

빙해 항행 선박 주요목의 변화 경향에 대한 조사 연구

최경식*

*한국해양대학교 해양개발공학부

A Study on Recent Trends of Principal Particulars in Ice-Transiting Vessel Design

KYUNG-SIK CHOI*

*Division of Ocean Development Engineering, Korea Maritime University, Busan, Korea

KEY WORDS: Northern sea route 북극해 항로, Principal particulars 설계 주요목, Icebreakers 쇄빙선, Icebreaking tug/supply/research vessels 쇄빙예인/보급/연구선, Ice-strengthened passenger/car ferry 쇄빙여객선/카페리, Ice-strengthened cargo vessels 쇄빙상선

ABSTRACT: In this study, design parameters of ice-transiting vessels in the world, currently in service or under construction, were collected and a database of principal particulars for each ship was established. To understand the recent design trend, ice-transiting vessels were categorized into four groups, i.e., conventional icebreakers, icebreaking tug/supply/research vessels, ice-strengthened passenger/car ferry and ice-strengthened cargo vessels. Changes in principal particulars for each group were reviewed and summarized. It was found that the most significant change in the design of ice-transiting vessels was the increment of large size commercial cargo vessels. It is believed that the recent hike of oil prices and booming of Russian economy has resulted in the need for year-round operation with bigger ships in the Baltic Sea and in the Sea of Okhotsk and also along the Northern Sea Route in Russian Arctic Sea.

1. 서 론

최근 북극지방의 자원개발과 북극해 항로를 통한 물류운송의 증가로 국내외 해운사 및 조선업체에서는 빙등급(Ice class)을 갖춘 상선의 건조에 많은 관심을 보이고 있다. 현재 북유럽의 바렌츠 해와 동아시아의 오후츠크 해에서는 해저 석유와 천연 가스 개발이 활발히 진행되고 있으며 채굴된 에너지 및 기타 물자 수송수단으로서 빙해 항행 선박의 발주가 증가하고 있는 현실이다 (Ostreg, 1999).

Clarkson Research 조사에 따르면 2005년까지 전 세계적으로 빙등급 1A 이상의 선박 262척이 운항 중이며 이는 420만 DWT에 해당한다. 이중 70-80%가 DWT 20,000 이하의 중소형 선박이었다 (Brewer, 2005). 특히 현재 발주된 선박에는 234척의 빙등급 선박이 포함되어 있으며 이중 165척은 빙등급 1A 이고 3척은 1A Super 이었다. 러시아 및 북극권 국가의 원유 생산 및 수송이 증가하면서 일반 선박보다는 빙등급의 선박을 발주하는 경향이 더욱 뚜렷해지는 현실이다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 전 세계에서 건조/발주된 빙해 항행 선박의 주요목 조사

를 통하여 빙등급 선박의 최근 설계 동향의 변화를 살펴보고자 한다. 이를 위하여 조사된 선박을 다음의 네 종류로 구분하였다. 즉, 재래식 쇄빙선(Icebreaker), 쇄빙기능의 예인/보급/연구선(Icebreaking tug/supply/research vessels), 쇄빙상선(Ice-strengthened cargo vessels) 및 내빙구조의 여객선/카페리(Ice-strengthened passenger/car ferry)이다. 재래식의 쇄빙선이나 쇄빙기능의 예인/보급/연구선에 대한 자료는 여러 문헌을 통해 찾을 수 있지만 70년대부터 본격적으로 건조되기 시작한 중대형의 쇄빙상선 및 내빙구조의 여객선/카페리의 경우는 그 자료가 거의 정리되어 있지 않다. 본 연구에서는 최근까지 건조된 대부분의 빙해 항행 선박 주요목에 대한 자료를 수집하여 데이터베이스로 정리하였으며 특히 쇄빙상선 주요목의 변화하는 경향을 살펴보았다. 데이터베이스에는 선박의 길이, 폭, 깊이, 홀수 및 배수량/DWT/GT 그리고 쇄빙능력과 기관출력 등이 기록되었다.

