

AbutPier2014

소개

HanGil IT

2013.11.14



목차

01 개발 배경

02 콘크리트설계기준 2012

03 도로교설계기준 2010 (연성도)

04 스트럿-타이 모델 (Strut-Tie Model)

05 AAbutPier2014 & Hangil IT

AAbutPier 2014

개발 배경

Han Gil IT



Develop to WHY

프로그램 개요



교대 교각 설계용 소프트웨어

2003. 4 출시

도면, 계산서, 수량 성과품 지원

다양한 기초, 다양한 교각

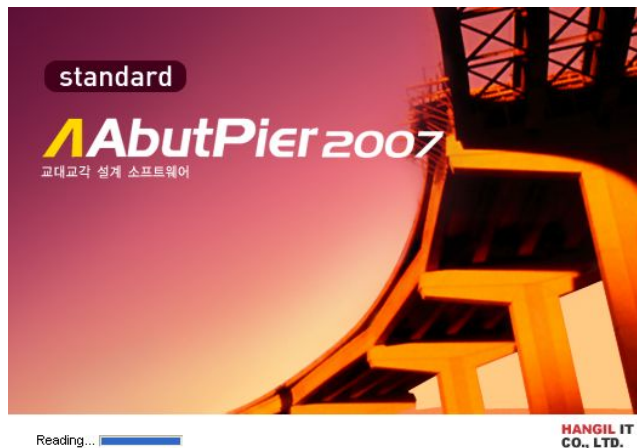
내진설계 지원

토목 자동화 설계를 주도

Develop to WHY

프로그램 개요

AAbutPier
2007



교대 교각 설계자동화 소프트웨어

2007. 8 개선 출시

다양한 교대, 교각형식 추가지원
날개벽 Plate 해석
단일 현장타설말뚝
두부보 Tendon 배치
기둥의 P- Δ 해석
내진설계 - 시간이력해석

2013. 11 약 400copy 활용중

Develop to WHY

프로그램 개요



Develop to WHY

프로그램 개선요구

도로교설계기준2010

국토해양부 제정
도로교설계기준

2010

한국도로교통협회

교각의 소성인지력
지진시 P- Δ 효과 반영
휨강성 적용 내진설계
연성도 내진설계

콘크리트구조기준2012

11-181000-002422-14
콘크리트구조기준

2012

국토해양부

기둥의 장주효과 제한
기초의 2방향 전단 변경
스트럿-타이 모델 적용

도로교설계기준(한계상태)

발간 등록번호
11-181000-002161-14
도로교 설계기준
(한계상태설계법)

2012

국토해양부

2014년 지원예정
한계상태별 하중계수 및 조합
한계상태별 저항계수 도입
휨단면검토 변경
교각의 소성인지력
연성도 내진설계

철도교설계기준2011

국토해양부 제정
철도설계기준(노반편)

2011. 5.

KRA 한국철도시설공단
KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY

2014년 지원예정
열차하중 통합
강도감소계수 변경
균열제어개념 도입
연성도 내진설계
스트럿-타이모델 적용

Develop to WHY

프로그램 개선요구

교각의 연성도 내진설계

소성설계시 소요연성도 적용

- 도로교설계기준 2010
- 도로교설계기준(한계상태설계)
- 철도교설계기준 2011

스트럿-타이 모델 해석

불연속면의 응력교란영역에 대한 설계

- 도로교설계기준(한계상태설계)
- 철도교설계기준 2011
- 콘크리트구조기준 2012

한계상태 설계법

신뢰도 기반의 설계기법 적용

- 도로교설계기준(한계상태설계)

프로그램 개선방향

요구되는 설계 편의성

- 도로공사 : 설계지침 반영
- 시공사 : 공사비, 시공성
- 입력의 편의성
- 입력값에 대한 검토



세상에 녹색을 더 한다

등록번호	홍길동
생년월일	2011. 05
생년월일	2011. 05
생년월일	0000

부 장

과 장

필자 기온필양
도포씨집필양

기후, 환경보호 시공성 개선용 위한

연성도 내진설계법 적용 검토

2011. 05

목 차

1. 검토 배경

2. 환경성 기준 및 관계법

3. 개념면

4. 적용 및 기대효과

나대디 하커



한국도포공사

설 계 자

[illegible]

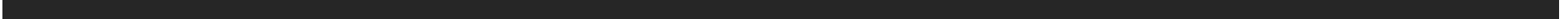
■ STM 설계 검토 - 테스트 표방 P1							
플래그터미 강도검토		압축스트리트 강도검토		절점영역 강도검토		최소플래그바 강도	
부재	Astreq	Astuse	req	최대치요율	req	Suse	비고
AB	21851.3	40471.2	-	-	-	-	O.K
BC	36915.5	40471.2	-	-	-	-	O.K
CD	36720.7	40471.2	-	-	-	-	O.K
EF	36706.5	40471.2	-	-	-	-	O.K
FG	21797.7	40471.2	-	-	-	-	O.K
BI	-	-	9.6	1000.0	101.9	250.0	N.G
FM	-	-	9.6	1000.0	102.1	250.0	N.G

기초 및 일반공공성이 기동과 상해합니다. 하중조합의 하중방향, 설계선택사항의 기초중력 작용력 상정 옵션에 따라 기초중력작용력이 변경되므로 계산서 확인후 진행하시기 바랍니다.

AAbutPier 2014

콘크리트 구조기준 2012

IT



▶ 탄성계수 반영

- KCI_2003

$f_{ck} \leq 30 \text{ MPa}$
[$w_c = 1,450 \sim 2,500 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 0.043 w_c^{1.5} \sqrt{f_{ck}} \text{ (MPa)}$
 $w_c = 2,300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 4,700 \sqrt{f_{ck}} \text{ (Mpa)}$
 $f_{ck} > 30 \text{ MPa}$
 $w_c = 1,450 \sim 2,500 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 0.043 w_c^{1.5} \sqrt{f_{ck} + 7,700} \text{ (MPa)}$
 $w_c = 2,300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 3,300 \sqrt{f_{ck} + 7,700} \text{ (Mpa)}$

- KCI_2007

[$m_c = 1,450 \sim 2,500 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 0.077 m_c^{1.5} \sqrt{f_{cu}} \text{ (MPa)}$, 이때 $f_{cu} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)}$
 $m_c = 2,300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 8,500 \sqrt{f_{cu}}$, 이때, $f_{cu} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)}$

- KCI_2012

[$m_c = 1,450 \sim 2,500 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 0.077 m_c^{1.5} \sqrt{f_{cu}} \text{ (MPa)}$
 $m_c = 2,300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow E_c = 8,500 \sqrt{f_{cu}}$
 $f_{cu} = f_{ck} + \Delta$ ($f_{ck} \leq 40 \text{ Mpa}$ 이면 $\Delta = 4 \text{ Mpa}$, $f_{ck} > 60 \text{ Mpa}$ 이면 $\Delta = 6 \text{ Mpa}$, 중간은 보간법)

장주효과와 반영

- 장주효과와 기본 적용
- 내진해석시 기둥의 장주효과 반영

6.5.4 탄성 2차 해석

(1) 탄성 2차 해석은 축력의 영향, 부재 길이에 걸쳐있는 균열 구역, 하중지속효과 등을 고려하여 계산된 부재의 단면 특성을 사용하여야 한다.

(2) 탄성 2차 해석을 위한 구조물 부재의 단면 특성으로 다음 값을 사용할 수 있다.

① 탄성계수 E_c (3.4.3(1) 참조)

② 단면2차모멘트:

기둥 $0.70I_g$

비균열 벽체 $0.70I_g$

균열 벽체 $0.35I_g$

보 $0.35I_g$

플랫 플레이트 및 플랫 슬래브 $0.25I_g$

③ 단면적 $1.0A_g$

(3) 횡방향 지속하중이 작용할 경우에는 6.5.4(2)로 구한 압축부재의 단면2차모멘트를 $(1+\beta_{ds})$ 로 나누어야 한다. β_{ds} 는 1개 층 전체의 최대 계수전단력에 대한 최대 계수지속전단력의 비로서 1.0 이하의 값을 사용하여야 한다.

설계조건		상부하중	지진하중(교량발침)	지진하중(기둥)	피복	설계선택사항	철근기호 설정	철근 정
구 분	구 분					설 정 값		
기둥	장주효과 고려에 따른 기둥강성 감소 적용(모델링)					☒	적용	
	장주효과 고려에 따른 기둥강성 감소 적용(단면검토)					☒	적용	
	내진시 장주효과 고려에 따른 기둥강성 감소 적용					☒	적용	
	심부구속철근 검토시 내측따철근 적용					☐	적용안함	

> 확대모멘트 계수 및 안정성 검토

- 확대모멘트 계수를 1.4로 제한
- 안정성 검토 삭제

6.5.2 확대휨모멘트에 대한 일반 사항

- (1) 6.5.1(1)에 따라 장주효과를 무시할 수 없는 경우에는 6.5.3이나 6.5.4 또는 6.5.5에 의한 2차 해석으로 구한 계수축력과 계수휨모멘트에 대하여 압축부재, 구속 보, 기타 지지부재를 설계하여야 한다.
- (2) 압축부재, 구속 보, 기타 지지부재는 2차 해석에 의한 총 휨모멘트가 탄성 1차 해석에 의한 휨모멘트의 1.4배를 초과하지 않도록 설계하여야 한다.
- (3) 장주효과에 의한 압축부재의 휨모멘트 증대는 압축부재 단부 사이의 모든 위치에서 고려하여야 한다. 이 효과는 6.5.6에 따라 구할 수 있다.
- (4) 두 주축에 대해 휨모멘트를 받고 있는 압축부재에 있어서 각 축에 대한 휨모멘트는 해당 축의 구속조건을 기초로 하여 각각 증대시켜야 한다.

▶ 환경조건에 따른 균열계수 반영

KCI 2007

$$s = 375 \left(\frac{210}{f_s} \right) - 2.5c_c$$
$$s = 300 \left(\frac{210}{f_s} \right)$$

KCI 2012

$$s = 375 \left(\frac{K_{cr}}{f_s} \right) - 2.5c_c$$
$$s = 300 \left(\frac{K_{cr}}{f_s} \right)$$

건조환경에 노출되는 경우 $K_{cr} = 280$
그 외의 환경에 노출되는 경우 $K_{cr} = 210$
설정에 따른 자동적용

▶ 철근의 정착길이 산정시 Ktr 변경

KCI 2007

③ K_{tr} = 횡방향 철근지수

$$= \frac{A_{tr} f_{yt}}{10.7 s n}$$

횡방향 철근이 배치되어 있더라도 설계를 간편하게 하기 위해 $K_{tr} = 0$ 으로 사용할 수 있다.

KCI 2012

③ K_{tr} = 횡방향 철근지수

$$= \frac{40 A_{tr}}{s n}$$

횡방향 철근이 배치되어 있더라도 설계를 간편하게 하기 위해 $K_{tr} = 0$ 으로 사용할 수 있다.

기초의 2방향 전단 검토 변경

- 주철근비를 반영하여 뚫림전단강도를 산정

KCI 2007

7.12.2 2방향 거동에 대한 전단강도

(2) 철근콘크리트 슬래브와 확대기초판에 대한 공칭전단강도 V_c 는 식 (7.12.1), 식 (7.12.2)와 식 (7.12.3)에 의해 구한 값 중 가장 작은 값으로 하여야 한다.

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f_{ck}} b_o d \quad (7.12.1)$$

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{a_s d}{2b_o} \right) \sqrt{f_{ck}} b_o d \quad (7.12.2)$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_{ck}} b_o d \quad (7.12.3)$$

여기서, β_c 는 직육방형이나 반역을 받는 면적의 짧은 변에 대한 긴 변의 비이며, b_o 는 7.12.1(3)에서 정의되는 위험단면의 둘레길이이다. 그리고 a_s 는 내부기둥에 대해서 40, 외부기둥(모서리기둥 제외)에 대해서 30, 모서리기둥에 대해서 20이다.

KCI 2012

7.12.2 2방향 거동에 대한 전단강도

(2) 철근콘크리트 슬래브와 기초판에 대한 공칭전단강도 V_c 는 식 (7.12.1)에 의해 계산한다.

$$V_c = v_c b_o d \quad (7.12.1)$$

$$v_c = \lambda k_2 k_{b0} f_{te} \cot \psi (c_u / d) \quad (7.12.2)$$

여기서, v_c 는 콘크리트 재료의 공칭전단응력강도, b_o 는 7.12.1(3)에서 정의되는 위험단면의 둘레길이, λ 는 경량콘크리트계수, k_2 는 슬래브의 두께계수 그리고 k_{b0} 는 위험단면 둘레길이의 영향계수, f_{te} 는 압축대 콘크리트의 인장강도, ψ 는 슬래브 휨 압축대의 균열각도, c_u 는 압축철근의 영향을 무시하고 계산된 슬래브 위험단면 압축대 길이의 평균값 그리고 f_{cc} 는 위험단면의 압축대에 작용하는 평균 압축응력이다.

$$k_2 = (300/d)^{0.25} \leq 1.0 \quad (7.12.3)$$

$$k_{b0} = 4 / \sqrt{\alpha_s (b_o/d)} \leq 1.25 \quad (7.12.4)$$

$$f_{te} = 0.21 \sqrt{f_{ck}} \quad (7.12.5)$$

$$\cot \psi = \sqrt{f_{te} (f_{te} + f_{cc})} / f_{te} \quad (7.12.6)$$

$$c_u = d [25 \sqrt{\rho / f_{ck}} - 300 (\rho / f_{ck})] \quad (7.12.7)$$

$$f_{cc} = (2/3) f_{ck} \quad (7.12.8)$$

식 (7.12.3)에서 d 의 단위는 mm이다. α_s 는 내부기둥에 대하여 1.0, 외부기둥(모서리 기둥 제외)에 대하여 1.33, 모서리 기둥에 대하여 2.0이다. 식 (7.12.7)은 $\rho \leq 0.03$ 의 범위에서 사용할 수 있으며 ρ 가 0.005 이하인 경우 0.005를 사용할 수 있다.

▶ STM설계시 강도감소계수 별도 적용

(2) 강도감소계수는 다음 규정에 따라야 한다.

① 6.2.2(4)에 정의된 인장지배단면 0.85

② 6.2.2(3)에 정의된 압축지배단면

(가) 나선철근 규정에 따라 나선철근으로 보강된 철근콘크리트 부재 .. 0.70

(나) 그 외의 철근콘크리트 부재 0.65

(다) 공칭강도에서 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_s 가 압축지배와 인장지배 단면 사이일 경우에는, ϵ_s 가 압축지배변형률 한계에서 인장지배변형률 한계로 증가함에 따라 ϕ 값을 압축지배단면에 대한 값에서 0.85까지 증가시킨다.

③ 전단력과 비틀림모멘트 0.75

④ 콘크리트의 지압력(포스트텐션 정착부나 스트럿-타이 모델은 제외) .. 0.65

⑤ 포스트텐션 정착구역 0.85

⑥ 스트럿-타이 모델에서

(가) 스트럿, 절점부 및 지압부 0.75

(나) 타이 0.85

⑦ 긴장재 묻힘길이가 정착길이보다 작은 프리텐션 부재의 휨 단면

(가) 부재의 단부부터 전달길이 단부까지 0.75

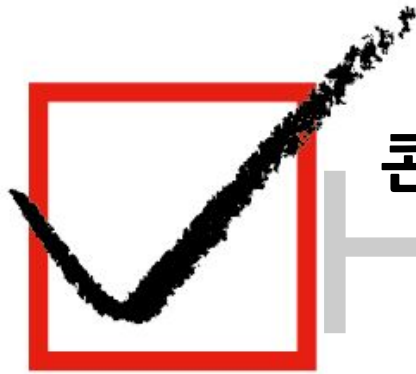
(나) 전달길이 단부부터 정착길이 단부 사이의 ϕ 값은 0.75에서 0.85까지 선형적으로 증가시킨다. 다만, 긴장재가 부재 단부까지 부착되지 않은 경우에는 부착력 저하 길이의 끝부터 긴장재가 매입된다고 가정하여야 한다.

⑧ 무근콘크리트의 휨모멘트, 압축력, 전단력, 지압력 0.55

KCI 2012

적용효과

▶ 개정 설계기준의 손쉬운 적용



콘크리트구조기준 2012

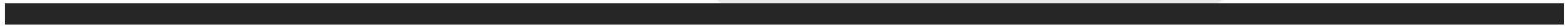
옵션 선택

개정된 기준을 만족하는
설계 성과품 작성 가능

AAbutPier 2014

도로교 설계기준 2010 (연성도)

IT



기능구현

E_c : 콘크리트 탄성계수	콘크리트 구조설계기준 2003	도로교 설계기준 2005	콘크리트 구조설계기준 2007	도로교 설계기준 2010	콘크리트 구조기준 2012
$W_c = 1,450$ ~2,500kg/m ³	$F_{ck} \geq 30$ 인 경우 $0.043w^{1.5}\sqrt{f_{ck}}$ (MPa) $F_{ck} < 30$ 인 경우 $4,700\sqrt{f_{ck}}$ (Mpa)		$0.077m_c^{1.5}\sqrt{f_{cu}}$ (MPa) 이때 $f_{cu} = f_{ck} + 8$ (MPa)		$0.077m_c^{1.5}\sqrt{f_{cu}}$ (MPa) 이때 $f_{cu} = f_{ck} + \Delta$ (MPa) $f_{ck} \leq 40$ MPa 이면 $\Delta = 4$ Mpa, $f_{ck} \geq 60$ MPa 이면 $\Delta = 6$ Mpa, 중간은 보간법
$W_c =$ 2,300kg/m ³	$F_{ck} \geq 30$ 인 경우 $0.043w^{1.5}\sqrt{f_{ck}} + 7,700$ (MPa) $F_{ck} < 30$ 인 경우 $3,300\sqrt{f_{ck}} + 7,700$ (Mpa)		$8,500\sqrt{f_{cu}}$ 이때 $f_{cu} = f_{ck} + 8$ (MPa)		$8,500\sqrt{f_{cu}}$ 이때 $f_{cu} = f_{ck} + \Delta$ (MPa) $f_{ck} \leq 40$ MPa 이면 $\Delta = 4$ Mpa, $f_{ck} \geq 60$ MPa 이면 $\Delta = 6$ Mpa, 중간은 보간법

KR 2010

기능구현

▶ 힘, 전단에 대한 강도감소계수 반영

감소계수	콘크리트 구조기준 2003	도로교 설계기준 2005	콘크리트 구조기준 2007	도로교 설계기준 2010	콘크리트 구조기준 2012
힘부재 ϕ_f	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
축방향 압축부재 ϕ_f	0.70	0.70	0.65	0.70	0.65
전단비틀림 ϕ_f	0.80	0.80	0.75	0.80	0.75
콘크리트의 지압 ϕ_f	0.70	0.70	0.65	0.70	0.65
받침부 설계 감소계수 ϕ_f	0.80	0.80	0.75	0.80	0.75

KR 2010

기능구현

온도수축철근 계산식 변경

최소 온도수축철근	도로교 설계기준 2005	도로교 설계기준 2010	콘크리트 구조설계기준 2007	콘크리트 구조기준 2012
철근량	$A_s = 0.0015hs$ h:부재두께 s:철근의 간격	$A_s = 0.0015hs$ h:부재두께 s:철근의 간격	$F_y \leq 400\text{MPa}$ $A_s = 0.0020A_g$ $F_y > 400\text{MPa}$ $A_s = 0.0020 \times 400 / f_y \times A_g$ 단 최소 $A_s = 0.0014A_g$	
예외	h:1200mm이상인 경우 h:1200mm적용	단위m당 최대 1800mm이하	단위m당 최대 1800mm이하	

기둥의 허용 철근비(1~6%) 반영

4.3.7 압축부재의 철근

4.3.7.1 축방향 철근

- (1) 압축부재의 축방향 철근량은 기둥 전체 단면적의 1% 이상 6% 이하이어야 한다. 그리고 축방향 철근은 철근배치가 원형일 경우에는 6개 이상, 사각형일 경우에는 4개 이상으로 배근하여야 한다. 이 때 철근의 크기는 D16 이상이어야 한다.

6.8.3.3 축방향철근과 횡방향철근

- (1) 축방향철근 단면적은 기둥 전체 단면적의 0.01배 이상, 0.06배 이하로 하여야 한다.

콘크리트 구조기준 2003	도로교 설계기준 2005	콘크리트 구조기준 2007	도로교 설계기준 2010	콘크리트 구조기준 2012	도로교 설계기준 (한계상태설계)
1~8%	1~8%	1~8%	1~6%	1~8%	1~8%

▶ 최소전단철근량 변경

최소 전단철근	도로교 설계기준 2005	도로교 설계기준 2010	콘크리트 구조설계기준 2007	콘크리트 구조기준 2012
철근량	$A_v = 0.35bws/f_y$ bw:복부 폭(mm) s:전단철근 간격(mm)	$A_{v,min} = 0.0625 \sqrt{f_{ck}} \frac{b_w s}{f_{yt}}$ bw:부재두께 s:철근의 간격 f _{yt} :횡방향철근의 강도	$A_{v,min} = 0.0625 \sqrt{f_{ck}} \frac{b_w s}{f_{yt}}$ bw:부재두께 s:철근의 간격 f _{yt} :횡방향철근의 강도	
예외		$A_v = 0.35b_w s/f_y$ 이하 bw:복부 폭(mm) s:전단철근 간격(mm)	$A_v = 0.35b_w s/f_y$ 이하 bw:복부 폭(mm) s:전단철근 간격(mm)	

▶ 교각 휨철근과 전단철근의 강도 분리 적용

- 휨철근 $f_y=500\text{MPa}$ 이하
- 전단철근 $f_y=400\text{MPa}$ 이하

4.2.3 재료의 설계기준값

4.2.3.1 콘크리트의 설계기준강도, 탄성계수 및 포아송비

- (1) 콘크리트의 설계기준강도 f_{ck} 는 2.3.2.2에 규정된 값 이상의 것을 표준으로 한다.
- (2) 콘크리트의 탄성계수 및 포아송비는 2.3.3(2)의 규정을 따른다.

4.2.3.2 강재의 설계강도 및 탄성계수

- (1) 철근의 항복강도 f_y 는 500 MPa 보다 더 큰 값으로 설계할 수 없다. 다만, 전단철근의 항복강도 f_y 는 400 MPa 보다 더 큰 값으로 설계할 수 없다.
- (2) 설계계산에 사용하는 강재(철근, PS강선, PS강연선, PS강봉)의 탄성계수는 표 2.3.3의 값을 사용한다.

철근 항복강도(F_y)	두부보	500	MPa
	기둥	500	MPa
	기초	500	MPa
	기둥 (전단철근)	400	MPa
	기초 (전단철근)	400	MPa

▶ 지진시 휨, 전단에 대한 강도감소계수 별도 적용

- 교각의 설계휨강도 1.0
- 교각의 설계전단강도 1.0

6.8.2.4 교각의 설계휨강도

(1) 지진하중에 대한 철근콘크리트 교각의 축력-휨강도를 검토할 때에는, 공칭휨강도에 1.0의 강도감소계수를 적용하여 설계휨강도를 결정한다.

6.8.2.6 교각의 설계전단강도

(1) 지진하중에 대한 철근콘크리트 교각의 전단강도를 검토할 때에는, 공칭전단강도에 1.0의 강도감소계수를 적용하여 설계전단강도를 결정한다.

재료특성 및 계수값	E_s : 철근의 탄성계수	200000,00	MPa
	E_s : 강재의 탄성계수	205000,00	MPa
	G_s : 강재의 전단탄성계수	79000,00	MPa
	v : 콘크리트의 포아송비	0,16670	
	ϕ_f : 휨부재, 휨과 축방향 인장을 견뎌 받는 부재	0,85	
	ϕ_c : 축방향압축부재, 휨과 축방향 압축을 견뎌 받는 부재 (단철근)	0,70	
	ϕ_c : 축방향압축부재, 휨과 축방향 압축을 견뎌 받는 부재 (나선철근)	0,75	
	지진시 기둥의 휨강도, 전단강도 검토시 강도감소계수	1,00	
	ϕ_v : 전단과 비틀림	0,80	
	ϕ_b : 콘크리트의 지압	0,70	
	교별 검토시 강도감소계수	0,80	

▶ 지진시 전단검토 추가

- 지진시 강도감소계수 분리로
상시와 지진시 별도 검토
- 소성검토시 전단검토식 추가
탄성, 소성 별도 검토

(2) 압축부재에서의 전단

축방향 압축력을 받는 부재에 대해서는 식 (4.4.26)이나 식 (4.4.27)에 의해 V_c 를 계산하여야 한다.

