

AIS의 전도성능 평가에 관한 연구

박계각* · 정재용* · 이주환** · 서기열***

*목포해양대학교 해상운송시스템학부, **(주)사이버네틱스 시스템, ***목포해양대학교 해양산업연구소

A Study on Conductivity Evaluation of AIS Electromagnetic Wave

Park, Gyei-Kark* · Jung, Jae-Yong* · Lee, Ju-Whan** · Seo, Ki-Yeol***

*Dept. of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea
**Cybernetics System Inc., Sangsin Bldg. 3th Fl., 241 kunja-dong, Kwangjin-ku, Seoul, Korea 143-837
***Dept. of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요약 : 현재 AIS는 운영관리 측면에서 높은 효율성과 안전성이 요구되고 있고, 서비스 범위 측면에서도 AIS 송수신기의 전도 성능 평가를 통한 음영구역의 최소화가 필요한 시점이다. 따라서 본 논문에서는 AIS의 전도성능 평가를 통한 기지국 전파도달 범위 및 음영구역을 분석한다. 먼저, AIS 전파의 특성을 분석하고, 특성에 따른 전파의 도달범위 분석방안을 수립한다. 그리고 실제 수집한 데이터를 기후 및 지형 요소에 따라 분석하여, 전국 22개 기지국의 서비스지역 및 음영지역을 도출한다. 마지막으로 AIS 전파의 전도 성능 분석결과 및 문제점을 요약하고 개선방안을 제시한다.

핵심용어 : 선박자동식별장치(AIS), 해상교통관리제도(VTS), 전도성능, 음영지역

Abstract : Currently AIS needs high efficiency and safety in terms of operational management and, in the aspect of service range, it is time to minimize shadow regions through conductivity evaluation of AIS transmitter. Thus this study analyzes shadow regions and the reach of waves from stations through AIS conductivity evaluation. First, this study examines the characteristics of AIS wave and draws up methods to analyze the reach of waves according to the characteristics. Second, this study finds out service regions and shadow regions of the 22 stations across the nation by analyzing the actual data based on climate and topography. Lastly, this study summarizes the results of wave conductivity evaluation and conductivity problems and proposes improvement measures.

Key word : Automatic Identification System(AIS), Vessel Traffic Services(VTS), Conductivity performance, Shadow regions

1. 서론

우리나라는 국제협약에 따라 선박자동식별장치(Automatic Identification System, 이하 AIS라 한다)를 구축하기 위해 정부에서 약 66억원의 예산을 투입하여, 육상기지국 22개소, 운영시스템 11기 및 전국 통합망 구축사업을 완료하였으며, 2004년 12월부터 국제항행선박에 AIS가 탑재됨으로써, AIS 망과 시스템이 본격적으로 운용되고 있다. 현재 AIS의 운영관리 측면에서 높은 효율성과 안정성이 요구되고 있고, 서비스 범위 측면에서는 기지국 AIS 송수신기의 전도성능평가를 통한 음영구역의 최소화가 필요한 시점이다. 또한 항만 또는 인근해역에서 레이더(RADAR)의 탐지구역의 제한으로 인해 한정된 서비스 범위를 갖는 해상교통관리제도(Vessel Traffic Services, 이하 VTS라 한다)를 AIS와 연계하여, 서비스범위를 인접해역과 연안수역까지 확대하여 선박교통을 관리할 필요성이 제기되고 있다

[1][2].

본 논문에서는 AIS의 전도성능 평가를 통한 기지국 전파도달 범위 및 음영구역을 분석한다. 먼저, AIS 전파의 특성을 분석하고, 특성에 따른 전파의 도달범위 및 분석방안을 수립한다. 그리고 실제 수집한 데이터를 기후 및 지형요소에 따라 분석하여, 전국 22개 기지국의 서비스지역 및 음영지역을 도출한다. 마지막으로 전파전도 성능분석결과 및 문제점을 요약하고 개선방안을 제시하고자 한다.

