

韓國 南海岸에 있어서의 디퍼렌셜 오메가 誤差에 關한 研究

金 東 一

A Study on the Differential Omega Errors in the South Coast of Korea

Kim Dong-Il

〈目 次〉

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| 1. 序 論 | 4. 測定 및 船位誤差 |
| 2. 디퍼렌셜 오메가 方式의 精度 | 4.1 測定方法 |
| 2.1 디퍼렌셜 오메가 方式의 精度에 영향을 미치는 要素 | 4.2 測定時間, 測定位置, 測定機器 |
| 2.2 理論的인 考察 | 4.3 測定值 |
| 2.3 디퍼렌셜 誤差에 對한 一般的 모델 | 4.4 船位誤差 |
| 3. 오메가 海圖製作을 위한 Lane Number의 計算 | 5. 結 論 |
| | 參考文獻 |

Abstract

This paper deals with the theoretical differential omega errors and an evaluation of the experimental differential omega errors.

The differential omega is a navigation system based upon the real-time dissemination of omega corrections for an area around a monitor site at a known location. The differential correction would include predictable errors as well as unpredictable errors.

The standard errors of the differential omega LOPs of the pair $A-C$ and $A-D$ in the south coast of Korea are calculated respectively as follows;

Standard error of pair $A-C$; 5.24 cel.

Standard error of pair $A-D$; 2.47 cel.

The standard error of the differential omega fixes with respect to the cross-bearing fixes is also yielded (1.126 N.Miles), and the relation to the crossing angle of two LOPs is discussed.

In the near future when the station G is on air in Australia the accuracy of differential omega is, as a conclusion of the investigation, expected to be further improved in the coastal confluence area of Korea.

1. 序 論

디퍼렌셜 오메가 방식(Diffrential Omega System)은 正確한 位置를 알고 있는 모니터국(Monitor Station; Monitor Receiver, Base Receiver)에서 오메가 信號를 受信하고 그 位相值(位相差) 또는 傳播補正值를 인근 船舶 또는 航空機에 通信網을 通하여 通報하여, 使用者가 受信한 오메가 信號의 位相差에 修正을 加하여 精度 높은 位置를 求하는 方式이다.¹⁾²⁾ 美國 運輸省이 沿岸海域에 있어서 第1의 民間用 航法方式으로 Loran-C를 採擇하였으나³⁾⁴⁾, 오늘날에는 디퍼렌셜 오메가 방식이 美海軍의 要求에 適合한 最上의 航法方式으로 接近하고 있으며, 數個國에서 採擇되어 相當한 成果를 거두고 있다⁵⁾.

本 方式은 모니터국과 移動局에 있어서의 位相變化는 傳播經路의 條件이 서로 비슷하기 때문에 대단히 密接한 相關關係가 있다는 原理에 依存하며, 따라서 그 有効範圍도 모니터국으로 부터 200 내지 300마일로 制限하고 있으며^{10)*}, 이 경우 모니터국으로 부터 약 100마일 以內에서는 位相變化가 約 1/10로 減少하며¹⁾ 200마일 以上이 되면 급격히 增加한다는 報告가 있다.⁵⁾

디퍼렌셜 오메가 방식의 精度는 普通의 오메가 방식의 約10倍의 增加를 보여 주며 送信局으로부터 50마일 以內에서는 0.2~0.25마일의 標準誤差를, 200마일의 距離에서는 약 0.4마일의 標準誤차를 나타내는 것으로 報告되고 있다.⁶⁾

本 方式의 가장 큰 長點은 오메가 방식의 致命的인 問題點인 突然電離層擾亂, 極冠擾亂, 極光帶擾亂 등의 各種 擾亂效果의 影響을 除去할 수 있고 오메가 방식을 補完하여 그 誤차를 줄일 수 있으며, 모니터국의 建設費 및 維持費가 比較的 적게 든다⁷⁾는 것이다.

아직까지 韓國沿岸海域에 있어서는 本 方式에 依한 船位의 精度에 대한 評價가 全無한 實情이며, 더구나 오스트랄리아 오메가 送信局(G局)의 未開設로 因하여 오메가 방식에 依한 船位誤差가 대단히 크게 나타나고 있다.

本 論文에서는 이러한 現實을 勘案하여 1977年 4月25일부터 26日까지 釜山에 모니터국을 두고, 釜山에서 濟州까지 航海하면서 本 方式에 依한 船位를 決定하고, 同時에 交叉方位法으로 求한 船位와 比較하여 韓國南海岸에 있어서의 디퍼렌셜 오메가 방식에 依한 船位의 精度를 評價 檢討하였다.

2. 디퍼렌셜 오메가 방식의 精度

2.1 디퍼렌셜 오메가 방식의 精度에 影響을 미치는 要素

本 方式의 精度에 影響을 미치는 要素는 다음과 같다.

- 1) 모니터局과 移動局間의 距離
- 2) 測定時刻
- 3) 모니터국과 移動局을 連結하는 線(L. O. S.)이 位置線(LOP, Line of Position)과 이루는 交角
- 4) L. O. S.의 地磁氣에 對한 方位
- 5) 受信機 自体의 誤差
- 6) 使用 오메가 周波數
- 7) 季節
- 8) 氣象 條件

* 伊藤實, 'デイファレンシャルオメガに對する一考察'에 依하면 700내지 800마일까지 擴張하여 活用하는 것도 可能하다고 發表됨¹²⁾

- 9) 傳播 모오드
- 10) 雜音
- 11) 追跡遲延 效果
- 12) 電離層 變化
- 13) 受信 안테나의 局地的 周圍環境
- 14) 送信局으로 부터 모니터국과 移動局까지의 傳播經路의 相關關係

2.2 理論的인 考察

本 方式에 依한 LOP의 誤差는 모니터국에 대한 移動局의 相對的인 位置에 左右된다.

