『자동차전용도로 현업적용 및 실무 도입을 위한』

공 무 국 외 연 수 결 과 보 고

2018. 11.

서울시설공단 | 도로관리본부

차 례

Ⅰ	연 수 개 요	3
Ⅱ	연 수 내 용	5
Ⅲ	기타 현장 답사	15
Ⅳ	벤 치 마 킹	16
Ⅴ	총 평	18
Ⅵ	느끼점	19

공무 국외여행 결과 보고서

Ⅰ 연 수 개 요

□ 연수목적

◦ 도로 시설물(교량, 터널) 유지관리 및 포토홀 발생에 따른 배상 관리 대책
◦ 사물인터넷(IOT) 및 LED 가로등 적용 여부
◦ 터널 내 운영 상황실 및 초동조치(고장, 추돌, 화재) 처리 방안

□ 연수기간 : 18. 11. 19.(월) ~ 11. 23.(금) ※ 3박 5일

□ 연수도시 : 싱가포르

□ 연수 인원 :

NO	소속	직급	성 명	비 고
1	도로관리처	4급	이 창 근	
2	〃	4급	김 동 필	
3	〃	5급	신 동 팔	
4	〃	8급	박 준 태	
5	〃	9급	김 경 덕	
6	도로시설처	6급	구 성 현	
7	〃	6급	유 연 상	
8	〃	8급	백 민 구	

□ 세부일정

일 자 별	도시		세부일정	비고
[1일차] 11.19.(월)	인천	싱가포르	◦ 인천공항 출발(09:00) ◦ 싱가포르 창이국제공항 도착(15:00)	
[2일차] 11.20.(화)	싱가포르		◦ LTA 교통국 (자동차 터널, 지하차도)	
[3일차] 11.21.(수)	싱가포르		◦ SAP 센터 ◦ 뉴 워터 비지터 센터	
[4일차] 11.22.(목)	싱가포르		◦ LTA 교통국(자동차 전용도로)	
[5일차] 11.23.(금)	싱가포르	인천	◦ 싱가포르 창이국제공항 도착(00:10) ◦ 인천공항 출발(07:30)	

□ 벤치마킹 포인트 총괄표

연번	방문기관	계 획	달성 여부	벤치마킹 성과
1	LTA 교통국 (자동차 터널, 지하차도)	- 터널 및 지하차도 운영 - LED 가로등 운영	○	- 광도 카메라 터널 조명등 제어 - 터널 소화전 매립으로 세척 작업
2	SAP 센터	- 사물인터넷(IOT) 및 4차 산업	○	- 사물인터넷(IOT) 및 LED 가로등 제어 및 이상 알림 센서
3	LTA 교통국 (자동차 전용도로)	- 전용 도로관리 운영	○	- 터널 곡선구간 표시

Ⅱ 연 수 내 용

1. LTA 육상교통청(Land Transport & Authority)

□ 기관 일반현황

◦ Minisry of Transport(건설교통부) 산하기관으로 1995년 설립

◦ 자동차등록, ERP, 도로건설 및 유지, 대중 교통수단 운영정책 결정, 교통 관련 규정 제정 등 육상교통관련 업무 수행

◦ 싱가포르 전역 도로 길이는 164Km 고속도로와 2300개 이상 신호등 트래픽 시그널 운영하며 교통관리 두 군데에서 관리합니다. 그중 중앙 시스템 ITS 센터, 전역을 관리하고, KPE/MCE 센터 일부를 관리하고 있습니다.

◦ 싱가포르 하루 기준 도로 교통량

구 분	지하철	버스	고속도로	택시	비 고
운행 수	300만	400만	160km	100만	

◦ 도로 체증을 해결하기 위한 싱가포르 교통운영 시스템






ERP 시스템 현황 및 징수 방식

- 도입 과정 1975년 시초 비즈니스 교통 체증 발생하여 ALS(라인선스 제도) 도로 가격 책정
- 차량 40만대 정도 차량 억제를 위해 1990년부터 차량을 새로 구입할 때는 입찰제도 거치는 COE 자격제도 차량 소유권을 5, 10년 동안 사용할 권리
- 1998년 ERP(하이패스)시스템 도입하여 도로가격 사용료 지불 원칙에 따라 피크 시간대에 가격이 책정 된 도로 사용 요금 지불 합니다. (교통량 측 정하여 3개월마다 유동적으로 가격을 결정)

