

**어선강좌**

**어선에 관한 기초이론**

**I. 선체에 관한 기초이론**

—속력시험 및 계산법—

본회 기술개발부 기술과

주임기술원 강 대 남

**속력시험 및 계산법**

선박이 완성된 단계에서 선주의 입회하에 건조자(조선소)는 각종 시험을 행하게 된다. 그중에서도 관심의 대상이 되는 속력시험법과 확정속력의 계산법에 대하여 설명하고자 한다.

**1. 속력시험법**

**가. 목적**

규정홀수에 대한 배의 속력, 마력 및 주기회전수의 상호관계를 확정하고 다음의 자료를 얻는데 있다.

(1) 계약서의 속력에 대한 보증조항에 합치한가, 아닌가의 확증 및 선주요구에 의한 시운전 상태이외의 속력을 추산한 자료

(2) 장래 건조할 선박의 설계때 필요한 실선속력 관계자료

**나. 시운전시의 상태**

**(1) 상태**

시운전상태는 사양서 및 계약서를 근거로 결정하나 원칙으로는 다음의 상태로 한다. 즉 약 1/5~1/2의 재화중량에서 추진기의 물수 및 선수 Bulb를 고려하여 적당한 선미트림의 상태를 표준으로 한다. 그리고 수조시험을 행한 배에 있어서는 될 수 있는 한 수조시험상태에 대응하는

상태로 하며, 발라스트(Ballast)적부계획에 있어서는 될수있는데로 선체의 휨이 적게되게 고려하고 진동에도 주의를 한다.

**(2) 계측사항**

계측은 출항직전에 행하는 것을 표준하고 계측사항은 다음과 같다.

**a) 홀수**

전부, 중앙부, 후부의 각 양현 계 6점의 홀수 표에 있어서 홀수를 목측(目測) 혹은 홀수계로 계측한다.

**b) 기온**

중앙부 홀수의 1/2의 수심에 대한 해수를 채취하고 수온 및 비중을 계측한다. 또한 수온은 시험중에도 계측한다.

**(3) 배수량의 계산**

상기 (2)의 계측결과에서 시운전시 배수량을 계산한다.

더우기 속력시험시 또는 입항시의 배수량은 필요한 경우에만 상기 계측방법에 준하여 계측한 홀수에서 산정하든가 또는 물 및 기름의 소비량에서 산정한다.

**다. 시험요령**

**(1) 주기출력단계**

최대출력의 1/4, 1/2, 3/4 상용출력 및 4/4출력중 4종류의 출력에 대하여 저출력에서 고출력으로 점차출력을 올리면서 그때마다 출력 및 회전수를 계측하는 것을 원칙으로 한다.

동형선(동일선주의 2번선 이후)의 경우는 적당출력 계단수를 감해도 된다. 단, 확정속력을 산출할 필요가 있을 경우에는 최저 4군의 출력 단계에 대하여 속력을 계측할 필요가 있다.

**(2) 항주회수 및 평균값 구하는 법**

위의 속력시험법은 원칙으로서 1왕복항주에서 계측하고 그의 평균을 구한다.

항주회수 3회 실시의 경우는 제 2회째의 항주에 대한 속력을 2배로 해서 평균을 구한다(표 1 참조).

〈표 1〉

항 주 회 수	평 균 속 력
2	$\frac{V_1 + V_2}{2}$
3	$\frac{V_1 + 2V_2 + V_3}{4}$

여기서  $V_1$ .....제 1 회째 항주속도  
 $V_2$ .....제 2 회째 항주속도  
 $V_3$ .....제 3 회째 항주속도

(3) 항주거리등

속력계 측개시전 선회등에 의하여 속력의 저하를 감소시키기 위하여 조타각은 15°이내로 할것을 원칙으로 하고 충분한 조주(助走)를 행한다.

침로유지를 위해 전타(轉舵)는 가능한 한 적게 한다.

(4) 기상 및 해상조건 등

시험은 원칙으로 풍력의 계단이 Beaufort 3이하의 상황하에서 행한다.

