

# 맞춤식 체크리스트를 응용한 콘크리트 품질관리 개선방안

## A Study on Improving Concrete Quality Control using Customized Checklist

박 상 민\* · 김 창 덕\*\*

Park, Sangmin · Kim, Changduk

### 요 약

콘크리트는 콘크리트 구조 건물의 주요 구조 재료로서, 그 재료적 설계 물성은 생산·준비·타설·보양·마감 및 보수/보강 등 여러 단계에 걸친 복합적 프로세스에 의해서 결정된다. 또한 콘크리트는 주요 설계 물성이 상당한 시일이 경과한 후 달성되는 재료적 특성으로 인해서 결함을 발견하기에 상당한 어려움이 있으며 결함을 수정하기 위해서 많은 비용과 시간이 필요하다. 따라서 콘크리트의 재료적 설계 물성을 확보하기 위해서는 위에서 설명한 각 단계별로 소요 성능을 측정하고 선행 단계에서의 결함이 후속 단계로 전파되지 않도록 함으로써 최종 단계 프로세스가 완료되면 전체 설계 물성을 확보할 수 있도록 하기 위한 효율적인 관리 절차가 필수적이다.

따라서, 본 연구에서는 첫째 기존 품질관리 절차를 분석하고, 둘째 분석 결과에 따라 새로운 다중 코드를 이용한 맞춤식 체크리스트를 제시하며, 셋째 맞춤식 체크리스트를 활용함으로써 콘크리트 부재 유지관리시 유용하게 사용될 콘크리트 이력데이터 구축방법을 제시하고, 마지막으로 맞춤식 체크리스트를 현장에 적용하고 적용성을 보완한 개선된 체크리스트를 제시하였다.

**키워드** : 콘크리트, 품질관리, 프로젝트 민감 매트릭스, 체크리스트, 맞춤식 체크리스트, 콘크리트 이력데이터, 다중코드

## 1. 서 론

### 1.1 연구 배경 및 목적

콘크리트는 콘크리트 구조 건물의 주요 구조 재료로서 그 재료적 설계 물성은 생산·준비·타설·보양·마감 및 보수/보강 등 여러 단계에 걸친 복합적 프로세스에 의해서 결정된다. 또한 콘크리트는 주요 설계 물성이 상당한 시일이 경과한 후 달성되는 재료적 특성으로 인해서 결함을 발견하기에 상당한 어려움이 있으며 또한 결함(defect)을 수정하기 위해서 많은 비용과 시간이 필요하다. 반면 타일·철골·벽돌 등은 공장에서 제작되어진 제품으로써 재료적 설계 물성을 표준화된 규격에 의해서 평가하기 때문에 건설 현장에서는 이러한 설계 물성에 대한 확인 또는 검증행위로 품질확보가 충분하다.

건물에서 콘크리트 재료의 용도는 대부분 철근 콘크리트 구조

재료로써 철근과 같이 사용되게 된다. 이때 콘크리트란 현장에서 성형되는 재료로써 콘크리트의 설치가 완료되면 그 안에 매립된 철근·설비·이물질 등을 확인하기가 상당히 어렵다. 즉, 콘크리트 부재가 부재의 소요 설계 성능(구조 성능)을 갖추기 위해서는 콘크리트 외에도 콘크리트와 같이 사용되는 재료들의 설치 적정성을 확인해야 한다. 따라서 콘크리트 부재의 품질 확보 절차는 일반적으로 콘크리트의 품질 확보와 동시에 수행하는 것이 효율적이다(ACI 1997).

이러한 특성으로 인해서 콘크리트의 재료적 설계 물성을 확보하기 위해서는 위에서 설명한 각 단계별로 소요 성능을 측정하고 선행 단계에서의 결함이 후속 단계로 전파되지 않도록 함으로써 최종 단계 프로세스가 완료되면 전체 설계 물성을 확보할 수 있도록 하기 위한(또는 품질 확보를 위한) 효율적인 관리 절차가 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 첫째 기존 품질관리 절차를 분석하고, 둘째 분석 결과에 따라 새로운 다중(multi-facet) 코드를 이용한 맞춤식 체크리스트를 제시하며, 셋째 맞춤식 체크리스트를 활용함으로써 콘크리트 부재 유지관리시 유용하게 사용될 콘크리트 이력데이터 구축방법을 제시하고, 마지막으로 맞춤식 체크리스트를 현장에 적용하고 적용성을 보완한 개선된 체크리스트를 제시한다.

\* 학생회원, 광운대 대학원 석사과정

\*\* 일반회원, 광운대 건축공학과 부교수, 공학박사

이 연구는 1999년도 광운대학교 학술연구비 지원과 1997년 건설교통기술 연구개발사업 지원에 의해 연구되었음. 과제번호: 970001-2.

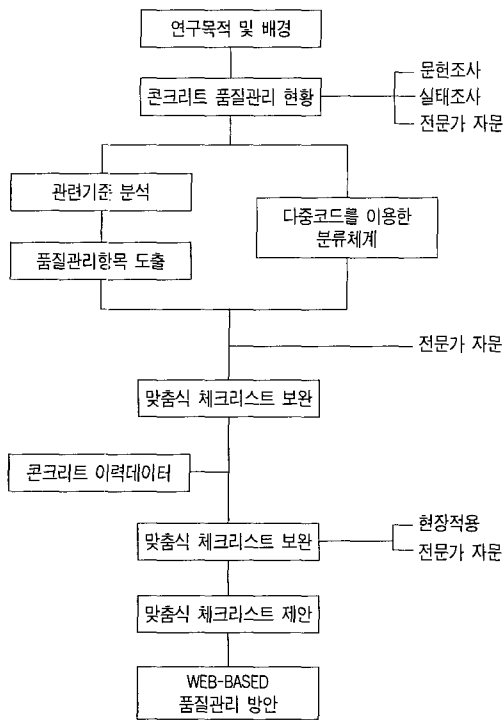


그림 1. 연구 흐름도

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 전술한 연구목적에 달성하기 위해 다음과 같은 절차와 방법을 이용하였다.

