

## AHP 기법 기반 진해만 태풍 피항지 내 안전대책에 관한 연구

김니은\* · 이명기\*\* · 교칸 참르울트\*\*\* · 박도형\*\*\* · 김대원\*\*\*\* · 박영수\*\*\*\*†

\* 한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 박사과정, \*\* 한국해양대학교 연구교수

\*\*\* 한국해양대학교 일반대학원, \*\*\*\* 한국해양대학교 항해융합학부 교수

## A Study on the Safety Measures for Typhoon Shelter in Jinhae Bay Based on AHP Assessment

Ni-Eun Kim\* · Myoung-Ki Lee\*\* · Gokhan Camliyurt\*\*\* · Do-Hyeong Park\*\*\* ·

Dae-Won Kim\*\*\*\* · Young-Soo Park\*\*\*\*†

\* Ph.D. Candidate, Ocean Science and Technology School, Korea Maritime &amp; Ocean University, Busan 49112, Korea

\*\* Research Professor, Korea Maritime &amp; Ocean University, Busan 49112, Korea

\*\*\* Graduate school, Korea Maritime &amp; Ocean University, Busan 49112, Korea

\*\*\*\* Professor, Division of Navigation Convergence Studies, Korea Maritime &amp; Ocean University, Busan 49112, Korea

**요 약** : 진해만 해역은 태풍 내습 시에 우리나라 남동권 해역의 주요 태풍 피항지로 이용되고 있다. 하지만 태풍 내습 시 진해만 내 선박이 폭주하고 주묘가 다수 발생하는 등 해양사고 발생 가능성이 존재한다. 본 논문은 태풍 내습 시 진해만 피항지에 대해 안전 확보 및 효율적으로 관리할 수 있는 방안을 해당 해역의 VTS 관제사로부터 도출하고, 이를 선박 운항자에게 AHP 기법을 통하여 상대적 중요도를 도출하여 관리자와 이용자 의견이 반영된 안전대책을 제시하였다. AHP 설문조사를 위한 안전 대책 요소를 선정하기 위하여 진해만 내 태풍 내습 시 VTS 관제사의 대응 조치 평가 내용에 대해 분석하였다. 선정된 안전대책 요소를 기반으로 설문조사를 실시한 결과, 선정된 요소에 대해 선박 운항자는 선박의 안전을 효율적 관리보다 약 2배 이상 중요하게 생각하며, 종합적으로 피항선 관리, 정박구역 관리, 피항정보 관리, 규정 및 지침 마련, 시스템 장비 개선, 교육 및 홍보·알림 활동 순으로 중요하게 고려함을 파악하였다. 본 논문에서 식별된 방안 및 상대적 중요도를 통해서 진해만 태풍 피항지를 안전하고 효율적으로 관리하는 기반이 될 수 있을 것으로 사료된다.

**핵심용어** : 진해만, 태풍 피항지, 주묘, AHP 기법, 선박 안전, 효율적 관리

**Abstract** : Jinhae Bay is used as a major typhoon shelter in the southeastern region of Korea. However, when a typhoon strikes, the Jinhae Bay is facing the possibility of marine accidents caused by dragging anchors and the increased number of ships. This paper suggested ways to safely and efficiently manage the port of Jinhae Bay when a typhoon strikes from Vessel traffic service operators in the sea, derived relative importance by conducting an Analytic Hierarchy Process assessment to ship operators, and suggested safety measures reflecting manager and user opinions. In order to select safety measures factors for the AHP survey, VTS operators analyzed the evaluation of measures when a typhoon strikes in Jinhae Bay. As a result of conducting a survey based on the selected safety measure factors, it was found that ship operators consider the safety of ships more than twice as important as efficient management, and comprehensively consider them in the order of management of evacuated ships, management of anchorage area, management of evacuation information, preparation regulations and guidelines, improvement of system equipment, education, publicity, and notification activities. Through the measures and relative importance identified in this paper, it is believed that Jinhae Bay can serve as the basis for safely and efficiently managing typhoon shelters.

