

# 우리나라 平面直角座標에 관한 研究

## A Study on the Plane Rectangular Coordinate in Korea

崔 在 和\*

Choi Jae-Hwa

### 要 旨

우리나라 三角點의 位置表示에 사용되고 있는 가우스相似二重投影에 의한 平面直角座標의 實狀을 새로운 技法으로 整理, 分析하는 한편 그 結果를 土臺로 公共測量 등의 正確度 向上과 測量 實務面에서의 便益을 위하여 投影領域內에서의 測地線의 歪曲을 보다 적게하는 새로운 投影法, 平面直角座標系 및 線增大率의 導入을 試圖하였다.

本 研究에서 提示한 새로운 投影法, 平面直角座標系 및 座標原點에서의 線增大率은 다음과 같다.

投影 : 가우스·크뤼거 投影

平面直角座標系 : 8 系

座標原點에서의 線增大率 :  $m_0=0.9999$

### ABSTRACT

This article investigates the situation of the Plane Rectangular Coordinate derived from the Gauss Double Projection whereby the positioning of triangulation point in Korea has been represented on.

Analyzing and assessing it have been performed by means of new computational method such as computer programing.

On the basis of the results brought about, it is found that a new Plane Rectangular Coordinate as well as map projection and scale factor of geodetic length may be adapted to improve the distortion along the geodetic line on a certain zone of map projection in order to enhance the accuracy and the utility of the practical surveying works.

The proposals for this study are as follows;

- (1) projection: Gauss-Krüger's projection
- (2) Coordinate system: Plane Rectangular coordinate with 8 origin system
- (3) Scale factor of geodetic length in origin;  $m_0=0.9999$

### 1. 序 論

우리나라 三角點의 位置表示에 사용되고 있는 平面直角座標는 가우스相似二重投影(Gauss dou-

ble projection)에 의한 것이다.

이는 1910 年代에 朝鮮總督府가 이문바 朝鮮 土地調査事業의 一環으로 計劃, 施行한 三角測量(測地測量)의 計算에 가우스相似二重投影法에 의한 平面直角座標를 사용한 데에서 비롯되고 있다.

\*成均館大學校 工科大學 副教授

또한 平面直角座標系는 3系로서 全國을 東部, 中部 및 西部로 區分하여 그 原點을 設定하고 있다.

現 平面直角座標系는 經度差가 2°이므로 測地 測量計算에는 별다른 支障이 없으나 座標原點에서 멀리 떨어진 地域에서는 상당히 큰 投影의 歪曲을 가지고 있다. 따라서 投影의 歪曲이 큰 周邊地域에서 施行되는 公共測量 등에서는 測量作業은 물론 實務的인 面에서 根源的인 不合理性을 안고 있다 하겠다.

平面直角座標는 우리나라 測量의 實施基準의 하나인데 오늘에 이르기까지 이에 관한 몇몇 斷片的인 調查研究는 있었어도 本格的이고도 綜合的인 研究는 없었음을 堪案할 때에 새로운 次元에서의 綜合的인 分析, 評價가 先行되어야 하고 또한 時代的 要請인 測量의 能率化 및 正確度 向上을 위하여 보다 合理的인 投影 및 座標系의 定立을 위한 多角的인 調查研究도 活性化되어야 할 것이다.

이러한 觀點에서 本 研究에서는 가우스相似二重投影에 의한 우리나라 平面直角座標 및 그 座標系를 重點 分析하고 測量의 正確度向上과 測量制度의 發展이라는 側面에서 새로운 投影 및 平面直角座標系의 導入問題를 考察하기로 한다.

## 2. 우리나라 平面直角座標

地球橢圓體面上的 座標 또는 圖形을 편의상, 다른 適當한 面에 投影을 할 必要가 있을 때가 많다.

地圖 또는 局地測量 등의 座標가 그 例이다. 이때 投影面으로는 흔히 平面을 취하나 우선 圓筒面 또는 圓錐面에 投影을 한 다음 그 曲面들을 展開하여 平面의 投影像을 求하는 것이 一般的으로 사용되는 방법이다.

測量計算이나 成果의 表示에는 等角投影(Conformal projection)에 의한 平面直角座標가 널리 사용되고 있다. 等角投影에 있어서는 微小部分에서는 相似로 되나 座標의 主軸(主子午線)으로부터 멀어질수록 圖形이 擴大되어 測地線의 歪曲이 커진다.

지금, 經緯도가  $B, L$ 인 橢圓體面上的의 點이 投影平面에서 直角座標  $x, y$ 에 對應하고 있고,

$$x=f_1(B, L), y=f_2(B, L) \quad (2.1)$$

의 관계가 있다고 하면 式(2.1)은 投影法則을 주는 式이다. 그러나 橢圓體面的의 曲率로 인하여 완전한 相似投影을 얻을 수는 없고 歪曲을 수반하기 마련인데 式(2.1)의 函數를 적절하게 선택하여 그 歪曲을 될 수 있는 限 적게 하는 일이 投影의 最大 課題이다.

우리나라 國家基準點은 經緯도와 함께 가우스相似二重投影에 의한 平面直角座標로 표시되고 있다. 이 投影法은 二重等角投影으로서 準據橢圓體面을 우선 球面上에 投影을 하고 이어서 平面上에 等角投影을 하는 방법을 취하고 있으며 大三角本點(현재의 1等三角點), 大三角補點(현재의 2等三角點) 및 小三角點(현재의 3等 및 4等三角點)의 位置決定을 위한 平面計算에 사용된 投影法이다. 그당시 測量計算은 全的으로 手計算에 의하였고 가우스相似二重投影에 의한 座標計算은 매우 勞力을 요하는 일이어서 地理的 經緯度를 주고 平面直角座標로 變換을 하는 計算은 座標原點에서 단 한번 시행되었을 뿐이다.

그리고 假定한 原點을 出發點으로 하여 測量結果에서 얻어진 平均距離, 方向角을 사용하여 인접 三角點의 座標值를 漸進的으로 求하는 計算法이 사용되었던 것이다. 다음은 우리나라 平面直角座標計算에 사용된 計算式 및 要諦이다.<sup>(1)</sup>

### 2.1 平面直角縱橫線

1等三角本點은 角 또는 邊方程式을 사용하여 全網을 同時에 平均한 것이나 1等三角補點以下 2, 3等三角點은 平面直角縱橫線에 의하여 平均을 하는 것이기 때문에 1等本點의 平面直角縱橫線을 算定하여 次等點의 計算에서 그 興件으로 하여야 한다. 平面直角縱橫線은 가우스似眞複影法<sup>(2)</sup>에 기초한 슈라이버(Schreiber)의 算式을 採用하여 이를 定하는 것으로 한다. 同 算式에 의

1) 日本 陸地測量部 1等三角測量實○法(1910年代)에 의한. 原文에 忠實하기 위하여 用語는 可及의 그 當時 사용되었던 用語를 그대로 引用함.

2) 가우스相似二重投影法

한 一縱橫線組織<sup>(3)</sup>의 適用區域은 法緯度圈<sup>(4)</sup>으로부터 南北 各 1,000 km, 主子午線으로부터 東西 各 700 km 間으로 한정하여야 하며 이 區域을 초과할 때에는 다시 다른 縱橫線組織을 만들어야 한다.

## 2.2 가우스似眞複影法

似眞複影法은 似球體上<sup>(5)</sup>에 있어서의 方向角 및 邊을 一定法則에 따라 이를 球體上에 投影하고 다시 球體上에서 이를 平面上에 投影을 하는 방법이며 또한 이를 逆用하여 還元할 수도 있다.

그 要領은 다음과 같다.

### 2.2.1 似球體와 球體

一般 算式을 표시하기에 앞서 이에 사용되는 記號를 定義하면 다음과 같다.

$B, L$ ; 似球體 表面上 任意의 一點  $P$ 의 經緯度  
 $b, l$ ; 球體表面에 있어서 似球體上의 點  $P$ 에  
 相當하는 投影點의 球體經緯度

$m$ ; 增大率 즉 似球體上의 線原子<sup>(6)</sup>와 球體  
 上 그 投影과의 關係

$A$ ; 球體半徑

$B_0$ ; 似球體上의 法緯度 즉 法緯度圈의 緯度

$b_0$ ; 球體上의 法緯度 즉  $B_0$ 에 相當하는 投  
 影의 球體緯度

$L_0$ ; 主子午線의 似球體上의 緯度

$K, \alpha$ ; 가우스投影法에 固有한 常數(그 값은 1  
 에 매우 가까운 값임)

$P_1, P_2$ ; 似球體上의 三角形의 二角點

$S$ ; 三角邊  $P_1, P_2$ 의 길이

$T_1, T_2$ ; 點  $P_1$ 에 있어서의 邊  $P_1, P_2$ 의 方向  
 角 및  $P_2$ 에 있어서의 邊  $P_2, P_1$ 의 方  
 向角

$p_1, p_2$ ; 似球體上의 點  $P_1, P_2$ 의 球體上의 投  
 影點

$R$ ; 大圈  $p_1, p_2$ 의 길이

$U_1, U_2$ ; 點  $p_1$ 에 있어서의 大圈  $p_1, p_2$ 의 方向  
 角 및  $p_2$ 에 있어서의 大圈  $p_2, p_1$ 의 方  
 向角

3) 平面直角座標系

4) 基準緯度圈

5) 準據橢圓體

6) 測地線

## (1) 投影에 必要한 常數計算

가. 根本原式

$$\tan\left(45^\circ + \frac{b}{2}\right) = K \tan\left(45^\circ + \frac{B}{2}\right)^\alpha \cdot \left(\frac{1-e \sin B}{1+e \sin B}\right)^{\frac{1}{2}\alpha} \quad (2.2)$$

$$l = \alpha(L - L_0) \quad (2.3)$$

$$m = \frac{\alpha A \cos b \sqrt{1-e^2 \sin^2 B}}{a \cos B} \quad (2.4)$$

$$\alpha \sin b_0 = \sin B_0 \quad (2.5)$$

$$\alpha \cos b_0 = \cos B_0 \sqrt{\frac{1-e^2 \sin^2 B_0}{1-e^2}} \quad (2.6)$$

또한  $A$ 는 다음 式에 의할 수도 있다.

$$A = \frac{a \sqrt{1-e^2}}{1-e^2 \sin^2 B_0} \quad (2.7)$$

즉 球體半徑은 法緯度圈에 있어서의 中等曲率  
 半徑과 같다.

