

# **보도부 확장에 따른 구조 검토서**

**[ B =2.200m, CTC=1.000m ]**

**2020. 06**

# 목 차

1. 설계기준
2. 모델링
3. 하중재하
4. 데크플레이트 검토
5. 브래킷 부재 검토
6. 작용 반력
7. 앵커볼트 검토

# 1. 설계기준

## 1) 형 식

교량용확장인도

## 2) 사용부재의 허용응력

브라켓 보강형은 축력과 휨모멘트를 동시에 받는 부재로서 응력이 허용응력 이내 이어야 하고, 좌굴에 대하여 안정하여야 한다. 즉, 응력검토와 안정검토를 동시에 수행하여야 한다.

표 1.1 허용축방향인장응력, 허용휨인장응력 (MPa)

[도기 P3-10]

강 종 강재 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40이하	140	190	215	270
40 초과 75 이하	130	175	200	260
75 초과 100 이하			195	250

강 종 강재 판두께(mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
100 이하	190	215	230	270

표 1.2 국부좌굴을 고려하지 않은 허용축방향압축응력 (MPa)

[도기 P3-11]

강 종 강재 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	$140 : \ell/r \leq 18.6$ $140 - 0.82(\ell/r - 18.6) : 18.6 < \ell/r \leq 92.8$ $1,200,000/6,700 + (\ell/r)^2 : 92.8 < \ell/r$	$190 : \ell/r \leq 16$ $190 - 1.29(\ell/r - 16) : 16 < \ell/r \leq 80.1$ $1,200,000/5,000 + (\ell/r)^2 : 80.1 < \ell/r$	$215 : \ell/r \leq 15.1$ $215 - 1.55(\ell/r - 15.1) : 15.1 < \ell/r \leq 75.5$ $1,200,000/4,4500 + (\ell/r)^2 : 75.5 < \ell/r$	$270 : \ell/r \leq 13.4$ $270 - 2.19(\ell/r - 13.4) : 13.4 < \ell/r \leq 67.1$ $1,200,000/3,500 + (\ell/r)^2 : 67 < \ell/r$
40 초과 75 이하	$130 : \ell/r \leq 19.4$ $130 - 0.73(\ell/r - 19.4) : 19.4 < \ell/r \leq 97$	$175 : \ell/r \leq 16.6$ $175 - 1.15(\ell/r - 16.6) : 16.6 < \ell/r \leq 82.8$	$200 : \ell/r \leq 15.5$ $200 - 1.4(\ell/r - 15.5) : 15.5 < \ell/r \leq 77.7$ $1,200,000/4,700 + (\ell/r)^2 : 77.7 < \ell/r$	$260 : \ell/r \leq 13.7$ $260 - 2.07(\ell/r - 13.7) : 13.7 < \ell/r \leq 68.6$ $1,200,000/3,600 + (\ell/r)^2 : 68.6 < \ell/r$
75 초과 100 이하	$1,200,000/7,300 + (\ell/r)^2 : 97 < \ell/r$	$1,200,000/5,300 + (\ell/r)^2 : 82.8 < \ell/r$	$195 : \ell/r \leq 15.8$ $195 - 1.35(\ell/r - 15.8) : 15.8 < \ell/r \leq 78.9$ $1,200,000/4,800 + (\ell/r)^2 : 78.9 < \ell/r$	$250 : \ell/r \leq 13.9$ $250 - 1.96(\ell/r - 13.9) : 13.9 < \ell/r \leq 69.4$ $1,200,000/3,700 + (\ell/r)^2 : 69.4 < \ell/r$
비 고	$\ell$ : 부재의 유효좌굴길이 (mm) $r$ : 부재 총단면의 단면회전반경 (mm)			

강 종 강재 판두께(mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
100 이하	190 : $l/r \leq 16$  190-1.29( $l/r-16$ ) : 16 < $l/r \leq 80.1$  1,200,000/ 5,000+( $l/r$ ) <sup>2</sup> : 80.1 < $l/r$	215 : $l/r \leq 15.1$  215-1.55( $l/r-15.1$ ) : 15.1 < $l/r \leq 75.5$  1,200,000/ 4,400+( $l/r$ ) <sup>2</sup> : 75.5 < $l/r$	230 : $l/r \leq 14.6$  230-1.72( $l/r-14.6$ ) : 14.6 < $l/r \leq 73$  1,200,000/ 4,100+( $l/r$ ) <sup>2</sup> : 73 < $l/r$	270 : $l/r \leq 13.4$  270-2.19( $l/r-13.4$ ) : 13.4 < $l/r \leq 67.1$  1,200,000/ 3,500+( $l/r$ ) <sup>2</sup> : 67.1 < $l/r$
비 고	$l$ : 부재의 유효좌굴길이 (mm) $r$ : 부재 총단면의 단면회전반경 (mm)			

- 허용축방향압축응력 [도기 P3-13]

$$f_{ca} = f_{cag} \cdot f_{cal} / f_{cao} \quad (3.3.1)$$

여기서,

$f_{ca}$  : 허용축방향압축응력(MPa)

$f_{cag}$  : 표 1.2에 표시된 국부좌굴을 고려하지 않은 허용축방향압축응력(MPa)

$f_{cal}$  : 도로교 설계기준에 규정한 국부좌굴에 대한 허용응력(MPa)

$f_{cao}$  : 표 1.1의 국부좌굴을 고려하지 않은 허용축방향압축응력의 상한값(MPa)

표 1.4(a) 허용휨압축응력 (MPa)

[도기 P3-15]

강 종 강재 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40이하	140	190	215	270
40 초과 75 이하	130	175	200	260
75 초과 100 이하			195	250

강 종 강재 판두께(mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
100 이하	190	215	230	270

표 1.4(b) 허용힘압축응력 (MPa)

[도기 P3-16]

강 종 강재 판두께(mm)		SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
$A_w/A_c \leq 2$	40 이하	140 : $\ell/b \leq 4.6$ 140-2.49( $\ell/b-4.6$ ) : 4.6 < $\ell/b \leq 30$	190 : $\ell/b \leq 4.0$ 190-3.91( $\ell/b-4.0$ ) : 4.0 < $\ell/b \leq 30$	215 : $\ell/b \leq 3.8$ 215-4.69( $\ell/b-3.8$ ) : 3.8 < $\ell/b \leq 27$	270 : $\ell/b \leq 3.4$ 270-6.64( $\ell/b-3.4$ ) : 3.4 < $\ell/b \leq 25$
	40 초과 75 이하	130 : $\ell/b \leq 4.9$ 130-2.21( $\ell/b-4.9$ ) : 4.9 < $\ell/b \leq 30$	175 : $\ell/b \leq 4.1$ 175-3.48( $\ell/b-4.1$ ) : 4.1 < $\ell/b \leq 30$	200 : $\ell/b \leq 3.9$ 200-4.24( $\ell/b-3.9$ ) : 3.9 < $\ell/b \leq 27$	250 : $\ell/b \leq 3.5$ 250-5.94( $\ell/b-3.5$ ) : 3.5 < $\ell/b \leq 25$
	75 초과 100 이하	130-2.21( $\ell/b-4.9$ ) : 4.9 < $\ell/b \leq 30$	175-3.48( $\ell/b-4.1$ ) : 4.1 < $\ell/b \leq 30$	195 : $\ell/b \leq 3.9$ 195-4.07( $\ell/b-3.9$ ) : 3.9 < $\ell/b \leq 27$	245 : $\ell/b \leq 5.0$ 245-6.0( $\ell/b-5.0$ ) : 5.0 < $\ell/b \leq 25$
$A_w/A_c > 2$	40 이하	140 : $\ell/b \leq 9.3/K$ 140-1.24( $K \cdot \ell/b - 9.3$ ) : 9.3/K < $\ell/b \leq 30$	190 : $\ell/b \leq 8/K$ 190-1.95( $K \cdot \ell/b - 8$ ) : 8/K < $\ell/b \leq 30$	215 : $\ell/b \leq 7.5/K$ 215-2.35( $K \cdot \ell/b - 7.5$ ) : 7.5/K < $\ell/b \leq 27$	270 : $\ell/b \leq 6.7/K$ 270-3.32( $K \cdot \ell/b - 6.7$ ) : 6.7/K < $\ell/b \leq 25$
	40 초과 75 이하	130 : $\ell/b \leq 9.7/K$ 130-1.1( $K \cdot \ell/b - 9.7$ ) : 9.7/K < $\ell/b \leq 30$	175 : $\ell/b \leq 8.3/K$ 175-1.74( $K \cdot \ell/b - 8.3$ ) : 8.3/K < $\ell/b \leq 30$	200 : $\ell/b \leq 7.8/K$ 200-2.12( $K \cdot \ell/b - 7.8$ ) : 7.8/K < $\ell/b \leq 27$	260 : $\ell/b \leq 6.9/K$ 260-3.12( $K \cdot \ell/b - 6.9$ ) : 6.9/K < $\ell/b \leq 25$
	75 초과 100 이하	130-1.1( $K \cdot \ell/b - 9.7$ ) : 9.7/K < $\ell/b \leq 30$	175-1.74( $K \cdot \ell/b - 8.3$ ) : 8.3/K < $\ell/b \leq 30$	195 : $\ell/b \leq 7.9/K$ 195-2.04( $K \cdot \ell/b - 7.9$ ) : 7.9/K < $\ell/b \leq 27$	250 : $\ell/b \leq 6.9/K$ 250-2.97( $K \cdot \ell/b - 6.9$ ) : 6.9/K < $\ell/b \leq 25$
비 고	$A_w$ : 복부판의 총단면적(mm <sup>2</sup> ) $A_c$ : 압축플랜지 총단면적(mm <sup>2</sup> ) $\ell$ : 압축플랜지의 고정점간 거리(mm) $b$ : 압축플랜지 폭(mm) $K = \sqrt{3 + A_w / 2A_c}$				

강 종		SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
강재 판두께(mm)					
$A_w/A_c \leq 2$	100 이하	190 : $\ell/b \leq 4.0$ 190-3.91( $\ell/b-4.0$ ) : $4.0 < \ell/b \leq 30$	215 : $\ell/b \leq 3.8$ 215-4.69( $\ell/b-3.8$ ) : $3.8 < \ell/b \leq 27$	230 : $\ell/b \leq 3.6$ 230-5.19( $\ell/b-3.6$ ) : $3.6 < \ell/b \leq 27$	270 : $\ell/b \leq 3.4$ 270-6.64( $\ell/b-3.4$ ) : $3.4 < \ell/b \leq 25$
$A_w/A_c > 2$	100 이하	190 : $\ell/b \leq 8/K$ 190-1.95( $K \cdot \ell/b - 8$ ) : $8/K < \ell/b \leq 30$	215 : $\ell/b \leq 7.5/K$ 215-2.35( $K \cdot \ell/b - 7.5$ ) : $7.5/K < \ell/b \leq 27$	230 : $\ell/b \leq 7.3/K$ 230-2.6( $K \cdot \ell/b - 7.3$ ) : $7.3/K < \ell/b \leq 27$	270 : $\ell/b \leq 6.7/K$ 270-3.32( $K \cdot \ell/b - 6.7$ ) : $6.7/K < \ell/b \leq 25$
비 고		$A_w$ : 복부판의 총단면적(mm <sup>2</sup> ) $A_c$ : 압축플랜지 총단면적(mm <sup>2</sup> ) $\ell$ : 압축플랜지의 고정점간 거리(mm) $b$ : 압축플랜지 폭(mm) $K = \sqrt{3 + A_w / 2A_c}$			

표 1.5 허용전단응력 (MPa)

[도기 P3-18]

강 종		SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
강재 판두께(mm)					
40이하		80	110	125	155
40 초과 75 이하		75	100	115	150
75 초과 100 이하				115	145

강 종		SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
강재 판두께(mm)					
100 이하		110	125	135	155

- 압축응력을 받는 양연지지판 [도기 : P3-34]

$$t \geq b/80i \quad \text{다만, } t \geq b/220$$

(3.4.1)

여기서,

$t$  : 판두께(mm)

$b$  : 판의 고정연 사이의 거리(mm)

$i$  : 응력구배계수,  $i = 0.65\varphi^2 + 0.13\varphi + 1.0$

$\varphi$  : 응력구배,  $\varphi = f_1 - f_2 / f_1$

$f_1, f_2$  : 각각 판의 양연에서의 응력(MPa), 다만,  $f_1 \geq f_2$  이며 압축응력을 정(+)으로 한다.

