

# 항공 및 해상 관제기술 사례연구를 통한 건설장비 관제 시스템 활용 방안에 관한 연구

박지수\* · 서종원\*\*

Park, Ji Soo\*, Seo, Jong Won\*\*

## Application of Construction Equipment Fleet Management System through the Case Study of Air and Vessel Traffic Control Technology

### ABSTRACT

The importance of the air and vessel traffic control center is increasing rapidly after the recent accident of 'Sewol ferry'. Aviation, marine, and the logistics sectors are already using monitoring and control technology widely. However, the monitoring and control system for complex and dangerous construction sites operation has yet to be employed. A monitoring/control system is required for effective communication between the control center and the construction equipment fleet at a construction site, and also the exact role that notifies accurate process and identification of hazards on construction sites as needed. Therefore, this paper presents the study about communication between the construction equipment fleet and the control center through the comparison of air traffic, marine, and logistics control systems for the development of construction equipment fleet management system.

**Key words :** Vessel traffic service, Air traffic center, Construction control system

### 초 록

최근 세월호사고와 관련하여 항공과 해상교통 관제센터의 중요성이 급격히 증가하고 있다. 항공, 해양 분야에서는 이미 모니터링과 관제 기술을 사용하고 있다, 하지만 복잡하고 위험한 건설현장 운영을 위한 모니터링과 관제 시스템은 아직 쓰이지 않고 있다. 모니터링/관제시스템의 역할은 건설현장에서 건설장비와 관제센터 간의 효율적인 의사소통을 요구하며, 정확한 시공과 건설현장에서의 위험요소 파악을 위한 방안을 제시해주는 역할을 필요로 한다. 따라서 본 연구는 건설장비 관제시스템의 개발을 위해 관제 시스템을 활용하고 있는 항공, 해양관제센터와의 비교를 통해 조종자와 관제센터간의 의사소통에 관하여 연구하고자 한다.

**검색어 :** 해상교통관제센터, 항공교통관제센터, 건설장비 관제 시스템

\* 정회원 · 한양대학교 건설환경공학과 석사과정 (Hanyang University · jisoo8594@gmail.com)

\*\* 정회원 · 교신저자 · 한양대학교 건설환경공학과 정교수, 공학박사 (Corresponding Author · Hanyang University · jseo@hanyang.ac.kr)

Received February 13, 2015/ revised February 24, 2015/ accepted February 26, 2015

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경

과학기술의 발달로 인해 항공, 항만분야에서는 대부분의 작업이 자동화로 진행 되고 있으며, 지속적인 연구가 이루어지고 있다. 관제 분야에서는 장비의 많은 부분이 자동화되어 관제사의 수고를 일부 감소 시켜주고 있지만 가장 중요한 관제 역할인 안전성을 확보하면서 가장 최적의 상태로 운행할 수 있도록 필요한 정보를 수시로 제공 하는 것은 아직도 관제사의 판단에 의존하고 있는 실정이다.

관제업무의 최종 목표는 안전운항 확보와 교통소통을 원활히 하여 경제성을 제고할 수 있도록 도와주는 일이며, 이것이 관제업무의 존재가치라 할 수 있다.

현재 급격히 변화하는 건설시장에서 건설장비는 건설시공 프로세스에서 작업 생산성을 높이기 위한 방법으로 큰 비중을 차지하고 있지만, 다양한 건설장비가 일정 건설현장 내외에 투입되어 작업을 진행하는 과정에서 건설장비 간 커뮤니케이션 및 작업 정보 제공의 부족, 비숙련공의 시공 오류, 측량의 오차 누적 등 문제점은 건설시공 생산성을 저하시키며, 작업 중 안전사고의 위험을 노출시킨다는 단점이 있다.

건설현장의 건설장비 조종하는 근로자는 대표적인 3D (Dirty, Dangerous, Difficult)업종으로 분류되고 있으며, 낮은 임금수준, 열악한 근로환경은 신규면허 취득자가 건설기계 조종분야의 취업 기피 현상으로 건설 분야의 인력부족이 심화되고 있다(Lee et al., 2009). 이와 같은 취업 기피 현상 때문에 건설현장에는 숙련된 건설 장비 조종자의 수가 매우 부족한 실정이며, 이에 따라 건설장비 운용 효율이 저하되고, 나아가 종합적인 건설장비의 작업 생산성이 현저하게 저하되고 있다.

대부분의 건설공사에 요구되는 토공사의 경우를 살펴보면 시공 중 장비-관리자간, 장비-장비간 커뮤니케이션의 미흡으로 인하여 건설현장 내의 생산성이 매우 낮으며 잘못된 시공이 빈번하게 발생하고 있다. 토공사에 많은 수의 건설장비가 투입되는 경우에는 건설현장 내에서의 혼잡도가 가중되기 때문에 건설 공정의 생산성을 저하시키는 결과를 초래한다(Kim et al., 2009).

### 1.2 연구의 목적 및 필요성

항공, 해상분야에서 사용되고 있는 관제기술은 위치정보를 기반으로 실시간 위치, 거리정보를 산정하여 장비 운행의 안전과 효율성을 제고하는 효과가 있으므로 이러한 기술을 건설 분야에 적용하여 토공분야 및 유류비 절감 등의 경제적 효과를 이룰 수 있다.