式중  $a$ 는 子午橢圓面의 長半徑이고  $e$ 는 同橢  
 圓率이다. 根本原式에 의하여 곧바로 常數를 計  
 算할 수 있으나 그 式으로 計算할 때에는 計算  
 하고자 하는 값에 相應하는 桁數보다 큰 桁數의  
 對數表를 사용하지 않으면 안되는 불편이 있으  
 므로 一般的으로 그 展開式을 사용하는 것으로  
 한다.

### 나. 展開式

法緯度  $B_0, b_0$  중의 하나와 主子午線을 適宜 決  
 定하여야 하므로 여기서는  $B_0$ 를 確定된 것으로  
 하고 이에 의하여  $b_0, \alpha, K$  및  $A$  등의 값을 計算  
 하고자 한다. 다음 展開式은 15位對數表를 사  
 용하기에 알맞도록 項數를 취한 것이다.

만일, 10位表로서 계산하고자 할 때에는 一部  
 의 末項을 省略할 수도 있다.

計算式을 簡明히 하기 위하여 다음 略號를 사  
 용한다.

$$S = \sin B_0 \quad s = \sin b_0$$

$$C = \cos B_0 \quad c = \cos b_0$$

$$\delta = \frac{e^2}{1-e^2}, \quad \log \delta = 7.82731 \ 87832 \ 54369 - 10$$

또한 다음과 같은 補助數를 導入한다.

$$U = \frac{1}{2} \delta C^4 \left(1 - \frac{1}{2} \delta C^4 + \frac{1}{3} \delta^2 C^8 - \frac{1}{4} \delta^3 C^{12} + \frac{1}{5} \delta^4 C^{16} \dots\right) \quad (2.8)$$

$$u = \frac{1}{2} \delta s^2 c^2 \left( 1 - \frac{3}{2} \delta s^2 c^2 + \frac{10}{3} \delta^2 s^4 c^4 - \frac{35}{4} \delta^3 s^6 c^6 + \frac{126}{5} \delta^4 s^8 c^8 - 77 \delta^5 s^{10} c^{10} + \frac{1716}{7} \delta^6 s^{12} c^{12} + \dots \right) \quad (2.9)$$

$$V = \frac{S}{C} U \left( 1 - \frac{1}{2C^2} U + \frac{1+2S^2}{6C^4} U^2 - \frac{1+10S^2+4S^4}{24C^6} U^3 + \frac{1+36S^2+60S^4+8S^6}{120C^8} U^4 - \frac{1+116S^2+516S^4+296S^6+16S^8}{720C^{10}} U^5 + \dots \right) \quad (2.10)$$

$$v = \frac{c}{s} u \left( 1 - \frac{1}{2s^2} u + \frac{1+2c^2}{6s^4} u^2 - \frac{1+10c^2+4c^4}{24s^6} u^3 + \frac{1+36c^2+60c^4+8c^6}{120s^8} u^4 - \frac{1+116c^2+516c^4+296c^6+16c^8}{720s^{10}} u^5 + \dots \right) \quad (2.11)$$

이들 補助數를 사용하여 常數를 다음과 같이 계산한다.

$$\log \sin B_0 - \log \sin b_0 = \log \alpha = MU \quad (2.12)$$

$$\log \cos b_0 - \log \sin B_0 = Mu \quad (2.13)$$

$$\alpha - 1 = U + \frac{1}{2} U^2 + \frac{1}{6} U^3 + \frac{1}{24} U^4 + \frac{1}{120} U^5 + \dots \quad (2.14)$$

$$\left. \begin{aligned} B_0 - b_0 &= \rho V \\ B_0 - b_0 &= \rho v \end{aligned} \right\} \text{秒數에 있어서} \quad (2.15)$$

$$\log K = -(\alpha - 1) \log \tan \left( 45^\circ + \frac{B_0}{2} \right) - \frac{M}{C} V \left( 1 - \frac{S}{2C} V + \frac{1+S^2}{6C^2} V^2 - \frac{5S+S^2}{24C^2} V^3 + \frac{5+18S^2+S^4}{120C^4} V^4 - \frac{61S+58S^3+S^5}{720S^6} V^5 + \dots \right) + M \alpha e^2 S \left( 1 + \frac{1}{3} e^2 S^2 + \frac{1}{5} e^4 S^4 + \frac{1}{7} e^6 S^6 + \frac{1}{9} e^8 S^8 + \frac{1}{11} e^{10} S^{10} + \frac{1}{13} e^{12} S^{12} + \dots \right) \quad (2.16)$$

$$\log k = -(\alpha - 1) \log \tan \left( 45^\circ + \frac{b_0}{2} \right) - \frac{\alpha M}{c} v \left( 1 + \frac{s}{2c} v + \frac{1+s^2}{6c^2} v^2 + \dots \right)$$

$$\begin{aligned} & + \frac{5s+s^3}{24c^3} v^3 + \frac{5+18s^2+s^4}{120c^4} v^4 \\ & + \frac{61s+58s^3+s^5}{720c^5} v^5 + \dots \\ & + M \alpha^2 e^2 s \left( 1 + \frac{1}{3} \alpha^2 e^2 s^2 + \frac{1}{5} \alpha^4 e^4 s^4 + \frac{1}{7} \alpha^6 e^6 s^6 + \frac{1}{9} \alpha^8 e^8 s^8 + \frac{1}{11} \alpha^{10} e^{10} s^{10} + \frac{1}{13} \alpha^{12} e^{12} s^{12} + \dots \right) \end{aligned} \quad (2.17)$$

$$\log A = \log \frac{a}{\alpha^2 \sqrt{1-e^2}} - 2Mu \quad (2.18)$$

式(2.2)를 직접 사용할 必要는 없으므로 常數  $k$  는 계산하지 아니한다.

그리고 常數  $b_0$  및  $\alpha$  를 위한 서로 다른 두 式을 例擧한 것은 반드시 두 가지 방법으로 이를 計算하여 그 값이 正確한가를 確認토록 하기 위한 것이다.

(2) 似球體에서 球體로의 點의 投影

가. 球體緯度の 計算

似球體上의 緯度を 주고 球體上의 그에 相當하는 緯度を 計算하는 式을 定하는 동시에 基點(縱橫線計算의 基本이 되는 三角點으로서 主子午線上에 있음)의 球面直角縱橫線을 算定하고자 한다.

$$b - b_0 = A_1(B - B_0) + A_2(B - B_0)^2 + A_3(B - B_0)^3 + A_4(B - B_0)^4 + \dots \quad (2.19)$$

$$A_1 = \frac{1}{w}, \quad w = \sqrt{1 + \delta \cos^2 B_0}$$

$$A_2 = \frac{2\delta SC}{2!w^3\rho}$$

$$A_3 = \frac{\delta}{3!w^5\rho^2} [(-3 + \epsilon C^2) + \delta(12C^2 - 9C^4)]$$

$$A_4 = \frac{\delta SC}{4!w^7\rho^3} [-16\delta(-45 + 62C^2) + \delta^2(60C^2 - 27C^4)]$$

$$A_5 = \frac{\delta}{5!w^9\rho^4} [(12 - 28C^2) + \delta(45 - 480C^2 + 436C^4) + \delta^2(-540C^2 + 990C^4 - 400C^6) + \delta^3(360C^4 - 408C^6 + 81C^8)]$$

$b - b_0$  의 값이 既知인 때는 主子午線上基點의 縱橫線은 다음과 같이 求한다.

$$X = \frac{b - b_0}{\rho^n} A, \quad Y = 0$$

나. 縱橫線計算表의 값  $\log m$  및  $b$ 의 計算 먼저 球體緯度  $b$ 의 函數로서 이를 算定한 다음  $b$ 에 相應하는 似球體上의 緯度  $B$ 를 求하고 緯度  $B$ 를 引數로 한 表를 作成한다.

$$\log \text{nat. } m = a_3(b-b_0)^3 + a_4(b-b_0)^4 + a_5(b-b_0)^5 + \dots \quad (2.20)$$

$$a_3 = -\frac{4\delta SC}{3!w}$$

$$a_4 = \frac{4\delta C^2}{4!w^2} [-1 + \delta(6-7C^2)]$$

$$a_5 = \frac{4\delta S}{5!w^3 C^3} [(-3+5C^2) + \delta(-12C^2+36C^4) + \delta^2(-48C^4+70C^6)]$$

$$a_6 = \frac{4\delta}{6!w^4 C^2} [(-15+12C^2+5C^4) + \delta(30C^2-240C^4+236C^6) + \delta^2(240C^4-1050C^6+856C^8) + \delta^3(480C^6-1368C^8+910C^{10})]$$

$$a_7 = \frac{4\delta S}{7!w^5 C^3} [(-90+63C^2-21C^4) + \delta(90C^2+267C^4-973C^6) + \delta^2(-720C^4+7020C^6-8556C^8) + \delta^3(-4320C^6+21288C^8-19824C^{10}) + \dots]$$

이에 이어서 다음 數를 求한다.

$$\frac{d \log \text{nat. } m}{db} = 3a_3(b-b_0)^2 + 4a_4(b-b_0)^3 + 5a_5(b-b_0)^4 + \dots \quad (2.21)$$

그리하여 式(2.20)은 다음과 같이 變形할 수 있다.

$$\log m = M \log \text{nat. } m \quad (2.22)$$

式(2.21)은 方向係數  $k$ 를 나타내는 式중에 包含되는 主要項이다.

$$k = -30000 \frac{d \log \text{nat. } m}{db} \cos b \quad (2.23)$$

또한 計算表의 引數  $B$ (分單位)를 다음과 같이 計算한다.

$$B-b = B_0-b_0 + (w-1)(b-b_0) - \frac{3\delta SC}{2!\rho} (b-b_0)^2 \quad (2.24)$$

다. 球體經緯度의 計算

$$l = L - L_0 + (\alpha-1)(L-L_0) \quad (2.25)$$

(3) 近似體에서 球體로의 方向 및 距離의 投影

가. 方向角化數

$$T_1 - U_1 = +k\lambda$$

$$T_2 - U_2 = -k\lambda$$

(2.26)

式중  $\lambda$ 는 經度差로서 分을 單位로 하고  $T-U$ 는 秒의 小數 3位를 單位로 한다. 그리고  $k$ 는 縱橫線計算表로부터 求하는 것으로 한다.

나. 距離化數

$$\log R - \log S = \log m_0 \quad (2.27)$$

式중  $\log m_0$ 는 縱橫線計算表에서 似球體上의 緯度  $B_0 = \frac{1}{2}(B_1+B_2)$ 를 引數로 하여 求하는 것으로 한다.