2. AIS 전파 특성

2.1 AIS 주파수 특성 개요

AIS 시스템에 사용되는 주파수는 161.975MHz 및 162.025MHz로서 전파분류상 VHF 대역에 속한다. VHF 대역의 주파수는 공간파 성질을 지니고 있으며, 전파 경로상에 장애물(섬, 기지국 배후의 산 등)이 없을 경우 대체적으로 가시거리까지 전달된다. 해상을 통신대상 지역으로 하는 경우 출력이 충분하다면 지구 구면체에 의한 전파장애가 없는 가시거리(LOS : Line-Of-Sight)까지를 통달범위로 볼

* 정희원, gkpark@mmu.ac.kr, 061-280-1720

* 정희원, jviong@mmu.ac.kr, 061-240-7128

** 정희원, ilcc@cynetsys.co.kr, 02-468-4870

*** 정희원, vito@paran.com, 061-240-7128

수 있다. VHF의 주파수 특성을 요약 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> VHF 대역의 전파특성 분석

항 목	내 용	비 고
VHF 주파수 대역	30~300MHz	
파장	1~10m	
주요 전달경로	공간파	장애물이 많은 지역의 통신에는 부적합
전파에 영향을 미치는 요소	1. 경로상의 전파 장애물 2. 가지거리 (송수신 안테나 높이) 3. 유효복사전력(ERP), 수신기 감도 4. 수신측의 외부특성 (온도 등 기후특성)	AIS 국제규정 장비를 사용

2.2 고도에 따른 전파도달 가지거리

송수신 안테나의 높이별 가지거리는 다음 식으로 계산될 수 있다[1].

$$D = \sqrt{2RK}(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})$$

$$= 3.57(\sqrt{h1} + \sqrt{h2}) \quad (K=1 \text{로할경우})$$

$$= 4.11(\sqrt{h1} + \sqrt{h2}) \quad (K=4/3 \text{으로할경우})$$

- D : 가지거리 [km]
- h1 : 송신측 유효 안테나 높이 [m]
- h2 : 수신측 유효 안테나 높이 [m]
- K : 지구 등가 반경 계수
- R : 지구 등가 반지름

2.3 지형요소에 의한 전파영향

전파의 전파(Propagation)시 거리에 따른 경로 손실이 존재하고, 직접파 이외에 지형이나 지상 장애물에 따른 반사파, 회절파 및 산란파에 의하여 영향을 받는다. AIS 기지국의 경우 주변지역의 고지 및 해상에 위치한 섬의 고지가 가지거리상 전파 장애요소이다.

2.4 기후요소에 의한 전파영향

대류권 (Troposphere)은 지표면으로부터 10~12 km 이하의 범위이며, 대기의 대류 현상이 일어나서 구름, 비, 안개 등의 기상 변화가 일어나는 영역을 말한다. 그리고 기압, 온도, 습도(기상의 3요소)의 공간·시간적 변화는 대기의 유전율 변화의 요인이 되고, 이러한 변화는 굴절률 변화를 일으켜 전파의 전도성능에 영향을 준다. 실제로는 기압보다는 기온과 습도의 변동이 대류권 전파에 더 큰 영향을 준다. 한

편, VHF 대역에서는 기후적인 요소가 가지거리 장애 요소와 비교할 때 영향이 매우 적은 편이다[3][4].

3. AIS 전파범위 분석 방법

AIS 전파 특성을 살펴보았을 때 기후요소는 큰 영향을 미치는 요소는 아니지만, 분석의 명확성을 위하여 기후 요소에 따라 먼저 분석하여, 기지국 별로 전파도달 거리가 최소화되는 기후요소(worst case)를 선정하고, 이를 지형분석에 활용할 수 있도록 한다. 그리고 기후와 지형요소 분석을 종합하여 서비스 및 음영 지역을 도출한다.

