

항공영상을 활용한 부산시 도심지  
및 도심간선도로 정밀도로지도 제작  
완 료 보 고 서

한 국 항 공 촬 영 주 식 회 사

## - 목 차 -

<b>제 1장 용역사업 개요</b>	<b>1</b>
1. 사업의 목적	1
2. 용역사업 내역	1
3. 사업 범위	2
4. 작업공정표	3
5. 성과품	3
<b>제 2장 도로 객체 구축</b>	<b>4</b>
1. 작업 방법	4
2. 세부공정별 작업 방법	5
3. 공정별 작업내용 및 과업수행 사항	6
3.1 항공사진 수집	6
3.2 사진기준점 측량	10
3.3 수치도화	17
3.4 정사영상 수집	21
<b>제 3장 결론</b>	<b>22</b>

# 제1장 용역사업 개요

## 1. 사업의 목적

최근 자율주행을 위한 다양한 방법으로 정밀도로지도(HD Map)를 제작하고 있으며, 주로 차량에 설치하여 이동하며 자료를 획득하여 후 처리 방법으로 제작하는 MMS(Mobile Mapping System) 측량 방법으로 정밀도로지도를 제작하고 있다. 이는 지상에서 이루어지는 작업으로 지하처럼 인공구조물에 의해 가려지는 부분의 데이터를 얻을 수 있다는 단점을 보완할 수 있지만 실내 또는 위성 신호가 수신되지 않는 지역에서의 자료 획득이 불가능하며 장거리 스캔 등에 대해서는 오차 요인이 존재한다는 단점이 나타난다. 따라서 유인항공기에 의한 항공촬영으로 항공영상 기반의 도로정보 객체를 추출하여 필요한 정보의 추출 가능성과 추출한 객체의 위치 정확도를 확인하여 정밀도로지도를 제작 가능성을 검토하고자 사업을 시행하였다.

## 2. 용역사업 내역

- 1) 용역명 : 항공영상을 활용한 부산시 도심지 및 도심간선도로 정밀도로지도 제작
- 2) 용역기간 : 2020년 10월 15일 ~ 2020년 11월 14일  
(실작업기간 : 2020년 10월 15일 ~ 2020년 10월 28일)
- 3) 계약금액 : 일금 오백만원정(₩5,000,000 부가세 별도)
- 4) 사업량 : 가. 수치도화(도로객체) : 약 4.908km  
나. 정사영상 제공 (GSD=25cm급) : 약 3.214km<sup>2</sup>
- 5) 발주기관 : 에스에이엠(주)
- 6) 수행기관 : 한국항공촬영(주)

### 3. 사업범위

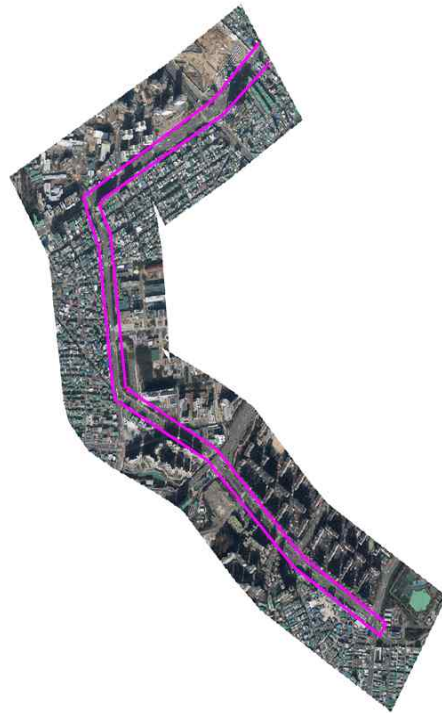
#### 1) 대상지역

가. 부산광역시 금정구 변영로 일대 (약 1.528km)

나. 부산광역시 남구 용소로-용호로 일대 (약 3.38km)



[그림1] 가. 지역 범위



[그림2] 나. 지역 범위

#### 4. 작업공정표

기간 구분	2020년 10월 15일로부터 ~ 2020년 10월 28일까지									
	15일 (목)	16일 (금)	19일 (월)	20일 (화)	21일 (수)	22일 (목)	23일 (금)	26일 (월)	27일 (화)	28일 (수)
공정관리										
측량										
수지도화 (도로객체DB)										
정사영상 취합										
성과검수										
성과품정리 및 납품										

