건축물의 지하구조 내진설계 프로그램 Con Rasement를 소개합니다.

Con Basement는 Con Expert(Con Basement + Con Wall + Con Slab)에 포함되어 있습니다.

Con Con Co

Con Consenent는 응답변위법기반(이중코사인)에 의한 지반변형과 수평지반반력계수에 의해 지진토압을 산정합니다. 휨부재로서의 지하외벽 해석에는 유한요소해석법(수직으로 10mm 간격)을 적용하였고, 전단벽으로서의지하 외벽과 내벽 해석에는 각층 높이와 분할요소 길이로 한 유한요소해석법을 적용하였습니다. 이 프로그램은 각 층의 다이아프램은 큰 개구부가 없는 강체로 간주하고 면내 강성과 강도가 모든 하중전달경로에 충분하다고 가정하고 해석합니다.

이 프로그램의 주된 개발목적은 휨부재로서의 지하외벽과 전단벽으로서의 지하 외벽 및 내벽을 보수적으로 간편하게 설계하기 위한 것으로 벽체의 축력에 관련된 해석과 설계는 수행하지 않습니다. 또한 터널과 같이 전단벽이 없는 관형 구조물은 적용할 수 없습니다.

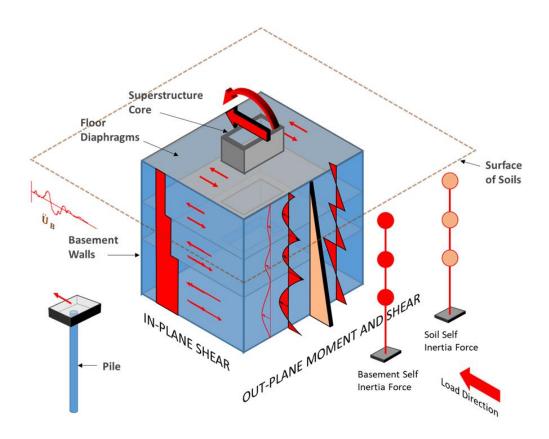
설계 대상 구조물이 앞에 기술한 Con Rasement 프로그램의 가정조건과 해석방법에 적합하지 않는 경우나 더경제적인 설계가 요구되는 경우에는 정밀 해석이 가능한 범용 프로그램 사용을 권장하며, Con Rasement이나 Con Wall은 보조적으로 사용하시기 바랍니다. Con Wall은 Wall 이외에 Buttress 설계도 가능합니다.

Con Resement를 포함한 Con Expert는 뉴테크구조기술사사무소에서 개발한 다른 프로그램(Com Expert, Steel Expert)과 마찬가지로 다음과 같은 기본원칙과 목표를 설정하고, 다양한 경험을 한 여러 구조설계 실무자들과 오랜 기간 동안 협의하면서 직접 개발하고 검증하였습니다.

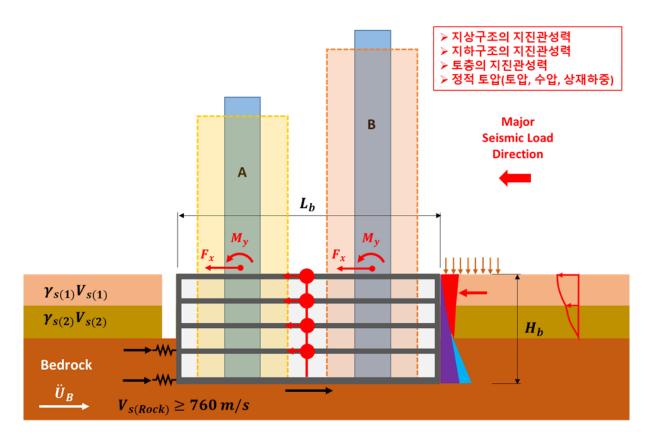
- 1. 구조기준(안전성, 사용성, 내구성)에 따른 정확한 설계
- 2. 구조기준(친환경성, 경제성)에 적합한 합리적인 설계
- 3. 실행과정의 정확성과 합리성을 직감적으로 확인하기 위한 설계과정 시각화
- 4. 실행결과를 항목별로 일목요연하게 검토할 수 있는 구조계산서 작성

뒤에 첨부한 자료를 통해 ConBasement의 개략적인 특징을 파악할 수 있습니다. 외부 구조전문가들의 요청으로 상용화한 ConBasement를 2020년 4월 13일에 출시하였습니다. 출시기념 특별프로모션이 예정대로 2020년 5월 12일 종료되었습니다.

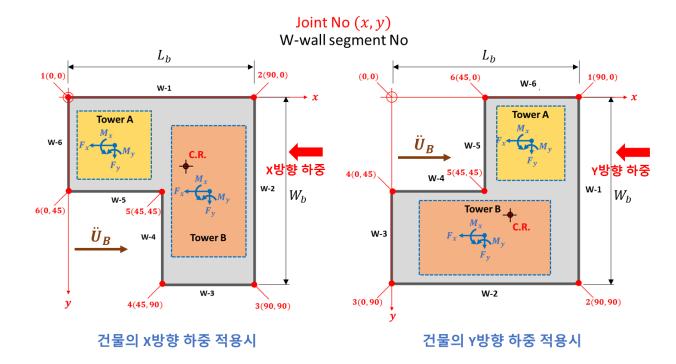
2020년 5월 13일
NEWTECH 뉴테크구조기술사사무소 대표 김승원 드림
www.newtechstructure.com/software/



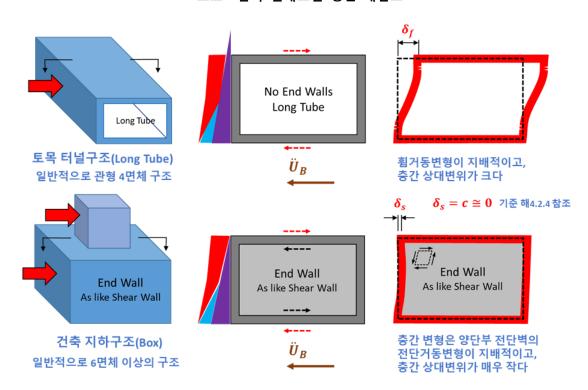
프로그램의 설계모델 입체 개념도



프로그램의 설계모델 단면 개념도



프로그램의 설계모델 평면 개념도



토목구조에서 다루는 지중터널구조물과 건축구조에서 다루는 지하구조물의 지진거동 차이

일반적으로 건축물의 지하구조는 내부 모멘트골조, 지하층을 둘러싼 지하외벽 및 바닥격막으로 구성되어 있다. 지하구조에서 모멘트골조는 지하외벽에 비해 횡력저항강성이 현저히 작기 때문에 대부분의 횡력은 지하외벽시스템으로 전달된다. 이러한 배경으로 건축구조기준 14.6(6)에서도 "지하구조에 대한 근사적인 설계방법으로, 설계지진토압을 포함하는 모든 횡하증을 횡하중에 평행한 외벽이 지지하도록 설계할 수 있다."라고 기술하고 있다. 따라서 지하구조의 지진력저항시스템은 지하층을 둘러싼 지하외벽으로 구성된 전단벽시스템으로 간주할 수 있으므로 ConBasement에서도 내부모멘트골조의 구조요소는 무시하고 해석한다. 또한 일반적으로 지하외벽의 길이/층고 비율은 5이상 이므로 지하외벽시스템은 전단거동을 하며 휨거동은 미미하다. 이러한 거동을 근거로 지하구조 지진력저항시스템의 해석과 지하외벽의 설계를 단순화할 수 있다.

A. 주요 입력데이터

1. 지진정보

건축물의 내진등급, 지진구역(및/또는 국가지진위험도의 유효지반가속도), 지진토압산정을 위한 수평지반반 력계수 산정방법 선택(건축학회 지침서, 도시철도 내진설계기준 등) 등

2. 지하구조정보

외벽 및 내벽의 평면위치, 각층 높이와 벽두께, 재료강도(콘크리트, 철근), 철근의 직경과 간격 제한조건, 지하외벽의 피복두께, 노출환경, 시멘트종류, 지하구조 지진력저항시스템의 반응수정계수(R), 변위증폭계수(C_d) 및 각층 바닥슬래브두께, 지하외벽의 종류(일반, 연속벽), 말뚝관련정보 등

3. 지반정보

각 토층과 기반암의 두께, 단위중량, 마찰각, 전단파속도, 프와송비, 지하수위 및 상재하중

4. 지상 건축물의 지진관성력 정보

건축물의 전체 좌표계 X축 및 Y축을 기준한 각 지상 건축물의 밑면전단력 및 밑면전도모멘트와 각 작용력의 위치(x, y), 각 방향 지진력저항시스템의 반응수정계수 (R_x, R_y)

5. 지하 건축물의 지진관성력 정보

각 지하층의 유효중량과 유효중량 중심위치(전체 좌표계의 x, y)

B. 주요 출력데이터

1. 내진설계 일반

지반종류분류 $(S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6)$, 설계스펙트럼가속도산정 (S_{DS}, S_{D1}) , 지반증폭계수산정 (F_a, F_v) , 내진설계 범주분류(A, B, C, D)

2. 토층 자유장의 지진관성력에 의한 지진토압

지표면에서의 스펙트럼 가속도 및 속도, 기반암 위 토층 자유장의 1차고유원진동수, 1차고유주기, 지진횡변 위, 지하구조물 밑면의 지진횡변위, 수평지반반력계수, 지진횡토압 등

3. 정적토압

지반정보입력자료에 따른 정적횡토압

4. 지하구조물의 지진관성력

사용자가 입력한 각층의 중량과 위치를 고려한 층지진하중과 층전단력 산정

5. 휨부재로서의 지하외벽에 대한 해석 및 설계

- (1) 안전성: 2가지 하중조합에 의한 소요휨강도, 소요전단강도, 휨철근배근(정착길이, 이음길이 포함), 전단철근배근(전단철근배근 범위 포함), 설계휨강도, 설계전단강도 및 각 검토사항에 대한 평가 결과
- (2) 사용성 및 내구성 : 사용성 검토용 휨모멘트, 균열모멘트, 휨균열폭, 처짐 및 각 검토사항에 대한 평가 결과

6. 전단벽으로서의 지하 외벽 및 내벽에 대한 해석 및 설계

소요전단강도, 소요전단철근 비와 단면적(수평 및 수직 철근), 설계전단강도, 지진토압에 의한 지하층 횡변 위, Slurry wall(지중연속벽)을 사용한 지하외벽의 수직접합부설계를 위한 소요전단강도

7. 말뚝에 대한 해석

단일 말뚝에 대한 소요 휨강도, 전단강도, 말뚝특성평가(짧은 또는 중간 또는 긴 말뚝으로 분류)

8. 지상부구조물의 내진설계범주 결정

지반분류, 기초 밑면 전단파속도 및 지하구조의 횡강성(변위)을 고려하여 지상구조물설계를 위한 유효지반 증폭계수, 설계응답스펙트럼 및 내진설계범주 결정

C. 출력 결과물

1. 그래픽 화면(25종류): 첨부 그림 참조

[하중 산정 및 해석]

- 화면 1: 평면도(지하 외벽/내벽의 배치, 벽그룹의 강성중심위치, 각 지상부 구조물의 밑면 전단력/전도모멘트, 위치, 합력 위치 및 편심거리 등)
- 화면 2: 단면도(지하외벽, 바닥, 말뚝, 지하수위, 지층분포, 기반암깊이, 지반특성 등)
- 화면 3: 기반암 상부 토층의 자유장 고유원진동수 그래프, 지반분석, 지반종류분류, 내진설계범주분류 등
- 화면 4: 기반암 상부 토층의 자유장 고유주기 그래프, 지반분석, 지반종류분류, 내진설계범주분류 등
- 화면 5 : 설계반응스펙트럼 가속도 그래프, 지상부 구조설계를 위한 기초 밑면기준 지반분류, 유효증폭계수, 내 진설계범주분류 등
- 화면 6 : 설계반응스펙트럼 속도 그래프, 지상부 구조설계를 위한 기초 밑면기준 지반분류, 유효증폭계수, 내진 설계범주분류 등
- 화면 7: 일반화한 외벽-지반 수평지반반력계수
- 화면 8: 토층 자유장의 깊이에 따른 지진횡변위, 수평지반반력계수, 지진토압 산출과정
- 화면 9: 지하외벽 단면도, 주상도, 수평지진반력계수, 토층지진횡변위, 지진횡토압 분포도
- 화면 10: 지하외벽 단면도, 주상도, 정적횡압, 지반수직응력, 토층지진횡변위, 지진횡토압 분포도, 지진횡토압합력 및 합력 위치 등
- 화면 11: 지하외벽에 작용하는 각 하중조합별 횡압 분포도 및 각 층 슬래브 반력 등

[휨부재로서의 지하외벽설계]

- 화면 12: 2가지 하중조합(1.6H, 1.0H + 1.0EL, /R)에 대한 소요 휨강도와 소요 전단강도 분포도 등
- 화면 13: 각 분할 요소에 작용하는 최대소요휨강도와 최대소요전단강도 분포도, 변곡점 위치 등
- 화면 14: 휨인장철근의 배근상세도, 소요휨강도 및 설계휨강도 분포도 등
- 화면 15: 전단철근의 배근상세도, 소요전단강도 및 설계전단강도 분포도 등
- 화면 16: 지하외벽의 내구성검토를 위한 휨모멘트, 균열모멘트, 내부면과 외부면의 균열폭 분포도 등
- 화면 17: 지하외벽의 사용성검토를 위한 휨모멘트, 균열모멘트, 유효2차단면계수의 분포도 등
- 화면 18: 지하외벽의 사용성검토를 위한 휨모멘트, 균열모멘트, 수평처짐 분포도(초기/장기 처짐) 등

[전단벽으로서의 지하외벽설계]

- 화면 19: 앞쪽 및 뒤쪽 벽에 작용하는 횡압 분포도 및 슬래브 반력
- 화면 20: 공칭 횡압력, 공칭 층전단력 및 하중조합(1.0H + 1.0EI_e/R)에 대한 층 전단력 분포도
- 화면 21: 지하구조물의 지진관성력, 층전단력 및 지상구조물의 밑면 지진관성력에 의한 층전단력
- 화면 22: 각층 지하외벽 요소의 전단력(소요설계전단강도) 분포
- 화면 23: 각 하중효과에 대한 전단력 및 가장 불리한 하중조합에 대한 전단력(소요설계전단강도)
- 화면 24: 소요설계전단강도에 대한 소요전단철근 비와 단면적, 지진토압에 의한 층 횡변위 분포도 등
- 화면 25: 면외 하중 및 면내 하중을 모두 만족하는 수직 및 수평철근 배근도 및 검토 결과

[말뚝 작용력]

화면 26: 말뚝에 작용하는 휨모멘트와 전단력의 분포도

ConExpert Developed by NEWTECH and ASSOCIATES

2. 구조계산서(4종류)

텍스트 파일 1: 요약계산서(*.BW1)

텍스트 파일 2: 요약상세계산서(*.BW2)

텍스트 파일 3: 상세계산서(*.BW3)

보고서 파일 4: 요약계산서(*.BW1)에 주요 그래픽화면 이미지를 추가한 요약계산서(*.BWO)

D. 데이터 입력파일 및 보고서 관리

데이터의 작성 및 입출력은 ConBasement에 내장된 전용 Editor를 이용하여 쉽고 빠르게 처리할 수 있다. 이 프로그램 사용에 익숙한 사용자는 소요 입력 자료들이 준비되었다면 모델작성에서 \rightarrow 해석/설계 \rightarrow 보고서작성까지 평균적으로 개략 10분 정도 소요된다.

1. 데이터 입력 방식(2종류)

데이터 입력파일 작성은 입력창을 이용하거나 기존의 입력데이터파일을 이용하여 직접 수정할 수 있다.