**Key Words** : Jinhae Bay, Typhoon shelter, Dragging anchor, AHP assessment, Safety of ships, Efficient management

\* First Author : nieun1003@g.kmou.ac.kr

† Corresponding Author : youngsoo@kmou.ac.kr, 051-410-5085

## 1. 서론

진해만 해역은 태풍 내습 시에 우리나라 남동권 해역의 주요 태풍 피항지로 이용되고 있다. 지난 2년(2019~2020)간 한반도에 영향을 준 태풍은 총 10개이며, 이 기간 내 진해만 인근 해역을 피항지로 이용한 선박은 총 1,728척으로 태풍당 평균 약 200척이 피항지를 이용한다(Kang et al., 2021). Masan VTS(2020)에 따르면 태풍 내습 시 닻이 끌리는 주요 사고 및 주요로 인한 인근 선박과 충돌·접촉 사고, 좌주 사고 등 피해 규모가 크지 않은 사고들이 빈번하게 발생하고 있다. 이처럼 태풍 내습 시 진해만에서 선박이 폭주하고 피항선박 간 근접 투묘 및 주요 등으로 인한 해양사고 발생 가능성이 존재한다.

이러한 현황을 개선하기 위한 진해만 피항 선박 및 피항지에 관한 연구로 Park et al.(2012)은 진해만 인근으로 피항하는 선박이 선박 수용 능력 대비 폭주하고 있음을 확인하고, 해상교통관제(Vessel Traffic Service, 이하 VTS)의 관제사 관점에서 개선방안을 도출하고자 하였다. 또한, Jeong et al.(2006)은 진해만 내 선박간 최소 정박지 거리를 제공함으로써 선박운항자에게 신속하고 정확한 정박지 선정에 도움이 되고자 하였으며, Kang et al.(2021)은 진해만 태풍 피항 선박을 대상으로 주요 위험성에 대해 평가하고 주요 한계 풍속에 대해 제시하였다.

한국의 진해만과 유사하게 일본에는 오사카, 오나하마 항구의 대피 행동 등을 관찰한 연구가 있는데, 태풍 및 지진의 영향을 자주 받는 일본 오사카만의 정박 선박을 대상으로 교통 위험을 파악하여 대피 상황 및 분포를 분석하거나(Gao and Makino, 2017), 쓰나미 경보 발생 이후 오나하마 항구의 선박들의 대피 행동을 관찰하여 쓰나미가 선박에게 미치는 영향을 파악하였다(Makino et al., 2012).

이처럼 기존의 연구에서는 선박의 AIS 데이터를 통하여 실제 자연재해가 발생하였을 때, 선박의 행동에 대해 관찰하고 위험성에 대해 제시하는 것에 중점을 두고 있으며, 피항지로 활용되는 해역의 이용자 및 관리자를 대상으로 한 구체적인 안전대책 방안에 관한 연구는 부재한 실정이다.

본 연구의 목적은 진해만 내 선박안전 및 효율적 관리와 관련된 안전대책 요소의 상대적 중요도를 도출하여, 관리자인 VTS 관제사와 이용자인 선박운항자가 수용 가능한 안전대책을 제시하는 것이다. 이를 위해 태풍 내습 시 선박의 피항 현황 및 사고 사례를 조사하여 진해만 태풍 피항지 현황을 파악하였다. 또한, VTS 관제사의 의견을 반영한 안전대책 요소를 식별하고 선박운항자를 대상으로 의사결정계층 분석(Analytic Hierarchy Process, 이하 AHP)기법을 이용한 설문 조사를 실시하여 상대적 중요도를 도출하였다.

## 2. 진해만 태풍 피항지 현황 조사

### 2.1 태풍 내습 시 선박 피항 현황

Table 1은 최근 2년(2019~2020) 사이에 진해만 인근 해역을 내습한 총 10개의 태풍에 대한 정보이다(KMA, 2019; KMA, 2020; Masan VTS, 2020).

Table 2. Details of the typhoon in Korea

Name of Typhoon	Year	Max. Wind Speed [m/s]	Central Atmospheric Pressure [hPa]	Evacuation Ships in Jinhae Bay
Danas	2019	24	998	176
Francisco		32	1,000	171
Krosa		43	975	72
Lingling		47	965	201
Tapah		37	980	205
Mitag	2020	37	992	240
Jangmi		19	998	143
Bavi		45	955	199
Maysak		49	960	168
Haishen		55	955	153

AIS 데이터 분석을 통하여 해당 기간 동안 진해만 인근에는 다수의 피항 선박이 몰렸음을 알 수 있으며, 2019년 18호 태풍인 미탁 내습 시 240척으로 가장 많은 선박이 진해만으로 피항했음을 알 수 있다. 또한, 태풍의 세기를 나타내는 최대 풍속 및 중심기압과 무관하게 약 200척 정도의 선박이 진해만 인근 해역으로 피항함을 알 수 있다.

