

어선강좌

어선에 관한 기초 이론

I. 선체에 관한 기초이론

본회 기술개발부 기술과
주임기사 강 대 남

배수량등곡선도(Hydrostatic Curves)

배의 설계도서 기본도 중의 한가지 도면인 배수량등곡선도는 배의 유체역학적인 제반 특성을 나타내며 이 도면에 표시되는 계곡선등을 이용하여 트림의 계산, 어선의 복원성의 판정, 같은 형의 배의 설계시의 참고 자료등 제반 계산에 필수적인 도면이다.

이러한 도면을 이해하는 것은 배의 특성을 파악하는데 필수적인 것이다.

1) 배수량등곡선도의 작성

배수량등곡선도의 작성은 선도를 이용하여 작성되어지는데 주어진 양식에 의하여 계산하는 손계산, 면적계, 전자계산기(컴퓨터)에 의하여 계산하는 세가지 방법이 있다.

대부분의 소형어선들에 있어서는 손으로 계산을 많이하고 있는 실정이다.

배의 형상에 따라서 차이가 있으나 배의 전체 구역을 셋으로 구분하여 계산하고 있는데, 첫째 수선간 길이를 십등분하여 심프슨법칙을 이용하여 양식에 따라서 계산한다.

둘째, 하방부가부의 계산은 첫째에서 말한 심프슨법칙은 곡선의 곡률이 급격이 변화하는 부분이나 곡선이 기선에 직각으로 가까워지는 부분에 있어서는 오차가 크게되므로 면적계를 써서 각 길이방향의 횡단면적을 구하고 전후방향

에는 심프슨법칙을 써서 배수량을 낸다.

면적계가 없을 경우에는 단면형을 근사적으로 동면적의 삼각형 또는 대형(臺型)으로 대치하여 면적을 낸다.

셋째, 선미부가부의 계산은 선미수선 뒤에 있는 수면하부의 형상에 대하여는 선미수선이후를 적당히 적게 등분하여 각 등분점에 있어서의 수선반폭을 첫째번의 양식에 기입하여 계산하는 것이 간단하나 선형의 모양과 수선위치, 단면위치의 사정에 따라서는 상당히 큰 오차가 생길 우려가 있다.

오차가 생길 우려가 있을 경우에는 특별히 새 횡단면을 적당한 곳에 설치하여 계산하면 된다.

2) 배수량등곡선의 작성 및 보는 법

배의 설계도서는 통상 외국어로 표기됨으로 인하여 처음 도면을 대하여는 사람으로서는 이해하는데 많은 어려움이 있으리라고 생각이 되므로 이번 기회에 도면의 작성방법과 용어의 뜻을 간단히 설명하고자 한다.

① 주요촌법(Principal Dimensions) : 도면의 우측 상단에 기재하는 촌법으로서 수선간장(L. B. P), 폭형[Breadth(MLD)], 형깊이[Depth(MLD)], 형홀수[Draft(MLD)]를 기재한다.

② 홀수(Draft) : 배수량등곡선도는 각 수선마다의 배수량 및 특성을 나타내므로 홀수를 정확히 표기하여야 하며 또한 정확히 읽을줄 알아야 한다.

배수량등곡선도에서 표기하는 홀수는 도면의 세로방향으로 좌우에 나타나며 기선이하에 있는 용골의 두께를 더한값을 홀수로 표시하여 용골의 하면을 영(0)으로 하여 적당한 간격으로 수치를 기재한다.

③ 배수량(Displacement) : 배수량의 표기는 도

면의 가로방향 상단에 숫자를 적어 넣으며 단위는 톤(TON)으로 표기되며 배수량의 종류는 청수(F.W)와 해수(S.W), 용적(Volume)의 세가지로 나타내는 것이 보통이나, 도면에 따라서는 청수와 해수 상태에 대하여만 표기하는 경우도 있다. 청수와 해수의 상태의 차이는 물의 비중의 차이 때문으로 해수는 보통 청수비중의 1.025배 이므로 주어진 흘수에서 해수의 배수량은 청수의 1.025배가 되며, 해수의 배수량은 용골 및 외판의 부피도 계산하여 합하여진 배수량이며 용적(Moulded Volume)은 외판 용골의 부피를 합하지 아니한 순수한 배의 형상에 대한 부피를 나타낸다.

