海上位置 測定을 위한 固定點의 偏差에 관한 硏究
-航海計器를 中心으로-

A Study on the Deviation of Fixed Point for the Measurement of Offshore Position
-laying stress on the navigation instruments-

朴 雲 龍* 鄭 昌 植** 康 仁 準***
Park Woon-Yong Chung Chang-Sik Kang In-Joon

要 旨

해상작업의 가장 기본적인 것은 위치 결정이다. 해상에서의 위치는 거의 대부분 육상의 고정점과 관련된다. 선박의 위치를 결정하는 전형적인 방법은 고정된 육상의 3개의 기지점을 육분의를 이용하여 수평각을 2배로 관측한후 삼간분도의로 도해후방 교회법으로 작성하는 것이다. 근래 해상위치 결정은 항해및 어로를 위한 목적에서 해양·해안의 복합적인 개발이 되고 있다.

본 논문은 이에 부응하여 보다 정확한 해상위치 결정을 위해 전파결정 방식중, 장거리 및 초장거리용에 속하는 *NNSS*, Loran-*C*, Omega 등과 같은 해양 계측기기를 중심으로 고정점에서의 편차를 비교 분석하였다.

ABSTRACT

The position fixing is the first essential in any offshore activity. At sea, position is almost always related to fixed points on land. The traditional method of the position fixing of a vessel is by double horizontal sextant angles observed between three fixed stations, plotted as a graphical resection using station pointers.

Of recent, offshore fixing progresses in simple object of navigation and fishery, and it is tending to use and develop ocean and coast compositly. Therefore, we compared and analyzed deviation of fixed point for more accurate offshore fixing.

This paper used only navigation instruments such as NNSS, Loran-C, Omega involved in long range and world wide among the methods of E. P. F. (Electromagnetic Position Fixing).

1. 序 言

오늘날 海洋·海岸의 綜合利用開發問題와 관련하여 海上人工構造物과 海岸의 工業団地, 港湾建設, 海岸의 汚染擴散, 大陸間 케이블 工事, 環境影響評價, 海流圖作成 등이 날로 增大되고 있다.

이러한 海上空間利用에는 여러가지 外的要因들이 있겠으나 그 중 造成地域의 정확한 위치를 파악하는 것이 매우 중요하다.

일반적으로 海上의 位置結定은 두개 이상의 位置線(line of position)의 交點으로 구해지며 위치결정의 정확도는 위치선의 정밀도와 위치선의 交叉角度(angle of cut)에 달려있다.

* 東亞大學校 工科大學 敎授
** 國立釜山水産大學 助敎授
*** 釜山大學校 工科大學 助敎授

또한, 위치결정방법으로서는 地文, 天文, 電波, 衛星, 音響, 貫性등에 의하는데[1] 이러한 結定方法의 선택은 정확도(accuracy), 基準海岸(shore control)에서의 거리, 소요경비(cost), 편리도(convenience)등에 따라서 결정하며 기준해안으로부터 거리가 멀수록 정확도는 떨어지고 경비는 비싸진다. 그러나, 衛星과 天文에 의한 方法은 예외이다.[2]

본 연구에서는 電波位置結定方法(E. P. F; electromagnetic position fixing)중에서 低周波(low frequency)를 이용한 장거리용의 Loran-C, 超低周波(very low frequency)를 이용한 超장거리용인 Omega, NNSS등 海洋計測機器를 중심으로 固定點에서의 位置把握에 따른 精度와 偏位量을 비교분석하였다.

2. 電波測定의 基本原理

2.1 概 要

電波位置測定을 位置線에 의해서 分類하면 方位線 方式, 円弧 方式, 双曲線 方式 등으로 구분할 수 있으며 位置의 결정에는 2개 이상의 位置線을 임의로 組合하게 된다.

또, 거리의 측정은 펄스(pulse)波의 發射와 受信의 시간差를 측정하는 방식, 連續波(Continuous Wave)의 位相(phase)을 비교하는 방식[3] 및 펄스와 位相差의 혼합(hybrid) 방식이 있다.

位置線의 精密度와 이것의 交叉角이 位置結定의 精確度에 미치는 영향을 表示한 것이 다음의 fig·1이다.

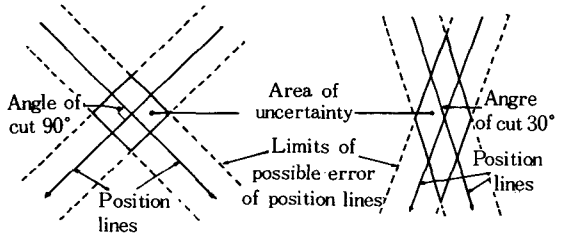


Fig 1. The effect of precision of position lines and angle of cut on the accuracy

2.2 位置線의 結定

2.2.1 方位線 方式

電波의 直進性을 이용하여 受信感度가 最強으로 되는 方向을 受信한다.