Fig. 1은 진해만 인근 해역의 태풍 피항시 선박의 피항지로 사용되는 주 해역을 나타낸 것이다.



Fig. 1. Details of typhoon shelter in Jinhae Bay.

피항선박 현황을 보다 정밀하게 분석하기 위하여 고현만, 진해만, 초리도, 잠도, 연도 해역으로 구별하였으며, Fig. 2는 2019~2020년 태풍 내습 시 Fig. 1에 따른 해역별 태풍 피항선박의 척수이다.

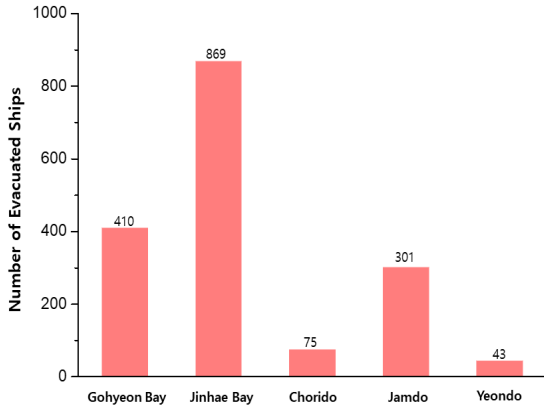


Fig. 2. Number of evacuated ships by seas (2019~2020).

진해만 인근 해역을 각 세부 해역별로 피항선박 척수를 조사한 결과, 최근 2년간 태풍 내습 시 진해만에 가장 많은 선박이 피항했음을 알 수 있다.

## 2.2 진해만 내 태풍 피항 시 선박 사고 사례

Kang et al.(2021)은 진해만 내 피항하는 선박 간 이격거리가 짧아 묘박중인 선박이 주요될 경우 엄청난 피해와 혼란이 발생할 것으로 예상하였다. Table 2는 FUTAI호 주요 사건을 포함하여 최근 2년(2019~2020)간 태풍 내습시 진해만 내에서 발생한 선박 사고 중 VTS에 보고된 사고 4건을 나타낸 것이다.

Table 3. Details of accident by typhoon in Jinhae Bay

Type of Accident	Date of Accident	Name of Ship	Name of Typhoon
Collision	2019.10.02	NAUTA, KHANA	Mitag
Dragging Anchor	2020.08.26	FUTAI	Bavi
Dragging Anchor	2019.09.07	Precious9	Lingling
Dragging Anchor, Grounding	2020.09.02	RISUN	Maysak

NAUTA호와 KHANA호 간의 충돌 사고는 투묘 중인 선박 사이의 이격거리가 짧아 투묘를 위한 이동 중에 충돌이 발

생한 것이다. 이 외의 VTS에 보고된 사고는 주로 인한 사고가 대부분이었으며, 피항지 내에서 주묘가 된다면 타 정박선과 충돌을 하거나 좌초가 되는 등 2차 사고로 이어질 수 있다.

## 3. 진해만 태풍피항지 안전대책 마련

### 3.1 안전대책 마련을 위한 AHP 분석 기법 도입

이 장에서는 진해만 태풍 피항지 안전대책 마련을 위해 피항지에 대한 VTS 관제사의 의견을 조사하였다. 조사된 VTS 관제사 의견을 기반으로 AHP 분석 기법을 도입하기 위한 설문조사지를 개발하였으며, 개발한 AHP 설문조사지를 통하여 선박운항자를 대상으로 설문을 실시하였다.

AHP 기법은 Saaty(1980)에 의해 개발된 문제해결을 위한 합의형성 모델이다. 이는 의사결정을 함에 있어서 2개 이상의 다수 평가 기준이 존재할 때 평가 기준을 계층화한 후 계층 및 요소에 따른 중요도를 정하는 의사결정 기법이다.

