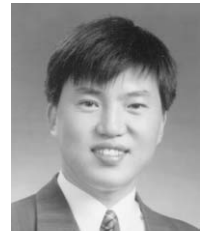


건축구조설계 통합시스템 SDP(Structural Design Processor) 소개



김치경
선문대학교 건축학부 교수

1. 구조설계 통합시스템 SDP 개요

지난 수년간의 개발과 몇 번의 기능개선을 거쳐 건축구조설계 통합 시스템 SDP 제품군을 발표하게 되었다. SDP(Structural Design Processor)는 구조설계 전 과정과 골조 물량산출 및 도면작성까지를 하나의 프로그램 안에서 수행할 수 있는 구조설계 통합시스템이다. 구조설계 과정에서 SDP는 순차적 단순계산이나 각 계산지 사이의 정보흐름 및 데이터 관리를 전담함으로써 엔지니어가 자신의 지식과 경험에 바탕한 공학적 판단과 설계안 창출에 집중할 수 있도록 지원한다. SDP에서 P는 Program이 아니라 Processor이며, 이는 마치 소설가가 워드프로세서를 이용하여 소설을 쓸 때 모든 창작은 소설가가 하되 그 내용을 정리하고 편집하는 기능을 워드프로세서가 도와주듯, SDP가 엔지니어의 설계 업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 지원되 모든 과정에서 엔지니어가 판단하고 결정하며 수정할 수 있도록

함으로써 설계 품질과 생산성을 동시에 향상시키고자 함이 SDP 개발의 일관된 목표였음을 의미한다.

〈그림 1〉은 건축구조설계 통합시스템 SDP를 중심으로 한 제품군을 보여준다.

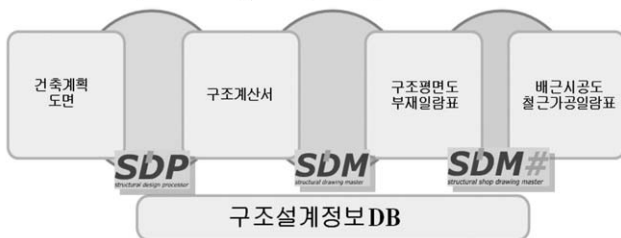
SDM(Structural Drawing Master)는 SDP 사용으로 구축되는 구조설계정보 데이터베이스를 이용하여 구조평면도와 부재일람표 등 일련의 구조도면을 작성하는 프로그램이다.

SDT(Structural Design Tools)는 부재단면 설계 프로그램으로서 SDP의 기능 중 부재단면 설계 기능을 분리하여 현재 현업에서 사용되고 있는 Midas Gen등의 해석 결과를 이용하여 부재 단면 설계를 할 수 있는 프로그램이다.

SDM#(Structural Shop Drawing Master)는 RC 건물 설계 배근시 공도와 철근가공일람표 등을 작성하는 프로그램으로 2008년 하반기에 발표할 예정으로 개발 중에 있다.

건축구조설계 통합시스템

- 건축구조설계 전 과정을 하나의 프로그램 안에서 수행
- 3차원 구조해석 및 설계정보를 하나의 통합 DB로 관리
- 통합 DB를 이용한 도면 및 철근가공 기능 개발
- 통합시스템 구성
 - SDP(Structural Design Processor) : 건축구조설계 프로그램
 - SDM(Structural Drawing Master) : 건축구조도면 작성 프로그램
 - SDT(Structural Design Tools) : 부재단면 설계 프로그램
 - SDM#(Structural Shop Drawing Master) : 철근가공도/가공일람표



〈그림 1〉 SDP 제품군의 구성

- 적용 구조설계기준
 - 철근콘크리트구조
 - KCI USD 1999
 - KBC 2005
 - 강구조
 - KBC 2005 LRFD
 - SRC구조
 - AIK-SRC2K
 - 하중
 - KBC 2005
 - AIK 2000
- 지진하중
 - 등가정적 해석
 - 응답스펙트럼 해석
- 구조해석
 - Midas GEN 입출력 파일 연동
 - NeoMAX 3D 일체형 연동
 - ETABS 입출력 파일 연동
- 단위계
 - SI unit
 - MKS unit
 - US unit
- 도면
 - 구조평면도
 - 부재 일람표
 - 벽체 배근 평면도

〈그림 2〉 SDP의 지원 범위

〈그림 2〉는 SDP 기능 범위를 요약한 것이다. 적용 구조설계기준은 철근콘크리트구조의 경우 KCI USD 1999와 KBC2005, 강구조는 KBC2005 LRFD, SRC구조는 AIK-SRC2K가 지원되고 있으며, 하중기준으로는 KBC2005와 AIK2000이 지원된다.

