

# 선박의 속력성능에 관한 연구

권영중\*

\*울산대학교 수송시스템공학부

## A Research on Ship Speed Performance

YOUNG-JOONG KWON\*

\*School of Transportation System Engineering, University of Ulsan, Ulsan, Korea

**KEY WORDS:** Speed Loss 선속손실량, Power Increase 동력증가량, Weather Intensity 기상 격렬도, Ship Type and Others 선종등, Hull Roughness 표면조도

**ABSTRACT:** Using motions (Maruo) and wave reflection resistance (the author), speed loss due to wind (van Berlekom) and ITTC standard spectrum, and various effects of weather:(such as weather intensity, ship type, ship size and draught) on ship speed performance at sea were investigated. Further, a comparison of the relative effects of weather and hull roughness on speed loss was also studied for a VLCC.

### 1. 서 론

실제 해상에서 파도, 바람 및 표면조도 등에 기인된 선속의 손실 및 동력의 증가량을 신빙성 있게 구할 수 있다면 경제적인 측면에서나 기술적인 측면에서 그 이용가치는 지대하다는 것은 주지의 사실 이다. 예를 들면 시운전 해석법의 개선, Service Power Margin 산정법의 개선, 경제적인 최적속력 산정법의 개선, 용선계약의 이행도 제고 등을 위하여 이 분야 연구개발의 필요성이 오래 전부터 많은 학자들에 의하여 강조되어 오고 있다(ITTC 1978 and 1981).

하지만 선박의 속력 성능해석에는 비선형적이고 불규칙적이며, 불확실한 요소가 너무 많으므로 해석이 쉽지 않다. 이에 아래와 같은 견지에서 선박 성능특성을 이론적으로 추정하고 이 결과를 검토해 보았다.

- 해상의 기상격렬도(Weather Intensity), 선종 및 배의 크기 등이 선박의 바람 및 파랑 저항비에 미치는 영향(탱커, 컨테이너선, 여객선)
- 해상에서 기상격렬도가 선박의 1마일당 에너지 소모량 및 동력 증가량에 미치는 영향(VLCC,  $Fn=0.12$  및  $0.15$ , 경하상태 및 하중상태)
- 해상의 기상상태 및 표면조도가 선박 속력 손실량에 미치는 상대적 영향(VLCC)

### 2. 선박 속도 성능 해석

#### 2.1 해석을 위한 팩키지법(Routine)의 구성 및 신빙성

제1저자 권영중 연락처: 울산광역시 남구 무거2동 산29  
052-259-2153 yjkwon@mail.ulsan.ac.kr

선박속도 성능해석을 위한 팩키지법을 아래와 같이 구성했다.

- (1) 규칙파 운동에 기인된 파랑부가저항 산정법 : Maruo(1960)
- (2) 규칙파의 반사파 및 회절파에 기인된 파랑부가저항 산정법 : Kwon(1982) 및 Townsin and Kwon(1993)
- (3) 바람저항 산정법 및 하중변화에 따른 추진효율 변화량 산정법 : van Berlekom(1981)
- (4) 표면조도에 기인된 손실량 산정법 : Townsin and Dey(1990)
- (5) 해상 상태의 스펙트럼 : Pierson-Moskowitz(1964) 및 ITTC 표준 스펙트럼
- (6) 규칙파 저항으로부터 불규칙파 저항 산정법 : ISO(2000)

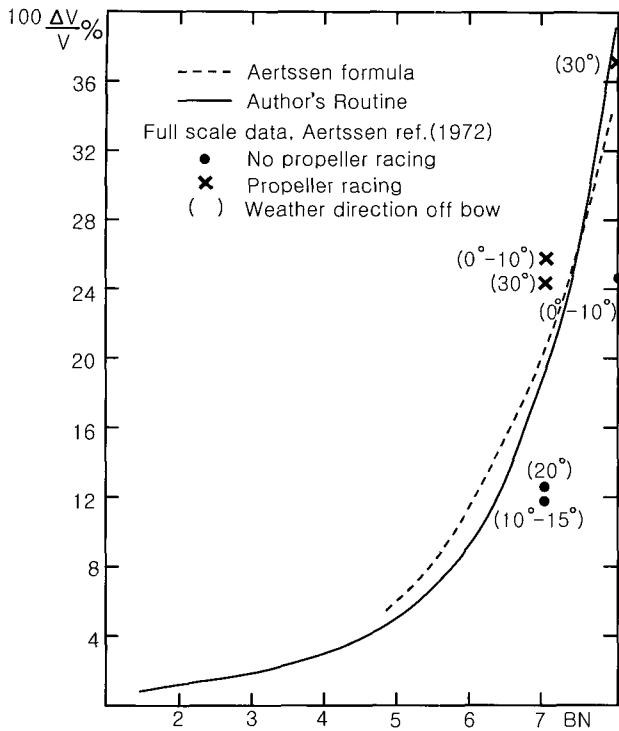
위의 팩키지 구성에 이용된 각 방법들의 신빙성은 아래와 같이 세계적으로 공인된 기관 및 전문가들로부터 검증되고, 인용되는 법들이므로 일단은 이용 가능성이 있는 것으로 판단된다.