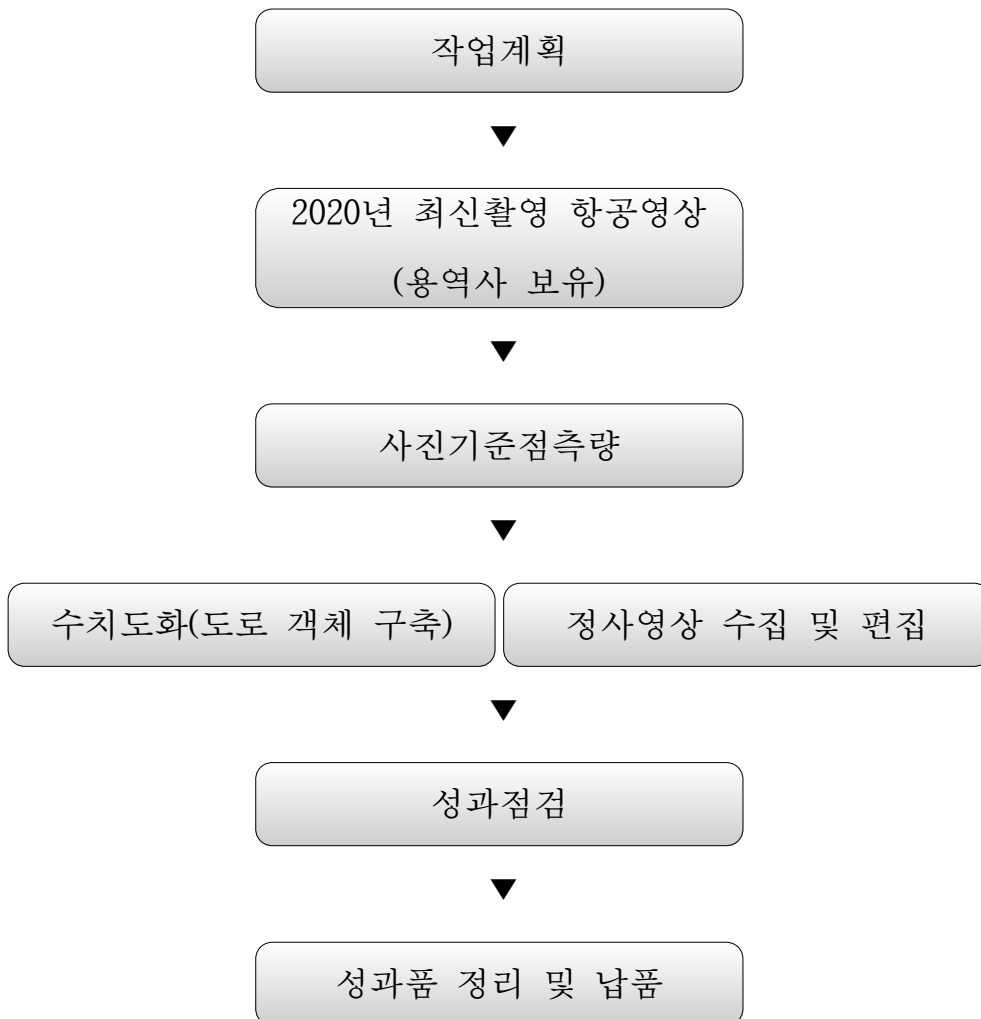
#### 5. 성과품

품 명	수 량	단 위	비 고
1. 도로객체 가. 도화파일 (DWG) 나. 구조화파일(SHP) 다. 모델색인도	1	식	CD
2. 정사영상 가. 정사영상 제공 (GSD=25cm급)			
3. 기타자료 가. 완료보고서			

## 제2장 도로 객체 구축

본 용역사는 사업의 원활한 수행을 위해 계약서 및 과업지시서 규정을 완벽히 숙지하고 작업을 진행하였으며 최고의 성과품을 제작하기 위해 품질관리 대책 및 계획을 수립하고 도로객체구축 용역 사업 수행을 완료하였다.

### 1. 작업 방법



## 2. 세부공정별 작업 방법

공 종	내 용
계 획 준 비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공정계획 수립</li> <li>- 각 공정별 품질관리 대책 수립</li> </ul>
항공영상 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계획준비</li> <li>- 2020년 최신촬영 항공영상 수집(당사 보유)</li> <li>- 영상후처리</li> </ul>
사진기준점측량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계획준비</li> <li>- 선점, 관측</li> <li>- 계산, 정리점검</li> </ul>
수치도화 (도로객체)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표정</li> <li>- 모델기준점 추출</li> <li>- 수치도화</li> <li>- 수치도화 DATA Back-up</li> </ul>
정사영상 수집 및 편집	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계획준비</li> <li>- 과업지역 모자이크 영상 취합</li> <li>- 영상 인점 및 편집(색보정)</li> <li>- 검수 및 오류수정</li> </ul>

### 3. 공정별 작업내용 및 과업수행 사항

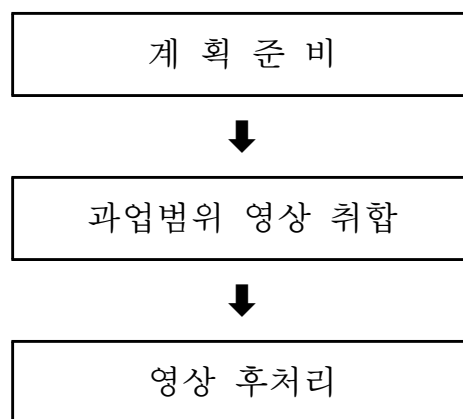
#### 3.1 항공사진 수집

##### 3.1.1 개요

본 과업은 용역사에서 보유하고 있는 최신항공영상을 활용하여 정밀도로지도 제작을 구축하는 사업으로써 많은 경비와 공정을 최소화 하여 진행할 수 있는 조건에서 작업을 진행하였다.

해당 영상은 2020년에 촬영된 영상으로 비행기, 카메라의 작동, 촬영기술, 영상제작에 이르기까지 세밀한 계획을 수립하여 촬영하였으며 작업 해상도는 10cm급의 고해상도를 활용하였다.

