

## 모형비행기를 이용한 항공사진촬영과 시설물 정보의 수집

김병국\*·유동훈\*\*

### A Model Plane Photographing System and Information Collection for Facilities

Byung-Guk Kim\*·Dong-Hoon Yoo\*\*

#### 요 약

시설물관리와 단지설계 등 소규모지역에 대한 항공사진의 필요성은 날로 증가되고 있지만 촬영시 소요되는 비용과 여러 가지 제약으로 인하여 일반 항공사진 촬영용 항공기에 의한 항공사진을 얻는 데는 많은 어려움이 따른다. 본 연구에서는 대축척 공중사진의 효율적인 획득방법의 하나로서 비측량용 카메라를 장착한 원격조종 모형비행기에 의한 사진촬영에 대하여 고찰하였다. RC모형기의 원리를 조사 연구하여 공중사진촬영에 적합한 RC모형기를 제작하였고 이를 이용하여 공중사진을 촬영하는 실험을 수행하였다. 실험결과 지상 시설물의 공중사진을 중복촬영할 수 있었고 모형기를 이용하여서도 일반 항공사진 촬영용 항공기의 기능을 일부 대신할 수 있음을 확인하였다.

**ABSTRACT** : The need of aerial photographs is increasing for small area development such as facility management, site planning, residence planning, and so on. It is not an easy task, however, to take aerial photographs using an aircraft for metric photogrammetry because of the strict regulatins of flying and also photographing in Korea, as well as the cost. As one of efficient methods to take large-scale aerial photographs, we investigated the ways of photographing by a remote controlled model plane(RC plane) with a light weight non-metric camera on board. We had examined the principles of RC planes and assembled a RC plane. And test photographing was performed. Even though we obtained reasonably good stereo-pairs for the grounds and facilities using the RC plane, we found there were yet many problems to be solved, such as difficulties of RC plane control, camera focusing, and accumulation of dust on the camera lens.

---

\* 인하대학교 지리정보공학과 부교수 (Dep. of Geoinformatic Engineering, Inha University, Yonghyun-Dong 253, Nam-Gu, Incheon, Korea, 402-751)

\*\* 아주대학교 토목공학과 부교수 (Dep. of Civil Engineering, Ajou University, Wonchun-Dong San 5, Paldal-Gu, Suwon, Kyongki-Do, Korea, 442-749)

## 1. 서 론

항공사진은 국가기본도 제작 및 시설물관리를 위한 지도제작에 이용되고 있으며 최근에는 단지 계획, 환경관리, 자원탐사, 건물안전진단 등 다방면으로 응용되고 있다. 그러나 항공사진의 촬영은 촬영허가를 사전에 얻어야 하는 등 번거로움이 있으며 항공기의 이륙 및 착륙 장소가 제한되어 있어서 소규모 대상지역의 대축척 지형정보를 얻는데는 많은 어려움이 따른다. 따라서, 본 연구에서는 항공사진 촬영용 비행기를 사용하기가 곤란한 여러 상황에 대처하여 조사 및 기록을 경제적이고 효율적으로 할 수 있는 방안으로 원격조종(Remote Controled) 모형항공기(RC모형기)를 이용한 공중사진 촬영기법에 대하여 고찰하였다.

먼저, 공중사진 촬영에 적절한 RC모형기를 선정하기 위해 RC모형기에 대한 논문 및 관련서적 등을 수집하고 분석하였으며 모형제작사들을 방문하여 카메라 탑재가 가능한 RC모형기의 종류 및 재원을 조사하였다. 이 조사연구에 의하여 결정된 방식으로 RC모형기를 제작하였고, 운행연습을 위해서는 별도의 연습모형기를 따로 제작하였다. 운행연습은 연습용 모형기로 서울 암사동 모형항공기 비행장에서 전문가의 지도하에 실시하였다. RC모형기는 사진촬영용 목적에 맞도록 개조한 후 카메라를 설치하였는데 카메라는 원격조종에 의한 노출이 가능하도록 장치하였다. 다음으로 암사동 고수부지 주변의 도로를 촬영대상으로 하여 공중사진 촬영을 실시하였다.