船上局에서 發射한 電波의 方向을 陸上의 無線方向探指局에서 측정하여 배에 通知하는 方式과 陸上의 無線標識局에서 發射한 指向性 또는 無指向性 電波를 船上에서 測定하는 方式이 있다.[3]

2.2.2 円弧方式 (Circular System)

丹弧方式은 測距方式(Ranging System) 이라고도 하며 위치선은 fig·2와 같이 送信局을 중심으로 동심원이 되어서 그 간격이 거리에 대하여 일정하므로 精度가 높다. 이 方式에는 短波以下의 짧은 電波가 이용된다. 2개의 위치선을 얻으려면 2 개組의 主·從局이 필요하지만 1개의 主局이 부분적으로 쓰이고 있다.

이 方式은 주로 정밀한 위치의 측정을 필요로 하는 水深測量, 地球物理學的 調査등에 이용된다.[3,4]

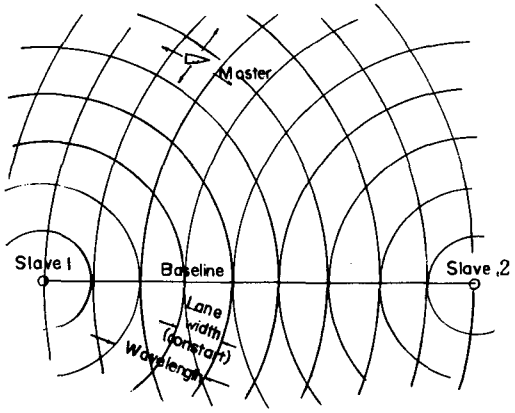


Figure 2. The two-range or range-range mode configuration

2. 2. 3 双曲線 方式 (Hyperbolic System)

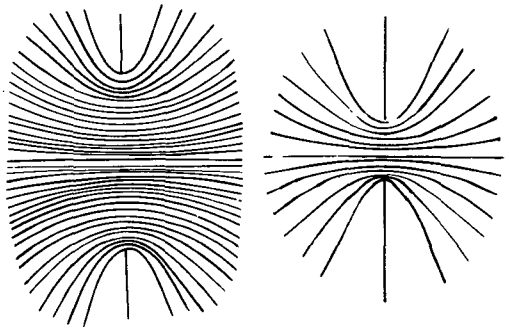
현대전파측정의 주류를 이루고 있는 방식이다.

두점의 거리차가 일정한 점의 軌跡은 그들 두점을 촛점으로 하는 쌍곡선 (hyperbola) 이 되는 원리이다.[5]

위치선은 엄밀하게는 두점을 연결한 직선을 軸으로 쌍곡선을 회전시킨 곡면과 지구표면과의 교선이다.

쌍곡선의 간격은 基線에서 멀어질수록 넓어지므로 위치선의 精度도 떨어진다.[3]

fig. 3은 Loran과 Omegâ의 쌍곡선을 비교한 것이다.[6]



(A) Omega hyperbola (B) Loran hyperbola

Fig. 3 The comparison of omega hyperbola and loran hyperbola

2. 3 距離의 測定

2. 3. 1 Pulse의 時間差法 (Pulse Time Difference Method)

円弧方式에서는 送信pulse와 受信pulse, 双曲線方式에서는 主局pulse와 從局pulse의 時間差測定이 행하여진다. 시간차 (T_2-T_1)는 受信點과 그 送信局 각각의 거리의 差에 비례하여 位置線은 双曲線을 이룬다.

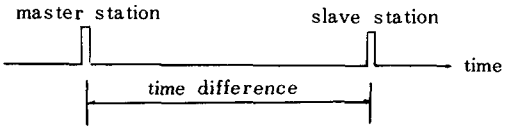


Fig. 4 Pluse signals in master and slave station

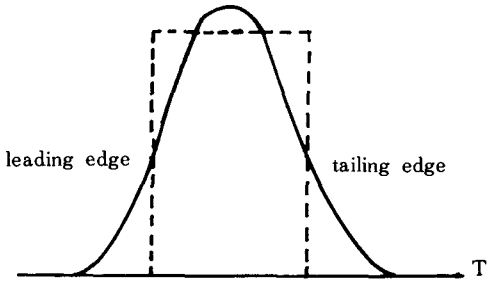


Fig. 5 Pulse wave

이것은 다음 (1)式으로 표시할 수 있다.

$$D_S - D_m = V(T_2 - T_1) \quad (1)$$

여기서, D_s는 受信點과 從局送信點간의 거리 D_m은 受信點과 主局送信點간의 거리, V는電波의 轉播速度이다.

円弧方式의 경우는 送信pulse와 受信pulse의 시간차는 다음 식으로 구해진다.

$$D=\frac{V}{2}(T_2-T_1) \quad (2)$$

(D : 主局과 從局의 거리)

円弧方式에서 時間差 1μs에 상당하는 거리는 150m이므로 pulse의 時間差法은 精密한 위치의 測定에 이용하는 것으로는 불충분하다. pulse 時間差法에서는 측정값의 불명확 (Ambiguity) 은 없다.[3]

2. 3. 2 連續波 位相比較法 (Continuous Wave phase Comparison Method)