- (1) 관련자료 조사 및 분석
- (2) 기존 품질관리 절차서, 체크리스트 분석
- (3) 콘크리트 품질관리에 대한 실태조사
- (4) 관련분야 전문가와의 면담조사 및 자문회의
- (5) 맞춤식 체크리스트 도출
- (6) 콘크리트 이력데이터 방법제시
- (7) 맞춤식 체크리스트의 현장적용 및 전문가 자문을 통한 보완
- (8) 개선된 맞춤식 체크리스트 제시

본 연구에서는 경량 콘크리트공사·고내구성 콘크리트공사·고강도 콘크리트공사·수밀 콘크리트공사·수중 콘크리트공사 등과 같이 특수한 경우에 사용되는 콘크리트는 제외하였으며, 보통 콘크리트공사(서중·한중 콘크리트공사 포함)에 국한하였다. 하지만, 본 연구에서 제안된 맞춤식 체크리스트는 관련기준 및 품질관리 항목 등의 추가가 이루어지면, 특수한 경우에 사용되는 콘크리트공사에 적용할 수 있는 확장성을 가지고 있다.

본 연구의 흐름은 아래 <그림 1>과 같다.

2. 콘크리트 품질관리 현황

2.1 실태조사 및 분석

(1) 실태조사

표 1. 실태조사

조사기간	1999년 6월(약 1달간)	
조사기간	총 12곳(건설현장 10곳과 본사 2곳)	
	건설현장	공항, 축구장, 지하철 현장
		회의장, 오피스텔, 회사
	H건설 APT, K건설 APT, D건설 APT	
본사	D건설회사, S건설회사	
조사방법	현장과 본사를 직접 방문하여 설문 및 면담을 통한 조사	
조사내용	콘크리트 품질관리에 관한 전반적인 내용 및 품질관리 조직·도구 등에 대한 내용을 조사	

현업에서 행해지는 콘크리트 품질관리의 실태를 파악하기 위해 다음과 같이 실태조사를 실시하였다.

위의 <표 1>과 같이 실시한 실태조사의 주요내용은 다음과 같다.

① 건설현장에서의 품질관리 주체

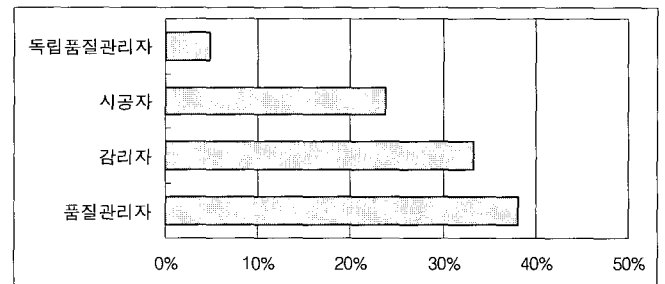


그림 2. 품질관리 주체

<그림 2>에 나타난 바와 같이 품질관리 주체는 품질관리자 36.7%, 감리자 31.8%, 시공자 22.7%, 독립품질관리자 4.5% 순으로 나타났다.

② 품질관리 절차서의 형태

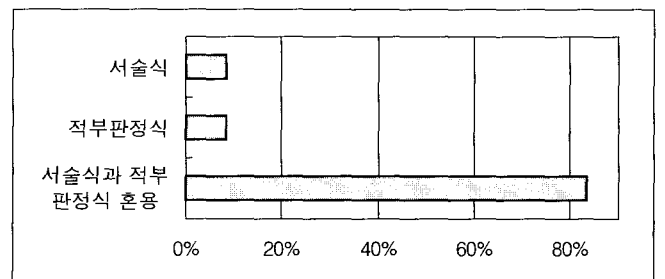


그림 3. 품질관리 절차서의 형태

<그림3>에 나타난 바와 같이 품질관리절차서의 형태는 서술식과 적부판정식을 혼용하여 사용하는 경우 83.3%, 적부판정식으로 구성된 것을 사용하는 경우 8.3%, 서술식으로 구성된 것을 사용하는 경우 8.3% 순으로 나타났다.

③ 품질시험시 시험기준

<그림 4>에 나타난 바와 같이 품질시험기준은 건설기술관리법상의 품질기준을 적용하는 경우 41.7%, 공사시방서 기준을 적용하는 경우 25.0%, 자체 품질관리 절차서 기준을 적용하는 경우 25.0%, 건축공사표준시방서 기준을 적용하는 경우 8.3% 순으로

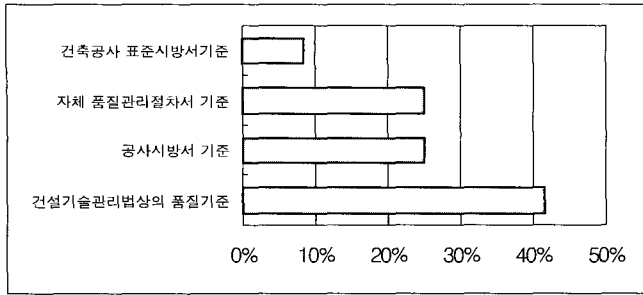


그림 4. 품질시험기준

나타났다.

- ④ 설문응답자가 제시한 품질관리 절차서의 문제점  
설문응답자가 제시한 품질관리 절차서의 문제점은 <표 2>와 같이 나타났다.

표 2. 설문응답자가 제시한 품질관리 절차서의 문제점

내용상의 문제점	객관적인 평가기준이 미흡해서 주관적인 판단에 치우침
	해당 현장에 적용되지 않는 불필요한 내용이 많음
형식상의 문제점	서술식, 열거식으로 되어있어 신속한 적용이 어려움
	일관된 체계 부재로 인한 내용의 중복이 많음
	점검항목의 변경·추가 등 내용의 갱신·보완이 어려움
활용상의 문제점	적합·부적합의 이유 및 측정치 등의 기록이 미흡하여 추후 문제발생시 적절한 조치가 힘들
	품질관리 실효성 및 중요성에 대한 인식이 부족함

(2) 실태조사 분석

- ① 건설현장에서의 품질관리 주체는 품질관리자, 감리자, 시공자, 독립품질관리자 등 다양한 것으로 나타났다.
- ② 품질관리 절차서의 형식으로는 서술식, 적부판정식, 서술식과 적부판정식 혼용 등으로 나타났다.
- ③ 품질관리 절차서의 문제점으로는 <표 2>에서 제시한 바와 같이 내용상·형식상·활용상의 문제점들이 조사되었다.

