
Slipsurface

XSLOPE Ver 4.0 For Windows!

User's Manual

2015. 04.



Construction Engineering Group For You!

씨 이 지 [C E G]

주 소 : 경기도 안양시 동안구 관양로 176 1218호
(관양동, 한솔센트럴파크2)

전자우편: kmson@ceg4u.com

홈페이지: <http://www.ceg4u.com>

전화번호: 031-383-6864

팩스번호: 031-383-2566

목 차

제1장 S/W 소개	1
1. 프로그램 개요	1
2. 프로그램 주요특징	1
2. 고객지원 체계	3
2. 프로그램 사용환경	3
 제2장 S/W 시작	4
1. 프로그램 설치	4
 제3장 프로그램 주요기능	9
1. 주메뉴	9
1.1 프로젝트 정보	9
1.2 지층물성	10
1.3 지층구성	10
1.4 원점망	11
1.5 상재하중	11
1.6 보강재	12
1.7 지하수압	12
1.8 파괴면 구성	13
1.9 안전율 분석	13
1.10 데이터 마법사	14
1.11 자동 업데이트	14
2. 데이터베이스	15

2.1 지반 데이터베이스	15
2.2 보강재 데이터베이스	15

제4장 프로그램 사용방법 17

1. 프로그램 구성	17
1.1 프로그램 화면구성	17
1.2 메뉴	18
1.3 데이터 정보트리	22
1.4 파괴면 정보트리	26
1.5 제어판	27
1.6 화면(뷰)	31
1.7 최근 사용 리스트	32
2. 프로젝트 구성	33
2.1 새파일 열기	33
2.2 프로젝트 정보 입력	34
2.3 지층물성 정보 입력	35
2.4 지층 구성	36
2.5 원점망 정보 입력	43
2.6 상재하중 정보 입력	44
2.7 보강재 정보 입력	46
2.8 지하수압 정보 입력	47
2.9 파괴면 정보 설정	48
3. 데이터 작성	54
3.1 프로젝트 정보 데이터	54
3.2 지층물성 정보 데이터	55
3.3 지층구성 정보 데이터	56
3.4 원점망 정보 데이터	57
3.5 상재하중 정보 데이터	58
3.6 보강재 정보 데이터	59
3.7 지하수압 정보 데이터	61

3.8 데이터 마법사	62
4. 해석	64
4.1 파괴면 구성	64
4.2 사면안정 해석	72
4.3 사면안정 결과분석	73
4.4 보고서	81
5. 업데이트	82
5.1 업데이트 확인	82
5.2 업데이트 작업	83

제5장 사면안정해석 적용이론 85

1. 사면안정해석에 관한 이론	85
1.1 사면안정 해석 개요	85
1.2 사면안정 해석 방법	90

그 림 목 차

제1장 S/W 소개	1
그림 1.1 2차원 가시화	2
그림 1.2 마법사 기능	2
그림 1.3 보고서 출력	3
 제2장 S/W 시작	 4
 제3장 프로그램 주요기능	 9
그림 3.1 프로젝트 정보	9
그림 3.2 지층물성정보	10
그림 3.3 지층구성	10
그림 3.4 원점망	11
그림 3.5 상재하중	11
그림 3.6 보강재	12
그림 3.7 지하수압	12
그림 3.8 파괴면구성	13
그림 3.9 안전율분석	13
그림 3.10 데이터 마법사	14
그림 3.11 자동 업데이트	14
그림 3.12 지층 데이터베이스	15
그림 3.13 보강재 데이터베이스	15
 제4장 프로그램 사용방법	 17
그림 4.1 프로그램 화면구성	17

그림 4.2 상단 메뉴 구성	18
그림 4.3 메뉴 아이콘 구성	20
그림 4.4 데이터 정보 트리	22
그림 4.5 파괴면 정보 트리	26
그림 4.6 제어판	27
그림 4.7 지층 물성 편집	28
그림 4.8 상재하중 정보 편집	29
그림 4.9 보강재 정보 편집	30
그림 4.10 원점망 정보 보기	31
그림 4.11 화면(뷰)	32
그림 4.12 최근 사용 목록	32
그림 4.13 새 프로젝트 작성	33
그림 4.14 기존 프로젝트 불러오기	33
그림 4.15 프로젝트 정보 입력	34
그림 4.16 지층 물성 정보 입력	35
그림 4.17 지층 구성	36
그림 4.18 지층선 추가 방법	37
그림 4.19 지층선 추가 완료	38
그림 4.20 지층선 구성 완료	39
그림 4.21 지층선 수정 방법	39
그림 4.22 지층선 수정 완료	40
그림 4.23 지층선 삭제 방법	41
그림 4.24 지층선 삭제 완료	41
그림 4.25 지층선 삽입 방법	42
그림 4.26 지층 구성 완료	43
그림 4.27 원점망 계산 방법	43
그림 4.28 원점망 작성 완료	44
그림 4.29 상재하중 정보 입력	45
그림 4.30 상재하중 정보 입력 완료	45
그림 4.31 보강재 정보 입력	46

그림 4.32 보강재 정보 입력 완료	47
그림 4.33 지하수압 정보 입력	47
그림 4.34 지하수압 정보 입력 완료	48
그림 4.35 파괴면 해석 옵션 초기화면	48
그림 4.36 파괴면 작성 방법 선택	49
그림 4.37 파괴면 탐색조건 선택	50
그림 4.38 파괴면 탐색조건 좌표 선택(영역)	50
그림 4.39 파괴면 제약조건 선택	51
그림 4.40 파괴면 보정조건 선택	52
그림 4.41 파괴면 해석방법 선택	52
그림 4.42 파괴면 설정 옵션 확인	53
그림 4.43 파괴면 옵션 설정 완료	53
그림 4.44 프로젝트 정보 데이터	54
그림 4.45 지층 물성 데이터	55
그림 4.46 지층 구성 데이터	56
그림 4.47 원점망 데이터	57
그림 4.48 상재하중 데이터	58
그림 4.49 보강재 데이터	59
그림 4.50 지하수압 데이터	61
그림 4.51 데이터 마법사	62
그림 4.52 주상도 정보 입력	63
그림 4.53 파괴면 형태	64
그림 4.54 파괴면 작성 방법	65
그림 4.55 파괴면 탐색조건	66
그림 4.56 파괴면 제약조건	68
그림 4.57 파괴면 보정조건	70
그림 4.58 사면안정 해석 실행	72
그림 4.59 사면안정 결과분석	73
그림 4.60 원점망 분석	74
그림 4.61 안전율 분석(Rose)	75

그림 4.62 안전율 분석(Line)	76
그림 4.63 안전율 분석	77
그림 4.64 안전율 분석(3D)	79
그림 4.65 절편정보	80
그림 4.66 보고서 출력 화면	81
그림 4.67 업데이트	82
그림 4.68 업데이트 불가	83
그림 4.69 업데이트 진행 바	83
그림 4.70 업데이트 완료	84
제5장 사면안정해석 적용이론	85
그림 5.1 절편에 작용하는 힘의 system	86
그림 5.2 Fellenius 법	90
그림 5.3 Bishop's simplified method of slices. (Bishop, 1955)	91

표 목 차

제1장 S/W 소개	1
제2장 S/W 시작	4
제3장 프로그램 주요기능	9
제4장 프로그램 사용방법	17
표 4.1 파일 관리 메뉴	20
표 4.2 정보트리 보기 메뉴	20
표 4.3 데이터 입력 및 해석 메뉴	21
표 4.4 해석 데이터 메뉴	21
표 4.5 데이터베이스 관리 메뉴	21
표 4.6 도움말 메뉴	22
표 4.7 프로젝트 노드	23
표 4.8 지층 노드	24
표 4.9 상재하중 노드	24
표 4.10 보강재 노드	25
표 4.11 기타 정보 노드	26
표 4.12 지층 구성 메뉴	36
표 4.13 절편 정보 보기 기능 버튼	80
표 4.14 보고서 보기 기능 버튼	81
제5장 사면안정해석 적용이론	85
표 5.1 사면안정 해석법의 분류	88

표 5.2 비선형 안정해석법의 가정과 안전율 계산근거	88
표 5.3 한계평형 해석방법에서의 가정조건	89
표 5.4 한계평형 해석방법에서의 파괴면의 형상	89

제1장

XSLOPE Ver 4.0 For Windows! S/W 소개

Slipsurface

1. 프로그램 개요

XSLOPE Ver 4.0 For Windows! - Slipsurface 사면안정 해석 프로그램은 입력된 지층물성 정보 및 원점망 정보와 보강재 및 하중적용을 통한 예상 활동면을 가정한 파괴면 생성을 통한 최소 안전율을 산정하여 적절한 사면안정해석법과 모델을 선택하며 최적의 설계를 실시하는데 목적이 있다.

2. 프로그램 주요특징

XSLOPE Ver 4.0 For Windows! - Slipsurface 사면안정 해석 프로그램은 지층을 2차원으로 가시화할 수 있는 메인화면과 각종 환경설정, 지층정보 및 구성, 원점망 입력, 하중입력, 보강재 입력에 대한 사면의 최소 안전율을 산정할 수 있는 항목으로 구성되어 있다.

(1) 2차원 가시화

사면안정 해석의 결과를 2차원으로 가시화할 수 있는 메인화면이 구성되며, 지층구성 대화상자를 통해서 기본적인 지층모양이 작성되며 그 방법이 편리하다. 지층구성 정보뿐만 아니라 지층물성 및 보강재, 상재하중, 원점망 등의 데이터 정보가 일괄적으로 메인화면에 표시된다. 이는 화면에 보이기/감추기 기능으로 원하는 데이터를 개별적으로 확인할 수도 있다.

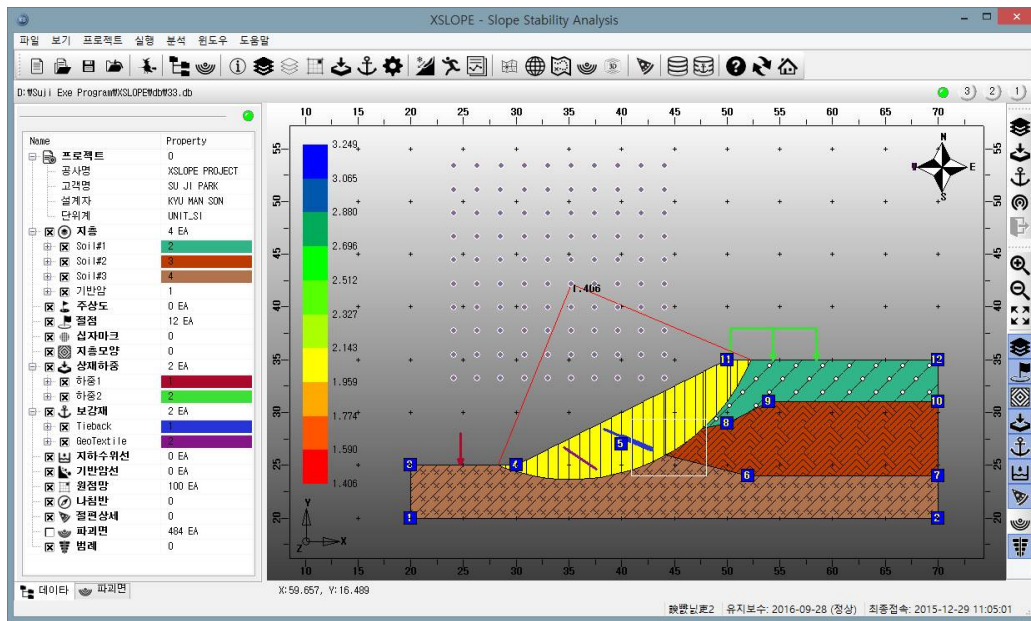


그림 1.1 2차원 가시화

(2) 마법사 기능

마법사 기능은 대화상자를 일일이 열어서 입력 작업을 해야 하는 불편함을 줄일 수 있다. 마법사 기능 수행 작업을 하시면 프로젝트 정보입력 작업부터 결과 데이터를 그림으로 보기까지 단계 별로 데이터를 구성할 수 있다.

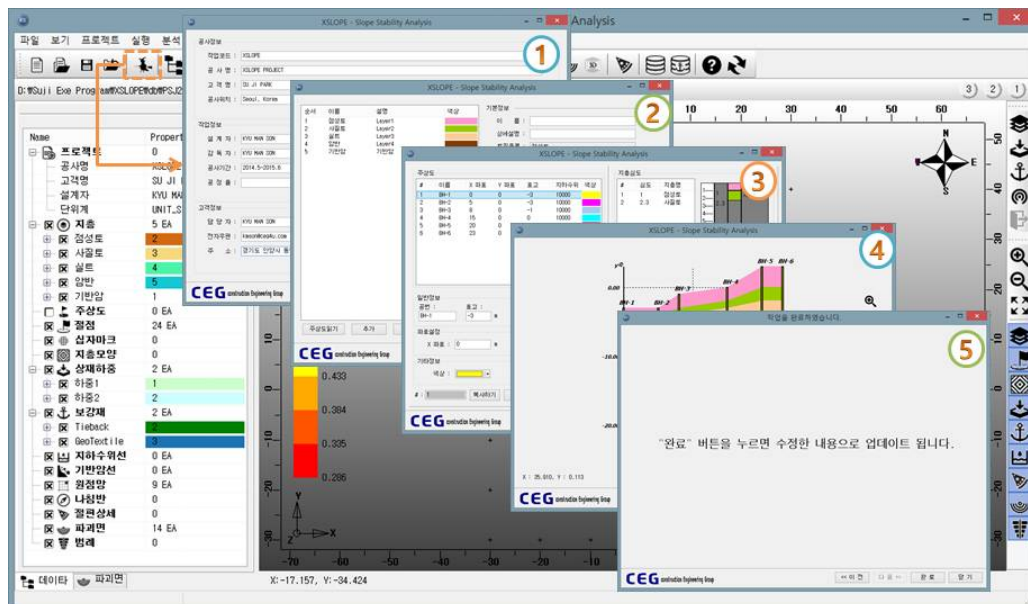


그림 1.2 마법사 기능

(3) 보고서 출력 기능

보고서 출력 기능은 사용자가 입력한 각종 데이터 및 해석결과를 보고서 형식으로 확인할 수 있으며, 이는 .pdf 파일 형식으로 출력이 가능하다.

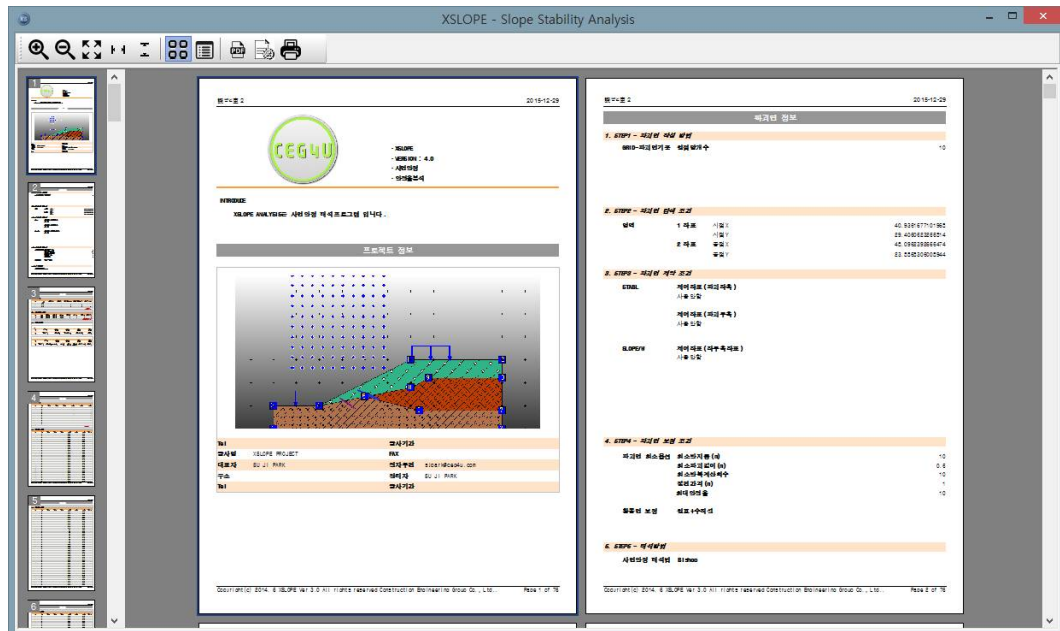


그림 1.3 보고서 출력

3. 고객지원 체계

XSLOPE Ver 4.0 For Windows! - Slipsurface 사면안정 해석 프로그램의 고객지원은 토목 전문 사이트 [건설엔지니어링그룹 : <http://www.ceg4u.com>]를 통하여 다양한 형식의 고객지원을 수행한다. 단순한 사면안정 데이터 고객지원을 하는 체계가 아닌 이 해석 데이터를 이용하여 이루어지는 각종 공학적인 문제를 해결할 수 있는 고객지원이 될 수 있도록 되어 있다.

4. 프로그램 사용환경

- ① 개발언어 : Delphi 2007
- ② 개발운영체제 : Windows 7
- ③ 개발 그래픽 해상도 : 1280 X 1024
- ④ 사용가능 운영체제 : Windows 호환운영체제(XP, Vista, 7, 8)
- ⑤ 사용가능 그래픽 해상도 : 최소 1280 X 1024 이상, 권장 1280 X 1024

제2장

Slipsurface

XSLOPE Ver 4.0 For Windows!

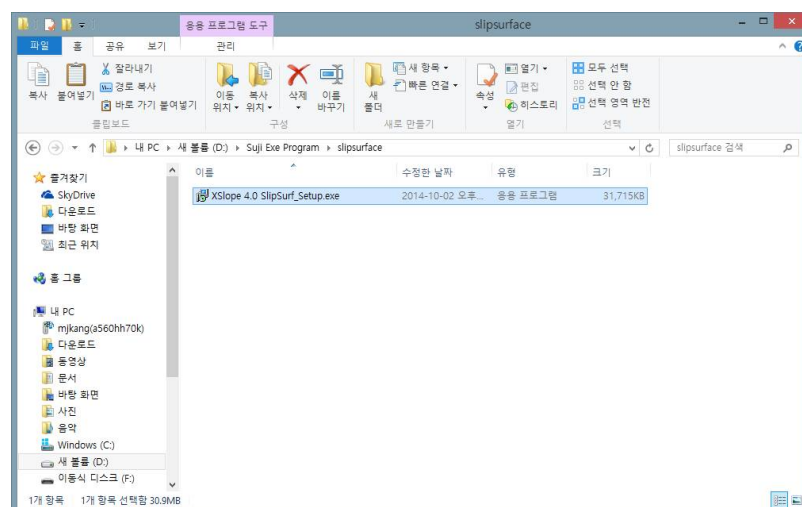
S/W 시작

1. 프로그램 설치

XSLOPE Ver 4.0 For Windows! - Slipsurface 사면안정 해석 프로그램을 고객지원 홈페이지 [<http://www.ceg4u.com>] >> 다운로드 >> XSLOPE Slipsurface 자료실에서 설치 프로그램을 다운 또는 구입시 제공된 설치파일이 준비가 되면 아래의 절차에 따라 프로그램을 설치한다.

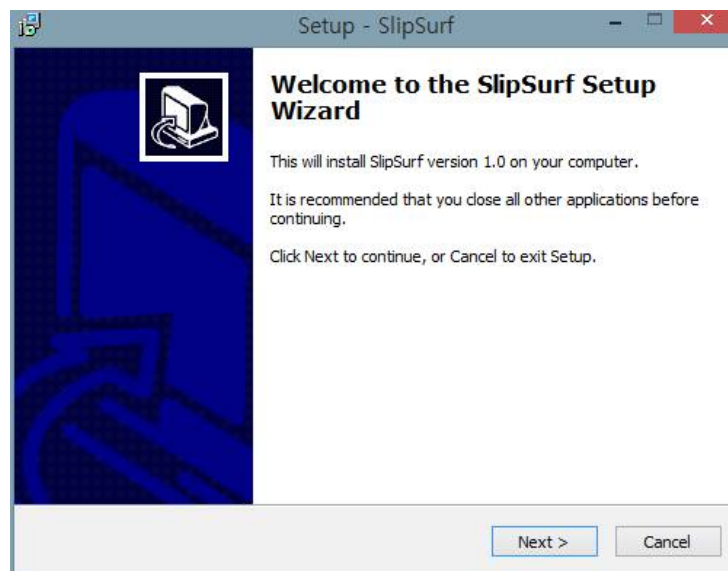
설치 CD 또는 파일 준비

- 설치 CD 또는 파일이 위치한 폴더에서 설치파일을 확인한 후 실행시킨다.

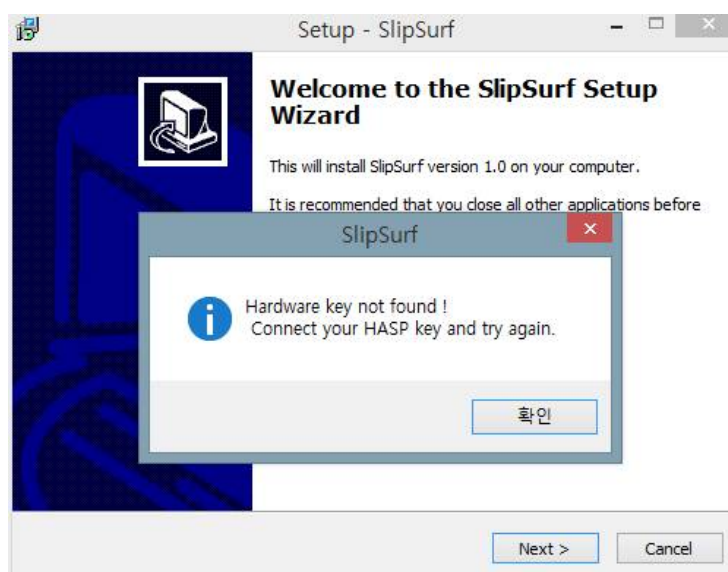


설치 진행

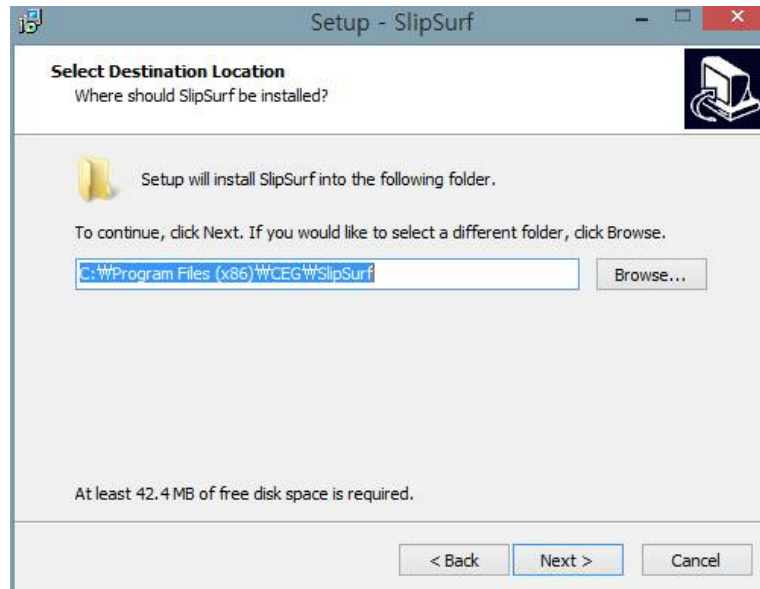
- 설치파일을 실행하면 Welcome to the Slipsurf Setup Wizard 창이 생성되고 프로그램 설치를 진행하려면 Next > 버튼을 클릭한다.



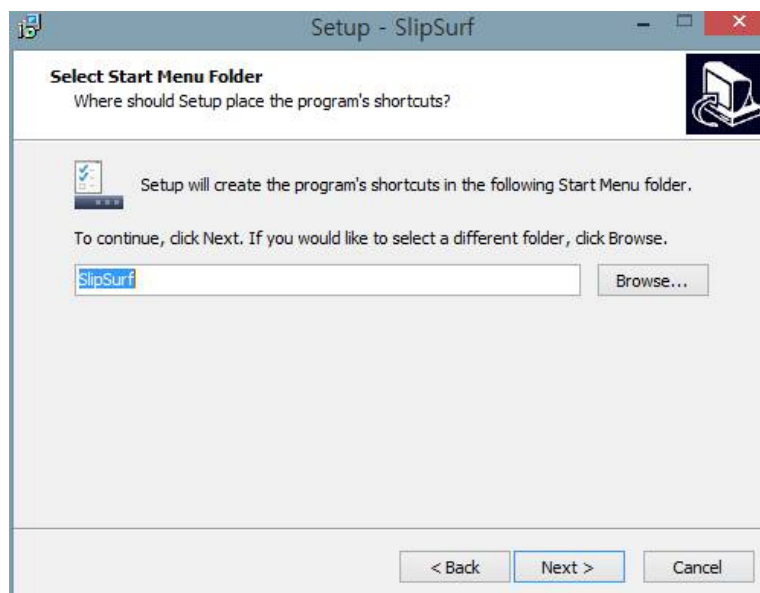
- Slipsurf 프로그램을 설치할 폴더를 확인하고 계속 진행여부를 확인한 후 Next > 버튼을 클릭한다. 만약 HASP key를 연결하지 않은 상태로 설치할 경우 다음과 같은 메시지가 뜨면, HASP key를 연결한 후 다시 진행한다.



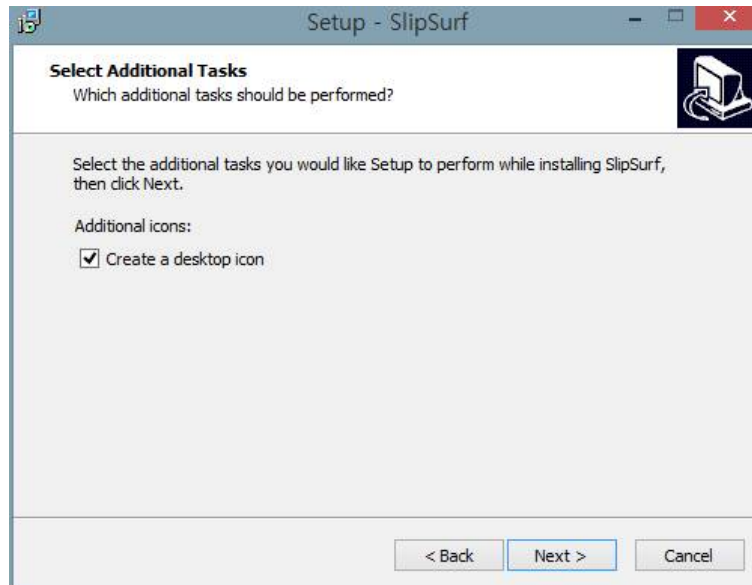
- Slipsurf program을 설치할 폴더를 확인하고 진행여부를 확인한 후 Next> 버튼을 클릭한다.



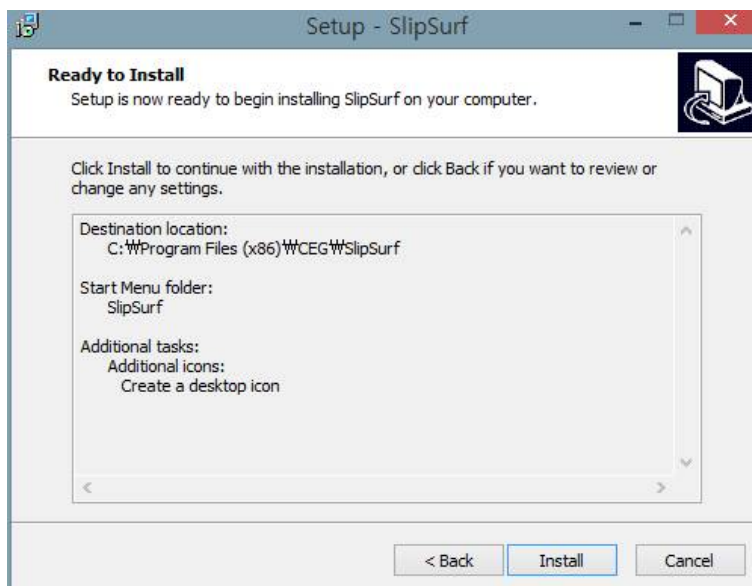
- 시작메뉴 폴더를 확인한 후 변경사항이 없으면 Next > 버튼을 클릭한 후 설치를 계속 진행한다.



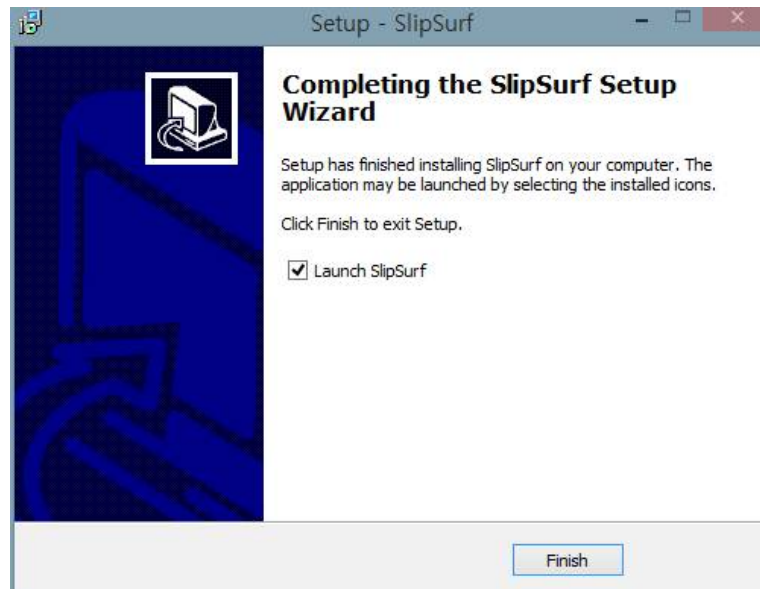
- Desktop에 Icon을 생성할 것인지 여부를 선택하고 설치를 계속 진행하고자 한다면 Next > 버튼을 클릭한다.



- 설치 작업을 위한 설정이 완료되었다. 최종적으로 Slipsurface 프로그램을 설치하고자 한다면 Install 버튼을 클릭한다.



- 설치가 완료되었다는 대화상자가 생성된다. 모든 설치 작업이 완료되었으므로 Finish 버튼을 클릭한 후 종료한다.