항공 교통 관제시스템은 공중과 지상에서 항공기의 안전운항을 보장하고 원활한 항공교통흐름을 유지하는 업무로서, 비행단계별

로 업무범위 및 특성을 달리하여 비행장 관제업무, 접근관제업무, 항로관제업무로 구분되며 이 시스템으로 인해 항공기가 공중에 머무는 시간이 줄어 에너지 및 유류비를 감축하는 효과를 내는 반면 건설현장에는 이러한 관제업무가 존재하지 않는다.

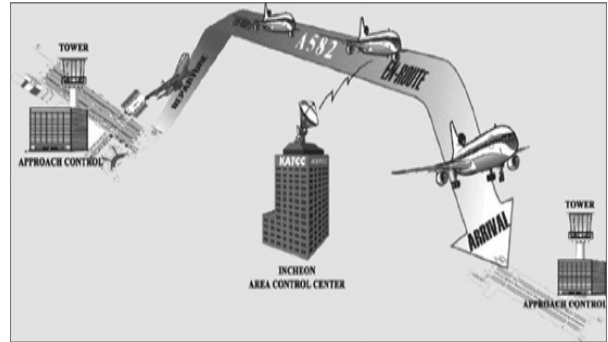


Fig. 1. ATC (Air Traffic Control)

해상 교통 관제센터는 해상교통량의 폭주, 위험화물의 증가와 잠재적인 환경오염의 위험, 항만의 안전 또는 항만운영 효율성 제고 측면에서 통항서비스 실시하며 관제구역내에서 주변상황 및 해상교통상황 정보를 제공하여 선박에서 항해 의사 결정과정에 도움이 될 수 있도록 정보서비스 등을 제공한다. 또한 항행선박의 동정을 잘 관찰하여 통항질서 확립은 물론 양질의 정보를 신속하게 제공함으로써 이용자에 대한 편의증진 및 항만운영 효율성 제공하고 있다.

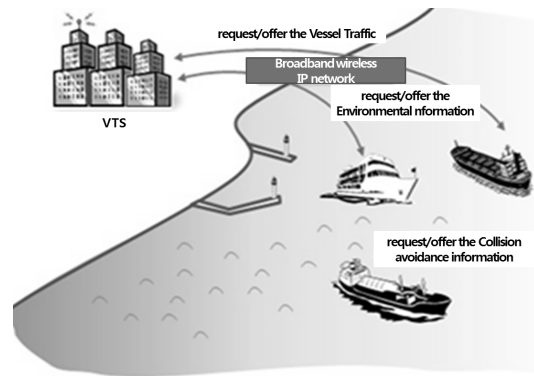


Fig. 2. VTS (Vessel Traffic Services)

이러한 항공, 항만분야에서 지속적으로 사용되고 있는 관제시스템을 바탕으로 건설 현장 내외를 이동하는 굴삭기, 그레이더, 덤프트럭 등 다수의 건설장비의 움직임과 토공 현장의 지형 변화를 관제센터 내에서 모니터링하고, 토공 작업에 대한 전반적/총괄적인 의사결정을 내리며, 이에 따른 작업 변경 사항을 개별 장비에게

지시하기 위해 건설장비 가이드 시스템과 연계하여 장비 조종자와 설계/시공 정보를 자유롭게 교류가 가능한 건설장비 관제 시스템 개발이 시급하며, 이러한 관제 시스템을 통해 건설장비의 효율적 운영이 가능하도록 연구가 진행 되어야 한다.

## 2. 관제기술의 연구동향 및 사례분석

### 2.1 타 분야의 관제기술 연구동향 및 사례분석

#### 2.1.1 항공분야의 관제기술

항공관제시스템은 비행정보구역 내에서 운항하는 모든 항공기의 항행 안전을 위해 지역관제업무, 비행정보 업무, 조난 항공기에 대한 경보업무를 제공하고 있다. 이를 위해 관제기관과 협조체제를 통해 운영하고 있으며, 공항 내 이·착륙 항공기 관제, 공항이동지역 내의 항공기 및 차량 이동을 통제하는 비행장 관제업무와, 접근관제 구역 내 출발 및 도착 항공기 관제, 지역 관제소 및 관제탑에 항공기 관제권을 인수인계하는 접근 관제 업무, 항공교통관제 허가 발부, 항로관제업무 제공 및 각 접근관제소와 인접국 ACC (areal control center)에 항공기 관제권을 이양하는 지역관제 업무를 담당하고 있다.