## 2. RC모형기의 원리

### 2.1 RC모형기의 비행조작

비행기는 그 중심점을 통과하는 3축(기축방향, 상하방향, 좌우방향)을 기준으로 운동한다. 기축방향을 롤링축, 상하방향을 요잉축, 좌우방향을 피치

축이라 하고 각 축 주위의 운동을 각각 롤링운동, 요잉운동, 피칭운동이라 한다(그림 1 참조). 요잉운동은 중심을 지나가는 기체의 상하축 주위의 운동에 의한 것으로서 수직 안정판의 뒤에 설치된 방향타(러더)를 움직이는 것으로 콘트롤한다. 실제 비행기에서는 좌우에 러더페달이 만들어져 있어 오른쪽 페달을 밟으면 러더는 오른쪽으로 움직여 기수가 오른쪽을 향하고 왼쪽을 밟으면 기수가 왼쪽을 향한다. RC모형기에서는 러더의 조작을 원격조종 송신기 스틱의 좌우조작으로 한다.

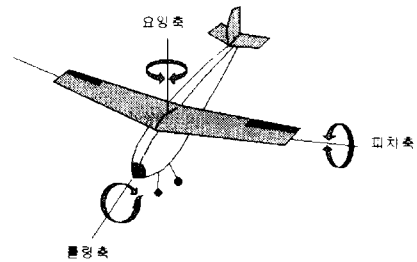


그림1 3-Rotation of RC plane

### 2.2 RC모형기의 안정성과 조종성

기류의 흔들림 등으로 기체가 좌우로 흔들리고 기수가 상하로 움직이더라도 자신의 힘으로 원래의 자세로 돌아가려는 움직임은 안정성이라 하는데 안정성이 좋은 기체는 기류의 변화나 조종자의 순간적인 실수에 안전하지만 조종이 쉽게 이루어지지 않는다는 단점이 있다. 따라서 안정성과 조종성은 trade-off 관계에 있으나 공중사진을 촬영하기 위한 RC모형기는 조종성이 약간 떨어지더라도 안정성이 우선되어야 한다.

### 2.3 프로펠러 기류의 방향

프로펠러는 기체 뒤에서 보아 시계방향으로 회전하고 있으므로 그 후류는 기체를 소용돌이치면서 감싸게 된다. 수직꼬리 날개로는 오른쪽으로의

힘, 수평꼬리 왼쪽날개에는 아래쪽의 힘이 작용한다. 이 영향으로 기수는 왼쪽으로 기울어지고 또한 기수가 들리는 힘이 작용한다. 프로펠러의 후류 외에 회전에 의한 토크의 반동으로 기체는 왼쪽으로 기울어지고 왼쪽으로 돌려고 하는 경향이 생긴다. 이 3가지 영향을 없애기 위해 RC모형기에는 추력선이 무게중심보다 약간 오른쪽과 아래쪽으로 배치되어 있다. 엔진의 부착을 오른쪽으로 기울이는 것을 사이드 슬라이트, 밑으로 기울이는 것을 다운 슬라이트라고 한다.

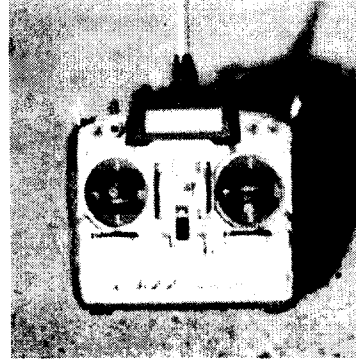


그림2 Remote Controller of RC plane

## 2.4 원격조종 송신기

송신기는 조종자의 조작을 조작방향, 조작량, 조작속도에 따른 전기신호로 바꾸어 전송하는 장치이다. 송신 가능한 채널 수는 송신기의 종류에 따라 다양하고(약 2~10채널), 모든 채널에 서로 다른 신호를 동시에 보내는 것이 가능하도록 설계되어 있다. 수신기는 송신기에서 전송된 전파를 수신하여 채널별 전기신호로 각 서보에 전기신호를 보낸다. 서보는 수신기에서 보낸 전기신호에 따라 조종자가 원하는 방향과 속도에 맞게 모터를 작동시키며 모터는 날개의 양면에 연결된 두 철선을 풀거나 끌어당겨 날개를 조종하게 된다.