### 2.2.2 球體와 平面

이 投影法은 메르카트르投影法과 同一하다. 다만, 다른 것은 後者에 있어서는 赤道에 關하여 縱橫線相組織을 만들고 前者에 있어서는 主子午線에 關하여 縱橫線組織을 만드는 데에 있다.

一般 算式을 表示하기에 앞서 이에 사용되는 記號를 다음과 같이 定義한다.

○ 球體

$X \cdot Y$  : 球面直角縱橫線

$P_1 \cdot P_2$  : 三角形의 二角點

$U_1$  : 點  $P_1$ 에 있어서의 大圈  $P_1P_2$ 의 方向角

$U_2$  : 點  $P_2$ 에 있어서의 大圈  $P_2P_1$ 의 方向角

$R$  : 大圈  $P_1P_2$ 의 길이

$m$  : 增大率 즉 球面上의 線原子와 平面上 그 投影과의 關係數

$A$  : 球體半徑

○ 平面

$x \cdot y$  : 平面直角縱橫線

$p_1 \cdot p_2$  : 二點  $P_1, P_2$ 의 投影

$t_1$  : 點  $p_1$ 에 있어서의 直線  $p_1p_2$ 의 方向角

$t_2$  : 點  $p_2$ 에 있어서의 直線  $p_2p_1$ 의 方向角

$s$  : 直線  $p_1p_2$ 의 길이

$\left. \begin{matrix} x_1 \cdot y_1 \\ x_2 \cdot y_2 \end{matrix} \right\} : p_1 \cdot p_2$  點의 平面直角縱橫線

(1) 既定項 및 根本原式

가. 既定項

7)  $\log e$ (自然對數)

1) 主子午線

似球體의 既定 主子午線은 大圈으로서 球面上에 投影되고 다시 直線으로서 平面에 投影된다.

2) 原點

似球體上 主子午線과 法緯度圈의 交點으로서 球體上에 投影되고 다시 平面에 投影된다. 球面直角縱橫線은 主子午線을 X軸으로 하고 法緯度圈을 Y軸으로 한다.

3) 球體半徑

似球體와 球體와의 關係에서 이미 定하여진 바 있다.

나. 根本原式

$$y = A \log \text{nat.} \left( \tan 45^\circ + \frac{Y}{2} \right) \\ = \frac{A}{2} \log \text{nat.} \frac{1 + \cos Y}{1 + \sin Y} \quad (2.28)$$

$$x = \frac{A}{\rho} X \quad (2.29)$$

$$m = \frac{1}{\cos Y} \quad (2.30)$$

(2) 球體에서 平面으로의 點의 投影

根本原式 (2.28) 및 (2.29)는 計算式으로서는 적합하지 않기 때문에 다음 展開式을 사용하는 것으로 한다.

가. 平面直角縱橫線 y 및 球面直角縱橫線 Y의 計算

$$\log \eta = \log Y + B_2 Y^2 + B_4 Y^4 + B_6 Y^6 \\ + B_8 Y^8 + B_{10} Y^{10} + \dots \quad (2.31)$$

$$\log Y = \log \eta - B_2 \eta^2 + B_4 \eta^4 - B_6 \eta^6 \\ + B_8 \eta^8 - B_{10} \eta^{10} + \dots \quad (2.32)$$

$$\eta = \frac{\rho}{A} y$$

$$B_2 = \frac{10^{10} \cdot M}{6\rho^2}, \quad B_4 = \frac{10^{10} \cdot M}{36\rho^4}$$

$$B_6 = \frac{10^{10} \cdot 19M}{2835\rho^6}, \quad B_8 = \frac{10^{10} \cdot 43M}{22680\rho^8}$$

$$B_{10} = \frac{10^{10} \cdot 13M}{22275\rho^{10}}$$

나. 增大率 計算

$$\log m = M \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{y}{A} \right)^2 - \frac{1}{12} \left( \frac{y}{A} \right)^4 \right. \\ \left. + \frac{1}{45} \left( \frac{y}{A} \right)^6 - \frac{17}{2520} \left( \frac{y}{A} \right)^8 \right]$$

$$+ \frac{31}{14175} \left( \frac{y}{A} \right)^{10} - \frac{691}{935550} \left( \frac{y}{A} \right)^{12} + \dots] \quad (2.33)$$

式(2.31), (2.32) 및 (2.33)의 式은 縱橫線 計算을 위하여 직접 사용되지는 않는다.<sup>(8)</sup>

(3) 球體에서 平面으로의 方向 및 距離의 投影  
가. 方向角化數

$$U_1 - t_1 = +(\mathcal{F}_1 - \mathcal{F}_3) - \mathcal{F}_2$$

$$U_2 - t_2 = -(\mathcal{F}_1 - \mathcal{F}_3) - \mathcal{F}_2$$

$$\mathcal{F}_1 = [1](y_1 + y_2)(x_2 - x_1), \quad [1] = \frac{\rho}{4A^2} \quad (2.34)$$

$$\mathcal{F}_2 = [2](x_2 - x_1)(y_2 - y_1), \quad [2] = \frac{\rho}{12A^2}$$

$$\mathcal{F}_3 = [3](y_1 + y_2)^2 \mathcal{F}_1, \quad [3] = \frac{1}{12A^2}$$

나. 距離化數

$$\log s - \log R = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3$$

$$\sigma_1 = [1](y_1 + y_2)^2, \quad [1] = \frac{10^7 M}{8A^2}$$

$$\sigma_2 = [2](y_2 - y_1)^2, \quad [2] = \frac{10^7 M}{24A^2} \quad (2.35)$$

$$\sigma_3 = [3](y_1 + y_2)^4, \quad [3] = \frac{10^7 M}{192A^4}$$

式(2.34) 및 (2.35)중의 縱橫線의 값은 그 概算值를 사용하는 것으로 한다.

여기서 平面角直縱橫線의 縱軸은 原點으로부터 北쪽은 正, 南쪽은 負이고 橫軸은 原點으로부터 東쪽은 正, 西쪽은 負이다.

2.3 電子計算機에 의한 가우스相似二重投影의 計算

오늘날 三角測量의 平均計算은 電子計算機에 의하게 되었고 그 결과 經緯度 平均計算 또는 平面直角座標 平面計算에 의하여 一律적으로 經緯度 또는 平面直角座標를 얻게 되었으므로 經緯度와 平面直角座標間에 서로 直接變換을 하는 것이 편리할 뿐만 아니라 計算의 正確性도 期할 수 있다. 이러한 觀點에서 가우스相似二重投影에 의한 座標變換을 電子計算機로 할 수 있는 프로그램을 작성하였고 이를 사용하여 變換計算을 한 다음 從來成果와의 比較, 檢討를 試圖하였다.

8) 座標基點에서만 直接 縱橫線을 計算한 것을 意味하는 것으로 解釋됨.

이제까지 가우스相似二重投影 計算 및 그 逆 計算은 實用的으로 거의 不可能에 가까웠던 點으로 미루어 앞으로 多角的인 活用이 期待되는 바이다.

여기서는 一次的으로 全國을 平均的으로 網羅할 수 있도록 任意로 抽出한 1等三角點의 實用 成果를 그 對象으로 하였다.

다음은 座標變換用 프로그램 作成에 사용된 計算式 및 座標變換 結果이다.

### 2.3.1 計算式

電子計算機에 의한 가우스相似二重投影 計算에 사용한 計算式은 可及的 가우스가 誘導한 原式을 그대로 사용하였다. 먼저 計算式에 사용한 記號를 다음과 같이 定義한다.

$B_0, L_0$  : 平面直角座標 原點의 地理的 緯度 및 經度

$B_p, L_p$  : 任意의 點  $P$ 에 있어서의 地理的 緯度 및 經度

$x, y$  : 任意의 點  $P$ 에 있어서의 平面直角座標의 縱軸 및 橫軸方向

$b_0, l_0$  : 假定 球體上에서의 原點의 緯度 및 經度

$b_p, l_p$  : 任意의 點  $P$ 의 球體上에서의 緯度 및 經度

$\gamma$  : 平面直角座標의 縱軸과 眞北과의 偏差를 나타내는 角, 子午線收差角

$a$  : 地球橢圓體의 長半徑

$e$  : 地球橢圓體의 偏心率

$f$  :  $\sqrt{e^2/(1-e^2)}$ (扁平率)

여기서 벡셀(Bessel)橢圓體의 定數를 사용하면

$$a = 6377397.155$$

$$e^2 = 0.00674372231$$

$$f^2 = 0.006719218798$$

이다.

(1) 地理的 經緯度로부터 平面直角座標로의 變換( $B_p, L_p$ 를 주고  $x, y, \gamma$ 를 求하는 式)

가. 地理的 緯度  $B_p$ , 經度  $L_p$ 로부터 球體上의 緯度  $b_p$ , 經度  $l_p$ 를 구하는 式

$$\tan\left(\frac{b_p}{2} + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{k} \tan^v\left(\frac{B_p}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \cdot \left(\frac{1-e \sin B_p}{1+e \sin B_p}\right)^{\frac{vf}{2}} \quad (2.36)$$

$$l_p = v\lambda \quad (2.37)$$

여기서

$$\lambda = L_p - L_0$$

$$v = \sqrt{1+f^2 \cos^4 B_0}$$

$$k = \frac{\tan^v\left(\frac{B_0}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}{\tan\left(\frac{b_0}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} \cdot \left(\frac{1-e \sin B_0}{1+e \sin B_0}\right)^{\frac{vf}{2}}$$

$$\sin b_0 = \sin B_0/v$$

나. 球體上의 緯度  $b_p$ , 經度  $l_p$ 로부터 球面座標  $X, Y$ 를 求하는 式

$$X = r_0(b' - b_0) \quad (2.38)$$

$$\sin(Y/r_0) = \cos b_p \cdot \sin l_p \quad (2.39)$$

다만,

$$r_0 = a \sqrt{1-e^2}/(1-e^2 \sin^2 B_0)$$

$$\tan b' = \tan b_p / \cos l_p \quad (2.40)$$

$b'$ 는 式(2.40)으로 주어지는 媒介變數로서 球面上의  $P$ 點에서 主子午線에 내린 垂線의 발의 球面緯度를 나타낸다.

