

쇄빙선 설계의 경험적 고찰

朴命圭* · 高尚龍**

An Empirical Study on the Design of Icebrakers

Myung-Kyu, Park · Sang-young, Koh,

目 次	
머리말	3.3 기어계통
1. 치 수	3.4 전기계통
2. 선 형	3.5 원동기
2.1 선수형상	4. 마력과 성능
2.2 중앙부형상	4.1 저마찰도장
2.3 선미형상	4.2 공기방울식
3. 추 진	4.3 공기방울식/물분사방식
3.1 프로펠러	4.4 수세방식
3.2 축	끝맺음

머 리 말

지금 북방외교가 꽃을 피울려는 시기에 우리도 쇄빙선에 관심을 가져야 할 때라고 생각한다. 머지않아 건조수주는 물론이고 우리나라 스스로 쇄빙선이 필요 할 때가 올 것이기 때문이다. 여기에 현존하는 쇄빙선들의 자료를 정리하여 쇄빙선 설계자로 하여금 설계 초기 단계에서 주요치수, 선형, 마력등을 선정하는데 도움을 주고, 가이드

가 되도록 노력 하였다. 또한 쇄빙선 및 쇄빙화물선의 역사는 오래되지만 여기서는 1940년대 중반에 건조된 Wind class 선박을 시점으로 생각한다. 그 이전에도 흥미 있는 발전이 있었지만 오늘날 기술적 충격을 줄 만큼 훌륭한 내용은 거의 없었다.

1. 치수 (Dimensions)

쇄빙선의 주요치수를 Fig.1에 plot 하였다. 길이에 대한 폭, 깊이, 흘수를 보여주

* 정희원, 한국해양대학 선박공학과

**울산대학교 조선및 해양공학과

며 상관 관계는 거의 직선적이다. 길이 40-140m 사이에서 주요치수비는 다음과 같다.

폭 (B) - 평균 $L/B = 3.6 - 4.6$

깊이(D) - 평균 $L/D = 8.2 - 8.9$

흘수(T) - 평균 $L/T = 11.4 - 12.2$

강으로 들어가는 쇠빙선 및 Beaufort Sea의 여름중에서 운항하는 선박은 길이 70-100m사이에서 L/T의 값은 큰 범위에 퍼져 있다.

2. 선형(Hull Form)

쇠빙선의 선형에서 첫째로 고려 할것은 여름속을 진행할때 가장 적은 마력 일 것이며 두번째로는 개수면(開水面)에서의 마력, 조종성능 및 프로펠러 보호이다.

선형선택의 기본사항은 다음과 같다.

- 모든 형태의 여름속에서의 성능
- 잔잔한 개수면에서의 성능
- 거치른 일기에서의 개수면에서의 성능
- 조종성능
- 모든치수의 선택
- 수리의 편의
- 선형(화물선, 쇠빙선등)

아직 통상적인 형상의 쇠빙성이 건조되고 있으나 근래에는 많은 선박이 비전통적인 선형으로 건조되고 있다. 많은 경우 하나의 특정한 고려에 의하여 즉 건조원가, 쇠빙 또는 조종성능과 같은 것에 중점을 두고 설계될 하게 된다.

2.1 선수형상

쇠빙선의 선수형상은 언제나 Fig. 2 와 같이 5가지의 기본설계 특성을 고려하고 있다. Flare angle은 쇠빙 및 잠수 효과에 공헌하고 Waterline angle은 청빙효과에 공헌 하며 Stem angle 및 Buttock angle 은

Flare, Waterline angle, 전부 C_b 와 함께 쇠빙 및 잠수효과에 Flare 및 Waterline angle 과 협동으로 청빙효과에 공헌한다. 과거 15년 이상의 발전은 Frame Flare를 증가시키고, Waterline angle, Stem angle, Buttock angle 및 전부 C_b 를 감소 시켰으며 모두 보다 능률적인 쇠빙 선수가 되도록 설계되었다. 표1에 몇척의 중요한 선박에 대한 선형 정보를 보여주며 초기 선박에서는 30° 이던 것이 근래 선박에서는 약 20° 까지 Stem angle 이 감소하는 경향을 보여주고 있다. 일관된것은 아니지만 보다 현대적인 쇠빙선은 더 적은 Stem angle로 설계되고 있다. 유사하게 Kashtejan 및 Shimanski 계수(전체 선수에 대한 Flare 및 Waterline entrance angle 과의 결합)는 Stem angle의 일반적인 감소를 반영하여 왔다. 날씬한 선박에서는 Stem angle 이 감소하기 때문에 형상계수는 그에 따라 응답한다. 즉 Kashteljan 계수는 감소하고 Shimanski 계수는 증가 할것이다. 그러나 선수형상의 선정은 그 선박의 임무에 크게 영향을 받으며 수년동안 택하였던 형상에 반영하여 왔다.

2-1-1 평행 Buttock를 가진 직선 Stem

Stem angle 과는 무관하게 직선 stem이 1950년 이래 소련 및 Finland 쇠빙선에 사용되었다. 1960년도에 건조된 Moskva class, 1970년에 건조된 Baltic 쇠빙선 Urho class등이 대표적이다.

2-1-2 오목 Stem(White bow)

오목 Stem은 다양한 Buttock, Frame 및 Waterline 형상과 관련하여 오래된 쇠빙선에 사용되어 왔다. 그러나 R. White 는 Fi

g.3에서와 같이 쇄빙/ 청빙 형상을 /sea 및 1970년말에 건조된 Arctic, 1978년과 1984년 사이에 건조된 Canadian R-class 의 수정된 형상등이 있다.

이 형상은 오목 stem이기 때문에 stem 가 까이의 Frame Flare 는 더 높은 angle이 된다.

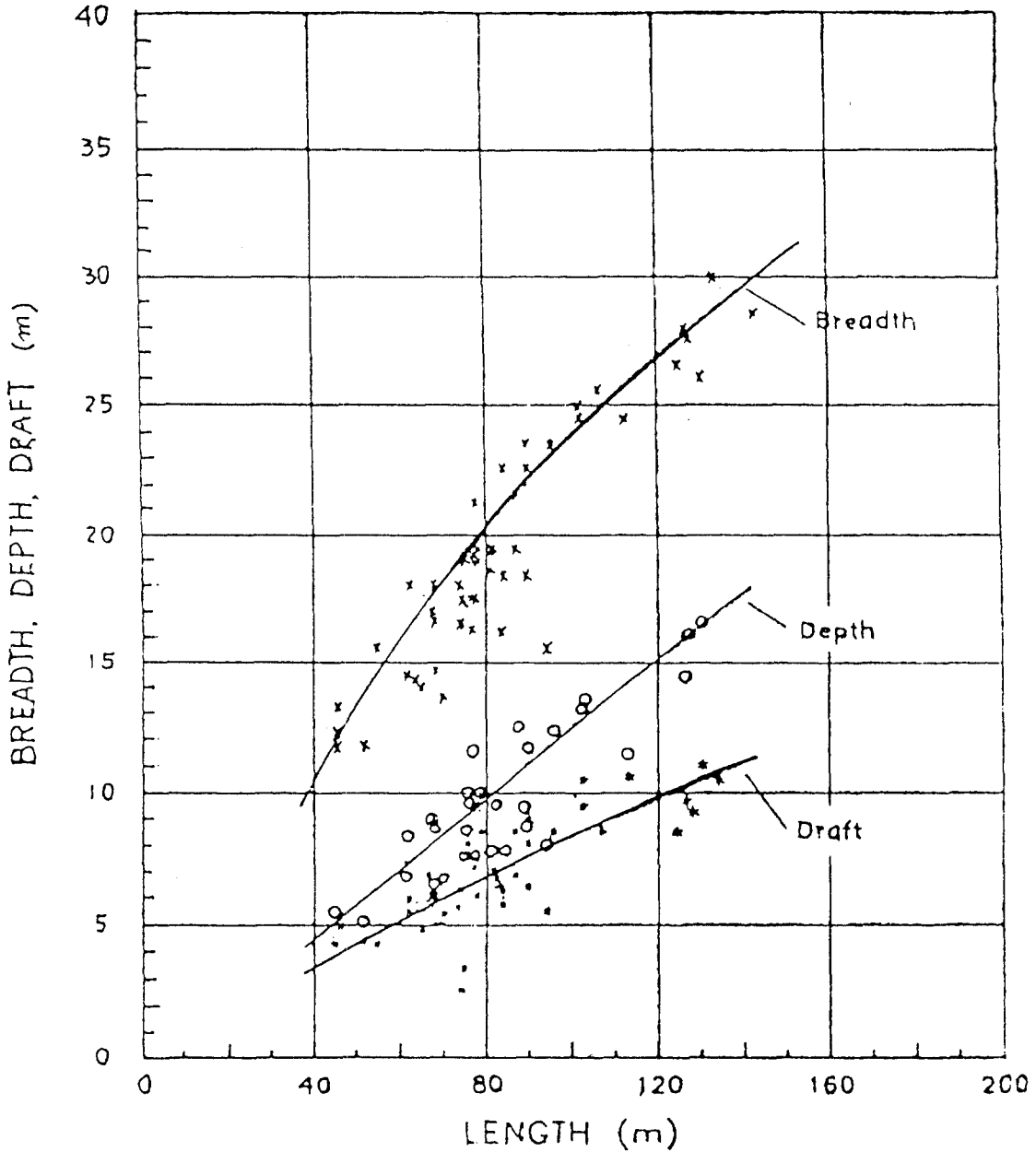


Fig. 1 Icebreaker dimensions (cargo ships not included)

