

항로표지시설 효율성분석 모델(ANEffic) 개발에 관한 연구 - 유인등대에 적용하여

박혜리* · 국승기**†

* 한국해양대학교 대학원, ** 한국해양대학교 해양경찰학과

A Study to Develop an Efficiency Analysis Model to Aids to Navigation (ANEffic) : Manned Lighthouses

Hye-Ri Park* · Seung-Gi Gug**†

* Department of Maritime Police Science, Korea Maritime & Ocean University, Busan 49112, Korea

** Department of Maritime Police Science, Graduate School of Korea Maritime & Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 현재 항로표지시설에 대한 객관적 지표 및 평가기준에 따른 적정성 및 효율성 등 사후평가는 설치 이후 항만 운영 중 변경될 수 있는 위험요소 및 환경 변화를 고려하여 이루어지지 않고 있는 실정이다. 항로표지시설에 대한 객관적 지표를 설계하여 모든 항로표지시설에 공통된 평가기준 및 분석모델을 적용하여 환경 및 항만 여건 변화에 따른 적정성 및 효율성을 분석할 필요성을 인식하고, 이 연구에서는 우선적으로 항로표지시설 중 전국 37기가 운영 중인 유인등대를 중심으로 20개의 기능평가 지표를 설계하고 적용하였다. 객관적 평가지표에 따라 기능평가 후 계층분석과정(AHP, Analytic Hierarchy Process) 기법을 통해 항만 운영의 특성, 국가정책, 전문가 의견 등을 반영하였으며, 항로표지시설의 특수성 평가를 위해 리커트척도(Likert scale)를 적용하여 사후평가 하였다. 효율성분석 결과 전체 37기 중 영도등대, 가거도등대, 거문도등대, 죽변등대의 기능 및 효율성이 높은 것으로 분석되었으며, 울릉도등대, 가사도등대, 송대말등대, 울기등대의 경우 세부적인 적정성분석이 이루어질 필요가 있는 것으로 분석되었다. 이러한 항로표지시설 효율성분석은 항로표지시설의 관리체계의 효율성 향상, 항로표지의 재배치 및 정책결정을 위한 기초자료 등으로 활용할 수 있을 것이다.

핵심용어 : 항로표지시설, 사후평가, 효율성분석, 기능평가, 유인등대

Abstract : There are no ex-port evaluations for the propriety and efficiency of AtoNs considering risk elements and environmental changes after the opening of a port. It is necessary to develop objective indicators and evaluation models to fill this gap. This study establishes an efficiency analysis model for Aids to Navigation (ANEffic) focusing on manned lighthouse, which include 20 function indices. After running a function assessment, an Analytic Hierarchy Process (AHP) and Likert scale are used to address port operations, national policies and expert opinions. As the result of the assessment, Yeongdo, Gageodo, Geomundo and Jukbyun Lighthouses are highly regarded in the propriety and efficiency of AtoN. And Uleungdo, Gasado, Songdaemal and Ulgi Lighthouses need to review detailed evaluations. The ANEffic developed should be utilized as basic tool to collect data for efficient management and to re-arrange the policy decisions regarding AtoNs as appropriate.

Key Words : Aids to Navigation, Ex-port evaluation, Efficiency analysis, Function assessment, Manned lighthouse

* First Author : hr100114@hanmail.net 051-410-4835

† Corresponding Author : cooksg@hhu.ac.kr 051-410-4227

※ 이 논문은 “효율적인 항로표지시설 관리를 위한 거점등대 중심의 광역관리체계 구축 연구”란 제목으로 “2015 추계학술발표회 한국항해항만학회논문집(부산관광공사 아르피나, 2015.10.22-23, pp.344-346)”에 발표되었음.

1. 서론

항로표지시설(Aids to Navigation, AtoN)은 항해하는 선박의 안전 및 효율적인 항해를 위하여 설치·운영되는 것으로, 국제항로표지협회(International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, IALA)에서는 ‘최적의 항로의 위치에 대한 조언을 하거나 위험 또는 장애를 경고하여 항해사가 선위 및 항로를 결정하는데 도움을 주기 위한 선박 외부 장치 또는 시스템’이라 정의한다(IALA, 2014).

현재 우리나라는 총 4,722기의 항로표지를 운영 중(2014년 기준)에 있으며, 무억규모의 지속적인 증대와 함께 국가관리항 및 연안항만의 발전이 꾸준하게 이어짐에 따라 항로표지시설의 필요성이 증가하고 추가 설치·운영되는 항로표지시설 역시 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.