2. 이미지 파일 저장

각 해석모델에 대한 프로그램 실행 후, 한 번의 클릭으로 해당 모델의 모든 그래픽화면을 이미지파일(bmp)로 저장할 수 있다. 이 이미지파일들을 프레젠테이션 자료작성이나 보고서작성에 유용하게 사용할 수 있다.

3. 그림을 삽입한 구조설계보고서 작성

모든 해석모델에 대한 프로그램 실행 종료 후, 한 번의 클릭으로 요약계산서(*.BW1)에 주요 그래픽화면 이미지들을 삽입한 구조설계보고서(*.BWO)를 작성할 수 있다.

Con Rasement Editor : 입출력 관리 프로그램



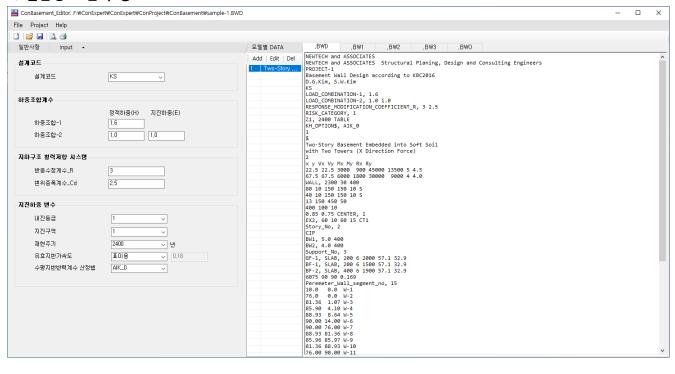
1. 프로젝트정보 입력 창

Project Informatio	n – 🗆 🗡	(
1, 사용권자 :	NEWTECH and ASSOCIATES	
2, 업체명 :	NEWTECH and ASSOCIATES Structural Planing, Design and C	
3, 프로젝트 :	PROJECT-1	
4, 서브젝트 :	Basement Wall Design according to KBC2016	
5. 설계자 :	D, G, Kim	
6, 검토자 :	S, W, Kim	
	OK Cancel	
	Califer	

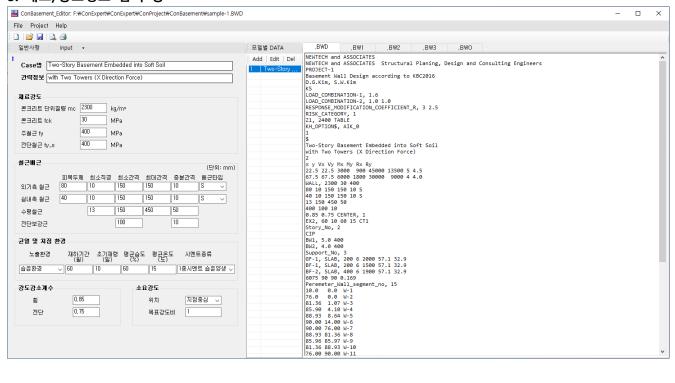
다음 각 입력창에서 오른쪽 큰 창안에 포함된 내용들은 [ctrl]키를 누른 상태에서 마우스의 wheel을 위로 굴리면 확대되고 아래로 굴리면 축소된다.

[Help] 탭을 누르면 입력 데이터에 대한 도움정보 매뉴얼(pdf 문서)이 열린다.

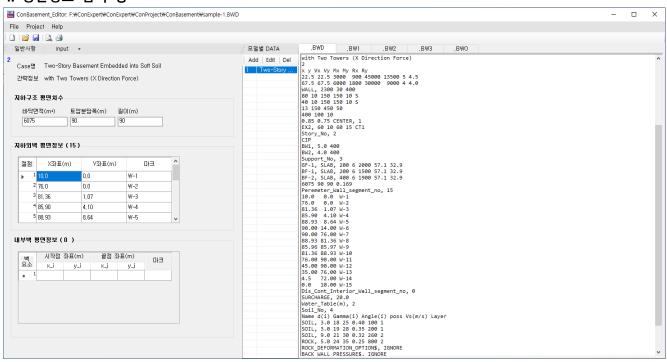
2. 일반정보 입력 창



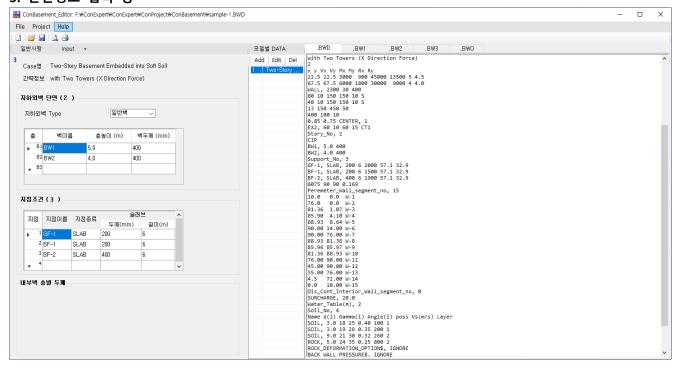
3. 재료/강도정보 입력 창



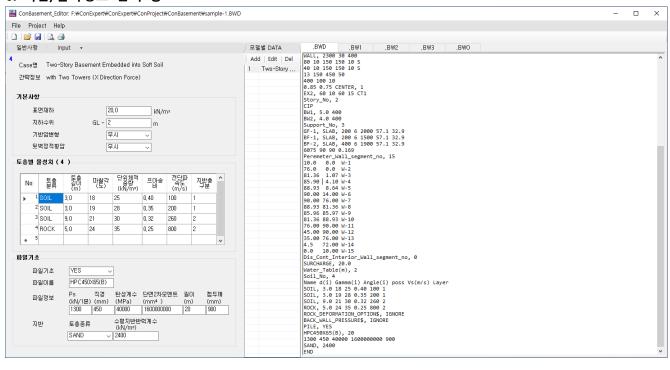
4. 평면정보 입력 창



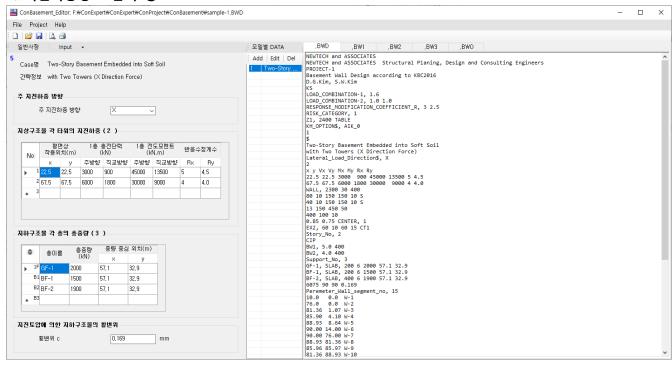
5. 단면정보 입력 창



6. 지반/말뚝정보 입력 창



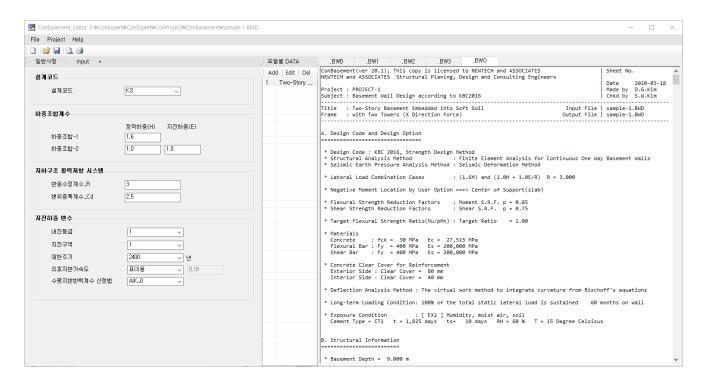
7. 지진하중정보 입력 창

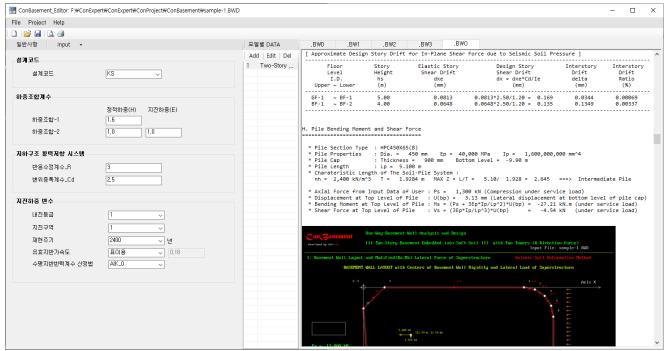


8. 보고서 작성 및 보기 창

입력 데이터 작성과 프로그램 수행이 완료된 후, 오른쪽 큰 창의 상부에 있는 각 탭을 누르면 해당 입력파일 및 출력파일의 내용을 볼 수 있다.

[.BWO] 탭을 클릭하면 요약계산서(*.BW1)에 그림파일이 삽입된 보고서(*.BWO)가 자동으로 작성되어 창에나타난다.





Con Expert의 출력화면 샘플

Con Rasement 출력화면 샘플

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초

Sample 2 : 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘 (일부 화면만 포함)

Con Wall 출력화면 샘플

Sample 1 : 지하3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계 (일부 화면만 포함)

Con Slab 출력화면 샘플

Sample 1:5스팬 연속슬래브, 다양한 지지부, 등분포 및 집중하중

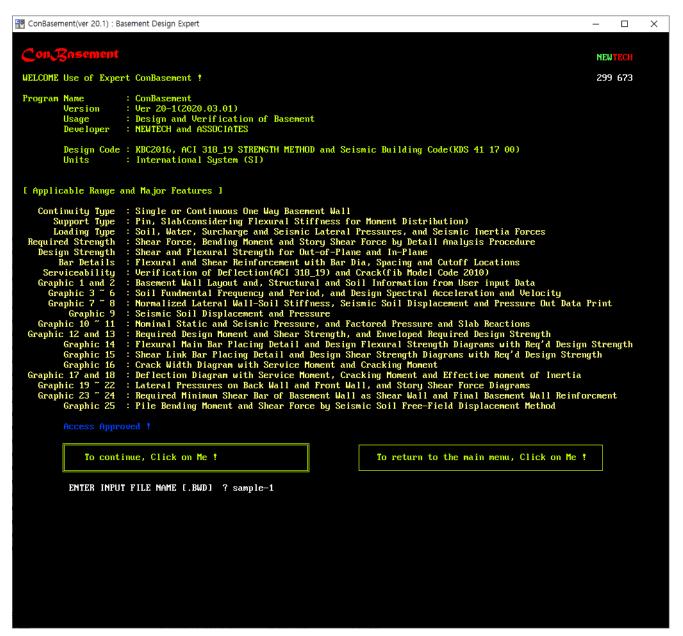
Con Expert 메인 메뉴 창



Con Expert은 Con Rasement, Con Wall과 Con Slab로 구성되어 있다.

Con Resement 시작 창





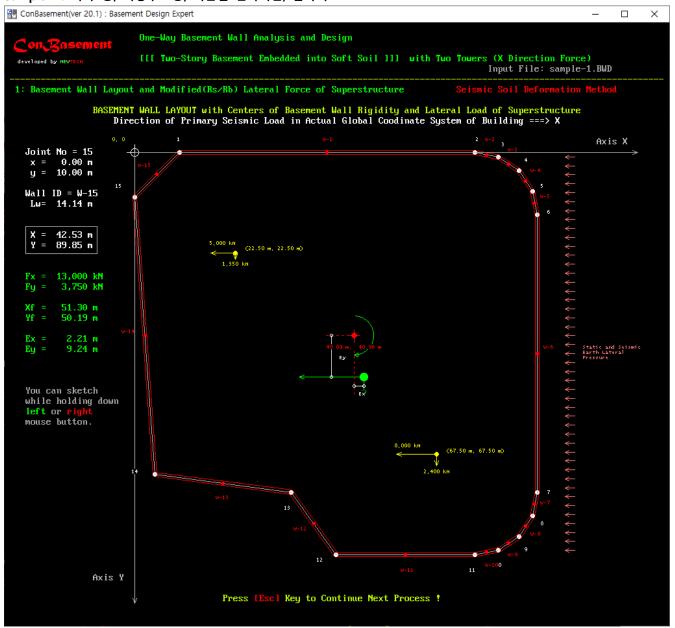
입력데이터 파일명 입력 창

[To continue, Click on Me !] 상자를 클릭하면 ConBasement Editor가 열리면서 위 그림과 같이 입력데이터 파일명 입력 요구문이 나온다.

데이터 파일명을 입력한 후, [Enter] key를 누르면 다음과 같은 순서로 프로그램의 수행이 시작된다.

Con Rasement 출력 화면 1: 평면도

Sample 1: 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초

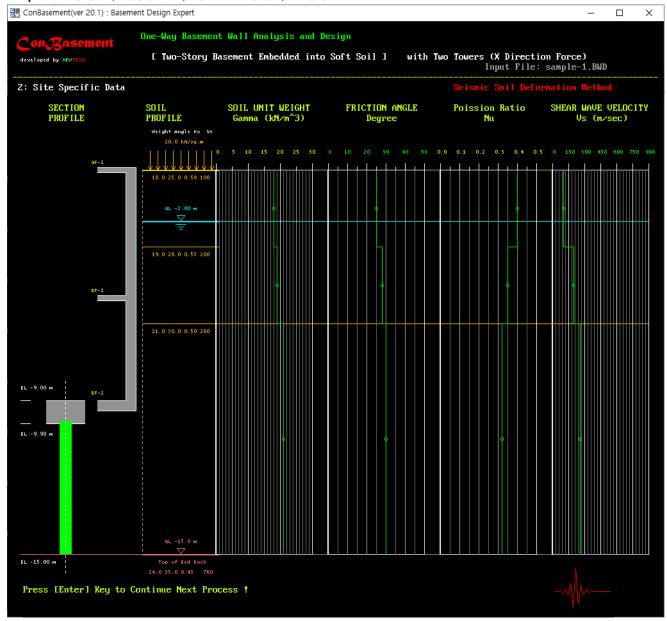


전체 좌표계, 지하외벽요소의 절점위치, 절점번호, 요소중심위치, 요소이름 노란색은 지상부 각 타워의 1층 기준 밑면전단력(X방향 및 Y방향), 밑면전단력 작용 위치(x, y) 녹색은 지상부 타워들의 밑면전단력 합력(X방향 및 Y방향), 합력 작용 위치(x, y) 벽그룹의 강성중심 위치(x, y), 강성중심과 합력중심 간 편심거리(e_x , e_y), 편심에 의한 비틀림 회전방향

- 프로그램 실행 시에 사용자의 벽요소(외벽 및 내벽) 입력위치를 확인할 수 있도록 커서가 자동으로 각 절점위치로 이동하며, 왼쪽 상부에 각 해당 위치가 순차적으로 나타남.
- 프로그램 실행 시에 사용자의 지상구조물의 밑면하중에 대한 입력 데이터를 확인할 수 있도록 커서가 자동으로 각 밑면하중위치와 합력하중 위치로 이동하며 각 해당 정보가 왼쪽 글상자와 초록색 글씨 위치에 순차적으로 나타남.
- 커서의 자동순환 종료 후, 사용자가 실행화면에서 커서를 목표 위치로 이동하면 목표 위치에 대한 평면적 입력 위치를 확인할 수 있음

Con Rasement 출력 화면 2: 지반 특성

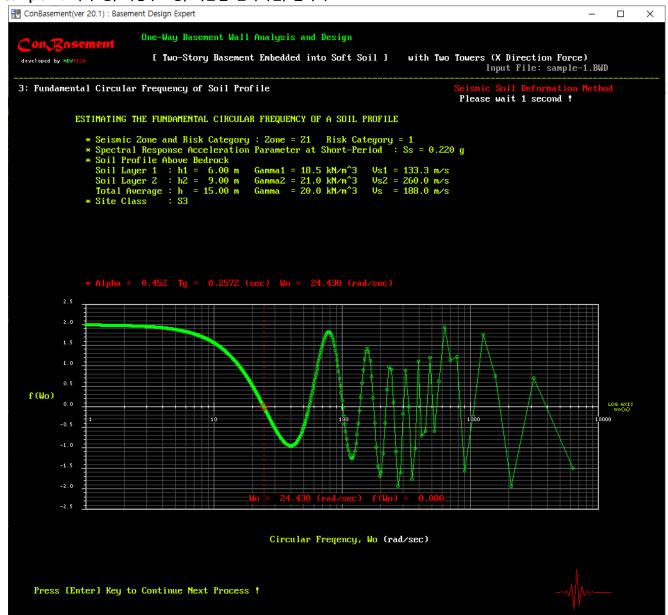
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽/말뚝 단면, 토층단면, 각 토층의 단위중량, 저항마찰각/프와송비, 전단파속도

