

IDEFO를 이용한 콘크리트 내구성 진단 프로세스 분석에 관한 연구

A Study on the Analysis of Concrete Indurance Inspections Processes

이 동 윤*
Lee, Dong-Hun

이 상 범**
Lee, Sang-Bum

임 남 기***
Lim, Nam-Gi

Abstract

The purpose of this study is to suggest a method of concrete safety inspection management system for safety inspection. this research investigates the process of building safety inspection with IDEF0(Integration DEFinition) process modeling method, focusing on concrete durability inspection, and then suggests a data management system, which allows user communications between site and related unit with RDBMS(Relational Database Management System). The suggested system is expected to provide more efficient data sharing tools and consequently improve safety inspection's quality.

요 지

콘크리트 내구성의 손상정도는 건물의 안전에 큰 영향을 미치게 되므로, 내구성에 대한 다각적이고 효율적인 분석은 재건축 판정을 위한 안전진단에서 필수적인 요소이다. 그러나 각 안전진단기관에 따라 얻어지는 조사 결과의 변동이 심하여 전반적인 재건축 안전진단의 객관성과 신뢰성을 저하하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 IDEF0 (Integration DEFinition)기법을 사용하여 진단 업무를 분석하여 관리시스템 구축시 필요한 정보를 업무순서에 따라 분석하고 그에 따른 정보 교환시스템을 작성한다. 제안된 정보 분류는 효율적인 정보 공유를 위한 기반 자료를 제공하며 결과적으로 안전진단의 신뢰성을 향상시켜줄 것으로 기대된다.

Keywords : IDEF0, Concrete Durability, Safety Inspection Process, Database

핵심 용어 : IDEF0, 콘크리트 내구성, 안전 진단 프로세스, 데이터베이스

* 정희원, 동명정보대학교 부동산개발학과 강사, 공학박사

** 정희원, 동의대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

*** 정희원, 동명정보대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

E-mail : ldu21@daum.net 051-510-1522

•본 논문에 대한 토의를 2005년 6월 30일까지 학회로 보내 주시면 2005년 10월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

준공 후 일정기간 사용하여 노후화된 공동주택은 재건축을 판정해야 하는 시점에 도달하게 된다. 우리나라는 공동주택의 재건축 적합여부에 대한 판정을 위해 안전진단을 실시하도록 규정하고 있고, 현재 전문 진단기관에서 이를 수행하고 있다. 이러한 안전진단은 현장조사와 문헌평가로 구분할 수 있다. 일반적으로 문헌평가는 건물개요, 설계기준, 기본 현황 등을 검토하여 안전진단의 필요성 및 현장 조사시 필요한 자료를 작성하며, 현장조사는 진단 대상 건축물에 대하여 판단에 필요한 정보를 각 항목별로 종합적으로 수집하기 위해 실시된다. 따라서 각 단계 간에 발생하는 정보의 기록 및 상호간의 전달이 필요하며, 이는 일반적으로 문서화된 도면 및 현장대장에 직접 수기함으로써 이루어지고 있다. 그러나 이러한 정보의 전달 및 기록 방법은 매우 주관적이고, 불확실한 측면을 가지며 현장 조사시 능동적으로 대처하는 데에도 한계를 보이고 있는 실정이다. 따라서 진단 정보를 체계적으로 관리하고 활용하기 위하여 각 진단 항목에서 발생하는 정보를 기록 및 전달할 수 있는 통합 정보 관리 시스템의 필요성이 높아져가고 있다. 그러나 안전진단분야에 있어서 이러한 통합 정보관리시스템이 도입되기 위해서는 우선 진단 업무시 필요한 정보에 대한 정확한 분석이 요구된다. 이를 위해 본 연구에서는 IDEF0(Integration DEFinition) 방법론을 사용하여 콘크리트 내구성 진단 정보를 파악하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 안전진단 업무 중 정보 발생측면이나 업무면에서 가장 중요하다고 생각되는 콘크리트 내구성 진단업무에 한정하여 연구를 진행하였다. 본 연구는 우선 정보 분류체계의 구조원리 및 요구조건을 파악하고, 국내의 콘크리트 내구성 진단 관련 기준의 분석을 실시하였다. 이러한 기본개념을 토대로 콘크리트 내구성 진단 업무의 업무흐름 및 정보의 흐름을 파악