또한 본 Routine의 결과와 Aertssen(1972)의 실선자료 및 약산식 결과와를 Fig.1에서 비교하였다. 여기서  $\Delta V$ 는 속력 손실량을 의미하며 V는 항해속력을 나타낸다. 비록 실선자료가 충분치 못하기는 하지만 이 그림에서도 본 법의 신빙성을 감지할 수 있겠다.

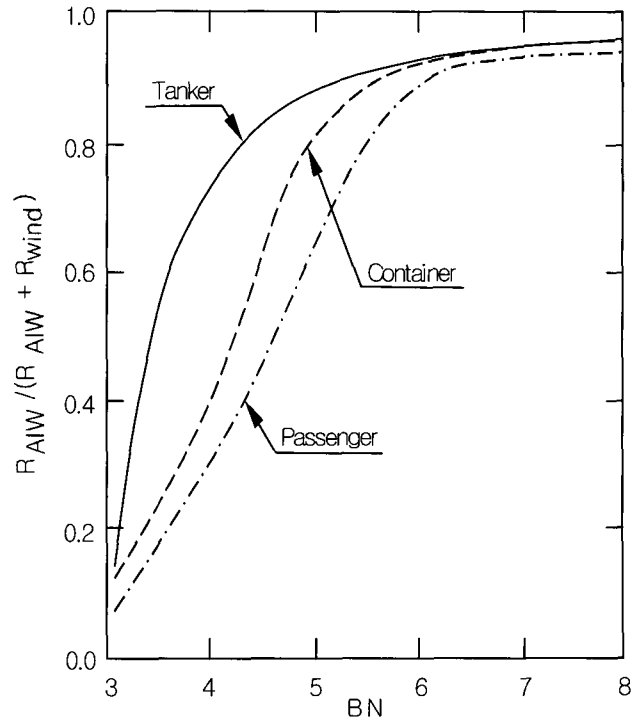
위의 요소법 중에서 특별히 (1), (2), (3), (4), (6)번 등은 ISO(2000)도 추천하고 있다. 또한 (5)번의 법은 일찍이 미국의 Navy Oceanographic Office가 채택하였으며, 국제수조회의(ITTC, 1969 및 1981)도 추천한 바 있다.

#### 2.2 선속성능해석

Table 1과 같은 선박을 공시선으로 해서 성능을 분석해 보았다. 탱커, 컨테이너선, 여객선 등 3가지 선종을 4가지 종류의 크기별로 해상에서의 바람 및 불규칙파에 기인된 부가저항비를 각종 Weather Intensity에 대하여 구하고, 이를 Fig. 2.a부터 Fig 2.d



**Fig. 1** Comparison of the author's routine with aertssen formula and data for containership DART EUROPE  $\nabla = 30,000m^3$ ,  $C_B=0.59$ ,  $L_{PP}=218m$

