

VBA(Visual Basic for Application)을 이용한 프리스트레스트 콘크리트 슬래브 교량의 설계 프로그램 개발

Development for Design Program of Prestressed Concrete Slab Bridge Using VBA(Visual Basic for Application)

허 영*
Huh, Young

황 승 현**
Hwang, Seong-Hyun

ABSTRACT

Generally, bridge designers must consider variable factors in design of bridge-structures. For this reason, it was difficult to make a design program till now. However, the rapid development of computers turns it into a possible one with considering complex factors and the advance of computer's language make us design programming. When we use the automatic design program including structural analysis(FEM), we can save the time and effort. Additionally, the automatic design program was generated to reduce the man' errors. Therefore, in this paper, the automatic design program of the Prestressed Concrete Slab Bridge was developed. This design program will support bridge designers with time that they can spend on a creative and efficient duty for development of design.

1. 서 론

다른 산업분야에서와 마찬가지로 토목분야에서도 컴퓨터의 의존도가 높아지고 있어, 거의 모든 교량 설계 시 컴퓨터를 이용한 해석 작업이 수행되고 있다. 그러나 교량설계에서 도면이 완성되기까지의 단계들은 서로 분리되어 수행됨으로, 이로 인해 발생하는 소요 시간과 인력을 줄이기 위한 노력이 필요하다.

본 논문에서는 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 슬래브교량의 개념설계로부터 보고서 작성까지의 단계를 하나의 연결된 작업으로 완성할 수 있는 전산프로그램을 Micro-soft사의 Excel에 내장되어 있는 VBA(Visual Basic for Application)와 유한요소법을 사용한 범용 구조해석 프로그램인 LUSAS (V.13.4)를 이용하여 작성하였다.

슬래브교량은 시공의 간편성 또는 교량 하부공간 확보의 용이성 등의 장점으로 인하여 소규모 교량에 많이 사용되는 교량형식이나, 경간을 크게 위해 PSC로 건설하는 경우에는, T-형교와 같은 동일한 규모의 다른 형식의 교량에 비해 정밀한 설계작업을 요구한다. 따라서 PSC 슬래브교량을 보고서 작성까지의 모든 작업을 전산화하여 일원화하는 것은, 동일 규모의 다른 형식의 교량보다 더 큰 장점을 갖게 됨으로, PSC 슬래브교량을 대상으로 하였다.

<그림 1>은 참고문헌 2)인 2002년 교량현황조사에 수록된 상부구조형식에 따른 분포비율로, 슬래브형식의 교량이 단연 많이 설치된 것을 알 수 있다. <그림 2>는 PSC 슬래브교량과 RC 슬래브교량의 준공 년도에 따른 준공 개수의 비교로, PSC 슬래브교량이 RC 슬래브교량이 비해 점점 더 많이 설치됨을 알 수 있다.

* 수원대학교 토목공학과 교수

** 수원대학교 토목공학과 석사과정

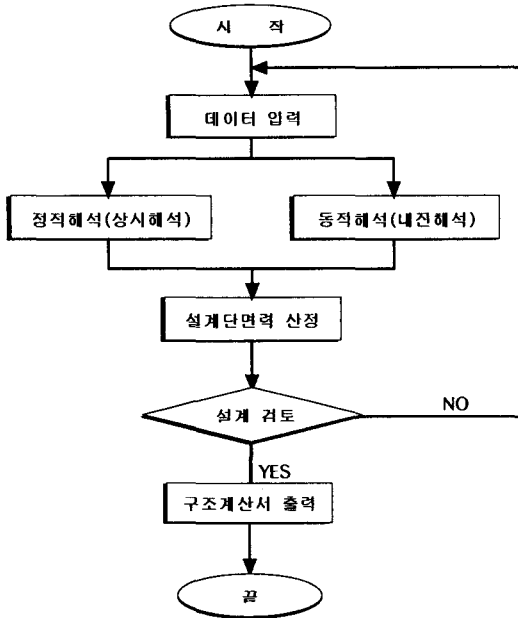


그림. 3 프로그램의 FLOW CHART



그림. 4 프로그램 설명

2.2 프로그램의 특성

본 논문에서 개발한 프로그램은 일반 구조해석프로그램의 Wizard 기능에서는 제공되지 않는 데이터 입력 시, 각 데이터의 입력에 대한 'Help' 기능을 추가시켜 프로그램 작동시, 사용자가 설계기준을 참고하는 시간을 절약하였다.

