

모바일 기술 및 웹을 활용한 콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템 개발

Development of Concrete Quality Inspection and Document Management System Using Mobile and Web Technologies

김영석* 이재권** 정운석***
Kim, Young Suk, Lee, Jae Kwon, Jung, Unsuk

요 약

공동주택 습식 공사의 주 재료인 콘크리트는 불량 발생 시 시공 후 개선이 어려울 뿐만 아니라 부실공사로 인한 건물 붕괴 등 대형 사고의 원인이 될 수 있으므로 콘크리트 품질시험의 중요성은 매우 크다고 할 수 있다. 콘크리트 품질시험은 크게 품질시험 관리 조직이 수행하는 시험업무와 문서관리 업무로 구분된다. 콘크리트 품질시험 업무 후 발생하는 정보 및 문서의 양이 과다하고, 결재 시 잦은 이동을 해야 하는 비효율적인 업무 프로세스는 품질 관리원의 업무량을 증가시키므로 품질시험 업무의 투명성 및 품질 이력 데이터의 신뢰성을 저하시키는 문제점을 지니고 있다. 본 연구에서는 최근 급속도로 발전하고 있는 정보기술을 콘크리트 품질시험 분야에 활용하여 품질시험 시 발생하는 정보를 수집하고, 품질시험 관련 문서관리 업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 지원하는 PDA 및 웹 기반 품질시험 관리 시스템의 프로토타입을 제시하고자 한다. 본 연구는 품질시험 관련 조직의 업무량을 절감시키고 품질시험을 적시에 수행할 수 있도록 함으로써 품질시험 업무의 투명성 및 품질 이력 데이터의 신뢰성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

키워드: 품질시험, 문서관리, 콘크리트, 정보기술

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내 건설 프로젝트가 대형화, 복잡화되고 품질 만족에 대한 고객의 욕구가 증대되면서 건설 프로젝트 생산 프로세스에서 품질관리의 중요성이 부각되고 있다. 또한 품질관리는 기업의 경쟁력 향상 및 이미지 제고를 위한 주요 관리요인으로 인식되고 있다. 건설산업에 있어 품질관리의 목적은 시방서나 도면에 명기되어 있는 품질 규격을 충족시킴과 동시에 해당 작업 단계마다 시험 및 검사를 실시하여 문제점을 조기에 발견하고 원인규명 및 대책수립을 통해 목표한대로 공사가 원활히 진행되도록 조치하는데 있다(정현주, 1993).

건설 프로젝트를 수행함에 있어 품질시험을 통해 사용 재료의

정확한 품질 성능을 판단하지 못할 경우, 사용 재료의 불량 및 그 결과로 발생하는 시설물의 품질 문제를 예방할 수 없으며 이는 궁극적으로 시설물의 재시공 및 구조적 성능 저하를 가져올 수 있다. 특히, 건축공사 공동주택에 있어 습식 공법의 주 재료인 콘크리트는 불량 발생 시 추후 개선이 어려울 뿐만 아니라 부실공사로 인해 시설물의 구조적인 성능에 중대한 영향을 미칠 수 있으므로 이를 미연에 예방하기 위한 콘크리트 품질시험의 중요성은 매우 크다고 할 수 있다. 그러나 콘크리트 품질시험 업무 후 발생하는 정보 및 문서의 양이 과다하고, 결재를 위해 잦은 이동을 해야 하는 비효율적인 품질시험 및 문서관리 업무 프로세스는 건설현장 품질관리원의 업무량을 증가시키고, 품질시험 및 문서관리 업무의 투명성 및 품질 이력 데이터의 신뢰성을 저하시키는 문제점을 발생시키고 있는 것으로 조사·분석되었다. 따라서 본 연구에서는 모바일 및 웹 기술을 활용하여 콘크리트 품질시험 및 문서관리 자동화 시스템을 개발함으로써 현재의 비효율적인 콘크리트 품질시험 프로세스를 개선하고 품질시험 정보의 적시수집을 통한 품질시험 업무의 투명성 및 품질 이력 데이터의 신뢰성 제고를 가능하게 할 것으로 기대된다.

* 종신회원, 인하대학교 건축학부 부교수, 공학박사,
youngsuk@inha.ac.kr

** 일반회원, (주)동일토건, 대리, 공학석사, archemrj@daum.net

*** 종신회원, University of Nebraska-Lincoln, Ph.D. Candidate,
cool7477@yahoo.com

1.2 연구의 범위 및 방법

콘크리트 공사의 품질시험은 시공에 사용될 재료의 적정성을 시험 및 관리하는 것으로 품질시험 관리 조직에 의해 수행된다. 품질시험 관리 조직이 담당하는 업무는 시험업무, 콘크리트 제조사의 현황을 관리하기 위한 공급업체 관리업무, 품질시험 기기 관리 업무 및 문서관리 업무 등으로 구분된다. 그러나 공급업체 관리 및 시험기기 관리 업무는 다른 업무에 비해 수행 빈도가 낮고, 지속적인 작업을 요하지 않으므로 본 연구에서는 품질시험 업무 및 문서관리 업무를 연구의 대상으로 한정하였다.

본 연구에서 수행한 주요 내용 및 방법은 다음과 같다.

(1) 콘크리트 품질시험 관리 현황 및 문제점 분석

콘크리트 품질시험 및 배합설계 관련 법령을 분석하고 현장 실무자들을 대상으로 설문 및 인터뷰를 실시하여 품질시험 업무 및 관리조직, 문서관리, 품질시험 관련 결재 업무의 현황과 문제점을 조사·분석하였다. 또한 콘크리트 품질시험 관련 국내외 연구동향을 분석함으로써 기존 연구의 한계성과 품질시험 및 문서관리 시스템 구현을 위한 최신 요소기술(state-of-the-art technology)을 분석하였다.

(2) 콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템 설계를 위한 고려 요소 분석

본 연구에서는 정보기술(Information Technology: IT)을 활용함으로써 콘크리트 품질시험 업무의 효율적 관리 방안과 문서관리 및 결재 업무 프로세스의 개선안을 제시하였다. 이를 위해 활용 가능한 정보기술에 대한 분석 및 개발 시스템의 사용 주체에 대한 정의를 선행하고, 개선된 현장 단위의 업무 프로세스를 재정의 하였다.

(3) 콘크리트 품질시험 및 문서관리 자동화 시스템의 구현

정보기술을 바탕으로 한 품질시험 및 문서관리 시스템 구현을 위해 요구되는 상세 알고리즘 및 데이터베이스 구축, 사용자 인터페이스 등을 설계하였다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 현장 품질관리원의 품질시험 업무 및 문서관리 업무를 효과적으로 수행할 수 있도록 하는 콘크리트 품질시험 및 문서관리 자동화 시스템의 프로토타입 개발 및 개발 시스템의 운용방안을 제시하였다.

(4) 콘크리트 품질시험 및 문서관리 자동화 시스템 검증

정보기술 기반의 콘크리트 품질시험 및 문서관리 업무의 효율성 제고를 위해 정보수집 방법, 웹을 활용한 문서관리 및 전자결재 방법, 사용자 인터페이스의 편리성 등을 현장 적용을 통해 검증하였다.

2. 콘크리트 품질시험 현황 및 국내외 연구동향 분석

2.1 콘크리트 품질시험 현황

(1) 콘크리트 품질시험 및 관련 법규 분석

국내에서는 콘크리트의 현장 요구성능을 확보하기 위해 건설기술관리법(이하, 건기법) 상에 '레미콘 품질관리 지침' 을 규정하고 있고, 'KS F4009' 에서 품질시험(슬럼프 시험, 공기량시험, 압축강도 시험 등) 방법 등을 규정함으로써 콘크리트의 생산 및 공급, 시공시 부실을 방지하기 위한 노력을 기울이고 있다. 건기법상에 규정된 품질관리 대상 현장은 현장 규모에 따라서 초급, 중급, 고급현장으로 구분되며, 품질관리원은 학력 및 자격사항, 경력에 따라 초급, 중급, 고급품질관리원으로 구분되어 있다. 품질시험과 결과물 유지관리 업무는 초급 품질관리원이 수행하며, 시험 종류는 온도시험, 염분함유량 시험, 7일, 28일 압축강도 시험 등이 있다. 한편, 시험 후 발생하는 결과 값은 합격/불합격 여부에 따라 관리 문서가 상이하다. 즉, 합격시에는 건기법 제 38조 서식인 품질시험/검사 대장과 건기법 제 39호 서식인 품질시험 및 검사성과의 총괄 표에 기록 및 관리하도록 규정되어 있다. 불합격시에는 재료의 타 현장 사용 방지를 위해 건기법 제 1호 서식인 불량레이콘 폐기 확인서를 작성하고 보관하도록 규정하고 있다. 건기법 및 레미콘 품질관리 지침의 주요 내용은 다음 표 1과 같다.

