

角柱に働く孤立波の波力の測定

東北大学工学部 学生員○石川浩道
東北大学工学部 正 員 京藤敏達
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. 序論

碎波領域においては、波形そのものを的確に表現しうる解析的な方法も確立されておらず、まして、水粒子の流速、加速度、さらに巻き込まれた空気泡の分布の効果など、波圧に影響する因子には不明のものが多く残されている。本論文では、角柱に働くプランジング碎波の圧力を測定し、大変形した波の波力推定の基礎資料を揃えることを目的とする。

2. 実験の方法

実験では、長さ10m、幅0.3m、深さ0.45mの二次元造波水路を用い、孤立波を発生させた。造波板から3.2m離れた位置から1/20の勾配の斜面を設置してある。斜面法先で、水深15cm、孤立波の波高は6.6cmである。一辺6.7cmの角柱を碎波点 (Case 1)、碎波点より5cm後方の点 (Case 2)、碎波点より10cm後方の点 (Case 3) の3点に固定する。角柱の沖側表面の中央部に波圧計を設置する。なお、Fig. 1に碎波点付近における進行波としての波形及び波圧測定を行う角柱前面の位置が示してある。

3. 結果と考察

(1) 角柱表面での水位変化

波圧計記録から角柱前面での水位経時変化を再現すると、Fig. 2のようになる。下の方では時間とともに水位が上昇するが、高さ8cm, 9cmの箇所及び11cm, 13cmの箇所には、その下方よりも先に水塊が到達している。これは、Fig. 1からも分かる通り、波前方に飛び出す水塊によるものである。これらを除外したFig. 2の滑らかな点線が波本来の水位上昇とも云うべきものに相当する。ところで、波の山が通過した後の各波圧計は、微小ながら波圧を感じており、これを波表面と解すると、Fig. 2の実線のようになかなか低下しない。しかし、現実には上方には比較的うすい水脈が存在するのみで、必ずしも平均的な水位上昇とはいえない。平均的な水位上昇に対応する高さは、Fig. 4に示す圧力の鉛直分布から推定されるのでこれをFig. 3に一点鎖線で示す。すなわち、Fig. 2の点線、一点鎖線が角柱部での波本体の水位にほぼ相当すると考えられよう。

(2) 波圧の経時変化

Fig. 3(a)-(e)は高さ1cm, 4cm(ほぼ静水面位置)、6cm, 8cm, 12cmでの水圧の経時変化である。図中の点線はFig. 2の点線に対応しており、波本来の水位上昇による静水圧増加である。これとの差が動水圧である。

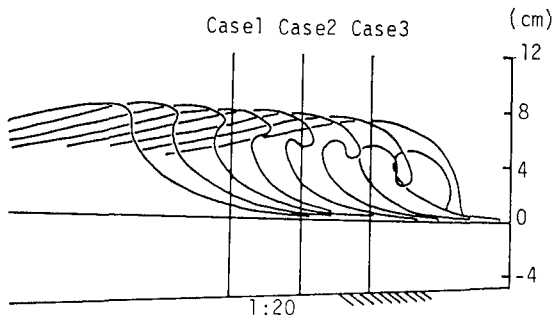


Fig. 1 進行波の波形および測定位置

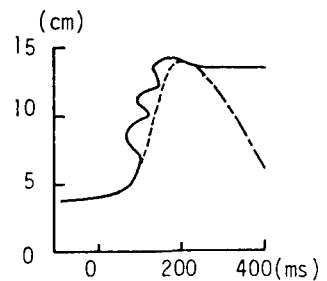


Fig. 2 水位の経時変化

(3) 波圧分布の経時変化

Fig. 4は、Case 1における圧力鉛直分布の経時変化である。実線が実測値、点線は最高水位に対応する静水圧である。水塊が衝突する部分で（高さ8cm～13cm位の間）の波圧増加が明らかに見られる。また、320msにおける分布図のように、上の方は圧力を感じるといってもその値はきわめて小さく、衝突によって上昇したうすい水脈による圧力であることを示唆している。すなわち、Fig. 2の実線のうち、200ms以後の部分がこれである。

(4) 全波圧の経時変化

Case 1, 2, 3における全波圧（静水時静水圧を含まない）の経時変化をFig. 5に示す。最大値はCase 1において生じている。つまり、砕波のために波頂付近で前方に突出した水塊がほぼ水平方向に進み、壁面に直交する形で衝突した場合に最大波力が生じている。これより時間が進み、この水塊がやや下方にも速度をもつようになると波力はいくらか軽減される。

4. 結論

砕波する波による圧力分布の詳細を測定した。波先端が前方へ突き出し、角柱表面にほぼ水平に衝突する時点で全波力、全転倒モーメントとも最大になることが明らかになった。

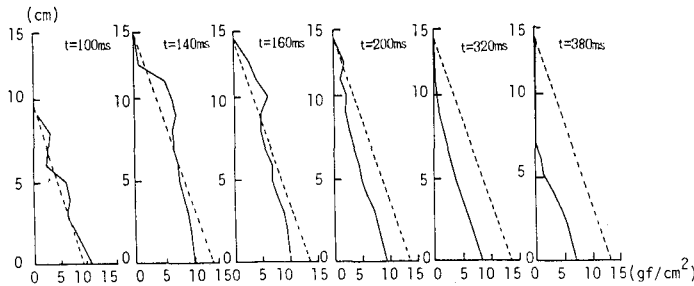


Fig. 4 圧力鉛直分布の経時変化 (Case1)

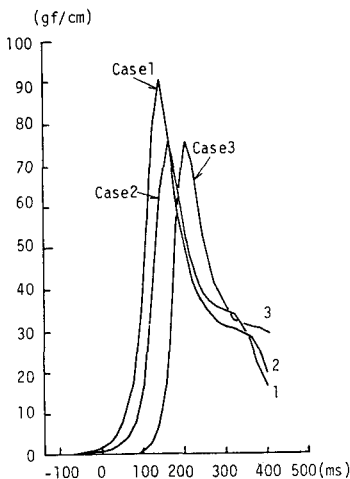


Fig. 5 全波圧の経時変化

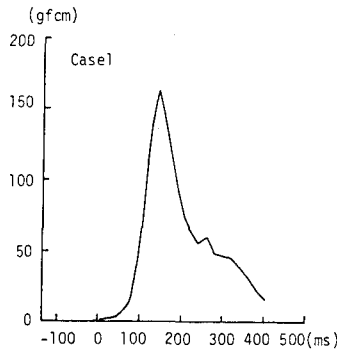
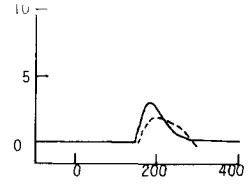
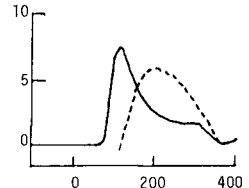


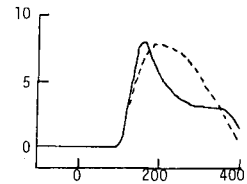
Fig. 6 全転倒モーメントの経時変化



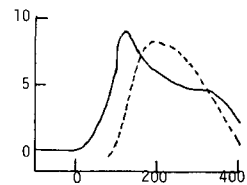
(e) 12cm



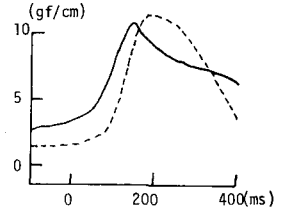
(d) 8cm



(c) 6cm



(b) 4cm



(a) 1cm

Fig. 3 波圧の経時変化