

XReWall Ver 4.0 For Windows !

프로그램 사용자 지침서

2009. 5. 25



씨 이 지 [C E G]

주소 : 경기도 안양시 동안구 관양동 1605번지 한솔센트럴파크2차 1218호

전자우편 : kmson@ceg4u.com 전화번호 : 031 - 383 - 6864

홈페이지 : <http://www.ceg4u.com> 팩스번호 : 031 - 383 - 2566

제 목

1. XReWall 프로그램 일반	1
1.1. XReWall 프로그램 개요	1
1.2. XReWall 프로그램 특징	3
1) 프로젝트 관리 기능	3
2) 사용자 인터페이스 중심	3
3) 작업시간 단축으로 업무효율 증대	4
4) 고객지원 체계	5
1.3. XReWall 프로그램 주요기능	5
가. 해석기준	5
나. 해석 단면 수행 및 관리	5
다. 각 종 데이터베이스 구축	6
라. 다양한 옵션	6
마. 프로젝트 관리기능	6
1.4. XReWall 사용환경	6
1.5. XReWall 제품 고객지원	6
2. XReWall 프로그램 사용법	7
2.1. XReWall 프로그램 시작하기	7
2.2. XReWall 프로그램 프로젝트 생성과 관리	12
2.3. XReWall 프로그램 프로젝트 관리기능	18
2.4. XReWall 프로그램 해석데이터 입력	21
2.4.1. 일반정보	23
가. 해석기준	23
나. 전면판 형상	24

[참고] 보강토옹벽에 사용되는 전면벽체 형상	24
다. 보강토 옹벽 설치 형상	25
1) 단순형옹벽 : Simple Design	26
2) 계단식옹벽 : FHWA : Superimposed / NCMA : Tiered Walls	26
라. 보강재 선택	26
[참고] 금속성과 토목섬유 보강재	27
[참고] 신장성과 비신장성 보강재	27
마. 해석방법 선택	28
[참고] 해석에 사용되는 지진계수(K_h)	28
[참고] 연직가속도계수(K_v) 에 대한 적용에 대한 검토	29
바. 해석단면 기본정보	29
2.4.2 지층구성	30
가. 뒤채움재흙의 물성치	31
[참고] 뒤채움재흙 선정	31
(1) NCMA 설계기준	31
(2) FHWA 설계기준	32
(3) 한국도로공사 설계요령	32
나. 원지반 흙의 물성치	34
다. 기초지반의 물성치	34
[참고] 기초지반 및 원지반흙 선정	34
라. 배수재의 물성치	35
마. 보강재 종류별 깊이에 따른 수평토압계수비(K_r/K_a)	35
2.4.3. 제원	38
가. 전면판 제원 입력	38
나. 기본제원 입력상자	40
[참고] 근입깊이에 대한 설치기준	41
(1) NCMA 설계기준	41
(2) FHWA 설계기준	42
다. 등분포하중	43
라. 계단식 옹벽	43
1) NCMA 방법	44
2) FHWA 방법	45
[참고] 상부옹벽의 근입깊이 적용	47
[참고] FHWA 설계기준에서 계단식 보강토옹벽	47
2.4.4 보강재(NCMA:신장성보강재)	48

가. 보강재 길이 설정	49
나. 보강재 간격 설정	49
다. 보강재 자동 배치 설정	50
라. 보강재 제원 입력	52
마. 일반사항	52
바. 보강재 제원	53
사. 보강재 제원의 안전율 적용방법	53
[참고] 보강재의 인장강도 결정(NCMA 설계편람)	54
(1) A - Method : 허용인장강도	54
(2) B-Method : 장기설계강도	55
아. 블록과 보강재의 연결강도 및 전단강도	56
[참고] 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 연결강도	56
[참고] 콘크리트 블록간(또는 블록+보강재+블록) 전단강도	57
[참고] NCMA설계편람에 의한 설계정수 산정 실험방법	57
(1) SRWU-1 : 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 결합강도 측정시험 ...	57
(2) SRWU-2 : 콘크리트블록간의 전단강도 결정측정시험	58
자. 흙과 보강재의 상호관계	60
[참고] 흙과 보강재의 상호관계 권장값	60
2.4.5 보강재(FHWA:신장성보강재-Geosynthetic)	60
가. 보강재 길이 설정	62
나. 보강재 간격 설정	62
다. 보강재 제원 입력	63
라. 일반사항	63
마. 보강재 제원	64
바. 보강재 제원의 안전율 적용방법	64
[참고] 토목섬유 보강재의 설계 인장강도	65
[참고] 보강재 인장강도 명칭에 대한 참고사항	67
사. 블록과 보강재의 연결강도	68
[참고] 연결부 강도 평가	68
아. 흙과 보강재의 상호관계	69
[참고] 흙과 보강재의 상호관계 권장값(적용면적비 : $R_c = 1.0$ 일 경우)	69
2.4.6 보강재(FHWA:신장성보강재-Polymer Strips)	70
가. 보강재 제원 입력	70
나. 일반사항	70
다. 보강재 제원	71
라. 보강재 제원의 안전율 적용방법	71

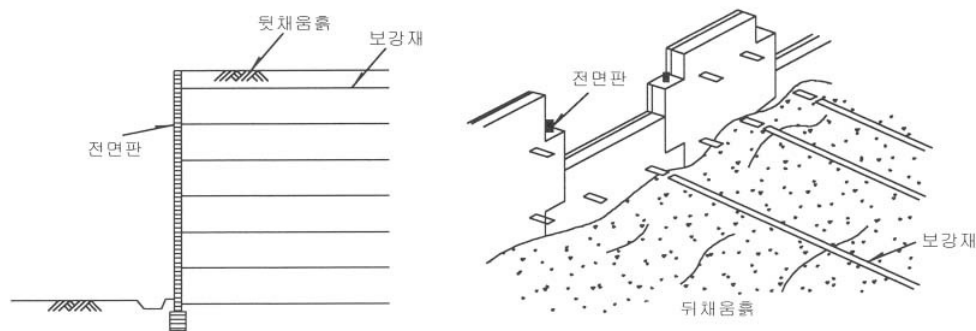
마. 흙과 보강재의 상호관계	72
바. 보강재 끝단의 수동저항부에 대한 입력	73
사. 보강재 DB 설정	73
2.4.7 보강재(FHWA:비신장성보강재)	76
가. 보강재 길이 설정	77
나. 보강재 간격 설정	77
다. 보강재 제원 입력	78
라. 일반사항	78
마. 보강재 제원 적용방법	79
[참고] 금속성 보강재의 장기설계인장강도	80
[참고] 적용면적비(Rc)	80
바. 전면판과 보강재의 연결강도 및 전단강도	81
사. 흙과 보강재의 상호관계	81
[참고] 흙과 보강재의 상호관계(,, 값 권장값, FHWA)	82
아. 보강재 DB 설정	83
2.4.8. 작용하중	85
[참고] 작용하중에 대한 해석법(FHWA,1999)	86
가. Strip Load : 선하중 또는 분포하중	88
나. Isolated Load : 대상하중	89
2.4.9. 기준안전율	91
2.4.10. 해석단면 관리	92
가. 해석단면 추가 방법	92
나. 해석단면 수정방법	93
다. 해석단면 삭제 방법	95
라. 해석단면도 보기 및 관리방법	97
2.5. 환경 설정	102
가. 지지력 계산방법	102
[참고] 보강토옹벽 지지력 파괴유형(FHWA, 1999)	103
나. 해석입출력 단위	103
다. 해석결과 출력 사용자 정의	104
라. 법면모양 그리기	104
마. 적용하중 위치 지정 방법	104

바. 해석입출력 단위	104
2.6. 프로젝트 파일 관리	105
가. 새로운 작업	105
나. 불러오기	105
다. 저장하기	105
라. 새이름으로...	105
마. 종료	105
2.7. 전면판데이터베이스	106
가. 기본 절차	106
나. 전면판데이터베이스 사용방법	108
2.8. 보강제데이터베이스(신장정보강제)	110
가. 사용자DB등록	110
나. 전체 DB 관리	114
3. XReWall 프로그램 참고문헌	117

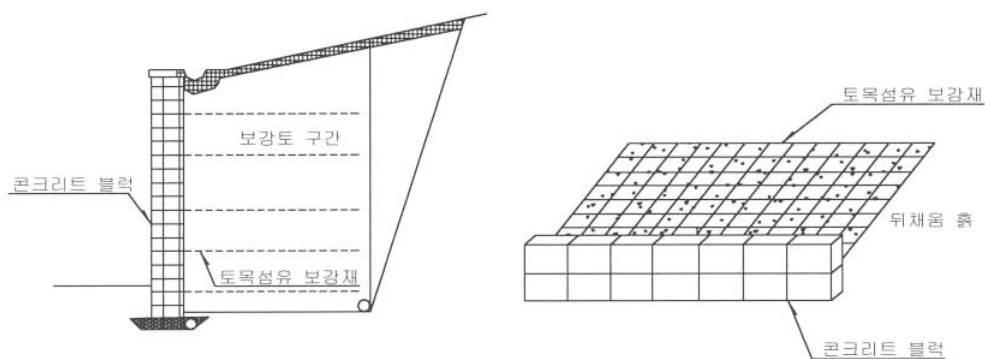
1. XReWall 프로그램 일반

1.1. XReWall 프로그램 개요

보강재료를 이용하여 보강된 보강토옹벽은 인장에 약한 흙을 개량하여 적합한 건설재료로 만드는 개념을 이용하는 것 중의 하나로서 흙에 다른 재료를 접목시킨 보강토방식으로 오래전부터 건설공사에 이용되어 왔다. 따라서, 보강토옹벽은 흙 속에 다른 재료를 넣어 보강하는 개념으로 사질토의 뒤채움에 마찰저항력으로 토압을 분담하기 위하여 이형강봉이나 알루미늄 띠, 스테인레스 강, 플라스틱, 합성섬유 및 여러 종류의 토목섬유 등을 수평으로 설치하여 보강하는 공법이다. 이러한 보강토개념의 이론은 프랑스의 건축가 Henri Vidal(1966)에 의해 정립되어 보강토공법이라고 명명되기 시작하였으며 시공의 간편성, 신속성, 성토체의 품질확보, 유연한 구조체, 간단한 기초처리 및 경제성 등 많은 장점이 대두되어 옹벽, 교대 및 도로 등의 여러 구조물의 공사에 적용되어 그 사용빈도가 증가되었다.



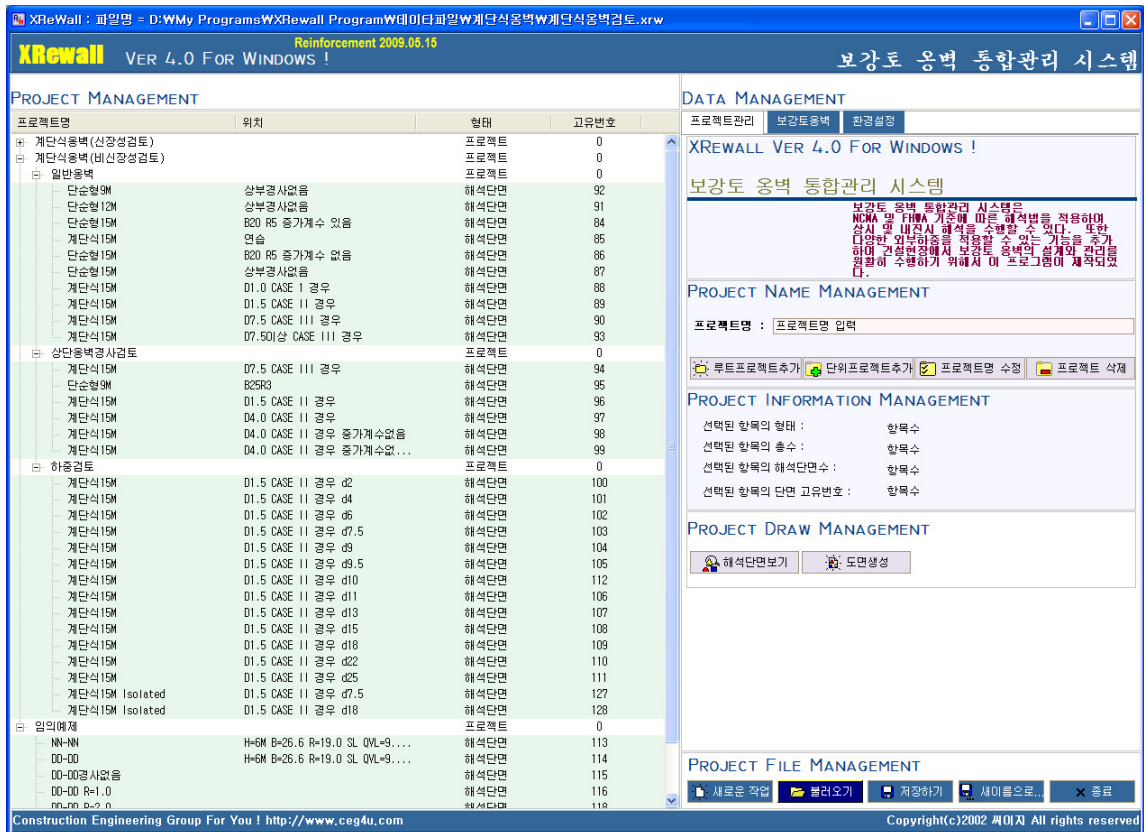
(a) 패널식 보강토옹벽



(b) 블록식 보강토옹벽

[그림] 보강토 옹벽의 구조(도로설계편람, 2002)

보강토옹벽의 전면 벽체 형식은 패널식과 블록식이 국내에서는 주류를 이루고 있으며, 패널식 보강토옹벽에는 스트립형태의 보강재가 주로 사용되고, 블록식 보강토옹벽에서는 지오그리드가 사용되고 있다. 또한 보강토옹벽은 보강재로서 띠형 강판을 사용하는 강재 보강토옹벽과 지오그리드, 지오텍스타일, 합성섬유띠 등을 사용하는 토목섬유 보강토 옹벽으로 구분할 수 있다.



[그림] XReWall 메인화면

이러한 보강토옹벽을 효과적으로 분석하여 현장에 적용하기 위하여 보강토옹벽의 외적안정 및 내적 안정 뿐만 아니라 블록식 보강토옹벽이 가지고 있는 벌징, 연결강도 등의 국부안정에 대한 특성을 잘 반영해 주는 NCMA 설계기준과 블록식 뿐만 아니라 패널식과 같은 다양한 전면판과 옹벽, 교대 및 도로 등 다양한 구조물형상과 하중조건을 고려할 수 있는 FHWA 설계기준에 따라 XReWall 보강토옹벽 통합관리 프로그램이 개발되었습니다.

이 사용자 지침서에서 XReWall 보강토옹벽 통합관리 프로그램의 구성내용 및 각 입력요소에 대한 처리방법과 각 종 설계기준에서 제시한 내용에 대해 살펴보기로 하겠습니다.

보강토옹벽의 외적, 내적 및 국부안정해석을 XReWall 보강토옹벽 통합관리 시스템을 이용하여 간단하고 정확하게 수행하고 차후 유지관리 및 참고자료로서의 해석데이터를 프로젝트 관리기능을 통하여 계층적으로 편리하게 보존할 수 있게 되어 있으며 전면판데이터베이스 및 보강재데이터베이스를 통하여 반복적인 업무를 최대한 생략할 수 있게 되어 있습니다.

XReWall 보강토옹벽 통합관리 시스템은 개발자 중심의 프로그램이 아닌 사용자 중심의 프로그램으로 개발되어 각 종 기본적인 특성을 변경할 수 있게 되어 있어 개발자가 아닌 사용자가 임의로 모든 해석조건, 해석단면도의 형태를 변경, 추가 할 수 있도록 고안되어 추후 발생하는 문제에 최대한으로 대처할 수 있도록 되어 있습니다.

1.2. XReWall 프로그램 특징

XReWall 보강토옹벽 통합관리 프로그램은 기존의 해석방법인 상용프로그램, 엑셀을 이용한 방법에서 발생하는 보강토옹벽의 해석 및 관리의 문제점을 보완하는 것과 보강토옹벽 해석 후 발생하는 이차적인 작업을 줄이는데 중점을 두고 개발되었습니다.

XReWall 보강토옹벽 통합관리 프로그램의 주요한 특징은 다음과 같습니다.

- 가. 프로젝트 관리 기능
- 나. 사용자 인터페이스 중심
- 다. 작업시간 단축으로 업무효율 증대
- 라. 고객지원체계

1) 프로젝트 관리 기능

단순한 개별적인 해석단면이나 단일 현장에 대한 자료관리가 아닌 발주처별, 지역별, 현장별, 다수의 사용자의 자료를 통합하여 관리할 수 있는 형태로 윈도우즈 환경의 탐색기에서 쉽게 볼 수 있는 계층적 트리구조로 개발된 프로젝트 관리 도구를 이용하여 개개의 자료를 통합하여 복사, 이동, 생성 할 수 있습니다.

이 프로젝트 관리 도구를 이용하면 각 조건에 만족하는 데이터를 통합하여 관리할 수 있어 업무의 효율과 공학적인 문제해결을 위한 자료 제공에 있어서 많은 이점을 제공합니다.

PROJECT MANAGEMENT			
프로젝트명	위치	상태	
내진검중예제		프로젝트	
[+] 디자인예뉴얼예제 검증 : 3.0 ...		프로젝트	
[-] NDMALH진설계 검증 : 3.0 검증 OK			
CASE 1	12M 수직 수평	해석단면	
CASE 2	12M 수직 5 수평	해석단면	
CASE 3	12M 수직 0 수평 20	해석단면	
CASE 3 Block W=0.2	12M 수직 0 수평 20	해석단면	
CASE 4	12M 수직 0 수평 20	해석단면	
CASE 5	12M 수직 5 수평 20	해석단면	
CASE 5 Block W=0.2	12M 수직 5 수평 20	해석단면	
CASE 6	12M 수직 0 수평 20(R2M)	해석단면	
CASE 7	12M 수직 0 수평 20(R2M)	해석단면	
CASE 8	12M 수직 5 수평 20(R2M)	해석단면	
CASE 9	12M 수직 5 수평 20(R5M)	해석단면	
CASE 10	12M 수직 5 수평 10(R4.031M)	해석단면	
[-] FHIALH진설계 검증		프로젝트	
[-] 도면 그리기 검토		프로젝트	
DCASE 1		해석단면	
DCASE 2		해석단면	
DCASE 3		해석단면	
DCASE 4		해석단면	
SCASE3-30-9-1	보정검토	해석단면	
CASE 3	12M 수직 0 수평 20	해석단면	
[-] 강재통보강토옹벽		프로젝트	
[-] 2단옹벽검토		프로젝트	
TYPE 1 0-0-0	OK	해석단면	
TYPE 1 0-0-0	10M 1단검토 OK	해석단면	
TYPE 1 0-0-0	통분포 하중재하 OK	해석단면	
TYPE 1 0-0-0	스트립 100 하중재하 OK	해석단면	
TYPE 1 0-0-0	스트립 200 하중재하 OK	해석단면	
TYPE 1 0-0-0 0.5M	2단옹벽	해석단면	
TYPE 1 0-0-0	OK	해석단면	
TYPE 1 0-0-0 0.5M	2단옹벽	해석단면	

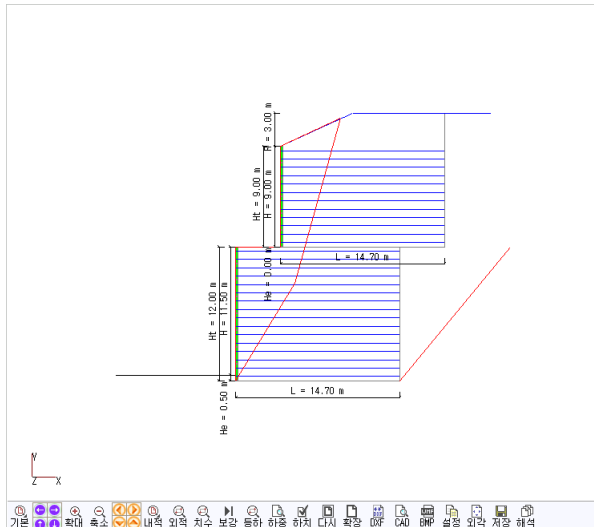
[그림] 프로젝트 관리

2) 사용자 인터페이스 중심

사용자가 최대한 프로그램을 편하게 사용할 수 있도록 직관적인 구조와 인터페이스를 강화하여 입력내용이나 불필요한 마우스의 움직임을 최소한으로 줄여 프로젝트 작성시간을 최소화 할 수 있도록 하였으며 또한 기 작업한 기본 환경요소를 반복적으로 사용할 수 있도록 사용자 중심의 데이터베이스를 구축할 수 있는 시스템으로 개발되었습니다.

입력과 동시에 입력된 내용을 확인하고 수정할 수 있는 인터페이스를 보유하고 있어 제원 입력 작업과 해석을 편리하게 할 수 있도록 되어 있습니다.

또한 업무의 중복과 데이터관리로 발생하는 업무효율저하와 추가적인 비용을 절감하기 위하여 개발자 중심이 아닌 사용자 중심의 해석 및 관리로 누구나 간단한 규칙만 숙지하면 입력된 내용에 대해서 신속하고 정확하게 해석을 수행할 수 있으며 이에 따른 추가적인 시간과 비용이 발생하지 않습니다.



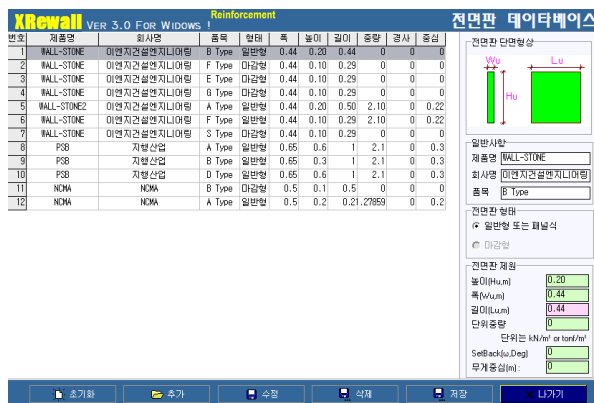
[그림] 실시간 단면생성

3) 작업시간 단축으로 업무효율 증대

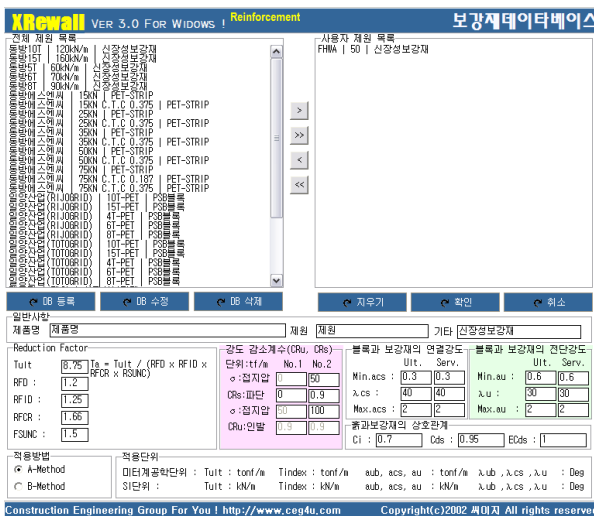
프로젝트 관리창과 데이터입력창의 상호 연동을 통하여 생성된 모든 해석데이터를 간단한 마우스 컨트롤을 통하여 이동, 복사, 단면생성이 가능하며 모든 운영체제가 윈도우 환경으로 사용자에게 적합한 환경을 제시합니다.

또한 모든 입력 데이터와 출력물은 자동으로 디렉토리를 생성하여 입력 및 출력데이터를 손쉽게 관리할 수 있도록 하며 특히 생성되는 출력물의 파일명도 자동으로 생성하여 해석단면명으로 모든 것을 파악할 수 있는 구조로 되어 있어 사용자의 작업시간을 크게 단축시킬 수 있습니다.

자주 사용하는 옵션이나 양식 등을 저장하여 새로운 해석단면 작성 시 이 저장된 내용을 이용하여 작업을 수행할 수 있어 한번 수행한 작업을 반복적으로 수행하는 업무가 발생하지 않도록 사용자 위주의 기능을 강화하여 업무효율을 증대시킬 수 있도록 개발되었습니다.



[그림] 전면판 데이터베이스



[그림] 보강재 데이터베이스

4) 고객지원 체계

XReWall 보강토옹벽 통합 관리 프로그램의 고객지원은 토목 전문 사이트 [건설엔지니어링그룹 : <http://www.ceg4u.com>]를 통하여 다양한 형식의 고객지원을 수행합니다.

단순한 보강토 옹벽해석에만 고객지원하는 체계가 아닌 해석을 통하여 이루어지는 각 종 공학적인 문제를 해결할 수 있는 고객지원이 될 수 있도록 되어 있습니다.

1.3. XReWall 프로그램 주요기능

XReWall 보강토 통합 관리 프로그램의 주요기능을 요약하여 정리하고 세부적인 기능을 설명드리면 다음과 같습니다.

가. 해석기준

1) NCMA 설계기준 : National Concrete Masonry Association, 미국

- NCMA 설계기준에 따른 외적안정, 내적안정 및 국부안정 해석 수행
- 하중조건 : 외부하중에 대한 FHWA 설계기준을 도입하여 NCMA 설계기준에 미비한 하중 조건 반영
- 전 면 판 : 블록식
- 보 강 재 : 신장성 보강재
- 설치형상 : 단순형, 계단식 옹벽
- 해석방법 : 정적해석, 유사정적해석

2) FHWA 설계기준 : Federal Highway Administration, 미국

- FHWA 설계기준에 따른 외적안정 및 내적안정 해석 수행
- 하중조건 : 등분포하중, 분포하중, 대상하중 등 하중조건 반영
- 전 면 판 : 블록식 및 패널식
- 보 강 재 : 신장성 및 비신장성 보강재
- 설치형상 : 단순형, 계단식 옹벽
- 해석방법 : 정적해석, 유사정적해석

나. 해석 단면 수행 및 관리

- 1) 각 단면에 대한 사용자에게 의한 수동해석 기능
- 2) 프로젝트별 가장 적합한 해석을 수행하는 자동해석 기능(NCMA 설계기준에 적용)
- 3) 해석단면 DXF, BMF 출력

다. 각 종 데이터베이스 구축

- 1) 전면판 데이터베이스 지원
- 2) 보강재 데이터베이스 지원

라. 다양한 옵션

- 1) 해석입출력 미터계 공학단위 및 SI단위를 선택 지정 가능
- 2) 해석결과에 대한 최적값을 출력하여 비교 가능
- 3) 실시간 생성된 단면 그리기 옵션 기능

마. 프로젝트 관리기능

- 1) 발주처별, 현장별 등 계층별 구조로 데이터 관리 기능
- 2) 각 프로젝트별 저장, 불러오기 가능
- 3) 각 해석단면 이동, 복사, 삭제 관리 기능

상기에서 요약 설명한 XReWall 보강토옹벽 통합관리 프로그램의 주요기능에 대한 자세한 내용은 다음장 XReWall 프로그램 사용법 설명에서 살펴보기로 하겠습니다.

1.4. XReWall 사 용 환 경

- 1) 개발언어 : Delphi 5.0, Delphi 2007
- 2) 개발운영체제 : Windows 2000 professional, Windows XP
- 3) 개발 그래픽 해상도 : 1280 X 1024
- 4) 사용가능 운영체제 : Windows 호환운영체제(NT, 2000, XP, Vista)
- 5) 사용가능 그래픽 해상도 : 최소 1028 X 768 이상, 권장 1280 X 1024

1.5. XReWall 제 품 고 객 지 원

- 1) 회 사 명 : 씨이지
- 2) 담 당 자 : 기술지원팀 팀장 손규만
- 3) 전화번호 : 031-383-6864
- 4) 팩스번호 : 031-383-2566
- 5) 전자우편 : kmson@ceg4u.com
- 6) 홈페이지 : <http://www.ceg4u.com>
- 7) 주 소 : 경기도 안양시 동안구 관양동 1605번지 한솔센트럴파크2 1218호

2. XReWall 프로그램 사용법

2.1. XReWall 프로그램 시작하기

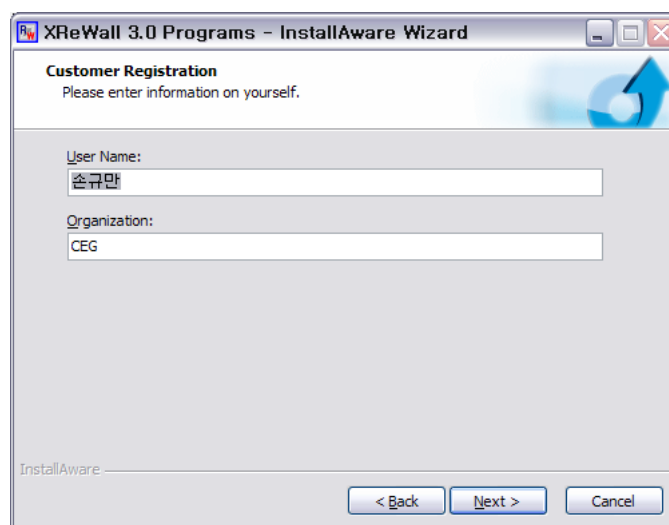
프로그램 판매 시 제공되는 CD에서 설치파일을 실행시키면 다음과 같은 설치화면이 생성된다.

- 1) 설치 초기화면 : 설치시 Next 버튼 클릭, 취소시 Cancel 버튼 클릭



[그림] 설치 초기화면

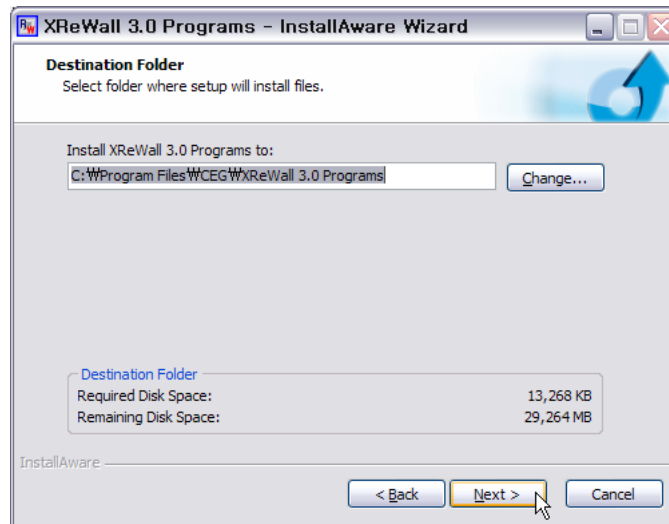
- 2) 사용자명과 회사정보 입력 : 계속 진행시 Next 버튼 클릭, 취소시 Cancel 버튼 클릭



[그림] 사용자명과 회사정보 입력

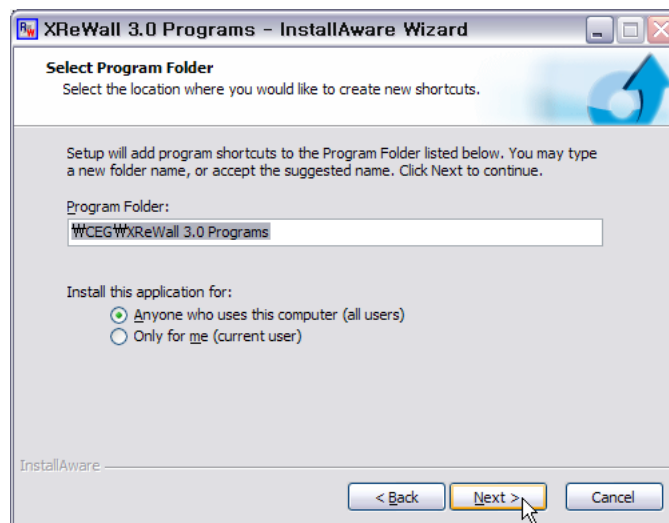
3) 설치 디렉토리 설정 입력 : 계속 진행시 Next 버튼 클릭, 취소시 Cancel 버튼 클릭

설치 디렉토리 변경시에는 Change 버튼을 클릭한 후 설치 디렉토리를 지정한다.



[그림] 설치 디렉토리 설정

4) 프로그램 사용자 지정 : 계속 진행시 Next 버튼 클릭, 취소시 Cancel 버튼 클릭



[그림] 프로그램 사용자 지정

5) 설치 진행여부 확인 : 계속 진행시 Next 버튼 클릭, 취소시 Cancel 버튼 클릭

이전에 설정한 값을 변경하고자 하면 Back 버튼 클릭한 후 수정



[그림] 설치 진행여부 확인

6) 설치 진행 사항 : 취소시 Cancel 버튼 클릭



[그림] 설치 진행

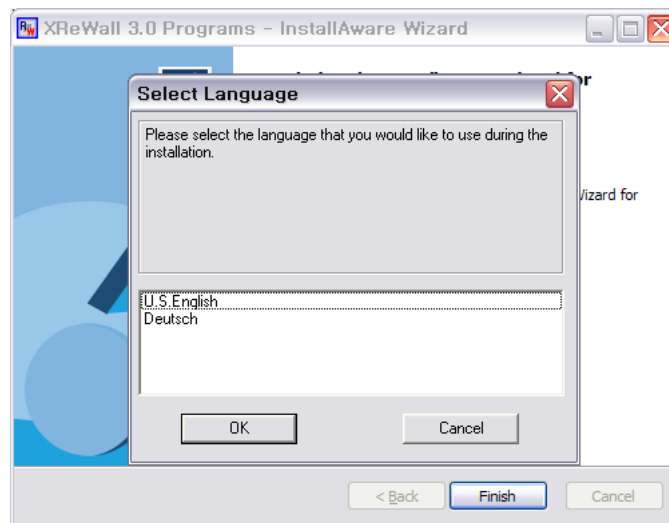
7) 설치 완료화면



[그림] 설치 완료화면

8) 하드락 설치 진행 : U.S. English 선택

참고로 기존에 하드락을 설치하였으면 Cancel 버튼 클릭



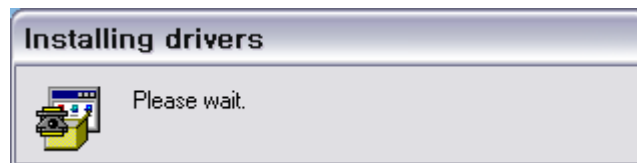
[그림] 설치 언어 선택(U.S.English 선택)

9) 하드락 설치 여부 확인 : 계속 진행시 Next 버튼 클릭, 취소시 Cancel 버튼 클릭



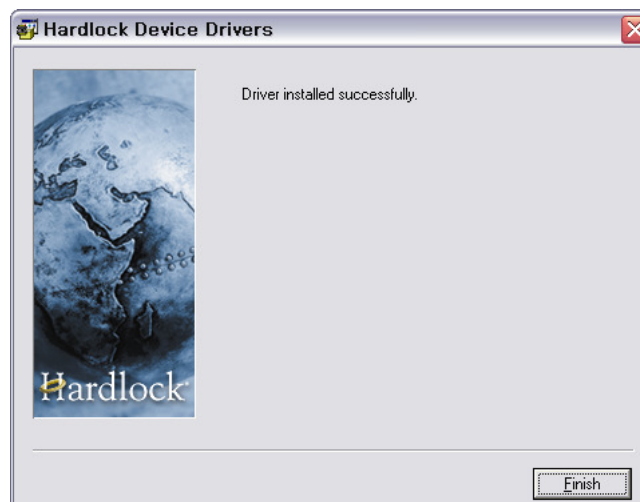
[그림] 설치 여부 확인

10) 설치 진행사항



[그림] 설치 진행사항

11) 설치 완료화면



[그림] 설치 완료화면

2.2. XReWall 프로그램 프로젝트 생성과 관리

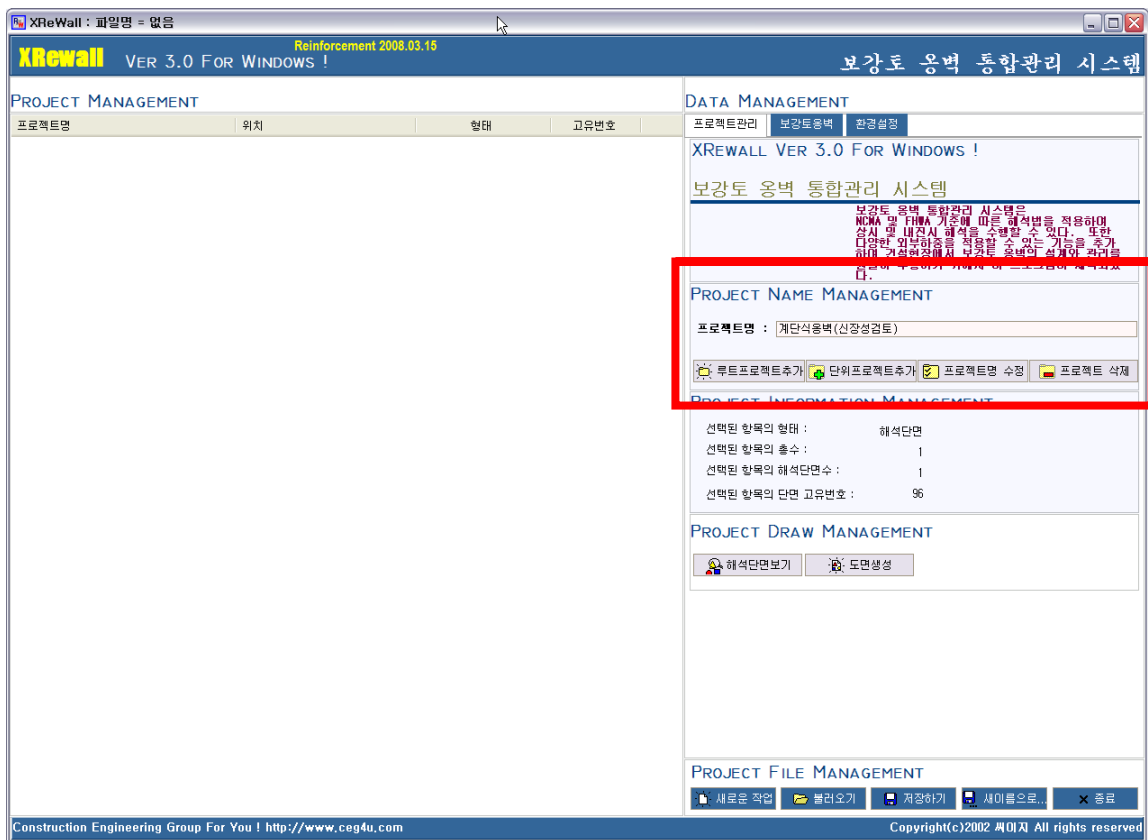
XReWall 보강토옹벽 통합 관리 프로그램에서 가장 강력한 기능을 가지고 있는 기능 중의 하나가 프로젝트 관리기능입니다. 각종 입력 데이터를 프로젝트 단위별로 계층구조로 생성하여 복사, 이동이 가능하며 Windows 환경에 익숙한 사용자라면 쉽게 프로젝트를 관리할 수 있을 것으로 판단됩니다.

모든 기능은 Windows 의 탐색기 기능과 유사합니다. 이동시는 마우스 드래그로 복사를 할 경우에는 Ctrl + 마우스 드래그로 가능합니다.

프로젝트 관리 기능을 이용할 경우 동일한 이름을 가진 보강토옹벽 해석단면이라도 개별적으로 판단하여 수정, 삭제가 자동적으로 이루어질 수 있도록 개발(고유번호 부여)되어 있으므로 사용자는 보강 토옹벽 생성 시 동일한 보강토옹벽 해석단면이 발생할 경우 임의로 구분자를 입력하실 필요가 없습니다.

지금부터 XReWall 프로그램을 이용하여 보강토옹벽을 신속하고 원활하게 해석을 수행하기 위한 기초 작업에 대해서 설명하겠습니다. XReWall 프로그램이 정상적으로 실행되었으면 먼저 새로운 해석단면을 작성하기 위해서 가장 기본이 되는 프로젝트[루트프로젝트]를 생성합니다.

프로젝트명을 관리하는 창은 아래의 그림에서 보는바와 같이 [PROJECT NAME MANAGEMENT] 입력창에서 이루어집니다.



[그림] XReWall 실행 초기화면

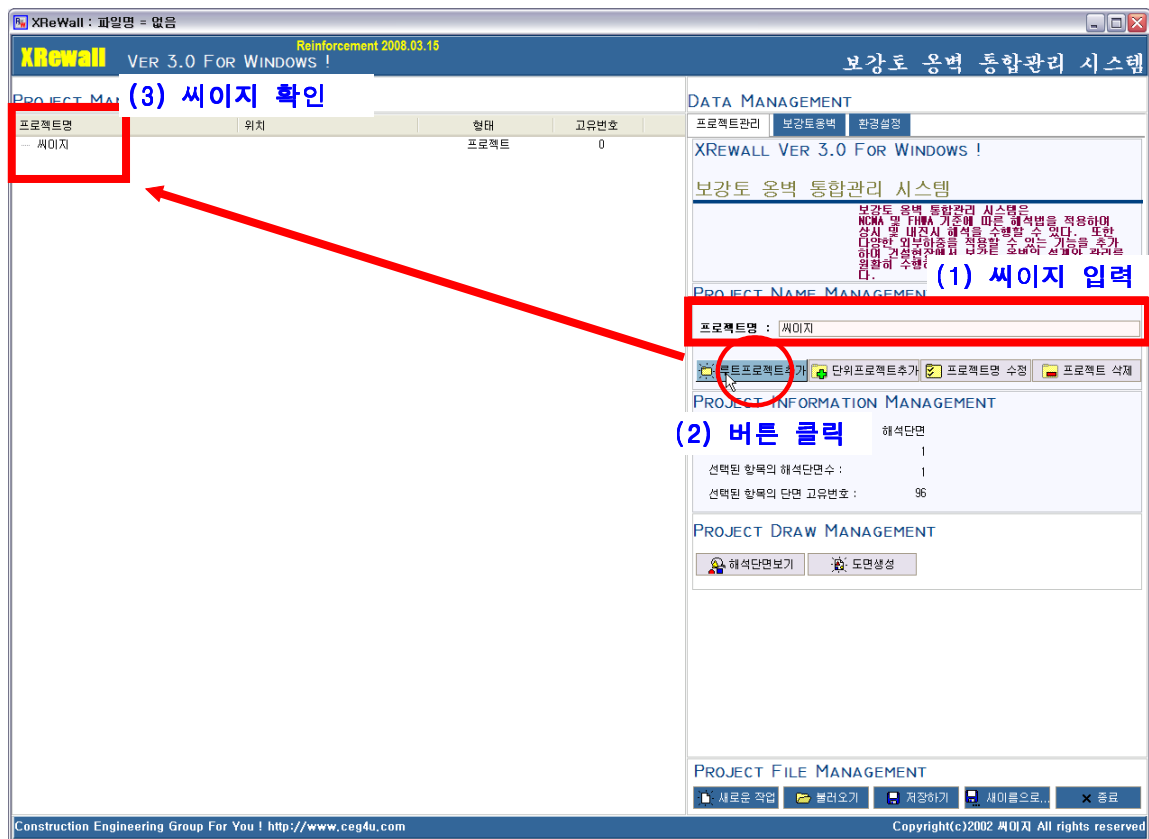
프로젝트생성관리에서 입력 작업을 수행하는 입력창은 아래와 같습니다. 여기서 루트프로젝트추가 / 단위프로젝트추가 / 프로젝트명 수정 / 프로젝트 삭제 절차를 설명하겠습니다.