현재 SDP에 내장된 구조해석 모듈은 없으며, 현업에서 널리 사용되고 있는 Midas GEN, NeoMAX-3D, ETABS 등과 연동하여 사용할 수 있다. 이는 SDP로 구조물을 모델링하면 구조물의 특성에 따라 적절한 구조해석 모듈을 선택하여 구조해석 할 수 있음을 의미하며, 경우에 따라서는 한번의 모델링으로 여러 프로그램의 해석 결과를 비교 해 볼 수도 있는 장점을 갖는다.

2. SDP의 특징

SDP의 주요 특징을 요약하면 다음과 같다.

- SDP는 구조계산서를 대상으로 한 구조설계 통합 프로세서이다. 구조계산서 작성과정은 곧 구조설계 과정이며 구조계산서 구성형식과 작성과정은 오랫동안 엔지니어들에 의해 최적화된 것이다. SDP는 구조계산서의 구성형식과 작성과정을 설계 관행 그대로 지원하여 직관적으로 배우고 사용할 수 있다.
- SDP는 구조계산서 표지에서부터 설계개요, 구조평면 계획, 각종 하중 계산, 구조해석, 각종 부재 일람표 및 단면상세검토 등 구조계산서의 주요내용과 각 설계내용의 근거가 되는 계산 등을 지원하며, 또한 필요에 따라 각 계산지 사이를 선후행할 수도 있다. 〈그림 3〉은 SDP에 포함된 주요 계산지 유형을 보여준다.
- 구조설계과정을 단위작업으로 분석해 보면, 엔지니어의 설계의도와 공학적 판단을 중심으로 일련의 순차적 단순계산, 데이터 정리 및 처리, 문서작성 작업 등으로 구성되어 있다. SDP는 각

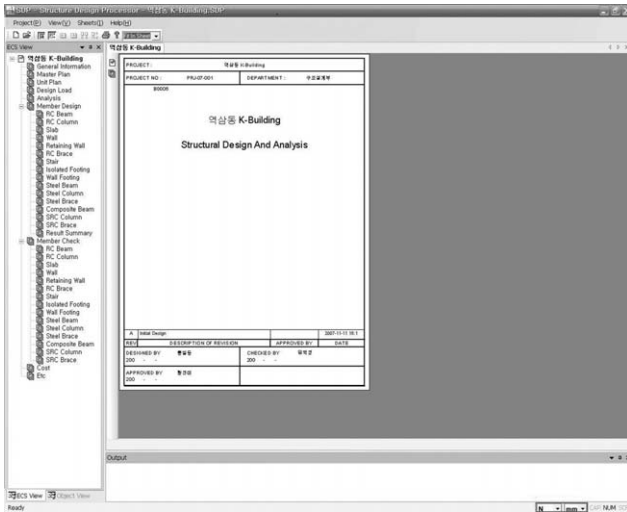
단위작업 특성에 따라 엔지니어와 컴퓨터의 역할을 합리적, 효율적으로 분담하여 구조설계 업무의 생산성 및 품질 향상을 동시에 도모하고 있다.