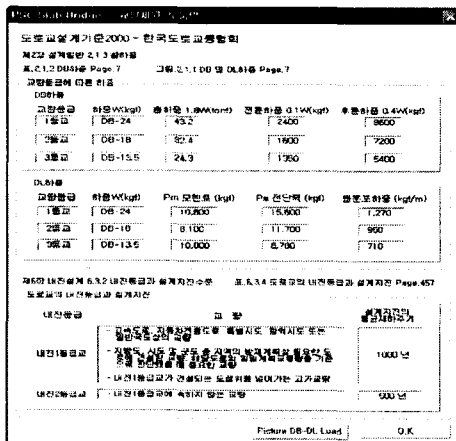


그림. 5 교량등급 및 내진등급 'Help'

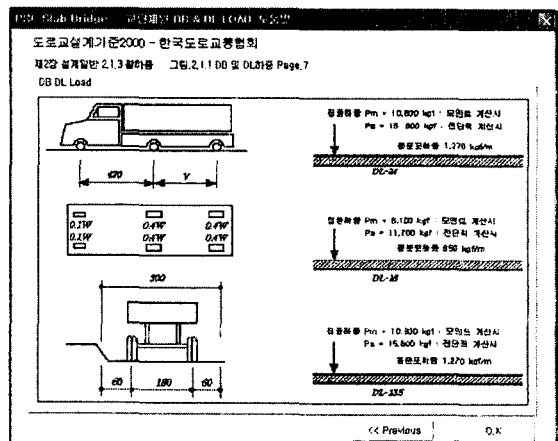


그림. 6 교량 활하중 DB-DL 하중 재하 'Help'

<그림 5>와 <그림 6>은 프로그램 내부에서 제공되는 'Help'기능으로, 도로교설계기준2000, 도로교설계편람Ⅲ, 도로설계실무편람-구조물공1권, 콘크리트 구조설계기준 등의 규정들을 표로 정리하였다.

2.2 선행 연구

수원대학교 토목공학과 토목전산연구실에서는 본 논문의 프로그램에 개발에 앞서, 지하 암거 구조물에 대한 자동화 프로그램¹⁾을 개발하였다.

지하암거 자동화 프로그램과 본 논문에서 사용한 프로그램 테크닉을 비교할 때 현저히 변한 내용은, 지하 암거 프로그램에서는 구조해석 수행 시 <그림 7>에 나타난 것과 같이, 구조해석 실행파일을 사용자가 직접 경로를 지정해 주어야 했으나, 본 PSC슬래브교량 프로그램에서는 컴퓨터의 Registry에 등록된 시스템을 이용하여 구조해석을 수행한다. <그림 8>에는 본 논문에서 해석도구로 사용한 구조해석 프로그램인 LUSAS (Ver.13.4)이 사용자의 컴퓨터에 설치되지 않은 경우 나타나는 경고 메시지가 나타나 있다.

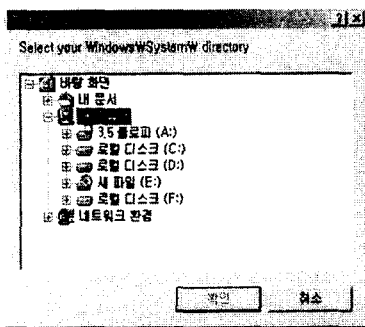


그림. 7 암거 프로그램 구조해석 파일 경로지정

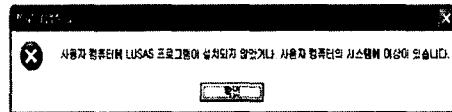


그림. 8 프로그램 Error Message

3. 프로그램의 적용

본 논문에서 개발한 프로그램을 검증하고, 사용성을 증명하기 위하여 기존에 준공된 PSC교량³⁾에 대한 해석을 실시하였으며, 사용된 교량 제원은 <표 1>과 같다.

(1) 교량제원

표. 1 적용 교량제원

구조형식	PSC Slab 교	중단구배	S = (+)6.20% ~ (-)6.143%
지간구성	L = 2@26.5 = 53.0m	교량등급	1등급교
교량폭원	B = 11.0 m	내진등급	내진등급
차선수	3차선	가설공법	현장타설 지보공법
평면선형	R = ∞		

(2) DATA 입력

<그림 9>의 Main_Form에서와 같이 입력하고자 하는 data 입력버튼을 클릭하여 해당 입력 Form이 생성 되면 data의 입력을 시작한다.