그러나 항로표지시설 설치 이후 항만 운영 중 변경 될 수 있는 위험요소 및 환경 변화를 고려하여 항로표지시설에 대한 객관적 지표 및 평가기준에 의거한 적정성 및 효용성에 대한 사후평가가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

Ministry of Oceans and Fisheries(2006a)는 해상교통안전시설에 대한 운영 효과분석 방법 및 모델을 구축하고 평가 제도를 개발하였다. 해당 모델은 비용편익분석을 이용한 정량적 분석 모델로 사회경제적 효용성이라는 관점에서 본 효과를 화폐가치 환산을 하고 건설비나 유지비 등을 포함한 필요경비와 비교·분석하여 사업의 효율성을 평가하였다. 이는 평가 대상의 해상교통안전시설운영에 의해 발생하는 모든 효과를 조사하여 그 효과를 가능한 한 화폐가치로 편익으로 산출하고, 비용과 편익을 비교하는 것으로 사업의 유효성을 평가한 모델이다. 또한 우리나라 항만의 해양교통안전성의 경우 해사안전법 제15조에 의거하여 해상교통안전에 영향을 미치는 사업으로 발생 할 수 있는 항행안전 위험 요인이 있을 때 해양교통안전진단을 통해 조사·측정하고 평가하도록 하고 있으나(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015a), 해양안전시설 기능 및 적정성에 대한 별도의 사후평가는 이루어지지 않는다. 그러므로 항로표지시설에 대한 객관적 지표를 설계하여 모든 항로표지시설에 공통된 평가기준 및 평가모델을 적용하여 환경 및 항만 여건 변화에 따른 적정성 및 효용성을 평가할 필요성이 있다.

이 연구에서는 항만 운영 중 변경 될 수 있는 위험요소 및 환경 변화를 고려하여 모든 항로표지시설에 적용가능한 객관적 지표를 설계하고, 항로표지시설의 공통된 평가기준을 적용하여 환경 및 항만 여건 변화에 따른 항로표지시설의 사후평가를 위한 효용성분석 모델을 개발하고자 한다. 우선적으로 항로표지시설 중 전국 37기가 운영 중인 유인등대를 중심으로 항로표지시설 기능 및 효용성 분석을 위한

20개의 평가 지표를 설계하고, 20개의 객관적 평가지표에 따른 분석 후 전문가 의견, 항만 운영의 특성, 국가정책 등을 반영하기 위해 계층분석과정(AHP, Analytic Hierarchy Process) 기법 및 리커트척도(Likert scale)를 적용하여 유인등대의 기능 및 효용성 분석모델을 개발하였다.

2. 유인등대 중심의 항로표지시설 효용성 분석 모델 (ANEffic)

2.1 분석 모델 개요

본 논문에서 제안하는 항로표지시설 효용성분석모델(ANEffic)은 항로표지시설의 공통된 평가기준을 적용하여 환경 및 항만 여건 변화에 따른 항로표지시설의 사후평가를 위한 효용성분석 모델이다. 이번 연구에서는 항로표지시설 중 유인등대를 중심으로 Fig. 1과 같이 항로표지시설 기능 및 효용성 분석 모델을 개발하였다.

