

실선시운전 해석법 및 수행법에 대한 ISO 표준 제정 동향

김 은 찬 <한국해양연구소 선박해양공학분소>

1. 서 언

실선시운전을 목적에 따라 구분하면, 건조된 배의 성능이 모형시험 등에 의한 추정 결과와 잘 맞는가를 확인하고 다음 배의 설계에 참고하기 위한 performance trial과 배의 성능이 선주와의 계약 조건을 만족시키는가를 확인하는 acceptance trial로 나눌 수 있다.

Acceptance trial로서의 실선 시운전은 배를 만들어 선주에게 인도하기 위한 필수 과정으로서, 기술적인 면 외에도 경제적인 면도 함께 고려되어야 한다. 선발 조선국에서는 이에 대한 표준 수행법과 표준 해석법을 제정한 후 여러 차례 보완까지 한 바 있다[1]. 그 가운데 많이 인용되는 것으로 영국의BSRA(1964년, 1977년), 미국의SNAME(1973년, 1989년), 일본의 조선연구협회(1972년)에서 만든 것을 들 수 있다. 이제까지 각국별로 제정하거나 개정해 오던 시운전 관련 작업이 주춤해지고, 이제부터는 이를 ISO에서 다루기 시작하였다.

ISO(국제표준화기구)에서는 1994년 일본의 제안에 따라 실선 속력시운전 표준 해석법의 제정 절차를 밟기 시작하여, 1995년 작업반 ISO/TC 8/SC 9/WG 2를 설치하였다. 1996년 6월 1차 작업반 회의와 1998년 6월 2차 작업반 회의를 통해 WD를 만들었고, 이것을 1999년 10월 해당 기술위원회에서 CD로 확정 시켰다. 2000년 10월에는 DIS로 등록되어 2000년 8월부터 투표에 들어 갔다.

또한, ISO에서는 1998년 10월 포르투갈의 제안에 따라 실선 시운전 전반에 대한 표준 수행법의 제정 절차를 밟기 시작하여, 1999년 10월 이를 위한 작업반 ISO/TC 8/SC 9/WG 4를 설치하였다. 이는 이미 CEN(유럽표준화위원회)에서 제정 작업을 시작한 것으로, ISO가 공동 작업을 펼치게 된 것이다. 이는 2002년 10월에 FDIS로 확정될 예정이다.

본 고에서는 이상과 같은 ISO에서의 시운전 관련 표준의 제정 동향을 소개하고자 한다.

본 고에서 사용한 약어들은 다음과 같다.

- TC : Technical Committee
- SC : Sub-Committee
- WG : Working Group
- WD : Working Draft
- CD : Committee Draft
- DIS : Draft International Standard
- FDIS : Final Draft International Standard
- ISO : International Organization for Standardization
- CEN : European Committee for Standardization

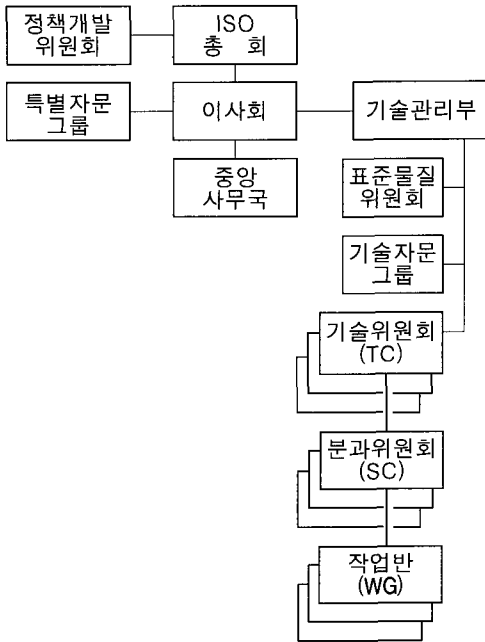
2. ISO 조직 및 표준화 과정

ISO는 각종 국제 표준을 관장하는 국제기구로

서 120개 회원국으로 결성되어 있다

ISO는 표 1과 같은 조직으로 운영되는데, TC는 현재 185개가 운용되고 있으며, 각 TC는 다시 여러 개의 SC들을 두고, 그 아래에는 다시 WG들을 두어 운용하고 있다.

