

# 항만국통제 Target Factor 선정에 관한 연구

장운재\* · 조익순\* · 최기중\*\* · 최경일\*\* · 김경복\*\*\* · 김종수\*\*\*\*

\*선박안전기술공단 해상안전연구센터, \*\*선박안전기술공단 검사제도팀, \*\*\*국토해양부 해상안전정책과, \*\*\*\*목포해양대학교 해상운송시스템학부

## A Study on Targer Factor Value of Port State Control Inspection

Woon-Jae Jang\* · Ik-sun Cho\* · Ki-jung Choi\*\* · Kyong-il Choi\*\* · Kyung-bok Kim\*\*\* · Jong-Soo Keum\*\*\*\*

\*\*\* Korea Ship Safety Technology & Authority, Incheon 406-840, Korea

\*\*\* Ministry of land, Transport and Maritime Affair, Gwacheon 427-712, Korea

\*\*\*\*Division of Maritime transportation system, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

**요약** : 본 연구는 AHP를 이용한 항만국 통제 표적점검 평가법을 제안한다. 기존 항만국통제 TFV(Target Factor Values)는 단순한 평가법이기에 때문에 보다 합리적이고 객관적인 평가법인 AHP법을 이용하였다. 그러나 AHP법은 상대평가법이기에 때문에 대체안 추가시 가중치 재산정해야 한다. 따라서 이러한 해결을 위해 절대평가법을 이용하였다. 또한 최근 IMO에서 해양사고율을 항만국 통제 TFV에 포함하려고 추진중이기에 때문에 해양사고 항목을 평가에 포함하였다. 마지막으로 몇척의 선박을 대상사례로 평가를 수행하였다.

**핵심용어** : 계층분석법, 항만국통제, 표적점수, 가중치, 절대평가

**Abstract** : This paper proposes an evaluation to Target Factor Values of Port State Control Inspections(PSCITFV) using AHP, because PSCITFV is very simple methode, This AHP is the more rational and objective methode than existing TFV methode. AHP is relative measurement., but, weights should be re-calculation whenever alternative plan add. To this solve, therefore, this paper, used an absolute measurement and involved an marine casualty factor in PSCITFV, that IMO go ahead with it., Also, accomplished with evaluation some ships for the practice.

**Key words** : AHP, Port State Control , Target Factor Values, weights, absolute measurement

### 1. 서론

전통적으로 선박이 관련 국제협약을 만족하기 위해서는 본선의 시설 및 설비에 대한 유지의무는 선주에게 있고 그 선박이 협약 준수를 잘하고 있는지를 관리/ 감독하는 의무는 기국에게 있다.

그러나 해상에서 선박의 안전을 도모하고, 해양오염방지 및 선원의 근로환경을 개선할 목적으로 국제협약에서 요구하는 기준에 근거하여 기준미달선을 식별하고, 이들 선박에 대하여 출항통제 등의 직접적인 불이익을 행사하여 기준미달선을 제거함으로써 사고발생 위험을 최소화시키기 위한 목적으로 항만국 통제를 실시하고 있다.

또한, 항만국 통제를 보다 효과적이고 통일된 절차에 따라 시행하기 위해 PSC 절차를 수립하였으며, 각 항만당국에서는 지역별 협력 체제를 구축하여 양해각서(MOU)를 채택하고 있다.

국제해사기구(IMO)에서는 연안국간 항만국 통제를 일관

되고 체계적으로 추진하기위해 매년 FSI(기국협약준수) 회의를 개최하고 있다. 최근 의제중 항만국통제 표적점수(Target Factor Values, TFV)산정시 해양사고율을 고려하고자 하는 내용이 지난 4월 열린 FSI 17차에서 논의되었다. 만약 해양사고율이 TFV에 추가되면 전체적인 TFV 평가점수에 대한 논의를 하게 된다. 한편 현재의 TFV 산정법은 어떠한 방법으로 산정되었는지 기준이 모호하고 계산법에 있어 단순한 산술에 의해 계산되고 있다. 최근 선정방법론에 있어 AHP등을 이용한 가중평균법이 국내외적으로 널리 이용되고 있으며 8,000여개의 논문 등에서 이 방법을 이용한 연구논문이 발표되고 있다. 본 연구에서는 TFV에 해양사고를 추가하고, AHP법을 이용하여 평가하는 TFV를 제안하고자 한다.