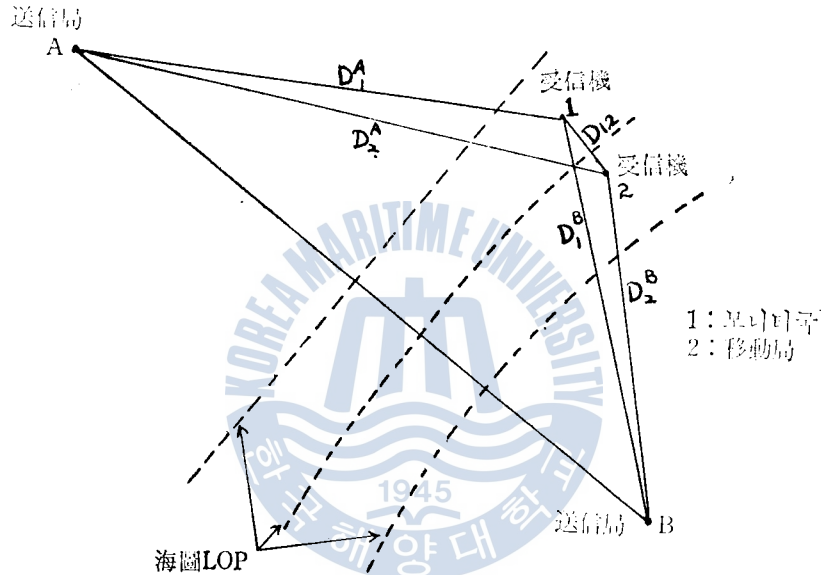


그림 1. 디퍼렌셜 범위내의 두 受信機

그림1에서 受信機—1, 受信機—2에서의 相位差 ϕ_1^{AB} , ϕ_2^{AB} 는 (2—1)式에 依해 求해진다.¹³⁾¹⁷⁾

$$\left. \begin{aligned} \phi_1^{AB} &= f \cdot D_1^A / V_1^A - f \cdot D_1^B / V_1^B \\ \phi_2^{AB} &= f \cdot D_2^A / V_2^A - f \cdot D_2^B / V_2^B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2-1)$$

但, f ; 周波數

D_i^A, D_i^B ; 各各 A, B 局으로부터 受信機— i 까지의 傳播經路長

V_i^A, V_i^B ; A 局 및 B 局 電波의 平均 位相速度

모니터국(受信機—1)에서 測定된 디퍼렌셜 補正值(Differential Correction) $\delta\phi_{corr}(1)$ 은 (2—2)式으로 나타낼 수 있다.

$$\delta\phi_{corr}(1) = \phi_c(1) - \phi_m(1) \dots\dots\dots(2-2)$$

但, $\phi_c(1)$; 受信機—1 位置의 海圖上 LOP

$\phi_m(1)$; 受信機—1로 測定된 LOP

受信機—2에서의 디퍼렌셜 誤差 $\epsilon_D(2)$ 는 (2—3)式으로 表示된다.

$$\epsilon_D(2) = \phi_c(2) - [\phi_m(2) + \delta\phi_{corr}(1)] \dots\dots\dots(2-3)$$

(2—2)式을 (2—3)式에 代入하여 (2—4)式을 얻는다.

(4)

$$\epsilon_D = [\phi_m(1) - \phi_m(2)] - [\phi_c(1) - \phi_c(2)] \dots \dots \dots (2-4)$$

한편, $f \cdot D_i^A / V_i^A = D_i^A / \lambda_{iA}$, $f \cdot D_i^A / \lambda_C = D_i^A / \lambda_C$ $\dots \dots \dots (2-5)$

但, $\lambda_{iA} = V_i^A / f$

V_C , λ_C 는 各各 오메가 海圖製作時 使用한 電波의 位相速度 및 波長

(2-1), (2-4), (2-5)式으로 부터

$$\epsilon_D(2) = \left[\left(\frac{f \cdot D_1^A}{V_{1m}^A} - \frac{f \cdot D_1^B}{V_{1m}^B} \right) - \left(\frac{f \cdot D_2^A}{V_{2m}^A} - \frac{f \cdot D_2^B}{V_{2m}^B} \right) \right] - \left[\left(\frac{f \cdot D_1^A}{V_C} - \frac{f \cdot D_1^B}{V_C} \right) - \left(\frac{f \cdot D_2^A}{V_C} - \frac{f \cdot D_2^B}{V_C} \right) \right] \text{ (lane)} \dots \dots \dots (2-6)$$

이 얻어지므로 $\epsilon_D(2)$ 는 다음 式과 같다.

$$\begin{aligned} \epsilon_D(2) &= 100 \left[\frac{D_1^A}{\lambda_{1A}} - \frac{D_1^B}{\lambda_{1B}} - \frac{D_2^A}{\lambda_{2A}} + \frac{D_2^B}{\lambda_{2B}} - \frac{D_1^A}{\lambda_C} + \frac{D_1^B}{\lambda_C} - \frac{D_2^A}{\lambda_C} + \frac{D_2^B}{\lambda_C} \right] \\ &= 100 \left[\frac{D_1^A}{\lambda_{1A}} - \frac{D_1^A}{\lambda_C} - \left(\frac{D_1^B}{\lambda_{1B}} - \frac{D_1^B}{\lambda_C} \right) - \frac{D_2^A}{\lambda_{2A}} - \frac{D_2^A}{\lambda_C} + \left(\frac{D_2^B}{\lambda_{2B}} - \frac{D_2^B}{\lambda_C} \right) \right] \\ &\text{ (cel)} \dots \dots \dots (2-7) \end{aligned}$$

本 方式은 性質上 D_{12} 《 $D_1^A, D_1^B, D_2^A, D_2^B$ 를 前提로하며, 따라서 經路 D_1^A 와 D_2^A 의 電波의 傳播와 D_1^B 와 D_2^B 의 傳播는 대단히 密接한 相關關係를 가지고 있으므로

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{1A} &= \lambda_{2A} = \lambda_A \\ \lambda_{1B} &= \lambda_{2B} = \lambda_B \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2-8)$$

로 놓을 수 있다.

