

## 부산지역에서의 Loran - C 한국체인 측위정도에 관한 연구

박주삼 · 신형일 · 김진건 · 김기윤

부경대학교 수산과학대학

(1996년 9월 4일 접수)

### A Study on the Accuracy of the Loran - C Fix of Korean Chain in Pusan Area

Ju - Sam PARK, Hyeong - Il SHIN, Jin - Kun KIM and Ki - Yun KIM

Pukyong National University

(Received September 4, 1996)

#### Abstract

The operation of Far East Chain(GRI 5970) of Loran - C system had been stopped on June, 1995, but that of Korean Chain(GRI 9930) of Loran - C system which was jointed with North West Pacific Chain(GRI 8930) and Russia Chain(GRI 7950) by international cooperation, was started on January 1996.

In this paper, in order to study the accuracy of Loran - C fix of Korean Chain, the authors examined and analyzed the data of the receiver of Loran - C(LC - 90, Furuno) and GPS(Acc-Nav Sport™, Eagle) measured automatically and continually for 2 seconds at interval of 5 minutes from November 22, 1995, to January 20, 1996 at the fixed position of National Fisheries University of Pusan. The results obtained were as follows ;

1) The mean time differences of M - W, M - X, and M - Y pair measured in the base observed position were  $12333.09\mu s$ ,  $28338.44\mu s$ , and  $42806.01\mu s$  respectively and the mean standard deviations of that were  $0.0121\mu s$ ,  $0.0290\mu s$ , and  $0.0327\mu s$  respectively. The daily and monthly variance forms of time difference at each pair appeared in a similar reappearance.

2) The mean standard deviations of the latitude and longitude by Loran - C were  $9.1m$  and  $17.4m$  in W · X pair,  $11.5m$  and  $13.7m$  in W · Y pair, and  $8.1m$  and  $29.3m$  in X · Y pair respectively, and then the probable radiuses within 95% of each pair were  $39.2m$ ,  $35.7m$ , and  $60.8m$ , respectively. Therefore, It is to be desired that W · Y pair is selected to improve the accuracy in Pusan area.

3) The mean standard deviations of the latitude and longitude by GPS were  $15.4m$  and  $15.0m$  and the probable radius within 95% was  $43.4m$ .

4) The position errors for GPS and each pair of Loran - C were  $16.0m$  to the South in GPS and  $265.2m$  to the East in W · X pair of Loran - C,  $279.5m$  to the North in W · Y pair of that, and  $224.3m$  to the North - West in X · Y pair of that, so GPS is about  $250m$  higher than Loran - C in accuracy.

## 서 론

Loran-C 시스템은 취급이 간편하고 경제적이지만 아니라 정도가 높고 사용범위가 넓은 잇점이 있어, 선박에 널리 이용되어 왔다. 우리나라에서는 1979년 12월에 미국이 군사상의 목적으로 설치한 극동 체인(GRI 5970)을 주로 이용하여 왔다.

그러나, 위성항법의 발달로 미국이 미국 본토 및 연안에 있는 Loran-C 시스템을 제외한 해외의 모든 Loran-C 시스템을 1994년 말 까지 군사목적으로의 사용을 중지하고, 그 송신국을 폐쇄한다는 방침을 세움에 따라 우리나라는 1989년 10월에 포항과 광주 송신국을 인수하여 한·미간 공동으로 극동 체인을 운용하여 왔다.

또한, 1990년 9월 한국, 일본, 중국 및 러시아는 극동해역에서 Loran-C의 이용 범위를 확대하기 위하여 극동 Loran-C 기술회의(FELT : far east Loran-C technical meeting)를 개최하게 되었다. 이를 계기로 3차례의 FELT회의와 1992년 9월부터 시작된 극동전파항법시스템(FERNS : far east radio navigation system)회의를 4차례 개최한 결과 극동 체인에 러시아 체인의 X종국과 북서태평양 체인의 주국을 연합하여 한국 체인(GRI 9930)으로 변경하고 1995년 7월부터 연말까지 시험 운용을 하였으며, 1996년 1월에 정식으로 운용을 개시하였다.

비록 GPS가 최근 24개 위성을 완전히 가동함에 따라, 측위 정도가 향상되어, 그 이용도가 날로 증가함으로써 Loran-C의 이용도는 다소 감소하고 있지만, GPS는 위성궤도정보의 오차, 위성시간의 오차, 전리층에서의 오차, 위치계산알고리즘의 오차 등을 내포하고 있으며, 미군의 군사목적상 위성궤도의 제어(SA)에 의해 측위 정도가 부정확한 일이 종종 일어나는 반면, Loran-C는 GPS보다 정도가 떨어지지만, 송신국을 우리 나라에서 직접 관리, 운용할 수 있기 때문에 편리하게 이용할 수 있다.

