



신개념 지반설계전용 소프트웨어

# SoilWorks

## Release Note(Ver. 500)

## Release Note

### Pre/Post Processing

- [보강토] 기본값 변경
- [보강토] 설계기준 추가(국토해양부 보강토옹벽 잠정지침, 2013)
- [보강토] 요약계산서 출력
- [비탈면] 한계평형해석(LEM) 지진시 자유물체도의 수평지진력 표현
- [비탈면] 한계평형해석(LEM) 보강재의 보강력 출력
- [기초] 특수말뚝 추가(PF공법)

### Analysis

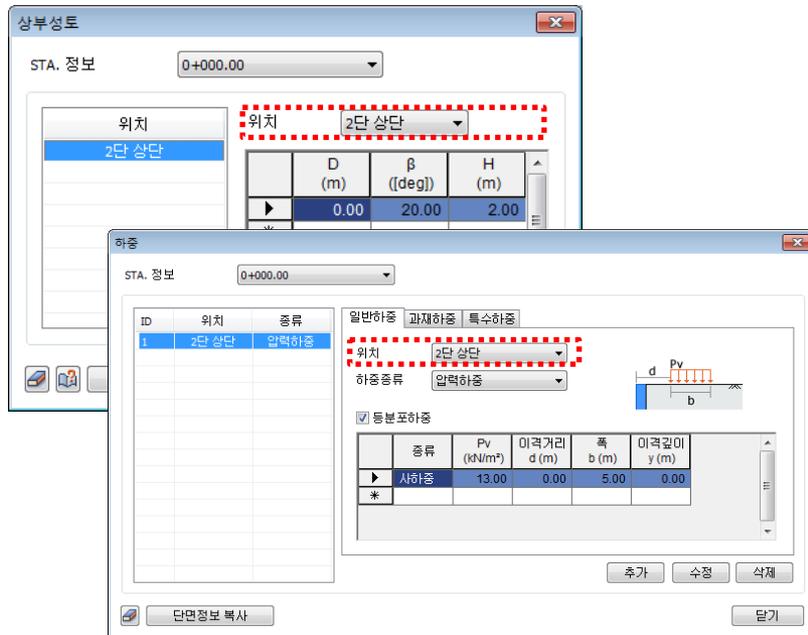
- [보강토] 지지력 계산방법 수정
- [기초] 가속기법 추가

# 1. [보강토] 기본값 변경

- 보강토옹벽 형상계획에서 단수를 2단 이상으로 설정할 때 상부성토와 하중 위치의 기본값을 옹벽 최상단으로 적용시킴
- 지반물성할당에 대한 물성을 가이드 이미지와 동일하도록 기본 setting 값 변경

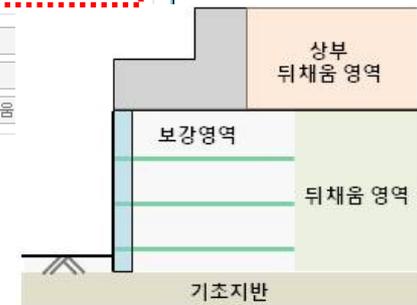
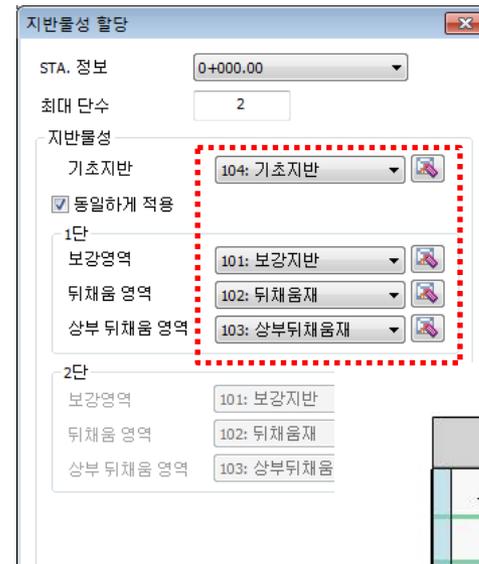
•모델링 > 단면모델링 > 상부성토 