또 波長比 η_A, η_B 를 (2-9)式과 같이 定義한다.

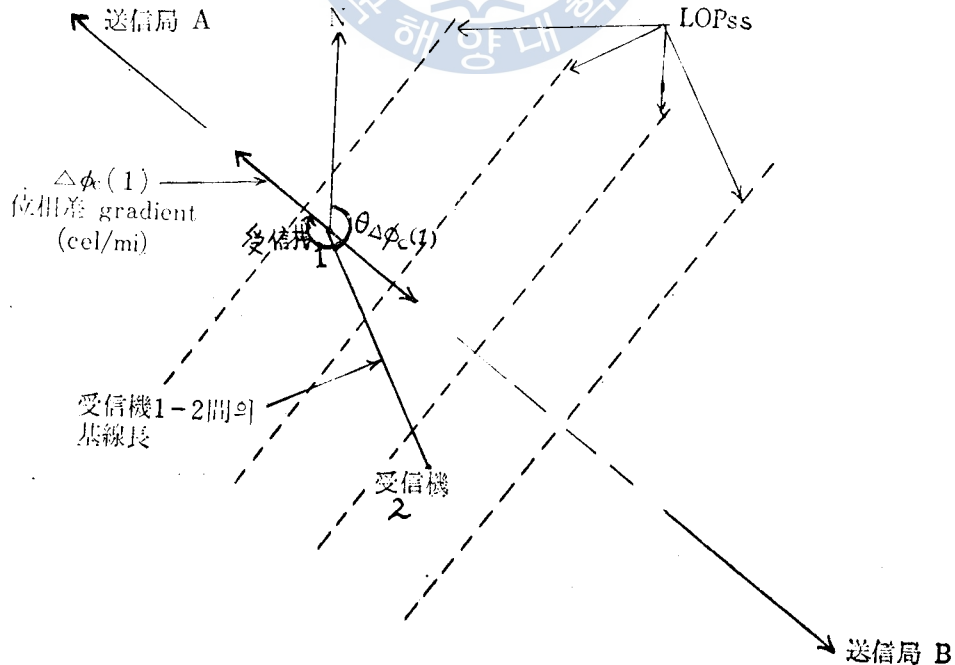


그림 2. LOP에 대한 受信機間 基線의 平面圖

$$\left. \begin{aligned} \eta_A &= \lambda_C / \lambda_A \\ \eta_B &= \lambda_C / \lambda_B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2-9)$$

따라서 (2-6)式은

$$\epsilon_D(2) = \left(\frac{100}{\lambda_C} \right) \{ (\eta_A - 1)(D_1^A - D_2^A) - (\eta_B - 1)(D_1^B - D_2^B) \} + \epsilon'_D(2) \dots\dots\dots(2-10)$$

但, $\epsilon'_D(2)$ 는 受信機-2에 있어서의 統計的 非相關誤差

로 되며, 이것을 整理하면 (2-11)式이 된다.

$$\begin{aligned} \epsilon_D(2) = & \left(\frac{100}{\lambda_C} \right) \{ (\eta_B - 1) \{ D_1^A - D_1^B \} - (D_2^A - D_2^B) \} + (\eta_A - \eta_B) (D_1^A - D_2^A) \\ & + \epsilon'_D(2) \dots\dots\dots(2-11) \end{aligned}$$

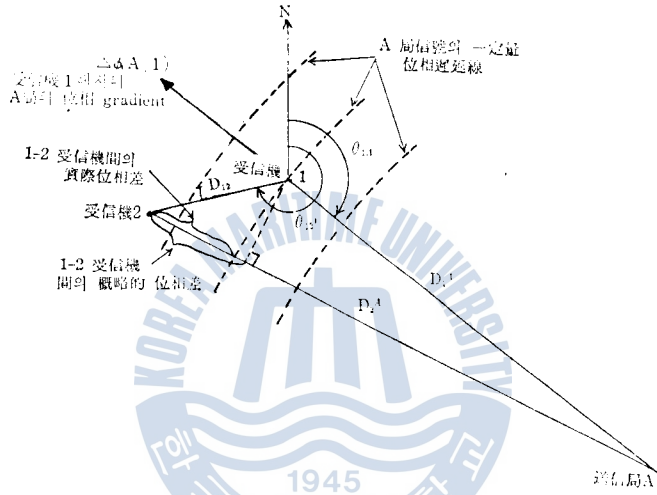


그림 3. A局 信號의 位相 變化에 對한 受信機間 基線의 平面圖

그림2와 그림3을 利用하여 (2-11)式을 整理하면 다음 (2-12)式과 같이 디퍼렌셜 誤差를 表示할 수 있다.

$$\begin{aligned} \epsilon_D(2) = & (\eta_B - 1) \Delta\phi_c(1) D_{12} \cos(\theta_{\Delta\phi_c}(1) - \theta_{12}) + (\eta_A - \eta_B) \Delta\phi_c A(1) D_{12} \cos(\theta_{1A} - \theta_{12}) \\ & + \epsilon'_D(2) \text{ (cel)} \dots\dots\dots(2-12) \end{aligned}$$

但, $\Delta\phi_c(1)$, $\theta_{\Delta\phi_c}(1)$; 受信機-1에 있어서의 海圖上 LOP의 gradient의 絕對值 [cel/mi] 및 眞方位