다. 球面座標  $X, Y$ 로부터 平面直角座標  $x, y$  및 子午線收差角  $\gamma$ 를 求하는 式

$$x = X \quad (2.41)$$

$$y = r_0 \ln[\cos(Y/r_0)/\{1 - \sin(Y/r_0)\}] \\ = r_0 \log[\cos(Y/r_0)/\{1 - \sin(Y/r_0)\}]/M \quad (2.42)$$

$$\tan \gamma = \sin b_p \cdot \tan l_p \quad (2.43)$$

다만,

$$M = 0.4342944819 \text{ (對數의 根率)}$$

式중의 角度는 모두 라디안이다.

(2) 平面直角座標로부터 地理的 經緯度로의 變換

前述한 變換의 逆變換이며 이 計算을 위하여 導出한 式은 다음과 같다.

가. 平面直角座標  $x, y$ 로부터 球面座標  $X, Y$ 를 求하는 式

式(2.41) 및 (2.42)로부터

$$X = x \quad (2.44)$$

$$Y/r_0 = 2(\tan^{-1} 10^{y/M/r_0} - \frac{\pi}{4}) \quad (2.45)$$

나. 球面座標  $X, Y$ 로부터 球面緯度  $b_p$ , 球面經度  $l_p$ 를 求하는 式

式(2.38)으로부터

$$b' = x/r_0 + b_0 \quad (2.46)$$

式(2.39) 및 (2.40)으로부터

$$\cos b_p = \sqrt{\sin^2 b' \sin^2(Y/r_0) - \sin^2 b' + 1} \quad (2.47)$$

$$\sin l_p = \sin(Y/r_0) / \cos b_p \quad (2.48)$$

다. 球面座標  $b_p, l_p$ 로부터 地理的 經緯度  $B_p, L_p$ 를 求하는 式

式(2.36)을 逆展開하면 그 展開式은 매우 복잡하기 때문에 本 研究에서는 高次代數方程式의 解法으로 흔히 사용되는 뉴튼(Newton)의 逐次方程式을 적용하였다.

지금 式(2.36)의 左邊을  $H(b_p)$ , 右邊을  $G(B_p)$ 라 놓으면

$$H(b_p) \equiv \tan(b_p/2 + \pi/4) \\ = (1 + \sin b_p) / \cos b_p \quad (2.49)$$

$$G(B_p) \equiv \tan^2(B_p/2 + \pi/4) [(1 - e \sin B_p) / \\ (1 + e \sin B_p)]^{1/2} / k \quad (2.50)$$

式(2.49)와 式(2.50)는 같으므로 다시

$$F(B_p) \equiv G(B_p) - H(b_p) = 0 \quad (2.51)$$

으로 놓는다. 이것으로부터 뉴튼의 漸近式을 誘導하면

$$B_{p,n+1} = B_{p,n} - F(B_{p,n}) / F'(B_{p,n}) \\ = B_{p,n} - \cos B_{p,n} (1 - e^2 \sin B_{p,n}) \\ \{1 - H(b_p) / G(B_{p,n})\} / \nu (1 - e^2) \quad (2.52)$$

여기서  $F'(B_{p,n})$ 은  $F(B_{p,n})$ 의 導函數이다.

緯度  $B_p$ 는 式(2.52)의 反復使用으로 求하면 되고 經度  $L_p$ 는

$$L_p = L_0 + \lambda \quad (2.53)$$

로 求하면 된다.

이 計算에 있어서는 計算 자릿數 選定에 따른 誤差가 생기기 쉬우므로  $\sin, \cos$  등 初等函數의 計算正確度를 충분히 높일 必要가 있으며 漸近式(2.52)의 誤差判定의 制限值  $\bar{\sigma}$ 는

$$\bar{\sigma} = 1 \times 10^{-4} \times 4.8 \times 10^{-6} \text{ (라디안)}$$

( $d$ : 離緯度의 秒以下의 所要자릿數)

으로 하였다.

以上の 가우스相似二重投影 計算에는 平面直角座標 原點의 緯度  $B_0$ , 經度  $L_0$ 를 사용하므로 座標系를 선택하여 計算하여야 한다. 本 研究에서 사용한 座標原點은 表(2.1)과 같다.

表 2-1 座標原點의 經緯度

東部原點	$B_0 = 38^\circ 00' 00''$ $L_0 = 125^\circ 00' 00''$
中部原點	$B_0 = 38^\circ 00' 00''$ $L_0 = 127^\circ 00' 00''$
西部原點	$B_0 = 38^\circ 00' 00''$ $L_0 = 129^\circ 00' 00''$

### 2.3.2 電子計算機에 의한 直接變換 座標值와 의 比較

우리나라 1等三角點 總 189點중 134點의 平面直角座標를 電子計算機에 의한 直接變換計算에 의하여 求하고 그 座標值와 座標原點에서 출발하여 隣接點을 順次的으로 계산한 實用成果와 를 比較한 結果는 表(2.2)와 같다.

表(2.2)에서 알 수 있는 바와 같이 座標原點 부근에서의 變換差는 비교적 작으나 原點에서 멀리 떨어져 수록 커지고 있다. 이는 實用成果가 그 計算方法上 原點에서 떨어져 따라 誤差가 累積된 데에 연유한다 하겠다.

또한 變換差의 最大值(絶對值)는  $x$ 에서 7.5 cm,  $y$ 에서 8.7 cm이다.

平面座標의 縱座標上의 7.5 cm는  $0''.025$ , 그리고 橫座標上의 8.7 cm는  $0''.035$ 에 該當한다. 1等 三角點 位置의 相對誤差는  $\pm 5$  cm 정도라고 생각되고 있고 比較 結果에 의하면 從來의 方法에 의한 우리나라 平面直角座標의 累積誤差는 거의  $\pm 5$  cm 以內라고 알 수 있으므로 全體的으로 是 誤差 範圍內에 있음을 알 수 있다.

다만, 고정산 1等 三角點에 있어서는  $y$ 의 變換差가 97.3 cm 즉 1 m에 가까운 큰 값을 나타내고 있어 하나의 問題點을 提起한다 하겠다. 그와 같은 常軌를 벗어난 變換差는 計算方法에 따른 累積誤差가 아닌 計算誤謬라고 생각되므로 比較對象에서 除外하였으나 經緯度 및 三角網과의 相關關係 등에 의하여 檢討한 다음 그 結果에 따라 修正되어야 할 것이다.

本 研究에서 比較·檢討 對象을 限定한 것은 우리나라 測地基準點은 6.25動亂 등을 통하여 그 70% 이상 亡失 또는 損壞된 바 있고 현재 國立地理院에서는 獨自的인 測地網 構成 및 整



表 2-2 1 等三角點之實用成果對 變換成果比較表

※ 變換差 = 實用成果值 - 變換成果值

No.	點名	原點	緯度	平面直角座標		經度	變換差 (cm)	平面直角座標		變換差 (cm)
				實用成果 $x$	變換成果 $x$			實用成果 $y$	變換成果 $y$	
1	斗	東	38-19-45.007	36,694.85	36,694.816	128-24-59.062	+3.4	-51,022.62	-51,022.612	-0.8
2	雪岳山	"	38-06-59.042	13,054.18	13,054.149	128-27-52.826	+3.1	-46,939.14	-46,939.133	-0.7
3	日聖山	中	38-10-08.188	19,045.66	19,045.640	127-47-26.878	+2.0	+69,290.40	+69,290.438	-3.8
4	大聖山	"	38-13-40.526	25,436.60	25,435.589	127-32-32.464	+1.1	47,482.68	47,482.698	-1.8
5	金鶴山	"	38-10-58.562	20,322.04	20,322.051	127-11-59.862	-1.1	17,517.28	17,517.316	-3.6
6	高望山	"	38-06-11.172	11,446.46	11,446.478	126-54-50.144	-1.8	-7,548.38	-7,548.337	-4.8
7	竹嶺	東	37-25-25.698	-63,945.60	-63,945.623	129-00-13.747	+2.3	337.97	+337.965	+0.5
8	翁嶺	"	37-52-22.364	-14,019.63	14,019.642	128-33-58.358	+1.2	-38,162.00	-38,161.989	-1.1
9	大關嶺	"	37-36-15.199	-43,872.66	-43,872.652	128-40-12.811	-0.8	-29,116.46	-29,116.453	-0.7
10	加理往山	"	37-27-30.892	-59,996.59	-59,996.634	128-33-46.054	+4.4	-38,677.00	-38,677.055	+5.5
11	芳泰山	"	37-53-31.494	-11,780.92	-11,780.966	128-21-17.527	+4.6	-56,739.91	-56,739.914	+0.4
12	桂芳山	"	37-43-32.013	-30,323.16	-30,323.174	128-27-53.346	+1.4	-47,175.50	-47,175.483	-1.7
13	紗叻山	"	37-23-36.984	-67,062.17	-67,062.188	128-17-34.234	+1.8	-62,612.22	-62,612.230	+1.0
14	髮枚山	"	37-39-06.794	-38,050.74	-38,050.697	128-06-48.814	-4.3	98,257.00	98,257.011	-1.1
15	加榮山	中	37-52-06.950	-14,152.96	-14,152.980	127-57-20.732	+2.0	84,087.10	84,087.121	-2.1
16	金岳山	"	37-41-29.491	-33,969.53	-33,969.557	127-45-04.049	+2.7	66,241.05	66,241.073	-2.3
17	七峰山	"	37-27-10.400	-60,359.23	-60,359.205	127-52-27.350	-2.5	77,347.22	77,347.245	-2.5
18	華岳山	"	37-59-31.366	-763.58	-763.587	127-30-09.270	+0.7	44,142.00	44,142.016	-1.6
19	龍門山	"	37-33-32.930	-48,784.76	-48,784.761	127-32-53.718	+0.1	48,435.78	48,435.819	-3.9
20	懸燈山	"	37-52-33.280	-13,722.87	-13,722.896	127-19-19.699	+2.6	28,338.45	28,338.479	-2.9
21	龍馬山	"	37-34-06.076	-47,900.00	-47,900.005	127-05-41.805	+0.5	8,386.94	8,386.965	-2.5
22	高馬山	"	37-45-17.212	-27,212.52	-27,212.493	126-55-40.086	-2.7	-6,360.68	-6,361.653	+97.3
23	吉馬山	"	37-34-27.104	-47,254.60	-47,254.599	126-56-42.341	-0.1	4,849.66	-4,849.635	-2.5
24	刀東山	"	37-30-14.258	-55,042.26	-55,042.245	126-52-05.428	-1.5	11,654.74	-11,654.725	-1.5
25	東修端	"	37-31-06.006	-53,453.38	-53,453.396	126-56-17.011	+1.6	-5,475.23	-5,475.200	-3.0
26	修理山	"	37-21-21.485	-71,469.42	-71,469.439	126-54-16.679	+1.9	-8,448.030	-8,448.025	-0.5
27	冠岳	"	37-26-32.582	-61,883.21	-61,883.230	126-57-48.388	+2.0	-3,234.85	-3,234.831	-1.9
28	加里	"	37-25-30.532	-63,788.24	-63,788.252	126-51-59.430	+1.2	-11,814.47	-11,814.421	-4.9
29	文珠山	東	36-58-41.193	-113,387.44	-113,387.508	128-48-37.620	+6.8	-16,874.98	-16,874.988	+0.8
30	如尼山	中	37-50-19.222	-17,842.00	17,841.971	126-38-07.620	-2.9	-32,085.60	-32,085.551	-4.9