2. 빙등급 선박 주요목 자료의 분석

쇄빙선 및 쇄빙형 예인/보급/연구선의 주요목에 대한 자료는 주로 실선 및 모형선에 대한 빙저항/빙하중을 계측, 조사한 여러 논문으로부터 확인할 수 있다 (Kashteljan et al., 1968;

교신저자 최경식: 부산광역시 영도구 동삼동 1

051-410-4324 kchoi@mail.hhu.ac.kr

Lewis and Edwards, 1970; Levine et al., 1974; Kotras et al., 1983). 또한 단행본과 보고서로도 발표된 자료가 있다 (Nozawa, 1994; Sodhi, 1995; Mulherin, 1996). 쇄빙유조선 Manhattan 이나 쇄빙화물선 MV Arctic, 러시아의 SA-15 등 초기의 쇄빙상선에 대한 자료는 다음 논문에서 인용하였다 (Baker and Nishizaki, 1986; Ostreng, 1999; Spencer and Jones, 2001). 쇄빙상선에 대한 최근의 자료는 세계 유수의 해운사나 조선소의 인터넷 홈페이지를 주로 이용하였고 개별 회사로부터 입수한 공식/비공식 보고서에서도 인용하였다. 본 연구에서는 시리즈로 건조된 선박을 제외하고 모두 211척의 빙등급 선박이 조사되었다. 쇄빙상선의 경우 실제 건조된 것은 물론 모형실험이나 개념 설계 수준의 선박도 일부 포함하였다.

2.1 선박의 길이, 폭 및 흘수의 변화 경향

211척 모든 선박의 길이와 폭, 흘수의 자료를 4개의 그룹으로 구분하여 Fig. 1에 나타내었다. 쇄빙상선의 경우는 일반적으로 다른 세 그룹의 선박에 비해 규모가 크기 때문에 그림의 오른쪽으로 폭넓게 분포하는 반면 나머지 세 그룹은 길이 50m~200m 범위에 몰려서 분포하는 것을 볼 수 있다. 쇄빙상선 중에는 길이가 250m 이상의 선박이 상당히 많이 건조되는 것을 알 수 있었다.

Fig. 2는 Fig. 1의 자료를 다시 정리하여 길이/폭(L/B)비와 길이/흘수(L/d)의 비에 대한 자료로 나타낸 것이다. L/B는 전체 선박에 대하여 3~9 사이에 분포한다. 재래식의 쇄빙선을 제외한 빙해 항행 선박의 경우엔 일반 해역에서의 조종 성능도 같이 고려해야하기 때문에 비를 크게 설계하고 있다. 쇄빙상선의 경우는 이 비가 대략 5.4~9.0 사이에 분포하는데 특별히 비정상적인 형상이 아닌 쇄빙상선의 L/B는 대체로 5.4~7.5 사이에 분포한다. 하지만 최근 10년 이내에 건조된 쇄빙유조선의 경우 L/B의 비가 5.8 보다 작은 것을 확인할 수 있었는데 이에 비해 모형실험 등을 통해 빙저항을 줄이는 최적 선형을 가진 쇄빙상선(주로 개념설계)의 경우 오히려 이 비가 6.5~7.5 사이에 있는 것을 확인할 수 있었다. 향후의 쇄빙상선의 설계 동향이 L/B가 커지는 방향이 될 지는 계속 살펴보아야 할 문제이다.

전체 여객선/카페리의 경우 L/B가 4.6~6.8에 분포하지만 대부분은 6.0~6.5에 집중되어 있다. 대형 여객선/카페리의 경우는 대부분 발틱해에서 운항 중인 것으로 조사되었다. 재래식 쇄빙선의 경우는 이 값이 3.4~6.0 그리고 4.0~5.5 이고 쇄빙기능의 예인/보급/연구선의 경우 이 값이 3.6~7.3 그리고 4.0~6.0이었다.

