

## II-53 砕波段波衝突時の圧力分布と全波力の検討

秋田大学 学生員 ○石井俊彦  
秋田大学 正員 松富英夫

### 1. まえがき

津波は、緩斜面の海岸や河川等を遡上する時、たびたび砕波段波を形成する。この時の波力（圧）は、非砕波時のものに比べて、激甚と思われる。その評価は防災・減災工学上重要であろう。

著者等の一人は、自作の波力計（全波力のみ測定可能）で、砕波段波衝突時の全波力の測定を行った<sup>1)</sup>。しかし、その波力計の精度の検討が課題の一つとして残されていた。また、砕波段波衝突時の波圧分布に関する研究例は非常に少なく、大体の分布と最大衝撃波圧の発生位置等が議論されている程度である<sup>2)</sup>。

そこで、本研究は、ゲート急開によって生ずる砕波段波衝突時の詳細な波圧分布の測定を行い、波力計の精度と波圧分布の諸特性について、検討を行うものである。

### 2. 実験

実験に使用した水路は高さ0.5m、幅0.3m、長さ11.0mの水平に設置された鋼製矩形水路で、水路下流側の10m部分が両面ガラス張りのものである。ゲートは手動の引き揚げ式（塩化ビニール樹脂製で、厚さ12mm）である。水路下流端から6mのところ

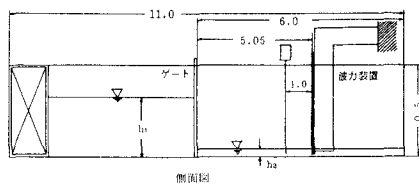


図-1 実験装置

に位置している。図-1に実験装置の概要を示す。波圧分布の測定は、小板に3台の波圧計（ST研究所製）を2cm間隔で固定し、その小板を切込みの入った受圧板内で上下に滑動させることにより行った。測定間隔は1cmで、その範囲は $z=1.2\text{cm}$ から波圧の感ずる高さまでであり、高所は受圧板を逆さにして測定した。図-2に波圧計の設置法を示す。

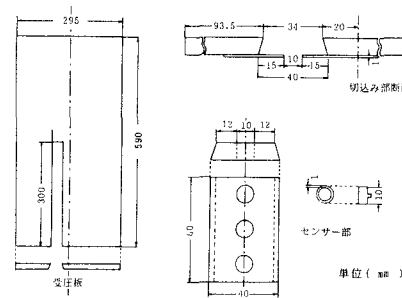


図-2 波圧計の設置法

実験ケースは、初期ゲート下流側の流速と水深 $h_0$ を各々零と0.02mに固定し、ゲート上流側水深 $h_1$ を0.35、0.40、0.45mと変化させた、3ケースである。ただし、各ケース11回ずつ実験を行った。よって、各ケースでの段波発生回数は（11×波圧計を固定した小板の移動回数）である。

波圧測定は、既報と同じく<sup>1)、3)</sup>、 $X=5.05\text{m}$ で行った。波圧の他に、 $x=4.05\text{m}$ での段波波形も測定（容量式波高計）した。波圧と段波波形の経時変化の記録にはペン・レコーダーを用いた。

### 3. 実験結果とその考察

図-3に代表的な実験波圧の経時変化例を示す。上から順に、顕著な衝撃波圧の見られない位置、最大衝撃波圧の生起位置、静水面(0.2cm上部)位置でのものである。静水面位置での波圧の立上りを $t=0$ と同期している。図より、最大衝撃波圧は後の持続波圧<sup>2)</sup>より少し大きいことが判断される。本実験での最大衝撃波圧が従来の実験値<sup>2)</sup>と整合的であることは確認している。 $t \approx 0.6\text{s}$ 付近でピークが見られるが、これは波力計の場合と整合的である。

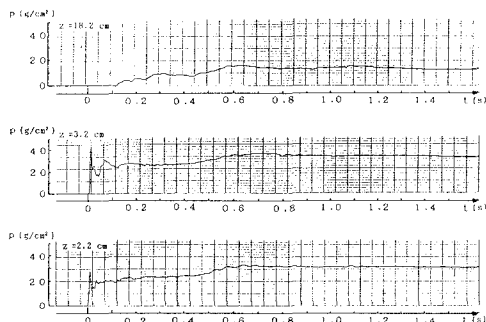


図-3 波圧の経時変化例( $h_1=0.40\text{m}$ )