No	點名	原點	緯度	平面直角度座標		經度	變換差 (cm)	平面直角度座標		變換差 (cm)
				實用成果 x	變換成果 x			實用成果 y	變換成果 y	
31	桂楊山	中	37-33-01.124	-49,868.01	-49,868.010	126-42-49.685	+0.0	-25,287.28	25,287.249	-3.1
32	雉岳山	"	37-59-57.078	+146.47	+146.473	126-17-31.019	-0.3	-62,183.45	-62,183.420	-3.0
33	高麗山	"	37-44-28.378	28,570.90	28,570.903	126-26-11.372	+0.3	-49,662.00	-49,661.949	-5.1
34	長峰山	"	37-31-51.322	-51,859.20	-51,859.213	129-20-56.830	+1.3	-57,524.110	-57,524.094	-1.6
35	봉황산	"	37-45-40.740	-26,143.28	-26,143.271	126-08-32.402	-0.9	-75,566.10	-75,566.088	-1.2
36	白岩山	東	36-42-48.863	-142,716.40	-142,716.460	129-17-54.750	+6.0	26,669.84	26,669.882	-4.2
37	六岳山	"	37-13-18.790	-86,344.90	-86,344.924	129-07-50.917	+2.4	11,608.31	11,608.334	-2.4
38	승룡산	"	37-04-25.363	-102,770.84	-102,770.904	129-13-47.404	+6.4	20,435.71	20,435.753	-4.3
39	日月山	"	36-48-02.360	-133,090.68	-133,090.732	129-05-52.845	+5.2	8,745.90	8,745.934	-3.4
40	威白山	"	37-09-29.940	-93,403.92	-93,403.976	128-55-01.248	+5.6	-7,370.50	-7,370.558	-2.2
41	熊峰山	"	37-16-02.804	-81,241.54	-81,241.603	128-39-20.160	+6.3	-30,544.30	-30,544.311	+1.1
42	網笠峰	"	36-58-13.147	-114,154.58	-114,154.623	128-30-20.654	+4.3	-44,007.14	-44,007.139	-0.1
43	금수산	"	36-58-54.544	-112,734.28	-112,734.299	128-15-22.766	+1.9	-66,204.22	-66,204.211	-0.9
44	성주산	"	36-44-36.473	-139,271.08	-139,271.145	128-23-45.780	+6.5	-53,932.51	-53,932.498	-0.12
45	추경산	"	36-47-08.293	-134,384.40	-134,384.431	128-06-02.268	+3.1	-80,269.96	-80,269.938	-2.2
46	白坪山	中	37-12-30.320	-87,442.04	-87,441.988	127-55-47.604	-5.2	+82,535.64	+82,535.702	-6.2
47	南城山	"	36-57-14.114	-115,645.50	-115,645.434	127-58-25.226	-6.6	86,711.32	86,711.407	-8.7
48	北城山	"	37-17-00.725	-79,345.70	-79,345.665	127-35-42.969	-3.5	52,782.38	52,782.450	-7.0
49	九珠峙	"	36-46-48.330	-135,159.19	-135,159.162	127-41-00.460	-2.8	61,003.82	61,003.884	-6.4
50	太火山	"	37-17-18.525	-78,922.78	-78,922.761	127-17-35.676	-1.9	26,000.04	26,000.057	-1.7
51	馬耳山	"	37-02-58.690	-105,355.38	-105,355.336	127-29-20.967	-4.4	43,507.32	43,507.349	-2.9
52	산퉁산	"	36-51-03.458	-127,458.80	-127,458.760	127-20-29.997	-4.0	30,467.90	30,467.909	-0.9
53	高城山	"	37-02-44.234	-105,898.70	-105,898.670	127-10-26.416	-3.0	15,477.30	15,477.323	-2.3
54	大華山	"	36-41-05.701	-145,937.36	-145,937.343	127-01-37.501	-1.7	+2,420.41	+2,420.379	+3.1
55	鳥頭山	"	37-03-27.394	-95,328.85	-95,328.832	126-53-01.562	-1.8	-10,325.72	-10,325.713	-0.7
56	高草의山	"	36-53-06.708	-123,714.18	-123,714.166	126-59-01.378	-1.4	-1,451.46	-1,451.459	-0.1
57	草帶山	"	36-59-03.759	-112,601.00	-112,600.996	126-31-11.548	0.4	-42,740.55	-42,740.546	-0.4
58	가야산	"	36-42-05.144	-144,034.08	-144,034.092	126-36-30.575	+1.2	-34,980.36	-34,980.367	+0.7
59	지경산	"	36-41-52.364	-144,174.73	-144,174.730	126-09-54.960	0.0	-74,585.80	-74,585.786	-1.4
60	北東崑	"	36-15-37.395	-193,010.87	-193,010.912	129-15-28.495	+4.2	23,175.14	23,175.161	-2.1
61	崑崙山	東	36-33-24.578	-160,123.23	-160,123.271	129-14-28.612	+4.1	21,598.26	21,598.71	-1.1

No.	點名	原點	緯度	平面直角座標		變換差 (cm)	經度	平面直角座標		變換差 (cm)
				實用成果 x	變換成果 x			實用成果 y	變換成果 y	
62	岑峰	東	36-36-07.884	-155,116.92	-155,116.953	+3.3	129-00-34.578	859.26	859.288	-2.8
63	吾山	"	36-33-30.191	-156,955.78	-159,955.848	+6.8	128-47-05.984	-019,245.75	-019,245.726	-2.4
64	노산	"	36-23-15.728	-178,915.76	-178,915.784	+2.4	128-59-53.094	-	172.10	-0.7
65	普賢山	"	36-09-28.059	-204,424.22	-204,424.273	+5.3	128-58-23.581	-	2409.78	-2.9
66	天燈山	"	36-39-28.206	-148,889.80	-148,889.869	+6.9	128-39-47.698	-	30,104.98	-2.2
67	鄉枝	"	36-34-30.636	-158,079.23	-158,079.299	+6.9	128-43-32.073	-	24,559.28	-1.3
68	東端	"	36-33-28.000	-160,012.31	-160,012.371	+6.1	128-44-08.354	-	23,662.65	-0.3
69	西端	"	36-33-16.163	-160,371.51	-160,371.579	+6.9	128-42-49.254	-	25,630.56	-0.3
70	星山	"	36-33-28.495	-159,977.51	-159,977.566	+5.6	128-39-55.775	-	29,943.00	-1.8
71	葛蘿山	"	36-29-01.399	-168,232.68	-168,232.730	+5.0	128-44-58.423	-	22,439.07	-1.4
72	金城山	"	36-15-51.203	-192,585.24	-192,585.273	+3.3	128-44-30.376	-	23,202.22	-1.4
73	八公山	"	36-00-48.742	-220,386.34	-220,386.386	+4.6	128-41-40.938	-	27,518.60	-2.8
74	青華山	"	36-17-10.240	-190,014.28	-190,014.322	+4.2	128-24-06.889	-	53,724.07	-2.4
75	金烏山	"	36-05-19.536	-211,856.76	-211,856.767	+0.7	128-17-58.251	-	63,080.51	-2.2
76	綠陰山	"	36-26-09.608	173,176.84	173,176.886	+4.6	128-05-45.532	-	81,049.97	-0.9
77	俗離山	"	36-32-24.979	-161,393.27	-161,393.313	+4.3	127-52-12.313	-	101,167.56	-2.0
78	百斗山	"	36-17-57.720	-188,337.36	-188,337.327	-3.3	127-54-16.136	-	81,233.38	-5.0
79	眼珠地山	"	36-02-12.524	-217,514.32	-217,514.296	-2.4	127-50-54.826	-	76,465.69	-2.4
80	金積山	"	36-24-12.866	-176,922.48	-176,922.439	-4.1	127-42-25.842	-	63,428.22	-3.3
81	西大山	中	36-13-03.720	-197,644.02	-197,643.990	-3.0	127-32-15.659	-	48,340.30	-3.6
82	八峰山	"	36-34-47.300	-157,519.24	-157,519.202	-3.8	127-25-06.788	-	37,455.63	-2.7
83	칠명산	"	36-25-57.469	-173,866.94	-173,866.905	-3.5	127-22-14.972	-	33,247.48	-4.3
84	식장산	"	36-17-48.956	-188,880.16	-188,880.130	-3.0	127-28-48.065	-	43,112.34	-3.2
85	배봉산	"	36-18-53.176	-186,946.45	-186,946.432	-1.8	127-21-48.736	-	32,643.27	-5.0
86	基線南端	"	36-19-36.800	-185,578.46	-185,578.444	-1.6	127-25-38.914	-	38,378.62	-3.3
87	鷄龍山	"	36-20-35.012	-183,850.02	-183,849.993	-2.7	127-12-11.151	-	18,230.20	-1.4
88	미륵산	"	36-01-20.382	-219,453.72	-219,453.694	-2.6	127-02-19.466	-	3,491.58	-1.0
89	칠성산	"	36-11-31.594	-200,610.72	-200,610.725	+0.5	126-52-50.886	-	10,719.96	-0.3
90	聖主山	"	36-21-53.594	-181,400.66	-181,400.651	-0.9	126-41-00.084	-	28,414.30	-1.9
91	文珠山	"	36-06-58.289	-208,991.80	-208,991.814	+1.4	126-40-33.594	-	29,166.84	-0.3
92	黃島	"	36-14-00.694	195,526.64	195,526.649	+0.9	125-75-58.796	-	29,914.18	-0.3

