

금번 MIDAS FAQ는 GeoX상에서 굴착 가시설에 적용되는 지보재를 정의하는 방법에 대해서입니다. 깊이가 깊은 지반을 굴착하는 경우 대부분 흠막이에 의한 개착공법 또는 지하연속벽을 이용한 역타(top-down) 공법에 의해 이루어집니다. 여기서 개착공법이란 흠막이벽과 버팀대 및 띠장 등의 지보공을 설치하여 이에 의해 토사의 붕괴를 막으며 굴착을 진행하는 공법을 말하며, 지하연속벽을 이용한 역타공법이란 지하층 외부옹벽을 본체 구조물로 사용하고 지하층 기둥은 현장타설말뚝으로 충분한 지내력을 받을 수 있는 지층까지 시공한 후 지하층의 슬래브 및 빔을 연속벽으로 연결하며 토공과 병행하여 단계적으로 상부에서 하부로 내려감과 동시에 지상구조물 공사를 실시하는 공법입니다. 지반의 붕괴와 토류벽의 과도한 변위를 방지하기 위해 개착공법에 널리 사용되는 지보재의 종류에는 Strut, Earth Anchor, Raker 및 Nailing 등이 있으며 현장상황에 따라 적합한 지보재의 선택이 요구되어집니다.

본 FAQ에서는 midas GeoX에서 '지보재의 정의' 하는 방법에 대해 배워보도록 하겠습니다.

1. 지보재 모델링 방법

GeoX에서는 다양한 지보재(Strut, Earth Anchor, Rock Bolt, Soil Nail, Tie Road, Raker)를 정의할 수 있습니다. 굴착 가시설 모델링에 필요한 지보재 데이터는 '모델 > 지보재 정의' 항목을 통해 입력할 수 있습니다. 해석법에 따른 입력값의 차이는 없으며 프로그램상에서 자동으로 요소망 생성과 단면강성 계산이 이루어집니다. 유한요소 해석의 경우 지보재는 요소 축방향의 힘만을 전달할 수 있는 요소인 truss, embedded truss 요소로 모델링되며, 탄소성보 해석의 경우 지보재의 강성을 탄성 스프링으로 가정하여 모델링을 구성하게 됩니다. 지보재의 제원은 각 부재별로 DB화가 되어 있으므로 사용자가 원하는 형상이나 재질, 단면을 선택하면 자동으로 해당하는 값을 입력받아 해석에 이용되어집니다.

지보재 정의

일반
 유형: Strut [다중입력...]
 이름: []
 테이블 입력... More Informations <

지보재 List

이름	유형	설치깊이

특성
 형상: H형강
 재질: SS400
 단면: H 300x300x10/15

설치깊이(좌)	0 m
설치깊이(우)	0 m
수평간격	1 m
길이(강축)	5 m
길이(약축)	5 m
초기작용력	0 tonf
손실률	0 %
개수	1

추가(A) 수정(M) 삭제(D) 정렬(S)
 뒤로(B) 닫기(Q) 다음(N) >

Strut (H형강) 다중입력

이름: strut 시작번호: 1
 재질: SS400
 단면: H 300x300x10/15
 설치간격: 2@1.5 m
 (ex: 2@2,3,4)

수평간격	2.5 m
길이(강축)	5 m
길이(약축)	5 m
초기작용력	0 tonf
손실률	0 %
개수	1

확인(O) 취소(C)

그림 1. 지보재 정의

Raker를 제외한 모든 유형에서 '다중입력' 버튼을 이용하여 동일한 특성을 가진 여러 개의 지보재를 동시에

정의할 수 있으며 지보재 데이터를 변경할 경우에는 테이블 형식을 이용하여 빠르게 작업할 수 있습니다.

2. 초기 작용력이란?