AHP 기법의 중요도를 나타내는 가중치 계산은 고유벡터법(Eigen Valuse)을 사용하여 평가지표간의 상대적 가중치를 추정한다. 따라서 개별 평가자의 설문 평가를 종합하기 위하여 개인의 쌍대비교행렬에 고유벡터 계산법을 적용하여 가중치와 평점에 대한 우선순위 벡터를 구하여야 한다. 평가항목  $i$ 를 평가항목  $j$ 와 비교하여 어느 정도 중요한지를 나타내는 상대적 중요도를  $a_{ij}$ 라 하면 쌍대비교행렬  $A$ 는 식 (1)과 같다.

$$A = [a_{ij}] = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix} \quad (1)$$

여기서  $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 는  $i$ 번째 평가항목의 가중치를 의미하며, 이 행렬은 원소  $a_{ij}$ 에 대하여  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  관계가 성립하는 역수행렬이 된다. 일반적으로  $n \times n$ 의 쌍대비교행렬  $A$ 에 대해서  $AW = \lambda W$ 을 만족하는 스칼라  $\lambda$ 와 그에 대응하는  $n \times 1$ 의 고유벡터  $W = [w_i]$ 가 존재하는데, 고유벡터  $W$  가운데에서  $\sum W_j = 1$ 을 만족하는 정규화된 고유벡터가 상대적 가중치가 된다(Hong, 2011).

한편, Kim and Kim(2019)은 AHP 기법을 활용하여 해상교통관제사의 상대적 업무 중요도 및 작업 부하에 대해 가중치를 도출하였으며, Jeong(2017)은 AHP기법을 이용하여 해상

교통관제사의 직무분석 및 관제사 교육에 관한 규범 등을 비교, 분석하여 개선요인을 도출하고 해상교통관제사 교육 제도 개선에 영향을 미치는 기준 요인과 세부요인을 나누어 각 요인의 우선순위를 파악하였다.

이처럼 선행연구에서 VTS 관제사 업무와 관련하여 AHP 기법을 활용한 연구들이 있었으며, 본 연구에서는 해당 해역 VTS가 제시한 안전대책을 기반으로 안전대책 요소를 선별한 후 선박운항자들을 대상으로 AHP 기법을 적용한 설문을 실시하여 상대적 가중치를 분석하고자 하였다.

### 3.2 VTS 관제사 의견 기반 안전대책 요소 식별

먼저 AHP 기법을 적용한 설문조사를 실시하기 위한 안전 대책 요소를 식별하였다. 이는 진해만 태풍 피항지의 안전 유지와 효율적 관리 방안에 대한 중요지표를 도출해 내기 위함이며, 그에 따라 안전대책 수립 시 상대적 중요도를 측정하기 위한 요소를 선정하여야 한다. 안전대책 요소 선정을 위해서 진해만 인근 해역을 관제하는 마산 VTS의 태풍 내습 시에 발생 상황에 대한 조치 사항들을 참고하고자 하였으며, Table 3은 태풍 내습 시 마산 VTS의 대응 조치 평가

에 대한 내용이다(Masan VTS, 2020).

태풍 내습 시 VTS 관제 주요 우수 조치 사항으로는 고위험선박 확대 관리, 진해만 섹터 세분화를 통한 정밀 주모 감시, 최적의 인력 배치 및 역할 분담, 어학 특기자 조력 등이 있으며, 미비 사항으로는 피항지 관리 근거 규정 미비 및 악천후 출동 가능 세력 미확보, 선박 대피령 시점 부적절 및 피항정보 알람 활동 중단, 대응 인력 부족으로 과중한 업무 부담, 피항 선박 장비 상태 미확인 및 관리체계 부재 등이 있었다.

본 연구는 진해만 피항지의 선박 몰림 현상 및 사고 방지를 위하여 진해만 피항지 내 안전유지와 효율적 관리를 위하여 선박의 안전과 효율적 관리를 제1계층으로 선정하였다. 또한, Table 4에 따른 조치 평가 내용을 기반으로 식별된 필요사항들을 제2계층으로 유사 항목끼리 구분하여 세부적인 대안 요소를 수립하였다.

Fig. 3은 도출된 제1계층, 제2계층 요인을 이용하여 설계한 AHP 모형이며, Table 4는 도출된 제2계층과 상세 내용을 나타낸 것이다.