No.	點名	原點	緯度	平面直角座標		變換差 (cm)	經度	平面直角座標		變換差 (cm)
				實用成果 x	變換成果 x			實用成果 y	變換成果 y	
93	奉高山	"	36-19-57.258	-184,833.59	-184,833.278	-1.2	126-20-40.126	-58,848.38	-58,848.350	-3.0
94	東大山	"	35-51-29.446	-237,608.00	-237,608.019	+1.9	129-21-16.552	32,025.22	32,025.232	-1.2
95	石頭山	"	35-49-15.928	-241,780.44	-241,780.484	+4.4	129-01-35.458	2,395.86	2,395.893	-3.3
96	瑟瑟山	"	35-42-45.426	-253,710.16	-253,710.182	+2.2	128-31-22.436	-43,167.76	-43,167.737	-2.3
97	덕유산	"	35-26-53.944	-283,062.94	-283,062.965	+2.5	128-36-00.102	-36,308.20	-36,308.186	-1.4
98	星山	"	35-53-50.512	-233,100.12	-233,100.164	+4.4	128-18-43.837	62,090.00	62,089.981	-1.9
99	吾道山	"	35-40-15.390	-258,044.10	-258,044.127	+2.7	128-04-28.082	-83,785.93	-83,785.924	-0.6
100	처술산	東	35-22-26.510	-291,085.82	-291,085.843	+2.3	128-12-09.884	-72,439.34	-72,439.313	-2.7
101	修道山	中	35-51-18.026	-237,571.06	-237,571.625	-3.5	127-58-59.801	88,808.74	88,808.758	-1.8
102	上峰山	"	35-50-54.776	-238,477.26	-238,477.221	-3.9	127-44-47.646	67,434.36	67,434.381	-2.1
103	長安山	"	35-37-33.829	-263,254.95	-263,254.919	-3.1	127-35-39.686	53,825.16	53,835.176	-1.6
104	智異山	"	35-20-01.880	-295,590.07	-295,590.023	-4.7	127-43-47.572	66,350.41	66,350.446	-3.6
105	銀長山	"	35-54-29.848	-232,047.60	-232,047.577	-2.3	127-21-24.944	32,215.46	32,215.465	-0.5
106	응봉山	"	35-33-26.711	-270,996.84	-270,996.828	-1.2	127-16-48.157	25,387.08	25,387.098	-1.8
107	母岳山	"	35-43-31.998	-252,376.64	-252,376.595	-4.5	127-05-03.712	7,631.98	7,631.968	+1.2
108	石佛山	"	35-43-51.476	-251,719.25	-251,719.216	-3.4	126-38-16.922	-32,742.84	-32,742.852	+1.2
109	逍遙山	"	35-31-15.080	-275,020.60	-275,020.560	-4.0	126-36-48.239	-35,062.82	-35,062.846	+2.6
110	故群山	"	35-49-20.845	-241,491.60	-241,491.580	-2.0	126-27-13.562	-49,354.86	-49,354.865	+0.5
111	조계산	"	34-59-53.544	-333,023.98	-33,023.905	-7.5	127-18-46.232	28,556.04	28,556.068	-2.8
112	無等山	"	35-07-16.735	-319,412.20	-319,412.155	-4.5	127-00-30.006	759.67	759.672	-0.2
113	喋山	"	34-45-29.640	-359,681.88	-359,681.812	-6.8	127-07-01.681	10,722.98	10,722.997	-1.7
114	龍頭山	"	35-19-17.828	-297,185.86	-297,185.836	-2.4	126-53-05.334	-10,472.50	-10,472.474	-2.6
115	食東山	"	35-00-01.332	-332,815.38	-332,815.356	-2.4	126-49-46.052	-15,567.00	-15,566.978	-2.2
116	東端山	"	34-59-45.860	-333,277.46	-333,277.441	-1.9	126-45-09.555	-22,578.18	-22,578.165	-1.5
117	同節山	"	34-49-34.193	-352,135.60	-352,135.572	-2.8	126-48-20.870	-17,763.76	-17,763.727	-3.3
118	玉司山	"	35-05-00.034	-323,574.98	-323,574.972	-0.8	126-40-15.294	-30,007.59	-30,007.559	-3.1
119	司俞山	"	35-01-30.776	-330,041.84	-330,041.844	-0.4	126-44-26.899	-23,651.38	-23,651.364	-1.6
120	得想山	"	34-58-03.200	-336,434.65	-336,434.639	-1.1	126-43-36.802	-24,938.68	-24,938.665	-1.5
121	九道山	中	35-71-47.538	-299,818.98	-299,818.946	-3.4	126-25-05.228	-52,920.53	-52,920.515	-1.5
122	新月山	"	34-54-24.729	-343,065.80	-343,065.796	-0.4	126-27-24.070	-49,648.66	-49,648.613	-4.7
123	梅峰山	"	34-42-07.538	-365,701.84	-365,701.856	+1.6	126-18-54.881	-62,728.88	-62,728.837	-4.3

點名	原點	緯度	平面直角座標		變換差 (cm)	經度	平面直角座標		變換差 (cm)	經度	平面直角座標		變換差 (cm)
			實用效果	變換成果			實用效果	變換成果			實用效果	變換成果	
124	山口	35-03-41.749	-325,653.34	-325,653.316	-2.4	126-05-03.361	-83,524.18	-83,524.177	-0.3	126-05-03.361	-83,524.18	-83,524.177	-0.3
125	影島	34-36-50.488	-375,597.94	-375,597.880	-6.0	127-26-08.410	39,952.67	39,952.708	-3.8	127-26-08.410	39,952.67	39,952.708	-3.8
126	八冠	34-26-44.347	-394,351.42	-394,351.337	-8.3	127-08-20.466	12,774.18	12,774.209	-2.9	127-08-20.466	12,774.18	12,774.209	-2.9
127	天寺	34-31-42.766	-385,162.60	-385,162.530	-7.0	126-55-07.938	7,447.42	7,447.401	-0.9	126-55-07.938	7,447.42	7,447.401	-0.9
128	後剛	34-11-16.870	-422,928.92	-422,928.884	-3.6	126-52-34.792	11,398.57	11,398.542	-2.8	126-52-34.792	11,398.57	11,398.542	-2.8
129	金達	34-35-18.892	-378,433.43	-378,433.424	-0.6	126-35-57.547	36,755.38	36,755.346	-3.4	126-35-57.547	36,755.38	36,755.346	-3.4
130	磨子	34-20-44.043	-405,375.08	-405,375.050	-3.0	126-33-49.466	40,135.20	40,135.176	-2.4	126-33-49.466	40,135.20	40,135.176	-2.4
131	赤漢	34-07-57.776	-428,974.10	-428,974.054	-4.6	126-32-22.854	42,455.31	42,455.299	-1.1	126-32-22.854	42,455.31	42,455.299	-1.1
132	羅子	32-21-29.488	-514,870.13	-514,870.098	-3.2	126-31-42.918	43,871.10	43,871.086	-1.4	126-31-42.918	43,871.10	43,871.086	-1.4
133	차內	33-57-17.024	-448,584.05	-448,583.999	-5.1	126-17-27.226	65,538.02	65,538.017	-0.3	126-17-27.226	65,538.02	65,538.017	-0.3
134	岳	33-27-21.953	-503,916.88	-503,916.850	-3.0	126-20-25.416	61,316.58	61,316.550	-3.0	126-20-25.416	61,316.58	61,316.550	-3.0

備을 위한 事業을 推進중임을 堪索해서이다.

### 3. 새로운 投影法의 導入

가우스相似二重投影法에서는 어떤 定點의 子午線을 主子午線으로 하여 그 子午線에 접하는 圓筒面에 地上點을 投影하고 그 圓筒을 長軸方向으로 展開하여 平面으로 한다.

즉 그림(3-1)에 있어서 球面上에 原點 O를 취하고 O를 지나는 子午線 ON과 卯酉線 OQ를 球面上的 座標軸으로 하며 이것을 橫圓筒을 中개로 하여 平面에 投影한 平面直角座標의 X軸 및 Y軸으로 한다. 이 관계에서는 球面上的 微小 直角三角形 AHB는 平面上的 直角三角形 abh로 投影되고 여기서

$$\triangle ABH \sim \triangle abh$$

가 等角投影의 條件이다.

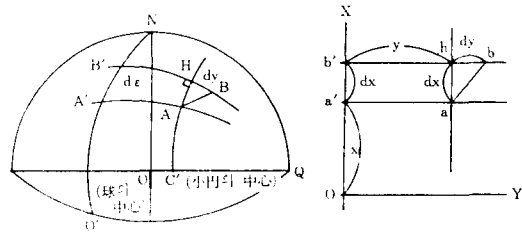


그림 3-1 가우스相似二重投影法

이 投影에 있어서는 原點에 있어서의 平均曲率半徑  $r = \sqrt{R \cdot N}$ 을 半徑으로 하는 球를 投影面으로 하면 原點 근처에서는 近似性이 높으나 等間隔의 子午線은 投影面上에서 主子午線에 對應하는 中央經線으로부터 멀어질수록 그 經線間隔은 增大한다.

이러한 가우스相似二重投影法에 中央經線上에서는 等距離, 즉 線增大率 一定의 條件을 附加하면 가우스·크뤼거 投影(Gauss-Krüger's projection)이 된다.

이 投影法은 1820~1830年間에 가우스(C.F. Gauss)가 測地測量 計算을 위하여 導入한 것을 크뤼거(L. Krüger)가 改良, 發展시킨 것으로서 1927年에 全獨逸 測地網은 이 方法으로 統一된 바 있다.

가우스·크뤼거投影法의 特徵은

① 平面座標의  $x$ 軸이 한 子午線 즉 主子午線의 投影이며 또한 이 主子午線은 等距離投影인 것.

② 投影은 等角寫像(投影)인 것.

의 두 條件으로 이루어지고 있으며 準據橢圓體面에서 직접 平面에 投影할 수 있는 計算方法이 採用되고 있다.

달하자면 가우스·크뤼거投影法은 가우스相似二重投影法을 改良한 投影法이다.

또한 계산방법도 간편하여 地圖 또는 局地測量의 平面座標에 널리 사용되고 있는 投影法으로서 美國 또는 英國에서는 이 投影을 橫메르카토르投影(Transverse Mercator Projection, TM projection)이라 부르고 있으며 萬國 橫메르카토르投影(Universal Transverse Mercator Projection, UTM projection)도 이 投影法에 기초한 것이다.