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \sqrt{f_{ck}} b_w d \quad (4.4.26)$$

6.8.2.6 교각의 설계전단강도

- (1) 지진하중에 대한 철근콘크리트 교각의 전단강도를 검토할 때에는, 공칭전단강도에 1.0의 강도감소계수를 적용하여 설계전단강도를 결정한다.
- (2) 휨 설계에서 표 6.3.7의 **응답수정계수가 적용된 교각**에 대하여는, 소성힌지구역의 전단강도를 검토할 때 콘크리트에 의한 공칭전단강도를 다음 식으로 결정하여야 한다. 여기서 최소 계수축력 P_u 가 $0.1 f_{ck} A_g$ 이하인 경우에는 식 (6.8.4)를, $0.1 f_{ck} A_g$ 를 초과하는 경우에는 식 (6.8.5)를 적용한다. 여기서 A_e 는 전단 유효단면적으로 사각형단면은 $b_w d$, 원형단면은 $0.8A_g$ 를 사용한다.

$$V_c = \frac{1}{6} \left(\frac{10 P_u}{f_{ck} A_g} \right) \left(1 + \frac{P_u}{14 A_g} \right) \sqrt{f_{ck}} A_e \quad (6.8.4)$$

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{P_u}{14 A_g} \right) \sqrt{f_{ck}} A_e \quad (6.8.5)$$

▶ 단부구역과 소성힌지 구역의 철근배치 검토 강화

- 소성힌지구역에 대한 철근배치 규정 세분화
- 탄성설계시에도 단부구역에 대한 철근 배치 신설

도로교설계기준 2005

도로교설계기준 2010

3) 심부구속 철근의 최소설치구간 [도로교설계기준 P474]

심부구속을 위한 횡방향 철근은 기둥의 상부와 하부에 설치하며 설치구간은 기둥의 최대 단면치수, 기둥 순높이의 1/6, 45cm 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

- 기둥의 최대단면치수 $D = 2500.0 \text{ mm}$
- 기둥 순높이의 1/6 $= 7500.0 / 6 = 1250.000 \text{ mm}$

∴ $2500.000 \text{ mm} = 2.500 \text{ m}$

횡방향 철근은 인접부재와의 연결면으로부터 기둥 치수의 0.5배까지 연장해서 설치해야 하나 그 길이가 380 mm 작아서는 안된다.

- 기둥 치수의 0.5배 이상 연장 : $0.5 \times D = 1250.000 \text{ mm}$

∴ $1250.000 \text{ mm} = 1.250 \text{ m}$

3) 단부구역과 소성힌지구역의 심부구속 철근의 설치 [도로교설계기준 6.8.3.2]

캔틸레버로 거동하는 기둥의 하단과 골조로 거동하는 기둥의 하단과 상단을 단부구역으로 한다. 단부구역의 길이는 기둥의 최대 단면치수, 기둥 순높이의 1/6, 45cm 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

- 기둥의 최대단면치수 $D = 2500.0 \text{ mm}$
- 기둥 순높이의 1/6 $= 7500.0 / 6 = 1250.000 \text{ mm}$

∴ $2500.000 \text{ mm} = 2.500 \text{ m}$

단부구역 및 소성힌지구역의 횡방향철근의 간격 [도로교설계기준 6.8.3.3]

횡방향철근의 간격은 부재최소단면치수의 1/4, 축방향 철근지름의 6배 이하이어야 한다.

- 기둥의 최대단면치수 $D / 4 = 625.0 \text{ mm}$
- 축방향 철근지름 $6 \times d = 192.000 \text{ mm}$

∴ $192.000 \text{ mm} = 0.192 \text{ m}$

심부구속 및 단부구역의 횡방향 철근의 설치 [도로교설계기준 6.8.3.3]

심부구속 및 단부구역의 횡방향 철근은 인접부재와의 연결면으로부터 기둥 치수의 0.5배까지 연장해서 설치해야 하나 그 길이가 380 mm 작아서는 안된다.

- 기둥 치수의 0.5배 이상 연장 : $0.5 \times D = 1250.000 \text{ mm}$

∴ $1250.000 \text{ mm} = 1.250 \text{ m}$

기둥의 전단검토 및 기초설계에 소성한지력 반영

- 기둥의 설계전단력

$$= \min(\text{탄성전단력}, \text{최대 소성한지력})$$

- 기초의 설계지진력

$$= \min(\text{탄성지진력}, \text{최대 소성한지력})$$

- 최대 소성한지력 산정

$$\text{최대 소성한지력} = \text{휨초과강도} / h$$

$$\text{휨초과강도} = \lambda_o \times \text{공칭휨강도}$$

$$\lambda_o = 1.25 + 0.05 R$$

6.8.2.5 교각의 최대 소성한지력

- (1) 이절의 규정은 교각과 연결된 기초, 교각과 일체로 시공된 상부구조, 교각의 전단설계, 그리고 교각과 상부구조 또는 기초의 연결부분에 적용한다.
- (2) 기둥 형식의 교각(단일기둥과 다주기구), 벽식 교각의 압축방향, 말뚝기둥의 설계전단력은 6.3.4(1)에 따라 R계수를 1.0으로 하여 결정된 탄성전단력과 이절에 규정된 교각의 최대 소성한지력 중 작은 값으로 할 수 있다.
- (3) 확대기초, 말뚝머리 및 말뚝을 포함하는 기초의 설계지진력은 6.4.7.2(1) 항에 명시된 바와 같이 교각에 대한 응답수정계수 R의 1/2로 나눈 값으로 하거나, 이절에 규정된 교각의 최대 소성한지력과 응답수정계수를 적용하지 않은 탄성지진력 중 작은 값으로 할 수 있다.
- (4) 교각의 최대 소성한지력은 휨 초과강도에 해당하는 전단력으로 결정하여야 한다. 캔틸레버로 거동하는 교각의 최대 소성한지력은 교각 하단의 휨 초과강도를 교각의 길이로 나누어 결정한다. 다주기구에서 골조로 거동하는 방향에 대하여는 기둥 상단과 하단의 휨 초과강도 합을 교각의 길이로 나누어 결정한다. 이때 교각의 길이는 캔틸레버로 거동하는 방향에 대하여는 기둥 하단에서 수평하중이 작용하는 위치까지의 길이로 하며 다주기구에서 골조로 거동하는 방향에 대하여는 기둥 순높이로 한다.
- (5) 교각 단면의 휨 초과강도는 다음 두 가지 방법 중 하나를 적용하여 결정하여야 한다.
 - ① 설계기준 압축강도의 1.7배인 콘크리트 압축강도와 설계기준 항복강도의 1.3배인 측방향철근 항복강도를 적용하고, 소성한지구역 휨방향철근의 심부구속 효과와 축하중의 영향을 고려한 단면의 휨강도로서, 모멘트-곡률 해석을 수행한다.
 - ② 콘크리트 설계기준압축강도가 60 MPa 이하이고, 계수 축하중이 $0.3 f_{ck} A_g$ 이하이며, 측방향철근비가 0.03 이하인 교각의 경우에는, 모멘트-곡률 해석을 수행하는 대신 콘크리트의 등가직사각형 유효분포를 이용한 축력-휨강도 해석으로 구한 공칭휨강도에 식 (6.8.3)으로 계산되는 휨 초과강도계수 λ_o 를 곱하여 휨 초과강도를 결정할 수 있다. 여기서 R은 설계에 사용한 응답수정계수이다.

$$\lambda_o = 1.25 + 0.05 R$$

(6.8.3)

기둥의 전단검토 및 기초설계에 소성힌지력 반영

- 탄성지진력과 소성힌지력 중 작은값으로 검토

(1) 기둥에 발생하는 최대전단력 : ULB22 MAX, 『기둥부재력 집계』 참조

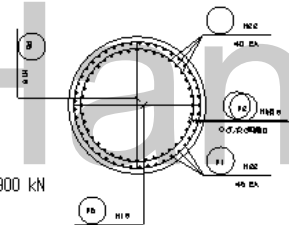
교축방향 $V = 3807.747 \text{ kN}$
 교축직각방향 $V = 733.670 \text{ kN}$
 합성전단력 $V = 3877.784 \text{ kN}$
 축방향력 $P = 9913.705 \text{ kN}$

① 휨 초과강도

$$f_{ck} = 27 \text{ MPa} \leq 60 \text{ MPa}$$

$$P = 9913.705 \text{ kN} \leq 0.3 \times f_{ck} \times A_g = 25446.900 \text{ kN}$$

$$\rho = 0.010 \leq 0.030$$



따라서 휨초과강도는 지진시 공칭휨강도에 다음 휨 초과강도계수 λ_o 를 곱하여 결정할 수 있다.

교축직각방향

$$M_{n1} \times (1.25 + 0.05R) = 15372.545 \times (1.25 + 0.05 \times 0.690) = 19745.759 \text{ kN.m}$$

교축방향

$$M_{n2} \times (1.25 + 0.05R) = 17525.769 \times (1.25 + 0.05 \times 2.542) = 24135.119 \text{ kN.m}$$

② 소성힌지력

$$= \max(19745.759, 24135.119) / 10.500 = 2298.583 \text{ kN}$$

③ 설계전단력은 탄성지진력과 소성힌지력 중 작은 값을 적용

$$= \min(2298.583, 3877.784) = 2298.583 \text{ kN}$$

① 기초 중앙작용력 산정

구 분	P(kN)	Vy(kN)	Mx(kN)	ΣV (kN)	Mr(kN.m)	Mo(kN.m)	비 고
SVB05	13113.705	33.733	-307.349	16313.705	65254.820	239.882	축력최대
SVB04	9913.705	67.467	-614.697	13113.705	52454.820	479.764	모멘트최대
SVB15	9913.705	67.467	-614.697	13113.705	52454.820	479.764	편심최대
SVB22	9913.705	3067.010	24536.077	13113.705	52454.820	30670.096	지진시

註) 기초중앙의 부재력은 기둥의 부재력을 합산한 값을 사용한다.

$$\Sigma V = P + W, W = 8.000 \times 8.000 \times 2.000 \times 25.000 = 3200.000 \text{ kN}$$

$$M_r = \Sigma V \times B/2, B = 8.000 \text{ m}$$

$$M_x = M + P \times e, e = 0.000 \text{ m}$$

$$M_o = |M_x + V_y \times h|, h = 2.000 \text{ m}$$

※ 지진시의 부재력은 탄성설계를 적용한 값과 휨초과강도에 해당하는 값 중 작은값을 사용한다.

▶ 교각의 내진해석을 위한 옵션을 분리

- P-Δ효과, 소성힌지력, 연성도 등 추가옵션, 기존 내진관련 옵션
- 효율적인 입력
- 옵션적용의 혼란 방지

교각 입력 - 설계 환경 : P1

교각 : P1

설계조건 : 상부하중 | 지진하중(교량발침) | 지진하중(기둥) | 피복 | 설계선택사항 | 철근기호 설정 | 철근 정착장 | 철근 이용장

구분	구분	설계값	단위
내진	응답수정계수	3	
	교축방향	3	
	교축직각방향	3	
	기동해석시 변위지점	기동해석시 변위지점	적용안함

교각 입력 - 설계 환경 : P1

교각 : P1

설계조건 : 상부하중 | 지진하중(교량발침) | 지진하중(기둥) | 피복 | 설계선택사항 | 철근기호 설정 | 철근 정착장 | 철근 이용장

구분	구분	설계값	단위
내진	기동해석	기동해석	적용안함
	기동해석시 변위지점	기동해석시 변위지점	적용안함
	기동해석시 변위지점	기동해석시 변위지점	적용안함
	기동해석시 변위지점	기동해석시 변위지점	적용안함

교각 입력 - 설계 환경 : P1

교각 : P1

설계조건 : 상부하중 | 지진하중(교량발침) | 지진하중(기둥) | 피복 | 설계선택사항 | 철근기호 설정 | 철근 정착장 | 철근 이용장

구분	구분	설계값	단위
내진	PM2판도 출력시 모든 CASE 출력	PM2판도 출력시 모든 CASE 출력	적용
	PM2판도 출력시 CASE별 출력	PM2판도 출력시 CASE별 출력	적용안함
	강주교와 교각에 따른 기동해석 결과 적용(오래됨)	강주교와 교각에 따른 기동해석 결과 적용(오래됨)	적용안함
	강주교와 교각에 따른 기동해석 결과 적용(단단함)	강주교와 교각에 따른 기동해석 결과 적용(단단함)	적용안함
	상부구속률에 검토시 내부단단률 적용	상부구속률에 검토시 내부단단률 적용	적용안함
	전단검토시 적용위치	전단검토시 적용위치	적용안함
	교각의 최대개수 산정시 60.0%의 산정	교각의 최대개수 산정시 60.0%의 산정	적용
	기동해석시 출력에 대한 배치길이 검토	기동해석시 출력에 대한 배치길이 검토	적용안함
	응용기둥 상부구속률에 검토	응용기둥 상부구속률에 검토	적용안함
	교각 축방향 철근 연결방법	교각 축방향 철근 연결방법	적용안함
	단상/소성 축방향별 적용	단상/소성 축방향별 적용	적용
	기동해석시 출력에 대한 배치길이 검토	기동해석시 출력에 대한 배치길이 검토	적용안함

설계조건 | 상부하중 | 지진하중(교량발침) | 지진하중(기둥) | 피복 | 설계선택사항 | 철근기호 설정 | 철근 정착장 | 철근 이용장 |

구분	구분		설정 값	
내진	응답수정계수	교축방향	3	
		교축직각방향	3	
	기동해석	소성설계 적용		자동적용 ▼
		소성힌지력 적용	☐	적용안함
		연성도 설계 적용	☐	적용안함
	기동 2축방향 검토시 지진시 조합 포함	☐	적용안함	
	기동 2축방향 지진시 일방향 부재력 사용	☐	적용 안함 ▼	
	기동 2축방향 검토시 상하단 구분	☒	적용	
	탄성/소성 축방향별 적용	☒	적용	
	기동 응답수정계수 (R=1.0) 적용	☒	적용	
	지진하중 조합시 절대값으로 합산	☐	적용안함	
	지진하중에 P-Δ 효과 적용	☐	적용안함	
기동 P-Δ 효과 고려시 α		M + 1.0 x Pd x e	▼	

▶ 내진해석시 교각의 휨강성 적용

$$I_{y,eff} = \left(0.16 + 12 \rho_l + 0.3 \sqrt{\frac{P_u}{f_{ck} A_g}} \right) I_g$$

탄성,소성설계 전체에 적용

- 휨강성을 적용한 내진해석만 수행
- P-Δ효과, 연성도 등 적용가능

소성설계 및 변위에 적용

- 휨강성, 전체강성을 적용한 내진해석을 반복수행
- 탄성설계시 기준과 동일한 단면력 적용

교량 기본 설정 - 기초 자료 설정			
설계환경 철근단위절량 및 단위면적 기타재료의 단위중량 철근 정착, 이음 보정계수 나사식 철근 이음 간격 철도 하중 철근비			
구 분	구 분	설 정 값	단 위
구조해석	내진 해석 방법	다중모드 스펙트럼 해석	
	교각의 내진해석시 교각의 휨강성 적	적용안함	
	말뚝응력 검토시 허용응력 증가계수 적용	적용안함	
	말뚝과 확대기초 결합부 검토시 지진시	소성설계 및 변위에 적용	
	교량받침(탄성받침)마찰력에 의한 수평력	탄성, 소성설계 전체에 적용	
	교량받침 수평력 검토시 수직철근 모두	적용	

적용안함

- 기존해석과 동일한 단면력 적용

교각의 휨강성과 P-Δ효과(2차모멘트)를 반영한 내진계산서

2) 교 각

(1) 교각 선형방향 P1

$$\begin{aligned} R &= 1.000 \text{ m} \\ A &= \pi D^2 / 4 = 3.142 \text{ m}^2 \\ I_g &= \pi D^4 / 64 = 0.785 \text{ m}^4 \\ I_{eff} &= [0.16 + 12PI + 0.3\sqrt{P_u / (f_{ck} \times A_g)}}] \times I_g \\ &= [0.16 + 12 \times 0.0105 + 0.3\sqrt{9913.705 / (27000 \times 3.142)}}] \times 0.785 \\ &= 0.3049255 \text{ m}^4 \\ K &= \pi D^4 / 32 = 1.571 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

(2) 교각 선형방향 P2 기둥1

$$\begin{aligned} B &= 1.500 \text{ m} \\ H &= 2.000 \text{ m} \\ A &= B \times H = 3.000 \text{ m}^2 \\ I &= B \times H^3 / 12 = 1.000 \text{ m}^4 \\ I_{eff} &= [0.16 + 12PI + 0.3\sqrt{P_u / (f_{ck} \times A_g)}}] \times I_g \\ &= [0.16 + 12 \times 0.0124 + 0.3\sqrt{5443.750 / (27000 \times 3.000)}}] \times 1.00 \\ &= 0.3864192 \text{ m}^4 \\ K &= 1.215 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

(3) 교각 선형방향 P2 기둥2

$$\begin{aligned} B &= 1.500 \text{ m} \\ H &= 2.000 \text{ m} \\ A &= B \times H = 3.000 \text{ m}^2 \\ I &= B \times H^3 / 12 = 1.000 \text{ m}^4 \\ I_{eff} &= [0.16 + 12PI + 0.3\sqrt{P_u / (f_{ck} \times A_g)}}] \times I_g \\ &= [0.16 + 12 \times 0.0124 + 0.3\sqrt{5443.750 / (27000 \times 3.000)}}] \times 1.00 \\ &= 0.3864192 \text{ m}^4 \\ K &= 1.215 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

(5) 기둥 2차 모멘트

$$M2nd = 1.5 \times Pd \times \Delta \delta$$

구 분		Pu(kN)	x(m)	y(m)	M2_2(kN.m)	M3_2(kN.m)
교각 1		9913.705	0.10264	0.01723	1526.240	256.235
교각 2	기둥 1	5443.750	0.01101	0.00384	89.887	31.389
	기둥 2	5443.750	0.01103	0.00385	90.042	31.478
교각 3		9463.065	0.02297	0.01211	326.022	171.953
교각 4		10208.302	0.02180	0.01381	333.873	211.434
교각 5		11594.261	0.01013	0.00466	176.227	81.079
교각 6	기둥 1	5495.428	0.01642	0.00262	135.385	21.589
	기둥 2	5495.428	0.01641	0.00262	135.270	21.589

▶ 지진시 단면력에 P-Δ효과(2차모멘트)를 고려

- 기둥, 기초 검토시 지진시 단면력에 합산하여 검토

5.5 지진에 의한 하중 : 내진해석 참조

구 분			교 축 방 향			교 축 직 각 방 향		
위치	하중경우	기둥	전단력	모멘트	변위(m)	전단력	모멘트	변위(m)
기둥상단	하중경우 1	기둥 1	2808.435	5265.816	0.10264	565.906	410.808	0.01723
	하중경우 2	기둥 1	965.120	1809.598	0.03450	1455.854	932.888	0.03826
기둥하단	하중경우 1	기둥 1	2808.435	27733.297	0.00000	565.906	4418.733	0.00000
	하중경우 2	기둥 1	965.120	9530.559	0.00000	1455.854	11457.988	0.00000

5.6 P-Δ 효과를 고려한 지진하중

구 분			교 축 방 향			교 축 직 각 방 향		
위치	하중경우	기둥	전단력	모멘트	변위(m)	전단력	모멘트	변위(m)
기둥상단	하중경우 1	기둥 1	2808.435	6695.325	0.10264	565.906	650.803	0.01723
	하중경우 2	기둥 1	965.120	2290.089	0.03450	1455.854	1465.818	0.03826
기둥하단	하중경우 1	기둥 1	2808.435	29259.537	0.00000	565.906	4674.968	0.00000
	하중경우 2	기둥 1	965.120	10043.563	0.00000	1455.854	12026.980	0.00000

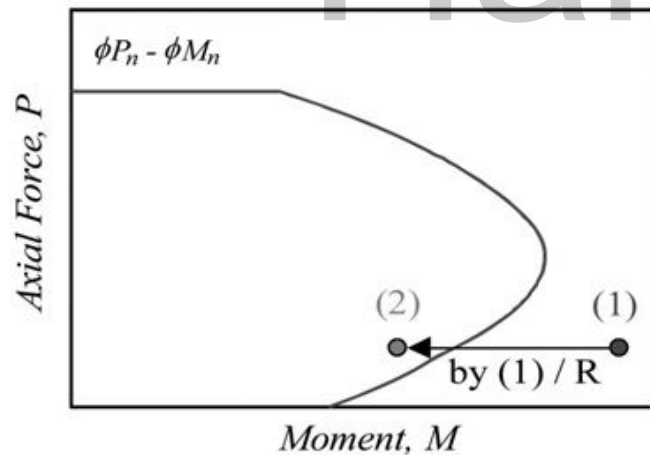
지진해석에 의한 1차 모멘트에 횡방향 지진변위와 축력에 의한 2차 모멘트를 추가하여

총모멘트를 결정하여야 한다.

