

MSEW 3.0 사용설명서

설치방법

다음과 같은 순서를 반드시 지켜 주세요

1. 시디를 넣으면 자동으로 설치프로그램이 실행이 됩니다. Next 계속 선택하여 프로그램설치 마치시고 컴퓨터를 재부팅합니다.
2. 만약, 자동으로 설치프로그램 실행되지 않으면 CD안에 있는 setup.exe을 실행한다. 설치가 끝나면 재부팅한다.
3. 락키를 usb포트에 삽입하고 락키에 빨간 불이 들어 올때까지 기다린다.(약2분소요)
4. 락키에 빨간불이 들어오면 바탕화면에서 MSEW3.0을 실행한다.

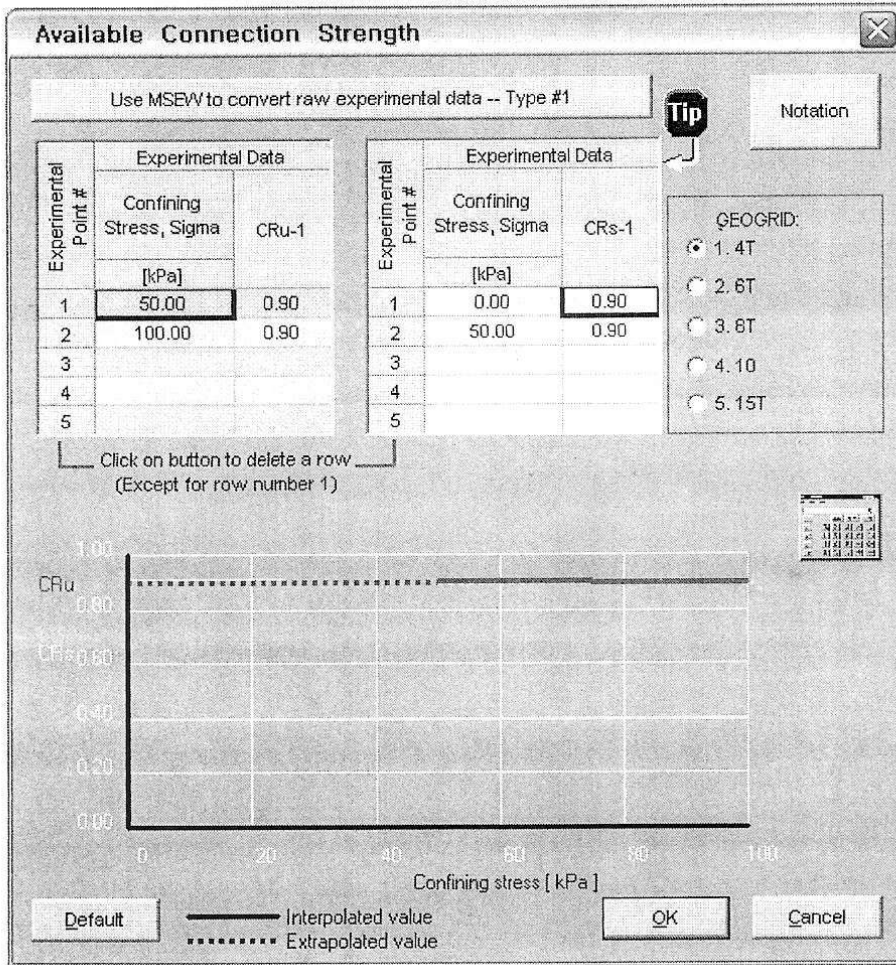
보강토옹벽에 대한 구조계산에 대한 좀 더 자세한 내용은 영문사용설명서를 참조 하세요

영문 사용 설명서는 프로그램설치 후 다음에 폴더에 있습니다.

C:\WProgram Files\WADAMA\MSEW(3.0) 폴더에 있는 FHWA-NHI-00-043.pdf 파일을 참고 하세요

참고사항.

프로그램 운영시 FACIA부분에서 다음과 같은 화면 나옵니다. 설명서 16쪽 참조
이부분은 블록과 보강재 사이의 전단실험치를 입력해야 합니다. 만약 실험치를 모르면 아래
그림처럼 값을 입력하세요.



뒷장은 CRu, CRs 값에 대한 설명서 입니다.

MSEW 3.0 빠른 사용방법

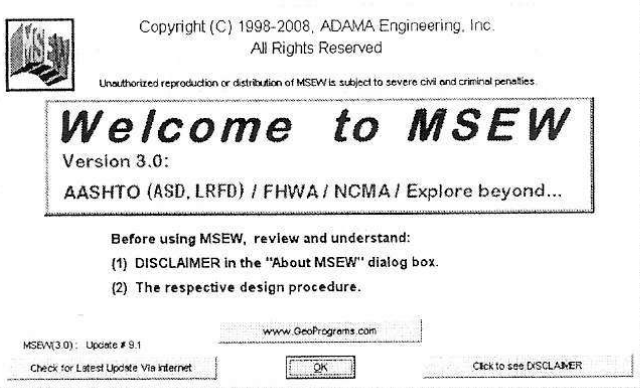


그림 1

C.1 프로그램의 초기 화면

본 프로그램을 실행 시키면 다음과 같은 화면이 나타난다.

OK를 클릭하면 본 프로그램으로 들어 가게 된다.

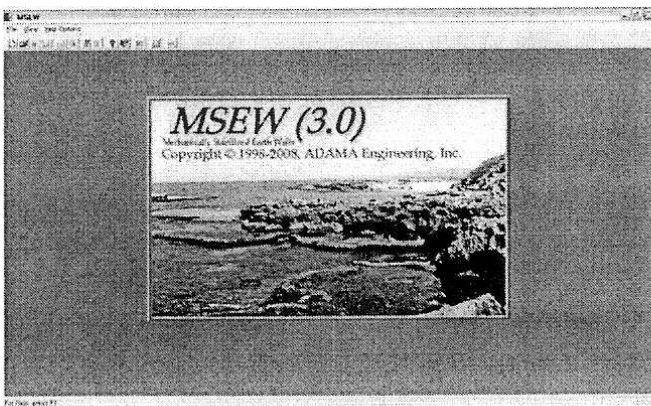


그림 2 시작화면

초기 화면이 나오면 file menu에서 new를 클릭하여 project identification을 (작성한 후 OK를 클릭한다 단, Project title과 Designer는 반드시 입력하여야 한다).

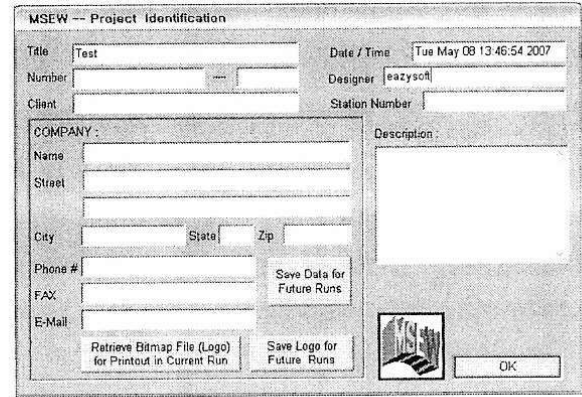


그림 3 설계정보입력창

Project Identification 입력이 끝나고 OK를 클릭하면 본 내용 입력화면이 나타난다.

C.2 설계모드(design mode) 사용방법

다음에 열거되는 세부적인 창이 나타나게 된다.

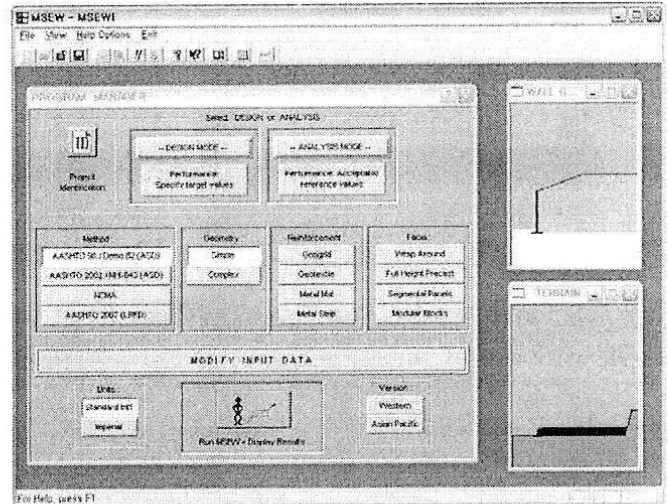


그림 4 메인화면

C.2.1 PROGRAM MANAGER

Project Identification 항목은 그림1의 화면이 나타납니다. 값을 입력하고 ok버튼을 클릭합니다.

Select DESIGN or ANALYSIS항목은 설계를 어떤

형식으로 할 것인지 선택하는 항목입니다.

DESIGN모드와 ANALYSIS모드 둘 중 하나만 선택할 수 있습니다. 통상적으로 DESIGN모드로 먼저 설계를 하고 ANALYSIS모드 재설계를 하여 적절한 그리드 타입과 길이를 산출합니다.

DESIGN모드는 주어진 안전율에 따라 그리드 뒫길이가 자동으로 조정되면서 사용된 그리드의 적절성 여부를 체크해 줍니다.

ANALYSIS모드는 주어진 안전율에 상관없이 구조계산한 결과 값을 계산해 줍니다. 그리드 뒫길이가 자동으로 조정되지 않고 뒫길이를 수동으로 입력해야 합니다.

DESIGN모드를 선택하면 다음과 같은 설계안전율입력화면이 나옵니다. 필요한 안전율을 입력하고 OK버튼을 클릭합니다.

Method 항목 : 구조계산을 어떤 방법으로 할 것인지 선택, AASHTO선택

Geometry 항목 : 옹벽형태결정, 단순한 형태는 simple 선택, 2단옹벽이나 교대는 complex

Reinforcement 항목 : 보강재종류 선택, Geogrid선택

Facia 항목 : 블록 형태 선택, 블록식 보강토 옹벽 일경우 Modular blocks을 선택

위 그림과 같이 선택 후 Design 버튼 클릭

C.3 MODIFY INPUT DATA

메인화면 중간에 있는 MODIFY INPUT DATA을 선택하면 아래의 그림과 같이 화면이 나타난다. 위 항목들의 자세한 입력값을 입력한다. 각각의 버튼을 클릭하면 데이터를 입력한다.

그림 5

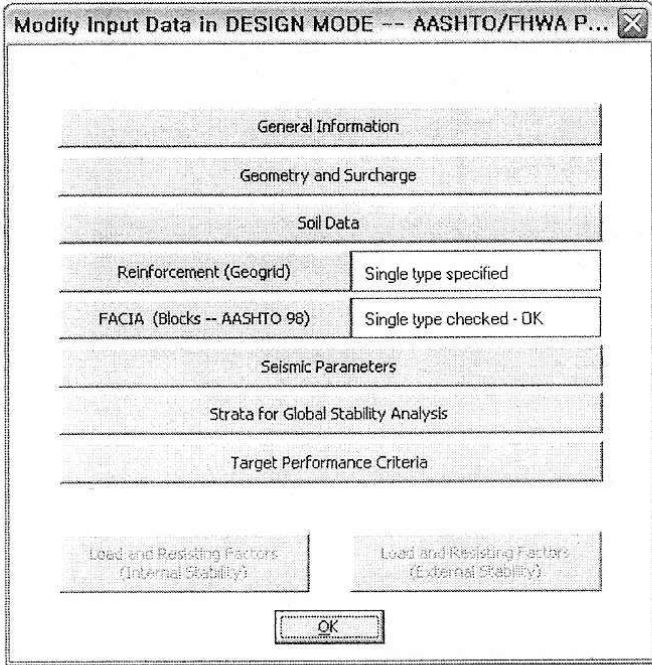


그림 6

모든 항목의 세부 입력이 끝났으면 RETURN버튼을 클릭하면 빠져 나온다.

General Information

그림3에서 입력한 창이 나타난다.

Geometry and Surcharge

1) Simple or Complex

그림4에서 Geometry타입을 Simple로 선택했다면 다음과 같은 화면이 나타난다.

Height H : 근입깊이를 제외한 옹벽의 높이

BackSlope : 옹벽 상부의 성토 기울기

Batter : 옹벽의 기울기

BackSlope ris : 성토사면의 높이

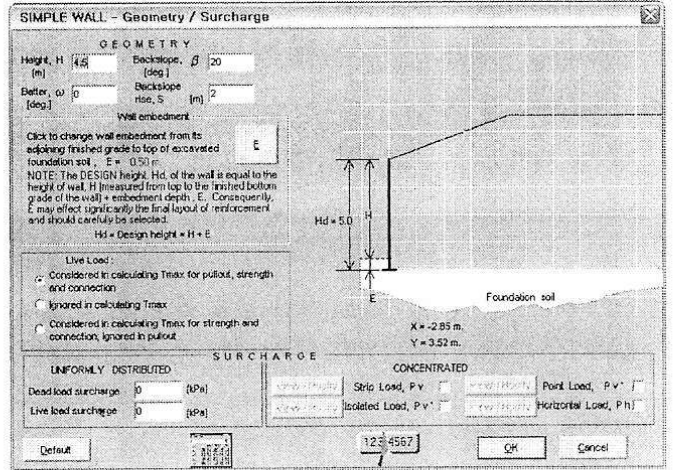


그림 7

E 를 클릭 하면 아래의 그림이 나타나고 옹벽 근입 깊이에 대한 데이터를 입력한다.

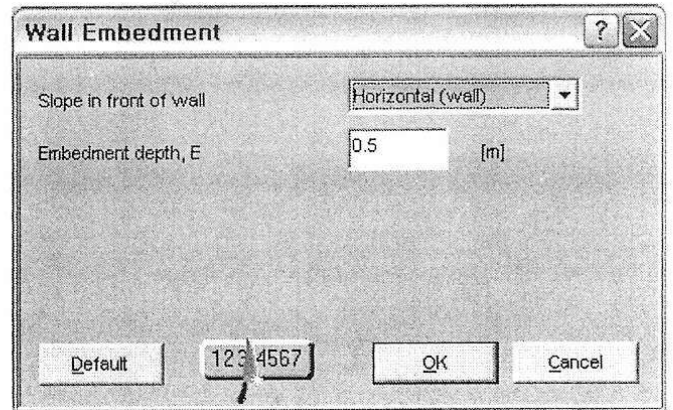


그림 8

OK를 클릭하여 그림8, 그림7을 닫고 그림6으로 돌아간다.

Soil Data

그림6에서 Soil Data를 클릭하여 그림9에서 Soil Data를 입력한다.

Reinforced Soil : 보강토의 토양데이터

Retained Soil : 보강토체의 토양데이터

Foundation Soil : 기초지반의 토양데이터

OK를 클릭하여 그림6으로 돌아 간다.

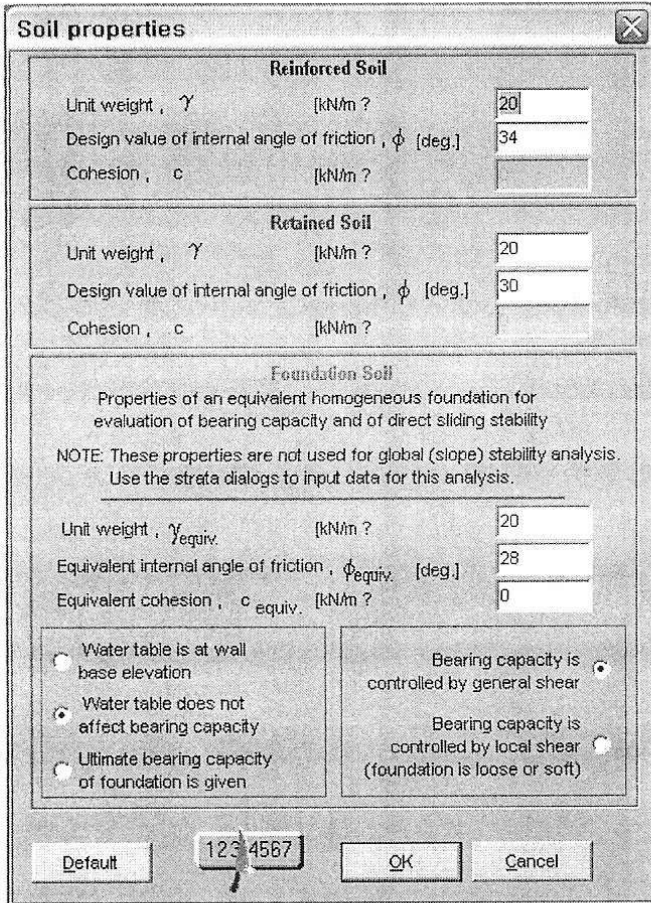


그림 9

Reinforcement (Geogrid)

그림6에서 Reinforcement (Geogrid)을 클릭하여 그림 10 보강재데이터와 그리드를 포설한다.

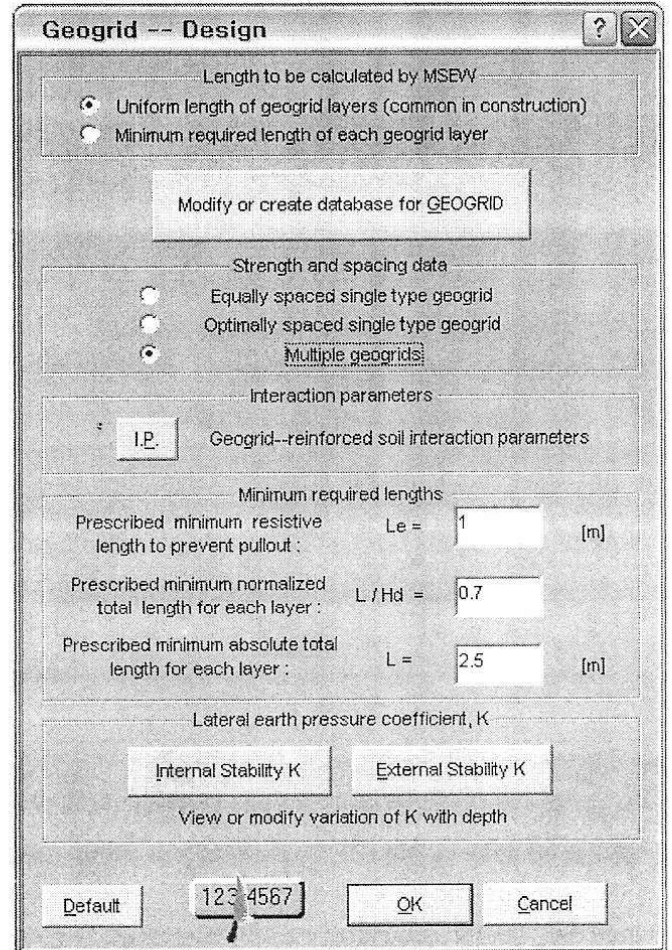


그림 10

1) Length to be calculated by MSEW : 보강재길이 선택

보강재길이 선택은 두 가지 경우로 볼수 있다.

①단일길이의보강재(Uniform length of geogrid layers)를 사용하는 경우. 보강재길이가 동일하게 설계

②각층에 소요 최소 보강재 길이(minimum required length of each geogrid layer)를 사용하는 경우.

여기서 Uniform length 선택

2)Strength and spacing data : 보강재의 강도와 수평,

수직간격에 대한데이터

① Equally spaced single type geogrid : 동일한 간격의 단일한 종류의 보강재 를 사용할 경우.

② Optimally spaced single type geogrid : 최상의 보강재 포설 간격과 단일한 종류의 보강재 를 사용할 경우.

③ Multiple geogrid : 다양한 종류의 그리도와 포설간격으로 설계를 할 경우.

여기서는 3번 Multiple geogrid을 선택한다. 선택하면 그림 11이 나타난다.

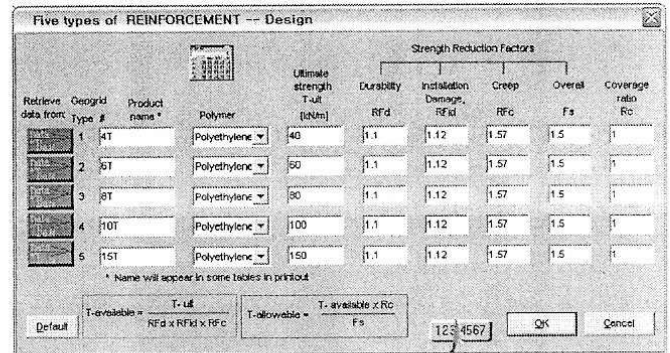


그림 12

아래 그림에서 그리드 데이터가 이미 입력되어 있지만 우리가 사용한 블록크기와 맞지 않기 때문에 하단의 Click to Delete top layer을 계속 클릭하여 입력된 그리드 모두 지운다.

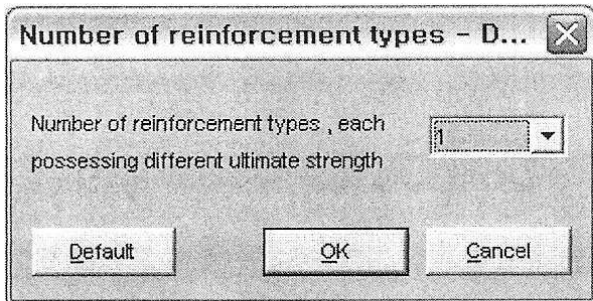


그림 11

사용할 그리드종류의 개수를 입력하고 OK를 클릭한다.

그림11에서 그리드 종류를 5개로 선택 하였다면 그림12가 나타난다. 여기서 필요한 그리드의 물성치 데이터를 입력한다.

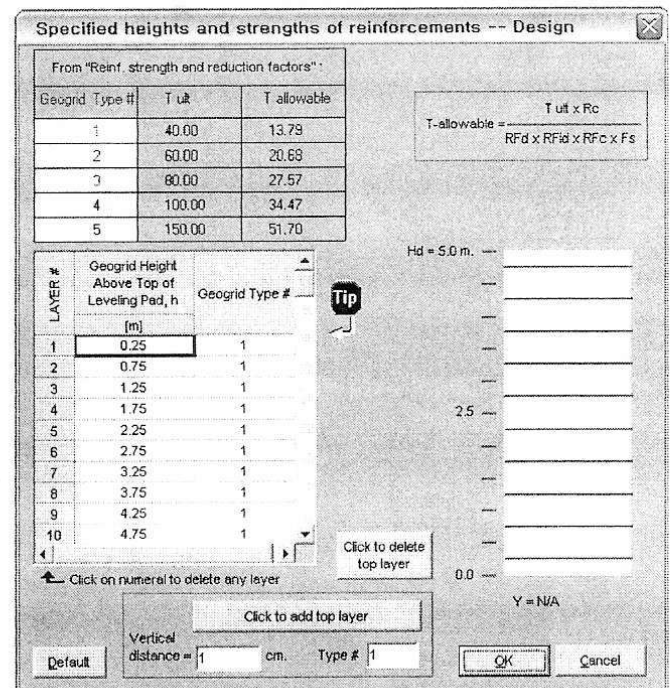


그림 13

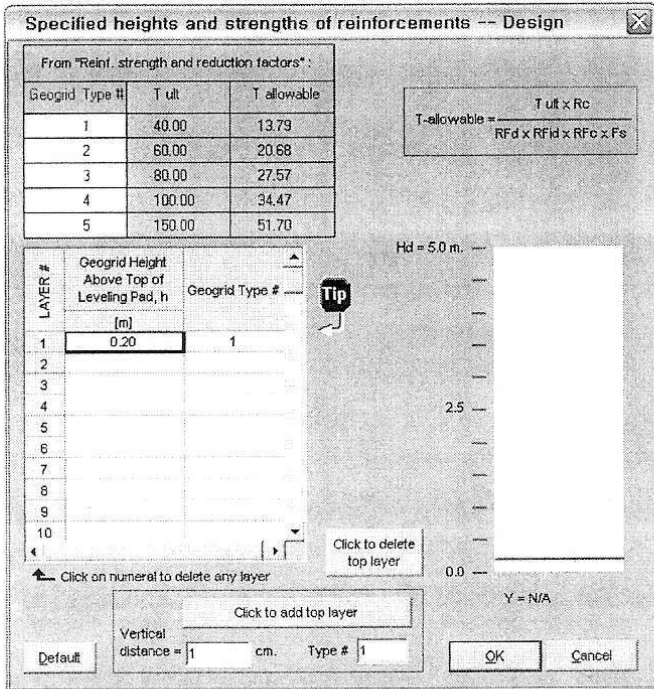


그림 14

위에서 제일 밑단의 그리드 포설 높이를 입력한다. 여기서 0.2를 입력하고 사용할 그리드 타입은 1번을 사용했다.

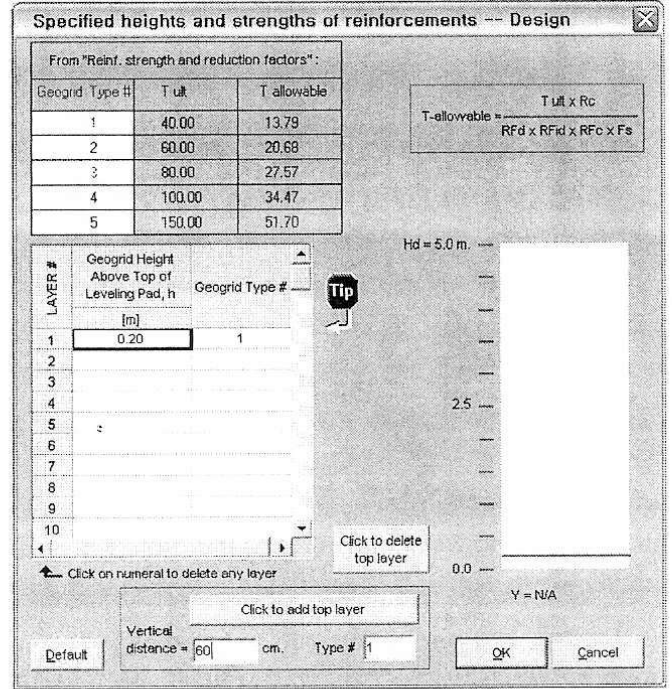


그림 15

MSEW는 수동으로 그리드를 포설하여 가장 이상적인 설계조건을 만든다. 여기서 하단의 Vertical distance를 60cm, Type#를 1로 입력하고 Click to add top layer버튼을 계속 클릭하여 옹벽높이 만큼 포설한다. Vertical distance 블록높이의 배수로 입력한다. 여기서 블록 높이를 20cm로 가정하고 60cm간격으로 포설하였다.

그림 16처럼 포설을 한다.

OK버튼을 클릭하여 열려있는 창을 모두 닫는다. 그림 6으로 돌아간다.

아직 블록에 대한 물성치를 입력하지 않았기 때문에 그림6에서 FACIA버튼을 클릭하여 블록에 대한 데이터를 입력한다.

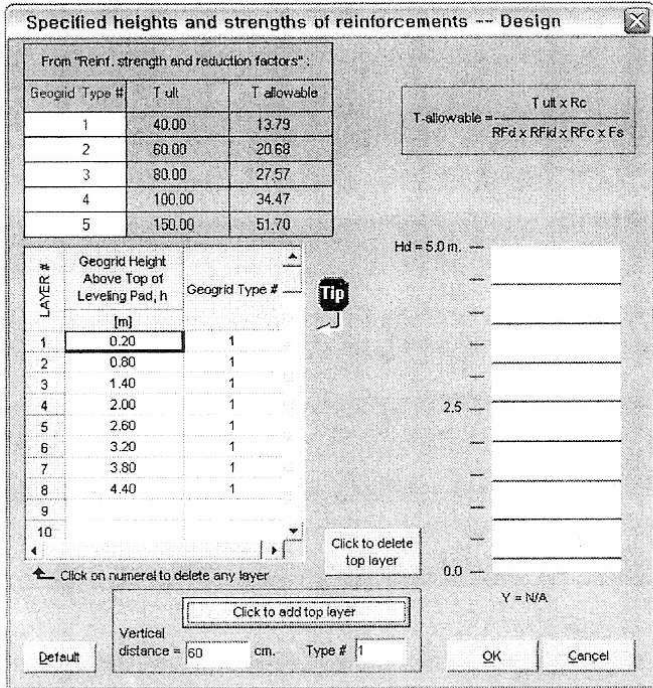


그림 16

블록 사이즈와 무게의 중심값을 입력하고 NEXT를 클릭한다.

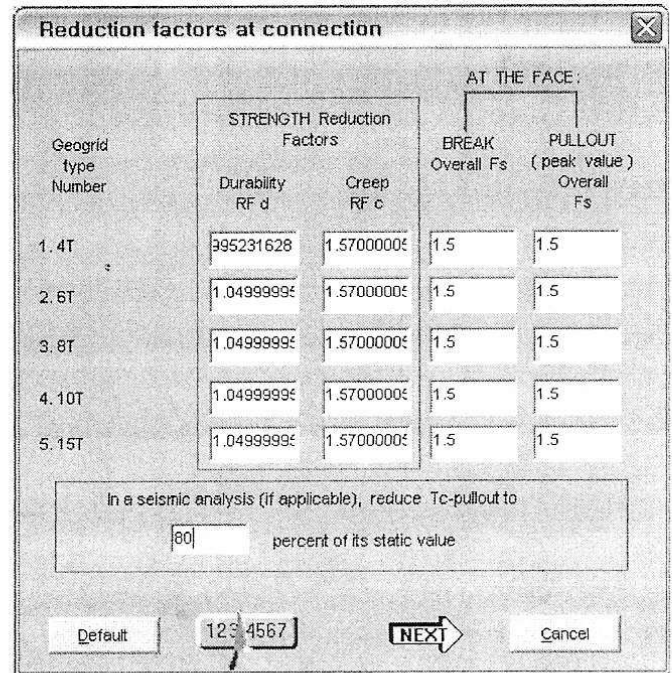


그림 18

블록과 보강재의 연결부에서 감소계수 등을 입력한다.

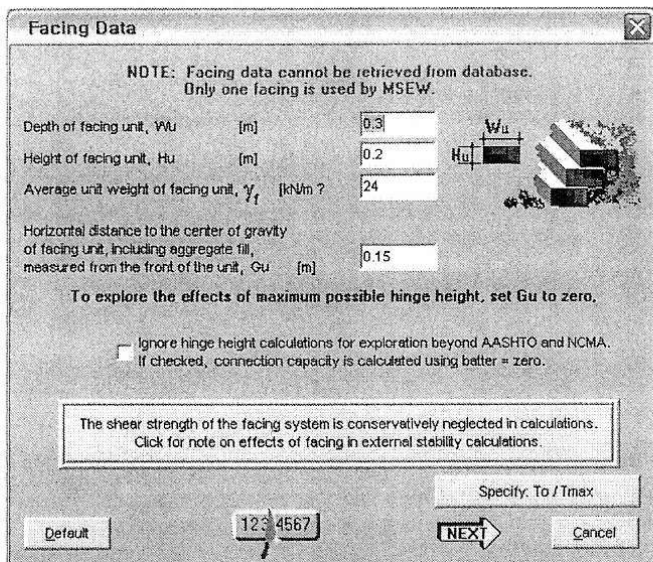


그림 17

그림4 메인화면에서 FACIA를 Modular Block를 선택했다면 그림 17과 같은 화면이 나타난다. 여기서

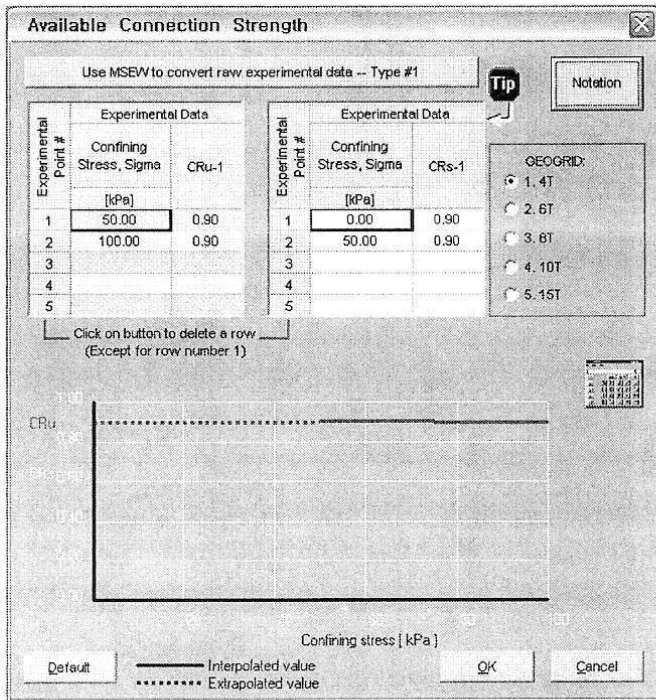


그림 19

그림19에서 연결부 강도값을 입력한다. 이 값은 블록과 보강재의 연결부 강도이며 실험치 값이다. 정확한 실험치를 모른다면 위 그림처럼 모두 0.9를 입력한다.

OK를 클릭하고 그림6으로 돌아가면 Return을 클릭하여 그림4 메인화면을 돌아간다.

결과 확인하기

구조계산 결과를 확인한다.

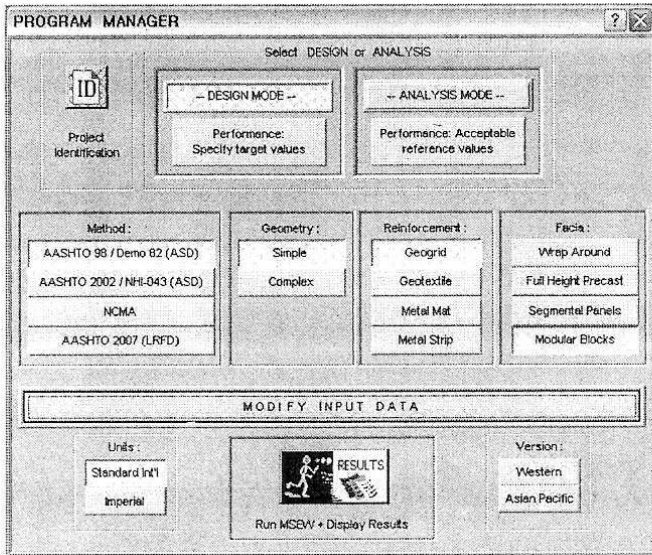


그림 20

이제 결과를 확인해 보자. 그림20에서 하단 중앙의 Result버튼을 클릭한다.

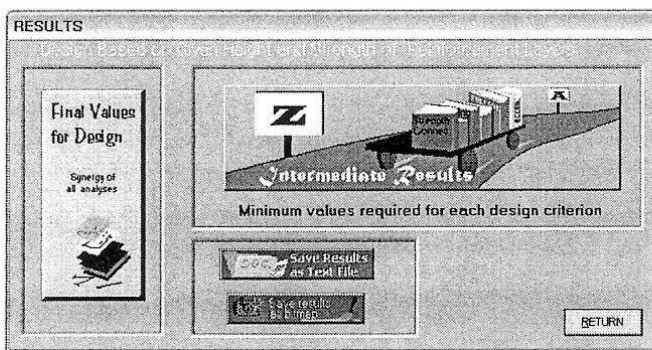


그림 21

왼쪽에 Final Value for Design을 클릭한다.

그림 22는 구조계산 결과를 종합적으로 보여준다. 왼쪽하단에 1, 2, 3번 그리드가 그리드 강도와 연결부강도가 체크 되어 있지 않다. 이는

구조계산적으로 안전하지 않다는 이야기이다. 따라서 1,2,3번 그리드를 강도가 더 강하거나 그리드포설 간격을 조절하여 체크가 되도록 만들어야 된다.

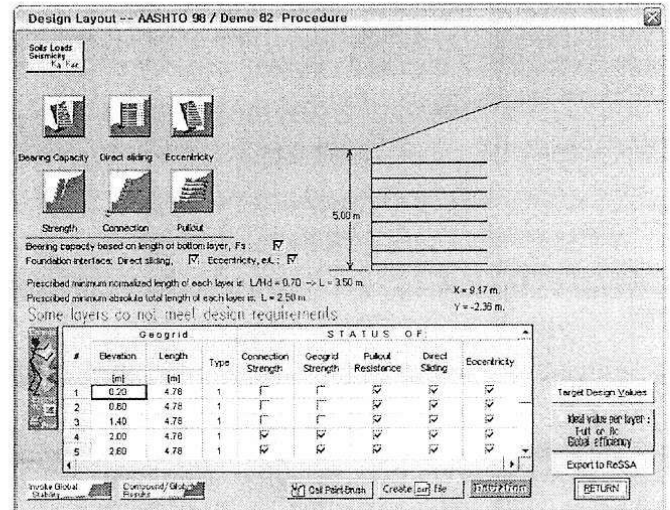


그림 22

Return을 클릭한다. 모든 창을 닫고

메인창(그림4)에서 수정창(그림6)으로 돌아간다.

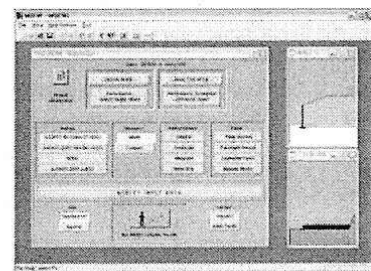


그림 23

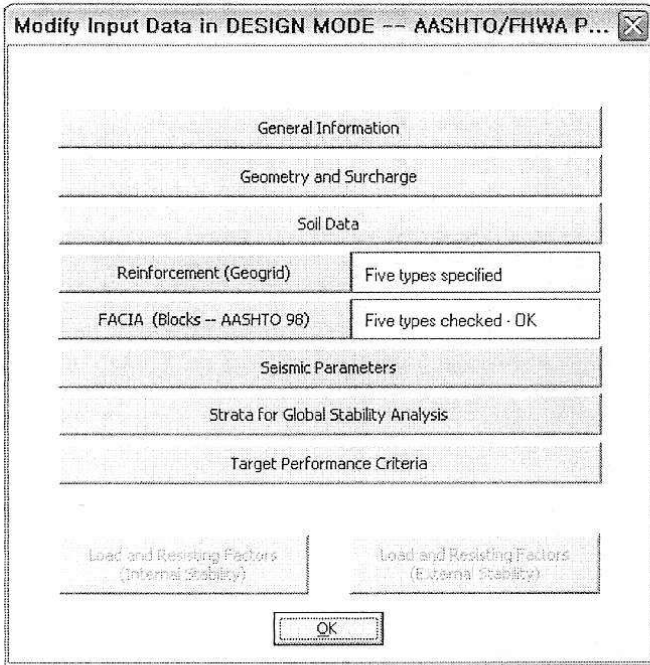


그림 24

Reinforcement (Geogrid) 클릭

그림 (10, 25)에서 Multiple geogrid 클릭

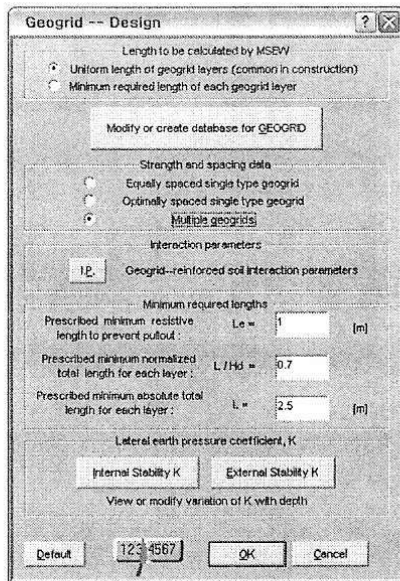


그림 25

Multiple geogrid 클릭 하고 아래 창이 나타

날때까지다른 창은 OK만 클릭한다.

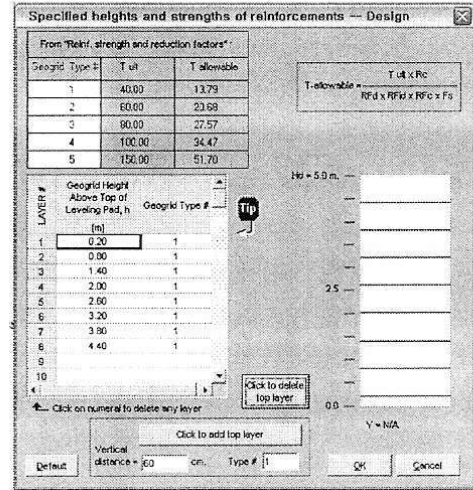


그림 26

그림26에서 구조계산 결과에서 에러가 난 1, 2, 3 그리들 다시 포설 한다.

그림27처럼 1,2,3번 그리드의 타입을 type1번을 강도가 더 센 2번으로 변경한다. 변경 방법은 그리드의 타입을 선택하고 키보드에서 2을 입력한다.

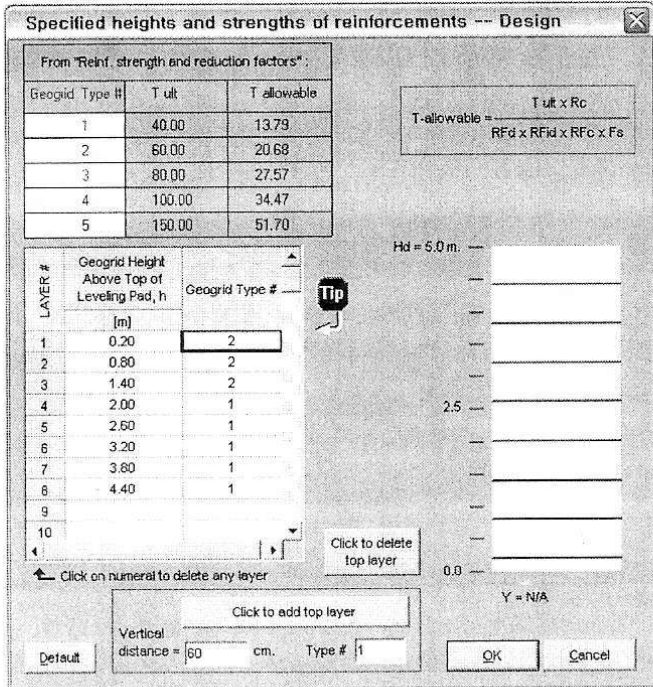


그림 27

다시 OK를 클릭하고
메인화면 그림4로 돌아 간다.

