

空中寫眞測量(Ⅱ)

白 殷 基*

3-2. 撮影의 實施(Execution of photographing)

颱風에 의한 洪水 등이 災害調査와 같이 특별한 경우를 제외하고는 일반적으로 촬영은 日氣가 좋은 날을 택하여 실시해야 한다.

(1) 偏流回轉

撮影비행기에는 조종사 외에 撮影사가 동승하여 撮影하지만 여기에 항공사가 한 사람 더 탑승하여 코오스의 수정과 촬영점의 지시를 받는 것이 바람직하다.

비행 중 옆에서 바람을 받으면 비행기는 옆으로 밀리어 정상적인 코오스로 부터 벗어나려 한다. 이와같은 현상을 偏流라 한다. 이 偏流를 수정하려면 機首를 적절히 바람 부는 쪽으로 향하면서 나르면 된다. 이 때의 각도를 偏流角이라 한다.

이 境遇 그림 1-13 과 같이 사진의 중복이 변위함으로 사진기 전체를 회전하여 수정하나 촬영사는 촬영중 이 偏流에 의하여 변위가 5° 이내(보통은 3°이내)가 되도록 해야 한다.

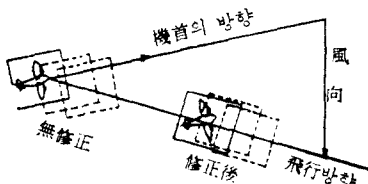


그림 1-13. 偏流角

(2) 撮影高度

飛行高度가 바뀌어지면 寫眞縮尺도 달라지므로 예정된 비행 코오스를 등속, 수평, 직선비행토록 조종사는 신중하게 조종해야 된다. 일반적으로 수직 사진의 경사는 전기한 바와 같이 3°~5° 이내라야 하며 5°를 넘는 것은 1% 정도라 한다. 또 1코오스내의 인접촬영점간의 고도차는 撮影高度에도 관계되나 ±10~20m 정도이나 서로 다른 코오스와

특히 撮影日을 달리 할 境遇에는 100~200m를 넘을 때도 있다. 撮影에는 조종사와 撮影사의 호흡이 잘 맞아야 한다.

(3) 空中寫眞의 露出

공중사진촬영 중 가장 중요한 기술은 露出이라 하겠다. 이 露出과 관계가 깊은 3要素를 들면 ① 필타, ② 필립, ③ 태양광선이다.

1) 필 타

일반적으로 판크로필립(pancro film)의 경우는 450 μ ~500 μ 의 필타를 사용하며, 赤外필립의 경우는 700 μ , 색필립의 경우는 85 C(codak filter)를 사용한다.

필타를 사용하는 目的은 照明光線 중에서 어느 파장의 光線을 제시하고, 나머지 光의 파장만을 吸收함에 있다.

赤外線	810 μ 이상
赤↑	810 μ
橙 可	640 μ
黃 視	590 μ
綠 光	550 μ
青 線	492 μ
藍↓	430 μ

2) 필 립

필립은 黑白(pancro), 色(color), 赤外, 色필립이 있다. 黑白은 日産의 富士필립과 벨기, 게발트社의 感光度 33° 및 36° 두 가지가 있으며, 그 중 33°의 感光度는 ASA의 100에 상당하며, 36°의 것은 ASA 200에 상당한다.

(i) 高感度필립

높은 감도의 필립을 空中寫眞촬영에 利用하는 목적은 낮의 촬영時間을 연장하는 것과 야간조명탄下에서 공중사진의 촬영을 가능케 하며, 또한 高速으로 비행함에 생기는 샷타 움직임을 防止하는데 있다.

고감도의 필립 일수록 物理的인 변화를 받기 쉬우

*서울産業大學 土木科(工學博士)

나 트라이 X는 이 점에 있어서 從來의 것보다 安定性이 좋으며, 더운 地方에서도 사용이 가능하다. 또 現像液과 定着液의 온도가 90°F(32°C)를 넘어 도 사용가능하며 解像力이 좋은 점이 특징이다.