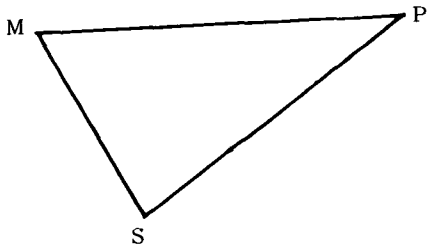


Fig. 6 Master station, slave station and receiver position

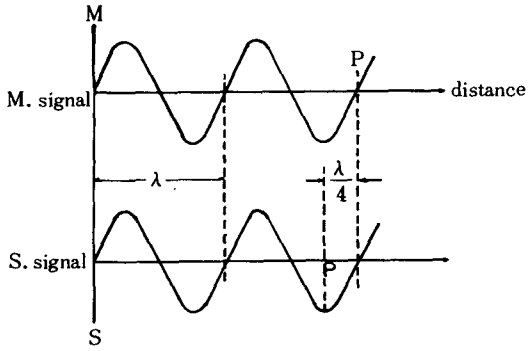


Fig. 7 The phase relation of signals

fig. 6에서 MP=SP이면 P점에서 兩局으로부터의 連續波의 位相은 fig. 7의 P와 같이 同位가 된다. MP가 SP보다 $\pi/4$만큼 늦어지면 P점에서 M局의 연속파의 위상은 전과는 달리 S局의 위상과 달라진다. 位相比較法의 分解能은 1位相角의 1/100~1/1,000이므로 파장이 짧을수록 거리 또는 거리차의 分解能은 좋아진다.

실제 System에 사용되는 파장은 30~30,000m이다. 거리차(MP-SP)를 測定波長으로 나타내면 다음과 같다.

$$(MP-SP)=\eta\lambda+\frac{\ell}{\lambda} \qquad (3)$$

(여기서 $\eta=0,1,2,3\cdots$)

波長(λ)은 位相角 2π(라디안)에 상당하므로 원식을 位相으로 나타내면 다음 式으로 된다.

$$\phi=2\pi\eta+\frac{\theta}{2\pi} \qquad (4)$$

일반적으로 식(4)의 η은 測定不能이며 θ만이 얻어진다. 따라서 거리차는 1단계의 측정으로는 완전히 구할 수 없고 不明確이있게 된다. 이것은 使用波長이 짧을수록, 측정거리가 길수록 복잡해진다.[3]

2.3.3 Pulse와 位相差의 混合測定[5]

로오란A의 펄스와 데카의 위상차 관계를 혼합시킨 것이 Loran-C이다. 주파수도 Loran-A의 $2MH_z$보다 낮은 $100KH_z$를 쓰고 있다. 이와 같은 저주파에 대해 전리층은 매우 좋은 상태인 반사층(D영역)이 안정하여 공간파의 지연량이 일정한 공간파를 신뢰하여 사용할 수 있다. 이 때문에 전달범위가 현저하게 확대되어 공간파로 주간에 약2,300마일까지 사용할 수 있다.

3. 觀測計器의 特性 및 觀測要領

3.1 관측계기의 특성

3.1.1 Loran-C

Loran-C는 모든 Loran형 중에서 가장 범위가 넓고 정도가 높은 電波位置結定方式(E. P. F; electromagnetic position fixing)이며 主局(master station)과 從局(slave station)의 電波到達時間差를 측정하여 위치선을 결정하는 追從同期方式으로서 가장 일찍 실용화된 双曲線航法이다.

Loran-C方式은 主局하나와 2~4개의 從局이 한組(chain)를 형성하여 各局에서 발사하는 8~9개의 펄스群에 變造된 $100KH_z$의 사용주파수와 $270\mu s$의 펄스幅(pulse width)을 가지고 있으며 그 사용범위는 晝間이 1,400마일인 地表波(ground wave)와 夜間이 1,000마일인 空間波(sky wave)를 이용하여 측정이 가능하며 精度는 1/4~2마일이다.

그러나 Loran-C는 低周波 電波를 사용하기 때문에 電波徑路 및 時間에 따라서 大氣의 掘折, 大地導電率, 透磁率등이 다르므로 電波의 傳播速度가 변화하여 측정위치에 많은 誤差가 誘發된다.

3.1.2 Omega

Omega方式은 主局과 從局에서 발사하는 초저주파(very low frequency; 10~14KH_z)인 연속파의 位相差(phase difference)를 측정한 후 이것을 거리차로 환산하여 위치선을 결정하는 双曲線方式의 일종이다.

電離層과 大地사이에 형성되는 導波路 wave guide)의 傳播를 이용하기 때문에 電送距離가 대단히 멀어서(7,200마일정도) 8개국의 送信國

만으로 전 세계 어디서나 이용 가능하며 基線이 길기 때문에 위치선의 發散이 적어서 船位誤差도 줄일 수 있다.[7]

또한, 연속파의 사용으로 Loran과 같은 펄스波의 시간차 측정방식에 비해 送信電波의 帶域幅이 좁아서 신호대잡음비(S/N ratio)를 향상시킬 수 있고 비교적 간단한 수신기로도 연속적, 자동적으로 그 위상차를 측정할 수 있다.

그러나 지표파와 공간파의 분리가 불가능하므로 공간파에 의한 位相의 교란이 있는 범위에서는 사용할 수 없는 결점이 있다.

