

ISO15016:2015에 의한 속력 시운전 해석결과 비교 및 최적화 방안 (Tanker, Bulk Carrier)

김종균, 김동언 (성동조선해양)

1. 서론

MEPC 68차 회의 결과에 의해 2015년 9월 1일 이후 속력 시운전을 수행하는 선박의 경우 ISO15016:2015가 적용이 되었으며, ISO15016:2002의 내용에 비해 많은 부분 개정이 있었다. ISO15016:2015의 경우 ITTC (문서 7.5-0401-01.2) 개정 권고안 대부분이 반영 되었는데, 특히 파도, 공기저항 추정 실험식, 차트 등이 상세하게 기술되어 있다. 그리고 시운전 수행 조건을 포함한 풍속, 파고, 조류, 시운전 항로 등에 이르기까지 많은 제약조건을 두고 있다.

이에 본 연구는 ISO 15016:2015를 적용하여 시운전 실시한 주요 선박(Bulk & Tanker)에 대해 ISO 15016:2015 속도해석 프로그램인 i-STAP (KRISO), PrimeShip (NK), STAIMO (MARIN)을 적용하여 그 결과값을 비교 하였으며, 부가저항을 가져오는 주요인자 중 바람, 파도, 조류, 변동하중에 대한 보정방법에 따라 해석결과에 차이가 발생하는 바, 2가지 선종(Tanker, Bulk)에 대한 최적화 된 시운전 해석 방법을 검토하였다.

2. 본론

2.1 ISO15016:2015 해석 조건

표 1 부가저항 해석 항목

표 1 부가저항 해석 항목	
Direct Power Method	DPM
Wind Correction	ITTC Chart (Data set)
Wave Correction	STAWAVE-1 or STAWAVE-2
Current Correction	Iterative
Water Temp/Density	Correction
Displacement	Correction
Load Variation	No Correction

해석결과 비교를 위해 당사의 ISO15016:2015 시운전 실적 호선을 활용하였으며, 해석방법의 경우 모형시험의 추진효율 계수를 사용하여 직접 동력을 보정하는 DPM(Direct Power

Method)방식을 기반으로 바람, 파도, 조류, 수온 및 비중, 배수량을 ISO15016:2015 보정식에 의거 보정하였으며 각각의 부가저항 인자에 사용된 해석 옵션은 표 1과 같으며, 변동하중 시험 (Load Variation Test)은 별도로 수행하지 않고 추정식에 따라 계산하여 사용하였다.

2.2 선종별 수행조건 및 결과비교

비교 검토 결과에 사용된 시운전 수행 선박의 조건은 ISO 15016:2015에 명시된 시운전 조건인 배수량, Trim, Wind (B,N), Wave Height등을 만족하는 범위에서 검토하였다.

2.2.1 50K/115K PC

표 2 시운전 수행조건(50K PC)

Item	50K/115K PC		
	Required	Actual	만족
Displacement	2,00%	0.71%/0.37%	○
Trim	0.174m/0.239m	0.12m/-0.07m	○
Wind(B,N)	6 / 6	5 / 3	○
Wave height	1.98m /2.32m	1.90m /1.50m	○
Water depth	56m/73m	121m/116m	○