[그림] 프로젝트명 관리 창

프로젝트명 : 프로젝트명 입력 <- 이 부분을 원하는 내용으로 변경합니다.

프로젝트명 : 씨이지 <- 여기에서는 씨이지로 변경하였습니다.

프로젝트명 입력 후 “루트프로젝트추가” 버튼으로 이동한 후 클릭하시면 아래의 그림에서와 같이 좌측 프로젝트 관리창에 “씨이지” 이라는 새로운 프로젝트가 추가된 것을 볼 수 있습니다.



[그림] 루트프로젝트 추가 결과 화면

루트프로젝트 생성으로 XReWall의 해석단면 작성 및 실행, 도면 생성 등 모든 작업을 수행할 수 있습니다. 그러나 프로젝트 관리기능을 효율적으로 이용하기 위해서 단위프로젝트를 추가하여 차후 해석단면 관리 및 프로젝트 관리를 원활하게 수행할 수 있도록 단위 프로젝트를 생성하는 방법을 알아보

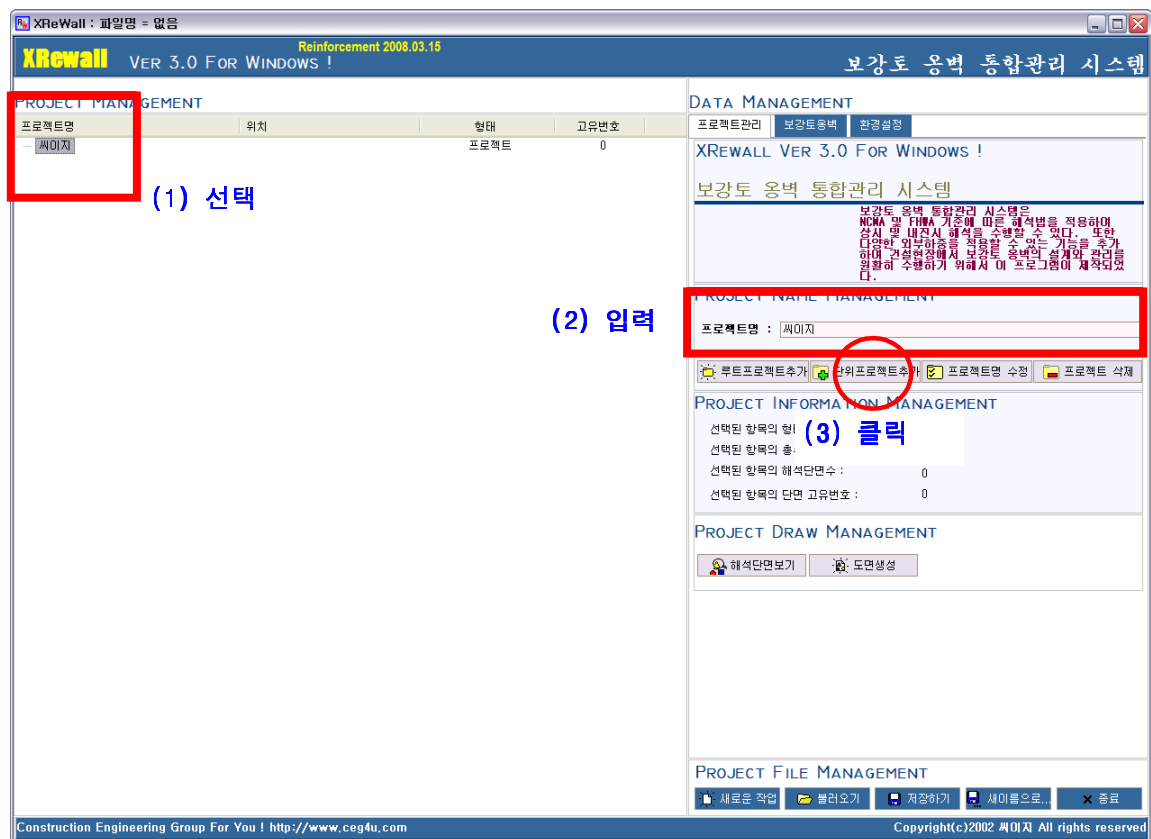
겠습니다.

“씨이지”이라는 루트프로젝트 아래에

- 대구-부산간 고속도로 현장
- 대전-진주간 고속도로 현장
- 파주 아파트 현장

과 같이 “씨이지”에 관련된 사용자의 현장을 단위프로젝트로 추가하겠습니다.

추가 방법은 먼저 아래의 그림과 같이 추가할 프로젝트 상위 노드를 선택합니다.



[그림] 프로젝트 생성관리

다음 프로젝트명 입력상자에 원하는 내용을 입력하시고 아래와 같이 반복 수행합니다.

프로젝트명 : 대구-부산간 고속도로 현장 입력

단위프로젝트버튼 클릭

프로젝트명 : 대전-진주간 고속도로 현장 입력

단위프로젝트버튼 클릭

프로젝트명 : 파주 아파트 현장 입력

단위프로젝트버튼 클릭

PROJECT NAME MANAGEMENT

프로젝트명 : 파주 아파트 현장

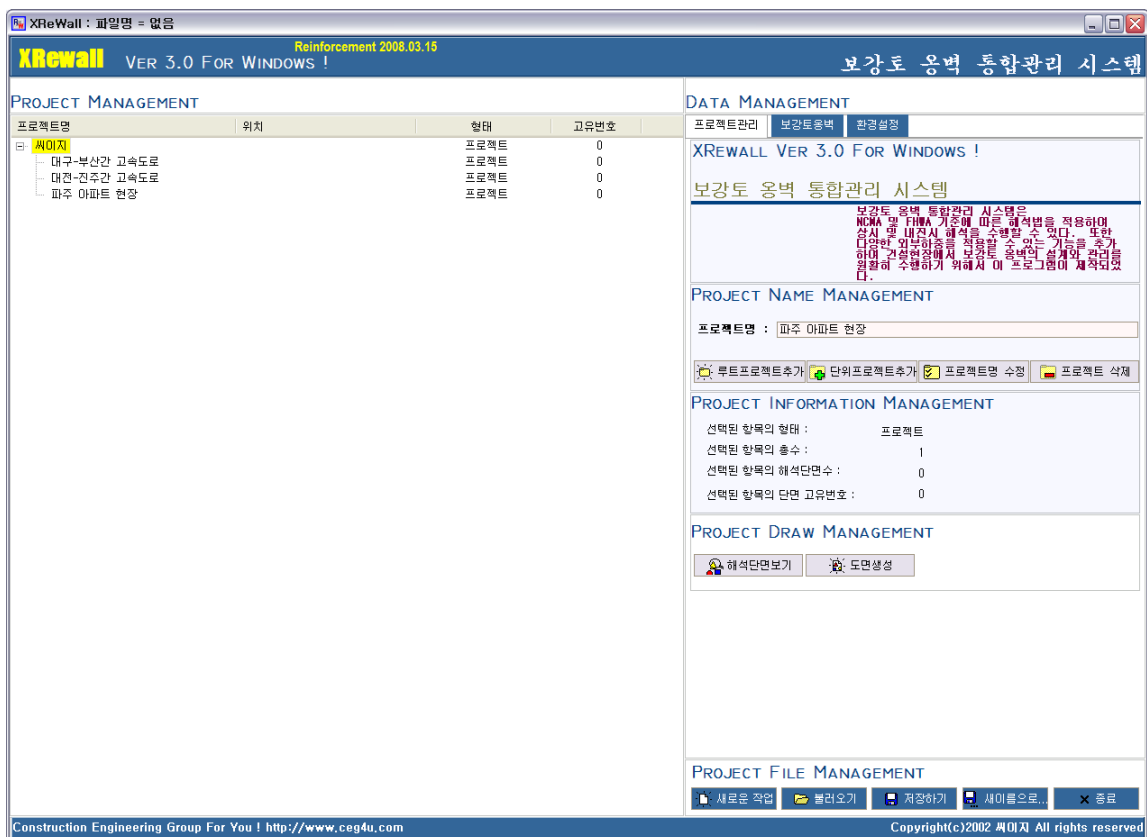
루트프로젝트추가 단위프로젝트추가 프로젝트명 수정 프로젝트 삭제

[그림] 단위프로젝트 추가

위의 작업을 수행한 결과 아래와 같습니다.

프로젝트명	위치	형태	고유번호
❏ 씨이지		프로젝트	0
대구-부산간 고속도로		프로젝트	0
대전-진주간 고속도로		프로젝트	0
파주 아파트 현장		프로젝트	0

[그림] 단위프로젝트 추가 결과 화면

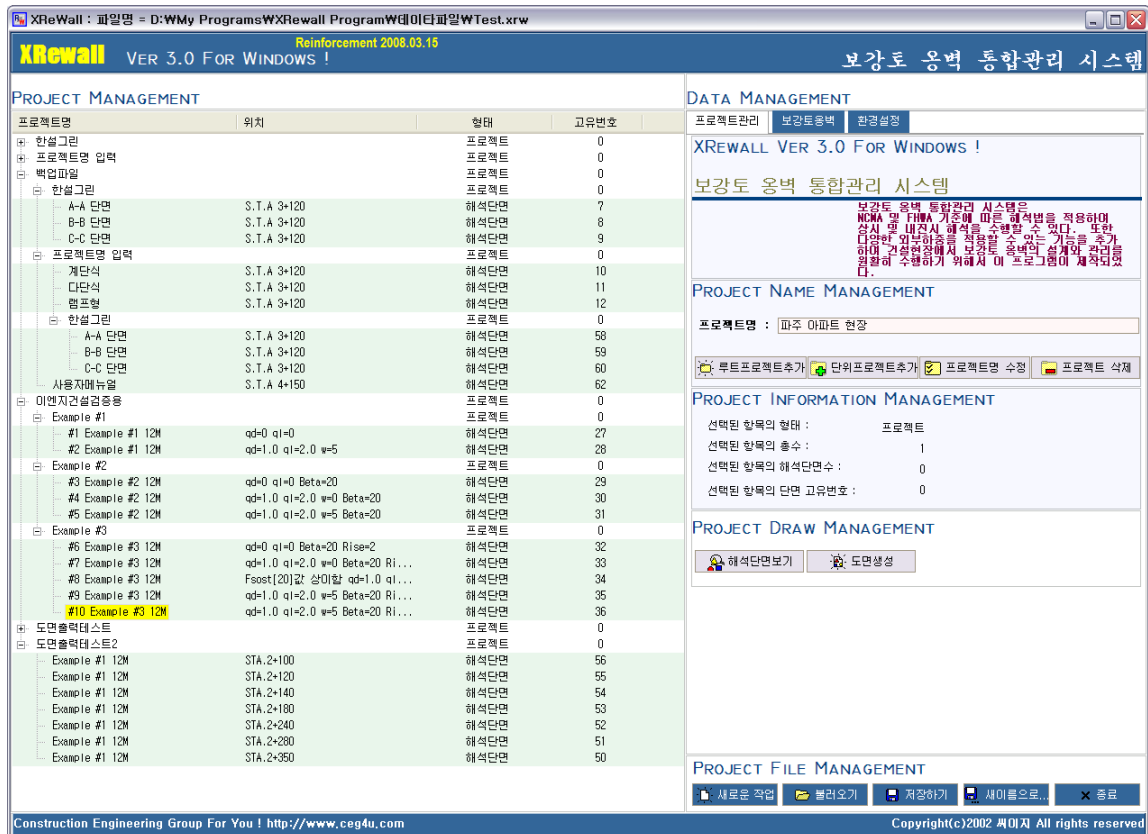


[그림] 지금까지 프로젝트를 생성한 화면

위의 내용을 반복 수행하여 원하는 프로젝트를 생성합니다.

참고로 이 프로젝트 관리 기능을 사용하지 않을 경우에는 단위프로젝트를 생성하지 않고 보강토옹벽 입력 작업을 수행해도 됩니다.

아래의 그림은 지금까지 프로젝트 생성관리 기능으로 몇 가지 단위프로젝트를 추가한 결과 나타낸 것입니다.



[그림] 프로젝트 관리 결과예제

다음은 프로젝트를 수정하고 삭제하는 과정을 설명하겠습니다.

- 1) 프로젝트 수정과 삭제를 위해서는 먼저 수정, 삭제하고자 하는 해당 프로젝트 노드를 먼저 선택합니다.

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그린		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그린		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8

2) 다음 아래의 그림과 같이 프로젝트수정, 삭제 버튼을 이용하여 해당 작업을 수행하시면 됩니다.

PROJECT NAME MANAGEMENT

프로젝트명 : 프로젝트명 입력

루트프로젝트추가 단위프로젝트추가 프로젝트명 수정 프로젝트 삭제

PROJECT NAME MANAGEMENT

프로젝트명 : 프로젝트명 수정

루트프로젝트추가 단위프로젝트추가 프로젝트명 수정 프로젝트 삭제

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그린		프로젝트	0
프로젝트명 수정		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그린		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8

[그림] 프로젝트명 수정 버튼

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그린		프로젝트	0
프로젝트명 수정		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그린		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7

PROJECT NAME MANAGEMENT

프로젝트명 : 프로젝트명 수정

루트프로젝트추가 단위프로젝트추가 프로젝트명 수정 프로젝트 삭제

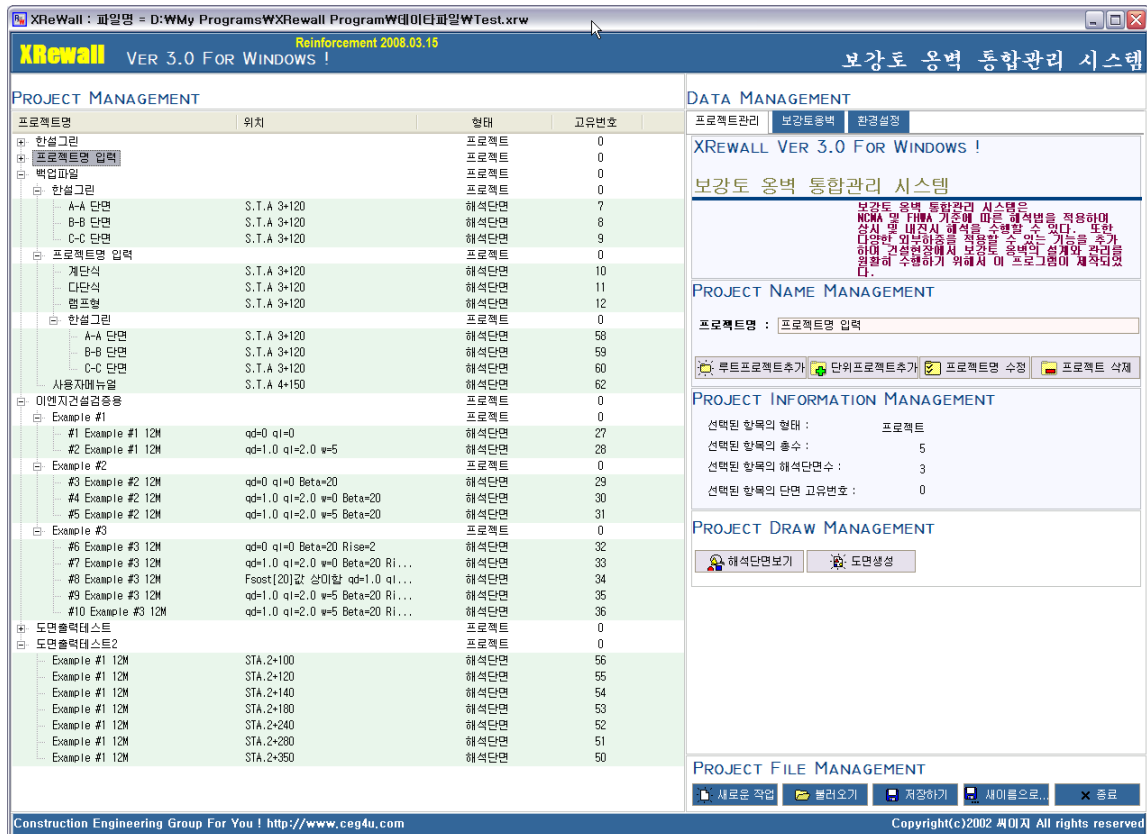
프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그린		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그린		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8

[그림] 프로젝트명 삭제 버튼

지금까지 프로젝트관리에서 가장 기본적인 추가, 수정, 삭제에 대한 내용을 설명하였습니다.

2.3. XReWall 프로그램 프로젝트 관리 기능

XReWall 보강토옹벽 통합관리 프로그램의 프로젝트 관리기능은 프로젝트 기본 노드인 프로젝트, 해석단면을 간단한 마우스 컨트롤로 이동하고 복사하고 방법에 대해서 설명하겠습니다.



[그림] XReWall 메인화면

위의 XReWall 메인 화면에서 보는 바와 같이 프로젝트관리기능은 좌측에 있는 프로젝트관리창 [PROJECT NAME MANAGEMENT]에서 이루어집니다. 모든 작업은 윈도우즈환경에서 탐색기를 사용하는 방법과 유사한 방법으로 진행됩니다.

사용자의 편의를 돕기 위하여 간단하게 요약하여 설명하면 이동과 복사를 원하는 노드를 선택하고 마우스 버튼을 누른 상태에서 원하는 위치로 이동하여 마우스 버튼을 해제하시면 됩니다. 이 경우가 노드를 이동하는 경우이고 위의 작업시 Ctrl 키를 누른 상태에서 작업을 하시면 복사가 진행됩니다.

아래의 그림들은 이동과 복사가 이루어지는 과정을 나타낸 것입니다.

참고하시기 바랍니다.

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그림		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그림		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8
C-C 단면	S.T.A 3+120	해석단면	9
프로젝트명 입력		프로젝트	0
계단식	S.T.A 3+120	해석단면	10
다단식	S.T.A 3+120	해석단면	11
램프형	S.T.A 3+120	해석단면	12
이엔지건설검증용		프로젝트	0
도면출력테스트		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	42
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	43
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	44
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	45
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	46
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	47
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	48
도면출력테스트2		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	56
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	55
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	54
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	53
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	52
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	51
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	50

[그림] 이동할 노드를 선택

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그림		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그림		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8
C-C 단면	S.T.A 3+120	해석단면	9
프로젝트명 입력		프로젝트	0
계단식	S.T.A 3+120	해석단면	10
다단식	S.T.A 3+120	해석단면	11
램프형	S.T.A 3+120	해석단면	12
이엔지건설검증용		프로젝트	0
도면출력테스트		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	42
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	43
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	44
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	45
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	46
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	47
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	48
도면출력테스트2		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	56
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	55
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	54
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	53
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	52
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	51
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	50

[그림] 목적지로 드래그 앤 드롭

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그림		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
계단식	S.T.A 3+120	해석단면	10
다단식	S.T.A 3+120	해석단면	11
램프형	S.T.A 3+120	해석단면	12
한설그림		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8
C-C 단면	S.T.A 3+120	해석단면	9
이엔지건설검증용		프로젝트	0
도면출력테스트		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	42
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	43
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	44
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	45
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	46
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	47
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	48
도면출력테스트2		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	56
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	55
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	54
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	53
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	52
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	51
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	50

[그림] 이동된 결과

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그림		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그림		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8
C-C 단면	S.T.A 3+120	해석단면	9
프로젝트명 입력		프로젝트	0
계단식	S.T.A 3+120	해석단면	10
다단식	S.T.A 3+120	해석단면	11
램프형	S.T.A 3+120	해석단면	12
이엔지건설검증용		프로젝트	0
도면출력테스트		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	42
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	43
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	44
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	45
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	46
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	47
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	48
도면출력테스트2		프로젝트	0
Example #1 12M	STA.2+100	해석단면	56
Example #1 12M	STA.2+120	해석단면	55
Example #1 12M	STA.2+140	해석단면	54
Example #1 12M	STA.2+180	해석단면	53
Example #1 12M	STA.2+240	해석단면	52
Example #1 12M	STA.2+280	해석단면	51
Example #1 12M	STA.2+350	해석단면	50

[그림] 복사할 노드 선택

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그린		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그린		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8
C-C 단면	S.T.A 3+120	해석단면	9
프로젝트명 입력		프로젝트	0
계단식	S.T.A 3+120	해석단면	10
다단식	S.T.A 3+120	해석단면	11
램프형	S.T.A 3+120	해석단면	12
이엔지건설검중용		프로젝트	0
도면출력테스트		프로젝트	0
Example #1 12M	STA. 2+100	해석단면	42
Example #1 12M	STA. 2+120	해석단면	43
Example #1 12M	STA. 2+140	해석단면	44
Example #1 12M	STA. 2+180	해석단면	45
Example #1 12M	STA. 2+240	해석단면	46
Example #1 12M	STA. 2+280	해석단면	47
Example #1 12M	STA. 2+350	해석단면	48
도면출력테스트2		프로젝트	0
Example #1 12M	STA. 2+100	해석단면	56
Example #1 12M	STA. 2+120	해석단면	55
Example #1 12M	STA. 2+140	해석단면	54
Example #1 12M	STA. 2+180	해석단면	53
Example #1 12M	STA. 2+240	해석단면	52
Example #1 12M	STA. 2+280	해석단면	51
Example #1 12M	STA. 2+350	해석단면	50

프로젝트명	위치	형태	고유번호
한설그린		프로젝트	0
프로젝트명 입력		프로젝트	0
백업파일		프로젝트	0
한설그린		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	7
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	8
C-C 단면	S.T.A 3+120	해석단면	9
프로젝트명 입력		프로젝트	0
계단식	S.T.A 3+120	해석단면	10
다단식	S.T.A 3+120	해석단면	11
램프형	S.T.A 3+120	해석단면	12
한설그린		프로젝트	0
A-A 단면	S.T.A 3+120	해석단면	58
B-B 단면	S.T.A 3+120	해석단면	59
C-C 단면	S.T.A 3+120	해석단면	60
이엔지건설검중용		프로젝트	0
도면출력테스트		프로젝트	0
Example #1 12M	STA. 2+100	해석단면	42
Example #1 12M	STA. 2+120	해석단면	43
Example #1 12M	STA. 2+140	해석단면	44
Example #1 12M	STA. 2+180	해석단면	45
Example #1 12M	STA. 2+240	해석단면	46
Example #1 12M	STA. 2+280	해석단면	47
Example #1 12M	STA. 2+350	해석단면	48
도면출력테스트2		프로젝트	0
Example #1 12M	STA. 2+100	해석단면	56
Example #1 12M	STA. 2+120	해석단면	55
Example #1 12M	STA. 2+140	해석단면	54
Example #1 12M	STA. 2+180	해석단면	53
Example #1 12M	STA. 2+240	해석단면	52
Example #1 12M	STA. 2+280	해석단면	51
Example #1 12M	STA. 2+350	해석단면	50

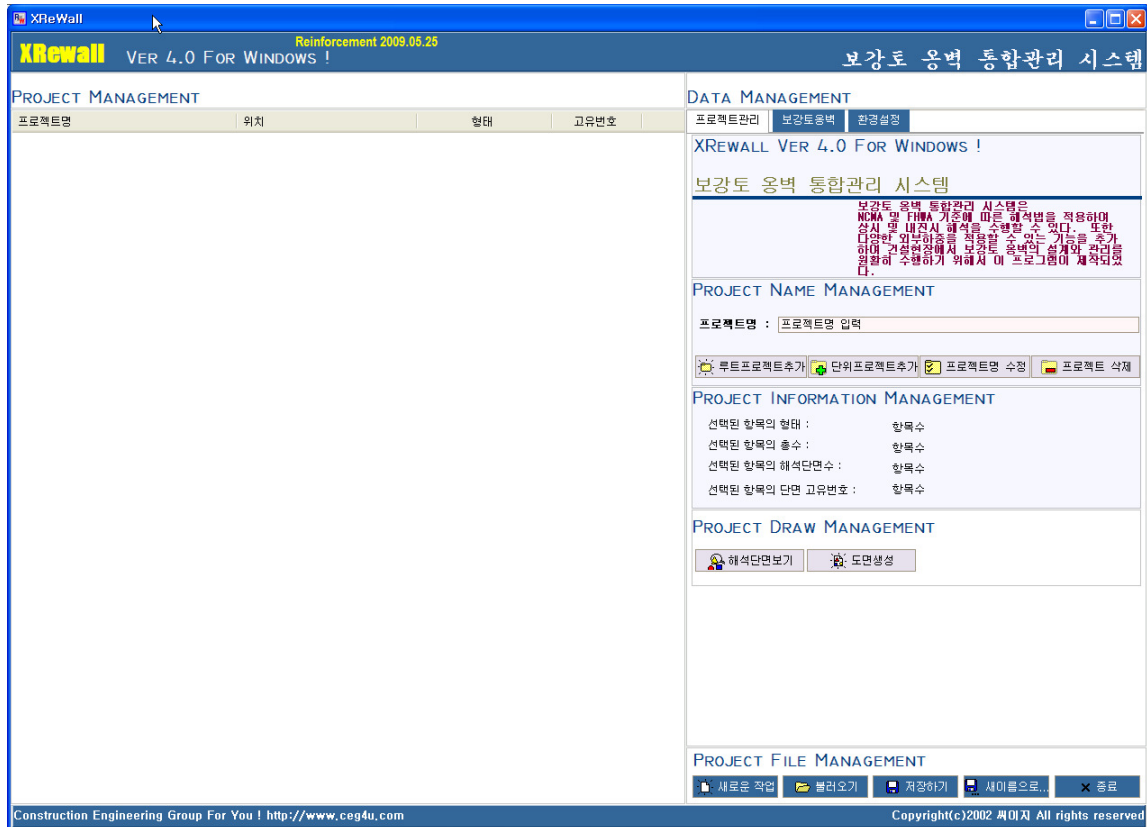
[그림] Ctrl 키를 누른 상태에서 드래그 앤 드롭

[그림] 복사된 결과

지금까지 생성된 각 아이টে를 복사하고 이동하는 기능에 대해서 알아보았습니다. 다음 장에는 실제 보강토 웅벽의 데이터를 입력하는 절차에 대해 설명하겠습니다.

2.4. XReWall 프로그램 해석데이터 입력

XReWall에서 보강토 옹벽 해석을 위해서 가장 먼저 아래의 그림과 같이 해당 해석단면의 상위 프로젝트 노드를 선택한다. 그 다음 **[보강토옹벽]** 탭을 클릭하여 각 종 입력상자에 해석단면의 제원을 입력한다. 각 종 입력상자에 대한 입력방법과 특성은 다음과 같다.



[그림] 해석단면을 생성할 상위 프로젝트 선택

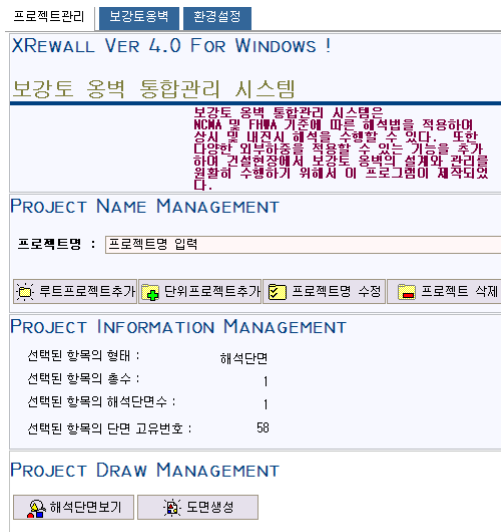
[참고] 해석을 위한 사전 준비사항

(1) 해석단면을 생성하기 위해 사전에 준비하여야 할 사항

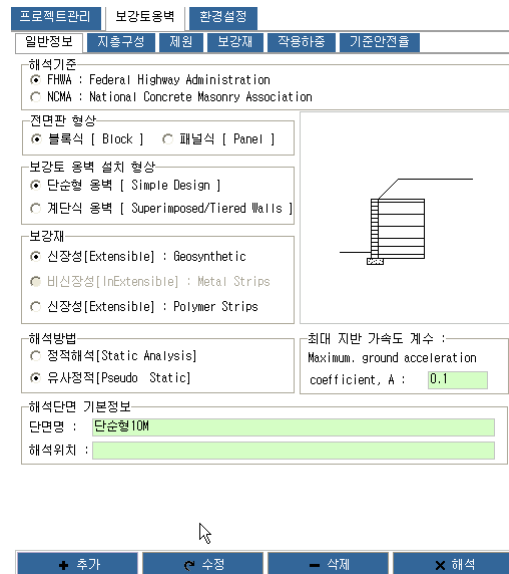
- ① 보강토 옹벽의 형상 : 높이 또는 지반고와 계획고
- ② 전면판의 제원 : 높이, 폭, 중량 등
- ③ 보강재의 제원 : 인장강도, 전단특성 등
- ④ 지층구성

(2) ① 과 ④ 항목은 설계자나 사용자가 직접 검토

(3) ② 와 ③ 항목은 블록, 보강재 제작회사에서 기본적으로 제공함



[그림] 보강토옹벽 탭 선택



[그림] 보강토옹벽 입력상자

보강토옹벽에 대한 해석을 수행하기 위해서는 아래의 그림과 같이 일반정보, 지층구성, 제원, 보강재, 작용하중, 기준안전율을 입력하여야 하며 입력방법은 각 탭별로 자세하게 설명하겠습니다.



[그림] 해석수행을 위한 입력 탭

- 1) 일반정보 : 해석기준, 전면판 형상, 보강토 옹벽 설치 형상, 보강재 선택, 해석방법, 해석단면 기본정보 등을 입력
- 2) 지층구성 : 뒤채움재, 원지반, 기초지반, 배수재에 대한 각 지반의 전단강도 및 깊이에 따른 보강재 종류별 수평토압계수비(K_r/K_a)를 입력
- 3) 제 원 : 전면판의 크기, 옹벽 형상의 기본적인 제원(설치높이, 근입깊이, 법면기울기 등), 등분포하중
- 4) 보 강 재 : 설치 보강재의 위치 및 길이, 보강재의 제원과 연결강도, 전단강도 등 각종 특성, 해석 수행을 위한 수동 및 자동배치 설정 등
- 5) 작용하중 : 보강토체 상부에 작용하는 등분포하중을 제외한 외부하중(선하중, 분포하중, 대상하중 등)이 작용할 경우 입력
- 6) 기준안전율 : 해석에 필요한 기준안전율 및 설계기준을 입력

2.4.1. 일반 정보

[그림] 일반정보 화면

일반정보의 입력내용에 대한 자세한 설명을 다음과 같다.

가. 해석기준

XReWall에서 수행하는 해석 기준은 현재 블록식 보강토옹벽의 안정해석에 있어 특성을 잘 반영하고 있는 미국의 NCMA(National Concrete Masonry Association, 이하에서는 NCMA라 함) 기준과 패널식 등 다양한 전면판과 신장성뿐만 아니라 비신장성 보강재의 해석이 가능하며 옹벽, 교대 및 도로 등 다양한 구조물형상과 상재하중 조건을 고려할 수 있는 FHWA(U.S.Department of Transportation Federal Highway Administration, 이하에서는 FHWA라 함) 기준을 적용하며 NCMA 설계기준에서는 상재하중 조건을 보안하기 위하여 NCMA 설계기준에서 반영하고 있지 않는 외부하중은 FHWA 설계기준을 적용하였다.

참고, 가능한 하중적용은 각 해석기준에서 기본적으로 제공하는 조건에 대해서 해석을 수행하는 것을 권장함.

나. 전면판 형상

전면판 형상

☐ 블록식 [Block] ☒ 패널식 [Panel]

XReWall에서는 NCMA 설계기준에서는 전면판의 형상은 블록식만 선택가능하다. FHWA 설계기준을 적용할 경우에는 블록식과 패널식 형태의 전면판도 적용할 수 있다.

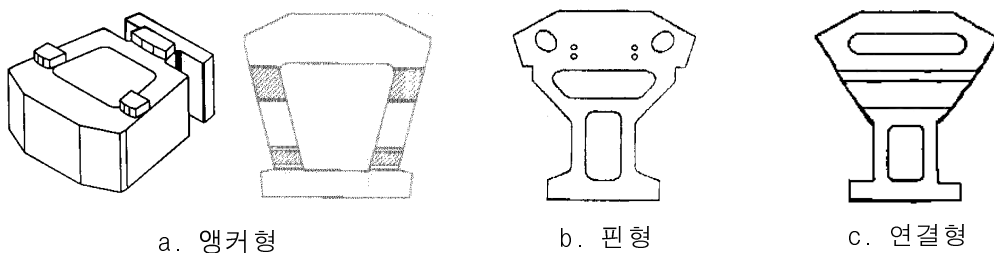
블록식의 경우 NCMA 설계기준에서는 전면벽체에 대한 보강재와의 연결강도 및 전단강도 등을 고려하여 벌징, 연결강도, 전단강도 등 블록과 블록 및 블록과 보강재에 대한 다양한 요소를 고려하여 해석을 수행하는 반면에 FHWA 설계기준에서는 블록과 블록간의 벌징에 대한 부분은 고려하지 않고 있다. 따라서, FHWA 설계기준 적용시에는 보강재의 설치 간격에 주의를 요한다.

[참고] 보강토옹벽에 사용되는 전면벽체 형상

보강토옹벽에서 전면벽체는 보강재의 고정, 토체의 국부적인 이완(분리 또는 침식)을 방지하는 역할을 하며, 설계시에는 일반적으로 전면벽체의 효과를 고려하지 않고 있다. 또한 전면벽체는 보강토옹벽에서 외부에 노출된 유일한 구성요소이므로, 전체적인 미관에 큰 영향을 미친다. 따라서 구조물의 외관 및 중요도 등을 고려하여 적절한 전면벽체의 형태를 선정하여야 한다.

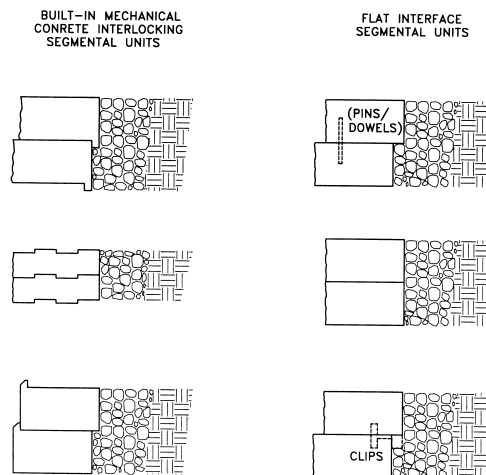
보강토옹벽에 사용되는 일반적인 전면벽체의 종류에는 콘크리트 패널형, 콘크리트 블록형, 포장형 등이 있다.

- (1) 패널형 : 십자형, 직사각형, 정사각형, 다이아몬드형, 육변형 등 다양한 형태가 사용되고 있으며 최소두께는 14cm 정도이고, 패널간 수직연결은 보통 전단핀(Shear pin)을 사용하고 있다. 조립식 콘크리트 패널은 주로 띠형 보강재와 같이 사용되고 있다. 이 형태는 기초처리에 주의하면 시공이 용이하여 경관이 좋은 벽면을 구축하는 것이 가능하나, 연직설치가 불가피하여 시공중 패널이 돌출되면 해체 후 재시공해야하므로 높은 옹벽의 시공시에는 상당한 주의가 필요하다.



[그림] 다양한 형태의 블록식 보강토옹벽용 전면블록 형태

- (2) 블록형 : 보강토옹벽에 사용하기 위해 특수하게 설계하여 만든 비교적 작은 콘크리트 블록(보통 15~50kg 정도 중량)으로 길이 20~40cm X 폭 20~60cm X 높이 10~20cm 정도의 크기를 갖고 있다. 일반적으로 이 형태는 블록내에 코아(core)를 갖고 있으며, 시공중에 코아 내부는 쇠석이나 자갈 등으로 채워진다. 일반적으로 코아면적이 크면 상부로부터 전달되는 수직응력에 대하여 콘크리트 단면이 부족할 수 있으므로 옹벽높이에 따라 적절한 블록형태를 선택해야 한다. 블록간 수직연결은 보통 전단핀이나 전단키(shear key)를 사용하고 있다. 조립식 콘크리트 블록은 주로 지오그리드 보강재와 같이 사용되고 있다. 이 형태는 다른 전면벽에 비해 강성이 커서 변형이 작으며, 경관이 좋은 벽면을 구축하는 것이 가능하다.



[그림] 블록식옹벽의 전단보강 결합방법

- (3) 포장형 : 소정 두께의 다짐흙을 토목섬유 보강재로 둘러싸는 형태로 반복 시공하여 보강토옹벽을 축조하며 토목섬유가 전면에 노출되기 때문에 자외선이나 동물, 화재 등에 따른 손상위험이 있으므로 식생이나 슛크리트, 현장타설 콘크리트 등으로 전면벽을 형성한다.

다. 보강토 옹벽 설치 형상

XReWall 에서는 현재 보강토의 설치 형상에서는 단순형옹벽(Simple Design)과 계단식옹벽(FHWA : Super imposed or NCMA : Tiered Walls)을 지원합니다.

단순형옹벽과 계단식옹벽에 대한 보강토 옹벽 설치 형상에 대한 내용은 아래의 그림과 같습니다.

보강토 옹벽 설치 형상

- ☒ 단순형 옹벽 [Simple Design]
☐ 계단식 옹벽 [Superimposed/Tiered Walls]

보강토 옹벽 설치 형상

- ☐ 단순형 옹벽 [Simple Design]
☒ 계단식 옹벽 [Superimposed/Tiered Walls]



[그림] 보강토 옹벽 설치 형상

1) 단순형옹벽 : Simple Design

전면블록과 보강토체 그리고 상부 법면으로 이루어진 일반적인 형상

2) 계단식옹벽 : FHWA : Supermposed / NCMA : Tiered Walls

단순형옹벽의 상부 법면에 또 다른 단순형옹벽이 설치되는 형상으로 NCMA 설계기준의 경우에는 상부 보강토옹벽의 경우는 단순형 옹벽으로 해석을 수행합니다. 그러나 하부 보강토옹벽의 경우에는 상부 보강토옹벽의 영향을 반영하여 NCMA 설계기준에서 제시하는 적용방법에 의해서 하부 보강토옹벽 계산 수행시 상부 보강토의 영향을 보강토옹벽간의 이격거리에 따라 하중으로 환산하여 적용합니다.

여기서 주의해야 할 점은 NCMA 설계기준에서 제시하고 있는 조건 중 상부 보강토옹벽은 하부 보강토옹벽 보다 설치높이가 낮아야 한다는 것입니다. 차후 제원 입력 시 주의해서 적용하시기 바랍니다.

반면에 FHWA 설계기준에서는 상단과 하단 보강토옹벽을 하나의 구조물(해석단면)로 보고 동시에 해석을 수행합니다.

라. 보강재 선택

보강재	보강재
<input checked="" type="radio"/> 신장성[Extensible] : Geosynthetic	<input type="radio"/> 신장성[Extensible] : Geosynthetic
<input type="radio"/> 비신장성[InExtensible] : Metal Strips	<input checked="" type="radio"/> 비신장성[InExtensible] : Metal Strips
<input type="radio"/> 신장성[Extensible] : Polymer Strips	<input type="radio"/> 신장성[Extensible] : Polymer Strips

보강토옹벽에서 사용하는 다양한 종류의 보강재는 재질에 따라 크게 금속성(metallic) 보강재와 토목섬유(geosynthetics) 보강재로 구분할 수 있고, 형상에 따라서는 띠형(Strip) 보강재와 포설형 보강재로 구분할 수 있다.

[참고] 금속성과 토목섬유 보강재

(1) 금속성 보강재 : Metallic Reinforcement

금속성 보강재는 보통 도금된 강재로 만들어지며 띠형, 그리드형 또는 앵커형 등이 활용되고 있다. 최초의 보강토옹벽은 일정한 폭을 가진 평철판을 보강재로 사용하였으나, 흙과 보강재 사이의 결속력을 높이기 위하여 돌기를 둔 형태의 띠형 보강재로 발전하여 현재까지 사용되고 있다.

(2) 토목섬유 보강재 : Geosynthetics Reinforcement

토목섬유 보강재는 보통 폴리에스터(PET)나 고밀도 폴리에틸렌(HDPE, high density polyethylene)를 이용하여 시이트(sheet)형, 그리드(grid)형 또는 띠(strip)형으로 만들어지며, 지오그리드와 띠형 섬유보강재가 대표적이다.

[참고] 신장성과 비신장성 보강재

(1) 신장성 보강재 : Extensible Reinforcement

- FHWA 설계기준

보강재 파단시 발생하는 보강재의 변형율(Deformation)이 보강재를 설치한 보강토체의 변형율보다 크거나 유사한 경우

- BS 8006, 1995

보강재에 설계하중이 가해지는 경우 보강재의 전체수직변형율(total axial strain) 1%를 초과하는 상태에서 지지되는 성질을 가지는 보강재

(2) 비신장성 보강재 : Inextensible Reinforcement

- FHWA 설계기준

보강재 파단시 발생하는 보강재의 변형율(Deformation)이 보강재를 설치한 보강토체의 변형율보다 극히 작은 경우

- BS 8006, 1995

보강재에 설계하중이 가해지는 경우 보강재의 전체수직변형율(total axial strain) 1%이하인 상태에서 지지되는 성질을 가지는 보강재

마. 해석방법 선택

해석방법 <input checked="" type="radio"/> 정적해석[Static Analysis] <input type="radio"/> 유사정적[Pseudo Static]	최대 지반 가속도 계수 : Maximum. ground acceleration coefficient, A : <input type="text" value="0.3"/>
---	---

국내의 수평지반가속도계수 각 지역마다 적절하게 선택하여 사용하여야 한다. 예를 들어 500년 주기를 고려하였을 경우에 A는 강원도, 전라남도, 제주도는 0.07을 사용하고 기타지역은 0.11~0.14의 가속도계수를 사용한다.