3.1.3 NNSS

凡世界的이며 全天候 航法인 人工衛星을 이용한 TRANSIT 즉, 美海軍航海衛星方式인 *NNSS* (Navy Navigation Satellite System)은1957년 10월 세계 최초의 인공위성 Sputnic 1호의 발사에서 비롯되어 당시 미국의 John Hopkins 대학의 Mcclare교수가 전파의 도플러(Doppler)를 측정하면 관측지의 위치를 알 수 있다는 제안을 기본 원리로 하고 있다.[8]

본 航法의 精度는 Omega의 10배에 달하여 Loran-*C*의 精度와 거의 비슷하나 측정횟수가 20회 정도로 제한되는 문제와 위성 및 이용자, 기기에 관한 오차, 위성궤도 예측상의 오차, 전파의 傳播上에 생기는 오차, 선박의 針路 및 속도에 의한 오차 등을 지니고 있다. *NNSS* 항법의 위치결정 개요도는 fig. 8과 같다.[2]

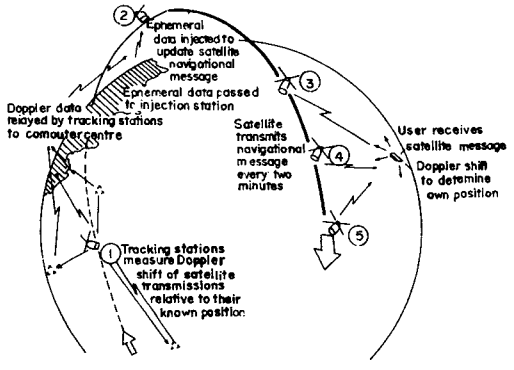


Figure 8. The TRANSIT system of position fixing by artificial satellite

3.2 觀測要領

본 연구에서는 1985년 8월 1일부터 同年 8월 31일까지 계기고장을 재외하고는 시간별로 측정하였다.

3.2.1 NNSS

NNSS는 GMT (Greenwich Mean Time)별로 01 : 00~11 : 00까지 연속 측정된 총489개의 자료를 시간별, 앙각별로 비교분석하였다.

수신점의 위치는 부산수산대학(*N*35°07′09, *E* 129°06′30) 항해학 실험실이며 안테나 높이는 옥상높이를 고려한 27cm였다.

측정에 사용한 수신기는 연속기록식 *MX* - 1142형으로 단거리 도플러 방식의 400*MHz*단일 주파수이다. 그리고 본 실험실에서는 速力 0 Knot, 針路 0°로 고정시켜 NNSS受信器 만으로 측정하였다.

3.2.2 Loran-C

Loran-*C*수신기는 NCD~348B / JNA~108 (JRC)를 사용하였으며 Loran-*C* Chart는 대

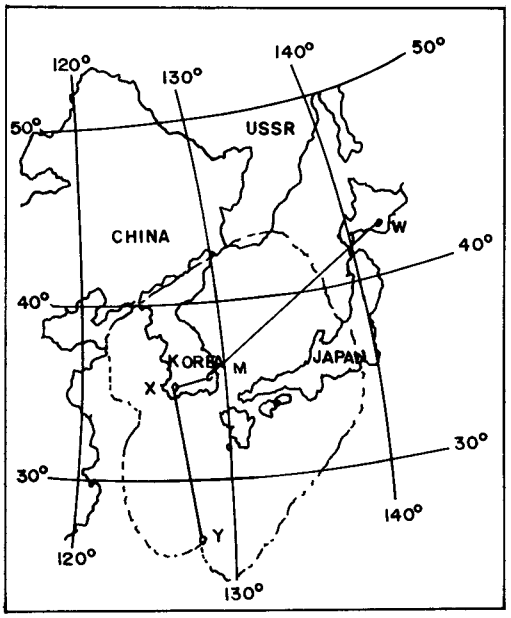


Fig 9. Arrangement according to the transmitting station of Loran-C.

마도를 중심으로한 연안일대를 나타낸 1980년 日本水路協會에서 작성한 것을 이용하였다.

Loran-*C*組局은 fig.9에서 M-X從局은 Kwang-Ju를 M-Y從局은 Gesahi를 선택하였다. 매 시간별 시간차를 평균하여 오전(06 : 00~09 : 00), 정오(11 : 00~13 : 00), 오후(17 : 00~22 : 00)의 세부분으로 나누어 30分 간격으로 $X-Y$를 측정한 다음 Loran chart에서 구한 위치와 비교하여 測位의 精度를 표시하였다. 한편, Loran chart에 없는 부분은 補間하였다.

3.2.3 Omega

Omega수신기는 *JLA*-102형이었으며 본 연구에서는 관측지점부근에서 測位의 신뢰도가 가장 높은 10.2KH_z의 A-C組와 A-E組를 組局으로 선정하였다.

Omega송신국의 배치도와 위치는 Table 1 및 fig. 10이다.