- SDP는 컴퓨터가 구조설계를 하고 엔지니어가 뒤처리하는 BLACK-BOX 식의 개념을 탈피하여 엔지니어는 모든 단계에서 모든 정보를 검토하고 자신의 설계의도와 공학적 판단에 따라 수정할 수 있다. 이 과정에서 SDP는 단순작업을 대행하고, 엔지니어의 판단을 위해 필요한 관련 정보를 정리하여 제공함으로써 엔지니어가 최선의 판단을 할 수 있도록 지원한다.
- 건축구조물 구조해석 프로그램은 많은 과정을 스스로 수행함으로써 신뢰성 검증이 필수적이다. SDP는 이미 해석 신뢰성이 검증되어 실무에서 사용되고 있는 NeoMAX-3D, MIDAS/Gen, ETABS 등 다수의 구조해석 프로그램과의 연계 기능이 있어 각 엔지니어가 선호하는 구조해석 프로그램을 사용할 수 있다. 또한 별도의 노력 없이 여러 프로그램으로 해석해보고 그 결과를 비교, 사용할 수도 있다.
- SDP는 구조계획으로부터 부재 상세설계까지 구조설계 전 과정을 지원하는 통합시스템이다. 하지만 필요에 따라 각 단위 기능만도 유용하게 사용할 수 있다. 즉, 구조평면도만을 작성한다면, 단위부재만을 설계하거나 단면을 검토해보고자 할 때에도 SDP를 유용하게 사용할 수 있으며, 특히 부재 단면설계 프로그램인 SDT는 별도로 분리하여 상용 구조해석 프로그램의 해석 결과를 이용하여 부재 단면설계를 수행할 수 있도록 하였다.
- SDP는 다양한 대안이 가능한 작업 단계에서 여러가지 대안을 생성하고 비교, 검토할 수 있는 기능을 제공한다. 한편 설계 변경이 일어난 경우 변경 전후의 설계내용을 관리하는 설계변경내역 관리기능이 있어, 설계 변경을 취소할 수도 있고 각 대안을 비교 해 볼 수도 있다.
- SDP에 의한 구조설계 결과는 하나의 구조설계정보 통합데이터베이스에 저장된다. 그러므로 이 데이터베이스를 담은 한 장의 CD 또는 디스켓으로 구조계산서 납품과 관리가 가능하다.
- SDP는 문제분석으로부터 시스템 구현까지 시스템 개발 전 과정에 걸쳐 Object Oriented Method 기법에 의하여 체계적으로 설계되고 C++언어로 구현되었다. 이는 향후 SDP의 성능 향상과 기능 추가가 안정적으로 이루어지는데 도움이 될 것이라 판단된다.
- 구조설계정보 통합데이터베이스의 구축 완료는 이를 이용한 후속 시스템 개발 효율을 크게 향상시킬 수 있다. 현재 다양한 후속 시스템 개발을 기획, 진행 중에 있다.

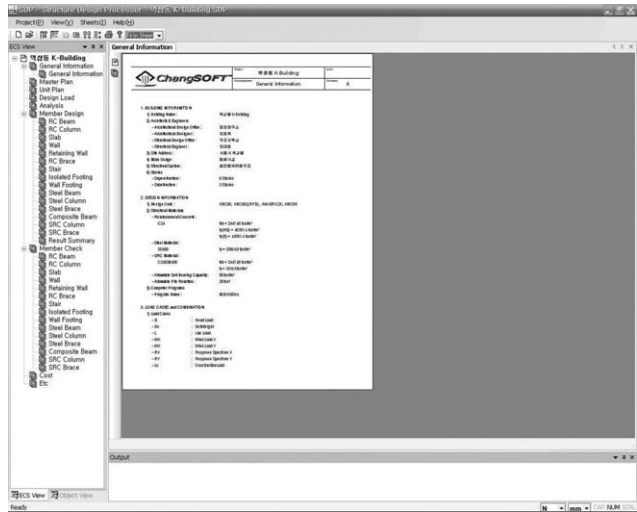
● 구조계산지 유형

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 표지 • 설계개요 • 평면도 <ul style="list-style-type: none"> • 주열선도 • 중심도 • 층별 평면도 • 설계하중 <ul style="list-style-type: none"> • 바닥하중(DL, LL) • 풍하중 • 등가정적 지진하중 • 응답스펙트럼 지진하중 • 구조해석 | <ul style="list-style-type: none"> • 부재 단면설계 및 일람표 <ul style="list-style-type: none"> • 보 • 슬래브 • 기둥열 • 내력벽열 • 지하외벽열 • 독립기초 • 줄기초 • 계단 • 단면 상세 검토 • 물량산출서 |
|---|---|