이와 관련된 연구로는 畠田 등의 Loran-C 시스템의 정도 평가<sup>1-2)</sup>, GPS와 Loran-C의 상대 오차<sup>3-4, 7)</sup>, 金 등의 Loran-C의 위치 정도<sup>6)</sup>, 西隆 등의 Loran-C 전파의 전파특성<sup>9)</sup> 등이 있다. 그러나 한국 체인의 시스템의 정도 평가에 대한 각 중국별

정밀도에 관한 연구는 아직 되어있지 않고 있다.

본 논문은 Loran-C 한국 체인(GRI 9930)에 대한 측위 정도를 파악하기 위하여, Loran-C 시스템의 시험 운용 시기와 정식 운용 개시 시기인 1995년 11월 22일부터 1996년 1월 20일 사이에 부산수산대학교 항해학실험실의 고정점(위도 35° 07' 55.204" N, 경도 129° 06' 21.744" E)에서 Loran-C 수신기(LC-90, Furuno)와 GPS 수신기(AccNav Sport™, Eagle)로서 측위 실험을 실시하여, 한국 체인의 각 조국별 시간차의 일변화와 편위 오차를 분석하고, GPS 위치와 Loran-C 위치와의 상대 오차를 비교하여, 그 측위 정도를 검토, 분석하였다.

## 장치 및 방법

### 1. 실험 장치

Loran-C 한국 체인(GRI 9930)의 측위 정도를 분석하기 위하여 이용한 Loran-C 수신기(LC-90, Furuno)와 GPS 수신기(AccNav Sport™, Eagle)의 제원은 Table 1과 같고, 실험 장치의 계통도는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 Loran-C 수신기는 한국 체인으로 새롭게 변환된 위치 정보를 수신할 수 있도록 중앙처리장치 중에서 ROM IC를 교체하였고, 2.5 vdc 인 Loran-C 수신기의 출력 전압을 컴퓨터의 입

Table 1. Specifications for GPS and Loran-C receiver

Receivers	Items	Specifications
GPS	Species	AccuNav Sport™
	Channels	Five Parallel (Four continuous for position)
	Update rate	One to five seconds - User adjustable
	Position	25m CEP
	Velocity	0.25m/sec RMS
	Input voltage	6 - 35 vdc
Loran	Species	LC-90
	Frequency	100 kHz
	Receiver Sensitivity	1 μV/m
	Tracking Capacity	Master+5 Secondaries(Max.)
	Tracking Speed	80 Knots nominal
	Input voltage	10 - 42 vdc

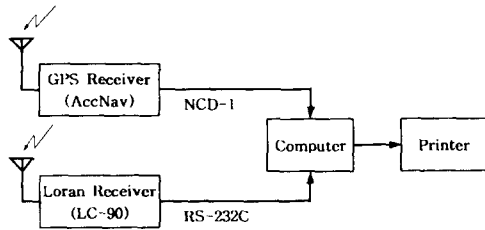


Fig. 1. Block diagram of the measuring system.

력 전압인 5 vdc로 승압하여 수신된 위치 정보를 연속적으로 컴퓨터에 자동 입력할 수 있도록 RS - 232C 드라이버를 제작하였으며, 고정점에서 위치 정보를 매 2초 간격으로 컴퓨터에 수록하였다. 또한, Loran - C 수신기에 의해 수신된 위치 정보와 GPS 수신기에 의해 수신된 위치 정보와의 관계를 비교, 분석하기 위하여 GPS 수신기는 Loran - C 수신기의 설치 장소와 동일한 장소에 설치하였으며, GPS 수신기에 의한 위치 정보는 NCD - 1 아답터 케이블을 통해서 동일한 컴퓨터에 수록되도록 구성하였다.

### 2. 송신국의 배치와 관측 지점

극동 체인(GRI 5970)이 1995년 6월 말 운용 정지되고, 북서태평양 체인(GRI 8930) 및 러시아 체인(GRI 7950)과의 국제 협력 체인을 구축하여 구

성한 한국 체인(GRI 9930)의 각 종국의 체원은 Table 2와 같고, 송신국의 배치도는 Fig. 2와 같으며, 또한 관측점과 각 송신국 간의 대원거리는 Table 3과 같다.

### 3. 실험 방법

실험은 1995년 11월 22부터 96년 1월 20일 사이에 부산수산대학교 항해학실험실의 고정점(위도 35° 07' 55.204"N, 경도 129° 06' 21.744"E)에

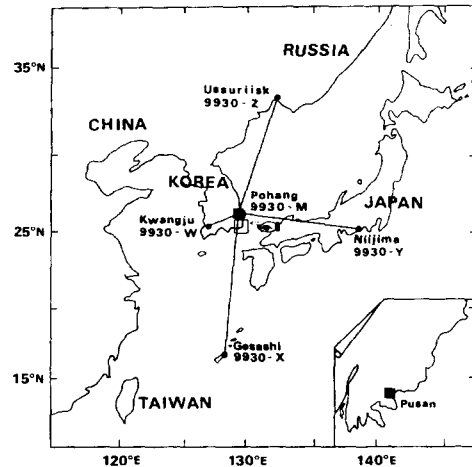


Fig. 2. Location of the observed point and configuration of Loran - C(9930 chain) stations.

