

# WEB을 기반으로한 RC 슬래브설계 자동화 시스템 개발

## Development of Web-based RC Slab Design support system

이진욱\* 노병철\*\* 김정훈\*\*\* 최상릉\*\*\*\*

Lee, Jin Wook Lho, Byeong Cheol Kim, Jeong hoon Choi, Sang Reung

### ABSTRACT

The design process of RC Slab includes multiple procedures such as structural analysis, member design, the production of calculation sheets, CAD, and itemized statements of quantities. The objective of this study is to develop an integrated design system that includes all the steps needed for RC Slab design, and as a result, to improve the quality and efficiency of the design process. In this study, the design steps are divided into structural modules and database, and each module and database is systematically combined for the complete design process. The developed design system is based on Web environment. Therefore it can be used in real time and reduces the design work time and space.

#### 1. 서론

본 연구의 목적은 지간 10m정도의 소규모 교량에 쓰이는 RC 슬래브의 WEB을 기반으로 한 설계 자동화시스템 구축에 있다. RC 슬래브 설계과정을 분석하면 구조물에 대한 구조해석, 부재설계, CAD에 의한 전자도면작성, 물량산정, 구조계산서 작성 등의 여러 과정이 반복되며, 각각의 정형화된 설계과정에 많은 인력과 상당한 설계기간이 소요되어 생산성과 효율성면에서 매우 취약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이들 설계과정을 모듈화, 데이터베이스화하고 이들 모듈과 데이터베이스간 유기적인 연계를 통한 시스템화하여 설계 품질 및 생산성을 향상하기 위하여 모든 기능을 통합한 자동화 설계시스템 개념을 도입하였다.

본 연구에서 개발된 WEB을 기반으로 한 RC 슬래브의 자동화설계 시스템은 설계변수의 입력만으로 RC 슬래브의 최적단면의 산정은 물론 설계도면의 제작이 일괄적으로 실행되므로 실무에서 활용할 경우, 경제성의 재고와 설계도면의 고급화를 이룰 수 있을 것이라고 사료된다.

#### 2. 인터넷 신기술 개발 도구

일반적으로 토목구조물은 발주처(건설교통부, 한국도로공사, 지방자치단체 등)의 발주에 의해 설계 회사의 기본 및 실시설계 후 시공회사에 의한 시공 및 유지관리기관(지방국토관리청, 국토유지관리사무소, 한국도로공사 등)의 유지관리의 과정을 주기적으로 반복하고 있다. 따라서 향후 이의 전 과정을 인터넷을 통한 통합관리를 구현하고자 XML DATA ISLAND를 이용한 웹서비스 구축 개발 전략을 수립하고 이의 개발도구를 선정하였다. 현재 몇몇 설계회사의 다양한 웹 시스템이 구축되었으나 대

\* 정회원, 상지대학교 건설시스템공학과 석사과정

\*\* 정회원, 상지대학교 건설시스템공학과 부교수

\*\*\* 정회원, 상지대학교 건설시스템공학과 겸임교수

\*\*\*\* 정회원, 한석엔지니어링 부사장

부분 HTML을 이용한 일방향의 정적인 웹 시스템으로 많은 한계를 갖고 있다.

따라서 본 연구에서는 양방향의 동적 웹 서비스기술을 활용하여 인터넷상에서 설계기술자의 다양한 입력정보를 실시간으로 데이터베이스화하였다. 또한 설계자에게 전자도면(CAD) 및 문서(구조계산서, 수량산출서, 보고서 등)를 보낼 때 그 내용이 되는 설계요소와 웹 문서(전자도면, 구조계산서, 내역서 등)의 표현 정보와 구조정보를 분리하고 설계자가 원하는 도면 및 문서 형식에 맞게 동적으로 구조정보와 표현정보를 조합함으로써 각종 설계 성과물을 작성하였다.

## 2.1 XML

XML은 세계 최초로 공용화된 문서인 SGML(standard generalized markup language)과 현재 가장 많이 사용되고 있는 HTML(hypertext markup language)의 문제점을 보완하여 나타난 차세대 인터넷 언어이다. XML은 W3C(World Wide Web Consortium)에서 1996년에 설계 작업을 시작하였으며, XML의 개발과정은 그림 1과 같은 로드맵을 통해 쉽게 알 수 있다.

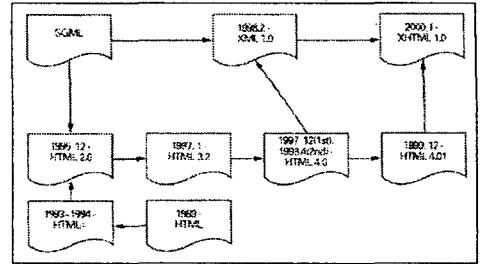


그림 3 XML의 개발과정

본 연구에서는 설계자의 다양한 요구를 실시간으로 충족시킬 수 있고 그 자체를 데이터화하는 새로운 웹 언어가 필요하게 되었으며 그 도구로서 XML을 본 연구의 개발도구로 선정하였다. 전통적인 데이터베이스에서, 데이터레코드들은 데이터베이스 관리자에 의해 스키마 설정을 필요로 한다. 하지만 XML 데이터는 태그과 Attribute의 형태로 메타 데이터를 포함하기 때문에 특별한 정의 없이 설계요소별 속성을 저장할 수 있을 뿐 아니라, 구조특성상 XML 데이터는 데이터 검색 시에 비교, 연산 과정이 간단하기 때문에 원하는 결과를 신속히 얻을 수 있다. 즉, HTML은 웹 페이지에서 데이터베이스처럼 구조화된 데이터를 지원할 수 없지만 XML은 설계자가 입력한 다양한 성과물을 효과적으로 신속히 작성할 수 있다.