표 1. ISO 활동 조직표



선박과 직접 관련된 기술위원회로는 TC 8 (Ships and marine technology)과 TC 188 (Small craft)이 있다. TC 188은 24m 이하의 소형선만을 다루고 있으며, 그 가운데에서도 구명정과 구명 장비는 TC 8에서 다루고 있다. TC 8은 표 2와 같이 11개의 SC와 그 아래 모두 32개의 WG으로 운용되고 있으며, TC 188은 표 3과 같이 SC가 없이 29개의 WG 만으로 운용되고 있다.

TC8과 그 아래의 SC 9는 일본 선박표준협회가 간사를 맡아 주도적으로 진행하고 있다.

ISO의 우리 나라의 대표는 국립기술품질원이 맡고 있으며, 선박과 관련된 TC8과 TC188에 대하

여는 부산울산지방중소기업청이 간사기관으로 활동하고 있다. 국내 산업계, 학계, 연구계로부터 9명의 전문위원을 위촉받아 자문 받고 있으며, ISO 투표 안전에 대한 의견을 수렴하기 위해 기술분야별 소위원회도 두고 있다.

표 2. ISO/TC 8 (Ships and marine technology)

분과위원회 별 작업반 내용

TC 8 / SC 1 Lifesaving and fire protection
WG 1 Life saving equipment
WG 2 Pilot and accommodation ladders
WG 3 Fire protection
TC 8 / SC 2 Marine environment protection
WG 1 Discharge control
WG 3 Environmental response
TC 8 / SC 3 Piping and machinery
WG 1 Piping and ducting systems - Identification colours
WG 2 Incinerators on board ships
WG 3 Ship machinery
WG 4 Epoxy resin fiberglass pipe and fittings for shipboard use
WG 5 Pressure/vacuum valves for cargo tanks
WG 6 Potable water systems and drainage systems
WG 7 Heating, ventilation and air conditioning
WG 8 Piping systems
TC 8 / SC 4 Outfitting and deck machinery
WG 1 Launching appliances for davit-launched lifeboats
WG 2 Deck machinery
WG 3 Outfitting
TC 8 / SC 5 Ships' bridge layout
TC 8 / SC 6 Navigation
WG 1 Gyro compasses
WG 2 Marine echo-sounding equipment
WG 3 Magnetic compasses and binnacles
WG 4 Magnetic moment
WG 5 Night vision equipment for high speed craft
TC 8 / SC 7 Inland navigation vessels

기술보고 | 실선시운전 해석법 및 수행법에 대한 ISO 표준 제정 동향

표 2. 계속

TC 8 / SC 8 Structures
WG 1 Bulk carriers
WG 2 Windows and side scuttles
TC 8 / SC 9 General requirements
WG 1 Review of existing maritime standards
WG 2 Speed sea trial
WG 3 Compendium of standards
WG 4 Sea trials
TC 8 / SC 10 Computer applications
WG 1 Fleet management network
WG 2 Computer applications (Revision of ISO 7462 and ISO 7463)
WG 3 Programmable electronics in marine applications
WG 4 Shipboard loading instrument
WG 5 Product structure directory standard for ships
TC 8 / SC 11 Intermodal and short sea shipping

WG 21 Cockpits and cockpit drainage
WG 22 Stability
WG 23 Ventilation of engine and fuel compartments
WG 24 Field of vision from helm position
WG 25 Manoeuvring speed and powering
WG 26 Joint TC 188-TC 8/SC 6 WG : Compasses
WG 27 Personal watercraft
WG 28 Joint TC 188-TC 43/SC 1 WG : Measurement of airborne noise
WG 29 Galley stoves
WG 30 Navigation lights

표 3. ISO/TC 188 (Small craft) 작업반 내용

TC 188 Small craft
WG 1 Propeller tapers
WG 2 Inflatable boats
WG 3 Deck fittings and rigging parts
WG 4 Anchor chains
WG 5 Engine and propulsive systems
WG 6 Retention systems
WG 7 Steering gear
WG 9 Main dimensions of the craft and identification of the hull
WG 10 Electrical equipment
WG 11 Sea-cocks and through-hull fittings
WG 12 Fire protection
WG 13 Operating symbols
WG 14 Personal safety equipment
WG 15 Liferafts
WG 16 Gaseous fuel systems
WG 17 Owner's manual
WG 18 Scantlings
WG 19 Interchangeability dimensions of navigation lights
WG 20 Windows, portlights, hatches, deadlights and doors