(ii) 赤外필름

赤外필름은 森林, 地質, 물과 관계 있는 地域의 判讀에 매우 좋은 效果를 거두고 있다. 外國의 경우 赤外寫眞의 利用度는 해마다 增加一路에 있으며 일반화되어 있다. 赤外寫眞의 效果를 보다 더 높이기 위해서는 우선 物理的인 面과 사진에 利用되는 夕의 光線에너지 分布 등 赤外線의 特성을 미리 잘 알아 두어야 한다.

赤外感光乳劑로 일반적인 公중사진에 사용할 수 있는 것은 대략 900 mμ까지의 感光度의 것이며, 조 정도 이 범위내에 限한다.

(iii) 色 필름

色필름의 종류에 의해 ฟิล타가 달라지며, 일반적으로는 85 C의 ฟิล타가 使用된다. 色필름으로는 후지, 코탁 등이 있으며, 이 외에도 몇가지 商品이 있다.

(iv) 特殊필름

最近 注目할만한 필름으로는 코닥社에서 赤外와 色(color)의 特성을 살려 만들어낸 特殊필름이 있다. 이 필름은 外國의 경우 判讀用으로 많이 利用하고 있다. 특히 森林, 果樹園 등 농작물의 災害調査에 利用되고 있다. 이 特殊필름에는 ฟิล타 500 mμ가 使用되고 있다.

(4) 露出時間의 決定

공중사진측량용 사진촬영에서 노출시간의 적부는 寫眞의 結果를 左右하는데 가장 중요한 포인트이다. 실험에 의한 경험적으로는 被寫體의 콘트라스트(contrast), 사진기와 필름의 組合에 의한 解像力 및 비행기의 速度의 函數로서 다음 식이 주어지고 있다. 그러나 복잡하게 變化하는 被寫體의 사항 판단이 매우 어려운 경험에 의해 行하여지고 있다.

$$t \leq 0.6M/1,000 V \cdot L$$

t : shutter speed

M : 寫眞 scale의 分母值

V : 비행기의 초속

L : 解像力

(5) 撮影實施上의 注意

撮影計劃에 의해 撮影을 하지만 그 실시에 있어서는 앞에서 說明한 바도 있으나 이것을 綜合하여 다음과 같은 점에 주의하여야 한다.

1) 측량 및 調査에 지장이 없을 정도의 구름과

그림자, 눈(雪)이 적은 일기를 택하여 정해진 時間에 撮影을 할 것.

2) 撮影飛行은 등고도 등속의 직선비행을 하여야 하며 기체의 前後左右의 동요 및 施回가 생기지 않도록 할 것.

3) 撮影코오스는 直線이어야 하며 計劃코오스에 대해 左右의 偏流는 撮影幅의 5° 이내가 되도록 할 것.

4) 撮影高度는 計劃高度를 지켜야 하며 기류, 구름 등의 관계상 計劃高度를 維持하기 어려울 때라도 이 高度의 10% 以上の 差가 생겨서는 안된다.

5) 撮影高度의 差는 동일 코오스 내에서 ± 20m, 동일 計劃高度의 코오스 상호간에는 30 m, 촬영일을 달리 할 때는 50 m 이내가 되도록 해야 한다.

6) 사진화면의 코오스 方向에 대한 施回角은 0°가 되도록 修正하고 할 수 없을 때에도 5° 이내로 한다.

7) 사진화면의 경사각은 될 수 있는 한 0°가 되도록 수정하여야 하며, 할 수 없을 境遇라도 5° 이내로 할 것. 사진기의 원형기포가 대체로 中央에 있도록 修正은 하나, 飛行機의 동요까지 修正할 必要는 없다.

8) 코오스 方向에 대한 사진의 중복도를 얻도록 간격조정기를 설치하고 5% 以上の 편차가 생기지 않도록 修正할 것. 간격조정기의 파인더(Finder)의 지표가 움직이는 속도를 지면이 지나는 속도에 일치되도록 수정하면 자동적으로 중복도가 얻어진다.

