

# 웹기반 콘크리트 구조물 균열진단 시스템 개발

## Development of Web based System for Diagnosing the Causes of Cracks In Reinforced Concrete

하주형\* · 조윤구\*\* · 이석홍\*\*\*

Ha, Ju Hyung · Cho, Yun Gu · Lee, Suck Hong

### Abstract

In recent years, the concrete cracks in most construction field have been widely presented and developed. Also it is well known the repair cost of the concrete cracks have been rapidly increased in Korea. So the concrete crack expert system was developed to minimize the repair cost and to support the field engineer. The feature of this web based system for diagnosing the causes of concrete cracks is comprised of comfortable user application.

### 1. 서 론

현재 건설재료로서 가장 보편적으로 사용되고 있는 콘크리트는 시공후 시간이 경과함에 따라 재료, 시공, 사용 환경, 구조적 요인 등에 의하여 열화가 발생되고, 이로인한 내하력 감소와 사용연한 단축 등이 수반된다. 그러한 여러 가지 요인에 의해 균열의 발생 가능성이 항시 존재하며, 이러한 균열은 구조물에 심각한 영향을 미치기도 한다.

콘크리트의 균열 원인은 두가지 이상의 원인이 복합적으로 작용하여 발생하게 되며, 그 원인을 명확히 구분해 내는 것도 상당히 어렵다. 따라서 실제 현장의 콘크리트 구조물에서 발생한 균열의 원인분석과 평가는 수년간의 경험을 가진 전문가에 의해 주로 이루어지고 있는 실정이다.

그러나 균열이 발생하는 현장의 수에 비해 전문가의 수가 턱없이 부족하여 즉각적인 균열의 평가와 조치가 이루어지지 못하고 있어서 상당한 경제적, 시간적 비용이 증가되고 있다.

그래서 전문가의 경험과 지식이 반영된 전문가시스템 개발 요구에 부응하여 시간과 공간의 제약을 받지 않고 시스템의 지원을 받을 수 있도록 인터넷으로 언제 어디서든지 접속하여 균열의 원인과 조치 방안을 제시 받을 수 있는 웹기반 균열진단 시스템을 개발하게 되었다.

### 2. 시스템 개요

#### 2.1 RULE에 의한 지식의 표현

RULE이란, 가장 보편적인 지식을 표현하는 방법이며, IF~THEN의 형식으로 조건절과 목적절로 구성된다. 본 연구에서는 조건절의 종류에 따라 배제조건, 충족조건, 지원조건, 선택적 조건 등으로 구분하였다.

##### 2.1.1 배제조건

여러 가지 균열 원인중, 사용자가 입력하는 정보에 따라 발생한 균열의 원인이 될 수 없는 항목을 제외하는 조건으로서, 조건절이 여러 항목에 동시에 적용될 경우 공통배제조건이라고 하고, 한 가지 항목에만 적용될 경우 개별배제조건이라고 하였다.

\* 현대건설 기술연구소 선임연구원  
\*\* 현대건설 기술연구소 책임연구원  
\*\*\* 현대건설 기술연구소 수석연구원

### 2.1.2 충족조건

몇 가지 조건들이 만족될 경우 그에 대한 균열원인을 쉽게 추론할 수 있는 조건들을 충족조건이라 하였다.

### 2.1.3 지원조건

조건절이 만족될 경우, 여러 가지 균열원인중 한 가지 항목이 그 원인이 될 수 있는 가능성을 높여 주는 조건으로서, 정도에 따라 강, 중, 약 지원조건으로 구분하였다.

### 2.1.4 선택적 조건

사용자가 여러 가지 조건 중에서 한가지를 선택하는 것으로서 어떤 조건을 선택하느냐에 따라서 각 항목들이 발생한 균열의 원인이 될 가능성이 달라진다.

## 2.2 Fuzzy 이론에 의한 지식의 표현

Fuzzy 집합에서는 어떤 변수  $x$ 와 집합  $A$ 와의 관계를 membership function으로 나타낸다. 여기서 membership function이란 변수  $x$ 가 집합  $A$ 에 속하는 정도를 나타내는 함수이며 사용자의 정의에 따른다.

그리고 사용자가 입력하는 자료의 언어적 모호함을 해결하기 위하여 fuzzy 이론의 창시자인 Zadeh 교수가 제시한 아래의 함수를 사용하였다.