하고 안전진단 개선 모델(To-Be)의 정립 및 관련 정보를 도출하기 위해 IDEF(Integration DEFinition) 모델링 방법을 이용하였다. IDEF 방법론은 생산시스템 분석 및 설계목적으로 개발된 것으로서 가장 널리 사용되고 있다. 그 후 도출된 정보를 정의하는 XML Scheme를 작성하여 추후 통합 정보 관리 시스템의 원형으로 사용가능하도록 하였다. 본 연구의 수행절차를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 콘크리트 내구성 진단업무를 구성하는 전체 구조를 이해하기 위해 콘크리트 내구성 진단의 전반적인 사항과 국내 관련 규준을 검토하였고, 이를 바탕으로 요구정보와 발생정보를 파악하였다.
- 2) 콘크리트 내구성 진단 업무에서 발생하는 정보를 IDEF 모델링기법에 따라 모델링함으로써, 주요 업무를 도출하고 업무수행과 현황파악에 기본이 되는 기준정보를 검토하였다.
- 3) 도출된 정보를 기본으로 새로운 진단정보에 대한 IDEF0모델(To-Be)을 작성하고 정보 분류 체계 구조원리 및 요구조건에 따라 분류하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 콘크리트 내구성 진단 업무

국내의 콘크리트의 내구성 진단은 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2003, 건설교통부)”을 기준으로 다음 Table 1과 같이 1차에서 3차까지 순차적으로 조사를 실시하도록 제안하고 있다

또한 각각의 세부항목에 대한 평가기준은 다음 Table 2, Table 3, Table 4와 같이 정하고 있다. 그러나 위의 각 내구성 평가 인자들은 단독으로 평가 대상건물에 작용하는 것이 아니라 다음 Fig. 1과 같이 서로 간에 상호작용을 하기 때문에 개개의 항목을 단독으로 평가하기 어렵다. 따라서 내구성 진단항목의 조사 결과뿐만 아니라 건물의 전반적인 현상과 유지관리실태 등을 종합하여 정확한 내구성 현황을 판단하기 위해 건물의 전반적인 상황에 대해 관련법규에 의해 아래와 같은 순서로 관련공단의 책임 하에 진단을 진행하여 그 결과를 종합적으로 평가하도록 되어 있다.

- 강제균열 및 도장, 부식상태
 - 비파괴 현장시험
 - 콘크리트, 강제 비파괴시험
- 3) 상태평가
- 외관조사
 - 비파괴현장시험
 - 재료시험 결과분석
 - 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가등급에 대한 소견
- 4) 안전성평가
- 조사, 시험, 측정 결과의 분석
 - 이론적 해석결과의 분석
 - 내하력 평가
 - 시설물의 안전성평가등급에 대한 소견
- 5) 종합평가
- 시설물의 안전상태종합평가등급에 대한 소견
- 6) 보수·보강 방법
- 보수·보강 방법 제시
- 7) 보고서 작성

이와 같이 내구성 진단업무는 진단의 발생동기에 대한 조사에서 최종 보고서 작성에 이르기까지 분야별로 작업을 분담하여 수행하여 최종적으로 종합하여 판단하는 방식으로 진행된다. Fig. 2는 현행 콘크리트 내구성 평가의 개괄적인 흐름을 나타낸다(주택 재건축사업의 안전진단 매뉴얼, 건설교통부 2003).



Fig 2. 콘크리트 내구성 평가 순서

이러한 과정을 통해 축적된 진단정보는 계속적으로 기록·유지하여 안전진단 필요시에 정보를 제공하여야 하나 현재까지 안전진단주체간의 직접적인 데이터 정리의 표준이 존재하지 않고, 수집된 자료도 내용이 상세하지 않아 자료로서의 가치가 떨어지고 있어 보완이 필요하다.

2.2 IDEF0 프로세스 모델링 기법

IDEF 기법은 1977년 미공군에서 개발된 이래 시스템의 분석 및 설계기법에서 그 활용성을 입증 받은 프로세스 모델링 기법중 하나로, 조직이나 시스템의 실체를 추상화하여 모델화하고, 작성된 모델의 체계적인 분석을 통하여 문제점을 추출하여 개선된 시스템의 모델을 설계할 수 있도록 개발된 시스템 분석, 설계 방법으로 기능과 정보 모델링을 위한 IDEF0(Function Model)와 IDEF1/1x(Information/ Data Model), IDEF3 (Process Model)이 있으며 이중 IDEF0 기법의 특징은 Table 5와 같다.

이를 위해 IDEF0에서는 Fig. 3의 ICOM 을 기본으로 하여 시스템의 실체를 기술한다.