TABLE. 1 Omega transmitting station

	NATION	PLACE	LATITUDE	DEPARTURE
A	NORWAY	ALDRA	66-22-15N	13-09-10E
B	LIBERIA	MONROYIA	6-18-19N	10-39-44W
C	HAWAII	OAHU	21-24-21N	157-49-48W
D	NORTH DAKOTA	LA MOUR	46-21-57N	98-20-09W
E	REUNION	REUNION IS	20-58-27S	55-17-24E
F	ARGENTINE	GOLFO NEUYO	43-03-12S	65-11-29E
G	AUSTRALIA	*미정		
	(TRINIDAD)		(10-42-96N)	(61-38-20W)
H	JAPAN	TSUSHIMA	34-36-53N	129-27-13E

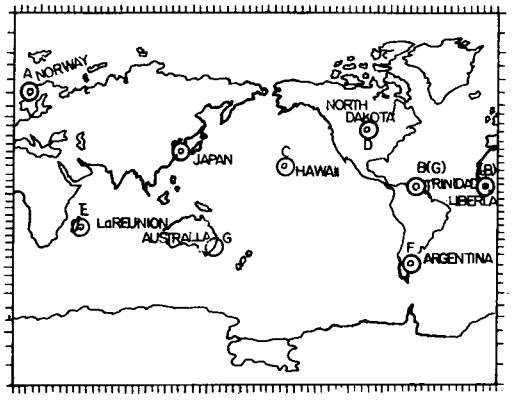


Fig 10. The world Omega stations

측정방법은 오전(08 : 00~09 : 00), 정오(11 : 00~13 : 00), 오후(17 : 00~20 : 00)의 세부분으로 나누어 1시간 간격으로 측정하였다.

Omega는 기록지상에 매일, 매시간의 位相差를 자료로 선정하여 오메가챠트에서 구한 위치를 실측위치와 비교하여 測位의 精度를 나타내었다.

본 연구를 위하여 1985년 9월 13일부터 同年 9월 18일까지 水大 관악산호를 타고 관측하였으나 本船에는 Loran-*A*와 Radar, 육분의 만이 장치되어 있어서 偏位考擦에 많은 차이가 있었으므로 본 논문과 合成比較하는 데는 별 의미가 없는 것으로 생각된다.

4. 觀測結果 및 分析

4.1 NNSS

4.1.1 時間別 位置精度

時間別 平均位置, 標準偏差 및 偏位距離는 다음의 Table. 2와 같다.

여기서 衛度方向의 오차는 평균 1′.03이며 徑度方向은 0′.10으로 대체적으로 위도방향으로 많이 편위하는 경향을 보였으며 위도방향에서는 01 : 00~05 : 00까지는 변화폭이 증가하였으나 06 : 00이후로는 거의 변하지 않았다. 또한 경도방향의 변화는 시간에 따라 차츰 증가하다가 감소하였으나 10 : 00에서 갑자기 줄어들었다.

한편, 眞位置와 偏位距離의 관계를 圖示하면 fig. 11과 같다.

fig. 11에서 시간별 진위치로부터 편위된 거리는 02 : 00에서 가장 적고 06 : 00, 09 : 00에서 가장 크게 나타났으며 그 차이는 92m 정도였다.

따라서 본 관측위치 부근에서는 시간의 변화에 큰 관계없이 평균 1,908m 정도의 오차가 발생되었음을 알 수 있다.

TABLE.2 Distribution of the mean position, the standard deviation and decline distance of with respect to GMT

GMT	Mean position		Standard deviation		Decline distance
	Lat.	Dep.	Lat.	Dep.	(m)
01	35-08.00N	129-06.17E	1.01	0.13	1886
02	35-08.09N	129-06.20E	1.00	0.10	1843
03	35-08.11N	129-06.20E	1.02	0.10	1880
04	35-08.11N	129-06.18E	1.02	0.12	1902
05	35-08.12N	129-06.17E	1.03	0.13	1923
06	35-08.13N	129-06.20E	1.04	0.10	1935
07	35-08.13N	129-06.21E	1.04	0.09	1933
08	35-08.13N	129-06.20E	1.04	0.10	1935
09	35-08.13N	129-06.21E	1.04	0.09	1933
10	35-08.11N	129-06.26E	1.02	0.04	1890
11	35-08.11N	129-06.22E	1.04	0.08	1932
Sum			11.30	1.08	20299
Mean			1.03	0.10	1908

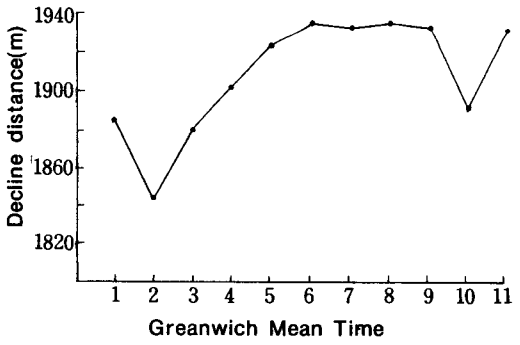


Fig 11. The decline distance from the true positin of the Greenwich Mean Time categary.

4.1.2 仰角別 位置의 精度

측정자료를 앙각별 평균위치와 표준편차 및 편위거리로 표시하면 Table. 3과 같다.