Con Resement 출력 화면 3: 기반암 위 토층 자유장의 고유 원진동수

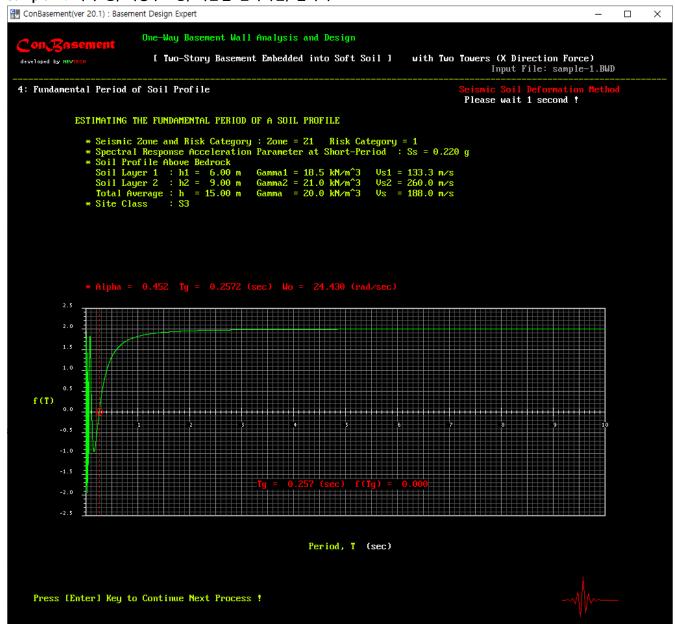
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



상부부터 지진구역/내진등급, 유효지반가속도, 지반의 동적특성, 지표면 기준 지반분류, 지반고유원진동수

Con Resement 출력 화면 4: 기반암 위 토층 자유장의 고유주기

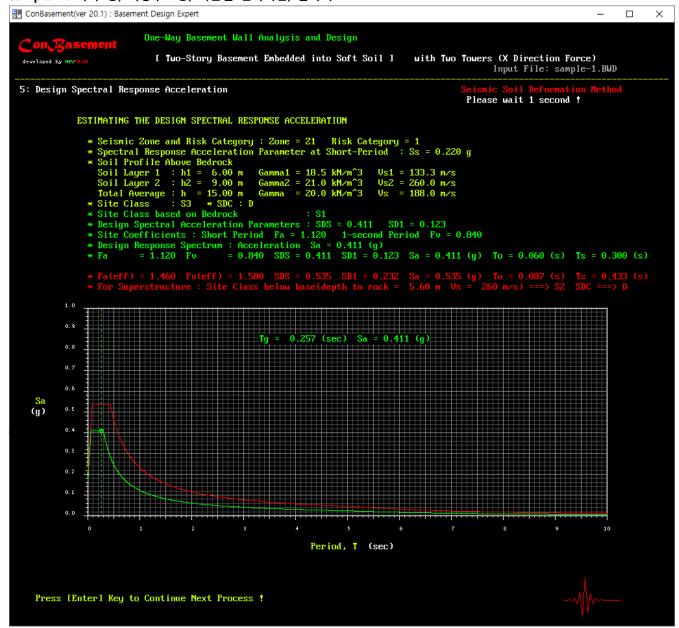
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



상부부터 지진구역/내진등급, 유효지반가속도, 지반의 동적특성, 지표면 기준 지반분류, 지반고유주기

Con Resement 출력 화면 5: 설계응답스펙트럼 가속도

Sample 1: 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



상부부터 지진구역/내진등급, 유효지반가속도, 지반의 동적특성, 지표면 기준 지반분류, 설계스펙트럼가속도 (단주기, 1초주기), 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 내진설계범주, 설계응답스펙트럼가속도

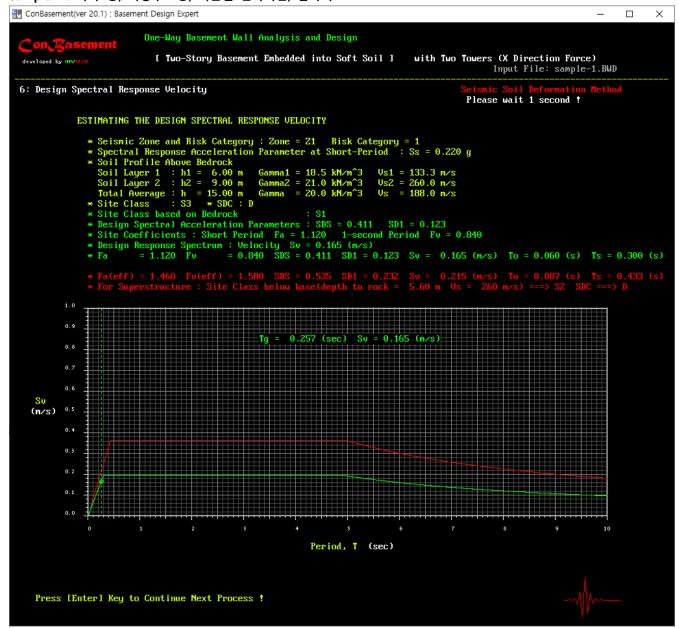
녹색 글씨는 지하구조물 내진설계에 적용하는 지표층(기반암 상부의 토층) 지반의 고유주기에 해당되는 기반암의 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 설계응답스펙트럼가속도, T_0 , T_s

붉은 글씨는 지하구조물의 영향을 고려한 지상구조물의 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 설계응답스펙트럼가속도 T_0 , T_s , 지반종류, 내진설계범주

그래프에서 연두색 선은 지하구조의 영향을 고려하지 않은 지상구조 설계용 설계응답스펙트럼 가속도. 그래프에서 녹색 선과 글씨는 지하구조 설계용, 붉은색 선과 글씨는 지하구조의 영향을 고려한 지상구조 설계용. 연두색과 붉은색 선이 겹칠 경우에는 붉은 선만 나타남. 녹색과 붉은색 선이 겹칠 경우에는 녹색 선만 나타남.

Con Rasement 출력 화면 6: 설계응답스펙트럼 속도

Sample 1: 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



상부부터 지진구역/내진등급, 유효지반가속도, 지반의 동적특성, 지표면 기준 지반분류, 설계스펙트럼가속도 (단주기, 1초주기), 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 내진설계범주, 설계응답스펙트럼속도

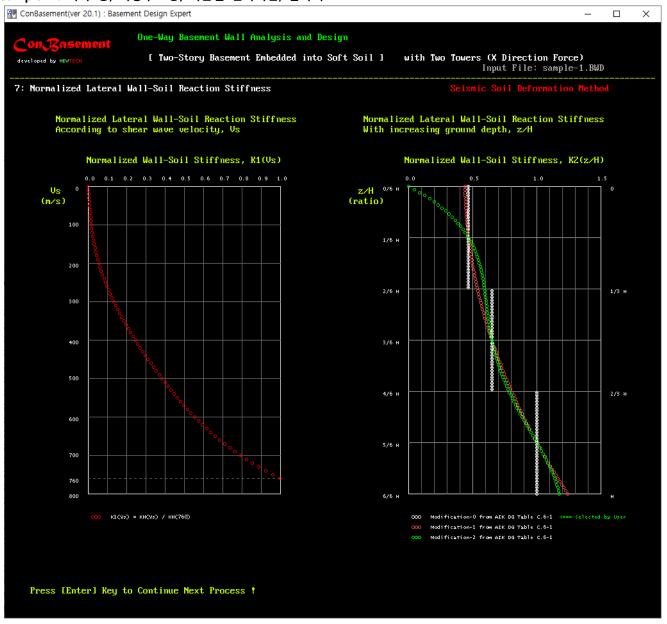
녹색 글씨는 지하구조물 내진설계에 적용하는 지표층(기반암 상부의 토층) 지반의 고유주기에 해당되는 기반암의 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 설계응답스펙트럼속도, T_0 , T_s

붉은 글씨는 지하구조물의 영향을 고려한 지상구조물의 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 설계응답스펙트럼속 $\mathbf{r}_{0},\ T_{s},\$ 지반종류, 내진설계범주

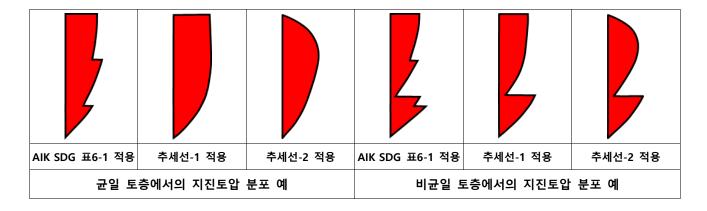
그래프에서 연두색 선은 지하구조의 영향을 고려하지 않은 지상구조 설계용 설계응답스펙트럼 속도. 그래프에서 녹색 선과 글씨는 지하구조 설계용, 붉은색 선과 글씨는 지하구조의 영향을 고려한 지상구조 설 계용. 연두색과 붉은색 선이 겹칠 경우에는 붉은 선만 나타남. 녹색과 붉은색 선이 겹칠 경우에는 녹색 선 만 나타남.

Con Resement 출력 화면 7: 일반화한 외벽-지반 수평지반반력계수

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽 그래프 : 전단파 속도에 따른 일반화한 외벽-지반 수평지반반력계수 오른쪽 그래프 : 깊이 증가에 따른 일반화한 외벽-지반 수평지반반력계수 흰색선은 대한건축학회 건축물의 지하구조 내진설계지침 해설표 6-1을 일반화한 계수 빨간색선 및 초록색선은 해설표 6-1을 일반화한 추세선-1 및 추세선-2



Con Resement 출력 화면 8: 지하외벽에 작용하는 지진토압 계산 과정

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초

veloped by	NEWTECH	[Two-S	tory Base	ment Embedded						
	Free Field D		One-Way Basement Wall Analysis and Design I Two-Story Basement Embedded into Soft Soil 1 with Two Towers (X Direction Force) Input File: sample-1.BWD							
Calcu	: Soil-Free Field Displacement and Seismic Pressure Please wait a few seconds !									
	lation Proces	ss 1 Seismi	c Soil Di	splacement ar	d Pressure					
Z= 8			U(z)=	2.9578 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	6.83 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.9538 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN∕m^3	p(z)=	6.67 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9498 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	6.51 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9457 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	6.35 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9417 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	6.19 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9376 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	6.02 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9336 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	5.86 kN/m^2
Z= 86 Z= 86			U(z)= U(z)=	2.9295 mm 2.9255 mm	U(z,b)= U(z,b)=	2.7861 mm	KH= KH=	39,768 kN/m^3 39,768 kN/m^3	p(z)= p(z)=	5.70 kN/m^2 5.54 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9214 mm	U(z,b)=	2.7861 mm 2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	5.38 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9174 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)= p(z)=	5.22 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.9133 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	5.06 kN/m^2
Z= 81			U(z)=	2.9092 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	4.90 kN/m^2
Z= 81			U(z)=	2.9052 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	4.73 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.9011 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	4.57 kN/m^2
Z= 81			U(z)=	2.8970 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	4.41 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.8930 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	4.25 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.8889 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	4.09 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.8848 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	3.92 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.8807 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	3.76 kN/m^2
Z= 81			U(z)=	2.8766 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	3.60 kN/m^2
Z= 81	79 Depth(:	z)= 8.79 m	U(z)=	2.8726 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	3.44 kN/m^2
Z= 88	30 Depth(:	z)= 8.80 m	U(z)=	2.8685 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	3.27 kN/m^2
Z= 88	31 Depth(:	z)= 8.81 m	U(z)=	2.8644 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	3.11 kN/m^2
Z= 88	32 Depth(:	z)= 8.82 m	U(z)=	2.8603 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN∕m^3	p(z)=	2.95 kN/m^2
Z= 88			U(z)=	2.8562 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN∕m^3	p(z)=	2.79 kN/m^2
Z= 88			U(z)=	2.8521 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN∕m^3	p(z)=	2.62 kN/m^2
Z= 88			U(z)=	2.8480 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN∕m^3	p(z)=	2. 4 6 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.8439 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	2.30 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.8398 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 k N ∕m^3	p(z)=	2.13 kN/m^2
Z= 80			U(z)=	2.8357 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	1.97 kN/m^2
Z= 8			U(z)=	2.8315 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	1.81 kN/m^2
Z= 89			U(z)=	2.8274 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	1.64 kN/m^2
Z= 89			U(z)=	2.8233 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	1.48 kN/m^2
Z= 89			U(z)=	2.8192 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	1.31 kN/m^2
Z= 89 Z= 89			U(z)= U(z)=	2.8151 mm 2.8109 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	1.15 kN/m^2
Z= 89 Z= 89			U(z)= U(z)=	2.8109 mm 2.8068 mm	U(z,b)=	2.7861 mm	KH= KH=	39,768 kN/m^3	p(z)=	0.99 kN/m^2 0.82 kN/m^2
Z= 0:			U(z)=		U(z,b)= U(z,b)=	2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3 39,768 kN/m^3	p(z)= p(z)=	0.66 kN/m^2
Z= 85			U(z)=	2.8027 mm 2.7986 mm	U(z,b)=	2.7861 mm 2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)= p(z)=	0.49 kN/m^2
Z= 85			U(z)=	2.7944 mm	U(z,b)=	2.7861 mm 2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)= p(z)=	0.43 kN/m^2
Z= 85			U(z)=	2.7903 mm	U(z,b)=	2.7861 mm 2.7861 mm	KH=	39,768 kN/m^3	p(z)= p(z)=	0.33 kN/m 2 0.16 kN/m^2
7= 9	00 Depth(:		U(z)=	2.7861 mm	U(z,b)=	2.1001 IIII	KH=	39.768 kN/m^3	p(z)= p(z)=	0.16 kH/m 2

왼쪽부터 요소번호, 깊이, 지반 수평변위, 구조밑면 수평변위, 수평지반반력계수, 지진토압이 예에서 수평지반반력계수 산정방법은 아래 표의 AO를 적용하였음

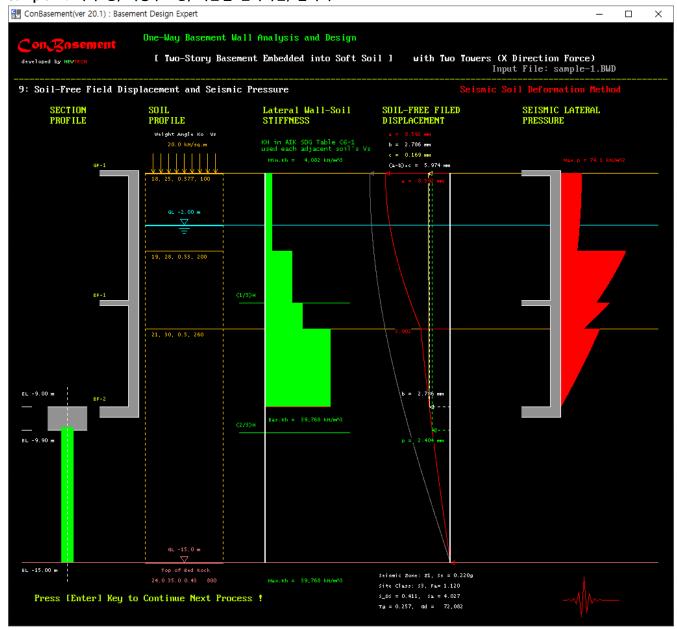
ConBasement에서 사용할 수 있는 외벽-지반 수평지반반력계수 산정방법 (15 종류)