송신기의 스틱과 각 스위치는 제조사에 따라 약간씩 부착 위치가 틀리지만 조종 조작을 하는 두 개의 스틱 위치는 기본적으로 비슷하다(그림 2. 참조). 왼쪽 스틱(러더스틱)은 상하의 움직임으로 엘리베이터를 조작하며 스틱은 스프링의 힘으로 항상 중립으로 돌아오도록 만들어져 있다. 오른쪽 스틱(엔콘스틱)은 좌우의 움직임으로 기체의 방향을 조종하고, 상하의 움직임으로 엔진파워를 컨트롤한다. 좌우의 움직임에 대해서는 손을 놓으면 스프링의 힘으로 중립으로 돌아가도록 되어있지만, 엔진의 컨트롤은 원하는 엔진파워의 위치에서 멈추도록 클릭 스톱이 붙어있다.

## 2.5 연료 및 엔진점검

RC모형기에 쓰이는 엔진연료는 사용하는 엔진에 따라 다양하지만 가장 많이 보급되어 있는 것이 글로우플러그를 가열하여 엔진을 작동시키는 글로우 엔진연료이다. 글로우 엔진연료의 역할은 엔진을 작동시키는 외에 냉각효과를 들 수 있다. 연료의 일부는 실린더에서 연소되지 않고 소음기를 통해 밖으로 나오는데 이 액체가 바로 연료 속에 함유되어 있던 윤활성분으로서 내부의 열을 갖고 나오면서 엔진을 식히게 된다.

연료는 엔진의 수명을 좌우하므로 연료의 선택 시에는 엔진 내벽이 깎이거나 내부에 이물질이 쌓이지 않는 연료를 사용하여야 하며 정기적으로 플러그 구멍이나 배기구를 통해 엔진 내부를 점검해 보아야한다. 엔진을 최적상태로 유지하기 위해서는 사용하던 연료를 계속 사용하는 것이 바람직하며 약 4ℓ 정도의 연료를 소모한 뒤에는 분해하여 내부의 이물질을 제거해 주어야 한다. 만약 연료를 바꾸게 되면 바뀐 연료에 맞도록 다시 길들이기를 하면서 카브레타 조종을 해야 한다.

## 3. RC모형기의 제작

### 3.1 촬영용 RC모형기

RC모형기의 재원은 다음과 같으며, 내부에는 카메라를 설치하여 원격 사진촬영을 할 수 있도록 카메라 부착판을 제작, 설치하였다. 본 연구를 위해 제작된 RC모형기는 그림 3과 그림 4에 도시된 바와 같다.

모델 : Auto Kite

크기 : 날개 (길이 : 160cm, 폭 : 160cm)

동체 (길이 : 150cm, 폭 : 25cm)

엔진 : OS91 4cycle, 15cc

무게 : 6.180kg (카메라 포함)

연료 : 알콜계 연료 (탱크 : 450 cc)

재질 : 날개 (듀랄루민 파이프 6061 10, 8, 폴리 에스터(낙하산용 천))

동체 (balsa wood(fly wood))

원격조종장치 : 5-channel (방향타 1, 승강타 2, 엔진control 1, 카메라셔터 1)

기타 : 자동수평조절장치

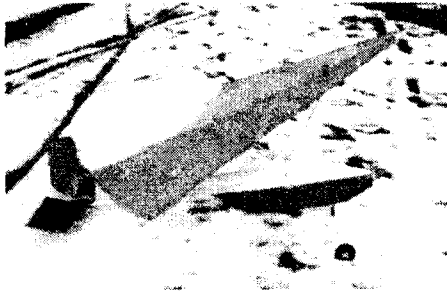


그림3 Spreaded Wing of RC plane



그림4 Contracted Wing of RC Plane

### 3.2 촬영용 카메라

카메라는 RC모형기에의 장착 가능여부, 원격촬영 가능여부, 무게, 해상력, 셔터스피드 등을 고려하여 선정하였다. 카메라는 니콘사의 F-301을 구입하였으며 Lens는 별도로 니콘 50-1.2를 구입하여 부착하였다.