또한 배수량등곡선도의 곡선들에는 항상 1cm = 〇〇M, M², M³, Ton의 단위가 쓰여져 있는데 이것은 1cm에 대한 축척(Scale)을 표시하고 있으므로 도면 가로방향 하단에 쓰여진 숫자(통상 5cm 간격으로 표기되어 있음)를 보고 축척을 곱하여 읽으면 주어진 흘수에서의 곡선의 값을 알 수 있다.

④ 1cm트림모우멘트(M.T.C, Moment to CM trim) : 보통 약자로 M.T.C로 표기하고 있으며 이것은 배를 1cm트림 시키는데 필요한 모우멘트를 표시한다.

이 M.T.C는 트림을 계산할때 쓰여진다.

⑤ 부심(K.B, Vertical Center of Buoyancy Above Base Line) : 주어진 흘수에서의 용적에서 기선으로 부터의 용적의 중심을 나타낸다.

⑥ 침수표면적(W.S.A, Wetted Surface Area) : 외판의 표면적을 각 흘수에 따라서 기선으로 부터의 면적을 합하여 표기한 것이다.

⑦ 수선면적(W.P.A, Water Plane Area) : 각 수선단면, 즉 기선에 평행하게 잘랐을 때의 면적을 나타내며, 이 단면적의 크기에 의하여 1cm 당 침하량의 크기가 결정된다.

⑧ 1cm당침하(T.P.C, ton Per CM Immersion) : 1cm를 침하시키는데, 즉 1cm의 흘수를 증가시키는데 얼마만큼의 중량이 필요한가를 나타낸다.

⑨ 횡메타센타(K.M.L, Transverse Metacentric Height Above Base Line) : 부심체적의 적립시에 있어서의 부심이 있는 곳의 곡률중심이

메타센타이며 이 곡률반경을 메타센타반경이라 하며 메타센타반경에 부심(KB)을 더한 것을 횡메타센타라고 말하고 이 횡메타센타를 가지고 선의 복원성 판정을 한다.

⑩ 종메타센타(L.K.M, Longitudinal Metacentric Height Above Base Line) : 길이 방향에 대하여 부력곡선의 교점이 부력체적의 곡률중심이 되며 이점을 종메타센타라고 한다.

⑪ 부면심(L.C.F 혹은 ㉑ F, Longitudinal Center of Floatation From Midship) : 각 수선에 있어서의 수선면의 면적의 중심점을 표시하며 이 값을 사용하여 트림을 계산한다.

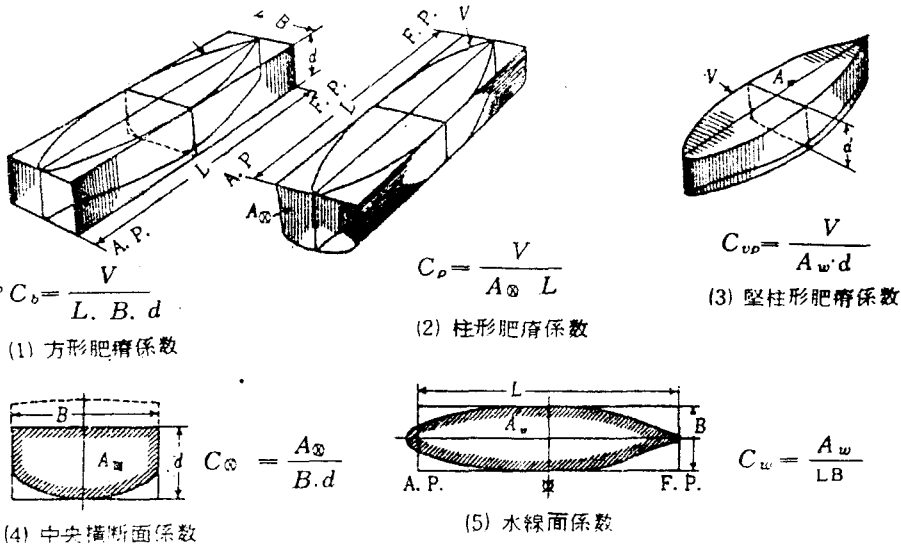
트림계산시에 부심의 위치에 따라서 흘수의 값이 차이가 난다.

