

공공 도로건설사업에서의 원격 현장모니터링 적용방안에 관한 연구

옥 현^{1*}, 김성진¹

¹한국건설기술연구원 ICT융합연구실

Application Method of Remote Site Monitoring in Public Road Construction Projects

Hyun Ok^{1*} and Seong-Jin Kim¹

¹ICT Convergence and Integration Research Division, Korea Institute of Construction Technology

요 약 공공 도로건설사업은 국토교통부 소속기관 중 하나인 지방국토관리청에서 발주되며 각 건설현장은 공사관리관을 두어 관리하고 있다. 공사관리관은 다수의 공사현장을 수시로 방문하여 현장을 점검·감독함에 따라 현장까지 이동하는데 많은 시간과 비용이 소요됨으로 현장관리 업무의 효율화가 요구되고 있다. 이에 공사관리관의 업무효율성 제고를 위해 현장방문을 최소화하고, 원격지에서 공사 진척현황을 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 현장모니터링 관리 체계의 도입이 필요하다. 본 연구에서는 공공 도로건설공사를 대상으로 웹카메라(Web camera)를 활용한 원격 현장모니터링시스템을 구축하였다. 또한 10개 건설현장을 선정하여 시범적용을 실시하고, 효과분석을 통해 적용성을 검증하였다. 적용성 검증 결과, 웹카메라를 활용한 원격 현장관리는 기존 현장관리 방식에 비해 약 35% 정도의 비용 절감효과를 갖는 것으로 분석되었다. 마지막으로 현장모니터링 관리 체계의 적용을 위한 가이드라인 마련과 도입방안을 검토하고, 개선방안을 제시하였으며, 이를 통해 불필요한 현장방문을 최소화하고, 현장의 취약지점에 대한 위험요소를 사전에 차단하여 각종 재난 및 재해를 사전에 예방할 수 있도록 하였다. 아울러 안전사고 예방과 부실시공의 근절을 통한 시설물의 품질을 향상시키리라 기대된다.

Abstract The public road construction projects awarded by the regional construction and management office, which is an affiliate of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, are managed by construction supervision officers. These officials frequently visit a large number of construction sites to conduct inspections and supervision tasks. Therefore, the site management efficiency is essential in terms of the time and money spent in travelling to the sites. The introduction of a site monitoring management system is considered necessary to minimize the number of site visits and enable remote monitoring of the construction progress to enhance the business efficiency of the construction supervision officers. In this study, a remote site monitoring system was constructed using web cameras for public road construction works. The trial applications were implemented by selecting ten constructions sites. The effectiveness of the system was analyzed to assess its applicability. In an assessment of the applicability of the verification results, remote site monitoring showed cost savings of approximately 35% compared to the existing site management. The guidelines for applying the site monitoring management system were provided, the introduction plan was investigated, and the improvement method was presented. The results showed that the system is likely to minimize the unnecessary site visits, remove the risk factors at vulnerable areas in the sites beforehand, and prevent a range of disasters and accidents. In addition, the quality of the infrastructures is likely to improve through the prevention of accidents and the elimination of substandard and faulty construction work.

Key Words : Construction CALS Portal System, Construction Management System, Site Monitoring System, Web Camera

*Corresponding Author : Hyun Ok (Korea Institute of Construction Technology)

Tel : +82-10-2042-9118 email: okhyun@kict.re.kr

Received October 28, 2013 Revised November 25, 2013 Accepted December 5, 2013

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

국토교통부(이하 국토부) 소속기관 중 하나인 지방국토관리청(이하 국토청)에서는 국가기반시설 중 공공부문의 도로건설사업을 발주하여 수행하고 있으며, 발주되는 건설공사에 대해서는 해당 공사관리관을 두어 관리하고 있다. 공사관리관은 업무 특성상 담당하고 있는 다수의 공사현장을 수시로 방문하여 현장을 점검·감독함에 따라 현장까지 이동하는데 많은 시간과 비용이 소요되는 등 현장관리 업무의 효율화가 요구되고 있다. 건설공사의 특성상 현장의 진척상황을 우선 통신 및 문서로 확인하는 방법은 정확한 현장 실정파악과 입체적인 현장관리에 한계가 있으며 직접 육안으로 확인하고 점검할 수밖에 없는 실정이다. 특히 절개사면이나 옹벽 등 위험요소가 내재되어 있거나, 불안정한 시공지점의 경우, 공사관리관이 직접 현장을 방문하여 점검 및 감독 업무를 수행하여야 한다. 또한 특정 현장의 경우, 취약구간에 위험요소를 매번 방문하여 관리하여야 하는 불편함이 발생되고 있으며 악천후 시 현장 실태점검을 위하여 현장까지 이동하여야 하는 위험한 경우도 발생된다.