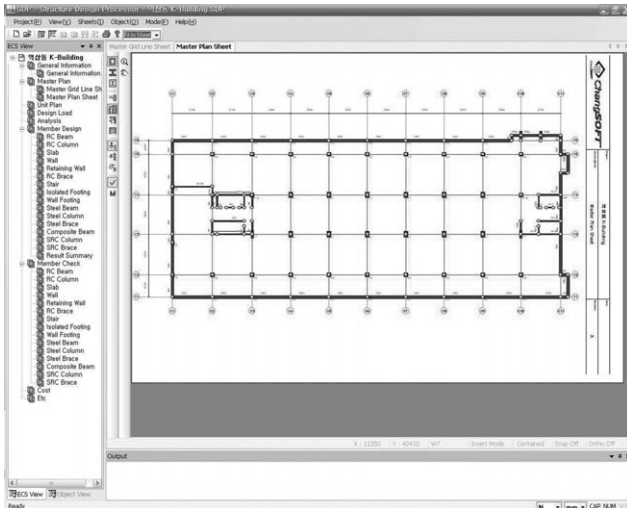
〈그림 3〉 SDP가 지원하는 계산지 유형



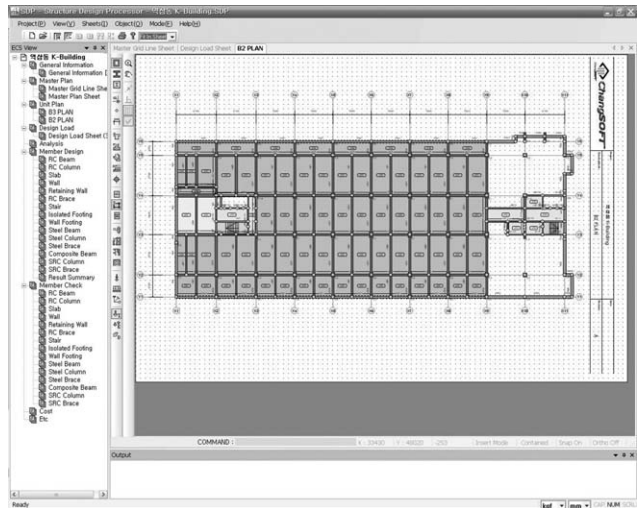
〈그림 4〉 표지 계산지



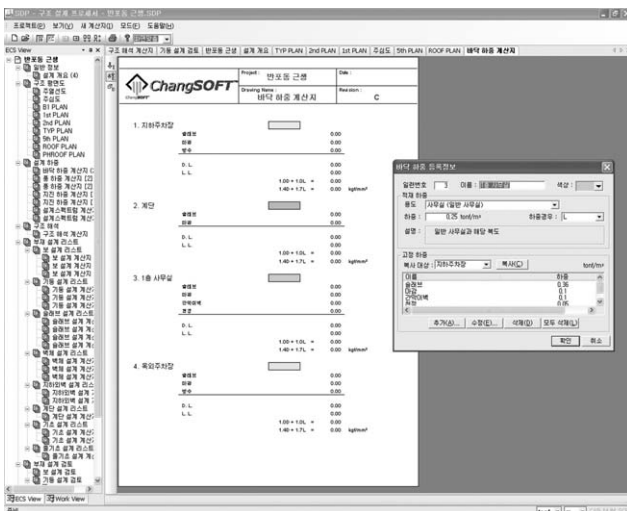
〈그림 5〉 설계개요 계산지



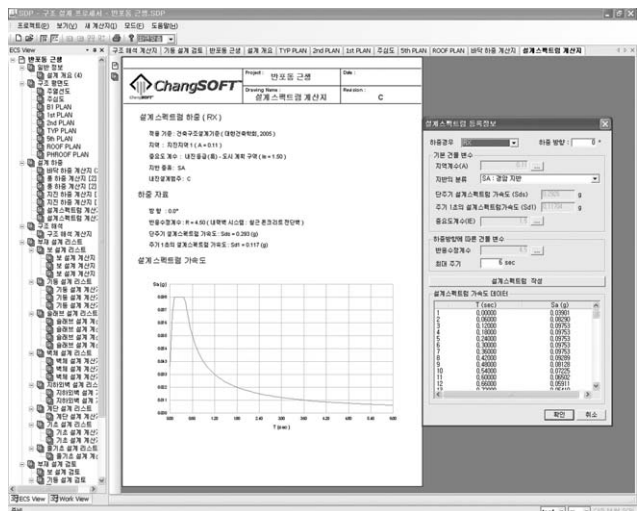
〈그림 6〉 주심도 계산지



〈그림 7〉 구조평면도 계산지