Table. 3에서 20°이하의 낮은 앙각과 80°이상의 높은 앙각에서는 큰 誤差가 발생하였다. 이러한 원인은 앙각이 낮은 경우는 電離層에 의한 電波掘折의 徑路長이 길기 때문이며 앙각이 높은 경우는 쌍곡선의 위치선이 基線의 연장선상

TABLE.3 Distribution of the mean positon, the standard deviation and decline distance with respect to observation angle

Observation angle	Mean position		Standard deviation	Decline
	Lat.	Dep.	Lat. Dep.	distance(m)
0-10	35-08.14N	129-06.14E	1.05 0.16	1967
11-20	35-08.13N	129-06.16E	1.04 0.14	1943
21-30	35-08.11N	129-06.19E	1.02 0.11	1900
31-40	35-08.10N	129-06.20E	1.01 0.10	1879
41-50	35-08.10N	129-06.17E	1.01 0.13	1886
51-60	35-08.11N	129-06.21E	1.02 0.09	1896
61-70	35-08.11N	129-06.21E	1.02 0.09	1896
71-80	35-08.11N	129-06.19E	1.02 0.11	1900
81-90	35-08.15N	129-06.44E	1.06 0.14	1980
Sum			9.25 1.07	17247
Mean			1.03 1.12	1916

에 가까워져서 위치선의 교각이 작아지기 때문이다.

이러한 진위치와 편위거리의 관계를 그림으로 표시하면 fig. 12와 같다.

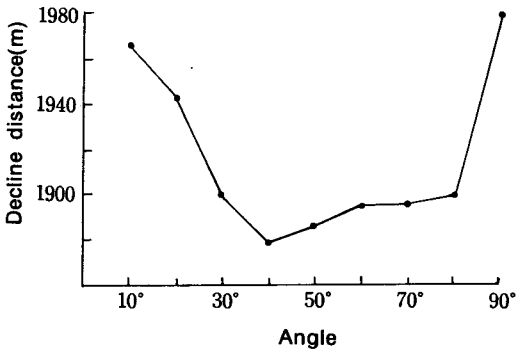


Fig 12. The decline distance from the true position by the observation angle

fig. 12에서 앙각별 진위치로부터 편위된 거리는 앙각 30°~40°에서 가장 적었고 80°~90°에서 가장 큰 것으로 나타났으며 그 차이는 101m 정도였다.

따라서, 본 관측위치 부근에서는 앙각에 관계없이 평균1,916m 정도의 오차가 발생함을 알 수 있다.

4.1.3 NNSS의 誤差要因[6]

일반적으로 NNSS의 오차를 유발하는 요인은 다음과 같다.

①위성 및 수신기의 機器에 관한 오차
②電波의 傳播上 생기는 오차
③위성궤도 예측상의 오차
④선박의 針路 및 速度에 의한 오차
⑤지오이드를 포함한 안테나 높이의 오차

등이 있으나 이들 중에서 ①항은 위성에 탑재된 機器는 충분한 신뢰도와 性能을 갖고 있으며 수신기도 동작이상에 대한 경보대책이 충분하여서 큰 오차발생의 염려는 없었으며 ②항은 이온층과 대기의 굴절률의 불균일로 인하여 Doppler測定에 영향을 미쳐서 다음 (5)式과 같이 변형됨이 실험으로 알려졌다.

$$\triangle f=\frac{f\cdot V}{C}+\frac{\alpha}{f}+\frac{\beta}{f^2}+\frac{\gamma}{f^3} \qquad (5)$$

위의 (5)式에서 우측 3항 이하는 근소하여 무시할 수 있으며 제2항은 높은 주파수 (f_H)와 낮은 주파수 (f_L)의 두 전파를 수신하므로 소거할 수 있다.

그러나 간단한 수신기에 있어서는 이러한 수정을 하지않고 한 주파수 (f_H)만 수신하는데 이 경우 위성의 최대앙각이 20°~30°이면 전파경로의 굴절로 인한 오차는 100m이하, 최대앙각 30°~80°이면 50m이하로 본다.

③항은 地球重力場의 불균일로 인하여 위성의 일주기사이에서 규칙적인 변화를 보이므로 이 변화를 예측하는 중력장 모델의 오차로 인한 궤도 보정오차가 고정점에 대해서 100m 이내로 볼 수 있다. ④항은 NNSS 방식에서 가장 크게 나타나는 오차이나 본 논문에서는 고정점에서의 위치오차에 관한 것이므로 생략한다.

⑤항은 오차의 계산에 사용되는 지구의 반경을 지구중심에서 전파를 수신하는 안테나까지의 반경을 사용하므로 지구중력의 불균일로 인하여 실제해면은 회전타원체보다 수십미터 높거나 낮을 수도 있다.

계산에 의하면 안테나 높이(Geoid높이 포함)의 추정에 10m오차가 있으면 위치오차는 위성 최대앙각 20°~80°의 범위에서 70m이내이다.

4.2 Loran-C

측정한 Loran-C 시간차를 LORAN-C chart에서 X-Y組局의 (A)오전 (B)정오 (C) 오후로 나누어 위치를 구한 결과를 실측위치 (35° 07′.09N, 129°06′.30E)를 중심으로 타나내면 fig. 13과 같다.