빙해 항행 선박의 흘수는 항해지역에 따라 설계가 달라져야 한다. 수심이 얇은 북극해 지역을 운항하는 선박의 경우엔 흘수에 제한이 가해지기 때문에 이 점을 염두에 두고 설계에 반영하여야 한다. L/d는 전체 선박에 대하여 9~31 사이에 분포한다. 쇄빙상선의 경우는 이 비가 대략 11~31 사이에 분포하는데 특별히 비정상적인 형상이 아닌 경우 L/d는 13~25 사이에 분포한다. 전체 여객선/카페리의 경우 L/d가 24~29에 분포하고 재래식 쇄빙선의 경우는 이 값이 13~31 이었다. 그리고 쇄빙기능의 예인/보급/연구선의 경우 이 값이 10~23 이었다. 앞서 L/B의

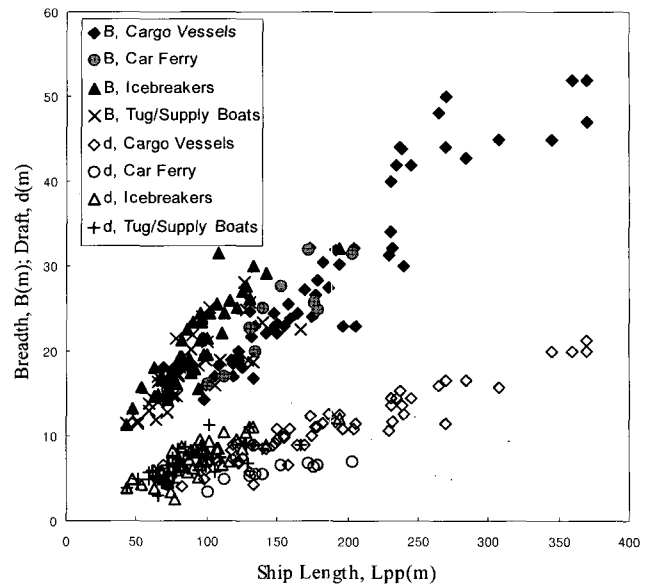


Fig. 1 Length, breadth and draft data for all ice-transiting vessels

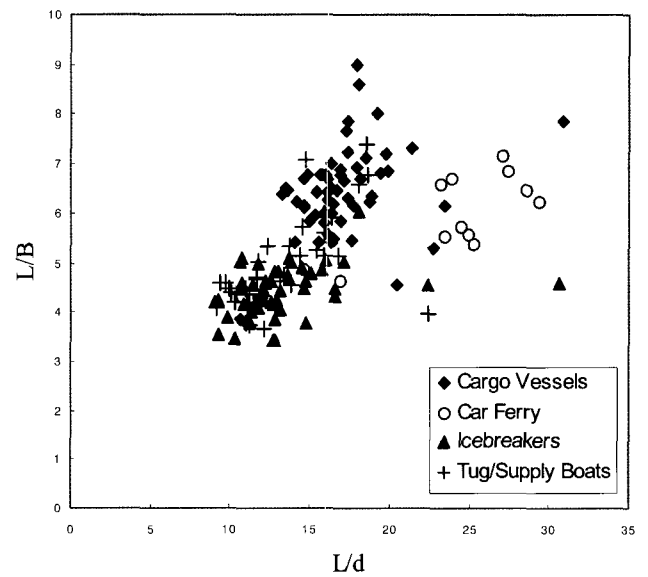


Fig. 2 L/B versus L/d data for all ice-transiting vessels

분포가 그룹별로 구분되어 넓게 분산된데 비해 L/d의 분포는 모두 비슷하게 섞여 분포한 것을 알 수 있었다.

2.2 선박의 기관출력과 배수량/DWT/GT

주기관 마력과 배수량의 비율은 선박의 쇄빙성과 직접적인 연관이 있는 요목으로 비율이 크면 클수록 쇄빙성능이 좋아지게 된다. 쇄빙선의 경우 항로 개척이나 유도 혹은 단독으로 임무를 수행해야 하기 때문에 주기관 마력이 배수량에 비해 월등하게 높아야 한다.