일반적으로 지보재로서 anchor를 사용할 경우 anchor의 초기작용력이 고려되어야 합니다. 초기 작용력이란 앵커를 정착할 때 가하는 인장력 즉 하중이며 초기작용력에 의해서 앵커인장재에 도입되고 앵커에 유지되어 있는 지속적인 작용력이 유효 작용력입니다. 통상 앵커에 작용력을 가하는 경우는 구조물 등의 여러가지 조건에서 유효 작용력을 생각하고 거기에 구조물의 변형 등 작용력을 푸는 여러 가지 요소를 고려하여 소요 초기 작용력을 정하고 있습니다. 프로그램상에서는 초기 작용력이 고려된 anchor의 도입은 '선행하중 재하'와 '강성 추가' 측면에서 해석에 반영이 됩니다. 초기작용력은 변위가 발생하는 반대 방향(배면측)으로 재하되며 이는 최대 부재력을 감소시키는 역할을 하게 되는데, 이 때에 실제 현장에서는 지보재를 설치한 후 선행하중을 재하하는데 그치는 것이 아니라 선택한 초기 작용력이 나타나도록 지보재에 임의의 Jacking력을 가하게 됩니다. 이러한 상태를 보다 실제와 근접하게 모사하기 위해 GeoX에서는 초기 작용력을 선행하중으로 재하한 다음 강성을 추가하는 방법을 사용하고 있습니다. 초기작용력이 적용되는 방식은 프로그램마다 다르기 때문에 적용방식에 대한 차이점을 간단히 알아보도록 하겠습니다.

1) 하중재하 > 강성추가

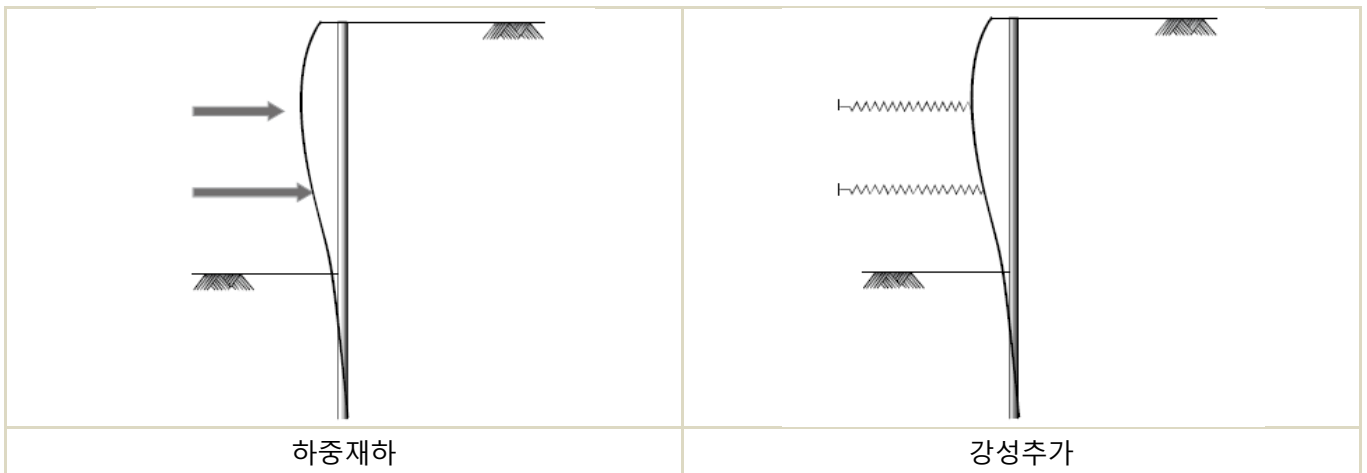


그림 2. GeoX의 Anchor 초기작용력 적용방식

지보재에 초기 작용력을 도입할 경우 흙막이벽체에 초기작용력을 재하하고 지보재 강성을 도입하여 반력을 산출합니다. 즉 초기작용을 도입한 단계에서는 초기작용력이 반력으로 그대로 발생이 되게 됩니다. 이후 시공단계가 변함에 따라 그 반력값은 변하게 되고 설계 시에는 시공단계 중 최대반력값을 내력값으로 사용합니다.