•모델링 > 단면모델링 > 하중 



[상부성토 및 하중 위치 기본값 변경]

•모델링 > 단면모델링 > 지반물성할당 

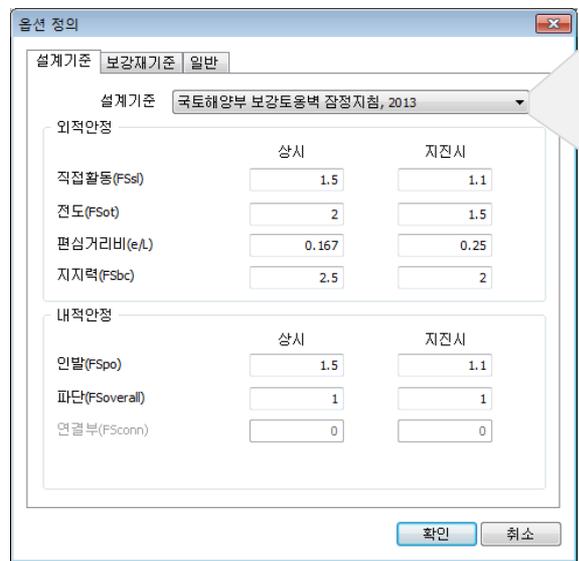


[지반물성할당 기본값 변경]

## 2. [보강토] 설계기준 추가(국토해양부 보강토옹벽 잠정지침, 2013)

- 국내 보강토 업체 대부분이 적용하고 있는 『건설공사 보강토 옹벽 설계·시공 및 유지관리 잠정지침 (2013)』 설계안전율 기준 추가

• 설계 > 보강재 설계 > 옵션 



- FHWA, 2009
- NCMA 3rd
- 도로설계편람, 2014
- 건설공사 비탈면 설계기준, 2011
- 고속도로 건설공사, 2011
- 도로설계요령, 2009
- 국토해양부 보강토옹벽 잠정지침, 2013**
- 사용자정의

<표 1> 보강토 옹벽의 설계안전율<sup>2)</sup>

구분	검토항목	평상시	지진시	비고
외적 안정	활동	1.5	1.1	
	전도	2.0	1.5	
	지지력	2.5	2.0	
내적 안정	전체 안정성	1.5	1.1	
	인발파괴 보강재 파단	1.5 1.0	1.1 1.0	

\* 전도에 대한 안정은 수직합력의 편심거리 e에 대한 다음 식으로도 평가할 수 있다.  
 평상시,  $e \leq L/6$  : 기초지반이 흩인 경우,  $e \leq L/4$  : 기초지반이 암반인 경우  
 지진시,  $e \leq L/4$  : 기초지반이 흩인 경우,  $e \leq L/3$  : 기초지반이 암반인 경우  
 \* 보강재 파단에 대한 안전율은 보강재의 장기설계인장강도를 적용하므로 1.0으로 한다.

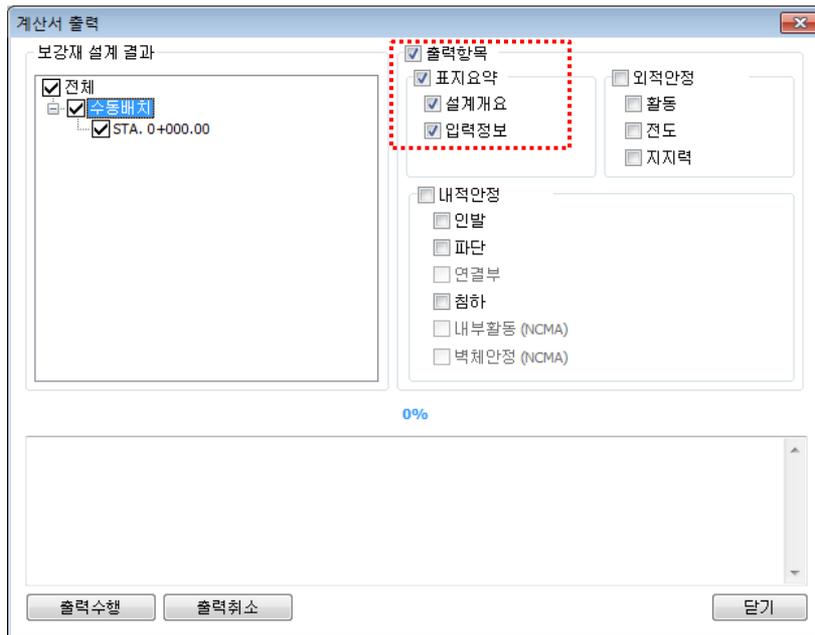
[보강토옹벽 설계안전율 기준]