### 3.3 카메라의 장착

촬영용 RC모형기에 카메라를 장착하기에 앞서 기체가 카메라의 무게를 견딜 수 있는지 알아보기 위한 시험비행이 필요하며 이때는 카메라와 무게가 동일한 벽돌 등을 모형기에 실어 기체의 안정성과 조종성을 시험해 보아야 한다. 기체가 추가된 무게를 견디지 못할 때는 이륙시키기도 힘들거니와 조종자의 의도대로 비행하지 않고 추락하기 쉽다. 시험비행에서 카메라를 바로 장착하지 않는 이유는 시험비행중 모형기가 추락하게되면 모형기 뿐만 아니라 고가의 카메라까지 파손되기 때문이다. 시험비행이 무사히 끝나면 카메라의 노출속도를 광량에 맞게 고정하고 object distance를 무한대로 고정한 후 기체의 내부에 장착한다. 카메라의 장착 시에는 엔진의 진동에 의해 셔터와 셔터를 작동시키는 서보간에 이격이 생기지 않도록 주의하여야 하며 object distance의 조절이 바뀌지 않도록 각별히 주의하여야 한다. 기체내부에 카메라를 장착하는 부분은 기체몸통의 1/3정도이고 앞뒤로 길게 홈이 만들어져 있으며 카메라는 비행 진행방향에 수직으로 장착되게 된다.

### 3.4 자동수평조절장치

RC모형기는 조종시에 기류 등의 영향으로 계속 수평을 유지하기가 어렵다. 일반 레저용 RC모형기는 수평을 연속으로 유지할 필요가 없지만, 촬영용 RC모형기는 연속되는 중복사진의 촬영을 위해서 일정 시간동안은 수평을 유지해야 하기 때문에 자동 수평 조절장치의 장착이 필수적이다. 또한 자동수평조절장치는 동체의 흔들림을 최소화시켜

주므로 촬영한 영상의 선명도를 높여준다.

### 3.5 연습용 RC모형기

숙달되지 않은 조종사가 촬영용 RC모형기를 조종할 경우 RC모형기의 추락에 의한 모형기와 카메라의 손실뿐 아니라 그 무게에 의하여 사고시 인명피해까지 발생할 수 있으므로 촬영용 RC모형기와 같은 조건의 연습용 모형기를 이용하여 사전에 충분히 연습하여야 한다. 연습기는 조종기술과 감각을 익히기 위한 것이므로 카메라와 수평조정장치가 없을 뿐 구조 및 외형은 촬영용 RC모형기와 비슷하게 제작하였다. 본 연구에서 제작한 연습용 RC모형기는 촬영용 RC모형기의 1/2 크기이며 본체는 플라스틱으로 만들어졌다.

록 사용하지 않는 것이 좋다.

- ⑧ 오른쪽 스틱의 상하방향은 엔진출력 모드이고, 좌우방향은 좌우조정 모드이다. 고도를 낮추려면 엔진출력을 낮춘다.



그림5 Structure of Remote Control

## 4. RC모형기의 비행연습

### 4.1 원격조종장치의 작동방법

그림 5에 보인 원격조종장치의 기능은 다음과 같다.

- ① 1과 2를 동시에 누르면 원격조정장치가 작동된다.
- ② 모니터 상에 AK10이라고 나오면 연습용 모형기 상태이고, AK91이라고 나오면 촬영용 모형기 상태이다.
- ③ 3번은 채널모드/시간모드로의 전환 스위치이다.
- ④ 조종대상 모형기를 교체하고 싶으면, 4번이나 5번을 누르면 채널이 바뀐다.
- ⑤ 7번은 카메라 셔터로서 up, middle은 off상태이고, down은 on상태이다
- ⑥ 9번은 비행기의 자동수평조정장치의 작동스위치로서 뒤로 밀면 on상태가 된다.
- ⑦ 왼쪽 스틱은 상하로만 작동시키며, elevation을 조절한다. 아래로 내리면 고도가 상승되는데 위로 올려서 고도를 낮추는 것은 필수

### 4.2 RC모형기의 조종연습

RC모형기의 조종연습은 까다롭고 위험가능성이 있기 때문에 전문가의 도움이 필요하다. 그리고 이륙하기 충분한 넓은 공간이 필요하며 인근 주변에 주택가 등이 없는 장소이어야 한다. 따라서 본 연구에서는 모형비행기 조종자격증을 가진 전문가의 지도 아래 한강 고수부지에 위치한 RC모형기 연습장에서 조종연습을 10회 이상 실시하였다. 그림 6은 RC모형기의 조종연습 장면이며 조종연습을 통하여 파악된 문제점들은 다음과 같다.