[도로설계기준 6.8.2.3]

기둥 내진해석시 연성도 설계 적용

- 기둥 휨검토시 소요연성도 적용
- 고정하중 및 P-Δ효과를 제외 (응답수정계수 미반영 단면력)



소요연성도에 따른 기둥의 소성검토

④ 소성설계 : (부재 9, UL022)

㉞연성도 설계 적용

소요 응답수정계수 산정

$$\begin{aligned} R_{req} &= M_e / (\phi M_n - M_d - M_{e2nd}) \\ &= 23017.492 / (14748.829 - 5924.062 - 0.000) \\ &= 2.608 \end{aligned}$$

1.0이상으로 소성설계 적용

기둥 내진해석시 연성도 설계 적용

- 소요 변위연성도, 곡률연성도에 따른
전단검토, 심부구속철근 검토

9.5 소요 연성도 산정

$$R_{req} = \max(3.021, 2.608) = 3.021$$

$$1차 모드주기 T = 1.15059s$$

통제주기 T_s

지반조건	I	II	III	IV
통제주기 T_s	0.33	0.44	0.61	0.94

$$T \geq 1.25T_s (1.25 \times 0.33 = 0.413)$$

$$\begin{aligned} \lambda_{DR} &= (1 - 1/R_{req}) \times (1.25T_s / T) + 1/R_{req} \\ &= (1 - 1/3.021) \times (0.413 / 1.151) + 1/3.021 \\ &= 0.571 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\Delta} &= \lambda_{DR} \times R_{req} = 0.571 \times 3.021 \\ &= 1.725 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\Delta max} &= 2 \times (L_s / h) = 2 \times (10,500 / 2,000) \\ &= 10.500 > 5.0 \quad : 5.000 \text{ 적용} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\Phi} &= [\mu_{\Delta} - 0.5 \times \{0.7 + 0.75 \times (h / L_s)\}] / \{0.13 \times (1.1 + h / L_s)\} \\ &= [1.725 - 0.5 \times \{0.7 + 0.75 \times (2,000 / 10,500)\}] / \{0.13 \times (1.1 + 2,000 / 10,500)\} \\ &= 9.982 \end{aligned}$$

(3) 압축부재에 의한 콘크리트 전단 V_c 및 필요철근 전단 V_s

$$\mu_{\Delta} \leq 2.0 \text{ 이면 } k = 0.3$$

$$\begin{aligned} V_c &= k \times \sqrt{f_{ck}} \times A_e \\ &= 0.300 \times \sqrt{27} \times 0.8 \times 3141592.654 \\ &= 3917.807 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_p &= 0.15 (P_u \times h) / L_s \\ &= 0.15 (11913.705 \times 2,000) / 10,500 \\ &= 340.392 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$(V_c + V_p)/2 = 2129.099 \text{ kN} \leq V_n \leq V_c + V_p = 4258.198 \text{ kN} \quad \therefore \text{최소 전단철근 필요}$$

9.7 소성설계시 심부구속 철근량 설계

1) 필요철근량 계산 [도로교설계기준 6.8.3.4]

: 띠철근에 대한 심부구속 철근량 계산식은 원형나선철근에서 유도된 식을 적용
(ACI 및 Caltran 내진 실무 규정 인용 - 2000 내진설계편람 P.1-36 : 한국도로공사 참조)

$$\begin{aligned} \alpha &= 3 \times (\mu_{\Phi} + 1) \times P_u / (f_{ck} \times A_g) + 0.8 \mu_{\Phi} - 3.5 \\ &= 3 \times (9.982 + 1) \times 11913.705 / (27 \times 3141592.654) + 0.8 \times 9.982 - 3.5 \\ &= 4.532 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= f_y/350 - 0.12 = 400/350 - 0.12 \\ &= 1.023 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 0.1 \times (P_l - 0.01) = 0.1 \times (0.0105 - 0.01) \\ &= 0.000047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_s &= 0.008 \alpha \beta \times f_{ck}/f_y + \gamma = 0.008 \times 4.532 \times 1.023 \times 27 / 400 + 0.00005 \\ &= 0.002550 \end{aligned}$$

$$A_{sh} = 0.9 \times a \times h_c \times (0.008 \times \alpha \beta \times f_{ck}/f_y + \gamma)$$

$$\begin{aligned} \text{띠철근의 수직간격 } a &= 150.000 \text{ mm} \\ &= 0.9 \times 150.0 \times 1800.0 \times (0.008 \times 4.532 \times 1.023 \times 27/400 + 0.00005) \\ &= 619.724 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

▶ 사용자 내진해석결과의 연성도 설계 적용

- 모드주기, 2차모멘트 등의 입력창 추가
- 별도 내진해석을 수행하였을 경우도 동일한 계산서 작성 가능

교각 1 : P1				시점속 교량받침 2개 중점속 교량 받침 0개										
설계조건 상부하중 지진하중(교량받침) 지진하중(기둥) 피복 설계선택사항 월근거호 설정 월근 정착장 월근 미음장				교축방향					교축직각방향					
구분				1차 모드주기	전단력	모멘트	축력	2차 모멘트	변위(m)	1차 모드주기	전단력	모멘트	2차 모멘트	변위(m)
기둥상단	lg 적용	하중경우 1	기둥 1		3807,747	7139,528	139,844		0,0539560		733,670	1183,276		0,0089080
		하중경우 2	기둥 1		1332,653	2498,725	161,583		0,0179500		1771,139	2825,767		0,0234330
	leff 적용	하중경우 1	기둥 1	1,82881	2808,435	5265,816	184,420	953,006	0,1026350	1,82881	565,906	410,808	159,997	0,0172310
		하중경우 2	기둥 1		965,120	1809,598	192,905	320,327	0,0344980		1455,854	932,888	355,287	0,0382630
기둥하단	lg 적용	하중경우 1	기둥 1		3807,747	37601,503	139,844		0,0000000		733,670	6821,492		0,0000000
		하중경우 2	기둥 1		1332,653	13159,950	161,583		0,0000000		1771,139	16674,669		0,0000000
	leff 적용	하중경우 1	기둥 1	1,82881	2808,435	27733,297	184,420	1017,493	0,0000000	1,82881	565,906	4418,733	170,823	0,0000000
		하중경우 2	기둥 1		965,120	9530,559	192,905	342,003	0,0000000		1455,854	11457,988	379,328	0,0000000

기둥별 내진해석
결과 입력

적용효과

▶ 수작업 연성도 내진설계 적용 대비 작업의 효율성

- 각 교각별 휨강성 계산 및 모델링
- 축력 및 변위 데이터 취합후 2차모멘트 수계산
- 소요연성도 수계산
- 소요연성도를 반영하여 소성휨검토
- 소요연성도를 반영하여 소성힌지력 산정
- 내진해석데이터에서 방향별 고유주기 확인
- 조건에 따른 변위연성도, 곡률연성도 계산
- 조건에 따른 기둥의 전단검토 수행
- 조건에 따른 심부구속철근 검토

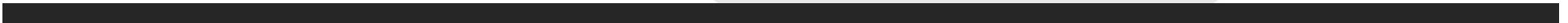
AAbutPier
2014

연성도 설계
One Click

AAbutPier 2014

Strut-Tie Model

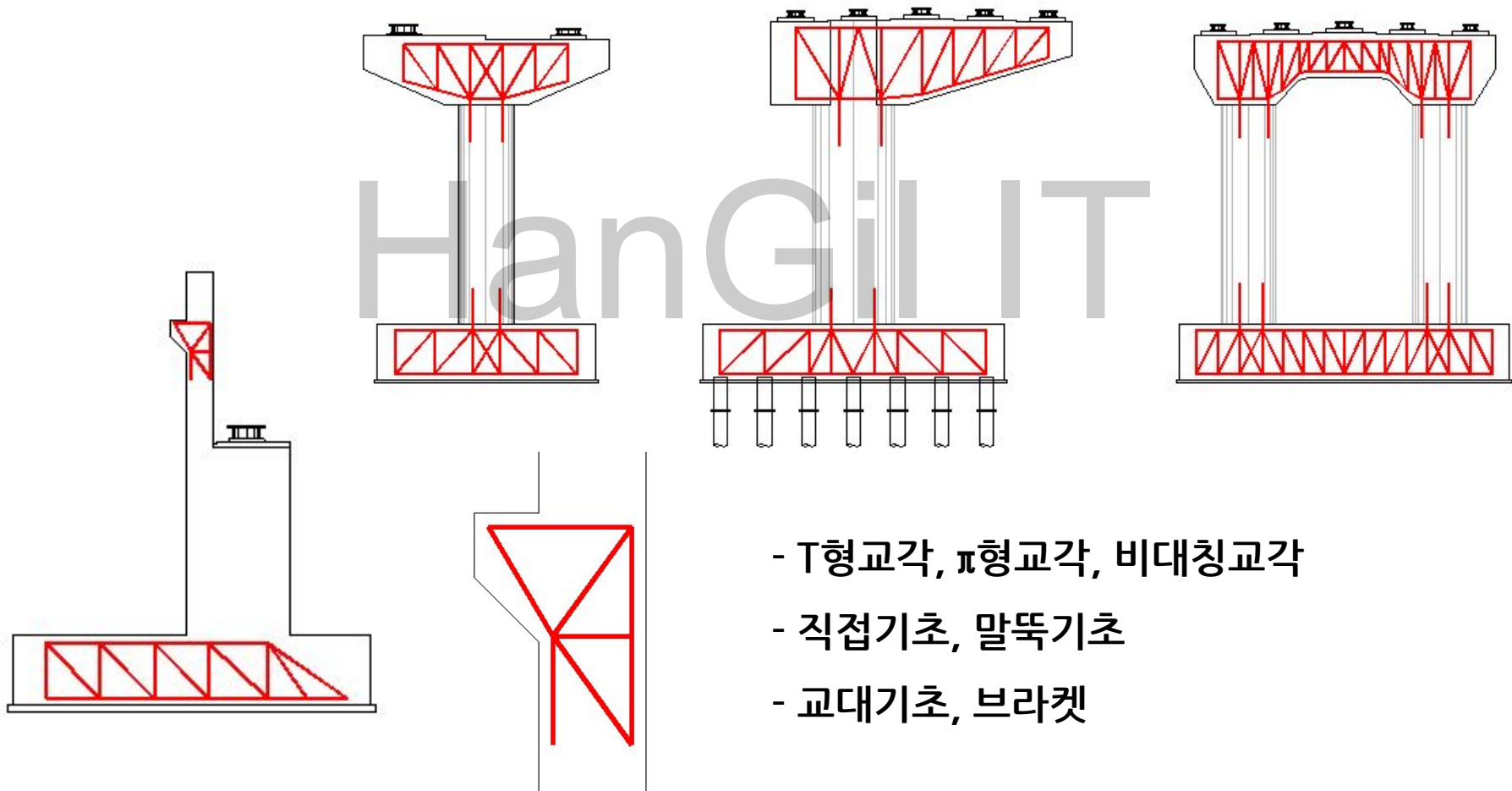
Hangul IT



Strut-Tie Model

STM의 적용

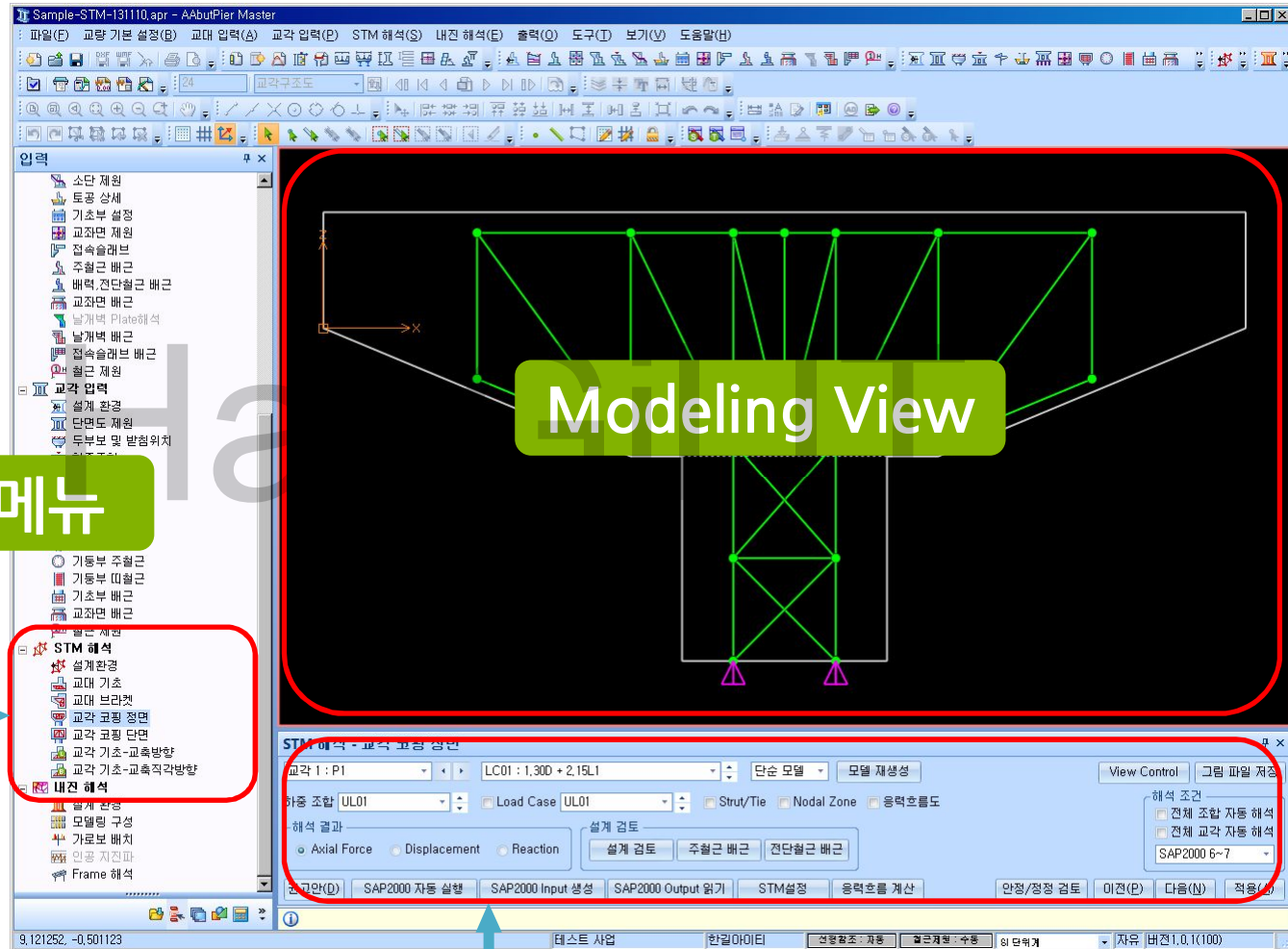
➤ 교대, 교각의 다양한 구조에 적용 가능



Strut-Tie Model

STM 입력 구성

STM 해석 메뉴



STM 입력창

Strut-Tie Model

기능구현

STM해석을 위한 강도감소계수 반영

(2) 강도감소계수는 다음 규정에 따라야 한다.

- ① 6.2.2(4)에 정의된 인장지배단면0.85
- ② 6.2.2(3)에 정의된 압축지배단면
 - (가) 나선철근 규정에 따라 나선철근으로 보강된 철근콘크리트 부재 ..0.70
 - (나) 그 외의 철근콘크리트 부재0.65
 - (다) 공칭강도에서 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_s 가 압축지배와 인장지배 단면 사이일 경우에는, ϵ_s 가 압축지배변형률 한계에서 인장지배변형률 한계로 증가함에 따라 ϕ 값을 압축지배단면에 대한 값에서 0.85까지 증가시킨다.
- ③ 전단력과 비틀림모멘트0.75
- ④ 콘크리트의 지압력(포스트텐션 정착부나 스트럿-타이 모델은 제외) ..0.65
- ⑤ 포스트텐션 정착구역0.85
- ⑥ 스트럿-타이 모델에서
 - (가) 스트럿, 절점부 및 지압부0.75
 - (나) 타이0.85
- ⑦ 긴장재 묻힘길이가 정착길이보다 작은 프리텐션 부재의 휨 단면
 - (가) 부재의 단부부터 전달길이 단부까지0.75
 - (나) 전달길이 단부부터 정착길이 단부 사이의 ϕ 값은 0.75에서 0.85까지 선형적으로 증가시킨다. 다만, 긴장재가 부재 단부까지 부착되지 않은 경우에는 부착력 저하 길이의 끝부터 긴장재가 매입된다고 가정하여야 한다.
- ⑧ 무근콘크리트의 휨모멘트, 압축력, 전단력, 지압력0.55

STM 해석 - 설계환경

교대 1 : A1

교대 STM설정 | 교대 하중설정 | 교대 하중조합 | 교각 STM설정 | 교각 하중설정 | 교

구 분		설 정 값	단 위
강도 감소 계수(ϕ)	Strut(ϕ_s)	0.75	
	Tie(ϕ_t)	0.85	
	Node(ϕ_n)	0.75	

Strut-Tie Model

기능구현

직접기초의 지반반력계수 변수 반영

- 지반조건에 따른 STM 지점조건 적용

STM 해석 - 설계환경			
교대 1 : A1			
교대 STM설정 교대 하중설정 교대 하중조합 교각 STM설정 교각 하중설정 교각 하중조합			
구 분		설 정 값	단 위
지반반력계수 산정	지반반력계수(Kv) 산정시 Terzaghi 보정	사용하지 않음	
	기초환산폭(Bv)식의 폭(B) 적용방식	휨방향(B:교량연장)	
	연직방향 지반 반력계수	사질토층과 점성토의 혼합층인 경우	

2) 지반 Spring 산정

< 연직방향 지반반력계수 >

- 사질토층이 우세한 경우 $K_v = K_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-1/2}$

- 사질토와 점성토의 혼합층인 경우 $K_v = K_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-3/4}$

- 점성토층이 우세한 경우 $K_v = K_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-1}$

α = Eo 의 산정방법에 대한 보정계수

Eo = 지반의 탄성계수

$$K_v = K_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-3/4}$$

여기서,

$$K_{v0} = \frac{1}{0.3} \times \alpha \times E_0$$

Eo : 지반탄성계수 (kN/m²)

① 평상시

$$\alpha = 1$$

$$E_0 = 2800 \times N = 2800 \times 40 = 112000.000 \text{ kN/m}^2$$

$$B_v = \sqrt{(B \times B)} = \sqrt{(6.600 \times 6.600)} = 6.600 \text{ m (L > B)}$$

$$K_{v0} = 1 / 0.3 \times 1.000 \times 112000.000 = 373333.333 \text{ kN/m}^2$$

$$K_v = 373333.333 \times (6.600 / 0.3)^{-3/4} = 36751.897 \text{ kN/m}^2$$

- 전단 지반반력계수

$$K_{sb} = \lambda \times K_v = 1 / 3 \times 36751.897 = 12250.632 \text{ kN/m}^2$$

② 지진시

$$\alpha = 2$$

$$E_0 = 2800 \times N = 2800 \times 40 = 112000.000 \text{ kN/m}^2$$

$$B_v = \sqrt{(B \times B)} = \sqrt{(6.600 \times 6.600)} = 6.600 \text{ m (L > B)}$$

$$K_{v0} = 1 / 0.3 \times 2.000 \times 112000.000 = 746666.667 \text{ kN/m}^2$$

$$K_v = 746666.667 \times (6.600 / 0.3)^{-3/4} = 73503.793 \text{ kN/m}^2$$

- 전단 지반반력계수

$$K_{sb} = \lambda \times K_v = 1 / 3 \times 73503.793 = 24501.264 \text{ kN/m}^2$$

Strut-Tie Model

기능구현

> STM 모델링 적용부재의 선택 가능

- 각 구조물별 부재 선택 옵션

STM 해석 - 설계환경

교대 1 : A1

교대 STM설정 | 교대 하중설정 | 교대 하중조합 | 교각 STM설정 | 교각 하중설정 | 교각 하중조합 |

구 분		설 정 값		단위
STM 모델링	기초	☒	적용	
	브라켓	☐	적용안함	

STM 해석 - 설계환경

교각 1 : P1

교대 STM설정 | 교대 하중설정 | 교대 하중조합 | 교각 STM설정 | 교각 하중설정 | 교각 하중조합 |

구 분		설 정 값		단위
STM 모델링	코핑-정면	☒	적용	
	코핑-단면	☐	적용안함	
	기초-교축	☐	적용안함	
	기초-교직	☐	적용안함	

Strut-Tie Model

기능구현

> 검토하중과 하중조합의 설정

- 각 구조물별 자유로운 설정 가능

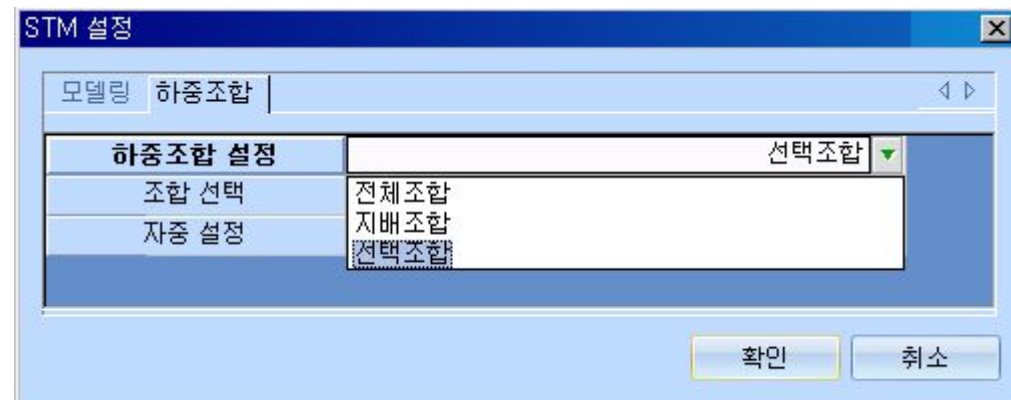
STM 해석 - 설계환경		STM 해석 - 설계환경							
교각 1 : P1		교각 1 : P1							
교대 STM설정 교대 하중설정 교대 하중조합 교각 STM설정 교각 하중설정 교각 하중조합		교대 STM설정 교대 하중설정 교대 하중조합 교각 STM설정 교각 하중설정 교각 하중조합							
구분	설정값	구분	D	L1	L2	L3	W	WL	E
고정하중	☒	LC 01	1,300	2,150					
활하중 LC1	☒	LC 02	1,300		2,150				
활하중 LC2	☒	LC 03	1,300			2,150			
활하중 LC3	☒	LC 04	1,300				1,300		
탈선하중	☐	LC 05	1,300	1,300			0,650	1,300	
풍하중	☒	LC 06	1,300		1,300		0,650	1,300	
활하중에 작용하는 풍하중	☒	LC 07	1,300			1,300	0,650	1,300	
온도하중	☐	LC 08	1,300	1,300					
건조수축	☐	LC 09	1,300		1,300				
지진하중	☒	LC 10	1,300			1,300			
충돌하중	☐	LC 11	1,250				1,250		
부력, 유수압, 파압	☐	LC 12	1,250	1,250			0,625	1,250	
원심하중	☐	LC 13	1,250		1,250		0,625	1,250	
사용자하중 1	☐	LC 14	1,250			1,250	0,625	1,250	
사용자하중 2	☐	LC 15	1,000						1,000
사용자하중 3	☐	LC 16	1,200				1,200		
사용자하중 4	☐								
사용자하중 5	☐								
사용자하중 6	☐								
사용자하중 7	☐								

Strut-Tie Model

STM 작성

▶ 하중조합별 STM해석

- 하중의 크기 및 방향에 따라 응력의 흐름이 상이
- 하중에 따른 모델링 설정 및 모델링 수정이 필요
- 각 하중조합별로 응력흐름도 작성 및 모델링
- 전체 조합 또는 필요한 조합에 대한 검토 가능