구분	각 토층의 Vs 적용	단일 평균 값 Vs 적용	이중 평균 값 Vs 적용	
TE	0	1	2	
A AIK SDG Table C6-1 기반	Α0	A1	A2	
B C6-1기반 추세선 1	В0	B1	В2	
C C6-1기반 추세선 2	СО	C1	C2	
D 도시철도 내진설계 기준	D0	D1	D2	
E 도시철도 내진설계 기준(kim,m.c.안)	EO	E1	E2	

권장 Option : A0, B0, C0

Con Resement 출력 화면 9: 지반의 지진수평변위와 지하외벽에 작용하는 지진토압

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



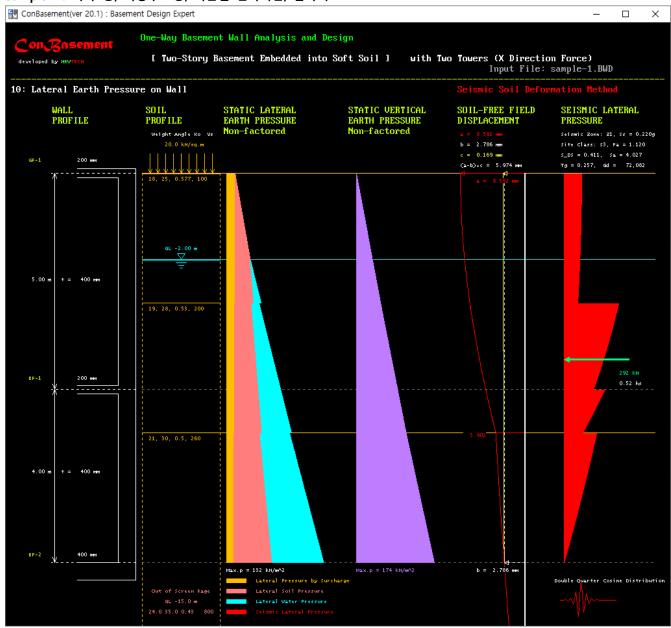
왼쪽부터 지하외벽/말뚝 단면, 토층단면, 수평지반반력계수, 지반/구조 수평변위, 지진토압 (이 예의 수평지반반력계수는 ConBasement의 여러 가지 옵션 중에 내진설계 지침의 아래 표를 적용한 경우임)

건축물의 지하구조 내진설계 지침해설 표 6-1 (대한건축학회)

Vs (m/s)	질량밀도 (ton/m³)	프아송 비	전단탄성계 수(kPa)	탄성계수 (kPa)	수평지반반력계수, K_H (kN/m 3)			
					지표면 ~ <i>H</i> /3	H/3 ~ 2H/3	2 <i>H</i> /3 ~ 기반면	
100	1.8	0.4	18000	50400	4082	5695	8770	
200	1.8	0.4	72000	201600	16360	22725	34997	
300	1.8	0.4	162000	453600	36809	51130	78743	
400	1.9	0.4	304000	851200	69074	95948	147764	
500	1.9	0.4	475000	1330000	107929	149919	230881	
600	1.9	0.4	684000	1915200	155417	215883	332469	
700	2.0	0.4	980000	2744000	222673	309307	476345	

Con Resement 출력 화면 10: 지하외벽에 작용하는 정적 및 지진 횡토압

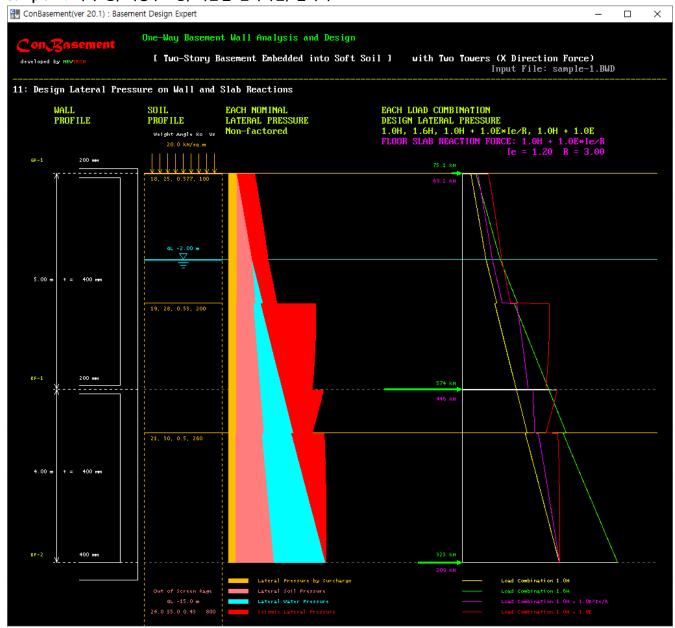
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽/말뚝 단면, 토층단면, 정적횡토압, 지반수직응력, 지반/구조 수평변위, 지진토압

Con Resement 출력 화면 11: 지하외벽에 작용하는 횡하중

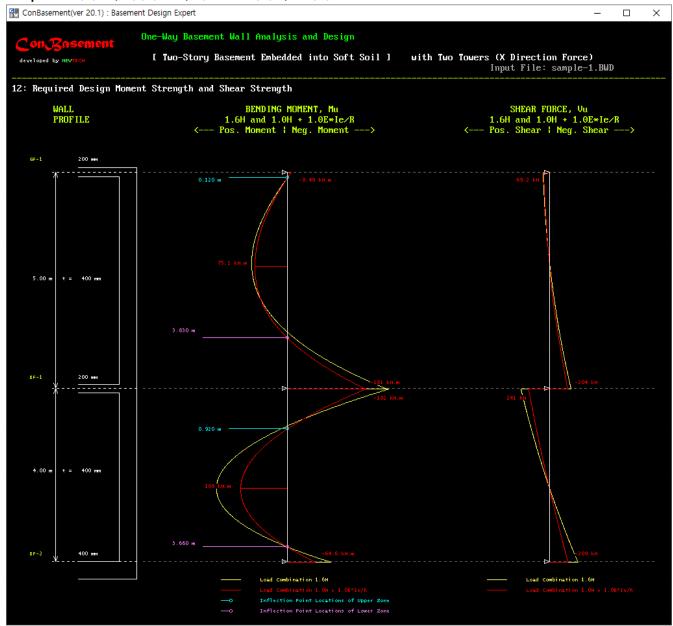
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 토층단면, 지하외벽에 작용하는 횡하중, 슬래브 반력, 각 하중조합의 횡하중

Con Resement 출력 화면 12: 각 하중조합에 대한 소요강도

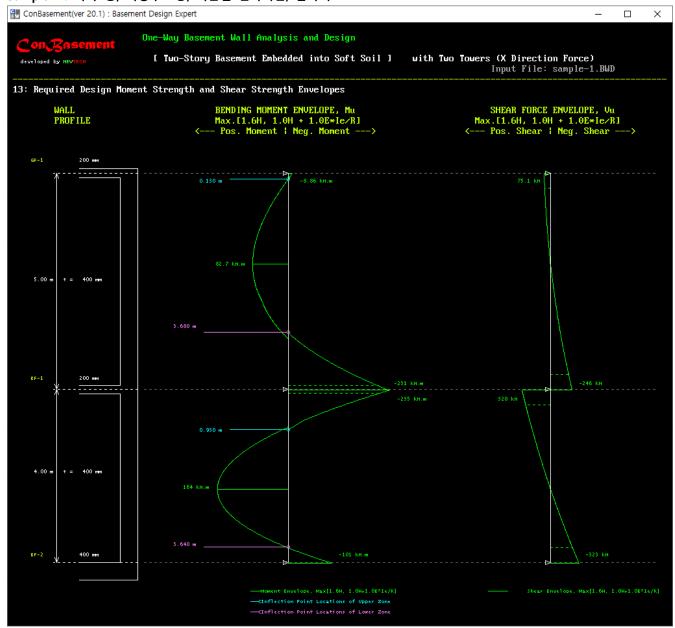
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 소요휨강도 $(1.6H,\ 1.0H+1.0EI_e/R)$, 소요전단강도 $(1.6H,\ 1.0H+1.0EI_e/R)$

Con Rasement 출력 화면 13: 최대소요강도

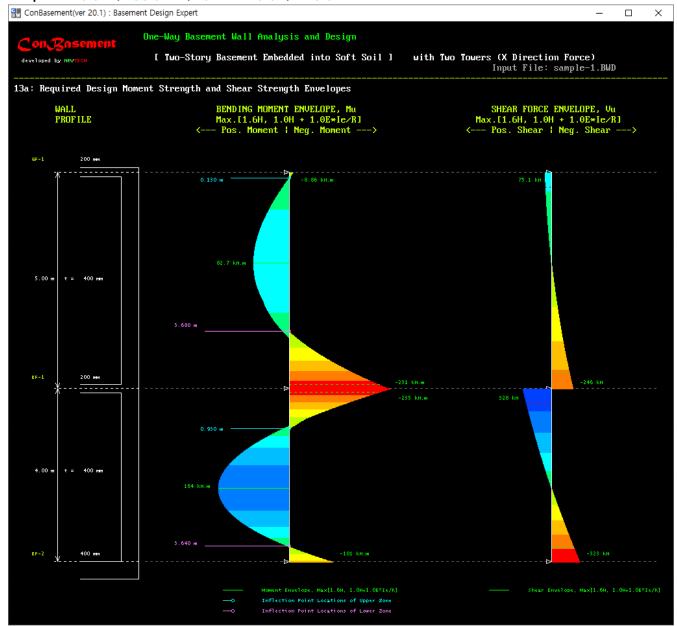
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 최대소요휨강도(Moment Envelopes), 최대소요전단강도(Shear Envelopes)

Con Rasement 출력 화면 13a: 최대소요강도

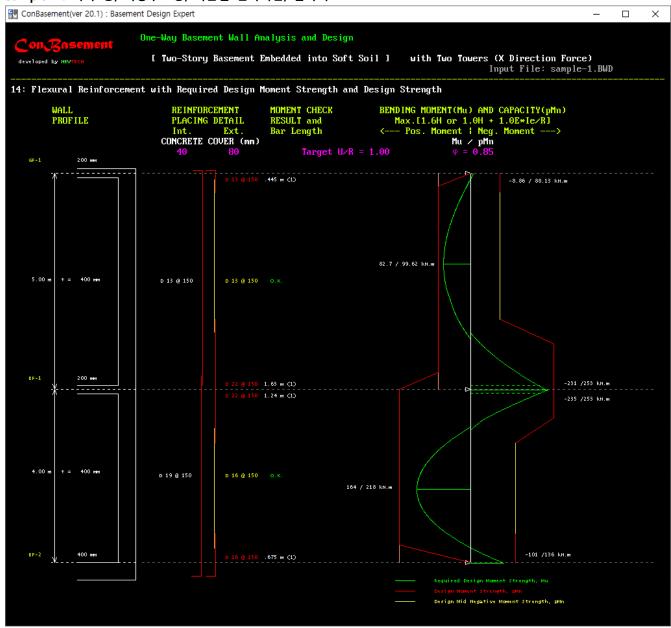
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 최대소요휨강도(Moment Envelopes), 최대소요전단강도(Shear Envelopes)

Con Resement 출력 화면 14: 휨철근 상세 및 소요휨강도/설계휨강도

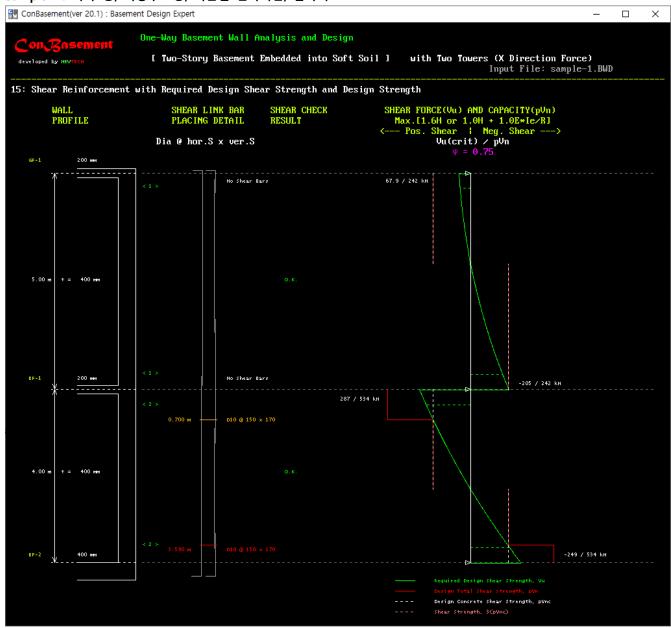
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 휨철근배근상세(철근 직경, 간격, 이음, 정착 등), 소요휨강도/설계휨강도 (Envelopes)

Con Cosement 출력 화면 15 : 전단철근 상세 및 소요전단강도/설계전단강도

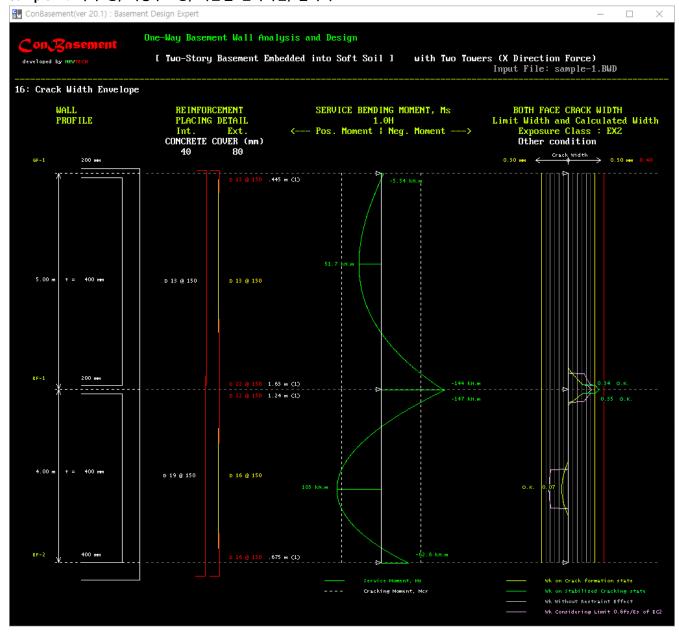
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 전단철근배근상세(철근 직경, 간격, 배근 범위 등), 소요전단강도/설계전단강도 (Envelopes)

Con Rasement 출력 화면 16: 균열폭 분포

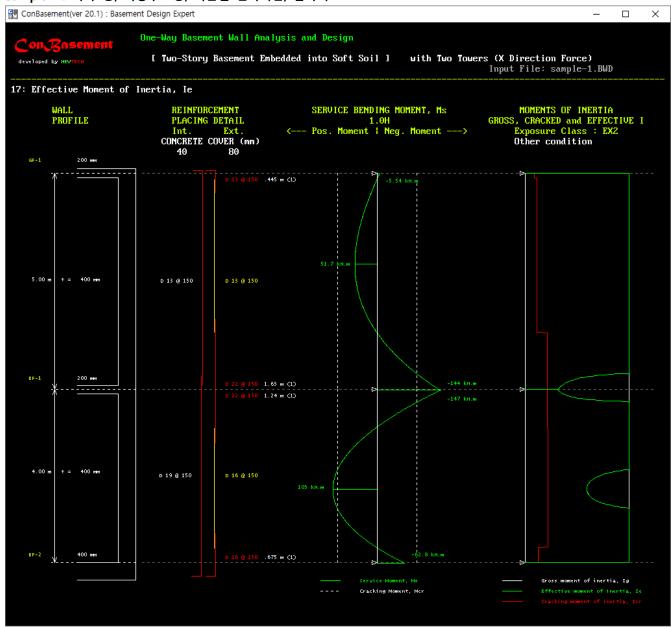
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 휨철근배근상세, 사용하중모멘트/균열모멘트, 균열폭(균열 상태별 구분)

