

## 실선 저항추진시험 실적과 속력시운전 표준방안 비교

김 은 찬 <선박해양공학연구원 책임연구원>

### 1. 서 언

속력시운전에는 건조된 배의 추진성능이 선주와의 계약속도를 만족시키는가를 확인하는 Acceptance Trial 과, 건조된 배의 추진성능이 모형시험등에 의한 추정 결과와 맞는가를 확인하고 다음 배의 설계에 참고하기 위한 Performance Trial 로 크게 나눌 수 있다. Acceptance Trial 로서의 실선시운전은 새로 배를 만들어 선주에게 인도하기 위한 필수 과정이며, 이 중에서 저항추진 성능을 검증하기 위한 속력시운전은 가장 중요한 항목중의 하나이다. 선발 조선국들에서는 실선시운전 및 해석방안을 꾸준히 연구하여 왔고, 표준 수행방안과 표준 해석방안도 이미 확정한 후 여러차례 보완한 바 있다. 조선의 역사가 깊지 못한 우리는 이에 대한 깊이 있는 연구는 물론, 이렇다할 시운전 표준수행방안이나 표준해석방법조차 제시하지 못하고 있는 실정이다. 특히 국내 조선업계의 실선시운전 해석은 일본은 물론 유럽의 시운전해역들 보다는 해상 상태가 거칠어서 이에 대한 보정방법 개발이 절실히 요망되고 있다.

본 고에서는 이제까지 선진 조선국에서 수행된 중요한 실선속력시운전 내용을 훑어보고, 각국의 표준수행방안을 비교해 보고, 해석방법들의 내용을 알아본 후, 앞으로의 발전 방향을 모색해 보았다.

### 2. 저항추진 실선시험의 역사

실선 속력시운전에 관한 현대적인 연구는 모형시험과 마찬가지로 겨우 100여년 전이야 시작 되었다. 이 시운전 수행 기술은 어느 때에 갑자기 개선되었다

고는 볼 수 없고 필요에 따라 그에 맞는 실선시험을 하면서 그 기법이 하나하나 정립되어 왔다고 볼 수 있다. 실선 속력시운전 수행기법과 모형선-실선 상관해석법에 중요한 자료를 제공한 저항추진 관련 실선시험들의 수행 내용을 알아본다.

#### 2.1 영국 Greyhound호 시험 (1874년)

현대적인 선형시험수조를 처음 만들어 모형시험을 수행한 W.Froude는 한편, 영국 해군의 지원으로 실선의 예인시험을 하였는데, 이 시험은 Greyhound호를 이보다 큰 배인 Active호가 끌면서 그 힘을 계측한 시험이었다. Greyhound 호는 나무로 만들고 그위에 동판을 씌운 배로서, 길이는 52.58m, 폭은 10.11m, 흘수는 4.19, 3.95, 3.68m로서 배수량은 각각 1179, 1067, 953톤 이었다. 예인선인 Active호는 Greyhound호를 57.8m 전방에서, 선측에서 13.7m 옆으로 떨어진 곳에서, 최고 속도 13 knots 까지 끌면서 저항을 계측하였다. 이 시험은 바람, 조류, 수심, 속도 계측등을 정확히 계측한 것으로 실선 시운전의 고전이라 불리울 정도로 의미 있는 계측이었다. 일련의 모형시험과 실선시험의 결과는 1874년 영국조선학회에 발표되었다 [1]. 아이러니컬하게도 이 실선 시험은 W.Froude의 모형시험 계획을 반대한 사람들이 모형시험 보다는 중요하다고 주장하여 만든 프로젝트로서, W.Froude가 맡아 수행하게 되었으며, 오히려 모형시험의 유용성을 입증하고 비교법칙을 확인하는 좋은 기회가 되었다.

#### 2.2 일본 12m 함재정 시험 (1926년)

T.Yamamoto 등은 배에 실리는 12m 길이의 중형보트에 대한 실선 시험 결과를 1926년에 발표한

바 있다. 이 시험은 선체 표면에서의 압력 분포를 알기 위한 것으로서, 배 표면에 많은 구멍을 뚫고 그곳에서 각각 수압계로 압력을 계속하였다. 불행히도 이 배가 도중에 가라앉은 바람에 시험은 실패로 끝났으나 처음으로 파형과 압력의 관계를 규명하고자 했다는 큰 의의를 갖고 있다 [2].