3. 속력시운전 해석법 표준 제정 동향

1994년 10월 ISO/TC 8에서는 일본측에서 제출한 “Evaluation on speed trial under wind and waves” 라는 제목의 속력시운전 표준해석법 제정 신청을 접수하여, 찬반 투표를 실시하였다. 1995년 10월 이를 추진하기로 하고, 작업반 ISO/TC 8/SC 9/WG 2를 설치하였다. 이 작업반의 책임자는 일본 SRC의 Dr. Kitagawa가 맡고, 의장은 Osaka 대학의 Prof. Naito가 맡았다.

각국으로부터 작업반 위원 신청을 받았는데, 우리나라에서는 선박해양공학분소의 김은찬과 울산대학교의 권영중이 추천되었다.

일본에서 처음 만든 이 해석법은 일본조선연구협회 제208부회가 1993년에 발표한 “속력시운전 시의 파랑 영향 수정법에 관한 연구” 결과[2]를 바탕으로 한 것이다.

이 방법은 파랑에 의한 부가저항 가운데 선체 운동에 의한 부가저항은 Maruo의 방법으로 계산하고, 반사파 영향에 의한 부가저항은 Faltinsen 방법이나 Fujii-Takahashi 방법으로 계산하여 합산하도록 되어있다. 또한 조타의 영향을 경험적인 조타저항감소계수와 횡방향 부가질량계수를 사용하여 수정하도록 되어있다. 부가저항으로부터 선속 감소를 계산하는 전반적인 흐름은 Taniguchi-Tamura 방법을 사용하고 있다[3].

1996년 6월에 일본선박표준협회에서 ISO/TC 8/SC 9/WG 2의 1차 모임이 있었다. 이 작업반 회의에는 일본 대표 4명과 한국 대표 1명만이 참석하였다. 이 회의에서는 파랑에 의한 부가저항 계산은 한가지 방법을 택하지 않고 몇 가지 방법을 예로서 제시하기로 하고, Kwon 방법과 Townsin-Kwon 방법을 추가하기로 하였다. 한편 조타에 의한 영향은 그 수정량이 작으므로 제외시켰다.

이렇게 만들어진 WD[4]는 1996년 10월 ISO/TC 8 기술위원회 협의 결과, 보완하는 것으로 결정되었다. 바람과 파랑뿐만 아니라 흡수, 선체표면거칠기, 수온, 수심 등을 종합적으로 추가하도록 한 것이다.

이에 따라 ISO/TC 8/SC 9에서는 WG 2의 전문가를 보완하였는데, 변경된 작업반의 책임자는 일본 IHI 연구소의 Mr. Fujino이고, 의장은 Yokohama 대학의 Prof. Ikehata가 맡았으며, 우리나라의 위원은 그대로 계속하기로 하였다. ISO/TC 8/SC 9에서는 1997년 12월말까지 속력시운전 수행 및 해석법에 대한 의견을 각국으로부터 모아서 1998년 3월까지 2차 WD 초안[5]을 만들었다. 2차 WD 초안을 가지고 1998년 6월에 ISO/TC 8/SC 9/WG 2의 2차 모임을 가졌다. 이 2차 작업반 회의는 각국 대표로 일본 7명, 한국 1명, 미국 1명 및 독일 1명이 참석하였는데, 해석 방안보다는 해상상태와 계측 방안 등 그 기준에 대한 토의가 중점적으로 이루어졌다. 그 최종안의 문안은 미국 대표가 다듬어 주기로 하였다.

이렇게 만들어진 2차 WD[6]는 ISO/TC 8 총회에 상정하기 전에 1999년 3월 미리 회원국들에게 회람을 시켜 보완을 하였다. 그 과정에서 Fujii-Takahashi 방법과 Kwon 방법은 본문에 간략한 언급만 있을 뿐 설명은 생략되었으며, Townsin-Kwon 방법은 본문에서는 언급되지 않은 채 참고 문헌에서만 실리게 되었다. 이러한 마지막 수정 과정은 작업반 위원들 간의 구체적인 협의가 없이 간사를 맡고 있는 일본측에 의해 이루어졌다.

