한국항해항만학회지 제42권 제3호
J. Navig. Port Res. Vol. 42, No. 3 : 201-206, June 2018 (ISSN:1598-5725(Print)/ISSN:2093-8470(Online))
DOI : http://dx.doi.org/10.5394/KINPR.2018.42.3.201

영역감시 분석을 통한 VTS의 효율적 정박지 관리 방안에 관한 연구

이진석* · † 송재욱
*부산항 해상교통관제센터, † 한국해양대학교 항해학부

The Efficient Anchorage Management of VTS through Analysis of Domain Watch

Jin-Suk Lee · † Chae-Uk Song*
**Busan Vessel Traffic Service Center, Busan 49111, Korea*
† Division of Navigation, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 본 연구는 우리나라 최대 항만인 부산항의 남외항 정박지를 VTS(Vessel Traffic Service)에서 효율적으로 관리하는 방안을 제시하기 위해 정박선간 적정한 영역감시(Domain Watch)를 산정하는 데 목적이 있다. 이를 위해 영역감시 산출 방법을 제시하고 최근 정박지 이용 현황 중 정박선이 가장 많았던 기간에 선박 길이(L), 정박선간 거리(D_{ij}), 영역감시 반경(R), 선박 길이 대비 영역감시 반경(R/L)을 1시간 간격으로 조사하였다. 조사된 자료에 대해 기술 분석을 한 결과, 정박선 한 척이 다른 정박선과 안전거리를 확보할 수 있는 최소 R/L을 조사된 전체 자료의 70 %ile(백분위수)에 해당하는 2.85를 기준으로 산정할 수 있었다. 이 결과를 부산항 남외항 정박지에 적용하여 이를 '항만 및 어항 설계기준(2014)과 비교한 결과 상당 부분 일치하였고, 이를 통해 VTS에서 정박선의 영역감시 반경을 최소 2.85L 이상으로 설정하는 것이 타당함을 확인하였다. 본 연구는 정박지 안전 관리를 VTS 차원에서 검토한 것으로, 부산항과 같은 집단 정박지를 운영 중인 타 항만에 적용할 경우 정박지를 이용하는 선박의 안전과 VTS의 안전 관리 방안 마련에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 부산항, 정박지, VTS, 영역감시, 영역감시 반경

Abstract : *The purpose of this study is to estimate a proper Domain Watch between anchored vessels in order to propose a method for the efficient management of VTS(Vessel Traffic Service) of the N-anchorage in Busan harbor, which is the largest port in Korea. For this purpose, we proposed the calculation method of Domain Watch and investigated the ship length(L), the distance between anchored vessels (D_{ij}), the domain radius(R), and the domain radius vs L(R/L) during the peak time of the vessels in the latest usage of anchorage. As a result of technical analysis for the surveyed data, the minimum R/L for securing the safety distance between anchored vessels was selected based on 2.85 corresponding to the 70th percentile of the total data. This result was applied to the N-anchorage of Busan and compared with the 'Guidelines of Port and Harbor Design(2014)', and we have confirmed that it is reasonable to set the Domain radius with the minimum 2.85L or more in VTS. This study considers the safety management of anchorage for VTS. This study could contribute to the safety of vessels using anchorage and the safety management plan of VTS when it is applied to other ports in operation such as it was in Busan.*

Key-words : *Busan Harbor, Anchorage, VTS(Vessel Traffic Service), Domain Watch, Domain Radius*

1. 서 론

부산항의 정박지는 북항 내 집단정박지 1개(O-2), 포인트 정박지 5개(E-1, E-2 및 M-7 ~ M-9)가 있으며, 남외항에는 5개(N-1 ~ N-5)의 집단 대기 정박지가 있다. 특히, 남외항 정박지는 부산항 입출항 대기, 감수보존, 선용품 및 유류 수급, 선원 교대, 선박 수리 등 다양한 목적으로 다수의 선박이 이용하고 있다. 또한, 남외항 정박지는 지리적으로 북동쪽은 영도가 북서쪽은 천마산과 진정산이 막고 있으나, 남쪽은 외해에 직접 노출되어 있어 태풍 내습 시나 남풍 계열의 강풍을 동반한 기상악화 시 닻 끌림, 충돌, 좌초 등 사고 발생 가능성이 매우 크다(Kim, 2014).