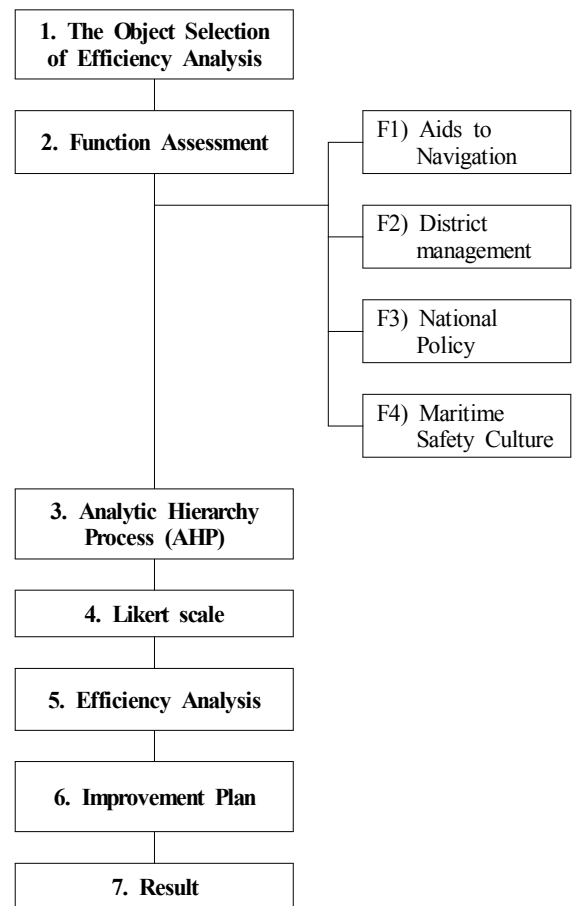


Fig. 1. The Flowchart of Efficiency Analysis Model for Aids to Navigation (ANEffic).

평가기준은 Table 1과 같이 구분하여 각 항목별 점수를 합산하여 상대평가 하였다.

Table 1. The function of Aids to Navigation

Standards	Indexes
1 Aids to Navigation	Maritime Traffic Congestion(Co)
	Maritime Safety contributiveness(Cn)
	Major Traffic Point
	Maritime Environment(Vr)
	AtoN Utilization (U)
2 District management	District management Volume
	AtoN Management Efficiency
	Business Cooperation
	Power Supply
3 National Policy	Transportation for AtoN Facilities
	Marine Territory Management
	National Communication Infrastructure
	Advanced Base Units
	Duplication of Function
4 Maritime Cultural Space	Additional Function
	Lighthouse Facility
	Cultural Attraction in regions
	Symbolism of Lighthouse
	Geographical Accessibility
Utilization of Maritime Cultural Space	

이 결과를 바탕으로 전문가 의견, 항만 운영의 특성, 국가 정책 등을 반영한 계층분석과정(AHP, Analytic Hierarchy Process)기법 및 리커트척도(Likert scale)를 적용하여 유인등대의 기능 및 효용성을 평가하였다.

2.2 항로표지시설 기능 평가지표 설계

1) 항로표지 기능

유인등대의 ‘항로표지 기능’ 평가지표는 항로표지의 가장 기본 운영 목적을 평가하기 위한 요소로 항해하는 선박의 안전 및 효율적인 항해를 위한 항로표지시설의 기능 및 효용성을 분석하였다. 항로표지의 기능에 대한 세부평가지표는 해상교통 혼잡도, 해상교통 안전공헌도, 교통의 요충지, 항로표지 활용도, 주변 해양환경 특성의 세부기준으로 구분된다.

‘세부지표 1-1. 해상교통 혼잡도(Co)’는 각 유인등대에서 실시한 해상교통량 조사 데이터 기반 항로표지 인근 선박의 통항량 및 유인등대 인근 국가어항 어선등록 현황에 따른 환산교통량을 산출하여 유인등대 인근을 항해하는 선박의 안전항해 기여도를 식(1)과 같이 평가하였다.

$$C_o = T_m + T_f \quad (1)$$

- Co : 해상교통 혼잡도
- T_m : 선박통항 환산 교통량($\sum L_m^2$)
- T_f : 등록어선 환산 교통량($\sum L_f^2$)
- L : 대상 선박의 대표길이(LOA)

‘세부지표 1-2. 해상교통 안전공헌도(Cn)’는 최근 5년간 (2010년~2014년) 유인등대 광달범위 내에서 발생한 해양사고를 분석하여 항로표지 인근 통항선박에 대한 해양교통 안전공헌도를 식(2)와 같이 평가하였다.

$$C_n = \sum N_a \quad (2)$$

- Cn : 해상교통 안전공헌도
- Na : 유인등대 광달범위 내 해양사고 발생 건수

‘세부지표 1-3. 교통의 요충지’는 최근 5년간 주요 항만 입출항통계 기반 O-D 분석(Origin Destination)을 통해 주요 항로를 분석하여 주요 교통요충지에 위치한 유인등대의 기능성을 평가하였다.