[참고] 해석에 사용되는 지진계수(Kh)

실제 해석에 사용되는 지진계수(Kh)값은 FHWA, NCMA 설계기준이 외적안정계산 시 다르게 산출된다. 적용방법에 대한 내용은 아래의 내용과 같다.

(1) FHWA 설계기준

- 최대수평지반가속도계수 : $A(\max) = a(h, \max) / g$
- $a(h, \max)$: 최대수평지반가속도
- g : 중력가속도
- 외적안정에 사용되는 지진계수 $kh(\text{ext}) = (1.45-A) \times A$
- 내적안정에 사용되는 지진계수 $kh(\text{int}) = (1.45-A) \times A$

(2) NCMA 설계기준

- 최대수평지반가속도계수 : $A(\max) = a(h, \max) / g$
- $a(h, \max)$: 최대수평지반가속도
- g : 중력가속도
- 외적안정에 사용되는 지진계수 $kh(\text{ext}) = A/2$
- 내적안정에 사용되는 지진계수 $kh(\text{int}) = (1.45-A) \times A$

비교적 큰 지진($A \geq 0.29$)일 경우에는 지진시에 대한 해석결과가 안전율을 만족한다 할지라도 보강토옹벽에 심각한 수평 및 수직변형이 발생할 수 있으므로 이러한 사항이 우려되는 지역에 대해서는 전문가의 검토가 요구된다.

[참고] 연직가속도계수(K_v) 에 대한 적용에 대한 검토

AASHTO/FHWA 지침서에서는 지진하중을 받는 보강토옹벽에 대한 $k_v = 0$ 을 권장하고 있으며 NCMA 설계기준의 경우에도 AASHTO/FHWA 지침에 따라 적용하고 있다.

Seed & Whitman(1970)은 $k_v = 0$ 로 두는 것이 준정적인 방법을 사용하는 기존의 중력식 구조물의 실제설계에 대하여 합리적인 가정이라고 제안하였다. 또한, Wolfe et al(1978)은 지진 진동 실험에 의한 steel strip으로 보강된 보강토 옹벽의 축소 모델의 지진시 안정에 대한 연직 및 수평 지반 가속도의 조합에 의한 효과를 연구한 결과로 지진운동의 연직 요소는 실제적인 안정설계면에서 무시될 수 있는 것으로 결론지었다. 그러한 결론은 토목섬유로 보강된 블록식 보강토옹벽에 적용하기 위해서는 논란의 여지가 있다.

Bathurst&Cai(1995)는 마찰토를 갖는 블록식 보강토옹벽 구조물에 대한 안정계산에 0 이 아닌 값의 k_v 와 k_h 의 조합된 영향을 고려한 파라메타 해석을 수행하였고, 접촉면과 연결부도 조사되었다. 블록식 보강토옹벽 구조물에 대한 안전을 결과로 $k_h < 0.3$ 에 대한 $-2/3 k_h \leq k_v \leq 0$ 범위 내에서 연직지진계수값의 영향이 $k_v = 0$ 이고 $k_h < 0.3$ 인 경우와 아주 다르지 않다는 것을 알았다.

참고로 최대 연직가속도와 최대수평가속도의 발생시점이 일치할 확률이 매우 적다는 근거에 의해서 k_v 값을 무시(Seed & Whitman, 1970)하였으나 진앙거리가 근거리에 위치하는 경우에는 연직 가속도 성분을 무시할 수 없으므로 준정적 지진해석에서 사용되는 연직 및 수평지진계수의 선정에는 추가적인 공학적 판단이 필요하다.

바. 해석단면 기본정보

해석단면 기본정보	
단면명 :	Type 1-4
해석위치 :	S.T.A 3+120

해석단면 기본정보의 단면명과 해석위치는 사용자가 해석단면에 대한 정보를 입력하여 단면에 대한 위치정보 및 해석높이와 같은 정보를 나타낸다.

2.4.2 지층구성

프로젝트관리	보강토옹벽	환경설정
일반정보	지층구성	재료
보강재	작용하중	기준안전율

지층구성 그림

지층물성치 입력

뒤채움재 흙의 물성치

단위중량(kN/m³) : 20

내부마찰각(Deg) : 34

벽면마찰각(Deg) : 22.67

점착력(kPa) : 0

원(배면토)지반 흙의 물성치

단위중량(kN/m³) : 20

내부마찰각(Deg) : 30

벽면마찰각(Deg) : 30

점착력(kPa) : 0

기초지반의 물성치

단위중량(kN/m³) : 20

내부마찰각(Deg) : 32

점착력(kPa) : 0

배수재의 물성치

단위중량(kN/m³) : 20

내부마찰각(Deg) : 35

점착력(kPa) : 0

깊이에 따른 Kr/Ka 값 : FHWA 에만 적용

* 상단에서 6 M 까지 : Kr/Ka = 1

* 6 M 이하 부분 : Kr/Ka = 1

* NCMA 에서는 Kr/Ka = 1.0 을 적용합니다.

참고 : FHWA 해석법 선택시 해석시 벽면마찰각은 적용하지 않습니다.

주의 : 띠형섬유보강재(Polymer Strips) 사용시 뒤채움재 흙의 물성치가 변경될 경우와 Ka가 변경될 수 있는 항목이 변경될 경우에는 Kr/Ka 값을 다시 확인바랍니다.

참고 : 보강토체 저면에 배수재 미 설치시에는 뒤채움재와 기초지반 물성치 중 적은 값과 같은 값 또는 큰 값을 입력 바랍니다.

+ 추가

↺ 수정

- 삭제

✕ 해석

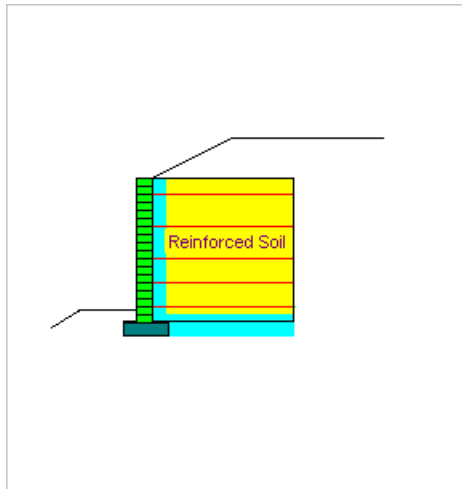
[그림] 지층구성 입력 화면

지층구성 입력탭에는 뒤채움재, 원지반, 기초지반, 배수재의 물성치와 보강재 종류에 따른 수평토압 계수비(Kr/Ka)를 적용할 수 있도록 구성되어 있다. 특히 수평토압계수비(Kr/Ka)는 보강재의 특성에 따라 상이한 결과를 나타내고 있어 적용 보강재의 특성을 고려하여 적절한 값을 입력하여야 한다.

XReWall에서는 FHWA 기준과 BS8006 기준에서 제시하고 있는 일반적인 값을 제시하고 있다. 이 값을 사용할 경우는 해당 적용 보강재의 특성이 기준에서 제시하고 있는 조건에 부합하는지 전문가의 판단이 필요하므로 적용시 주의를 요한다. 특히, 띠형 토목섬유 보강재의 경우 FHWA 기준에서는 제시하고 있는 값으로 BS8006 기준을 인용하여 사용하고 있으므로 띠형 토목섬유 보강재를 적용할 경우에는 보강재의 특성에 대한 시험 및 전문가의 의견을 필히 반영하여 적용하여야 한다.

지층구성의 입력내용에 대한 자세한 설명을 다음과 같다.

가. 뒤채움재 흙의 물성치



뒤채움재 흙의 물성치	
단위중량(tonf/m³) :	1.9
내부마찰각(Deg) :	30
벽면마찰각(Deg) :	20
점착력(tonf/m²) :	0

뒤채움재 흙의 물성치는 보강재로 보강되는 영역의 지반물성을 말한다.

- 단위중량, 내부마찰각, 벽면마찰각을 입력
- 벽면마찰각은 NCMA 설계기준에만 적용됨.

- 벽면마찰각은 별도의 기준을 적용하지 않을 경우에는 기본으로 내부마찰각 * 2 / 3 의 값을 입력함. 내부마찰각을 입력하면 자동으로 내부마찰각의 2/3 값을 계산하여 입력됨.

[참고] 뒤채움재 흙 선정

일반적으로 보강토옹벽의 뒤채움을 위하여 사용하는 성토재료로는 보강토체의 내구성과 시공성 등을 고려하여 실트와 점토 함유량이 적은 사질토가 적합한 것으로 평가되고 있다. 따라서 실트, 점토, 유기질토 등은 뒤채움재로 사용하지 않는 것이 바람직하다. 또한 입경이 큰 암석재료 등을 많이 함유한 흙도 다짐이 곤란하고 다짐시 보강재를 손상시킬 수 있기 때문에 뒤채움재로는 적합하지 않다. 일반적으로 토목섬유 보강토옹벽의 뒤채움흙으로의 적합성 여부는 다음의 조건으로부터 평가할 수 있다.

이와 같은 뒤채움흙은 양질의 사질토로서 국내의 토질조건을 감안할 때 구입이 용이하지 않다. 연구결과(이은수, 1996)에 따르면 0.015mm 이하의 세립분이 10% 미만이면 대체적으로 뒤채움흙으로서 만족하지만 연약한 실트나 점토 등의 세립분을 많이 함유한 현장토사의 경우에는 토질시험 등을 실시하여 성토재로서 적용 가능한 지를 평가한 후 사용하는 것이 바람직하다.

(1) NCMA 설계기준

토목섬유보강재 설치로 인한 잠재강도손실이나 시험결과 없는 블록식보강토에 대한 최대크기는 2mm로 제한되어야 한다. 전응력 및 유효응력 전단강도특성의 결정은 No.200체 통과량보다 더 중요하다. 배수 및 투수에서는 더 한계적이다.

보강지반에 사용되는 양입도의 흙의 소성도(PI)는 20이하이어야 하며, 조립토는 양입도의 흙보다 잘 다져지므로 배수재로서는 투수성이 좋아야 하고, 전단강도도 커야하며 creep성질이 거의 없어야 한다.

[표] NCMA 설계기준에 따른 뒤채움재

입경	통과백분율 (%)
100mm	100 ~ 75
No.4(4.75mm)	100 ~ 75
No.40(0.425mm)	0 ~ 60
No.200(0.075mm)	0 ~ 35

블록식옹벽 시공에 필요한 조립토는 양입도가 50%이상이고 소성도가 20이하인 저소성(SC, ML, CL PI ≤ 20)이어야 한다. 그러나, 양입도의 흙의 사용된다면 시간의존성 변위를 고려하여야 할 것이며, 내부 및 표면배수를 엄격히 고려하여야 한다.

(2) FHWA 설계기준

일반적으로 보강토옹벽의 뒤채움을 위하여 사용하는 성토재료로는 보강토체의 내구성과 시공성 등을 고려하여 실트와 점토 함유량이 적은 사질토가 적합한 것으로 평가되고 있다. 따라서 실트, 점토, 유기질토 등은 뒤채움재로 사용하지 않는 것이 바람직하다. 또한 입경이 큰 암석재료 등을 많이 함유한 흙도 다짐이 곤란하고 다짐시 보강재를 손상시킬 수 있기 때문에 뒤채움재로는 적합하지 않다. 일반적으로 토목섬유 보강토옹벽의 뒤채움흙으로의 적합성 여부는 다음의 조건으로부터 평가할 수 있다.

[표] FHWA 설계기준에 따른 뒤채움재

입경	통과백분율 (%)
19mm	100
0.425mm(No.40)	0 ~ 60
0.075mm(No.200)	0 ~ 15
소성지수 (PI)	< 6

한편, 토목섬유 보강재의 경우 뒤채움흙 내의 pH값에 의해 공학적 특성이 저하될 수 있으므로 폴리에스테르(PET) 토목섬유 사용시에는 pH < 9, 폴리에틸렌(PP, HDPE) 토목섬유 사용시에는 3 < pH인 조건을 만족하는 뒤채움흙을 사용하는 것이 바람직하다.

(3) 한국도로공사 설계요령

옹벽의 높이가 8m가 넘는 경우에는 토질시험결과에 기초하여 흙의 단위중량, 내부마찰각을 결정하여야 하지만, 그 이하인 경우는 일반적으로 다음 표의 결과를 사용한다.

[표] 뒤채움재의 설계토질정수

뒤채움재의 종류	단위체적중량	내부마찰각
자갈	2.0	35
모래, 사질토	1.9	30
실트, 점성토 (단, $W_L < 50\%$)	1.8	25

보강토에 이용되는 뒤채움재료는 보강재와의 인발저항 효과와 배수성을 충분히 기대할 수 있어야 한다. 즉, 이러한 효과를 전제로 하고 있으므로 인발저항을 크게 하는 재료를 선택하는 것은 중요하다. 따라서 내부마찰각이 큰 조립토를 이용하는 것이 유리하며 소성지수(PI)는 6 이하이어야 한다.

[표] 보강토 뒷채움재 흙의 입도

체번호	체 눈금의 크기(mm)	통과 중량백분율(%)
No.18	100	100
No.40	0.425	0 ~ 60
No.200	0.075	0 ~ 15

단, 자갈석인 흙의 경우는 200번체 통과율이 25%이하인 것을 사용하며, 파쇄암을 이용할 경우는 다음과 같은 기준을 만족하여야 한다.

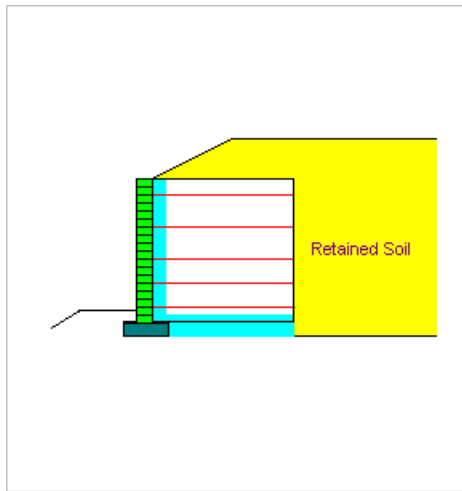
[표] 쇄석의 조건

최대 입경	입경 100mm 이상의 함유율	입경 0.074mm 이상의 함유율	비 고
250mm	·5% 이하	25% 이하	세립분이 적당하게 혼합되어 있어서 다짐효과를 발휘할 수 있어야 한다.

뿐만 아니라, 모래, 실트 등 세립분이 상당량 포함된 재료를 사용하는 경우 전단강도 특성을 고려하여 충분한 인발저항을 기대할 수 있도록 수동인발저항 보강재를 선택 후 보강토옹벽을 구축하여야 한다. 최근 흙의 내부마찰각은 25도 이상이어야 하며 소성지수는 20이하가 되도록 하여야 한다. 또한, 투수성이 좋도록 배수시설이 추가되어야 한다.

만약, 흙의 PH나 전기비저항등을 현장여건에 고려하여 신중히 고려하여야 하며, $6 \leq PI \leq 10$, 최소 전기비저항은 5,000(Ω -cm)이 되도록 하는 것이 좋다.

나. 원지반 흙의 물성치



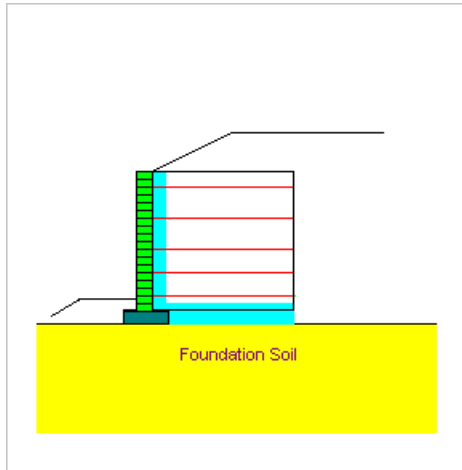
원(배면토)지반 흙의 물성치	
단위중량(kN/m^3) :	20
내부마찰각(Deg) :	30
벽면마찰각(Deg) :	30
점착력(kPa) :	0

원지반 흙의 물성치는 보강재로 보강되는 영역 외부의 지반물성을 말한다.

- 단위중량, 내부마찰각, 벽면마찰각을 입력
- 벽면마찰각은 NCMA 설계기준에만 적용됨.

- 벽면마찰각은 별도의 기준을 적용하지 않을 경우에는 기본으로 내부마찰각의 값을 입력함. 내부마찰각을 입력하면 자동으로 내부마찰각의 값을 계산하여 입력됨.

다. 기초지반의 물성치



기초지반의 물성치	
단위중량(kN/m^3) :	20
내부마찰각(Deg) :	28
점착력(kPa) :	0

기초지반의 물성치는 보강재로 보강되는 영역의 하부 보강토체를 지지하는 지반물성을 말한다.

- 단위중량, 내부마찰각, 점착력을 입력

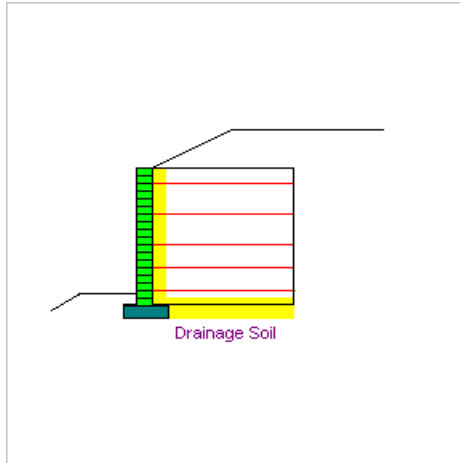
- 이 기초지반의 물성치는 보강토옹벽의 외적안정계산시 중요한 요소로 이용되며 사용자 입력시 일반적으로 가,나,라의 값은 일정한 값을 가지는 경우가 많으나 이 기초지반의 물성치는 현장마다 상이한 경우가 대부분이므로 입력시 꼭 확인하기 바랍니다.

[참고] 기초지반 및 원지반흙 선정

기초지반의 공학적 특성은 보강토옹벽의 지지력 및 침하 평가를 위하여 필요하다. 지지력 평가를 위해서는 전단강도(c, ϕ), 단위중량, 지하수위 등의 특성값이 필요하며, 침하 평가시에는 압밀계수, 압축지수 등의 특성값이 요구된다. 배면토의 경우도 보강토옹벽 설계시 보강토체에 작용하는 토압산정을

위하여 전단강도 계수(c , ϕ), 단위중량, 지하수위 등의 특성값이 필요하다. 일반적으로 전단강도계수의 결정은 삼축압축시험이나 직접전단시험을 통하여 수행한다.

라. 배수재의 물성치



배수재의 물성치

단위중량(kN/m^3) :	20
내부마찰각(Deg) :	30
점착력(kPa) :	0

배수재의 물성치는 보강재로 보강되는 영역의 하부 배수재의 지반물성을 말한다.

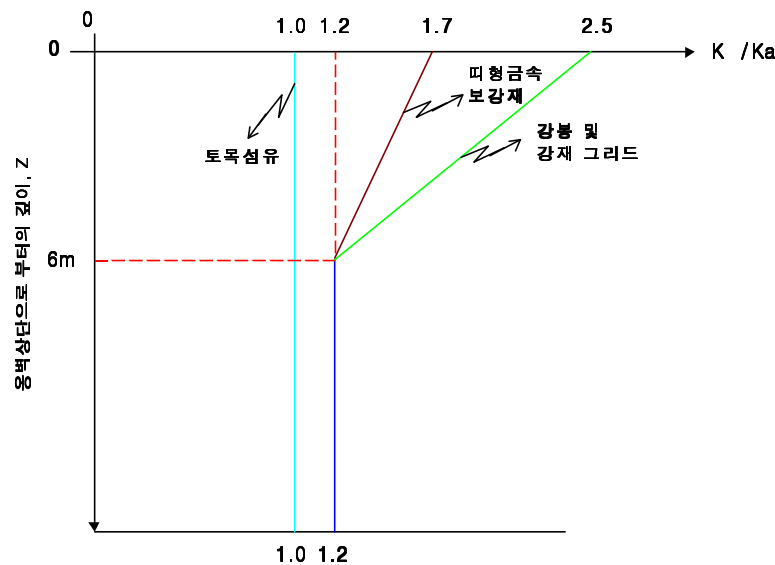
- 단위중량, 내부마찰각을 입력

- 이 값은 배수재를 전면벽체 뒤쪽에만 설치하는 경우에는 안정계산에 영향이 없으나 만약 현장의 조건이 지하수위가 높게 작용하여 배수재가 보강토체 하부에 포설될 경우에 배수재의 물성치가 외적안정계산(활동)에 적용됨.
- 배수재의 물성치 입력시 보강토체 하부에 배수재가 포설이 되지 않은 경우에는 배수재의 물성치 입력값은 뒤채움재와 기초지반의 값 보다 동일한 값 또는 큰 값을 입력한다. 특히, 특수한 경우가 되겠지만 배수재의 물성치가 뒤채움재 및 기초지반의 물성치 보다 적은 경우에는 입력시 주의 를 요함.

마. 보강재 종류별 깊이에 따른 수평토압계수비(K_r/K_a)

깊이에 따른 K_r/K_a 값 : FHWA 에만 적용		
* 상단에서 6 M 까지 :	$K_r/K_a =$	1
* 6 M 이하 부분 :	$K_r/K_a =$	1
* NCMA 에서는 $K_r/K_a = 1.0$ 을 적용합니다.		

보강토옹벽에 관한 최근의 연구에서는 보강재에 유발된 최대인장력이 보강재의 종류, 즉 보강재의 탄성계수, 밀도, 인장특성에 따라 다르게 발생하는 것으로 보고되고 있다. 아래의 그림은 이러한 연구 결과로부터 추출한 보강재 종류별 보강토체 높이에 따른 수평토압계수비(K_r/K_a)를 보여준다. 그림과 같이 토목섬유와 같은 신장성 보강재의 경우는 강판과 같은 비신장성보강재와 달리 보강토체 높이에 관계없이 주동토압계수, K_a 를 사용하여 수평토압을 산정한다.(단, 띠형 토목섬유 보강재에 대한 수평토압 계수비(K_r/K_a)는 해당사항 없음)



*주 : 띠형 토목섬유 보강재는 해당없음.

[그림] 보강재 종류별 깊이에 따른 수평토압계수비(K_r/K_a) 변화(FHWA, 1999)

참고로 BS 8006, 1995년 자료에 의하면 깊이에 따른 토압계수의 변화를 상단부분에서는 정지토압 계수(K_0)와 6m 이하부분은 주동토압계수(K_a)값을 적용하도록 제시하고 있다. 수평토압계수비(K_r/K_a)는 보강재의 특성에 따라 상이한 결과를 나타내고 있어 적용 보강재의 특성을 고려하여 적절한 값을 입력하여야 한다.

XReWall에서는 FHWA 기준과 BS8006 기준에서 제시하고 있는 일반적인 값을 제시하고 있다. 이 값을 사용할 경우는 해당 적용 보강재의 특성이 기준에서 제시하고 있는 조건에 부합하는지 전문가의 판단이 필요하므로 적용 시 주의를 요한다. 특히, 띠형 토목섬유 보강재의 경우 FHWA 기준에서는 제시하고 있는 값으로 BS8006 기준을 인용하여 사용하고 있으므로 띠형 토목섬유 보강재를 적용할 경우에는 보강재의 특성에 대한 시험 및 전문가의 의견을 필히 반영하여 적용하여야 한다.

XReWall에서는 깊이에 따른 K_r/K_a 값 입력상자에 있는 버튼을 이용하여 보강재 종류에 따른 수평 토압계수비(K_r/K_a)를 선택할 수 있도록 되어 있다. 아래의 그림을 참조하기 바람.

깊이에 따른 K_r/K_a 값 : FHWA 에만 적용

* 상단에서 6 M 까지 : $K_r/K_a = 1$

* 6 M 이하 부분 : $K_r/K_a = 1$

* NCMA 에서는 $K_r/K_a = 1.0$ 을 적용합니다.

프로젝트관리 | 보강토옹벽 | 환경설정

일반정보 | 지층구성 | **재원** | 보강재 | 작용하중 | 기준안전율

지층구성 그림 **지층물성치 입력**

*** 보강재 종류별 깊이별 수평토압계수비(Kr/Ka)**

보강재 종류 선택

☒ 토목섬유 ☐ 띠형 금속

☐ 띠형 토목섬유 ☐ 강봉/강재 그리드

깊이에 따른 Kr/Ka 값 : FHWA에만 적용

* 상단에서 6 M 까지 : Kr/Ka = 1

* 6 M 이하 부분 : Kr/Ka = 1

* 참고 : FHWA 기준, 띠형토목섬유 BS 8006 Kr/Ka:Kr=Ko=1-sinφ

물성치

γ : 20

φ : 34

δ : 22.67

ψ : 0

흙의 물성치

γ : 20

φ : 30

δ : 30

ψ : 0

보강재 물성치

γ : 20

φ : 32

δ : 0

기타 물성치

γ : 20

φ : 35

δ : 0

가 변경될 경우와 확인바랍니다.

참고 : 보강토체 저면에 배수재 미 설치시에는 뒤채움재와 기초지반 물성치 중 적은 값과 같은 값 또는 큰 값을 입력 바랍니다.

+ 추가 ↺ 수정 - 삭제 ✕ 해석

[그림] 수평토압계수비(Kr/Ka) 산정 화면

보강재 종류 선택 박스에서 원하는 보강재를 클릭하면 수평토압계수비(Kr/Ka)값이 산정되어 적용된다. 토목섬유, 띠형 금속, 강봉/강재 그리드의 경우는 상기의 그림에서 제시한 값이 적용된다. 다만, 띠형 토목섬유의 경우에는 BS 8006, 1995에 제시한 값을 사용하기 위하여 정지토압계수($K_o = 1 - \sin \phi$)값과 K_a 값을 프로그램에서 구한 후 적용된다. 여기서, 주의할 점은 띠형 토목섬유의 경우 원지반의 내부마찰각과 각 종 법면조건 등에 의해서 K_o 와 K_a 값이 산정되므로 추후 K_o 값과 K_a 값에 영향을 주는 인자가 변화가 있을 경우에는 재산정하여야 한다.

2.4.3. 제 원

프로젝트관리 | 보강토층벽 | 환경설정

일반정보 | 지층구성 | **제원** | 보강재 | 작용하중 | 기준안전율

블록식

전면판제원

높이(Hu)	폭(Wu)	길이(Lu)
기본형: 0.2	0.3	0
마무리: 0	0	0

단위중량(kN/m³): 24
SetBack(ω, Deg): 0
무게중심(m): 0.15

기본제원 | 등분포하중

보강재의 설치 제원

전체높이 H (m): H' + Hemb 10
설치높이 H' (m): 9.5
전면판설치수 (Ex): 50
마무리블록높이 Hcu(m): 0

근입깊이 Hemb(m): 벽체전면조건 선택
전면조건 [사용자지정] 길이: 0.5

보강재 설치 길이

설치길이 L (m): 7
☒ 설치길이 자동계산 수행

법면조건

경사각 β (Deg): 0
경사 높이 R (m): 0
경사 시작 거리 (m): 0

☐ 경사각보정 ☐ 경사높이보정 (내적)

+ 추가 | 수정 | 삭제 | 해석

(a) 블록식

프로젝트관리 | 보강토층벽 | 환경설정

일반정보 | 지층구성 | **제원** | 보강재 | 작용하중 | 기준안전율

패널식

전면판제원

높이(Hu)	폭(Wu)	길이(Lu)
기본형: 0.2	0.3	0
마무리: 0	0	0

단위중량(kN/m³): 24
SetBack(ω, Deg): 0
무게중심(m): 0.15

기본제원 | 등분포하중

보강재의 설치 제원

전체높이 H (m): H' + Hemb 10
설치높이 H' (m): 9.5
전면판설치수 (Ex): 50
최상단전면판높이 Hcu(m): 0

근입깊이 Hemb(m): 벽체전면조건 선택
전면조건 [사용자지정] 길이: 0.50

보강재 설치 길이

설치길이 L (m): 7
☒ 설치길이 자동계산 수행

법면조건

경사각 β (Deg): 0
경사 높이 R (m): 0
경사 시작 거리 (m): 0

☐ 경사각보정 ☐ 경사높이보정 (내적)

+ 추가 | 수정 | 삭제 | 해석

(b) 패널식

[그림] 제원 입력 화면

가. 전면판 제원 입력

전면판제원

높이(Hu)	폭(Wu)	길이(Lu)
기본형: 0.2	0.3	0
마무리: 0	0	0

단위중량(kN/m³): 24
SetBack(ω, Deg): 0
무게중심(m): 0.15

[그림] 블록식 제원 입력 화면

전면판제원

높이(Hu)	폭(Wu)	길이(Lu)
기본형: 0.2	0.3	0
마무리: 0	0	0

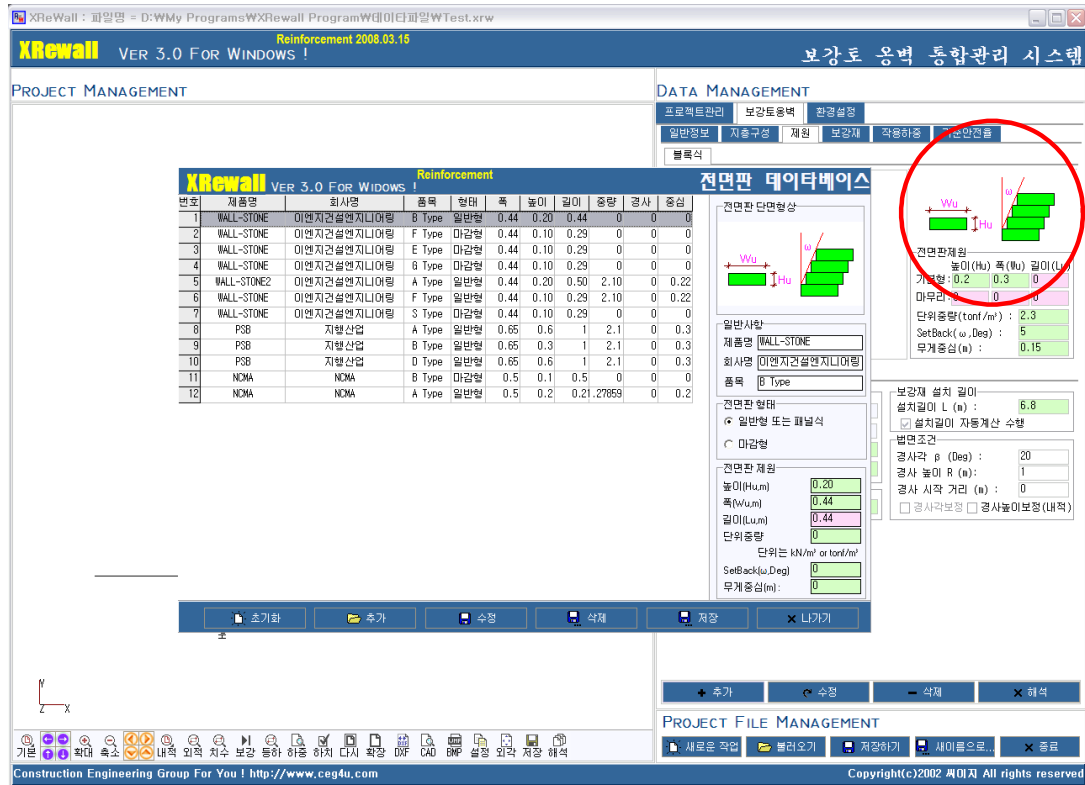
단위중량(kN/m³): 24
SetBack(ω, Deg): 0
무게중심(m): 0.15

[그림] 패널식 제원 입력 화면

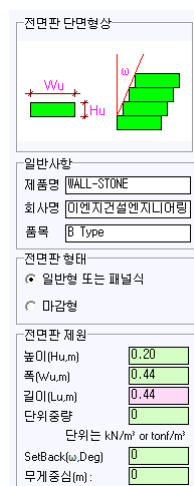
1) 전면판 제원 입력

전면판 제원 입력은 위의 좌측 그림에서 보는 바와 같이 블록식의 경우에는 기본형과 마무리블록으로 구분하여 입력하며 패널식의 경우에는 기본형 제원만 입력한다. 참고로 전면판의 제원 중 길이는 해석에는 영향을 미치지 않는 값임.

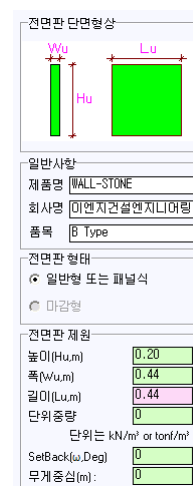
전면판의 제원 입력 방법은 직접 입력상자에 원하는 값을 입력시키는 방법과 전면판형상을 나타낸 그림을 더블클릭하면 전면판데이터베이스를 실행하여 아래의 그림에서 보는 바와 같이 원하는 블록을 선택하면 됨.



[그림] 전면판데이터베이스 실행 화면



[그림] 블록식 전면판 단면형상



[그림] 패널식 전면판 단면형상

위의 그림에서 보는 바와 같이 전면판데이터베이스의 사용법은 이후 별도의 장에서 다시 자세히 설명하겠습니다.

나. 기본제원 입력상자

설치제원의 입력내용에는 전면을 이루고 있는 전면판(블록, 패널)에 대한 크기, 단위중량, 전면경사각(SetBack), 무게중심과 같은 전면판(블록, 패널)에 대한 기본사항과 실제로 현장에 설치되는 설치제원으로 전면판설치수에 따른 전체 보강토옹벽의 높이, 보강재 설치길이, 근입깊이, 보강토옹벽 상부의 법면조건 등에 대한 사항을 입력한다. 설치제원에 대한 자세한 설명을 다음과 같다.

기본제원		등분포하중
보강재의 설치 제원		
전체높이 H (m) : $H' + H_{emb}$	10	
설치높이 H' (m) :	9.5	
전면판설치수 (Ea) :	50	
마무리블록높이 Hcu(m) :	0	
근입깊이 Hemb(m) : 벽체전면조건 선택		
전면조건	사용자지정	깊이 : 0.5
보강재 설치 길이		
설치길이 L (m) :	7	
<input checked="" type="checkbox"/> 설치길이 자동계산 수행		
법면조건		
경사각 β (Deg) :	0	
경사 높이 R (m) :	0	
경사 시작 거리 (m) :	0	
<input type="checkbox"/> 경사각보정 <input type="checkbox"/> 경사높이보정(내적)		

(a) 블록식

기본제원		등분포하중
보강재의 설치 제원		
전체높이 H (m) : $H' + H_{emb}$	12	
설치높이 H' (m) :	11.5	
전면판설치수 (Ea) :	8	
최상단전면판높이 Hcu(m) :	0	
근입깊이 Hemb(m) : 벽체전면조건 선택		
전면조건	사용자지정	깊이 : 0.5
보강재 설치 길이		
설치길이 L (m) :	14.7	
<input type="checkbox"/> 설치길이 자동계산 수행		
법면조건		
경사각 β (Deg) :	0	
경사 높이 R (m) :	0	
경사 시작 거리 (m) :	0	
<input type="checkbox"/> 경사각보정 <input type="checkbox"/> 경사높이보정(내적)		

(b) 패널식

[그림] 기본제원 입력 상자

기본제원 입력에서는 보강재의 설치제원, 근입깊이, 보강재 설치길이, 법면조건 등 보강토옹벽의 설치형상을 입력하는 곳으로 해석 수행에 가장 기본적인 값임. 이에대한 자세한 입력방법을 다음과 같습니다.

- 1) 보강재의 설치제원 : 보강토옹벽의 전체높이, 설치높이, 전면판설치수, 마무리블록높이 또는 최상단 전면판 높이를 입력함. 전체높이 및 설치높이는 전면판의 설치수와 패널식의 경우에는 최상단전면판높이에 따라 결정되므로 전체높이와 설치높이는 비활성화되어 있다. 전면판설치수를 입력하면 상호 연동되어 자동적으로 설치높이가 계산되게 되어 있다.
 - 블록식 : 전체높이 = 전면판설치수 \times 전면판높이
 - 패널식 : 전체높이 = 전면판설치수 \times 전면판높이 + 최상단전면판높이

- 2) 근입깊이 : 벽체의 전면조건을 선택하여 입력 또는 직접 근입깊이를 입력함. 각 벽체전면조건에 대한 근입깊이에 대한 내용은 NCMA와 FHWA 설계기준에서 제시한 값은 아래와 같습니다.

[참고] 근입깊이에 대한 설치기준

보강토옹벽의 설계높이 H 는 옹벽의 최상부에서 옹벽의 기초까지의 수직높이를 말한다. 즉, 설계높이 H 는 하단블록아래의 벽체관입깊이 H_{emb} 와 보강토옹벽 최상단으로부터 노출된 하단블록까지의 거리 H' 를 포함한 것이다.

(1) NCMA 설계기준

근입깊이에 따른 보강토옹벽의 전체높이 H 를 설계하는 목적은 구조물의 내구년한이 벽체전면의 지반수평지지력에 의존하는 것을 피하기 위한 것이며, 벽체하부 근처에서 부분적인 재시공이나 굴착에 의해 발생할 수 있는 옹벽의 변위를 사전에 고려하고자 하는 것이다. 이때, 벽체의 최소근입깊이 H_{emb} 는 미국 NCMA 설계기준에 의하면 아래표와 같이 결정할 수 있다.

[표] 벽체의 최소근입깊이 H_{emb} (NCMA설계편람)

Slope in Front of Wall	Minimum H_{emb} to Top of Leveling Pad
horizontal(walls)	$H'/20$
horizontal(abutments)	$H'/10$
3H : 1V	$H'/10$
2H : 1V	$H'/7$
Minimum Requirements	15.24 cm

표에서 보는 바와 같이 옹벽의 근입깊이를 산정하는 것은 초기에 옹벽의 안정성을 높이고자 하는 것이지만, 옹벽의 근입깊이는 다음과 같은 여러 조건에 따라 증가되어야만 한다.

- ① 기초지반의 연약한 지지력이나 대규모 침하 발생가능성
- ② 급경사지 혹은 벽체선단하부
- ③ 호안벽과 수중벽체등과 같은 벽체하부에서의 세굴가능성
- ④ 지지판아래에서 계절변화에 따른 지반의 체적변화에 의한 최대깊이의 확산
- ⑤ 지진활동위치

상기의 조건들에 대한 영향은 현장에서의 지반 및 지하수조건 등을 잘 아는 지반공학전문가에 의해 제시되어야 한다. 특히, 벽체선단 이외의 급경사에서는 전체적인 사면의 불안정문제가 발생하며 표에서 제시한 값만으로 전체를 설명할 수는 없다. 일반적으로 벽체의 근입깊이는 동결깊이 혹은 체적변화깊이

보다 더 깊게 확대할 필요는 없다. 다만, 시멘트모르타르를 쓰지 않은 블록식옹벽은 동결 및 융해의 계절적 순환에 의해 벽체하부에서 블록간 서로 영향을 미치지 않을 정도의 변위가 발생할 수 있다. 뿐만 아니라 만약 지하수나 동결가능지반이 벽체하부에 존재한다면 부분적으로 지반은 최소 15cm의 아이스렌즈의 영향을 받는다. 이와 같은 요소들을 고려함으로써 옹벽의 높이는 불필요하게 증가시키지 않고 동결선 아래까지 벽체의 기초를 근입시킬 수 있다(단, 배수파이프 기초와는 별개로 고려한다).

이상에서와 같이 계절에 따른 습윤상태의 변화가 많은 지역에서는 지반의 팽창 및 수축가능성이 있으므로 기초지반은 상기의 방법을 이용하여 시공하여야 할 것이다. 또한, 직접 암반상에 축조된 블록식옹벽은 최소 15cm의 골재를 쌓도록 요구하고 있고 이는 시공중 설계표고면을 유지하고 부식방지에 적절한 높이라고 간주되기 때문이다.

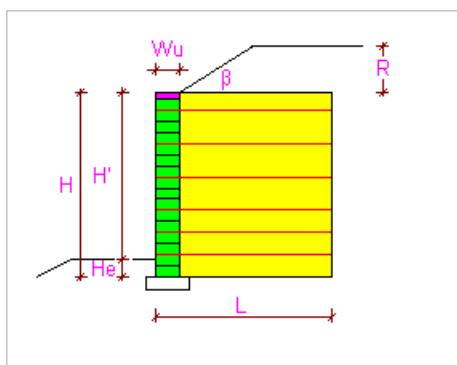
(2) FHWA 설계기준

FHWA 설계기준에 의하면 표의 결과를 토대로 근입깊이를 최소치 이상이 되도록 하고 있으며 현장 조건의 동결깊이 수축 및 팽창정도, 선단부침식을 고려하여 근입깊이를 결정하도록 하고 있으며 기초지반이 암반인 경우(벽체 관입깊이가 필요없음)를 제외하고는 어느 경우도 근입깊이는 0.5m이상으로 규정하고 있다.

[표] 벽체의 최소근입깊이(FHWA 설계기준)

벽체전면의 지표경사	최소근입깊이
수평(일반보강토벽체)	H/20
수평(교대)	H/10
3H : 1V	H/10
2H : 1V	H/7
3H : 2V	H/5

- 3) 보강재 설치 길이 : 직접입력 또는 높이에 대한 비율(기준안전율에서 설계기준항목에서 지정)로 설치길이 자동계산 수행. 권장 설치길이 $L = 0.7 \times H$



- 4) 법면조건 : 보강토옹벽 상부법면에 대한 경사각과 높이를 입력함. 좌측 그림 참조

- β : 상부법면 경사각
- R : 상부법면 경사 높이

기타 입력값은 좌측그림을 참조하시기 바랍니다.

다. 등분포하중

기본제원		등분포하중	
기본 등분포 하중			
활하중 q (ton/m ²) :		1	
사하중 q (ton/m ²) :		2	
기본 등분포 하중 작용위치			
벽체로 부터 거리 (m) :		5.5	
지표면으로 부터 깊이 (m) :		0	

[그림] 등분포하중 입력상자

등분포하중 입력요소는 기본적으로 활하중, 사하중을 입력하고 경우에 따라 하중이 벽체로 부터의 일정한 거리를 두고 작용하는 경우에는 벽체로부터 거리와 지표면으로 부터의 깊이를 입력하여 등분포 하중에 따른 상부 영역에 대한 등분포하중에 대한 이격거리에 대한 영향을 해석적으로 반영할 수 없으므로 XReWall에서는 벽체로부터 이격거리 및 지표면으로부터 깊이만큼의 상단으로 부터의 수직거리까지는 등분포하중을 작용시키는 않는 방법으로 계산을 수행하여 과대하중을 감소시킬 수 있다.(기본등분 하중 작용위치는 권장하지 않음, 꼭 필요한 경우, 즉 등분포하중이 상단부분에 작용하지 않는다는 전문가적인 판단이 될 때, 설정바람. 일정거리 이상 이격되어 하중이 작용하는 경우에는 작용하중 입력 탭의 Strip Load 항목을 이용하여 하중을 적용한다.)