Table 5 IDEF 방법론의 특징

구 분	IDEF0
대 상	기능 (Function)
목 표	기능분석을 통하여 As-is 및 To-be 모델구축으로 시스템 재정립
구성요소	Activity, Input, Control, Output, Mechanism
정보 연결의 의미	. 입력, 출력, 제어의 포인트 . Data 해설 . 기능분해
기능분해	. 하위기능으로의 세분화

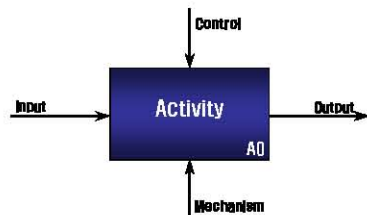


Fig 3 IDEF0 다이어그램(ICOM)

3. 내구성 진단업무 정보 분류

3.1 내구성 진단업무 프로세스 모델링

본 연구에서는 실제 내구성 진단 과정을 IDEF0 프로세스 모델링 기법을 적용하여 평가하기 위해서 “주택 재건축사업의 안전진단 매뉴얼(2003, 건설교통부)”와 “안전점검 및 정밀안전 진단 세부 지침(2003, 건설교통부)”에서 제안된 진단 양식을 참고하였다. IDEF0 모델은 대상의 분해(Decomposition)를 통한 과정의 정립에 주로 사용되며, 따라서 분해의 대상이 되는 최상위 Activity에서 분석을 시작한다. Fig 4는 콘크리트 내구성 평가와 관련된 최상위 레벨의 Activity로써 A0로 코드가 부여된다. Fig. 4와 같이 내구성 평가의 최종 결과물은 ‘내구성에 의한 건축물 성능평가’이며, 콘크리트의 내구성 평가 Activity는 Fig. 5와 같이 예비조사, 콘크리트 내구성 조사, 조사결과분석 및 상태평가의 세 단계의 Activity로 분해할 수 있다.

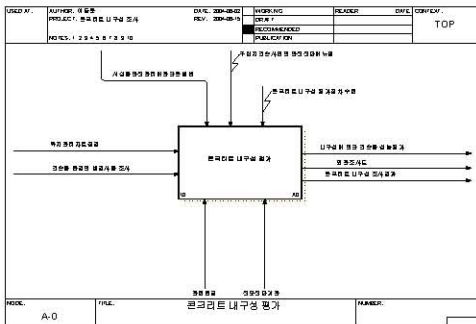


Fig. 4 내구성 평가 최상위 레벨 다이어그램

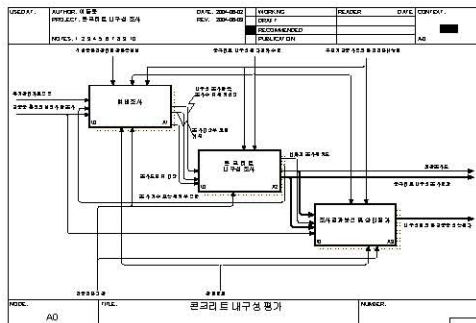


Fig. 5 내구성 평가 중간레벨 다이어그램

(1) 예비조사

현재 수행되고 있는 예비조사는 Fig. 6과 같이 문헌조사와 육안조사 및 비파괴 검사로 분해 될 수 있다. 이 단계에서의 조사 목적은 감춰진 결함의 발견 및 의심되는 성능저하 원인에 대한 분류이다. 이를 위해서 우선 이전의 유지관리 기록, 보수 기록 등을 참고하여 건물의 사용상태 및 전체적인 상황을 파악하도록 하며, 그에 따라 현장조사를 실시한다. 이 단계에서는 주로 육안에 의한 건물의 상태평가 및 정밀진단을 위한 표본선정이 이루어진다. 그러나 재건축을 위해 진단하는 건물은 대부분 그 준공연도가 오래되었으므로 사용기간 동안 증축, 개축, 또는 부분적인 용도 변경 등에 의해 실제 현황과 보관된 도면이 다른 경우가 많고, 도면의 보관상태도 좋지 않은 경우가 대부분이다. 이러한 경우, 대부분의 진단업체에서는 정해진 기일 내에 진단을 완료하기 위해서 조사도면의 작성과 비파괴 조사가 동시에 이루어지게 된다.