◦ 위성기반 ERP 시스템으로 업그레이드 계획이라고 합니다.
(실시간 요금 확인, 혼잡 정보를 개인에게 제공 예정, 시내에 설치된 ERP 철거 목표)

□ 방문 개요

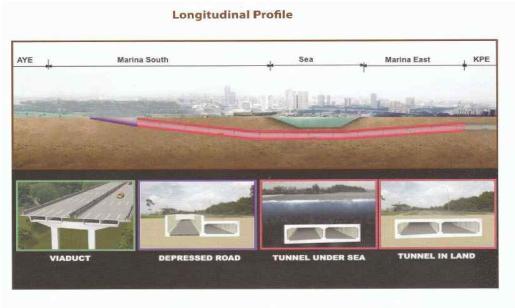
◦ 일　　시 : 2018. 11. 20.(화)[1일차]

◦ 장　　소 : KPE/MCE 센터(Marina, 201 Marina East Drive,S(029997)

◦ 목　　적 : 육상교통관리시스템 및 터널, 가로등 운영체제

□ KPE/MCE 센터

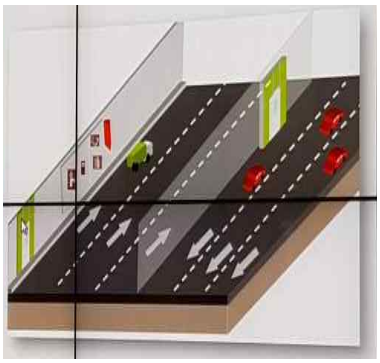




- KPE/MCE 센터 2013년에 12월 29일 개장
- MCE는 동부의 Kallang-Paya Lebar Highway(KPE) 및 East Coast Parkway(ECP)를 서부 Ayer Rajaha 고속도로(AYE)와 연결하여 운영
- 해저 3.6km의 지하 터널은 마리나 만 해협 해저를 가로지르는 420m 구간으로 이루어져 있습니다.
- 새로운 도심지역 마리나 파이낸셜(금융)센터가 옆에 개장됨에 따라 MCE는 마리나 주변의 교통량 증가 예상 개발 중입니다.

□ 터 널 일 반 사 항

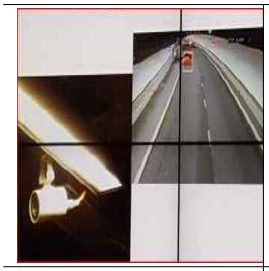
◦ 터널 설비 현황



- 연결통로 1.2 ~ 2M 간격
- 비상통로 500M 간격 왼쪽
-스프링클러는 MC 터널 설치되어 있으나 다른 고속 도로에는 스프링클러 설치 작업 중
-화재 알림이지 정확 확인 차단막 작동
- AI 카메라 정보수집 사고인식 알림
- 500M마다 비상 입·출구 센서 및 긴급전화기 알람 신호
- 선형 열 감지기 온도 78℃ 이상 또는 특정 존 지역에 10℃ 차이로 화재 인식

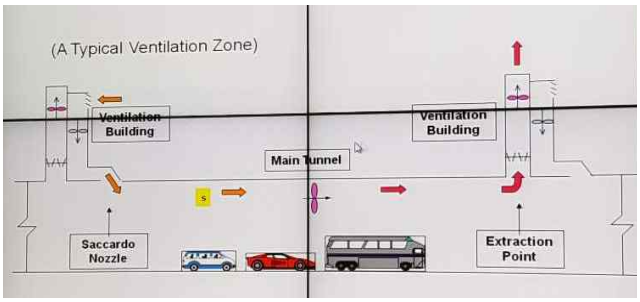
◦ 감시체제 및 초기 대응

- VRS & LTA 순찰, 긴급 비상전화, 시민 제보, CCTV, AI 카메라, 자동 화재 감지 센서로 감시체제로 운영하고 있습니다.
- 주 7일 24시간 상시 3교대로 4명이 순환 근무로 진행합니다.