Fig. 3은 조사된 모든 선박의 배수량/DWT/GT 자료를 선박의 길이에 대하여 나타낸 것이다. 선박에 따라서 배수량과 DWT, GT를 선박의 크기를 나타내는 척도로 각각 사용하고 있기 때문에 Fig. 3에는 한 선박에 대하여 두 개 이상의 자료점이 표시된 경우도 있다. 쇄빙상선의 경우는 다른 그룹의 선박에 비하여 좀더 넓게 자료가 분포하지만 대체로는 어떤 척도를 사용하든지 선박의 길이에 대하여 비슷한 관계에 있음을 알 수 있다.

기관출력과 선박의 길이와의 관계를 선박 그룹별로 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 3과 Fig. 4를 결합하면 선박의 배수량과 기관출력의 비를 찾아낼 수 있는데 이 비는 쇄빙상선에 대하여 1미만인 것으로 나타났고 재래식의 쇄빙선에 대해서는 이 값이 3~5에 분포하였다. 즉 쇄빙선의 경우는 배수량보다 3~5배 큰 주기관 출력을 가져야 한다는 것을 의미하며 이는 쇄빙선의 용도가 빙해역에서 선박의 항로를 열어주는 역할이기 때문에 기관출력이 월등하게 커야한다는 것으로 이해할 수 있다. 쇄빙상선의 경우는 단독으로 운항하는 경우 이 비가 좀 커지긴 하지만 대부분 0.5~1 정도의 작은 값이었다. 예인/보급/연구선의 경우 그 목적상 출력이 크고 쇄빙능력이 우수해야 하므로 이 비율이 약 2 근처에 놓인다.

한편 기관출력의 크기는 빙해 항행 선박이 얼음을 깨뜨리고 전진할 수 있는 쇄빙능력과도 직접 연관되어 있다. Fig. 5는 본 연구에서 조사된 선박의 쇄빙능력(파괴시킬 수 있는 평단빙의 최대 두께)을 나타낸 것이다. 쇄빙능력이란 실선시험을 통해 선박이 직접 파괴한 빙판의 두께를 계측한 것이거나 설계 주요목으로 제시된 빙등급(1A 혹은 1A Super 등)에 대한 정보를 통해 거꾸로 추산한 값이다. 원자력을 이용하거나 아니면 재래식의 기관을 이용하든 선박의 크기에 비해 엄청나게 큰 기관출력을 가진 쇄빙선들은 많이 있으나, 쇄빙상선의 경우 특히 근래에 건조되는 많은 수의 쇄빙상선들은 쇄빙능력 1m (FMA 1A Super 등급 상당) 정도를 갖도록 설계되는 경향을 보이고 있다.

