

감천항 선박교통 특성을 반영한 도등 효용성 분석

하신영* · † 국승기

*한국해양대학교 해사산업연구소 산학연구교수, † 한국해양대학교 해양경찰학부 교수

Effectiveness of Leading Light by Reflecting the Characteristics of Marine Traffic at Gamcheon Port

Shin-Young Ha · † Seung-gi Gug*

**Research Professor, Research Institute of Maritime Industry, Korea Maritime University Busan 606-791, Korea*

† Professor, Division of Coast Guard, Korea Maritime University Busan 606-791, Korea

요약 : 본 연구는 현재 감천항에 입항하는 선박교통 특성을 반영하여 감천항 도등의 효용성을 검토하였다. 감천항 도등은 1996년 4,000TEU 컨테이너선 출입항을 위해 감천항 항로표지 보완 기본설계과정에서 제안되어 설치되었다. 이후 부산지방해양수산청의 감천항 정온도 향상을 위한 기존 외곽 시설 재배치 검토 연구를 통해 50,000DWT급 일반 화물선 입항 대응 및 한진 부두의 크레인 높이를 반영한 도등으로 개선되었다. 그러나 현재 감천항의 해상교통 특성을 보면 해상교통 혼잡도도 원활하고 대형선박 보다는 10,000톤 이하의 중소형 선박 비중이 높아 대형선박 입항을 대응하기 위해 개선된 도등의 효율성은 감소되었다고 볼 수 있다. 그러나 입항선박의 규모에 따른 변화 추이를 보면 30,000톤 이상 선박의 입항비율의 연평균증가율(CAGR)이 8.45%로 증가되고 있어 향후 대형선박의 입항비중 증가에 대한 대비를 위해서는 감천항 도등을 필수 등화로 유지하는 것이 필요하다. 따라서 도등을 철거할 경우 감천항 항로의 협소한 공간 특성상 입출항 선박이 조우하는 경우에는 충돌의 위험이 증가하여 항해자에게 큰 부담이 될 수 있기 때문에 도등의 기능은 유지하는 대신 전도등을 이전설치 하여 유지보수에 대한 부담을 경감시키는 방법과 도등의 기능 대신 지향등을 설치하는 방법을 고려해 볼 수 있다. 지향등 설치 시 인근 부산북항에 설치된 Single Sector Lights가 명확한 중시선을 제공하지 못하여 지점에 따라 명확한 구분이 어려움에 따라 이용자 만족도가 떨어지는 부분을 개선할 수 있는 Double Sector Lights를 설치할 고려해볼 수 있다.

핵심용어 : 감천항, 도등, 해상교통 현장조사, 해상교통혼잡도, 이중 지향등

Abstract : This study examines the effectiveness of Gamcheon Port's leading lights in reflecting the characteristics of ship traffic entering the port. The leading light of Gamcheon Port was proposed and installed in 1996 during the basic design process of supplementing the port's route signs for the entry and exit of 4,000 TEU container ships. Since then, it has been improved to accommodate the entry of 50,000 DWT general cargo ships and to reflect the crane height of Hanjin Pier, as a result of a review study conducted by the Busan Regional Maritime Affairs and Fisheries Administration to improve the still temperature of Gamcheon Port by relocating existing outer facilities. However, an analysis of the current characteristics of maritime traffic at Gamcheon Port reveals that maritime traffic congestion is smooth and the proportion of small and medium-sized ships under 10,000 tons is higher than that of large ships, resulting in decreased efficiency of the leading lights to respond to the entry of large ships. Nevertheless, considering the increasing CAGR of the entry ratio of ships or 30,000 tons or more by 8.45%, preparations for the anticipated increase in the proportion of large ships entering the port in the future are necessary, and it is preferable to maintain the function of the leading lights rather than demolishing the entrance to Gamcheon Port. The narrow nature of the Gamcheon Port route poses a higher risk of collision when ships entering and exiting encounter each other, which can burden the navigator. Therefore, instead of maintaining the function of the leading lights, it is possible to relocate the conduction light to reduce maintenance burden and install a direction light in its place. When installing the direction light, it is worth considering using Double Sector Lights instead of the currently installed Single Sector Lights at nearby Busan Bukhang Port, as the former can improve user satisfaction by providing a clearer middle line and reducing difficulties in distinguishing between points.

