

선박 입출항 소요시간 분석을 통한 항만 VTS의 효율적인 운영

† 김태균, 우정훈, 박영숙 · 김광일**

† 제주항 해상교통관제센터 관제사, **제주대학교 해양과학대학 교수

요 약 : 입항 수역이 좁은 제주항만은 단일 방향 통항이 가능한 one-way 방식을 사용 중 이다. 이러한 항만 특성으로 인해 제주항을 입출항 하는 선박들은 해상교통관제사(Vessel Traffic Service, VTS)의 지시에 의거하여 순서대로 입출항을 하고 있다. 본 연구는 VTS 관제사가 객관적이고 정확한 예측을 위해 선박자동식별장치(Automatic Identification System, AIS) 선박항적데이터를 이용하여 제주항에 입출항 하는 선박의 이동시간 통계를 산출하여 선박입출항 소요시간을 분석하고자 한다. 이를 위해 AIS 데이터를 이용하여 선박 이동시간을 산출하는 알고리즘을 제안하고, 이에 더하여 기상 상태와 항만 예선 사용에 따른 입출항 소요 시간을 취합하여 분석하고자 한다. 이에 따른 결과를 실제 관제에 적용시켜 보다 더 안전하고 효율적으로 항만을 운영하는데 의의를 두고 있다.

핵심용어 : 제주항, 지방관리무역항, VTS, 입출항 소요 시간, 정기 여객선, 화물선, 기상, 예선

1. 서 론

지방관리무역항인 제주항은 다른 무역항에 비해 비교적 그 규모가 작고 항로 및 방파제 입구가 약 90m정도로 협소하여 ONE-WAY 방식으로 운영되고 있으며 선박의 대형화, 이동량의 증가로 포화 상태이다.

제주항을 입출항하는 선박들은 정해진 시간에 입출항을 해야 하는 정기 여객선 그리고 육지와 제주도 사이를 항해하는 정기 화물선이 대부분이다. 대부분의 정기선들이 정해진 시간에 입출항 하기를 원하지만 입출항이 밀집되는 특정 시간에 그렇게 하기란 불가능 하다. 이로 인해 종종 입출항 순서 문제로 선박간 다툼이 발생하기도 하고 시간 지연으로 각종 민원신고가 접수 되기도 한다.

이에 따라 제주항VTS 관제사들은 경험을 토대로 선박 입출항 순서를 고민하고 선박들간의 합의를 도출해 내고 있으나 선박들의 안전과 효율적인 항만의 운영을 위해 본 연구에서는 VTS 관제사가 선박 입출항 순서조절 및 시기조절을 위해 선박 특성별로 이·접안에 소요된 시간을 분석하고자 한다. 이를 위해 제주항을 방파제 구역 및 부두 구역으로 구분하고, 선박 AIS(Automatic Identification System, 이하 AIS) 항적데이터를 활용하여 선박의 이·접안 시간, 선박종류 및 크기, 접안방향별 소요시간 통계를 산출하여 이 문제점을 보다 체계적으로 해결하고자 한다.

2. 제주항의 특성

2.1 제주항 선석 소개

제주 내항으로 들어오기 위해서는 제1 서방파제와 제1 동방파제를 통과해야 하는데 이 두 방파제 사이의 거리는 226m 이고 실제 선박이 항해 가능한 항로 폭은 90m로 매우 좁다. 그렇기 때문에 내항은 ONE-WAY로 운영되고 있다.

2.2 기상의 영향

제주도의 연평균 풍속은 4.5m/s로 한반도 지역에 비해 1~2m/s 강하며 해안으로 갈수록 바람은 더 강해진다.

이와 같이 제주항은 다른 항만에 비해 바람의 영향을 많이 받고 있으며 이는 선박 입출항 소요시간에 아주 큰 영향을 미치고 있다.