이에 공사관리관의 감독업무 효율성 제고를 위해 현장방문을 최소화하고, 원격지에서 현장상황 및 공사 진척현황을 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 원격 현장모니터링 관리 체계의 도입이 필요하다.

본 연구는 국토청에서 발주한 도로 건설현장을 대상으로 원격지에서 현장의 공사 진행상황과 취약지점을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 웹카메라(Web camera)를 활용한 현장모니터링시스템을 구축하였다. 또한 국토청에서 발주한 10개 건설현장을 선정하여 시범적용을 실시하고, 정성적·정량적 효과분석을 통해 현장모니터링시스템에 대한 적용성을 검증하였다. 마지막으로 공공 도로건설사업에서의 현장모니터링 관리 체계의 적용을 위한 가이드라인의 마련과 도입방안을 검토하고, 개선방안을 제시하였다.

1.2 연구방법 및 절차

본 연구에서는 우선, 발주기관에서의 현장모니터링 적용사례를 조사·분석하였으며 국토청의 공사관리관과 시공사 및 감리단의 업무담당자를 대상으로 설문조사 등 의견수렴을 실시하였다. 다음으로 웹카메라를 활용한 현장모니터링 체계 구축 계획을 수립하고, 국토청과의 사전 업무협의를 통해 시범적용을 위한 대상 현장을 선정하였다. 시범적용을 위해 현장방문 및 조사를 실시하였으며

웹카메라 설치를 위한 위치선정과 전기·통신라인의 인입 유무를 확인하고, 장비설치에 따른 제반 소요비용을 검토하였다. 아울러 현장모니터링시스템을 개발한 후 선정된 10개 건설현장을 대상으로 시범적용을 실시하였다. 또한 시범적용에 따른 설문조사 등 의견수렴을 통해 현장모니터링시스템의 활용·운영효과를 조사하고, 기능개선을 실시하였다. 현장모니터링 체계의 도입 및 적용에 따른 정성적·정량적 효과분석과 웹카메라 구축 및 유지관리에 따른 가이드를 마련하였으며, 현장모니터링시스템 구축시 고려사항을 제시하였다. 마지막으로 현장모니터링 체계의 도입방안을 검토하고, 향후 현장모니터링 관리 체계의 적용을 위한 개선방안을 제시하였다.

2. 본론

2.1 현장모니터링 적용사례 조사

현장모니터링시스템 구축사례는 주로 건축공사 현장에 많이 활용되고 있으며 토목공사의 경우, 적용사례가 많지 않고, 주로 교량, 터널, 절개사면 등 주요 구조물의 공사진척현황을 파악하기 위한 목적으로 설치되어 활용되고 있다.

도로건설사업에서의 적용사례를 살펴보면 우선, 한국도로공사에서는 고속도로 건설현장을 대상으로 “웹카메라 적정운영 방안(2007년)”을 마련하고, 웹카메라를 활용한 “원격 영상관리시스템”을 구축하여 적용 중에 있다. 초기에는 도로건설사업의 주요구간 중 39개소를 선정하여 시험운영을 실시하였으며 웹카메라 확대시행 방침 수립을 통해 전체 현장으로 확대 시행 중에 있다. 한국도로공사에서는 웹카메라 신규설치 시 “Hi-건설 정보시스템”에 등록하여 관리하고 있으며 “웹카메라 적정운영 방안(2007년)”을 통해 웹카메라 설치기준과 표준 화면영상 기준을 마련하여 제시하고 있다. 서울시에서는 통합공사관리시스템(TPMIS)의 구축을 통해 서울시를 비롯한 산하 기관 및 구청에서 발주하는 건설공사에 대하여 관련 정보를 입력하고 관리하고 있다. 특히 공사비가 50억 이상인 발주공사에 대해서는 공사 착수 후 즉시 현장웹카메라를 설치하여 운영하도록 규정하고 있다. 한국철도시설공단에서는 무선방식의 CCTV시스템을 안전취약구역에 설치하여 모니터링 할 수 있도록 현장영상관리시스템을 구축하고, 관련 업무절차서를 마련하여 운영 중에 있다.

2.2 사용자 의견수렴 및 분석결과

현장모니터링 체계 구축에 관한 의견수렴은 5개 국토

청의 공사관리관과 관할 공사현장의 시공사 및 감리단의 업무담당자 등 총 140여명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 웹카메라를 활용한 현장관리에 관한 설문조사 결과는 다음과 같다.

첫째, 웹카메라의 사용 목적은 “공사현장 작업 상황 확인”, “취약지점 상황 확인”, “현장 작업자의 안전사고 예방”, “현장 위험요소 사전 예방” 등으로 조사되었다. 또한 웹카메라의 적정 설치 위치는 “절개사면” “터널입구”, “교량 상하부” 등의 순서로 조사되었다.