표 1. 건설기술관리법 및 레미콘 품질관리 규정

구분	건설기술관리법	레미콘품질관리지침		
품질 관리 대상 현장	고급 현장	영 제 41조 제 1항 제 1호, 2호의 규정에 의한 공사	-	
	중급 현장	총공사비가 100억원 이상인 건설공사 또는 연면적 5,000㎡이상인 다중이용 건축물의 건설공사	-	
	초급 현장	영 제 41조 제 2항의 규정에 의하여 품질시험 계획을 수립하여야 하는 건설공사	-	
품질 관리 조직	고급 현장	특급 또는 고급 품질관리원 1인 이상, 중급 품질관리원 1인 이상, 초급 품질관리원 1인 이상	-	
	중급 현장	고급 품질관리원 1인 이상, 중급 또는 초급 품질관리원 1인 이상	-	
	초급 현장	중급 품질관리원 1인 이상	-	
시험 종류 및 빈도	온도	1회/150㎡	시험빈도 : 1일 1회 이상, 구조물별 1회/150㎡	
	KS F 4009 규정 항목	배합이 다를때마다		공기량
		타설량이 150 ㎡미만 : 일 타설물량마다		연화물함유량
		타설량 150 ㎡이상 : 1회/150㎡		7일강도, 28일 강도
		현장배합표		
결과 관리	KS F 4009 규정 항목 : 슬럼프, 공기량, 염분 함유량, 압축강도	레미콘 출하 및 도착 시, 규격 및 납품서 보관에 있어 회사별 규격별 집계 여부		
	1) 제 38호 서식 : 품질시험·검사대장 2) 제 39호 서식 : 품질시험 및 검사성과의 총괄	1) 별지 제 1호 서식 : 불량레이콘 폐기 확인서		

(2) 품질시험 관리 조직

현재 국내에서 시공중인 공동주택에서는 법적 규정에 준하여 표 2와 같이 품질관리 대상 현장을 결정하고 현장 규모에 적합한 조직을 구성하고 있는 것으로 조사되었다.

표 2. 품질관리 조직 구성

구분	S건설	H건설	L건설	S건설	D건설	K건설
	안양	등준	안양	의정부	시흥	강남
대상 현상	고급 공사	고급 공사	고급 공사	중급 공사	중급 공사	중급 공사
조직	초급, 중급, 고급 품질관리원 각 1인			초급, 고급 품질관리원 각 1인		

표 2와 같은 현장 조사결과, S건설, H건설 및 L건설 등 고급 공사 현장의 품질시험 관리 전체 조직은 발주처, 관공서, 레미콘 공급사, 현장 시험실, 현장 사무실, 감리업체 및 시공사 본사로 구성된다. 발주처는 품질시험 관리 업무 전체를 감리측에 위임하며, 관공서는 일정 시점 별로 현장에서 작성한 품질 관련 문서를 확인하는 등 품질시험 수행여부를 관리한다. 레미콘 공급사는 콘크리트를 공급하고 필요시 현장으로 품질시험 기사를 파견하여 시험업무를 수행한다. 현장 시험실에서는 초급 품질 관리원이 상주하며, 시험업무 및 문서관리 업무를 담당한다. 현장 사무실에서는 중급 품질 관리원 및 고급 품질 관리원이 상주하며, 초급 품질관리원이 수행한 시험업무 및 문서관리 업무 등 품질시험의 총괄 및 문서 결재 업무를 수행한다. 감리사무실은 감리가 상주하며 품질시험 관리 업무의 최종확인 및 문서 결재를 수행한다. 본사 품질관리 부서의 경우 현장 별 품질시험 현황을 관리하고, 필요에 따라 현장 별 품질시험 업무를 지원한다. 현장 단위 품질시험 관리 전체 조직 및 업무를 도식화 하면 다음 그림 1과 같다.

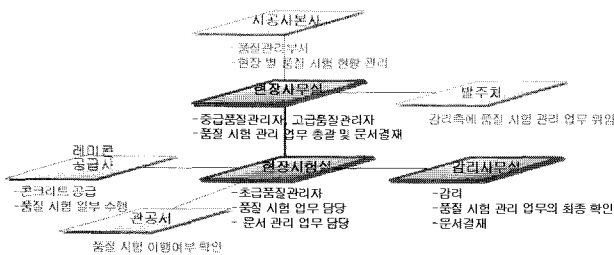


그림 1. 품질시험 관리 조직 및 업무

품질시험 관리 조직 측면에서 현장 시험실, 현장 사무실, 감리업체 및 시공사 본사 등 조직간 시험 현황 관리 및 문서화된 정보의 공유가 요구된다. 그러나 현재 품질시험 관련 정보의 공유는 해당 문서의 요청 및 제출의 형태로 이루어지나 요청된 문서를 준비하는 과정에서 과도한 시간이 소요되어 초급 품질 관리원의 업무량이 증가하고 있는 것으로 분석되었다.

(3) 품질시험 업무 및 문서관리 업무 분석

대부분의 현장에서는 품질시험 업무를 위해 건기법 상에서 규정하고 있는 온도시험, 슬럼프시험, 공기량시험, 염화물 함유량 시험, 7일 및 28일 압축강도 시험을 수행하고 있는 것으로 조사·분석되었다. 일부 현장에서는 3일 압축강도를 추가로 수행해 타설 이후 빠른 시일 내에 28일 강도를 추정하고 있으며, 이를 거푸집 탈형 시기 및 공사진행 여부를 판단하기 위한 의사결정 자료로 활용하고 있는 것으로 조사되었다(표 3).

표 3. 현장 별 수행중인 콘크리트 시험

구분	S건설	H건설	L건설	S건설	D건설	D건설
	안양	등준	안양	의정부	시흥	강남
온도	○	○	○	○	○	○
슬럼프	○	○	○	○	○	○
공기량	○	○	○	○	○	○
염화물량	○	○	○	○	○	○
3일압축강도	○	-	○	○	-	-
7일압축강도	○	○	○	○	○	○
28일압축 강도	○	○	○	○	○	○
슈미트해머	○	-	-	○	○	-

현장조사 결과, 공사수행 중 시험업무가 빈번히 요구되므로 시험업무와 문서관리 업무를 정해진 시간 내에 효율적으로 수행하는 것이 중요한 것으로 분석되었다. 그러나 시험업무 이후 발생하는 정보가 많아 문서관리 업무를 적시에 수행하지 못함으로써 품질시험의 투명성 및 신뢰성이 크게 저하되는 등의 문제점이 있는 것으로 분석되었다.