각각의 확신도와 그에 대한 수치는 아래와 같다.

$$\mu_{\text{very low}}(x) = 0.1, \mu_{\text{low}}(x) = 0.25, \mu_{\text{medium}}(x) = 0.5, \mu_{\text{high}}(x) = 0.75, \mu_{\text{very high}}(x) = 0.9$$

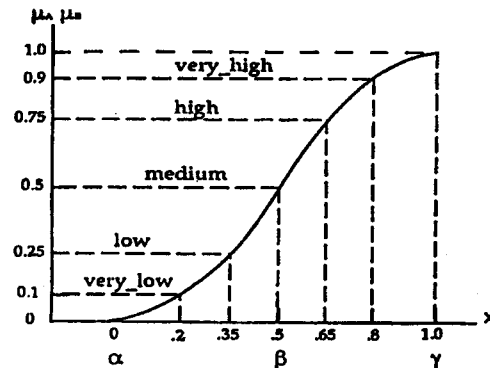


그림 1. 언어적 모호함의 membership function

## 3. 시스템 균열원인 추론 과정

본 시스템은 아래와 같은 순서로 균열원인을 추론하도록 되어 있다.

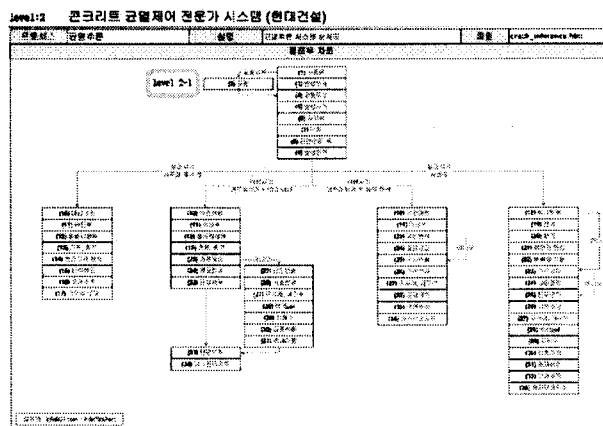


그림 2. 시스템의 균열원인 추론 과정

균열의 발생 원인, 대책, 사례는 아래와 같은 과정을 거쳐서 표현된다.

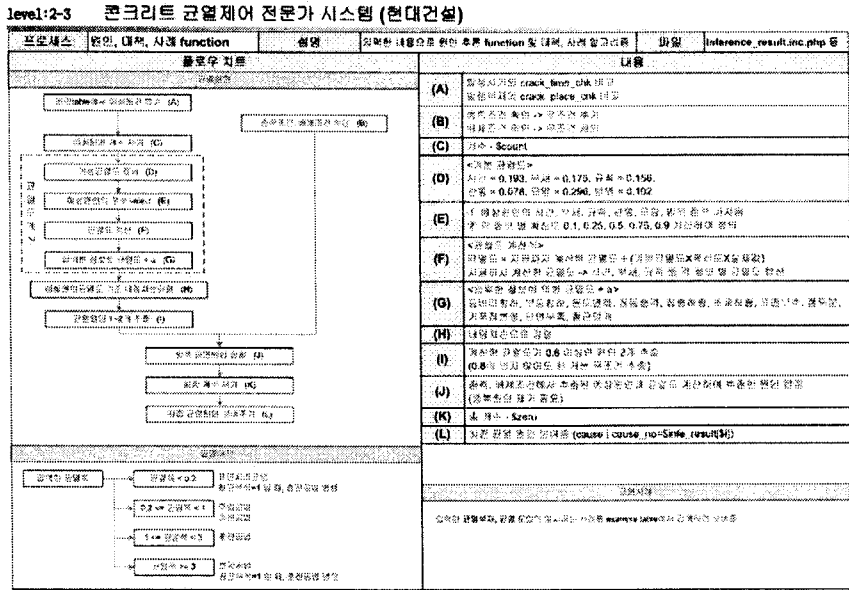


그림 3. 균열의 원인, 대책, 사례 결정 과정

#### 4. 시스템의 개념

개발된 시스템에서는 기존 클라이언트에 개별로 설치하는 방식이 아닌 인터넷을 통해 접속할 수 있는 웹 방식으로 구현된다. 인터넷만 연결되면 PC나 노트북을 이용하여 자료의 검색 및 질문과 답변, 업로드 및 다운로드, 원격교육, 사례검색 등 건설시공의 전문지식 제공과 공유가 온라인에서 이루어진다. 본 시스템은 아래와 같은 개념으로 구성되어 있다.