Con Resement 출력 화면 17: 유효2차단면모멘트 분포

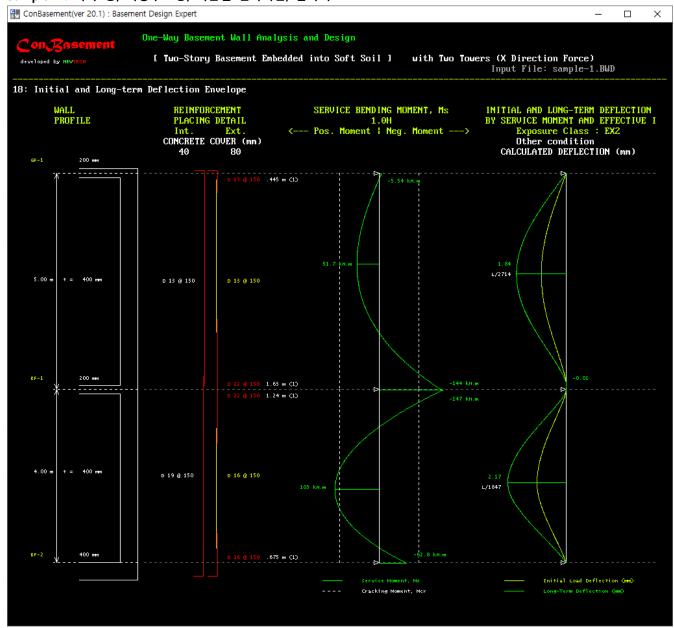
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 휨철근배근상세, 사용하중모멘트/균열모멘트, 2차단면모멘트(I_{G} , I_{cr} , I_{eff})

Con Rasement 출력 화면 18: 처짐 분포

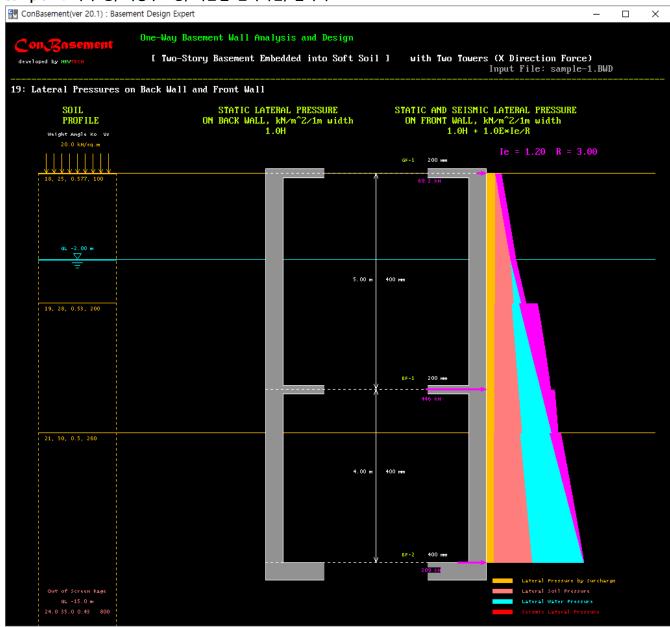
Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 휨철근배근상세, 사용하중모멘트/균열모멘트, 처짐(초기처짐, 장기처짐)

Con Resement 출력 화면 19: 앞쪽 및 뒤쪽 벽에 작용하는 횡압(단위 폭) 분포, 전단벽설계용

Sample 1: 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초

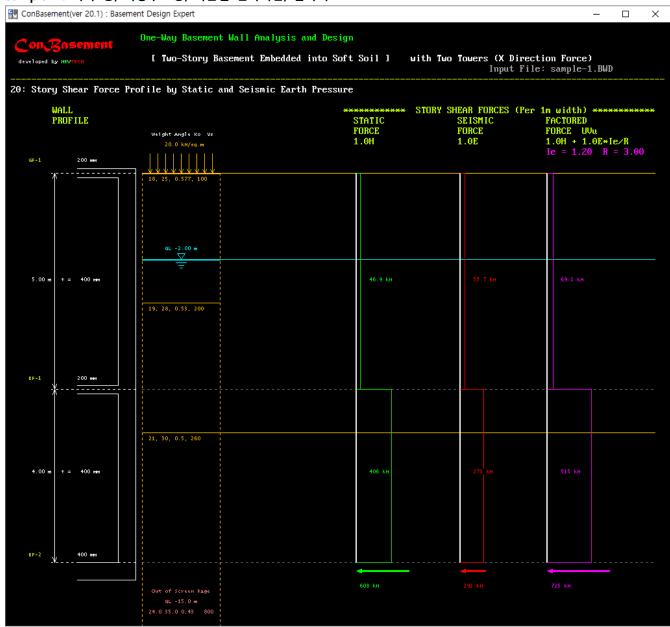


왼쪽부터 토층단면, 앞쪽 및 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반 횡압 분포

뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압 적용 여부는 사용자의 선택에 따름이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용하지 않은 경우임.

Con Resement 출력 화면 20 : 횡압력에 의한 층 전단력(단위 폭) 분포, 전단벽설계용

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초

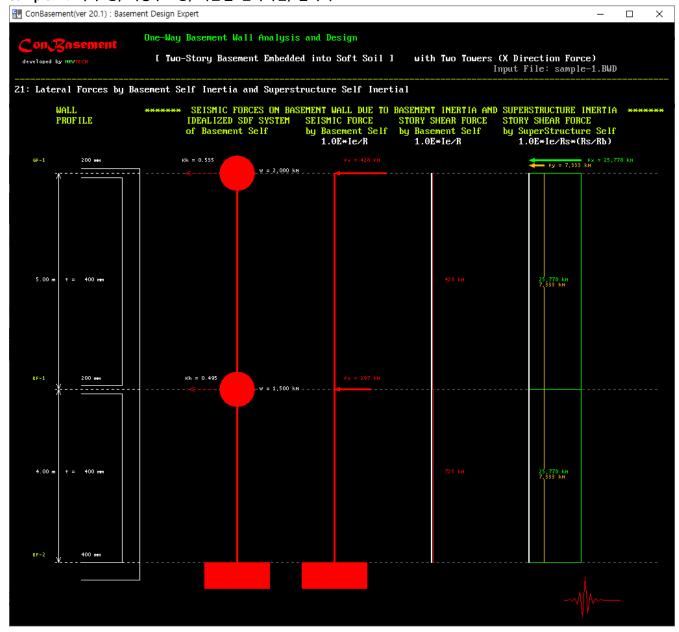


왼쪽부터 지하외벽 단면, 토층단면, 지하외벽에 작용하는 1.0H 전단력, 1.0E 전단력, $1.0H+1.0EI_e/R$ 전단력

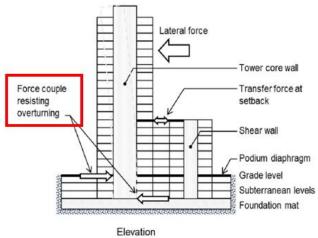
이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용하지 않은 경우임.

Con Resement 출력 화면 21: 지하 및 지상 구조의 지진하중에 의한 층전단력, 전단벽설계용

Sample 1: 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



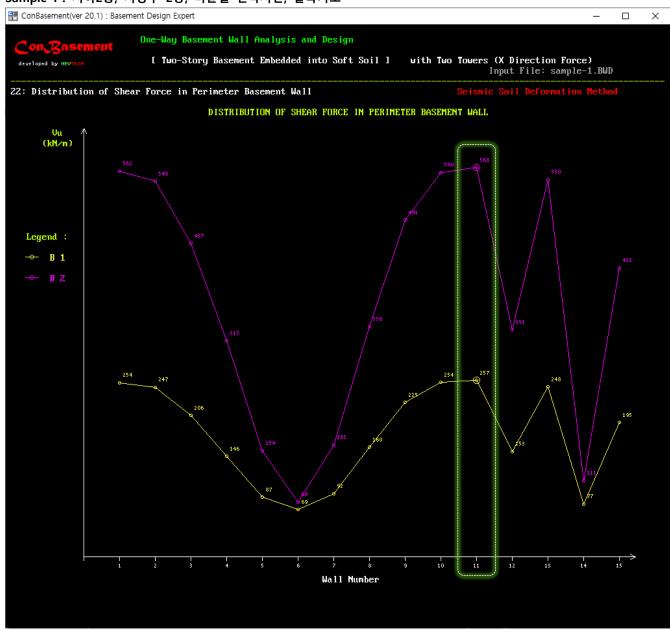
왼쪽부터 지하외벽 단면, 지하층 유효중량/수평가속도, 지하층관성력, 지하층관성력에 의한 층전단력, 지상 부 밑면 전단력 및 전도모멘트에 의한 층전단력



그림출처 : TBI, PEER

Con Resement 출력 화면 22: 각층 지하외벽 요소의 전단력 분포(단위 길이), 전단벽설계용

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



X방향 하중 적용 시, 각 층의 분할 벽요소에 작용하는 전단력(Vu)의 분포(kN/m)

이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용하지 않은 경우임.

Con Resement 출력 화면 23: 각 하중 효과에 의한 층전단력(단위 길이), 전단벽설계용

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초

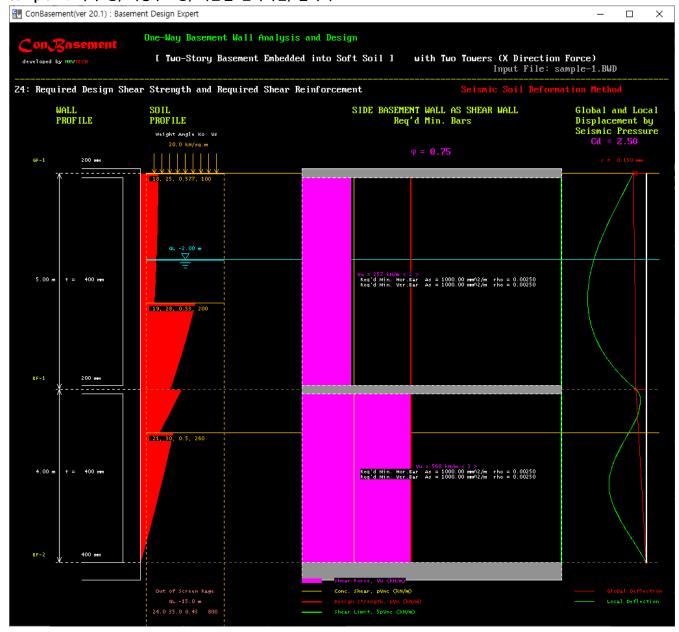


위 그림은 앞 그림 22의 전단력 분포 그래프에서 최대값을 갖는 전단벽요소에 대한 하중종류별 전단력 왼쪽부터 지하외벽 단면, 각 하중에 의한 충전단력(정적토압, 지진토압, 지하관성력, 지상관성력 영향), 소요 전단강도

이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용하지 않은 경우임.

Con Rosement 출력 화면 24: 전단벽으로서의 지하외벽 검토결과

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽 단면, 토층단면/지진토압, 전단벽검토결과(소요전단강도, 소요철근량, 콘크리트설계전단강도, 단면설계전단강도, 제한설계전단강도 등), 지진토압에 의한 수평변위(층변위, 국부변위)

이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용하지 않은 경우임.

Con Resement 출력 화면 25 : 면외하중 및 면내하중을 모두 만족하는 지하외벽의 철근배근

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초

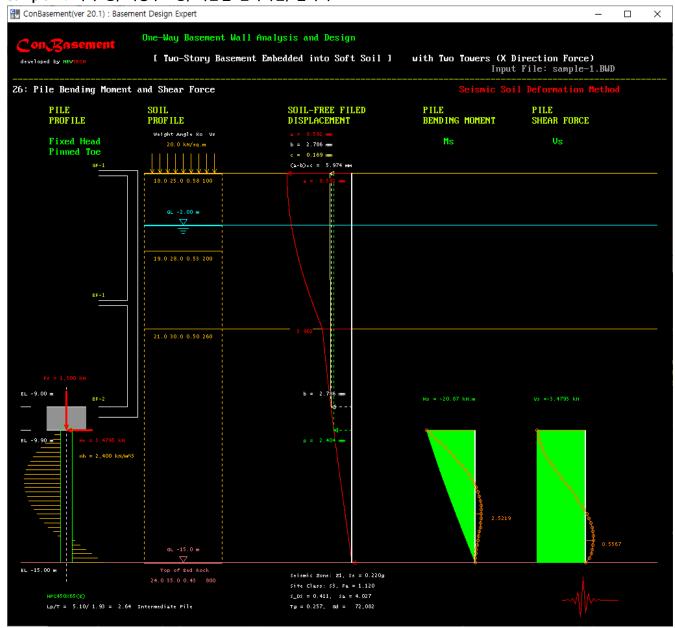


왼쪽부터 지하외벽 단면, 수직철근배근, 수평철근배근, 면외하중에 대한 전단철근배근

위 화면은 면외하중 및 면내하중에 대해 독립적으로 모두 만족하는 지하외벽의 철근배근과 강도검토 결과

Con Resement 출력 화면 26: 지반변위에 의해 말뚝에 작용하는 모멘트와 전단력

Sample 1: 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



왼쪽부터 지하외벽/말뚝 단면, 토층단면, 지반/구조 횡변위, 말뚝에 작용하는 모멘트 및 전단력 분포

Con Resement 출력 데이터 다시 보기 및 화면그림파일 저장 창

Sample 1: 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



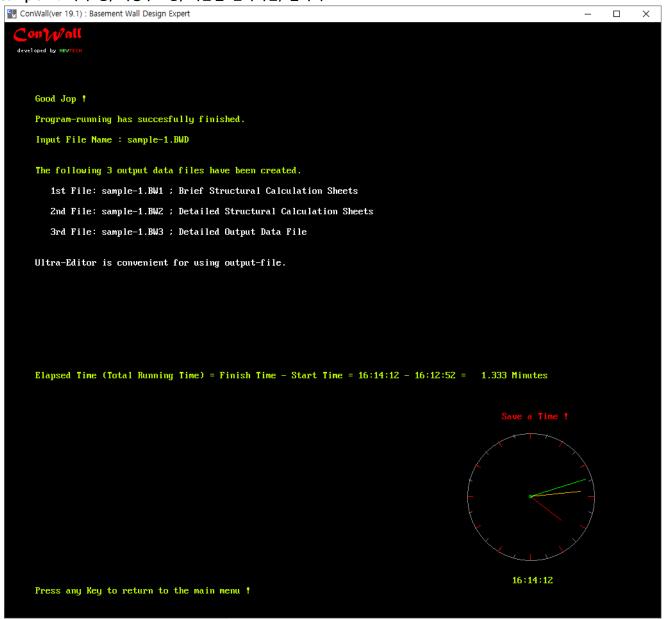
초록색 숫자(1~26)가 있는 각 상자를 클릭하면 해당 화면이 재생된다. 초록색 글씨 [All] 상자를 클릭하면 모든 화면 그림파일이 저장된다.

노란색 숫자(1~3)가 있는 상자를 클릭하면 해당 보고서 파일이 열린다. 노란색 글씨 [All] 상자를 클릭하면 모든 보고서 파일이 열린다.

최하부에 Press [Enter] Key to Continue! (또는 Terminate!) 구문이 나온 후 [Enter] Key를 누르면 보고서용 주요 그림파일들이 자동으로 저장된다. 이 그림파일들은 ConBasement-Editor에 의해 Brief Report에 자동으로 삽입된다.