### 2.3 일본 평판배, 구축함, 예인선시험(1934년)

Y.Hiraga는 1934년 3 종류의 실선에 대한 시험 결과를 발표하였다. 길이 23.47m, 폭 0.16m의 평판배와, 길이 70.70m, 폭 6.55m, 홀수 1.80m, 배수량 374.2 톤의 구축함 Yudachi 호와, 길이 34.99m, 폭 7.00m, 홀수 2.51m, 배수량 301.7 톤의 Tug선에 대한 예인시험을 하였다. 일련의 시험을 통해 표면 마찰을 계속하고 나아가 마찰저항식을 얻으려 하였으나, 별 성과는 얻지 못하였다 [3].

### 2.4 영국 Lucy Ashton호 시험 (1951년)

제2차 세계대전 이후 영국의 BSRA는 Lucy Ashton호의 실선과 6가지 축척비의 모형선에 대한 방대한 시험을 수행하고, 이를 영국조선학회를 통해 전세계에 공개하였다. 전 세계의 조선인들은 이로 인해 영국 BSRA에 대해 빛을 지게 되었다고 그 노력과 성과를 높이 평가할 정도이다. 이 배는 1888년에 건조되고 1949년 까지 취항한 길이 58.06m, 폭 6.42m, 홀수 1.52m, 배수량 396 톤, 방형비척계수 0.685의 외륜선이다. 실선 시험에 앞서 외륜을 떼어내고, 추진장치로서 Rolls Royce의 제트 엔진 4개를 배 위에 설치하였고, 여기에 추력을 계속할 수 있는 장치를 하였다. 배 표면을 가능한한 매끄럽게 손보았으며, 표면 거칠기를 정밀하게 계속하였다. 실선 시험은 6 ~ 14 knots 까지 수행하였다. 모형시험은 2.74, 3.66, 4.88, 6.10, 7.31, 9.14m의 6가지 모형선으로 수행하였고, 공기저항 고려를 위한 풍동시험도 하였다. 이 결과는 Part I(1951년), II(1953년), III(1955년), IV(1955년)로 나누어 M.E. Denny, F.C.Conn, H.Lackenby, W.P.Walker 등의 이름으로 발표하였다 [4][5][6][7]. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 실선 외판의 접합부를 깎아주는 등 매끄럽게 함으로서 전 저항이 3% 감소한다.
- (2) 선체 표면의 페인트를 보다 매끄럽게 잘 칠해 줌으로서 전저항이 3% 감소한다.
- (3) 선체 표면이 오염됨으로서 설계속도 12 knots에서 전저항이 30% 증가한다.

- (4) Froude 해석법으로 실선 추진성능을 추정할 경우 설계속도 12 knots에서 일반적으로 4.88m, 6.10m의 모형선 값이 잘 맞고 있으나, 저속에서는 저항을 크게 추정하고 있다. 한편 현대적 마찰저항곡선으로서 Schoenherr의 식과 Prandtl-Schlichting의 식에 거칠기 수정을 해 주는 경우 좋은 일치를 보이고 있다.
- (5) 배를 쌍축선으로 만들었을때 부가물에 의한 실선의 저항 증가량은 모형시험으로부터 추정된 저항값의 반 정도 뿐이 안되었다.

### 2.5 스웨덴 Wrangel호 시험 (1953년)

스웨덴의 H.F.Nordstrom는 스톡홀름 부근의 잔잔한 해역에서 수행한 Wrangel 호의 실선시험 결과를 1953년 발표하였다. 이 배는 길이 69.55m, 폭 6.58m, 홀수 1.86m, 배수량 400 톤의 구축함으로서 방형비척계수는 0.471이다. 이 배는 다른 구축함이 792.4m 앞에서 예인하였는데 직진을 위해 타를 조금씩 조종한 바 있다. 선속 5 ~ 25 knots에서 실험하였고, 선속로부터 각각 16.99, 35.48, 52.78m 떨어진 곳에서 국부적인 표면 마찰을 계속한 바 있다. 모형선은 축척비 1/10 로만 시험하였는데 15 노트 이상에서는 Froude 곡선이나 Schoenherr 곡선 모두 좋은 일치를 보이고 있으며, 그 아래 속도에서는 높게 추정하는 것으로 나타났다 [8].