XReWall에서는 하중입력 방식을 크게 등분포하중 입력과 작용하중입력으로 구분하여 입력합니다. 보강토옹벽 설계에서 대부분의 해석에 적용되는 등분포하중은 제원입력탭에서 입력하게 설정되어 있고 기타 작용하중 즉 집중하중, 분포하중, 대상하중 등은 별도의 작용하중 입력탭에서 입력하게 되어 있습니다.

라. 계단식 옹벽

아래의 그림은 일반정보 입력에서 계단식옹벽을 선택하였을 경우 상기에서 설명한 제원입력탭에 상부 보강토옹벽의 제원과 하중을 입력할 수 있는 입력상자가 추가로 생성됩니다.

계단식 옹벽의 경우 상단옹벽에 대한 영향을 하중으로 환산하여 적용하는 방법은 NCMA 설계기준과 FHWA 설계기준이 유사하나 NCMA 설계기준의 경우에는 상단옹벽의 하중을 등분포하중으로 환산하여 하단옹벽을 단순옹벽으로 가정하고 산정된 등분포하중을 적용하는 방식이나 FHWA 설계기준의 경우 상단과 하단옹벽을 하나의 구조물로 보고 동시에 계산을 수행한다. 특히, 계단식 옹벽의 경우 전체(전반) 활동에 대한 해석을 수행하여 보강토옹벽 해석시 사용되는 해석법에서 반영하지 못하는 여러 가지 취약한 점에 대한 검토를 하여야 한다.

1) NCMA 방법

계단식옹벽의 제원 입력방법은 상기 설명한 일반형 옹벽과 동일합니다. 다만 [그림] 계단식 옹벽 상부 보강토옹벽 제원 입력상자에서 벽체간거리(Offset) S 값만 추가로 입력해 주시면 됩니다. 이 값은 아래의 그림에서 보는바와 같이 하부 옹벽과 상부 옹벽의 거리를 의미합니다. NCMA 방법의 경우 하단옹벽 설계시 상단옹벽의 하중을 일정한 계산식에 의하여 내적과 외적으로 분리하여 등분포하중으로 작용시킨 후 해석을 수행합니다. 따라서 하단 보강토옹벽의 포설길이에 의해서 상부 옹벽의 환산 등분포하중의 크기가 달라지므로 하단 보강토옹벽의 포설길이를 적절히 조절하여 해석을 수행하면 최적 설계를 유도할 수 있습니다.

참고로 계단식 옹벽을 입력하실 경우 NCMA 설계기준에 따라 상부 보강토옹벽의 높이는 하부 보강토 옹벽의 높이를 초과 할 수 없습니다. 또한, 계단식 옹벽에 대한 보강재의 설치길이에 대한 기준이 FHWA의 경우 상하부 전체높이에 0.6H 정도로 산정하고 있으나 NCMA기준의 경우 계단식 옹벽의 경우 별도의 기준은 없는 상태로 각 옹벽별 0.6H를 적용하고 있어 전체적인 옹벽 구조물에 불안정한 요인이 발생할 수 있으므로 전체(전반)활동에 대한 검토를 필히 수행하도록 명시하고 있습니다.

따라서 계단식 옹벽을 적용할 경우 입력방법과 전체적인 활동에 대한 안정성 판단에 유의하시기 바랍니다.

일반정보	지층구성	제원	보강재	작용하중	기준안전율
블록식					
전면판제원 높이(Hu) 폭(Wu) 길이(Lu) 기본형: 0.2 0.3 0 마무리: 0 0 0 단위중량(tonf/m³): 2.3 SetBack(ω, Deg): 5 무게중심(m): 0.15					
하부 보강토 옹벽 제원		상부 보강토 옹벽 제원		등분포하중	
보강재의 설치 제원 전체높이 H (m) : H' + Hemb 8 설치높이 H' (m) : 7.7 전면판설치수 (Ea) : 40 마무리블록높이 Hcu(m) : 0.1 근입깊이 Hemb(m) : 벽체전면조건 선택 전면조건 3H : 1V 깊이 : 0.3		보강재 설치 길이 설치길이 L (m) : 6 <input type="checkbox"/> 설치길이 자동계산 수행 법면조건 경사각 β (Deg) : 20 경사 높이 R (m) : 1 경사 시작 거리 (m) : 0 <input type="checkbox"/> 경사각보정 <input type="checkbox"/> 경사높이보정(내적)			

[그림] 계단식 옹벽 제원 입력

하부 보강토 옹벽 제원	상부 보강토 옹벽 제원	등분포하중
<div>보강재의 설치 제원</div> <div>전체높이 H (m) : $H' + H_{emb}$ <input type="text" value="8"/></div> <div>설치높이 H' (m) : <input type="text" value="7.7"/></div> <div>전면판설치수 (Ea) : <input type="text" value="40"/></div> <div>마무리블록높이 Hcu(m) : <input type="text" value="0.1"/></div> <div>근입깊이 Hemb(m) : 벽체전면조건 선택</div> <div>전면조건 <input type="text" value="3H : 1V"/> 깊이 : <input type="text" value="0.3"/></div>		
<div>보강재 설치 길이</div> <div>설치길이 L (m) : <input type="text" value="6"/></div> <div><input type="checkbox"/> 설치길이 자동계산 수행</div> <div>법면조건</div> <div>경사각 β (Deg) : <input type="text" value="20"/></div> <div>경사 높이 R (m) : <input type="text" value="1"/></div> <div>경사 시작 거리 (m) : <input type="text" value="0"/></div> <div><input type="checkbox"/> 경사각보정 <input type="checkbox"/> 경사높이보정(내적)</div>		

[그림] 계단식 옹벽 하부 보강토옹벽 제원 입력상자

하부 보강토 옹벽 제원	상부 보강토 옹벽 제원	등분포하중
<div>보강재의 설치 제원</div> <div>전체높이 H (m) : <input type="text" value="4"/> 상단</div> <div>설치높이 H' (m) : <input type="text" value="3.85"/></div> <div>전면판설치수 (Ea) : <input type="text" value="20"/></div> <div>마무리블록높이 Hcu(m) : <input type="text" value="0.1"/></div> <div>관입깊이</div> <div>관입깊이 Hemb(m) : <input type="text" value="0.15"/> 상단</div>		
<div>보강재 설치 길이</div> <div>설치길이 L (m) : <input type="text" value="2.5"/> 상단</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> 설치길이 자동계산 수행</div> <div>법면조건</div> <div>경사각 β (Deg) : <input type="text" value="30"/> 상단</div> <div>경사 높이 R (m) : <input type="text" value="1"/></div> <div>벽체간 거리</div> <div>벽체간 거리 Offset S(m) : <input type="text" value="7"/></div>		

[그림] 계단식 옹벽 상부 보강토옹벽 제원 입력상자

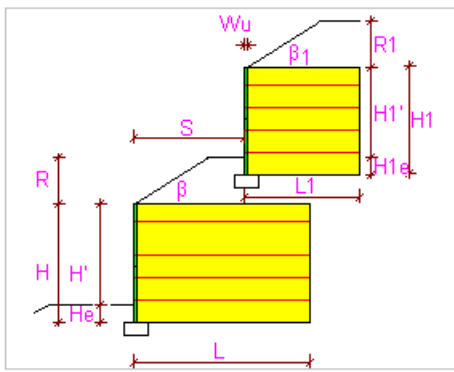
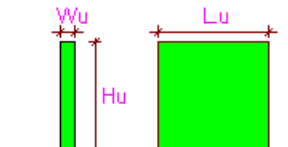
하부 보강토 옹벽 제원	상부 보강토 옹벽 제원	등분포하중
<div>하부 옹벽 등분포 하중</div> <div>활하중 q (tonf/m²) : <input type="text" value="0"/></div> <div>사하중 q (tonf/m²) : <input type="text" value="0"/></div> <div>하부 옹벽 등분포 하중 작용위치</div> <div>벽체로 부터 거리 (m) : <input type="text" value="0"/></div> <div>지표면으로 부터 깊이 (m) : <input type="text" value="0"/></div>		
<div>상부 옹벽 등분포 하중</div> <div>활하중 q_1 (tonf/m²) : <input type="text" value="0"/></div> <div>사하중 q_1 (tonf/m²) : <input type="text" value="0"/></div> <div>상부 옹벽 등분포 하중 작용위치</div> <div>벽체로 부터 거리 (m) : <input type="text" value="0"/></div> <div>지표면으로 부터 깊이 (m) : <input type="text" value="0"/></div>		

[그림] 계단식 옹벽 등분포하중 입력상자

2) FHWA 방법

계단식옹벽의 제원 입력방법은 상기 설명한 일반형 옹벽과 동일합니다. 다만 [그림] 계단식 옹벽 상부 보강토옹벽 제원 입력상자에서 벽체간거리(Offset) S 값만 추가로 입력해 주시면 됩니다. 이 값은 아래의 그림에서 보는바와 같이 하부 옹벽과 상부 옹벽의 거리를 의미합니다.

FHWA 설계기준의 경우 상하단의 옹벽을 동시에 수행하므로 상단과 하단의 높이에 의해서 벽체간 거리(Offset) S 값에 의해서 내적파괴라인이 변화가 있으며 상단옹벽의 하중을 하단옹벽에 적용하는 방법도 변화가 있다.

일반정보	지층구성	제원	보강재	작용하중	기준안전율
패널식					
					
			전면판제원 높이(Hu) 폭(Wu) 길이(Lu) 기본형: 1.5 0.25 1.5 단위중량(kN/m³): 2.1 SetBack(ω, Deg): 0 무게중심(m): 0.18		
계단식 보강토 옹벽 제원			등분포하중		

보강재의 설치 제원		보강재 설치 길이											
	하단	상단											
전체높이 H (m) :	12	9	설치길이 L (m) :	14.7	14.7								
설치높이 H' (m) :	11.5	9	<input type="checkbox"/> 설치길이 자동계산 수행										
전면판설치수 (Ea) :	8	6	법면조건										
최상단전면판높이(m)	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>하단</th> <th>상단</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>경사각 β (Deg) :</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>경사 높이 R (m) :</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			하단	상단	경사각 β (Deg) :	0	0	경사 높이 R (m) :	0	0
	하단	상단											
경사각 β (Deg) :	0	0											
경사 높이 R (m) :	0	0											
관입깊이		벽체간 거리											
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>하단</th> <th>상단</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>관입깊이 Hemb(m) :</td> <td>0.5</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			하단	상단	관입깊이 Hemb(m) :	0.5	0	벽체간 거리 Offset S(m): 1.5					
	하단	상단											
관입깊이 Hemb(m) :	0.5	0											

[그림] 계단식 옹벽 제원 입력

보강재의 설치 제원		보강재 설치 길이											
	하단	상단											
전체높이 H (m) :	12	9	설치길이 L (m) :	14.7	14.7								
설치높이 H' (m) :	11.5	9	<input type="checkbox"/> 설치길이 자동계산 수행										
전면판설치수 (Ea) :	8	6	법면조건										
최상단전면판높이(m)	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>하단</th> <th>상단</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>경사각 β (Deg) :</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>경사 높이 R (m) :</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			하단	상단	경사각 β (Deg) :	0	0	경사 높이 R (m) :	0	0
	하단	상단											
경사각 β (Deg) :	0	0											
경사 높이 R (m) :	0	0											
관입깊이		벽체간 거리											
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>하단</th> <th>상단</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>관입깊이 Hemb(m) :</td> <td>0.5</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			하단	상단	관입깊이 Hemb(m) :	0.5	0	벽체간 거리 Offset S(m): 1.5					
	하단	상단											
관입깊이 Hemb(m) :	0.5	0											

[그림] 계단식 옹벽 상부 보강토옹벽 제원 입력상자

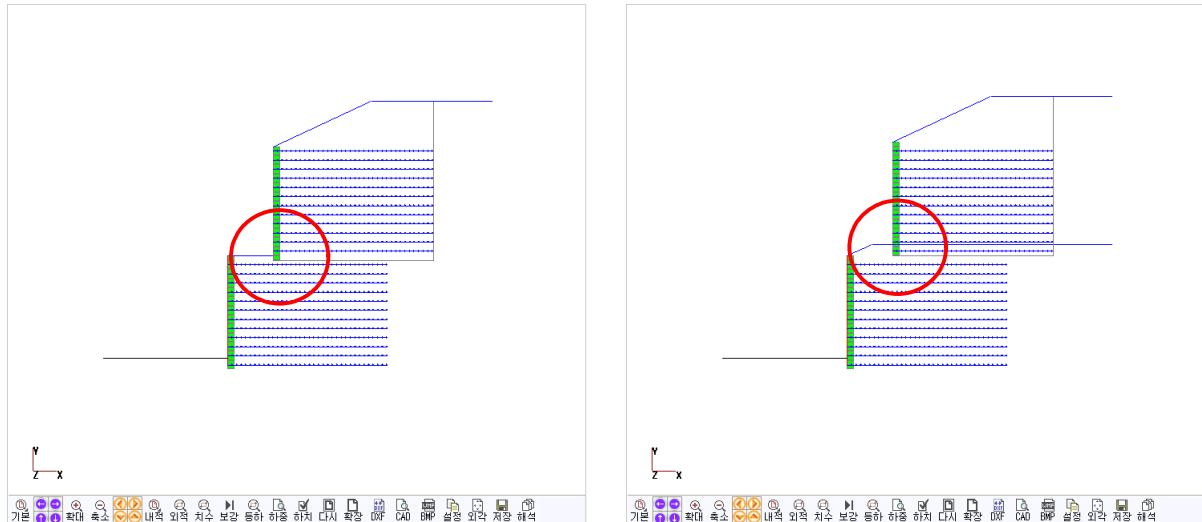
계단식 보강토 옹벽 제원	등분포하중
상부 옹벽 등분포 하중	
활하중 q ₁ (kPa) :	
사하중 q ₁ (kPa) :	
상부 옹벽 등분포 하중 작용위치	
벽체로 부터 거리 (m) :	
지표면으로 부터 깊이 (m) :	

[주의] 하중작용위치는 하중이 벽체로 부터 일정한 거리를 두고 작용하는 경우에 보강토옹벽 상단부에 작용하는 하중을 감소시킬 수 있다. (권장하지 않음)
 일정거리 이상 하중 작용시는 작용하중(StripLoad)를 적용하는 것을 권장함.

[그림] 계단식 옹벽 등분포하중 입력상자

[참고] 상부옹벽의 근입깊이 적용

FHWA 기준에 의한 설계법에서는 상단옹벽과 하단옹벽을 하나의 옹벽으로 보고 해석을 수행함으로써 상단옹벽의 근입깊이에 의해서 발생하는 하단옹벽과의 중첩을 허용하지 않습니다. 다시말하면 상단옹벽의 하단이 하단옹벽의 상단부분 아래로 침범할 수 없습니다. 입력 시 유의하시기 바랍니다.



(a) 잘못 입력된 부분

(b) 정상적인 입력

[그림] 상단옹벽 근입깊이 적용방법

[참고] FHWA 설계기준에서 계단식 보강토옹벽

FHWA 설계기준에서 계단식 보강토옹벽 제원 입력시 하단옹벽의 보강재 설치길이 L 값과 상단과 하단의 벽체간 거리(Offset) S 의 관계에 있어서 보강재 설치길이(L)가 벽체간 거리(S)보다 항상 큰 값을 입력하여야 FHWA 설계기준에 맞은 해석을 수행합니다.

만약, 보강토옹벽의 형상이 벽체간 거리가 보강재 설치길이 보다 큰 경우에는 하단옹벽에 상단옹벽에 대한 조건을 상재하중(Strip Load)으로 환산하여 입력 처리하는 것을 권장합니다.

2.4.4 보강재 (NCMA:신장성보강재)

아래의 그림에서 보는 바와 같이 보강재 탭을 선택하면 하부에 보강재배치와 보강재 제원 입력탭이 생성됩니다. 여기에서 입력되는 값은 제원탭에서 입력한 전면판제원과 옹벽형상에 적합한 보강재의 제원을 설정하고 보강재의 설치위치와 길이를 세부적으로 산정하는 곳 입니다.

보강재 배치	보강재 제원
--------	--------

[그림] 보강재 입력상자

프로젝트관리	보강도움벽	환경설정
일반정보	지층구성	제원
보강재 배치	보강재 제원	보강재
작용하중	기준안전율	

번호	높이	간격	길이	비고
1	0.2	0.2	6.8	-
2	0.6	0.4	6.8	-
3	1	0.4	6.8	-
4	1.6	0.6	6.8	-
5	2.2	0.6	6.8	-
6	2.8	0.6	6.8	-
7	3.4	0.6	6.8	-
8	4	0.6	6.8	-
9	4.6	0.6	6.8	-
10	5.2	0.6	6.8	-
11	5.8	0.6	6.8	-
12	6.4	0.6	6.8	-

보강재 길이 설정

☐ 균등배치 : 제원입력값 적용
 설치길이L(m):

☐ 사용자 입력 ☐ 최적값 계산 적용

보강재 간격 설정

☐ 보강재 기본 배치 설정
 보강재 설치 수 :
 보강재 위치 : 첫번째
 마지막

☐ 사용자 직접 입력

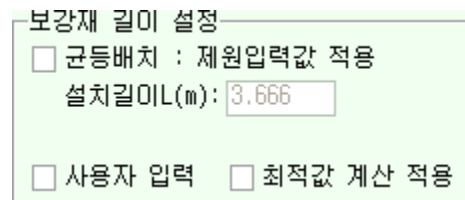
보강재 자동 배치 설정

☐ 최적값 계산 적용
 등록된 보강재 수

☒ 보강재 제원정렬
☒ 상단 보강재 위치
☒ 하단 보강재 위치
☒ 허용인장강도[기본지정]
☐ 블록 연결강도
☐ 블록 국부파괴

[그림] 보강재 배치 입력상자

가. 보강재 길이 설정



보강재 길이 설정

☐ 균등배치 : 제원입력값 적용
설치길이L(m):

☐ 사용자 입력 ☐ 최적값 계산 적용

[그림] 보강재 길이 설정

위 그림에서 보는 바와 같이 보강재 길이설정에서는 균등배치, 최적값계산, 사용자 직접 입력의 3가지 옵션을 제공합니다.

1) 균등배치

균등배치는 제원입력에서 입력한 설치길이를 적용하여 일정한 값을 자동으로 입력함.

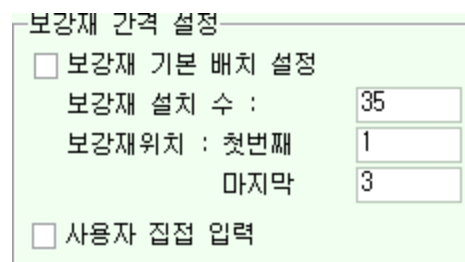
2) 최적값 계산 적용

최적값 계산 적용은 보강토옹벽 내적안정 계산시 인발에 대한 저항을 만족하는 보강재의 길이를 자동으로 계산을 수행하여 이 값을 입력함. 다시 설명드리면 보강토옹벽의 내적파괴면 + 최소정착길이 값을 계산하여 입력함.

3) 사용자 직접 입력

사용자 직접 입력은 좌측에 있는 그리드 상자에 사용자가 직접입력하여 이 값을 해석에 적용하는 방법입니다. 입력방법은 좌측 그리드 상자의 길이 입력열에 직접 사용자가 입력하시면 됩니다.

나. 보강재 간격 설정



보강재 간격 설정

☐ 보강재 기본 배치 설정
보강재 설치 수 :
보강재위치 : 첫번째
 마지막

☐ 사용자 직접 입력

[그림] 보강재 간격 설정

위 그림에서 보는 바와 같이 보강재 기본 배치 설정과 사용자 직접입력의 2가지 옵션을 제공합니다.

1) 보강재 기본 배치 설정

보강재 기본 배치 설정은 사용자가 설치할 보강재의 설치수와 보강재가 설치될 첫 번째와 마지막 위치를 입력하신 후 보강재 기본 배치 설정 체크박스를 체크하시면 가장 적합한 배치를 XReWall 프로그램에서 자동으로 산정하여 배치합니다.

2) 사용자 직접 입력

사용자 직접 입력은 좌측에 있는 그리드 상자에 사용자가 직접입력하여 이 값을 해석에 적용하는 방법입니다. 입력방법은 좌측 그리드 상자의 길이 입력열에 직접 사용자가 입력하시면 됩니다.

다. 보강재 자동 배치 설정

가, 나의 항목은 보강재 위치와 길이를 결정하기 위한 수동(사용자) 사용법인 반면에 지금부터 설명하는 보강재 자동 배치 설정은 최소한의 사용자 지정으로 모든 것이 자동으로 이루어집니다.

여기에서는 다음에 설명할 보강재 제원 입력과 연계하여 XReWall에서 입력하신 보강재의 제원을 자동으로 선택하여 가장 적절한 위치에 배치하고 설치길이를 결정합니다. 자세한 내용은 아래와 같습니다.

[그림] 보강재 자동 배치 설정

위의 그림과 같이 이 보강재 자동 배치 설정을 사용하기 위해서는 현재 등록된 보강재수의 입력 상자에 1 이상의 보강재가 등록되어 있어야 합니다. 만약 “0”의 값을 가지고 있다면 다음에 설명할 [보강재 제원]에서 먼저 사용자가 먼저 자동계산에 사용할 보강재를 보강재 사용자DB에 등록하여야 합니다.

지금부터는 보강재의 제원이 이미 사용자DB에 등록되어 있다는 가정 하에서 설명하겠습니다.(만약, 등록되어 있지 않는 상태인 경우에는 보강재데이터베이스 사용법을 먼저 읽어보시기 바랍니다.)

1) 최적값 계산 적용

최적값 계산 적용을 체크하시면 아래의 설정옵션에 따라서 자동으로 모든 보강재의 위치, 길이, 보강재의 제원을 산정하여 계산을 수행함.

2) 제원정렬

제원정렬을 자동계산수행시 보강재의 제원의 배치가 아래와 같을 경우 XReWall에서 자동으로 조정하여 수정해주는 옵션입니다.

예) 보강재 허용인장강도를 기준으로 설명

10 T , **8 T** , 10 T , 10 T , 8 T , 8 T , 6 T <= 이렇게 자동배치될 경우

10 T , **10 T** , 10 T , 10 T , 8 T , 8 T , 6 T <= 제원정렬 옵션 선택시

3) 현재 등록된 보강재 수

현재 등록된 보강재 수 는 최적값 계산을 수행할 때 XReWall에서 자동으로 보강재의 제원을 선택하는 보강재 제원의 DB를 의미합니다. 따라서, 이 값은 최적값 계산을 수행하기 위해서는 필수적으로 입력하여야 하며 항상 [보강재제원]탭에서 이 값을 확인 하여야 합니다.

4) 상단 보강재 위치

상단 보강재의 위치를 최대 비보강높이를 XReWall에서 자동으로 계산을 수행하여 최상단의 보강재 위치를 결정함. 만약 체크하지 않으면 보강재 간격설정에서 보강재위치 마지막 입력상자에 입력된 값을 적용

5) 하단 보강재 위치

하단 보강재의 위치를 블록의 첫단에 자동으로 배치하여 계산을 수행함. 만약 사용자가 직접 하단 보강재의 위치를 입력하고자 하신다면 보강재 간격설정에서 보강재위치 첫 번째 입력상자의 입력값을 수정하시면 이 입력된 값을 적용

6) 허용인장강도[기본지정]

기본적으로 외적안정, 내적안정을 만족하는 조건으로 해석을 수행함. 기본지정되어 있음. 이 기본지정은 자동수행을 위한 최소 조건이므로 현재 XReWall에서 기본으로 강제 선택되어 있으므로 변경이 불가능합니다.

7) 전면판 연결강도

보강토옹벽 외적안정, 내적안정 이외의 전면판 연결강도에 의한 해석을 만족하도록 해석을 수행하여 보강재를 자동 배치함.(선택하지 않는 경우에는 연결강도 고려하지 않음. 권장하지 않음.)

8) 전면판 국부파괴

보강토 옹벽 외적안정, 내적안정 이외의 국부안정을 만족하도록 해석을 수행하여 보강재를 자동 배치함.(선택하지 않는 경우에는 연결강도 고려하지 않음. 권장하지 않음.)

라. 보강재 자원 입력

프로젝트관리 | 보강토옹벽 | 환경설정

일반정보 | 지층구성 | **자원** | 보강재 | 작용하중 | 기준안전율

보강재 배치 | **보강재 자원**

번호	높이	간격	Rc	제품명	자원
1	0.20	0.20	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN
2	0.60	0.40	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN
3	1.00	0.40	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN
4	1.60	0.60	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN
5	2.20	0.60	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN
6	2.80	0.60	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN
7	3.40	0.60	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN
8	4.00	0.60	1.000	Woven형 지오품리드	6 kN

일반사항

제품명 Woven형 지오품리드 DB 편집

자원 6 kN 기타 신장성 보강재 수정

A-Method B-Method

보강재의 인장강도 및 강도감소계수

Tult(tonf) : 보강재 개당 극한인장강도 58.84

Tult(tf/m) : 극한인장강도 58.84

RFd : 내구성 감소계수 1.08

RFid : 시공성 감소계수 1.1

RFcr : 크리프 감소계수 1.54

FSunc(FScs) : 불확실성/중요도에 대한 안전율 1

보강재 자원

b(m) : 보강재의 폭 1

Sh(m) : 수평설치간격 1

Rc : 적용면적비 1

블록과 보강재의 전단강도

단위:tf/m Ult. Serv.

Min.au : 71.589 71.589

λu : 20 20

Max : 89.241 89.241

블록과 보강재의 연결강도

단위:tf/m Ult. Serv.

Min.acs : 17.652 17.652

λcs : 10 10

Max : 26.478 26.478

결과 보강재의 상호관계

CI : 결과 보강재의 상호작용계수 0.7

Cds : 결과 보강재의 직접활동계수 0.95

ECds : 보강토체의 직접활동계수 1

참고 : 보강재 및 결과의 종류에 따라 달라지는 값으로 시험결과를 사용하는 것이 바람직함.

+ 추가 | 수정 | - 삭제 | × 해석

[그림] 보강재 자원 입력 화면

마. 일반사항

일반사항

제품명 Woven형 지오품리드 | 15 kN | 신장성 보강재

자원 8 T 기타 신장성보강재

일반사항에서는 보강재의 제품명, 자원 및 기타내용을 입력합니다.

- 1) 제품명 : 보강재 제품에 대한 설명 입력
- 2) 자원 : 보강재의 폭, 두께, 인장강도 등 입력
- 3) 기타내용 : 부가적인 설명이 필요한 사항 입력

바. 보강재 제원

보강재 제원	
b(m): 보강재의 폭	1
Sh(m):수평설치간격	1
Rc: 적용면적비	1

[그림] 보강재 제원

보강재 제원에서는 보강재의 폭(b), 수평설치간격(Sh), 적용면적비(Rc)를 입력할 수 있게 되어 있다. NCMA 기준의 경우 적용면적비에 대한 명확한 개념이 없으므로 $R_c = 1.0$ 을 적용한다. 따라서, 보강재의 폭(b)과 수평설치간격(Sh)는 항상 1.0으로 고정되어 있으며 사용자가 지정할 수 없도록 되어 있다.

참고로 적용면적비 $R_c = \frac{S_h}{b}$ 로 수평설치간격에 보강재의 폭을 나눈 것으로 보강재가 단위폭당 포설되어 있는 비를 의미한다. 이 값은 내적안정시 인발 및 파단에 대한 안정성 검토 시 반영되며 일반적으로 적용면적비(Rc)의 영향은 띠형토목섬유 보강재의 경우 인장강도는 비교적 큰 값(참고, 개당 인장강도에 수평설치간격이 적용됨)을 가지고 있어 파단에 대한 안정성 판단에는 별 영향을 주지 않는 반면에 적용면적비(Rc)가 적을 경우에 특히 옹벽 상단부분 인발저항영역이 적은 부분에 대해 인발에 대해서는 큰 영향을 준다. 띠형토목섬유 보강재 적용시 이점에 유의하시기 바랍니다.

사. 보강재 제원의 안전을 적용방법

A-Method	B-Method
보강재의 인장강도 및 강도감소계수	
Tult(kN) : 보강재 개당 극한인장강도	58.84
Tult(kN/m) : 극한인장강도	58.84
RFd : 내구성 감소계수	1.08
RFid : 시공성 감소계수	1.1
RFcr : 크리프 감소계수	1.54
FUnc(FSCs) : 불확실성/중요도에 대한 안전율	1

A-Method	B-Method
Partial Material Safety Factor	
Tindex(tf/m)	58.84
CRF :	1
FB :	1.08
FC :	1
FD :	1.54
FE :	1

(a) A-Method

(b) B-Method

[그림] 보강재 인장강도 및 안전율 설정

보강재 제원의 안전을 적용방법은 각 보강재의 안전율을 입력하여 토목섬유 보강재의 인장강도를 결정합니다.

토목섬유 보강재의 인장강도를 결정하기 위한 방법으로 NCMA에서는 A-Method와 B-Method 중 하나를 선택하여 허용인장강도 또는 설계인장강도를 산정하게 되어 있습니다. 각 적용방법에 대한 자세한 내용은 아래와 같습니다.

[참고] 보강재의 인장강도 결정(NCMA 설계편람)

(1) A - Method : 허용인장강도

보강재의 인장강도 및 강도감소계수	
Tult(tonf) : 보강재 개당 극한인장강도	58.84
Tult(tf/m) : 극한인장강도	58.84
RF _D : 내구성 감소계수	1.08
RF _{ID} : 시공성 감소계수	1.1
RF _{CR} : 크리프 감소계수	1.54
FSunc(FS _{CS}) : 불확실성/중요도에 대한 안전율	1

토목섬유 보강재의 허용인장강도 T_a 는 보강재의 변형, Creep 및 강도저하 등에 의한 감소계수를 사용하여 결정한다. 여기서, 보강재 개당 극한인장강도(tonf 또는 kN)는 띠형토목섬유와 같이 적용면적비(Rc)가 1.0이 아닐 경우에 적용하는 것으로 NCMA 기준에서는 적용면적비(Rc)를 1.0으로 해석을 수행하기 때문에 일반적인 광폭인장강도 시험결과인 극한인장강도(Tult, tonf/m 또는 kN/m)를 입력하시면 됩니다.

NCMA 기준에서 내적안정시 보강재 파단에 대한 안정검토는 허용인장강도(T_a)와 기준안전율에서 지정한 파단(Tensile OverStress)에 대한 안전율 FS_{to} 와 비교하여 판단한다.

$$FS = \frac{T_a}{F_g} \geq FS_{to}$$

여기서, F_g : 보강재에 작용하는 인장강도

FS_{to} : 파단(Tensile OverStress)에 대한 기준안전율

블록식 보강토옹벽에 대한 장기허용인장강도(T_a)는 다음과 같다.

$$T_a = \frac{T_{ult}}{RF_D \times RF_{ID} \times RF_{CR} \times FS_{UNC}}$$

여기서,

T_{ult} : 토목섬유 보강재의 극한인장강도(또는 항복인장강도)
(ASTM D 4759 or GRI GG-1 for geogrids)

RF_D : 내구성에 대한 감소계수(1.1 ~ 2.0)

미생물, 화학약품, 산화, 가수분해 등에 의한 토목섬유의 강도손실

RF_{ID} : 설치 시 발생하는 피해 및 손상에 대한 감소계수(1.05 ~ 3.0)

RF_{CR} : Creep 감소계수(1.5 ~ 5.0)

실내 Creep 시험에서 얻은 토목섬유의 Creep 한계강도에 대한 극한강도의 비

폴리머종류	감소계수
폴리에스터(PET)	2.0 ~ 2.5
폴리프로필렌(PP)	4.0 ~ 5.0
폴리에틸렌(PE)	2.5 ~ 5.0

FS_{UNC} : 불확실성에 대한 안전율(1.5)

구조물의 형상과 뒤채움의 특성, 보강재특성, 외부 작용하중 등의 불확실성
및 구조물의 중요도를 고려한 안전율

참고문헌 :

- Design Manual For Segmental Retaining Walls. Secound Edition

NCMA : National Concrete Masonry Association Appendix E

Allowable Geosynthetic Design Strength Determination Method "A"

- US Department of Transportation - FHWA Publication No. FHWA DP. 82-1 "Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guildelines."

(2) B-Method : 장기설계강도

Partial Mateial Safety Factor	
Tindex	8
CRF :	1
FB :	1.08
FC :	1
FD :	1.54
FE :	1

$T_a = T_{index} \times CRF / (FB \times FC \times FD \times FE)$

생물학적, 화학적, 시공중 손실, Creep에 의한 감소에 의해서 한계인장강도와 LTDS는 다음과 같은 관계가 있다.(ASTM D4595 or GRI-GG1)

$$LTDS = \frac{T_{lim}}{FB \times FC \times FD \times FE} = \frac{T_{index} \times CRF}{FB \times FC \times FD \times FE}$$

여기서,

T_{lim} : Limiting tensile strength

T_{index} : Index tensile strength

CRF : Creep reduction factor(Polyester:0.4, other:0.2)

FB : Material factor for biological degradation(1.3)

FC : Material factor for construction site damage(3.0)

FD : Material factor for chemical degradation(2.0)

FE : Material factor for extrapolation of creep data from t_{ref} to t_d (1.5)

참고문헌 :

- Design Manual For Segmental Retaining Walls. Second Edition
NCMA : National Concrete Masonry Association Appendix F
Long-Term Geosynthetic Design Strength Determination Method "B"

아. 블록과 보강재의 연결강도 및 전단강도

블록과 보강재의 전단강도			블록과 보강재의 연결강도		
단위:tf/m	Ult.	Serv.	단위:tf/m	Ult.	Serv.
Min.au :	0.7	0.7	Min.acs:	0	0.35
λ_u :	30	30	λ_{cs} :	27.311	40
Max :	2	2	Max :	7.875	2

블록과 보강재의 연결강도 및 전단강도를 입력합니다.

[참고] 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 연결강도

블록과 보강재의 연결강도		
단위:tf/m	Ult.	Serv.
Min.acs:	0	0.35
λ_{cs} :	27.311	40
Max :	7.875	2

A. Ultimate Strength Criterion

$$T_{ultconn(n)} = a_{cs} + W_{w(n)} \cdot \tan \lambda_{cs}$$

B. Service State Criterion : 3/4 inch deformation

$$T_{conn@3/4(n)} = a'_{cs} + W_{w(n)} \cdot \tan \lambda'_{cs}$$

현재 국내에서는 대부분 A.Ultimate Strength Criterion만 적용하고 이에 대한 실험만 행하여지는 것이 보통이다. 따라서, B에 해당되는 값이 없을 경우에는 A.값을 적용한다.

참고문헌: Appendix C; C.1 NCMA Test Method SRWU-1

[참고] 콘크리트 블록간(또는 블록+보강재+블록) 전단강도

블록과 보강재의 전단강도		
단위:tf/m	Ult.	Serv.
Min.au :	0.7	0.7
λ_u :	30	30
Max :	2	2

내적활동파괴에 저항하는 블록식보강토옹벽의 접촉면에서의 전단력 $V_{u(n)}$ 는 접촉면에 작용하는 블록식 보강토옹벽의 전단강도에 의해 조절되어진다.

$$V_{u(n)} = a_{u(n)} + W_{w(n)} \cdot \tan \lambda_u$$

위의 값 중 일반적으로 블록과 보강재의 전단강도를 측정하는 경우에는 블록과 블록의 전단강도를 측정하지 않는 경우에는 블록과 보강재의 전단강도값이 항상 작은 값을 가지므로 이 값을 적용하여도 무난하다.

또한 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 결합강도에서 기술한 것과 같이 Service State Criterion의 값을 측정하지 않았을 경우에는 Ultimate Strength Criterion값을 입력한다.

설계에 사용되는 전단력 $V_{u(n)}$ 과 결합강도 T_{cl} 은 NCMA에서 제시하고 있는 SRWU-1, SRWU-2 방법에 따라 블록식 옹벽체계의 세부적인 조합정도를 실제 규모의 실험을 통해 평가하여야만 한다.

참고문헌 : Appendix C; C.2 NCMA Test Method SRWU-2

[참고] NCMA설계편람에 의한 설계정수 산정 실험방법

블록식옹벽을 설계하기 위하여 필요한 설계정수중 블록식옹벽의 크기, 높이,보강층상의 간격등을 결정짓는 블록간의 전단강도 및 블록과 보강재(토목섬유보강재, 예들들면, 지오그리드등)의 결합강도를 산정하는 것은 대단히 중요하다. 따라서, 본 절에서는 NCMA설계기준에서 제안하고 있는 실험방법과 그 결과를 활용하기 위한 계수들에 대하여 설명하고자 한다.

(1) SRWU-1 : 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 결합강도 측정시험**① 극한결합강도의 결정**

$$T_{ultcomn} = F_p / W_s$$

여기서, $T_{ultcomn}$: 토목섬유보강재의 단위폭당 극한결합강도

F_p : 극한인장결합하중

W_s : 토목섬유보강재의 폭

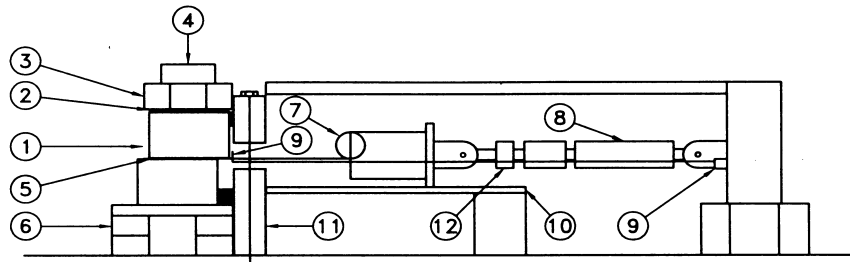
② 국부상태의 결합강도

$$T_{cs} = F_{ss} / W_s$$

여기서, T_{cs} : 변형기준내의 국부안정결합강도

F_{ss} : 변형기준내의 측정 인장결합강도

W_s : 토목섬유 보강재의 폭



1. STACKED SEGMENTAL CONCRETE UNITS
2. NORMAL LOAD DISTRIBUTION PAD
3. NORMAL SURCHARGE LOADING PLATE
4. NORMAL LOAD ACTUATOR/LOAD CELL
5. GEOSYNTHETIC REINFORCEMENT
6. PLATFORM
7. GEOSYNTHETIC CLAMPING DEVICE
8. HYDRAULIC ACTUATOR OR SCREW JACK
9. DEFORMATION MEASURING DEVICE
(ATTACH TO GEOSYNTHETIC AT REAR OF BLOCK)
10. GUIDE RAIL
11. LOADING FRAME
12. LOAD CELL

[그림 3.3] 결합강도 시험체계(NCMA)

(2) SRWU-2 : 콘크리트블록간의 전단강도 결정측정시험

① 극한전단강도의 결정

$$S_p = F_p / W_i$$

여기서, S_p : 상부블록의 단위폭당 극한전단강도

F_p : 극한전단강도

W_i : 접촉면 상부 콘크리트의 전체폭

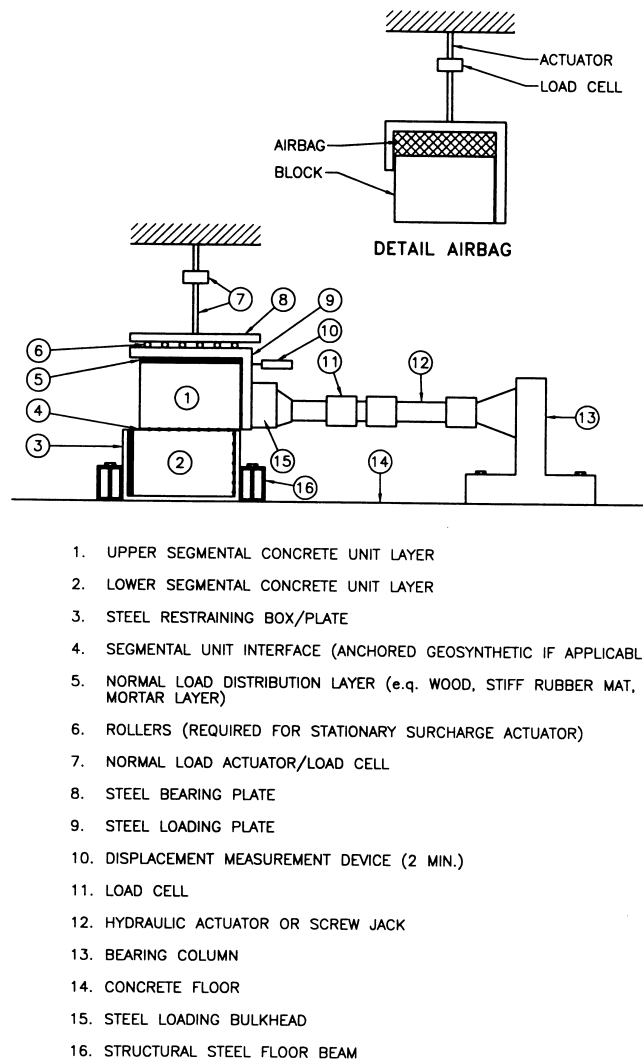
② 국부상태의 결합강도

$$S_{ss} = F_{ss} / W_i$$

여기서, S_{ss} : 변형기준내의 국부안정전단강도

F_{ss} : 변형기준내의 측정 전단강도

W_i : 토목섬유보강재의 폭



[그림 3.4] 접촉면 전단시험 체계(NCMA)

자. 흙과 보강재의 상호관계

흙과 보강재의 상호관계

Ci :	흙과 보강재의 상호작용계수	<input type="text" value="0.7"/>
Cds :	흙과 보강재의 직접활동계수	<input type="text" value="0.95"/>
ECds :	보강토체의 직접활동계수	<input type="text" value="1"/>

참고 : 보강재 및 흙의 종류에 따라 달라지는 값으로
시험결과를 사용하는 것이 바람직함.

흙과 보강재의 상호관계를 입력합니다. 기본적으로 흙과 보강재의 상호관계에 대한 각 종 계수 값들은 해석에 적용되는 보강재의 고유한 특성 값으로 해당 실험을 통하여 산출하여야 합니다.

- Ci : 인발에 대한 상호 작용계수
- Cds : 보강재의 직접활동계수
- ECds : 보강토체의 직접활동계수

[참고] 흙과 보강재의 상호관계(C_i , C_{ds} , α) 참고값 : 각 종 설계기준에 따라 상이함.