Table 2. Specifications of the transmitting stations in Korean chain

Transmitting stations	Code	Emission delay( $\mu$ s)	Coding delay( $\mu$ s)	Power(kW)	Position(WGS - 84)
Pohang	M			150	36° 11' 05.450" N 129° 20' 27.440" E
Kwangju	W	11946.97	11000	50	35° 02' 23.996" N 126° 32' 27.295" E
Gesashi	X	25565.52	22000	600	26° 36' 25.038" N 128° 08' 56.920" E
Nijima	Y	40085.64	37000	1000	34° 24' 11.943" N 139° 16' 19.473" E
Ussuriisk	Z	54162.44	51000	700	44° 31' 59.702" N 131° 38' 23.403" E

Table 3. Distances from each station to the observed point

Observed position	Latitude(N)	Longitude(E)	Distances from each station(km)			
			M	W	X	Y
Pusan	35° 07' 55.204"	129° 06' 21.744"	118.44	233.92	949.87	933.99

서 행하였으며, 동일한 위치에 Loran - C와 GPS 수신기를 장치하여 측정 위치를 5분 간격으로 2초 동안 자동 연속 기록하였다.

측정에 이용된 송신국은 M - W 조국, M - X 조국, M - Y 조국이였으며, 송신전력이 미약했던 M - Z 조국의 측정 자료는 제외했다.

Loran - C 시간차의 일변화 및 재현성은 M - W 조국, M - X 조국, M - Y 조국에 대해 11월과 12월의 연속 3일간의 시간별 평균 시간차의 변동을 비교하여 분석하였다.

Loran - C 측정 위치는 M - W 조국, M - X 조국, M - Y 조국을 각 2 조국씩 조합하여 3개의 조합을 3일간씩 번갈아 가면서 측정하였으며, 시간대별로 평균하여 각 조합별로 각각 289개의 측정 자료로써 분석하였다.

GPS 측정 위치는 Loran - C 측정 위치와 같이 5분 간격으로 2초 동안의 측정 위치를 자동 연속 기록하여, 고정점의 실측 위치와 비교하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. Loran - C 신호의 일변화와 재현성

동일한 조건에서 동일한 방법으로 측정한 시간차의 측정치의 재현성을 알아보기 위해, 기준 위치에서 측정한 M - W 조국, M - X 조국 및 M - Y 조국의 시간차를 11월과 12월에 연속 3일간씩 측정하여 분석한 일변화와 월간 변화를 비교한 결과는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서 시간차에 대한 측정은 11월과 12월의 동일한 날짜에 각각 한 조국을 3일간씩 연속으로 측정하였으며, M - W 조국은 22일부터 24일 사이에, M - X 조국은 25일부터 27일 사이에, M - Y 조국은 28일부터 30일 사이에 실시하였다. 재현성에 대한 평가는 동일한 관측 시간대의 시간차의 일변화 및 월간 변화를 상호 비교하여 그 연속성과 일치하는 정도로서 평가하였다.

Fig. 3에서 시간차의 일변화는 M - W 조국에서는 야간보다 주간이 약  $0.013\mu s$  다소 높았고, M - X 조국과 M - Y 조국에서는 주간보다 야간이 각각

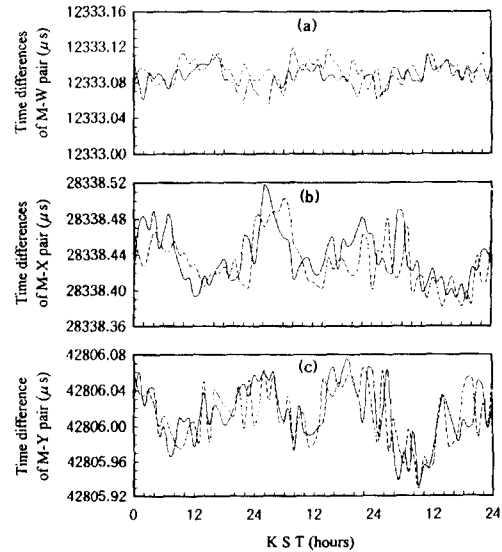


Fig. 3. The reappearance of time difference reached from each transmitting station to the observed position.

(a) Time difference of M - W pair.

(b) Time difference of M - X pair.

(c) Time difference of M - Y pair.

———— : Time differences in November.

----- : Time differences in December.

KST : Korean Standard Time

$0.023\mu s$ ,  $0.026\mu s$  정도 높았으며, 연속 3일간 각 조국 모두 비슷한 형태로 변동하고 있었다. 또한, 월간 변화에서도 각 조국 모두 11월과 12월 비슷한 형태로 변동하고 있음을 알 수 있었다.