				
AI 카메라 (이상움직임 감지)	선형 열 감지센서	초동대응	피난 대피로	소화전 설비

- 2007년부터 외부 사립 경찰 소속(리커버 크루) 직원을 채용하여 초기 대응 진행하며, 리커버 크루 직원들이 고장, 추돌, 화재, 견인 조치 등 현장 사고 처리를 합니다. 인재 사고 발생 시 도로 경찰 도착할 때까지 기다려서 사고 처리 진행 합니다.
- 화재 시 진입 차선으로 소방차가 진입하기 어려움이 있어 반대 방향 연결 통로 소방차량이 진입하여 빠르게 초기대응 합니다.
- 방재설비 차단막, 전광판, VMS, 라디오, 재방송설비, 환기휀을 작동하여 신속히 운전자가 안전하게 대피 또는 초기 대응 할 수 있게 도움을 줍니다.

◦ 터널 환기설비 운영



- MC 터널에서 화재 또는 매연이 발생 시 터널 초입 부분 환기시설에서 신선한 공기로 유입하여 주 터널 제트 휀으로 출구 부분 환기구로 밖으로 빼는 방식으로 운영합니다.

◦ 도로 조명등 운영

- 싱가포르에서는 가로등 운영 현황은 107,156개 운영되고, 제어 박스는 5,469개 있습니다.
- 일반 도로에 10lux, 집중도로 20lux, 산업단지(특이 지역)1.5배 30~40lux 설치되어 있습니다.

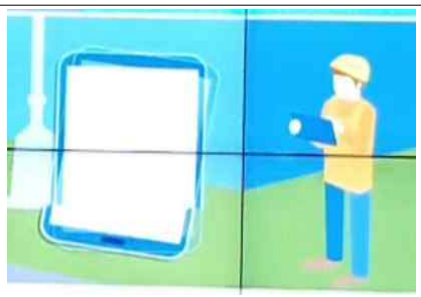
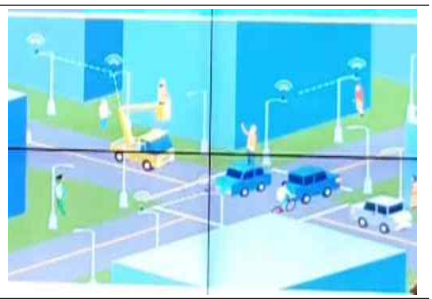
		
가로등	가로등 제어 박스	LED 가로등

※ LED 교체 진행 상황

- LED(70W, 150W) 가로등을 2013년 6월부터 시작하여 3년간 도로 시험을 했고, 고출력 LED(400W) 가로등을 1년 시험기간 후 2017년 12월 서해안 고속도로에서 고출력 가로등 실험이 성공적 끝나서 2018년부터 싱가포르 전역 교체 작업을 진행하고 있습니다.

□ LTA 육상교통청 스마트네이션 산업

- 스마트네이션(IOT)산업을 10년 전부터 추진 진행하고 있습니다.
- 모든 설비 맞는 국제 표준 소켓(컨트롤) 교체 진행하고 있습니다.
  (LED 제품이 1단계 2단계 사업자가 틀려도 상관없이 교체가 가능)

		
스마트레이션	고장감지 알람	보수 및 컨디션 체크

- 리모컨트롤 날씨 변화에 따라 밝기 조정
- 가로등 이상이 발생 시 감지하여 알람을 보내서 바로 보수를 진행
- 가로등 인프라를 활용해 저대역폭 무선 센서를 구축
- 1단계 2020년 2월 까지, 2단계로 2030년 2월까지 사업을 진행할 예정

□ 질의응답

질문1) 터널 및 지하차도 내부에 빗물 유입 시 대처에 대해 설명해주세요.

- 싱가포르 자체가 물이 부족 국가입니다. (두 개 펌프 방식으로 운영)
- 터널 입·출구부에서 빗물을 받아서 저수지로 보내서 생활 식수로 사용하고, 저녁에는 터널 청소 또는 사용된 물은 하수 처리장으로 보내는 방식으로 펌프 운영
- 싱가포르는 지리적 조건으로 폭우나 태풍 등 자연적 재해가 없습니다. 그래서 자연재해에 비교적 안전한 지역입니다.

질문2) 터널 및 지하차도 조명 제어에 대해 설명해 주세요.

- 싱가포르 전역에 터널 및 지하차도 조명 제어는 진·출로에 밖에 광도 카메라로 실시간으로 촬영하여 10단계 조명시스템으로 제어합니다.
- 블랙홀 vs 화이트 현상 대비하고 있습니다.