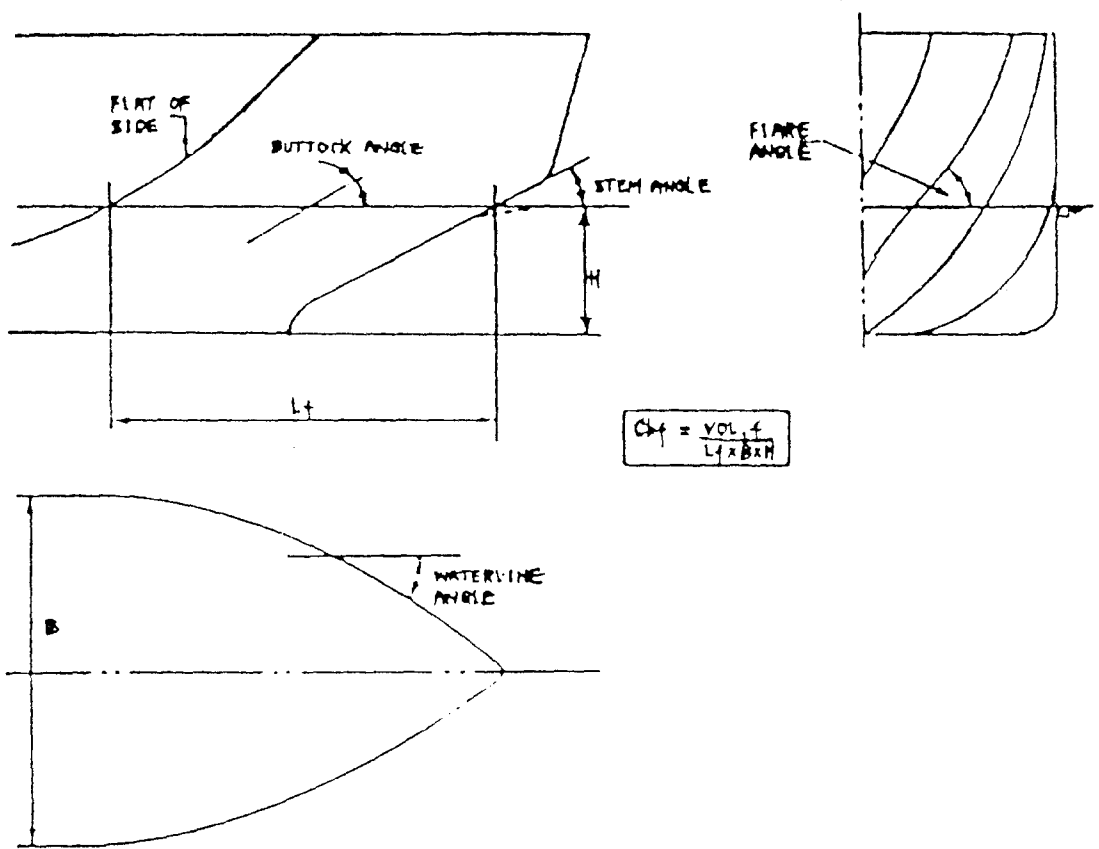
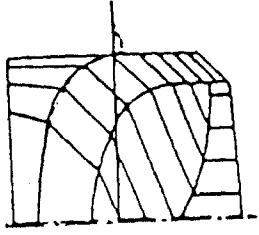
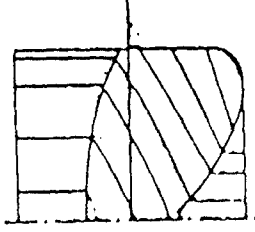


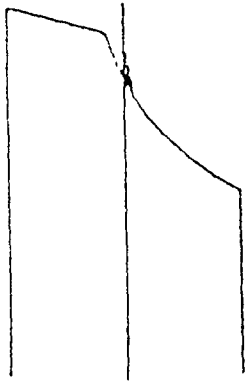
Fig. 2 Bow form features



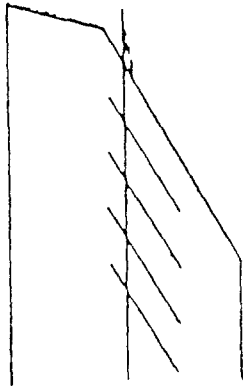
FLAT FAMILY



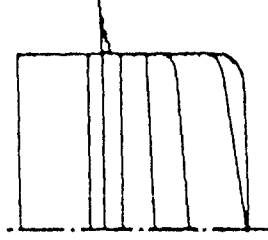
SEMI SPOON BOW
WITH CHINES



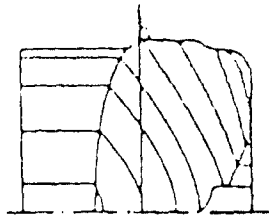
CONCAVE STEM
(WHITE BOW)



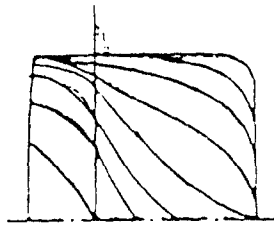
STRAIGHT STEM WITH
PARALLEL BUTTOCKS



THYSSEN WAAS BOW



SPOON BOW WITH RAMPERS



HIGH FRAME FLARE ANGLES
(MELVILLE BOW)

Fig. 3 Icebreaking bow shapes

표 1 Hull form data for several icebreakers

Ship	Date	stem. Angle deg	Kashtejan/ Shimanski Coefficients
West Wind	1943	30	1. 65/2. 78
Mackinaw	1945	29	1. 52/2. 72
Voima	1953	27	ND
Glacier	1955	ND	1. 49/3. 03
John A, Macdonald	1960	34	ND
Moskva	1961	27	1. 499/3. 311
Tarmo	1963	24	ND
Fuji	1965	30	ND
Louis S, St-Laurent	1969	32	1. 995/2. 29
Norman Mcleod Rogers	1969	62	2. 103/2. 494
Polar Star	1973	15	1. 39/2. 95
Ermak	1974	26	ND
Urho	1974	20	ND
Leomd Breshnen	1975	24	ND
Kapuan Sorokin	1977	23	ND
Pierre Radisson	1978	18	1. 53/2. 208
Arctic (old BoW)	1978	30	1. 65/2. 76
Canmar Kigoriak	1979	24	ND
Shirase	1982	21	ND
Robert LeMeur	1982	20	ND
Terry Fox	1983	23	ND
Arctic Shiko	1984	32	1. 87/2. 70
Arctic (new bow)	1986	20	1. 244/2. 962

ND=no data available

2-1-3 높은 Flare angle (Milville bow)

높은 Flare angle은 stem 근처이외에는 과거에는 사용하지 않았다. 이 형상의 값을 나타내는 선박은 1m 이름에서 2에서 8노트 로 증가한 Arctic가 있다.

2-1-4 Reamer 를 가진 spoon bow

손가락 모양의 쇠빙선수는 선수길이에 걸쳐 유익하고 일정한 Frame Flare를 제공 하며 보다 효율적인 쇠빙 결과를 가져온다. 이 형상을 과거에 사용하였으나 눈이 심하게 덮인 곳에서는 높은 저항때문에 계속 사용

되고 있지 않고 있다. 그러나 Air bubbler system 또는 Water wash system의 도입때문에 눈저항(雪抵抗)은 현재 별로 중요하지 않게 되었다.

1979년에 건조된 Canmar Kigoriak 및 1981년에 건조된 Robert LeMeur 가 있다. 이들 선박은 어깨부에 확장된 폭(Reamer), 높은 Flare angle, 낮은 stem angle, 원 또는 계란모양 Waterline 의 spoon bow 를 사용하였다.

이 설계를 훌륭한 쇄빙 성능을 나타내지만 확장된 폭 때문에 어깨부에서 갑작스런 형상변화를 이르게 open water 에서의 저항에 나쁜 영향을 끼치고 있다.

