

“스마트폰” 기반을 활용한 건설장비 안전관리에 관한 연구
(굴삭기, 고소작업대중심으로)

A Study On the Safety Management of construction equipment
Using Smart Phone Technology
(Focused on poclain and mobile elevated work platform)

조 정 호* · 임 재 창* · 고 영 욱* · 강 경 식*

Abstract

As contemporary building construction type is getting higher and deeper, construction equipment usage is getting more, and related fatal accidents are on an increasing trend.

In these days, due to the deteriorating construction business circumstance, job finding problem of equipment operator, and dumping contract, equipment lease suppliers are put in jeopardy.

In high-rise building construction, especially tower crane, mobile elevated work platform and other High place operation cars among construction equipment cause many critical accidents because of drop supply of construction bidding bringing out dumping contract could cause unsafe and poor construction management. Because of this, a method was drawn which could grasp the present state of construction equipment management and manage safety of the equipment more easily for accident prevention by choosing 2 kinds of Construction equipment which cause safety accident frequently among the equipment mainly used in construction site.

This study suggested a method about construction equipment safety management using “smart phone” base which could be used in safety management for construction equipment by whomever in construction site.

After attachment of QR code included safety checklist, It became possible that site managers could check more efficiently by scanning with their smart phone when they inspect equipment.

Moreover, by the construction interested who didn't know what and how they have to inspect could point out unsafe condition in the early stage of equipment entering or take unsafe one out of the site by using new smart phone safety checking system is installed, it became possible that critical accident caused by construction equipment was prevented in advance.

* 명지대학교 산업경영공학과

1. 서 론

안전보건공단의 2010년 산업재해 발생현황에 의하면 건설재해로 인해 22,504명의 근로자가 부상을 당하였고 그 중에서 611명이 사망하였다.

산업별 사망재해 분포는 전체 사망자수 2,200명중 제조업이 28.9%로 가장 많고, 건설업은 27.77%로 나타났다. 또한 건설 사망재해 611명 중 약 13%인 79명이 건설장비 관련 재해로 나타남에 이에 대한 특단의 대책이 요구된다.

특히 현재 건설공사의 형태가 초고층화 및 지하 심도가 깊어짐에 따라 건설장비의 사용성이 가중되고 이로 인해 건설장비의 안전사고도 점점 증가하는 추세이다.

1970년대 후반부터 국내 건설현장에서 활용되기 시작한 건설장비는 1980년대에 들어서면서 건설공사에 본격적으로 투입되었으며, 이로 인해서 국내 건설현장의 인력절감, 작업능률 및 품질향상 등에 지대한 기여를 하였다.

최근 건설장비 중 특히 타워크레인, 고소작업대(스카이 등), 이동식크레인, 굴삭기 등은 건설공사 물량 감소로 인해 저가 덤핑수주에 의한 불안전 시공 및 불량 운영관리 됨에 사망재해 등 중대재해도 많이 발생되고 있다.

이에 건설현장에서 주로 사용되는 건설장비 중 안전사고 많은 건설장비 2종인 고소작업대, 굴삭기의 안전한 장비관리를 위해 현재의 건설장비 관리에 대해 실태를 파악하고 건설장비의 안전관리를 보다 손쉽게 할 수 있는 방안을 도출코자 한다.

건설장비의 구체적 안전관리는 안전시공을 추진하는 관리감독자 등 공사관계자가 해야 하나 건설장비에 대해 지식 부족 및 안전기술 미흡으로 인해 잘 관리되지 않고 있다. 이에 현장에서 공사관계자가 건설장비에 대해 편리하게 안전관리 할 수 있는 “스마트 폰”기반을 활용한 건설장비 안전관리에 관한 연구 방안을 제시하였다.

2. 선행연구 및 건설 양중장비 안전관리 실태

2.1 연구의 범위 및 방법

2.1.1 연구의 범위

본 연구에서는 일반적으로 건설현장에서 전체 사망재해의 약 13%를 차지하는 건설장비에 대해 집중 분석하고 그 중에서 중대재해가 가장 많이 발생하는 굴삭기 및 고소작업대(스카이 등) 건설장비에 대해 중점적으로 조사하였다.

또한 이 두 종류의 건설장비의 재해사례 및 원인 대책을 나열하고 건설장비가 주로 사용되고 있는 대규모 건설현장을 직접 방문하여 공사관계자의 건설장비 안전점검 등 관리현황 실태 등을 조사 후 간단한 설문조사를 통해 건설장비 관리의 문제점을 파악하였다.

이를 토대로 상기 문제점을 해결하기 위해 스마트폰 기반의 안전관리 어플리케이션 개발을 6개월간 완성하여 우선적으로 건설장비 중 중대재해 우려가 가장 높은 굴삭기 및 고소작업대(스카이 등)장비에 대해 적용하였다.

2.1.2 연구의 방법

본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

- (1) 산업재해 및 건설재해를 분석하고 건설재해 중 최근 증가되고 있는 건설장비 관련 재해사례와 중대재해 추이 등을 집계하였다.
- (2) 건설장비가 주로 사용되고 있는 대규모 건설 현장을 방문하여 건설장비 안전관리 실태를 분석하고 공사관계자의 설문조사를 통해 장비관리의 문제점을 파악하였다.
- (3) 현재 국내외에서 사용되어지는 Ubiquitous 기술의 적용 상황을 분석하고 특히 안전 분야에서 쓰이는 유형을 정리 하였다.
- (4) 파악된 건설장비 안전관리 문제점을 바탕으로 이를 해결하기 위해 스마트폰 기반을 활용한 효과적이고 편리한 건설장비 안전관리 Application모형을 제안 개발하였다.
- (5) 개발된 건설장비 안전관리 Application모형을 건설장비가 주로 사용되어지는 대규모 건설현장에 대해 굴삭기 및 고소작업대(스카이 등) 건설장비에 적용하고 그 효과를 제시하였다.

