

II-76

結氷海域の波浪特性に及ぼす氷盤長の影響に関する実験

岩手大学 工学部 学生員 ○花井宏太・平賀健司・堂崎真弓・劉 曉東
正 員 笹本 誠・堺 茂樹・平山健一

1. 緒言

近年、サハリン沖での石油・天然ガスの開発が活発化し、それに伴う港湾建設などの増加が予想される。氷工学の分野では結氷海域における諸現象を考える上で氷の動的な問題に関する研究が盛んに行われている。例えば、氷塊が波浪と共に衝突する際に発生する衝撃氷力の算定などがある。その算定には、波浪による氷板の破壊、破壊された氷塊域での波浪の減衰、構造物近傍での波浪に伴う氷塊の運動などの説明が必要である。氷盤群下の波浪のエネルギー減衰に関してはこれまで様々な検討がされてきたが、氷盤の厚さと大きさの影響に関してはあまり検討されておらず、定量的に評価するには至っていない。

本研究では、波浪が氷盤群下を進行する間の減衰率を実験により求め、これらに対する氷盤長の影響を検討する。また、規則波と不規則波の実験を行い、両者の比較により不規則波の周波数成分を規則波として扱うことの妥当性を検討する。

2. 実験装置及び実験方法

実験には図1に示すような長さ 26.0m、幅 0.8m、深さ 1.0m の鋼製二次元造波水路を用い、造波には吸収式造波装置を用いた。また、水路後端に消波装置を設置して反射波の発生を制御している。模擬氷として厚さ 5mm のポリエチレン板を使用した。ポリエチレンの比重は 0.914 であり、氷とほぼ同じ値である。氷盤の長さは 10m、2m、0.25m の 3 種類を使用した。氷盤長 10m の場合は市販のポリエチレンの長さは 2m であるため、5 枚の板を接続して 10m とした。いずれの場合も水路中央部の 10m がポリエチレン板で覆われている。

図1に示すように開水域では二組の容量線式波高計で水位を計測し、入射波成分と反射波成分に分離した。また、超音波式変位計を用いて約 30 点で模擬氷板の鉛直変位を計測し、これを氷盤下での波形として解析した。水深は 0.6m とし、規則波、不規則波の実験条件は表1のとおりである。不規則波の実験では入射波のスペクトル形状として JONSWAP 型を採用した。

3. 実験結果及び考察

図2は開水域での波高に対する氷盤下での波高の比を示しており、黒丸は開水域での波高、白丸は氷盤下での波高を表している。氷盤長 0.25m の場合（図中の上段）、氷盤下の波高は開水域での波高よりも大きくなるものがあり、全体的には不規則な変動が見られる。この理由は、超音波式波高計を用いて鉛直変位を計測する際、氷盤長が小さくなると剛体のような動揺をするため、盤端が水面から離れてしまい、流体運動を計測したことはならない。

一方、氷盤長の最も大きい 10m の場合は、盤は流体と一体となって運動しているため、前述のような問題は生じない。図中の下段は 10m の氷板下の波高を計測した結果である。氷盤下での波高は開水域での流体運動が流体と弾性平板の連成運動に変換される遷移

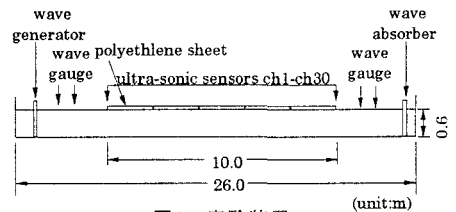


図1 実験装置

表1 実験条件

regular wave	
wave period T[s]	wave steepness H/L
0.8, 1.0, 1.2 1.4, 1.6	0.01, 0.015, 0.02

random wave	
significant wave period Ts[s]	significant wave height Hs[cm]
0.8, 1.0, 1.2 1.4, 1.6	2.0, 3.0

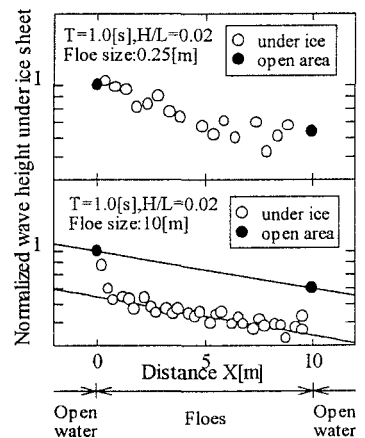


図2 開水域での波高に対する氷盤下での波高の比

領域を除いては距離とともに指数的に減少しているのがわかる。そこで、波高減衰率に関して、氷盤下の波高変化から求められる減衰率 (Ai) と、氷盤域の前後の開水域での波高の差から求められる減衰率 (Ao) の2通りを比較した。