질문3) LED 가로등 교체 진행사항에 대해 설명해 주세요.

- LED교체 2022년까지 싱가포르 내 모든 가로등을 LED로 교체로 진행 중 이며, 1단계 교통량 적은 지역 및 거주지역우선적으로 2018년까지 교체하고 있으며, 2단계 시내중심부로 2019년 까지 교체하며, 3단계는 기타 싱가포르 전 지역 2022년까지 교체 예정입니다.
- LED등으로 교체 시 기존 대비 약 25%의 에너지 절감 효과를 기대됨
- 기존 HPSV등은 필요한 광 출력량 유지를 위해서 3년마다 교체가 필요했으나 LED등은 평균 10년간 사용 가능하여 유지보수 비용도 절감할 것을 기대

질문4) 4차 산업 및 사물인터넷(IOT) 진행사항에 대해 설명해 주세요.

- 싱가포르에서는 2022년까지 원격 가로등 관리시스템을 개발 및 도입할 예정이고 현재는 이미 프로그램으로 계절별 일출 및 일몰 시간에 맞춰 가로등이 관리하고 있으며, 자동 결함 탐지 및 경보 기능을 갖춰 빠르고 효율적인 유지보수도 가능해질 것으로 기대하고 있다.
- 가로등 인프라를 활용해 저대역폭 무선 센서를 구축하며 이후 기온, 습도 등 환경 데이터를 수집 및 전송하는 스마트 센서 네트워크를 도입하여 스마트네이션 전략의 기본인 센서 커뮤니케이션 네트워크 구성에 핵심요소가 될 것으로 기대하고 있음

□ 관련사진

<table>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
<tr><td>견학 사진</td><td>견학사진</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>회의사진</td><td>MC터널</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>명담자 명함</td><td>질의응답</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>IOT</td><td>LED 가로등 컨트롤</td></tr>
</table>

2. SAP Singapore

□ 기관 일반현황

◦ SAP은 업무용 SW분야 시장점유율 전 세계 1위 업체
(연혁 1972년 5명의 기업가 프로그래머가 설립)

□ 방문 개요

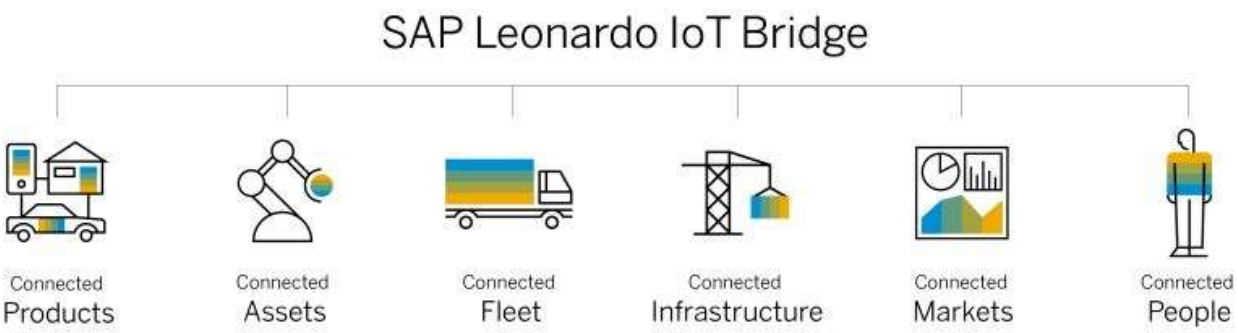
◦ 일　　시 : 2018. 11. 21.(수)[2일차]
◦ 장　　소 : SAP 아시아(#03-32, Mapletree Business City singapore 117440
◦ 목　　적 : 사물인터넷(IOT) 도로 유지관리 시스템

□ SAP Asia

◦ 1980년대 후반의 이 지역에서 운영되는 가장 성공적인 기업 중 하나로 성장했다. SAP SEA는 싱가포르, 말레이시아, 인도네시아, 태국, 필리핀, 베트남 및 기타 신흥 시장으로 구성된 다양한 영역을 포괄하고 있다. 싱가포르에 본사를 두고 있는 SAP는 현재 1,222개의 대기업 고객과 4,585개의 중소기업(SME)을 지원하고 있다

□ 일반상황

◦ 통신기술의 발달, 빅데이터 개념의 등장, 분석 기술, 클라우드 기술로 인해 그 가치가 급부상 하였고 디지털 혁신의 필수요소이며 초기의 IoT는 작업 현장에서 센서데이터를 이용하여 산업별 고객 경험을 기반으로 IoT기술을 머신러닝, 블록체인기술과 결합하여 더 나은 사용자 경험을 제공하고 즉각적이고 통찰력 있는 정보를 제공한다.



