



Chapter 03.

정밀도로지도 제작방법(1)

1. 정밀도로지도 제작 흐름
2. 정밀도로지도 세부제작 과정(1)

오종민



03 정밀도로지도 제작방법(1)

1. 정밀도로지도 제작 흐름

정밀도로지도 제작방법(1)

도로노면 표시 추출 예



01. 작업계획 수립

- 대상 노선 별 현황 조사 및 위치 확인
- 세부노선 및 작업일정 계획수립
- GNSS 기준국 확인

구분	구분명	구분코드	구분설명
구분명	구분명	구분코드	구분설명
	구분명	구분코드	구분설명
구분명	구분명	구분코드	구분설명
	구분명	구분코드	구분설명

02. MMS 자료취득

- MMS 장비 센서를 통해 지형 지물의 위치,시각정보 취득
- 실시간 수신 위성수 및 오차체크를 통한 기준점 측량 계획

03. GNSS/INS 자료처리

- MMS 촬영 성과와 GNSS/INS 연동을 통해 지표면의 좌표 및 자세값 취득
- 기준점 자료처리를 통한 정밀경로데이터 생성
- GNSS/INS 정확도 검사

04. 기준점 측량

- MMS 성과 오차 발생 예상지역을 판단
- MMS 성과 중첩구간, 도로 진출입로 등 기준점 배치 및 VRS측량 실시
- 기준점은 선점은 점군데이터 상 명확한 위치, 외부 환경에 의한 변형이 없는 지형지물로 선정

03 정밀도로지도 제작방법(1)

1. 정밀도로지도 제작 흐름

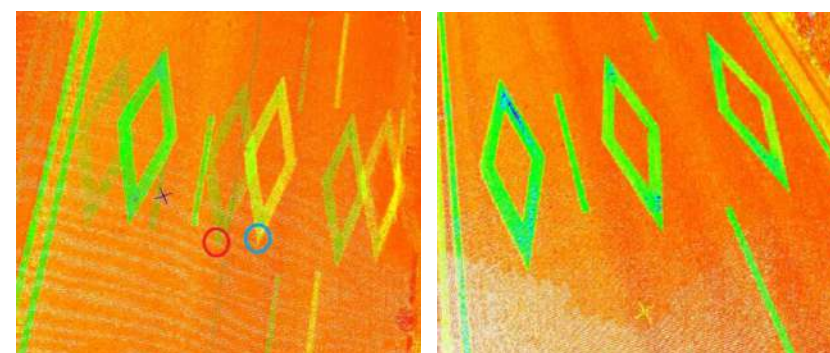
정밀도로지도 제작방법(2)

도로노면 표시 추출 예



05. MMS 표준자료 제작

- 데이터 이격 문제, 위치오차에 대한 정확도 보정 실시
- 중복구간의 정합보정 실시
- 카메라 취득 영상의 경우 사람 얼굴, 번호판에 대한 가명 처리를 실시



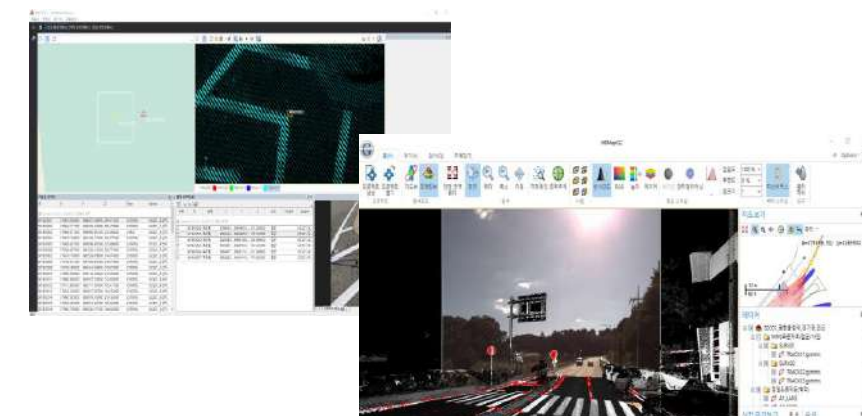
06. 세부도화 및 편집

- MMS표준자료의 점군 및 영상을 이용하여 3차원 형상·속성정보 추출
- 세부적으로 노면선표시(차선, 정지선) 등 14종의 레이어에 대한 정밀도화 실시



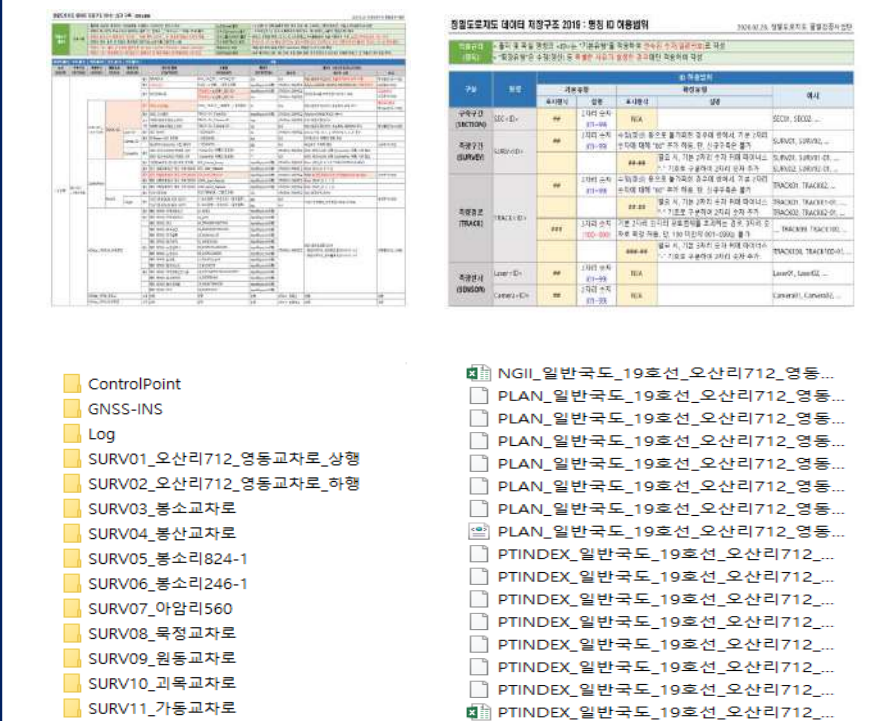
07. 품질검사

- 품질검사 SW를 사용한 성과 전수 검사
- 오류 최소화를 위한 육안검사 및 보안검사
- 품질기준 외 오류 등을 수집 및 분석하여 매뉴얼 갱신



08. 성과정리

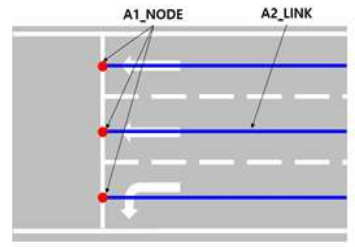
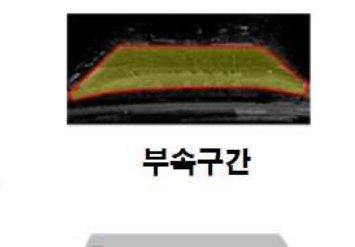
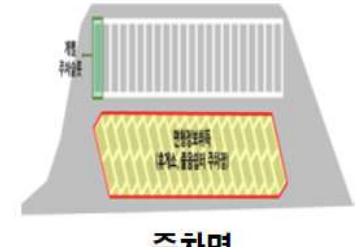
- 데이터 최종 성과물 제작 및 납품

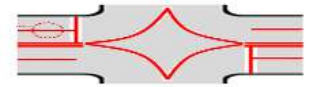
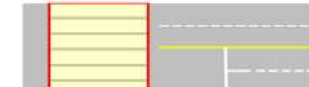
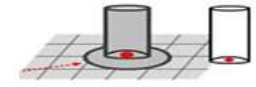


03 정밀도로지도 제작방법(1)

1. 정밀도로지도 제작 흐름

정밀도로지도 구축 항목

목록	레이어	항목	세부코드리스트	예시
네트워크 정보	(1) 주행경로노드	노드유형	①평면교차로 ②입체교차로 ③터널 시·종점 ④교량 시·종점 ⑤지하차도 시·종점 ⑥고가차도 시·종점 ⑦도로 차로수 변화 ⑧톨게이트 시·종점 ⑨요금소 ⑩회전교차로 ⑪기타 없음	 주행경로노드
	(2) 주행경로링크	도로등급	①고속국도 ②일반국도 ③특별시도·광역시도 ④국가지원지방도 ⑤지방도 ⑥시도 ⑦군도 ⑧구도 ⑨기타도로	 주행경로링크
도로구간 정보	(3) 차도구간	차도구간 유형	①주행구간 ②자율주행금지구간	 차도구간
		도로유형	①일반도로 ②터널 ③교량 ④지하차도 ⑤고가차도	
	(4) 부속구간	부속구간 유형	①휴게소 ②졸음쉼터 ③보도 ④자전거도로 ⑤기타부속구간	 부속구간
	(5) 주차면	주차장유형	①일반주차장 ②화물차전용주차장 ③장애인전용주차장 ④노인전용주차장 ⑤여성전용주차장 ⑥버스전용주차장 ⑦전기차 전용주차장 ⑧기타주차장	 주차면

목록	레이어	항목	세부코드 리스트	예시
표지 정보	(6) 안전표지	안전표지유형	①주의표지 ②지시표지 ③규제표지 ④보조표지	 안전표지
	(7) 노면선표시	선표시 유형	①선표시 유형 25종	 노면선표시
		선규제 유형	①선규제 유형 13종	
시설 정보	(8) 노면표시	표시 형태	①화살표 ②횡단보도	 노면표시
		표시 종류	①유형 18종	
	(9) 신호등	신호등유형	①신호등 유형16종	 신호등
	(10) 킬로포스트	킬로포스트	①킬로포스트	 킬로포스트
	(11) 차량방호안전시설	시설유형	①가드레일 ②콘크리트방호벽 ③콘크리트연석 ④무단횡단방지시설 ⑤중앙분리대 개구부 ⑥임시 구조물 ⑦벽 ⑧기타 시설물	 차량방호안전시설
	(12) 과속방지턱	시설유형	①높이 있는 방지턱 ②높이 없는 방지턱 ③기타 방지턱	 과속방지턱
	(13) 높이장애물	시설유형	①고가도로 또는 교량 ②육교 ③기타	 높이장애물
	(14) 지주	시설유형	①신호기지지주 ②교통표시지지주	 지주



1 작업계획 수립

위험요소 사전분석을 위한 작업계획 수립

현황조사를 통한 위험요소 사전분석으로 고정밀 정밀도로지도 제작

가로변 주정차지역

| 가로변 주 · 정차 구역 |



- 광범위한 구역과 복합지역에 대한 MMS 현지측량 방법 적용



주요 정체 지역

| 음영구간 방지 |



- 교통량이 많은 주요 정체 지역 월별, 요일 별, 시간대별 분석

위험요소
사전분석

| 변경 예상지역 확인 |



- 공사로 인한 지형·지물 변경 예상지역 확인

공사 구간

| 정확도 저하구간 분석 |



- GNSS 수신 단절 구간에 따른 대응방안 모색

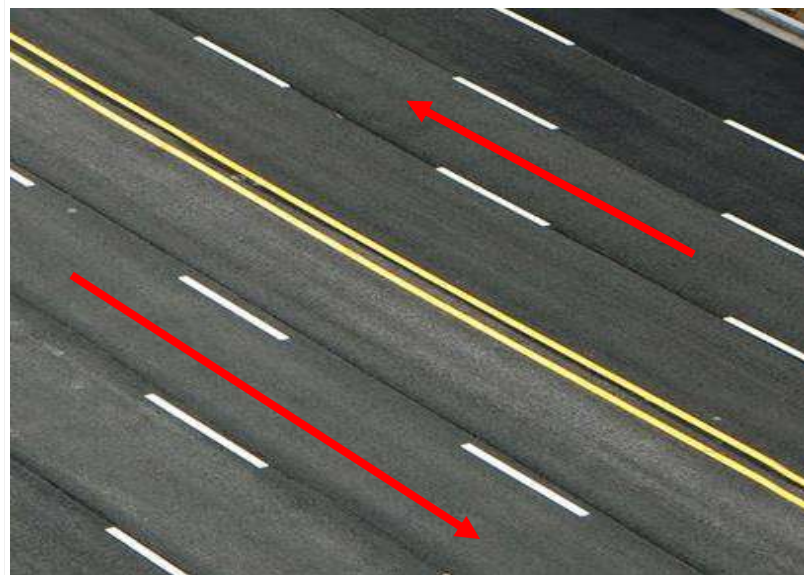
GNSS 음영지역

1 작업계획 수립(계속)

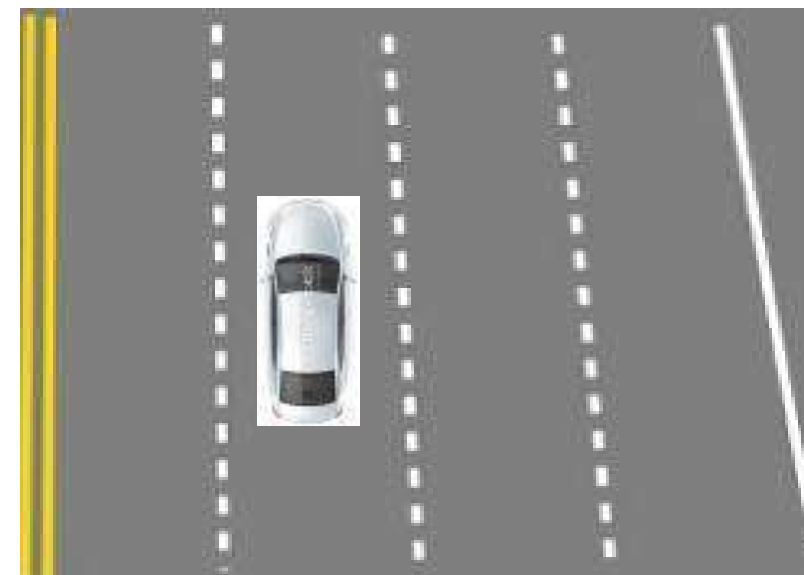
사전 노선 계획 수립

무결점 자료수입을 위한 MMS 차량 운행방안 수립

운행횟수 및 주행노선 계획



- 상행/ 하행 → 왕복운행
- 편도 2차로 → 1차선 운행, 편도 4차로 → 2차선 운행



정속 주행



- 정속 주행 → 균일한 점군 밀집도 확보
- 시속 50km 주행 → 공간해상도 5cm 이하 확보

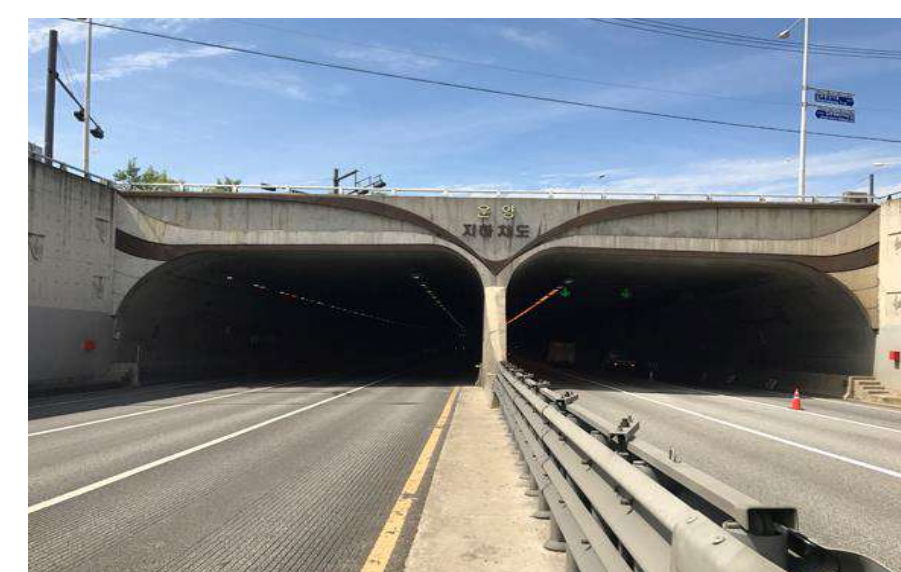
교차로 운행방안



- 본선구간 직진운행 / 급회전 운행 최소화



GNSS 음영지역 주행대책



- 일반국도 방음벽 및 주변 고층 건물 회피목적의 도로 1차선 주행
- GNSS 수신을 회복을 위한 음영지역 주변 정차

03 정밀도로지도 제작방법(1)

2. 정밀도로지도 세부제작 과정(1)

1 작업계획 수립(계속)

장비 정확도 점검을 위한 MMS 캘리브레이션

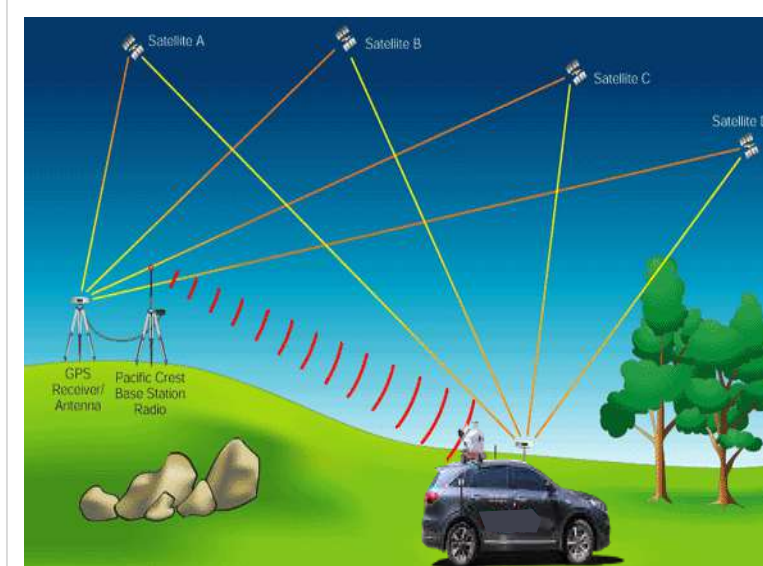
캘리브레이션의 정의 및 프로세스

캘리브레이션이란?

- 계측장비나 기타 장비를 측정 단위의 기준점 및 스케일에 맞게 재조정 하는 것
- 계측 장비는 기계적 오차를 가지고 있기 때문에 기준이 되는 표준 측정 포맷에 맞게 재조정하여 측정오차를 최소로 만듦

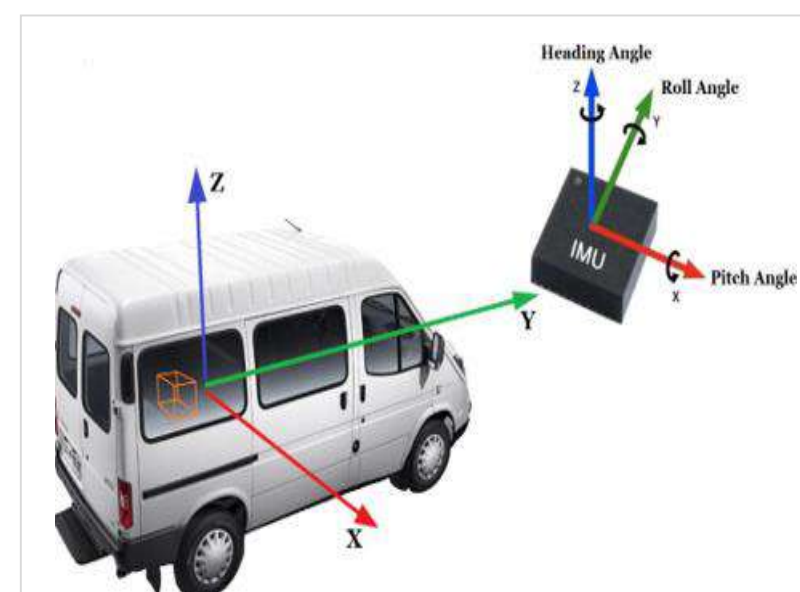


캘리브레이션 사전점검으로 장비오차 사전 차단



IMU, 레이저 장치의 Roll, Pitch, Heading

장비센서의 불일치 정도



캘리브레이션
파라미터 결정

검사장 운영 및 실시



캘리브레이션 검사시 고려사항

노선별 왕복측량
(코스 준수)

정규속도운행
(20~30km/h)

캘리브레이션 측량 데이터 처리과정

GCP 측량점



GCP 측량점 : 42점

알고리즘 적용 및 해결

원시데이터
LAS

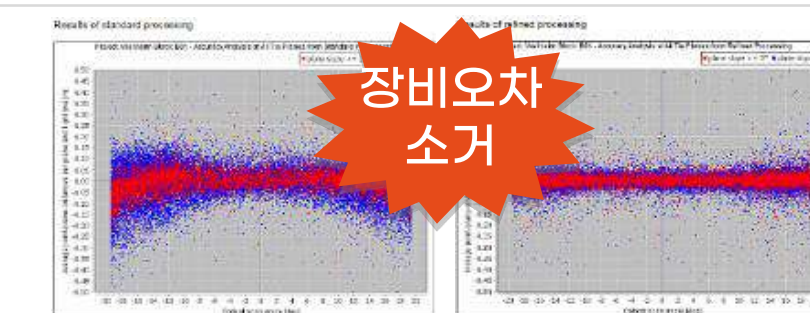
GCP
측량점

From Self-Calibration

-0.000509
-0.002586
0.003228
0.000312
-0.000014

조정값
0.10내 부합

• LCP파일 정확도 확인

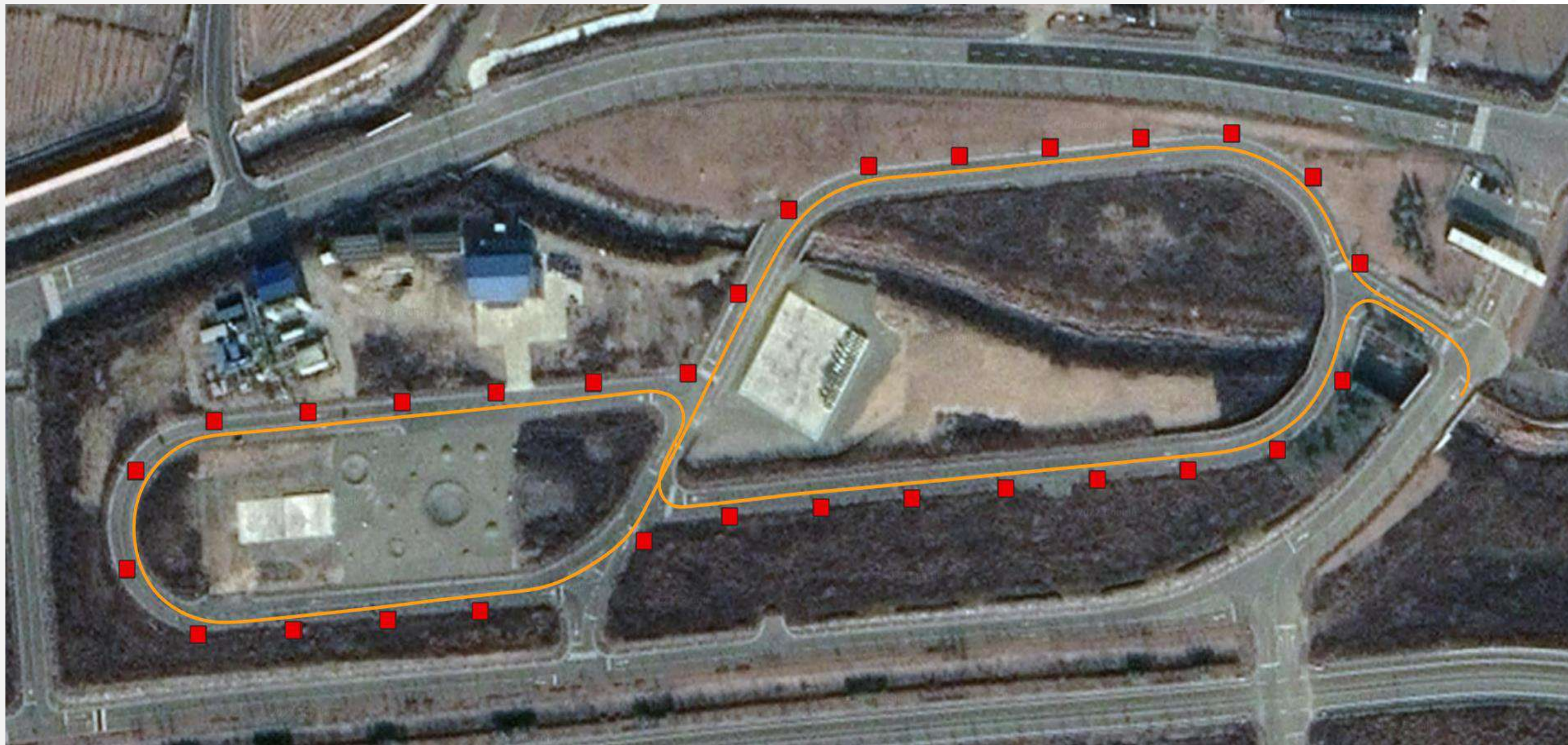


GCP매칭 전
초기입력 값

GCP매칭 후
조정된 값

1 작업계획 수립(계속-시험측량)