Table 4. Measures to respond to typhoons based on VTSO

Measures	Detail
Good point	Expanded management of high-risk ships
	Designating anchorage for a vulnerable ship
	Monitoring of dragging anchor through sector segmentation
	Optimal manpower deployment
	Arranging specialized person in language
Poor point	Lack of provisions on the basis of the management of the port of refuge and the lack of forces capable of dispatching in bad weather
	Inappropriate timing of ship evacuation orders and suspension of notification activities of port information
	Lack of response personnel causes heavy workload and lack of effective non-control
	Unidentified status of the ship's equipment and the absence of a management system
	Insufficient information on sharing ships and negligence of safety management by the competent authority

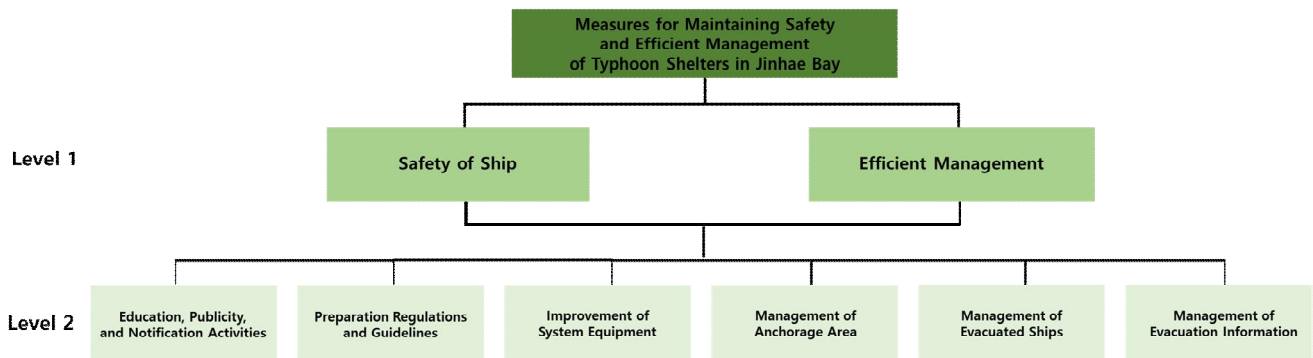


Fig. 3. Structure tree for AHP analysis.

Table 5. Details of level 2 for AHP analysis

Level 2	Detail
Education, Publicity, and Notification Activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distributing program of identifying the dragging anchor</li> <li>- Distributing video of evacuation guideline in Jinhae Bay</li> <li>- Distributing guideline book of evacuation in Jinhae Bay, Display in homepage, SNS(notice service), Broadcasting</li> <li>- Request to include training for dragging anchor in job training to KIMFT</li> </ul>
Preparation Regulations and Guidelines	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparation of restrictions on evacuation of large ships</li> <li>- Preparation of conditional acceptance management regulations for dangerous goods ship</li> <li>- Preparation of wireless communication guidelines for high-risk ships</li> <li>- Preparation regulations for management of barge</li> </ul>
Improvement of System Equipment	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enough response manpower and Selection of support manpower based on experience</li> <li>- Preparation of a system for checking and inspecting the condition of the evacuation ships</li> <li>- Activation after reporting near-miss accident</li> <li>- Securing a ship that can move in bad weather (ETV vessel)</li> <li>- Urging the agency in charge of safety management to actively play a role in safety measures</li> </ul>
Management of Anchorage Area	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Setting the no anchor zone</li> <li>- Setting the appropriate safe distance</li> <li>- Issuance of a ship evacuation order at an appropriate time</li> </ul>
Management of Evacuated Ships	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management of ships vulnerable to accidents</li> <li>- Management of ships that are difficult to communicate with and ships that are not responding</li> <li>- Submission of the ship's evacuation plan</li> </ul>
Management of Evacuation Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Improvement of the status list of evacuation ships</li> <li>- Creating and maintaining a list of high-risk ships</li> <li>- Creating a long-term anchoring ship list</li> <li>- Sharing information on the status of anchoring ship</li> </ul>

### 3.3 선박운항자 의견 기반 안전대책 우선순위 선정

#### 3.3.1 선박운항자 의견 응답 현황

식별된 안전대책에 대한 해역 이용자 의견 반응을 위해 AHP 기법을 이용하여 선박운항자 35명을 대상으로 안전대책에 대한 중요도를 조사하였다. AHP 기법의 신뢰성 분석은 각 평가 요소들 사이의 상대적 중요도를 평가하는 경우 전문가 개개인의 판단상의 오차 정도를 측정하는 방법인 일관성 비율(Consistency Ratio, 이하 CR) 계산을 통해 분석한다. CR은 그 값이 작을수록 판단의 일관성이 있다고 볼 수 있으며, 통상적으로 CR이 10%(0.1)보다 작을 경우 응답자가 상당히 일관성 있게 이원비교를 수행한 것으로 판단된다(Saaty, 1980). 따라서 본 조사에서도 총 응답지 35부 중 CR 0.1 이상인 응답을 제외하고 유효하다고 판단되는 19부에 대하여 분석을 시행하였다.