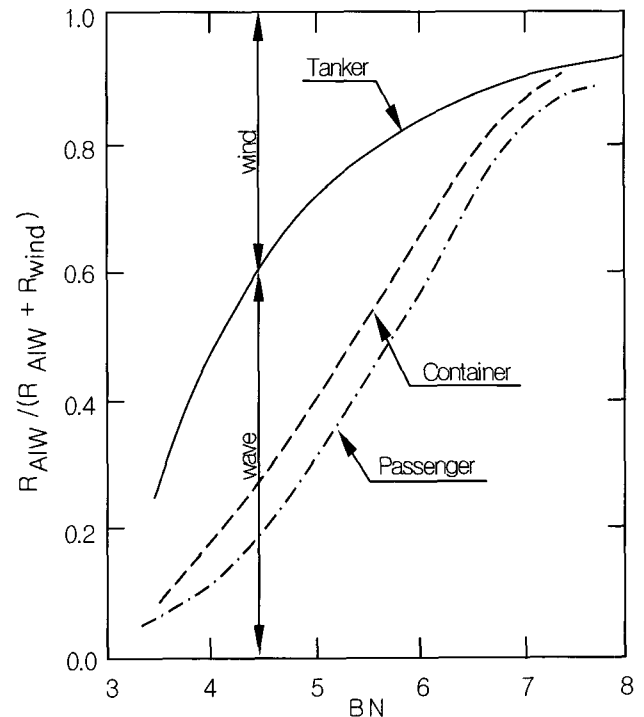


**Fig. 2.a** Effect of weather intensity and ship type on the ratio of resistance increase due to wind and waves ( $L = 100m$ , laden)

수록하였다. 여기서  $R_{AIW}$  및  $R_{wind}$ 는 해상 파랑에 의한 부가저항 및 바람에 의한 부가저항을 각각 의미한다. 이 그림은 일반적으로 뚝뚝한 선형일수록 바람 부가저항이 파랑부가저항보다 상대적으로 큼을 알 수 있다. 말하자면 이러한 경향이 여객선,

**Table 1** Principal particulars of each parent ship

ship forms		VLCC	container ship	passenger ship
particulars				
length between perpendiculars (m)		336	274	125
breadth, moulded (m)		55.40	32.2	17.4
depth, moulded (m)		28.75	24.6	9.15
mean draft, moulded (m)	ballast	10.63 ( $d_{F.P.} = 8.25$ , $d_{A.P.} = 13.00$ )	-	-
	load (even)	22.35	10.97	6.1
displacement volume ( $m^3$ )	ballast	156,163	58,252	-
	load	349,944	97,835	7,297
block coefficient		0.84	0.62	0.55



**Fig. 2.b** Effect of weather intensity and ship type on the ratio of resistance increase due to wind and waves ( $L = 200m$ , laden)

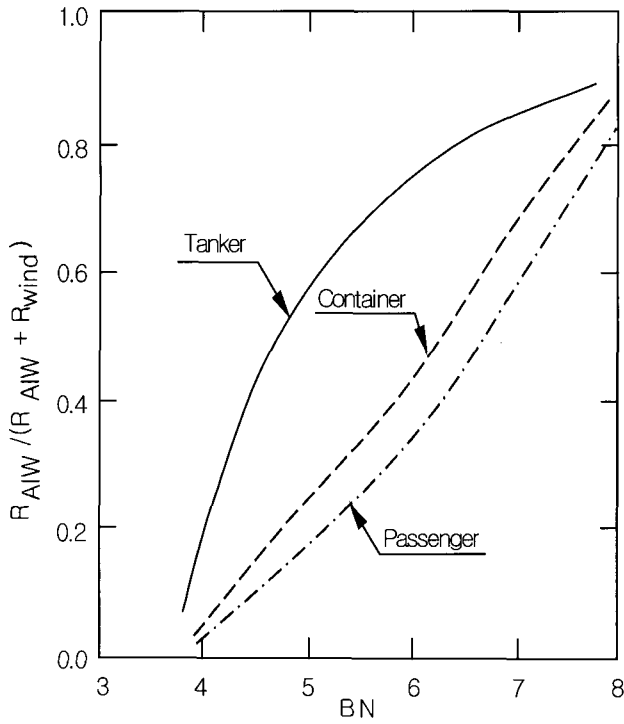


Fig. 2.c Effect of weather intensity and ship type on the ratio of resistance increase due to wind and waves ( $L = 300\text{m}$ , laden)