D_{12} ; 受信機-1, 2間의 距離 [mi]

θ_{12} ; 受信機-1에서 본 受信機-2의 大圈方位

$\Delta\phi_c A$; 受信機-1에 있어서의 A局的 海圖上의 位相 gradient의 絕對值 [cel/mi]

θ_{1A} ; 受信機-1에서 본 A局的 大圈方位

2.3 디퍼렌셜 誤差에 對한 一般의 모델

위 (2-12)式에서 알 수 있는 바와 같이 디퍼렌셜 誤差는 모니터국으로 부터의 移動局의 距離 및 方位와 이들의 LOP와 이루는 角에 左右되므로 다음 式으로 모델화 하는 것이 可能하다.⁸⁾

$$\epsilon_D = \alpha + \beta \{ f(D_{12}, TH) \} \dots\dots\dots(2-13)$$

$$f(D_{12}, TH) = D_{12} \cos(2TH)$$

但, α, β 는 係數

TH 는 모니터국으로부터 移動局에 그은 基線이 LOP 와 이루는 角

3. 오메가 海圖 製作을 위한 Lane Number의 計算

現用的 오메가 海圖는 소측척이어서 本 論文에서 取扱하는 것과 같은 誤差의 解析에는 不適當하므로 大측척의 海圖를 製作하여 使用하기로 한다. 이 경우 관심의 대상은 比較的 좁은 範圍이므로 地表는 平面으로, LOP 는 直線으로 近似할 수 있다고 看做한다.

海圖作成에 있어서는 (2-1)式的 V_1^A, V_1^B 대신에 V_c 를 利用하므로 A, B 局 信號의 位相差 ϕ^{AB} 는 (3-1)式으로 表現된다.¹⁷⁾

$$\phi^{AB} = \frac{f(D^A - D^B)}{V_c} \dots \dots \dots (3-1)$$

但, V_c ; 位相速度의 海圖值(162,297 mi/sec)

Lane Number를 L 이라 하면, coding delay 900을 고려하여

$$L = \frac{D^A - D^B}{\lambda_c} + 900 \dots \dots \dots (3-2)$$

이 된다.

(3-2)式에서 주어진 位置에 대한 레인數를 求하기는 쉬우나 주어진 레인數에 대한 位置線을 求하는 計算은 힘들기 때문에, 假定位置에 대한 레인數를 計算하여 그 레인數가 주어진 레인數와 一致하도록 假定位置를 修正하면서 반복 計算하는 方法을 擇하기로 한다.

그림4에서 求하는 地点 가자이에 推測位置(緯度 LAT_0 , 經度 LON_0)를 잡아 그 推測位置를 原点으로 하고 東으로 x 軸을, 北으로 y 軸을 定한다. 求하고자 하는 位置線의 레인數를 L 이라하고 이것이 x 軸 및 y 軸과 만나는 點을 各各 X, Y 로 하고 X 및 Y 의 緯度, 經度를 찾고저 한다. 原点과 微小한 經度差 D 를 갖는 點을 通過하는 LOP 를 L_1 이라 하면 다음의 (3-3)式이 成立한다¹¹⁾

