

# 공동주택 기계실 설비장비의 방진설계 및 시공

김 홍 식 · 김 명 준

(대한주택공사 주택연구소)

## 1. 머리말

각종 설비기계가 밀집되어 있는 설비기계실은 건물 내에서 가장 커다란 소음진동 발생원이라 할 수 있으나, 설계단계에서 건축 및 기계설비적인 측면에서 방음방진에 대한 검토가 미흡하여 시공 후 문제가 발생할 경우 기술적으로 대책이 불가능하거나 막대한 비용을 지출하여야 하는 사례가 많다. 특히 설계단계에서 설비장비의 방진에 대한 검토가 절대적으로 필요하나, 현재 방음방진에 대한 체계적인 설계지침이 마련되어 있지 못한 실정이다.

본 글에서는 공동주택의 설계, 시공 및 유지관리자가 활용할 수 있는 기계실 설비장비의 방진설계 및 시공방안에 대해서 언급하고자 한다.

## 2. 방진효율 및 진동전달률 기준 검토

각종 설비장비로부터 발생하는 진동과 인접실의 진동 설계목표치에 따라 차진레벨은 다르게 된다. 표 1은 차진레벨별 방진효율 및 진동전달률을 나타내고 있으며, 이로부터 장비의 강제진동수(회전수)에 따른 방진스프링의 정적변위를 구할 수 있다.

한편 ASHRAE 에서는 각종 기계별 적정 방진 시스템을 표 2와 같이 제시하고 있다. 이 표는 음향학이나 기계진동 전문가 및 장비제조업체들의 경험에서 정리된 자료들로서 표에 기재된 방진재의 종류, 베이스의 형태, 최소 변위 등은 기존 HVAC 장비의 70~

80% 정도에 대해서는 적절한 설계가 될 수 있으나, 그 외 특별한 경우(예: 대형장비, 진동 민감 건물, 진동 민감 구역 등)는 전문가 자문에 의해 진동 방지 설계를 하는 것이 바람직하다.

또한 본 도표의 작성시 바닥 조건은 100~300 mm 두께의 전형적인 콘크리트 구조체이다. 소음 민감 지역에 기계가 설치될 경우, 기둥의 간격은 6 m 이내인 것이, 슬래브는 지면에 접하는 것이 바람직하다. 긴 스펠에 비해 얇은 바닥, 가벼운 부재로 구성된 구조물, 목재 구조물 등은 장비의 무게로 인한 처짐이 발생하지 않는가를 점검해야 한다. 특히 장비의 무게가 135 kg 이상인 경우는, 장비하중에 의한 바닥 슬래브의 처짐량을 계산한 후 이 값보다 15배 이상 되는 정적변위를 갖는 방진 스프링을 선정한다.

만약 필요한 방진 시스템의 변위량이 스프링 방진 제품의 변위량을 초과하는 경우에는 ① 공기스프링을 사용, ② 지지 구조물의 강성 증가, ③ 장비 위치의 변경 등의 방법을 사용한다.

## 3 방진설계 검토서

공동주택 설비기계의 주류를 이루고 있는 펌프에 대한 방진설계 또는 업체가 제시한 방진설계서 검토서, 공동주택 설계 및 시공감독자가 활용할 수 있는 체크사항들을 중심으로 기술하였다. 표 3은 지하에 위치한 기계실에 펌프를 설치하였을 경우 표준방진 설계양식(안)<sup>1)</sup>에 의거하여 작성한 방진설계 사례로

1) 본 방진계산서 표준양식(안)은 대한주택공사에서 적용하고 있는 것으로, 공동주택 설계 및 시공자가 손쉽게 검토·활용할 수 있도록 프로그램화한 것이다.

# 소특집 : 건축구조물의 진동

서, 각 설계과정에 ①부터 ⑮까지 번호를 명기하였으며 각 번호의 설계과정시 주요한 검토사항은 다음과 같다.

① 강제진동수 조사

강제진동수  $f$ 는 기계의 분당 회전수(rpm)로부터 다음 식에 의해 구한다.

$$f = rpm/60 \quad [Hz] \quad (1)$$

② 장비의 중량 조사

장비의 중량은 제작업체에 문의한다.