Key words : Gamcheon port, leading lights, maritime traffic survey, maritime traffic congestion, double sector light

1. 서 론

도등(Leading light)은 통항이 곤란한 좁은 수로, 만 입구, 항구 등에서 선박을 안전한 항로로 유도하기 위해 항로의 연

장선상인 육지에 설치하여 2개의 등화를 수직선상에 보고 진 입하게 하는 광표지기로 현재 감천항에 설치되어 운영 중이다. Ki at al(2023)는 감천항의 특성상 동·서방파제 사이의 유효항로폭이 180m 정도밖에 되지 않는 협수로로 입출항 선박

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

* hsy4625@kmou.ac.kr 051-410-4835

이 조우하는 경우 충돌의 위험이 증가하여 입항 시 주의가 필요한 구역이라 발표하기도 하였다.

감천항의 교통환경에 관한 선행 연구로는 Seo(2012)의 감천항 항내 정온도 향상 대책 마련이나 Jeong et al.(2007)의 감천항 출입항 및 접이안 관련 교통환경 예측 등 해상교통 현황 분석 및 운항위험요소 등에 대한 연구가 주로 이루어졌으며 도등과 같은 해양교통시설에 대한 연구는 없었다.

감천항 도등은 1996년 4,000TEU 컨테이너선 출입항을 위해 감천항 항로표지 보완 기본 설계과정에서 제안되어 설치·운영되어 오다가 부산지방해양수산청에서 실시한 감천항의 정온도 향상을 위해 기존 외곽시설에 대한 재배치를 검토하는 연구에서 50,000DWT급 일반 화물선 입항에 대응하고 환진부두의 크레인 높이를 반영하여 개선되었다(Busan Regional Office of Oceans and Fisheries, 2005). 그러나 최근 감천항의 입항특성을 보면 과거 연구에서 예측했던 대형선 보다는 중소형 어선 위주로 통항이 이루어지고 있어 대형선을 대비하여 개선된 도등의 효용성이 설치 당시에 비해 감소하였다. 또한 환진부두의 크레인 높이를 반영하다보니 Table 1과 같이 도등의 등고가 전도등(Front Leading Light)은 106m, 후도등(Back Leading Light)은 163m로 높게 설계되다 보니 철탑의 높이도 함께 높아져 도등의 효율적인 관리가 어려운 상태이다. 따라서 본 연구에서는 감천항의 입항 선박의 특성을 반영한 감천항 도등 효용성을 재분석하고 개선방안을 제안하였다.

Table 1 Gamcheon port leading light installation status

| Name | Location | Character of light | Contour (m) | Iron tower height (m) | Luminous Range (NM) |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| Front Leading Light | 35° 03' 42" N 128° 59' 37" E | F G | 106 | 101 | 23 |
| Back Leading Light | 35° 03' 59" N 128° 59' 15" E | F G | 163 | 36 | 23 |

Source : Korea Aids to Navigation History Card No. 2048(2023)

2. 감천항 해상교통 현황 조사

2.1 감천항 입항선박 특성 분석

감천항 선박 통항 추이를 분석하기 위해 최근 5년간 PORTMIS(해양항만물류정보시스템) 자료를 활용하였다. 그 결과 Table 2와 같이 1996년 도등 건설 당시 고려하였던 컨테이너선은 현재 거의 입항하고 있지 않았으며 30,000톤 이상이 2.3%, 2,000톤 이상 10,000톤 이하의 선박이 전체의 약 36%정도 차지하고 있는 것으로 분석되었다. Table 3에서 분석한 감천항 입항 선종의 경우 일반 화물선이 가장 많으며 다음으로

는 감천항 특성에 맞는 냉동·냉장선의 입항 비율이 높았다.