2) 강성추가 > 하중재하

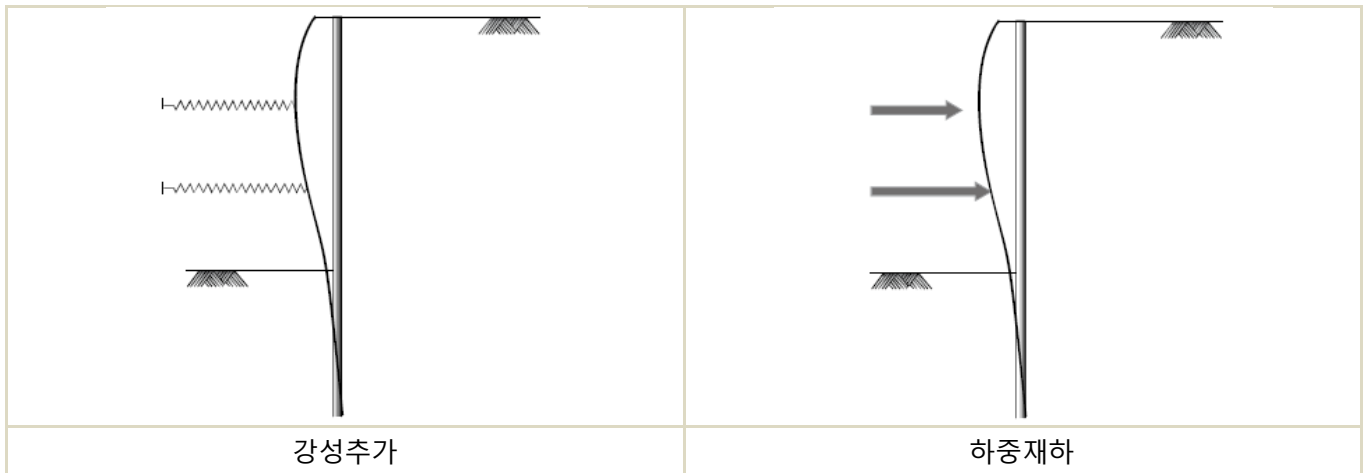


그림 3. S 프로그램의 초기작용력 적용방식

강성이 도입된 상태에서 선행하중을 재하하는 방식입니다. 이 경우에는 초기작용력이 추가된 강성에 의하여 그대로 도입되지 않고 손실이 발생하며 실제 반력이 작거나 크게 되어 원하는 반력을 도입하기 위하여 초기작용력을 얼마나 가할지에 대해 몇 번의 trial & error를 반복해야 합니다.

일반적으로 흙막이벽체에 earth anchor를 사용하는 경우는 anchor의 설계하중의 50~100%의 초기 작용력을 가하고 있습니다. 다만 anchor에 의한 흙막이벽체의 경우는 측압분포와의 균형을 생각하여 각 단 앵커의 초기 작용력을 정하는 것이 바람직합니다.

3. 기타 입력사항

지보재를 정의하는 데 있어 GeoX에서 사용되는 입력값들에 대해 좀 더 자세히 알아보도록 하겠습니다. 지보재가 strut인 경우 H-형강과 강관의 형상을 선택할 수 있으며 Top-down 공법을 사용한 가시설 시공단계에서는 Strut(SPS)와 Strut(Slab)를 정의하여 사용할 수 있습니다. Strut 선택시 입력되는 대칭점 길이는 탄소성해석을 포함한 경우에 활성화되며 흙막이벽에서부터 수평변위가 "0"인 지점까지의 길이를 의미합니다. 이 대칭점길이는 지보재를 탄성스프링으로 치환하여 탄소성보 해석 모델을 생성할 때 지보재 스프링 상수($k=EA/L$)를 계산할 때 사용됩니다.

Strut 제원 입력시 사용되는 길이(강축)과 길이(약축)은 각각 부재설계를 위한 strut의 수직방향 좌굴길이나 수평방향 좌굴길이를 의미합니다. 그림 4에서 보는 것처럼 H-형강의 강축방향 모멘트는 M_y 이며 약축방향 모멘트는 M_z 입니다.