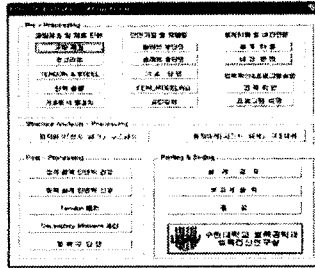


그림. 9 Main_Form

설계 데이터 입력을 완료시킨 후, 아래 그림의 Main_Form에서 정적해석(상시해석), 동적해석(내진해석) 구조해석 버튼을 클릭하면 다음과 같은 정보 메시지(Message) Form이 생성된 후 구조해석을 수행하게 된다.

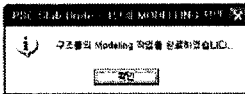


그림. 10 구조해석1단계

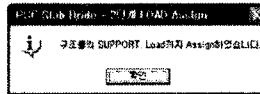


그림. 11 구조해석2단계



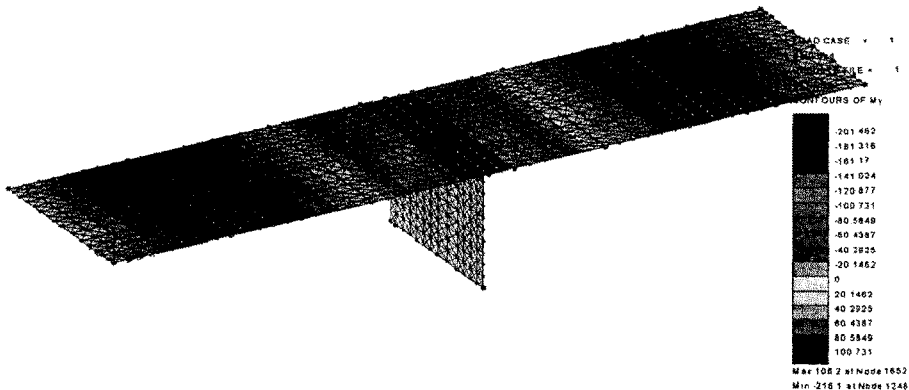
그림. 12 구조해석3단계

4. 프로그램 적용 결과

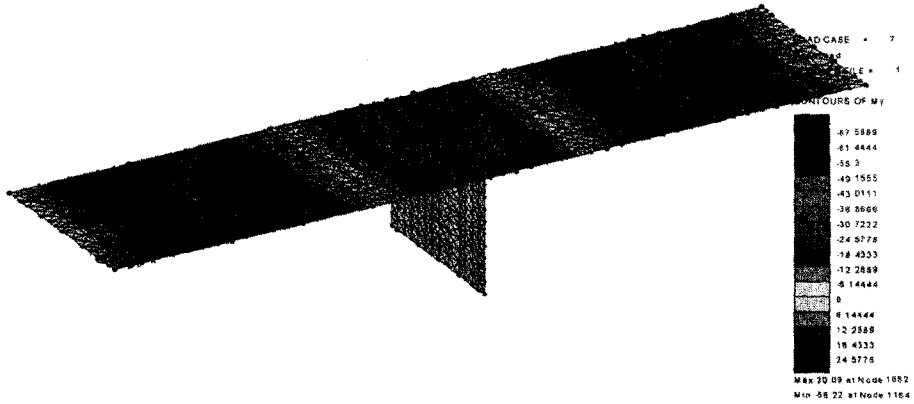
3장에서 적용한 PSC Slab 교량에 대하여 구조해석이 완료된 후, <그림 7>의 Main_Form에서 설계 단면력 산정 버튼을 선택하면 Excel Sheet에 다음과 같은 부재력 산정결과가 자동으로 삽입된다.