Table 2 The ratio of entry vessel at Gamcheon port(2017-2023)

| Category | Number of Vessels | Ratio(%) |
|------------------------|-------------------|----------|
| ~ 100 ton | 2774 | 12.6 |
| 100 ton~ 500ton | 5,553 | 25.2 |
| 500 ton~ 2,000ton | 4,273 | 19.4 |
| 2,000 ton~ 10,000ton | 7,906 | 35.9 |
| 10,000ton ~ 30,000 ton | 1,009 | 4.6 |
| 30,000 ton ~ | 508 | 2.3 |
| Sum | 22,023 | 100.0 |

Source : <https://new.portmis.go.kr>, 2023

Table 3 Characteristics of vessel at Gamcheon port

| Category | Number of Vessels | Ratio(%) |
|---------------------------|-------------------|----------|
| Fishing boat | 3,241 | 15.6 |
| General cargo ship | 4,603 | 22.2 |
| Bulk carrier | 1,968 | 9.5 |
| Other ships | 482 | 2.3 |
| Petroleum product carrier | 1,353 | 6.5 |
| Frozen refrigerated ship | 3,921 | 18.9 |
| Other tugboat | 1,731 | 8.4 |
| Tugboat | 2,534 | 12.3 |
| Cement carrier | 887 | 4.3 |
| Sum | 20,720 | 100.0 |

Source : <https://new.portmis.go.kr>, 2023

연도별 입항 선박 규모의 변화를 분석한 결과는 Table 4와 같으며 입항선박의 규모에 따른 변화 추이를 파악하기 위해 미래 성장규모를 추정하는데 용이한 방법인 연평균복합성장률(CAGR,Compound Annual Growth Rate)을 활용하였다(Choi,2014). 감천항 입항선박 규모별 CAGR을 분석한 결과 30,000톤 이상의 선박의 증가율이 약 8.45%로 상당히 높은 것으로 나타났다.

Table 4 The number of entry vessels by year

| Category | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | CAGR(%) |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| ~ 100 ton | 443 | 546 | 458 | 401 | 492 | 2.12 |
| 100 ton~ 500ton | 884 | 1,147 | 1,046 | 801 | 767 | -2.79 |
| 500 ton~ 2,000ton | 684 | 739 | 682 | 739 | 698 | 0.41 |
| 2,000 ton~ 10,000ton | 1,225 | 1,346 | 1,375 | 1,386 | 1,177 | -0.80 |
| 10,000ton~ 30,000 ton | 187 | 160 | 175 | 175 | 154 | -3.80 |
| 30,000 ton ~ | 78 | 91 | 65 | 104 | 117 | 8.45 |

Source : <https://new.portmis.go.kr>, 2023

2.3 해상교통혼잡도 평가

해상교통혼잡도 평가를 위해 환산교통량을 기준으로 항로 상에 선박이 점유할 영역의 크기를 나타내는 범퍼모델(Bumper Model)을 활용하였으며, 이 경우 환산교통량에 사용되는 일반적인 척도는 선박이 점유하는 수면의 넓이를 표현하기 위한 것으로 선박길이의 제곱(L^2)을 사용한다(Yahei et al., 1981). 따라서 항해중인 선박이나 정박 중인 선박을 위해 필요한 해면의 면적은 보통 L^2 에 비례하므로, 이를 이용하여 항로의 교통용량을 평가하였다. 해상에서의 교통량은 항로 폭과 선속을 곱한 값을 후방점용영역의 면적으로 나누어 구하며, 이를 식으로 표현하면 다음 식(1)과 같다.

$$Q = \frac{1}{LS} WV \quad \text{식(1)}$$

Q : Basic traffic volume(boat/h)

L : Long diameter of occupation area(km)

S : Short diameter of occupancy area(km)

W : width of the route(m)

V : Speed(km/h)

폐색영역(점용면적)은 통상적으로 넓은 수역은 표준 선박길이의 전후방 8 L, 측면 3.2 L을, 좁은 수역에서는 6 L과 1.6 L을 적용하고 있으며, 표준선박은 통상적으로 선박의 길이 70 m를 기준으로 하고 있다(Um et al., 2012)