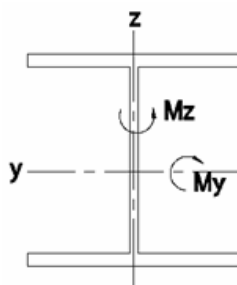


그림 4. H-형강의 강축 및 약축

또한 각 단면모델별 대칭점 길이, 강축길이 및 약축길이에 대한 입력치는 그림 5와 같습니다.

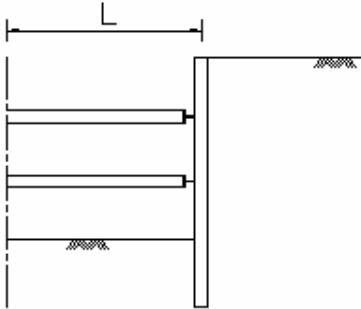
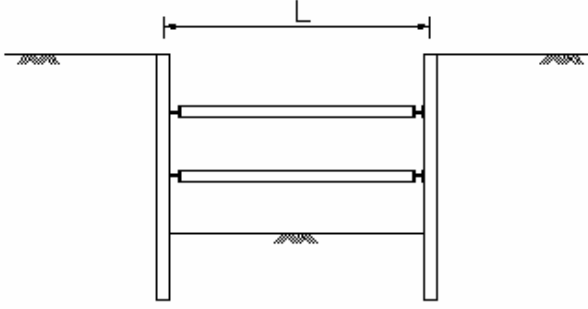
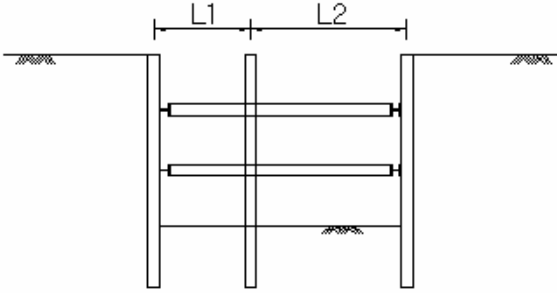
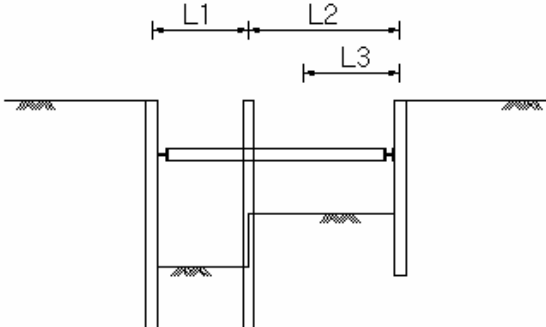
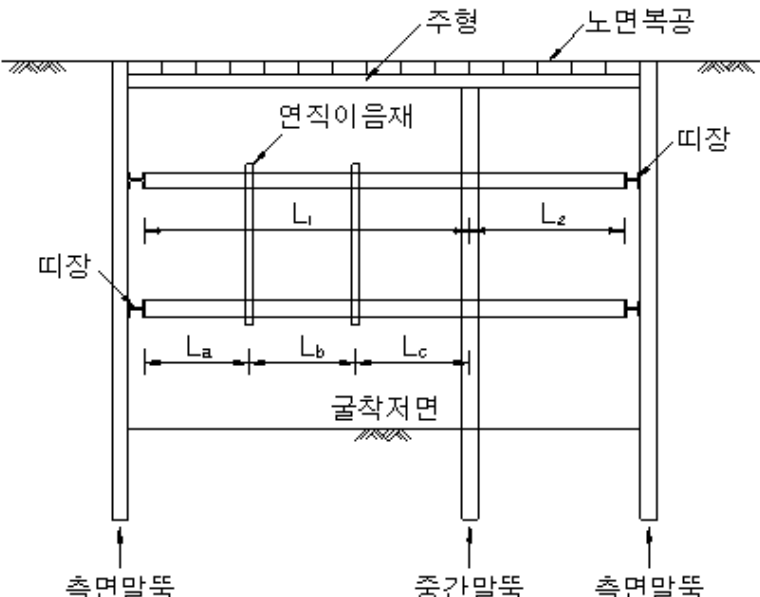
	