품질시험 후 발생하는 결과 값은 문서의 형태로 작성, 보관 및 활용된다. 품질시험 관련 문서는 시공단계 및 유지관리 단계에서 품질시험의 투명성을 확인하는 척도이며, 품질 이력 관리를 위한 주요 근거자료로 활용되므로 문서관리의 중요성은 매우 높다. 건설현장에서의 품질시험 관련 문서는 관리방식 및 절차 등 업무에 참고하기 위한 관리문서와 시험 후 발생하는 데이터를 기록하기 위한 기록문서로 구분된다. 관리문서는 공사착공 전 건축물의 품질을 확보하기 위해 품질 계획을 수립하기 위한 문서로서 품질보증 계획서, 품질시험계획서 등이 있다. 공사착공 전 시공사는 발주자에게 고품질의 건축물을 인도하기 위해 품질 보증계획을 수립하며, 이후 현장에서는 이를 기반으로 시험 조직, 시험실 운영 방법 등을 포함해 품질시험 업무와 관련된 품질 시험계획서를 작성한다. 한편 기록문서의 경우 공사기간 동안 시험업무를 수행하고, 그 결과를 기록·관리하기 위한 문서로 현장마다 약 7~20여종의 다양한 문서를 활용하고 있는 것으로 조사·분석되었다. 현장에서 품질시험 관리를 위해 사용되는 문서는 전 현장에서 공통으로 사용되고 있는 건기법 상에서 지정한 법적 규정 문서 및 전체 시험 결과 값을 통합 관리하기 위한

총괄관리 문서, 각각의 시험을 세부적으로 관리하기 위한 세부 관리 문서로 크게 구분될 수 있다(그림 2).

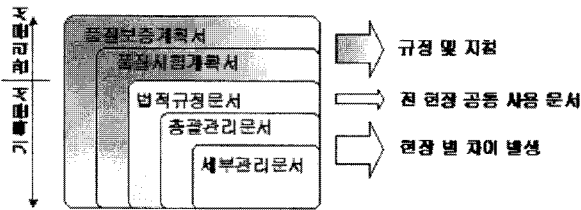


그림 2. 품질시험을 위한 문서의 종류

품질시험후 작성해야 하는 문서의 구성은 일반적으로 3종의 법적 규정 문서, 7종의 총괄 관리 문서, 15종의 세부 관리 문서로 구성되며, 1개 시험 이후 평균 7종의 문서에 결과를 기록해야 하는 것으로 조사되었다. 한편 법적 규정 문서 및 총괄 관리 문서는 타설 부위를 기준으로 기록하기 때문에 28일 압축강도 시험이 끝나는 시점에서 결재를 받아야하고, 세부관리 문서는 각 시험이 끝나는 시점에서 결재를 받아야하는 것으로 조사되었다.

(4) 품질시험 관리상의 문제점 분석

콘크리트 품질시험 업무상의 문제점을 분석하기 위해 품질시험 관리 조직이 수행하는 시험업무와 문서관리 업무를 수행절차에 따라 분석하였다. 그림 3과 같이 품질시험 업무는 레미콘 공급사의 품질시험 기사가 초급 품질 기사와 감리의 입회 하에 온도시험, 슬럼프시험, 공기량시험 및 염분함유량 시험을 실시한다. 초급 품질 관리기사는 콘크리트의 3일, 7일, 28일 압축강도

시험을 실시하고 현장에서 1차 문서화 과정을 거쳐 사무실로 이동 후 2차 문서화를 수행한다. 문서화된 서류를 중급 및 고급품질관리원의 결재를 거쳐 감리의 최종 결재를 얻음으로써 품질시험관련 모든 업무를 마치게 된다.

현장 조사를 통해 분석된 콘크리트 품질시험 및 문서관리상의 문제점을 요약·정리하면 다음과 같다.

1) 그림 3과 같이 품질시험 관련 문서관리 업무에서 초급 품질관리원의 문서화 프로세스는 1차, 2차의 이중 문서화를 요하므로 품질관리원의 업무량을 가중시키고 있는 것으로 분석되었다.

2) 초급 품질관리원은 2차 문서화 이후 결재 문서의 선택 및 결재 서류의 분류 등 별도의 노력이 필요하고, 중급고급 품질관리원 및 감리의 결재를 득하기 위해 잦은 이동을 해야 하므로 이를 위해 다과한 시간이 소비되는 것으로 분석되었다.

3) 현장조사 결과, 초급 품질 관리원의 문서관리 업무 과다로 시험업무를 적시에 수행할 수 없는 경우가 발생하여 품질시험의 투명성을 저하시키는 주요 원인이 되고 있는 것으로 분석되었다.

4) 한편, 시험업무 후 발생하는 정보가 많아 문서관리 업무를 적시에 수행할 수 없으므로 품질시험 이력 데이터의 신뢰성을 저하시키고 있는 것으로 분석되었다.

5) 본사 및 관공서 측에서 관련 문서의 제출 요청이 있을 경우 해당 문서를 준비하는 과정에서 많은 시간이 소요되는 등 초급 품질 관리원의 업무량이 증가하는 것으로 분석되었다. 품질시험 관리에 있어 조직, 시험 및 문서관리 업무는 상호 유기적인 관계를 형성하고 있으므로 문서관리 업무에서 발생하는 문제점은 시험업무 및 품질시험 관리 조직까지 그 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 품질시험 업무의 투명성, 품질 이력 데이터의 신뢰성 제고, 정보화 측면에서 중요한 요소이므로 상기와 같은 문제점을 개선하기 위한 대안의 제시가 시급한 실정이다.

2.2 국내외 연구동향 분석

품질시험 관리업무 분야에서 이현탁(1996)은 품질관리 조직의 분석을 통해 조직원의 업무량 및 권한, 조직 체계의 문제점을 도출하고 개선안을 제안하였다. 현명훈(1998)은 콘크리트 품질관리를 생산단계, 타설 전·후 단계, 보수·보강단계로 구분하여 시점별 품질관리 수행 안을 제안하였다. 박상만(2000)은 웹을 활용한 품질관리시스템의 개발을 통해 품질관련 데이터베이스를 구축하고 이력관리를 구현하였다. 또한 품질시험의 문서관리 분야에서 이중일(1994)은 품질관리와 관련한 문서량 과다 및 복잡성을 문제점으로 도출하고 이를 위한 개선안을 제시하였다. 윤희수(2002)는 업무 및 이력관리 측면에 있어 문서관리 업무의 중요

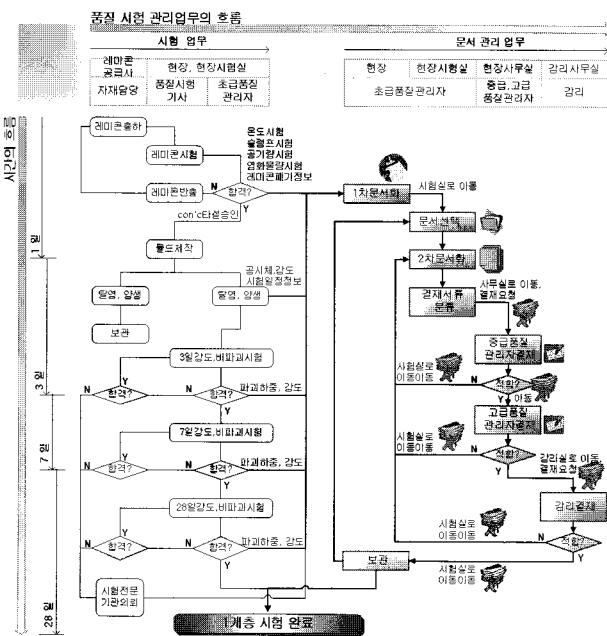


그림 3. 품질시험 및 문서관리 업무 프로세스

성을 제시하고 문서관리 자동화 방안을 제안하였다. 먼저, 시험 업무 측면의 동향 분석결과, 조직체계 전환을 통한 초급 품질관리원의 위상 향상 및 협력업체의 적극적인 참여를 유도하기 위한 품질환경 조성, 웹을 활용하여 체크리스트를 개발함으로써 정보 공유의 효율화를 제고하고자 하였다. 그러나 제안된 내용이 다소 포괄적이어서 콘크리트 품질시험의 정보를 공유하기 위한 부분은 취약한 것으로 분석되었다. 문서관리 측면의 동향 분석 결과, ISO 9000시리즈 도입 이후 기록문서의 중요성을 인식해 각종 지침의 표준화 등 국가 차원의 정책 강화 및 회사 측면의 문서 표준화 등이 이루어지고 있으나, 이후의 연구는 미흡한 것으로 분석되었다. 이와 같이 품질시험에 있어 조직 및 관리 시점, 시험 관련 문서의 데이터베이스 구축에 대한 필요성을 인식하고 개선하기 위한 노력을 기울이고 있으나 품질시험 업무 및 문서관리 업무를 보다 정확하고 효율적으로 수행하기 위한 체계개선이나 방법론 제시에 관한 연구가 필요한 것으로 조사되었다.