(1) 인발에 대한 상호 작용계수 : C_i

- 토목섬유 쉬트형 보강재 : $F^* = C_i \times \tan\phi = \frac{2}{3} \times \tan\phi$, $C_i = \frac{2}{3}$
- 지오그리드 보강재 : $F^* = C_i \times \tan\phi = 0.8 \times \tan\phi$, $C_i = 0.8$

(2) 활동에 대한 상호 작용계수 : $C_{ds} \leq 1.0$

- 토목섬유 쉬트형 보강재 : $\rho = \tan^{-1}(F^*) = \tan^{-1}(\frac{2}{3} \times \tan\phi)$, $C_{ds} = \frac{\tan\rho}{\tan\phi} = \frac{2}{3}$
- 지오그리드 보강재 : $\rho = \tan^{-1}(F^*) = \tan^{-1}(0.8 \times \tan\phi)$, $C_{ds} = \frac{\tan\rho}{\tan\phi} = 0.8$

(3) Scale effect correction factor : $\alpha = 0.6 \sim 1.0$

- 토목섬유 쉬트형 보강재 : $\alpha = 0.6$
- 지오그리드 보강재 : $\alpha = 0.8$

2.4.5 보강재 (FHWA:신장성보강재-Geosynthetic)

아래의 그림에서 보는 바와 같이 보강재 탭을 선택하면 하부에 보강재배치와 보강재 제원 입력탭이 생성됩니다. 여기에서 입력되는 값은 제원탭에서 입력한 블록제원과 옹벽형상에 적합한 보강재의 제원을 설정하고 보강재의 설치위치와 길이를 세부적으로 산정하는 곳 입니다.

보강재 배치
보강재 제원

[그림] 보강재 입력상자

프로젝트관리
보강토옹벽
환경설정

일반정보
지층구성
제원
보강재
작용하중
기준안전율

보강재 배치
보강재 제원

번호	높이	간격	길이	비고
1	0.2	0.2	8.06	-
2	0.6	0.4	8.06	-
3	1	0.4	8.06	-
4	1.4	0.4	8.06	-
5	1.8	0.4	8.06	-
6	2.2	0.4	8.06	-
7	2.6	0.4	8.06	-
8	3	0.4	8.06	-
9	3.4	0.4	8.06	-
10	3.8	0.4	8.06	-
11	4.2	0.4	8.06	-
12	4.6	0.4	8.06	-
13	5.2	0.2	8.06	-
14	5.6	0.4	8.06	-
15	6	0.4	8.06	-
16	6.4	0.4	8.06	-
17	6.8	0.4	8.06	-
18	7.2	0.4	8.06	-
19	7.6	0.4	8.06	-
20	8	0.4	8.06	-
21	8.4	0.4	8.06	-
22	8.8	0.4	8.06	-
23	9.2	0.4	8.06	-
24	9.6	0.4	8.06	-

보강재 길이 설정

☒ 균등배치 : 제원입력값 적용
 설치길이L(m):

☐ 사용자 입력

보강재 간격 설정

☒ 보강재 기본 배치 설정

	하단	상단
보강재 설치 수 :	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>
보강재위치 : 첫번째	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
마지막	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>

☐ 사용자 직접 입력

+ 추가
↺ 수정
- 삭제
✕ 해석

[그림] 보강재 배치 입력상자

가. 보강재 길이 설정

보강재 길이 설정

☒ 균등배치 : 제원입력값 적용
설치길이L(m):

☐ 사용자 입력

보강재 길이 설정

☒ 균등배치 : 제원입력값 적용
설치길이L(m):

☐ 사용자 입력

(a) 단순형
(b) 계단식

[그림] 보강재 길이 설정

위 그림에서 보는 바와 같이 보강재 길이설정에서는 균등배치, 사용자 직접 입력의 2가지 옵션을 제공합니다.

1) 균등배치

균등배치는 제원입력에서 입력한 설치길이를 적용하여 일정한 값을 자동으로 입력함.

2) 사용자 직접 입력

사용자 직접 입력은 좌측에 있는 그리드 상자에 사용자가 직접입력하여 이 값을 해석에 적용하는 방법입니다. 입력방법은 좌측 그리드 상자의 길이 입력열에 직접 사용자가 입력하시면 됩니다.

나. 보강재 간격 설정

보강재 간격 설정

☐ 보강재 기본 배치 설정
보강재 설치 수 :
보강재위치 : 첫번째
마지막

☒ 사용자 직접 입력

보강재 간격 설정

☒ 보강재 기본 배치 설정

	하단	상단
보강재 설치 수 :	12	12
보강재위치 : 첫번째	1	1
마지막	2	2

☐ 사용자 직접 입력

(a) 단순형
(b) 계단식

[그림] 보강재 간격 설정

위 그림에서 보는 바와 같이 보강재 기본 배치 설정과 사용자 직접입력의 2가지 옵션을 제공합니다.

1) 보강재 기본 배치 설정

보강재 기본 배치 설정은 사용자가 설치할 보강재의 설치수와 보강재가 설치될 첫 번째와 마지막 위치를 입력하신 후 보강재 기본 배치 설정 체크박스를 체크하시면 가장 적합한 배치를 XReWall 프로그램에서 자동으로 산정하여 배치합니다.

2) 사용자 직접 입력

사용자 직접 입력은 좌측에 있는 그리드 상자에 사용자가 직접입력하여 이 값을 해석에 적용하는 방법입니다. 입력방법은 좌측 그리드 상자의 길이 입력열에 직접 사용자가 입력하시면 됩니다.

다. 보강재 제원 입력

프로젝트관리		보강토옹벽		환경설정	
일반정보		지층구성		보강재	
보강재 배치		보강재 제원		작용하중	
기준안전율					
번호	높이	간격	Rc	제품명	제원
1	0.20	0.20	1.000	FHWA	50
2	0.60	0.40	1.000	FHWA	50
3	1.00	0.40	1.000	FHWA	50
4	1.40	0.40	1.000	FHWA	50
5	1.80	0.40	1.000	FHWA	50
6	2.20	0.40	1.000	FHWA	50
7	2.60	0.40	1.000	FHWA	50

일반사항

제품명

FHWA | 50 | 신장성보강재

DB 편집

제원

8 T

기타

신장성보강재

수정

A-Method

B-Method

보강재의 인장강도 및 강도감소계수

Tult(kN) : 보강재 개당 극한인장강도

8.75

Tult(kN/m) : 극한인장강도

8.75

RFd : 내구성 감소계수

1.2

RFid : 시공성 감소계수

1.25

RFcr : 크리프 감소계수

1.66

FSunc(FScs) : 불확실성/중요도에 대한 안전율

1.5

보강재 제원

b(m) : 보강재의 폭

1

Sh(m) : 수평설치간격

1

Rc : 적용면적비

1

강도 감소계수 (CRu, CRs)

No.1

No.2

σ : 접지압

0

50

CRs : 인발

0

0.9

σ : 접지압

50

100

CRu : 파단

0.9

0.9

CRs = Tc-po/Tult

CRu = Tc-ult/Tult

σ : Confining Stress

훅과 보강재의 상호관계

Cixα : 훅과 보강재의 상호작용계수

0.64

Cds : 훅과 보강재의 직접활동계수

0.95

ECds : 보강토체의 직접활동계수

1

참고 : 보강재 및 훅의 종류에 따라 달라지는 값으로 시험결과를 사용하는 것이 바람직함.

+ 추가

↺ 수정

- 삭제

✕ 해석

[그림] 보강재 제원 입력 화면

라. 일반사항

일반사항

제품명

Woven형 지오표리드 | 15 kN | 신장성 보강재

DB 편집

제원

8 T

기타

신장성보강재

수정

일반사항에서는 보강재의 제품명, 제원 및 기타내용을 입력합니다.

- 1) 제품명 : 보강재 제품에 대한 설명 입력
- 2) 제원 : 보강재의 폭, 두께, 인장강도 등 입력
- 3) 기타내용 : 부가적인 설명이 필요한 사항 입력

마. 보강재 제원

보강재 제원	
b(m): 보강재의 폭	<input type="text" value="1"/>
Sh(m):수평설치간격	<input type="text" value="1"/>
Rc: 적용면적비	<input type="text" value="1"/>

[그림] 보강재 제원

보강재 제원에서는 보강재의 폭(b), 수평설치간격(Sh), 적용면적비(Rc)를 입력할 수 있게 되어 있다. FHWA 기준의 경우 적용면적비에 대하여 일반적인 지오그리드와 쉬트형 토목섬유의 경우 $R_c = 1.0$ 을 적용한다. 따라서, 보강재의 폭(b)과 수평설치간격(Sh)는 항상 1.0으로 기본적으로 설정되어 있으며 필요시 사용자가 지정할 수 있도록 되어 있다.

참고로 적용면적비 $R_c = \frac{S_h}{b}$ 로 수평설치간격에 보강재의 폭을 나눈 것으로 보강재가 단위폭당 포설되어 있는 비를 의미한다. 이 값은 내적안정시 인발 및 파단에 대한 안정성 검토 시 반영되며 일반적으로 적용면적비(Rc)의 영향은 띠형토목섬유 보강재의 경우 인장강도는 비교적 큰 값(참고, 개당 인장강도에 수평설치간격이 적용됨)을 가지고 있어 파단에 대한 안정성 판단에는 별 영향을 주지 않는 반면에 적용면적비(Rc)가 적을 경우에 특히 옹벽 상단부분 인발저항영역이 적은 부분에 대해 인발에 대해서는 큰 영향을 준다. 띠형토목섬유 보강재 적용시 이점에 유의하시기 바랍니다.

바. 보강재 제원의 안전을 적용방법

보강재의 인장강도 및 강도감소계수	
Tult(kN) : 보강재 개당 극한인장강도	<input type="text" value="8.75"/>
Tult(kN/m) : 극한인장강도	<input type="text" value="8.75"/>
RFd : 내구성 감소계수	<input type="text" value="1.2"/>
RFid : 시공성 감소계수	<input type="text" value="1.25"/>
RFcr : 크리프 감소계수	<input type="text" value="1.66"/>
FSunc(FSCs) : 불확실성/중요도에 대한 안전율	<input type="text" value="1.5"/>

보강재 제원의 안전을 적용방법은 각 보강재의 안전율을 입력하여 토목섬유 보강재의 인장강도를 결정합니다.

토목섬유 보강재의 장기사용인장강도 T_{ul} 는 보강재의 변형, Creep 및 강도저하 등에 의한 감소계

수를 사용하여 결정한다. 여기서, 보강재 개당 극한인장강도(tonf 또는 kN)는 띠형토목섬유와 같이 적용면적비(Rc)가 1.0이 아닐 경우에 적용하는 것으로 일반적인 쉬트형 보강재의 경우 적용면적비(Rc)를 1.0으로 해석을 수행하시 때문에 일반적인 광폭인장강도 시험결과인 극한인장강도(Tult, tonf/m 또는 kN/m)를 입력하시면 됩니다.

XReWall에서는 내적안정시 보강재 파단에 대한 안전율과 블록과의 연결강도에 대한 파단에 대한 안정성검토시 검토방법을 구분하여 적용한다.

내적안정시 보강재 파단에 대한 안정검토는 장기사용인장강도(Tal)와 기준안전율에서 지정한 파단(Tensile OverStress)에 대한 안전율 FSto 와 비교하여 판단한다.

$$FS = \frac{T_{al}}{F_g} \geq FS_{to}$$

여기서, F_g : 보강재에 작용하는 인장강도

FS_{to} : 파단(Tensile OverStress)에 대한 기준안전율

또한 연결강도에 대한 안정검토시에는 장기사용인장강도(Tal)와 FScs 또는 FSunc 와 비교하여 블록과 보강재의 연결부분에 대한 검토를 실시한다.

$$FS = \frac{T_{al}}{F_g} \geq FS_{cs} \text{ or } FS_{unc}$$

여기서, F_g : 보강재에 작용하는 인장강도

FS_{to} : 파단(Tensile OverStress)에 대한 기준안전율

블록식 보강토옹벽에 대한 장기사용인장강도(T_{al})는 다음과 같다.

$$T_{al} = \frac{T_{ult}}{RF_D \times RF_{ID} \times RF_{CR}}$$

[참고] 토목섬유 보강재의 설계인장강도

토목섬유의 인장특성은 크리프(creep), 시공시 손상, 노화(aging), 온도, 구속압 등과 같은 환경적인 요인에 의해 영향을 받는다. 따라서 토목섬유 보강재의 장기간 허용인장강도는 토목섬유의 허용인장변형과 크리프 특성 및 가능한 모든 강도저하 요인 등을 고려하여 결정되어야 한다.

토목섬유 보강재는 폴리머의 종류, 품질, 첨가제와 기하학적 구조 등에 따라 다양한 화학약품과 미생물에 의한 공격과 노화에 대한 저항성이 다르다. 따라서 각 보강재는 개별적으로 평가되어야 한다. 일반적으로 폴리에스테르 토목섬유는 높은 온도와 가수분해(hydrolysis)에 의해 장기적인 강도손실이 발생하기 쉽다. 이러한 가수분해와 섬유분해(fiber dissolution)는 알칼리성 토양과 지하수위 근처나 하부에 있는 토양 속에서 가속화된다. 반면 폴리에틸렌계 토목섬유는 높은 온도와 산화(oxidation)에 의해 장기적인 강도손실이 발생하기 쉽다. 보강토체 내에서의 산화는 대기중에서 보다 상당히 작으나, 황산화토(acid sulfate soils)나 슬래그(slag) 등의 산업부산물에서 발견되는 전이금속(transition metals;

Fe, Cu, Mn, Co, Cr)의 존재에 의해 가속화된다.

대부분의 토목섬유 보강재는 흙 속에 묻혀지기 때문에 자외선에 대한 안정성은 시공중이나 포장형(wrap around type) 보강토옹벽에서 고려된다. 시공중에는 토목섬유 보강재가 1주일 이상 대기중에 방치되지 않도록 하고, 포장형 보강토옹벽의 경우에는 식생이나 슛크리트 등으로 노출된 토목섬유를 덮어 준다면 자외선에 의한 강도손실은 크게 염려하지 않아도 될 것이다.

시공시 토목섬유의 손상에 따른 강도손실은 토목섬유의 운반 및 포설, 다짐 시공시에 충분한 주의를 기울인다면 최소화할 수 있다. 트랙형(track type) 시공장비는 포설된 토목섬유 보강재 바로 위에서 운행되지 않도록 해야 한다. 다짐시공중의 토목섬유의 손상은 토목섬유 보강재 상부에 부과된 상재하중과 뒤채움흙의 크기 및 모난형상의 함수이다.

상기 기술된 사항들을 고려하여 토목섬유 보강토옹벽에서 토목섬유 보강재의 장기인장강도(long-term tensile strength), T_{al} 는 다음식과 같이 표현할 수 있다.

$$T_{al} = \frac{T_{ult}}{RF}$$

여기서, T_{ult} : 토목섬유 보강재의 극한인장강도

RF : 토목섬유 보강재의 장기간 강도손실을 고려한 총 감소계수
($RF = RF_{CR} \times RF_D \times RF_{ID}$)

RF_{CR} : 크리프 감소계수. 실내 크리프시험에서 얻은 토목섬유의 크리프 한계강도에 대한 극한강도의 비로서, 폴리머 종류에 따른 전형적인 크리프 감소계수는 다음과 같다. (Holtz et al, 1995)

폴리머종류	감소계수
폴리에스터(PET)	2.0 ~ 2.5
폴리프로필렌(PP)	4.0 ~ 5.0
폴리에틸렌(PE)	2.5 ~ 5.0

RF_D : 내구성 감소계수. 미생물, 화학약품, 산화, 가수분해 등에 의한 토목섬유의 강도손실 정도를 나타내며, 일반적으로 1.0 ~ 2.0의 값이 사용된다.

RF_{ID} : 시공성 감소계수. 시공중 토목섬유의 손상에 따른 강도손실 정도를 나타내며, 일반적으로 1.0 ~ 3.0의 값이 사용된다.

또한, 구조물의 형상과 뒤채움재의 특성, 보강재 특성, 외부 작용하중 등의 불확실성 및 구조물의 중요도를 고려한 안전율, FS_{unc} 를 사용하여, 토목섬유 보강재의 장기간 설계인장강도, T_d 또는 허용인장강도, T_a 는 다음식으로 표현할 수 있다. (T_d or T_a : Design allowable tensile strength)

안전율 FS_{unc} 는 설계자의 판단에 의해 1.5의 범위에서 사용하는 것을 추천한다.

$$T_d \text{ or } T_a = \frac{T_{al}}{FS_{unc}}$$

[참고] 보강재 인장강도 명칭에 대한 참고사항

보강재의 인장강도에 대한 기호와 표기 방법은 각 기준과 참고서적에 따라 다소 차이를 보이고 있으나 최종적으로 표현하는 값은 동일한 값을 산출한다. 따라서 각 기준 또는 참고서적을 이용할 경우에는 전체적인 흐름을 파악하는 것이 필요하다.

보강재의 인장강도에는 최초 인장강도 시험으로 결정되는 극한인장강도(T_{ult})을 이용하여 최종적으로 각 기준에서 사용하는 사용, 설계 또는 허용인장강도로 구분할 수 있다. 대체적으로 구분되는 기호는 T_{al} , T_a , T_d , T_l 등으로 정의되고 있다.

여기서, T_{al} , T_l 의 경우에는 극한인장강도(T_{ult}) / 감소계수(RF) 를 나눈 값으로 정의되며 명칭은 장기사용(이용)인장강도(Available Design Strength), 장기인장강도(long-term tensile strength) 등으로 불리고 있으며 T_a , T_d 의 경우에는 T_{al} 또는 T_l 값 / 안전율(FS) 를 나눈 값으로 정의되며 명칭은 설계허용인장강도(Design allowable tensile strength), 허용인장강도, 설계인장강도 등으로 불린다.

사. 블록과 보강재의 연결강도

강도 감소계수(CRu, CRs)		
	No.1	No.2
σ : 접지압	0	50
CRs : 인발	0	0.9
σ : 접지압	50	100
CRu : 파단	0.9	0.9

CRs = T_{c-po}/T_{ult}
 CRu = T_{c-ult}/T_{ult}
 σ : Confining Stress

블록과 보강재의 연결강도 계산을 위한 강도 감소계수 CRu와 CRs에 대한 값을 입력합니다.

- CRu : 연결부 파단에 대한 극한강도 감소계수($CR_u = T_{c-ult}/T_{ult}$)
- CRs : 연결부 인발에 대한 극한강도 감소계수($CR_s = T_{c-po}/T_{ult}$)

[참고] 연결부 강도 평가

토목섬유 보강토옹벽에서 전면벽과 토목섬유 보강재의 연결은 일반적으로 전면벽에 정착된 강봉 등과의 구조적 연결방법과 전면벽과 보강재 사이의 마찰 및 전단저항(핀, 전단키 사용)에 의한 연결방법 등에 의해 수행되고 있다. 마찰 및 전단저항에 의한 연결부의 강도는 연결부의 기하학적 구조형태와 옹벽의 경사도, 전면벽의 깊이 및 수직응력 등에 의해 변화한다.

최대 연결부강도, T_{ac} 는 미국 GRI Text Method GS8(1991)의 시험방법을 사용하고 최소 안전율 1.5를 고려하면 다음과 같이 구할 수 있다.

$$T_{ac} = \frac{P_{ac}}{1.5 \cdot W}$$

여기서,

P_{ac} : 연결부 파괴시 저항력

W : 보강재의 시험폭

상기 기술된 연결부 강도는 전면벽의 중량에 의해 유발되는 수직하중의 함수이다. 따라서, 보강토옹벽의 상단부에서 최소가 되고 하단부에서 최대가 된다. 옹벽이 경사져 있는 경우에는 임의의 연결부에 작용하는 수직하중이 그 상부에 있는 전면벽의 총중량과 다를 수 있으므로 이러한 경우에는 힌지높이(Hinge Height)를 고려하여 수직하중을 계산한다.

참고로 NCMA 설계기준에서의 신장성보강재에 대한 설명시 “[참고] 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 연결강도”에 대한 실험방법으로도 동일한 CRu, CRs값을 산출할 수 있다.

아. 흙과 보강재의 상호관계

흙과 보강재의 상호관계

CIxα :	흙과 보강재의 상호작용계수	<input type="text" value="0.64"/>
Cds :	흙과 보강재의 직접활동계수	<input type="text" value="0.95"/>
ECds :	보강토체의 직접활동계수	<input type="text" value="1"/>

참고 : 보강재 및 흙의 종류에 따라 달라지는 값으로
실험결과를 사용하는 것이 바람직함.

흙과 보강재의 상호관계를 입력합니다. 기본적으로 흙과 보강재의 상호관계에 대한 각 종 계수값들은 해석에 적용되는 보강재의 고유한 특성값으로 해당 실험을 통하여 산출하여야 합니다.

- Ci : 인발에 대한 상호 작용계수
- Cds : 보강재의 직접활동계수
- ECds : 보강토체의 직접활동계수

[참고] 흙과 보강재의 상호관계(C_i, C_{ds}, α) 권장값(적용면적비 : Rc = 1.0일 경우)

(1) 인발에 대한 상호 작용계수 :

- 토목섬유 쉬트형 보강재 : $F^* = C_i \times \tan\phi = \frac{2}{3} \times \tan\phi$, $C_i = \frac{2}{3}$
- 지오그리드 보강재 : $F^* = C_i \times \tan\phi = 0.8 \times \tan\phi$, $C_i = 0.8$

(2) 활동에 대한 상호 작용계수 : $C_{ds} \leq 1.0$

- 토목섬유 쉬트형 보강재 : $\rho = \tan^{-1}(F^*) = \tan^{-1}(\frac{2}{3} \times \tan\phi)$, $C_{ds} = \frac{\tan\rho}{\tan\phi} = \frac{2}{3}$
- 지오그리드 보강재 : $\rho = \tan^{-1}(F^*) = \tan^{-1}(0.8 \times \tan\phi)$, $C_{ds} = \frac{\tan\rho}{\tan\phi} = 0.8$

(3) Scale effect correction factor : $\alpha = 0.6 \sim 1.0$

- 토목섬유 쉬트형 보강재 : $\alpha = 0.6$
- 지오그리드 보강재 : $\alpha = 0.8$

2.4.6 보강재 (FHWA:신장성보강재-Polymer Strips)

신장성보강재(Polymer Strips)의 경우 2.4.5에서 설명한 신장성보강재(Geosynthetic)와 기본적인 입력방법은 동일하며 추가적으로 Polymer Strips 특성에 더 적합한 방식으로 입력이 가능하도록 XReWall에서는 별도의 메뉴로 구성되어 있다. 2.4.5절과 상이한 보강재 제원 입력 부분에 대해서만 설명하기로 한다.

가. 보강재 제원 입력

프로젝트관리		보강토옹벽		환경설정	
일반정보		지층구성		제원	
보강재 배치		보강재 제원		작용하중	
기준안전율					
번호	높이	간격	Rc	제품명	제원
1	0.20	0.20	1.000	FHWA	50
2	0.60	0.40	1.000	FHWA	50
3	1.00	0.40	1.000	FHWA	50
4	1.40	0.40	1.000	FHWA	50
5	1.80	0.40	1.000	FHWA	50
6	2.20	0.40	1.000	FHWA	50
7	2.60	0.40	1.000	FHWA	50

일반사항

제품명

FHWA | 50 | 신장성보강재

제원

8 T

기타

신장성보강재

DB 편집

수정

A-Method

B-Method

보강재의 인장강도 및 강도감소계수

Tult(kN) :

보강재 개당 극한인장강도

8.75

Tult(kN/m) :

극한인장강도

8.75

RFd :

내구성 감소계수

1.2

RFid :

시공성 감소계수

1.25

RFcr :

크리프 감소계수

1.66

FSunc(FScs) :

불확실성/중요도에 대한 안전율

1.5

보강재 제원

b(m) :

보강재의 폭

1

Sh(m) :

수평설치간격

1

Rc :

적용면적비

1

블록과 보강재의 연결강도

CRu :

Tc-ult/Tult

0.9

보강재의 수동 저항부

apr(kN/m) :

48.103

λ_{pr} (도) :

8

apr[max](kN/m) :

132.15

Rcpr :

0.400

Cpr :

0.500

훅과 보강재의 상호관계

Cix α :

훅과 보강재의 상호작용계수

0.64

Cds :

훅과 보강재의 직접활동계수

0.95

ECds :

보강토체의 직접활동계수

1

참고 : 보강재 및 훅의 종류에 따라 달라지는 값으로 시험결과를 사용하는 것이 바람직함.

참고:필할 실험값 적용

+ 추가

↺ 수정

- 삭제

× 해석

[그림] 보강재 제원 입력 화면

나. 일반사항

일반사항

제품명

Woven형 지오그리드 | 15 kN | 신장성 보강재

제원

8 T

기타

신장성보강재

일반사항에서는 보강재의 제품명, 제원 및 기타내용을 입력합니다.

- 1) 제품명 : 보강재 제품에 대한 설명 입력
- 2) 제원 : 보강재의 폭, 두께, 인장강도 등 입력
- 3) 기타내용 : 부가적인 설명이 필요한 사항 입력

다. 보강재 제원

보강재 제원	
b(m): 보강재의 폭	<input type="text" value="1"/>
Sh(m):수평설치간격	<input type="text" value="1"/>
Rc: 적용면적비	<input type="text" value="1"/>

[그림] 보강재 제원

보강재 제원에서는 보강재의 폭(b), 수평설치간격(Sh), 적용면적비(Rc)를 입력할 수 있게 되어 있다. FHWA 기준의 경우 적용면적비에 대하여 일반적인 지오그리드와 쉬트형 토목섬유의 경우 $R_c = 1.0$ 을 적용한다. 따라서, 보강재의 폭(b)과 수평설치간격(Sh)는 항상 1.0으로 기본적으로 설정되어 있으며 필요시 사용자가 지정할 수 있도록 되어 있다.

참고로 적용면적비 $R_c = \frac{S_h}{b}$ 로 수평설치간격에 보강재의 폭을 나눈 것으로 보강재가 단위폭당 포설되어 있는 비를 의미한다. 이 값은 내적안정시 인발 및 파단에 대한 안정성 검토 시 반영되며 일반적으로 적용면적비(Rc)의 영향은 띠형토목섬유 보강재의 경우 인장강도는 비교적 큰 값(참고, 개당 인장강도에 수평설치간격이 적용됨)을 가지고 있어 파단에 대한 안정성 판단에는 별 영향을 주지 않는 반면에 적용면적비(Rc)가 적을 경우에 특히 옹벽 상단부분 인발저항영역이 적은 부분에 대해 인발에 대해서는 큰 영향을 준다. 띠형토목섬유 보강재 적용시 이점에 유의하시기 바랍니다.

라. 보강재 제원의 안전율 적용방법

보강재의 인장강도 및 강도감소계수	
Tult(kN) : 보강재 개당 극한인장강도	<input type="text" value="8.75"/>
Tult(kN/m) : 극한인장강도	<input type="text" value="8.75"/>
RFd : 내구성 감소계수	<input type="text" value="1.2"/>
RFid : 시공성 감소계수	<input type="text" value="1.25"/>
RFcr : 크리프 감소계수	<input type="text" value="1.66"/>
FSunc(FSCs) : 불확실성/중요도에 대한 안전율	<input type="text" value="1.5"/>

보강재 제원의 안전율 적용방법은 각 보강재의 안전율을 입력하여 토목섬유 보강재의 인장강도를 결정합니다.

토목섬유 보강재의 장기사용인장강도 T_{al} 는 보강재의 변형, Creep 및 강도저하 등에 의한 감소계수를 사용하여 결정한다. 여기서, 보강재 개당 극한인장강도(tonf 또는 kN)는 띠형토목섬유와 같이 적용면적비(Rc)가 1.0이 아닐 경우에 적용하는 것으로 일반적인 쉬트형 보강재의 경우 적용면적비(Rc)를 1.0으로 해석을 수행하시 때문에 일반적인 광폭인장강도 시험결과인 극한인장강도(T_{ult} , tonf/m 또는 kN/m)를 입력하시면 됩니다.

XReWall에서는 내적안정시 보강재 파단에 대한 안전율과 블록과의 연결강도에 대한 파단에 대한 안정성검토시 검토방법을 구분하여 적용한다.

내적안정시 보강재 파단에 대한 안정검토는 장기사용인장강도(T_{al})와 기준안전율에서 지정한 파단(Tensile OverStress)에 대한 안전율 FS_{to} 와 비교하여 판단한다.

$$FS = \frac{T_{al}}{F_g} \geq FS_{to}$$

여기서, F_g : 보강재에 작용하는 인장강도

FS_{to} : 파단(Tensile OverStress)에 대한 기준안전율

또한 연결강도에 대한 안정검토시에는 장기사용인장강도(T_{al})와 FS_{cs} 또는 FS_{unc} 와 비교하여 블록과 보강재의 연결부분에 대한 검토를 실시한다.

$$FS = \frac{T_{al}}{F_g} \geq FS_{cs} \quad \text{or} \quad FS_{unc}$$

여기서, F_g : 보강재에 작용하는 인장강도

FS_{to} : 파단(Tensile OverStress)에 대한 기준안전율

블록식 보강토옹벽에 대한 장기사용인장강도(T_{al})는 다음과 같다.

$$T_{al} = \frac{T_{ult}}{RF_D \times RF_{ID} \times RF_{CR}}$$

마. 흙과 보강재의 상호관계

흙과 보강재의 상호관계

$C_{ix\alpha}$:	흙과 보강재의 상호작용계수	<input type="text" value="0.64"/>
C_{ds} :	흙과 보강재의 직접활동계수	<input type="text" value="0.95"/>
EC_{ds} :	보강토체의 직접활동계수	<input type="text" value="1"/>

참고 : 보강재 및 흙의 종류에 따라 달라지는 값으로 시험결과를 사용하는 것이 바람직함.

흙과 보강재의 상호관계를 입력합니다. 기본적으로 흙과 보강재의 상호관계에 대한 각 종 계수값들은 해석에 적용되는 보강재의 고유한 특성값으로 해당 실험을 통하여 산출하여야 합니다.

- C_i : 인발에 대한 상호 작용계수
- C_{ds} : 보강재의 직접활동계수
- EC_{ds} : 보강토체의 직접활동계수

바. 보강재 끝단의 수동저항부에 대한 입력

보강재의 수동 저항부	
$a_{pr}(kN/m)$:	48.103
$\lambda_{pr}(도)$:	8
$a_{pr}[max](kN/m)$:	132.15
R_{cpr} :	0.400
C_{pr} :	0.500
참고: 필히 실험값 적용	

띠형토목섬유(Polymer Strips) 중 특정 제품 중에 보강재 끝단에 수동저항부 존재하는 경우에만 입력합니다. 기본적으로 보강재의 수동 저항부에 대한 각 종 계수값들은 해석에 적용되는 보강재의 고유한 특성값으로 필히 해당 실험을 통하여 산출하여야 합니다.

- a_{pr}, λ_{pr} : 인발시험으로부터 구한 수동저항체 만의 전단강도 정수
- $a_{pr}[max]$: 수동저항부의 최대 작용값
- R_{cpr} : 수동저항부 단위 m 당 적용비
- C_{pr} : 감소계수

사. 보강재 DB 설정

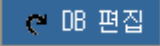
아래의 내용은 보강재 DB에 저장된 내용을 현 해석단면에 적용하는 방법 및 보강재 DB를 활용하는 방법에 대해서 설명하겠습니다.

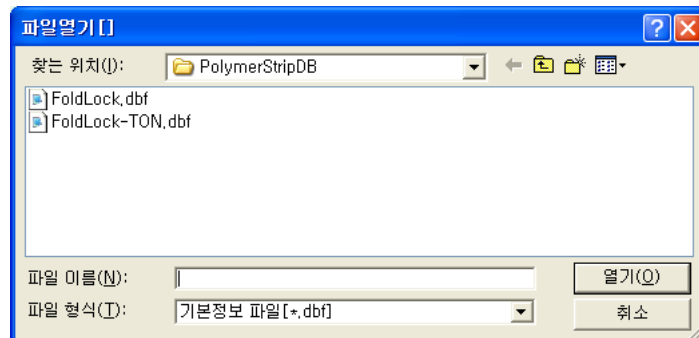
- 1) 보강재선택 리스트박스에서 보강재를 선택한 후 **수정** 버튼을 클릭하면 리스트박스에 선택된 내용이 해석단면에 적용된다.

일반사항	
제품명	Fold Lock
제원	25kN
기타	PET+PE

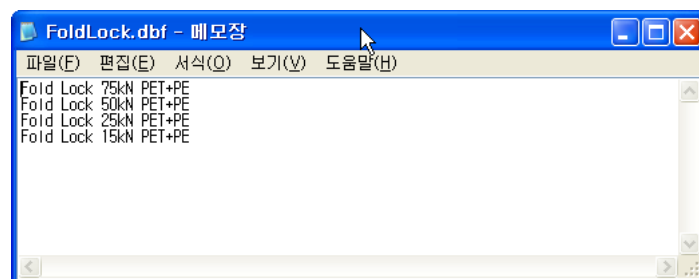
DB 편집

수정

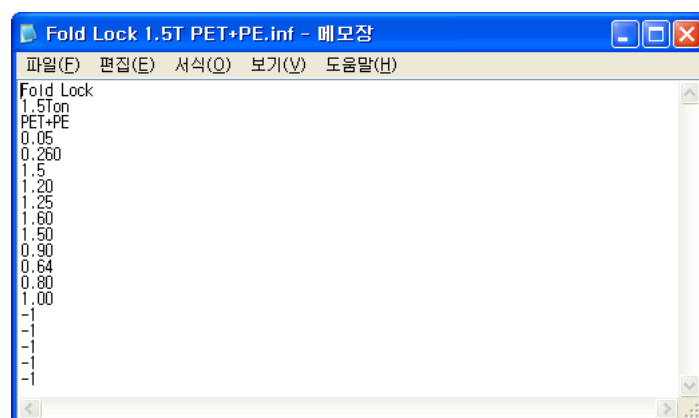
- 2) 보강재 DB의 내용은 선택하거나 변경하기 위해서는  버튼을 클릭하면 아래의 그림과 같이 파일열기 대화상자가 나타나며 대화상자에 있는 FoldLock.dbf 을 선택하여 열기 버튼을 클릭하면 FoldLock.dbf 에 있는 보강재에 대한 목록이 보강재 선택 리스트박스에 적용된다.



- 3) 보강재DB 설정파일 : 아래의 그림은 FoldLock.dbf 의 내용을 나타낸 것이다. 각 항목은 보강재 설정파일의 파일명으로 이루어져 있으며 이 내용은 /PolymerStripDB/*.inf 로 구성되어 있다.



- 4) 보강재 정보파일 : 아래의 그림은 FoldLock.dbf 에 있는 항목 중 하나의 inf 파일의 내용은 나타낸 것이다. 아래의 내용을 사용자가 수정하여 저장하면 다음 해석시에는 이 내용으로 변경되어 적용된다. inf 파일에 있는 각 항목에 대한 자세한 내용은 아래와 같다.



- ① Fold Lock : 제품명 Product Name
- ② 1.5Ton : 제원 Product Spect
- ③ PET+PE : 기타 Etc
- ④ 0.05 : b, 보강재의 폭(m)
- ⑤ 0.260 : Sh, 수평설치간격(m)
- ⑥ 1.5 : Tult, 보강재 개당 극한인장강도(kN or tonf)
- ⑦ 1.20 : RFd, 내구성 감소계수
- ⑧ 1.25 : RFid, 시공성 감소계수
- ⑨ 1.60 : RFcr, 크리프 감소계수
- ⑩ 1.50 : FSunc 또는 FScs, 불확실성/중요도에 대한 안전율
- ⑪ 0.90 : CRu (= $Tc_{ult}/Tult$) 블록과 보강재의 연결강도감소계수
- ⑫ 0.64 : $Ci \cdot \alpha$ (= $F \cdot \alpha / \tan \phi$) 흙과 보강재의 상호 작용계수
- ⑬ 0.80 : Cds, 흙과 보강재의 직접활동계수
- ⑭ 1.00 : ECds, 보강토체의 직접활동계수
- ⑮ 이하 값은 수동저항부 인발시험으로 구한 전단강도 정수
 - apr : 인발시험으로부터 구한 수동저항체 만의 전단강도 정수
 - λ_{pr} : 인발시험으로부터 구한 수동저항체 만의 전단강도 정수
 - apr[max] : 수동저항부의 최대 작용값
 - Rcpr : 수동저항부 단위 m 당 적용비
 - Cpr : 감소계수

2.4.7 보강재 (FHWA:비 신장성 보강재)

아래의 그림에서 보는 바와 같이 보강재 탭을 선택하면 하부에 보강재배치와 보강재 제원 입력탭이 생성됩니다. 여기에서 입력되는 값은 제원탭에서 입력한 블록제원과 옹벽형상에 적합한 보강재의 제원을 설정하고 보강재의 설치위치와 길이를 세부적으로 산정하는 곳 입니다.

보강재 배치

보강재 제원

[그림] 보강재 입력상자

프로젝트관리
보강토옹벽
환경설정

일반정보
지층구성
제원
보강재
작용하중
기준안전율

보강재 배치
보강재 제원

번호	높이	간격	길이	Rc
1	0.38	0.38	14.7	0.06
2	1.13	0.75	14.7	0.06
3	1.88	0.75	14.7	0.06
4	2.63	0.75	14.7	0.06
5	3.38	0.75	14.7	0.06
6	4.13	0.75	14.7	0.06
7	4.88	0.75	14.7	0.06
8	5.63	0.75	14.7	0.06
9	6.38	0.75	14.7	0.06
10	7.13	0.75	14.7	0.06
11	7.88	0.75	14.7	0.06
12	8.63	0.75	14.7	0.06
13	9.38	0.75	14.7	0.06
14	10.13	0.75	14.7	0.06
15	10.88	0.75	14.7	0.06
16	11.63	0.75	14.7	0.06
17	12.38	0.38	14.7	0.06
18	13.13	0.75	14.7	0.06
19	13.88	0.75	14.7	0.06
20	14.63	0.75	14.7	0.06
21	15.38	0.75	14.7	0.06
22	16.13	0.75	14.7	0.06
23	16.88	0.75	14.7	0.06
24	17.63	0.75	14.7	0.06
25	18.38	0.75	14.7	0.06

보강재 길이 설정
☒ 균등배치 : 제원입력값 적용
 설치길이L(m):
☐ 사용자 입력

보강재 간격 설정
 첫번째 설치위치(m):
 보강재 설치간격(m) :
☒ 보강재 배치 실행
☐ 사용자 직접 입력

+ 추가
↺ 수정
- 삭제
✕ 해석

[그림] 보강재 배치 입력상자

가. 보강재 길이 설정

[그림] 보강재 길이 설정

위 그림에서 보는 바와 같이 보강재 길이설정에서는 균등배치, 사용자 직접 입력의 2가지 옵션을 제공합니다.

1) 균등배치

균등배치는 제원입력에서 입력한 설치길이를 적용하여 일정한 값을 자동으로 입력함.

2) 사용자 직접 입력

사용자 직접 입력은 좌측에 있는 그리드 상자에 사용자가 직접입력하여 이 값을 해석에 적용하는 방법입니다. 입력방법은 좌측 그리드 상자의 길이 입력열에 직접 사용자가 입력하시면 됩니다.

나. 보강재 간격 설정

[그림] 보강재 간격 설정

위 그림에서 보는 바와 같이 보강재 기본 배치 설정과 사용자 직접입력의 2가지 옵션을 제공합니다.

1) 보강재 배치 실행

보강재 배치 실행은 사용자가 설치할 보강재의 설치수와 보강재가 설치될 첫 번째 보강재 설치 간격을 입력하신 후 보강재 배치 실행 체크박스를 체크하시면 가장 적합한 배치를 XReWall 프로그램에서 자동으로 산정하여 배치합니다.

2) 사용자 직접 입력

사용자 직접 입력은 좌측에 있는 그리드 상자에 사용자가 직접입력하여 이 값을 해석에 적용하는 방법입니다. 입력방법은 좌측 그리드 상자의 길이 입력열에 직접 사용자가 입력하시면 됩니다.

다. 보강재 제원 입력

프로젝트관리		보강토옹벽		환경설정	
일반정보		지층구성		보강재	
보강재 배치		보강재 제원			
번호	높이	간격	Rc	제품명	제원
1	0.380	0.380	0.067	Steel Strip	50*...
2	1.130	0.750	0.067	Steel Strip	50*...
3	1.880	0.750	0.067	Steel Strip	50*...
4	2.630	0.750	0.067	Steel Strip	50*...
5	3.380	0.750	0.067	Steel Strip	50*...
6	4.130	0.750	0.067	Steel Strip	50*...
7	4.880	0.750	0.067	Steel Strip	50*...
8	5.630	0.750	0.067	Steel Strip	50*...
9	6.380	0.750	0.067	Steel Strip	50*...

일반사항

보강재 선택 :

제원 DB

제품명 :

수정

제원 :

기타

비신장성

보강재 제원(Metal Strips)

Fy(kN/m²)	강재 보강재의 항복응력	<input type="text" value="450000"/>
b(m) :	보강재의 폭	<input type="text" value="0.05"/>
Ec(m) :	보강재의 두께(부식적용한 값)	<input type="text" value="0.002"/>
Ac(m²) :	보강재의 유효 단면적	<input type="text" value="0.0001"/>
Sh(m) :	보강재의 수평간격	<input type="text" value="0.75"/>
Rc = b/Sh :	적용면적비	<input type="text" value="0.067"/>

전면판과 보강재의 연결강도

CRu (Fyc/Fy):

출과보강재의 상호관계

F* : 상단에서 α : ρ : 상단에서 Cu = C60/C10

6M 이하 6M 이하

+ 추가

↺ 수정

- 삭제

✕ 해석

[그림] 보강재 제원 입력 화면

라. 일반사항

일반사항

보강재 선택 :

제품명 :

제원 :

기타

비신장성

일반사항에서는 보강재의 제품명, 제원 및 기타내용을 입력합니다.

- 1) 제품명 : 보강재 제품에 대한 설명 입력
- 2) 제원 : 보강재의 폭, 두께, 인장강도 등 입력
- 3) 기타내용 : 추가적인 설명이 필요한 사항 입력

마. 보강재 제원 적용방법

보강재 제원(Metal Strips)		
Fy(kN/m²)	강재 보강재의 항복응력	450000
b(m) :	보강재의 폭	0.05
Ec(m) :	보강재의 두께(부식적용한 값)	0.002
Ac(m²) :	보강재의 유효 단면적	0.0001
Sh(m) :	보강재의 수평간격	0.75
Rc = b/Sh :	적용면적비	0.067

보강재 제원 입력항목에서는 보강재 제원에 대한 보강재에 대한 폭, 두께, 수평간격 등을 정할 수 있다. 입력항목에 대한 내용은 다음과 같다.