2.2 현황 분석

상기 설문조사 및 면담조사의 내용과 문헌조사, 관련분야 전문가(연구소 2인·학계 2인·건설업계 4인·감리업계 1인)들과의 자문회의를 통하여 현황을 분석하여 본 결과는 다음과 같다.

(1) 내용상의 문제

프로젝트 유형에 따라 품질관리 항목·관련기준 등이 상이하지만 아무런 구분없이 하나의 절차서를 획일적으로 사용하고 있으며 불필요한 품질관리 항목이 다수 포함되어 있고, 관련기준이 명확히 기술되어 있지 않는 등 객관적이며 계량적인 품질관리를 하기에는 어려운 점이 많다. <표 3>을 예로 들면, 1)항에서 날씨 변화에 대한 대책이 구체적으로 제시되어있지 않아 품질관리 수행자의 주관과 전문성에 따른 의존도가 크다.

(2) 형식상의 문제

형식은 크게 구분하여 적부판정식과 서술·열거식으로 구분할

표 3. S건설회사의 품질관리 체크리스트(예)

위치(LOCATION) :      참고도면(REF, DWG, NO) :      협력업체(SUB-CON) :

NO	점    검    사    항	점검결과	
		적합	부적합
3.5	양생		
	1) 콘크리트 타설시 당일의 날씨변화에 대한 대책은 되어 있는가		
	2) 호우나 폭설에 의하여 타설을 멈추게 될 경우의 타설중지 위치에 대한 검토가 되어 있는가		
	3) 콘크리트 타설후 초기양생기에 상부의 작업에 의한 품질저하를 막기 위한 계획은 작성되었는가.		
	4) 콘크리트 타설후 조강의 경우는 5일이상, 그밖의 경우에는 7일 이상 물축임을 하여 습윤을 유지시키기 위한 계획은 되어있는가		
	5) 기초, 보열, 기둥 또는 벽의 거푸집널은 콘크리트의 압축강도가 50kg/cm <sup>2</sup> 이상, 받침기둥은 설계기준강도의 100% 이상임을 확인한 후 해체하고 있는가		
조치사항			
점    검    자		검    사    자	승    인    자
성명 :	서명	성명 :	성명 :    서명
날짜 :		성명 :	날짜 :
		날짜 :	

수 있다. 적부판정식은 알아보기 쉽고 사용하기 쉬운 장점이 있는 반면에 판정기준·측정방법 등에 대한 설명이 없으며 (3)항에서 상술하는 바와 같은 자료 활용상의 단점이 있다. 반면 서술·열거식은 판정기준·측정방법 등 세부사항에 대한 설명이 있어 제도적인 장점이 있으나 알아보기가 어렵고 현장에서 사용하기가 번거로운 단점이 있다.

(3) 활용상(기록상)의 문제

점검부위·점검방법·점검결과·조치사항, 그리고 추후 조치사항·수행확인 등에 대한 기록들이 자료화되어있지 않다. <표 3>에서 보는 바와 같이 점검결과가 적합·부적합으로만 구분되어 있어 문제발생시 또는 유지관리시 참고자료로 활용하기에 어려우며 기록매체가 문서로 되어있어 이러한 자료들의 작성·저장·수정·검색 등이 아주 어렵다.

위와 같이 실태조사 및 면담조사·문헌조사·관련분야 전문가와의 자문회의를 통하여 콘크리트 품질관리 현황을 파악해 본 결과, 품질관리 조직이나 절차서는 모두가 갖추고 있었으나 그 내용이나 형식, 활용성 등의 문제점이 발견되었다. 따라서, 보다 효과적인 콘크리트 품질관리를 위해서는 품질관리 도구로서의 요건(예방적 기능·계도적 기능·사용성·연계성·정확성과 객관성·활용성·통계개념의 활용)을 충족시키는 품질관리 절차서가 필요하다.

### 3. 맞춤형 체크리스트 도출

#### 3.1 콘크리트 품질관리의 정의

'품질관리는 발주자의 요구에 맞는 품질의 제품을 경제적으로 만들어 내기 위한 모든 수단과 체계로서 근대적 품질관리는 통계적 수단을 채택하고 있다. 건설공사에서 품질관리 목적은 시방서나 도면에 명기되어있는 품질규격을 충족시킴과 동시에 경제적으로 준공시키도록 모든 작업단계마다 시험을 실시하고 또한 문제점을 조기에 발견토록 하여 그 원인을 규명, 목표한 대로 공사가 진행되도록 조치하는데 그 목적이 있다.'<sup>1)</sup>

또한, 품질관리 도구는 다음과 같은 요건을 갖추어야 한다.

① 예방적 기능: 구조적 결함·시공하자 발생 등의 문제점을 조기에 발견, 그 원인을 규명하며 앞으로의 문제발생을 예방할 수 있어야 한다.

② 계도(啓導)적 기능: 검사결과에 따른 후속 조치의 지시와 그 결과를 포함하여 결함이 발생했을 때 시공당시의 기후·현장 상황 등의 파악이 가능하도록 하며 하자의 원인을 밝힐 수 있어야 한다.

③ 사용성(간편성·신속성·현장적용성 등): 사용이 간편하여야 하며 신속하게 작성 및 처리가 가능하도록 숙지성·독해성 등이 좋아야 하고 현장에서의 적용이 쉬워야 한다.