남외항 정박지의 안전관리 향상을 위하여 부산항만공사(Busan Port Authority, BPA)에서는 부산항의 자연환경 및 해상교통환경, 정박지 운영현황을 조사·분석하여 정박 수역의 범위 및 정박 수역의 효율적 관리방안에 관한 연구를 수행하였으며(BPA, 2015), 그 결과에 따라 남외항 정박지의 범위와 시설능력을 일부 개정·시행하고 있다(Busan Regional Office of Ocean and Fisheries, 2016).

최근 정박지의 적합성 및 개선 방안과 관련된 주요 연구결과로는 여수·광양항에 지정된 원 정박지 및 포인트 정박지의 선박수용능력을 계산하여 정박지의 이동, 확장, 폐지 등의 개선방안을 제시한 연구(Lee, 2017), 울산항 정박지 점유율을 이용한 필요 정박지 면적을 제시한 연구(Park, 2016)와 울산항

† Corresponding author : 종신회원, songcu@kmou.ac.kr 051)410-4272
* 종신회원, jslee118@gmail.com 051)664-2750

정박지 가동률 분석을 통한 적정 정박지 규모를 제안한 연구(Park et al., 2016)가 있다.

또한, 향후 항만 물동량 및 선박 통항량 증가로 평택항의 정박지 부족 상황을 분석하여 입파도 및 장안서 정박지의 확장 방안을 제시한 연구(Lee and Lee, 2014)와 부족한 정박지 해소를 위한 울산 미포항 항계 내 최적의 비상 정박지 위치선정에 관한 연구(Lee et al., 2012) 등이 있다.

이처럼 기존 연구는 정박지의 수용 능력과 점유율을 분석하여 정박지의 개선 방안을 제시하고, 항만 물동량 및 선박 통항량을 예측하여 정박지 부족 현상을 해소하기 위한 추가적인 정박지 확장 방안을 제시한 연구가 대부분이다.

본 연구는 현재 지정된 부산항 남외항 정박지의 규모에서 정박선이 최대로 수용된 시점을 기준으로 일정 기간 정박선의 영역감시(Domain Watch)를 선박 길이를 기준으로 분석하여, 해상교통관제센터(Vessel Traffic Service, 이하 VTS)에서의 안전관리 차원에서 정박지별 최대 수용 가능 척수와 선박 간 안전거리를 제시하여 효율적인 정박지 관리 방안을 제안하고자 한다.

2. 부산항 남외항 정박지 현황

2.1 남외항 정박지 현황

Table 1은 부산항 남외항 정박지의 범위와 시설능력을 나타낸 것으로 부산지방해양수산청에서 항만시설로 지정·고시(Busan Regional Office of Ocean and Fisheries, 2016)되어 있으며, 부산항만공사의 항만시설사용 및 운영 등에 관한 규정(BPA, 2017)에 반영되어 있다.

여기서 남외항 정박선의 시설능력은 선박의 톤수(GT)에 따라 다소 차이가 있으나 최대 48척으로 되어 있다.

2.2 남외항 정박지 이용 현황

부산항 남외항 정박지의 선박 이용 현황을 검토하기 위하여 부산지방해양수산청에서 제공하는 항만운영정보시스템(Port Management Information System, 이하 Port MIS)의 부두별 관제 현황 정보(Port MIS, 2017)와 부산항 VTS의 관제일보 통계자료를 이용하여 2017년 1월부터 2018년 1월까지 남외항 정박지에 투묘한 선박 척수를 분석하였다. 이때 정박선 현측에 접안하여 선용품 및 유류를 공급하는 선박의 척수는 제외하였다.

Table 2는 매일 06시 기준으로 정박지별 일평균 투묘 선박 척수를 월별로 구분한 것이며, Table 3은 남외항 정박지에 정박선이 많아 더 이상 선박을 수용하지 못해 부산항 VTS에서 투묘 예정 선박에 대하여 대기 순번제를 실시한 날짜와 이때 정박한 선박 척수를 나타낸 것이다.

Table 1의 정박지별 시설능력(Capacity)과 Table 2의 일평균 정박한 선박 척수를 비교해보면 전반적으로 시설능력 범위 내에서 정박이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 그러나 Table 3을 보면 선박의 톤수와 크기에 따라 차이가 있지만, 최소 60여 척에서 80여 척의 선박이 투묘하면 더 이상의 선박을 수용하기 어려운 상태가 됨을 알 수 있다.

