

{Q} 부지응답으로 F_a 와 F_v 를 구할 수 있는가?

부지응답해석으로 F_a, F_v 를 구하여 설계응답스펙트럼을 도출할 경우, KDS 41 17 00 4.2.3 지반증폭계수의 ③항을 잘 봐야 한다. ③항에 따르면 부지응답해석을 하더라도 그 결과가 적용된 설계응답스펙트럼이 $S = 0.22$ 사용한 스펙트럼의 80% 이상이 되도록 정한다.

부지응답으로 F_a 와 F_v 를 구하는 절차를 예시하면 다음과 같다.

- 1) 하향식 탄성파시험과 지층단면도로부터 대표 지반단면을 도출한다.
- 2) 20개의 암반지진기록을 선정한다. 여기서 $V_s \geq 760$ m/sec인 기록이다.
- 3) 선정된 암반지진기록을 S_1 지반에 해당하는 설계응답스펙트럼의 전주기구간에 대해 매칭(matching)으로 조정한다.
- 4) F_a 와 F_v 를 해설에서 제시한 다음 수식으로 산정할 수 있다.

$$F_a = \frac{R_{soil}}{R_{rock}} \frac{1}{0.4} \int_{0.1}^{0.5} RRS(T) dT \quad (\text{해식 4.2-1})$$

$$F_v = \frac{R_{soil}}{R_{rock}} \frac{1}{1.1} \int_{0.4}^{1.5} RRS(T) dT \quad (\text{해식 4.2-1})$$

- 5) F_a 와 F_v 를 사용하여 S_{DS} 와 S_{D1} 를 산정한 후, 설계응답스펙트럼을 도출한다.

[KDS 41] 4.2.3 지반증폭계수(3)

4. 지반조건 및 설계응답스펙트럼

4.2 설계응답스펙트럼

4.2.3 지반증폭계수

- ③ F_a 와 F_v 값을 부지고유의 지진응답해석을 수행하여 결정할 수 있다. 이 경우 부지고유응답 해석으로 산정한 설계스펙트럼가속도 S_{DS} 와 S_{D1} 는 지진구역계수(Z)와 2400년 재현주기에 해당하는 위험도계수(I) 2.0을 곱한 값에 표 4.2-1, 표 4.2-2, 4.2.2의 (2)항에 제시된 해당 지반의 증폭계수를 적용하여 구한 값의 80% 이상이어야 한다.

[해설]

- ③ 부지고유의 지진응답해석방법으로는 1차원 등가선형해석방법과 1차원 비선형해석방법을 사용할 수 있다. 지진응답해석에 사용되는 지반입력변수로는 지반의 층상구조와 각 층의 동적물성치가 있고, 자세한 사항을 해표 4 2-1에 명시하였다. 부지고유의 지진응답해석을 수행하기 위하여 반드시 신뢰성 있는 지반조사와 지반입력변수를 평가하여야 한다.

해표 4.2-1 지반입력변수 및 결정방법

지반입력변수	결정방법
지반의 층상구조 (기반암 깊이, 층 두께)	SPT, CPT, Boring 등
지반의 전단파속도 주상도	다운홀, 업홀, SASW, HWAW 등 현장 탄성파 시험
각 층의 비선형거동 특성 - 정규화 전단탄성계수 감소곡선($\frac{G}{G_{max}} - \gamma$) - 감쇠비 곡선($D - \gamma$)	공진주/비틀림전단시험, 미소변형 삼축시험 등

부지고유의 응답스펙트럼값 S_{DS} 와 S_{D1} 을 결정하는 데 있어 암반노두가속도를 2400년 재현주기 지진의 유효지반가속도(S)값을 사용하여 해석을 수행한다. 부지고유의 응답스펙트럼을 결정하는 F_a 와 F_v 는 다음과 같이 산정한다. 각 주기 T 에 대하여 암반과 해당 부지 지반조건에 대한 해석을 수행한다. 암반노두스펙트럼값(RS_{rock})과 부지고유스펙트럼값(RS_{soil})의 비율(RS_{soil}/RS_{rock})을 주기 T 에서의 스펙트럼가속도비(RRS , Ratio of Response Spectra)로 정의한다. 증폭계수 F_a 와 F_v 는 단주기와 장주기(중간주기) 영역에서의 평균적인 증폭계수를 의미하므로 RRS 값들을 이용하여 다음과 같이 증폭계수를 구할 수 있다.

$$F_a = \frac{R_{soil}}{R_{rock}} \frac{1}{0.4} \int_{0.1}^{0.5} RRS(T) dT \quad (\text{해식 4.2-1})$$

$$F_v = \frac{R_{soil}}{R_{rock}} \frac{1}{1.1} \int_{0.4}^{1.5} RRS(T) dT \quad (\text{해식 4.2-1})$$

여기서, R_{rock} 과 R_{soil} 은 각각 진원에서 암반노두와 지표면까지의 거리를 의미하고, 일반적으로 진원에서 거리가 먼 경우에 R_{soil}/R_{rock} 은 1.0을 사용한다. 입력지진파를 산정할 때 다양한 주파수 성분을 가지는 지진파를 선정하도록 노력해야 한다. 이를 위하여 실지진기록 및 인공지진기록을 혼합하여 해석에 이용하고, 최소한 3개 이상의 지진파를 이용하여 해석을 수행할 것을 추천한다. 3개의 지진파를 이용하여 해석할 경우에는 최대응답을 사용하여 설계하고 7개 이상의 지진파를 이용할 경우에는 평균응답의 값으로 설계를 수행하도록 한다. 우리나라의 경우에는 큰 규모의 지진이 자주 발생하지 않는 중약진지역이고, 내진설계기준 제정을 위한 실지진기록이 부족하여 지진응답해석을 수행할 경우에는 주로 외국에서 측정된 실지진기록을 이용하거나 인공지진을 이용해야 한다. 외국의 실지진기록을 선택할 경우에는 국내 지반조건에 부합되는 지진규모, 계층 지반조건 등을 고려하여야 하며, 한국지진공학회의 홈페이지 통해서 지진파를 검색할 수 있다.