

航空寫眞 撮影과 地上基準點 測量

Aerial Photographing & Ground Control Survey

—榮山江流域 農業開發事業에 利用한—

—On The Yong San Gang Irrigation Project—

尹 在 漢*·崔 柄 雨*
Jae Han Yoon Byong Woo Choi

1. 概 要

1) 序 言

農業振興公社에서는 榮山江流域農業開發事業을 迅速하고도 効果的으로 遂行하기 爲하여 1971年 12月 에 1차로 全南의 長城, 潭陽, 光州, 咸平, 羅州, 和 順·靈岩·務安郡의 8個郡과 光州·木浦市의 2個 市 1,200 km²를 對象으로 航空寫眞撮影(撮影縮尺 1:6,000)을 實施하였다.

航空寫眞撮影을 完了한 地域의 1:1,200 地形圖를 製作하기 爲하여 1972年度에 于先 145km²에 對한 現地 地上基準點 測量을 測量士 60餘名을 投入·50日間에 걸쳐 실시하였으며 얻어진 成果로 1:1,200 地形圖가 完成되면 이 地形圖에 依하여 耕地整理 實施設計를 할 計劃이다.

航空寫眞測量은 寫眞測量 또는 寫眞測定이라고도 하며 이는 어느 物體의 狀態를 撮影, 即 寫眞의 像으로 記錄해 놓고 이것을 基準으로 測定, 調査하는 새로운 學問中의 一分野이며 寫眞測量技術과 航空機의 特性을 結合한 것이라 하겠다.

특히 寫眞測量은 普通狀態에서 測定할 수 없는 것을 測定할 수 있는 便利한 點이 있다.

여기 航空寫眞撮影부터 應用까지 作業現況을 順序로 表示하면 그림 1. 과 같다.

2) 目的과 利用度

農業振興公社에서 實際로 設計에 航空寫眞測量을 利用한것은 榮山江流域農業開發事業이 처음이며, 一般測量보다 迅速하고 精密度도 떨어지지 않는다.

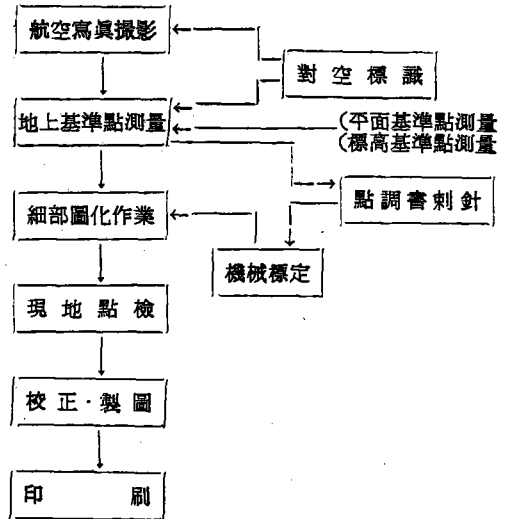


그림 1. 航空寫眞作業順序

航空寫眞測量의 實施目的은 IBRD/IDA 借款으로 施行하고 있는 榮山江流域 農業開發事業을 第3次 5個年經濟開發計劃期間中 制限된 期間과 人員에 拘碍받지 않고 本事業을 遂行하기 爲한 것이며 主로 用排水路調査測量設計에 利用되고 耕地整理設計에 使用될 것이다.

航空寫眞은 單純히 地形圖를 作成하는것 뿐만 아니라, 土地利用現況, 地質과 地質構造, 土壤分類判別 地下資源分布, 河川水面狀態, 交通量等 그 利用度가 많다.

航空寫眞은 正確한 記錄性, 平面寫眞으로부터 立體的測定, 寫眞에서 質을 索出할 수 있는 3가지 要素를 가지고 있다.