건설 프로젝트에 있어 품질시험 이외의 문서관리관련 연구 동향 분석결과 컴퓨터, 태블릿 PC, PDA, 전자펜 및 디지털 비디오 카메라를 포함한 정보기술의 활용을 통해 건설현장에서 발생하는 정보를 효율적으로 수집하고 관리할 수 있도록 하는 다양한 연구가 수행되어 왔다(Battikha, 2002, 김범기, 2005, 장종문, 2007, Kim, 2008). 특히 문서관리에 있어 전자문서의 구현과 전자결재 시스템을 이용한 결재방식의 개선은 업무량 절감 측면에서 매우 혁신적인 기술이라고 할 수 있으며 건설 전반에 걸쳐

이러한 시스템을 도입하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있는 추세이다. 그러나 문서관리의 중요성이 그 어느 분야보다도 중요하게 인식되는 품질시험 분야에서 문서를 효율적으로 관리하기 위한 연구는 미흡한 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 그림 4와 같이 PDA, 컴퓨터, 웹 및 전자결재 등의 정보기술을 이용해 품질시험 관리 및 문서관리 측면에서 조직 간 확인 및 승인절차, 문서화 등의 문제점을 개선하고 초급 품질관리원의 업무 절감으로 시험업무의 투명성 및 품질 이력 데이터의 신뢰성을 향상시키고자 한다. 현장에서 PDA를 통해 수집된 시험 결과 값은 문서에 자동 저장되고, 이를 전자결재와 연계시킴으로써 품질시험 업무 프로세스를 간소화 할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템의 설계

3.1 시스템 개발을 위한 고려요소

(1) 정보기술

PDA는 시간 및 장소에 구애 받지 않고 이동할 수 있으며, 데이터 입력 및 출력이 가능한 휴대용 단말기이다. 또한 작고 가벼워서 휴대하기에 편리하며, 스타일러스 펜과 터치 LCD를 이용하여 개인 및 조직 정보를 관리하기에 적합한 오늘날 매우 일반화된 정보화 도구이다. 특히 컴퓨터와의 정보교류는 물론 인터넷 및 이동전화 기능 등 다양한 기능을 내재하고 있고, 사무실과 현장 간 정보를 실시간으로 교환할 수 있는 장점을 지니고 있다. 본 연구에서는 품질시험 관리를 위해 PDA를 이용하여 현장에서 발생하는 정보를 용이하게 수집하고, 이를 문서관리와 연계시킴으로써 문서관리 업무를 간소화 시키고자 한다.

전자결재시스템은 웹 및 컴퓨터 전자문서를 이용한 결재 시스템으로써 공개키 기반구조(Public Key Infrastructure, 이하 PKI)를 이루고 있다. PKI는 안전성이 보장되지 않은 인터넷 사용자들이 신뢰할 수 있는 인증기관에서 부여된 한 쌍의 공개키*와 개인키**를 사용함으로써 안전성을 확보할 수 있으며, 세부적인 내용은 다음과 같다.

1) 공개키와 개인키는 인증기관에 인증서를 신청함으로써 실시간으로 발급된다. 개인키는 요청자에게만 부여되며, 공개키는 모든 사람이 접근할 수 있는 디렉토리에 전자문서***의 일부분으로써 공개된다. 개인키는 다른 사람과 공유되지 않는다.

2) 발신자가 수신자의 공개키를 이용해 문서를 암호화하고, 발신자를 증명하기 위해 자신의 개인키를 사용해 전자문서를 암호화한 후 전송한다.

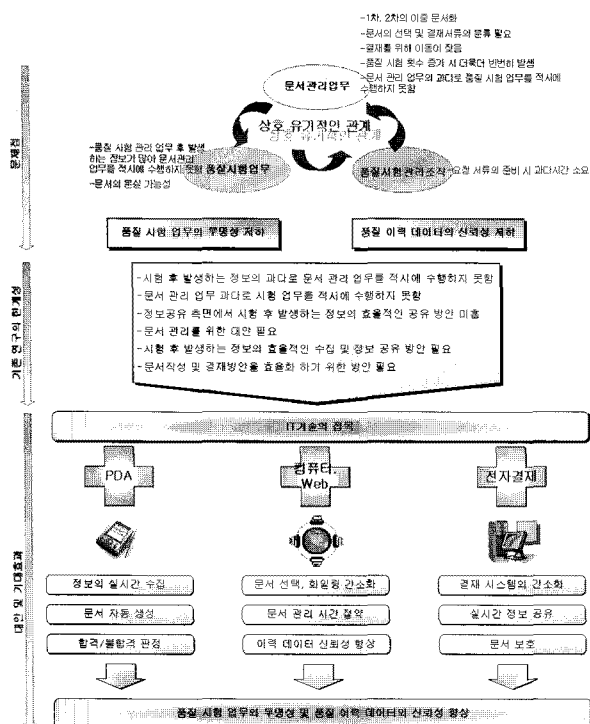


그림 4. 정보기술을 활용한 품질시험 및 문서관리 개선안

3) 수신자는 발신자를 확인하고 인증기관에 의해 부여된 자신의 개인키를 이용해 문서를 열람하고 전자결재를 수행할 수 있다.

(2) 개발 시스템의 사용 주체

시스템 사용 주체로서 초급 품질 관리원은 PDA를 이용해 시험 정보를 수집하고, 정보수집과 동시에 PC상에서 자동 생성된 품질시험 관련 문서에 대해 전자 결재를 요청한다. 중급 품질 관리원, 고급 품질관리원 및 감리자는 PC상에서 시험 현황을 관리하며 전자결재 권한을 갖는다. 한편 본사는 전자결재에 관한 권한은 없지만 현장 별 시험 현황을 총괄 관리하며 업무를 지원한다. 본 연구에서 개발하고자 하는 품질시험 및 문서관리 시스템의 사용 주체 및 업무는 표 4와 같다.

표 4 품질시험 관리 시스템 사용 주체 및 업무

소속	현장, 시험실			감리사무실	시공사 본사
	초급 품질관리원	중급 품질관리원	고급 품질관리원		
PDA	◎	-	-	-	-
PC	◎	◎	◎	◎	◎
전자결재	-	◎	◎	◎	◎
업무	-정보수집 -전자결재요청 -문서관리	-시험 현황 관리 -전자결재			-현장 별 현황관리 -업무지원

(3) 정보기술을 활용한 품질시험 및 문서관리 업무 프로세스

품질시험 및 문서관리 시스템의 사용 주체 및 업무에 따른 세부적인 현장 단위 업무 프로세스는 그림 5와 같으며 주요 내용은 다음과 같다.

1) 현장 품질관리 조직 즉, 초급·중급·고급 품질 관리원 및 감리자는 공인 인증기관으로부터 공개키와 개인키를 부여받는다.

2) 초급 품질 관리원은 콘크리트 타설이 예정되어 있을 경우 현장 시험을 비롯한 시험계획을 PC상에서 수립하고, 강도 시험 또는 양생관리 등을 수행해야 할 경우 알람 기능을 통해 예정작업을 확인한다.

2)~3) 작성된 당일 예정작업 정보는 초급 품질 관리원의 PDA에 다운로드 되며, 초급 품질 관리원은 시험 데이터의 기록을 위해 PDA만을 보유하고, 예정 작업 내용에 따라 해당 장소로 이동한다.

* 공개키는 지정된 인증기관에 의해 제공되는 키 값으로써 개인키와 함께 메시지 또는 전자서명의 암호화 및 문서복원에 사용된다.
 ** 개인키는 비밀키로써 암호보호를 위해 개인만이 알고 있는 키이다.
 *** 웹상에서 이루어지는 거래에서 사용자의 자격을 확립하는 일종의 전자신용카드로서 인증기관에 의해 발급된 디지털 인증서이다. 수령인이 인증서의 진위여부를 확인할 수 있도록 소유자의 이름, 일련 번호, 인증서 소유자의 공개키 사본, 인증서 발급기관의 전자서명 등이 포함된다.