2.2 선행연구

2.2.1 한국의 재난대비를 위한 IT 응용 서비스 기술

2010년 4월 재난 포커스에 발표한 김운호의 “IT기반대비, 대응 기술 동향”에서 재난 대비를 위한 IT응용 서비스 기술들로 현재 운용중이거나 구축중에 있는 분야를 살펴보면 크게 정보통신, 건설, 교통, 행정 및 소방분야로 대별 할 수 있다고 발표하였다. 이중에서도 최근 재해 및 재난분야에 가장 활발하게 적용되고 있는 IT관련 기술로는 현장의 다양한 상황을 실시간으로 모니터링하여 보다 빠르고 정확한 판단을 할 수 있도록 하는 유무선 센서를 활용한 서비스 및 시스템을 제시하였다. 특히 모든 정보기술이 집약되어있는 U-CITY 건설이 본격화됨에 따라 재난관리 분야의 IT기술 적용 사례도 더욱 늘어날 것을 제시하였다.

<Table 1> 재난대비를 위한 IT응용서비스 기술

응용분야	세부분야	관련기술
정보통신	유무선 통신	분산형 방재 시스템
	네트워크 보안	트래픽 침해방지 기술 등
	센서 네트워크	RFID, USN, GPS 등
건설교통	일반건물	도시시설물 관리 상황인식 기술, USN재난관리서비스, -가스 등 물리적 자극 감시센서
행정	U-CITY	U-도시 물순환 방재시스템, U-도시안전 경보시스템 등 지능형 도시정보 컨버전스 시스템
	통신	비상 행정 통신서비스, 긴급 구조 통신 서비스
소방	화재, 홍수	무선 센서 네트워크를 이용한 조기경보시스템
	환경재난	대기오염, 방재 시스템 - 센서 기반의 온도, 조도, 습도, 이산화탄소 등 실내 환경정보를 통한 위험도 파악
	인적재난	WPAN 기술을 이용한 조난자 구조 위치인식 서비스 무인 재난탐사 구조 로봇
	서비스	U-119시스템 등
	기타	다차원 공간정보 활용-일반건물, 아파트, 상하수도, 지형 등

* 재난대비를 위한 IT응용서비스 기술(출처-김윤호 “IT기반 대비, 대응 기술동향” 재난포커스 2010.4)

2.2.2 최근 7개년 건설재해 추이 (2005년~2011년 기준)

최근 7개년 건설재해 발생 추이를 살펴보면 재해자수는 증가추세 이고 특히 사망자수의 증가로 인해 재해율도 증가하고 있다.

<Table 2> 최근 7개년 건설재해 추이



2.2.3 최근 5개년 건설장비 중대재해 추이

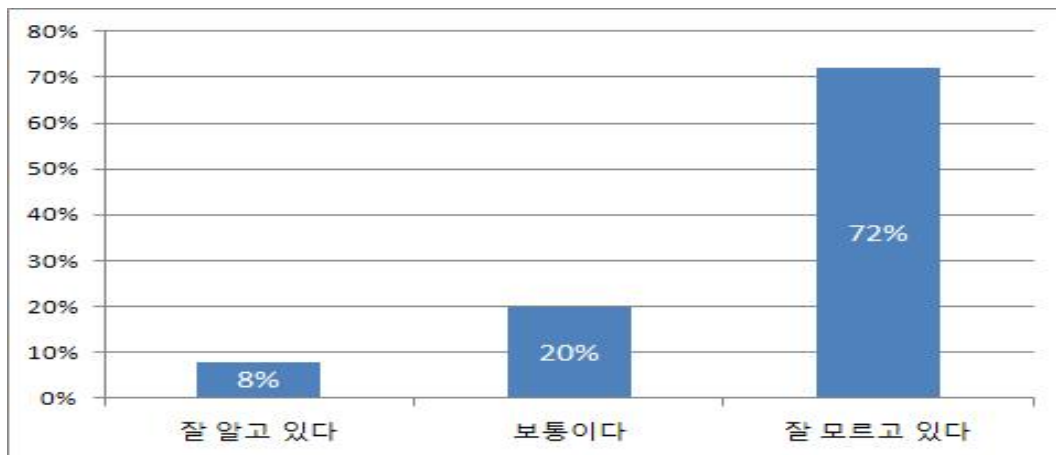
최근 5개년간 건설 전체 사망 재해자수가 2,780명이며 그 중에서 약 13.6%인 378명이 건설장비에 기인하여 사망했으며 전년 대비하여 건설장비 사망자수가 15% 증가 하였다.