9) 노출시간은 되도록 1/300 초보다 빠르게 하고, 공기 중의 먼지 등의 영향을 防止하기 위해서 적당한 필름(Filter)을 使用할 것. 노출시간을 1/250 초보다 빠르게 하면 기체의 진동과 비행기의 속도에 의해 사진상의 흔들림을 실용적으로 防止시킬 수 있다.

10) 計器室의 기록이 明確히 적히도록 照光度를 정하고 시제는 촬영개시전에 정확히 맞춰 놓는다.

3-3. 標定圖

공중사진을 지도와 비교해 보면 공중사진은 어느 區域을 촬영하였는가를 판별하기가 지도보다는 까다로우며, 枚數도 많으므로 標定圖가 必要하게 된다. 標定圖라 함은 적당한 지도상에 공중사진의 촬영 支點과 촬영 範圍, 그리고 사진 番號 등의 必要事項을 기입한 것으로서 촬영코오스와 촬영지점(主點)만을 記入한 것과 각 사진의 撮影範圍까지 表示하는 등 여러 가지가 있다. 標定圖에 使用되는 지도의 縮尺은 너무 작거나 커도 使用하는데 불편하며 撮影縮尺의 1/2부터 1/5 정도가 적당하다.

우리 나라에서는 1/50,000 지형도가 갖추어져 있으므로 이것을 使用하면 편리할 것이다. 標定圖는 다음과 같은 순서에 의해 작성된다.

1) 우선 각 사진상에서 대응하는 지표를 연결하고 그 交點(主點)을 붉은 색연필 등으로 0로 表示한다.

2) 지도상에서 각 主點의 위치를 구한다. 이 때 主點 부근의 明確한 지물을 찾아서 그 위치를 表示하고 사진번호를 기입한다.

3) 이 주점위치를 연결하여 코오스를 정하고, 코오스 번호 등을 기입한다.

4) 사진의 네 모퉁이의 위치를 지도상에서 구하고 이들을 연결하여 각 사진의 攝影範圍를 記入한다. 이때 평지이면 사진축척과 지도축척 및 사진의 크기를 생각하여 적당한 크기의 네모꼴을 만들어 지도상에 옮겨 나가면 간편하다. 그러나 攝影高度와 토지의 표고가 달라지면 攝影範圍의 크기와 형태가 달라지므로 주의하여야 한다. 다음 標定圖에 記入할 사항을 列記하면 다음과 같다.

- ① 各 主點의 位置(요컨대 攝影範圍)
- ② 各 코오스 番號와 各 寫眞의 番號
- ③ 攝影寫眞機의 종류(寫眞機番號 등도 記入)와 렌즈의 초점거리
- ④ 攝影年月日
- ⑤ 攝影高度
- ⑥ 그밖의 攝影目的, 촬영기관명, 필름의 보관장소 등이다.

4. 空中寫眞의 實體視

人間은 立體的인 넓이를 가진 공간에 살고 있다. 즉 前後左右, 上下, 圓근이라는 공간을 말한다. 공간의 위치는 그 自體가 평면적이든 立體的이든간에 좌표에 의해서 결정 或은 표현된다. 다시 말해서 평면 X, Y를 가로, 세로의 좌표축, 높이를 Z의 좌표축으로 하여 立體를 正確하게 觀察, 측정, 기록, 재현 등을 할 수가 있다. 사진축량에서 立體라 함은 3차원적인 넓이를 가진 측정의 대상을 2차원의 畫像으로 기록한 사진, 즉 X 좌표와 Y 좌표밖에 측정할 수 없는 사진으로부터 3차원의 측정이 可能하도록 다시 立體的인 공간의 넓이를 가질 수 있는 대상으로 재현하는 일이다. 이와 같이 하여 피사체의 실체를 立體的으로 재현된 것을 實體模像(Stereo Model)이라 하며, 이 사진의 실체(立體) 사진이라 한다. 그리고 이 실체사진을 觀察하는 것을 실체시라 하며, 觀察과 측정하는 기구를 실체경 또는 실체도화기라 한다.