둘째, 웹카메라 설치를 통해 안전의식 고취 및 사고예방 효과, 부실시공 방지, 도난사고 방지, 기상변화 확인 등에 많은 도움이 되는 것으로 조사된 반면, 현장작업자의 사생활 침해와 장비 설치비용 대비 효과에 관한 사항은 부정적인 의견을 제시하였다.

셋째, 웹카메라 설치 및 관리시 애로사항은 “웹카메라 장비 이동설치”와 “웹카메라 장비 고장 등 유지보수 업무”가 가장 큰 애로사항으로 조사된 반면, 현장에서는 “웹카메라 관련 장비의 도난 또는 훼손”이 애로사항으로 조사되었다.

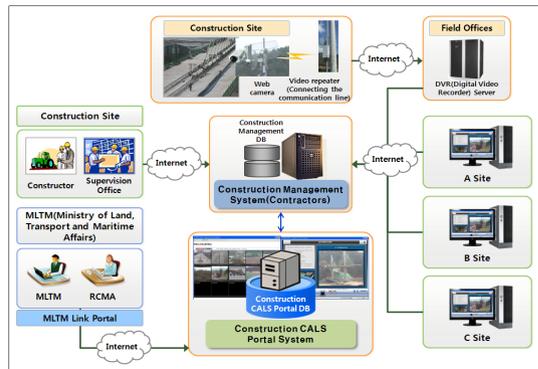
넷째, 도로 노선 전체를 단순히 2~3대의 웹카메라로 현장관리하는 것은 불가능하며, 터널 및 교량 등 단위 공중에 적용시 효과가 있는 것으로 조사되었다.

다섯째, 도로건설공사의 경우, 노선에 따른 연장이 길고, 공사구간이 산발적으로 나누어져 있어 주요 구간 및 지점 설치시 많은 설치비용이 소요된다. 웹카메라 설치시 소요예산 확보 방안은 국토청의 경우, 도급내역서 상에 공사비에 반영시키는 의견을 제시한 반면, 건설현장에서는 공사비와 별도로 발주청 자체 예산에서 확보하는 방안을 제시하였다. 국토부 및 국토청, 시공사 및 감리단 등의 의견수렴 결과, 재해 및 취약지점에 웹카메라를 활용한 현장관리 측면에서는 매우 긍정적인 의견을 제시한 반면, 설치비용 대비 효과, 장비유지관리 및 보수 등 현장 적용 측면에서는 대체로 부정적인 의견을 제시하였다. 특히 웹카메라 장비설치와 관련하여, “현장적용 이전 단계”에서는 장비설치 및 유지보수에 따른 예산 확보방안, “현장적용 이후 단계”에서는 장비 운영 및 유지관리에 따른 전반적인 유지보수 방안에 대하여 국토청 및 건설현장 모두 부정적인 의견을 제시하였다.

따라서 웹카메라를 활용한 원격 현장관리를 위해서는 발주청 및 업계의 의견수렴과 정량적인 효과분석 등 타당성 검토가 이루어져야 하며, 예산확보, 운영 및 유지보수 등에 관한 법적·제도적 방안이 마련되어야 한다. 또한 전면 적용에 앞서 발주청 및 현장 여건을 고려한 시범적용을 통해 단계별 적용과 이를 통한 향후 확대 적용방안의 마련이 필요하다.

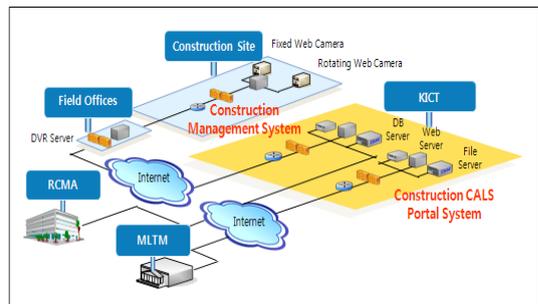
2.3 현장모니터링시스템 구축

본 연구에서는 건설현장의 효율적인 관리를 위해 현장 방문을 최소화하고, 원격지에서 공사진척 현황을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 원격 현장모니터링시스템을 구축하였다. 현장모니터링시스템을 통해 국토부 및 지방 국토관리청에서는 건설현장별로 설치된 웹카메라를 통해 공사별 진척사항을 현장 방문 없이 원격에서 한눈에 파악할 수 있다. 또한, 시공사는 안전관리 시행상태 확인 및 자체도난방지 등에 이용할 수 있으며 감리단은 사무실에서 현장작업자의 공사수행 상태를 관리, 감독할 수 있다.



[Fig. 1] Concept Drawing of Remote Site Monitoring System

현장모니터링시스템의 구성은 국토부에서 활용되고 있는 업무시스템 중 하나인 건설사업정보시스템(건설 CALS시스템)을 활용하였으며, 건설사업정보시스템 중 건설사업관리시스템과 건설CALS포털시스템을 통해 서비스 될 수 있도록 구성하였다.



