



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공기업정책학 석사 학위논문

항공기 지상이동 유도 및 통제시스템
(A-SMGCS) 개발 발전방안 연구

2015년 8월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

권 달 원

항공기 지상이동 유도 및 통제시스템 (A-SMGCS) 개발 발전방안 연구

지도교수 김 동 욱

이 논문을 공기업정책학 석사 학위논문으로
제출함

2015년 8월

서울대학교 행정대학원
공기업정책학과
권 달 원

권달원의 석사 학위논문을 인준함
2015년 8월

위 원 장 _____ 박 정 훈 (인)

부위원장 _____ 권 일 응 (인)

위 원 _____ 김 동 욱 (인)

국문초록

항공기 지상이동 유도 및 통제시스템(Advance Surface Movement Ground Control Systems)의 주요기능은 지상이동안내, 감시, 통제, 경로제어 등의 기능으로 관제사와 조종사에게 효과적인 정보를 제공하는 시스템이다.

지금까지 개발한 국산시스템은 A-SMGCS 레벨 IV 중에서 낮은 레벨인 I~II 단계 정도의 기술구현 수준이며, 이러한 단기간에 이룬 개발성과도 현장 적용단계에서 예기치 못한 문제점들이 발생하기도 하였다.

물론 빠른 개발 실현을 위해 개발초기에는 국내에 설치된 선진시스템에 대한 분석을 실시하였고, 개발 실패와 시행착오의 최소화를 위해 다양한 개발시험을 수행하였다.

연구실에서의 실험은 물론이고 공항에서의 필드시험과 상용화를 위한 시제품 성능검증을 위한 현장운영 시험 등을 거쳐 단계적으로 개발을 진행하였다. 그러나 다양한 변수와 물리적 환경이 다른 공항에서 시스템을 설치하고 레이더 연동 등의 시험운영을 거치는 과정에서 예측하지 못한 돌발 변수들이 발생하였다.

이 논문에서는 그간 항공기 지상이동 유도 및 통제시스템(A-SMGCS)의 개발을 위해 진행하였던 사항들에 대한 정리와 발전을 위해 필요한 사항들에 대해 세 가지 관점에서 연구하였다.

첫째, A-SMGCS 개발과 상용화를 위해 과거부터 현재까지 수행된 프로젝트에 대해 서술하여 향후개발 절차에 참조가 되도록 하였다.

둘째, 국산화 개발을 위해 김포국제공항에서 시행한 필드시험과 현장 운용시험 결과들에 대한 정리와 분석을 통해 성능향상 사항들을 정리하였고, 더불어 전력선통신 기술과 상부시스템들과 연동을 위해 고려되어야 할 기술사항들에 대해서 서술하였다.

셋째, 외국 제작사의 기술동향과 외국공항에서의 운영사례에 대한 분석을 통해 A-SMGCS의 국산화 개발의 발전을 위한 공유와 더불어 향후 국산화 개발에 있어 중점적으로 더 발전시켜 나가야할 사항들에 대해 서술하였으며, 이를 통해 2018년까지 개발완료를 목표로 진행 중인 A-SMGCS 레벨 IV급 국산화개발 사업에 참조가 될 수 있도록 하였다.

주요어 : A-SMGCS, 항공기 지상이동 및 통제시스템, 항공안전, 국산화 개발
학 번 : 2014-23595

목 차

제 1 장 서 론

제 1 절 연구배경 및 목적	1
제 2 절 연구범위 및 방법	3

제 2 장 항행안전시설 및 A-SMGCS개관

제 1 절 항행안전시설 및 A-SMGCS개관.....	5
1. 항행안전시설 개요	5
2. A-SMGCS 개요.....	7
제 2 절 A-SMGCS 기술기준.....	10
1. 국내기준.....	10
2. 국제기준.....	12

제 3 장 국산화 개발 및 운용현황

제 1 절 국산화개발 현황	15
제 2 절 국내 운용현황	20
1. 인천국제공항	20
2. 김해국제공항.....	23
3. 제주국제공항.....	24
4. 김포국제공항.....	25
제 3 절 해외공항 운용현황	26
1. 벤쿠버 국제공항.....	26

2. 조지부시 국제공항	27
3. 베이징 국제공항	28
4. 두바이 국제공항.....	29
5. 프랑크푸르트 국제공항.....	29
제 4 절 외산시스템	30
1. 벨기에(ADB社체)	30
2. 스웨덴(Safe-gate社)	31
3. 독일(HONYWELL社)	33
제 5 절 연관기술 특허	34

제 4 장 국산화 개발시험 분석

제 1 절 필드시험 및 결과분석.....	41
제 2 절 현장운용시험 및 결과분석.....	43
제 3 절 LCU 성능 확인시험.....	59
제 4 절 전력선 통신시험.....	64
제 5 절 성능향상결과 요약	67

제 5 장 국산화 개발 진단과 문제점

1. 개발 타당성 검토 부족.....	71
2. 개발사업 방식 문제.....	72
3. 소수의 연구원에 의존한 개발 문제.....	74
4. 개발성과 우선주의	75
5. 개발시스템 적용의 문제점.....	76

제 6 장 국산화 개발 발전방안

1. 핵심기술 개발강화.....	79
2. 개발시스템의 검증시험 및 절차강화.....	80
3. 운영기술 표준화.....	81
4. 국산기술 제품의 적용확대.....	82
5. 정책적 지원.....	84
6. 시스템 구축 검토사항.....	86
7. 시스템 경쟁력 강화.....	88

제 7 장 결 론 90

참고문헌.....	94
〈부록 1〉 현장운용시험 등화OFF 시험결과	95
〈부록 2〉 등화ON시험결과.....	96
〈부록 3〉 등화OFF제어시험결과(필드기준)	97
〈부록 4〉 등화ON제어시험결과(필드기준)	98
〈부록 5〉 IRU응답시험결과.....	99
〈부록 6〉 IRU 개별 전류값.....	100
〈부록 7〉 항공등화 소등 후 잔광확인 결과.....	101
〈부 록8〉 CCR ALARM 상태 요청 및 응답 확인결과.....	102
Abstract	103

【 표 목 차 】

[표 2-1]	항행안전장비 종류별 분류	6
[표 2-2]	A-SMGCS Level별 기능구현	11
[표 2-3]	A-SMGCS Level별 기능구현	12
[표 3-1]	연관기술 특히 주요사항	34
[표 4-1]	현장운용시험 내용.....	45
[표 4-2]	현장운용시험 항목 및 내용	47
[표 4-3]	ILCMS패킷(Protocol Packet Structure).....	48
[표 4-4]	ILCMS패킷구조(Protocol Packet Structure).....	49
[표 4-5]	램프불량확인시험(할로젠).....	58
[표 4-6]	램프불량확인시험(LED등화).....	59
[표 4-7]	알람해제 응답시험.....	60
[표 4-8]	LCU 이중화 확인 시험결과.....	61
[표 4-9]	CCR ON(밝기) 제어시험.....	62
[표 4-10]	절연 저항에 따른 통신 성능 시험결과.....	65
[표 4-11]	절연저항 10MΩ 미만의 통신 성능 시험결과	66
[표 4-12]	절연저항 10MΩ 이상의 통신 성능 시험결과	66
[표 4-13]	성능향상결과 전후 비교	67
[표 4-14]	국내적용 시스템 비교(IRU)	69
[표 4-15]	국내적용 시스템 비교(LCU)	70
[표 5-1]	구매조건부 사업 평가방법 및 선정기준	73

【 그림목차 】

[그림2-1] A-SMGCS 구성도.....	7
[그림 2-2] A-SMGCS 주요기능.....	8
[그림 2-3] A-SMGCS 기능별 구성.....	9
[그림3-1] 제주국제공항의 ILCMS.....	18
[그림 3-2] 김포국제공항 ILCMS	19
[그림 3-3] 인천국제공항 항공등화제어시스템.....	22
[그림3-4] 김해국제공항 항공등화제어시스템	23
[그림 3-5] 제주공항 항공등화제어시스템	24
[그림 3-6] 김포국제공항 항공등화시스템 구성.....	25
[그림 3-7] A-SMGCS 해외주요제작사	26
[그림 3-8] 아시아지역 주요공항.....	28
[그림3-9] 유럽지역 주요공항	30
[그림3-10] ADB社의 주요장비	31
[그림3-11] Safe-gate 社의 주요장비.....	32
[그림3-12] Honeywell社의 주요장비.....	33
[그림 4-1] 김포국제공항 시험실 및 필드시험.....	38
[그림4-2] 김포국제공항 필드시험 구성.....	39
[그림 4-3] 김포국제공항 공동구 전력선통신 유기율 측정.....	39
[그림 4-4] 김포국제공항 공동구 전력선통신 유기율 결과.....	40
[그림 4-5] 김포국제공항 공동구 전력선통신 유기율 분석.....	41
[그림 4-6] 안전을 고려한 시험구성.....	43
[그림 4-7] 김포국제공항 현장운용 배치도면.....	44
[그림 4-8] 전력선 통신 프로토콜 구성 및 통신흐름.....	48
[그림 4-9] 김포국제공항 현장운용시험 구성.....	50
[그림 4-10] 14R TDZ-A 회로(CCR 4번) IRU 설치 도면.....	51

[그림4-11] 14L TDZ-A 회로(CCR 11번) IRU 설치 도면.....	51
[그림 4-12] IRU 제어화면.....	53
[그림 4-13] IP설정화면.....	54
[그림5-1] 제주국제공항 지상감시레이더(ASTRE2000).....	54
[그림 6-1] Global Air Navigation System 구축 로드맵.....	85
[그림 6-2] Euro control A-SMGCS 개발로드맵.....	86

제 1 장 서 론

제 1절 연구배경 및 목적

항공교통량은 국가나 경기변동에 상관없이 매년 빠르게 증가하고 있는 추세이며, 국제민간항공기구(ICAO)의 국제항공운송자료 분석에 따르면 2025년까지 연평균 5%이상 지속적으로 증가 할 것으로 예측하고 있다. 이러한 배경으로 지속적인 항공수요에 비례하여 강화된 항공안전기준 충족을 위한 고성능의 안전한 시스템을 국제기준에서도 요구하고 있다. 그에 따른 대표적인 항행안전시설이 항공등화 개별점소등제어시스템(Individual Light Control Monitoring System)을 이용한 항공기 지상이동 유도 및 통제시스템(Advanced-Surface Movement Guidance Control System)이다.

A-SMGCS는 세계적으로 중대규모 이상의 공항에 급속히 도입되고 있는 추세이며, 이를 통해 악기상시나 야간에 항공기의 지상이동을 안전하고 신속하게 처리함으로써 착륙항공기의 원활한 수용과 이륙 항공기의 지상이동을 빠르고 안전하게 처리하여 항공기 지연을 최소화 하고 공항의 이용률을 극대화 하고 있다.

A-SMGCS는 지상감시레이더와 ILCMS가 연동하여 4가지 주요기능인 지상이동안내, 감시, 통제, 경로제어 등의 기능이 관제사와 조종사에 효과적인 정보를 제공하는 시스템이다.

대한민국은 짧은 기간이지만 항행안전장비 국산화를 위하여 다양한 분야에서 많은 노력을 하여 왔다. 그러나 아직도 우리나라가 항공강국으로 가기 위해서는 항행안전분야의 발전을 위하여 노력해야 할 부분이 많이 남아있다. 특히 항행안전장비의 국산화 개발과 관련해서는 핵심기술의 자원화와 국산화 개발능력을 증강시키기 위한 항공관련 산업도 활성화 시켜 나가야 한다.

그 이유는 항행안전분야의 산업 역시 고용을 창출하고 지속적으로 증가하는 항공수요에 맞춘 공항인프라 증대와 더불어 수출을 통한 국가발전에 기여 가능한 장점이 많은 사업이기 때문이다.

또한 항행안전분야의 연구개발은 국제기준에서 요구하는 성능 충족을 위하여 개발한 핵심기술들이 고도의 융복합 과정을 통하여 유사 항공분야 뿐만 아니라 타 기술 분야로 파급되어 공항의 주요장비들의 개발기술력 축적으로도 이어지는 시너지 효과를 창출한다.

또한 개발을 통한 지적재산권 축적은 물론 외산시스템을 대체하는 국산 화장비의 빠른 상용화도 이루었다. 그러나 이러한 단기간에 성공한 개발로 인한 문제점과 애로사항들을 예측을 하고 시행착오를 줄이기 위한 다양한 방안으로 연구실에서의 실험은 물론이고 현장 개발시험과 시제품 성능검증을 위한 현장운영 시험 등을 거쳐 단계적으로 개발을 진행하였다. 그러나 다양한 변수와 물리적 환경이 다른 공항에서 시스템을 설치하고 시험운영 등을 거치는 과정에서 예측하지 못한 돌발 변수들이 발생하기도 하였다.

물론 국내의 항공분야 종사자들이 항행안전장비 국산화를 위해 다양한 분야에서 많은 노력을 하여 왔고, 괄목할 만한 성과를 거두었다.

국내에서 개발 완료한 아이템이나 개발진행중에 있는 항행안전분야의 연구개발 중에서도 A-SMGCS는 수입대체 효과 및 국익증대에 큰 효과를 창출할 수 있는 중요한 아이템이다. 따라서 이 논문에서는 그간의 각 연구개발과정과 개발을 위한 필드시험 및 현장운영시험 결과에 대한 기술공유와 더불어 외국 제작사의 기술동향과 외국공항 운영사례 분석을 통해 A-SMGCS의 국산화 개발의 발전에 도움이 되도록 하였다. 끝으로 향후 국산화 개발에 있어 중점적으로 더 발전시켜 나가야 할 사항들에 대해 서술하였으며 이를 통해 2018년까지 개발완료를 목표로 진행 중인 A-SMGCS레벨 IV급 국산화개발 사업에 참조가 될 수 있도록 하였다.

제 2절 연구 범위 및 방법

이 논문의 연구 범위로는 항공등화 개별점소등제어시스템(Individual Light Control Monitoring System) 국산화 개발에서부터 A-SMGCS의 낮은 레벨까지의 개발과정과 발전방안에 대한 것이다.

국산화 개발사업 수행과 관련하여 초기사업 발굴에서 부터 연구개발 및 상용화관련 분야에 대하여 고찰하였다. 항행안전분야는 공항운영의 핵심인 항공기의 안전한 이착륙에 절대적인 영향을 미치는 주요시설이다.

항공기 지상이동 유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 국산화개발을 위해서는 활주로와 유도로의 항공등화시설과 지상감시레이더 시설 등의 기본적인 공항 인프라가 수반되어야 한다. 이러한 공항환경에서 개발한 장비들을 추가적으로 설치하여 운영기술과 결합한 필드시험을 통하여 성능을 향상시키고 현장운용시험을 통해 운용 피드백을 분석하고 전문기술력으로 성능향상을 하여 개발제품이 완성되는 사이클로 개발이 이루어진다.

따라서 본 연구를 통하여 대규모 공항에 적합한 공항운영 시스템으로 발전시키기 위한 다양한 변수와 고려사항들 뿐 아니라, 어떠한 분야의 기술들을 더 심화하여 개발하고 발전시켜 나가야 하는가에 대한 연구도 다루고자 한다. A-SMGCS는 항공기 운항횟수가 중밀도 이상의 공항에서는 안전운항을 위하여 필수적인 시스템이다.

그리고 공항운영 효율성 및 안정성 향상을 위해 중추적 시설로서 해당 장비 자체는 물론 시스템이 고가 비용을 수반하므로 공항건설, 공항플랜트의 수출과 향후 국내공항의 활성화 측면에서 관련된 산업 핵심기술의 확보를 통한 국내외 시장 진출이 가능하다.

따라서 본 연구를 통하여 개발관련 국내외 특허분석 및 국내 상용화 기

술현황 분석 등을 통하여 현재의 외산제품들의 기술은 어느 수준인지에 대한 분석과 국산개발시스템의 기술경쟁력 향상 및 발전방안에 대해 제언하고자 한다.

이 논문에서는 어떠한 특정분야 대상의 조사방법이나 관련전문가와의 상호면담을 통한 방법보다는 직접 국산화개발 초기단계부터 국내업체들과 함께 진행하였던 연구개발내용들과 국내공항에서 시행하였던 필드시험내용 및 결과, 국내외에서 발간한 연구개발 보고서, 각종 논문이나 인터넷 자료와 해외 제작사 자료, 항공관련 국내외기관들의 연구보고서 내용에 대하여 분석하고 현 실태와 문제점에 대하여 정리한다.

제 2 장 항행안전시설 및 A-SMGCS개관

제 1절 항행안전시설 및 A-SMGCS개관

1. 항행안전시설 개요

항공기의 안전한 이착륙에 필요한 다양한 정보를 제공하는 시설 및 시스템을 항행안전시설이라고 하며, 항공법 제 2조 17항에 따르면 "항행안전시설"이란 유선통신, 무선통신, 불빛, 색채 또는 형상(形象)을 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설로서 국토교통부령으로 정하는 시설이라고 명시되어 있다. 즉, 항공기 조종사가 항공기를 안전하게 활주로에 이착륙할 수 있도록 이착륙에 필요한 정보를 제공하는 중요한 시설이다. 이러한 항행안전시설을 통하여 강우, 강설, 안개 등으로 인한 저시정 상태에서 항공기가 안전하게 이착륙 할 수 있도록 지원할 뿐만 아니라 항공기의 운항을 증가에도 큰 영향을 미친다.

항행안전시설은 기능에 따라 다양하게 분류되며 항공법시행규칙에 따르면, 항행안전무선시설, 항공정보통신시설, 항공등화시설로 분류된다.

첫째, 항행안전무선시설은 항공기의 항행을 돕기 위한 시설로 전파를 이용한다. 둘째, 항공정보통신시설은 항공교통에 필요한 정보를 제공하기 위해 전기통신을 이용하는 시설을 말한다.

셋째, 항공등화시설은 야간이나 시정이 좋지 않은 경우 불빛으로 항공기 조종사에게 활주로에 대한 시각정보를 제공하여 이·착륙을 도와주는 시설로서 활주로 운영등급에 따라 설치대상이 달라진다.

불빛의 색상은 주로 녹색, 황색, 적색, 백색, 청색 등으로 이루어져 있으며 불빛의 의미는 도로의 교통신호등과 유사하며 녹색은 진행, 황색은 주의, 적색은 정지 또는 위험을 나타내며, 백색은 활주로의 윤곽을 청색은 유도도로의 윤곽을 나타낸다.

이러한 항공등화의 종류는 모두 43종으로서 비행장에는 34종이 사용되며 헬기장에는 9종류의 항공등화가 사용되고 있다.

[표 2-1] 항행안전장비 종류별 분류

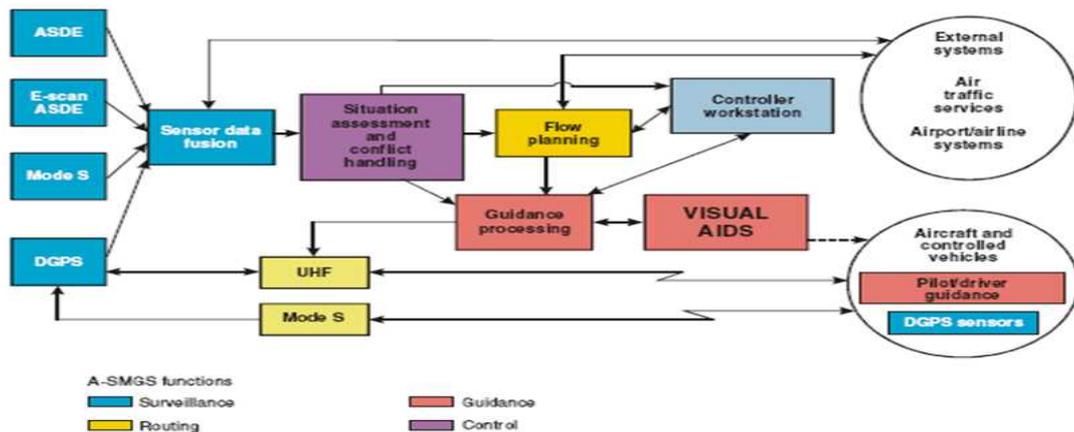
구 분	장 비 명
항행무선 시설	<ul style="list-style-type: none"> - 무지향표지시설(NDB) - 전방향표지시설(VOR) - 거리측정시설(DME) - 계기착륙시설(ILS/MLS/TLS) - 레이더시설(ASR/ARSR/SSR/ARTS/ASDE/PAR) - 전술항행표지시설(TACAN) - 위성항법시설(GNSS/SBAS/GRAS/GBAS) - 자동종속감시시설(ADS, ADS-B) - 위성항법감시시설(GNSS Monitoring System) - 다변측정감시시설(MLAT)
항공정보 통신시설	<ul style="list-style-type: none"> - 단거리이동통신시설(VHF/UHF Radio) - 단파이동통신시설(HF Radio) - 초단파디지털이동통신시설(VDL) - 단파데이터이동통신시설(HFDL) - 모드 S 데이터통신시설 - 항공이동위성통신시설[AMS(R)S] - 관제사·조종사간데이터링크통신시설(CPDLC) - 범용접속데이터통신시설(UAT)
항공정보 방송시설	<ul style="list-style-type: none"> - 공항정보방송시설(ATIS) - 디지털공항정보방송시설(D-ATIS)
항공등화 시설	<ul style="list-style-type: none"> - 항공등대, 진입등시스템, 진입각지시등, 선회등 - 활주로등, 활주로시단등, 시단연장등, 시단식별등 - 활주로중심선등, 활주로거리등, 접지구역등, 간이접지구역등 - 비상용등화, 활주로종단등, 유도로등, 유도로중심선등 - 활주로유도등, 일시정지위치등, 정지선등, 활주로경계등 - 풍향등, 지향신호등, 착륙방향지시등, 도로정지위치등 - 정지로등, 금지구역등, 활주로회전패드등, 주기장안내등 - 계류장조명등, 시각주기유도시스템,유도로안내등

출처 : 국토부 항공법시행규칙 제10조 및 제11조

2. A-SMGCS 개요

A-SMGCS(Advanced - Surface Movement Guidance & Control System)는 공항의 감시레이더와 연동하여 공항 주변의 모든 항공기에 대한 정보를 기반으로 지상에 있는 항공기의 정확한 위치를 감시(Surveillance)하고, 필요에 의한 경로를 자동적으로 설정(Routing)하여, 항공기 조종사가 확인할 수 있는 거리에서 지상 등화의 점등을 통한 안내(Guidance)를 시행하며, 비정상 상황 발생 시 경보를 제공하고, 사고방지를 위해 관제사가 지상이동을 통제(control)할 수 있는 자동화된 ‘항공기 지상이동 유도 및 통제 시스템’을 말한다.

[그림2-1] A-SMGCS 구성도



출처 : ICAO A-SMGCS Manual

1) A-SMGCS 기능

기존 항공교통관제사에 의하여 수행되던 관제 업무를 더 효율적으로 수행하며, 지상의 항공기 등을 효율적으로 관리하기 위한 시스템이다. 이는 관제사의 업무량을 감소시키고 저시정(악기상으로 인한 가시거

리가 낮아지는 상황)시에 공항의 운영 효율을 떨어뜨리는 상황에서도 항공기의 지상이동을 신속하고 안전하게 처리하기 위해 국제민간항공기구(ICAO)에서도 시스템 설치 및 운영을 권고하고 있다.