‘세부지표 1-4. 주변 해양환경특성(Vr)’은 선박 항해 중 기상악화에 따른 유인등대의 활용도를 평가하기 위한 지표이다. 기상악화 시 항로표지시설의 활용도가 높다는 조건하에 안전항해를 위협하는 시계제한(Visibility Restrictions) 조건으로 가시거리가 1km 미만인 안개일수(F_r), 중심최대풍속이 17 m/s 이상인 태풍일수(T_f), 최대풍속 13.9m/s(27 knots)이상인 풍랑주의보 일수(W_r)를 대상으로 최근 5년간 유인등대 인근 해역의 환경 특성을 식(3)과 같이 분석하였다.

$$V_r = (F_r + T_f + W_r)/1825\text{일} \times 100\% \quad (3)$$

- Vr : 시계제한 시 항로표지시설 활용도(%)
- F_r : 가시거리가 1km 미만인 안개일수
- T_f : 중심최대풍속이 17 m/s 이상인 태풍일수
- W_r : 최대풍속 13.9m/s(27 knots)이상인 풍랑주의보 일수

‘세부지표 1-5. 항로표지 활용도(U)’는 실사용자를 대상으로 항로표지시설 기능 및 활용도 설문조사를 통해 유인등대

기능 및 활용도를 평가하기 위한 것으로 도선사협회, 해양수산부, 해양경비안전서, 선사를 대상으로 방문면담 및 설문 조사를 통해 분석한다. 각 유인등대별로 항로표지시설 이용도(Us), 밝기의 적정성(Li), 설치 위치의 적정성(Po)에 대하여 항목별 점수를 합산하여 식(4)와 같이 평가하였다.

$$U = Us + Li + Po \quad (4)$$

- U : 실사용자 대상 항로표지 활용도
- Us : 항로표지시설 이용도
- Li : 밝기의 적정성
- Po : 위치의 적정성

2) 광역관리 기능

‘광역관리 기능’은 유인등대가 인근 항로표지시설에 대한 광역관리를 수행할 경우 유인등대별 기능성을 평가하기 위한 항목이다. 광역관리 기능에 대한 세부 평가지표는 광역관리 규모, 무인표지 관리 효율성, 업무협조 편리성, 전원 확보 용이성, 장비수송 편리성으로 구분된다.

‘세부지표 2-1. 광역관리 규모’는 유인등대 주변 긴급복구 가능범위 내에 위치한 항로표지시설의 규모를 평가하기 위한 것으로 긴급복구 가능범위는 평균 차량속력 60km/h, 선박속력 10knots를 고려하여 항로표지시설 고장 시 4시간 이내(왕복 2시간, 수리 2시간)에 긴급복구가 가능한 해상 10마일, 육상 32.4마일로 하여 긴급복구 가능범위 내 무인표지 기수를 평가지표로 하여 식(5)와 같이 평가하였다.

$$Am = N_{(L+S)} \quad (5)$$

- Am : 광역관리 규모
- N_(L+S) : 긴급복구 가능범위 내 항로표지 기수

‘세부지표 2-2. 무인표지 관리 효율성’은 유인등대를 중심으로 긴급복구 가능범위 내 항로표지시설의 산포도를 평가하기 위한 항목으로 식(6)과 같이 평가하였다.

$$E(x) = (X_L + X_S) / N_{(L+S)} \quad (6)$$

- E(x) : 긴급복구 가능범위 내 항로표지시설의 산포도
- X_L : 등대에서 긴급복구 가능범위 내 각 육상표지까지 도달시간의 총합
- X_S : 등대에서 긴급복구 가능범위 내 각 해상표지까지 도달시간의 총합

‘세부지표 2-3. 업무처리의 편리성’은 항로표지시설 운영·관리를 위한 업무처리 및 협조의 편리성을 평가하기 위한

것으로 소속 지방해양수산청으로부터 유인등대까지 이동시간(항로표지선 이용)을 산출하였다.

‘세부지표 2-4. 전원확보 용이성’은 등대의 특성 상 무인 도서에 위치하고 있어 광역관리를 위한 자체 시설 수준을 평가하기 위한 것으로 상용전원 사용여부를 평가하였다.

‘세부지표 2-5. 장비수송 편리성’은 항로표지시설 장비 운영·관리 및 예비품 확보 등 장비 이동의 편리성을 평가하기 위한 것으로 접근부두로부터 등대까지 차량, 지게, 기타 수송 장비 등 접근방법/시설을 평가하였다.

3) 국가정책 기능

‘국가정책 기능’은 항로표지의 주목적 이외에 국가정책에 따라 다기능을 수행하고 있는 항로표지에 대한 기능성을 평가하기 위한 항목이다. 국가정책 기능에 대한 세부평가지표는 국가 해양영토 관리 중요도, 국가기반 통신 인프라 운영, 연근해 어업전진기지, 권역별 중복성, 업무지원 기능으로 구분된다.