③ 베이스의 규격 결정

베이스의 규격은 베이스의 중량이 송풍기

표 1 방진효율, 진동전달률, 기계 회전수 및 스프링의 정적변위(mm)와의 관계

기계 장비 회전수 (rpm)	dB로 나타내는 방진효과(dB)												
	40	34	30	28	26	20	14	10	8	6	4	2	0
	진동전달률												
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
방진효율(%)													
	99	98	97	96	95	90	80	70	60	50	40	20	0
200	-	-	-	-	-	-	125.0	93.5	73.2	64.0	54.9	47.8	43.7
250	-	-	-	-	-	169.7	82.3	59.9	48.8	40.6	34.5	30.5	27.4
300	-	-	-	248.9	203.2	103.6	56.9	41.7	33.5	28.4	24.5	21.3	19.3
350	-	-	242.3	182.4	148.8	75.9	41.7	30.5	24.6	20.8	17.8	15.7	14.2
400	-	-	185.4	139.7	114.3	59.4	31.2	23.4	18.3	16.0	13.7	11.9	10.9
450	-	224.8	141.7	110.2	89.9	45.7	25.1	18.5	15.0	12.7	10.9	9.7	8.6
500	-	182.9	118.9	89.7	73.2	37.3	20.6	15.0	12.2	10.2	8.6	7.6	6.9
550	-	151.1	98.3	74.2	60.5	31.0	17.0	12.4	9.9	8.4	7.4	6.4	5.8
600	241.3	127.0	82.6	62.2	50.8	25.9	14.2	10.4	8.4	7.1	6.1	5.3	4.8
650	205.7	108.0	70.1	52.8	43.2	22.1	12.2	8.9	7.1	6.1	5.1	4.6	4.1
700	177.8	93.5	60.7	45.7	37.3	19.1	10.4	7.6	6.1	5.3	4.6	4.1	3.6
750	150.0	78.7	51.3	38.6	31.5	16.0	8.9	6.4	5.3	4.3	3.8	3.3	3.0
800	143.5	71.6	46.5	33.8	28.7	15.0	7.9	5.8	4.6	4.1	3.6	3.0	2.8
850	120.7	63.5	41.4	31.2	25.4	13.0	7.1	5.3	4.3	3.6	3.0	2.8	2.5
900	107.2	56.1	35.6	27.7	22.6	11.4	6.4	4.6	3.8	3.3	2.8	2.5	2.3
950	96.5	50.8	33.0	24.9	20.3	10.4	5.6	4.1	3.3	2.8	2.5	2.0	1.8
1000	86.9	45.7	29.7	22.6	18.3	9.4	5.1	3.8	3.0	2.5	2.3	2.0	1.8
1100	71.1	37.8	23.3	18.5	15.2	7.9	4.3	3.0	2.5	2.0	1.8	1.5	1.5
1200	60.5	31.8	20.6	15.5	12.7	6.6	3.6	2.5	2.0	1.8	1.5	1.3	1.3
1300	51.6	26.9	18.3	13.2	10.9	5.8	3.0	2.3	1.8	1.5	1.3	1.3	1.0
1400	44.5	23.4	15.2	11.4	9.4	4.8	2.5	2.0	1.5	1.3	1.3	1.0	1.0
1500	37.6	19.8	13.0	9.7	7.9	4.1	2.3	1.5	1.3	1.0	1.0	0.8	0.8
1600	35.8	18.0	11.7	8.4	7.1	3.8	2.0	1.5	1.3	1.0	1.0	0.8	0.8
1700	30.2	16.0	10.4	7.9	6.4	3.3	1.8	1.3	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8
1800	26.9	14.0	8.9	6.9	5.6	2.8	1.5	1.3	1.0	0.8	0.8	0.8	0.5
1900	24.1	12.7	8.4	6.4	5.1	2.5	1.5	1.0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5
2000	21.8	11.4	7.4	5.6	4.6	2.3	1.3	1.0	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5
2100	19.8	10.4	6.9	5.1	4.1	2.0	1.3	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
2200	17.8	9.4	5.8	4.6	3.8	2.0	1.0	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
2300	16.5	8.6	5.6	4.3	3.6	1.8	1.0	0.8	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3
2400	15.2	7.9	5.1	3.8	3.3	1.8	1.0	0.8	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3
2500	14.0	7.4	4.8	3.6	3.0	1.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3
2600	13.0	6.9	4.6	3.3	2.8	1.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3
2700	12.2	6.4	4.1	3.0	2.5	1.3	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2800	11.2	5.8	3.8	2.8	2.3	1.3	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2900	10.4	5.6	3.6	2.8	2.3	1.0	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
3000	9.4	5.1	3.3	2.5	2.0	1.0	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

표 2 방진시스템 선정표(Ashrae Handbook, 1995)