우리나라의 경우 三角點의 平面座標는 가우스相似二重投影에 의하고 國家基本圖의 平面直角座標는 가우스·크뤼거投影에 의하고 있어 두 投影法을 각기 다른 目的을 위하여 併用을 하고 있는 실정이다. 이에 座標變換計算 등의 不必要한 勞力 및 時間의 浪費가 따르게 된다.

따라서 投影法의 통일이 바람직하다 하겠으며 우리나라 測地網의 特性과 국제적인 추세로 미루어 가우스·크뤼거投影法으로의 統一이 요구된다 하겠다.

다음은 가우스·크뤼거投影의 概要이다.

### 3.1 가우스·크뤼거投影

지금 準據橢圓體面의 緯度, 經度에 相當하는 量을  $q, l$ , 投影平面上에서의 直角座標를  $x, y$ 라 한다.

그림(3-2)는 投影平面上에서의 平面座標를 表示하고 있으며 NPS 및 EPW는 P點을 經度는 子午線 및 等緯度線의 寫像이고 ON은 主子午線에 對應한다.

$l$ 은 主子午線과 任意 子午線間의 經度 차이이고  $q$ 는 그림(3-3)에서와 같은 橢圓體面上的의 微小三角形 PQP'를 생각하여 導入한 異性緯度라 불리

우는 緯度  $B$ 에 對應하는 量으로서 다음 式(3.1)에 의하여 求할 수 있다.

$$q = \log \left\{ \tan \left( 45^\circ + \frac{B}{2} \right) \left( \frac{1 - e \sin B}{1 + e \sin B} \right)^{e/2} \right\} \quad (3.1)$$

다만,  $e$ : 離心率

그런데 두 微小圖形이 等角이 되기 위한 條件은 複素函數  $x+iy$ 가 다른 複素函數  $q+il$ 의 正則關係

$$x+iy = F(q+il) \quad (3.2)$$

로 定義되는 일이다.

여기서 主子午線의 兩側에 南北으로 가늘고 긴 띠를 생각하면  $l$ 은 微小하기 때문에 式(3.2)를 等緯度圈의  $q$ 에 관하여  $l$ 의 級數로 展開할 수 있다.

즉 等緯度線  $q$ 上的의 1點에 대하여

$$x+iy = F(q) + il \frac{dF(q)}{dq} + \frac{1}{2} (il)^2 \frac{d^2F(q)}{dq^2} + \dots \quad (3.3)$$

原點을 零子午線과 赤道와의 交點으로 하고 또한

$$F(q) = \phi \quad (3.4)$$

$\phi$ 는 赤道에서  $q$ 에 相當하는 緯度  $B$ 까지의 子午線弧長이고 式(3.3)의 實數部分과 虛數部分을 각각 같다고 놓으면

$$x = \phi - \frac{l^2}{2} \cdot \frac{d^2\phi}{dq^2} + \frac{l^4}{24} \cdot \frac{d^4\phi}{dq^4} + \frac{l^6}{720} \cdot \frac{d^6\phi}{dq^6} + \dots \quad (3.5)$$

$$y = l \frac{d\phi}{dq} - \frac{l^3}{6} \cdot \frac{d^3\phi}{dq^3} + \frac{l^5}{120} \cdot \frac{d^5\phi}{dq^5} \quad (3.6)$$

가 얻어진다.

$$\frac{d\phi}{dq} = R dB, \quad \frac{d\phi}{dq} = \frac{d}{dB} (R dB) \frac{dB}{dq} = \frac{R}{N \cos B} dB = dq$$

( $R$ : 子午線曲率半徑,  $N$ : 卯酉線曲率半徑)

등의 關係에 의하여 式(3.5) 및 (3.6)의 係數를 計算하면

$$x = \phi + \frac{l^2}{2} \cdot \frac{N}{\rho^2} \sin B \cos B + \frac{l^4}{24} \cdot \frac{N}{\rho^4} \sin B \cos^3 B (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) + \frac{l^6}{720} \cdot \frac{N}{\rho^6} \sin B \cos^5 B \cdot (61 - 58t^2)$$

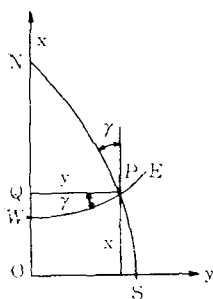


그림 3-2 投影平面上的 (x, y) 座標

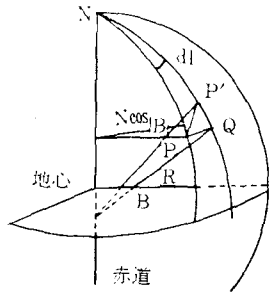


그림 3-3 廻轉橢圓體面上的 微小三角形

$$\begin{aligned}
 & +t^4 + 270\eta^2 - 330t^2\eta^2) \\
 & - \frac{l^3}{40320} \cdot \frac{N}{\rho^3} \sin B \cos^7 B \cdot \\
 & (-1385 + 3111t^2 - 543t^4 + t^6) \quad (3.7) \\
 y = & l \frac{N}{\rho} \cos B + \frac{l^3}{6} \cdot \frac{N}{\rho^3} \cos^3 B (1 - t^2 + \eta^2) \\
 & + \frac{l^5}{120} \cdot \frac{N}{\rho^5} \cos^5 B \\
 & (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58t^2\eta^2) \\
 & - \frac{l^7}{5040} \cdot \frac{N}{\rho^7} \cos^7 B \\
 & (-61 + 479t^2 - 179t^4 + t^6) \quad (3.8)
 \end{aligned}$$

로 된다. 다만  $t = \tan B$ ,  $\eta^2 = e'^2 \cos^2 B$  ( $e'$ : 第二離心率),  $\rho = 180^\circ/\pi$  이다. 式(3.7) 및 (3.8)에서  $l=0$  이라 놓으면  $x=\phi$ ,  $y=0$  따라서 主子午線上的 孤는 그 實長이  $x$  軸上에 投影된다.

### 3.2 平面直角座標로부터 經緯도로의 變換

이 變換은 式(3.7) 및 (3.8)의 逆變換이다. 赤道로부터의 子午線孤長이 꼭  $x$  와 같게 되는 緯度를  $B_1$ 이라 하면

$$\begin{aligned}
 B_1 - B = & \frac{y^2 \rho}{2R_1 N_1} t_1 - \frac{y^4 \rho}{24R_1 N_1^3} t_1 \\
 & (5 + 3t_1^2 - \eta_1^2 - 9t_1^2 \eta_1^2) \\
 & + \frac{y^6 \rho}{720R_1 N_1^5} t_1 (61 + 90t_1^2 + 45t_1^4) \quad (3.9)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 l = & \frac{y \rho}{N_1 \cos B_1} - \frac{y^3 \rho}{6N_1^3 \cos B_1} (1 + 2t_1^2 + \eta_1^2) \\
 & + \frac{y^5 \rho}{120N_1^5 \cos B_1} (5 + 28t_1^2 + 24t_1^4) \quad (3.10)
 \end{aligned}$$

이다.

### 3.3 子午線收差 및 線增大率

그림(3-4)에 表示된 바와 같은 角  $\gamma$  (子午線에서 時計方向을 正)를 等角投影에서의 子午線收差라 한다.

三角點成果表에는  $-\gamma$ 의 값이 眞北方角으로서 收錄되어 있으며

方向角 - 眞北方角 = 方位角

의 관계가 있다. 그림에서 分명한 바와 같이  $\tan$

$\gamma$ 는 等緯度圖 投影曲線의  $\frac{dx}{dy}$ 이다.

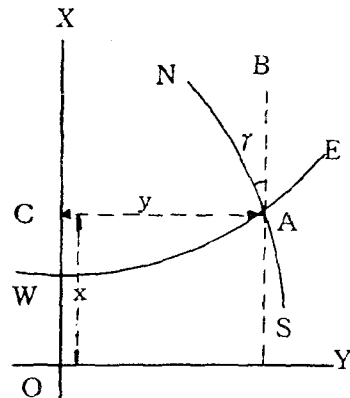


그림 3-4  $\gamma$ : 子午線收差 NAS: 子午線의 投影 WAE: 等緯度圖의 投影

式(3.7) 및 (3.8)로부터  $dx/dl$ ,  $dy/dl$ 를 求하여 위에서 말한 관계에 代入하면

$$\begin{aligned}
 \tan \gamma = & l \sin B + (l^3/B) \sin B \cos^2 B (1 + t^2 + 3\eta^2 + 2\eta^4) \\
 & + (l^5/15) \sin B \cos^4 B (2 + 4t^2 + 2t^4) \quad (3.11)
 \end{aligned}$$

으로 된다. 式(3.11)과  $\gamma = \tan \gamma - \tan^3 \gamma / 3 + \tan^5 \gamma / 5$  와를 綜合하면

$$\begin{aligned}
 \gamma = & l \sin B + (l^3/3\rho^2) \sin B \cos^2 B (1 + 3\eta^2 + 2\eta^4) \\
 & + (l^5/15\rho^4) \sin B \cos^4 B (2 - t^2) \quad (3.12)
 \end{aligned}$$

이다. 이것은 子午線收差를 ( $l, B$ )로 表示한 것이며 이를  $x, y$ 로 表示하기 위하여 式(3.12)에 式(3.10)의 關係를 代入하면

$$\begin{aligned}
 \gamma = & (y\rho/N_1) t_1 - (y^3\rho/3N_1^3) t_1 (1 + t_1^2 - \eta_1^2) \\
 & + (y^5\rho/15N_1^5) t_1 (2 + 5t_1^2 + 3t_1^4) \quad (3.13)
 \end{aligned}$$

로 된다.

線增大率  $m$ 은 準據橢圓體面上的의 微小線分과 그에 對應하는 平面上的의 微小線分을 생각함으로

$$m^2 = \left( \frac{ds}{dS} \right)^2 = \frac{(dx^2 + dy^2)}{(RdB)^2 + (N \cos B dl)^2} \quad (3.14)$$

또는 式(3.14)을 약간 變形하여

$$m^2 = \left(\frac{dy}{dl}\right)^2 \frac{1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)^2}{N^2 \cos^2 B \left\{1 + \left(\frac{RdB}{N \cos B dl}\right)^2\right\}} \quad (8.15)$$

이라 쓸 수 있다. 지금 微小線分의 橢圓體面上의 方位角을  $\alpha$ , 平面上의 方位角을  $T$ 라 하면

$$\frac{dy}{dx} = \cot T, \quad \frac{RdB}{N \cos B dl} = \cot \alpha$$

이므로 이를 式(3.15)에 代入하면

$$m = \frac{dy}{dl} \cdot \frac{1}{N \cos B} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin T} \quad (3.16)$$

等角投影에서는  $\alpha$ 의 값에 상관없이 增大率은 一定하기 때문에  $\alpha=90^\circ$ 라 하면  $T=90^\circ-\gamma$ , 이 관계를 式(3.16)에 代入하고 式(3.10)으로부터 求하여지는  $dy/dl$  및  $\sec \gamma = 1 + \gamma^2/2 + \dots$ 과 式(3.12) 등으로부터

$$m = 1 + \frac{l^2}{2\rho^2} \cos^2 B (1 + \eta^2) + \frac{l^4}{24\rho^4} \cos^4 B (5 - 4\eta^2) \quad (3.17)$$

을 얻는다. 이 式(3.17)을  $(x, y)$ 로 고쳐 쓰면

$$m = 1 + y^2/2r^2 + y^4/24r^4 \quad (3.18)$$

(다만,  $r^2 = RN$ )

이 얻어진다.