(1) 정적해석(상시해석)에 대한 부재력도

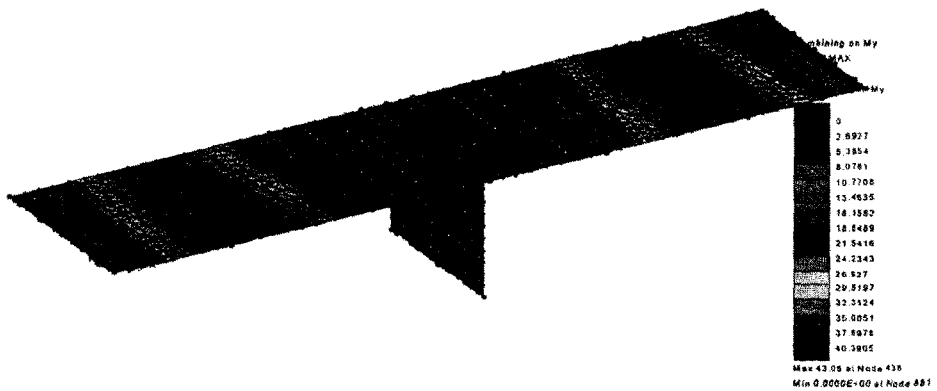
① 고정하중으로 인한 Myy



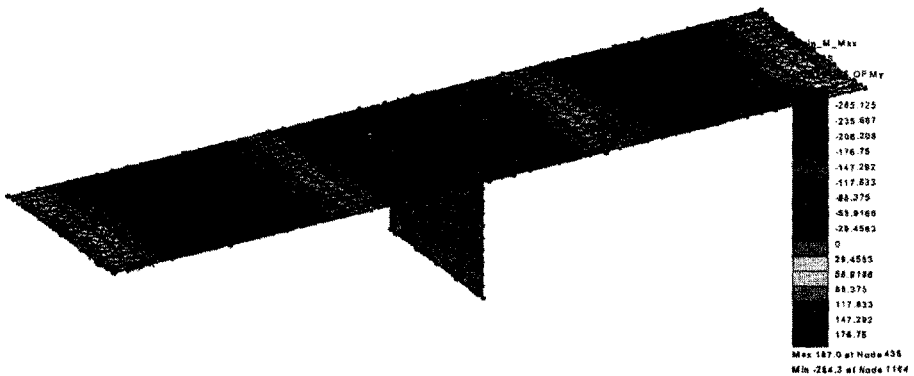
② 2차 고정하중으로 인한 Myy



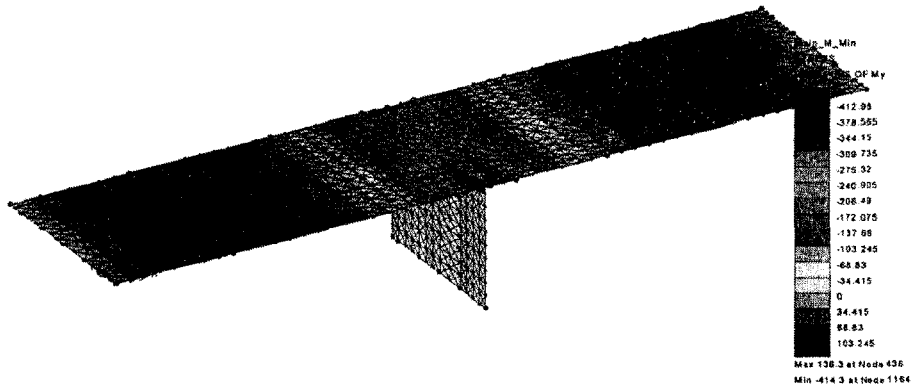
③ 활하중으로 인한 Myy



④ 주하중과 주하중에 해당하는 특수하중의 하중조합(고정하중, 지점침하, 활하중)의 최대 Myy

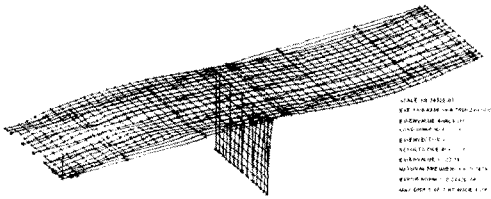


⑤ 주하중과 주하중에 해당하는 특수하중의 하중조합(고정하중, 지점침하, 활하중)의 최소 Myy

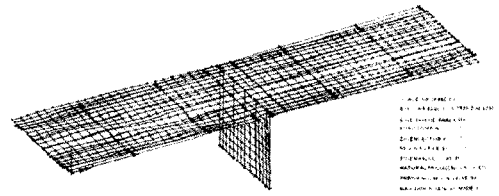


(4) 동적해석(내진해석)에 대한 고유치(Eigenvalue) 모드형상

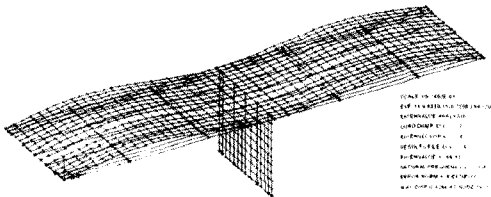
① Eigenvalue mode 1의 형상



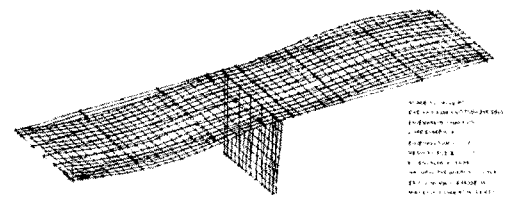
② Eigenvalue mode 2의 형상



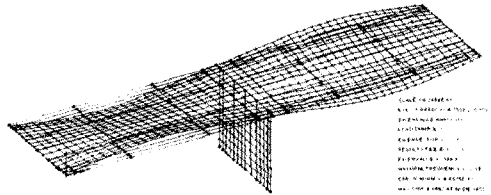
③ Eigenvalue mode 3의 형상



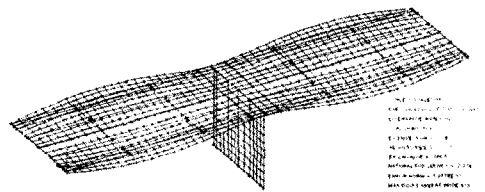
④ Eigenvalue mode 4의 형상



⑤ Eigenvalue mode 5의 형상



⑥ Eigenvalue mode 6의 형상



(5) 구조계산서 작성

설계검토를 마친 후 Main_Form에서의 보고서출력 버튼을 클릭하면 아래의 Form⁴⁾에서 사용자가 원하는 보고서 부분의 출력이 가능하다.