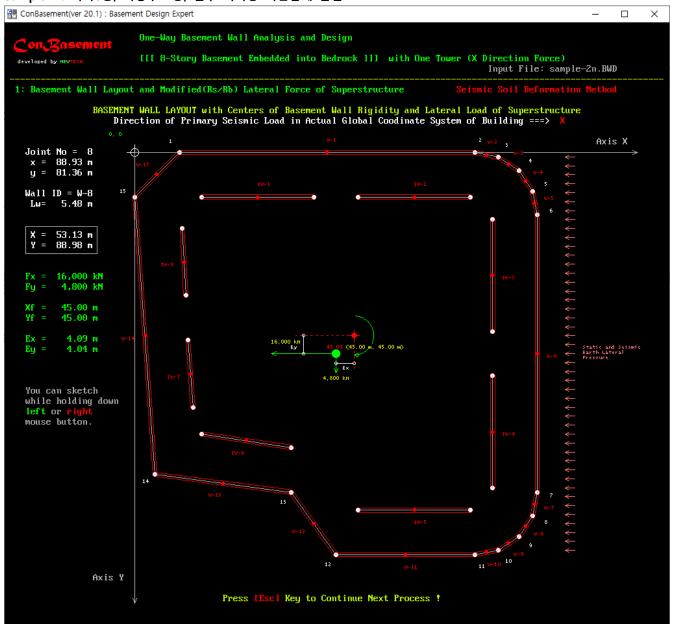
Con Resement 종료 화면 :

Sample 1 : 지하2층, 지상부 2동, 비균일 연약지반, 말뚝기초



Con Resement 출력 화면 1A: 내부 전단벽의 배치

Sample 2: 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘



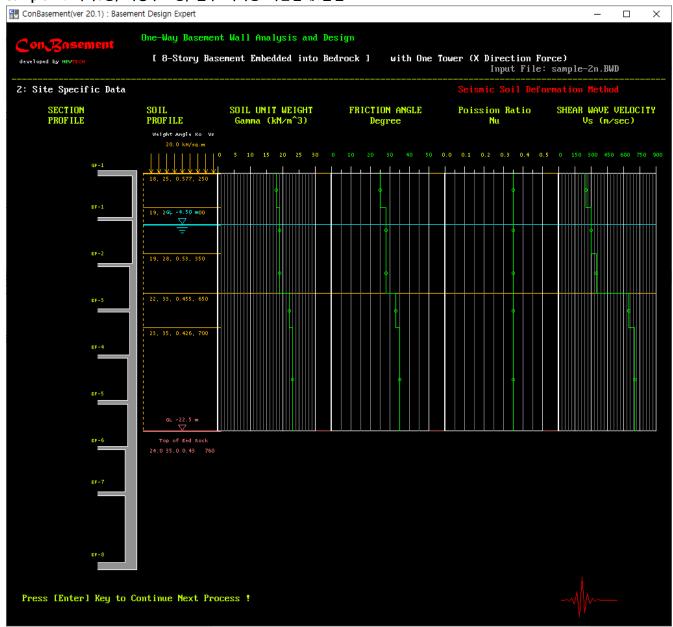
상기 화면처럼 <mark>내부전단벽의 배치는</mark> 지하외벽이 전단벽으로서 두께가 부족하거나 지하구조의 층횡변위가 커서 지상구조의 내진설계범주를 낮추고자 하는 경우에 필요하며, 바닥 다이아프램의 폭과 길이의 비가 큰 경우(길이/폭의 비가 3배 초과), 즉 길쭉한 경우나 하중전달경로에 큰개구부가 있는 경우에 필요하다.

ConBasement에서 내부전단벽은 필요한 층까지 배치할 수 있다. 예를 들어, 지하8층 지하구조물에서 지하4층부터 8층까지만 지하외벽의 강도나 강성이 부족할 경우에는 지하 8층에서 지하4층까지만 배치할 수 있다.

단, 각 내부 전단벽의 길이는 $L_w > 5H_w$ 또는 $L_w/H_w > 5$ 를 만족해야 이 프로그램의 해석결과에 큰 오차가 발생하지 않는다.

Con Rasement 출력 화면 2A: 지반 특성

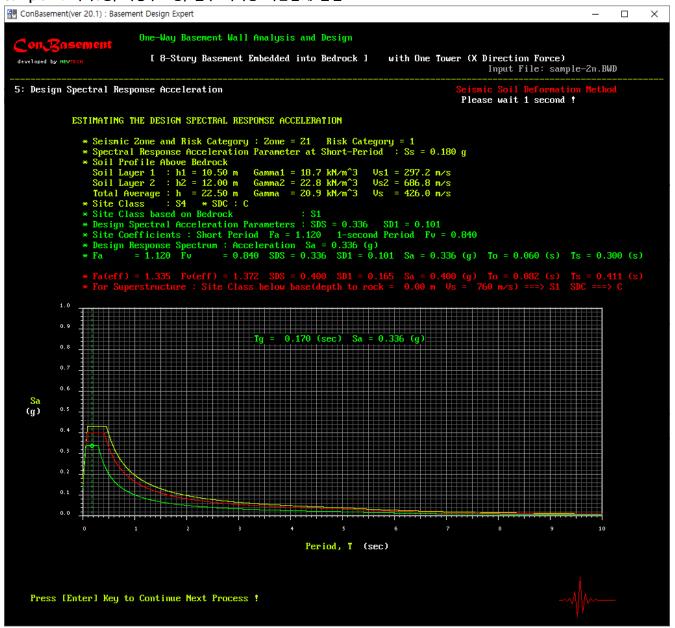
Sample 2 : 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘



왼쪽부터 지하외벽/말뚝 단면, 토층단면, 각 토층의 단위중량, 저항마찰각/프와송비, 전단파속도

Con Resement 출력 화면 5A: 설계응답스펙트럼 가속도

Sample 2 : 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘



상부부터 지진구역/내진등급, 유효지반가속도, 지반의 동적특성, 지표면 기준 지반분류, 설계스펙트럼가속도 (단주기, 1초주기), 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 내진설계범주, 설계응답스펙트럼가속도

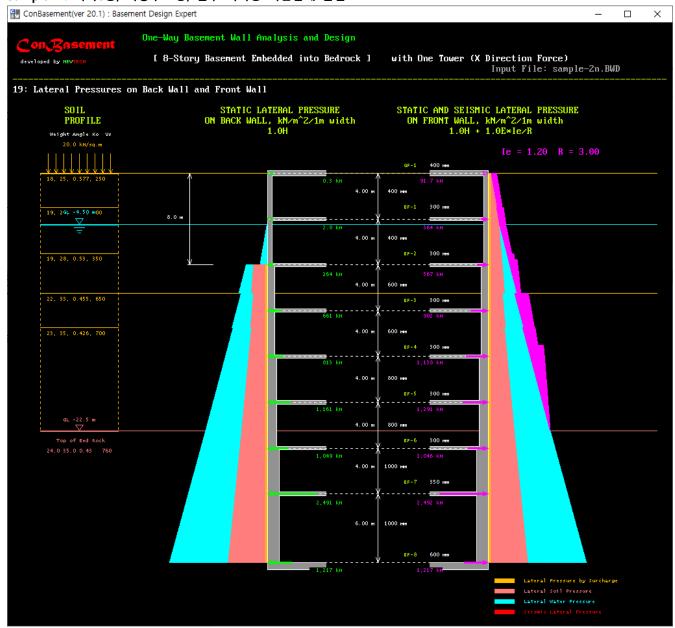
녹색 글씨는 지하구조물 내진설계에 적용하는 지표층(기반암 상부의 토층) 지반의 고유주기에 해당되는 기반암의 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 설계응답스펙트럼가속도, T_0 , T_0

붉은 글씨는 지하구조물의 영향을 고려한 지상구조물의 지반증폭계수(단주기, 1초주기), 설계응답스펙트럼가속도 T_0 , T_s , 지반종류, 내진설계범주

그래프에서 연두색 선은 지하구조의 영향을 고려하지 않은 지상구조 설계용 설계응답스펙프럼 가속도. 그래프에서 녹색 선과 글씨는 지하구조 설계용, 붉은색 선과 글씨는 지하구조의 영향을 고려한 지상구조 설계용. 연두색과 붉은색 선이 겹칠 경우에는 붉은 선만 나타남. 녹색과 붉은색 선이 겹칠 경우에는 녹색 선만 나타남.

Con Resement 출력 화면 19A: 앞쪽 및 뒤쪽 벽에 작용하는 횡압(단위 폭) 분포, 전단벽설계용

Sample 2: 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘

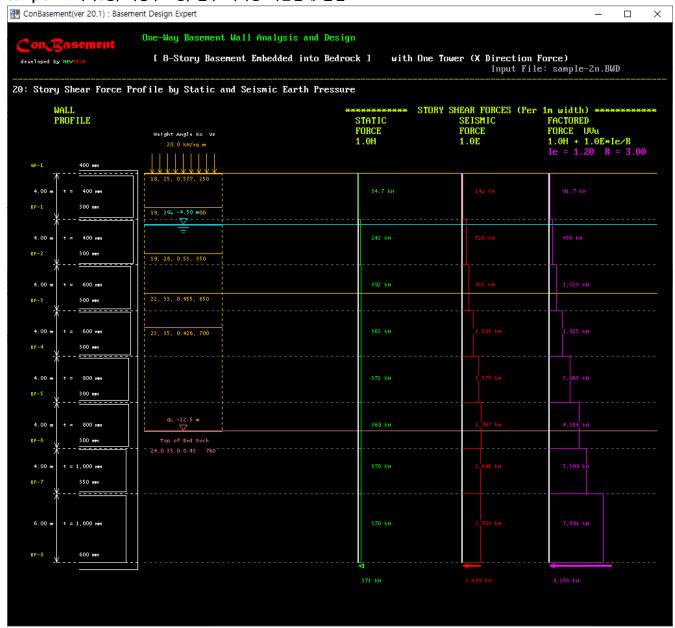


왼쪽부터 토층단면, 앞쪽 및 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반 횡압 분포

뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압 적용 여부는 사용자의 선택에 따름이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용한 경우임.

Con Resement 출력 화면 20A: 횡압력에 의한 층 전단력(단위 폭) 분포, 전단벽설계용

Sample 2: 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘

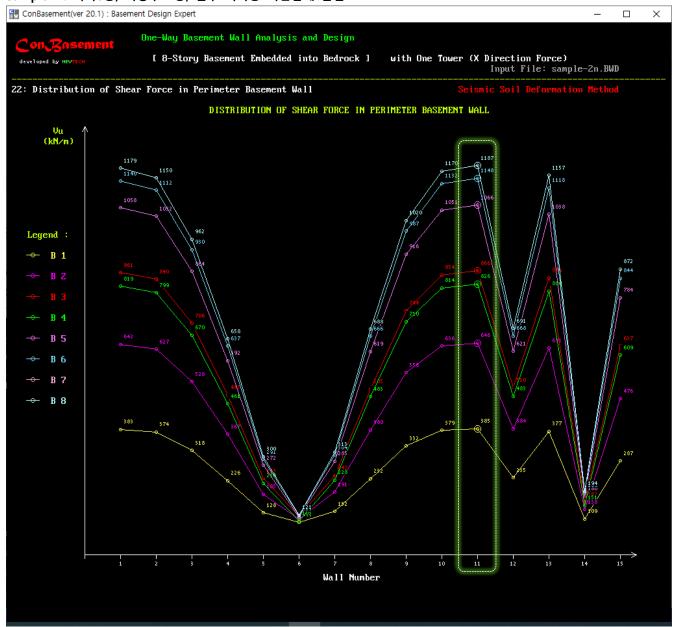


왼쪽부터 지하외벽 단면, 토층단면, 지하외벽에 작용하는 1.0H 전단력, 1.0E 전단력, $1.0H+1.0EI_e/R$ 전단력

뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압 적용 여부는 사용자의 선택에 따름이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용한 경우임.

Con Resement 출력 화면 22A: 각층 지하외벽 요소의 전단력 분포(단위 길이), 전단벽설계용

Sample 2: 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘



X방향 하중 적용 시, 각 층의 분할 벽요소에 작용하는 전단력(Vu)의 분포(kN/m)

- 이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용한 경우임.
- 이 예는 지하8층 지하구조물에서 지하 4층부터 8층까지만 내벽이 추가로 배치되었다. 지하 4층 이하의 내벽들이 충전단력의 일부를 분담하여 지하 4층부터는 외벽의 전단력이 감소하게된다. 그래프에서 B3과 B4를 비교하면 지하 4층의 외벽 전단력이 지하 3층 외벽보다 작은 것을 알 수 있다.
- 이 프로그램은 지하구조물에 대한 기반암의 횡지지는 바닥 다이아프램의 위치에 발생한다고 가정하며, 기반암의 첫 번째 지지부 이하의 전단벽의 충전단력은 감소시키지 않고 동일한 충전단력으로 산정한다. 따라서 위 그래프에서 기반암 하부 전단벽들의 전단력 선은 겹치게 된다.

Con Resement 출력 화면 23A: 각 하중 효과에 의한 충전단력(단위 길이), 전단벽설계용

Sample 2: 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘



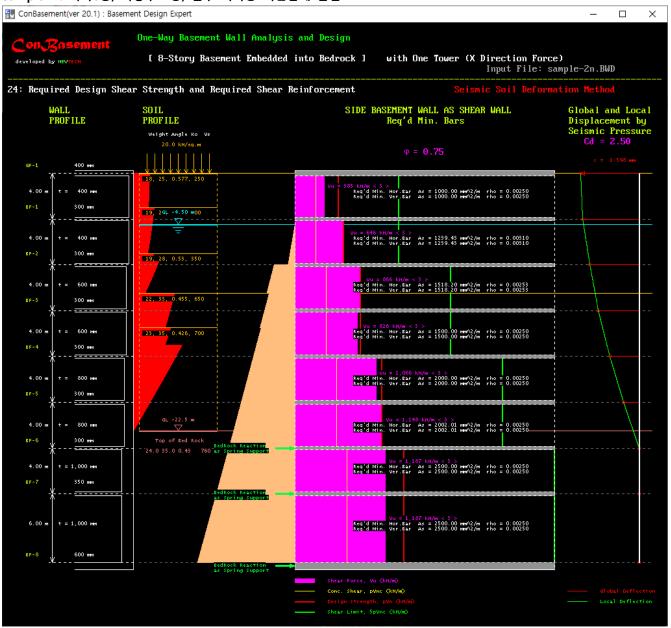
왼쪽부터 지하외벽 단면, 각 하중에 의한 충전단력(정적토압, 지진토압, 지하관성력, 지상관성력), 소요전단 강도

뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압 적용 여부는 사용자의 선택에 따름이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용한 경우임.

상기 화면처럼 기반암에 묻힌 지하구조물은 기반암의 횡지지를 고려한 전단벽의 소요전단강도를 산정한다. 이 프로그램은 지하구조물에 대한 기반암의 횡지지는 바닥 다이아프램의 위치에 발생한다고 가정하며, 기반 암의 첫 번째 지지부 이하의 전단벽의 충전단력은 감소시키지 않고 동일한 충전단력으로 산정한다.

Con Resement 출력 화면 24A: 기반암에 묻힌 지하구조물의 전단벽으로서의 지하외벽 검토결과

Sample 2: 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘



왼쪽부터 지하외벽 단면, 토층단면/지진토압, 뒤쪽 벽에 작용하는 정적 횡압, 전단벽검토결과(소요전단강도, 소요철근량, 콘크리트설계전단강도, 단면설계전단강도, 제한설계전단강도 등), 지진토압에 의한 수평변위(층 변위, 국부변위)

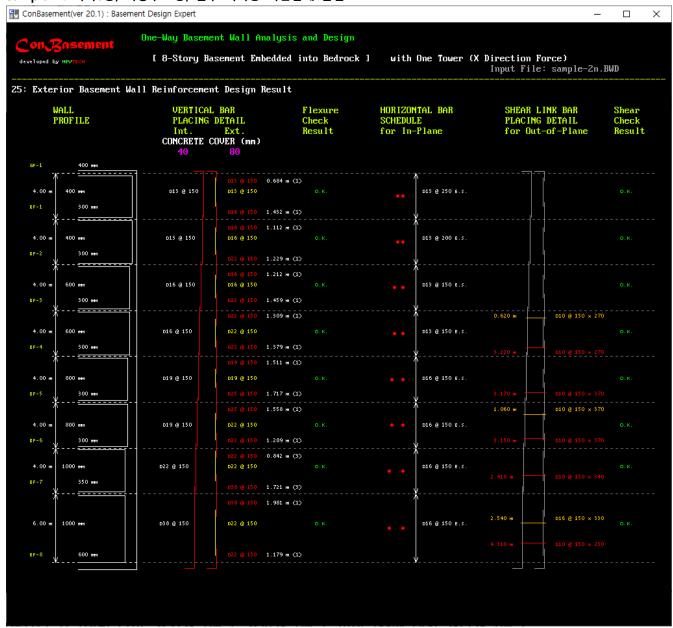
뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압 적용 여부는 사용자의 선택에 따름이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용한 경우임.