표 1.6 압축응력을 받는 양연지지판의 최소판두께

[도기 P3-35]

강 종 강재 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570	
	40이하	b/56i	b/49i	b/46i	b/41i
	40 초과 75 이하	b/59i	b/50i	b/47i	b/42i
	75 초과 100 이하			b/48i	b/42i

강 종 강재 판두께(mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
	100 이하	b/49i	b/46i	b/44i

표 1.7 양연지지판의 국부좌굴에 대한 허용응력

[도기 P3-36]

강종	강재판두께(mm)	국부좌굴에 대한 허용응력(MPa)	
SS400 SM400 SMA400	40 이하	140	: $b/39.3i \leq t$ 220,000(ti/b) <sup>2</sup> : $b/80i \leq t < b/39.3i$
	40 초과 100 이하	130	: $b/41.1i \leq t$ 220,000(ti/b) <sup>2</sup> : $b/80i \leq t < b/41.1i$
SM490	40 이하	190	: $b/34.0i \leq t$ 220,000(ti/b) <sup>2</sup> : $b/80i \leq t < b/34.0i$
	40 초과 100 이하	175	: $b/35.5i \leq t$ 220,000(ti/b) <sup>2</sup> : $b/80i \leq t < b/35.5i$
SM490C-TMC	100 이하	190	: $b/34.0i \leq t$ 220,000(ti/b) <sup>2</sup> : $b/80i \leq t < b/34.0i$
SM490Y SM520 SMA490	40 이하	215	: $b/32.0i \leq t$ 220,000(ti/b) <sup>2</sup> : $b/80i \leq t < b/32.0i$
	40 초과 75 이하	200	: $b/32.9i \leq t$ 220,000(ti/b) <sup>2</sup> : $b/80i \leq t < b/32.9i$



표 1.7 양연지지판의 국부좌굴에 대한 허용응력 : 계속

[도기 P3-36]

강종	강재판두께(mm)	국부좌굴에 대한 허용응력(MPa)	
SM490Y SM520 SMA490	75 초과 100 이하	195	: $b/33.6i \leq t$
		$220,000(ti/b)^2$	: $b/80i \leq t < b/33.6i$
SM520C -TMC	100 이하	210	: $b/32.4i \leq t$
		$220,000(ti/b)^2$	: $b/80i \leq t < b/32.4i$
HSB500	100 이하	220	: $b/31.6i \leq t$
		$220,000(ti/b)^2$	: $b/80i \leq t < b/31.6i$
SM570 SMA570	40 이하	260	: $b/29.1i \leq t$
		$220,000(ti/b)^2$	: $b/80i \leq t < b/29.1i$
	40 초과 75 이하	250	: $b/29.7i \leq t$
HSB600 SM570-TMC	100 이하	$220,000(ti/b)^2$	: $b/80i \leq t < b/29.7i$
		245	: $b/30.0i \leq t$
		$220,000(ti/b)^2$	: $b/80i \leq t < b/30.0i$

표 1.8 자유돌출판의 국부좌굴에 대한 허용응력

[도기 P3-38]

강종	강재판두께(mm)	국부좌굴에 대한 허용응력(MPa)	
SS400 SM400 SMA400	40 이하	140	: $b/12.9 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/12.9$
SM490	40 초과 100 이하	130	: $b/13.5 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/13.5$
SM490C -TMC	100 이하	190	: $b/11.1 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/11.1$
SM490Y SM520 SMA490	40 이하	175	: $b/11.5 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/11.5$
	40 초과 75 이하	215	: $b/10.5 \leq t$
SM490Y SM520 SMA490	40 초과 75 이하	$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/10.5$
		200	: $b/10.8 \leq t$
SM490Y SM520 SMA490	75 초과 100 이하	$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/10.8$
		195	: $b/11.0 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/11.0$

표 1.8 자유돌출판의 국부좌굴에 대한 허용응력 : 계속

[도기 P3-39]

강종	강재판두께(mm)	국부좌굴에 대한 허용응력(MPa)	
SM520C -TMC	100 이하	215	: $b/10.5 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/10.5$
HSB500	100 이하	230	: $b/10.1 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/10.1$
SM570 SMA570	40 이하	270	: $b/9.3 \leq t$
	40 초과 75 이하	260	: $b/9.5 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/9.5$
75 초과 100 이하	250	: $b/9.6 \leq t$	
HSB600 SM570-TMC	100 이하	$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/9.6$
		270	: $b/9.3 \leq t$
		$24,000(t/b)^2$	: $b/16 \leq t < b/9.3$

표 1.9 압축응력을 받는 보강된 판의 최소판두께

[도기 P3-40]

강 종 강재 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40이하	b/56in	b/49in	b/46in	b/41in
40 초과 75 이하	b/59in	b/50in	b/47in	b/42in
75 초과 100 이하			b/48in	b/42in

강 종 강재 판두께(mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
100 이하	b/49in	b/46in	b/44in	b/41in

- 압축응력을 받는 보강된 판 [도기 : P3-40]

$$t \geq b/80in$$

(3.4.2)

여기서,

t : 보강된 판의 두께(mm)

b : 보강된 판의 폭(mm)

n : 종방향보강재에 의해서 구분되는 패널의 수( $n \geq 2$ )

i : 응력구배계수,  $i = 0.65(\varphi/n)^2 + 0.13(\varphi/n) + 1.0$

$\varphi$  : 응력구배,  $\varphi = f_1 - f_2 / f_1$

$f_1, f_2$  : 각각 보강된 판의 양면의 응력(MPa), 다만,  $f_1 \geq f_2$  이며 압축응력을 정으로 한다.

표 1.10 보강된 판의 국부좌굴에 대한 허용응력 (MPa)

[도기 P3-42]

강 종 강재 판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140 : b/28in≤t  140-2.5(b/tin-28) : b/56in≤t<b/28in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/56in	190 : b/24in≤t  190-3.9(b/tin-24) : b/49in≤t<b/24in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/49in	215 : b/23in≤t  215-4.7(b/tin-23) : b/46in≤t<b/23in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/46in	270 : b/20in≤t  270-6.7(b/tin-20) : b/41in≤t<b/20in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/41in
40 초과 75 이하	130 : b/29in≤t    130-2.2(b/tin-29) : b/59in≤t<b/29in	175 : b/25in≤t    175-3.5(b/tin-25) : b/50in≤t<b/25in	200 : b/24in≤t  200-4.3(b/tin-24) : b/47in≤t<b/24in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/47in	260 : b/21in≤t  260-6.3(b/tin-21) : b/42in≤t<b/21in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/42in
75 초과 100 이하	    220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/59in	    220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/50in	195 : b/24in≤t  195-4.1(b/tin-24) : b/48in≤t<b/24in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/48in	250 : b/21in≤t  250-6.0(b/tin-21) : b/42in≤t<b/21in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/42in

강 종 강재 판두께(mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
100 이하	190 : b/24in≤t  190-3.9(b/tin-24) : b/49in≤t<b/24in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/49in	215 : b/23in≤t  215-4.7(b/tin-23) : b/46in≤t<b/23in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/46in	230 : b/22in≤t  230-5.2(b/tin-22) : b/44in≤t<b/22in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/44in	270 : b/20in≤t  270-6.7(b/tin-20) : b/41in≤t<b/20in  220,000(tin/b) <sup>2</sup> : b/80in≤t<b/40in

- 축방향력 및 휨모멘트를 받는 부재

- 축방향력이 인장인 경우 [도기 P3-46]

$$f_t + f_{bty} + f_{btz} \leq f_{ta} \quad (3.4.8)$$

$$-\frac{f_t}{f_{ta}} + \frac{f_{bcy}}{f_{bagy}} + \frac{f_{bcz}}{f_{bao}} \leq 1.0 \quad (3.4.9)$$

$$-f_t + f_{bcy} + f_{bcz} \leq f_{cal} \quad (3.4.10)$$

- 축방향력이 압축인 경우 [도기 P3-46]

$$\frac{f_c}{f_{caz}} + \frac{f_{bcy}}{f_{bagy} \left(1 - \frac{f_c}{f_{Ey}}\right)} + \frac{f_{bcz}}{f_{bao} \left(1 - \frac{f_c}{f_{Ez}}\right)} \leq 1.0 \quad (3.4.11)$$

$$f_c + \frac{f_{bcy}}{\left(1 - \frac{f_c}{f_{Ey}}\right)} + \frac{f_{bcz}}{\left(1 - \frac{f_c}{f_{Ez}}\right)} \leq f_{cal} \quad (3.4.12)$$

여기서,

$f_t, f_c$  : 각각 단면에 작용하는 축방향력에 의한 인장 및 압축응력.

단, 축방향 인장응력 계산시는 순단면적, 압축응력 계산시는 총단면적 사용(MPa)

$f_{bty}, f_{btz}$  : 각각 강축(y축) 및 약축(z축) 둘레에 작용하는 휨모멘트에 의한 휨인장응력(MPa)

$f_{bcy}, f_{bcz}$  : 각각 강축(y축) 및 약축(z축) 둘레에 작용하는 휨모멘트에 의한 휨압축응력(MPa)

$f_{ta}$  : 표 1.1의 허용축방향인장응력(MPa)

$f_{caz}$  : 식(3.3.1)에 의해 산출되는 각각 약축방향(z축)의 허용응력(MPa)

$f_{bagy}$  : 표 1.4의 국부좌굴을 고려하지 않는 강축(y축) 둘레의 허용휨압축응력(MPa)

$f_{bao}$  : 표 1.2의 국부좌굴을 고려하지 않는 허용휨압축응력의 상한값(MPa)

$f_{cal}$  : 양연지지판, 자유돌출판 및 보강된 판에 대해서 규정된 국부응력에 대한 허용응력(MPa)

$f_{Ey}, f_{Ez}$  : 각각 강축(y축) 및 약축(z축) 둘레의 허용오일러좌굴응력

$$f_{Ey} = \frac{1200000}{(l/r_y)^2}, \quad f_{Ez} = \frac{1200000}{(l/r_z)^2}$$

$l$  : 유효좌굴길이(mm)

$r_y, r_z$  : 각각 y축 및 z축 둘레의 단면2차반경(mm)

- 강관구조

표 1.11 국부좌굴에 대한 허용응력

[도기 P3-147]