[국토해양부 보강토옹벽 잠정지침(2013) 설계안전율]

### 3. [보강토] 요약계산서 출력

- 보강토옹벽의 계산서를 출력하는 경우 매우 많은 장수가 출력되므로, 요약계산서(안전율)만 출력하여 보고 싶은 경우 이를 출력할 수 있도록 수정함 (이전에는 체크한 항목에 대한 안전율 결과를 출력해 주었으며, 표지요약만 체크한 경우 안전율이 모두 “-” 로 표현되었음)

• 결과분석 > 설계 계산서 > 계산서 



[설계계산서 출력]

▶ 검토 단면	=	STA. 0+000.00
▶ 기준 높이	=	4.70 m
▶ 검토 단면 최상단 높이	=	4.70 m

ID	보강재 깊이 (m)	직접활동	전도	편심거리비	지지력	인발	파단	연결부
1	0.400	39.488	1827.563	0	-	8.116	14.018	-
2	1.200	13.163	203.063	0.003	-	9.396	4.673	-
3	2.000	7.898	73.103	0.007	-	12.201	3.204	-
4	2.600	6.075	43.256	0.012	-	15.515	2.875	-
5	3.200	4.936	28.556	0.018	-	16.795	2.336	-
6	3.800	4.157	20.25	0.025	-	18.075	1.967	-
7	4.400	3.59	15.104	0.033	-	19.355	1.699	-
8	5.000	3.159	11.696	0.043	-	24.762	1.794	-
저면	5.200	3.797	10.814	0.046	10.113	-	-	-

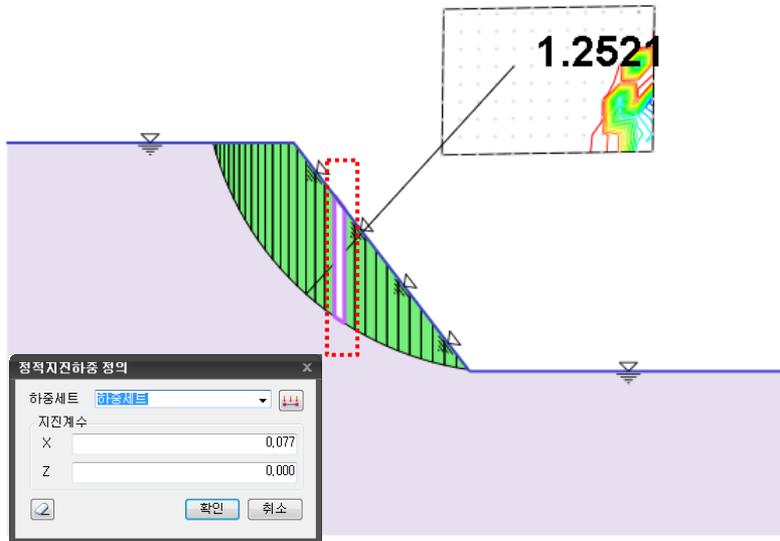
ID	보강재 깊이 (m)	직접활동	전도	편심거리비	지지력	인발	파단	연결부
1	0.400	25.857	998.855	0.001	-	3.568	9.268	-
2	1.200	8.619	110.984	0.004	-	5.71	3.901	-
3	2.000	5.172	39.954	0.013	-	7.831	2.776	-
4	2.600	3.978	23.642	0.021	-	10	2.499	-
5	3.200	3.232	15.607	0.032	-	11.085	2.063	-
6	3.800	2.722	11.068	0.045	-	12.129	1.756	-
7	4.400	2.351	8.255	0.061	-	13.147	1.529	-
8	5.000	2.069	6.393	0.078	-	16.506	1.595	-
저면	5.200	2.486	5.91	0.085	8.475	-	-	-