상기 화면처럼 기반암에 묻힌 지하구조물은 기반암의 횡지지를 고려한 전단벽의 소요전단강도로 검토하고, 사용자의 선택방법에 따라서 기반암의 횡변형 효과를 개략적으로 고려하여 지하구조물의 층 횡변위를 산정 한다. 이 프로그램은 지하구조물에 대한 기반암의 횡지지는 바닥 다이아프램의 위치에 발생한다고 가정하며, 기반암의 첫 번째 지지부 이하의 전단벽의 층전단력은 감소시키지 않고 동일한 층전단력으로 검토한다.

이 예에서 <mark>내부 전단벽</mark>을 배치하지 않았을 경우에는 전단벽으로서의 지하외벽 두께는 일부층에서 부족하였으나, 내부 전단벽의 적절한 배치로 지하외벽의 두께가 증가되지 않았다.

Con Resement 출력 화면 25A: 면외하중 및 면내하중을 모두 만족하는 지하외벽의 철근배근

Sample 2: 지하8층, 지상부 1동, 일부 지하층 기반암에 묻힘



왼쪽부터 지하외벽 단면, 수직철근배근, 수평철근배근, 면외하중에 대한 전단철근배근

위 화면은 면외하중 및 면내하중에 대해 독립적으로 모두 만족하는 지하외벽의 철근배근과 강도검토 결과

뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압 적용 여부는 사용자의 선택에 따름이 예는 뒤쪽 지하외벽에 작용하는 지반의 정적 횡압을 적용한 경우임.

지하외벽설계 프로그램 Con Mall을 소개합니다.

Con Wall의 주요 특징

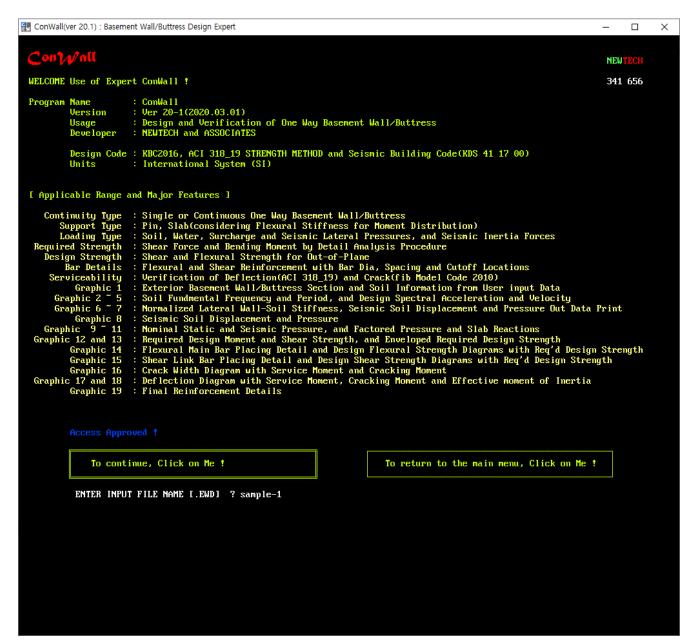
ConWall은 ConBasement의 보조 프로그램으로서 일반적인 수직 1방향 구조거동 지하외벽(Continuous One-Way Wall) 및 수평 1방향 구조거동 외벽과 이를 지지하는 버팀기둥(Continuous Buttress)에 대한 설계를 수행한다.

이 프로그램은 유한요소해석법에 의해 지하외벽에 작용하는 지반의 횡력(정적, 지진) 산정에서부터 부재단면 설계 및 사용성(처짐)/내구성(균열) 검토까지 자동으로 일괄 수행한다. 단, 수평 1방향 외벽은 단순해석법(single span)으로 휨모멘트 및 전단력에 대한 단면설계만 수행하고 처짐/균열검토는 수행하지 않는다.

다음 실행 예는 Dry Area 주변에 있는 지하 1~3층의 <mark>버팀기둥(Buttress)</mark>과 버팀기둥에 지지된 <mark>수평 1방향 외</mark> 벽에 대한 설계 예이다.

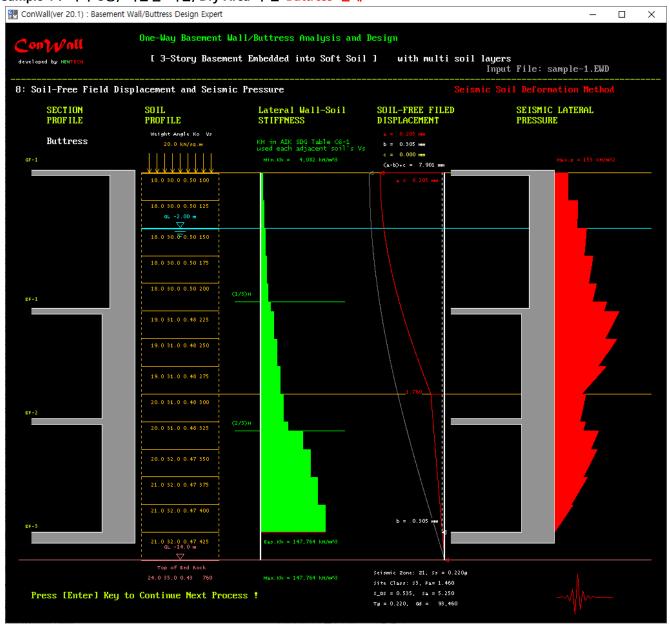
Con Wall 시작 창





Con 14/all 출력 화면 8: 지반의 지진수평변위와 지하외벽에 작용하는 지진토압

Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 토층단면, 수평지반반력계수, 지반/구조 수평변위, 지진토압

(이 예의 수평지반반력계수는 ConWall의 여러 가지 옵션 중에 내진설계 지침의 표값을 적용한 경우임)

Con ¼/all 출력 화면 11 : 지하외벽에 작용하는 횡하중

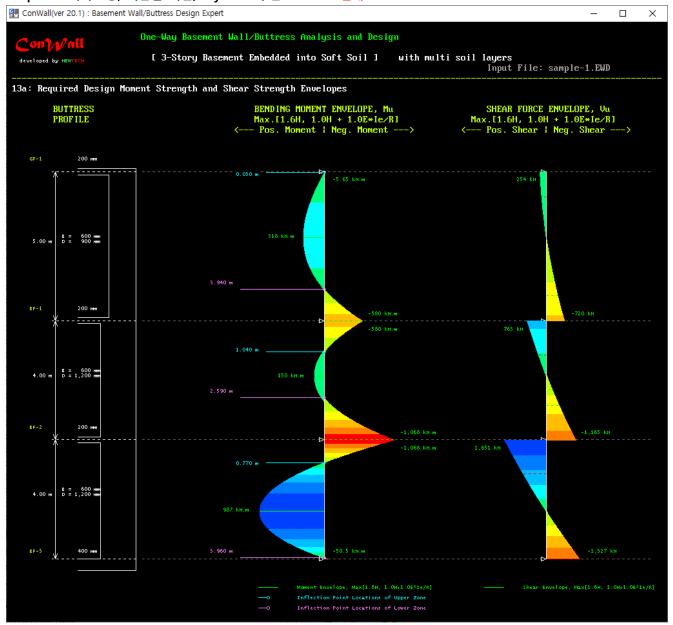
Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 토층단면, 지하외벽에 작용하는 횡하중, 슬래브 반력, 각 하중조합의 횡하중

Con 11/all 출력 화면 13a : 최대소요강도

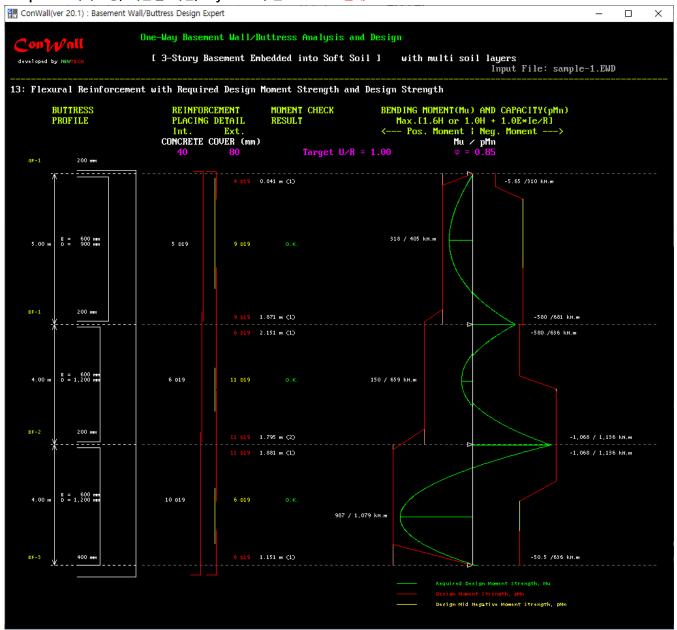
Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 최대소요휨강도(Moment Envelopes), 최대소요전단강도(Shear Envelopes)

Con 1√/all 출력 화면 14: 휨철근 상세 및 소요휨강도/설계휨강도

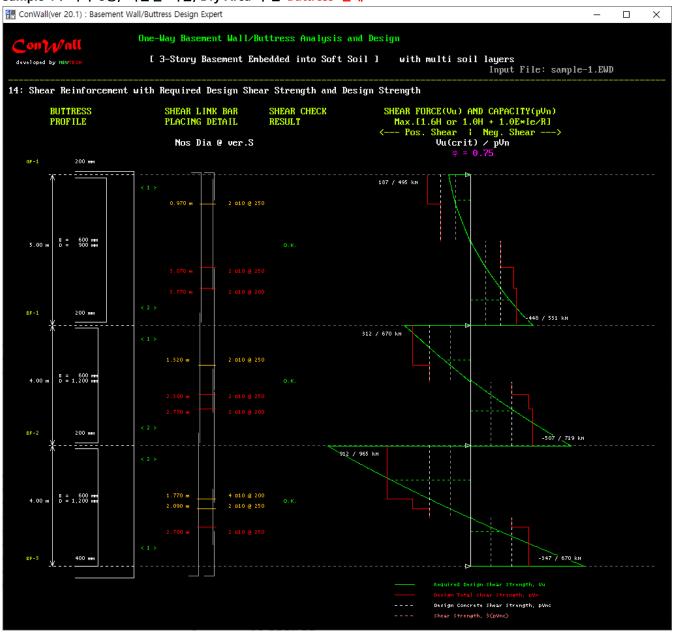
Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 휨철근배근상세(철근 직경, 간격, 이음, 정착 등), 소요휨강도/설계휨강도(Envelopes)

Con 1/1/all 출력 화면 15 : 전단철근 상세 및 소요전단강도/설계전단강도

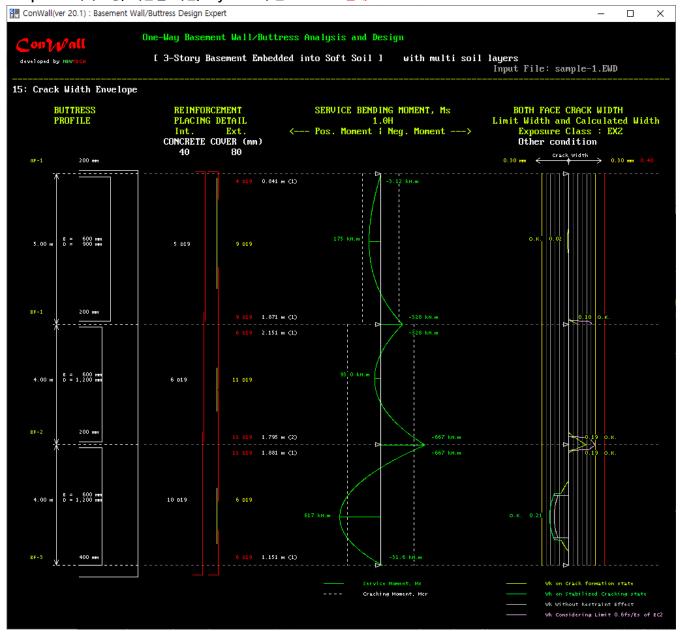
Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 전단철근배근상세(철근 직경, 간격, 배근 범위 등), 소요전단강도/설계전단강도 (Envelopes)

Con 1 vall 출력 화면 16 : 균열폭 분포

Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 휨철근배근상세, 사용하중모멘트/균열모멘트, 균열폭(균열 상태별 구분)

Con 1√all 출력 화면 17: 유효2차단면모멘트 분포

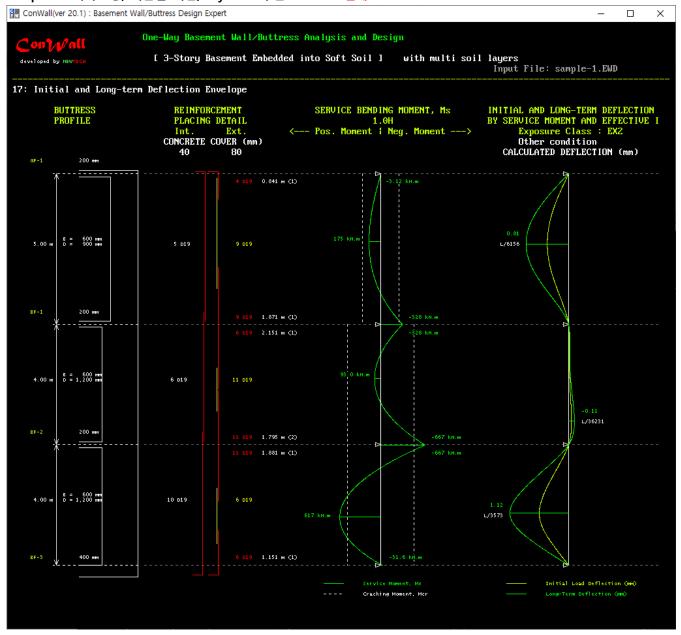
Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 지하외벽 단면, 휨철근배근상세, 사용하중모멘트/균열모멘트, 2차단면모멘트(I_{G} , I_{cr} , I_{eff})

Con Wall 출력 화면 18: 처짐 분포

Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 휨철근배근상세, 사용하중모멘트/균열모멘트, 처짐(초기처짐, 장기처짐)

Con 1 / All 출력 화면 19 : 철근배근상세

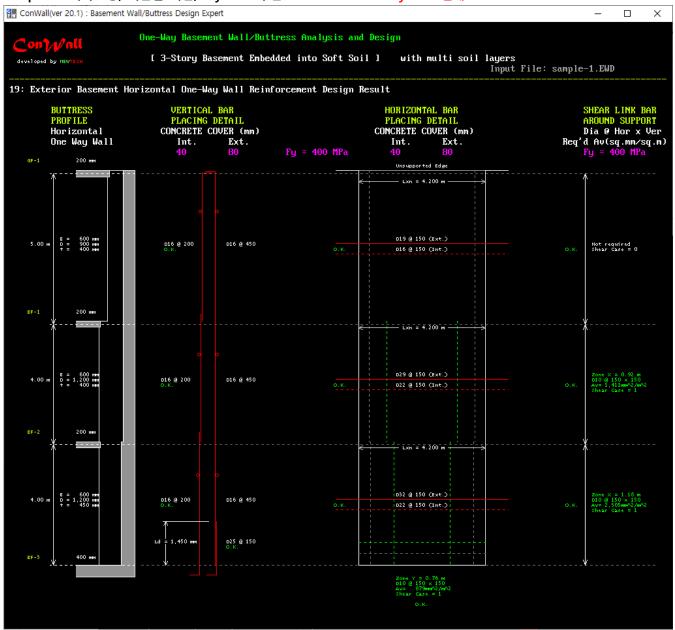
Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Buttress 설계



왼쪽부터 Buttress 입면, 휨철근배근상세, 휨강도검토결과, 전단철근배근상세, 전단강도검토결과, 양측표면철 근

Con 1√/all 출력 화면 20 : 철근배근상세

Sample 1 : 지하 3층, 비균일 지반, Dry Area 주변 Horizontal One-Way Wall 설계



왼쪽부터 Buttress입면/Wall단면, 수직휨철근배근상세, 수평휨철근배근상세/전단철근배근영역, 전단철근 직경 및 간격 일방향 슬래브설계 프로그램 Con Slab 를 소개합니다.