<Table 3> 최근 5개년 건설장비 중대재해 추이

구분	계	2011	2010	2009	2008	2007
사망자수 (증감율)	378 (-13.60%)	91 (-14.65%)	79 (-12.92%)	67 (-14.10%)	67 (-12.00%)	74 (-14.40%)
전체 사망자수	2,780	621	611	475	558	515

2.2.4 공사관계자의 건설장비의 이해 및 안전관리 수준

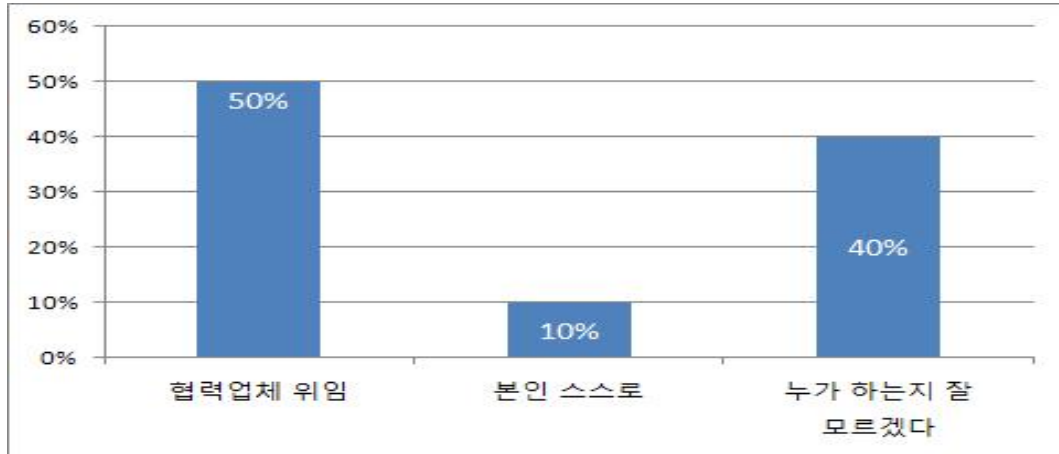
대부분의 안전시공을 맡고 있는 관리감독자 등 공사관계자는 건설장비에 대해 1차적 장비 안전점검 등 관리책임을 담당하고 있으나 대부분의 공사관계자들이 건설장비에 대해 이해도가 낮고 건설장비의 특성, 제원, 안전관리 체크 포인트 등 잘 모르고 있다는 것을 대규모 현장의 원청 직원 98명에 대해 직접방문 후 간단한 설문조사를 통해 인지하였다. 즉 조사 인원 98명중 72%인 65명이 굴삭기 및 고소작업대(스카이 등) 건설장비의 제원, 안전장치 등에 대해 잘 모르고 있었고 20%인 18명이 그런대로 알고 있었으며 불과 8%인 9명이 건설장비에 대해 잘 알고 있다고 설문조사 되었다.



<Figure 1> 공사관계자의 건설장비 이해도

2.2.5 현장의 건설장비의 안전관리 주체

건설현장 장비관리를 조사한 결과로 원청 인원 98명 중 50%인 49명이 장비를 사용하는 협력업체에서 관리하거나 40%인 39명이 누가 하는지 '잘 모르겠다'로 조사되었고 10%인 10명만이 본인 스스로 장비관리 한다고 조사되어 현장에서 건설장비 투입을 하거나 투입 후 건설장비 운영 시 장비 지식부족 및 운영미숙으로 인해 중대재해 발생 등 안전사고의 사각지대에 방치되어 있음을 알 수 있었다.



<Figure 2> 현장의 건설장비 안전관리 주체

3. 건설장비 분석

3.1 건설장비의 분류

3.1.1 건설기계의 범위 및 등록현황 (건설기계관리법 제2조의 1)

건설기계관리법 제 2조의 1에 의거하여 건설기계 범위는 불도저, 지게차, 덤프트럭, 타워크레인 등 총 27종이 있다.

건설기계 등록현황 자료에 의하면 2009년 12월 말 기준으로 건설기계 등록대수가 362,641대로 집계되었다. 이중 지게차가 118,631대(32.7%), 굴삭기 113,284대(31.2%) 덤프트럭 53,161대(14.6%)로 이 3기종이 전체의 78.5%를 차지하고 있다.

건설기계명	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
총 계	256,640	259,859	265,254	278,927	300,627	316,555	324,030	332,219	342,896	350,499	362,641
1. 블도저	5,178	5,052	4,975	4,912	4,956	4,944	4,892	4,840	4,700	4,541	4,361
2. 굴삭기	78,198	79,770	81,554	85,957	91,874	98,113	101,656	104,521	107,860	110,312	113,284
3. 로더	12,205	12,239	12,598	13,176	13,899	14,451	14,849	15,057	15,306	15,590	16,113
4. 지게차	63,443	66,995	71,471	78,184	85,473	91,031	96,290	101,188	107,476	113,409	118,631
5. 스크레이퍼	32	28	28	28	28	24	24	24	22	26	25
6. 덤프트럭	49,595	47,573	46,215	47,005	50,827	51,573	50,751	51,120	51,916	51,586	53,161
7. 기중기	6,953	7,176	7,387	7,941	8,517	8,513	8,409	8,335	8,328	8,508	8,531
8. 트랙그레이더	934	989	1,001	989	967	933	899	874	839	805	785
9. 롤러	4,803	5,247	5,448	5,516	5,695	5,870	6,017	6,178	6,192	6,090	6,061
10. 노상안정기	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11. 콘크리트 베타믹서	34	30	29	26	25	29	29	32	38	42	42
12. 콘크리트피니셔	74	91	110	117	126	130	128	129	132	134	133
13. 콘크리트살포기	19	19	6	6	6	6	5	5	5	5	5
14. 콘크리트 믹서트럭	19,749	19,491	19,344	20,282	22,218	23,516	23,478	23,419	23,771	23,530	23,036
15. 콘크리트펌프	4,688	4,619	4,597	4,820	5,148	5,363	5,402	5,258	5,198	5,060	5,062
16. 아스팔트믹싱 플랜트	18	17	17	17	17	17	17	17	16	16	15
17. 아스팔트피니셔	615	654	687	697	723	740	764	781	781	759	759
18. 아스팔트살포기	258	233	209	172	146	134	126	112	100	92	94
19. 골재살포기	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
20. 쇄석기	468	462	461	465	471	472	479	491	489	476	445
21. 공기압축기	5,757	5,627	5,541	5,556	5,586	5,558	5,504	5,415	5,332	4,986	4,618
22. 전공기	2,919	2,909	2,886	2,881	2,968	3,057	3,163	3,211	3,189	3,170	3,194
23. 향타 및 향발기	219	225	240	309	424	501	538	576	605	635	639
24. 사리채취기	48	48	48	47	48	48	48	48	46	43	39
25. 운송선	169	176	178	183	193	202	207	210	210	218	232
26. 특수건설기계	165	186	224	259	296	328	353	376	403	419	416
27. 타워크레인									-	46	2,958

