

氷海中の波浪特性に関する実験

岩手大学 学生員 ○岩崎 翔一 笹本 誠
岩手大学 正 員 堺 茂樹 小笠原 敏記

1. はじめに

近年の地球温暖化の影響はいろいろな異常現象として多く表れている。極域における結氷海域面積の減少や海氷生成量の減少もその一つである。結氷海域の減少は、本来は結氷条件下でバランスしていた海洋生物の生態系の破壊をもたらす。また、海氷生成時に排出される塩分によって生産される高密度海水が沈降することによって海洋大循環が生じ、これが地球規模での気候を構成する主要な要因であることを考えると、海氷生成量の減少は数百年から数千年の時間スケールでの気候変動に影響する可能性もある。このように、極域における海氷生成の変化が気候変動に与える影響の重大性が指摘されつつも、海氷生成メカニズムは未解明のままであり、早急な検討が必要とされている。

以上のような観点から、EU 委員会によって採択された国際プロジェクトでは、海氷生成に対する気象・海象の影響に関する実験が行われた。過冷却状態の海水に波動が作用すると海氷が発生し、時間経過に伴い氷況が変化する。同時に、氷の存在は波動特性に影響するため、波動特性と氷況は相互干渉する。プロジェクト全体としての詳細な検討は現在進行中であるが、本論では氷況変化に伴う波動特性の変化の概要について述べる。

2. 実験方法

実験はドイツのハンブルグ造船研究所内の図 1 に示す装置を用いて行った。水槽は全長約 30m、幅 3m であり、図の左側に造波装置が設置されている。ch 1～7 にはそれぞれ 1.5m 間隔で高精度超音波式変位センサを取り付けてあり、0.02 秒間隔で計測を行った。周期は 1.11、0.8、1.33 秒の三種類であり、それぞれの測定時間は 2～4 日である。

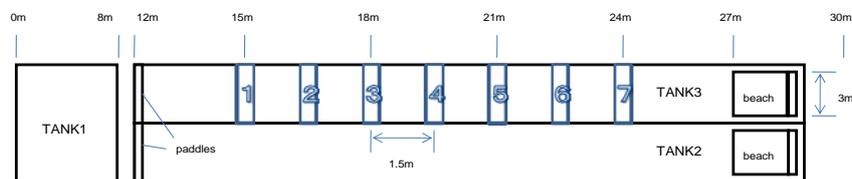


図 1 実験装置

3. 氷況変化の様子

水槽が設置された冷凍室内を冷却し、海水が過冷却状態となった後に波動を発生させると、ある程度の時間内では写真 1 のような開水状態であるが、時間の経過に伴い水表面付近に Frazil ice と呼ばれる氷の結晶が発生し、ある程度の量になると写真 2 のような Grease ice (かき氷を水に浮かべたような状態) となる。ある範囲の波動条件下では、造波を継続すると、Frazil ice は次第にある幅に凝集し、それが凝結して Pancake ice (写真 3) に成長する。さらに時間が経過すると、Pancake ice 相互の固着あるいは Grease ice 全体の凍結により連続した氷盤へと変化する。



写真 1

写真 2

写真 3

4. 氷況変化に伴う波動特性の変化

図2はPancake iceが発生した実験1とPancake iceが発生せずに氷盤となった実験2での波の進行方向での振幅分布を示している。両図では、反射波の影響は取り除かれておらず、水路後端の斜面からの反射及び造波板での再反射のため、水路前端及び後端での振幅が大きくなっている。実験1では、造波後5時間では全体がGrease ice状態であるが、22時間、25時間後でのPancake ice状態では振幅が減少しており、Pancake iceはGrease iceに比べて大きな減衰効果があることが分かる。また、その途中の11時間後ではGrease iceではあるが振幅はPancake iceに近い。これは、時間経過に伴いFrazil ice量が増大したことによると考えられる。

実験2では、造波開始後1時間では最後端のみがGrease iceで、その他は開水域であり、また4時間では水路前半部が開水域、後半部がGrease iceであるが、これらに比べて23時間後の後半部での氷盤下での振幅が著しく減少している。従って、実験1及び2からは、波動のエネルギー減衰率はFrazil ice量の増加に伴い増大し、Pancake iceではさらに増大するが、ある一定の値に漸近し、氷盤下では最も減衰率が大きいと言える。