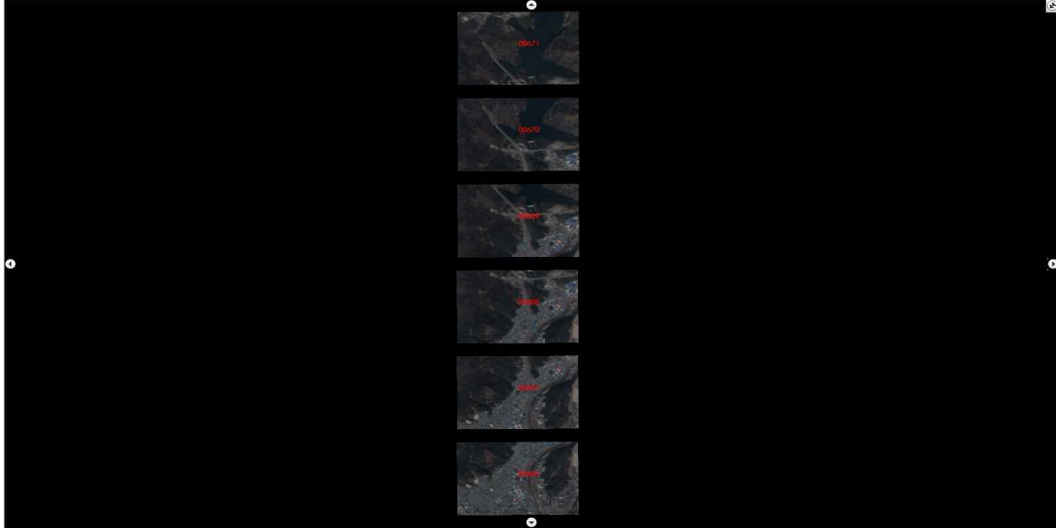
##### 3.1.2 작업 절차





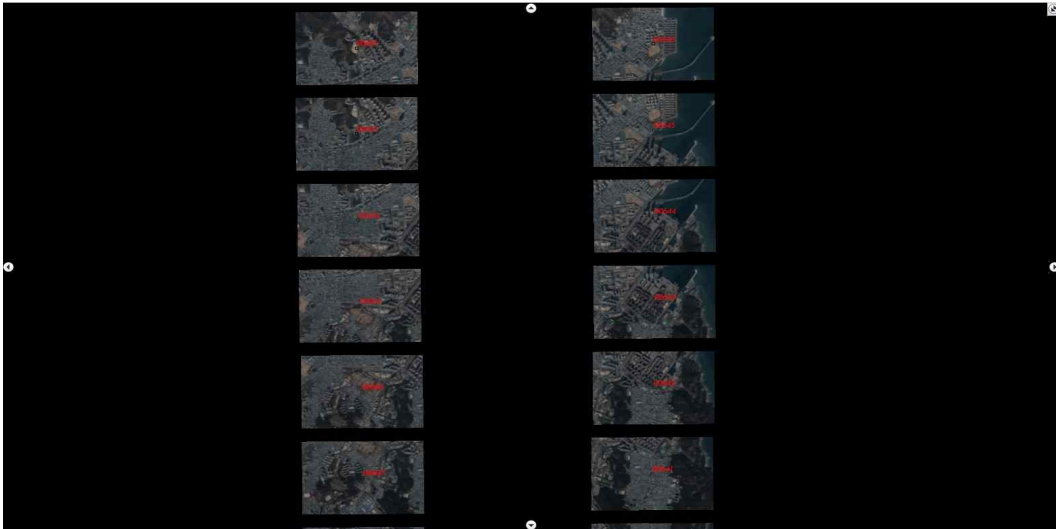
### 3.1.3 항공영상 취합

#### 가. 부산광역시 금정구 변영로 일대



[그림 1] 항공영상취합 변영로일대

#### 나. 부산광역시 남구 용소로-용호로 일대



[그림 2] 항공영상취합 용소로-용호로 일대

총 면적	3.214km <sup>2</sup>
가. 면적	1.156km <sup>2</sup>
나. 면적	2.058km <sup>2</sup>
공간해상도	10cm급

### 3.1.4 영상 후처리

가. Dodging : 가장자리의 Foggy와 연무현상을 이미지 전체로 분산

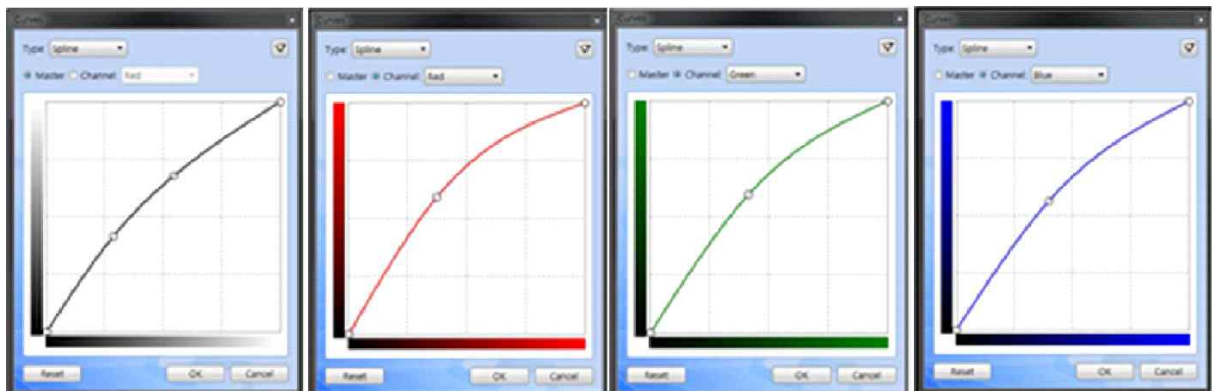


[그림 3] 처리 전



[그림 4] 처리 후

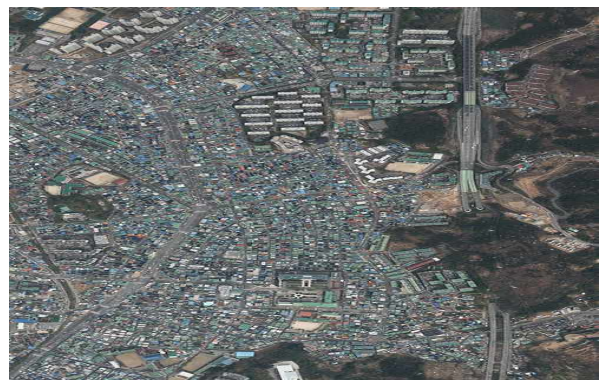
나. Gradation Curve : 이미지의 색상을 RGB값을 이용해 색상 보정