제3장

Slipsurface

XSLOPE Ver 4.0 For Windows!

프로그램 주요기능

1. 주메뉴

1.1 프로젝트 정보

새 파일을 정상적으로 읽은 후 프로젝트를 정보를 입력한다. 프로젝트 정보는 사용자가 작업할 현재 프로젝트의 가장 기본적인 정보를 입력하는 대화상자이다. 입력항목으로는 공사정보, 작업정보, 고객정보가 존재한다.

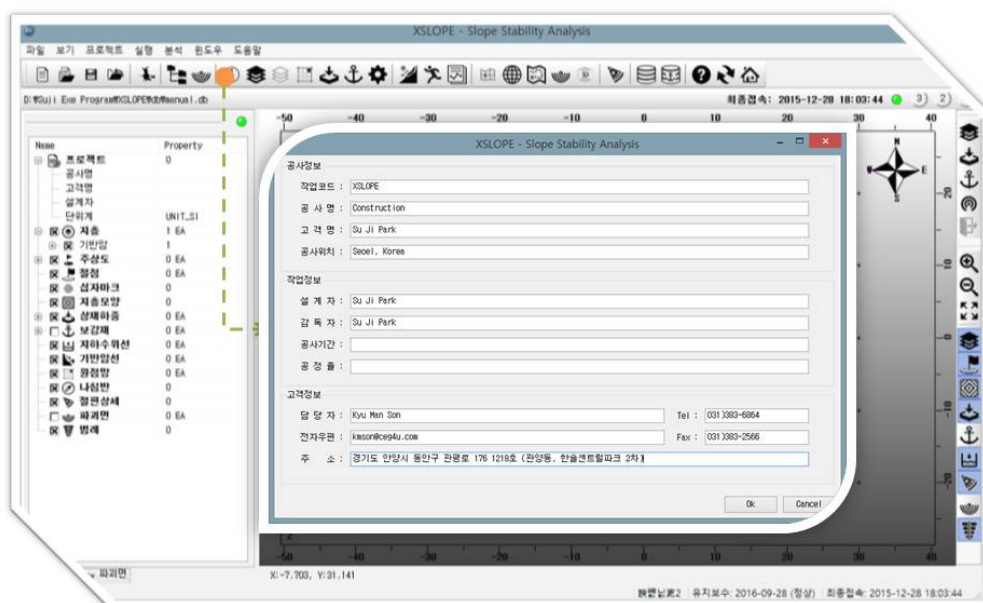


그림 3.1 프로젝트 정보

1.2 지층물성

현재의 프로젝트에 사용할 지층에 대한 물성정보를 입력한다. 지층의 기본정보 및 물성정보뿐만 아니라 지층의 모양도 결정할 수 있다.

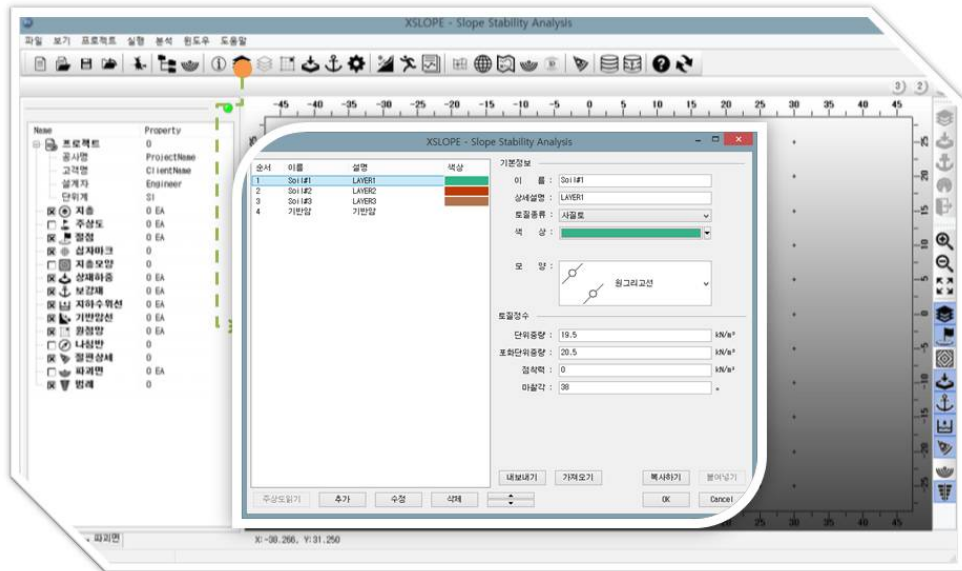


그림 3.2 지층 물성

1.3 지층 구성

지층물성 정보에서 미리 입력해 놓은 데이터와 화면(뷰)의 기능 버튼 아이콘을 이용하여 프로젝트에 사용할 지층을 구성한다.

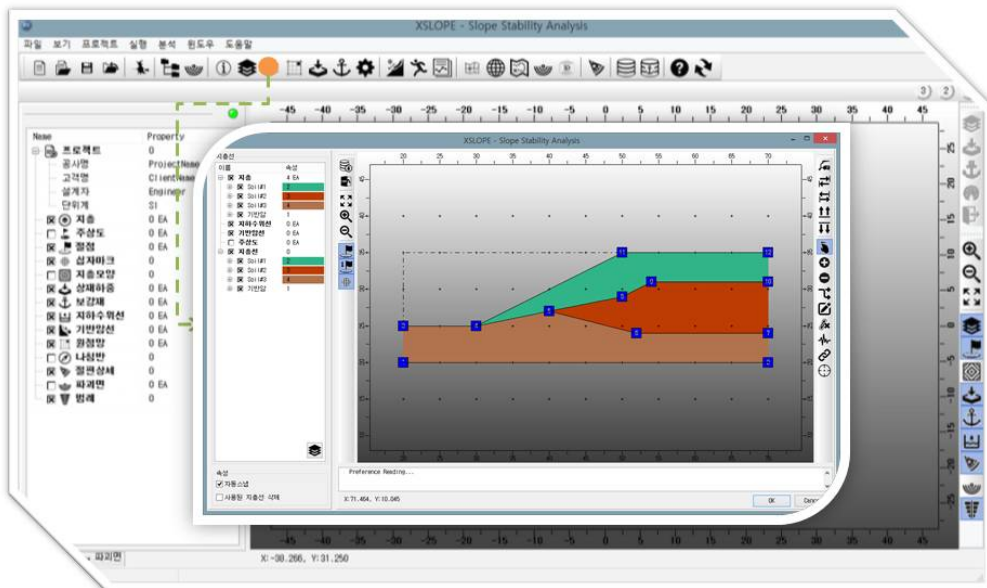


그림 3.3 지층 구성

1.4 원점망

원점망을 구성하기 위한 대화상자로써 파괴면을 생성하기 위해서 절점을 구성하는 작업을 실행한다. 원점망 계산을 수행하면 하단의 리스트에 절점 데이터가 생성된다.

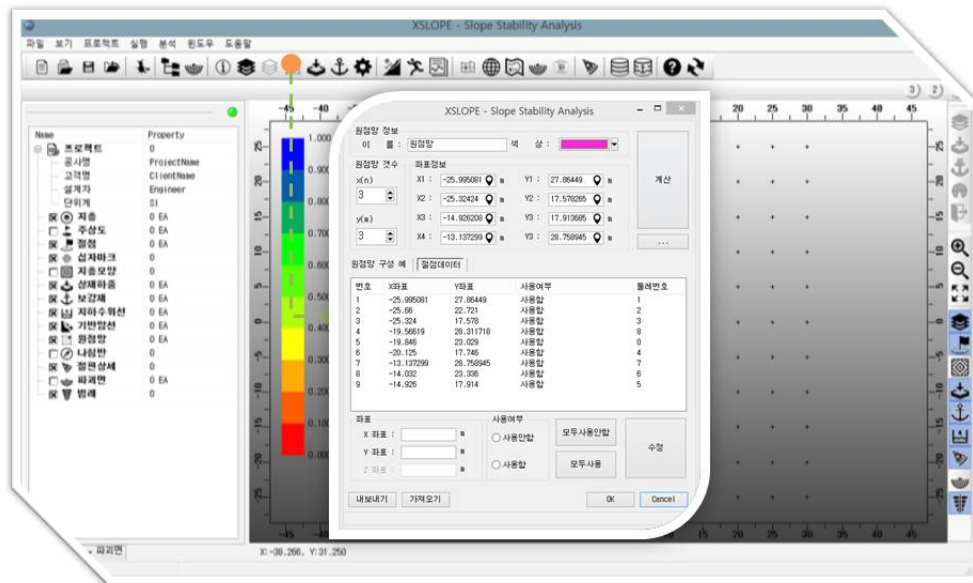


그림 3.4 원점망

1.5 상재하중

지층에 작용할 상재하중을 입력하는 대화상자이며, 하중의 위치, 하중의 크기 등을 결정한다.

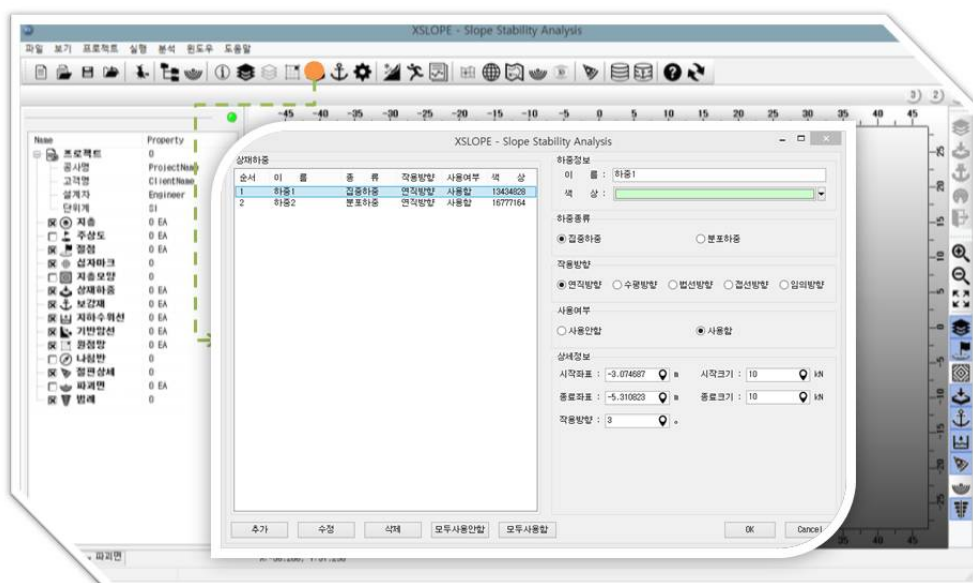


그림 3.5 상재하중

1.6 보강재

지층에 적용할 보강재 정보를 입력하는 작업을 수행한다. 보강재 작업을 통해 지표면의 보강효율이 극대화될 수 있으며 사면의 저항력을 증대시킨다.

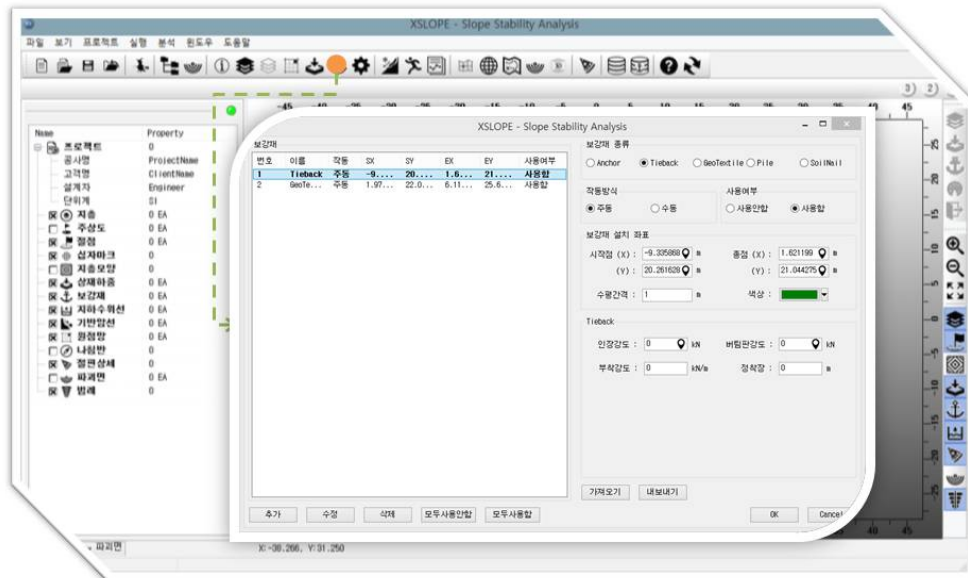


그림 3.6 보강재

1.7 지하수압

지층에 적용할 지하수압 정보를 입력하는 대화상자이다.

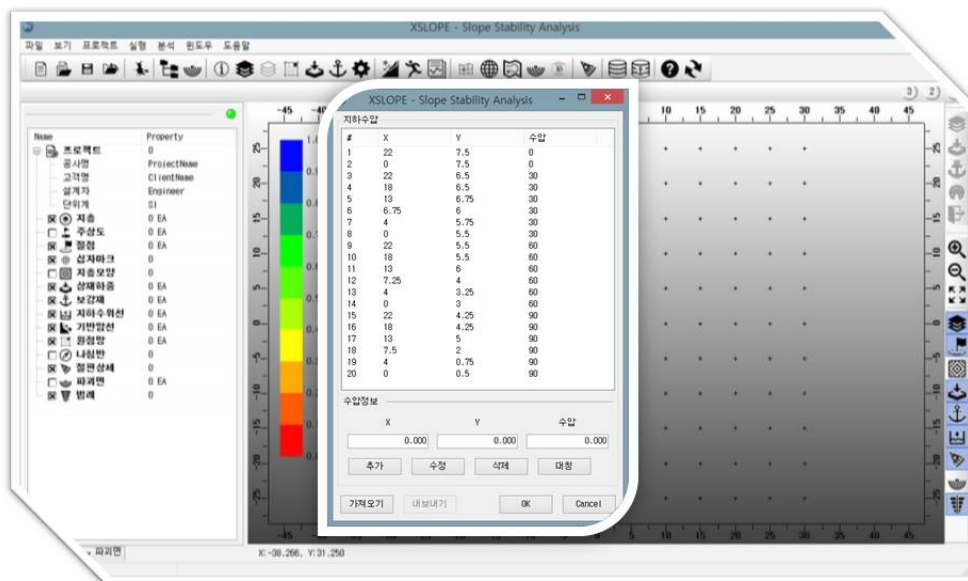


그림 3.7 지하수압

1.8 파괴면 구성

파괴면 해석 옵션은 총 여섯 단계로 이루어져 있으며, 토층 경계조건에 따라 임의형상으로 활동 파괴가 일어날 수 있는 예상 파괴면을 입력하여 사면안정 해석을 실행한다.

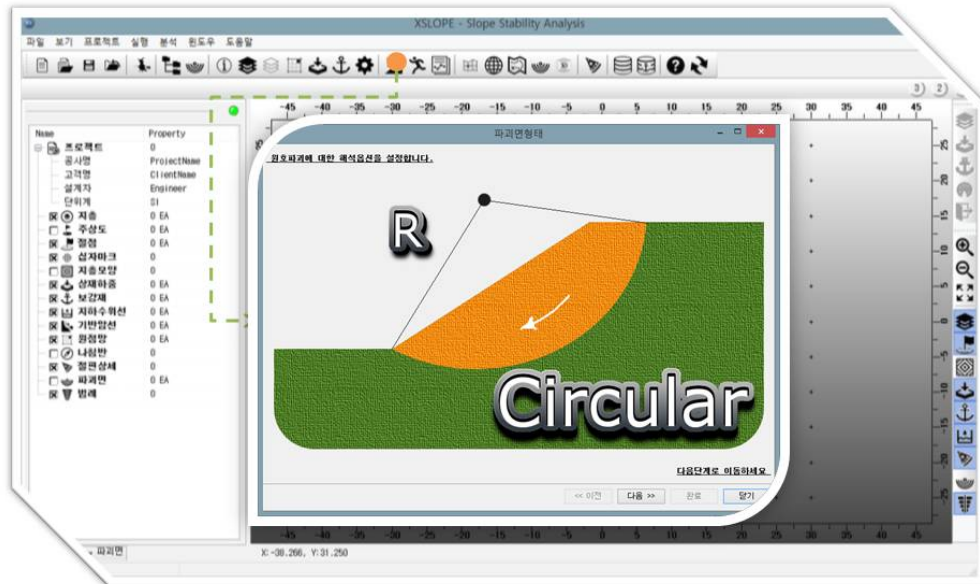


그림 3.8 파괴면 정보

1.9 안전율 분석

사면안정해석 후에 파괴면을 따라 생성된 안전율을 분석한다.

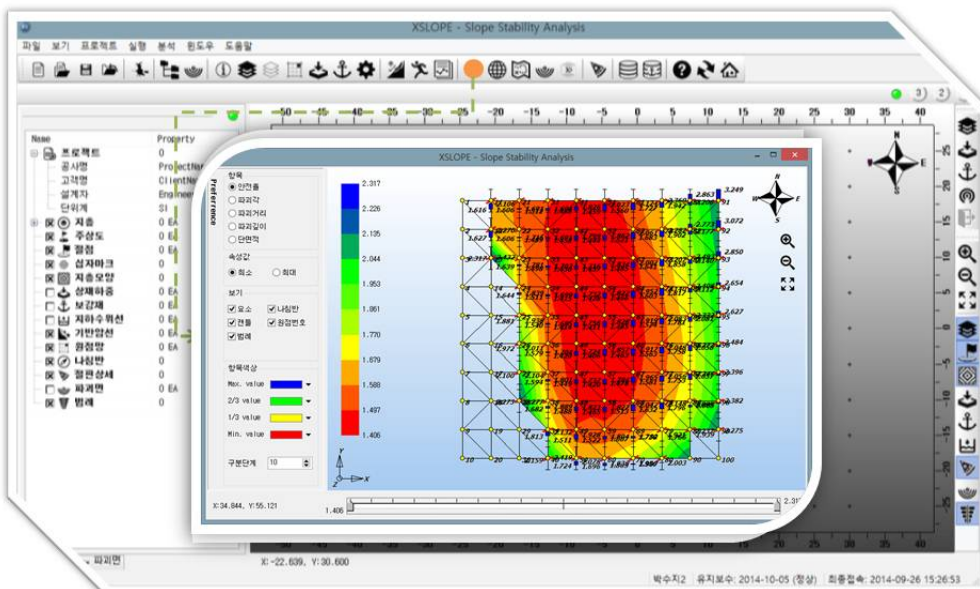


그림 3.9 안전율 분석

1.10 데이터 마법사

프로젝트 정보부터 주상도 정보까지 한꺼번에 입력하는 기능을 가지고 있는 대화상자로 아이콘을 하나씩 눌러서 입력해야 하는 번거로움을 줄일 수 있다.

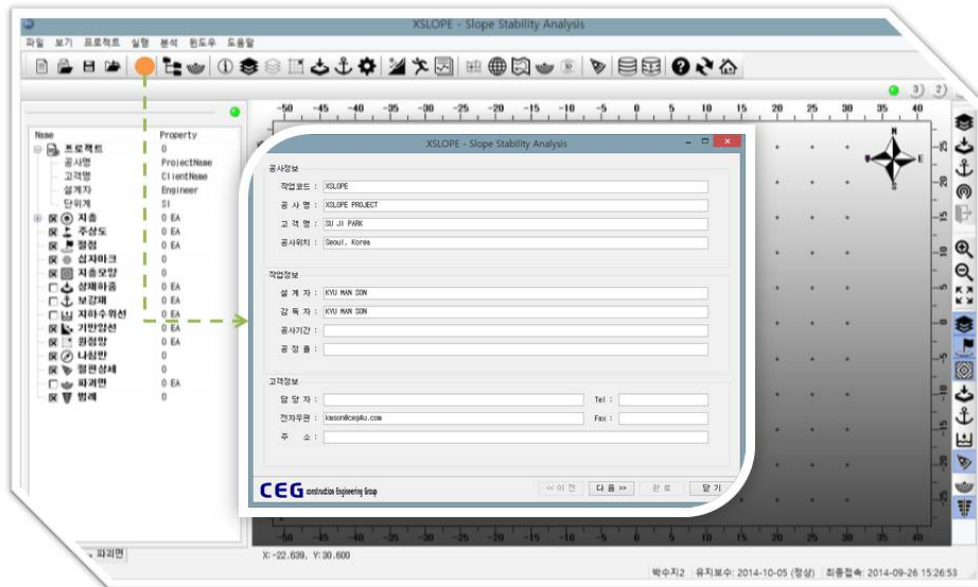


그림 3.10 데이터 마법사

1.11 자동 업데이트

프로그램의 업그레이드 작업을 담당하는 대화상자이다. 업그레이드는 유지보수기간 내에만 가능하며 진행 중인 프로젝트를 닫아야 실행이 가능하다.

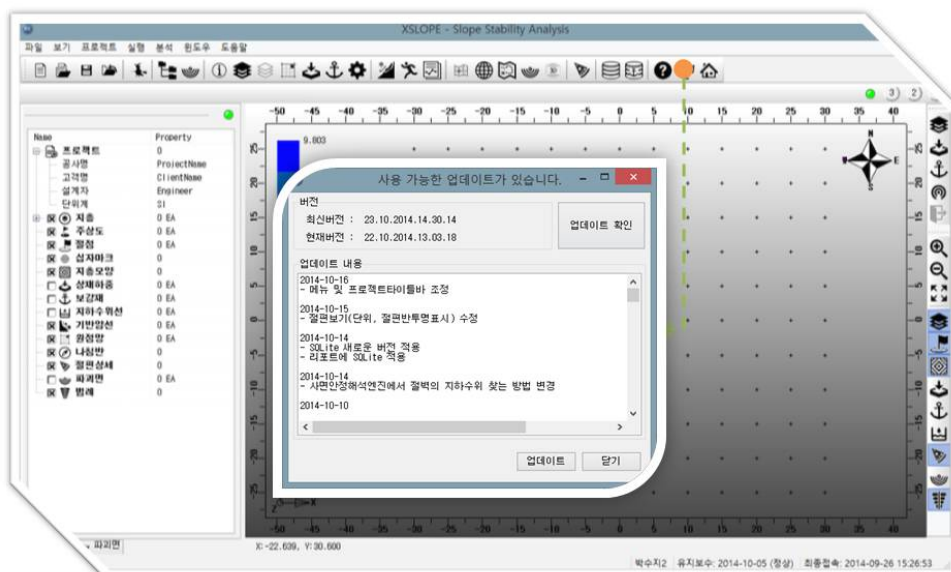


그림 3.11 자동 업데이트

2. 데이터베이스

2.1 지층 데이터베이스

지층 데이터베이스 정보는 지층 물성 데이터 입력 시 사용되며, 추가, 수정, 삭제가 가능하고 지층 종류별로 알기 쉽게 정렬되어 있다. 따라서 사용하고자 할 경우에는 지층 물성 정보 대화상자에서 가져오기 및 내보내기 기능 버튼을 이용한다.

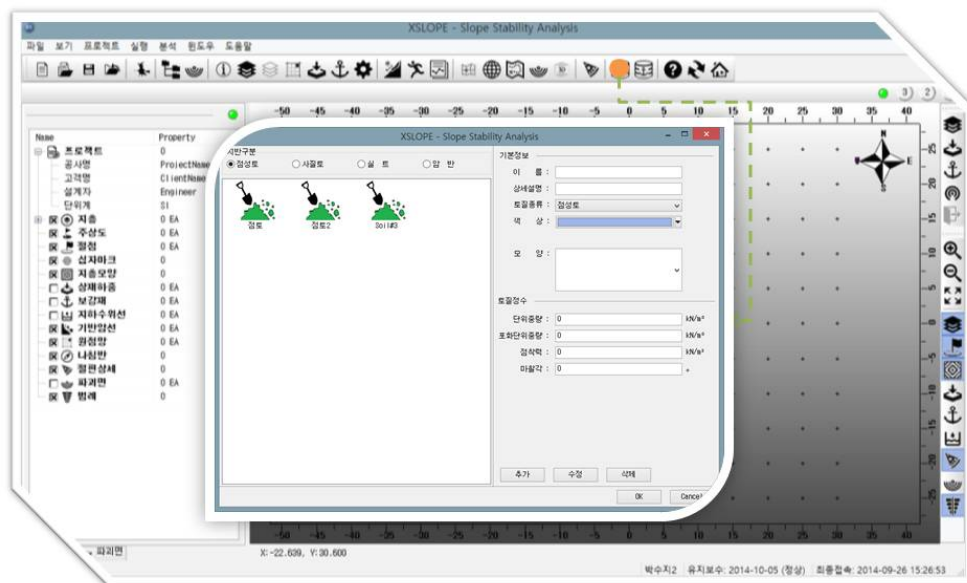


그림 3.12 지층 데이터베이스

2.2 보강재 데이터베이스

보강재 데이터베이스 정보는 보강재 데이터 입력 시 사용되며, 추가, 수정, 삭제가 가능하고 보강재 종류별로 알기 쉽게 정렬되어 있다. 따라서 사용하고자 할 경우에는 보강재 정보 대화상자에서 가져오기 및 내보내기 기능 버튼을 이용한다.

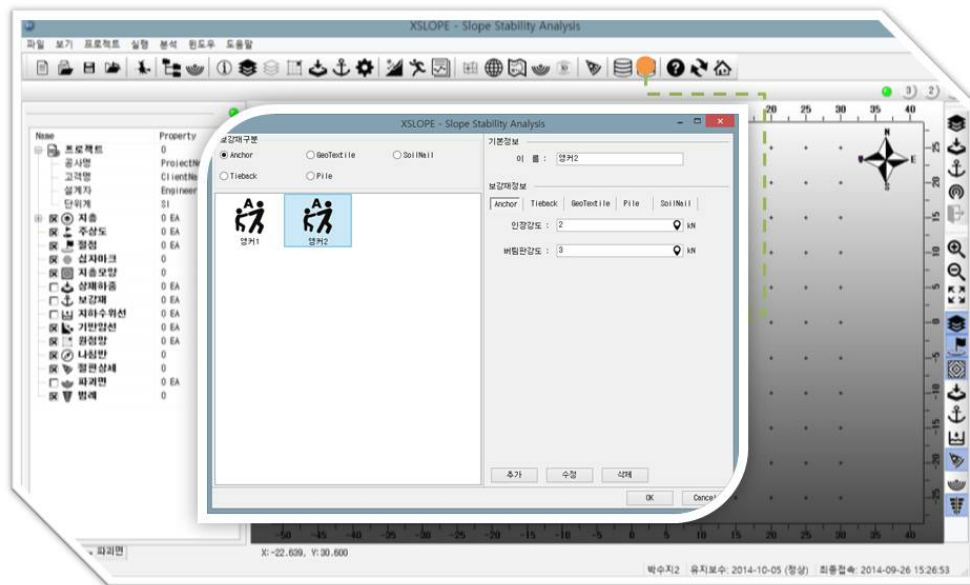


그림 3.13 보강재 데이터베이스

제4장

Slipsurface

XSLOPE Ver 4.0 For Windows!

프로그램 사용방법

1. 프로그램 구성

1.1 프로그램 화면구성

프로그램을 실행하면 다음과 같은 초기화면이 생성된다. 화면은 정보트리, 상단메뉴, 제어판, 그리고 화면(뷰)와 같이 크게 네 개의 부분으로 구분할 수 있다. 먼저 정보트리는 데이터를 트리형태로 관리하여 데이터를 화면에서 쉽게 확인할 수 있도록 하며, 상단 메뉴는 사용자가 선택하기 목록별로 정리되어 있어 대화상자를 쉽게 선택할 수 있고 그 아래 간단한 아이콘으로 표시되어 있다. 제어판은 화면(뷰)에 보이는 다양한 데이터를 제어하거나 관리할 수 있는 기능을 한다.

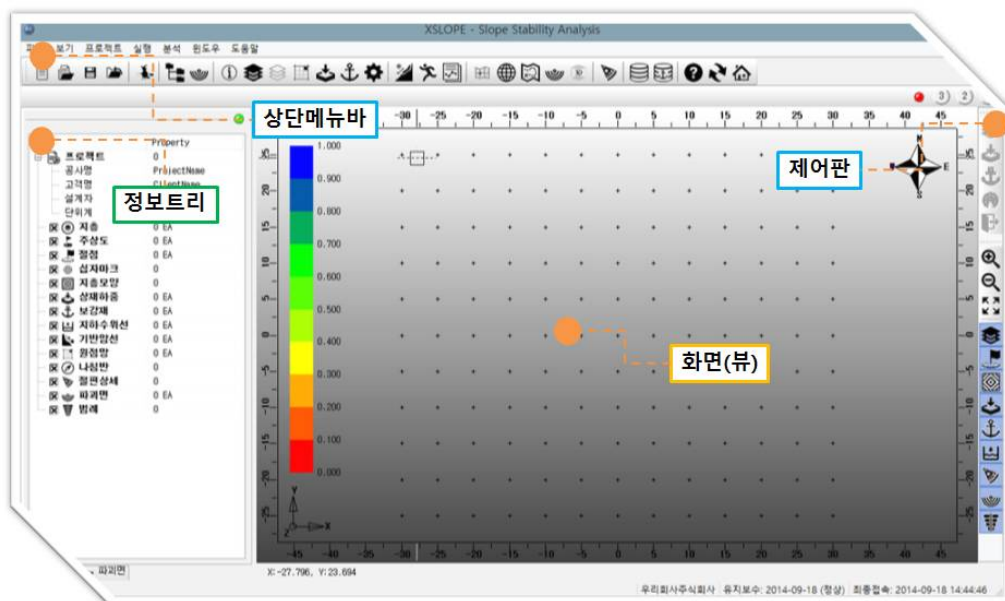


그림 4.1 프로그램 화면구성

1.2 메뉴

상단 메뉴 탭에는 데이터 정보를 입력 및 편집 기능을 하는 대화상자를 실행하는 버튼의 모음이며, 또한 각 기능 버튼은 상단 메뉴 탭 아래에 작은 아이콘으로 구성되어 있다.

