

APlate

-

-

1.	.....	1
1.1	.....	1
1.2	.....	1
1.3	.....	2
1.4	.....	2
1.5	.....	3
1.6	.....	3
1.7	.....	4
1.8	.....	4
1.9 PS	.....	4
2.	.....	5
2.1	.....	5
2.2	.....	9
2.3	.....	9
2.3.1	.....	9
2.3.2	.....	10
2.3.3	.....	10
2.3.4	.....	11
2.4.	.....	11
2.5.	.....	12
2.6	.....	12
2.7	.....	13
2.8	.....	14
2.9	.....	14
3.	.....	15
3.1	[]	15
3.2	.....	17
3.3	.....	18
3.4	.....	19
3.5	[]	20
3.6	.....	21
4.	.....	22
4.1	.....	22
4.2	.....	24
5.	.....	26
5.1 3D FRAME	.....	28
5.2 (K)	.....	32
5.3	.....	33
5.4	.....	34
6.	.....	37
6.1	.....	38

6.2	.....	39
6.3	.....	40
6.4	.....	41

1.

1.1

설계조건		
교량 제원	설계 조건	재료의 물리상수 | 재료의 단위중량 | 허용 압축응력 | 허용 인장응력 | 허용 전단응력
구 분	설 정	단 위
교량형식	판형교	
교량연장	$50.100 + 50.100 = 100.200$	m
평면선형	클로소이드	
교량폭원	12.400	m
사각	90	°

구조계산의 도입부가 되는 부분으로 일반입력과 상세입력부분에서 이미 설정된 교량의 제원을 보여 줍니다. 별도로 입력하거나 수정 없이 이미 입력된 사항을 확인합니다.

변경을 원할 경우 **[교량시점 및 해석방법]**, **[지간 구성 입력]**, **[지점각도 입력]** 또는 **[기초자료]**에서 수정 합니다.

1.2

설계조건					
교량 제원	설계 조건	재료의 물리상수	재료의 단위중량	허용 압축응력	허용 인장응력 | 허용 전단응력
구 분		설 정		단 위	
교량등급		1 등급			
설계하중	DB 하중	Pf	24	kN	
		Pr	96	kN	
	DL 하중	W	12.7	kN/m	
		Pm	108	kN	
		Ps	156	kN	

[도로교 작용 활하중]

단면검토시에 사용되는 설계하중을 설정하는 부분으로 기초자료에서 이미 설정된 교량의 제원을 보여 줍니다. 별도로 입력하거나 수정 없이 이미 입력된 사항을 확인합니다. 변경을 원할 경우 **[교량시점 및 해석방법]**, **[교량등급]**에서 수정 합니다.

1.3

설계조건						
교량 제원	설계 조건	재료의 물리상수	재료의 단위중량	허용 압축응력	허용 인장응력	허용 전단응
구 분			설 정	단 위		
콘크리트	Fck		27	MPa		
	Fci		28	MPa		
철근	Fy		400	MPa		
	Fsa		160	MPa		
강재	주부재		SM490B			
	부부재		SM400B			
탄성계수	콘크리트 Ec			MPa		
	철근 Es			MPa		
	강재 Est		25000	MPa		
	탄성계수비 n		200000			
재료의 물리적 특성	건조수축계수 εs		210000			
	선 팽창계수 α		8			
	바닥판 콘크리트의 크리프 φ1		0.00027			
	바닥판 콘크리트의 건조수축 φ2		1.2e-005			
	바닥판 콘크리트와 강형과의 온도차		2	℃		

사용된 재료에 대한 물리상수를 확인하는 부분으로, 국내의 현행 시방규정에 널리 사용하는 값을 기본으로 설정하였으며, 설계자 의도에 따라 변경 가능합니다.

이미 설정된 항목은 **[기초자료]** 입력 창에서 수정합니다.

1.4

교량 제원	설계 조건	재료의 물리상수	재료의 단위중량	허용 압축응력	허용 인장응력
구 분		단위중량		단 위	
강 재		78.5		kN/m³	
알미늄		28		kN/m³	
철근콘크리트		25		kN/m³	
자갈·쇄석		19		kN/m³	
시멘트 모르터		21.5		kN/m³	
목재		8		kN/m³	
역형재(방수용)		11		kN/m³	
포장		23		kN/m³	
무근 콘크리트		23.5		kN/m³	

[도로교 SI 단위중량]

[기초자료] 입력에서 이미 설정된 재료의 단위중량을 확인하는 부분으로, 이미 설정된 항목은 **[기초자료]** 입력 창에서 수정합니다. 시방서의 규정치가 기본적으로 설정되어 있습니다.

1.5

교량 제원 | 설계 조건 | 재료의 물리상수 | 재료의 단위중량 | 허용 압축응력 | **허용 인장응력** | 허용 전단응력 | 참고문헌

강종 판두께	SS400, SM400 SMA400	SM490	SM490V, SM520 SMA490	SM570 SMA570
40이하	140 : $e/r \leq 20$	190 : $e/r \leq 15$	210 : $e/r \leq 14$	260 : $e/r \leq 18$
	140-0.84($e/r-20$) :	190-1.3($e/r-15$) :	210-1.5($e/r-14$) :	260-2.2($e/r-18$) :
	20 < $e/r \leq 93$	15 < $e/r \leq 80$	14 < $e/r \leq 76$	18 < $e/r \leq 67$
	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
40초과 75이하	6,700+(e/r) ² :	5,000+(e/r) ² :	4,500+(e/r) ² :	3,500+(e/r) ² :
	93 $\leq e/r$	80 $\leq e/r$	76 $\leq e/r$	67 $\leq e/r$
	130 < $e/r \leq 20$	175 < $e/r \leq 15$	200 : $e/r \leq 14$	250 : $e/r \leq 18$
	130-0.75($e/r-20$) :	175-1.1($e/r-15$) :	200-1.4($e/r-14$) :	250-2.1($e/r-18$) :
	20 < $e/r \leq 97$	15 < $e/r \leq 83$	14 < $e/r \leq 78$	18 < $e/r \leq 69$
	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
	7,300+(e/r) ² :	5,300+(e/r) ² :	4,900+(e/r) ² :	3,700+(e/r) ² :
	97 < e/r	83 < e/r	79 < e/r	69 < e/r
비 고	e : 부재의 유효좌굴 길이 (mm) r : 부재 종단면의 단면회전반경 (mm)			

주) TMC 강재일 경우에는 판두께에 상관없이 판두께 40 mm 이하에 해당하는 값을 적용한다.

사용 강종별 허용 축방향 압축응력을 확인하는 부분으로 현행 시방서 규정을 보여줍니다.
시방서의 규정을 기본으로 설정하고 있으므로 수정은 불가능합니다.

1.6

교량 제원 | 설계 조건 | 재료의 물리상수 | 재료의 단위중량 | 허용 압축응력 | **허용 인장응력** | 허용 전단응력 | 참고문헌

- 허용축방향 인장응력 및 허용 휨 인장응력 (MPa)

강종 판두께	SS400, SM400 SMA400	SM490	SM490V, SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140	190	210	260
40초과75이하	190	175	200(210) ^{주)}	250(260) ^{주)}
75초과100이하		(190) ^{주)}	195(210) ^{주)}	245(260) ^{주)}

주) TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

사용 강종별 허용 인장응력을 확인하는 부분으로 현행 시방서 규정을 보여줍니다.
시방서 규정을 기본으로 설정하고 있으므로 수정은 불가능합니다.

1.7

교량 제원	설계 조건	재료의 물리상수	재료의 단위중량	허용 압축응력	허용 인장응력	허용 전단응력	참고문헌
-------	-------	----------	----------	---------	---------	---------	------

- 허용 전단응력 (MPa)

강종 판두께	SS400, SM400 SMA400	SM490	SM490V, SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	80	110	120	150
40초과75이하	75	100 (110) ^{주)}	115(120) ^{주)}	145(145) ^{주)}
75초과100이하			110(120) ^{주)}	145(145) ^{주)}

주) TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

사용 강종별 허용 전단응력을 확인하는 부분으로 현행 시방서 규정을 보여줍니다.
시방서 규정을 기본으로 설정하고 있으므로 수정은 불가능합니다.

1.8

교량 제원	설계 조건	재료의 물리상수	재료의 단위중량	허용 압축응력	허용 인장응력	허용 전단응력	참고문헌
-------	-------	----------	----------	---------	---------	---------	------

번 호	참고 자료
1	도로교 설계기준(2005)
2	콘크리트 구조 설계기준(2003)
3	도로설계 편람(2001)
4	도로설계 요령(2001)
5	강구조 편람(1995)
6	강도로교 상세부 설계지침(1997)

설계에 적용된 시방서 및 참고문헌을 보여줍니다. 이 내용은 구조계산서의 설계기준 참고 문헌 부분에 출력됩니다.

1.9 PS

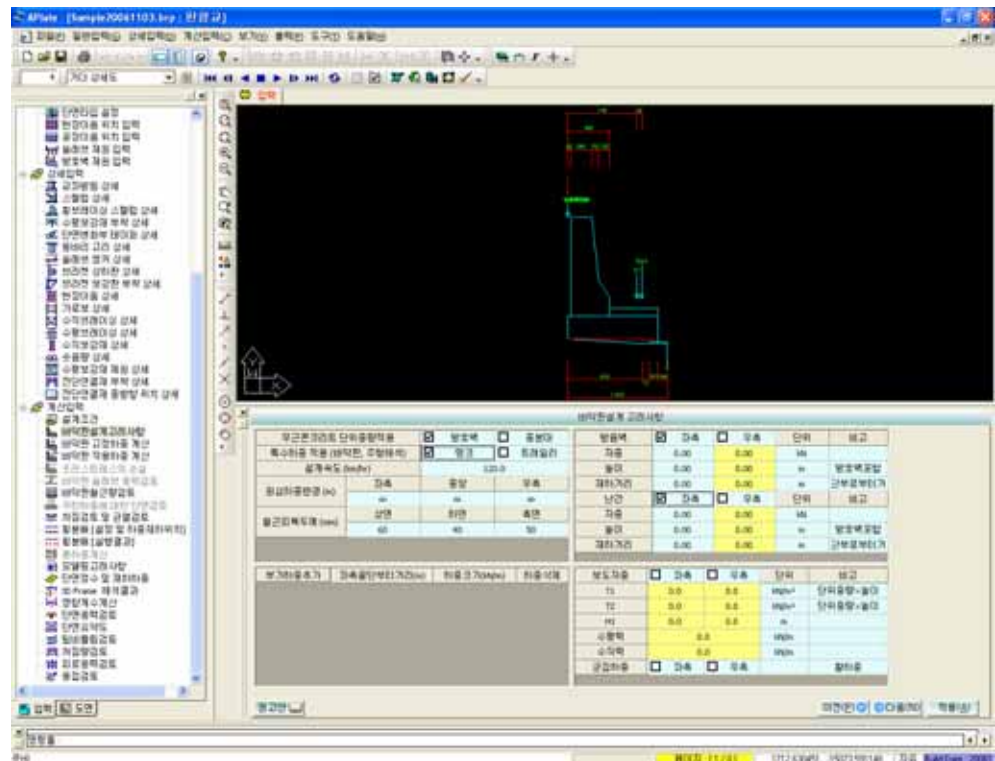
교량 제원	설계 조건	재료의 물리상수	재료의 단위중량	허용 압축응력	허용 인장응력	허용 전단응력	참고문헌	PS 강재
-------	-------	----------	----------	---------	---------	---------	------	-------

종 류	설 정 값	단 위
PS강선 호칭	12.7mm 7연선	
PS강선 공칭단면적	98.71	mm ²
PS강선 직경	12.7	mm
덕트의 형태	마연도금 금속워스	
덕트 직경	22.4	mm
파상 마찰 계수	0.0050	1/m
정확구 활동량(시점부)	6	mm
정확구 활동량(종점부)	6	mm
탄성계수 Es	200000	MPa
극한강도	1894.44	MPa
항복강도	1610.78	MPa
평균상대습도	70	%

소수주형교 바닥판에 설치되는 강선관련 제원을 보여줍니다. 해당 부분은 [기초자료] 입력에서 변경하실 수 있습니다.

2.

2.1



도로교에서 바닥판의 설계와 주형설계에 고려되는 하중의 내용을 입력합니다.

해당 사항이 입력되어 있더라도 하중 선택을(☒) 하지 않을 경우에는 고려되지 않습니다.

무근콘크리트 단위중량적용		<input type="checkbox"/> 방호벽	<input type="checkbox"/> 중분대
특수하중 적용 (바닥판, 주형해석)		<input type="checkbox"/> 탱크	<input type="checkbox"/> 트레일러
설계속도 (km/hr)		120.0	
원심하중반경 (m)	좌측	중앙	우측
	∞	∞	∞
철근피복두께 (mm)	상면	하면	측면
	60	40	50

방호벽, 중분대에 무근콘크리트 단위중량 적용여부를 설정합니다. 방호벽과 중분대 단위중량을 별도로 사용할 수 있습니다. 방호벽, 중분대의 구분은 **[일반입력/슬래브 제한 입력]**에서 선택한 항목으로 설정됩니다. 무근 콘크리트 옵션 적용시 무근 콘크리트의 단위중량으로 적용되며, 이 단위중량은 **[기초자료]** 입력에서 정의된 내용을 사용합니다.

탱크하중, 트레일러 하중의 고려여부를 설정합니다.

차량의 제원은 기초자료/설계기초환경/특수하중에서 확인 또는 변경할 수 있습니다.

설계속도를 입력하는 곳입니다. 초기값은 120km/hr로 설정 되어 있습니다.

원심하중의 반경을 좌측, 중앙, 우측 별로 입력할 수 있습니다.

보통의 경우 평면선형의 곡선반경을 같이 입력하시면 됩니다.

철근피복두께를 상면, 하면, 측면 별로 설정합니다. 바닥판 단면 검토 및 슬래브 배근도에서 해당길이를 참조하여 계산 및 도면을 그립니다. 슬래브 피복은 상면 60mm, 하면 40mm, 측면 50mm로 설정되어 있습니다. 필요에 따라 변경합니다.

방음벽	<input checked="" type="checkbox"/> 좌측	<input checked="" type="checkbox"/> 우측	단위	비고
자중	0.00	0.00	kN	
높이	0.00	0.00	m	방호벽포함
재하거리	0.00	0.00	m	양단부로부터거리
난간	<input checked="" type="checkbox"/> 좌측	<input checked="" type="checkbox"/> 우측	단위	비고
자중	0.00	0.00	kN	
높이	0.00	0.00	m	방호벽포함
재하거리	0.00	0.00	m	양단부로부터거리

방음벽 기초의 자중을 제외한 방음판넬과 방음벽 지주의 교축방향 1m당 자중을 입력합니다.

방음벽 높이를 포함한 방음벽의 총높이를 입력합니다.

캔틸레버 끝단으로부터의 방음벽 자중 재하거리를 입력합니다.

NOTE

우측 방음벽은 좌측 방음벽 입력방법과 동일합니다.

직선구간 1.0 tonf/m , 곡선구간 2.0 tonf/m의 수평충돌력이 난간 상단부에 작용하는 것으로 적용합니다. (도로 안전시설설치 및 관리지침, 건교부)

난간 기초의 자중을 제외한 난간만의 교축방향 1m당 자중을 입력합니다.

차량충돌에 의한 모멘트를 산정하기 위한 입력부분으로 난간 기초부분을 제외한 순수 난간 높이를 입력합니다.

캔틸레버 끝단으로부터의 난간 자중 재하거리를 입력합니다.

NOTE

우측난간은 좌측난간의 입력방법과 동일합니다.