- Fy(kN/m²) : 강재 보강재의 항복응력
- b(m) : 보강재의 폭, 보강재의 실제 폭을 입력한다.
- Ec(m) : 보강재의 두께(부식 적용한 값)
입력상자를 더블클릭하면 부식 적용한 보강재의 두께를 계산할 수 있다.
- Ac(m²) : 보강재의 유효단면적
- Sh(m) : 보강재의 수평설치간격
- Rc = b/Sh : 적용면적비

금속성 보강재의 부식에 의한 영향을 고려하여 보강재의 두께를 계산하는 방법은 보강재 제원 입력 상자에서 Ec(m) 입력상자 옆에 있는 버튼을 클릭하면 아래와 같이 부식에 의한 영향을 계산할 수 있는 대화상자가 생성됩니다. 여기서, 각 종 입력값을 설정하면 부식을 적용한 보강재의 두께를 자동으로 산정하여 적용합니다.

* 금속성 보강재의 부식에 의한 영향

보강재의 두께 (m) :

보강토구조물의 수명(년) :

- 일반 보강토 구조물의 경우 75년

- 교대 및 중요 구조물의 경우 100년

마연도금 두께 (μm) :

마연도금된 금속성 보강재의 부식속도는

최초 년간 μm/년 그 이후 μm/년

마연도금이 완전히 손실된 이후 μm/년

마연도금이 손실되기까지의 년 :

부식영향을 고려한 보강재 두께 (m) :

[참고] 금속성 보강재의 장기설계인장강도

금속성 보강재는 흙 속에서 부식되기 쉬우므로, 금속성 보강재의 수명은 보강재의 부식에 대한 저항력에 달려있다.

성토재 속에서 강재 보강재의 부식은 성토재료의 입경, 투수성 및 함수비 등의 물리적 특성과 알칼리도(alkalinity), 산도(acidity) 및 용해된 염(salts)의 농도 그리고 유기물질과 박테리아의 함유량 등의 화학적 특성에 달려 있다. 이러한 성토재의 화학적 특성은 전기적인 저항력에 영향을 미쳐 성토재의 부식성을 측정하는 중요한 변수로 받아들여지며(Eyre and Lewis, 1987; King, 1978), 보강토체 내부로 흘러든 전류는 금속성 보강재를 심각하게 부식시킬 수 있으므로 주의해야 한다.

일반적으로 금속성 보강재는 부식에 대한 저항력을 높이기 위하여 표면에 아연도금 처리를 한다. 흙속에 묻힌 아연도금된 금속성 보강재의 부식속도는 최초 2년간은 $15 \mu\text{m}/\text{year}$, 그 이후에는 $4 \mu\text{m}/\text{year}$, 아연도금이 완전히 손실된 이후에는 $12 \mu\text{m}/\text{year}$ 를 적용하여 보수적으로 설계할 수 있다(FHWA, 2000).

FHWA(2000)에서는 일반적인 조건에서 금속성 보강재의 아연도금두께를 최소 $86 \mu\text{m}$ 이상으로 규정하고 있다. 아연도금 두께 $86 \mu\text{m}$ 에 대하여 앞에서와 같은 부식속도를 고려하면, 아연도금은 최초 16년 동안에 모두 손실되고 그 이후에는 $12 \mu\text{m}/\text{year}$ 의 속도로 금속성 보강재에 부식이 발생한다. 따라서 보강토 구조물의 수명(일반 보강토구조물의 경우 75년, 교대 및 중요 구조물의 경우 100년) 동안 부식되는 금속성 보강재의 두께는 75년 동안 1.42mm 및 100년 동안 2.02mm 정도로 예상되므로 금속성 보강재의 설계강도 산정시에 이를 고려하여야 한다.

미국의 FHWA(2001)의 보강토옹벽 설계기준에서는 강재 보강재의 경우 아래의 식에서 나타낸 바와 같이 보강재 항복강도(F_y)의 48~55%를 장기설계인장강도, T_a 로 사용한다.

- Steel Strip의 경우

$$T_a = 0.55 \cdot \frac{F_y \cdot A_c}{S_h}$$

- Steel Grids의 경우

$$T_a = 0.48 \cdot \frac{F_y \cdot A_c}{S_h}$$

XReWall에서는 이 값은 기준안전율 및 설계기준에 지정한다.

[참고] 적용면적비(Rc)

띠형 보강재의 경우 설계시에는 보강재 층이 전체 면적을 덮지 못하기 때문에 적용면적비(Coverage Ratio) Rc를 고려한다. 지오텍스타일 및 지오그리드의 경우는 $R_c = 1.0$ 이다.

$$R_c = b/S_h$$

여기서, b = 하나의 보강재 층에 사용된 보강재의 총 폭
 S_h = 보강재 중심축 사이의 수평간격

바. 전면판과 보강재의 연결강도 및 전단강도


전면판과 보강재의 연결강도

CRu (Fyc/Fy):

전면판과 보강재의 연결강도를 입력합니다. 연결강도감소계수는 Fyc와 Fy의 비로 연결강도 평가에 중요한 계수로 Fyc/Fy의 값으로 표기된다.

사. 흙과 보강재의 상호관계

흙과보강재의 상호관계

F* : 상단에서 α : ρ : 상단에서 Cu =C60/C10 

6M 이하 6M 이하

흙과 보강재의 상호관계를 입력합니다. 위의 그림 우측에 있는 버튼을 클릭하면 아래와 같은 대화 상자가 생성되면 여기서, Steel Strips 의 형태를 선택하면 자동으로 계산을 수행하여 적용합니다.

* 흙과 보강재의 상호관계

☐ Smooth Steel Strips[평판형]
☒ Ribbed Steel Strips[돌기형]

Cu =C60/C10 균등계수

* 참고(기본값)

F* : 상단에서 $F^* = 1.2 + \log Cu \leq 2.0$
 6M 이하 $F^* = \tan \phi$
 ρ : 상단에서 $\rho = \tan^{-1} (1.2 + \log Cu)$
 6M 이하 $\rho = \phi$

적용되는 ρ a 값은 적용면적비(Rc)를 고려하여 산정
 산정방법은 다음과 같다.
 $\tan(\rho a) = \tan(\rho) \times Rc + \tan(\phi i) \times (1 - Rc) \leq \tan(\phi i)$

α : 1.0 변경시 직접 지정하시기 바랍니다.

흙 속에 묻혀진 금속 보강재의 마찰저항은 보강재의 종류에 따라서 2가지 형태로 발현된다. 지오텍 스타일이나 띠형 보강재의 경우는 표면 마찰력의 형태로, 지오그리드의 경우는 표면마찰력과 수동저항력의 합력의 형태로 나타난다. 이러한 보강재의 마찰저항은 인발시험(pull-out test)이나 일면전단시험을 통하여 구할 수 있다.

[참고] 흙과 보강재의 상호관계(F^* , α , ρ 값 권장값, FHWA)

(1) 돌기형(Ribbed Steel Strip) 보강재의 경우

- F^* : 상단에서는 $F^* = \tan \rho = 1.2 + \log C_u \leq 2.0$, C_u : 균등계수
6M 이하는 $F^* = \tan \phi$
- ρ : 상단에서는 $\rho = \tan^{-1}(1.2 + \log C_u)$
6M 이하는 $\rho = \phi$
- α : 1.0 (권장사항)

(2) 평판형(Smooth Steel Strip) 보강재의 경우

- F^* : 상단에서는 $F^* = 0.5 \times \tan \phi$
6M 이하는 $F^* = 0.5 \times \tan \phi$
- ρ : 상단에서는 $\rho = \tan^{-1}(F^*)$
6M 이하는 $\rho = \tan^{-1}(F^*)$
- α : 1.0 (권장사항)

(3) 실제 계산에 적용되는 ρ_a 값

- 실제 계산에 적용되는 ρ_a 값은 적용면적비(R_c)를 고려하여 산정된다.
- 산정방법 : $\tan(\rho_a) = \tan(\rho) \times R_c + \tan(\phi_i) \times (1 - R_c) \leq \tan(\phi_i)$

*** 흙과 보강재의 상호관계**

☒ Smooth Steel Strips[평판형]
☐ Ribbed Steel Strips[돌기형]

*** 참고(기본값)**

F^* : 상단에서 $F^* = 0.5 \times \tan \phi$ 0.337
 6M 이하 $F^* = 0.5 \times \tan \phi$ 0.337
 ρ : 상단에서 $\rho = \tan^{-1}(F^*)$ 18.637
 6M 이하 $\rho = \tan^{-1}(F^*)$ 18.637

적용되는 ρ_a 값은 적용면적비(R_c)를 고려하여 산정
 산정방법은 다음과 같다.
 $\tan(\rho_a) = \tan(\rho) \times R_c + \tan(\phi_i) \times (1 - R_c) \leq \tan(\phi_i)$

α : 1.0 변경시 직접 지정하시기 바랍니다. 1

*** 흙과 보강재의 상호관계**

☐ Smooth Steel Strips[평판형]
☒ Ribbed Steel Strips[돌기형]

$C_u = C60/C10$ 균등계수 4

*** 참고(기본값)**

F^* : 상단에서 $F^* = 1.2 + \log C_u \leq 2.0$ 1.802
 6M 이하 $F^* = \tan \phi$ 0.675
 ρ : 상단에서 $\rho = \tan^{-1}(1.2 + \log C_u)$ 60.973
 6M 이하 $\rho = \phi$ 34.000

적용되는 ρ_a 값은 적용면적비(R_c)를 고려하여 산정
 산정방법은 다음과 같다.
 $\tan(\rho_a) = \tan(\rho) \times R_c + \tan(\phi_i) \times (1 - R_c) \leq \tan(\phi_i)$


α : 1.0 변경시 직접 지정하시기 바랍니다. 1


[그림] 실제 적용 화면

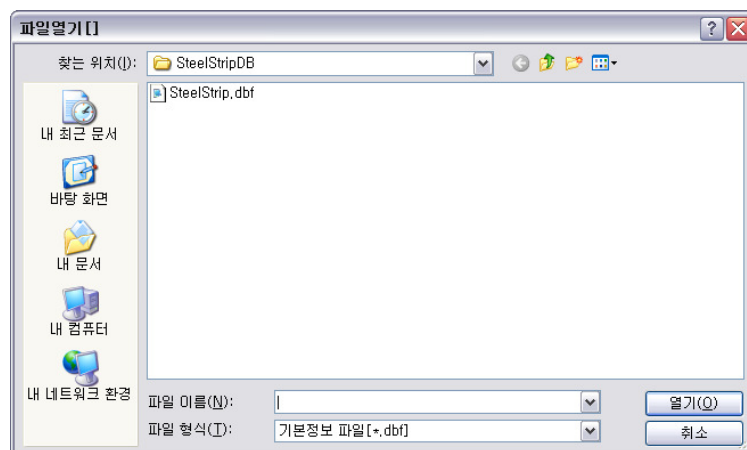
아. 보강재 DB 설정

아래의 내용은 보강재 DB에 저장된 내용을 현 해석단면에 적용하는 방법 및 보강재 DB를 활용하는 방법에 대해서 설명하겠다.

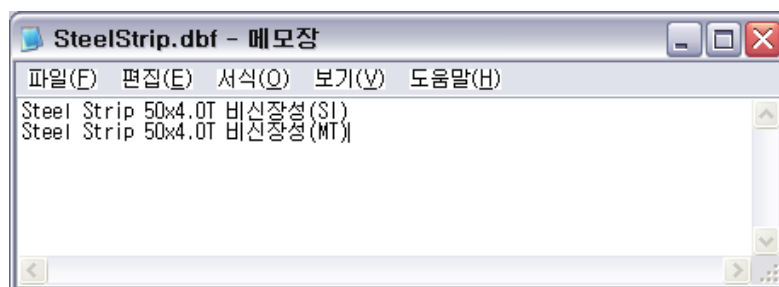
- 1) 보강재선택 리스트박스에서 보강재를 선택한 후 **수정** 버튼을 클릭하면 리스트박스에 선택된 내용이 해석단면에 적용된다.

보강재 선택 : 

- 2) 보강재 DB의 내용은 선택하거나 변경하기 위해서는  버튼을 클릭하면 아래의 그림과 같이 파일열기 대화상자가 나타나며 대화상자에 있는 SteelStrip.dbf 을 선택하여 열기 버튼을 클릭하면 SteelStrip.dbf 에 있는 보강재에 대한 목록이 보강재 선택 리스트박스에 적용된다. 보강재 선택 :

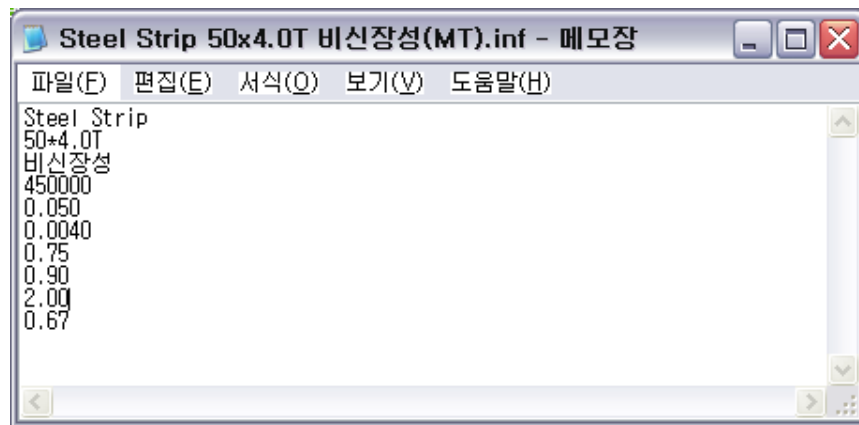


- 3) 보강재DB 설정파일 : 아래의 그림은 SteelStrip.dbf 의 내용을 나타낸 것이다. 각 항목은 보강재 설정파일의 파일명으로 이루어져 있으며 이 내용은 /SteelStripDB/*.inf 로 구성되어 있다.



- 4) 보강재 정보파일 : 아래의 그림은 SteelStrip.dbf 에 있는 항목 중 하나의 inf 파일의 내용은

나타낸 것이다. 아래의 내용을 사용자가 수정하여 저장하면 다음 해석시에는 이 내용으로 변경되어 적용된다. inf 파일에 있는 각 항목에 대한 자세한 내용은 아래와 같다.



- ① Steel Strip : 제품명 Product Name
- ② 50x4.0T : 제원 Product Spect
- ③ 비신장성 : 기타 Etc
- ④ 450000 : 강재 보강재의 항복응력(kN/m² 또는 tonf/m²)
- ⑤ 0.050 : 보강재의 폭(m)
- ⑥ 0.0040 : 보강재의 두께(부식적용한 값)
- ⑦ 0.75 : 보강재의 수평간격(m)
- ⑧ 0.90 : CRu (= Tc-ult/Tult) 블록과 보강재의 연결강도감소계수
- ⑨ 이하요소 필요없음

2.4.8. 작용 하중

작용하중에서는 제원에서 입력한 등분포하중 이외의 추가적인 외부하중이 보강토옹벽에 작용하는 경우 하중을 입력하는 곳입니다. 자세한 입력방법은 아래와 같습니다.

[그림] 작용하중 입력 화면

작용하중의 값은 현재 NCMA의 기준에서는 등분포하중 이외의 하중에 대한 기준은 제공하지 않고 있습니다. 따라서, XReWall에서 적용한 하중 해석방법은 FHWA 설계기준을 적용하여 해석을 수행합니다.

보강토옹벽의 배면에 작용하는 선하중, 대상하중의 영향은 해석적 측면에서 적용하고 있다. 선하중, 대상하중은 벽체정상에 인접하여 건설되는 무거운 독립기초나 연속기초가 있는 경우에 고려할 수 있다.

상재하중을 결정할 때는 사하중 및 활하중을 구별하는 것은 대단히 중요하다. 활하중은 일시적인 하중을 고려하는 것으로 크기는 변화할 수 있으며 구조물의 내구년한 동안 연속적으로 나타내지 않아도

$$\Delta\sigma_v = \frac{P'_v}{D_1 \cdot (L + Z_1)}$$

For Point Load : 집중하중

$$\Delta\sigma_v = \frac{P'_v}{D_1^2} \quad ; \quad b_f = 0$$

For $Z_1 \leq Z_2$

$$D_1 = b_f + \frac{2 \cdot Z_1}{2} = b_f + Z_1$$

For $Z_1 \geq Z_2$

$$D_1 = \frac{b_f + Z_1}{2} + d$$

여기서 :

D_1 : 임의의 깊이에서 하중이 작용하는 유효 폭

b_f : 하중 작용폭. 교량의 교대기초와 같이 편심이 작용하는 하중에 대해서는 아래와 같이 계산한다.

$$B' = b_f - 2 \cdot e'$$

여기서, e' 는 기초의 편심

L : 기초의 길이

P_v : 띠기초의 단위 meter 당 선하중

P'_v : 대상기초 하중 또는 집중하중

Z_2 : 전면벽의 뒷면에 교차되는 유효폭에 대한 깊이 = $2 \cdot d - b_f$

만약 과재하중이 보강토체의 뒷쪽에 위치한 경우 내적안정 계산시에는 과재하중에 의해 유발되는 수직응력의 증가는 고려하지 않는다.

외적안정에 대해서는 보강토체 뒤쪽에서 발생하는 활동영역의 바깥에 위치하는 경우 과재하중의 영향을 고려하지 않는다.

[참고문헌]

Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guidelines

FHWA Demonstration Project 82 Reinforced Soil Structures MSEW and RSS

Publication No. FHWA-SA-96-071

Reprinted June 1999

U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration

가. Strip Load : 선하중 또는 분포하중

Strip Load | Isolated Load

작용폭 | 작용거리 | 작용깊이 | Pv Dead | Pv Live | Qv Dead | Qv Live

작용하중 제원

하중작용폭, b(m): 2

전면벽으로 부터 하중작용 거리, d(m): 3

지표면에서 하중작용 깊이, y(m): 0

☒ 작용하중 크기(Load applied to footing)

사하중[Dead Load], Pv_d (kN/m): 1

활하중[Live Load], Pv_l (kN/m): 1

☐ 작용하중 크기(Uniform contact pressure)

사하중[Dead Load], Qv_d (kPa): 1

활하중[Live Load], Qv_l (kPa): 1

추가 수정 삭제

[그림] Strip Load 입력상자

1) 입력 하중 리스트 : Strip Load 입력 리스트

작용폭	작용거리	작용깊이	Pv Dead	Pv Live	Qv Dead	Qv Live
0.35	1.00	1.00	0.35	1.00	0.35	1.00
0.35	1.00	1.00	0.35	1.00	0.35	1.00
0.35	1.00	1.00	0.35	1.00	0.35	1.00
0.35	1.00	1.00	0.35	1.00	0.35	1.00
0.35	1.00	1.00	0.35	1.00	0.35	1.00

2) 작용하중 제원

작용하중 제원

하중작용폭, b(m): 0.35

전면벽으로 부터 하중작용 거리, d(m): 1

지표면에서 하중작용 깊이, y(m): 1

- 하중작용폭, b(m) : 기초의 폭
- 전면벽으로부터 하중작용 거리, d(m) : 거리산정은 전면벽에서부터 기초의 중심까지의 거리
- 지표면에서 하중작용 깊이, y(m) : 보강토체 상부 법면을 이루는 지층선을 기준으로 각 위치에서 깊이(+ 값)

3) 작용하중 크기(Load applied to footing)

● 작용하중 크기(Load applied to footing)

사하중[Dead Load], P_{v_d} (tonf/m) : 0.35

활하중[Live Load], P_{v_l} (tonf/m) : 1

- 일정한 폭을 가진 기초에 선하중이 작용할 경우

4) 작용하중 크기(Uniform contact pressure)

● 작용하중 크기(Uniform contact pressure)

사하중[Dead Load], Q_{v_d} (tonf/m²) : 0.35

활하중[Live Load], Q_{v_l} (tonf/m²) : 1

- 일정한 폭을 가진 기초에 분포하중(띠하중)이 작용할 경우
- 참고로 선하중과 분포하중의 관계는 다음과 같습니다.

$$\text{사하중} : P_{v_d} = Q_{v_d} \times b$$

$$\text{활하중} : P_{v_l} = Q_{v_l} \times b$$

나. Isolated Load : 대상하중

Strip Load | Isolated Load

작용폭	작용길이	작용거리	작용깊이	Pv Dead	Pv Live

작용하중 제원

하중작용 폭, B(m) : 2

하중작용 길이, L(m) : 2

전면벽으로 부터 하중작용 거리, d(m) : 3

지표면에서 하중작용 깊이, y(m) : 0

작용하중 크기

사하중[Dead Load], P_{v_d} (kN) : 1

활하중[Live Load], P_{v_l} (kN) : 1

추가 수정 삭제

[그림] Isolated Load 입력 상자

1) 입력하중 리스트 : Isolated Load 입력 리스트

작용폭	작용길이	작용거리	작용깊이	Pv Dead	Pv Live
0.35	0.35	1.00	1.00	0.35	1.00
0.35	0.35	1.00	1.00	0.35	1.00
0.35	0.35	1.00	1.00	0.35	1.00
0.35	0.35	1.00	1.00	0.35	1.00

2) 작용하중 제원

작용하중 제원	
하중작용 폭, B(m):	<input type="text" value="0.35"/>
하중작용 길이, L(m):	<input type="text" value="0.35"/>
전면벽으로 부터 하중작용 거리, d(m):	<input type="text" value="1"/>
지표면에서 하중작용 깊이, y(m):	<input type="text" value="1"/>

- 하중작용 길이, L(m) : 기초의 길이를 입력
- 기타사항은 Strip Load 참조

3) 작용하중 크기

작용하중 크기	
사하중[Dead Load], Pv_d (tonf) :	<input type="text" value="0.35"/>
활하중[Live Load], Pv_l (tonf) :	<input type="text" value="1"/>

- 작용하중의 크기는 사각형 기초의 중심에 작용하는 하중을 입력함.

2.4.9. 기 준 안 전 율

기준안전율은 보강토옹벽의 해석에 있어서 각 종 안정해석의 기준이 되는 값으로 일반적으로 해석 기준에서 제시되는 값을 적용하는 것이 보편적이거나 경우에 따라 다르게 적용할 경우도 발생할 수 있으니 각 최소안전율과 설계기준을 항상 확인하시기 바랍니다.

참고로 기준안전율 및 설계기준 바탕화면을 더블 클릭하시면 기본값이 입력상자에 적용됩니다.

프로젝트관리		보강토옹벽		환경설정	
일반정보		지층구성		제원	
보강재		작용하중		기준안전율	
기준안전율 및 설계기준					
최소 안전율					
활동 [Base Sliding] FS_sl	Recommended	Static	Seismic		
활동 [Base Sliding] FS_sl	1.5	1.5	1.125		
편심 [Eccentricity e, at Base]	L / 6		4.5	압반 L / 4	
전도 [Overturning] FS_ot	2		1.5		
지지력 [Bearing Capacity] FS_bc	2.5		1.875		
전체안정 [Global Stability] FS_gl	1.3		0.975		
파단 [Tensile OverStress] FS_to	토목섬유 Ta		1	1	
인발 [Pullout] FS_po	금속 ㉠형 0.55 Fy		0.55	0.55	
연결강도 [Face Connection] 파단[Break] FS_cb	1.0/1.5		1.5	1.125	
인발[Pullout] FS_cp	1.0/1.5		1.5	1.125	
설계기준					
보강재 최소 정착 길이 La (m)	1		1		
보강재 설치 일반적인 길이 L (m) = 0.7 H/0.6(H1+H2)	0.7		0.6	0.7	0.6
보강재 설치 최소 길이 L = 2.5m	2.5		2.5		
보강재 최대 설치 간격 (m) : 0.8 m 혹은 2 x Wu	0.8		0.8		
Connection (Serviceability Criterion) (cm)	1.9		1.9		
내진 적용시 인발저항력 감소계수/안전을 감소계수	0.8		0.75		

프로젝트관리		보강토옹벽		환경설정	
일반정보		지층구성		제원	
보강재		작용하중		기준안전율	
기준안전율 및 설계기준					
최소 안전율					
* 외적안정 [External Stability]	Recommended	Static	Seismic		
활동 [Base Sliding] FS_sl	1.5/1.1	1.5	1.1		
전도 [Overturning] FS_ot	1.5(2.0)/1.1	2	1.1		
지지력 [Bearing Capacity] FS_bc	2.0/1.5	2	1.5		
전체안정 [Global Stability] FS_gl	1.3 ~ 1.5/1.1	1.3	1.1		
* 내적안정 [Internal Stability]					
파단 [Tensile OverStress] FS_to	1.0/1.0	1	1		
인발 [Pullout] FS_po	1.5/1.1	1.5	1.1		
활동 [Internal Sliding] FS_sl [n]	1.5/1.1	1.5	1.1		
* 국부안정 [Local or Facing Stability]					
접촉 [Facing Shear Capacity] FS_sc	1.5/1.1	1.5	1.1		
연결강도 [Connection] FS_cs	1.5/1.1	1.5	1.1		
전도 [Overturning] FS_ot [n]	1.5/1.1	1.5	1.1		
설계기준					
보강재 최소 정착 길이 La (m) : 0.3 m	0.3		0.3		
벽체의 최소 근입 길이 (m)	0.15		0.15		
보강재 최소 설치 길이 L (m) = 0.6 H	0.6		0.6		
보강재 최대 설치 간격 (m) : 0.91 m	0.91		0.91		
Facing Shear (Serviceability Criterion) (cm)	1.9		1.9		
Connection (Serviceability Criterion) (cm)	1.9		1.9		

[그림] 각 종 최소안전율 및 설계기준(FHWA)

[그림] 각 종 최소안전율 및 설계기준(NCMA)

보강토옹벽의 안정성을 확보하기 위하여 국내 건설교통부(도로설계편람Ⅱ,2000), 철도청(철도설계기준,노반편,2001), 한국지반공학회(구조물기초설계기준,2003), 한국지반공학회(토목섬유 설계 및 시공요령, 1998)와 국외 FHWA(1999), NCMA(NCMA 설계편람,1997,1998) 제시한 각 기준들은 전반적으로 비슷한 경향을 가지고 있으나 권장하는 값들은 다소 차이가 있다. 따라서, 사용자는 항상 보강토옹벽 해석시 각 기준에서 제시하는 최소안전율 및 설계기준을 확인할 필요가 있다.

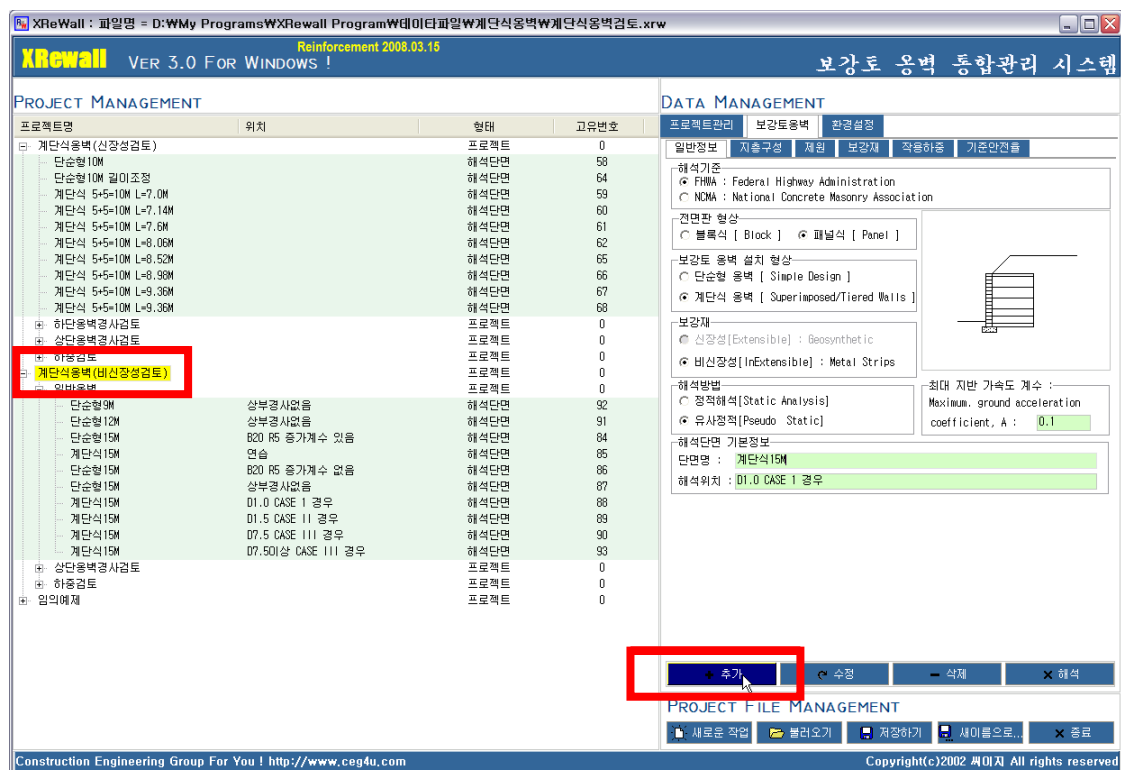
2.4.10. 해석 단 면 관 리

지금까지 해석단면에 대한 데이터를 입력하고 해석을 수행하는 것에 대하여 설명하였습니다. 지금부터는 해석데이터를 프로젝트관리에 추가, 수정, 삭제하는 방법과 해석을 수행한 각 단면에 대한 해석단면도를 보고 이 해석단면도를 변경하여 원하는 결과를 출력하는 방법에 대해 설명드리기로 하겠습니다.

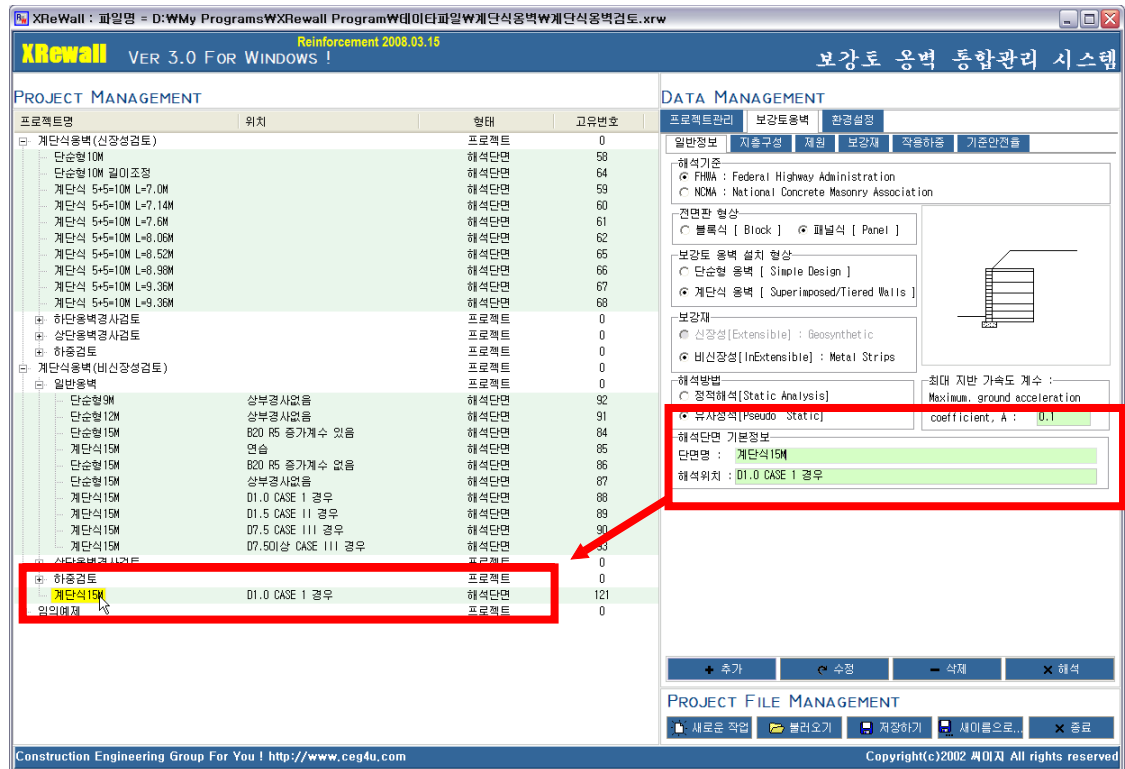
가. 해석단면 추가 방법

해석단면에 대한 데이터의 입력이 완료하였을 경우 이 해석단면을 저장하는 방법에 대해서 설명하겠습니다.

- (1) 먼저 해석단면을 추가할 프로젝트명을 선택 : 해석단면 작성전 프로젝트명을 선택후 작업을 하였을 경우 해당사항 없음.
- (2) 보강토옹벽 데이터 입력창에서 추가버튼을 클릭
- (3) 해석단면 생성확인
- (4) 자세한 내용은 아래그림 참조



[그림] 해석단면 추가방법 : (1) 과 (2) 설명



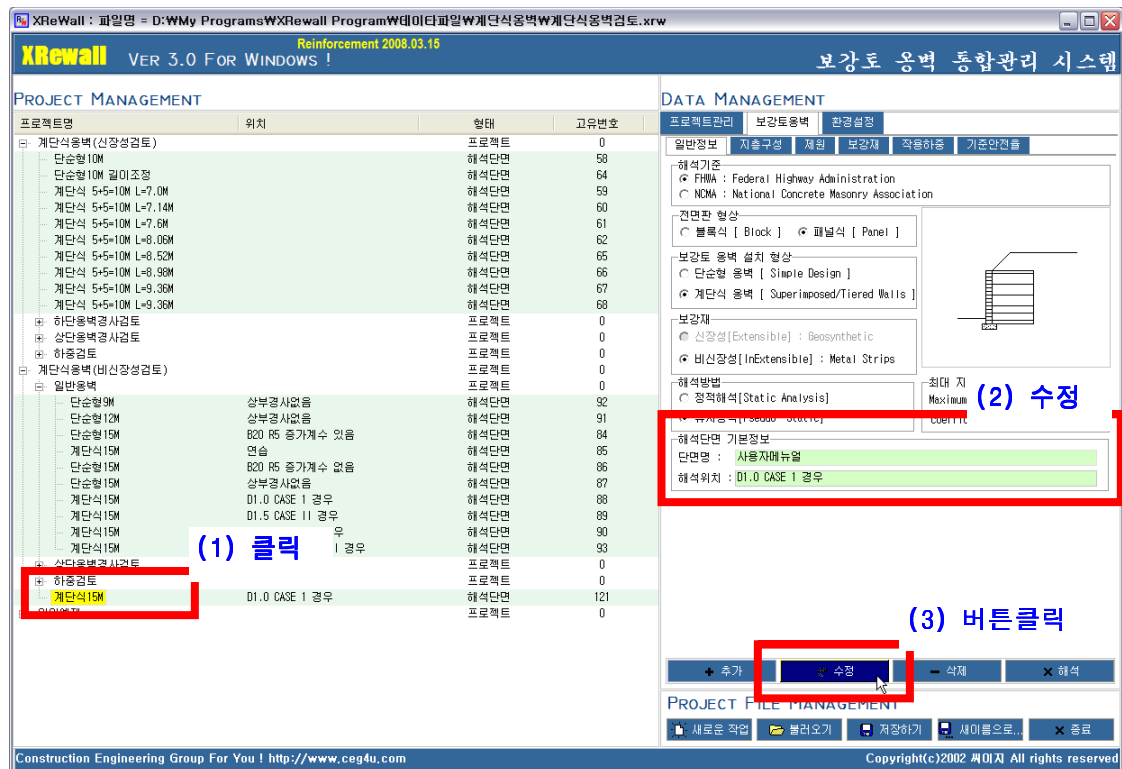
[그림] 해석단면 추가방법 : (3) 설명

나. 해석단면 수정방법

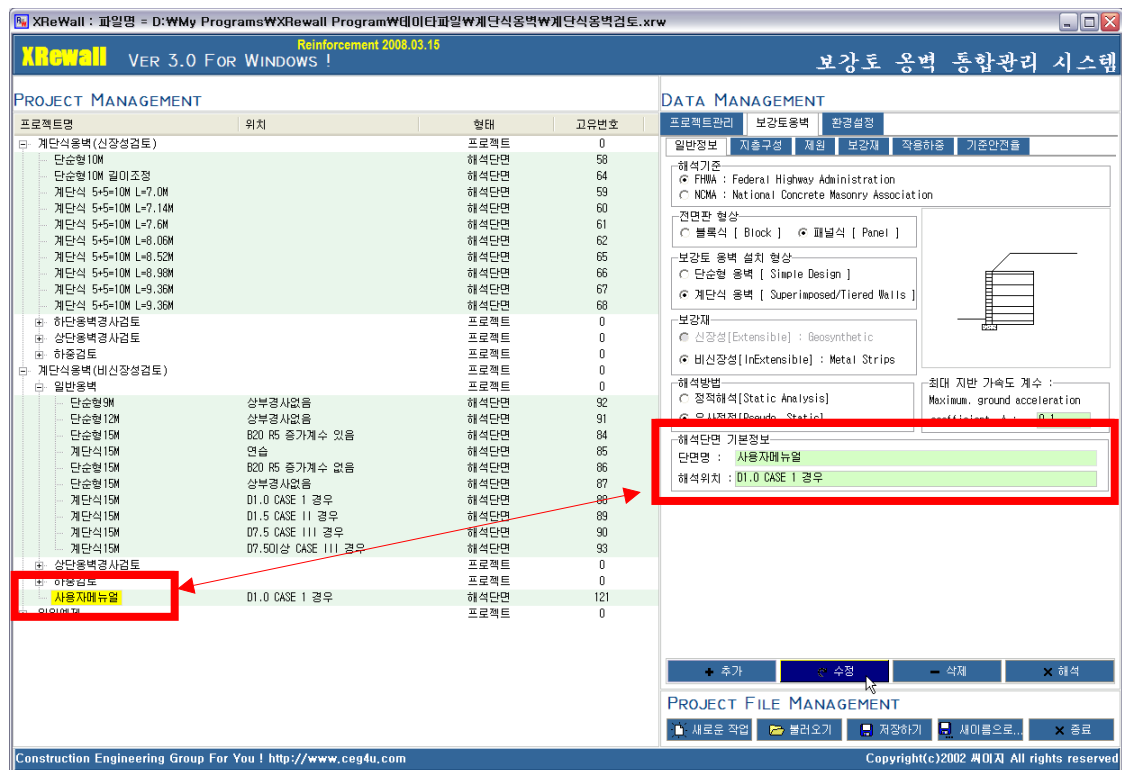
이미 입력한 해석단면에 대해 입력된 값을 변경하고자 할 경우 절차를 설명하겠습니다.

- (1) 먼저 프로젝트관리창에서 수정할 해석단면명을 선택
- (2) 보강토옹벽 데이터 입력창에서 원하는 내용을 수정한 후 수정버튼 클릭
- (3) 해석단면 수정확인
- (4) 자세한 내용은 아래그림 참조

아래의 그림에서는 수정된 내용을 시각적으로 사용자가 바로 확인 가능한 해석단면 기본설정에서 단면명을 수정하는 것으로 하였습니다. 실제로는 보강토옹벽입력창 이하에 있는 모든 내용을 수정하여 변경할 수 있습니다.



[그림] 해석단면 수정방법 : (1) 과 (2) 설명

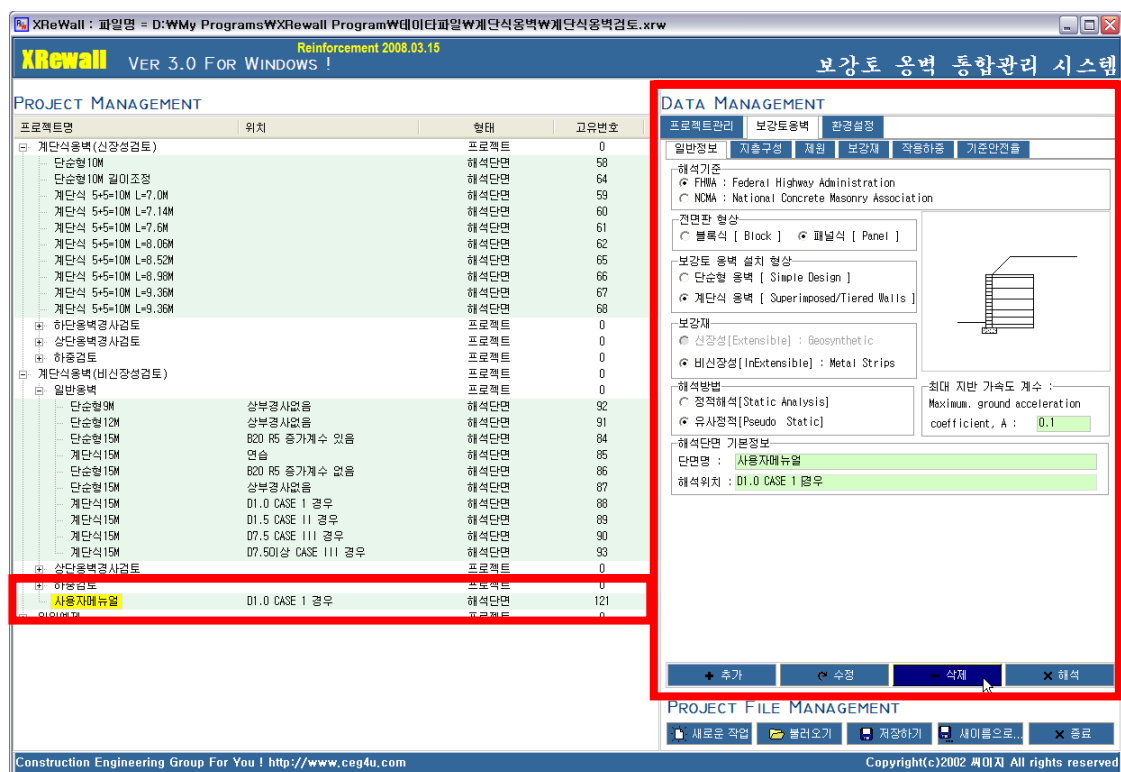


[그림] 해석단면 수정방법 : (3) 설명

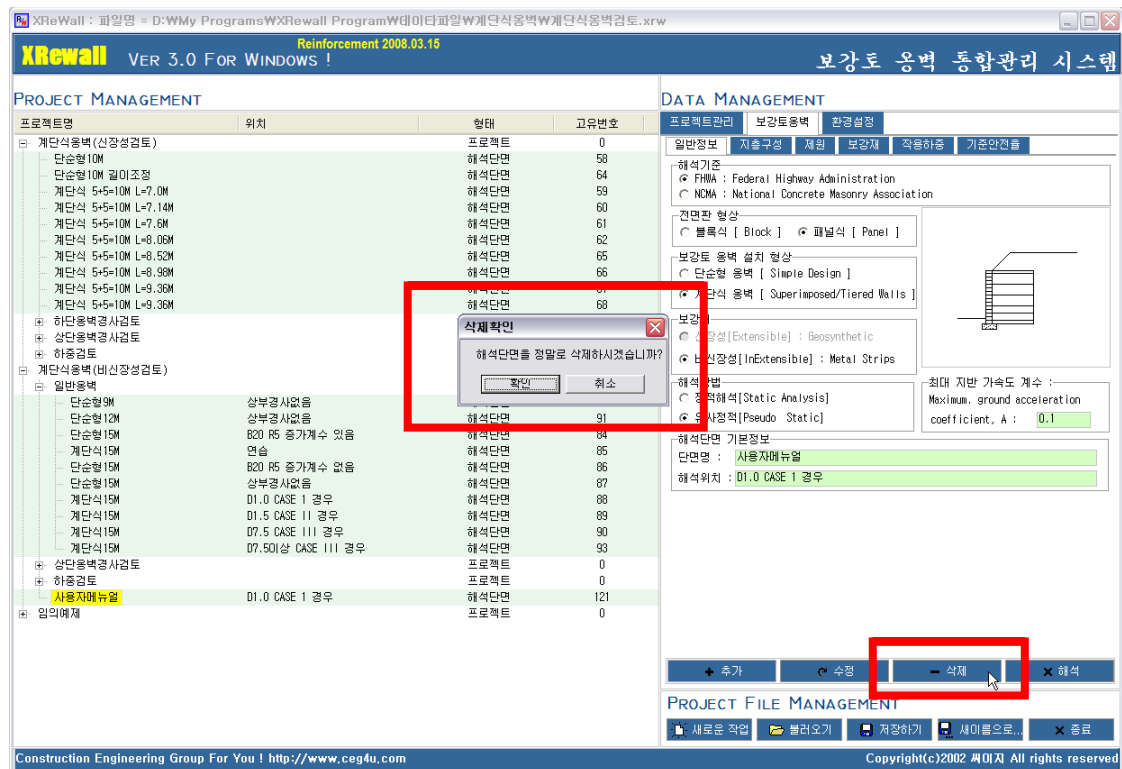
다. 해석단면 삭제 방법

이미 입력한 해석단면에 대해 입력된 값을 삭제하고자 할 경우 절차를 설명하겠습니다.