(5) 소요수심

시험은 충분한 수심의 장소에서 행한다.

(6) 출거후의 일수

원칙으로 출거(出渠)후 2주간 以內에 행한다.

라. 계측요령

(1) 계측방법

속력시험은 공인된 표주간의 항주경과 시간을 초시계 또는 전기식 시계에 의하여 계측 하든가 혹은 전파식 속도 측정장치를 이용하든가 한다. 초시계의 경우는 3개 이상을 사용하여 계측한다.

(2) 계측항목 및 단위

계측항목 단위 및 이 표시법은 표 2에 의한다

2. 확정속력의 계산법

가. 계산항목, 사용부호 및 단위

시운전결과에서 무풍, 무조류상태에 대한속력 마력, 회전수의 관계를 산출하고 만재상태에 대하여 소정의 주기출력에 대한 기호, 단위 등은 아래의 표 3과 같다.

〈표 2〉 계측치 표시법

구 분	단 위	Meter 단 위	단 위	feet 단 위
홀 수	m	소수이하 2위	ft-in	정 수
배 수 량	t	정 수	T	〃
기 온	°C		정 수	
수 온	°C		〃	
회 수 의 비 중	—	소수이하 3위		
시험 개시 시간	h. min	정 수		
경 과 시 간	min. S	소수이하 1위		
속 력	Knot	소수이하 2위		
마 력	Ps	유효숫자 3~4자리		
회 전 수	rpm	소수이하 1위		
침 로	0	정 수		
상 대 풍 향	0	〃		
상 대 풍 속	m/s	〃		
조 류	—	특히요구없을경우는조류표에 의한 고조, 저조, 중간등		
횡·종의 동요 주기 및 각도	주기 S	소수이하 1위		
(필요한경우에만) 각도	0	정 수		
속력계측중의전타	0	0.5°단위		
수 심	m	5m단위	ft	정 수

〈표 3〉

항 목	기 호	단위 및 표시법
축 마 력	SHP	Ps유효숫자 3~4위
제 동 마 력	BHP	〃
전 달 마 력	DHP	Ps 정수
선 속	Vs	Knet 소수이하 2위

나. 시운전계측결과와 전달마력과 속력관계에서 만재시의 속력과 전달마력의 관계를 추정하는 방법

(1) 시운전을 만재상태에서 했을 경우 시운전계측결과를 바람, 조류의 영향을 수정 후의 속력과 전달마력의 관계에 수정한다.

(2) 시운전이 만재상태에서 행해지지 않았을 경우

수조시험 결과에서 구한 시운 전상태 및 만재

상태에 대한 실용선 추정 속력—DHP 곡선에 있어서의 동일속력에 대하여 확정속력용 만재 DHP—만재추정 DHP  $\times \frac{\text{시운전실적 DHP}}{\text{시운전추정 DHP}}$ 의 관계가 성립된다고 보고 확정속력용 만재 DHP 곡선을 작성한다.

다. 확정속력의 산정

확정속력에 대응한 마력은 다음과 같다.

○ 디젤선의 경우

확정속력에 대응하는

$$DHP = \frac{0.85}{1.15} \times \text{최대출력의 DHP}$$

○ 터빈의 경우

확정속력에 대응하는

$$DHP = \frac{0.90}{1.15} \times \text{최대출력의 DHP}$$

상기 마력에 대응하는 속력을 “나”에서 얻은 확정속력용 만재 DHP 곡선에서 결정한다.