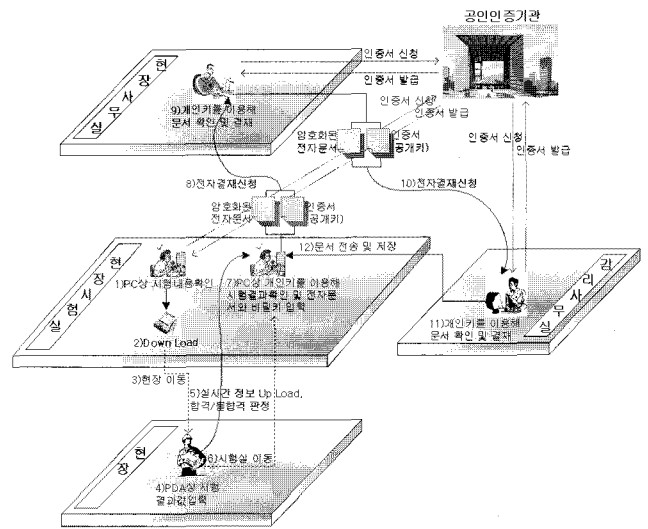


그림 5. 시스템 적용 시 현장 단위 업무 프로세스

4)~5) 레미콘 공급사의 품질 관리자가 품질시험을 수행하면 초급 품질 관리원은 PDA로 품질관리 시스템에 접속하여 실시간으로 시험 데이터를 입력하고, 합격/불합격 여부를 피드백 받는다. 이 과정에서 합격일 경우 그 결과 값은 콘크리트 타설 승인과 동시에 PC상의 해당 문서에 자동으로 문서화 되지만, 불합격일 경우에는 콘크리트 반출 지시와 동시에 '레미콘 폐기 확인서'에 자동으로 저장 된다. 또한 비파괴 시험 및 양생관리 등의 작업이 예정되어 있다면 해당 정보를 입력할 경우 현장시험과 마찬가지로 정보의 입력, 피드백 및 자동 문서화가 이루어진다.

6)~7) 일일 시험 및 예정작업이 종료되면 초급 품질 관리원은 현장 시험실로 이동해 PDA상에서 입력된 정보를 바탕으로 자동으로 문서화된 내용을 PC상에서 확인하고, 결재문서를 분류한다.

8) 전자결재 요청은 인증서와 암호화된 전자문서의 형태로 발송된다.

9) 초급 품질 관리원이 전자결재를 요청하면 사무실 중급, 고급 품질 관리원의 화면상에 순차적으로 결재요청 정보가 나타나고 중급, 고급 품질 관리원은 해당 문서를 확인한 후 암호화된 개인키를 이용해 전자결재를 수행한다. 이 과정에서 지적사항 또는 오류사항이 발생하면 문서는 다시 초급 품질 관리원에게 돌아온다.

10) 이후 감리 측에 인증서와 암호화된 전자문서의 형태로 전자결재가 요청된다.

11) 고급 품질 관리원이 전자결재를 요청하게 되면 감리는 프로세스 9)와 동일한 방법으로 전자결재를 수행한다.

12) 상기와 같은 순서를 거쳐 결재가 완료된 문서는 문서 DB에 저장된다.

3.2 시스템 개발 환경 및 데이터 모델링

(1) 시스템 개발 환경

콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템은 이동성 및 휴대성, 성능 측면에서 효율적인 PDA와 정보공유를 위해 웹을 기반으로 하고 있으며, 다량의 정보를 관리하기 위해 DB의 설계가 요구된다. 즉, 콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템은 데이터를 관리하기 위한 DB 서버 및 현장에서의 정보수집 도구인 PDA, 품질시험 현황을 관리하기 위한 PC로 구성된다. 본 연구에서는 DB 서버로 관계형 DB 관리에 적합하고 PDA로의 원격 DB 서버 기능을 지닌 MS SQL server 2000을 사용하였다. 또한 OLE DB*와 AOD**를 사용해 ASP와 연계하였다. 이는 웹 서버인 IIS***를 통해 인터넷과 연결되므로 사용자는 PDA와 PC를 이용해 인터넷에 접속 후 콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템을 사용할 수 있다(그림 6).

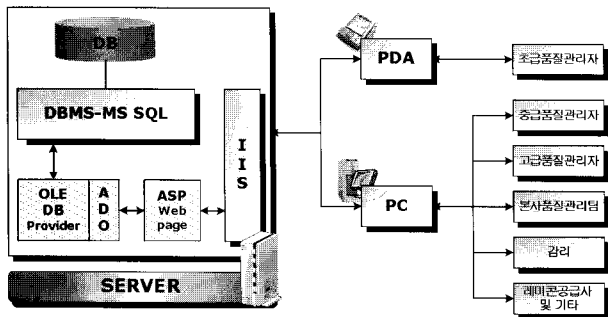


그림 6. 품질관리 시스템 개발환경

(2) 데이터 모델링

데이터 모델링은 정보들간의 관계를 이해하기 쉽도록 그림 또는 문서의 형태로 표현하는 것이다. 최근 레코드에 있는 자료들이 각각 다른 오브젝트에 관련된 정보를 포함하고 있는 관계형 DB 관리시스템이 주를 이룸에 따라 ERD(Entity Relationship Diagram)는 DB 설계에서 가장 중요한 요소가 되었다. ERD는 개략적 데이터 모델링을 위한 기법으로 사용되고 있으며, 기본적으로 데이터를 구성하는 개체와 개체간의 관계, 그리고 개체와 관계를 가지는 속성으로 표현된다(원영호, 2003).

* 프로그램에서 여러 형태의 데이터를 다룰 수 있도록 제공되는 컴포넌트로써 중간 매개체 역할을 하는 인터페이스이다. 즉 ADO와 같은 객체를 통해 데이터 처리를 요구하면 OLE DB는 이 요구를 받아서 실제 데이터를 처리할 데이터엔진에게 요구사항을 전달한다.

** ADO는 Active Data Object는 데이터베이스 오브젝트 인터페이스로써 기존의 DAO, RDO보다 다양한 기능을 제공한다.

*** IIS는 Internet Information Service의 약자로서 인터넷 서비스를 통합 제공하는 서버이다.

품질시험 관리 시스템을 설계하기 위해서 필요한 정보들의 속성과 정보들간의 관계를 그림 7과 같이 개체, 개체가 가지고 있는 속성, 개체들간의 관계를 도식화하였다. 예로써 '7일 강도' 시험 개체는 공시체를 이용해 3회의 시험을 수행해야 하므로 공시체 ID, 파괴하중 1회 측정치, 파괴하중 2회 측정치, 파괴하중 3회 측정치'의 속성을 갖게 된다.

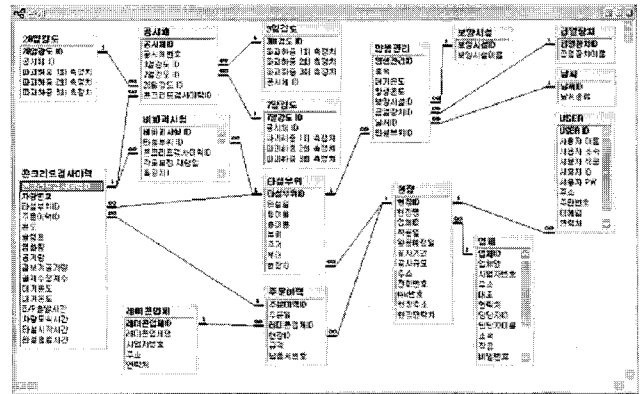


그림 7. 품질시험 및 문서관리 시스템 구축을 위한 ERD

3.3 개발 시스템의 운용 방안

콘크리트 타설 시점을 기준으로 온도시험 및 슬럼프시험, 공기량시험, 염화물량시험은 콘크리트 타설 전에 수행되어야 하고, 3일, 7일, 28일 압축강도 시험 및 슈미트해머 시험은 콘크리트 타설 후 수행된다. 따라서 본 연구에서는 콘크리트 타설 전·후 시험으로 구분해 개발 시스템의 운용 방안을 제안하였다.