[그림 5] RGB 색상값 적용



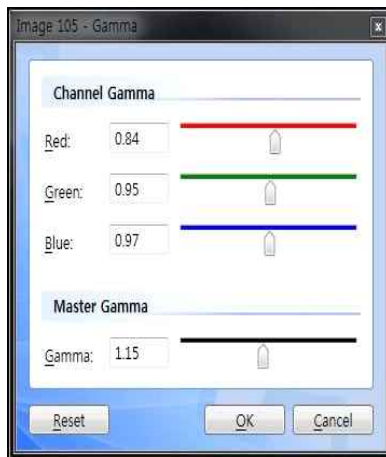
[그림 6] RGB 처리 전



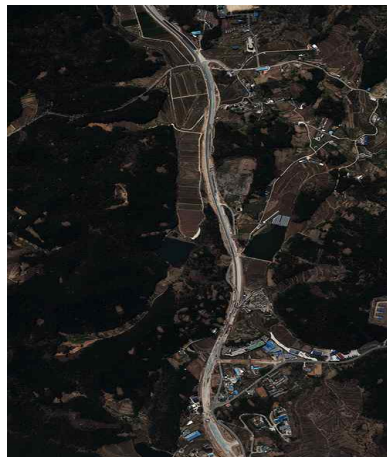
[그림 7] RGB 처리 후



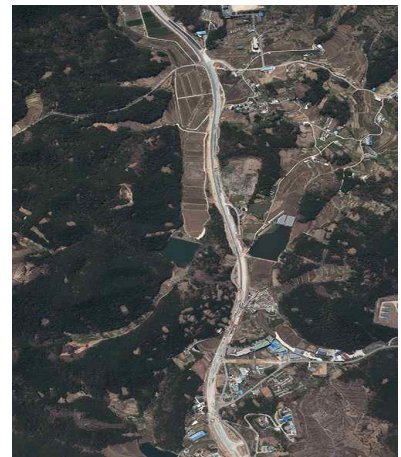
다. Gamma Menu : 이미지 전체의 밝기 조정



[그림 8] 밝기 조정

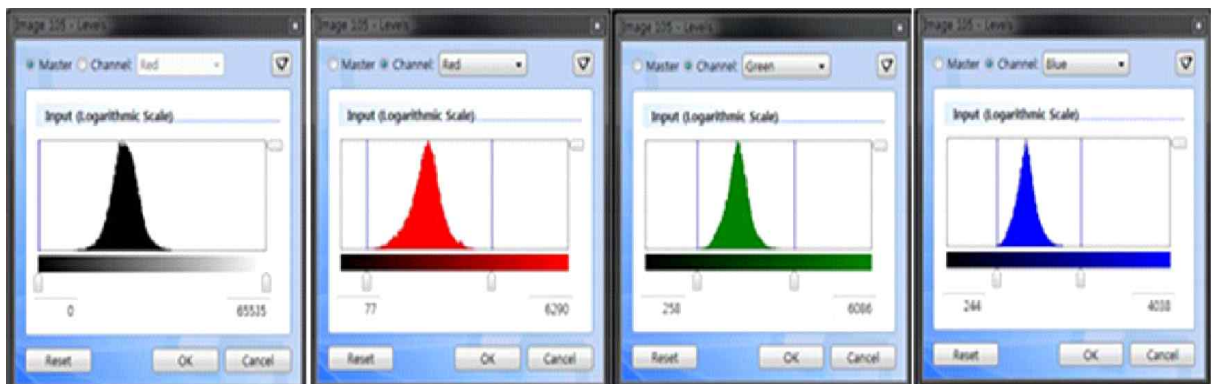


[그림 9] 처리 전



[그림 10] 처리 후

라. Levels Menu : 전체적인 밝기, 선명도와 색상의 강도 조정



[그림 11] 색상 강도조정



[그림 12] 처리 전



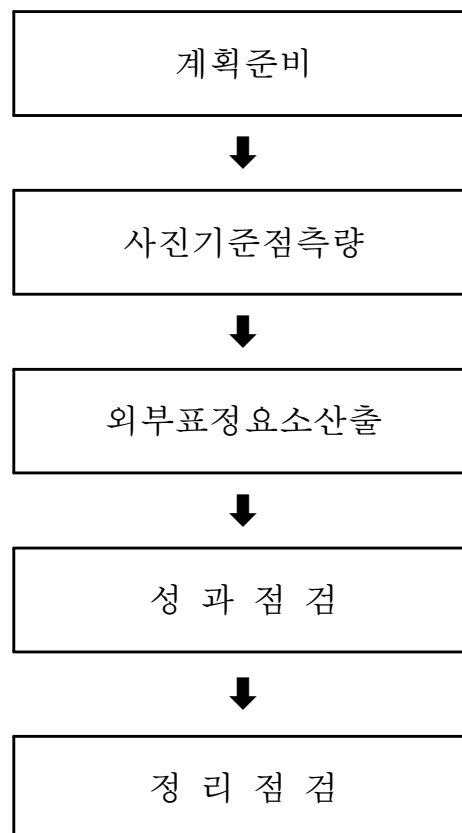
[그림 13] 처리 후

## 3.2 사진기준점 측량

### 3.2.1 개요

사진기준점측량(AT; Aerial Triangulation)이라 함은 일부 기지점을 기준으로 도화기 또는 좌표 측정기에 의하여 항공사진 상에서 측정된 사진좌표를 지상좌표로 변환시키는 작업이며 지상기준점성과를 이용하여 사진기준점측량을 수행함으로써 외부표정요소들을 취득하여 GNSS와 INS값들을 조정 및 산출한다.

### 3.2.2 작업 절차



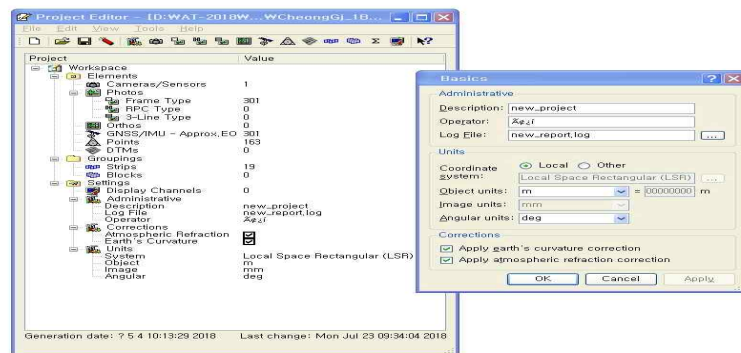
### 3.2.3 AT 작업공정

#### 가. 계획준비

사진기준점측량을 실시하기 위하여 아래와 같이 선행공정에서 산출되는 성과물을 준비한다.

#### 나. 사진기준점측량

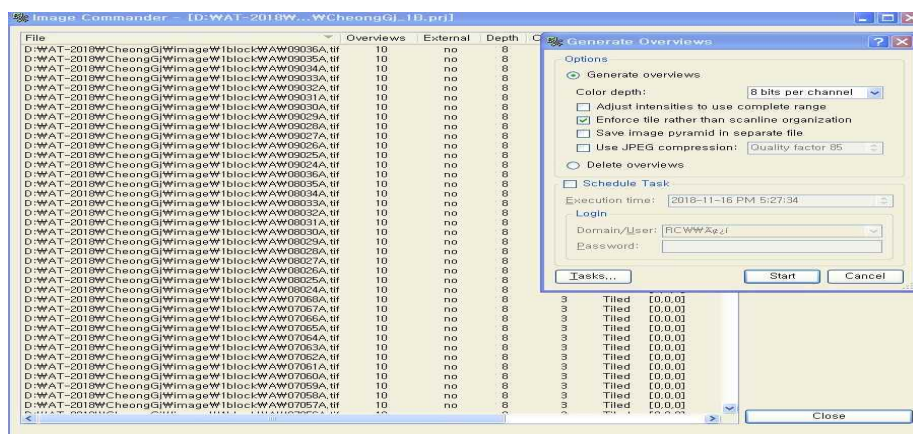
Match-AT S/W를 이용하여 사진기준점측량 작업을 실시하였다.