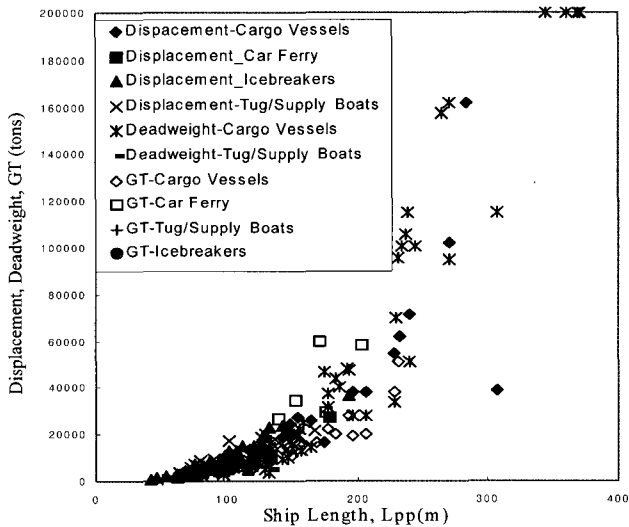


Fig. 3 Displacement/DWT/GT vs. length data for all ice-transiting vessels

2.3 쇄빙상선의 주요목 변화 경향

Fig. 6에는 조사된 4개 그룹별 선박의 총 건조 척수를 5년씩 묶어서 조사한 것이다. 쇄빙상선의 건조 척수는 70년대 말/80년대 초까지는 점차적으로 증가되는 추세였다가, 80년대부터 90년대 중반까지 특히 전 세계 쇄빙상선단의 상당 부분을 보유하고 있던 러시아의 경제적 어려움으로 후속 발주가 무산되어 쇄빙선박의 건조는 급격히 감소하였다. 하지만 90년대 후반부터 원유가의 상승과 이에 따른 러시아 경제의 회복 등으로 북극해 항로와 발틱해 등을 운항하는 쇄빙상선의 건조가 뚜렷하게 증가하고 있음을 볼 수 있다. 단지 건조 척수만 증가하는 것이 아니고 선박의 크기도 계속 커지고 있으며 근래에는 길이 250m, DWT 100,000톤을 넘는 대형 유조선/벌크선들이 빙등급으로 건조되고 있음에 주목할 필요가 있다(Fig. 7, Fig. 8). 향후 북극해 항로를 비롯한 빙해역 항로를 통한 무역이 지금보다 더욱 활발하게 이루어질 것으로 추정되기 때문에 규모면에서 좀 더 큰 쇄빙상선이 필요하게 될 것으로 예측할 수 있다 (최경식, 2001).