Table 1 Areas and capacity of N-anchorage

Name	Area(Lat/Long) Jointed Area below points	Capacity (G/T×unit)
N-1	1. 35-04-35.1N 129-02-00.0E 2. 35-04-35.1N 129-02-21.5E 3. 35-04-01.7N 129-03-11.1E 4. 35-04-01.7N 129-02-03.9E	under 1,000×8
N-2	1. 35-04-35.1N 129-01-35.4E 2. 35-04-35.1N 129-01-53.4E 3. 35-03-10.1N 129-01-52.4E 4. 35-03-10.1N 129-01-01.9E 5. 35-03-42.1N 129-01-25.9E 6. 35-04-23.0N 129-01-25.9E	under 1,000×1 1,000～3,000 ×4 3,000～10,000 ×2
N-3	1. 35-04-01.7N 129-02-03.9E 2. 35-04-01.7N 129-03-11.1E 3. 35-02-55.9N 129-04-48.2E 4. 35-02-39.5N 129-02-13.5E	under 1,000×2 1,000～3,000 ×5 3,000～10,000 ×11
N-4	1. 35-02-39.5N 129-02-13.5E 2. 35-02-55.9N 129-04-48.2E 3. 35-02-09.6N 129-05-23.7E 4. 35-01-36.7N 129-02-38.1E	3,000～10,000 ×1 10,000～16,000 ×7
N-5	1. 35-01-36.7N 129-02-38.1E 2. 35-02-09.6N 129-05-23.7E 3. 35-02-02.5N 129-05-32.3E 4. 35-00-11.3N 129-04-48.1E 5. 35-00-11.5N 129-02-38.1E	10,000～16,000 ×3 16,000～24,000 ×4

Table 2 Monthly average of anchored vessels at N-anchorage (Unit:Ship)

Month \ Code	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	Average
Jan. 2017	1.6	5.6	17.7	10.4	7.8	43.1
Feb. 2017	0.6	4.2	17.7	8.6	4.7	35.8
Mar. 2017	2.2	3.7	14.6	9.7	6.2	36.4
Apr. 2017	1.9	3.5	14.3	8.6	5.9	34.2
May. 2017	2.1	5	20.8	10.1	6.2	44.2
Jun. 2017	2	6.3	15.3	10.3	6.1	40.0
Jul. 2017	3.2	3.6	17.2	8.1	5.6	37.7
Aug. 2017	2.7	5.3	15.1	10.6	4.7	38.4
Sep. 2017	2.1	5.1	13.6	8.4	6.3	35.5
Oct. 2017	0.6	8.2	18.5	8.9	4.3	40.5
Nov. 2017	2.9	8.1	16.7	5.4	1.2	34.3
Dec. 2017	2.3	5.4	15.4	7.2	5.6	35.9
Jan. 2018	2.1	5.3	17.2	12.1	6.1	42.8
Average	2.1	5.3	16.5	9.1	5.4	38.4

Table 3 Dates and units of most anchored vessels at N-anchorage (Unit: ship)

Date \ Code	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	Total
01st Jan. 2017	3	13	23	17	15	71
02nd Jan. 2017	4	11	20	18	17	70
03rd Jan. 2017	3	7	20	16	20	66
13rd Aug. 2017	5	7	19	17	9	57
08th Oct, 2017	2	8	23	14	17	64
09th Oct. 2017	3	8	26	16	13	66
31st Dec. 2017	4	10	20	17	19	70
01st Jan. 2018	6	11	30	21	18	86
02nd Jan. 2018	5	10	32	17	18	82
03rd Jan. 2018	5	11	26	17	15	74
Average	4.0	9.6	23.9	17.0	16.1	70.6

Table 3을 Table 1의 정박지 시설능력과 비교하면 N-1을 제외한 대부분 정박지에서 시설능력을 웃돌아 투묘하고 있음을 알 수 있다.

이처럼 많은 정박선이 남외항에 투묘하여 정박할 공간이 없을 때 부산항 VTS에서는 정박선 간 최소 안전거리(0.3마일~0.5마일)를 고려하여 외해에서 대기 중인 선박의 투묘 위치를 지정한다.

VTS 시스템에는 정박선의 투묘 위치와 선회권(Anchor circle)을 설정하여 선박의 위치가 선회권을 벗어나면 경보를 발생하는 기능이 있지만, 실제적인 VTS 운영환경에서 정박지에 정박한 선박의 정확한 투묘 위치와 앵커체인 산출량 등 개개 정박선의 구체적인 정보를 알기가 어렵고, 정박선의 위치가 외력 및 시간의 흐름에 따라 초기 투묘 위치로부터 이탈하기 쉽다(Kim et al., 2013). 따라서 부산 VTS에서는 풍랑주의보 등 기상특보가 발효 시 정박선간 안전거리 및 주묘 여부를 확인하기 위하여 영역감시(Domain Watch) 기능을 사용한다.

