관종	관경(mm)	관두께(mm)	매설깊이(m)	강관 프아송비	강관탄성계수(MPa)
SP	1200	9.00	2.300	0.300	210,000
관내압(MPa)	차량하중(kN)	차량접지폭(m)	차량점유폭(m)	온도변화ΔT(℃)	강관 선팽창계수α
1.060	96	0.200	3.000	20.0	0.000012
지진구역	지진구역계수	내진성능목표	내진등급	흙 단위중량(kN/m3)	강관-지반마찰력(MPa)
I	0.11	붕괴방지	내진 I 등급	1.9	0.01

1. 상시 하중에 의한 관체 발생 변형율

1) 내압에 의한 축방향 변형율(εi)

εi = ν × P × (D − t) / 2 t E = 0.0100 %

2) 차량하중에 의한 축방향 변형율(εo)

εo = 0.322 × Wm / Z E × (E × I / (Kv × D))^(1/2) = 0.0097 %

Wm = (2 × Pm × D) × (1 + i) / (C × (a + 2 × h × tanθ)) = 22.720 kN/m

i (충격계수) = 0.420

3) 온도변화에 의한 축방향 변형율(εt)

εt = α × ΔT = 0.0240 %

4) 부등침하에 의한 축방향 변형율(εd)

εd = (M / E I) × (D / 2) = 0.0000 %

2. 지진에 의한 축방향 변형율

1) 표층지반의 설계고유주기(Ts)

TG = 4 Σ (Hi / Vsi) = 0.047 sec

Ts = 1.25 × TG = 0.059 sec

구 분	표층두께(m)	N치	전단파속도(Vsi)	Hi / Vsi	비 고
1	1	19	217.58	0.0046	
2	1	19	217.58	0.0046	
3	1	79	388.60	0.0026	
4					
5					
6					
합 계	3			0.0118	
기반암			760.00		

2) 관축위치에서의 지반 수평변위(Uh)

Uh = (2 / π^2) × Sv × Ts × cos(πz/(2 ×Hs)) = 0.0001 m

Sv(기반암 속도응답스펙트럼) = 0.113

z(지표면에서 관중심까지 거리) = 2.909 m

Hs(표층지반의 두께) = 3.000 m

3) 지진시 파장

L = 2 × L1 × L2 / (L1 + L2) = 19.60 m

Vds = Σ Hi / Σ (Hi / Vdsi) = 213.32 m/s

L1 = Ts × Vds = 12.55 m

L2 = Ts × Vbs = 44.71 m

L1 = ξ × εy = 1844.28 m

ξ = 2 √2 × E1 × t / τ = 534572.73 m

εy = 46 t / D = 0.00345

4) 지반의 강성

K1 = 1.5 × (ɣ / g) × Vds^2 = 13,233.86 kPa

K2 = 3.0 × (ɣ / g) × Vds^2 = 26,467.72 kPa

5) 지진에 의한 축방향 변형율

εL = L / ξ = 0.000037

εB = α2 × (2 π D / L) × εG = 0.000003

εG = π × Uh / L = 0.000010

α1 = 1 / (1 + (2 π / (λ1 * L'))^2) = 0.0349

α2 = 1 / (1 + (2 π / (λ2 * L))^4) = 0.6664

λ1 = (K1 / (E × A))^(1/2) = 0.0431

λ2 = (K2 / (E × I))^(1/4) = 0.3812

L' = √2 L = 27.71 m

εx = √(εL^2 + εB^2) = 0.0037 %

3. 내진안전성 검토(붕괴방지수준)

항 목		변형율(%)	평가 결과
상 시	내 압	0.0100	
	차량하중	0.0097	
	온도변화	0.0240	
	부등침하	0.0000	
지 진 시		0.0037	
변형율 합계		0.0474	
항복점 변형율(εy = 46t/D)		0.3450	내진성능 확보(O.K)