‘세부지표 3-1. 국가 해양영토 관리’는 국토끝단 및 접경 지역에 위치하여 항로표지로서의 기능 이외에 해양영토 관리 측면에서의 지리적 중요도를 평가한다. 영해 한계선으로부터 유인등대까지 최단 거리를 산출하여 상대적 중요도를 분석하였다.

‘세부지표 3-2. 국가기반 통신 인프라 운영’은 항로표지장비 이외에 AIS, DGPS, Loran-C 감시국, 이동통신 중계기 등 국가기반 통신 인프라 운영을 위한 항로표지시설의 활용성을 평가한다. 국가기반 통신 인프라 장비로 AIS, DGPS, Loran-C 감시국, 이동통신 중계기 등 설치 및 관리 중인 장비 개수로 분석하였다.

‘세부지표 3-3. 연근해 어업전진기지’는 유인등대 인근 어항을 위한 연근해 어업 전진기지로서의 역할을 평가하기 위한 것으로 유인등대 광달거리 내 다목적어항을 대상으로 급수시설과 급유시설, 공동창고, 어업 무선국이 설치되어 있고 어획물을 처리·유통할 수 있는 가공시설 등 어업에 필요한 제반 시설을 갖추고 있는 일정 규모 이상의 국가어항 개수를 산출하였다.

‘세부지표 3-4. 권역별 중복성’은 특정 권역 내 같은 기능을 수행할 수 있는 유인등대에 대한 형평성을 고려하여 주변 유인등대와의 중복성을 평가하기 위한 항목으로 식(7)과 같이 평가하였다.

$$A(x) = (A_1 + A_2 + \dots) / A_m \times 100\% \quad (7)$$

- A(x) : 유인등대의 권역별 중복성
- A_m : 평가 유인등대의 광달범위 넓이
- A₁ + A₂ + ... : 주변 유인등대와 겹치는 광달범위 넓이

‘세부지표 3-5. 업무지원 기능’은 국가 관계기관의 장비관리 등 기본 업무 이외에 부가적으로 지원하는 기능에 대해 평가한다. 등대원 업무 중 유인등대에서 공통으로 수행하고 있는 표준 업무를 제외하고 국가 관계기관의 장비 관리, 어업지원 등 부가업무에 대한 소요시간을 기반으로 부가 업무량을 평가하였다.

4) 해양문화공간 기능

‘해양문화공간 기능’은 유인등대의 부가적 기능으로 등대 해양문화공간 운영 및 확장성 등을 평가하기 위한 항목이다. 해양문화공간 기능에 대한 세부 평가지표는 유인등대 시설규모, 등대를 활용한 지역 활성화, 등대의 상징성, 해양문화공간의 접근성, 상생발전 가능성, 해양문화공간의 활용성으로 구분된다.

‘세부지표 4-1. 유인등대 시설규모’는 향후 해양문화공간 활용 가능성을 평가하기 위한 것으로 유인등대 시설 규모를 평가하였다.

‘세부지표 4-2. 등대를 활용한 지역 활성화’는 현재 진수 문화공간으로서 지역 활성화에 대한 역할을 평가하기 위한 항목으로 연간 등대 방문객을 대상으로 최근 3년 방문객 현황을 조사하였다.

‘세부지표 4-3. 등대의 상징성’은 국가 및 지자체의 상징성 및 역사적 가치를 가진 등대 상징성을 평가하기 위한 것으로 국가 및 지자체에 의한 문화재 등록 현황을 평가하였다.

‘세부지표 4-4. 상생발전 가능성’은 등대인근 역 또는 터미널로부터 등대까지 걸리는 시간, 등대 5km 이내 관광지 개수를 평가하였다.

‘세부지표 4-5. 해양문화공간의 활용성’은 개방숙소, 전시관, 광장, 문화행사 운영 등 해양문화공간의 활용도를 평가하기 위한 항목이다.

2.3 기능 평가지표별 가중치 산정

각 항로표지시설 기능 평가지표에 대한 가중치 산정을 위하여 관련 전문가 의견 기반의 가중치 산정 기법을 적용하였다. 계층분석과정(AHP, Analytic Hierarchy Process) 기법은 다수의 평가 기준에 대한 의사결정 방법 중 하나로 전문가의 의견을 바탕으로 각 기준별 가중치를 산정하기 위한 과정을 말한다.