④ 연계성: 관리주체(시험소·시공자·품질관리자·감리자·발주자 등)·프로젝트 현장에 따라 상호 연계성을 가져야 하며, 관련분야(공정관리·원가관리 등)와의 연계성도 있어야 한다.

⑤ 정확성과 객관성: 품질관리를 위해 필요한 항목들이 정확하게 명시되어야 하며, 그 판정 또한 정확하고 객관적으로 표현되어야 한다.

⑥ 활용성(작성·수정·저장·검색·재사용 등): 품질관리시 생성되는 데이터들은 작성·수정·저장·검색 등이 쉬워야 하며, 데이터의 재사용이 가능하여야 한다.

⑦ 통계개념의 활용: 확실한 품질관리를 위하여서는 전체 대상을 검사하며 관리하는 것이 가장 좋으나 경제적·기술적·복합적 이유로 일반적으로 전수검사는 제한된 경우에 한해서 수행된다. 현대적인 품질관리는 통계개념을 바탕으로 하고 있으며 체계적인 관리대상의 분할과 샘플링을 통하여 그 결과가 전체의 품질을 대표할 수 있도록 해야 한다.

#### 3.2 품질관리 항목 도출

콘크리트 품질관리를 위해서는 프로젝트 성격에 맞는 관련기준과 관련기준을 근거로 한 품질관리 항목이 도출되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 기준들을 종합·분석하여 <표 4>와

표 4. 관련기준

국내관련기준	KS(Korean Standards)
	건설교통부 제정 건축공사표준시방서 주택건설 시방서
국외관련기준	ACI(American Concrete Institute)
	ASTM(American Society for Testing and Materials) コンクリートの品質管理指針・同解説(콘크리트 품질관리지침·동해설-일본건축학회, 1991)

같이 현업에서 가장 많이 사용하고 있는 기준을 주로 사용하여 품질관리 항목을 도출하였다.

위의 관련기준들을 분석하여 생산 단계·타설 전 단계, 타설 단계·타설 후 단계·마감면 처리 및 보수 단계 등 5단계로 나누어 품질관리 항목<sup>2)</sup>을 도출하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.

#### (1) 생산 단계

생산 단계에서는 구성 재료의 규격 및 보관·콘크리트 생산과정 및 방법·배합설계·콘크리트 운반 및 취급 등을 중심으로 단계별 품질관리 항목들을 조사·분석하였다.

#### (2) 타설 전 단계

타설 전 단계에서는 사전작업·거푸집 제작 및 조립·철근 가공 및 조립·거푸집 설치 등을 중심으로 단계별 품질관리 항목들을 조사·분석하였다.

#### (3) 타설 단계

타설 단계에서는 콘크리트 타설·다짐·혼화제 등을 중심으로 단계별 품질관리 항목들을 조사·분석하였다.

#### (4) 타설 후 단계

타설 후 단계에서는 시공정밀도·시공오차·이음·거푸집 제거 및 지주의 재설치·양생 등을 중심으로 단계별 품질관리 항목들을 조사·분석하였다.

#### (5) 마감면 처리 및 보수 단계

마감면 처리 및 보수 단계에서는 표면처리·마감면 상태·보수 및 보강 등을 중심으로 단계별 품질관리 항목들을 조사·분석하였다.

#### 3.3 다중코드(Multi-facet code)를 이용한 분류체계

다중코드는 각 코드마다 고유한 의미를 부여하여 이를 조합한 것으로서, 패시별, 키워드별 선별·추출이 가능하다. 이러한 예로서 CI/SfB 분류체계를 들 수 있다.

CI/SfB 분류체계는 분류표 0(table 0)에서 4(table 4)까지 5개의 분류표로 구성되어 있는데 이 체계는 건설공사 수행시 건축물의 부위·작업·자원·속성 등의 정보를 주제별로 분류하는 패시(facet) 분류법에 근거를 두고 있으며, 각 분류표 간의 연결관계

1) 김방수 외, 건설공사 품질시험실무, 대한주택공사, 1996

2) '21C건설관리연구소, 해사콘크리트의 단계별 품질관리 방안, 광운대학교, 1999'에 상세 기술되었음



표 6. 비교분석표(서술·열거식,적부판정식,맞춤식체크리스트)

형식	특성	예방성	계도성	사용성	연계성	정확성과 객관성	활용성
서술·열거식		○	△	×	×	△	×
적부판정식		△	×	○	×	×	×
맞춤식		○	○	○	○	○	○

범례 : ○: 우수    △: 보통    ×: 불량

질관리 항목에 다중코드를 이용하여 프로젝트별·현장별 혹은 사용자에 따라 맞춤식으로 작성이 가능한 맞춤식 체크리스트를 작성하였다

맞춤식 체크리스트의 구성은 <그림 5>와 같이 상위개념의 단계별 체크리스트와 하위개념의 작업별 체크리스트로 구성되어있다.

단계별 체크리스트는 다양한 콘크리트 품질관리 항목들을 효율적으로 관리하기 위해 크게 5단계(생산 단계·타설 전 단계·타설 단계·타설 후 단계·마감면 처리 및 보수단계)로 나누어 구성하였으며, 작업별 체크리스트의 검사가 잘 이루어졌는가의 여부를 나타내는 상위개념의 체크리스트이다.

작업별 체크리스트<sup>3)</sup>는 각 단계별로 체크해야 할 사항을 공종별로 나누어 구성하였으며 품질관리 세부항목에 관한 내용을 구체적으로 기술하고 있다. <표 7>에 예시가 있다.