표 4. 속력시운전 해석법 CD15016 개요

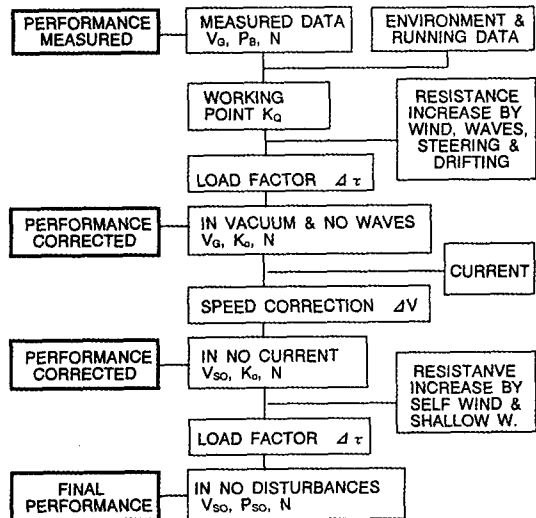


표 5. 속력시운전 해석법 CD15016 목차

서언

1. 적용범위
2. 기준 문헌
3. 정의, 기호 및 약어
4. 시운전 상태
 - 4.1 바람
 - 4.2 해상상태
 - 4.3 수심
 - 4.4 조류
5. 속력 및 동력 계측
 - 5.1 항주
 - 5.2 조타
 - 5.3 계측 및 관찰자료
 - 5.3.1 일반자료
 - 5.3.2 항주시 자료
6. 해석과정
 - 6.1 계측시 성능의 확인
 - 6.1.1 성능 계측
 - 6.1.2 프로펠러 작용점
 - 6.1.3 반류비 등 계산
 - 6.2 외란에 따른 저항증가 수정
 - 6.2.1 저항 증가에 따른 하중 변화
 - 6.2.2 토오크 곡선
 - 6.2.3 저항증가 후 프로펠러 작용점
 - 6.2.4 저항증가 수정 후 대지속도
 - 6.3 조류 수정

기술보고 | 실선시운전 해석법 및 수행법에 대한 ISO 표준 제정 동향

- 6.3.1 조류곡선의 작성
- 6.3.2 조류 수정 후 대수속도
- 6.4 정수중 성능의 확인
 - 6.4.1 토오크 곡선의 작성
 - 6.4.2 정수중 성능
- 6.5 천수 영향에 따른 속도 수정
- 6.6 최종 선박 성능
- 7. 해석법 예제

- 부록
 - A. 바람에 따른 저항 증가
 - B. 파랑에 따른 저항 증가
 - B.1 파랑에 의한 저항증가 응답함수
 - Faltinsen 방법
 - B.2 파랑에 의한 저항증가 계산
 - C. 조타 효과
 - C.1 침로유지를 위한 조타 효과
 - C.2 표류각 효과
 - D. 수온 및 염도 효과
 - E. 선박상태 효과
 - E.1 배수량과 트림
 - E.2 선체 및 프로펠러 표면 거칠기
 - F. 천수 효과
 - G. 참고문헌

이렇게 수정된 2차 WD는 1999년 6월 회원국들에게 보내져 찬반 투표를 하였는데, 찬성 11개국, 반대 1개국, 기권 2개국으로 집계되었다. 이어서 1999년 10월에 있는 ISO/TC 8 총회에 이 표준안이 상정되어 CD 15016으로 확정되었다.

현재 DIS로 등록되어 2000년 8월부터 투표에 들어 갔는데 내년중에 FDIS로 확정될 것으로 보인다.