Result를 클릭하고 Final Value for Design을
클릭한다.

에러 없이 완성된 구조계산일 경우 모든 항목이
체크가 되었다.

Return을 하여 메인화면(그림4)에서 인쇄를 한다.

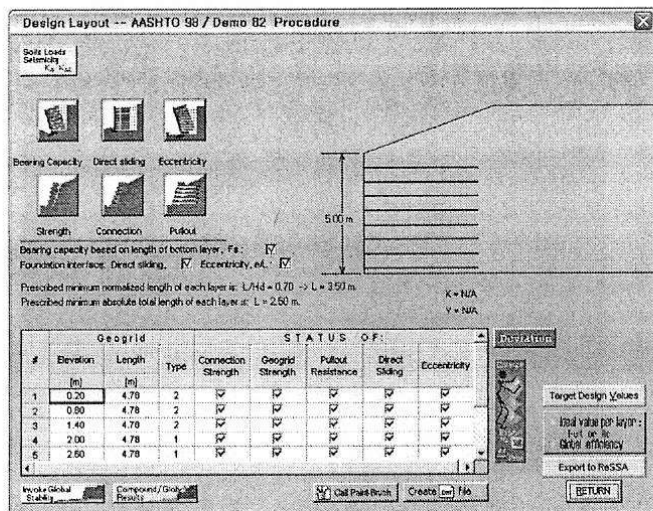


그림 28

C. MSEW(3.0) 사용방법

C.1 프로그램 소개

MSEW는 보강토 옹벽을 설계하고 해석하기 위해 ADAMA Engineering사에서 개발한 프로그램이다. 1.0버전은 미연방고속도로관리국(FHWA)의 의뢰로 개발되어, 미합중국고속도로청(US state highway agencies)과 미연방청(US Federal agencies)에서만 독점적으로 사용할 수 있었다. 이후 ADAMA Engineering사에서 범용으로 사용할 수 있는 버전을 내놓기 시작했고, 기술적인 업그레이드를 통하여 현재 3.0버전까지 출시되었다. MSEW 3.0버전은 특히 Asian Pacific 지역에서 사용할 수 있도록 개발되었으며 정량산출, 더욱 다양해진 하중의 종류, 내적안정과 외적안정에 대한 수평 토압을 산정하는데 쿨롱(Coulomb)의 이론을 적용한 점, 사용자 개별 DB, 개선된 사면안정성 결과치 제공, AutoCAD와 호환가능한 그래픽 파일, 미국콘크리트석공협회(NCMA)나 하중저항계수설계법(load resistance factor design: LRFD)에 기반한 설계 방식 등 여러가지 개편된 사항이 포함되어 있다. 보강토옹벽 설계프로그램인 RWDT를 개발해서 판매하고 있는 한국의 RW소프트사에서는 MSEW의 편리성을 인정하여, 수입대행을 통해 국내에 공급하고 있으며, 이에 대한 교육과 기술적인 지원을 하고 있다.

MSEW는 크게 설계와 해석(Design and Analysis) 두 가지의 작업모드를 가지고 있다. Design 모드에서는 사용자가 설정하는 안전율에 최적으로 보강제 길이와 수직, 수평간격이 설계 된다. Analysis모드에서는 설계결과에 대하여 검토한 안전율을 계산한다. 또한, 보강제의 길이 수직 수평 간격 등을 변화시켜 해석할 수 있다.

① 설계 (Design)

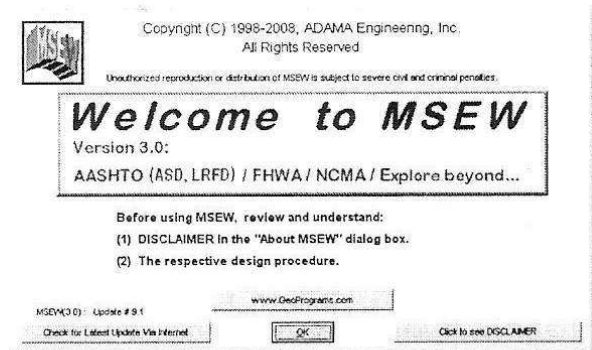
→설정된 안전율→보강제길이, 수직간격, 수평간격을 자동으로 계산→복합 전체 안정성에 대한 안전율 계산

② 해석 (Analysis)

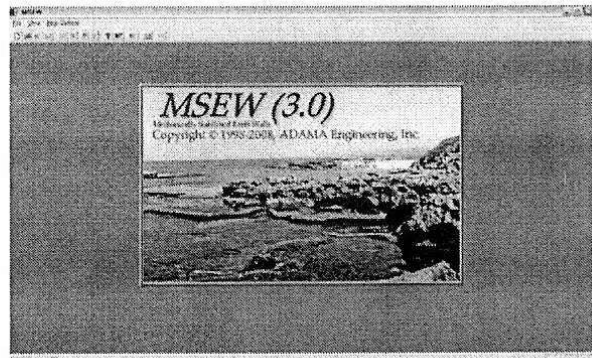
→소요 보강재를 경제적으로 설계할 수 있도록 설계 결과에 대하여 검토한 안전율 계산→ 보강제길이, 수직간격, 수평간격을 임의로 변경하여 계산할 수 있다
→변경된(임의 설계결과로 복합) 및 전체안정성에 대한 안전율 계산

C.2 프로그램의 초기화면

본 프로그램을 실행 시키면 다음과 같은 화면이 나타난다.



OK를 클릭하면 본 프로그램으로 들어 가게 된다.



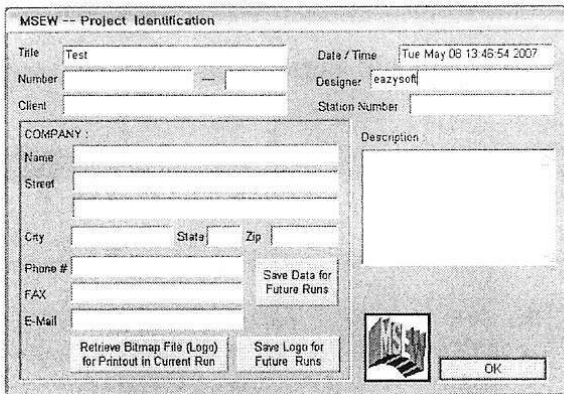
C.2.1 프로그램 실행 순서

프로그램 실행순서는 크게 다음과 같다.

- 1) 설계 프로파일 입력
- 2) 설계안전율을 입력
- 3) 설계지반조건 입력
- 4) 옹벽형상입력
- 5) 그리드데이터 입력
- 6) 결과

C.3 프로그램 세부설명

초기 화면이 나오면 file menu에서 new를 클릭하여 Project Identification을 (작성한 후 OK를 클릭한다 단, Project title과 Designer는 반드시 입력 하여야 한다).



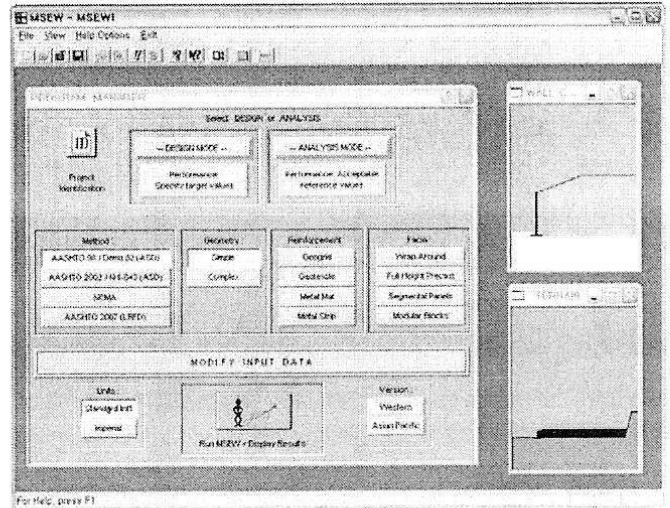
입력이 끝나고 OK를 클릭하면 본 내용 입력화면이 나타난다.

C.3.1 설계모드(design mode)

다음에 열거되는 세부적인 창이 나타나게 된다.

- PROGRAM MANAGER
- WALL GEOMETRY
- TERRAIN

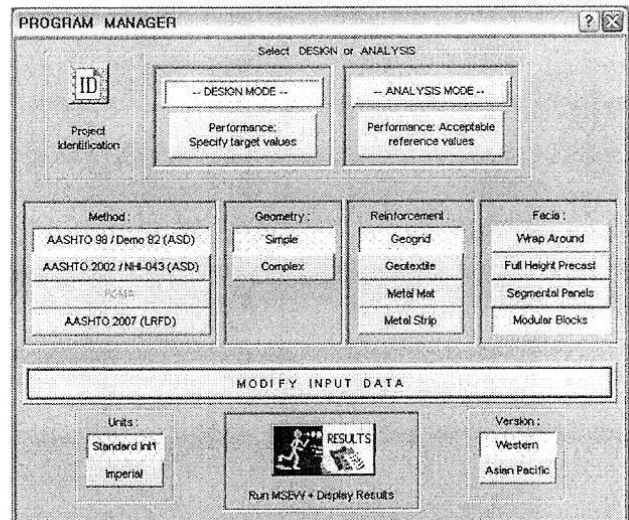
여기서 PROGRAM MANAGER창에서 모든 작업이 이루어진다.



상기 내용에 대한 세부설명은 다음에 열거되는 바와 같다.

C.3.1 PROGRAM MANAGER

PROGRAM MANAGER에서는 다음과 같은 사항을 결정하고 실행할 수 있다.



① Select Design or Analysis의 결정

- Design : FHWA 기준에 의한 설계
- Annalysis : NCMA 기준에 의한 해석

② 적용기준의 설정: AASHTO/FHWA or NCMA

- AASHTO 98, 2002(American Association of State Highway and Transportation Officials)
- FHWA : Federal Highway Association
- NCMA : National Concrete Masonry Association
- AASHTO 2007 (LRFD)

③ Project Identification : 프로젝트 및 사용자에 대한 정보

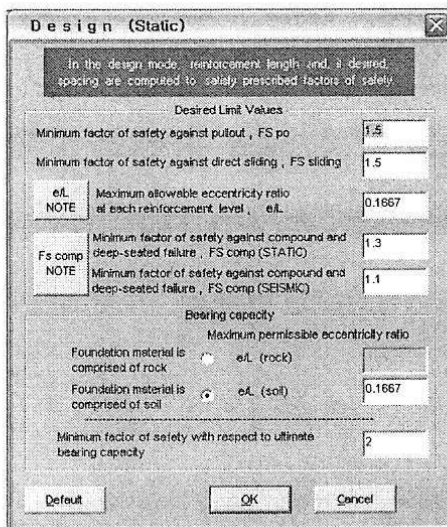
④ Run MSEW + Display Result : 프로그램수행 및 결과확인

- Minimum factor of safety against direct sliding, FS sliding : 활동에 대한 안전율
- Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L : 각 보강재층에 대한 허용 최대 편심거리비
- Factor of safety against compound and deep-seated failure, FScomp (static/seismic) : 정적·동적하중에 대한 복합 또는 저부에서의 파괴 안전율
- Foundation material is comprised of rock e/L : 전도에 대한 안전율 $e < L/6$, 암 ($e < L/4$)
- Factor of safety with respected to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach) : Meyerhof의 극한 지지력에 대한 안전율(Meyerhof 응력 분포를 따른다.)

C.3.1.1 Design & Analysis의 결정

본 프로그램에서는 Design에 관해서 AASHTO/FHWA의 기준을 따르고, Analysis에 관해서 NCMA기준을 사용한다. 따라서 초기 설계 시에는 AASHTO/FHWA를 클릭 하고, 나중에 해석을 수행 할 경우에는 NCMA를 클릭한다.

Design 부분을 클릭하여 사용자의 설계기준을 입력한 후 OK를 클릭한다.



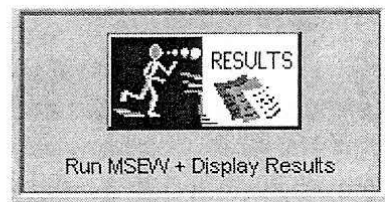
- Minimum factor of safety against pullout, FS po : 인발에 대한 최소안전율

C.3.1.2 사용 할 단위(unit)의 결정



Units은 Standard Int'l 선택, Version은 Asian Pacific 선택

C.3.1.3 Run MSEW + Display Result



나중에 프로그램을 실행, 수행결과를 확인

C.4 설계예제를 통한 설계모드(design mode) 사용법
 4 종류의 보강재에 대한 설계예제를 통해 MSEW 3.0의 사용법을 알아 본다.

- ▷ Geogrid
- ▷ Geotextile
- ▷ MetalMat
- ▷ MetalStrip

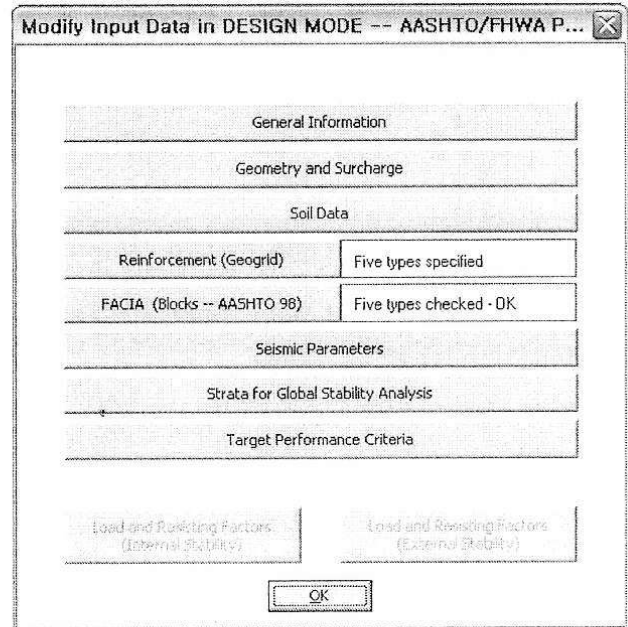
C.4.1 Geogrid

Method 항목 : AASHTO선택

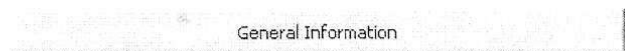
Geometry 항목 : Simple 선택

Reinforcement 항목 : Geogrid선택

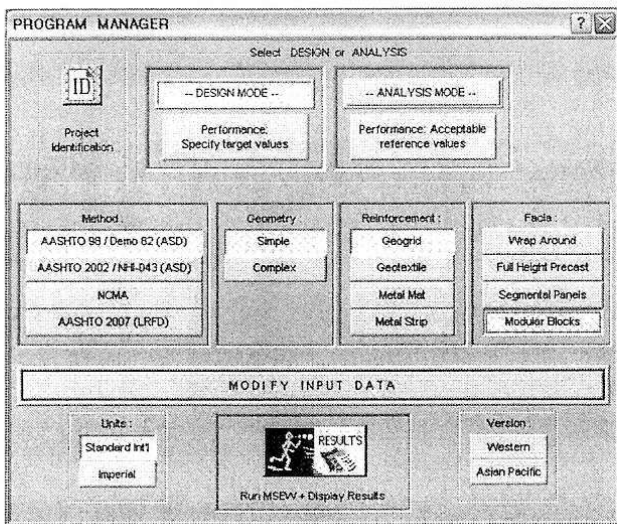
Facia 항목 : 블록식 보강토 옹벽일 경우 Modular blocks을 선택



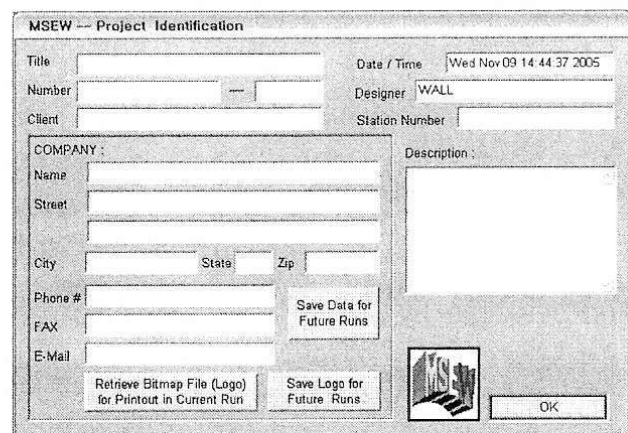
C.4.1.1 General Information



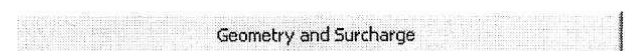
설계자, 프로젝트명 등 설계정보를 입력한다.



MODIFY INPUT DATA클릭



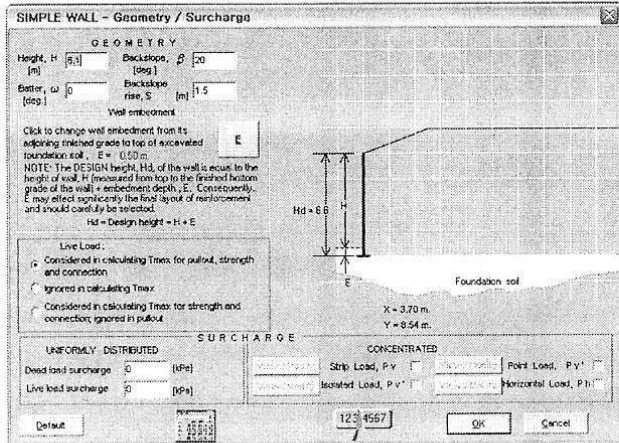
C.4.1.2 GEOMETRY & SURCHARGE



옹벽형태와 상재하중값을 입력한다. Program Manager창에 Simple or Complex 선택에 따라 달라진다.

1) Simple or Complex

Simple을 선택했다면 다음과 같은 화면이 나타난다.



이 부분에서 단순한 형태의 응력에 대한 벽체의 제원과 하중에 관한 사항을 입력한 후 OK를 클릭한다.

GEOMETRY

- Height, H : 벽체의 노출 높이
- Backslope, β : 뒤채움 사면의경사각
- Batter, w : 벽체의경사각
- Backslope rise, S : 뒤채움 사면의높이

Wall embedment

- E: 벽체근입 깊이
- $H_d = H + E$: 벽체설계 높이

SURCHARGE : 상재하중

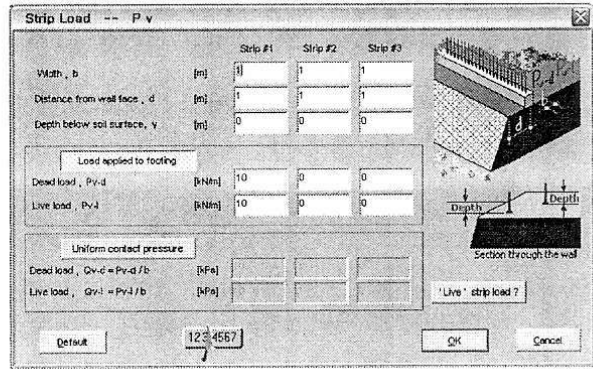
UNIFORMLY DISTRIBUTED : 등분포하중

- Dead load surcharge : 사하중
- Live load surcharge : 활하중

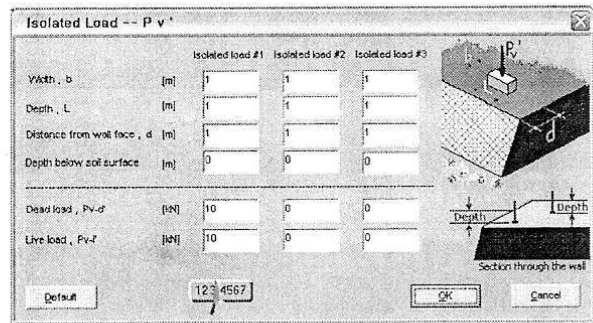
CONCENTRATED : 집중하중

해당되는 집하중이 있으면 체크하고 View/Modify를 클릭

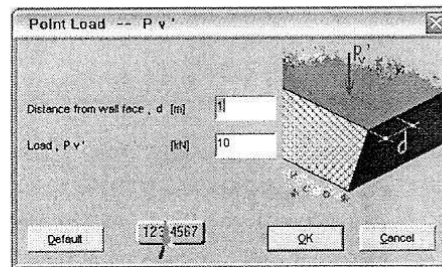
Strip Load, P_v : 선하중, 주로 교통하중에 적용



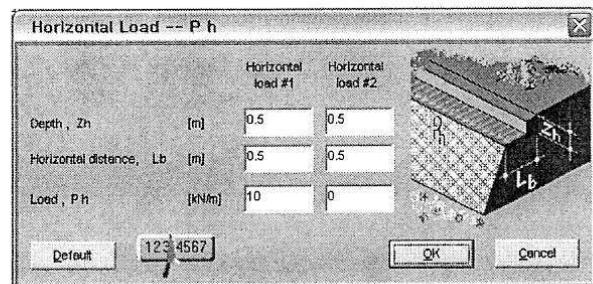
Isolated Load, P_v' : 선하중과 비슷하나 길이가 있음

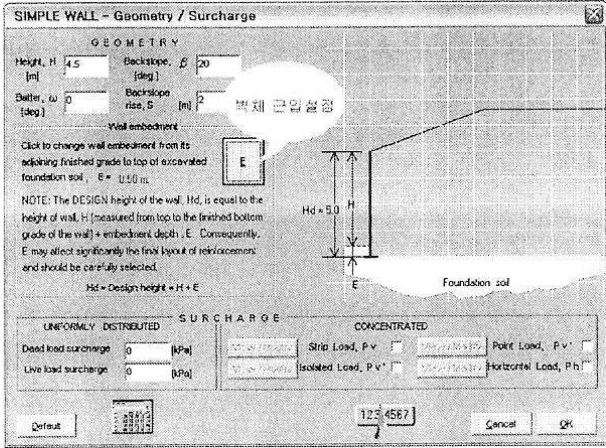


Point Load, P_v' : 하중이 한부분에 집중

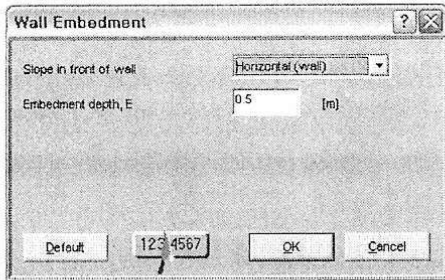


Horizontal Load, P_h : 수평으로 작용하는 하중





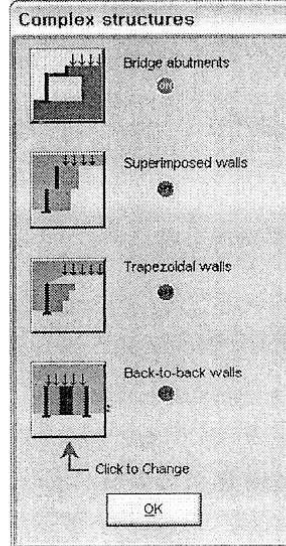
E를 클릭하여 벽체근입 깊이에 대한 데이터를 입력한다.



여기까지 입력하고 메인화면으로 돌아간다.

2) Complex structures : 복합구조옹벽

POGRAM MANAGER 창의 Geometry 항목에서 Complex를 선택했다면 다음과 같은 화면이 나타나게 되고, 여러가지의 복잡한 옹벽형태중 적합한 옹벽의 형태를 결정하고 Simple 부분에서와 같이 벽체의 제원 및 하중에 관련된 사항을 입력 한 후 OK를 클릭한다.

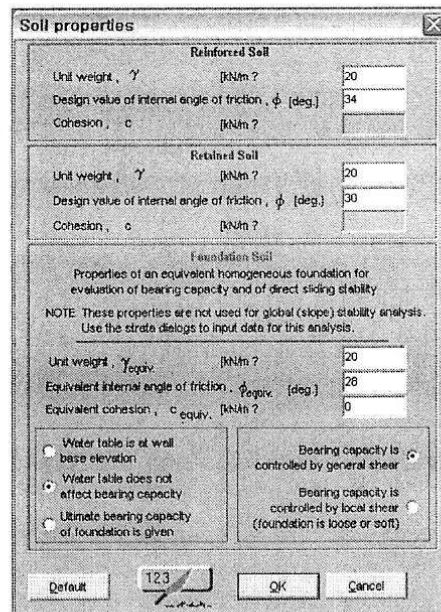


- Bridge Abutments : 교대
- Superimposed walls : 계단식옹벽
- Trapezoidal walls : 다양한 보강재 길이를 가지는 옹벽
- Back-to-back walls : 양쪽옹벽

C.4.1.3 Soil Data

1) Soil

이 부분에서는 보강토체(reinforced soil), 배면토체(retained soil), 기초지반(foundation soil)에 대한 단위 중량, 내부 마찰각, 점착력과 같은 기본물 성치를 입력한다.



Reinforced Soil : 보강토체의 물리적 특성입력

- Unit weight : 단위중량
- Design value of internal angle of friction : 마찰각
- Cohesion : 점착력

Retained Soil : 배면토 물리적 특성입력

- Unit weight : 단위중량
- Design value of internal angle of friction : 마찰각
- Cohesion : 점착력

Foundation Soil : 기초지반 물리적 특성입력

- Equivalent internal angle of friction : 마찰각
- Cohesion : 점착력

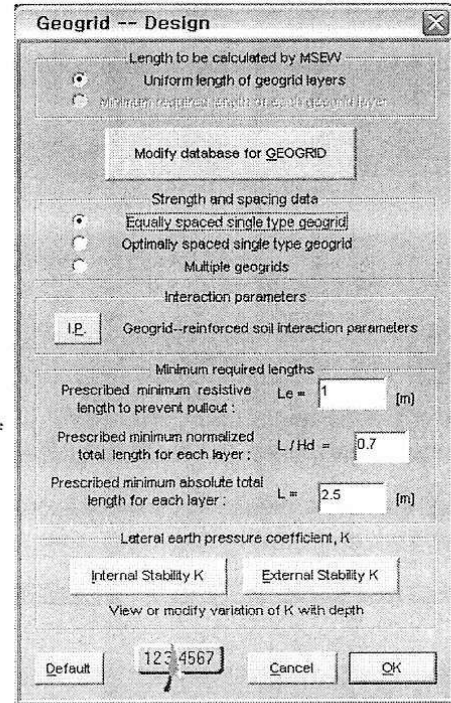
- Water table is at wall base elevation : 지하수층이 옹벽 밑에 있을 때
- Water table does not affect bearing capacity : 지하수층 지지력에 고려 하지 않음
- Ultimate bearing capacity of foundation is given : 기초의 극한지지력이 주어질 때

- Bearing capacity is controlled by genetal shear : 지지력이 전체적
- Bearing capacity is controlled by local shear (foundation is loose or soft) : 지지력이 국부적

OK 클릭하여 전체화면으로 돌아 간다.

C.4.1.4 Reinforcement (Geogrid)

Reinforcement 부분에서는 Geogrid를 클릭한다.
Geogrid를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.



1) Length to be calculated by MSEW : 보강재길이 선택

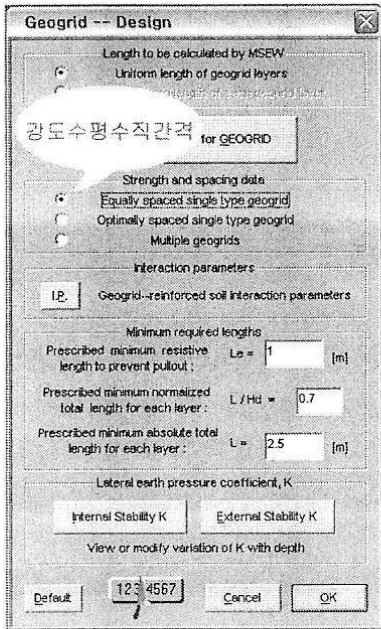
보강재길이 선택은 두 가지 경우로 볼 수 있다.

① 단일길이의보강재(uniform length of geogrid layers)를 사용하는 경우.

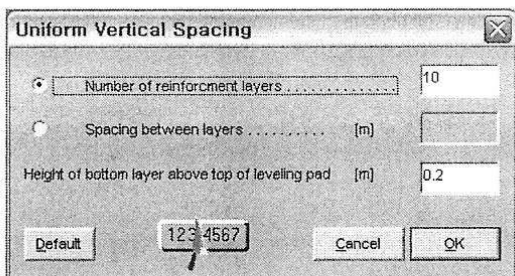
②각층에 소요 최소 보강재 길이(minimum required length of each geogrid layer)를 사용하는 경우.

2) Strength and spacing data : 보강재의 강도와 수평, 수직간격에 대한데이터

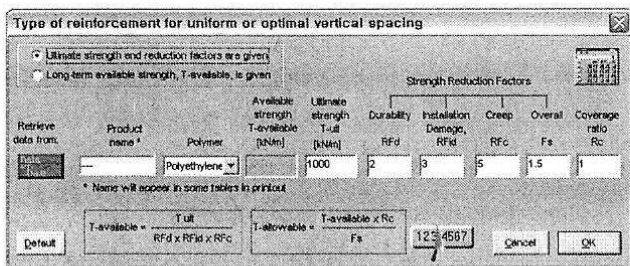
①동일한 간격의 단일한 종류의 보강재(equally spaced single type geogrid)를 사용할 경우.



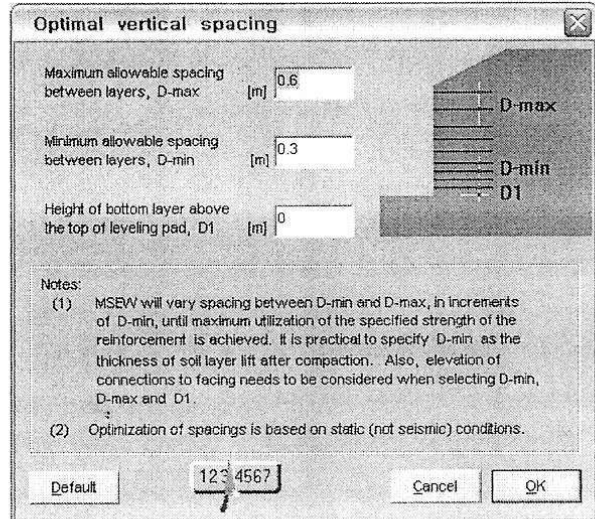
보강재의 개수, 수직간격 및 최하단보강재의 위치를 입력한 후 OK를 클릭한다.



보강재의 폴리머(polymer) 종류, 제품명, 극한 인장강도 및 감소계수(RF), 안전율(Fs), 덮음비(Rc)를 입력한 후 OK를 클릭한다.

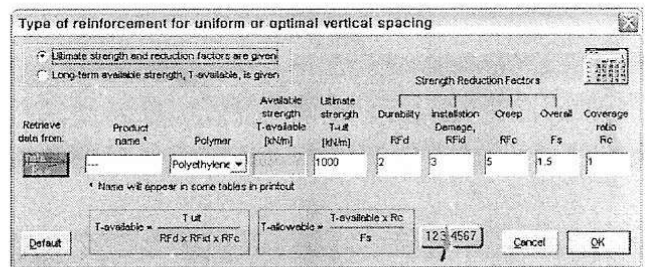


② 최적 간격의 단일한 종류의 보강재(optimal spaced single type geogrid)를 사용할 경우.



보강재의 수직간격을 결정하고 최하단 보강재의 위치를 결정한 후 OK를 클릭한다.

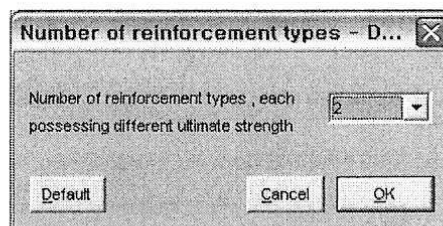
전률(FS), 덮음비(Rc)를 입력한 후 OK를 클릭한다.



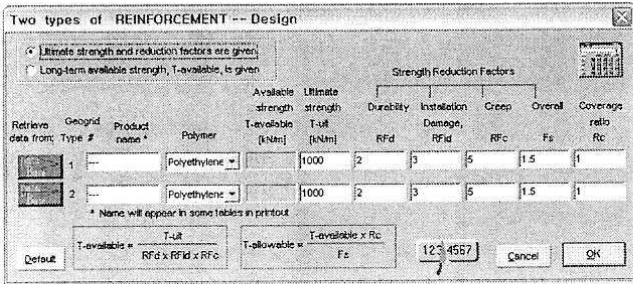
③ 다양한 극한인장강도를 가지는 보강재 (multiple geogrids)를 사용할 경우.

※ 참고 multiple geogrid 부분에서는 초기 단일보강재로 설계한 후 수직간격과 극한인장강도를 변화시켜 설계에 적용한다.

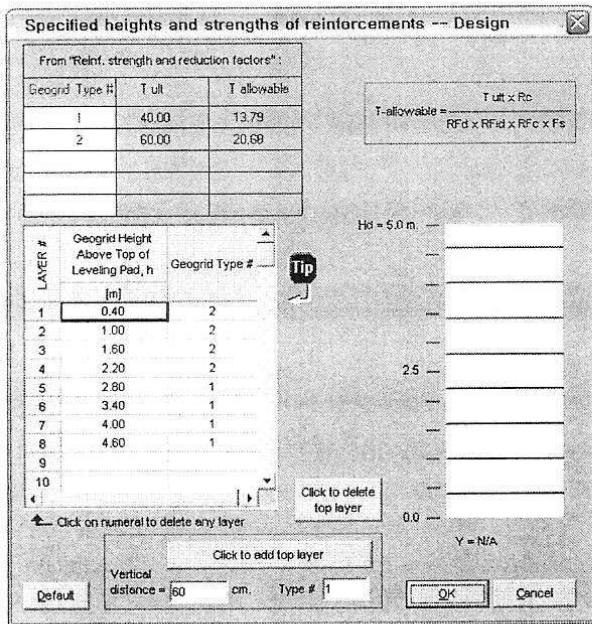
사용할 보강재 종류의 개수를 결정한 후 OK를 클릭한다.



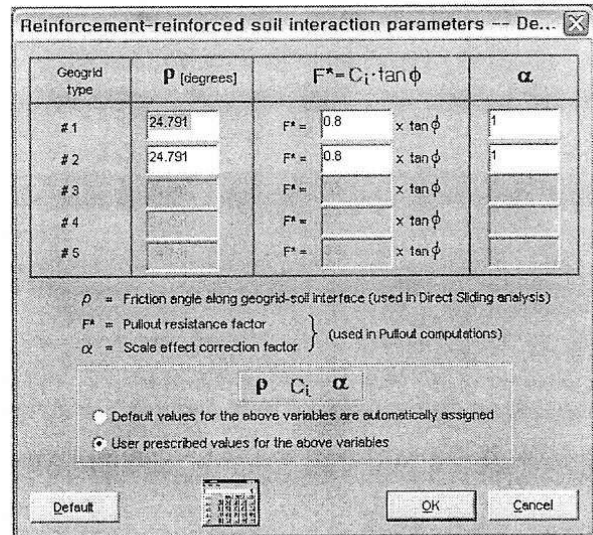
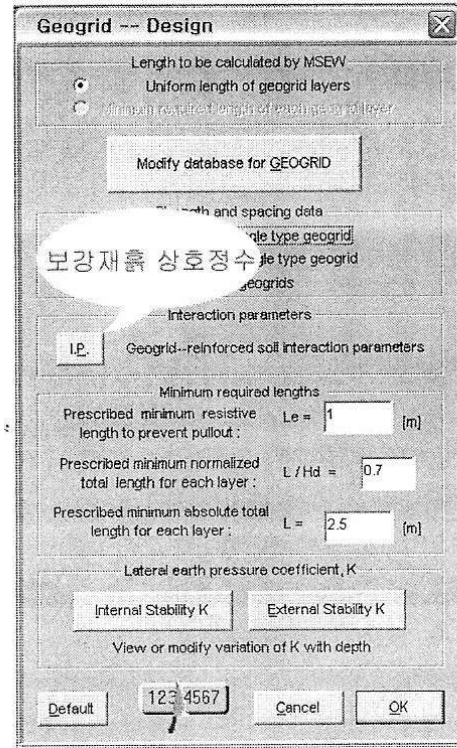
보강재의 폴리머(polymer) 종류, 제품명극한 인장강도 및 감소계수, (RF), 안전율(FS), 극한 인장강도 및 감소계수, (RF), 전률(FS), 덮음비(Rc)를 입력한 후 OK를 클릭한다.



보강재 포설 위치별 사용되는 보강재 종류를 결정한 후 OK를 클릭한다.



3) Interaction parameter : 보강재-흙사이의 상호작용 정수를 입력



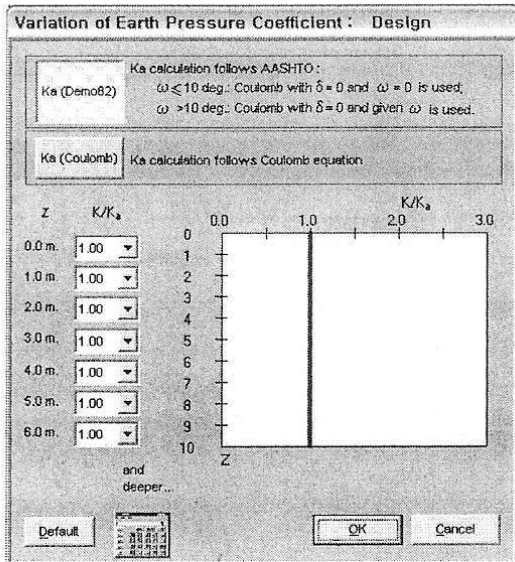
- p : friction angle along geogrid soil interface (used in direct sliding analysis) : 보강재와 흙의 상호면 마찰각*
- F : pullout resistance factor : 인발저항 계수 α ; scale effect correction factor : 형상수정계수

4) Minimum required length : 보강재의 소요최소길이를 입력한다.

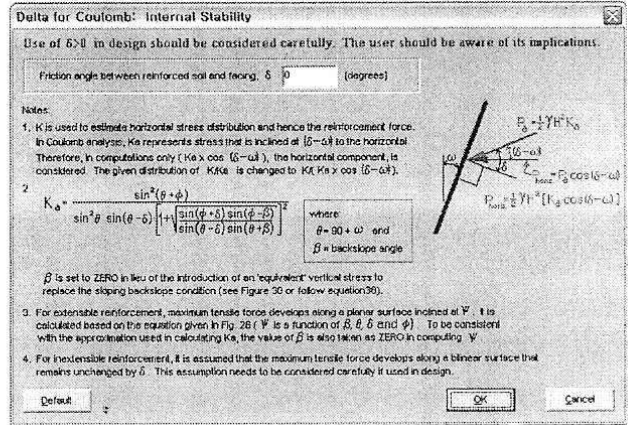
- Prescribed minimum resistive length to prevent pullout ,
Le : 인발에 저항하기 위한 수동저항영역에서의 최소길이
- Prescribed minimum normalized total length for each layer , L/Hd : 각 층에 대해 정규화된 보강재와 벽체 높이와의 최소비
- Prescribed minimum absolute total length for each layer , L : 각 층에 대한 전체 보강재의 소요최소 길이

5) Lateral earth pressure coefficient ,K : 사용하는 각 보강재의 종류등에 따른 내적 외적수평 토압계수의 결정.

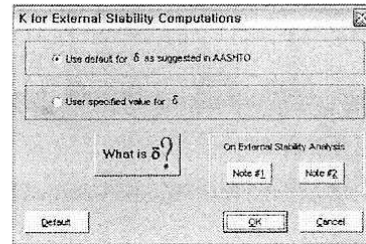
① 내적안정에 대한 토압계수(internal stability, K)
Demo82에서 제시된 랭킨(Rankine)의 토압계수와 쿨롱(Coulomb)의 토압계수 중 적용할 토압계수를 선택한다.



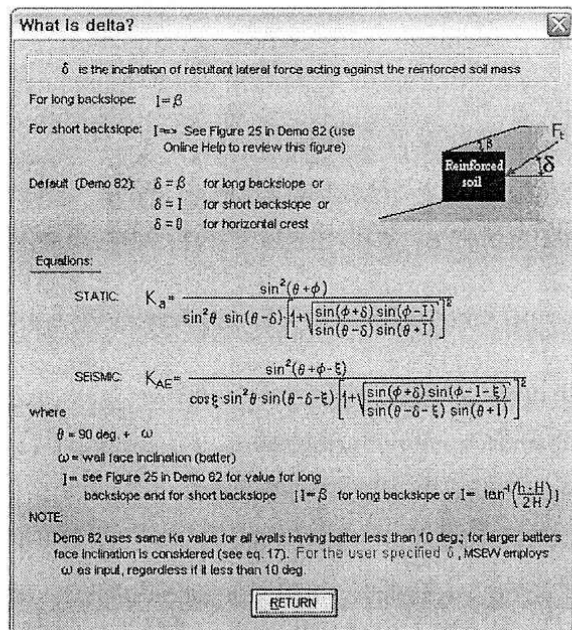
아래와 같은 화면이 나타나면, Coulomb 토압계수에 대한 설명이 제시되고 벽마찰각(δ)을 입력함으로써 토압계수를 결정할 수 있다.