図-4に実線で波圧分布の経時変化例を示す。ただし、最初の負圧の働き出す高さまでで、11回の平均で

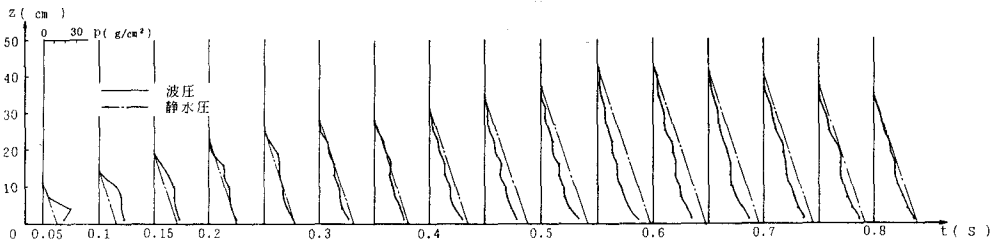


図-4 波圧分布の経時変化例 ( $h_1=0.40\text{m}$ )

ある。それより上部での波圧は小さく、正や負の値を交互に取ったりする。時間を固定してデータを整理しているため、各高さでの最大衝撃波圧が読み取られない場合もあることを断っておく。図中の一点鎖線は、波圧が働いているとした最上部まで水が存在する時の静水圧分布を示す。図より、初期の頃は、運動量が圧力に変換されるため、静水圧よりも大きくなっていることが判る。しかも、その分布は段波内の流速分布を反映した形となっている<sup>4)</sup>。文献1)で、 $t \approx 0.6\text{s}$ 付近での全波力でも、Stoker理論<sup>5)</sup>で予測される全静水圧よりも小さめであることを示したが、その理由は負の加速度効果によることが判る。この時の波圧の働く最高位は約0.42mである。ちなみに、Stoker理論による入射段波波高( $=\Delta H$ )と反射段波波高は各々0.10、0.38mである。ほぼ $t \approx 0.8\text{s}$ 以降で、Stoker理論の適用できる、静水圧分布となることも判る。ただし、その値はStoker理論で予測されるものより小さめである。

図-5に実線で本実験での全波力の経時変化例を示す。各時刻の全波力は、図-4に示すような波圧分布を積分して求めた。破線は波力計により求めたものである<sup>3)</sup>。両者の差は、立上り部と対象外となる $t \approx 0.5\text{s}$ 以降を除いて、小さい。前者での差は波力計の感度の問題と思われる。本実験での立上り部の傾向は著者等一人の理論<sup>1)</sup>と良く一致している。後者は波力計のキャリブレーションの問題と思われる。 $t \approx 0.6\text{s}$ 付近では、波力の合力位置が想定位置より大きく上方へ移動している。以上より、波力計による測定が比較的精度良いことが判断される。本波力計での流木の質量係数の算定は<sup>3)</sup>、その衝撃力が小さい時は、少し問題かもしれない。

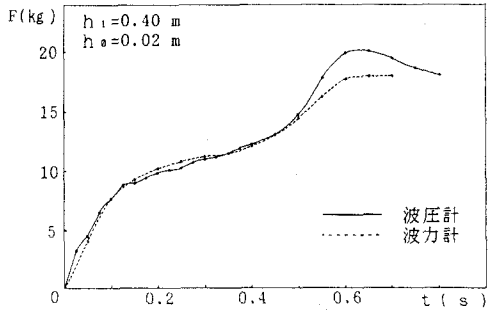


図-5 全波力の比較例( $h_1=0.40\text{m}$ )

図-6は各高さでの最大衝撃波圧(顕著な立上り部の存在するもの)を示したものである。従来の理論や実験では静水面位置で最大衝撃波圧が生ずるとしているが、本実験では異なり、ややその上部となる。砕波後の波による最大波圧は静水面位置で生ずるとして設計されることが多いが、強い段波の場合は異なるようである。また、顕著な衝撃波圧は入射段波波高の2倍程度までで( $\Delta H/h_0$ による)、入射段波波高相当の静水圧の4倍程度になることが判る。対象の波圧分布が相似となることも判断される。

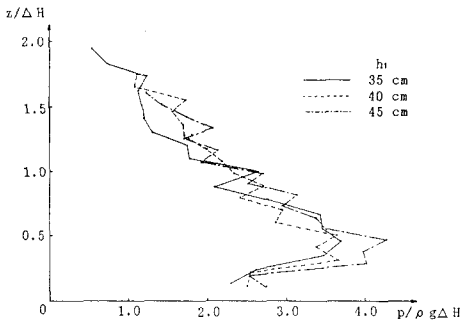


図-6 各高さでの最大衝撃波圧

4. むすび

砕波段波衝突時の波圧分布を詳細に調べた。その結果、著者等一人の波力計による波力測定が、ほぼ妥当であったことが判った。最大衝撃波圧分布は相似性を有すること、静水面位置で生じないこと等も示した。《参考文献》 1)松富英夫：土木論文集、1988。 2)中村 充、他：第9回海講論文集、1962。 3)松富英夫：海岸工学論文集、1989。 4)松富英夫：土木論文集、1986。 5)Stoker, J. J.: Water Waves, 1957。