⑫ 종방향 부심(L.C.B 혹은 ㉒ G, Longitudinal Center of Buoyancy From Midship) : 각 수선에 있어서 길이방향에 대한 부심의 위치를 표시하여 주는 점으로서 선체의 무게중심이 부심보다 앞에 있으면 선수 트림이 생기며, 무게중심이 부심보다 뒤에 있으면 선미트림이 생긴다. 무게중심과 부심과의 차이를 통상 BG로 표기한다. 부면심과 종방향부심은 도면에 표기할 때 다른 선들과는 조금 틀리고 표기하고 있는데 그 차이는 배의 길이(수선간장)의 중앙에서의 각각의 위치를 표시하며 중앙을 중심으로 선수 쪽으로 있을 경우 보통 “+”로, 선미쪽으로 있을 경우에는 “-”로 표기하고, 종방향부심과 선체중량중심을 비교하여 보면 주어진 흘수에서의 트림의 상태(선수트림인지 선미트림인지)를 곧 파악할 수 있다.

⑬ 비척계수(Coefficient) : 비척계수라는 것을 간단히 설명하면 배의 뚱뚱함과 여림의 크기를 계수로 표시하는 것이다.

비척계수에는 ㉓방향비척계수(C_d), ㉔주형비척계수(C_b), ㉕견주형비척계수(C_{bb}), ㉖중앙단면계수(C_{mm}), ㉗수선면계수(C_w)가 있다. 비척계수는 일반적으로 1보다 작은 무명수로서 소수점이하 3위까지 계산하고 이하는 사사오입한다.

㉘ 방향비척계수(C_b, Block Coefficient) ~ 주어진 흘수 d에 있어서의 배수용적 V와, 길이 L, 폭 B, 흘수 d가 같은 직방체의 용적과의 비를 말한다. (그림 1 참조)



〈그림 1. 肥瘠係數〉

$$C_b = \frac{V}{L \times B \times d}$$

비척계수는 선형선도에 의하여 계산됨으로 배수용적 V 는 외판내측의 형표면의 용적을 나타내고 외판부분을 포함하지 않은 값이다. L 는 항상 수선간장(L_{BP})를, B 는 형폭을, 그리고 d 는 기선으로부터 흘수선까지의 값, 즉 형흘수를 사용한다.

㊸ 주형비척계수(C_p , Prismatic Coefficient) ~주어진 흘수선에 있어서의 배수용적과 그 최대 횡단면과 같은 단면을 가지며 길이가 같은 일정한 단면의 주상체의 용적과의 비를 말한다. (그림 1 참조)

$$C_p = \frac{V}{A_{\infty} L}$$

여기에서 A_{∞} 는 중앙횡단면의 수선하면적을 나타내고 L 는 흘수선의 여하를 막론하고 항상 수선간장을 쓴다.