이와 같이 일변화와 월간 변화가 연속성을 지니고 거의 같은 양상을 보이고 있으므로, 고정 관측 위치에서의 Loran - C 신호의 시간차의 재현성은 뚜렷함을 알 수 있었다. 따라서, 각 조국을 서로 조합하여 측정 위치를 구할 때, 시간대별로 평균한 값을 이용하여도 측위정도상 큰 문제가 없음을 알 수 있었다.

Fig. 3에서 구한 각 조국에 따른 월별 평균값과 변동폭은 Table 4와 같다.

Table 4에서 M - W 조국, M - X 조국 및 M - Y 조국의 시간차는 11월과 12월에 비슷하게 측정되었으며, 평균치는 각각  $12333.09\mu s$ ,  $28338.44\mu s$  그리고  $42806.01\mu s$ 이었다. 또한, 시간차의 월변동폭은 11월이 12월보다  $0.0008\mu s$  정도 크게 나타났

**Table 4. The mean values and RMS of the time differences in  $\mu s$  at the observed position**

Month	M - W		M - X		M - Y	
	M.values	RMS	M.values	RMS	M. values	RMS
Nov.	12333.09	0.0125	28338.44	0.0292	42806.01	0.0332
Dec.	12333.09	0.0117	28338.43	0.0287	42806.01	0.0321
Average	12333.09	0.0121	28338.44	0.0290	42806.01	0.0327

M. values : Mean values, RMS : Root Mean Square

으며, 조국별로 측정된 시간차의 변동폭은 M - W 조국이  $0.0121\mu s$ 로 가장 낮았고, M - Y 조국이  $0.0327\mu s$ 로 가장 크게 나타났다.

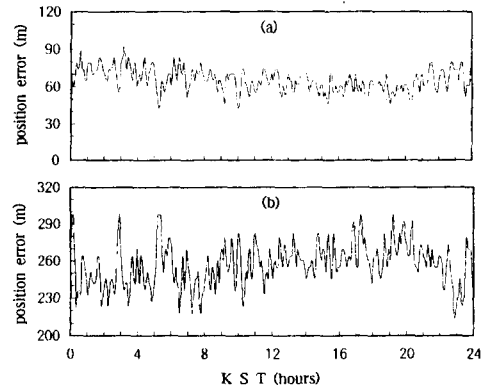
이와 같이 12월의 시간차 변동이 11월의 시간차 변동보다 안정된 이유는 시험 운용 단계의 중반에 들어서면서 송신국이 완전 정비되어 안정된 신호를 송신하였기 때문이라 생각되며, M - X 조국, M - Y 조국의 시간차 변동폭이 M - W 조국 보다 크게 나타난 원인은 송신국이 기준 위치로부터 멀리 떨어져 신호가 미약하고 반사층이 변화하였기 때문이라 생각된다. 또한, 송신국의 위치가 관측 지점으로부터 거의 비슷한 거리에 배치되어 있으면서도 M - X 조국보다 M - Y 조국의 시간차 변동폭이 큰 원인은 X종국의 전파는 거의 해상경로만을 통과하고, Y종국은 육상과 해상의 경로를 모두 통과하여 전파특성이 서로 다르기 때문이라 생각된다.

## 2. Loran - C의 측위 정도

M - W 조국, M - X 조국 및 M - Y 조국의 시간차의 쌍곡선을 M - W 조국과 M - X 조국(이하 W · X 조국), M - W 조국과 M - Y 조국(이하 W · Y 조국), M - X 조국과 M - Y 조국(이하 X · Y 조국)으로 1쌍씩 조합하여 구한 위치의 정도를 분석한 결과는 다음과 같다. 이 때 Loran - C 기준 위치와 관측 위치와의 차인 측위 오차 방향은 편위 방향이 E와 N방향일 때 정(+ )방향으로 하였고, W와 S방향일 때 부(- )방향으로 하여 비교하였다.

### 1) W · X 조국의 측위 정도

W종국과 X종국의 위치선으로 구한 Loran - C 위치를 기준 위치와 시간대별로 평균한 관측 위치와의 차인 측위 오차를 위도와 경도별로 나타낸 결



**Fig. 4. A daily variance of positioning error on W · X pair.**

(a) Latitude (b) Longitude

과는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4에서 시간별 측위 오차의 일변화는 불규칙적인 변화를 보였으며, 위도 방향의 변동폭이 경도 방향보다 작게 변화하였고, 그 변화폭은 각각  $9.1m$ ,  $17.4m$ 이었다.

Fig. 5는 기준 위치를 중심으로 나타낸 W · X 조국의 위치선으로 구한 관측 위치의 분포와 95% 확률원을 일출몰 과도기, 주간, 야간, 온 종일 관측으로 구분하여 나타낸 것이다.