2-1-5 Chine을 가진 Semi-spoon bow

이것은 어깨부에 Chine을 가지게 하여 확장된 폭을 대신하는 선수형식이다.

이 설계를 사용한 것으로는 Beaufort Sea 에서 여름중을 운항하도록 1983년에 건조된 Terry Fox, Kalvik, Ikuluk 등이 있다. 어깨부 가까이의 높은 Frame Flare angle 은 쇄빙저항을 개선한다. 그러나 프로펠러 disk에 유입되는 여름을 막는 효과를 가진 큰 청빙썰기는 청빙저항을 더 하여 줄것이다. 이 설계는 개선된 쇄빙 성능을 보여주나 어깨부 및 썰기 chine은 개수면 저항에 유해한 효과를 가져온다.

2-1-6 Flat Family

선수형상의 Flat Family는 Flat plat로서 spoon 및 Semi-spoon-chine 선수를 대신한다. 이 형을 사용한 선박으로는 1984년에 건조한 Arctic Nanabush, 1985년에 건조한 Arctic Ivik 등이 있다. 이선수 형상은 쇄빙 능력과 건조원가를 절충한것이다. 이 설계

는 쇄빙능력면에서는 받아들일만하지만 어깨부 및 썰기 chine은 개수면 저항에 유해한 효과를 가진다.

2-1-7 Thyssen-Waas bow

이 형식은 하나의 쇄빙개념이다. 먼저 이 선수는 최대폭에서 전단(shearing)에 의하여 여름을 파괴하고 다음은 선수전방을 가로질러서 벤딩(bending)으로 파괴한다. 이 형상의 근본적인 특징은 최대선수단 및 확장된 폭에서의 횡적으로 평평한 waterline 을 가지고 청빙 Forefoot를 가지며 낮은 Stem angle을 가진다. waterline 밑에서는 높은 Flare angle을 가진다. 초기

Thyssen-Waas 설계는 1980년 Max Waldeck에 적용하고 근래의 설계는 소련 쇄빙선 Mudyug가 있다, 앞의 3가지 선수는 인습적이고 전통적인 것으로 개수면 에서 저항이 적은 smooth 한 선각을 가지면서, 쇄빙저항을 발전적으로 개선하였다.

나머지 선수형상들은 비인습적, 비전통적이며 그들은 smooth한 선형과는 뚜렷한 거리가 있다. 이들 형상은 장단점이 있으며 결론적으로 선수 형상의 선택은 선박운용요구의 완전한 이해에 바탕을 두지 않으면 안된다.

2-2 중앙부 형상(Midbody shape)

과거 중앙부 형상의 선택은 거의 예외없이 다음 3가지 변수로 취급하였다. 즉 Flare angle, 중앙평행부 및 Longitudinal taper 이다.

2-2-1 Flare

중앙부 Flare의 주된 목적은 중앙부가 선수로 인하여 파괴된 channel를 지날때 생기는

저항을 감소시키기 위함이다.

wind class 쇄빙선은 중앙부에서의 Flare angle 이 20° 이며 Moskva class는 15.6° , Polar class 는 12.5° , R-class 는 4.5° 이다. Beaufort Sea 어름중을 운항하는 선박은 중앙부에서 수직 측벽을 가진다. 설계는 비록 건조원가를 초기에 줄이도록 선택되지만 조치는 중앙부 저항을 줄이거나 제거하기 위한 선수형상을 가지게 된다. Canmar Kigoriak 및 Robert LeMeut는 중앙부 저항을 제거하고 channal 를 넓히도록 선수 어깨부에 reamer를 가지고 있다.

Terry Fox, Miscaroo 및 Arctic Ivik class 는 선박보다 넓은 channel 을 만들기 위한 높은 Flare angle의 어깨부 kunckle을 가진다. 쇄빙화물선은 긴 중앙 평행부를 가지는 경향이 있다. 이들 선박의 열마는 높은원가에도 불구하고 중앙부 Flare(Lunni 및 Kiisla)를 가진다. Arctic는 중앙평행부에 수직 측벽을 선택하고 있다.

2-2-2 중앙평행부(Parellel Midbody)

근래까지 쇄빙선은 중앙평행부를 가지지 않았다. 수선이하의 선체 형상은 선체중앙 바로 앞, 뒤에서 변화한다. 쇄빙효과를 개선하기 위하여 쇄빙수선의 앞부분 어깨부는 가급적 훨씬 앞쪽으로 가도록 하였다. 이 개념이 Beaufort Sea 어름중을 운항하는 선박들에서 증명되어 왔고 모두 평평한 측면을 가지며 모든 쇄빙 화물선에 긴 중앙평행부 단면을 가지게 되었다.

2-2-3 길이방향

Taper (Longitudinal Taper)

쇄빙수선 및 이하에서 Longi taper는 선수 어깨후부의 어떠한 방저항도 제거하도록 시

도되었다. 몇척의 Barge 는 이선형으로 건조되고 Arctic Breaker class는 Barge 후면의 차폐된 물에서 운항하는 비교적 작은 tug들로 인하여 push 되고 있다.

이들은 다년간 성공적으로 운항되고 있다. 이 형상은 효율적인 선수형상과 조화되어 수직 중앙단면을 가진 reamer 선수와 똑같은 잇점을 제공한다.

쇄빙화물선의 중앙부 형상은 주로 선박의 길이에 좌우되지만 건조비가 최소로 되도록 한다. 쇄빙선의 운용자들은 건조비 또는 저항보다 선박의 조종성능에 더 관심을 가진다.

2-3 선미형상(Stern shape)

모든 쇄빙선은 어름속에서 선미방향으로 움직이도록 설계되고 있다. 어떤 선박은 깨진 channel 또는 깨진 어름속에서만 운항되는 것이 있고 다른 것들은 선미로 움직이는 동안 어름을 깨어야 하는 역할을 하는 것도 있다. 주어진 역할에 의하여 이들 선박은 쇄빙 또는 비끼게 하는 선미 형상을 가진다. 또한 직진시 rudder 에 경사 하중을 막는 ice horn을 가진다.

2-3-1 전통적인 선미

대개의 쇄빙선은 2개 또는 3개의 고정 pitch propeller로 되어 있다.

Moskva, Sorokin 및 Polar class 는 3축선미이고 Urho 및 Chechkin class는 2축배치이다. 3축 및 2축 선미배치는 선박으로 부터 깨진 어름을 움직이는 선수의 청빙능력에 달려 있다. 그러므로 어름의 propeller의 상호작용을 제한한다.

1970년대 후반이래 슈라우디드 프로펠러(shrouded propeller)가 몇척의 선박에 소개되었다. 이들 nozzle은 Canmar Kigoriak 처

럼 통상적인 것은 stern frame 에 또한 Robert LeMeur 및 Miscaroo 처럼 twin-screw skeg을 가지는 선박은 skeg후단에 지지되며 Ploar stern 과 같은 것은 선미 선각 구조에 지지된다.

2-3-2 반청빙선미 (Semi-ice-clearing stern)

반청빙선미는 선미에서 길고 얇게 상부로 경사진 buttock line으로 특징지어진다. 그 목적은 분쇄된 얼음조각을 프로펠러 앞에서 표면위로 움직이게 하는 것이다. 그리하여 어떠한 얼음의 상호작용도 제한한다. Beaufort Sea 얼음층을 항해하는 선박의 얼마는 아마도 프로펠러와 얼음과의 상호작용은 완전히 제거하지 못하지만 선박의 천수에 의하여 특성을 가지게 된다.

2-3-3 청빙섬 (Ice-clearing island)

청빙섬은 Robert LeMeur에 소개되었다. 그 섬은 프로펠러의 waterline 후부까지 윗쪽으로 경사지면서 프로펠러의 기선전면으로부터 선각밑으로 내밀은 하나의 쇄기이다. 그 목적은 프로펠러로부터 얼음조각을 멀어지게 하는 것이다. Beaufort Sea 에서 얻은 경험에서 개선된 선미 설계에도 불구하고 아직 실제적인 프로펠러와 상호작용이 존재한다.

3. 추진 (Propulsion)

현존하는 쇄빙선 및 쇄빙화물선의 추진 특성은 이하이 쇄빙 추진 기술이 변화하고 있는가를 알려주고 있다. 몇가지 흥미있는 점을 설명하기 위하여 건조년수대 축당마력을 Fig. 4 에 plot하였다. 그림은 시간이 경과함에 따라 축당마력이 증가한것을 나타낸다.

쇄빙선, 산적하물선, 예선 공급선 및 준설선과 같은 다양한 선형에 대한 추진 system은 특정 선박의 역할 및 필요 마력에 따라서 구별된다. 이들 system이 Fig. 5 및 6에 설명되어 있다.

