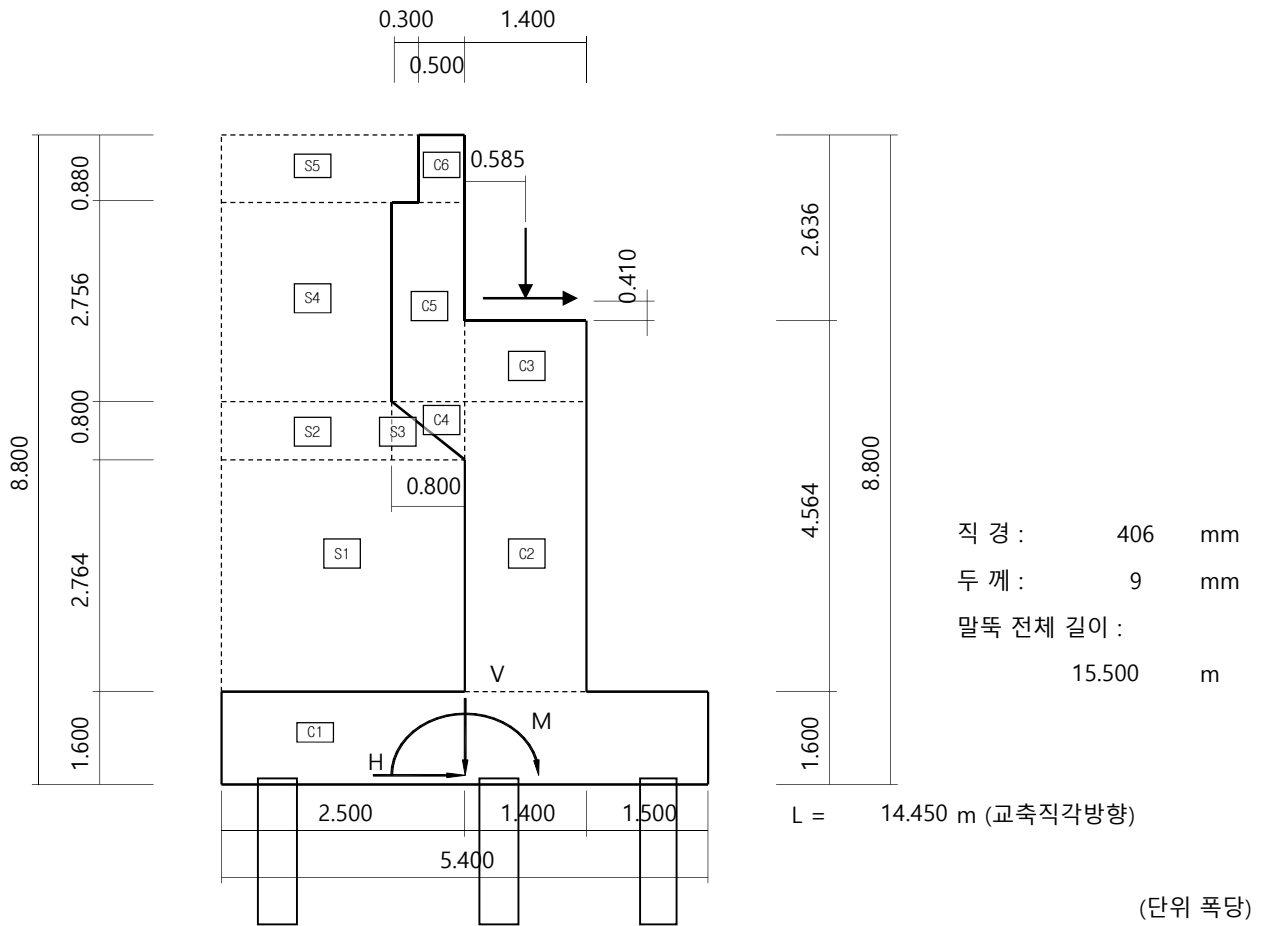


- 구체에 의한 작용력(Dc) 및 뒷채움에 의한 작용력(Ev)