강종	강관의 판두께(mm)	국부좌굴에 대한 허용응력(MPa)	
SS400 SM400	40 이하	140	: $R/\alpha t \leq 50$
		$140 - 0.43(R/\alpha t - 50)$	: $50 < R/\alpha t \leq 200$
SMA400 STK400	40 초과 100 이하	130	: $R/\alpha t \leq 55$
		$130 - 0.42(R/\alpha t - 55)$	: $55 < R/\alpha t \leq 200$
SM490 STK490	40 이하	190	: $R/\alpha t \leq 40$
		$190 - 0.61(R/\alpha t - 40)$	: $40 < R/\alpha t \leq 200$
SM490C -TMC	40 초과 100 이하	175	: $R/\alpha t \leq 40$
		$175 - 0.55(R/\alpha t - 40)$	: $40 < R/\alpha t \leq 200$
SM490Y SM520 SMA490 STK500	100 이하	190	: $R/\alpha t \leq 40$
		$190 - 0.61(R/\alpha t - 40)$	: $40 < R/\alpha t \leq 200$
SM490Y SM520 SMA490 STK500	40 이하	215	: $R/\alpha t \leq 35$
		$215 - 0.67(R/\alpha t - 35)$	: $35 < R/\alpha t \leq 200$
		200	: $R/\alpha t \leq 35$
SM520C -TMC	40 초과 75 이하	$200 - 0.64(R/\alpha t - 35)$	: $35 < R/\alpha t \leq 200$
		195	: $R/\alpha t \leq 35$
SM520C -TMC	75 초과 100 이하	$195 - 0.63(R/\alpha t - 35)$	: $35 < R/\alpha t \leq 200$
		215	: $R/\alpha t \leq 35$
HSB500	100 이하	$215 - 0.67(R/\alpha t - 35)$	: $35 < R/\alpha t \leq 200$
		230	: $R/\alpha t \leq 35$
SM570 SMA570	100 이하	$230 - 0.70(R/\alpha t - 35)$	: $35 < R/\alpha t \leq 200$
		270	: $R/\alpha t \leq 25$
		$270 - 0.83(R/\alpha t - 25)$	: $25 < R/\alpha t \leq 200$
SM570 SMA570	40 초과 75 이하	260	: $R/\alpha t \leq 25$
		$260 - 0.82(R/\alpha t - 25)$	: $25 < R/\alpha t \leq 200$
		250	: $R/\alpha t \leq 30$
HSB600 SM570-TMC	75 초과 100 이하	$250 - 0.81(R/\alpha t - 30)$	: $30 < R/\alpha t \leq 200$
		270	: $R/\alpha t \leq 25$
HSB600 SM570-TMC	100 이하	$270 - 0.83(R/\alpha t - 25)$	: $25 < R/\alpha t \leq 200$

여기서,

R : 강관의 반지름 (중심으로부터 연단까지의 거리) (mm)

t : 강관의 판두께 (mm)

$\alpha = 1 + \varphi/10$

$\varphi$  : 응력구배,  $\varphi = f_1 - f_2 / f_1$ ,  $0 \leq \varphi \leq 2$

$f_1$  : 힘에 의해 강관에 압축이 발생한 쪽의 합응력 (MPa), 다만 압축응력을 (-)로 한다.

$f_2$  : 힘에 의해 강관에 인장이 발생한 쪽의 합응력 (MPa), 다만 압축응력을 (-)로 한다.

표 1.12 허용전단응력

[도기 P3-149]

강종	강관의 판두께(mm)	허용전단응력 (MPa)	
		보강재를 설치한 경우	보강재를 설치하지 않는 경우
SS400 SM400 SMA400 STK400	40 이하	80 - 0.0019(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 125 : 125 < (R/t) ≤ 200
	40 초과 100 이하	75 - 0.0016(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 130 : 130 < (R/t) ≤ 200
SM490 STK490	40 이하	110 - 0.0044(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 95 : 95 < (R/t) ≤ 200
	40 초과 100 이하	100 - 0.0034(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 100 : 100 < (R/t) ≤ 200
SM490C -TMC	100 이하	110 - 0.0044(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 95 : 95 < (R/t) ≤ 200
SM490Y SM520 SMA490 STK500	40 이하	125 - 0.0057(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 70 : 70 < (R/t) ≤ 200
	40 초과 75 이하	115 - 0.0050(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 90 : 90 < (R/t) ≤ 200
	75 초과 100 이하	115 - 0.0050(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 90 : 90 < (R/t) ≤ 200
SM520C -TMC	100 이하	125 - 0.0057(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 70 : 70 < (R/t) ≤ 200
HSB500	100 이하	135 - 0.0066(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 65 : 65 < (R/t) ≤ 200
SM570 SMA570	40 이하	155 - 0.0106(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 60 : 60 < (R/t) ≤ 200
	40 초과 75 이하	1505 - 0.0096(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 60 : 60 < (R/t) ≤ 200
	75 초과 100 이하	145 - 0.0087(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 65 : 65 < (R/t) ≤ 200
HSB600 SM570-TMC	100 이하	155 - 0.0106(R/t) <sup>2</sup> 7,500/(R/t) - 9.0	: (R/t) ≤ 60 : 60 < (R/t) ≤ 200

- 강관이 축방향 압축응력과 전단응력을 동시에 받는 경우

$$\frac{f}{f_a} + \left(\frac{v}{v_a}\right)^2 \leq 1.0 \tag{3.13.1}$$

f : 수직응력 (MPa), 압축응력과 휨압축응력의 합을 취한다.

v : 전단응력 (MPa)

f<sub>a</sub> : (1)항에 규정한 수직응력에 대한 허용응력 (MPa)

v<sub>a</sub> : (2)항에 규정한 전단응력에 대한 허용응력 (MPa)

**- 설계방법**

- ① 하부 : 강도설계법
- ② 강재 GIRDER : 허용응력설계법

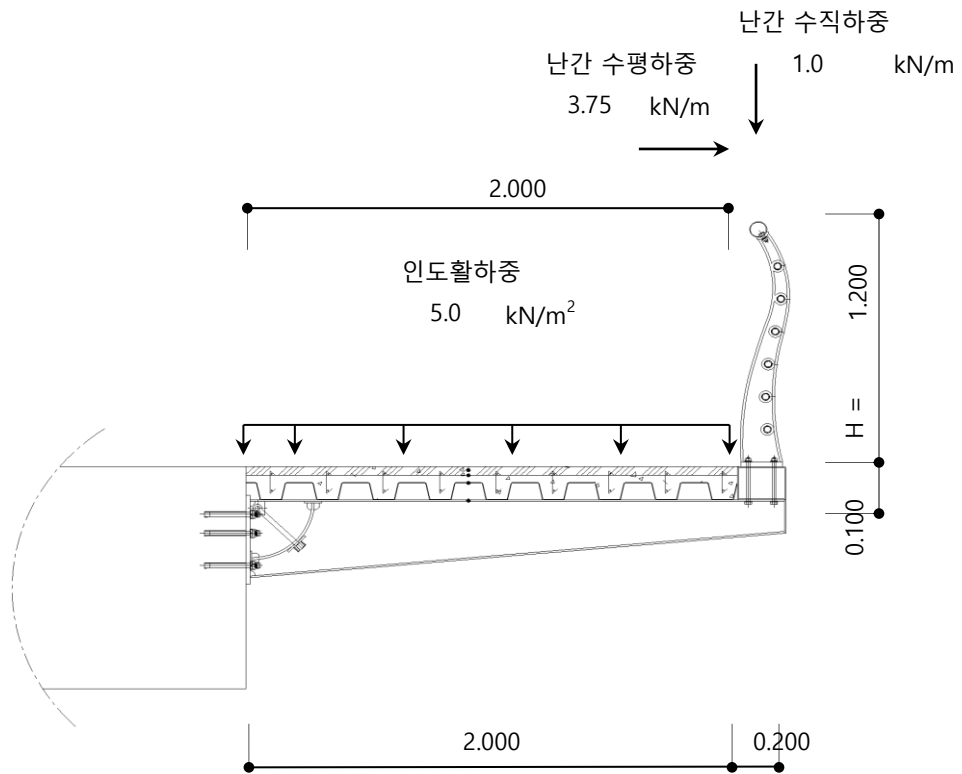
**- 참고문헌**

- ① 도로교설계기준, 국토해양부, 2005,2010
- ② 콘크리트구조설계기준, 국토해양부, 2012
- ③ 도로설계요령, 한국도로공사, 2001
- ④ 강구조편람, 한국강구조학회, 1995
- ⑤ 강도로교 상세부 설계지침, 건설교통부, 1997
- ⑥ 강도로교 용접 및 도장요령, 건설교통부, 1998
- ⑦ 강교설계의 기초, 건설도서, 1993
- ⑧ 강형교의 설계계산, 건설도서, 1995
- ⑨ 장애인·노인·임산부등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙, 2004
- ⑩ 자전거 이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙, 1999
- ⑪ 설계실무자료집, 한국도로공사, 1998

### 3) 설계 하중

#### a. 활 하중

구 분	설계하중 및 적용방법
보 도 하 중	설계활하중은 $5.0 \text{ kN/m}^2$ 가 교량용확장인도(자전거도로) 바닥에 작용한다. ▶ 경간당 분포하중이 바닥판에 작용함
난 간	수평하중 : $3.75 \text{ kN/m}$ , 수직하중 : $1.0 \text{ kN/m}$ 가 난간상단에 작용한다. ▶ $1.0\text{m}$ 경간당 분포하중이 난간 레일에 작용함





b. 고정하중

① 데크하중

- 강재 주형 자중은 프로그램상 자동재하됨.

- 철근 콘크리트  $t = 0.150 \text{ m}$

$$= 0.150 \times 25.00 = 3.750 \text{ kN/m}$$

- □-각형강관 (200x150x6.0T)

$$\begin{aligned} 0.225 \text{ kN/m (m당하중)} \times 1 \text{ ea} / 2.200 \text{ m} &= 0.102 \text{ kN/m} \\ &= 3.852 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

- 주형설치 CTC =  $1.000 \times 3.852 = 3.852 \text{ kN/m}$

c. 풍하중

2주구 트러스에 작용하는 풍하중(MPa)

트러스	활하중 재하시	$1.25 \times 10^{-3} / \sqrt{\Phi}$
	활하중 비재하시	$2.5 \times 10^{-3} / \sqrt{\Phi}$
교량의 바닥판	활하중 재하시	$1.5 \times 10^{-3}$
	활하중 비재하시	$3.0 \times 10^{-3}$

단,  $0.1 \leq \Phi \leq 0.6$

여기서,  $\Phi$  : 트러스의 총실틀(트러스 외곽 면적에 대한 트러스 투영면적의 비)

플레이트거더교 또는 2주구 트러스 이외의 교량 부재에 작용하는 풍하중(MPa)

부재의 단면형상		풍 하 중	
		풍상측 부재	풍하측 부재
원형	활하중 재하시	$0.75 \times 10^{-3}$	$0.75 \times 10^{-3}$
	활하중 비재하시	$1.5 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-3}$
각형	활하중 재하시	$1.5 \times 10^{-3}$	$0.75 \times 10^{-3}$
	활하중 비재하시	$3.0 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-3}$