이렇게 진행되고 있는 ISO CD 15016의 최종 제목은 "Guidelines for the assessment of speed and power performance by analysis of speed trial data"이다. 그 개요와 내용은 각각 표 4, 5와 같다

4. 시운전 계획-수행-보고서작성 표준 제정 동향

1998년 10월 ISO/TC 8에서는 포르투갈이 제출한 "Guide for planning, carrying out and

표 6. 실선 시운전 계획-수행 보고서 초안 목차

Index

1. Purpose
2. Scope
3. General information on sea trials
4. Planning of sea trials
5. Propulsion trials
 - 5.1. Speed trial
 - 5.2. Fuel consumption trial
 - 5.3. Endurance trial
 - 5.4. Astern trial
6. Control system trials
 - 6.1. Steering gear trials
 - 6.2. Thrusters trials
 - 6.3. Fin stabilizers trial
7. Manoeuvring trials
 - Coasting stop trial
 - Pull-out trial
 - Acceleration trial
 - Turning circle trial
 - Accelerating turn trial
 - Zig-zag trial
 - Stopping trial
 - Parallel course trial
 - Traversing trial
 - Williamson's turn trial
8. Miscellaneous tests
 - 8.1. Anchor handling test
 - 8.2. Structure vibration tests
 - 8.3. Noise level test
9. Glossary of technical terms adopted in this guide
10. Standards references

Annexes

reporting sea trials" 라는 제목의 실선 시운전 전반에 대한 계획, 수행 및 보고서 작성에 대한 표준 제정 신청을 접수하여, 찬반 투표를 실시하였다. 1999년 10월 이를 추진하기로 하고 작업반 ISO/TC 8/SC 9/WG 4를 설치하였다.

이는 CEN의 TC 300 (Sea-going vessels and marine technology)에서 이미 동일한 내용으로 착수하여 진행중인 CEN/TC 300/WG 1과 병행하기로 한 것이며, 그 작업반의 의장인 포르투갈의 Mr. Campos가 ISO/TC 8/SC 9/WG 4의 의장을

겸하도록 하였다. 따라서 초안 작성의 주도권은 ISO 보다는 CEN 측의 작업반에 있는 상황이다.

1999년 10월에 있는 ISO/TC 8/SC 9 본 회의에 우리나라측에서는 참석을 않았었는데, 이 때 일본측에서는 CEN과 ISO의 합동 회의를 제의하는 등 적극적인 입장을 취했으나, 의장인 Mr. Compas는 개별적인 의견 접수는 받겠으나 합동회의는 필요한 경우에만 하겠다는 등의 소극적인 입장을 취한 바 있다.

당초 우리나라는 이 수행법 표준의 제정에는 소극적인 입장이었으나, 절대다수의 찬성에 의해 표준화하기로 결의된 이상 적극적인 자세로 대처를 하기로 하였다. 따라서 뒤늦게 ISO 작업반의 우리나라 대표로 선박해양공학분소의 김은찬을 추천하였고, 2000년 3월 ISO/TC 8/SC 9가 이를 승인하였다.

현재 검토중인 초안 "Guide for planning, carrying out and reporting sea trials"의 목차는 표 6과 같다. 이 초안에 대해 2000년 5월에 국내 조선업계의 의견을 모아 수정안을 제출하였으며 10월에는 ISO와 CEN의 공동 작업반 회의가 있을 예정이다.

5. 결 토

(1) ISO 속력시운전 해석법 표준에 대하여

부가저항에 따른 선속 감소를 계산함에 있어서, Taniguchi-Tamura 방법을 사용하였는데, 다른 방법들에 비해 계산 과정이 매우 복잡하기는 하지만 합리적인 방법으로 판단된다.

바람에 의한 부가저항에 있어서, 풍동시험 결과의 사용을 원칙으로 하고 있으나 유사선 자료의 활용도 가능하다고 하고 있으므로 별 문제는 없다고 판단된다. 그러나 풍속을 예측하는 위치에 따른 영향을 간과하고 있으므로 이에 대한 검토가 필요한 것으로 판단된다.

파랑에 의한 부가저항에 있어서, Maruo 방법과

Faltinsen 방법을 기준으로 제시하고 있는데, 이 방법이 논리적 근거가 취약한 점은 있으나, 수정량은 충분하다고 판단된다. 또한 Fujii-Takahashi 방법이나 Kwon 방법의 사용도 가능하다고 언급하고 있으므로 적용 상에 큰 문제는 없는 것으로 판단된다.

이 표준해석법에 언급되지는 않았으나, Gerritsma-Buckelman의 스트립법에 의해 선체운동에 따른 저항증가를 계산하는 방법도 과학적인 근거 하에 적절한 값을 준다고 판단된다.

