

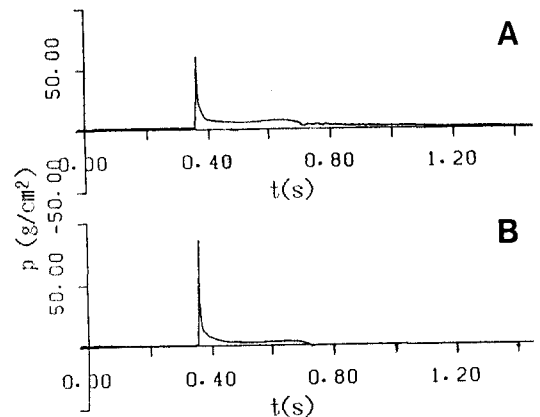
II-296 衝撃砕波圧と砕波波面形状

中央大学理工学部 学生員 荒見 敦史
正会員 服部昌太郎

研究の目的 最近の海岸港湾構造物の被災例を検討すると、構造物の耐波設計を行うに当たって衝撃性砕波圧に対して十分な考慮を払う必要がある事が指摘できるが、近年ではこの問題を取り扱った研究は殆どなされていないと言える。直立堤体に衝撃性波圧が作用する場合には、堤体と砕波波面との間に極めて薄い空気層が存在していることが、Bagnold、林らの研究(和田・橋本・藤森,1965)によって指摘されている。数値計算により砕波波面形状の算定が可能となった事から、堤体と砕波波面間に封入される圧縮空気層の波圧に対する挙動が解明されれば、砕波波圧算定のモデル化が可能となる。この様な意図のもとで行っている実験より、興味ある事柄が得られたのでここに報告する。本報では、波圧の作用時間が20ms以下で極めて高い波圧を示すものを衝撃砕波圧と定義する。

実験装置と測定方法 反射吸収式造波装置を備える両面ガラス張り二次元波動水槽(0.3m×0.55m×20m)内に設置した1/20勾配斜面上に、直立壁を固定して実験を行った。波圧測定には半導体圧力センサー(直径10mm、容量1kg/cm²)を使用し、その測定出力はサンプリング周波数2000HzでD-R2000に記録した。直立壁への砕波波面形状と封入空気層の挙動はシャッター速度1/1000sのビデオカメラで撮影し、静水面位置に取り付けられた圧力センサーのオシロスコープ出力をビデオ画面に同時入力して、波圧と空気層の挙動との関係を画像解析により調べた。直立壁よりの反射と衝突水塊の落下により入射砕波形状が著しく乱れることから、造波開始後2～4波までの入射波による波圧を解析の対象とし、また進行波としての一様水深部での入射波と堤体設置地点の波高は、堤体を設置していない状態で分圧式波高計により測定した。実験条件は、一様水深部(h=36cm)での入射波波高は3～5cm、周期は1.3sと1.7s、堤体設置水深8cmである。

実験結果 図1・3は、直立堤体と砕波波面間の空気層厚が増大すると共に、静水位付近の波圧[z=+3.0cm; A, z=0(SWL):B]の時間波形がどのように変化するかを示したもので、波圧波形と波圧発生時での圧縮空気層と砕波波面形状のビデオ画像である。空気層の存在が認められない場合の波圧は、重複波性のものであることが確認された。図1は空気層厚が極めて薄く衝撃砕波圧が発生した場合、図2は空気を大きく巻き込んで砕波面が直立面に衝突した場合、また図3は砕波の突っ込み点付近に直立壁がある場合の実験結果例である。図2と3の波圧記録には、巻き込み砕波波面先端が堤体に衝突した瞬間の波圧(p_1)と、その後再び衝撃性の波圧(p_2)が発生している事が認められる。この様な波圧波形記録は、これまでの実験結果では報告されていない。第2番目の衝撃圧の発生原因として圧縮空気塊の離脱による砕波面の再衝突と考え、衝撃圧発生時間間隔(δt)と空気層厚(δb)の測定値より算定される砕波面の接近速度 $U(=\delta b/\delta t)$ とビデオ画面より読み取られる波速とを比較した結果、両者がほぼ一致することが分かった。図2と3のような波圧波形を示す実験結果の検討より、 $p_1 > p_2$ の場合には $\delta b=1\sim 5\text{cm}$ 、 $p_1 < p_2$ では $\delta b=6\sim 9\text{cm}$ であり、空気層厚の減少とともに波圧波形が衝撃砕波圧に移行して行くことが明かとなった。

図1 砕波圧($p_{\max}=85.57\text{gr/cm}^2$, $\delta \tau=0.5\text{ms}$)

最大波圧 p_{max} と波面衝突時の動水圧 $p_d (= \rho U^2/2, \delta b \approx 0$ の場合は波速)との比 p_{max}/p_d と空気層厚 δb との関係を示した図4より、衝撃砕波圧が空気層圧 $\delta b=1 \sim 5\text{cm}$ の場合にも発生することが認められる。