가

부가하중추가	좌측끝단부터거리(m)	하중크기(kN/m)	하중삭제
UNTITLE	1.00	0.00	삭제

광역상수도관, 전기·통신관로등의 부가하중을 고려합니다. 여기서 입력하는 부가하중 명으로 계산서에 출력합니다. 부가하중이 있을 경우 부가하중추가를 클릭하여 좌측 캔틸레버 끝단으로부터의 하중 재하거리, 교축방향 1m당 작용하중의 크기를 입력합니다.

보도가 있는 교량에서의 보도부의 하중을 고려합니다.

보도하중을 고려할 경우 반드시 일반입력의 [횡단면도 입력]부분에서 보도 구간이 설정되어야 합니다. 설정되지 않았을 경우 보도부에도 차량하중이 재하될 수 있으니 주의를 요합니다.

보도자중	<input checked="" type="checkbox"/> 좌측	<input type="checkbox"/> 우측	단위	비고
T1	0.0	0.0	kN/m ²	단위중량×높이
T2	0.0	0.0	kN/m ²	단위중량×높이
H1	0.0	0.0	m	
수평력	0.0		kN/m	
수직력	0.0		kN/m	
균집하중	<input type="checkbox"/> 좌측	<input type="checkbox"/> 우측		활하중

교량의 좌측에 보도하중을 고려할 경우에 사용하는 선택창 입니다.

[슬래브 제원 입력] 에서 보도 부분이 입력되지 않았을 경우에 선택창을 클릭해도 체크

되지 않습니다. 해당항목으로 이동하여 설정해야 합니다.

TL1

그림에 표시된 위치 (좌측끝단)에서의 바닥판 슬래브 자중을 제외한 보도부만의 단위 면적당 자중을 입력합니다.

예) 단위중량 2.0 ton/m^3 * 높이 $0.2\text{m} = 0.4 \text{ ton/m}^2$

TL2

그림에 표시된 위치(우측끝단)에서의 바닥판 슬래브 자중을 제외한 보도부만의 단위 면적당 자중을 입력합니다.

H1

그림에 표현된 것과 같이 보도부 끝단의 높이를 입력하는 부분이며 풍하중 재하 높이를 산정하기 위해 사용됩니다.

보도 구간이 설치될 경우 군중에 의해 난간에 가해지는 수직력과 수평력을 설정합니다. 도.설 2.4.3.3 을 기준으로 수평력 도심도로상 3.75 kN/m , 일반도로상 2.5 kN/m 이며, 수직력은 1.0 kN/m 을 설정합니다. 기본값은 일반도로를 기준으로 되어 있습니다.

보도부의 보도 활하중을 고려할 경우 선택합니다.

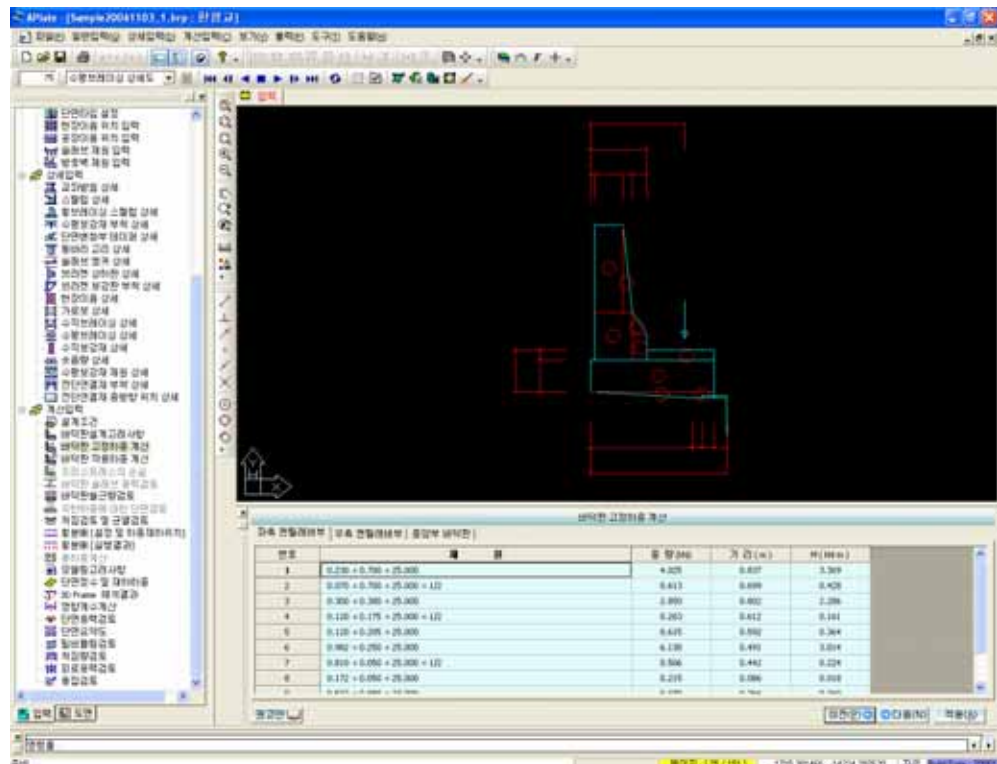
NOTE

우측 보도부 하중은 좌측 보도부 하중의 입력 방법과 동일합니다.

NOTE

보도에 재하되는 등분포하중은 도.설 2.1.3 의 표 2.1.4 를 참조 바랍니다.

2.2



좌측 캔틸레버부, 우측 캔틸레버부, 중앙부 캔틸레버부에 작용하는 고정하중에 의한 단면력을 확인하는 부분이며, 별도의 수정 또는 입력은 필요 없습니다. [바닥판 설계 고려 사항]에서 고려된 방음벽, 난간 및 부가하중 등에 대해서도 재하상태의 확인이 가능합니다.

2.3

좌측 캔틸레버부, 우측 캔틸레버부, 중앙부 바닥판 별로 최소 두께계산, 활하중, 풍하중, 원심하중, 차량충돌하중에 의한 검토계산을 합니다.

2.3.1

바닥판 작용하중 계산

좌측 캔틸레버부 | 우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판 |

(1) 바닥판의 최소 두께 **도.설 P192**

① 활하중에 의한 지간 길이 (L)
 $L = 0.232 \leq 0.25$ 지간길이가 0.25보다 작으므로

$\therefore T = 280 \times L + 180$ 적용

② 최소두께 $T = 280 \times 0.232 + 180 = 223.7$ mm이상
 $T = 223.7 \text{ mm} > 220 \text{ mm}$ 300.0 mm 사용 **O.K**

캔틸레버부 바닥판의 최소두께를 검토합니다.

영향을 미치는 요인은 캔틸레버부의 길이와 바닥판 두께이며, 조건이 만족하지 않을 경우에는 일반입력의 [횡단구성] 또는 [횡단면도 입력] 부분에서 캔틸레버부 길이 또는 슬래브 두께를 조정 합니다.

2.3.2

바닥판 하중계산

좌측 캔틸레버부 | 우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판

(2) 활 하중 (DB-24 : Pr = 96,0 kN) 도.설 P7,P42

① 총 계 수
 $i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 0,347) = 0,372 > 0,30 \quad \therefore i = 0,300$

② 유효중 분포폭
 $E = 0,8 \times L + 1,14 = 0,8 \times 0,347 + 1,14 = 1,418 \text{ m}$ 여기서, $L = 0,347 \text{ m}$

③ 휨 모 멘 트
 - 일반활하중 적용시
 $Ml = (Pr/E) \times L \times (1+i) = (96,000/1,418) \times 0,347 \times (1+0,300) = 30,549 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

활하중의 재하상태 및 그 모멘트를 확인하는 부분으로 별도의 수정, 변경 입력이 필요하지 않습니다.

2.3.3

바닥판 하중계산

좌측 캔틸레버부 | 우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판

(3) 풍 하 중

$P_w = 3,0 \times H = 3,0 \times 1,000$
 $= 3,000 \text{ kN/m}$
 $M_w = P_w \times (H/2 + t) = 3,000 \times (1,000/2 + 0,080)$
 $= 1,740 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

(4) 원 심 하 중

※ 설계속도 $V = 120,000 \text{ km/hr}$ $R = 0,000$
 $CF = 0,79 \times V/R (\%) = 0,79 \times 120,000 / 0,000 = 0,000 \%$
 $P_{cf} = (Pr/E) \times CF/100 = (96000,000/1,418) \times 0,000/100 = 0,000 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 - 일반활하중 적용시
 $M_{cf} = P_{cf} \times 1,80 = 0,000 \times 1,80 = 0,000 \text{ kN}\cdot\text{m}$

5) 차량 충돌 하중 (도.설.해 P.112참조)

① 수평충돌력 H 가 노면상 1m 높이에 교축을 따라 1m 마다 작용하는 것으로 한다.
 $H = (V/60)^2 \times 750 + 250 = (50,000/60)^2 \times 750 + 250 = 7708,333 \text{ N/m} = 7,708 \text{ kN/m}$
 작용 높이 $h = 1,080 \text{ m}$
 작용모멘트 $M_{co} = H \times h = 7,708 \times 1,080 = 8,325 \text{ kN}\cdot\text{m}$

② 방호벽 상단에 횡방향으로 1kN/m의 수평하중을 재하한다.
 작용 높이 $h = 1,080 \text{ m}$
 작용모멘트 $M_{co} = H \times h = 1,000 \times 1,080 = 1,080 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 곡률반지름 $R = \infty \text{ m} > 200,0 \text{ m}$ 이므로, ①과 ②의 값 중 큰 값을 적용한다.
 $M_{co} = 8,325 \text{ kN}\cdot\text{m}$

캔틸레버부에 작용하는 충돌하중, 풍하중, 원심하중 등을 확인하는 부분입니다.

(3)

풍하중을 재하하여 검토합니다.

(4)

설계속도 (km/hr)	120.0
--------------	-------

원심하중 산정시에 필요한 설계속도는 바닥판 설계 고려 사항에서 수정할 수 있습니다. 고속도로 설계속도인 120km/hr 가 기본설정 되어 있습니다. 기타 도로와 Ramp 구간 등에서의 적용을 위해 변경수정이 가능합니다.

원심하중반경 (m)	좌측	중앙	우측
	∞	∞	∞

원심하중 산정시 필요한 곡선반경 R(m)은 바닥판 고려사항에서 수정할 수 있습니다. 해당 교량 구간의 선형 DATA 중 최소 곡선 반경으로 기본설정 되지만, 크로소이드 구간 또는 2 개 이상의 선형 중첩등의 특수상황을 고려하여 변경 수정도 가능합니다.

(5)

충돌하중을 재하여 검토합니다. 차량충돌하중 산정시 필요한 차량충돌속도는 설계속도를 사용합니다.

2.3.4

바닥판 하중계산

좌측 캔틸레버부 | 우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판

6) 하중 조합 도도, 시 P79

① $Mu = 1.3D + 2.15(L+i) = 1.3 \times 12,004 + 2.15 \times 30,549 = 81,284 \text{ kN.m/m}$

② $Mu = 1.3D + 1.3(L+i) + 1.3Co = 1.3 \times 12,004 + 1.3 \times 30,549 + 1.3 \times 10,800 = 69,358 \text{ kN.m/m}$

③ $Mu = 1.3D + 1.3(L+i) + 0.65W = 1.3 \times 12,004 + 1.3 \times 30,549 + 0.65 \times 1,740 = 56,449 \text{ kN.m/m}$

④ $Mu = 1.2D + 1.2W + 1.2Co = 1.2 \times 12,004 + 1.2 \times 1,740 + 1.2 \times 10,800 = 29,453 \text{ kN.m/m}$

· 극한모멘트는 하중조합 중에서 가장 큰 $Mu = 81,284 \text{ kN.m/m}$ 로 단면 검토한다.

산정된 각 하중들의 조합을 확인하는 부분으로 별도의 입력이 필요 없습니다.

2.4.

프리스트레스 손실 손실

좌측 캔틸레버부 | 우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판

< 단면 정보 >

구분	높이(mm)	$A_s(mm^2)$	$Z(mm)$	$I(mm^4)$
슬래브 중앙부	250	250000	10417	1302983
캔틸레버부 좌측	250	250000	10417	1302983
캔틸레버부 우측	250	250000	10417	1302983

< 프리스트레스 손실 >

사용단면적: K50A302 5WPC형 = 1 (g 12.3mm, A = 36.71 mm²)

(1) Prestress 손실

① 정착단에서 PS강재의 초기 긴장력 (도로설계기준 p307)

$\sigma_{sp0} = 0.8 \times 1894.600 = 1515.680 \text{ MPa}$

$\sigma_{sp0} = 0.9 \times 16107.000 = 14497.020 \text{ MPa}$

를 작은 값인 14497.020 MPa로 결정한다.

② PC 강재와 Sheath사이의 마찰에 의한 손실 (도로설계기준 p310)

$P_s = P_o \times e^{-\mu \theta}$

$K = 2.794 \text{ m}$: 곡률 반경 계수

$\mu = 0.250$: 정착단에서 양방향 x/차지와 y/차지와의 슬 각변화

$\mu = 0.005 (1/m)$: 교상 마찰 계수

$\theta = 0.0186$

위에서 θ 의 값이 0.186이므로 다음과 같이 도로 프리스트레스를 구할 수 있다.

$P_s = P_o \times (1 - \mu \theta)$

즉, θ 의 값이 0.186이므로 손실이 양으로 작은 중앙부에서의 마찰에 의한 손실은 초기 긴장력의 1.004 %가 발생하게 된다.

단면: C.T.C 125 mm 프리스트레스 손실: 1 EA

소수주형을 선택한 경우에 좌측 캔틸레버부, 우측 캔틸레버부, 중앙부 바닥판 별로 프리스트레스의 손실을 계산합니다. 이 작업을 수행 하기 위해서는 슬래브 제원에서 강성배치를 하여야 합니다.

2.5.

바닥판 슬래브 응력검토

좌측 캔틸레버부 | 우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판

(1) Prestress 도입 직 후의 콘크리트 응력

- 슬래브 자중 : $M = 30,206 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- PS 강재의 긴장력 : $P_t = f_{pt} A_p N = -1, \#10 \times 98,710 \times 0 = -1, \#10 \text{ N} = -1, \#10 \text{ kN}$
- PS 강재의 예의한 모멘트 : $M_t = P_t e_p = -1, \#10 \times 0,0050 = -1, \#10 \text{ kN}\cdot\text{m}$

① 상면응력

$$f_t = (P_t / A) + (M_t / I) \times y - (M / I) \times y$$

$$= (-1, \#10 / 250000,0) + (-1, \#10 / 130208333,3) \times 125,0 - (30205635,0 / 130208333,3) \times 125,0$$

$$= -1, \#10 \text{ MPa} > 0,55 \times f_{ci} = 11,9 \text{ MPa} \quad \dots \text{N.G}$$

② 하면응력

$$f_t = (P_t / A) - (M_t / I) \times y + (M / I) \times y$$

$$= (-1, \#10 / 250000,0) - (-1, \#10 / 130208333,3) \times 125,0 + (30205635,0 / 130208333,3) \times 125,0$$

$$= -1, \#10 \text{ MPa} > 0,55 \times f_{ci} = 11,9 \text{ MPa} \quad \dots \text{N.G}$$

(2) 설계하중 작용시의 콘크리트 응력

- 슬래브 자중 : $M = 161,704 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- PS 강재의 긴장력 : $P_t = f_{pt} A_p N = -1, \#10 \times 98,710 \times 0 = -1, \#10 \text{ N} = -1, \#10 \text{ kN}$
- PS 강재의 예의한 모멘트 : $M_t = P_t e_p = -1, \#10 \times 0,0050 = -1, \#10 \text{ kN}\cdot\text{m}$

① 상면응력

$$f_t = (P_t / A) + (M_t / I) \times y - (M / I) \times y$$

$$= (-1, \#10 / 250000,0) + (-1, \#10 / 130208333,3) \times 125,0 - (161704133,0 / 130208333,3) \times 125,0$$

$$= -1, \#10 \text{ MPa} > 0,4 \times f_{ck} = 10,8 \text{ MPa} \quad \dots \text{N.G}$$

② 하면응력

$$f_t = (P_t / A) - (M_t / I) \times y + (M / I) \times y$$

$$= (-1, \#10 / 250000,0) - (-1, \#10 / 130208333,3) \times 125,0 + (161704133,0 / 130208333,3) \times 125,0$$

$$= -1, \#10 \text{ MPa} > 0,4 \times f_{ck} = 10,8 \text{ MPa} \quad \dots \text{N.G}$$

좌측 캔틸레버부, 우측 캔틸레버부, 중앙부 바닥판 별로 극한 하중에 대한 단면검토계산을 합니다. 소수주형을 선택한 경우로 강성배치를 하여야 바닥판 슬래브 응력 검토가 계산됩니다. 별도의 입력은 필요 없이 (1)Prestress 도입 직후의 콘크리트 응력, (2)설계하중 작용시의 콘크리트 응력에 대해서 검토합니다.