(2) 콘크리트의 내구성 조사

이 단계의 조사의 목적은 예비조사에서 수행된 결과를 바탕으로 콘크리트 구조물에 발생된 성능저하 및 손상의 구체적인 원인을 규명하여 내구성에 의한 건축물 성능을 평가하기 위함이다. 일반적으로 이 단계의 내구성 조사는 성능저하가 현저한 부위나 부재에 대해서만 실시되기 때문에 이러한 한정된 자료로부터 구조물의 성능을 평가하기 위해서는 진단이 실시된 부위의 구조물에 대한 중요도를 평가항목별로 고려하는 것이 중요하다. 이 단계에서 실시되는 조사는 Fig. 7과 같

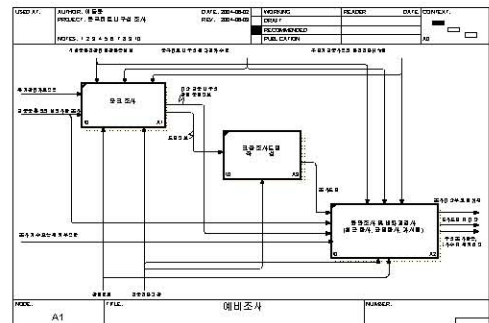


Fig. 6 예비조사 레벨 다이어그램

이 분해 될 수 있다. 이 중 조사 건물에서 채취된 코어를 대상으로 실험실에서 이루어지는 몇 가지의 평가를 제외하고는 조사 현장에서 이루어지게 된다.

(3) 조사결과 분석 및 상태평가

이 단계의 목적은 예비조사 및 내구성 조사에 의한 얻어진 결과를 바탕으로 건축물의 내구성에 대한 상태평가를 하기 위해 실시된다.

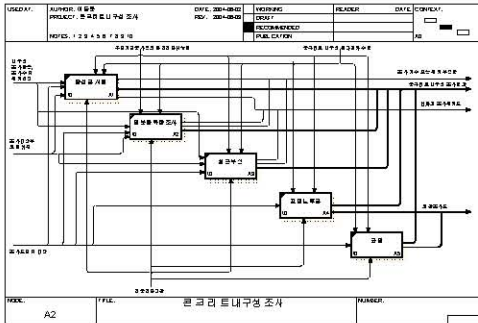


Fig. 7 콘크리트 내구성 조사 레벨 다이어그램

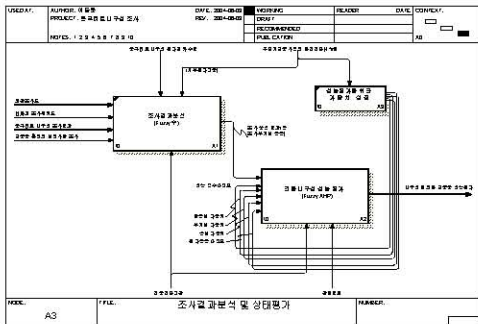


Fig. 8 결과분석 및 상태평가 레벨 다이어그램

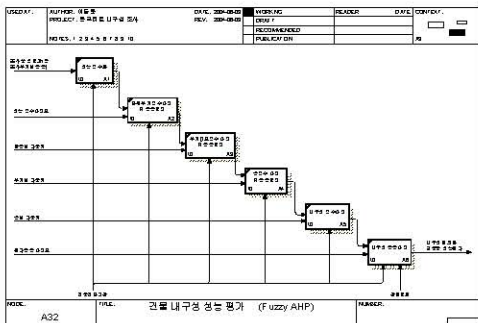


Fig. 9 내구성 성능 평가 레벨 다이어그램

Table 7 건물의 상태평가등급

상태평가 등급	시설물의 상태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

최근 발간된 “주택 재건축사업의 안전진단 매뉴얼 (2003, 건설교통부)”에서는 진단의 각 부분의 중요도를 가중치에 의해 조절하도록 되어 있다. 이와 같은 단계를 통해 얻어진 콘크리트 내구성 평가 점수를 통하여 Table 7과 같이 건물의 상태등급이 표기된다.

3.2 내구성 진단 업무 정보 추출

현 상태의 내구성 진단 업무의 IDEF0 모델을 분석하여 Fig. 10과 같이 IDEF0 다이어그램을 사용하여 정리하였다. 그후 각 업무 단계별로 주요한 발생 및 요구 정보를 아래에 각 ICOM별로 정리하였다.