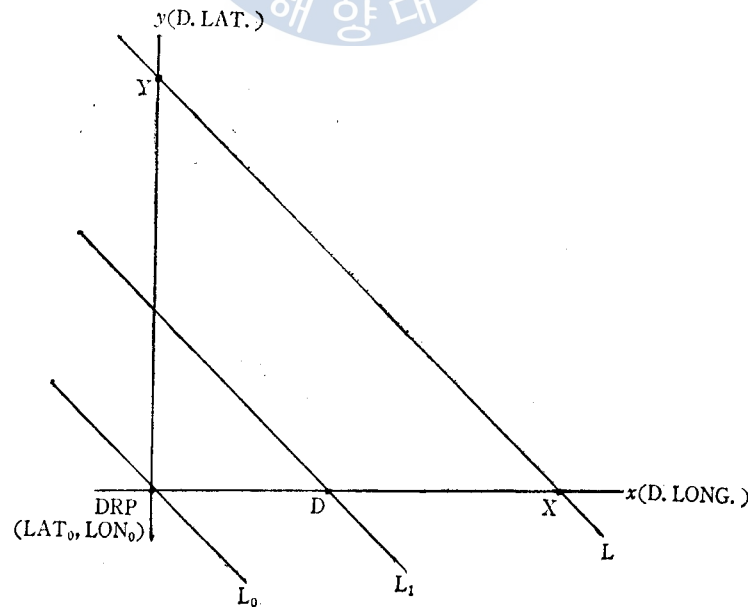


그림 4. Lane Number 計算을 위한 座標 設定

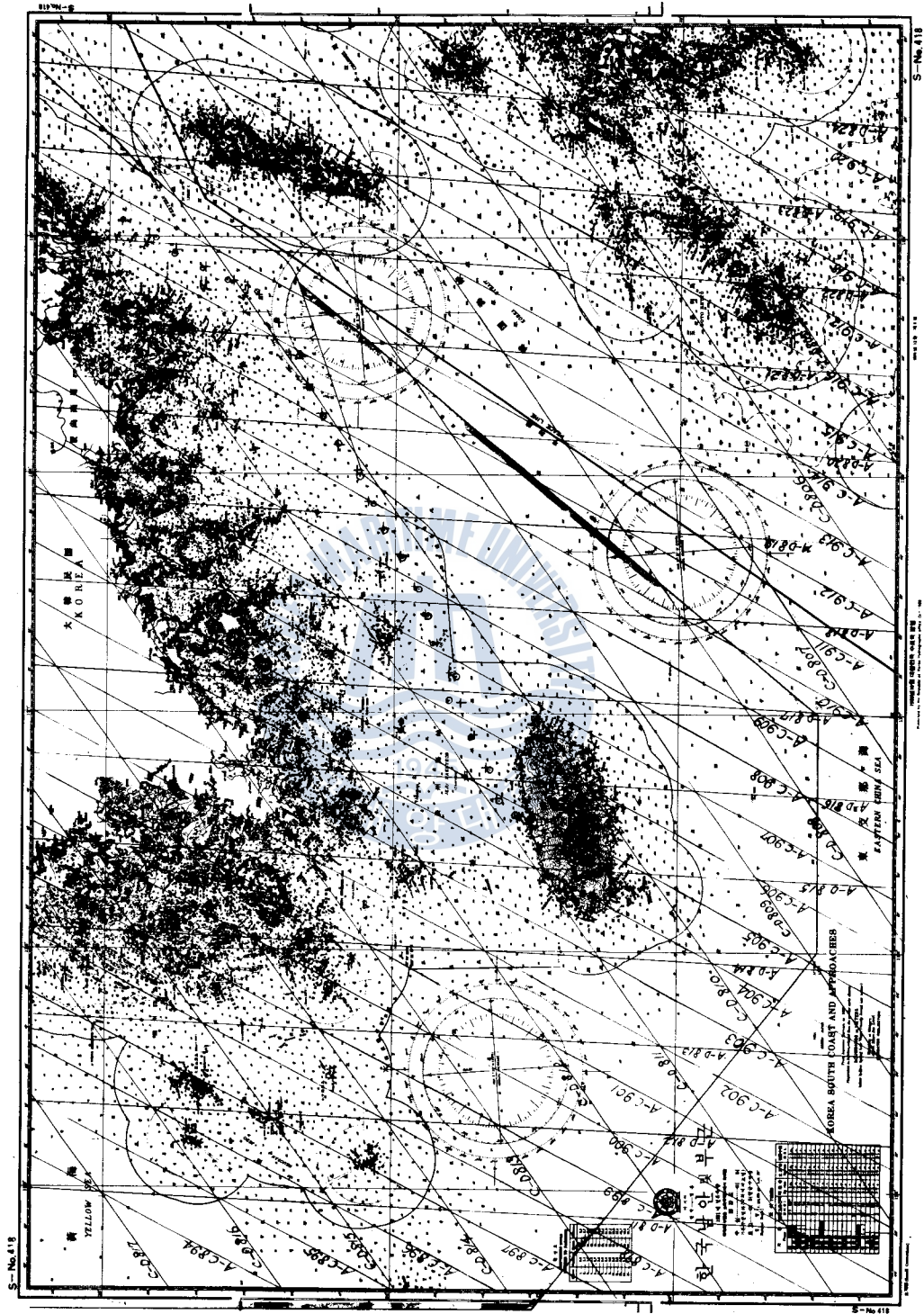


그림 5. 오메가 海圖 및 測定船位
 (⊙; Differential Omega Fix, +; Cross Bearing Fix)

$$\frac{X}{D} \doteq \frac{L-L_0}{L_1-L_0} \dots\dots\dots(3-3)$$

X의 經度를 LON이라 하면

$$LON = LON_0 + X$$

$$\doteq LON_0 + \frac{L-L_0}{L_1-L_0} D \dots\dots\dots(3-4)$$

에 依하여 LON의 概值를 求할 수 있다.

이렇게 해서 求한 LON의 概值를 LON₀로 하여 計算을 반복하면 LON의 眞值를 求할 수 있다. 같은 方法을 써서 Y점은 구하고 X, Y를 連結하면 이것이 求하는 位置線이 된다. 이렇게 하여 作圖한 오메가 海圖를 그림5에 例示하였고 上記한 반복계산은 3回 内外로도 誤差 0.2cel 以內의 位置線을 作圖할 수 있었다.

送受信局間의 距離의 計算에 있어서는 地求를 回轉橢圓體로 본 Andoyer-Lambert의 距離算式을 採用함이 바람직하나,⁹⁾ 計算의 便利를 위하여 本 論文에서는 大圈距離公式를 利用하였으며 그로 因한 誤差는 送受信局間의 距離에 比하여 移動局과 모니터국간의 距離가 大端히 작으므로 더퍼렌셜 誤差에 있어서는 이 兩者가 서로 相殺되어 無視할 수 있을 것으로 看做된다.

4. 測定 및 船位誤差

4.1 測定方法

一般的인 더퍼렌셜 오메가 方式은 그림6과 같은 系統圖로 表示된다. 또한 모니터국은 다음의 3가지 機能을 가지고 있어야 하며 그 系統圖를 그림7에 例示한다.⁶⁾

- 1) 오메가 信號의 受信 機能
- 2) 오메가 LOP의 計算 機能
- 3) 더퍼렌셜 補正值의 移動局에의 通報 機能

그러나 本 實驗에서는 裝備의 不充分으로 因하여 2臺의 오메가 受信器를 利用하였다. 즉, 한 臺의 受信器를 陸上에 두고 모니터국으로 하여 一定 間격으로 오메가신호를 受信하고, 다른 한 臺의 受信器는 船에 設置하여 移動局으로 하고 모니터국과 約束한 時核에 오메가電波를 受信함과 同時에 交叉方位에 依하여 移動局의 位置를 測定하였으며 이들의 結果를 事後比較함으로써 더퍼렌셜 오메가 位置의 精度를 檢討하였다.

이 實驗에서 얻은 交叉方位法에 依한 船位와 더퍼렌셜 오메가船位를 그림5의 오메가海圖上에 記入하였다.