감천항의 해상 교통혼잡도를 분석하기 위해 항로가 가장 좁은 감천항 입구 방파제 폭인 280m를 기준으로 해상 교통혼잡도를 비교 평가하였으며, 크기와 속력이 다른 선박들이 혼재해서 항해하기 때문에 통항 선박들의 선속은 일반적으로 통항하는 속력인 7.4km/h(4kts), 11.1km/h(6kts), 14.8km/h(8kts)을 적용하였다. 감천항 입구의 기본교통용량은 Table 5와 같이 선속이 7.4km/h(4kts)인 경우 시간당 기본교통용량은 44.10척, 실용교통용량 11.02척, 선속이 11.1km/h(6kts)인 경우 시간당 기본교통용량 66.14척, 실용교통용량 16.54척, 14.8km/h(8kts)인 경우 기본교통용량 88.19척, 실용교통용량 22.05척으로 산출되었다.

Table 8 Basic and practical traffic volume per hour

| Speed | width of the route(m) | Basic traffic volume(Vessel/h) | Practical traffic volume(Vessel/h) |
|----------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 7.4km/h(4kts) | 280 | 44.10 | 11.02 |
| 11.1km/h(6kts) | | 66.14 | 16.54 |
| 14.8km/h(8kts) | | 88.19 | 22.05 |

감천항 방파제 입구 Gateline을 통과한 선박통항량으로 합산한 전체 통항량의 시간당 왕복 L^2 환산 교통량(척/시간)은 Table 6과 같이 2.70로 분석되어 해상교통 혼잡도 평가 결과

7.4km/h(4kts)일 때 24.46%, 11.1km/h(6kts)일 때 16.30%, 14.8km/h(8kts)일 때 12.23%로 평가 대상 선박 모두 교통원활로 평가되었다.

Table 9 Traffic congestion by Gamcheon port

| 72 hours Ship traffic volume | L^2 (Vessel/h) | Speed | Practical transportation capacity per hour | traffic congestion |
|------------------------------|------------------|----------------|--|--------------------|
| 537 | 2.70 | 7.4km/h(4kts) | 11.02 | 24.46% |
| | | 11.1km/h(6kts) | 16.54 | 16.30% |
| | | 14.8km/h(8kts) | 22.05 | 12.23% |

3. 감천항 도등 운영 타당성

현장조사를 통해 파악된 감천항의 해상교통 특성을 보면 해상교통 혼잡도도 원활하고 대형선박 보다는 10,000톤 이하의 중소형 선박 비중이 높은 것으로 분석되어 대형선박 입항을 대응하기 위해 개선된 도등의 효율성은 감소되었다고 볼 수 있다. 그러나 최근 5년간 PORTMIS에 공개되어 있는 감천항 입항선박의 규모에 따른 변화 추이를 보면 30,000톤 이상 선박의 입항비율의 CAGR이 8.45%로 증가되고 있어 향후 대형선박의 입항비율 증가에 대한 대비를 위해서는 감천항 도등은 필수 등화로 철거하기 보다는 기능을 유지하는 것이 필요하다.

따라서 감천항 도등개선과 관련한 이용자 의견 청취를 통해 실제 이용자의 필요성에 대한 검토가 필요하다고 판단하여 주요 이용자 인터뷰와 설문조사를 실시하였다.

주요 이용자 인터뷰는 도선사협회, 해양경찰, 지역어민을 대상으로 2023년 7월 실시하였다. 부산항 도선사 협회에서는 일반적인 항만과 비교하여 도선환경이 매우 열악하고 입항 시 방파제 입구쪽 횡조류로 인해 안정적인 입항에 어려움이 있다고 응답하였다. 특히 동쪽 수산물시장 및 가공단지로 진입하는 소형어선의 입출항이 잦고 인근 수리조선소에서 수리중에 엔진이 꺼져 있는 dead ship 상태의 선박이 감천항 내부를 가로질러 이동하는 경우도 빈번히 발생하여 항내 사고 가능성이 높은 지역이다. 그뿐만 아니라 감천항 입항 시 강한 횡조류의 영향으로 인한 선박의 이동을 감지하기 위한 기준점으로 도등을 주로 활용하고 있으므로 지속적으로 유지되어야 하는 필수 등화라고 응답하였다. 해양경찰이나 지역어민의 경우 업무 및 조업의 특성상 도등을 활용하여 입항하는 경우는 매우 드물다고 응답하였으나, 감천항 도등의 유지를 통해 해양사고를 대비해야 하는 것이 적절하다고 응답하였다.