전문가 선정 시 전문가 그룹은 가중치 산정 결과의 신뢰도 향상을 위해 5명이내로 하여 정책결정자, 업무책임자, 학계 전문가(교수 등)를 대상으로 한다. 항로표지시설 기능 평가 지표별로 상이한 조건을 고려하여 기준별 쌍대비교를 통한 중요도를 산정하여 상대적 중요도 기반의 가중치를 산정하였다. 예를 들어 평가지표 A, B, C 지표가 있을 경우 Table 2와 같은 설문지를 작성하여 각 지표 간 쌍대비교를 통하여

상대적 중요도를 조사하고 산술평균에 의해 가중치를 적용하였다.

Table 2. Questionnaire on AHP (Analytic Hierarchy Process)

Standards	9	7	5	3	1
※ If the inverse, enter "1/X"					
1	How much is 'A' more important than 'B'?				
2	How much is 'A' more important than 'C'?				
3	How much is 'A' more important than 'D'?				
4	How much is 'B' more important than 'C'?				
5	How much is 'B' more important than 'D'?				
6	How much is 'C' more important than 'D'?				

2.4 항로표지시설의 특수성 평가

객관적인 항로표지시설 기능 평가지표를 통해 분석된 1차 데이터를 바탕으로 가중치를 적용하고, 항로표지시설의 특수성을 평가하기 위한 단계이다. 관련 전문가의 의견수렴을 통해 평가 예외 대상을 선정하기 위한 기법으로 리커트척도(Likert scale)를 활용하였다.

리커트척도(Likert scale)란 특정대상에 대한 개인의 생각을 측정하는 척도 중 하나로 해당 분야의 전문가 의견을 바탕으로 그 대상을 평가하기 위한 분석 방법을 말한다. 평가 전문가에게 Fig. 2와 같은 리커트척도 질문지를 배부하고 표한 칸에 평가대상 1기씩만 작성하도록 하였으며, 동일 항로표지의 중복 작성을 불가하도록 한다.

1	2	3	4	5	6	7

Fig. 2. Questionnaire on Likert scale.

2.5 항로표지시설 효용성 평가 결과

항로표지시설 기능평가 결과를 기반으로 각 항목별 가중치를 적용하고, 전문가 의견을 통한 항로표지의 특수성까지 고려하여 통합적인 효용성을 분석하였다.

효용성분석 모델을 활용하여 항로표지시설에 대한 사후 평가를 수행하고, 이후 항만 운영 및 여건 변화, 정책결정 등을 고려하여 재검토 할 수 있다.

3. 항로표지시설 효용성분석 모델(ANEffic)의 적용

3.1 분석대상 선정

항로표지시설 효용성분석 모델의 검증을 위해 항로표지 시설 중 전국 37기가 운영 중인 유인등대를 중심으로 적용하고, 조사·분석 하였다.

등대는 광과표지로 지정된 지리적 위치에 직립된 탑이나 견고한 건축물 또는 구조물로 설치하여 신호등 역할과 주간 표지로서의 역할과 함께 야간에는 고유한 등광으로 먼 거리 또는 중장거리에서 이용할 수 있도록 하는 항로표지시설이다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015b). 그 중 유인등대는 등대원이 24시간 상주하며 주·야간 항로표지로서의 기능수행을 위해 감시·관리가 이루어지는 등대로 현재 우리나라는 전국 37기 유인등대가 운영 중에 있다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015c). 현재 항로표지관리소(등대) 직원복무 등에 관한 규정(Ministry of Oceans and Fisheries, 2016c)에 의거하여 항로표지관리소(등대)에 근무하는 직원의 근무시간 등 복무에 관한 사항을 규정하고 있으며, 이번 기능평가를 위한 지표로 활용하였다.

이러한 평가는 항만 운영 중 변경 될 수 있는 위험요소 및 환경 변화를 고려하여 환경 및 항만 여건 변화에 따른 유인등대의 사후평가를 목적으로 한다.

3.2 유인등대 기능평가

37기 유인등대를 대상으로 항로표지기능, 광역관리기능, 국가정책기능, 해양문화공간기능을 종합적으로 평가한 결과 전체 평균 57.24로 등대별 평가 결과는 Fig. 3과 같다.