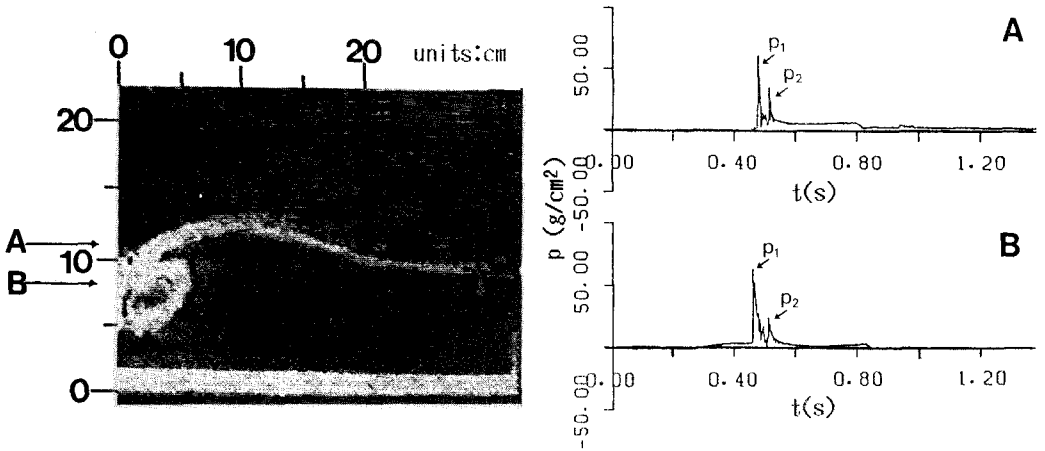


図 2 衝突波面と砕波圧($p_{max}=62.02\text{gr/cm}^2, \delta \tau=1.5\text{ms}$)

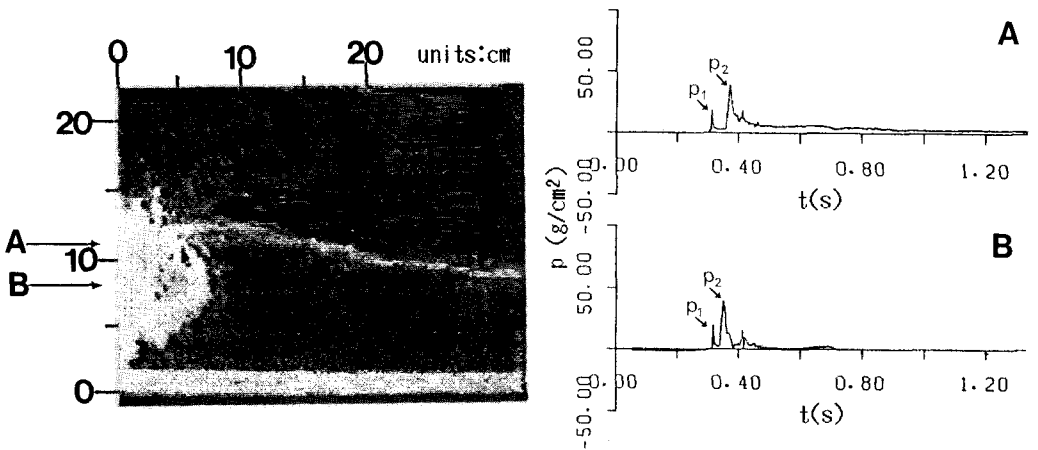


図 3 衝突波面と砕波圧($p_{max}=39.70\text{gr/cm}^2, \delta \tau=15.0\text{ms}$)

結 論 衝撃砕波圧の発生機構に深い関係を持つ、直立堤体と砕波波面に挟まれる空気層の形状に着目した実験結果より、砕波波頂部の堤体との衝突に続いて、空気層を封入する波面が堤体と衝突する際にも衝撃性の波圧が発生し、本実験の範囲内では、封入空気層圧が $\delta b=0 \sim 5\text{cm}$ である場合に衝撃砕波圧が発生すると言う、新たな知見が得られた。封入空気が圧縮離脱する際の波面の衝突速度は、衝突直前の砕波の波速と同程度であるにも関わらず、衝撃砕波圧は $p_{max}/p_d=13 \sim 20$ にも達している。この様に高い波圧の発生をもたらす機構を、今後説明する必要がある。

引用文献 和田・橋本・藤森(1965),土木学会誌, Vol. 50, No.11.

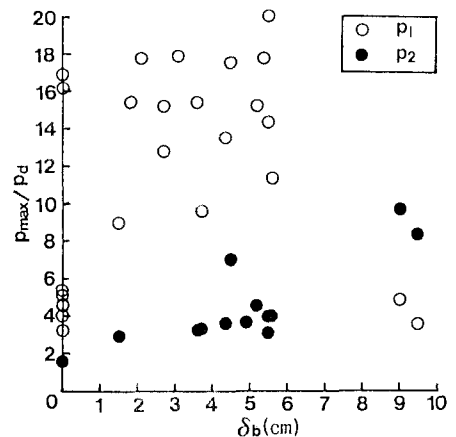


図 4 p/p_d と δb