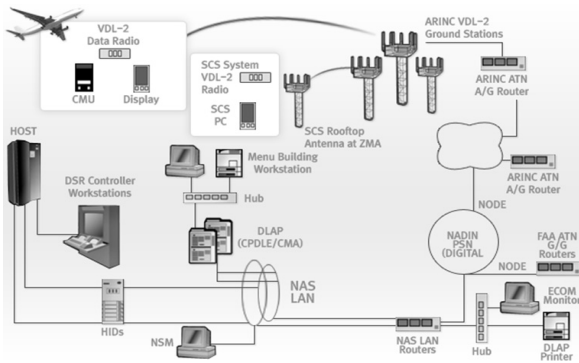


Fig. 3. ATC (Air Traffic Control)

항공 관제시스템의 전체적인 구성은 레이더, ADS (Automatic Dependent Surveillance) 등 항공기 위치정보를 제공하는 각종 센서와 외부인터페이스로 부터 얻은 정보를 처리하는 SDP (Surveillance Data Processo), 날씨, 기상 상황 등의 비행정보를 받아 처리하는 FDP (Flight Data Processing), 항공기의 항적정보와 관제에 필요한 경고정보를 관제사에게 보여주는 CWP (Controller Working Position), 관제내용을 저장하고 재생하는 DRS (Data Recording & playback System), 24시간 소프트웨어의 관리를 담당하는 SMS (Software Maintenance System), 관제구성의 동일한 시각정보를 제공하는 TRS (Time Reference System), 전체적인 관제 시스템을 체크하는 SMC (Software Maintenance System) 등 총 10개의 하부 시스템으로 구성되어 있다 (Ha, 2013).

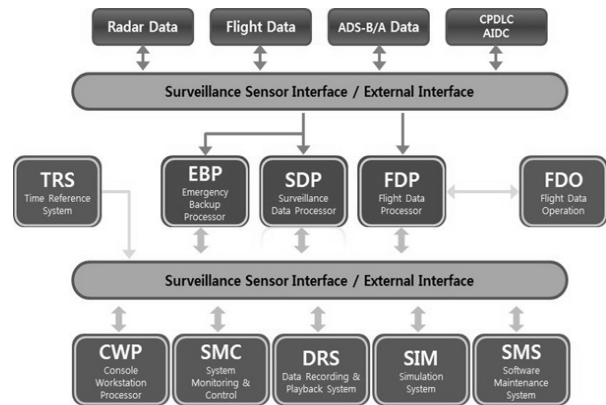


Fig. 4. Composition of ATC

항공기가 이륙에서부터 착륙까지 관제시스템과의 의사소통을 통해 원활한 운항을 하는데, 이때의 의사소통은 비행준비에서 착륙까지 총 7개의 단계를 통해 통신이 이루어진다. 또한 이륙하고 해당 관제탑의 관제범위를 지나게 되면 다른 관제소와 의사소통이 이루어지게 되는데 이때의 항로, 방향, 고도 등은 해당 관제수의

Table 1. Control Services from Take-Off to Landing

State	Control services
Pre-flight	The pilot moves flight to the airway designated by the controller after permission of flight plan.
Take-off	Take off the runway after receiving permission from the local controller of the control
Departure	Change the frequency immediately after take-off, Stray from control zone and fly access to controlled area, Communication with approach control. Enter the assigned air route after permission about altitude and airway from departure controller. The controller monitors aircraft target and path.
Airway	Change the radio frequency when the plane approaches the destination. Control Center orders heading and altitude change instructions for the falling
Falling	Start falling after heading and altitude change instructions
Approach	Receive airport access permission from approach control and adjust the order with other planes.
Landing	Landing on designated airway after landing permission. Go to the assigned gate through taxiway.

지시를 따른다 (Oh et al., 2013).

항공기 관제센터는 레이더의 성능, 항공기와 레이더간 거리 등에 따라 항적의 중요도를 달리 적용하여 항공기 위치를 정확하게 표시하여 항공기 위치, 속도, 비행방향 등을 파악 가능하며, 항공기 감시기능을 통해 운영자들이 관제업무를 수행하고 있다. 또한 항공기의 경우 조종석의 PFD (Primary Flight Display), ND (Navigator Display), EICAS (Engine Instrument and Crew Alret System)등을 이용하여 비행 중 세부적인 운행정보를 항공관제시스템과 연계하여 효율적이고 안전한 비행이 가능한 반면, 건설장비의 경우 속도계, RPM, 유류정보 등 기본적인 부분만 확인가능하고 설계(항로)정보와 교신 체계가 미비하기 때문에 효율적인 건설현장 작업을 위해서는 건설장비와 관제시스템 간의 연계를 통해 보다 나은 관제기술이 요구된다.



Fig. 5. Control Service with Aircraft Monitoring

### 2.1.2 항만분야의 관제기술

해상교통관제센터(VTS)는 전국망 및 권역별 항로표지 시설의 작동 상태감기와 제어를 종합적으로 원격으로 모니터링 하며 해상 의 실시간 기상/조류/조석/연안교통정보 등 항해 안전 정보를 제공 한다.

VTS의 구성을 보면 RADER-station과 AIS (Auto Identification System)-station을 통해 통신이 이루어진다. RADER-station의 통신장비로는 마이크로파로 전자기파를 물체에 발사시켜 그 물체 에서 반사되는 전자기파를 수신하여 선박과의 거리, 방향 등을 탐지하는 Rader가 있으며 Rader에 반사된 신호를 이용하여 Video 영상을 추출하고 추출된 영상을 바탕으로 선박을 추적하는 장치, 항만 및 항로를 운항하는 통항 선박 관제, 선명 식별 및 레이더 사이트 시설이나 장비 등을 외부 침입 또는 파괴 행위로부터 안전하게 보호하기 위한 설비인 CCTV로 구성된다(Oh et al., 2013).