영역감시는 VTS 시스템을 이용하여 현재 선박의 위치를 중심으로 일정한 반경을 설정하여 주변의 접근하는 물표를 감시하는 것으로 물표 또는 선박이 지정된 영역 내로 진입하게 되면 경보를 발생한다. 이를 이용하면 부산항 남외항과 같은 집단 정박지에서 인접한 정박선간 안전한 거리를 유지하고 있는지 확인할 수 있을 뿐 아니라 주묘로 인한 영역감시의 간섭 정도에 따라 정박선간 근접 및 충돌 위험을 확인할 수 있다.

이에 본 연구에서는 부산항 VTS에서 남외항 정박선 안전관리를 위한 방안으로 일정 기간 정박선 간 거리를 분석하여 선박 길이를 기준으로 한 각 선박의 최소 영역감시(Domain Watch) 반경을 구하고, 이를 이용한 정박지별 최대 수용 가능 척수를 제안하고자 한다.

3. 남외항 정박선의 영역감시 분석 방법

본 연구에서는 정박선의 최소 영역감시 반경을 구하기 위하여 조사 기간 중 정박선이 가장 많이 투묘한 2017년 12월 31일부터 2018년 1월 3일까지 나흘 동안의 부산항 남외항 정박지에 투묘한 정박선의 선박 길이(Length overall, L), 선박 간 거리(Distance, D) 그리고 영역감시 반경(Domain radius , R)을 1시간 간격으로 산출하고, 각 정박선의 영역감시 반경이 선박 길이를 기준으로 몇 배수(R/L)인지를 구하였다.

3.1 정박지 면적 기준

PIANC(2014) 보고서에서는 1척의 선박이 안전하게 정박할 수 있는 최소 반경을 선박 길이(L)에 수심(D)의 5배와 풍속 및 저질 상태에 따라 앵커 드래그(anchor drag) 거리(30m, 90m, 150m 등) 그리고 선박 길이의 10% 또는 최소 20m의 안전거리(safety clearance)를 더하여 구하고 있다.

우리나라는 '항만 및 어항 설계기준(2014)'에 1척당 정박 필요 면적을 선박 길이(L), 수심(D), 정박 방법 그리고 저질 상태에 따라 Fig. 1과 같이 규정하고 있다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2014).

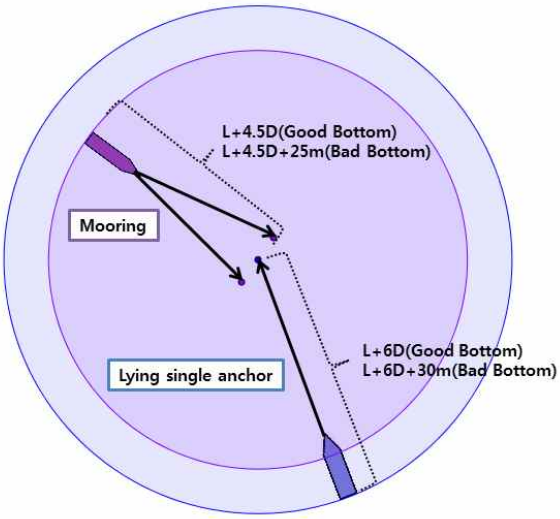

Fig. 1 Capacity of anchorage on guidelines of port and harbor design(Ministry of Oceans and Fisheries, 2014)

2018년 1월 1일 15시경 부산항 VTS 모니터 화면에 나타난 부산항 남외항에 정박한 선박 현황을 보면 Fig. 2와 같다.

이 시간 N-1은 선박 길이가 70m 이하인 선박 5척, N-2는 85m 이하 선박 10척, N-3는 70m 이상 135m 이하 선박 28척, N-4는 80m 이상 180m 이하 선박 19척, 그리고 N-5는 110m 이상 230m 이하 선박 19척으로 총 81척이 정박하였다.