(1) 메뉴

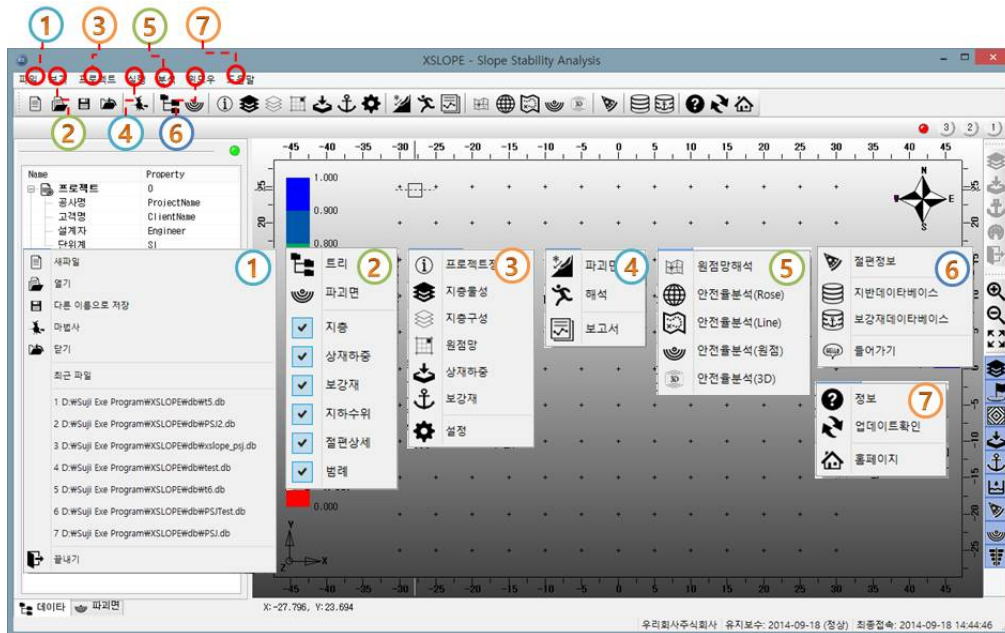


그림 4.2 상단 메뉴 구성

① 파일 : 프로젝트를 생성, 불러오기 종료 등의 기능을 수행하는 대화상자들로 구성

- 새 파일 : 새 프로젝트를 생성
- 열기 : 기존에 작업하던 프로젝트를 열기
- 다른 이름으로 저장 : 작업한 프로젝트를 저장
- 마법사 : 프로젝트 정보 및 지층 구성을 한 번에 입력할 수 있는 기능 버튼
- 닫기 : 현재 프로젝트 닫기
- 최근파일 : 최근에 작업한 프로젝트 목록
- 끝내기 : 프로그램을 종료

② 보기 : 정보트리 및 화면(뷰)의 시각적인 ON/OFF 기능을 담당

- 트리 : 정보트리 상자 ON/OFF
- 파괴면 : 파괴면 데이터 상자 ON/OFF
- 지층 : 지층 ON/OFF
- 상재하중 : 상재하중 ON/OFF
- 보강재 : 보강재 ON/OFF
- 지하수위 : 지하수위 ON/OFF

- 절편상세 : 절편모양 ON/OFF
- 범례 : 화면(뷰)의 좌측에 선형차트 ON/OFF

③ 프로젝트 : 해석에 필요한 기본적인 데이터를 구성 및 편집하는 대화상자로 구성

- 프로젝트 정보 : 프로젝트 정보를 입력
- 지층물성 : 지층 물성정보 편집 기능
- 지층구성 : 지층 구성 기능
- 원점망 : 원점망 정보를 입력 및 구성 기능
- 상재하중 : 상재하중을 입력
- 보강재 : 보강재를 입력
- 지하수압 : 지하수압을 입력
- 작업폴더 열기 : 프로젝트가 저장되어 있는 폴더를 생성
- 설정 : 화면(뷰)을 기능을 설정

④ 실행

- 파괴면 : 파괴면 옵션을 설정
- 해석 : 사면안정 해석 실행
- 보고서 : 해석한 내용을 보고서로 확인

⑤ 분석 : 결과 데이터를 이용한 원점망 해석 및 안전율 분석 결과

- 원점망 해석 : 원점망 해석 결과
- 안전율 분석(Rose) : Rose 형태의 안전율 분석 결과
- 안전율 분석(Line) : Line 형태의 안전율 분석 결과
- 안전율 분석(원점) : 원점형태의 안전율 분석 결과
- 안전율 분석(3D) : 3D 형태의 안전율 분석 결과

⑥ 윈도우 : 데이터베이스 관리

- 절편 정보 : 절편 정보
- 지반 데이터베이스 : 지반물성정보 데이터베이스 관리
- 보강재 데이터베이스 : 보강재 정보 데이터베이스 관리
- 들어가기 : 프로그램 시작할 때 활성화되는 항목으로 새 프로젝트 작성과 기존 프로젝트 작성 항목을 선택할 수 있다.

⑦ 정보

- 정보 : 프로그램 정보 확인
- 업데이트 확인 : 프로그램 업데이트 확인
- 홈페이지 : 회사 홈페이지 <http://www.ceg4u.com>로 접속

(2) 메뉴 아이콘

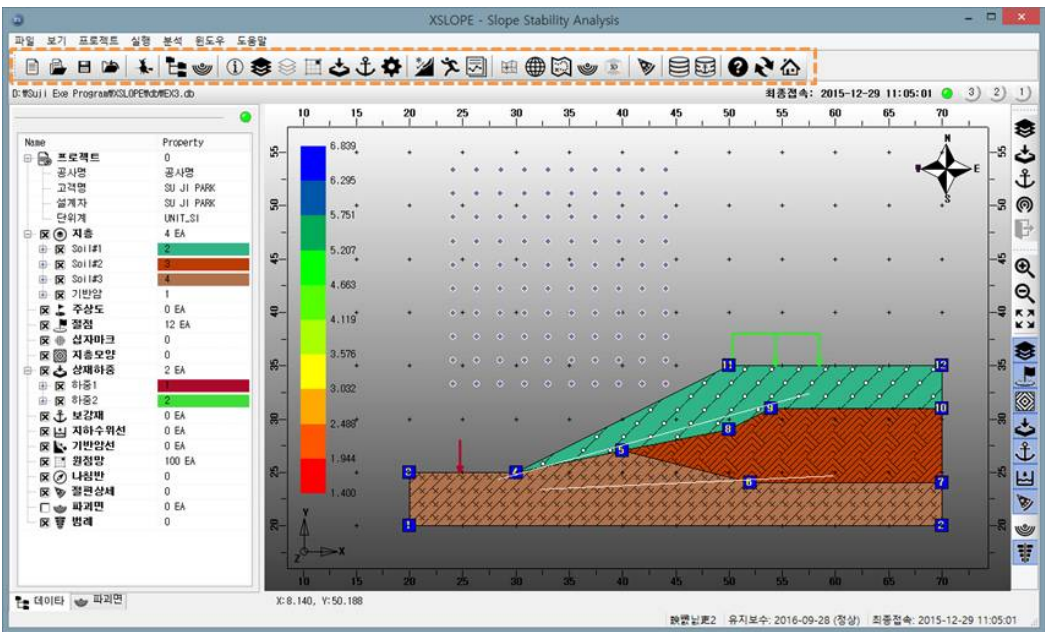


그림 4.3 메뉴 아이콘

표 4.1 파일 관리 메뉴

아이콘	명 령	설 명
	새 파일 열기	새 프로젝트를 실행
	열기	기존 프로젝트를 열기를 실행
	저장	작업 중인 프로젝트를 저장
	다른 이름으로 저장	작업 중인 프로젝트를 다른 이름으로 저장

표 4.2 정보트리 보기 메뉴

아이콘	명 령	설 명
	트리 보기	트리 목록을 표시
	파괴면 보기	파괴면을 화면(뷰)에 표시

표 4.3 데이터 입력 및 해석 메뉴

아이콘	명 령	설 명
	마법사	마법사 기능을 하는 대화상자 실행
	프로젝트 정보	프로젝트 정보를 입력하는 대화상자 실행
	지층 물성 정보	지층 물성 정보를 입력하는 대화상자 실행
	지층 구성 정보	지층 구성 정보를 입력하는 대화상자 실행
	원점망 정보	원점망 정보를 입력하는 대화상자 실행
	상재하중 정보	상재하중 정보를 입력하는 대화상자 실행
	보강재 정보	보강재 정보를 입력하는 대화상자 실행
	화면(뷰) 정보	화면(뷰) 정보를 입력하는 대화상자 실행
	파괴면 옵션 정보	파괴면 옵션 정보를 입력하는 대화상자 실행
	해석 실행	해석을 수행하는 대화상자 실행
	보고서 출력	보고서를 확인하고 출력할 수 있는 대화상자 실행

표 4.4 해석 데이터 메뉴

아이콘	명 령	설 명
	원점망 분석	원점망 분석 결과 도시
	안전율 분석(Rose)	안전율 분석 결과를 rose형태로 도시
	안전율 분석(Line)	안전율 분석 결과를 Line형태로 도시
	안전율 분석(원점)	안전율 분석 결과를 원점 형태로 도시
	안전율 분석(3D)	안전율 분석 결과를 3D형태로 도시
	절편 보기	파괴면 해석 절편 정보를 도시

표 4.5 데이터베이스 관리 메뉴

아이콘	명 령	설 명
	지층 정보 데이터베이스	지층 정보 데이터베이스 관리
	보강재 정보 데이터베이스	보강재 정보 데이터베이스 관리

표 4.6 도움말 메뉴

아이콘	명 령	설 명
	정보	프로그램 정보를 확인
	업데이트 확인	프로그램 업데이트 정보 확인
	홈페이지	홈페이지 연결

1.3 데이터 정보트리

정보트리 창은 해석에 사용하는 데이터 정보를 저장하고 있는 트리로서 프로젝트, 지층, 주상도, 절점, 상재하중, 원점망, 보강재 그리고 그 외 기타정보로 구성이 되어있다. 다음 그림은 각각 프로젝트의 정보를 읽기 전 후의 데이터 목록으로 나타낸 것이다. 트리는 Name과 Property 열로 구성된다.



그림 4.4 데이터 정보 트리

(1) 프로젝트 노드

프로젝트의 기본정보를 표시한다. Name 열에는 현재 입력된 기본 정보명을 표시하고 있다. Property 열에는 각 기본정보에 해당하는 공사명, 고객명, 설계자 및 단위계 정보의 입력 값으로 구성되어 있다. 노드에 대한 설명은 다음 표와 같다.

 프로젝트	0
공사명	XSLOPE PROJECT
고객명	SU JI PARK
설계자	KYU MAN SON
단위계	UNIT_SI

표 4.7 프로젝트 노드

Name	Property	설 명
프로젝트	-	-
공사명	공사명	공사명을 표시
고객명	고객명	고객명을 표시
설계자	설계자명	설계자명을 표시
단위계	사용 단위계	현 프로젝트에서 사용하는 단위계 표시

(2) 지층 노드

프로젝트에 사용하고 있는 지층의 리스트를 표시한다. Property 열에는 현재 입력된 지층의 개수를 표시하고 있다. 지층의 자식노드에는 지층의 리스트와 지층의 색상이 표시되고 각각의 지층은 다시 단위중량, 포화단위중량 등의 물성 정보들로 구성된다. 그 외에 주상도 및 지층절점 및 지층모양에 대한 정보도 표시된다. 노드에 대한 설명은 다음 표와 같다. 각 노드 앞에 체크박스는 각 데이터의 ON/OFF기능을 담당한다.

☒ 지층	4 EA
☒ Soil #1	2
단위중량	19.5
포화단위중량	20.5
점착력	0
마찰각	38
설 명	LAYER1
☒ Soil #2	3
☒ Soil #3	4
☒ 기반암	1
☒ 주상도	0 EA
☒ 절점	12 EA
☒ 십자마크	0
☒ 지층모양	0

표 4.8 지층 노드

Name	Property	설 명
지층	지층	지층의 개수를 표시
단위중량	단위중량 값	단위중량 값을 표시
포화단위중량	포화단위중량 값	포화단위중량 값을 표시
점착력	점착력 값	점착력 값을 표시
마찰각	마찰각 값	마찰각 값을 표시
설명	설명	지층의 설명을 표시
주상도	주상도 개수	주상도의 개수를 표시
절점	절점 개수	절점의 개수를 표시
십자마크	십자마크 ON/OFF	십자마크의 ON/OFF 기능
지층모양	지층모양 ON/OFF	지층모양의 ON/OFF 기능

(3) 상재하중 노드

프로젝트에 사용하고 있는 상재하중의 리스트를 표시한다. Property 열에는 현재 입력된 상재하중의 정보를 표시한다.



상재하중	2 EA
하중1	1
종 류	집중하중
작용방향	수직
시작/종료좌표	24.761 / 24.761
시작/종료크기	3.000 / 3.000
설 명	하중1
하중2	2

표 4.9 상재하중 노드

Name	Property	설 명
상재하중	상재하중 개수	상재하중의 개수를 표시
상재하중명	상재하중 번호	상재하중의 번호를 표시
종류	상재하중 종류	상재하중의 종류를 표시
시작/종료좌표	시작과 종료 좌표	시작과 종료 좌표를 표시
시작/종료크기	시작과 종료 크기	시작과 종료 크기를 표시
설명	상재하중 기타 설명	상재하중의 설명을 표시

(4) 보강재 노드

프로젝트에 사용하고 있는 보강재 리스트를 표시한다. Property 열에는 현재 입력된 보강재의 정보를 표시한다.

☒	☒	보강재	2 EA
☒	☒	Tieback	1
		종 류	Tieback
		작동방식	주동
		시작좌표	38.325 / 28.435
		종료좌표	42.800 / 26.496
		설 명	Tieback
☒	☒	GeoTextile	2

표 4.10 보강재 노드

Name	Property	설 명
보강재	보강재 개수	보강재의 개수를 표시
보강재명	보강재 번호	보강재의 번호를 표시
종류	보강재 종류	보강재의 종류를 표시
작동방식	보강재의 작동방식	보강재의 작동방식을 표시
시작좌표	보강재 적용 시작좌표	보강재가 적용된 시작 좌표를 표시
종료좌표	보강재 적용 종료좌표	보강재가 적용된 종료 좌표를 표시
설명	보강재 기타 설명	보강재의 설명을 표시

(5) 기타 정보 노드

기타정보는 프로젝트, 지층, 원점망, 보강재, 상재하중 정보를 제외한 그 외 화면(뷰)에 표시되는 정보들의 정보를 표시하거나 화면(뷰) 조절 기능을 담당하는 정보트리이다.

☒	☒	지하수위선	0 EA
☒	☒	기반암선	0 EA
☒	☒	원점망	100 EA
☒	☒	나침반	0
☒	☒	절편상세	0
☒	☒	파괴면	252 EA
☒	☒	범례	0

표 4.11 기타 정보 노드

Name	Property	설 명
지하수위선	지하수위선 개수	지하수위선의 개수를 표시
기반암선	기반암선 개수	기반암선의 개수를 표시
원점망	원점망 개수	원점망의 개수를 표시
나침반	나침반 ON/OFF	나침반의 ON/OFF 기능을 표시
절편상세	절편상세 ON/OFF	절편상세 ON/OFF 기능을 표시
파괴면	파괴면 개수	파괴면 개수를 표시
범례	범례 ON/OFF	범례의 ON/OFF 기능을 표시

1.4 파괴면 정보트리

정보트리 창은 사면안정해석 후에 파괴면 정보를 트리에 나타낸 것이다. 다음 그림은 각각 프로젝트의 정보를 해석하기 전 후의 데이터 목록으로 나타낸 것이다. 트리는 Name과 Property 열로 구성되어 있으며 각각의 항목을 선택한 후 아래 파괴면 정보에서 세부 데이터 정보를 확인할 수 있다. 하단의 좌우 버튼을 이용하여 화면에 안전율 세부 정보 항목을 볼 수 있다. 또한 검색기능을 통해서 안전율 값으로 검색이 가능하다.



그림 4.5 파괴면 정보 트리

- << : 안전율 데이터 항목 중 앞으로 이동
- >> : 안전율 데이터 항목 중 뒤로 이동
- 검색 : 입력조건에 따라 검색
- 모두 보여주기 : 안전율 데이터 항목 모두를 리스트로 보여준다.
- 최소안전율 : 리스트 중 최소안전율 항목으로 이동

1.5 제어판

화면(뷰) 기능을 설정 및 편집하는 기능을 수행한다. 화면(뷰)에 나타나는 시각적인 데이터를 관리 및 편집할 수 있다.

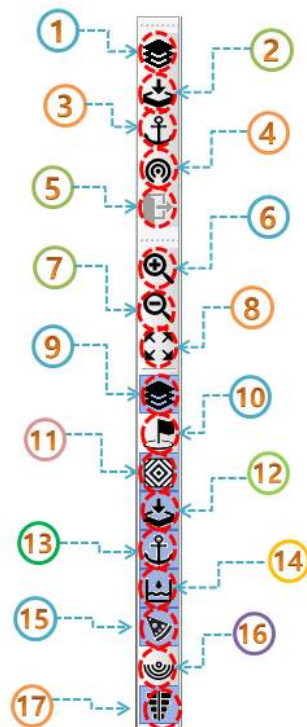


그림 4.6 제어판

- ① 지층 물성 편집 대화상자
- ② 상재하중 정보 편집 대화상자
- ③ 보강재 정보 편집 대화상자
- ④ 원점망 정보 편집 대화상자
- ⑤ 편집 취소 및 나가기
- ⑥ 화면(뷰) 확대

- ⑦ 화면(뷰) 축소
- ⑧ 화면(뷰) 이동
- ⑨ 지층 화면 ON/OFF
- ⑩ 절점 ON/OFF
- ⑪ 지층 모양 ON/OFF
- ⑫ 상재하중 ON/OFF
- ⑬ 보강재 ON/OFF
- ⑭ 지하수위선 ON/OFF
- ⑮ 절편상세 ON/OFF
- ⑯ 파괴면 ON/OFF
- ⑰ 범례 ON/OFF

각 대화상자 사용법

1. 지층 물성 편집

입력한 지층 데이터 중에서 편집하고자 하는 데이터를 좌측 트리에서 선택하여 대화상자에 직접 수정할 데이터를 입력하고 OK 버튼을 누르면 즉시 수정이 완료되며 화면에도 수정된 값으로 즉시 변경되어 표시된다.

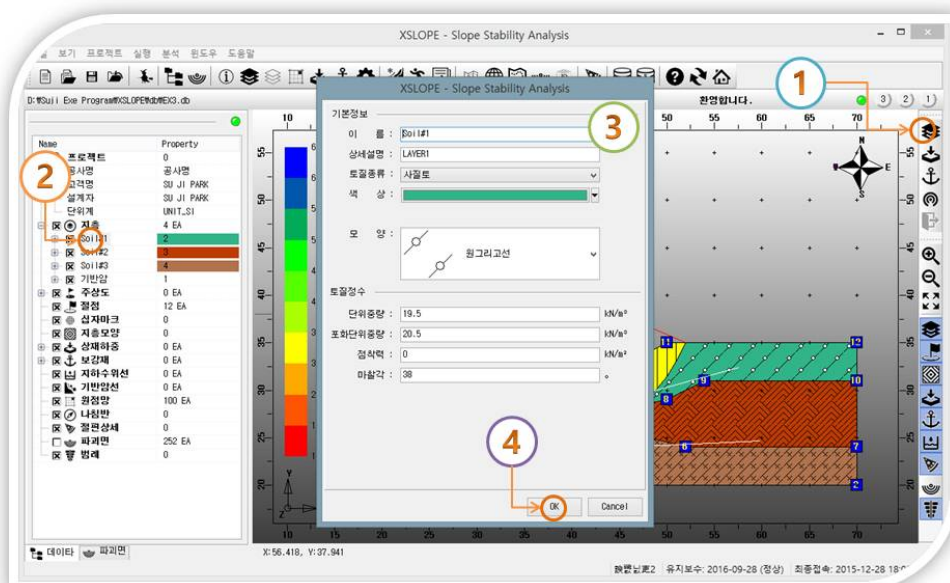


그림 4.7 지층 물성 편집

- ① 지층 물성 편집 대화상자 아이콘 선택
- ② 좌측 트리에서 수정하고자 하는 지층 데이터 선택
- ③ 지층 데이터를 수정
- ④ OK 버튼 클릭

2. 상재하중 정보 편집

입력한 상재하중 데이터 중에서 편집하고자 하는 데이터를 좌측 트리에서 선택하여 대화상자에서 직접 수정할 데이터를 입력하고 OK 버튼을 누르면 즉시 수정이 완료된다. 따라서 화면에 수정된 값으로 즉시 변경되어 표시된다.

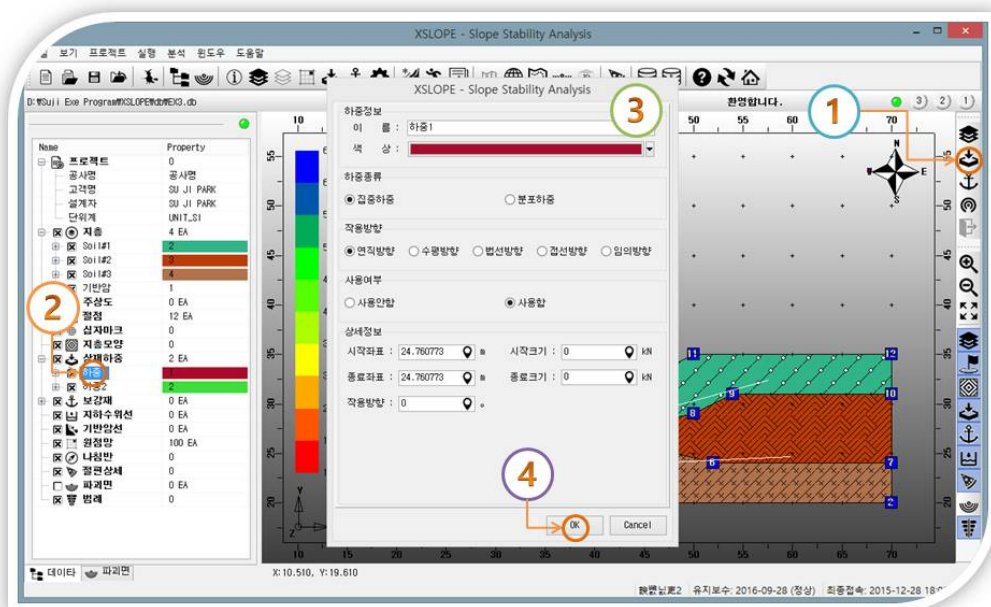


그림 4.8 상재하중 정보 편집

- ① 상재하중 편집 대화상자 아이콘 선택
- ② 좌측 트리에서 수정하고자 하는 하중 데이터 선택
- ③ 하중 데이터를 수정
- ④ OK 버튼 클릭

3. 보강재 정보 편집

입력한 보강재 데이터 중에서 편집하고자 하는 데이터를 좌측 트리에서 선택하여 대화상자에 직접 수정할 데이터를 입력하고 OK 버튼을 누르면 즉시 수정이 완료되며 화면에도 수정된 값으로 즉시 변경되어 표시된다.

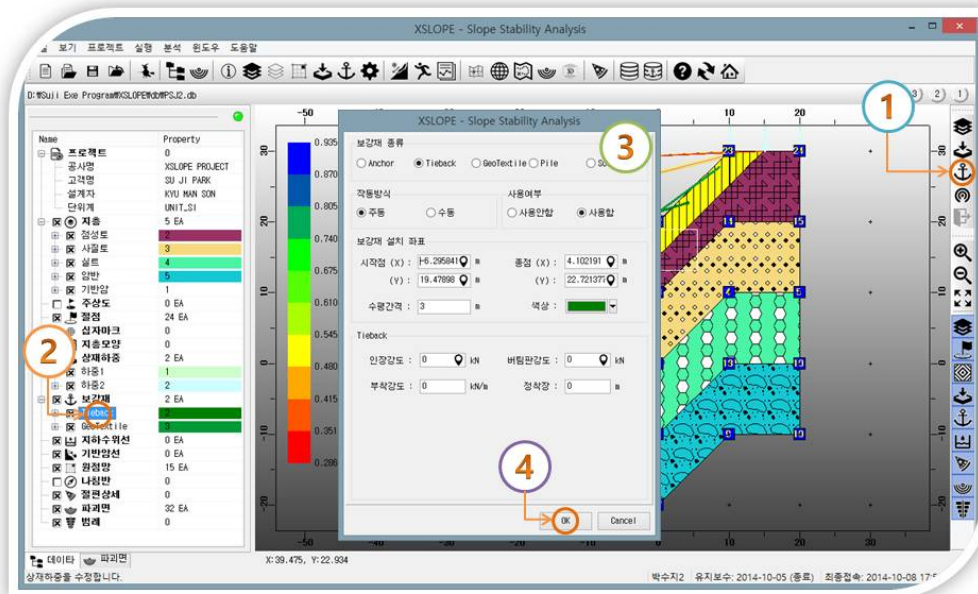


그림 4.9 보강재 정보 편집

- ① 보강재 편집 대화상자 아이콘 선택
- ② 좌측 트리에서 수정하고자 하는 보강재 데이터 선택
- ③ 보강재 데이터를 수정
- ④ OK 버튼 클릭

4. 원점망 정보 보기

안전율 정보보기 대화상자는 해석이 완료된 안전율 데이터를 화면으로 직접 확인하기 위한 대화상자이다.

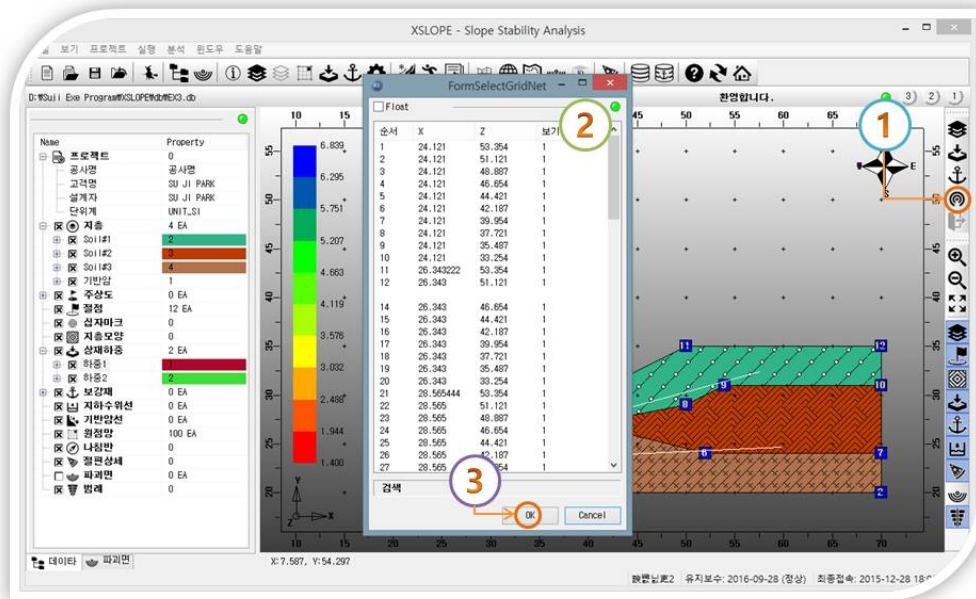


그림 4.10 원점망 정보 보기

1.6 화면(뷰)

데이터를 화면에 표시하는 화면(뷰)는 지반정보 및 원점망 정보 등을 2차원 형식으로 보여준다. 또한 마우스를 이용하여 상하좌우 이동은 물론 회전을 통해 다양한 각도에서 조망할 수 있다. 우측 상단에는 방위를 나타내는 N, W, S, E 가 표시되어 있고, 절점 및 십자마크가 표시되어 있다. 또한 좌측 범례를 통해 선형수치를 표시해준다.

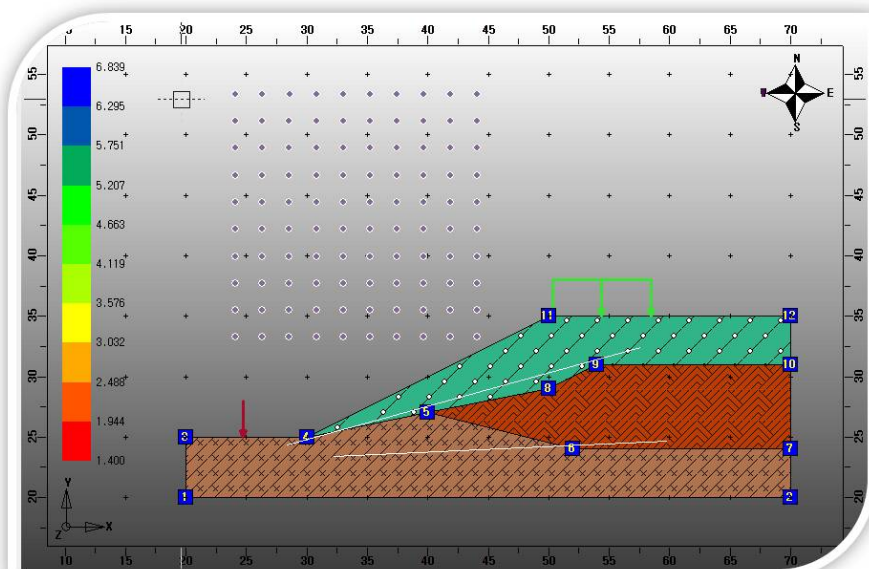


그림 4.11 화면(뷰)

1.7 최근 사용 목록

화면 좌측 아이콘 모음 아래에 파일정보가 적혀있는 부분을 더블클릭하면 아래와 같이 대화상자가 실행된다. 이 대화상자는 프로그램을 시작할 때도 한차례 뜨는데 최근에 사용한 프로젝트의 목록을 나타내 준다.