## 2.2 XML Data Island

본 연구에서 가장 핵심이 되는 데이터로 XML Data Island를 활용하였다. 그림 2는 XML Data Island 중 주철근의 데이터 구문구조와 실례이다.

```
<xsl:for-each select="drawing/rebar3">
  <g style="stroke: {s}; fill: {f}; stroke-width: {sw}" transform="translate(0 0)">
    <line x1="{x11}" y1="{y11}" x2="{x12}" y2="{y12}" />
    <line x1="{x21}" y1="{y21}" x2="{x22}" y2="{y22}" />
    <line x1="{x31}" y1="{y31}" x2="{x32}" y2="{y32}" />
    <path d="M{cx11},{cy11} C{cx12},{cy12} {cx13},{cy13} {cx14},{cy14}" />
    <path d="M{cx21},{cy21} C{cx22},{cy22} {cx23},{cy23} {cx24},{cy24}" />
  </g>
</xsl:for-each>
```

그림 2 XML DATA ISLAND를 활용한 주철근 작성 XSL 구문구조 적용 예.

위 그림에서 나타난 것처럼 XML 스키마(구문구조)란 데이터가 마크업되는 방식으로 주철근의 도면 요소 특성과 수량산출 시 필요한 요소특성 값을 포함하고 있다. 이와 같이 태그를 활용하여 요소특성을 엘리먼트 단위로 각 항목을 정의하고, 항목별로 인식함으로써 데이터 포맷의 변경 시에도 유연하게 대처할 수 있는 확장성을 갖고 있다. 예를 들어, 본 연구에서 작성된 배근도의 경우 라인 각각에 특성 값을 부여하여 철근 종류별 구분이 가능해졌고, 이로 인해 요소별 수정이 용이해졌다.

### 2.3 D/B 구성 흐름도

RC 슬래브 설계시스템에서는 단면제원 및 구조설계 입출력 작업과 '도로교 표준시방서', '도로교 설계기준', '콘크리트 표준시방서', '콘크리트 구조설계 기준', '철도교 설계기준', '도로설계 편람', '도로설계실무편람', '설계 실무 자료집'의 내용을 인터넷상에 온라인화하여 관리주체와 사용자가 컴퓨터상에서 필요한 정보에 접근할 수 있도록 하였다. 그림 3은 웹상에 구축된 RC 슬래브 설계 시스템 개념도이다.

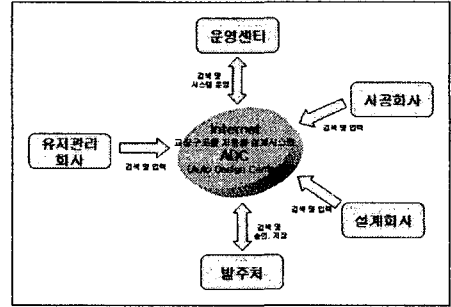


그림 3 RC 슬래브 설계시스템 구축 개념도

### 3. 웹 기반 RC 슬래브 설계 시스템 개발

RC 슬래브는 지간 10m 정도의 소규모 교량에 다양하게 이용되는 상대되는 2변이 자유스런 직사각형 판을 주구조로 한 교량구조물이다. RC 슬래브의 특징은 균열안전율이 비교적 크고 보 높이를 줄일 수 있어 형고의 제약을 받는 곳에서 유리하며 하부구조의 형식을 적절히 선택하면 미관상 수려한 설계를 할 수 있다.

#### 3.1 설계기준 입력

인터넷에 접속한 설계자가 로그인한 후 설계기준을 입력하면, 이를 데이터베이스에 저장함과 동시에 구조해석을 위한 자동 모델링 및 해석을 할 수 있게 하였다. 그림 4에서는 각각의 설계기준을 선택하는 창을 보여주고 있으며, 그림 5는 단면제원 입력창의 예이다.

#### 3.2 최적단면설계와 설계도면 작성

해석결과 그래픽모듈에서는 해석 결과 중 휨모멘트도(BMD) 및 전단력도(SFD)를 그래픽화하여 화면에 제시하였다. 다음으로 전자도면 작성 및 전자 문서작성에 필요한 요소를 모두 포함한 XML Data Island를 구성하여 이 XML Data Island를 활용하여 XSL(eXtensible Stylesheet Language)를 이용 설계도면을 웹상에 표현하도록 하였다. 작성된 웹상의 전자도면을 임의의 CAD프로그램에서도 사용가능한 DXF형식의 파일로 변환하는 모듈로서 설계자가 전자도면을 다운로드 받을 수 있도록 하였다. 그림 6은 개발된 설계시스템을 활용하여 작성한 전자도면이다.