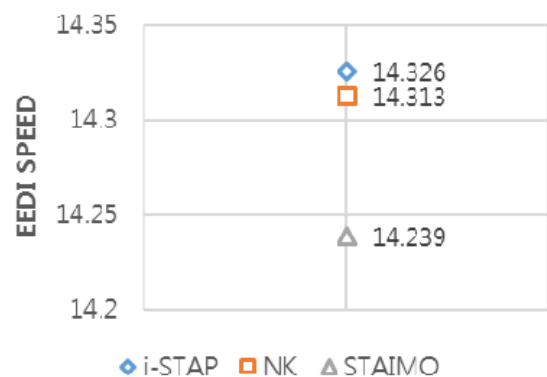


그림 1 50K PC 속도해석 결과

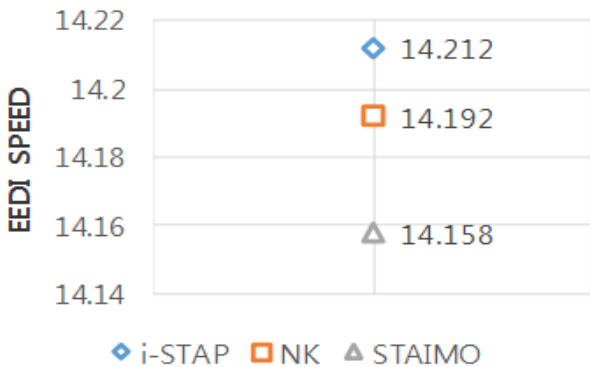


그림 2 115K PC 속도해석 결과

속도 해석 수행 결과 50K PC의 경우 i-STAP의 속도가 가장 높게 나왔으며, 그 차이는 NK 대비 -0.013knots(50K) / -0.02knots(115K), STAIMO 대비 -0.087knots(50K) / -0.054knots(115K)였다. (그림.1, 그림.2)

2.2.2 180K BC

해석 수행 결과 180K의 경우 NK의 속도가 가장 높게 나왔으며, 그 차이는 i-STAP대비 -0.017knots, STAIMO대비 -0.04knots 이었다. (표3, 그림 3)

표 3 시운전 수행조건(180K BC)

Item	180K BC		
	Required	Actual	만족
Displacement	2.00%	0.43%	○
Trim	0.10m	-0.43m	○
Wind	6	3	○
Wave height	2.53m	2.00m	○
Water depth	62m	117m	○

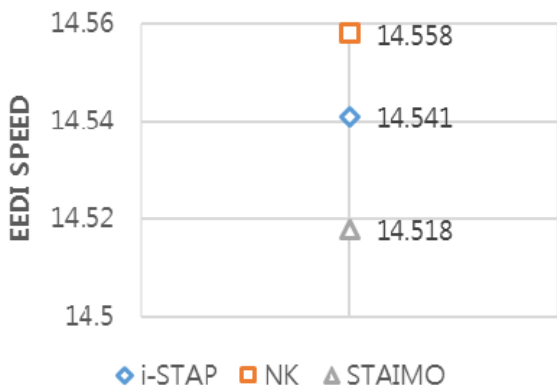


그림 3 180K BC 속도해석 결과

해석결과를 요약하자면 Tanker의 경우 i-STAP의 속도결과가 가장 높았으며, Bulk선의 경우 NK 프로그램의 해석결과가 가장 좋게 나왔다.

또한 i-STAP 과 NK 의 경우 속도차이가 약 0.01 ~ 0.03knots로 비교적 균일 하였지만, STAIMO 의 경우는 속도 편차가 약 0.02 ~ 0.10knots로 다소 크며, 평균값이 상대적으로 작게 나왔다.

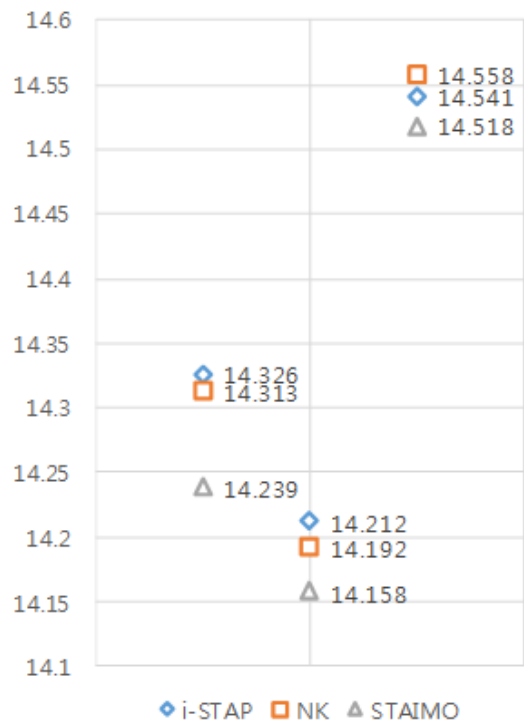


그림 4 선종별 속도 해석 결과

2.3 시운전 해석의 최적화

2.3.1 바람보정(Wind Correction)

