

Ⅱ-59 弾性浮体下での孤立波の分裂に関する実験的研究

岩手大学工学部 学生員○今野 弘雄

岩手大学大学院 学生員 牧野 周作 花井 宏太

岩手大学工学部 正 員 劉 曉東 堺 茂樹

1. 緒 言

近年、超大型浮体式海洋構造物の実用化に向け各種の研究が活発に行われており、様々な波浪条件下での浮体の応答解析が可能となってきた。その一つとして、Liu et al.¹⁾ は数値計算及び模型実験により弾性浮体下での孤立波の分裂現象を見出し、その分裂波の発生が浮体の曲げモーメントの分布²⁾や係留力³⁾に大きく影響する事が確認されている。没水構造物や地形変化などによって自由水面で起きる孤立波の分裂現象に関する研究はこれまでも数多く行われているが、弾性浮体下での孤立波分裂のメカニズムに関しては明らかではない。本研究では模型実験を行い、孤立波が浮体下を透過する際に浮体底面にかかる圧力を測定し、浮体の弾性変形と比較する事により、分裂波の発生機構を検討した。

2. 実験装置及び実験方法

実験は図-1に示すように長さ 26m、幅 0.8m、深さ 1m の二次元造波水路を用いて行った。孤立波の造波には、吸収式造波装置を用いたが、これと同一の装置が水路後端にも設置されており反射波の発生を抑制している。模型浮体として、板厚が 20mm、板長が 10m のポリエチレン板を用いた。板の密度及び弾性係数は 0.914g/cm^3 、 640MPa であった。

模型浮体を水路中央に設置し、浮体の前後にある開水域での水位変動を容量線式波高計により測定し、浮体の鉛直変位は超音波式変位計を用いて測定した。浮体底面にかかる波の圧力は、模型浮体に圧力センサーを埋め込み、浮体前端から 1m、5m、7m、9m の地点で測定した。

孤立波の条件は、水深 30cm、40cm、50cm、60cm の 4 種類、波高 2cm、3cm、4cm、5cm、6cm の 5 種類として、合計 20 ケースの実験を行った。

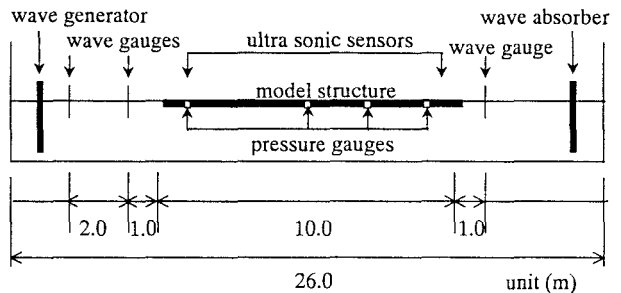


図-1 実験装置

3. 実験結果及び考察

孤立波が浮体下を透過する間の、浮体の鉛直変位と浮体にかかる圧力との時間的変化の例として、分裂波の発生が見られない水深 50m、孤立波の波高 4cm での結果を図-2 に示す。浮体前端から 1m では浮体変形と圧力に時間的な差は見られないが、孤立波の進行距離の増大に伴い圧力が浮体変形を先行する傾向が見られる。また、孤立波本体の圧力の前方に負の圧力が存在しており、その大きさは進行距離の増大と共に増加している。負の圧力が生じる原因としては、浮体はまず孤立波本体の圧力により凸に変形するが、浮体は弾性体であるためその裾の部分には復元力が働き、水面から離れようとし浮体と流体との接触面で吸い込み状態となるためであると考えられる。

次に、分裂波の発生が確認された水深 30cm、孤立波の波高 4cm での結果を図-3 に示す。この場合、図-2 と同様に圧力が浮体変形を先行しており、圧力の伝播速度が浮体変形の伝播速度を上回っている事が分かった。また、浮体前端から 5m の位置では負の圧力の前方に正の圧力が生じており、この圧力の発達に伴い

分裂波が発生している（図中第2段）．更に浮体前端から7mの位置では，分裂波にかかる圧力のほうが，孤立波本体にかかる圧力より大きくなっている事が分かる（図中第3段）．