#### 3.3 전자문서 작성

전자문서작성 모듈에서는 동일한 XML Data Island를 활용하여 전자문서를 작성하며 데이터의 중복을 피하고 작업효율성을 증가시켰다. 또한 모든 설계 성과물은 XML형식으로 데이터베이스에 저장되어 실시간으로 각종 정보를 신속하게 검색 및 활용가능하며 시공 후 유지관리에 효율적으로 사용할 수 있다.

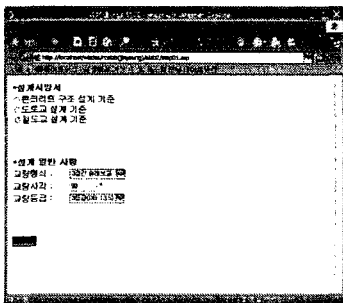


그림 4 설계기준 입력

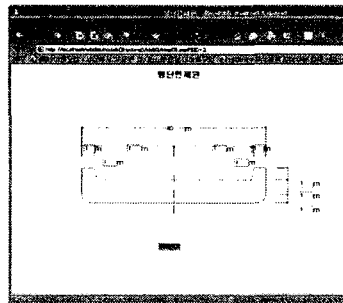


그림 5 단면제원 입력

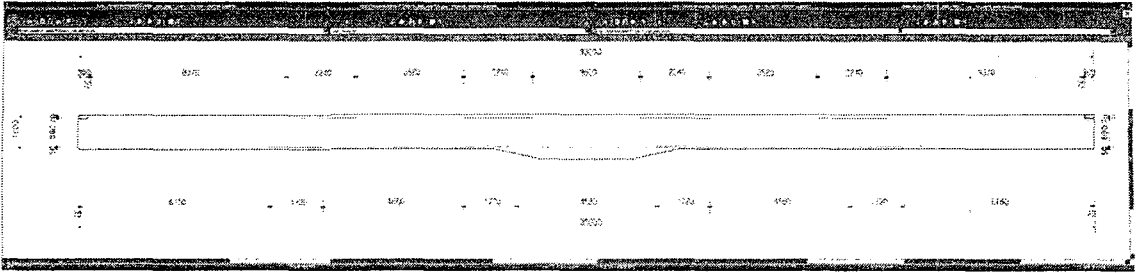


그림 8 설계시스템을 활용한 예

#### 4. 결 론

본 연구를 통하여 WEB기반 RC 슬래브 설계시스템을 개발하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존 설계 시 발생 가능한 오류를 최소화하였으며, 고품질의 설계 성과품으로 설계의 신뢰성을 제고 하였다.
2. RC 슬래브 설계에 소요되는 인력 및 기간의 현저한 감소로 경제성을 제고하였다.
3. 웹상에서 모든 설계과정을 통합하여 수행함으로써, 시간과 공간의 제한성을 극복하였다.
4. 설계 이론의 발달에 따른 시방규정의 변경이나 부분적 설계방법의 변경 시 관련 데이터베이스를 신속하게 추가 및 변경함으로써 이에 유연하게 대처할 수 있다.
5. XML 데이터베이스를 구축하여 고도의 정보화를 구현하였으며 이는 향후 유지관리 및 건설 IT사업의 인프라로 사용가능 하도록 하였다.
6. 최적단면의 산정, 설계도면의 제작기능은 물론 설계정보의 데이터베이스 기능이 있으므로, 실무에서 활용할 경우, 설계도면의 재료량 산출 및 설계정보의 효율적인 관리가 가능할 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

본 연구는 건설기술연구개발사업(2002 산·학·연 공동연구개발사업)의 지원을 받아 수행되었으며, 건설교통부당국에 깊은 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

1. 노병철외 3명(2003), XML을 활용한 웹기반 압거 설계 시스템 개발, 대한토목학회 학술발표회, pp.1462~1467.
2. 노병철외 5명(2003), XML을 활용한 웹기반 콘크리트 옹벽설계 자동화 시스템 개발, 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 제 15권, 제 2호, pp.152~155.
3. Byeong-Cheol Lho(2003), Impact of 4D Visualization on the Cognitive Process of Detecting the Logical Errors in the Construction Schedule, ASEE
4. Julian H. Kang.(2003), Experimental Development of Web-based Building Information Model using 3D VML Library, CITC II HONG KONG 2003, pp, 593~598
5. Microsoft. (2003), XML Data Islands, <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/xmlsdk30/htrn/xmconxmldataislands.asp>.
6. Scott Short (2002), BUILDING XML WEB SERVICES FOR THE MICROSOFT.NET PLATFORM, Microsoft Press.
7. W3C. (2001), Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification, <http://www.w3.org/TR/SVG>.