### 2.6 프랑스 Aldebaran호 시험 (1955년)

프랑스의 R.Retali와 S.Bindel은 1955년에 소해정 Aldebaran 호의 실선 시험 결과를 발표하였다. 이 배는 길이 42.97m, 폭 8.52m, 홀수 2.13m, 배수량 386 톤이며, 방형비척계수는 0.480이다. 이 배는 Sirius 호에 의해 전방에서 4 ~ 13 knots로 예인되었고, 동력계는 앞뒤 양쪽 배에 설치되었다. 모형시험은 길이 5.43m의 모형선으로 수행되었고, Froude 해석법으로 실선 추진성능을 추정할 경우 설계속도에서 약 3% 적은 값으로 추정되었다.

### 2.7 네델란드 Victory호 시험 (1965년)

1955년 네델란드의 W.P.A.van Lammeren, J. D.van Manen, A.J.W.Lap는 NSMB (현재 MARIN)의 이름으로 Victory 호에 대한 일련의 저항추진시험을 토대로한 매우 가치 있는 연구 결과를 발표하였다 [9]. 이 배는 길이 133.05m, 폭 18.90m, 홀수 5.70 ~ 8.69m인데, 실선시험은 하지 않고 대신 길이 22.18m의 1/6 모형선을 철선으로

건조하여 시험을 수행하였다. 앞에서 끄는 배에서 발생하는 와류와 파도의 영향을 피하기 위해 2척의 예인선이 200m 전방의 좌우에서 끌어주었는데, 이 시험선은 당초의 시운전 해역이 좋지 않아 유고슬라비아의 Rijeka 만에 까지 가서 수행하였다. 한편 모형선은 2.21, 2.66, 3.33, 4.44, 5.79, 7.39m의 6척 모형선을 wax 로 만들어 수조시험을 하였다. 또한 풍동에서의 공기저항 시험도 수행하였다. 이로부터 여러가지 결과를 보여주었는데, 그 중 하나가 Schoenherr 곡선이 다른 마찰저항곡선 보다는 잘못으나 모형선에 해당하는 낮은  $R_n$  에서는 너무 낮은 값을 보여주고 있다는 사실이다. 계속해서 이들은 1958년에 반류분포시험 결과와 그 척도효과를 [10], 1962년에는 프로펠러 단독특성과 추진계수들의 척도효과를 발표하였다 [11].

#### 2.8 독일 Meteor호, 유조선 시험 (1965년)

독일의 H.Grothues-Spork는 1965년에 조사선의 실선 시험 결과와, 이 조사선과 유조선의 모형시험 결과를 발표하였다. 조사선 Meteor 호는 길이 72.80m, 폭 13.50m, 흘수 4.80m, 배수량 2716톤의 단축 프로펠러 추진선이다. 실선 시험은 항공기 제트 엔진 3개를 선미 갑판 위에 설치하였고, 총 9.5톤의 추력으로 12 knots 로 달렸다. 모형시험은 길이 2.91, 3.83, 5.30m의 3가지 모형선으로 수행하였다. 광범위한 실선 시험이 수행되었는데, 타의 유무 영향과 반류 계측, 조종시험 등이 포함되어 있다. 2만톤급 유조선의 시험은 3.06, 3.73, 4.80, 6.72, 22.40m의 모형선으로 수행하였는데, 22.40m의 모형시험은 서베를린 호수에서 예인선이 150m 앞에서 예인하였다 [12].

#### 2.9 일본 16만톤 광석운반선 시험(1973년)

일본의 조선연구협회는 비대선의 속도계측 및 마력추정법의 정도향상에 관한 연구(SR-107)의 일환으로 16만톤급 광석 운반선의 실선 시험을 수행하였다. 이 배는 길이 302.00m, 폭 44.20m, 흘수 17.00m, 배수량 184700 톤이며, 방형비척계수는 0.827이다. 여기서 선속과 동력을 계측하였으며, 저항과 추력은 계측하지 않았다. 아울러 실선의 주기관부하를 변화시켜가며 프로펠러 바로앞의 반류 분포를 계측하였다. 이 실선시험 결과들은 각각 4m, 8m, 12m 길이의 모형선 값과 비교하였는데, 그 결과 4m 모형선의 값은 추정정도에 문제가 있으나 8m이상에서는 좋은 결과를 주고 있다고 하였다 [13].