3-1 프로펠러

극지방 선박에 고정 핏치(FPP) 및 가변 핏치(CPP) 프로펠러가 설치되며 대개의 쇄빙선박에 고정 핏치 프로펠러가 사용되었다. 현존 쇄빙선박들에 대한 프로펠러, 마력, 지름 사이의 관계가 Fig. 7 에 표시되어 있다. Fig. 4 에서 볼 수 있었던것과 같이 쇄빙선박에 nozzle을 가진것은 소수이다. Arctic 및 Kigoriak 처럼 정착된 Canada 선박들은 별문제 없이 성공적인 운항을 경험하였다.

3-2 축 (Shafting)

대부분의 Arctic class 선박에 대하여 고마력 및 torque가 필요하고 그 결과 큰 지름이 프로펠러 축이 되었다. Sea train tanker 들의 series선에 장착된 가장 큰 현존선박 프로펠러 축은 37-MW geared stean turbine, 101 rpm에서, 지름이 1473 mm이다. 이들 축의 무게는 약 160 ton이다. 주조 할 수 있는 최대의 축의 최대 Ladle 무게가 현재 약 200ton으로 제한 되기 때문이다. 이 때문에 길이에 따라 축의 지름은 1.6m가 현재 가장 크다. 수척의 쇄빙선의 프로펠러 축의 지름 및 재질을 표2에서 확인 할수 있다. 근래 인도된 소련 SA 15화물선은 과부하torque를 제한하기 위하여 gear box에 유체 coupling을 설치하였고 다른 선박들은 특대의 Flywheel을 설치하였다.

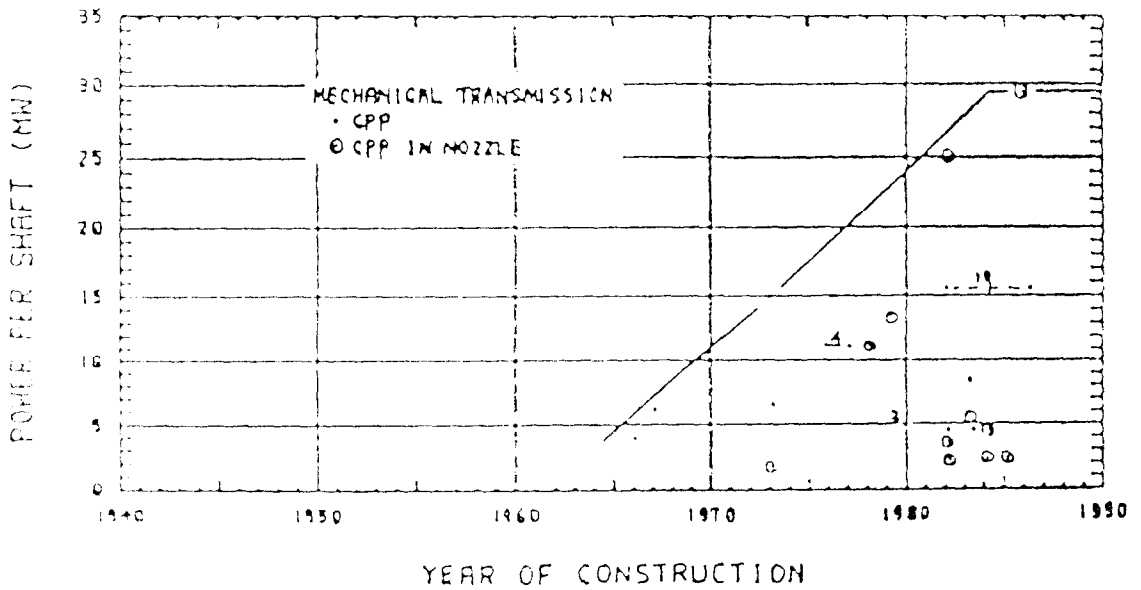
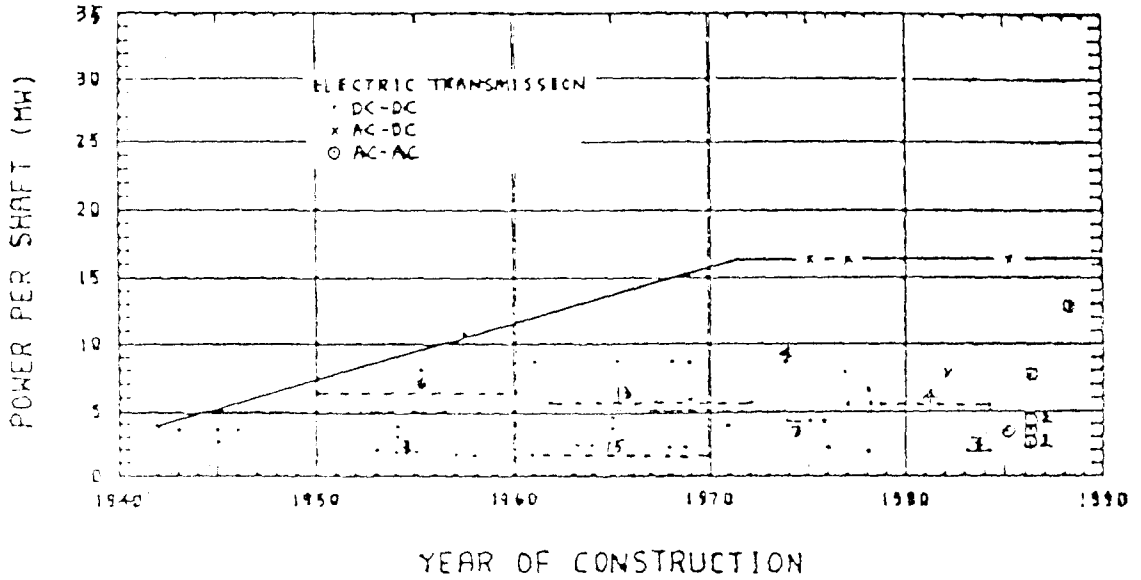