- ① 이착륙의 어려움으로 인해 조그만 실수에도 연습기가 파손되었으며 기류의 변화에 영향을 많이 받기 때문에 이착륙시 기체의 중심을 유지하는데 주의하여야 한다.
- ② 공중에서 갑자기 엔진이 정지하거나 원격조종장치가 제대로 작동되지 않는 등 기계적인 문제가 발생하여 기체가 추락하는 경우가 많으므로 비행전후 세밀한 점검이 필요하다.

- ③ RC모형기는 일기와 지역적인 기상변화에 매우 민감하다. 따라서 비행하고자 하는 시각과 해당지역의 기상상태를 미리 파악하여 비행에 좋은 날과 시간을 선택하여야 한다.
- ④ 비행은 10~17시 사이가 적당하지만 촬영을 위해서는 구름이 많은 날은 가급적 피하는 것이 좋다. 연료의 가용시간은 일반적으로 20분 내외이지만 1회 비행시의 체공시간은 약 10분 정도로 하는 것이 좋다. 날이 어두워지면 상승한 RC모형기의 방향을 구분할 수가 없고 운전자가 RC모형기를 너무 오래 응시할 경우 시야가 흐려져 분실할 위험이 있기 때문이다.



그림6 Scene of Controlling the RC Plane

### 4.3 RC모형기의 이륙

엔진을 시동한 후 엔콘 스틱을 조용히 앞으로 1/2정도 밀면 엔진의 회전은 올라가 기체가 달리기 시작한다. 직진하고 있으면 리더스틱은 중립으로 유지하고 기수가 한편으로 기울기 시작하면 반대쪽으로 조금씩 스틱을 조작하여 중립으로 되돌리고 편향이 멈추면 직진하도록 한다.

충분히 가속되어 부양속도에 이르면 기수가 조금씩 들리면서 기체가 뜨려는 경향을 보인다. 이러한 상태가 안전한 이륙 속도에 이른 것을 알리

는 신호이므로 이때 엘리베이터를 약간 올리면 기체는 이륙한다. 일단 이륙하였다면 곧 엘리베이터를 중립으로 되돌려야 한다. 엘리베이터를 조종하지 않으면 급상승해 버린다. 이륙후 일직선으로 좋은 상승각도로 올라가면 그대로 유지하고 약간 선회하면서 상승하는 경우에는 선회하는 반대쪽으로 러더를 조작하여 직진하도록 한다. 눈으로 보아 고도가 20m 정도 되었으면 엔콘을 3/4정도까지 올리고 만약 급상승하고 있다면 1/2정도를 유지한다. 이때 기체에서 눈을 떼서는 안되며, 상승시키면서 좌우의 선회를 시험한다.

### 4.4 이착륙 장소의 선정

촬영용 RC모형기가 이착륙할 수 있는 장소는 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

- ① 촬영대상지역에서 가까운 곳에 RC모형기가 이착륙할 수 있게 충분히 넓은 공간이 있어야 한다. RC모형기가 이착륙을 시도할 경우 최소한 중·고등학교 대운동장 정도의 공간이 필요하다. 이착륙 최소길이는 30m 정도의 공간이 필요하지만, 이는 완벽한 조종실력이 갖춰졌을 경우이며 안전을 위하여 좀더 넓은 공간을 확보하여야 한다.
- ② 높은 건물이나 지상지물에서 멀리 떨어진 장소이어야 한다. 촬영용 RC모형기는 급하게 고도를 상승시키거나 하강시키기가 어려우므로 주위에 높은 건물이나 지물이 있을 경우에 충돌할 우려가 있다. 따라서 가급적 높은 건물이나 지물에서 멀리 떨어져 있는 장소에서 비행을 실시하여야 한다.
- ③ 주위에 출입인의 통제가 가능한 곳이어야 한다. RC모형기의 이착륙시나 비행시에 추락의 위험이 있으므로 주위에 사람이 없어야 한다.
- ④ 이륙시 가급적 먼지가 발생하지 않도록 포장된 장소를 이용하여야 한다. 촬영용 RC모형기의 카메라는 렌즈가 아래쪽을 향하고

있으므로 이륙시 발생하는 먼지는 카메라의 렌즈에 달라붙어 사진의 선명도를 현격히 떨어뜨리게 된다. 따라서 이륙할 때의 활주로는 포장된 광장이나 도로 등이 적합하며 굴곡이 적은 잔디밭도 가능하다.