㊹ 견주형비척계수(C_{vp} , Vertical Prismatic

Coefficient)~이 계수는 배수용적 V 와 그 수선면과 같은 일정한 횡단면적 A_w 및 흘수 d 와 같은 높이를 가지는 연직주상체의 용적과의 비를 말한다. (그림 1 참조)

$$C_{vp} = \frac{V}{A_w \times d}$$

㊺ 중앙횡단면계수(C_{∞} , Midship Section Coefficient)~이 계수는 중앙횡단면의 수선하면적 A_{∞} 와 이것과 형폭 B 및 형흘수 d 가 같은 장방형의 면적과의 비를 말한다. (그림 1 참조)

$$C_{\infty} = \frac{A_{\infty}}{B \times d}$$

㊻ 수선면계수(C_w , Water plane area Coefficient)~이 계수는 수선면적 A_w 와 2배의 수선간장 L 및 형폭 B 의 적과의 비를 말한다. (그림 1 참조)

$$C_w = \frac{A_w}{L \times B}$$

(다음호에 계속)

어선강좌

Ⅱ. 기관에 관한 기초이론

본회 기술개발부 기술과
주임기사 이 영 섭

—전호의 계속—

라. 크랭크축(Crank Shaft)

1) 구 조

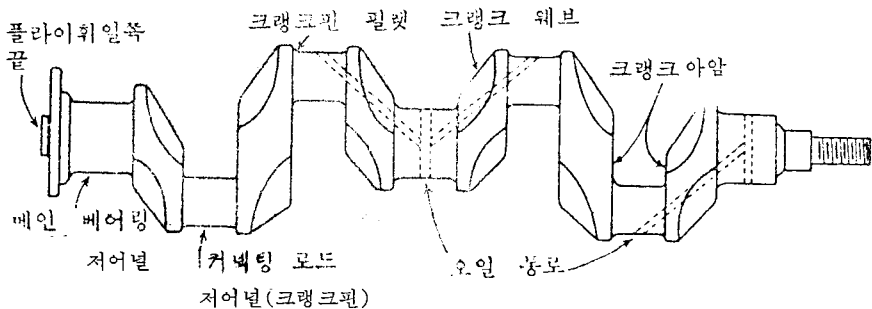
크랭크축은 크랭크케이스 내에 설치된 메인 베어링(Main Bearing)에 지지되어 각 실린더에서 발생한 동력을 연결봉(Connecting Rod)으로부터 받아 회전운동으로 바꾸어 기관의 출력을 외부로 전달하는 역할과, 동력을 발생하는 폭발 행정을 제외한 다른 행정—흡입, 압축, 배기—

에 필요한 힘을 공급하는 역할을 하는 기관의 중추적 부분이다.

크랭크축은 큰 충격하중을 받으면서 빠른 속도로 회전하기 때문에 강도나 강성이 충분하고 내마멸성이 크며 정적 및 동적평형을 이루어 원활하게 회전되어야 한다. 그러므로 이러한 상황에 적합한 고탄소강, 크롬—몰리브덴강, 크롬강 등이 사용된다.

크랭크축의 구조는 일체형, 조립형, 반조립형의 3종류로 구분되나 기본적인 구성은 다음과 같이 되어 있다.

일체형은 거의 모든 소형기관이 채택하는 것으로서 크랭크축 전체를 한개의 단조물로 만들며, 조립형은 대형기관에서 주로 채택하며, 그 이유는 대형 크랭크축을 일체로 하면 제작과정에서 단조가 곤란하며 재질의 균일성을 기할 수 없으므로 파손의 원인이 되기 때문이다. 반조립



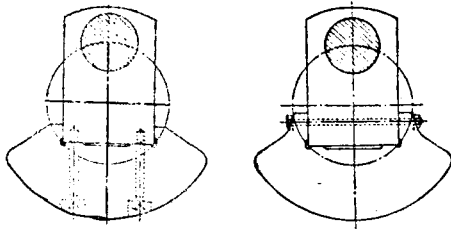
〈그림 : 크랭크축의 각부 명칭 및 구성〉

형은 크랭크 핀과 아암(Arm)을 일체로 만들어 연결하거나, 일정한 간격으로 크랭크 — 핀, 크랭크 아암, 저어널을 포함한—를 만들어 연결하는 것을 말한다.

