

円弧型防潮水門に作用する揚圧力に関する実験

京都大学工学部 正会員 岩 垣 隆 一
高知大学農学部 正会員 玉 井 佐 一
関西大学工学部 正会員 〇 井 上 雅 夫

1. ま え が き

大阪府が現在建設中の円弧型防潮水門に働く波圧についてはすでに報告した。この研究は、安治川水門に当初計画された片面 Skin-plate 構造の補剛桁に作用する揚圧力を実験的に調べ、その特性について若干の考察を行なったものである。

2. 実験装置および実験方法

実験に使用した水槽および造波機は波圧実験の場合と同じであり、図-1は実験装置の概略図である。この実験では、水門の補剛桁に働く揚圧力を測定することが目的であるが、実際の設計に際して重要なのは、水門の各桁に働く個々の揚圧力よりも、水門を押し上げようとする全揚圧力である。このことから、水門の模型は、図-2に示すように、水門中心から 9° , 19° , 29° および 39° の部分は、幅 5.0 cm だけ鉄板製の模型を切欠き、アクリル板で模型を製作し、波の運動に追随して上下に移動できるようにした。揚圧力の測定は、アクリル製模型の上部にシゲージを取付、至増幅器を通じて電磁オッシロに記録させた。こうした測定装置は、この実験のように外力が時間的に変化する場合には、補剛桁を含めたピックアップのバネ系の動的な応答特性を

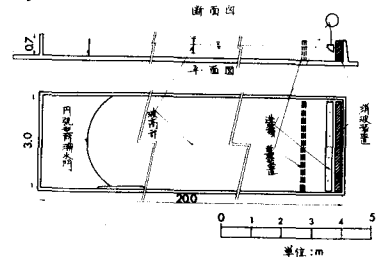


図-1 実験装置概略図

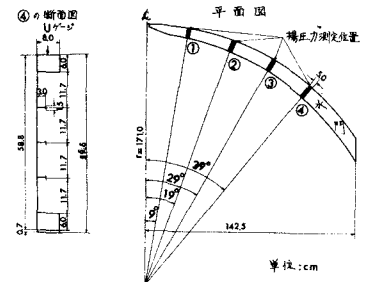


図-2 模型水門概略図

調べて使用しなければならないが、外部からの力が時間的のどのような関数で表わされるか明らかでないため、この測定系の理論的な応答特性を知ることではできなかった。しかし、この測定装置を水中に置いた状態での固有振動数は 100% 以上であり、揚圧力の作用時間は図-3に示すように約 0.1 sec であるから、まず揚圧力の測定ができる程度の動的応答特性をもつものと考えられる。この装置の検定は動的荷重では行なえないため、静荷重によって行ない、その検定曲線から揚圧力を求めた。実験は模型縮尺を $1/20$ とした。実験波は一様波と位相差 180° の切れ波の二つの場合を対象とし、周期はそれぞれ 0.8, 1.0 および 1.2 sec, 波高は 26 ~ 26 cm の範囲とし、水深はつねに 50 cm とした。

3. 実験結果とその考察

この水門の補剛桁に働く揚圧力としては、最上端の桁に働く衝撃的な揚圧力と、それ以外のつねに水中にある桁に働く揚圧力とである。この衝撃性の揚圧力については、すでに棧橋に働く揚圧力の研究として、室田、永井および堀川らによって各種の実験が行なわれ、さらに合田は運動量理論によって衝撃圧力の解析を行なっている。一方、この実験の場合、衝撃を考慮しない揚圧力のみについて考えてみるため、重複波における鉛直方向の水粒子