#### 4.5 공중사진 촬영

RC모형기를 이륙시키고 촬영지역에 모형기가 접근하면 엔진의 출력을 낮추고 자동수평조정장치를 작동시킨 후 일정시간 간격으로 원격셔터를 작동시킨다. 이때, 조종자가 직접 원격셔터를 작동시킬 수도 있지만 RC모형기에서 시선을 뺄 수 없으

므로 다른 사람이 원격셔터를 눌러주는 것이 좋다. RC모형기에서는 현재 촬영하고 있는 대상물이 무엇이며, 촬영되고 있는 영역이 어디까지인지를 촬영자가 정확히 알 수 없다. 따라서 촬영지역중 일부가 누락되기도 하는데 이에 대비하여 촬영지역을 여러 번 중복 촬영하여야 한다. 본 실험에서 촬영한 공중사진은 ASA400 칼라필름을 사용하였으며 object distance를 무한대, 노출시간을 1/500초, 촬영고도를 약 100m로 취하였다.

그림 7~10는 암사동 고수부지 주변의 도로 및 도로시설물을 촬영한 공중사진 중 비교적 선명하고 중복된 지역이 있는 사진을 선정한 것이다.

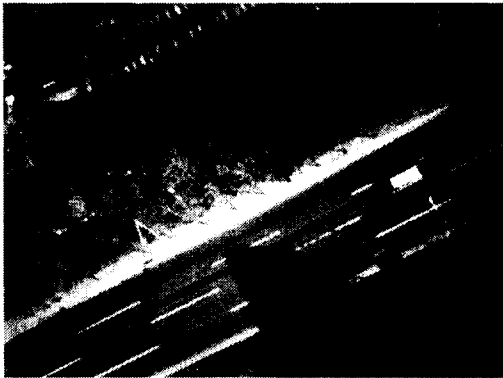


그림7 Aerial Photo 1

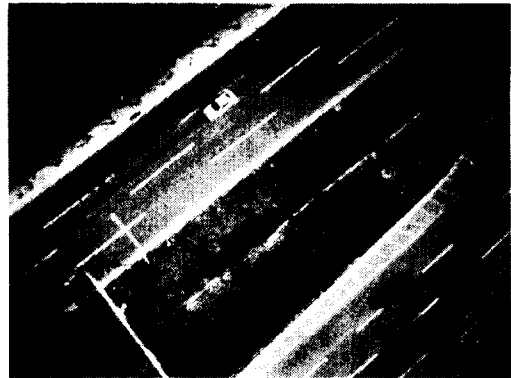


그림8 Aerial Photo 2



그림9 Aerial Photo 3

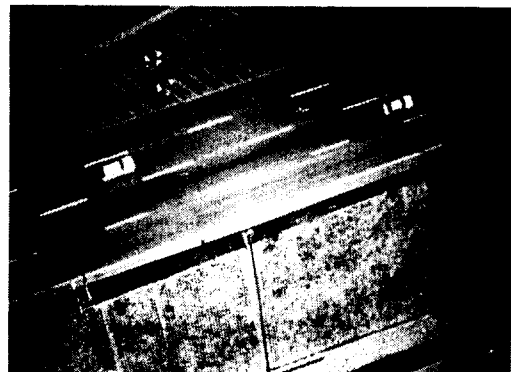


그림10 Aerial Photo 4

그림 11은 그림 7로부터, 그림 12은 그림 8로부터 중복 촬영된 지역의 일부를 추출한 다음 영상 처리 소프트웨어인 PaintShop을 이용하여 편집한

것이다. 두 사진은 입체시(Stereoscopic viewing)가 가능하여 광고탑과 가로등, 나무들의 기복을 확인할 수 있고 차선의 길이로부터 사진의 축척을



그림11 Stereo Pair 1 Left



그림12 Stereo Pair 1 Right



그림13 Stereo Pair 2 Left

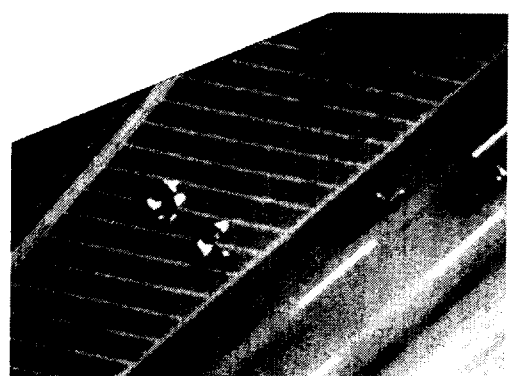


그림14 Stereo Pair 2 Right



계산할 수도 있다.