#### 2.10 영국 Penelope호 시험 (1974년)

영국의 H.J.S.Canham은 1974년에 구축함 Penelope 호의 실선 시험 결과를 발표하였다. 이 배는 길이 109.73m, 폭 12.50m, 흘수 4.04m, 배수량 2744 톤이며, 방형비척계수는 0.483이다. 이 배는 Scylla 호에 의해 1830m 앞에서 예인되었고, 동력계는 뒤쪽 배에 설치되었다. 선속은 전기식 유속계로 계측하였다. 실선의 저항은 모형시험으로부터 추정된 값보다 14% 가량 큰 것으로 나타났다. 프로펠러 위치에서의 반류계측도 수행하였다 [14].

### 3. 실선 속력시운전 수행 방안

신조선의 Acceptance Trial을 위해 선발 조선국에서는 각각 나뉠대로의 실선 속력시운전 표준 방안을 제정하여 사용하고 있다.

미국 SNAME에서는 1940년대 말부터 Standardization Trial Code (1949년), Code on Manoeuvring and Special Trials and Tests (1950년), Economy and Endurance Trial Code (1952년), Code on Instruments and Apparatus for Ship Trials (1952년) 등 각종 시운전 Code를 발표하였다. 1973년에 이르러 위의 것들을 종합하여 Code for Sea Trials을 제정하였고[15], 1989년에는 여러가지를 보완하여 Guide for Sea Trials라는 이름으로 개정하였다[16]. 한편 미해군연구소에서는 1980년에 U.S. Navy Full Scale Performance and Special Trials를 제정, 발표하였다 [17].

영국 BSRA에서는 1964년에 Code of Procedure for Measured-Mile Trials를 발표하였고 [18], 1977년에는 Radio Log 이용 기술과 개선된 토오크 계측 기술을 포함하여 새로이 Code of Procedure for Speed Trials라는 이름으로 개정하였다 [19].

일본에서는 1955년에 운수성에서 시운전 시행 방안을 발표하였고, 1966년에는 일본조선학회 시험구조위원회에서 초대형선 속력시운전 시행방안[20]을, 1972년에는 일본조선연구협회 제2기준연구부회에서 속력시운전 시행방안을 발표한 바 있다[21].

ITTC에서도 1969년에 ITTC Guide for Measured Mile Trial [22]를 발표하였고, 1981년에 그 내용의 일부를 보완한 바 있다[23]. ITTC의 방안은 모형선-실선 상관 해석에 초점을 맞춘 방안이라 볼 수 있다.

이 외에도 각국에서 발표한 실선 속력시운전 방안이 많이 있는데, 본 고의 뒤에 실은 표에 이들 수행방안의 요점을 비교하여 놓았다.

KRISO 에서는 1982년에 이 자료들을 종합하여, 저항추진성능에 관한 모형선-실선상관 해석을 목표로 하여 표준 수행 방안을 모색한 바 있다[24].

#### 4. 실선 속력시운전 결과 해석법

실선 속력시운전 결과는 일단, 공기저항 수정, 조류 수정, 천수영향 수정, 파랑영향 수정을 거쳐 바람과 파도가 없는 잔잔한 해상에서의 값으로 환산해 주어야 한다. 이 가운데 천수 영향에 대하여는 깊은 바다에 나가 실험을 함으로서 피할 수 있으며, 조류에 대하여는 전진 방향 유속 성분 만큼 선속에서 빼주면 되므로 큰 문제가 되지 않으나, 공기저항과 파랑에 의한 선속 감소에 대하여는 해석법을 정립하여 수정을 해 주어야 한다.