본 연구에서는 기 설치된 기지국에서 수신된 AIS데이터를, 분석 프로그램을 개발하여 분석하는 방법을 사용하였다. 그러므로 선박의 통항로상의 AIS 위치정보를 중심으로 음영구역이 분석되었으므로 선박의 통항이 없는 지역에서의 음영구역 분석은 오차가 있을 수 있으며, 이를 보완하기 위하여 지형도를 통한 분석을 동시에 병행 수행한다.

3.1 기후에 따른 분석

VHF 전파는 기후요소에는 큰 영향을 받지 않는 전파 대역이지만, 본 연구에서는 <표 2>와 같은 기후요소에 따른 분석방법을 통해 실제 AIS의 데이터 수신에 어떠한 영향이 있는지 살펴보고자 한다. 분석수행은 대류권에서 영향을 줄 수 있는 기후요소별로 전파의 전도성능을 분석하고자 한다. 분석수행 후에는 전파의 도달범위가 최소화 되는 기후요소(worst case)를 도출한다.

<표 2> 기후요소에 따른 분석방법

순서	분석 내용	대상 기지국	비 고
1	계절에 따른 분석 - 1월, 4월, 7월, 10월	업광산, 광양, 대산	1주 단위
2	기온에 따른 분석 - 섭씨 28도 이상 - 섭씨 영하 5도 이하	업광산, 광양, 대산	1주 단위
3	강수량에 따른 분석 - 50mm이상, 5mm이하	업광산, 광양, 대산	1주 단위
4	습도에 따른 분석 - 80%이상, 50% 이하	업광산, 광양, 대산	1주 단위
5	운량에 따른 분석 - 8이상, 2이하	업광산, 광양, 대산	1주 단위

3.2 기후요소별 데이터 분석 표본

기후요소별 데이터를 분석하기 위한 표본 샘플링 기준은 <표 3>~<표 7>과 같다. 계절은 4계절로 나누어 각 계절의 특성을 잘 나타낼 수 있는 기간을 선정한다. 온도요소는 온도차를 30도 이상 차이가 나도록 분류하여 분석한다. 1월과 7월의 데이터를 활용한다. 강수량은 일평균 50mm 이상일

때의 데이터와 맑은 날의 데이터를 추출하여 비교하였다. 습도는 상대습도이며, 데이터베이스를 통하여 맑고 건조한 날과 비 오기 직전의 습한 날의 평균값으로 구하여 구분하였다. 운량은 기상청 구분에 따라 맑은 날과 흐린 날로 구분하는 기준을 참조하였다.

<표 3> 계절에 의한 전도성 영향평가 데이터 표본

계절구분	데이터 분석 기간	비 고
겨울	2004년 1월 1일 ~ 2004년 1월 7일	
봄	2004년 4월 1일 ~ 2004년 4월 7일	
여름	2004년 7월 1일 ~ 2004년 7월 7일	
가을	2004년 10월 1일 ~ 2004년 10월 7일	

<표 4> 온도에 의한 전도성 영향 평가 데이터 표본

온도 구분	데이터 표본	비 고
고온	섭씨 28도 이상 일자	
저온	섭씨 -5도 이하 일자	

<표 5> 강수량에 의한 전도성 영향 평가 데이터 표본

강수 구분	데이터 표본	비 고
강수량 많음	강수량 50 미리 이상	
강수량 없음	운량 2 이하의 맑은 날	

<표 6> 습도에 의한 전도성 영향평가 데이터 표본

습도 구분	데이터 표본	비 고
습도 높음	상대습도 80 이상	
습도 낮음	상대습도 50 이하	

<표 7> 운량에 의한 전도성 영향평가 데이터 표본

운량 구분	데이터 표본	비 고
운량 많음	운량 7 이상	
운량 적음	운량 2 이하	

3.3 지형요소에 따른 분석

지형도상의 이론적인 가시거리와 실제데이터의 전파도달 거리를 비교 분석하고자 한다. 이는 기후요소에 따른 분석 후에 수행하였으며, 분석 순서와 내용은 <표 8>과 같다. 또

한 분석 수행 시 기지국 고도에 따른 전파도달거리도 함께 분석한다.

