

北海道大学工学部 正員 尾崎 晃
東亜港湾株式会社 正員 沢村 寿男

第22回および第23回年次講演会の報告においてはガラス球および自然の砕石によって作られたマウンド状の空げき構造体(模型)が波力減殺に対してどのように作用するかその機能を調べるために行なつた実験的研究について述べた。其処においては先づ第一段階として、定常流がこれらの構造体を通過する場合のエネルギー損失のあり方またはその表現のしかたについて多数の実験結果に基づいて検討を行なつた。今回の報告では、砕波の場合のように水塊が高速度で構造体表面に衝突した場合のエネルギー損失のあり方またはその性質に関して同様に多くの実験結果に基づいて試みた考察について述べる。先づ最初に問題のとりえ方およびそのための実験方法から述べる。

この一連の研究において中心となる課題は捨石あるいは異形コンクリートブロック積みマウンドにおいて、種々異なる形、大きさおよび配列を有するマウンド中の空げき内で、波のエネルギーがどのようにして失なわれるかということであるが、本研究の第一報、第二報においてはマウンド表面に作用する波圧によって生じた空げき内の流れを定常流とみなした場合の水頭損失のあらわし方を管路の流れと対比しうる形でとらえることを試みた。これに対し今度はマウンド表面に砕波が衝突した瞬間に発生する現象をどのように考えるかという点に重点を置いて行なつた。すなわちマウンド表面に砕波が衝突した瞬間には表面全体にわたって強大な圧力が発生し、この場合にもし表面が不透過で剛性の平面であれば、従来より研究されている各種の波圧公式が適用できる。しかし表面が今の場合には多数の隙き間(その中へ自由に水が流入しうる)より構成されているゆへに、その石と石、またはブロック間の隙き間に波圧によって生じた圧力で水塊の一部が強力に押し込まれるが、この際に大きなエネルギー損失の発生することが予想される。すなわちマウンド表面に衝突した水塊の持っている運動エネルギーの一部は、表面積の一部をなす不透過の部分へ直接圧力(ぶつうの波圧公式の場合)として作用し、マウンド全体も水塊の運動方向へ押しやる働きをして、結果的には地盤または後方でマウンドを支える構造物に吸収される。他の残ったエネルギーがマウンド中の空げき部分に流れを発生する力となるが、その中の大きな部分が表面の個々の石が形づく複雑な形状の流入孔における流入損失となって失なわれるものと考えられる。以上の点を解明しようと試みた。

実験の方法および装置。

この実験においては空げきを有する構造体の表面に衝突する砕波および砕波後それによって空げき内に発生する流れを観測に都合のよい形で生じさせることができるように、図-1に示すような装置を作つた。要するに装置の上部部分に下へ向つて両側さの扉を有する水槽を置き、この中へ一定量の水を一回の実験ごとに満す。下部には透過性構造体(この実験では同一径のガラス球を詰めた)を置いて、上部貯水槽の底扉を変えている針金を切断することによって水槽の水を落下させて構造体の上部表面へ衝突させる。この空げきを有する構造体の内部でできるだけ乱れないで内部に発生する水圧を測定するために、直径6mm、厚さ0.5mmの共和電業製PS型超小型圧力変換器をガラス球マウンド内に、

その表面、表面から2層下、4層下、6層下の各深さの位置に配置し、これらをDPM-AT型抵抗線歪測定器および電磁オシログラフに接続した。上部の貯水槽と下部の空けき構造体を入れた箱とをそれぞれ支柱に沿って上下に移動できるようにして、空けき構造体に対する水の落下高さを任意に調節できるようにした。これにより水塊の衝突の強さを加減した。また上部水槽内の水量は一定(本実験では20cmの水深)とし、一つの実験毎に全量落下する。下部空けき構造体に用いたガラス球はそれぞれ直径が2.91cm, 2.36cm, 1.22cmの3種とし、同一直径の球による3種類の空けき構造体を用いて落下水塊の表面に及ぼす衝突圧力、内部の水圧変動、流速等を測定し、球径の差による影響を比較した。実験方法としては上部水槽の底扉を瞬時に開き、落下する水塊がガラス球を詰めた空けき構造体の上面に衝突し、次いで空けき内を通過して下部水槽に落下する間に上記のガラス球層内各位置に設けた圧力変換器によって層内の圧力変化を測定し、またこれと同時に高速度カメラ(日立HIMAC)によって落下水塊の衝突前後における形状変化を撮影し、これより水塊先端の衝突時の速度をも算定しようとした。なお撮影した16ミリフィルム解析にはVanguard Motion Analyzer を使用し、オシログラフの記録と対応させて解析した。また空けき構造体の下面から流出落下した水は、ガラス球を収容している箱と等断面で、それに直接接続している下部水槽内に貯留するようにし、その水位変化を同時に前記オシログラフの記録に入れ、これによって空けき構造体内を通過する流速を間接に求められるようにした。