[Fig. 2] Diagram of Remote Site Monitoring System

국토부 본부 및 국토청의 업무담당자는 일반 인터넷망에 위치한 건설CALS포털시스템에 접속하여 전체 건설현장을 모니터링 할 수 있으며, 건설현장의 시공사 및 감리단의 업무담당자는 건설사업관리시스템을 통해 해당

현장을 모니터링 할 수 있도록 구성하였다.

건설CALS포탈시스템은 건설CALS 단위시스템의 정보 및 운영환경을 통합 관리하여 단일접속창구, 대민서비스 등을 지원하는 시스템으로, 초기화면 하단의 “현장모니터링(웹카메라)” 메뉴를 선택하면 로그인 화면이 나타나고, 해당 사용자 아이디(ID)와 비밀번호를 입력하면 접속할 수 있도록 구성하였다.



[Fig. 3] Construction CALS Portal System

“현장모니터링(웹카메라)”의 초기화면은 웹카메라가 설치된 전체 현장을 모니터링 할 수 있으며, 전체 현장 화면에서 해당 현장을 선택하면 선택된 현장의 실시간 공사현황정보를 조회할 수 있다.



[Fig. 4] Pilot Application of the Site Monitoring

화면상단의 “현장목록” 버튼을 선택하면 웹카메라가 설치된 전체 현장의 목록을 조회할 수 있으며, 우측의 현장모니터링 아이콘을 선택하면 해당 현장을 모니터링 할 수 있도록 구성하였다.

현장모니터링시스템은 하나의 현장 당 2개의 웹카메라를 설치하였으며, 한 화면에 5×3 크기의 화면이 조회될

수 있도록 개발하고, CAM1과 CAM2로 구분하여 조회할 수 있도록 구성하였다. 또한 현장모니터링 화면 좌측 상단에는 해당 공사의 개요가 표시되고, 하단에는 해당 웹카메라에 대해 지도상에 위치가 표시되도록 구성하였다.



[Fig. 5] Individual Construction Site Monitoring

시공사 및 감리단 등 건설현장에서는 건설사업관리시스템(계약사용, <http://www.citis.go.kr>)에 로그인한 후 초기화면 상단에 있는 “웹카메라”를 선택하여 해당 현장의 실시간 공사현황정보를 조회할 수 있도록 구성하였다.



[Fig. 6] Construction Management System(Contractors)

2.4 현장모니터링시스템 시범적용 및 효과분석

현장모니터링시스템의 시범적용은 국토부 및 국토청청 공사관리관과의 사전 협의를 통해 국토청별 2개의 도로건설현장을 선정하여 총 10개의 건설현장으로 선정하였다. 다음은 국토청별 웹카메라 설치지점과 설치 개수를 나타내고 있다.

[Table 1] Web Camera Installation Number or Location of Site-specific

Regional Construction Management Administration	Site Name (Web Camera Installation Number)	Installation Location
Seoul Administration	A Site(2)	Bridge superstructure, IC foreground
	B Site(1)	Site foreground or Intersection
Wonju Administration	C Site(1)	Bridge superstructure ·substructure, Cut slope, Retaining wall
	D Site(2)	Bridge superstructure ·substructure, Tunnel entrance, sut Slope
Daejeon Administration	E Site(1)	Bridge superstructure ·substructure
	F Site(1)	Cut slope
Iksan Administration	G Site(2)	Bridge superstructure ·substructure
	H Site(2)	Bridge superstructure, Tunnel entrance
Busan Administration	I Site(2)	Bridge superstructure
	J Site(1)	Section of existing road management Intersection construction zones

현장모니터링을 위한 웹카메라 설치는 우선, 현장 취약지점, 자재·장비 적재지점, 위험작업 수행지점 등 전체 공사현황을 한눈에 파악할 수 있는 지점에 설치하였다. 또한 절개사면, 터널입구, 교량상부, 교량하부 등 구조물의 전체 또는 특정위치를 볼 수 있는 지점 등 주요 구조물의 진척현황 파악이 용이한 지점에 설치하였다.

시범적용에 따른 효과분석은 설문조사를 통한 정성적 효과분석과 원격 현장관리에 따른 소요시간 단축 및 비용 절감에 따른 정량적 효과분석 등 두 가지 방법으로 실시하였다.

우선, 설문조사를 통한 정성적 효과분석은 시범적용 현장의 웹카메라 활용 및 운영효과를 조사하였으며, 조사 방법은 이메일을 이용한 설문조사를 실시하였다. 조사대상은 10개 시범적용 현장의 공사관리관, 시공사 및 감리단 관련 업무담당자를 대상으로 설문을 실시하였다.

