



砕氷船

雄大な氷の海原を、ゆっくりと進んでいく砕氷船は、南極や北極の観測、石油資源の運搬、観光などで活躍している。優れた造船により生まれた砕氷船は、氷圏の油田開発等に伴い、近年、さらなる研究開発が進められている。

氷と漂流するという発想から生まれた氷海船舶

世界で初めて凍結した海で使用する目的で造られた船舶は、ノルウエーの海洋探検家フリョフ・ナンセンが、1893～1896年における北極探検で使用したフラム号と言われている。当時の船舶は帆船で、氷を割りながら進むというのではなく、氷とともに一緒に流され目的地まで漂流するという発想であった。そのため、この船舶の形状は全体的に丸みを帯びているのが特徴で、氷に囲まれ動けなくなっても、氷の圧力が分散され船体が破壊されることなく、氷上に持ち上げられるようになっていた。しかしこの船は目的地ま

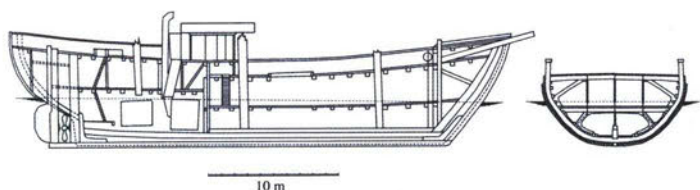
で到着せず、海洋探検家ナンセンは途中までフラム号で氷と流された後、船を降りソリで氷上を走り、北緯86°14'に到着している。

その後、凍結した水の中を、自ら氷を割って進んで行くという考えに基づいて設計された砕氷船が登場した。凍結した水の中で使用する船舶は氷海船舶と呼ばれ、氷を割りながら進むことを目的とした砕氷船と、ある程度砕氷能力はあるものの、砕氷行動そのものを主目的とはしていない耐氷船とに分けられる。通常は砕氷船が先頭で氷を割りながら航路をつくり、そこを進むのが耐氷船で、なかには列車のように連結されるものもある。

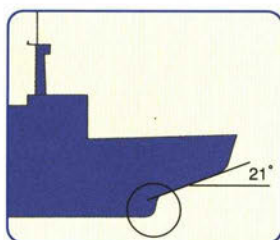
氷の荷重力に耐えるよう頑丈に作られた船体

氷海船舶は常に氷と接触することから、一般的な船舶よりも多量の鋼材が使用され高強度に造られている。砕氷船舶は船級規格により使用箇所と板厚によって鋼材の規定があり、使用環境が低温であることから、低温靱性に優れたE級鋼やD級鋼(日本海事協会規定)などが使用される。極度の低温に曝されるのは水面より上の大気にふれる部分であり、水面下は氷点下数度までしか温度が下がらないため、常時水面下にある部分には特殊な材料は使用されていない。