<표 8> 지형에 따른 분석

순서	분석 내용	세부 내용
1	지형도를 통한 1차 분석 - 기지국 주변 등고선 - 섬, 산, 고지	가시거리상 (Line Of Sight)의 전파 장애요소 분석
2	실제 데이터를 통한 분석 - 기지국 주변	분석프로그램을 이용하여, 6개월 이상의 데이터중 에서 1주 단위로 음영구역이 명확해 질 때까지 단계적 대상 표본 데이터를 확대하여 분석
3	기타 분석	AIS 도입을 위한 기초연구평가에서 수행했던 시뮬레이션 결과 참조

3.4 기타 분석사항

기타 분석사항으로 AIS 안테나가 위치한 지역에, 타 통신 설비에 의한 영향이 있는지를 주변통신장비의 유무그룹으로 분리하여 비교 및 분석한다. 기지국별로 주변 전파환경이 다르므로 <표 9>와 같이 전파원에 따라 분류하여 비교 분석한다.

<표 9> 타 전파원에 따른 기지국 분류

기지국 구분	주요 전파원	해당 표본 기지국
KT 기지국 이용	이동통신 전파, M/W전파	덕적도, 옥마산, 의상봉, 녹동, 외나로도, 용화산, 엄광산, 무룡산, 성동산,세오름
레이더 기지국 이용	레이더	월미도, 후망산, 오식도, 금성산, 오동도, 실리도, 흥해, 사문산, 속초

4. 계절 및 기후요소에 따른 분석

기지국의 계절 및 기후요소에 따른 전파의 수신범위에 대한 영향을 살펴보았으며, 실질적으로 온도에 의한 약간의 차이를 구분할 수 있었을 뿐, 습도나 강우 등에서는 큰 차이를 보이지 않고 있다. 전파의 도달거리는 온도가 낮을 때 짧아지는 것을 확인하였다. 이는 대류권 유전율의 변화가 온도에 의해 더 크게 영향을 받는 것을 보여주고 있다.

4.1 계절에 따른 분석

<표 10>은 계절적 특성에 따른 전파영향 수준을 분석한 결과를 나타낸다.

<표 10> 계절에 따른 분석결과

기후 요소	계절적 특성	전파영향 수준
봄	-운량이 적고, 습도가 낮다.	세 계절은 큰 차이를 보이지 않았다.
여름	-온도와 습도가 높다.	
가을	-운량이 적고, 습도가 낮다.	
겨울	-온도와 습도가 낮다.	다른 계절과 비교했을 때 상대적으로 낮은 전파 도달거리를 보여준다.

4.2 기후에 따른 분석

<표 11>은 기후에 따른 분석내용과 전파영향 수준을 나타낸다.

<표 11> 기후에 따른 분석결과

기후 요소	분석내용	전파영향 수준
기온	-기온차에 의한 전파 도달거리의 평가	약간
습도	-습도에 의한 전파 도달거리 평가	거의 없음
강수량	-강수량에 의한 전파 도달거리 평가	거의 없음
운량 (날씨)	-운량에 의한 전파 도달거리 평가	거의 없음

분석된 바와 같이 각종 연구 및 문헌에서도 VHF는 기후 조건에 큰 영향을 받지 않는 주파수 대역으로 구분되고 있다[5].