Con Slab의 주요 특징

국내의 기존 일방향슬래브 설계프로그램들은 대부분 근사해석법(일명 계수법)을 적용하고 있어 ① 인접 2경간의 길이 차이가 20% 이하, ② 등분포하중, 활하중/고정하중비가 3배 이하, ③ 일정한 슬래브두께 및 ④ 철근콘크리트 보와 일체화된 슬래브인 조건을 만족하여야 적용할 수 있다. 그러나 이 조건들을 만족하더라도 각 경간의 중앙부 구간에 큰 부모멘트가 발생되기도 하지만 근사해석법에는 이에 대한 모멘트 계수를 제공하고 있지 않다. 따라서 영국 콘크리트구조기준(BS 8110)은 아래 표와 같이 근사해석법의 적용조건을 더 엄격하게 제한하고 있으며, 근래의 유로통합 콘크리트구조기준(EC2)은 근사해석법에 대한 조항을 포함하지 않았고 활하중의 배치 (pattern loading)와 지지조건 등을 고려한 구조해석을 통한 구조설계를 요구한다.

각 국가의 콘크리트구조기준의 근사해석 적용 조건

제한 조건	한국, 미국 (KBC 2016, ACI 318)	영국 (BS 8110)	호주 (AS 3600)
최소 경간 수	2경간 이상	3 경간 이상	2경간 이상
인접 2경간의 길이 차이	20% 이하	15% 이하	20% 이하
하중분포	등분포	등분포	등분포
활하중/고정하중 비	3배 이하	1.25배 이하, LL ≤ 5.0kN/m²	2배 이하
부재단면의 크기(두께)	일정	일정	일정

ConSlab는 다양한 하중분포(등분포, 집중), 활하중배치(pattern loading)와 다양한 지지조건 등을 고려한 구조 해석을 통해 설계하므로 근사해석법을 적용할 수 없는 조건의 일방향슬래브에도 적용할 수 있다. 예를 들면 철근콘크리트 보와 일체로 된 슬래브가 아닌 H형강 합성보에 지지된 슬래브에도 적용할 수 있다.

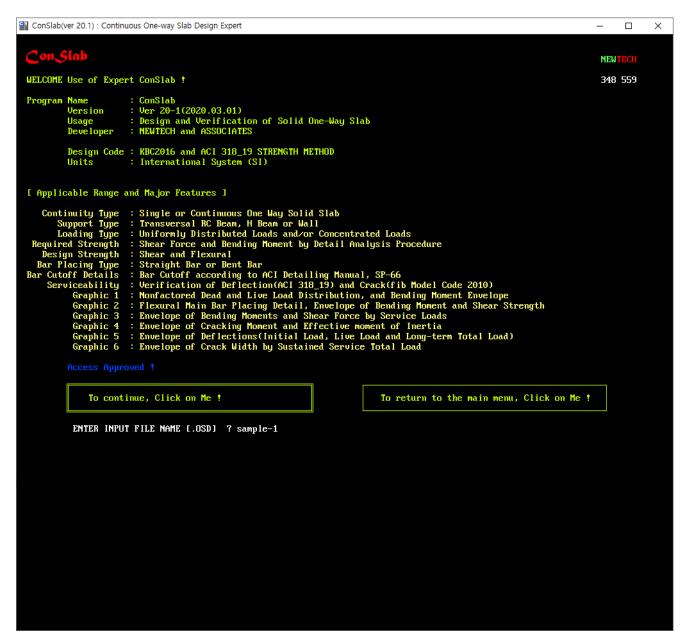
ConSlab는 탄성 유한요소해석법에 의해 모든 요소분할위치의 소요강도를 산정하고 모든 요소분할위치의 유효2차단면모멘트를 고려하여 처짐(ACI 318_19) 및 균열(FIB MODEL CODE 2010)을 해석한다. 철근은 '철근콘크리트 배근상세 지침(KSEA, ACI)'에 따라 배치하며, 중앙부 상부철근이 필요할 경우에는 부모멘트의 분포형상을 고려하여 배치한다.

새롭게 바뀐 ACI 318-19에 의한 처짐 량은 이전 기준의 처짐 량보다 훨씬 크게 산정되므로 처짐 검토에 유의할 필요가 있다.

뒤에 첨부한 출력화면을 통해 ConSlab의 설계수행 과정과 내용을 개략적으로 파악할 수 있다.

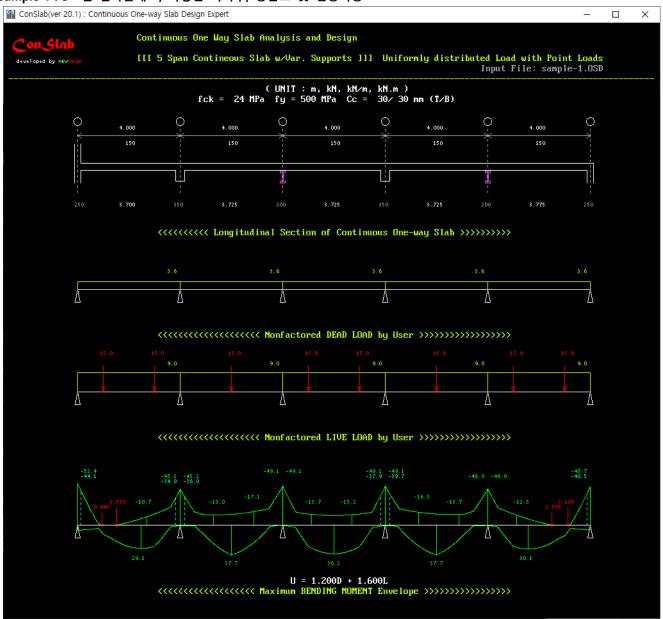
Con Slab 시작 창





Con Slab 출력 화면 1: 입력 자료 및 소요휨강도

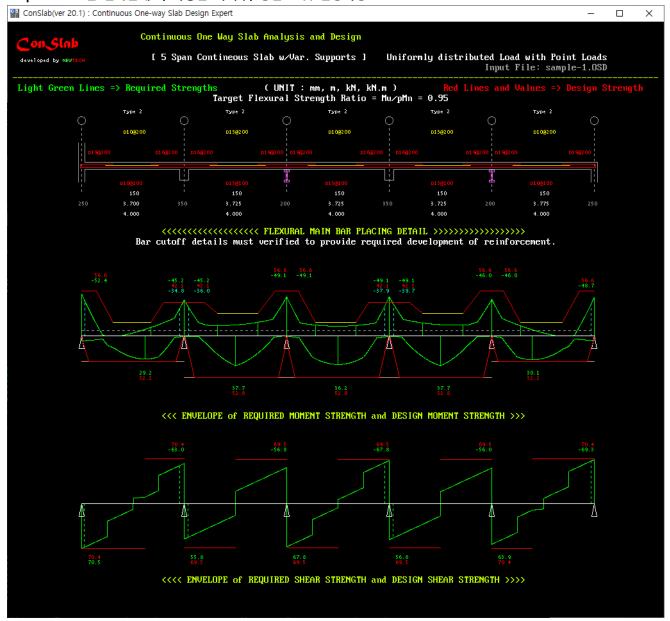
Sample 1:5스팬 연속슬래브, 다양한 지지부, 등분포 및 집중하중



- 1. 연속슬래브의 두께, 경간길이, 지지부 형상(일체화된 콘크리트보, 일체화된 벽, 강재합성보, 핀지지 등을 적용할 수 있음)
- 2. 고정하중 분포(등분포, 집중 하중을 적용할 수 있음)
- 3. 활하중(등분포, 집중 하중) 분포
- 4. 소요휨강도 분포

Con Slab 출력 화면 2: 안전성 설계결과

Sample 1:5스팬 연속슬래브, 다양한 지지부, 등분포 및 집중하중



- 1. 연속슬래브의 두께, 경간길이, 지지부 형상, 휨철근 상세(하부철근, 양단부 상부철근, 중앙부 상부철근)
- 2. 소요휨강도/설계휨강도 분포
- 3. 소요전단강도/설계전단강도 분포

Con Slab 출력 화면 3: 사용성 검토를 위한 휨모멘트와 전단력

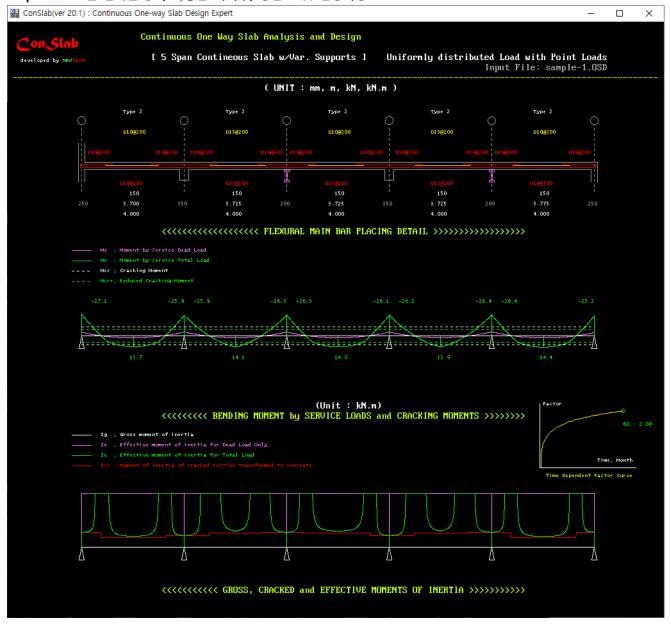
Sample 1:5스팬 연속슬래브, 다양한 지지부, 등분포 및 집중하중



- 1. 연속슬래브의 두께, 경간길이, 지지부 형상, 휨철근 상세(하부철근, 양단부 상부철근, 중앙부 상부철근)
- 2. 사용하중에 의한 휨모멘트 분포(고정하중, 활하중, 총하중)
- 3. 사용하중에 의한 전단력 분포

Con Slab 출력 화면 4: 사용성 검토를 위한 유효2차단면모멘트

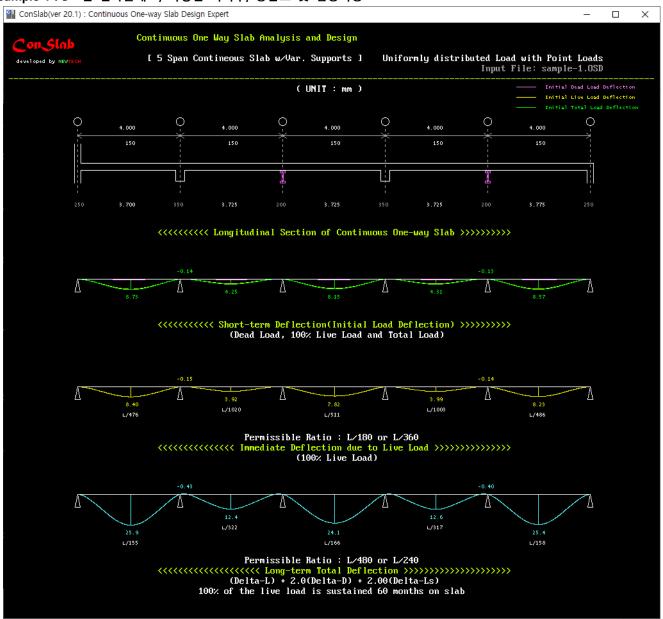
Sample 1:5스팬 연속슬래브, 다양한 지지부, 등분포 및 집중하중



- 1. 연속슬래브의 두께, 경간길이, 지지부 형상, 휨철근 상세(하부철근, 양단부 상부철근, 중앙부 상부철근)
- 2. 사용하중에 의한 휨모멘트 분포(고정하중, 활하중, 총하중), 균열 모멘트, 저감된 균열모멘트
- 3. 단면2차모멘트(비균열 I_{Gr} , 균열 I_{crr} , 고정하중에 대한 I_{eff} , 총하중에 대한 I_{eff})

Con Slab 출력 화면 5 : 처짐에 대한 검토결과

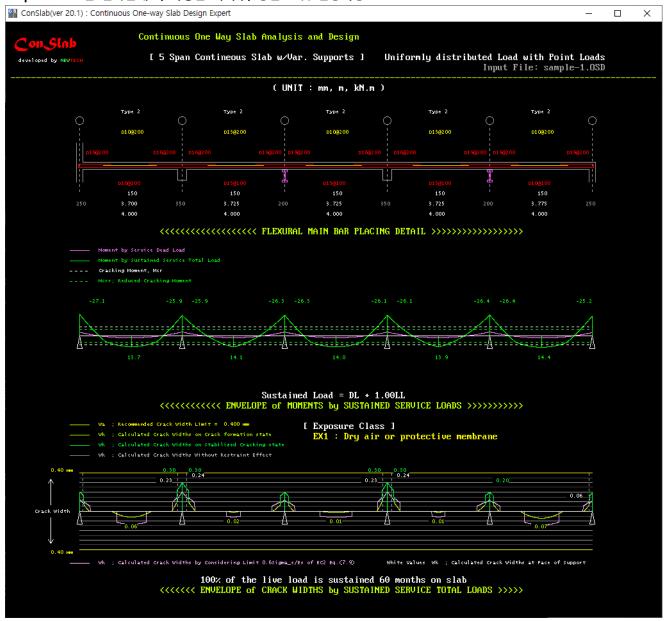
Sample 1:5스팬 연속슬래브, 다양한 지지부, 등분포 및 집중하중



- 1. 연속슬래브의 두께, 경간길이, 지지부 형상
- 2. 각 사용하중(고정하중, 활하중, 총하중)에 의한 초기처짐 분포
- 3. 활하중에 의한 즉시처짐 분포
- 4. 총하중에 의한 장기처짐 분포

Con Slab 출력 화면 6: 균열에 대한 검토결과

Sample 1:5스팬 연속슬래브, 다양한 지지부, 등분포 및 집중하중



- 1. 연속슬래브의 두께, 경간길이, 지지부 형상, 휨철근 상세(하부철근, 양단부 상부철근, 중앙부 상부철근)
- 2. 사용하중에 의한 휨모멘트 분포(고정하중, 활하중, 총하중), 균열 모멘트(구속영향 미고려), 저감된 균열모 멘트(구속영향 고려)
- 3. 지속하중에 의한 균열폭 분포(균열상태를 색깔로 구분), 지지부 면에서의 균열폭(흰색 점선), 허용균열폭 연두색 균열은 균열형성단계 상태, 녹색 균열은 안정화된 균열상태, 분홍색은 EC2의 $\sigma \geq 0.6\sigma_s/E_s$ 인 인 장철근응력상태의 균열폭

ConExpert Developed by NEWTECH and ASSOCIATES

ConBasement의 면내전단강도

ACI 318-19는 다음과 같이 변경되었다.

전단벽의 전단강도