- 시험측량 개념
 - ▶ 제작 작업규정 제 9조 제 3호에 따라 정밀도로지도의 안정성 확보를 위해 MMS 측량 장비의 신뢰성 검증
- 시험측량 항목
 - ▶ GNSS 신호 수신 가능 및 불량구간에서의 MMS 측량 정확도 검사 (제작 작업규정 제17조 제1항)
 - ▶ MMS 측량 데이터의 점밀도 및 반사강도 검사 (제작 작업규정 제14조 제1항 제1호 및 제2호)

<MMS 시험측량 검정장>**<MMS 시험측량 타겟>**

정밀도로지도 제작방법(1)

2. 정밀도로지도 세부제작 과정(1)

1 **작업계획 수립(계속-시험측량)**

구분	내용	주체
시험측량신청	(온라인) 시험측량신청	구축/갱신 사업자 ↓↓ 건설기술연구원
시험측량	MMS 시험측량(정방향, 역방향, GNSS 차폐 정방향)	구축/갱신 사업자
시험측량 결과 제출	(공문) 시험측량 결과 제출	구축/갱신 사업자 ↓↓ 공간정보산업진흥원
시험측량 결과 보고	(공문) 시험측량 결과 보고	공간정보산업진흥원 ↓↓ 국토지리정보원

1 작업계획 수립(계속-시험측량)

▪ 이동측량시스템 위치정확도 검증용 타겟

<https://rems.kict.re.kr>

한글장비명	이동측량시스템 위치정확도 검증용 타겟	영문장비명	Target for verification of location accuracy of MMS(Mobile Mapping System)
NTIS등록번호		장비사진	
자산관리번호			
취득방법/개발기간	개발 / 2019-04-01 ~ 2019-12-31		
개발금액	44,749,770원		
장비상태/재원구분	활용 / -		
담당자	오운석 (경영기획실) 메시지보내기		
국가/제작사/모델	대한민국 / 포비즈 / 모델명없음		
장비설명	본 시설은 연천군 소재 SOC실증연구센터 내 도로에 설치한 시설로서 이동형 측량시스템(MMS) 등의 점군데이터의 정확도 판정을 위한 타겟 60면 및 4급 기준점 20개, 2급 기준점 4개로 구성되어 있음 각 타겟은 3차원 절대좌표값을 갖고 있음 본 타겟의 위치정보는 비공개이며, 각 타겟의 측정값을 비교한 RMSE(95% 신뢰수준)를 결과값으로 제공할 수 있음 본 시설은 국토지리정보원 MMS 작업규정의 성능시험 기준에 따라 시험인증을 실시함		
구성 및 성능	타겟 2면씩 총 30개 설치, 각 60면의 타겟 정중앙 절대 좌표(X, Y, Z)를 갖고 있음 (비공개) 4급 기준점 20점의 절대좌표를 가지고 있음 (공개) 2급 기준점 4점의 절대좌표를 가지고 있음 (공개)		
사용예	차량용 MMS를 주행하여 점군데이터의 정확도를 수평, 수직방향에서 측정할 수 있음"		
메뉴얼			

1 작업계획 수립(계속-시험측량)

- 검정장내 설치된 위치정확도 검증용 타깃을 이용하여 시험측량 실시
- ¹정방향 / ²역방향 / ³GNSS 수신 차단 후 정방향 각 2회 주행 총 6회 실시
- 보정점 4점(건기연 제공)을 사용하여 GNSS 후처리를 실시
- SOC 실증연구센터 내에 설치된 60면의 타깃을 측정하여 MMS 점군데이터 정확도 판정

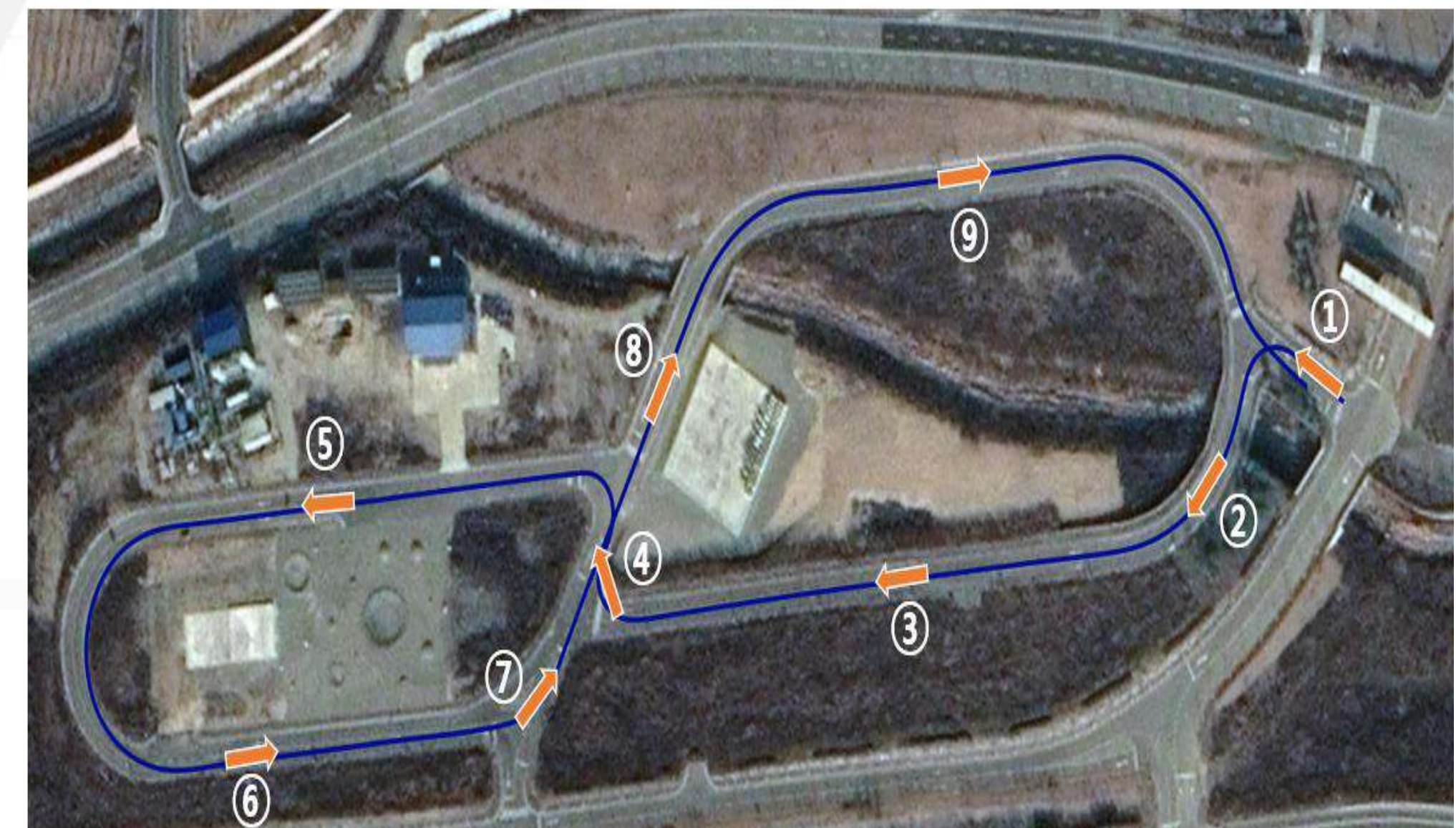
<기준점 예>



<정방향 촬영 경로 (약 1.2km)>



<역방향 촬영 경로 (약 1.2km)>





1 작업계획 수립(계속-시험측량 검사항목(점군위치정확도, 점군 정밀도, 점군 반사강도))

■ 검사 목적

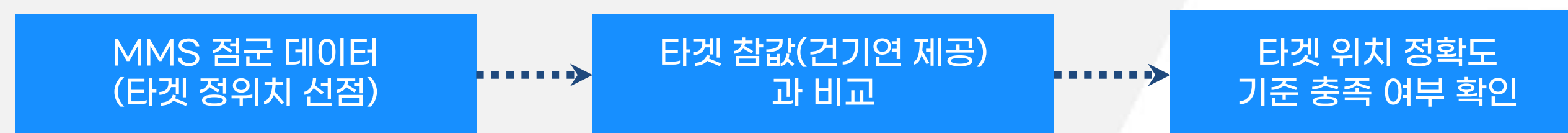
- ▶ MMS의 라이다 센서로 취득한 점군 데이터의 위치정확도 기준 충족 여부
 - * GNSS 신호 수신 가능(정방향/역방향) 및 GNSS 신호 수신 불량 구간에서 측량한 MMS 점군 대상

■ 검사 기준

- ▶ 측정대상 타겟(검사점) 60개, 선점 좌표의 RMSE 및 최대 오차 기준 충족 여부
 - * 점군데이터 위치 정확도 기준(제작 작업규정 제 17조 제1항)

RMSE(m) (95%신뢰구간)			최대오차(m)	
평면위치	수직위치		평면위치	수직위치
0.2m	0.2m		0.4m	0.4m

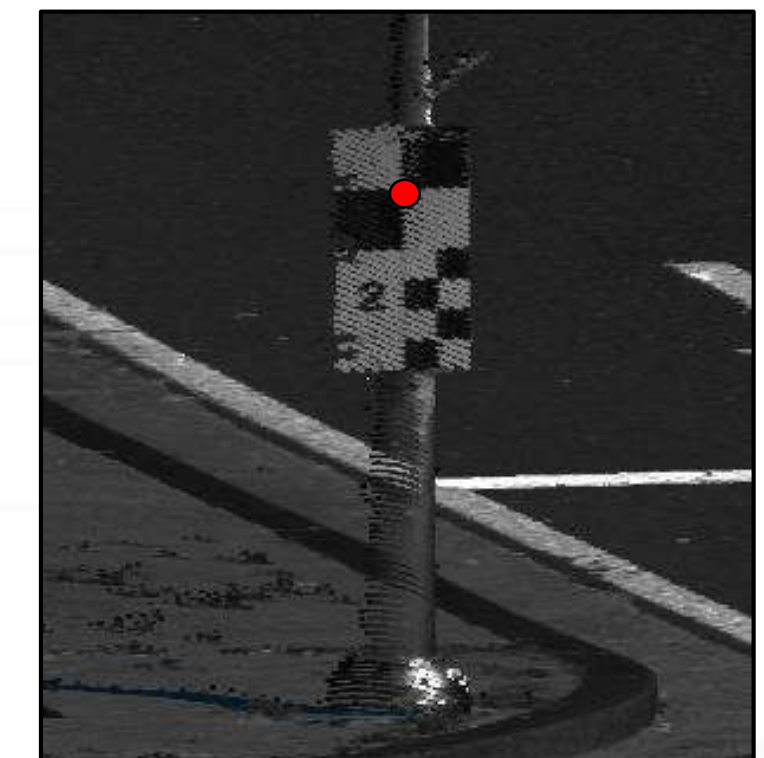
■ 검토 방법



<타겟 검사점>



<타겟 관측점>



■ 검토 사례

- ▶ 점군 위치정확도(정방향/역방향/GNSS 차폐)

타겟번호	정방향(소수점 3자리까지 기입)			역방향(소수점 3자리까지 기입)			GNSS차폐(소수점 3자리까지 기입)		
	X (m)	Y (m)	H (m)	X (m)	Y (m)	H (m)	X (m)	Y (m)	H (m)
1	332259.680	4220733.974	78.681	332259.654	4220733.963	78.664	332259.662	4220733.996	78.669
2	332259.488	4220734.191	78.680	332259.475	4220734.181	78.661	332259.492	4220734.209	78.672
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
60	332259.488	4220734.191	78.680	332259.475	4220734.181	78.661	332259.492	4220734.209	78.672



1 작업계획 수립(계속-시험측량 검사항목(점군위치정확도, 점군 정밀도, 점군 반사강도))

- 검사 목적
 - ▶ MMS의 라이다 센서로 취득한 점군 데이터의 점밀도 기준 충족 여부
 - * GNSS 신호 수신 가능(정방향/역방향) 및 GNSS 신호 수신 불량 구간에서 측량한 MMS 점군 대상
- 검사 기준
 - ▶ MMS의 위치(촬영경로)기준 직경 10m 범위 내, 1m²당 400점 이상 충족여부 (제작 작업규정 제 14조1항 제1호 및 제2호)
- 검토 방법 및 사례
 - ▶ 품질검사 SW활용

<적합 사례>

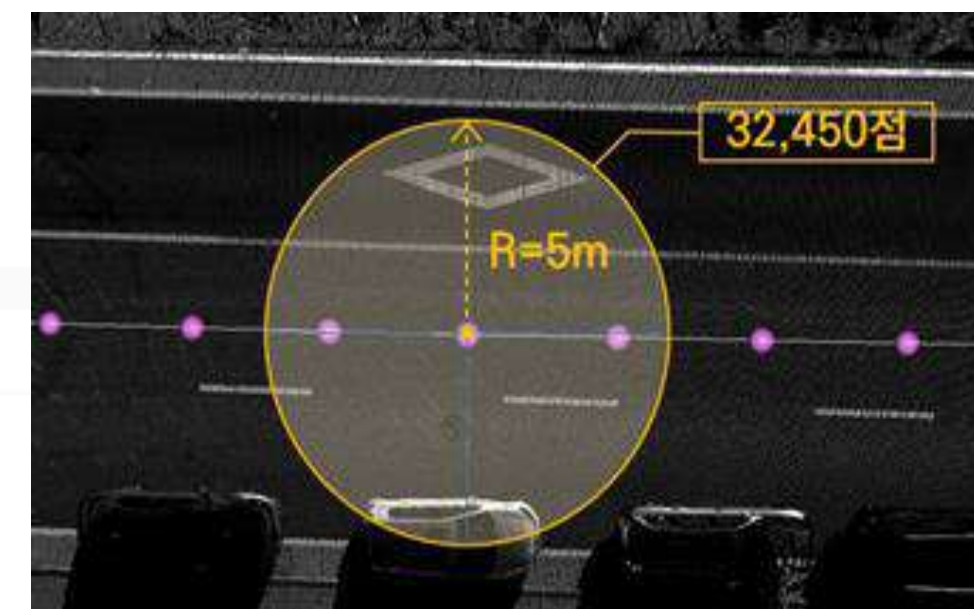


<부적합 사례>



<점밀도 계산 예>

$$\begin{aligned} \text{점밀도} &= 32,450 \div (\pi \times 5^2) \\ &= 413.166 \text{점} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

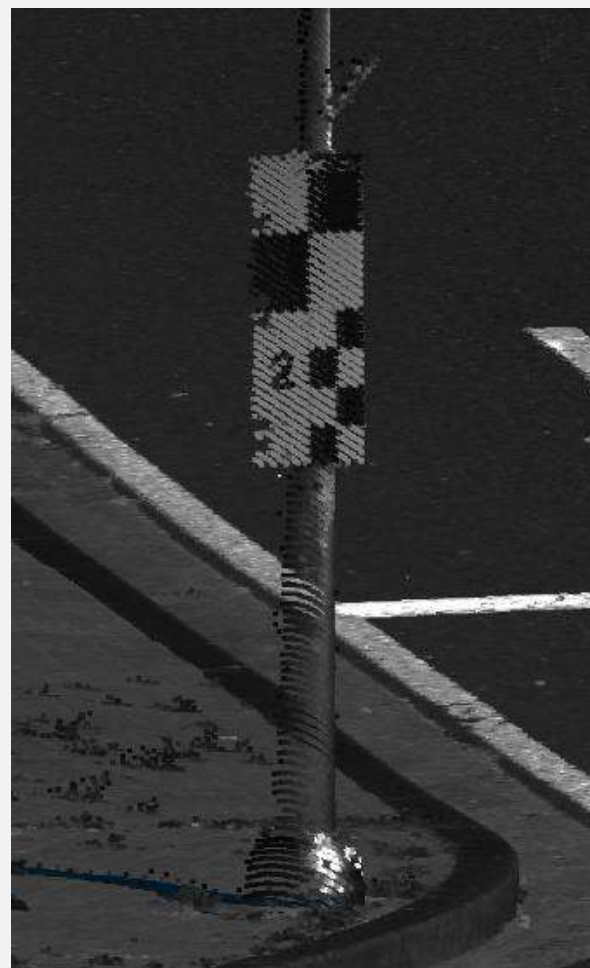




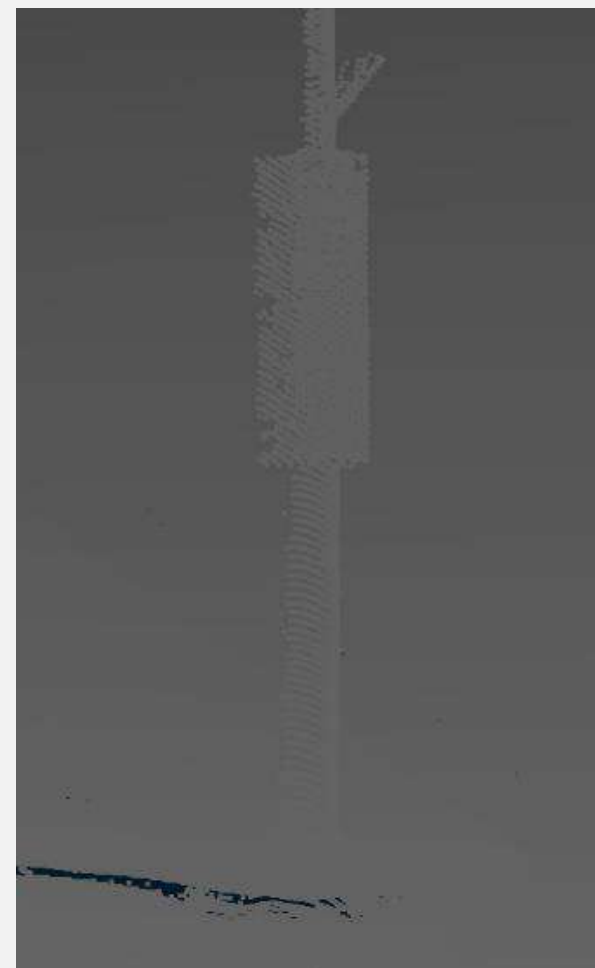
1 작업계획 수립(계속-시험측량 검사항목(점군위치정확도, 점군 정밀도, 점군 반사강도))

- 검사 목적
 - ▶ MMS의 라이다 센서로 취득한 점군 데이터의 반사강도 기준 충족 여부
 - * GNSS 신호 수신 가능(정방향/역방향) 및 GNSS 신호 수신 불량 구간에서 측량한 MMS 점군 대상
- 검사 기준
 - ▶ MMS 측량 전체 경로 대상 점군 데이터의 '반사강도'로 부터 정밀도로지도 세부도화 항목의 식별 유무 (제작 작업규정 제 14조1항 제2호)
- 검토 방법 및 사례
 - ▶ 반사강도 데이터 대상, 육안판독
 - * 노면표시, 노면선 표시, 안전표지 등 14개 세부도화 항목

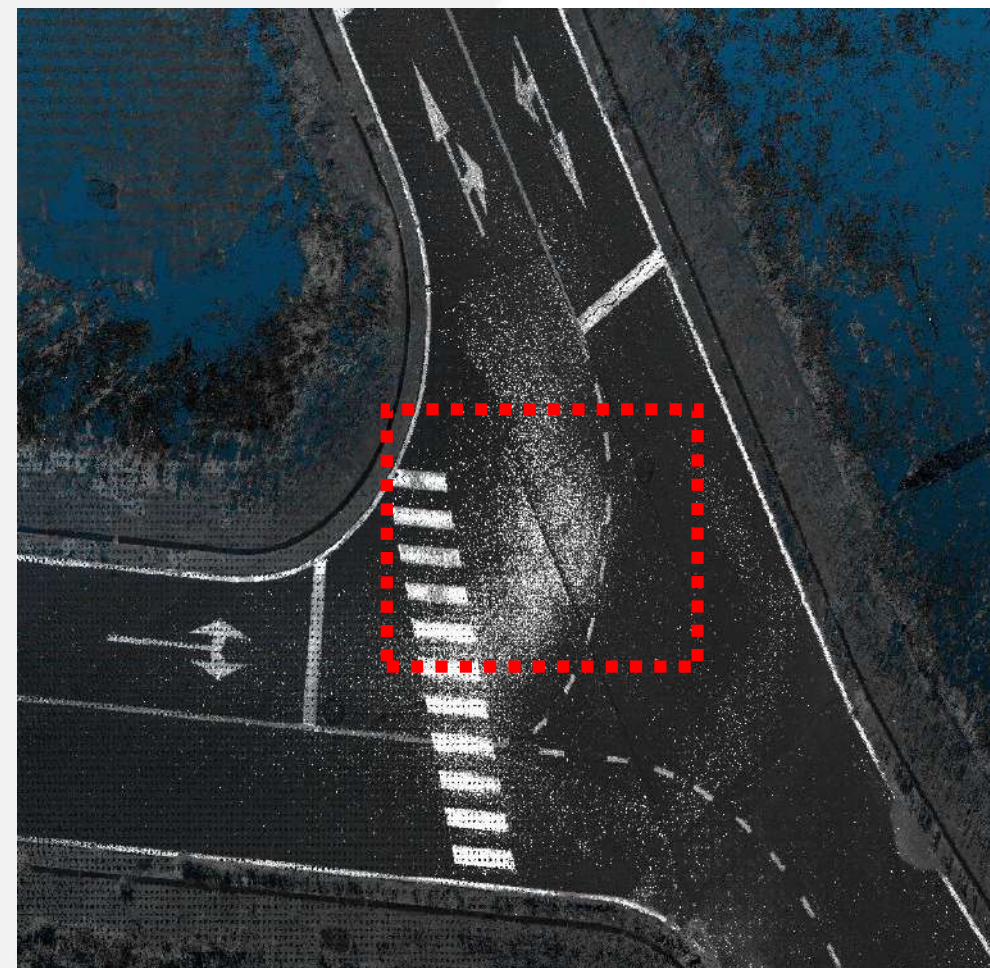
<적합 사례>



<부적합 사례>



<확인필요 사례>



1 작업계획 수립(계속-시험측량 검사항목(점군위치정확도, 점군 정밀도, 점군 반사강도))