선박과 주로 통신을 담당하는 AIS기지국은 선박의 선명, 위치, 침로, 속력 등 항해 정보를 실시간으로 제공하는 무선 장치로 선박 충돌 방지, 광역 관제, 조난 선박의 수색 및 구조 활동 등 안전 관리를 할 수 있는 AIS장치, 선박과 음성 교신하기 위한 무선장치로

가시거리 통화하는 VHF (Very High Frequency)통신기, 기상자료 (풍향, 풍속, 온도, 습도, 기압, 시정)를 수집하여 VTS 운용 콘솔에 전시한다. 또한 관제 및 선박에 기상정보를 제공하는 기상장비, 선박과 교신시 선박의 위치를 탐지하기 위한 장비로서 방향표시선이 운영콘솔 모니터 화면에 표시하는 방향탐지기로 구성되어 있어 선박과의 음성통신, 기상, 선박의 위치탐색도 가능하다 (Kim et al., 2008).

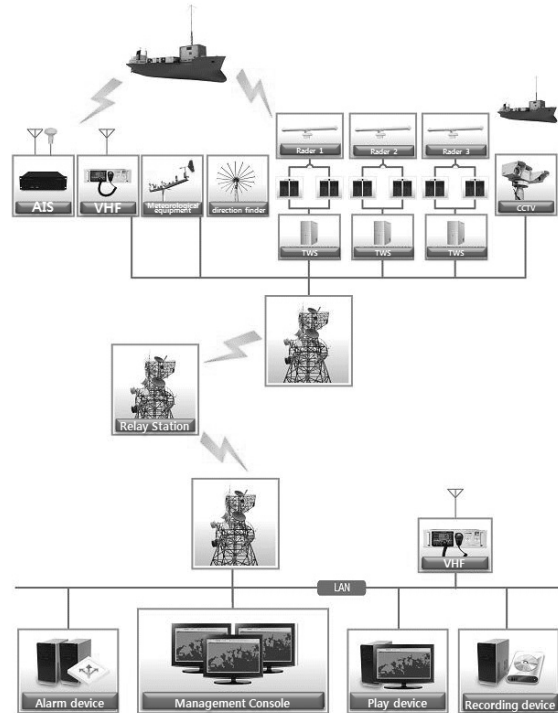


Fig. 6. Composition of VTS

레이더기지국과, AIS기지국을 통해 수집된 정보는 LAN을 통해 관제센터의 정보통합 처리장치에 수집되며, 관제사들은 운영콘솔 을 통해 관제사들이 영상을 확인하게 되며, 저장된 데이터를 통해 재생, 및 분석을 재생장치에서 수행. 기록 장치는 수신된 모든 정보를 실시간으로 저장된다.

선박이 출항~입항까지 관제센터와 통신을 하게 되는데, 출항 시에는 출항예정보고, 출항보고, 관제구역 통과 보고를 하게 되며 이때에 선박명, 출항예정시간, 목적지 등을 보고한다.

입항 시에는 입항예정보고, 관제구역 진입보고, 도착보고하며, 이때에는 선박의 이름, 전 출항지, 입항장소 등을 보고한다. 이러한 선박의 입·출항 시에 VTS는 선박을 실시간으로 감시하고, 정보를 제공하게 되는데 타선박의 위치, 기상, 항행 정보 등을 제공하며, 안전 관련하여 조원을 하고, 긴급 상황을 제공한다.

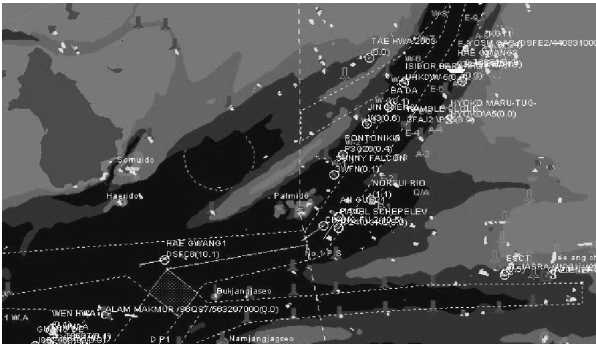


Fig. 7. Management State of VTS

## 2.2 건설분야의 관제기술 연구동향 및 사례분석

최근 20년간 건설장비 관제 시스템 및 건설장비 가이드 기술 개발과 관련된 국외 연구논문의 동향을 살펴보면 미국과 유럽의 관련 기술 개발연구가 가장 활발함을 볼 수 있으며, 건설장비 관제 시스템의 경우 미국과 유럽의 논문의 수가 지속적으로 증가하는 추세이다. 전체적으로 미국과 유럽 중심으로 연구가 이루어지고 있는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다.