ここで圧力と浮体変形の伝播速度の相違を検討するため水深50cm, 30cmでの各波高における圧力と浮体変形の伝播速度との関係を図-4に示す．この図より，分裂波の有無に関わらず圧力の伝播速度は浮体変形の伝播速度を上回っていることが分かる．分裂波が発生しないケースに比べ，分裂波の発生するケースになると，圧力の伝播速度と浮体変形の伝播速度との差は大きい．

また，圧力の発達に伴う分裂波の発生を検討するために，図-5では水深30cmにおける， ρgH （ H ：入射波高， g ：重力加速度， ρ ：水の密度）で無次元化した孤立波本体と分裂波第一波目の圧力の空間分布を各波高ごとに示したものである．孤立波の進行に伴い孤立波本体での圧力は減少していく一方，分裂波での圧力は増加し，本体での圧力よりも大きくなる．その逆転する位置は分裂現象が強いほど浮体前端へと近づいている．ここで，波高5cm, 6cm（図中第4段と5段）では分裂波の圧力が浮体前端7mの位置から減少しているが，これは分裂波の発達により，分裂波第二波目が発生したためである．

4. 結 論

本研究では弾性浮体下での孤立波の分裂に関する模型実験を行い，得られた主な結論は以下の通りである．

- ① 圧力の伝播速度は浮体変形の伝播速度より速いことが分かった．
- ② 圧力と浮体変形の伝播速度の相違により，進行距離の増大に伴い孤立波本体の前方の圧力が発達し，分裂波が発生される．

参考文献

- 1) Xiaodong LIU, Shigeki SAKAI and Makoto SASAMOTO : A Numerical Simulation for the Interaction of Mega-Float with Solitary Wave, Proceedings of the 17th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, ASME, OMAE98-4343, 1998.7
- 2) 劉 曉東・牧野 周作・花井 宏太・堺 茂樹：“津波来襲時の大型弾性浮体の係留力に及ぼす弾性変形の影響に関する実験的研究”，日本造船学会論文集，第188号，pp317-323, 2000

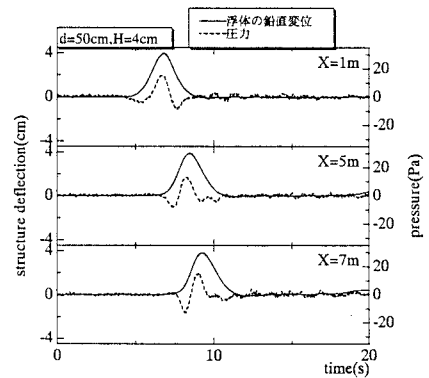


図-2 浮体鉛直変位及び圧力の時間的変化

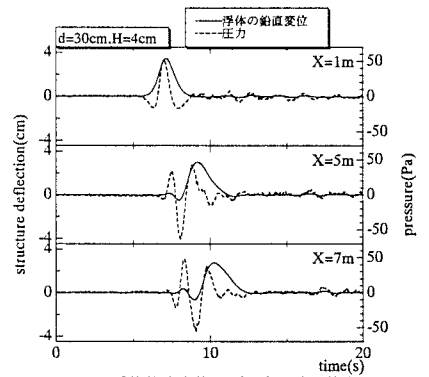


図-3 浮体鉛直変位及び圧力の時間的変化

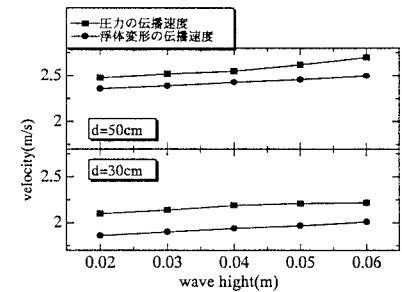


図-4 圧力及び浮体変形の伝播速度

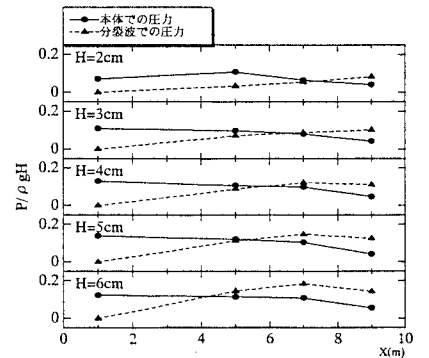


図-5 圧力の空間分布