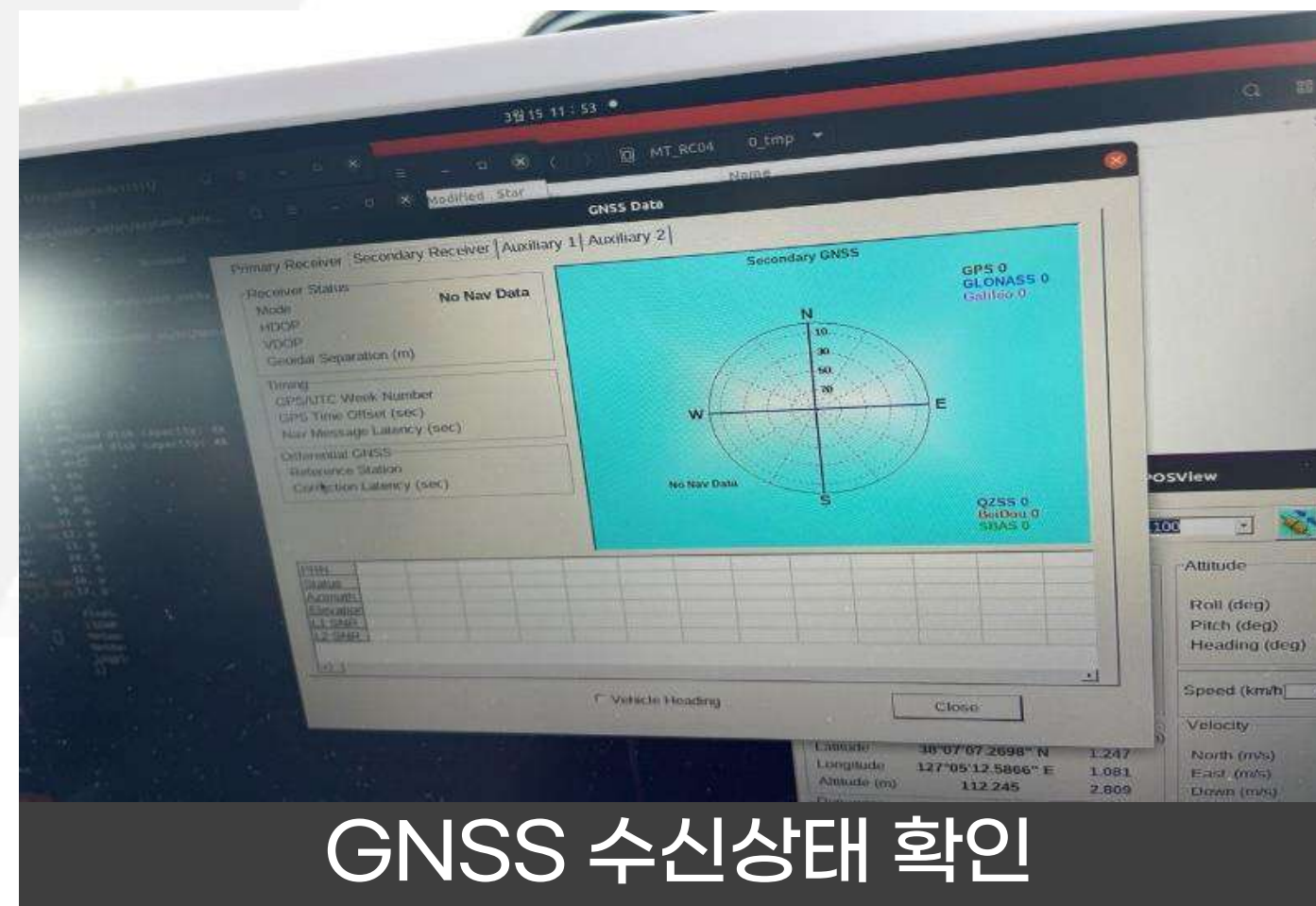
장비 제원 확인



시험측량 데이터 취득



GNSS차량 차폐 실시



GNSS 수신상태 확인

03 정밀도로지도 제작방법(1)

2. 정밀도로지도 세부제작 과정(1)

2 MMS자료 취득

MMS 현지 측량

운용방안 및 수행방법

운전자

- 일정한 주행속도 운행 (크루즈 컨트롤 이용)
- 노선계획에 따른 MMS 현지측량
- 차량의 직진 운행

경로안내자

- 주행경로 속지
- 주행경로 이탈방지 (드라이버에게 주행정보 지원)
- GNSS 음영지역 확인 및 차단

현지측량 방안

작업대상
지역확인



GNSS수신
확인



기상현황 및
교통량분석



MMS측량 완료



폐색지역

1차
육안검수
실시



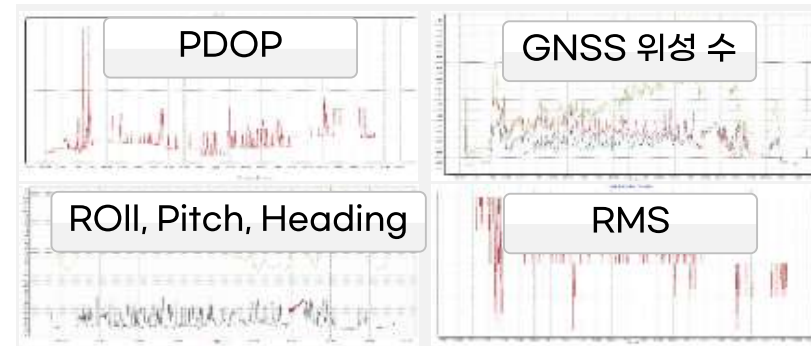
공사구간

폐색구간
재촬영

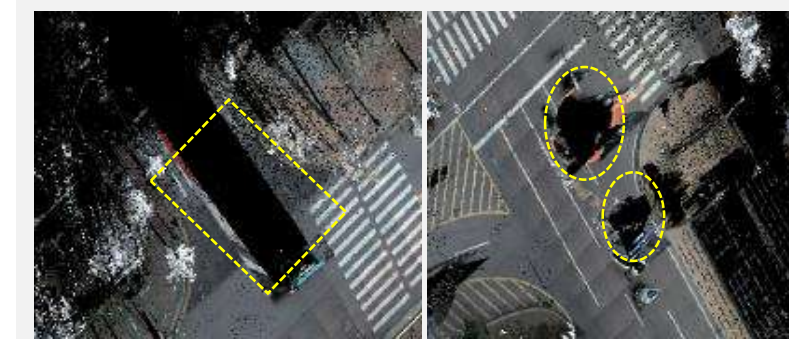
현지측량 성과 확인

검수사항

정확도 저하



공백구간



점밀도 기준 만족 여부



점밀도 확인

변화대상



수집자료 보완대상 요인

공백 또는 불량
10% 이상발생

GNSS
수신단절

오차기준
초과

지형·지물
변화구간



Chapter 04.

정밀도로지도 제작방법(2)

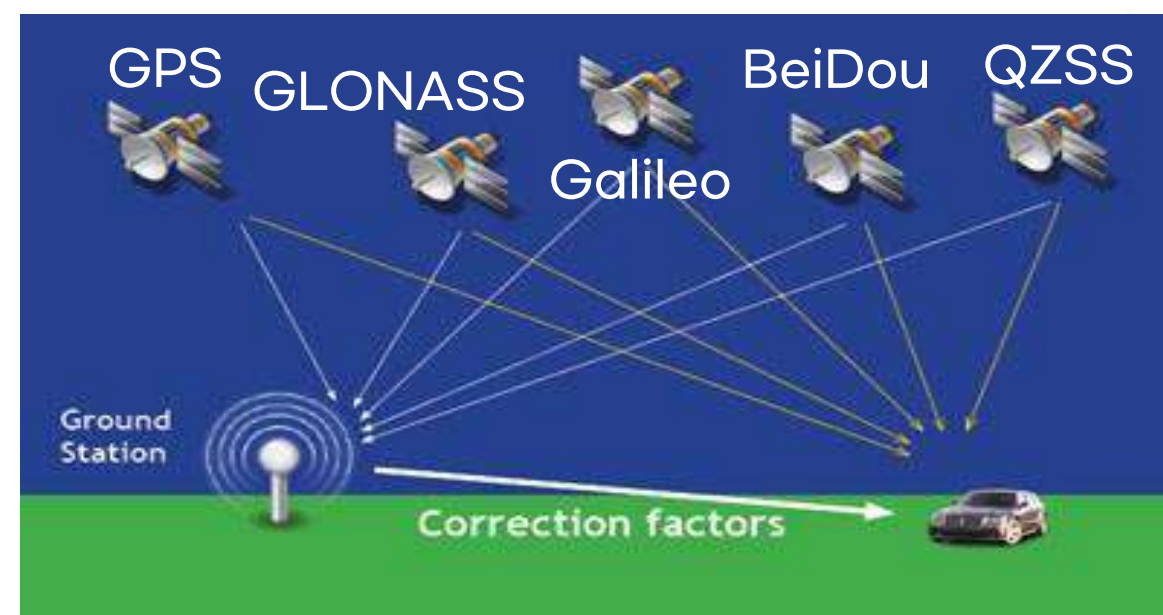
1. 정밀도로지도 세부제작 과정(2)
2. 정밀도로지도 검사 흐름

오종민



GNSS 수신 방안 및 데이터 처리 절차

다중 GNSS 수신



글로벌 Multi
GNSS 수신 및
장비 업그레이드로
MMS 자차위치
정확도 향상

01

GPS

미국의 범지구 위성 항법 시스템으로 무기유도, 항법, 측량, 지도제작, 측지, 시각동기 등의 군용 및 민간용 목적으로 사용

02

GLONASS

러시아의 범지구 위성 항법 시스템으로 미국의 GPS가 상업용, 군사용인 것과 달리 GLONASS는 상업용 단일 위성

03

Galileo

유럽 우주국 및 기타 국가들이 공동으로 개발하고 있는 범지구 위성 항법 시스템

04

BeiDou

중국의 범지구 위성 항법 시스템으로 3세대 BeiDou는 밀리미터 수준의 정확도를 보이며 이는 미국의 GPS의 정확도를 능가하는 수준

05

QZSS

일본의 GNSS 시스템이며 정확도는 미국 GPS 보다 10배 이상이며, 연구용 정확도로는 1cm이고 한국과 호주에 무상으로 공개

데이터 처리 절차

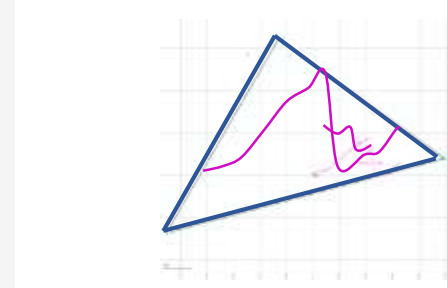
01

데이터
준비

- MMS 측량성과 GNSS/INS 데이터
- 상시관측소 RINEX 데이터
- 이동기지국 RINEX 데이터
- 데이터 수신간격 1초독

데이터
다운로드

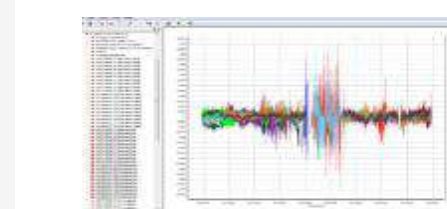
02

데이터
처리

- MMS 전용 WAYPOINT 솔루션 적용
- MMS차량 주행 노선과 기준국과의 거리를 준수한 최적의 망구성

데이터
프로세싱

03

품질
점검

- 위치좌표(North, East, Down) 정밀도 RMS 확인
- 오차예측정보 확인
- GNSS/INS 및 DMI 처리 정밀도 확인

데이터
품질 점검

04

고정밀 궤적
데이터생성

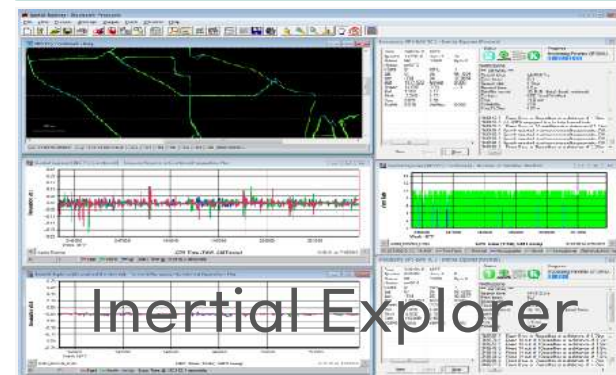
- 고정밀 궤적데이터 (PegTracks) 생성
- GNSS/INS 통합처리 결과 산출물
- GNSS/INS 정확도 점검 파일 및 처리 결과표

결과 파일
생성

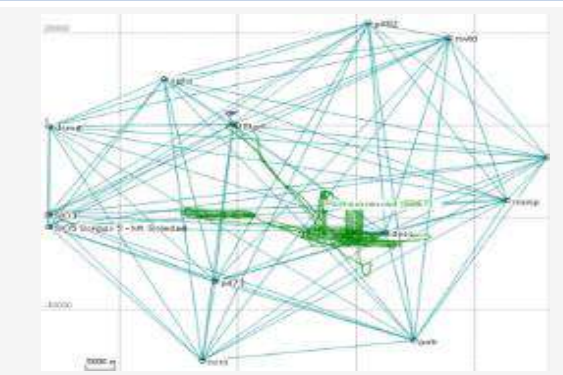
GNSS 데이터 처리

GNSS 통합 처리 솔루션

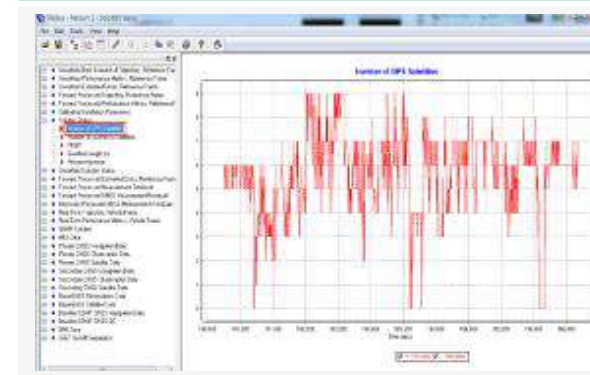
GNSS/INS
후처리 소프트웨어



삼각망
구성 및 검토



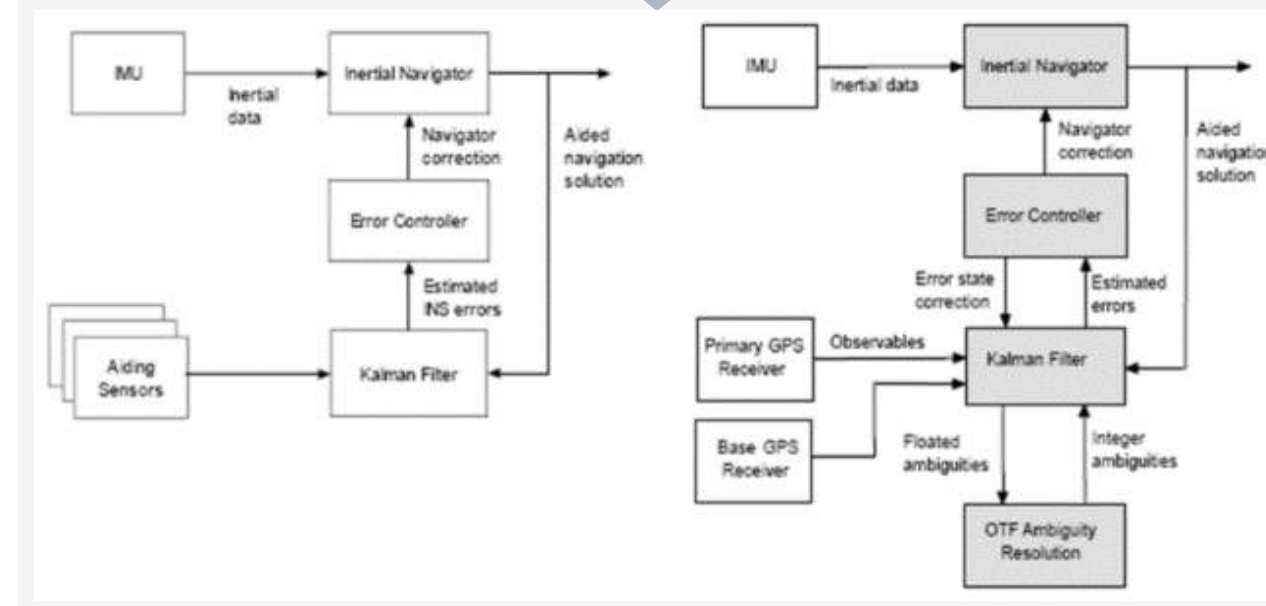
오차분석 및
과대오차 체크



GNSS 음영지역 오차를 최소화한 원시데이터 처리

후처리 알고리즘 적용하여 해결
MMS 표준자료를 위한 정밀도 분석 및 처리, 오차
제거

처리 알고리즘



처리 과정



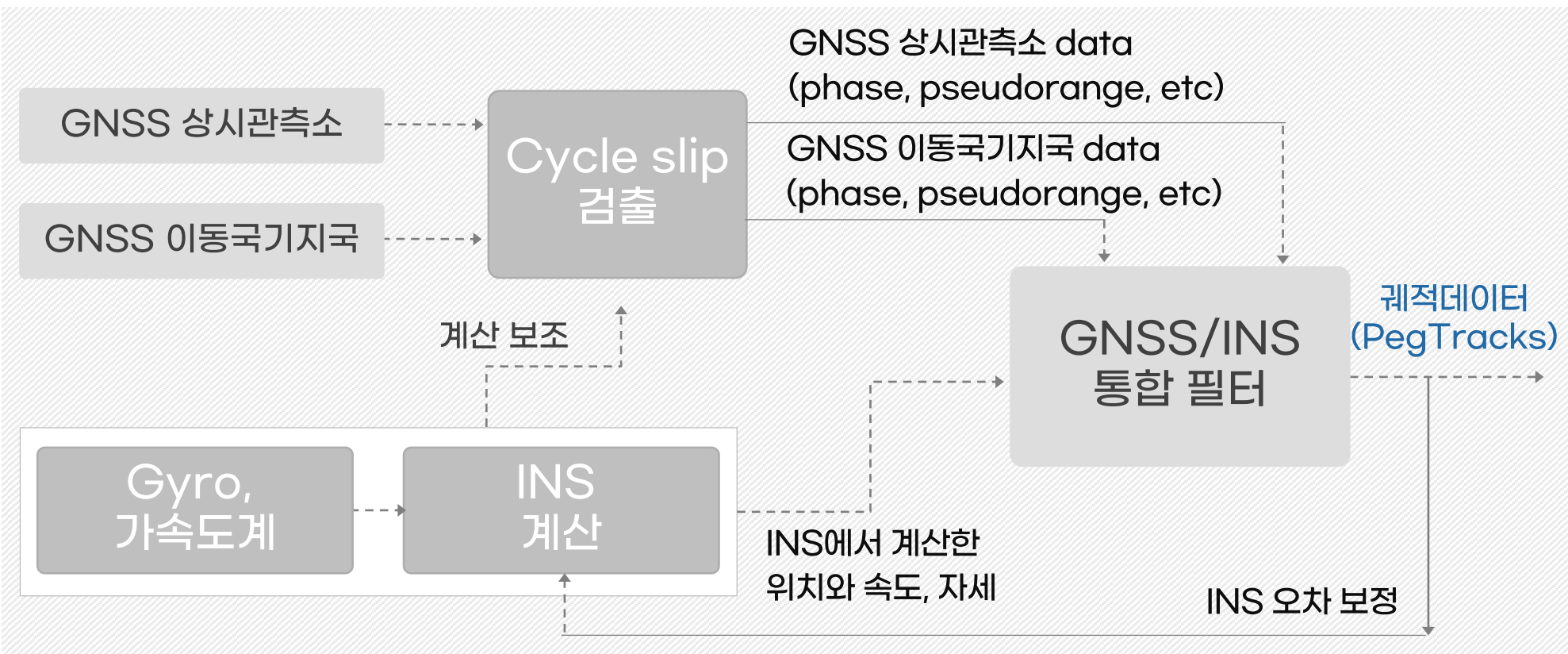
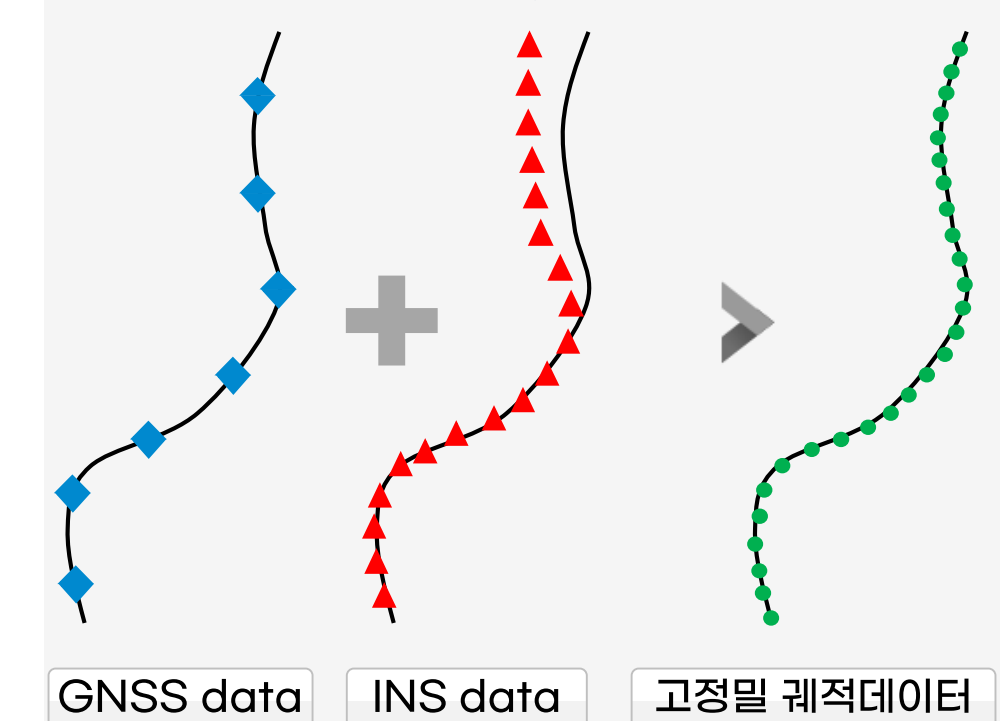
GNSS 데이터 처리

데이터 처리 및 분석



- RINEX와 POS를 GNSS/INS 통합 필터 처리
- GNSS 음영지역의 오차를 최소화한 기선해석
- 데이터 수신간격 1초독
- 기준국이 4개 이상일 때, Smart base 처리 방법을 적용하여 고정밀 궤적데이터 생성