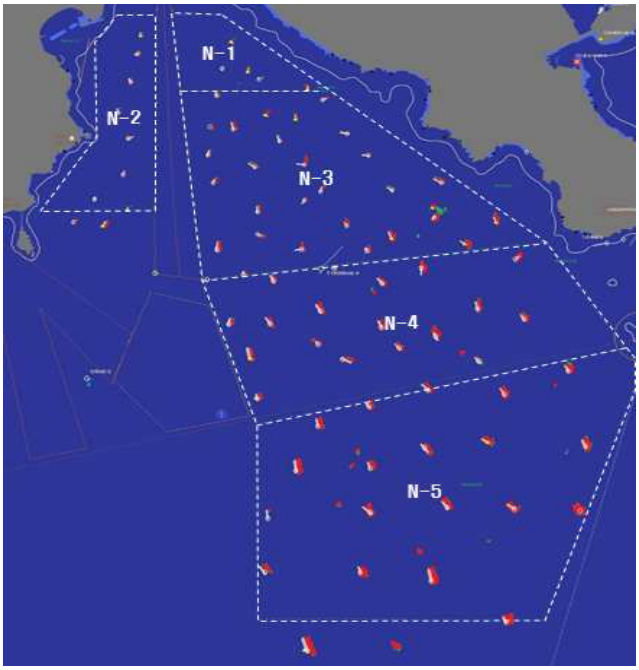

Fig. 2 N-anchorage status on the VTS screen

3.2 정박선 간 영역감시 산출 방법

정박선은 앵커의 위치를 중심으로 앵커체인의 산출량에 따라 선회권이 설정되어 조류 및 기상상태에 따라 선박의 위치는 선회권 내를 이동하게 된다. 그러나 실제 VTS 운영환경에서는 모든 선박의 정확한 투묘 위치와 앵커체인의 산출량을 알기가 어려우므로 정박선의 현재 위치를 중심으로 영역감시 반경을 설정하여 인근 정박선 간의 안전거리 확보 여부와 근접 정도를 판단한다.

Fig. 3은 i 정박선의 위치(X_i, Y_i)와 j 정박선의 위치(X_j, Y_j)에서 정박선간 거리(D, NM)와 각 선박 길이(L, m)에 따른 영역감시 반경(R)을 구하는 방법을 나타낸 것이며, 식(1)과 같다. 또한, 각 선박의 영역감시 반경(R)을 각 선박 길이(L)의 배수로 나타내면 식(2)와 같다.

$$D_{ij}(NM) = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \frac{L_i \times D_{ij}}{L_i + L_j} + \frac{L_j \times D_{ij}}{L_i + L_j} = \left(\frac{L_i}{L_i + L_j} + \frac{L_j}{L_i + L_j}\right) D_{ij} \quad (1)$$

$$R/L = \frac{R_i}{L_i/1852} = \frac{R_j}{L_j/1852} = \frac{D_{ij}}{(L_i + L_j)/1852} \quad (2)$$

$$R_i(NM) = \frac{D_{ij}}{L_i + L_j} L_i \,,\; R_j(NM) = \frac{D_{ij}}{L_i + L_j} L_j$$

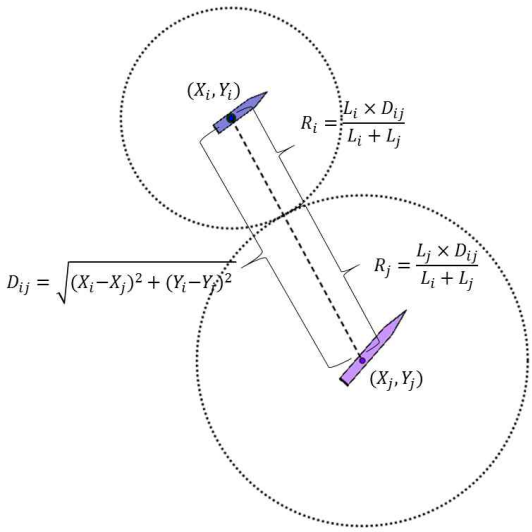

Fig. 3 Distance and domain radius calculation method between anchored vessels

4. 남외항 정박선의 적정 영역감시 분석

식(1)과 식(2)를 이용하여 조사 기간 동안 정박지별 투묘한 선박의 길이(L), 정박선간 거리(D_{ij}), 영역감시 반경(R), 그리고 선박 길이 대비 영역감시 반경(R/L)을 1시간 간격으로 산출하고, 각 자료의 평균, 표준편차, 최대 및 최소값에 대해 기술 분석을 한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4에서 남외항 정박지의 정박선간 최소 안전거리(평균)는 N-1과 N-2에서 0.2마일, N-3에서 0.27마일, N-4에서 0.35마일 그리고 N-5에서 0.47마일로 확인되었고, R/L은 N-1에서 약 3.0으로 가장 크고, N-5에서 2.9, N-2가 2.6 그리고 N-3와 N-4가 2.5 순으로 나타났다.