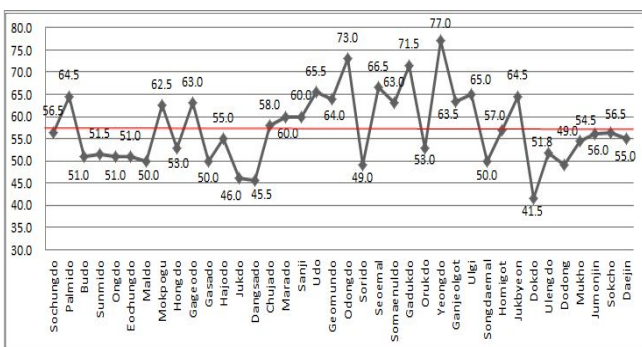


Fig. 3. The result of Function analysis for manned lighthouse.

기능평가 지표별로 분석된 결과를 살펴보면 항로표지기능(평균 14.63)에서는 소매물도등대가 22로 가장 높았으며 가덕도등대, 영도등대, 서이말등대, 팔미도등대 순으로 평가 되었다. 이는 선박의 통항량의 영향을 가장 많이 받는 것으로 주요 교통의 요충지에 위치하여 인근을 통항하는 선박의 활용도 및 안전공헌도가 높은 유인등대라 평가 할 수 있다. 광역관리기능(평균 16.55)에서는 가덕도등대가 22로 가장 높았으며 오동도등대, 영도등대, 울기등대 순으로 평가 되었다. 또한 국가정책기능(평균 12.78)에서는 죽변등대가 19로 가장 높았으며 거문도등대 순으로 평가되었다. 대다수의 유인등대의 경우 항로표지의 주목적 이외에 국가정책적으로 활용도가 높은 것으로 분석되었으며, 국가정책에 따라 다기능을 수행하고 있는 유인등대라 평가 할 수 있다. 해양문화공간기능(평균 13.27)에서는 영도등대가 20으로 가장 높았으며, 울기등대, 소매물도등대, 우도등대 순으로 평가되었다. 이는 유인등대의 접근성 및 활용성이 가장 큰 평가요소로 작용하였으며, 현재 해양문화공간으로서 운영함에 따라 지역관광지 및 등대의 상징성이 높은 유인등대라고 평가 할 수 있다.

3.3 기능 평가지표별 가중치 산정

각 평가지표별로 상이한 조건을 가지고 있으며 정책결정자가 비중 있게 고려할 수 있도록 AHP 가중치산정 기법을 적용하였다. 항로표지시설 효용성분석 모델 검증 및 적용과정으로 이번 연구에서는 유인등대의 기능평가 항목별 가중치 산정을 위하여 직접적 관리자인 3명의 정책결정자를 전문가로 선정하였으며, 평가지표(F1~F4)별 가중치 조사결과에 따라 Table 3과 같이 가중치를 적용하였다.

Table 3. Result of AHP (Analytic Hierarchy Process)

	No 1	No 2	No 3	Average
F 1	0.059	0.104	0.230	0.131
F 2	0.177	0.173	0.061	0.137
F 3	0.730	0.662	0.682	0.676
F 4	0.034	0.061	0.027	0.046

조사결과 평가지표별로 항로표지기능 0.131, 광역관리기능 0.137, 국가정책기능 0.676, 해양문화공간기능 0.046의 가중치를 적용하였으며, 기능평가내용에 가중치를 반영한 결과 Fig. 4와 같이 분석되었다. 특히 국가정책 항목에서 상대적으로 높은 평가를 받은 소청도등대, 거문도등대, 독도등대 등의 경우 상향조정 되었다.

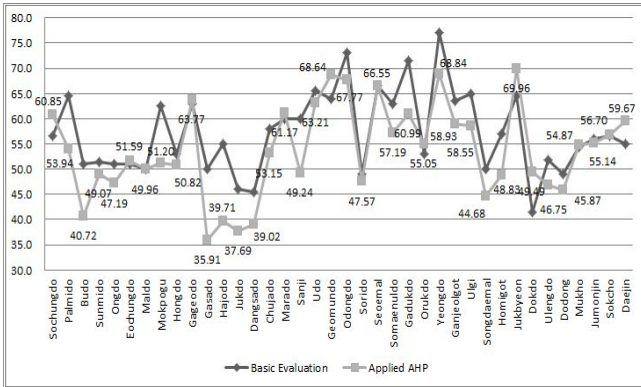


Fig. 4. The result of function analysis and AHP.