Fig. 5에서 관측 위치의 평균 중심 위치는 기준 위치를 중심으로 일출몰 과도기, 주간, 야간에는 각각  $261.9m$ ,  $266.7m$ ,  $264.8m$  동쪽으로 편위하였으며, 온 종일 관측에서는 동쪽으로  $256.2m$  편위하였다. 또한, 그 때의 95% 확률 반경은 각각  $40.1m$ ,  $32.5m$ ,  $42.2m$ , 그리고  $39.2m$ 로서 주간의 확률 반경이 가장 작았다.

이와 같이 경도 방향의 측위 오차가 크게 나타난 원인은 관측점이 주국 측에 가까워 위치선의 발산도가 컸고, 관측점에서 W종국 위치선의 변동이 경

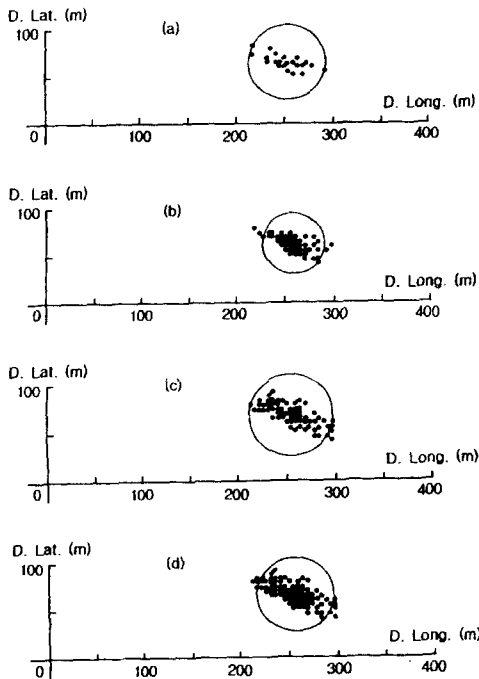


Fig. 5. A daily variance of positioning error on W · X pair for specified periods of time.  
 (a) sunset and sunrise (b) day  
 (c) night (d) 24 hours

도 방향으로 크며, W종국이 X종국보다 약간 서쪽으로 편위되어 있기 때문이라 생각된다.

2) W · Y 조국의 측위 정도

W종국과 Y종국의 위치선으로 구한 Loran - C 위치를 기준 위치와 시간대별로 평균한 관측 위치와의 차인 측위 오차를 위도와 경도별로 나타낸 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 시간별 측위 오차의 일변화는 불규칙적인 변화를 보였으며, 위도 방향의 변동폭이 경도 방향보다 작게 변화하였고, 그 변화폭은 각각 11.5m, 13.7m이었다.

Fig. 7은 기준 위치를 중심으로 나타낸 W · Y 조국의 위치선으로 구한 관측 위치의 분포와 95% 확률원을 일출몰 파도기, 주간, 야간, 온 종일 관측으로 구분하여 나타낸 것이다.

Fig. 7에서 관측 위치의 평균 중심 위치는 기준 위치를 중심으로 일출몰 파도기, 주간, 야간에는 각각 275.5m, 280.4m, 279.7m 북쪽으로 편위하

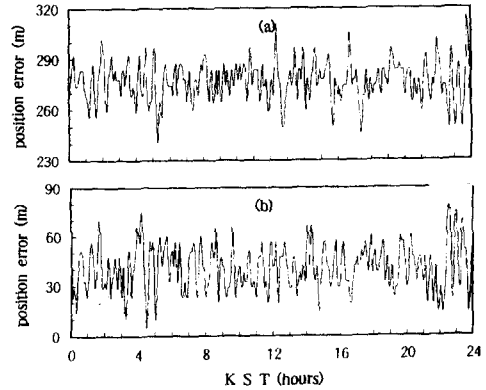


Fig. 6. A daily variance of positioning error on W · Y pair.  
 (a) Latitude (b) Longitude

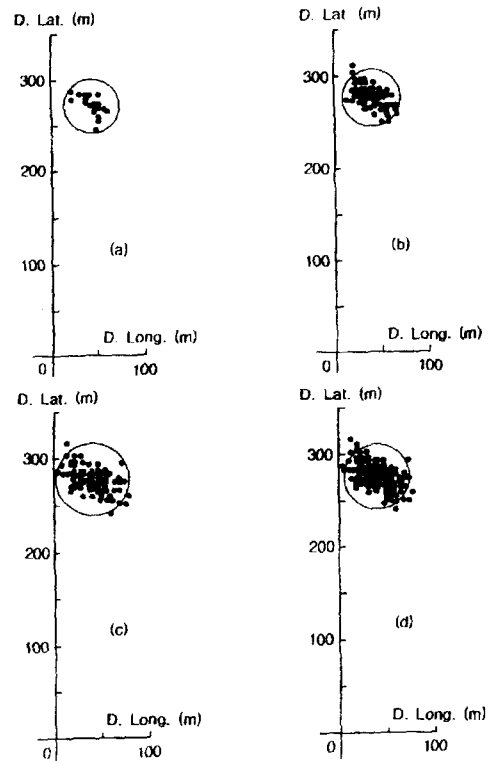


Fig. 7. A daily variance of positioning error on W · Y pair for specified periods of time.  
 (a) sunset and sunrise (b) day  
 (c) night (d) 24 hours