이제까지 발표된 해석법에는 1944년 일본의 JTTC [25], 1952년 미국의 DTMB [26], 1966년 일본의 K.Taniguchi 등 [27], 1978년 영국의 BSRA [28], 1982년 일본의 T.Jinnaka [29] 등을 들 수 있다. 이들 가운데 BSRA 것은 공기, 조류, 천수를 고려하는 것이고, 나머지는 공기, 조류 만을 고려하는 방법이다. 1977년 네덜란드의 NSMB [30] 에서는 그 수주에서의 모형선-실선 상관계수 수정량을 Beaufort Scale에 따라 찾아내는 도표를 발표하였는데, 여기에는 공기저항과 파랑에 의한 부가저항 영향의 수정을 포함한 것이다.

파랑에 의한 부가저항의 해석에 대하여는 이제까지 많은 연구 결과가 발표되었으나 선주 입장에서 받아들일 만큼 신뢰성 있는 해석법은 제시되지 못하고 있는 실정이다. 울산대 권영중 교수와 영국 Newcastle 대학의 Townsin 교수는 1982년에 유조선과 컨테이너선에 대해 Beaufort Scale에 따른 선속 감소율의 경험식을 발표한 바 있다 [31]. 공기저항 수정 방법을 적용할 때는 먼저 풍향영향계수 도표를 선정해야 하는데, 이는 선체 수면 상부 구조물의 풍동시험 자료들을 활용하여 만들게 된다. 공기저항 수정시 경우에 따라 선체 측면면적비의 수정도 병행하게 된다. 또한 이 공기저항에 대한 척도효과도 검토되어야 하나 현재로서는 거의 고려를 않고 있다.

#### 5. 실선 속력시운전 관련 연구 동향

저속비대선을 짓기 시작하면서 이에대한 속력시운전 수행에 어려움이 제기되기 시작하였다. 특히 이러한 배를 많이 짓는 일본과 우리나라의 조선업체에게는 중요한 애로기술의 하나인데, 일본은 1970년대부터 이 분야의 연구를 많이 수행해 오고 있다.

일본조선연구협회는 제107연구부회를 조직하여 수행한 비대선의 속력 예측 및 마력 추정법의 정도향상에 관한 연구 결과를 1973년에 발표하였다[13]. 영국의 BSRA에서는 1974년 당시에 영국 내에서 사용하고 있는 속력시운전 코스의 목록과 연락처 등을 정리하여 발표한 바 있다[32]. 1975년에 일본조선학회는 비대선의 추진성능에 관한 심포지움을 열어 10편의 내용을 발표하였는데[33], 그 가운데 반 이상이 실선시운전에 관한 내용으로, 속력시운전의 실제와 문제점, 실선 대수속도 예측의 문제점, 실선 추력 예측의 문제점, 바람과 파랑 및 조타에 의한 마력 증가, 실선과 모형선의 상관, 실선의 항해실적 등 6편이나 되었다. 일본 Osaka 대학의 Nakamura는 1975년에 파랑중 저항 증가 및 추진성능에 관한 문헌 274개를 목록을 정리하였다[34]. 일본 Mitsubishi중공업의 Tamura는 1991년에 실선 속력시운전의 수행, 예측, 결과해석에 대한 해설기사를 발표한 바 있다 [35]. 최근 일본조선연구협회에서는 파랑에 의한 부가저항을 Strip Method에 의해 계산한 후 시운전 결과해석에 적용하는 방법을 정립하여 모형선 자유항주시험 결과와 비교한 바 있다 [36].

우리 조선제도 이와같은 실선 속력시운전 예측 방법의 개선은 물론 시운전 항로의 조사와 파랑예측법과 파랑에 의한 부가저항의 추정등에 관한 연구에 특히 관심을 가질 때가 되었다고 본다.

항로 조사에 있어서는, 충분한 조주거리를 확보하기 위하여 긴 항로가 필요하게 되었으며, 따라서 Mile Post로는 어려우므로 Radio Log 를 이용하게 되었다. 이제는 인공위성을 이용한 GPS 를 이용하여, 보다 자유로운 위치에서의 시운전이 가능하게 되었다.