Fig. 4 Power per shaft versus year of construction for icebreaking ships

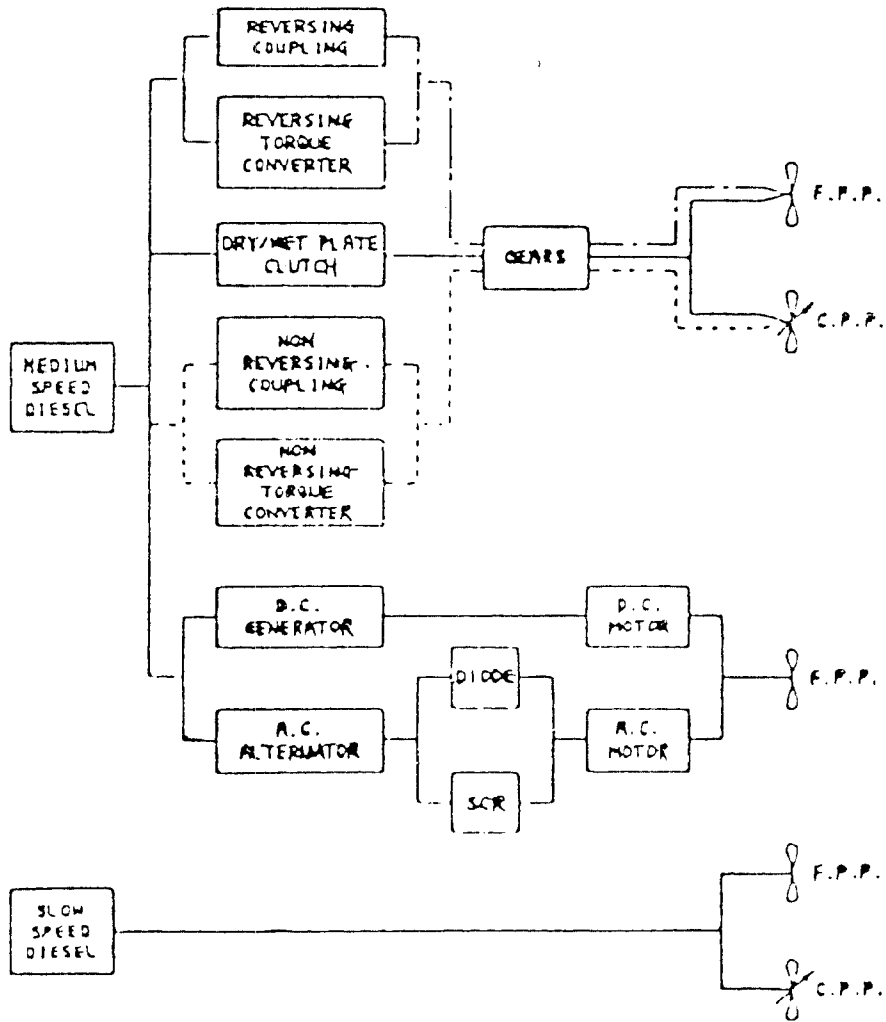


Fig. 5 Medium and slow-speed diesel engine systems for icebreaking ships

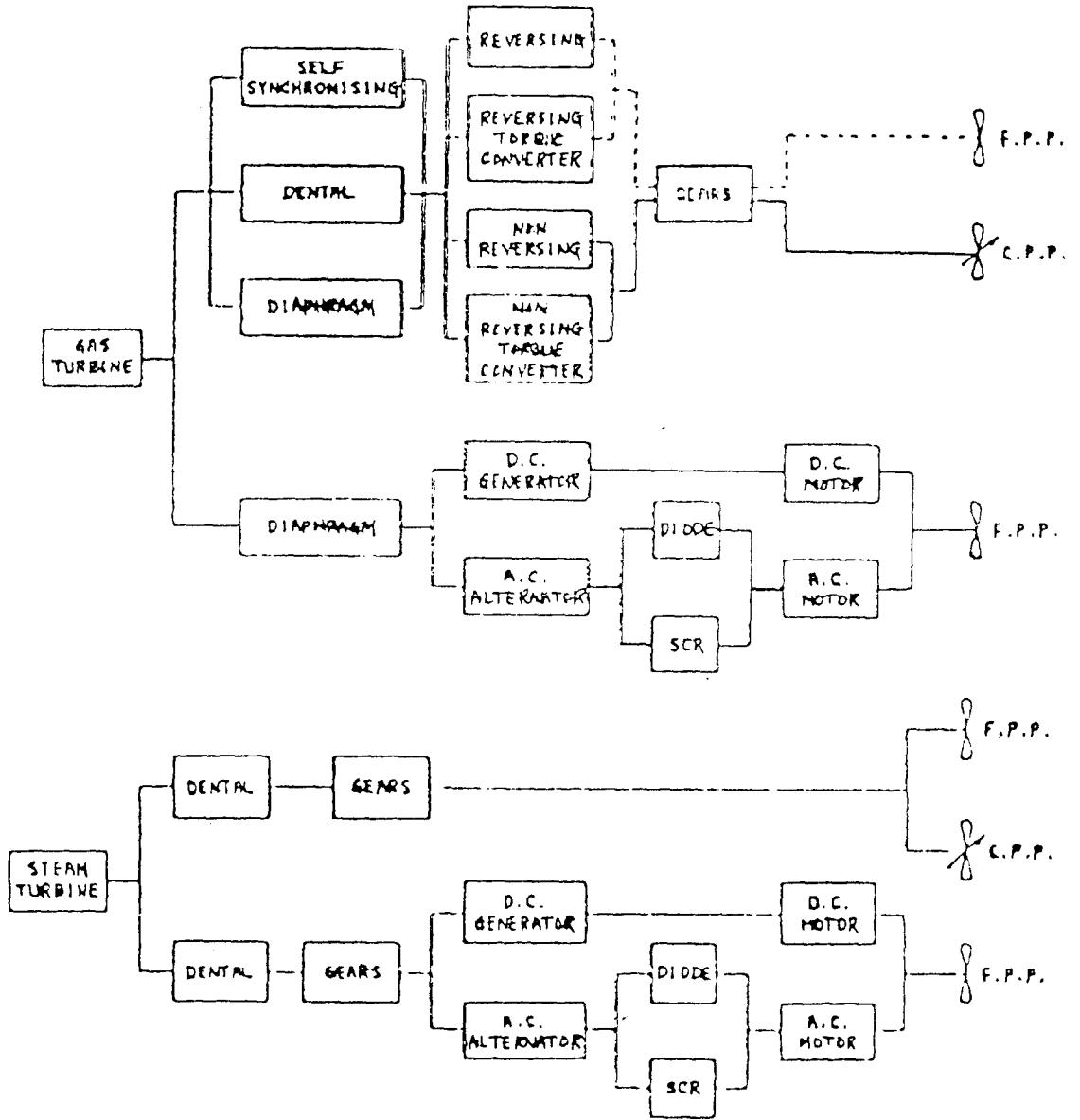


Fig. 6 Steam and gas turbine systems for icebreaking ships

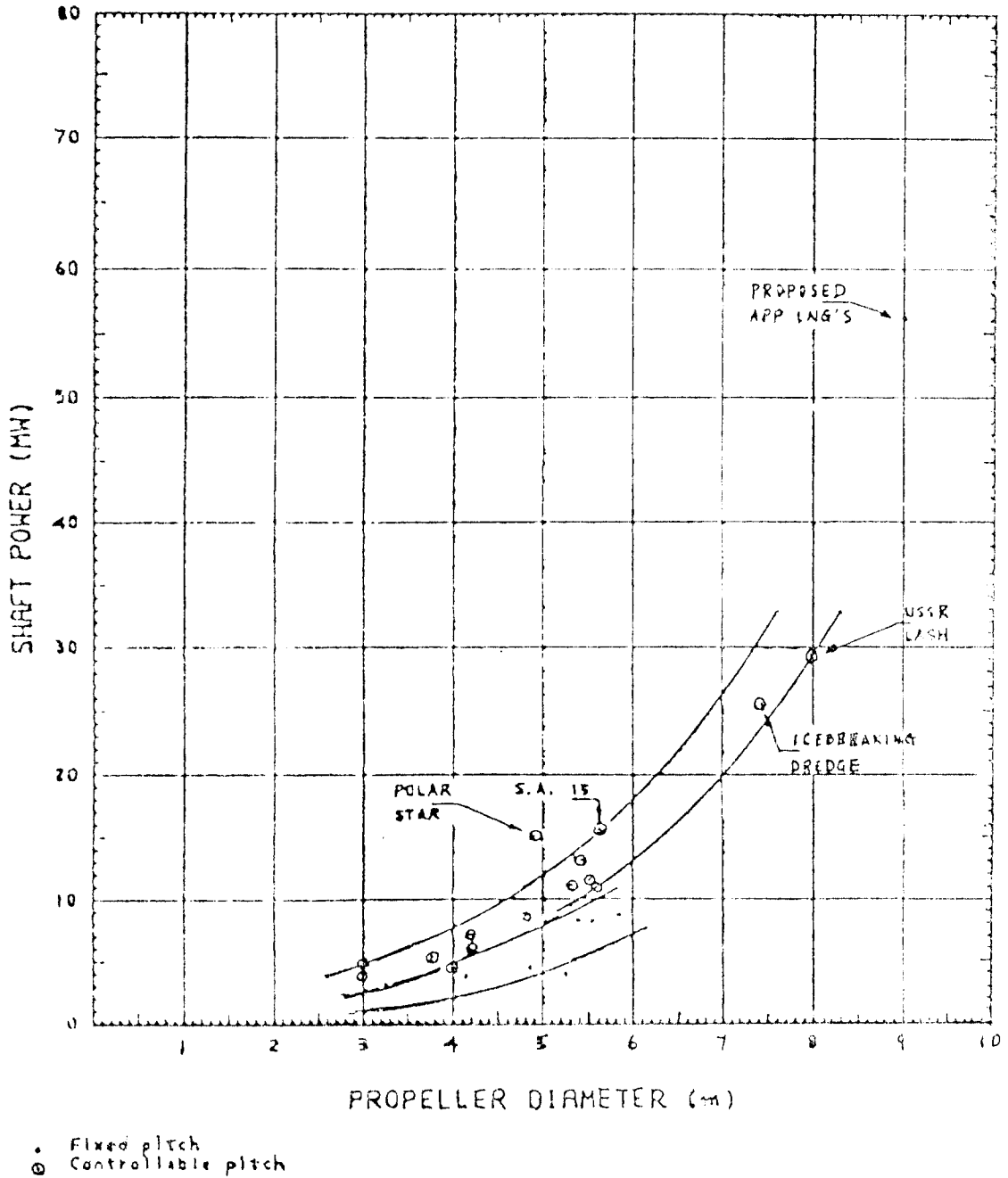


Fig. 7 Shaft Power Versus propeller diameter for icebreaking ships

3-3 기어 계통 (Gear systems)

gear가 장착된 극지방에서 운항되는 선박은 비교적 낮은 마력이며 gear set의 설계 및 제작은 제조자의 경험에 의한다. 쇄빙선에 설치된 가장 큰 gear box는 쇄빙선 polar star 및 Polar Sea 상에 single-input double reduction gear 이다. 이들 선박은 double reduction gear box 를 운전하는 3대의 gas turbine이 있고 이 각각에 대하여 gas turbine 과 diesel electric system을 조합한것이다. gas turbine은 각 18.7MW로 정격이 된다. gear의 overload 정격은 알려지지 않고 있으나 stall 상태하의 gas turbine은 정상 torque의 2배이상 develop 할 수 있다. 가장 큰 극지방 화물선에 부착된 gear box는 각 7.5MW를 twin input 한 약 15MW로 정격된 소련의 SA 15가 있다.