[그림 2-2] A-SMGCS 주요기능

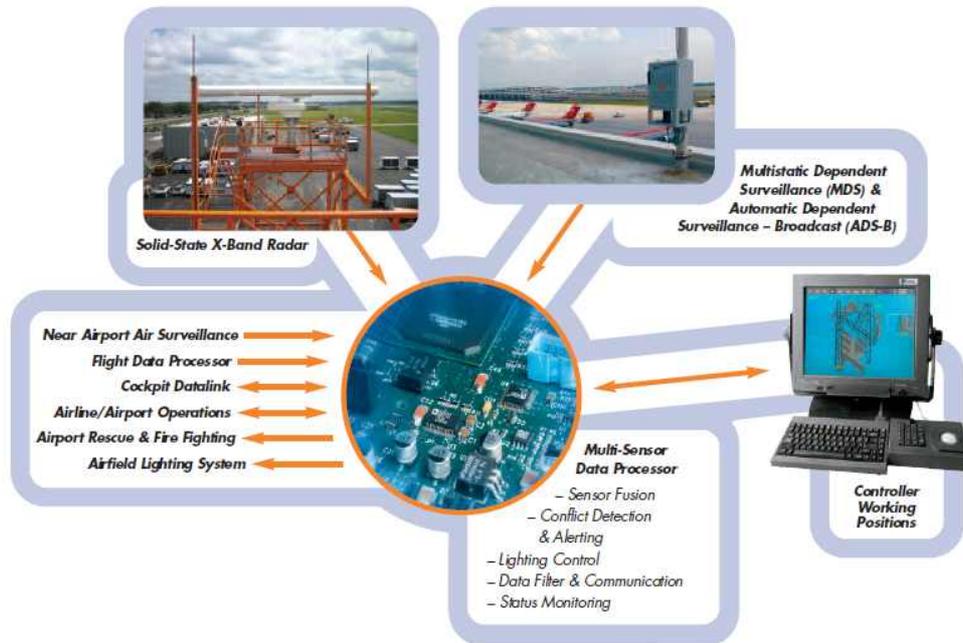


출처 : 국토부 A-SMGCS 홍보자료

또한 선진 국가들에서도 지속적인 연구개발을 시행하며 기술발전을 진행해 가고 있다. 상세히 설명하면, A-SMGCS는 야간이나 악기상 조건일 때에도 활주로와 유도로 수용 능력에 따라 항공기 등의 지상 이동체가 동시에 운영될 수 있는 최대량과 안전 수준을 유지하기 위한 시스템으로 감시(surveillance), 경로지정(routing), 안내(guidance), 통제(control)등의 주요 기능을 수행한다.

2) A-SMGCS 특징

[그림 2-3] A-SMGCS 기능별 구성



출처 : 외국업체(Sensis)홈페이지 자료

- (1) 정확한 항공기의 안내(Guidance)와 통제(Control)를 자동화하여 관제사 및 조종사에게 제공하며, 모든 항공기와 차량, 장애물과의 이격거리를 유지하도록 등화를 운영함. 특히, 저시정 상태일 때에는 관제사가 눈으로 확인하지 않아도 차량과 항공기, 항공기 상호간 충돌 방지 등 비정상 상황발생 시 경보를 해주는 첨단기술의 시스템이다.
- (2) 항공교통관제(ATC)뿐만 아니라, 근접할지도 모르는 지상 항공기에 대한 상황 인식을 관제사 등에게 제공하며, 항공교통관리(ATM) 시스템과의 인터페이스를 통한 공항 지상 관리 시스템으로 조

종사에게 시각적인 정보로 유도정보를 제공하여, 관제사와 조종사 간의 통신량을 감소시키고 업무량을 경감시켜줄 수 있다.

(3) 최적의 안전하고 효율적인 경로제공으로 항공기의 지상이동 시간이 단축되어 항공기의 유류비 절감 뿐 아니라 탄소저감 효과도 기대할 수 있다.

(4) 공항 Airside 지역에서 항공기 이동의 용량을 증가시킬 수 있도록 모든 항공기에 대한 감시(Surveillance)정보를 기반으로 지상에 있는 항공기의 경로를 자동 또는 선택적으로 설정(Routing)하여, 조종사가 확인할 수 있는 거리에서 지상 등화의 점등을 통한 안내(Guidance)를 시행 할 수 있다.

제 2 절 A-SMGCS 기술기준

외국 기술에만 의존하고 있던 A-SMGCS의 기술을 국산화하여 점진적으로 국내 공항에 구축 시 공항 내 지상이동의 안정성과 효율성 극대화를 위한 기준이 정해져 있다. 그 내용을 살펴보면 공항 안전에 필수적인 지상이동 유도 및 통제시스템의 개발은 국제기준인 국제민간항공기구(ICAO)의 공항운영 안전기준을 우선적으로 준수해야 한다. 관련 국내의 기준을 살펴보면 다음과 같다.

1. 국내기준

국내의 대표적인 기준을 살펴보면 국토교통부에서 고시(2013-830)한 공항안전운영기준 및 지상이동안내 및 통제시스템 매뉴얼(국토교통부 예규) 등이 있다.

그리고 공항안전운영기준(AOS)에는 제51조(항공등화 운영 및 유

지관리)에서 활주로등급별 각 항공등화의 최소 점등비율을 충족하여야 한다고 기준을 정하여 두고 있으며, 연속 2등 이상 장애가 발생하지 말아야 할 항공등화들에 대해서도 정의하고 있다.

또한 제 77조(감시)에서는 등화시설의 감시시스템에 대한 준수사항들과 기준을 명시하고 있으며 A-SMGCS의 시스템 활용에 따른 단계별 기능구현 수준을 분류하면 아래와 같이 구분되어 진다.

[표 2-2] A-SMGCS Level별 기능구현

등급	기능 구현 수준
Level-I	<ul style="list-style-type: none"> • (관제사) 감시, 통제(충돌 예측·탐지, 분석, 회피) 및 경로지정 제공 • (조종사 및 차량운전자) 시각적으로 충돌을 회피하고, 지상에 도색된 중심선, 유도 안내 표지에 의해 정보 습득 • (시스템) 감시, 통제(충돌 예측·탐지, 분석, 회피), 경로지정 및 안내에 시스템 활용 없음
Level-II	<ul style="list-style-type: none"> • (관제사) 감시, 통제 (충돌 예측·탐지, 분석, 회피)및 경로지정 제공 • (조종사 및 차량운전자) 시각적으로 충돌을 회피하고, 지상에 도색된 중심선, 유도 안내 표지 및 고정 중심선등화로 정보 습득 • (시스템) 감시 및 통제부분의 충돌예측 및 탐지에 시스템 활용
Level-III	<ul style="list-style-type: none"> • (관제사) 통제(충돌 예측·탐지, 분석 및 회피) 및 등화 수동제어로 안내 제공 • (조종사 및 차량운전자) 시각적으로 충돌을 회피하고, 지상에 도색된 중심선, 유도 안내 표지에 의해 정보 습득 • (시스템) 감시, 통제(충돌 예측·탐지, 분석, 회피), 경로 지정에 시스템 활용

[표 2-3] A-SMGCS Level별 기능구현

등급	기능 구현 수준
Level-IV	<ul style="list-style-type: none"> • (관제사) 통제(충돌 예측·탐지, 분석 및 회피) 제공 • (조종사 및 차량운전자) 시각적으로 충돌을 회피하고, 지상에 도색된 중심선, 유도 안내 표지에 의해 정보 습득 • (시스템) 감시, 통제(충돌 예측·탐지, 분석, 회피), 경로지정에 시스템 활용 및 중심선등화 자동화로 안내제공
Level-V	<ul style="list-style-type: none"> • (관제사) 통제(충돌 예측·탐지, 분석 및 회피) 제공 • (조종사 및 차량운전자) 지상에 도색된 중심선, 유도 안내 표지에 의해 정보 습득 및 기/차내 탑재장비 활용 • (시스템) 감시, 통제(충돌 예측·탐지, 분석, 회피), 경로지정에 시스템 활용 및 중심선등화 자동화로 안내제공

등급	감시	통제			경로지정	자동안내	항공기 탑재
		충돌예측 및 탐지	충돌 분석	충돌 회피			
I							
II	●	●					
III	●	●	●	●	●		
IV	●	●	●	●	●	●	
V	●	●	●	●	●	●	●

출처 : 국토부 A-SMGS Level별 구분 정리자료(2014)

2. 국제기준

A-SMGCS의 국제기준으로는 ICAO ANNEX 14 VOL 1(비행장), ICAO Aerodrome Design Manual Part4(Visual Aids), ICAO Doc.9830, FAA AC 150/5345, EUROCONTROL 등이 있다.

ICAO ANNEX 14 VOL 1 8.3 감시(Monitoring)에서는 등화체계의 운영 상태를 나타내기 위한 감시시스템에 대한 정보제공을 규정하고 있다. 그리고 활주로 가지거리 550M 이하에서 이용되는 활주로에서 자동적으로 관리되어야 할 항공등화에 대하여 정의하고 있다.

ICAO ANNEX 14 VOL 1 9.8 지상이동 안내 및 통제 시스템에서는 SMGCS의 설계 시 고려사항과 운영요구조건 충족사항 등을 규정하고 있다.

ICAO Aerodrome Design Manual Part4(Visual Aids) 제 10 장(지상이동 안내 및 관제 시스템)에서는 SMGCS의 기본기능, 경로지정을 위한 시각보조시설, 이행에 대하여 정의하고 있다.

그리고 ICAO Doc.9830에서는 A-SMGCS에 대한 개요에서 부터 운영요건, 실행요구사항, 수행요건, 실행항목 등 A-SMGCS에 대한 총체적인 정의 및 규정을 설명하고 있다.

A-SMGCS 시스템 활용에 따른 등급기준을 정리해보면 국제적으로 크게 두 가지 기준인 국제민간항공기구(ICAO) Level과 EURO Control의 EURO Level로 구분된다.

국제민간항공기구(ICAO) A-SMGCS 수행 레벨(Doc. 9830)의 내용을 요약해 보면 ICAO Doc 9830Manual은 A-SMGCS의 상세 요구도를 규정한 문서로 단계별 A-SMGCS의 역할 및 범위 등을 규정하고 있다. 그리고 Eurocontrol에서 수행한 A-SMGCS 프로젝트인 EMMA2에 의해 확인된 A-SMGCS 효과성은 아래와 같다.¹⁾

- 항공기 지상 이동률 5 ~ 15% 증가
- 항공기 지상 이동시간 540초에서 510초로 30초 감소
- 관제사/조종사간 통신량 40% 감소
- 안전성을 고려한 관제지시 정확도 12% 증가
- 지상 항공기 충돌경보 10% 감소
- 연간 350,000회 운항 시 연료량 1,470,000kg 감소 (B747-400기준)

1) A-SMGCS 국토교통기술연구개발계획서 5페이지

상기 수치는 Level I 과 II에 의해 확인 된 것으로 현재 목표로 하고 있는 Level III과 IV의 경우는 이점이 더 커질 것으로 예상된다. 국제민간항공기구(ICAO)의 전체 시스템에 대한 기능, 성능, 안전성, 사후 평가 등에 따라 등급구분하고 있으며 개략적 구분은 다음과 같다.

1) A-SMGCS Level 1

관제탑(ATC)의 관제지시와 허가를 위하여 이동물체의 위치정보와 식별확인 정보를 지상이동감시레이다(SMR)로부터 전달받아 향상된 감시와 절차를 사용한다.

2) A-SMGCS Level 2

활주로 및 지정된 제한 구역과 연계된 절차들을 보호(Protect)하는 안전망이 추가되며 활주로 침범 및 충돌상황 경보를 제공한다.

3) A-SMGCS Level 3

유도로중심선등 제어(수동)를 사용한 향상된 안내와 경로계획뿐만 아니라 이동지역의 모든 충돌상황의 탐지를 포함한다.

4) A-SMGCS Level 4

유도로중심선등 제어(자동)를 사용한 자동화된 안내, 경로계획과 모든 충돌상황에 대한 해결책을 관제사, 조종사에게 제공한다.

5) A-SMGCS Level 5

항공기에 탑재되어 조종사에게 현시해 준다.(On board)

제 3 장 국산화개발 및 운용현황

지속적으로 증가하는 항공교통량으로 공항과 공역이 포화상태에 이르고 있다. 이에 국제민간항공기구(ICAO)와 IATA의 GANP/ASBU²⁾ 계획에 따라 Euro control 등 전 세계적으로는 Level 4 급의 A-SMGCS 기술개발을 진행하고 있다. 국내에서는 연구개발기간이 오래되지 않아 현재 부분적인 A-SMGCS(Level 1.5수준)의 국내 기술 수준에 있으며 지속적으로 발전시켜 나가야 한다. 이를 통해 항공안전체계 구축이라는 국제적인 흐름에 부합하는 A-SMGCS(Level 4 수준)을 개발을 위해 체계적인 모듈별 개발을 통한 통합적 개발을 위한 국가 주도의 중장기적인 연구개발이 국제적으로 진행되고 있다.

제 1 절 국산화 개발현황

한국공항공사에서는 2006년 국제기준 준수와 항공안전을 위해 A-SMGCS 주요구성 중의 하나인 항공등화개별점소등제어시스템(LCMS³⁾) 도입을 검토하였다. 국제기준 준수를 위해 시스템 도입이 필요한 공항으로는 김포, 김해, 제주국제공항 3개의 공항으로 CAT-II급 이상의 공항으로 항공기의 안전을 위해 권고하고 있다.

이에 국내에서는 인천국제공항에 개항초기 부터 외산(H사) 시스템이 설치되어 운영하고 있었으며, '06년 당시 한국공항공사에서도 외산시스

2) Global Air Navigation Plan, Aviation System Block Upgrade의 약어임

3) Individual Lighting Control & Monitoring System의 약어로 전력선통신기술을 이용한 항공등화개별제어 및 감시시스템을 의미함

템의 구매설치를 검토하였으나, 외산의 시스템이 설치될 경우 고가의 장비도입에 따른 막대한 외화유출과 운영 중 장애발생시 A/S의 비신속성 문제점 등의 현안사항이 존재하였다.

또한 외산도입 후에는 기술이 종속됨으로 인하여 시스템 업그레이드 시에도 막대한 추가 비용발생과 확장성에 대한 반복적인 문제점들에 대해 검토하였다.

이후 국산화 개발타당성 검토를 거쳐 국내 전문업체와 공동개발협약을 2006년 6월 체결하고 개발에 착수하였다.

최초의 국산화 개발에 따른 필요 기술 분석과 많은 개발 어려운 과정을 거쳐 2년이라는 짧은 기간에 국산화 개발에 성공하였다.

개발목표는 A-SMGCS의 구성에 있어 많은 부분을 차지하는 하드웨어 부분인 항공등화 개별제어 및 감시시스템(Individual Light Control & Monitoring System)이었다. 이후 공개 기술시연 등을 거쳐 김해국제공항('08)에 최초로 설치하였다.

국내최초의 국산화 개발 시스템으로 전력선통신 전문업체의 개발제품으로 레이더와의 연동 없는 독립시스템으로 설치되었다.

그리고 국산개발품의 두 번째로 적용된 제주국제공항의 시스템은 기존의 항공등화 제어시스템인 PLC(Programmable Logic Controller)와 항공등화 개별제어 및 감시시스템(ILCMS)을 연동시키기 위해 시스템과 세부기능 설계 및 지상감시레이더와 ILCMS를 연동하여 설치하였다.

제주공항의 시스템은 국내 산업 전기분야 최고의 기업인 전문업체에서 사업개발협약서를 체결하고 초기 ILCMS의 개발제품의 성능향상과 연구개발을 통해 구축하였다. 그리고 ILCMS를 제주공항 전체 활주로 및 유도로에 적용하였다.

그리고 항공기 안전운항에 대한 위험성을 최소화하기 위해 기존의 제

어시스템 PLC와 ILCMS의 상호 연동한 링토폴로지 방식의 시스템으로 개발되었다.

그리고 SMGCS의 기본기능을 구성요소로 활용할 수 있게 구성하였으며, 국제기준에서 요구하는 주요 항공등화별 점등률 감시 및 유도로 중심선등과 정지선등의 LEAD-ON기능을 구현하고 있다.

LCU(Local Control Unit)의 하드웨어 파트에서 통신모듈은 PSM20H를 적용하였고, PLT CORE와 외부 Drive 및 필터 회로를 분리하였으며, 통신방식은 FCC 방식(120k~400kHz)을 적용하였다.

Power부는 Linear Trans 방식으로 설계 적용하였으며, 이더넷 통신은 Sollae System Module을 적용하였다. CPU는 Atmega128 CPU를 적용하였으며, Reset IC 회로를 적용하여 감시한다.

LCU의 소프트웨어파트에서 UDP(User Datagram Protocol) 통신 방식으로 소켓통신을 하고 있으며, 동작상태 및 에러 상태를 표시하는 기능을 구현하였다.

IRU(ILCMS Remote Unit)의 하드웨어파트에서 통신모듈은 PSM20H를 적용하였고 통신방식은 LCU와 동일하다.

Power부는 Regulator 설계를 적용하였으며, ON/OFF 제어는 TRIAC 회로를 사용하였다. 전압변화를 통한 오류 Open 감지 기능이 있으며, 할로겐 등화만 적용이 가능하다.

CPU는 LCU와 마찬가지로 Reset IC 회로를 적용하여 감시한다. IRU의 소프트웨어파트에서 부하오류감지기능은 아날로그 전압 검출을 통한 OPEN 감지방식이며, 폴링방식에 의한 IRU정보를 요청한다. 원격으로 다운로드가 가능하며, CPU 자체감시 기능은 없다.

[그림3-1] 제주국제공항의 ILCMS



제주국제공항('11) 설치완료에 이어 김포국제공항은 '15년에 설치를 완료하고 시험운영 준비 중에 있다.

제주공항의 경우 할로젠 타입 항공등화와의 연동만 가능하였으나, 김포공항 시스템의 경우는 할로젠등화와 LED항공등화 모두 연동 가능한 시스템으로 개발되었다.

기존의 하드웨어와 소프트웨어를 한 단계 업그레이드된 시스템이라 할 수 있다. LCU의 하드웨어파트에서 PSM30H 적용(One Chip Solution) 하였고 제주공항 대비 30% 이상의 성능 향상을 도모하였다.

통신방식은 CENELEC A Band 방식(20k~80kHz)을 적용하여, 국내뿐만 아니라 모든 국가에 적용가능하다.

Power부는 SMPS(Switch Mode Power Supply) 설계 적용하고 출력 다채널 설계로 효율개선 및 경량화 효과를 가져왔다.

Eddy-CPU v2.5를 적용한 이더넷 설계로 TCP/UDP 등 지원 및 Multi connection이 가능하다. CPU는 Atmega2560를 적용하였으며, Watchdog 회로설계로 Reset IC 기능 및 CPU 동작 감시 기능이 가능하다.

LCU의 소프트웨어파트에서 TCP/IP 통신 방식을 적용하여 송수신측 데이터를 서로 주고받는 양방향 통신방식을 구현하였다.

CPU는 Atmega2560을 적용하여 I/O(86개)로 개별 포트 운영이 가능하

며, 제주공항 대비 Processing 처리 능력이 향상되었다.

Time Slot 방식을 이용한 폴링 시간을 단축하였고, CCR 동작 상태, 에러 상태 표시 기능 외에 CCR 정보 및 제어권 설정 확인 기능이 가능하다.

IRU의 하드웨어파트에서 통신모듈은 LCU와 마찬가지로 PSM30H를 적용하였으며, 통신방식 또한 CENELEC A Band(20k~80kHz) 방식을 적용하였다.

Power는 DC-DC 스위칭 컨버터를 채택하여 발열을 줄였으며, 효율을 개선하였다. ON/OFF 제어는 TRIAC 및 RELAY를 병행 적용하였다. LED부하 센싱 회로를 추가하여 부하종류(할로젠/LED)에 관계없이 적용이 가능하다.

누설전류 측정기능과 전압 및 전류 감지를 통한 OPEN 감지가 가능하다. IRU의 소프트웨어파트에서 누설전류 측정 기능 및 Algorithm/Protocol을 정립하였고, IRU 전체정보 요청기능을 구현하여 IRU 정보수집에 대한 시간을 단축할 수 있도록 개발하였다.

[그림 3-2] 김포국제공항 ILCMS



제 2절 국내 운용현황

국제민간항공기구(ICAO)에서 공항운영증명제 도입을 의무화함에 따라 국내공항 중에서 항공교통밀도가 높고 항행안전시설등급 CAT-II급 이상의 국내공항에 설치되어 운용 중에 있다.

1. 인천국제공항

A-SMGCS는 항공등화 및 감시 관련 장비의 제어 및 감시를 포함하여 다양한 타 시스템과의 인터페이스를 통하여 효율적이고 신속하게 항공기 지상 안전운항을 도모하기 위한 시스템으로 설치하였다. 관제탑, 계류장 관제탑, VDGS룸, 및 1,2,3,4 등화제어소에 운영자 인터페이스 HMI가 설치되어 운영. 통신네트워크를 포함한 항공등화 제어 및 감시시스템은 완전 이중화 설계되어 운영 중이다. Hot-standby 모드로 구성하여 시스템 중 하나의 유닛에 고장이 발생하더라도 운영 중단 없이 백업 유닛으로 대체되어 운영이 가능하도록 되어있다.

네트워크 구성 측면에서는 항공등화 및 시스템장비의 유지보수용 워크스테이션은 별도의 이중화된 이더넷으로 구성되어 활주로 및 유도로 지역의 항공등화 감시와 제어를 통한 유지보수를 하고 있다. 안전운영 대책으로는 특정 논리적 그룹 내의 한 장비가 예기치 않은 장애상황에 도달하더라도 해당 그룹 내의 다른 어떠한 장비에도 파급영향을 미치지 않도록 설계되어 운영하고 있다.

그리고 자동경로제어 등 첨단시스템 구현을 위해 지상감시레이더(ASDE)의 연동은 레이블이 할당된 차량뿐만 아니라 출발 및 도

착하는 비행기의 레이블, 타입, 그리고 실제 위치 정보를 제공하며 관제용 워크스테이션의 윈도우에 표시되도록 하고 있다.

활주로 상태와 디지털화된 가공되지 않은 비디오 정보는 ASDE를 통해 제공된다. 지상감시레이더와의 통신은 전용 이중화 네트워크를 통하여 점대점(point to point) 방식으로 이루어지고 있다.

그리고 A-SMGCS에 필요한 모든 통신 및 데이터 교환을 위하여 내부 및 외부 인터페이스가 제공되어 운영 중이다.

대표적 외부인터페이스는 항공기 운항정보(FIMS), 항공기상정보(AWOS)와 연동되어 관제사에게 실시간으로 필요한 정보를 제공한다.

A-SMGSC주요기능을 위한 하드웨어적 구축으로는 제어 및 감시 시스템으로 이동 및 기동지역의 모든 등화의 제어 및 감시를 위한 사용자인터페이스(HMI)를 제공하는 관제용 워크스테이션이 구축되어있다.

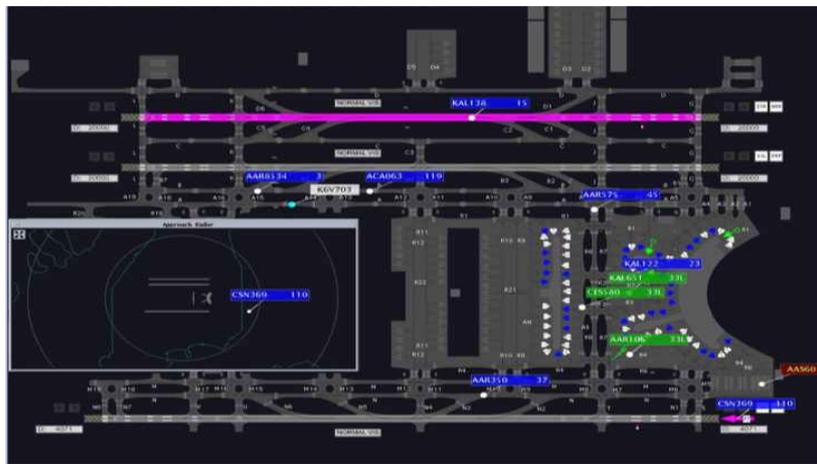
활주로관련 등화 및 진입등 시스템의 제어 및 감시를 위한 사용자인터페이스 (HMI)를 제공하는 관제용 워크스테이션과 고속반응판넬(FRP)이 있다.

모든 정전류조정기와 등화의 제어 및 감시와 관련된 시스템의 종합적인 감시를 위한 4개의 등화제어소의 중앙제어실에 위치한 유지보수용 워크스테이션이 있다.

그리고 운영 상태와 알람 기록의 생성회로의 절연저항 등을 감시하며 정전류를 공급하는 통합형 정전류조정기 회로 전원 케이블을 이용한 통신방식(PLC) 통한 개별 등화 제어 및 감시 장비와 필드의 통신장치와의 통신을 활주로 루프센서 시스템을 통해 항공기 및 차량 감지가 이루어진다.

항공등화시스템(AGL System)의 어플리케이션 구동을 위한 워크스테이션 구성은 관제용 워크스테이션으로 관제탑, 계류장관제탑에 설치되어 있으며, 등화제어소 등에는 유지보수용 워크스테이션으로 각 등화제어소에 설치되어 있으며 외부인터페이스용으로는 관제탑, 제3등화 제어소에 설치 운영 중이다.

[그림 3-3] 인천국제공항 항공등화제어시스템



출처 : 국가R&D연구개발계획제안서

인천국제공항 A-SMGCS 주요기능은 하나의 스크린 상에 항공등화의 상태정보와 함께 다양한 레이더데이터의 통합정보에 의하여 제공되는 교통상황 정보의 표시가 이루어지고 있다.