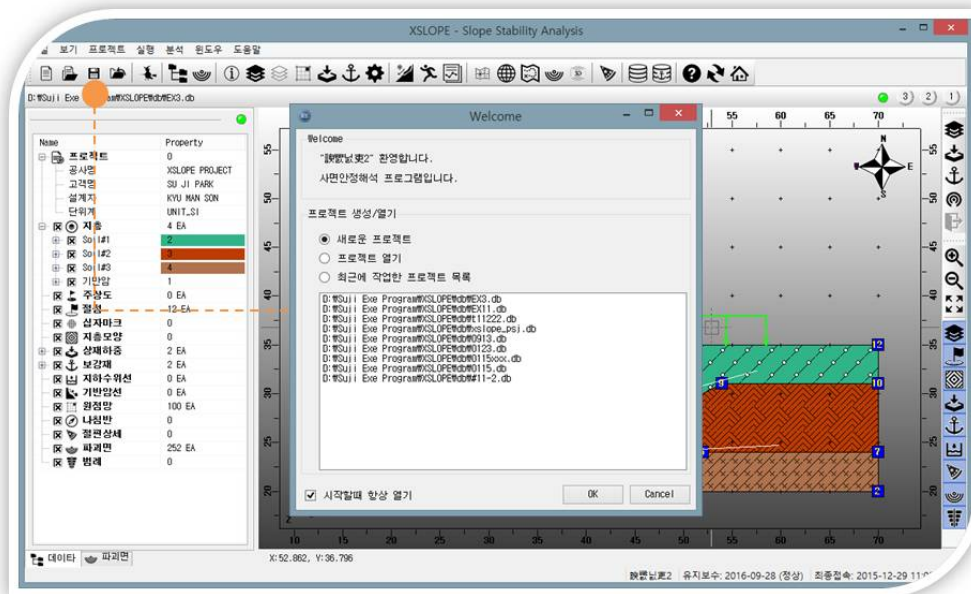


그림 4.12 최근 사용 목록

2. 프로젝트 구성

2.1 프로젝트 열기

(1) 새 프로젝트 작성

빈 화면에서 ① 새 파일 열기 버튼을 선택하면 다음 그림과 같이 ② 단위를 설정하는 대화상자가 생성될 것이다. 따라서 단위를 먼저 설정하고 OK 버튼을 누르면 ③ 파일을 여는 탐색기가 생성될 것이다. 사용하고자 하는 프로젝트의 이름을 입력한 후 열기 버튼을 누르면 새 프로젝트로 시작한다.

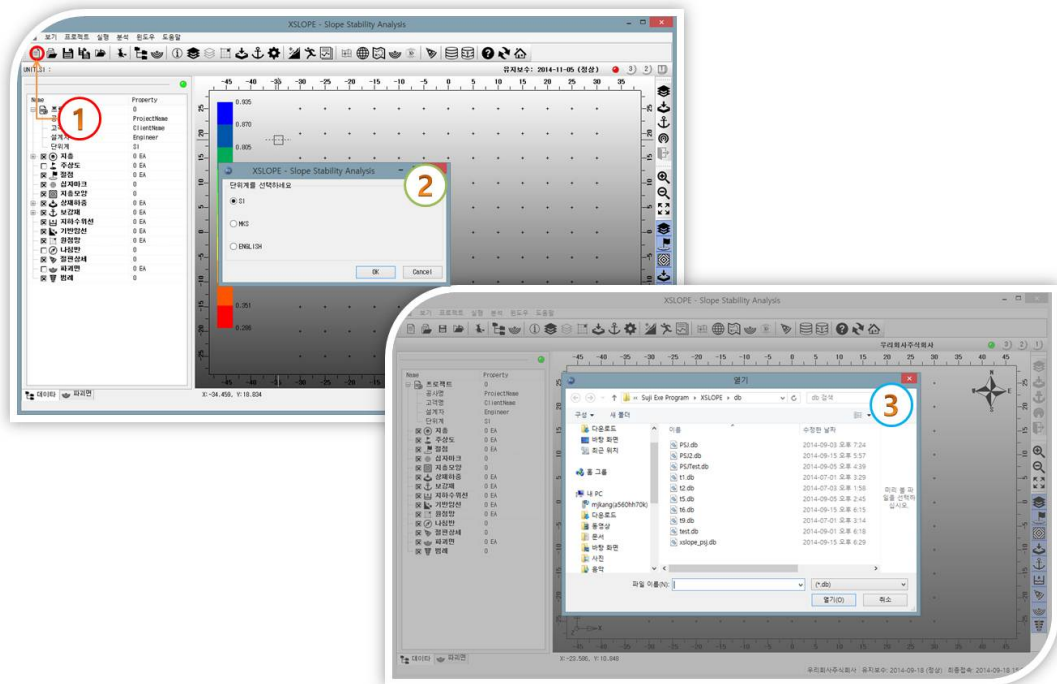


그림 4.13 새 프로젝트 작성

(2) 기존 프로젝트 열기

존에 작업하던 프로젝트를 실행하고 싶은 경우는 프로그램이 시작될 때 생성되는 다음 창에서 원하는 항목을 선택한다. 이 같은 대화상자는 프로그램이 실행될 때 시작부분에 항상 활성화되며 사용하지 않고자 할 경우 “시작할 때 항상 열기” 항목을 체크 해제하면 활성화 되지 않는다.

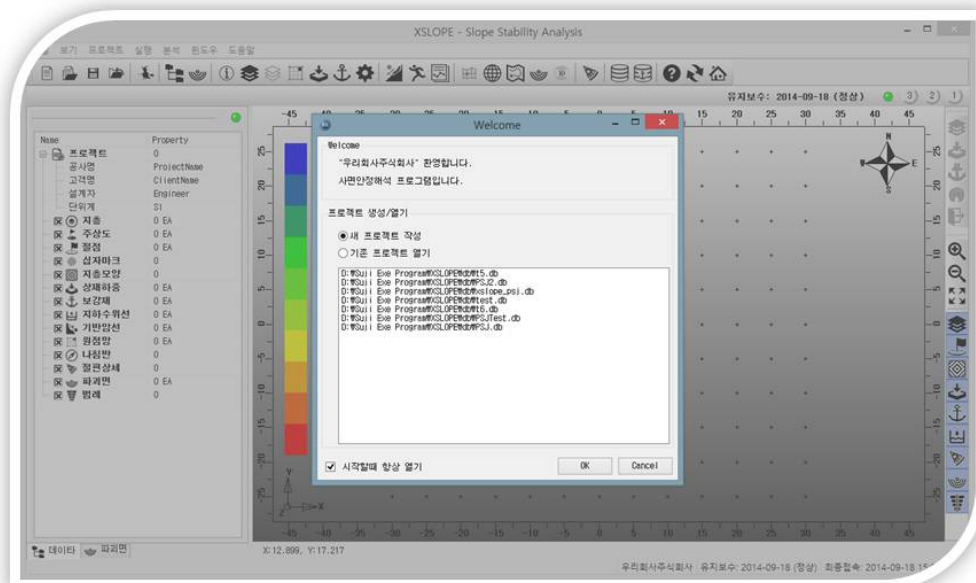


그림 4.14 기존 프로젝트 불러오기

2.2 프로젝트 정보 입력

새로운 프로젝트를 생성한 후 프로젝트 정보를 입력한다. 공사정보 작업정보 및 고객정보 항목을 작성한 후 OK 버튼을 누르면 저장이 되며 대화상자가 종료된다.

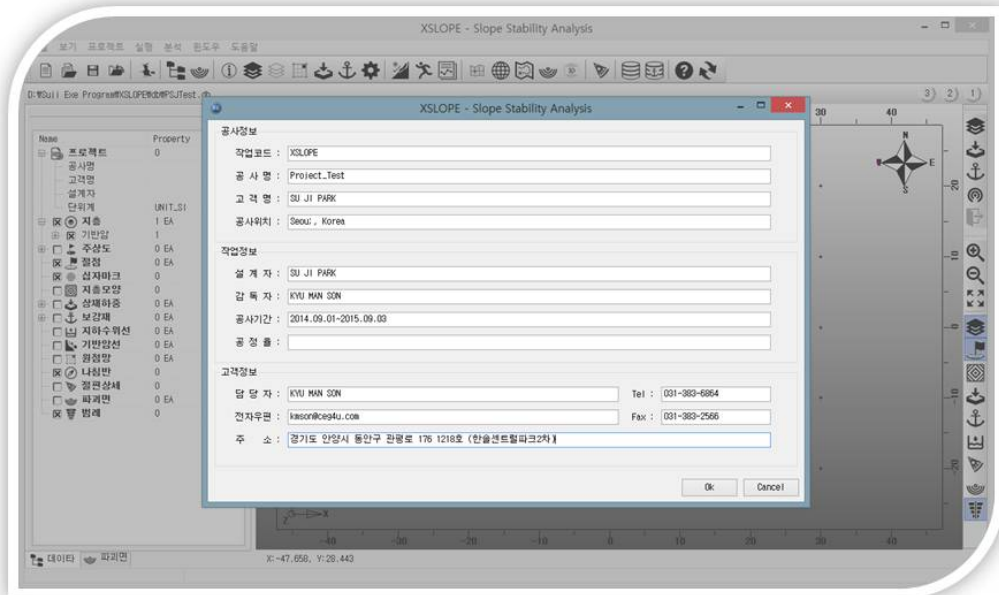


그림 4.15 프로젝트 정보 입력

2.3 지층 물성 정보 입력

프로젝트 정보를 입력한 후 현재 프로젝트에서 사용할 지층 물성 정보를 입력한다. 입력한 데이터는 후에 지층을 구성할 때 사용될 것이다. 여기서 기본 지층으로 입력되어 있는 기반암 층은 항상 존재하는 기본 지층이 되며 삭제가 불가능하다. 입력한 데이터를 수정 및 삭제하기 위해서는 좌측 하단의 수정 및 삭제 버튼을 통해서 관리할 수 있다.

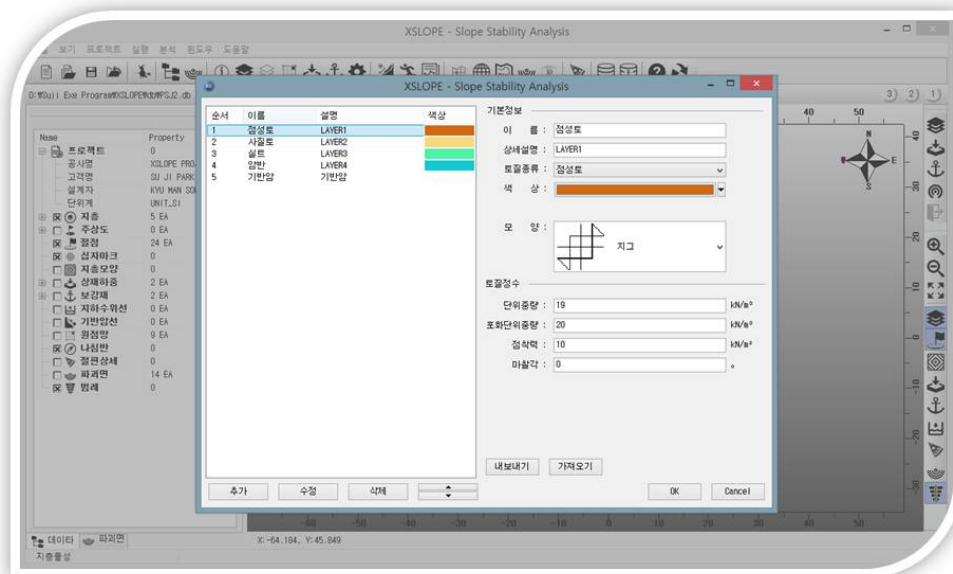
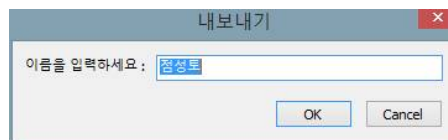
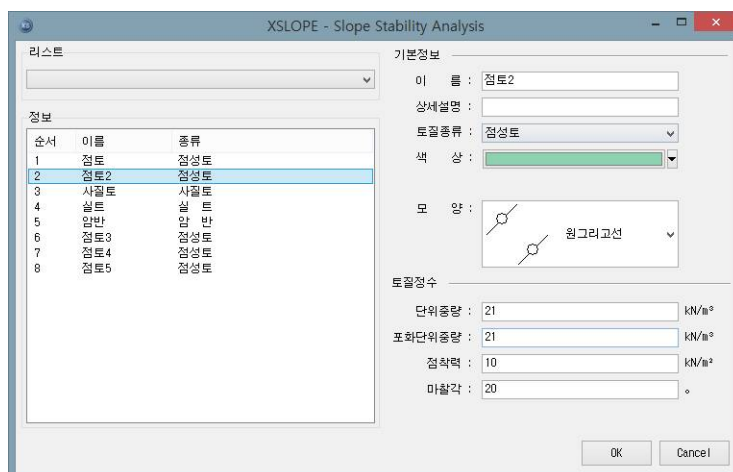


그림 4.16 지층 물성 정보 입력

- 추가 : 지층 물성 데이터를 추가
- 수정 : 지층 물성 데이터를 수정
- 삭제 : 지층 물성 데이터를 삭제
- ▲▼ : 지층 데이터의 순서를 변경
- 내보내기 : 지층 물성 데이터를 데이터베이스에 저장



- 가져오기 : 데이터베이스에서 지층 물성 데이터 가져오기



2.4 지층 구성

지층 구성 정보를 열면 다음 그림과 같은 화면이 생성된다. 아직 어떠한 작업도 하지 않은 상태이기 때문에 빈 화면이 표시된다. 아래 표 4.13은 지층을 구성하는 작업을 담당하는 우측의 여러 아이콘 메뉴의 기능에 대해 설명한 것이다. 다음 아이콘을 이용하여 지층을 추가, 수정 및 삭제가 가능하며 삽입도 가능하다. 이 외에 다양한 기능을 이용하여 지층을 구성한다.

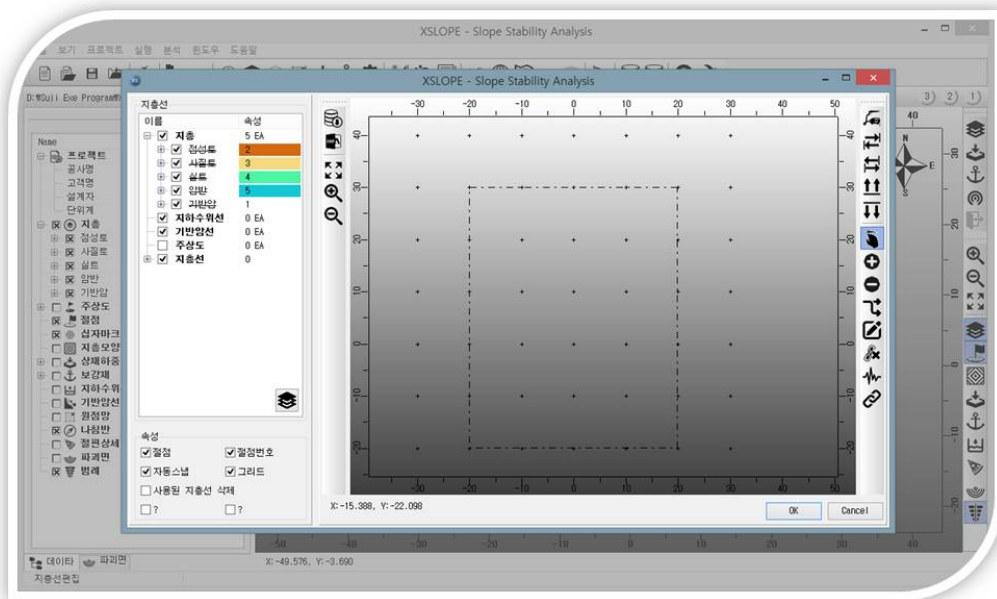


그림 4.17 지층 구성

표 4.12 지층 구성 메뉴

아이콘	명령	설명
	절점정리	사용하지 않는 절점을 전부 삭제한다.
	가로방향 확대	구성한 지층을 가로방향으로 확대한다.
	가로방향 축소	구성한 지층을 가로방향으로 축소한다.
	지층선 상향 조정	지층선을 상향으로 한단계 높인다.
	지층선 하향 조정	지층선을 하향으로 한단계 낮춘다.
	화면이동	화면을 이동한다.
	절점추가	절점을 추가한다.
	절점삭제	절점을 삭제한다.

	절점분할	절점을 분할한다.
	절점수정	절점의 위치를 수정한다.
	지층선 삭제	지층선을 삭제한다.
	지층선 구성	지층선을 구성한다.
	지층선 변경	지층선을 변경한다.

(1) 지층선 구성

앞에서 입력한 지층 물성 정보를 이용하여 지층을 구성한다. 지층선을 구성하기 위해서는 지층선을 구성할 절점입력 작업을 선행한 후에 작업하거나, 절점 생성 작업없이  버튼을 눌러 바로 지층선을 구성하는 두 가지 방법이 존재한다.

● 지층선 추가

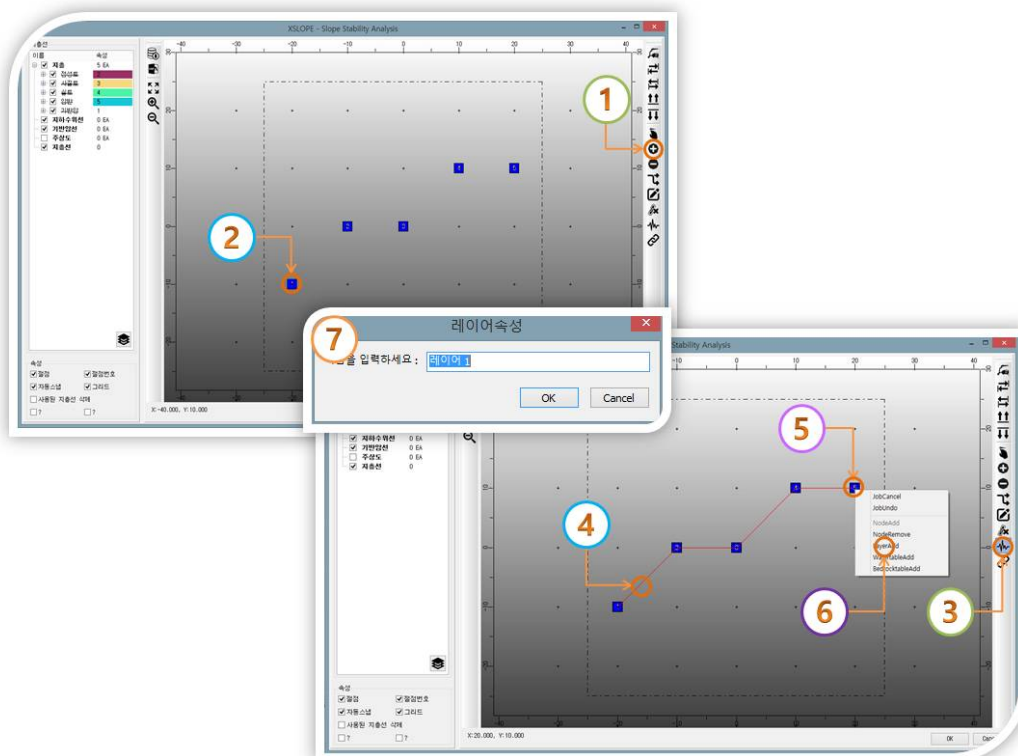


그림 4.18 지층선 추가 방법

- ①  버튼 클릭한 후 지층을 그리고자 하는 위치에 절점을 생성한다. 간격이나 개수는 사용자가 결정할 수 있으며 절점을 미리 찍어두면 지층선을 구성하기가 쉽다.
- ②  버튼 클릭
- ③ 생성한 절점을 순서대로 하나씩 선택하며 선을 이음
- ④ 지층선의 끝내고 싶은 마지막 절점을 클릭한 후 마우스 오른쪽 버튼을 눌러 팝업창 생성
- ⑤ 팝업창의 Layer Add 버튼 클릭
- ⑥ 레이어 속성 창이 뜨면 지층선의 이름을 설정

※ 지하수위선 혹은 기반암선을 그릴 때도 지층선 그릴 때와 마찬가지로 절점생성 혹은 지층선 생성 버튼을 이용해서 선을 잇고 마지막 절점에서 마우스 오른쪽 버튼을 눌러서 생성된 팝업창에서 watertable add, bedrocktable add 버튼을 선택해서 지하수위선 및 기반암선을 생성할 수 있다.

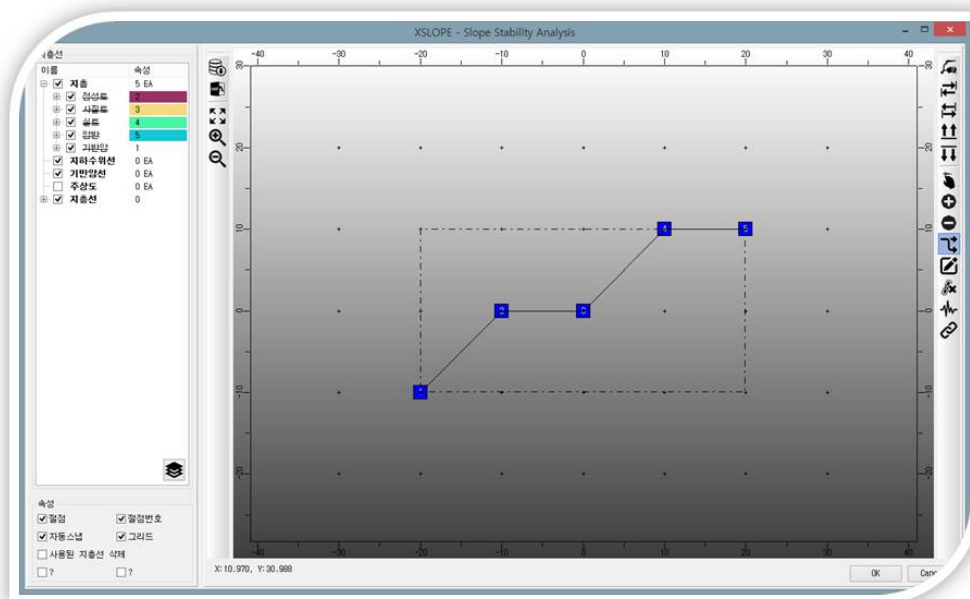
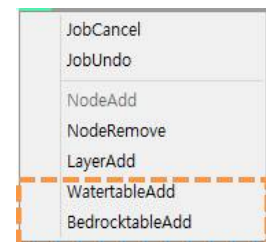


그림 4.19 지층선 추가 완료

위의 작업을 모드 끝내면 다음과 같은 결과가 나타난다. 위와 똑같은 방법을 반복하며 남은 지층선 구성을 완료한다. 지층선을 구성하기 위해서는 꼭 위와 같은 절점을 미리 찍고 선을 잇는 방법이 아니더라도  버튼을 눌러서 직접 지층선을 그릴 수 있다.

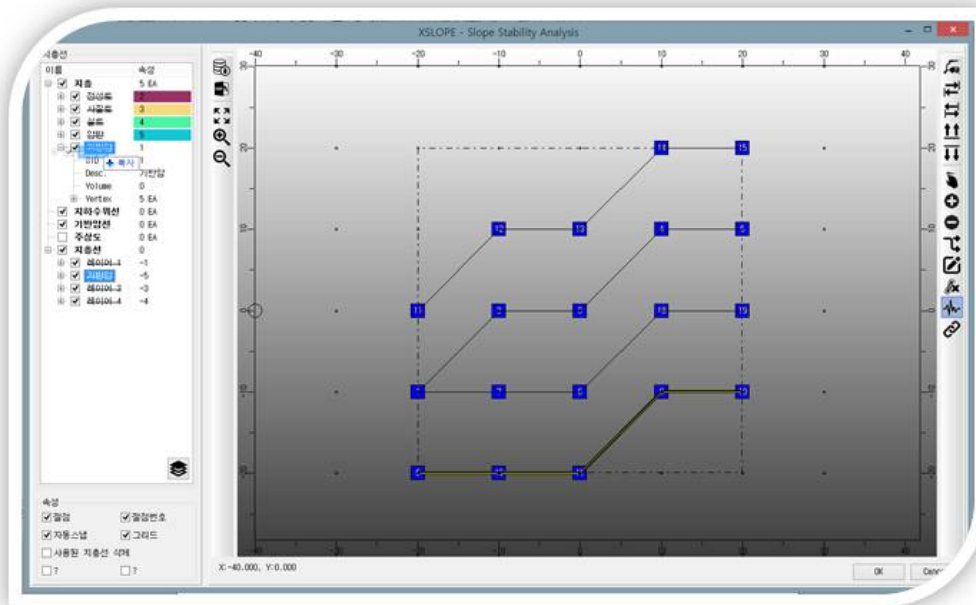


그림 4.20 지층선 구성 완료

- 지층선 수정

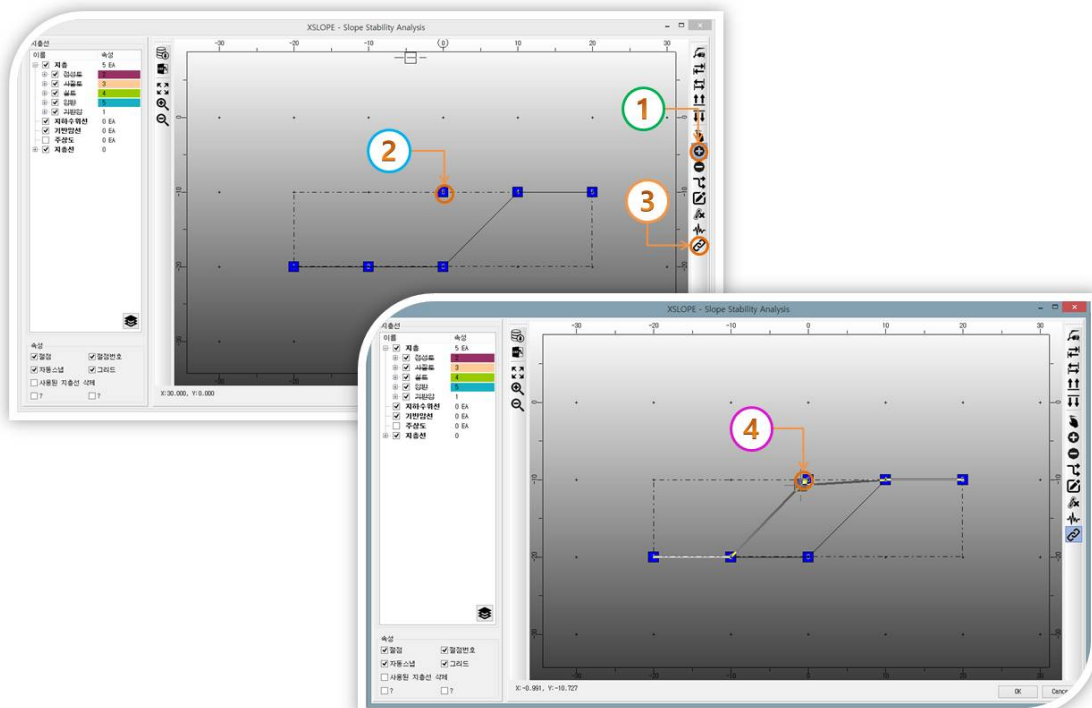


그림 4.21 지층선 수정 방법

- ①  버튼 클릭
- ② 수정할 위치에 절점이 생성
- ③  버튼 클릭
- ④ 수정할 절점을 선택한 후 드래그해서 이동할 위치에 가져다 놓음

지층선을 수정하면 아래 그림과 같이 변경된다. 절점이 수정된 후  버튼을 눌러서 사용하지 않는 절점은 제거해준다.

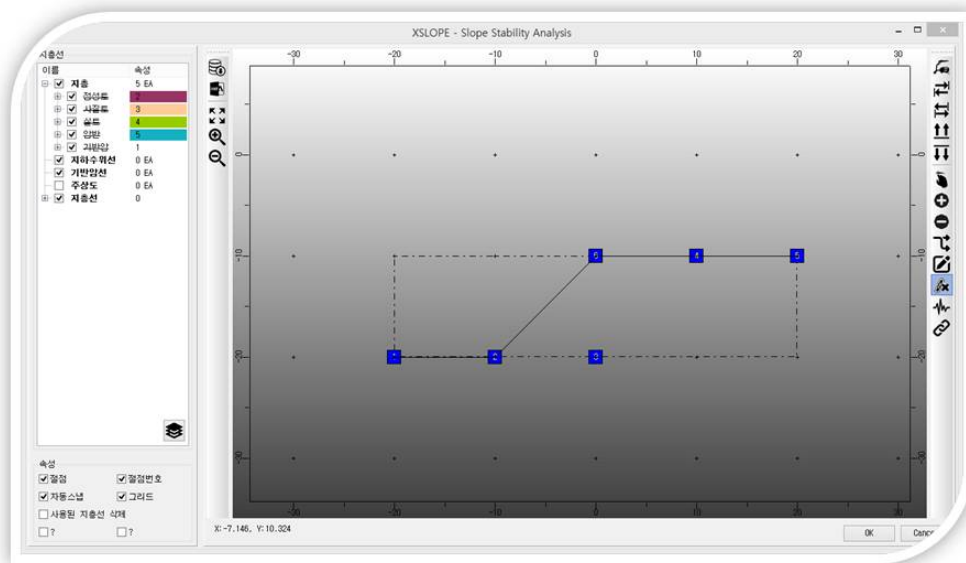


그림 4.22 지층선 수정 완료

- 지층선 삭제

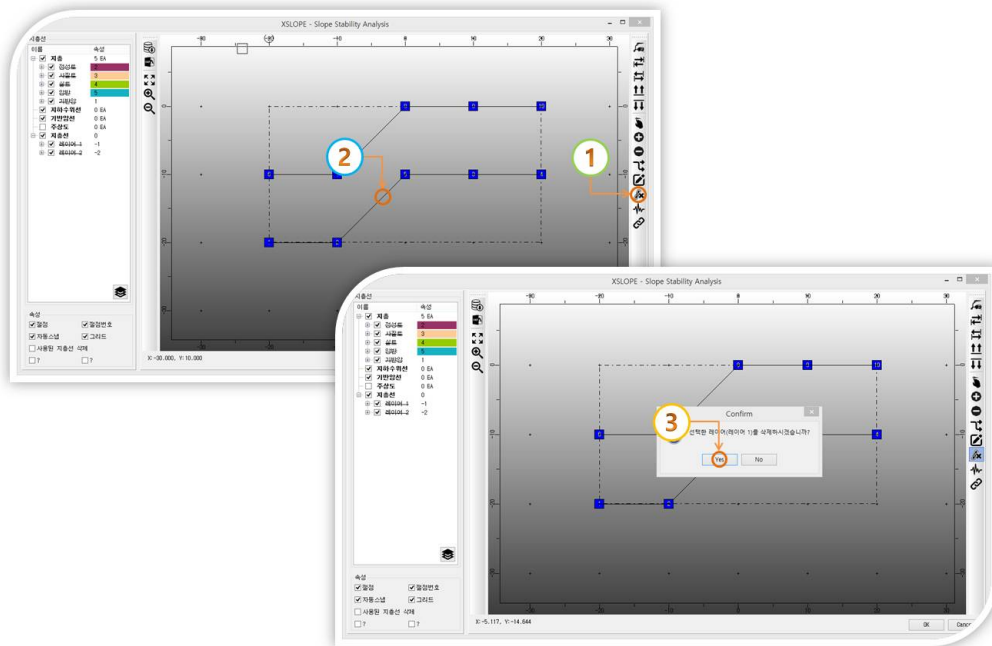


그림 4.23 지층선 삭제 방법

- ①  버튼 클릭
- ② 삭제할 지층선을 선택
- ③ 삭제 확인 대화상자에서 확인 선택

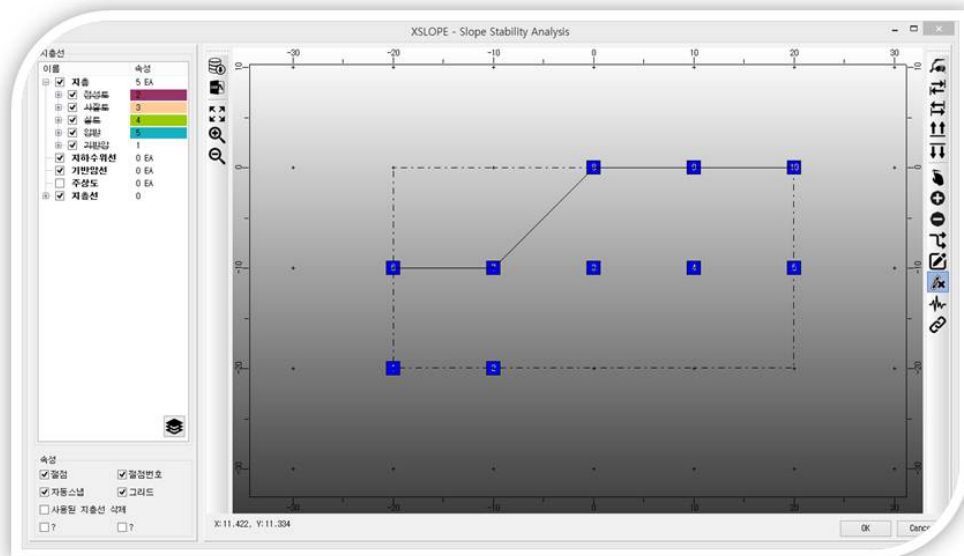


그림 4.24 지층선 삭제 완료

(2) 지층 삽입

지층선을 생성한 후 지층 물성 정보 입력 항목에서 생성한 지층에 지층선을 삽입한다. 좌측의 트리상자에서 드래그 작업을 통해서 실행한다.