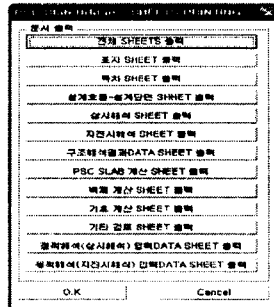


그림. 13 구조계산서출력

5. 결 론

본 논문에서 개발한 PSC콘크리트 슬래브교량의 설계 자동화 프로그램의 장점을 요약하여 아래에 기술하였다.

- (1) 구조해석과 구조계산서 작성 데이터를 개발한 프로그램을 연결함으로써 구조해석 및 설계업무의 자동화를 얻을 수 있다.
- (2) 구조해석과 구조계산서 작성을 일괄적으로 연속화 시킬 수 있으므로, 이에 따른 업무의 분업화에서 발생되는 실수 및 오류 발생을 방지 할 수 있다.
- (3) 개발한 프로그램은 반복계산과 같은 불필요한 작업량을 감소시킬 수 있으므로, 단 시간 내에 다양한 설계 조건의 데이터를 이용하여 결과를 얻을 수 있으며, 설계검토과정 또한 쉽게 구성되어졌다.
- (4) 본 프로그램은 PSC 슬래브교의 설계자(사용자)가 설계과정에서 해당되는 설계기준의 기준 및 자료들을 프로그램 내에 'Help'기능을 사용하여 제공함으로써, 교량 설계경험이 많지 않은 사람도 쉽게 사용할 수 있다.

본 논문을 위해 작성된 프로그램에 시공도면을 작성할 수 있는 도면작성 단계까지 연결하면, 완벽한 전자동화 설계프로그램이 되며, 현재는 2경간 연속의 직선교에 대한 설계만이 가능한 것을 추후 곡선교의 설계도 가능한 프로그램으로 개발할 예정이다.

참고 문헌

1. 김용민, "VBA(Visual Basic for Application)를 이용한 지하박스 구조물 자동설계 프로그램 "TDS-지하BOX"개발", 수원대학교 토목공학과, 2001.
2. "교량현황조사서", 건설교통부, 2002.
3. 건설교통부 서울지방국토관리청, 석장재 개수공사, 삼안건설기술공사, 백학교, 2002.
4. 백도준, "강합성 상자형 교량의 설계자동화 프로그램 개발", 명지대학교 토목공학과, 1999.