### 2. 이론적 배경

#### 2.1 해양사고율과 항만국통제

IMO회의 MSC 82차에서 터키는 “해양사고와 PSC 점검을 비교를 통한 선박의 위험성평가” 문서를 제출하여 항만국통제 우선점검 대상이 아닌 선박도 해양사고가 많이 일어난다고 있다는 문서를 제출하였다. 따라서 FSI 15차에서 이상의 사항을 중점 논의하였고, 세계해사대학(WMU)을 책임

\* 중신회원. jwj98@kst.or.kr 032)260-2267

\* 정회원. ischo@kst.or.kr 032) 2260-2266

\*\* 비회원. kjchoi@kst.or.kr 032) 260-2288

\*\* 정회원. hl5ygz@kst.or.kr 032) 260-2288

\*\*\* 비회원. kkbok@mltm.go.kr 02) 2210-6376

\*\*\*\* 중신회원. jskeum@mmu.ac.kr 061)240-7075

조정기관으로한 연구제안서가 FSI 17에 제출하였다. FSI 17에서 의장을 포함한 일부국가에서는 "해양사고와 PSC 자료와의 상관관계 분석을 위한 연구"를 진행시키고, 1차 연구결과를 차기 FSI에서 검토하고 계속적인 연구의 필요성에 대하여 결정하는 것이 타당하다는 입장을 표명했다(IMO FSI 17차 회의결과 보고서, 2009)

FSI 17에서 노르웨이 등이 데이터의 신뢰성을 문제시 하고 있지만 결국 해양사고율이 PSC 표적점검 대상선박 선정에 포함될 가능성이 높아지고 있다. 따라서 각국이 이에 대한 준비를 해야 할 것이다. 즉, 해양사고율이 PSC 표적점검 산정에 포함이 되면 전체적인 표적점수가 재산정될 것이다. PSC 표적점수에 관하여 도쿄 MOU, 파리 MOU, USCG 등이 각각의 기준을 가지고 표적대상선박을 선정하고 있다. 그러나 사실 이 방법은 일반적인 점수를 매기는 방법으로 선정 방법론에 있어서는 상당히 초급적인 수준이다.

최근 선정방법론에 있어 AHP등을 이용한 가중평균법이 국내·외적으로 널리 이용되고 있으며 8,000여개의 논문 등에서 이 방법을 이용한 연구논문이 발표되고 연구의 유효성이 입증되고 있다. 따라서 본 연구에서도 AHP법을 이용하여 TFV를 계산하는 방법을 제안하고자 한다. 또한 몇척의 선박을 대상으로 제안된 방법을 이용한 TFV 항목에 해양사고율을 포함하여 TFV를 산정하고, 기존 도쿄 MOU의 평가와 비교평가를 수행하고자 한다.

### 2.2 절대평가법

통상의 AHP 평가법은 상대평가법이라고 부른다. 그러나 이러한 상대평가법은 대체안이 추가될 때마다 일대비교를 계속해야 번거로움이 있다. 특히 항만국통제와 같이 다수의 선박이 빈번하게 갱신되는 상황에서 선박이 추가될 때마다 일일이 일대비교하여 상대평가를 한다는 것은 시간과 경제적인 측면에서 손실이 크다(木下榮藏, 2000).

이러한 절대평가법은 이하의 순서와 같다

1단계: 평가항목에 대한 쌍대비교를 행한다.

2단계: 평가항목별 평가수준에 대한 쌍대비교를 행한다.

3단계: 2단계에 의한 가중치 산정후 평가 매트릭스( $S_{ij}$ )를 결정한다.

4단계: 평가 매트릭스( $S_{ij}$ )와 평가항목 가중치를 이용하여 종합평가 점수( $E_j$ )를 산정한다.

평가 매트릭스( $S_{ij}$ )를 구하는 방법은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$S_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{i\max}} \quad (1)$$

$a_{ij}$ : 어떤 평가항목  $i$ 에서 대체안  $j$ 의 평가치

$a_{i\max}$ : 평가항목  $i$ 의 최대 평가치

종합평가 점수( $E_j$ )는 식(2)와 같이 산출된다.

$$E_j = S_{ij}W \quad (2)$$

$W$ : 평가항목간 중요도

## 3. 항만국 통제 현황

### 3.1 항만국통제 분석

#### (1) 국내항만 항만국통제 점검

최근 5년간 국내항만 항만국통제 점검현황은 Table 1과 같다(해사안전 블로그 '안전한바다').

Table 2. Port State Control Inspections in domestic

구분	'03년	'04년	'05년	'06년	'07년
점검선박	2893	3305	3526	3571	3690
결함선박	2070	2000	2110	2148	2404
결함율%	71055	60.51	59.84	60.15	65.15
출항정지	80	110	129	163	136
출항정지율	2.77	3.33	3.66	4.56	3.69

'07년 기준 외국적 선박 3,690척을 점검하여 중대결함으로 인한 출항정지(136척, 6.6%), 단순결함사항으로 시정조치(2,404척, 65.2%)로 나타났다.