2.6

바닥판철근량검토

좌측 캔틸레버부 | 우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판(강도설계법) | 중간지점부

< 설계하중 >

· 필요철근 $A_{sreq} = 757,613 \text{ mm}^2$

· 사용철근 H19 @ 125 $\Rightarrow 2292,000 \text{ mm}^2$ (1 Cycle)

H19 @ 125 $\Rightarrow 2292,000 \text{ mm}^2$ (2 Cycle)

합계 $4584,000 \text{ mm}^2 \quad \dots \text{O.K}$

· 설계모멘트검토

$P = A_s / b \times d = 0,0191 < P_{max} = 0,75 \times P_b = 0,0219 \quad \dots \text{O.K}$

· 설계모멘트검토

$Max, c = 0,75 \times 600 / 600 + f_y \times d = 108,000 \text{ mm} > c = a / 0,85 = 93,995 \text{ mm}$

$Max, a = 0,85 \times c = 91,800 \text{ mm} > a = A_s \times f_y / (0,85 \times f_{ck} \times b) = 79,895 \text{ mm}$

$d = a / 2 = 200,052 \text{ mm}$

$C = 0,85 \times f_{ck} \times a \times b = 1833,600 \text{ kN} \quad T = f_y \times A_s = 1833,600 \text{ kN}$

$M_n = C \times f_y \times A_s \times d = 3117,935 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_u = 60,121 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \dots \text{O.K}$

① 일반부 바닥판 \Rightarrow 도, 시 P191

· 바닥판의 종철근에 대한 확보율 $120 / 4L = 120 / 4 \times 1,962 = 95,671 \% > 67 \%$

$A_{sreq} = A_s \times 67\% = 757,613 \times 0,67 = 507,600 \text{ mm}^2$

· 수축온소철근량 : $0,002 b h = 600,000 \text{ mm}^2$

· 사용철근 H22 @ 125 $= 3096,800 \text{ mm}^2 \quad \dots \text{O.K}$

② 단부 주철근 설계

· 필요철근 $A_{sreq} = 757,613 \text{ mm}^2 \times 2 = 1515,225 \text{ mm}^2$

· 사용철근 H16 @ 125 $= 1304,000 \text{ mm}^2$

H16 @ 125 $= 1304,000 \text{ mm}^2$

합계 $2608,000 \text{ mm}^2 \quad \dots \text{O.K}$

③ 단부 종철근

· 필요철근 $A_{sreq} = 507,600 \text{ mm}^2 \times 2 = 1015,201 \text{ mm}^2$

· 사용철근 H19 @ 150 $= 1510,000 \text{ mm}^2 \quad \dots \text{O.K}$

④ 단부 종철근위

· 캔틸레버판의 고정하중에 대한 지간 ($L=0,983\text{m}$) 이상

< 철근재량 >

배근위치	간격	① 직경	② 직경	판형	
< 좌측 캔틸레버부 >					
일반부	주철근	125	H19	H19	O.K
	종철근	125	H22	-	O.K
단부	주철근	150	H16	H16	O.K
	종철근	150	H19	-	O.K
< 우측 캔틸레버부 >					
일반부	주철근	125	H19	H19	O.K
	종철근	125	H22	-	O.K
단부	주철근	150	H16	H16	O.K
	종철근	150	H19	-	O.K
< 중앙부 >					
일반부	주철근	125	H19	H19	O.K
	종철근	125	H22	-	O.K
단부	주철근	150	H16	H16	O.K
	종철근	150	H19	-	O.K
< 중간지점부 >					
상면철근	125	H25	-	O.K	
	하면철근	125	H25	-	O.K

중고안

이전(N) 다음(N) 적용(S)

좌측 캔틸레버부, 우측 캔틸레버부, 중앙부 바닥판, 중간지점부 바닥판의 철근량 계산에 필요한 사항들을 확인하고 입력하는 부분입니다.

배근위치		간격	① 직경	② 직경	판정
일반부	주철근	125	D19	D19	O.K
	배력철근	125	D22	-	O.K

주철근, 배력철근의 철근 배치 간격 및 직경을 입력하여 검토합니다.

NOTE

[우측 캔틸레버부], [중앙부 바닥판], [중간 지점부]는 [좌측 캔틸레버부]와 입력 방법이 동일합니다.

2.7

극한하중에 대한 단면검토	
좌측 캔틸레버부	우측 캔틸레버부 | 중앙부 바닥판 | 바닥판 배력 철근량 산정 | 정착부 보강
일반부 < 극한하중 > $M_u = 272.232 \text{ tonf-m}$ < 설계 휨강도 > [도로교 설계기준 P313] ① PS강재의 응력 : 부착된 부재 $f_{ps} = 16750.269 \text{ kgf/cm}^2$ 인장 : 직경 H19 C, T, C 200 mm $A_s = 14,325 \text{ cm}^2$ 압축 : 직경 H19 C, T, C 200 mm $A_s' = 14,325 \text{ cm}^2$ 인장철근비 $\rho = 0.00551$ 압축철근비 $\rho' = 0.00597$ ② 플랜지를 갖는 단면 확인 $1.4 \times d_p \times \rho_p \times f_{ps} / f_{ck} = 1.4 \times 130 \times 0.0006 \times 16750.269 / 27$ $= 68.586 \text{ cm} < 250,000 \text{ cm}$ \therefore 구형단면으로 검토 ③ 휨강도 $\phi M_n = 113.665 \text{ tonf-m} < M_u \implies \text{N.G}$ ④ 최대 강재량 $q_p = 0.377 > 0.36\rho_1 = 0.370 \implies \text{N.G}$ ⑤ 최소 강재량 균열모멘트 $M_{cr} = 5783.828 \text{ tonf-m}$ $\phi M_n / M_{cr} = 113.665 / 5783.828 = 0.020 < 1.2 \implies \text{N.G}$	단 부 들보단부의 차도부분 바닥판은 연속성의 단절로 인한 휨모멘트의 증가 및 신축이음장치로 인한 차량하중의 충격이 작용하므로 이에 대한 보강을 하여야한다. $M_u = 2M_l + M_d = 2 \times 92.139 + 57025092.453 = 57025276.731$ 설계하중 작용시 유효프리스트레스 긴장력 $P_e = 10074205.3 \text{ kgf}$ 상연응력 : -21857.216 하연응력 : $21937.810 \text{ kgf/cm}^2$ 사용철근량 A_s : H19 C, T, C 200 mm $14,325 \text{ cm}^2$ $x = 21857.216 \times 250 / (21857.216 + 21937.810) = 124.770$ $T = 21857.216 \times 124.770 \times 1/2 \times 100 = 136356.208 \text{ tonf}$ $A_s = 136356.208 \times 10^6 / 160.0 = 852,226 \text{ cm}^2$

교량형태에서 소수형을 선택한 경우에, 좌측 캔틸레버부, 우측 캔틸레버부, 중앙부 바닥판, 바닥판 배력 철근량 산정, 정착부 보강부에 있어서 극한 하중에 대한 단면검토계산을 합니다.

- ①PS강재 부재의 선택 및 검토를 합니다.
- ②플랜지를 갖는 단면을 확인합니다.
- ③휨강도에 대해서 검토합니다.
- ④최대강재량을 검토합니다.
- ⑤최소강재량을 검토합니다.

들보단부의 차도부분 바닥판은 연속성의 단절로 인한 휨 모멘트의 증가 및 신축이음장치로 인한 차량하중의 충격이 작용하므로 이에 대한 보강 계산을 합니다.

2.8

처짐검토 및 균열검토		
좌측 캔틸레버부	우측 캔틸레버부	중앙부 바닥판
<p>(1) 처짐 검토 콘.설 P78</p> <p>처짐계산을 하지 않는 부재의 최소두께 $T = 300.0 \text{ mm}$ $f_y = 400.0 \text{ MPa}$ 이므로 $t_{min} = L / 10$ 적용 $t_{min} = L / 10.0 = 2612.000 / 10.0 = 261.200 \text{ mm}$ $\therefore t_{min} < 300.000 \text{ mm}$ 이므로 별도의 처짐검토 필요없음.</p>		

처짐에 대한 검토를 수행하고 확인하는 부분이며 수정 또는 입력이 필요 없습니다.

Cantilever

좌·우 캔틸레버부의 설계조건이 다른 경우 좌·우측을 선택하여 확인이 가능합니다.

2.9

처짐검토 및 균열검토		
좌측 캔틸레버부	우측 캔틸레버부	중앙부 바닥판
<p>(2) 균열 검토</p> <p>① 휨 철근의 응력 (fs) $M_{max} = 145.656 \text{ kN.m}$ 사용하중하에서 최대하중을 유발하는 하중조합을 사용한다. $M = M_d + M_{li} + M_{cf} + 0.3 \times M_w = 52.995 + 92.139 + 0.000 + 1.740 = 145.656 \text{ kN.m}$ $n = E_s / E_c = 8$ $p = A_s / b d = 789.680 / (1000.000 \times 240.000) = 0.00329$ $k = -np + \sqrt{(np)^2 + 2np} = -8 \times 0.00329 + \sqrt{(0.0263)^2 + 2 \times 0.0263} = 0.2046$ $j = 1 - (k/3) = 1 - (0.2046/3) = 0.932$ $f_s = M_{max} / (p \cdot b \cdot j \cdot d^2) = (145656382.959 \times 10^{-5}) / (0.00329 \times 1000.0 \times 0.932 \times 240.0^2)$ $= 824.800 \text{ MPa}$</p> <p>② 유효인장 단면적 $A = b \times h / EA = 1000.000 \times 120.000 / 1 = 0.0 \text{ mm}^2$ · A : 주인장철근 주위의 콘크리트 단면적을 철근의 수량으로 나눈 유효인장 단면적 · dc : 인장연단에서 가장 가까이 위치한 철근 중심까지의 피복두께 · z : 유효철근의 분배를 제한하는 수량 $z = f_s \times (dc \times A)^{1/4} = 824.800 \times (60.000 \times 0.0)^{1/4}$ $= 0.000 \text{ N/mm} < 23170.0 \text{ N/mm (제한 외노출)} \quad \dots \text{ O.K}$</p> <p>③ 균열폭의 검토 $w_a = 0.005 \times C$ (철근 콘크리트 일반환경조건) 여기서, C : 철근 콘크리트 최소 덮개 $w_a = 0.005 \times 52.0 = 0.260 \text{ mm}$ $w = 1.08 \times f \times f_s \times \sqrt{(dc \times A)} \times 0.0001$ $w = 1.08 \times 1.314 \times 824.800 \times \sqrt{(60.0 \times 0.0)} \times 0.0001$ $= 0.000 \text{ mm} < 0.260 \text{ mm} \quad \dots \text{ O.K}$</p>		

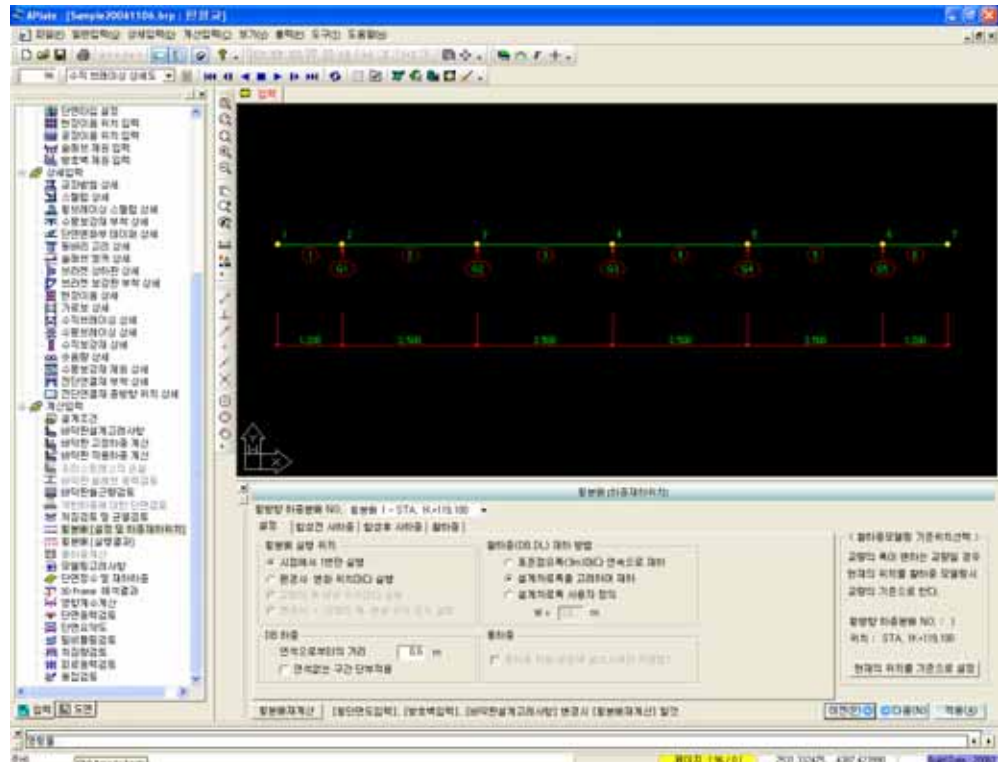
바닥판의 균열에 대한 검토를 수행하고 확인하는 부분이며 별도의 수정 또는 입력이 필요 없습니다.

중앙부와 좌·우측 캔틸레버부를 선택하여 각각에 대한 확인이 가능합니다.

3.

3.1

[]



[도로교 횡방향 하중분배 고려사항]

횡방향 하중분배시 고려할 사항들을 입력하는 부분입니다.

선형조건 및 교량의 확폭 여부, 특수하중적용 여부에 따라 하중 횡분배 결과가 다르게 나타나므로 정확한 해석을 위해서는 각각의 위치에서 횡분배의 실행이 요구됩니다.

예를 들어 S 형의 곡선교 또는 교량의 폭이 변화하는 확폭교량에 있어서 편구배의 변화 또는 교폭의 변화에 따라서 각 위치의 슬래브 자중에서부터 차이를 보이게 됩니다. 횡분배 변화위치는 가로보 즉 모델링의 절점 위치를 기준으로 합니다.