## II. 기관에 관한 기초이론

본회 기술개발부 기술과

주임기술원 이 영 섭

<전호의 계속>

다. 밸브기구

전호의 밸브기구 구성도에서 보인 것과 같이 밸브기구는 밸브를 작동하기 위하여 부수되는 장치로, 로커아암(locker arm), 푸시로드(push rod), 로울러(roller), 캠(cam) 및 캠축(cam shaft)으로 구성되며, 각 부의 기능이 모두 정확해야 밸브의 목적을 원만히 달성할 수가 있다

1) 로커아암(locker arm)

로커아암은 어떠한 과정을 거쳐온 힘을 암축(arm shaft)를 기점으로 방향을 바꾸어 밸브스프링의 힘을 이겨 밸브를 여는 역할을 한다. 또한 밸브의 열림 정도를 조정하기 위하여 밸브스템(valve stem)의 끝부분과 접촉하는 곳은 조정나사를 두어, 기관 제작사가 제시하는 간극을 수시로 점검하여 맞출 수 있도록 되어 있다. 그러나 기관에 따라서는 조정나사를 로커아암과 푸시로드가 접촉하는 곳에 설치되도록 되어 있기도

한다.

2) 푸시로드(push rod)

캠의 회전운동으로부터 직선운동을 받아 로커아암에 전달하는 역할을 하며, 캠으로부터 운동을 받는 부분은 타펫(tapet)을 두어 캠이나 로울러와 직접 접촉을 피하고 있다.

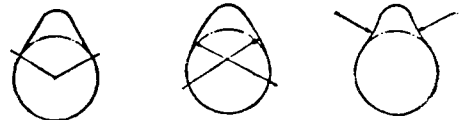
3) 로울러(roller)

로울러는 캠의 회전운동에서 직선운동으로 전환하는 과정에 놓인 장치로, 캠의 면과 타펫의 면이 미끄럼운동(면접촉)을 하지않고 회전운동(점접촉)을 하도록하여 캠의 곡선 위로 원만한 운동이 이루어지게 한다. 기관에 따라서는 타펫이 캠과 직접접촉하여 운동하도록 되어 있는 것도 있으나 이 경우는 접촉으로 인하여 과열이나 소손이 로울러가 있는 경우보다 심하다.

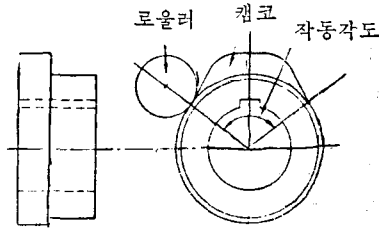
4) 캠 및 캠축(cam & cam shaft)

캠은 밸브의 열리고 닫히는 시점과 시간을 좌우하는 요소로서 여러가지 형태로 되어있고 또한 그 곡선위를 운동하는 로울러가 관성운동을 하지 않도록 설계되어야 한다. 캠축에 설치되어 있는 각 캠은 모두 균일하여 각 실린더의 밸브 여닫는 시간이 일정해야 한다. 흡배기 밸브는 급속히 열고 또한 열고있는 시간이 길므로 운전중 마찰로 인한 소손이나 마모가 적어야하고, 소음이 발생치않도록 되어야 한다. 대형 기관에서는 접선캠이나 오목캠을 채택하고 소형 기관에서는 볼록캠을 주로 채택하고 있다. 다음 그림은 캠의 종류와 작동형상을 나타내고 있다. 캠축은 기관의 크랭크축으로부터 기어를 이용하거나 체인으로 회전시킨다. 대체로 대형 기관에서는 체인으로 하고, 중 소형 기관에서는 기어로서 구동하며, 소형어선에 쓰이는 기관은 캠과 캠축을 일체로 한다.

밸브 및 밸브기구는, 크랭크축→캠축→캠→로울러→타펫→푸시로드→로커아암→조정나사→밸브손으로 운동이 전달되나, 급속한 기관의 발달에



(1) 접선형 (2) 볼록형 (3) 오목형  
(그림 : 캠의 종류)



(그림 : 캠의 작동형상)

따라 계속 벨브기구도 계속 진보하고 있어 어떤 기관 제작사에서는 유압계통으로 형성된 것도 있다.

본지 제10호부터 이번호까지 기관의 구조, 기능등을 개괄적으로 설명했다. 차기호부터는 기관의 경제적 운영을 위한 각계통에 대하여 설명하기로 한다.