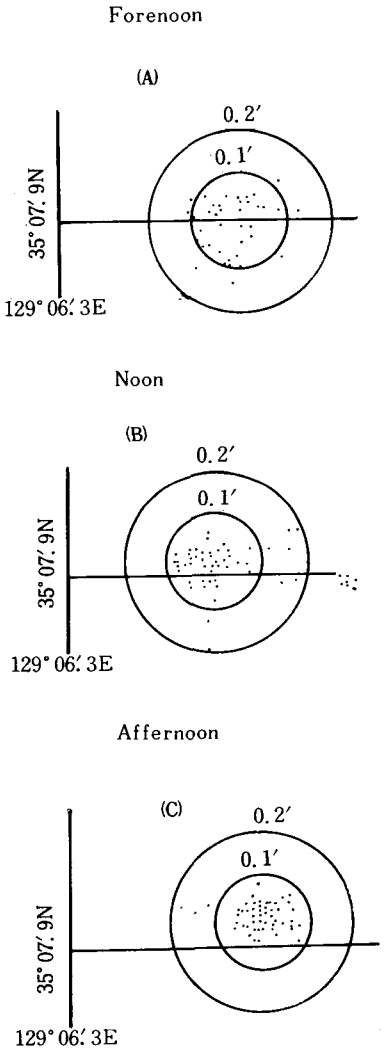


Fig 13. Distribution of the postion fixed by the Loran-C chart of M-X and X-Y.

실측위치를 중심으로 오전, 정오, 오후의 각각 편위거리는 평균 0.42, 0.36, 0.46마일동쪽으로 편위되었다.

편위거리가 가장 적게 측정된 시기는 정오의 0.36마일로 대체적으로 양호한 편이다. Table-4는 Loran-C의 오전, 정오, 오후의 평균위치와 표준편차를 나타내었다.

TABLE.4 Distribution of the mean position, the standard deviation for LORAN-C

	Mean position		Standard deviation	
Forenoon	35-07-90N	129-06-79E	0.05(N)	0.06(E)
Noon	35-07-93N	129-06-72E	0.04(N)	0.08(E)
Afternoon	35-07-96N	129-06-83E	0.04(N)	0.06(E)

fig. 13과 Table. 4에서 보는 바와 같이 실제적으로 분포간격이 매우 작으므로 간격을 무시하면 실측위치와 평균위치와의 거리의 평균은 0.413마일로 매우 적은 오차를 나타내며 표준편차 또한 미소해진다. 그리고 평균위치와 실측위치가 정오때 매우 가깝게 나타나는 원인은 지표파의 발달과 안정된 대기반사층 때문이라고 생각된다.

4.3 OMEGA

OMEGA 기록지에 기록된 A-C組局의 위상차를 이용하여 구한 위치를 (A)오전, (B)정오, (C)오후별로 실측위치를 (35°07′.09N, 129°06′.30E)중심으로 나타내면 fig. 14와 같다.

fig. 14에서 실측위치를 중심으로 오전, 정오, 오후 편위거리는 各各 北東으로 6.8마일, 南東으로 1.5마일, 北西로 6.4마일로 나타났다. 따라서 편위거리가 가장 적게 측정된 시기는 정오의 1.5miles로 대체적으로 안정되었다. 위치분포는 평균위치에서 오전은 0.1~3마일이고, 정오는 0~3마일, 오후는 0.2~4마일 범위안에 분포하였다.

Table. 5는 OMEGA의 오전, 정오, 오후별로 평균위치와 표준편차를 나타낸 것이다. Table. 5의 精度에 대해서 분석해 보면 OMEGA의 정오측정치가 실측정치에 가장 가깝게 나타남을 알수 있다.