Strut-Tie Model

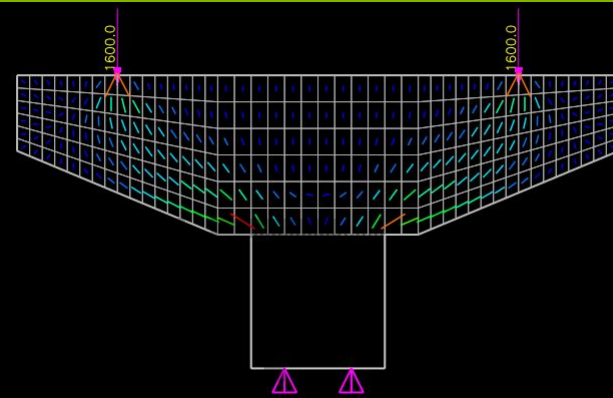
STM 작성

> 하중조합별 응력흐름도 제시

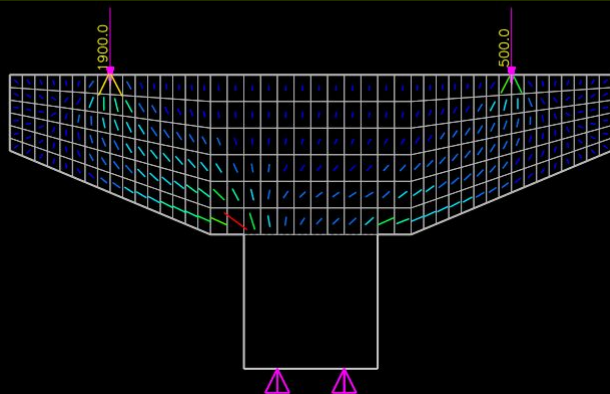
- 응력흐름도를 확인후 모델링 진행

HanG

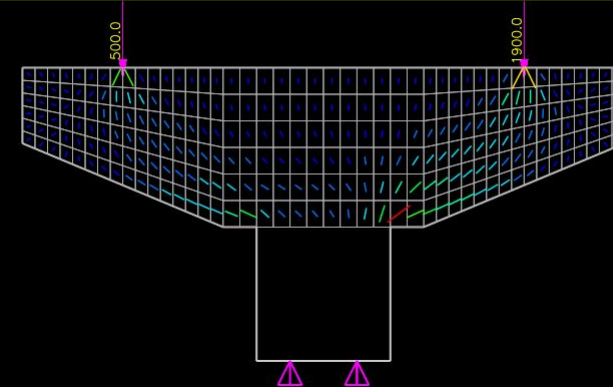
LC01



LC02



LC03

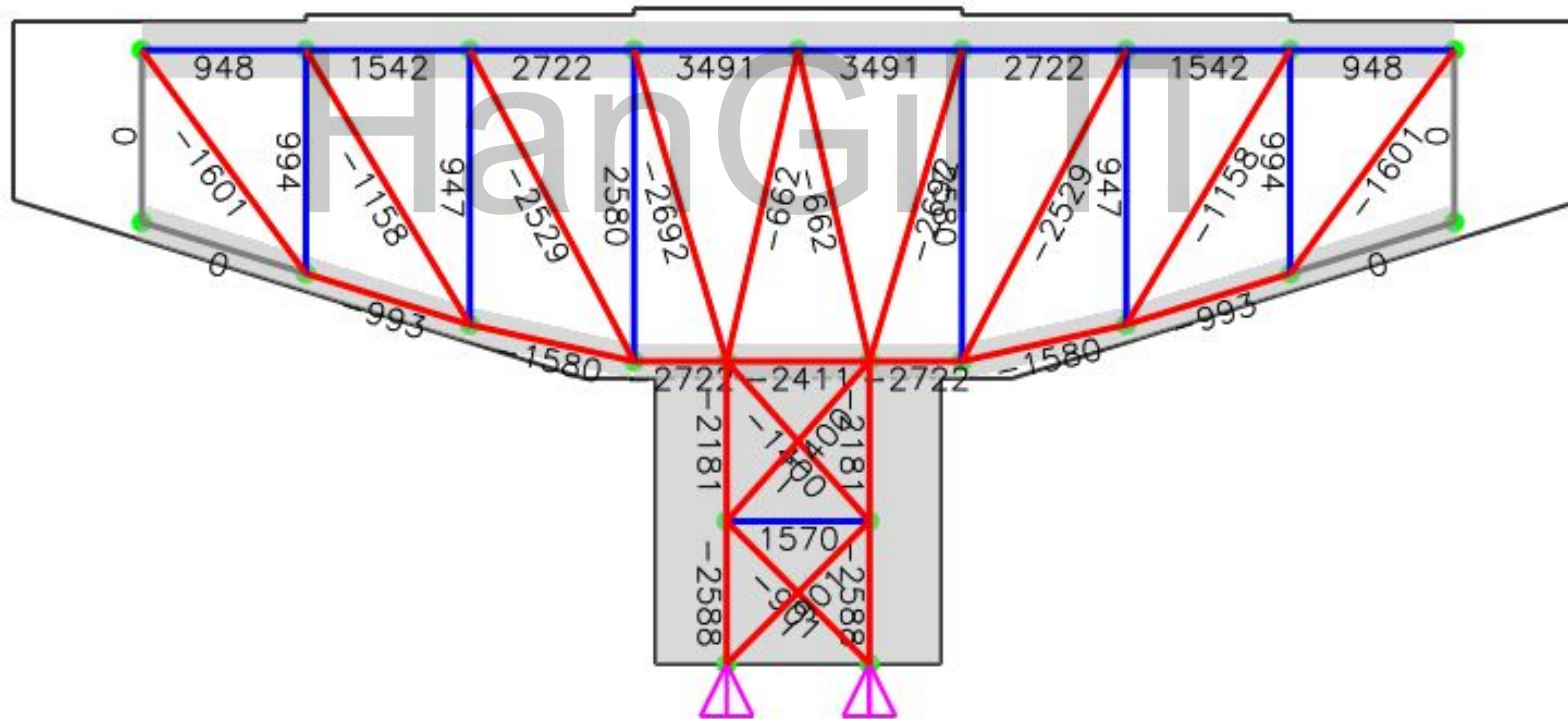


Strut-Tie Model

STM 작성

> Strut 와 Tie 최대/필요유효폭 표기

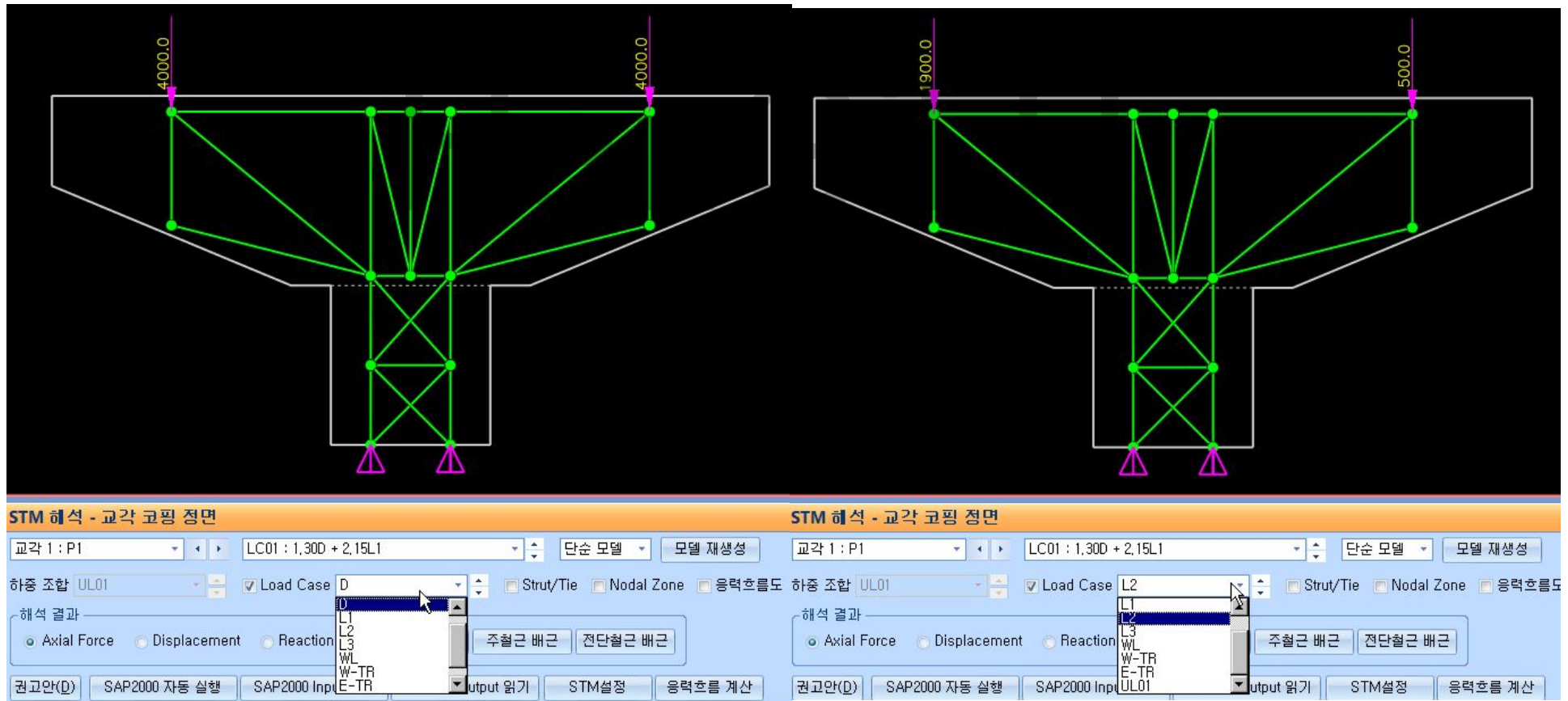
- 절점영역의 표기(정수압, 폴리곤)



Strut-Tie Model

STM 작성

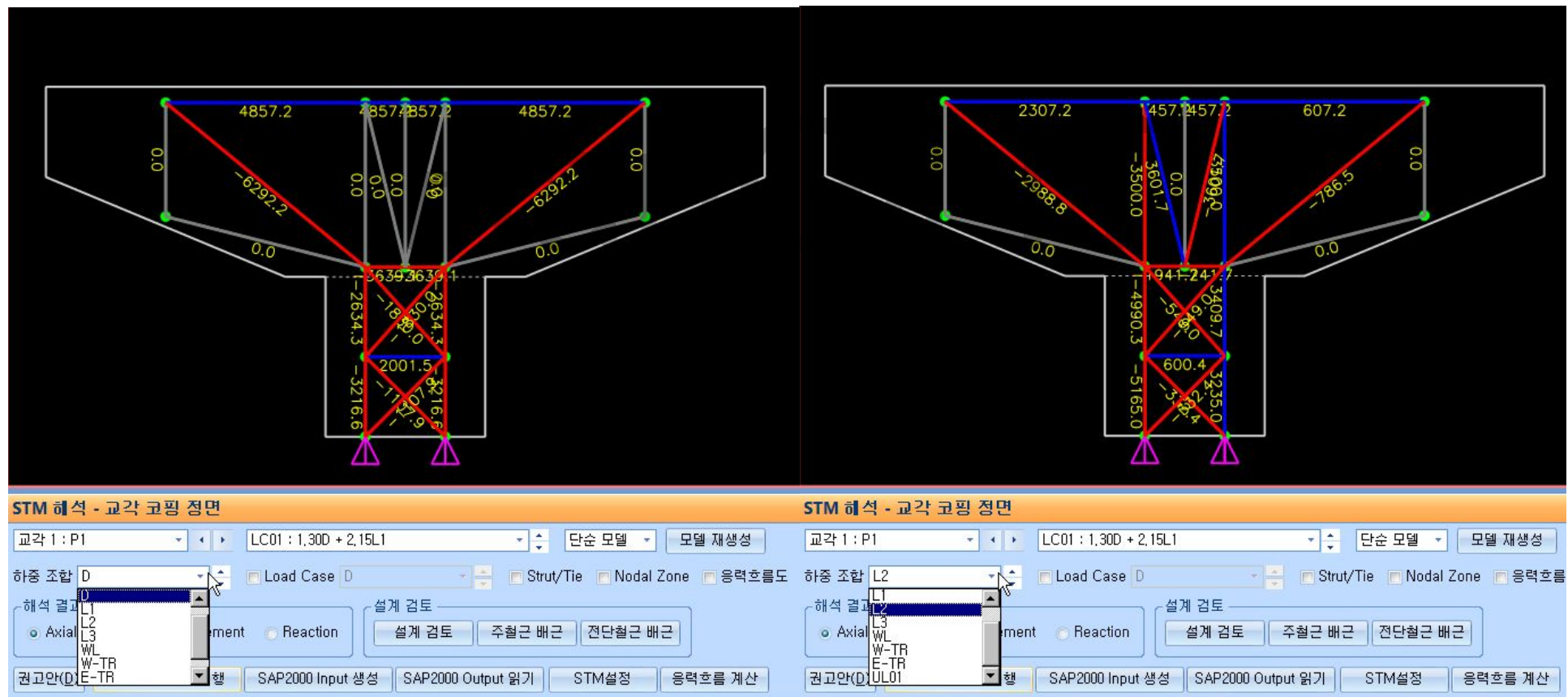
▶ 각 하중 및 하중조합에 대한 하중재하도 확인



Strut-Tie Model

STM 작성

▶ 각 하중 및 하중조합에 대한 해석결과 확인

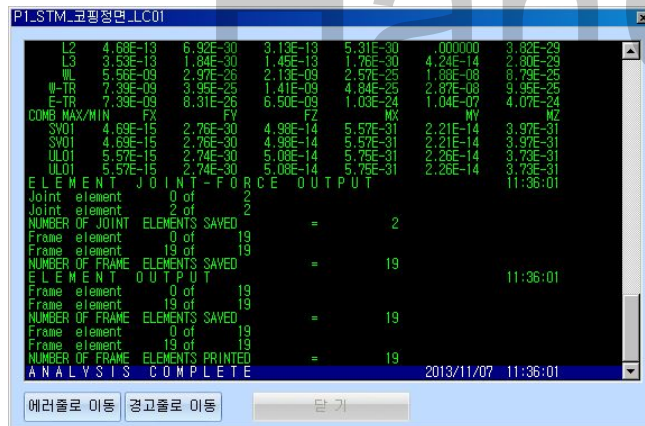


Strut-Tie Model

STM 작성

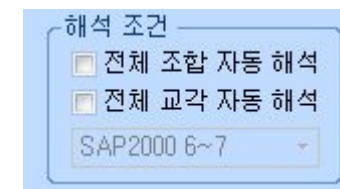
▶ 전체 조합의 자동해석 및 전체 구조물의 자동해석

- 다수의 하중조합, 다수의 구조물에 대한 반복해석 필요
- 반복해석의 자동 적용으로 사용편리성 확보



X 100회

(하중조합수, 구조물수)



Strut-Tie Model

STM 작성

▶ 주요 검토사항에 대한 설계검토

- 최종성과품인 계산서와 동일한 검토결과
- 빠른 설계검토로 모델링 수정 용이

The image displays four overlapping screenshots of the STM (Strut-Tie Model) software interface, showing various design check tables. The tables are organized into sections for different parts of the model, with columns for material properties, dimensions, and calculated values. The tables are color-coded with blue headers and yellow data rows.

Table 1: STM 설계검토 : 테스트 교량 P1

부재	Astreq	Astuse	ηreq	최대유호률	Sreq	Suse
AB	40653.0	40471.2	-	-	-	-
BC	34480.4	40471.2	-	-	-	-
DE	28301.8	40471.2	-	-	-	-
CH	-	-	0.0	-	-	-
DI	-	-	8.4	-	-	-

Table 2: STM 설계검토 : 테스트 교량 P1

부재	ρs	ε	Fu(kN)	φ	Wreq(mm)	Wprov(mm)
GH	1.00	0.0	12197.7	-	-	-
HI	1.00	0.0	6490.5	0.75	283.5	242.0
BG	1.00	0.0	6490.5	0.75	197.3	242.0
AG	1.00	90.0	7632.3	0.75	177.4	1539.5
DH	1.00	39.5	15801.5	0.75	367.2	837.9
EI	1.00	78.3	7654.1	0.75	182.5	841.1
GK	1.00	39.5	10899.0	0.75	255.6	-
-	1.00	90.0	17677.4	0.75	-	-

Table 3: STM 설계검토 : 테스트 교량 P1

절점	ρn	종류	단면적	Fu(kN)	Wreq(mm)	Wprov(mm)	비고
A	1.0	CCT	V	584.7	12.7	830.0	O.K
B	1.0	CTT	T-AB	12197.7	265.7	402.0	O.K
C	1.0	TTT	C-AG	15801.5	344.3	837.9	O.K
-	-	-	T-BC	12197.7	265.7	402.0	O.K
-	-	-	C-BG	10344.1	225.4	402.0	O.K
-	-	-	T-BH	7632.3	166.3	1539.5	O.K
-	-	-	T-BC	7654.1	171.1	402.0	O.K
-	-	-	T-CD	10344.1	225.4	402.0	N.G
-	-	-	T-CD	10344.1	225.4	402.0	O.K
-	-	-	T-CD	10344.1	225.4	402.0	O.K

Table 4: STM 설계검토 : 테스트 교량 P1

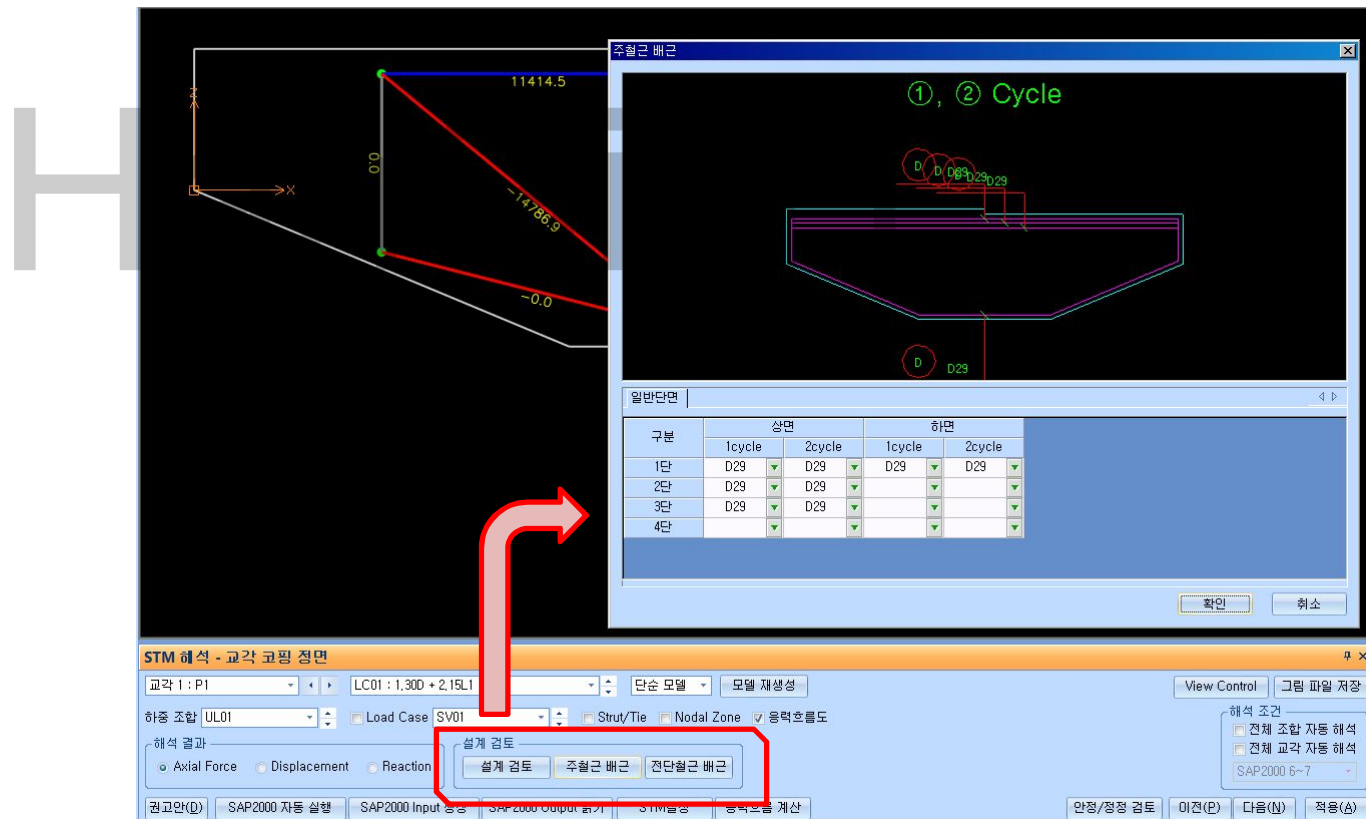
부재	Idh	Iduse	비고
AB	392.5	3421.7	O.K
DE	273.2	9127.9	O.K

Strut-Tie Model

STM 작성

> 주철근 및 전단철근의 변경

- STM 설계검토 후 바로 변경



Strut-Tie Model

STM 작성

▶ 설계기준과 예제집 등의 부재모델링 적용

- 구조물 형상 및 모델링 생성에 따라 설정가능

모델링시 철근타이의 폭 반영

- 1단철근위치
- 철근의 도심위치
- $W_{t,max}$
- 콘크리트타이 두께
- 사용자 입력

모델링시 압축스트럿의 폭 반영

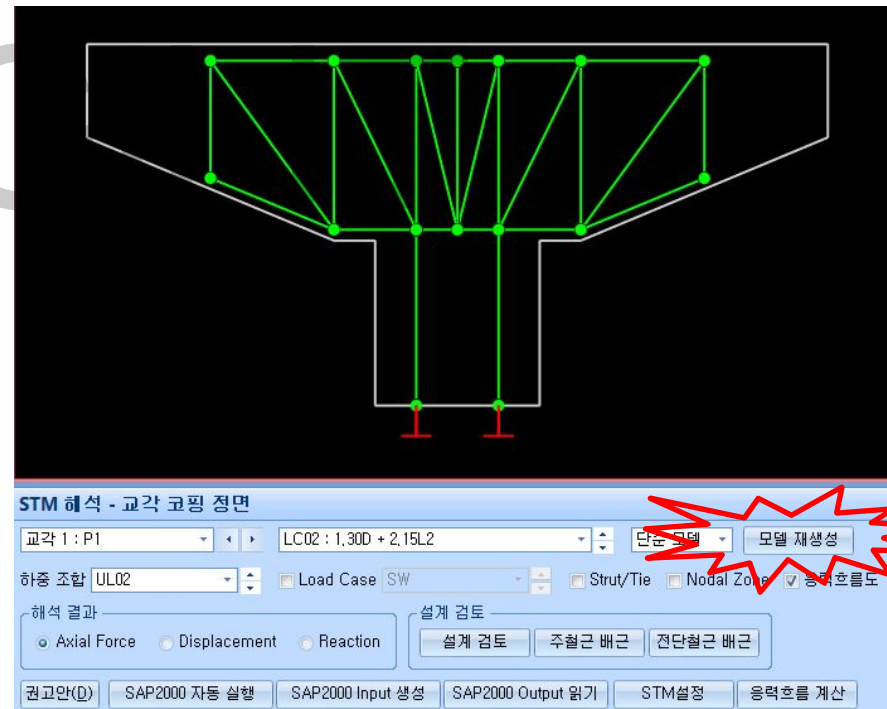
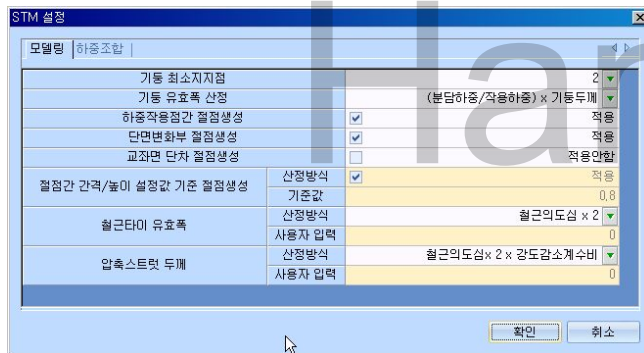
- 등가직사각형 응력블럭 깊이 x 강도감소계수비
- 1단철근위치 x 2 x 강도감소계수비
- 철근의 도심 x 2 x 강도감소계수비
- 사용자 입력