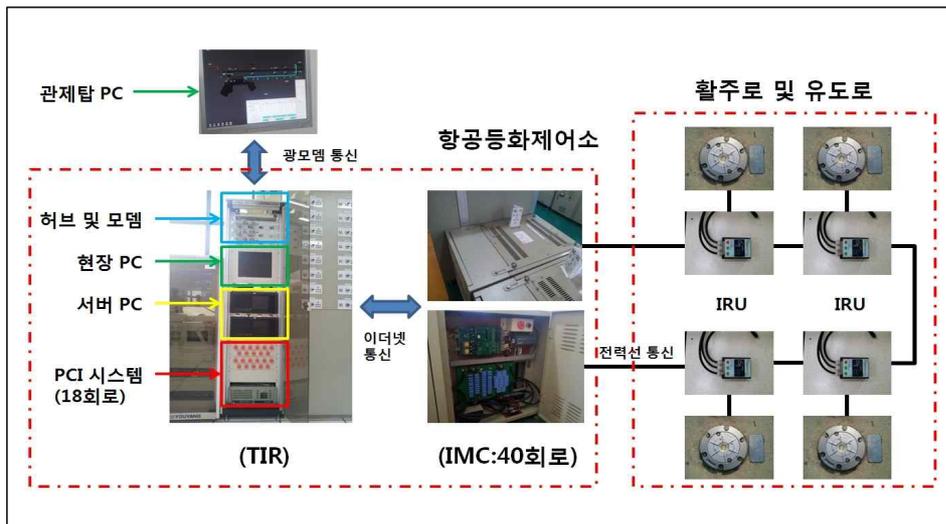
A-SMGCS창에 지상이동 물체의 레이더 데이터 잔상이 없도록 처리하여 현시시켜 주고 있다. 그리고 기상시스템(AWOS)에 의하여 제공되는 기상정보의 확장표시기능이 있으며, 항공기 운항정보 및 비행계획 정보에 의해 제공되는 정확한 목적지 정보를 표시해 주고 있다.4) 관제사 결정에 의한 수동지정 가능 경로 할당 기능으로 개별경로 및

집단적 경로 안내를 위한 유도로관련 등화의 색선별 스위칭을 구현할 수 있으며, 레이더 정보 및 운항 정보를 기반으로 각 항공기 별 자동 개별 경로 지정 및 유도로관련 등화의 색선별 스위칭이 가능하다.

2. 김해국제공항

김해국제공항은 2008년도에 국산시스템을 최초로 도입하였으며 기존의 제어시스템인 PLC방식과 ILCMS가 연동 가능하도록 설치되었다. 국내 최초 국산화 개발품을 적용함으로써 인하여 지상감시레이더와의 연동은 구성하지 않았으며, 국제기준(ICAO)에서 요구하는 기본적인 개별제어 감시기능만 구현이 가능하도록 설치되었다.

[그림3-4] 김해국제공항 항공등화제어시스템

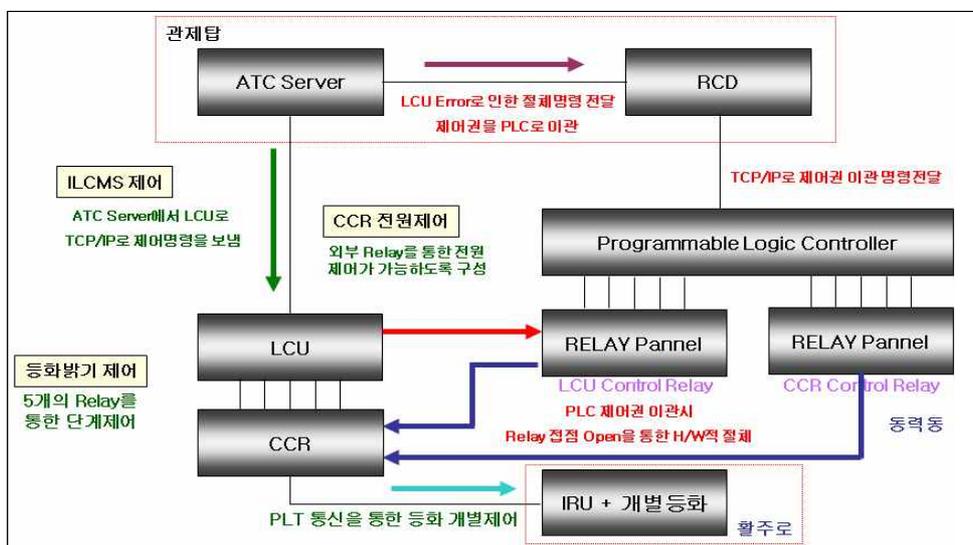


4) A-SMGCS 국토교통기술연구개발계획서(2013)

3. 제주국제공항

제주공항의 항공등화시스템은 무중단 구축과 안전운항에 지장을 주지 않기 위해 기존의 PLC(Program Logic Controler)제어시스템과 ILCMS를 병렬로 연결하여 시스템을 구성하였다.

[그림 3-5] 제주공항 항공등화제어시스템



평상시에는 관제사가 항공등화제어PC에서 ILCMS모드와 PLC 모드를 선택하여 운영 가능하도록 설치되어 있다.

LCU에서 232통신으로 CCR의 각 종 정보기능 감시와 단수별 제어 및 감시를 한다.

그리고 지역제어유닛(LCU)은 릴레이(RELAY) 판넬의 동작방지를 위해 인터록(Interlock) 기능을 하고 있다. 그리고 지역제어유닛(LCU)을 이용한 CCR제어만 할 수 있고 개별 항공등화의 운용을 위해 전력선 통신기술을 사용한다.

LCU나 제어PC 등의 장애 시의 항공등화 운용방식은 사전 설정된 단수로 우선점등이나 소등되며 관제탑의 제어반으로부터 회로별로 점·소등 및 단수별 조정운용을 할 수 있다.

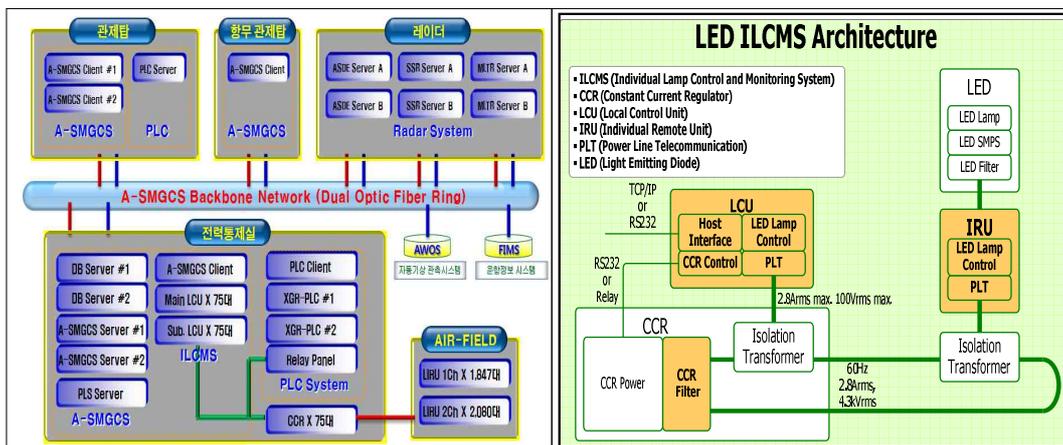
그리고 A-SMGCS의 기본기능을 구성요소로 활용할 수 있게 구성하였다. 국제기준(ICAO)에서 요구하는 주요 항공등화별 점등을 감시, 2등 연속 고장감지 및 유도로 중심선등과 정지선등의 Lead-on기능을 사용 중에 있다.

4. 김포국제공항

할로겐등화와 LED항공등화 모두 연동이 가능한 시스템으로 진보하였으며, 기존의 하드웨어와 소프트웨어를 한 단계 업그레이드한 시스템이라 할 수 있다.

국제기준(ICAO)에서 요구하는 주요 항공등화별 점등을 감시, 2등 연속 고장감지, 유도로 중심선등과 정지선등의 Lead-on기능 및 세부적인 항공등화제어 이력을 관리할 수 있는 시스템이다.

[그림 3-6] 김포국제공항 항공등화시스템 구성



제 3 절 외국공항 운용현황

외국공항에서 운용중인 A-SMGCS는 대부분 메이저급의 항공등화 전문제조업체의 시스템으로 구성되어 운용 중에 있다.

[그림 3-7] A-SMGCS 해외주요제작사

구분	Logo	국가	년도	시장점유율	항공등화 사업분야	비고
Safe gate Group		스웨덴	1973	53%	A-SMGCS, LED항공등화, VDGS 점유율 1위	THORN, IDMAN 합병 북경수도공항
Liberty		캐나다	1970	12%	SMGCS, ALCMS	
ADB		벨기에	1847	11%	A-SMGCS, LED항공등화 제어시스템	항공등화 1위 업체
COOPER Crouse-Hinds		미국	1833	9%	A-SMGCS, 항공등화 전반	북미시장 장악
Honeywell		독일/미국	1866	15% (기타 업체 포함)	A-SMGCS, 제어시스템 등	시스템 사업에 집중 인천국제공항 설치
ATG		영국	1984		A-SMGCS, 항공등화 전반	ATG Airports

1. 밴쿠버 국제공항

북아메리카 지역 중 밴쿠버국제공항은 Liberty社의 항공등화시스템을 1996년에 설치하고 2012년에 업그레이드를 진행하였다.

남측 및 북측 활주로 정지선등 개별제어 및 감시, 정지선등이 있는 구간은 유도로중심선등과 인터록 Lead-on 기능을 사용하고 있다.

개별제어장치(IRU) 및 제어장치(LCU)는 Safe-gate社 제품을 사용하고 있으며, 서버, 모니터링 및 소프트웨어시스템은 Liberty社에서 구축하였다.

개별제어장치는 1CH, 2CH을 사용 중이며, 램프폴트 확인방식은 관제탑과

유지보수소에서 각각의 개별제어장치별(어드레스별)로 확인하고 있다. 기존 전력선이 비차폐 케이블로 통신속도에 문제가 있어 전력선통신에 대한 불신이 있으며, 향후 ILCMS 확대 적용과 SMGCS 도입 시에도 전력선통신에 대한 충분한 검증이 없다면, 별도의 통신선방식을 채택하려는 경향이 있다.

ILCMS GUI 제어방식은 마우스, 터치스크린, 태블릿PC 등을 사용하고 있다. 그 외의 캐나다 공항 중 할리팩스 스탠필드 국제공항, 세인트존스 국제공항, 위니펙 국제공항, 워터루 국제공항 등은 Safegate社 ASP 시스템을 Liberty社가 구축하였다.

2. 조지부시 국제공항

휴스턴 조지부시 국제공항의 경우에는 초기 시스템은 Honeywell社에서 구축하였으나 현재는 Safegate社 ASP으로 사용하고 있으며, 적용 범위는 15R 방향의 원격제어장치 162개와 08R방향의 원격제어장치 152개로 노출/매입 활주로지역 등화의 제어 및 감시, 2006년에는 CCR과 원격제어장치 201개를 추가 확장하였다.

그 외에도 대표적으로 클리블랜드 홉킨스 국제공항, 휴스턴 하비 공항, 맨체스터-보스턴 공항, 뉴캐슬 델라웨어 공항, 미네소타 산호세 국제공항, 스포칸 국제공항, 보스턴 국제공항, 포틀랜드공항 등에서 Safegate社 ASP, ADB社, Honeywell社의 항공등화 원격감시 시스템을 구축하여 사용 중이다.

3. 베이징 국제공항

베이징국제공항은 2008년 베이징 올림픽 개최 준비를 위해 베이징공항을 확장공사를 하여 2007년에 Safegate社의 ASP 시스템을 구축하였다.

각각의 주기장에 시각주기안내시스템(VDGS)이 설치되어있으며, 전체 34,000등 중 23,000등 이상을 개별감시하고 있다.

활주로 및 유도로 등화를 감시하는 시스템 1식과 유도로중심선등 및 정지선등을 감시 및 제어하는 시스템 2식이 구비되어 있으며, 관제탑에는 추가적으로 항공기 위치정보를 모니터링 할 수 있는 시스템 1식이 구축되어있다.

현재 운영상황으로는 유도로중심선등과 정지선등은 제어 및 감시기능이 부여되어 있으며, 그 외의 등화에는 감시기능만 부여하여 운영 중에 있다. 전원장치인 정전류조정기(CCR)는 IDMAN과 Crouse-Hinds 제품을 설치하였다.

활주로등화의 경우 방향별로 제어가 가능하지만, 활주로 방향전환작업을 위한 관제사의 조작을 위한 시간적 여유와 장비의 신뢰성 등의 이유로 감시기능만 부여해 운영 중이다.

그 외의 공항 중 중국의 장춘공항, 항저우공항, 상하이 푸둥공항, 우르무치공항, 시안공항, 홍콩의 첵랍콕공항, 일본의 히로시마공항, 싱가포르의 창이공항, 인도의 뉴하이데라바드공항, 베트남의 칸토공항 등이 항공등화개별제어시스템을 구축하여 운영하고 있는 아시아의 대표적 공항이다.

[그림 3-8] 아시아지역 주요공항



4. 두바이 국제공항

중동국가 중 두바이공항은 2002년까지 ADB-Siemens社의 시스템을 사용하였으나 2003년부터 Honeywell社 시스템을 도입하여 현재까지 지속적으로 업그레이드중이고 공항 전체의 항공등화시스템에 어드레스가 부여되었으며, 저시정시 자동경로안내 기능을 사용 중에 있다. 그 외에 UAE의 알바틴 공항, 알낙힐 공항, 알아삿알리섬 공항, 튀니지의 엔피다 뉴 공항 등에서 항공등화 개별제어 및 감시시스템을 사용하고 있다.

5. 프랑크푸르트 국제공항

유럽지역 중 독일의 프랑크푸르트 국제공항이 선진화된 시스템을 구축하여 운영 중에 있으며, 모든 항공등화 개별제어, 감시, 경로지정 및 안내기능을 사용하고 있다.

특히 유럽의 R&D그룹인 SESAR에 프랑크푸르트공항이 참여하고 있으며, A-SMGCS 개발에 집중하고 있다.

SESAR에서의 A-SMGCS 참여자는 유럽 주요공항 공항당국(프랑크푸르트, 스키폴, 취리히, 히드로 등) 6개의 공항 컨소시엄과, 관련업계로는 에어버스, ADB, ATRiCs 등 14개 주요 업계가 공동으로 참여하고 있으며, 테스트 전용 항공기를 운영하는 등 유럽의 주요 공항당국자와 업계가 참여하여 표준화를 위해 공동으로 연구 및 진행하고 있다. 그 외에 독일의 뮌헨공항, 오스트리아의 비엔나공항, 불가리아의 소피아공항, 덴마크의 빌런드공항, 코펜하겐 카스트럽공항, 핀란드의 헬싱

키반타공항, 프랑스의 보베띠예공항, 브레스트 브르타뉴공항, 노르웨이 오슬로공항 등 폴란드, 스웨덴, 스페인, 영국 등의 유럽의 다수의 공항이 항공등화 개별제어 및 감시시스템을 사용하고 있다.

[그림3-9] 유럽지역 주요공항



그 외에도 오세아니아 지역의 멜버른공항이 2011년에 항공등화시스템을 업그레이드 하였으며, 시드니공항 또한 ATG社의 시스템을 설치하여 사용 중이다.

제 4 절 외산시스템 분석

1. ADB社

AGLAS(Airfield Ground Lighting Automation System)라고 통칭하고 있으며, 8가지의 다른 주파수영역까지 수평적으로 사용이 가능하고 32개까지 독립적인 통신채널 증가를 허용하여 신뢰성 있는 통신방식을 사용한다는 특징이 있다.

국내의 IRU를 Single Remote, LCU를 Master로 명칭하고 있으며, 통신품질이 각 직렬회로에 대해 자동적으로 최적화하는 기능이 있다. 한정된 리피트 레벨과 신뢰성 있는 통신방식의 사용을 통하여 빠르고

예측가능 스위칭이 가능하다.

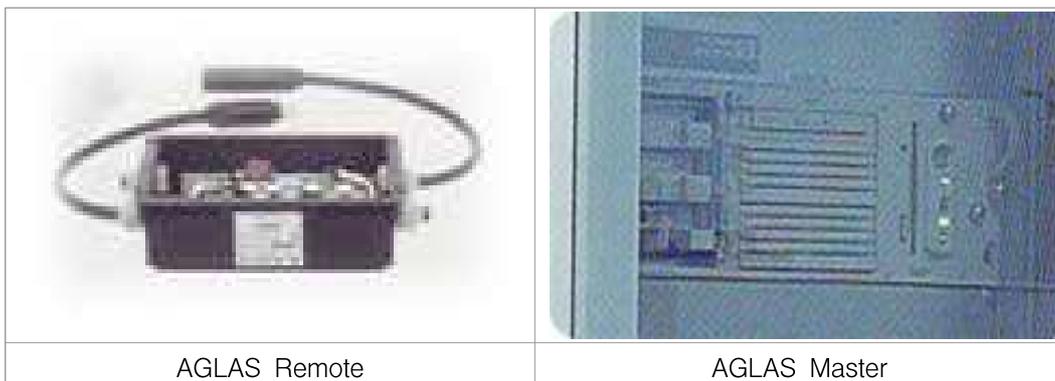
전송주파수는 20kHz에서 150kHz까지 8가지 대역을 사용하고 있으며, Single Remote의 소비전력은 6.6A에서 10W(ON), 14W(OFF)이다.

Single Remote는 1ch 또는 2ch이고, 정보 전송률은 40kb/s까지이며, 전원 점등 및 자가진단 시간은 1초 이내이다.

램프가 고장일 경우 램프 필라멘트 고장이 감지되자마자 절연변압기 측은 단락이 되며, 회로전력중단이 2초 이내이면 리셋되지 않고 운영 상태를 유지한다.

Master는 최대 140 Single Remote를 제어할 수 있으며, 정보 전송률은 40kb/s까지이다. 자가진단이 가능하며 진단시간은 40초 이내이다.

[그림3-10] ADB社의 주요장비



2. Safe-gate社

ASP(Airfield Smart Power)로 칭하고 있으며, 1973년에 설립하고 그 시스템을 50개 이상의 공항에 설치되어 운영 중이다.

하드웨어 구성 중 CU (Concentrator Unit)는 하나 또는 다수의 하위 SCM(Series Circuit Modem)과 연결되어 ASP시스템을 수행하고 다

수의 SCM으로부터 상태정보 수집기 역할을 하며, 또한 SCM을 통한 직렬회로 인접 LMS와 SIU에 대한 명령전송기능을 실행한다.

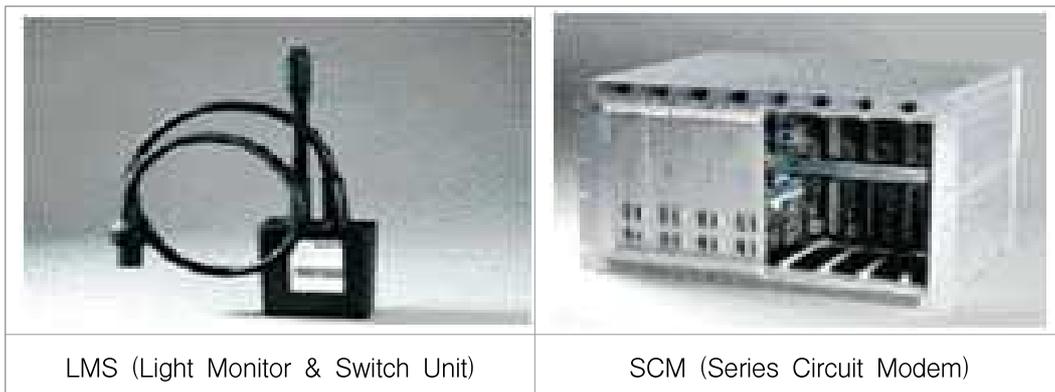
SCM은 직렬회로에 대한 모든 통신을 제어하고, 전체적으로 SCM은 개별 LMS와 SIU 또는 그룹에 대한 이러한 유닛들로 부터 상태정보를 수집하고 회로의 기능적 명령들을 전송하며, SCM은 CU에 결합되어 공간요구와 최적설치를 위한 선택적인 설치로 두 가지 타입이 이용가능하다.

SCF(Series Circuit Filter)는 CCR로 부터의 SCM간섭으로 직렬회로에 통신신호가 겹치는 것을 방지하며, 공간요구와 최적설치를 위한 선택적인 설치를 위한 두 가지 타입이 존재한다.

LMS(Light Monitor & Switch Unit)는 국내 IRU와 같은 기능으로 SCM으로부터 주소를 받아 하나의 개별 램프를 ON/OFF 제어하고, 램프의 ON/OFF와 장애에 대한 감지를 한다.

SIU(Sensor Interface unit)는 4개까지의 외부센스 전원과 감시를 제어하며 SCM은 이동방향, 센스경보, 방향성, 무방향성의 현재 센스에 대해 재수신 한다.

[그림3-11] Safe-gate社의 주요장비



3. Honeywell社

Single Lamp Control & Monitoring System이라고 칭하고 있다. 주소 지정장치 ASD(Addressable Switching Device)는 모든 항공등화에 대한 감시(On, Off, Fault), 경로지정 및 개별 제어를 할 수 있도록 현장에 설치되어 있는 단말기를 말하며 국산 IRU와 같은 기능을 한다.

전력케이블을 이용하여 항공등화제어소에 설치되어 있는 항공등화 시스템 장비(LCM)와 정보교환(통신) 기능을 한다. Failsafe Control과 Lighting 보호기능이 있다. LCM(Lamp Control and Monitoring)은 CCR을 제어하고 Field에 있는 ASD 및 램프와 직렬회로를 통하여 통신이 이루어지며 ASD 및 램프의 상태 데이터를 시스템에 송신하는 기능을 한다.

TRM(Transformer Module)은 1차 전압을 항공등화 회로별 용량에 맞는 2차 전압으로 직렬회로에 공급하는 역할을 한다. SCC(Series Circuit Coupler)는 TRM 캐비닛 내부에 설치되고 ASD와의 송/수신 신호 증폭을 위한 장치이다. 변압기 모듈의 전류 컨버터는 SCC에 연결되어 있으며, 직렬회로의 전류 수준을 SCC를 통해 LCM으로 전달한다.

[그림3-12] Honeywell社의 주요장비



제 5 절 연관기술 특허

A-SMGCS의 주요하드웨어인 항공등화개별제어 및 감시 시스템에 대해 국내기업에서 특허등록이나 출원한 사항들에 대해 정리하였다.

대부분의 기술특허 사항은 전력선 통신기술을 이용한 개별등화의 효과적인 제어 및 감시 방법들에 관한 기술특허와 LED항공등의 고장상태를 감시하는 기술에 관한 사항들이다.