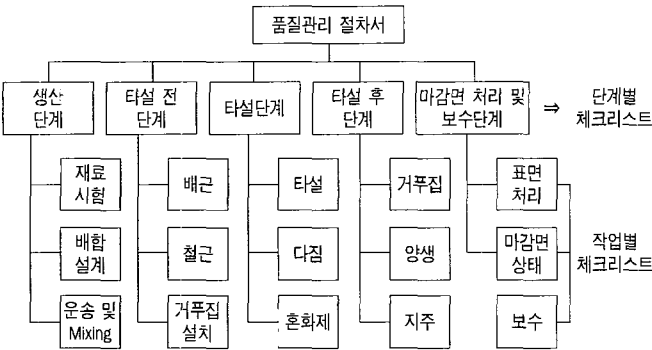


그림 5. 단계별 품질관리 절차서의 구성

3.5 콘크리트 이력데이터

① 이력데이터의 배경 및 목적

콘크리트는 물·자갈·모래·시멘트·혼화제 등이 혼합된 복합재료로서 일반적으로 단계별 과정을 거쳐 시공된다. 또한, 건축물의 구조적인 부분을 담당하는 주요한 재료로서 성능과 안전을 고려했을 때 유지관리의 중요성은 매우 크다.

서술·열거식, 적부판정식, 맞춤식체크리스트를 비교분석한 것은 <표 6>과 같이 나타났다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 문제점들을 보완하기 위해서 품

표 7. 작업별 체크리스트 초안(예)

현장명 :				문서번호 : Q - A04 - B02 - 2 of 5										
일시	2000년 월 일 00 : 00 (AM/PM)			code	세부 항목	관련 서류	평가지점	점검대상	점검결과	판정기준 및 허용오차	판정	처리내용		
날씨	☀	기온	최고 ℃ 최저 ℃	E1803	거푸집의 제거 시기	시	건표 5.8.9 거푸집의 존치기간	보통포틀랜드 시멘트 외벽	6일	- 기초, 보열, 기둥 및 벽의 거푸집널 존치기간은 콘크리트의 압축강도 50kg/cm <sup>2</sup> 이상에 도달한 것이 확인될 때까지로 한다. 다만, 거푸집널 존치기간중의 평균기온이 10℃이상인 경우는 콘크리트의 재령이 표5.8.2에 나타난 일수이상 경과하면 압축강도 시험을 하지 않고도 떼어낼 수 있다.				
재료	C01, C01a, C01b, C03, C04, C05, C06, C07, C08, C09, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18											-20℃이상 조강포틀랜드 시멘트 2일, 보통포틀랜드 시멘트(고로슬래그 시멘트 특급, 포틀랜드포졸란시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 A종) 4일, 고로슬래그 시멘트 1급(포틀랜드포졸란시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 B종) 5일		
주체(D)	D01, D02, D03, D03a, D04, D05, D06, D07, D07a											-20℃미만 10℃이상 조강포틀랜드 시멘트 3일, 보통포틀랜드 시멘트(고로슬래그 시멘트 특급, 포틀랜드포졸란 시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 A종) 6일, 고로슬래그 시멘트 1급(포틀랜드포졸란시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 B종) 8일		
품질관리 도구(F)	F01, F02, F03, F04, F05													
건물명														
부재명	기둥, 보, 슬래브, 벽체, 옥탑, 파라펫, 복도, 발코니													
관련도면	A-, A-, B-, M-, M-													
최종시공 위치	Xgrid: __, Ygrid: __, 층			특기사항 :										
날씨	맑음(☀) 흐림(☁) 비(☔)			관련 서류 표기 방법			판정 표기 방법			검사자				
				시방서(시), 도면(도), 내역서(내), 관련기준(기)			적합(○), 부적합(×), 보류(△), 해당무(N/A)			①				

그러나, 콘크리트는 한번 시공된 후에는 콘크리트 시공상태를 전혀 파악할 수 없는 특성을 지니고 있다. 이로 인해 건물을 형성하는 콘크리트 부재에 균열·구조적 내력 부족·누수 등 내구성이 저하하는 문제점이 발생했을 경우 정확하게 문제점을 진단하고 대처할 수 없다. 따라서, 효율적인 유지관리를 위해서는 콘크리트 관련 정보의 축적이 절실히 요구된다.

콘크리트 이력이란 개념은 위와 같은 배경을 근거로 하여 도입되었고, 콘크리트 이력데이터는 콘크리트 단계별·작업별로 존재하는 다양한 정보들이 그 대상이며 이러한 정보들은 콘크리트 부재의 유지관리에 중요한 상태자료의 역할을 담당한다. 그러므로, 콘크리트 부재에 발생하는 문제점을 진단하고 효과적으로 대처하기 위한 콘크리트 상태 자료 및 시공 관련 정보 등을 데이터베이스화하는 것이 필요하다.

② 이력데이터 구축방법

콘크리트 이력데이터 구축방법은 <그림 6>에서 제시한 바와 같이 단계별 품질관리 항목 및 관련기준과 다중코드를 이용한 분류체계가 적용된 단계별·작업별 체크리스트를 통해 데이터가 구축된다. 위와 같은 과정을 거쳐 수집된 생산 단계·타설 전 단계·타설 단계·타설 후 단계·마감면 처리 및 보수 단계에 대한 콘크리트 상태 자료 및 시공 관련 정보 등은 공정별·공간별·부재별 콘크리트 이력데이터를 구축하여 프로젝트 콘크리트의 이력데이

터베이스를 형성하게 된다.

④ 이력데이터 형태

콘크리트의 이력데이터는 단계별·작업별 체크리스트를 통해 구축되며, 이는 신속성·저장성·활용성 등의 측면에서 효율적인 데이터베이스의 형태를 지닐 것이다.

예를 들어 콘크리트 취급·운반·시공에 관련된 자료는 콘크리트 타설 작업 전에 체크리스트를 이용한 품질관리를 통해 작업 시간·일시·위치와 관련 서류·품질 관리 수행 주체 등 콘크리트 관련 정보들이 데이터베이스화됨으로서, 공사 완료 후 콘크리트 부재에 문제점이 발생했을 경우 콘크리트 유지관리를 위한 효과적인 대처가 가능하다.

4. 현장 적용

3장에서 제시한 맞춤형 체크리스트의 실용성을 높이기 위해서 본 장에서는 현장적용을 수행하였다.