시점에서 1 번만 실행	교폭의 변화가 없고 편구배 변화가 없는 직선구간의 교량에 적용합니다.
편경사 변화 위치마다 실행	크로소이드 구간을 거치거나 S자형 선형구간에 위치하여 편구배가 변화하는 교량에 적용합니다.
교량의 폭 변화 위치마다 실행	편구배의 변화가 없고 교폭만 변화하는 직선구간 확폭교량에 적용합니다. (추후 지원예정)
편경사+ 교량의 폭 변화 위치 모두 실행	편구배와 교폭의 변화가 모두 있는 교량에 적용합니다. (추후 지원예정)

(DB, DL)

기본적으로 선형조건 및 교폭을 자동 고려하여 적절한 재하방법을 선정하여 주지만 사용자 편의에 따라 조정도 가능합니다.

표준점유폭(3m)마다 연속으로 재하	연석간의 교폭에 따른 차로수를 자동설정하고 3m 마다 연속으로 활하중을 재하 합니다. 편심에 의한 영향이 큰 곡선교등에 적용 합니다
설계차로폭을 고려하여 재하	연석간의 교량폭을 고려한 차로수와 설계차로폭을 자동으로 계산하여 활하중을 재하 합니다.
설계차로폭 사용자정의	설계자의 의도에 따라 임의의 차로폭으로 활하중을 재하 합니다. 최소 3.0m ~ 최대 3.6m 이내만 가능합니다. (도.설 2.1.3) 비활성화시에도 입력창에 보이는 값이 [설계차로폭을 고려하여 재하] 시의 계산 폭원 입니다.

DB

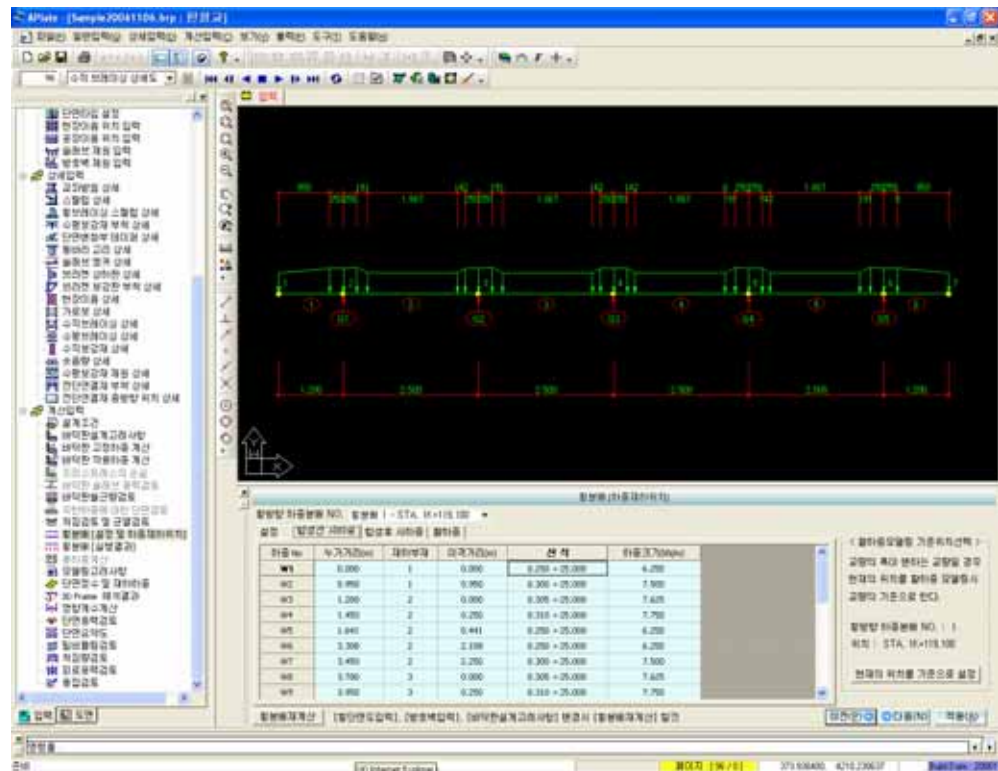
연석으로부터의 거리	주형설계시 가장외측 차륜하중의 재하 위치(연석 내측 끝단으로 부터의 거리)를 입력합니다. 현행 도로교 시방서 규정에 따라 기본설정은 0.6m로 되어 있으나 (도.설 2.1.3 참조) 이에 이건을 나타내는 설계자도 있으므로 변경 입력이 가능하도록 고려 되었습니다.
연석없는 구간 단부적용	기존에는 중분대가 없을 경우에도 기본적으로 건너편에 중분대가 있다고 판단한 후 거리를 띄워서 하중이 작용되고 있습니다. 그러나 확장 교량일 경우 캔틸레버 끝단에도 하중이 가해질 수 있으므로 이 경우를 위해서 옵션 처리 해 놓았습니다.

풍하중의 영향을 격자해석에서 고려하고자 할 경우에 선택합니다.

선택하실 경우 *03.s2k 즉 활하중 케이스에 풍하중이 반영됩니다.

방음벽이 설치되지 않은 교량은 주형 해석시 그 영향이 작으므로 고려되지 않습니다.

3.2



슬래브 자중의 횡분배를 위한 위치별 하중재하 상태를 확인하는 부분으로 별도의 입력은 필요하지 않습니다.

모델링은 각 거더의 웹 위치를 지점으로 하는 보요소로 형성됩니다.

슬래브 형상 그대로 하중으로 작용됩니다.

NO.

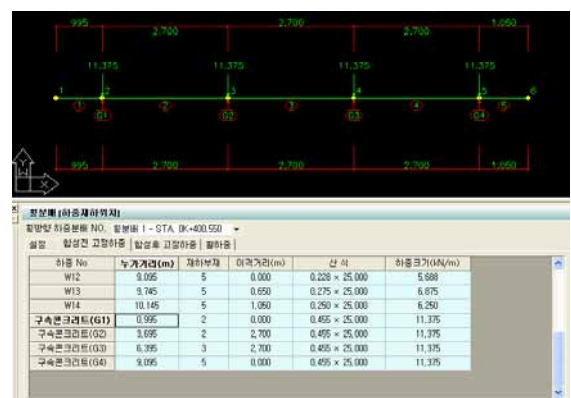
선택한 위치의 하중 재하 상태를 보여줍니다.

설계가 변경되거나 횡분배 조건에 변경 사유가 발생했을 경우 횡분배를 재실행합니다.

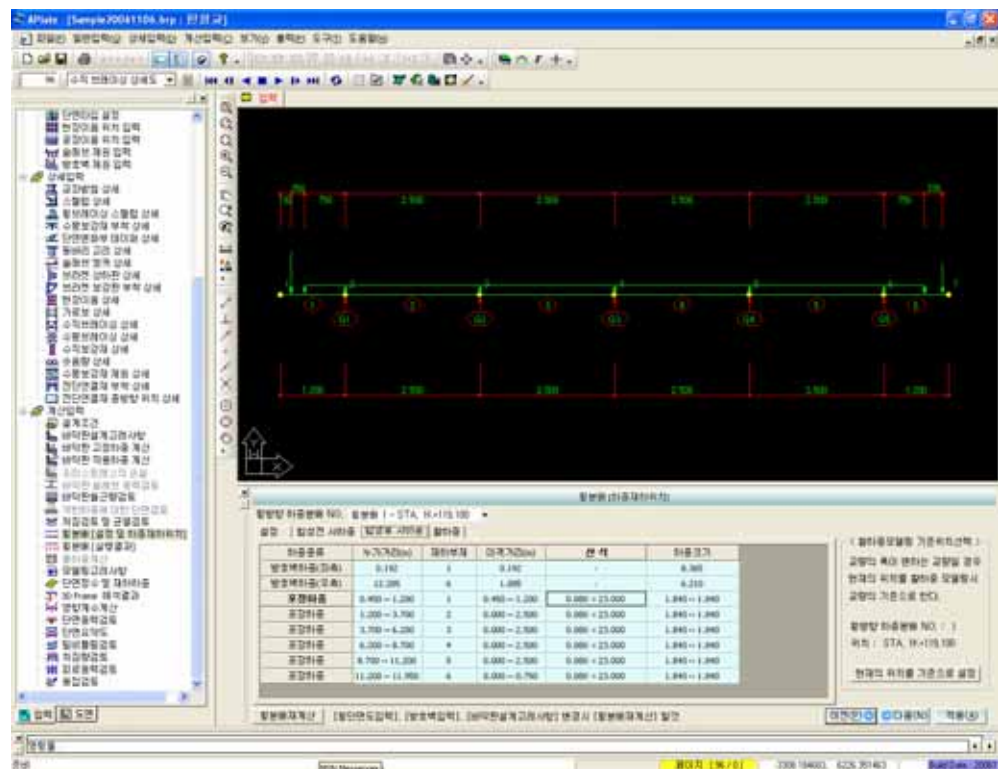
(G1)

[기초자료>>교량형식>>Turnover
거더교] 선택시에만 활성화 됩니다.

[횡단구성 및 거더높이>>구속콘크리트제원]에서 설정한 제원에 단위 중량을 곱한 하중이 해당 거더 위치에 집중하중으로 작용됩니다.



3.3



합성후 고정하중의 횡분배를 위한 위치별 하중재하 상태를 확인하는 부분으로 별도의 입력은 필요하지 않습니다.

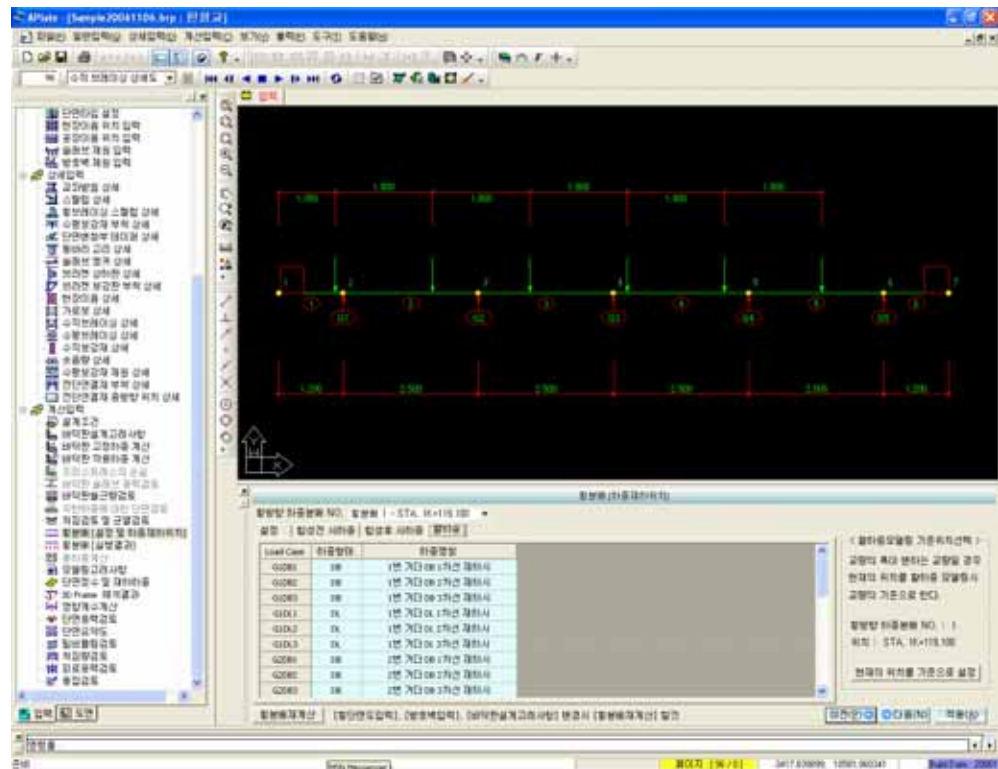
모델링은 각 거더 위치를 지점으로 하는 보요소로 형성됩니다.

NO.

선택한 위치의 하중재하 상태를 보여줍니다.

각 하중 Case 별로 하중을 확인하실 수 있습니다.

3.4



활하중의 횡분배를 위한 위치별 하중재하 상태를 확인하는 부분으로 별도의 입력은 필요하지 않습니다.

모델링은 각 거더 위치를 지점으로하는 보요소로 형성됩니다.

활하중의 재하는 시방서와 [횡방향 하중분배 고려사항]의 설정사항에 따라 각 하중의 효과가 최대가 되는 위치에 단위하중으로 재하됩니다. 각각의 해당하중량을 마우스로 클릭하거나 화살표(↑, ↓)로 이동하면 화면상에 해당하중의 재하 형상을 즉시 확인할 수 있습니다.

NO.

선택한 위치의 하중재하 상태를 보여줍니다.

G1, G2 ... : 하중 작용 기준 거더 1, 거더 2 기호 기호

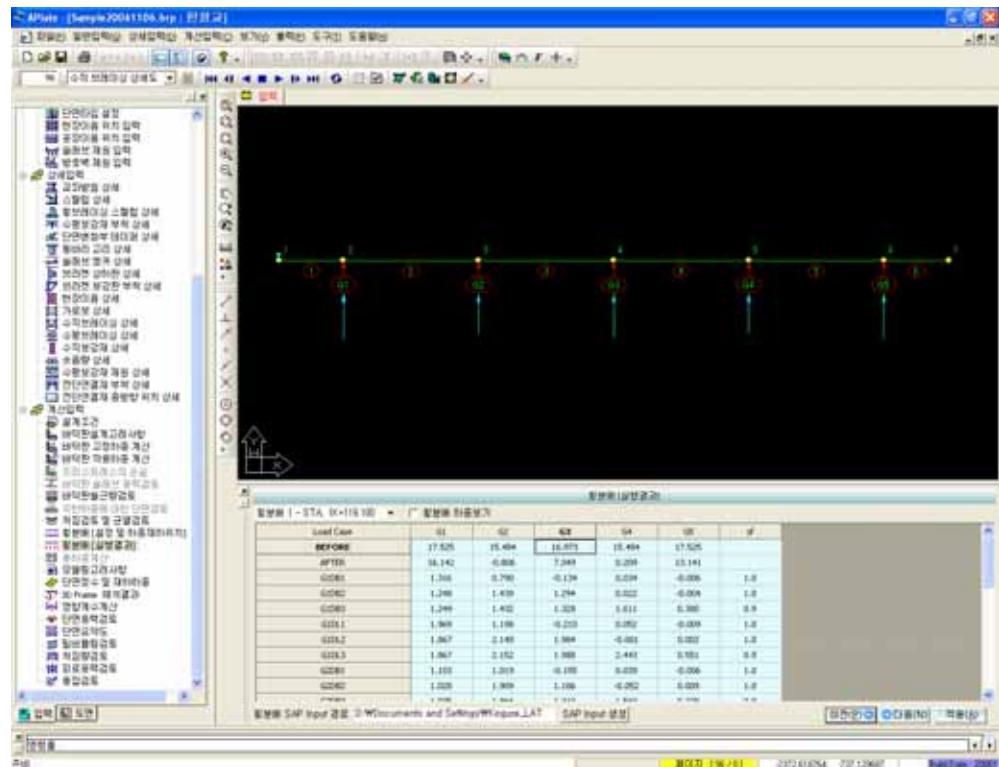
DB1, DB2 ... : DB 하중 1 차선, 2 차선 재하 기호

DL1, DL2 ... : DL 하중 1 차선, 2 차선 재하 기호

교량의 폭이 변하는 교량에서 활하중의 재하기준위치를 설정합니다.

해당 옵션은 추후에 지원할 예정입니다.

3.5 []



횡분배 결과를 확인하는 부분으로 각 하중별 횡분배 결과를 출력합니다.

각 거더의 반력값과 그것을 거더중심에서의 반력과 모멘트로 환산한 결과들을 보여주는 부분으로 별도의 입력이 필요 없습니다.

반력은 3D Frame 해석결과에서 격자해석을 위한 사하중과 활하중으로 작용됩니다.

활하중은 Sap bridge 의 Scale Factor 의 기능을 이용하여 각 Lane 별로 가중치가 달라집니다.