$$P_w = 3.000 \text{ kN/m}^2 \times 0.450 \text{ m} = 1.350 \text{ kN/m}$$

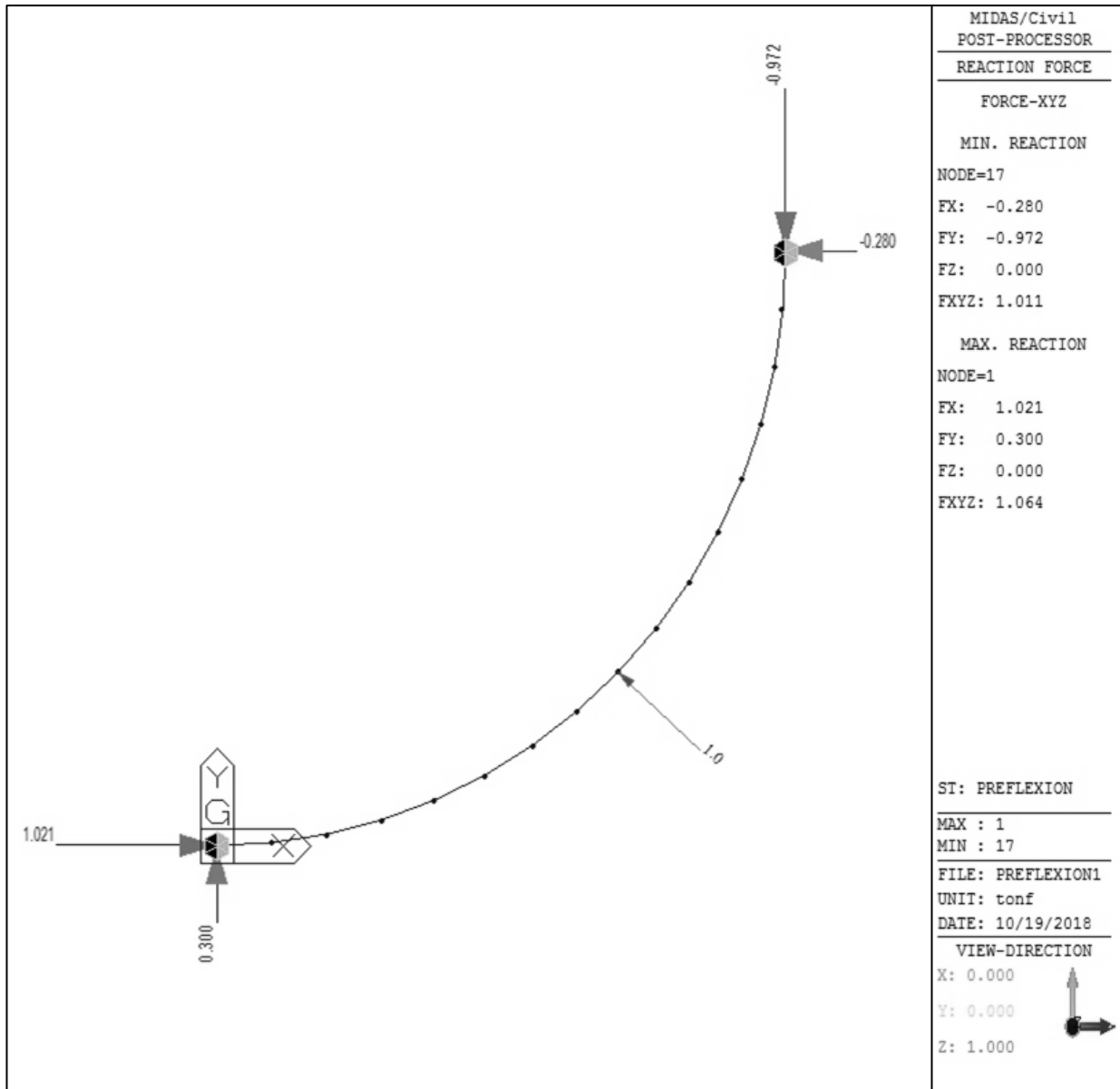
$$M_w = 1.350 \text{ kN/m} \times 0.410 \text{ m} = 0.554 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

d. Preflexion

- Preflexion으로 인한 반력을 하중으로 재하하여 단면력(모멘트, 전단력 등)을 산정하고 검토 단면력과 합하여 각부재 단면 검토 수행

$$V_{pf} = 2 \times 3.000 \text{ kN/m}^2 \times 0.420 \text{ m} = 2.520 \text{ kN/m}$$

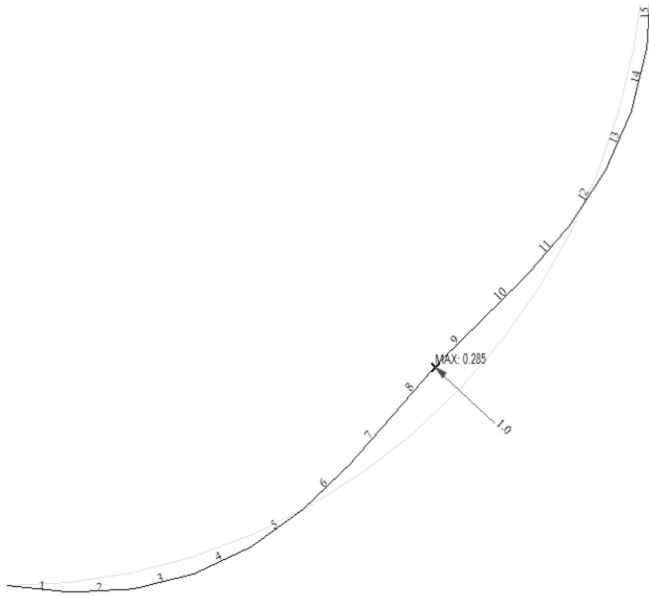
$$M_{pf} = 2 \times 0.972 \text{ kN/m} \times 0.250 \text{ m} = 0.486 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$



- 인장 Plate를 강봉으로 Preflexion을 줄 경우 0.285mm 이상의 변위가 발생하지 않도록 한다.

11

MIDAS/Civil POST-PROCESSOR DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	-0.208
NODE=	9



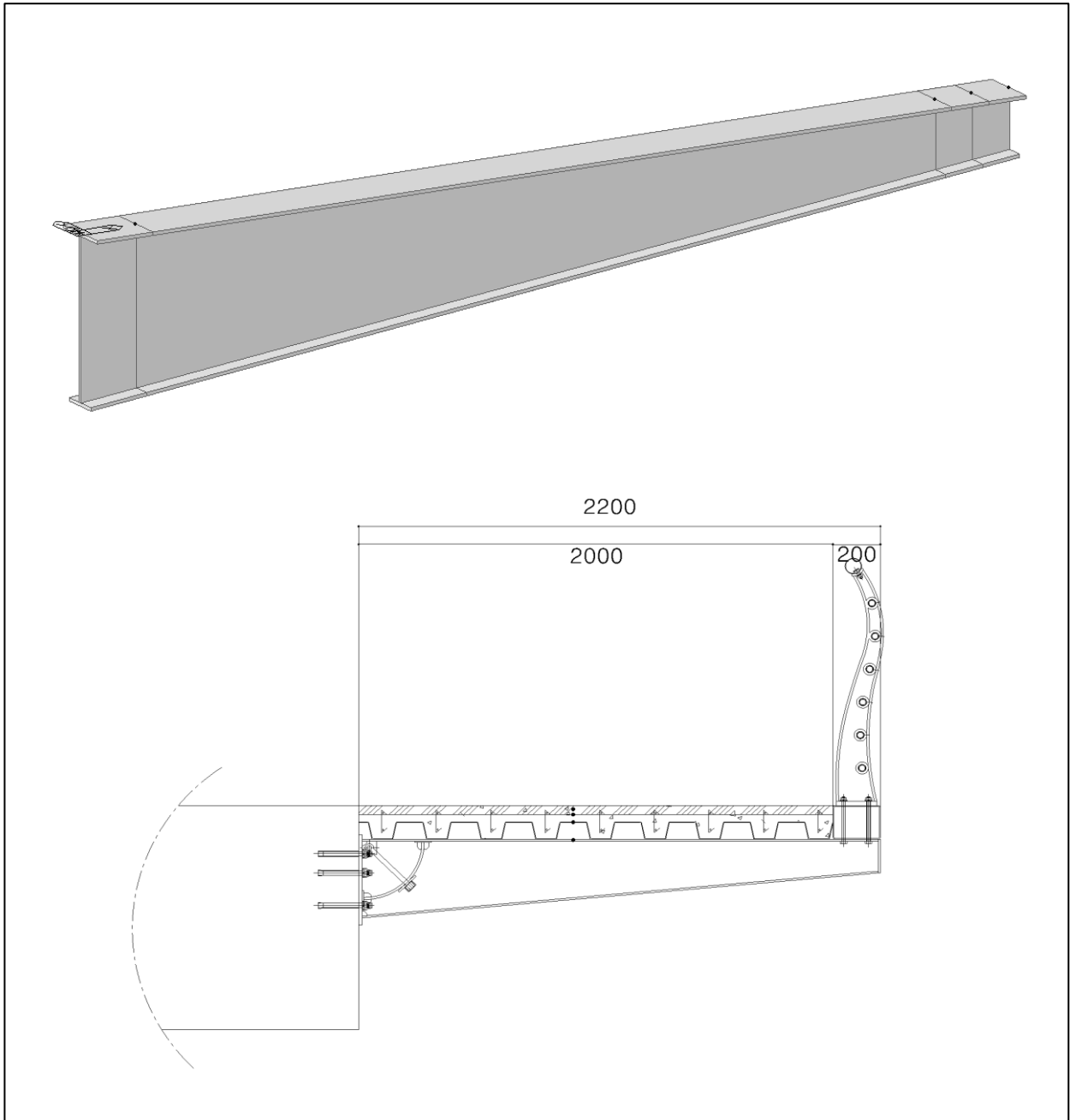
Y-DIR= 0.195  
NODE= 9  
Z-DIR= 0.000  
NODE= 1  
COMB.= 0.285  
NODE= 9  
SCALEFACTOR=  
4.477E+001

ST: PREFLEXION  
MAX : 9  
MIN : 1  
FILE: PREFLEXION1  
UNIT: mm  
DATE: 10/19/2018  
VIEW-DIRECTION  
X: 0.000  
Y: 0.000  
Z: 1.000



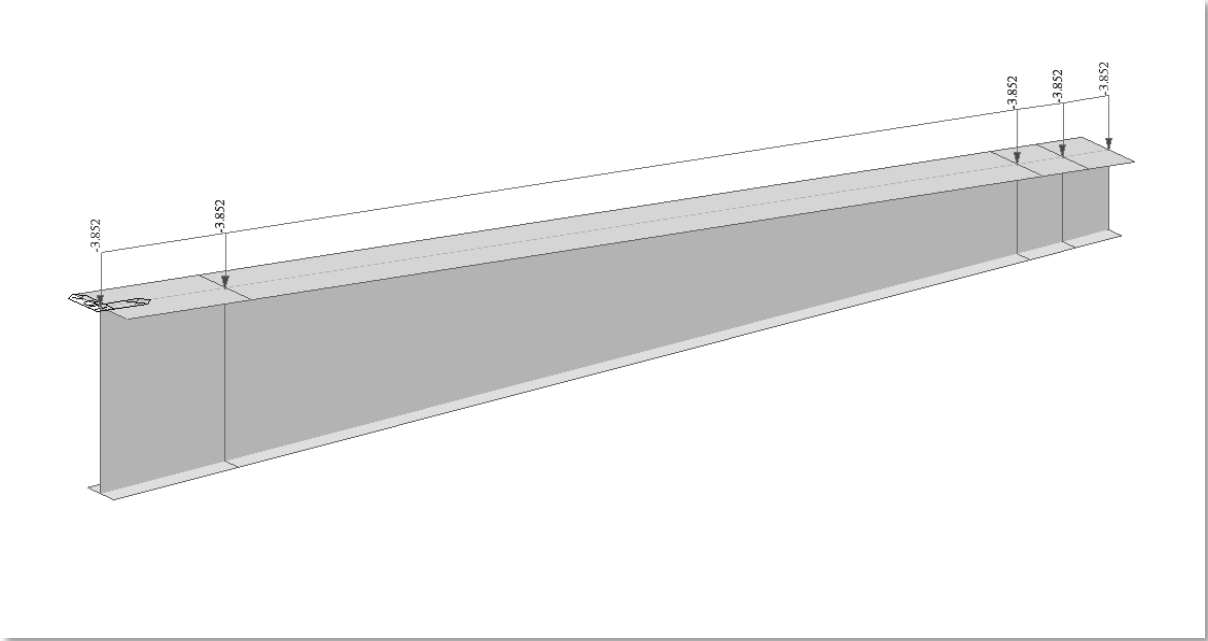
## 2. 모델링

본 구조물은 MIDAS CIVIL 2012에서 제공하는 BEAM 요소로 모델링하였다.