[요약계산서 안전율 출력]

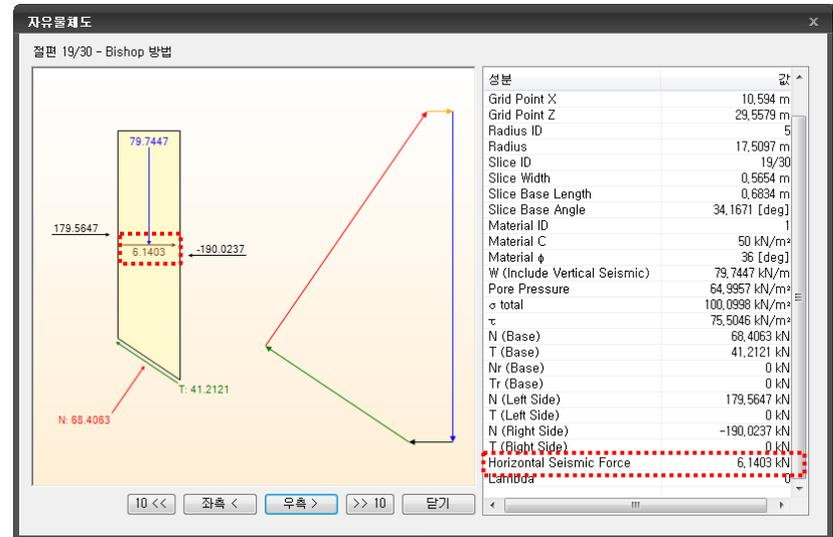
### 4. [비탈면] 한계평형해석(LEM) 자유물체도의 수평지진력 표현

- 한계평형해석(LEM)의 절편력 내부그림(자유물체도)에서 **지진에 대한 수평력을 표현(방향, 크기)**
  - 연직지진력의 경우 : **W → W(Include Vertical Seismic)** 으로 변경
  - 수평지진력의 경우 : **Horizontal Seismic Force** 추가

• 결과트리 > 결과 > 원호파괴면 



[설계계산서 출력]

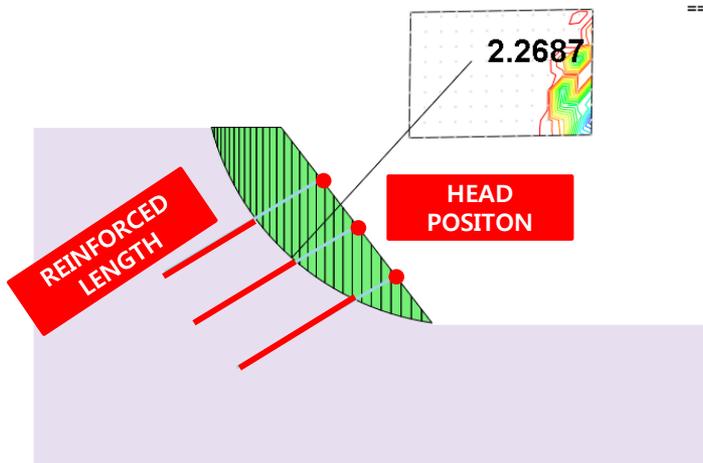


[요약계산서 안전율 출력]