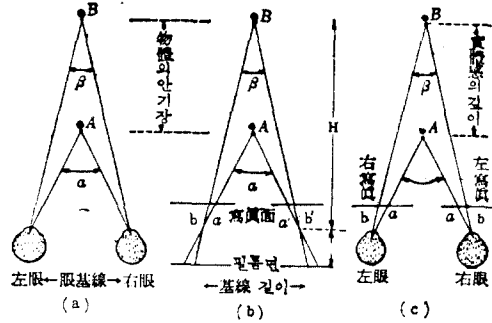


그림 1-14. 實體視의 原理

4-1. 寫眞의 實體感

그림 1-14(a)는 깊이를 가지는 A, B 2개의 物體를 두 눈으로 관찰할 때의 관계를 그림으로 나타낸 것으로 두 눈의 視線의 夾角 α, β 의 差에 의해서 夾角이 큰 A가 가깝게, 작은 B가 멀리 떨어져 있는 것을 알게 된다. 그림 (b)는 똑같은 물체를 眼球와 같은 焦點距離의 寫眞機를 사용하여 두 눈으로 볼 때와 똑같이 2대의 寫眞機로 중복되도록 촬영하였을 때를 표시한 것이다. A, B 두 개의 물체의 像이 寫眞에 기록되는 위치는 左寫眞에 있어서는 a, b, 右寫眞에서는 a', b'로 된다.

다음에 이 사진을 그림(1-15)와 같이 두 눈의 간격(眼基線)으로 配列하여 두 눈으로 관찰하면 A, B 2개의 물체의 像은 실제의 경우와 같은 깊이로 實體像을 볼 수 있다. 이 그림은 원리로 表示한 것이며, 실제의 경우는 상당히 멀리 나타난다.

그 이유는 일반적으로 寫眞機의 초점거리는 肉眼의 것보다 길며 寫眞機의 간격(基線길이)도 사람의 眼基線보다 긴 것이 보통이기 때문이다. 이러한 사진을 두 눈으로 보게 되므로 당연히 畫像의 實體感覺은 실제와 다르게 되는 것이다. 특히 空中寫眞의 경우에는 이와 같은 현상이 현저하게 나타나는 것이다.

4-2. 空中寫眞의 實體感

空中寫眞을 實體視하는 경우와 地形의 實物模型을 관찰할 때를 비교하면 攝影點間의 거리(基線길이)가 보통 사람의 眼基線의 數倍이며, 예컨대 密着의 廣角寫眞에서는 약 1.5 배이다. 그러나 목표의 遠近은 그림 1-14와 같이 두 눈으로부터의 視線 交角의 大小로 판단되므로 거리가 같다 하더라도 基線 길이가 크면 이 交角도 크게 된다.

멀리 있는 물체에 대해서 交角은 基線길이의 數에 比例하므로 遠近感은 약 1.5 배로 된다.

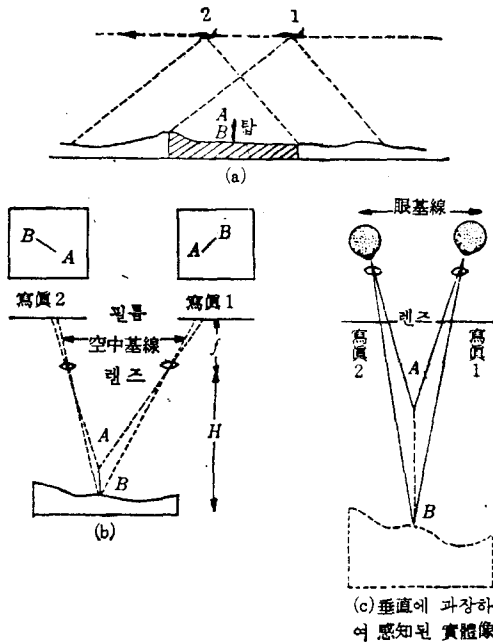


그림 1-15. 空中寫眞의 實體視

그림 1-15(a)는 실제로 空中寫眞이 약 60% 重複되어 連續의 으로 촬영되는 것을 그린 그림이다. 이때 地上에 垂直으로 높은 塔이 서 있다고 假定하고, 이 地形과 塔이 렌즈를 거쳐 필름면에 記錄되어 사진에 프린트(print)된 결과를 表示하면 그림 1-15(b)와 같이 된다.