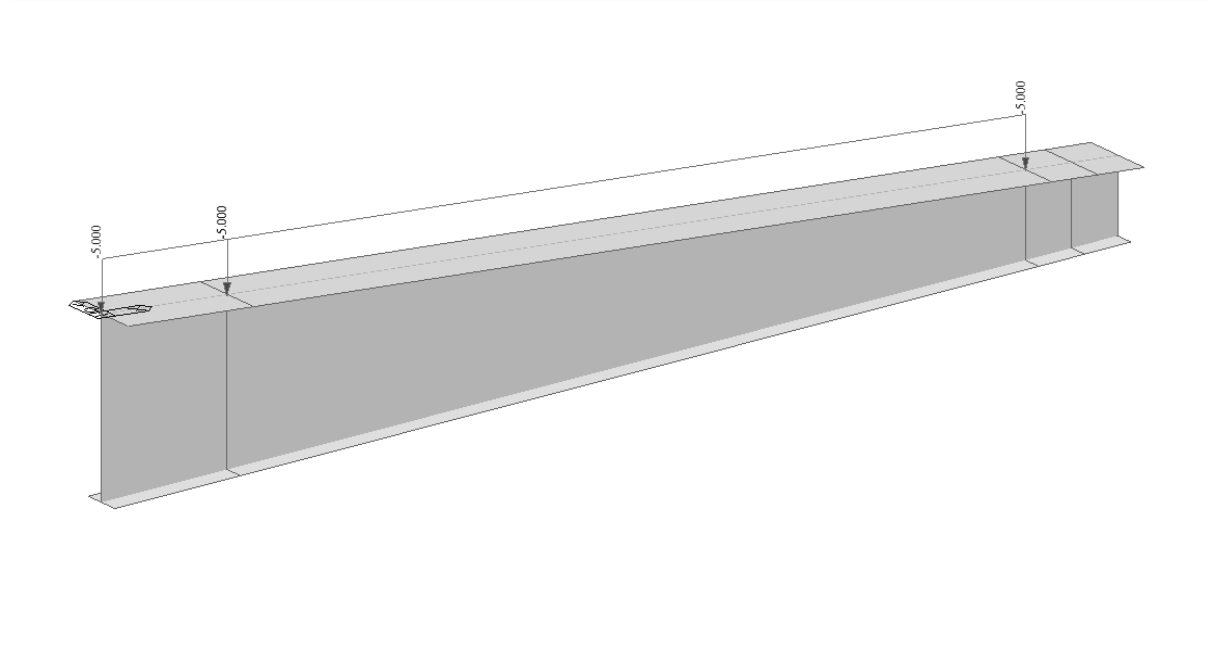


### 3. 하중재하

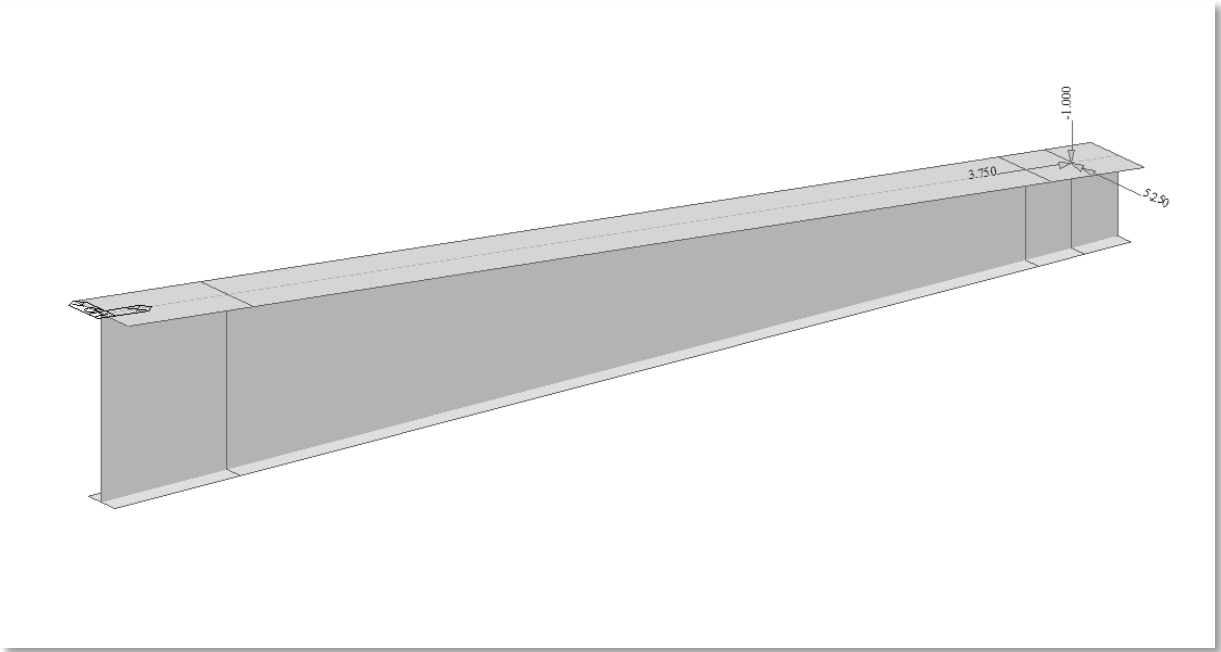
#### 1) 고정하중



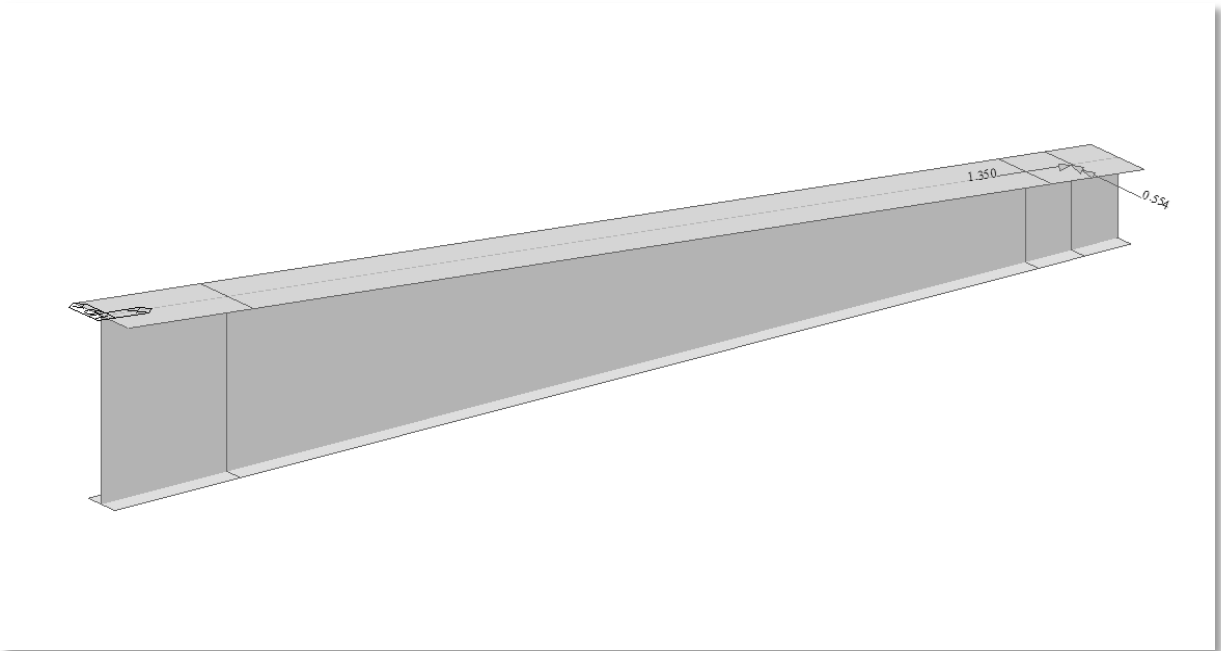
#### 2) 활하중



3)난간하중



4)풍하중



## 4. 데크플레이트 검토

### 1) 데크 플레이트 검토 (사용 프로그램 검토-MIDAS)

#### (2) 하중산정

포장 높이	:	0.030	m
붙임 몰탈	:	0.030	m
콘크리트 포장 높이	:	0.150	m

#### (2) 적용하중

a. 데크플레이트자중 - 프로그램내 적용 (할증율 20%)

b. 포장 자중

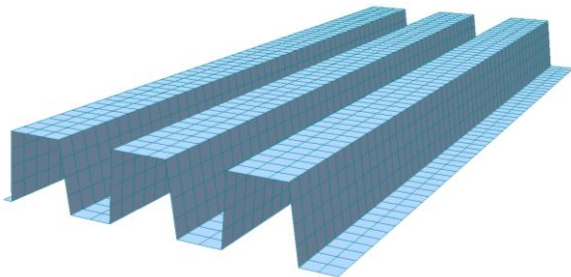
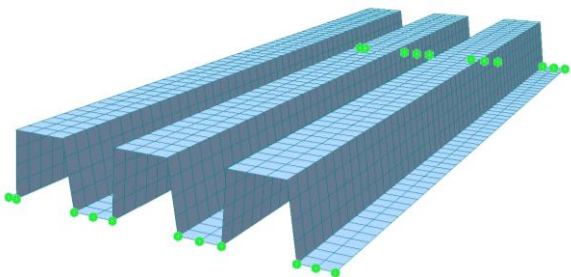
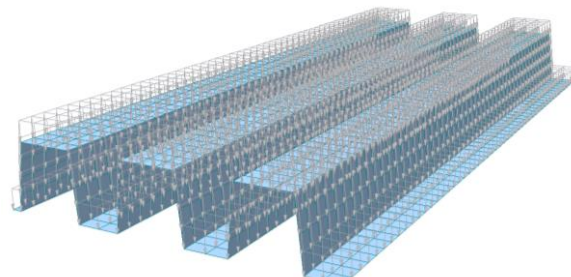
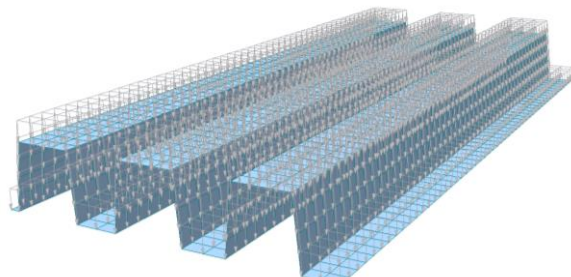
$$W1 = 26.500 \times 0.030 = 0.795 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{화강암 단위중량 } 26.5 \text{ kN/m}^3)$$

$$W2 = 23.500 \times 0.150 = 3.525 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{콘크리트 단위중량 } 23.5 \text{ kN/m}^3)$$