Strut-Tie Model

STM 작성

STM 설정에 따른 모델링 자동생성

- 구조물 형상 및 모델링 생성에 따라 설정가능

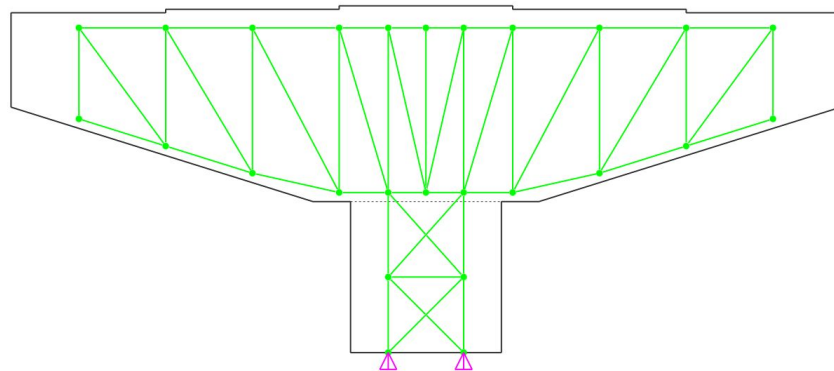


Strut-Tie Model

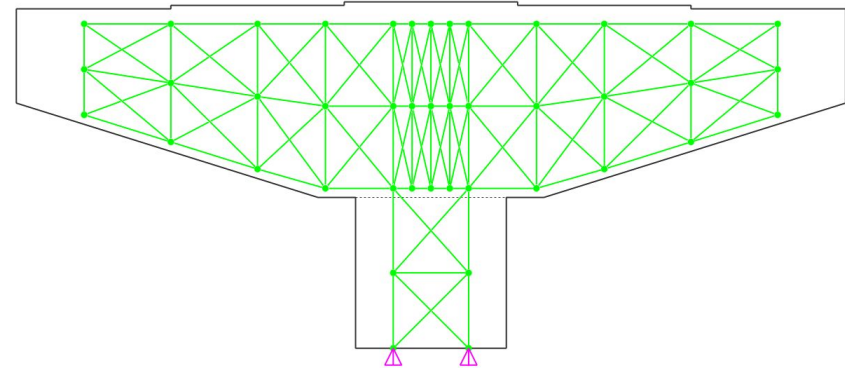
STM 작성

> 단순모델과 격자모델의 기본안 제시

단순모델



격자모델



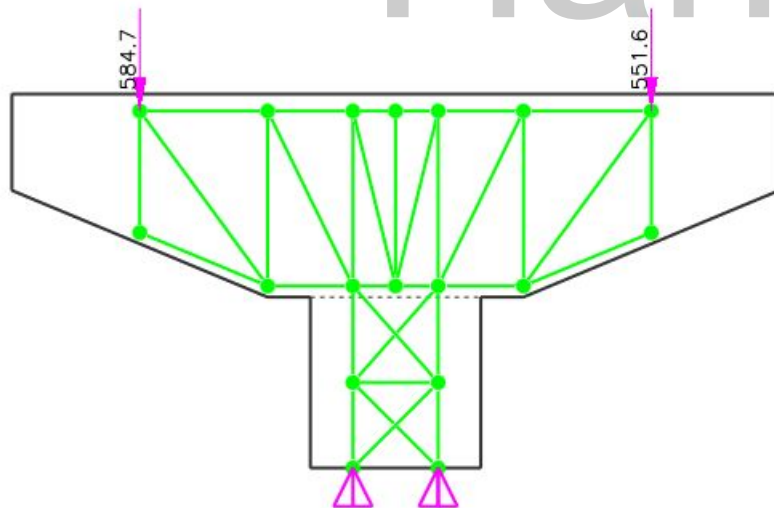
Strut-Tie Model

STM 작성

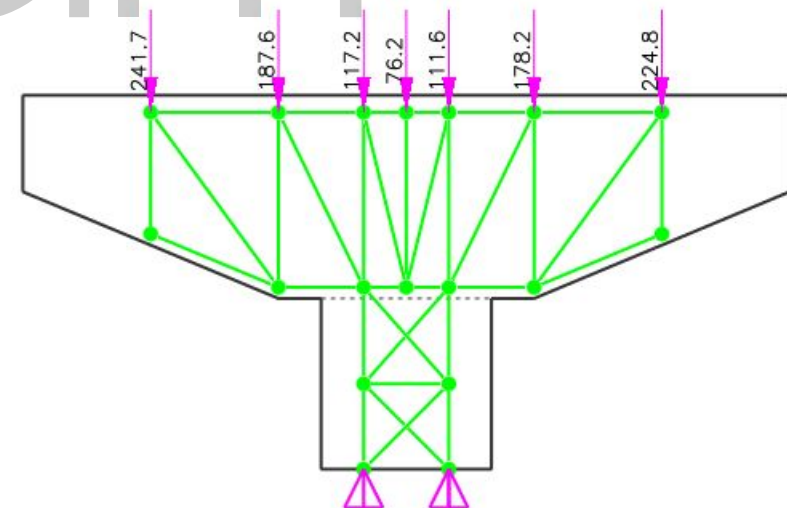
> 구조물에 따른 자중의 재하방법

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

하중재하위치



Node위치



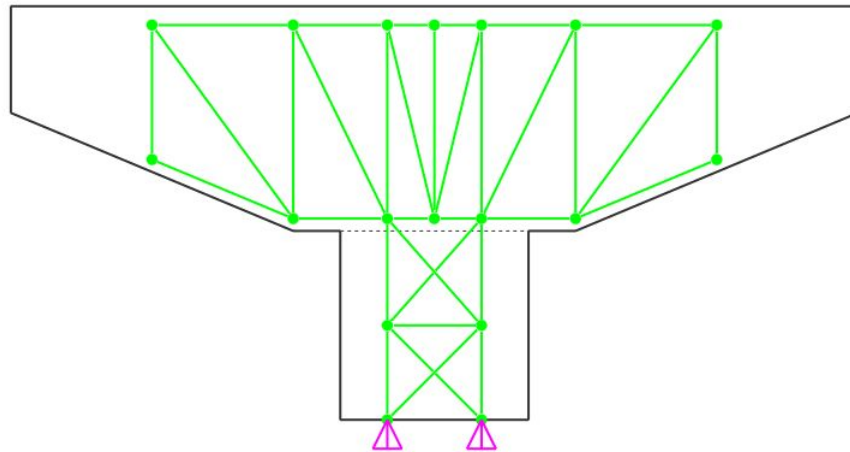
Strut-Tie Model

STM 작성

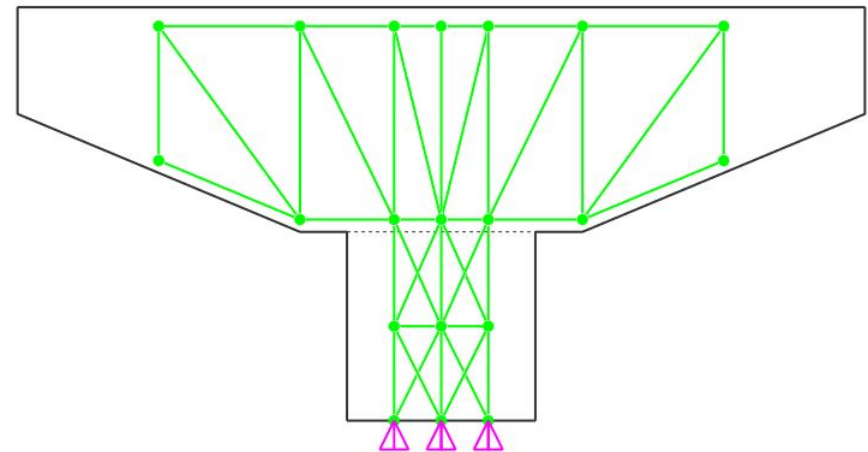
> 기둥의 최소 절점 생성

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

최소지지점 2개소



최소지지점 3개소



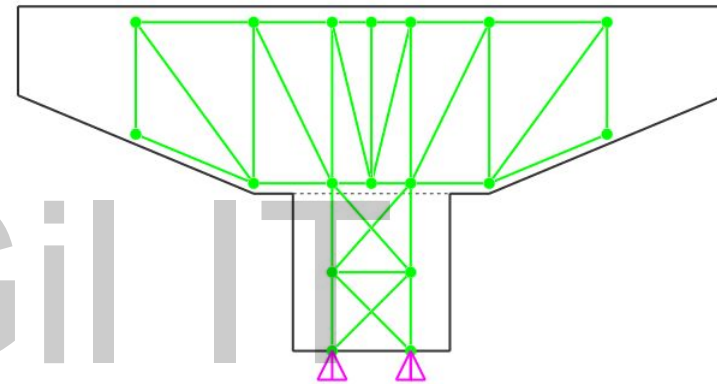
Strut-Tie Model

STM 작성

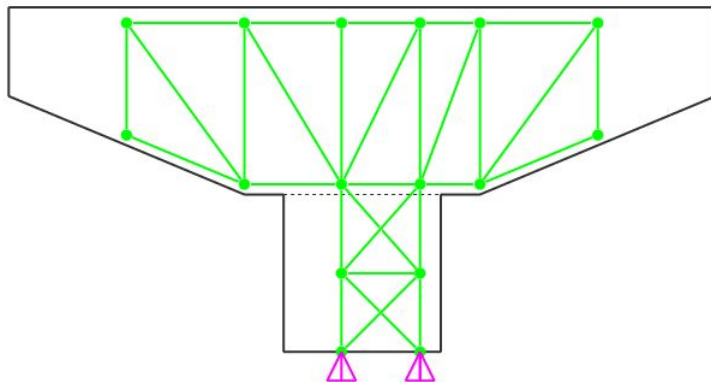
> 기둥 유효폭 산정 기준

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

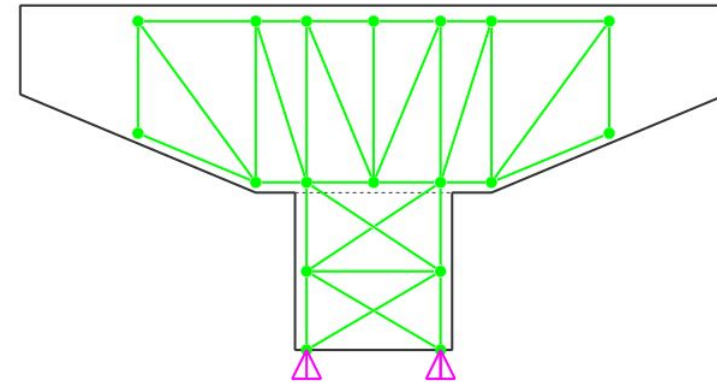
기둥등분



분담하중/작용하중



철근도심



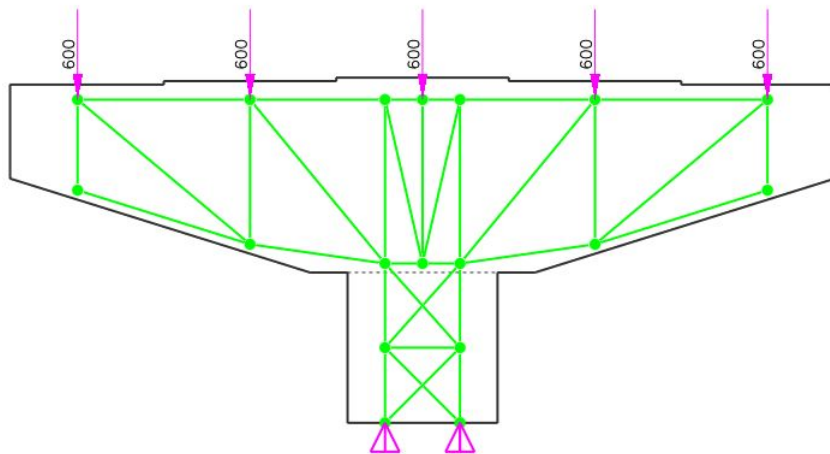
Strut-Tie Model

STM 작성

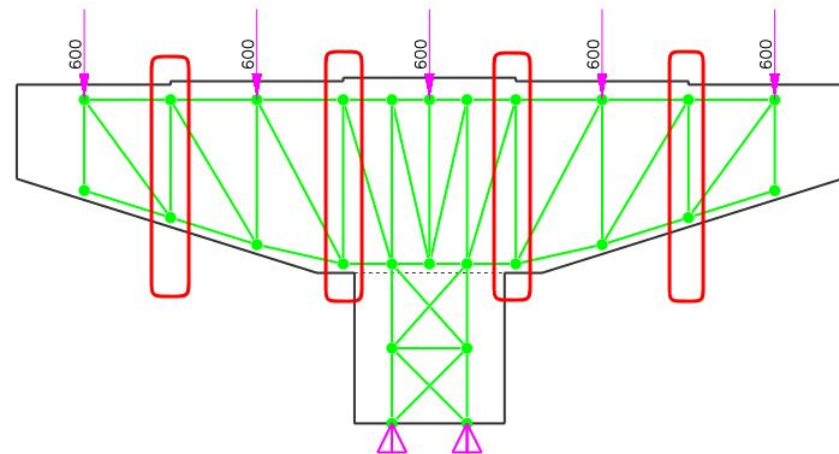
> 하중작용점간 절점 생성

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

적용안함



적용



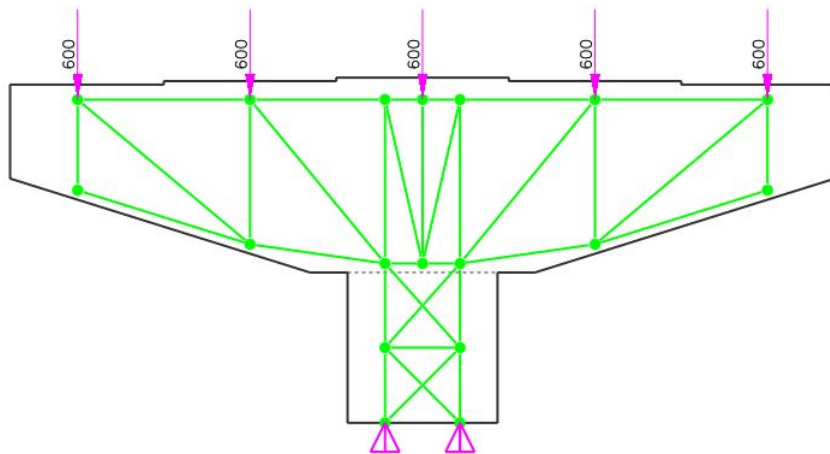
Strut-Tie Model

STM 작성

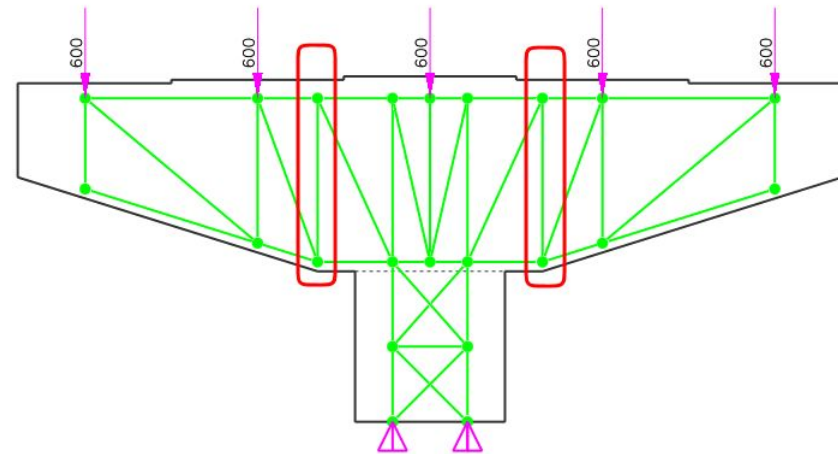
> 단면변화부 절점 생성

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

적용안함



적용



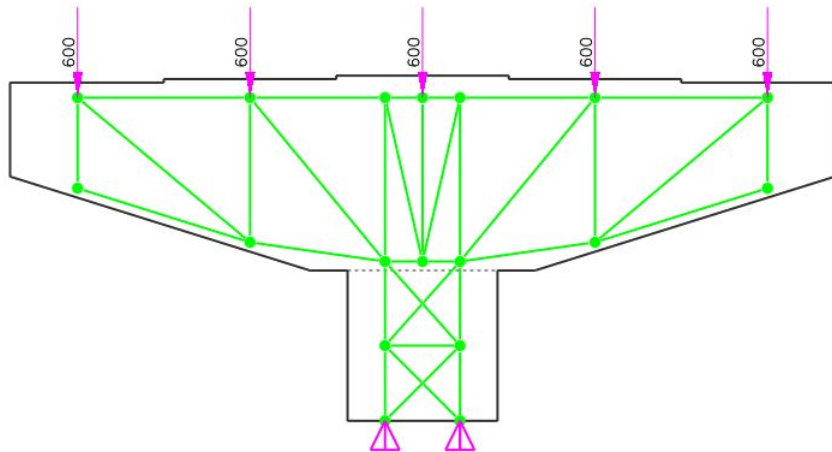
Strut-Tie Model

STM 작성

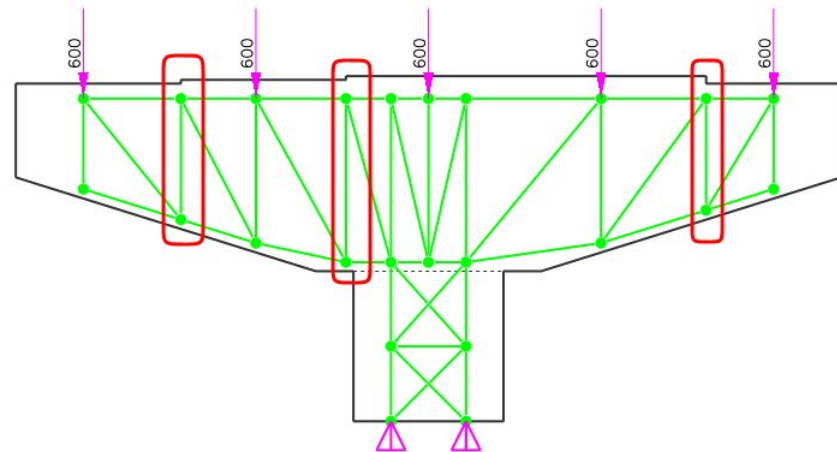
> 교좌면 단차 위치 절점 생성

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

적용안함



적용



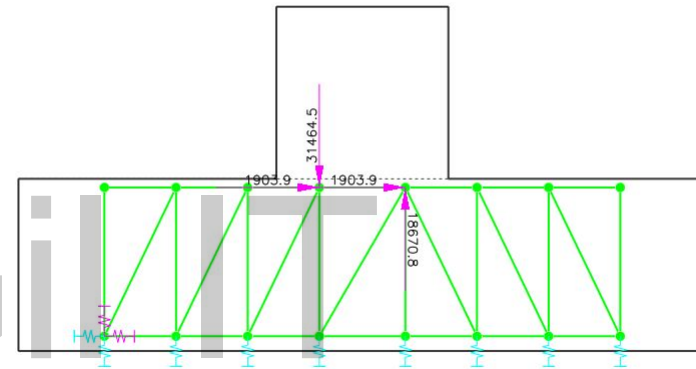
Strut-Tie Model

STM 작성

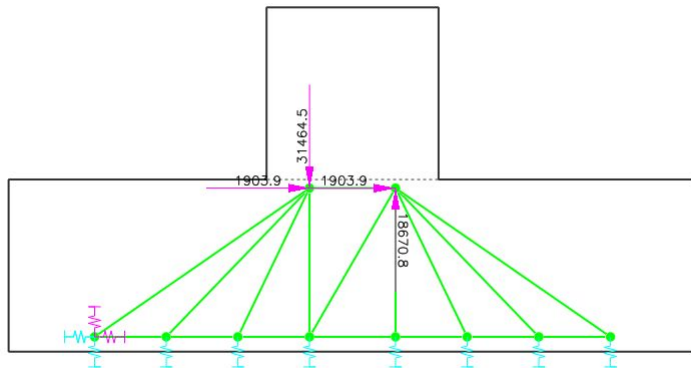
> 기초 상단 절점 생성

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

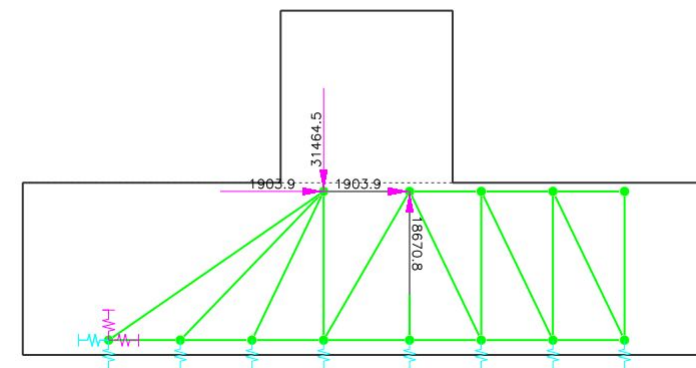
적용



적용안함



인장력작용시

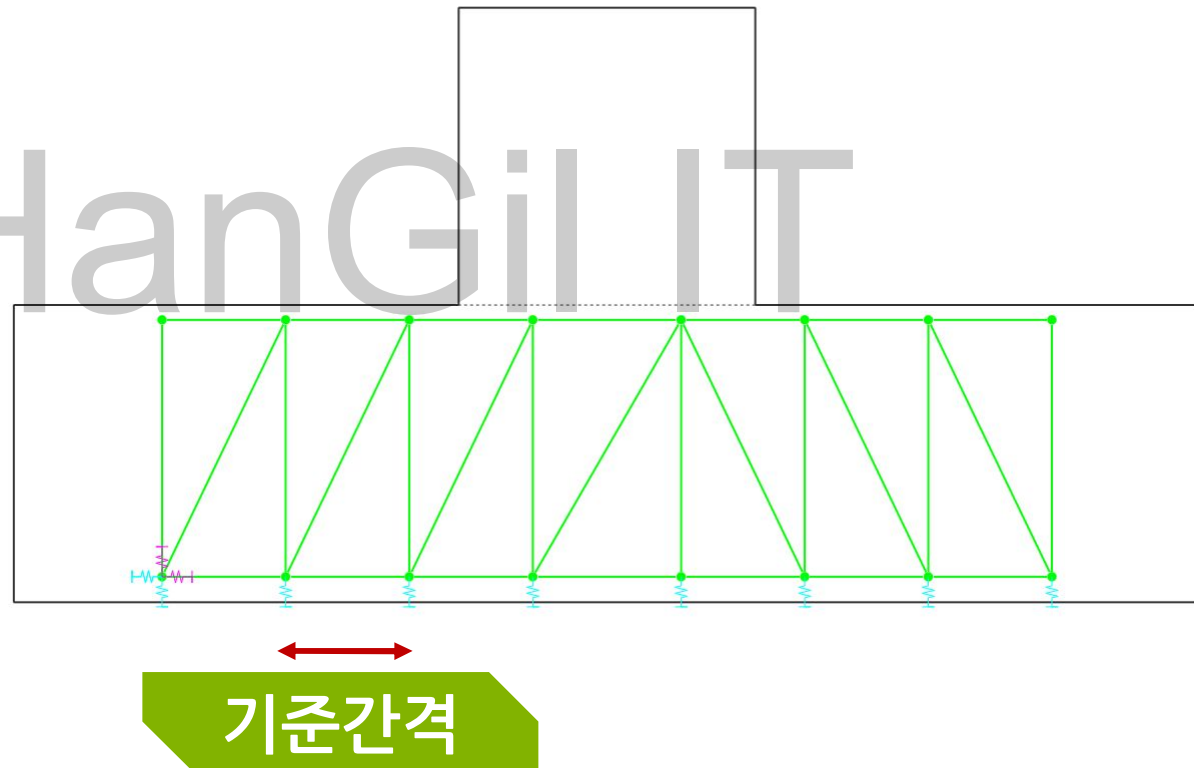


Strut-Tie Model

STM 작성

> 기준간격에 따른 기초Spring 간격 적용

- Spring의 기준간격 입력

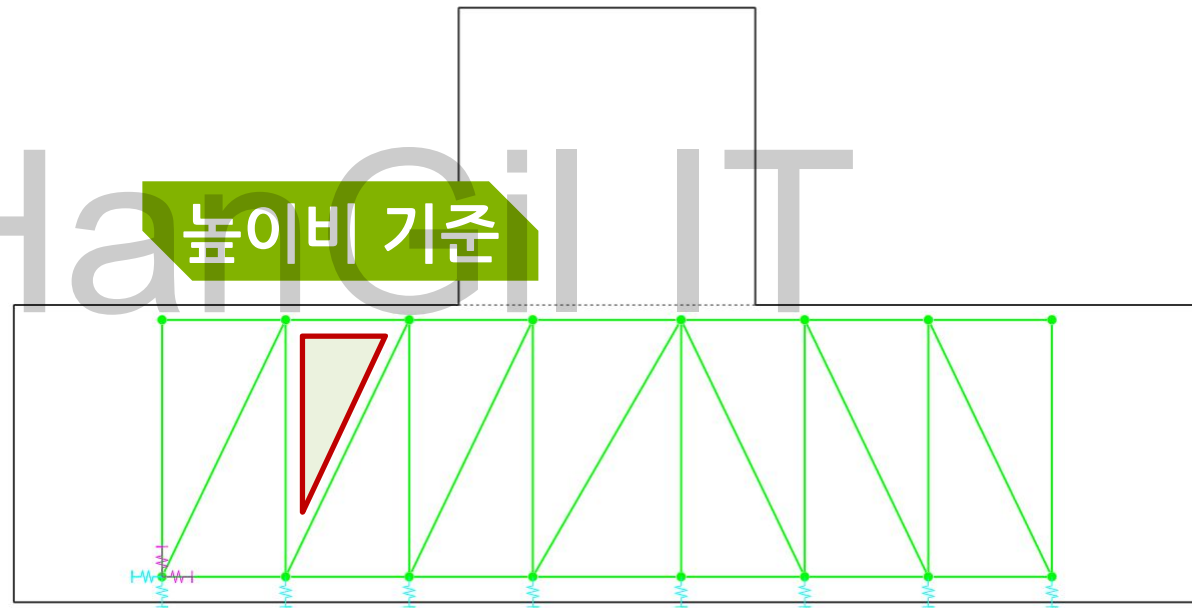


Strut-Tie Model

STM 작성

> 기준간격에 따른 기초Spring 간격 적용

- Node의 절점간격 및 높이비 기준



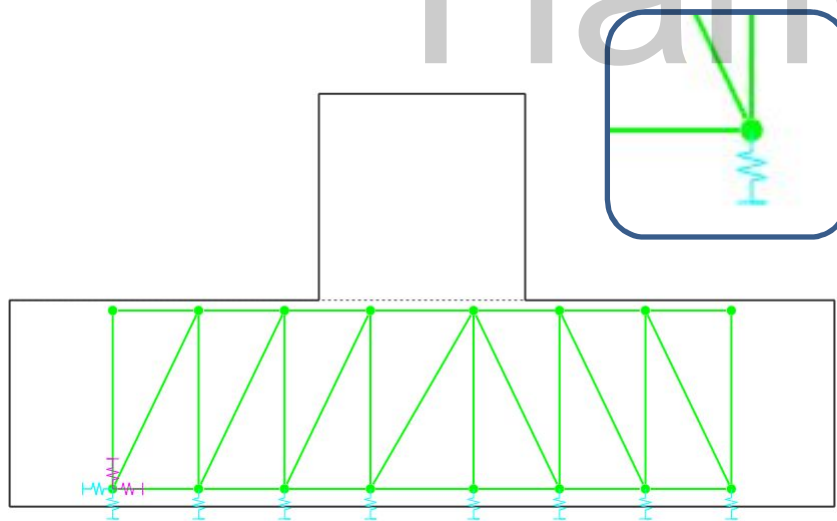
Strut-Tie Model

STM 작성

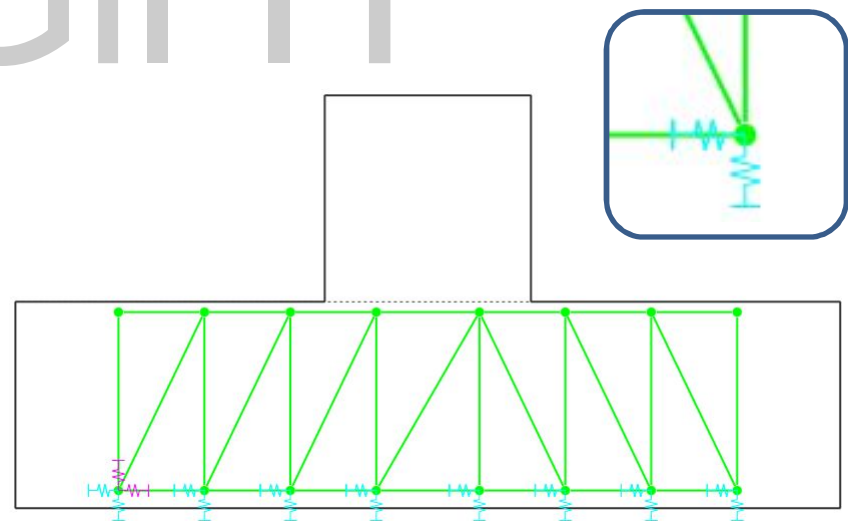
> 수직, 수직&수평 Spring 지원

- 구조물 형상 및 모델링에 따라 설정

적용안함



적용

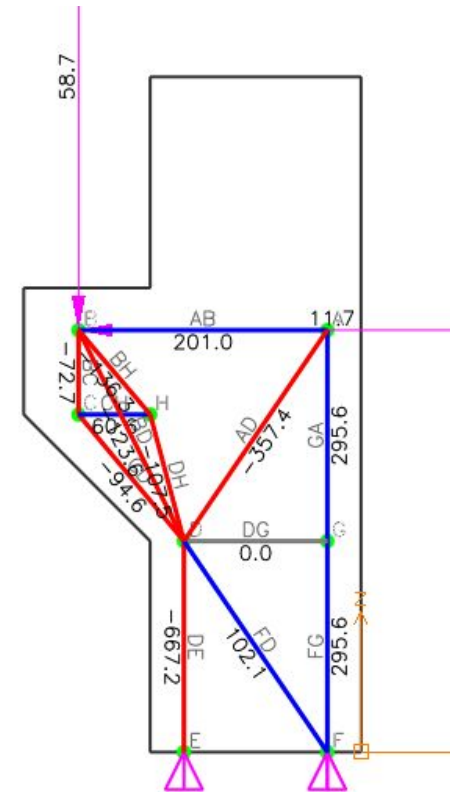
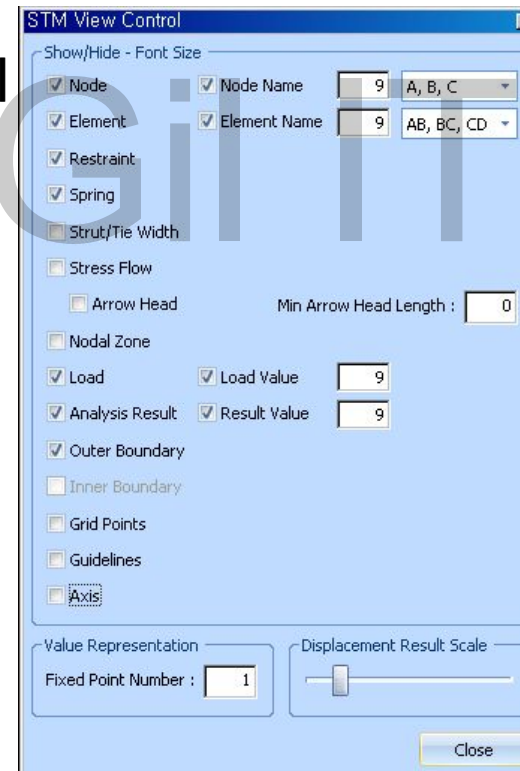