구분	A	γ	W	K_h	H	x	y	M_R	M
구체	C1	8.640	25.00	216.000	0.077	16.632	2.700	583.200	13.306
	C2	4.990	25.00	124.740	0.077	9.605	2.200	274.428	32.484
	C3	1.400	25.00	35.000	0.077	2.695	2.200	77.000	15.264
	C4	0.320	25.00	8.000	0.077	0.616	3.167	25.333	3.017
	C5	2.205	25.00	55.120	0.077	4.244	3.300	181.896	27.766
	C6	0.440	25.00	11.000	0.077	0.847	3.150	34.650	7.081
	소계	17.994		449.860		34.639		1176.507	98.918
뒷채움	S1	6.910	20.00	138.200	0.077	10.641	4.150	573.530	31.733
	S2	1.360	20.00	27.200	0.077	2.094	4.550	123.760	9.978
	S3	0.320	20.00	6.400	0.077	0.493	3.433	21.973	2.282
	S4	4.685	20.00	93.704	0.077	7.215	4.550	426.353	47.202
	S5	1.760	20.00	35.200	0.077	2.710	4.400	154.880	22.659
	소계	15.035		300.704		23.154		1300.497	113.853
총 계			750.564		57.793			2477.004	212.771

11.7.3 안정검토

- 단면력 계산 : 1.0Dc+1.0Dw+1.0EH+1.0EV+1.0EQ

$$\begin{aligned}
 H &= 1.0 \times 34.639 + 1.0 \times 243.008 + 1.0 \times 23.154 + 1.0 \times 9.001 &= & 309.802 & \text{kN} \\
 V &= 1.0 \times (152.414 + 449.860) + 1.0 \times 27.600 + 1.0 \times 300.704 &= & 930.578 & \text{kN} \\
 Mr &= 1.0 \times (152.414 \times 2.315 + 1,176.507) + 1.0 \times (27.600 \times 2.315) \\
 &\quad + 1.0 \times 1,300.497 &= & 2893.736 & \text{kN.m} \\
 M &= 1.0 \times 98.918 + 1.0 \times 1,069.235 + 1.0 \times 113.853 \\
 &\quad + 1.0 \times 9.001 \times 6.574 &= & 1341.177 & \text{kN.m}
 \end{aligned}$$

- 말뚝계산

1) 말뚝 제원

적용 공법	타입강관말뚝	말뚝 배치			
말뚝 직경	406.40 mm	번호	개수	각도	위치
말뚝 두께	9.00 mm	1	11	10.000	2.100
말뚝 길이	15.50 m	2	11	0.000	1.000
돌출 길이	0.00 m	3	11	0.000	-0.300
1/β부근의 N값	9.0	4	11	0.000	-1.900
평균 N값	32.0	5	0	0.000	0.000

2) 허용지지력 (말뚝 본당, 상시기준)

① 단면제원 (부식두께 2.00 mm)

$$\begin{aligned}
 - \text{말뚝의 면적} & A_p = 8695.300 \text{ mm}^2 \\
 - \text{선단폐쇄면적} & A = 127176.195 \text{ mm}^2 \\
 - \text{단면2차모멘트} & I = 169982000.000 \text{ mm}^4 \\
 - \text{탄성계수} & E = 40000.0 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

② 수직허용지지력

$$\begin{aligned}
 - \text{말뚝선단의 N치} &= 50 \\
 - \text{최대주면마찰력}(f) &= 2N = 2 \times 32.000 = 640.0 \text{ kN/m}^2 > 100 \text{ kN/m}^2 \\
 V_a &= 1/3 \times [30 \times N \times A + U \times \sum (l \times f)] \quad (\text{항타 말뚝이라 가정}) \\
 &= 1/3 \times (30 \times 50 \times 10 \times 127,176.195 / 1000000 + \pi \times 402.40 / 1000 \times 8.000 \times 100.000) \\
 &= 972.99 \text{ kN/본} \\
 V_a &= 972.990 \text{ kN/본} \quad (\text{상시 허용지지력})
 \end{aligned}$$

③ 수평허용지지력

$$- \text{말뚝두부의 허용수평변위 } \delta_a = 15 \text{ mm}$$

3) 스프링 정수 계산(말뚝본당)

- 무한장 말뚝 판정

$$\begin{aligned}
 (\text{상 시}) \quad \beta I &= 0.00068 \times 15400 = 10.47 > 3.0 \quad \therefore \text{반무한장 말뚝} \\
 (\text{지진시}) \quad \beta I &= 0.00083 \times 15400 = 12.78 > 3.0 \quad \therefore \text{반무한장 말뚝}
 \end{aligned}$$

구 분	상 시			지 진 시		
	고 정	힌 지	보정계수	고 정	힌 지	보정계수
K1	8551.6	4275.8	1.0	15551.0	7775.5	1.0
K2	6287.9	0.0	1.0	9368.1	0.0	1.0
K3	6287.9	0.0	1.0	9368.1	0.0	1.0
K4	9247.0	0.0	1.0	11286.8	0.0	1.0
Kv	29717.3	29717.3	-	29717.3	29717.3	-

