

京都大学工学部 正員 浅野 敏之
京都大学工学部 正員 岩垣 雄一
東洋エンジニアリング 加賀屋正敏

1. 序言 衝撃砕波圧は防波堤の耐波設計を行う上で非常に重要であるにもかかわらず、その解明はいまだ不十分であり、定量的にどの程度設計にとりいれるべきであるか定説のない状態である。著者らは最近、直立防波堤に作用する波圧について実験を行い、大きな波圧を作用させる波はどのような条件のものであるかについて検討を行った。その結果、強大な衝撃砕波圧は防波堤のすぐ前方で巻き波型の砕波をする波により発生し、また来襲波の周期も波圧強度を支配する重要な因子であることが明らかになった。¹⁾ 本研究は上記の実験結果から、防波堤の安定を考える上で重要な、波圧の鉛直分布特性について考察したものである。

2. 実験装置・実験方法 波圧計は測定範囲±1 kg/cm²、固有周波数15 KHz、受圧面の直径が5 mmの半導体小型圧力変換器と10個使用した。一方、防波堤堤型はこの波圧計の受感部形状を考慮し、防波堤前面に相当する部分のみを受圧板として模型化した。受圧板の水槽幅方向の中心線の左右7.5 mmのところに千鳥獲様状に15 mm間隔で外径6 mmのネジ孔を切り、各実験条件によって根固めブロック天端から防波堤の天端にわたって等間隔になるよう波圧計を取り付けた。実験は斜面勾配1/25、1/40、1/60、1/100の4ケースについて行い、また受圧板に作用させる波として、周波数f=1.4~0.6 Hzの波を用い、それぞれの周波数について波高を3~7通りに変えて実験を行った。各ケースについて、波圧と波形の記録

は、波を起こし始めて第3波目から第12波目までの計10波をとった。

3. 最大波圧強度の発生位置 図-1は同時波圧分布の実験結果の1例である。このケースは斜面勾配1/25、入射波の周波数0.8 Hz、沖波波高9.1 cmのもので、16 mmフィルムによる波形記録から、防波堤のすぐ前方で巻き波砕波を起こしていることが確かめられた。本図では根固めブロックに近い位置における波圧計で最大の波圧強度が得られる傾向にある

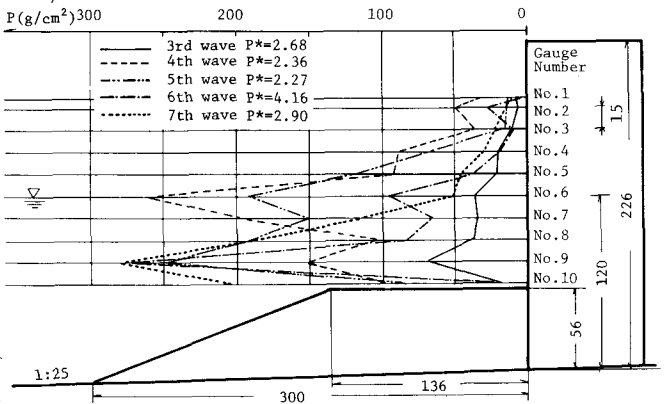


図-1 鉛直波圧分布の1例と、根固めブロックおよび防波堤堤型の寸法(単位mm)

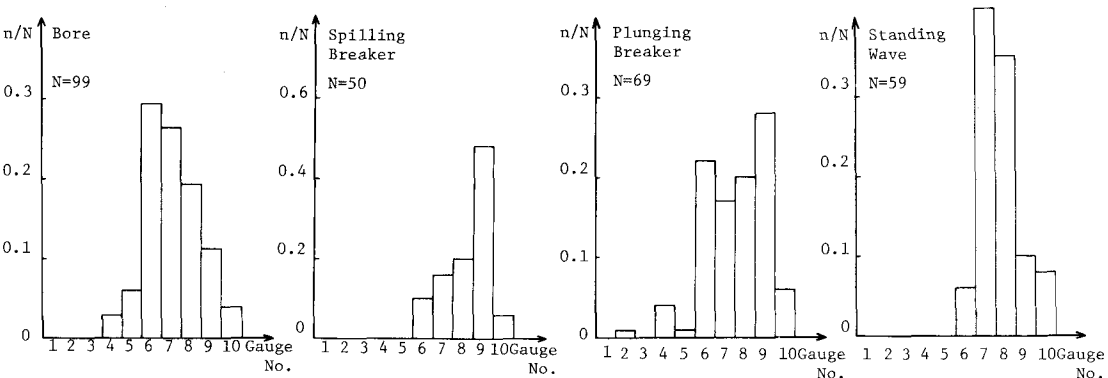


図-2 最大波圧強度の発生位置の頻度分布

が、こうした傾向は波の作用形式により異なるように思われる。図-2は斜面勾配1/2.5の実験から得られた結果を整理したもので、波の作用形式は16mmフィルムから判別した。写真は受圧板から前方2mまでの範囲で撮影されているため、それより前方ですでに砕波している波はBoreとして扱った。また重複波として分類した波のなかには、その波形勾配が大きいために、あるいは根固めブロックの影響により、重複波の砕波を起こす遷移的な波が多く含まれている。本図より重複波およびBore状態の波は、静水面付近に最大波圧強度が発生しやすいのに対して、巻き波および崩れ波では防波堤の下部に生ずる傾向にあることがわかる。