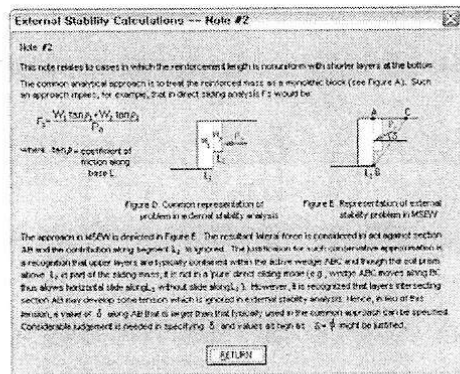
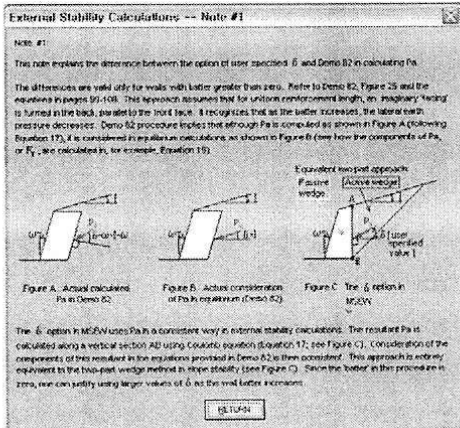
② 외적안정에 대한 토압계수 (external stability, K)
외적 안정에 대한 토압계수는 Demo 82에서 제안된 δ 와 사용자가 지정해주는 δ 에 의해 계산된다.



[What is δ ?]를 클릭하면 설명이 나와 있다.

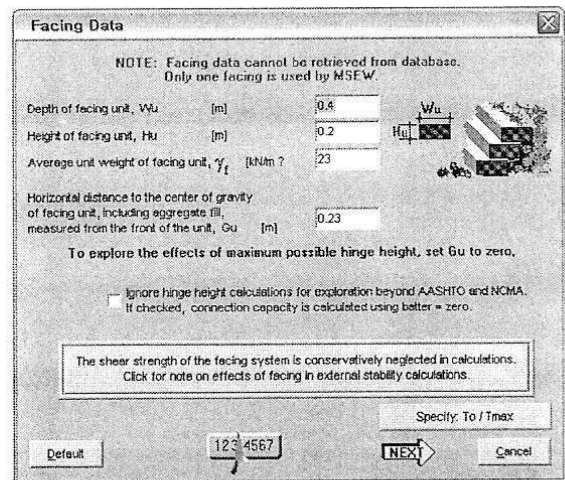


Note #1과 Note #2에서는 외적 안정성을 계산하는 방법에 대한 자세한 설명이 나와 있다.



- Wrap-around facing : 감싸는 형태의 전면,
- Full height precast concrete panel : 일체형콘크리트패널
- Segmental precast concrete panel : 조립식콘크리트패널
- Facing enabling frictional connection of reinforcement : 보강재와의 마찰연결이 가능한 전면

다음 부분에서는 modular concrete block / frictional connection에 대한 사항을 입력한 후 next를 클릭한다.



- Depth of facing unit : 전면으로부터 콘크리트블록의 깊이
- Height of facing unit : 콘크리트블록의 높이
- Average unit weight of facing unit, γ_f : 콘크리트블록의 평균단위 중량
- Horizontal distance to the center of gravity of facing unit, including aggregate fill, measured from the front of the unit, G_u : 블록의 무게 중심

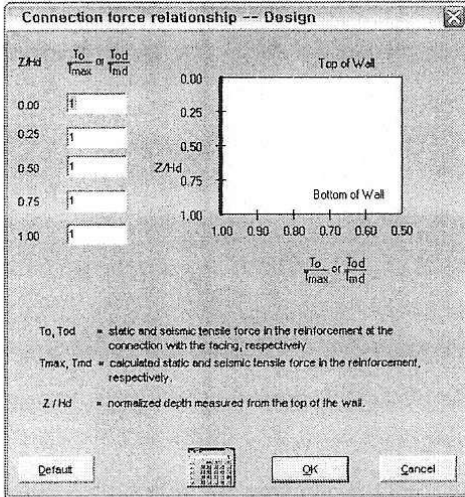
다음부분에서는 연결부 강도관계(connection force relationship)에 대해 입력한 후 OK를 클릭한다.

C.4.1.5 FACIA

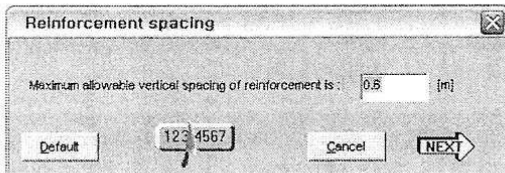
Facia 부분에서는 Geogrid와 관련되어 사용되는 Facing enabling frictional connection of reinforcement(modular concrete block과gabion)를 선택한 후 next를 클릭한다.

※참고 facing+보강재의 조합이 가능한 경우 설명

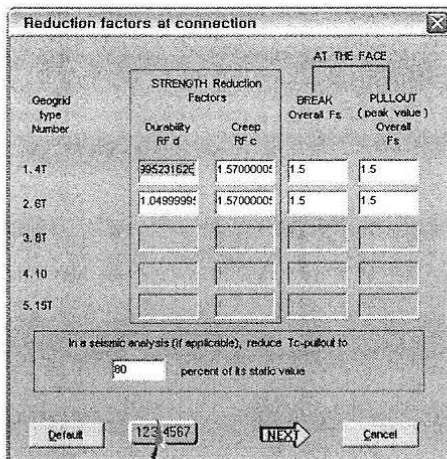
1. Wrap-around facing
→geotextile
2. Full height precast concrete panels
→steel strip, steel grid, geogrid
3. Segmental precast concrete panel
→steel strip, steel grid, geogrid
4. Facing enable frictional connection of reinforcement
→ geogrid, geotextile



- To, Tod : 전면벽과의 연결부에서 정적, 동적인 장력
- Tmax, Tmd : 보강재에 발생하는 정적, 동적인 장력
- Z/Hd : 벽체상부로부터 계산된 정규화된 깊이 보강재의 최대 수직 간격을 결정하여 준 후 next를 클릭 한다.

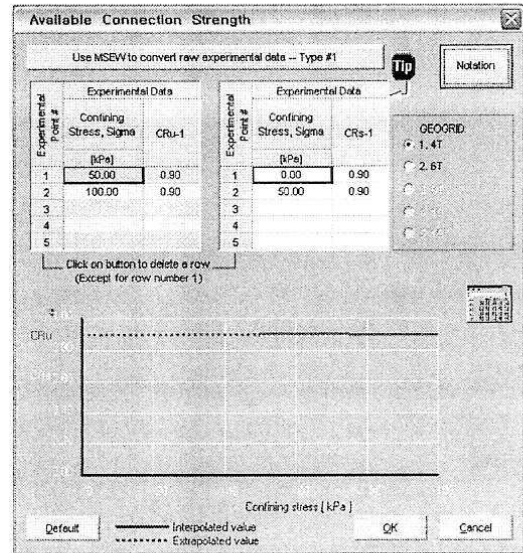


연결부(connection)에서의 보강재에 대한 감소계수 (Reduction Factor)를 입력한 후 next를 클릭한다.



다음 부분에서는 연결부에 대한 극한상태파단과 사

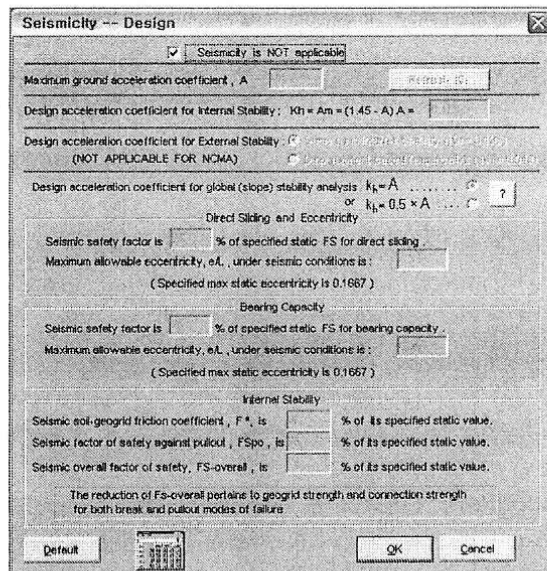
용 중 상태 인발에서의 연결강도에 대한 감소계수를 입력한다.



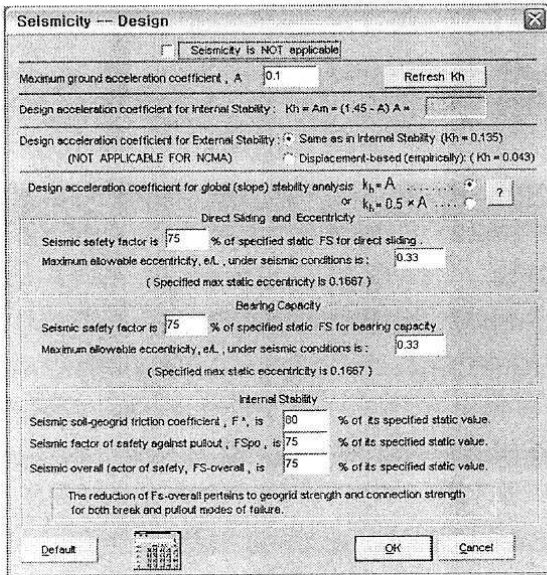
C.4.1.6 Seismic Parameters

Seismicity의 부분에서는 동적하중(지진)을 고려할 것인지 결정하고, 고려한다면 최대 지반가속도계수 및 안전율을 입력한다. 위 Soil창에서 Seismicity를 선택한다.

- ① 동적하중을 고려하지 않는 경우 -Seismicity is NOT applicable을 클릭한다.



② 동적하중을 고려할경우

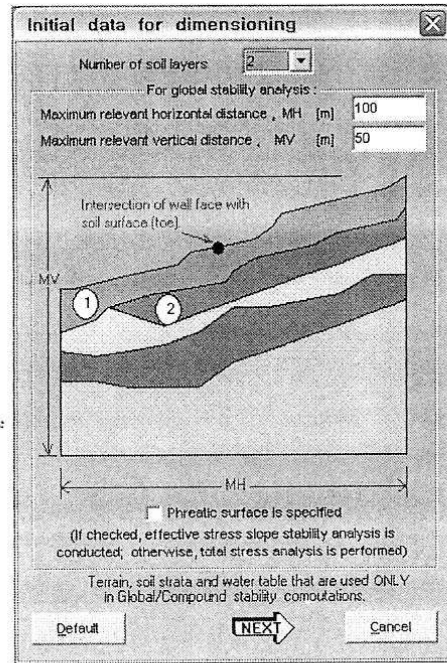


- Maximum ground acceleration coefficient, α_0 : 최대 지반가속도 계수

※참고 direct sliding, eccentricity, bearing capacity, internal stability의 경우 정적인 상태에서의 수치를 토대로 적합한 비율(percentage)을 적용한다(FHWA 기준).

C.4.1.7 Static Global Stability Analysis

이 부분에서는 지형과 지층 및 지하수위에 관련된 사항을 입력한다.

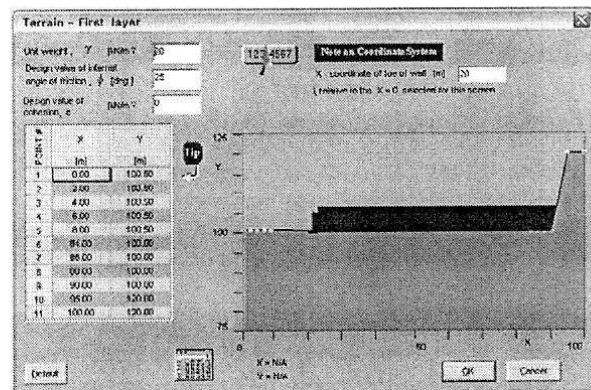


- Number of soil layer : 지층을 구성하는 지반 종류의 수
- Maximum relevant horizontal distance MH : 전체적인 안정성 평가시 수평경계 최대거리
- Maximum relevant vertical distance MV : 전체적인 안정성 평가시 수직경계 최대거리

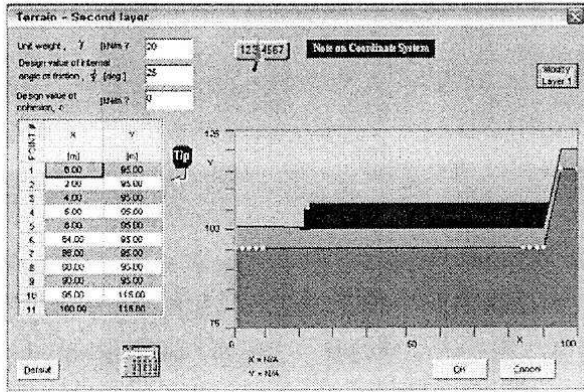
위의 사항을 입력 한 후next를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.

이 부분에서는 지형, 지층과 지하수 위에 대한 위치를 입력 한다.

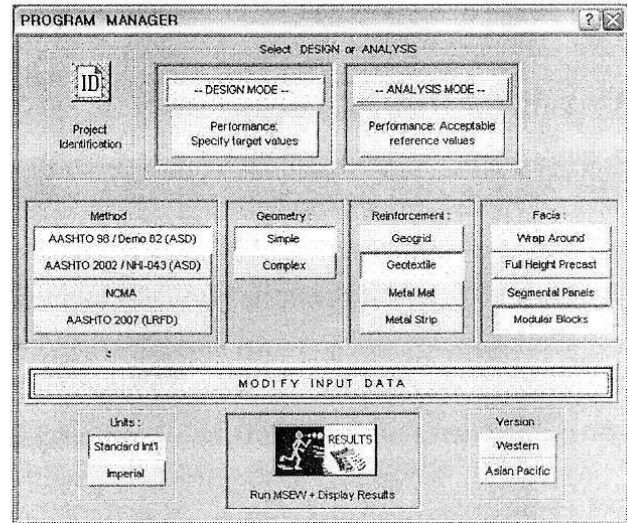
-첫번째 지층



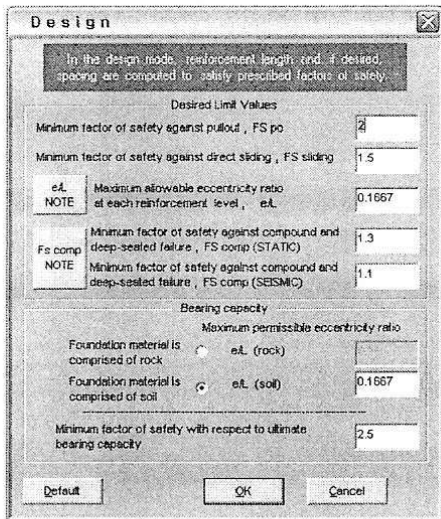
-두번째 지층



C.4.2 Geotextile 로 설계



C.4.1.8 Target Performance Criteria



C.4.2.1 GEOMETRY & SURCHARGE

Geotextile에 대한 GEOMETRY & SURCHARGE는 Geogrid에 대한 내용과 같다(C.4.1.2)

1) Simple or Complex

Geotextile에 대한 Simple or Complex는 Geogrid에 대한 내용과 같다(C.4.1.2 1))

C.4.2.2 Soil Data

Geotextile에 대한 Soil & Seismicity 는 Geogrid에 대한 내용과 같다(C.4.1.1)

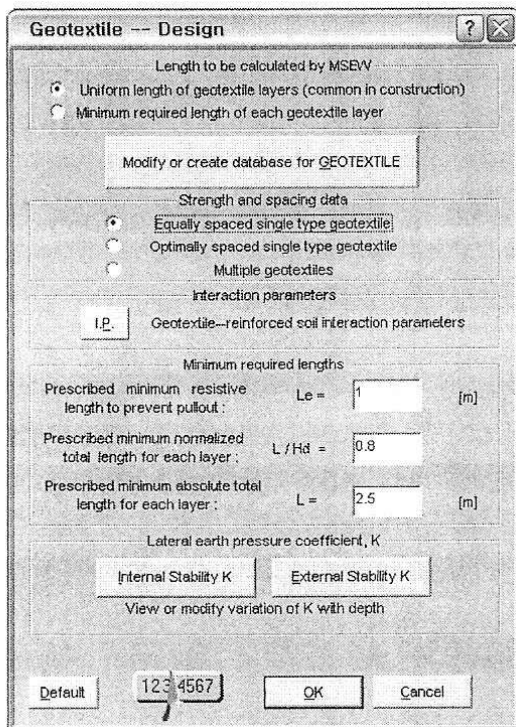
C.4.2.3 Reinforcement

Reinforcement 부분에서는 Geotextile을 클릭한다. Geotextile을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다. 보강재길이 선택은 다음과 같은 두가지 경우가 있다.

- ① 단일길이의 보강재(uniform length of geotextile layers)를 사용하는 경우
- ② 각층에 소요 최소보강재 길이(minimum required length of each geotextile layer)를 사용하는 경우

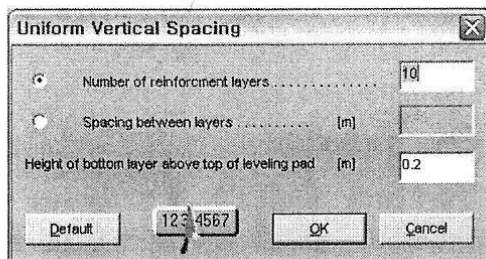
2) Strength and spacing data : 보강재의 강도와 수평, 수직간격에 대한 데이터

※참고 Wrap-around facing을 선택한 경우, 보강재의 최대수직간격은 0.5m로 한다.



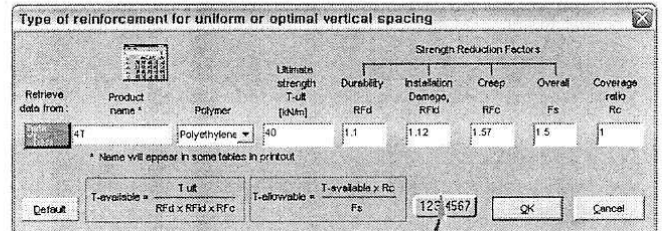
①동일한 간격의 단일한 종류의 보강재(equally spaced single type geotextile)를 사용할 경우, 보강재의 개수, 수직간격 및 최하단 보강재의 위치를 입력한 후 OK를 클릭한다.

1) Length to be calculated by MSEW : 보강재길이 선택

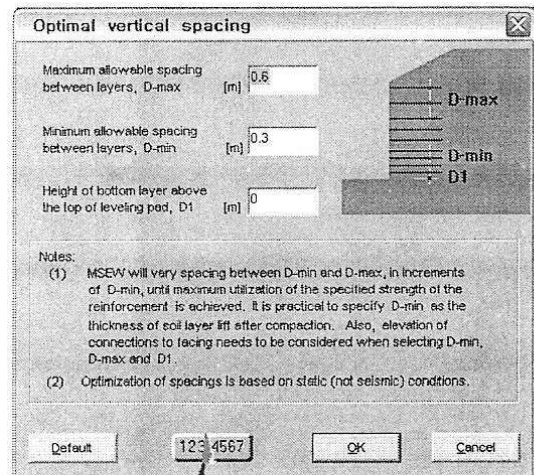


보강재의 폴리머(polymer)종류, 제품명, 극한인장강

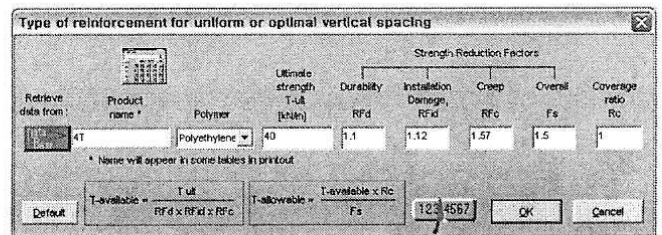
도 및 감소계수(RF), 안전율(FS), 덮음비(Rc)를 입력한 후 OK를 클릭한다.



②최적: 간격의 단일한 종류의 보강재(optimal spaced single type geotextile)를 사용할 경우, 보강재의 최대 최소 수직간격을 결정하고 최하단 보강재의 위치를 결정한 후 OK를 클릭한다.



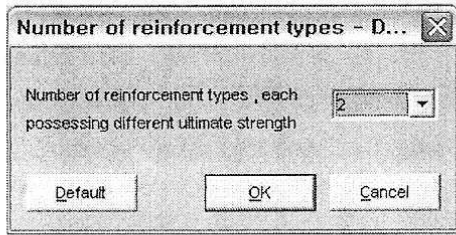
보강재의 폴리머(polymer) 종류, 제품명, 극한 인장강도 및 감소계수(RF), 안전율(FS), 덮음비(Rs)를 입력한 후 OK를 클릭한다.



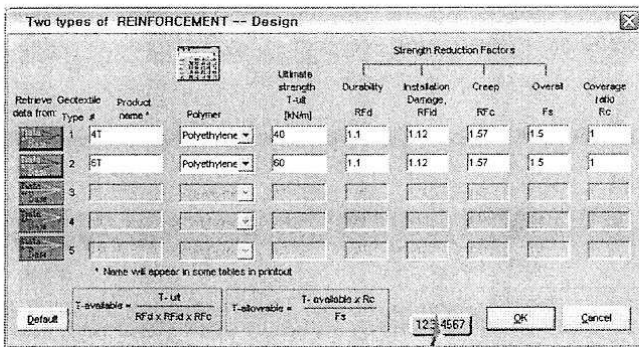
③다양한 극한 인장강도를 가지는 보강재(multiple geotextiles)를 사용할 경우.

※참고 multiple geotextile 부분 에서는 초기 단일 보강재로 설계한 후 수직간격과 극한인장강도를 변화시켜 설계에 적용한다.

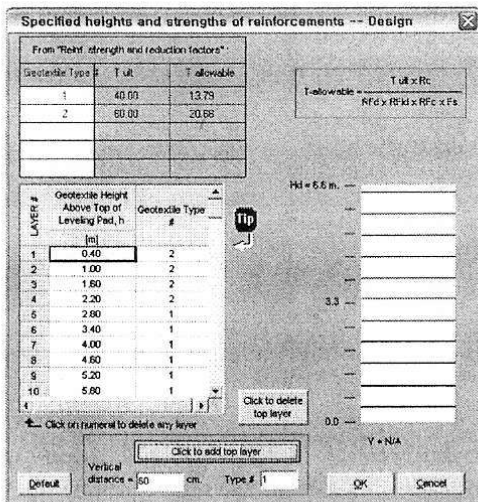
사용할 보강재 종류의 개수를 결정한 후 OK를 클릭한다.



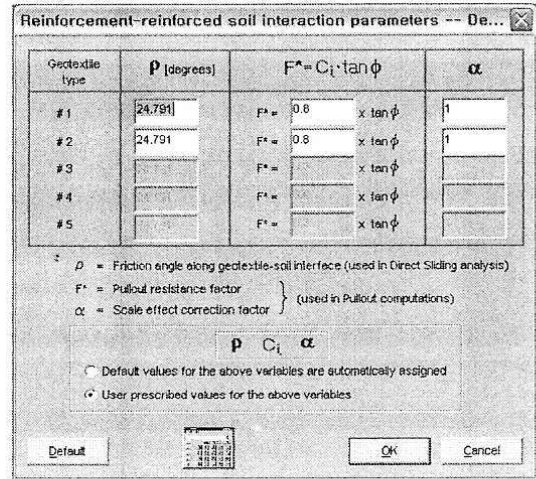
보강재의 폴리머(polymer) 종류, 제품명, 극한 인장강도 및 감소계수(RF), 안전율(FS), 덮음비(Rs)를 입력한 후 OK를 클릭한다.



3) Interaction parameter : 보강재-흙 사이의 상호작용 매개변수를 입력한다.



보강재 포설위치별 사용되는 보강재 종류를 결정한 후 OK를 클릭한다.



- ρ ; friction angle along geotextile -soil interface(used in direct sliding analysis) : 보강재와 흙의 상호면 마찰각
- F ; pullout resistance factor : 인발 저항계수
- α ; scale effect correction factor : 형상수정계수

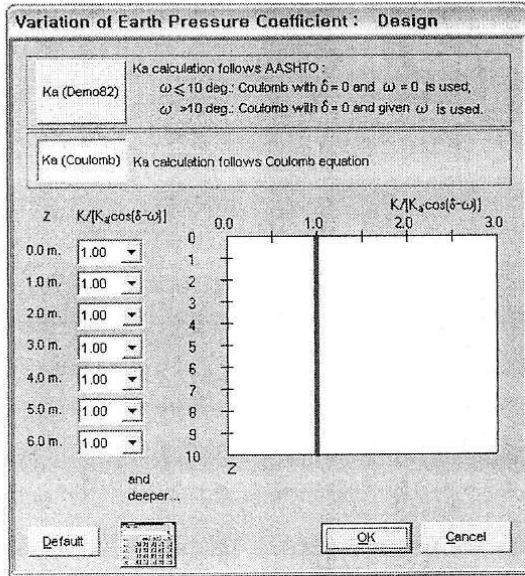
4) Minimum required length : 보강재의 소요 최소길이를 입력한다.

- Prescribed minimum resistive length to prevent pullout , L_e : 인발에 저항하기 위한 수동 저항영역에서의 최소길이
- Prescribed minimum normalized total length for each layer , L/H_d : 각층에 대한 정규화된 보강재와 벽체 높이의 최소비
- Prescribed minimum absolute total length for each layer , L : 각층에 대한 전체 보강재의 소요최소 길이

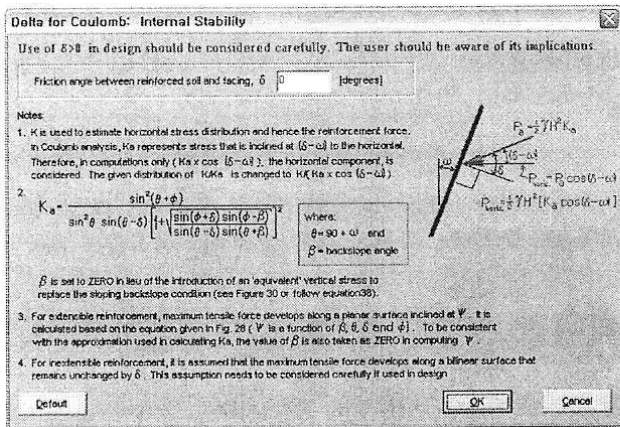
5) Lateral earth pressure coefficient ,K : 사용하는 각 보강재의 종류 등에 따른 내적 외적 수평토압계수의 결정

① 내적 안정에 대한 토압계수 (internal stability K) Demo 82에서 제시된 랭킨(Rankine)의 토압계수와 쿨롱(Coulomb)의 토압계수 중 적용할 토압계수를 선

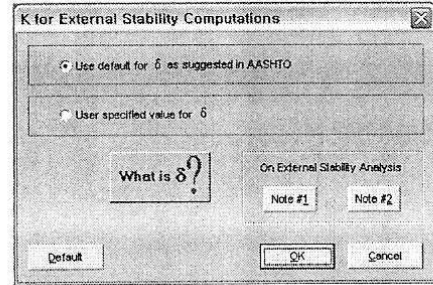
택한다.



Coulomb 토압계수를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다. Coulomb 토압계수에 대한 설명이 있고, 설계자가 벽마찰각 δ 을 입력함으로써 토압계수를 결정할 수 있다.



② 외적 안정에 대한 토압계수(external stability K) 외적 안정에 대한 토압계수는 Demo 82에서 제안된 δ 와 사용자가 지정해주는 δ 에 의해 계산된다.



[What is δ ?]를 클릭하면 δ 에 대한 자세한 설명이 나와있다.

Note #1과 Note #2에서는 외적 안정성을 계산하는 부분에 대한 자세한 설명이 나와있다.

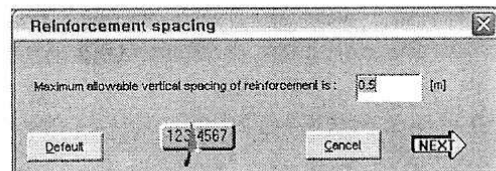
C.4.2.4 Facia

Geotextile에 대한 Facia는 Geogrid에 대한 내용과 같다(C.4.1.3)

Facia 부분에서는 Geotextile과 관련 되어 사용되는 Facing enabling frictional connection of reinforcement (modular concrete block과 gabion)은 Geogrid 부분과 같고 여기서는 Wrap-around facing 방법에 대하여 설명한다.

Wrap around facing을 Program Manager에서 선택할 경우 Wrap around facing을 선택한 후 next를 클릭한다.

보강재의 최대허용수직간격을 결정후 next를 클릭한다.

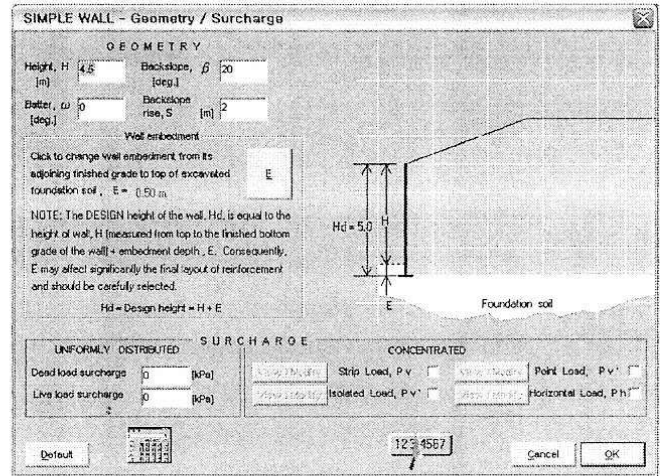
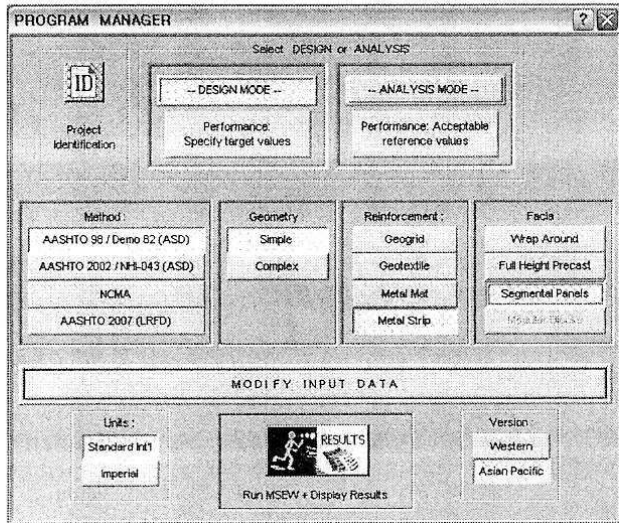


(DEMO 82)

C.4.2.5 Static Global Stability Analysis

Geotextile에 대한 Static Global Stability Analysis는 Geogrid에 대한 내용과 같다(C.4.1.2 2))

C.4.3 MetalStrip 으로 설계하기



- Height, H : 벽체의 노출 높이
- Backslope, : 뒤채움 사면의경사각
- Batter, w : 벽체의경사각
- Backslope rise, S : 뒤채움 사면의높이
- E: 벽체근입 깊이
- $H_d = H + E$: 벽체설계 높이

SURCHARGE : 상재하중

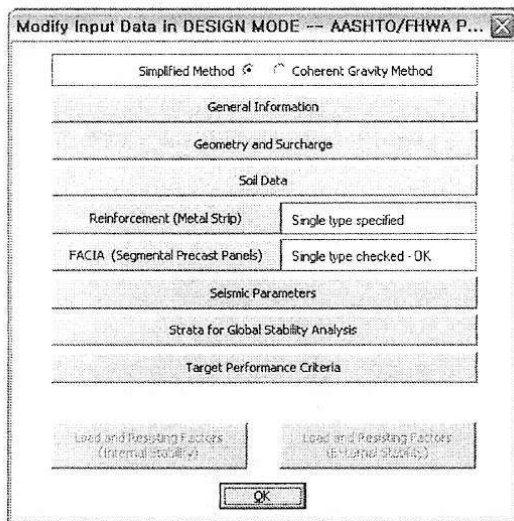
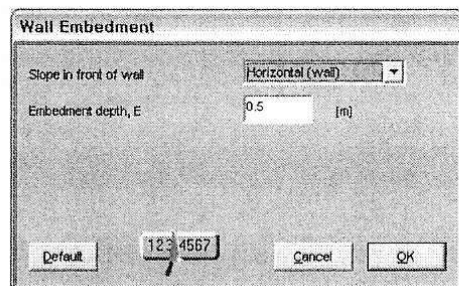
UNIFORMLY DISTRIBUTED : 등분포하중

- Dead load surcharge : 사하중
- Live load surcharge : 활하중

CONCENTRATED : 집중하중

해당되는 집하중이 있으면 체크하고 View/Modify를 클릭

E를 클릭하여 벽체근입깊이에 대한 데이터를 입력한다.



C.4.3.1 GEOMETRY & SURCHARGE GEOMETRY / SURCHARGE

여기서는 다음과 같은 사항을 결정 할 수 있다.

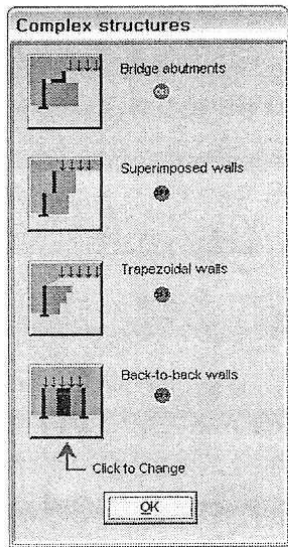
1) Simple or Complex

Simple을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.

이 부분에서 단순한 형태의 옹벽에 대한 벽체의 재료와 하중에 관한 사항을 입력한 후 OK를 클릭한다.

2) Complex structures : 복합구조옹벽

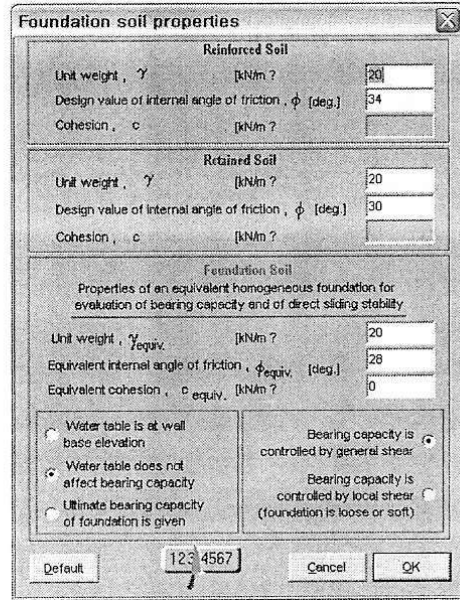
옹벽이 단순한 형태이면 다음 단계 실행하지 않음.
Complex를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타나게 되고, 여러가지의 복잡한 옹벽형태중 적합한 옹벽의 형태를 결정하고 Simple 부분에서와 같이 벽체의 제원 및 하중에 관련된 사항을 입력한 후 OK를 클릭한다.



- Bridge Abutment : 교대
- Superimposed walls : 계단식옹벽
- Trapezoidal walls : 다양한 보강재 길이를 가지는 옹벽
- Back-to-back walls : 양쪽옹벽

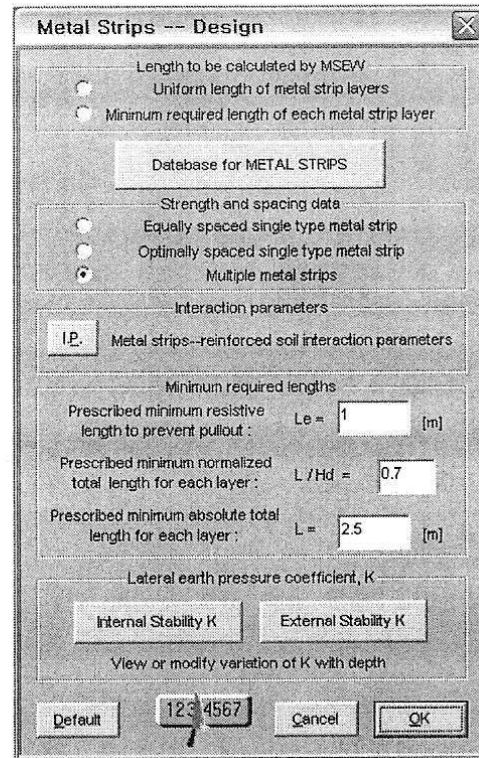
C.4.3.2 Soil Data

이 부분에서는 보강토체(reinforced soil), 배면토체(retained soil), 기초지반(foundation soil)에 대한 단위중량, 내부마찰각, 점착력과 같은 기본물성치를 입력하여 준다.



C.4.3.3 Reinforcement

1) Length to be calculated by MSEW : 보강재길이 선택



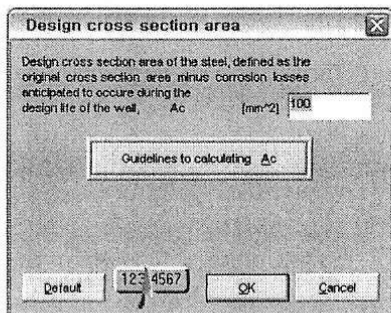
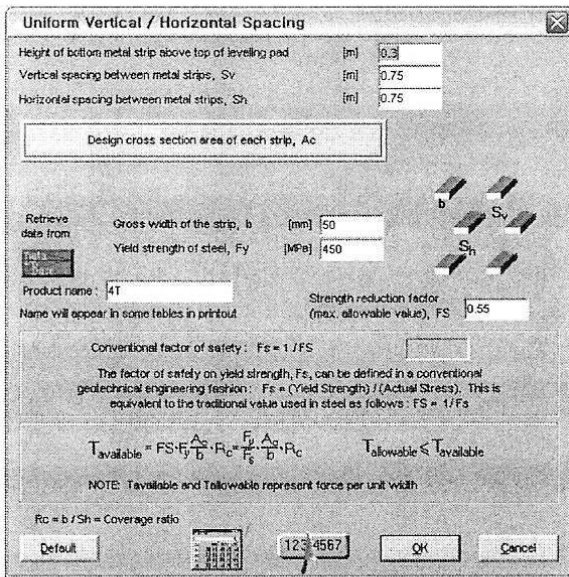
보강재 길이 선택은 두 가지 경우로 볼 수 있다.

① 단일길이의보강재(uniform length of MetalStrip layers)를 사용하는 경우.

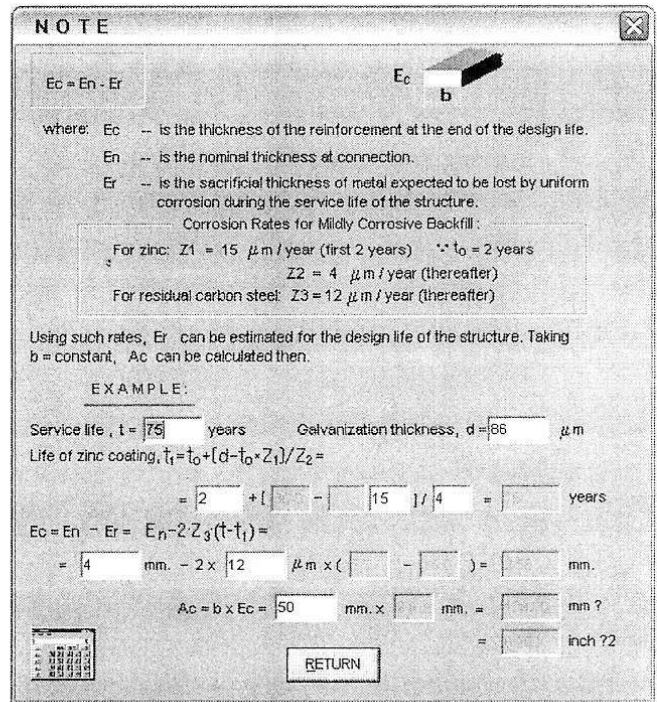
② 각층에 소요 최소 보강재 길이(minimum required length of Metal Strip)를 클릭하면 다음과 같은 each MetalStrip layer를 사용하는 화면이 나타난다) 경우.

2) Strength and spacing data : 보강재의 강도와 수평 수직 간격에 대한 데이터

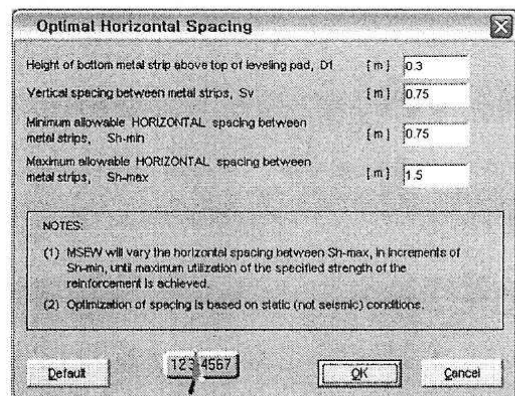
① 동일한 간격의 단일한 종류의 보강재(equally spaced single type MetalStrip)를 사용할 경우. 보강재의 수직, 수평간격(Sv/Sh), 보강재 제품명, strip의 폭(b), strip의 단면적(Ac), 강도감소계수(Fs), steel의 항복강도(Fy), 및 최하단 보강재의 위치를 입력한 후 OK를 클릭한다.



[Guidelines to calculating Ac]를 클릭하면 설계수명을 고려한 Ac를 구하는 방법에 대해 자세히 설명되어 있다.

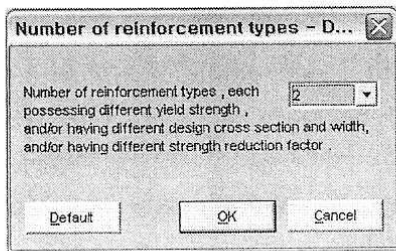


② 최적간격의 단일한 종류의 보강재(Design cross section area of each optimal spaced single type Metal strip, Ac)를 클릭하면 다음과 같은 그림이 나타나고, 이 부분에서는 유효단면적(Ac)을 입력한 후 OK를 클릭한다. 보강재의 수직 간격(Sv), 최하단 보강재의 위치(D1), 최소최대허용수평간격 / (Sh-min, Sh-max)을 결정한 후 OK를 클릭한다.