GNSS/INS 통합 결과 및 보정

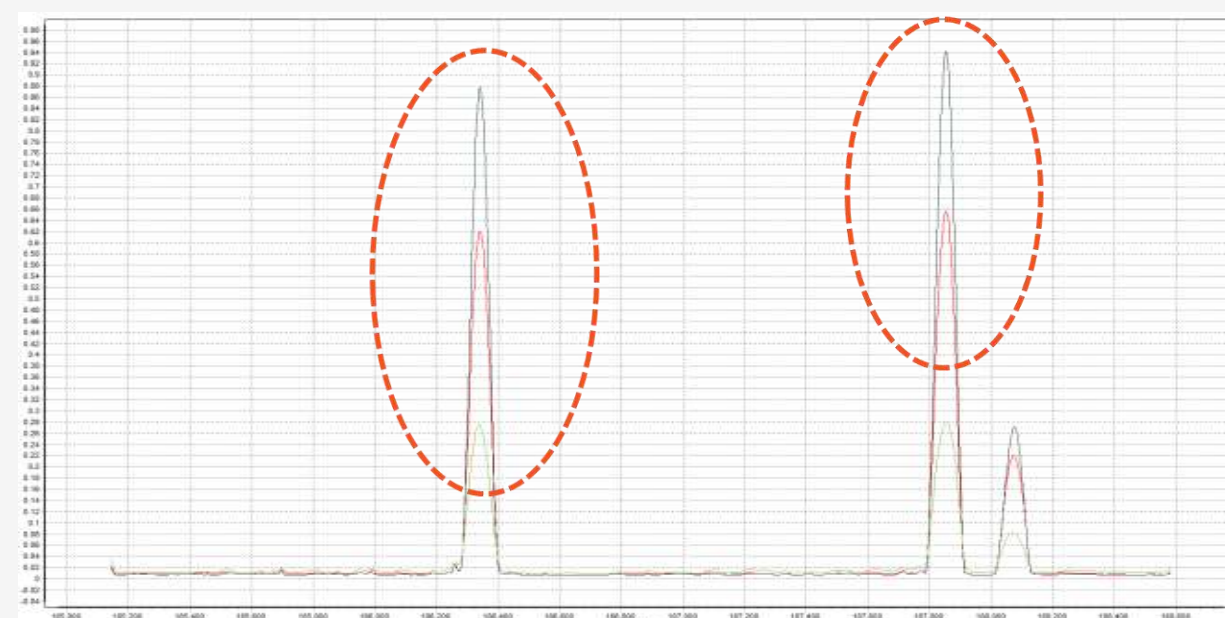




GNSS 통합처리 결과 및 품질점검

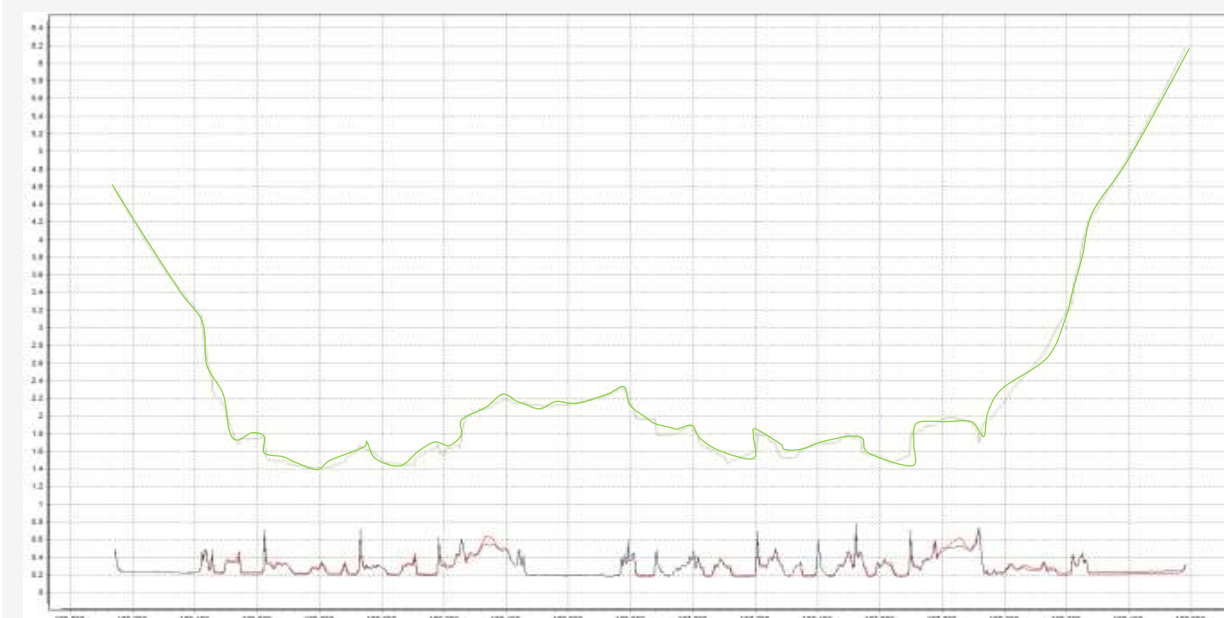
고정밀 궤적 데이터 오차 확인 및 궤적 품질점검

위치좌표 RMS 오차(North, East, Down)



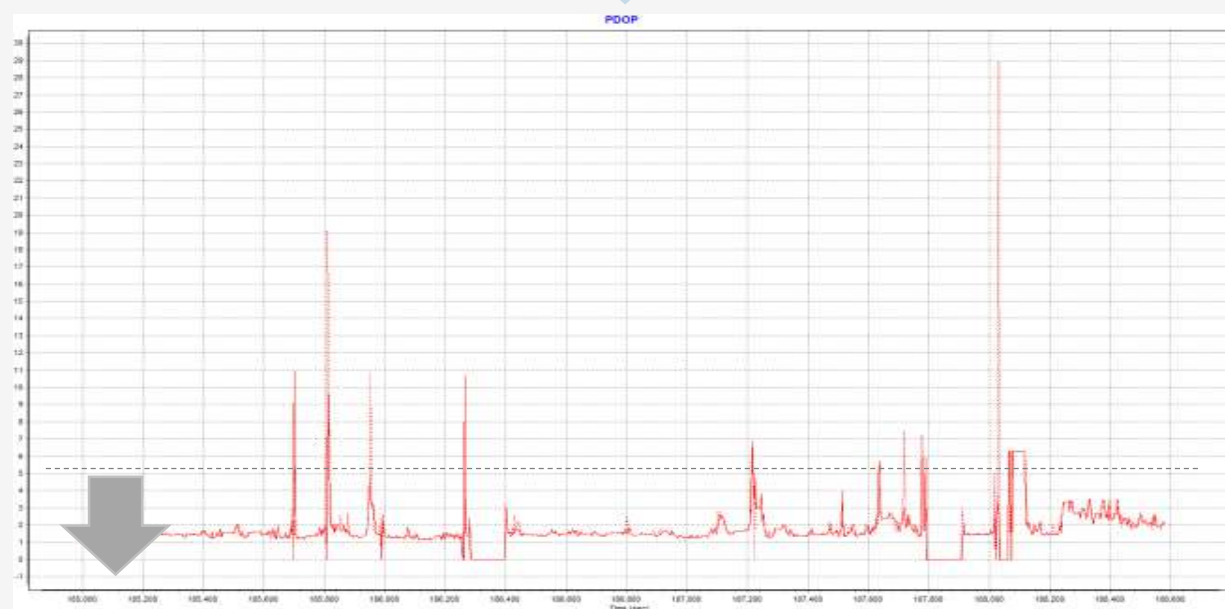
- 과대오차 구간 확인(오차소거 및 기준점 선점 반영)

차량자세 RMS 오차(Roll, Pitch, Heading)



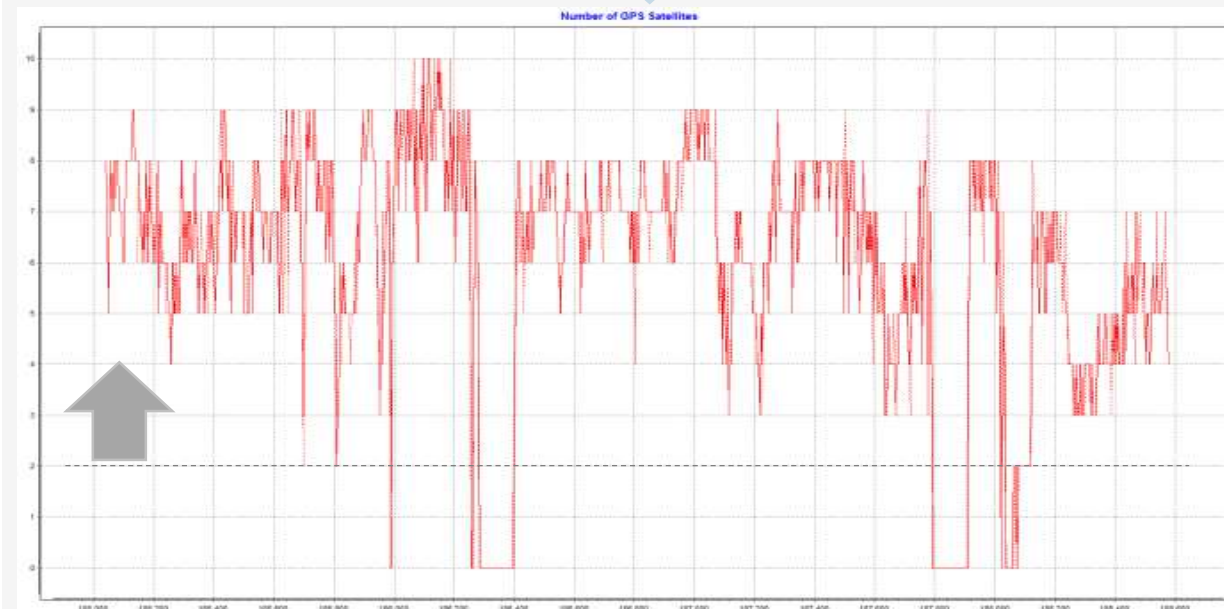
- MMS 특성상 Heading 자세오차의 파악 및 분석

PDOP



- 평균 3.5이하의 정밀도 저하율 유지

GNSS 위성의 수



- 평균 7개 이상의 GNSS 위성 수신



품질저하
구간에측
및 보정





4 기준점 측량

기준점 관측 및 성과 산출

기준점 관측

기준점 관측 방안

- 점의조서를 이용하여 기준점의 정확한 위치 파악
- 평면기준점, 표고기준점의 위치 등 적정성 확인 및 오류 등 확인
- 4급 기준점 공공측량 작업규정에 부합하도록 기준점 관측

4급 기준점 공공측량 작업기준

축척	평면 편차	표고 편차
1/500	0.1m	0.05m
1/1,000	0.1m	0.10m

GNSS 수신 확보 지역 기준점 관측

개활지



신속정지 측위법 관측



관측시간

20분 이상

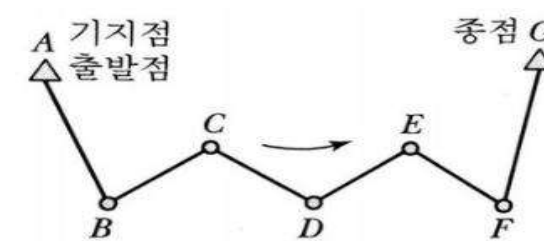
관측시간

5초 이상

GNSS 수신 차단 지역 기준점 관측



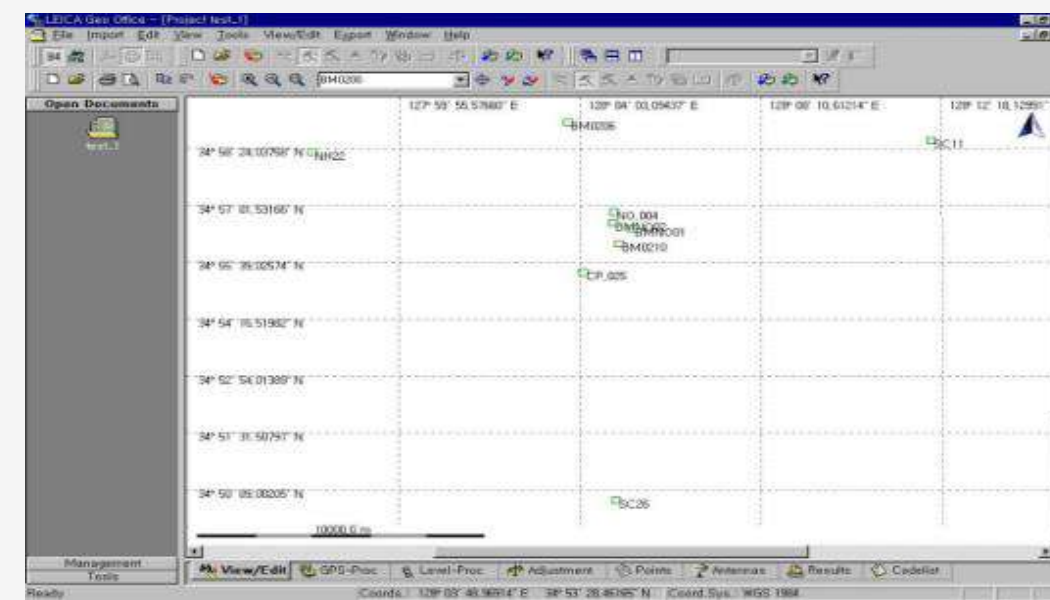
결합 트래버스 관측



트래버스 측량을 이용한
GNSS 수신불가 문제 해결

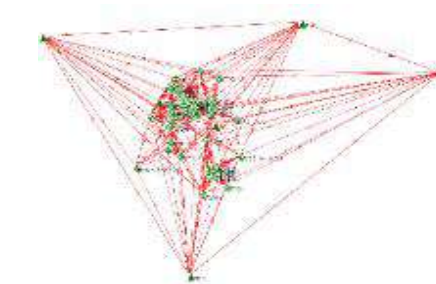
기준점 성과 산출

기준점 측량 데이터 입력



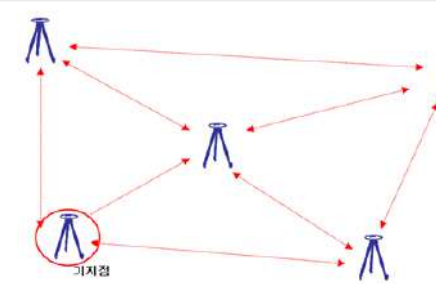
- 전용 S/W를 활용한 성과계산
- 망조정, 기선해석을 통한 정확한 측량성과 확보

관측망 처리



성과계산

기선해석



평면/표고 좌표 획득

점의종류	기준점(YG)				UTM	
	좌표계	세계측지계(GRS80, TM)	표고(m)	타원체고(m)	N	E
YG15	512879.7252	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG16	514190.6737	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG17	514770.3756	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG18	514080.7499	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG19	514299.4738	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG20	514959.2310	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG21	515267.9042	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG22	514308.8985	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG36	513459.5781	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG37	514358.1904	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG38	514181.3856	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG39	514821.2885	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
YG40	514959.5214	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
SN-CP001	514895.8769	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
SN-CP002	514911.3128	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472
SN-CP003	515281.5054	218314.8615	123.2373	147.3871	4120216.5757	340850.3472

SHP 파일 추출





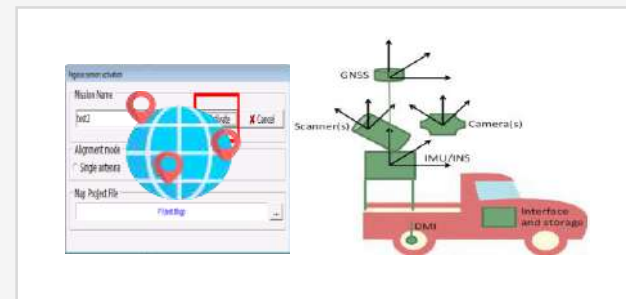
MMS 표준자료 점군데이터

점군데이터 제작 절차



좌표계 및 캘리브레이션 적용

- 좌표계 설정
: WGS 84/ UTM 52N / 타원체고
- Instruments 설정
: MMS 장비의 정확한 옵셋 값 적용



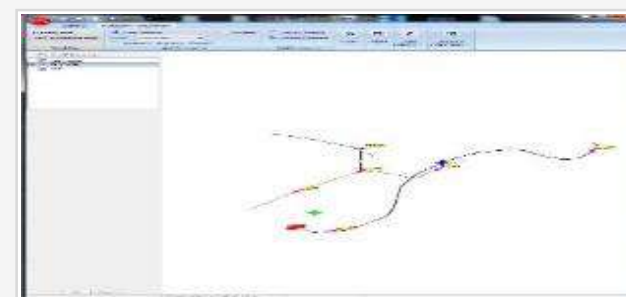
데이터 처리

- 미션(Mission) 생성
- 레이저 점군 원시데이터 적용 (ZFS)
- 고정밀 주행궤적데이터 적용 (PegTracks)



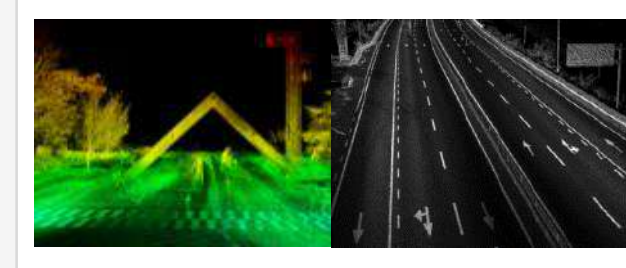
주행경로선 생성

- GCP측량 성과의 정확도 확인
- 위치 좌표 정밀도 확인
- INS 방향 정밀도 확인



LAS 생성

- 데이터 표준화, 경량화에 적합한 데이터 생성
- 레이저 스캐너의 반사강도를 활용한 반사강도 영상(Intensity Map) 생성

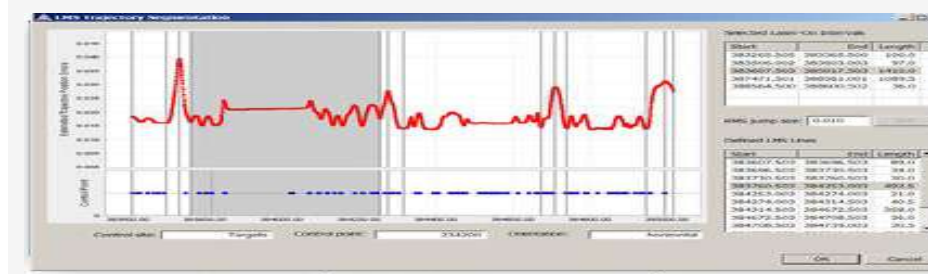


기준점에 기반한 MMS 데이터 오차보정

01

과대오차 구간 분석

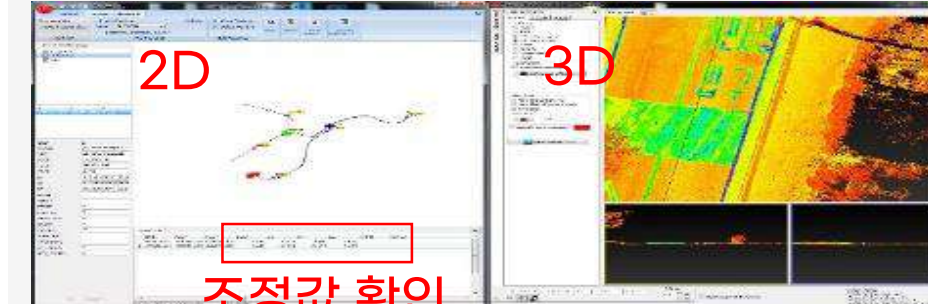
- GNSS Time을 기준으로 품질저하



03

보정 데이터 처리

- LAS 오차보정 솔루션 적용

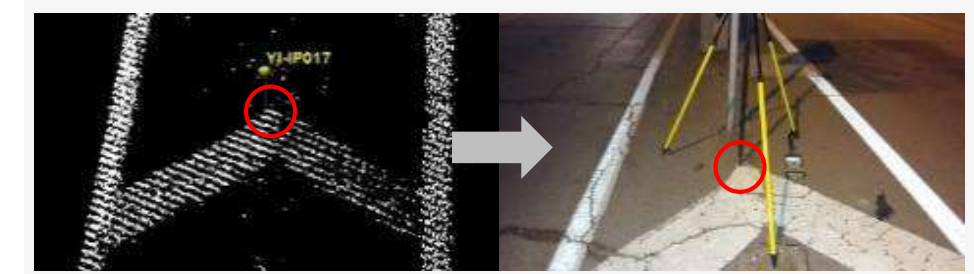


조정값 확인

02

측량성과 연동/관측

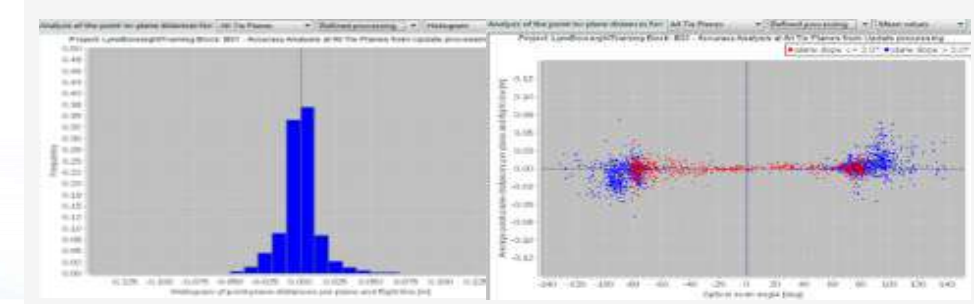
- LAS 데이터에서 판독 가능한 기준점



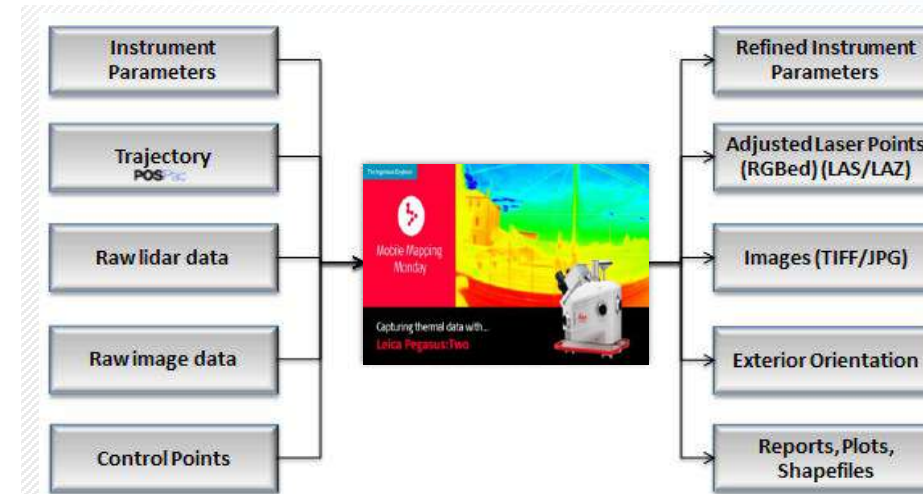
04

성과계산 및 품질평가

- 히스토그램 및 오차지수 표준편차



LAS 데이터 제작 및 보정 기능 적용



±5cm
정확도 확보

MMS 표준자료 점군데이터

MMS 표준자료 보정

중복구간의 이격 데이터 보정

점군데이터 보정과정

GNSS/INS 데이터
후처리LAS 점군데이터
생성LAS 점군데이터
평가

세부도화

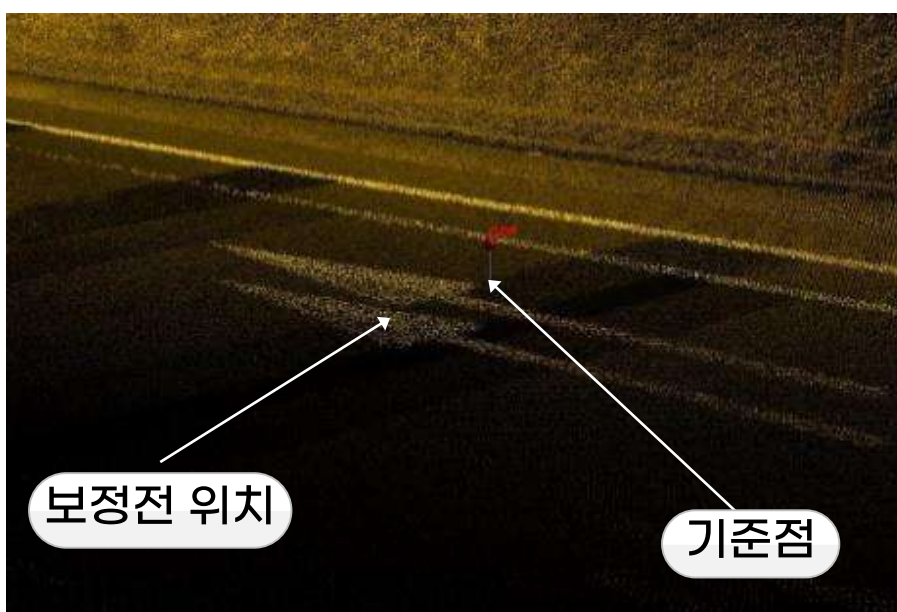
데이터 보정

GNSS 음영구간에
집중적으로
기준점 배치!