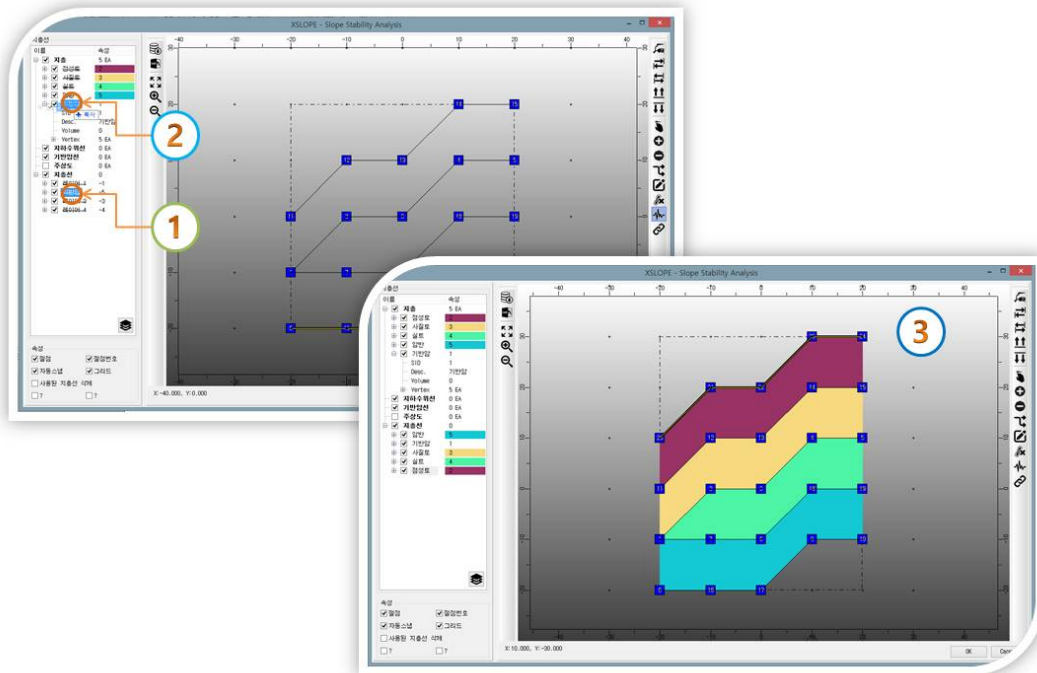


그림 4.25 지층선 삽입 방법

- ① 지층을 구성하고자 하는 지층선 선택
- ② 선택한 지층선을 삽입하고자 하는 지층 위치에 드래그
- ③ ①, ② 작업을 반복하여 지층을 구성

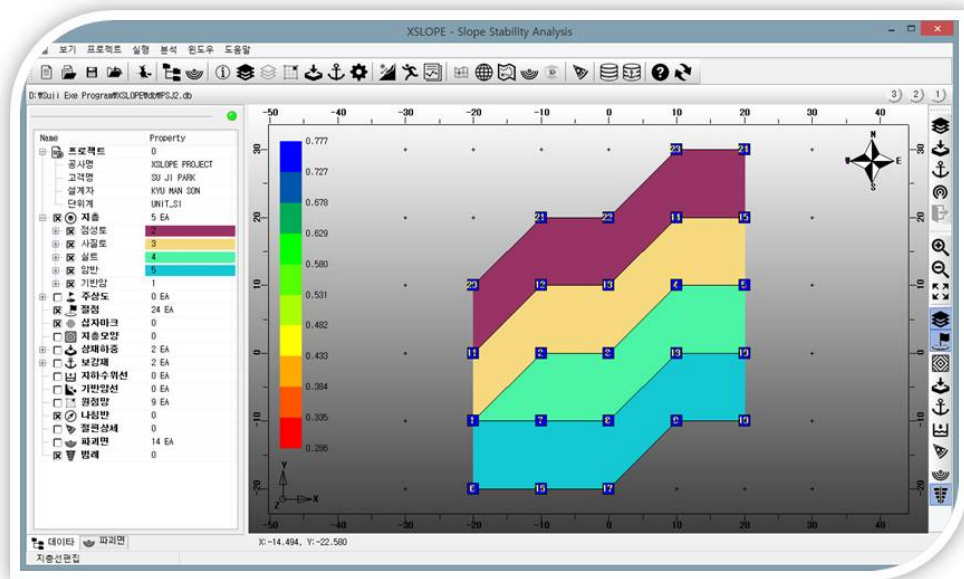


그림 4.26 지층 구성 완료

2.5 원점망 정보 입력

파괴면을 해석을 위한 원점망 정보를 입력한 후 계산 버튼을 누르면 하단의 목록에 원점망 분할 개수에 따라 생성된 절점 데이터 목록이 나타난다. 또한 사용여부 선택 기능을 통해 항목을 개별로 관리할 수 있다.

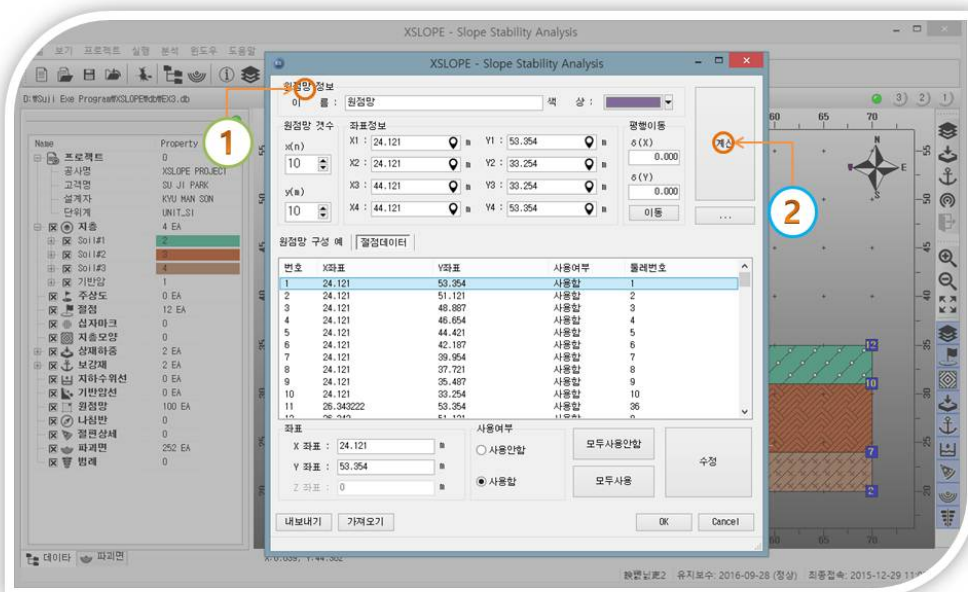


그림 4.27 원점망 계산 방법

- ① 원점망 정보 입력
- ② 계산 버튼 클릭

- 계산 : 원점망 좌표를 이용해서 절점 데이터를 계산
- ... : 좌표 지정
- 모두 사용 안함 : 계산된 절점 데이터 전부를 사용하지 않음
- 모두 사용 : 계산된 절점 데이터 전부를 사용함
- 수정 : 절점 데이터 정보 수정
- 내보내기 : 절점 데이터 정보를 데이터베이스에 저장
- 가져오기 : 데이터베이스에 저장된 절점 데이터 정보를 가져온다.

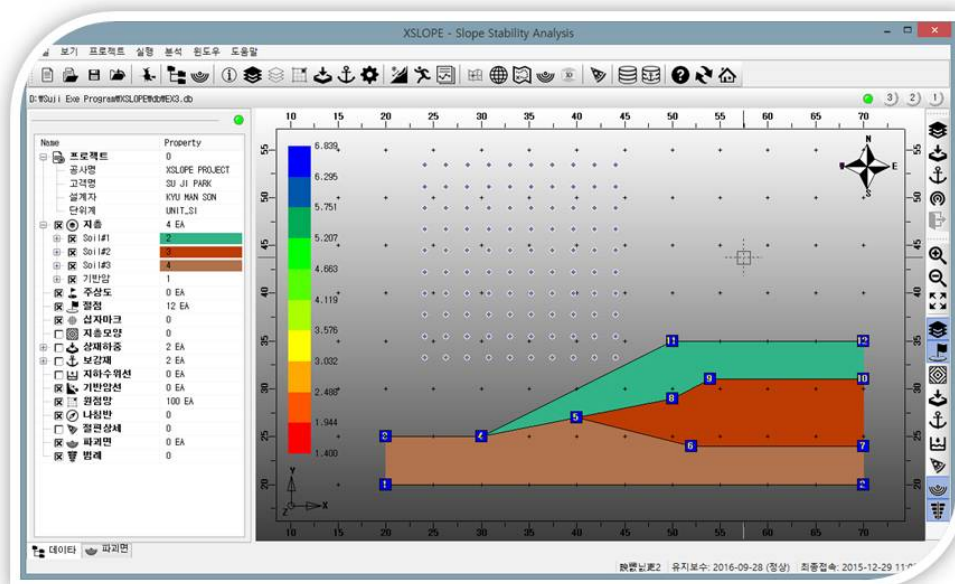


그림 4.28 원점망 작성 완료

2.6 상재하중 정보 입력

하중정보와 기타정보를 입력한 후 추가 버튼을 눌러서 항목을 추가한다. 그 외에 수정, 삭제 버튼을 눌러서 수정 혹은 삭제하고자 하는 항목을 편집할 수 있다. 또한 사용가능 여부 버튼은 사용하는 항목과 아닌 항목의 관리를 편리하게 한다.

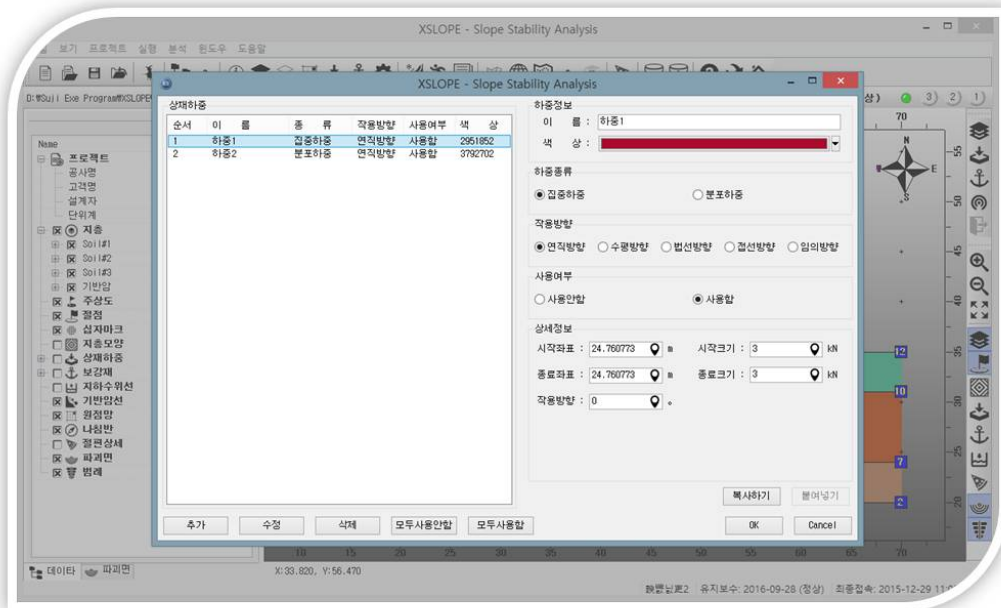


그림 4.29 상재하중 정보 입력

- 추가 : 상재하중 데이터를 추가
- 수정 : 상재하중 데이터를 수정
- 삭제 : 상재하중 데이터를 삭제
- 모두 사용 안함 : 입력되어 있는 상재하중 데이터를 모두 사용안함으로 변경
- 모두 사용함 : 입력되어 있는 상재하중 데이터를 모두 사용함으로 변경

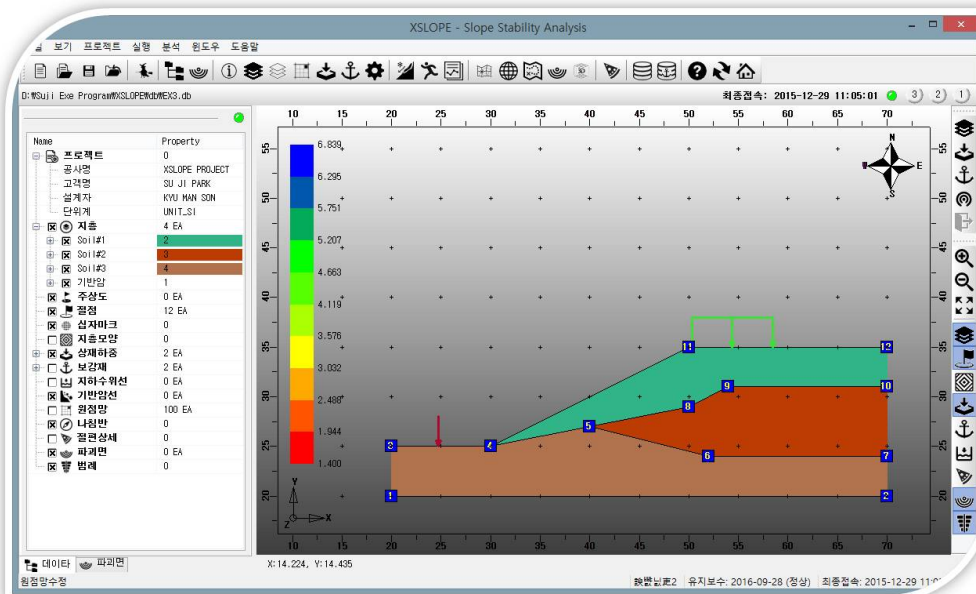


그림 4.30 상재하중 정보 입력 완료

2.7 보강재 정보 입력

지층에 적용할 보강재 정보를 입력한다. 사면의 안정성을 확보하기 위해서 토체 내에 포설하여 인장강도를 증진시키는 기능을 한다. 보강재 종류로는 앵커, 지오그리드 등이 있으며 사면의 변위와 응력 및 보강재에 발현되는 인장력을 산출하여 보강길이의 변화에 따른 사면의 거동을 파악하고 효과적인 보강재의 배치를 평가할 수 있다.

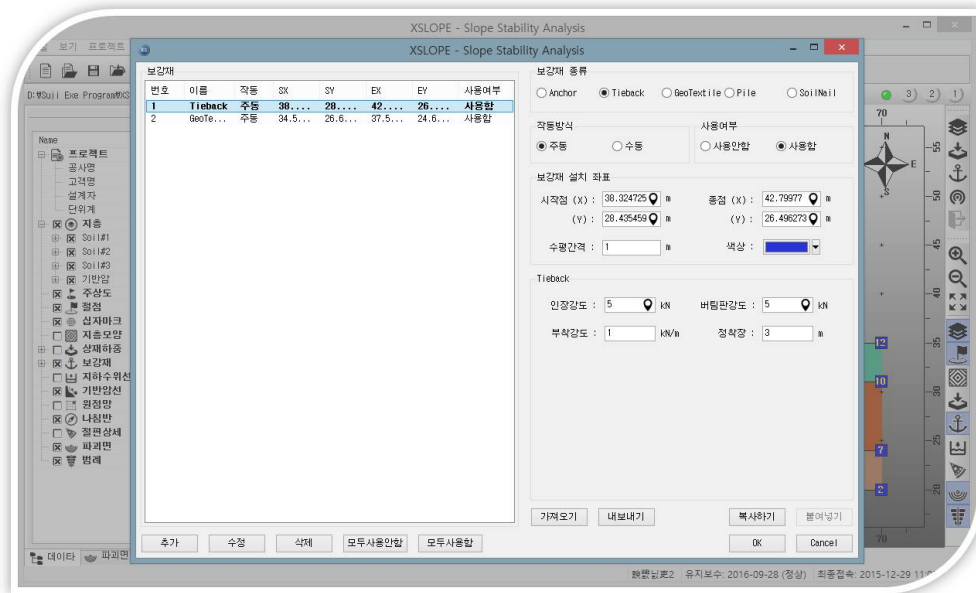


그림 4.31 보강재 정보 입력

- 추가 : 보강재 데이터를 추가
- 수정 : 보강재 데이터를 수정
- 삭제 : 보강재 데이터를 삭제
- 모두 사용 안함 : 입력되어 있는 상재하중 데이터를 모두 사용안함으로 변경
- 모두 사용함 : 입력되어 있는 상재하중 데이터를 모두 사용함으로 변경
- 가져오기 : 보강재 데이터 베이스에 저장되어 있는 항목을 가져옴
- 내보내기 : 입력한 데이터를 보강재 데이터베이스에 저장

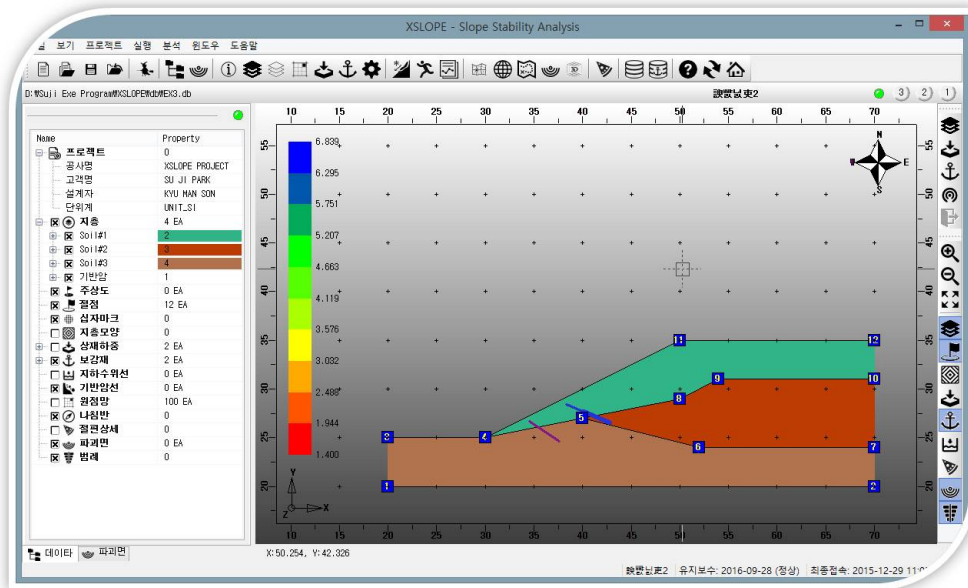


그림 4.32 보강재 정보 입력 완료

2.8 지하수압 정보 입력

지층에 적용할 지하수압 정보를 입력한다. 다수의 수압을 추가할 수 있으며 좌표를 직접 입력하거나 화면에서 마우스로 선택이 가능하다. 또한 가져오기 내보내기 기능을 사용하여 편리하게 입력할 수 있다.

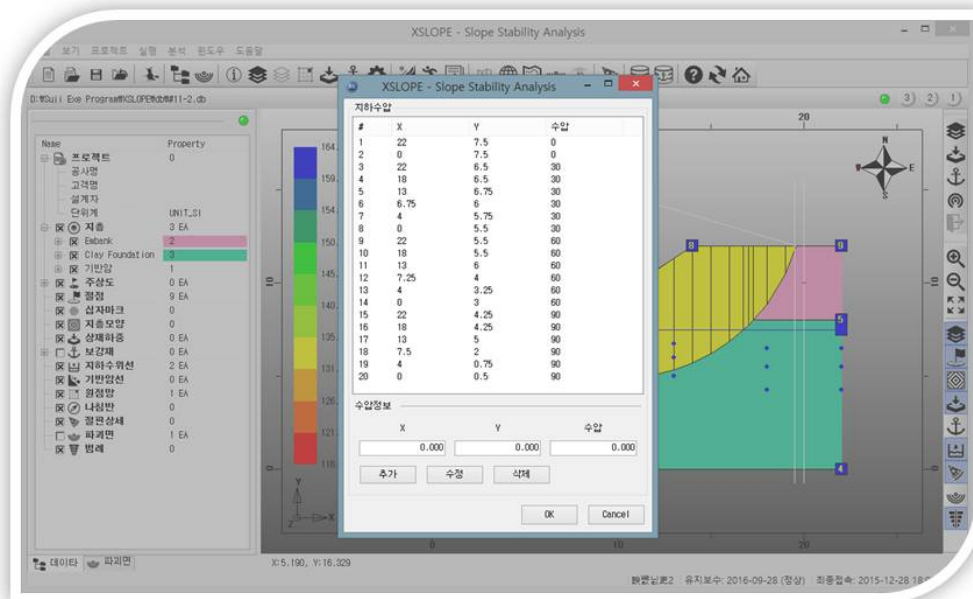


그림 4.33 지하수압 정보 입력

- 추가 : 지하수압 데이터를 추가
- 수정 : 지하수압 데이터를 수정
- 삭제 : 지하수압 데이터를 삭제

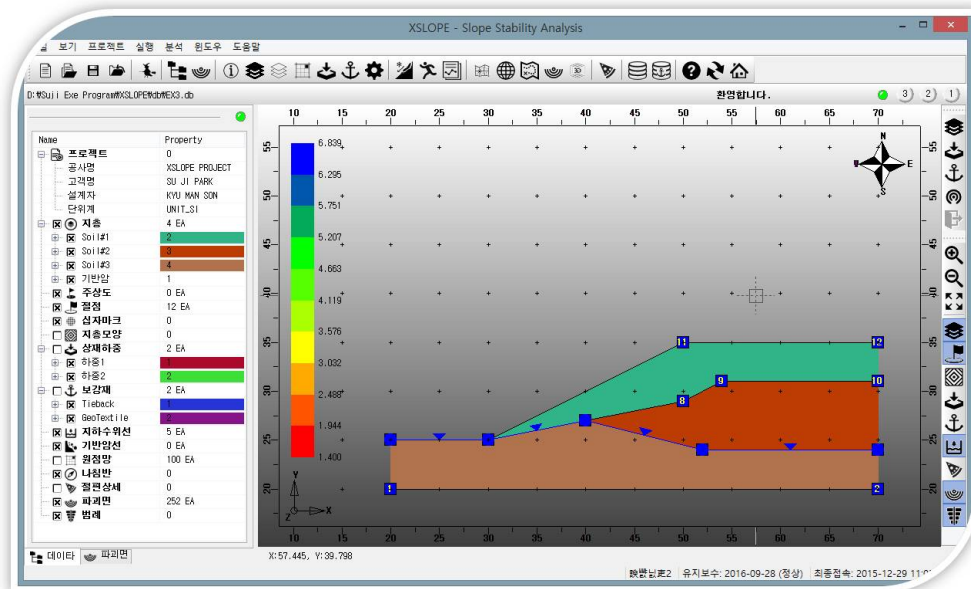


그림 4.34 지하수압 정보 입력 완료

2.9 파괴면 정보 설정

(1) 초기화면

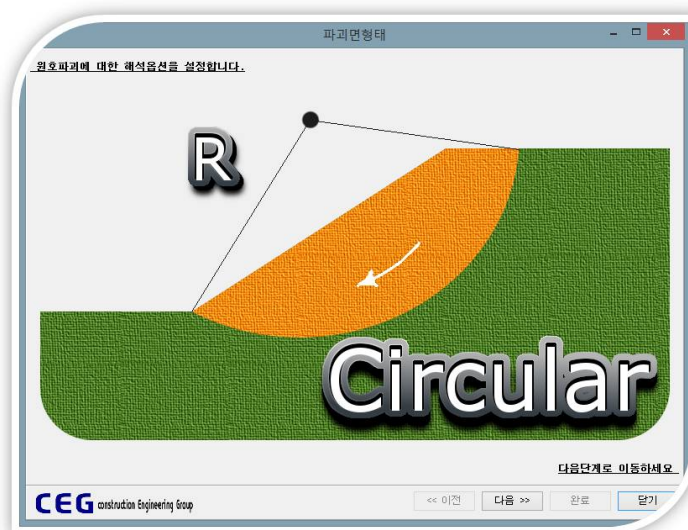


그림 4.35 파괴면 해석 옵션 초기화면

(2) 첫 번째 단계

파괴면 해석 옵션을 설정하는 첫 번째 단계이다. 먼저 상단의 두 가지 그림 중에 생성하고자 하는 방식의 파괴면 작성 방법을 선택한다. 그림을 누르면 아래와 같이 아래의 입력 항목이 활성화 되는데 활성화된 입력 항목에 적절한 값을 넣고 다음 버튼을 눌러 다음 단계를 실행한다. 두 가지 방법은 중복 선택이 가능하지 않으며, 한 가지 방법을 반드시 선택해야 다음단계로 진행이 가능하다.

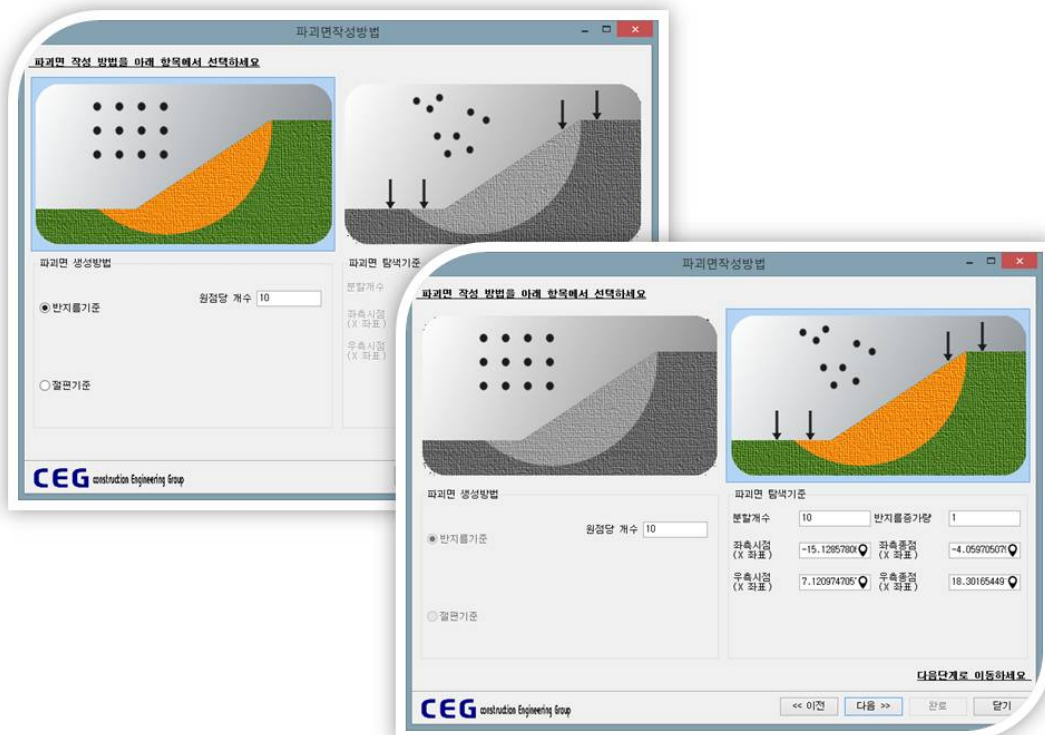


그림 4.36 파괴면 작성 방법 선택

(3) 두 번째 단계

두 번째 단계에서는 파괴면의 탐색 조건을 설정한다. 탐색조건은 사용하지 않을 수 있으며 점부터 영역까지 설정할 수 있는 범위가 다양하므로 사용자가 원하는 조건을 선택할 수 있다. 좌표를 직접 입력할 수도 있으나, 좌측에 있는 그림을 클릭해서 생성되는 파괴면 탐색조건 좌표 선택 대화상자에서 직접 선택이 가능하다. 따라서 선택한 항목의 좌표의 범위가 탐색조건 범위가 된다.