(1) 콘크리트 타설 전 시험 운용 방안

PDA를 이용해 온도시험 및 슬럼프시험, 공기량시험, 염분함유량 시험 이후 발생하는 정보를 효율적으로 수집하기 위한 운용 방안은 그림 8과 같으며 주요 내용은 다음과 같다.

- 1) 초급 품질관리원은 품질시험 결과를 입력하기 위해 아이디와 패스워드를 PDA에 입력한 후 본 시스템에 접속한다.
- 2) 서/한중 여부에 따라서 관리 항목이 달라지므로 온도를 고려해 서/한중 콘크리트 중 하나를 선택한다.
- 3) 현장에서 콘크리트 품질시험과 관련해 수집 가능한 정보는 콘크리트 타설 전 시험, 콘크리트 타설 후 시험 및 양생관리로 크게 분류된다. 타설 전 시험일 경우 이를 선택한다.
- 4) 초급 품질관리원은 시험 값 입력에 앞서 타설일, 타설부위, 공급업체, 차량번호 등의 기본정보를 입력한다. 특히 공급업체 정보는 향후 업체별 공급물량 등을 분석하는 자료로써 활용될 수 있으며, 차량번호의 경우 서중콘크리트 관리문서에 저장된다.

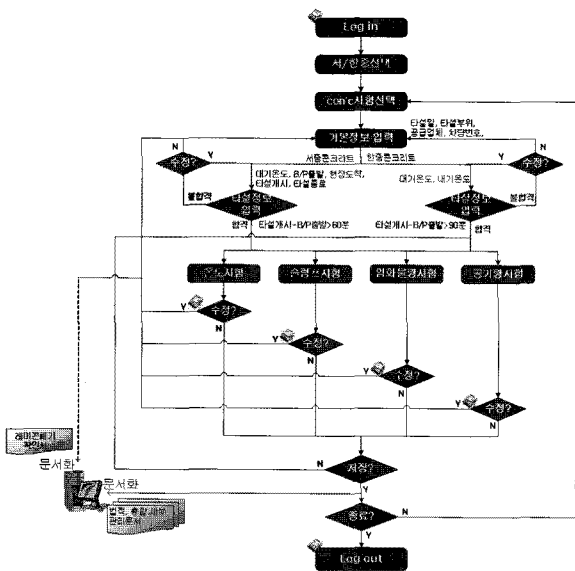


그림 8. 콘크리트 타설 전 시험 운용 방안

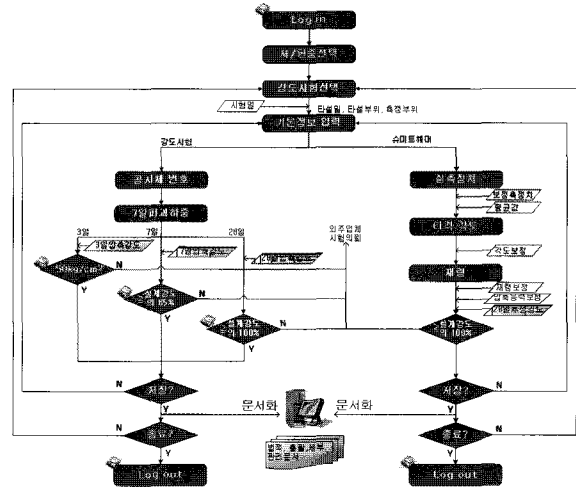


그림 9. 콘크리트 타설 후 시험 운용 방안

5) 서중 콘크리트에 있어 베쳐플랜트는 출발 이후 60분 이내에 타설되어야 하므로 대기온도, 콘크리트의 베쳐플랜트 출발, 현장도착, 타설개시, 타설종료 등의 시간을 입력한다. PDA는 입력 값을 토대로 합격/불합격 여부를 판정하고 그 결과를 PDA화면에 출력한다. 합격일 경우에는 다음 단계로 넘어가게 되나 불합격일 경우 재입력 또는 콘크리트 반출 지시와 함께 레미콘 폐기 확인서에 결과가 저장된다. 한편, 한중콘크리트의 경우 90분 이내에 타설되어야 하며 이후의 프로세스는 앞서 기술한 내용과 동일하다.

6) 현장시험 즉 온도시험, 슬럼프시험, 염화물량시험, 공기량 시험을 수행하고 결과 값을 입력한다. PDA는 KS F 규정에 따라 오차 범위 내에서 각각의 시험결과에 대해 합격/불합격 여부를 판정하고 그 결과를 PDA화면에 출력한다. 결과가 합격일 경우에는 타설 승인을 하게 되나, 불합격한 시험이 있다면 재시험을 수행하거나 불합격 판정으로 반출 지시와 함께 레미콘 폐기 확인서에 결과가 저장된다.

(2) 콘크리트 타설 후 시험 운용 방안

콘크리트 타설 후 시험은 콘크리트 타설 및 경화 이후 수행하는 시험으로써 3일, 7일, 28일 압축강도 시험과 필요 시 슈미트 해머 시험 등을 수행해야 하며, PDA를 활용한 콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템의 운용 방안은 그림 9와 같으며 주요 내용은 다음과 같다.

- 1) 서/한중 콘크리트 선택 이후 강도시험을 선택한다.
- 2) 시험 기본정보로서 시험일, 타설일, 타설일 등을 입력한다.

- 3) 공시체 양생 시 기입했던 공시체 번호를 입력하고 압축강도 시험을 실시한다.
- 4) 시험 결과 값 즉, 파괴하중을 입력한다.
- 5) PDA는 파괴하중을 공시체 단면적으로 나누어 압축강도를 산정하게 되며, 이를 토대로 KS F 규정에 준해 합격/불합격 여부를 판정하고 그 결과를 PDA화면에 출력한다.
- 6) 합격일 경우에는 강도시험과 관련된 문서에 저장되지만, 불합격일 경우에는 재시험을 수행하거나 의주 시험 전문업체에 재시험을 의뢰한다.

4. 콘크리트 품질시험 및 문서관리 시스템 적용

4.1 시스템 검증을 위한 기상 데이터의 설정

본 연구를 통해 개발된 콘크리트 품질시험 관리 시스템인 (Quality Inspection Management System; QIMS)의 검증을 위해 현장에서 수행되는 품질시험과 유사한 가상 환경 및 시스템 검증을 위한 기상 데이터를 설정하고 시스템에 적용하였다. 가상 환경은 H건설의 D 현장을 바탕으로 설정되었으며 주요 내용은 표 5와 같다.

4.2 품질시험 관리 시스템의 적용

(1) 콘크리트 타설 전 시험

초급 품질 관리원은 온도시험, 슬럼프시험, 공기량시험 및 염분함유량시험 등의 콘크리트 타설 전 품질시험을 수행하기 위해 PDA상에서 아이디와 비밀번호를 이용해 로그인하고 QIMS에

표 5. 시스템 적용을 위한 가상 환경의 설정

대상현장	고급공사	
조직의 구성	초급, 중급, 고급 품질 관리원 각 1인	
시험항목	콘크리트 타설 전 시험	온도, 슬럼프, 공기량 및 엄화물량 시험
	콘크리트 타설 후 시험	7일 및 28일 압축강도 시험
사용 문서 수	총 9종	
문서 종류	세부 관리문서	부위별 슬럼프 시험표, 7일 압축강도 시험표, 28일 압축강도 시험표
	총괄 관리문서	콘크리트 품질관리 대장
	법적 규정문서	레미콘 폐기 확인서, 품질시험검사 대장, 품질시험 및 검사성과총괄표

접속한다. 이후 그림 10(a)와 같이 외기 온도를 고려해 서중/한중 콘크리트를 선택하고 콘크리트 타설 전 시험을 선택한다.