다음으로 이용자 설문조사를 진행하기 위해 Table 10과 같이 총 9문항으로 설계하였으며 감천항을 주로 이용하는 이용자와 관계기관을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과 총 38건의 유효한 응답건수가 집계되었으며 응답자의 61.5%가 승선경력 25년 이상이고, 20년 이상이 11.5%, 10년 이상이 19.2%로 대부분 경력이 많은 항해자를 중심으로 설문 이

어졌으며, 직종은 84.6%가 도선사, 11.5%가 항해사이고 승선 선종은 538%가 화물선, 42.3%가 도선선을 포함한 기타선박으로 응답하였다. 설문 응답자의 기본사항을 보면 감천항 입항 경험이 많은 이용자를 대상으로 설문조사가 이루어진 것을 확인할 수 있다.

Table 10 Survey design

| Contents | Details |
|---|--|
| Basic information | 1.Experience on board a ship |
| | 2.Occupation and duties |
| | 3.Type of Vessel |
| Matters related to port guidance facilities | 4.Major Port of Use at Busan Port |
| | 5. Frequency of arrival at Gamcheon Port |
| | 6.Aids to navigation used when entering Gamcheon Port |
| | 7.Frequency of use of Gamcheon Port leading lights |
| | 8.Necessity of the Gamcheon Port leading lights |
| Other | 8-1. Alternative navigation assistance facilities in case of demolition of Gamcheon Port leading light |
| | 9. Other comments |

설문조사 결과 응답자의 96.1%가 감천항을 한 달에 1회 이상 입항하고 있었으며 이 중 40.4%가 도등을 이용하고 방파제 등대는 36.5%, 항내등부표와 감천항유도등 부표를 이용하는 비율은 각각 9.6%로 응답하였다. 감천항 입항 시 항로 중시선 확보를 위한 항로표지(도등)의 필요성에 대한 질문에는 응답자의 88.5%가 그렇다고 응답하여 이용자 대부분은 도등을 적극 활용하고 있는 것으로 조사결과가 도출되었다. 기타 의견에 대해서는 도등은 본선의 위치 및 편향 정도를 확인할 수 있는 가장 명확한 항로표지이므로 계속유지가 필요한 필수 등화이고 방파제 입구에는 조류가 강하므로 지향등으로 대체하는것은 도등에 비하여 위험도가 상당히 높다고 응답하였다. 만약 불가피하게 도등을 제거할 경우 이를 대체할 수 있는 항로표지 설치는 필수적이라고 하였다.

감천항 도등 운영타당성을 종합적으로 분석해보면 도등 설치 당시 한진부두 4,000 TEU급 컨테이너 선박의 입항 및 컨테이너 크레인의 높이를 반영하여 현재 도등의 위치와 높이가 결정되었으나 현재 한진부두의 크레인은 운영하고 있지 않고, 최근 5년간 PORTMIS 자료상에도 감천항에 4,000TEU급 대형 선박이 입항하지 않고 있는 현 상황을 반영하여 해양교통시설의 효율적인 운영을 위해 개선이 필요한 것은 분명하다. 그러나 최근 대형선박의 입항비율이 점차적으로 증가하는 추세이고 감천항 항로의 협소한 공간 특성상 입출항 선박이 조우하는 경우에는 충돌의 위험이 증가하여 항해자에게 큰 부담이 될 수 있기 때문에 도등 이용자의 도등유지 의견을 반영한다면 감천항 도등 기능을 유지하는 것이 바람직하다. 그러나 현재 도등의 위치와 규모로 인해 항로표지 관리가 즉각적으로 이루어지기 어려운 부분에 대해서는 개선안을 도출할 필요가 있다.

4. 감천항 도등 개선 방안

제3장에서 도출된 결과를 기반으로 2가지의 감천항 도등 개선방안을 제안하고자 한다. 먼저 도등 기능은 유지하면서 유지보수가 원활히 이루어질 수 있는 방안과 도등을 철거하고 대체항로표지를 설치하는 방법이다.