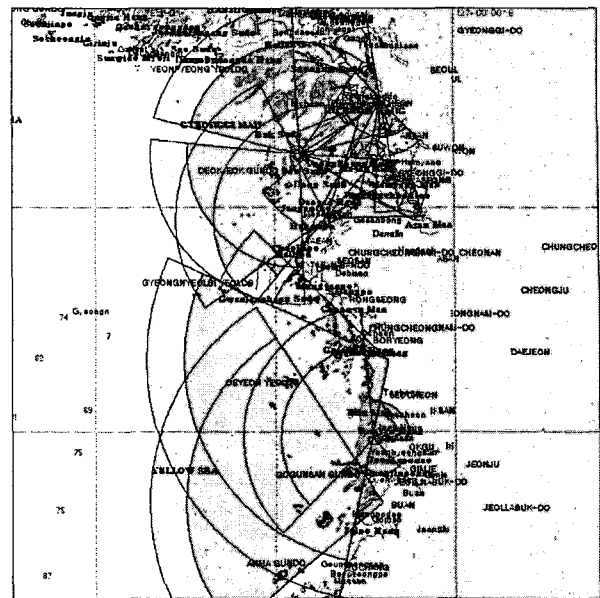
5 지형에 따른 분석

실제 AIS 데이터를 통한 기후요소에 따른 분석 결과는 온도에 의한 약간의 차이만 발견할 수 있었을 뿐 전파범위에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서는 실제 데이터를 이용한 지형분석 시에 전파도달범위가 상대적으로 적은 데이터 즉, 온도가 낮은 일별 기지국 데이터를 이용하였다. 다음은 분석프로그램으로 기지국의 AIS 서비스 범위 및 음영지역을 분석한 결과이다.

5.1 인천, 대산, 군산 운영센터

인천, 대산, 군산운영센터에서 기지국에 대한 서비스 범위를 분석한 결과는 <그림 1>과 같다.

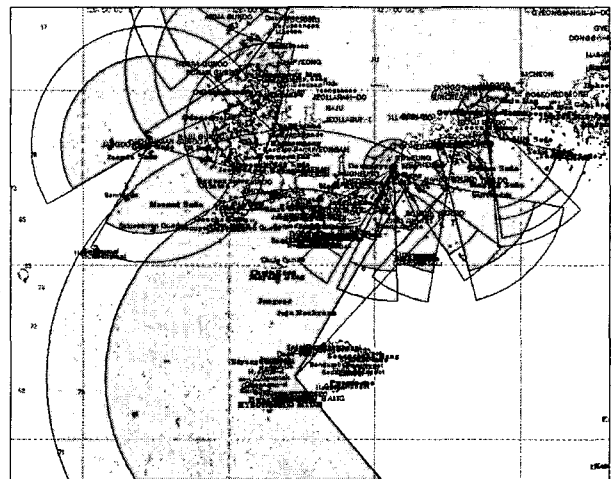
<그림 1>은 실제 데이터의 수신 분석과 지형도상 분석을 통한, 종합적인 전파 도달범위 분석결과이다. 초록색 부분은 양호한 전파수신범위이며, 푸른색 부분은 선박국 시스템의 차이(안테나 높이 등)에 의해 전파가 끊기거나 부분적으로 수신되는 전파수신범위를 나타낸다.



<그림 1> 인천, 대산, 군산 운영센터의 서비스 범위

5.2 목포, 광양, 제주 운영센터

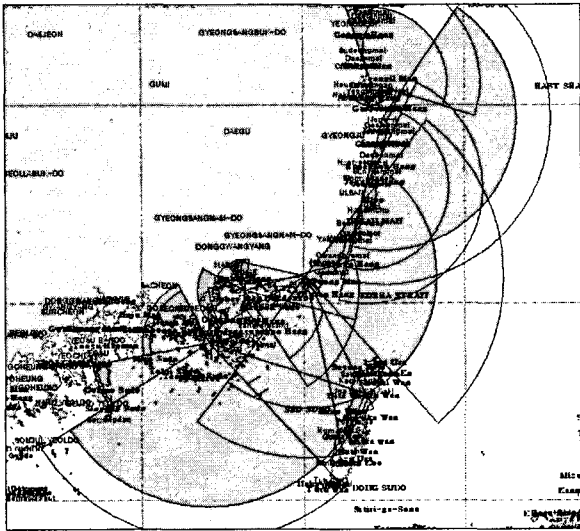
서남해 해상을 모니터링하는 목포, 광양, 제주 운영센터 기지국에 대한 분석결과는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 목포, 광양, 제주 운영센터의 서비스 범위