Strut-Tie Model

STM 작성

▶ 모델링의 적정성 판단을 View Control

- Node의 표기방법, 글자크기
- Element의 표기방법, 글자크기
- 구속조건(Restraint, Spring) 표기
- 하중 및 Value 표기여부
- 단면력 및 Value 표기여부
- Grid 및 GuideLines 표기여부
- Strut/Tie 유효폭 표기
- 단면력 소숫점 처리

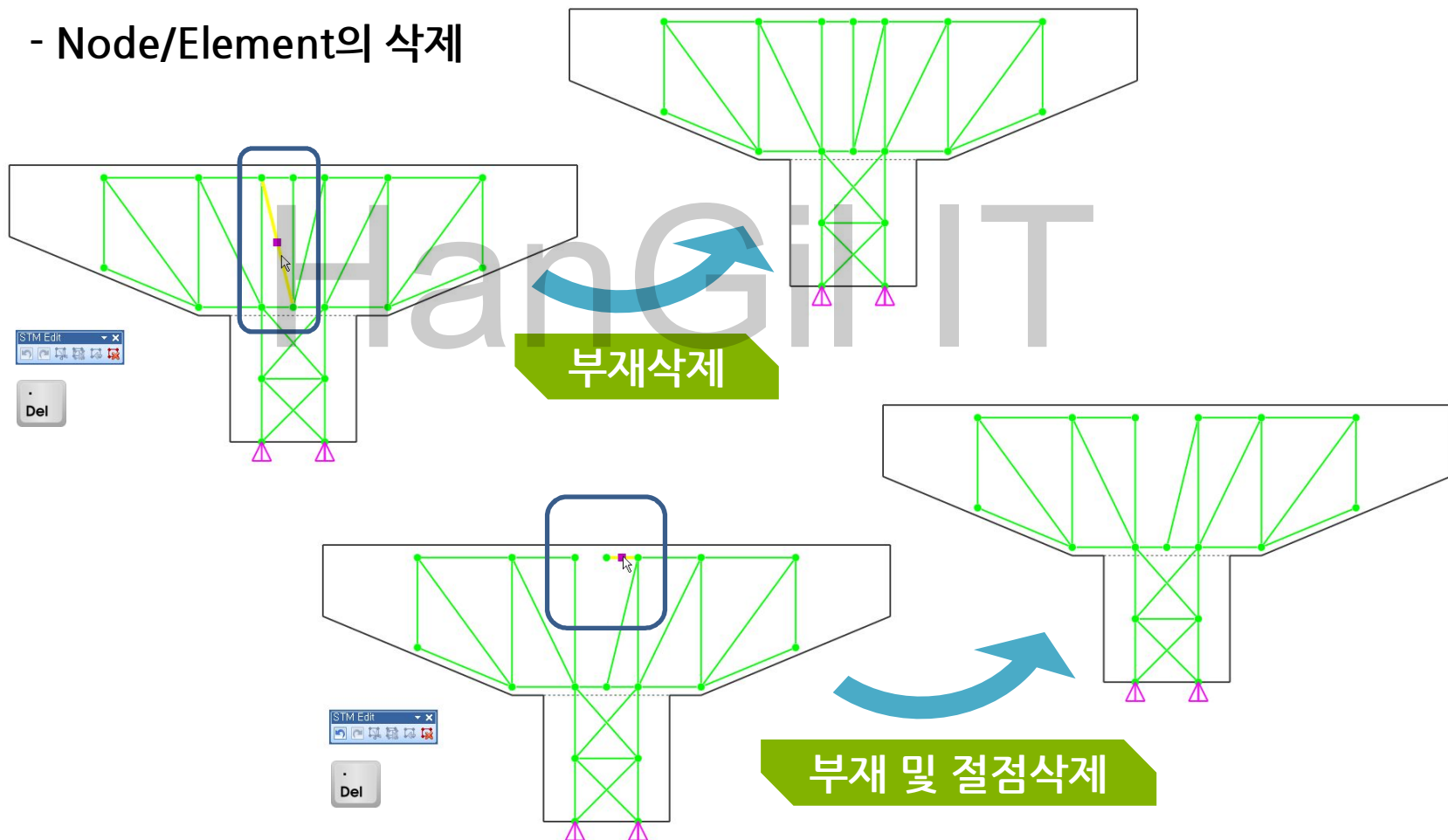


Strut-Tie Model

STM 수동 수정

> Modeling Edit

- Node/Element의 삭제

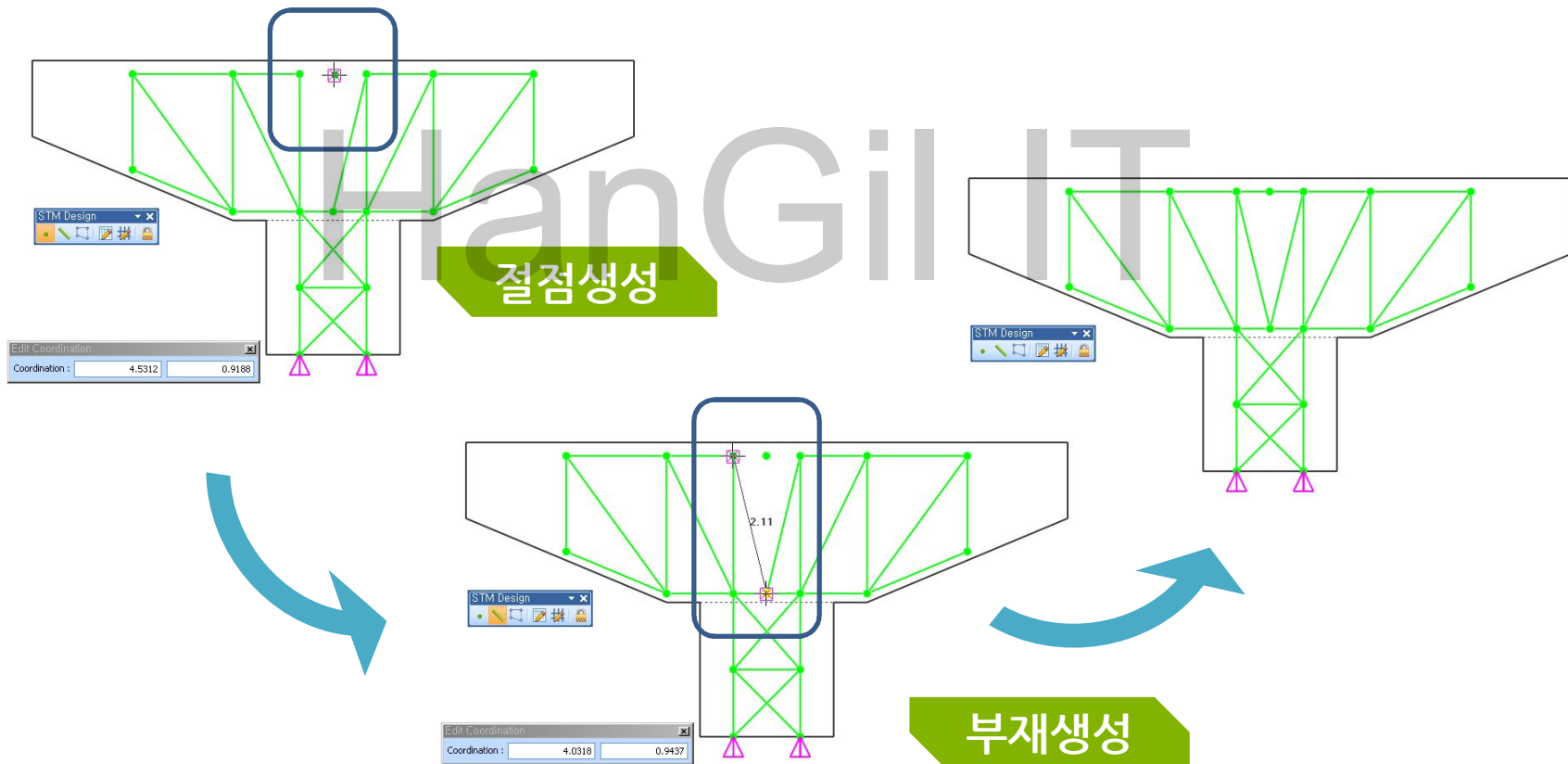


Strut-Tie Model

STM 수동 수정

> Modeling Edit

- Node/Element의 생성

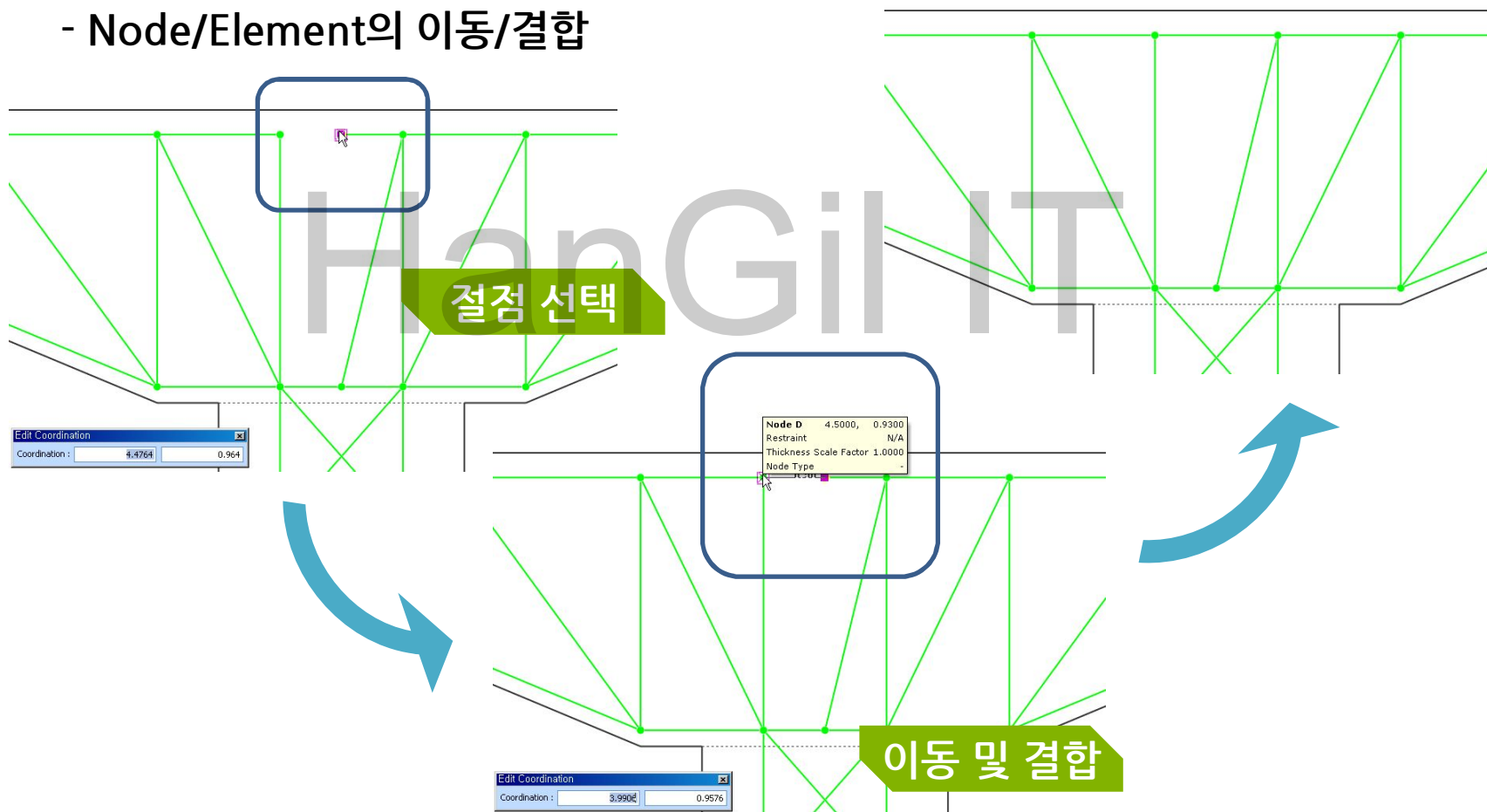


Strut-Tie Model

STM 수동 수정

> Modeling Edit

- Node/Element의 이동/결합

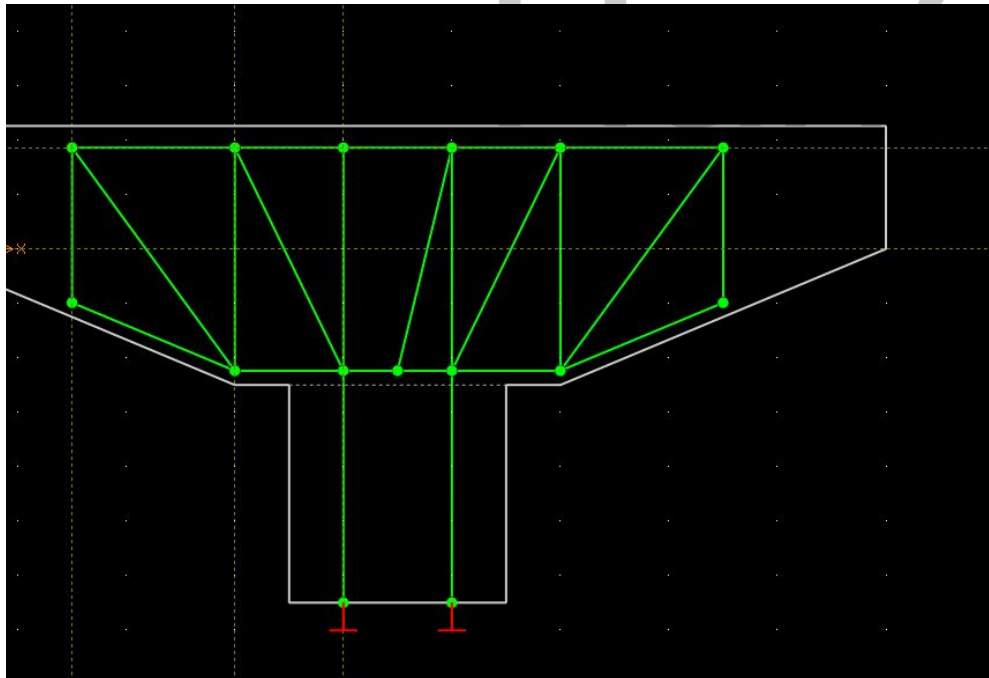


Strut-Tie Model

STM 수동 수정

> Model 수정을 위한 Tool 지원

- Node와 Element 생성시 기준위치
- Grid 간격 및 기준점 자유적용
- 각 방향별 Guideline 추가



Grid Points

Construct Grid Points

Min Grid Spacing

X Direction mm

Y Direction mm

Z Direction mm

Origin Point

X Direction mm

Y Direction mm

Z Direction mm

Guidelines

Construct Guidelines

X Guidelines

Distance from X-Axis mm

Defined Locations

Y Guidelines

Distance from Y-Axis mm

Defined Locations

Z Guidelines

Distance from Z-Axis mm

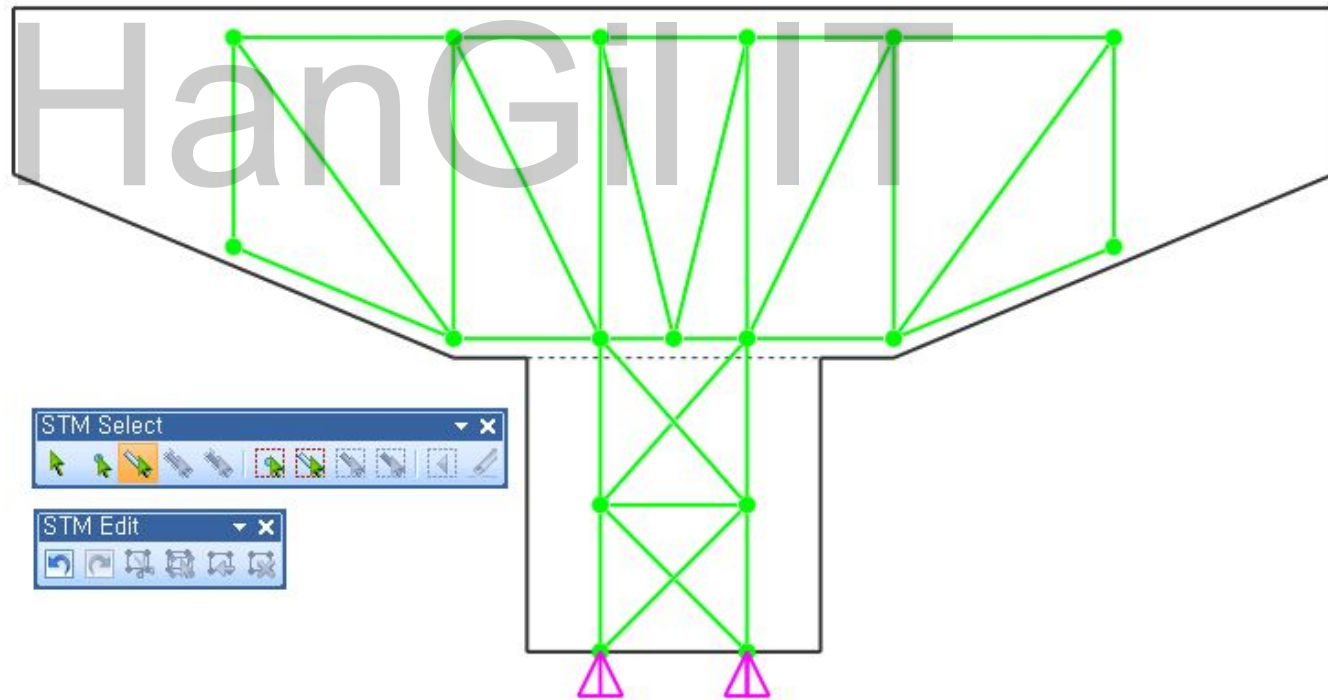
Defined Locations

Strut-Tie Model

STM 수동 수정

> Model 수정을 위한 Tool 지원

- Node와 Element 선택을 위한 Select기능
- 자유로운 수정을 위한 Undo/Redo 기능

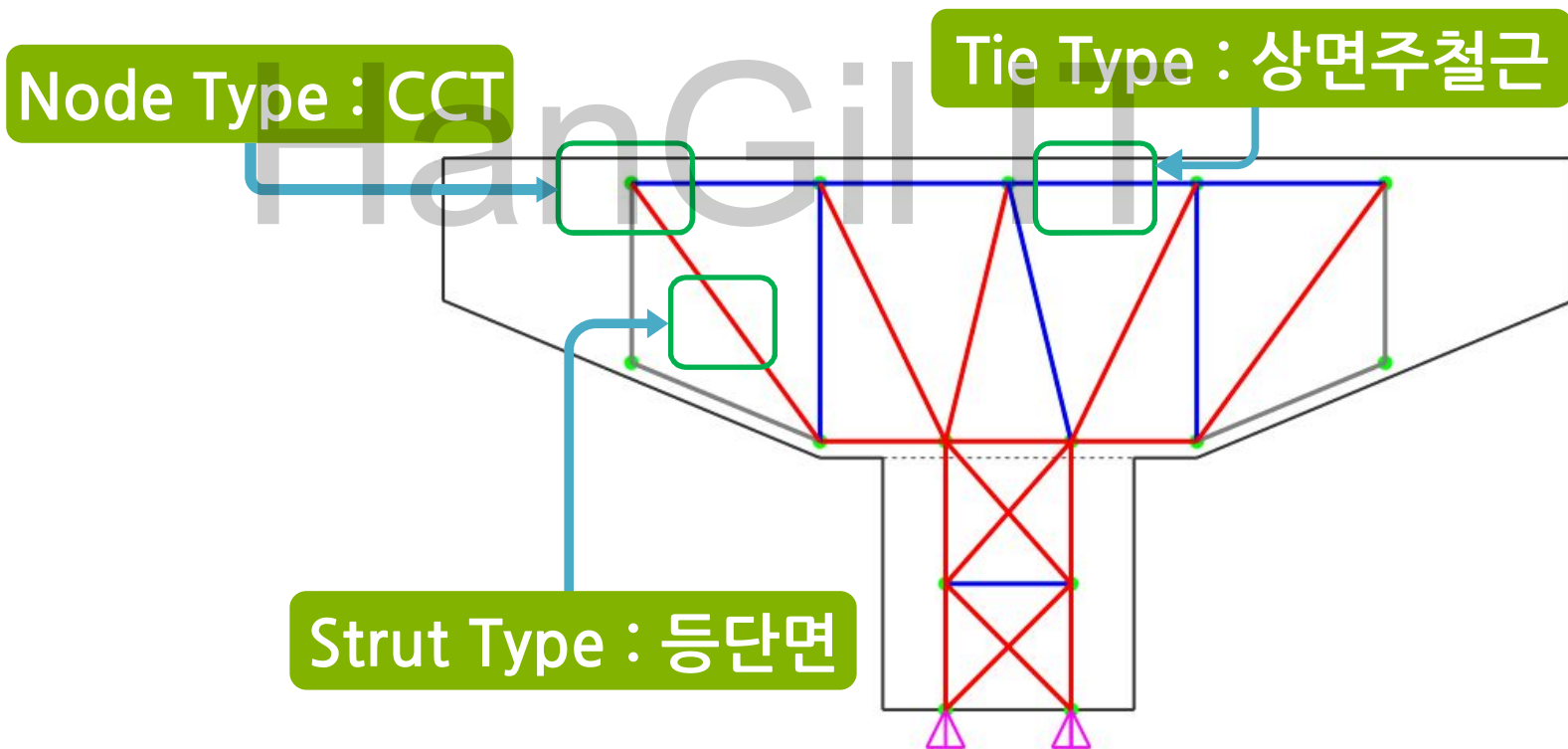


Strut-Tie Model

STM 수동 수정

> Strut Type & Tie Type & Node Type 자동계산

- 해석후 부재의 작용력 및 절점영역 계산에 따라 자동적용

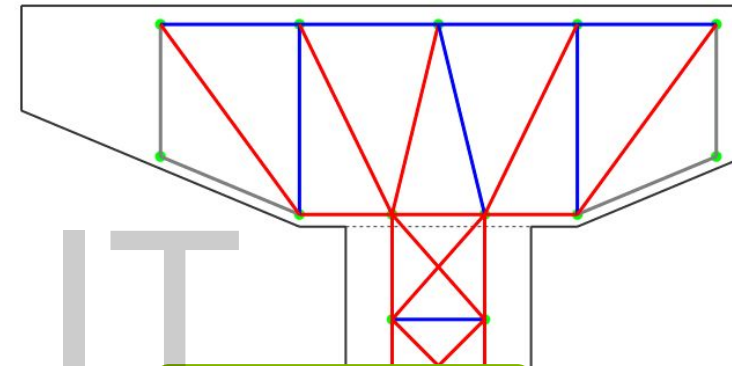


Strut-Tie Model

STM 수동 수정

> Strut Type & Tie Type & Node Type 사용자 적용

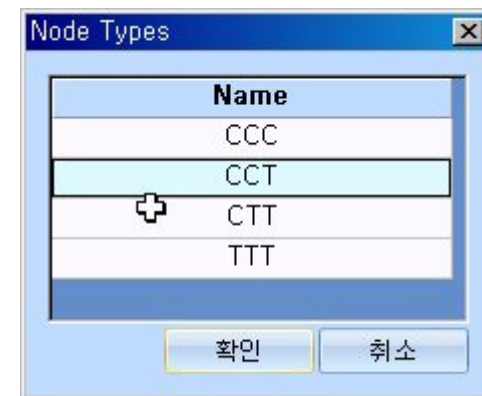
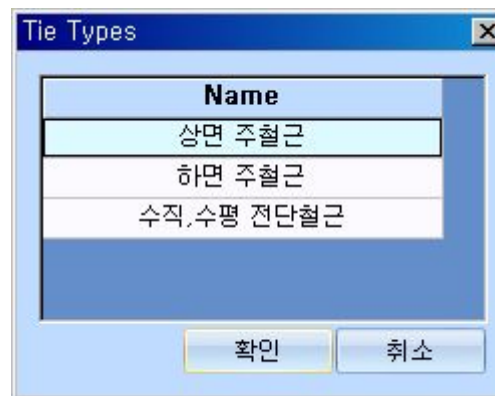
- Strut, Tie, Node 선택후 Type Assign
- Strut, Tie, Node의 개별 및 다중선택 지원