바람에 의한 보정방법은 Wind Tunnel Test, ITTC Data Set, Fujiwara Regression Formula 가 있으며 바람에 의한 보정영향을 알아보기 위해 Wind Tunnel Test를 제외한 나머지 두 가지 방법을 비교하였다. ITTC Data Set의 경우 그림 5, 그림 6 을 참고하면 Bulk 선의 경우 바람의 방향이 25~30도 일 때 저항계수(CAA)가 가장 크게 작용이 되며, Tanker 선의 경우 0도 부근 에서 가장 컸다.

이를 바탕으로 Fujiwara Regression Formula 와 ITTC Data Set을 i-STAP과 NK 프로그램을 통해 시운전 해석을 실

시하였고 그림 7과 같이 115K PC, 50K PC 의 경우 ITTC Data Set 과 Fujiwara는 유사한 결과를 도출하였고 180K BC 의 경우는 ITTC Data Set이 상대적으로 상승된 결과가 나왔다. 이는 BC선의 경우 투영 형상이 갑판 상부에 부가물이 많은 형상으로 인하여 부가저항이 크게 계산되어지는 영향으로 판단되어 진다.

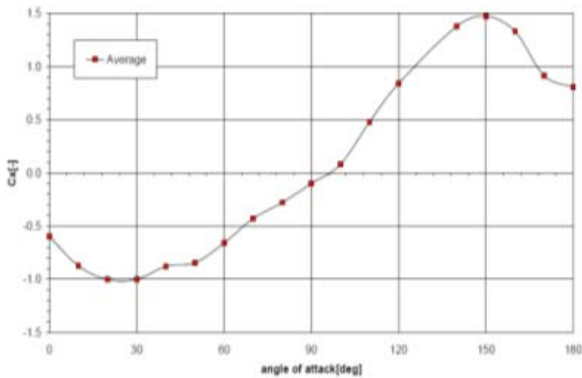


그림 5 Bulk Carrier

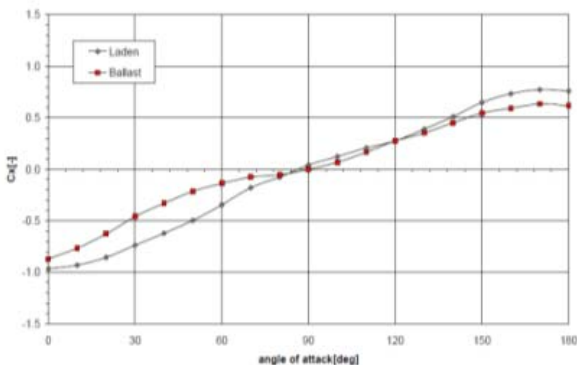


그림 6 Tanker

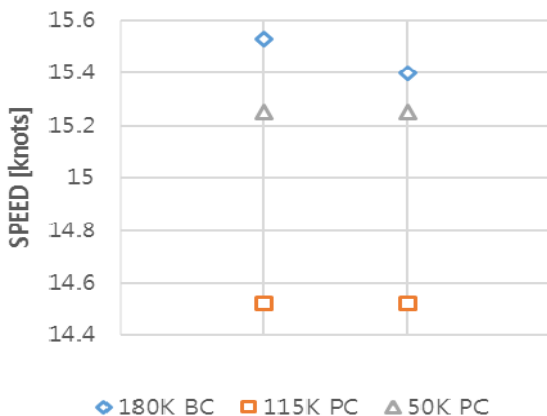


그림 7 ITTC vs Fujiwara (i-STAP & NK)

2.3.2 파도보정(Wave Correction)

Wave 에 의한 보정 방법은 1)파도주기와 2)파도보정 해석 방법(STAWAVE-1, STAWAVE-2) 변경으로 분리하여 검토하였다.