[표 3-1] 연관기술 특허 주요사항

특허명	주요내용	등록번호 / 일자
1. 램프제어를 위한 시스템 및 방법 (개별등화기의 제어방법)	본 발명은 각각의 개별등화기 상태를 실시간으로 파악하고 파악된 개별등화기의 상태에 따라 개별등화기의 제어를 하는 것을 특징으로 한다. 특허출원 : 플레넷INT & KAC	10-09724 96 '10.7.20
2. 직렬 연결된 램프의 제어를 위한 개별등화기 및 이의 제어방법 (긴 선로상의 램프제어방법)	긴 회로 상에 직렬로 연결된 상태에서도 모든 램프의 제어가 가능하고, 제어신호의 지연을 최소화 시킬 수 있는 <u>장치 및 방법</u> 에 관한 것이다. 특허출원 : 플레넷INT & KAC	10-09724 97 '10.7.20
3. 직렬 연결된 램프의 제어를 위한 개별등화제어기 및 이의 제어방법 (지능적인 이동 유도 및 다중화된 시스템의 방법)	각각의 램프에 관한 개별제어 및 감시가 가능하도록 시스템을 구현하고, <u>이동체의 위치정보와 이동경로 정보를 활용하여 램프를 제어할 수 있도록</u> 한 것이다. 특허출원 : 플레넷INT & KAC	10-09664 48 '10.6.18
4. 전력선 통신 회로 (전력선 통신 회로의 콤팩트화)	전력선 통신 필터 회로부와 신호 증폭기 회로부를 송수신에 겸용으로 이용하도록 회로를 고안하여 아날로그 신호처리부의 구성회로를 단순화하여 전력선 통신 모듈의 크기를 축소할 수 있다 특허출원 : LS산전 & KAC	10-10451 85 '11.6.22

특허명	주요내용	등록번호 / 일자
5. LED 램프를 이용한 항공등화 시스템 (LED 항공등화 적용위한 항공등화개별제어시스템)	본 발명의 LED 램프를 이용한 항공등화 시스템은 직류 정전류 조정기에서 출력되는 직류전류를 LED 램프부에 직접 인가함에 따라 LED 램프부에 교류 직류변환기를 설치할 필요가 없고, 교류 직류변환기에서 발생하는 전력소모가 없어 발열 문제 및 시스템 전력 효율을 개선한다. 특허출원 : LS산전 & KAC	10-12533 87 /13.44
6. 전력선 통신 시스템 및 방법 (전력선 통신 리피터 기능 및 그 방법)	전력선을 통해 상호간에 리피터 기능을 수행하는 마스터 단말장치 및 슬레이브 단말장치를 설정하여 두고, 마스터 단말장치가 전력선을 통해 전송되는 데이터를 중계하며, 슬레이브 단말장치는 마스터 단말장치가 데이터를 중계하는 것을 감시하며, 마스터 단말장치가 데이터를 중계하지 못할 경우에 슬레이브 단말장치가 데이터의 중계를 수행한다. 특허출원 : LS산전 & KAC	
7. 정전류기반의 전력선 통신 시스템 (정전류 조정기에서의 항공등화 개별제어 및 그 방법)	정전류가 흐르는 단일 루프에 다수 램프가 연결되는 항공등화 분야에 적용되어 램프 제어를 위한 전력선 통신을 더욱 안정적으로 수행할 수 있다 특허출원 : LS산전 & KAC	
8. 전력선 통신의 중계장치 및 방법 (전력선 통신 리피터 기능 및 그 방법)	전력선 통신 집중기 및 리피터 번호를 순차적으로 부여하고, 리피터 기능이 설정되어 있는지의 여부를 판단하며, 판단 결과 중계해야 될 데이터 패킷을 경우에 상기 데이터 패킷에 자신에게 부여된 리피터 넘버를 삽입하고, 상기 전력선으로 출력하는 중계한다. 특허출원 : LS산전 & KAC	
9. 전력선 통신의 중계장치 및 방법 (전력선 통신 리피터 기능 및 그 방법)	중계 기능이 설정되는 복수 개의 전력선 통신 단말기들 각각은, 미리 자신이 중계해야 될 복수 개의 전력선 통신 단말기들의 어드레스가 저장되며, 데이터 패킷이 수신될 경우에 수신된 데이터 패킷 내의 수신 어드레스를 판독하여 자신이 중계할 데이터 패킷일 경우에 상기 수신된 데이터 패킷을 상기 전력선으로 송출하여 중계한다. 특허출원 : LS산전 & KAC	10-11229 12 /12.24

특허명	주요내용	등록번호 / 일자
<p>10. 전력선 통신의 중계장치 및 방법 (전력선통신 리피터 기능 및 그 방법)</p>	<p>중계 기능이 설정되어 있을 경우에 수신된 데이터 패킷 내 에 포함되어 있는 그룹 데이터로 자신의 그룹에 속하는 지 의 여부를 판단하며, 자신의 그룹에 속할 경우에만 전력선 통신 단말기가 수신된 데이터 패킷을 전력선으로 출력하여 중계한다. 특허출원 : LS산전 & KAC</p>	<p>10-11228 03 /12.2.24</p>
<p>11. 전력선 통신 이중화 중계 시스템 (전력선 통신 이중화 기능 및 그 방법)</p>	<p>전력선통신 이중화 시스템으로 중계단말에 에러가 발생한 경우, 이중화하여 중계하도록 단말을 지정하는 것으로, 전 력선 통신의 신뢰성 및 안전성이 향상된다. 특허출원 : LS산전 & KAC</p>	
<p>12. 항공등화제어시스템 (누설 전류 및 누설 구 간을 감지하는 항공등화 제어시스템)</p>	<p>항공 등화 램프에 인가되는 전류의 세기를 측정하여 누설 여부를 감지하고, 누설이 발생한 구간을 검출하여 항공 등 화 램프를 관리하는 중앙 서버를 포함하는 항공 등화 제어 시스템으로 누설 전류가 발생하는 구간을 쉽게 검출할 수 있는 장점이 있다. 특허출원 : LS산전 & KAC</p>	
<p>13. 전력선 통신을 이용한 LED조명 제어장치와 이를 이용한 LED 원격 조명 제어 장치 (전력선 통신을 이용한 LED 조명 제어)</p>	<p>전력선 통신을 이용한 LED 조명 제어 장치는, LED 조명 에 사용되는 구동 전원을 공급하는 LED 전원 공급부; 상 기 구동 전원을 이용하여 LED 조명의 조광을 제어하는 조 광 제어부; 및 전력선망을 통해 수신되는 전력선 통신 제 어신호에 따라 상기 LED 전원 공급부 및 상기 조광 제어 부를 제어하는 전력선 통신 모뎀을 포함함으로써, LED 조 명의 원격 제어는 물론 조명 시스템의 효율적 관리를 가능 하게 한다. 특허출원 : LS산전 & KAC</p>	
<p>14. LED 램프의 고장을 감지하기 위한 장치 (LED항공등화 고장감지 및 그 방법)</p>	<p>정전류원을 이용하는 항공등화시설의 LED 램프의 고장을 감지하기 위한 장치에 관한 것으로 LED부의 소비하는 전 력을 측정하여 LED 항공등화의 고장을 감지할 수 있다. 특허출원 : LS산전 & KAC</p>	

제 4 장 국산화 개발시험 분석

A-SMGCS구성을 위한 가장 핵심이 되는 장비가 항공등화 개별제어 시스템(Individual Lamp Control & Monitoring System)이다.

ILCMS는 에어사이드 내에 설치된 등화를 개별적으로 하나씩 제어 가능한 시스템이다.

하드웨어적 구성으로는 항공등화와 고압안정기 사이에 개별제어장치(ILCMS Remote Unit)를 설치하고, 항공등화 전원공급장치(CCR)에는 지역제어유닛(LCU)를 장착하여 추가의 제어선을 설치하지 않고 전력 선통신기술로 항공등화를 제어하고 감시할 수 있다.

그리고 소프트웨어적으로는 관제탑(ATC) HMI, Remote HMI, Maintenance HMI와 지상감시레이더와 연동하여 항공등화를 전력선 통신으로 원격에서 개별/그룹 제어를 수행과 등화의 이상 유무 정보를 실시간으로 감시 가능한 시스템이다.

이 논문에서는 초기 국산화 개발제품의 성능향상을 위해 김포국제공항에서 시행하였던 필드시험과 현장운용시험의 절차와 결과들에 대하여 분석하였다.

그리고 초기에 개발하고 상용화하여 제주공항에 설치한 제품과 개발시험을 통하여 성능향상 제품에 대한 기술사항에 대해 비교분석하였으며, 이러한 시험내용들과 시험 데이터들이 향후 개발과 발전에 많은 참조가 될 것이다.

제 1 절 필드시험 및 결과분석

1. 필드시험(김포국제공항)

김포공항필드시험은 제주공항에 적용한 제품에 기능을 추가하여 구현하는 것과 전력선통신 성능 최적화를 위한 기술 개발을 하는 것에 중점을 두고 2년간(2012년~2013년) 18회에 걸쳐 필드시험을 시행하였으며 그 결과에 대해 정리 및 분석하였다.

시험의 주요내용으로 구분하면 1 ~ 2회 차 시험에서는 최적의 전력선통신 주파수 선정을 위한 시험을 진행하였으며, 3회 ~ 18회차에 걸친 필드시험에서는 전력선통신 유기율 저감 기술을 연구하는데 중점을 두고 개발시험을 진행하였다.

[그림 4-1] 김포국제공항 시험실 및 필드시험



1회차 시험은 공항공사의 R&D Lab실에서 항공등화 변압기용량(W)에 따른 2종류의 전력선통신 주파수대인 400KHz와 20~80KHz의 주파수를 각기 사용하여 2가지 모드에서 양방향 전력선통신에 대한 송신레벨 및 수신레벨을 확인하는 시험을 진행하였다.

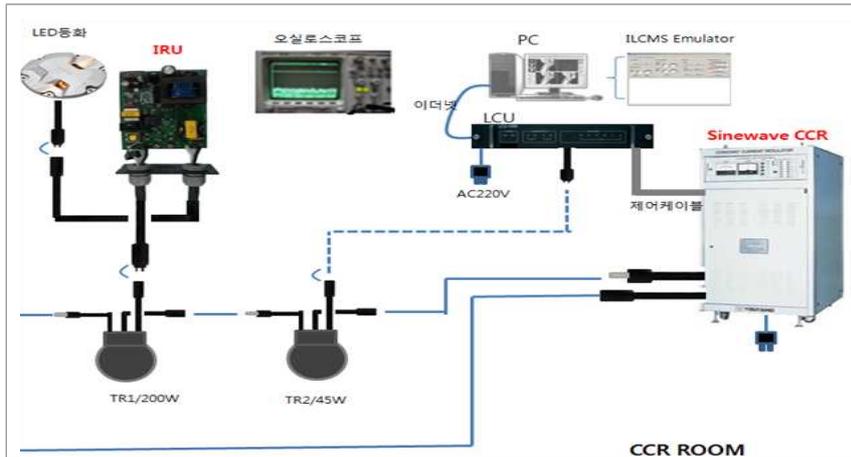
시험방법은 차폐케이블 심선과 심선을 이용하여 지역제어유닛(LCU)과 항공등화용 변압기 3종류(15W, 25W, 45W)에 각각 설치된 개별제어유닛(IRU)간의 양방향 전력선통신을 하여 송수신 레벨을 확인하였다.

LCU와 항공등화 변압기(15W, 25W, 45W)에 각각 설치된 IRU간 전력선 통신성능 확인과 LCU와 항공등화용 변압기(TR15W, 25W, 45W)에 각각 설치된 IRU간 송신레벨 및 수신레벨을 확인하였다.

2~3회차 시험에서는 김포국제공항 국제선 계류장 유도로중심선등화에 개별제어장치를 장착하여 FCC(제주국제공항용) 및 CA(성능향상

용) 모드에서 양방향 전력선통신 및 송,수신 레벨의 확인과 차폐케이블 심선과 심선을 이용하여 항공등화변압기(100W) 및 LED등화용 변압기(25W)에서 송/수신 레벨을 측정 하였다.

[그림4-2] 김포국제공항 필드시험 구성



4회 차 필드시험에서는 장거리 항공등화선로에 대한 양방향 전력선통신 확인 및 송/수신레벨 확인을 위해 김포국제공항 구활주로의 활주로 등화에 개별제어기를 장착하고 정전류조정기(CCR) 출력을 1단에서 5 단으로 조절 제어하면서 제어간격은 1초씩 각각 10회씩 상태를 요청하고, 항공등화용 변압기(100W)에서 전력선 송/수신 레벨을 측정하였다.

[그림 4-3] 김포국제공항 공동구 전력선통신 유기율 측정



항공등화 전원공급용 케이블이 모두 집중되어 나가는 지하공동구의 고압 케이블 트레이에 전자기장 측정 장비를 이용하여 접지 전후의 전자기장 변화를 분석하는 시험을 진행하였다.

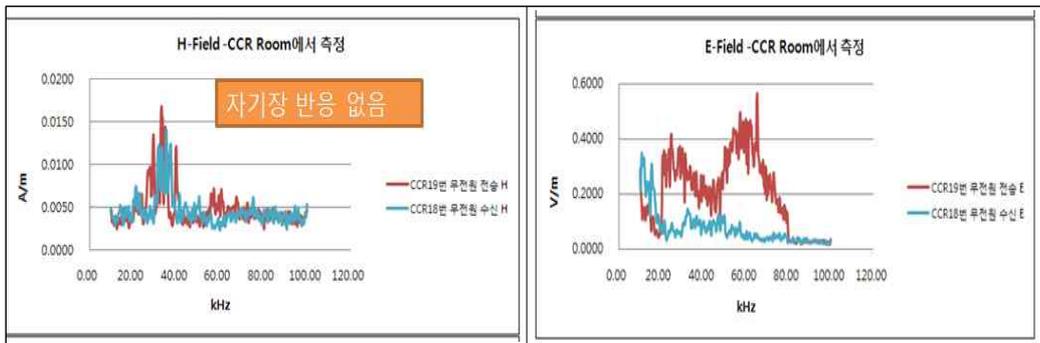
2. 필드시험 결과분석

1) 자기장 및 전기장 유기율 시험

활주로등화의 전원공급용(CCR) 18, 19번 회로의 출력측에서 자기장 측정 유무를 시험하기 위해 CCR 19번 회로에 데이터를 전송하였다. 시험실의 실내시험에서와 동일하게 자기장시험에서는 송수신측에 변화가 없었다.

전기장 시험에서의 경우 송신측 CCR 19번 회로에서는 전송신호가 그대로 유기되고 있으며, 수신측 CCR 18번에서도 유기된 신호가 나타남을 볼 수 있었다.

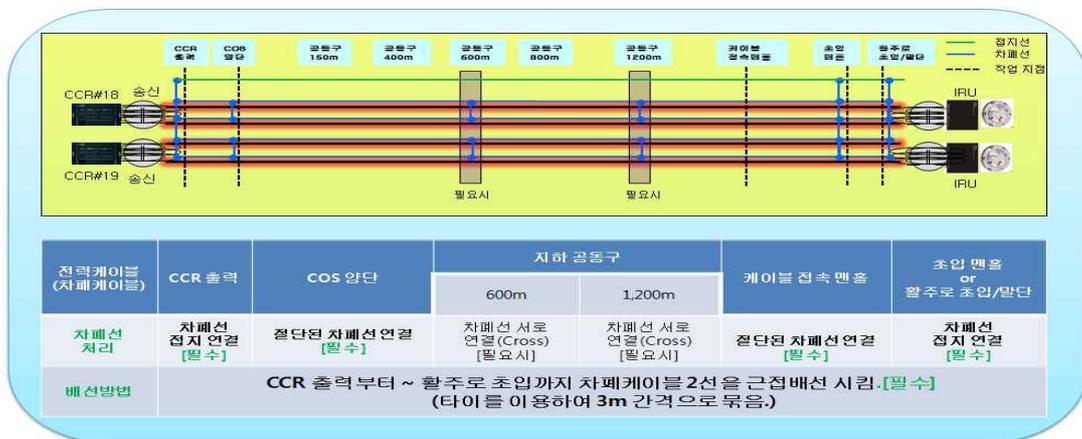
[그림 4-4] 김포국제공항 공동구 전력선통신 유기율 분석



3. 접지에 따른 유기율 저감 시험결과

- 1) 항공등화의 동일회로의 전원케이블을 인위적으로 근접배선 하여야만 통신신호가 상호 상쇄 효과로 인해 다른 회로의 전원선으로 유기되는 통신신호가 줄어드는 것을 알 수 있다.
- 2) 정전류조정기(CCR)실 내의 컷아웃스위치와 전력케이블 연결부의 차폐케이블을 접지하여 타선로에 전력선 통신신호가 유기되는 것을 저감시킬 수 있었다.

[그림 4-5] 김포국제공항 공동구 전력선통신 유기율 분석



4. 필드시험을 통한 시제품 규격도출

1) 지역제어유닛(LCU)

LCU는 CCR에 1:1로 설치되어, 해당시설에 대한 제어 및 감시하는 장치이며, 입력전압범위는 AC 220V +15%, -10%이며 정격주파수는 60Hz ±3%로 확정하였다.

출력전압은 +5Vdc, +3.3Vdc, ±12Vdc, +24Vdc(외부 외부감시용 전원)이다. CCR 제어 방식은 Dry Contact (Relay)방식으로 소비전

력은 25W 이하이며, 통신포트는 RJ-45 (Ethernet)-Dual, PLT, D-Sub 25P(I/O포트), TCP/IP 단자로 이중화 구성할 수 있도록 한다. 전력선 통신노이즈를 줄이기 위한 고압필터 1식이 하나로 구성되도록 하며 LCU의 송신출력은 18Vp-p와 7Vp-p를 적용한다.

2) 개별제어유닛(IRU)

IRU (ILCMS Remote Unit) 항공등화와 안정기 사이에 설치되어 램프에 공급되는 전력을 제어/감시하는 장치로 LCU와 교신하며 LCU로부터의 제어 명령을 이행하고, 램프의 점등여부/고장상태를 LCU에 보고하는 장치이다.

입력전류범위 최저2.8A(-3%) ~ 최대 6.6A(+3%)이고, 정격 주파수 60Hz \pm 3%에 출력전압은 +5Vdc, +3.3Vdc, \pm 12Vdc 로 출력단 2중 제어방식으로 한다.

개별제어장치(IRU)는 Lamp Fault 감지와 LED등화의 고장감지를 위해 OPEN 및 Short 방식을 적용하였다.

등화 제어 방식은 TRIAC (25A) 및 RELAY(16A)를 이용한 제어를 하며 소비전력은 10W 이하로 동작감시 기능은 부하오류감지, 출력전류 감지하는 방식으로 잔류전류를 완전히 차단할 수 있도록 한다.

스위칭용량으로는 1회로당 200W까지 가능함으로 모든 종류의 항공등화와 연동 가능하도록 하였다.

스위칭종류는 1채널용과 2채널용으로 나누어지며 정상사용온도는 -20℃ ~ +70℃까지 가능하고 보관온도는 -40℃ ~ +80℃ 이다.

케이블 컨넥터는 FAA L-823 규격에 맞추어 제작하였다.

제품의 크기는 130(W) × 167(H) × 63 (D) 이다. 외양은 항공등화 철재홀의 공간 한정성과 케이블에 의한 찍힘 방지를 고려한 운용자 의견을 수렴하여 모서리를 라운딩 방식으로 제작하였다.

제 2 절 현장운용시험 및 결과분석

1. 현장운용시험

실험실 및 김포공항 필드시험을 통해 업그레이드된 기술을 적용한 개발품을 가지고 성공적인 상용화 적용을 위해 현장운용시험을 수행하였다.

시험은 항목별 시험절차 기준을 수리하여 안전에 우선권을 두고 시행하였고 항공기의 안전운항을 저해시키지 않기 위하여 항공기 운항종료 후(23:00)부터 항공기 운항전인(05:00)까지 실시하였으며 현장운용시험기간은 약 3개월에 걸쳐 진행하였다.

시험에 들어가기에 앞서 항공등화제어소 근무자들을 대상으로 시스템 운영교육을 실시하였고 합동 시범 운영 실시와 더불어 비상 복구 대책을 위한 운영자와 개발자 간의 비상연락체계를 구축 후 상호 공조하여 현장운용시험을 진행하였다.

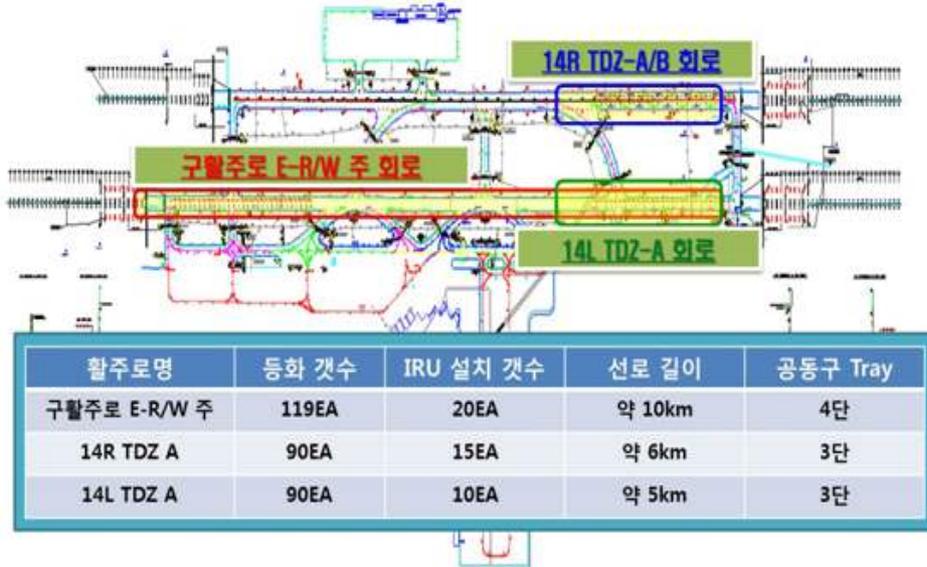
그리고 시험은 단계적으로 운용시험 범위를 확대하였으며 오동작에 의한 비정상 상황을 방지하기 위해 시험초기 1단계 시험에서는 아래 그림과 같이 운용시험 후 정전류 조정기로부터 LCU RACK을 분리하는 안전한 방식으로 시행하였다.

[그림 4-6] 안전을 고려한 시험구성



1단계 시험 이후에 안정성검증 이후에는 시험범위를 확대하여 운항 종료 후 시범 운영에서 주간 시간대 통신 로그 Data 수집과 야간 시간대 통신 로그 Data 수집하였다.

[그림 4-7] 김포국제공항 현장운용 배치도면



시험방법은 김포국제공항의 활주로 지역에 각기 다른 3종류의 항공등화인 활주로중심선등, 접지대등, 유도로등에 개별제어 장치(Individual Remote Unite) 50개를 설치하였다.

시험에 사용된 제품은 실부하 운용과 하드웨어 동작검증을 위해 에폭시로 방수 처리 하였다.

제어 감시용 허브는 입력용 1포터와 출력용 4포트로 구성하였다. 전력선 통신 유기를 저감시키기 위해 컷아웃 스위치와 고압전력 케이블의 접속제에서는 차단된 차폐선을 접속키트를 이용하여 연결하였다.

시스템 구현범위는 시험운용에 필요한 최소한의 기능인 전력선 통신과 시스템과 CCR 상태표시 기능으로 구축하였다.

통신방식은 LCU와 CCR 간에는 이더넷 통신(Ethernet)이고 필드와 CCR간에는 전력선통신방식으로 구성된다.

실내에서 정상사용온도는 -10℃ ~ +60℃이고 보관온도는 -20℃ ~ +70℃까지 가능하다.

동작습도는 90% 이하이며 보호등급은 실내사용기준에 적합한 IP20이다.

[표 4-1] 현장운용시험 내용

시험장소	일자	작업 및 시험내용
등화제어소 및 활주로	'13 3/12~3/15	<ol style="list-style-type: none"> 1. E-R/W-주 회로 IRU 10EA 설치 및 개통 2. E-R/W-예비 회로 IRU 10EA 설치 및 개통 3. 14R-TDZ-A 회로 IRU 10EA 설치 및 개통 4. 14R-TDZ-B 회로 IRU 10EA 설치 및 개통 5. 14L-TDZ-A 회로 IRU 5EA 설치 및 개통 6. E-R/W-주, 14R-TDZ-A, 14L-TDZ-A 회로 LCR 설치 및 운영시험
등화제어소	3/20~3/22	<ol style="list-style-type: none"> 1. 회로간 IRU 통신 유기율 시험 2. 회로간 동시 제어 통신 시험 3. 그룹제어 수신율 시험 4. LCU 송신 출력별 그룹제어 수신율 시험
	4/2~4/4	<ol style="list-style-type: none"> 1. LCU 전원 케이블 포설 2. 시범운영 소프트웨어(V0404) 업데이트 및 시험
등화제어소 및 활주로	4/16~4/18	<ol style="list-style-type: none"> 1. 시범운영 소프트웨어(V0418) 업데이트 및 시험 2. 불량 IRU 교체 및 재설정 3. 프로그램 운영 방법 교육

시험장소	일자	작업 및 시험내용
등화제어소 및 활주로	5/14~5/15	<ol style="list-style-type: none"> 14L-TDZ-A 회로 IRU 5EA 추가 설치 및 개통 IRU 개별 제어 시간 시험 IRU 그룹제어 램프 동작 시간 시험 램프 OFF 시 잔류 밝기 시험 램프 Fault 감지 시간 시험 IRU Default ON/OFF 설정 시험 IRU 순차 상태 요청 시험 시범운영 소프트웨어(V0515) 업데이트 및 시험
	5/21~5/23	<ol style="list-style-type: none"> E-R/W-주 회로 IRU 10EA 추가 설치 및 개통 (총 20개 설치 운영) ※ E-R/W-주 추가 설치 IRU 중 1EA 불량 제거 14R-TDZ-A 회로 IRU 6EA 추가 설치 및 개통 (총 16개 설치운영) ※ 14R-TDZ-A 추가 설치 IRU 중 1EA 전체 IRU 개별 폴링 시간 시험 이중화 리피터 시험
	5/27~5/28	<ol style="list-style-type: none"> CCR 제어 시험 CCR 감시 시험 시범운영 소프트웨어(V0527) 업데이트 및 시험
	5/29~5/30	<ol style="list-style-type: none"> LCU 이중화 감시 시험 ※ 14R-TDZ-A 추가 설치 불량 IRU 1EA 교체 선로 전류 누설 시험

1) 시험항목

시험은 크게 5가지 항목으로 구분하였으며 3차 수행으로 나누어 시험을 수행하였다.