설문조사 결과, 현장모니터링시스템의 활용은 일일 평균 1~2회 접속하여 10~20분/회 정도 활용하고 있는 것으로 조사되었다. 웹카메라 활용 목적은 공사현장 작업상황 파악(25%), 현장작업자 안전사고예방(18%), 취약지점 현황파악(17%), 작업위험요소의 사전예방(14%), 현장 기상상황 확인(12%), 현장장비 도난방지(9%) 및 기타(5%)

등의 순으로 집계되었으며 현장별로 다양하게 활용되는 것으로 조사되었다. 업무활용에 따른 만족도는 업무에 다소 도움이 된다는 긍정적인 답변(88%)을 제시하였으며, 웹카메라 구축비용 대비 효과 또한 긍정적인 답변(93%)을 제시하였으나, 현장 작업자의 사생활 노출에 대해 다소 우려되는 것으로 조사되었다. 웹카메라의 구축 확대 여부는 전면적인 확대 적용보다는 1종·2종 시설물이 있는 현장 등 특정 현장에 웹카메라를 구축하는 것이 효과적인 것으로 조사되었다.

정량적 효과분석은 국토청 발주공사를 대상으로 국토부 및 국토청과 시공사 및 감리단의 업무담당자로 구분하여 소요시간 및 비용절감액을 산출하였다. 비용절감액 산출은 현장이동과 현장점검에 따른 소요시간을 기준으로 엔지니어링 노임단가에 따른 인건비와 현장이동에 따른 유류비를 산정하고, 이를 합산하여 비용절감액을 산출하였다. 웹카메라 장비 설치비용의 산정은 설치시 전기인입 및 통신라인 구축이 원활하고, 하나의 현장당 회전형 웹카메라 2개소 설치를 기준으로 비용을 산출하였다.

이를 통해 웹카메라를 활용한 원격 현장관리의 구축 비용은 약 1,942만원/현장 정도 소요되나, 현장 여건에 따라 약 1,133만원~3,340만원 정도로 편차가 크게 나타났다. 유지관리 비용은 연간 평균 176만원/현장 정도 소요되는 것으로 조사되었다. 또한 원격 현장관리에 따른 소요시간 절감효과는 46만시간/년과 비용 절감효과는 11,000백만원/년으로 기존 현장관리 방식에 비해 약 35% 정도의 비용이 절감되는 것으로 분석되었다. 하지만, 대부분의 도로 건설현장이 현장여건의 특수성으로 인해 전기인입 및 통신라인의 연결이 불가능한 경우가 빈번히 발생되어 태양열 축전지, 고비용의 안테나 및 데이터 중계기의 설치가 요구됨에 따라 현재 설치비용의 2배~3배 이상의 비용이 소요되어 비용절감효과가 저하될 수 있다.

본 연구를 통해 도출된 효과분석은 크게 긍정적인 측면과 부정적인 측면 등 두 가지로 분류될 수 있다.

긍정적인 측면을 살펴보면, 첫째 건설현장의 24시간 안전 감시체계 확립이 가능하다. 현장 작업자 등의 안전 의식 고취 및 현장 작업시 위험요소를 사전에 예방할 수 있으며 현장 취약지점에 대한 안전점검을 현장모니터링으로 대체하여 비용을 절감할 수 있다. 또한 인력, 자재, 장비에 대한 각종 안전사고를 실시간 기록 관리함으로써 사후 조치가 가능하며 현장의 자재 및 장비의 도난사고 예방 및 발생시 추적이 가능하다.

둘째, 현장모니터링을 통해 공사진행 현황의 실시간 원격조회가 가능하다. 현장의 기상변화 또는 기상악화에 따른 현장상황 파악이 가능하며 작업자의 잘못된 작업공정을 실시간 파악하여 부실시공을 방지할 수 있다. 또한

발주청 공사관리관 및 비상주감리원의 현장방문 감소로 인한 비용이 절감된다. 특히 웹카메라 설치에 따른 현장 모니터링의 효과는 운영상의 효과 이외에 공사작업자의 심리적인 안전관리 준수 등에서 효과가 더 크게 나타난다.

부정적인 측면을 살펴보면, 첫째 웹카메라 구축 및 유지관리 비용이 공사비에 반영되어 있지 못하고 있다. 건설사 자체 비용으로 구축함으로써 웹카메라 확산에 저해요인으로 작용되고 있다. 또한 시설물 공사일 경우, 웹카메라는 공사 종료시까지 고정 설치되어 운영되나, 도로 확포장 공사일 경우, 웹카메라는 공사 진행사항에 따라 지속적으로 이동 설치되어야 한다. 이로 인해 웹카메라 구축 및 유지관리 비용이 지속적으로 증가함에 따라 비용 대비 효과가 저조해 질 수 있다.

2.5 현장모니터링시스템 구축시 고려사항

현장모니터링시스템 구축을 위해서는 웹카메라 설치에 따른 현장여건 등 여러 요소들을 사전에 고려하여야 하며 본 연구에서는 다섯 가지 고려사항을 도출하였다.