크랭크축을 회전시키는 힘이 회전하는 동안과 축의 종방향의 실린더 위치에 따라 끊임없이 변화하므로 기관의 전체에 진동을 유발하게 되며, 이는 피스톤의 측압에 의한 기관 상부의 좌우진동, 회전부분의 원심력에 의한 상하 방향의 진

동과 수평 방향의 진동, 왕복 운동부의 타력에 의한 진동등이 있다. 이로 인한 진동들은 기관의 성능을 저하시키고, 고장의 원인이 되며, 기관 각부의 마멸을 증가시키므로, 가능한 모든 방법을 동원하여 진동을 막아야 한다. 특히 이 진동들이 기관에 국한하여 일어나지 않고 선체에 영향을 미쳐 선박 자체에 영향을 줄 뿐만 아니라 승선자들에게 불편감을 주는 것도 큰 악영향 중의 하나이다.

크랭크축에서는 회전에 따라 생기는 크랭크 아암 및 핀의 원심력과 균형을 이루어 회전체의 불균형 운동을 저지하여 기관의 진동을 줄이기 위해 평형추(Blancing Weight)를 크랭크 아암의 연장부(축을 기준으로 한 반대 방향)에 설치하며 그 구조는 일반적으로 다음 그림과 같다.



(그림 : 평형추)

자체 균형이 양호한 상태의 기관에서는 설치하지 않는 경우도 있으나 소형기관에서는 거의 모든 기관이 평형추를 설치하고 있다.

크랭크축은 실린더 수, 실린더 배열, 메인 베어링 저어널의 수, 점화 순서 등에 따라 형식이 다르다. 여기서는 일반적으로 사용하고 있는 실린더 수에 따라 분류하면, 2기통형, 4기통형, 6기통형, 8기통형 등으로 말할 수 있으며 이 경우들에 있어 크랭크 암의 위상차는, 2기통은 180°와 0°의 두 종류가 있고, 4기통은 180°, 6기통은 120°, 8기통은 180°와 90°가 된다.

2) 크랭크축에 일어나기 쉬운 고장과 대책

크랭크축은 그 역할과 성능에 맞게 특수강이나 고탄소강으로 형단조되었거나 주조되어 있으나 기관의 가장 큰 힘을 받는 부분이므로, 이의 사소한 고장이나 파손은 기관 전체에 막대한 영향을 미친다. 그러므로 사전에 다음 사항에 대하여 운용자는 충분한 점검을 행하여야 한다.

가) 메인 베어링에 이상열(異常熱)이 발생하는지 수시 점검한다.

나) 드러스트 및 메인 베어링의 수시 조정

(다) 크랭크 핀 베어링, 메인 베어링의 틈새 점검

(라) 기관의 비정상상태 운전 지양

(마) 기름 흡의 이상 유무 점검

(바) 크랭크 아암의 개폐도 점검

(사) 메인 베어링 지지 볼트 점검

전술한 사항들을 충실히 점검 보완하면 불사에 발생하는 사고는 사전에 막을 수 있으나, 그 외의 이유나 사전 점검 부실로 발생할 수 있는 사고 및 그 대책은 다음과 같은 것들이 있다.

가) 균열의 발생—교환하여야 한다.

나) 립—크랭크축 앞과 뒤의 베어링 저어널을 V블록 위에 올려놓고, 다이얼 게이지를 크랭크축 중심 저어널에 댄 후 천천히 회전시켜, 게이지의 눈금 변위를 측정한다. 이 결과 눈금 차(差)의 반이 크랭크축의 휨 정도며, 대체로 축의 길이나 초기 제작사의 제시한 값을 기준으로 하나 그 휨이 약 0.05mm까지를 한계로 한다. 한계 이상이면 프레스나 전용의 기계로 가장 휨이 큰 곳을 누르거나 잡아 당기도록 한다.