<Table 4> 건설기계 등록현황 자료

3.1.2 차량계 건설기계 (산업안전기준에 관한규칙 제 215조 관련)

차량계 건설기계(산업안전보건법 제196조 관련)는 동력을 사용하여 불특정한 장소에 스스로 이동이 가능한 건설용 기계를 말한다

즉, 블도우저, 모우터 그레이더, 로우더(무한궤도, 타이어), 스크레이퍼, 스크레이퍼 도우저, 파워셔블, 드래그라인, 크랩셀, 버킷굴삭기, 트랜취, 향타기, 향발기, 어스드릴, 리버어스서어레이션드릴, 전공기, 어스오우거, 페이퍼 드레인머신인, 로올러, 콘크리트 펌프카 그밖에 이것들과 유사한 구조와 기능을 갖는 기계로써 건설작업에 사용되는 것을 포함한다.

3.2 건설장비 중대재해 분석

3.2.1 최근 3개년 건설장비별 중대재해 추이

2009년부터 2011년까지 최근 3개년 건설장비 재해를 분석한 결과로 중대재해는 점점 증가 되는 추세이고 굴삭기 및 고소작업대(스카이 등)의 사망자수는 건설장비 전체 사망자수 237명의 41%인 91명을 차지하고 있다. 특히 고소작업대(스카이 등)의 경우 사망재해가 지속적으로 증가됨을 알 수 있다

<Table 5> 최근 3개년 건설장비별 중대재해 추이

연도	굴삭기	덤프	천공기	레미콘	펌프카	타워크레인	스카이/고소작업대	기타장비	총합계
2009	14	10	2	0	2	6	13	20	67
2010	19	7	2	0	3	3	15	30	79
2011	19	4	2	2	3	3	17	41	91
총합계	52	21	6	2	8	12	45	91	237



<Figure 3> 고소작업대 (시저형, 스카이)

3.2.2 건설장비 중대재해 사례

2011년 10월 13일 고소작업대 (스카이) 장비의 반경제한 안전장치 미부착으로 인해 전복사고가 발생하여 1명 사망, 2명 부상하였고 2011년 10월 5일 여수 엑스포 현장에서 무게감지 장치 파손으로 1명이 중상을 입은 사고가 발생하였는데 건설장비 반입 후 장비 작업 전 간단히 체크리스트에 의한 안전장치 등 기초적인 확인만 하였더라도 사고는 발생치 않았을 것 이라는 것을 노동부의 재해조사로 알 수 있었다.

2011년 11월8일 00아파트 현장에서 굴삭기와 근로자의 협착 사망은 후방카메라 안전장치 미부착으로 후진시 근로자의 충돌 협착이 주원인이었고 2008년 8월23일 00토목현장에서 발생한 굴삭기 관련 사망재해도 굴삭기 버킷의 안전장치인 안전핀이 미체결되어 버킷이 탈락되면서 발생하였다.

3.2.3 건설장비 중대재해 원인 및 대책

산업안전공단의 2003~2010.9 건설장비 중대재해 조사 중 굴삭기 중대재해를 분석한 결과로 굴삭기 바퀴에 깔려 사망하는 경우가 42%이며 버킷이 탈락되어 사망하는 경우가 15%를 차지하여 굴삭기의 후방카메라 및 버킷의 안전핀 설치 확인 후 작업케 해야 함에 알 수 있다.굴삭기 건설장비의 대부분의 사고원인은 “잘 몰라서”, “안전핀, 후방카메라 설치 미확인”, “정비 불량에 의한 기능이 떨어져서”, “장비 점검의 정보제공 부족 “무자격자 또는 미숙련자 운전” 등이다. 이에 대한 대책으로 건설현장에서 공사관계자가 건설장비에 대해 건설장비 운행전에 건설장비 체크리스트에 의한 장비 점검 체크를 한 후 안전장치 미부착 장비 및 연결부 볼트 불량체결 등 중대한 결함 장비는 즉시 퇴출케 하는 등 철저한 장비관리가 중요하다

<Table 6> 굴삭기 사망재해 발생 개요

사망재해 발생 개요	사망자수	점유율
합계	132	100%
굴삭기 바퀴에 깔려 사망	56	42%
전도·전락	23	17%
작업중 회전하는 후면부·버킷과 벽체사이 협착, 버킷에 충돌	22	17%
버킷 탈락·낙하, 강타(버킷이 킥 커플러에서 이탈)	20	15%
버킷에 자재 실고 이동중 낙하	5	4%
버킷 위에 올라가 작업중 추락	3	2%
유압 저하 암이 처지면서 협착	2	2%
철거작업 중 Slab 붕괴	1	1%

고소작업대(스카이 등)건설장비 중대재해를 분석한 결과로 작업대 안전난간 미설치 등에 의해 추락 사망하는 경우가 22%이며 천정과 고소작업대 안전난간 사이 협착의 경우가 20%를 차지하여 고소작업대의 안전난간 설치 및 연결볼트 체결, 탈락 여부 확인 후 작업케 해야 함을 알 수 있다.