3-4 전기계통 (Electrical systems)

전기적 추진계통은 발달과정에 따라서 다음 4가지 형식이 가능하다. dc-dc, ac-ac, ac-dc 및 대개 현재는 ac-ffc-ac(ffc=full frequency control)이다.

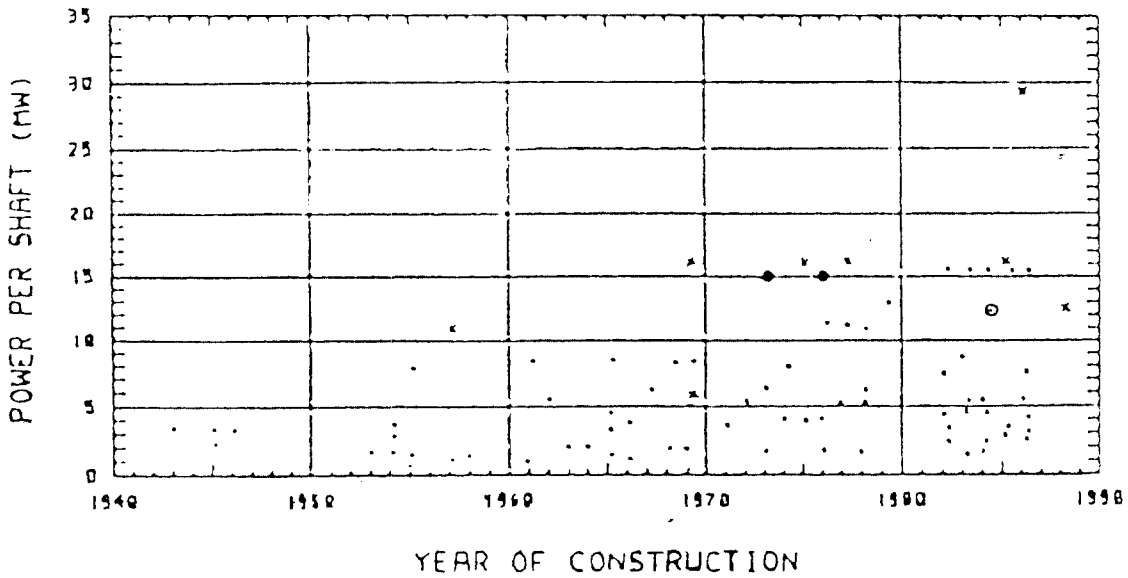
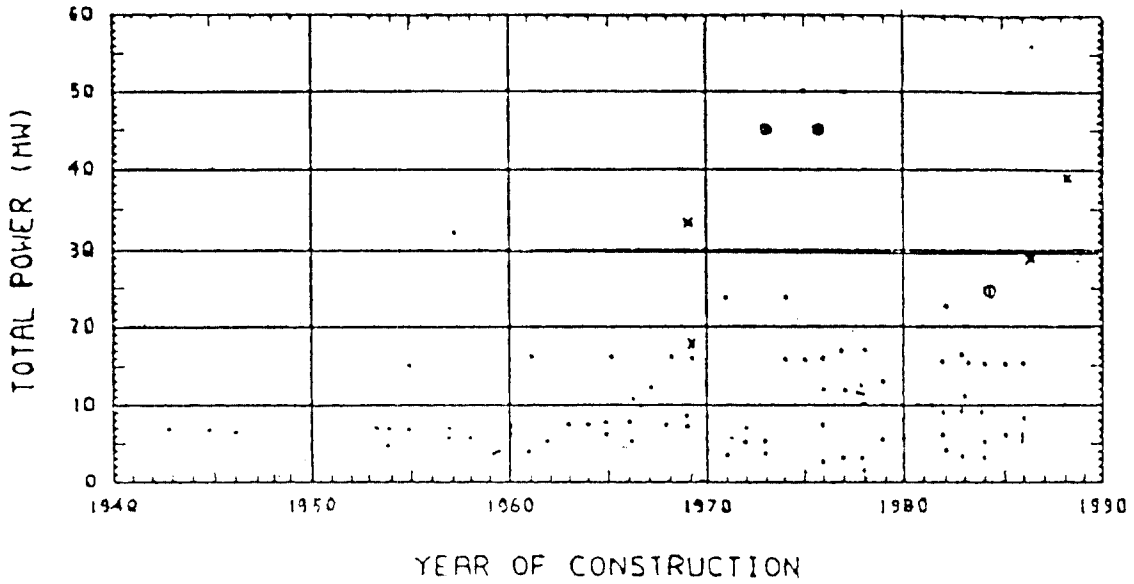
dc-dc 계통은 비록 증기 turbine에 사용되어 왔지만 prime mover 로서 증속 기관을 사용하는 정상적인 선박에 가장 평범하게 사용한다. dc 계통의 주된 잇점은 기본적으로 간단하고 조작성 용이하며 훌륭한 torque특성이다. 단점은 기계적 system과 비교하여 높은 원가, 중량, 용적이 되겠다. 약 85%의 낮은 효율과 7-10MW의 commutator 로 제한되는 motor당 마력이다.

ac-dc 설치는 dc motor 의 간단하고 정밀한 speed control를 가지고 저중량, 저원가 및 기계적 단순성의 잇점을 얻고자 하여 발

전되었다. 3상 ac 에서 dc로 conversion하는 것이 1960년대 소개되어, 선박전기추진 system 설계자들이 채용하여 왔다. 이계통은 소련의 핵함대 및 canada 의 R-class 선박을 포함하는 많은 쇄빙선에 현재 사용되고 있다. ac-ac, ffc 또는 cycloconverter system이 쇄빙선에 가장 적합한 ac system 이다.

3-5. 원동기 (Prime movers)

선박 추진용으로는 원동기가 사용되지 않고 흔히 과부하 torque능력은 변속장치 계통으로 인하여 보상된다. 현존하는 쇄빙선에 설치된 원동기는 Fig.8에 건조년수 따른 축당 동력 및 총동력이 plot 되어 있다. 북극에서 항공용 gas turbine기관을 사용한 경험은 다음의 2척으로 한정되어 있다. -USCG쇄빙선 polar star 및 Polar Sea-이들 선박은 각각 3대의 Pratt & Whitney FT4의 항공용 기관 유도 gas turbine을 설치 하였으며 gear box로 CPP를 가동하고 있다. 기관은 증류 연료가 사용되고 힘든 쇄빙시에만 사용되고, 증속외젤/ 전력은 순항 및 가벼운 쇄빙에 사용되고 있다. 다른 추진기관보다 gas turbine의 가장 훌륭한 장점은 매우 높은 증량당 동력비율, 소형, 훌륭한 과부하 torque특성 및 염가 설치 비용이며 가장 큰 단점은 매우 높은 연료소비, 특히 설계범위를 벗어 날때, 연료비 및 보수의 필요성이다. CCGS 쇄빙선 Norman Mcleod Rogers 는 초기에 퇴젤연료로 가동되도록 설계된 2대의 Westinghouse모델 W21 산업용 gas turbine을 설치하고 증속 퇴젤구동 발전기를 병렬연결한 1대의 dc 발전기를 각각 가동하게 되어 있었으나 이들 gas turbine은 높은 비연료 소비 때문에 통상적인 증속 퇴젤 기관으로 대체되었다. 증기 turbine계통을 설



- MEDIUM SPEED DIESEL
- SLOW SPEED DIESEL
- × STEAM TURBINE
- GAS TURBINE

Fig. 8 Prime movers installed on icebreaking ships

표 2 Diameter and material of propeller shaft

Ship	Shaft Power MW	Propeller Shaft	
		Diameter mm	Material Yield Strength MPa
Arctic	11.08	610	215
Kigoriak	13.05	627	324
Terry Fox	8.65	775	300
Radisson	5.50	610	215
Polar Star	15.00	380	314
SA 15's	15.40	980	300
Polarstern	7.34	380	ND

ND=no data available

치한 쇄빙선수는 매우 적다. CCGS 쇄빙선, Louis S, St-Laurent는 기름을 때는 boiler를 가진 증기 turbine계통을 가지고 있다. 소련의 핵연료 쇄빙선은 보다 현대적인 증기 turbine 계통으로 설치되어 있다. 소련은 LASH형, barg운반선에도 증기 turbine을 설치하였으며 이 선박은 정격 30MW인 cross-compound turbine이며 2중감속 gear로 cpp를 가능하고 있다.