3.4 항로표지별 특수성 평가

객관적인 지표를 통한 항로표지시설 기능평가 분석 후 항로표지시설의 특수성 평가를 위해 가중치 산정 시 선정된 정책결정자 3명을 선정하여 리커트척도 질문지를 배부하였다. 조사결과 도동등대, 속초등대, 간절곶등대, 소청도등대, 가거도등대가 상대적으로 중요도 6.47로 높게 분석되었다. 특히 도동등대의 경우 가중치를 반영한 기능평가에서 45.9 (하위 86.5%)의 평가를 받았으나 정책적, 지역적 특수성을 고려하여 재검토 예외대상으로 선정하고, 울기등대의 경우 가중치를 반영한 기능평가에서 58.5(상위 35.1%)의 평가를 받았으나 지리적 중복성 등을 고려하여 재검토 대상에 포함되었다.

3.5 유인등대 효용성분석 결과

유인등대 효용성분석 결과 기능평가의 경우 평균 57.24으로 영도등대, 오동도등대, 가덕도등대가 항로표지기능, 광역관리기능, 국가정책기능, 해양문화공간기능에 대해 종합적인 기능을 수행하고 있는 것으로 평가되었으며, 전문가 의견을 반영하여 각 지표별 가중치 항로표지기능 0.131, 광역관리기능 0.137, 국가정책기능 0.676, 해양문화공간기능 0.046을 반영한 결과 영도등대, 가거도등대, 거문도등대, 죽변등대의 효용성이 높은 반면 울릉도등대, 가사도등대, 송대말등대, 울기등대의 경우 세부적인 효용성평가가 이루어질 필요가 있는 것으로 분석되었다.

4. 결론

항로표지시설 효용성 분석모델(ANEffic)은 항로표지시설의 공통된 평가기준을 적용하여 환경 및 항만 여건 변화에 따른 항로표지시설의 사후평가를 위한 효용성분석 모델이다. 항로표지시설 중 유인등대를 중심으로 ‘항로표지 기능’,

‘광역관리 기능’, ‘국가정책 기능’, ‘해양문화공간 기능’으로 총 4개 대분류로 구분하고 각 대분류별 5개의 소분류 지표에 따라 항로표지 기능평가를 실시하고, 이 결과를 바탕으로 전문가 의견, 항만 운영의 특성, 국가정책 등을 반영한 계층분석과정(AHP, Analytic Hierarchy Process) 기법 및 리커트 척도(Likert scale)를 적용하였다.

우리나라 37기 유인등대를 대상으로 분석해 본 결과 전체 37기 중 영도등대, 가거도등대, 거문도등대, 죽변등대의 기능 및 효용성이 높은 것으로 분석되었으며, 울릉도등대, 가사도등대, 송대말등대, 울기등대의 경우 세부적인 적정성분석이 이루어질 필요가 있는 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과를 반영하여 유인등대의 다기능화를 통한 역량강화 및 중장기적 무인등대화 정책 확대 방안을 마련하였다 (Ministry of Oceans and Fisheries, 2016b).

이러한 항로표지시설 효용성분석을 통해 항로표지시설에 대한 관리체계의 효율성 향상, 항로표지의 재배치 및 정책결정을 위한 기초자료 및 재검토 자료 등으로 활용할 수 있을 것으로 기대되며, 향후 전체 항로표지시설에 적용할 수 있는 통합 모델 개발을 위해 지속적인 연구가 필요 할 것이다.

Reference

- [1] IALA(2014), IALA NAVGUIDE 2014, p. 76.
- [2] Ministry of Oceans and Fisheries(2015a), Maritime safety law, p. 5.
- [3] Ministry of Oceans and Fisheries(2015b), Regulations on the function and standard of Aids to Navigation, p. 9.
- [4] Ministry of Oceans and Fisheries(2015c), A study on an efficient management for manned lighthouse (East sea) p. 55.
- [5] Ministry of Oceans and Fisheries(2006a), A Study on the Operational Effect of Maritime Traffic Safety Facilities, pp. 4-11.
- [6] Ministry of Oceans and Fisheries(2016b), A study on an efficient management for manned lighthouse (West sea, Southern sea) pp. 369-409.
- [7] Ministry of Oceans and Fisheries(2016c), Regulations on the public officials service of manned lighthouse, pp. 1-2.

Received : 2016. 09. 19.

Revised : 2016. 10. 14.

Accepted : 2016. 10. 27.