다만, Sap 의 Scale Factor 에는 “-“, 혹은 “0” 값을 입력하지 못하므로 “0.001” 이라는 숫자로 대체해서 입력됩니다.

NO.

선택한 위치의 횡분배 결과값을 보여줍니다.

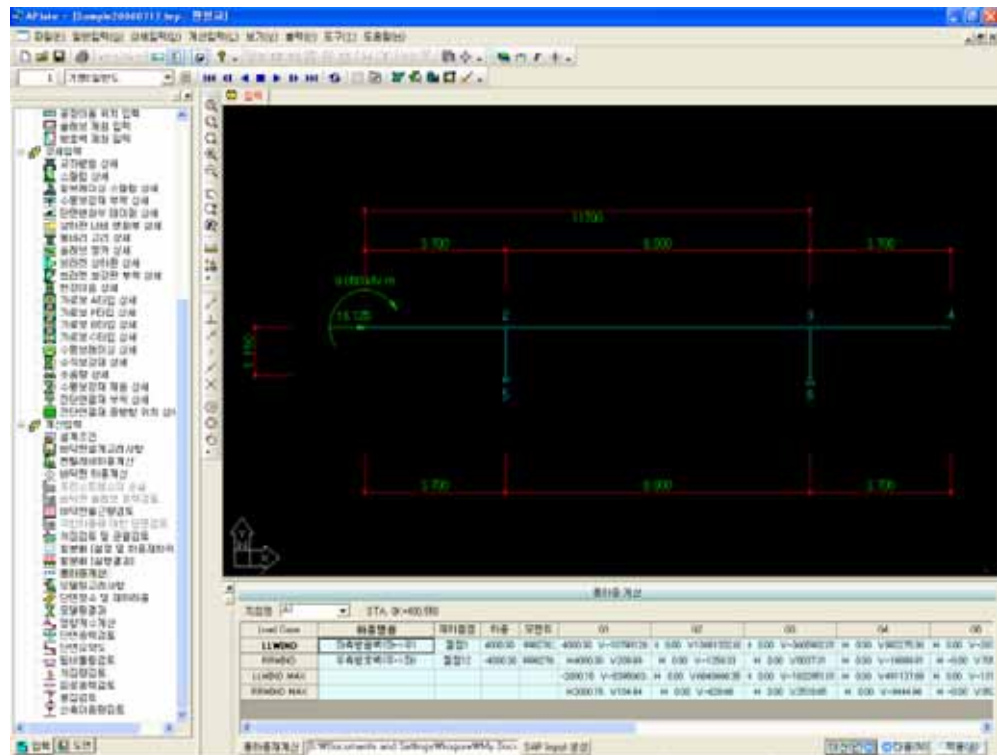
화면에 작용하는 하중을 확인하시고 싶으실 경우 이용합니다.

Input File

내부 해석된 결과 값에 대한 근거 확인용으로 SAP *.s2k 를 생성해 줍니다.

자체해석 기능에 의해 수행하므로 SAP 을 실행하지 않아도 됩니다.

3.6

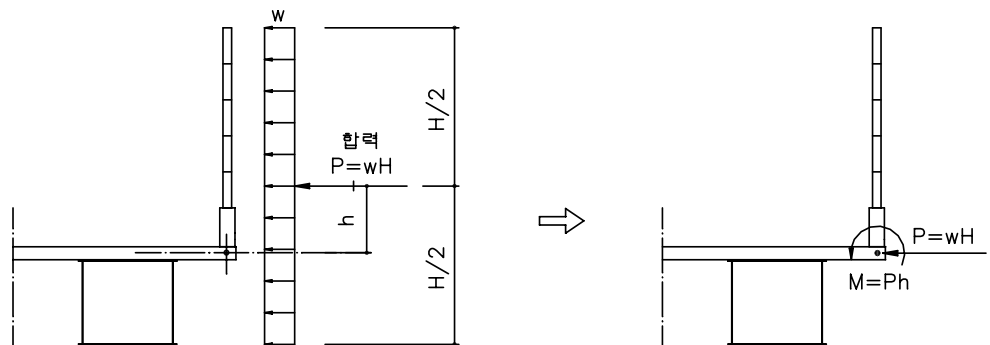


풍하중의 영향을 고려하기 위해 횡분배의 실행 사항을 보여주는 부분으로 각 위치와 방향의 풍하중 재하상태와 횡분배 결과를 직접 확인할 수 있습니다.

방음벽이 설치되면, **[횡방향 하중분배 고려사항]**에서 풍하중 적용 옵션이 선택되며, 방음벽이 설치되지 않은 경우에는 그 영향이 미미하므로 실행되지 않습니다.

풍하중의 재하 거더와 방음벽에 작용하는 수평등분포하중을 슬래브 끝단에 작용하는 수평 집중하중과 모멘트 하중으로 환산하여 재하 합니다.

별도의 입력은 필요 없으며 고정하중과 활하중의 경우와 마찬가지로 횡분배의 수행을 자체 Solver 를 구동하여 자동 실행하고, 검증 또는 구조계산서 첨부을 위한 Input Data 를 생성 할 수 있습니다.



4.

4.1

모델링고려사항

주의 : 모델링 프레임 변경시 [모델링 재생성]을 하십시오.

강제 자중	강제 총량	241,4841	kg ×	9.80665	m/sec ²
	강제 총 중량	2368,150071	kN		
	모델링에 재하된 강제량	1633,417540	kN		
	부가 부재 할증	1,449813	배		
※ 부가 부재 할증 = 강제 총 중량 / 모델링에 재하된 강제량					

부속 설비 하중		
점검로등의 부속설비 하중 고려 (강도로교 상세부 설계지침 P131)		
재하 하중	500	N/ m ²
지점 부등 침하량 설정	10	mm

강제 자중 재계산 모델링 재생성 모델링 단면보기 [단축키] 절점: "J" 부재: "E" 이전(P) 다음(N) 적용(A)

주형 설계를 위한 3 차원 격자해석시의 고려사항을 확인하고 입력하는 부분입니다.

설계된 강제 총중량과 똑같은 강제중량이 구조해석시에 재하되도록 고려하였습니다.

강제 총 중량	설계된 강제 총 중량을 나타내는 부분으로, 수정이 불가능합니다. 강제수량 집계표의 중량과 일치합니다.
모델링에 재하된 강제량	설정된 단면제원으로 격자모델을 구성했을 때의 강제 중량을 표현하는 부분으로, 수정이 불가능합니다.
부가부재 할증	수직보강재, 수평보강재, 이음판, 기타 부가설비 등으로 인해 증가된 강제중량을 정확하게 재하하기 위한 부가 부재할증 부분입니다.

[권고안] 을 클릭하면, 설계된 강제 총중량과 할증 전 모델링 단면제원의 강제중량을 산출하여 (부가부재 할증 = 강제총중량 / 모델링 강제중량)의 산식으로 할증치를 산정합니다.

강제중량이 변경될 수 있는 사항을 수정했을 때는 반드시 **[권고안]**을 클릭하여 할증률을 변경해야 합니다. 또한, 보다 안전측의 설계를 위한 사용자의 의도를 반영할 수 있도록 변경도 가능합니다.

NOTE

부가 부재 할증률을 기준으로 부가부재의 사용량을 대략 파악할 수 있습니다. 위 예제는 36.6%의 할증률을 모델링 결과에 더 작용시키게 했습니다. 이 양은 격자 해석에 이용되는 주요부재(상판, 하판, 복부판, 가로보)를 제외한 기타 부재의 수량으로 보통 30 ~ 45 정도 됩니다. 이보다 더 클 경우는 보강재 및 기타 부재들이 많이 들어갔다는 것을 의미합니다. 특수한 형식의 강교일 경우는 50%을 넘기도 합니다.

지점의 부등 침하량을 설정하는 부분으로 기본설정은 10mm 입니다.

NOTE

도.요 P206 에 “부정정구조물에서 지반의 압밀침하 등으로 인하여 장기간에 걸친 지점의 이동 및 회전의 영향을 고려해야 할 경우, 최종침하량을 추정하여 단면력을 산정해야 한다. 통상의 경우 부등침하량 $\delta=10\text{mm}$ 으로 추정하여 주형에 생기는 휨응력을 검토하여도 좋다.” 라고 적혀 있으나 이 글이 ‘도로교 설계기준 제 4 장 콘크리트교 4.11.3 구조해석(3)’에 따른다. 라고 되어 있습니다. 도.설 P23 에는 “콘크리트교에 대해서는 탄성계산에서 구한 단면력의 50%를 설계계산에 사용하고, 강교에 대해서는 탄성계산에서 구한 단면력을 그대로 설계계산에 사용한다.” 라는 말도 있습니다. 결국 이들을 종합해서 20 mm를 주장하는 분들도 계십니다. 본 프로그램은 10 mm를 기본으로 하였으나, 사용자 분들의 수정의 여지를 남기고자 수정을 원할경우 직접 값을 넣을 수 있습니다.

점검로 등의 부속설비 하중을 설정하는 부분으로 기본설정은 500N/m²입니다. 하중은 SAP 모델링에서 합성후 사하중에 반영됩니다. (강.상 1997 P131 참조) 합성후 사하중 반력에도 많은 영향을 미칩니다. 강도로교 상세부설계지침 2006 년에는 해당항목이 삭제되었으며, 최근 종방향 점검로를 미관 혹은 기타 이유로 설치하지 않는 경우에는 이 하중의 작용 유무를 선택하고, 하중이 없을 경우 “0”을 입력합니다.


4.2

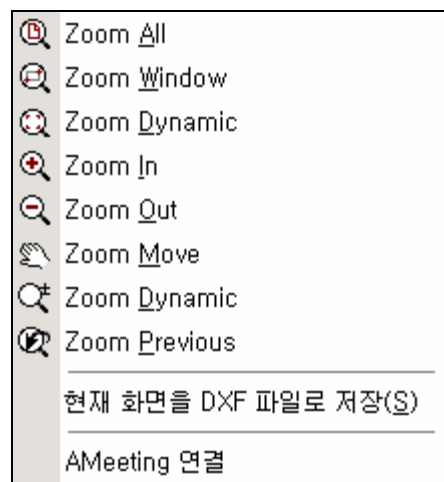
아래의 설명은 모델링이 3D로 보이는 모든 화면에서 사용 가능합니다.

설정을 적용하기 위해서는 모델링이 출력되는 화면(Dialogue box가 아닌 검은색 바탕부분)을 마우스로 클릭해야 합니다.

(ZOOM SCALE)

Shift 키와 왼쪽 마우스 버튼을 클릭한 상태에서 상하로 움직이면 화면이 확대 또는 축소됩니다.

메뉴바의 와 오른쪽 마우스 버튼을 클릭하면 나타나는 줌 기능들도 함께 사용 가능합니다.



A

키보드의 **A**를 누르면 Auto Scale로 Zoom All 했을 때와 같은 Scale로 표현합니다.

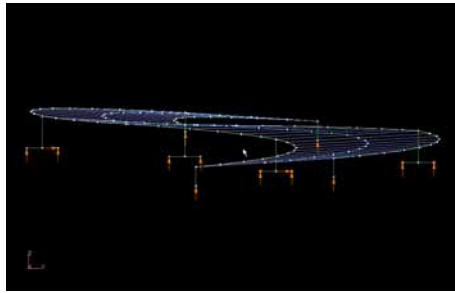
현재 화면을 DXF 파일로 저장(S)

화면상에 나타나는 모든 사항을 DXF로 저장 가능합니다. (모든 과정에서 가능)

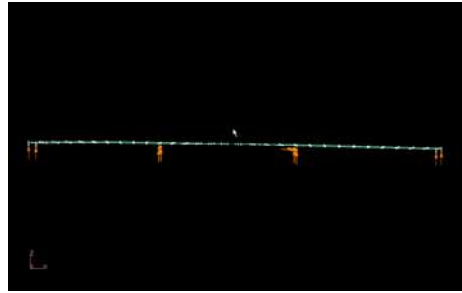
(DIRECTION OF VIEW)

Ctrl 키와 왼쪽 마우스 버튼을 클릭한 상태에서 움직일 경우, 상하좌우로 모델링의 방향이 회전합니다.

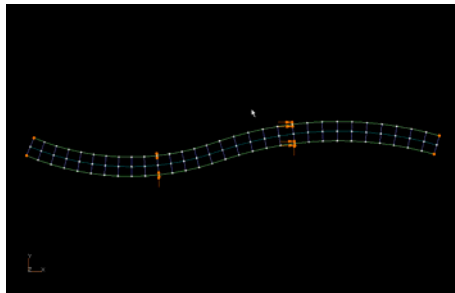
X	키보드의 X를 누르면 X축의 방향으로 보는 형태가 됩니다. (횡방향 수평투영형태)
Y	키보드의 Y를 누르면 Y축의 방향으로 보는 형태가 됩니다. (종방향 수평투영형태)
Z	키보드의 Z를 누르면 Z축의 방향으로 보는 형태가 됩니다. (연직투영형태)
D	키보드의 D를 누르면 기본 설정 방향으로 전체적인 모델링 구조를 파악할 수 있는 형태가 됩니다.



[VIEW DIRECTION - X 축]



[VIEW DIRECTION - Y 축]



[VIEW DIRECTION - Z 축]



[VIEW DIRECTION - DEFAULT]

사용자 의도에 따라 절점번호, 부재번호, 하중재하, 부재력 등을 각각 또는 설정된 조합, 거더별 또는 전체적으로 출력할 수 있습니다.

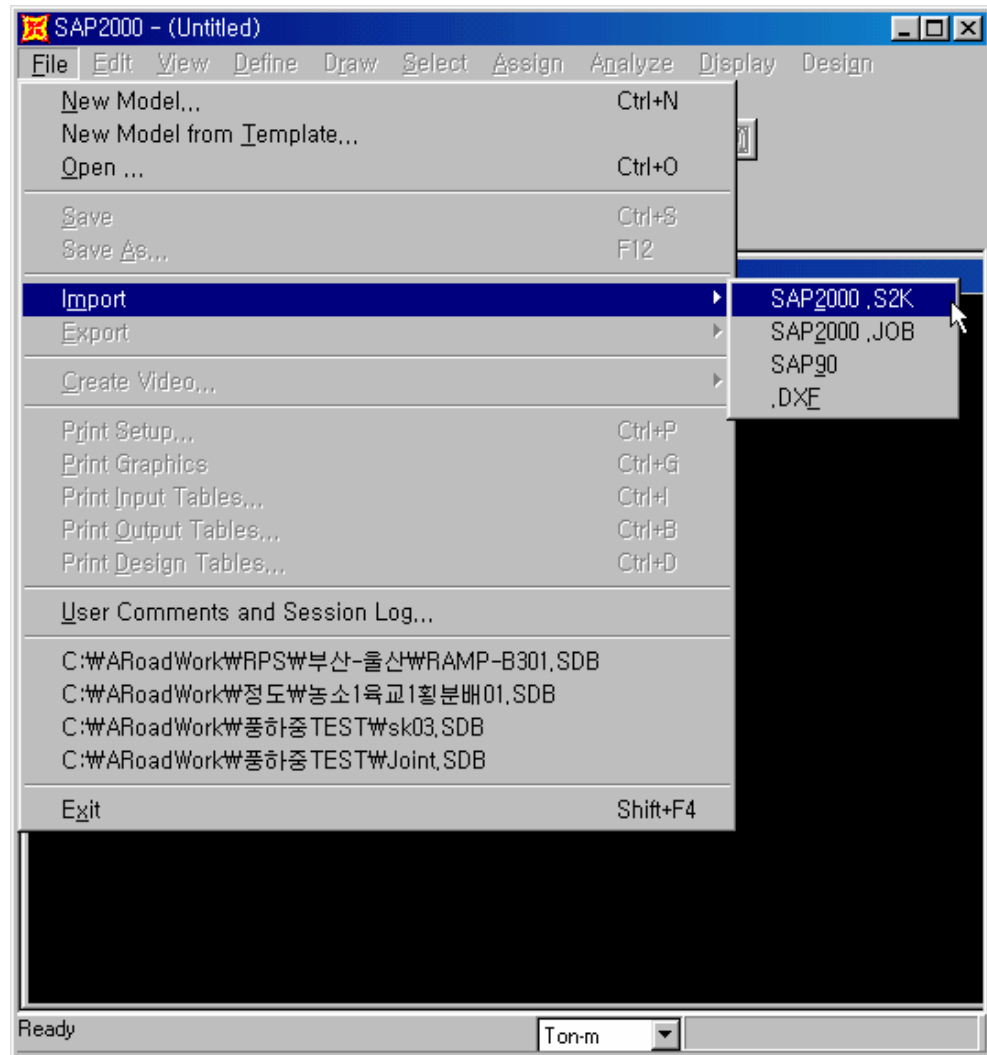
<i>E</i>	키보드의 E 를 누르면 각 부재의 번호를 표현합니다. (Element)
<i>N(or J)</i>	키보드의 N(orJ)를 누르면 각 절점의 번호를 표현합니다. (Node or Joint)
<i>M</i>	키보드의 M 을 누르면 각 부재의 단면 번호를 표현합니다. (Material)
<i>L</i>	키보드의 L 을 누르면 각 부재 및 절점에서의 재하하중 크기 또는 부재력의 크기를 표현합니다. (Load)

각각의 키를 다시 누르면 표현하지 않는 상태로 되돌아 갑니다.