였고, 온 종일 관측에서는 북쪽으로 279.5m 편위하였다. 또한, 그 때의 95% 확률 반경은 각각 30.5m, 31.5m, 38.9m, 그리고 35.7m로서 주간의 확률 반

경이 야간보다 작았다.

이와 같이 위도 방향의 측위 오차가 크게 나타난 원인은 W종국과 Y종국의 위치선이 관측점에서 서로 남북으로 교차되기 때문이라 생각된다.

3) X · Y 조국의 측위 정도

X종국과 Y종국의 위치선으로 구한 Loran - C 위치를 기준 위치와 시간대별로 평균한 관측 위치와의 차인 측위 오차를 위도와 경도별로 나타낸 결과는 Fig. 8과 같다.

Fig. 8에서 시간별 측위 오차의 일변화는 불규칙적인 변화를 보였으며, 위도 방향의 변동폭이 경도 방향보다 작게 변화하였고, 그 변화폭은 각각 8.1m, 29.3m이었다.

Fig. 9는 기준 위치를 중심으로 나타낸 X · Y 조국의 위치선으로 구한 관측 위치의 분포와 95% 확률원을 일출몰 과도기, 주간, 야간, 온 종일 관측으로 구분하여 나타낸 것이다.

Fig. 9에서 관측 위치의 평균 중심 위치는 기준 위치를 중심으로 일출몰 과도기, 주간, 야간에는 각각 225.2m, 220.9m, 226.7m 북서쪽으로 편위하였고, 온 종일 관측에서는 북서쪽으로 224.3m 편위하였다. 또한, 그 때의 95% 확률 반경은 각각 67.3m, 64.2m, 56.2m, 그리고 60.8m로서 야간의 확률 반경이 가장 작았다.

이와 같이 위도 방향의 측위 오차와 95% 확률 반경이 크게 나타나는 원인은 관측점에서 Y종국의 위치선이 동쪽으로 경도선과 평행하고, Y종국

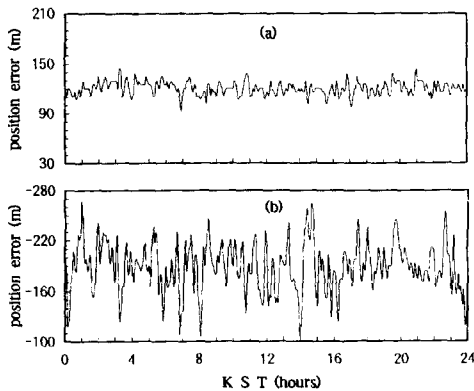


Fig. 8. A daily variance of positioning error on X · Y pair.  
(a) Latitude (b) Longitude

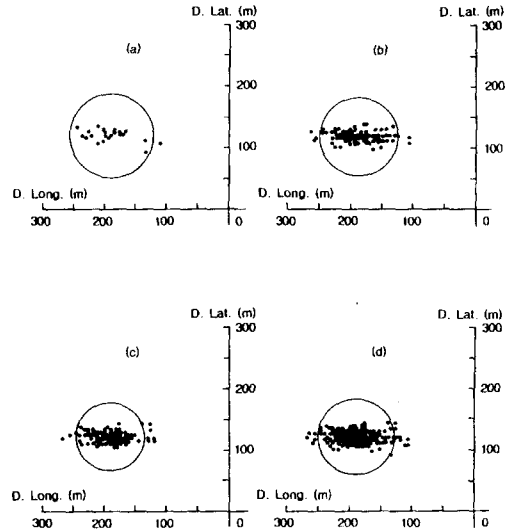


Fig. 9. A daily variance of positioning error on X · Y pair for specified periods of time.  
(a) sunset and sunrise (b) day  
(c) night (d) 24 hours

이 X종국의 동쪽에 위치해 있기 때문이다.

3. GPS의 측위 정도

기준 위치에서 GPS 수신기에 의해 3차원 측위로 연속 관측하여 구한 위치를 측위가 실시된 기간 동안 시간대별로 평균한 관측 위치와 기준 위치와의 차인 측위 오차를 위도, 경도별로 나타낸 결과는 Fig. 10과 같다. 이 때 GPS 관측 위치와 기준 위치와의 차인 측위 오차 방향은 편위 방향이 E와 N 방향일 때 정(+)방향으로 하였고, W와 S방향일 때 부(-)방향으로하여 비교하였다.