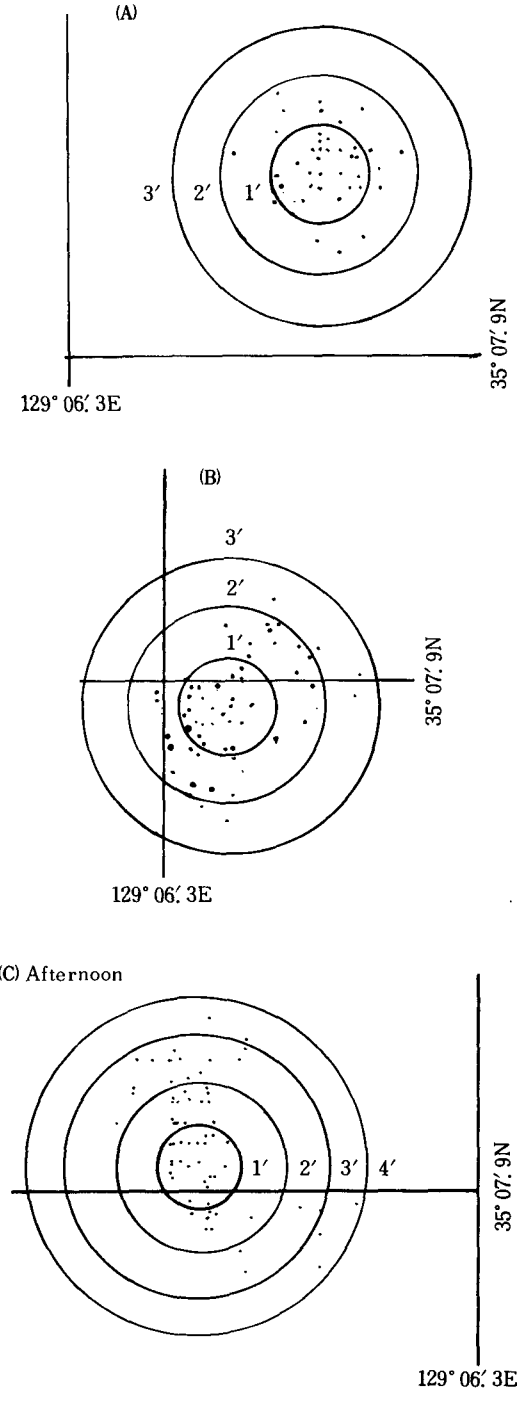


Fig. 14 Distribution of the position fixed by Omega chart.

TABLE.5 Distribution of the mean position, the standard deviation for Loran -C

	Mean position	Standard devition
Forenoon	35-11.53N 129-13.19E	0.74(N) 0.83(E)
Noon	35-07.32N 129-07.99E	0.92(N) 1.03(E)
Afternoon	35-08.85N 129-58.97E	1.93(N) 1.20(E)

OMEGA의 精度에 영향을 미치는 원인은 다음과 같다.

① 위상속도의 변화

② OMEGA 波의 전파속도

③오로라 대의 위상교란

④태양의 폭발로 인한 갑작스런 전리층의 교란 (sudden ionospheric disturbance)

⑤組局 선택時

⑥만년설 빙하지대는 대지전도율이 낮다.

Table. 5를 살펴보면 주간에는 비교적 오차가 적고, 야간으로 갈수록 오차가 증가하고 있음은 전리층의 높이가 야간겨울지방일수록 높고 주간은 전리층의 변동이 적고 이온층의 높이가 낮기 때문이다. 이런 이유로 위상지연량이 적고 완만히 변한다.

fig. 14에서 오후 일몰시에 분산되는 이유는 불안전한 대기반사층의 교란으로 위상차의 변동이 심하여 位相의 정도가 떨어지기 때문이다.

이상에서 본 바와 같이 NNSS, Loran-C OMEGA의 측정값을 비교하면 Table. 6과 같다.

TABLE.6 Comparison of measured results

Inst.	NNSS (mile)	LORAN-C (mile)	OMEGA (mile)
Time			
Forenoon	0.58	0.42	6.8
Noon	0.59	0.36	1.5
Afternoon	0.59	0.46	6.4
Mean			
Declination	0.59	0.41	4.9

5. 結 論

해상위치 결정에 있어서 고정점 편차를 항해계기를 중심으로 관측하여 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1)NNSS는 앙각이 20°이하와 80°이상일 때는 정도가 떨어졌으며 30°~40°일때 오차가 가장 적었으므로 30°~40°범위의 앙각을 이용하면 測位의 精度를 더욱 더 높일 수 있을 것으로 기대된다.

2)LORAN-C의 測位의 精度는 오전, 정오, 오후가 각각 0.42, 0.36, 0.46마일 등으로 편재하였으므로 정오 때 측정하는 것이 가장 바람직 할 것이다.

3)OMEGA는 A-C組와 A-E組를 연속 관측한 결과 정오 때의 測位의 정도가 1.5마일로 가장 안정하였다.

4)본 연구에 사용된 세 計測機器의 평균변위량은 NNSS가 0.59마일, Loran-C는 0.41마일로 거의 비슷하나 Omega는 4.90마일로 그 정도가 다소 떨어짐을 알 수 있었다.

이상의 計器로서는 臨海工業団地와 같은 대규모 沿岸工事의 위치선정에는 크게 지장은 없지만 보다 중요한 海洋構造物 設置시에는 높은 정밀도가 요구되는 바, 위 計器의 精度 만으로는 많은 오차가 유발되므로 위치측정시 상황에 보다 알맞은 다른 방법의 計器에 대한 研究가 필요하다.

參考文獻

1. 유복모외 2人, 해양측지에 있어서 위치결정에 대한 연구,」 대한 토목학회 학술발표개요집, 1980.
2. A. E. Ingahm, Sea Surveying, 1974, pp. 68-69.
3. 유복모외 1人, 해상위치 결정에 있어서 전파방식에 관한 연구, 대한토목학회 학술발표 개요집 1979.
4. 일본수로협회, 수로측량, 1977, p. 116.
5. 김상한, 전파항해학, 태화출판사, p. 34-38.
6. 정세모, 전파항법, 한국해양대학 해사도서 출판부, 1980, pp. 213,249~253.
7. 김동일, OMEGA 전자의 위상예측에 관한 연구, 한국항해학회지, 1977.
8. 양찬진, NNSS의 선위오차의 편차를 이용한 속도오차에 관한 연구.
9. Robert L. Frark, Current Deuelopments in Loran-C, Proceedings of the IEEE VOL. 71, pp. 1127~1137.
10. 木村山, 船舶電子航法, 1982.
11. 模美辛雄, 인공위성 위치표시에 관한 기본적 고찰, 일본항해학회 논문집 32회, pp. 33-41.