5.

3DFrame 해석결과창안에 있는 SAP 자동실행을 실행시켜도 SAP 프로그램이 실행 안될 경우나 활하중에 의한 처짐을 검토할 경우에는 자동 생성된 Input Data 를 이용하여 해석 프로그램을 구동합니다.

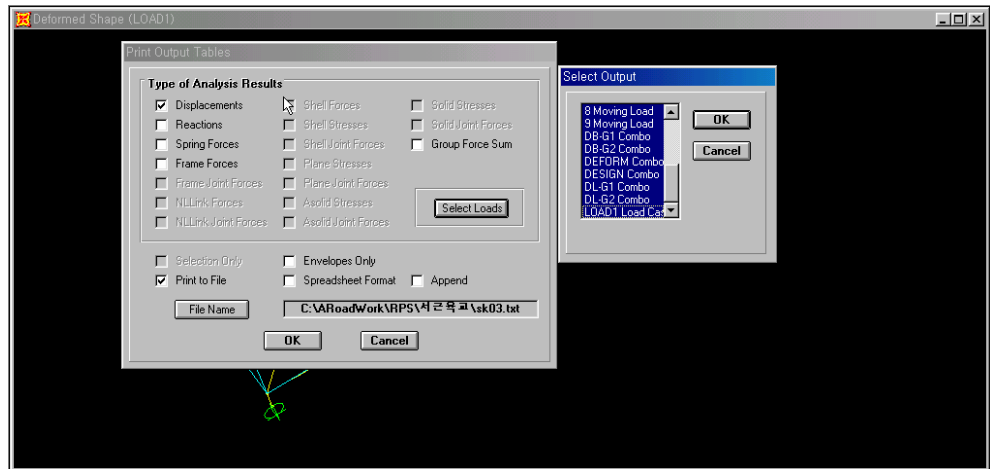
SAP2000 은 윈도우용 프로그램으로서 APlate 실행 상태에서도 동시작업이 가능하지만, Dos 버전인 SAP90 의 경우 강제 실행시 시스템이 다운 될 수 있으므로, 실행 전에 저장을 권장합니다.



SAP2000 의 경우 **File** 폴다운 메뉴에서 Import 의 SAP2000.S2K 를 선택하여 4 개의 Input Data 를 실행하면 됩니다.

지점침하 Input Data(*04.S2K) 실행시 간혹 Error 가 발생하는 경우가 있는데 이때에는 SAP2000 을 종료 시킨 후 다시 실행하면 오류 없이 실행이 가능합니다.

활하중 Input Data(*03.S2K) 실행에 앞서 *04.S2K 를 먼저 실행하면 앞의 오류를 줄일 수 있습니다.

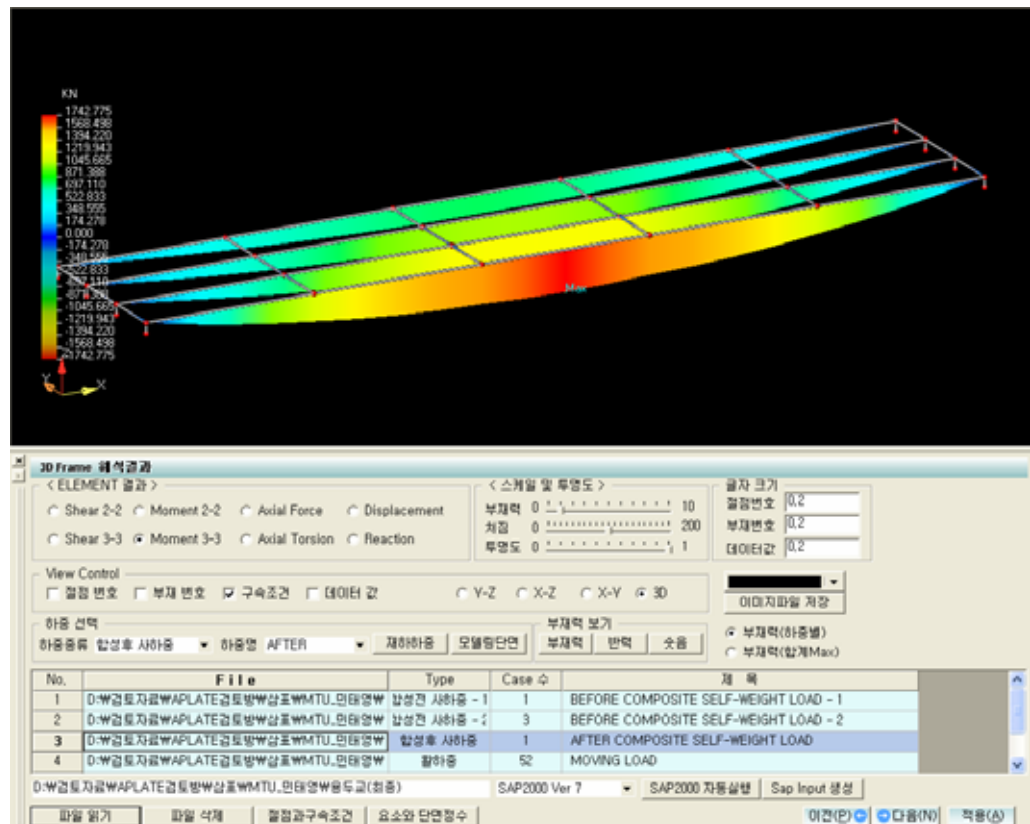


(SAP90) :

File 메뉴 → Print Output Tables → *Displacements* → *Select Loads* 의 모든 하중 Case 선택 → **Print to File** 를 지정 → *.txt 파일 생성

(실제로 처짐검토에 필요한 하중조합은 충격하중을 포함할 경우엔 Design 이며 포함하지 않을 경우에는 Deform 임)

5.1 3D FRAME



설정된 각 단계의 하중을 고려하여 SAP2000 으로 해석하고 결과를 확인할 수 있습니다.

현재 화면에 표현되고 있는 하중단계를 표현합니다.

Load Case

하중단계별 출력을 원하는 하중 Case 를 선택합니다.

Element

출력을 원하는 부재력을 지정하면 화면상에서 해당 부재력을 볼 수 있습니다.

Joint

각 하중단계의 처짐 또는 반력의 출력을 원할 경우에 사용합니다.

View Control

절점번호, 부재번호, 구속조건, 부재력의 값의 출력이 가능합니다.

<i>Joint 번호</i>	단축키 : J, N
<i>Element 번호</i>	단축키 : E
<i>Data 수치</i>	단축키 : L

Graph Scale

다이어그램의 수직방향 Scale 과 View Point 의 전환시 전환속도를 조절합니다.

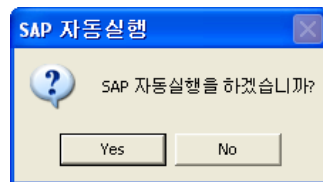
C:\work\방\작업\방\test\샘플\회암천교

Input Data 가 저장될 경로와 파일명을 입력합니다.

현재 작업중인 *.bri 파일이 저장된 경로와 파일명으로 기본설정 되어 있습니다.

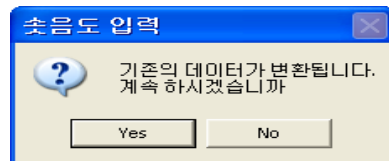
SAP 2000

프로그램 내에서 구조해석을 할 경우, 기존의 불편한 방식을 개선하고자 SAP2000 의 자동실행 기능을 이용하여 4 개의 파일 혹은 5 개의 파일을 일괄적으로 계산 할 수 있습니다.



처짐에 대한 Text 는 활하중 해석 후 별도로 생성해야 합니다. 자동실행은 해석 후 결과 파일을 정리하므로 활하중을 다시 해석해야 하는 번거로움이 있습니다.

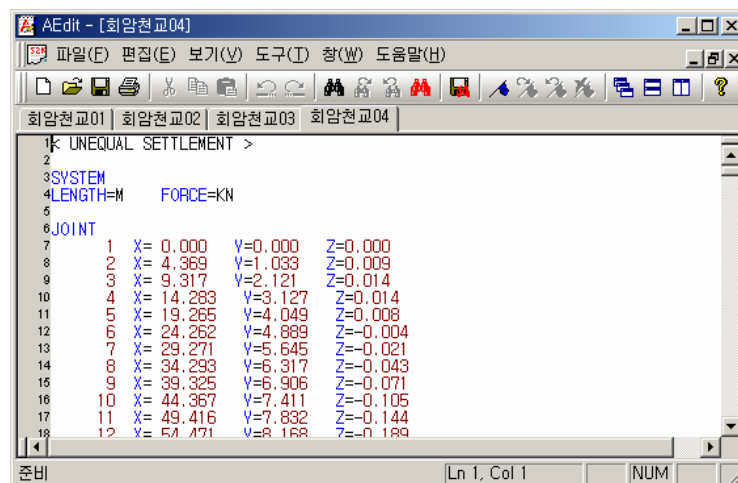
활하중 해석 시간이 많이 걸리는 교량일 경우 별도로 실행하는 것이 더 편리합니다.



자동실행 후 또는 결과파일을 불러올 경우 숫음량의 해석결과값이 기존 입력값과 상이할 경우 메시지 창이 뜹니다. [예]를 누르면 계산결과를 숫음량에 반영해 줍니다.

Input File

설정된 경로와 파일명으로 Input Data 를 생성합니다. 확인용이며 SAP2000 자동실행을 위해 생성할 필요는 없습니다.



[도로교 Input File - 4 개]

4 *.s2k

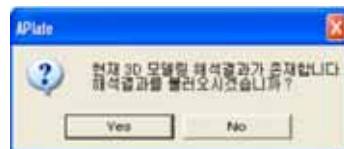
- *01.s2k → 합성전 고정하중 Input - 물성치 : 강제단면
- *02.s2k → 합성후 고정하중 Input - 물성치 : 바닥판 합성단면
- *03.s2k → 활하중 Input - 물성치 : 바닥판 합성단면
- *04.s2k → 지점침하 Input - 물성치 : 바닥판 합성단면

Turnover

4 *.s2k

- *01.s2k → 합성전 고정하중 1 Input - 물성치 : 강제단면
- *02.s2k → 합성전 고정하중 2 Input - 물성치 : 구속콘크리트 합성단면
- *03.s2k → 합성후 고정하중 Input - 물성치 : 바닥판 합성단면
- *04.s2k → 활하중 Input - 물성치 : 바닥판 합성단면
- *05.s2k → 지점침하 Input - 물성치 : 바닥판 합성단면

해석한 결과 값이 있을 경우, 해당 파일을 선택하면 다음과 같은 메시지가 나타납니다.

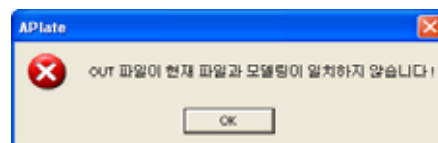


확인

모든 파일을 한꺼번에 불러옵니다.

취소

지정한 1 개의 파일만을 읽어 들입니다.
올바르게 Output 이 읽히지면 부재력에 대한 다이어그램이 화면에 나타납니다. 이때 처짐검토를 위한 *.txt 파일이 생성되어 있다면 활하중 Output 을 읽을 때 함께 불러옵니다. (화면상에는 나타나지 않음)
만약 절점수와 부재수를 비교하여 현재 교량과 일치하지 않는 다른 Output 을 지정하였다면 다음과 같은 메시지를 출력합니다.



원하지 않는 다른 Output 을 읽었을 때 일부 또는 전체 파일 선택 후 파일 삭제를 클릭하면 읽어 들인 결과를 삭제합니다.

일부 파일을 삭제한 후 다시 파일을 읽기를 실행한 경우에는 **[취소]**를 클릭하여 차례 차례 해당 파일을 읽을 것을 권장합니다.

만약 한꺼번에 파일을 읽어 들였을 경우, 파일명, Type, 제목 등이 Output 파일의 총수가 의도했던 바와 일치하는지 확인하기 바랍니다.

모든 절점 및 부재의 각 하중단계별 부재력과 그 합계가 집계표의 형태로 출력됩니다.

모든 지점의 각 하중단계별 반력의 집계표가 출력되며 부반력의 발생 여부를 화면상에서 즉시 파악할 수 있습니다. 계산서 3 장의 반력집계표와 동일한 값이 Text 형식으로 생성됩니다.

각 거더의 모든 절점 위치에서의 솟음(Camber)량을 출력합니다.

각 하중단계 값을 모두 합산한 상태의 다이어그램을 Max 과 Min 의 두 가지 형태로 출력합니다. 그 밖에도 임의의 위치에서의 부재력을 알고 싶은 경우 다이어그램상의 해당 위치를 클릭하면 그 부분의 정확한 위치와 부재력이 표현됩니다.

No.	File	Type	Case 수	제 목
1	C:\W정\Waroadwork\WS_커브\WS_선형01.OUT	합성전 사하중	2	< BEFORE COMPOSITE SELF-WEIGHT LO
2	C:\W정\Waroadwork\WS_커브\WS_선형02.OUT	합성후 사하중	1	< AFTER COMPOSITE SELF-WEIGHT LOA
3	C:\W정\Waroadwork\WS_커브\WS_선형03.OUT	활하중	12	< MOVING LOAD >
4	C:\W정\Waroadwork\WS_커브\WS_선형04.OUT	지점 침하	8	< UNEQUAL SETTLEMENT >

현재 읽혀진 Output 의 파일명과 내용을 확인하는 창입니다. 확인 결과가 의도한 바와 다른 경우 **[파일 읽기]**와 **[파일 삭제]**를 이용하여 다시 입력을 합니다.

해당 부분을 마우스로 클릭하여 원하는 하중단계의 부재력을 출력할 수 있습니다.