□ 질의응답

질문1) SAP 센터는 어떤 업무하는 대해 설명해 주세요.

- SAP 고객사, 파트너, 정부 및 교육기관 등 디지털 혁신 생태계 내 다양한 주체들이 방법론과 플랫폼을 활용해 디지털 혁신을 가속할 수 있도록 지원하는 공간

질문2) 사물인터넷(IOT) 도로관리에 적용 사례에 대해 설명해 주세요.

- Connected Assets : 고가의 설비에 센서를 부착하고 실시간으로 얻어지는 데이터를 바탕으로 제품 신뢰성, 가동률을 높이고 장비의 유지비용 효과
- Connected Infrastructure : 스마트 그리드 발전소, 도로, 철도, 다리 빌딩 등의 센서 데이터를 모니터링하고 예측 분석을 통해 교통량을 측정하여 효율적으로 소비자들의 만족도 높이는 효과

□ 관련사진

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>견학 사진</td><td>견학사진</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>회의사진</td><td>레오나로드</td></tr>
</table>

3. Land Transport & Authority

□ 방문 개요

◦ 일　　시 : 2018. 11. 22.(목)[2일차]

◦ 장　　소 : KPE/MCE 센터(Marina, 201 Marina East Drive,S(029997)

◦ 목　　적 : 도로 인프라 관리

□ 질의응답

질문1) 도로 포장 점검 장비에 대해 설명해 주세요.

Deflectograph	Road Profilometer	SCRIM Skid Resistance
		
습윤 포장의 비틀림 강도를 계산하기 위해 휠 경로에서 노면의 과도 처짐을 측정	로지럴 측정(주행 품질 계산) & 레이저 감응을 이용한 가로 프로파일, 경사도, 폭약도, 지지 반경, 곡률 반경	젖은 노면의 미끄러짐 저항을 얻기 위해 측 방향 힘을 측정

질문2) 도로 및 구조물 점검 주기에 대해 설명해 주세요.

- 도로점검 주기

검사 유형	빈도수		
	고속도로	주요도로	주변도로
			
차량별 도로 표지	매주	2주마다 한 번씩	8주마다 한 번씩
걷기 검사	12주마다 한 번씩		
특별 검사 (예: 타일/도로외관)	2주마다 한 번씩		

• 도로구조 점검 주기(드론, 해발 카메라, 온도 카메라, 잠수복..등 점검)

구조 유형	공동 구조물과 다리	강철 구조	도로 터널	도로변
				
일반 검사	매년	매년	매년	2년마다
주요 검사	4년마다	2년마다	2년마다	4년마다

질문3) 도로포장 인해 시민들 불만 또는 민원 제기는 처리에 대해 설명해 주세요.

- 콜센터 운영 중이며 불만 제기는 들어오지만 한국처럼 전담해서 처리는 못 하지만 시민들 제보로 그때그때 처리
- 보상 관련 예시) 도로 점검 일정 시간 전에 발생하면은 보상을 진행하지만, 점검 일정 시간 이후에 패터가 발견하지 못했을 경우는 외주업체에서 보상
- 우기 때 계속 패치(도로포장) 작업 후 사고가 발생할 경우 시민들 클레인 거절한다. 가이드라인 진행했기 때문에 차량 소유주가 수리
- 싱가포르는 우기, 건기 두 개의 계절만 있기 때문에 도로 포토 홀로 인해 파손은 발생하지 않는다. 그리고 특정지역에서만 있다.

질문4) 싱가포르 도로관리 구역은 구분에 대해 설명해 주세요.

- 싱가포르는 12개 도로 나누어 하나 고속도로 13개 세션으로 관리합니다.
- JTC-산업단지, HDB-집주면 도로, LTA-고속도로 보행자 도로 관리합니다.
- 가로수(국립자연부서), 상·하수도(QOB), 도로청소(환경부), 도로구간(LTA) 관리합니다.