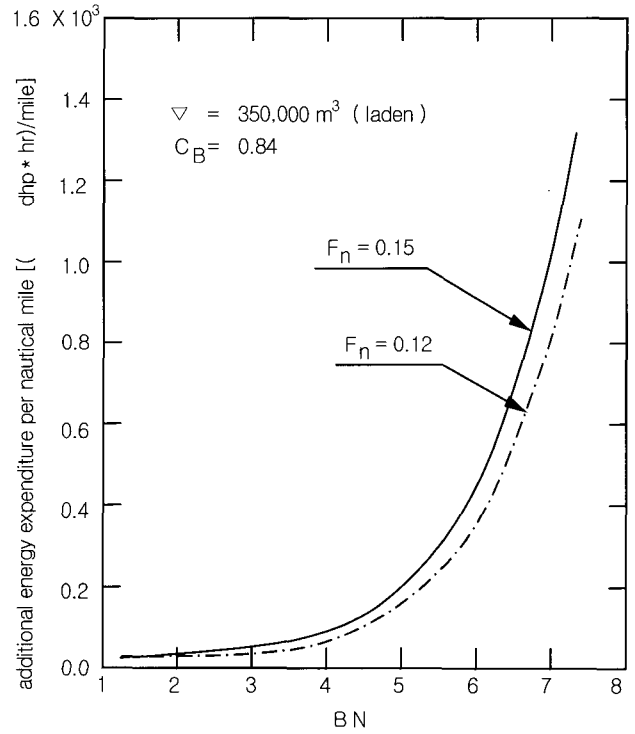


Fig. 3 Effect of weather intensity on the additional energy expenditure per nautical mile (VLCC)

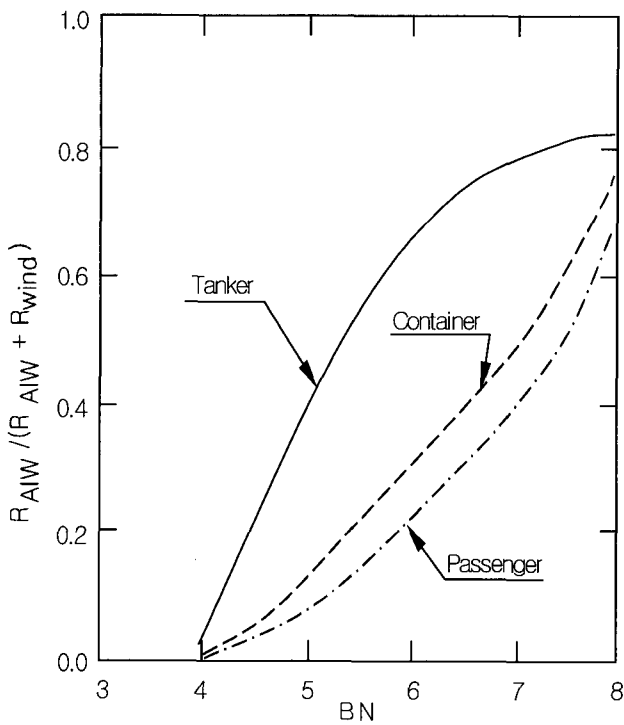


Fig. 2.d Effect of weather intensity and ship type on the ratio of resistance increase due to wind and waves ( $L = 400\text{m}$ , laden)

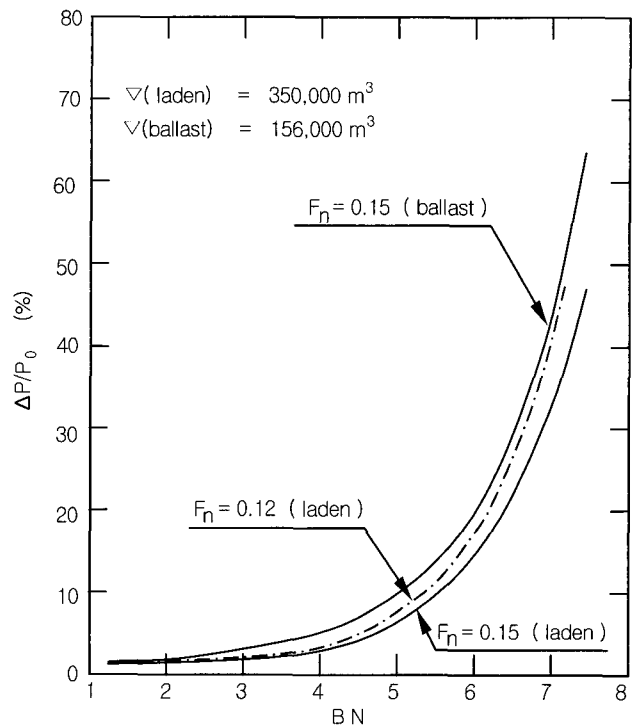


Fig. 4 Effects of ship's draught and speed on the ratio,  $\Delta P / P_0$  (VLCC)

컨테이너선 및 탱커선 순으로 갈수록 더욱 더 두드러짐을 알 수 있다. 또한 같은 종류의 선형에서는 크기가 커질수록 바람부가 저항의 영향이 파랑부가저항보다 상대적으로 증대됨을 알 수 있다.