고소작업대 건설장비의 대부분의 사고원인은 “장비 반경제한 안전장치 미부착”, “동력 전달 와이어 끊어지면서”, “허용하중 초과”, “과상승 방지장치 고장”, “불시 붐 하강 방지를 위한 권상체인 결함 및 수시점검 소홀” 등이다.

이에 대한 대책으로 현장내 고소작업대 작업 전 공사관계자의 장비 안전점검 체크

리스트에 의한 육안점검을 통해 누수 및 누유 흔적 확인, 각종 안전장치 작동여부 확인, 시야가 가려진 경우에 유도원이 배치여부 확인, 지반침하 여부 확인 후 이상소음, 누수, 누유 또는 부품, 조작레버 등에 이상이 있는 경우에는 즉시 그 원인을 확인하고 정비케 해야 한다.

<Table 7> 고소작업대 사망재해 발생 개요

사망재해 발생 개요	사망자수	점유율
합계	79	100%
작업대 단부 추락 (안전난간 설치 미흡, 안전대 미착용)	17	22%
천정과 고소작업대 안전난간 사이 협착	16	20%
붐 하강 (기복 실린더 파손, 볼트 파손, 금구 파단 등)	14	17%
전도 (설치불량, 붐대를 편 상태에서 이동, 허용 작업반경 초과 등)	10	13%
작업대와 크레인 붐 연결 부위 탈락, 탑승설비 낙하 (이동식 크레인 후크에서 탑승설비 와이어 로프 이탈 등)	10	13%
턴테이블 파단, 붐대 전도	4	5%
기타(이동식 크레인 와이어 로프 절단되어 작업대 낙하, 붐대 꺾여 작업대 낙하 등)	8	10%

4. 새로운 방식의 건설장비 안전관리 시스템의 필요성

4.1 건설장비의 안전관리 실태

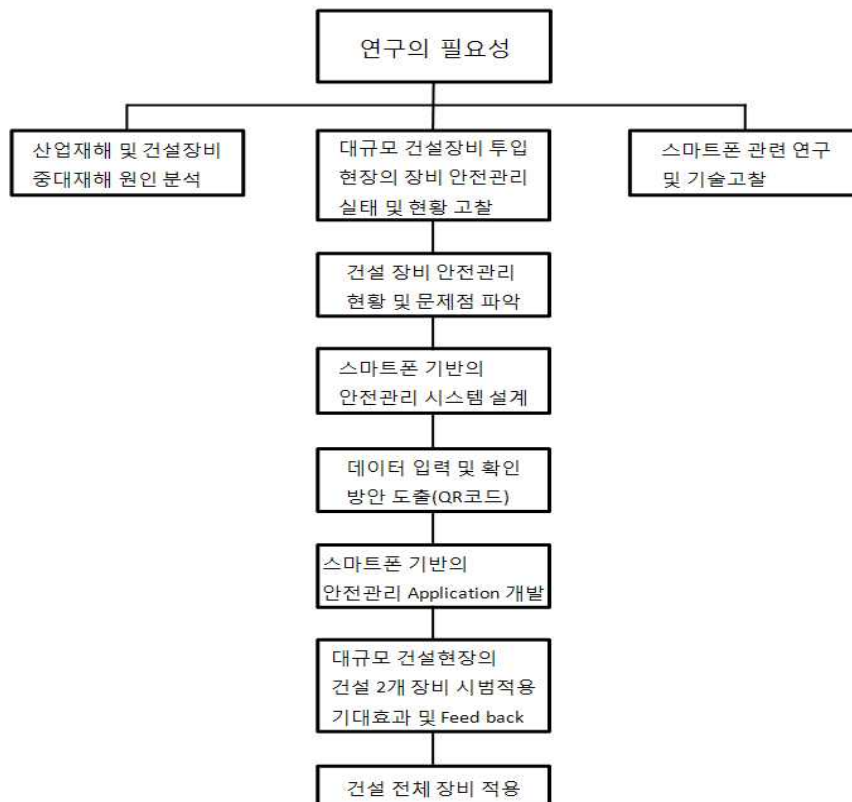
현장의 공사관계자의 건설장비 안전관리 수준은 현장에서 건설장비 투입을 하거나 투입 후 건설장비 운영 시 장비 지식부족 및 운영미숙으로 인해 중대재해 발생 등 안전사고의 사각지대에 있음을 알 수 있다. 안전보건공단은 건설장비 재해분석 결과 장비 관련 중대재해 대부분이 기본적인 안전장치 미부착 및 초기 점검미흡, 접속부의 불량체결 등에 대해 체크를 하지 못해 발생한 것이 많다. 또한 공사관계자의 현장 건설장비 이해, 제원, 특성, 안전장치 등 안전점검의 체크 포인트 등에 매우 취약한 바 이를 원할히 할 수 있는 새로운 방식의 건설장비 안전관리 시스템의 필요성이 대두되었다.