### Ⅲ. 소형어선의 전기에 관한 기초이론

본회 기술개발부 기술과

주임기술원 정 준 모

<전호의 계속>

#### 7. 효율

축전지가 완전충전 상태에 있는 축전지를 방전종지전압(1.8V)까지 방전하고, 이것을 다시 원래의 충전상태로 할경우 방전전기량의 충전전기량에 대한 비를 축전지의 효율 이라고 한다.

$$\text{전류시간효율} = \frac{\text{방전전류} \times \text{방전시간}}{\text{충전전류} \times \text{충전시간}} \times 100[\%]$$

$$\text{전력시간효율} = \frac{\text{평균방전전압}}{\text{평균충전전압}} \times \text{전류시간효율}[\%]$$

축전지는 전류시간 효율이 약 87~93[%], 전력시간효율은 71~79[%]정도이다.

#### 8. 수명

축전지를 방전상태에서 오랜시간 동안 두면, 황산납은 온도가 떨어져 석출되어 큰 결정이 된다. 이때 환원되기 어려운 흰 황산납이 되므로 극판이 하얗게 된다. 이와같은 현상을 황산화라하며 일반적으로 극판이 휘거나 내부저항이 증가한다. 황산화는 과방전, 탈락 또는 불완전

한 충전이 되풀이되어도 일어날 수 있다. 축전지는 충전, 방전을 몇번 되풀이할 경우에는 황산화나 극판의 굵음, 작용물질이 탈락됨에 따라 용량이 점차 저하된다. 축전지의 수명은 그 용량이 최초용량의 80~90[%]정도로 떨어질때까지의 충전, 방전 횟수로 나타낼 수 있다.

### 9. 연속전지의 취급

#### (1) 극성식별법

전극에 「+」 혹은 「P」표시가 붙은 것이 양극이고, 사용이 오래 된것은 극판이 암흑색, 음극은 회백색을 가진다. 전압계로 전압을 측정할때 지시계가 바로 움직이면 계기의 「+」와 접속된 쪽이 양극이다. 또 식염수(소금물)나 묽은 황산에 양극을 담그고 전류를 흘리면 거품과 GAS를 내는쪽이 「-」이다.

#### (2) 축전지의 연결법

축전지의 연결법에는 다음과 같은 세가지 방법이 있다.

##### ① 직렬접속

축전지를 직렬로 접속하는 경우에는 그림 1-1와 같이 인접하는 양극과 음극을 접속시킨다.

이와같이 접속함으로써 합성전압은 각 전지의 전압의 합과 같고, 합성내부저항은 각 전지의 저항의 합과 같다. 또 합성용량은 각 전지의 용량의 합과 같다.

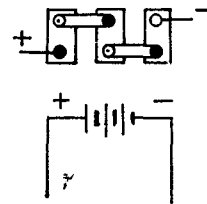


그림 1-1 직렬접속

##### ② 병렬접속

그림 1-2와 같이 같은 극끼리의 접속하는 방법인데, 합성전압은 한 전지의 전압과 같으며, 합성내부 저항은 한 전지의 내부 저항을 전지수로 나눈 것과 같다. 그리고 합성 용량은 한 전지의 용량에 전지 수를 곱한 것과 같게된다.

##### ③ 직병렬접속

그림 1-3와 같이 몇개의 전지를 직렬로 접속한 것을 다시 이를 병렬로 접속하는 방법인데 합

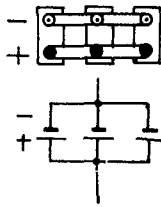


그림 1-2 병렬접속

성전압은 직렬로 접속된 한 줄의 전압과 같고, 합성내부 저항은 직렬로 접속된 한 줄분의 저항을 병렬수로 나눈 것이며, 합성용량은 한전지의 용량에 병렬수를 곱한것과 같다.