비대선의 경우 넓은 시운전 해역을 찾아나가다 보면 먼바다에 까지 나가게 되고, 그곳의 파랑은 더욱 크게 된다. 따라서 파랑에 의한 부가저항이 더욱 커져서 선속 감소에 큰 영향을 미치게 된다. 파랑에 의한 선속 감소를 추정하기 위해서는 모형시험에 의한 방법, 이론계산에 의한 방법, 통계해석에 의한 방법의 세가지를 적용할 수 있으나, 어느 방법도 저속 비대선의 선속 감소를 정확히 추정하기는 어렵다고 본다. 그중 믿을만 하다는 모형시험에 의한 방법도 많

은 시간과 비용으로 인해 실제 적용하기는 어려운 실정이다. 어떻게든 우리가 손쉽게 적용할수 있으며, 선주가 신뢰할 수 있는 이론계산 및 통계해석의 방법을 찾아나가야 하겠다.

더구나 선속 감소 추정 의 기본이 되는 파랑을 정량적으로 정확히 추정하는 것 또한 쉽지않은 상황이다. 외국에서는 군사적인 목적으로 계측된 자료의 활용이 이루어지는 경우도 있으나, 우리의 경우는 없거나 사용 불가능하다고 생각된다. 우리도 자주 사용하는 시운전해역에 대해 정밀하고도 지속적인 조사를 해야 한다고 보며, 아울러 우리가 쉽게 계측할 수 있는 풍속으로부터 파랑을 추정해 내는 간이 방법 등도 함께 연구해 나가야 하겠다.

또한 시운전 시 해류나 조류를 옆으로 받으므로 타를 많이 틀어주는 경우도 있는데, 이로 인한 선속 감소 또한 간과할 수 없다고 본다. 이 영향을 최소화 하기 위해 좋은 시운전 해역을 찾고, 항주 방향을 적절히 결정하는 노력도 계속해야 하겠다.

### 참 고 문 헌

[1] Froude,W., "On Experiments with H. M.S.Greyhound", Trans. INA, Vol.15, 1874.

[2] Yamamoto,T., et al., "Pressure Distribution over the Surface of a Ship and its Effect on Resistance", World Engineering Congress Paper, No.789, Tokyo, 1926.

[3] Hiraga,Y., "Experimental Investigation on the Resistance of Long Planks and Ships", Trans. RINA, Vol.76, 1934.

[4] Denny,M.E., "BSRA Resistance Experiments on the "Lucy Ashton"; Part I- Full Scale Measurements", Trans. INA, Vol.93, 1951.

[5] Conn,F.C., Lackenby H., Walker W. P., "BSRA Resistance Experiments on the "Lucy Ashton"; Part II- The Ship-Model Correlation for the Naked Hull Conditions", Trans. INA, Vol.95, 1953.

[6] Lackenby,H., "BSRA Resistance Experiments on the "Lucy Ashton";

Part III- The Ship-Model Correlat. for the Shaft-Appendage Condi-tions", Trans.INA, Vol.97, 1955.

- [7] Denny,M.E., "BSRA Resistance Experiments on the "Lucy Ashton"; Part IV -Miscellaneous Investigations and General Appraisal", Trans. INA, Vol.97, 1955.
- [8] Nordstrom,H.F., "Full Scale Tests with the Wrangel and Comparative Model Tests", Publication of the Swedish State Shipbuilding Experimental Tank, No.27, 1953.
- [9] van Lammeren,W.P.A., van Manen,J. D., Lap,A.J.W., "Scale Effect Experiments on Victory Ships and Models; Part I- Analysis of the Resistance and Thrust-Measurements on a Model Family on the Model Boat D.C.Enderd Jr.", Trans. INA, Vol.97, 1955.
- [10] van Manen,J.D., Lap,A.J.W., "Scale Effect Experiments on Victory Ships and Models; Part II.- Analysis of the Wake Measurements on a Model Family and the Model Boat D.C.Enderd Jr.", Trans. INA, Vol.100, 1958.
- [11] Lab.A.J.W., van Manen,J.D. "Scale Effect Experiments on Victory Ship and Model", Trans. RINA, Vol.104, 1962.
- [12] Grothues-Spork,H., "On Geosim Tests for the Research Vessel Meteor and a Tanker", Transation of the Institute of Marine Engineers (IMarE), Vol.77 No.10, 1965.
- [13] 제107연구부회, "거대선의 속도계측 및 마력추정법의 정도향상에 관한 연구", 일본 조선연구협회보고서 제73호, 1973년 (일본어).
- [14] Canham,H.J.S., "Resistance, Propulsion and Wake Tests with H.M.S. Penelope", Trans.RINA, Vol.116, 1974.
- [15] "Code for Sea Trials", SNAME Technical and Research Code C-2, 1973.