Fig. 10에서 시간별 측위 오차의 일변화는 주야 불규칙적인 변화를 보였으며, 위도 방향과 경도 방향의 변화폭은 각각 15.4m, 15.0m로 거의 비슷하였다.

Fig. 11은 기준 위치를 중심으로 나타낸 관측 위치의 분포와 95% 확률 반경을 나타낸 것이다.

Fig. 11에서 관측 위치의 분포는 기준 위치를 중심으로 남쪽으로 16.0m 편위하였고, 관측 위치의 평균점(36° 07.911' N, 129° 06.363' E)을 중심으로 고루 분포하였으며, 95% 확률 반경은 43.4m이었다.

이와 같은 원인은 시각에 따른 관측 가능 위성의

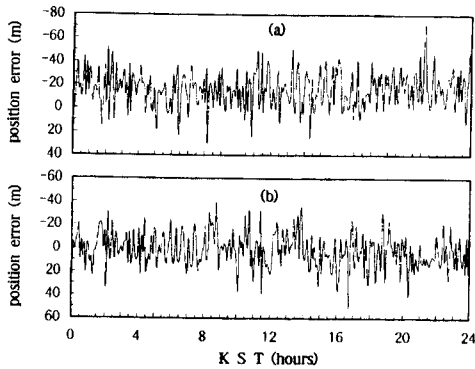


Fig. 10. A daily variance of positioning error on GPS.  
(a) Latitude (b) Longitude

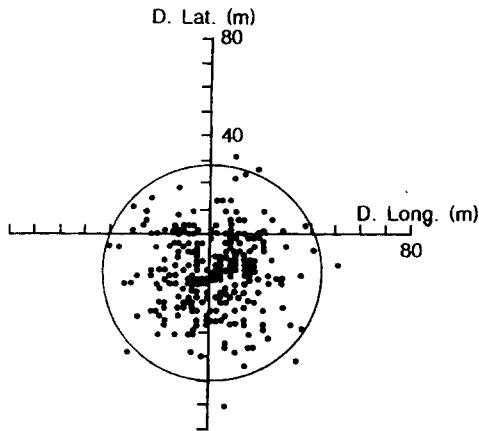


Fig. 11. A circle of the radius encloses 95% and distribution of GPS fixes at standard position.

양각과 방위와 위치 결정에 이용된 위성의 조합이 시시각각으로 변화하였기 때문이라 생각된다.

#### 4. GPS와 Loran - C의 위치 비교

기준 위치를 중심으로 GPS 측정 위치와 W · X 조국, W · Y 조국 및 X · Y 조국에 대한 Loran - C 측정 위치를 비교한 결과는 Fig. 12와 같다.

Fig. 12에서 관측 위치의 평균점을 중심으로 나타난 관측 위치의 분포는 GPS에서는 고루 분포하였으며, W · X 조국과 W · Y 조국에서는 북서 방향으로 분포하였고, X · Y 조국에서는 동서 방향으로 길게 분포하였다. 또한, 측위 오차는 GPS에서는 남쪽으로 16.0m 편위하였고, W · X 조국은

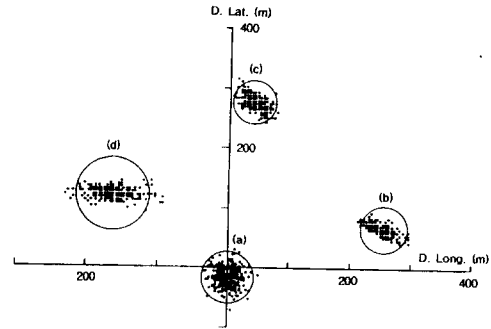


Fig. 12. Comparison between GPS fix and Loran - C fix of Korean chain in accuracy of position.

(a) GPS (b) W · X pair  
(c) W · Y pair (d) X · Y pair

동쪽으로 265.2m, W · Y 조국은 북쪽으로 279.5m, 그리고 X · Y 조국은 북서쪽으로 224.3m 편위하였다. 그 때 95% 확률 반경은 각각 43.4m, 39.2m, 35.7m, 60.8m이었다.

따라서, GPS의 측위 오차는 Loran - C 한국 체인의 W · X 조국, W · Y 조국 및 X · Y 조국으로 구한 측위보다 약 250m 적음을 알 수 있었다. 그러나, Loran - C 한국 체인의 편의성과 관측점에서의 조국을 잘 선택하면 그 정도를 다소 향상시킬 수 있을 것으로 생각되며, 향후 Z종국이 본격적으로 운용되기 시작하고, W종국이 송신전력을 증가하고, 한국지형에 맞는 수신기 알고리즘을 개발한다면, Loran - C 한국 체인의 이용 범위를 넓힐 수 있어 연근해 항법장치로서 주된 역할을 담당할 수 있을 것이라 생각한다.