Strut Type

Tie Type

Node Type

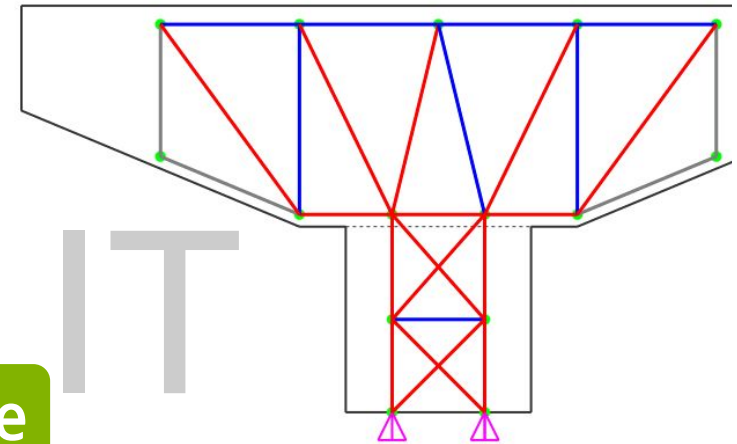


Strut-Tie Model

STM 수동 수정

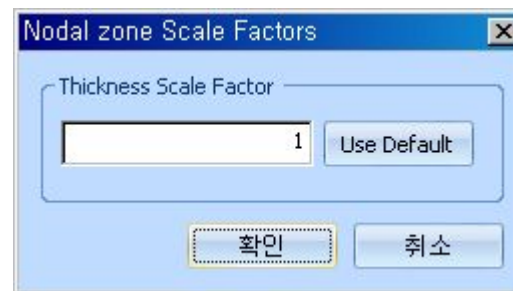
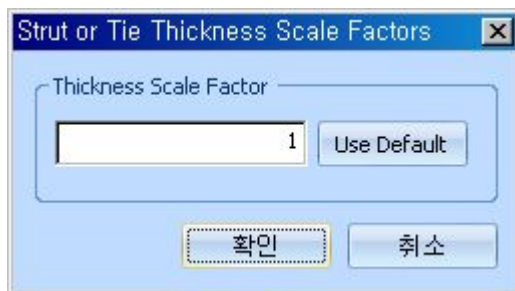
> Scale Factor 사용자 적용

- Node/Element의 두께에 대한 Scale지정



Strut/Tie

Nodal zone



Strut-Tie Model

STM 수동 수정

하중재하판(Bearing Plates) 적용

- 하중재하위치는 자동적용
- 교량받침제원 DB 적용시 해당Size 적용
- 사용자 편집 및 추가 가능

Bearing Plates

Bearing Plates

Vertical Plates

B : 0

L : 0

t : 0

Horizontal Plates

H : 0

L : 0

t : 0

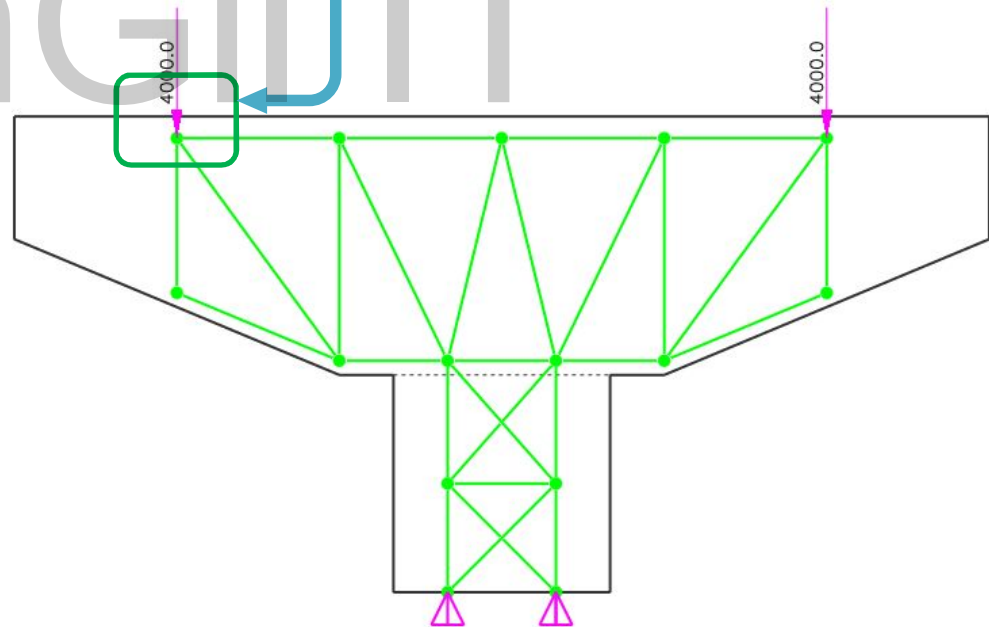
☒ Left ☐ Right

Effective Width for Calculation

Effective Width : 0 mm

확인 취소

Bearing Plates



Strut-Tie Model

STM 수동 수정

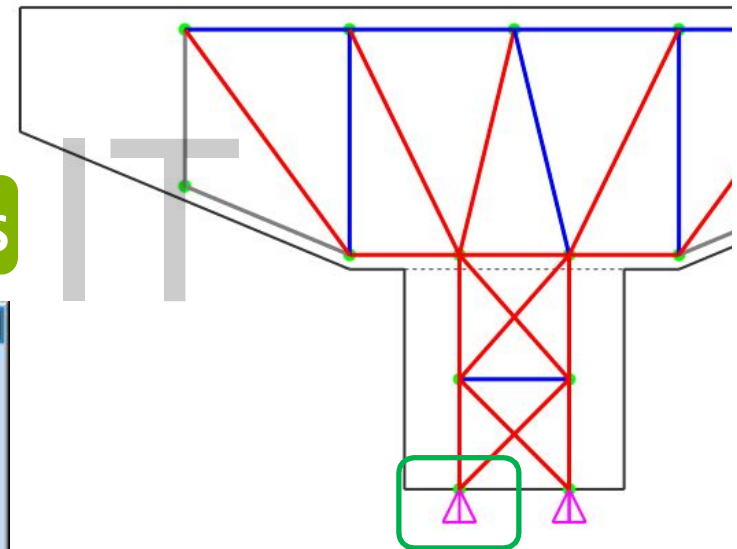
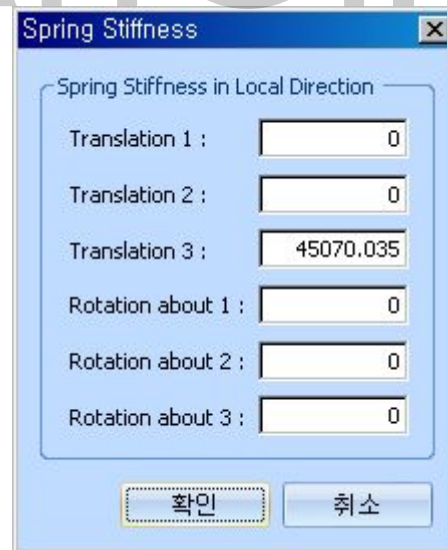
> 구속조건(Restraints/Spring)의 모델링

- 구조물 및 지반조건에 따라 구속조건 자동적용
- 사용자 편집 및 추가 가능

Restraints

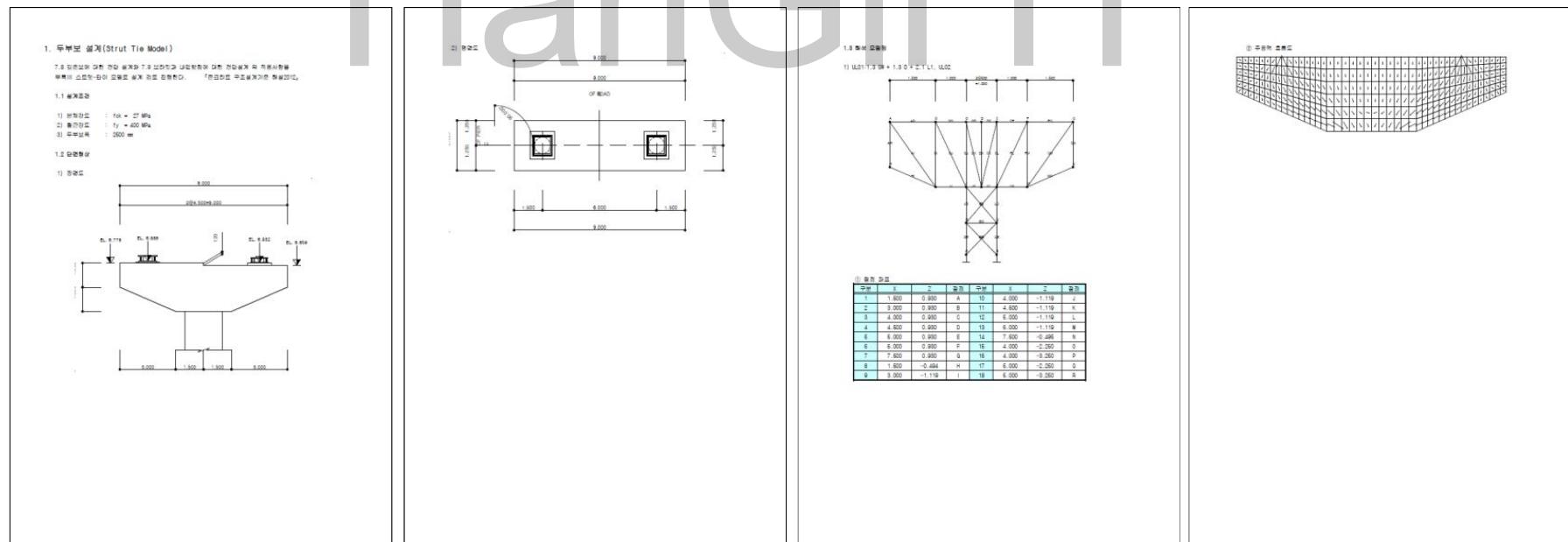


Spring Stiffness



STM 계산서

- 설계조건
- 단면형상
- 해석모델링(응력흐름도)

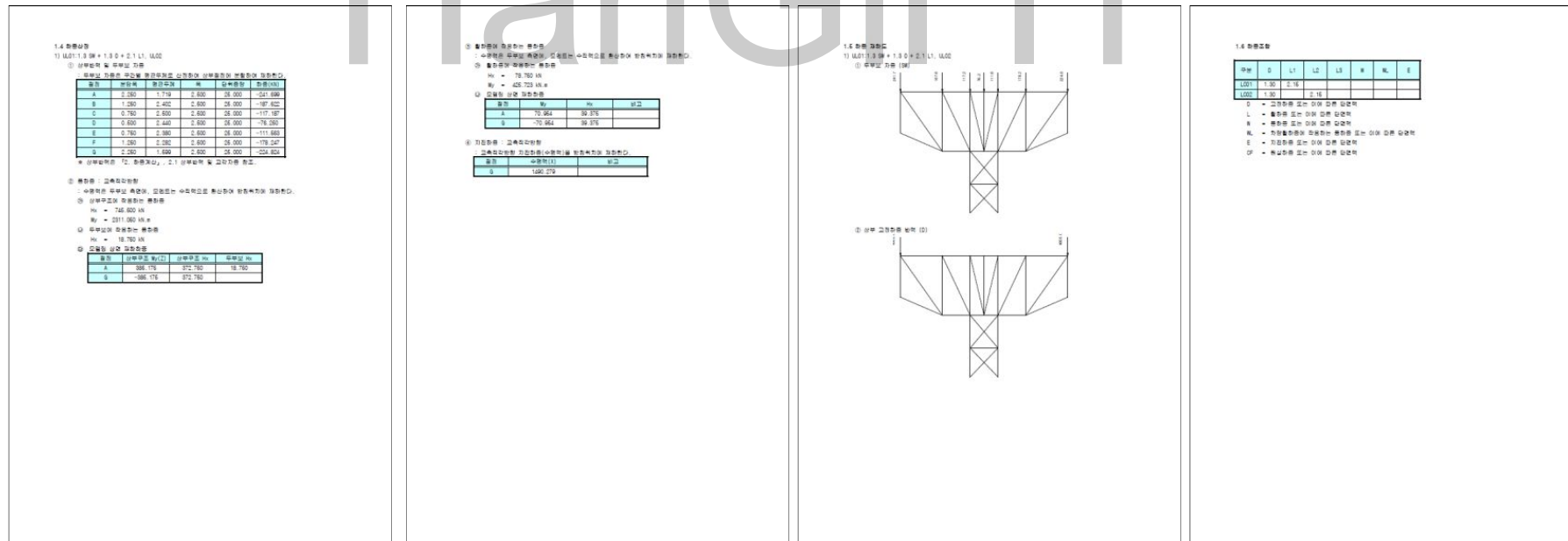


Strut-Tie Model

STM 계산서

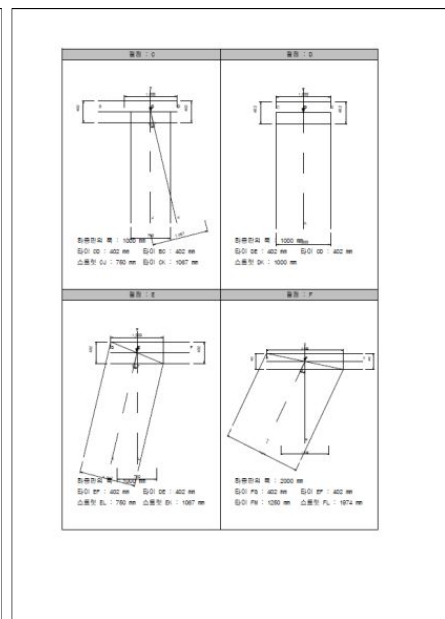
▶ 각 구조별 STM해석 계산서 작성

- 하중산정, 하중재하도



STM 계산서

- 스트럿/타이 단면력
- 철근배치
- 최대유효폭 결정



Strut-Tie Model

STM 계산서

▶ 각 구조별 STM해석 계산서 작성

- 스트럿 강도검토
- 최소철근량의 배근

- 절점영역의 강도검토
- 철근의 정착

1.10 스트럿 강도검토

스트럿이 지주요소를 관통하거나 돌고돌아 하는 돌고돌아형이 일정한 스트럿의 최대 인장력을 초과하지 않는지 검토하는 방법과 같다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.11 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.12 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.11 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.12 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.12 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.13 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.13 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

1.14 절점 강도검토

절점영역의 강도검토는 스트럿의 인장력과 스트럿의 인장력을 고려하여 검토한다.

$$N_{ST} = \frac{P_U}{\phi} \leq P_U$$

$$N_{ST} = 0.086 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.8$$

스트럿 강도 : 1.00
 스트럿 단면적 (mm²) : 0.76
 스트럿 강도 (kN) : 0.80

Strut-Tie Model

적용효과

▶ 효과적인 교대, 교각의 STM 설계

- 하중조합별 모델링
- 응력흐름도 자동생성
- 다양한 모델링 옵션과 모델링 편집기능

구조물과 하중흐름에
따른 스트럿-타이 모델

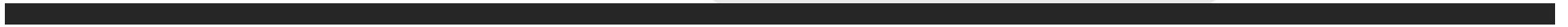
- 계산서 자동 생성
- 빠른 설계검토로 모델링 개선 용이
- 반복작업 감소로 모델링에 집중

효율적인 STM해석

AAbutPier 2014

AAbutPier2014 & Hangil IT

IT



AAbutPier2014 & Hangil IT

제품리스트



AAbutPier2014 Basic

AAbutPier2007 Basic
+ KCI 2012, KR 2010(연성도)

AAbutPier2014 Standard

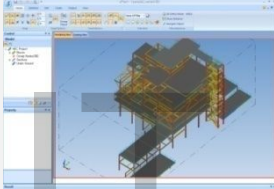
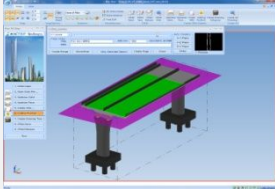
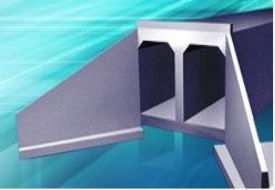
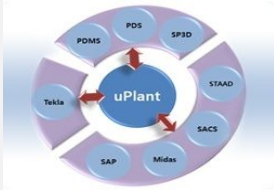
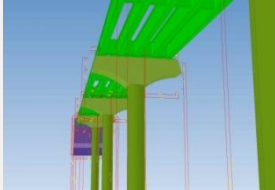
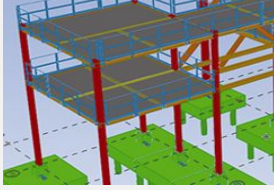
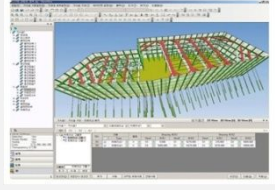
AAbutPier2007 Standard
+ KCI 2012, KR 2010(연성도)

AAbutPier2014 Professional

AAbutPier2007 Standard
+ KCI 2012, KR 2010(연성도)
+ STM Module

AAbutPier2014 & Hangil IT

국내 토목분야 설계자동화에 **필요한 모든 기술을 보유**
주요관공서(도로공사, 농기반공사등) 및 토목 설계 시장 마켓쉐어 90% 이상을 차지

RC 구조		교량		BIM	
ARcStructure		ARoad	AAbutPier	3D 모델링	PSC Box 3D
					
ACulvert		APlate	ARcBridge	데이터 호환	Sub Structure 3D
					
AWall		ABeamDeck	ABimTemp	기초 3D	가시설 3D
					

한길 BIM

현재 국내 토목설계환경

1. BIM으로 급변하는 세계 설계 환경에 대응
2. 국내 건설시장의 불황 극복
3. 설계분야의 세계시장 진출

한길아이티는

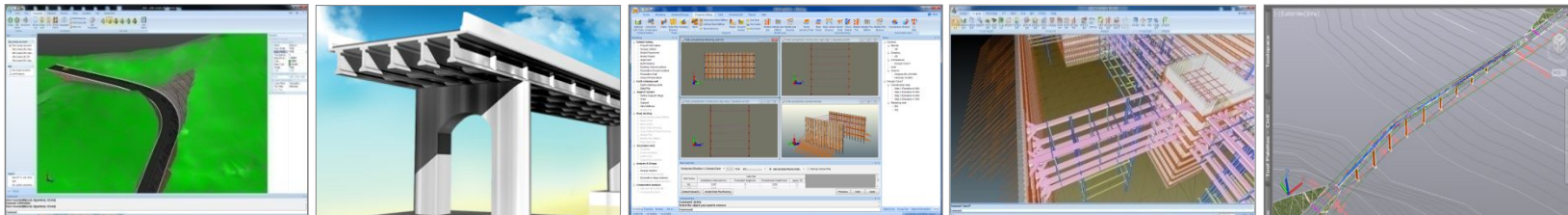
2D 자동화 기술을 바탕으로
BIM 기술력확보에 주력하고 있으며
이를 바탕으로 전문화된 BIM Solution을 개발하여
국내토목분야 최초로
BIM Software를 출시하여
업계를 리드하는 기술력을 확보