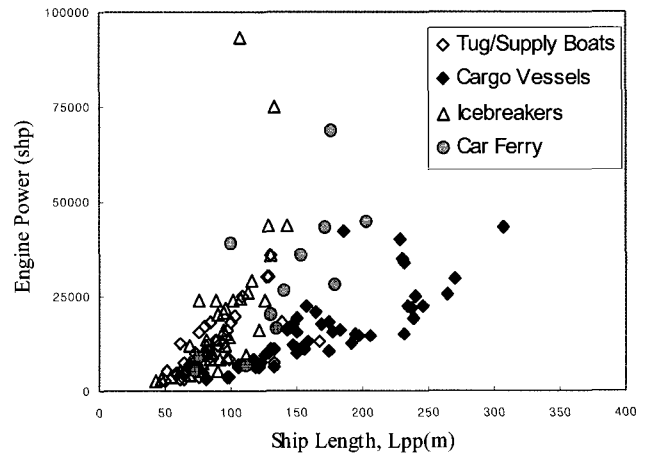


Fig. 4 Engine power versus ship length for all ice-transiting vessels

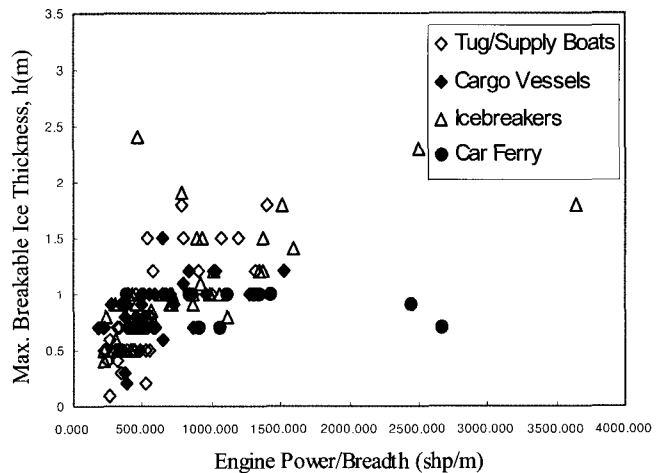


Fig. 5 Maximum breakable ice thickness data for all ice-transiting vessels

3. 결 론

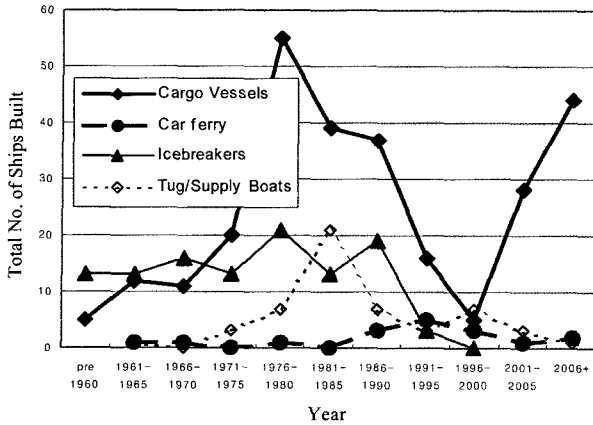


Fig. 6 Annual change in total number of ships built for different vessel groups

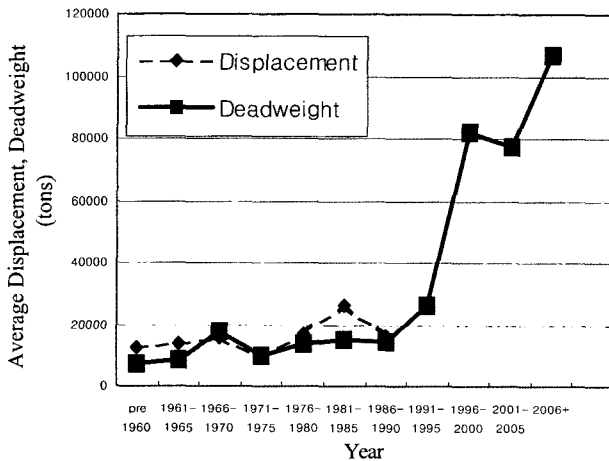


Fig. 7 Annual change in average displacement and deadweight per ice-strengthened cargo vessel

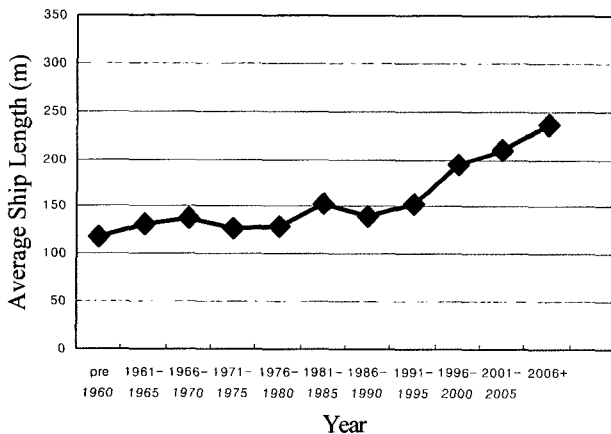


Fig. 8 Annual change in average ship length per ice-strengthened cargo vessel

최근 북극지방의 자원개발과 북극해 항로를 통한 물류운송의 증가로 국내외 해운사 및 조선업체에서는 빙등급을 갖춘 상선의 건조에 많은 관심을 보이고 있다. 본 연구에서는 현재까지 전 세계에서 건조된 빙등급 선박의 주요목의 조사를 통하여 최근의 관심 대상인 쇄빙상선의 설계 추세를 살펴보았다. 조사된 선박은 네 그룹으로 재래식 쇄빙선, 쇄빙기능의 예인/보급/연구선, 쇄빙상선 및 내빙구조의 여객선/카페리아다. 본 연구에서는 쇄빙상선을 포함하여 4개 그룹의 총 211척의 선박들에 대하여 최근까지 건조된 선박의 주요목에 대한 자료를 모두 수집하여 데이터베이스로 정리하였으며 특히 쇄빙상선의 변화하는 경향을 주목하여 살펴보았다.