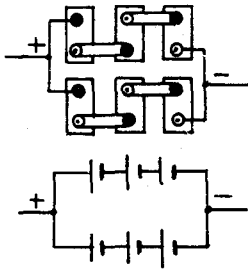


그림 1-3 직병렬접속

(3) 충전법

충전할 때의 결선법은 직류전원의 「+」단자와 축전지의 「+」와를, 전원의 「-」단자를 전지의 「-」단자와 연결하고, 전원의 단자전압은 V, 축전지의 단자전압을 E, 축전지의 내부 저항을 r라고 하면 충전전류의 크기는 다음식으로 표시한다.

$$I = \frac{V - E}{r} [A]$$

보통 충전전류의 크기는 10~20시간 충전하면 충전이 다되는 정도의 전류가 되도록한다. 축전지가 충전됨에 따라 전압 E가 커져가므로 일정전류로 충전하려면 V도 함께 증가시켜야 하고, 그대르두면 충전됨에 따라 충전 전류는 감소해진다.

(4) 첫충전

축전지를 제작후 최초로 실시하는 충전을 첫충전이라하며, 그 방법은 축전지의 특성과 수명에 큰 영향을 주므로 특별히 신중하게 다루지 않으면 안된다. 그 요점을 열거하면 다음과 같

다.

① 규정된 비중의 전해액( 묽은황산)을 극판 상단보다 더 10~15mm까지 주입한 후 수시간 방치하고 전해액이 충분히 침투하여 전리판과 극판 사이에 갠 기포가 밀려나고 또한 반응열에 의해 상승된 액온이 강하하는 것을 기다린다.

② 액면이 강하하므로 보액을 하고 액온이 30°C 이하로 내려가고 나서 그림 1-4와 같이 충전기의 ⊕극과 ⊖극을 축전지의 ⊕극과 ⊖극에 각각 접속한다.

③ 전압조정기 다이얼의 조(rough) 또는 곱(fine)을 조정하고 10~20시간 충전률의 전류를 흘린다.

④ 충전중에는 전류를 일정하게 유지하도록 조정하여야 한다.

⑤ 충전시작후에 30~50시간이 경과되면 충전이 완료되는 상태에 이르며 물의 전기분해가 일어나고 기포가 발생한다.

⑥ 충전시에는 1시간마다 단자전압 및 비중을 측정하여 연속 3회이상 같은값을 보이면 첫충전의 완료라고 볼 수 있다.

⑦ 충전완료시 단자전압은 2.6~2.7[V]이고 개시로 부터 60~70시간 걸린다.

⑧ 충전완료 후에 기포의 발생이 끝나고 나서 증류수 또는 비중 1.4의 황산을 사용, 비중의 규정치가 되도록 재조정한다(그림 2 전번호 참조)

⑨ 충전시에는 액온이 45°C가 되면 전류를 감소시키거나 일시 충전을 중지 시킨다.

⑩ 충전시에는 방안의 환기를 좋게하고 발생가스의 방출에 주의한다. 또한 화기사용을 엄금한다.

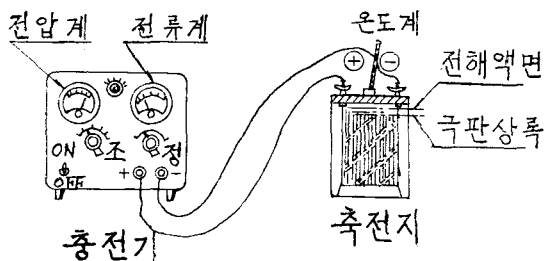


그림 1-4 충전시결선법

(5) 평상충전

방전종지 전압이 이르기 전에 실시하는 충전 방법으로 다음과 같은 중별이 있다.

일정한 전류로 실시하는 정전류 충전법, 일정한 전압으로 실시하는 정전압충전법, 충전의 진행에 따라 단계적으로 전류를 감소시키는 단별 충전법, 상시 직류전원과 병렬로 접속하여 부하가 적을때는 충전하고 클 때는 방전시키는 부동 충전법(충전지의 기준전압 2.13~2.17[V])이 있다.