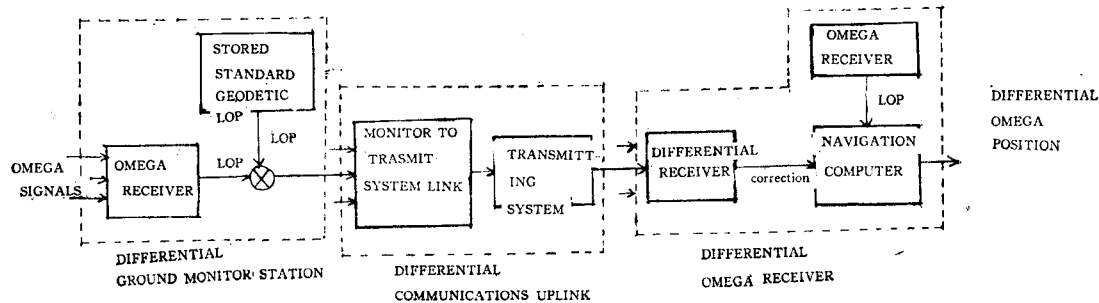


그림 6. Differential Omega System의 構成

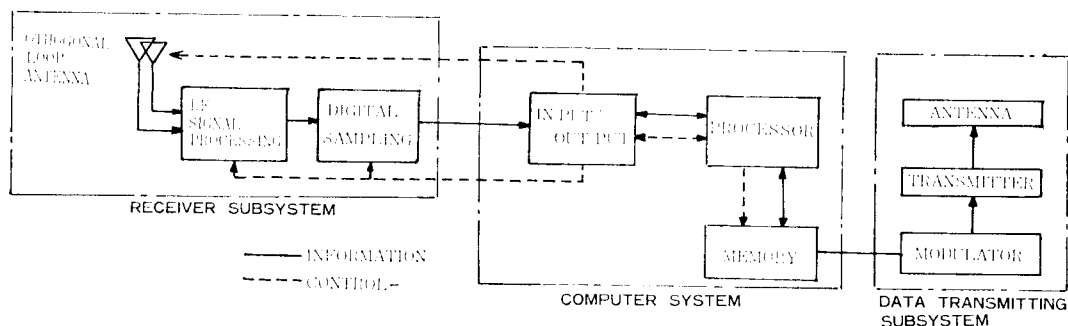


그림 7. 모니터국의 3 Subsystems

4.2 測定 時間, 測定 位置, 測定 機器

4.2.1 測定 時期

1977年 4月 25日 17:30 부터
4月 26日 06:00 까지
(每 30分 마다)

4.2.2 測定 位置

1) 모니터국

緯度 35° 04'.3N }
經度 129° 05'.5E } (韓國海洋大學)

海圖上 Lane Number

Pair(A-C) ; 911.38

Pair(A-D) ; 822.28

2) 移動局

釜山港에서 濟州港에 이르는 韓國南海岸 一帶

4.2.3 測定 機器

1) 모니터 受信器

受信器 ; Omega Receiver Model JLA-101

製作所 ; Japan Radio Co., Ltd

2) 移動局 受信器

受信器 ; Omega-5 Navigation Receiver,
Model NR-1005

製作所 ; OKI Electric Industry Co., Ltd

設置船舶 ; 韓國海洋大學 練習船 「HANBADA」號

4.3 測定值

앞에서 言及한 바와 같이 同時에 測定한 모니터국에서의 測定 位相差, 移動局에서의 測定 位相差, 測定時刻과 그 때의 交叉方位法에 依한 實測位置는 表1과 같다.

表 1 測定值 및 實測位置

時 刻	모 니 터 국		移 動 局			
	測 定 值		測 定 值		實 測 位 置	
	A-C	A-D	A-C	A-D	Lat.	Long.
1730	910.97	821.75	910.87	821.73	35°-04.6'	129°-05.3'
1800	910.96	821.69	911.17	821.77	35-02.8	129-07.0
1830	910.93	821.63	911.20	821.56	34-57.3	129-03.9
1900	910.94	821.59	911.17	821.36	34-51.7	129-00.4
1930	910.99	821.55	911.13	821.16	34-46.1	128-56.5
2000	911.04	821.61	911.20	821.09	34-40.0	128-52.1
2030	911.07	821.69	911.25	821.04	34-34.1	128-48.6
2100	911.04	821.77	911.31	820.99	34-28.7	128-45.1
2130	911.10	821.81	911.03	820.71	34-24.6	128-38.1
2200	911.07	821.86	910.61	820.38	34-22.2	128-29.8
2230	911.22	821.91	910.25	820.05	34-18.7	128-22.1
2300	911.16	821.97	909.83	819.81	34-15.5	128-15.0
2330	911.15	822.02	909.46	819.52	34-12.0	128-07.6
2400	911.18	822.09	909.13	819.24	34-08.0	128-00.5
0030	911.20	822.19	908.81	819.04	34-05.7	127-53.3
0100	911.28	822.28	908.50	818.83	34-02.4	127-46.4
0130	911.35	822.26	908.25	818.50	33-58.8	127-39.2
0200	911.42	822.29	907.93	818.17	33-56.2	127-32.0
0230	911.47	822.33	907.60	817.91	33-53.6	127-24.8
0300	911.53	822.32	907.22	817.60	33-51.3	127-17.6
0330	911.60	822.34	906.90	817.23	33-48.5	127-10.0
0400	911.73	822.41	906.52	817.03	33-45.8	127-02.5
0430	911.86	822.49	906.19	816.67	33-43.0	126-54.4
0500	911.93	822.55	905.91	816.37	33-40.6	126-46.4
0530	911.91	822.46	905.41	815.92	33-38.3	126-38.7
0600	911.90	822.46	905.27	815.87	33-33.5	126-34.0

4.4 船位誤差

4.4.1 디퍼렌셜 오메가 LOP의 精度

傳播補正值는 局地的으로 같다는 條件에 따라 다음 式이 成立한다.

$$\delta\phi_{corr}(1) = \delta\phi_{corr}(2) \dots\dots\dots(4-1)$$

(2-2)式에 依하여 移動局에 있어서의 補正된 測定 레인值는 (4-2)式과 같다.

$$\begin{aligned} \phi(2) &= \phi_m(2) + \delta\phi_{corr}(1) \\ &= \phi_m(2) + (\phi_c(1) - \phi_m(1)) \dots\dots\dots(4-2) \end{aligned}$$

이렇게 하여 計算된 傳播補正值($\delta\phi_{corr}$), 移動局的 補正된 測定레인值 및 實測位置에 있어서의 海圖值(計算 레인值)를 表 2에 나타낸다.