実験結果および考察

ガラス球の表層ゲージに現れた衝突圧の最大値と球径をパラメーターとしてプロットしたものが図2である。1回の実験毎の値にはかなりばらつきが見られるが、9回〜15回同一実験を繰返して実施し、それらの平均値を求めると図2のようになりに明瞭な結果を示すようになり、球径が大きくなる

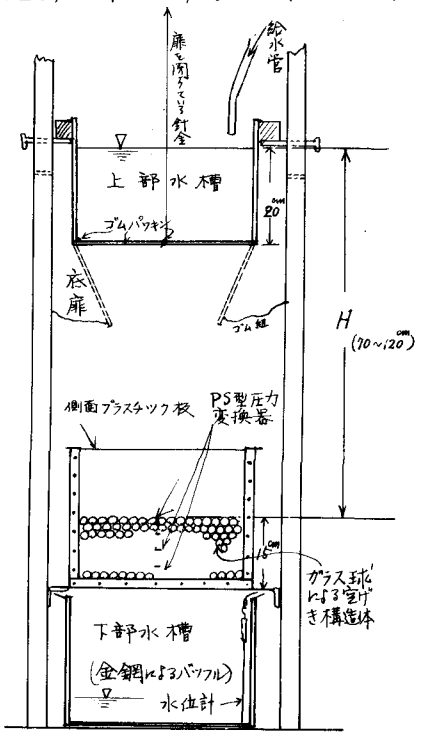


図-1. 実験装置

空けき1/4の大きいものほど表面の圧力が小さく、不透水面が最大値を示す。さらにオ2層以下のゲージにおいては圧力は急に減少し、たとえば層厚15cmに詰めた $d=2.3\text{cm}$ のガラス球の場合において表面圧 201gf/cm^2 と測定された場合に表面下9cmの層では 87gf/cm^2 に減少し、最下層(14cm)では 59gf/cm^2 以下となっている。表層の衝突圧の計算には運動量理論を応用するのがよいと考えられるが、流は非定常でしかも衝突開始から圧力の最大に達する

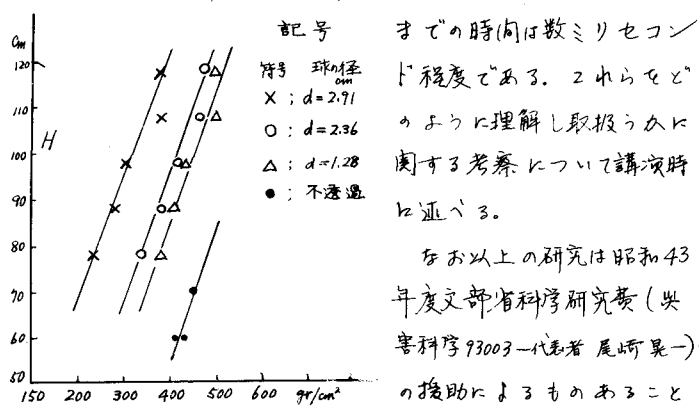


図-2. 落下高Hと表層の衝突圧

までの時間はいく秒にわたる。これらとどのように理解し取扱うかに関する考察について講演時に述べる。

なお以上の研究は昭和43年度文部省科学研究費(興害科学93003-代表者 尾崎晃一)の援助によるものであることと附記する。