이격구간 조정

중복구간의 데이터 이격 발생

이격 데이터의 보정 결과



MMS 표준자료 성과

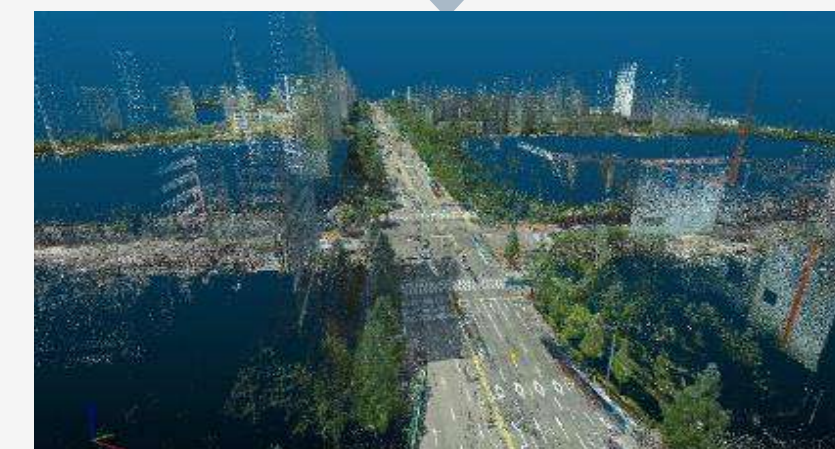
01

서울시 C-ITS실증 구간



02

서울시 C-ITS실증 구간



03

제주 C-ITS실증 구간



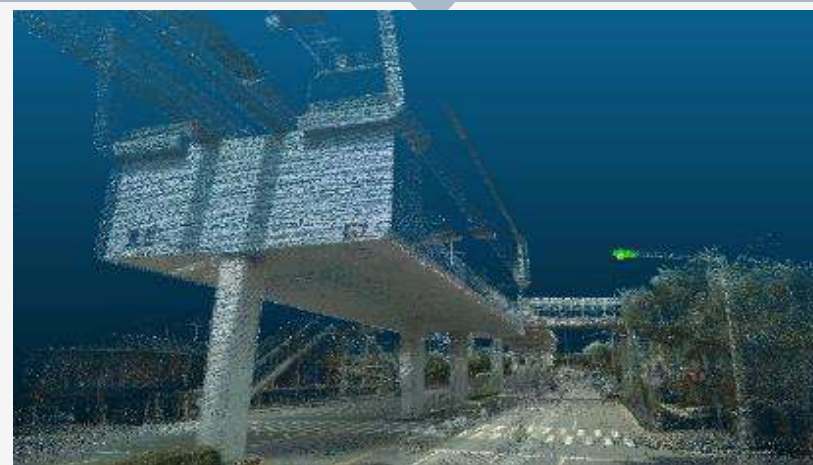
04

제주 C-ITS실증 구간



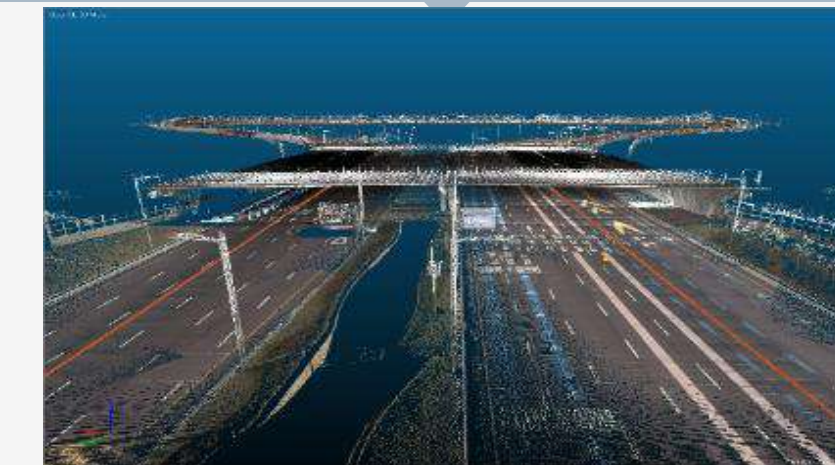
05

대구 자율주행 특화지역



06

인천공항 자율주행셔틀 운행 구간





검사점 측량을 통한 LAS 정확도 검증

검사점 측량 및 정확도 검증(1)

검사점 선정	검사점 측량	LAS 정확도 검증	결과 파일 생성
• 지정 간격을 기준으로 검사점 선정	• VRS를 활용한 검사점 측량	• MMS 측량 성과와 비교하여 품질검증 실시	• 정확도 검증 결과 기록 표준편차 및 RMS 산출

	검사점 성과			MMS 측량 성과			성과비교		
	X	Y	Z	X'	Y'	Z'	X-X'	Y-Y'	Z-Z'
1	350332.584	4120779.43	199.96	350332.637	4120779.42	200	-0.052	0.019	-0.063
2	351394.322	4117800.32	148.03	351394.314	4117800.31	148.1	0.008	0.009	-0.068
3	352180.695	4116322.31	141.69	352180.695	4116322.31	141.7	-0.004	0.012	0.032
4	353607.941	4115290.08	135.12	353607.941	4115290.08	135.12	0.024	-0.031	-0.003
5	356509.822	4113517.44	135.42	356509.822	4113517.44	135.3	-0.048	0.020	-0.036
6	357290.311	4111693.09	137.9	357290.311	4111693.14	137.9	0.021	-0.030	-0.014
7	360556.570	4108315.12	113.09	360556.550	4108315.13	113.2	0.020	-0.006	-0.068

정밀한
표준자료 LAS
정확도 검증
RMS
±5cm 이내



최대값	0.025	0.021	0.032
최소값	-0.052	-0.032	-0.069
평균	-0.004	-0.001	-0.032
표준편차	0.033	0.022	0.039
RMS	0.031	0.021	0.048

검사점 측량 및 정확도 검증(2)

정확한
위치정보

육안
식별용이

레이저
촬영 대상

접근성
용이





1
1
0
0
1
0



정밀도로지도 제작방법(2)

1. 정밀도로지도 세부제작 과정(2)

6 세부도화 및 편집

세부도화 대상

명칭	설명
노면선표시 (B2_SURFACELINEMARK)	차선과 중앙분리대,가드레일을 분리 중앙분리대의 경우 기존 하단 외 상단 Line 추가생성
차량방안전시설 (C3_VEHICLEPROTECTIONSAFETY)	
노면선표시 (B2_SURFACELINEMARK)	노면선 영역으로 통합
주행경로링크 (A2_LINK)	좌우 차선정보추가 및 교차로,분기 등의 연결성 추가
주행경로노드 (A1_NODE)	기존과 동일
구간 (A3_DRIVEWAYSECTION)	터널, 교량, 고가, 지하, 자율차금지구역 추가
안전표지 (B1_SAFETYSIGN)	교통안전일람 속성값 추가
노면표시 (B3_SURFACEMARK)	과속방지턱을 분리 노면표시 영역으로 통합 (교통안전일람 속성값으로 변경)
과속방지턱 (C4_SPEEDBUMP)	
노면선표시 (B2_SURFACELINEMARK)	노면선 영역으로 통합
노면표시 (B3_SURFACEMARK)	노면표시 영역으로 변경 및 Polygon으로 변경 (교통안전일람 속성값변경)
신호등 (C1_TRAFFICLIGHT)	기존과 동일
지주 (C6_POSTPOINT)	기존과 동일
킬로포스트 (C2_KILOPOST)	기존과 동일
부속구간 (A4_SUBSIDLARYSECTION)	휴게소,졸음쉼터 추가
주차슬롯 (A5_PARKINGLOT)	휴게소,졸음쉼터 내 주차영역 추가
높이장애물 (C5_HEIGHTBARRIER)	높이장애물 추가

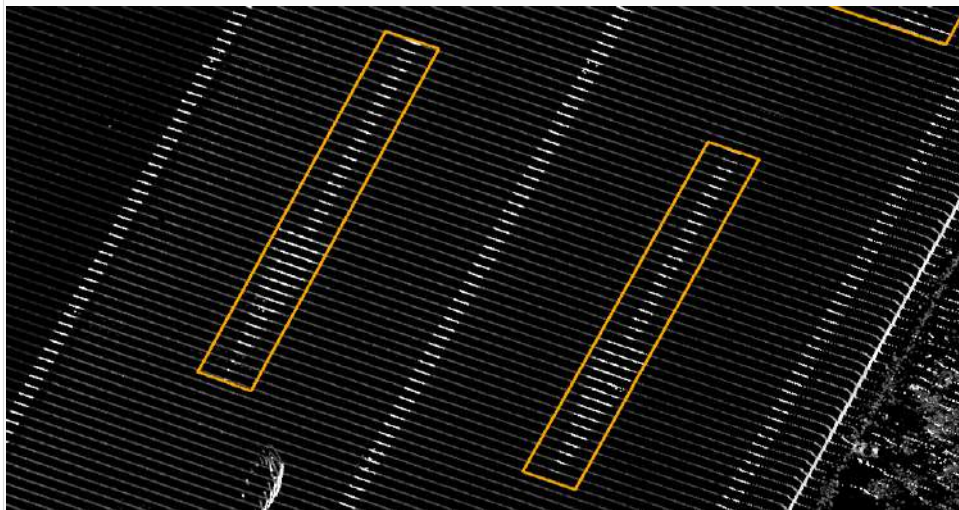
0
0
1
0
1
1



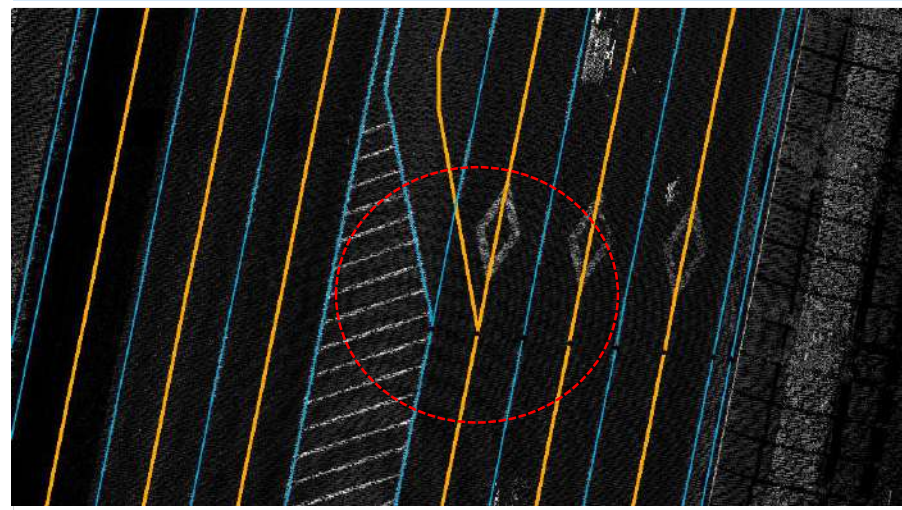
세부도화 방안

지상구조물 세부도화

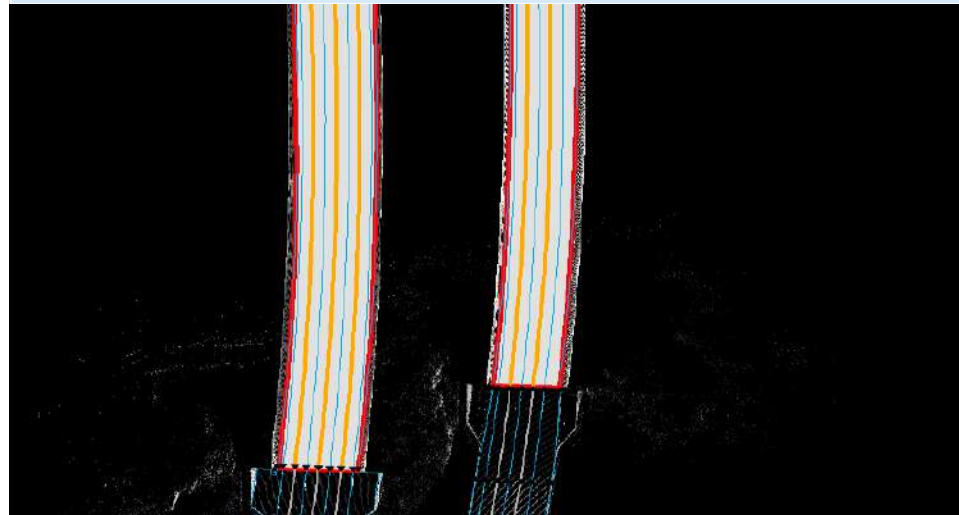
노면표시(면)



도로중심선 (선)



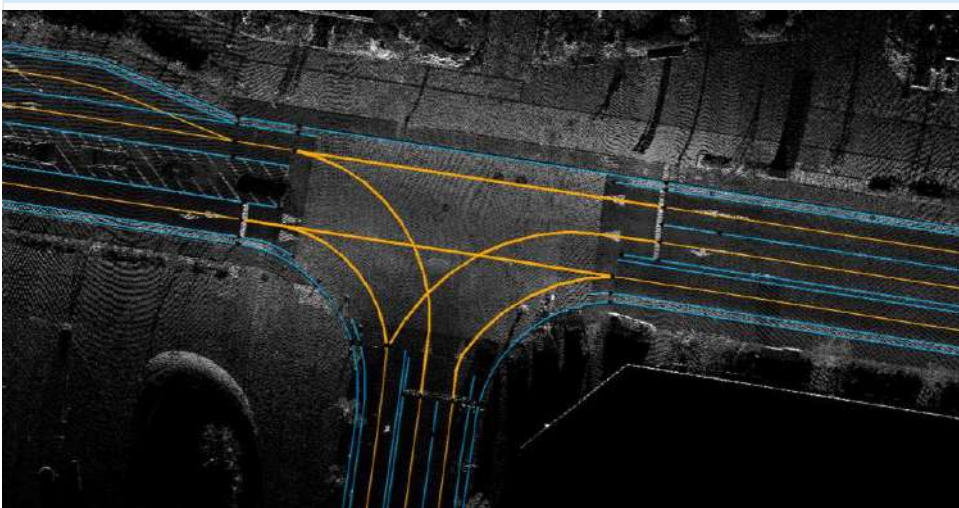
터널 (면)



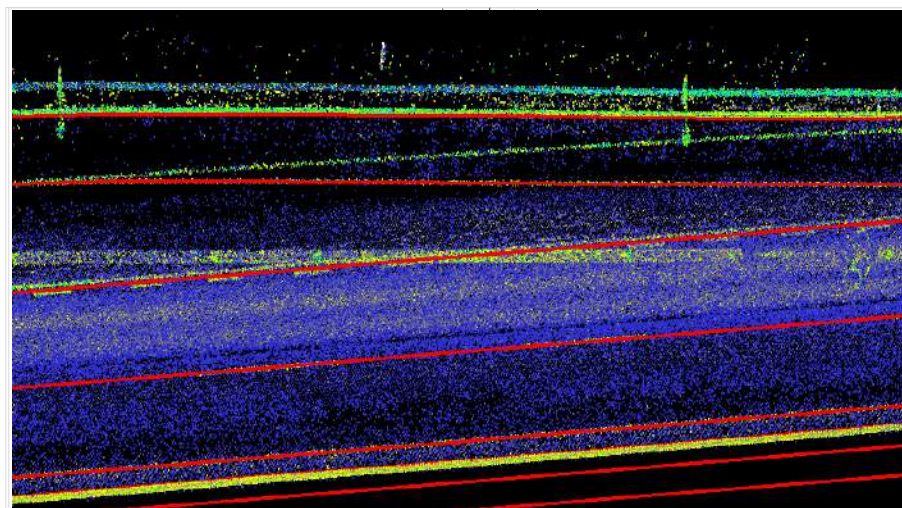
교량 (면)



유도선 (선)



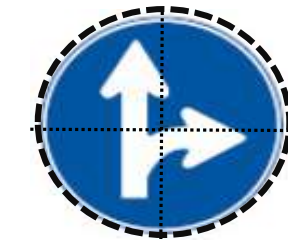
차선 (선)



시설물 세부도화

형태별

원형



삼각형



사각형



기능별

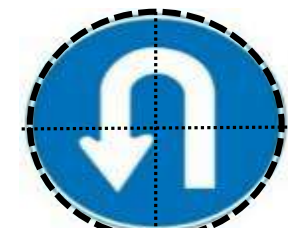
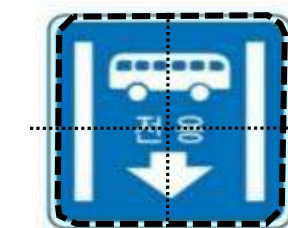
주의표지