* 農振公 榮山江事業所

2. 攝影의 法則

航空寫眞을 撮影할 때 반드시 지켜야 할 法則이 있다. 이는 測量함을 目的으로 航空寫眞을 撮影할 境遇 반드시 重複된 寫眞을 撮影치 않으면 안된다.

1) 縱方向의 重複

飛行機가 進行하는 方向 即 縱方向으로 約 60% 重複하여 撮影해야 하며 이는 다음에 地圖를 作成할 때나 寫眞이 立體的으로 되기 爲하여 絶對的으로 必要한 것이다. 이 60% 重複은 平地의 境遇이며 山岳地帶에서는 더 重複하여 撮影한다. 이것을 over-lap 라 한다.

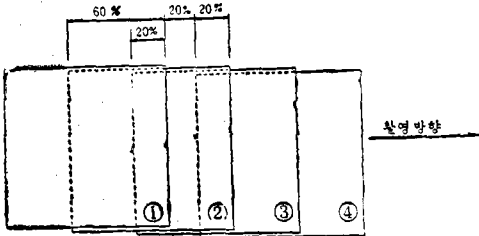


그림 2. 縱方向重複

그림 2. 에서 보는 바와 같이 60% 重複撮影하던 ①의 寫眞과 ②의 寫眞에서는 20%의 重複이 되고 이 部分은 3枚의 寫眞에 같은 것이 撮影되고 있는 것이다.

2) 橫方向의 重複

넓은 地域을 平行으로 飛行撮影할 때 처음의 Course 와의 사이를 그림 3. 과 같이 約 30%씩 重複 되도록 撮影해야 하는데 이것을 Side-lap 라 한다.

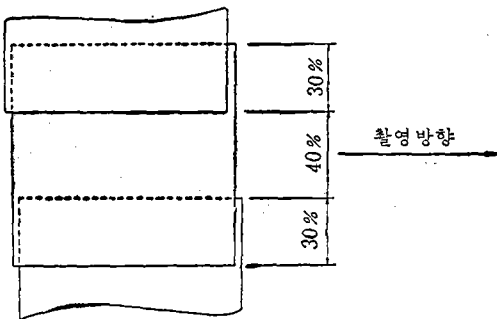


그림 3. 橫方向重複

이것도 地圖를 作成할 때 처음 Course 의 場所와 다음 course 의 場所를 잘 結合하기 위해서이다.

3. 攝影의 方法

1) 帶狀을 撮影할 때

예를 들어 河川, 鐵道, 道路等 帶狀의 것을 撮影할 때는 飛行機의 道筋은 언제나 直線 飛行을 하

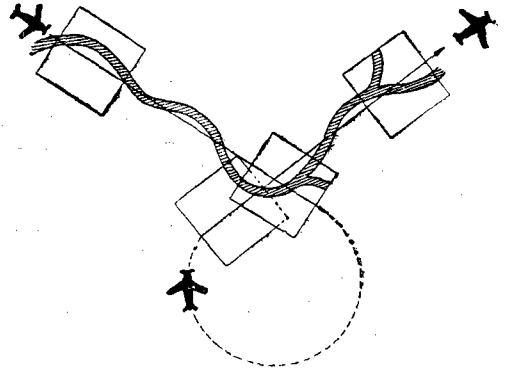


그림 4. 帶狀攝影方法

도록 하여 數個의 Course 로 나누어 撮影한다.

飛行方向을 變更하기 爲하여 回轉할 때 機體는 크게 傾斜되므로 撮影은 中止한다.

2) 넓은 地域을 撮影할 때

넓은 地域을 몇 번이고 飛行하여 航空寫眞을 빠짐없이 撮影하자면 普通 東西의 方向으로 飛行하면서 縱橫으로 重複하여 撮影하는 데 이 方法을 一般的으로 地域撮影이라 한다. 또 넓은 地域에 對하여 地圖를 作成할 境遇 東西의 方向을 撮影하는 以外에 南北의 方向을 適當한 間隔을 두고 撮影할 때도 있다. 이것은 地圖를 作成할 때 骨組測量의 役割을 하는 것으로 骨幹撮影이라 한다.