速度に着目し、周期0.8sec、波高5cmの場合の全桁に働く揚圧力を形状抵抗とし抵抗係数を1.0と仮定して計算すると、 $10\frac{g}{cm}$ であり、あまり大きくはなく、この実験においては、最上端の桁に働く衝撃性の揚圧力が支配的であることがわかる。このことは室田の実験でもすでに指摘されている。図-3は揚圧力の測定記録の一例で、直立壁に働く砕波の波圧曲線に似ており、揚圧力が衝撃性のもので、④から①に多少の時間的ずれをもって移動しながら発生する状況がわかる。図-4および5は、最大揚圧力の分布であり、その形状は入射波の周期によって非常に異なるが、さきに報告した最大波圧の水平分布と同様に、水門前面の水位変動の特性と関係し、当然ではあるが、水位変動の大きい場所は揚圧力も大きく、水位変動の節の近くでは小さく、 $10\frac{g}{cm}$ 程度以下の揚圧力は、前述のように衝撃性のものではないと考えられる。

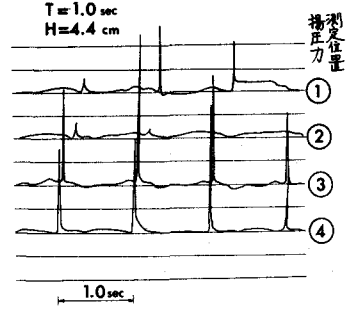


図-3 揚圧力波形の一例

合田はこの衝撃揚圧力を運動量急変による力であると説明し、幅Bの部分に対する揚圧力を $F = \frac{1}{2} w H L B \tanh kh \left(\frac{H}{R} - R/H \right)$ のように表わした。ここに、 w : 水の単位体積重量、 H : 波高、 L : 波長 h : 水深 R : 重複波の2次近似による中分面上の昇高を考慮した静水面上のクリアランスである。さらに、彼は上式と室田および堀川らの実験値と比較し、図-6に示す結果を得た。図-6には著者らの実験値もプロットしたが、われわれの場合には水門前面で波高が場所的に変るため、波高として、入射波高をそのまま使わず、さきに補剛桁がない場合に求めた波高比の分布から水門前面で波高を求め、その半波高を用いて整理した。これによるとほとんどの実験値は理論値に比べてかなり小さいが、堀川らの実験値とは比較的良好に一致している。

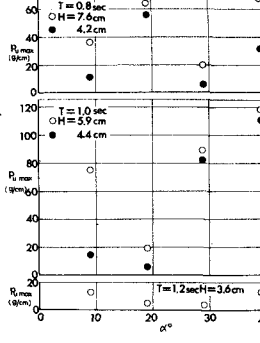


図-4 最大揚圧力の分布(一様波)

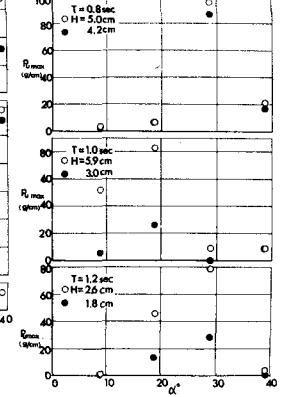


図-5 最大揚圧力の分布(切れ波)

このことは、静水面上のクリアランスが関係するようであり、また、われわれの実験の場合には、他の実験が2次元的であるのに対し、3次元であり、こうしたことなどが理論値より実験値が小さくなる理由の一つではないかと考えられるが、詳細は今後検討したい。

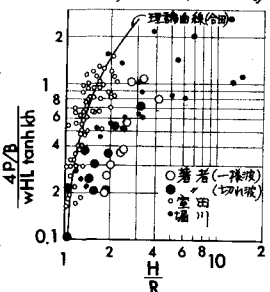


図-6 合田の理論と実験値の比較

なお、現在建設中の安治川防潮水門は、この実験結果などを考慮して、こうした揚圧力が作用しないように両側Skin-plate構造のものに改良されたものであることを付記する。

最後に、本研究は大阪府高潮課の委託による研究の一部であることを明記するとともに、実験に際し助力していただいた京都大学防災研究所海岸災害部門の諸氏に感謝する。