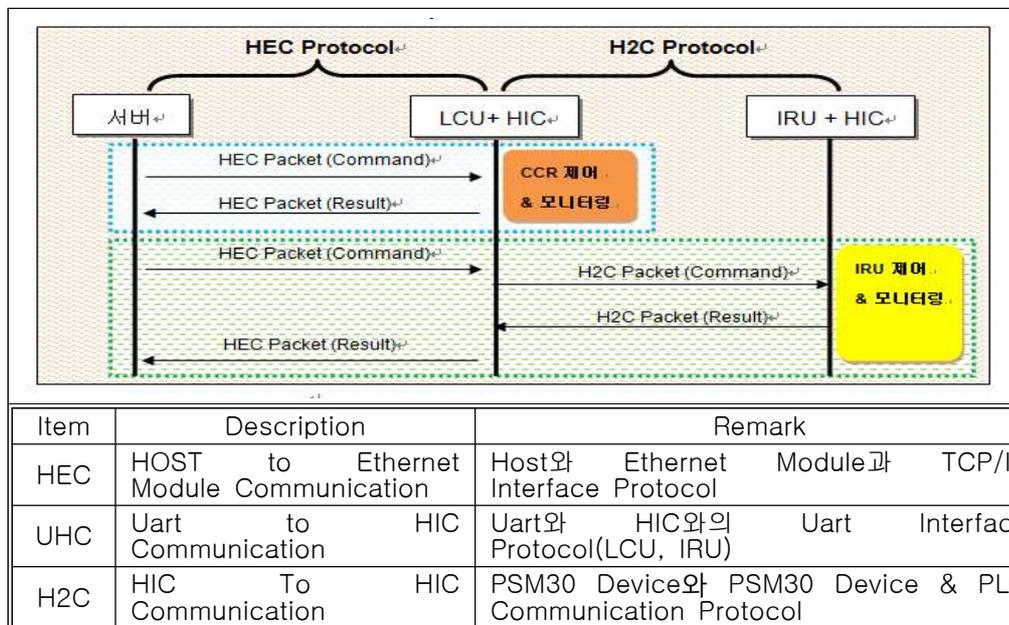
[표 4-2] 현장운용시험 항목 및 내용

시험 항목	시험 내용	1차 수행	2차 수행	3차 수행
IRU성능시험 · 기능 확인 · 동작 확인	개별 On/Off 제어 및 응답 확인	●		
	그룹 On/Off 제어 확인	●		
	설정 및 설정 값 확인	●		
	순차 상태 확인(polling 포함)	●		
	리피터 이중화 확인(S/W)		●	
	선로 전류누설 기능 확인		●	
	LAMP Fault 인식 확인 (Open, Short)		●	
LCU성능시험 · 기능 확인 · 동작 확인	CCR 제어 확인		●	
	CCR 상태 확인		●	
	제어권 설정 확인		●	
	LCU 이중화 확인		●	
	IRU 개별 제어 및 상태 확인		●	
	원격의 IRU 그룹 제어 확인		●	
PLT성능시험 · 통신성능 · 유기 확인 · 속도 확인 · 이중화확인	PLT 통신 확인 (통신거리, 리피터 갯수)		●	
	공동구 같은 Tray + 같은 등화회로간 통신신호 유기 확인		●	
	공동구 같은 Tray + 서로 다른 등화회로간 통신신호 유기 확인		●	
	공동구 다른 Tray + 서로 다른 등화회로간 통신신호 유기 확인		●	
	개별 제어 및 응답 속도 확인	●		
	그룹제어 속도 확인	●		
	개별 상태 확인 속도(polling) 확인	●		
	IRU ALARM Event 속도 확인	●		
	모뎀 리피터 속도 확인(H/W)		●	
부하시험 성능지속성 확인	현장에 제품을 설치하여 H/W 및 S/W를 검증			●
Test프로그램 통신Log확인	통신 Log Data를 통한 PLT 성공율 확인		●	●

2) ILCMS Protocol Interface 구성

LCMS Protocol은 아래 [Table 1]와 같이 세 가지 종류의 Sub Protocol이 존재하며, 구분하여 설명하면 HEC 연결은TCP/IP를 이용한다. UHC 연결은 Baud Rate 19,200bps, Non Parity, Stop 1bit, Data 8Bit이며, H2C 연결은 Chirp SS 방식을 사용한 20~80kHz 주파수 대역을 사용하였으며 HEC, UHC의 Packet Structure는 동일하다.

[그림 4-8] 전력선 통신 프로토콜 구성 및 통신흐름



(1) 패킷구조(Protocol Packet Structure)

[표 4-3] ILCMS패킷구조(Protocol Packet Structure)

1STX	LEN	CMD	REP NO	MSG			C/S	ETX
				CCR NO	ADDR 1	ADDR 2 or DATA		
1Byte	1Byte	1Byte	2Byte	2Byte	2Byte	2Byte or NByte	1Byte	1Byte

(2) 패킷설명

패킷에 대하여 살펴보면 STX는 패킷의 시작(0x02), LEN은 STX~ETX 패킷 길이를 나타내며 7bit은 Packet Type이다.

‘0’=Normal, ‘1’=Fast

6~0bit : STX~ETX Packet Length

CMD : LCU 및 IRU 제어 명령(ACK는 명령에 80h OR)

REP NO : F/W 리피터시(통신시) 사용되는 번호

LCU = 0000h

CCR NO : 현재 연동되어지는 CCR 번호

ADDR 1 : IRU 주소

DATA : 제어시나 응답시의 인자 값

C/S : STX~MSG까지의 XOR 값 (Check Sum)

ETX : 패킷의 마지막(0x03)

Packet Frame의 CMD부터 MSG까지의 크기는 최소 1Byte에서 최대 116Byte로 구성하여 사용할 수 있으며 정리해보면 아래 표와 같다.

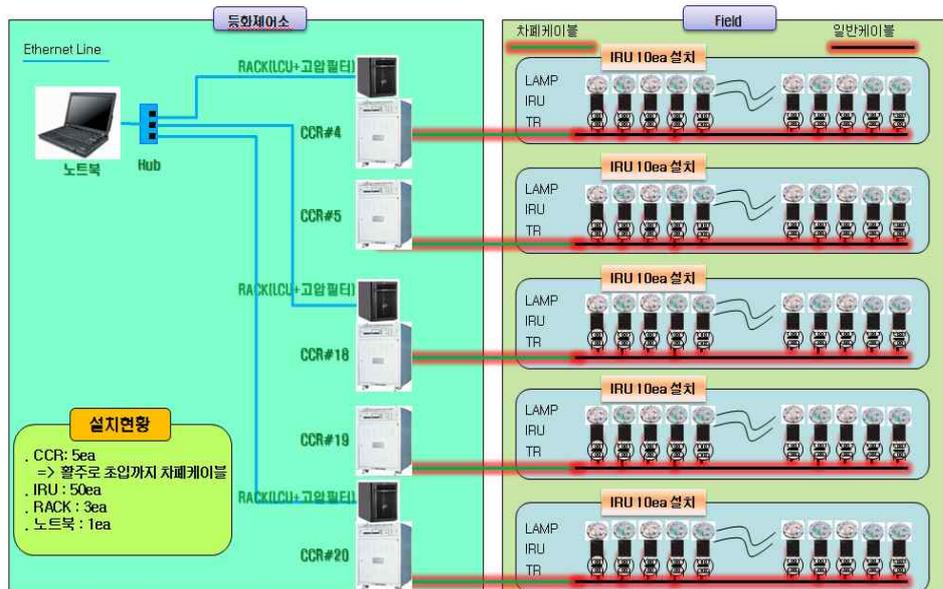
[표 4-4] ILCMS패킷구조(Protocol Packet Structure)

Item	Description	Size	Value	Remark	
STX	Start Code	1Byte	0x02	Start Code	
LEN	Packet Length	1Byte	7bit	Packet Type '0'=Normal, '1'=Fast	
			6~0bit	STX ~ ETX 길이	
CMD	Command Code	1Byte	Hex	제어 명령 및 ACK(80h OR)	
REP NO	Repeater NO	2 Byte	Hex	리피터에 사용할 번호(F/W)	
MSG	CCR NO	CCR NO	2 Byte	Hex	제어 명령을 받는 CCR NO
	ADDR 1,2	IRU Address	2 Byte	Hex	Group NO, IRU NO
	Data/CH	제어 및 응답 인수	N Byte	Hex	설정값
C/S	Check Sum	1 Byte	Hex	C/S	
ETX	End	1Byte	0x03	End Code	

3) 현장운영시험 구성

유기테스트를 제외한 모든 테스트는 아래 그림1과 같은 구성으로 시행하였다.

[그림 4-9] 김포국제공항 현장운영시험 구성



2. 운용시험 결과

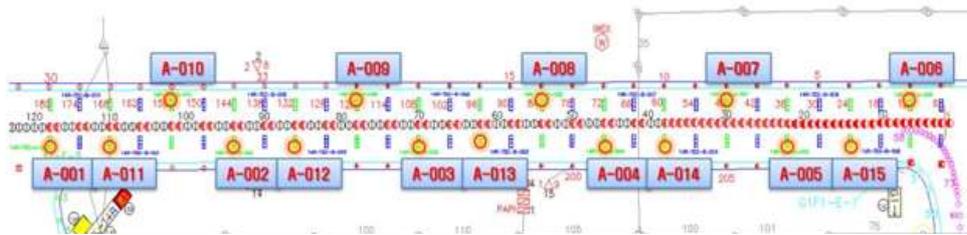
성능시험은 기능 확인 시험과 동작확인 시험으로 구분하여 실시하였으며, 김포국제공항 구활주로의 활주로등화와 접지대등화, 신활주로의 접지대 등화에 개별제어장치(IRU)를 이용한 전력선통신성능 등 모든 기능들에 대하여 시험하였다.

그리고 항공등화의 전원을 공급하는 항공등화제어소의 정전류 조정기 (Constant Current Regulator) 5식에 랙타입의 지역제어유닛(Local Control Unit)과 고압필터 3식을 설치하여 시스템의 기능동작 검

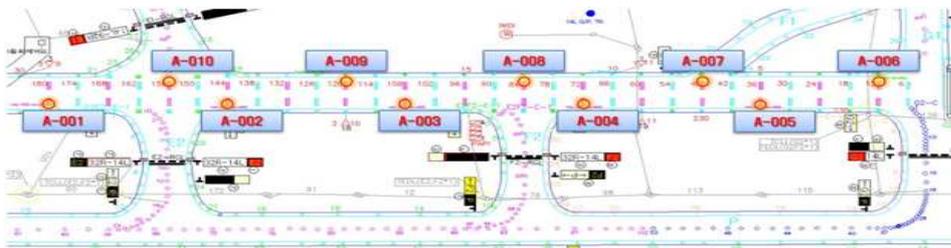
증과 피드백을 통해 시스템의 성능향상을 추구하였다.

아래 그림은 김포국제공항 활주로등화와 접지대등화, 신활주로의 접지대 등화에 개별제어장치(IRU) 50개를 장착하여 시험한 도면이다.

[그림 4-10] 14R TDZ-A 회로(CCR 4번) IRU 설치 도면



[그림4-11] 14L TDZ-A 회로(CCR 11번) IRU 설치 도면



1) 개별 Off 제어 및 응답 확인시험

개별제어를 위해 HOST->LCU->IRU로 제어명령을 전송하고 역순으로 응답을 수신하며 PC에서 LCU에 개별 IRU On/Off CMD를 전송후 해당 ADD IRU가 동작하여 LAMP가 점등/소등 되는지 확인은 PC에 IRU On/Off Response Packet이 오는지 확인한다.

(1) 시험방법(등화OFF시험)

- 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A

회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.

- 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.
- 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.

(상태확인을 통한 등화의 상태 확인)

- 구활주로, 14R TDZ-A, 14L TDZ-A회로에 설치된 항공등화를 더블클릭하여 OFF 제어한다.

(2) 시험결과(로그데이터기준) : <부록 1> 참조

2. 개별 On 제어 및 응답 확인

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.
(상태확인을 통한 등화의 상태 확인)
- (4) 구활주로, 14R TDZ-A, 14L TDZ-A회로에 설치된 항공등화를 OFF 후 더블클릭하여 ON제어한다.

2) 시험결과 : <부록 2 > 참조

3. 그룹 Off 제어 확인

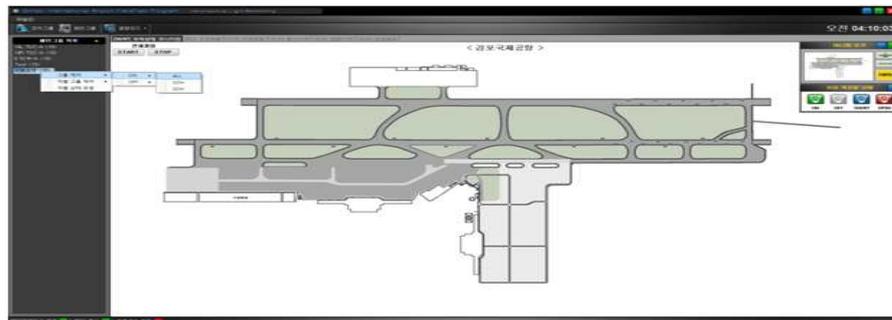
1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.

- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.
(상태확인을 통한 등화의 상태 확인)
- (4) 프로그램 좌측 창을 [패턴그룹 목록] 창으로 전환한다.
- (5) 구활주로 주 회로 패턴을 그룹제어로 OFF 제어한다.
- (6) 활주로에있는 시험자에게 등화가 OFF 되었는지 확인한다.

2) 시험결과 : <부록 3 > 참조

[그림 4-12] IRU 제어화면



4. 그룹 On 제어 확인

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.
(상태확인을 통한 등화의 상태 확인)
- (4) 프로그램 좌측 창을 [패턴그룹 목록] 창으로 전환한다.
- (5) 구활주로 주 회로 패턴을 그룹제어로 ON 제어한다.
- (6) 활주로에 있는 시험자에게 등화가 ON 되었는지 확인한다.

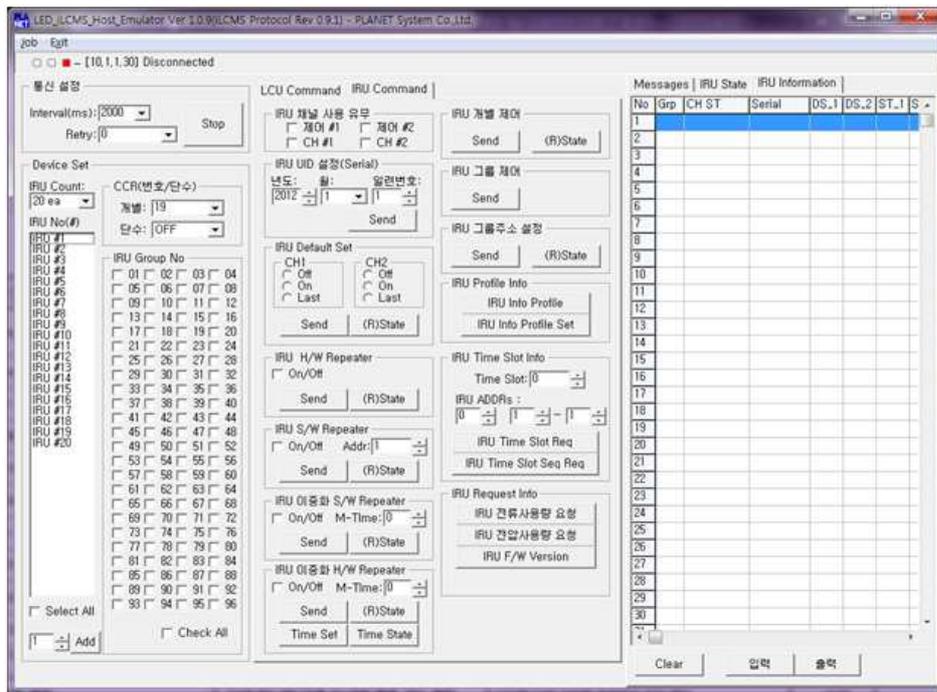
2) 시험결과 : <부록 4 > 참조

5. 설정 및 설정 값 확인

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) ILCMS 설정 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 시험하고자 하는 회로의 IP를 설정한다.

[그림 4-13] IP설정화면



- 구활주로 주 : 10.1.1.30
- 14R TDZ-A : 10.1.1.10
- 14L TDZ-A : 10.1.1.20

- (4) 설정 상태를 요청하고자 하는 IRU의 번호를 선택 후 [IRU Info Profile] 버튼을 클릭한다.

2) 응답 결과 : 〈부록 5〉 참조

6. 순차 상태 확인

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) ILCMS 설정 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 시험하고자 하는 회로의 IP를 설정한다.
 - 구활주로 주 : 10.1.1.30
 - 14R TDZ-A : 10.1.1.10
 - 14L TDZ-A : 10.1.1.20
- (4) 순차 상태를 요청하고자 하는 IRU의 번호를 선택 후 [IRU Time Slot Req] 버튼을 클릭한다. (Time Slot은 1.5초 설정)

2) 시험 결과 : 정상

7. 리피터(Reapter) 이중화 확인

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) ILCMS 설정 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 구활주로 주 회로의 IP를 설정한다.
 - 구활주로 주 : 10.1.1.30
- (4) 구활주로에 설정한 리피터를 모두 제거한다. (Operator)
- (5) 전체 IRU의 통신을 확인한다.
- (6) 주 리피터와 이중화 리피터를 설정한다. (Operator)

- (7) 전체 IRU의 통신을 확인한다.
- (8) 주 리피터로 설정된 IRU의 리피터를 사용 안함으로 설정한다.

2) 전체 IRU의 통신결과 : <부록 6 > 참조

8. 선로 전류누설 기능 확인

1) 시험 방법(전류값 확인)

- (1) 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.(상태확인으로 등화확인)
- (4) 프로그램 좌측 창을 [패턴그룹 목록] 창으로 전환한다.
- (5) 14L TDZ-A 회로 패턴에서 개별상태요청 명령을 송출한다.
- (6) 프로그램 위쪽 좌측의 열람모드를 클릭하여 전류모드로 전환한다.
- (7) IRU의 개별 전류값을 확인한다.
- (8) 활주로 시험자에게 4번 IRU의 위치에 추가로 TR과 등화를 병렬로 연결시킨다.
- (9) 14L TDZ-A 회로 패턴에서 개별상태요청 명령을 송출하여 개별 전류값을 확인한다.

2) 수신된 개별 전류값 시험 결과 : <부록 7 > 참조

9. OFF 시 등화 잔류 밝기 확인

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.

(상태확인을 통한 등화의 상태 확인)

- (4) 프로그램 좌측 창을 [패턴그룹 목록] 창으로 전환한다.
- (5) 구활주로 주 회로 패턴을 그룹제어로 OFF 제어한다.
- (6) 활주로의 시험자에게 OFF된 등화에 잔류 밝기가 있는지 확인한다.

2) 시험결과 : <부록 8 > 참조

10. ON/OFF Default 설정 기능

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 시험하고자 하는 회로의 IP를 설정한다.
 - 구활주로 주 : 10.1.1.30
 - 14R TDZ-A : 10.1.1.10
 - 14L TDZ-A : 10.1.1.20
- (4) 모든 IRU를 Default OFF로 설정한다.
- (5) CCR 전원을 OFF 시키고 3초정도 후에 ON 시킨다.
- (6) 개별 상태요청을 통해 등화의 상태확인

2) 시험결과 : 정상(램프상태 OFF)

11. ON Default 설정 기능

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.

- (2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 시험하고자 하는 회로의 IP를 설정한다.
 - 구활주로 주 : 10.1.1.30
 - 14R TDZ-A : 10.1.1.10
 - 14L TDZ-A : 10.1.1.20
- (4) 모든 IRU를 Default ON으로 설정한다.
- (5) CCR 전원을 OFF 시키고 3초정도 후에 ON 시킨다.

2) 시험결과 : 정상(램프상태 ON)

12-1. LAMP Fault 확인(할로겐 램프)

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.
(상태확인을 통한 등화의 상태 확인)
- (4) 활주로의 시험자에게 2번 IRU에 연결되어 있는 할로겐 램프를 제거시킨다.
- (5) 프로그램에서 2번 램프에 Fault가 발생하는지 확인한다.

2) 시험결과

[표 4-5] 램프불량확인시험(할로겐)

회로명	CCR번호	IRU번호	응답결과	응답시간
구활주로 주	19	2	정상	2초 이내

12-2. LAMP Fault 확인(LED등화)

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번)의 CCR 을 3단으로 ON시킨다.
- (2) 김포국제공항 ILCMS 프로그램을 실행시킨다.

- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.
(상태확인을 통한 등화의 상태 확인)
 - (4) 활주로의 시험자에게 IRU에 연결되어 있는 LED 램프를 쇼트 시킨다.
 - (5) 프로그램에서 LED 램프가 연결된 IRU에 Fault가 발생 시험
- 2) 시험결과 : 표 4-6 참조

[표4-6] 램프불량확인시험(LED등화)

회로명	CCR번호	IRU번호	응답결과	응답시간
구활주로 주	19	2	정상	4초 이내

제 3 절 LCU 성능 확인시험

1. LCU 이중화 ALARM 해제 및 응답 확인시험

CCR별 LCU 이중화를 설정하여 명령송수신이 HOST->LCU, HOST<-LCU 순으로 전달되며 이중화 알람 해제 등을 시험한다.

1) 시험방법

PC에서 LCU에 LCU 이중화 ALARM 해제 CMD를 전송한다.

2) 확인방법

해당 ADD LCU가 보낸 LCU 이중화 ALARM 해제 응답이 올바른지 확인한다.

LCU의 이중화 설정 LED가 Off 되었는지 확인한다.

응답시간이 1초 이내인지 확인한다.

3) 시험 결과 : 정상

[표 4-7] 알람해제 응답시험

세부항목	HEC Command Tx	확인 사항			Check (O,X)
		LCU Response	응답시간 기록	이중화 표시등 Off	
LCU 이중화 ALARM 해제	-	정상	1초이내	OFF	O

2. LCU 이중화 확인 시험

1) 시험 방법

- (1) 14L TDZ-A 회로(11번)의 LCU #1와 14R TDZ-A 회로(4번)의 LCU #2에 이중화 케이블을 연결한다.
- (2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 회로에 연결된 LCU #1의 IP를 설정한다.
ex) 10.1.1.20
- (4) 이중화 연결된 LCU #2의 전원을 OFF 시킨다.
- (5) Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험 결과를 작성
- (6) 이중화로 연결된 LCU #2의 전원을 ON 시킨다.
- (7) Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험 결과를 시험 결과표에 작성한다.
- (8) 이중화로 연결된 LCU #2의 IP를 설정한다.
- (9) LCU #1의 전원을 OFF 시킨다.
- (10) Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험 결과를 시험 결과표에 작성한다.
- (11) LCU #1의 전원을 ON 시킨다.
- (12) Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험

2) 시험 결과

[표 4-8] LCU 이중화 확인 시험결과

회로명	CCR번호	접속된 LCU 번호	시험방법	응답결과
14L TDZ-A	11	LCU #1	LCU #2 OFF	정상
14L TDZ-A	11	LCU #1	LCU #2 ON	정상
14R TDZ-A	4	LCU #2	LCU #1 OFF	정상
14R TDZ-A	4	LCU #2	LCU #1 ON	정상

3. CCR ON(밝기) 제어시험

CCR제어 명령을 보내HOST->LCU에 보내고, CCR의 제어상태가 H OST<-LCU로 피드백 되어오는지를 확인한다.

1) 시험 방법

- (1) 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR에 제어 케이블을 연결한다.
- (2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 시험하고자 하는 회로에 연결된 LCU의 IP를 설정한다.
ex) 10.1.1.20
- (4) CCR 번호를 맞추고 B1 밝기 단계로 제어 명령을 송출한다.
- (5) 제어 결과를 시험 결과표에 작성한다.
- (6) CCR 번호를 맞추고 B2 밝기 단계로 제어 명령을 송출한 후 제어 결과를 시험 결과표에 작성한다.
- (7) CCR 번호를 맞추고 B2 밝기 단계로 제어 명령을 송출한 후 제어 결과를 시험 결과표에 작성한다.
- (8) CCR 번호를 맞추고 B3 밝기 단계로 제어 명령을 송출한 후 제어 결과를 시험 결과표에 작성한다.
- (9) CCR 번호를 맞추고 B4 밝기 단계로 제어 명령을 송출한 후

제어 결과를 시험 결과표에 작성한다.