쇄빙선 및 ice-class화물선의 가장 인기있는 추진기관은 증속되젤이다.

이 대중성은 근본적으로 기관의 소형화, 경량, 연료효율 및 신뢰성에 기인된다.

ice-class선박의 단점은 중요한 과부하 torque능력의 부족이다. 전기적 변속기의 사용은 프로펠러의 속력범위에서 생기는 높은 torque를 수용하고 기관에 전달되는 빙torque를 감속시킨다. 소련의 SA 15와 같은 직접 구동계통의 열마는 gearbox사이에 감속 프로펠러 속력에서 발생하는 전하중 torque를 수용하도록 유체 접수를 취부하고 있다. 소련의 LASH선박 Alexsei Kosygin은 저속 되젤기관을 설치한 오직 하나의 북극 class

쇄빙선이다.

이 선박에는 2대의 7기통 B & W기관을 설치하고 각 13.4MW의 동력과 FPP를 가지고 있다. 그러나 빙중에서 어떻게 운용되는지의 보고서는 없다. 매우 큰 동력을 요구하는 미래의 북극 class 선박들은 가장 심한 쇄빙조건을 위하여 혼합운전을 이상으로 하고 있다. 북극선박의 임무는 오직 제한된 기간에 최대동력이 요구되기 때문에 추진계통은 동력이 최대 가능효율에서 운용되도록 충분한 융통성이 있어야 한다.

4. 마력 및 성능 (Power and performance)

쇄빙선 및 쇄빙화물선의 추진 특성은 ice level에서 마력과 배의 크기, 마력과 성능사이의 관계에서 정보를 제공하였다. Fig.9에서 마력대 폭 Fig.10에서 으뜸두께대 bollard pull/ 폭이 plot되어 있다. Fig.9에서 보여주는 마력대폭의 data는 폭의 합수로서 마력이 증가하는 경향을 나타낸다.

Terry Fox class, Polar class 및 소련의 L

ASH선박을 제외하고는 마력과 폭사이의 매우 잘 정의된 관계이다. Fig. 10 에서 보여주는 어름두께 대 bollard pull/ 폭의 data 는 어름속에 있는 이들 선박의 알려진 성능에 대한 정보로부터 만드려졌다.

속력 2knot 에서 정상적인 data를 얻었다. 이들 선박의 선각형상의 분석으로서 초기에 흥미 하였던 선각형상에 대한 성능의 trend 선을 긋는 것이 가능하며 이들 trend 선이 Fig. 11 에 나타나 있다.

1970년대 중반까지 쇄빙선은 heeling system 및 선수 propeller를 사용하였다. ramming 운항을 하는 동안 선박에 작용하는 drag force를 감소시키기 위함이다.

일반적으로 이들 2 system 저마찰 도장 또는 이들 도장과 몇가지 선각 윤회계통중의 하나를 조합하므로 대처되었다.

4-1 저마찰 도장(Low-friction coatings)

저마찰/고접촉 도장은 선체와 어름사이의 마찰에 의한 drag force를 줄이는 방법이다. 2개의 도장이 유명하다. 즉 Inerta 160 및 Z ebron이다. Inerta 160도장은 더 좋은 bond

강도를 나타냈기 때문에 이것이 널리 사용되고 수백척의 선박에 사용되고 있다.

4-2 공기 방울식(Air bubbler system)

Wartsila 공기방울식은 1970년에 Baltic 쇄빙선박에 소개된 이래 현재 Lunnick class, Arctic 및 SA 15와 같은 선박에 설이되어 있다. 공기 방울이 표면까지 선체를 따라 상승할때 문과 공기의 강한 흐름이 되어 어름과 선체 사이에 층을 만들고 이층은 윤회 역할을 한다. 초기에는 전속력 범위에서 감소되는 증거가 있었으나 근래의 시험에서는 다만 낮은 속력 범위에서만 장점이 있다는 것을 보여준다.

4-3 공기방울식/물분사방식(Air bubbler/water injection system)

상기 방식은 Polar stern 에 설치되었다. 이 system에서 공기는 선측의 nozzle 에서 pumping 되어 물속에 분사된다. 1984년 Labrador Sea 에서 행하여진 시험 report 에서 sea inlet가 쉽게 어름으로 막혀 system 능율이 저하는것을 나타냈다.