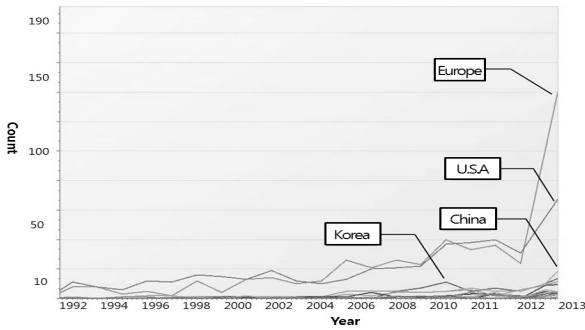


Fig. 8. Paper Trends of Construction Equipment Control System

반면, 건설장비 가이드 기술의 경우, 2007년까지 미국과 유럽의 논문이 지배적이었으나 이후 중국의 논문이 가파르게 증가함을 볼 수 있다. 이는 급속도로 발전하고 있는 중국의 경제현황과 더불어 대규모 토목공사의 수가 증가하고 있으며, 이에 따라 토목공사에 투입되는 건설장비들의 효율적인 사용을 위해 건설장비 네비게이터 연구가 많이 진행되고 있기 때문이다(Fig. 9).

국외의 경우 Site Prep Magazine의 2013년 11월호에 조사된 미국의 건설기계 가이드 시장은 전체 토목공사의 10~20% 사이에 육박하고 있으며, 건설기계 가이드 기술이 처음 태동한 미국 캘리포니아의 경우 가이드 기술 없이는 업계에서 살아남을 수 없다(cant survive without it)고 평하고 있으며, 건설기계 가이드 기술 적용 시, 6개월 이내에 초기 투자금액을 회수 하는 것으로 관련 업계에서

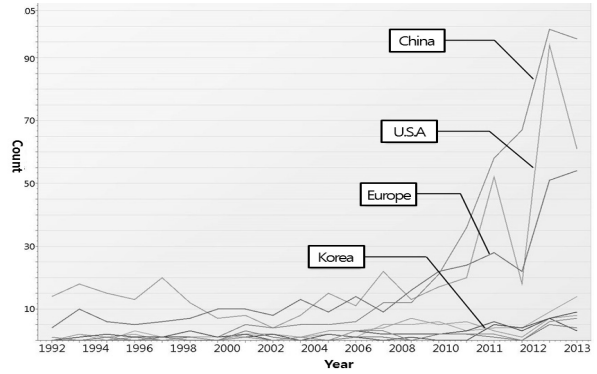


Fig. 9. Paper Trends of Construction Equipment Navigator

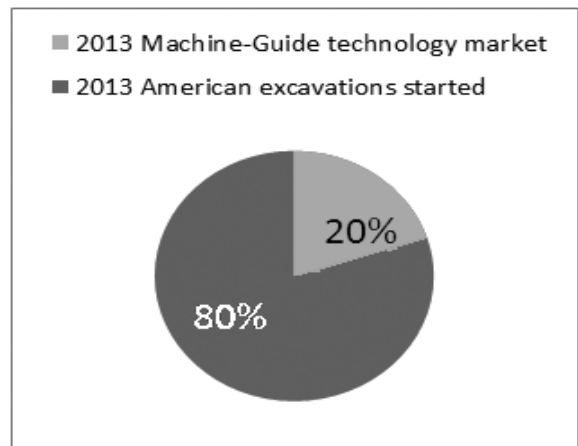


Fig. 10. US Machine-Guidance Systems Market

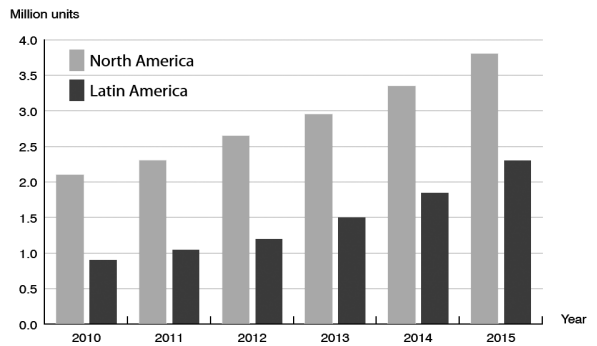


Fig. 11. Installed Base of Fleet Management Units (Americas 2010-2015)

는 보고하고 있다(Fig. 10).

북아메리카의 Fleet Management 시장은 연간 12.6%로 확대되어 2010년에 210만대에서 2015년 약 380만대에 달하는 차량들이 Fleet Management system을 활용할 것으로 예상하고 있으며, 이와 마찬가지로, 라틴아메리카의 Fleet Management 이용도 점점

증가할 것으로 추정되어 2010년 90만대의 Fleet Management 이용 차량 수는 2015년 230만대로 연간 20.6%씩 성장 할 것으로 예측하고 있다(Fig. 11).

현재 Fleet Management 시장은 아메리카, 유럽 대륙 등 전 세계에서 가파르게 성장해 가고 있으며, 따라서 본 과제에서 적용하고자하는 스마트 시공 시스템의 한 분야인 Fleet Management의 기술을 원천기술로 개발한다면 향후 점점 확대 되어가는 차량용 Fleet Management 시장과 같이 건설장비용 Fleet Management도 높은 활용 효과를 얻을 것이다.