규제표지

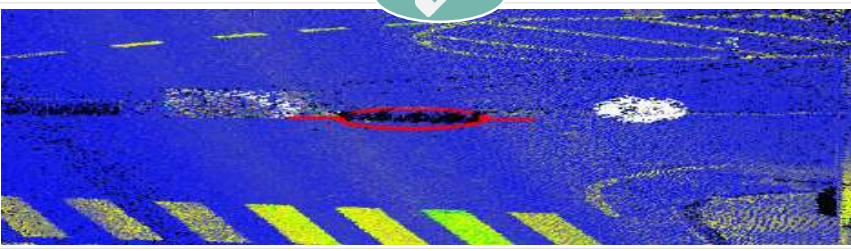
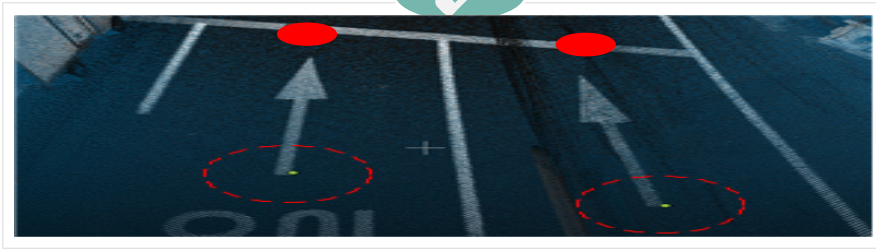
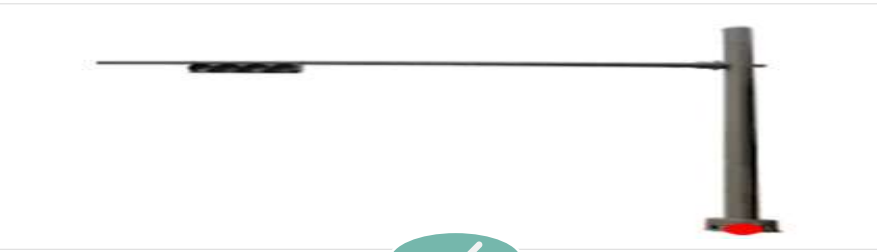
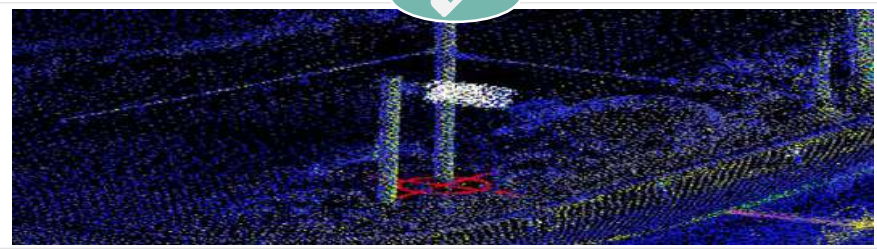
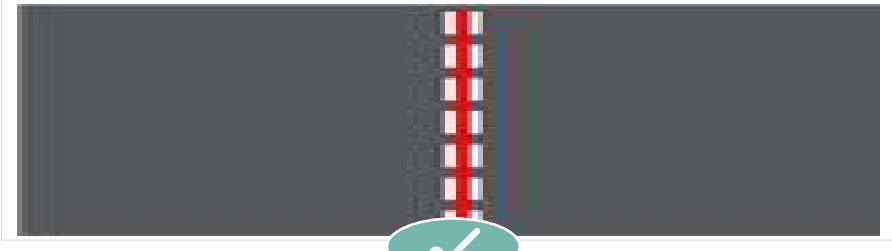
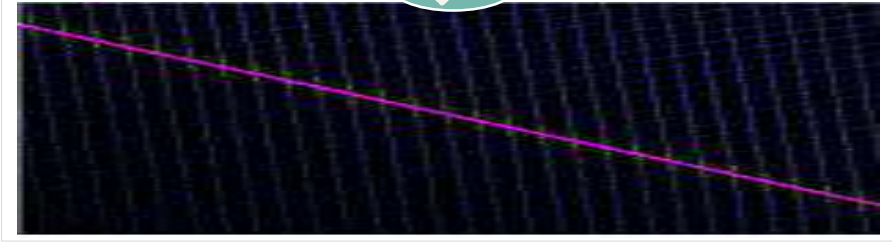
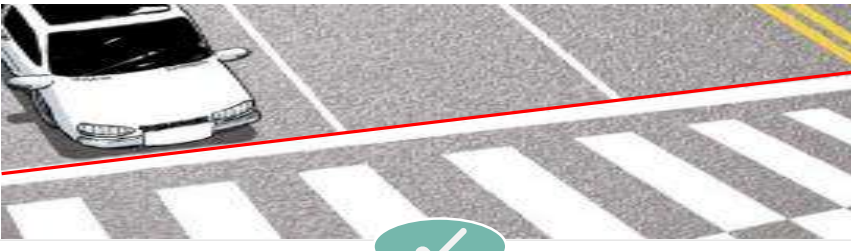
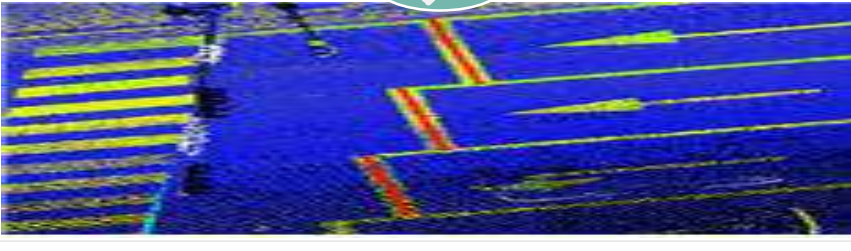
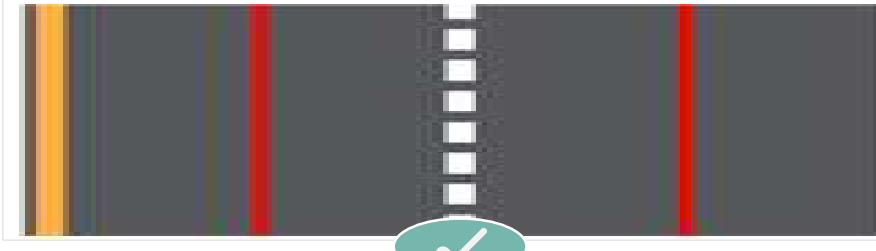
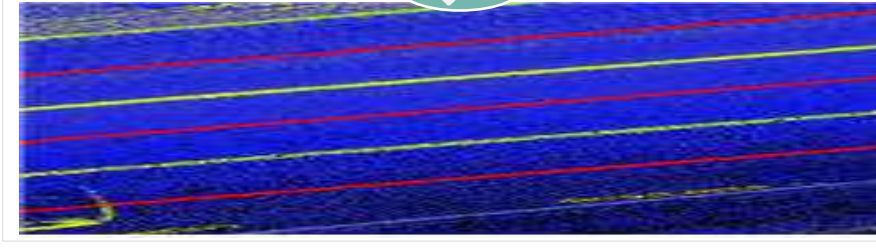
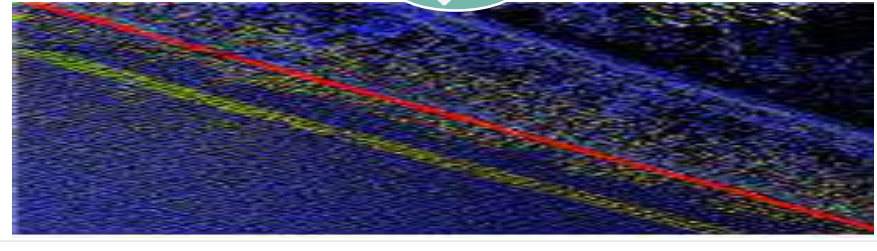
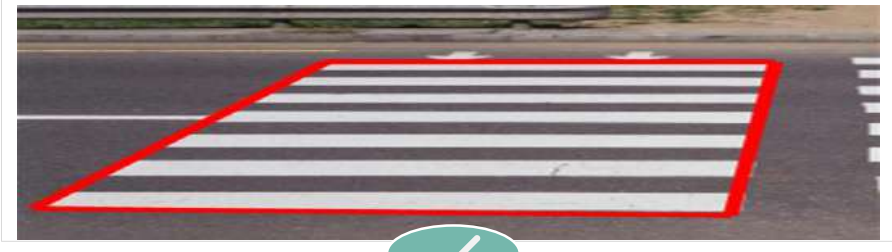
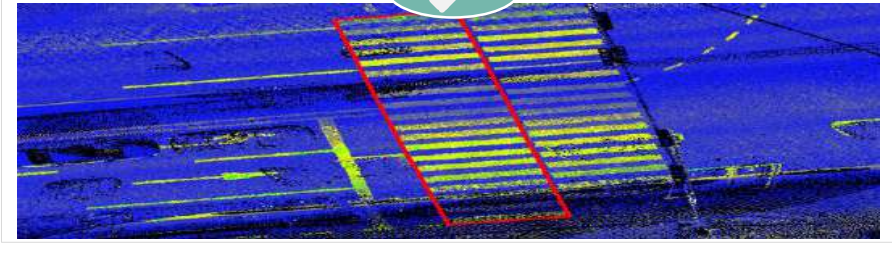
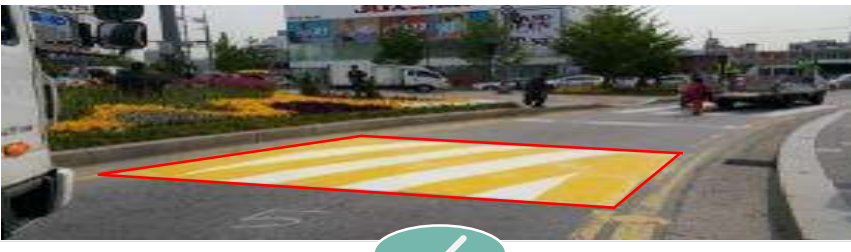
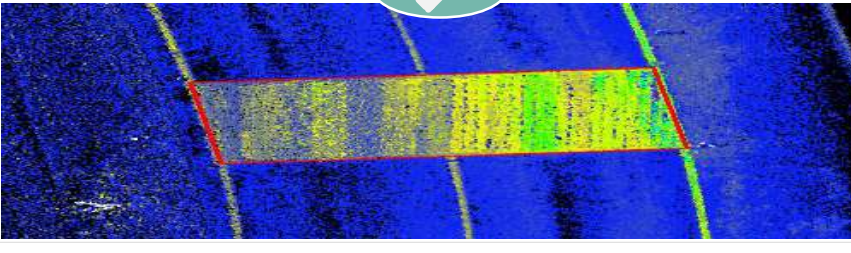
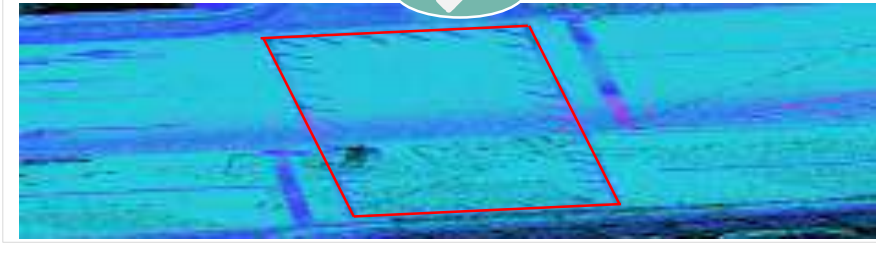
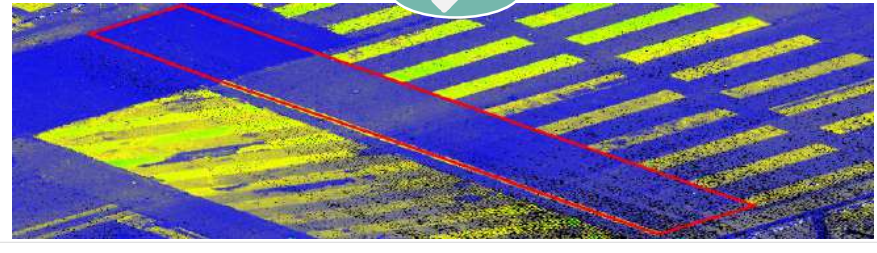


지시표지



세부도화 추출방법

선형, 점형, 면형 별 객체시설물 추출 방법

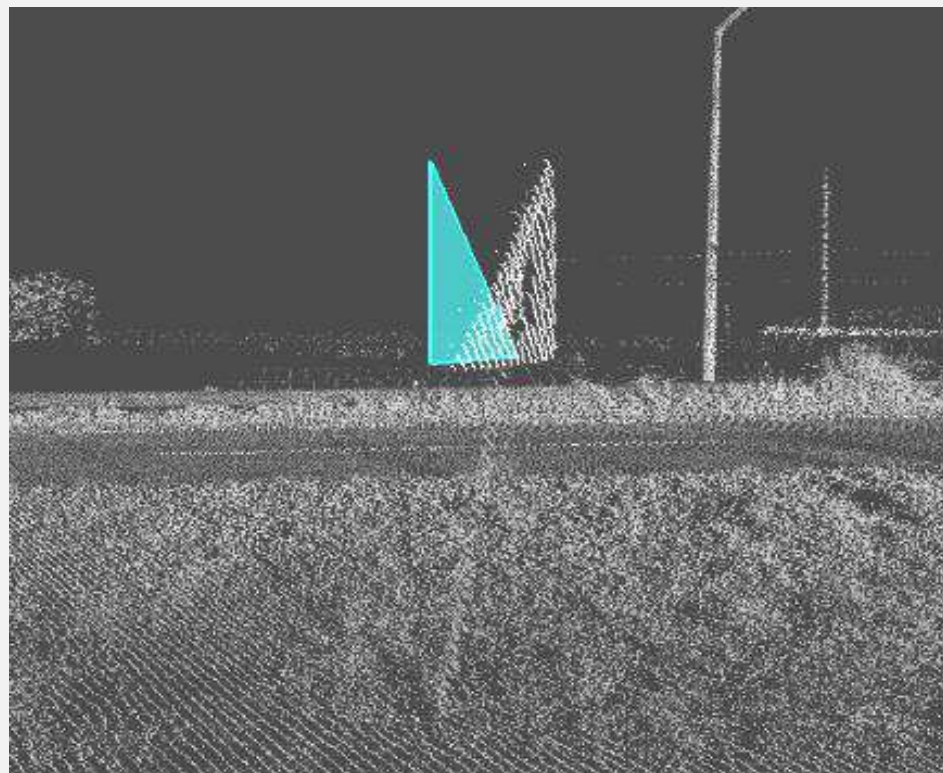
점형 시설물 세부도화	킬로포스트	신호기	노드	지주
	 	 	 	 
선형 시설물 세부도화	차선	정지선	차로중심선	도로경계선
	 	 	 	 
면형 시설물 세부도화	횡단보도	과속방지턱	정차금지대	자전거 횡단보도
	 	 	 	 



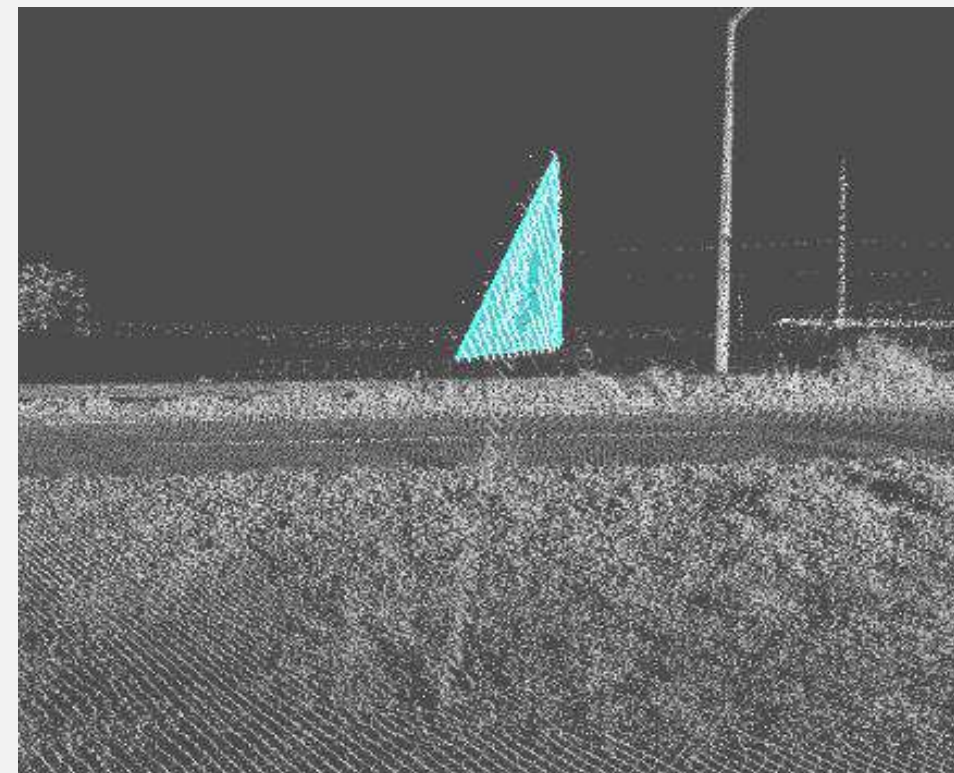
6 세부도화 및 편집(계속)

세부도화 기준

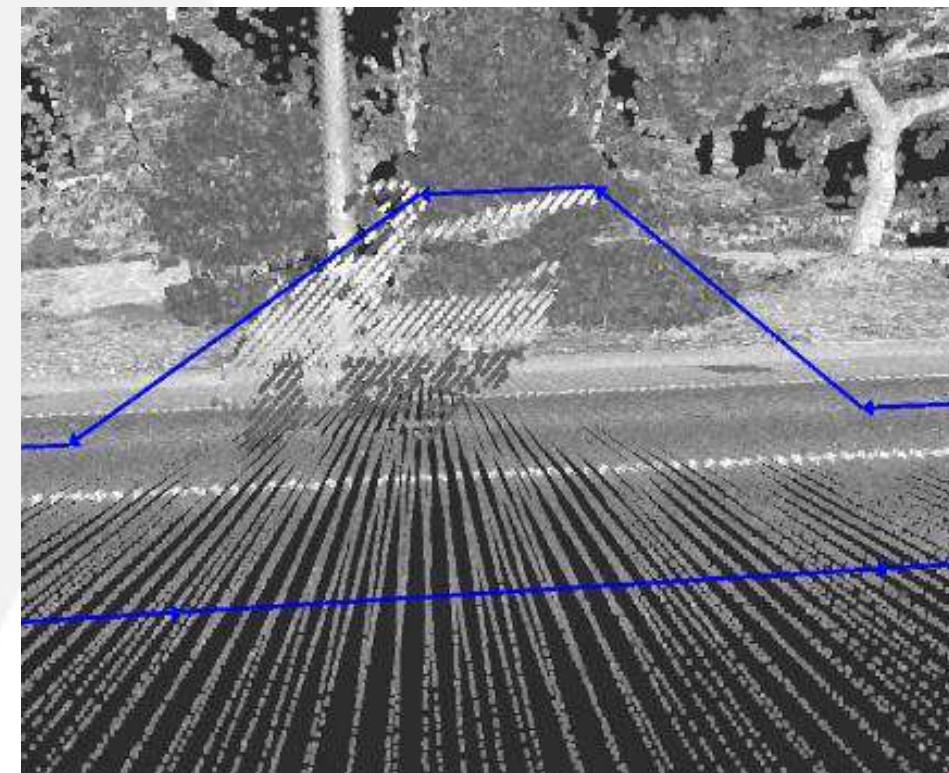
- ▶ 점군 데이터를 이용하여 세부도화 하여야 한다.
* 속성 항목의 명확한 식별(색상, 글자, 숫자 등)을 위하여 사진 데이터를 보조 자료로 이용한다.
- ▶ 실제 높이값을 반영한 상태에서 도화한다.



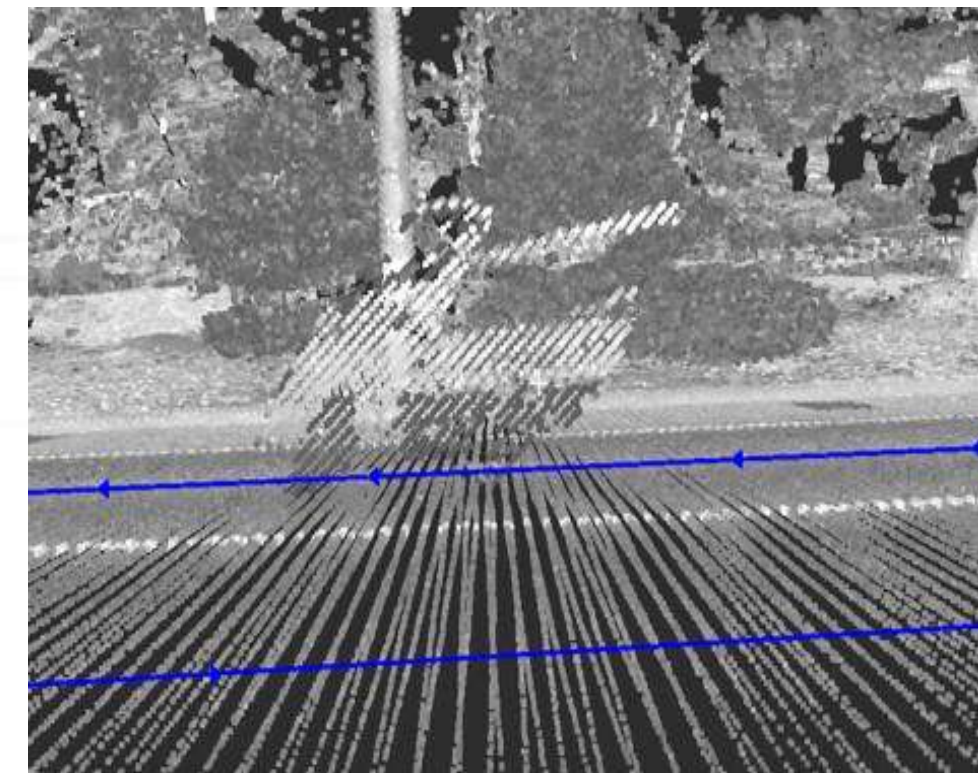
부적합한 도화(B1 위치 오류)



적합한 도화(B1 위치)



부적합한 도화(A2 높이값 위치)

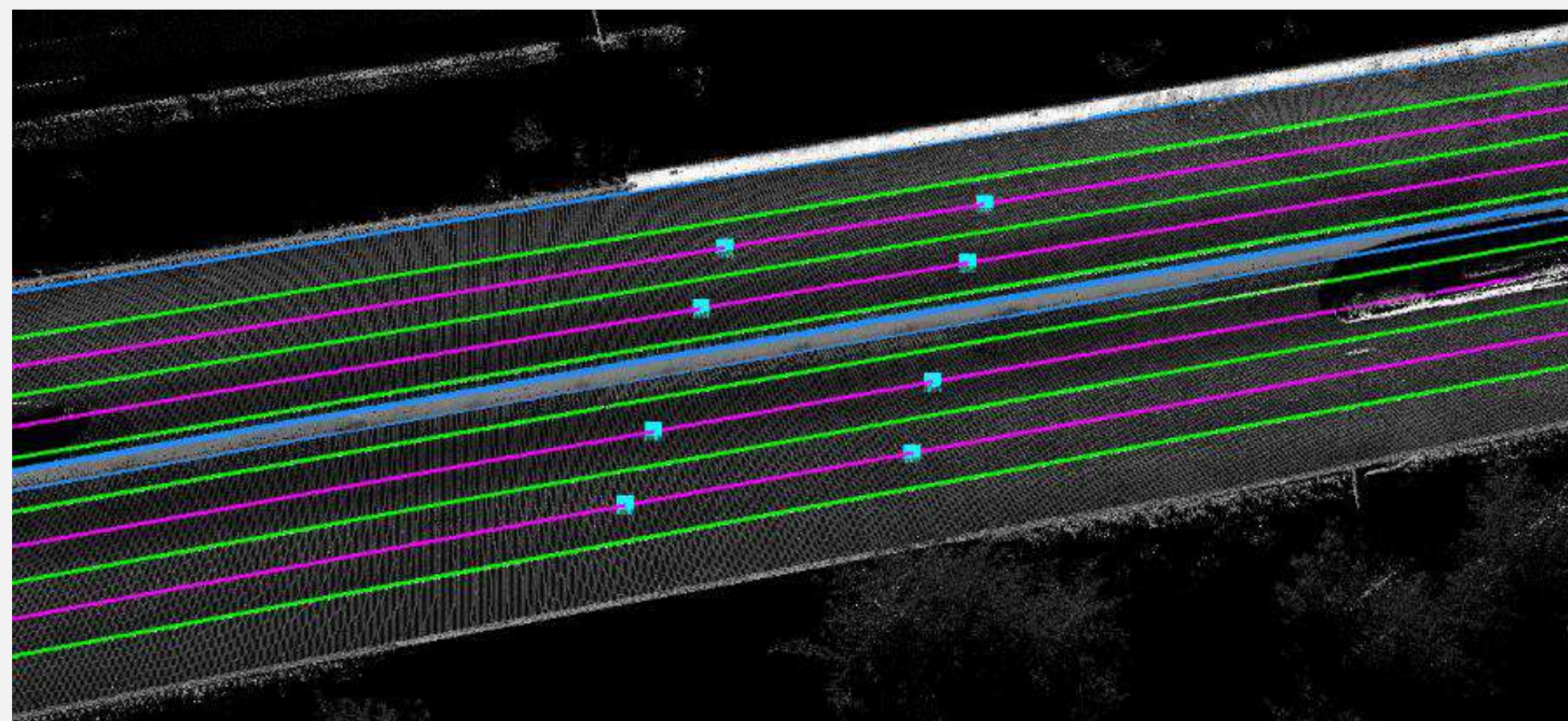


적합한 도화(A2 높이값 위치)

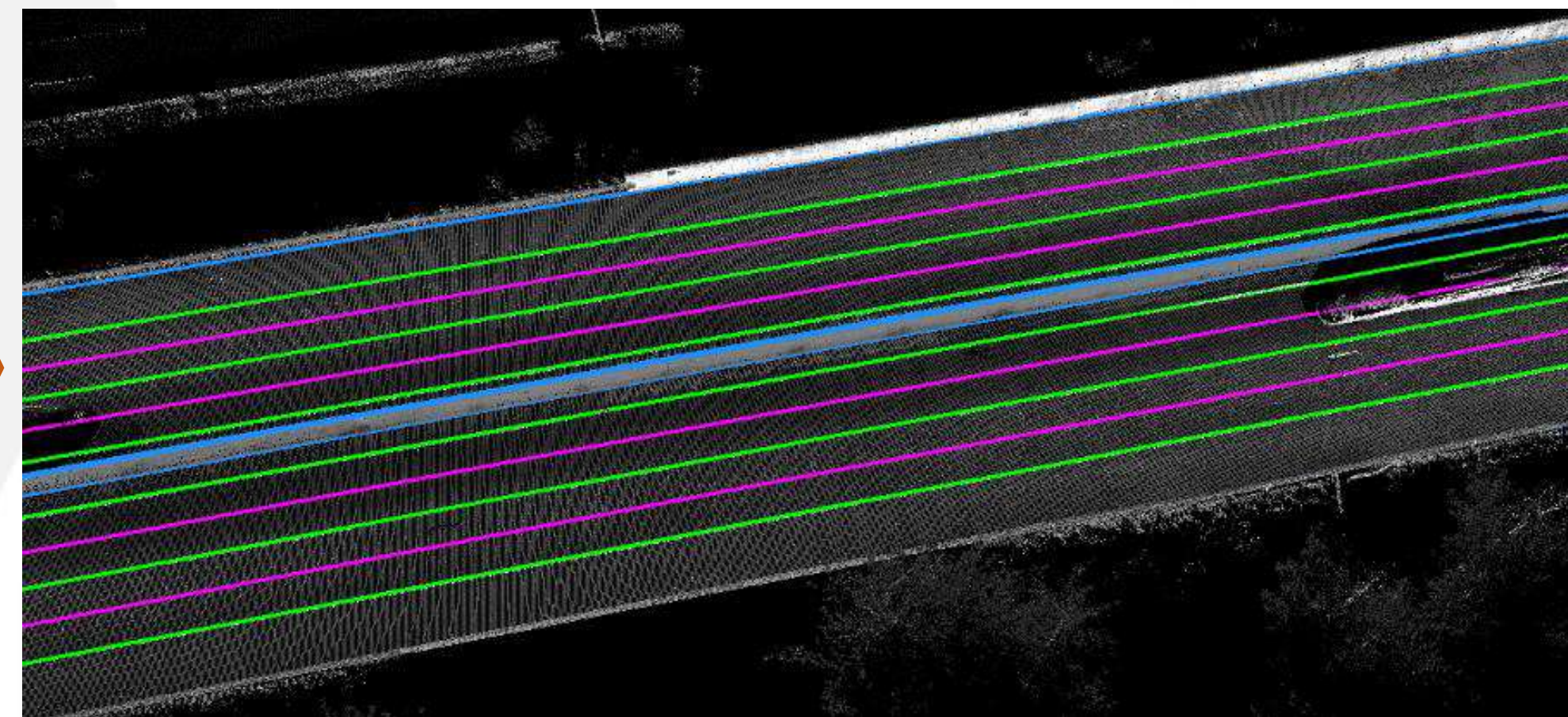
6 세부도화 및 편집(계속)

세부도화 기준

- ▶ 차선(B2)과 주행경로링크(A2)와 같이 연속된 객체의 경우, '노드 도화 조건' 또는 '차로 유형(LinkType)의 변화'가 발생하기 전까지는 1개 객체로 도화한다.
- ▶ 다만, 차량방호안전시설(C3)의 경우 '행정경계', '저장단위(노선/구간)의 시점과 종점'에서만 단절한다.