[그림 14] Match-AT S/W

#### 다. 카메라 정의

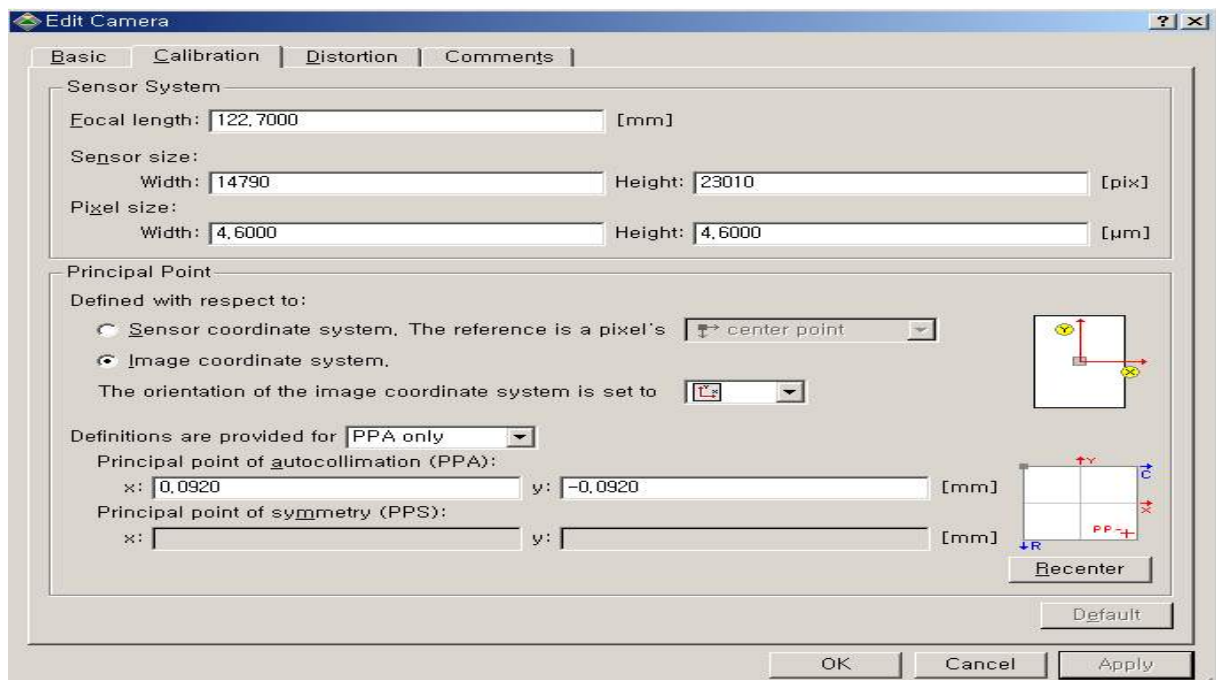
촬영항공기에 설치된 GNSS안테나에 대한 탑재상태를 정의하였다.



[그림 15] 카메라 설정 1

## 라. 표정 및 위치보정

- 1) 내부표정 : 초점거리와 Sensor size가 항공디지털카메라마다 정해져 있기 때문에 자동내부표정으로 설정 된다.
- 2) 외부표정 : 지상기준점에 대한 영상좌표와 지상좌표를 획득한 지상기준점을 기준점과 검사점으로 구분하여 블록 단위로 광속조정법에 의한 외부표정을 실시하였다.
- 3) 사진상의 연결점 및 접합점의 선점은 여러 사업을 통해서 검증된 프로그램인 Match-AT를 이용한 자동 선정하였다.
- 4) 선정된 지상기준점을 이용한 엄밀법에 의한 블록조정을 실시하였다.
- 5) 대지표정 시 평면위치 및 표고점의 교차는 기준자료와 비교하여 평균제곱근 오차가 도상 0.2mm 이내로 제한하였다.



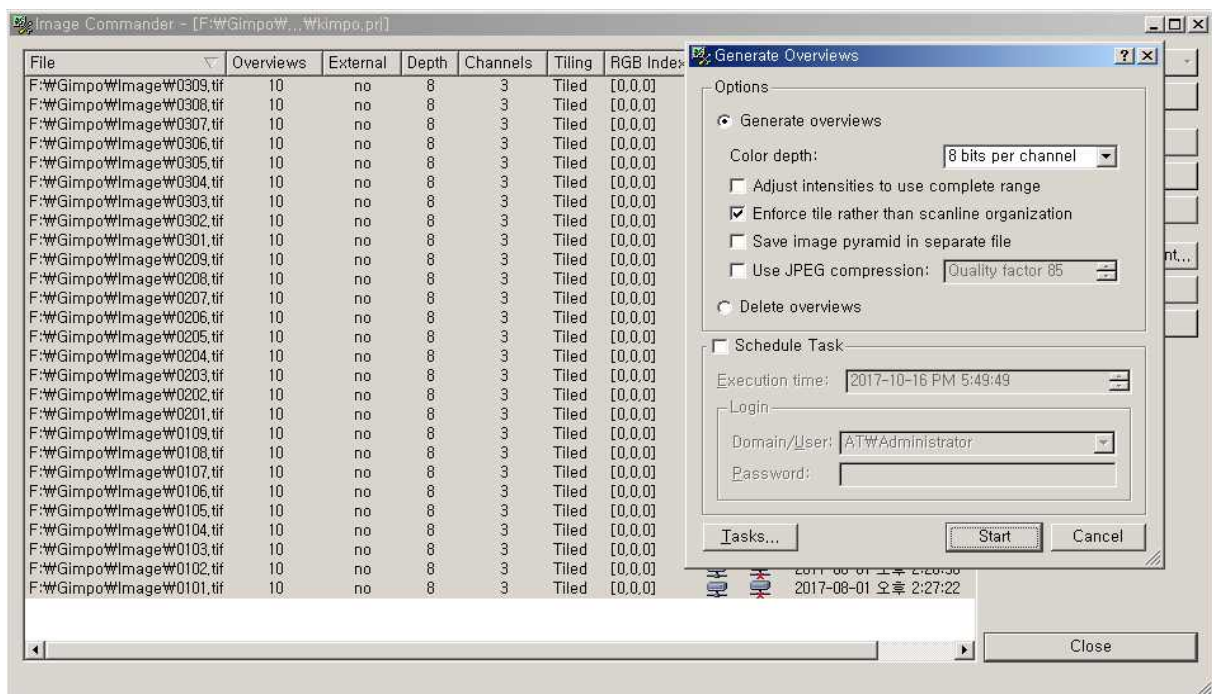
[그림 16] 카메라 설정2



## 마. Image Pyramid 생성

내부표정을 하기 위해 먼저 Image를 pyramid형태로 만든다. 이러한 피라미드 영상을 생성하는 것은 확대 및 축소보기 등을 후속 공정을 위해 미리 생성하였다.

