

直立防波堤における越波飛沫の現地観測

九州大学 学生会員 ○村上和康 加嶋武志 白尾國貴
正会員 山城 賢 吉田明徳

1. はじめに

暴浪時に防波堤や護岸に作用した波が水煙状に高く打上がり、それが強風によって背後地に飛散し、塩害や交通障害を引き起こすことは頻繁にあるが、飛沫防止に有効な策はなく、そもそも越波飛沫については飛沫の飛散過程など未解明な部分が多い。本研究では、直立防波堤で生じる越波飛沫の特性を把握することを目的とし、冬季の暴浪時に山口県下関市にある和久漁港地区において現地観測を行った。

2. 現地観測の概略

2.1 和久漁港地区の概略

対象地域である和久漁港地区は山口県下関市にあり、日本海に面している。図-1に当該地区の位置および概略を示す。和久漁港は北西方向に港口を有しており、特に冬季風浪時には暴風暴浪に晒される。そのため、港口から約70m沖に直立防波堤(天端高7.1m、堤体幅13.1m、延長140m)が設置され、これにより暴浪を防ぎ港内の静穏度が確保されている。しかしながら、暴浪時には直立堤で図-2に示すような大規模な打上げが頻繁に生じ、発生した飛沫や海塩粒子が強風で陸域に運ばれ、地区全体で窓枠の錆などの家屋被害、植木の枯死、洗濯物が干せないなどの塩害が生じている。地域住民によれば、40m以上の打上げが生じ、地区の中央を通る国道付近まで飛沫が雨のように降ることもあるとのことであった。

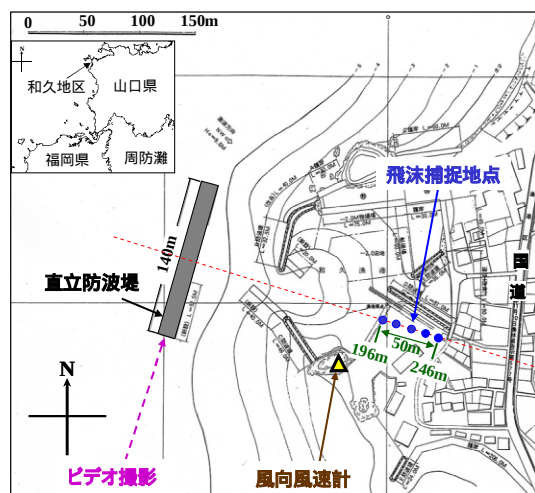


図-1 観測対象地区（山口県和久漁港）

2.2 観測内容

観測日および観測項目を表-1に示す。風向風速は、プロペラ式風向風速計を漁港にある岩の頂上に設置(図-1参照)し、連続的にサンプリング間隔2秒で計測を行った。なお、設置高は地表面からおおよそ5m(DL+11.3m)である。打上げ高(R)と飛沫輸送距離(D)は、防波堤をほぼ真横に望める約2km南の岬から撮影したビデオ画像をもとに、個々の打上げについて目視により計測した(図-2参照)。飛沫粒子の観測は、海水の塩分に反応して変色する感潮紙を用いて行った。観測地点は防波堤から196m離れた位置を始点とし12.5m間隔で5地点設定した(図-1参照)。観測方法は感潮紙を地面に固定し10分間曝露して、地面に落下する飛沫を捕捉した。観測後に感潮紙をスキャナで画像データに変換し、5cm四方の範囲について、図-3に示すように2値化することで飛沫が付着した部分を抽出して、個々の飛沫痕の面積を算定した。

表-1 観測日および観測項目

観測日	観測項目
2005年 12月13日 12月22日	風向風速 打上げ高・飛沫輸送距離
2006年 2月8日 12月17日 12月28日	風向風速 打上げ高・飛沫輸送距離 飛沫粒子

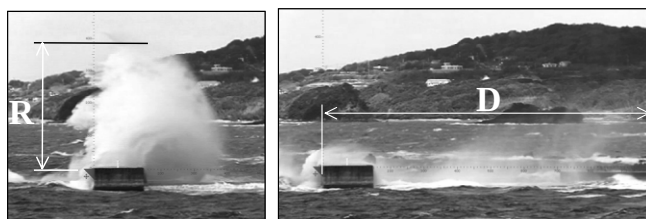


図-2 打上げと飛沫の飛散

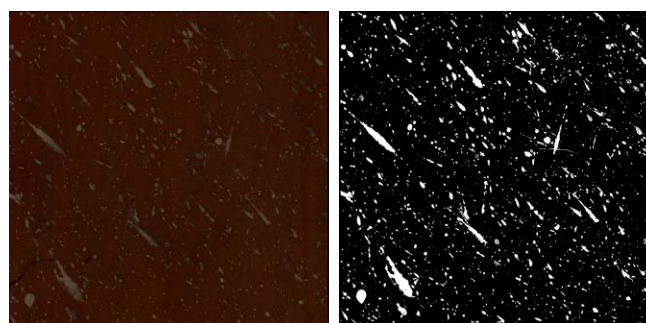


図-3 感潮紙に付着した飛沫(右図は2値化後)