L/B는 쇄빙상선의 경우는 대략 5.4~9.0 사이에 분포하는데 특별히 비정상적인 형상이 아닌 쇄빙상선의 L/B는 대체로 5.4~7.5 사이에 분포한다. 하지만 최근 10년 이내에 건조된 쇄빙유조선의 경우 L/B의 비가 5.8보다 작은 것을 확인할 수 있었다. L/d는 쇄빙상선의 경우 대략 11~31 사이에 분포하지만 많은 경우 L/d는 13~25 사이에 분포한다. 선박의 배수량과 기관출력의 비는 쇄빙상선에 대하여 1 미만인 것으로 나타났고 재래식의 쇄빙선에 대해서는 이 값이 3~5에 분포한다. 쇄빙상선의 경우 특히 근래에 건조되는 많은 수의 쇄빙상선들은 쇄빙능력 1m (FMA 1A Super 등급 상당) 정도를 갖도록 설계되는 경향을 보이고 있다.

90년대 후반부터 원유가의 상승과 이에 따른 러시아 경제의 회복 등으로 북극해 항로와 발틱해 등을 운항하는 쇄빙상선의 건조가 뚜렷하게 증가하고 있음을 알 수 있었다. 건조 척수만 증가하는 것이 아니고 선박의 크기도 계속 커지고 있으며 근래에는 길이 250m, DWT 100,000톤을 넘는 대형 유조선/벌크선들이 빙등급으로 건조되고 있음을 알 수 있었다. 향후 빙해역 항로 이용이 활발해질수록 쇄빙상선의 역할 증대로 인해 규모 면에서 좀 더 큰 선박이 필요하게 될 것을 예상할 수 있다.

후 기

본 논문은 한국과학재단 지정 첨단조선공학 연구센터 (ASERC R11-2002-008-01002-0)의 연구비 지원과 한국해양대학교 해외파견교수 연구비 지원으로 수행된 연구결과입니다.

참 고 문 헌

최경식, (2001). 북극해 항로의 경제성 분석과 빙해용 쇄빙상선 모델 개발, 해양수산부 연구보고서.
 Baker, D. and Nishizaki, R. (1986). "The MV Arctic-New Bow Form and Model Testing," SNAME Transactions, Vol 94, pp 57-74.
 Brewer, S. (2005). "Big Demand for Ice Class," DnV Newsletter, March 2005.
 Kashteljan, V.I., Poznjak, I.I. and Ryvlin, A.J. (1968). Ice

- Resistance to Motion of a Ship, Vol. 1 (Ch. 1-5), Sudostroyeniye, Leningrad.
- Kotras, T.V., Baird, A.V. and Naegle, J.N. (1983). "Predicting Ship Performance in Level Ice," SNAME Transactions, Vol 95, pp 329-349.
- Levine, G.H., Voelker, R.P. and Mentz, P.B. (1974). "Advances in the Development of Commercial Ice-Transiting Ships," SNAME Transactions, Vol 82, pp 313-343.
- Lewis, J.W. and Edwards, R.Y. (1970). "Methods for Predicting Icebreaking and Ice Resistance Characteristics of Icebreakers," SNAME Transactions, Vol 78, pp 213-249.
- Mulherin, N.D. (1996). The Northern Sea Route - Its Development and Evolving State of Operations in the 1990s, CRREL Report 96-3.
- Nozawa, K. (1994). Icebreaking Engineering, Association of Ship Technology, Tokyo (in Japanese).
- Ostreg, W. (1999). INSROP Integration Book - The Challenge of the Northern Sea Route, INSROP Working Paper No 167-1999.
- Sodhi, D. (1995). Northern Sea Route Reconnaissance Study, CRREL Report 95-17.
- Spencer, D. and Jones, S.J. (2001). "Model-Scale/Full-Scale Correlation in Open Water and Ice for Canadian Coast Guard "R-Class" Icebreakers," Journal of Ship Research, Vol 45, No 4, pp 249-261.
-
- 2006년 3월 17일 원고 접수
2006년 5월 18일 최종 수정본 채택