#### 4. 우리나라 平面直角座標系

前述한 과와 같이 우리나라 平面直角座標系는 3系로 區分되고 있으며 당초 測地測量計算을 위하여 導入한 것을 오늘에 이르기까지 그대로 사용하고 있는 實情이다. 따라서 周邊地域에 있어서의 測地線의 歪曲은 상당히 클 뿐만 아니라 適用區域에 대한 技術的 行政的 配慮가 전혀 이루어지고 있지 않아 適用 또는 利用面에서도 問題點을 던져주고 있다. 이는 公共測量 등에서 어느 程度 넓은 地域이나 높은 正確度의 測量을 하고자 할 때에는 距離 및 方向을 補正할 必要가 생기게 되고 座標系의 中央經線에 인접한 地域에서 겪게되는 座標系 選擇의 어려움 및 混亂 등에서 單的으로 나타나고 있다.

최근 각종 國土建設事業의 大型化, 高度化 趨勢에 따라 公共測量등의 正確度 向上이 어느 때

보다도 질실하게 요망되고 있는 점에 비추어 利用者에게 최대의 便益을 주는 동시에 測地線의 歪曲을 되도록 적게 하는 보다 合理的인 새로운 座標系의 導入이 요구되는 時點이라 하겠다.

이를 위하여는 南韓地域을 그 對象으로 할 때에 현재의 3系에서 7系 또는 8系로 座標系를 늘리는 方案이 바람직하다고 생각된다.

즉, 韓半島는 南北으로 거의 同一한 幅으로 크게 떨어진 地形上의 特性을 가지고 있으므로

① 現在の 基準緯度線인  $38^\circ(N)$ 線外에  $36^\circ(N)$ 線을 基線緯度線으로 취하고 主子午線은 現行대로 취함으로써 內陸을 6系로 하는 동시 濟州島一圓을 그 適用區域으로 하는 1系를 導入, 全國을 7系로 區分하는 方案

② ①의 7系外에 울릉도 및 獨島를 그 適用區域으로 하는 1系를 追加함으로써 8系로 區分하는 方案을 생각할 수 있다.

以上の 두 案중 公共測量 등에서의 活用이라는 測面에서는 ②案을 實務的인 案이라 할 수 있으므로 本 研究에서는 ②案을 導入하는 것으로 한다.

그림 (4-1)은 새로 導入한 우리나라 平面直角座標系를 表示한 것이며 表(4.1)은 그경우의 座標原點의 經緯度이다.

각 座標系의 適用區域은 行政區域 등을 고려하여 合理的으로 調整되어야 할 것이나 여기서는 經緯度線으로 區分하는 것으로 하고 座標系의 名稱도 I, II, III.....등의 記號로 表示하는 것으로

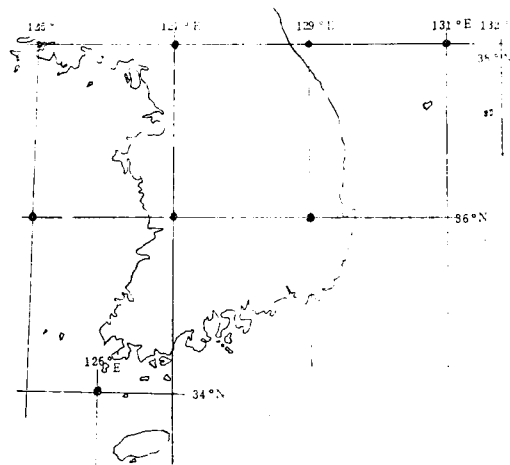


그림 4-1 새로운 平面直角座標系(案)

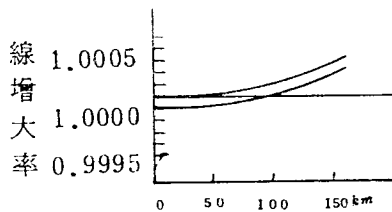


한다.

表 4-1 座標原點

記號	座標原點緯度	座標原點經度	備考
I	38°00'00" N	125°00'00" E	
II	"	127°00'00" E	
III	"	129°00'00" E	
IV	36°00'00" N	125°00'00" E	
V	"	127°00'00" E	
VI	"	129°00'00" E	
VII	34°00'00" N	126°00'00" E	
VIII	38°00'00" N	131°00'00" E	

지금 座標原點의 線增大率( $m_0$ )을 1 보다 다소 적은 것을 導入하는 경우를 생각해 본다.  $m_0=1$ 인 경우와  $m_0=0.9999$ 인 경우의 投影領域內에 있어서의 線增大率의 相關關係는 그림(4-2)와 같다.



(中央經線으로 부터의 거리)

그림 4-2 座標原點으로 부터의 線增大率

그림(4-2)에서 알 수 있듯이 座標原點의 線增大率을 다소 적게 함으로써 投影領域 全體로서는 投影의 歪曲을 줄이는 效果를 나타내고 있다.

또한 새로 導入한 座標系에서의 縮尺係數  $s/S$ 는 1/10,000 以下이다.

따라서 本 研究에서는 座標原點의 線增大率로서  $m_0=0.9999$ 를 導入한다.

이 경우 正確度 1/10,000 以下の 測量에서는  $s=S$ 라 간주함으로써 보다 實務的인 座標系로 活用할 수 있을 것이다.

## 5. 結 論

國家의 事業으로서의 우리나라 近代測量의 矯矢는 1910年 舊韓國 政府에서 企劃한 土地調査 事業이라 할 수 있고 不幸하게도 그 事業은 朝

鮮總督府에 承繼되어 1910~1918年間에 걸쳐 約 20餘萬 km<sup>2</sup>의 廣大한 測量이 完了되고 있다.

그 當時의 測地事業量은

基線 : 13個所

大三角點 : 400點

大三角補點 : 2,401點

小三角點 : 31,646點

등이다. 우리나라 測地網은 日本의 東京原點을 그 原點으로 하여 對馬島를 거쳐 釜山 影島 및 巨濟島에 連結되었고 大三角本點 및 補點은 日本의 2等三角點에 該當한 것이었다.

1936年에 日本의 陸地測量部는 우리나라에서 日本에 準하는 三角測量을 看手한 바 있으나 第二次 世界大戰의 影響을 받아 10點의 觀測만으로 中斷하였으므로 우리나라 三角點의 位置決定을 위한 平均計算은 全의으로 가우스相似二重投影面上에서 行하여 졌음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 三角點의 位置表示에 사용되고 있는 平面直角座標는 가우스相似二重投影에 의한 平面座標이고 座標系 또한 3系를 그대로 維持한채 오늘에 이르고 있다.

말하자면 우리나라 平面直角座標는 局地的인 測地線의 歪曲 등과 같은 實務面에서의 不合理性을 지니고 있다 하겠다. 따라서 새로운 投影法 및 座標系의 導入을 위한 試圖의 하나로 本 研究에서는

① 가우스·크뤼거 投影

② 8系의 平面直角座標系

③ 座標原點에서의 線增大率  $m_0=0.9999$  등을 우리나라 實情에 알맞는 投影法 및 座標系로서 導出, 分析하였다.

특히 國立地理院에서는 獨自的인 測地網 構成을 위한 懸案事業을 推進하고 있으므로 이를 契機로 同 測地網의 成果로서의 平面直角座標는 새로운 投影法과 座標系에 의하는 變革이 이루어져야 할 것이다.

여기서 問題點으로 提起되는 것은 地籍座標이다. 地籍表示는 그 社會的 性格과 波及效果로 미루어 現地點에서의 變換은 不可能한 것으로 생각되나 地籍의 全面改測과 같은 國家的 規模에서의 改測事業이 計劃, 施行되는 경우에는 當연

히 새로운 投影法 등에 의한 座標로 變換되어야 함은 말할 나위도 없다.

또한 一定期間, 三角點의 成果로서 두 平面座標을 併用하는 방법도 고려되어야 할 것이다. 과분한 탓인지는 몰라도 오늘에 이르기까지 우리나라 平面直角座標에 관한 本格的인 調查研究가 거의 없었다는 것은 유감된 일이라 아니 할 수 없으며 本 研究가 하나의 契機가 되어 앞으로의 多角的인 調查研究에 적은 보탬이나마 띄기를 바라는 마음 간절하다.

끝으로 本 研究와 관련하여 귀중한 文獻 및 資料 등을 提供하여 준 國立地理院 關係者 여러 분에게 深甚한 謝意를 표하는 바이다.

#### 參考文獻

1. Jordan, Eggert, Kneissel: Handbuch der Vermessungskunde IV-2 (1958).
2. Simons, Oxtoby: Map Projections, Lecture Note of ITC (1977).
3. Richardus, Alder: Map Projections (1971).
4. 石川甲子男, 干田寬, 市原滿: 地理的 座標와 平面直角座標와의 相互變換, NEAC-S.P. Journal No. 15 (1966).
5. 石川甲子男: 電子計算機에 의한 가우스 2重投影의 計算, GSI Journal No. 42, (1971).
6. 朝鮮總督府: 朝鮮土地調查報告書(1918).
7. 建設省 國土地理院: 測量地圖百年史(1970).
8. 日本測量協會: 現代測量學, Vol.1, Vol.3, (1981).
9. 日本測量協會: 測地學의 概觀(1974).
10. 檀原毅: 測量工學(1973).
11. 國立地理院: 韓國地誌(總論)(1981).
12. 國立地理院: 測地技術發展研究報告書(1979).
13. 日本陸地測量部: 一等三角測量實行法
14. 原口昇 } 三角 天文測量(1959) 森北出版社.  
今野貞彦 }