<ul style="list-style-type: none"> - 대칭점 길이 : L - 강축길이 : 2L 	<ul style="list-style-type: none"> - 대칭점 길이 : L/2 - 강축길이 : L
	
<ul style="list-style-type: none"> - 대칭점 길이 (좌측 흠막이벽 모델시) : L1 - (우측 흠막이벽 모델시) : L2 - 강축길이 : L2 	<ul style="list-style-type: none"> - 대칭점 길이 : L3(변곡점에서 흠막이벽까지 거리) - 강축길이 : L2
	
<ul style="list-style-type: none"> - 중간말뚝이 있는 경우: 1.5La, 2.0Lb, 1.5Lc, L2 중 가장 큰 값, 이 값이 L1보다 클 경우 L1 사용 - 중간말뚝이 없는 경우 : 1.5La, 2.0Lb, 1.5Lc 중 가장 큰 값, 이 값이 L1보다 클 경우 L1 사용 	

그림 5. 단면모델별 대칭점 길이, 강축길이, 약축길이

지보재가 strut인 경우 DB에 등록이 되지 않은 단면을 사용하기 위해서는 '사용자 정의'를 이용하여 직접 작성할 수 있습니다.

지보재가 Anchor인 경우 입력되는 자유장은 anchor 두부의 정착점에서부터 anchor의 부착부분까지의 길이를 말하며, 인장력에 의해 늘어나는 부분입니다. 일반적으로 anchor 자유장은 주동활동면까지 또는 그보다 길게 설정해야 합니다. GeoX에서는 각 토층별 내부 마찰각으로 가상파괴면을 도시하므로 적절한 자유장을 확보했는지 직관적으로 알 수 있습니다.

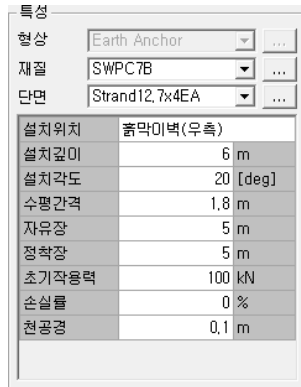


그림 6. Anchor 입력창

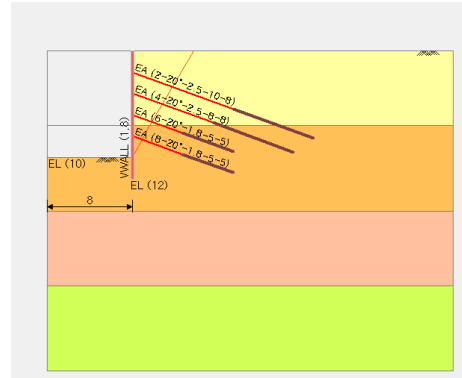


그림 7. 가상파괴활동면

정착장은 시멘트 페이스트 혹은 시멘트 모르타르의 주입에 의해서 지중에 매입된 인장재의 선단부분의 길이를 말합니다. Anchor체의 위치에 따른 진행성파괴의 양상을 보면 정착장이 약 10m 되면 극한 인발력은 거의 변화하지 않는 것으로 나타나므로 통상 정착장은 10m이하로 제한하는 것이 좋습니다. 또한 정착장이 너무 짧으면 조금의 시공 부주의나, 지반의 불균일성 등이 anchor의 인발력 저하에 큰 영향을 미치므로 급작스런 붕괴 등의 방지를 위해 "구조물기초 설계기준(2003)"에서는 최소 4.5m를 기준으로 하고 있습니다. 천공경의 경우 anchor 공법의 종류, 지반조건, 시공조건, 사용인장재, 천공기종 등에 따라 결정되며 일반적으로 많이 사용되는 인장재는 P.C strand 12.7mm(4~6개)로서 설치를 위한 천공직경은 0.1m 정도입니다.