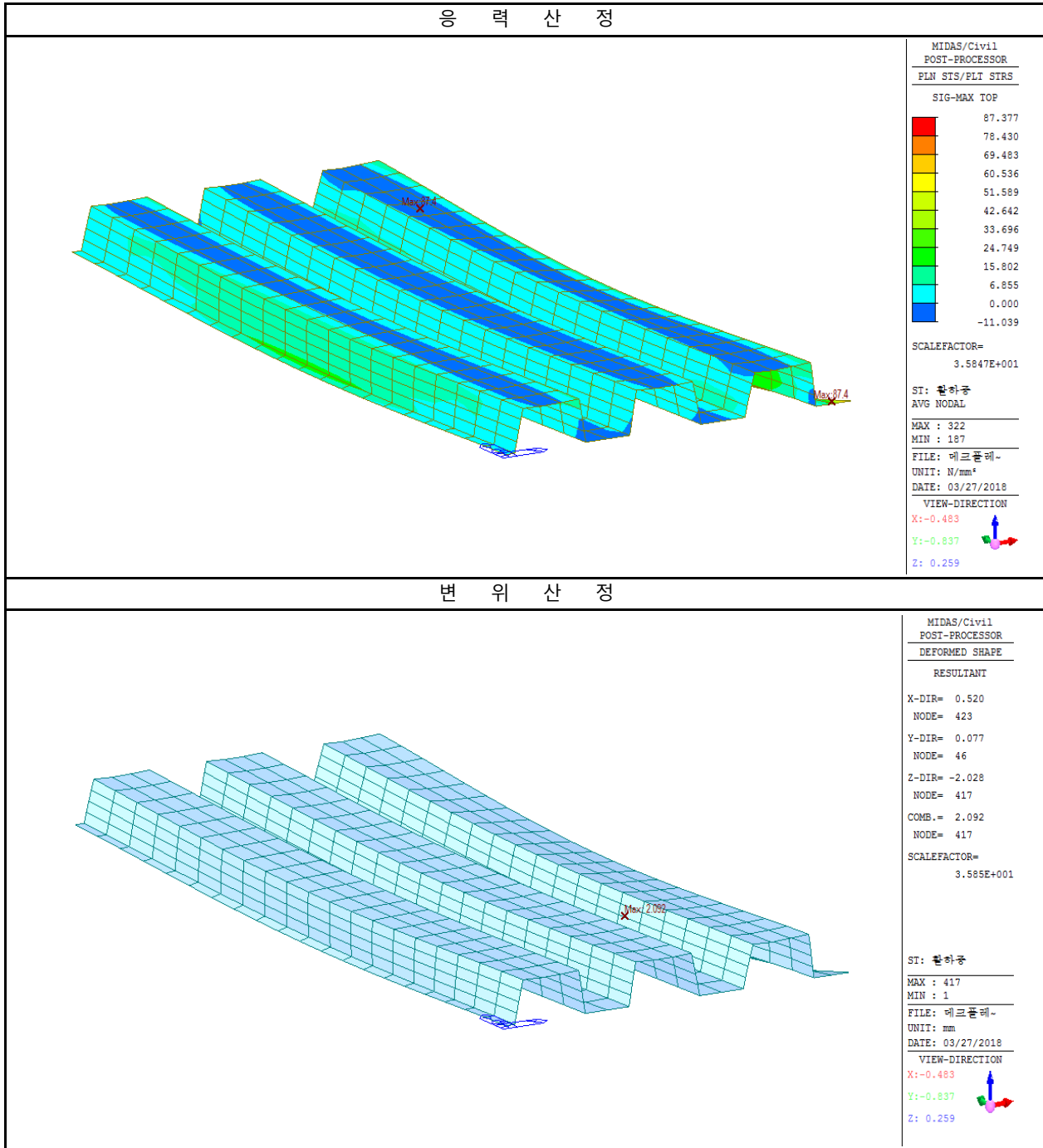
c. 활하중

$$W3 = 5.0 \text{ kN/m}^2$$

#### (2) 해석모델

모 델 링	경 계 조 건
	
하 중 적 용 (고정하중 : 4.32kN/m <sup>2</sup> )	하 중 적 용 (활하중 : 5.00kN/m <sup>2</sup> )
	

## 2) 구조해석 결과 및 거동 검토



- 최대발생응력 : 87.38 MPa
- 최대발생처짐 : 2.09 mm

### 3) 응력 검토

87.377 MPa(발생응력) < 140 Mpa(허용응력) ----- O.K

### 4) 처짐 검토

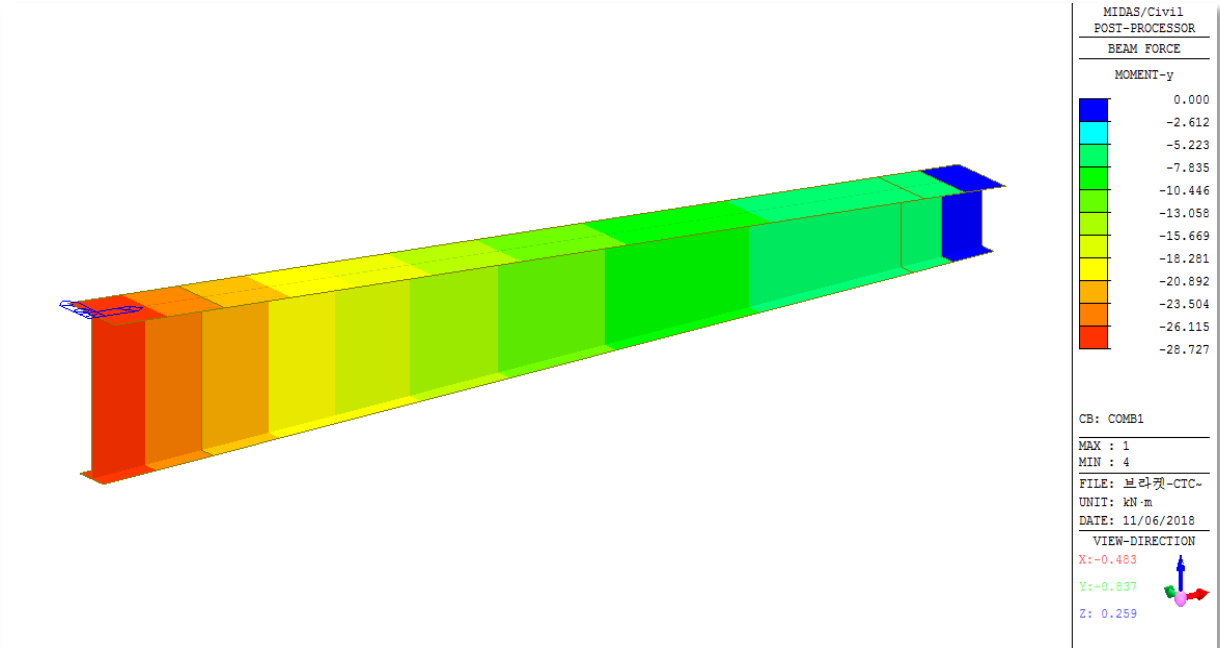
2.092 mm(발생처짐) < 3.000 mm(허용처짐) ----- O.K  
( L/500 )



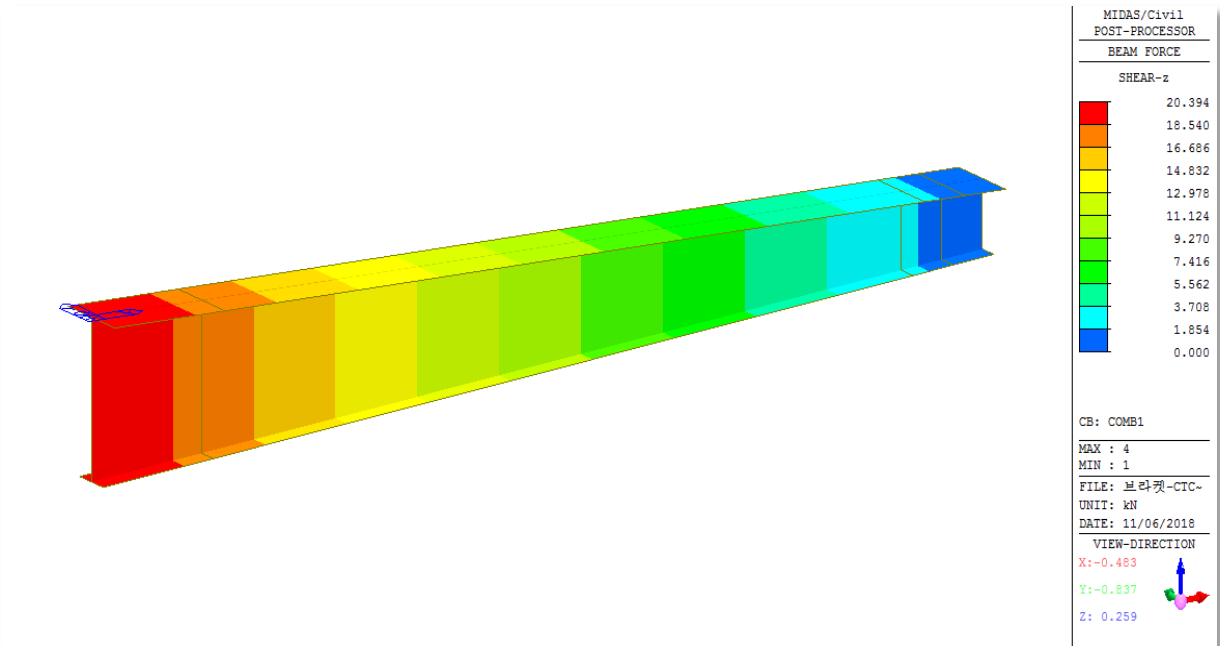
## 5. 브래킷 부재 검토

### 1) 부재력 도

- 모멘트 도



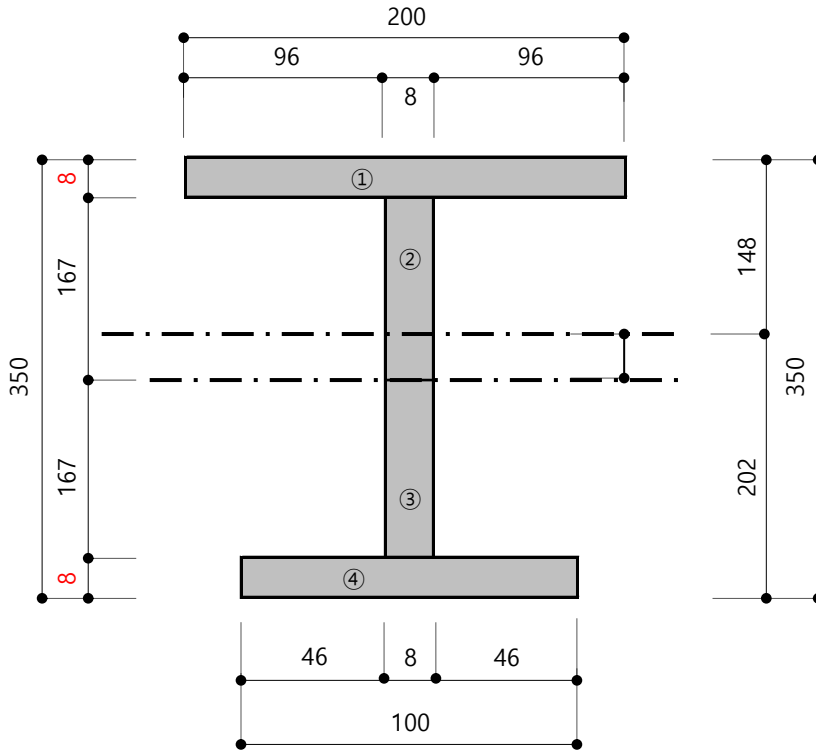
- 전단력 도



- 작용 단면력

$$\begin{aligned}
 M_y &= 28.727 & - & 0.486 & = & 28.241 & \text{KN} \cdot \text{m} \\
 S_z &= 20.394 & - & 2.520 & = & 17.874 & \text{kN}
 \end{aligned}$$

2) MAIN BEAM 단면계수



구 분	A (mm <sup>2</sup> )	y (mm)	A · y (mm <sup>3</sup> )	A · y <sup>2</sup> (mm <sup>4</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )
①	1600	171	273600	46785600	8533
②	1336	83.5	111556	9314926	3104975
③	1336	-83.5	-111556	9314926	3104975
④	800	-171	-136800	23392800	4267
합 계	5072		136800	88808252	6222750

$$I = \sum A \cdot y^2 + I - \sum A \cdot \delta_s^2 = 88808252 + 6222750 - 3689823 = 91341179$$

$$\delta_s = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} = \frac{136800}{5072} = 26.972$$

도심위치에 따른 Z 값은 다음과 같다.

$$Z(\text{상면}) = \frac{I}{y(\text{상면})} = \frac{91341179}{148} = 617053.4$$

$$Z(\text{하면}) = \frac{I}{y(\text{하면})} = \frac{91341179}{202} = 452246.7$$

MAIN BEAM 단면계수

구 분	A (mm <sup>2</sup> )	Aweb (mm <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )	Z(상면) (mm <sup>3</sup> )	Z(하면) (mm <sup>3</sup> )
MAIN BEAM	5072	2672	91341179	617053.4	452246.7