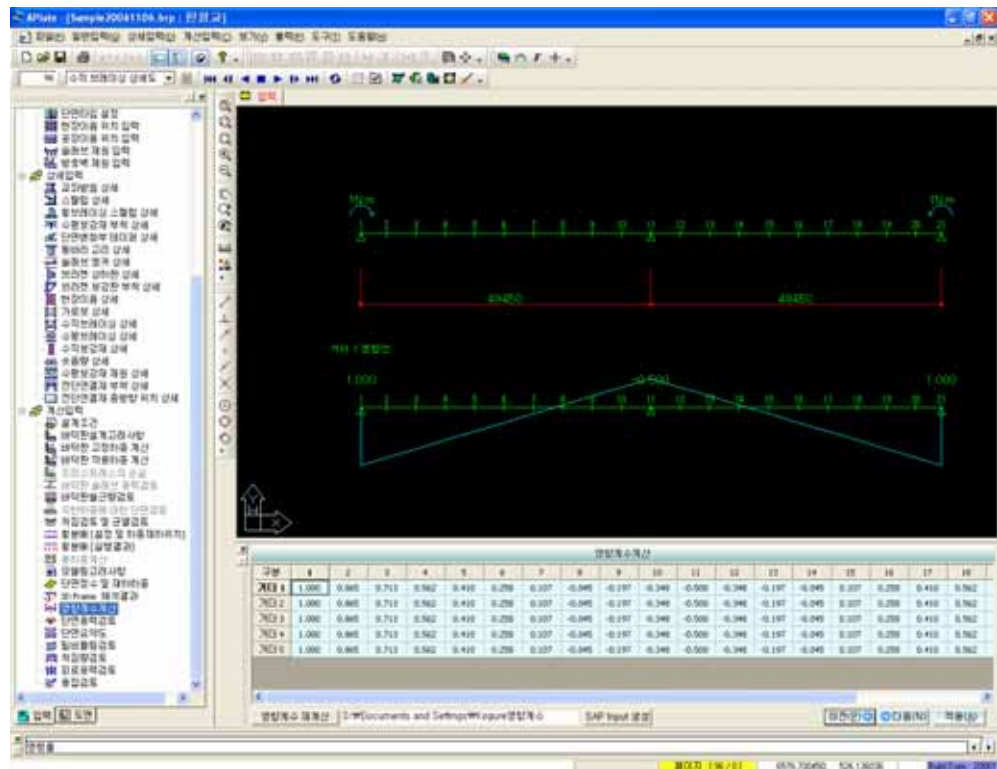
각 절점에 대한 구속 조건을 확인하실 수 있습니다.

절점	X	Y	Z	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10
22	0.0000	-0.0000	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0.0000	-0.0000	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0.0000	-0.0000	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0.0000	0.0000	-0.0000	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
26	0.0000	0.0000	-0.0000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
27	0.0000	-0.0000	-0.0000	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28	0.0000	-0.0000	-0.0000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0.0000	-0.0000	-0.0000	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
30	0.0000	-0.0000	-0.0000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
31	0.0000	-0.0000	-0.0000	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
32	0.0000	-0.0000	-0.0000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

각 부재에 대한 단면정수를 확인하실 수 있습니다.

부재	절면	단면적(A)	회전관성(Ix)	회전관성(Iy)	회전관성(Iz)	회전관성(Ix-Iy)	회전관성(Ix-Iz)	회전관성(Iy-Iz)
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
2	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
3	3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
4	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
5	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
6	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
7	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
8	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000

5.2 (K)



2 차 부정정력의 고려를 위한 영향계수 K 값에 대한 Input Data 를 출력하는 부분입니다. 또한 해석상의 편의를 위하여 하중의 횡분배 및 영향계수 K 값의 산출은 자체 내장된 Solver 를 구동하여 자동계산하고 있으나 이것에 대한 검증을 원하는 사용자와 구조계산서 첨부 등의 필요성이 있으므로 범용해석 프로그램용 Input Data 로 파일을 생성합니다.

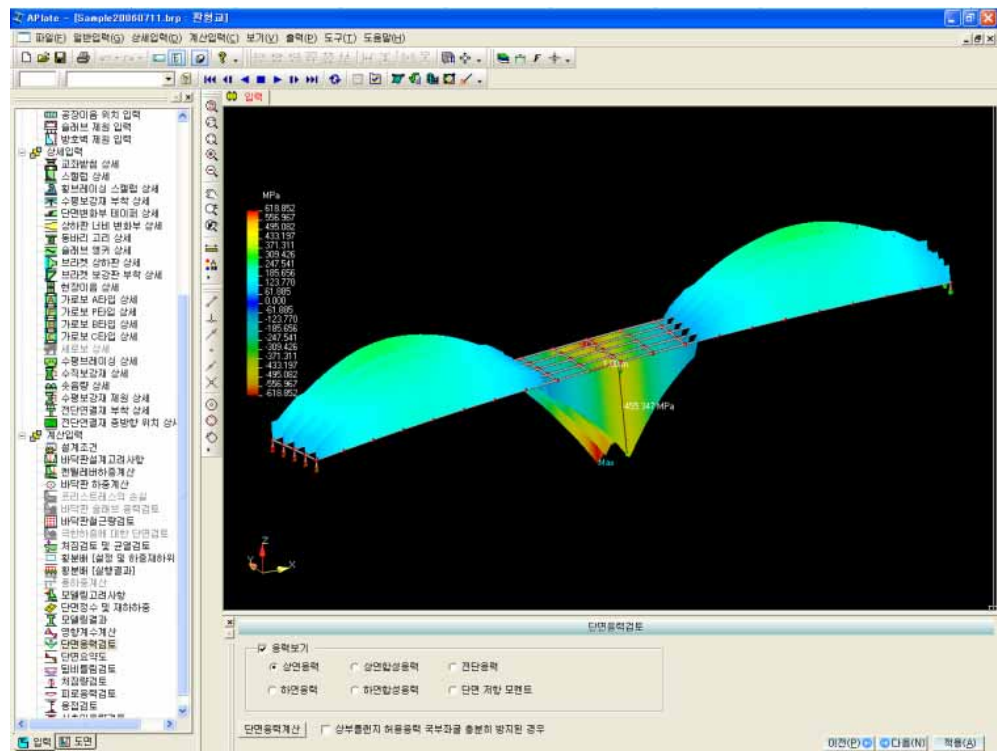
공장이름, 가로보 배치 변경 등의 영향계수 K 값이 변경될 가능성이 있는 수정변경작업을 수행한 경우 K 값 산정을 재실행합니다.

Input Data 가 생성될 경로 및 파일명을 입력합니다. 기본설정은 해당 교량 *.bri 가 저장된 경로가 됩니다.

Input File

영향계수 K 값 Input Data 를 생성합니다.

5.3



단면 응력과 단면 성능을 다이어그램의 형태로 출력하여 한눈에 파악할 수 있는 부분입니다. 최대 응력이 발생하는 위치가 Max로 표기되므로 쉽게 알 수 있습니다.

단면의 성능과 응력의 분포상태를 확인하실 수 있습니다.

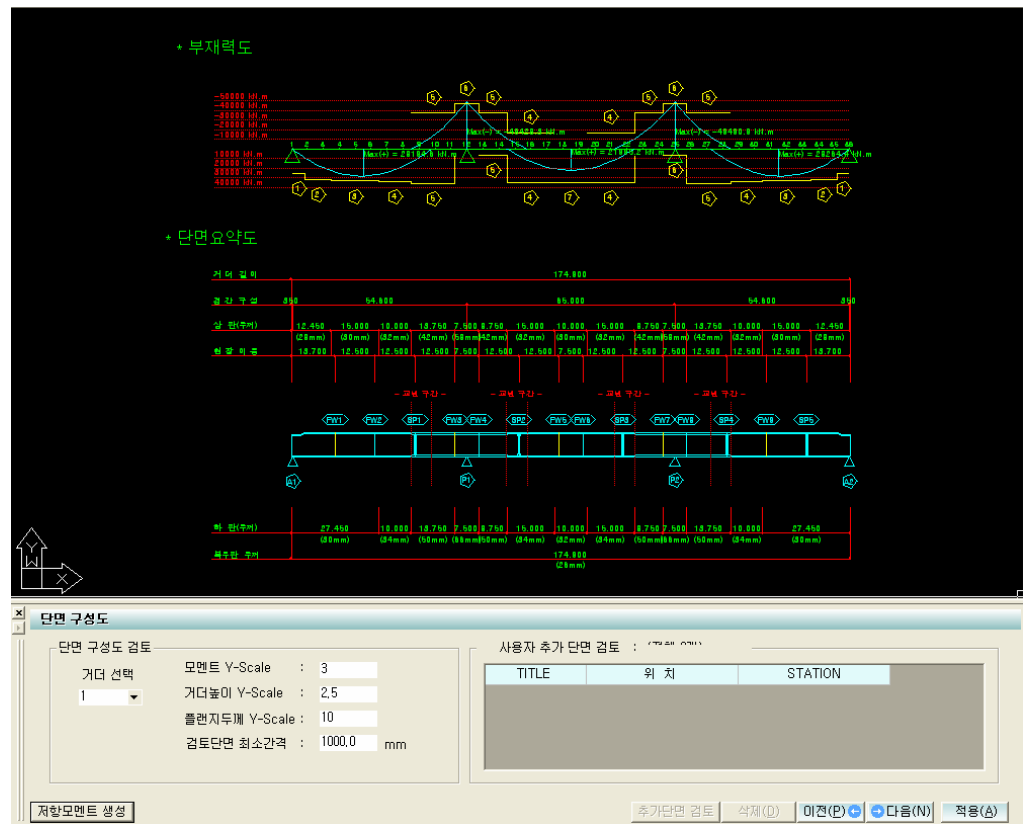
다이어그램 출력을 위한 작업을 수행합니다.

NOTE

다이어그램 상의 임의의 위치를 클릭하면 해당 부분의 정확한 위치와 값을 출력합니다.

상판의 허용응력을 구할 경우 상판이 바닥판과 일체되어 충분히 좌굴 방지가 된다고 볼 경우 허용응력이 높아집니다. 기본값은 체크로 되어 있습니다.

5.4



교량 전구간에 걸친 전반적인 설계상태를 한눈에 파악할 수 있는 부분으로 교량 연장 및 지간구성, 상·하부 플랜지와 복부판의 단면변화 위치와 그 두께, 현장이음의 위치, 압축부 보강재의 설치 위치 및 교변구간의 위치, 최대 및 최소 모멘트 다이어그램, 위치별 단면 TYPE, 단면 저항 모멘트 등을 표현하여 줌으로써 해당 단면의 적부판정과 보강재의 배치 범위의 적정성도 즉시 판단 가능합니다.

단면 요약도 생성을 위한 거더 선택 및 스케일을 선택합니다.

출력을 원하는 거더를 선택합니다. APlate2006에서는 다이어그램이 바로 변경됩니다.

Y - Scale

화면 상단 모멘트도의 수직 Scale 을 변경할 때 이용합니다. **[적용]** 버튼을 누르면 변경됩니다.

Y - Scale

화면 하단 거더 배치도의 수직 Scale 을 변경할 때 이용합니다.

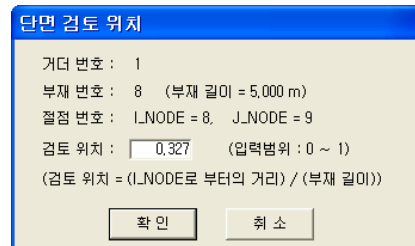
Y - Scale

화면 하단 거더 배치도에서 플랜지 두께의 Scale 을 변경할 때 사용합니다.

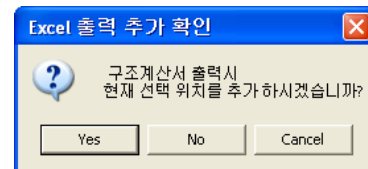
검토하는 범위의 간격 기준을 설정합니다. 기본은 1,000 mm 로 설정되어 있지만, 간격을 더 작게 하면 더 많은 검토 단면이 생성됩니다.

가

원하는 부분의 단면을 계산서 4 장 단면검토 부분에 추가할 수 있습니다. 출력을 원하는 위치를 화면에서 더블클릭 하면 됩니다.



[단면 검토 위치 확인창]



[계산서 반영 유무 확인창]

사용자 추가 단면 검토 : (전체 2개)

TITLE	위 치	STATION
추가단면1	절점 11 부터 2.195 m	STA. 0K+445.935
추가단면2	절점 5 부터 1.283 m	STA. 0K+419.103

[검토 위치 목록창]

TITLE

추가되는 단면의 이름을 기록합니다.

추가되는 단면의 해당 위치를 적어줍니다.

가

사용자 추가 단면 검토에 있는 부분의 계산서를 Text 형태로 확인할 수 있습니다.

이미 추가되어 있는 단면검토를 삭제할 수 있습니다.

계산서 4 장과 같은 형식의 Text 로 해설 결과를 출력합니다. 합성응력 검토 부분의 값을 가장 먼저 확인하고, 허용응력 및 합성응력에 대한 안전율을 확인합니다.

Result								
하중 조합	작을 응력 (MPa)		허용응력 (MPa)	작을 응력 (MPa)		허용 응력 (MPa)		
	상 연	하 연		상 연	하 연	상 연	하 연	
1			160.000	-83.368	79.253	190.000	190.000	
1+2+3	-56.861	-51.097	160.000	-132.160	148.047	190.000	190.000	
1+2+3+4	-62.006	-56.372	160.000	-137.486	140.077	190.000	190.000	
1+2+3+4+5	-55.361	-49.537	160.000	-130.575	150.873	190.000	190.000	
1+2+3+4+5+6	-66.143	-60.052	184.000	-115.789	171.100	218.500	218.500	
1+2+3+4+5+6	-44.579	-39.021	184.000	-145.366	130.647	218.500	218.500	
주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음.								
(9) 합성응력의 검토								
(상 연)								
$\left(\frac{f}{f_a} \right)^2 + \left(\frac{v}{v_a} \right)^2 = \left(\frac{-137.486}{190.000} \right)^2 + \left(\frac{66.134}{110.000} \right)^2 = 0.8851 < 1.2 \text{ --- O.K}$								
(하 연)								
$\left(\frac{f}{f_a} \right)^2 + \left(\frac{v}{v_a} \right)^2 = \left(\frac{150.873}{190.000} \right)^2 + \left(\frac{66.134}{110.000} \right)^2 = 0.9520 < 1.2 \text{ --- O.K}$								
(10) 합복력 대한 안전도 검사								
위에 열거한 하중조합에서 가장 불리한 조합에 대해 검사								
$\Sigma f = 1.3 \times (\text{합성응력 고려하중} \times \text{크리프} + \text{합성응력 고려하중} \times 2.15 \times (\text{활하중에 의한 응력(중립축에서 가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토)}) + (\text{크리프 변형률} \times (\text{건조수축 응력(변형률)} + (\text{온도차 응력(변형률)} \times \text{온도차})))$								
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토								
① 상부비단각 REBAR								
합성응력 고려하중 응력 = -20.222 MPa								
합성응력 활하중 응력 = -36.640 MPa								
$\Sigma f = 1.3 \times (-20.222 + 2.15 \times -36.640 + (-5.145) + (6.645) - (10.782))$								
$\Sigma f = -114.345 \text{ MPa} < f_y = 400.00 \text{ MPa} \text{ --- O.K (크리프, 건조수축 포함시)}$								
$\Sigma f = 1.3 \times (-20.222 + 2.15 \times -36.640 - (10.782))$								
$\Sigma f = -115.845 \text{ MPa} < f_y = 400.00 \text{ MPa} \text{ --- O.K (크리프, 건조수축 제외시)}$								
② 강재 주철 합판								
합성응력 고려하중 응력 = -83.368 MPa								
합성응력 활하중 응력 = -17.352 MPa								
합성응력 활하중 응력 = -31.440 MPa								
$\Sigma f = 1.3 \times (-83.368 + -17.352) + 2.15 \times -31.440 + (-5.326) + (6.911) - (14.791)$								
$\Sigma f = -211.737 \text{ MPa} < f_y = 320.00 \text{ MPa} \text{ --- O.K (크리프, 건조수축 포함시)}$								
$\Sigma f = 1.3 \times (-83.368 + -17.352) + 2.15 \times -31.440 - (14.791)$								
$\Sigma f = -213.322 \text{ MPa} < f_y = 320.00 \text{ MPa} \text{ --- O.K (크리프, 건조수축 제외시)}$								
③ 강재 주철 합판								
합성응력 고려하중 응력 = 79.253 MPa								
합성응력 활하중 응력 = 24.465 MPa								
합성응력 활하중 응력 = 44.329 MPa								
$\Sigma f = 1.3 \times (79.253 + 24.465) + 2.15 \times 44.329 + (-7.970) + (10.796) + (20.226)$								
$\Sigma f = 253.194 \text{ MPa} < f_y = 320.00 \text{ MPa} \text{ --- O.K (크리프, 건조수축 포함시)}$								
$\Sigma f = 1.3 \times (79.253 + 24.465) + 2.15 \times 44.329 - (20.226)$								
$\Sigma f = 250.368 \text{ MPa} < f_y = 320.00 \text{ MPa} \text{ --- O.K (크리프, 건조수축 제외시)}$								

6.