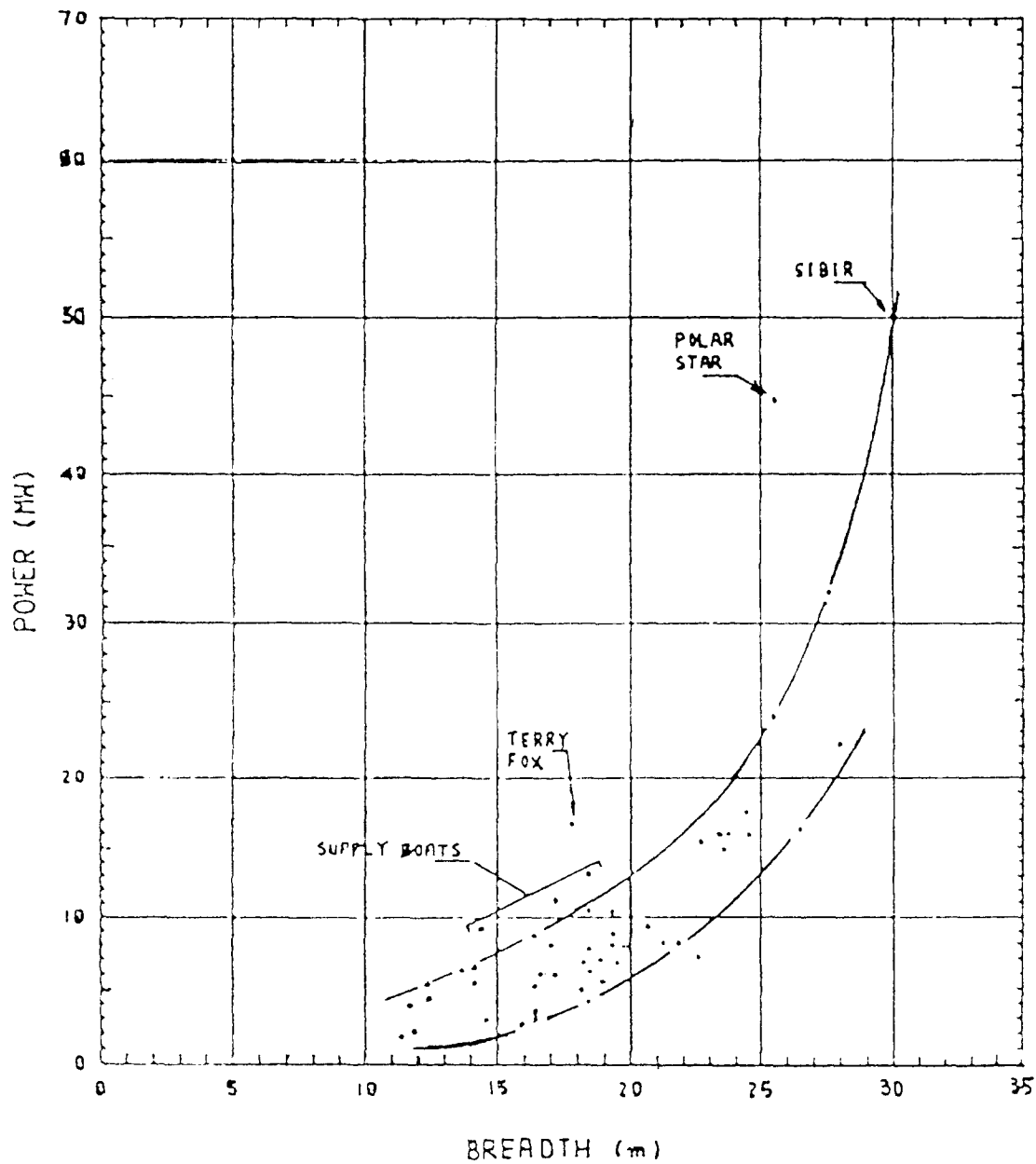


Fig. 9 Icebreaker power versus breadth

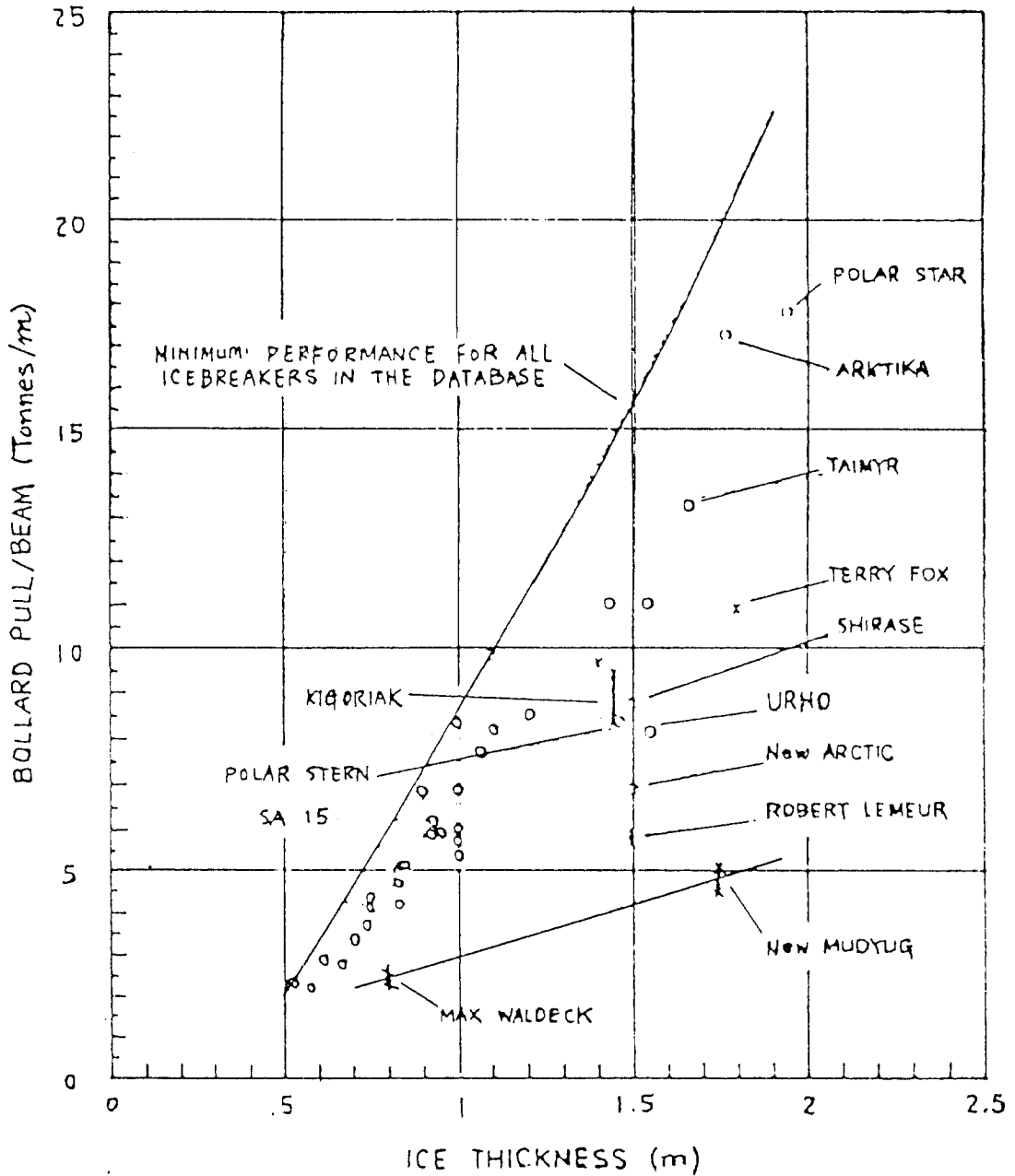


Fig. 10 Icebreaking performance : bollard pull /breadth versus ice thickness
 (bollard pull is measured or calculated : data are adjusted for a 2 knot ship speed)

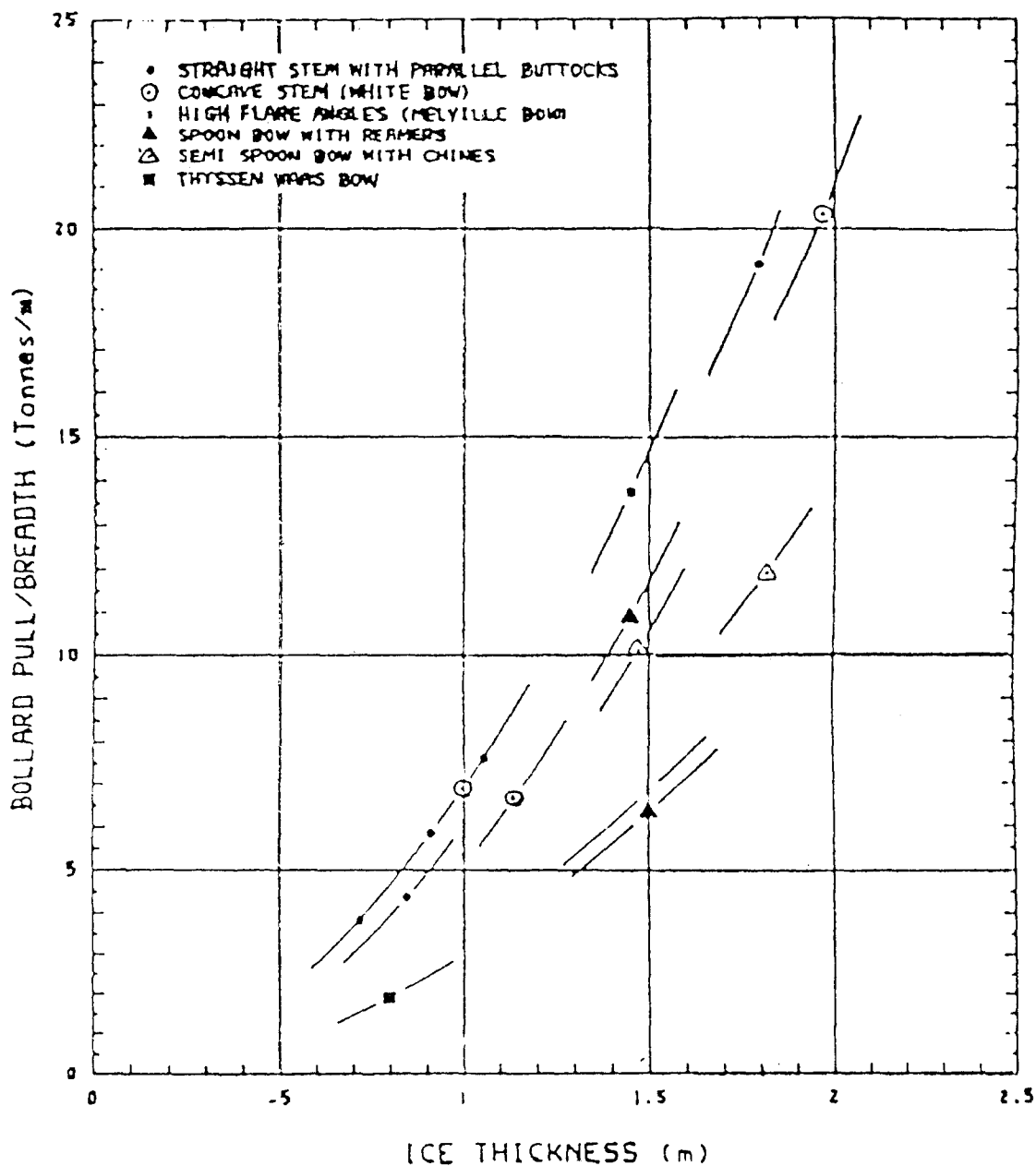


Fig. 11 Icebreaking performance of several hull shapes(bollard pull is measured or calculated : data are adjusted for a 2-knot ship speed)

4-4 수세방식 (Waterwash system)

상기 방식은 Canmar Kigoriak 및 Robert LeMeur에 설치되었고, 수선상 선수에 있는 nozzle 까지 많은 물의 pumping한다. 그 목적은 물로서 얼음을 flooding 하고 얼음과 선체 사이를 윤활시키며 저항을 줄인다.

Robert LeMeur 상에 있는 이 system은 전속력 범위에서 20-30%의 저항감소를 가져왔다.

후 기

본 해설의 내용은 필자가 1989년 6월 21일 MBC-TV 보도계획11에서 인터뷰(interview)한 부분을 상세한 내용으로 준비한 것입니다.

끝 맺 음

본 해설은 현존하는 쇄빙선의 특성 및 성능에 관계되는 분석 결과와 자료를 제공 하였으며 치수, 마력을 plot하고 경향을 제시 하였다. 그러나 자료의 부족으로 충분한 상세가 없어 정확성에 문제가 없는 것은 아니지만 중요 분야에서의 지침을 설계자에게 제공하였다고 사료됩니다.