부적합한 도화
(연속된 객체를 여러 객체로 단절하여 도화)

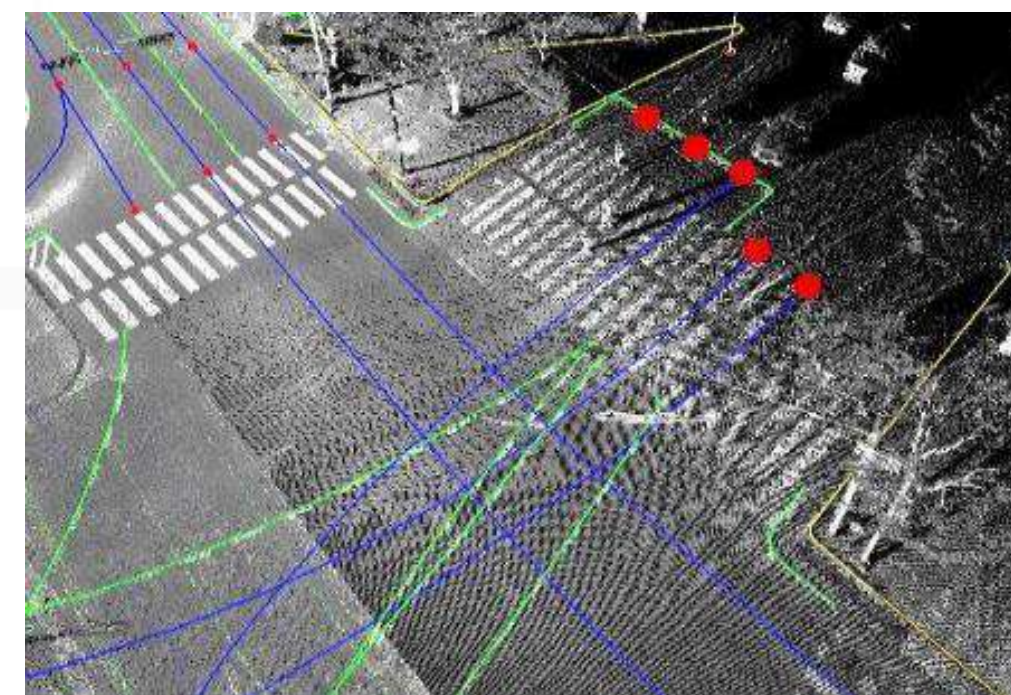
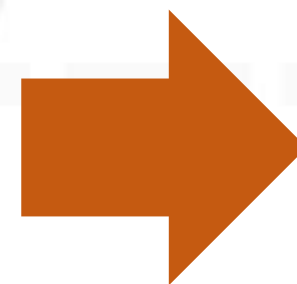
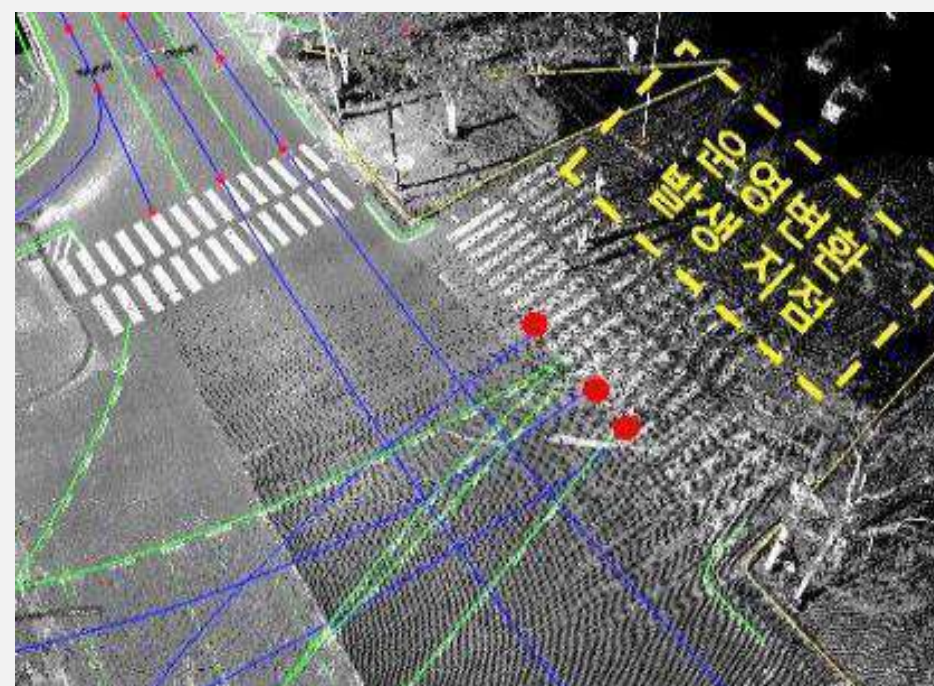


적합한 도화

6 세부도화 및 편집(계속)

세부도화 기준

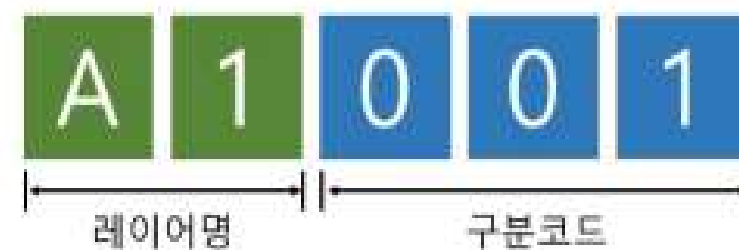
- ▶ 정밀도로지도 구축 대상 노선 간 구간의 인접 또는 구축 대상 노선과 인접하는 도로(정밀도로지도 미구축)에 대하여 향후 원활한 인접(향후 정밀도로지도 구축 시, 기 구축된 정밀도로지도와의 연결)을 위하여 노드 유형(NodeType)에 정의된 운영변환이 발생하는 지점(미구축 도로 대상)까지 도화한다.
※ ‘운영변환’이란, ‘도로 형상 변화’ 또는 ‘주행환경 변화’로 주행경로링크(A2)의 속성 변화가 발생하는 것을 의미한다.
 - 인접하는 도로(미구축)가 ‘평면/회전/입체 교차로’에서 만날 때, 구축 도로 기준 ‘평면/회전 교차로 진출 종점’, ‘입체교차로 합류 지점’까지 도화한다.
 - 인접하는 도로(미구축)가 ‘교량, 터널, 지하/고가 차도’에서 만날 때, 구축 도로 기준 ‘교량, 터널 지하/고가 차도 종점’까지 도화한다.
 - 인접하는 도로(미구축)가 ‘톨게이트’에서 만날 때, 구축 도로 기준 ‘톨게이트 종점’까지 도화한다.
- ▶ 만약 미구축 도로의 노드 유형(NodeType)에 정의된 운영변환이 발생하는 지점까지 MMS 측량이 이루어지지 않은 경우, 정밀도로지도 구축 대상 노선과 인접하는 미구축 도로의 ‘회전 시점/종점’을 포함하여 ‘최소 구축 범위’까지 도화하여야 한다.
※ ‘최소 구축 범위’란, 인접한 도로의 차로가 충분하게 확보되는 범위로, 주행경로링크(A2), 및 주행경로노드(A1)를 정위치에 도화 가능한 범위를 의미한다.
※ 주행경로노드(A1)의 노드유형(NodeType)은 ‘99(기타유형)’이다.
- ▶ 갱신의 경우 변화구간의 인덱스 내에서 인덱스 생성을 위해 기존데이터 오류 있을 시 수정진행하여야한다.
- ▶ 갱신은 기구축 성과의 데이터모델에 맞게 갱신제작을 해야한다.(2019년 데이터모델일 시 2019데이터모델로 갱신)



6 세부도화 및 편집(계속)

속성 구조화 기준

- ▶ 정밀도로지도 구축 및 관리 등에 관한 규정(국토지리정보원 고시 제2022-4096호) 제21조에 따라 구축 항목(레이어)별 세부도화 성과는 속성정보 형식을 구성(테이블 명세)하고, 점군 및 사진 데이터를 판독하여 정보를 입력하여야 한다.
- ▶ 속성 항목은 구축 항목(레이어)별로 입력(테이블 명세)하며, '공통' 항목과 구축 항목(레이어)의 특성에 따라 '고유' 항목으로 구성한다.
 - '공통' 항목의 테이블 명세는 아래와 같으며, 입력 방법은 칼럼별 입력 기준을 참고한다.
 - '고유' 항목의 테이블 명세는 구축 항목(레이어)별 입력 기준을 따른다.
- ▶ 문자 인코딩은 'UTF-8'을 적용한다.



구분	자릿수	코드값	비고
레이어명	2	-	A1 (주행경로노드)
구분코드	3	001 : 객체생성 002 : 공간도형과 속성을 함께 수정 003 : 공간도형만수정 004 : 공간도형분할 005 : 공간도형합병 006 : 위치이동 007 : 속성만수정 008 : 객체삭제	001 (객체생성)

공통						
	칼럼명	(한글명)	KEY	데이터 타입(길이)	제약조건	기본단위
①	ID	ID	PK	VARCHAR2(12)	UNIQUE/NOT NULL	-
②	AdminCode	권역코드	-	VARCHAR2(3)	NOT NULL	-
	:	:	구축 항목(레이어)별 '고유 테이블 명세' 참고			
③	Maker	사업자(컨소)	-	VARCHAR2(20)	NOT NULL	-
④	UpdateDate	취득날짜	-	VARCHAR2(8)	-	-
⑤	Version	버전	-	VARCHAR2(4)	NOT NULL	-
⑥	Remark	비고	-	VARCHAR2(30)	-	-
⑦	HistType	갱신이력유형	-	VARCHAR2(5)	-	-
⑧	HistRemark	갱신이력설명	-	VARCHAR2(30)	-	-



정밀도로지도 제작방법(2)

1. 정밀도로지도 세부제작 과정(2)

6 세부도화 및 편집(계속)

속성 구조화 기준

① ID (ID)

- ▶ 아래의 규칙에 따라 12자리로 ID를 부여한다.
 - 레이어명(2자리) + 생성일(3자리) + 구분코드(1자리) + 고유번호 6자리(1부터 순차)
 - 모든 객체의 ID는 중복이 발생하면 안 된다.
 - 기구축 객체의 도형 변화(갱신 또는 수정)가 발생한 경우, ID는 새로 생성한다.
 - 속성의 변화(갱신 또는 수정)만 발생한 경우, ID는 변경하지 않고 HistType(갱신이력유형)과 HistRemark(갱신이력설명)에 변화 내역을 입력한다.
- ▶ ‘레이어명’은 구축 항목(레이어)별 파일명 중 축약코드(A1, A2, B2, C3 등)를 입력한다.
- ▶ ‘생성일’은 연도(2자리), 월(1자리)로 입력한다.
 - 1(1월), 2(2월), 3(3월), 4(4월), 5(5월), 6(6월), 7(7월), 8(8월), 9(9월), A(10월), B(11월), C(12월)
- ▶ ‘구분코드’는 해당 노선/구간을 구축/갱신/수정 중인 사업자의 코드를 입력한다.
 - 사업자 코드는 사업 종류 및 연도별로 발주처에서 부여한다.
- ▶ ‘일련번호’는 1부터 순차적으로 부여한다.
 - 000001~999999



구분	자리수	포맷	설명	예시
레이어명	2	(레이어 축약코드)	레이어명(파일명)	A1 (주행경로노드)
생성일	3	(YYM)	연도(2자리), 월(1자리(16진수))	19A (2019년 10월)
구분코드	1	{A~Z}	사업범위 구분코드	A (ooo회사)
일련번호	6	{#####}	000001~999999	000001

6 세부도화 및 편집(계속)

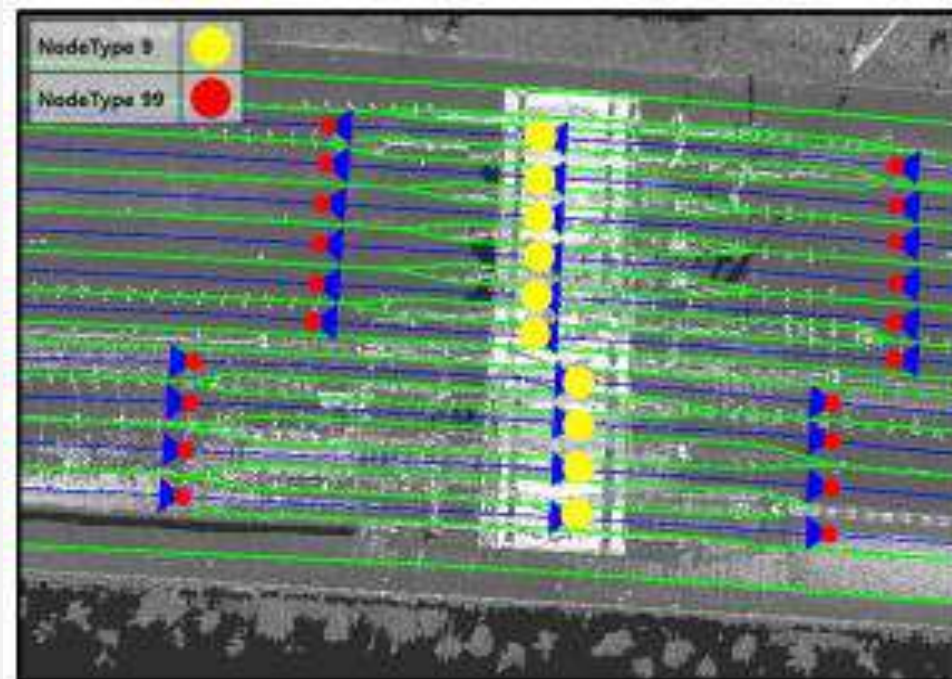
속성 구조화 기준

- ② AdminCode (권역코드)
 - ▶ 국토교통부 「지능형교통체계 표준 노드 링크 구축기준」 5.1.2 권역번호 부여를 참고하여 3자리 행정계 권역코드를 입력한다.
- ③ Maker (사업자(컨소))
 - ▶ 객체를 구축/갱신/수정한 사업자명 또는 컨소시엄명을 '텍스트'로 입력한다.
 - 사업자명은 '공백'과 '특수문자' 없이 입력한다.
예) OOOO컨소시엄, OO주식회사
 - 사업 종류 및 연도별로 발주처에서 부여받은 사업자 코드와 사업자명은 일치하여야 한다.
 - 사업자가 컨소시엄인 경우, 컨소시엄명을 입력한다.
- ④ UpdateDate (취득날짜)
 - ▶ 해당 객체를 구축/갱신/수정한 일자를 입력한다.
※ 해당 객체를 'MMS 측량'한 일자는 '메타데이터'에 입력한다.
 - 'YYYYMMDD' 형태로 입력한다.
 - 예) 2023년 1월 2일 : 20230102
- ⑤ Version (버전)
 - ▶ '기하구조(도형유형)', '도형묘사', '속성형식/분류' 등의 기준('데이터 모델 (연도)')을 입력한다.
 - '데이터 모델 (연도)'의 4자리 '연도'를 입력한다.
예) 데이터 모델 2020 : 2020
- ⑥ Remark (특이사항)
 - ▶ 구축/갱신/수정한 객체에 대하여 특이사항이 있는 경우, 입력한다.

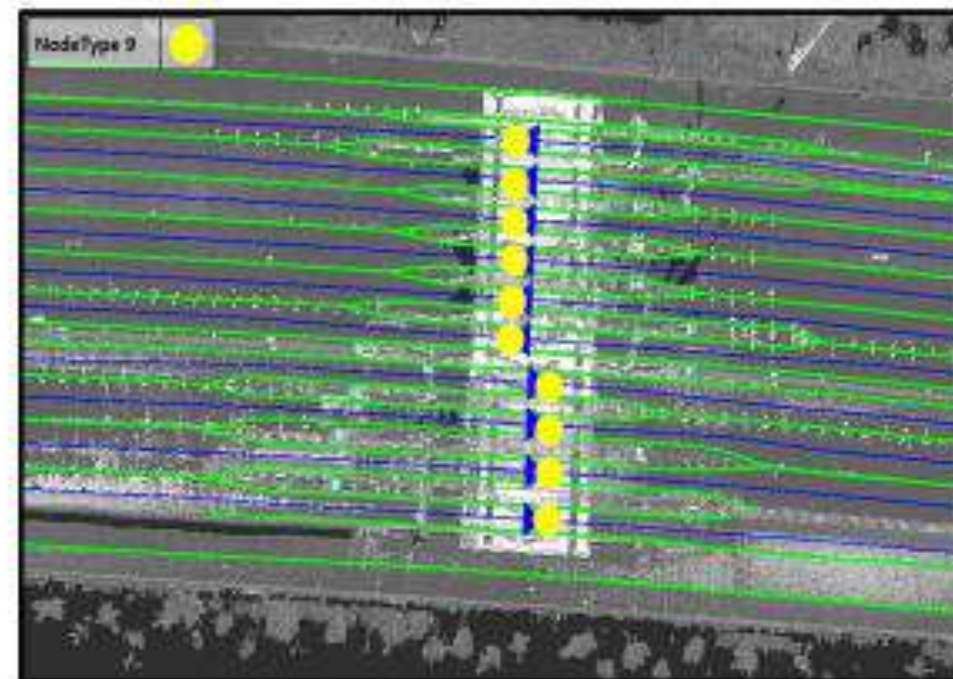
6 세부도화 및 편집(계속)

A1_NODE (주행경로노드 - 예시)

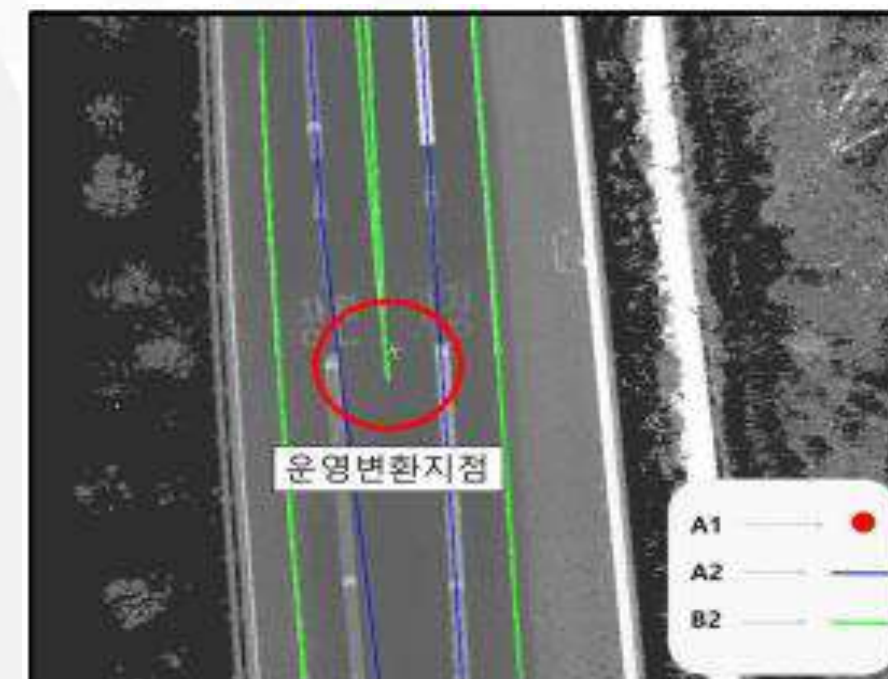
- ▶ 도화 오류 수정 사례
 - A1_Node의 오류유형사례는 다음과 같다.