3) MAIN POST부재 단면검토

- 복부판의 최소두께 검토 (도.시 p138)

$$tw = bw / 152 = 2.2 \text{ mm} < \text{USE } tw = 8.0 \text{ mm} \text{ --- O.K}$$

- 플랜지의 최소두께 검토 (도.시 p82)

$$tf = bf' / 16 = 6.00 \text{ mm} < \text{USE } tf = 8.0 \text{ mm} \text{ --- O.K}$$

- 수직 보강재 검토 (도.시 p141)

$$70 \cdot tw = 560.0 \text{ mm} > bw = 334.0 \text{ cm} \therefore \text{수직 보강재 불필요}$$

a. 전단응력 검토

$$\tau = \frac{S}{Aweb} = \frac{17874}{2672.0}$$

$$= 6.689 \text{ MPa} < \tau_a = 80.0 \text{ MPa} \text{ --- O.K}$$

b. 힘응력 검토

$$f = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{Z} = \frac{0}{5072.0} + \frac{28241000}{617053.4}, \frac{0}{5072.0} - \frac{28241000}{452246.7}$$

$$= 45.768 \text{ MPa} < f_a = 140.0 \text{ MPa} \text{ --- O.K}$$

$$= -62.446 \text{ MPa} < f_a = 140.0 \text{ MPa} \text{ --- O.K}$$

c. 합성응력 검토

$$\left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 + \left(\frac{f}{f_a}\right)^2 = \left(\frac{6.689}{80.0}\right)^2 + \left(\frac{62.446}{140.0}\right)^2$$

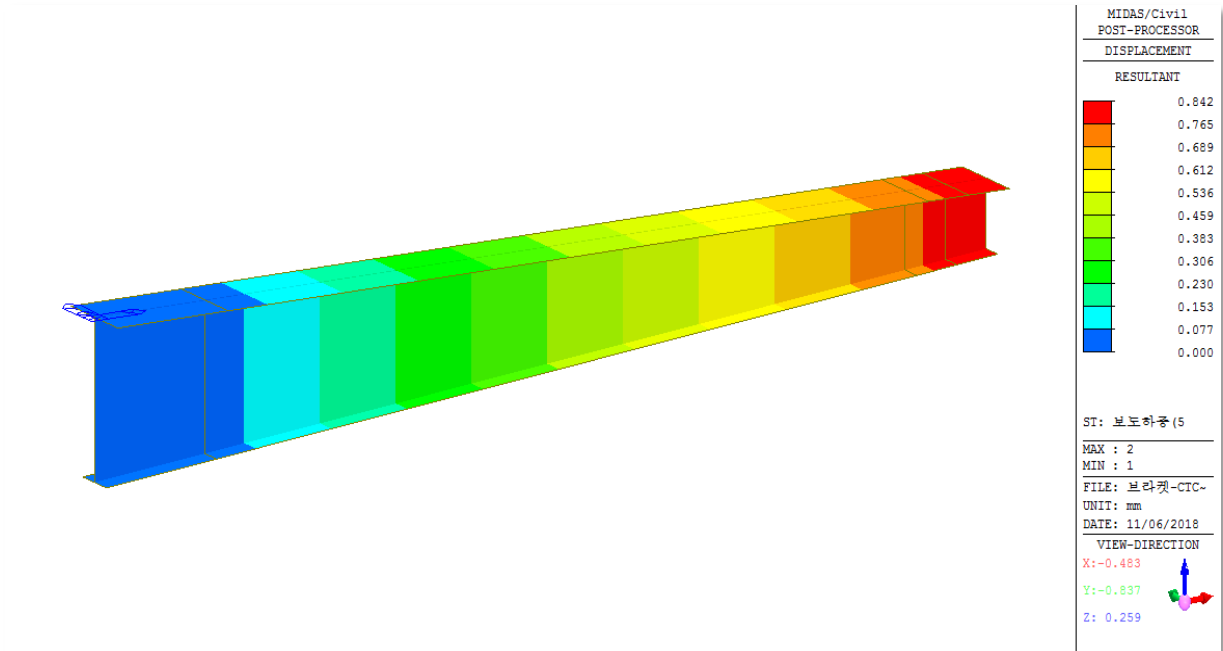
$$= 0.206 < 1.2 \text{ --- O.K}$$

### 5) MAIN POST부재 활하중에 의한 처짐검토

a. 허용처짐

$$\text{허용처짐}\delta = \frac{L}{600} = 0.004 \text{ m} = 3.667 \text{ mm}$$

b. 발생처짐

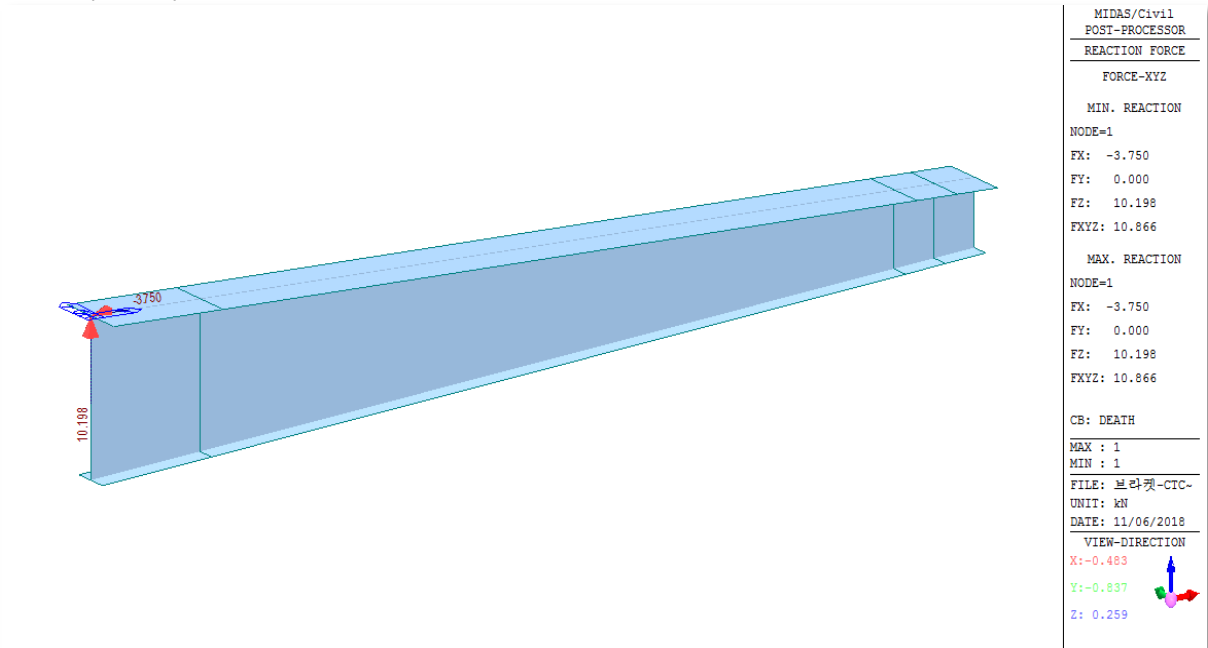


c. 검토결과

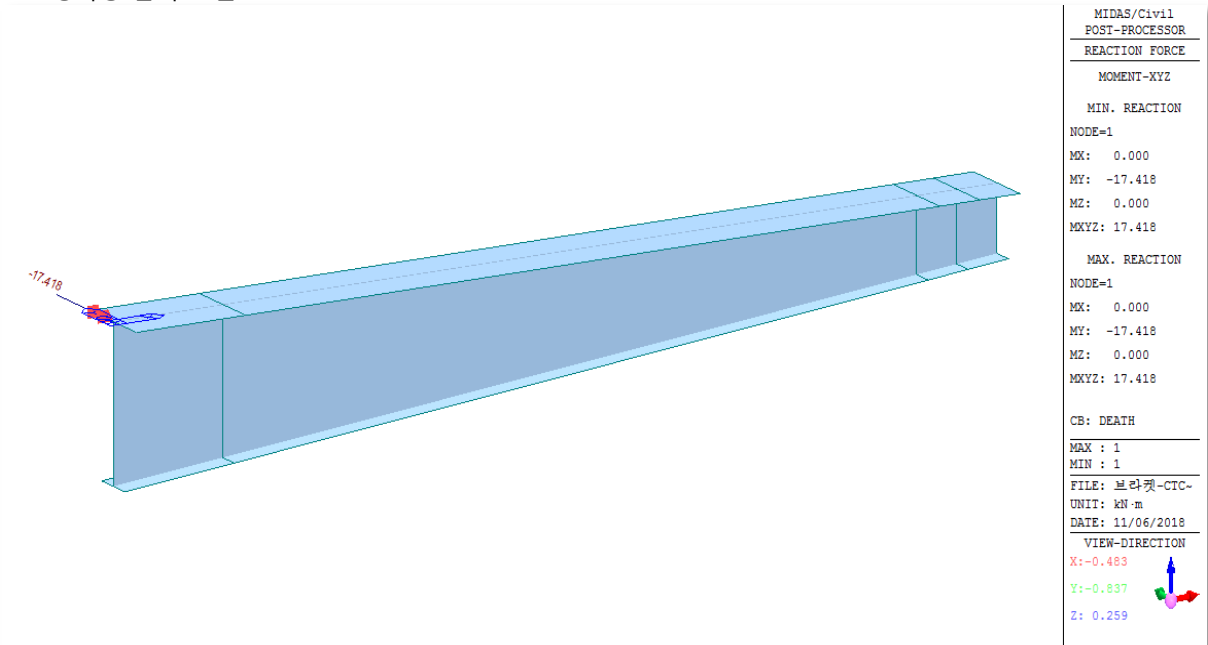
$$\delta_a = 3.667 \text{ mm} > \delta = 0.842 \text{ mm} \text{ ----- O.K}$$