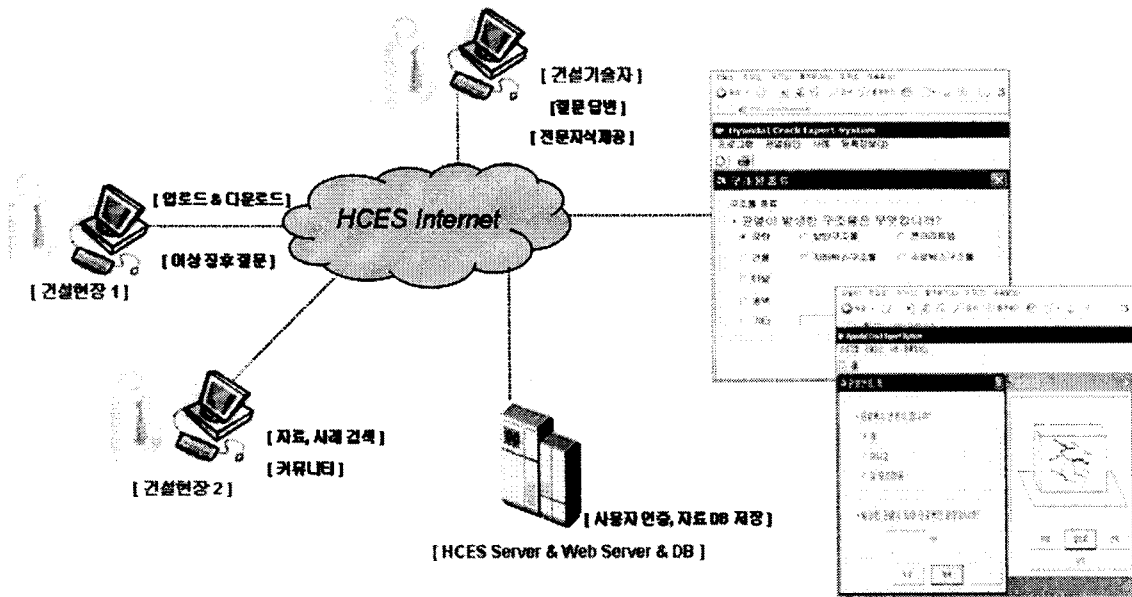


그림 4. 시스템의 개념도

## 5. 시스템의 기능

시스템에서는 균열추론, 균열원인, 균열사례 검색메뉴와 게시판과 관리자메뉴를 두고 있으며, 일반사용자의 경우는 관리자메뉴를 제외한 모든 메뉴의 사용이 가능하고, 관리자 자격이 있는 사용자는 균열추론관리, 균열원인관리, 균열사례관리, FAQ관리, 쪽지관리, 사용자관리 등을 할 수 있게 하고 있다.

그리고, 각각의 균열원인에 해당되는 상세 내용과 관련 시방서의 내용을 이미지 파일로 볼 수 있으며, 균열원인을 추론한 후 바로 간략보고서와 상세보고서의 형식으로 출력도 할 수 있다.

관리자는 모든 접속자들의 추론내용과 게시판 및 프로그램 내용을 수정·관리할 수 있게 되어 있다. 접속자들이 궁금한 내용은 게시판을 통해 문의하거나 다른 사람이 보아서 곤란한 내용의 경우는 쪽지 기능을 통해 관리자에게 직접 전달할 수 있도록 하고 있다.

향후에는 현장에서 직접 양식에 맞게 균열보고서를 작성할 수 있는 기능과 모바일 기기를 통한 균열추론 및 균열대책 제시 서비스 및 균열관련 지식 제공 서비스를 추가할 예정이다.

## 6. 결 론

현재 실제 현장에서 발생하는 균열에 대해 본 시스템을 사용하여 균열원인을 추론하고 향후의 시공에서 유사한 균열의 발생을 방지하려는 시도를 하고 있다.

본 시스템을 통해 콘크리트 구조물의 균열로 인해 발생할 수 있는 공기지연, 보수 비용 증대 등의 불필요한 경비발생 요인을 감소시키고, 향후의 구조물의 시공에서 유사한 균열의 발생을 방지하여 내구성 증대 및 콘크리트 구조물의 수명 연장을 이룰 수 있을 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 형상수 외, “철근콘크리트 구조물의 균열원인 진단을 위한 전문가 시스템 개발” 한국콘크리트학회 가을학술발표회논문집 Vol 11, No 2
2. “콘크리트의 균열조사, 보수·보강 지침”, 건설도서, 1998. 2
3. “콘크리트의 균열과 방지의 포인트”, 건설도서, 2000. 4
4. “콘크리트의 균열과 대책”, 건설도서, 1996. 5