A1: 조사대상건물 정보수집

- 시설물 설계당시의 규준
- 시공회사, 개발업자, 소유자간의 계약서 및 서신
- 현장 감리보고서, 사용된 구조 재료 시험결과
- 토양의 지내력 정보 및 기초 작업 정보
- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서
- 시공·보수도면, 제작 및 작업도면, 시설물관리대장
- 재료증명서, 품질시험기록, 현장제하시험자료
- 콘크리트 혼합물 구성물질 비율, 철근 공장시험 결과
- 재료 명세서와 사용 위치도면

A2: 대상건물 예비방문

- 소유자, 거주자, 보험인 기록 및 법적인 관계
- 유지보수이력, 인접 건물 사전조사보고서
- 화재, 바람, 눈 등 자연재해로 인한 구조물 손상기록

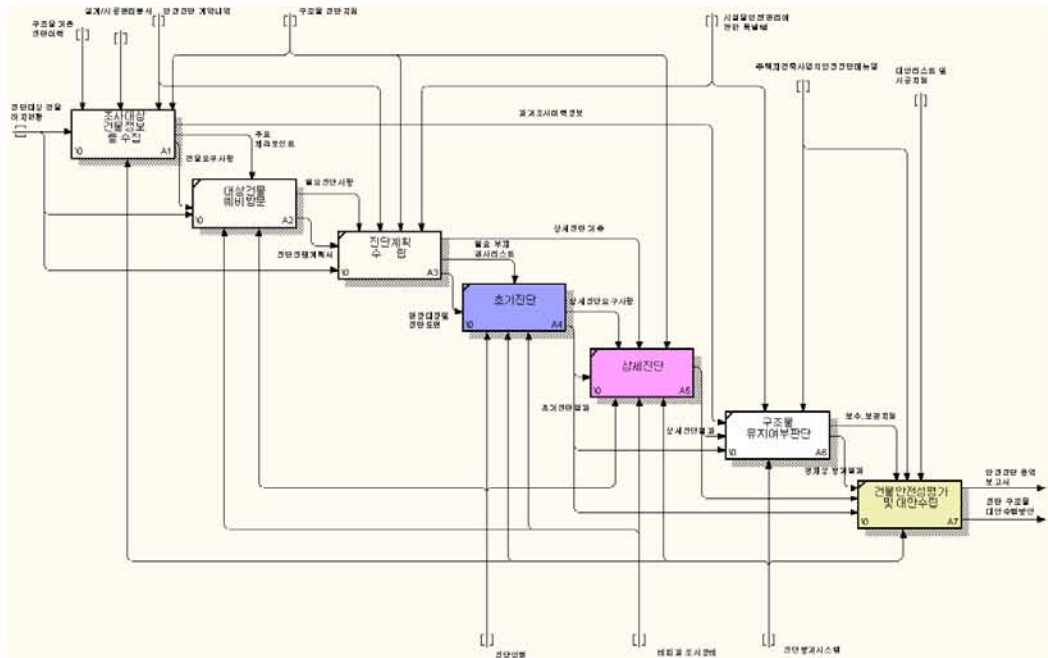


Fig. 10 내구성 진단 IDEFD 전체 다이어그램(To-Be)

- 파하중에 의한 구조물 하차와 적재하중 제한사항
- 기존 진단기록, 부등산 정보
- 구조물의 실제 하중, 하중 조합방식, 지내력, 환경조건이 설계당시와 동일한지 조사

A3: 진단계획 수립

- 현장 대장
 - 조사 도면
- A4, A5: 초기진단, 상세진단**
- 전체부재의 외관조사(육안검사) 및 외관조사도
 - 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 태태, 철근노출
 - 강제균열 및 도장, 부식상태
 - 비파괴 현장시험
 - 콘크리트 비파괴시험
 - 강제 비파괴시험
 - 부재치수, 경간, 변형정도, 변위, 균열, 분리, 구조부재의 뒤물림에 대한 측정정보
 - 기초의 움직임, 변형, 균열, 파괴
 - 구조재료들의 특성 변화
 - 콘크리트 평가정보

- 1) 하중 전달 효과를 구성하는 복합 구조재 특성.
 - 적절한 강도, 콘크리트와 철근의 적절한 단면적, 철근과 콘크리트의 적절한 부착력
- 2) 구조물에 내구성을 제공하는 특성
 - 상대일도, 무공성(nonporous), 모세관현상(capillarity), 무수성,

A6: 구조물 유지여부 판단

- 조사, 시험, 측정 결과 분석, 이론적 해석결과와의 분석
- 내하력 평가, 구조요소 성능 평가
- 외관조사 결과분석
- 비파괴현장시험 결과분석, 재료시험 결과분석
- 구조물 평가
- 재건축에 대한 평가
- 경제성 평가

A7: 건물 안전성 평가 및 대안수립

- 보수 안함
- 구조적인 보수
 - 콘크리트 교체, 철근 교체, 부재들의 교체나 보강
- 재료적인 방지
 - 부식, 마모, 중성화 방지 및 부식된 철근의 교체

3.3 내구성 진단 정보 시스템

본 연구에서 수행된 내구성 진단 정보를 가지는 관리시스템의 데이터베이스 테이블의 일부를 아래 Fig. 11과 같이 구축하였다.