4.1 현장적용을 통한 맞춤형 체크리스트의 검증

현장적용을 통해 맞춤형 체크리스트의 실용성을 제고하기 위한 개선사항을 분석하여 수정·보완하였다.

① 적용대상

적용대상은 프로젝트의 성격을 감안하여 <표 8>과 같이 건축과 토목으로 구분하여 건축은 주택과 상업건물, 토목은 지하철 공사와 원자력발전소 공사에 적용하였다.

표 8. 적용대상

분 류	현 장 명	수행회사	사업비	비 고
건 축	주 택	H동 APT 건설현장	X공사 3,300억	설계도면 및 공사시방서 분석 후 적용
	상업건물	S모텔 건설현장	S1건설 20억	설계도면 분석 후 적용
토 목	지하철	Y지하철 건설현장	S2건설 2,200억	설계도면 및 공사시방서 분석 후 적용
	원자력 발전소	Y원자력발전소 건설현장	H건설 32,000억	보안상의 문제로 설계도면 및 시방서의 입수가 불가능하였음

② 적용시기 및 방법

연구기간을 고려하였을 때, 적용시기는 10~12월까지로 국한하였고, 사전 협의 후 현장을 직접 방문하여 각 단계별로 품질관리 체크리스트를 적용하였다. <표 9>에 현장적용된 체크리스트의 예시가 있다.

③ 현장 적용 결과 분석

1. 서술식 판정기준 : 맞춤형 체크리스트의 일부 판정기준이 서술식으로 표현되어 있어 신속성 및 숙지성이 떨어짐.  
 ⇒ 판정기준을 '참고내용'과 '판정기준 및 허용오차' 란으로 구분하였으며, 내용을 간략하게 하고, 계량화함.

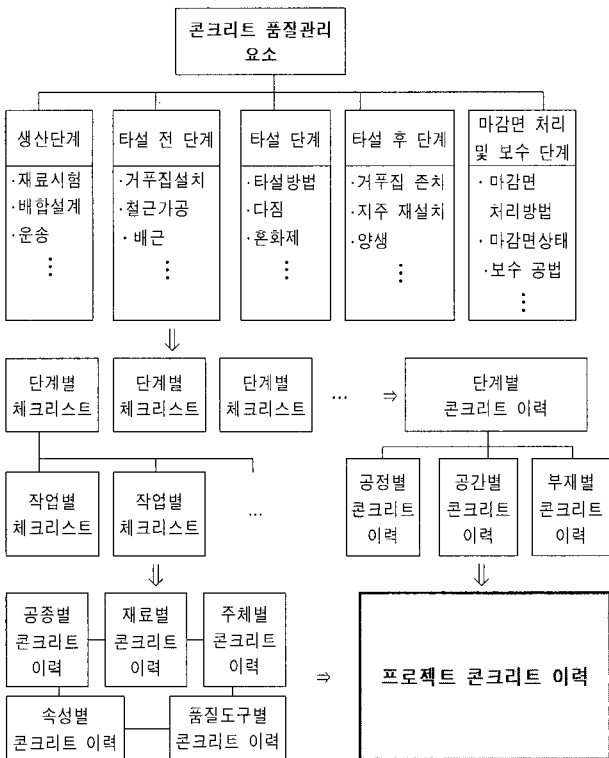


그림 6. 콘크리트 품질관리 요소분석도

3) '21C건설관리연구실, 해사콘크리트의 단계별 품질관리 방안II, 광운대학교, 2000' 에 상세 기술되었음

나. 세부항목의 중복성 및 불필요한 항목 : 각 단계별로 세부항목의 내용이 중복되는 경우가 있었으며, 불필요한 항목이 발견됨.

예) 중복된 항목: 물·시멘트비 - 생산 단계·타설 단계에 중복되어 있음.

· 불필요한 항목: E1109 양생습도 - E1804 양생기간에 양생 습도에 대한 내용이 포함되어 있음.

⇒ 중복된 항목 및 불필요한 항목을 삭제하거나 수정함.

다. 관련기준 보완: 본 연구 현장 적용대상으로 선정된 현장 중 주택·상업건물 현장의 경우 건설교통부제정 건축공사표준 시방서를 따르고 있었으나 일부 보완이 필요한 사항이 있음.

⇒ 관련기준에 콘크리트표준시방서를 추가함

리. 체크리스트의 형태: '점검대상과 점검결과' 란이 불필요하게 각각 2개로 나누어져있어 사용성이 떨어짐.

⇒ '점검대상과 점검결과' 란을 각각 1개의 란으로 수정·보완함.

4.2 전문가 자문을 통한 맞춤형 체크리스트의 보완

본 연구분야의 전문가들과의 자문회의를 통한 분석에 의하여 발견된 개선사항을 요약하면 다음과 같다.

① 향후 변화에 대비하여 여유 필드(field)의 확장: 신공법, 신 재료 등 미래의 향후 변화에 대비한 여유 확장 필드가 필요함.

⇒ 분류체계에 확장성 필드를 적용하여 보완함.

② 점검부위의 코드화: 분류내용 중 점검 부위(X, Y Grid)를 코드화하는 것이 효율적임.

예) 3층 X5, Y6의 Column → C-03-X05Y06으로 표기

⇒ 건물명·부재명·최종시공위치를 코드화하여 적용함.

③ 일반적인 사항: 체크리스트 각 장의 하단 부위에 표기되어 있는 '날씨·관련서류표기방법·판정표기방법·검사자' 란은 일반적인 사항이므로, 각 페이지마다 있는 것보다는 표지나 단계별 체크리스트에 기입하는 것이 더 효과적임.

⇒ '관련서류표기방법·판정표기방법·검사자' 란을 단계별 체크리스트에 기입하도록 수정하였으며, '날씨' 표기방법란은 삭제함.

④ 구체적인 처리내용: '처리내용' 란은 구체적인 처리내용이 기입되어야 하므로 확장하는 것이 차후 예방차원의 품질관리에 도움이 됨.

⇒ '처리내용' 란을 확장하여 수정함.