첫째, 현장모니터링 대상현장 선정시 해당 건설현장의 공사진척 여부를 고려하여야 한다. 현장사무소만 개설된 공사 초기의 현장보다는 공정이 어느 정도 진척된 현장 위주로 현장모니터링 체계를 구축하여야 한다.

둘째, 웹카메라 설치 지점에 전기 및 통신라인 인입 여부를 고려하여야 한다. 대부분 웹카메라를 설치하는 공사 지점은 현장사무소와 멀리 떨어져 있어 전기 및 통신설비 연결에 어려움이 발생된다. 특히 전기인입이 되지 않을 경우, 태양열 축전지를 이용할 수 있으나 설치비용이나 작동시간 등의 문제로 인해 현장모니터링 적용에 한계가 발생된다.

셋째, 현장모니터링을 위한 화면 전송속도를 고려하여야 한다. 웹카메라가 설치된 지점은 대부분 산간 오지에 위치하여 광통신라인이 설치되어 있지 않아 통신속도가 도시에 비해 현저히 떨어져 해당 웹카메라 화면의 끊김 현상이 발생된다. 특히 현장의 화면 전송속도는 현장에 설치된 통신라인에 따라 결정되며 전체 건설현장의 통합모니터링 체계를 구축하기 위해서는 다수 현장의 영상정보를 송수신함에 따라 네트워크 트래픽 발생 등을 고려하여야 한다.

넷째, 건설현장별로 구축한 영상송수신 서버(AV서버) 규격을 고려하여야 한다. 현장에 구축된 영상송수신 서버별로 다양한 방식에 따라 영상이 송수신됨으로서 현장모니터링시스템과의 연계 및 유지관리에 어려움이 발생할 수 있다. 따라서 각 건설현장의 현장모니터링을 위해 영상송수신 서버 규격의 통일이 필요하다.

다섯째, 웹카메라 관련 장비의 유지관리를 고려하여야 한다. 현장의 자재 도난 등은 방지될 수 있으나, 웹카메라 관련 장비 자체의 파손 및 도난사고의 예방이 필요하다. 또한 잦은 폭우, 폭설, 눈사태 등 자연재해로 인해 웹카메라 및 관련 장비의 고장이 발생되면 현장 방문 및 조치에 많은 시간이 소요된다.

2.6 현장모니터링 체계의 도입방안 검토

현장모니터링 체계 도입에 따른 소요비용 측면을 살펴보면, 정보기술의 발달로 인해 웹카메라 설치에 따른 제반 비용이 하락 추세에 있으며 기존에 비해 하드웨어(HW) 및 소프트웨어(SW) 등 웹카메라를 활용한 현장모니터링 체계의 도입이 보다 용이해지고 있다. 웹카메라를 활용한 현장모니터링 관리 체계의 도입을 위해서는 우선, 웹카메라 등 장비설치 및 운영비용이 필요하며 이를 위해서는 내역서 상에 비용 산입을 위한 근거 마련이 요구된다. 내역서 상에 비용 산입을 위한 근거 마련을 위해서는 첫째, 법규정에 명시하는 방법이 있으며, 다음으로 계약서류에 현장모니터링 관리 체계 도입에 따른 구체적인 사항을 명시하는 방법이 있다.

우선, 법규정에 명시하는 방법은 절차가 매우 까다롭고, 현장 특성상 웹카메라의 설치가 힘든 현상이 발생할 수 있어 일률적·강제적인 적용이 불가능한 경우가 발생된다. 반면, 계약문서에 포함시키는 방법은 법령에 명시하는 방법보다 절차가 단순하며 적용이 더 용이하며, 아울러 건설공사 및 현장특성에 적합하게 도입하여 활용할 수 있는 이점이 있다. 이때 계약문서는 계약내용을 서면으로 작성한 문서로서, 공공 건설공사의 경우, “공사계약일반조건”의 규정에 의거 계약문서는 계약서, 설계서, 유의서, 공사계약일반조건, 공사계약특수조건 및 산출내역서로 구성되며 상호보완의 효력을 가진다.

따라서 본 연구에서는 계약문서에 현장모니터링 관리 체계의 도입에 따른 제반비용을 명시하는 방안을 제시하고자 한다. 다음으로 현장모니터링 관리 체계의 도입에 관한 유사 사례를 살펴보면, 국토부 소속·산하기관에서 발주하는 공공 도로건설공사에서는 아직까지 실제 적용한 사례가 많지 않은 상태이다. 특히 한국도로공사 등 발주기관에서는 일부 현장에 적용하고 있으며 실제 도입방안을 마련하여 강제화 또는 의무화하거나 지속적으로 적용한 사례는 거의 없는 상태이다.