APlate2006 에서의 단면 저항 모멘트 산출 방법에 대한 설명입니다.

1. 단면의 저항 성능은 식(1),(2),(3)에 의해 각 단면의 해당 위치에 작용하는 모멘트 및 전단력의 조합으로 결정된다.

$$f \leq f_a \quad \text{----} \quad (1) \quad \text{여기서, } f : \text{작용 휨인장(압축) 응력}$$

$$f_a : \text{허용 휨인장(압축) 응력}$$

$$v \leq v_a \quad \text{----} \quad (2) \quad v : \text{작용 전단 응력}$$

$$v_a : \text{허용 전단 응력}$$

$$\left(\frac{f}{f_a} \right)^2 + \left(\frac{v}{v_a} \right)^2 < 1.2 \quad \text{----} \quad (3)$$

교량에서 부재의 위치에 따라 작용 전단력의 크기가 다르게 나타나므로, 동일 제원의 단면이더라도 그 단면이 속해 있는 위치에 따라 해당 단면의 저항 모멘트가 다르게 나타날 수 있다.

여기서, 단면 저항 모멘트란 해당 단면이 그 해당 위치에서 저항할 수 있는 최대 모멘트를 말하며 단면의 저항성능을 의미한다.

2. 부재력의 증가는 하중 크기의 증가에 의한 것으로서 모멘트가 증가할 경우 그 위치에서의 전단력도 함께 증가하며 모멘트 증가율과 전단력의 증가율은 같다.

$$3. f = \frac{M}{I} \text{ 와 } v = \frac{S}{A} \text{로부터 } f \propto M, v \propto S \text{ 이므로 임의의 단면에서의 휨응력}$$

과 전단응력은 모멘트와 전단력의 증가율에 비례한다.

전술한 사항을 전제로 하여 단면 저항 모멘트를 산정하는 방법은 다음과 같다.

임의의 위치의 해당 단면에 작용하는 응력과 합성응력도를

$$\left(\frac{f}{f_a} \right)^2 + \left(\frac{v}{v_a} \right)^2 = X \text{ 라 하고}$$

하중크기의 증가로 인한 모멘트와 전단력의 증가율을 α 라 하면 이 단면이 최대로 저항할 수 있는 상태의 합성응력도는

$$\left(\frac{\alpha \cdot f}{f_a} \right)^2 + \left(\frac{\alpha \cdot v}{v_a} \right)^2 = 1.2$$

(단, $\alpha \cdot f \leq f_a$ 또한 $\alpha \cdot v \leq v_a$)로 표현할 수 있으며 이를 정리하면 다음과 같다.

$$\alpha^2 \left\{ \left(\frac{\alpha \cdot f}{f_a} \right)^2 + \left(\frac{\alpha \cdot v}{v_a} \right)^2 \right\} = 1.2$$

$$\alpha^2 X = 1.2 \Rightarrow \sqrt{\frac{1.2}{X}} \quad \left(\text{단, } \alpha \leq \frac{f_a}{f}, \alpha \leq \frac{v_a}{v} \right)$$

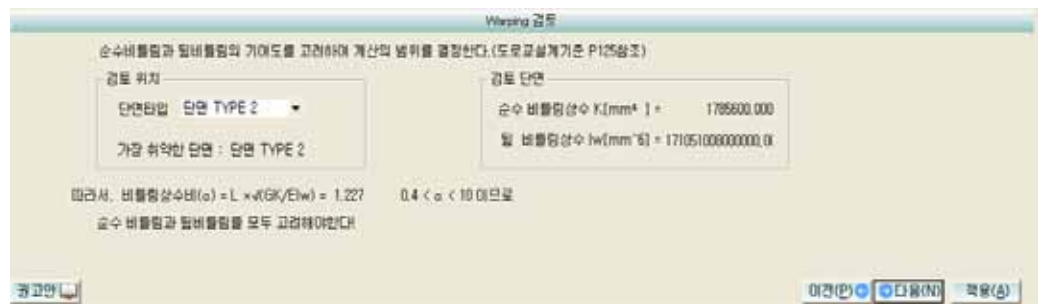
따라서 임의 단면의 해당 위치에서의 최대 저항 모멘트는

$$MR = \alpha \cdot M$$

M : 검토 단면의 해당위치에서의 작용 모멘트

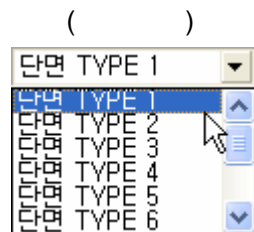
$$\alpha = \text{MIN} \left(\sqrt{\frac{1.2}{X}}, \frac{f_a}{f}, \frac{v_a}{v} \right)$$

6.1



각 단면에 대한 순수 비틀림과 뒀 비틀림(Warping Torsion)에 대한 영향정도를 비틀림 상수비(α)를 산출하여 순수 비틀림과 뒀 비틀림의 검토 여부를 판정합니다.

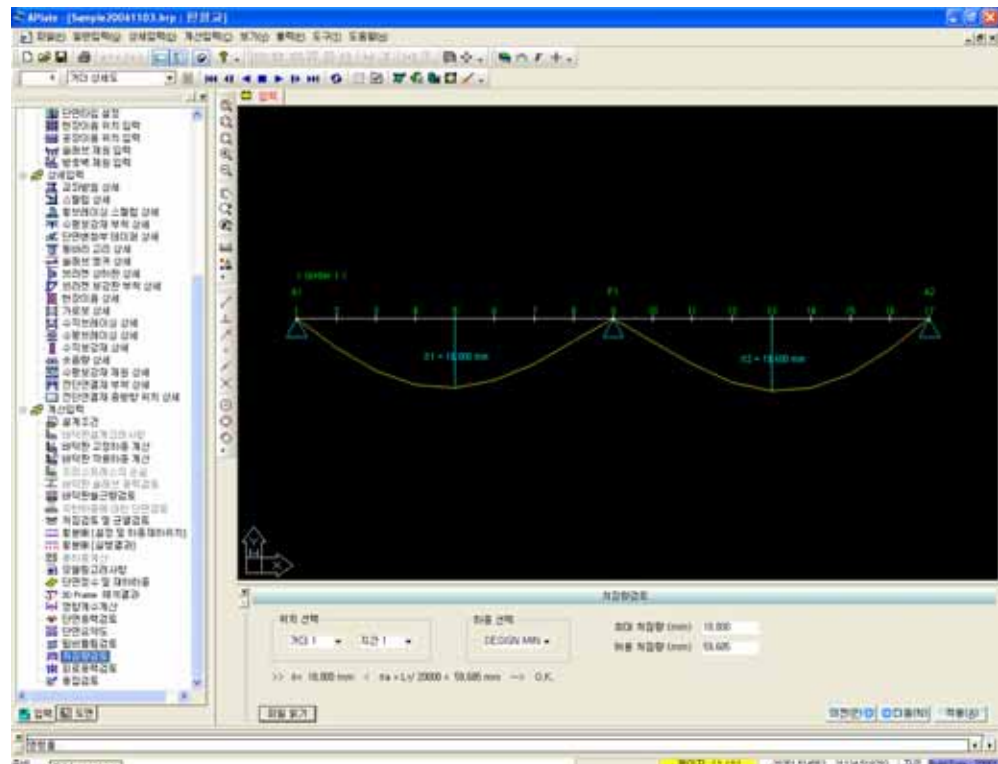
구조계산서 4 장의 단면검토시 순수 비틀림을 고려해서 단면 검토 하도록 되어 있습니다.



검토단면을 선택합니다.

검토단면에서의 순수 비틀림 상수와 뒀비틀림 상수를 표시합니다.

6.2



활하중에 대한 처짐량을 검토하는 부분이며, 이를 수행하기 위해서는 구조해석 실행 후 활하중에 대한 처짐 결과 파일(*.txt)을 생성하고, 생성된 파일을 불러옵니다. **[3D FRAME 해석 결과]**에서 불러오지 않았다면 **파일 읽기**를 클릭하여 *.txt 파일을 읽어야 합니다. *.txt 파일의 생성 및 자동 판독에 관련된 사항은 전술한 **[하중 조합의 적용]**과 **[3D FRAME 해석 결과]**를 참조 바랍니다.

처짐 검토를 수행할 거더 및 지간을 선택합니다.

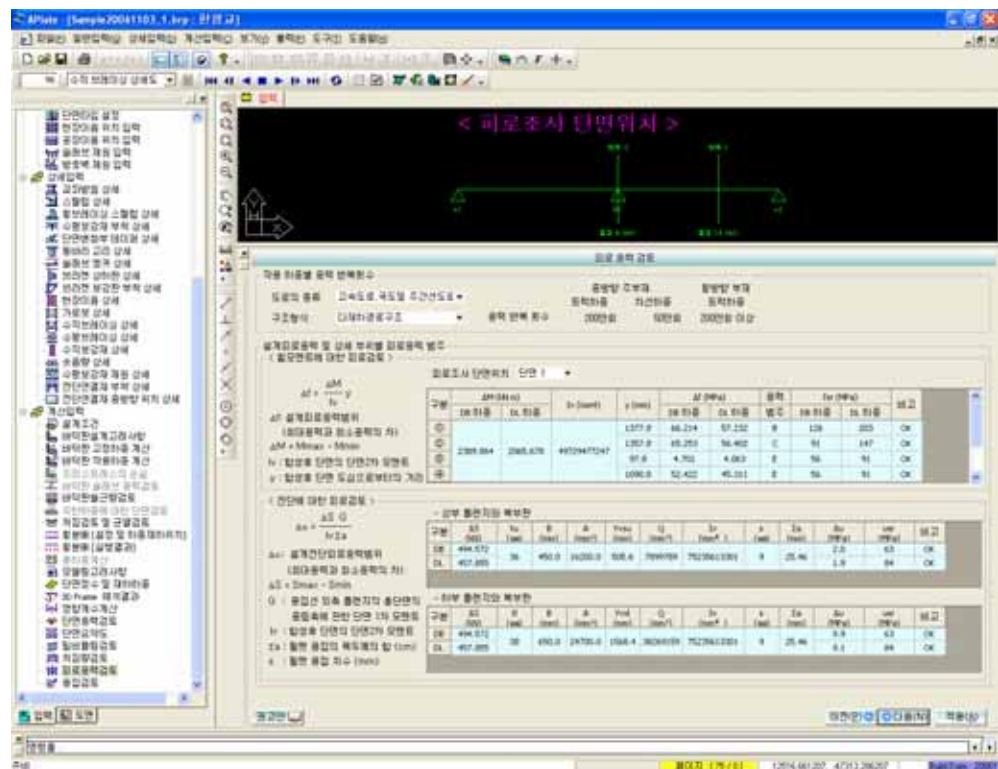
처짐 검토를 수행할 하중 조합을 선택합니다.

모든 하중 Case를 선택하여 검토 가능하지만, 현행 지방시 규정에 의거하여 충격을 포함한 최대 처짐을 유발하는 하중 조합인 Design이 기본으로 설정되어 있습니다.

(mm), (mm)

처짐 해석 결과로부터 해당 경간의 최대 처짐량을 자동 판독하고 지간장에 따른 해당 경간의 허용 처짐량을 지방규정에 따라 자동계산하므로 별도의 입력 및 수정은 필요하지 않습니다.

6.3



각각의 단면위치에서 상세부위별 피로응력검토를 수행하는 부분으로 선택된 단면의 위치, 도로의 종류, 구조 형식에 따라 응력범주 및 하중의 응력반복횟수 등을 고려하여 시방서 규정에 따라 허용응력범위를 자동설정하고 선택한 단면의 최대 및 최소 부재력을 검색하여 그에 따른 휨모멘트와 전단력에 대한 피로응력을 각각 검토합니다.

구조해석 수행 후 그 결과를 읽어 들였을 경우에만 검토가 가능합니다.

6.4

The screenshot shows the '용접 검토' (Welding Check) window in APlate. It contains the following sections:

- 용접자외 복판판의 용접부 검토** (Welding Check for the outer plate):
 - 단면 번호: 1-1
 - 단면 재질: S45C
 - 단면력 S (kN): 1000.000
 - 상판 두께 (mm): 10, 상부 Yvisu (mm): 210.0
 - 하판 두께 (mm): 12, 하부 Yvisl (mm): 134.2
 - 복판판 두께: 10, 단면2차 모멘트 Iy (mm⁴): 9200000.00
 - 상부 용접 폭두께 (mm): 8, 상부 전단응력 u (MPa): 3.8
 - 하부 용접 폭두께 (mm): 8, 하부 전단응력 u (MPa): 34.7
- ① 필렛용접 치수검토** (Fillet weld dimension check):
 - >> 상부: Smin (5.0 mm) ≤ Suse (5 mm) ≤ Smax (12.0 mm) O.K
 - >> 하부: Smin (5.0 mm) ≤ Suse (5 mm) ≤ Smax (12.0 mm) O.K
- ② 용접부의 응력검토** (Weld joint stress check):
 - >> 상부: 전단응력 u (3.8 MPa) < 허용 전단응력 ua (110 MPa) O.K
 - >> 하부: 전단응력 u (34.7 MPa) < 허용 전단응력 ua (110 MPa) O.K
- 자중보강재 용접부 검토** (Self-reinforcing material weld joint check):
 - ① 교대부: 반력 R (kN): 112.183
 - 사용 보강재: 8 - 25.200 x 100 x 200
 - 전단응력 u (MPa): 4.231
 - >> 전단응력 (u) < 허용 전단응력 (ua) → O.K
 - ② 교각부: 반력 R (kN): 3333.404
 - 사용 보강재: 8 - 25.200 x 100 x 200
 - 전단응력 u (MPa): 11.004
 - >> 전단응력 (u) < 허용 전단응력 (ua) → O.K

At the bottom, there are buttons for '판 검토' (Plate Check), '이전(B)' (Previous), '다음(N)' (Next), and '작업(A)' (Work).

부재에 따라 자동 설정된 필렛 용접의 폭두께를 검토하고 상·하부 플랜지와 복판판의 필렛 용접부의 응력 검토를 수행하며 지점부 보강재의 용접부에 대한 응력을 계산하여 안전성 여부를 판단합니다.

검토를 원하는 단면을 설정하는 것 외에는 별도의 입력이 필요 없습니다. 다만, 구조 해석 수행 결과를 근거로 각 단면별 응력을 산정하므로 그 Output 을 읽어 들인 후에만 검토가 가능합니다.