フラム号概略図



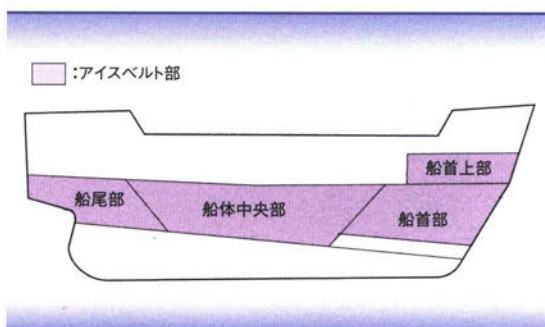
全体的に丸みを帯びた木造船で、先端部には金属板が打ち付けられ、補強されていた。



南極観測船「しらせ」の船首部分は、21°と緩やかに傾斜し、水平方向の力を下向きの力へ換え氷板に力を加える



航行中の船から見下ろした様子。氷が押し割られていく。



アイスベルト部は特に頑丈に造られている。

構造は、外板を内部から支えるフレームが一般の船舶よりも高密度に使用されている。氷の荷重力は他の流体の力と比べ、狭い面積に集中して強くかかるという特徴があり、特にアイスベルトと呼ばれる船首から船尾までの喫水線周辺は最も氷の荷重を受けやすく、板厚が大きく設定されている。さらに、アイスベルト周辺は高い水中酸素濃度となるため、氷荷重による摩耗とともに腐食しやすく、氷海用の特殊塗料が塗られることが多い。この塗料は、塗布した部分が硬く固まり、しかも剥がれにくいという特性を持つ。他にも特殊塗料は、氷と船体との摩擦を低減させる役割を担い、氷との摩擦係数が小さい塗膜を形成するものも開発されている。フィンランドやロシアでは、アイスベルト部には耐食性に優れたステンレスクラッド鋼を使用している例もある。これにより無塗装にすることができ、氷との摩擦低減を図っている。

砕氷船の船首部分は、氷を砕く時の抵抗を軽減すると同時に、砕いた氷片を船体近くから排除していくよう設計されており、喫水線から船底近くにかけての船首部外板は水平面に対する傾斜角が浅い。水平方向に力を加えて氷を押し潰していくのではなく、船の推進力と慣性力などを利用して水平方向の力を下向きの力へと換えて氷板に力を加え、氷を折り曲げるようにして割っていく。氷は押し潰して割るよりも、折り曲げて割るほうが簡単に割れるためである。また、小型の船舶では船底に搭載している燃料タンク間において中の燃料を移動させることで重心を変換させて船体を前後左右に傾け、氷に囲まれた場合に氷と船体との間に隙間を作り、動きやすくすることもある。

砕氷船は氷板厚1.5~2mまでは氷板を割りながら進めるが、氷板がこれ以上厚いところでは、一度後退し氷板を突いて割ることを繰り返しながら進むことになる。そのため電気推進システムによりプロペラを回転している砕氷船が多い。このシステムは、モーターの界磁電流を制御して、プロペラの正・逆回転を容易に素早く行えるという利点があるからだ。通常の船舶より大きな馬力が必要となる砕氷船は、一般的には発電用の主機はディーゼル機関だが、ロシアの砕氷船には原子力機関を主機に用いているものもある。



氷片が残らない船路を作る砕氷船もある。
写真提供: (財) シップ・アンド・オーシャン財団 (海洋政策研究財団)

さらに進化していく砕氷船の技術

近年、氷圏では油田開発が活発に行われており、これに伴い砕氷船のさらなる性能向上が求められている。ロシアやフィンランドをはじめとして研究開発が進み、最近では氷の抵抗力を低減させ、さらに砕氷能力を上げる形状が開発されている。例えば、船首形状がスプーンの裏側に似ている「スプーン型船首」は、氷と接触する船体外板の傾斜角が、従来のものより浅くなることにより、氷板を曲げ割る力が向上した。また、船首部の底面の両側部分が中央部よりも下に張り出し鋭角な形状の船首もある。これは砕いた後の氷片を船底の傾斜を利用し、船体両側の氷下に押し込んで排除するのが特徴で、この砕氷船が作る航路は氷片が残ることなく、後続の船舶が安全に航行できる。

日本では、世界でもトップクラスの砕氷機能を持つ大型南極観測船「しらせ」の後継船の開発が始まっている。「しらせ」は、これまで20回以上もの南極観測支援航行を実施した日本を代表する砕氷船だが、25年間の運行を経て、このほど老朽化により引退することになった。後継船には、さまざまな新技術が導入される予定で開発動向が注目されている。

通常の船舶と比べ砕氷船の歴史は若く、その分、技術開発の余地は大きい。例えば氷海の航行に適した砕氷船の形状は、氷のない海を航行するには不向きである。今後は水中、水際の両方の環境に適した船舶の登場が望まれている。近い将来、こうしたニーズに応える技術が登場し、砕氷船の活躍の場が広がっていくに違いない。



氷海を航行する「しらせ」