다) 크랭크 핀이나 축의 마멸이나 굽힘—한계를 넘어섰을 때는 크랭크축 연마기로 연마 수정한다.

라) 크랭크 핀이나 축 저어널의 편심—편심도가 0.03mm를 넘으면 연마기로 연마한다.

마) 오일 구멍의 막힘—전용 브러쉬나 압축공기로 막힌 원인물을 제거한다.

바) 축에 이상열발생—오일 압력계와 오일 펌프를 점검하고, 가)~마)항의 간접적 요인이 있나 점검하여 보완한다.

마. 플라이휠(Flywheel)

왕복운동 기관에서는 회전력이 고르지 못하므로 플라이휠에서 에너지를 흡수, 방출하므로서 회전을 지속적으로 유지하며, 회전속도의 변동을 조절하고, 기관의 시동을 용이하게 한다. 플라이휠의 크기는 기관의 시동이 쉽게 되고, 한 사이클 중의 속도 변화가 허용범위 내에 있어야 하며 저속에서도 회전이 중단되지 않는 조건을 만족하도록 결정하여야 한다. 대체로 플라이휠의 중량은 실린더 수가 많을수록, 4-사이클 보다는 2-사이클이, 복동기관은 단동기관 보다 적어도 된다.

플라이휠은 일반적으로 주철제 바퀴로 되어 있으며, 그 구성은 립(Rim), 보스(Boss) 및 아암(Arm)으로 되어 있으며, 기관에 따라 립의

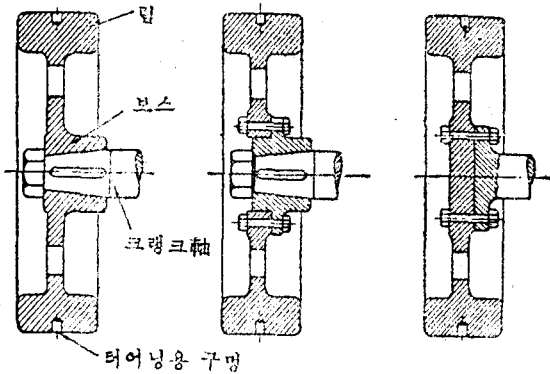
주위에 회전을 용이하게 하기 위한 홈을 두어 터어닝 바(Turning Bar)로 회전시키는 것과, 링 기어(Ring Gear)를 두어 모타에 피니언 기어(Pinion Gear)를 부착하여 회전시키는 것이 있다. 소형 기관에서는 림에 핸들을 붙여 시동

이나 필요시 회전시킬 수 있도록 하고 있다. 그리고 아암 대신에 하나의 원판(Disk)으로 된 것도 있으며 좌측 그림은 플라이휠일의 구성과 크랭크축과 연결하는 방법을 나타내고 있다.

플라이휠일의 취부 위치는 기관의 용도에 따라 다르나, 추력축을 플라이휠일 쪽으로 설치할 경우는 드러스트 베어링(Thrust Bearing) 근처에 설치하고 그렇지 않을 경우는 드러스트 베어링의 반대편에 설치한다.

어선에서는 기관의 추진축 반대편에 플라이휠일이 설치된 기관을 사용하는 경우가 많으며, 기관으로부터 추진력 외에 보조 기기의 작동을 위해 풀리(Pulley)를 설치하여 동력을 축출하는데, 이때 주의하여야 할 것은 플라이휠일 본래의 기본 성능에 영향이 미치는 지의 여부를 신중히 검토하고, 특히 풀리의 중량이 원주방향으로 균등하여야 한다.

플라이휠일에는 별다른 고장이 없으나 링 기어의 마모, 클러치(Clutch)의 충격적인 작동으로 인한 균열등이 발생할 수도 있다.



(그림 : 플라이 휠일의 각부명칭 및 취부방법)

(다음호에 계속)