공중에서 寫眞機의 셔터(shutter)를 누르는 순간의 위치와 다음 사진을 촬영한 위치와의 간격을 空中寫眞測量에서는 空中基線(air base)이라 하며, 이때의 비행고도 H와 空中基線 B와의 비율 基線高度比(base height ratio)라 하며, 때로는 基線比라고 할 때도 있다.

사진기의 초점거리 15 cm, 畫面の 크기 23×23 cm의 標準型의 空中寫眞機로 비행고도 1,500 m부터 60%의 重複 空中寫眞을 촬영하였다 하고, 基線比를 구하면 다음과 같다.

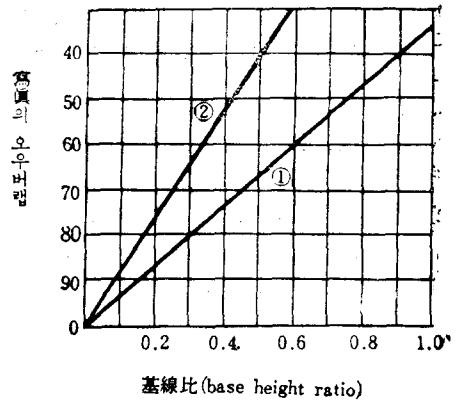
$$\text{寫眞縮尺} = \frac{f}{H} = \frac{150 \text{ m}}{1,500 \text{ m}} = \frac{1}{1,000}$$

$$\text{基線 } B = 23\text{cm} \times 10,000 \times \left(1 - \frac{60}{100}\right)$$

따라서, $B = 920 \text{ m}$

$$\text{基線比} = \frac{B}{H} = \frac{920}{1,500} = 0.6$$

로 된다. 계산에 의해 基線化를 일일이 구한다는 것은 복잡하므로 그림 1-16을 이용해서 간단히 구한다.



① $f = 15 \text{ cm}$, $23 \times 23 \text{ cm}$ 의 경우
② $f = 21 \text{ cm}$, $18 \times 18 \text{ cm}$ 의 경우

그림 1-16. 基線比

4-3. 空中寫眞의 過高感

高空을 나르는 비행기에서 두 눈으로 地上을 관찰할 때 土地의 起伏와 建物의 高低를 식별하기에는 그리 쉬운 일은 아니다. 이것은 두 눈의 基線은 불과 6 cm 정도이므로 數千 m 떨어진 地上에 대해 두 눈으로부터의 視線方向이 거의 平行으로 되어 實體感覺을 얻을 수 없기 때문이다.

그러나 空中寫眞을 實體視하면 高低差를 바로 잘 식별할 수가 있다. 이것은 앞에서 설명한 바와 같이 높이가 數倍로 誇張되어 있기 때문이다. 이것을 過高感이라 한다.

過高로 보이는 量을 過高率이라 한다. 過高感은 空中基線(B), 사진기의 초점거리(f), 撮影高度(H), 觀測者의 눈의 基線(E), 測定距離(d), 분리한 사진의 간격(s), 그리고 實體鏡의 렌즈 초점 거리와 倍率 등에 의하여 변화되며 항상 일정하지는 않다.

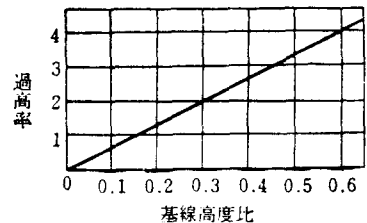


그림 1-17. 基線高度比와 平均過高率의 關係 (렌즈式 實體鏡을 사용)

그림 1-17은 前項에서 구한 基線高度比로부터 구한 평균적인 過高感을 表示한 것으로 초점거리가 약 12 cm, 倍率 2倍의 렌즈 實體鏡으로 관측한 것이므로 가장 일반적인 것으로 대충의 過高感을 아는데 필요한 그래프이다. <끝>