4. 波圧の局所的な尖鋭度 図-1に示されるように衝撃砕波圧は局所的に非常に大きな波圧が作用するため、転倒・滑動といった防波堤全体にわたる破壊形式の他にも、防波堤前面壁の穿孔破壊といった部分的な破壊の発生が考えられる。そこで波圧の鉛直分布形状における最大波圧強度を示す尖鋭度を表わす量として、以下に定義される P^* をとりあげた。すなわち、 $P^* = P_{max} / \bar{P}$ 。ここで P_{max} は同時波圧における最大波圧強度、 $\bar{P}$ は鉛直方向に平均した波圧強度である。図-3は横軸に沖波波高 H_0 および水の単位体積重量 ω を用いた $\bar{P}$ の無次元量 $\bar{P}/\omega H_0$ をとり、縦軸に P^* をとったもので、図-2と同様に砕波形式によって分類した。 P^* と $\bar{P}/\omega H_0$ の間には弱い正の相関が認められるものもあるが、一般には相関があるとはいえない。また作用形式による P^* の値の大きさの違いは特に現われていない。 P^* の値は最も大きい時で5~6の値をとり、こうした場合は最大波圧強度 P_{max} が、その他の点で記録された波圧強度よりとびぬけて大きいことを示す。図-1における第6波目の波の P^* は、4.16と大きく、尖鋭な波圧分布形状を示している。この実験ケースにおいては、波圧計は15mm間隔に取りつけられており、こうした最大波圧強度は非常に局所的に発生するものであることを意味する。また別の実験ケースにおいて、波圧計が7.5mm間隔で設置されていたが、同様に大きな波圧強度が一つの波圧計で記録された場合でも、隣接した波圧計には、小さな波圧強度しか記録されない場合があった。本実験で使用した波圧計の受圧面は直径5mmと小さく、小さな水塊でもこの受圧面を直撃した場合には非常に大きな波圧強度を発生させる可能性があるが、それだけが上記の現象の原因であるとも思えない。

ミニキン公式による鉛直波圧分布形から、尖鋭度を表す値 P^* を計算すると、波の諸元によっても異なるが、本実験におけるマウンド高、防波堤前面水深を用いた場合、その値は4.5~5.3程度となった。本実験値の P^* の値は平均的には2.7~3.0程度であり、ミニキン公式による尖鋭度はやや過大であることがわかる。

参考文献
1) 岩垣雄一・西井哲郎・浅野敏之：
直立防波堤に作用する衝撃砕波圧に関する研究，京都大学防災研究所年報，第21号，（投稿中）

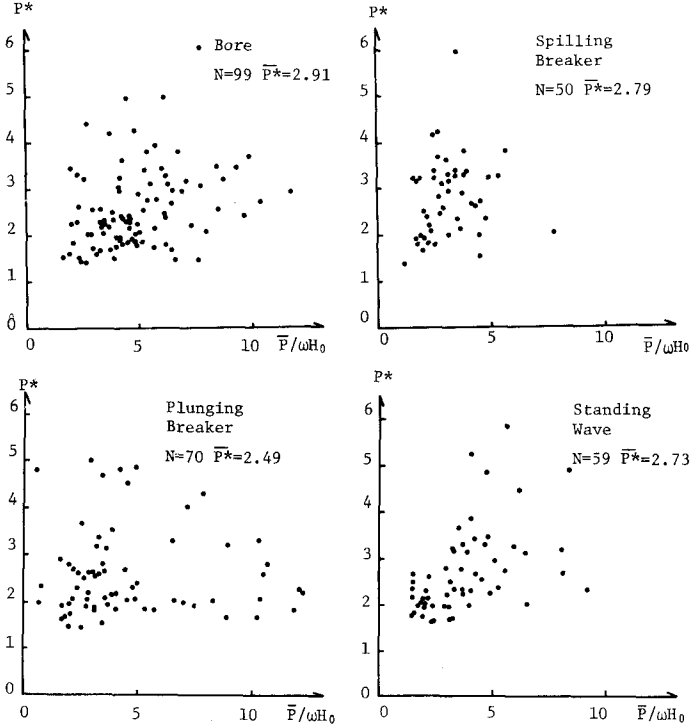


図-3 波圧強度の尖鋭度と平均波圧強度との関係