4) 연립방정식 정수 계산(말뚝 전체)

구 분		Axx	Axy,Ayx	Ayy	Axa,Aax	Aaa	Aay,Aya
상 시	고정	421836844	39815	1300541	-192005	3358464	291469
	한지	210918422	47858	1299122	100502	2940756	276480
지진시	고정	767106128	26648	1302862	-354669	3460700	302228
	한지	383553064	41275	1300283	86677	2945875	278918

5) 말뚝도심에 작용하는 상부전달하중(전체)

구 분	지진시 말뚝에 전달되는 하중(전체)	
수평력	4476.634	kN
수직력	13446.850	kN
모멘트	13872.010	kN.m

6) 말뚝도심점의 변위

구 분		고 정	한 지
	$\delta x(mm)$	0.00697	0.00979
	$\delta y(mm)$	9.58503	9.52457
	$a(rad.)$	3.17208	3.80688

7) 말뚝두부의 변위

구 분		고 정	한 지
구 분	$\delta x1$	-2.81429	-3.03251
	$\delta x2$	0.00697	0.00979
	$\delta x3$	0.00697	0.00979
	$\delta y1$	16.00079	17.25456
	$\delta y2$	12.75711	13.33145
	$\delta y3$	8.63341	8.38251
	$a(rad.)$	3.17208	3.80688

8) 외력에 의한 말뚝의 분력(말뚝본당)

구 분		고 정	한 지
구 분	Pn1	475.500	512.759
	Pn2	379.107	396.175
	Pn3	256.562	249.106
	Ph1	-73.481	-23.579
	Ph2	-29.608	0.076
	Ph3	-29.608	0.076
	Mt1	62.167	0.000
	Mt2	35.737	0.000
	Mt3	35.737	0.000

9) 정밀성 검토(전체하중)

구 분			고 정	한 지
	수직력	말뚝반력	13446.860	13446.860
		전달하중	13446.850	13446.850
		오 차(%)	0.000%	0.000%
	수평력	말뚝반력	-864.810	726.520
		전달하중	4476.634	4476.634
		오 차(%)	-119.318%	-83.771%
	모멘트	말뚝반력	13960.830	13957.380
		전달하중	13872.010	13872.010
		오 차(%)	0.640%	0.615%

10) 말뚝의 최대반력집계(말뚝본당)

구 분	지진시	
	고정	한지
수직력	475.500	512.759
수평력	-29.608	0.076
모멘트	62.167	11.179

11) 말뚝 본체 설계

① 말뚝머리부 수직반력 검토

$$\begin{aligned}
 & \text{(상 시)} & R_a &= & 972.990 \text{ kN} \\
 & \text{(지진시)} & R_v &= & 512.759 \text{ kN} < R_a = 1459.485 \text{ kN} \quad \therefore \text{O.K}
 \end{aligned}$$

② 인발력 검토

$$\begin{aligned}
 & \text{- 최대주면마찰력}(f)=2N=2 \times 32.000 &= & 640 \text{ kN/m}^2 > 100 \text{ kN/m}^2 \\
 & F_a=1/2 \times [U_x \Sigma(l_x f)]=1/2 \times (\pi \times 402.40/1000 \times 8.000 \times 100.0) &= & -505.7 \text{ kN} \\
 & \text{(지진시)} & F_v &= & 0.000 \text{ kN} < F_a = 0.000 \text{ kN} \quad \therefore \text{O.K}
 \end{aligned}$$

③ 말뚝머리부 수평반력 검토 (고정)

$$\text{(지진시)} \quad R_h = 29.608 \text{ kN} < R_a = 233.260 \text{ kN} \quad \therefore \text{O.K}$$

③ 말뚝머리부 수평변위 검토 ($\delta a = 15.00 \text{ mm}$)

$$\begin{aligned}
 & \text{(지진시)} \quad \text{말뚝머리 고정 : } \delta = H/(4EI\beta^3) &= & 1.900 \text{ mm} \quad \therefore \text{O.K} \\
 & \quad \text{말뚝머리 한지 : } \delta = H/(2EI\beta^3) &= & 0.010 \text{ mm} \quad \therefore \text{O.K}
 \end{aligned}$$

④ 응력검토 ($f_a = 140 \times 1.5 = 210 \text{ Mpa}$)

$$\text{(지진시)} \quad f = V/A + M^*y/I = 128 \text{ Mpa} \quad \therefore \text{O.K}$$