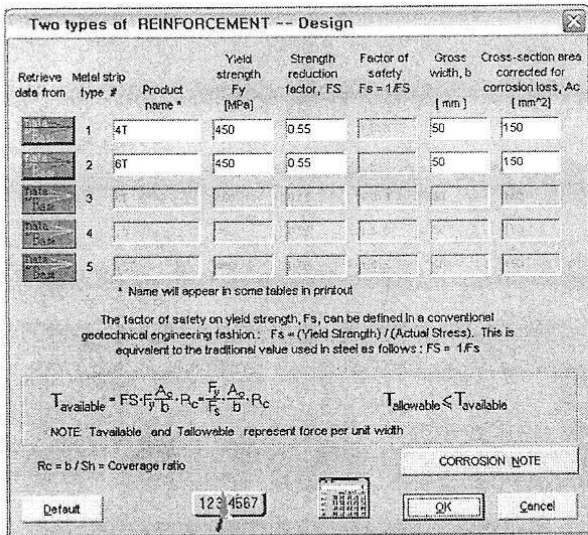


strip의 유효단면적(Ac), 강도감소계수(Fs), steel의 항복강도(Fy), 제품명을 입력한 후 OK를 클릭한다.

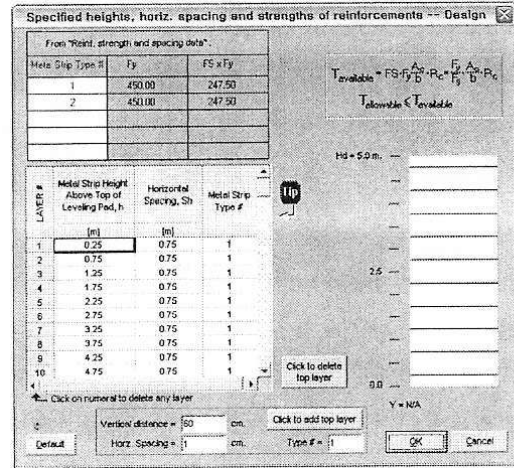
③ 다양한 보강재(multiple metal strips)의 사용할 경우 적용할 보강재 종류의 개수를 결정한 후 OK를 클릭한다



보강재의 제품명, 강도감소계수(FS), steel의 항복강도(Fy), strip의 폭(b), strip의 유효단면적(Ac)을 입력한 후 OK를 클릭한다.

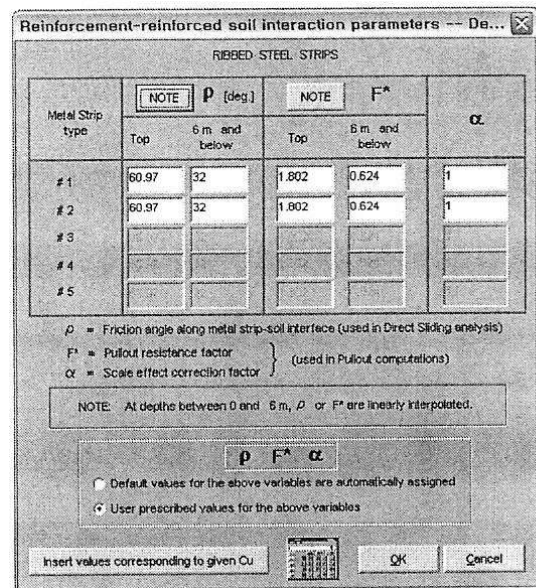
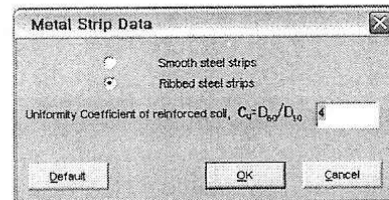


보강재의 항복강도와 간격에 따라 포설되는 보강재의 종류와 위치를 입력한 후 OK를 클릭한다.



3) Interaction parameter : 보강재-흙 사이의 상호작용정수를 입력한다.

MetalStrip 표면에 대한 정보돌기(rib)의 존재유무를 입력한다. 돌기가 있는 strip의 경우는 균등계수를 입력한 후 OK를 클릭한다.



■ ρ : friction angle along MetalStrip-soil

interface(used in Direct Sliding analysis) : 보강재와 흙의 상호면 마찰각

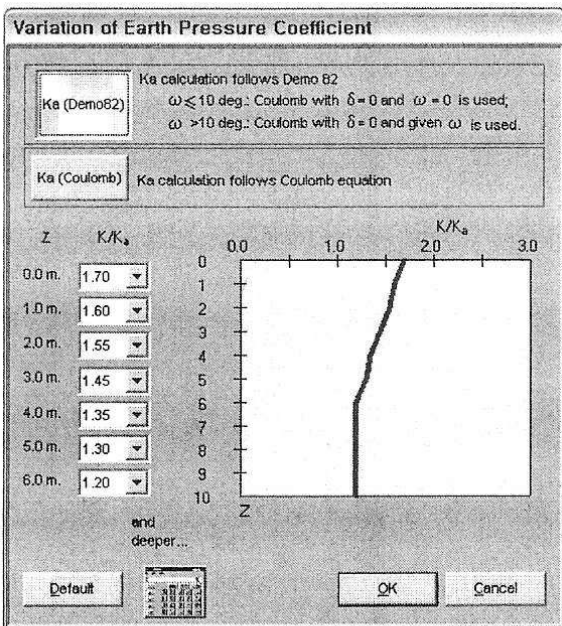
- F^* : pullout resistance factor : 인발 저항계수
- α : scale effect correction factor : 형상수정계수

4) Minimum required length : 보강재의 소요 최소길이를 입력한다.

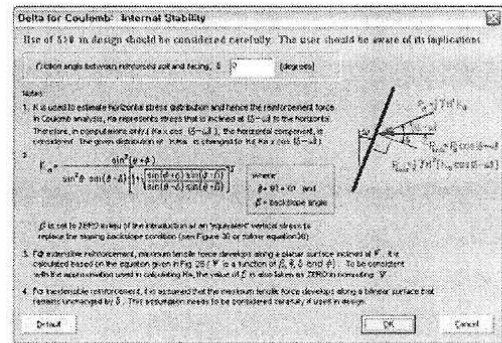
- Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, L_e : 인발에 저항하기 위한 저항 영역에서의 최소 길이
- Prescribed minimum normalized total length for each layer, L/Hd : 각 층에 대한 정규화된 보강재와 벽체높이의 최소비
- Prescribed minimum absolute total length for each layer, L : 각 층에 대한 전체보강재의 소요 최소 길이

5) Lateral earth pressure coefficient, K : 사용하는 각보강재의 종류 등에 따른 내적 외적 수평 토압계수의 결정.

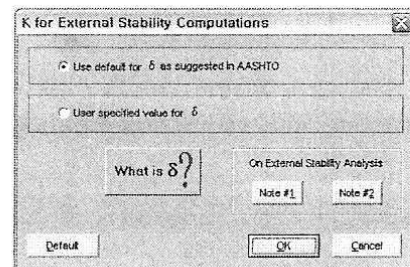
① 내적 안정에 대한 토압계수(internal stability K)
Demo 82에서 제시된 Rankine 토압계수와 Coulomb의 토압계수 중 적용할 토압계수를 선택한다.



Coulomb 토압계수를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다. Coulomb 토압계수에 대한 설명과 벽마찰각(δ)을 입력함으로써 토압계수를 결정할 수 있다.



②외적 안정에 대한 토압계수(external stability K)
외적 안정에 대한 토압계수는 Demo 82에서 제안된 δ 와 사용자가 지정해주는 δ 에 의해 계산된다.



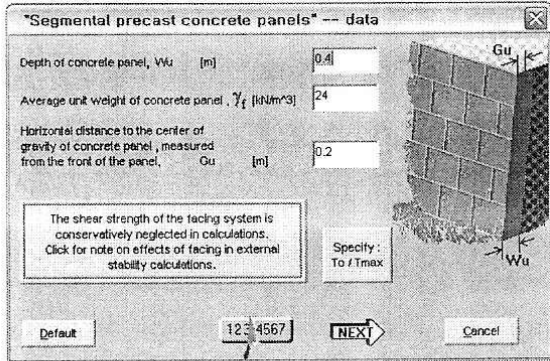
what is δ 를 클릭하면 δ 에 대한 자세한 설명이 나와있다.

Note #1과 Note #2에서는 외적 안정성을 계산하는 부분에 대한 자세한 설명이 나와있다.

C.4.3.4 Facia

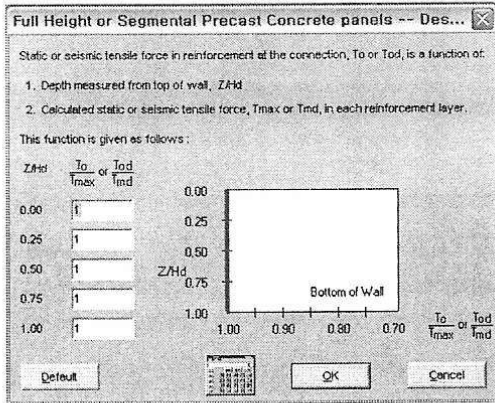
Facia 부분에서는 MetalStrip과 관련되어 사용되는 Segmental precast concrete panel을 선택한 후 next를 클릭한다.

다음 부분에서는 Segmental precast concrete panel에 대한 사항을 입력한 후 next를 클릭한다.

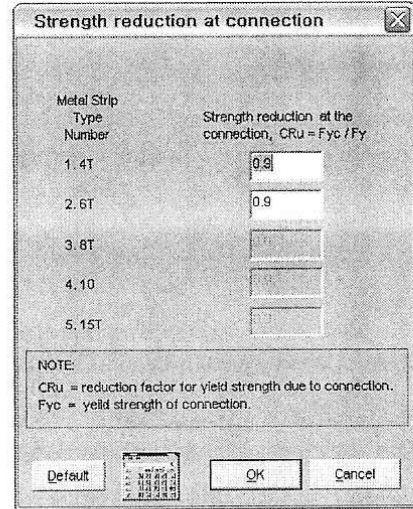


- Depth of concrete panel : 전면으로부터 콘크리트패널의 깊이
- Average unit weight of concrete panel, γ_f : 콘크리트패널의 평균 단위중량
- Horizontal distance to the center of gravity of concrete panel, measured from the front of the panel, G_u : 콘크리트패널의 무게중심

다음부분에서는 connection force relationship(연결부 강도관계)에 대해 입력한 후 OK를 클릭한다.



다음 부분에서는 연결부(connection)에서의 보강재에 대한 감소계수(Reduction Factor)를 입력한 후 OK를 클릭한다.



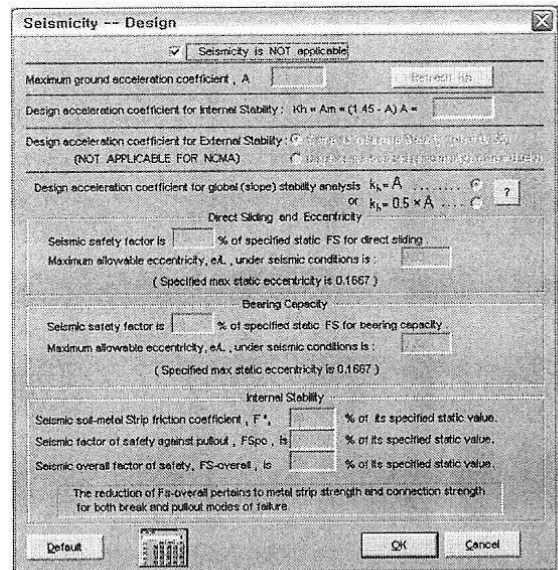
- CRu : 연결부의강도감소계수
- Fyc : 연결부항복강도

C.4.3.5 Seismicity Parameters

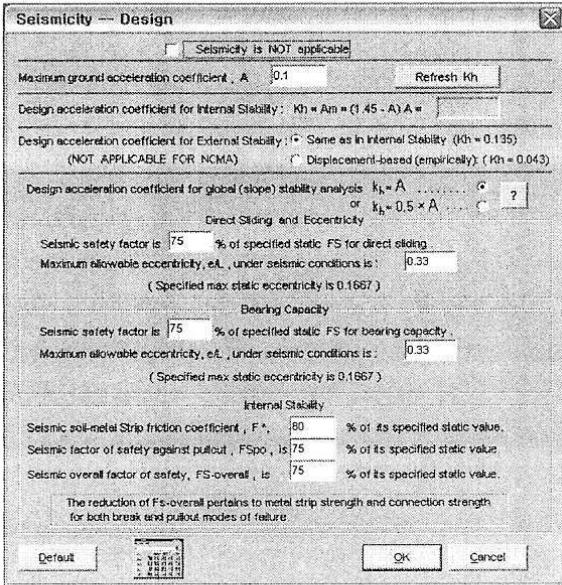
Seismicity 부분에서는 동적하중을 고려할 것인지 결정하고, 고려한다면 최대지반가속도계수 및 안전율을 입력한다.

① 동적하중을 고려하지 않는 경우

Seismicity is NOT applicable을 클릭한다.



② 동적하중을 고려할 경우

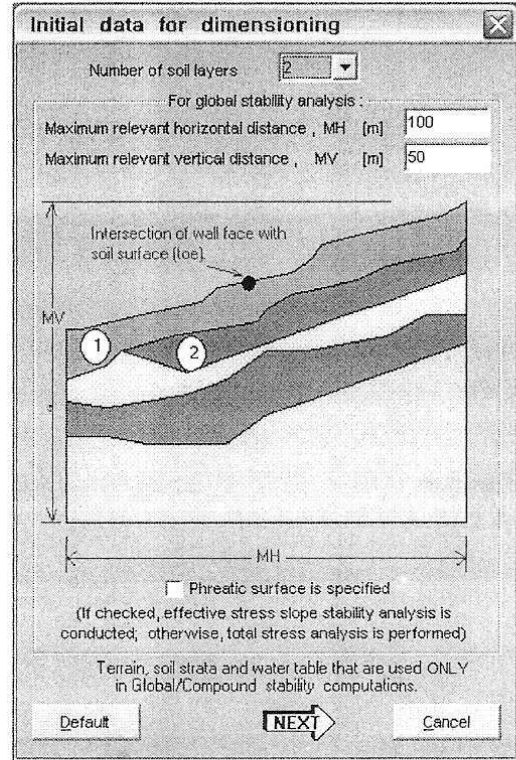


- Maximum ground acceleration coefficient, α_0 : 최대 지반가속도계수

※참고 direct sliding, eccentricity, bearing capacity, internal stability에 대해 정적인 상태에서의 수치를 토대로 설계자가 적합한 비율(percentage)을 적용한다(FHWA).

C.4.3.6 Terrain

이 부분에서는 지형과 지층 및 지하수위에 관련된 사항을 입력한다.

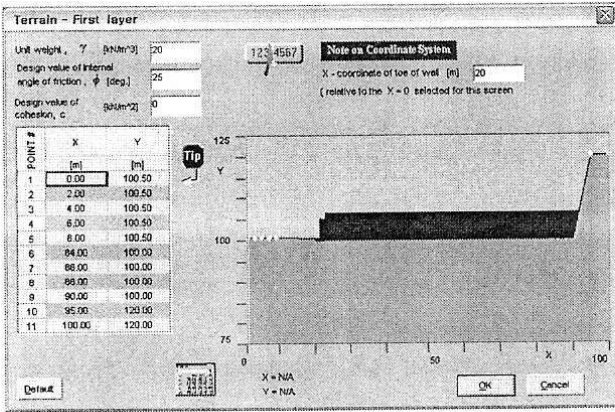


- Number of soil layer : 지층을 구성하는 지반 종류의 수
- Maximum relevant horizontal distance, MH : 전체적인 안정성 평가시 수평경계 최대거리
- Maximum relevant vertical distance, MV : 전체적인 안정성 평가시 수직경계 최대거리

위의 사항을 입력 한 후next를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.

이 부분에서는 지형, 지층과 지하수 위에 대한 위치를 입력 한다.

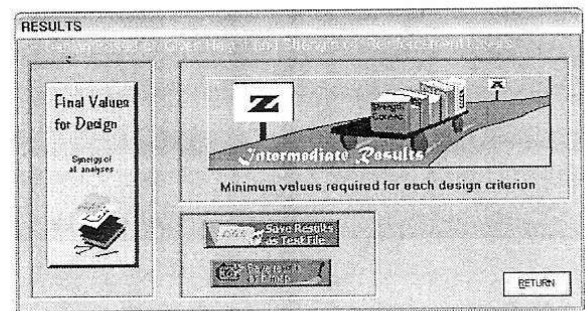
-첫번째 지층



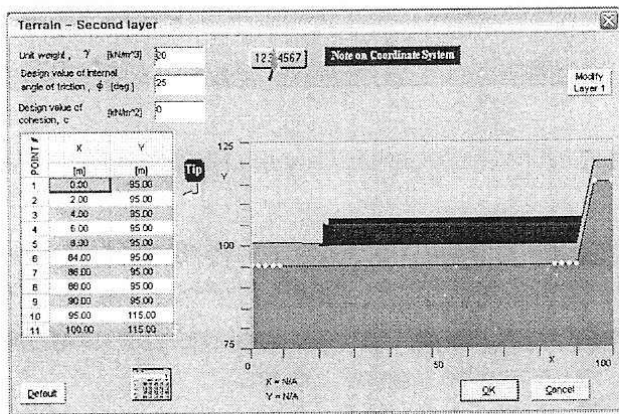
C.5 Run MSEW + Results Display : 프로그램수행 및 결과 확인

위의 입력 사항이 끝나면 Program manager 부분에서 Run MSEW + Results display를 클릭하여 프로그램을 실행시킨 후에 결과를 검토한다.

다음은 설계 결과에 대한 화면이다.



-두번째 지층



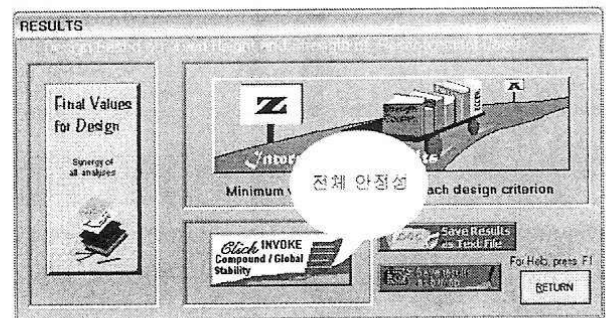
C.5.1 compound and global stability

설계 결과를 검토하기에 앞서 compound / global stability에 대한 검토를 수행한다.

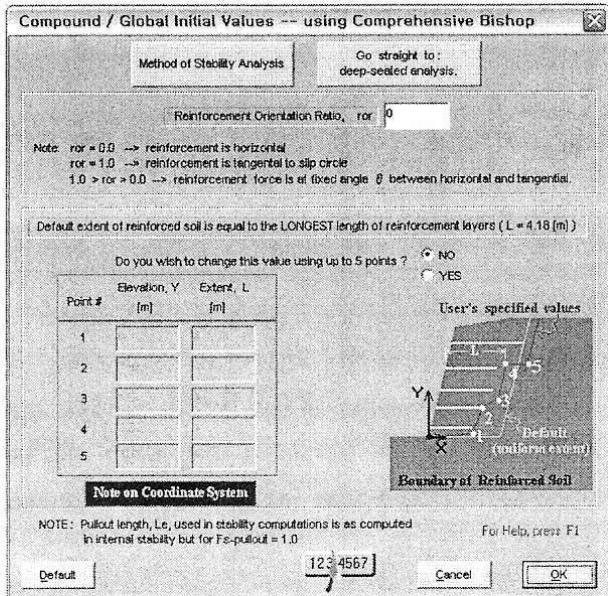
다음의 박스(box)를 클릭하면

C.4.4 Metal Mat 으로 설계하기

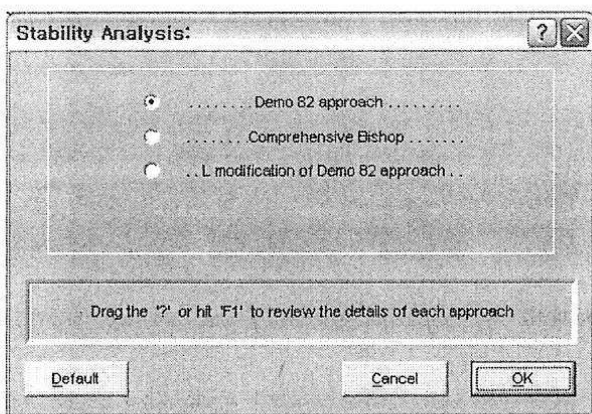
Metal Mat에 대한 설계예제는 뒷부분의 Analysis 부분에 대한 예제에서 설명하기로 한다.



다음과 같은 화면이 나타난다. 화면에서 Method of stability analysis를 클릭하여 해석 방법을 선택한 후 OK를 클릭한다.



- ⇒ Method of stability analysis : 복합 안전성 평가
- ⇒ Go straight to ; deep seated analysis : 저부 파괴 평가로 바로가기
- ⇒ Reinforcement orientation ratio (ror) : 보강재 방향비
 - ror=1 : 파괴면과 접선방향으로 보강재인 장력발
 - ror=0 : 보강재 포설방향수평 방향으로 인장력발휘
 - 1.0>ror>0.0 : 보강재의 인장력발휘 방향이 파괴면의 접선방향과 수평 방향 사이에 있다.

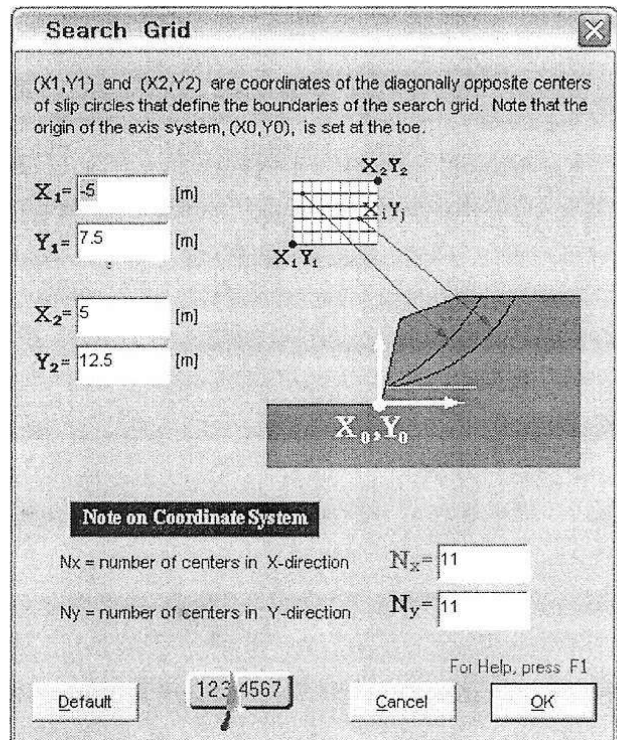


- ⇒ Demo 82 approach : FHWA에 근거한 안정해석
- ⇒ Comprehensive Bishop : 포괄적 Bishop 방법을 이용한 해석
- ⇒ L modification of Demo 82 approach : FHWA 방법을 수정한 Leshchinsky 방법

위의 세가지 방법 중 적용할 기준을 선택한다(3장

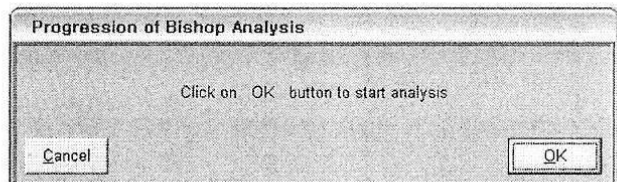
3.3절 참조).

적용 기준 선택 후 OK를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.

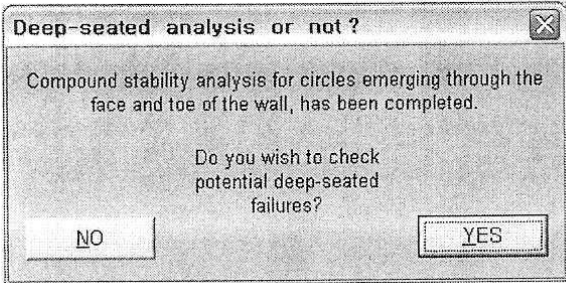


- ⇒ (X1,Y1과) (X2,Y2)는 파괴원을 찾기 위한 원의 중심좌표를 나타낸다.
- ⇒ (X0,Y0)는toe의 좌표이다.
- ⇒ Nx,Ny는 각각X, Y 방향으로 찾는 원의 중심개수이다.

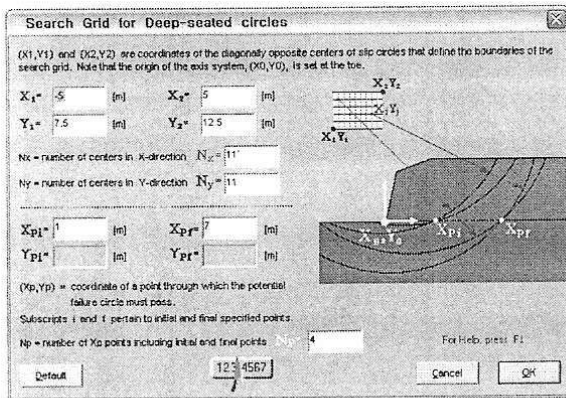
각 사항을 입력한 후 OK를 클릭하면 실행여부를 묻는 화면이 나타난다.



예를 들어 Bishop의 방법으로 해석을 수행하고 나면 다음과 같이 Deep-seated failure(저부파괴)의 해석 수행 여부를 묻는 화면이 나타난다.



Deep seated failure(저부과괴)의 해석에서는 복합파괴면(compound failure surface) 해석과 마찬가지로 요구되는 좌표를 입력한다.



- ⇒ Xpi, Xpf : 파괴면이 통과하는 초기좌표와 최종좌표
- ⇒ Np : Xpi와 Xpf 사이의 파괴면 통과 개수

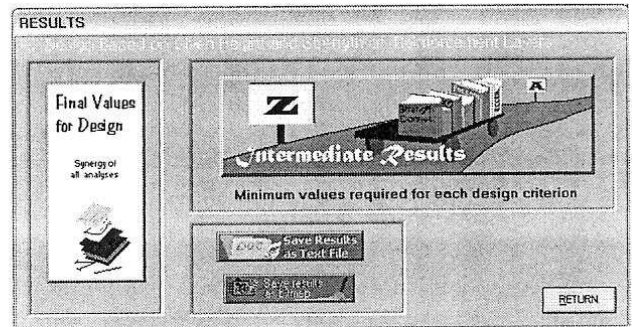
C.5.2 결과확인

결과 확인에 대해서도 총 4종류의 보강재에 대해 각각의 결과를 확인한다.

- ▷ Geogrid
- ▷ Geotextile
- ▷ Metal Mat
- ▷ Metal Strip

C.5.2.1 Geogrid

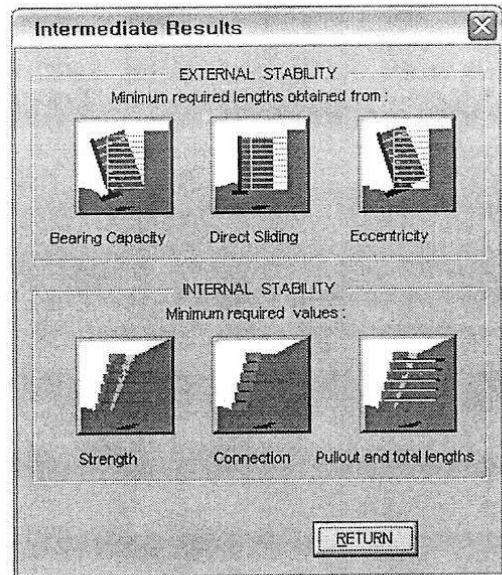
결과 확인에서는 크게 두 부분으로 되어있다.



- ▶ Intermediate Result : 중간결과확인
(minimum values required for each design criterion : 각 설계 기준에 대해 적용되는 최소값)
- ▶ Final Value for Design : 설계에 대한 최종결과 확인

1) Intermediate results

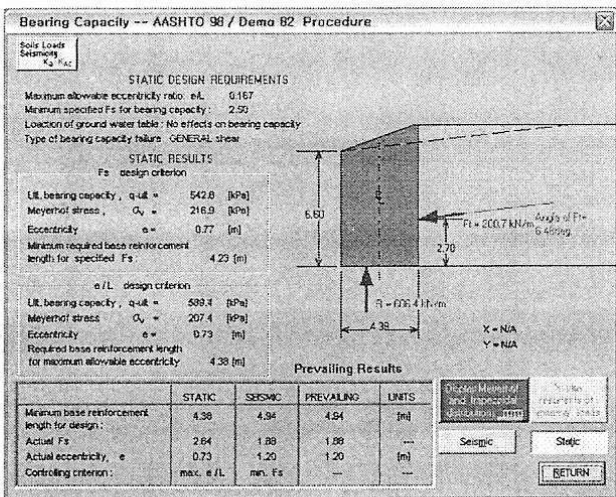
External/Internal stability에 대한 최소 요구값에 대한 결과를 검토한다



① External stability

- ▶ bearing capacity : 지지력에 대한 보강재 소요최소 길이
- ▶ direct sliding : 활동에 대한 보강재 소요최소 길이
- ▶ eccentricity : 편심거리에 대한 보강재 소요최소 길이
- ▶ Bearing capacity

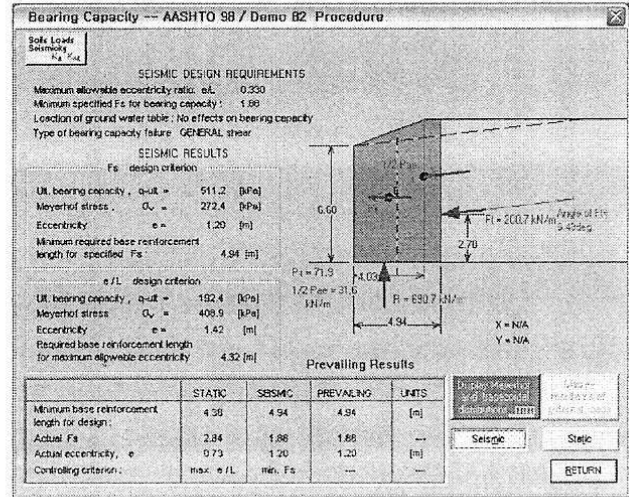
다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Bearing capacity의 설계 결과이다.



- ⇒ Ultimate bearing capacity : 기초지반의 극한 지지력
- ⇒ Meyerhof stress σ_v : Meyerhof 응력분포에 의한 수직응력
- ⇒ Eccentricity, e : 편심거리
- ⇒ Minimum required base reinforcement length for specified F_s : 안전율에 대한 소요 최소 보강재길이
- ⇒ Required base reinforcement length for maximum allowable eccentricity : 최대 허용 편심거리에 대해 요구되는 보강재의 길이
- ⇒ Eccentricity, e/L : 편심거리비

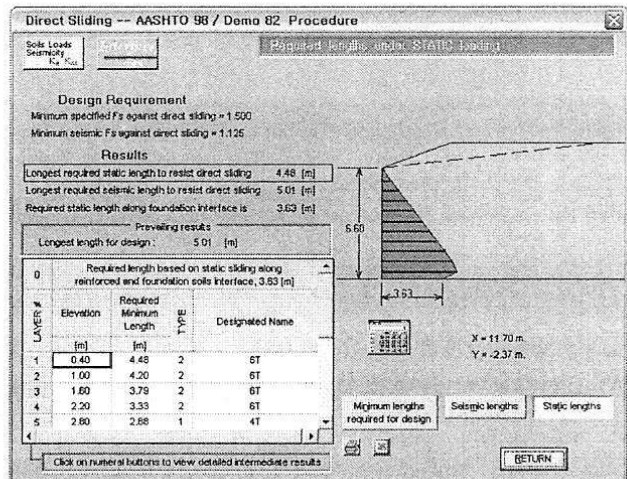
다음 그림은 동적(seismic) 하중에 대한 Bearing

capacity의 설계 결과이다.



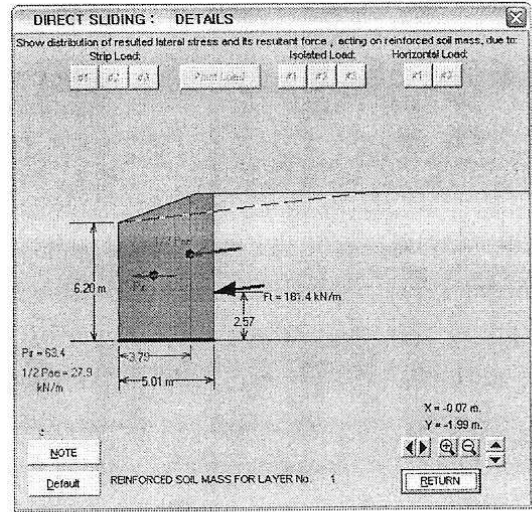
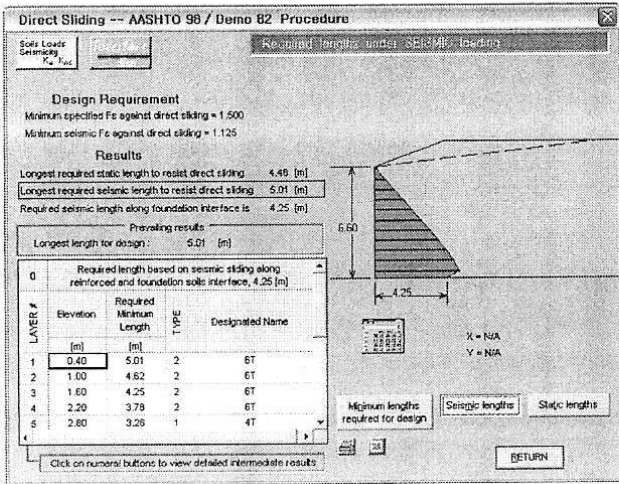
▶ Direct sliding

다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Direct sliding의 설계 결과이다.

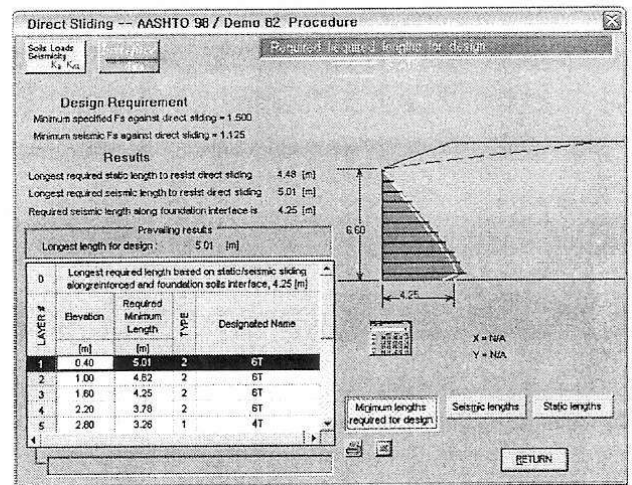
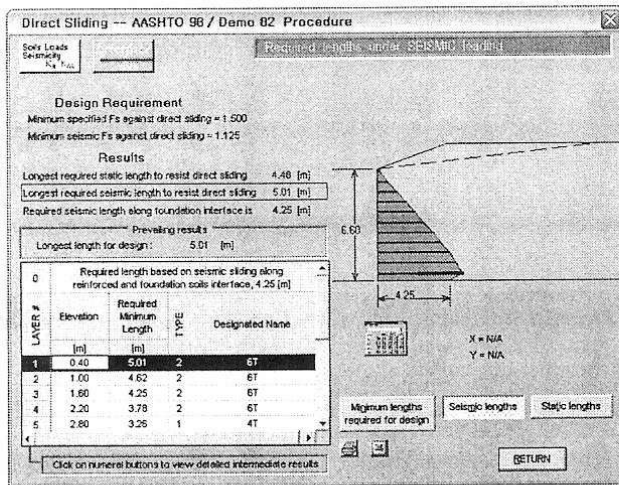


- ⇒ Elevation : 보강재의 포설 위치
- ⇒ Required Minimum Length : 보강재의 소요 최소길이
- ⇒ Type : 보강재의 종류

다음 그림은 동적(seismic) 하중에 대한 Direct sliding의 설계 결과이다.



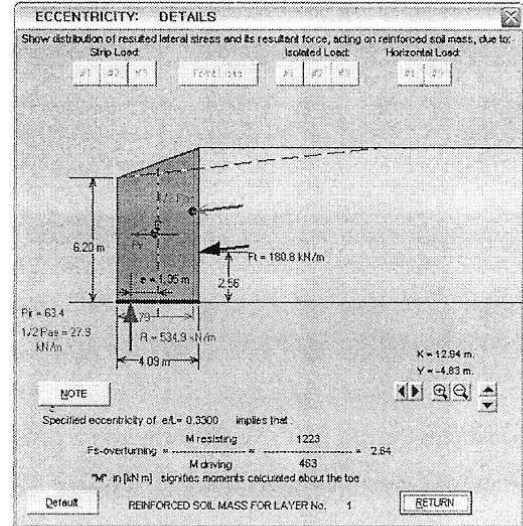
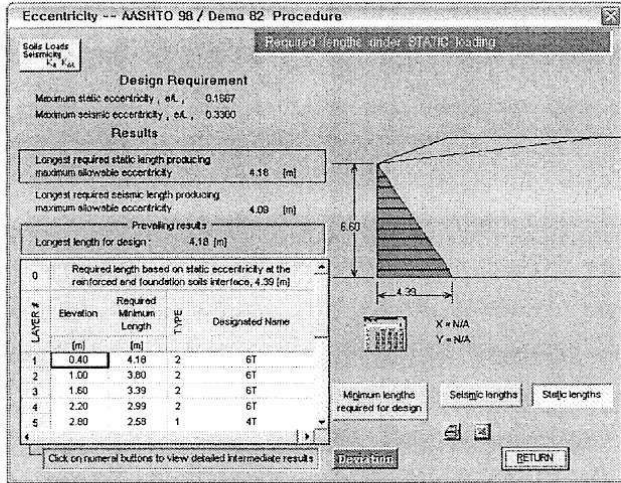
다음 그림은 Direct sliding에 대한 설계 소요 최소 길이(MINIMUM required lengths for design)를 나타내는 그림이다.



각 보강재층의 숫자를 클릭하면 다음 그림과 같이 각 보강재층의 Direct sliding에 대한 상세설명이 나타난다.

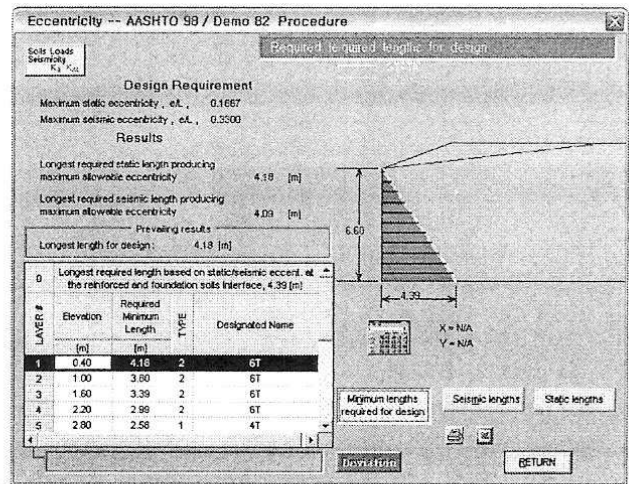
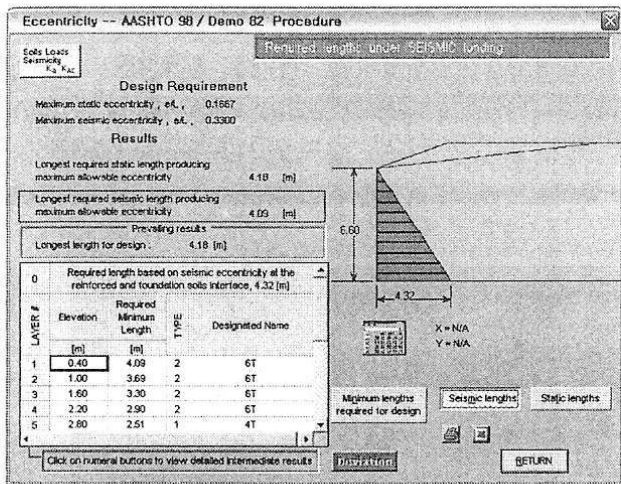
▶ Eccentricity

다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Eccentricity의 설계 결과이다.



다음 그림은 동적(seismic) 하중에 대한 Eccentricity의 설계 결과이다.

다음 그림은 Eccentricity에 대한 설계 소요 최소 길이 (MINIMUM required lengths for design)를 나타내는 그림이다.



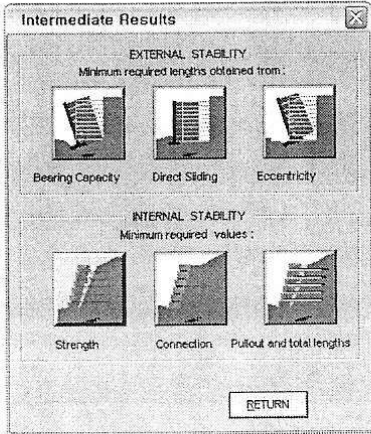
각 보강재층의 숫자를 클릭하면 다음 그림과 같이 각 보강재층에 대한 Eccentricity의 상세설명이 나타난다.