## 5. [비탈면] 한계평형해석(LEM) 보강재의 보강력 출력

- 한계평형해석(LEM)에서 보강재에 발생하는 보강력을 text 파일로 출력
- Nail/Anchor의 경우 축방향 저항 매커니즘은 인발강도와 인장강도로 나누어지며, 이 중 작은 값을 저항력으로 산정함

• 결과 > 결과출력 > 결과파일 



[보강재]

REINFORCE TYPE	HEAD POSITION		REINFORCED LENGTH	REINFORCED FORCE	
	X-COORD	Z-COORD		NORMAL	SHEAR
NAIL	0.7826	21.7667	6.8844	1.500000E+02	0.000000E+00
NAIL	3.1404	18.6629	7.5119	1.500000E+02	0.000000E+00
NAIL	5.6683	15.3355	8.9186	1.500000E+02	0.000000E+00

[보강재 보강력 출력]

REINFORCED TYPE : 보강재 타입 (Nail/Anchor/Strp/Strut)

HEAD POSITON : 보강재가 설치된 위치 좌표(x, z) (m)

REINFORCED LENGTH : 저항길이 (m)

REINFORCED FORCE - Normal : 축방향 보강력 (kN)

- SHEAR : 전단방향 보강력(kN)

Ex) Nail의 인장력 : 150kN, 등가반경 : 0.05m,  $q_s=200\text{kN/m}^2$  이며,  $l_{ext}=6.8844\text{m}$  인 경우

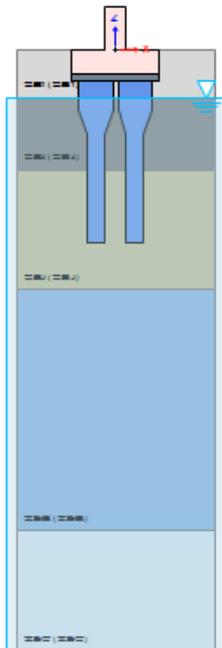
$$RCS = q_s \times \pi \times 2R \quad P_{Resist} = \int_0^{l_{ext}} (l_{ext} \times RCS) dl = 432.56 \text{ kN}$$

$$R_{Nail\_axial} = \min(P_{Resist}, T_{Yield}) = 150\text{kN}$$

## 6. [기초] 특수말뚝 추가(PF)

- PF(원지반 교반처리공법) – 원지반을 개량하여 연약지반의 평균강도를 증가시켜 지내력을 기초화한 공법(복합지반 개념으로 설계)
- 개량율(치환율)을 고려하여 설계물성을 산정함

- 기초 > 재질속성 > 구조특성 > 부재종류:지반보강말뚝 > 형상 : PF 
- 기초 > 모델 > 기초형식 > 지반보강말뚝 설치 



**지반보강말뚝 정의**

형상: PF  경사말뚝

부형상: U Type

구조특성: 1

슬래브 두께 (t): 0,300 m

개랑체 간격 (s): 1,600 m

개랑체 공수 (n): 7

단면 부식치: 0,000 m

사용자정의:

확인 취소

**지지력 검토**

지지형식:  지지형식  지지형식

개랑체 적용하중 계산법:  강성법  용적분담비법  소성각법

Tail 부 하중저감계수: 1,000

활용역시 지반반력계수: 4800,000 kN/m<sup>2</sup>

용적분담비: 10,000

확인 취소

1 설계 조건

1.1 검토단면

1.2 개랑체 제형 및 하중조건

개랑체 제형 및 하중조건

전중개랑체(Slab) 세로폭, L<sub>s</sub> = 4.20 m

전중개랑체(Slab) 가로폭, B<sub>s</sub> = 3.60 m

전중개랑체(Slab) 두께, H<sub>s</sub> = 0.30 m

전중개랑체(Slab) 치면까지의 근원길이, D<sub>1</sub> = 1.30 m

개랑체(Point Foundation) 가로 간격, s = 1.60 m

개랑체(Point Foundation) HEAD 직경, L<sub>HEAD</sub> = 1.40 m

개랑체(Point Foundation) HEAD 길이, L<sub>HEAD</sub> = 1.20 m

개랑체(Point Foundation) CONE 직경, L<sub>CONE</sub> = 1.05 m

개랑체(Point Foundation) CONE 길이, L<sub>CONE</sub> = 1.00 m

개랑체(Point Foundation) TAIL 직경, D<sub>TAIL</sub> = 0.70 m

개랑체(Point Foundation) TAIL 길이, L<sub>TAIL</sub> = 4.50 m

PF 개랑체 본수, n = 7.00 본

전체 하중, P<sub>t</sub> = 4536.00 kN

SPT N	단위중량 W / γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub>	점착력 c <sub>v</sub> (kPa)	마찰각 φ (°)	변형계수 E (kPa)	비고
-	15.00	15.00	18.00	0.00	1200.00	-
-	15.00	15.00	18.00	0.00	1200.00	-
-	15.00	5.19	18.00	0.00	1200.00	HEAD
-	16.00	6.19	62.00	0.00	4000.00	HEAD
-	16.00	6.19	62.00	0.00	4000.00	CONE
-	16.00	6.19	62.00	0.00	4000.00	TAIL
-	17.00	7.19	100.00	0.00	6400.00	TAIL
-	17.00	7.19	100.00	0.00	6400.00	-
-	18.00	9.19	0.00	35.00	40000.00	-
-	22.00	13.19	30.00	40.00	100000.00	-

$f_{c1} = 2000.0 / 1.20 = 1,666.7 \text{ kN/m}^2$   
 $f_{c2} = 2000.0 / 2.00 = 1,000.0 \text{ kN/m}^2$   
 $f_{c3} = 2000.0 / 3.00 = 666.7 \text{ kN/m}^2$

공수 =  $\frac{1539 \times 7}{1512} = 71.27\%$   
 직 =  $\frac{0.866 \times 7}{1512} = 40.09\%$   
 관 =  $\frac{1512}{0.385 \times 7} = 17.82\%$   
 단 =  $\frac{1512}{1512} = 100\%$

점착력, c (kN/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 φ (°)	변형계수, E (kPa)	설계강도 (kPa)
30.00	35.00	200000	2000
30.00	35.00	200000	2000

γ <sub>sat</sub>	Av
C <sub>av</sub>	Av
E <sub>av</sub>	Av
γ <sub>sat</sub>	Av
C <sub>av</sub>	Av
E <sub>av</sub>	Av

[PF공법 구조특성 및 지지력 검토항목 설정]

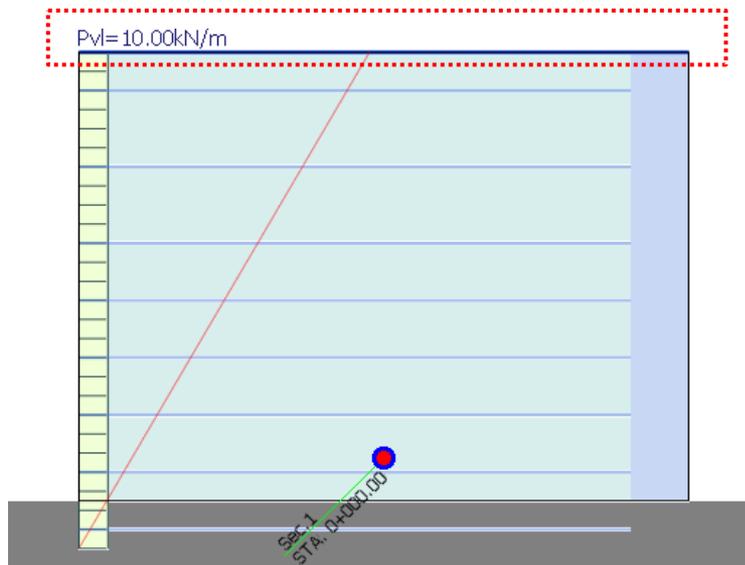
[특수기초 - SAP 파일]