Fig. 4는 R/L에 대해 정박지별 빈도 분석을 한 결과이며, 모든 정박지에서 정규분포 형태를 나타내고 있는 것을 확인할 수 있다.

이는 조사 기간 동안 N-1은 정박지 면적보다 정박선이 적어 충분한 거리를 두고 투묘한 것으로 보이며, N-5는 대형 선박이 주로 투묘하여 다른 정박지보다 좀 더 거리를 두고 투묘한 것으로 보인다. 또한, N-3와 N-4는 대부분의 정박선이 집중되어 여유 공간이 없었음을 알 수 있다.

외국의 교통공학 분야에서는 공간의 규모, 수용 용량 등의 기준을 제시할 때 백분위수(Percentile, %ile) 개념을 사용하며, 우리나라는 항만의 특성과 선박 운항자의 설문 결과를 고려하여 정박지 점유율의 70 %ile를 기준으로 산정하였다(Park, 2016).

따라서 본 연구에서는 정박선 한 척이 다른 정박선과 안전거리를 확보할 수 있는 최소 R/L을 조사된 전체 자료의 70 %ile에 해당하는 2.85를 기준으로 산정하고, 각 정박지의 평균 선박 길이를 기준으로 한 최소 영역감시(Domain Watch, D_w)

는 식(3)과 같고, i 정박선과 j 정박선간 최소 거리(D_{ij})는 식(4)와 같이 구한다.

$$D_w = \pi \times (R)^2 \tag{3}$$

$$D_{ij} = R_i + R_j = 2.85(L_i + L_j) \tag{4}$$

여기서, $R \geq 2.85L$ 이며, L은 선박 길이다.

식(3)에 정박지별 평균 선박 길이를 적용하여 남외항 정박지에 영역감시를 표시하고 동시에 정박 가능한 척수를 나타내면 Fig. 5과 같다. 이때 총 72척(N-1: 9척, N-2: 9척, N-3: 22척, N-4: 18척, N-5: 14척)이 정박 가능하였다.

Fig. 5에서 실선 원은 영역감시(D_w)을 나타내며, 점선 원은 '항만 및 어항 설계기준(2014)'에서 저질의 상태가 양호하고 단묘박을 했을 때의 기준($L+6D$)으로 각 정박지의 평균수심을 적용한 반경을 표시한 것으로 일치한 결과를 보였다.

이를 통해 VTS 운영환경에서 정박선간 안전거리를 판단하기 위하여 한 정박선의 감시영역 반경 설정 시 선박길이의 최소 2.85배 이상을 유지하는 것이 타당하리라 판단된다.

따라서 VTS에서는 정박지가 충분히 여유가 있을 경우는 정박선의 영역감시(D_w) 반경을 선박 길이에 3.0배 이상으로 설정하여도 문제가 없을 것으로 보이며, 정박지에 많은 선박이 정박하여 여유가 없는 경우 최소 2.85배 이상을 유지하여 정박선간 최소 안전거리를 확보할 필요가 있다.

Table 4 Results of technical statistic for N-anchorage

Code	Statistics / Item	Mean(μ)	S. Dev (σ)	Max.	Min.
N-1	L(m)	62.91	13.70	77.0	48.0
	D_{ij}(NM)	0.20	0.05	0.28	0.10
	$R_{i,j}$(NM)	0.10	0.03	0.14	0.05
	R/L	2.97	0.63	4.63	1.36
N-2	L(m)	77.13	14.91	140.0	31.0
	D_{ij}(NM)	0.21	0.05	0.31	0.09
	$R_{i,j}$(NM)	0.11	0.03	0.19	0.03
	R/L	2.60	0.67	0.17	0.03
N-3	L(m)	101.29	20.31	140.0	70.0
	D_{ij}(NM)	0.27	0.05	0.61	0.14
	$R_{i,j}$(NM)	0.13	0.03	0.23	0.07
	R/L	2.48	0.41	3.91	1.27
N-4	L(m)	130.13	22.39	180.0	80.0
	D_{ij}(NM)	0.34	0.07	0.53	0.17
	$R_{i,j}$(NM)	0.17	0.04	0.29	0.07
	R/L	2.44	0.52	4.25	1.16
N-5	L(m)	151.68	34.18	299.0	98.0
	D_{ij}(NM)	0.47	0.10	0.88	0.10
	$R_{i,j}$(NM)	0.23	0.06	0.23	0.06
	R/L	2.88	0.56	5.03	1.28