Fig. 4는 유효 응답자의 세부사항을 나타낸 것이다.

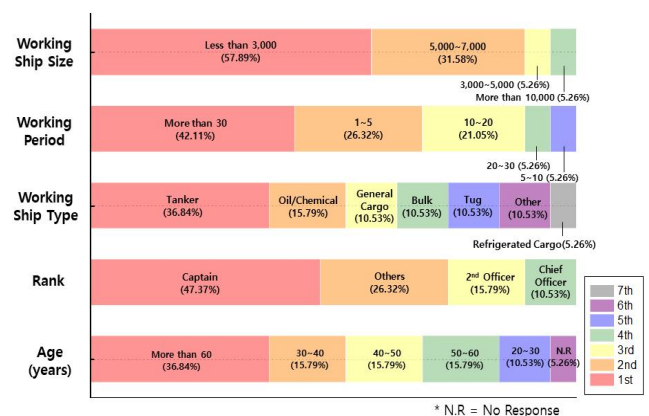


Fig. 4. General characteristics of the subjects.

연령대별로는 60대 이상(36.84%)이 가장 많이 응답하였고, 설문 응답자의 최고 경력은 선장(47.37%)이 가장 많았으며, 응답자의 주 승선 선종은 유조선(36.84%)이 가장 많았다. 또

한, 근무 경력은 30년 이상 근무자(42.11%)가 가장 많았으며, 응답자의 주 승선 선박 톤수는 3,000톤 미만(57.89%)이 가장 많음을 알 수 있다.

### 3.3.2 식별된 안전대책 중요도 산출

Fig. 5는 제1계층의 중요도 비율을 나타낸 것이다.

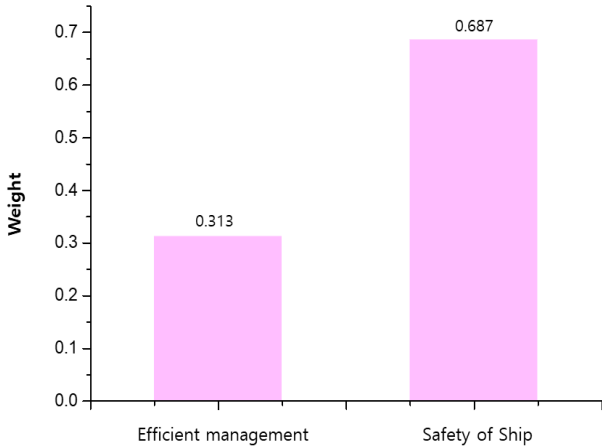


Fig. 5. The relative importance of level 1.

제1계층인 선박 안전과 효율적 관리에 대해서 상대적 중요도를 비교한 결과, 선박 안전은 0.687, 효율적 관리는 0.313으로 선박 안전이 효율적 관리보다 약 2배이상 더 중요하게 생각하는 것으로 나타났다.

Fig. 6은 제1계층 요인과 함께 제2계층 요인에 대한 상대적 중요도를 분석한 결과이다.

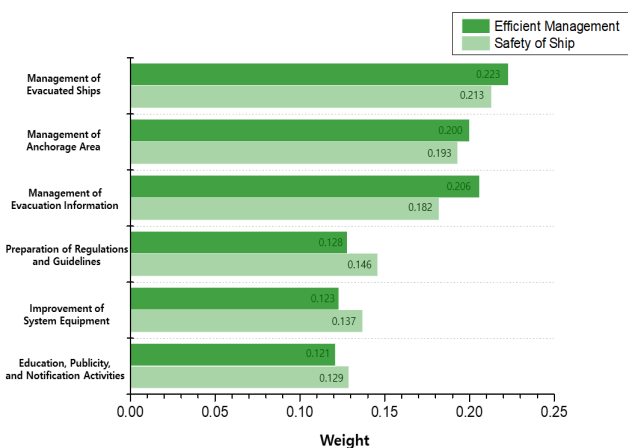


Fig. 6. The relative importance of level 2 factor.