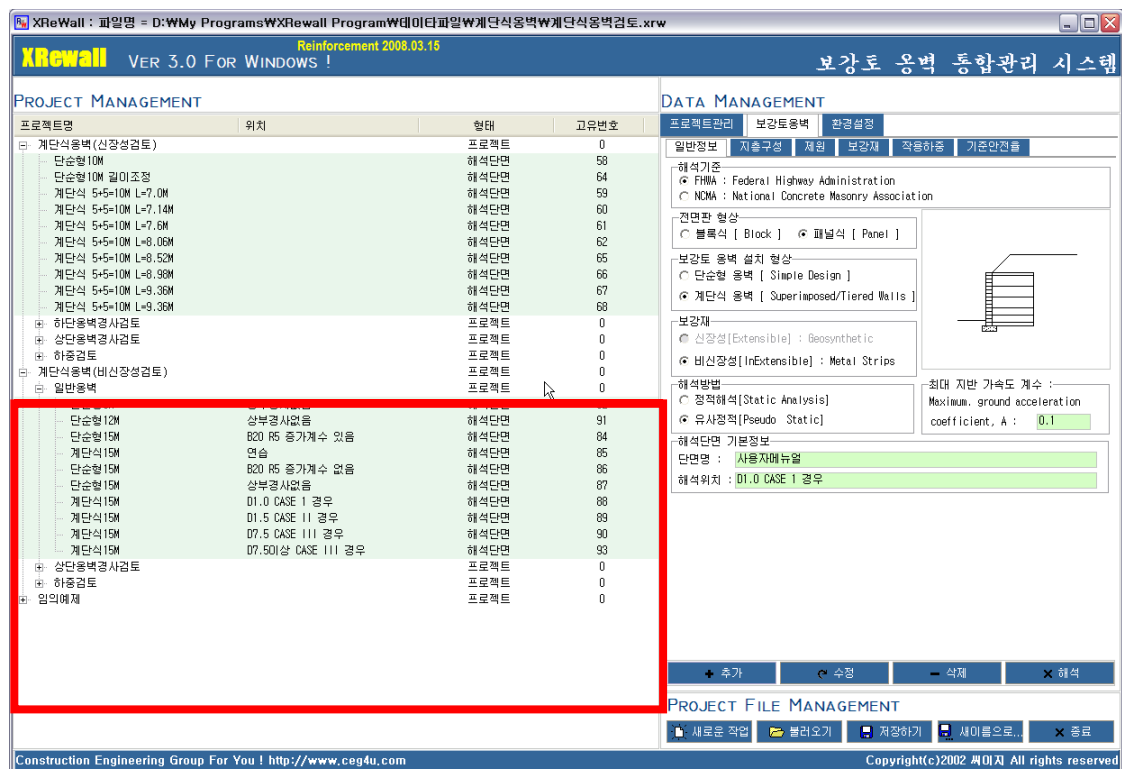
- (1) 프로젝트관리창에서 삭제할 해석단면 선택
- (2) 보강토옹벽 데이터 입력창에서 데이터 확인
- (3) 보강토옹벽 데이터 입력창에서 삭제버튼 클릭
- (4) 삭제확인 대화상자
 - 삭제할 경우 : 확인버튼 클릭
 - 삭제하지 않을 경우 : 취소버튼 클릭
- (5) 프로젝트관리창에서 삭제확인



[그림] 해석단면 삭제방법 : (1)과 (2) 설명

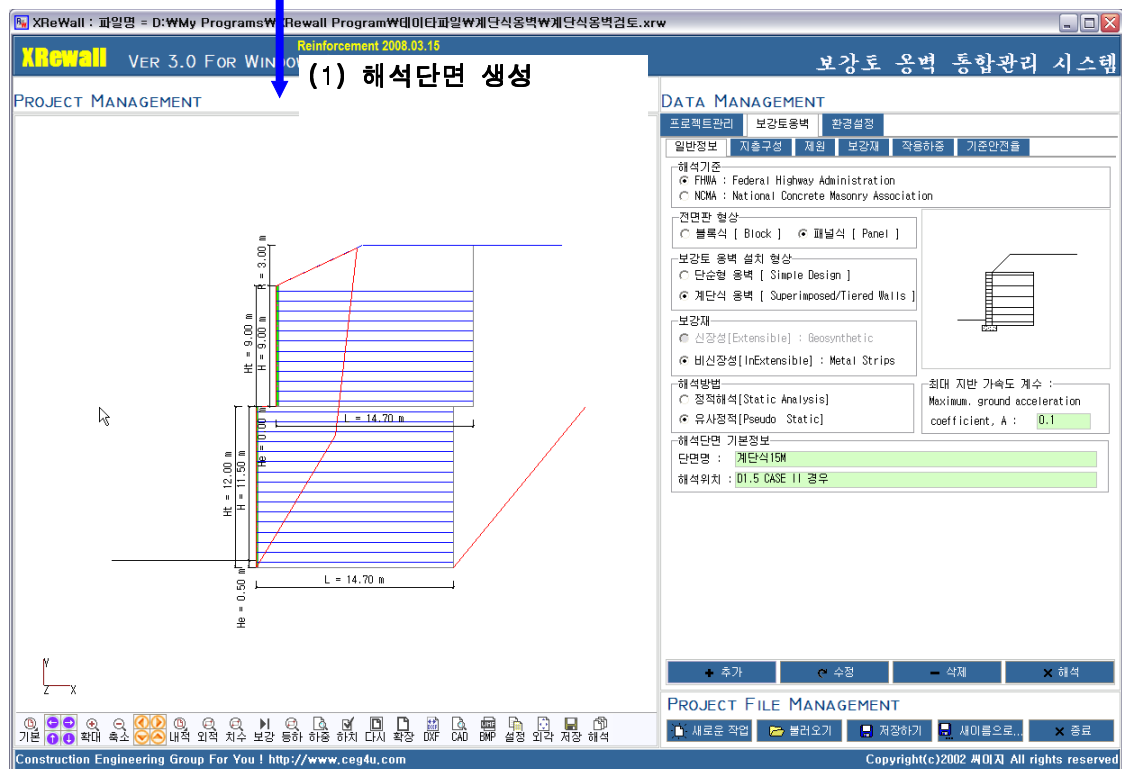
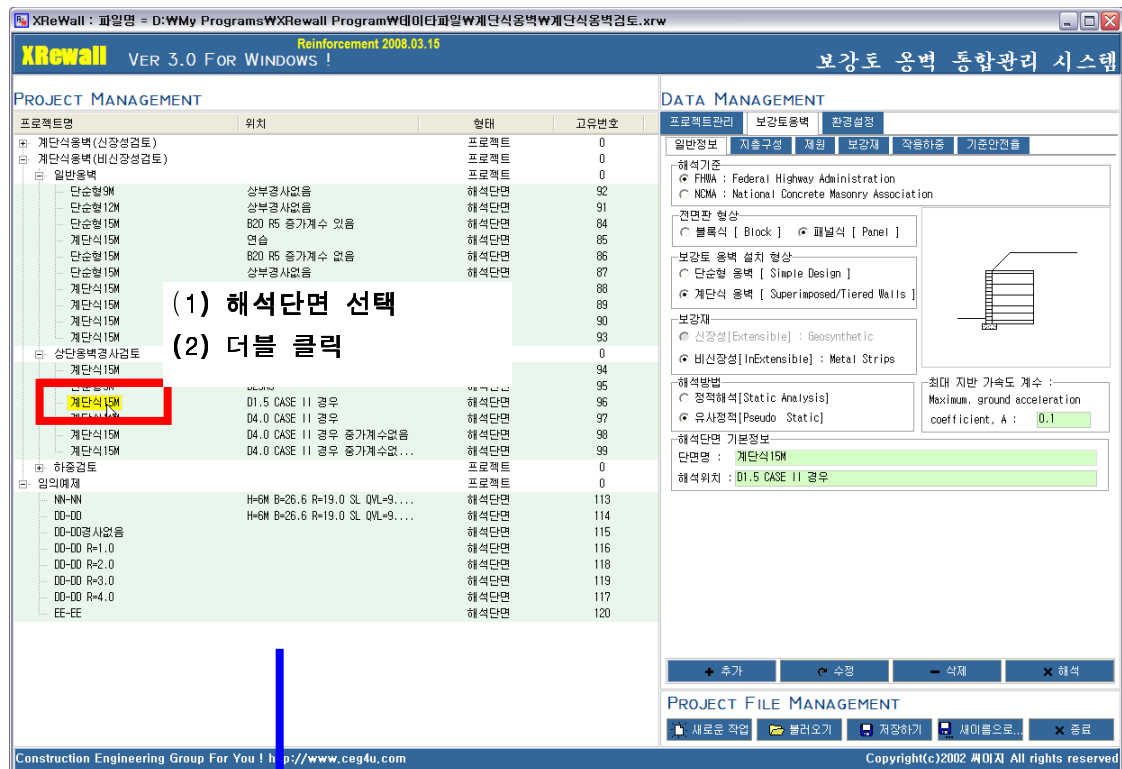


[그림] 해석단면 삭제방법 : (3)과 (4) 설명

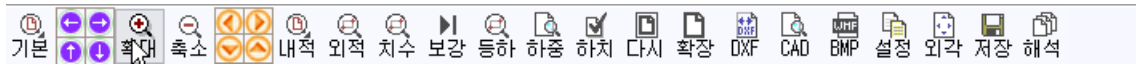


[그림] 해석단면 삭제방법 : (5) 설명

라. 해석단면도 보기 및 관리방법

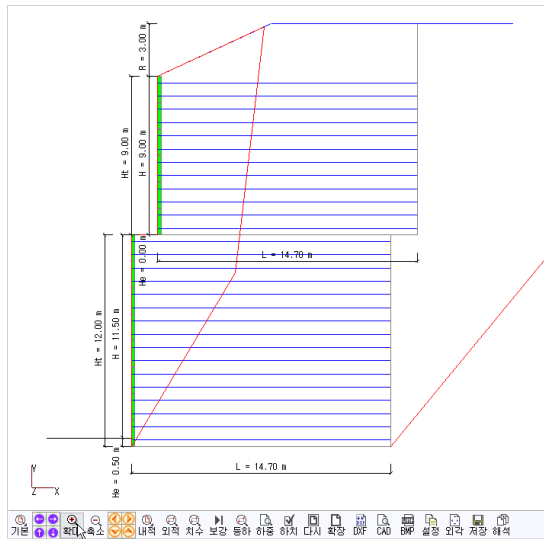


1) 화면제어창 설명

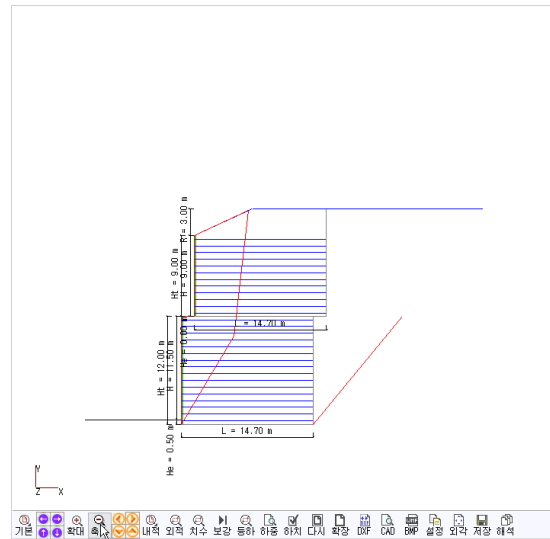


화면제어창에서는 전면판제원 및 보강토 옹벽 설치 형상 등 각 종 입력된 결과를 이용하여 적용된 단면에 대한 정보를 화면에 표시해주는 기능을 한다. 또한 이 화면에 대한 각 종 아이콘을 이용하여 확대, 축소, 이동 및 DXF, BMP 파일 생성 등의 기능을 수행한다. 각 아이콘에 대한 기본적인 설명은 다음과 같다.

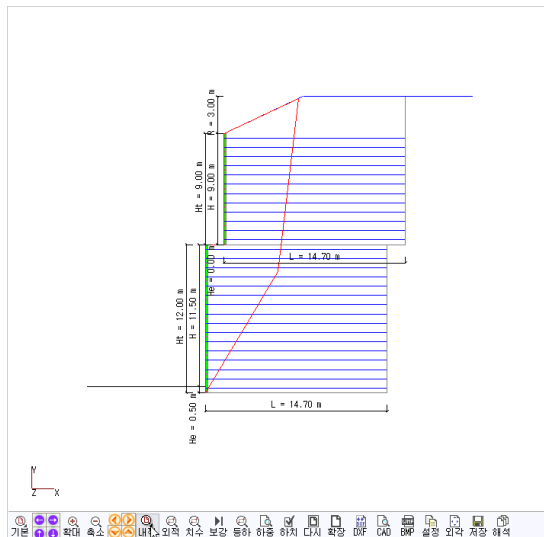
- 기본 : 기본으로 설정된 화면 크기로 도면생성. 최초 작업시 기본으로 선택
- 축소/확대 세부지정 : 상하좌우 영역을 맞추어 축소/확대 한다.
- 확대 : 현재 기준점에서 단면을 을 확대
- 축소 : 현재 기준점에서 단면을 을 축소
- 이동 : 상하, 좌우 영역으로 단면을 이동한다.
- 내적 : 내적파괴라인 보이기/숨기기
- 외적 : 외적파괴라인 보이기/숨기기
- 치수 : 치수라인 보이기/숨기기
- 보강 : 보강재에 대한 제원 보이기/숨기기
- 등하 : 등분포하중 보이기/숨기기
- 하중 : 작용하중 보이기/숨기기
- 하치 : 하중에 대한 치수, 크기 보이기/숨기기
- 다시 : 도면을 다시 생성함
- 확장 : 해석도면영역을 확대함
- DXF : DXF파일 생성
- CAD : DXF 파일을 생성한 후 AutoCAD 프로그램을 실행시킨다.
- BMP : BMP파일 생성
- 설정 : 각종 단면에 대한 치수 등에 대한 세부값을 지정한다.
- 외각 : 현재 단면의 외각 영역을 그린다.
- 저장 : 데이터 파일을 저장한다.
- 해석 : 입력된 데이터를 사용하여 해석을 실시한다.



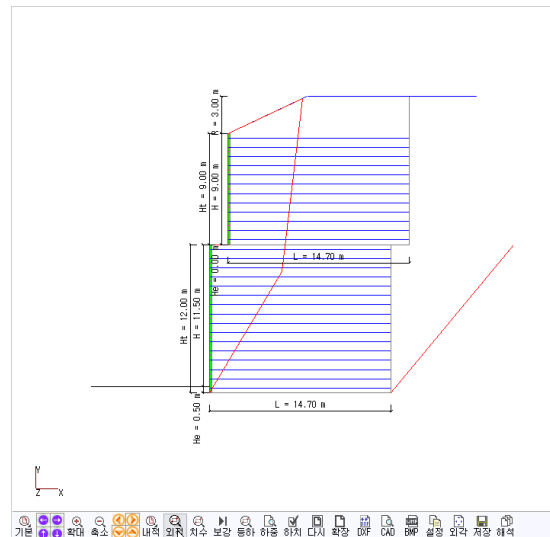
[그림] 확대



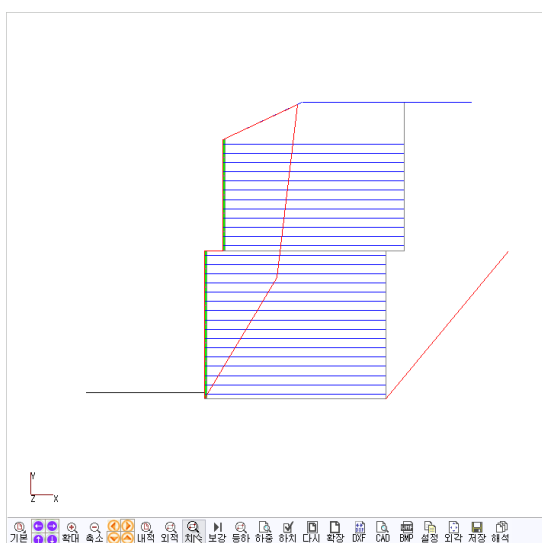
[그림] 축소



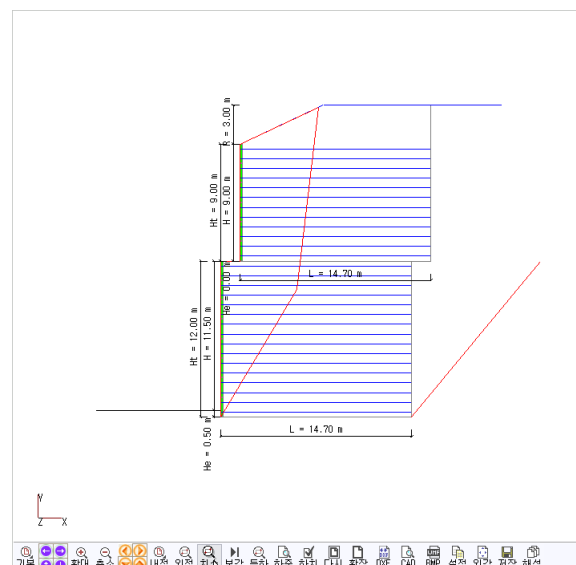
[그림] 내적 활동면 그리기



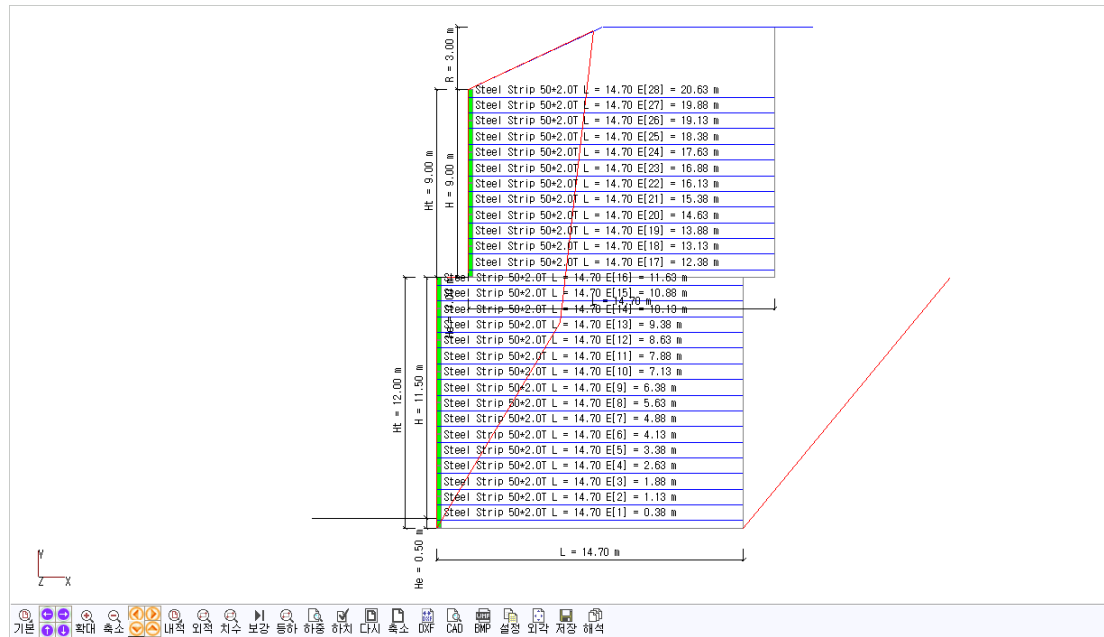
[그림] 외적 활동면 그리기



[그림] 치수 숨기기

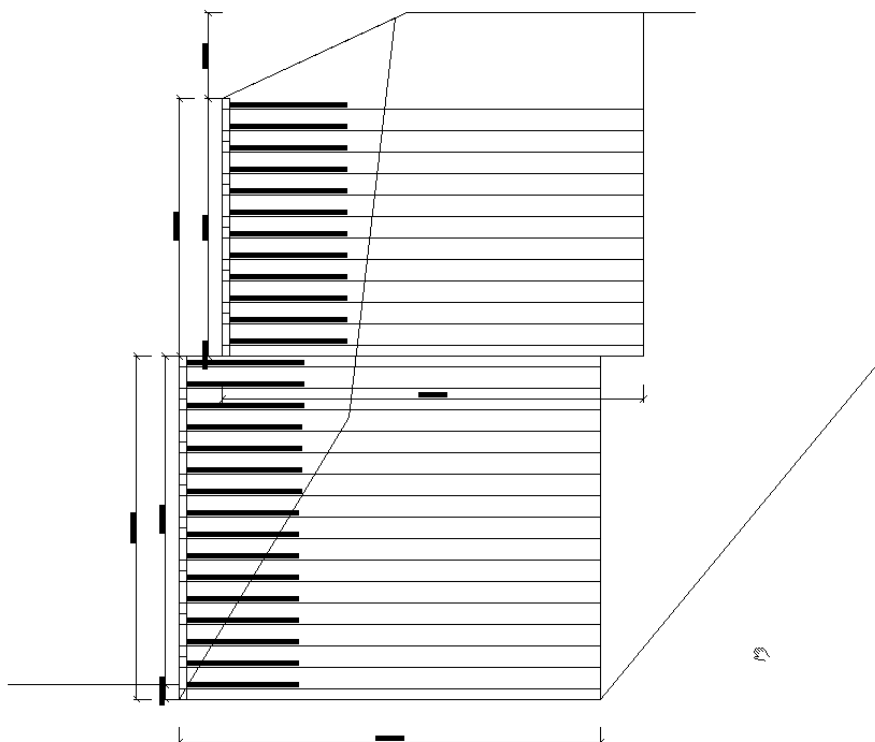
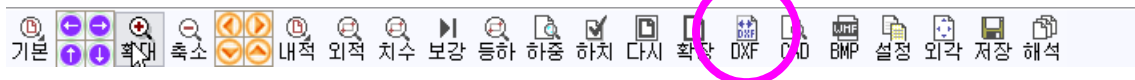


[그림] 치수 보이기



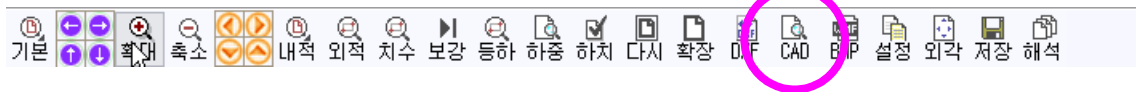
[그림] 보강재 보기

- DXF 출력

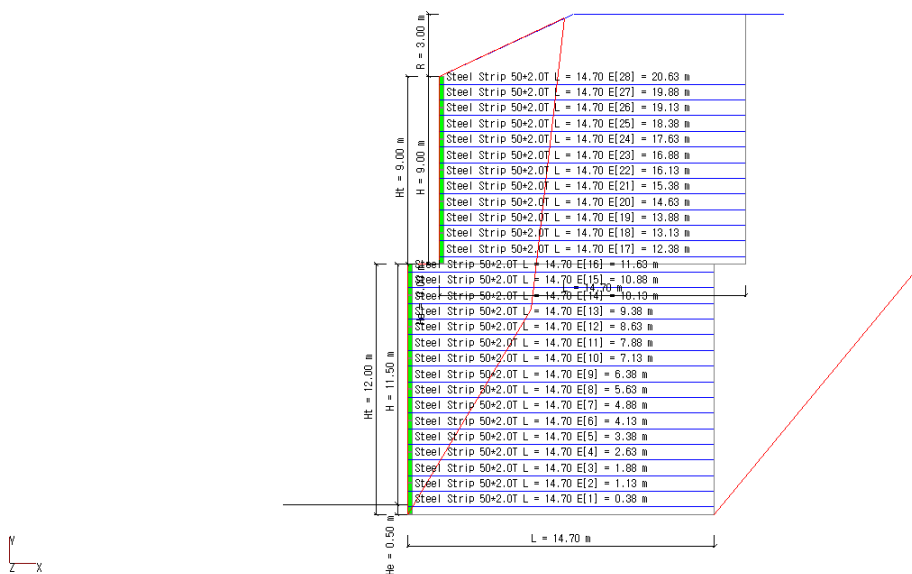
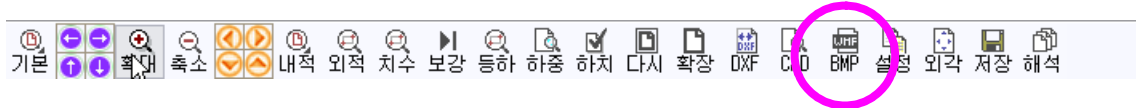


[그림] DXF 출력결과

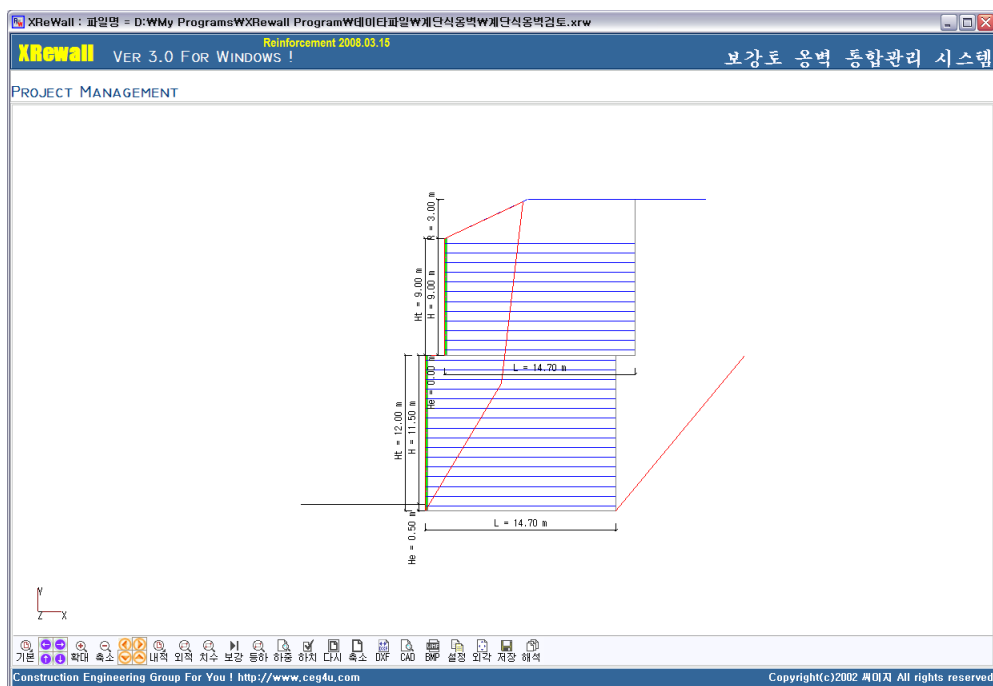
- CAD 열기 : DXF 출력 후 바로 연결프로그램을 연다.



- BMP 출력



[그림] BMP 출력 결과



[그림] 화면 확대/축소

2.5. 환경 설정

[그림] 환경설정 화면

환경설정 화면에서는 각 종 해석에 대한 지지력계산 방법, 내진해석시 하중적용방법, 출력물 언어 선택, 해석결과 출력물 사용자 정의, 법면모양 그리기 설정, 적용하중 위치 지정 설정 및 해석 입출력에 사용할 단위를 설정할 수 있다.

가. 지지력 계산방법

FHWA 설계기준에 대한 설정

- 지지력계산방법 지정(VESIC 기본값)
- 내진해석 하중 설정

내진해석시 입력한 하중에 대하여 적용여부를 설정하는 옵션입니다. 기본적으로 내진 해석시에는 사하중만 적용하는 것을 권장함.

NCMA 기준 옵션

지지력 계산방법

☐ TERZAGHI

☒ VESIC

내진해석 하중설정

☒ 하중 작용하지 않음

☐ 사하중만 작용

☐ 사하중+활화중 작용

내적안정 전도 적용여부

☒ 적용하지 않음

☐ 적용함

NCMA 설계기준에 대한 설정

- 지지력계산방법 지정(VESIC 기본값)
- 내진해석 하중 설정
내진해석시 입력한 하중에 대하여 적용여부를 설정하는 옵션입니다. 기본적으로 내진해석시에는 사하중만 적용하는 것을 권장함.
- 내적안정 전도 적용여부
NCMA 설계기준에서 내적안정 계산시 내진해석시 각 보강재 설치위치에서 전도에 대한 안정성검토 수행여부.

지지력 계산방법에는 Terzaghi, Vesic 방법이 있으며 프로그램에 사용하는 설계기준(FHWA)에서는 Vesic에 의한 방법을 채택하고 있다. 본 해석프로그램에서 권장사항이다.

[참고] 보강토옹벽 지지력 파괴유형(FHWA, 1999)

보강토옹벽의 지지력 파괴유형으로는 전반전단파괴(General Shear Failure)와 국부전단파괴(Local Shear Failure)를 고려할 수 있다. 국부전단파괴는 보강토옹벽 하부에 얇은 연약한 지반층이 있을때 이 기초지반의 압착(Squeezing)에 의한 전단파괴 형태이다.

전반전단파괴에 대한 지지력 평가에서는 지지력 파괴를 방지하기 위해 기초지반에 작용하는 상부 수직응력이 설계안전율(추천값 :2.5)을 고려한 기초지반의 허용지지력을 초과하지 않도록 하여야 한다. 경우에 따라서는 지반공학적 해석에 의해서 판단할 경우에는 설계안전율을 2.0을 사용할 수있다.

$$\sigma_v \leq q_a = \frac{q_{ult}}{FS}$$

본 프로그램에서는 전반전단파괴에 대한 해석만 수행하며 근입깊이에 대한 항목은 추후 전면굴착 등의 경우가 발생할 수 있으므로 고려하지 않는다.

나. 해석입출력 단위

출력물 언어 선택

☐ 영문

☒ 한글

해석결과 출력물 언어를 선택한다. 전면판 형태가 블록식인 경우는 영문과 한글을 지원하고 패널식인 경우에는 현재 한글만 지원한다. 향후 업그레이드를 통하여 지원할 계획이다.

다. 해석결과 출력 사용자 정의

해석결과 출력 사용자 정의

☐ 하중인쇄여부

☐ 서비스기준인쇄여부

☐ 옵션인쇄여부

해석결과에 대한 출력물의 하중인쇄여부, 서비스기준인쇄여부 및 옵션인쇄여부에 대한 설정을 지정할 수 있다.

라. 법면모양 그리기

법면모양 그리기

☒ 해석에 적용되는 법면 모양으로 그리기

☐ 실제 법면 모양으로 그리기

☐ 수정된 법면 경사 그리기(내적안정계산 적용)

해석시 사용되는 단면의 형상과 실제 단면의 형상이 상이할 경우 사용자가 직접 지정하여 단면의 형상을 조절할 수 있다.

마. 적용하중 위치 지정 방법

적용하중 위치 지정 방법

☐ 실제 법면 모양으로 적용

☒ 해석에 적용되는 법면 모양으로 적용

적용하중 위치를 4) 법면모양 그리기에 사용된 방법에 맞추어 조정한다.

바. 해석입출력 단위

해석입출력 단위

☐ 미터계 공학단위 : tonf, m

☒ SI 단위 : kN, m

해석입출력 단위는 미터계 공학단위와 SI단위를 선택하여 지정할 수 있다. 해당 입출력 단위를 선택할 경우에는 입력된 데이터가 해당 단위계에 적합한지 확인이 필요하다.

2.6. 프로젝트 파일 관리



가. 새로운 작업

새로운 프로젝트파일을 생성함.

나. 불러오기

이미 작업한 파일 불러오기

다. 저장하기

기존 파일에 변경된 값을 저장

라. 새이름으로...

기존 파일을 유지하고 새로운 이름으로 파일을 저장

마. 종료

XReWall 프로그램을 종료

[참고]

- XReWall 프로그램에서 프로젝트파일의 확장자는 *.xrw입니다.
- 또한 프로젝트파일 하위에는 아래와 같은 디렉토리 생성됩니다.

- 디렉토리구조

UserDir : 사용자가 프로젝트파일을 생성한 디렉토리

UserDir/*.xrw : 프로젝트파일

- UserDir/BMPFile : BMP 이미지 저장
- UserDir/DXFFile : DXF 파일 저장
- UserDir/DimConfig : 해석단면 설정파일 저장
- UserDir/DrawFile : 외부지원 도면생성 프로그램 파일저장
- UserDir/OutPut : 해석결과 저장

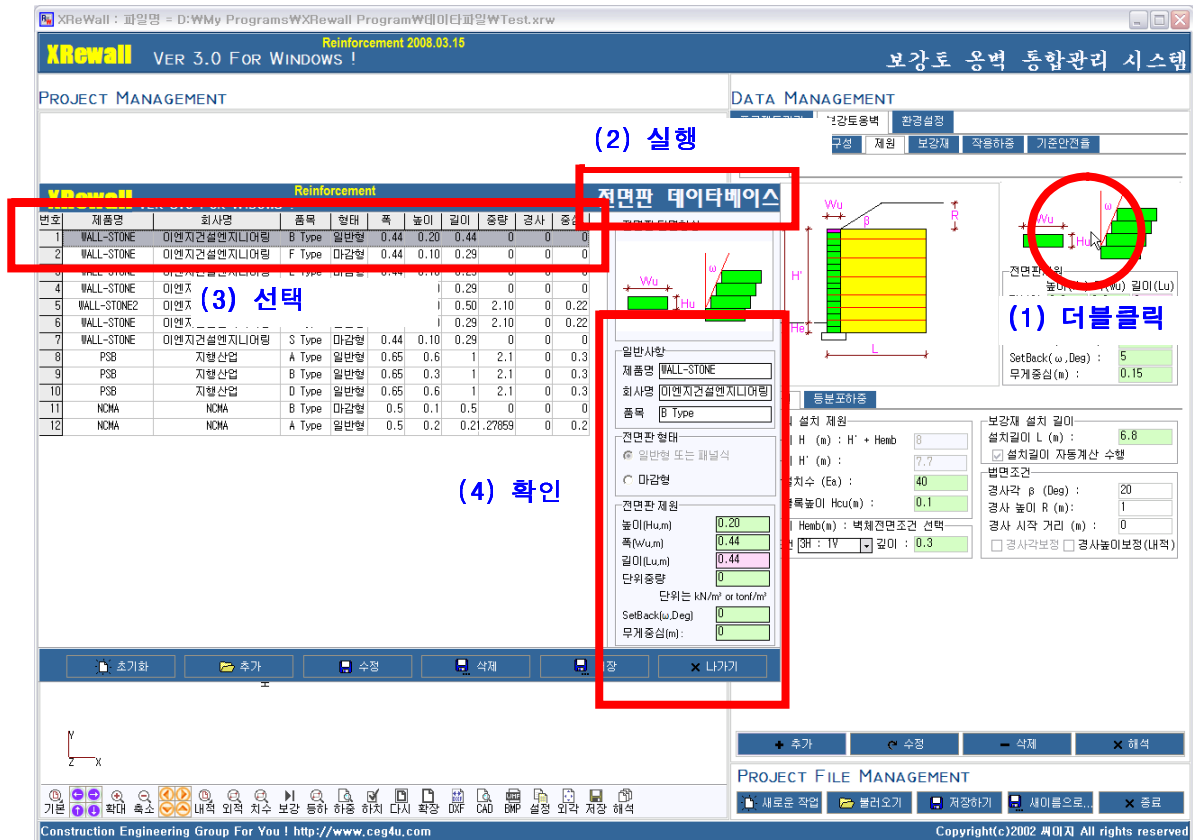
2.7. 전 면 판 데 이 타 베 이 스

XReWall 에서는 사용자의 편의를 위해서 전면판의 제원을 관리할 수 있는 데이터베이스 툴을 제공합니다. 이 전면판데이터베이스를 이용하여 기 등록된 전면판의 제원 신속하게 해석단면에 적용할 수 있도록 사용자 인터페이스를 XReWall에서 이용할 수 있습니다.

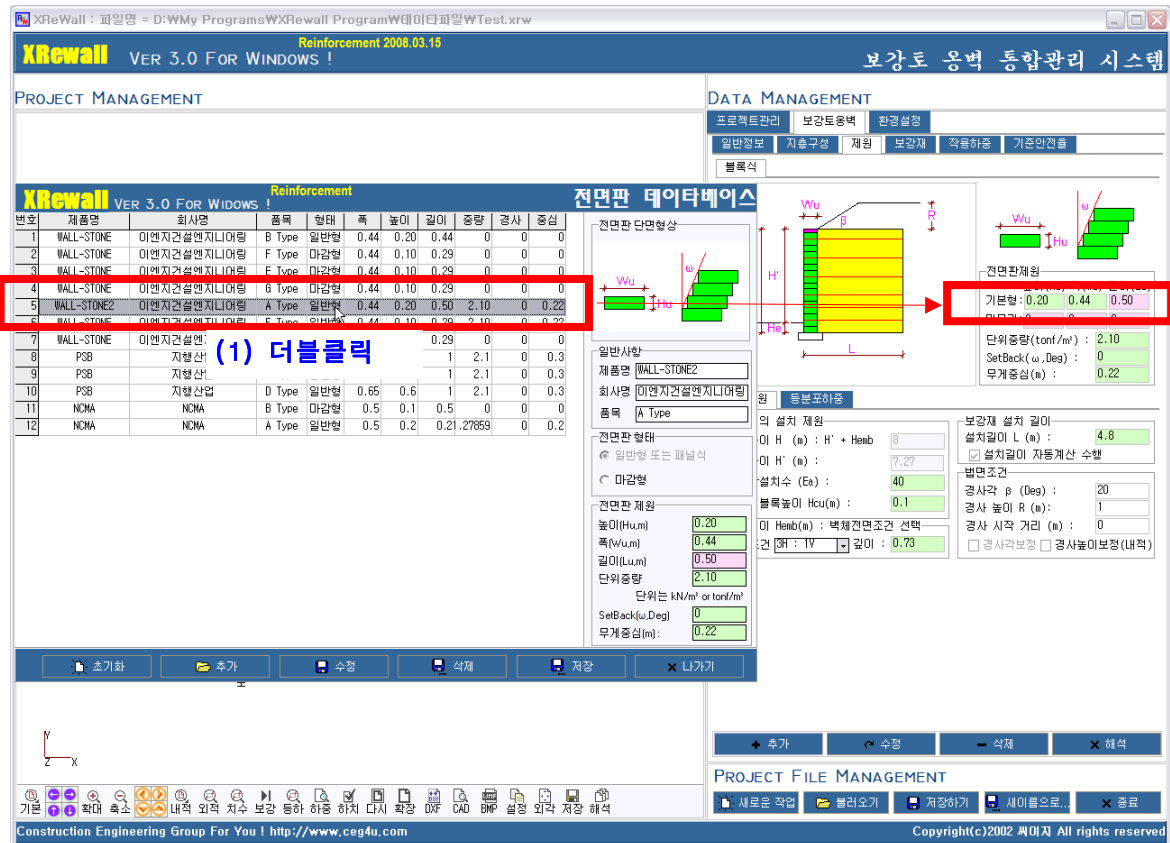
먼저 전면판데이터베이스를 실행하고 데이터베이스에 등록된 값을 해석단면의 전면판제원으로 사용하는 방법에 대해서 설명하겠습니다.