해외의 건설관제시스템은 주로 Trimble社, TopCon社, Volvo社에서 연구개발되고 있다.

Trimble社는 GPS시스템을 이용하여 위치정보를 실시간으로 업데이트하고 장비 내에 설치된 Man-Machine-Interface를 통해 모니터 상에 CAD 설계정보와 오버랩하여 보여 주며 GeoManager, VisionLink를 제공하고 있다.

Fleet solution인 GeoManager는 실시간 위치정보 및 운송을 관리하여 차량 운전자와 관제센터와의 직접적인 통신이 가능한 시스템으로서 차량의 지나친 과속 및 공회전, 차량 유지보수 스케줄을 관리할 수 있다. 또한 구글 맵을 통하여 차량의 실시간 위치정보를 파악하여 차량과속을 최소화 하고 위험지역의 궤도차량 관리, 긴급 상황을 알려준다.

이러한 시스템을 통해 장비 고장의 위험을 낮춰 차량 부품의 마모를 감소시키고, 자산 사용 보고를 자동화함으로써 운전자와 관제사의 의사소통 개선의 효과가 있다.



Fig. 12. Trimble-GeoManager

Trimble社의 건설장비 관제 솔루션인 VisionLink는 장비운전자와 관제사 간의 적절한 시기에 적절한 결정을 할 수 있도록 도와주는 시스템으로서 구글맵을 기반으로 전체적인 장비의 위치, 상태, 이동 경로를 파악하여 장비의 유희시간과 이동경로를 최소화 하고, 재료의 수량과약을 통해 건설현장의 생산성 증가 및 탄소배출량 감소의 효과가 있다.

또한 건설 현장 내의 건설장비의 위치를 구글 맵과 연동하여 실시간으로 파악 할 수 있으며, 이때 장비의 ID, Model, Hour

Meter, Location등을 한눈에 파악하여 관제가 가능하게 하며, 각 장비의 자세한 상태를 파악 할 수 있다.

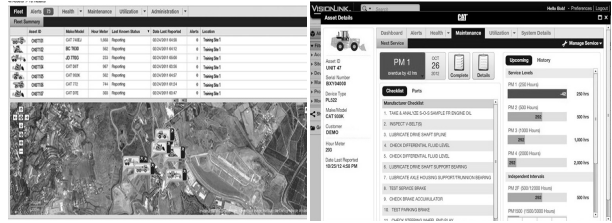


Fig. 13. Trimble - VisionLink

Volvo社의 Caretrack은 GPS를 통하여 24시간 장비를 관리 감독 할 수 있으므로 현장간의 거리가 광범위한 미국의 경우 타 현장의 장비를 보다 효과적으로 관리하기 위한 방안으로 사용되고 있다.

또한, 건설장비 전문회사의 특징을 살려 맞춤형 건설장비 관리가 가능하도록 장비의 운영시간 파악과 위치 파악을 통해 유류장비가 없도록 하는 기술과 장비의 실시간 위치정보 뿐만 아니라 건설장비의 연료 상황까지 파악을 통해 오랜 기간 장비를 이용할 수 있도록 수명을 예측하는 서비스를 제공하고 있다.



Fig. 14. Volvo-Caretracker

### 3. 건설장비 관제 시스템의 활용 방안

#### 3.1 건설장비 관제 시스템의 활용 방안

건설장비 관제시스템은 건설 기계 산업으로의 기술 시장 이전 및 확보와 더불어 기술이 적용되는 건설 산업에서 직접적으로는 에너지 효율화, 공사비용 절감 및 생산성 증가와 같은 효과가 발생하며 간접적으로는 재해 및 재난에 대응할 수 있는 기술력과 안전사고 발생 저감으로 인한 효과를 거둘 수 있을 것이다.

건설장비 관제 시스템의 가장 큰 강점은 신도시건설, 도로·철도 등의 교통 시스템 건설, 플랜트 건설 등의 모든 인프라산업을 포괄할 수 있는 폭 넓은 적용 분야이며, 최근 급증하고 있는 해외건설

수주를 위한 시공 기술력 향상과 본 기술의 추진 목표는 상호 부합하여 더 나은 건설현장의 발전이 이루어 질 것이다. 또한 관제 시스템을 통해 건설현장의 장비, 운전자, 자재 등을 관제함으로써 관리 비용을 절감하고, 운용자가 여러 대의 장비를 동시에 관제하도록 함으로써 인원절감 효과를 가져 올 수 있다.

건설현장 내 영상정보를 이용한 안전유지, 유고상황감지 및 치안 유지, 유지보수 시스템과 연계를 통해 사고 예방이 가능하다. 전체 현장 내 영상정보를 통해 장비, 운전자 간의 상황을 공유하여 신속한 안전체계를 마련할 수 있으며, 장비의 상태를 영상으로 관제센터에서 모니터링 할 수 있으며, 관제센터에서 장비운행 모니터링이 가능하다.