4.3 개선된 맞춤형 체크리스트의 제안

현장적용 및 전문가 자문을 통하여 나타난 개선사항을 수정·보완하여 개선된 체크리스트를 <표 10>과 <표 11>에 예시하였다.

표 9. 현장적용된 작업별 체크리스트(예)

현장명 : 수지 모델 건설현장				문서번호 : Q - A04 - B02 - 2 of 5												
일시	1999년 11월 6일 1 : 00 (AM/PM)			code	세부 항목	관련 서류	평가지침	점검대상	점검결과	판정기준 및 허용오차	판정	처리내용				
날씨	☀	기온	최고 18℃ 최저 10℃	E1803	거푸집의 제거 시기	시	건표 5.8.9 거푸집의 존치기간	보통포틀랜드 시멘트 외벽	6일	보통포틀랜드 시멘트 외벽	3일	- 기초, 보였, 기둥 및 벽의 거푸집널 존치기간은 콘크리트의 압축강도 50kg/cm <sup>2</sup> 이상에 도달한 것이 확인될 때까지로 한다. 다만, 거푸집널 존치기간중의 평균기온이 10℃이상인 경우는 콘크리트의 재령이 표5.8.2에 나타난 일수이상 경과하면 압축강도 시험을 하지 않고도 떼어낼 수 있다. -20℃이상 조강포틀랜드 시멘트 2일, 보통포틀랜드 시멘트(고로슬래그 시멘트 특급, 포틀랜드포졸란시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 A종) 4일, 고로슬래그 시멘트 1급(포틀랜드포졸란시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 B종) 5일 -20℃미만 10℃이상 조강포틀랜드 시멘트 3일, 보통포틀랜드 시멘트(고로슬래그 시멘트 특급, 포틀랜드포졸란시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 A종) 6일, 고로슬래그 시멘트 1급(포틀랜드포졸란시멘트 A종, 플라이애시 시멘트 B종) 8일	×			
재료	C01, C01a, C01b, C03, C04, C05, C06, C07, C08, C09, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18							보통포틀랜드 시멘트 기둥, 보, 슬래브	6일	보통포틀랜드 시멘트 기둥, 보, 슬래브	6일				○	
주체(D)	D01, D02, D03, D03a, D04, D05, D06, D07, D07a							특기사항 :								
품질관리 도구(F)	F01, F02, F03, F04, F05															
건물명																
부재명	기둥, 보, 슬래브, 벽체, 옥탑, 파라펫, 복도, 발코니															
관련도면	A-, A-, B-, M-, M-															
최종시공 위치	Xgrid: _____, Ygrid: _____ 층															
날씨	맑음(☀) 흐림(☁) 비(☔)			관련 서류 표기 방법			판정 표기 방법			검사자						
				시방서(시), 도면(도), 내역서(내), 관련기준(기)			적합(○), 부적합(×), 보류(△), 해당무(N/A)			①						

주) 현장 작성부분은 음영( )을 두어 표시하였음.



표 10. 개선된 단계별 체크리스트(예)<sup>4)</sup>

현장명 :		문서번호 : Q - A03 - B07 - 1 of 10						
기간	2000년 월 일 ~ 2000년 월 일	code	작업별 체크리스트	관련서류	판정	검사자	승인자	비고
관련도면	A- , A- , B- M- , M-	B01	토공사			(인)	(인)	
		B02	거푸집			(인)	(인)	
		B03	철근			(인)	(인)	
주체(D)	D01, D02, D03, D03a, D04, D05, D06, D07, D07a	B04	배합			(인)	(인)	
		B05	운송 및 Mixing			(인)	(인)	
품질관리 도구(F)	F01, F02, F03, F04, F05	B06	콘크리트			(인)	(인)	
		B07	양생			(인)	(인)	
건물명		B08	타설후 시험			(인)	(인)	
		B09	마감면 처리			(인)	(인)	
점검부위 Code		B10	보수			(인)	(인)	
특기사항 :								

관련서류 표기 방법
시방서(시), 도면(도), 내역서(내), 관련기준(기)

판정 표기 방법
적합(○), 부적합(×), 보류(△), 해당무(N/A)

주) 개선된 부분은 음영( )을 두어 표시하였음.

표 11. 개선된 작업별 체크리스트(예)<sup>5)</sup>

현장명 :		문서번호 : Q - A04 - B02 - 2 of 5											
일시	년 월 일 00 : 00 (AM/PM)	code	세부 항목	관련 서류	평가지점	점검대상	점검결과	참고내용	허용오차 및 판정기준	판정	처리내용		
날씨	☀ 기 최고 ☁ 온 최저 ☔ C	E1803	거푸집의 제거시기	시	건표 5.89 거푸집의 존치기간 (20°C이상)	조강포틀랜드 시 멘트		- 기초, 보열, 기둥 및 벽의 거푸집널 존치기간은 콘크리 트의 압축강도 50kgf/cm <sup>2</sup> 이상에 도달한 것이 확인 될 때까지로 한다. 다만, 거푸집널 존 치기간중의 평균기 온이 10°C이상인 경우는 콘크리트의 재령이 표5.8.2에 나타난 일수이상 경과하면 압축강도 시험을 하지 않고 도 떼어낼 수 있 다.	2일				
재료	C01, C01a, C01b, C03, C04, C05, C06, C07, C08, C09, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18					보통포틀랜드 시 멘트(고로슬래그 시멘트 특급, 포틀 랜드포조립시멘트 A종, 플라이애쉬 시멘트 A종)				4일			
주체(D)	D01, D02, D03, D03a, D04, D05, D06, D07, D07a					고로슬래그 시멘 트 1급(포틀랜드포 졸란시멘트 A종, 플라이애쉬 시멘 트 B종)					5일		
품질관리 도구(F)	F01, F02, F03, F04, F05					조강포틀랜드 시 멘트						3일	
관련도면	A- , A- , B- M- , M-					보통포틀랜드 시 멘트(고로슬래그 시멘트 특급, 포틀 랜드포조립시멘트 A종, 플라이애쉬 시멘트 A종)							6일
건물명						고로슬래그 시멘 트 1급(포틀랜드포 졸란시멘트 A종, 플라이애쉬 시멘 트 B종)							
점검부위 Code		특기사항 :											

주) 개선된 부분은 다음 기호음영( , )를 두어 표시하였음.