시험 값 입력 이전에 그림 10(b)와 같이 기본 정보를 입력한다. 기본정보 화면은 타설 부위, 차량 및 시험 번호 등 시험과는 관련이 없으나 문서관리 시 필요한 정보를 고려해 설계하였다. 현장 특성에 따라 관리하는 기본 정보가 다를 경우 비 관리대상 항목은 활성화/비 활성화 기능을 이용해 관리 대상에서 용이하게 제외시킬 수 있도록 하였다. 타설 정보 화면은 온도 및 차량 시간 등 외기적 요소를 고려해 설계하였다. 그림 10(c)는 한중 콘크리트를 선택하였을 경우에 출력되는 화면으로써 특히 하절기에는 내기온도를 측정하지 않으므로 내기온도 관리항목은 한중 콘크리트 선택 시 자동으로 비 활성화된다. 반대로 서중 콘크리트를 선택하였을 경우, 내기온도는 활성화되거나 차량 시간관리는 비 활성화된다. QIMS는 타설 시간과 관련된 법적 규정을 고려해 베퉀플랜트 출발시각과 타설 시각의 시간 차이를 자동으로 계산해 합격/불합격 여부를 판단할 수 있도록 설계되었다. 즉, 한중 콘크리트에서 시간 차이가 60분 이내이면 합격으로써 시험단계로 이동한다. 60분 이후일 경우에는 불합격 판정을 하게 되고, 상황에 따라 재입력 후에도 불합격 판정이 내려지면 결과 값은 초급 품질 관리원의 확인 이후 별지 제 1호 서식인 '레미콘 폐기 확인서'에 자동으로 저장되고 해당 레미콘 차는 반출 및 폐기 된다.

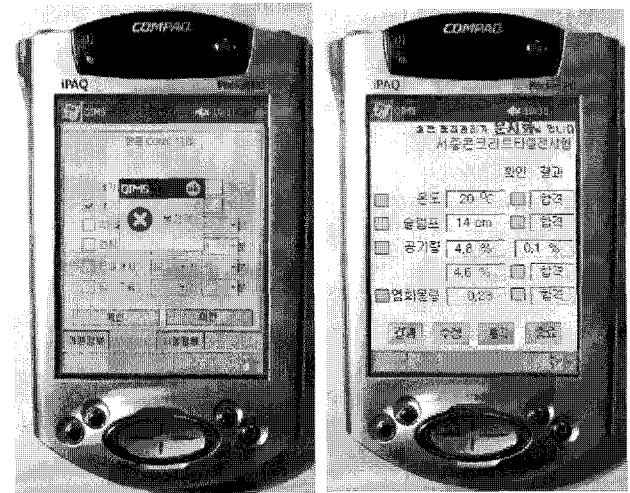
타설 정보에서 합격한 콘크리트에 대해서는 타설 전 시험을 수행하고 시험 값을 그림 10(d)와 같이 입력한다.

초급 품질 관리원이 각각의 시험 값을 입력하면 PDA는 KS F에서 규정된 오차 범위 내에서 합격/불합격 여부를 판정하고 이를 화면상에 출력한다. 예로써, 콘크리트의 지정된 슬럼프 값이 12cm이고 시험 값이 14cm로 측정되었다면, 지정된 슬럼프 값의 오차 범위를 고려해 볼 때 시험 값은 9.5cm~14.5cm범위 내에 존재하므로 합격이 된다. 4개의 시험 항목 모두가 합격 판정을 받게 되면 화면 하단에 타설 승인이 나타난다. 그러나 한 항목에서 불합격 판정이 내려지면 결과 값은 초급 품질 관리원



(a) 시험선택화면

(b) 기본정보입력화면



(c) 타설정보 입력화면

(d) 품질시험값 입력

그림 10. 콘크리트 품질시험 관리 시스템(타설 전)

의 확인 이후 별지 제 1호 서식인 '레미콘 폐기 확인서'에 자동으로 저장되고 해당 레미콘차는 반출 및 폐기 된다.

(2) 콘크리트 타설 후 시험

초급 품질관리원은 3일, 7일, 28일 압축강도시험 및 슈미트 해머시험 등의 콘크리트 타설 후 품질시험을 수행하기 위해 PDA상에서 아이디와 비밀번호를 이용해 로그인하고 QMIS에 접속한 후 콘크리트 타설 후 시험을 선택한다. 그림 11(a)과 같이 3일 압축강도 시험을 수행하고자 할 경우 이를 선택한다. 이후 그림 11(b)와 같이 타설일, 타설 부위 및 공사체 번호를 입력하고 3회 시험 후 발생하는 파괴하중을 순서대로 입력하면 PDA는 파괴하중을 평균 압축강도로 환산하여 KS F에서 규정된 오차 범위 내에서 합격/불합격 여부를 판정하고 이를 화면에 나타낸다 (그림 11(c)).



(a) 강도시험 선택화면

(b) 3일 강도시험정보 입력화면

(c) 3일 강도시험 결과 출력

그림 11. 콘크리트 품질시험 관리 시스템(타설 후)

(3) 품질시험 결과의 문서화

1) 세부 관리문서의 문서화

H건설 D현장에서 사용하는 세부 관리문서 중 슬럼프 시험 결과를 관리하기 위한 '부위별 슬럼프 시험표' 문서의 생성 예는 그림 12와 같다. 즉, PDA를 이용해 수집된 정보 중 타설일, 타설부위, 규격, 시험 번호 및 슬럼프 값이 문서의 해당 부위에 저장된다.

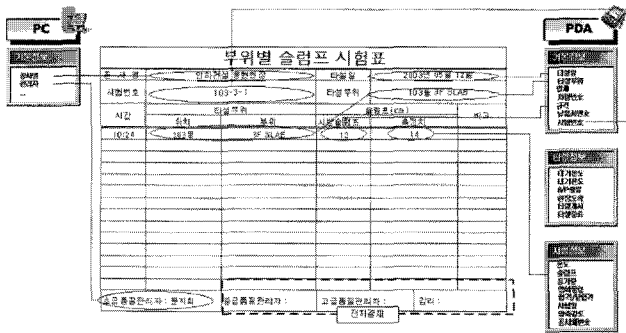


그림 12. 슬럼프시험의 문서화

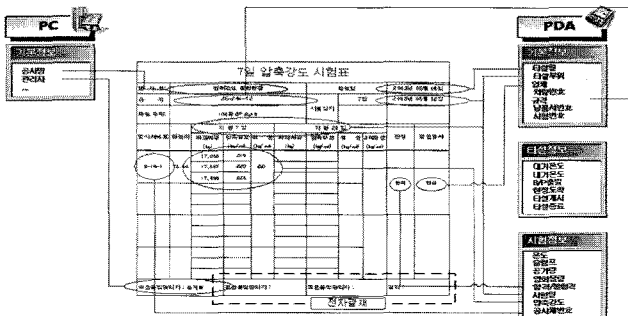


그림 13. 7일 압축강도시험의 문서화

그림 13은 세부 관리문서 중 '7일 압축강도 시험표' 문서의 생성 예로써 PDA를 이용해 수집된 정보 중 타설부위, 타설일, 업체, 규격, 합격/불합격 여부, 시험일, 압축강도 및 공시체 번호가 문서의 해당 부위에 저장된다.

3) 총괄 관리문서의 문서화

H건설 D현장에서 사용하는 총괄 관리문서 중 전체 시험 결과를 관리하기 위한 '콘크리트 품질관리 대장' 문서의 생성 예는 그림 14와 같다. 즉, PDA를 이용해 수집된 정보 중 시험번호, 타설일, 타설부위, 공급업체, 규격, 슬럼프시험, 공기량시험, 염화물량시험, 7일, 28일 압축강도시험 및 합격/불합격 여부가 문서의 해당 부위에 저장된다.

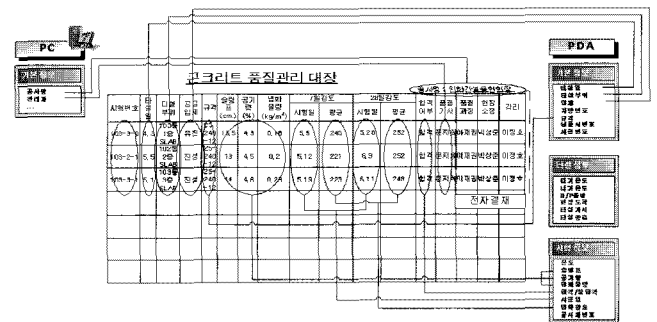


그림 14. 콘크리트 품질관리 대장의 문서화

4) 법적 규정문서의 문서화

콘크리트 품질시험 결과가 불합격일 경우에는 레미콘 차 반출 지시와 함께 그림 15와 같이 별지 제 1호 서식인 '레미콘 폐기 확인서'가 생성된다. 즉, PDA를 이용해 수집된 정보 중 타설일,

업체, 차량번호, 규격, 현장 도착시각 및 슬럼프시험의 합격/불합격 여부가 문서의 해당 부위에 저장된다.