장비의 유지관리 및 유류 측정은 대부분 작업자의 판단으로 진행되어 왔으나, 관제시스템을 통해 장비의 실시간 상태 파악이 가능해 이상시에 바로 조치가 가능하며, 유류측정과 유류장비파악, 최단경로 제공을 통하여 탄소배출량을 줄이고, 생산성을 높일 수 있다. 또한 건설현장 내 무선망에서 활용 가능한 기능은 작업 중인 장비의 실시간 모니터링, 건설작업 현장 실시간 모니터링, 장비/자재의 상태정보를 관제센터를 통해 제어가 가능하다.

### 3.2 건설장비 관제 시스템의 효과

건설장비 관제 시스템을 활용하여 현장 토공작업의 생산성 및 안전성 분석에 필요한 정보를 통합적으로 수집하고 관리하는 기술은 복잡하고, 위험한 건설현장에서 효과적이고 통찰력 있는 의사결정을 내리기 위한 정보를 체계적으로 제공한다. 이러한 데이터 기반 의사결정은 향후 지속가능하고 정확도 높은 건설 IT기술 개발에 원동력이 될 수 있으며, 건설장비 관제 시스템의 효과로는 지반 형상 및 작업 수행 중 변화된 지반을 3차원으로 형상화하여 모델링하고, 그 결과를 계획 설계도면과 비교·검토하여 시공 작업량 및 진척도 등을 추론하는 기술, BIM과 같은 정보화 설계 기반 기술을 이용하여 전체 에너지 사용량을 결정할 수 있는 도구인 스마트

센싱 기반의 실시간 에너지 사용 모니터링 시스템은 에너지 사용의 최적화의 기반을 확립이 가능하다.

건설장비 관제 시스템은 토공작업의 기획, 설계, 시공, 공정관리 등이 포함되는 플릿형 건설장비 가이드 기술은 기계와 정보기술을 기반으로 하는 핵심모듈의 개발을 필요로 하며, 건설장비 모션인식 등 핵심모듈 개발을 통해서 건설장비의 ICT화를 달성한다.

건설장비 AR-어라운드 뷰 네비게이터 기술은 고도의 트래킹, 칼리브레이션 작업, 영상처리에 대한 알고리즘을 개발함으로써 차량형 건설장비가 아닌 굴삭기와 같은 건설 특수 장비에 대한 시스템 적용이 가능하다. 또한 건설장비의 운전작업에 필요한 정보를 직관적인 증강현실 형태로 제공하고 장비의 주변 현황을 어라운드 뷰로 제공함으로써, 작업에 따른 Mental load를 최소화 하고 운전을 용이하게 하여 작업 효율을 향상시키는 효과가 있다.

공중 이동형 이미지 센싱 플랫폼의 기반의 관제용 글로벌 맵 정보 취득 시스템은 UAV를 이용해 높은 공중에서 토목현장을 전체적으로 촬영한 영상을 활용하여 관제용 맵 정보 취득 분야에 새로운 기술로 부각될 수 있다.

건설장비 가이드 시스템 기반의 블레이드 자동제어 시스템은 센서, 전자유압제어시스템, 통신시스템, 블레이드 제어시스템을 통해 보다 나은 효과가 가능해진다.

IT기술을 융합한 정밀/자동화 기술을 이용하여 절토와 성토작업을 효율적으로 수행 할 수 있는 건설장비 가이드 시스템 기반의 블레이드 자동제어 기술 개발은 국내 선도적인 기술이 될 것이고, 첨단 무인화 건설기술의 기반 확보가 가능하다.

에너지 모니터링 기술은 장비의 공회전 감소, 대기시간 최소화, 작업동선의 최적화 등 장비의 생산성을 직접적으로 향상시킬 수 있으며, 궁극적으로 에너지 소비 감소는 공사원가 절감이 가능하다.

원격 건설장비 운전 행태 분석 기술 기반 안전 가이드 시스템은 장비별 가동 정보를 활용한 건설장비 운전자의 작업행태 분석, 위험 운전 방지를 위한 운전자 안전 교육을 가능하게 함으로써

Table 2. Effects of Construction Equipment Fleet Management System

Effects of Construction Equipment Fleet Management System
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reduce energy consumption and construction costs</li> <li>■ Improve the operation efficiency of construction equipment</li> <li>■ Shorten survey process and increase accuracy</li> <li>■ Quantitative measurement of energy consumption and multiple/ various equipment work in combination/ complex</li> <li>■ Accomplished management in automation and progress through accurate computing an excavated soil volume</li> <li>■ Reduce cost of disaster and calamity and handle the crisis fast by real-time monitoring</li> <li>■ Provide environment for overseas survey companies' solution to localize and customize</li> <li>■ Expand the base on domestic constructive information market</li> <li>■ Source technology secure in earth work of civil engineering and architecture</li> <li>■ Secure incentives by short-term construction and cost savings</li> <li>■ Improvement of safety and quality through monitoring based control technology and situational technology</li> <li>■ Construction technology advancement by ensuring competitive overseas orders</li> </ul>

안전사고 발생 문제를 체계적으로 관리할 수 있다.

블레이드 자동제어 기술은 기존 작업자 경험을 통해 반복적으로 수행되었던 절토와 성토작업을 가이던스 기반의 자동제어 기술로 작업의 횟수를 감소시켜 효율적인 토공 작업을 수행할 수 있기 때문에 다른 건설 장비에 적용할 경우 에너지 효율화 및 공사비 절감, 생산성 증가 효과가 있다.