撮影을 實施하기 前에 寫眞縮尺을 決定하고 撮影 Course 間隔 및 Course 方向을 1/50,000 圖面에 表示하여 撮影計劃을 樹立해야 하며 모든 資料는 “建設工事標準품집”을 利用한다. 即 焦點距離 15 cm 의 카메라를 使用하여 寫眞縮尺 1/6,000 로 撮影하려면 飛行高度 900 m, 1邊의 撮影距離 1.38 km, 撮影基線長 0.55 km, Course 間隔 0.97 km, 스테레오 (Stereoe) 面積 0.53 km²가 된다.

榮山江流域의 撮影은 前述한 2)項의 方法을 利用하여 對象面積 1,200 km²를 88 Course(撮影 Course 延長 1,828 km)로 나누어 撮影하였다.

成果品은 航空寫眞撮影目的에 따라 다르나 地形圖製作을 目的으로 할 境遇 成果品은 원필름(1부) 양화필름(1부), 密着寫眞(2부 以上), 標定圖(1/50,000 2部 以上) 및 其他 撮影記錄簿 등이 必要하게 된다.

4. 航空寫眞과 地形圖의 縮尺

地圖는 實際의 地形을 어느만큼 縮小形으로 表示

해 있는가를 縮尺으로 表示한다.

航空寫眞의 境遇도 같은 것이며 寫眞에 撮影된 地形이 實際地形의 몇 分之 一로 縮小한 形으로 되어 있는가가 先第一 重要な 것이다.

이것을 寫眞縮尺이라고 하며 그 寫眞이 6,000分之 1의 크기라면 1:6,000 또는 1/6,000으로 表示한다.

寫眞縮尺은

$$S = \frac{f}{h} \text{로 求할 수 있다.}$$

여기서 S: 寫眞縮尺

f: 렌즈의 焦點距離

h: 撮影時 飛行高度

寫眞 한 쪽에 記錄되어 있는 計器盤을 보면 그 寫眞의 縮尺을 알 수 있으나 計器의 高度로부터 地面까지의 高度를 使用치 않으면 正確한 縮尺을 알 수 없다.

寫眞縮尺과 飛行高度의 關係는 그림 5. 와 같이 表示된다.

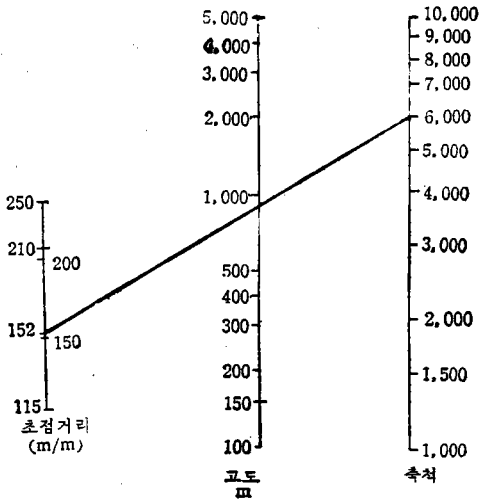


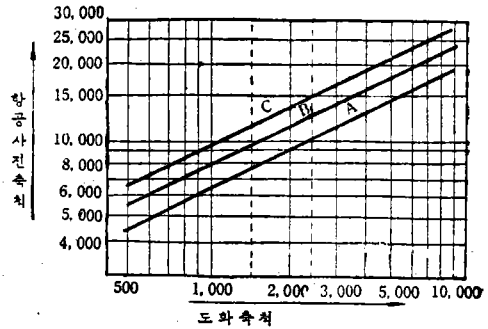
그림 5. 撮影縮尺計算表

특히 焦點距離, 飛行高度, 寫眞縮尺 等의 關係가 算出되는 monograph를 作成한 것이다. 위에 表示한 圖의 例는 焦點距離 15 cm(實際는 15.2 cm)를 使用할 境遇 飛行高度 900 m 이면 寫眞縮尺은 $S = \frac{0.15 \text{ m}}{900 \text{ m}} = \frac{1}{6,000}$ 인 것을 表示해 주고 있다.