② Internal stability

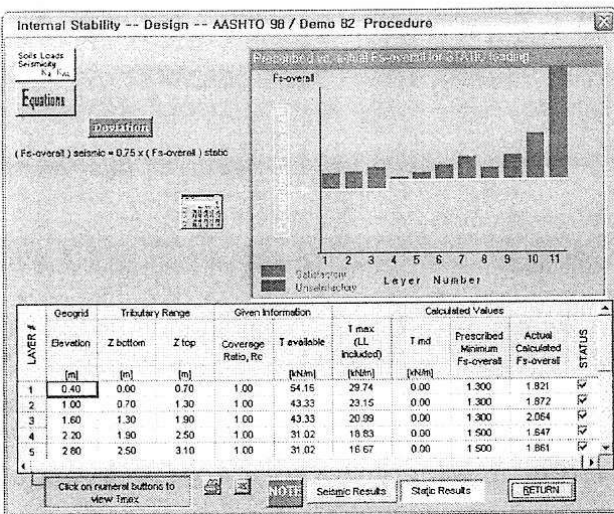
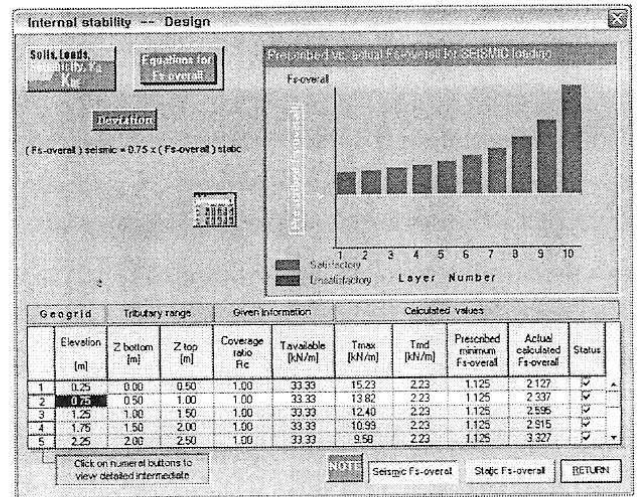
- ▶ Strength : 보강재의 설계 허용 인장강도와 최대 유발인 장력에 대한 검토
- ▶ Connection : 보강재의 설계 허용 인장강도와 연결부 에서의 유발 인장강도에 대한 검토
- ▶ Pullout and total length : 보강재의 인발 저항과 소요 보강재의 길이

▶ Internal stability-Design(Strength)

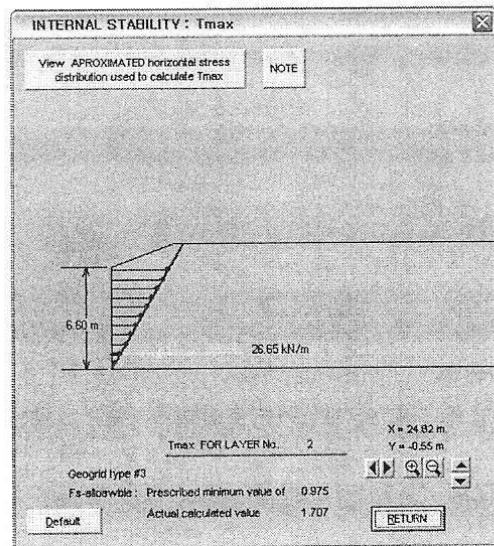
다음 그림은 정적 하중에서 사용자가 설정한 안전율에 대하여 실제 설계시 안전율과의 비교를 나타낸다.



다음 그림은 동적(seismic) 하중에서 사용자가 설정한 안전율에 대하여 실제 설계시 안전율과의 비교를 나타낸다.



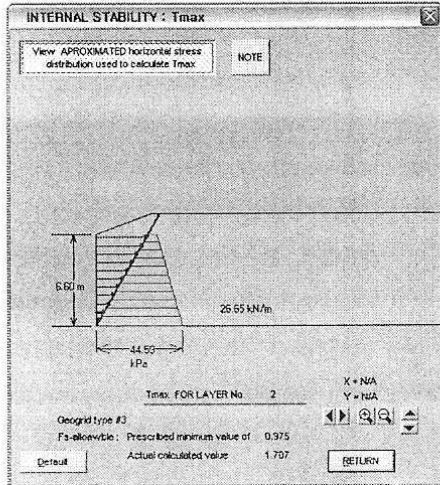
각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭하면 각각의 보강재에 대한 최대유발 인장력(Tmax)이 표시된다.



- ⇒ Zbottom ,Ztop : 각 보강재의 상하 분담영역
- ⇒ Coverage Ratio, Rc : 덮음비
- ⇒ Horizontal spacing : 보강재의 수평간격
- ⇒ Tavailable : Tallowable=Tavailable/Fs
- ⇒ Tmax : 보강재 최대 유발 인장력
- ⇒ Tmd : 지진하중으로 인한 보강재 최대유발인장력
- ⇒ Prescribed minimum F_{s-overall} : 설정된 보강재 파단에 대한 최소 안전율
- ⇒ Actual calculated F_{s-overall} : 실제 계산된 보강재 파단에 대한 안전율

다음 그림에서는 Tmax를 계산 하기 위한 대략의

수평응력분포(horizontal stress distribution)를 보여준다.



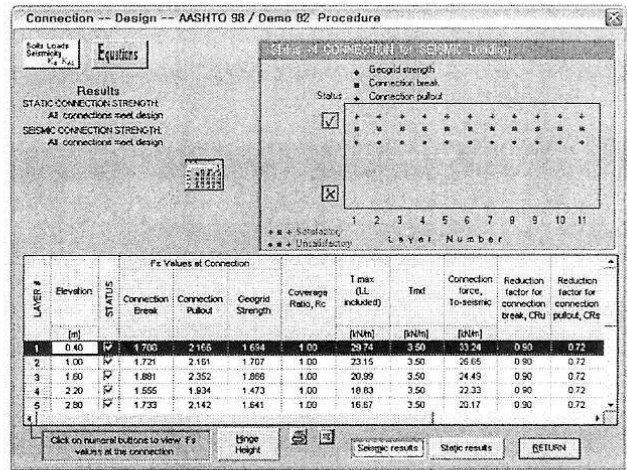
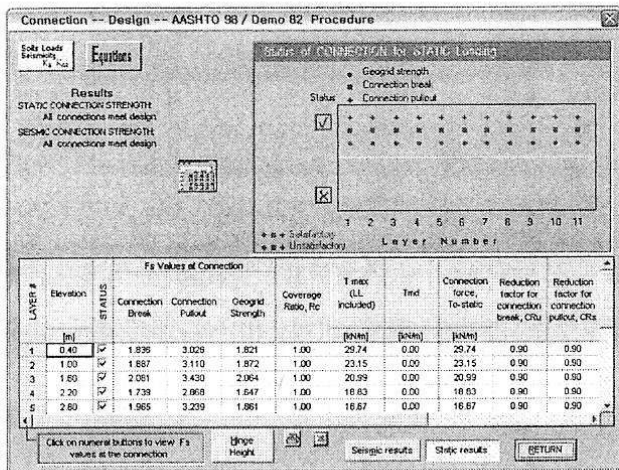
각 보강재 위치의 숫자를 클릭하면 각 보강재의 연결부강도에 대한 안전율이 나타난다.

Mode of failure	Fs-overall	
	Specified	Actual
Connection break	1.500	1.836
Connection pullout	1.500	3.026
Geogrid strength	1.300	1.821

▶ Connection-Design

다음 그림에서는 정적(static) 하중에서의 연결부 상태(connection status : geogrid strength, connection break, connection pullout)에 대해 표시되어 있다.

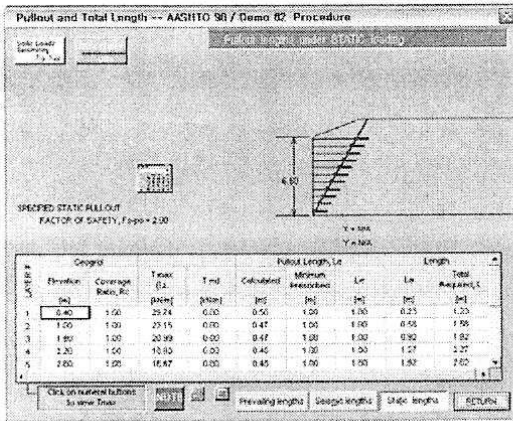
다음 그림에서는 동적(seismic) 하중에서의 연결부상태(connection status : geogrid strength, connection break, connection pullout)에 대해 표시되어 있다.



- ⇒ Connection force, To : 벽체 연결부에서 유발되는 인장력
- ⇒ Reduction factor for connection break, CRu : 연결부 파단에 대한 감소계수
- ⇒ Available connection strength, Tac [break criterion] : 연결부에서의 보강재 파단강도

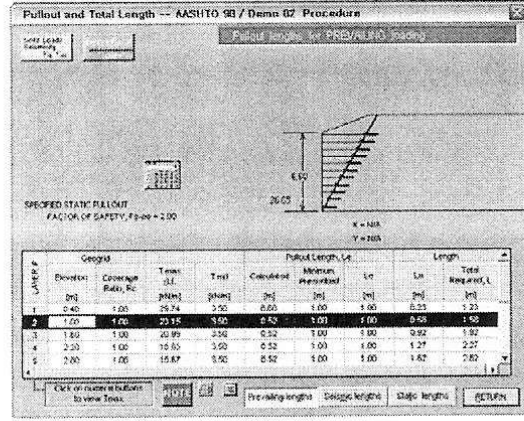
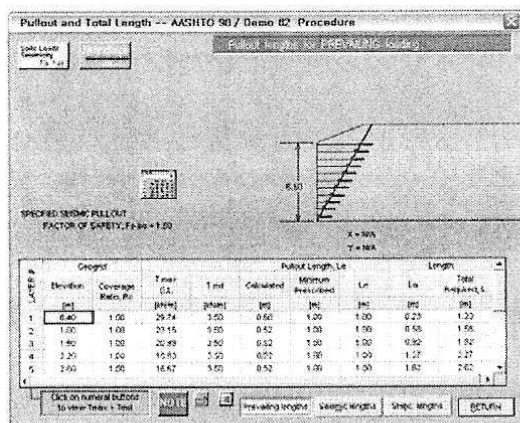
▶ Pullout and total length

다음 그림에서는 정적(static) 하중에서의 인발 저항길이(pullout length)와 전체길이(total length)를 나타낸다.



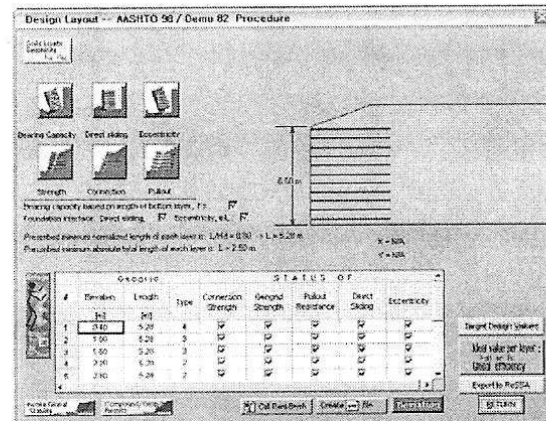
- ⇒ Pullout length, L_c : 수동저항영역에서의 보강재 길이
- ⇒ Minimum prescribed : 설정된 저항영역에서의 보강재 길이(DEMO 82 :1m)
- ⇒ Required L_c : 수동 저항영역에서 요구되는 최소 보강재 길이
- ⇒ L_w : 주동 저항영역에서의 보강재 길이
- ⇒ Total required length, L : 요구되는 전체 보강재의 길이

다음 그림에서는 동적(seismic) 하중에서의 인발저항 길이(pullout length)와 전체길이(total length)를 나타낸다.



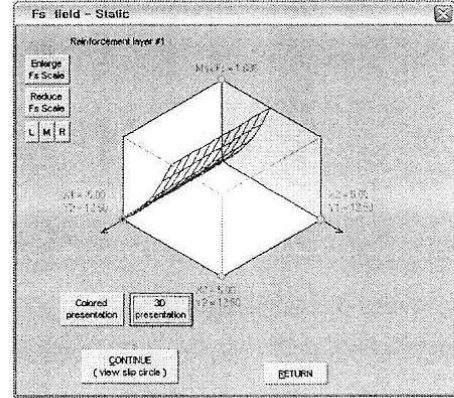
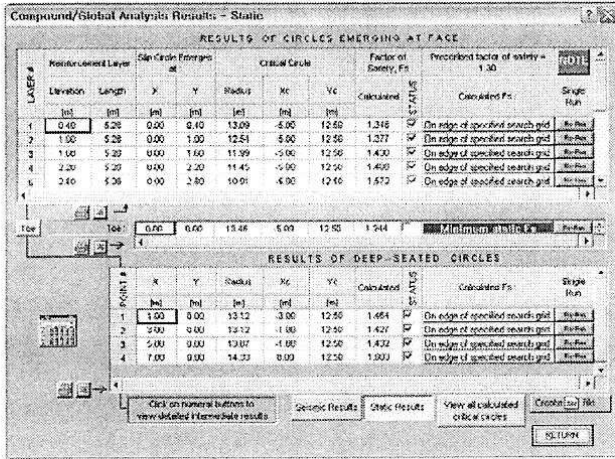
2) Final value for Design

Intermediate Result 외에 실제 설계된 결과값을 나타낸다.



Compound/global results를 클릭하면

다음과 같이 앞에서 복합전체/ 파괴에 각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭 하면 각각의 보강재에 대한 Tmax 를 확인할 수 있다.

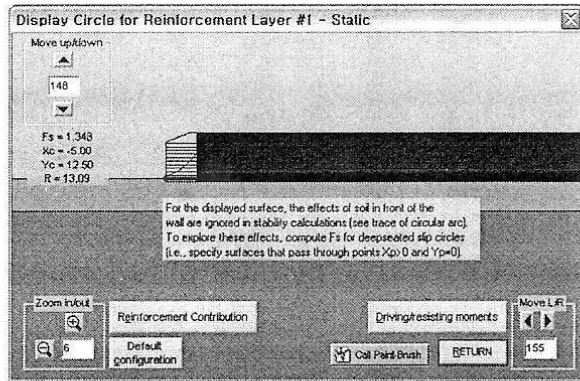


▶ continue(view slip circle) : 본 화면에서는 구조물 단면에 대한 파괴원의 중심(Xc,Yc) 좌표, 반경, 안전율 등을 확인할 수 있다.

① Results of circles emerging at face

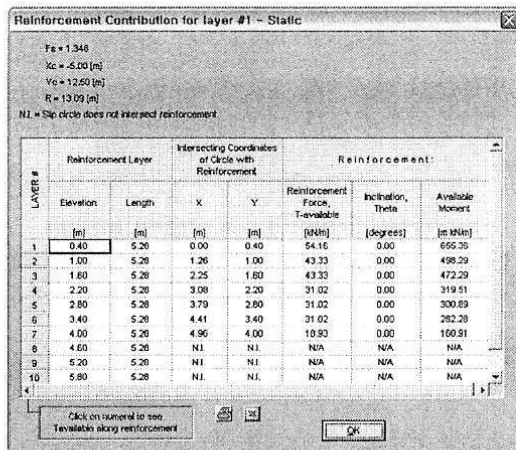
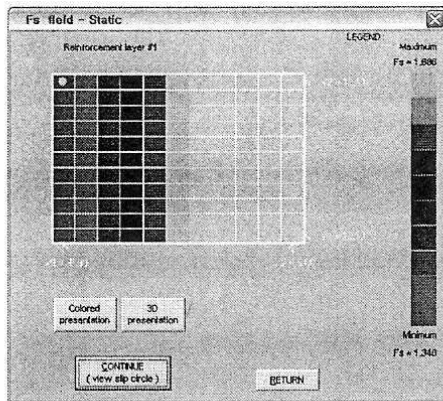
각단의 번호를 클릭하면 각단에서의 해석 결과가 제시된다.

예를 들어 복합파괴(compound failure) 부분에서 각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭하면 다음과 같은 그림이 나타나게 된다.



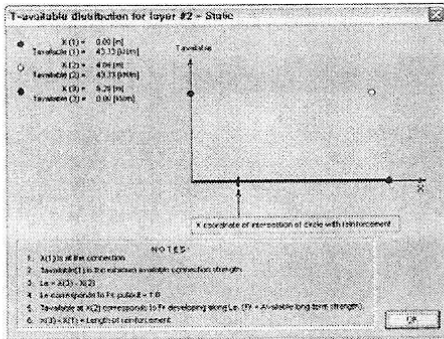
▶ colored presentation : 이 화면에서는 각각의 보강재에 대한 안전율의 분포도를 contour를 이용하여 확인할 수 있다.

▶ Reinforcement contribution을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나오고 각 보강재에 대한 인장력과 파괴면, 모멘트를 확인할 수 있다.



▶ 3D presentation : 이 화면에서는 안전율의 분포를 3차원으로 확인할 수 있다.

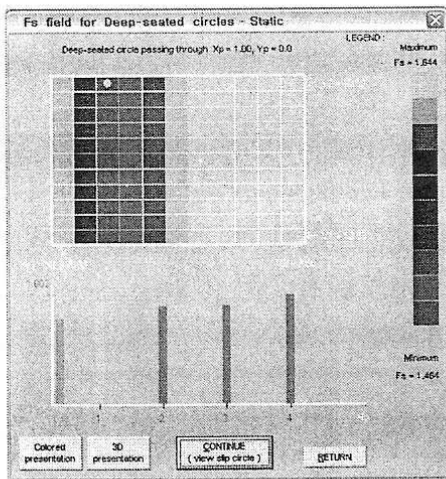
다시 각 보강재층에 해당하는 번호를 클릭하면 각 보강재에 작용하는 인장력과 보강재 전체에 대한 인장력 분포도를 확인할 수 있다.



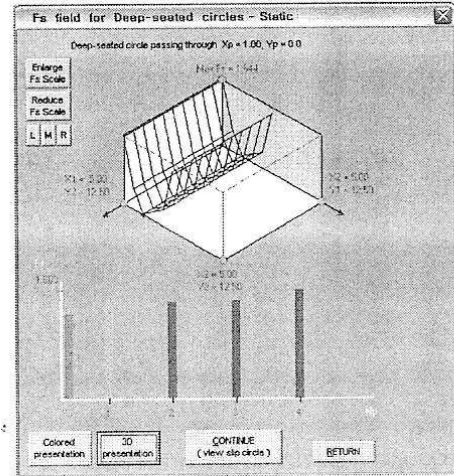
② Results of Deep-seated circles

여기서는 앞부분의 복합 파괴에서와 마찬가지로 각층에 해당하는 번호를 클릭하여 각 층에서의 안전율 분포를 확인할 수 있다.

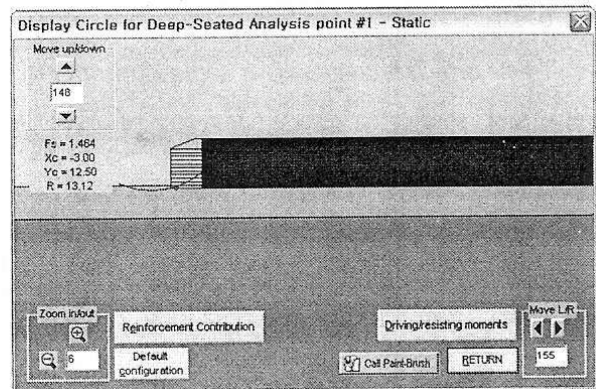
▶ colored presentation : 이 화면에서는 각 보강재에 대한 안전율의 분포도를 contour를 이용하여 확인할 수 있다.



▶ 3D presentation : 이 화면에서는 안전율의 분포를 3차원으로 확인할 수 있다.



▶ continue(view slip circle) : 본 화면에서는 구조물 단면에 대한 파괴원의 중심(X_c, Y_c)좌표, 반경, 안전율 등을 확인할 수 있다.

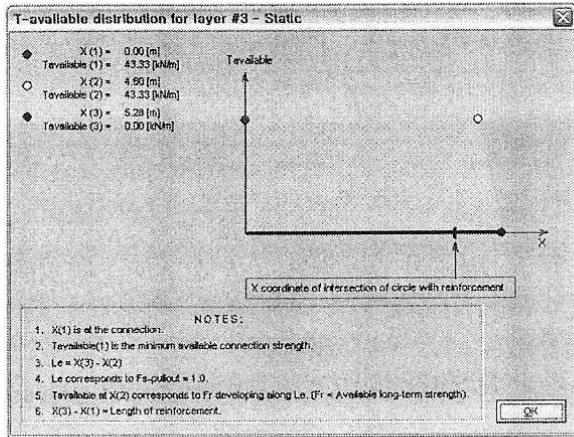


▶ Reinforcement contribution을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나오고 각 보강재에 대한 인장력과 파괴면, 모멘트를 확인할 수 있다.

REINFORCEMENT LAYER	Reinforcement Layer		Intersecting Coordinates of Circle with Reinforcement		Reinforcement:		
	Elevation	Length	X	Y	Reinforcement Force, Available	Inclination, Theta	Available Moment
1	0.40	5.26	2.00	0.40	54.15	0.00	655.36
2	1.00	5.26	3.33	1.00	43.33	0.00	498.29
3	1.60	5.26	4.31	1.60	43.33	0.00	472.29
4	2.20	5.26	5.13	2.20	11.93	0.00	122.84
5	2.80	5.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6	3.40	5.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7	4.00	5.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	4.60	5.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9	5.20	5.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10	5.80	5.26	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

각 보강재단에 해당하는 번호를 클릭하면 각

보강재에 작용하는 인장력과 보강재 전체에 분포되는 인장력 분포도를 볼 수 있다.



Geotextile에 대한 결과 확인은 Geogrid의 결과 확인 방법과 같다(C.5.2.1).

1) Intermediate result

Geotextile에 대한 Intermediate result는 Geogrid의 결과 확인 방법과 같다(C.5.2.1 1)).

2) Final value for Design

Geotextile에 대한 Final value for Design은 Geogrid의 결과 확인 방법과 같다 (C.5.2.1 2)).

C.5.2.3 MetalStrip

Metal Strip에 대한 결과 확인은 Geogrid의 결과 확인 방법과 같다(C.5.2.1).

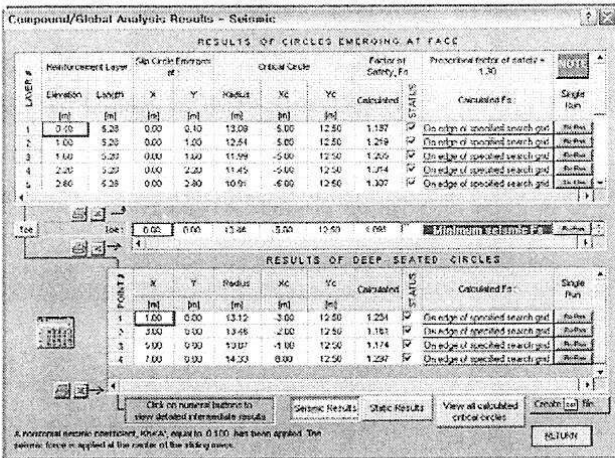
1) Intermediate result

Metal Strip에 대한 Intermediate result는 Geogrid의 결과 확인 방법과 같다 (C.5.2.1 1)).

2) Final value for Design

Metal Strip에 대한 Final value for Design은 Geogrid의 결과 확인 방법과 같다 (C.5.2.1 2)).

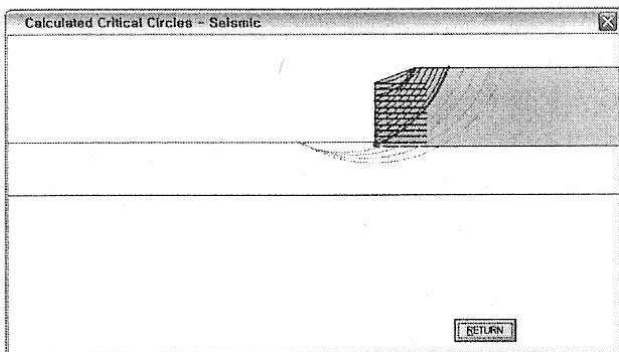
▶ Seismic에 대한 복합 전체 파괴 검토



C.5.2.4 Metal Mat

Metal Mat에 대한 결과 확인은 다음의 Analysis 부분에 대한 예제로 설명하기로 한다.

▶ View all calculated critical circles : 전체 복합 및 저부 파괴 보기



C.5.2.2 Geotextile

C.6 해석모드(analysis mode) 사용법

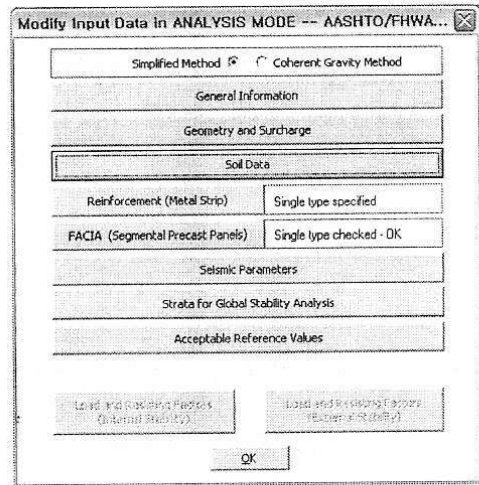
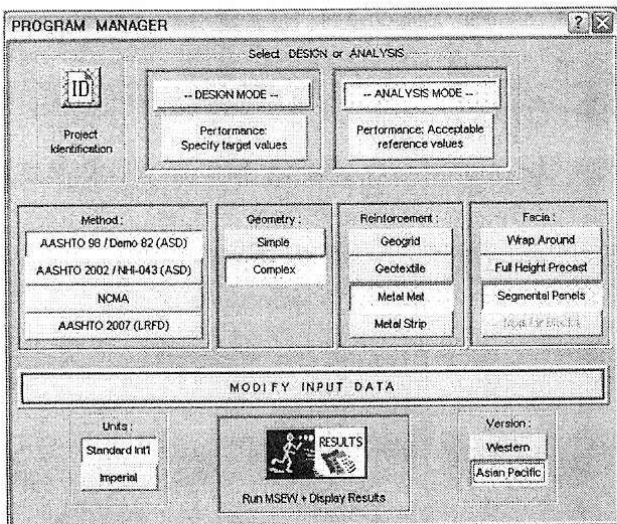
Analysis Mode에서는 Design Mode에서 설계된 내용에 대한 검토를 수행할 수 있으며, 적합한 조건 보강재의 간격, 길이 등을 조절할 수 있고, 그 이외의 다른 설계 자료에 대한 검토를 수행 할 수 있다. 단 해석을 하기 위해서는 반드시 Design Mode를 한번은 실행한 후 Analysis Mode를 실행해야 한다. Analysis 부분에서는 Metal Mat에 대한 예제를 살펴 보기로 한다.

※ NCMA를 선택할 경우, Metal Mat와 Metal Strip에 대한 해석은 수행할 수 없으며(NCMA 규정은 블록과 토목섬유 보강재에 대해서만 적용되는 보강토 옹벽설계법이다), Facia에서는 Facing enabling frictional connection of reinforcement (modular concrete block과gabion: 연결부 마찰저항작용)에 대해서만 해석이 수행된다.

C.6.1 AASHTO/FHWA (Metal Mat/Grid)

C.6.1.1 Soil & Seismicity

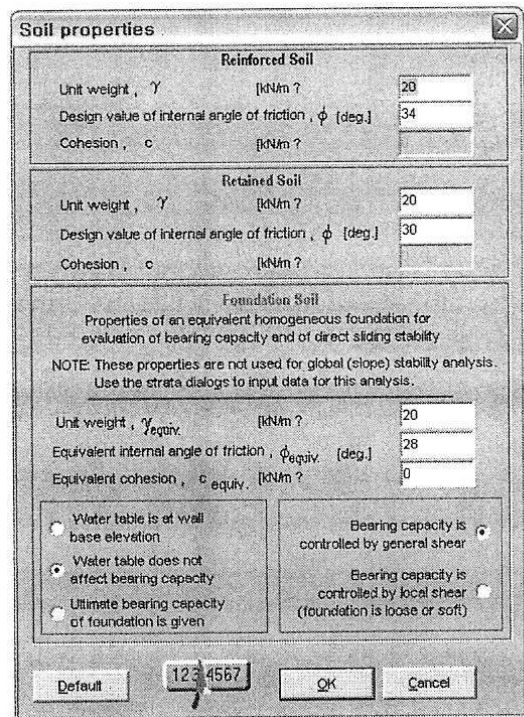
Program Manager부분에서 Design과 Analysis 선택, AASHTO/FHWA와 NCMA의 선택및 적용 단위를 선택한다.



1) Soil

▶ 동적하중을 고려하지 않는 경우

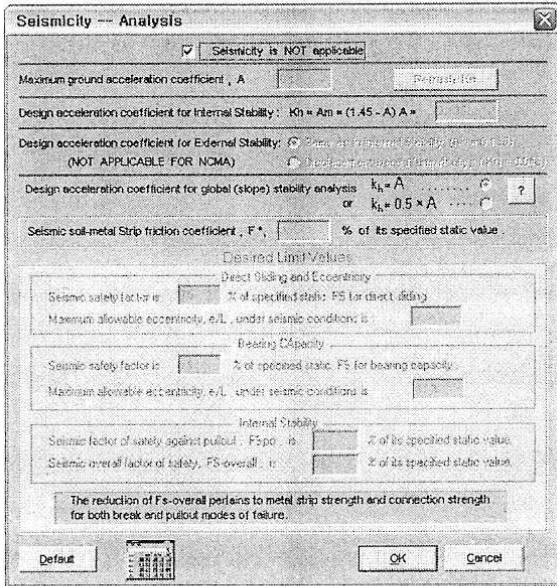
이 부분에서는 보강토체(reinforced soil), 배면토체(retained soil), 기초지반(foundation soil)에 대한 단위중량, 내부마찰각, 점착력 등과 같은 Design Mode에서 입력한 기본 물성치가 자동적으로 적용되며, 필요에 따라 조정할 수 있다.



2) Seismicity

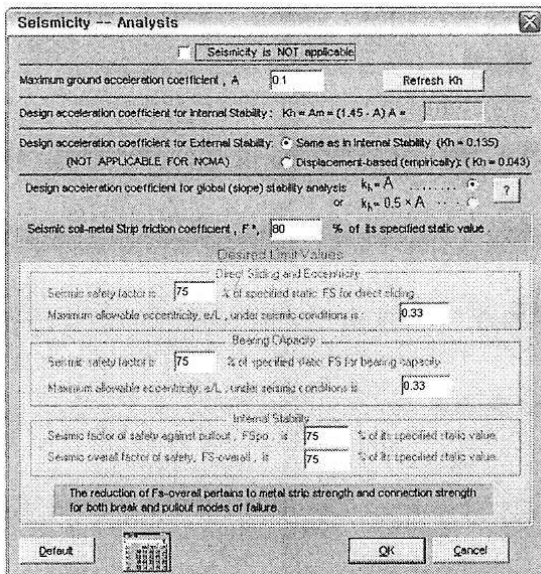
Seismicity의 부분에서는 Design Mode에서 입력한 동적하중의 고려 여부를 확인하고, 고려한다면 최대 지반 가속도 계수 등을 입력한다.

Seismicity is NOT applicable을 클릭한다.



▶ 동적 하중을 고려할 경우

동적하중을 고려한다면 Maximum ground acceleration coefficient, α_0 (최대지반 가속도 계수)와 흙-보강재 사이의 동적마찰계수에 대한 값을(%) 입력한다.



Maximum ground acceleration coefficient, α_0 :

최대지반가속도계수

Seismic soil-MetalMats friction coefficient, F^* : 정적하중에 대한 동적하중에서의 흙-보강재 사이의 마찰계수 감소율

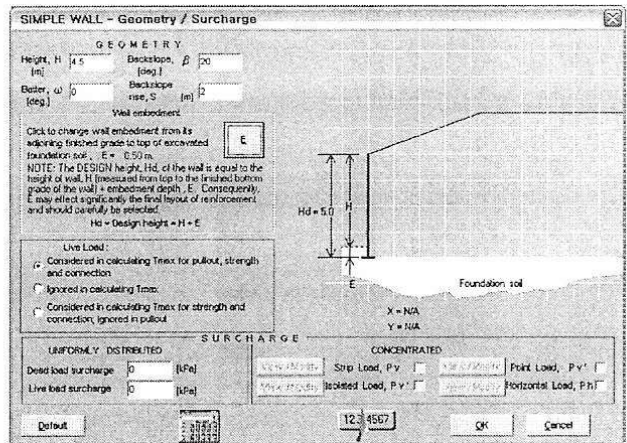
C.6.1.2 GEOMETRY & SURCHARGE

GEOMETRY / SURCHARGE 부분에서는 Design Mode에서와 마찬가지로 다음과 같은 사항을 검토하고 조정할 수 있다.

- ▶ Simple or Complex Geometry
- ▶ Terrain, soil strata, and water table
- ▶ Facia

1) Simple or Complex

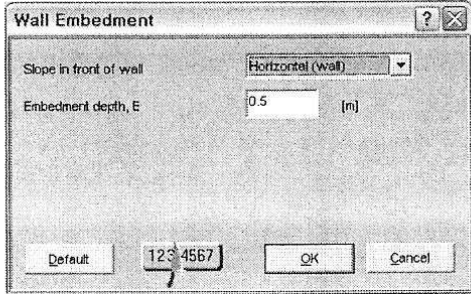
Simple을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.



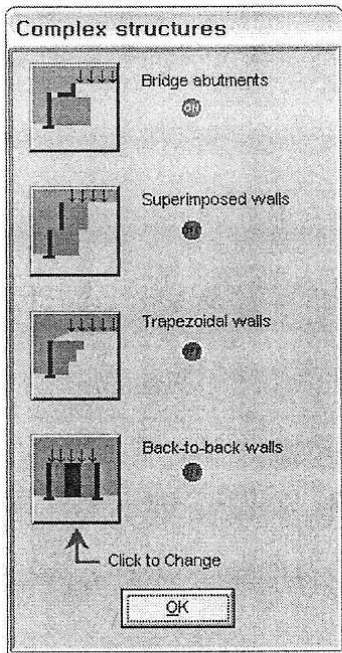
이 부분에서 Design Mode에서 입력한 단순한 형태의 옹벽에 대한 벽체의 제원과 하중에 관한 사항이 적용되며 필요에 따라 조정이 가능하다.

- Height, H : 벽체의 노출 높이
- Backslope, β : 뒤 채움 사면의 경사각
- Batter, w : 벽체의 경사각
- Backslope rise, S : 뒤채움 사면의 높이
- E : 벽체근입 깊이
- 벽체 설계 높이, $H_d = H + E$

E를 클릭하여 벽체근입깊이에 대한 데이터를 입력한다.



Complex를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타나게 되고, 여러가지의 복잡한 옹벽형태 (Bridge Abutment, Superimposed Walls, Trapezoidal Walls, Back-to-back Walls) 중 적합한 옹벽의 형태를 결정하고 Simple 부분에서와 같이 벽체의 제원 및 하중에 관련된 사항을 입력한 후 OK를 클릭한다.

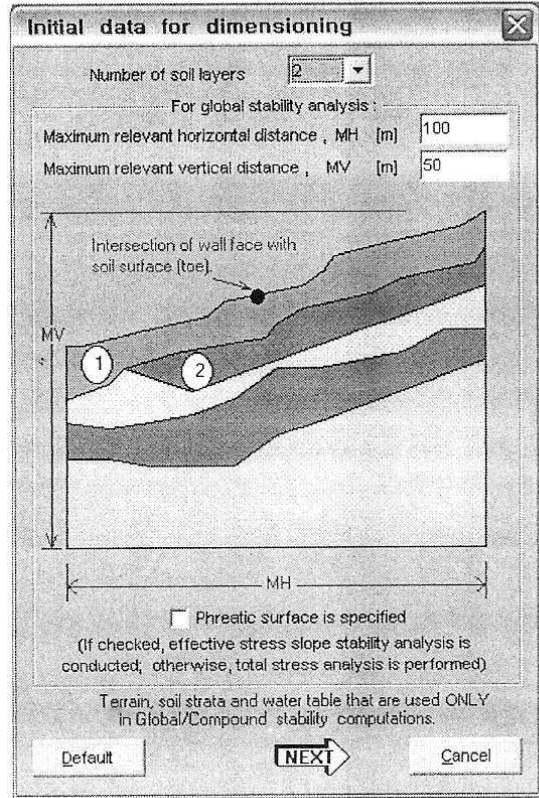


- ⇒ Bridge Abutment : 교대
- ⇒ Superimposed walls : 계단식옹벽
- ⇒ Trapezoidal walls : 다양한 보강재 길이를 가지는 옹벽
- ⇒ Back-to-back walls : 양쪽옹벽

C.6.1.3 Terrain

이 부분에서는 지형과 지층 및 지하수위에 관련된

사항을 입력한다.

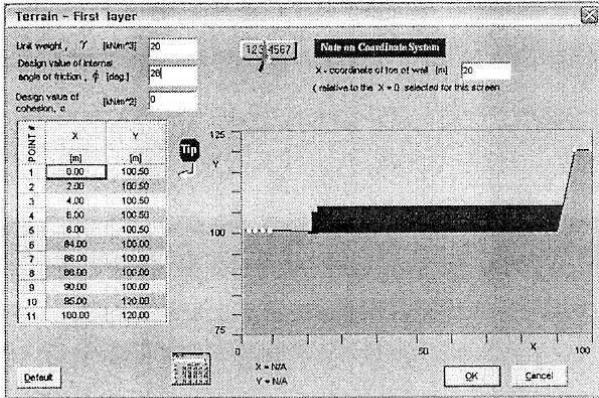


- ⇒ Number of soil layer: 지층을 구성하는 지반 종류의 수
- ⇒ Maximum relevant horizontal distance MH : 전체적인 안정성 평가시 수평 경계 최대거리
- ⇒ Maximum relevant vertical distance, MV : 전체적인 안정성 평가시 수직 경계 최대거리

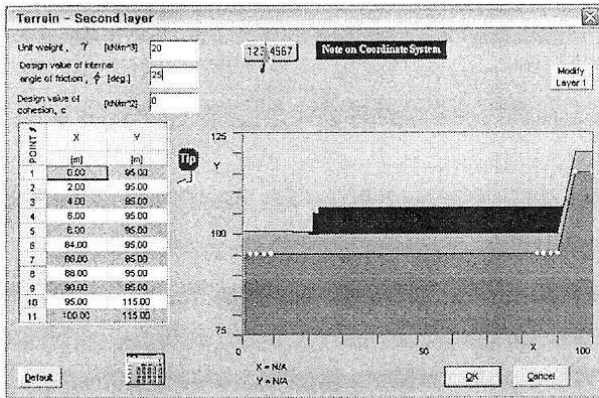
위의 사항을 입력한 후 next를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.

이 부분에서는 지형, 지층과 지하 수위에 대한 위치를 입력한다.

-첫번째 지층



-두번째 지층



C.6.1.4 Facia

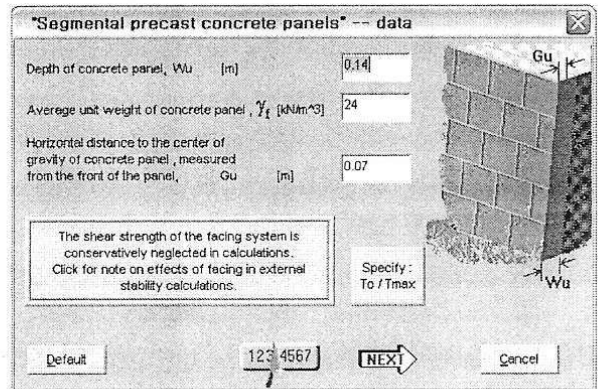
Full height/Segmental precast concrete panel은 마찰력 (frictional strength)에 의해서 연결강도 (connection strength)가 발휘되지 않고, 기계적인 저항(mechanical resistance)에 의한 연결강도가 발휘된다.

※ 참고 PIA Strip은 블록(MBW)과 기계적 저항 (Mechanical resistance)을 이용한 옹벽 구조물이다. 그러나 MSEW 3.0에서는 MBW Metal strip/mat/grid 와 함께 사용 할 수 없다고 명시되어 있으므로 MBW 대신 Segmental precast concrete panel을 적용하여 panel에 대한 제원과 물성치를 MBW에 해당하는 값을 입력함으로써 그 효과를 고려하여 수행할 수 있다.

Facia 부분에서는 Metal Mat와 관련되어 사용되는

Segmental precast concrete panel을 선택한 후 next를 클릭한다.

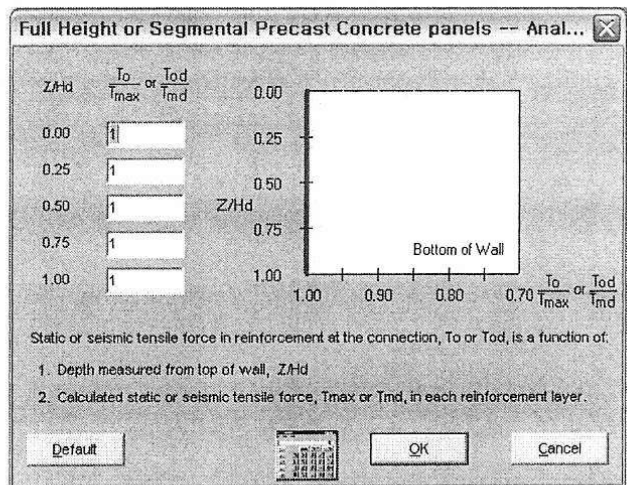
다음부분에서는 Segmental precast concrete panel에 대한 사항을 입력한 후 next를 클릭한다.