### 5. 결론 및 추후 연구

#### 5.1 결론

본 연구에서는 보다 효율적인 콘크리트 품질관리를 위해 개선

- 4) '21C건설관리연구실, 해사콘크리트의 단계별 품질관리 방안II, 광운대학, 2000' 에 상세 기술되었음.
- 5) '21C건설관리연구실, 해사콘크리트의 단계별 품질관리 방안II, 광운대학, 2000' 에 상세 기술되었음.

되어야 할 사항들을 제시하고자 하였다.

(1) 실태조사 및 면담조사·문헌조사·관련분야 전문가와의 자문회의 등을 통하여 콘크리트 품질관리의 문제점을 분석한 결과 1) 내용상의 문제, 2) 형식상의 문제, 3)활용상의 문제점이 있는 것으로 나타났다.

내용상의 문제점은 프로젝트 유형에 따라 품질관리 항목·관련 기준 등이 상이하지만 아무런 구분없이 하나의 절차를 획일적으로 사용하고 있었으며 불필요한 품질관리 항목이 다수 포함되어 있고, 관련기준이 명확히 기술되어 있지 않는 등 객관적이며 계량적인 품질관리를 하기에는 어려운 점이 많다.

형식상의 문제점으로는 현재 사용되고 있는 품질관리 절차서의 형식은 적부판정식과 서술·열거식으로 구분되는데, 적부판정식은 알아보기 쉽고 사용하기 쉬운 장점이 있는 반면에 판정기준·측정방법 등에 대한 설명이 없으며 자료 활용상의 단점이 있다. 반면 서술·열거식은 판정기준·측정방법 등 세부사항에 대한 설명이 있어 제도적인 장점이 있으나 알아보기가 어렵고 현장에서 사용하기가 번거로운 단점이 있다.

활용상(기록상)의 문제점으로는 점검부위·점검방법·점검결과·조치사항, 그리고 추후 조치사항·수행확인 등에 대한 기록들이 자료화되어있지 않아 추후 문제발생시 또는 유지관리시 참고자료로 활용하기에 어려우며 기록매체가 문서로 되어있어 이러한 자료들의 작성·저장·수정·검색 등이 아주 어렵다.

(2) 분석 결과에 따라 사용성·연계성·활용성 등을 향상시키기 위해 새로운 다중(multi-facet)코드를 이용한 맞춤형 체크리스트를 제시하였다.

맞춤식체크리스트는 사용자의 필요에 따라 간단히 작성할 수 있으며, 프로젝트별·현장별로 다양하게 적용이 가능하다.

(3) 맞춤형 체크리스트를 활용함으로써 콘크리트 부재 유지관리 시 유용하게 사용될 콘크리트 이력데이터 구축방법을 제시하였다. 콘크리트 이력데이터는 맞춤형 체크리스트를 통해 생산 단계·

타설 전 단계·타설 단계·타설 후 단계·마감면 처리 및 보수 단계에 대한 콘크리트 상태 자료 및 시공 관련 정보 등이 공정별·공간별·부재별 콘크리트 이력데이터를 구축하여 프로젝트 콘크리트의 이력데이터베이스를 형성하게 된다.

(4) 맞춤형 체크리스트를 현장 적용한 후 현장 적용성을 보완한 개선된 체크리스트를 제시하였다. 이러한 개선된 맞춤형 체크리스트를 통해 콘크리트 품질의 확보 및 부실공사의 예방 등의 기대 효과가 있을 것이다.

## 5.2 추후 연구과제

본 연구에 따른 후속 연구는 웹(WEB)을 이용한 품질관리 시스템의 개발이다.<sup>6)</sup> 웹(WEB)을 이용하여 품질관리 체크리스트의 작성·수정·검색·저장 등의 과정과 관련된 자료들을 프로젝트 관계자(발주자·공사현장·본사·감리자 등)에게 실시간으로 제공함으로써 효율적인 자료의 흐름과 보다 빠른 의사결정이 가능한 시스템을 개발하고자 한다.

## 참고문헌

1. 21C건설관리연구실(2000), 해사콘크리트의 단계별 품질관리 방안II, 광운대학교
2. 대한건축학회(1999), 건설교통부제정 건축공사표준시방서
3. 대한주택공사(1996), 건설공사 품질시험실무
4. 일본건축학회(1991), 콘크리트의 품질관리지침·동해설
5. 한국콘크리트학회(1999), 건설교통부제정 콘크리트표준시방서
6. 한국표준협회(1994), KS총람
7. American concrete institute(1997), ACI MANUAL OF CONCRETE PRACTICE-PART1~5, american concrete institute
8. American concrete institute committee 311(1992), ACI Manual of Concrete Inspection, ACI

## Abstract

A concrete element is obtained through multi-steps, and its quality is affected by site conditions and control constituents of procedures. In these regards, in order to assure designed qualities of concrete and associated materials of the element good quality control method is necessary in various procedures. The existing quality control measures do not satisfy the requirements for the quality control activities at each production step.

This study provides a more effective checklist for each phase of concrete work, which improves existing quality control checklist through extensive research on current practices and surveys from expertises. This paper also proposes the application of multi-facet codes to develop a customized checklist to improve the efficiency in field practices and the effectiveness in assuring the designed performance of concrete.

This study finally provides a more effective checklist for each phase of concrete work by improving usability of the developed project sensitive matrix quality control checklist through application experiments on construction project sites.

**Keywords** :Concrete, Quality Control, Project Sensitive Matrix, Checklist, Customized Checklist, Concrete Historical Database, Multi-facet Code

6) 박상민, WEB을 이용한 콘크리트 품질관리에 관한 연구, 광운대학교 (현재 진행중)