表 2에서 實測位置의 海圖上 레인值에 대한 디퍼렌셜 오메가 LOP의 標準誤差는 다음과 같다.

- 1) Pair (A-C); $\sigma_{(A-C)} = 5.24$ cel.
- 2) Pair (A-D); $\sigma_{(A-D)} = 2.47$ cel.
- 3) 測定 디퍼렌셜 오메가 LOP의 全標準誤差(over all standard deviation); $\sigma = 0.49$ cel.

表 2 디퍼렌셜 測定레인지, 補正值 및 海圖值(計算值)

時 刻	디퍼렌셜 補正值		補正된 移動局의 測定레인지		移動局의 實測位置에 있어서의 海圖值	
	A-C (cec.)	A-D (cec.)	A-C	A-D	A-C	A-D
1730	+41	+53	911.28	822.26	911.34	822.27
1800	+42	+59	911.59	822.36	911.55	822.36
1830	+45	+65	911.65	822.21	911.60	822.23
1900	+44	+69	911.61	822.05	911.62	822.09
1930	+39	+73	911.52	821.89	911.61	822.93
2000	+34	+67	911.54	821.76	911.59	821.75
2030	+31	+59	911.56	821.63	911.62	821.61
2100	+34	+51	911.65	821.50	911.62	821.47
2130	+28	+47	911.31	821.18	911.32	821.16
2200	+31	+42	910.92	820.80	910.84	820.78
2230	+16	+37	910.41	820.42	910.46	820.44
2300	+22	+31	910.05	820.12	910.10	820.12
2330	+23	+26	909.69	819.78	909.73	819.79
2400	+20	+19	909.33	819.43	909.41	819.47
0030	+18	+09	908.99	819.13	909.01	819.15
0100	+10	00	908.60	818.83	908.67	818.84
0130	+03	+02	908.28	818.52	908.32	818.52
0200	-04	-01	907.89	818.16	907.92	818.19
0230	-09	-05	907.51	817.86	907.52	817.87
0300	-15	-04	907.07	817.56	907.11	817.54
0330	-22	-06	906.68	817.17	906.70	817.20
0400	-35	-13	906.17	816.90	906.28	816.86
0430	-48	-21	905.71	816.46	905.83	816.49
0500	-55	-27	905.36	816.10	905.36	816.13
0530	-53	-18	904.88	815.74	904.91	815.78
0600	-52	-18	904.75	815.59	904.79	815.58

4.4.2 디퍼렌셜 오메가 船位의 標準誤差

交叉方位에 의한 船位 (Cross Bearing Fix) 를 眞位置로 看做하고 (4-2)式에 依하여 求한 디퍼렌셜 오메가 船位(Differential Omega Fix)의 精度를 求한다.

그림8은 交叉方位에 依한 船位를 原点으로 하는 座標上에 Pair A-C/A-D에 依한 디퍼렌셜 오메가 船位를 記入한 것이다.

이 座標上 디퍼렌셜 오메가 船位의 平均位置는 WSW로 0.2마일 밖에 떨어져 있지 않으며 眞位置에 대한 標準誤差는 다음과 같다.¹⁵⁾

$$\sigma_x = 0.484 \text{mi} \text{ (x 方向 標準誤差)}$$

$$\sigma_y = 1.017 \text{mi} \text{ (y " ")}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$$

$$\sigma = 1.126 \text{ mi}$$

즉, 韓國南海岸에 있어서 釜山에 모니터국을

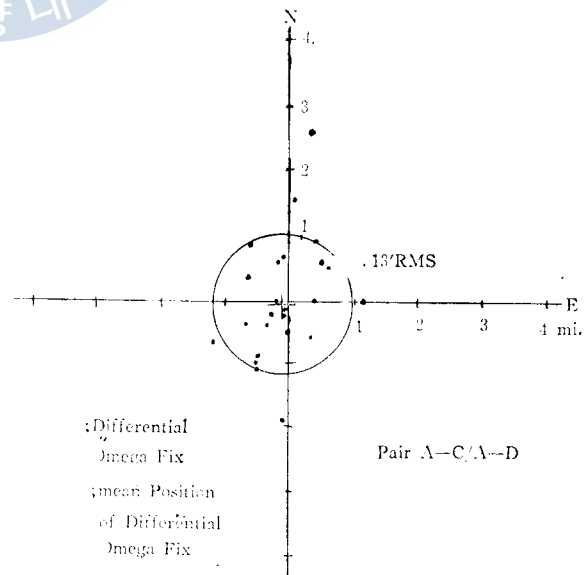


그림 8. 디퍼렌셜 오메가 船位와 Cross Bearing Fix의 比較

두었을 경우의 디퍼렌셜 오메가 방식의 船位誤差는 標準誤差로 約 1.13마일로 普通의 오메가 방식에 비하면 훨씬 精度가 높다.¹⁷⁾ 그러나 位置線의 精度가 대단히 높은데 비하면 船位誤差는 比較的 큰 편임을 알 수 있다.