- 1) 프로젝트 안에 정의된 모든 Image들에 대해 Image Pyramid를 만든다. Image Pyramid 들은 확대와 특히 정합 및 블록조정과 정의 반복적인 작업흐름을 위해 사용된다.
- 2) “Image Commander“의 표에 있는 영상목록은 각 Image에 대해 9개의 Overview를 보여주어야 한다.
- 3) 내부 피라미드를 만드는 것 대신에 Image Pyramid를 분리된 File들에 저장하는 것이 가능하다.



[그림 17] Image Pyramid 생성

## 바. 내부표정

카메라 Calibration Setting 값으로 내부표정이 자동으로 된다.



[그림 18] 내부표정

## 사. 외부표정

Point List				
<div>  36702L048             NoFilter              <span>5607</span> </div>				
ID	Type	Predictions	Links	
36702CHK17	TP	8	8 (8)	
36702L041	VE	4	4 (4)	
36702L042	VE	3	3 (3)	
36702L043	VE	3	3 (3)	
36702L048	VE	6	6 (6)	
36702L050	VE	4	3 (3)	
36702L051	VE	8	7 (7)	
36702L077	VE	6	6 (6)	
36702L078	VE	9	6 (6)	
36702T041	HO	4	4 (4)	
36702T042	HO	3	3 (3)	
36702T043	HO	3	3 (3)	
36702T048	HO	6	6 (6)	
36702T050	HO	4	3 (3)	

Point Details

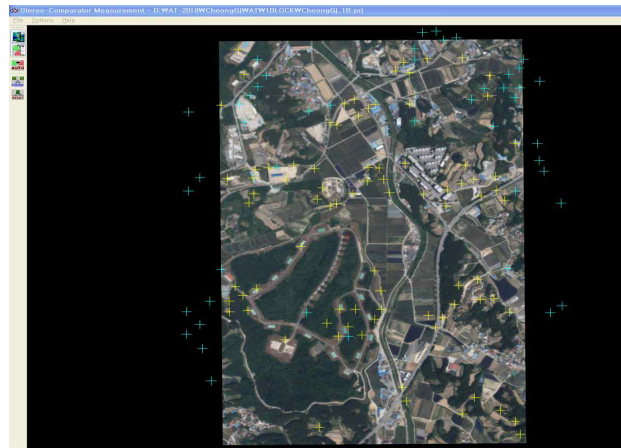
Point Image Points							
<div> <span>6</span> </div>							
ID	Photo	x	y	vx	vy	Mode	Block
02024	19,09704	-39,28639	0,00000	0,00000	MAN	*	
02025	0,53326	-38,74537	0,00000	0,00000	MAN	*	
02026	-18,03730	-38,30556	0,00000	0,00000	MAN	*	
03029	-20,50365	-20,19663	0,00000	0,00000	MAN	*	
03030	-1,74438	-20,05245	0,00000	0,00000	MAN	*	
03031	16,93294	-20,10749	0,00000	0,00000	MAN	*	

[그림 19] 외부표정



### 아. 3D Photo Measurement(Stereo관측)

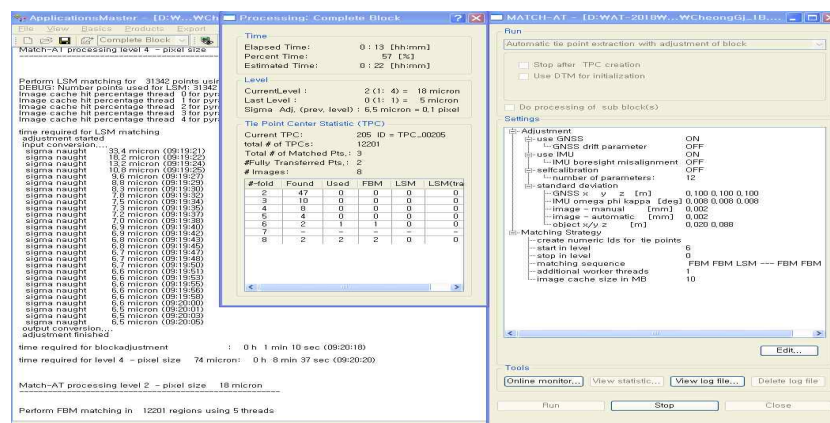
3D Point Measurement를 실시하여 지상기준점에 대한 관측을 실시하고 표정 이후 관측점을 확인하였다.



[그림 20] 3D Point Measurement 실시

### 자. 블록 조정

프로젝트의 완전한 처리에 필요한 모든 컨트롤 매개변수들을 지정하여 자동항공삼각측량을 실시하였으며, 사진좌표를 기본단위로 사용하여 다수의 광속(bundle)을 공선조건을 이용하여 절대좌표를 환산하고 영상에서 중복되는 정합점 중에 최적의 접합점을 사용하여 Processing 하였다.