선령별 출항정지율은 20년 이상이 31.25%로 가장 높게 나타났다. 그다음은 10~20년 6.83%, 5년 미만 3.82%, 5~10년 미만 3.77%순으로 나타났다.

Table 3. Statistics of PSC by ship's age

선령	점검선박	결함선박	결함률 (%)	출항정지	출항정지율 (%)
계	2,513	1,958	77.91	242	9.63
5년 미만	524	332	63.36	20	3.82
5~10년 미만	292	190	65.07	11	3.77
10~20년 미만	732	583	79.64	50	6.83
20~30년 미만	794	703	88.54	137	17.25
30년 이상	171	150	87.72	24	14.04

#### (2) 외국항 항만국통제 점검

외국항의 항만국통제 점검은 Table 3와 같다.

Table 4. Port State Control Inspections in each nations

국가명	점검척수	결함율	출항정지	출항정지율
호주	2963	53.83	159	5.37
캐나다	396	50.25	16	4.04
일본	5217	68.05	241	4.62
중국	4151	90.39	464	11.17
싱가포르	946	68.71	39	4.12

홍콩	668	84.73	19	22.84
러시아	1132	83.66	48	4.24

\* 도쿄 MOU 2007, Annual report

(3) 국내 지방항만청 항만국통제 점검

여수청의 항만국통제 점검현황을 살펴보면 Fig 1과 같다 (여수지방해양항만청, 2009).

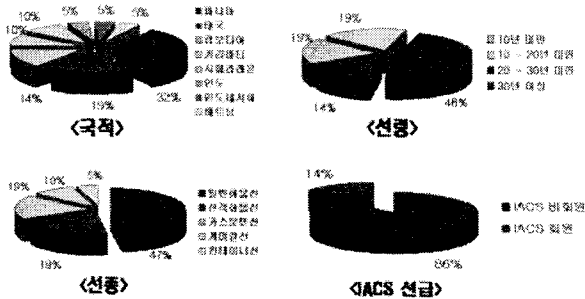


Fig. 1 Port State Control Inspections of Yosul Regional Maritime Affairs & Port Office

선박용도별 출항정지율은 가스운반선(16.7%), 일반화물선(11.4%), 벌크선(6.9%), 케미컬 운반선(4.5%) 순으로 높게 나타났다. 선박국적별 출항정지율은 과나마(5척), 태국(3척) 순으로 나타났다. 선령별로는 선령 20년 미만 선박의 출항 정지율은 약 3%대 이내이나, 20년 이상 선박의 출항 정지율(19%)이 급격한 증가를 보이고 있는 것으로 나타났다. 선급별 출항 정지율은 IACS 비회원 선급(31.8%)이 가장 높고 IACS 선급중 KR의 출항 정지율(14.29%)로 높게 나타났다.

출항조치관련 결함으로는 만재흡수선(41%), 구명설비(35%), 항해안전(32%), 선체구조·복원성(31%) 관련 결함 순으로 높게 나타났다.

3.3 표적점검점수

본 연구에서는 우리나라가 속해있는 도쿄 MOU의 표적점검 시스템에 대해 살펴보고자 한다.

도쿄 MOU의 PSC 표적점수 산정을 위한 항목별 점수는 Table 4과 같다.

Table 5 Target factor of Tokyo MOU

항목	표적점수
선령	0-5년: 0점, 6-10년: 5점, 11-15년: 10점 16-20년: 10점 + 매 1년 마다 1점 20년 이상: 15점 + 매 1년마다 2점
선종	선령 15년 이상 유조선, 케미컬운반선, 산적화물선, RO-RO선, 일반화물선, 냉동화물운반선, 페리선, 여객선: 4점

국적	3년간 평균출항정지율이 지역평균출항정지율을 상회하는 국가의 지역평균출항정지율을 초과하는 매 1%마다 1점씩 가산(소수점 반올림)
결함	최근 4회의 최초점검(또는 새로운 결함이 지적된 Follow-up 점검)에서 발견된 결함마다 0.6점씩 가산
출항정지	최근 4회의 최초점검(또는 새로운 결함이 지적된 Follow-up 점검)에서 출항정지 횟수마다 가산, 1회 출항정지: 15점, 2회 출항정지: 30점, 3회 출항정지: 60점, 4회 출항정지: 100점
선급	비 IACS 선급: 10점
미시정결함	최근 3회의 점검에서 시정코드가 부여되지 않은 결함 각 결함마다 2점 부여
점검기간	최종 PSC 점검 후 6 - 12 개월: 3점, 12 - 24개월: 6점 24개월 초과 또는 점검기록 없는 경우: 50점

4. 항만국 통제 표적점검 우선순위 선박 선정

4.1 TFV 항목에 대한 중요도

PSC의 TFV 평가항목의 중요도 산출을 위해 지방해양항만청의 PSC 담당자 20명을 대상으로 항만국 통제에 관한 설문문을 조사하였다.