우선 1)파도주기에 따른 검토방법은 Wave Period 를 1초 ~ 25초 범위에서 각각 해석을 수행하여, 가장 보정이 높게 되는 주기를 찾는 방식으로 진행하였으며, 그 결과 파도주기가 8 ~ 10초 일 때 파랑 중 부가저항이 가장 크게 계산되었다. (그림 8) 그 외의 주기에서는 STAWAVE-1의 해석결과보다 낮은 경우가 많았다.

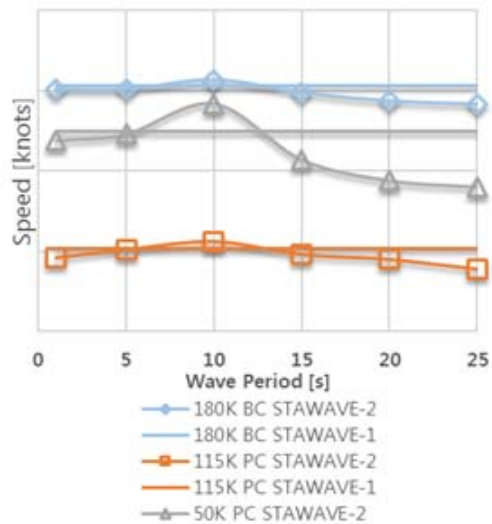


그림 8 STAWAVE-2 vs STAWAVE-1

i-STAP

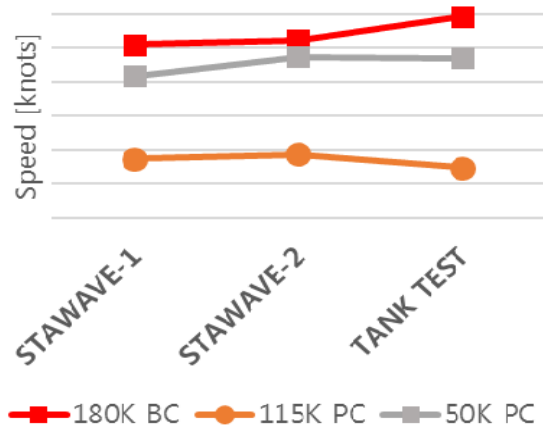


그림 9 STAWAVE-2 vs STAWAVE-1 (i-STAP)

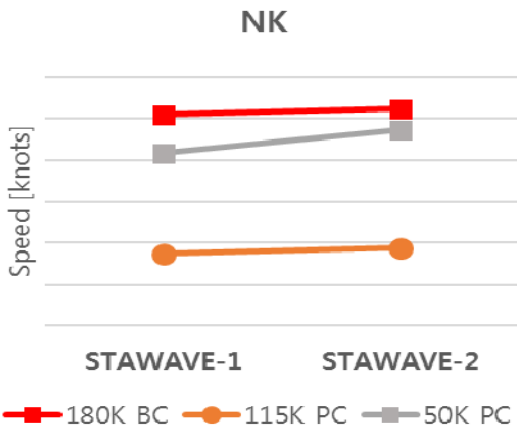


그림 10 STAWAVE-2 vs STAWAVE-1 (NK)

다음으로 파도보정 해석방법 검토의 경우 ①STAWAVE-1, ②STAWAVE-2, ③Theoretical method with simplified tank tests in short waves 해석 검토 (Seakeeping model test 는 모형시험 미 시행으로 검토제외)를 실시하였으며, 그 결과는 180K Bulk Carrier 를 제외한 선박의 경우 STAWAVE-2의 결과값이 가장 큰 것으로 나타났다. (그림 9, 그림 10)