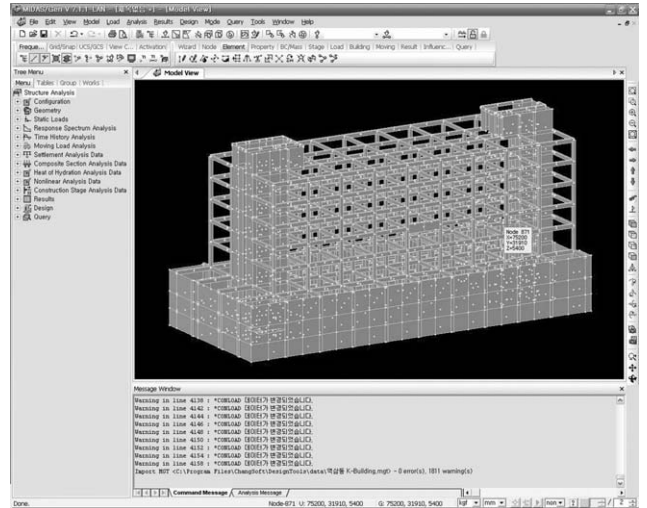
〈그림 8〉 바닥하중 계산지



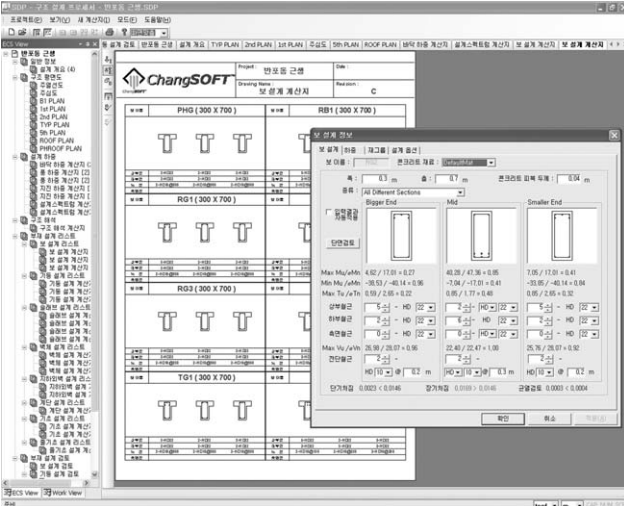
〈그림 9〉 응답스펙트럼 계산지



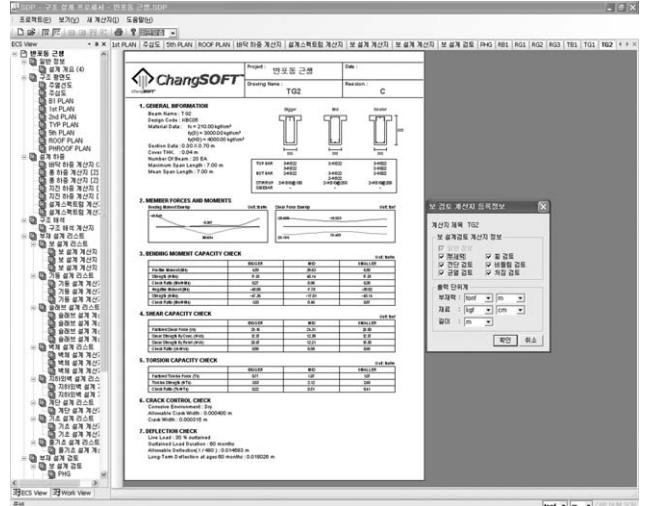
〈그림 10〉 구조해석 계산지



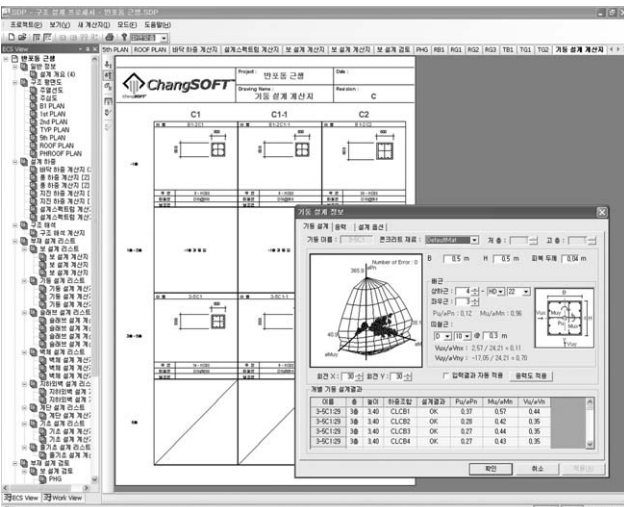
〈그림 11〉 구조해석 프로그램 연동 (Midas GEN)