선박 안전의 측면에서는 피항선 관리(0.213), 정박 구역 관리(0.193), 피항 정보 관리(0.182), 규정 및 지침 마련(0.146),

시스템 장비 개선(0.137), 교육 및 홍보·알림 활동(0.137) 순으로 상대적 중요도가 측정되었다. 효율적 관리 측면에서는 피항선 관리(0.223), 피항 정보 관리(0.206), 정박 구역 관리(0.200), 규정 및 지침 마련(0.128), 시스템 장비 개선(0.123), 교육 및 홍보·알림 활동(0.121)순으로 상대적 중요도가 측정되었다. 각 측면에 따라 차이가 다소 존재하긴 하였지만 피항선 관리를 상대적으로 가장 중요하게 여긴다는 점이 동일하였다.

Fig. 7은 선박 안전 측면과 효율적 관리 측면을 종합하여 상대 중요도를 나타낸 결과이다.

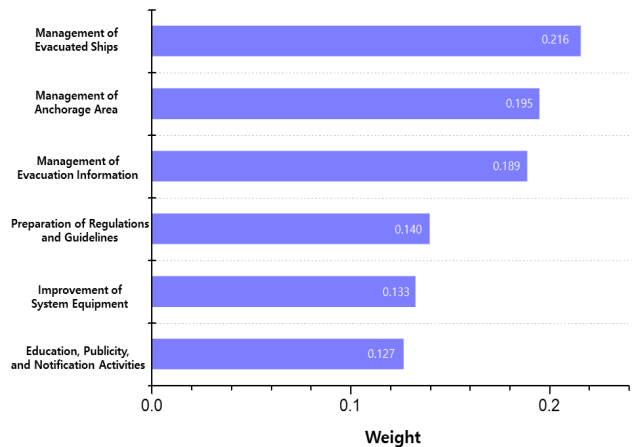


Fig. 7. The comprehensive relative importance of factor.

제1계층과 제2계층의 상대적 중요도를 곱으로 계산하여 결과를 취합하였으며, 취합 분석 결과 피항선 관리(0.216), 정박 구역 관리(0.195), 피항 정보 관리(0.189), 규정 및 지침 마련(0.140), 시스템 장비 개선(0.133), 교육 및 홍보·알림 활동(0.127)순으로 중요도가 나타났다.

### 3.3.3 소결론

제1계층 요인을 종합적으로 고려하여 제2계층에 대한 결과를 분석하였을 때 가장 중요하다고 여겨지는 요인(피항선 관리, 0.216)과 상대적으로 덜 중요하다고 여겨지는 요인(교육 및 홍보·알림 활동, 0.127)은 약 1.7배의 차이임을 알 수 있었다.

제1계층 요인인 선박 안전과 효율적 관리 측면에서 제2계층 요인에 대해 상대적 중요도를 분석한 결과와 종합적 결과는 선박 안전측면에서의 상대적 중요도와 동일한 순서를 보였다. 종합적으로 제2계층을 분석하였을 때, 효율적 관리 측면에서의 제2계층을 분석하였을 때와 비교하면 피항정보 관리와 정박구역 관리의 상대적 중요도 순위가 차이가 있으나 그 차이는 미미했으며 나머지 대안 요소의 중요도에 대한 순위는 동일함을 알 수 있다.

결과적으로 진해만 태풍 피항지의 안전 및 효율적 관리를 위해서는 피항선 관리가 우선되어야 하며, Table 4에 따라 사고 취약 선박을 관리, 교신이 곤란하거나 무응답인 선박을 관리, 선박 피항 계획서 제출을 통해 피항선 관리가 이뤄져야 할 것으로 보인다.

#### 4. 결론

진해만 해역은 태풍 내습 시에 우리나라 남동권 해역의 주요 태풍 피항지로 이용되고 있으며, 그에 따라 선박 몰림 현상이 과도하며 해양사고 발생 위험이 있다. 따라서 본 연구에서는 태풍 내습 시 진해만에 피항하는 선박의 안전관리를 위해 해당 해역을 관제하는 관제사들로부터 안전 대책 요소들을 식별하고, 이를 선박운항자에게 AHP 기법을 적용한 설문조사를 실시함으로써 각 요소들의 중요도를 도출하고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

(1) 진해만 태풍 피항지의 안전 및 효율적 관리를 위해 고려해야 할 요소를 도출하고자 해당 해역을 관제하는 마산 VTS의 태풍 내습시 발생하는 상황에 대한 조치 평가를 참고하였다. 이를 통하여 제1계층으로 선박 안전, 효율적 관리, 제2계층으로 시스템 장비 개선, 규정 및 지침 마련, 교육 및 홍보·알림 활동, 정박 구역 관리, 피항선 관리, 피항 정보 관리를 도출하였다.