Ⅲ 기타 현장 답사

□ 뉴워터 비지터 센터 (NEWATER visitor center) 방문 개요

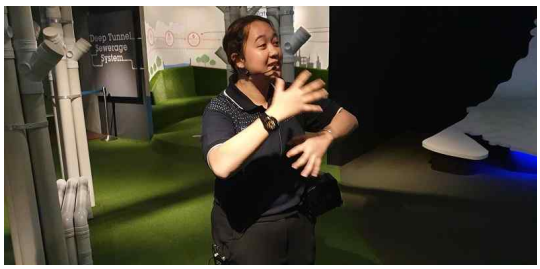
◦ 일　　시 : 2018. 11. 22.(목)[2일차]

◦ 장　　소 :

◦ 목　　적 : 하수 재처리 시스템

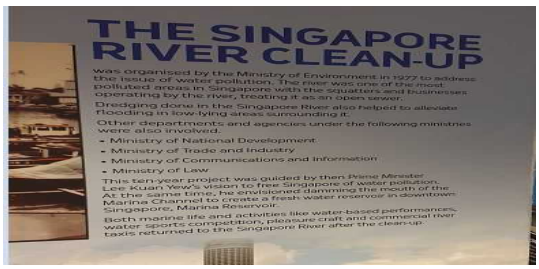
□ 뉴워터 비지터 센터





- 1961년과 1963년에 극심한 가뭄으로 담수가 말라버려 바닷물을 공급하는 사태가 벌어져서 이런 물 부족 사태로 1970년부터 국가 차원에서 안정적인 물 공급을 위해 노력하여 NEW WATER가 탄생
- 물이 부족한 싱가포르에 지속적이고 안정적으로 공급 통해 지속가능한 전략으로 추진
- NEW WATER의 뜻은 '하수가 마실 수 있을 정도로 깨끗한 물로 만들어 졌다고'해서 '새로 태어난 물이라는 뜻임

□ 일반상항





- NEWater Plan(하수 재처리 시스템)
  울트라 여과막을 이용한 초미세 여과▷역삼투압▷자외선 소독
- 물 공급, 저수지 관리, 유수 처리 등을 하는 기관으로 하수처리장에서 배출되는 방류수를 재처리하여 저수지의 물과 혼합해 음용수로 만듦
- 싱가포르 물 공급원은 빗물 등을 모은 저수지 물, 말레이시아로부터 수입한 물 오수를 정하 처리하여 재생산한 물, 바닷물을 담수하여 탈염한 물 공급.

Ⅳ 벤치마킹

주요 벤치마킹 사례1) 블랙홀 vs 화이트 현상 - 시범사업

	
MC터널	홍지문터널

- 싱가포르 광도 카메라 장점은 카메라 진입•진출로 설치되어 있습니다. 그래서 블랙홀 vs 화이트 현상에 정확하게 조명등을 제어 및 날씨 변화에 유동적으로 대처가 가능합니다. 하지만 홍지문 터널은 두 개 조도 평균 값으로 측정하기 때문에 한쪽 값이 높아도 반대쪽에서 낮게 측정하면은 쉽게 조명제어가 어려 씁니다. 개선 광도 카메라 정확한 진입•진출로 시범적으로 운영하는 것도 좋을 것 같습니다.

주요 벤치마킹 사례2) 터널 세척

		
싱가포르 세척장면	소화전	대피로(피난통로)

- 싱가포르는 매달 1회 세척작업을 실시합니다.
  우리는 매년 2~3회 세척작업을 실시하는데 우리도 소화전 매립으로 설치되면은 추후에는 세척하기 쉽고 빠르게 세척이 가능하지 않을 까 생각이 들어 습니다.

주요 벤치마킹 사례3) 터널 곡선 구간 표시



- 터널 곡선구간에 촘촘하게 표시해서 운전자 시야에 보인다는 장점이라 우리도 터널에 적용해도 좋을 것 같다는 생각이 들어 습니다.

주요 벤치마킹 사례4) 사물인터넷 (IOT)

- 전용 도로에 LED 가로등에 날씨 변화에 따라 밝기를 조정하고 감지센서로 이상이 발생 시 알람 신호로 빠르게 보수 및 날씨변화 대응하기 좋을 것 같다는 생각이 들어 습니다.