Table 6 Weights of evaluation factors

	Ship flag	Detention	Outstanding deficiencies	Ship Age	Time since last initial inspection	R.O	Casualty	Deficiencies	Ship type	Weights
Ship flag	1.00	0.25	0.50	0.33	2.00	0.33	0.25	0.33	0.50	0.049
Detention	4.00	1.00	3.00	2.00	6.00	3.00	4.00	6.00	9.00	0.273
Outstanding deficiencies	2.00	0.33	1.00	0.50	3.00	0.50	0.50	2.00	5.00	0.098
Ship Age	3.00	0.50	2.00	1.00	5.00	2.00	3.00	5.00	8.00	0.171
Time since last initial inspection	0.50	0.17	0.33	0.20	1.00	0.25	0.20	0.25	0.33	0.030
R.O	3.00	0.33	2.00	0.50	0.25	1.00	2.00	4.00	7.00	0.094
Casualty	4.00	0.25	2.00	0.33	5.00	0.50	1.00	3.00	6.00	0.115
Deficiencies	3.00	0.17	0.50	0.20	4.00	0.25	0.33	1.00	4.00	0.062
Ship type	2.00	0.11	0.20	0.13	3.00	0.14	0.17	0.25	1.00	0.033

$\lambda_{max}=10.123$ ,  $CI=0.014$ ,  $CR=0.009$

출항정지, 선령, 해양사고, 점검기간, 선급, 미시정 결함사항, 기국, 선종, 결함항목 등의 순으로 나타났다.

#### 4.2 평가항목별 가중치 결정

평가항목별 가중치는 Table 6 ~ Table 7과 같이 나타낼 수 있다. 이러한 가중치 산정을 위해 도쿄 MOU의 TF산정방식을 가능한 따르기 위해 일대비교시 도쿄 MOU TF의 각 평가항목별 산정점수를 고려하여 나타내었다.

Table 7 Weights of ship age

Ship Age	Very high	high	midium	Low	Weights
Very high	1.00	2.00	4.00	6.00	0.512
high	0.50	1.00	2.00	4.00	0.275
midium	0.25	0.50	1.00	2.00	0.137
Low	0.17	0.25	0.50	1.00	0.074

$\lambda_{max}=4.01$ ,  $CI=0.003$ ,  $CR=0.004$

Table 8 Weight of each factors

	Ship Age	Detention	Time since last initial inspection/R.O.	Ship flag & Deficiencies, Casualty	Outstanding deficiencies
Very high	0.512	0.524	-	0.464	-
high	0.275	0.271	0.574	0.276	0.438
midium	0.137	0.135	0.362	0.159	0.219
Low	0.074	0.070	0.051	0.095	0.109

한편 선급점수에 있어서는 비IACS 선급일때 10점을 부과하고 있다. 실제 해양사고를 검토하면 비IACS 선급이 IACS 선급에 비해 해양사고가 높고, IACS 선급도 선급에 따라 해양사고가 많은 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 IACS와 비IACS 형식으로 구분하지 않고 IACS와 비IACS 선급간 차이를 크게 두고 IACS 선급간에도 한 등급을 두어 전체 등급을 3단계로 구분하였다.

선종에 있어서는 YES 혹은 NO의 이분법적인 문제이므로 평가점수는 YES인 경우 1, NO인 경우 0으로 하였다.

#### 4.3 국가별 우선점검 점수 산정 사례

Table 8은 4개의 국가를 대상으로 평가하기 위한 사례이다.

Table 9 Weights of each nations

	A	B	C	D
Ship flag	Very high	high	low	midium
Detention	high	high	low	midium
Outstanding deficiencies	midium	low	low	midium
Ship Age	low	midium	high	low
Time since last initial inspection	high	low	midium	midium
R.O	midium	low	high	low
Casualty	high	low	midium	midium
Deficiencies	low	low	midium	high
Ship type	no	yes	no	yes

식 (2)를 이용하여 종합적인 점수를 산출하면 Table 9와 같이 나타낼 수 있다.