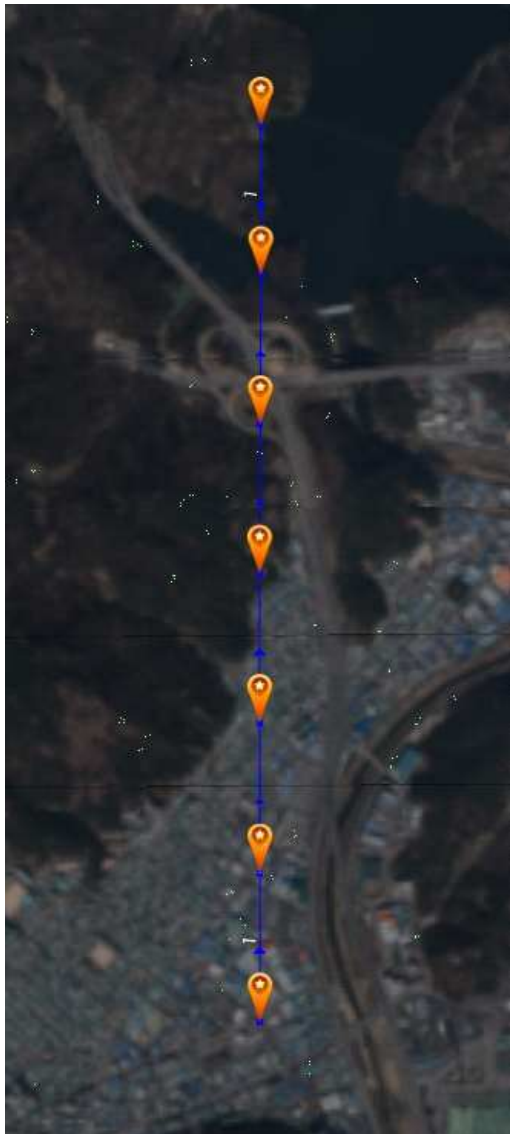


[그림 21] 블록 조정

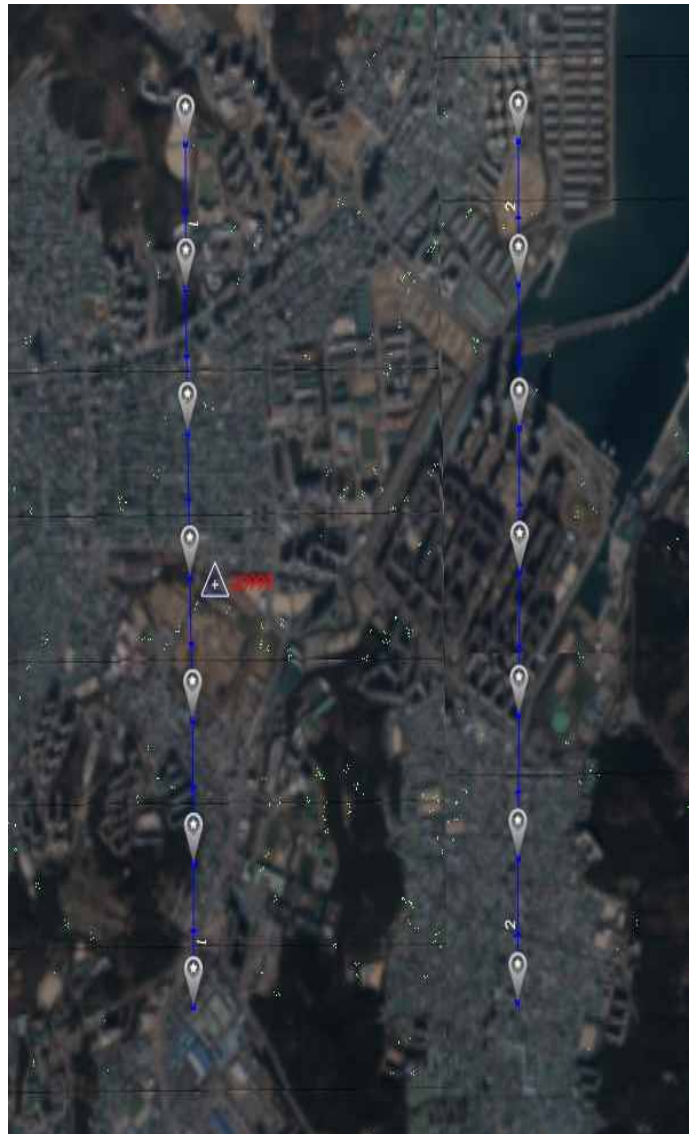
## 차. 성과 점검

### 1) 사진기준점 성과확인

사진기준점측량이 완료된 성과에 대하여 성과점검을 실시하였다. 외부표정요소를 산출하였으며, 지상기준점 및 자동독취점들의 표준편차 및 오차 한계치를 확인하였다.



[그림 22] 가. 지역 사진기준점모델



[그림 23] 나. 지역 사진기준점모델

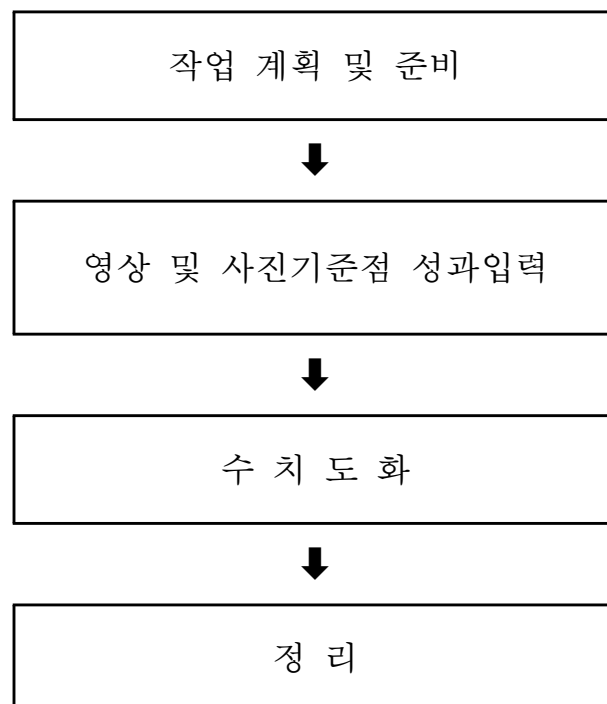
### 3.3 수치도화

#### 3.3.1 개요

수치도화는 지형측량에서 세부측량에 해당되며 도화작업 방식은 ‘공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률’에 의거하여 명시된 작업 방식으로 명시된 정확도를 확보 할 수 있는 성능의 도화기 모델을 사용하여 2개의 영상을 항공삼각측량에 의해 결정된 외부표정요소를 이용하여 표정을 하며 도화기상에 측표(Measuring Mark) 또는 부점(Floating Mark)으로 원하는 지형, 지물을 측정하여 묘사되면 이에 따라 지형도상에 기입될 세부지형이 도화된다.

본 사업은 정밀도로지도 제작을 목적으로 도로 상에 나타나는 도로 정보에 대해서만 도화를 진행하였다.

#### 3.3.2 작업 절차



### 3.3.3 수치도화 작업공정

#### 가. 계획준비

도로 객체를 구축하기 위해서는 DPS-MASTER의 장비를 활용하여 캐드기반으로 제작되는 것으로 도로 객체를 표현할 객체 레이어는 발주처와 상의하여 제작 진행 하였다.