⇒ Depth of concrete panel : 전면으로부터 콘크리트패널의 깊이

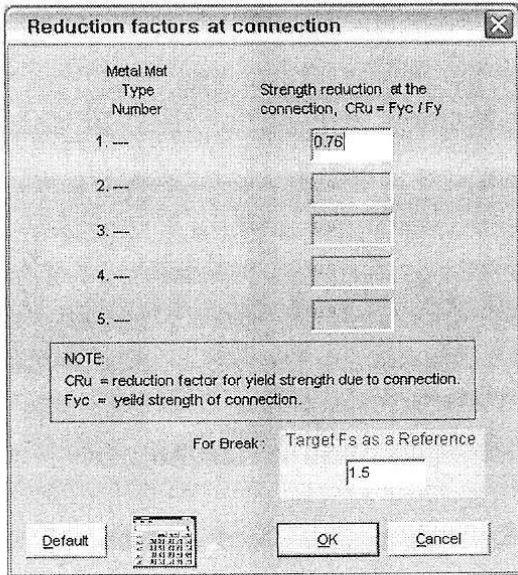
⇒ Average unitweightof concrete panel, γf : 콘크리트패널의 평균 단위 중량

⇒ Horizontal distance to the center of gravity of concrete panel, measured from the front of the panel, Gu : 콘크리트패널의 무게중심



다음 부분에서는 연결부 (connection)에서의 보강재에 대한 감소계수(Reduction Factor)를 입력한 후

next를 클릭한다.



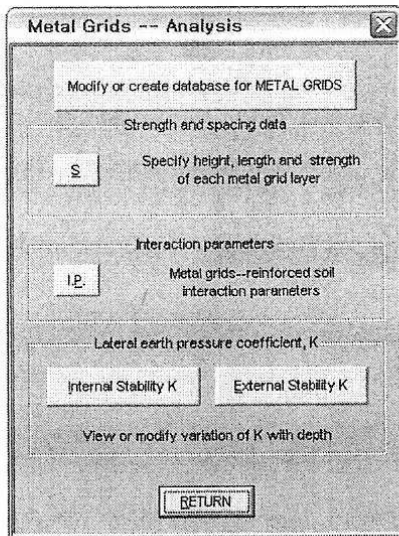
⇒ Cru : 연결부의 감소계수

⇒ Fyc : 연결부 항복강도

C.6.1.5 REINFORCEMENT

Reinforcement 부분에서는 Metal Mats / Welded Wire Grids를 클릭한다.

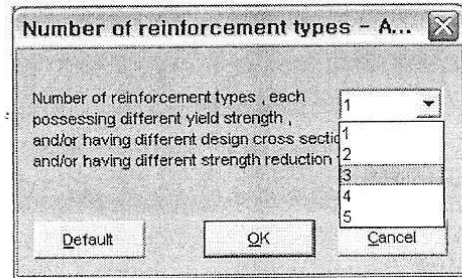
Metal Mats / Welded Wire Grids를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.



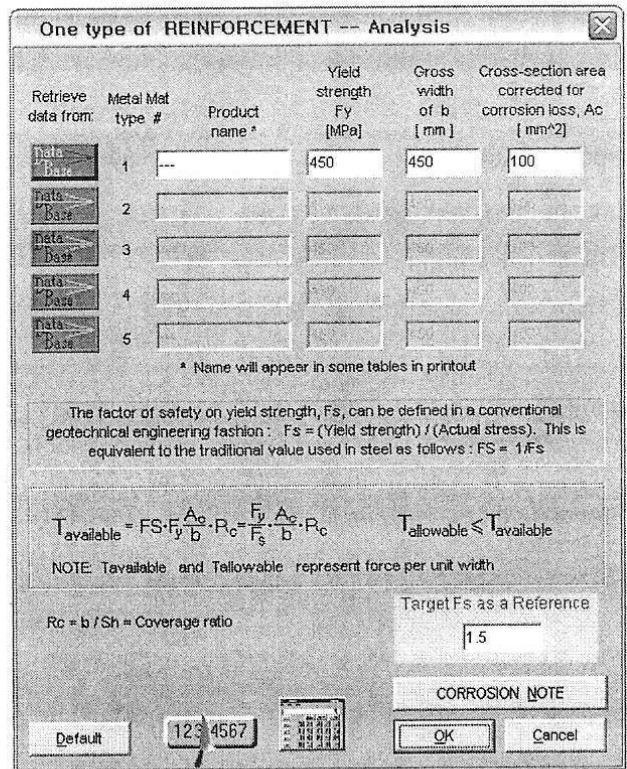
① Strength and spacing data : 보강재의 강도와 수평, 수직간격에 대한 데이터

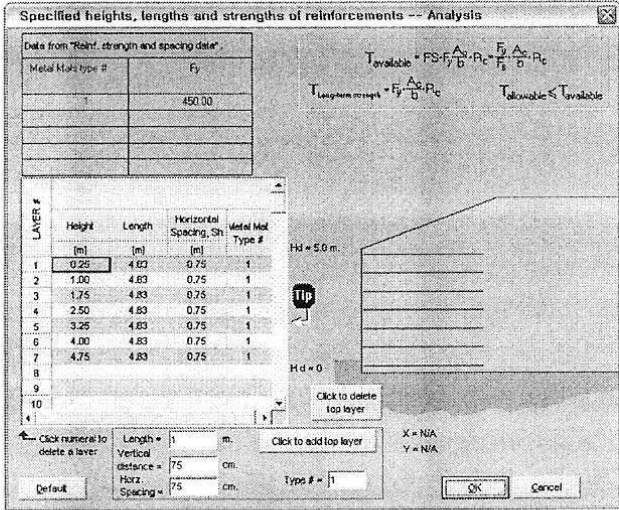
이 부분에서는 필요에 따라 최적의 설계를 하기 위해 사용되는 여러 종류의 보강재를 선택하고 간격을 결정한다.

각기 다른 항복강도, 단면적과 폭, 감소계수를 적용하는 보강재의 종류를 결정한 후 OK를 클릭한다.



보강재의 제품명, steel의 항복강도(Fy), strip의 폭(b), strip의 단면적(Ac)을 입력한 후 OK를 클릭한다. 종류를 입력한 후 OK를 클릭한다.

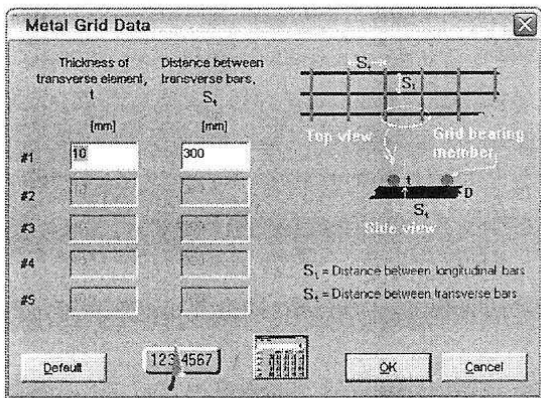




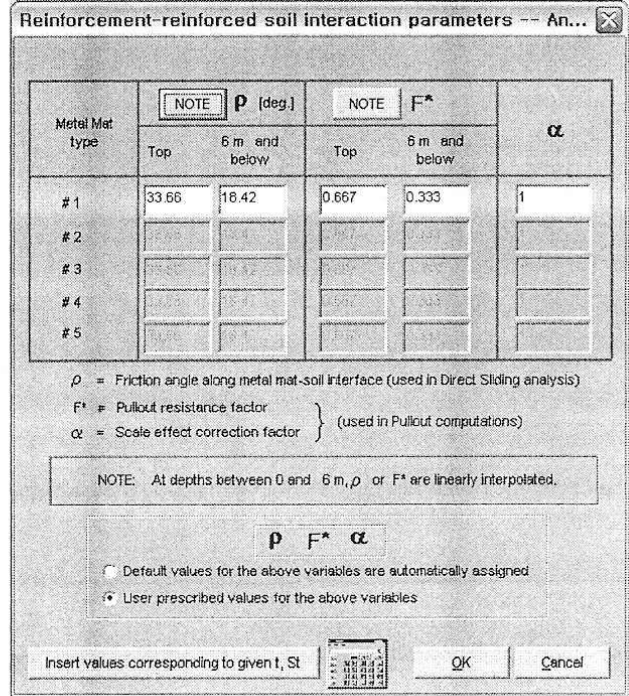
Corrosion note에서는 부식에 대한 자료와 그에 따른 유효단면적(Ac)을 계산하는 방법에 대해 설명되어있다.

② Interaction parameter : 보강재- 흙 사이의 상호작용 매개변수를 입력한다.

다음 부분에서는 보강재 횡방향 부재의 두께(t)와 횡방향 부재간의 간격(S_t)을 결정한 후 OK를 클릭한다.



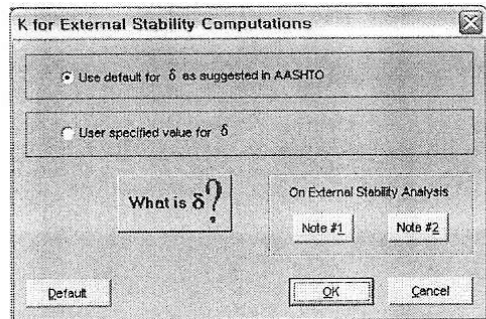
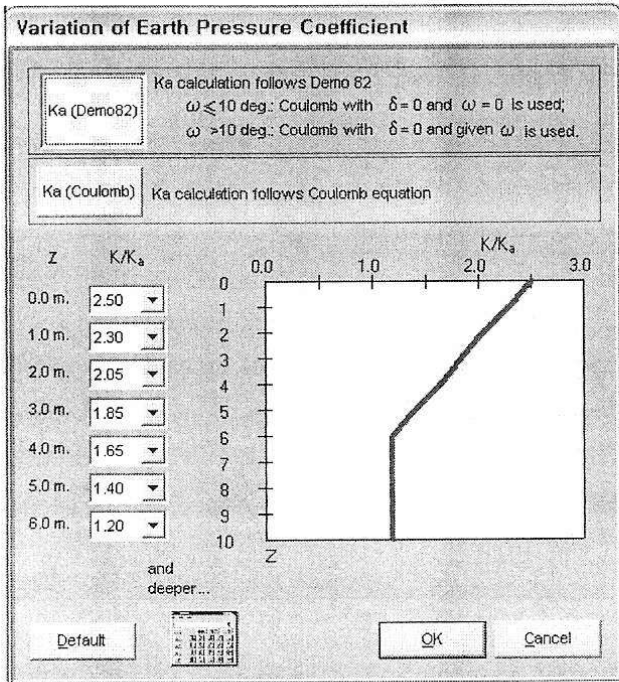
다음 부분에서는 보강재- 흙 사이의 상호작용정수 (interaction parameter)를 선택한 여러 종류의 보강재 강도와 간격에 따라 포설되는 위치별로 보강재 입력한다.



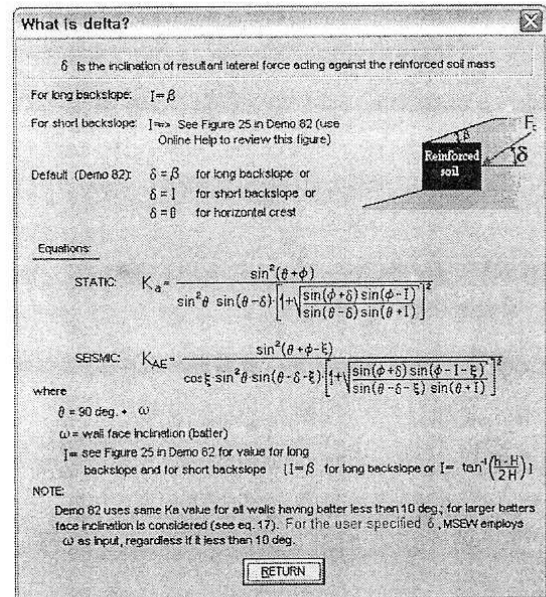
- ⇒ ρ ; friction angle along Metal Grid-soil interface(used in Direct Sliding analysis) : 보강재와 흙의 상호면 마찰각
- ⇒ F ; pullout resistance factor : 인발 저항계수
- ⇒ α ; scale effect correction factor : 형상수정계수

③ Lateral earth pressure coefficient ,K : 사용하는 각 보강재의 종류 등에 따른 내적 / 외적 수평 토압계수의 결정.

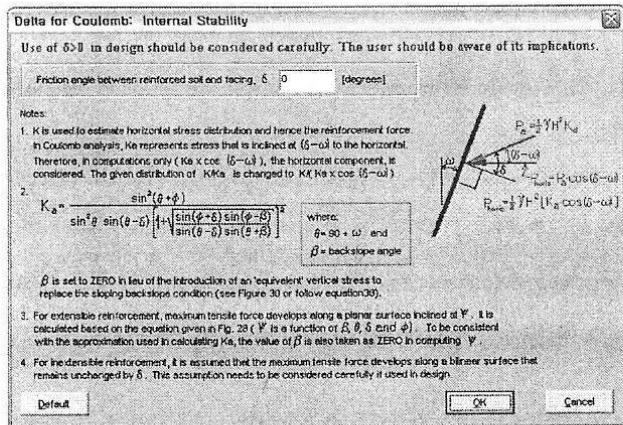
▶ 내적 안정에 대한 토압계수(internal stability, K) Demo 82에서 제시된 Rankine 토압계수와 Coulomb 토압계수 중 적용할 토압계수를 선택한다.



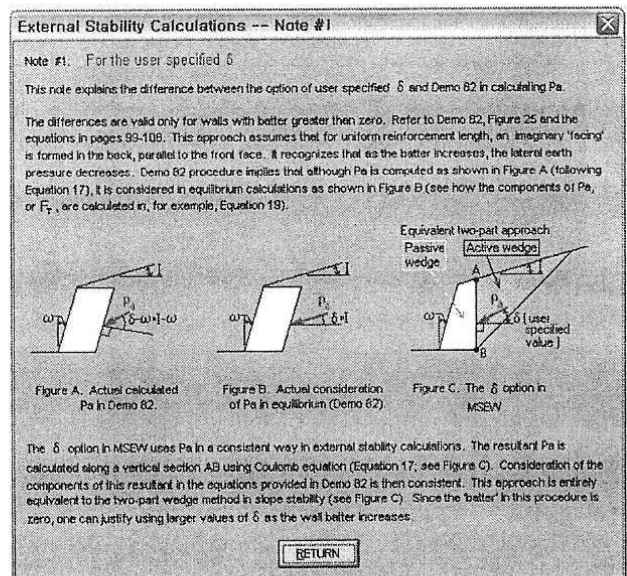
what is δ 를 클릭하면 δ 에 대한 자세한 설명이 나와있다.



Coulomb 토압계수를 클릭 하면 다음과 같은 화면이 나타난다. Coulomb 토압계수에 대한 설명과 벽마찰각(δ)을 입력함으로써 토압계수를 결정할 수 있다.



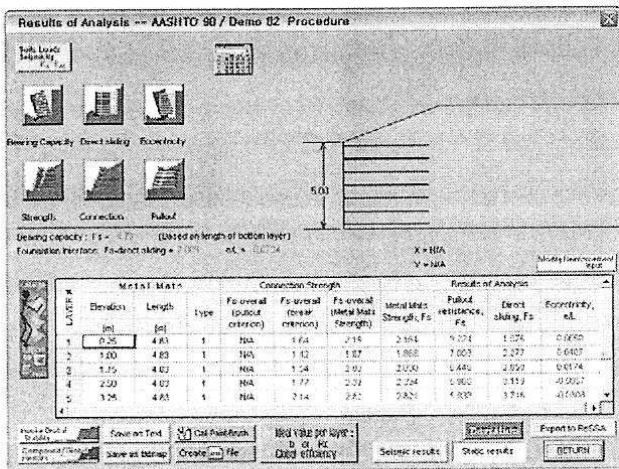
▶ 외적 안정에 대한 토압계수(external stability, K) 외적 안정에 대한 토압계수는 Demo 82 에서 제안된 δ 와 사용자가 지정해주는 δ 에 의해 계산된다.



C.6.1.6 Result

Analysis Mode 에서는 [Run MSEW + Results display]를 클릭하면 해석결과에 대해 다음과 같은 화면이 나타난다.

Note #1과 Note #2에서는 외적 안정성을 계산하는 부분에 대한 자세한 설명이 나와있다.

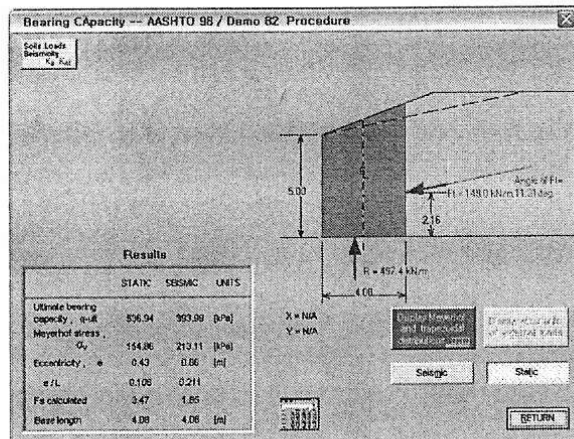


① External stability

- ▶ bearing capacity : 지지력에 대한 안정성 평가
- ▶ direct sliding : 활동에 대한 안정성 평가
- ▶ eccentricity : 편심거리에 대한 안정성 평가

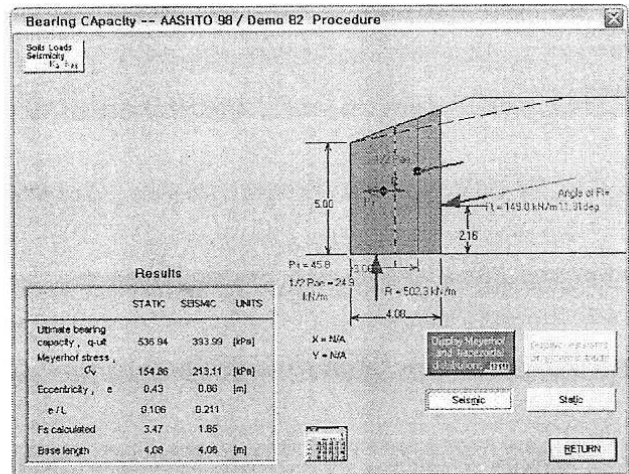
- ▶ Bearing capacity

다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Bearing capacity의 해석 결과이다.



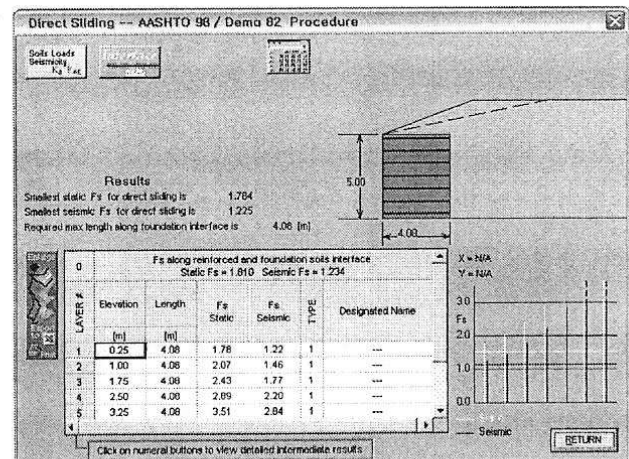
- ⇒ Ultimate bearing capacity : 기초지반의 극한 지지력
- ⇒ Meyerhof stress σ_v : Meyerhof 응력분포에 의한 수직응력
- ⇒ Eccentricity, e : 편심거리
- ⇒ Fs calculated : 안전율
- ⇒ Base length : 저면의 길이
- ⇒ Eccentricity, e/L : 편심거리비

다음 그림은 동적(seismic) 하중에 대한 Bearing capacity의 해석 결과이다.



▶ Direct sliding

다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Direct sliding의 해석 결과이다.

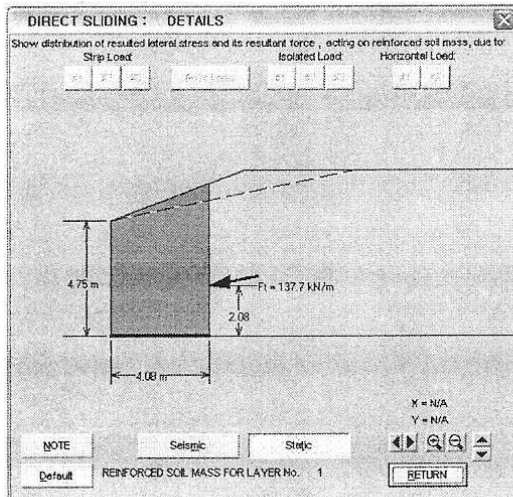


- ⇒ Elevation : 보강재의 포설위치

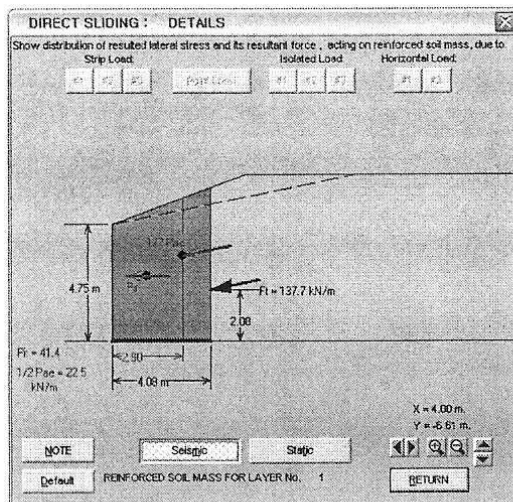
- Length : 보강재의 길이
- Fsstatic : 정적 안전율
- Fsseismic : 동적 안전율
- Type : 보강재의 종류

각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭 하면 다음 그림과 같이 각 보강재층의 Direct sliding에서의 수평력에 대한 정적(static)/동적(seismic) 상세 설명이 나타난다.

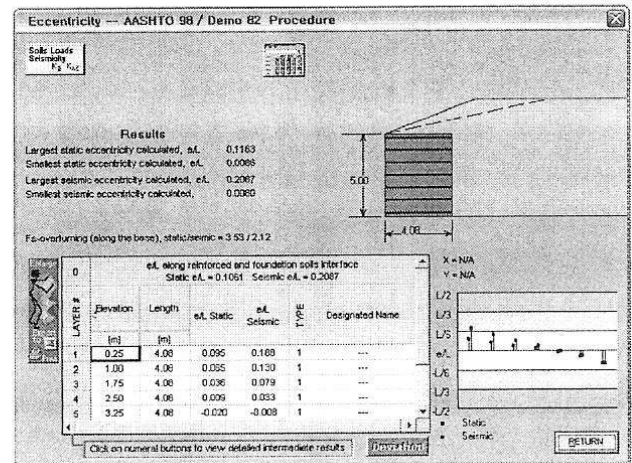
-Static



-Seismic

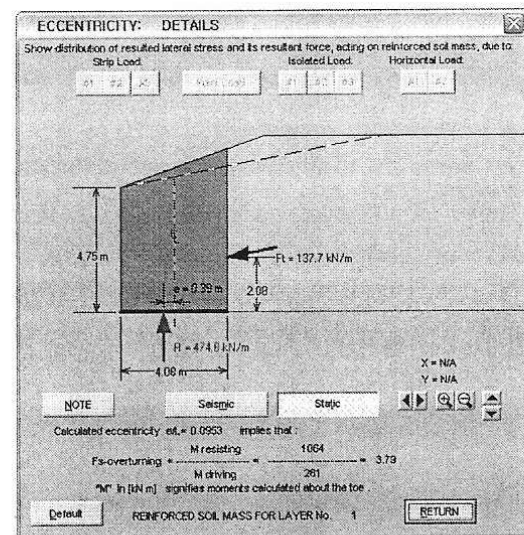


다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Eccentricity의 해석 결과이다.



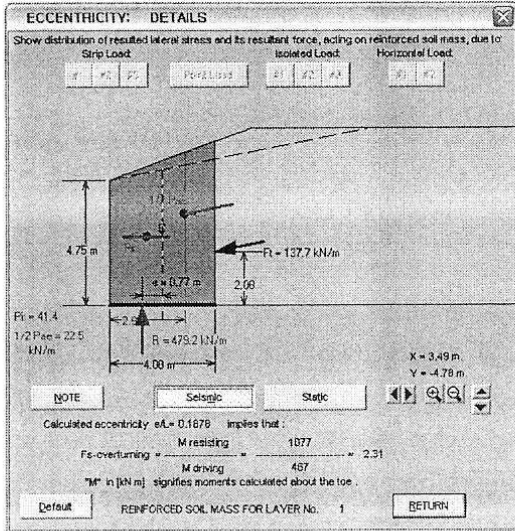
각 보강재층의 숫자를 클릭하면 다음 그림과 같이 각 보강재층에 대한 Eccentricity에서의 수평력과 안전율에 대한 정적/동적 상세 설명이 나타난다.

-Static



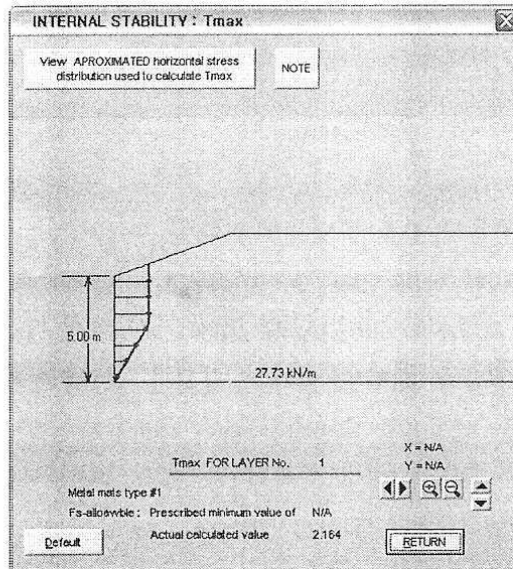
-Seismic

▶ Eccentricity



- ⇒ Horizontal spacing : 보강재의 수평 간격
- ⇒ Long term Strength : $F_y A_c R_c / b$ [kN/m] 장기간허용강도
- ⇒ Tmax : 보강재 최대 유발 인장력
- ⇒ Tmd : 지진 하중으로 인한 보강재 최대 유발 인장력
- ⇒ Actual calculated Fs-overall : 실제 계산된 보강재 파단에 대한 안전율

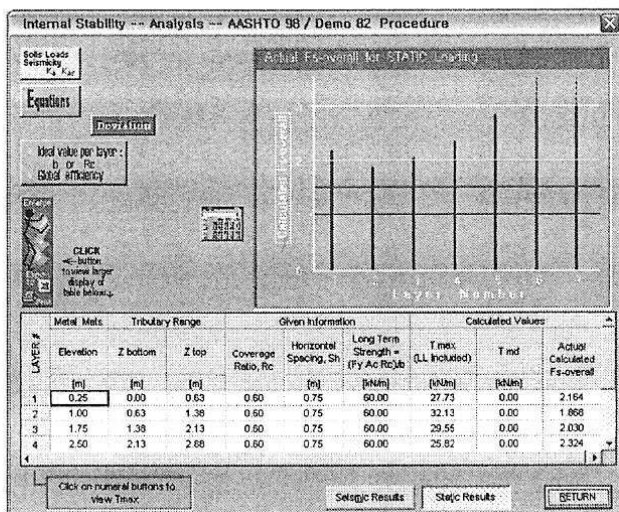
각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭 하면 각각의 보강재에 대한 최대 유발 인장력(Tmax)이 표시된다.



② Internal stability

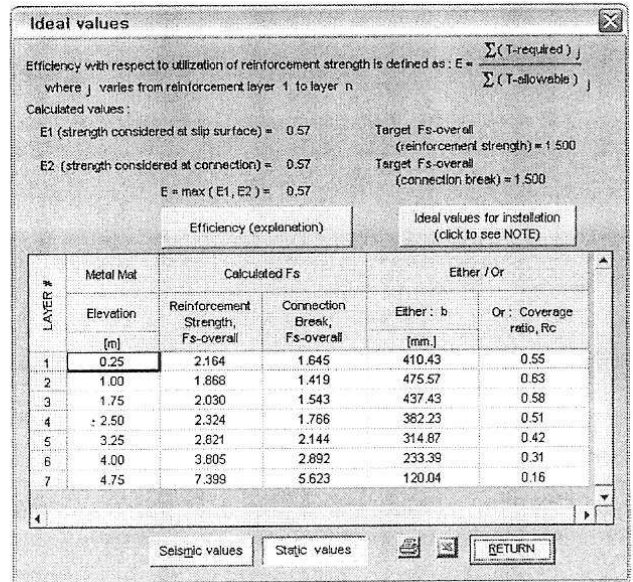
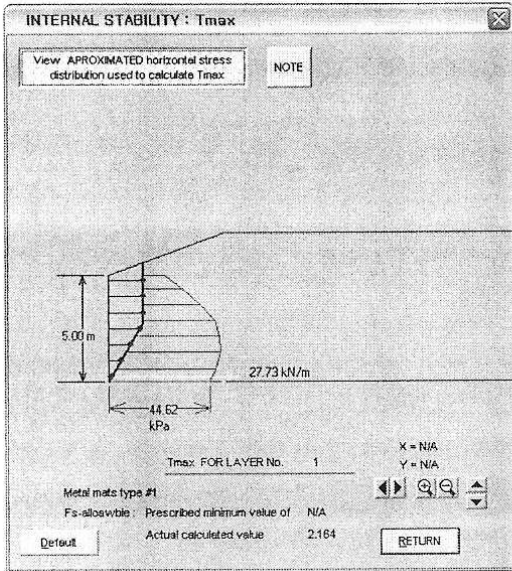
- ▶ Strength : 보강재의 설계 허용 인장강도와 유발 최대 인장력에 대한 안전율을 검토
- ▶ connection : 보강재의 설계허용인장강도와 연결부에서의 유발인장강도에 대한 안전율을 검토
- ▶ pullout : 보강재의 인발 저항에 대한 안전율을 검토
- ▶ Internal stability-Design(Strength)

다음 그림에서는 정적 하중에서 실제 해석된 전체 안전율이 나와있다.



- ⇒ Zbottom ,Ztop : 각 보강재의 상하 분담 영역
- ⇒ Coverage Ratio, Rc : 덮음비

다음 그림에서는 Tmax를 계산하기 위한 대략의 수평응력분포 (horizontal stress distribution)를 보여준다.

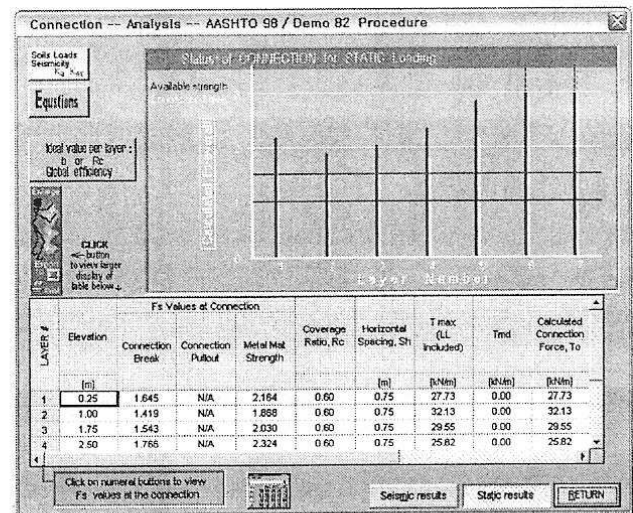
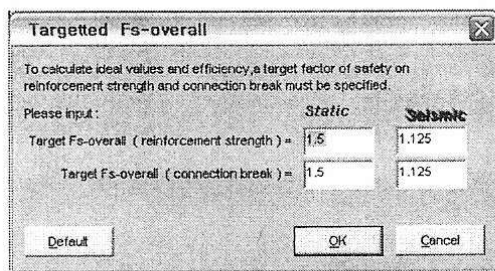


※ 동적(seismic) 하중에 대한 결과도 seismic 부분을 클릭하면 같은 방법으로 검토할 수 있다.
 ※ 다음 ideal value per layer/global efficiency를 클릭하면 보강층(b or Rc)에 대한 이상적인 값, 전체적인 효율에 대한 설명과 보강재와 연결부에서 목표로 하는 안전율을 입력하는 창이 나타난다.

▶ Connection-Design

다음 그림에서는 정적(static) 하중에서의 연결부 상태 (connection status : geogrid strength, connection break, connection pullout)에 대한 안전율이 표시되어 있다.

Ideal value per layer :
 b or Rc
 Global efficiency



- ⇒ Connection force, To : 벽체 연결부에서 유발되는 인장력
 - ⇒ Reduction factor for connection break, CRu : 연결부 파단에 대한 감소계수
 - ⇒ Available connection strength, Tac [break criterion] : 연결부 에서의 (보강재 사용 강도 파단강도)
- 각 보강재 위치의 숫자를 클릭하면 각보강재의

연결부 강도에 대한 안전율이 나타난다.

Fs values at the connection

Metal mat #1 for STATIC conditions.

Mode of failure	Fs-overall	
	Specified	Actual
Connection break	N/A	1.645
Connection pullout	N/A	N/A
Metal Mats strength	N/A	2.164

OK

※동적(Seismic) 하중에 대한 결과도 seismic 부분을 클릭하면 같은 방법으로 검토할 수 있다.

▶ Pullout and total length

다음 그림에서는 정적(static) 하중에서의 인발저항 길이(pullout length)와 전체길이 (total length)에 대해 나타낸다.

Pullout and Total Length -- AASHTO 98 / Demo B2 Procedure

Static Loads Selected F_a, F_{a2} Pullout lengths under STATIC loading

Seismic

X = N/A
Y = N/A

LAYER #	Elevation [m]	Length [m]	Coverage Ratio, R _c	Horizontal Spacing, S _h [m]	T max (LL) [kN/m]	T mid [kN/m]	L _e [m]	L _a [m]	Calculated F _s	STATUS
1	0.25	4.08	0.60	0.75	27.73	0.00	3.93	0.15	7.55	N/A
2	1.00	4.08	0.60	0.75	32.13	0.00	3.48	0.60	5.60	N/A
3	1.75	4.08	0.60	0.75	29.55	0.00	3.03	1.05	5.00	N/A
4	2.50	4.08	0.60	0.75	25.82	0.00	2.58	1.50	4.44	N/A
5	3.25	4.08	0.60	0.75	21.27	0.00	2.39	1.68	4.30	N/A

Click on numeral buttons to view T_{max}

Seismic lengths Static lengths RETURN

- Le : 수동 저항영역에서의 보강재 길이
- La : 주동 저항영역에서의 보강재 길이
- Calculated F_s : 인발에 대한 안전율

각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭 하면 각각의 보강재에 대한 T_{max}를 확인 할 수 있다.

Pullout and Total Length -- AASHTO 98 / Demo B2 Procedure

Static Loads Selected F_a, F_{a2} Pullout lengths under STATIC loading

Seismic

X = N/A
Y = N/A

LAYER #	Elevation [m]	Length [m]	Coverage Ratio, R _c	Horizontal Spacing, S _h [m]	T max (LL) [kN/m]	T mid [kN/m]	L _e [m]	L _a [m]	Calculated F _s	STATUS
1	0.25	4.08	0.60	0.75	27.73	0.00	3.93	0.15	7.55	N/A
2	1.00	4.08	0.60	0.75	32.13	0.00	3.48	0.60	5.60	N/A
3	1.75	4.08	0.60	0.75	29.55	0.00	3.03	1.05	5.00	N/A
4	2.50	4.08	0.60	0.75	25.82	0.00	2.58	1.50	4.44	N/A
5	3.25	4.08	0.60	0.75	21.27	0.00	2.39	1.68	4.30	N/A

Click on numeral buttons to view T_{max}

Seismic lengths Static lengths RETURN

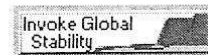
※동적(Seismic) 하중에 대한 결과도 seismic 부분을 클릭하면 같은 방법으로 검토할 수 있다.

③ Compound/Global Stability

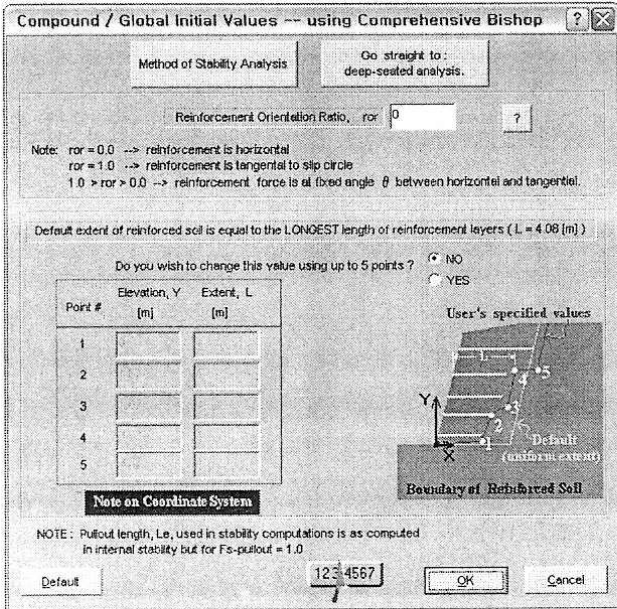
Compound / Global Stability에서는 Design Mode에서와 같은 방법으로 복합/ 저부파괴에 대한 안전율을 검토한다.

다음에 제시되는 방법은 Design Mode에서의 절차와 같다.

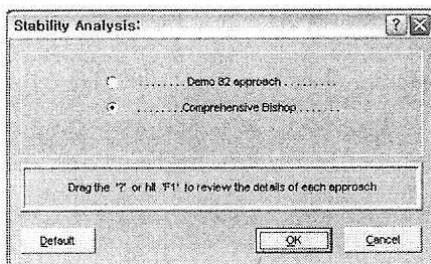
다음의 박스(box)를 클릭하면



다음과 같은 화면이 나타난다. 화면에서 Method of stability analysis를 클릭하여 해석방법을 선택한 후 OK를 클릭한다.



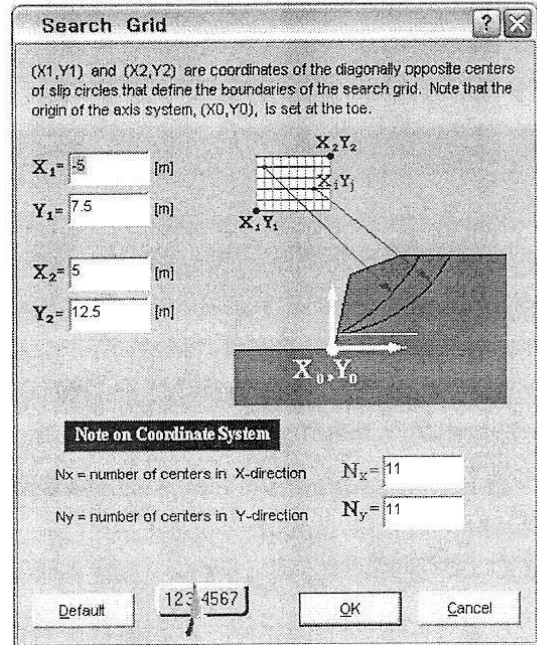
- ⇒ Method of stability analysis : 복합 안전성 평가 방법(장3.3절 참조)
- ⇒ Go straight to ; deep seated analysis : 저부파괴평가로 바로가기
- ⇒ Reinforcement orientation ratio (ror) : 보강재 방향비
 - ror=1 : 파괴면과 접선방향으로 보강재 인장력 발휘
 - ror=0 : 보강재 포설 방향수평 방향으로 인장력발휘
 - 1.0>ror>0.0 : 보강재의 인장력 발휘방향이 파괴면의 접선방향과 수평방향 사이에 있다.



- ⇒ Demo 82 approach : FHWA에 근거한 안정 해석
- ⇒ Comprehensive Bishop : 포괄적 Bishop 방법을 이용한 해석
- ⇒ L modification of Demo 82 approach : FHWA 방법을 수정한 Leshchinsky 방법

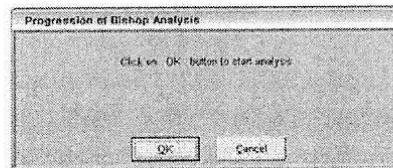
위의 세가지 방법중 적용할 기준을 선택한다 (3장 3.3절 참조).

적용 기준 선택 후 OK를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.

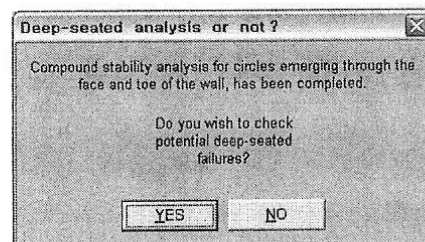


- ⇒ (X1,Y1)과 (X2,Y2)는 파괴원의 중심좌표를 나타낸다.
- ⇒ (X0,Y0)는toe의 좌표이다.
- ⇒ Nx,Ny는 각각X, Y 방향으로 찾는 원의 중심 개수이다.

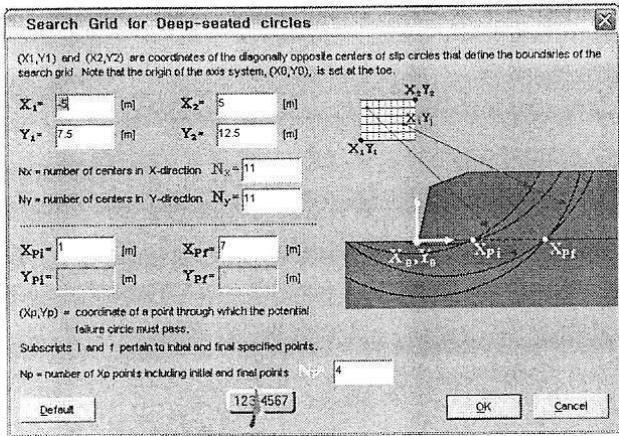
각 사항을 입력한 후 OK를 클릭하면 실행 여부를 묻는 화면이 나온다.