2.3.3 변동하중시험 (Load Variation Test)

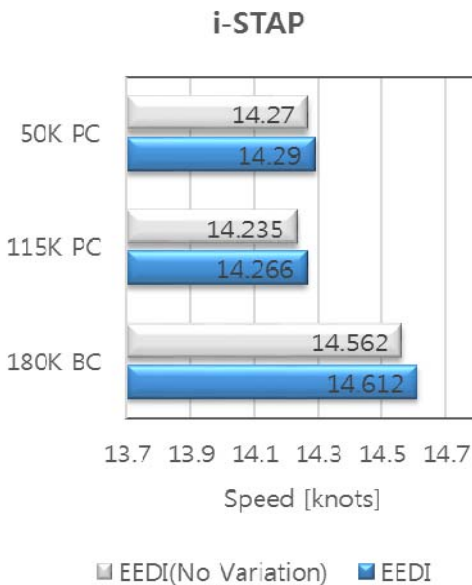


그림 11 선종별 변동하중 해석결과

Load Variation 의 경우 현재 모형시험 시 실시한 사례가 없으며, 그 이론 계산식(ISO 15016:2015 Annex J) 에 의해 보정값을 추정 하는 방식으로, Load Variation 적용 시 속도해석 결과에 영향을 주는지 알아보기 위해 수행하였다. 그 결과

선종별로 약 0.02~0.05knots 정도의 속도 상승효과가 나타났다. (그림 11)

3. 결론

ISO 15016:2015 해석프로그램을 비교 검토한 결과 i-STAP 과 NK는 차이가 비교적 균일 하였으며, STAIMO의 경우 다소 큰 편차 (평균 0.02~0.10knots)가 발생됨을 확인할 수 있었다.

또한 부가저항 중 바람에 의한 보정 시 선종에 따라 부가저항 값에 차이가 발생하였는데, 벌크선의 경우 ITTC Chart를 활용하여 보정을 실시 할 경우 보정 값이 높았다.

파랑중 부가저항의 보정에 있어서는, Tanker의 경우 Wave 보정방법을 STAWAVE-2 를 선택하여 시운전 해석을 실시하며, Wave Period 의 경우 목측으로 측정이 어려우므로 선주/선급 협의시 해석범위를 고려한 최적의 Period (8~10초 범위) 를 선택 할 때 높은 보정값이 확인 되었다.

마지막으로, ISO 15016:2015를 적용, 시운전 실시 완료한 선박의 해석결과를 보면 시운전 실시한 해상상태 및 선종별로 그 결과 값에 다소의 차이를 보이고 있다. 특히 부가저항 계산에 사용되는 해석옵션을 선종별로 최적화된 방식으로 적용 한다면 다소 유리한 해석결과가 도출될 수 있을 것으로 기대 된다. 이를 위해 당사 시운전 실시 선박에 가장 맞는 해석옵션을 찾기 위한 Database 축적이 필요 할 것으로 사료된다.

참고문헌

ISO-15016:2015 Second edition 2015-04.01
 ITTC 7.5-04-01-01.2
 실선시운전 EEDI 기준 선속 해석 프로그램 개발 보고서 (선박해양플랜트 연구소)
 MEPC 68th session Agenda



김종균

- 1977년생
- 2003년 울산대학교 조선해양공학과 학사
- 현 재 : 성동조선해양 종합설계 과장
- 관심분야 : 선박조종성능 및 시운전해석
- 연 락 처 : 055-647-6223
- E - mail : kjkop@isungdong.com



김동연

- 1968년생
- 2013년 부산대학교 조선해양학과 석사
- 현 재 : 성동조선해양 종합설계 부장
- 관심분야 : F/D 기본설계 및 ESD설계
- 연 락 처 : 055-647-6900
- E - mail : dekim@isungdong.com