5.3 마산, 부산, 울산, 포항 운영센터

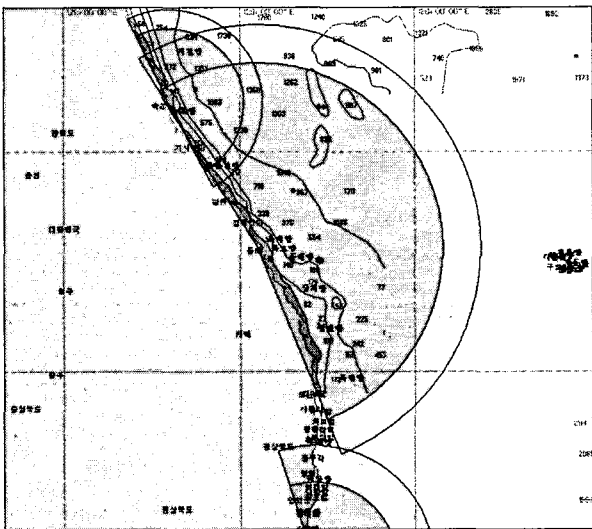
남동해상을 모니터링하는 마산, 부산, 울산, 포항 운영센터 기지국에 대한 분석 결과는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 마산, 부산, 울산, 포항 운영센터의 서비스 범위

5.4 동해 운영센터

동해상을 모니터링하는 동해운영센터 기지국에 대한 분석결과는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 동해 운영센터의 서비스 범위

5.5 기타(고도 및 주변 전파원에 따른 분석)

<표 12>는 기지국별로 고도와 주변 전파원으로 구분하여 정리한 것이다.

<표 12> 기지국의 고도에 따른 도달거리 분석결과

구분	기지국	연계 VTS	해발고 (m)	안테나고 (m)	유효 전파 도달거리 (Km)	주변 전파원
1	월미도	인천	70	20	50	R/S
2	덕적도		180	40	70	KT
3	후방산	대산	110	30	100	R/S
4	옥마산		590	25	130	KT
5	오식도	군산	55	25	70	R/S
6	의상봉		508	25	100	KT
7	임자도	목포	160	35	70	KT
8	흑산도		120	75	80	KT
9	금성산		140	25	80	R/S
10	늑 동	광양	220	30	70	KT
11	외나로도		235	50	100	KT
12	오동도		37	25	70	R/S
13	광 양		65	105	90	R/S
14	용화산	마산	280	33	90	KT
15	실리도		30	18	60	R/S
16	엄광산	부산	490	20	100	KT
17	무룡산	울산	428	43	70	KT
18	성동산	포항	212	59	90	KT
19	홍 해		25	20	70	R/S
20	사문산	동해	205	25	100	R/S
21	속 초		8.5	33	80	R/S
22	세오름	제주	1110	48	130	KT

전파거리 분석결과는 이론적인 값과 큰 차이가 없었다. 단 무룡산 기지국의 경우 이론치보다 적게 나오고 있다. 세오름 기지국의 경우 130Km이상 데이터가 수신되고 있음을 알 수 있다. KT 기지국을 공동 이용하는 AIS 기지국(KT) 및 VTS 레이더(R/S) 부근에서 운영되는 기지국에서의 전파거리는 주변 전파원에 별다른 영향을 받지 않음을 확인하였다.

6. AIS 전파전도성능 분석결과

6.1 전체 기지국의 서비스 범위

22개소 AIS 기지국의 데이터 수신 범위는 <그림 5>와 같다.