(10) CCR 번호를 맞추고 B5 밝기 단계로 제어 명령을 송출한 후 제어 결과를 시험 결과표에 작성한다.

(11) CCR 번호를 맞추고 OFF 제어 명령을 송출한 후 제어시험

2) 시험 결과

[표 4-9] CCR ON(밝기) 제어시험

회로명	CCR번호	밝기단계	제어결과
14L TDZ-A	11	B1	정상
14L TDZ-A	11	B2	정상
14L TDZ-A	11	B3	정상
14L TDZ-A	11	B4	정상
14L TDZ-A	11	B5	정상
14L TDZ-A	11	OFF	정상

3. CCR ALARM 상태 요청 및 응답 확인

상태요청 및 응답확인은 HOST->LCU, HOST<-LCU순으로 송수신되며 CCR 상태 감시분야는 POWER 감시, 과전류 감시, Lamp Fault, 접지불량, 회로개방, Regulation Error에 대하여 개별 감시되며 LCU를 통한 제어감시 확인시험을 한다.

1) 시험방법

(1) 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR에 제어 케이블을 연결한다.

(2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.

(3) 시험하고자 하는 회로에 연결된 LCU의 IP를 설정한다.

ex) 10.1.1.20

(4) CCR 단자의 COM과 OVC 단자를 Short 시킨다.

- (5) Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험 결과를 작성한다.
- (6) CCR 단자의 COM과 OPC 단자를 Short 시킨 후 Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험 결과를 작성한다.
- (7) CCR 단자의 COM과 REG 단자를 Short 시킨 후 Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험 결과를 작성한다.
- (8) CCR 단자의 COM과 LF 단자를 Short 시킨 후 Event 응답이 수신되는지 확인하여 시험 결과를 작성한다.
- (9) CCR 단자의 COM과 ED 단자를 Short 시킨 후 Event 응답 수신 유무를 작성한다.
- (10) LCU가 보낸 CCR ALARM 상태 응답이 올바른지 확인 및 응답시간이 1초 이내인지 확인한다.

2) 시험결과 : 정 상 <부 록8 > 참조

4. LCU 펌웨어 버전 및 응답 확인

버전확인 명령전송은 HOST->LCU, HOST<-LCU순으로 이루어진다.

(1) 시험 방법

PC에서 LCU에 LCU F/W VERSION 요청 CMD를 전송한다.

(2) 확인 방법

해당 ADD LCU가 보낸 LCU F/W VERSION 요청 응답이 올바른지 확인한다.

응답시간이 1초 이내인지 확인한다.

(3) 시험결과 : 정상

제 4 절 전력선 통신시험

1. 다른 회로 간 동시 통신 시험

1) 시험 방법

- (1) 구활주로 주 회로(19번), 14R TDZ-A 회로(4번), 14L TDZ-A 회로(11번)의 CCR을 3단으로 ON시킨다.
- (2) ILCMS 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 프로그램의 화면을 초기 상태로 만든다.
- (4) 각 회로를 동시에 개별 OFF 제어 한 후 OFF 제어에 걸린 전체 시간을 시험 결과표에 작성한다.
- (5) 각 회로를 동시에 개별 ON 제어 한 후 ON 제어에 걸린 전체 시간을 시험 결과표에 작성한다.
- (6) 구활주로 주 회로에 개별 OFF 제어 한 후 OFF 제어에 걸린 전체 시간을 시험 결과표에 작성한다.
- (7) 구활주로 주 회로에 개별 ON 제어 한 후 ON 제어에 걸린 전체 시간을 시험 결과표에 작성한다.
- (8) 14R TDZ-A 회로에 개별 OFF 제어 한 후 OFF 제어에 걸린 전체 시간을 시험 결과표에 작성한다.
- (9) 14R TDZ-A 회로에 개별 ON 제어 한 후 ON 제어에 걸린 전체 시간을 시험 결과표에 작성한다.
- (10) 14L TDZ-A 회로에 개별 OFF 제어 한 후 OFF 제어에 걸린 전체 시간을 시험 결과표에 작성한다.
- (11) 14L TDZ-A 회로에 개별 ON 제어 한 후 ON 제어에 걸린 전체 시간을 측정한다.

2) 시험결과 : 정 상

2. 절연 저항에 따른 통신 성능 시험

2-1. 절연저항 1MΩ 미만에서의 통신 성능 시험

1) 시험 방법

- (1) 절연저항 1MΩ 미만의 CCR 회로(14L TDZ-A)에 LCU 및 PHVF를 연결시킨다.
- (2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 시험하고자 하는 회로에 연결된 LCU의 IP를 설정한다.
- (4) 회로의 초입에 IRU를 설치한다.
- (5) IRU의 정보를 설정한다.
- (6) IRU를 OFF/ON 제어 후 제어 시험

2) 시험결과 : 정상

[표 4-10] 절연 저항에 따른 통신 성능 시험결과

회로명	IRU번호	제어명령	제어결과
14L TDZ-A	2	OFF	정상
14L TDZ-A	2	ON	정상

2-2 절연저항 10MΩ 미만에서의 통신 성능 시험

1) 시험 방법

- 1) 절연저항 10MΩ 미만의 CCR 회로(14R TDZ-A)에 LCU 및 PHVF를 연결시킨다.
- 2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.
- 3) 시험하고자 하는 회로에 연결된 LCU의 IP를 설정한다.
- 4) 회로의 초입에 IRU를 설치한다.
- 5) IRU의 정보를 설정한다.

6) IRU를 OFF/ON 제어 후 제어

2) 시험결과 : 정상

[표 4-11] 절연저항 10MΩ 미만에서의 통신 성능 시험결과

회로명	IRU번호	제어명령	제어결과
14R TDZ-A	2	OFF	정상
14R TDZ-A	2	ON	정상

2-3 절연저항 10MΩ 이상의 통신 성능 시험

1) 시험 방법

- (1) 절연저항 10MΩ 이상의 CCR 회로(E-R/W-주)에 LCU 및 PHVF를 연결시킨다.
- (2) ILCMS Emulator 프로그램을 실행시킨다.
- (3) 시험하고자 하는 회로에 연결된 LCU의 IP를 설정한다.
- (4) 회로의 초입에 IRU를 설치한다.
- (5) IRU의 정보를 설정한다.
- (6) IRU를 OFF/ON 제어 후 제어

2) 시험결과 : 정상

[표 4-12] 절연저항 10MΩ에서의 통신 성능 시험결과

회로명	IRU번호	제어명령	제어결과
E-R/W-주	2	OFF	정상
E-R/W-주	2	ON	정상

제 5 절 성능향상 결과 요약

1. 현장운용시험을 통한 성능향상

필드시험을 통해 최적의 전력선 통신주파수를 도출하였다.

전력선 통신 주파수 대역 20 ~ 80KHZ가 기존 사용 주파수대와 비교하여 거리에 따른 통신신호 감쇄 낮았으며, 기존대비 1.5배 이상 통신거리를 증대할 수 있다.

LED등화와의 연동시험에서는 기존에는 할로젠등화만 감지가능에서 LED등화와 할로젠등화 두 가지 타입이 하나의 항공등화 회로에 설치되어도 제어 및 감시가 가능하다.

[표 4-14] 성능향상결과 전후 비교

구 분	개선 전	개선 후
전력선 통신방식	1. FCC 방식 적용(120k~400kHz) - 국내/일본/미국 적용(유럽 국가 적용 불가능) - 거리에 따른 신호 감쇄 2. 수신필터회로 설계 - 동일 주파수 대역 신호 감쇄 일으킴 (3dB이상 감쇄)	1. CENELEC A Band 방식 적용 (20k~80kHz) - 모든 국가 적용 가능 - 거리에 따른 신호 감쇄 적음 (1.5배 이상 향상) 2. 수신필터회로 설계 - 수신 필터 및 커플링 회로 재설계(1dB이하 감쇄)
전원 설계	1. Linear Trans 설계 방식 - 110V/220V용 설계 2. 출력 전압 한정 - 사용 DC 전압 Regulator이용 감압 3. Regulator 회로 설계 (효율 30~40%)	1. 스위치모드 Power Supply설계 - Free 전압사용설계(85~265Vac) 2. SMPS 출력 다채널 설계 - 효율 개선, 경량화, 회로 단순화 3. DC-DC스위칭 컨버터 회로설계 (효율 75~85%)

구분	개선 전	개선 후
이더넷 통신	1. Sollae System Module 적용 - 1개의 RS232 포트 지원 - TCP/UDP 등 지원 및 1connection - 사용온도 : 0~55도(상온)	1. Eddy-CPU v2.5적용 이더넷 설계 - 4개의 RS232 포트 지원 - TCP/UDP 등 지원 및 Multi connection - 사용온도 : -40~85도
누설전류/부하오류	1. TRIAC 회로 적용 - OFF 시 누설에 의한 잔류 발생 2. 할로젠 등화만 적용 3. 누설전류 측정 기능 없음	1. TRIAC 및 RELAY 병행 적용 - OFF시 누설전류 완전차단 2. 할로젠/LED 등화 적용 3. 누설전류 측정 기능추가
CPU 처리능력	1. Atmega128 CPU 이용 - 128K(PROGRAM)/4K (EEPROM) - 2 UART 및 53개 I/O 2. RESET IC 회로 적용	1. Atmega2560 CPU 적용 - 256K프로그램/8K(SRAM) - 4 UART 및 86개 I/O 2. Watchdog 회로 설계 (Reset 및 CPU 동작 감시)
부하오류 감지기능	1. 전압변화를 통한 오류 Open 감지 기능 - 일부 LED부하 사용시 오류로 감지	1. 전압 및 전류, 전력감지를 통한 OPEN 감지 - Fail-Open 및 Fail-Short 감지
통신모듈	1. PSM20H 적용 - PLT CORE 와 외부 Drive 및 필터 회로 분리	1. PSM30H 적용 - One Chip Solution (30% 이상 성능 향상)

2. 국내 적용시스템 성능비교

시스템 비교는 제주국제공항에 적용한 초기개발제품과 김포공항 필드 시험과 현장운용시험을 통하여 김포국제공항에 적용을 위해 성능 향상한 IRU와 LCU에 대해 비교하였다.

기존 제주공항에 적용한 개별제어장치(IRU)와 지역제어장치(LCU)의 전력선통신 칩과 외부드라이브, 필터회로 나뉘어져 있던 것을 전력선

통신부분을 하나의 칩(PSM30H)적용으로 전력선 통신 성능을 약 30% 향상 시켰으며, 수신필터 재설계로 통신감쇄 줄였다.

1) IRU기능 사양비교

기존에는 램프제어를 위해 TRIAC회로를 사용하였으나, 잔광차단문제를 해결하기 위해 RELAY를 추가하여 소등 시 잔류 광을 완전히 차단할 수 있도록 하였다.

[표 4-14] 국내적용 시스템 비교(IRU)

기능 구분	LCU기능 사양 비교		검증 방법
	제주국제공항 시스템	김포국제공항 시스템	
PLT 통신	<ol style="list-style-type: none"> 1. PSM20H 적용 <ul style="list-style-type: none"> - PLT CORE 와 외부 Drive 및 필터 회로 분리 2. FCC 방식 적용(120k ~ 400kHz) <ul style="list-style-type: none"> - 국내/일본/미국 적용(유럽 국가 적용 불가능) - 거리에 따른 신호 감쇄 3. 수신필터회로 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 동일 주파수 대역 신호 감쇄 일일킴 (3dB이상 감쇄) 4. 보편적 MAC Algorithm 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 패킷 구분 없이 처리 	<ol style="list-style-type: none"> 1. PSM30H 적용 <ul style="list-style-type: none"> - One Chip Solution - 성능 30% 이상 향상 2. CENELEC A Band 방식 적용 (20k~80kHz) <ul style="list-style-type: none"> - 모든 국가 적용 가능 - 거리에 따른 신호 감쇄 적용(1.5배 이상 향상) 3. 수신 필터회로 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 수신 필터 회로 재설계(1dB이하 감쇄) - 수신 커플링 재설계(수신감도 향상 6dB이상) 4. ILCMS에 맞는 MAC Algorithm 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 패킷 구분 처리(Event/Normal/Emergency) 	<ul style="list-style-type: none"> . Field 통신 TEST 완료 <ul style="list-style-type: none"> → 주파수 대역 선정 . 통신 거리 및 감쇄 측정 . 수신 감도 측정 . 회로별 리피터 파악 . MAC Algorithm 패킷 분석
Power 회로	<ol style="list-style-type: none"> 1. Linear Trans 설계 방식 <ul style="list-style-type: none"> - 110V/220V용 설계 - 사용 DC 전압 Regulator 이용 강압 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SMPS(Switch Mode Power Supply) 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 사용전압 : Free Voltage(85~265Vac) 설계 - 효율 개선, 경량화, 회로 단순화 	<ul style="list-style-type: none"> . SMPS 부품 시험(시험실) . 승인원 검토 및 검증
Ethernet 통신	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sollae System Module 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 1개의 RS232 포트 지원 - UDP 지원 및 1 connection - 사용온도 : 0~55도(상온) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eddy-CPU v2.5 적용 이더넷 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 4개의 RS232 포트 지원 - TCP/UDP 지원 및 Multi connection - 사용온도 : -40~85도 	<ul style="list-style-type: none"> . TCP/IP 통신 시험 . Multi Connection 시험 . 승인원 검토 및 검증
CPU 처리 능력	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atmega128 CPU 이용 <ul style="list-style-type: none"> - 128K Program, 4K Bytes EEPROM 및 SRAM - 2 UART 및 53개 I/O 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atmega2560 CPU 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 256K Program Memory - 4K Bytes EEPROM 및 8K Bytes SRAM - 4 UART 및 86개 I/O 	<ul style="list-style-type: none"> . CPU Datasheet 검토 . F/W 설계 반영 . 회로 설계 반영
CPU 감시 기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reset IC 회로 적용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Watchdog 회로 설계 <ul style="list-style-type: none"> - Reset IC 기능 및 CPU 동작 감시 기능 	<ul style="list-style-type: none"> . Watchdog 동작 시험 <ul style="list-style-type: none"> → 기능 시험(시험실)
운영 방식	<ol style="list-style-type: none"> 1. Master 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 상위 시스템의 Master 운영 및 Monitoring 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Master/Slaver 운영 <ul style="list-style-type: none"> - Master/Slaver 상호 Monitoring 운영 	<ul style="list-style-type: none"> . Master/Slaver 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> → 기능 시험 (시험실)

2) LCU 기능 사양비교

내부전원용으로 단계적인 전압변압방식에서 SMPS설계로 효율개선과 회로를 단순화하여 고장개소를 줄였다. 기존에 없던 Slot폴링기능을 추가하여 IRU의 개별상태를 감시할 수 있는 폴링기능을 추가하였다.

[표 4-15] 국내적용 시스템 비교(LCU)

기능 구분	IRU 기능 사양 비교		검증 방법
	제주국제공항 시스템	김포국제공항 시스템	
PLT 통신	<ol style="list-style-type: none"> PSM20H 적용 <ul style="list-style-type: none"> PLT CORE 와 외부 Drive 및 필터 회로 분리 FCC 방식 적용(120k ~ 400kHz) <ul style="list-style-type: none"> 국내/일본/미국 적용(유럽 국가 적용 불가능) 거리에 따른 신호 감쇄 수신필터회로 및 송신 AMP 불안전 <ul style="list-style-type: none"> 동일 주파수 대역 신호 감쇄 일으킴(3dB이상) 송신 임피던스 30옴 설계 낮은 임피던스 (LED부하)에는 송신 현저히 저하 보편적 MAC Algorithm 적용 <ul style="list-style-type: none"> 패킷 구분 없이 처리 	<ol style="list-style-type: none"> PSM30H 적용 <ul style="list-style-type: none"> One Chip Solution 성능 30% 이상 향상 CENELEC A Band 방식 적용 (20k~80kHz) <ul style="list-style-type: none"> 모든 국가 적용 가능 거리에 따른 신호 감쇄 적용(1.5배 이상 향상) 송수신 회로 재설계 <ul style="list-style-type: none"> 수신 필터 회로 재설계(1dB이하 감쇄) 송신 커플링 재설계(송신 임피던스 5옴 이하) ILCMS에 맞는 MAC Algorithm 구현 <ul style="list-style-type: none"> 패킷 구분 처리(Event/Normal/Emergency) 	<ul style="list-style-type: none"> Field 통신 TEST 완료 <ul style="list-style-type: none"> → 주파수 대역 선정 통신 거리 및 감쇄 측정 송/수신 감도 측정 회로별 리피터 파악 MAC Algorithm 패킷 분석 할로겐/LED 부하별 동일 송신 출력 측정
Power 회로	<ol style="list-style-type: none"> Regulator 회로 설계 <ul style="list-style-type: none"> Regulator 방식의 효율 30~40% 	<ol style="list-style-type: none"> DC-DC 스위칭 컨버터 회로 설계 <ul style="list-style-type: none"> 자체 발열 거의 없음 DC-DC 컨버터 회로 설계 효율 개선 75~85% 	<ul style="list-style-type: none"> 송인원 검토 및 검증 Power 발열 온도 측정 Power 효율 측정
부하 제어 및 상태 감시	<ol style="list-style-type: none"> 전압변화를 통한 오류 Open 감지 기능 <ul style="list-style-type: none"> 일부 LED 부하 사용시 오류로 감지 Fail-Open 감지 TRIAC 회로 적용 <ul style="list-style-type: none"> OFF시 누설 전류로 잔류 밝기 존재 ON/OFF 제어 및 상태 감시 	<ol style="list-style-type: none"> 전압 및 전류, 전력감지를 통한 OPEN 감지 <ul style="list-style-type: none"> 할로겐/LED 부하 관계없이 감지 Fail-Open / Fail-Short 감지 TRIAC 및 RELAY 병행적용 <ul style="list-style-type: none"> OFF시 누설 전류 완전 차단 (잔류 밝기 없음) ON/OFF 제어 및 상태 감시 누설전류 측정 기능 추가 	<ul style="list-style-type: none"> 할로겐/LED 등화 제어 및 상태 감시 <ul style="list-style-type: none"> → Fail-Open/Fail-Short 감지 기능 검증 OFF시 잔류 밝기 확인 누설전류 구간 측정
설정 기능	<ol style="list-style-type: none"> 원격 Download 기능 H/W 및 S/W 리피터 설정 및 가능 수행 	<ol style="list-style-type: none"> 원격 Download 기능 보완 <ul style="list-style-type: none"> 원격 F/W Upgrade Flow & Algorithm 보완 H/W 및 S/W 리피터 설정 및 가능 수행 <ul style="list-style-type: none"> 리피터 이중화 설정 	<ul style="list-style-type: none"> 원격 Download 검증 리피터 설정 및 이중화 검증
CPU 감시 기능	<ol style="list-style-type: none"> Reset IC 회로 적용 	<ol style="list-style-type: none"> Watchdog 회로 설계 <ul style="list-style-type: none"> Reset IC 기능 및 CPU 동작 감시 기능 	<ul style="list-style-type: none"> Watchdog 동작 시험 <ul style="list-style-type: none"> → 기능 시험(시험실)
SLOT 폴링 기능	<ol style="list-style-type: none"> 기능 없음 	<ol style="list-style-type: none"> Slot 폴링 기능 수행 <ul style="list-style-type: none"> Time Slot 방식을 이용한 폴링 시간 단축 	<ul style="list-style-type: none"> Slot 폴링 기능 시험 <ul style="list-style-type: none"> → IRU 상태 폴링

제 5 장 국산화개발 진단과 문제점

1. 개발 타당성 검토 부족

국산화 개발은 현재까지 국내기술로 구현하지 못하고 있거나, 접근하지 않았던 신기술 개발 분야에 속한다.

그리고 공항의 항행안전장비는 항공기의 안전에 직접적인 영향을 미치는 중요한 시설이다. 그러므로 공항분야에 대한 기술개발은 보다 보수적인 관점에서 접근하여야 하며 우선적으로 해외 전문업체의 시스템에 대한 이해와 기술력에 대한 기술동향 등에 대한 기술검토가 필요하다.

또한 국내의 기술력과 수준은 어느 정도인지에 대한 면밀한 검토를 바탕으로 국산화 개발 타당성검토를 수행하여야 한다.

그리고 개발기간의 산정은 공항의 특수성과 중요성을 고려하여 충분한 성능검증과 시스템 신뢰성을 확인 할 수 있는 기간과 돌발변수에 대해서도 감안하여 개발기간을 충분히 여유있게 산정하여야 한다.

그러나 A-SMGCS의 구현에 중요한 기반이 되는 ILCMS의 국산화 개발에 대한 검토와 준비기간이 충분히 길지 못하였다.

국제기준에서 요구하는 기술기준 준수를 위해 공항운영자의 입장에서 장기적인 검토가 이루어 져야 한다.

하지만 개발을 위한 다각적인 검토는 부족하였고, 그간의 항행안전시설의 외산도입에 따른 운영상의 문제점과 외화 낭비를 방지하자라는 애국적이고 진취적인 측면에서 급히 접근되었다.

그리고 공항운영자로서의 전문노하우는 가지고 있었지만 개발에 대한 개념과 국산화개발대상 시스템에 대한 전문 기술 자료와

정보가 부족하였다.

2. 개발사업 방식 문제

국제요구기준 준수를 위한 외산시스템 도입검토와 시스템 개발 필요성에 대한 검토를 시작한 단계는 2005년 하반기였다.

당시의 한국공항공사는 공항운영의 전문기관으로써 30년간의 기술력과 노하우를 보유하고 있었지만 제품개발에 대한 경험은 물론 A-SMGCS에 대한 이해도가 낮은 상태였다.

그러나 한국공항공사에서는 2003년부터 항행안전장비 중에서 무선시설 분야에 국산화 개발을 시작한 경험이 있었다.

그리고 처음으로 개발에 성공한 시스템이 항공기에게 무선으로 방위각 정보와 거리정보를 제공하는 장비였다. 짧은 기간에 국산화 공동개발을 국내 중소기업과 진행하여 성공시킴으로써 기술력과 자신감이 커져가던 시기였다.

이러한 성공을 보며 한국공항공사는 미래의 성장 동력으로 항행안전장비 국산화 개발사업 추진으로 국익증대와 공사의 위상을 증대할 수 있다는 자신감을 가졌다. 그러한 차원에서 국산화 개발에 대한 목표를 넓혀가던 시기였다.

이때 항공등화분야 국산화 개발 검토도 추가적으로 이루어졌고, 항공등화 관련한 기술력은 있으나, 전력선통신기술에 대한 공사의 기술력 부재로 인해 개발사업 독자개발은 어려운 상황이었다.

그래서 개발방식을 선택한 것이 중소기업청에서 주관하고 있는 구매조건부 신기술개발사업 이었다.

구매조건부 신기술개발 사업은 국내기술 개발제품이 필요한 대기업이나 공기업 등에서 구매계획을 수립하여 제출하고, 중소기업청의 평가기준과 심사를 거쳐 채택된 과제를 중소기업청에서 지원해주는 사업이다.

이를 통해 중소기업이 기술개발에 성공하면 기술수요처에서 일정기

간 구매하여 판로를 확보해주는 사업이다.

당시 공항공사에서 2006년 상반기에 구매조건부 사업에 과제를 제출하여 채택되었으며, 중소기업청에서 정한 기준과 평가를 거쳐 국내 전력선통신 전문업체가 개발사업자로 선정되었다.

구매조건부 사업은 선정된 개발 사업자가 제품을 납품한 후 사후관리에 대한 신뢰성이 우선되어야 한다.

그러나 중소기업의 가장 큰 취약점인 기업의 수명이 평균적으로 길지 않음에 따른 문제점이 존재한다. 이러한 기업의 영속성 부족으로 인해 구매기관에서 제품을 구매 후 업체가 도산 등의 사유로 사후관리가 불확실할 경우가 발생되었을 경우 구매기관에서는 여러 가지 어려움을 겪게 된다.

[표 5-1] 구매조건부 사업 평가방법 및 선정기준⁵⁾

- 개발과제 평가방법 및 평가기관
 - 수요기관에서 소속직원 및 전문가가 현장·경영 평가
 - 전문기관(분야별 평가위원회)에서 기술성·사업성 평가
- 지원과제 선정
 - 전문기관의 평가결과를 토대로 중기청 심의조정위에서 최종 선정
 - 평가점수합계가 70점 이상(가점 불포함)이고, 높은 점수 순으로 선정(가점 포함)
 - * 선정기준 = 현장·경영(30%)+기술성·사업성(70%)+우대가점
 - * 가 점 : 최대 3점
 - INNO-BIZ(2점), 벤처(2점), 여성(2점), 장애인기업(2점)

출처 : 구매조건부사업 공고 중소기업청 공고 제2006 - 32호

5) 중소기업청 구매조건부 관리규정(2006)

이러한 점에서 구매조건부 신제품개발사업의 평가는 기술점수와 더불어 해당 기업의 재무건전성에 대한 평가도 매우 중요하다.