이에 본 연구에서는 최근 IT(Information Technology)의 진보에 따라 새로운 Tool 로써 대두되고 있는 스마트폰 어플리케이션을 건설 현장의 건설장비에 적용하여 건설 현장 공사관계자의 보다 편리한 장비 안전점검과 건설 장비 재해예방을 해결하고자 한다. 즉, 스마트폰을 이용한 건설장비 안전관리 시스템을 도입하여 누구나 손쉽게 현장에서 건설장비 작업 전 스마트폰에 나와 있는 장비의 제원 및 주요 체크리스트를 참조로 점검함으로써 건설장비의 중대재해를 미연에 방지코자 한다.

4.2 스마트폰을 이용한 건설장비 안전관리를 도입

4.2.1 도입절차

도입의 절차로 우선 산업재해 및 건설장비 중대재해 분석 및 스마트폰 관련 연구조사를 통해 스마트폰을 이용한 건설장비 안전관리의 필요성을 인지 후 아래와 같은 절차를 통해 진행되었다.



<Figure 4> 도입절차

4.2.2 스마트폰 활용 안전관리 구축단계

스마트폰 기반으로 한 건설장비 안전관리 시스템은 2011년 6월부터 12월까지 약6개월 동안 프로그램 구축이 진행되었으며 1차로 완성된 스마트폰 건설 장비 안전관리 시스템을 건설장비가 주로 사용되는 대규모 현장에 2012년 1월부터 3월까지 약 3개월간 굴삭기 및 고소작업대 등 2 종류의 건설장비에 적용하였고 이를 바탕으로 발생하는 문제점을 피드백 개선하여 추후 2012년 4월부터 12월까지 전체장비에 적용할 계획이다.

프로그램 구축 2011.06.30~2011.12.31	시범2개 장비 적용 2012.1.1~2012.3.31	전체장비 적용 2012.4.1~2012.12.31	전 현장 적용 2013.1.1~2013.12.31
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

<Figure 5> 구축단계

4.3 스마트폰 활용 안전관리

4.3.1 개요

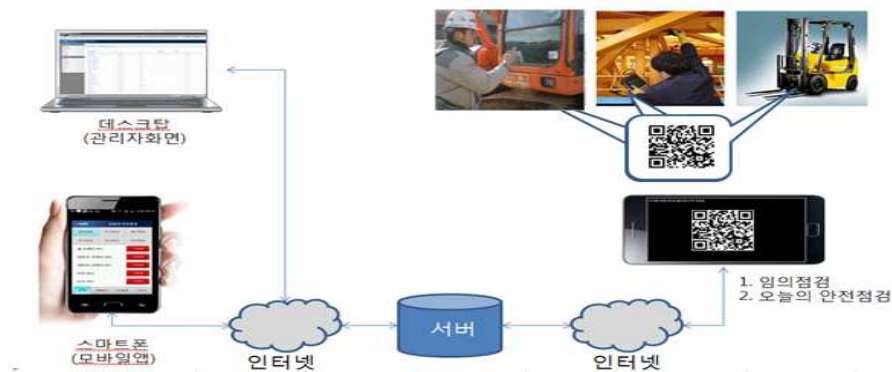
스마트폰 모바일 앱과 사업장 관리자 PC화면으로 구성되어 있고 모바일앱은 안드로이드폰으로 개발되어 있다. 현장의 각종 안전점검 대상인 건설장비에 안전점검 체크리스트가 포함된 QR코드를 부착하고 현장에 점검나간 관리감독자의 스마트폰으로 스캔하여 건설장비를 보다 효율적으로 안전점검케 한다. 또한 사전 예고 없이 긴급하게 투입된 고소작업대, 굴삭기 등 건설장비는 QR코드 미부착이라 장비점검이 불가함에 개인휴대하고 있는 관련장비 QR코드를 활용하여 장비점검을 수행하면 된다. 이에 사업장 사무실에서는 관리자 PC 화면을 통해 실시간 건설장비의 안전점검 이행율과 조치율을 확인 가능한 것도 장점이다.

4.3.2 특징

안전점검에 대한 허위보고 예방이 가능하고 현장의 바쁜 여건을 고려하여 누구나 아무나 손쉽게 안전점검이 가능하며 사무실에서 관리자 PC화면을 통해 이행율과 조치율을 실시간 확인이 가능하다.

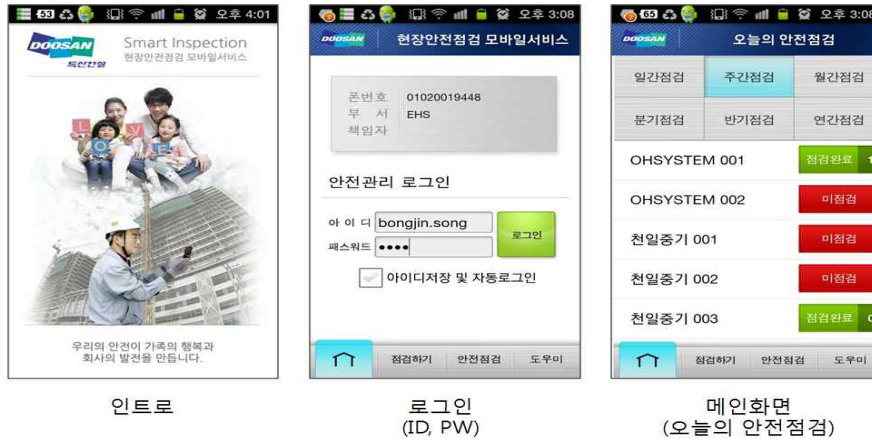
4.3.3 구성도

구성은 스마트폰, 데스크탑, 인터넷, 서버 등으로 구성되어 있다.