그림 13은 그림 9로부터, 그림 14는 그림 10으로부터 역시 중복 촬영된 지역을 추출한 다음 PaintShop을 이용하여 편집한 것이다. 두 사진은 밝기정도가 상당히 다르게 촬영되었으나 입체시가 가능하며 특히 두 대의 경찰오토바이와 화단턱의 입체시가 잘 나타나고 있다.

## 5. 결론 및 토의

RC모형기의 여러 가지 문제점에도 불구하고 본 연구의 목적인 지상 시설물의 공중사진을 촬영할 수 있었으며 중복 촬영부분을 추출하여 입체상의 공중사진으로 제작하므로써 모형기를 이용하여서도 일반 사진촬영용 항공기의 기능을 일부 대신할 수 있음을 확인하였다. 그러나 본 연구의 목적이었던 수리기초자료 구축은 연구수행과정에서 나타났던 여러 가지 RC모형기 운용의 어려움으로 인하여 실행할 수 없었다. 그 문제점과 해결방안을 정리하면 다음과 같다.

- 1) RC모형기 조종술의 습득에 오랜 시간이 필요하므로 신속한 작업이 요구될 때에는 전문가에게 의뢰하는 것이 바람직하다.
- 2) 숙련된 조종사라도 바람이나 기계의 오동작에 의해 RC모형기가 파손되는 일은 피할 수 없다. 이로 인해 제작된 RC모형기가 못쓰게 될 뿐 아니라 탑재된 카메라까지 파손되는 경우가 종종 발생한다.
- 3) 목표로 하는 촬영지역 주위에 기체를 이착륙시킬 만한 충분한 공간이 필요하며, 카메라 렌즈에 먼지가 끼는 현상을 방지하기 위해서는 포장된 활주로가 필요하다.
- 4) 촬영대상물을 정확히 시준할 방법이 없으므로 개략의 방향으로 많은 양의 촬영을 할 수 밖에 없다.

RC모형기를 운용하는데 이러한 문제점이 있기는 하지만 규모가 작은 지역에서는 여전히 저렴한 비용으로 신속히 공중사진을 취득할 수 있다는 이점이 있다. 우리 나라의 RC모형기 제작기술도 급속히 발전하고 있는 추세이므로 좀더 촬영에 적합하고 안정성이 뛰어난 촬영용 RC모형기가 개발된다면, RC모형기를 이용한 공중사진 취득방법이 지형정보의 취득방법으로서 더욱 널리 사용될 것으로 기대한다.

## 감사의 글

본 연구는 95년 아주대학교와 96년 인하대학교의 교내 연구비 일부 지원에 의한 것으로서 연구에 도움을 주신 대학당국에 감사를 드립니다. 더불어 모형기의 제작과 조종 및 사진촬영에 애써준 김은모, 정동훈, 우재남, 김윤희 군에게 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

1. 강준목, 배연성, 1995, "원격조종 공중사진측량에 의한 대축척 지형정보 획득", 한국측지학회지, 제 13권, 제 1호, pp.41~48.
2. 강준목, 배연성, 이용욱, 1994, "원격조종 공중사진측량에 의한 대축척 지형정보 획득", 대한토목학회 학술발표회 논문집(II), pp.533~536.
3. 강준목, 오원진, 1990, "비측정용 사진기에 의한 초근접 사진해석", 한국측지학회지, 제8권, 제 2호, pp.23~30.
4. 강준목, 오원진, 배연성, 1995, "원격조종 공중사진측량에 의한 도로 설계자료 추출", 대한토목학회 학술발표회 논문집(III), pp.145~148.
5. 강준목, 윤희천, 배연성, 1993, "비측정용 카메라의 원격조정에 의한 대축척 지형정보 획득",

- 한국측지학회 논문집, 제 1권, 제 2호, pp. 177~184.
6. 이재기, 이현직, 조재호, 1994, "집단마을 조성 사업용 GIS구축을 위한 기구사진체계의 활용", 한국지형공간정보학회 논문집, 제 2권, 제 2호, pp.67~80.
7. 조재호, 오석범, 박경식, 임인섭, 1995, "수치사진측량기법을 이용한 지형자료해석에 관한 연구", 대한토목학회 학술발표회 논문집(III), pp.133~136.