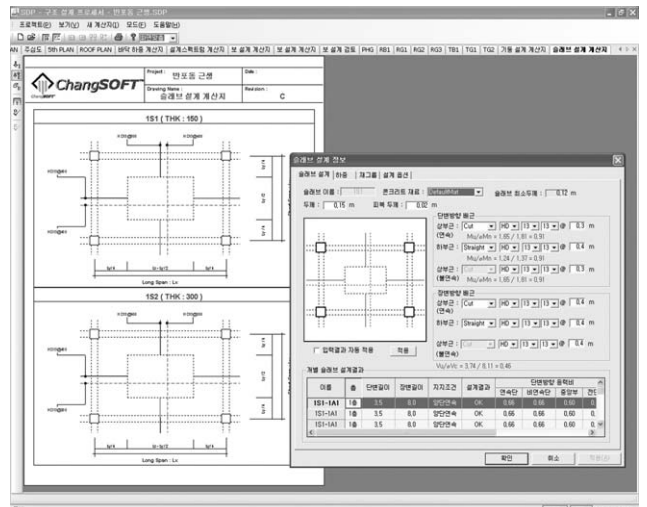
〈그림 12〉 보단면 설계 계산지



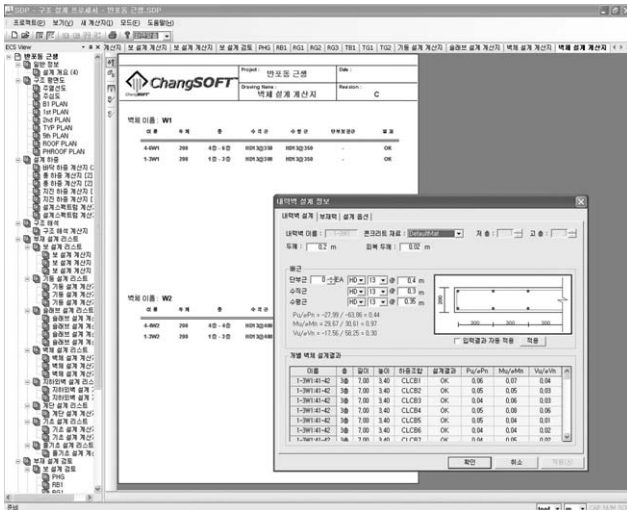
〈그림 13〉 보단면 상세검토 계산지



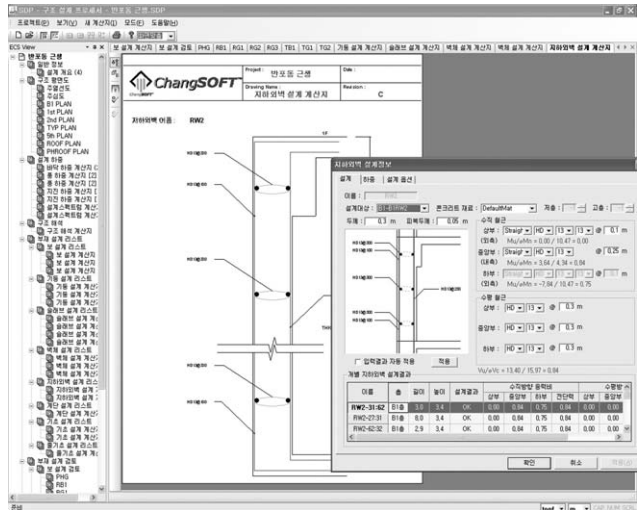
〈그림 14〉 기둥단면 설계 계산지



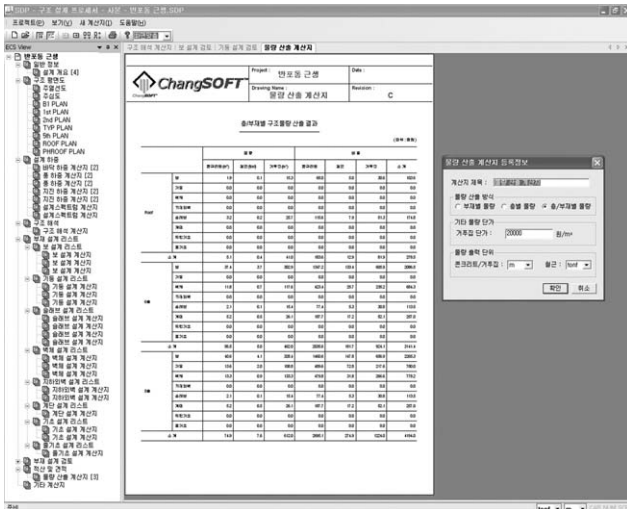
〈그림 15〉 슬래브단면 설계 계산지



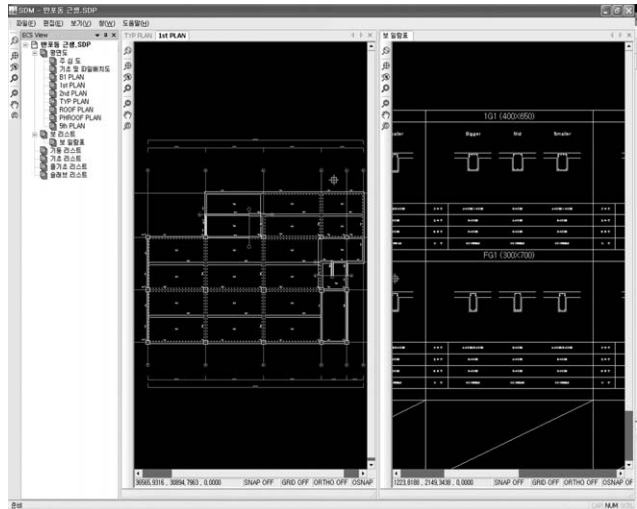
〈그림 16〉 내력벽 설계 계산지



〈그림 17〉 지하벽 설계 계산지



〈그림 18〉 물량산출 계산지



〈그림 19〉 SDM(Structural Drawing Master) 도면 작성

3. SDP 사용에

SDP의 모든 작업은 계산지를 통하여 이루어지며, 설계 진행에 따라 계산지를 삽입, 편집한다. 각 계산지는 해당 계산지의 역할에 따라 최적화된 편집 기능을 제공한다.

1) 프로젝트 생성과 표지 계산지 작성

새 프로젝트를 시작하면 설계하고자 하는 건물 유형이 제시되어 선택할 수 있다. 작업 위치와 파일명을 지정하면 작업 내용이 저장될 데이터베이스가 생성되고, 〈그림 4〉에 보는 바와 같이 표지 계산지 작성에 필요한 정보를 입력한다. 표지 계산지는 그림에서 보는 바와 같

이 설계 변경 내역(revision) 관리 기능을 갖고 있어 설계 변경 이력을 관리하거나 여러개의 대안을 작성하여 비교할 수 있는 기능을 제공한다. 이와 같이 새로운 프로젝트가 생성되고 표지 계산지 작성이 완료되면 〈그림 4〉의 좌측 트리윈도우에서 보는 바와 같이 구조계산서 목차가 작성되고, 이 목차 중 특성 계산지를 더블클릭함으로써 원하는 계산지로 이동할 수 있다.

