

フラジル/グリースアイスおよびパンケーキアイス下における波浪特性

岩手大学 学生会員 ○川口秀一, 正会員 小笠原敏記 堺 茂樹

1. はじめに

北極は地球上の他の地域に比べて急速に温暖化が進んでおり、50年後には4℃以上の温度が上昇すると予想されている。さらに、夏期の終わりに表れる氷の融解に伴う開水域の拡大は、海面気圧に影響を及ぼし、低気圧の発達による従来では観測されないような異常波浪が発生する可能性も考えられる。このような波浪とそれに伴う氷の運動を予測することが必要であるが、Wadhams(1975)は、現地観測データから波の減衰が指数関数に従い、その減衰係数が周波数のべき乗に比例することを提案している。しかしながら、様々な氷況が存在する海氷域の波浪特性は未だ不明な点が多いと言える。

そこで本研究では、冷凍室内の造波水槽を用いた実験で規則波を発生させ、フラジル/グリースアイスおよびパンケーキアイスの異なる2種類の氷況下を伝播する規則波の波高減衰特性を明らかにする。

2. 実験方法

実験は、冷凍室内にプランジャー式造波装置付き風洞水槽(L17×H1.2×W0.5m)を設置したものをを用いた。実験条件は、室温を-8℃、水深を80cmおよび塩分濃度を約35psuに設定した。周期T=0.8~1.8秒(0.1秒刻みで11種類)の規則波を造波し、造波板(x=0m)から4~14mまでの2m間隔で、6台の超音波水位センサー(サンプリング周波数:100hz)よりその変位を計測した。計測時間は、各周期50秒間とした。

異なる海面下における波高減衰を検討するため、開水、フラジルーパンケーキアイス(F-P)およびグリースアイス(G)の3種類の海面状態とした。なお、F-PとGにおいて、x=0~5mの区間の氷を取り除いた開

表-1 各海面状態での入射波H

氷況	波高(cm)		
	CASE1	CASE2	CASE3
OPEN	1.80	2.63	3.47
F-P	1.79	2.63	3.54
G	1.85	2.75	3.52

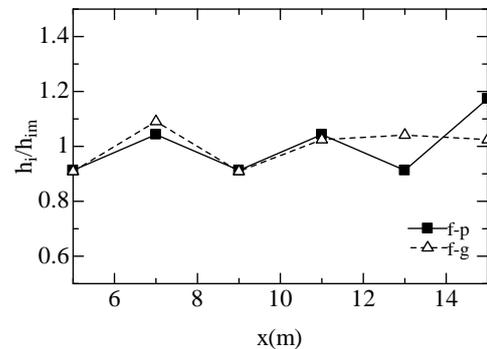


図-1 異なる氷況下での氷厚の空間変化

水状態とし、x=4mの位置で計測される変位から入射波Hを求めた。各海面状態での波高Hを表-1に示す。

3. 実験結果

F-PおよびGの氷況下における凹凸状態を明らかにするため、造波開始前の氷厚h_iを計測し、平均値h_imで各位置の氷厚を割った値h_i/h_imの空間変化を図-1に示す。グリースアイスの氷況下では、ほぼ一般的な分布となる。一方、F-Pの氷況下では、x=11mを超えるようになると、凹凸の変化が見られるようになる。つまり、グリースアイス下では、比較的凹凸の少ない滑らかな形状であり、フラジルーパンケーキアイス下では、異なる状態の氷が存在することによって、凹凸が生じたと考えられる。

各海面状態における波高減衰率を検討するため、各位置での振幅Aを次式より求める。

$$A = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |A_i| \quad \dots(1)$$

ここで、N(=4)は振幅数である。開水状態のx=4mでの振幅A_0で各位置の振幅Aを除いて無次元化した波高減衰率の空間変化を図-2に示す。なお、この結果はCase2の波高条件である。開水状態の場合、波高減衰率の値は、ほぼ一定になる。海面が氷で覆われたF-PおよびGの場合、周期1.2~1.3秒を境界に減衰率の傾向が異なり、長周期ではほぼ一定となるが、短周期では岸側で大きく減少する。図-2の結果を基に、堺ら(1996)と同様に減衰率qを次式より求める。

キーワード 海氷, 波浪特性, フラジル/グリースアイス, パンケーキアイス

岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部社会環境工学科・019-621-6448・019-652-6048