예를 들어 Bishop의 방법으로 해석을 수행하고 나면 다음과 같이 Deep-seated failure(저부파괴의 해석 수행) 여부를 묻는 화면이 나타난다.

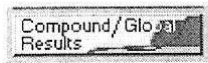


Deep seated failure(저부과괴 의해) 식에서는 복합 파괴면(compound failure surface) 해석과 마찬가지로 요구되는 좌표를 입력한다.



- ⇒ Xpi, Xpf : 파괴면이 통과하는 초기좌표와 최종좌표의 결정
- ⇒ Np : Xpi와 Xpf 사이의 파괴면 통과 개수

※ Compound/Global Stability에 대한결과 확인방법은 Design Mode 에서의 결과 확인 방법과 같다. 다음의 compound/global results를 클릭하면



다음과 같이 복합 저부과괴에 대한 해석 결과가 나타난다.

Compound/Global Analysis Results - Static

RESULTS OF CIRCLES EMERGING AT FACE

REINFORCEMENT LAYER	Elevation	Length	X	Y	Radius	Xc	Yc	Calculated F _s	Calculated F _s	Single Run
1	0.25	4.00	0.00	0.25	11.25	0.00	11.50	1.813	1.813	On edge of specified search grid
2	1.00	4.00	0.00	1.00	10.50	0.00	12.50	1.991	1.991	On edge of specified search grid
3	1.75	4.00	0.00	1.75	10.75	0.00	12.50	2.254	2.254	On edge of specified search grid
4	2.50	4.00	0.00	2.50	10.00	0.00	12.50	2.701	2.701	On edge of specified search grid
5	3.25	4.00	0.00	3.25	9.25	0.00	12.50	4.366	4.366	On edge of specified search grid
Total			0.00	0.00	12.54	0.00	12.50	1.707	1.707	On edge of specified search grid

RESULTS OF DEEP-SEATED CIRCLES

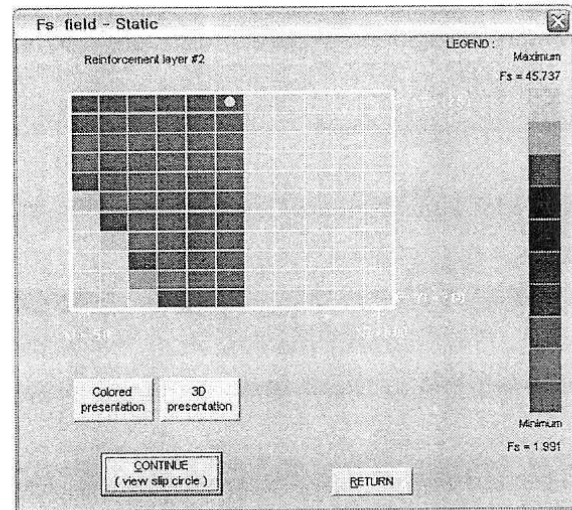
K	Y	Radius	Xc	Yc	Calculated F _s	Single Run
1	0.00	11.18	1.00	11.00	1.708	Minimum static F _s
2	3.00	9.38	-1.00	8.50	1.490	Minimum static F _s
3	5.00	10.70	0.00	9.00	1.570	Minimum static F _s
4	7.00	13.40	0.00	11.50	1.820	Minimum static F _s

▷ Results of circles emerging at face

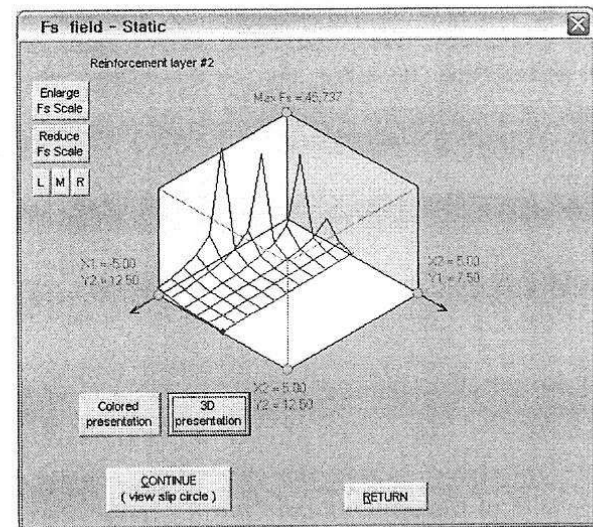
각단의 번호를 클릭하면 각단에서의 해석 결과가 제시된다.

예를 들어 복합파괴(compound failure) 부분에서 각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭하면 다음과 같은 그림이 나타나게 된다.

▶ colored presentation : 이 화면에서는 각 보강재에 대한 안전율의 분포도를 contour를 이용하여 확인할 수 있다.

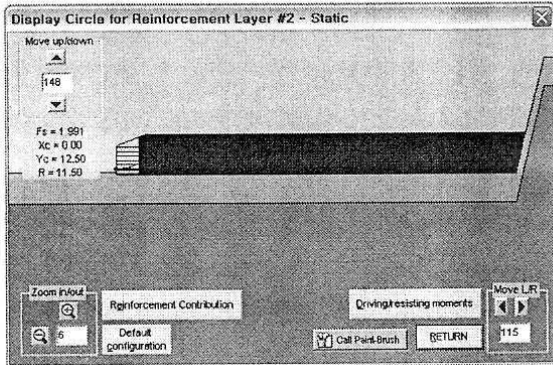


▶ 3D presentation : 이 화면에서는 안전율의 분포를 3차원으로 확인할 수 있다.

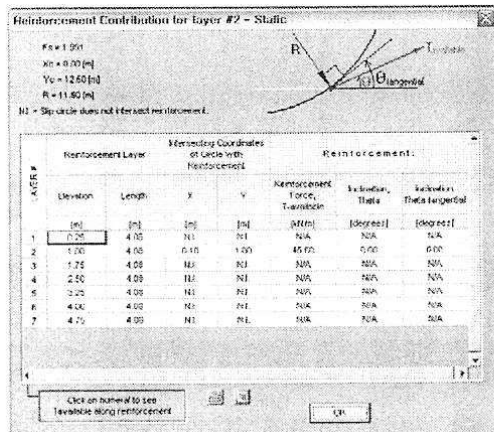


▶ continue(view slip circle) : 본 화면에서는 구조물단면에 대한 파괴원의 중심좌표(Xc, Yc), 반경, 안전

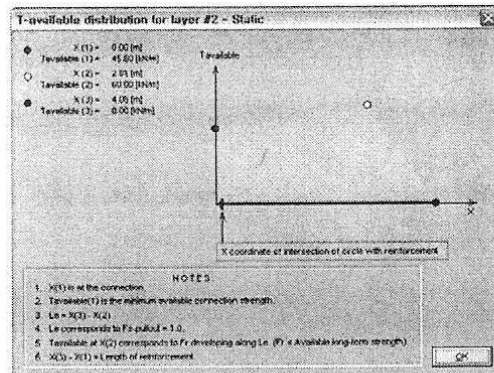
을등을 확인할 수 있다.



▶ Reinforcement contribution을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나오고 각 보강재에 대한 인장력과 파괴면, 모멘트를 확인할 수 있다.



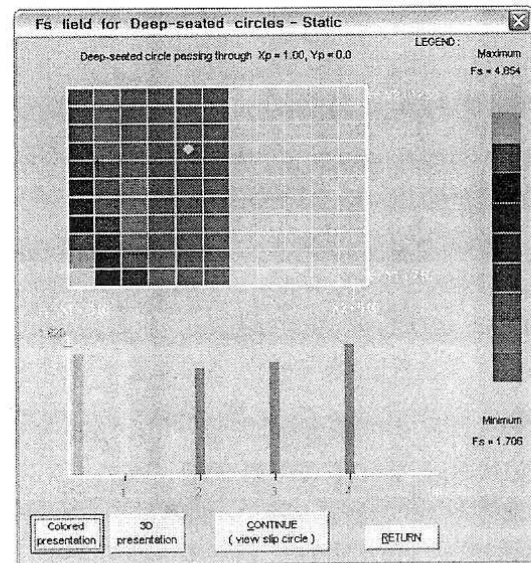
다시 각 보강재층에 해당하는 번호를 클릭하면 각 보강재에 작용하는 인장력과 보강재 전체에 대한 인장력 분포도를 볼 수 있다.



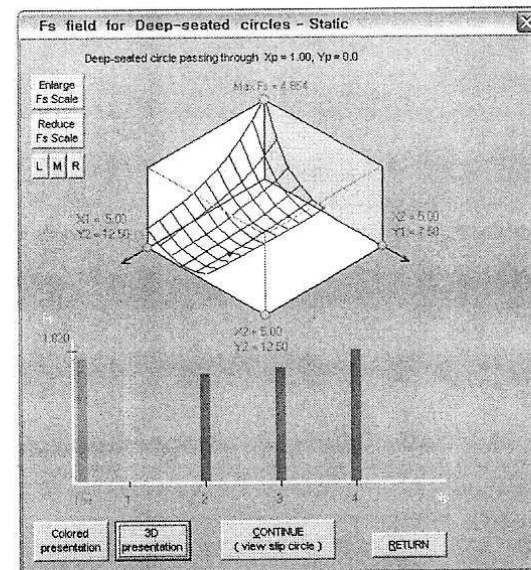
▶ Results of Deep-seated circles
여기서는 앞 부분의 복합 파괴에서와 마찬가지로 각 층에 해당하는 번호를 클릭하여 각 층에서의 안전율

분포를 확인할 수 있다

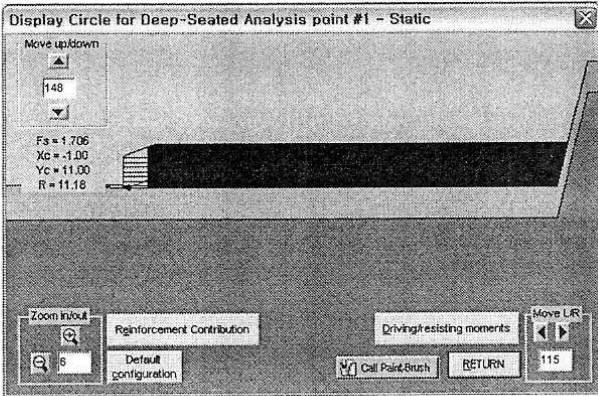
▶ colored presentation : 이 화면에서는 각 보강재에 대한 안전율의 분포도를 contour를 이용하여 확인할 수 있다.



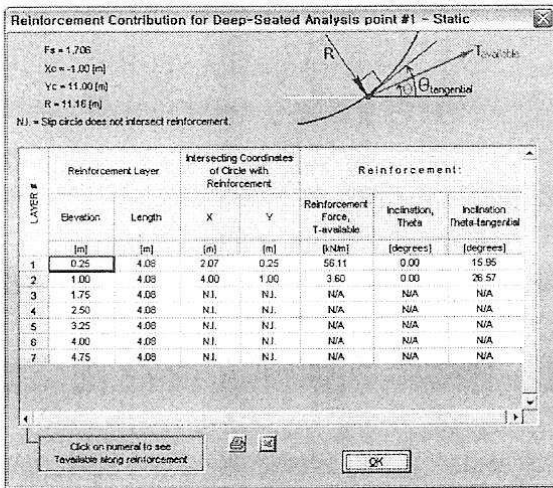
▶ 3D presentation : 이 화면에서는 안전율의 분포를 3차원으로 확인할 수 있다.



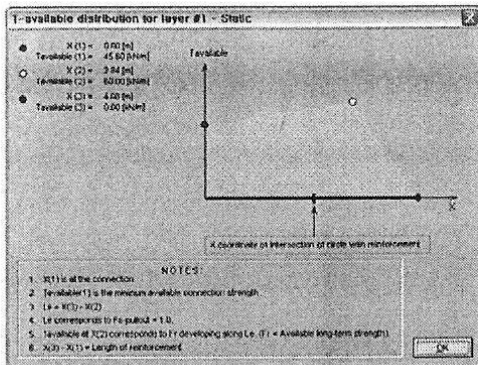
▶ continue(view slip circle) : 본 화면에서는 구조물 단면에 대한 파괴면의 위치를 확인할 수 있다.



▶ Reinforcement contribution을 클릭하면 다음과 같은 화면이 나오고 각 보강제에 대한 인장력과 파괴면, 모멘트를 확인할 수 있다.

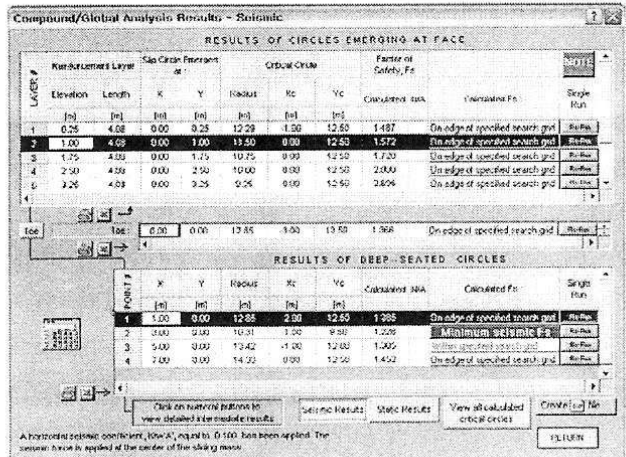


각 보강제단에 해당하는 번호를 클릭하면 각 보강제에 작용하는 인장력과 보강제 전체에 분포되는 인장력 분포도를 볼 수 있다.

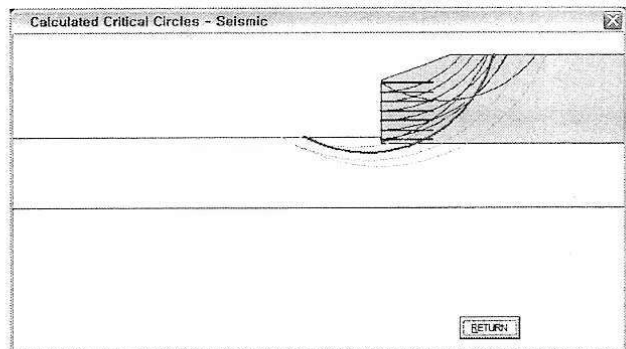


▶ Seismic에 대한 복합 / 저부 파괴 검토

▶ 동적 하중에 대한 안전을 검토도 역시 정적하중에서의 검토 방법과 같다.



▶ View all calculated critical circles : 전체 복합 및 저부 파괴원 보기



C.6.2 NCMA (Geogrid/Geotextile)

C.6.2.1 Soil & Seismicity

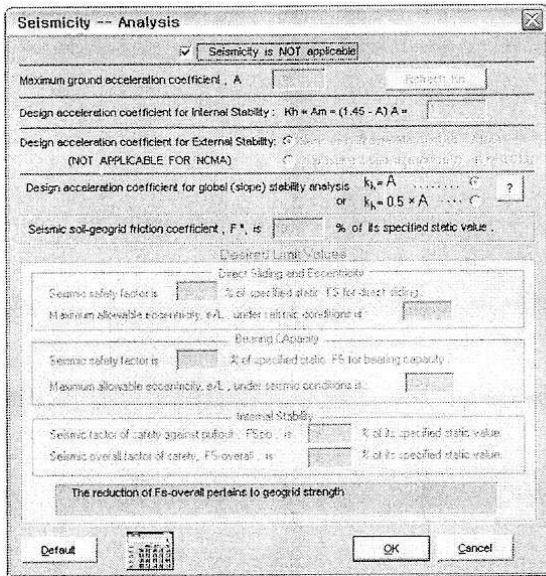
1) Soil & Seismicity (soil)에 관련된 부분

2) Seismicity

Seismicity의 부분에서는 Design Mode에서 입력한 동적하중의 고려여부를 확인하고, 고려한다면 그에 해당하는 사항들을 입력하여 준다.

▶ 동적하중을 고려하지 않는 경우

Seismicity is NOT applicable을 클릭한다.



▶ 동적하중을 고려할 경우

동적하중을 고려한다면 Maximum ground acceleration coefficient, α_o (최대 지반가속도 계수)를 결정한다.(즉 정적에 대하여 100% 적용) 단 NCMA 방법에서는 기계적 저항은 고려하지 않기 때문에 Friction coefficient, F^* 에 대한 입력창은 활성화되어 있지 않다.

⇒ Maximum ground acceleration coefficient, α_o : 최대 지반가속도계수

C.6.2.2 GEOMETRY & SURCHARGE

GEOMETRY / SURCHARGE 부분에서는 Design

Mode에서와 마찬가지로 다음과 같은 사항을 검토하고 조정할 수 있다.

- ▶ Simple or Complex Geometry
- ▶ Terrain, soil strata, and water table
- ▶ Facia

1) Simple or Complex에 대한 부분은 AASHTO /FHWA (Metal Mat/Grid)의 입력 방법과 동일하다.(C.6.1.2) 단, concentrated surcharge는 고려할 수 없다(NCMA에 집중하중에 대한 규정이 없음).

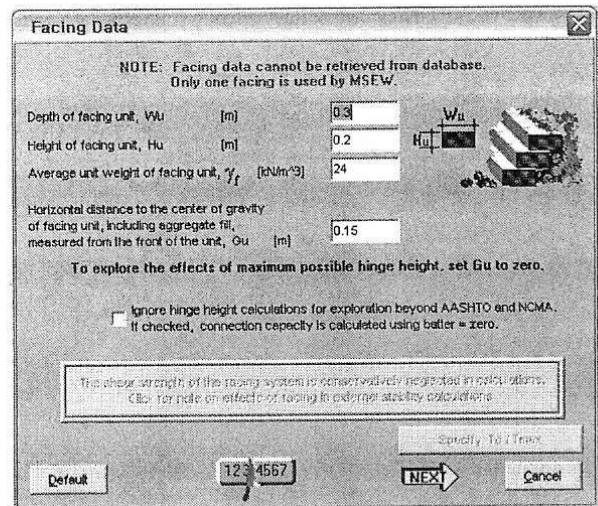
2) Terrain

Terrain에 대한 부분은 AASHTO /FHWA (Metal Mat/Grid)의 입력 방법과 동일하다.(C.6.1.3)

3) Facia

NCMA 해석 방법에서는 마찰저항 (frictional resistance)만을 고려하기 때문에 Facia 부분에서는 Facing enable frictional connection of reinforcement를 선택한다.

다음 부분에서는 modular block에 대한 사항을 입력한 후 next를 클릭한다.



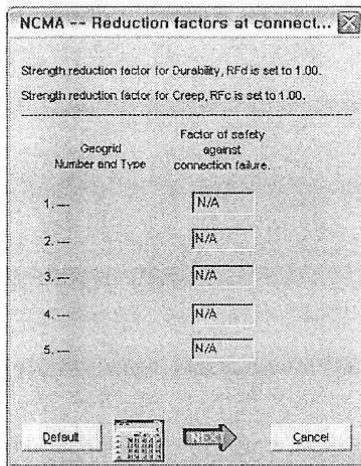
⇒ Depth of facing unit : 전면으로부터 블록의 깊이

⇒ Height of facing unit : 블록의 높이

⇒ Average unit weight of facing unit, γ_f : 블록의 평균단위 중량

⇒ Horizontal distance to the center of gravity of facing unit, including aggregate fill, measured from the front of the unit, G_u : 블록의 무게중심

다음 부분에서는 연결부(connection)에서 보강재 강도 감소계수(reduction factor)를 적용하고, 사용되는 각기 다른 극한 강도를 가지는 보강재의 종류를 결정 한 후 next를 클릭한다.

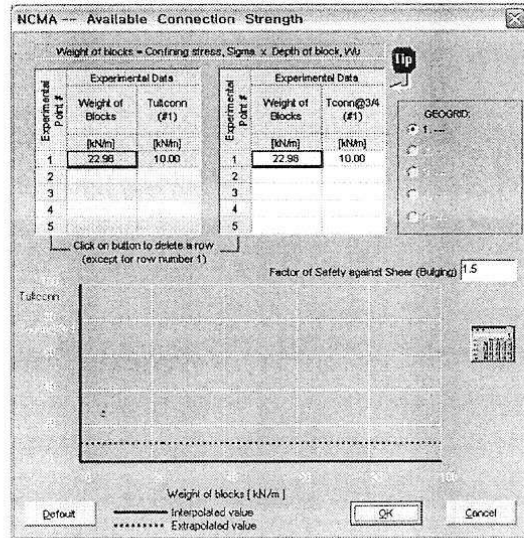


⇒ Rfc: 크리프(creep)에 대한 감소계수

⇒ RFd: 내구성(durability)에 대한 감소계수

※ 단 NCMA 방법에서는 연결부에서의 강도 감소계수를 고려하지 않기 때문에 Rfc 와 RFd에 대하여 1.0의 값을 적용한다.

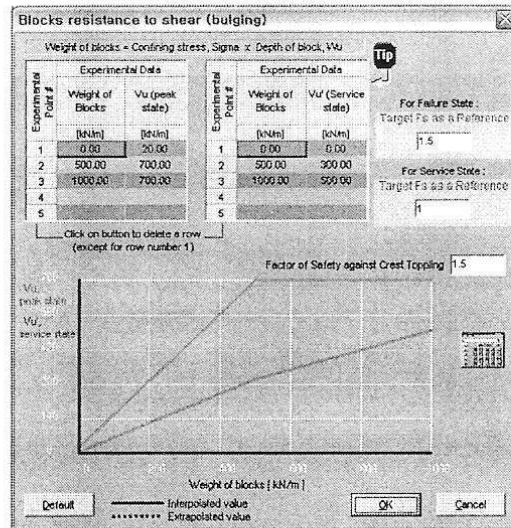
다음 그림에서는 available connection strength에 대한 데이터가 제시된다.



⇒ Tultconn: 극한연결강도

⇒ Tconn@3/4: 3/4inch의 변형이 발생했을 때의 연결 강도

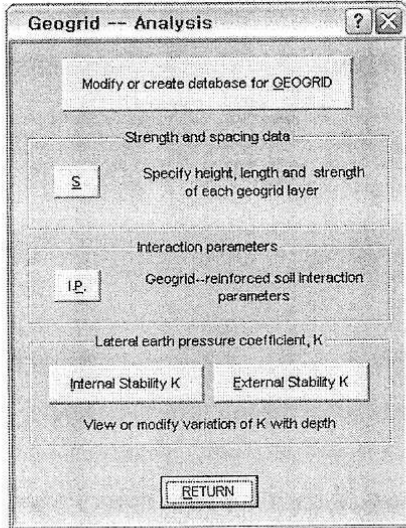
다음 그림에서는 bulging (배부름)에 대한 블록 저항을 검토하기 위하여 블록에 대한 V_u 전단 저항력에 대한 자료를 입력한다.



C.6.2.3 REINFORCEMENT

Reinforcement 부분에서는 Geogrid를 클릭한다.

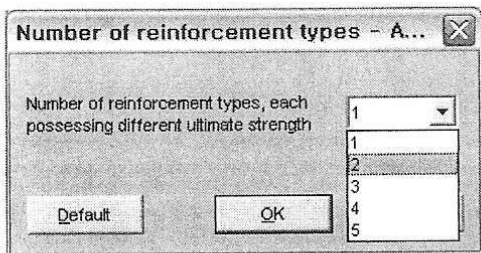
Geogrid를 클릭하면 다음과 같은 화면이 나타난다.



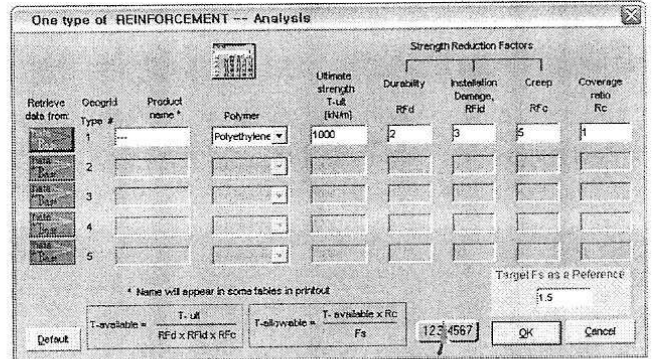
1) Strength and spacing data : 보강재의 강도와 수평, 수직 간격에 대한 데이터

이 부분에서는 필요에 따라 최적의 설계를 하기 위해 사용되는 여러 종류의 보강재를 선택하고 간격을 결정한다.

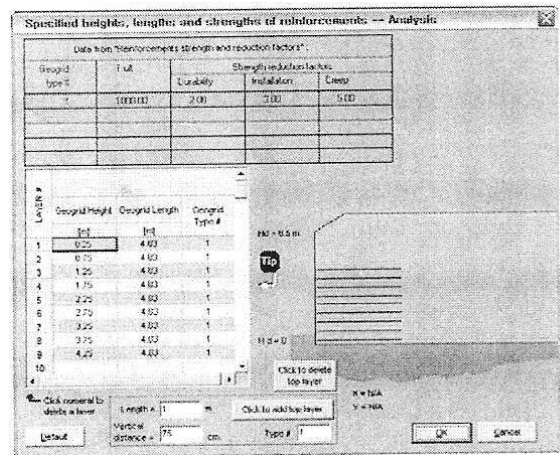
각기 다른 극한 강도를 가지는 보강재 종류를 결정한 후 OK를 클릭한다.



보강재의 제품명, 보강재의 종류, 보강재의 극한강도 (Tult), 감소계수(RF)를 입력한 후 OK를 클릭한다.

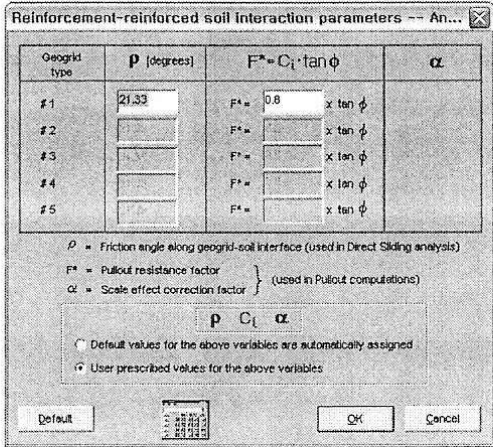


선택한 여러 종류의 보강재 강도와 간격에 따라 포설되는 위치별로 보강재 종류를 입력한 후 OK를 클릭한다.



2) Interaction parameter : 보강재-흙 사이의 상호작용정수를 입력한다.

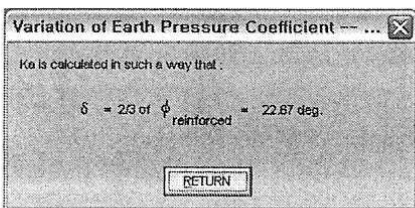
다음 부분에서는 보강재-흙 사이의 상호작용정수 (interaction parameter)를 입력한다.



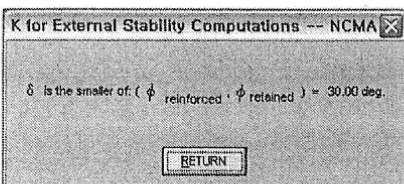
- ⇒ ρ ; friction angle along Geogrid soil interface(used in Direct Sliding analysis) : 보강재와 흙의 상호면 마찰각
- ⇒ F^* ; pullout resistance factor : 인발 저항계수
- ⇒ α ; scale effect correction factor : 형상 수정계수

3) Lateral earth pressure coefficient, K : 사용하는 각 보강재의 종류등에 따른 내적 외적수평 토압계수의 결정.

▶ 내적 안정에 대한 토압계수(internal stability, K) Coulomb 토압계수를 토대로 사용되는 벽마찰계수 (δ)가 사용된다.

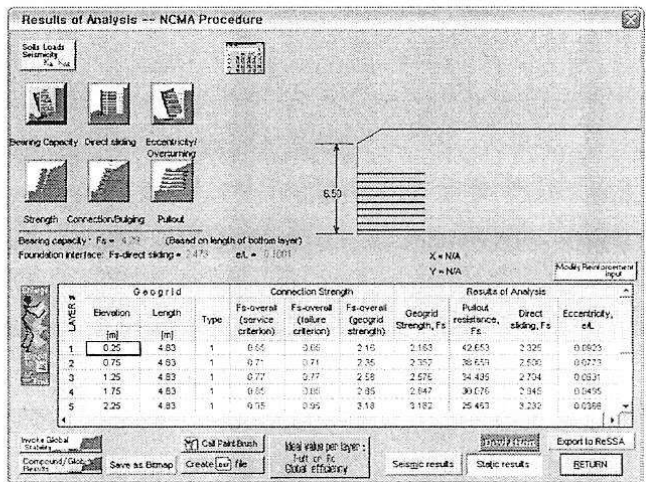


▶ 외적 안정에 대한 토압계수(external stability, K) 외적 안정에 대한 토압계수 계산에서 δ 는 보강토체(reinforced fill)와 배면토체(retained fill)에 대한 ϕ 중 가장 작은 값을 적용한다.



C.6.3 Result

Analysis Mode 에서는 Run MSEW + Results display를 클릭하면 해석결과에 대해 다음과 같은 화면이 나타난다.

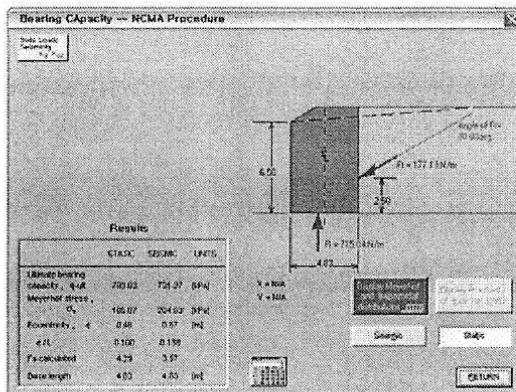


1) External stability

- ⇒ bearing capacity : 지지력에 대한 안정성 평가
- ⇒ direct sliding : 활동에 대한 안정성 평가
- ⇒ eccentricity/overtuning : 편심거리와 전도에 대한 안정성 평가

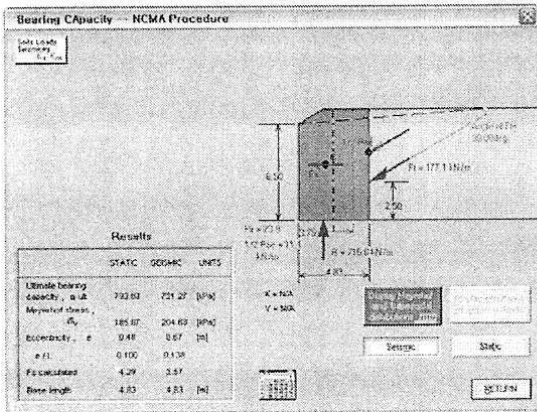
▶ Bearing capacity

다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Bearing capacity의 해석 결과이다.



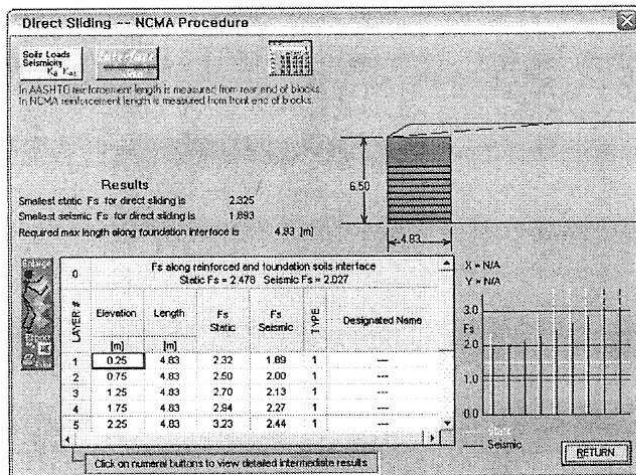
- ☞ Ultimate bearing capacity : 기초지반의 극한 지지력
- ☞ Meyerhof stress σ_v : Meyerhof 응력 분포에의 한수적 응력
- ☞ Eccentricity, e : 편심거리
- ☞ F_s calculated : 안전율
- ☞ Base length : 저면의 길이
- ☞ Eccentricity, e/L : 편심거리비

다음 그림은 동적(seismic) 하중에 대한 Bearing capacity의 해석 결과이다.



▶ Direct sliding

다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Direct sliding의 해석 결과이다.

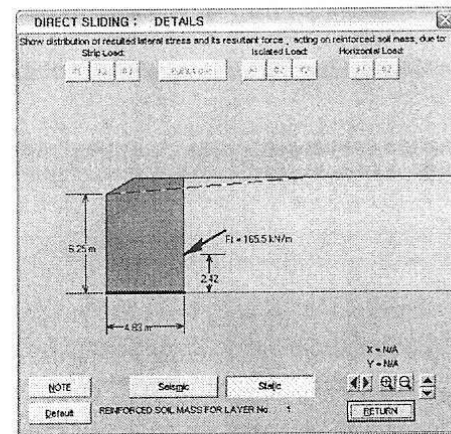


- ☞ Elevation : 보강재의 포설위치
- ☞ Length : 보강재의길이
- ☞ F_s static : 정적안전율
- ☞ F_s seismic : 동적안전율
- ☞ Type : 보강재의종류

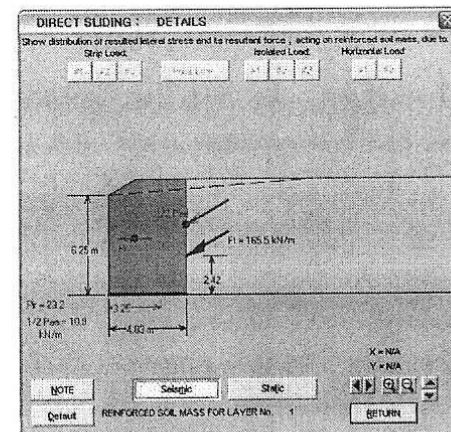
※ AASHTO에서 보강재 길이는 블록의 뒤쪽에서부터 시작되지만, NCMA에서는 블록의 앞쪽에서 시작된다.

각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭하면 다음 그림과 같이 각 보강재층의 Direct sliding에서의 수평력에 대한 정적(static)/동적(seismic) 상세설명이 나타난다.

-Static

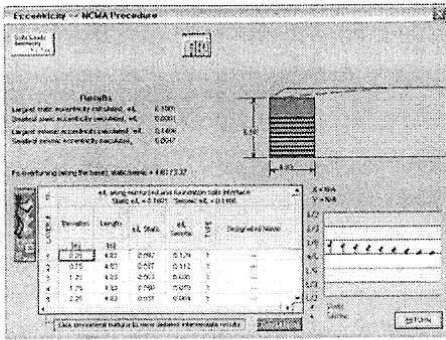


-Seismic



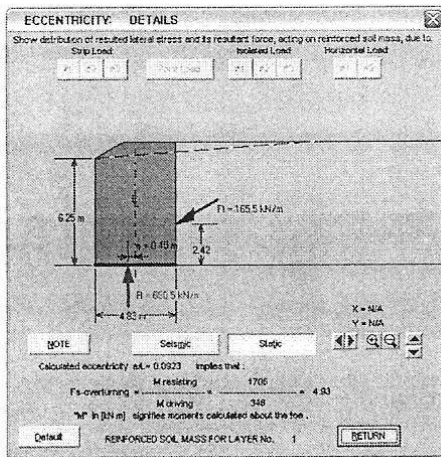
▶ Eccentricity

다음 그림은 정적(static) 하중에 대한 Eccentricity / overturning의 해석 결과이다.

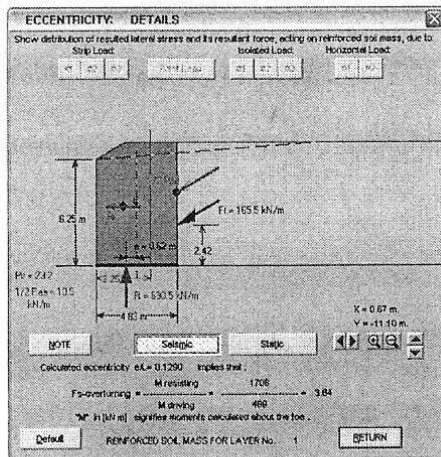


각 보강재층의 숫자를 클릭하면 다음 그림과 같이 각 보강재층에 대한 Eccentricity에서의 수평력과 안전율에 대한 정적 / 동적 상세설명이 나타난다.

-Static



-Seismic

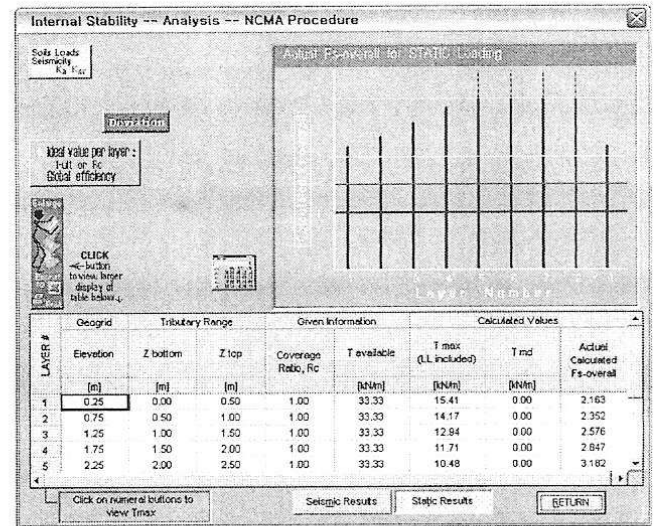


2) Internal stability

- ▶ Strength : 보강재의 설계 허용 인장강도와 유발 최대 인장력에 대한 안전을 검토
- ▶ Connection/Bulging : 보강재의 설계 허용 인장강도와 연결부에서의 유발 인장강도 및 bulging(배부름)에 대한 안전을 검토
- ▶ Pullout : 보강재의 인발저항에 대한 안전을 검토

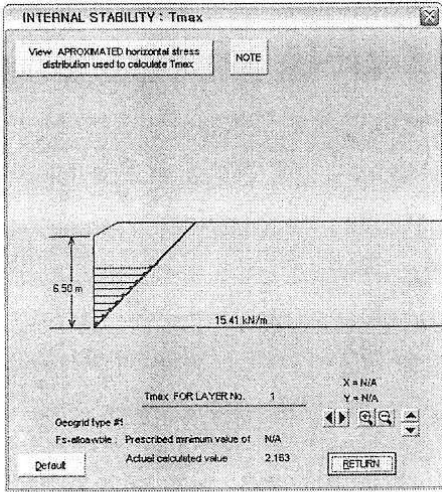
▶ Internal stability-Design(Strength)

다음 그림에서는 정적 하중에서 실제 해석된 전체 안전율이 나와 있다.

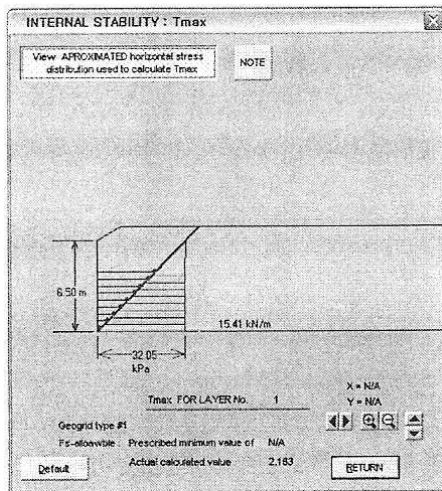


- ⇒ Zbottom , Ztop : 각보강재의상하분담영역
- ⇒ Coverage Ratio, Rc : 덮음비
- ⇒ Horizontal spacing : 보강재의 수평간격
- ⇒ Tmax : 보강재 최대 유발 인장력
- ⇒ Tmd : 지진 하중으로 인한 보강재 최대 유발 인장력
- ⇒ Actual calculated Fs-overall : 실제 계산 된 보강재판단에 대한 안전율

각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭하면 각각의 보강재에 대한 최대 유발인 장력(Tmax)이 표시된다.



다음 그림에서는 Tmax를 계산하기 위한 대략의 수평응력분포(horizontal stress distribution)를 보여준다.



※ 동적(seismic) 하중에 대한 결과도 seismic 부분을 클릭하면 같은 방법으로 검토할 수 있다.

※ 다음 [ideal value per layer/global efficiency]를 클릭하면 보강층(b or Rc)에 대한 이상적인 값, 전체적인 효율에 대한 설명과 보강재와 연결부에서 목표로 하는 안전율을 입력하는 창이 나타난다.

Ideal value per layer :
T-ult or Rc
Global efficiency

Targeted Fs-overall

To calculate ideal values and efficiency, a target factor of safety on reinforcement strength and connection break must be specified.