(6) 과충전

충전지의 극판이 황산화가 생긴것이나 직렬로 연결하여 충전할때 충전의 불균일에서 오는 충전 부족의 것, 방전 종지전압 이하의 과방전 한 것, 또는 장기 저장한 것은 평상 충전완료후 계속하여 20시간 정도(보통 충전의 1/2~1/3)의 전류로 5시간 이내로 2~4주에 한번씩 하는데 너무 자주 실시하면 도리어 해가된다. 또 보통 충전후 1~1.5시간 쉬후 1~1.5시간 충전하는 과정은 2~3회 되풀이하면 좋다. 특별 충전법은 충전지의 집단중 낙오전지에 대하여 특별히 보충하는 것을 말한다. 충전은 용량의 50[%]이상을 방전했을 때는 충전을 해야하고 전연 방전시키지 안해도 1개월이 지나면 한번은 충전을 해야 한다. 충전량은 방전량의 110~115[%]로 하고 비중과 전압으로도 충전과 방전완료 시기를 알 수 있다. 이때 비중과 전압측정은 5~10분의 간격을 두고 측정한다.

10. 연속전지의 취급상의 주의할 점

(1) 일반적인 주의

- ① 비중을 측정하여 충전, 방전상태를 파악하여 둔다.
- ② 전해용액은 순도가 높은 것을 사용하고 물은 증류수만 사용한다.
- ③ 전해액면은 극판상 1~1.5cm로 각 전조마다 동일하게 하고 부족하면 비중을 조정하면서 증류수로 보충할 것.
- ④ 가능한 진동을 주지 않는다.
- ⑤ 액막개(purge plug)는 가볍게 잠그고, 액은 새지 않지만 가스는 통하도록 할것이고 화기에 주의한다.

(2) 충전시의 주의

- ① Cable결선을 정확히 할 것.
- ② 전해액의 온도에 주의하며 충전시 45°C를 넘지 않도록 한다.
- ③ 과충전이 되지 않도록 한다.
- ④ 극판의 색에 주의한다(진한 갈색의 PbO<sub>2</sub>와 화청색의 Pb)
- ⑤ 축전지 균 중 특히 비중이 낮은 것에 주의한다.

⑥ 역전류계전기(충전시에 전원에서 축전지로 전류가 흐르지만 축전지에서 전원으로 전류를 못 흐르도록 하는장치) 불완전 동작에 주의한다.

(3) 방전시의 주의

- ① 방전전류의 크기 및 과방전에 주의한다.
- ② 특히 전해액의 비중이 낮은것은 없는 것을 살펴본다.
- ③ 온도에 이상이 있는가 없는가를 살펴본다.
- ④ 전해액면은 일정한가를 살펴본다.
- ⑤ 가스 발생에 주의한다.

(4) 연속전지의 오랫동안 사용하지 않을 때의 주의

- ① 어느기간 휴지 할때는 충분히 충전하여 둔다.
- ② 가능한 어둡고 온도가 적당한 곳, 그리고 습도가 적당한 곳(약 20°C전후)에 둔다.
- ③ 적어도 1개월에 적당한 저항으로 방전한 후 완전 충전한다.
- ④ 장기간 사용치 않을때는 완전 충전한 후 전해액을 배제하여 연속전지를 건조시켜 보존한다

(5) 열대지방에서의 주의

- ① 실내온도와 전지의 온도가 높아지지 않도록 주의한다.
- ② 액의 증발로 인하여 액면이 내려가므로 이것에 유의하며 비중은 1.25 이하로 한다.
- ③ 온도가 높으므로 자기방전을 일으키기 쉽고 극판이 구부러지거나 균열의 유무에 주의한다.

(6) 한냉시의 주의

- ① 실내의 온도가 내려가지 않도록 하고 동결에 주의한다.
- ② 액의 온도를 -15°C 이상으로 한다.
- ③ 액의 비중을 완전충전상태에서 1.3 이하로 한다. (다음호에 계속)