- [16] "Guide for Sea Trial 1989", SNAME Technical and Research Bulletin, No. 3-47, 1990.
- [17] Stenson,R.J., Hundley,L.L., "U.S. Navy Full Scale Performance and Special Trials", DTNSRDC, 1980.
- [18] "Code of Procedure for Measured-Mile Trials", BSRA Report NS 56, 1964.
- [19] "Code of Procedure for Speed Trials", BSRA Report NS 465, 1977.
- [20] 시험수조위원회, "거대선의 해상시운전 시행 방안의 시안 작성에 대하여", 일본조선협회지 제442호, 1966 (일본어).
- [21] "시운전방안의 조사연구보고서", 일본조선연구협회 RR-2 보고서 R12호, 1972 (일본어).
- [22] "ITTC Guide for Measured Mile Trials", Appendix 1 of the Performance Committee Report of the 12th ITTC, Rome, 1969.
- [23] "Proceedings of 16th ITTC", Leningrad, 1981.
- [24] 양승일, 김은찬 외, "실선의 추진성능 해석기법에 관한 연구", 한국기계연구소 연구보고서, 1982.
- [25] 조선협회 수조시험협의회, "표준속도시운전 시행요령 시안과 속도시운전성적 표준 해석법 시안", 일본조선협회지 제262호, 1944년 (일본어).
- [26] "The Analysis of Surface Ship Standardization Trial Data by the Method in Use at the Devid Taylor Model Basin - The Modified Constant Power Method", DTMB, 1952.
- [27] Taniguchi,K., Tamura,K., "On a New Method of Correlation for Wind Resistance Relating to the Analysis of Speed Trial Result", Appendix 11 of the Performance Committee Report of the 11th ITTC, Tokyo, 1966.
- [28] Thomson,G.R., "B.S.R.A. Standard-method of Speed Trial Analysis", B-SRA Report, NS 466, 1978.
- [29] Jinnaka,T., "배의 속력시운전 해석에 대하여", 일본 서부조선회회보 제64호, 1882년 (일본어).
- [30] Jong,H.J., Fransen,H.P., "N.S.M.B. Trial Allowances 1976", International Ship Progress Vol.24, No.279, 1977.
- [31] Townsin,R.L., Kwon,Y.J., "Approximate Formulae for the Speed Loss Due to Added Resistance in Wind and Waves", Trans. RINA Vol.124, 1982.
- [32] "Measured Mile Course in the United Kingdom", BSRA Report TM 472, 1974.
- [33] "비대선의 추진성능에 관한 심포지움", 일본조선학회, 1975년 (일본어).
- [34] Nakamura,Y., "파랑중 저항증가 및 추진성능에 관한 내외문헌 표제집", 일본조선학회지 제558호, 1975년 (일본어).
- [35] Tamura,K., "실선 속력시운전시의 실시와 계측 및 그 결과의 해석", 일본 서부조선회회보 제82호, 1991년 (일본어).
- [36] 제208연구부회, "속력시운전시의 파랑영향 수정법에 관한 연구", 일본 조선연구협회 성과보고서 제73호, 1993년 (일본어).

## 提案募集

### ※ 書編纂에 觀한 件

본 학회에서 편찬하여서 발간하는 것이 바람직한 책을 신청 또는 제안하여 주시기 바랍니다. 제안된 件은 도서편찬위원회의 심의를 거쳐서 추진토록 하겠습니다.