<Figure 6> 구성도

4.3.4 인트로-로그인-메인화면 (스마트폰 화면)



<Figure 7> 스마트폰 메인 화면

4.3.5 점검대상 선택 - QR스캔 - 체크리스트



<Figure 8>스마트폰 건설장비 체크리스트

4.4 스마트폰 활용 안전관리 시범 2개 장비 적용

4.4.1 굴삭기 적용

공사관계자가 현장 순찰시 굴삭기 장비를 발견 후 스마트폰을 사용하여 장비 안전 점검을 실시한다. 우선 현장내 상주하는 모든 건설장비는 장비의 제원과 특성, 주요 체크리스트가 포함된 QR코드가 부착되어 있다. 이에 현장내 안전순찰 시 건설장비 중 굴삭기 발견시 아래와 같은 절차로 안전점검을 하면 된다.

- (1) 우선 굴삭기 장비를 그 자리에 멈추게 한 후 시동을 끄게 한다.

“스마트폰” 기반을 활용한 건설장비 안전관리에 관한 연구 (굴삭기, 고소작업대중심으로)
 조 정 호 · 임 재 창 · 고 영 욱 · 강 경 식

- (2) 현장의 공사관계자는 스마트폰을 꺼낸 후 장비 안전점검이라는 Application을 접속한다.
- (3) 안전관리 로그인과 동시에 오늘의 안전점검이라는 화면표기에 굴삭기를 터치 후 QR코드에 스마트폰의 QR코드 인식화면을 읽게 한다.
- (4) QR코드 인지 후 스마트폰 화면에 장비의 안전점검 체크리스트가 출현하면 순서대로 터치하면서 점검을 수행한다.
- (5) 체크리스트 항목 중 안전장치 미설치 등 불량사례 및 중대한 결함이 나오면 즉시 해당부위에 대해 사진 촬영 후 전송한다.
- (6) 결함부위가 중대한 결함일 경우 해당 장비는 즉시 퇴출조치 및 수리후 작업케 한다.



1. 현장 순찰 중 굴삭기 발견



2. 굴삭기 외부에 부착된 QR코드 확인



3. 스마트폰의 장비점검 Application으로 확인



4. 스마트폰 화면상의 체크리스트로 장비점검



5. 현장의 장비점검 현황이 실시간 모니터링

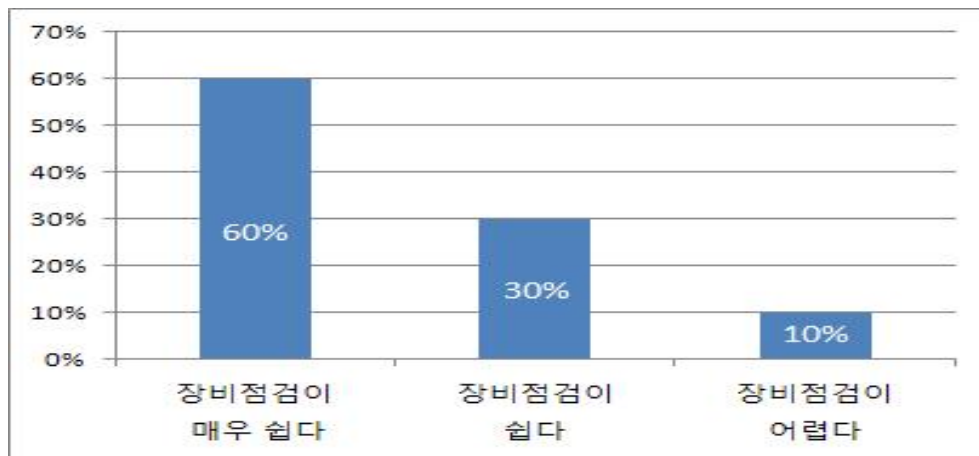


6. 현장의 건설장비 점검자 리스트

<Figure 9> 스마트폰 건설장비 굴삭기 적용사례

4.4.2 스마트폰 활용한 안전관리시 효과 분석

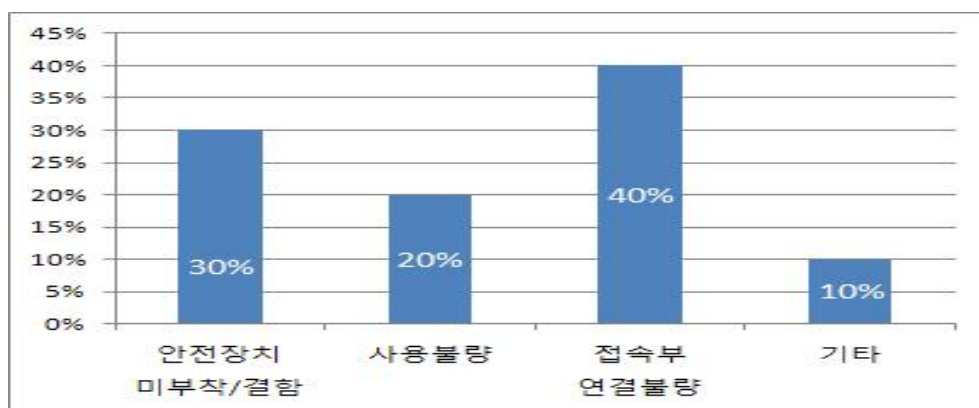
지난 2012년 1월부터 3월까지 약 3개월간 건설장비가 주로 사용되고 있는 일산의 대규모 주상복합 (연면적 약 200,000 평)현장의 굴삭기 및 고소작업대(스카이 등)에 대해 스마트폰을 활용한 건설장비의 안전관리에 대해 설문조사를 한 결과 조사한 총 인원 98명 중 60%인 59명이 종전보다 장비점검이 매우 쉽다고 답하였고 30%인 29명이 쉽다는 긍정적인 대답이 나와 대부분의 현장의 공사관계자들이 긍정적으로 평가하였다.