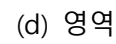
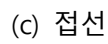
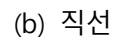
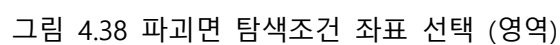


그림 4.37 파괴면 탐색조건 선택



(4) 세 번째 단계

세 번째 단계는 파괴면 제약조건을 설정하는 대화상자이다. 제어좌표는 파괴면이 생성될 때 사용자가 설정한 임의의 좌표 범위 내에 생성되게 하기 위한 항목이다. 좌측 혹은 우측만 각각 설정할 수 있으며, 좌우측을 함께 설정할 수 있다. 또한 두 가지 파괴면 제약조건을 모두 선택하여 설정하는 것이 가능하다.

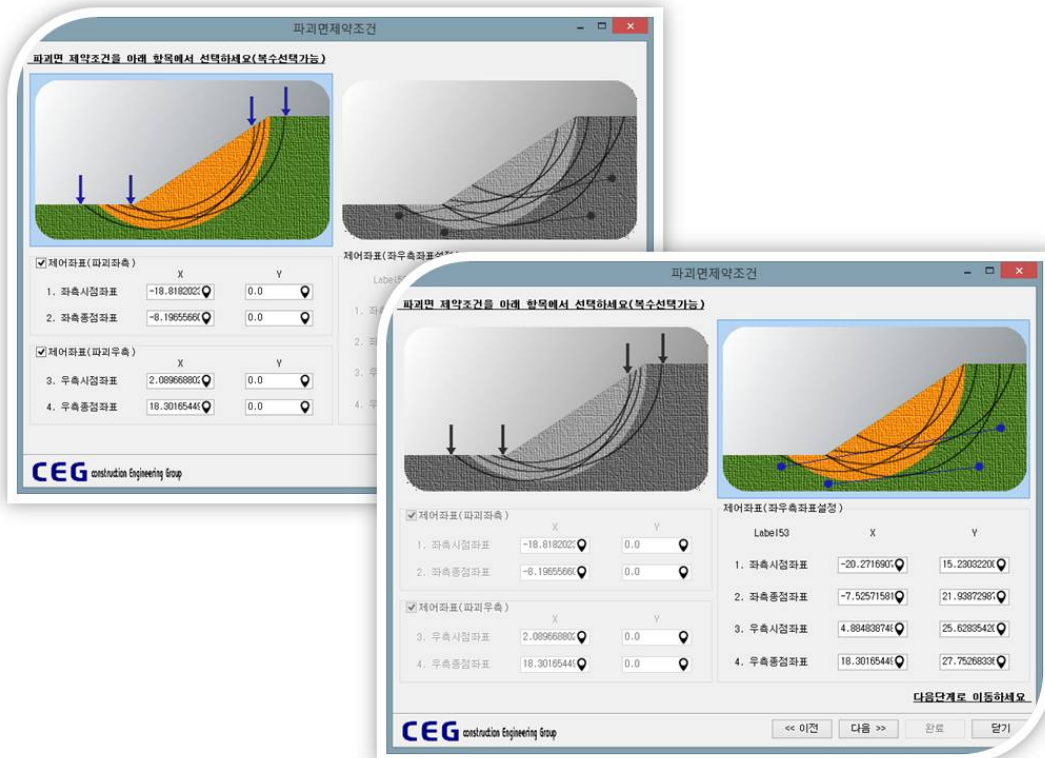


그림 4.39 파괴면 제약조건 선택

(5) 네 번째 단계

네 번째 단계는 파괴면 보정 조건을 입력하는 기능을 한다. 최소 반지름, 최소 파괴깊이 및 최대안전율 등의 파괴면 최소 옵션을 설정할 수 있으며, 활동면 보정 항목을 입력함으로써 파괴면 형태를 지정할 수 있다.

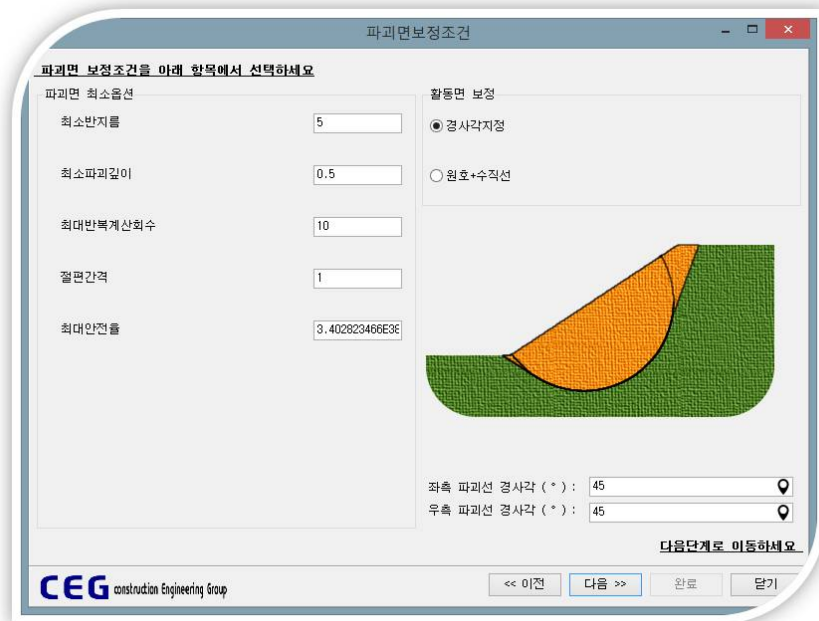


그림 4.40 파괴면 보정조건 선택

(6) 다섯 번째 단계

사면안정 해석방법 선택을 선택하는 단계이다. Fellenius와 Bishop 두 가지 방법 중 사용자가 선택하고자 하는 해석방법을 선택한다.

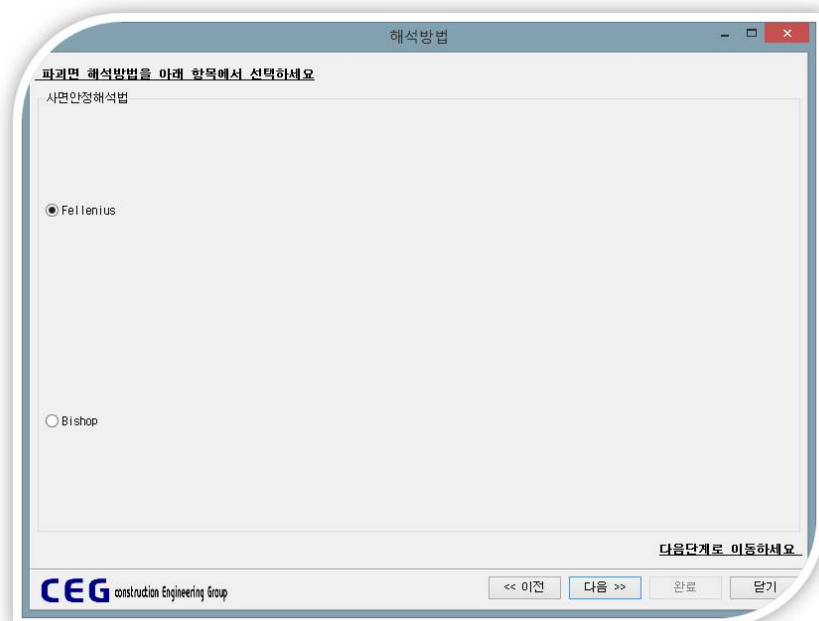


그림 4.41 파괴면 해석방법 선택



그림 4.42 파괴면 설정 옵션 확인

파괴면 옵션 설정을 완료한 후 메인화면으로 돌아가면 파괴면 조건 및 옵션 등 설정한 값이 아래 그림과 같이 화면에 출력될 것이다.

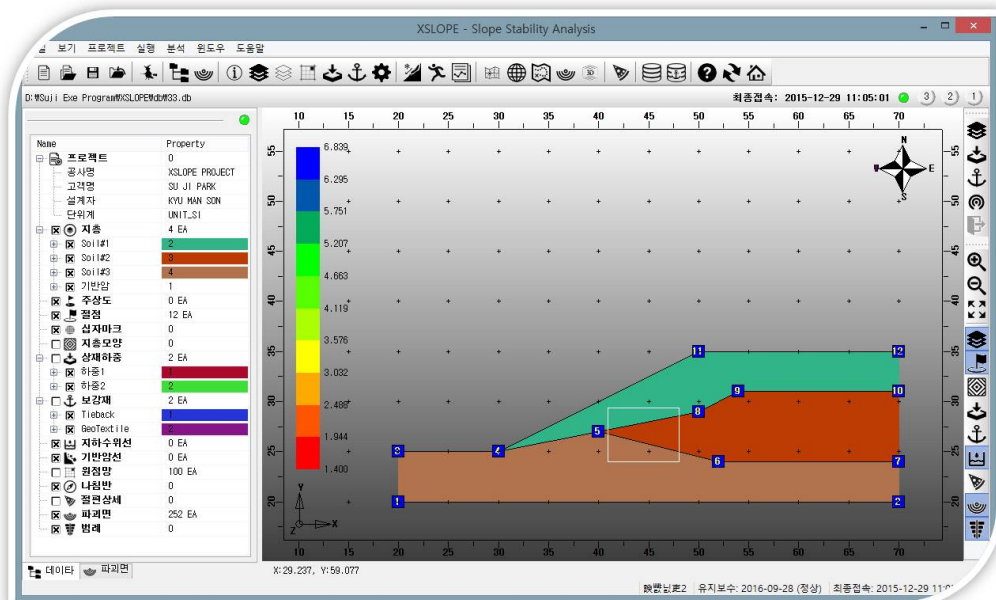
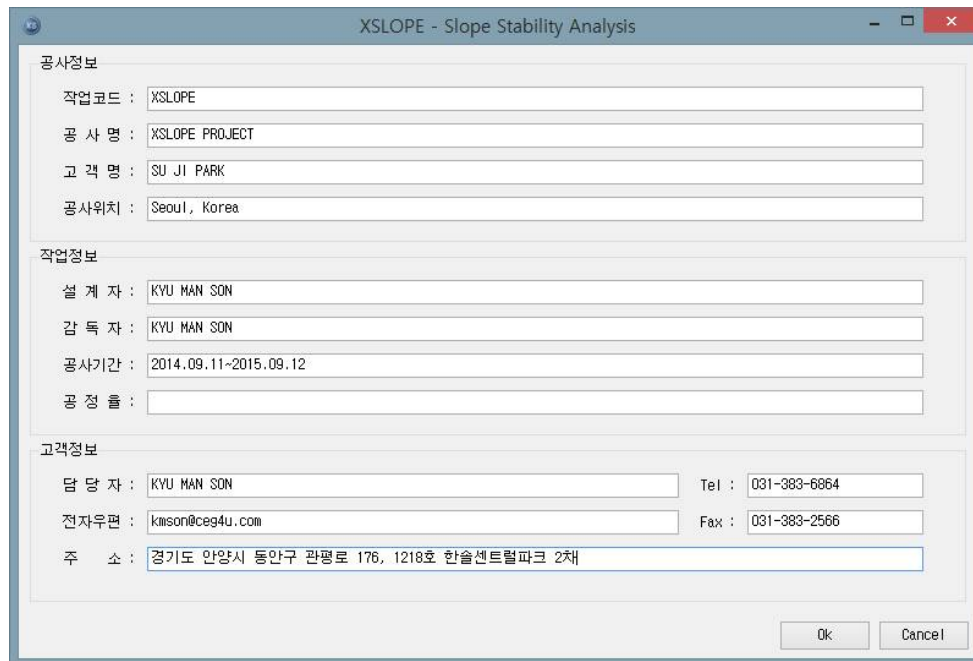


그림 4.43 파괴면 옵션 설정 완료

3. 데이터 작성

3.1 프로젝트 정보 데이터



The image shows a software window titled "XSLOPE - Slope Stability Analysis". It contains three sections for data entry: "공사정보" (Project Information), "작업정보" (Job Information), and "고객정보" (Customer Information). Each section has several text input fields. The "공사정보" section includes fields for "작업코드" (Job Code), "공사명" (Project Name), "고객명" (Customer Name), and "공사위치" (Project Location). The "작업정보" section includes fields for "설계자" (Designer), "감독자" (Supervisor), "공사기간" (Project Period), and "공정율" (Completion Rate). The "고객정보" section includes fields for "담당자" (Responsible Person), "전자우편" (Email), "주소" (Address), "Tel" (Telephone), and "Fax". At the bottom right, there are "Ok" and "Cancel" buttons.

Section	Field	Value
공사정보	작업코드	XSLOPE
	공사명	XSLOPE PROJECT
	고객명	SU JI PARK
	공사위치	Seoul, Korea
작업정보	설계자	KYU MAN SON
	감독자	KYU MAN SON
	공사기간	2014.09.11~2015.09.12
	공정율	
고객정보	담당자	KYU MAN SON
	전자우편	kmson@ceg4u.com
	주소	경기도 안양시 동안구 관평로 176, 1218호 한솔센트럴파크 2차
	Tel	031-383-6864
	Fax	031-383-2566

그림 4.44 프로젝트 정보 데이터

프로젝트 정보 데이터 입력

1. 공사정보

- ① 작업코드 : 작업 코드를 입력
- ② 공사명 : 공사명을 입력
- ③ 고객명 : 고객명을 입력
- ④ 공사위치 : 공사위치를 입력

2. 작업정보

- ① 설계자 : 설계자명을 입력
- ② 감독자 : 감독자명을 입력
- ③ 공사기간 : 공사기간을 입력
- ④ 공정율 : 공정율을 입력

3. 고객정보

- ① 담당자 : 담당자명을 입력
- ② 전자우편 : 전자메일주소를 입력
- ③ Tel : 전화번호를 입력
- ④ Fax : 팩스번호를 입력
- ⑤ 주소 : 주소를 입력

3.2 지층물성 정보 데이터

The image shows a software window titled "XSLOPE - Slope Stability Analysis". It contains a table for soil layers and a panel for basic information and soil properties.

순서	이름	설명	색상
1	Soil #1	LAYER1	[Green]
2	Soil #2	LAYER2	[Orange]
3	Soil #3	LAYER3	[Brown]
4	기반암	기반암	[Dark Brown]

기본정보

이름 : Soil #1
상세설명 : LAYER1
토질종류 : 사질토
색상 : [Green]
모양 : 원그리고선

토질정수

단위중량 : 19.5 kN/m³
포화단위중량 : 20.5 kN/m³
점착력 : 0 kN/m²
마찰각 : 38 °

Buttons: 내보내기, 가져오기, 복사하기, 붙여넣기, 주상도읽기, 추가, 수정, 삭제, OK, Cancel

그림 4.45 지층 물성 데이터

지층물성 정보 데이터 입력

1. 기본정보

- ① 이름 : 지층의 이름을 입력
- ② 상세설명 : 지층의 상세설명을 입력
- ③ 토질종류 : 지층의 토질 종류를 입력
- ④ 색상 : 지층의 색상을 입력

- ⑤ 모양 : 지층의 모양을 선택

2. 토질정수

- ① 단위중량 : 단위중량을 입력
- ② 포화단위중량 : 포화단위중량을 입력
- ③ 점착력 : 점착력을 입력
- ④ 마찰각 : 지층마찰각을 입력

3.3 지층구성 정보 데이터

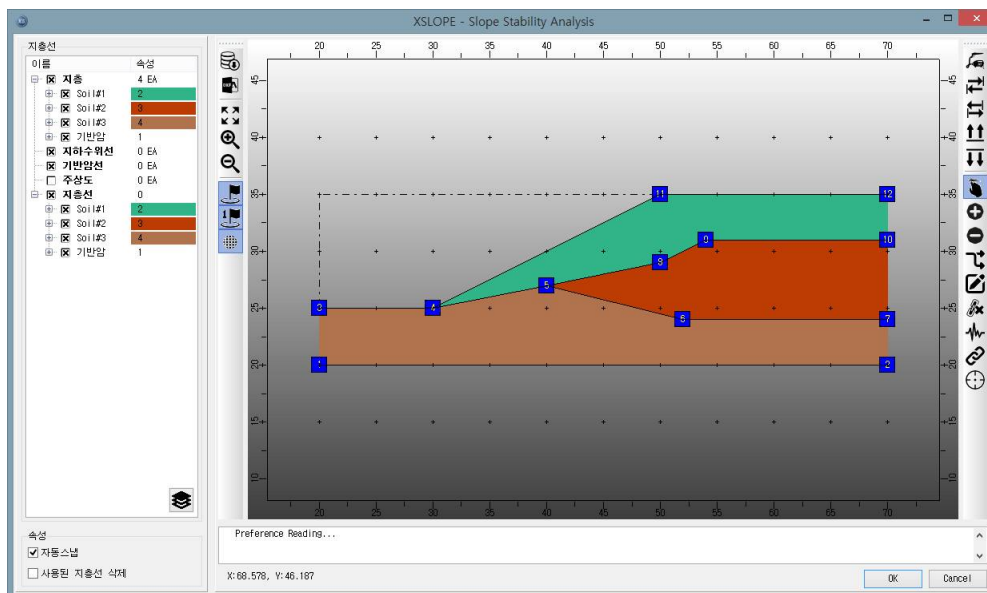


그림 4.46 지층 구성 데이터

지층구성 정보 데이터 입력

1. 속성

- ① 절점 : 절점 표시 ON/OFF
- ② 절점번호 : 절점번호 표시 ON/OFF
- ③ 자동스냅 : 자동스냅 표시 ON/OFF
- ④ 그리드 : 그리드 표시 ON/OFF
- ⑤ 사용된 지층선 삭제 : 사용된 지층선 삭제 유무 선택

3.4 원점망 정보 데이터

원점망 정보

이름 : 원점망 색 상 : ■

원점망 개수 : 좌표정보

$x(n)$: $y(m)$:

좌표정보

번호	X좌표	Y좌표	사용여부	둘레번호
1	-25.995	27.864	사용함	1
2	-25.66	22.721	사용함	2
3	-25.324	17.578	사용함	3
4	-19.566	28.3115	사용함	8
5	-19.846	23.029	사용함	0
6	-20.125	17.746	사용함	4
7	-13.137	28.759	사용함	7
8	-14.032	23.337	사용함	6
9	-14.926	17.914	사용함	5

원점망 구성 예 | **절점데이터**

좌표

X 좌표 : m

Y 좌표 : m

Z 좌표 : m

사용여부

☐ 사용안함

☒ 사용함

모두사용안함

모두사용

수정

내보내기

가져오기

OK

Cancel

그림 4.47 원점망 데이터

원점망 정보 데이터 입력

1. 원점망 정보

- ① 이름 : 원점망의 이름을 입력
- ② 색상 : 원점망 색상을 입력
- ③ 원점망 개수 : x, y축 각각의 분할 개수를 입력
- ④ 좌표정보 : 원점망을 설치할 위치 좌표를 입력
- ⑤ 모양 : 지층의 모양을 선택

2. 절점데이터

- ① 좌표 : 절점 데이터 좌표
- ② 사용여부 : 절점 데이터 사용 여부

3.5 상재하중 정보 데이터

상재하중

순서	이름	종류	작용방향	사용여부	색상	상
1	하중1	집중하중	연직방향	사용함		13434828
2	하중2	분포하중	연직방향	사용함		16777164

하중정보

이름 : 하중2
 색상 :

하중종류

☐ 집중하중 ☒ 분포하중

작용방향

☒ 연직방향 ☐ 수평방향 ☐ 법선방향 ☐ 접선방향 ☐ 임의방향

사용여부

☐ 사용안함 ☒ 사용함

상세정보

시작좌표 : 10.118515 시작크기 : 10 kN
 종료좌표 : 20.404741 종료크기 : 10 kN
 작용방향 : 3

추가 수정 삭제 모두사용안함 모두사용함 OK Cancel

그림 4.48 상재하중 데이터

상재하중 정보 데이터 입력

1. 하중 정보

- ① 이름 : 하중명을 입력
- ② 색상 : 하중의 색상을 입력

2. 하중종류 : 상재하중 종류를 선택

3. 작용방향 : 상재하중의 작용방향 선택

4. 사용여부 : 상재하중 데이터의 사용여부

5. 상세정보

- ① 시작좌표 : 상재하중의 시작좌표를 입력
- ② 시작크기 : 상재하중의 시작크기를 입력
- ③ 종료좌표 : 상재하중의 종료좌표를 입력
- ④ 종료크기 : 상재하중의 종료크기를 입력
- ⑤ 작용방향 : 상재하중의 작용방향을 입력

3.6 보강재 데이터

번호	이름	작동	SK	SY	EX	EY	사용여부
1	Tieback	주동	38.5...	28.5...	42.5...	26.5...	사용함
2	GeoTe...	주동	34.5...	26.6...	37.5...	24.6...	사용함

그림 4.49 보강재 데이터

보강재 정보 데이터 입력

1. 보강재 종류 : 보강재 종류를 선택
2. 작동방식 : 보강재의 작동방식을 선택
3. 사용여부 : 보강재 데이터의 사용여부를 선택
4. 보강재 설치좌표
 - ① 시작점(X) : 보강재의 시작점의 X좌표를 입력
 - ② 시작점(Y) : 보강재의 시작점의 Y좌표를 입력
 - ③ 종점(X) : 보강재의 종점의 X좌표를 입력
 - ④ 종점(Y) : 보강재의 종점의 Y좌표를 입력
 - ⑤ 수평간격 : 보강재의 수평간격을 입력
 - ⑥ 색상 : 보강재의 색상을 입력
5. 상세 정보
 - ① Anchor

- 인장강도(kN) : Anchor의 인장강도를 입력
- 버팀판강도(kN) : Anchor의 버팀판강도를 입력

Anchor

인장강도 : 0 kN 버팀판강도 : 0 kN

② Tieback

- 인장강도(kN) : Tieback의 인장강도를 입력
- 버팀판강도(kN) : Tieback의 버팀판강도를 입력

Tieback

인장강도 : 0 kN 버팀판강도 : 0 kN

부착강도 : 0 kN/m 정착장 : 0 m

- 부착강도(kN/m) : Tieback의 부착강도를 입력
- 정착장(m) : Tieback의 정착장을 입력

③ GeoTextile

- 인장강도(kN) : GeoTextile의 인장강도를 입력
- Coverage(%) : GeoTextile의
- 고정방법(kN/m) : GeoTextile의 고정방법을 선택
- 작용방향 : GeoTextile의 작용방향을 선택
- 부착강도 : GeoTextile의 부착강도를 선택
- 점착력(kN/m²) : GeoTextile의 점착력을 입력
- 마찰각(°) : GeoTextile의 마찰각을 입력

GeoTextile

인장강도 : 0 kN Coverage : 0 %

고정방법
☒ 없음 ☐ 정착면고정
☐ 파괴면고정 ☐ 양쪽고정

작용방향
☒ 평행방향 ☐ 평행접선중간
☐ 접선방향 ☐ 설계자방향

부착강도
☐ 지층물성값
☐ 고정물성값

점착력 kN/m²
 마찰각 °

④ Pile

- 인장강도(kN) : Pile의 전단강도를 입력

Pile

전단강도 : 0 kN

⑤ SoilNail

- 인장강도(kN) : SoilNail의 인장강도를 입력
- 버팀판강도(kN) : SoilNail의 버팀판강도를 입력
- 부착강도(kN/m) : SoilNail의 부착강도를 입력

SoilNail

인장강도 : 0 kN 버팀판강도 : 0 kN

부착강도 : 0 kN/m

3.7 지하수압 데이터

XSLOPE - Slope Stability Analysis

지하수압

#	X	Y	수압
1	22	7.5	0
2	0	7.5	0
3	22	6.5	30
4	18	6.5	30
5	13	6.75	30
6	6.75	6	30
7	4	5.75	30
8	0	5.5	30
9	22	5.5	60
10	18	5.5	60
11	13	6	60
12	7.25	4	60
13	4	3.25	60
14	0	3	60
15	22	4.25	90
16	18	4.25	90
17	13	5	90
18	7.5	2	90
19	4	0.75	90
20	0	0.5	90

수압정보

X Y 수압

0.000 0.000 0.000

추가 수정 삭제

OK Cancel

림 4.50 지하수압 데이터

1. 수압정보

- ① X : 지하수압의 X 좌표를 입력
- ② Y : 지하수압의 Y 좌표를 입력
- ③ 수압 : 지하수위 절점의 수압을 입력

3.8 데이터 마법사

데이터 마법사는 데이터를 마법사 기능을 이용해서 편리하게 입력하고 구성하기 위함이다. 데이터 마법사는 프로젝트 정보, 지층물성 정보, 주상도 정보를 입력하는 기능과 입력한 정보를 화면으로 보여주는 기능을 한다. 데이터 입력 정보는 주상도 이외에는 앞에서 설명한 내용과 같다.

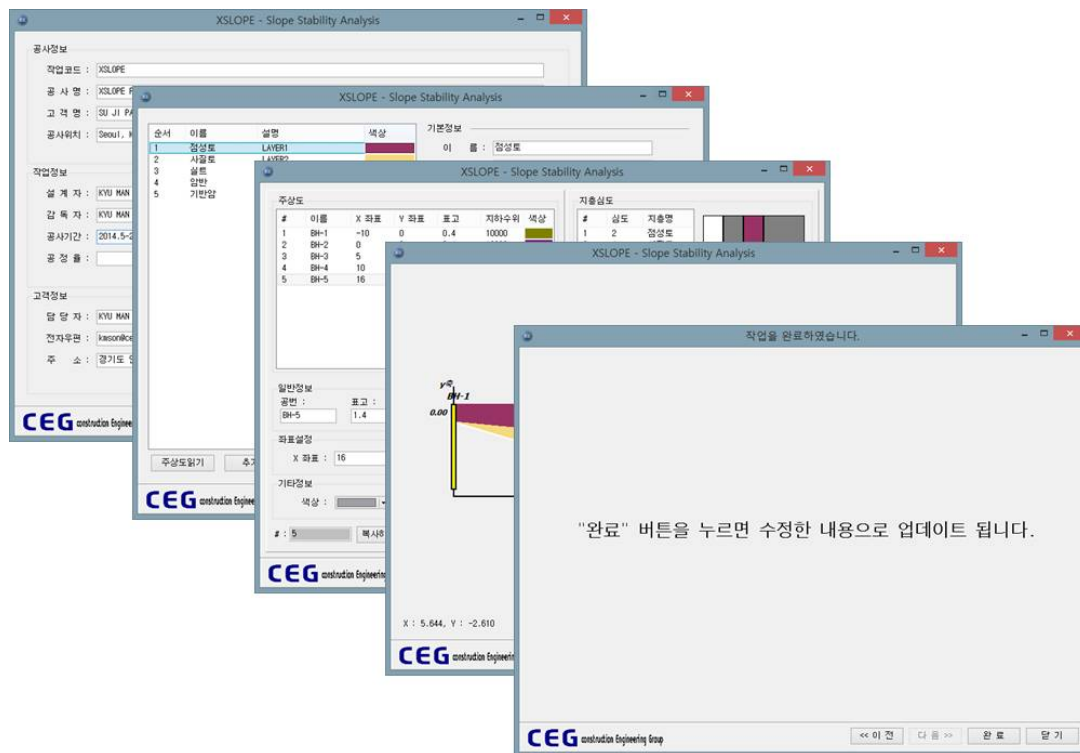


그림 4.51 데이터 마법사

The image shows the XSLOPE - Slope Stability Analysis software interface. It features a main window with several panels. On the left, there is a table for borehole data (주상도) with columns for ID, Name, X-coordinate, Y-coordinate, Elevation, Water Level, and Color. Below this table are input fields for general information (일반정보), coordinate settings (좌표설정), and other details (기타정보). On the right, there is a section for groundwater data (지층심도) with a table and a corresponding bar chart. At the bottom, there are navigation buttons like '<< 이전', '다음 >>', '완료', and '닫기'.

#	이름	X 좌표	Y 좌표	표고	지하수위	색상
1	BH-1	-10	0	0.4	10000	
2	BH-2	0	0	0.4	10000	
3	BH-3	5	0	0.4	10000	
4	BH-4	10	0	0	10000	
5	BH-5	16	0	1.4	10000	

그림 4.52 주상도 정보 입력

1. 일반 정보

- ① 공변 : 보링 공변을 입력
- ② 표고 : 보링공의 표고를 입력
- ③ 시추심도 : 보링공의 시추 심도를 입력
- ④ 공경 : 보링공의 지름을 입력

2. 좌표설정

- ① X 좌표 : 보링공의 X좌표를 입력
- ② Y 좌표 : 보링공의 Y좌표를 입력

3. 기타정보

- ① 색상 : 보링공의 색상을 입력
- ② 지하수위 : 보링공의 지하수위를 입력

4. 지층정보

- ① 지층명 : 보링공에 입력할 지층의 이름을 입력
- ② 심도 : 보링공에 입력할 지층의 심도를 입력

4. 해석

4.1 파괴면 구성

사면안정 해석을 하기 위해서는 파괴면 옵션을 설정하고 구성하는 작업을 해야한다. 총 7단계로 구성되어 있는 이 단계는 각 단계마다 해석을 위한 옵션을 설정하는 기능을 수행한다.