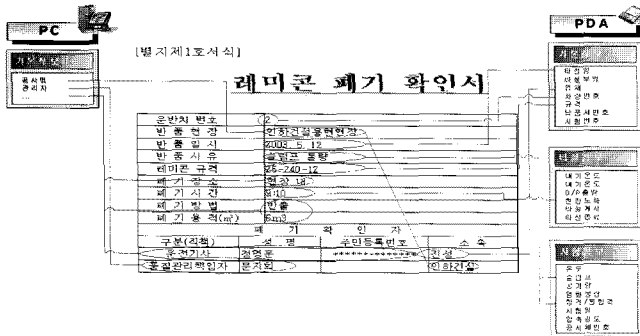


그림 15. 레미콘 폐기 확인서의 문서화

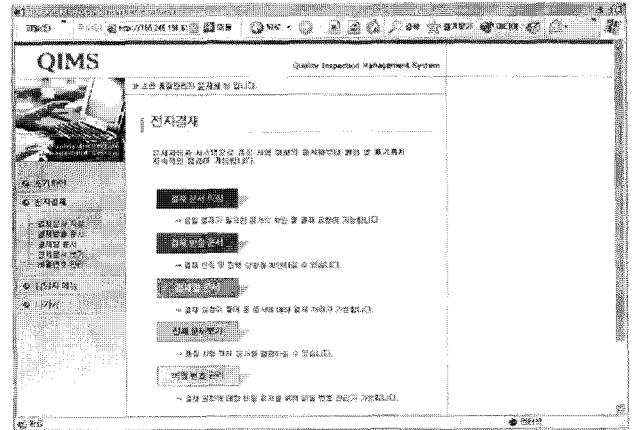


그림 17. 전자결재 신청화면

(4) 전자결재 시스템

문서화가 완료되면 웹으로 연결된 전자결재 시스템을 이용해 결재 신청 및 결재를 수행할 수 있다. 전자결재 시스템은 결재 문서의 작성, 결재 받을 문서, 결재할 문서, 전체 문서보기, 비밀번호 관리로 구성되었다. '결재문서 작성'은 초급 품질 관리원의 업무를 위한 것으로써 급밀 결재가 필요한 문서를 확인하거나 결재를 요청할 수 있다. '결재 받을 문서'는 결재 신청 이후 결재 진행 상황을 확인하기 위한 것이다. '결재할 문서'는 중급 및 고급 품질 관리원이 결재 요청이 들어온 문서를 확인 및 결재할 수 있도록 구성되었다. 한편, 품질시험 관련 정보가 필요한 경우 실시간 정보 공유를 위해 '전체 문서보기'를 수행할 수 있도록 하였고, 문서의 조작 방지, 비밀번호 분실 및 변경 등 결재 권한에 대한 비밀 유지를 위해 '비밀 번호 관리'를 수행할 수 있도록 하였다(그림 16).

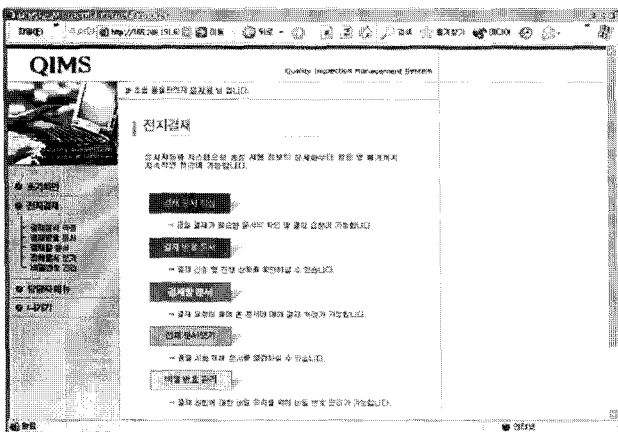


그림 16. 전자결재 초기화면

결재문서 작성은 초급 품질관리원이 결재 문서를 작성하기 위해 결재자를 선택할 수 있도록 하였다. 결재자는 현장에서 문서 결재 권한을 부여 받은 사람으로서 1차 결재자는 중급 품질 관리

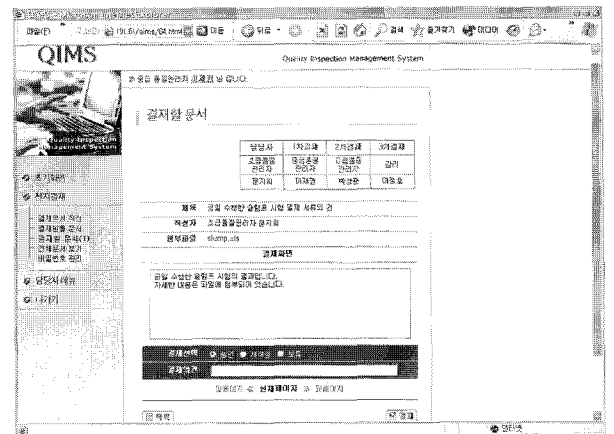


그림 18. 전자결재 수행화면

원, 2차 결재자는 고급 품질 관리원, 3차 결재자는 감리이다. 결재할 문서의 제목, 첨부파일, 참조 URL 및 주요 내용을 기입하고 결재를 요청하게 되면 결재자들에게 전송된다(그림 17).

결재자가 본 시스템에 접속하면 결재할 문서가 나타난다. 그림 18은 중급 품질 관리원이 전자결재를 하기 위해 접속한 화면으로써 초급 품질 관리원이 작성한 결재 내용과 첨부 파일 형식의 문서를 확인한 후 결재 승인 및 재작성, 보류를 선택할 수 있으며 결재자의 의견을 첨부하여 전자결재를 수행할 수 있다.

그림 19는 부위별 슬럼프 시험표로써 콘크리트 타설 현장 및 타설일, 타설부위 정보, 슬럼프 테스트 결과 등에 대해서 결재자의 승인이 이루어진 문서이다. 전자 결재가 이루어지면 결재자의 이름이 문서상에 자동으로 생성된다.

5. 결론

본 연구를 통해 얻은 결론 및 기대효과는 다음과 같다.

- 1) 품질시험 관련 법규의 주요 내용 분석 및 현장 인터뷰, 연구 문헌 분석을 수행한 결과, 현재 수행되고 있는 콘크리트 품질시

Abstract

Quality is an important keyword representing the corporate competitiveness and image in today's construction industry. Especially in concrete construction, any problems or defects in fresh concrete can significantly degrade the entire quality and performance of the facility built. Thus, adequate quality inspection and testing must be exercised over the fresh concrete, if concrete with the required strength, durability and appearance is to be obtained. The testing of concrete delivered to the construction job site involves testing of fresh concrete and performing strength tests on hardened concrete. The principal tests conducted on fresh concrete include the slump test and tests for air and salt content. The temperature of fresh concrete should be checked out hot or cold weather concreting. The 7-day and 28-day strength of hardened concrete are also determined by compression tests on usually cylinder samples. However, it is very complex and time-consuming process requiring a lot of efforts to document those on-site concrete testing results and to accumulate their historical data. The primary objective of this study is to suggest a unique PDA and web-based system which enables an on-site quality manager to effectively conduct the concrete inspection and testing, automatically document and accumulate the collected historical data, and promptly obtain the approval from supervisors. Finally, it is anticipated that the effective use of the proposed PDA and web-based system would be able to improve reliability of the concrete quality inspection and testing data as well as significantly reduce the approval process.

Keywords : Concrete, Quality, Inspection, Information Technology, Document Management