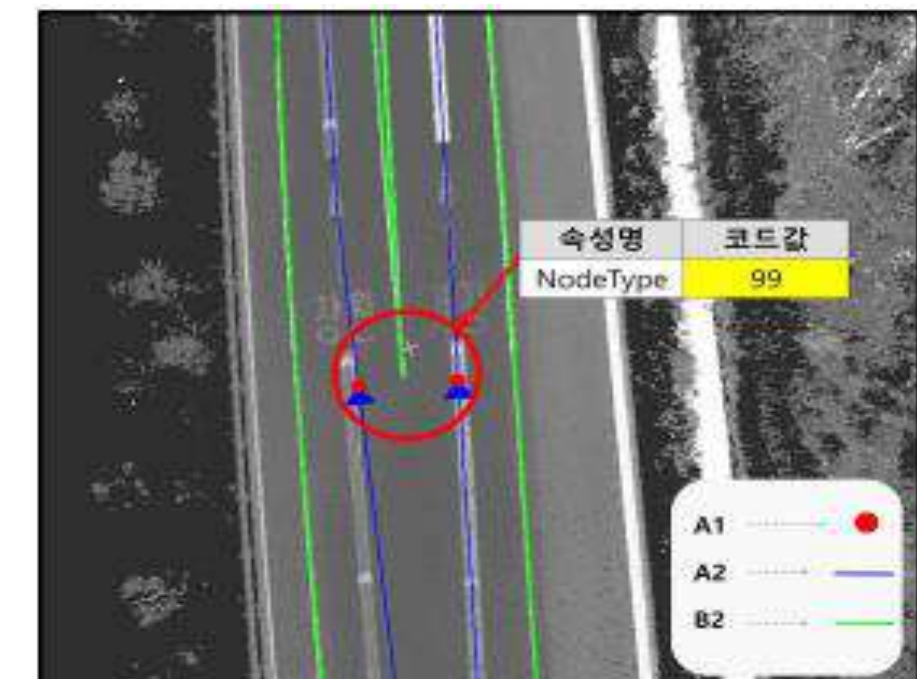
1 톨게이트 구간 내 'NodeType 99'인 노드 도화



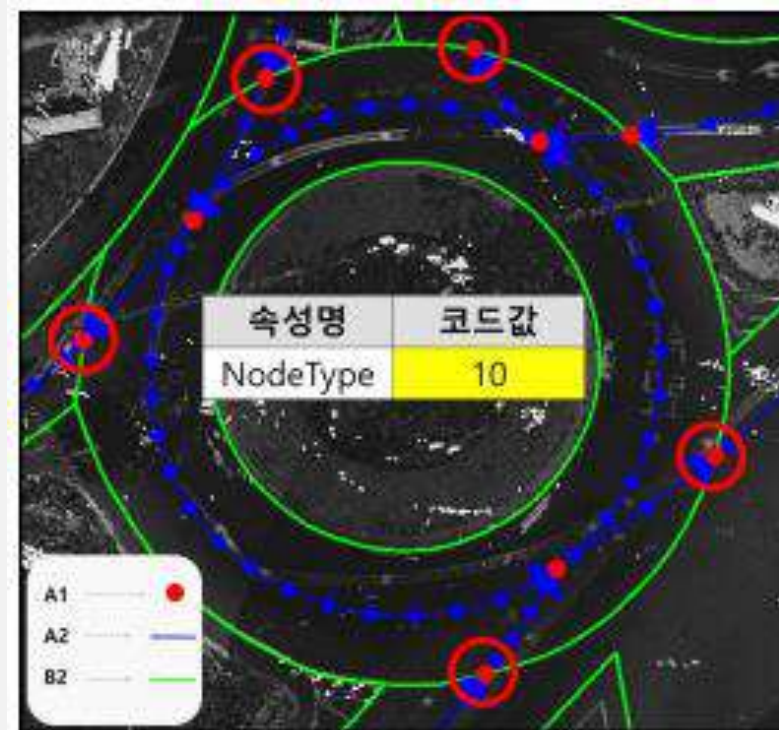
'NodeType 99'인 노드 삭제



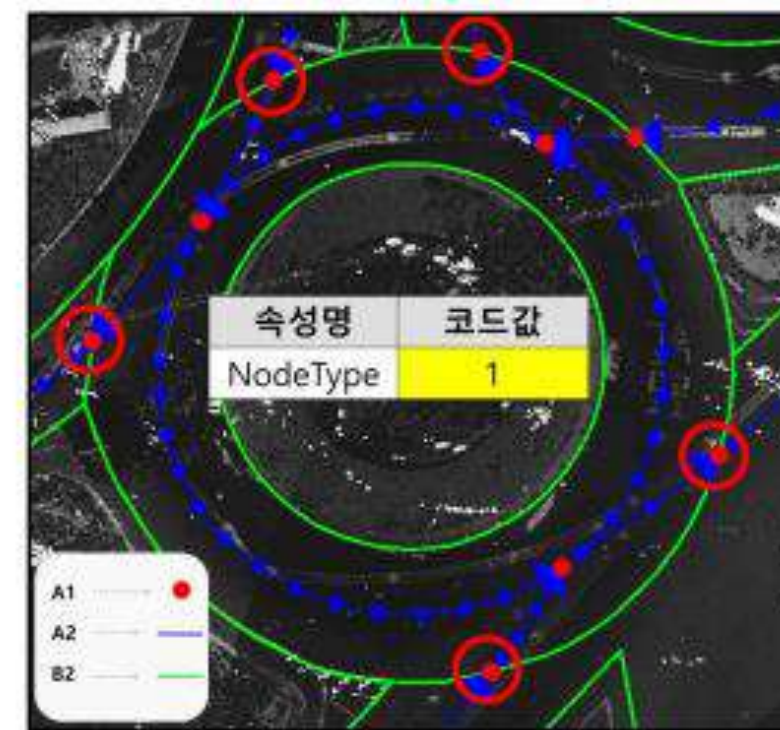
2 입체교차로 내 재분기 지정 노드 누락



재분기 지정에 노드 도화(NodeType 99)



붉은색 원 내의 노드는

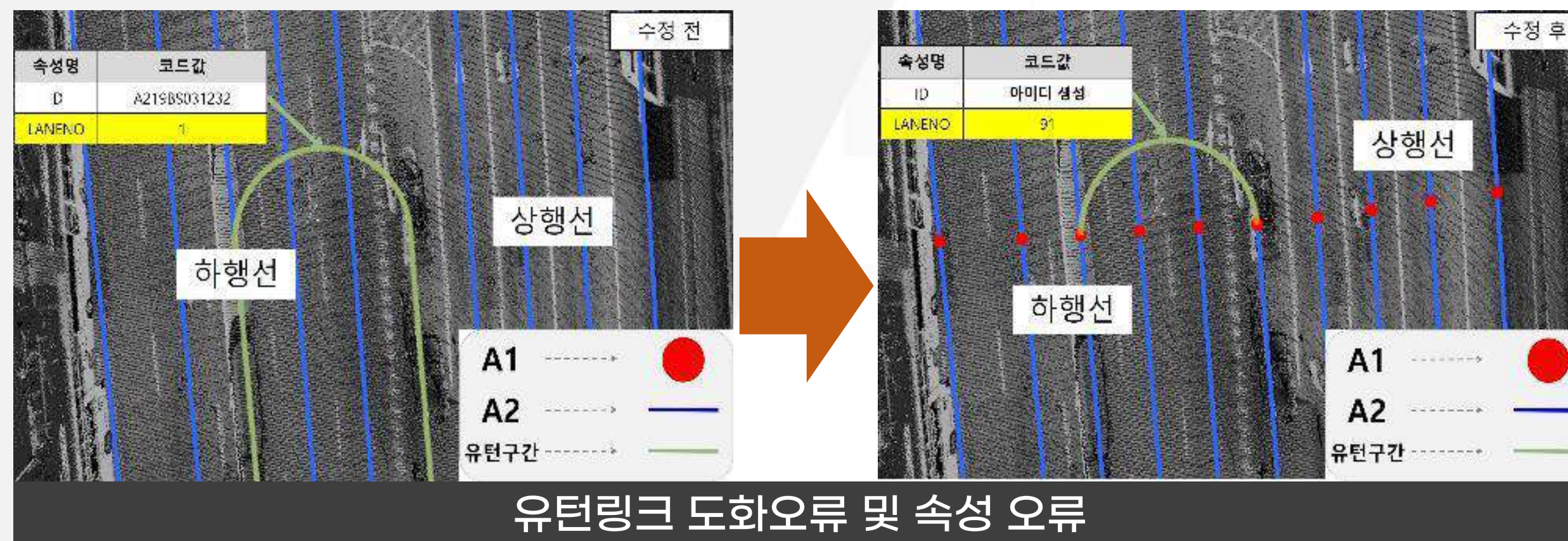
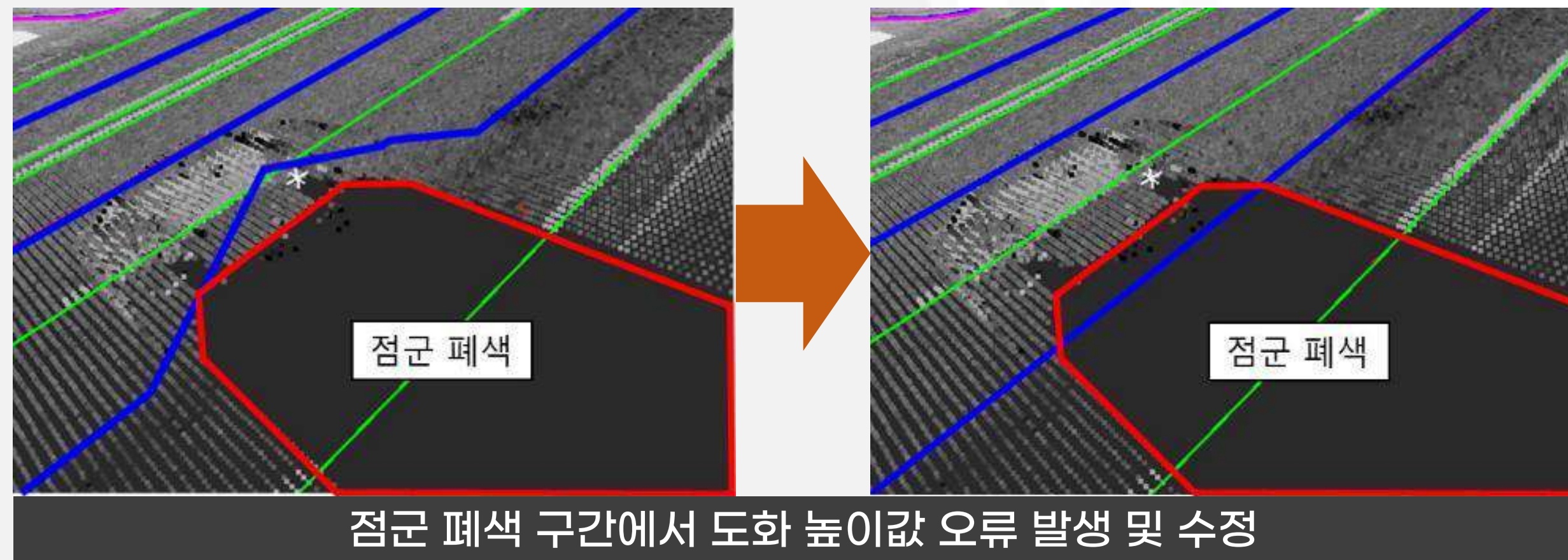


3 회전교차로 진입/진출을 위한 시점/종점을 평면교차로 내의 노드(NodeType 1)임

6 세부도화 및 편집(계속)

A2_LINK (주행경로링크 - 예시)

- ▶ 도화 오류 수정 사례
 - 점군 폐색 및 유턴링크 도화





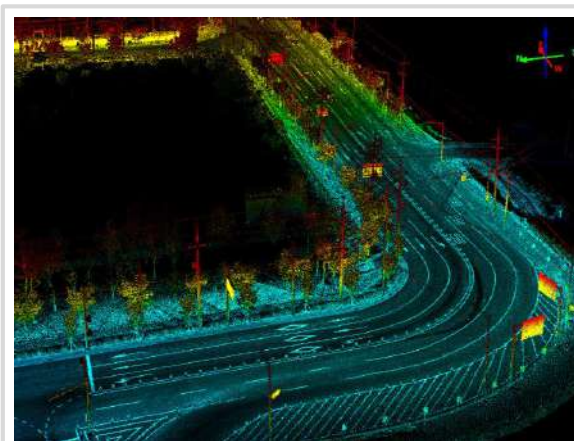
정밀도로지도 데이터 검수 방안

데이터 검수 방안 및 사항

3차원 점군 검수	카메라 영상 검수	세부도화 검수	최종 정밀도로지도
- 시설물 3차원 점군 취득 검수 - 점군 점밀도 검수 - 정확도 검수	- 해상도 검수 - 명함 및 판독 가능성 - 영상 취득 간격	- 세부도화 객관성 - 세부도화 정확도 - 검사점 측량	- S/W 자동화 검수 - 구배 및 경사도 - 연결성 검수

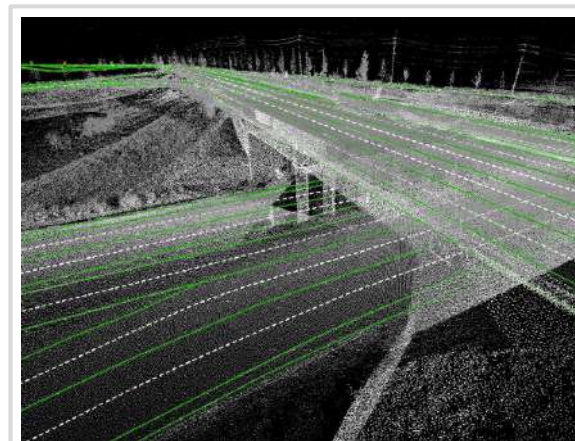
3차원 점군데이터 표준자료

- 수집누락 구간 확인
- 변경지역 확인
- 정밀도 지하구간 확인
- 폐색구간 확인
- 데이터 정확도 검사



3차원 세부도화

- 시설물 판독 및 추출
- 세부도화 추출시 정확도
- 객체 표현 오류 판독
- 곡선 커브 및 버텍스 간격(3M)



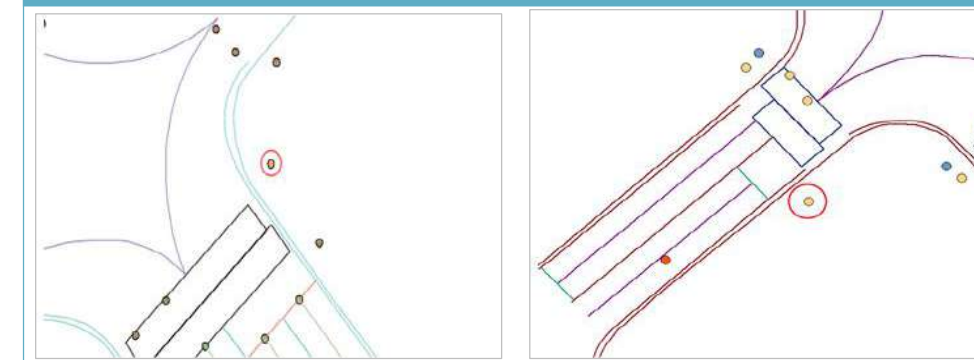
정밀도로지도 최종 성과품

- 노드 링크 연결성
- 구배 및 경사도
- 높이값 및 버텍스 간격
- 속성정보 필수항목 입력
- 속성정보 오류 및 누락
- 품질검수 항목 검수
- 검사점 측량 정확도 검수

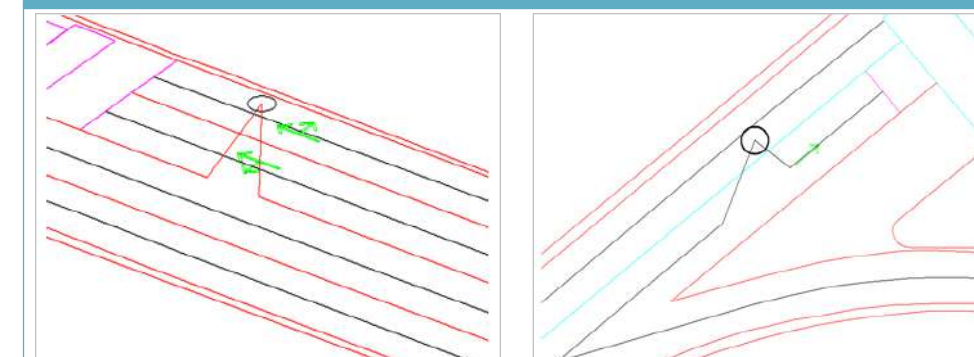


성과물 품질검사

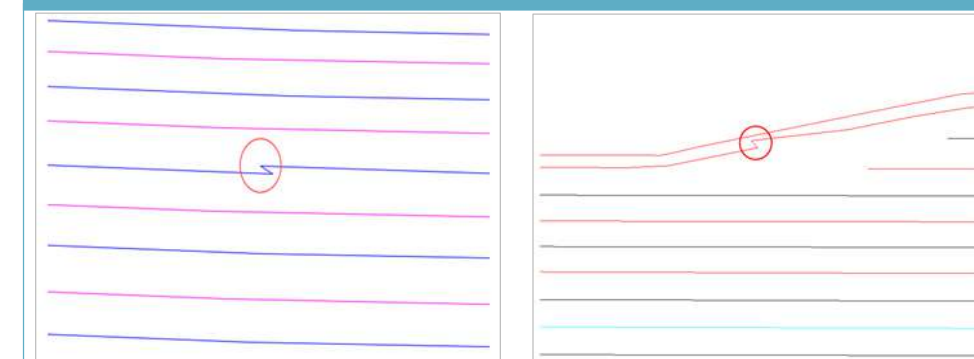
객체중복 검수



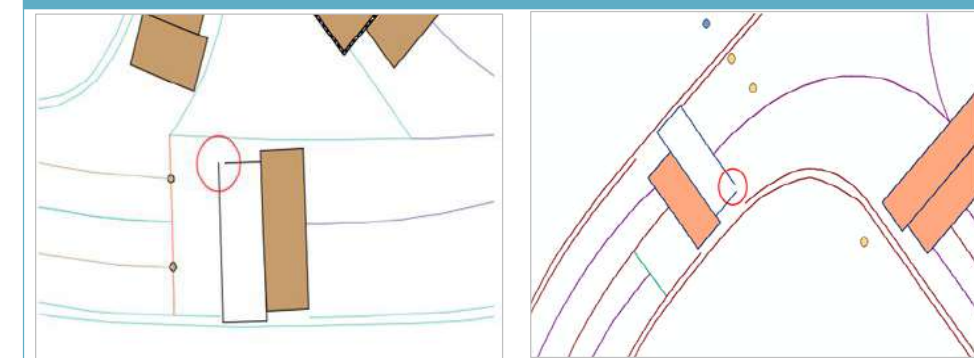
높이값(Z값) 검수



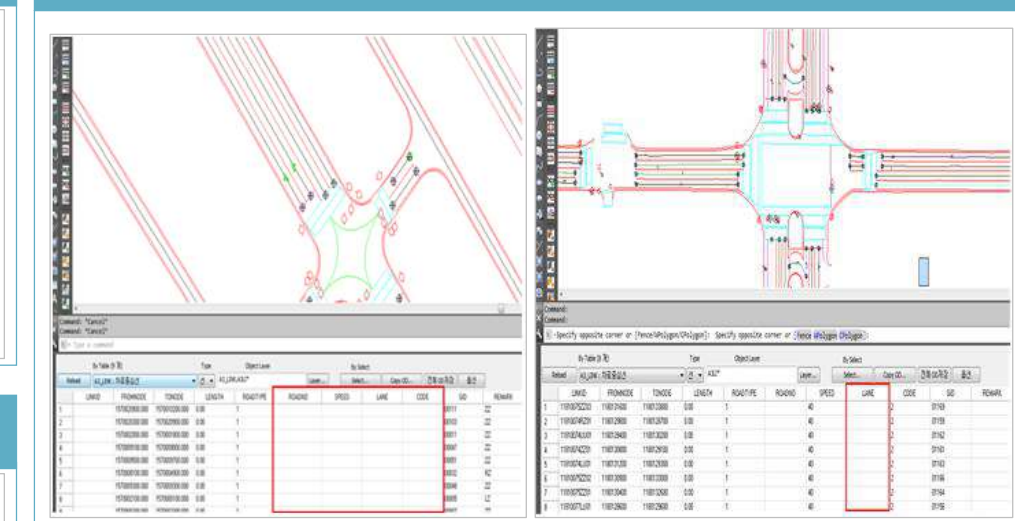
선형 각도 검수



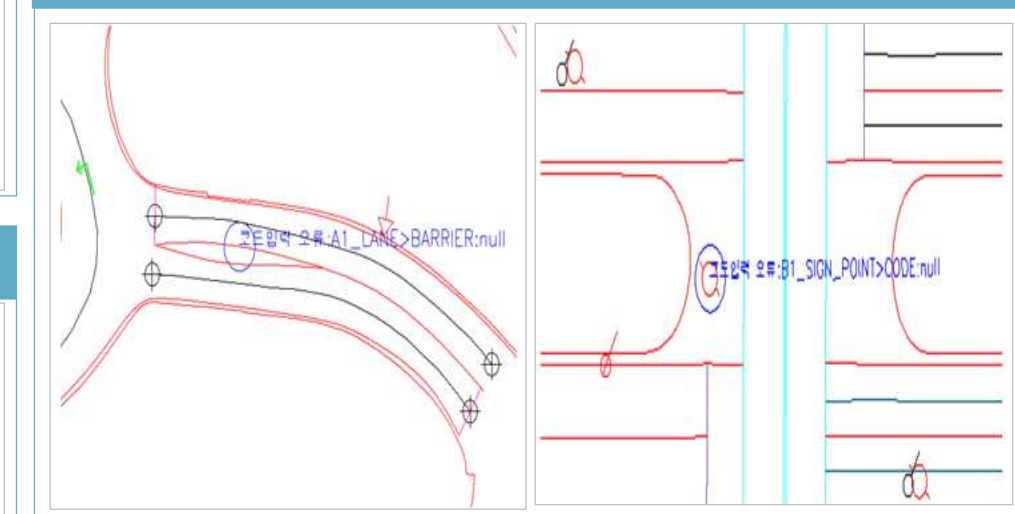
타입(점, 선, 면) 검수



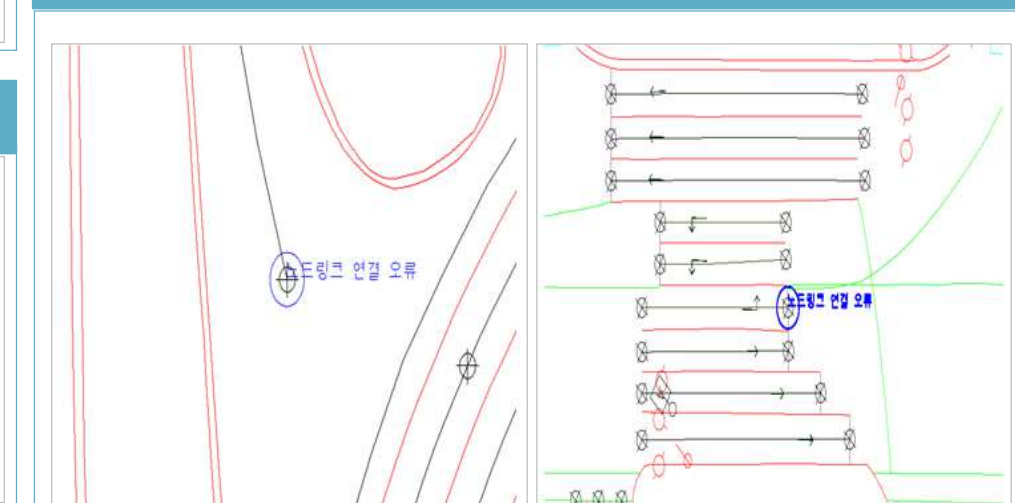
속성누락 검수



코드오류 검수



위상구조 검수





성과 정리 및 최종 검증

정밀도로지도DB 성과 정리 방안

기준 좌표계(자율주행차 적용) 및 정표고(활용성 고려)

- 기준 좌표계 정확성
- UTM 좌표계

WGS84

타원체

UTMK, UTM52N

투영좌표계

타원체고_정표고

높이

개인정보 Blur 처리

- 3차원 사진데이터
- 차량번호, 보행자 얼굴 Blur처리



연결성

- 대상 구간별 인접 노선과 연속성 있는 연결 구축
- 노선별 시각적으로 동기화



검사점 성과 산출

관측경로명	점명	기준점포인트 좌표 (단위 : m)		
		X좌표 (E)	Y좌표 (N)	Z좌표
Y1	Y1-CP062	345308.09	4098819.3	61.5172
Y1	Y1-CP063	345546.42	4098763.5	59.299
Y1	Y1-CP064	345844.29	4098691.7	59.5404

위치정확도 검증

최대값	0.025	0.021	0.032
최소값	-0.052	-0.032	-0.069
평균	-0.004	-0.001	-0.032
표준편차	0.033	0.022	0.039
RMS	0.031	0.021	0.048

메타데이터

사용자의 요구에 맞는 정보 작성

구분	세부 항목
1. 개체집합정보	메타데이터 연락처정보, 메타데이터 작성일자
2. 식별정보	언어, 참고자료, 그 외 식별정보
3. 제약사항	접근제한 코드, 사용제한, 기타제약
4. 유지관리	업데이트 주기, 마지막 수행일자, 수행자 연락처
5. 참조체계	참조체계, 참조체계 유형
6. 피처 카탈로그	ISO 부합여부, 사용언어, 데이터셋 포함여부, 피처정보, 피처카탈로그 인용
7. 배포	담당자 연락처, 포맷관련 자료
8. 공간표현	복잡성 정도, 기하객체 유형, 기하객체 유형 수
9. 묘화	묘화 카탈로그 정보