2.3 항만 예선(TUG) 사용 영향

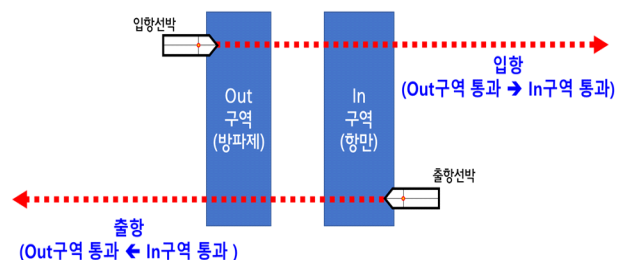
제주항에는 총 3척의 항만 예선이 운영되고 있다. 선박들은 기상이 불량하거나 특수한 상황 발생 시 예선을 사용한다. 하지만 제주항 입출항 경험이 많은 선장들은 항내 기상이 불량할 때에도 예선을 사용하지 않는 경우가 많다. 이것 역시 선박 입출항 소요시간에 큰 영향을 미치고 있다.

3. 제주항 정기선 입출항 소요 시간 분석

3.1 AIS 데이터를 이용한 선박 이·접안 시간 추출

본 연구에서 제주항 입출항 선박의 이·접안 시간 산출을 위해 방파제 통과 구역과 부두 접안구역의 범위를 지정하고, 선박 AIS 데이터가 지정된 두 구역을 모두 통과하면 입항 또는 출항 선박으로 지정하여 두 구간의 이동시간을 계산한다.

<그림 1> 선박 입출항 상황판별 개요



제주 내항 방파제 통과구역과 부두 집안구역을 설정하기 위해 각 방파제 및 부두에 해당하는 구역의 위경도 좌표값을 전자해도에서 추출하였다.

<그림 2> 제주 항만구역 및 방파제 구역 위치 분포



또한 선박이 입항자세 또는 출항자세 접안인지 판별하기 위해 각 접안선석의 입항 및 출항 자세 선수방위범위, 수심 그리고 주요 대상 선박을 초기 값으로 입력하였다.

시간순으로 정렬된 과거 항적데이터베이스에서 선박 항적 데이터를 추출하여 해당 선박의 방파제 구역에 진입여부를 판별하고, 구역 내 선박이 위치하고 있으면 방파제구역 선박목록에 추가한다. 방파제구역 선박목록에 있는 선박이 항만구역에 위치하고, 선박의 평균이동속력(Moving Average)이 선박 접안판단 속력 기준(Berthing Speed Threshold, BST) 이하이면 해당 선박은 접안상태로 판별하여(Lee & Fambro, 1999), 입항선박 목록에 추가한다. 입항소요시간은 입항시점과 방파제 진입시점간의 차이로 계산한다.

3.2 이접안 시간에 미치는 외적 요인

제주항의 기상장비 데이터를 활용하여 선박 이접안시에 기상 데이터를 추출, 이를 AIS 데이터에 적용시켜 보다 구체적인 분석을 하였다. 추가로 관제일지를 토대로 선박들의 예선사용여부를 직접 취합하여 데이터화 하였다.

<그림 3> 제주항 기상장비 데이터

| 시각 | 풍향(제) | 풍속(제) | 최대풍속(제) | 시정(제) | 풍향(외) | 풍속(외) | 최대풍속(외) | 시정(외) |
|--------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|
| 202301010000 | 283 | 5.2 | 5.2 | 2000 | 312 | 6.8 | 6.8 | 2000 |
| 202301010001 | 271 | 5.7 | 5.7 | 2000 | 308 | 6.8 | 7.1 | 2000 |
| 202301010002 | 282 | 5.7 | 6.6 | 2000 | 308 | 5.7 | 7.3 | 2000 |
| 202301010003 | 275 | 4.8 | 5.4 | 2000 | 305 | 5.9 | 6.4 | 2000 |
| 202301010004 | 260 | 7 | 7 | 2000 | 320 | 5.5 | 7.4 | 2000 |
| 202301010005 | 263 | 7.5 | 8.4 | 2000 | 305 | 6.3 | 7.1 | 2000 |
| 202301010006 | 249 | 7.9 | 8.5 | 2000 | 318 | 6.5 | 7.5 | 2000 |
| 202301010007 | 245 | 5.8 | 7 | 2000 | 318 | 5.8 | 6.3 | 2000 |
| 202301010008 | 249 | 4.5 | 5.8 | 2000 | 322 | 5.1 | 6.1 | 2000 |