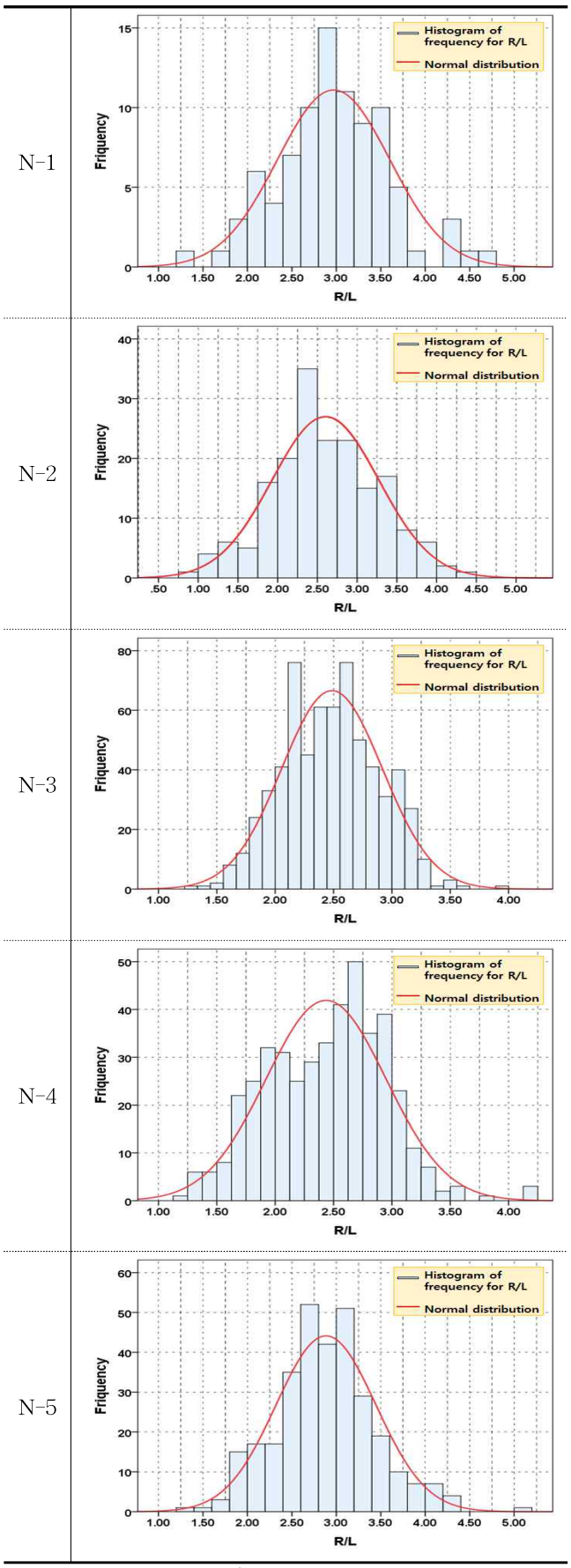

Fig. 4 Histogram of R/L in N-anchorage

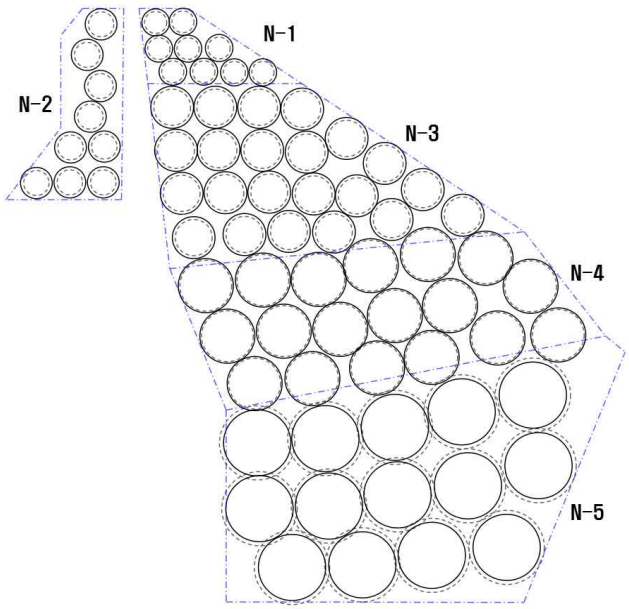

Fig. 5 Display status of domain watch in N-anchorage

5. 결　　론

세계적인 물동량 증가와 선박 대형화로 인해 항만의 정박지를 이용하는 선박이 꾸준히 증가하고 있으며, 일부 항만에서는 정박지 부족 현상이 발생하고 있다. 그러나 부산항은 현재 지리적·환경적 여건을 고려해 볼 때 추가로 정박지를 확장할 수 있는 공간이 부족한 실정이다.