또한 동일한 정보를 가지는 XML Scheme를 Fig. 12와 같이 작성하였다. 데이터베이스 저장소의 물리적 구축은 Microsoft™ ACCESS를 사용하여 이루어졌다.

The figure shows three screenshots of a database table. The first screenshot shows a table with columns for test location, required cover, and deterioration area. The second screenshot shows a table with columns for test location, required cover, and neutralization. The third screenshot shows a table with columns for test location, required cover, and neutralization.

Fig. 11 구현된 DB의 테이블 중 일부

The figure shows a screenshot of an XML Schema diagram. The diagram displays a complex structure of elements and attributes, representing the data model for concrete deterioration information.

Fig. 12 내구성 진단 정보 XML Scheme

4. 결론

본 연구에서는 제건축 안전진단의 콘크리트 내구성 진단과정을 중심으로 진단 업무시 발생하는 정보를 분석하였다. 우선 관련 문헌과 현행 관행에 근거하여 내구성 진단 업무를 조사하였으며, IDEF0프로세스 모델링 기법을 이용하여 분석하고 업무과정을 정형화 하였다. 그 후 이를 바탕으로 내구성 진단 정보를 분석하여 정리하였다. 본 연구에서 제안한 모델의 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 내구성 진단 업무 정보를 업무순서에 따라 IDEF0 기법을 사용하여 분류 분석하였으며, 통합 정보관리시스템이 도입되기 위한 진단 업무 지원 필요 정보에 대한 분석을 수행하였다.

- 2) 본 연구에서 사용된 IDEF0 프로세스 모델링 기법은 동시공학적 업무 모델의 체계적인 분석을 통하여 문제점을 추출하여 개선된 시스템의 모델을 설계할 수 있도록 개발된 시스템 분석, 설계 방법으로서 내구성 진단과 같은 업무 분석에 적합하다.
- 3) 추출된 내구성 진단 업무 정보를 관계형 데이터 베이스와 XML Scheme를 통해 물리적으로 구현하였다.

본 연구에서는 IDEF0기법을 이용하여 내구성 진단 업무분석을 수행하였으며, 실제 데이터베이스 및 정보교환을 위한 XML Scheme를 구현하였다. 다만, 본 연구의 범위는 내구성 진단 업무 관리 통합시스템 구축 중 콘크리트의 내구성 진단업무의 정보 분류 단계를 목표로 하여 이루어 졌으므로 향후 안전진단업무 전체와 같은 보다 포괄적이고 통합적인 안전진단 업무를 지원할 수 있는 시스템에 대한 연구와 개발로 발전되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 건설교통부, "안전점검 및 정밀안전진단 세부지침", 2003.
2. 건설교통부, "주최 재건축사업의 안전진단 매뉴얼", 2003.
3. 건설교통부, "통합건설정보분류체계 적용기준", 2003.
4. 김건식, "Earned Value Management System의 개요", 건설관리학회지, 한국건설관리학회, 제1권 제2호, 2000, pp. 3-7.
5. 김선규, "공정관리 전문가시스템 활용전망", 전력기술지, 한국전력기술, 제2권 제3제4, 1991, pp. 53-59
6. 마니정보시스템, IDEF Methods for knowledge Engineers and Evolutionary Enterprises.
7. Christensen, D. S., "The Estimate at Completion Problem:A Review of Three Studies", Project Management Journal, PML, Vol. XXIV, No. 1, 1993, pp. 37-42.
8. Diekman, J. E., "Knowledge-based approach to construction project control", International Journal of Project Management, Vol. 10, No. 1, 1992, pp. 23-30.
9. Kulkarni, D. V., "CM: CSCSC Integration - The Key to Success of Major Public Sector Programs", Project Management Institute Seminar/Symposium, PMI, 1991, pp. 230-286.

(접수일자 : 2004년 9월 8일)