수신처: 대한조선학회 도서편찬위원장

별표 : 실선 속력시운전 수행 방안 비교

명 칭	작성기관(년도)	내 용						
		시운전 상태	항주세트 수	항주 수	항로 수심	조주거리	기 상	기 타
Code for Sea Trials, Standardization Trials - SNAME, U.S.A.	The Society of Naval Architects and Marine Engineers (1973년)		최대속도와 1/2최대속도간을 4개 세트 이상	1왕복이상 조류변화 MilePost 사용 시 1.5왕복	수심H(ft), d(ft) V(knots), L(ft) H)10 d V/√L (20만DWT급 이상 은 H)100m)	3.5 mile	Heavy Ship 절대풍속 25kts 이하 Passenger 20kts 이하	선회시 타각 10 도 이내
Guide for Sea Trials, Standardization Trials - SNAME, U.S.A.	The Society of Naval Architects and Marine Engineers (1989년)		최대속도와 1/2최대속도간을 4개 세트 이상	1왕복이상 조류변화 MilePost 사용 시 1.5왕복	수심 H(m) 중앙단면 Am(m <sup>2</sup> ) 선속 V(m/s) H)5√(Am)또한 H)0.4 V <sup>2</sup>	3.5 mile	Heavy Ship 절대풍속 25kts 이하 Passenger 20kts 이하	선회시 타각 10 도 이내
Code of Procedure for Measured-Mile Trials - BSRA, U.K.	The British Ship Research Association (1964년)		4세트 이상을 하되 MCR,NCR,0.7NCR, 0.45NCR의 순서	세트당 1왕복	천수에 의한 선속 저하가 0.1% 이하가 되도록 표로 제시	표로 제시		선회시 타각 15 도 이내
Code of Procedure for Speed Trials - BSRA, U.K.	The British Ship Research Association (1977년)		4세트 이상을 하되 NCR,MCR,OverL.. 0.45NCR,0.7NCR. NCR의 순서	세트당 1왕복	천수에 의한 선속 저하가 0.1% 이하가 되도록 세분화된 표로 제시	표로 제시		선회시 타각 15 도 이내 가능한한 10도 이내
Ship Trial Trip Code - SRI, Danish	The Trial Trip Code Committee of the Danish Ship R.I. (1964년)		최대 회전수와 3/4최대 회전수 간을 6 ~ 12 주행	왕복항주 수행이 바람직				선회시 타각 10 ~ 15 도 이내
Standardization Code for Trials and Testing of New Ships. 2nd. - Norway	The Association of Ship Technical Societies in Norway (1971년)		0.75MCR, 0.9MCR. (MCR 추가가 바람직)	세트당 1왕복 이상	수심H(ft), d(ft) v(knots), L(ft) H)10 d V/√L (20만DWT급 이상 은 H)105m)		L)450 ft 의 경우 Beaufort 5 이하	
ITTC Guide for Measured-Mile Trials - 12th ITTC Update - 16th ITTC	Performance Committee. 12th ITTC (1969년) (1981년)	프로펠러 피치 4%이내 직경 4%이내 홀수 4%이내	4세트 이상		수심H, 선속V(m/s) H)3 (B-d) 또한 H)2.75 V <sup>2</sup> /g (20만DWT급 이상 은 H)96)	65K ~ 100K 0.5MCR이상 유조선만제 경우 40-L 고속화물선 경하상태 경우 25 L	Sea State 2 ~ 3 이하 풍속 12 m/s이하 조류 선속 의 9% 이내	출거 후 2주일 이내 수행
일본 운수성 고시 제174호 - Japan	일본 운수성 (1955년)	유조선:만재 화물선:1/5 재화상태	MCR,NOR를 포함한 4세트 이상	세트당 1 왕복		표로 제시	Beaufort 3 이하	출거 후 1주일 이내에 수행
초대형선 속력시운전 시행방안 (1) - Japan	일본조선학회 시험수조의원회 (1966년)	유조선:만재 일반화물선: 1/5재화 산적화물선: 적당상태	2/4,3/4(orNCR), 4/4출력의 3세트 (1/4 출력의 추가가 바람직)	세트당 1왕복 내지 1.5왕복	수심 H(m) H)3√(B-d) (20만DWT급 이상 은 H)96)	표로 제시	Sea State 3 이하 Wave 2 이하	선회시 타각 15 도 이내
RR-2 속력시운전 시행방안 (2) - Japan	일본조선 연구협회 제2기운영위원회 (1972년)	유조선:만재 일반화물선: 1/5재화 산적화물선: 적당상태	2/4,3/4(orNCR), 4/4출력 등 3 ~ 4개 세트	세트당 1왕복	수심H, 선속V(m/s) H)3√(B-d) 또는 H)2.75- V <sup>2</sup> /g (20만DWT급 이상 은 H)96)			출거 후 2주일 이내에 수행