Table 10 Total weight for each nations

	weight	A	B	C	D
Ship flag	0.050	1.000	0.595	0.204	0.343
Detention	0.273	0.517	0.517	0.134	0.258
Outstanding deficiencies	0.099	0.500	0.250	0.250	0.500
Ship Age	0.172	0.144	0.269	0.537	0.144
Time since last initial inspection	0.030	1.000	0.088	0.630	0.630
R.O	0.095	0.630	0.088	1.000	0.088
Casualty	0.115	0.595	0.204	0.343	0.343
Deficiencies	0.062	0.204	0.204	0.343	0.595
Ship type	0.033	0.000	1.000	0.000	1.000
<b>Total Weight</b>		<b>0.436</b>	<b>0.322</b>	<b>0.338</b>	<b>0.299</b>

따라서 4개의 국가 중에서 TF점수가 높은 순으로 나타내면 A국 > C국 > B국 > D국 순이 되며 따라서 A국이 항만국통제 점검이 시행될 확률이 높게 된다.

도쿄 MOU의 TFV 계산법을 이용하여 TF 우선순위를 산정하면 Table 10과 같다.

Table 11 TF Score by Tokyo MOU

	A	B	C	D
Ship flag	4.000	3.000	1.000	2.000
Detention	60.000	60.000	15.000	30.000
Outstanding deficiencies	4.000	2.000	2.000	4.000
Ship Age	5.000	10.000	15.000	5.000
Time since last initial inspection	50.000	3.000	6.000	6.000
R.O	5.000	0.000	10.000	0.000
Casualty	0	0	0	0
Deficiencies	0.600	0.600	1.200	1.800
Ship type	0	4	0.000	4.000
Score	128.6	82.6	50.2	52.8
Rate	0.718	0.461	0.280	0.294

도쿄 MOU의 TF 계산법을 이용한 경우 A국 > B국 > D국 > C국 순으로 TF 점수가 높게 나타나며 결국 A국이 항만국 통제 점검이 시행될 확률이 높게 된다.

AHP를 이용한 본 연구와 도쿄 MOU의 TF점수를 비교하면 B국의 위치에 역전이 있는 것을 알 수 있다. 이것은 본 연구에서는 도쿄 MOU의 TF에는 없는 해양사고의 가중치가 비교적 비중있게 다루어졌고, 평가항목의 가중치 산정시 도쿄 MOU의 가중치 비율을 따르지 않고 설문에 의해 가중치를 산출하였기 때문이다.

또한 본 연구에서 가중치를 전문가로부터 얻은 이유는 도쿄 MOU의 TF평가항목에서는 기국항목 등 특정 평가항목에는 점수의 한계치가 명확하지 않기 때문에 특정한 기준을 세우기 곤란했기 때문이다.

## 5. 결 론

본 연구는 절대평가법을 이용하여 항만국통제 TFV를 산정하는 방법을 제안하였다. 또한 최근 FSI에서 논의 중인 해양사고율을 TFV산정시 포함하여 산정하는 법을 제안하였다. 또한 제한된 방법을 이용하여 몇척의 선박을 대상으로 TFV를 산정하였고, 기존의 TFV 산정법과 비교검토 하였다. 그 결과 평가항목에 있어 해양사고율의 중요도가 다른 항목에 비해 비교적 높은 중요도를 차지하였고, 이로 인해 일부 선박의 순위가 도쿄 MOU 방법과 비교해 차이가 나는 것으로 나타났다. 본 연구는 PSC 평가항목의 중요도를 PSC 점검 담당자로부터 직접 설문을 통해 얻어 PSC TFV를 산출하였다는데 의의가 있다.

## 참고문헌

- [1] 금중수·윤명오(2005), 항만국통제실무론, 다솜출판사.
- [2] 금중수·윤명오·장운재(2001), 연안해역의 항행안전성 평가에 관한 연구, 해양환경안전학회지 제7권 2호, pp39-48.
- [3] 국토해양부(2009), IMO FSI 17차 회의결과 보고서, <http://imokorea.org>.
- [4] 안전한바다, 국토해양부 블로그, [http://blog.naver.com/safer\\_sea?Redirect=Log&logNo=90044847131](http://blog.naver.com/safer_sea?Redirect=Log&logNo=90044847131)
- [5] 여수지방해양항만청(2009), 항만국통제 점검결과 분석 2008.
- [6] 木下榮藏(2000), 入門AHP-決斷と合意形成のテクニツク, 日科技連.
- [7] T.L. Satty & K.P. Kearns(1985), Analytical Planning, Pergamon press.

원고접수일 : 200 년 월 일

원고채택일 : 200 년 월 일