3.3 AIS 데이터 분석 결과

아래 그림은 제주대학교 김광일, 이창현, 안장영 교수의 “AIS 데이터를 활용한 제주항 선박 이접안 소요시간 분석”에서 도출해낸 데이터이다. 본 연구에서는 통계데이터를 축적하고, 기상 및 예선사용 여부 등 다양한 환경변수를 고려하여 더 정밀한 통계 결과를 산출하였다.

<그림 4> 제주항 선박 입출항 결과

| 선박 특징 | #71 | #44 | #62 | #24 | #42 | #22 | #45 |
|----------------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 화물선_소형_입항_출항자세 | | | 7.1 | | 16.8 | | |
| 화물선_소형_출항_입항자세 | | | | | 14.0 | | |
| 화물선_소형_출항_출항자세 | | | 4.4 | | 6.1 | | |
| 화물선_중형_입항_출항자세 | | | | | 17.7 | | 17.9 |
| 화물선_중형_입항_입항자세 | | | | | 15.3 | | |
| 화물선_중형_출항_출항자세 | | | | | 7.1 | | 8.9 |
| 화물선_중형_출항_입항자세 | | | | | | | 8.9 |
| 여객선_소형_입항_출항자세 | | | | 11.6 | | 9.3 | |
| 여객선_소형_출항_출항자세 | | | | 6.0 | | 8.2 | |
| 여객선_중형_입항_출항자세 | 12.8 | | 11.3 | 12.6 | | | |
| 여객선_중형_입항_입항자세 | 6.9 | | | | | | |
| 여객선_중형_출항_출항자세 | 6.8 | | 5.3 | 8.0 | | | |
| 여객선_대형_출항_출항자세 | 13.3 | 13.5 | 11.8 | | | | |
| 여객선_대형_입항_입항자세 | 16.6 | 14.1 | | | | | |
| 여객선_대형_출항_출항자세 | 5.3 | 5.5 | 4.9 | | | | |
| 여객선_대형_출항_입항자세 | 5.2 | 5.6 | | | | | |

(단위: 분)

4. 결 론

VTS 관제는 항만 내 이동하는 선박의 안전을 보장하고, 효율적이며 신속하게 선박 입출항을 할 수 있도록 지원하고 있다. 특히 제주항 VTS의 경우 단일 방향으로 입출항 할 수 있는 One-way 항로로서, VTS 관제사의 선박입출항 순서 배치가 중요한 항만이다. 하지만 VTS 관제사 경험에 근거한 입출항 순서 조절 방법은 다양한 상황에 대하여 예측이 어려우며, 인적오류가 발생할 가능성도 높다.

이에 본 연구에서는 제주항 선박 AIS 데이터를 수집하고 선박 입출항 시간을 계산하였다. 계산된 결과를 선박 특징별 분석을 수행하여 각 선종별, 접안자세별로 제주항 입출항 소요시간을 분석하였고 이에 기상 및 예선사용 여부 등 다양한 환경변수를 고려하여 도출하였다. 이는 제주항 VTS에서 선박입출항 순서 조절 시 유용하게 활용 가능할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김광일, 이창현, 안장영 “AIS 데이터를 활용한 제주항 선박 이접안 소요시간 분석”
- [2] 제주특별자치도 무역항 항만시설 운영세칙 개정안
- [3] [기획연재 2] “제주도에는 왜 바람이 많이 부나요?” [제주인 뉴스]
- [4] 제주특별자치도 예선운영세칙