4.1 도등 기능 유지

현재 감천항 도등 유지관리의 문제점을 해결하기 위해서는 전도등의 이전을 고려하였으며 후도등의 위치를 유지하며 전도등 이전이 가능한 지점 중 유지관리가 용이한 부지로 감천항 7부두 내 부지가 적합하다고 판단하여 실제 현장조사를 통해 설치 가능한 지점을(35° 3′ 32.3″ N, 128° 59′ 48.5″ E)로 선정하여 검토해 보았다. 만약 감천항 전도등을 7부두 내 이전할 경우 Table 11과 같이 전도등의 높이를 101m에서 47.7m로 감소시킬 수 있으며 토지 사용협상도 검토해볼 수 있는 여지가 있는 것으로 판단된다. 부두내에 도등을 설치할 경우, 등고가 50m 이상이 되므로 부두내의 조명탑(약 25m내외)보다는 높게 설치되므로 배후광의 영향은 크지 않을 것으로 평가된다.

Table 11 Measures for improvement of front leading light at Gamcheon port

| Category | Present (35° 3′ 59.5″ N 128° 59′ 15.6″ E) | | Improvement (35° 3′ 32.3″ N 128° 59′ 48.5″ E) | |
|-----------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| | Specification | iron tower height | Specification | iron tower height |
| leading lights(back) | 163 m | 36m | 163m | 36m |
| leading lights(front) | 106m | 101m | 52.7m | 47.7m |

4.2 대체항로표지 설치

두 번째 방안으로 전·후도등을 모두 철거하고 대체항로표지로 지향등을 설치하는 방법이다. 부산항에 설치된 지향등의 효과에 대한 부산항 도선사회의 자체 조사(2023년)에 의하면 지향등(Sector Lights)은 도등처럼 명확한 중시선을 제공하지 못하므로 도등 대체가 어렵다는 의견이 많았다. 만약 현재 부산항에 설치되어 있는 형태로 하나로 이루어진 지향등인 Single Sector Lights로 동일하게 설치할 경우 이용자가 만족하지 못하는 시설이 될 가능성이 크다.

따라서 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 두 개의 지향등을 설치하는 방식인 Double Sector Lights를 설치하는 것을 제안한다. Double Sector Lights는 IALA Guideline G1041 Sector Light에 설치가이드가 제시되어 있으며 Fig. 2와 같이 두 개의 Sector Lights를 활용한다. 기존의 Single Sector Lights가 Leading Line 구간을 백색으로 표시하여 선박이 좌

현이나 우현으로 치우치게 되면 녹홍의 등화가 보이도록 하는 시스템으로 명확한 중시선을 제공하지 못하여 지점에 따라 명확한 구분이 어려웠던 지향등의 문제점을 개선할 수 있는 방법이다(IALA, 2015). 감천항에 Double Sector Lights를 적용하여 설치 간격을 30m로 할 경우 Fig. 3과 같이 Pilot area 시점에서 항로 중앙구간이 약 35.3m로서 식별이 가능할 것으로 판단되나 시인성 및 효과성에 대한 추가 연구가 필요하다.

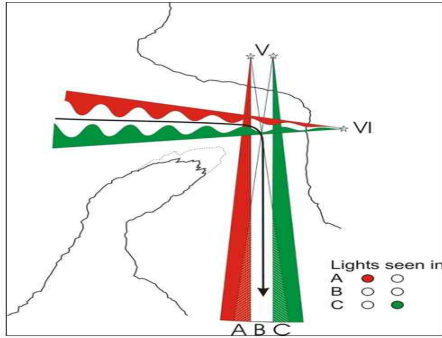


Fig. 2 Multiple sectors arrangement marking a channel
Source : IALA GUIDELINE, G1041 SECTOR LIGHTS



Fig. 3 Estimated installation location(Double Sector Lights)