그러나 중소기업청의 평가방법과 선정기준을 살펴보면 현장 경영상태가 30점이며, 기술성과 사업성에 70점을 차지하고 우대가점이 3점이다. 구매조건부 신제품 개발사업의 평가항목 중 기술성과 사업성이 전체 배점에서 70% 차지함으로 인하여 기업의 재무건전성 낮음에 따른 기업 영속성 검증에 취약하다.

이러한 경우 장기적인 관점에서 보았을 경우 기술개발에는 성공하여 구매기관에서 납품은 이루어지나 기업의 재무상황이 악화 될 경우 문제가 발생한다.

그리고 시스템의 내용 년수는 대체로 10년 이상이며 지속적인 확장과 성능향상이 이루어 져야 함에도 중소기업이 도산하게 되면 시스템의 유지관리가 위협받게 되는 문제점이 있다.

개발초기부터 기업의 영속성에 대해서 우려하던 일이 발생하였다.

중소기업 개발업체가 개발시연과 평가를 거쳐 김해공항에 납품 계약을 체결한 후 경영난의 사유로 기업 존속에 어려움이 발생하였다.

이로 인해 개발업체는 개발사업 및 전력선통신사업 일체를 대기업으로 양도를 요청하는 상황이 발생되었다.

3. 소수의 연구원에 의존한 개발 문제

선정된 국내업체는 한국공항공사와 개발협약을 맺고 국산화 개발을 진행하였다. 개발목표기간은 2년이었으며 개발시작 단계에서 전력선 통신에 대한 기술력과 연구원들의 노력성과 개발 의지는 높았다.

그러나 중소기업의 특성상 업체의 재무건전성 취약으로 인하여 연구원

들의 이직이 반복적으로 발생하였다. 김포공항 필드에서 공동개발시험을 진행 할 때 마다 선임연구원 1인을 제외한 모든 연구원들이 바뀌었다. 개발을 위한 야간필드시험에 들어갈 때 마다 교체된 연구원들 대상으로 전기안전교육과 필드시험을 위한 기술교육을 시킨 후 개발시험을 시작하여야만 하는 반복적인 상황이 발생하였다.

그리고 1인의 선임연구원에 의존한 기술 개발로 인해 많은 개발 노력과 주야간으로 시행한 개발 시험 강행군에도 불구하고 개발성과와 속도는 비례하여 발생하지 않는 문제점이 있었다.

4. 개발성과 우선주의

그간 한국공항공사에서 추진하여왔던 연구개발은 항행안전무선시설 장비개발에서 시작하여 항공등화 개별 점소등제어시스템에 이르기까지 개발품목을 다양화 하여 빠르게 발전시켜 나가는 것이 최우선 목표였다.

이를 통한 항행안전장비의 수입국에서 수출국으로 빠른 성장을 통하여 국가와 항공발전에 기여하는 것은 물론 공기업의 위상을 더 높일 수 있다고 생각하였다.

나아가 빠른 국산화 개발과 성공만이 외산시스템의 국내시장 진입을 방지할 수 있다는 사명감으로 연구개발을 수행하며 성과에 중점을 둔 상용화에 주안점을 두고 개발업무를 수행함으로써 인하여 여러 가지 문제점이 발생하였다.

A-SMGCS의 기본적이고 필수적인 항공등화점소등제어 정확성과 신속한 구현을 위해서 많은 시험을 통한 기술 분석과 정확한 데이터에 근거하여 상용화를 추진하여야 한다.

정확한 데이터를 확보하기 위해서는 충분한 검증과 국내외의 다양한

공인인증 시험과 절차를 거쳐야 함에도 비용과 시간 측면에서 국내의 공인기관 인증시험과 절차만 거친 문제점이 있었다.

5. 개발시스템 적용의 문제점(제주공항을 중심으로)

제주국제공항의 A-SMGCS구현을 위해서는 지상감시레이더와 연동하여 정확한 레이더 신호를 받아서 제어신호로 활용하여야 한다.

그러나 2003년에 설치된 지상감시레이더의 레이더 송수신기(ASTRE2000)로부터 트리거, 비디오신호를 받아 처리한 데이터와 접근관제레이더로부터 받은 비행정보와 합성(combine)시켜 라벨을 붙여 이동지역의 탐지된 항공기등 지표면의 정지 및 이동물체 데이터를 처리한 STREAMS시스템의 데이터를 연결하는 기술구현이 원활하지 못하였다.

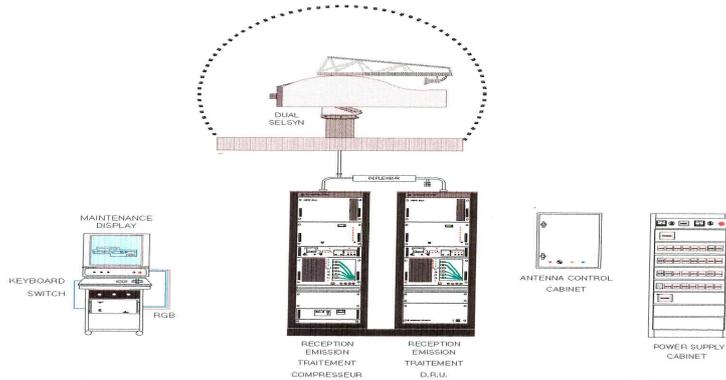
제주공항에서 운영 중인 지상감시레이더는 프랑스 THALES ATM에서 개발된 ASTRE2000 시스템과 STREAMS 시스템으로 구성되어 있다. 국내에서는 김포국제공항, 김해국제공항, 인천국제공항에 이어 네 번째로 설치되었다. '03년 11월에 준공되어 시험운영에 있으며, 이 시설의 최대 탐지거리는 약 5.5km이다.

A-SDED의 주요 사용목적은 에어사이드 내의 이, 착륙하는 항공기와 이동 및 정지중인 항공기 및 차량 등 공항 내 지상 이동지역을 탐지하는 지표면 레이더시설이다.

지상감시레이더는 관제탑 지붕에 설치된 안테나와 ASDE 장비실에 설치된 송수신기로 분류된다. 레이더돔은 패널로 제작되어 악기상으로부터 안테나를 보호해 준다. 안테나는 초당 1회(60RPM)의 속도로 회전하며 항공기 및 이동물체를 탐지한다. 송수신기는 15.9GHz와

16.4GHz 주파수의 두 개의 캐비닛으로 구성되어 있다.

[그림5-1] 제주국제공항 지상감시레이더(ASTRE2000)



STREAMS시스템의 감시프로그램과 연동하여 A-SMGCS의 주요기능인 감시와 제어기능을 구현하기 위해서는 위치데이터를 받아서 ILCMS의 제어에 사용하여만 가능하다.

그러나 지상감시레이더(ASDE)와 연동에서 기술적 구현을 위한 여러 문제점들이 도출되었다.

기존의 제주국제공항의 지상감시레이더의 설치목적의 경우에는 제주공항내의 지상이동물체에 대한 감시기능의 보조목적을 위해 설치되었다. 그리고 약천후 시 레이더의 특성상 간헐적이 끊김이나 타깃 중복 현시로 인하여 연동 구현에 애러가 발생하는 문제점이 생겼다.

그래서 ILCMS와 연동하여 제어를 위한 위치정보로 활용하기에는 여러 문제점이 있었으며 이러한 사례가 우리나라에서만 발생한 문제는 아니며, 세계적으로도 이러한 사항이 이슈화되어 인천공항의 경우에는 악기상시에도 투과율이 높은 X-BAND의 레이더를 추가 설치한 것 이외에도 다변측정기(MLAT)를 설치하여 위치정보의 정밀도를 높인 상

태에서 개별제어장치와 연동하는 것이 현재의 국제적인 기술흐름이다. 이에 국내 CAT-II급 이상의 공항의 경우에는 국제적인 기술흐름에 발맞추어 공항이동지역내의 저시정 시의 항공기와 이동물체간의 정확한 감시와 관리를 위한 신뢰성 높은 지상감시시스템(레이더, 다변측정기) 도입이 필요하다.

제 6 장 국산화 개발 발전방안

1. 핵심기술 강화

개발관련 기관과 개발업체간 업무협조를 통한 핵심기술에 대한 개발과 진도관리 강화를 통하여 개발 성공률 향상⁶⁾과 더불어 핵심기술의 기술 융복합을 통해 국내의 항공산업을 발전시켜야 한다.

외국제작사와의 항공동화시스템 운영방식과 전력선통신 기술사항들에 대하여 비교해 볼 때 큰 격차는 보이지 않고 있다.

그리고 하드웨어장치 중에서 집중제어장치(LCU), 개별제어기(IRU)와의 성능비교에서도 기술 차이가 많지는 않은 것으로 파악하고 있다. 종합해볼 때 국내와 외국시스템은 기술적 동등수준으로 판단할 수는 있으나, 국산개발 시스템의 상용화 단계에서의 경쟁력 증대를 위해서는 소프트웨어적인 부분에서 많은 기술개발과 성능향상 노력을 하여야 한다.

외국제작사의 시스템들의 경우 A-SMGC의 핵심기술에 대한 노하우와 소프트웨어적으로 축적된 기술력 측면에서 비교했을 때 상당한 기술적 우위를 차지하고 있다.

반대로 국산개발 시스템의 경우 소프트웨어적으로 국내시스템의 취약점을 개선해야 할 부분이 많고 특히 레이더와 다변측정기와의 연동을 위한 프로그램 처리를 위한 기술측면에서 많은 부분 취약하다. 특히, 외산시스템의 경우 하드웨어장치들 ILCMS와 지상감시레이더(ASDE), 다변측정기(MLAT)와의 연동한 기술구현 부분에서 기술

6) 허영무(2014) “개발사례 분석을 통한 국산화개발 관리업무개선방안“국방품질경영. 통권30호 (2014년 3월) p 7

발전을 위한 노력이 필요하다.

시스템 발전과 성능향상을 위해 상부 시스템인 지상감시레이더(ASDE), 다변측정기(MLAT), 레이더 자동 정보 처리 시스템(Automated Radar Terminal System)과 연동되어야 한다.

상위의 시스템들과 연동을 위한 핵심기술들로는 Digitilized Video Data 수신과 Server/Client connection 등에 대한 개발이 우선되어야 할 것이다. 또한 모든 System Track, Track Alert, System Status Message 등 이러한 기술적 협의사항들이 선행적으로 검토되어야 할 것이다.

2. 개발시스템의 검증시험 및 절차강화

개발 시스템의 신뢰성과 성능검증을 위해 시뮬레이션 시험, Shadow 모드 시험, 운용모드시험을 단계적으로 수립하여 시행하여야 할 것이다.⁷⁾

첫째, 시뮬레이션 시험을 하여야 한다. 활주로 충돌과 불완전한 상황의 탐지를 위한 응답시간 등을 측정해야 하며, 실시간 시뮬레이션 시험과 디브리핑을 통한 데이터 확보와 기술보완이 이루어 져야한다. 예를 들면 항공기에 의한 잘못된 지상 활주경로, 활주로 반대편 항공기 등에 대한 불안정한 상황의 탐지를 위한 응답시간 검증을 하여야 할 것이다.

둘째, Shadow Mode 시험을 수행하여야 한다. 저시정 상태에서 A-S MGCS를 운영 할 때 발생 가능한 안전분리 위반과 같은 위험한 상

7) 홍승범외(2014) A-SMGCS 개발에 따른 적정성 평가와 검증방법에 관한 연구 2014년6월30일 한국항공운항학회지 84페이지

황을 측정하여야 한다.

위험 상황은 언제 어디서나 발생할 수 있고 이로 인하여 관제사는 잘못된 정보를 제공받을 수 있다. 그리고 이러한 정보를 항공기 조종사에게 전달함으로써 항공기 지상이동 안전이 저하될 수 있다.

셋째, 운영모드시험 환경에서는 새로운 시스템 도입으로 인한 불완전한 상황이 발생하지 않도록 면밀한 절차와 시험 검증을 통해 잠재적인 문제점들을 검증하여야 할 것이다.

이러한 검증절차들을 통해 항공기 지상이동안내를 위한 상황감시나 충돌경고 기능요소의 최적화를 위한 운영평가도 수립하여야 할 것이다. 이러한 개발시스템 검증시험과 절차강화를 통해 A-SMGCS의 신뢰성과 안전성을 높임으로써 효율적인 공항운영이 가능하게 될 것이다.

3. 운영절차 표준화

현재까지의 국내의 A-SMGCS운영과 관련하여 계획수립에서부터 운영절차에 이르기 까지 세계의 동향과 비교했을 때 대한민국은 아직 낮은 레벨의 운용수준에 머물러 있다.

일본의 경우만 하더라도 대부분의 국제공항에 A-SMGCS를 도입하여 운영 중에 있으며, 게다가 국제민간항공기구(ICAO)에서 국제기준 제정을 위해 의견수렴 중에 있는 항공기의 안전한 지상이동을 보완하는 활주로 침범경고등화시스템에 대해서도 이미 2011년에 도입하여 여러 국제공항에서 시험운영까지 마쳤다.

그러나 대한민국은 아직 활주로침범경고 등화에 대한 개념정도만 파악하고 있는 상태이다.

대한민국은 국제민간항공기구(ICAO)에서 권장하는 공항관련 규정 이행률이 98%를 넘는 국가이다. 그리고 현재까지 ICAO의 규정을 대부분 이행하여 왔으며, 향후에도 이행해 나가야 할 것이다.

그럼에도 불구하고 현재 A-SMGCS의 효과적 운용을 위한 계획수립과 운영기술에 대한 매뉴얼 제정에 대한 준비가 부족하다.

현재 국내에서는 아직까지는 인천국제공항 정도에서만 A-SMGCS를 운영하기 위한 기반을 갖추고 있으며, 인천공항의 운영가능 레벨은 A-SMGCS LEVEL-III급 정도인 것으로 파악되고 있다.

현재까지 국내에서 A-SMGCS 운영에 대한 표준기술은 없으며 외국 시스템을 도입하며 제작사의 시스템 특성에 맞는 운영능력을 갖추고 있는 상태이고, 관제사별로 A-SMGCS기능의 활용도는 다소 차이가 있는 것으로 파악되고 있다.

그 외의 국내공항은 국산화 개발 제품의 성능과 국제기준에서 요구하는 기술 수준에 대해서만 최소한의 운영 기준에 부합되도록 운영하고 있다.

따라서 국내의 개발시스템 적용에 있어, 새로운 시스템 적용을 위한 검토와 운영기준과 절차 등을 세부적으로 수립하여 해당공항에 가장 효율적인 운영방식으로 운영 될 수 있도록 하여야 할 것이다.⁸⁾

그리고 ICAO의 Doc. 9830(A-SMGCS)에 근거하여 국내공항 운영에 적합한 기술표준 제정에 기반 한 검토가 선행되어야 한다.

이를 통해서 국내운영기술과 시스템 도입 절차 등에 대한 표준을 A-SMGCS 레벨 I~ IV 까지 세분화하여 제정하고 운영한다면 국내 항공분야 발전에 지표가 될 것이다.

8) 김용(2003)“인천국제공항의 항공등화시스템 설계 및 구축에 관한 연구” 석사학위논문 인천대학교 산업대학교, p100

4. 국산기술 제품의 적용확대

현재 지속적으로 증가하는 항공수요에 따라 세계적으로 공항 확장과 대규모 공항의 건설이 증가하고 있다.

국제적으로 공항운영은 늘어나는 여객의 수요를 충족시키기 위하여 24시간 운영되는 공항들이 급격히 증가하고 있다.

그리고 야간이나 기상이 나쁜 경우에 보다 신속하고 안전한 공항운영을 위해 국제민간항공기구에서는 지상이동 안내 및 관제시스템의 운영을 규정화 하여 안전을 강화해 가고 있다.

그러나 국내의 민간항공기가 취항하는 15개의 공항 뿐 아니라 군용 비행장에 이르기까지 다양한 종류의 항행안전장비와 장비들이 설치되어 운영 중에 있다.

그 배경에는 초기에는 국산제품이 없었던 상황도 있었고, 있더라도 장비의 운용안정성이나 신뢰성이 높지 않아 운용자들은 외국산 장비의 도입을 더 선호하였었다.

이러한 실태로 인해 외국제작사의 제품과 기술에 의해 설치되었고 이로 인하여 장기간에 걸쳐 외화가 낭비되고 기술발전이 이루어지지 못하였다. 또한 이러한 배경으로 인해 해당 제작사에 의해 기술종속과 과도한 비용을 지출하여야만 하였다.

그러나 이제는 국내의 기술력과 제품의 적용단계에서는 정부 주도로 국산화 개발제품의 우선적인 도입과 운영을 할 수 있는 제도를 수립하여야 할 것이다. 이를 통해 공항운영기술자가 타 공항으로의 전근 시에도 새로운 장비에 대한 기술과악과 효율적인 유지관리를 위한 전문성을 갖추는 데 소모되는 시간을 줄일 수 있다.

또한 제작사별로 다양한 예비품을 구매하여 비상시에 대비하여야 하

는 비효율성도 제거할 수 있을 것이다.

그리고 항공등화관련 시스템 설치는 국가별로 다소차이는 있으나 중급이상의 공항에서 A-SMGCS를 빠르게 도입하고 있는 추세이다.

그리고 현재 항공등화 관련 업체는 변동성이 거의 없으며 ADB가 GIMENS와 전략적 합병을 하였다가 다시 분사한 정도이다.

이는 산업특성상 기존의 기술력과 시장점유율을 가지고 있는 업체가 다소 안정적으로 사업을 영위하고 있기 때문인 것으로 분석된다.

이러한 업체들이 세계 항공등화 시장 대부분을 독점하고 있는 것이 현실이다.

이러한 주요 항공등화 제작사로는 ADB Siemens(벨기에), Safe-gate group(다국적), Honeywell(독일), Thorn(프랑스), Crouse-Hinds(미국), ATG(영국), OCEM(이탈리아) 등이 있다.

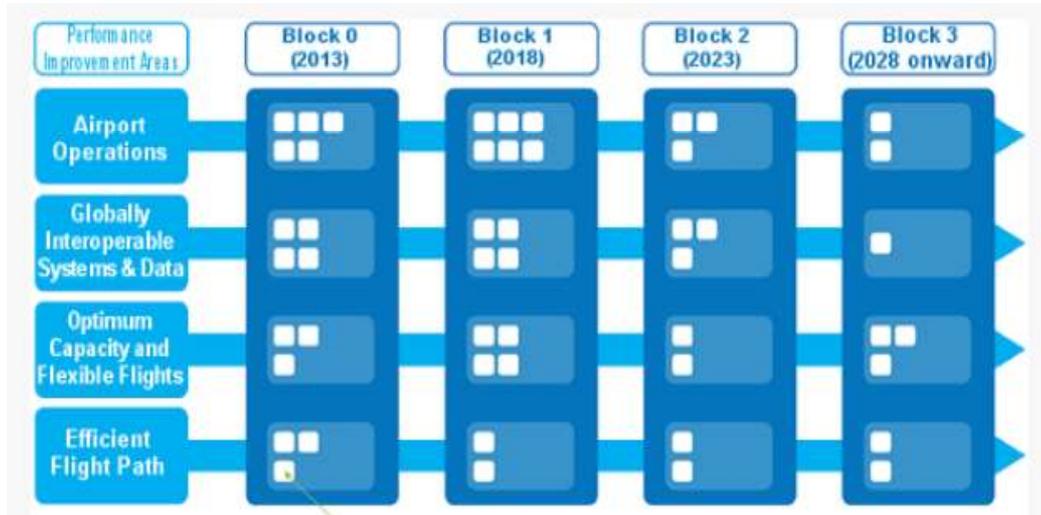
대부분 국가적으로 개발과 상용화에 정책지원을 아끼지 않고 있다. 그러므로 국내의 항공기술 자립과 관련 업체의 해외 경쟁력을 위해 국내공항에는 국산개발품이 우선적으로 적용할 수 환경이 조성되어야 할 것이다.

5. 정책적 지원

2020년까지 최고의 지상이동통제시스템(Higher A-SMGCS) 실현을 위해 프랑스 Toulouse Blagnac공항, 이탈리아 Milano Malpensa 공항, 체코 Prague Ruzyne 공항, 프랑스 Paris CDG 공항 등에서 항공분야의 시스템 고도화 연구 개발이 추진 중에 있는 것으로 조사되었다.

그리고 국제민간항공기구(ICAO)와 IATA⁹⁾는 통합된 글로벌 항행 시스템 구축을 위한 노력과 발전을 지속적으로 해나가기 위해 4 가지 분야로 나뉘어 항공운항의 효율성 증대를 위한 Road Map을 수립하여 4개 분야를 발전시켜 가고 있다. ¹⁰⁾

[그림 6-1] Global Air Navigation System 구축 로드맵



출처 : 국제민간항공기구(ICAO)홈페이지

1) 공항 운영 효율성 (Airport Operations)

공항 접근성, Wake Turbulence 분리 능력, 접근절차 최적화, 공항 내 지상이동의 효율성 향상 등

2) 정보시스템 운영 효율성(Globally Interoperable Systems and Data)

기상정보 제공 능력, 항공정보 디지털 화, 운항자료 교류 능력 향상

9) 국제항공운송협회(International Air Transport Association)의 약어임

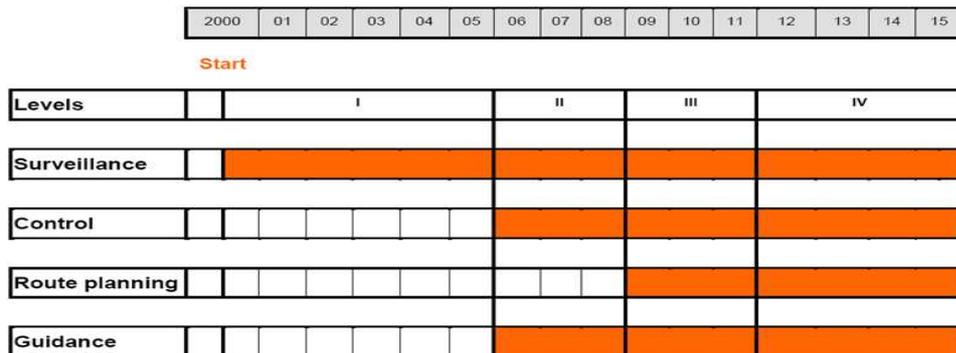
10) GANP/ASBU (Global Air Navigation Plan, Aviation System Block Upgrade)

- 3) 공역 운영 효율성 (Optimum Capacity and Flexible Flights)
공중분리 능력, 최적 운항고도 배정, 공중충돌방지 능력 향상 등
- 4) 항로 운영 효율성 (Efficient Flight Path)
연속강화 및 연속상승 운항 등으로 구분된다.

앞서 언급한 4개 분야 중에서 공항운영 효율성(Airport Operations)이 공항 내 지상이동의 효율성 향상을 위해서는 주로 A-SMGCS를 통해 이루어진다.

또한 Euro control에서는 로드맵에 의한 개발을 진행하고 있으며 4단계로 구분되어 2015년 Level IV급의 개발을 목표로 활발하게 국가차원을 넘어 유럽연합에서 연구개발을 지원하고 있다.

[그림 6-2] Euro control A-SMGCS 개발로드맵



출처 : Euro control 홈페이지 자료

따라서 국내의 항공 산업의 발전과 공항의 지상이동의 효율성 증대를 위해 국가에서도 정책적으로 항공 산업발전 로드맵을 수립하여야 할 것이다. 이를 통해 국가경쟁력 증대와 항공선진국으로 진입이 가능할 것이다.

6. 시스템 구축 검토사항

A-SMGCS 구축을 위해 우선적으로 검토하여야 할 것이 외국제작사의 레이더장비로부터 정확한 이동물체의 위치정보를 수신 받아야 한다.

현재 국제적인 기술추세는 악기상시의 정확한 감시와 정밀한 기술구현을 위해 다변측정기를 추가적으로 도입하는 추세에 있다.

이러한 상위 시스템과의 효율적인 연동을 위해 특히 공중과 지상에 대한 감시 가능한 다변측정(Multilateration) 기술동향에 대한 기술검토가 이루어져야 한다.