2) 설계개요 계산지 작성

설계개요 계산지는 건물 용도, 위치(지진하중 및 풍하중 산정 시 필요), 층수, 층고, 적용 기준, 사용 재료, 하중조합 조건 등 구조설계 개요를 결정, 입력, 편집하는 기능을 제공한다.

3) 주열선도 및 주심도 계산지

주열선도 계산지에서는 부재 배치의 기준이 되는 주열선들을 입력한다. 주열선 정보는 CAD파일이 있는 경우에 관련 레이어를 읽어들이 생성할 수도 있다. 주심도 계산지에서는 기둥, 벽체 등의 수직 부재를 입력한다. 주열선도와 주심도 계산지에서 입력된 그리드라인 및 수직 부재들은 이하 편집될 각 단위평면도에 기본적으로 제시된다. <그림 6>은 주심도 계산지에 그리드라인, 기둥열, 벽체열 등이 편집 완료된 상태를 보여준다.

4) 단위평면도 계산지

주심도 계산지 작성이 완성되면 각 층별 평면도를 입력한다. 건물의 경우 동일 평면을 갖는 층이 반복적으로 존재하는 특성을 갖는데 SDP에서는 이러한 특성을 하나의 단위평면도에 여러층을 연계하는 방법에 의하여 반영하고 있다. 단위평면도에서는 각종 수직 부재 단면(기둥, 내력벽, 지하외벽), 큰보, 작은보, 슬래브, 계산, 독립기초, 줄기초, 계단, 브레이스 등의 초기 가정단면과 위치 등을 편집할 수 있다. 또한 각 슬래브 바닥에 적재하중 조건을 부여함으로써 구조해석 시 중력하중 정보가 자동 생성될 수 있다. <그림 8>은 단위평면도의 슬래브에 적용한 바닥하중 유형이 정리된 바닥하중 계산지를 보여주고 있으며, 바닥하중 내용은 단위평면도 계산지나 바닥하중 계산지 어디에서도 편집될 수 있다.