5. 결 론

본 연구에서는 현재 감천항에 입항하는 선박교통 특성을 반영하여 감천항 도등의 효용성을 검토하였다. 감천항 이용자가 가장 많이 도등을 활용하고 있지만, 과거 한진부두의 대형크레인 시설이 설치된 당시 도등이 설치되다 보니 높이가 상당히 높아 유지보수에 어려움이 있으며 현재 감천항 항만시설의 변화로 운항환경이 달라진 점을 고려하여 효용성을 제고하기 위한 개선검토가 필요한 시점이다. 감천항의 입출항 선박의 규모를 감천항 설계 당시와 비교 분석하기 위해 최근 5년간 PORTMIS 자료를 활용하여 분석한 결과 1996년 도등 건설 당시 고려했었던 컨테이너선은 현재 입항하고 있지 않으며, 가장 큰 규모인 30,000톤급의 선박의 입항 비율은 2.3%로 매우 낮아 감천항 도등의 기존 설계 당시의 기대되는 효용성에 비해 상당히 낮은 것으로 평가할 수 있다. 그러나 도등을 철거할 경우 감천항 항로의 협소한 공간 특성상 입출항 선박이 조우할 시 충돌의 위험이 증가하여 항해자에게 큰 부담이 될 수 있다. 따라서 감천항에서의 도등의 기능은 유지되어야 하

나 유지보수와 관련된 문제를 개선하기 위해 도등의 기능은 유지하는 대신 전도등을 이전설치 하여 유지보수에 대한 부담을 경감시키는 방법과 도등의 기능 대신 지향등을 설치하는 방법을 고려해 볼 수 있으며 지향등 설치 시 Double Sector Lights를 설치를 고려해볼 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Busan Regional Office of Oceans and Fisheries(2005), "Report on Design Service for Change of Route and Improvement of Provincial Function of Gamcheon Port", pp. 5.14-5.15.
- [2] Busan Regional Office of Oceans and Fisheries(1996), "Basic Design Report of Gamcheon Port ATON for 4000TEU Container", pp. 77-78.
- [3] Busan Port Authority, Chain Port, <https://www.chainportal.co.kr> (2023.11.29.).
- [4] Choi, I. J.(2014), "A Study on the Market Forecasting Methodology for Estimating the Benefits of Preliminary Feasibility Study in R&D Sector", Korea Institute of science & technology evaluation and planning, Research Report 2014-035, p. 25.
- [5] IALA(2015), "IALA GUIDELINE, G1041 SECTOR LIGHTS", Edition 3.1, pp. 8-10.
- [6] Jeong, H. S., Seo, B. K. and Kim, S. G.(2007), "A Safety Assessment on Fishing Vessel's Entering or Leaving the Port of Gamcheon", Journal of Fishery and Marine Science Education, Vol. 19, No. 3, pp. 441-456.
- [7] Ki, S. H., Choi, B. K., Choi, J. U., Song, T. S., Park, Y. S. and Kim, D. W.(2023), "A Study on Hazards to Pilotage Safety in a Pilotage Area in the Busan Gamcheon Port", J. Navig. Port Res. Vol. 47, No. 6, pp 341-34.
- [8] Kang, W. S., Song, T. H., Kim, Y. D. and Park, Y. S.(2017), "A Study on Seasonal Variation in Marine Traffic Congestion on Major Port and Coastal Routes", J. Navig. Port Res. Vol. 23, No. 1, pp. 001-008.
- [9] Ministry of Oceans and Fisheries, Transport and Maritime Affairs(2023), The number of vessels that depart and arrive, <https://new.portmis.go.kr/>
- [10] Ministry of Oceans and Fisheries, Korea Aids to Navigation History Card, No. 2048(2023).
- [11] Seo, D. H.(2012), "The Study on the Measures to Improve Tranquility at Gamcheon harbour", Pukyong National University, Graduate School of Industry, Master's Dissertation.
- [12] Um, H. C., Jang, W. J., Cho, K. M. and Cho, I.

S.(2012), "A Study on the Assessment of the Marine Traffic Congestion and the Improvement of a Technical Standards", Korean Soc. Mar. Environ. Saf. Vol. 18, No. 5, pp. 416-422.

- [13] Yahei, F., Tsutomu, M. and Kiyoshi, H.(1981), Maritime Traffic Engineering, Kaibundo, pp. 119-140.

Received 16 April 2024

Revised 23 April 2024

Accepted 26 June 2024