Ⅴ 총 평

□ 국외연수 전, 방문 국가 및 기관에 대한 정보를 학습하며 연수 목적 달성을 위해 사전에 방문 허락 및 방문기관 시스템에 질의응답을 미리 공유하여 보다 효과적인 연수 성과를 이루고자 하였습니다.

□ 스마트 교통망 시스템. 'STARS(Singapore Urban Transport Solution)' 이름 붙은 지능형 교통망 시스템은 싱가포르 전체 교통망을 샅샅이 관리하며 차량 움직임을 실시간으로 인지해 대응하여 교통 흐름을 방해하는 요소를 신속히 처리 및 도로교통상황을 실시간 서비스하면 시민들이 일일이 시민들의 편의를 극대하고, 사물인터넷(IOT)으로 시민들에게 최고 서비스 제공하고 있다는 점

□ 싱가포르에서 교통 혼잡 해소를 해결하기 위해 가장 눈에 띄는 사실은 최초로 ERP시스템 도입하여 시내 곳곳에 ERP 설치되어 통행료 및 교통혼잡에 방지하기 위해 도심의 교통체증을 심해질수록 효율을 높이고 차량 증가를 억제하고 있어서 여러 가지 조치하는 것을 느껴고 지금 현재 67% 대중교통 사용자이고, 2030년 70%까지 대중교통을 늘리고 있다는 점

	
미 혼잡 시간	시 간 : 2:05~2:55 택시($ 2.00) 트럭($2.00)

□ 4차 산업 사물인터넷(IOT) 기능을 이용하여 LED 가로등에 날씨 변화에 따라 밝기를 조정하고 감지센서로 이상이 발생 시 알람 신호를 주어서 유지보수를 진행하여 시민들에게 불편을 최소한으로 하여 빠르게 해소하는 데 있어 장점을 극대화하여 시민들에게 최고 서비스를 제공하고 있다는 점

□ 싱가포르는 물 부족 국가여서 터널 빗물을 하수처리하지 않고 저수지로 보내서 식수로 사용하다는 것입니다. 우리도 빗물을 식수로 사용할 시스템을 보완해야 되지 않을까 생각이 들었습니다.

Ⅵ 느끼점

.

해외 기관 싱가포르 육상교통청(LTA)를 방문하여 회사 조직 형태 및 전반적인 운영 system 등을 들어보았습니다. 특히 근무현장 도로관리 포장 또는 터널, 지하차도에 관련 내용에 대해 관심이 많아 들어보니 우리나라와는 많은 차이점 있다는 것을 알게 되었습니다.

즉 사계절이 뚜렷한 우리나라와 달리 싱가포르 우기, 건기 두 계절이 도로들이 항상 도로관리에 있어서는 정비를 계획적으로 할 수 있어 장점이라 생각이 하게 되었습니다.

교통망 시스템에서는 4차 산업 사물인터넷(IOT)를 이용하여 유지 보수 및 교통 혼잡을 최소하기 위해 노력하는 모습에서 싱가포르가 우리보다 높은 수준에 서비스를 제공하는 것을 느껴서 도로관리에서 있어서 우리가 낮아가야 방향이라는 생각이 들었습니다.

그리고 SAP 방문하면서 사물인터넷(IOT) 접목하여 도로 유지관리에 예측하고 감지하여 미연에 보수 및 도로 교통 데이터를 모니터링 하여 적은 비용으로 효율적으로 교통 통행량 테이터를 공유하고 유지관리에 할 수 있다고 생각했습니다.

싱가포르에서는 물이 귀하다는 것을 처음으로 느꼈습니다. 우리나라에서는 손쉽게 수돗물을 먹을 수 있고, 불편하다고 못 느꼈습니다. 하지만 LTA에서 터널 빗물을 저수지로 보내 정수 처리 후 수돗물을 공급하다는 이야기 듣고 싱가포르는 물 부족국가 것을 처음으로 느꼈고 물에 소중하다고 생각 들었습니다.

이번 공무여행에서 짧은 일정이었지만 나름대로 싱가포르 고유 음식과 해외기관 방문하면서 소기 목적을 달성한 것 같았습니다.
바램이 있다면 이런 해외 연수가 다른 사원들에게 많은 기회가 주어져 해외연수의 경험과 업무에 대한 시야가 좀 더 넓어지는 계기가 되었으며 합니다.