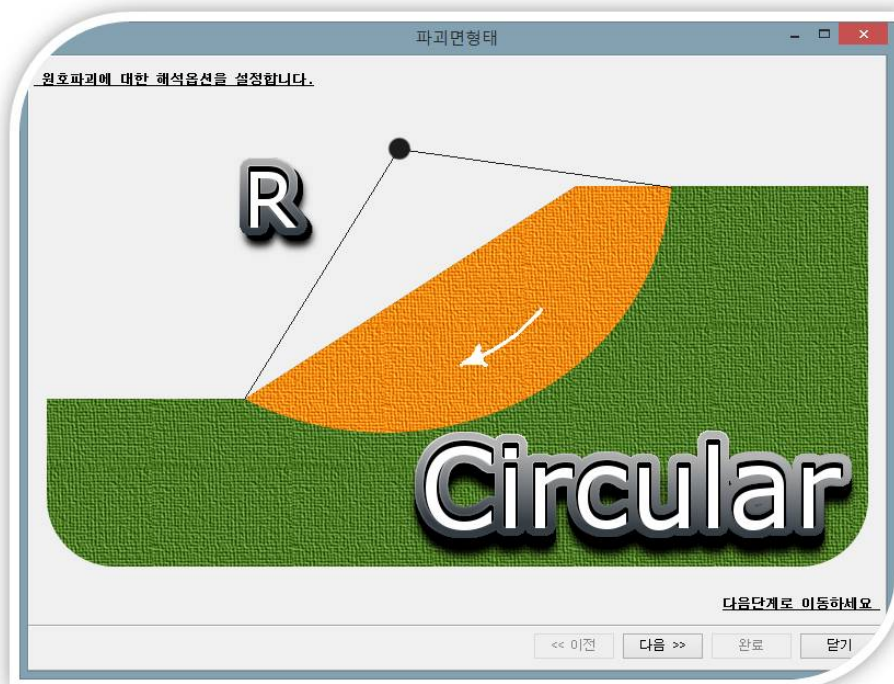


그림 4.53 파괴면 형태

(1) 1단계 - 파괴면 작성 방법

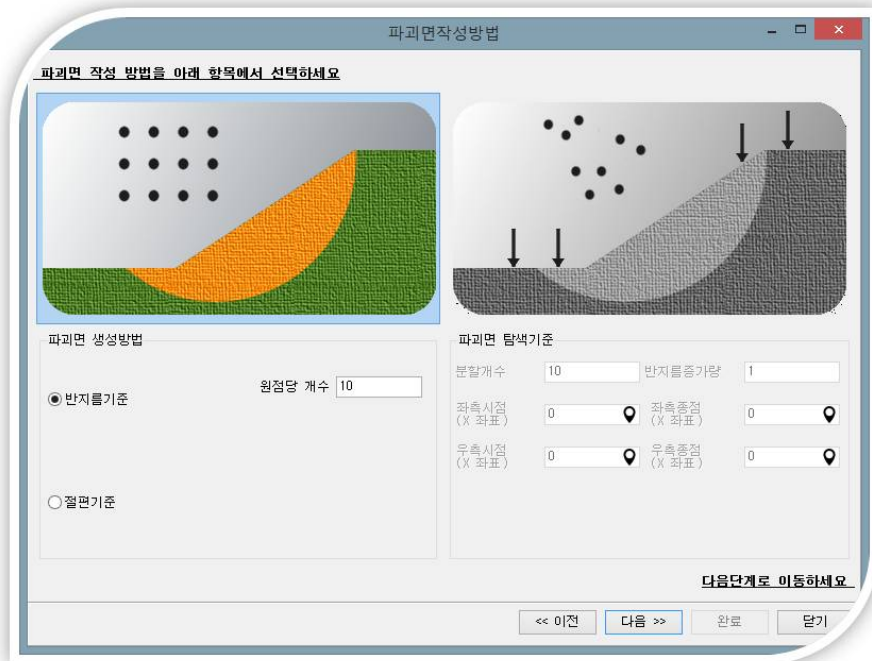
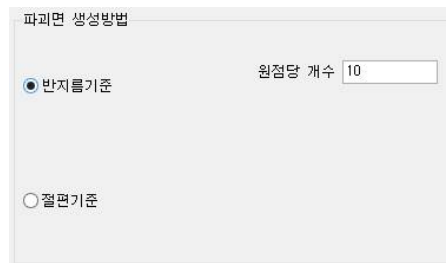


그림 4.54 파괴면 작성 방법

파괴면 옵션 1단계 데이터 입력

1. 파괴면 생성방법

- ① 파괴면 생성방법 : 파괴면 생성방법 선택
- ② 원점당 개수 : 생성방법이 반지름 기준인 경우 원점당 개수를 입력



2. 파괴면 탐색기준

- ① 분할개수: 분할개수를 입력
- ② 반지름 증가량 : 반지름 증가량을 입력

- ③ 좌측시점(X좌표) : 좌측시점을 입력
- ④ 좌측종점(X좌표) : 좌측종점을 입력
- ⑤ 우측시점(X좌표) : 우측시점을 입력
- ⑥ 우측종점(X좌표) : 우측종점을 입력

파괴면 탐색기준

분할개수	10	반지름증가량	1
좌측시점 (X 좌표)	0	좌측종점 (X 좌표)	0
우측시점 (X 좌표)	0	우측종점 (X 좌표)	0

(2) 2단계 - 파괴면 탐색 조건

파괴면 탐색조건

파괴면 탐색조건을 아래 항목에서 선택하세요

사용안함	점	직선	접선	영역
------	---	----	----	----

포커스입력점

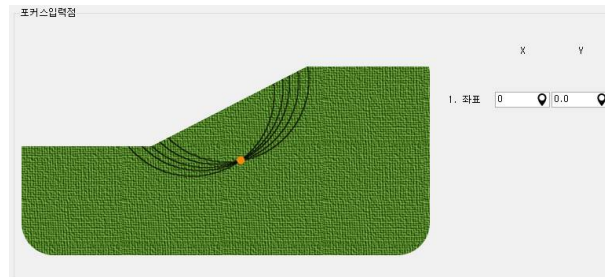
다음단계로 이동하세요

<< 이전 다음 >> 완료 닫기

그림 4.55 파괴면 탐색조건

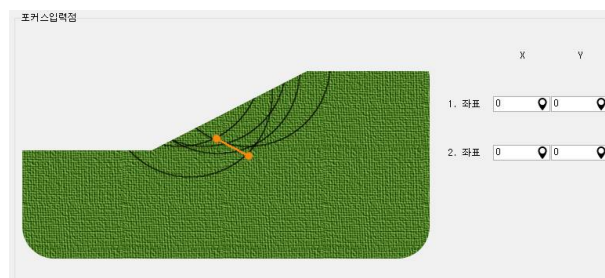
1. 점

- ① 좌표 : 점 좌표를 입력



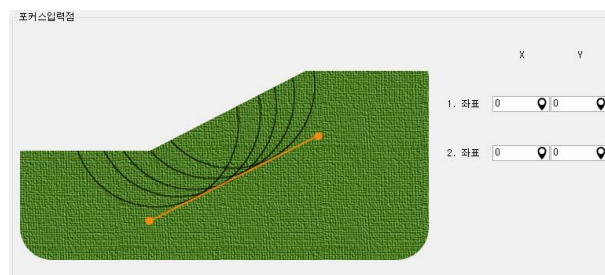
2. 직선

- ① 좌표 1 : 직선의 첫 번째 좌표를 입력
② 좌표 2 : 직선의 두 번째 좌표를 입력



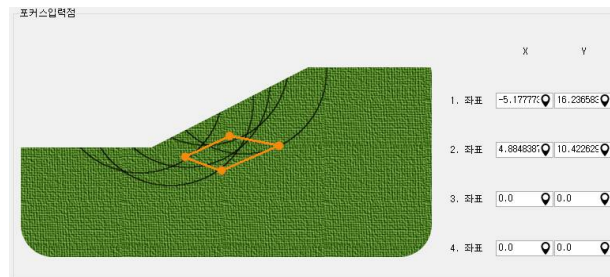
3. 접선

- ① 좌표 1 : 접선의 첫 번째 좌표를 입력
② 좌표 2 : 접선의 두 번째 좌표를 입력



4. 영역

- ① 좌표 1 : 영역의 왼쪽 상단 좌표를 입력
- ② 좌표 2 : 영역의 오른쪽 하단 좌표를 입력



(3) 3단계 - 파괴면 제약 조건

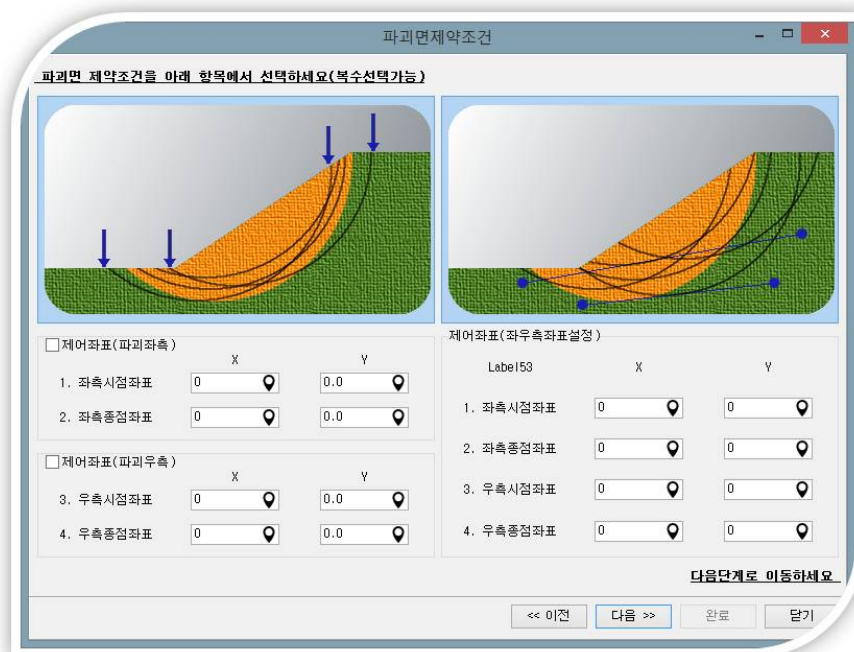


그림 4.56 파괴면 제약조건

1. 제어좌표(파괴좌측)

- ② 좌측시점좌표 : 좌측시점좌표를 입력
- ③ 좌측종점좌표 : 좌측종점좌표를 입력

□ 제어좌표(파괴좌측)		
	X	Y
1. 좌측시점좌표	0	0.0
2. 좌측종점좌표	0	0.0

2. 제어좌표(파괴우측)

- ① 우측시점좌표 : 우측시점좌표를 입력
- ② 우측종점좌표 : 우측종점좌표를 입력

□ 제어좌표(파괴우측)		
	X	Y
3. 우측시점좌표	0	0.0
4. 우측종점좌표	0	0.0

3. 제어좌표(좌우측 좌표설정)

- ① 좌측시점좌표 : 좌측시점좌표를 입력
- ② 좌측종점좌표 : 좌측종점좌표를 입력
- ③ 우측시점좌표 : 우측시점좌표를 입력
- ④ 우측종점좌표 : 우측종점좌표를 입력

제어좌표(좌우측좌표설정)		
Label153	X	Y
1. 좌측시점좌표	0	0
2. 좌측종점좌표	0	0
3. 우측시점좌표	0	0
4. 우측종점좌표	0	0

(3) 3단계 - 파괴면 제약 조건

그림 4.57 파괴면 보정조건

파괴면 옵션 4단계 데이터 입력

1. 파괴면 최소읍선

- ① 최소반지름 : 최소반지름을 입력
- ② 최소파괴깊이 : 최소파괴깊이를 입력
- ③ 최대반복계산회수 : 최대반복 계산회수를 입력
- ④ 절편간격 : 절편간격을 입력
- ⑤ 최대안전율 : 최대안전율을 입력

파괴면 최소옵션

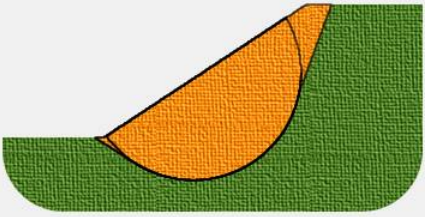
최소반지름	5
최소파괴깊이	0.5
최대반복계산회수	10
절편간격	1
최대안전율	3.402823466E36

2. 활동면 보정 : 활동면 보정 타입을 선택

- ① 좌측 파괴선 경사각 (°) : 좌측 파괴선 경사각을 입력
- ② 우측 파괴선 경사각 (°) : 우측 파괴선 경사각을 입력

활동면 보정

☒ 경사각지정
☐ 원호+수직선



좌측 파괴선 경사각 (°) : 45 
 우측 파괴선 경사각 (°) : 45 

4.2 사면안정 해석

다음은 사면안정해석 대화상자입니다. 사면안정해석을 실행하기 위해서 위 과정에서 데이터를 편집 및 설정한 후 진행합니다. 상단의 지하수위 및 지진값을 선택한 후 start 버튼을 눌러서 해석을 진행합니다.

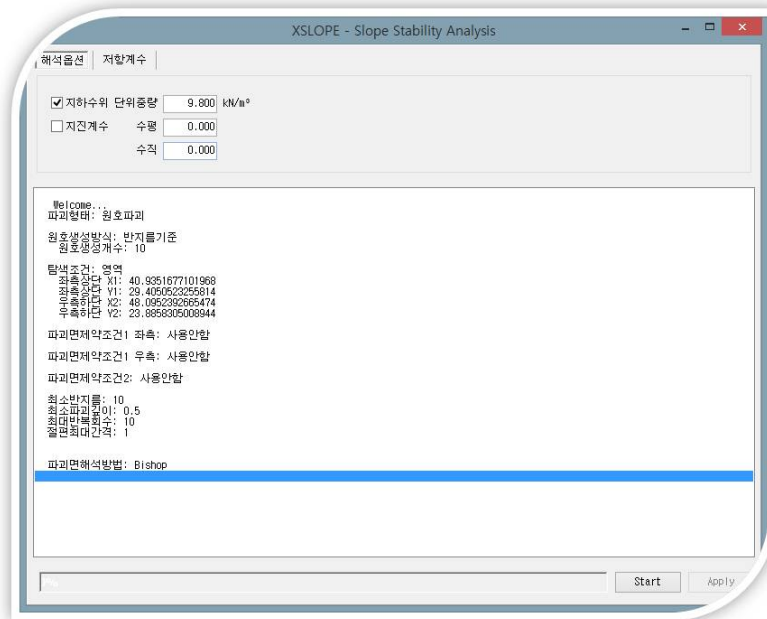


그림 4.58 사면안정 해석 실행

사면 안정 데이터 입력

1. 해석옵션

- ① 지하수위 단위중량 : 지하수위 단위중량 값을 입력
- ② 지진계수 : 수평, 수직의 지진계수값을 입력



2. 저항계수

- ① 단위중량 : 단위중량을 입력
- ② 점착력 : 점착력을 입력
- ③ 마찰각 : 마찰각을 입력
- ④ 기타 : 기타계수를 입력

해석옵션
저항계수

단위중량

점착력

마찰각

기타

4.3 사면안정 결과분석

사면안정 해석 옵션 및 결과가 아래 그림과 같이 화면(뷰)에 표시되어 나타난다. 사면안정 해석 결과는 원점망 해석 외에도 두 가지 타입의 안전율 분석 결과를 나타낸다.

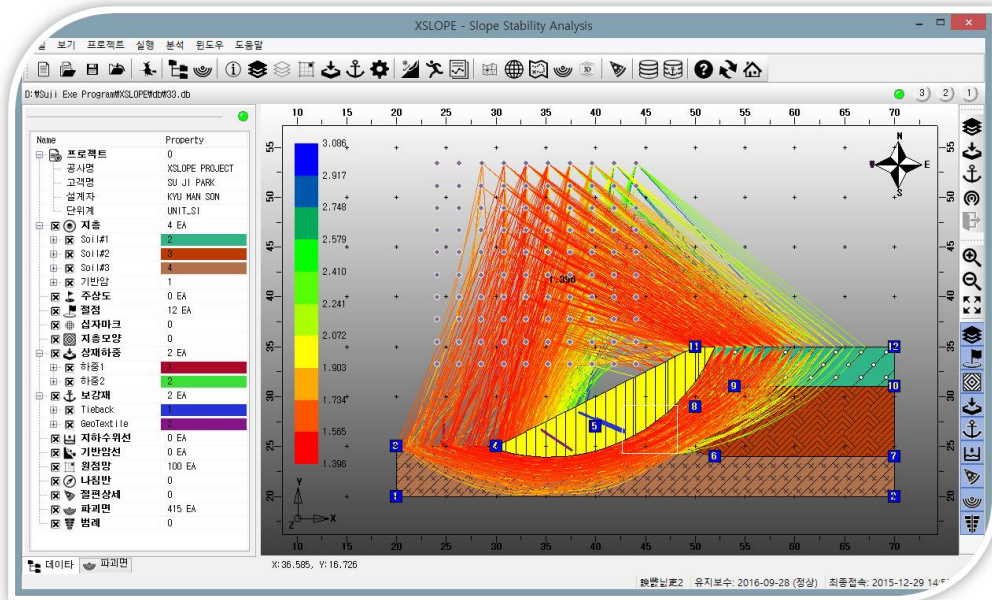


그림 4.59 사면안정 결과 분석

(1) 원점망 분석

해석을 실행한 후 첫 번째 원점망 분석 아이콘을 선택하면 해석된 최소 안전율 분포 및 결과를 분석하는 기능을 하는 대화상자가 생성된다.

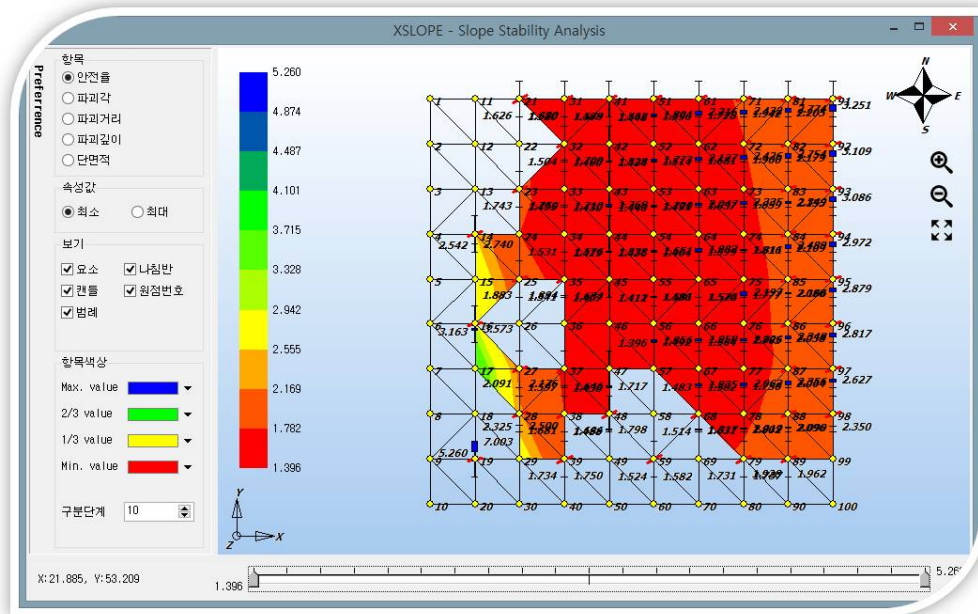


그림 4.60 원점망 분석

원점망 분석 설정 방법

1. 항목 : 사용자가 보고자하는 결과에 해당하는 항목을 선택
 - ① 안전율 : 해석된 안전율 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ② 파괴각 : 해석된 파괴각 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ③ 파괴거리 : 해석된 파괴거리 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ④ 파괴깊이 : 해석된 파괴깊이 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ⑤ 단면적 : 해석된 단면적 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
2. 속성값 : 속성값을 최소 및 최대값을 선택
3. 보기 : 선택 여부에 따라서 오른쪽 화면에 표시 ON/OFF 를 결정
 - ① 요소 : 각 절점을 이은 선
 - ② 나침반 : 화면 우측 상단에 표시된 나침반
 - ③ 캔들 : 해석결과를 최소 및 최대값으로 표시한 캔들
 - ④ 원점번호 : 각 절점마다 표시된 절점 번호

⑤ 범례 : 화면 좌측에 위치한 범례

4. 항목 색상 : 좌측 범례의 각 단계마다 분할 색상을 설정

① 구분단계 : 범례의 색상별 구분 단계를 설정

(2) 안전율 분석 (Rose)

해석 실행 후 메인화면 상단의 안전율 분석 아이콘을 클릭하면 다음과 같은 안전율 분석(Rose) 대화상자가 생성된다. 안전율 분석결과를 Rose형태로 표시해준다.

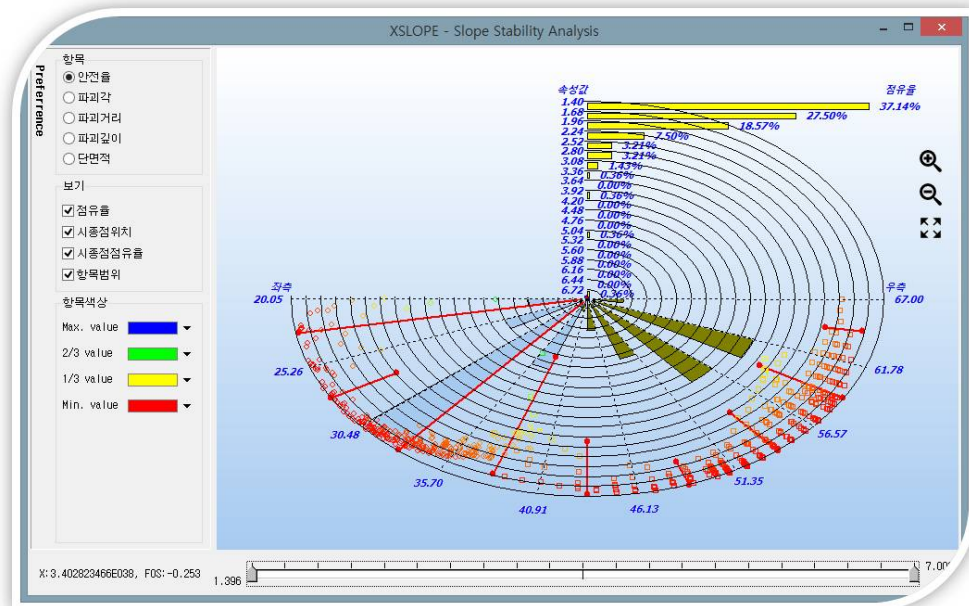


그림 4.61 안전율 분석(Rose)

안전율 분석(Rose) 설정 방법

1. 항목 : 사용자가 보고자하는 결과에 해당하는 항목을 선택

- ① 안전율 : 해석된 안전율 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
- ② 파괴각 : 해석된 파괴각 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
- ③ 파괴거리 : 해석된 파괴거리 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
- ④ 파괴깊이 : 해석된 파괴깊이 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
- ⑤ 단면적 : 해석된 단면적 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시

2. 보기 : 선택 여부에 따라서 오른쪽 화면에 표시 ON/OFF 를 결정

- ① 점유율 : 각 절점의 점유율을 표시
- ② 시종점 위치 : 각 절점의 시종점 위치를 표시
- ③ 시종점 점유율 : 각 절점의 시종점 점유율을 표시
- ④ 항목범위 : 각 절점의 범위를 표시

3. 항목 색상 : 좌측 범례의 각 단계마다 분할 색상을 설정

(3) 안전율 분석 (Line)

해석 실행 후 메인화면 상단의 안전율 분석 아이콘을 클릭하면 다음과 같은 안전율 분석(Line) 대화상자가 생성된다. 안전율 분석결과를 Line형태로 표시해준다.

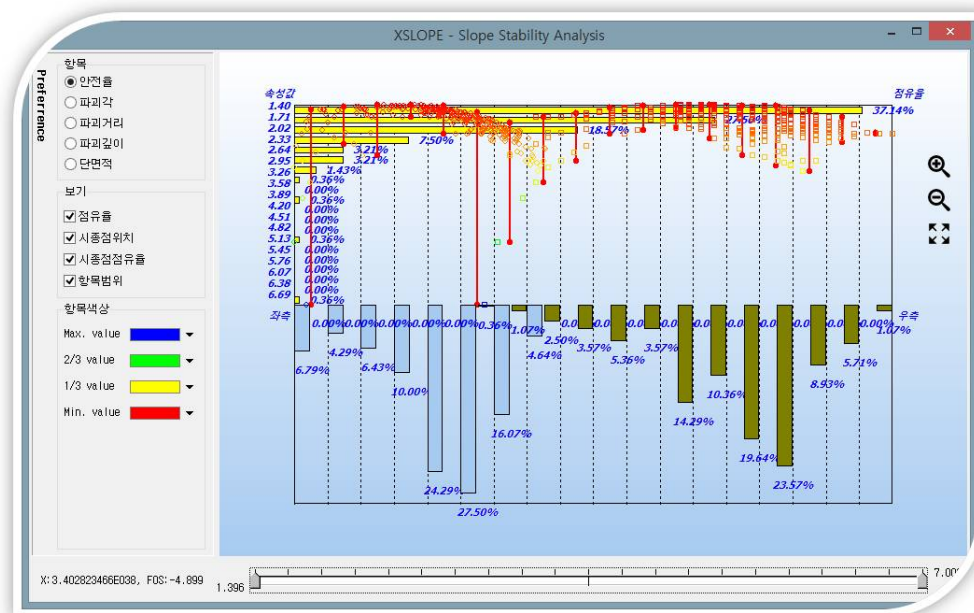


그림 4.62 안전율 분석(Line)

안전율 분석(Line) 설정 방법

1. 항목 : 사용자가 보고자하는 결과에 해당하는 항목을 선택

- ① 안전율 : 해석된 안전율 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시

- ② 파괴각 : 해석된 파괴각 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
- ③ 파괴거리 : 해석된 파괴거리 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
- ④ 파괴깊이 : 해석된 파괴깊이 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
- ⑤ 단면적 : 해석된 단면적 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시

2. 보기 : 선택 여부에 따라서 오른쪽 화면에 표시 ON/OFF 를 결정

- ① 점유율 : 각 절점의 점유율을 표시
- ② 시종점 위치 : 각 절점의 시종점 위치를 표시
- ③ 시종점 점유율 : 각 절점의 시종점 점유율을 표시
- ④ 항목 범위 : 각 절점의 범위를 표시

3. 항목색상 : 좌측 범례의 각 단계마다 분할 색상을 설정

(4) 안전율 분석

해석 실행 후 메인화면 상단의 안전율 분석 아이콘을 클릭하면 다음과 같은 안전율 분석 대화 상자가 생성된다. 안전율 분석결과를 표시해준다.

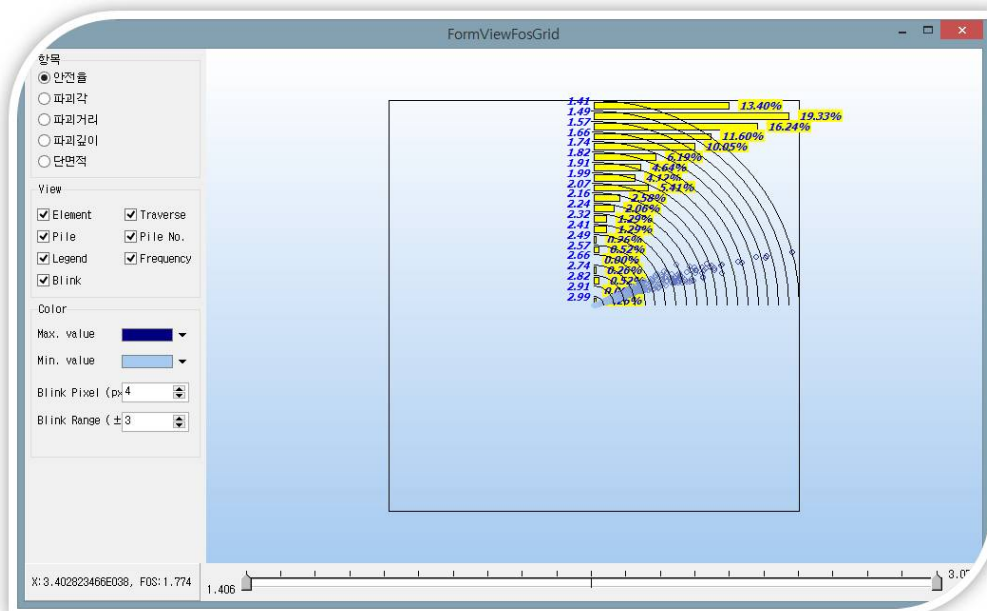


그림 4.63 안전율 분석

1. 항목 : 사용자가 보고자하는 결과에 해당하는 항목을 선택
 - ① 안전율 : 해석된 안전율 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ② 파괴각 : 해석된 파괴각 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ③ 파괴거리 : 해석된 파괴거리 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ④ 파괴깊이 : 해석된 파괴깊이 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ⑤ 단면적 : 해석된 단면적 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시

2. 보기 : 선택 여부에 따라서 오른쪽 화면에 표시 ON/OFF 를 결정
 - ① Element : 요소 ON/OFF
 - ② Traverse : 나침반 ON/OFF
 - ③ Pile : 말뚝 ON/OFF
 - ④ Pile No. : 말뚝번호 ON/OFF
 - ⑤ Legend : 범례 ON/OFF
 - ⑥ Frequency : Frequency ON/OFF
 - ⑦ Blick : 범례 ON/OFF

3. Color : 좌측 범례의 각 단계마다 분할 색상을 설정
 - ① Blick Pixel : Blick 픽셀 크기
 - ② Blick Range : Blick 범위

(5) 안전율 분석 (3D)

해석 실행 후 메인화면 상단의 안전율 분석 아이콘을 클릭하면 다음과 같은 안전율 분석(3D) 대화상자가 생성된다. 안전율 분석결과를 3D형태로 표시해준다.

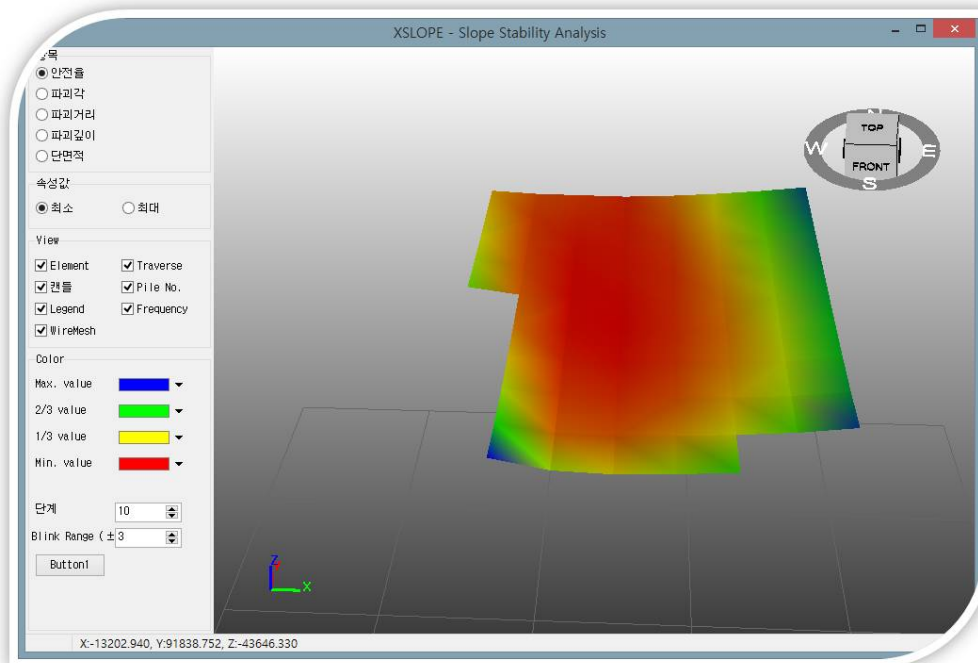


그림 4.64 안전율 분석(3D)

안전율 분석(3D) 설정 방법

1. 항목 : 사용자가 보고자하는 결과에 해당하는 항목을 선택
 - ① 안전율 : 해석된 안전율 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ② 파괴각 : 해석된 파괴각 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ③ 파괴거리 : 해석된 파괴거리 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ④ 파괴깊이 : 해석된 파괴깊이 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
 - ⑤ 단면적 : 해석된 단면적 결과를 그림 및 최소·최대값으로 표시
2. 보기 : 선택 여부에 따라서 오른쪽 화면에 표시 ON/OFF 를 결정
 - ① Element : 요소 ON/OFF
 - ② Traverse : 나침반 ON/OFF
 - ③ Pile : 말뚝 ON/OFF
 - ④ Pile No. : 말뚝번호 ON/OFF
 - ⑤ Legend : 범례 ON/OFF

⑥ Frequency : Frequency ON/OFF

⑦ Blick : 범례 ON/OFF

3. Color : 좌측 범례의 각 단계마다 분할 색상을 설정

4. 단계 : 색상 단계

5. Blick Range : Blick 범위

(6) 절편정보

해석된 절편의 세부 데이터를 목록별로 표시해준다. 화면(뷰) 좌측에는 화면 세부기능을 설정할 수 있는 여러 가지 기능버튼이 있으며, 화면 우측에는 각 절편정보가 표시되어 있다.