(2) 제1계층의 요인인 선박 안전 및 효율적 관리에 대해서 상대적 중요도를 비교한 결과, 선박 안전은 0.687, 효율적 관리는 0.313으로 선박 안전이 효율적 관리보다 약 2배 이상 더 중요하게 여겨짐을 알 수 있었다.

(3) 제1계층 요인과 더불어 제2계층 요인에 대한 상대적 중요도를 분석한 결과 피항선 관리를 상대적으로 가장 중요하게 여긴다는 점이 동일하였다. 종합적 상대적 중요도를 도출하였을 때 선박 운항자는 피항선 관리(0.216), 정박 구역 관리(0.195), 피항 정보 관리(0.189), 규정 및 지침 마련(0.140), 시스템 장비 개선(0.133), 교육 및 홍보·알림 활동(0.127)순으로 중요하게 여김을 알 수 있었으며, 사고 취약 선박을 관리, 교신이 곤란하거나 무응답인 선박을 관리, 선박 피항 계획서 제출을 통해 피항선 관리가 이루어져야 할 것으로 보인다.

본 연구는 진해만 해역 내 태풍이 내습할 시 안전 및 효율적으로 관리할 수 있는 기반이 될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구의 한계점은 선박 운항자만을 대상으로 설문을 하였기 때문에 해역 이용자 측면만을 고려하여 중요도를 산출하였다는 것이다. 따라서 추후 연구에서는 해역 관리자인 VTS 관제사를 대상으로 설문을 추가 실시하는 등 설문 응답

표본 수 증가 및 다양화를 통해 진해만 태풍 피항지에 대한 다양한 관점의 의견 반영이 이뤄져야 할 것으로 보인다.

#### 후 기

본 논문은 한국해양수산개발원이 후원한 해양수산 미래 리스크 논문 공모전 수상작임을 밝힙니다.

#### References

- [1] Gao, X. and H. Makino(2017), Analysis of Anchoring Ships Around Coastal Industrial Complex in a Natural Disaster, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 50, pp. 355-363.
- [2] Hong, J. M.(2011), An AHP Approach for the Importance Weight of Renewable Energy Investment Criterion in the Private Sector, Korean Energy Economic Review, Vol. 10, No. 1, pp. 115-142.
- [3] Jeong, B. W.(2017), The Prioritization Analysis of Improvement Factors for a VTSSO Training System using AHP, Mokpo Maritime University, Master Thesis, pp. 1-75.
- [4] Jeong, J. Y., Y. S. Park, and J. S. Park(2006), A Study on the Status of Use of Vessels and Designation of Vessels in Jinhae Bay(I), Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research Conference, Vol. 2, pp. 9-11.
- [5] Kang, B. S., C. H. Jung, Y. S. Park, and G. Y. Kong(2021), Minimum Wind Speed of Draging Anchor for Ships in Jinhae Bay Typhoon Refuge, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 27, No. 4, pp. 474-482.
- [6] Kim, G. I. and J. S. Kim(2019), Evaluation of Relative Importance and Workload of VTS Tasks using AHP, Journal of Korean Maritime Police Science, Vol. 9, No. 2, pp. 49-66.
- [7] KMA(2019), Korea Meteorological Administration, Typhoon impact analysis report on the Korean peninsula 2019, pp. 8.
- [8] KMA(2020), Korea Meteorological Administration, Typhoon impact analysis report on the Korean peninsula 2020, pp. 9.
- [9] Makino, H., M. Furusho, and Y. Yano(2012), Analysing Ship Behaviour in Tsunami by AIS Data, International Association of Institutes of Navigation & Arab Institute of Navigation, pp. 1-7.
- [10] Masan VTS(2020), Analysis of the emergency control operation in response to typhoons, pp. 1-39.
- [11] Park, M. J., S. H. Ji, and U. H. Kim(2012), VTS measures to

reduce typhoon evacuation and accidents in Jinhae Bay,  
Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port  
Research Conference, pp. 591-593.

- [12] Saaty, T. L.(1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, pp. 1-287.

---

Received : 2022. 04. 01.

Revised : 2022. 05. 06. (1st)

: 2022. 05. 24. (2nd)

Accepted : 2022. 06. 27.