航空寫眞으로 地形圖를 造作하기 爲하여는

- ① 그 地形圖가 어떠한 目的으로 使用되는가를 알아야 하고 正確度, 地形圖一枚의 크기등을 決定
- ② 等高線間隔은 어떻게 해야 하는가를 決定
- ③ 航空寫眞의 縮尺으로부터 地形圖의 縮尺을 決定해야 한다.

航空寫眞의 縮尺과 製作하려고 하는 地形圖의 縮尺과의 關係는 그림 6. 과 같다.



A: 높은 정도를 요할때

B: 중간의 정도를 요할때

C: 보통의 경과를 요할때

그림 6. 航空寫眞縮尺과 地形圖의 縮尺關係

5. 航測基準點測量

地圖에는 基準이 되는 點이 必要하다. 即 山頂上에 있는 三角點이 그 하나이며 緯度, 經度로서 地球上의 位置를 明確하게 알고 있어야 하고 높이도 測定돼 있어야 한다. 또한 道路의 옆에 있는 水準點과 같은 標高단을 測定한 點도 必要하게 된다.

航空寫眞을 使用하여 詳細한 地形圖를 새로 作成함에는 現在 榮山江流域內에 있는 基準點만으로는 充分하지 못하므로 現地에서 實測하여 地上基準點을 增加하였다.

航測基準點이란 撮影된 2枚의 重複寫眞으로 形成되는 實體 모델上의 適所에 選點된 基準點을 말하며 大別하여 地上에서 直接 測量하는 地上基準點과 寫眞上에서 座標을 測定하는 基準點이 있다.

이러한 基準點들은 細部圖化를 하기 爲한 點들이며 寫眞上에 明確한 點의 位置와 高低差를 實測하여 그 成果로서 地形圖를 作成하려는 것이다.

測量成果는 平面座標(平面基準點)와 標高座標(標高基準點)를 決定하기 爲한 平面基準點測量과 標高基準點測量을 主로 實施한다.

平面基準點測量은 圖化에 必要한 位置를 擇하고 三角測量, 多角測量의 方法을 利用하여 實施하며 標高基準點測量은 水準測量의 方法으로 한다.

1) 準備

現地에서 地上基準點測量을 實施하기 前에 準備해야 할 일들이 있다.

먼저 密着寫眞을 가지고 重複되는 實體 모델上에

화에 必要한 基準點을 大略 決定한다.
 圖上에서 定한 基準點들은 現地에서 確認하여 選하고 明確한 位置에 造標한다.
 다음으로 1:50,000 圖面이나 1:25,000 圖面上 既知三角點을 利用하여 基本三角網을 構成하고 業方法, 作業計劃을 樹立한다.
 準備한 機械와 器具는 三角測量, 水準測量에 必要한 Transit, Level은 勿論이고 寫眞判讀을 爲한 體鏡, 測量에 必要한 부속器具와 成果計算을 爲 資料 및 計算機等이다.

Transit는 現在 農振公이 保有하고 있는 20"讀을 用해되나, 이는 1"讀 Transit (Th 2, T₂)보다 定에 많은 時間이 所要되고 測定成果도 떨어진다.

2) 地上基準點의 選點要領

모든 地上基準點의 選點이 끝나면 詳細한 調查를 成하여 圖化士가 明確한 位置를 찾을 수 있도록 寫眞上에 測針으로 其位置와 番號를 表示해야 다. 選點에 있어 留意할 事項은 다음과 같다.

가) 地上基準는 現地에서 實體視寫眞과 對照가 良好하고 天井부터 45° 以上の 視界가 될 것.