또한 Fig. 3 및 Fig. 4를 통하여서 VLCC선형은 BN(Beaufort Number)이 6 이상 되면 해상마일당 부가에너지 및 동력증가량이 급상승함을 알 수 있다. 이러한 경향은 경하상태와 하중상태의 흡수에서 비슷하게 나타나고 있다. 따라서 BN≥6이상에서는 VSL(Voluntary Speed Loss)발생이 예견되며, VLCC의 속력시운전은 반드시 BN=6 이하에서 시행됨이 요청된다. 이 그림에서 P<sub>0</sub>는 잔잔한 해상에서의 소요동력이며, ΔP는 기상상태 때문에 추가로 증가시켜야할 동력을 의미한다.

한편 Fig. 5에서 VLCC의 해상속력 손실량 측면에서 기상(바람 및 파랑) 상태와 표면조도의 상대적 영향을 비교를 시도하였다. 이 두 영향을 한 개의 그림에서 비교하는 것은 쉽지 않겠다. 하지만 Townsin et al.(1975) 및 Lindenmann and Robertsson(1980) 등이 Persian Gulf-Europe 항로의 기상 상태를 분석한 결과에 의하면 2≤BN≤5의 기상상태가 전체의 80% 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

Table 2 Hull roughness effect vs. weather effect

hull roughness(μm)	Speed loss due to hull roughness(kt)	corresponding weather
20	0.35	mean of 2≤BN≤5
350 (average, assumed)	0.68	1.9 × (mean of 2≤BN≤5)
600 (poor, assumed)	1.07	3.1 × (mean of 2≤BN≤5)
increase from 220 to 500	0.64	1.8 × (mean of 2≤BN≤5)

한편 Byrne(1980)은 운항중인 탱커의 평균조도가 350μm이며, 상태가 나쁜 배 경우는 600μm 짜리도 있다는 것을 밝힌 바 있다. 또한 영국선박연구소(BSRA)는 신조선 경우의 평균 표면조도가 125μm라고 발표하였다.

이상을 감안해서 항로의 평균기상상태를 2≤BN≤5라고 보고, 운항중인 탱커의 평균 표면조도가 350μm임을 감안할 때 표면조도에 기인된 평균속력 손실량이 항로의 바람 및 파랑에 기인된 평균 속력 손실량보다 2배 이상임을 Fig.5는 보여주고 있다. 또한 운항중인 배 중에서 표면조도가 불량한 600μm경우는 이로 인한 속력 손실량이 항로의 기상상태로 인한 속력 손실량의 3배에 달할 수 있음도 이 그림에서 알 수 있다. 또한 평균기상상태에 기인된 속력 손실량은 220μm인 표면조도에 해당하는 손실량과 같음도 알 수 있다. 이를 좀더 구체적으로 비교해 보면 Table 2와 같다.

### 3. 결 론

본 논문의 2장에서 검토된 내용으로부터 아래와 같은 결론을 얻을 수 있다.

- (1) 해상의 항로에서 파랑부가저항에 대한 바람부가저항의 상대적 크기는 선박이 뚝뚝해 질수록(즉 여객선, 컨테이너선 탱커선 순으로 갈수록) 증대되며, 같은 선형에서는 선박의 크기가 커질수록 역시 커짐을 알 수 있다.
- (2) VLCC경우에 항로의 바람 및 파랑에 의한 동력(속력) 손실량은 BN≥6에서 급증함이 예측된다. 따라서 VSL발생이 예견되는 BN≥6이상에서의 속력시운전은 시행치 말아야 할 것이다.
- (3) VLCC 경우의 속력 손실량 측면에서 볼 때 표면조도에 기인된 손실량이 항로의 바람 및 파랑에 기인된 손실량보다 1.8~3.1배로 큼을 알 수 있다.

### 후 기

이 논문은 울산대학교의 연구비로 수행되었으며, 이에 감사한다.