7. 결 론

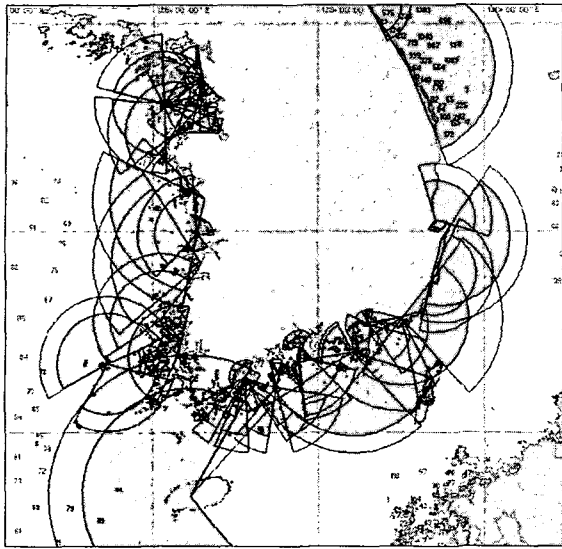
AIS는 운영관리 측면에서 높은 효율성과 안전성이 요구되고 있고, 서비스범위 측면에서도 AIS 송수신기의 전도성능평가를 통한 음영구역의 최소화가 매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 AIS 전파의 전도성능을 분석하여 기지국 전파도달 범위 및 음영구역을 분석하고 개선방안을 제시하였다.

구체적인 연구결과로는 먼저, AIS 전파의 특성을 분석하였고, 그 특성에 따른 전파의 도달범위와 분석방안을 수립하였다. 다음으로 기지국의 계절 및 기후요소에 따른 전파의 수신범위를 살펴보았다. 마지막으로 전체 22개소의 일별 기지국 데이터를 이용하여 지형에 따른 AIS 기지국 수신범위와 음영지역을 도출하였고 음영지역 해소를 위한 신규 기지국 설치방안을 제시하였다.

그러나 음영지역 해소를 위한 기지국 신설을 위해서는 기지국 음영지역 커버리지, 기지국 시설비용, AIS 운영목적 및 기반 시설현황, 향후 유지보수에 대한 편이성이 고려되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] AIS 도입을 위한 기초연구평가용역, 해양수산부, 2001.
- [2] AIS 전도성능평가 및 개선방향, 해양수산부, 2005.
- [3] 김충남, 차세대 이동통신 실무기술, 진한M&B, 2000.
- [4] 30MHz~3GHz의 육상이동과 지상방송업무를 위한 전파 예측절차 연구보고서, 무선관리단, 2000.
- [5] 김태하, 디지털 무선통신망 구축실무, 우신출판사, 1995.



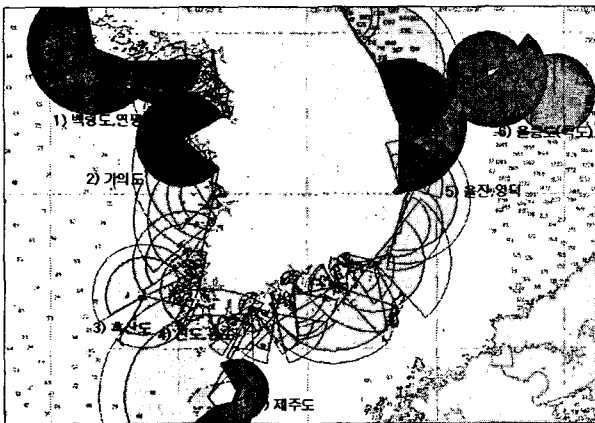
<그림 5> 전체 기지국의 서비스 범위

6.2 음영지역 도출

- (1) 덕적도 서해상에서 연평도, 백령도 해상까지 덕적도 기지국이 커버하지 못하는 지역
- (2) 태안반도(가의도) 서해상 통항로 부근
- (3) 흑산도 서남해상 (소흑산도 부근)
- (4) 진도, 완도 남해상
- (5) 울진영덕 동해상 (사문산과 홍해기지국 중간 해상)
- (6) 울릉도 주변 해상 (독도 포함 검토 필요)
- (7) 제주도 동북해상 및 동남해상

6.3 개선방안

현재 신규기지국이 건설 중인 흑산도 서남해상과 진도·완도 남해상의 음영지역을 제외하고 <그림 6>과 같이 신규 기지국 설치가 필요하다.



<그림 6> 음영지역에 대한 서비스 범위