図3および図4は規則波、不規則波における Ai と Ao の比較を示している。図中の黒丸は Ao、白丸は Ai であり、規則波、不規則波のどちらの場合においても両者はほぼ一致している。このことは、氷盤域前後での波高の差から、氷盤内のエネルギー減衰を予測できることを示している。以下では、Ao を用いてエネルギー減衰に対する氷盤長の影響を検討する。

図5は規則波における減衰率と周期の関係に対する氷盤長の影響を示している。周期が短いほど減衰率は大きくなり、氷盤長の影響は短いほど若干大きくなる。

Wadhams(1975)はニューファンドランドの東海岸沖で行った観測から、氷盤群中を伝播する波浪の減衰率と周波数の間に以下の関係があることを見いだしている。

$$A = K \cdot f^n \quad (1)$$

そこで式を用いて回帰曲線を求めた結果が図中の曲線である。表2に示す値が得られ、全体的にはよく近似されている。図6は不規則波と規則波の減衰率の比較を示しており、両者はほぼ一致していることがわかる。このことは、不規則波の周波数成分を規則波として扱うことができることを示唆している。

4. 結語

本研究で得られた主要な結論を要約すると、以下の通りである。

- 1) 氷盤群下におけるエネルギー減衰は、その氷盤域前後での波高の差を用いて測定することが可能である。
- 2) 氷盤群下の減衰率は、氷盤長が小さくなるにつれて全体的に高くなる傾向が見られる。また、不規則波の周波数成分の減衰特性と規則波でのものが定量的に一致することは、不規則波の減衰特性をそこに含まれる周波数成分の線形和で表現できることを示している。

謝辞

最後に、本研究に際して、運輸省船舶技術研究所、北海道開発局開発土木研究所の各位、および、クラークソン大学 Hayley H. Shen 教授には多大なる御指導御鞭撻を賜り、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Wadhams, P (1975) : Airborne laser profiling of swell in an open ice field, J.G.R., vol.80, No.33, pp.4520-4528
- 2) 片山潤之介・劉 曉東・笹本 誠・金田成雄・泉山 耕 堺 茂樹 (1997) : 氷盤群下の波浪特性に関する実験, 海岸工学論文集, 第44巻, pp.146-150.

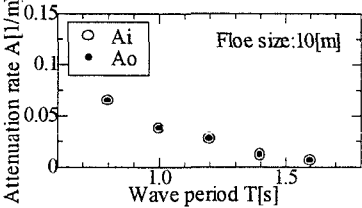


図3 規則波における氷盤下と氷盤前後での減衰率の比較

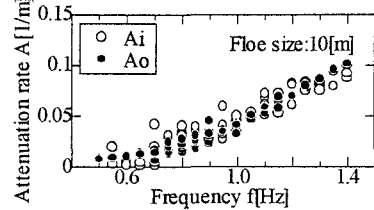


図4 不規則波における氷盤下と氷盤前後での減衰率の比較

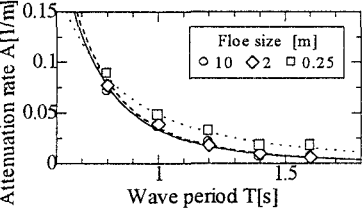


図5 規則波における減衰率と周期の関係に対する氷盤長の影響

表2 各氷盤長での K と n

Floe size [m]	K	n
10	0.034	3.70
2	0.036	3.70
0.25	0.049	2.50

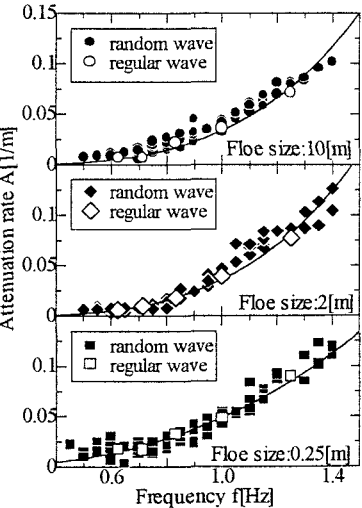


図6 不規則波と規則波の減衰率の比較