한편 현장모니터링 체계의 도입을 위한 내역서 상에 비용 산입을 위한 근거 마련은 “설계-준공도서의 작성 및 제출”에 관한 사항이 유사사례로 조사되었다. “설계-준공도서의 작성 및 제출”에 관한 사항은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”과 “시설물정보관리종합시스템 운영규

정"에서 규정하고 있다. 또한 국토청 및 항만청에서 발주하는 도로·하천·항만 건설공사의 “설계·준공도서의 작성 및 제출”에 관한 사항은 건설CALS 표준에서 제시하고 있는 “전자설계도서 작성·납품 지침”에서 규정하고 있다. “설계·준공도서의 작성 및 제출”에 관한 사례는 우선 법령에 명시하고, 이를 근거로 내역서 상에 “준공도서 사본 작성비” 등의 항목을 명시함으로써 소요비용을 처리할 수 있도록 하고 있다.

2.7 현장모니터링 적용을 위한 개선방안

웹카메라를 활용한 현장모니터링 체계는 기존 현장관리 방식에 비해 여러 한계점이 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시하고 있는 현장모니터링 체계는 원격 현장모니터링 위주의 현장관리가 아닌 기존 현장관리 방식과 접목한 보조적인 현장관리 도구로 활용되어야 한다. 본 연구는 이러한 한계를 보완하고, 웹카메라를 활용한 현장모니터링 적용을 위해 영상정보처리기기의 구축 및 운영·유지관리에 따른 제반사항에 관해 정의한 “건설 현장 영상정보처리기기 설치·운영 가이드(‘12.06)”를 마련하였다. 이를 통해 영상정보처리기기 설치에 따른 관리 체계 및 설치·유지관리 비용의 반영과 이전 설치, 개인영상정보 처리 방안, 준공 후 장비관리 등의 제시함으로써 기존 문제점을 보완하고자 하였다. “건설현장 영상정보처리기기 설치·운영 가이드”는 국토부 및 소속기관에서 발주한 건설공사의 원격 현장관리를 목적으로 영상정보처리기기를 설치·운영하는 경우, 해당 업무담당자가 쉽게 이해할 수 있도록 기준을 제시하고 있다. 특히 웹카메라의 설치가 현장작업자의 사생활 노출 등 법적인 문제가 발생할 수 있어 “개인정보보호법 시행령” 제24조에 의거하여 촬영범위 내의 정보주체가 영상정보처리기기가 설치·운영되고 있음을 쉽게 알아볼 수 있도록 안내판을 설치하도록 규정하였다.

다음으로 현장모니터링 체계의 도입에 따른 비용 산입 방법은 우선, 입찰안내서에 기재하는 방법과 현장설명서에 기재하는 방법, 다음으로 설계서 중 하나인 공사시방서에 기재하는 방법과 마지막으로 산출내역서 내에 기재하는 방법 등 크게 네 가지로 분류하여 규정하고 세부 적용 예시를 제시하였다. 그 중 산출내역서에 기재하는 방법은 첫째, 안전관리비에 포함시키는 방법과 둘째, 부대공 공종 내에 “웹카메라 설치비” 항목을 추가하는 방법이 있으며 마지막으로 미확정설계공종(PS: Previsional Sums)으로 처리하는 방법 등 크게 세 가지 방법으로 구분하여 제시하였다.

다음 표는 웹카메라를 활용한 원격현장모니터링 관리 체계의 적용을 위해 산출내역서 상에 PS항목을 명시한

예시이다.

[Table 2] PS Items Description Example

Construction Classification	Estimated Cost	Note
Geological Investigation Costs	152,000,000	PS Items
Periodic Inspection Costs	23,000,000	
Web Camera Installation and Operating Costs	12,000,000	
Research and Development Costs	425,000,000	
Completion Drawings and Documents Written Costs	23,000,000	
Construction Detail Drawings Written Costs	18,000,000	Construction Statement Reflection
Measurement Costs	55,300,000	

미확정설계공종(PS) 항목은 사전적 의미로 “예측된 개략적인 합계금액” 또는 “잠정금액”의 의미를 가지며, 조달청의 시설공사집행기준에서는 사전에 물량이나 금액을 확정할 수 없는 등의 사유로 인해 현장설명서 배부하는 물량내역서 상에 금액 등을 지정한 항목으로 규정하고 있다. PS항목은 발주 당시 정확한 수량 및 단가산출이 어려운 경우, 예산을 일식으로 설계내역서에 명시하고 집행사유가 발생하면 발생당시를 기준으로 단가를 산출하여 그때그때 정산 처리하는 금액이다. 즉 PS 항목은 공사 감독의 지시에 의하여 사용할 수 있는 공사의 특정목적 을 위하여 잠정적으로 정해진 항목금액으로 사용에 따라 정산되어 확정된 금액은 공사금액의 변경에 반영된다.