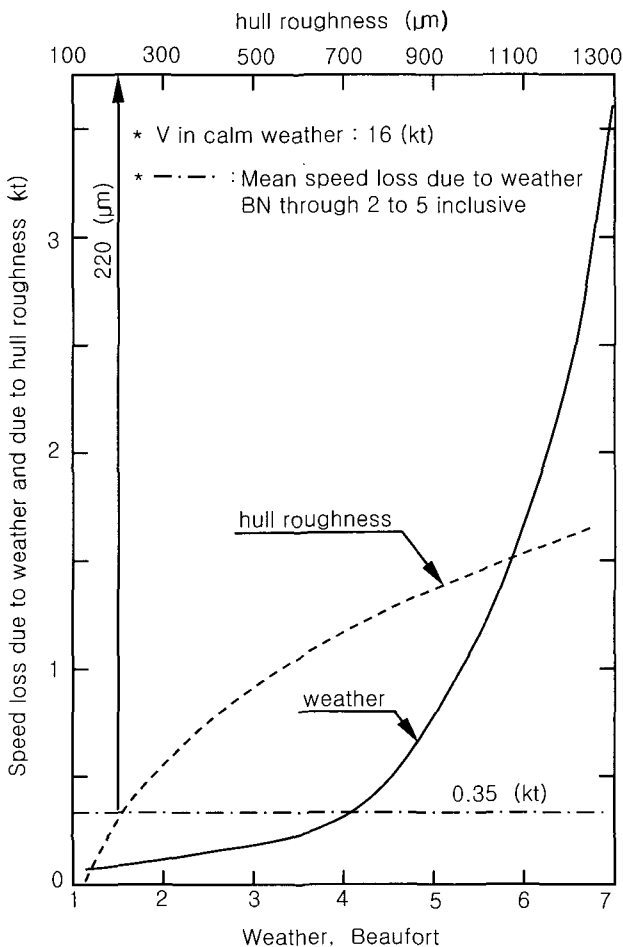


Fig. 5 Comparison of the relative effect of weather and hull roughness on speed loss (VLCC, laden, ∇=350,000 m<sup>3</sup>)

## 참 고 문 헌

- Aertssen, G and van Sluys, M.F. (1972), "Service Performance and Seakeeping Trials on a Large Containership", Tran. RINA, Vol 114, pp 429-447.
- Byrne, D. (1980), "The Hull Roughness of Ships in Service", M.Sc. Thesis, Dept. of Naval Arch. and Shipbldg., Univ. of Newcastle upon Tyne, U.K, pp 1-169.
- ISO (2000), "Guidelines for the Assessment of Speed and Power Performance by Analysis of Speed Trial Data", ISO/DIS 15016, pp 1-41.
- ITTC (1990), "Hull Roughness,". Report of the Performance Committee, 19th ITTC, pp 262-265.
- ITTC (1978, 1981), Seakeeping and Powering Performance Committees, Esp. 15th & 16th ITTC Proceedings, pp 375-380 (15th) & pp 129-247 (16th).
- ITTC (1969), "Report of the Seakeeping Committee", 12th ITTC, Tokyo, pp 694-811.
- Kwon, Y.J. (2000), "Estimating the Effect of Wind and Waves on Ship Speed Performance", The Naval Architect, Sept., RINA, pp 96-104.
- Kwon, Y.J. (1982), "The Effect of Weather, Particularly Short Sea Waves, on Ship Speed Performance", Ph.D. Thesis, University of Newcastle upon Tyne, U.K., pp 1-332.
- Lindenmann, K. and Robertsson, S. (1980), "An Analysis of the Weather Slow-Down of a SBT-tanker in Ballast With Special Emphasis on Added Resistance", DNV Report 80-0641 (Limited Distribution), pp 1-49.
- Maruo, H. (1960) " On the Increase of the Resistance of a Ship in Rough Seas", JSNAJ, Vol 108, pp 86-92.
- Pierson, W.J. and Moskowitz, L. (1964), "A Proposed Spectral Form for Fully Developed Wind Sea", J. Geophys. Res. 69, pp 5181-5203.
- Townsin, R.L. and Kwon, Y.J. (1993), "Estimating the Influence of Weather on Ship Performance", Tran. RINA, Vol 135, pp 191-209.
- Townsin, R.L. et al. (1975), "Monitoring the Speed Performance of Ships", Trans. NECIES, Vol 91, pp 1-20 (Advance Copy).
- Van Berlekom, W.B. (1981), "Wind Forces on Modern Ship Forms- Effects on Performance", Trans. NECIES, Vol 97. pp 123-134.

---

2002년 11월 13일 원고 접수

2003년 2월 4일 최종 수정본 채택