가. 기본 절차

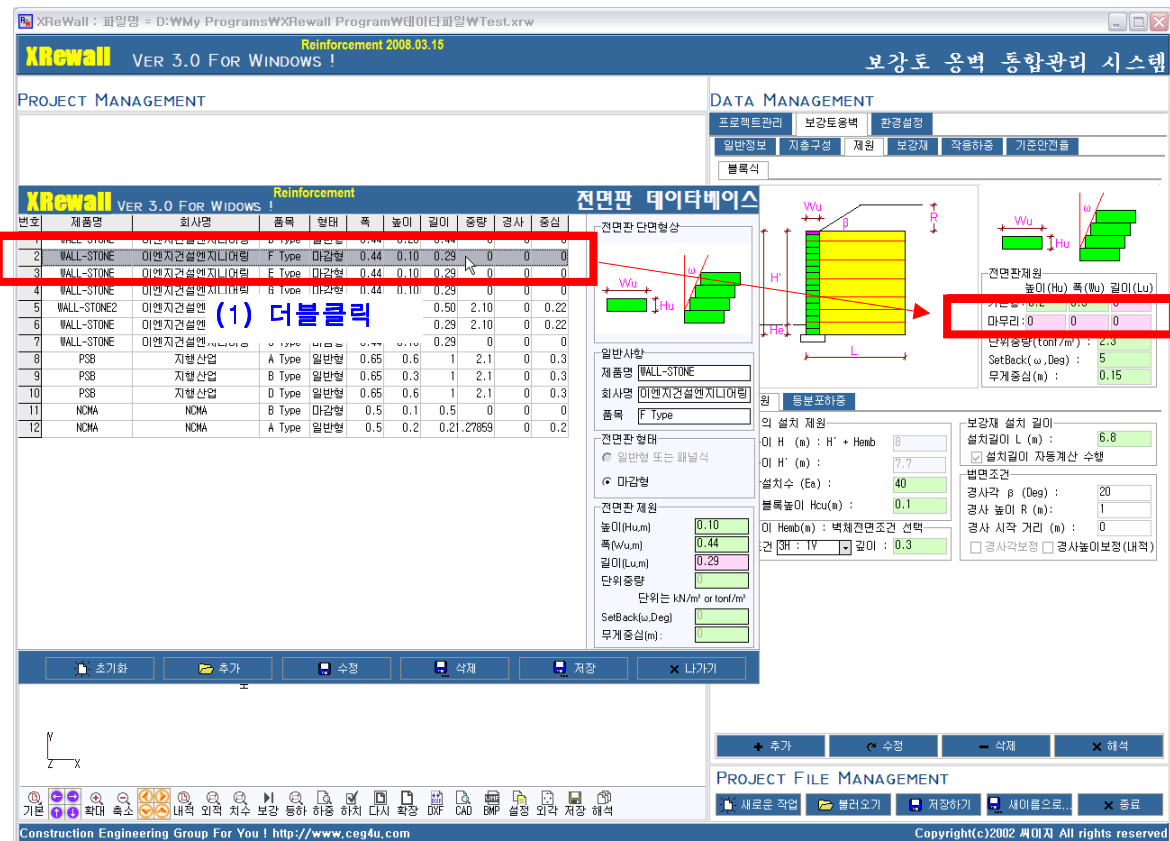
- (1) 제원탭 -> 전면판제원에서 이미지를 클릭
- (2) 전면판데이터베이스 실행
- (3) 전면판데이터베이스에서 원하는 전면판선택
- (4) 전면판데이터베이스 입력창에서 제원 확인
- (5) 선택된 전면판제원을 더블클릭
 - 데이터베이스 전면판제원에서 형태가 일반형이면 전면판제원에서 기본형으로
 - 데이터베이스 전면판제원에서 형태가 마감형이면 전면판제원에서 마무리로 입력



[그림] 전면판데이터베이스 실행 화면 : (1),(2),(3),(4) 설명

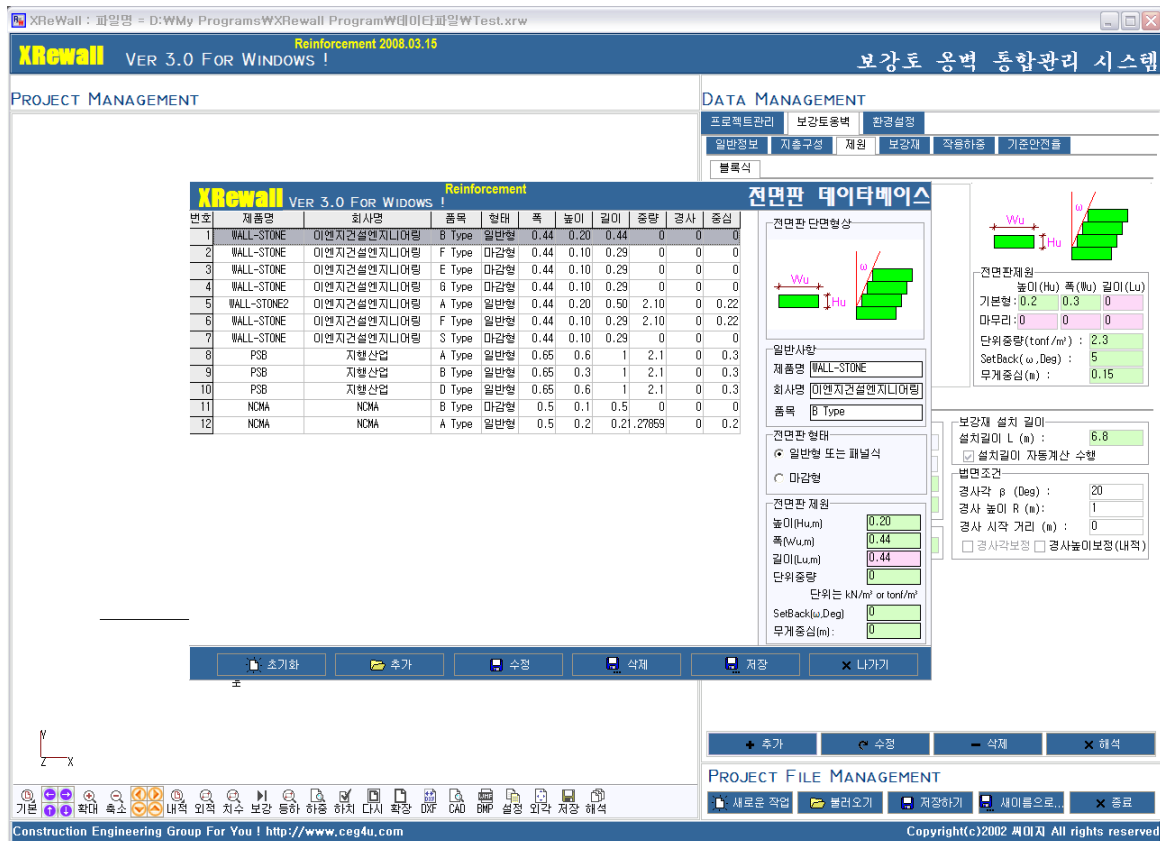


[그림] 전면판데이터베이스 : 일반형 선택



[그림] 전면판데이터베이스 : 마감형 선택

나. 전면판데이터베이스 사용방법



[그림] 전면판데이터베이스 대화상자

1) 전면판데이터베이스 타이틀바



2) 전면판데이터베이스 리스트 창

번호	제품명	회사명	품목	형태	폭	높이	길이	중량	경사	중심
1	WALL-STONE	이엔지건설엔지니어링	B Type	일반형	0.44	0.20	0.44	0	0	0
2	WALL-STONE	이엔지건설엔지니어링	F Type	마감형	0.44	0.10	0.29	0	0	0
3	WALL-STONE	이엔지건설엔지니어링	E Type	마감형	0.44	0.10	0.29	0	0	0
4	WALL-STONE	이엔지건설엔지니어링	G Type	마감형	0.44	0.10	0.29	0	0	0
5	WALL-STONE2	이엔지건설엔지니어링	A Type	일반형	0.44	0.20	0.50	2.10	0	0.22
6	WALL-STONE	이엔지건설엔지니어링	F Type	일반형	0.44	0.10	0.29	2.10	0	0.22
7	WALL-STONE	이엔지건설엔지니어링	S Type	마감형	0.44	0.10	0.29	0	0	0
8	PSB	지행산업	A Type	일반형	0.65	0.6	1	2.1	0	0.3
9	PSB	지행산업	B Type	일반형	0.65	0.3	1	2.1	0	0.3
10	PSB	지행산업	D Type	일반형	0.65	0.6	1	2.1	0	0.3
11	NCMA	NCMA	B Type	마감형	0.5	0.1	0.5	0	0	0
12	NCMA	NCMA	A Type	일반형	0.5	0.2	0.21	.27859	0	0.2

사용자가 주로 사용하는 각 종 해당 전면판에 대한 리스트를 보여주고 또한 사용자가 선택한 전면판제원을 더블클릭으로 해석단면에 적용할 수 있는 그리드상자입니다.

[참고] 전면판데이터베이스가 저장되는 파일 : BlockDB.ini

3) 전면판데이터베이스 입력 및 수정

전면판 단면형상

일반사항

제품명 WALL-STONE

회사명 미엔지건설엔지니어링

품목 B Type

전면판 형태

☒ 일반형 또는 패널식

☐ 마감형

전면판 제원

높이(Hu,m) 0.20

폭(Wu,m) 0.44

길이(Lu,m) 0.44

단위중량 0

단위는 KN/m^3 or tonf/m^3

SetBack(ω,Deg) 0

무게중심(m): 0

전면판 단면형상

일반사항

제품명 WALL-STONE

회사명 미엔지건설엔지니어링

품목 B Type

전면판 형태

☒ 일반형 또는 패널식

☐ 마감형

전면판 제원

높이(Hu,m) 0.20

폭(Wu,m) 0.44

길이(Lu,m) 0.44

단위중량 0

단위는 KN/m^3 or tonf/m^3

SetBack(ω,Deg) 0

무게중심(m): 0

(a) 블록식

(b) 패널식

가) 전면판단면형상

나) 일반사항

- 제품명
- 회사명
- 품목

다) 전면판형태

- 일반형(기본형) 또는 패널식
- 마감형(마무리)

라) 전면판제원(단위는 M)

- 높이 : Hu
- 폭 : Wu
- 길이 : Lu
- 단위중량(tonf/m^3)
- SetBack : 전면판의 전면경사
- 무게중심 : Gu

4) 전면판데이터베이스 컨트롤 버튼



- 초기화 : 전면판제원 리스트를 이전상태로 전환
- 추 가 : 전면판제원을 전면판제원 리스트에 등록
- 수 정 : 기 입력된 전면판제원을 수정
- 삭 제 : 기 입력된 전면판제원을 삭제
- 저 장 : 추가/수정/삭제한 전면판제원을 전면판DB에 저장
- 나가기 : 추가/수정/삭제한 블록제원을 저장하지 않고 데이터베이스 종료, 이 경우에는 전면판데이터베이스에서 작업한 내용을 전면판DB에 저장하지 않고 종료합니다. 따라서, 기 작업한 내용을 전면판DB에 저장하고자 한다면 먼저 저장버튼을 클릭하여 전면판DB을 변경하신 후 나가기 버튼을 클릭하시기 바랍니다.

2.8. 보강재 데이터베이스 (신장성보강재)

XReWall에서는 사용자의 편의를 위해서 보강재의 특성을 신속하게 해석단면에 적용하기 위하여 보강재 데이터베이스를 제공합니다.

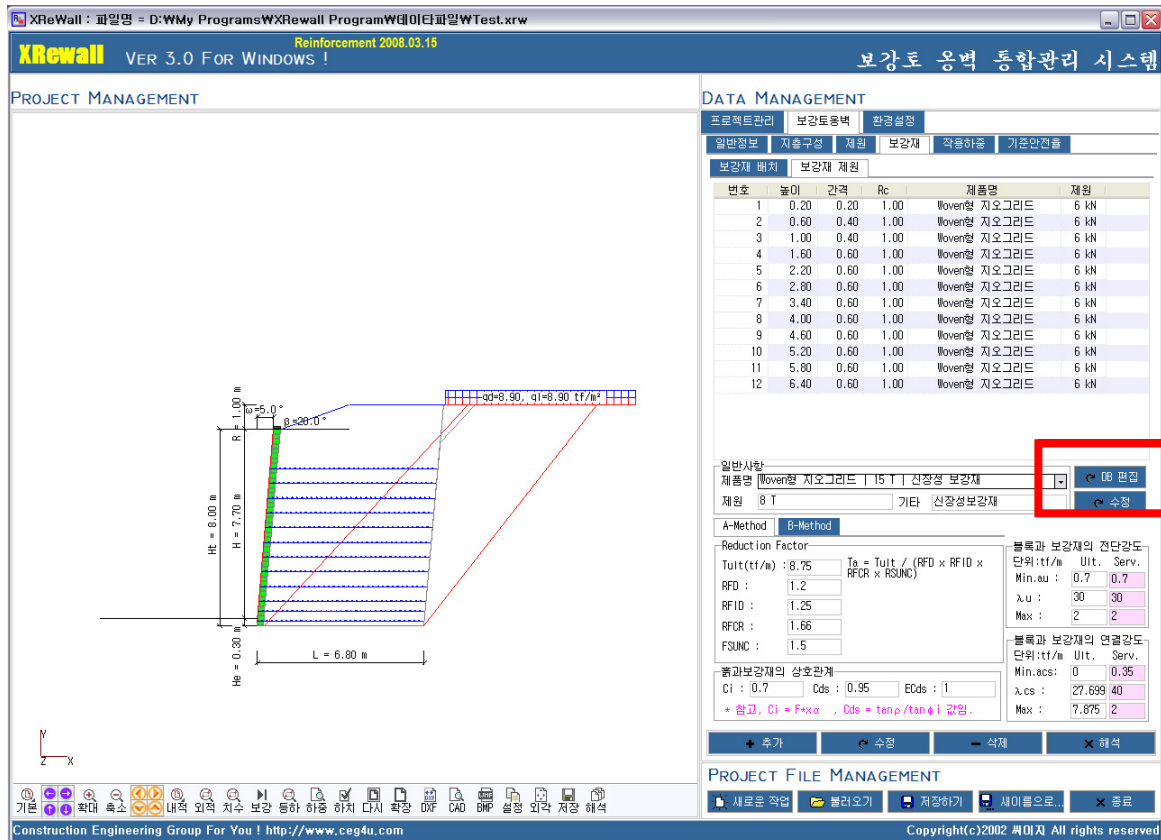
이 보강재 데이터베이스를 이용하시면 각 종 보강재의 특성에 대한 이해가 부족한 경우에도 기존에 입력된 값을 이용하여 초보자도 쉽게 보강토옹벽 해석을 수행할 수 있습니다.

이 보강재 데이터베이스의 이용방법은 먼저 사용자DB를 등록하여 [보강재자동배치]를 실행하기 위한 것과 전체DB를 등록/수정/삭제하여 DB를 관리할 수 있는 기능이 있습니다.

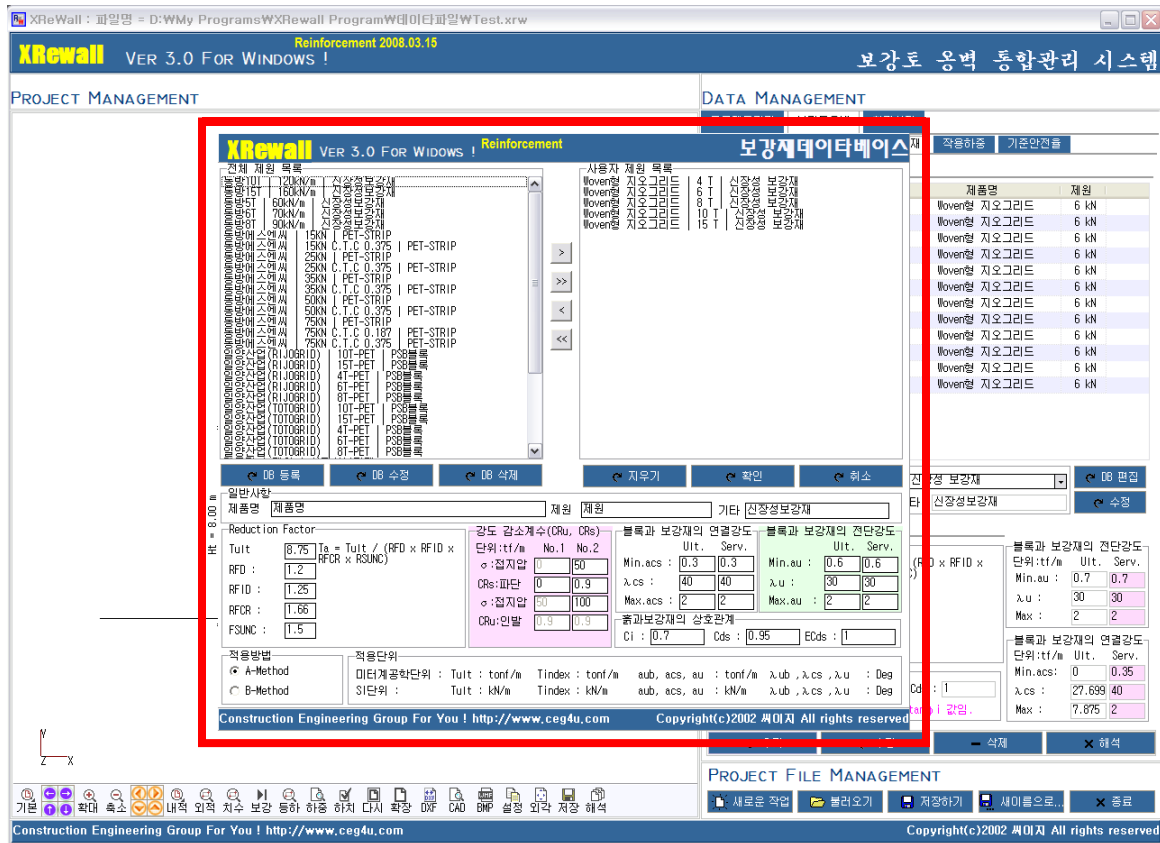
가. 사용자DB등록

사용자 DB 등록절차

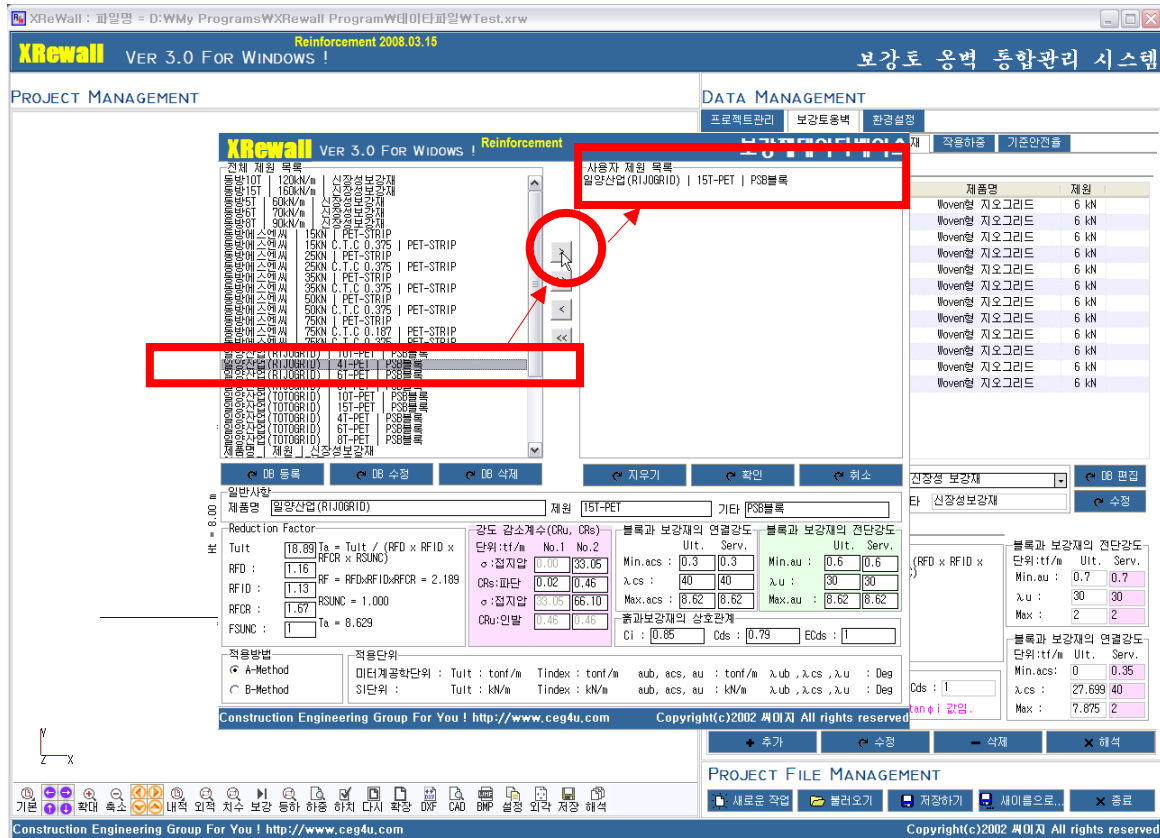
- (1) DB편집 버튼 클릭 : 보강재데이터베이스 실행
- (2) 전체 자원 목록에서 원하는 재원을 사용자 자원 목록으로 이동
- (3) (2)의 내용을 반복수행
- (4) 확인버튼 클릭(적용하지 않을 경우는 취소버튼 클릭)
- (5) 보강재 자원 입력창에서 수정버튼을 클릭하여 사용자자원목록을 해석단면 데이터에 저장
- (6) 보강재 자원 입력창에서 제품명리스트박스에서 확인
- (7) 보강재 배치에서 [보강재자동배치]를 원하실 경우 [현재 등록된 보강재 수] 확인



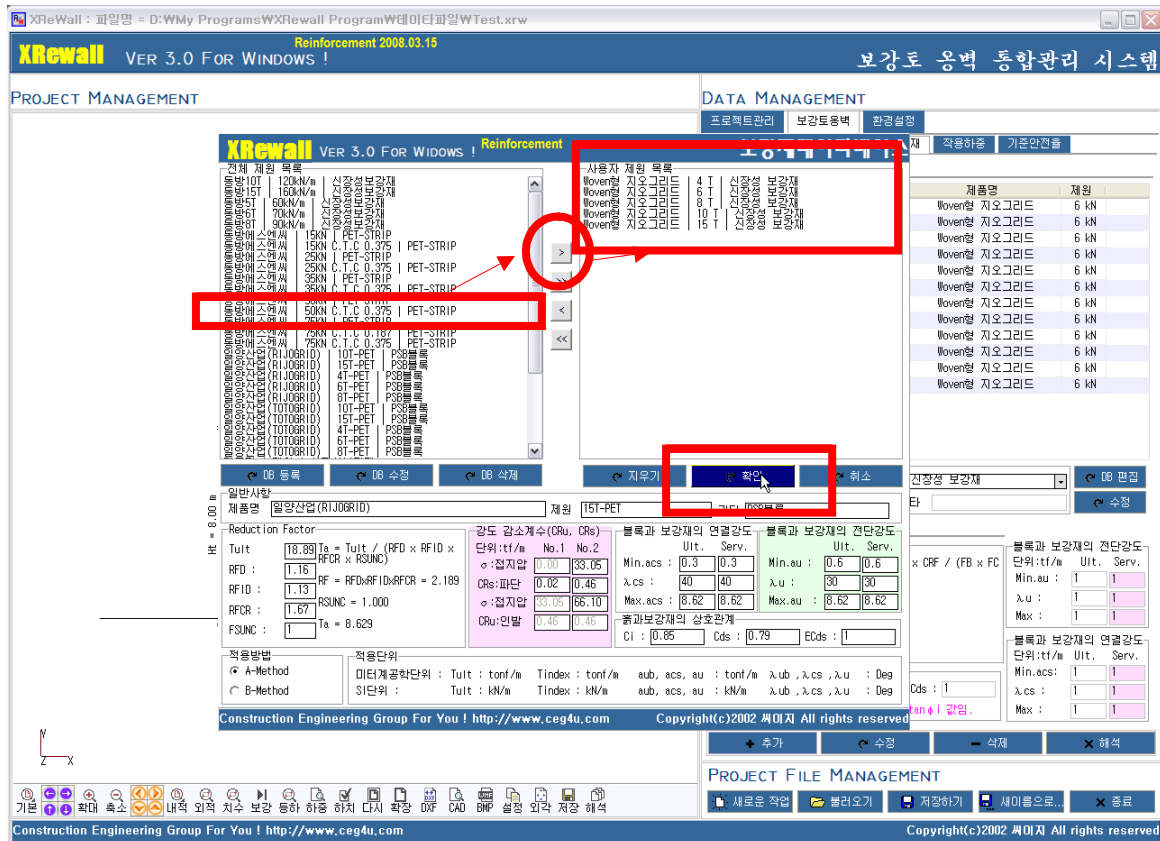
[그림] DB편집 버튼 클릭 : (1) 설명



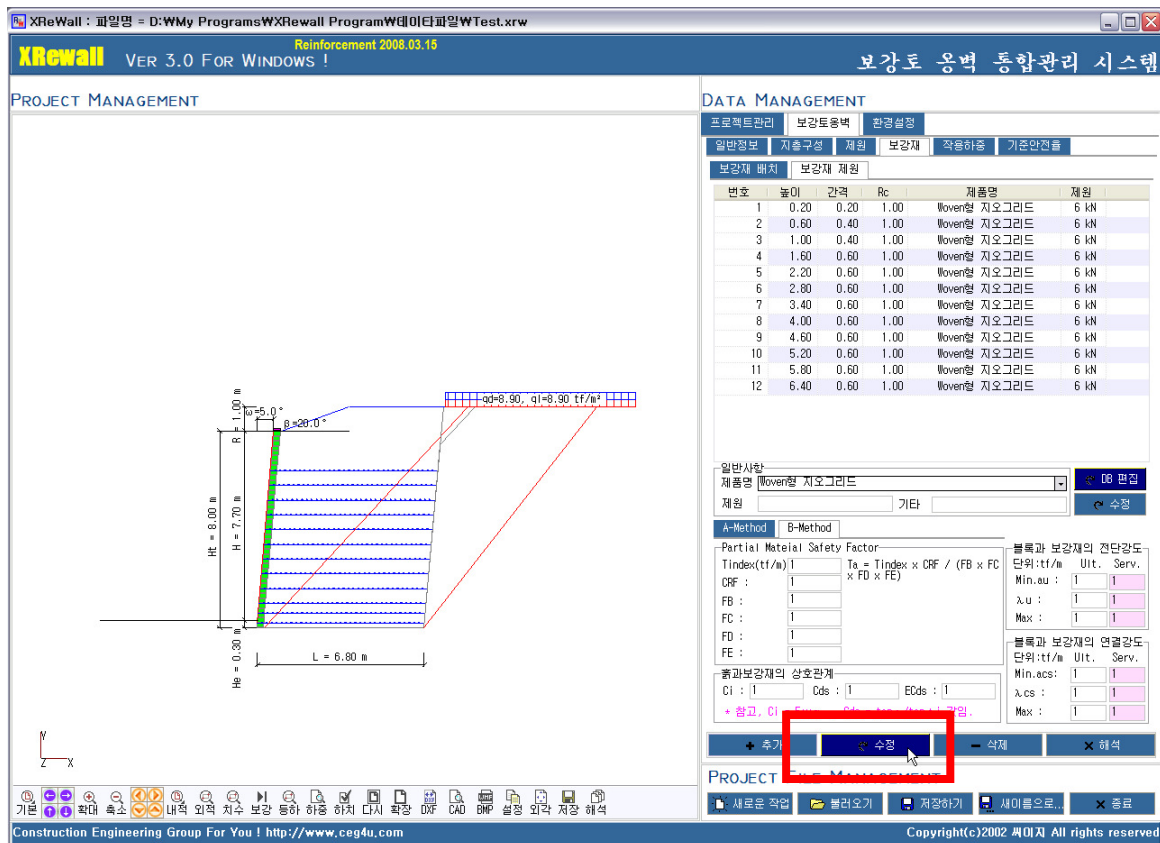
[그림] 보강재데이터베이스 대화상자



[그림] 사용자DB 목록 편집 : (2) 설명



[그림] 사용자 DB 목록 편집 : (3) 과 (4) 설명



[그림] 사용자 DB 목록 편집 : (5) 설명

보강재 배치 | **보강재 자원**

번호	높이	간격	Rc	제품명	자원
1	0.20	0.20	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
2	0.60	0.40	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
3	1.00	0.40	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
4	1.60	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
5	2.20	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
6	2.80	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
7	3.40	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
8	4.00	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
9	4.60	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
10	5.20	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
11	5.80	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN
12	6.40	0.60	1.00	Woven형 지오그리드	6 kN

일반사항

제품명: Woven형 지오그리드 | 15 T | 신장성 보강재

자원: Woven형 지오그리드 | 4 T | 신장성 보강재

A-Meth: Woven형 지오그리드 | 10 T | 신장성 보강재

Partia: Woven형 지오그리드 | 15 T | 신장성 보강재

DRF : 1 x FD x FE)

FB : 1

FD : 1

FD : 1

FE : 1

출과보강재의 상호관계

Ci : 1 Cds : 1 ECds : 1

* 참고, Ci = Fmax, Cds = temp / tan φ i 값임.

보강재 배치 | **보강재 자원**

번호	높이	간격	길이	Rc
1	0.2	0.2	6.8	1.000
2	0.6	0.4	6.8	1.000
3	1	0.4	6.8	1.000
4	1.6	0.6	6.8	1.000
5	2.2	0.6	6.8	1.000
6	2.8	0.6	6.8	1.000
7	3.4	0.6	6.8	1.000
8	4	0.6	6.8	1.000
9	4.6	0.6	6.8	1.000
10	5.2	0.6	6.8	1.000
11	5.8	0.6	6.8	1.000
12	6.4	0.6	6.8	1.000

보강재 길이 설정

☐ 균등배치 : 자원입력값 적용
설치길이L(m): 6.8

☐ 사용자 입력 ☐ 최적값 계산 적용

보강재 간격 설정

☐ 보강재 기본 배치 설정

보강재 설치 수 : 12

보강재 위치 : 첫번째 1

마지막 8

☐ 사용자 직접 입력

보강재 자동 배치 설정

등록된 보강재 수 5 DB 등록

☒ 상단 보강재 위치

☒ 하단 보강재 위치

☒ 허용인장강도(기본지정)

☐ 블록 연결강도

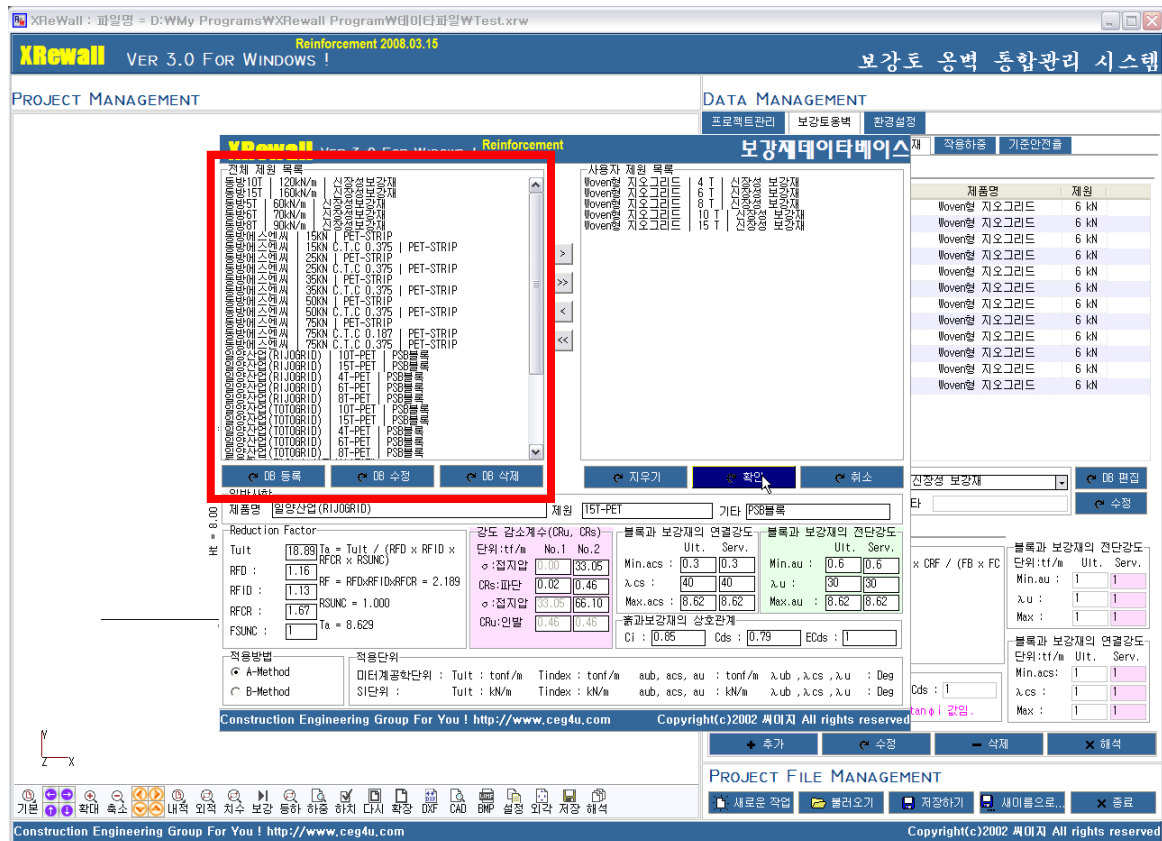
☐ 블록 국부파괴

[그림] 사용자 DB 목록 편집 : (6) 설명 [그림] 사용자 DB 목록 편집 : (7) 설명

위의 좌측그림에서 보는 바와 같이 (1) - (5)의 절차에 의해서 수행한 사용자DB목록의 리스트가 일반사항-제품명 리스트박스에 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한 우측그림에서 보는바와 같이 보강재 배치탭에서 보강재 자동 배치 설정의 현재 등록된 보강재 수 가 “4” 로 입력되어 있는 것을 확인할 수 있습니다.

이렇게 사용자DB등록이 완료되면 보강토옹벽 최적값 계산을 실행하여 보강재의 포설위치와 길이 등 보강토옹벽의 외적안정, 내적안정 및 국부안정에 대한 해석을 자동으로 수행할 수 있습니다.

나. 전체 DB 관리



- 1) DB 등록 : 새로운 보강재 제원을 등록
- 2) DB 수정 : 등록된 보강재 제원을 수정
- 3) DB 삭제 : 등록된 보강재 제원을 삭제

[참고] 전체 제원 목록은 ReinDB.ini 파일에 저장됨.

4) 일반사항

일반사항					
제품명	일양산업(RIJOGRID)	단위	15T-PET	기타	PSB블록

5) 적용방법

적용방법	
<input checked="" type="radio"/>	A-Method
<input type="radio"/>	B-Method

토목섬유 보강재의 인장강도를 결정하기 위한 방법으로 NCMA에서는 A-Method와 B-Method 중 하나를 선택하여 허용인장강도 또는 설계인장강도를 산정하게 되어 있습니다. 각 적용방법에 대한 자세한 내용은 아래와 같습니다.

※ A - Method

Reduction Factor	
Tult	18.89
RFD :	1.16
RFID :	1.13
RFCR :	1.67
FSUNC :	1

$T_a = T_{ult} / (RFD \times RFID \times RFCR \times RSUNC)$
 $RF = RFD \times RFID \times RFCR = 2.189$
 $RSUNC = 1.000$
 $T_a = 8.629$

참고문헌 :

- Design Manual For Segmental Retaining Walls. Secound Edition
NCMA : National Concrete Masonry Association Appendix E
Allowable Geosynthetic Design StrengthDetermination Method "A"
- US Department of Transportation - FHWA Publication No. FHWA DP. 82-1 "Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guildelines."

※ B-Method

Partial Mateial Safety Factor	
Tindex	8
CRF :	1
FB :	1.08
FC :	1
FD :	1.54
FE :	1

$T_a = T_{index} \times CRF / (FB \times FC \times FD \times FE)$

참고문헌 :

- Design Manual For Segmental Retaining Walls. Secound Edition
NCMA : National Concrete Masonry Association Appendix F
Long-Term Geosynthetic Design Strength Determination Method "B"

6) 블록과 보강재의 연결강도 및 전단강도

- 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 결합강도(FHWA 설계기준)

강도 감소계수 (CRu, CRs)		
단위:tf/m	No.1	No.2
σ:접지압	0.00	50.00
CRs:인발	0.00	0.90
σ:접지압	50.00	100.00
CRu:파단	0.90	0.90

- 콘크리트블록과 토목섬유보강재 사이의 결합강도(NCMA 설계기준)

블록과 보강재의 연결강도		
	Ult.	Serv.
Min.acs :	0.3	0.3
λ_{cs} :	40	40
Max.acs :	8.62	8.62

참고문헌 : Appendix C; C.1 NCMA Test Method SRWU-1

- 콘크리트 블록간(또는 블록+보강재+블록) 전단강도

블록과 보강재의 전단강도		
	Ult.	Serv.
Min.au :	0.6	0.6
λ_u :	30	30
Max.au :	8.62	8.62

참고문헌 : Appendix C; C.2 NCMA Test Method SRWU-2

7) 흙과 보강재의 상호관계

흙과보강재의 상호관계					
$C_i + \alpha$:	0.7	Cds :	0.95	ECds :	1

- C_i : 인발에 대한 상호 작용계수
- Cds : 보강재의 직접활동계수
- ECds : 보강토체의 직접활동계수

참고문헌

Design Manual For Segmental Retaining Walls

Second Edition

NCMA : National Concrete Masonry Association

Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guidelines

FHWA Demonstration Project 82 Reinforced Soil Structures MSEW and RSS

Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999

U.S.Department of Transportation Federal Highway Administration

3. XReWall 프로그램 참고문헌

- 건설교통부(2000), 도로설계편람(II), 건설교통부
- 김상규 (1991), 토질역학 -이론과 응용-, 청문각
- 김홍관 (2006), 토목섬유 단기강좌 시리즈 1 토목섬유의 특성 평가기법 및 활용, 제3장 토목섬유의 특성평가, (사)한국토목섬유학회, pp.47-98.
- 이은수 (1996), “보강토체 구성재료로 이용되는 화강토의 적응성 평가”, 박사학위논문, 동국대학교, pp. 74~108.
- 전한용 (2006), 토목섬유 단기강좌 시리즈 1 토목섬유의 특성 평가기법 및 활용, 제2장 토목섬유의 종류 및 특징, (사)한국토목섬유학회, pp.17-44.
- 조삼덕, 김진만 (1995), 토목섬유 보강토 구조물의 합리적인 해석과 설계 -흙/토목섬유 마찰특성 평가-, 한국건설기술연구원, 서울, pp. 75~88.
- 조삼덕, 안태봉, 김진만, 최봉혁, 고갑수 (1999), 토목섬유 보강토옹벽 설계 프로그램 개발 연구, 한국건설기술연구원 연구보고서, 건기연.
- 철도청(2001), 철도설계기준(노반편)
- 한국지반공학회(1997), 구조물기초설계기준, 한국지반공학회, 구미서관
- 한국지반공학회(1998), 토목섬유 설계 및 시공요령, 한국지반공학회, 구미서관
- 한국지반공학회(2002), 구조물기초설계기준, 한국지반공학회, 구미서관
- 한국지반공학회(2003), 구조물기초설계기준해설, 한국지반공학회, 구미서관
- AASHTO (1996), Standard Specifications for Highway Bridges, 6th Edition, AASHTO, Washington, pp. 134~151.
- ASTM D 4595 (1994), "Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method", ASTM Standards on geosynthetics, ASTM, pp. 38~48.
- Barry R. Christopher, Safdar A. Gill, Jean-Pierre Giroud, Ilan Juran, James K. Mitchell, Francois Schlosser, and John Dunnicliff (1990), Reinforced Soil Structures Volume I. Design and Construction Guidelines, Publication No. FHWA-RD-89-043 November 1990, U.S.Department of Transportation Federal Highway Administration
- BSI (1995), Code of Practice for Strengthened / Reinforced Soils and Other Fills, BS 8006, BSI, pp. 43~79.
- Cai, Z. and Bathurst, R.J. (1995), Seismic Response Analysis of Geosynthetic Reinforced Soil Segmental Retaining Walls by Finite Element Method, Computers and Geotechnics, Vol.17, No4, pp. 523~546.
- Elias, V. and Christopher, B. R. (1999), Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guidelines, FHWA Demonstration Project 82 Reinforced Soil Structures MSEW and RSS, Publication No. FHWA-SA-96-071 Reprinted June 1999, U.S.Department of Transportation Federal Highway Administration
- Elias, V., Christopher, B. R. and Berg, R. R. (2001), Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guidelines, Publication No.

- FHWA-NHI-00-043, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- GRI (1991), GRI Standard of Practice, GG-4(a&b): Determination of Long-Term Design Strength of (Stiff & Flexible) Geogrids, Geosynthetic Research Institute, Drexel University, Philadelphia, PA.
- GRI (1991), GRI Test Method, GG-5: Geogrid Pullout, Geosynthetic Research Institute, Drexel University, Philadelphia, PA.
- GRI (1991), GRI Test Method GS8: Determining the Connection Strength of Mechanically Anchored Geosynthetics, Geosynthetic Research Institute Standard Test Method, Drexel University, Philadelphia, PA.
- GRI (1992), GRI Standard of Practice, GT-7: Determination of Long-Term Design Strength of Geotextiles, Geosynthetic Research Institute, Drexel University, Philadelphia, PA.
- GRI (1988), GRI Test Method, GS-6: Interface Friction Determination by Direct Shear Testing, Geosynthetic Research Institute, Drexel University, Philadelphia, PA.
- NAVFAC DM-7.1 & 7.2 (1982), Soil Mechanics and Foundations and Earth Structures, Department of the Navy.
- NCMA (1997), Design Manual For Segmental Retaining Walls, Second Edition, edited by Collin, J. G., National Concrete Masonry Association, Virginia, USA.
- NCMA(1998), Segmental Retaining Walls - Seismic Design Manual, Authored by Bathurst, R.J., National Concrete Masonry Association, Virginia, USA.
- Okabe, S. (1926), General Theory of Earth Pressure and Seismic Stability of Retaining Wall and Dam, Journal of Japanese Soc. Civ. Engrs, Vol.10, No.6, pp. 1277-1288.
- Seed, H. B. and Whitman, R.V. (1970), Design of Earth Retaining Structures for Dynamic Loads, ASCE Specialty Conference : Lateral Stresses in the Ground and Design of Earth Retaining Structures, Ithaca, N.Y., pp.103~147.
- SRWall Version 3.2x, The Design Software for Segmental Retaining Walls Program Manual and Users Guide, National Concrete Masonry Association
- Terzaghi, K., and Peck, R.B., (1967), Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, 2nd Edition.
- Vesic, A. S. (1963), Bearing Capacity of Deep Foundations in Sand, Highway Research Record 39, pp 112-153.
- Vidal, H., (1969), The Principle of Reinforced Earth, Highway Research Record 282, Highway Research Board, National Research Council, Washington, DC.

**X
R
E
W
A
L
L**
**v
e
r** **프**
4 **로**
0 **그**
F **램**
o
r
W **사**
i **용**
n **자
**d
**o
**w
s **지
! **침**
서**********

**2
0
0
9
·
05**

씨

이

지

**X
R
E
W
A
L
L**
**v
e
r** **프**
4 **로**
0 **그**
F **램**
o
r
W **사**
i **용**
n **자
**d
**o
**w
s **지
! **침**
서**********

**2
0
0
9
·
05**

씨

이

지