또한 파랑을 파장이 짧은 일반파랑과 파장이 긴 swell로 구분하여 해석하고 있는데, 두 가지 파랑의 관측 방안과 적용 방안도 면밀히 검토되어야 할 것으로 판단된다.

(2) ISO 시운전 계획-수행-보고서 표준에 대하여

CEN/TC 300/WG 1에서 제공한 표준안의 초안을 보면, 전체적으로 시운전 항목이 너무 많으며, ISO에서 CD로 확정된 속력시운전 해석법 표준과 상이한 점이 있고, IMO에서 결론을 내지 못한 내용도 포함하고 있어 논란의 소지가 많다고 판단된다.

그 가운데 크게 눈에 띄는 점들을 보면 다음과 같다.

연료소모율 계측은 공장 시운전에서 다루어지는 항목인데, 이를 해상 시운전 항목에 포함시켰고, 모든 배에 대해 경사시험을 먼저 해야 하는 것으로 되어 있으며, 시운전 항목도 현재 일반적으로 시행되지 않는 것까지 지나치게 많이 포함되어 있다. ISO 속력시운전 해석법에서는 추진 동력에 있어서 토오크 계측이 필수 항목이 아닌 것으로 되어 있는데, 여기서는 MCR 2,000 kw 이상의 경우에는 필수 항목으로 되어 있다. 조종성능 관련 시운전 항목에 있어서 IMO에서 결론을 내리지 못한 사항들 까지도 필수 항목으로 삽입되어 있다. 조선소 입장에서 시행하기 어려운 내용들이 많이 포함되어 있다고 판단된다.

기술보고 | 실선시운전 해석법 및 수행법에 대한 ISO 표준 제정 동향

현재 국내 조선업계에서는 공동으로 의견이 반영될 수 있도록 다방면의 노력을 기울이고 있다.

(3) 기타 실선시운전 관련 국제활동에 대하여

한편 ITTC(국제수조회의)에서는 1996년 21차 총회에서 'Committee on trials & monitoring' 을 만들어 시운전 전반에 대한 문제를 다루었으며, 1999년 22차 총회에서는 'Committee on speed & powering trials' 을 구성하여 속력시운전에 대한 문제를 깊이 다루기 시작하였다. 우리나라에서는 현대중공업의 염덕준 박사가 위원으로 참여하여 활동하고 있다.

ISO와 ITTC 간의 업무내용 차별화가 잘 되고, 우리나라의 의견이 ITTC에서도 각각 잘 반영되기를 기대한다.

참고문헌

- [1] 김은찬, "실선 저항추진시험 실적과 속력시운전 표준방안 비교", 대한조선학회지 제31권 1호, 1994년.
- [2] "속력시운전 시의 파랑영향 수정법에 관한 연구", 일본조선연구협회 제208연구부회 보고서,

1993.3. (일본어)

- [3] "Evaluation on Speed Trial under Wind and Waves", Working Draft of ISO/TC 8/SC 9/WG 2, March 1996.
- [4] "Evaluation on Speed Trial under Wind and Waves", Working Draft of ISO/TC 8/SC 9/WG 2, Jun 1996.
- [5] "Guidelines for the Assessment of Speed and Power Performance by Means of Speed Trial", Working Draft of ISO/TC 8/SC 9/WG 2, March 1998.
- [6] "Guidelines for the Assessment of Speed and Power Performance by Analysis of Sea Trial Data", Working Draft of ISO/TC 8/SC 9/WG 2, December 1998.
- [7] "Guidelines for the Assessment of Speed and Power Performance by Analysis of Speed Trial Data", Working Draft of ISO/TC 8/SC 9/WG 2, July 1999.
- [8] 김은찬 외, "ISO/TC 8에서 제정중인 속력시운전 해석법의 전산 프로그램", 대한조선학회 1999년 추계학술대회, 1999.11.



김 은 찬

- 1952년 6월 4일생
- 1990년 인하대학교 박사
- 현 직: 한국해양공학연구소 선박해양공학분소 책임연구원
- 관심분야: 선박저항추진
- 전 화: 042-868-7241
- E-mail: eckim@kriso.re.kr