웹카메라를 활용한 원격 현장모니터링은 현장별로 작업상황 파악, 취약지점 모니터링 등 다양한 목적에 활용될 수 있으며, 웹카메라 설치 이후 효율적인 현장관리 및 안전관리에 다소 효과가 있는 것으로 나타났다. 하지만, 건설현장별로 현지 사정에 따라 장비 설치 및 유지관리가 어려울 수 있다. 특히 웹카메라 설치 및 운영과 관련하여 건설공사를 수행하는 시공사 및 감리단 그리고 이를 관리하는 국토청 및 국토부 간에 원격 현장모니터링에 대한 인식이 다소 차이이나기 때문에 웹카메라 도입은 단계적으로 추진해야 한다.

따라서 원격 현장관리를 위해 모든 건설현장에 원격 현장모니터링 체계를 전면 적용하는 것보다는 사전에 충분한 협의를 통해 필요로 하는 현장 또는 주요 현장(시설물 관련 공사) 위주의 현장모니터링 관리 체계의 구축이 보다 효과적인 것으로 분석되었다.

3. 결론

본 연구는 국토청의 공사관리관이 공사현장을 효율적으로 감독하기 위해 현장방문을 최소화하고, 원격지에서 공사진척 현황을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 원격 현장모니터링 관리 체계를 구축하였다. 최근 웹카메라 설치에 따른 제반 소요비용이 절감됨에 따라 현장모니터링 관리 체계의 도입이 용이해지고 있으며 현장별로 공사진척현황 파악, 취약지점 모니터링 등에 활용하여 현장관리 및 안전관리에 효과를 거두고 있다. 하지만, 건설현장별로 현장여건에 따라 장비 설치 및 유지관리에 어려움이 발생되고, 또한 현장모니터링 관리 체계의 전면적인 구축 확대보다는 1·2중 시설물을 건설하는 현장 등 특정 현장에서 현장모니터링 체계를 구축하는 것이 효과적인 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 웹카메라를 활용한 현장모니터링 관리 체계의 적용을 위해 “건설현장 영상정보처리기기 설치·운영 가이드”를 마련하였으며, 또한 도입에 따른 비용 산입 등 도입방안 검토 및 개선방안을 마련하여 제시하였다.

향후 원격 현장모니터링 체계의 도입 및 적용방안에 관해 보다 다양한 의견수렴을 통해 법·제도 등의 개선방안을 제시하고자 한다. 또한 현재 국토청에서 발주한 10개의 도로 건설현장에 적용하여 운영 중이나, 대상 범위를 보다 더 확대하고, 원격 현장모니터링시스템의 기능을 점진적으로 개선하고자 한다.

이를 통해 국토부 및 국토청에서는 불필요한 현장방문을 최소화할 수 있으며 현장상황 및 중점관리현장, 공정관리 등 각종 공사 진행상황에 대해 실시간 모니터링이 원격지에서 가능하게 되었다. 또한 현장의 취약지점에 대한 위험요소를 사전에 차단하고 예방함으로써 작업환경의 정비가 가능하며, 천재지변에 따른 각종 재난 및 재해를 사전에 예방할 수 있다. 아울러 안전사고 예방 및 안전의식 고취뿐만 아니라, 부실시공의 근절을 통한 시설물의 품질을 보다 향상시킬 수 있으리라 기대된다.

References

[1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “09 Operation and Technical Improvement of Construction CALS System”, KICT, pp334-365, May, 2010.
 [2] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “10 Operation and Technical Improvement of Construction CALS System(II)”, KICT, pp176-179, March, 2011.

[3] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “11 Operation and Technical Improvement of Construction CALS System(I)”, KICT, pp149-150, December, 2012.
 [4] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “Guide for Visual Information Processing Equipment Installation-Operating in Construction Sites”, KICT, June, 2012.
 [5] Korea Expressway Corporation, “Plan of Proper operating Web Camera”, Korea Expressway Corporation, 2007.
 [6] Seoul Metropolitan Government, “Regulation(proposal) of Operation Integration Construction Alerts”, Seoul Metropolitan Government, 2008.
 [7] Korea Rail Network Authority, “Safety Management procedures(On-site Imaging management system operating)”, Korea Rail Network Authority, 2011.
 [8] Construction CALS Portal System, <http://www.calspia.go.kr>
 [9] Construction Management System, <http://www.citis.go.kr>

옥 현(Hyun Ok)

[정회원]



- 1997년 2월 : 광주대학교 건축공학과 (공학사)
- 2000년 2월 : 동국대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2000년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

건설정보, 사후평가, 설계VE

김 성 진(Seong-Jin Kim)

[정회원]



- 1995년 2월 : 계명대학교 산업공학과 (공학사)
- 2001년 2월 : 계명대학교 일반대학원 산업공학과 (공학석사)
- 2001년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

건설사업관리, PMIS, 전자문서표준, 건설정보화