## 6. 작용 반력

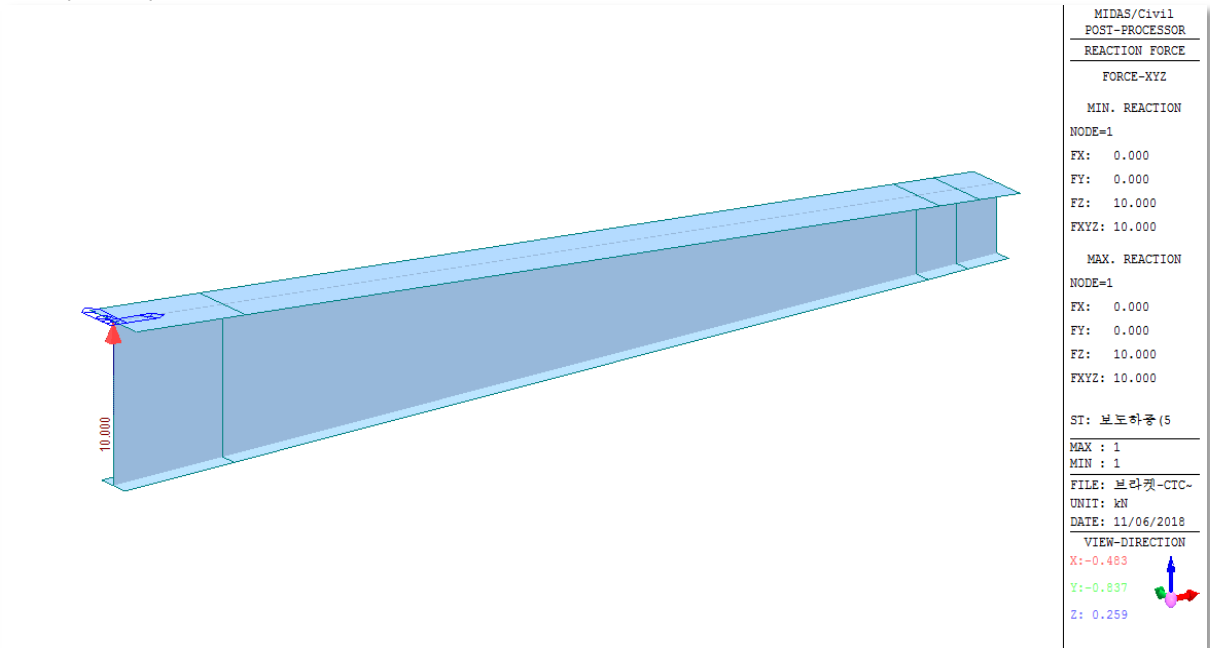
- 고정하중 반력



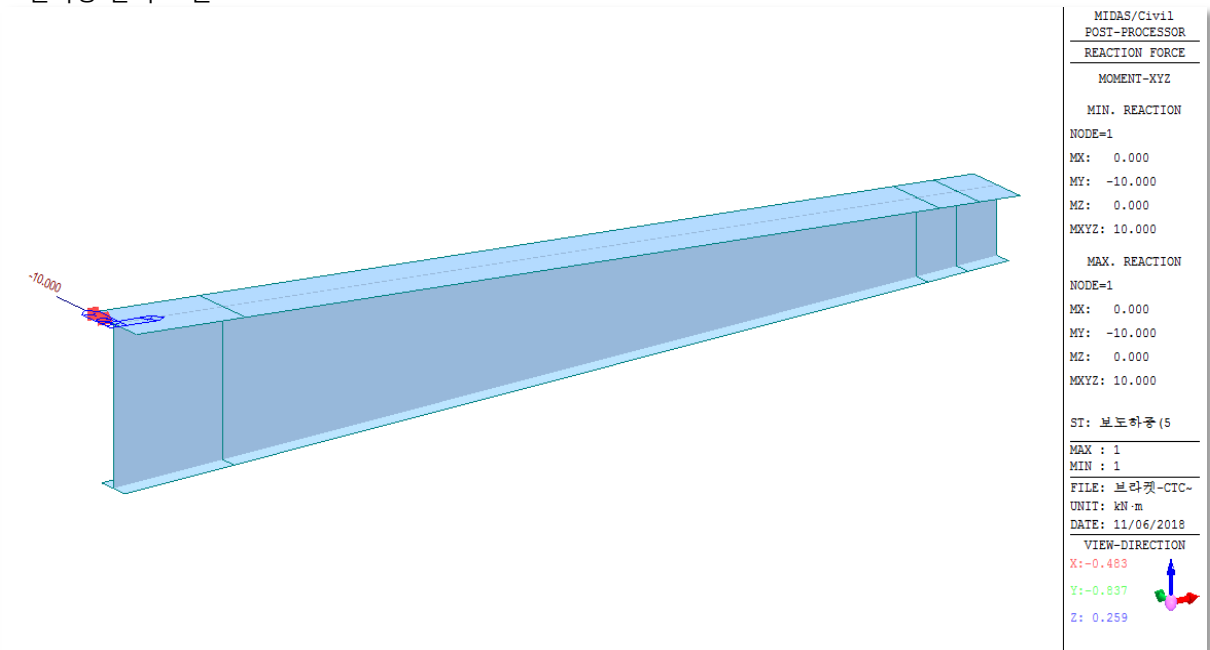
- 고정하중 반력 모멘트



- 활하중 반력

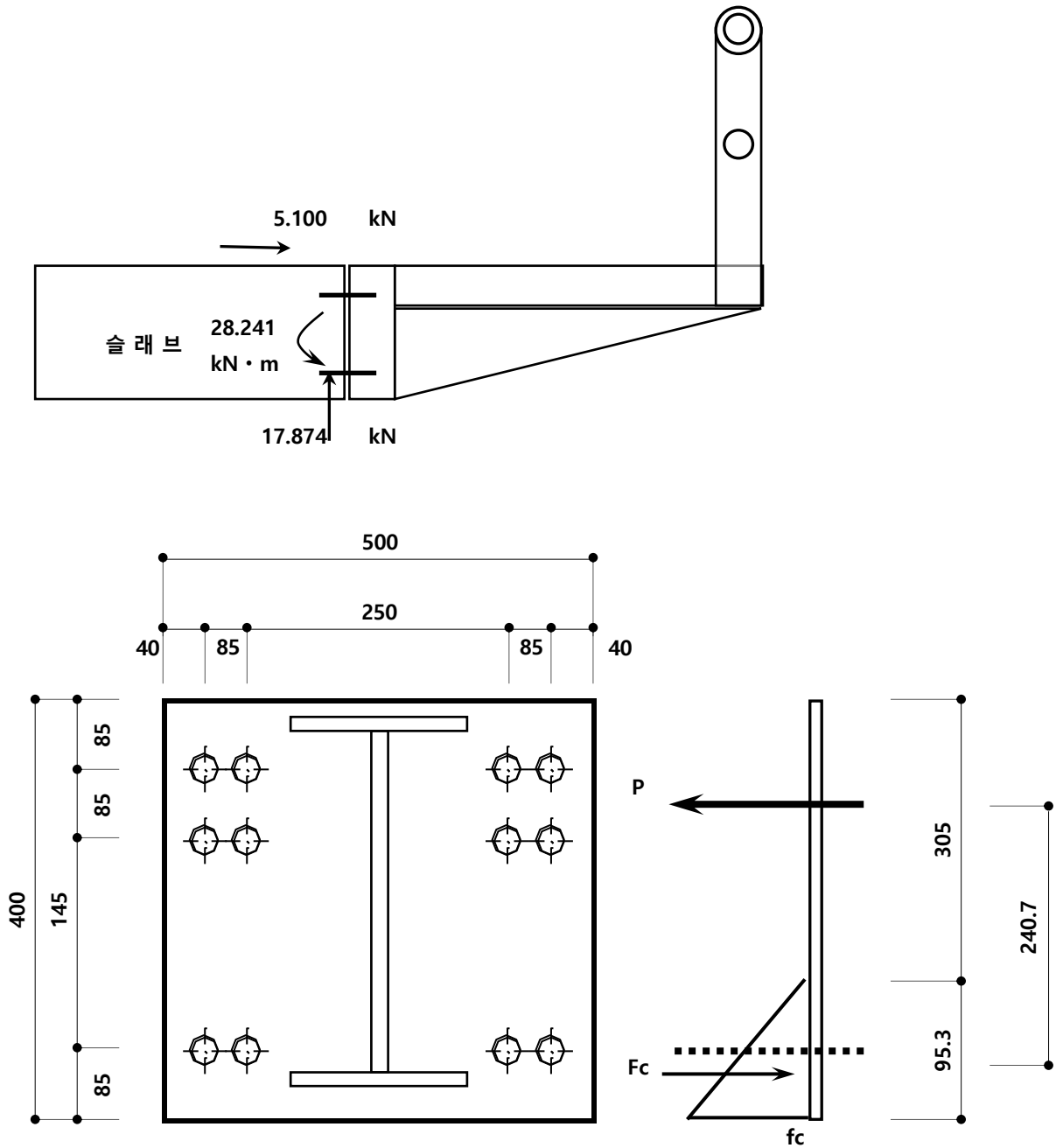


- 활하중 반력 모멘트



#### 4. 앵커볼트 검토

##### 1) 앵커볼트 작용하중



- 탄성비 (n) =  $\frac{E_s}{E_c} = \frac{2.05E+05}{2.70E+04} = 8$

- 콘크리트 압축길이 (C) =  $\frac{n \times A}{b} \left[ \sqrt{1 + \frac{2 \times b \times d}{n \times A}} - 1 \right]$

$$= \frac{8 \times 1600}{500} \left[ \sqrt{1 + \frac{2 \times 500 \times 273}{8 \times 1600}} - 1 \right]$$

= 95.3 mm

$$\begin{aligned}
 - \text{모멘트 팔길이} &= d - c/3 = 273 - 95.26 / 3 \\
 &= 240.7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- 주입식 케미컬 Anchor의 인발력 산정

$$\begin{aligned}
 P_A &= \text{작용모멘트} / \text{팔길이} / 8 \text{ EA} \\
 &= 28241.0 / 245.85 / 8 \text{ EA} = 14.36 \text{ kN/EA}
 \end{aligned}$$

- 콘크리트의 압축응력

$$\begin{aligned}
 8 P &= f_c \times c \times 1/2 \times b \quad \text{에서} \\
 f_c &= 8 P / (c \times 0.5 \times b) = 4.82 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

## 2) 콘크리트 압축응력 검토

$$f_c = 4.82 \text{ MPa} < f_a = 9.6 \text{ MPa} \quad \text{---- O.K}$$

콘크리트의 허용압축응력

$$f_a = 0.4 \times f_{ck} = 0.4 \times 24 = 9.6 \text{ MPa}$$



### 3) 사용 ANCHOR 제원 및 특성

사용 ANCHOR :  $\Phi 20 \times 240$  L

$$A = \pi \times 20^2 / 4 = 314.16 \text{ mm}^2$$

허용전단력(kN/EA)

$$Sa1 = 314.16 \times 80 / 1000 = 25.133 \text{ kN}$$

$$Sa2 = \quad \quad \quad = 38.600 \text{ kN}$$

허용인발력은 Sa1과 Sa2 중 작은값 : 25.133 kN

허용인발력(kN/EA)

$$Pa1 = 314.159 \times 140 / 1000 = 43.982 \text{ kN}$$

$$Pa2 = \quad \quad \quad = 26.000 \text{ kN}$$

허용인발력은 Pa1과 Pa2 중 작은값 : 26.000 kN

### 4) 주입식 케미컬 ANCHOR의 전단력 검토

앵커 전단력 검토

$$S_n = 17.874 / 12$$

$$= 1.490 \text{ kN} < Sa = 25.133 \text{ kN} \text{ ----- O.K}$$

### 5) 주입식 케미컬 ANCHOR 인발력 검토

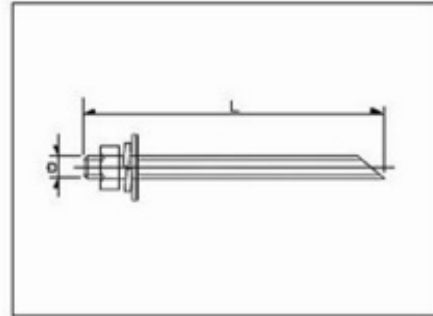
앵커 인발력 검토

$$P_A = 14.359 / 1$$

$$= 14.359 \text{ kN} < Pa = 26.000 \text{ kN} \text{ ----- O.K}$$

6) 케미컬 ANCHOR의 설치 규격 검토

앵커볼트 시공제원



	M8	M10	M12	M16	M20	M24
현공직경(mm)	10	12	14	18	24	28
구멍깊이(mm)	80	90	110	130	175	215
최소 모재두께(m m)	110	120	140	170	220	270
앵커삽입깊이(m m)	80	90	110	125	170	210
최소모서리거리(m m)	40	45	55	65	85	105
앵커주입량(ml)	4	6	10	15	43	65
추천인발하중 $N_{re}$ (kN)	6.0	8.0	12.0	15.3	26.0	32.4
추천전단하중 $V_{re,c}$ (kN)	5.6	9.0	13.1	24.7	38.6	55.6
볼트규격(mm)	M8*110	M10*130	M12*130	M16*145	M20*240	M24*290
	M8*130		M12*160	M16*160	M20*280	
콘크리트 강도 $f_{ck, \alpha_1}$	$=20N/mm^2$			M16*190	1kN=0.1톤	