図3は実験1及び2での波速の分布である。全体的には、開水域における線形解に基づく分散関係式から求められる波速とほぼ一致しているが、水路後端部でのGrease iceでの波速は開水域での理論解より小さい。水表面に物体が浮かんでいる状態での分散関係式において、物体の剛性をゼロとした場合の波速は開水面での波速より小さくなり、剛性を有しないGrease iceでの波速の減少と符合する。しかし、実験2では、開水域及びGrease ice下での波速は、開水域での理論解とほぼ完全に一致していることから、実験1で見られるGrease ice下での波速の減少は、むしろ反射波の影響を含んでいることによる誤差と考えられる。

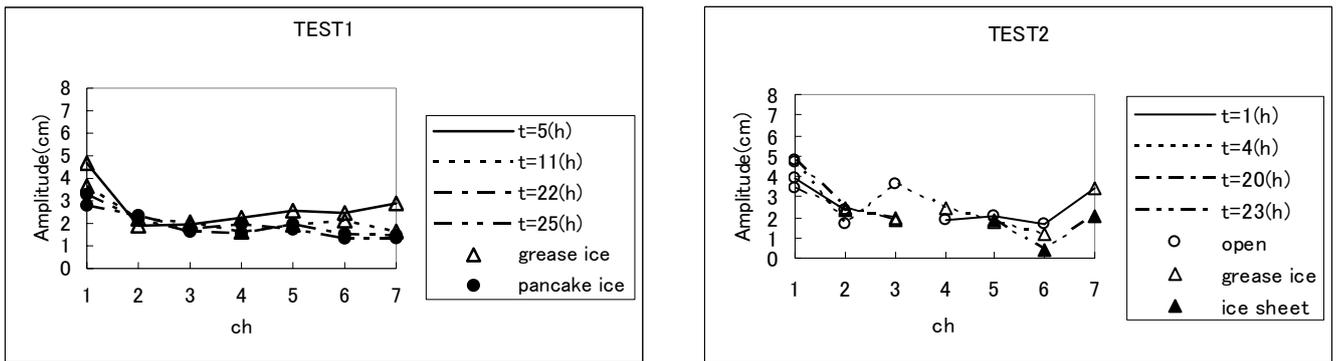


図2 振幅分布

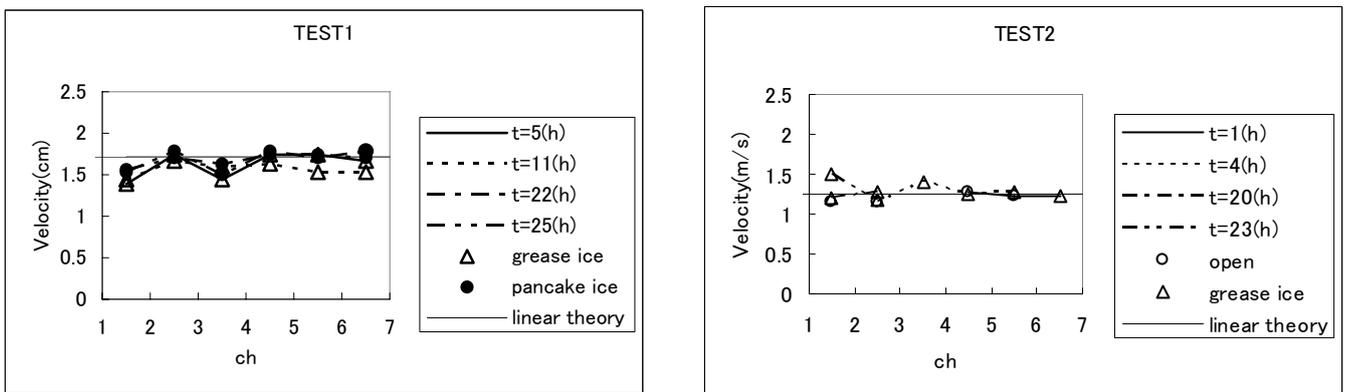


図3 波速分布

5. まとめ

本解析により、波動特性に及ぼす氷況の影響を、定性的には把握することができた。しかし、振幅分布のばらつき、あるいはGrease ice下での分散関係における不明確さなど、さらに詳細な検討が必要である。今後は、反射波の影響を取り除き、進行波としての振幅及び波速を検討する予定である。最後に、本研究を支援して頂いたEU委員会に謝意を表す。