나) 選點된 位置는 半永久的 또는 永久的으로 傾斜變化가 없는 明確한 場所일 것.

다) 地形地物을 利用한 平面基準點은 線上 交叉點을 擇하여야 하며 假想的(假想線, 假想點)表示는 可할 것.

라) 標高基準點은 周圍約 5~10m가 평탄한 位置에 잡되 寫眞上의 色調가 適切해야 하며 純白 또는 純黑色의 單一色調를 가진 것은 避할 것.

3) 平面基準點測量

平面座標의 成果를 얻기 爲하여 主로 三角測量의 法을 利用한다. 이를 測量하기 爲하여 基本三角과 實際圖化作業에 必要한 求點三角網으로 區分여 實施할 수 있으며 基本三角網은 既知邊에서 既邊에 閉合시키는 것을 原則으로 한다.

求點三角網을 構成하여 實施할 境遇에는 基本三點에서 3次以內의 三角網으로 해야 한다.

現地에 造標, 觀測하기 前에 實體 모델上에 基準의 位置를 定해야 하는데 平面基準點의 數는 많 수록 좋으나, 過剩精密度에 따라 經費의 浪費와 必要한 努力이 消耗되므로 이를 可及의 避하고 使目的에 따라 決定해야 한다.

即 實體 모델 마다 最少 2點以上을 配置하는 것을 原則으로 하는데 Over Lap, Side Lap 되는 部分에 點2點을 配置할 境遇에는 對角線方向으로 平面基準點을 配置한다.

1972年 6月 農振公에서 實施한 平面基準點測量에 는 精度를 考慮하여 實體모델마다 求點4點(平面

基準點)을 配置하였다.

이와 같이 精密寫眞에 平面基準點의 位置와 數가 決定되면 現地에서 對照하고 寫眞上의 明瞭한 點에 造標하고 觀測한다.

角의 觀測은 20"讀以內의 精密 Trmsit를 使用하고 方向觀測法 倍角觀測法으로 實施해야 하며 望遠鏡 正位 및 反位로 觀測해야 한다. 水平角의 制限은 아래 表에 依한다.

基準點 間距離	最小 讀值	方向觀測法		倍角觀測法	
		對回數	觀測差 配角差	倍角	正反觀 測差
2km以上	20"以上	3	40"	60"	正反各 三倍角 60"
0.5~2km	"	2	40"	60"	" 60"

平面基準點測量에서 規制할 正確度는 다음과 같다.

三角網	邊長	500 m未滿	2km未滿	2km以上
單 三 角	三角形 閉合差	±40"이하	±30"以下	±20"以下
	邊長의 交差 (對數7位)	160 "	120 "	90 "
	座標의 交叉	30 "	30 "	30 "
其 他 三 角	三角形 閉合差	±40" "	±30" "	±28" "
	方向角 閉合差	15" + 12"√n	10" + 8"√n	5" + 6"√n
	邊의 閉合差 (對數7位)	100√2+n	46√2+n	25√2+n
座 標	座標	$X = 2(0.1)^2 + \left(\frac{dY}{200}\right)^2 \div \left(\frac{A}{900}\right)^2$		
	閉合差	$Y = 2(0.1)^2 + \left(\frac{dX}{200}\right)^2 \div \left(\frac{A}{900}\right)^2$		

上記表에서 n : 三角形의 數
 dx·dy : 知點間의 座標差
 A : 方位條件式에서의 1點의 方位誤差
 S : 邊條件式의 代數閉合差

平面基準點은 三角測量의 方法으로 實施함이 原則으로 되어 있으나 現地條件으로 因하여 不得已한 境遇에는 多角測量과 交會法으로 한다.

그러나 이와 같이 하여 決定된 點은 다음 既知點으로 使用할 수 없으며 三角形의 內角은 30°~120°範圍內에 들어야 한다.