국내에서 지난 '14년에 국제공항(김포, 김해, 제주)들에 대해 MLAT 설치 검토를 위한 현장조사가 이루어졌다.

김포공항을 시작으로 점차 국내공항에 도입 확대가 예상되며 국내 도입단계에서부터 국산개발시스템과의 연동을 고려한 기술협의 검토가 우선되어야 할 것이다.

만약 이러한 사항이 선행되지 않는다면 시스템 연동을 위한 지상 감시레이 등의 데이터 수신을 위해 막대한 추가적인 비용을 제작사로 부터 요구받게 될 것이다.

또한 국내공항에 지상감시관련 장비 도입에 있어서 국산시스템과의 효과적인 연동을 위해 외국레이더 제작사와의 컨소시엄 전략도 필요할 것이다.

외국제작사들의 경우 해외공항에 설치한 경험과 실적이 많고 A-SMGCS구현 연동 기술에 대한 노하우와 소프트웨어적으로 상당한 기술적 우위를 차지하고 있다.

반대로 국산개발 시스템의 경우 소프트웨어적으로 국내시스템의 취약점을 개선해야 할 부분이 많고 특히 레이더와 다변측정기와의 연동을 위한 프로그램 처리를 위한 기술측면에서 많은 부분 취약하다.

단기간의 기술구현에 대한 시행착오를 줄이고 해외 판매를 위한 경쟁력 강화측면에서도 외국전문 소프트웨어 제작사와의 전략적 제휴 방안 등에 대한 검토도 필요할 것이다.

7. 시스템 경쟁력 강화

첫째, 기존 국산개발시스템은 항공등화 전원공급장치(CCR)와 지역제어장치(LCU) 각각 설치되어 있다. 그리고 별도의 제어감시케이블을 연결하여 감시와 제어기능을 수행한다.

또한 별도의 전원을 공급함으로 인해 제품에 전자소자 및 구성품이 추가적으로 필요하게 된다.

그러나 외산의 경우 초기제품은 국산제품과 동일하게 분리형이었으나, 시스템 성능향상과 장비실 공간효율성 증대 등을 고려하여 일체형으로 개발하고 있는 추세이다.

일체형 시스템 개발로 분리되어 개별적으로 개발단가 절감 뿐만 아니라 한정된 장비실 공간에 장비 설치 효율성을 높일 수 있다.

그리고 전력선 통신성능을 증대시키는 필터설계와 적용면에서도 유리함으로 일체형 시스템 개발로 성능향상과 시스템 경쟁력 확보가 가능할 것이다.

둘째, 현재 국내는 물론이고 해외의 공항에는 다양한 제작사의 항공등화 전원공급장치(CCR)가 설치되어 운용 중에 있다.

해외 일부제작사의 경우 자사의 항공등화 전원공급장치(CCR)에만 지역제어장치(LCU)를 연동한 단점이 있다.

따라서 국내개발제품은 확장성과 사업성 측면에서 타사의 전원공급장치와 연동되는 표준 인터페이스 사양을 적용하여 범용으로 사용할 수 있도록 한다면 제품의 경쟁력이 높아질 것이다.

셋째, 국내외 개발동향을 조사한 결과 아직까지 항공등화와 개별제어 장치(IRU) 기능을 일체화 시킨 제품이 개발되지 않고 있었다.

일체형 제품의 개발은 성능향상과 개발단가 절감 차원에서도 높은 경쟁력을 갖출 수 있다.

특히, 현재는 기존의 할로겐타입의 등화를 대체하는 LED등화가 급속히 판매되고 있다.

LED등화는 기존의 할로겐타입 등화와는 달리 등기구 내에 SMPS등 별도의 전원장치가 장착된다. 따라서 방열기술 등을 향상시킨다면 LED등기구내에 개별제어장치 기능을 일체화 시켜 제품의 성능향상과 경쟁력을 갖출 수 있을 것이다.

넷째, 체계적이고 효율적인 통합유지관리 전략을 수립하고 이를 기반으로 시스템의 지속적인 발전을 위해 장애처리 및 예방정비 활동을 통해서 관제기관에 장비에 대한 신뢰성과 편리성을 제공해야 한다.¹¹⁾ 그러기 위해서는 하드웨어 및 소프트웨어 분야 등의 개발 뿐만아니라 유지관리 분야 기술자에 대한 체계적인 기술육성과 지원을 아끼지 말아야 할 것이다.

11) 김상창(2010)“항행안전시설 관리 효율화 방안에 관한 연구” 석사학위논문
경상대학교 p46

제 7 장 결 론

대한민국의 항공 산업 발전과 경쟁력 제고를 위한 A-SMGCS 국산화 개발은 정부와 민관이 공조하여 다각도의 노력을 통해 지속적으로 발전시켜 나가야 하며 그 주요사항에 대해 요약하였다.

시스템 발전과 성능향상을 위해 상부 시스템인 지상감시레이더(ASDE), 다변측정기(MLAT), 레이더 자동 정보 처리 시스템(Automated Radar Terminal System)과의 통합적인 연동을 하여야 함으로 핵심 소프트웨어 기술들에 대한 연구와 개발을 강화시켜 나가야 할 것이다.

현재까지의 국내의 A-SMGCS 운영과 관련하여 계획수립에서부터 운영절차에 이르기 까지 세계의 동향과 비교했을 때 대한민국은 아직 낮은 레벨의 운용수준에 머물러 있다.

ICAO의 Doc. 9830(A-SMGCS)에 근거하여 국내공항 운영에 적합한 기술표준에 대한 검토가 필요하며, 국내운영기술과 시스템 도입 절차 등에 대한 표준을 A-SMGCS 레벨 I~ IV 까지 세분화하여 운영절차에 대한 표준화가 이루어져야 할 것이다.

국가별로 다소차이는 있으나 중급규모 이상 공항에서 A-SMGCS가 빠르게 도입되고 있는 추세이며, 항공 산업 특성상 기존의 기술력과 시장점유율을 가지고 있는 업체가 장기적으로 안정적으로 사업을 영위해 나갈 수 있다. 이러한 A-SMGCS는 설치규모에 따라 금액차이는 크지만 대규모 공항의 경우 시스템 비용이 천억 원을 육박한다.

게다가 A-SMGCS는 초기투자비용에 그치지 않고 지속적인 업그레이드와 유지보수에도 고가의 비용이 수반된다. 즉 해외 판매 시 수출효과와 경제적 효과가 상당한 고부가가치의 사업이다.

이러한 배경으로 소수의 제작사에서 국가적인 지원 속에 해외시장을 공략하여 선점해 나가고 있다. 이러한 소수의 제작사들이 경쟁력을 빠르게 갖출 수 있었던 것은 시스템이 우수하기에 가능했지만, 국가적인 지원 역시 상당하기에 가능했다.

그러므로 국내의 항공기술 자립과 국내개발 업체의 해외 판매 경쟁력 향상을 위해 국내공항에는 국산개발품이 우선적으로 적용할 수 환경과 외국 판매를 위한 국가적인 지원이나 KOTRA와 공조한 노력이 수반되어야 할 것이다.

세계적으로도 항공기 지상이동 유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 실현을 위해 이탈리아 Milano Malpensa 공항, 프랑스 Toulouse Blagnac공항과 체코의 Prague Ruzyne 공항, 프랑스 파리의 CDG 공항 등에서 항공분야의 시스템 고도화 연구 개발이 추진 중에 있다.

그리고 국제민간항공기구(ICAO)와 IATA에서도 장기적으로 통합된 항공 산업 발전을 위한 Global Air Navigation System구축을 위해 프로젝터를 수행 중에 있다.

따라서 국내의 항공 산업의 발전과 공항의 지상이동의 효율성 증대를 위해 국가에서 정책적으로 항공 산업발전의 로드맵이 수립·추진되어야 할 것이다.

현재 국제적인 기술추세는 악기상시의 정확한 감시와 정밀한 기술구

현을 위해 다변측정기를 추가적으로 도입하는 추세에 있다.

이러한 상위 시스템과의 효율적인 연동을 위해 특히 공중과 지상감시에 대한 정밀도가 높은 다변측정기 기술동향에 대한 기술검토가 이루어져야한다. 국내에서 지난 '14년에 국제공항에 (김포, 김해, 제주)대해 MLAT설치 검토를 위한 현장조사가 이루어졌다.

점차 국내공항에 도입 확대가 예상되며 국내 도입단계에서부터 국산 개발시스템과의 연동을 고려한 기술협의 검토가 우선되어야 하며, 기술구현에 대한 시행착오를 줄이고 해외 판매를 위한 경쟁력 강화 측면에서도 외국전문 소프트웨어 제작사와의 전략적 제휴 방안 등에 대한 검토도 필요할 것이다.

끝으로 국산개발 시스템 발전 측면에서 몇 가지 서술하였다.

첫째, 기존 국산개발시스템은 항공등화 전원공급장치(CCR)와 지역 제어장치(LCU)가 각각 설치되어 있다. 그리고 별도의 제어감시케이블을 연결하여 감시와 제어기능을 수행한다.

외산의 경우 초기제품은 국산제품과 동일하게 분리형이었으나, 시스템 성능향상과 장비실 공간효율성 증대 등을 고려하여 일체형으로 개발하고 있는 추세이다.

따라서 향후 국산개발시스템은 일체형 시스템 개발로 성능향상과 시스템 경쟁력 확보가 가능할 것이다.

둘째, 현재 외국 제작사의 경우 대부분 자사의 항공등화 전원공급장치(CCR)에만 지역제어장치(LCU)를 연동할 수 있다는 단점이 있다. 따라서 국내개발제품은 확장성과 사업성 측면에서 타사의 전원공급장

치와 연동되는 표준 인터페이스 사양을 적용하여 범용으로 사용할 수 있도록 하여 제품의 경쟁력을 높여야 한다.

셋째, 현재까지 항공등화와 개별제어장치(IRU) 기능을 일체화 시킨 제품이 개발되지 않고 있었다.

일체형 제품의 개발은 성능향상과 개발단가 절감 차원에서도 높은 경쟁력을 갖출 수 있다.

특히, 현재는 기존의 할로겐타입의 등화를 대체하는 LED등화가 급속히 판매되고 있으므로 방열기술 등을 향상시킨다면 LED등기구내에 개별제어장치 기능을 일체화 시켜 제품의 성능향상과 경쟁력을 갖출 수 있을 것이다.

끝으로 A-SMGCS의 성공적 국산화와 경쟁력 증대를 위해 외국제작사의 기술동향 파악과 외국공항의 공항운영 기술동향에 대한 모니터링을 통해 국산개발 제품의 지속적인 성능향상이 필요하며, 또한 개발제품의 FAA 인증 취득 등으로 시스템의 수출 경쟁력을 높여나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 허영무(2014) “개발사례 분석을 통한 국산화개발 관리업무개선방안“국방
품질경영. 통권30호 (2014년 3월) p 7
- 홍승범(2014) “A-SMGCS 개발에 따른 적정성 평가와 검증방법에 관한
연구 2014년6월30일 한국항공운항학회지 84페이지
- 김 용(2003) “인천국제공항의 항공등화시스템 설계 및 구축에 관한 연
구” 석사학위논문 인천대학교 산업대학교, p100
- 김상창(2010) “항행안전시설 관리 효율화 방안에 관한 연구” 석사학위논
문 경상대학교 p46
- 이장연(2013) “국토교통 R&D 동향조사” : 항공교통 국토교통과학기술진
흥원 : KAIA, 2013
- 이진근(2013) “국토교통기술연구개발계획서”국토교통기술연구개발계획서
(일반과제 제안서) 2013
- Madrid Aerodays(2011), European Airport Movement Management by A-SM
GCS, 2011, pp. 2-6
- ICAO, A-SMGCS Manual, DOC9830-AN/45, 2004, pp. 10
- EUROCONTROL, Definition of A-SMGCS Implementation Levels, 2010, pp.
8~17
- Kim,S.Y., Instruction for A-SMGCS, Vol.21,No.6, Journal of KIIEE, 2007, pp.5
6~61
- Jorn Jakibi, DLR, A-SMGCS VERIFICATION & VALIDATIONRESULTS F
ROM THE PROJECT EMMA, 2007, May, pp 1-3
- Konstantinos G.Zografos, V&V Methodology for A-SMGCS, 2005, pp 12-19
-FAA Engineering Brief NO.67(2007)
- FAA AC 150/5345-53 *Airport Lighting Equipment Certification Program*
Honeywell 홈페이지 : <http://www51.honeywell.com/aero>
- Siemens/ADB 홈페이지 : <http://www.industry.siemens.com/adb/en/>
- Safegate Group홈페이지 : <http://www.thornairfield.com>
- COOPER Crouse-Hinds홈페이지 : <http://www.crouse-hinds.com>
- ATG 홈페이지 : <http://www.atgairports.com>
- OCEM 홈페이지 : <http://www.ocem.com/>

부 록

〈부록 1〉 현장운용시험 등화OFF 시험결과

회로명	CCR번호	IRU번호	제어결과	제어시간(초)
구활주로 주	19	1	정상	0.452
구활주로 주	19	2	정상	0.468
구활주로 주	19	3	정상	0.64
구활주로 주	19	4	정상	0.624
구활주로 주	19	5	정상	0.78
구활주로 주	19	6	정상	0.764
구활주로 주	19	7	정상	0.749
구활주로 주	19	8	정상	0.765
구활주로 주	19	9	정상	0.437
구활주로 주	19	10	정상	0.483
구활주로 주	19	11	정상	0.53
구활주로 주	19	12	정상	0.515
구활주로 주	19	13	정상	0.515
구활주로 주	19	14	정상	0.608
구활주로 주	19	15	정상	0.811
구활주로 주	19	16	정상	0.873
구활주로 주	19	17	정상	0.827
구활주로 주	19	18	정상	0.687
구활주로 주	19	19	정상	1.201
구활주로 주	19	20	정상	0.811
14R TDZ-A	4	1	정상	0.484

〈부록 2〉 등화ON시험결과

회로명	CCR번호	IRU번호	제어결과	제어시간(초)
구활주로 주	19	1	정상	0.437
구활주로 주	19	2	정상	0.452
구활주로 주	19	3	정상	0.608
구활주로 주	19	4	정상	0.765
구활주로 주	19	5	정상	0.765
구활주로 주	19	6	정상	0.764
구활주로 주	19	7	정상	1.092
구활주로 주	19	8	정상	0.748
구활주로 주	19	9	정상	0.453
구활주로 주	19	10	정상	0.453
구활주로 주	19	11	정상	0.468
구활주로 주	19	12	정상	0.499
구활주로 주	19	13	정상	0.686
구활주로 주	19	14	정상	0.749
구활주로 주	19	15	정상	0.858
구활주로 주	19	16	정상	0.842
구활주로 주	19	17	정상	0.811
구활주로 주	19	18	정상	0.686
구활주로 주	19	19	정상	0.562
구활주로 주	19	20	정상	0.531
14R TDZ-A	4	1	정상	0.453
14R TDZ-A	4	2	정상	0.437
14R TDZ-A	4	3	정상	0.468
14R TDZ-A	4	4	정상	0.452
14R TDZ-A	4	5	정상	0.484
14R TDZ-A	4	6	정상	0.437
14R TDZ-A	4	7	정상	0.437

〈부록 3〉 등화OFF제어시험결과(필드기준)

회로명	CCR번호	IRU번호	OFF 제어결과	동작시간(초)
구활주로 주	19	1	정상	2초 이내
구활주로 주	19	2	정상	2초 이내
구활주로 주	19	3	정상	2초 이내
구활주로 주	19	4	정상	2초 이내
구활주로 주	19	5	정상	2초 이내
구활주로 주	19	6	정상	2초 이내
구활주로 주	19	7	정상	2초 이내
구활주로 주	19	8	정상	2초 이내
구활주로 주	19	9	정상	2초 이내
구활주로 주	19	10	정상	2초 이내
구활주로 주	19	11	정상	2초 이내
구활주로 주	19	12	정상	2초 이내
구활주로 주	19	13	정상	2초 이내
구활주로 주	19	14	정상	2초 이내
구활주로 주	19	15	정상	2초 이내
구활주로 주	19	16	정상	2초 이내
구활주로 주	19	17	정상	2초 이내
구활주로 주	19	18	정상	2초 이내
구활주로 주	19	19	정상	2초 이내
구활주로 주	19	20	정상	2초 이내
14R TDZ-A	4	1	정상	2초 이내
14R TDZ-A	4	2	정상	2초 이내

〈부록 4〉 등화ON제어시험결과(필드기준)

회로명	CCR번호	IRU번호	ON 제어결과	동작시간(초)
구활주로 주	19	1	정상	2초 이내
구활주로 주	19	2	정상	2초 이내
구활주로 주	19	3	정상	2초 이내
14R TDZ-A	4	1	정상	2초 이내
14R TDZ-A	4	2	정상	2초 이내
14R TDZ-A	4	3	정상	2초 이내
14R TDZ-A	4	4	정상	2초 이내
14L TDZ-A	11	8	정상	2초 이내
14L TDZ-A	11	9	정상	2초 이내
14L TDZ-A	11	10	정상	2초 이내

〈부록 5〉 IRU응답시험결과

회로명	CCR 번호	IRU 번호	응답 결과	회로명	CCR 번호	IRU 번호	응답 결과
구활주로 주	19	1	정상	14R TDZ-A	4	4	정상
구활주로 주	19	2	정상	14R TDZ-A	4	5	정상
구활주로 주	19	3	정상	14R TDZ-A	4	6	정상
구활주로 주	19	4	정상	14R TDZ-A	4	7	정상
구활주로 주	19	5	정상	14R TDZ-A	4	8	정상
구활주로 주	19	6	정상	14R TDZ-A	4	9	정상
구활주로 주	19	7	정상	14R TDZ-A	4	10	정상
구활주로 주	19	8	정상	14R TDZ-A	4	11	정상
구활주로 주	19	9	정상	14R TDZ-A	4	12	정상
구활주로 주	19	10	정상	14R TDZ-A	4	13	정상
구활주로 주	19	11	정상	14R TDZ-A	4	14	정상
구활주로 주	19	12	정상	14R TDZ-A	4	15	정상
구활주로 주	19	13	정상	14R TDZ-A	4	16	정상
구활주로 주	19	14	정상	14L TDZ-A	11	1	정상
구활주로 주	19	15	정상	14L TDZ-A	11	2	정상
구활주로 주	19	16	정상	14L TDZ-A	11	3	정상
구활주로 주	19	17	정상	14L TDZ-A	11	4	정상
구활주로 주	19	18	정상	14L TDZ-A	11	5	정상
구활주로 주	19	19	정상	14L TDZ-A	11	6	정상
구활주로 주	19	20	정상	14L TDZ-A	11	7	정상
14R TDZ-A	4	1	정상	14L TDZ-A	11	8	정상
14R TDZ-A	4	2	정상	14L TDZ-A	11	9	정상
14R TDZ-A	4	3	정상	14L TDZ-A	11	10	정상

〈부록 6〉 IRU 개별 전류값

회로명	CCR번호	IRU번호	전류값(A)	TR 설치 후 전류값(A)
14L TDZ-A	11	1	6.776	6.778
14L TDZ-A	11	2	6.558	6.565
14L TDZ-A	11	3	6.758	6.765
14L TDZ-A	11	4	6.724	2.789
14L TDZ-A	11	5	6.543	6.565
14L TDZ-A	11	6	6.721	6.739
14L TDZ-A	11	7	6.863	6.908
14L TDZ-A	11	8	6.689	6.684
14L TDZ-A	11	9	6.634	6.637
14L TDZ-A	11	10	6.659	6.664

〈부록 7〉 항공등화 소등 후 잔광확인 결과

회로명	CCR 번호	IRU 번호	잔류광 확인	회로명	CCR 번호	IRU 번호	잔류광 확인
구활주로 주	19	1	정상	14R TDZ-A	4	4	정상
구활주로 주	19	2	정상	14R TDZ-A	4	5	정상
구활주로 주	19	3	정상	14R TDZ-A	4	6	정상
구활주로 주	19	4	정상	14R TDZ-A	4	7	정상
구활주로 주	19	5	정상	14R TDZ-A	4	8	정상
구활주로 주	19	6	정상	14R TDZ-A	4	9	정상
구활주로 주	19	7	불량	14R TDZ-A	4	10	정상
구활주로 주	19	8	정상	14R TDZ-A	4	11	정상
구활주로 주	19	9	정상	14R TDZ-A	4	12	정상
구활주로 주	19	10	정상	14R TDZ-A	4	13	정상
구활주로 주	19	11	정상	14R TDZ-A	4	14	정상
구활주로 주	19	12	정상	14R TDZ-A	4	15	정상
구활주로 주	19	13	정상	14R TDZ-A	4	16	정상
구활주로 주	19	14	정상	14L TDZ-A	11	1	정상
구활주로 주	19	15	정상	14L TDZ-A	11	2	정상
구활주로 주	19	16	정상	14L TDZ-A	11	3	정상
구활주로 주	19	17	정상	14L TDZ-A	11	4	정상
구활주로 주	19	18	정상	14L TDZ-A	11	5	정상
구활주로 주	19	19	정상	14L TDZ-A	11	6	정상
구활주로 주	19	20	정상	14L TDZ-A	11	7	정상
14R TDZ-A	4	1	정상	14L TDZ-A	11	8	정상
14R TDZ-A	4	2	정상	14L TDZ-A	11	9	정상
14R TDZ-A	4	3	정상	14L TDZ-A	11	10	정상

〈부 록8〉 CCR ALARM 상태 요청 및 응답 확인결과

시험항목	CCR 알람상태	LCU 응답	응답시간 기록	Check (O,X)
CCR 알람 이벤트 확인	POWER 에러 발생	정상	1초 이내	O
	과전류 발생	정상	1초 이내	O
	Lamp Fault	정상	1초 이내	O
	접지불량 발생	정상	1초 이내	O
	회로개방 발생	정상	1초 이내	O
	Regulation Error	정상	1초 이내	O

Abstract

A Study on A-SMGCS for successful domestic development

KWON DALWON

Department of Public Enterprise Policy
The Graduate School
of Public Administration
Seoul National University

Currently, A-SMGCS (Advance Surface Movement Ground Control Systems) level IV system is implementing development projects in progress aiming to complete by 2018 In Korea.

In this study, we investigated in some perspective about the

necessary points for the research and development of Advancement-Movement Guidance Control System(A-SMGCS). First, for the development and commercialization of A-SMGCS from the past it was described for the projects that have been performed up to now. Second, we analyzed and summarized for the field operational test and field test results conducted at Gimpo International Airport for domestic development. Third, to be a reference to the domestic development of the A-SMGCS through the analysis of trends and technology in the operating practices of the international airport of overseas manufacturers. Finally, the study was primarily about the things you can review and consider for successful domestic development through a diagnosis of the domestic development so far.

< 약 어 >

약 어	영 문	국 문
AFL	Airfield lighting	항공등화
ABN	Aerodrome Beacon	비행장등대
ALS	Approach Lighting System	진입등시스템
APR	Approach	접근
ASDE	Airport Surface Detection Device	공항지상감시레이더
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance and Control System	진보된 지상이동안내관제시스템
ATC	Air Traffic Control	항공교통관제
ATCT	Air Traffic Control Tower	관제탑
CAT	Category	카테고리(활주로운용 등급)
CAT I	Category I	카테고리 I (활주로운용 등급)
CAT II	Category II	카테고리 II (활주로운용 등급)
CAT III	Category III	카테고리 III (활주로운용 등급)
CGL	Circling Guidance Lights	선회등
ICAO	International Civil Aviation Organization	국제민간항공기구
ILCMS	Individual Lighting Control & Monitoring System	개별점소등제어시스템
ILS	Instrument Landing System	계기착륙장치
IWDI	Illuminated Wind Direction Indicator	풍향등
OBS	Obstruction Lights	항공장애등
PAPI	Precision Approach Path Indicator	정밀진입각지시등
RCLL	Runway Center Line Lights	활주로중심선등
REDL	Runway Edge Lights	활주로등
RGL	Runway Guard Lights	활주로경계등
SMGL	Manoeuvring Guidance Lights	주기장주행안내등
SMGCS	Surface Management Guidance & Control System	지상이동안내통제시스템
STWL	Stop Way Lights	정지로등
TCLL	Taxiway Center Line Lights	유도로중심선등
TEDL	Taxiway Edge Lights	유도로등
TEM	Taxiway Edge Markers	유도로가장자리표시기
TGS	Taxiway Guidances Sign	유도로 안내표지판
TIL	Taxiway Intersection Lights	유도로교차등
TWY	Taxiway	유도로
UPS	Un-interruptible Power Supply	무정전 전원공급장치
VDGS	Visual Docking Guidance System	탑승교유도접현시스템