# 1. [보강토] 지지력 계산방법 수정

- 상부에 활하중이 존재하는 경우 지지력 계산시 이를 고려하도록 변경  
(기존 : 전도 검토시 사용된 연직력을 이용하여 지지력을 계산 (전도시에는 활하중을 고려하지 않음)  
변경 : 지지력 계산시 활하중에 대한 영향을 연직력에 별도 고려 )

• 설계 > 해석 > 수행 

• 결과분석 > 설계계산서 > 계산서 



[보강토옹벽 - 상부활하중(Pvl) 재하]

$$q_{ult} = cN_c + 0.5\gamma_t B' N_\gamma \quad (\text{Vesic 지지력 공식})$$

- [참고]
- $\gamma_t$  = 기초지반의 단위중량(kN/m<sup>3</sup>)
  - $\phi_f$  = 기초지반의 내부마찰각 (deg)
  - L = 저면의 길이( = 최하단보강재의 길이와 동일)
  - c = 기초지반의 점착력 (kN/m<sup>2</sup>)
  - $N_c$  = Vesic 지지력계수 =  $\cot(\phi_f) \times (N_q - 1)$
  - $N_\gamma$  = Vesic 지지력계수 =  $2(N_q + 1) \times \tan(\phi_f)$
  - $N_q$  = Vesic 지지력계수 =  $\tan^2(45 + \phi_f/2) \times e^{\tan(\phi_f)}$
  - B' = 등가지지폭(m) = L-2e
  - $H_{emb}$  = 근입깊이(m)

$$\sigma_v = \frac{\sum P_v}{L - 2e} \quad (\text{기초지반에 작용하는 연직응력})$$

$$FS = q_{ult} / \sigma_v \quad (\text{지지력 안전율})$$

[지지력 안전율]

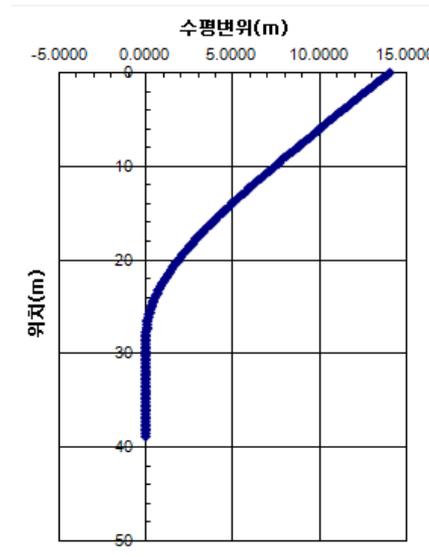
## 2. [기초] 가속기법 추가

- 반복해를 계산시 해를 보다 빠르게 찾도록 하는 가속화 알고리즘을 P-y 해석에도 적용가능하도록 추가
- P-y 해석시 해가 수렴되지 않는 경우 이 옵션을 체크하여 해의 수렴성을 높일 수 있음

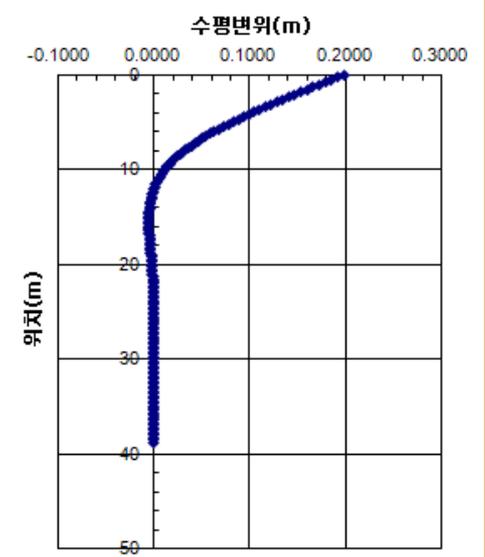
• 기초 > 해석 및 보고서 제어 > 해석케이스 > 해석제어데이터 



[기초 - 가속기법 사용]



미수렴된 수평변위 결과



수렴된 수평변위 결과

[P-y 해석 결과]