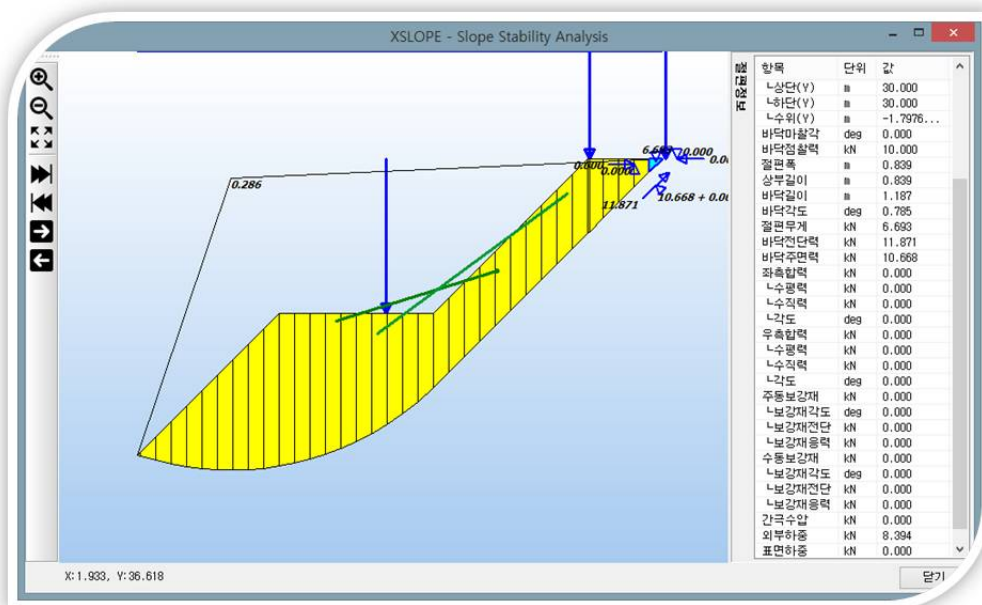


그림 4.65 절편정보

표 4.13 절편 정보 보기 기능 버튼

아이콘	명 령	설 명
	확대보기	페이지를 확대해서 보기
	축소보기	페이지를 축소해서 보기
	화면에 맞추기	데이터 그림을 화면에 맞춘다.

	다음 절편으로 이동	페이지를 폭에 맞추어 보여준다
	이전 절편으로 이동	페이지를 높이에 맞추어 보여준다.
	다음 파괴면으로 이동	화면 좌측에 미리보기 기능을 설정
	이전 파괴면으로 이동	화면 좌측에 개요별로 볼 수 있는 기능 설정

4.4 보고서

지금까지 입력한 해석에 필요한 여러 가지 정보들과 해석 결과를 보고서 형식으로 나타낸다. 다음 내용에서는 사용자가 입력한 여러 가지 정보들과 해석 결과를 볼 수 있다. 또한 해석결과는 텍스트와 그림 및 도표형식으로 나타내어 주어 결과를 좀 더 쉽게 분석하는 데 도움이 될 것이다. 아래 그림은 메인화면에서 보고서 아이콘 버튼을 클릭한 후 생성되는 화면이다.

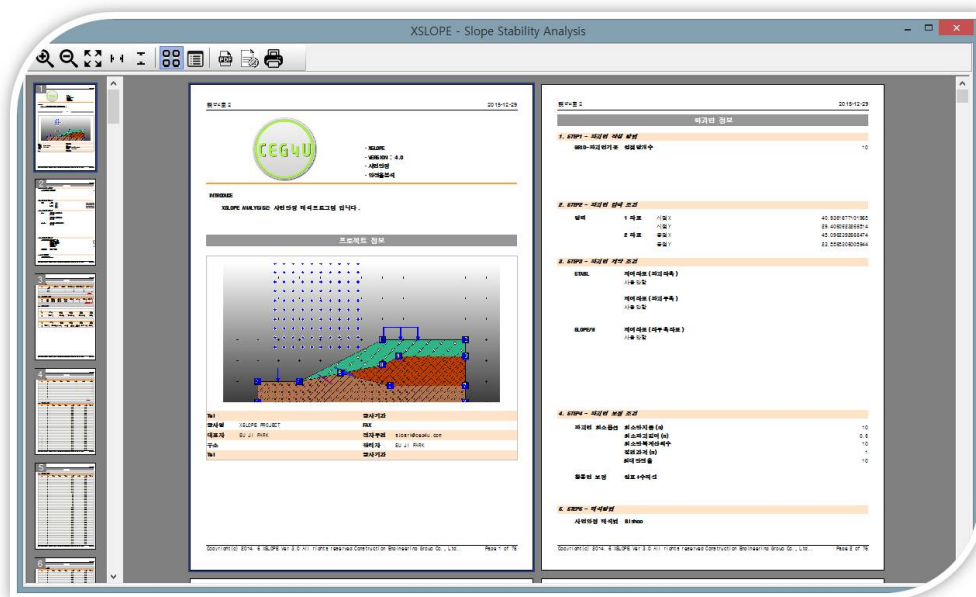


그림 4.66 보고서 출력

표 4.14 보고서 보기 기능 버튼

아이콘	명 령	설 명
	확대보기	페이지를 확대
	축소보기	페이지를 축소
	화면에 맞추기	페이지를 화면에 맞춤

	폭 맞춤	페이지를 폭에 맞춤
	높이 맞춤	페이지를 높이에 맞춤
	미리보기	화면 좌측 미리보기 기능 설정
	개요보기	화면 좌측 개요별 보기 기능 설정
	pdf 출력	.pdf형식의 파일로 출력
	페이지 설정	출력할 페이지 옵션을 설정
	인쇄	인쇄

5. 업데이트

5.1 업데이트 확인

프로그램은 유지보수기간동안 사용자가 소지하고 있는 Hasp key를 통해서 업데이트를 진행한다. 업데이트를 진행하기 위해서는 우선 메인화면의 상단의 업데이트[] 버튼을 눌러서 다음과 같은 창이 생성되면 업데이트 확인 버튼을 클릭해서 업데이트를 진행한다. 업데이트는 프로그램 유지 보수 기간에 관련해서 업데이트 가능 여부가 결정된다.

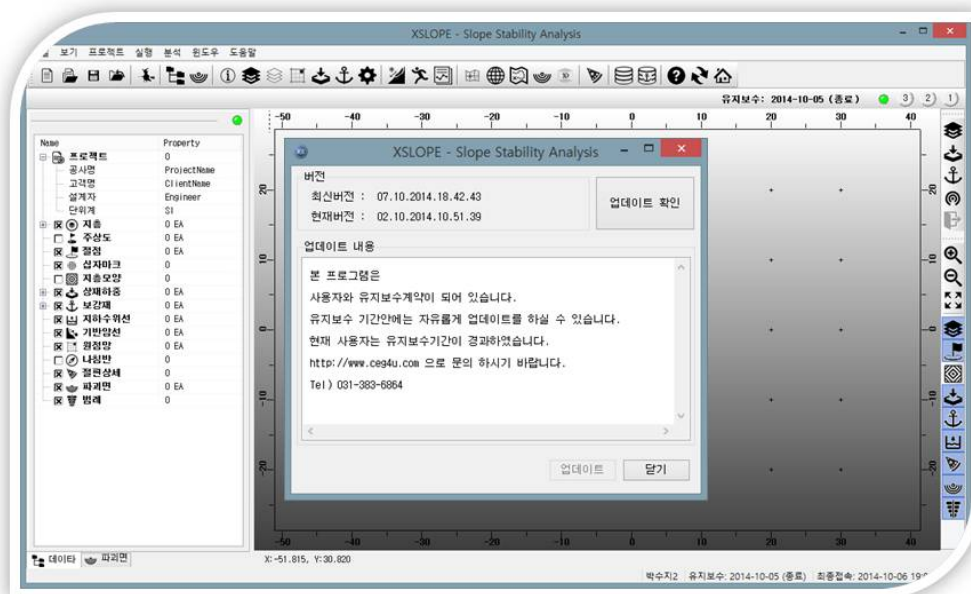


그림 4.67 업데이트

5.2 업데이트 작업

만약에 프로그램을 작업 중인 상태에서 업데이트를 진행하면 다음과 같은 창이 생성된다. 따라서 진행하던 프로젝트를 닫고 다시 업데이트를 진행한다.

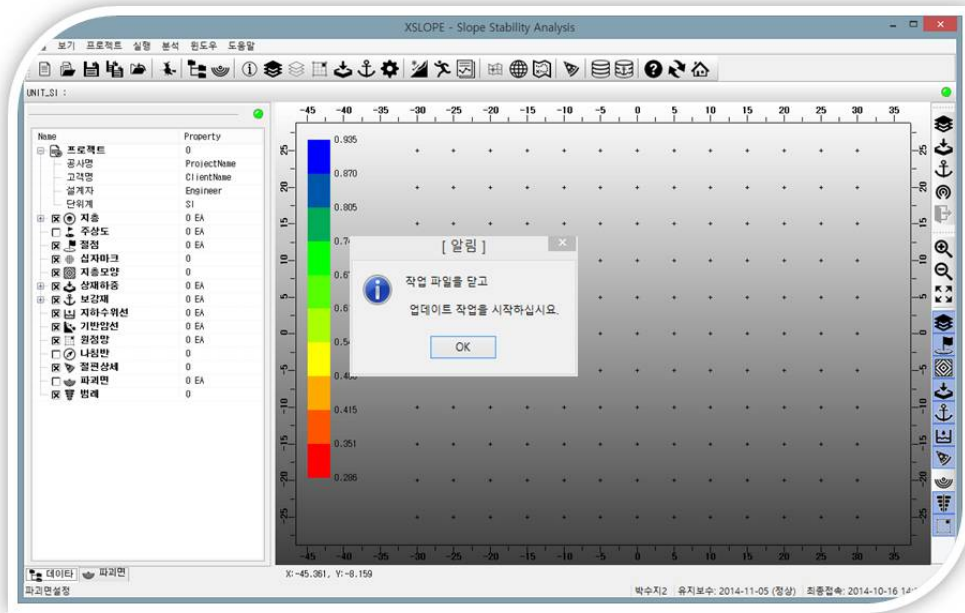


그림 4.68 업데이트 불가

업데이트가 정상적으로 진행되면 다음과 같은 진행 상태를 보여주며 업데이트를 실행한다.

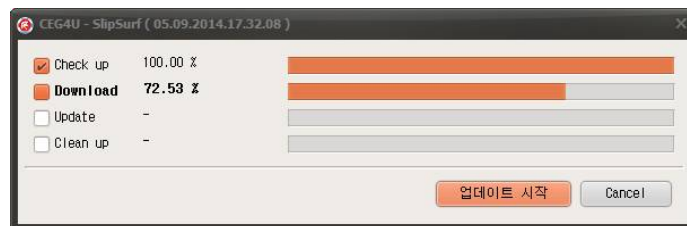


그림 4.69 업데이트 진행 바

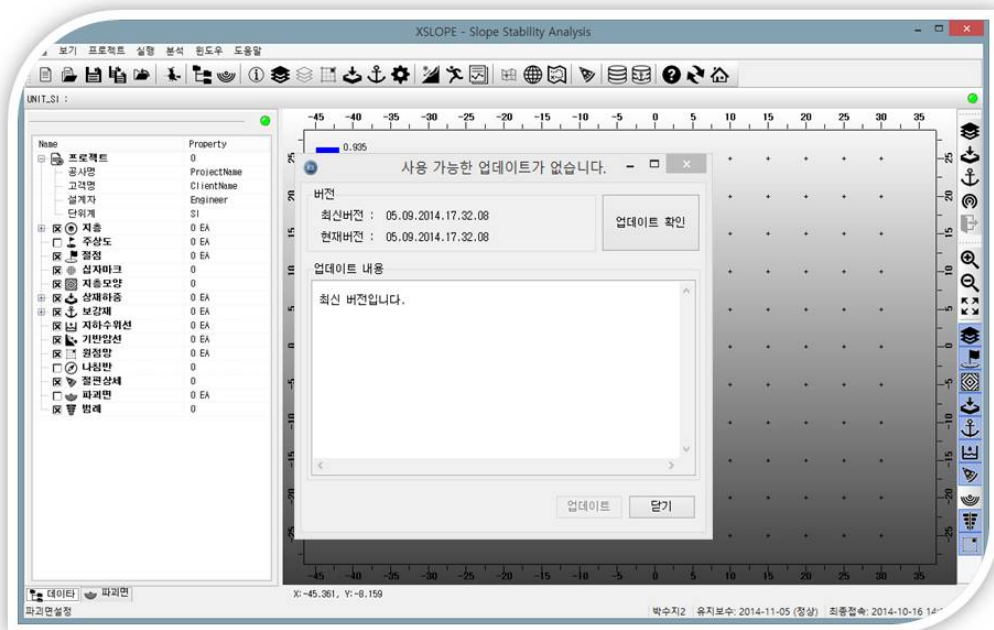


그림 4.70 업데이트 완료

제5장

Slipsurface

XSLOPE Ver 4.0 For Windows!

사면안정 해석 적용이론

1. 사면안정해석에 관한 이론

1.1 사면안정해석 개요

사면안정해석은 현재 한계평형방법(Limit Equilibrium Method)을 주로 사용하고 있으며, 기본 가정은 직선, 원호, 대수나선으로 가정된 표면이나 불규칙적인 표면을 따라 Coulomb의 파괴표준이 만족된다는 것으로, 활동면을 따라 파괴가 일어나려는 순간에 있는 토체의 안정성을 해석하는 것이다. 문제를 단순화하기 위한 가정을 설정하고 이 방법을 사용하면 간단한 정역학 이론으로 해를 얻을 수 있게 된다. 한계평형법은 절성토사면의 안정해석에 널리 사용되고 있으며, 이 방법의 유용성과 신뢰성은 현재까지 축적된 경험을 통하여 잘 알려져 있다. 한계평형이론에 의한 사면안정 해석방법은 여러 가지가 있으나 그 정확성은 강도 정수와 사면의 기하학적 조건의 정확도 및 각 해석방법 고유의 정밀도에 따라 좌우된다. 대부분의 경우에 있어서는 강도정수와 기하학적 조건이 각 해석방법의 차이보다 결과에 더 큰 영향을 미치게 된다. 해석방법으로는 $\phi = 0$ 해석법, Fellenius방법, Bishop방법, Janbu의 방법, Spencer의 방법, Morgen stern and Price방법, 일반한계 평형(GLE)방법, 대수나선해석방법, 무한사면해석법, 흙 썰기 해석법 등이 있다. 한계평형이론에 의한 사면안정해석법은 다음 4가지 특성을 공통적으로 가지고 있다.(Duncan & Wright, 1980)

1) 안전율 F의 정의가 동일하다. 즉,

$$F = \frac{S}{\tau}$$

여기서, S = 전단강도(Shear Strength)

τ = 전단응력(Shear Stress)

안전율이 전단강도의 힘으로 정의되기 때문에 안전율은 가장 중요한 미지수가 된다.

2) 흙의 강도- 변위 특성은 non - brittle이며, 큰 변위가 일어나는 동안에도 전단강도의 값은 동일하다고 생각한다. 한계평형방법에서는 변위를 전혀 고려하지 않으므로 이러한 가정이 필요하게 된다. 따라서, 엄격히 말하자면 이 방법은 잔류강도(Residual Strength)가 최대강도(Peak Strength)보다 훨씬 적은 흙 사면안정해석에는 부적당하다. 실제에서 이러한 난점은 최대강도 보다 적은 강도를 채택함으로 극복하고 있다.

3) 전단응력 τ 와 활동면의 수직응력 σ 를 산정하기 위하여 평형방정식을 사용하게 된다. 수직응력 σ 는 다음과 같이 전단강도 S 를 구하는데 필요하다.

$$S = c + \sigma \cdot \tan \phi$$

4) 한계평형법에 의한 사면안정해석은 부정정 문제이다. 즉, 미지수의 수가 방정식의 수 보다 많다. 따라서 해를 구하기 위해서는 미지수의 수와 방정식 수의 차이를 보완할 수 있는 개수만큼의 가정을 도입하고 있다. 즉, 방정식, 미지수 및 가정은 다음과 같이 설정하고 있다.

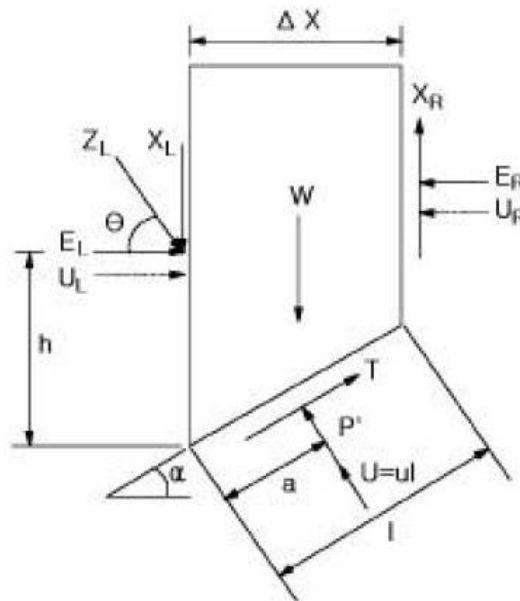


그림 5.1 절편에 작용하는 힘의 system

위 그림에서 보인바와 같이 사면을 n개의 절편으로 나누면

방정식 수 : $3n$ 개 (연직력, 수평력, 모멘트평형)

미 지 수 : $(5n - 2)$ 개

힘의 평형 : n 개의 유효수직응력값(각 절편마다 1개씩)
 $n - 1$ 개의 X 값 (절편의 연직 경계면 마다 1개씩)
 $n - 1$ 개의 E 값 (절편의 연직 경계면 마다 1개씩)
 1개의 안전율
 미 지 수 : $(3n - 1)$ 개
 모멘트평형 : n 개의 a 값 (a 는 모멘트이 팔길이)
 $n - 1$ 개의 h 값 (h 는 E 의 작용점)
 미 지 수 : $(2n - 1)$ 개

힘과 모멘트평형 고려시 총 $(5n-2)$ 개의 미지수가 있으므로 $(2n-2)$ 차 부정정이 된다. 이 부정정 차수를 극복하기 위하여 가정을 설정할 필요가 생기게 된다. 각 방법은 서로 다른 가정위에 성립 되었으므로 계산된 안전율이 상이하며 어느 것도 정확한 해를 얻을 수는 없다. 그러나 다음과 같은 가정설정은 실용상으로 타당성이 있는 결과를 얻을 수 있다.

1) 절편의 저면에 작용하는 $\bar{\sigma}$ 의 작용위치 a 는 절편의 중앙점(또는 중심)이라고 가정해도 큰 오차는 일어나지 않는다. (n 의 미지수가 제거된다.)

3) 절편의 측면에 적용하는 수직응력과 전단력의 합력이 수평면과 이루는 각 θ 나 위치 h 를 가정 함으로써 $n-1$ 개의 미지수가 제거되어 $(2n-1)$ 개의 미지수가 제거된다.

따라서, 미지수의 수가 방정식의 수보다 1개 더 적은 것이 된다.

즉, 미지수의 수 = $5n-2$

방정식의 수 = $3n$

가정조건 수 = $2n-1$

한계평형이론에 의한 사면안정 해석법은 가정에 따라 일부는 직접 안전율을 계산할 수 있고 (Linear Method), 나머지는 안전율을 얻기 위하여 반복계산을 할 필요가 생긴다.(Non Linear Method)

표 5.1 사면안정 해석법의 분류

구분	사면안정해석법
선형법	무한사면해석법 Sliding block 혹은 Wedge해석법 $\phi_u=0$ 법 Fellenius 법
비선형법	일반한계평형해석법(GLE) Bishop 간편법 Janbu 간편법 Janbu 정밀법 Spencer 법 Morgenstern & Price 법

표 5.2 비선형 안정해석법의 가정과 안전율 계산근거

Method	Assumption	Factor of Safety based on	
		Moment Equilibrium	Force Equilibrium
Fellenius	$X/E = \tan x$	○	
Simplified Bishop	$X_R - X_L = 0$	○	
Spencer	$X/E = \tan \theta$	○	○
Janbu's Simplified	$X = 0$		○
Janbu's Rigorous	Thrust Line		○
Morgenstern & Price	$X/L = \lambda f(x)$	○	○

다음절에서 가장 보편적으로 사용되는 사면안정해석방법에 대하여 설명하고 해석방법에 대한 정확성은 강도정수와 사면의 기하학적 조건의 정확도 및 각 해석방법 고유의 정밀도에 따라 좌우된다. 다음의 표는 사면의 기하학적 조건과 각 해석방법 고유의 정밀도를 요약하였으나, 대부분의 경우에 있어서 토성과 기하학적 조건이 해석방법 차이보다 결과에 더 큰 영향을 미치게 되므로, 강도정수를 정확히 산정하는 것이 중요한 사항이 됨을 특히 유의하여야 한다.

표 5.3 한계평형 해석방법에서의 가정조건

방법	절편력에 대한 가정
일반한계평형법(G.L.E)	
Fellenius 방법	절편저면에 평행
수정 Bishop 방법	수평(수직절편력 없다.)
Janbu의 정밀해법	수평력의 작용선 정의 (위치가 변할 수 있다.)
Janbu의 간편법	수평
Spencer의 방법	평형 ($\theta = \text{일정}$)
Morgenstern & Price 방법	절편에서 절편까지 측면력 경사 (θ)의 변화 패턴 : $\theta = X/E = \lambda f(x)$, $f(x)$ 값은 각 내부절편경계로 가정되고 λ 값은 미지수.
흙쌓기 해석법	경사 정의
대수나선사면해석	파괴면의 모양이 대수나선이다.
무한사면해석법	사면에 평행

표 5.4 한계평형 해석방법에서의 파괴면의 형상

방법	활동면의 모양	평형조건만족				실제	
		전도 모멘트	개개 절편 모멘트	수직력	수평력	수계산	컴퓨터계 산
$\psi = 0$ 해석법	원호	○				○	○
일반한계평형 (GLE) 법	임의형상	○	○	○	○		○
수정 Bishop 방법	원호	○		○		○	○
Janbu의 정밀해법	임의형상	○	○	○	○	○	○
Janbu의 간편법	임의형상			○	○	○	○
Spencer의 방법	임의형상	○	○	○	○		○
Morgenstern and Price 방법	임의형상	○	○	○	○		○
흙쌓기해석법	임의형상			○	○	○	○
대수나선사면해석	대수나선	○	-	○	○	○	○
무한사면해석법	평면			○	○	○	○

1.2 사면안정해석 방법

1) Fellenius 방법

이 방법에서는 사면안전율을 활동면 중심에서의 모멘트평형으로 구하고 각 분할절편간의 작용력의 합력은 평형이라는 가정이 사용된다. 분할절편 저면에서의 전 수직응력 σ 와 τ , 간극수압 u 에 대해서는 다음 식과 같이 된다.

$$s = c' + (\sigma - u)\tan\phi'$$

이때 수정전단장도 $\tau = S/F$, $P = \sigma l$, $T = \tau l$ 을 대입하면 다음 아래식과 같이 된다.

$$T = \frac{1}{F}[c'l + (P - ul)\tan\phi]$$

여기서, $P = W\cos\alpha$

전체 분할절편에 대하여 고려하면 아래식과 같다.

$$\sum W\sin\alpha = \frac{1}{F}[c'l + (P - ul)\tan\phi]$$

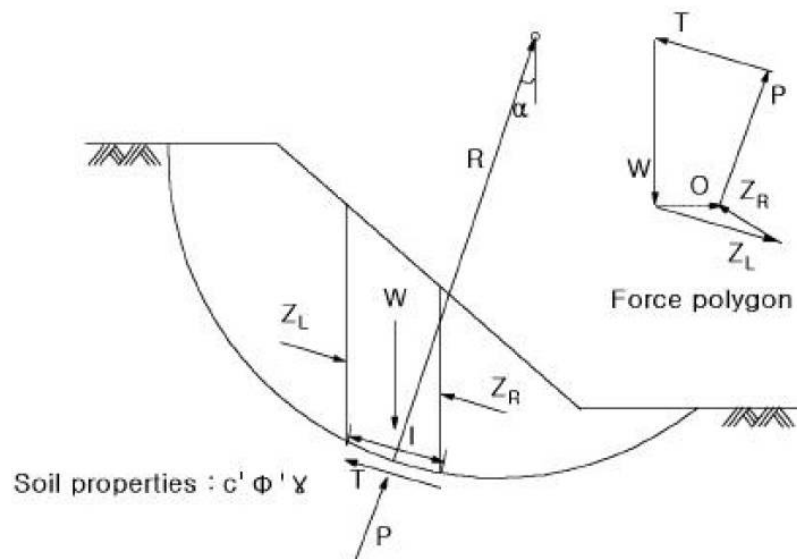


그림 5.2 Fellenius 법

여기서, 안전율 F 를 말뚝 안전율과 구분하기 위하여 $(F_s)_{slope}$ 로 표시하면 다음 식과 같다.

$$(F_s)_{slope} = \frac{[c' l + (W \cos \alpha - ul) \tan \phi]}{\sum W \sin \alpha}$$

2) Bishop 간편법

이 방법은 절편법 가운데 가장 널리 사용되고 있으며 그 결과는 이론상으로 정확한 다른 방법과 별 차이가 없다. 즉 이 방법의 편리성과 신뢰성을 많은 경험으로부터 입증된 셈이다. Bishop (1955)은 그림 5.3에 보인 바와 같이 원호활동면에 대한 사면안정해석법을 발표하였다. 절편의 양 수직면에 작용하는 힘의 합력은 수평방향으로 작용한다고 가정하고 해석하는 방법으로 가상회전 중심을 사용함으로써 비원호 활동면에 대해서도 적용할 수 있다. 즉,

$$X_R - X_L = 0$$

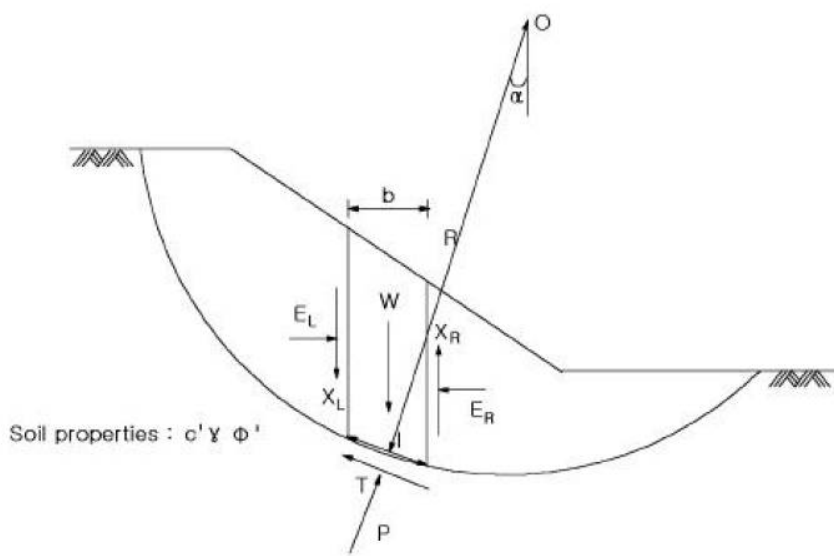


그림 5.3 Bishop's simplified method of slices. (Bishop, 1955)

분할절편저면에서의 전 수직응력 σ 와 τ , 간극수압 u 에 대해서는 아래 식과 같이 된다.

$$s = c' + (\sigma - u) \tan \phi'$$

이때 수정전단강도 $\tau = S/F$, $P = \sigma l$, $T = \tau l$ 을 대입하면 다음 아래식과 같이 된다.

$$T = \frac{1}{F} [c' l + (P - ul) \tan \phi]$$

$$P \cdot \cos \alpha + T \cdot \sin \alpha = W - (X_R - X_L)$$

여기서, $X_R = X_L = 0$ 으로 가정하였으므로 P는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P = [W - \frac{1}{F} (c' / \sin \alpha - ul \tan \phi' \sin \alpha)] \frac{1}{m_a}$$

여기서, $m_a = \cos \alpha (1 + \tan \alpha \frac{\tan \phi'}{F})$

위 그림에서 보는 바와 같이 O점에서의 모멘트 평형을 고려하면 다음과 같이 F를 나타낼 수 있다.

$$F = \frac{\sum (c' l + (P - ul) \tan \phi')}{\sum W \sin \alpha}$$

이 방법식은 이 방정식은 양변에 F를 갖고 있으므로 시산법으로 F를 결정한다. 즉 좌변의 안전율에 초기치를 가정하고 위 식으로 새로운 안전율을 좌변에 대입하면서 계산을 반복하되 두 안전율의 차이가 허용범위 보다 작아질 때의 안전율을 사면의 안전율로 한다. 이 Bishop의 간편법도 정역학적으로 풀이를 얻기 위해 설정한 가정 때문에 정해가 될 수 없다. 이 방법은 전응력해석법과 유효응력해석법에 모두 적용할 수 있으며 현재 가장 널리 쓰이는 방법이다.