5) 하중 계산지 (바닥하중 계산지, 풍하중 계산지 지지하중 계산지)

주심도 계산지 및 단위평면도 계산지를 통하여 건물 형상 입력이 완료되면, 건물의 바닥하중, 풍하중, 지진하중, 응답스펙트럼을 해당 계산지를 이용하여 산정할 수 있다. 이러한 하중 계산지를 건물일반정보 계산지에서 선택된 설계기준에 따라 산정되며, 엔지니어가 기본적인 정보를 입력함으로써 기준에 따른 설계하중이 산정, 제시된다. 이 과정에서 SDP는 모든 계산 과정을 엔지니어에게 제시함으로써 엔지니어의 설계의도나 공학적 판단에 따라 중간값 또는 최종값을 변경할 수 있도록 하고 있다. <그림 9>는 응답스펙트럼 계산지를 보여주고 있으며, 엔지니어가 내용의 수정이나 검토를 원할 경우 계산지 상의 해당 내용을 더블클릭한 후 활성화되는 대화상자에서 원하는 작업을 할 수 있다.

6) 구조해석

이와 같이 건물 형상 모델링과 하중 산정이 완료되면 구조해석이 수행되어야 한다. SDP는 현재 현업에서 쓰이고 있는 다수의 상업용 구조해석 프로그램과의 연계가 가능하도록 고안되었다. <그림 10>의



<그림 20> ChangSOFT사 홈페이지(www.chang-soft.co.kr)

구조해석 계산지에서 구조해석에 사용하고자 하는 프로그램을 선택하면 SDP는 선택된 프로그램 포맷에 맞추어 입력파일을 생성하게 되고, 해당 프로그램을 활성화하여 해석을 수행하여 해석결과 파일이 생성되면 SDP는 다시 그 해석결과를 읽어 들여 내부 데이터베이스에 저장하게 된다. <그림 11>은 Midas GEN를 이용하여 구조해석을 수행하고 있는 화면이다.

7) 부재설계

구조해석 프로그램과의 입출력 과정을 통하여 해석 결과 즉 부재력 등이 산정되면, 각 부재 별 계산지를 이용하여 부재설계를 수행할 수 있다. <그림 12>는 보 단면을 설계, 검토하는 대화상자를 보여주고 있다. 단면 내 모든 속성을 조절할 수 있으며, SDP는 속성이 변경될 때마다 설계기준에 의한 모든 검토를 수행하고 그 결과를 대화상자내 각종 메시지 항목을 통하여 엔지니어에게 제시함으로써 엔지니어는 제시되는 메시지들을 검토하면서 각 단면의 장단점을 비교할 수 있다. 이 때 부재설계는 단위평면도에서 수행된 부재 그룹별로 수행된다. 즉 동일 단면명(G1, G2, C1, C2, W1, W2 등)으로 그룹핑된 모든 부재들의 부재력을 취합하여 같은 유형의 모든 부재들이 기준을 만족할 수 있도록 검토한다. <그림 13>은 설계된 보단면의 상세검토 계산지를 보여준다. 이하 <그림 14~17>은 기둥, 슬래브, 내력벽, 지하외벽의 단면설계 계산지를 보여준다.

8) 구조설계정보 데이터베이스 활용

이상과 같은 과정을 통하여 수행된 구조설계 결과는 하나의 관계형 데이터베이스에 의해 통합 관리된다. 이 데이터베이스는 도면 작성, 물량 산출 및 견적, 공정계획, 현장 관리, 준공 후 유지관리 등 제반

후속 엔지니어링 작업이 정보원으로 사용될 수 있으며, 현재 SDM에 의한 구조평면도 및 부재일람표 작성 기능과 골조물량 산출 기능등은 완성되었다.

4. 활용 계획과 결언

향후 SDP는 (주)ChangSOFT를 통하여 배포, 유지관리될 예정이며, 건축구조 엔지니어들의 피드백을 반영하여 SDP의 성능을 지속적으로 향상시켜갈 예정이다.

현재 SDP는 무자격자에 의한 사용을 방지하고 구조 엔지니어의 사용 편의를 위하여 ASP(Application Service Provider) 기법에 의하여 배포되고 있다. 즉 ChangSOFT사의 홈페이지(〈그림 20〉 참조, www.chang-soft.co.kr)를 통하여 사용자 등록을 하고 SDP를 내려받기하여 설치하면 ChangSOFT사에서는 신청자가 구조엔지니어임을 확인하고 사용을 승인한다. 이후 SDP 사용 시에 SDP는 로그인을 요청하게 되며, 인터넷 통신을 통하여 사용이 승인된 경우에만 SDP가 동작하게 된다.

구조설계 업무 중 순차적이고 계산집약적인 부분은 더욱 전산화시켜 생산성을 높임으로써 엔지니어의 창의력과 공학적 판단능력이 더욱 발휘될 수 있는 도구로 발전되고 우리나라 건축구조 엔지니어링 기술 발전에 일조하게 되기를 기대한다.