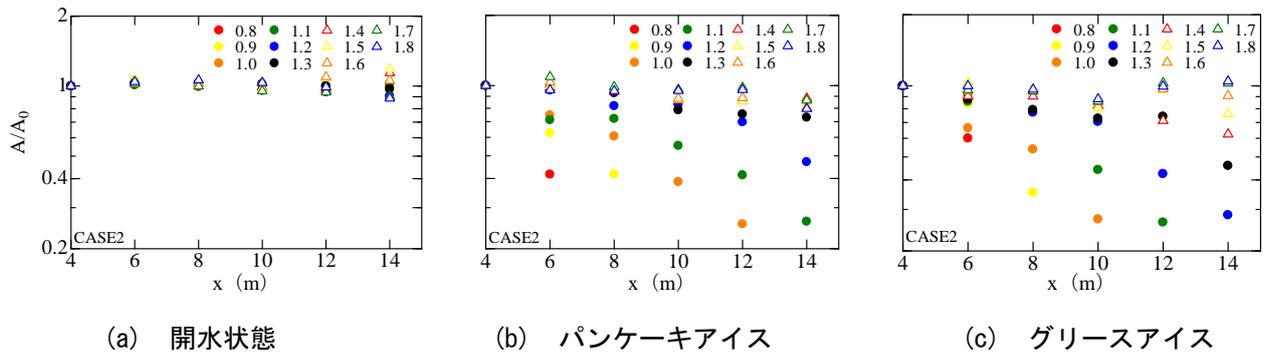
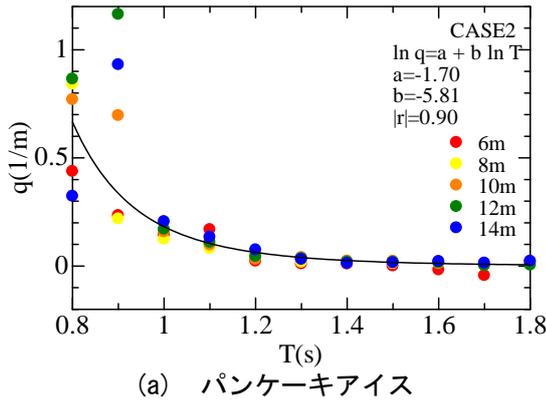
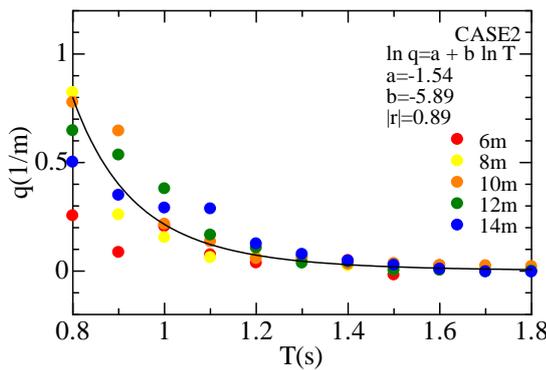


図-2 異なる海面状態での波高減衰率 A/A_0 の空間変化



(a) パンケーキアイス



(b) グリースアイス

図-3 異なる海面状態における周期 T と減衰率 q の関係

$$\frac{A}{A_0} = \exp(-q(x - x_0)) \quad \dots(2)$$

ここで、 x_0 は氷盤端に相当する $x=4\text{m}$ の位置である。図-3は、各氷況における周期 T と減衰率 q の関係を示す。グリースアイスに比べてパンケーキアイスの氷況下において、減衰率の値は、短周期でバラつきが見られる。これは、図-1に示した氷厚の影響によるものと推察される。しかし、両氷況下において、周期の増加に伴い小さくなり、ゼロに近づくようになる。Wadhams(1975)は、ニューハンドランド東海岸沖の観測結果より、氷盤郡下を伝播する波の減衰

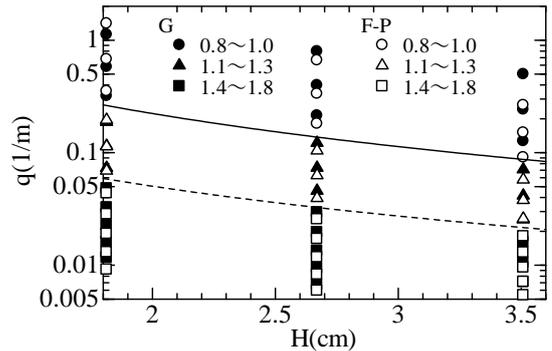


図-4 異なる氷況下での波高 H と減衰率 q の関係

率 q と周波数 f の関係として、次式を提案している。

$$q = K \cdot f^n = K \cdot \frac{1}{T^n} \quad \dots(3)$$

ここで、 K は減衰係数および n はべき乗係数である。図-3の結果に、近似曲線を適用させ、式(3)の減衰係数 K およびべき乗係数 n を求める。それらの値から各周期における減衰率を求めた結果が図-4であり、波高 H との関係を示す。減衰率は、氷況の違いに関わらず、波高の増加に伴って単調減少となり、波高に強く依存することがわかる。そこで、周期 $T < 1.1$ 秒、 $1.1 \leq T < 1.4$ 秒および $T \geq 1.4$ 秒の三領域に区分すると、その境界における減衰率 q と波高 H の関係は、

$$q = \alpha H^{-1.5 \sim -1.7} \begin{cases} T < 1.1\text{s} : \alpha > 0.711 \\ T > 1.4\text{s} : \alpha < 0.143 \end{cases} \quad \dots(4)$$

と求めることができる。以上より、波高と周期の情報が得られれば、周期の区分領域に検討の余地があるものの、ある程度の減衰率を予測することが可能な予測式になり得るものと言える。

参考文献

- 塚茂樹ら：氷板による不規則波の変形に関する実験，海岸工学論文集，43，pp.426-430，199。
Wadhams, P. : Airborne laser profiling of swell in an open ice field, Journal of Geophysical Research, Vol.80, No.33, pp.4520-4528, 1975.