도화사는 작업을 진행하는데 있어 레이어를 설정하고 레이어의 오류를 방지하기 위해 사전 테스트를 걸쳐 도화 작업을 수행하였다.

#### 나. 표정

사진기준점측량 결과에서 결정된 외부표정요소(EO)를 직접 입력하여 자동으로 표정작업을 완료했다. 이는 표정 단계에서 발생할 수 있는 개인별 오차를 제거하여 도화 성과의 정확도를 향상시킬 수 있다.

## 다. 수치도화

표정작업을 완료한 후 항공사진측량작업내규 및 수치지도작성작업규칙과 본 사업에서 설정한 레이어 기준에 따라 도로 객체 구축을 위한 도화 작업을 진행하였다.도화 작업에는 규정된 표준도엽코드 및 레이어 코드를 사용하였다.



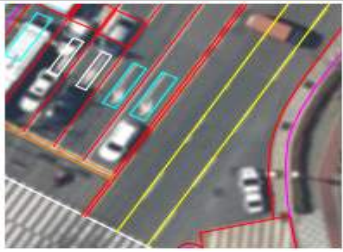



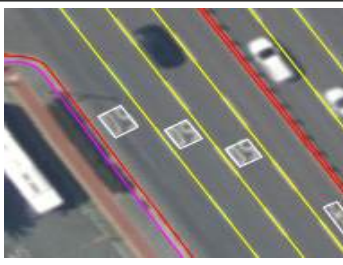



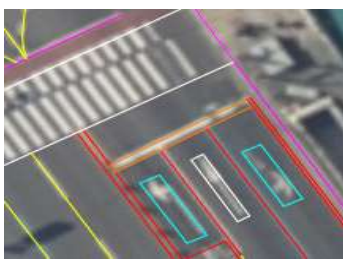
[그림 24] 수치도화기 (DPS-MASTER)

가속/담장	과속발지 LINE	횡단분도	송장 BOX	도형	물장 BOX
도로	정지선 LINE	가상선 line	주차구획 line	버스정차 대 line	택시정차 대 line
하천/제방	도로경계 line	차선-심선 line	차선-점선 line	차선-결선 (1)쌍결선	차선-결선 (2)후파선
수정	차선-결선 (3)좌파선	차선-결선 (4)쌍파선	지그재그 line	19 line	주차슬롯 line
제배지 기호	P터금지 BOX	우회전 BOX	우회전금 지 BOX	우금-좌회 전 BOX	우금-좌금 BOX
등고/경계	우금-직진 BOX	우금-좌금 BOX	우턴 BOX	우턴-좌회 전 BOX	우턴-직진 BOX
주요심볼 /월보	우턴금지 BOX	좌-우회전 BOX	좌회전 BOX	좌-직진- 우회전	좌회전금 지 BOX
기타심볼	좌금-우회 전 BOX	좌금-우금 BOX	좌금-직진 BOX	좌-우회전 BOX	좌-좌회전 BOX
골프장	직진 BOX	직진금지 BOX	직금-우회 전 BOX	직금-우금 BOX	직금-좌회 전 BOX
마고상/식 생부분	직금-좌금 BOX	차로전입 BOX	유도선	49	50
부경대학 교					

[그림 25] 레이어 키패드



### 3.3.4 수치도화 결과

 <p><b>접선</b></p> <p>중앙차선과 같이 선을 구분할 경우 두 개의 선으로 겹쳐서 표현</p>	 <p><b>도로경계</b></p> <p>인도 또는 화단 등을 도로와 구분하여 표현함</p>	 <p><b>도형, 문자, 방향표시</b></p> <p>도로위의 소통 수단 인 도형, 문자, 방향표시는 네모로 표현함</p>
 <p><b>횡단보도</b></p> <p>전체를 하나의 사각형으로 표현함</p>	 <p><b>숫자</b></p> <p>도로의 속도정보를 나타내는 숫자를 네모로 표현함</p>	 <p><b>실선</b></p> <p>차선변경금지 구역의 실선구역은 연속된 실선으로 표현함</p>
 <p><b>점선</b></p> <p>유도선과 같은 점선은 연속된 점선으로 표현함</p>	 <p><b>유도선</b></p> <p>진행방향을 알려주기 위해 설치한 선은 연속된 점선으로 표현함</p>	 <p><b>정지선</b></p> <p>차량이 정지하는 위치를 표시하기 위한 선을 네모로 표현함</p>

### 3.4 정사영상 수집

#### 3.4.1 개요

용역사는 매년 전국 정사영상을 구축하는 항공촬영 전문업체로써 본 사업에 2020년 촬영된 부산지역 영상을 활용하여 정밀도로지도 제작의 물리적 시간의 절약 및 경제적 절약, 제작 성과의 최신성을 이루었다.

현재 ‘공간정보 보안관리 규정’에 의거하여 발주처에게 공간해상도 25cm급의 정사영상을 제공하였다.



[그림 26] 제공된 정사영상

## 제3장 결론

### 1. 결론

본 사업은 향후 자율주행을 위한 기반자료인 정밀도로지도 제작을 위해 최신의 항공사진을 활용하여 도로 표면 정보를 구축함으로써 그 가능성을 검증하고 한 것이다. 본 사업을 수행한 결과 다음과 같은 결과를 도출할 수 있었다.

첫째, 항공사진을 활용할 경우 도로 주변지역을 포함한 넓은 영역을 일정한 정확도로 정밀도로지도 제작을 위한 도로 표면 정보를 추출할 수 있다.

둘째, 정밀도로지도 제작을 위한 항공사진을 활용할 경우 도로 가장자리에 식재된 수목의 영향을 받기 때문에 수목에 잎이 없는 늦가을부터 초여름 사이에 촬영한 영상을 활용하여야 한다.

셋째, 도로 표면에 나타나는 객체를 정확히 판독하여 구축하기 위해서는 가급적 고해상도의 항공사진을 활용하여야 그 정확도 및 보다 많은 정보를 추출할 수 있다.

넷째, 항공사진을 활용함으로써 도로에 많은 차량이 운행되고 있다 하더라도 차량 사이의 차선정보를 추출할 수 있어 정밀도로지도에서 가장 중요한 것 중의 하나인 도로 표면 정보를 추출할 수 있다.