依存せずほぼ一定であることが分かる。このことは、濃度Cは高さとともに指数関数的に減少することを意味する。したがって、しぶき濃度の鉛直分布を普遍化することが可能と考えられる。

図-4は、図-3のCとZの関係を基にして定めた、代表諸量の定義図を示す。図中、 C_* は波頂高さにおけるしぶきの濃度であり、 B_* は C_* の値が1/eだけ減少する高さを表わす。この C_* と B_* の値を、RUN 1~3の実験結果において、各測定位置について求め、CとZをそれぞれ、 $\tilde{C}=C/C_*$ 、 $\tilde{Z}=Z/B_*$ により無次元表示する。

図-5は、しぶきの濃度の無次元量 $\tilde{C}$ と波頂高さからの鉛直距離の無次元量 $\tilde{Z}$ との関係を、風速をパラメーターとして示したものである。図から明らかな様に、無次元量 $\tilde{C}$ と $\tilde{Z}$ との関係は、風速の相違に依存せず、一定となることが分かる。すなわち、本研究で行った普遍化の方法が妥当であることが分った。

写真-2は、巻き波型碎波により発生したしぶきの粒径の鉛直分布を、RUN 3の測定位置P 6について示したものである。しぶきの粒径は、鉛直方向に高くなるほどやや小さくなるが、中には、比較的大きな粒子が強風によって高い所まで飛来するものも見受けられる。

4. 今後の展望 本研究の結果から、強風を伴う巻き波型碎波により発生したしぶきの飛散量の鉛直分布特性がほぼ明らかとなった。しかしながら、沖波波形勾配や海底勾配が異なる場合や防波堤等の海岸・港湾構造物の前での巻き波型碎波によるしぶきの飛散量の鉛直分布特性は本結果と異なることが考えられる。したがって今後はこれらの問題について詳細な検討を行う予定である。本研究は、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)の助成により行われたことを付記する。最後に、本研究を行うにあたり、実験に協力頂いた日本文理大学海洋環境研の菅原君、廣瀬君、福島君、藤巻君に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 西村一男・入江 功:防波堤の越波に関する現地観測(第1報), 第19回海講論文集, pp. 297~301, 1972.
- 2) 石田 昭・花田昌彦・細井正延:飛沫の発生に関する実験的研究,第29回海講論文集, pp. 385~388, 1982.

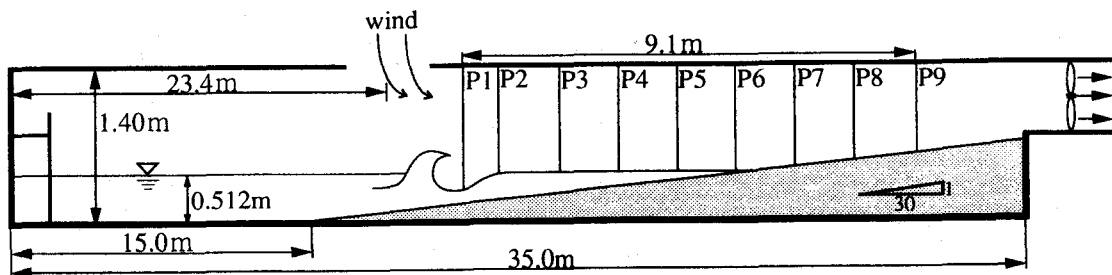


図-1 実験装置

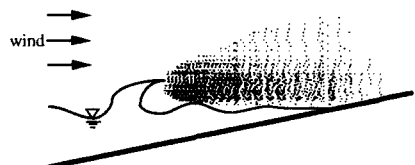


図-2 巻き波型碎波によるしぶきの飛散の模式図

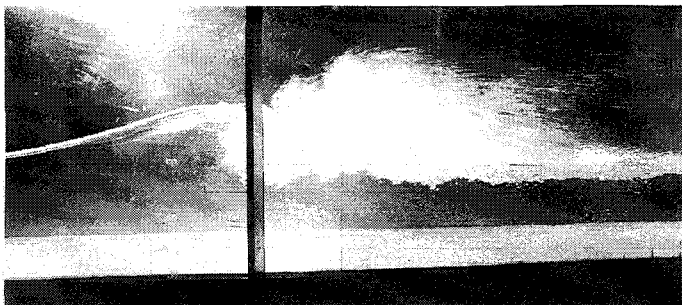


写真-1 巻き波型碎波によるしぶきの発生状況

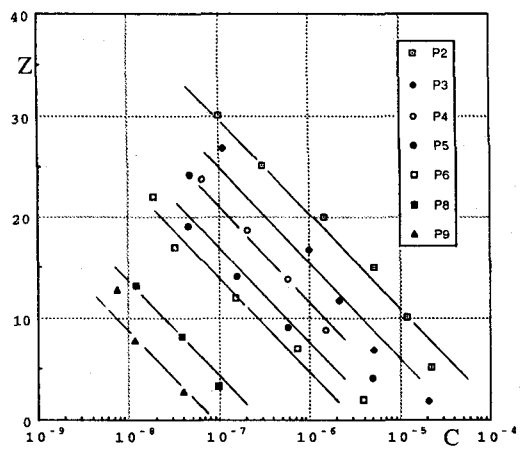


図-3 しぶき濃度の鉛直分布 (RUN 1)

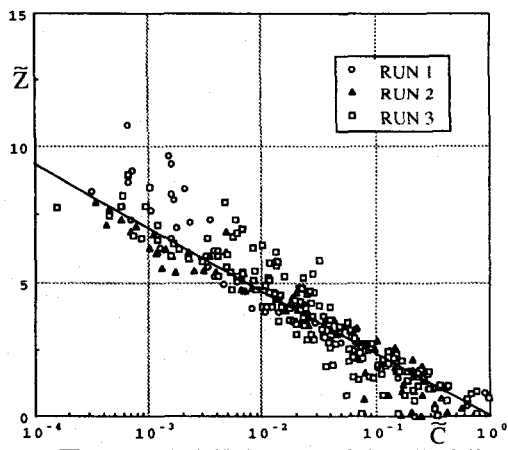


図-5 しぶき濃度の鉛直分布の普遍形

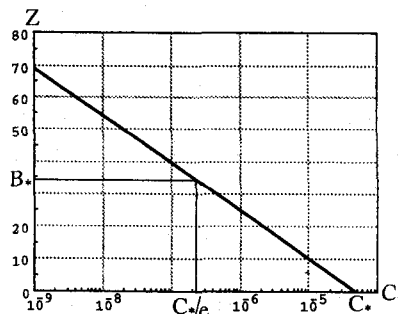


図-4 代表諸量の定義図

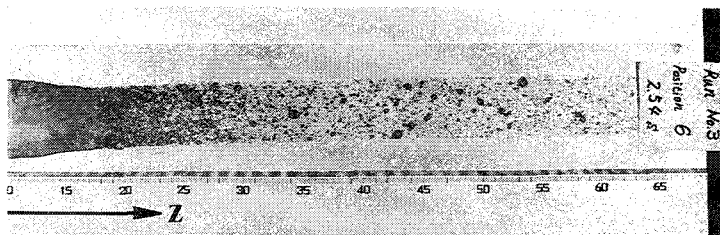


写真-2 巻き波型碎波によるしぶきの粒径分布 (RUN 3, P6)