#### 요 약

1995년 7월부터 연말까지 시험 운용되고, 1996년 1월부터 정식으로 운용된 Loran - C 한국 체인(GRI 9930)의 측위 정도를 파악하기 위하여, 부산수산대학교의 고정점(위도 35° 07' 55.204"N, 경도 129° 06' 21.744"E)에 Loran - C 수신기(LC - 90, Furuno)와 GPS 수신기(AccNav SportTM, Eagle)를 장치하여 1995년 11월 22일부터 1996년 1월 20일 사이에 5분 간격으로 2초 동안 자동, 연속 기록한 측위 자료를 분석 검토한 결과를 요약하



면 다음과 같다.

1) Loran - C 한국 체인 M - W 조국, M - X 조국 및 M - Y 조국의 평균 시간차는  $12333.09\mu s$ ,  $28338.44\mu s$ ,  $42806.01\mu s$ 이었고, 그 평균 변동폭은 각각  $0.0121\mu s$ ,  $0.0290\mu s$ ,  $0.0327\mu s$ 로 Loran - C 신호가 비교적 안정되었음을 알 수 있었다. 또한, 시간차의 일변화 및 월간 변화에서 재현성을 보이고 있음을 알 수 있었다.

2) Loran - C 한국 체인의 기준 위치로부터의 위도 방향과 경도 방향의 변화폭은 W · X 조국에서는  $9.1m$ ,  $17.4m$ , W · Y 조국에서는  $11.5m$ ,  $13.7m$ 이었으며 X · Y 조국에서는  $8.1m$ ,  $29.3m$ 이었다. 또한, 그 때 각 조국의 95% 확률 반경은 각각  $39.2m$ ,  $35.7m$ ,  $60.8m$ 를 나타냈다. 따라서, 부산 지역에서는 W · Y 조국을 선택하여 측위하는 것이 측위 정도를 더욱 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다.

3) GPS에 의한 위도 방향과 경도 방향의 변화폭은  $15.4m$ ,  $15.0m$ 이었으며, 그 때 95% 확률 반경은  $43.4m$ 이었다.

4) 기준 위치를 중심으로 GPS 측정 위치와 W · X 조국, W · Y 조국 및 X · Y 조국에 대한 Loran - C 측정 위치를 비교한 결과 GPS는 남쪽으로  $16.0m$  편위하였고, W · X 조국은 동쪽으로  $265.2m$ , W · Y 조국은 북쪽으로  $279.5m$ , 그리고 X · Y 조국은 북서쪽으로  $224.3m$  편위하여, Loran - C 위치가 GPS 위치보다 약  $250m$  더 편위된 것을 알 수 있었다.

### 참고문헌

- 1) Goda, M., S. Nakane and H. Yoshimura(1982) : Evaluation of the Loran C system - III (Accuracy of the 9970 chain while the ship is cruising in coastal areas of the Japan Sea). Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., No. 53, 27 - 32.
- 2) Goda, M., S. Nakane and H. Yoshimura(1984) : Accuracy of the 5970 chain in coastal Areas of the Southern Japan Sea. Jap. Ins. Nav., No. 79, 9 - 14.
- 3) Goda, M., T. Kuno and S. Nakane(1990) : Relative error between GPS and Loran C at a fixed station on the land. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., No. 68, 53 - 60.
- 4) Goda, M., T. Kuno and S. Nakane : Relative error between GPS and Loran C in the Eastern area of the East China Sea. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., No. 71, 177 - 185.
- 5) Kanazawa, T.(1986) : Nautical charts and the geodetic datum - A note on positioning with NNSS, Loran C, GPS -. Jap. Ins. Nav., No. 88, 81 - 86.
- 6) Kim, K. H., H. I. Shin and C. S. Jang(1985) : Accuracy of the Loran - C fix in Cheju areas. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 21(2), 123 - 130.
- 7) Kuno, T., M. Goda and S. Nakane(1994) : Relative error between GPS and Loran C 9970 chain in western area of the north pacific ocean. Jap. Ins. Nav., No. 121, 31 - 35.
- 8) Lee, W. W. and H. I. Shin(1984) : Accuracy of hybrid navigation system combining dead reckoning and Loran C. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 20(2), 105 - 111.
- 9) Nishi, T., K. Taguchi and K. Miyazaki(1994) : Seasonal variation of ECD of Loran C over sea. Jour. Japan Ins. Nav., Vol. 91, 177 - 184.
- 10) Sinzi, Akira M.(1976) : Issuance of "datum transformation chart" (No. 6019) for reduction from WGS - 72 to the Tokyo datum. Jap. Ins. Nav., No. 50, 47 - 52.
- 11) Yanagawa, S., Y. Nakamura, T. Kakihara, Y. Koike, H. Imazeki, Y. Kurita and Y. Mine(1981) : Accuracy and Repeatability of Ship Position in Fishing Grounds. Trans. Tokyo Univ. Fish., No. 4, 21 - 30.