交會法을 利用하려고 하면 3個以上の 既知點에 依한 前方 또는 側方 交會法으로 하고 後方交會法에 依할 때는 4個以上の 既知點을 利用한다.

어떻한 條件下에서라도 多角測量法과 交會法에 依하는 測量은 可及의 避하고 三角測量方法을 使用해야 한다.

4) 標高基準點測量

標高基準點은 實體모델마다 3點以上을 配置하면 圖化作業이 可能하다. 이 基準은 前述한 平面基準點의 位置에 配置하고 實體모델상 適所에 配置하여 水準測量의 方法으로 成果를 얻는다.

位置測定은 平面基準點과 같이 寫眞上에서 明瞭한 點을 擇하고 平坦한 곳을 찾아 標高를 決定해야 한다. 圖化機內에 있는 Plotting Point는 0.1mm 이므로 地形圖縮尺에 따라 다르나, 1:1,200 地形圖에서는 實際 0.12m의 直徑에 該當되기 때문에 最少限 0.12m 보다 넓고 平坦한 곳을 擇하는 것이 좋다. 가장 理想的인 點의 位置는 周圍가 5m~10m 를 維持하는 곳이 좋으나 市街地를 除外한 山地나 耕地에서는 困難하다. 이런 곳에서는 普通道路의 交叉點, 논 等を 擇한다.

水準測量의 方法은 往復測量을 하는 것이 原則이며 正確度는 往復測量의 差와 閉合했을 때의 差가 $1.5\sqrt{L}$ cm 이라야 한다.

$$L = \text{水準路綫의 延長(km)}$$

6. 地上基準點測量作業範圍

1次로 施行한 榮山江流域 145km²에 對한 地上基準點測量은 5項에서 記述한 基準點選點要領 및 基準點測量을 根據로 實施하였으며 平面基準點(求點) 578點, 水準測量 316 km 를 現地에서 實測하였다.

平面基準點(求點)의 成果를 얻기 爲하여 基本三角點에서 一次三角網으로 觀測計算하였으나 位置上 이러한 三角網이 困難한 求點들은 2~3次三角網을 構成하여 觀測하였고 視通이 全혀 不可能한 求點들은 多角測量의 方法에 依하여 平面의 位置를 cm 까지 算出하였다.

標高基準點(水準點)은 基本水準網을 往復測量과 閉合으로 標高를 決定하여 圖化에 必要한 標高基準點의 높이를 mm 까지 決定했다.

7. 結 言

以上으로 航空寫眞攝影에서 地上基準點測量까지 를 略述하였다.

여기서 細部圖化, 現地點檢測量, 圖化作成製圖, 스크라이브原圖作成 및 複製, 印刷를 거쳐 地圖가 完成되나 이 課程들은 다음 機會로 미루고 航空寫眞測量의 其他利用에 對하여 몇가지 紹介하고 本稿를 맺는다.

1) 森林調査

木材資源과 治山·治水 等を 爲하여 森林狀態를 航空寫眞을 利用하여 調査한다.

即; 山의 大體的인 形狀

林木의 種類와 生産狀態

木材의 生産可能量

將來의 植樹計劃資料

2) 土地臺帳作成

우리나라의 大部分의 地籍圖(1/600, 1/1,200, 1/3,000, 1/6,000)는 50年 以上の 낡은 것이며 土地의 形態와 用途가 相當히 變化하여 왔기 때문에 이의 修正이 切實히 要請되는 바 다음과 같은 方法으로 土地臺帳을 更新할 수 있다.

土地所有者의 立會下에 相互境界를 確定

境界 要所要所에 標識設置

航空寫眞攝影

地籍圖作成

地番, 地目, 地積, 所有者 姓名 記入後 土地臺帳作成

3) 其他 遺跡地發見, 災害狀況記錄, 스모그(Smog) 調査, 地質調査, 土壤調査, 交通量調査 等 多樣하다.