<Figure 10> 스마트폰 적용시 효과분석

4.4.3 스마트폰 상의 체크리스트 점검시 주요 지적사항

또한 스마트폰을 활용한 건설장비의 안전 점검관리시 주요 지적사항에서 조사 인원 총 98명 중 40%인 39명이 접속부 연결불량 및 정비불량을 발견하였고 30%인 29명은 건설 장비의 안전장치가 미부착 되었거나 고장이 난 상태로 방치한 것을 발견하였으며 사용불량 발견도 20%인 19명이 답하였다.



<Figure 11> 스마트폰 건설장비 점검시 주요 지적사항

5. 결 론

현재 건설공사의 형태가 초고층화 및 지하 심도가 깊어짐에 건설장비의 사용성이 가중되고 이로 인해 건설장비의 안전사고도 점점 증가하는 추세이다

건설현장 장비관련 대부분의 중대재해 원인으로 “잘 몰라서”, “주기적 점검미흡으로 기능이 떨어져서”, “무자격자 또는 미숙련자의 운전”등이 많다.

또한 최초 건설현장에 건설장비의 현장반입시 주요 부재의 연결 불량과 안전장치 미부착/결함, 사용불량 등이 대부분으로 나타남에 이것만 초기에 체크하더라도 건설현장에서 중대재해는 대폭 감소한다고 볼 수 있다.

하지만 바쁜 건설현장에서 장비별 체크리스트를 지참하고 다니는 것은 어렵고 또한 장비가 언제 반입이 되었는지, 어디로 움직이는지 24시간 지속적으로 감시가 불가능하기에 이를 극복하기 위해 현장 구성원이 사용하는 스마트폰을 활용한 새로운 점검방식을 도입하였다.

본 연구에서는 1차적으로 건설현장에서 주로 사용되는 건설장비 중 중대재해의 발생이 많은 고소작업대 및 굴삭기의 건설장비를 3개월간 적용 후 설문조사를 하였다. 즉 현장에서 장비 반입시 현장 직원 중 발견하는 즉시 스마트폰을 꺼내 건설장비에 부착된 QR코드와 접속 후 스마트 폰 화면상에 나타나는 안전점검 대상 장비의 제원과 특성을 확인하고 체크리스트에 의한 점검을 한 후 장비의 안전장치 미부착, 각 연결부위 접속불량 등 중대한 결함 발견시 해당 장비 사용중지 및 반출조치 함으로써 불량 장비 사용에 의한 안전사고를 미연에 방지 할 수 있는 큰 효과를 거둘 수 있었고 현장에서 공사관계자의 장비 안전점검에 대해 스마트폰 활용 장비점검 연구 전에는 72%가 장비점검에 대해 잘 모른다는 답변에서 연구 적용 후 90%이상이 건설장비 점검이 편리하다고 답하였다.

그 결과 대규모 건설 현장의 복잡 다양한 인력 및 장비의 투입에도 스마트폰을 활용하여 건설장비의 효율적 점검이 가능하였고 과거 건설장비에 대해 무엇을 어떻게 점검해야 하는지 몰랐던 직원들이 안전점검 시스템이 삽입된 새로운 스마트폰을 활용하여 현장 내 장비 반입 초기에 불안정한 상태를 지적 후 개선 또는 불안전 장비를 즉시 반출함으로써 건설장비에 의한 중대 재해를 미연에 예방케 되었다는 결과를 도출케 되었다.

이는 국내 건설 현장에 적용한다면 연간 건설 사망재해의 13%를 차지하는 건설장비 재해를 현격히 줄일 수 있다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 안전보건공단 “산업재해통계” (2010년)
- [2] (사) 한국건설관리학회 “건설생산의 효율적 제고를 위한 건설기계장비 활용도 향상 (2004)

- [3] 정덕훈 외 “스마트폰 기반의 재난감시 및 상황전달시스템 프레임워크구축에 관한 연구 (2011)
- [4] 이종석 외 “RFID를 적용한 항공물류 프로세스 간소화에 관한 연구(2)” (2008)
- [5] 한국산업안전보건공단”건설장비 재해현황 분석” (2010)
- [6] 김영태”고소작업대 근원적 안전성 확보” (2011)
- [7] 이광열”초고층 건축의 양중계 합리화 방안에 관한 연구-타워크레인 중심으로”(2009)
- [8] 강용탁외 “굴삭기로 인한 재해분석 및 예방대책에 관한 연구” (2010)
- [9] 김태근”스마트폰 기술을 이용한 건축공사 안전관리 모델에 관한 연구” (2010)
- [10] 안전신문사”산업 대규모화 건축물 고층화로 수요급증 , 양중기 활동영역 확대 사고 위험 노출심화” (2007)
- [11] 박중호”스마트폰을 활용한 안전관리” (2010)
- [12] 김의준 외 ”PMIS 기반의 스마트폰 안전관리 어플리케이션 제안”(2010)
- [13] 홍경표 ”건설장비에 의한 재해예방 대책”(1999)