4.4.3 LOP의 交角과 船位 誤差

位置線의 精度는 높으나 船位의 精度가 낮은 것은 位置線의 交角이 불과 25° 内外이기 때문이며 이는 Australia의 G局의 未開設로 인한 것이다. 따라서 極東 아시아 地域의 오메가 船位의 精度가 比較的 낮은 것으로 알려져 있다.⁹⁾

位置船의 交點에 依한 船位의 標準誤差는 2 位置線의 精度를 各各 σ_1, σ_2 라 할때 (4-3)式으로 表示할 수 있다.¹⁴⁾¹⁶⁾

$$\sigma = \text{cosec}\theta \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \dots \dots \dots (4-3)$$

但, θ 는 2 位置線의 交角

따라서 位置線의 精度가 같고 交角만 θ 에서 θ' 로 되었다고 하면 그때의 船位의 精度 σ 와 σ' 사이에는 다음 (4-4)式의 關係가 있다.

$$\sigma' = \sigma \cdot \text{cosec}\theta' \times \frac{1}{\text{cosec}\theta} \dots \dots \dots (4-4)$$

韓國南海岸에 있어서도 Australia의 G局이 開設되면 오메가 位置線의 交角이 75° 程度가 될 것이며 디퍼렌셜 오메가 방식에 依한 船位의 誤差(標準誤差)는

$$\sigma' = 1.126 \times \text{cosec}75^\circ \times \frac{1}{\text{cosec}25^\circ} = 0.494(\text{mile})$$

이므로 0.5마일 以內로 작아질 것이 期待된다.

5. 結 論

以上の 理論 및 實驗의 解析으로 부터 다음의 結論을 얻었다.

1) 韓國南海岸에 있어서의 Differential Omega 방식에 依한 Pair(A-C), (A-D)의 位置線의 標準誤差는 各各 다음과 같다.

Pair(A-C); $\sigma = 5.24$ centi-lane

Pair(A-D); $\sigma = 2.47$ centi-lane

2) 오메가 位置線의 交角이 25° 程度인 Pair(A-C), (A-D)를 測定하여 Differential Omega 방식으로 求한 船位의 標準誤差는 1.126마일로 나타났다.

3) 位置線의 精度는 相當히 높으나 船位誤差가 比較的 큰 것은 오메가 位置線의 交角이 작기 때문이며, Australia의 G국이 開設되어 그 交角이 75° 程度가 되면 韓國 沿岸海域에 있어서의 本 방식에 依한 船位誤差(標準誤差)도 0.5마일 以內가 될 것으로 期待된다.

4) Differential Omega 방식의 가장 큰 缺點은 有效範圍가 좁은 것으로 알려져 있으나, 이 점은 앞으로 서로 다른 2局 以上の 모니터국의 補正値의 補間을 活用하는 등 앞으로 그 擴張 方案이 研究 檢討되어야 할 것으로 思料된다.

參 考 文 獻

1. J. M. Beukers : A Review and Applications of VLF and LF Transmissions for Navigation and Tracking, NAVIGATION, Journal of the Institute of Navigation, Vol. 21, No. 2, Summer 1974, U. S. A.
2. D. A. Zomick : A Flexible, Low-Cost Approach to Differential Omega, NAVIGATION, Vol. 21, No. 4, Winter 1974-1975, U. S. A.
3. J. M. Beukers : Global Radio Navigation—A Challenge for Management and International Cooperation, NAVIGATION, Vol. 23, No. 4, Winter 1976-1977. U. S. A.
4. E. R. Swanson, D. J. Adrian, and P. H. Levine ; Differential Omega Navigation for the U. S. Coastal Confluence Area, NAVIGATION, Vol. 21, No. 3, Fall, 1974.
5. J. M. Beukers : Radio Navigation in North America...the Next 25 Years, NAVIGATION, Vol. 22, No. 1, Spring 1975, U. S. A.
6. H. G. Miller : Differential Omega in the Domestic Air Traffic Control Environment, NAVIGATION, Vol. 22, No. 2, Summer 1975, U. S. A.
7. W. M. Hollister and S. M. Dodge : An Evaluation of Differential Omega for General Aviation Area Navigation, NAVIGATION, Vol. 22, No. 3, Fall 1975, U. S. A.
8. E. G. Baxa and P. V. Piserchia : Recent Results on Parametric Analysis of Differential Omega Error, NAVIGATION, Vol. 22, No. 3, Fall 1975, U. S. A.
9. J. E. Bortz, R. R. Gupta, D. C. Scull, and P. B. Morris : Omega Signal Coverage Prediction, NAVIGATION, Vol. 23, No. 1, Spring 1976. U. S. A.
10. K. E. Newcomer : Navigation Applications of the HP-65 Calculator ; NAVIGATION, Vol. 22, No. 2, Summer 1975, U. S. A.
11. 濱田悅之 外 : 磁氣テープ記録方式によるオメガシミュレーター I, 日本航海學會論文集 49號 (1973. 5)
12. 伊藤 實 : デイファレンシャルオメガに對する一考察, 日本航海學會論文集 55號(1976. 8)
13. オメガ航法 編輯委員會 : オメガ航法, 鶴券書房, 東京 pp. 42-61 (1958)
14. 平岩 節 : 船位論, 成山堂書店, 東京, p. 148, (1971)
15. 尹汝政 : 地文航海學, 韓國海洋大學 海事圖書出版部, p. 217. (1969)
16. 尹汝政 : 天文航海學, 韓國海洋大學 海事圖書出版部, pp. 317~319(1971)
17. 金東一 : 오메가 電波의 位相豫測에 關한 研究, 韓國航海學會誌(1977. 8)