Please input :

	Static	Seismic
Target Fs-overall (reinforcement strength) =	1.5	1.125
Target Fs-overall (connection break) =	1.5	1.125

Default OK Cancel

Ideal values

Efficiency with respect to utilization of reinforcement strength is defined as: $E = \frac{\sum(T_{required})_j}{\sum(T_{allowable})_j}$
 where j varies from reinforcement layer 1 to layer n

Calculated values:
 E1 (strength considered at slip surface) = 0.52 Target Fs-overall (reinforcement strength) = 1.600
 E2 (strength considered at connection) = 1.74 Target Fs-overall (connection break) = 1.500
 E = max (E1, E2) = 1.74

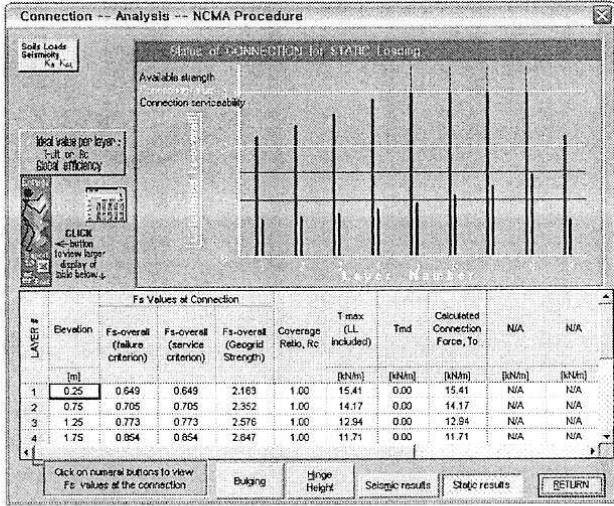
Efficiency (explanation) Ideal values for installation (click to see NOTE)

LAYER #	Geogrid		Geogrid Strength/Connection		Calculated Fs		Either / Or	
	Elevation [m]	Required Strength, Tmax-Tmd [kN/m]	Required Strength of Connection, To [kN/m]	Reinforcement Strength, Fs-overall	Failure criterion, Fs-Overall	Either : T-ult [kN/m]	Or : Coverage ratio, Rc	
1	0.25	15.41	15.41	2.163	0.649	693.33	2.31	
2	0.75	14.17	14.17	2.352	0.705	637.86	2.13	
3	1.25	12.94	12.94	2.576	0.773	582.39	1.94	
4	1.75	11.71	11.71	2.847	0.854	526.93	1.76	
5	2.25	10.48	10.48	3.182	0.954	471.46	1.57	
6	2.75	9.24	9.24	3.606	1.082	416.00	1.39	
7	3.25	8.01	8.01	4.161	1.248	360.53	1.20	
8	3.75	6.78	6.78	4.817	1.475	305.06	1.02	

Seismic values Static values RETURN

▶ Connection-Design

다음 그림에서는 정적(static) 하중에서의 연결부 상태(connection status : available strength, connection failure, connection serviceability)에 대한 안전율이 표시되어 있다.



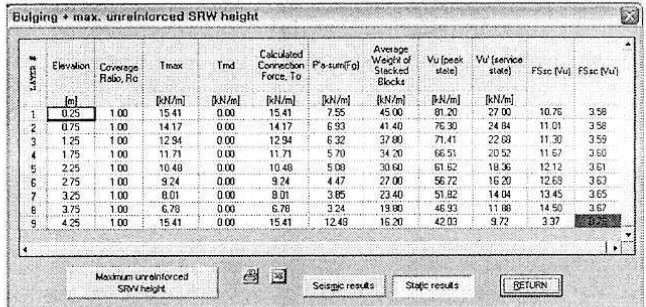
- ⇒ Connection force, To : 벽체 연결부에서 유발되는 인장력
- ⇒ Reduction factor for connection break, CRU : 연결부 파단에 대한 감소계수
- ⇒ Available connection strength, Tci [failure criterion] : 파괴 기준에 대한 연결부에서의 보강재 사용강도
- ⇒ Available connection strength, Tcs [service criterion] : 사용 기준에 대한 연결부에서의 보강재 사용강도
- ⇒ Geogrid available strength, Tavailable : 보강재 사용강도

각 보강재 위치의 숫자를 클릭하면 각 보강재의 연결부 강도에 대한 안전율이 나타난다.

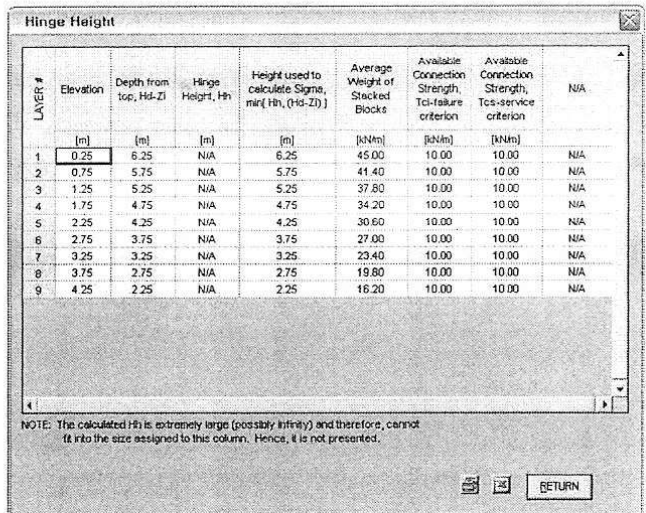
Mode of failure	Fs-overall	
	Specified	Actual
Connection break	N/A	0.649
Connection service	N/A	0.649
Geogrid strength	N/A	2.163

보강되지 않은 SRW의 최대 높이 및 bulging에 대한

안전율



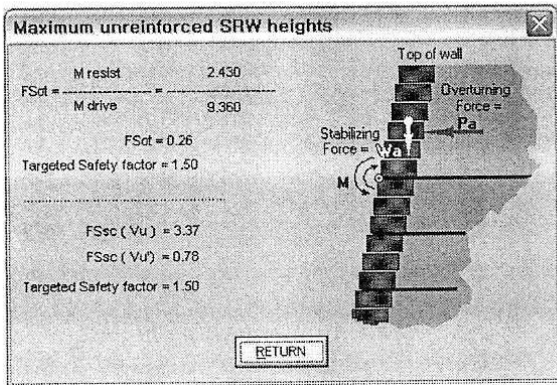
벽체가 수직이면 see가 나타나고 note 보장되지 않은 의SRW 최대 높이 및 벽체(높이가 힌지 높이), 벽체가 경사 bulging에 대한 안전율 지면에 대한 값이 계산된 hinge height 다.



- ⇒ Pa-sum(Fg)i : 수평토포압
- ⇒ Average Depth weight of stacked blocks : 축조된 블록의 평균 무게
- ⇒ Vu, Vu' : peak와service에 대한 전단강도
- ⇒ FS(Vu), FS(Vu') : 피크상태(peak state)에서의 안전율과 사용상태(service state)에서의 안전율

Maximum unreinforced SRW height 를 클릭하면

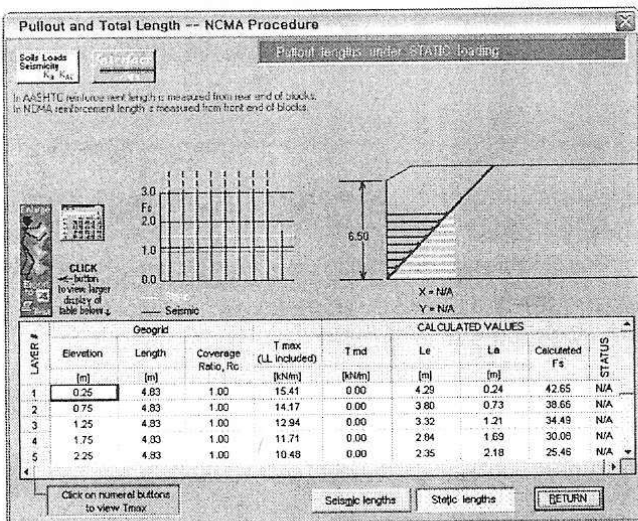
overturning에 대한 안전율이 나타난다.



※ 동적(seismic) 하중에 대한 결과도 seismic 부분을 클릭하면 같은 방법으로 검토할 수 있다.

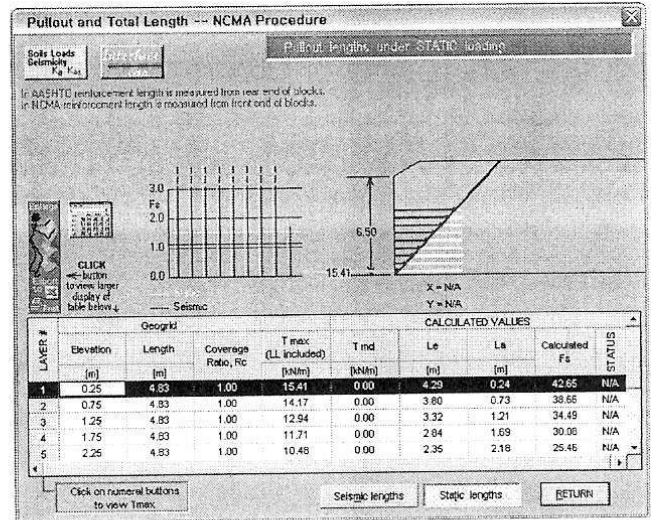
▶ Pullout and total length

다음 그림에서는 정적(static) 하중에서의 인발저항 길이(pullout length)와 인발저항에 대한 안전율에 대해 나와있다.



- ⇒ Le : 수동 저항영역에서의 보강재 길이
- ⇒ La : 주동 저항영역에서의 보강재 길이
- ⇒ Calculated Fs : 인발에 대한 안전율

각 보강재층에 해당하는 숫자를 클릭하면 각각의 보강재에 대한 Tmax를 확인할 수 있다.



※ 동적(seismic) 하중에 대한 결과도 seismic 부분을 클릭하면 같은 방법으로 검토할 수 있다.

3) Compound/Global Stability

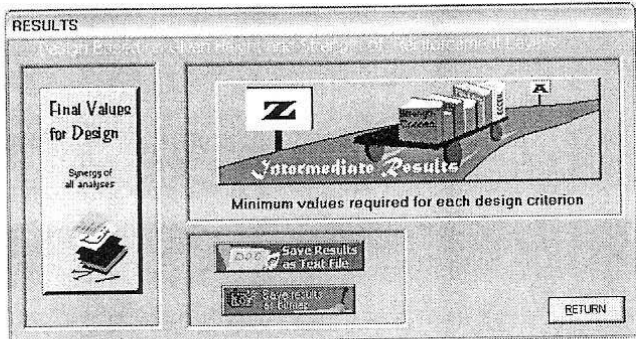
Compound/Global Stability에서는 AASHTO (Metal Mat/Stip)에서의 검토 방법과 동일하다.

C.7 결과확인방법

다음과 같이 여러 가지가 방법으로 설계 결과를 확인할 수 있다.

① 설계된 결과를 텍스트 파일로 저장하는 방법

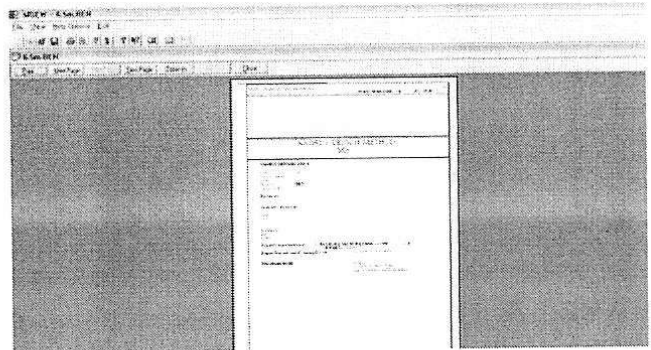
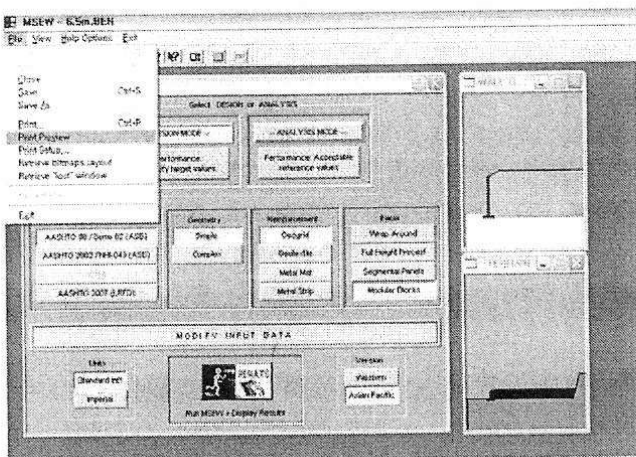
결과 확인창에서 [Save Results as Text File]을 클릭하여 MSEW3.0 폴더에 저장할 이름을 지정하고 OK를 클릭한다.



결과를 확인 하기 위해 해당폴더의 지정한 파일을 열어 보면 수행프로젝트, 입력물성치, 외적안정, 내적안정, 전제안정에 대한 결과가 텍스트로 저장 되어있는 것을 확인할 수 있다.

② 프린트출력

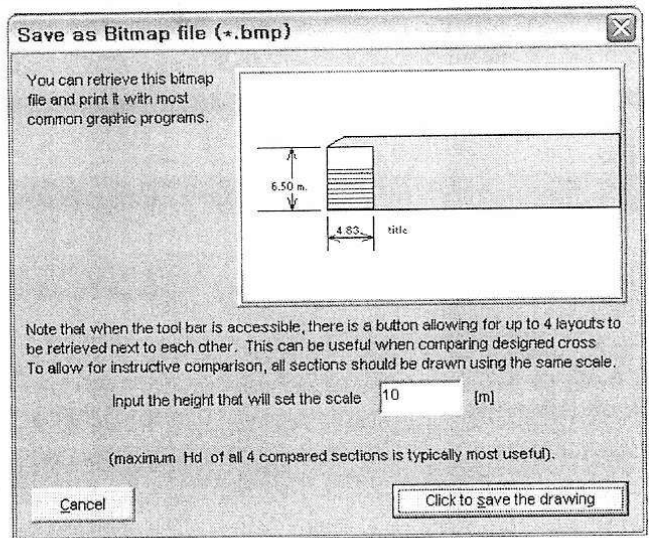
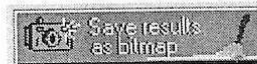
MSEW 구조물 단면의 종류가 많을 경우 혹은 각 단면에 대해 일관되게 확인할 경우 메뉴바의 File> Print Preview 를 클릭하면 보고서 형식의 결과물이 나타나고 프린트도 할 수 있다.



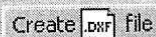
③ 결과를 그림으로 저장

결과를 그림화면으로 저장하는 방법이다.

결과 확인창에서 [Save results as bitmap]을 클릭하여 새 창이 뜨면, [save the drawing] 버튼을 눌러 *.bmp 형식으로 저장할 수 있다.



또 다른 방법은 결과 확인창에서 [Create .dxf file]를 클릭하면 웅벽의 형태가 캐드파일로 저장이 된다.



이 방법을 사용하면 캐드용 프로그램에서 설계된 웅벽의 형태를 확인하고 작업할 수 있다.

AASHTO DESIGN METHOD

PROJECT IDENTIFICATION

Title:
Project Number:
Client:
Designer: WALL
Station Number:

Description:

Company's information:

Name:
Street:

Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: D:\제작프로그램\보강토프로그램\MSEW\6.6경사20도수평.BEN
Original date and time of creating this file: Wed Nov 09 14:44:37 2005

PROGRAM MODE: DESIGN
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

DESIGN DATA

DESIGN OBJECTIVES

Minimum factor of safety against pullout, Fs-po	2.00
Minimum factor of safety against direct sliding, Fs-sliding	1.50
Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L	0.1667
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-static	1.30
Minimum factor of safety against compound and overall failure, Fs-comp-seismic	1.10

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, $L_e = 1.00$ m.
 Prescribed minimum normalized length of each layer is: $L/Hd = 0.80 \rightarrow L = 5.28$ m.
 Prescribed minimum absolute total length of each layer is: $L = 2.50$ m.

BEARING CAPACITY

Bearing capacity is controlled by general shear.	
Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L	0.1667
Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach)	2.50
Bearing capacity coefficients: $N_c = 30.14$ $N \gamma = 22.40$	

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	18.0 kN/m
Design value of internal angle of friction, ϕ	30.0

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	18.0 kN/m
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	30.0
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	0.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

K_a (internal stability) = 0.3333 (if batter is less than 10? K_a is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
 Inclination of internal slip plane, $\psi = 60.00^\circ$ (see Fig. 28 in DEMO 82).
 K_a (external stability) = 0.3399 (if batter is less than 10? K_a is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

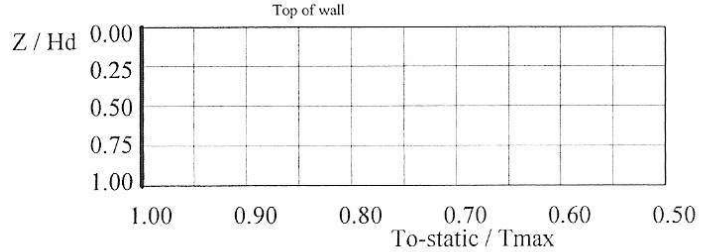
SEISMICITY

Not Applicable

**INPUT DATA: Facia and Connection
(Design)**

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
 Depth/height of block is 0.40/0.20 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.23 m.
 Average unit weight of block is $\gamma_f = 23.00$ kN/m

Z / Hd	To-static / Tmax
0.00	1.00
0.25	1.00
0.50	1.00
0.75	1.00
1.00	1.00



To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

Geogrid Type #1		Geogrid Type #2		Geogrid Type #3		Geogrid Type #4		Geogrid Type #5	
σ ⁽¹⁾	CRu ⁽²⁾	σ	CRu	σ	CRu	σ	CRu	σ	CRu
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90
100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90	100.0	0.90

Geogrid Type #1		Geogrid Type #2		Geogrid Type #3		Geogrid Type #4		Geogrid Type #5	
σ	CRs ⁽³⁾	σ	CRs	σ	CRs	σ	CRs	σ	CRs
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90	50.0	0.90

⁽¹⁾ σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]

⁽²⁾ CRu = Tult-connection / Tult-geogrid

⁽³⁾ CRs = Tpo-connection / Tult-geogrid

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	4T	6T	8T	10	15T
Durability reduction factor, RFd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Creep reduction factor, RFC	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Overall factor of safety: connection break, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Overall factor of safety: connection pullout, Fs	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA

LEGEND: (1) Connection strength √ Satisfactory
 (2) Geogrid strength ⊗ Unsatisfactory
 (3) Pullout resistance
 (4) Direct sliding
 (5) Eccentricity

Bearing capacity: √
 Foudation Interface: Direct sliding √ Eccentricity √

G e o g r i d								
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.40	5.28	3	√	√	√	√	√
2	1.00	5.28	2	√	√	√	√	√
3	1.60	5.28	2	√	√	√	√	√
4	2.20	5.28	2	√	√	√	√	√
5	2.80	5.28	1	√	√	√	√	√
6	3.40	5.28	1	√	√	√	√	√

G e o g r i d								
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7	4.00	5.28	1	√	√	√	√	√
8	4.60	5.28	1	√	√	√	√	√
9	5.20	5.28	1	√	√	√	√	√
10	5.80	5.28	1	√	√	√	√	√
11	6.20	5.28	1	√	√	√	√	√

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT
(for GEOGRID reinforcements)

Specified Fs-static = 1.500

Along reinforced and foundation soils interface: Fs-static = 2.133

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	Fs Static	Fs Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	5.28	1.785	N/A	3	8T
2	1.00	5.28	1.919	N/A	2	6T
3	1.60	5.28	2.074	N/A	2	6T
4	2.20	5.28	2.257	N/A	2	6T
5	2.80	5.28	2.476	N/A	1	4T
6	3.40	5.28	2.743	N/A	1	4T
7	4.00	5.28	3.072	N/A	1	4T
8	4.60	5.28	3.489	N/A	1	4T
9	5.20	5.28	4.027	N/A	1	4T
10	5.80	5.28	4.733	N/A	1	4T
11	6.20	5.28	5.312	N/A	1	4T

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.1049; Overturning: Fs-static = 3.85

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.40	5.28	0.0919	N/A	3	8T
2	1.00	5.28	0.0733	N/A	2	6T
3	1.60	5.28	0.0556	N/A	2	6T
4	2.20	5.28	0.0388	N/A	2	6T
5	2.80	5.28	0.0227	N/A	1	4T
6	3.40	5.28	0.0069	N/A	1	4T
7	4.00	5.28	-0.0089	N/A	1	4T
8	4.60	5.28	-0.0257	N/A	1	4T
9	5.20	5.28	-0.0454	N/A	1	4T
10	5.80	5.28	-0.0723	N/A	1	4T
11	6.20	5.28	-0.1002	N/A	1	4T

DESIGN DATA

=====

DESIGN OBJECTIVES(설계 안전율 기준 지정)

Minimum factor of safety against pullout, F_{s-po} 1.50(인발저항에 대한 최소안전율)

Minimum factor of safety against direct sliding, $F_{s-sliding}$ 1.50(활동에 대한 최소안전율)

Maximum allowable eccentricity ratio at each reinforcement level, e/L 0.1667(각 보강재층에 대한 허용최대편심거리비)

Minimum factor of safety against compound and overall failure, $F_{s-comp-static}$ 1.30(전체안정성 대한 최소안전율: 지진하중을 적용하지 않은 경우)

Minimum factor of safety against compound and overall failure, $F_{s-comp-seismic}$ 1.10(전체안정성 대한 최소안전율: 지진하중을 적용한 경우)

Prescribed minimum resistive length to prevent pullout, $L_e = 1.00$ m.(수동저항영역에 있어서의 보강재 최소 정착길이 지정)

Prescribed minimum normalized length of each layer is: $L/H_d = 0.60 \rightarrow L = 5.10$ m.(옹벽높이와 보강재 길이의 비 지정)

Prescribed minimum absolute total length of each layer is: $L = 2.50$ m.(보강재 최소길이 지정)

BEARING CAPACITY(지지력)

Bearing capacity is controlled by general shear.(전반전단파괴유형)

Maximum permissible eccentricity ratio (soil), e/L 0.1667(최대허용편심거리비)

Minimum factor of safety with respect to ultimate bearing capacity (Meyerhof approach) 2.00(지지력에 대한 최소안전율)

Bearing capacity coefficients: $N_c = 30.14$ (점착력에 대한 지지력 계수)

$N_{\gamma} = 22.40$ (흙의 단위중량에 대한 지지력 계수)

SOIL DATA

REINFORCED SOIL(보강토체)

Unit weight, $\gamma = 20.0$ kN/m³(흙의 단위중량)

Design value of internal angle of friction, $\phi = 32.0$ deg.(내부마찰각)

RETAINED SOIL(배면토체)

Unit weight, $\gamma = 20.0$ kN/m³

Design value of internal angle of friction, $\phi = 30.0$ deg.

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)(기초지반)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.} = 20.0$ kN/m³(기초지반의 흙의 등가 단위중량)

Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.} = 30.0$ deg.(기초지반의 등가 내부마찰각)

Equivalent cohesion, $c_{equiv.} = 0.0$ kPa(기초지반의 등가 점착력)

Water table does not affect bearing capacity(지하수가 지지력에 대하여 영향이 없는 것으로 간주)

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

K_a (internal stability) = 0.2755 (eq. 17 is utilized to calculate K_a for all batters)

(For internal stability user specified $\delta = 20.00$ deg.)(쿨롱토압에서 벽마찰각 20도($2\phi/3$ 로 지정))

Inclination of internal slip plane, $\alpha_{sii} = 57.38$ deg. (see Fig. 28 in DEMO 82; α_{sii} is for all batters).(내적 안정성 검토시 설정된 파괴면 각(K_{sii}))

K_a (external stability) = 0.3333 (if batter is less than 10 deg., K_a is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

SEISMICITY(지진)

----- Not Applicable -----(지진하중 적용하지 않음)

INPUT DATA: Geogrids(지오그리드 보강재에 대한 물성입력)

=====

(Multiple type reinforcement)(보강재 종류 5개 까지 가능)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	100.0	N/A	N/A	N/A	N/A
Durability reduction factor, RFd	1.1	N/A	N/A	N/A	N/A
Installation-damage red. fac., RFid	1.10	N/A	N/A	N/A	N/A
Creep reduction factor, RFc	2.00	N/A	N/A	N/A	N/A
Fs-overall for strength	1.50	N/A	N/A	N/A	N/A
Coverage ratio, Rc	1.000	N/A	N/A	N/A	N/A
Friction angle along geogrid-soil interface, ro	26.56	N/A	N/A	N/A	N/A
Pullout resistance factor, F*	0.8 tan(ph)	N/A	N/A	N/A	N/A
Scale-effect correc. factor, alpha	0.8	N/A	N/A	N/A	N/A

- ☞ Tult [kN/m] : 보강재의 극한인장력(단기 하중)
- ☞ Durability reduction factor, RFd : 보강재의 내구성에 대한 감소계수(화학적, 생물학적 등)
- ☞ Creep reduction factor, RFc : 보강재의 크립에 대한 감소계수
- ☞ Installation-damage red. fac., RFid : 보강재 설치시 뒤편흙이 보강재에 미치는 손상에 대한 감소계수
- ☞ Fs-overall for strength : 보강재 강도에 대한 전체 안전율
- ☞ Coverage ratio, Rc : 적용면적비(보강재가 뒤편흙을 덮고 있는 비율)
- ☞ geogrid-soil interface, ro : 보강재와 흙사이의 내부마찰각
- ☞ Pullout resistance factor, F* : 보강재와 흙사이의 인발저항계수
- ☞ Scale-effect correc. factor, alpha : 보강재의 강도(stiffness)에 대한 수정계수(지오그리드 = 0.8, 스틸 =1.0)

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth(깊이에 따른 토압계수의 변화)

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

- ☞ Ka = 주동토압계수
- ☞ K = 다짐(compaction)으로 인한 유발토압 계수
- ☞ z = 보강토 옹벽상단에서부터의 깊이
- ♣ 지오그리드와 지오텍스타일 보강재가 포설된 보강토 옹벽에서 유발되는 토압(K/Ka)은 깊이에 따라 변화지 않는 것으로 본다.(Demo 82)

INPUT DATA: Facia and Connection (Design)(전면블록과 보강재 연결에 대한 설계 입력)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
 Depth/height of block is 0.5/0.2 m.(블록의 배면폭/블록의 높이)
 Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.2 m.(블록의 수평 무게중심 거리;블록 배면폭의 1/2)
 Average unit weight of block is $\gamma_f = 24.0 \text{ kN/m}^3$ (블록과 자갈을 포함한 평균 단위중량)

Z / Hd	To-static / Tmax
0.00	1.00
0.25	1.00
0.50	1.00
0.75	1.00
1.00	1.00

To-static, To-seismic = connection force, static and superimposed dynamic component, respectively.

- ☞ Tmax : 각 보강재층에서의 보강재 최대 유발인장력
- ☞ To : 벽체에서의 보강재 최대 유발인장력
- ☞ static : 지진하중을 적용하지 않은 경우
- ☞ seismic : 지진하중을 적용한 경우

Geogrid Type #1	Geogrid Type #2	Geogrid Type #3	Geogrid Type #4	Geogrid Type #5
Sigma CRu	Sigma CRu	Sigma CRu	Sigma CRu	Sigma CRu
50.0 0.90	N/A	N/A	N/A	N/A
100.0 0.90	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Geogrid Type #1	Geogrid Type #2	Geogrid Type #3	Geogrid Type #4	Geogrid Type #5
Sigma CRs	Sigma CRs	Sigma CRs	Sigma CRs	Sigma CRs
0.0 0.00	N/A	N/A	N/A	N/A
50.0 0.90	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Where: Sigma = Confining stress in between stacked blocks [kPa](블록과 블록사이의 구속응력: 전단시험)
 CRu = $T_{ult-connection} / T_{ult-geogrid}$ (블록과 블록사이의 보강재 파단강도/극한인장강도)
 CRs = $T_{po-connection} / T_{ult-geogrid}$ (블록과 블록사이의 보강재 인발파괴강도/극한인장강도)

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Durability reduction factor, RFd	1.10	N/A	N/A	N/A	N/A
Creep reduction factor, RFc	2.00	N/A	N/A	N/A	N/A
Overall safety factor: connec. break, Fs	1.50	N/A	N/A	N/A	N/A
Overall safety factor: connec.pullout,Fs	1.50	N/A	N/A	N/A	N/A

- ☞ Durability reduction factor, RFd : 보강재의 내구성에 대한 감소계수
- ☞ Creep reduction factor, RFc : 보강재의 크립에 대한 감소계수
- ☞ Overall safety factor: connec. break, Fs : 블록과 보강재의 연결부에서의 보강재의 파단에 대한 안전율
- ☞ Overall safety factor: connec.pullout,Fs : 블록과 보강재의 연결부에서의 보강재의 인발에 대한 안전율

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

=====

Design height, Hd 8.50 [m] {Embedded depth is E = 0.50 m(근입깊이), and height above top of finished bottom grade is H = 8.00 m(보강토 옹벽의 노출높이(근입깊이를 뺀 높이))

Batter, omega 0.0 [deg](수직에 대한 보강토 옹벽 전면의 경사)

Backslope, beta 30.0 [deg](보강토 옹벽 상단의 성토사면 경사)

Backslope rise 0.0 [m] Broken back equiv. angle, I = 0.00 deg. (see Fig. 25 in DEMO 82)
(보강토 옹벽 상단의 성토사면 높이)

U N I F O R M S U R C H A R G E(등분포 상재하중)

Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa](사하중), and live load is 13.0 [kPa](활하중)

REINFORCEMENT LAYOUT AND DESIGN CRITERIA (보강재 포설위치와 설계 기준)

LEGEND: (1) Connection strength (연결강도) (v) Satisfactory(만족)
 (2) Geogrid strength(보강재 강도) (x) Unsatisfactory(불만족)
 (3) Pullout resistance(인발저항)
 (4) Direct sliding(활동)
 (5) Eccentricity(전도/편심거리)

Bearing capacity: (v).(지지력)

Foudation Interface(보강토 옹벽 저면과 기초지반 사이): Direct sliding (v)(활동); Eccentricity (v).(편심거리)

G e o g r i d						G e o g r i d											
#	Elevation	Length	Type	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	#	Elevation	Length	Type	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	[m]	[m]	#							[m]	[m]	#					
1	0.20	5.44	1	v	v	v	v	v	7	4.20	5.10	1	v	v	v	v	v
2	0.80	5.10	1	v	v	v	v	v	8	5.00	5.10	1	v	v	v	v	v
3	1.40	5.10	1	v	v	v	v	v	9	5.80	5.10	1	v	v	v	v	v
4	2.00	5.10	1	v	v	v	v	v	10	6.60	5.22	1	v	v	v	v	v
5	2.60	5.10	1	v	v	v	v	v	11	7.40	5.74	1	v	v	v	v	v
6	3.40	5.10	1	v	v	v	v	v	12	8.20	6.39	1	v	v	v	v	v

- ☞ Elevation : 보강재 포설위치
- ☞ Length : 보강재 길이
- ☞ Type : 보강재 종류 (kN/m)

BEARING CAPACITY for DESIGNED LAYOUT(지지력에 대한 설계결과)

	STATIC	SEISMIC	UNITS
Ultimate bearing capacity, q-ult	842.1	N/A	[kPa]
Meyerhof stress, sigma_v	265.0	N/A	[kPa]
Eccentricity, e	0.84	N/A	[m]
Eccentricity, e/L	0.155	N/A	
Fs calculated	3.18	N/A	
Base length	5.44	N/A	[m]

- ☞ Ultimate bearing capacity, q-ult : 기초 지반의 극한지지력
- ☞ Meyerhof stress, sigma_v : Meyerhof 응력 분포에서의 수직응력
- ☞ Eccentricity, e : 편심거리
- ☞ Eccentricity, e/L : 편심거리 비
- ☞ Fs calculated : 지지력에 대한 안전율
- ☞ Base length : Meyerhof의 응력이 분포하는 보강재 길이
- ☞ N/A : Not Applicable ; 적용하지 않음

DIRECT SLIDING for DESIGNED LAYOUT(활동에 대한 설계결과)

Specified F_s -static = 1.500(설정된 활동에 대한 안전율)

Along reinforced and foundation soils interface: F_s -static = 1.924(응벽 저면을 따라 활동에 대한 안전율)

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	F_s Static	F_s Seismic	Geogrid type #
1	0.20	5.44	1.701	N/A	1
2	0.80	5.10	1.700	N/A	1
3	1.40	5.10	1.821	N/A	1
4	2.00	5.10	1.961	N/A	1
5	2.60	5.10	2.125	N/A	1
6	3.40	5.10	2.390	N/A	1
7	4.20	5.10	2.732	N/A	1
8	5.00	5.10	3.187	N/A	1
9	5.80	5.10	3.824	N/A	1
10	6.60	5.22	4.897	N/A	1
11	7.40	5.74	7.169	N/A	1
12	8.20	6.39	11.970	N/A	1

- ☞ Geogrid Elevation : 지오그리드 보강재 포설위치
- ☞ Geogrid Length : 지오그리드 보강재 길이
- ☞ F_s _Static : 지진하중을 적용하지 않았을 경우의 안전율
- ☞ F_s _Seismic : 지진하중을 적용한 경우의 안전율
- ☞ N/A : Not Applicable : 적용하지 않음
- ☞ Geogrid Type ; 보강재의 종류(여기서 1번 보강재 100kN/m)

ECCENTRICITY for DESIGNED LAYOUT(편심거리/전도에 대한 설계결과)

Along reinforced and foundation soils interface: e/L static = 0.1666(옹벽 저면과 기초지반 사이의 편심거리비/전도)

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e/L Static	e/L Seismic	Geogrid type #
1	0.20	5.44	0.1595	N/A	1
2	0.80	5.10	0.1587	N/A	1
3	1.40	5.10	0.1372	N/A	1
4	2.00	5.10	0.1173	N/A	1
5	2.60	5.10	0.0989	N/A	1
6	3.40	5.10	0.0768	N/A	1
7	4.20	5.10	0.0574	N/A	1
8	5.00	5.10	0.0407	N/A	1
9	5.80	5.10	0.0268	N/A	1
10	6.60	5.22	0.0149	N/A	1
11	7.40	5.74	0.0057	N/A	1
12	8.20	6.39	0.0009	N/A	1

☞ Geogrid Elevation : 지오그리드 보강재 포설위치

☞ Geogrid Length : 지오그리드 보강재 길이

☞ e/L_Static : 지진하중을 적용하지 않았을 경우의 편심거리비

☞ e/L_Seismic : 지진하중을 적용한 경우의 편심거리비

☞ N/A : Not Applicable : 적용하지 않음

☞ Geogrid Type ; 보강재의 종류(여기서 1번 보강재 100kN/m)

RESULTS for STRENGTH(보강재 파단파괴에 대한 설계결과)

# Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall seismic	Specified minimum Fs-overall static	Actual calculated Fs-overall seismic
1	0.20	41.3	23.0	N/A	1.500	1.793	N/A
2	0.80	41.3	25.9	N/A	1.500	1.593	N/A
3	1.40	41.3	24.1	N/A	1.500	1.716	N/A
4	2.00	41.3	22.2	N/A	1.500	1.860	N/A
5	2.60	41.3	23.6	N/A	1.500	1.754	N/A
6	3.40	41.3	23.8	N/A	1.500	1.735	N/A
7	4.20	41.3	20.5	N/A	1.500	2.015	N/A
8	5.00	41.3	17.2	N/A	1.500	2.404	N/A
9	5.80	41.3	13.9	N/A	1.500	2.978	N/A
10	6.60	41.3	10.6	N/A	1.500	3.912	N/A
11	7.40	41.3	7.2	N/A	1.500	5.700	N/A
12	8.20	41.3	3.6	N/A	1.500	11.400	N/A

- ☞ Geogrid Elevation : 지오그리드 보강재 포설위치
- ☞ Tavailable : Tallowable = Tavailable / Fs, Tavailable = Tult/(RFid • RFcr • RFd)
- ☞ Tmax : 보강재 최대 유발인장력
- ☞ Tmd : 지진하중으로 인한 보강재 최대 유발인장력
- ☞ Specified minimum Fs-overall : 설정된 보강재 파단에 대한 최소 안전율(여기서는 1.5로 설정)
- ☞ Actual calculated Fs-overall : 실제 계산된 보강재 파단에 대한 안전율
- ☞ N/A : Not Applicable : 적용하지 않음

RESULTS for CONNECTION (static conditions)(보강재와 블록사이 연결부에서의 설계결과; 지진하중 적용 안함)

#	Geogrid Elevat. [m]	Connect. force To [kN/m]	Reduc. factor for connec break, CRu	Reduc. factor for connec pull, CRs	Available connect. strength, Tc-break criterion [kN/m]	Available connect. strength, Tc-pull criterion [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavail. [kN/m]	Fs-overall connection break Spec.Actu.	Fs-overall connection pullout Spec.Actu.	Fs-overall Geogrid strength Spec.Actu.			
1	0.20	23.0	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	1.78	1.50	3.88	1.50	1.79
2	0.80	25.9	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	1.58	1.50	3.45	1.50	1.59
3	1.40	24.1	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	1.70	1.50	3.72	1.50	1.72
4	2.00	22.2	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	1.84	1.50	4.03	1.50	1.86
5	2.60	23.6	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	1.74	1.50	3.80	1.50	1.75
6	3.40	23.8	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	1.72	1.50	3.76	1.50	1.73
7	4.20	20.5	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	1.99	1.50	4.36	1.50	2.02
8	5.00	17.2	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	2.38	1.50	5.21	1.50	2.40
9	5.80	13.9	0.90	0.90	40.9	89.5	41.3	1.50	2.95	1.50	6.45	1.50	2.98
10	6.60	10.6	0.90	0.82	40.9	81.6	41.3	1.50	3.87	1.50	7.73	1.50	3.91
11	7.40	7.2	0.90	0.47	40.9	47.3	41.3	1.50	5.64	1.50	6.52	1.50	5.70
12	8.20	3.6	0.90	0.13	40.9	12.9	41.3	1.50	11.29	1.50	3.56	1.50	11.40

- ☞ Geogrid Elevation : 지오그리드 보강재 포설위치
- ☞ Connect. force To : 벽체에서 보강재에 유발되는 인장력
- ☞ Reduc.factor for connec break, CRu : 블록과 블록 사이에 있는 보강재의 파단에 대한 감소계수
- ☞ Reduc.factor for connec pull, CRs : 블록과 블록 사이에 있는 보강재의 인발에 대한 감소계수
- ☞ Available connect. strength, Tc-break criterion : $T_{ult} \times CR_u \times R_c$; 연결부에서 보강재 파단강도
- ☞ Available connect. strength, Tc-pull criterion : $T_{ult} \times CR_s$; 연결부에서 보강재 인발파괴 강도
- ☞ Available Geogrid strength, Tavail. : $T_{ult} / (R_{Fid} \times R_{Fcr} \times R_{Fd})$
- ☞ Fs-overall connection break, Spec.Actu. : $T_{ult} \times CR_u \times R_c / T_{max}$; 연결부에서의 보강재 파단에 대한 안전율
- ☞ Fs-overall connection pullout, Spec.Actu. : $T_{ult} \times CR_s / T_{max}$; 연결부에서의 보강재 인발파괴에 대한 안전율
- ☞ Fs-overall Geogrid strength Spec.Actu. : $T_{avail.} / T_{max}$; 연결부에서의 보강재 인장강도에 대한 안전율
- ☞ Tmax : 최대유발인장력

RESULTS for PULLOUT(보강재의 인발에 대한 설계결과)

NOTE: Distributed live load is not included in Tmax in pullout calculations.
 (보강재의 최대 인발저항력(Tmax, 최대유발인장력) 계산시 활하중은 고려하지 않음)

# Geogrid	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m]	La [m]	Avail. Static Pullout Pr [kN/m]	Specif. Static Fs	Actual Static Fs	Avail. Seismic Pullout Pr [kN/m]	Specif. Seismic Fs	Actual Seismic Fs	
Elevation [m]	(See NOTE)											
1	0.20	1.000	23.0	N/A	5.32	0.13	705.4	1.500	30.609	0.0	N/A	N/A
2	0.80	1.000	25.9	N/A	4.59	0.51	565.0	1.500	21.779	0.0	N/A	N/A
3	1.40	1.000	24.1	N/A	4.20	0.90	477.3	1.500	19.820	0.0	N/A	N/A
4	2.00	1.000	22.2	N/A	3.82	1.28	397.2	1.500	17.878	0.0	N/A	N/A
5	2.60	1.000	23.6	N/A	3.44	1.66	324.2	1.500	13.757	0.0	N/A	N/A
6	3.40	1.000	23.8	N/A	2.92	2.18	238.4	1.500	10.007	0.0	N/A	N/A
7	4.20	1.000	20.5	N/A	2.41	2.69	165.7	1.500	8.081	0.0	N/A	N/A
8	5.00	1.000	17.2	N/A	1.90	3.20	106.3	1.500	6.185	0.0	N/A	N/A
9	5.80	1.000	13.9	N/A	1.39	3.71	59.9	1.500	4.315	0.0	N/A	N/A
10	6.60	1.000	10.6	N/A	1.00	4.22	30.4	1.500	2.874	0.0	N/A	N/A
11	7.40	1.000	7.2	N/A	1.00	4.74	17.6	1.500	2.424	0.0	N/A	N/A
12	8.20	1.000	3.6	N/A	1.14	5.25	5.4	1.500	1.502	0.0	N/A	N/A

- ☞ Geogrid Elevation : 지오그리드 보강재 포설위치
- ☞ Coverage Ratio, Rc : 적용면적비(보강재가 뒤채움흙을 덮고 있는 비율)
- ☞ Tmax : 정적하중으로 인한 보강재의 최대유발인장력
- ☞ Tmd : 지진하중에 의해 보강재에 발생하는 최대유발인장력
- ☞ Le : 수동저항영역에서의 보강재 길이
- ☞ La : 주동저항영역에서의 보강재 길이 (L(보강재길이) = La + Le)
- ☞ Avail. Static Pullout, Pr : 인발저항력, $F^* \times \alpha \times L \times 2 \times R_c \times \alpha$
- ☞ Specif. Static Fs : 설정된 인발저항에 대한 안전율
- ☞ Actual Static Fs : Pr/T_{max}
- ☞ Avail. Seismic Pullout, Pr : 지진하중을 적용한 인발저항
- ☞ Specif. Seismic Fs : $Pr \times R_c / (0.75 \times T_{total}) = (2 \times (0.8F^*) \times \alpha \times L \times R_c \times \alpha) / (0.75 \times T_{total})$
- ☞ Actual Seismic Fs : Pr/T_{total} , $T_{total} = T_{max} + T_{md}$
- ☞ N/A ; Not Applicable : 적용하지 않음.