또한 안전사고의 위험이 항상 내재되어 있는 사회기반시설 건설 작업에 있어 건설장비 관제 시스템을 도입함으로써 안전사고의 위험성을 감소시키고 안전사고를 예방함으로써 작업 흐름 유지, 품질확보, 작업자 생산성 향상 등을 통해 건설 프로젝트 전체의 생산성 증가와 건설 산업의 재해율을 감소시켜 사회 전반에 안전의식을 고착시키는 효과가 있다. 이는 사고수습에 필요한 직접/간접비용을 줄이는 한편 나아가 근로자의 복지를 증진하고, 시공 중 발생 가능한 사고를 사전에 예방하여 공기 지연, 추가예산투입, 품질저하 등으로 인한 경제적 손실 최소화에 이바지 할 수 있다.

이래 표와 같이 건설관제 시스템을 통해 건설관리 업무의 핵심인 공정 및 물량관리업무에 투입되는 시간, 자원, 에너지 절약 및 건설현장관리자들의 과중한 업무를 경감하여 인력운용 측면에서도 긍정적인 효과를 기대할 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 기존의 관제시스템을 활용하여 건설장비 관제 시스템에 적용하는 방안과 효과에 대해 논의하였으며, 적용방안과 효과를 뒷받침하기 위해 타 분야의 관제시스템의 운영방안과 효과에 대해 설명하였다. 타 분야의 관제시스템을 건설장비 관제 시스템에 적용하여 건축·토목·플랜트 등 토공사가 요구되는 모든 공종에 건설장비 관제 시스템을 적용하여 국내 건설 관리, 건설 시공기술 분야의 발전이 가능하며, 토공사뿐만 아니라 차세대 건설분야 전 과정에 걸쳐 관제, 자동화 기술을 통합하는 새로운 기반을 조성할 수 있음을 설명하였다.

세계 각국에서 많이 활용되고 있는 항공, 항만분야의 관제시스템을 건설 장비 관제 시스템에 도입하여 공사 수행 중 발생 가능한 시공/자원적 리스크 저감 및 경제적 손실 최소화를 도모할 수 있으며, 기존 장비의 구성 및 이동에 대한 파악이 결여된 채 구성된 공정관리 시스템보다 효율성이 높은 건설 장비 관제 시스템을 구축함으로써 장비 및 자원의 이동, 위치정보를 파악하는 ICT 기반 요소 기술들을 건설관제 시스템에 접목하여 다른 관리 부문과

의 동반성장이 가능하며, 위치추적정보는 안전관리를 비롯한 다른 관리부문에 활용될 수 있으며, 연계되는 정보를 공유하여 정보의 사용성과 신뢰성을 향상시킨다.

또한 건설장비 관제시스템의 도입으로 인해 다수의 건설장비가 투입되는 대규모 토공사 프로젝트에서 건설장비의 정보화 및 운영 효율화를 통하여 시공 품질, 생산성, 경제성을 향상하며 건설장비의 유휴 사용, 불필요한 작업의 억제 및 다중 장비 토공 계획 수립을 통한 작업 효율화 증대 등을 통한 에너지 사용량 절감과 건설장비의 Fleet Management 기반 건설장비 관제 시스템 기술을 적용하여 토공원가절감이 가능해 질 것이다. 또한 건설장비 관제 시스템을 활용하여 토공 공사 및 토공 건설장비에 한정하지 않고 건설 현장 내외의 자재 운반 장비, 가설장비, 기타 장비로 발전시켜 건설현장 전반을 컨트롤할 수 있을 것으로 생각되며, 국내뿐만 아니라 해외공사 수주 및 수행 시 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원하며, 향상된 경쟁력을 통해서 해외수주의 확대와 국가경제발전에 기여할 수 있다. 또한 건설장비 관제 시스템을 통한 가이드기술 플릿화 및 시스템 토공기법에서 개발하는 BIM, 네비게이터, 센서 자동화 등 첨단 토공기술은 건설 산업을 미래 기술 산업으로 발전시킬 것으로 생각된다.

#### References

Ha, T. (2013). *A study on the plan to build next-generation surveillance systems in Korea*, M.S. Dissertation, University of Korea Aerospace, Korea.

Kim, C., Jung, J. and Kim, C. (2008). "A Study on the development of the marine traffic analysis system based on automatic identification system." *Proc. of Korean Society of Marine Environment & safety*, pp. 173-176.

Kim, K. and Kim, K. (2009). "Evaluation on efficiency of construction equipment using multi-agent based simulation system." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, pp. 61-66.

Lee, K., Choi, Y. and Park, T. (2009). "Studies on the ways to improve usability of construction machinery for production efficiency." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, pp. 112-116.

Oh, H., Cho, S. and Choi, K. (2013). "Development of aircraft and radar simulation for air traffic control training system." *Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol. 41, No. 4, pp. 305-313.

Oh, S. and Lee, B. (2013). "The method for building efficient database for VTS." *Korea Information Science Society*, pp. 987-989.