본 연구에서는 현재 지정된 부산항 남외항 정박지의 규모에서 VTS에서의 안전관리 차원에서 정박선의 영역감시를 산정하고, 정박지별 최대 수용 가능 척수를 제시하기 위하여 수행하였다.

연구에서 정박선간 영역감시를 산출하는 방법을 제시하고, 부산항 정박지에 정박선이 최대로 수용된 일정 기간 동안 정박선의 길이(L), 정박선간 거리(D_{ij}), 영역감시 반경(R), 그리고 선박 길이 대비 영역감시 반경(R/L)을 산출하고 이를 통계적으로 분석하였다. 분석된 R/L로부터 VTS에서 영역감시 산정 시 최소 반경을 $2.85L$로 제안하였다.

그러나 조사 기간 부산 앞바다 기상은 풍속 5~10m/s, 파고 0.5~2.0m로 비교적 양호한 상태로 기상이 단계적으로 악화함에 따른 정박선의 영역감시 변화에 관한 연구에는 제한이 있었다.

추후에는 정박선 사이를 통과하는 선박이 정박선과 어느 정도 안전거리를 두는지에 대한 분석을 통해 정박선과 정박선 사이를 통과하는 선박과의 근접 및 충돌 위험에 대해 VTS 차원에서 예측하고 판단하기 위한 연구를 진행하여 부산항과 같은 집단 정박지를 운영 중인 타 항만에서 정박지를 이용하는 선박의 안전과 VTS의 정박지 관리 방안 마련에 기여하리라 판단된다.

References

[1] Busan Port Authority(2015), “A Study on Efficient Management of N-anchorage and North Harbor Mooring Facilities in Busan Port”, Chapter 4, pp. 69-78.

[2] Busan Port Authority(2017), “Regulations on the Use and Operation of Port Facilities of Busan Port Authority”, p. 20.

[3] Busan Regional Office of Oceans and Fisheries(2016), “Port Facility Designation Notification”, Notice 2016-124.

[4] Kim, A. R.(2014), “A Study on the Operational Improvement of Busan N-anchorage“ Korea Maritime and Ocean University, Master thesis, pp. 11-14.

[5] Kim, K. I., Jeong, J. S. and Park, G. K.(2013), “A Study on the Estimation of Center of Turning Circle of Anchoring Vessel using Automatic Identification System Data in VTS”, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 37, No. 4, pp. 337-343.

[6] Lee, C. H. and Lee, H. H.(2014), “A Study on Expansion of Anchorage according to increased Trading Volume at Pyeongtaek Port”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 6, pp. 663-670.

[7] Lee, H. H.(2017), “Improvement Plans for Anchorage at Yeosu Kwangyang Port”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 23, No. 1, pp. 17-25.

[8] Lee, Y. S., Kim, J. S., Park, J. M. and Yun, G. H.(2012), “A Study on the Designation of MIPO Emergency Anchorage”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 18, No. 4, pp. 316-322.

[9] Ministry of Oceans and Fisheries(2014), “Guidelines of Port and Harbor Design”, Chapter 6, pp. 710-712.

[10] Park, J. M.(2016), “A Study on the Method of Representing Anchorage Using Occupancy Rate; Simulation Based on Ulsan E Anchorage”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety Research Paper, Vol. 22, No. 2, pp. 167-173.

[11] Park, J. M., Yun. G. H., Jeon. H. D. and Kong. G. Y.(2016), “The Proper Capacity of Anchorage in Ulsan Port with Reference to the Anchorage Operating Rate”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 22, No. 5, pp. 380-388.

[12] PIANC Report No. 121(2014), “Harbour Approach Channels Design Guidelines”, Chapter 3, pp. 99-102.

[13] Port MIS(2017), Port Management Information System

Received 30 April 2018
Revised 26 June 2018
Accepted 27 June 2018