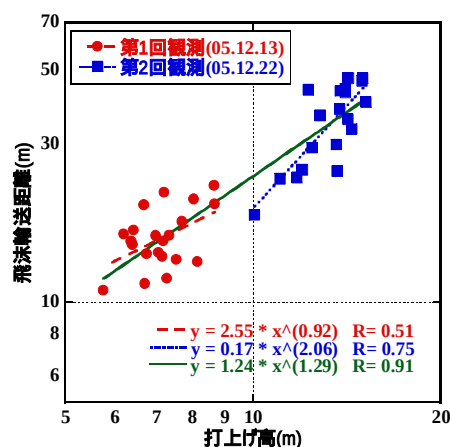


図 - 4 打上げ高と飛沫輸送距離の相関図

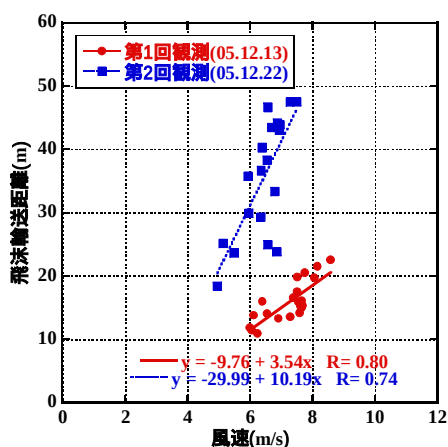


図 - 5 風速と飛沫輸送距離の相関図

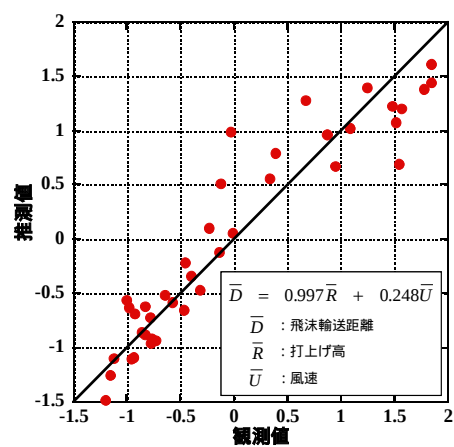


図 - 6 飛沫輸送距離の観測値と推測値の相関図

表 - 2 観測結果の概略

	打上げ		飛沫飛散距離		風向風速	
	最大値 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	平均値 (m)	平均風速 (m/s)	最多風向 (方位)
第1回	33.6	7.2	127.8	16.8	9.0	NW
第2回	51.4	13.4	159.8	41.3	9.6	NNW

3. 観測結果

3.1 打上げ高，風速，飛沫輸送距離の関係

第1回観測(2005年12月13日)と第2回観測(2005年12月22日)について，打上げ高の平均値等を表-2に示す．ただし，ここでの飛沫輸送距離とはビデオ画像から目視で判断した飛沫の最大飛距離であり，実際には，ビデオ画像で判断できない飛沫がより遠くへ運ばれている．観測結果の概略値より第2回観測時は第1回観測時に比べ打上げ高と飛沫輸送距離が共に大きいことがわかる．この2回の観測記録から，打上げ高，飛沫輸送距離，風速の20分毎の平均値を求めた．図-4は飛沫輸送距離と打上げ高，図-5は飛沫輸送距離と風速の関係を示している．なお，風速は防波堤に垂直な成分に補正している．図-4より，打上げ高と飛沫輸送距離には高い相関があり，観測日が異なる結果についても同一の回帰式でほぼ表されている．一方，飛沫輸送距離と風速の関係をみると，観測日により分布は異なっているが，それぞれの観測日の結果には高い相関が認められる．次に，飛沫輸送距離を目的変数に，打上げ高と風速を説明変数として重回帰分析を行った．なお，それぞれの変数は基準化している．図-6は飛沫輸送距離の基準化された観測値と重回帰式による推測値の相関図である．この分析の結果，打上げ高と風速の飛沫輸送距離に対する寄与率は4:1であり，風速に比べて打上げ高の影響が非常に大きいことがわかった．

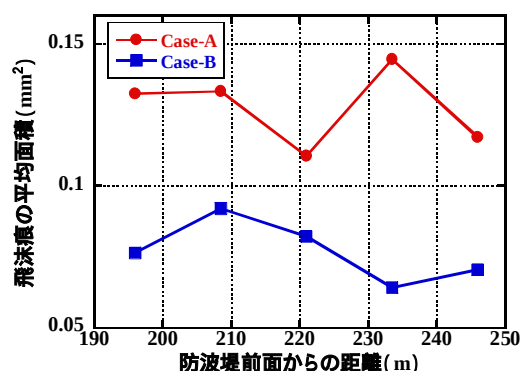


図 - 7 飛沫痕の平均面積の空間分布

3.2 飛沫の空間分布

図-7は地面に落下した飛沫痕の平均面積を防波堤前面からの距離に対して示した例である．飛沫痕の平均面積は空間的に変動しているものの，大きな変動ではなく，距離とともに減少するといった傾向も認められない．図-3にみられるように，飛沫痕の大きさは様々であり，最大で8.6mm²のもの記録されたが，どの地点においても微細なものが大部分を占めている．

4. おわりに

これまでの検討の結果，打上げ高と風速が飛沫輸送距離に大きく寄与し，寄与率は4:1であることを明らかにした．現時点では全てのデータを分析しきれておらず，今後は飛沫痕の頻度分布や，飛沫痕の面積と飛沫粒径の関係など，詳細に検討する必要がある．

謝辞：本研究を実施するにあたり，和久漁港漁地区の住民の方々，および下関市豊北総合支所水産振興課に御協力頂きました．ここに記して感謝の意を表します．