토목설계의 새로운 성장동력은 **BIM**이다

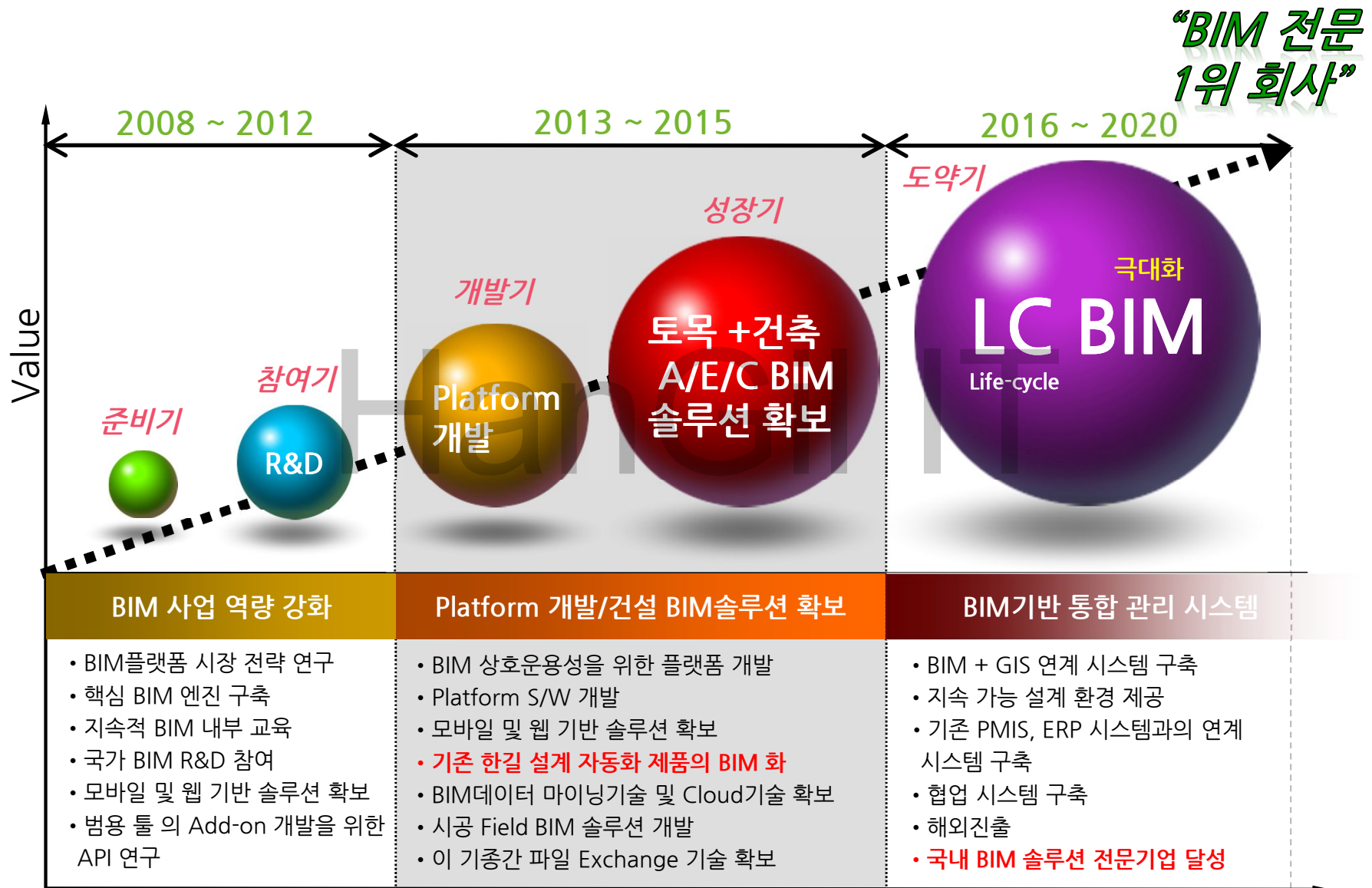
한길 BIM

한길은 건설, 설계시장의 미래성장동력인 BIM을 위하여

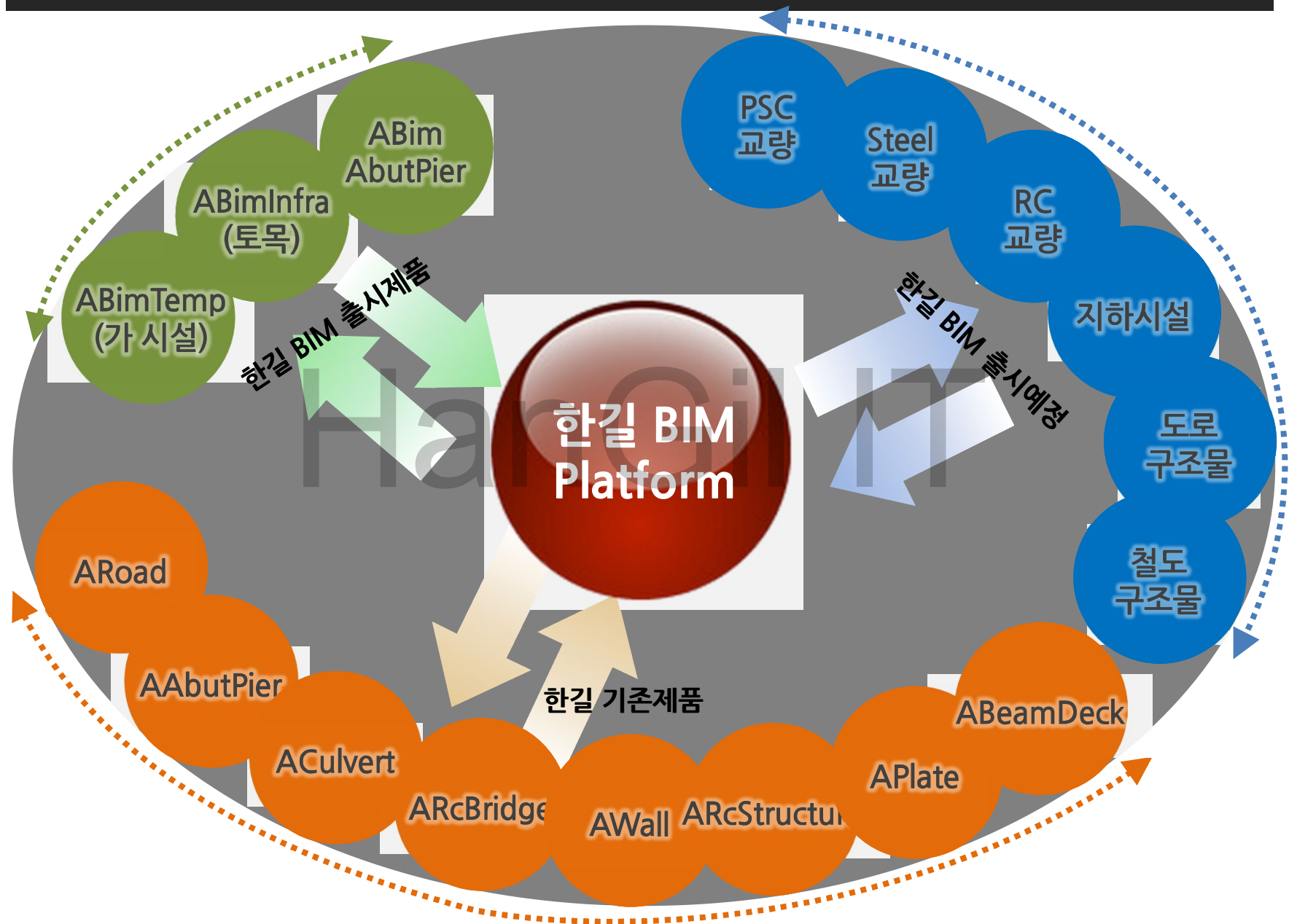
1. 설계 자동화 분야 국내 1위 업체로서의 기술력 확보
2. 자체 2D/3D 엔진 보유
3. 토목분야 국내 최고의 정보화 기술 보유
4. 특화된 속성정보 핸들링 기술로 고객 customizing 기술이 뛰어나다
5. 이종간 BIM 상호운용성 기술이 뛰어나다
6. 구조계산, 도면출력, 물량산출에 독보적 노하우를 가지고 있다
7. Mobile, Cloud, Platform, GIS 기술 확보
8. 전문화 및 특화된 BIM Software의 개발



한길 BIM의 중장기 로드맵

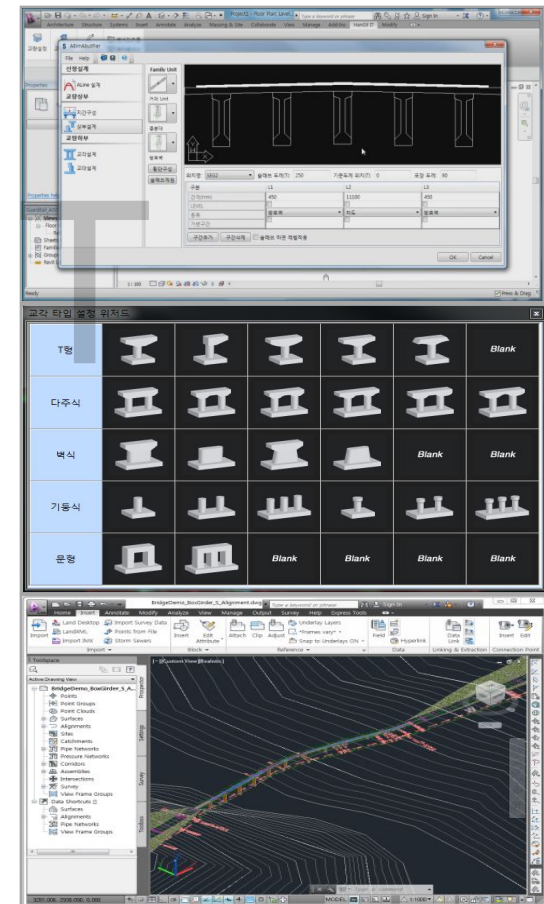
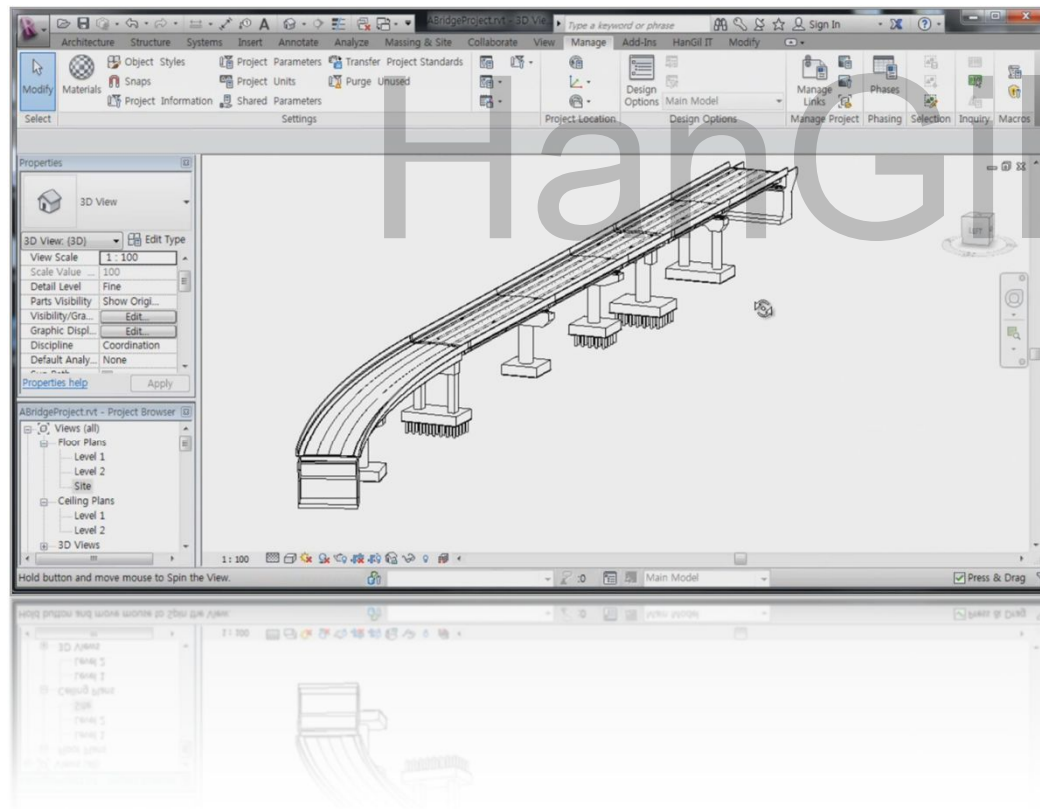


한길 BIM의 제품 구성 플랫폼



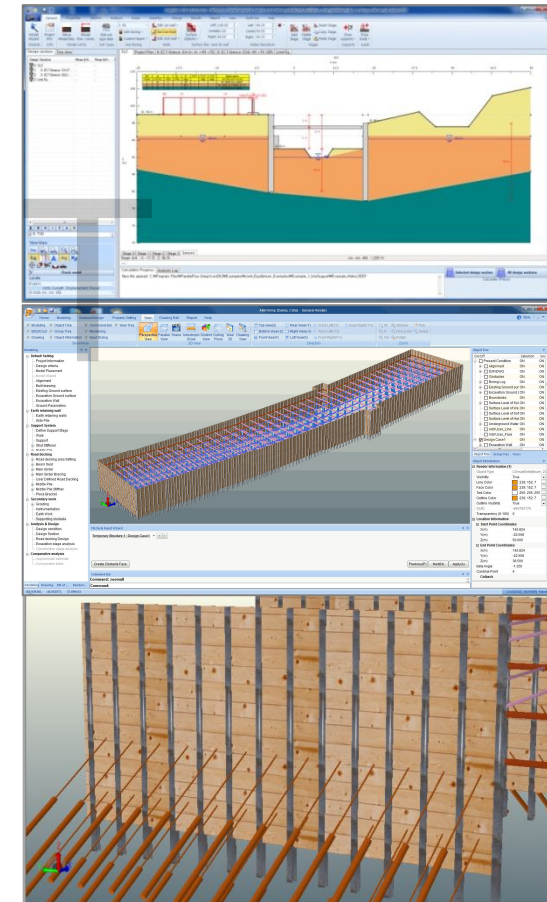
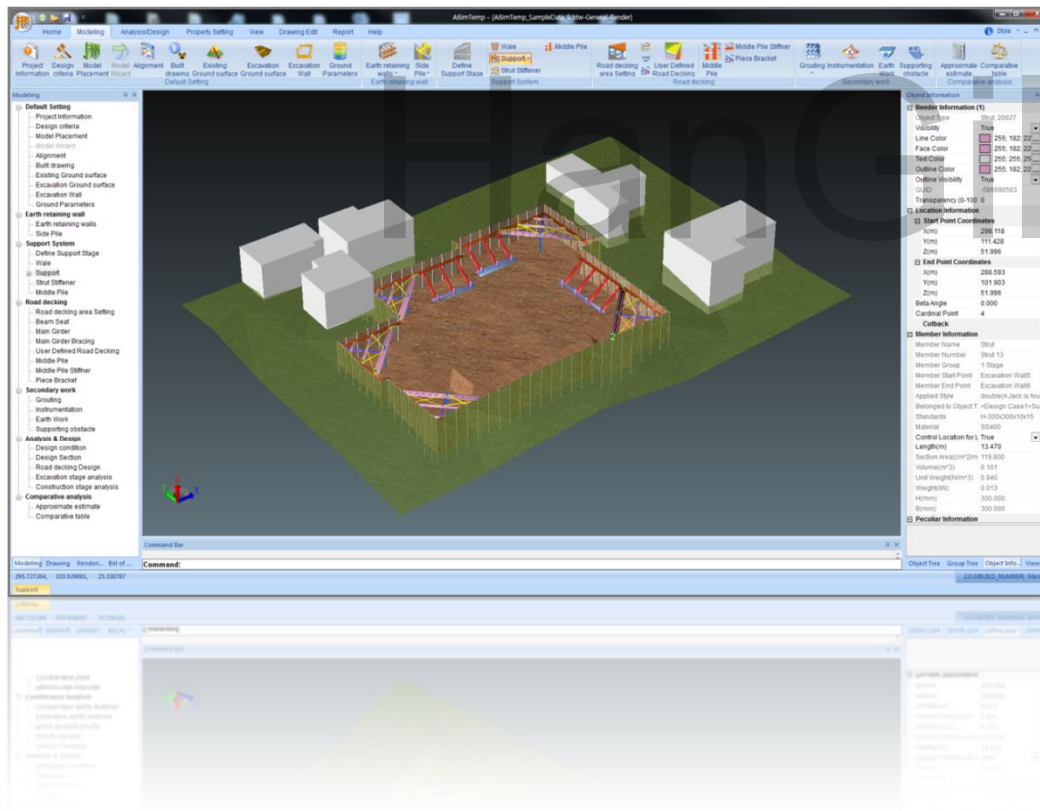
한길 BIM 제품 소개 : ABimAbutPier

- 교대, 교각의 Autodesk Revit 기반의 자동화 모델러 Software
- 간단한 조작으로 AAbutPier에서 설계한 결과를 BIM모델로 빠르고 간편하게 변환



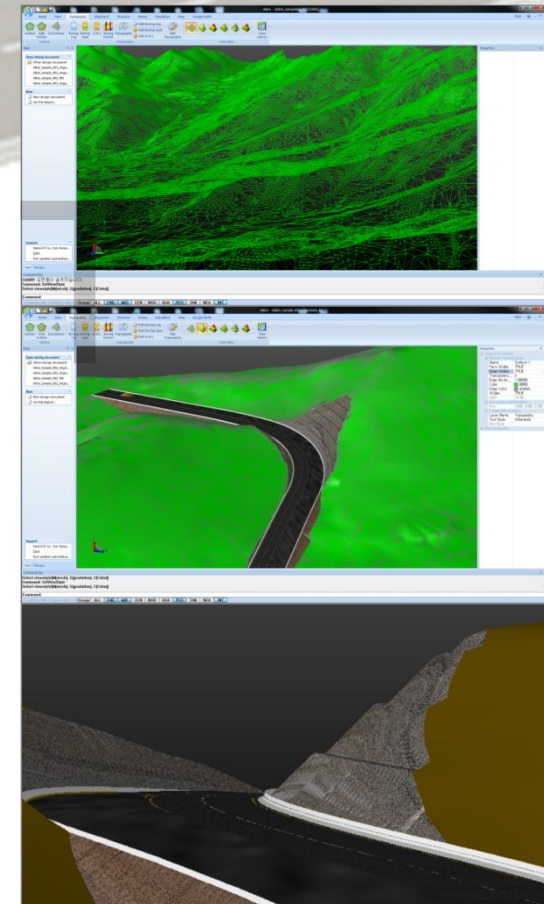
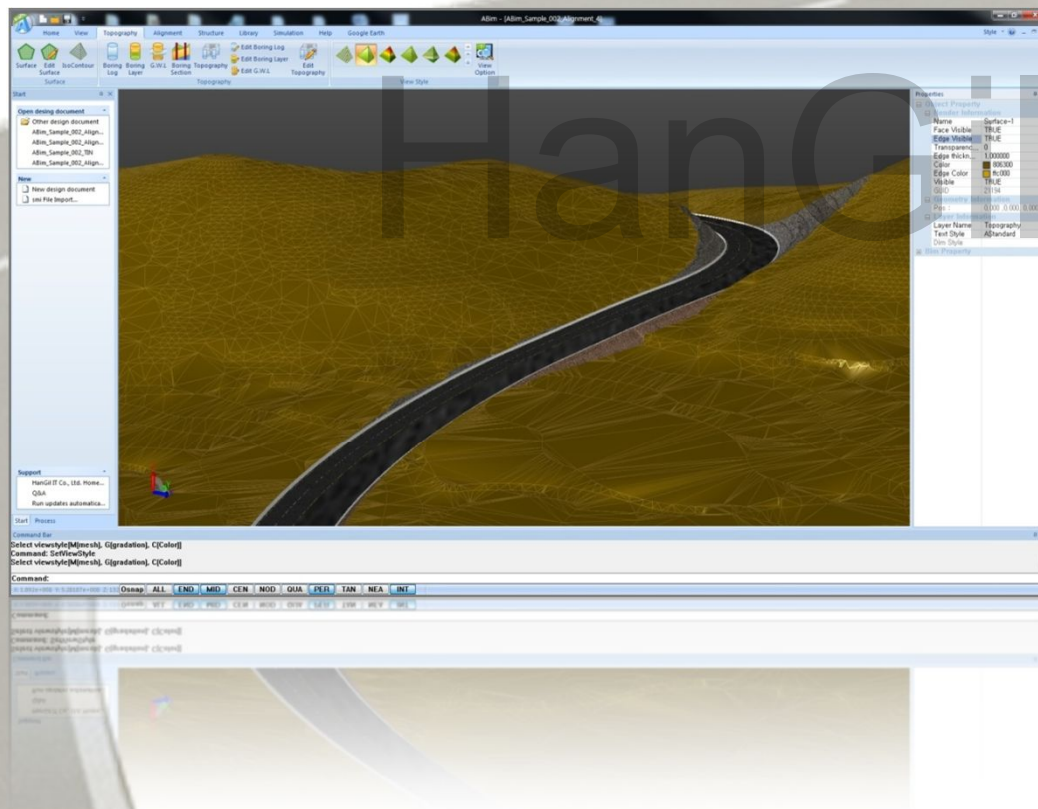
한길 BIM 제품 소개 : ABimTemp

- 3D 모델링, 해석, 설계, 수량, 도면을 통합하여 제공하는 세계 최초의 흙막이 BIM Software
- LSD, LRFD, ASD가 탑재되어 모든 설계법으로 해석이 가능한 Software
- 해외에서 사용하는 흙막이공법을 탑재하여 해외에서 사용이 가능한 Software
- 다양성, 사용성을 고려한 가설흙막이의 Optimum Design Software



한길 BIM 제품 소개 : ABim

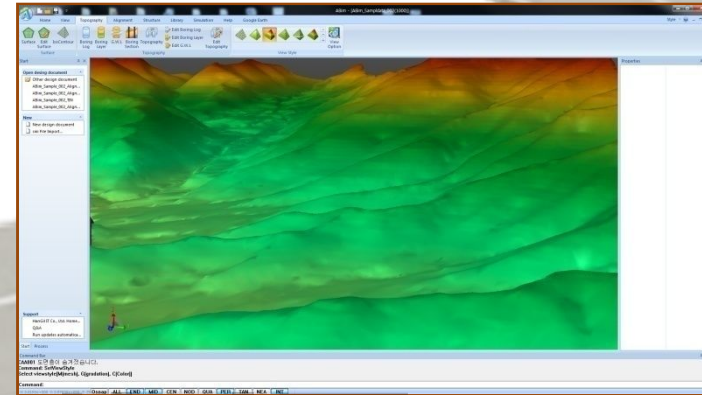
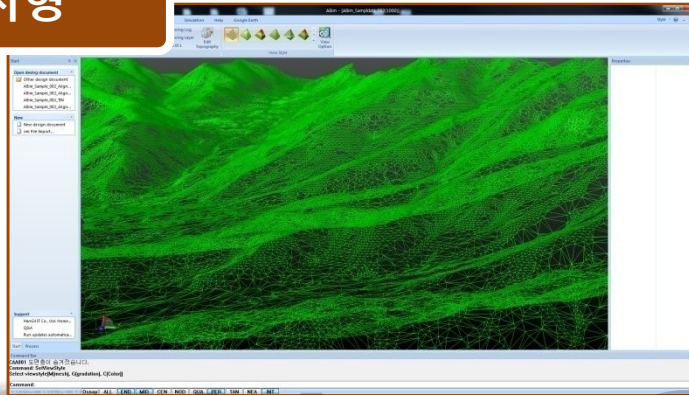
- Infra의 기본인 3D 지반 및 지층모델을 쉽고 빠르게 생성하는 BIM Software
- 간단한 조작으로 3D 도로를 자동으로 생성하는 BIM Software
- 설계에 필요한 다양한 정보를 제공하는 BIM Software
- 한길제품 군과 연계를 통하여 기획에서 실시설계까지 활용할 수 있는 BIM Platform



한길 BIM 제품 소개 : ABim

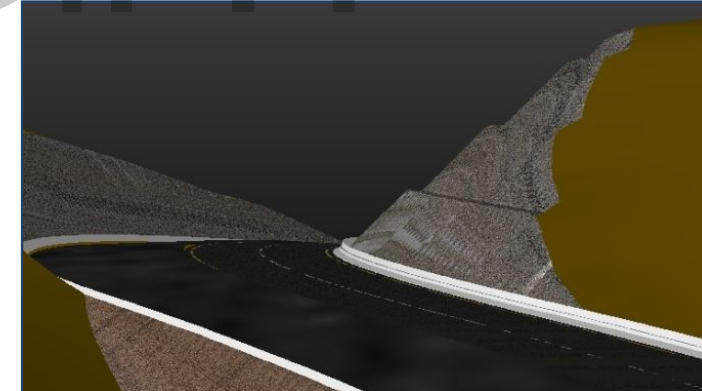
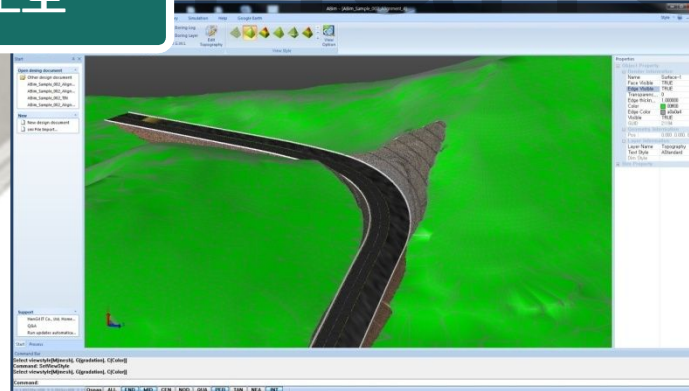
3D 지형

- 8가지의 다양한 지반 표현



3D 도로

- 소단을 고려한 3D 도로의 자동생성



- 이외에도 편리한 구조물입력, 다양한 설계데이터 생성기능 제공

thank you.

국내 1위의 설계 자동화 S/W 개발 전문업체
국내 최고의 BIM 솔루션 개발 전문업체