장비형식	Note	장비설비위치														
		Grade로 지지된 슬래브			6 m 바닥스팬			9 m 바닥스팬			12 m 바닥스팬			15 m 바닥스팬		
		베이스 형식	방진재 형식	최소 변위 mm	베이스 형식	방진재 형식	최소 변위 mm	베이스 형식	방진재 형식	최소 변위 mm	베이스 형식	방진재 형식	최소 변위 mm	베이스 형식	방진재 형식	최소 변위 mm
냉동장비류	12,13															
-왕복동식컴프레사	2,3,13	C	3	19.05	C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	38.1	C	3	63.5
-왕복동식콘덴싱유니트	2,3	A	2	6.35	A	4	19.05	A	4	38.1	A	4	63.5	A	4	63.5
-터어보 냉동기(밀폐식)	2,3,4,12	A	1	6.35	A	4	19.05	A	4	38.1	A	4	38.1	A	4	38.1
-터어보 냉동기(개방식)	2,3,12	C	1	6.35	C	4	19.05	C	4	38.1	C	4	38.1	C	4	63.5
-흡수식 냉동기	-	A	1	6.35	A	4	19.05	A	4	19.05	A	4	38.1	A	4	38.1
공기압축기류																
-Tank mounted	3,15	A	3	19.05	A	3	19.05	A	3	38.1	A	3	63.5	A	3	63.5
-Base mounted																
500 rpm 까지	8,13,14,1	C	3	19.05	C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	38.1	C	3	63.5
501 rpm 이상	5	C	3	19.05	C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	38.1	C	3	63.5
	13,14,15															
펌프류																
-Close coupled, 7½hp 까지	16	B/C	2	6.35	C	3	19.05	C	3	19.05	C	3	19.05	C	3	19.05
-Close coupled, 10hp 및 Flexible coupled 40hp까지	16	C	3	19.05	C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	38.1	C	3	38.1
-Flexible coupled 50hp-125hp	10,16	C	3	19.05	C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	63.5	C	3	63.5
-Flexible coupled 150hp이상	10,16															
냉각탑류	5,18															
-300 rpm 까지	8															
-301~500 rpm	-	A	1,2	6.35	A	4	63.5	A	4	63.5	A	4	63.5	A	4	88.9
-501 rpm 이상	-	A	1,2	6.35	A	4	19.5	A	4	38.1	A	4	38.1	A	4	63.5
공조기와 팬류	19															
Axial, tubular, & fan head	4,9															
-팬직경 550 mm (#3½) 까지	9	A/B	2	6.35	A/B	3	19.05	A/B	3	19.05	A/C	3	19.05	A/C	3	38.1
-팬직경600(#4)이상 50 hp까지	9															
300 rpm까지	8															
301~500 rpm	8	B/C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	63.5	C	3	63.5	C	3	63.5
501 rpm 이상	8	B/C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	38.1	C	3	38.1	C	3	63.5
원심송풍기류 & Vent Sets	4,9,19															
-팬직경 550 mm까지	9	A/B	2	6.35	A/B	3	19.05	A/B	3	19.05	A/C	3	19.05	A/C	3	19.05
-팬직경 600(#4)이상	9															
300 rpm까지	9															
301~500 rpm	8	B	3	38.1	B	3	38.1	B	3	38.1	B	3	63.5	B	3	63.5
501 rpm 이상	8	B	3	19.05	B	3	19.05	B	3	19.05	B	3	38.1	B	3	63.5
-50 hp 이상	2,3,9															
300 rpm까지	8	B/C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	63.5	C	3	63.5	C	3	88.9
301~500 rpm	8	B/C	3	19.05	C	3	38.1	C	3	38.1	C	3	63.5	C	3	63.5
501 rpm 이상																
팩키지 에어콘류	4,19															
10 hp까지	4	A	2	6.35	A	3	19.05	A	3	19.05	A	3	19.05	A	3	38.1
15 hp 이상 또는 500 rpm까지	2,3,4,9	A	2	6.35	A	3	19.05	A	3	38.1	A	3	38.1	A	3	63.5
501 rpm 이상	8	A	2	6.35	A	3	19.05	A	3	38.1	A	3	38.1	A	3	63.5
덕트	7															
파이프	7															
베이스 형식	A = 장비프레임에 직접취부, B = 스틸베이스, C = 콘크리트 + 스틸베이스															
방진재 형식	1 = 네오프렌패드, 2 = 네오프렌마운트, 3 = 개방형 스프링마운트, 4 = 제한형 스프링마운트															
방진스프링	19.05 mm = 25.0 m, 38.1 mm = 50.0 mm, 63.5 mm = 75.0 mm, 88.9 mm = 100.0 mm															

# 소특집 : 건축구조물의 진동

의 경우 기계 장비 중량의 1.0배, 펌프의 경우 1.5배, 15~100 hp(10~75 kW)인 압축기의 경우 1~2 배정도 되도록 결정한다. 75 hp(56 kW) 이상인 펌프는 콘크리트 방진베이스를 사용하는 것이 바람직하며, 방진베이스에 의해 진동원의 무게중심은 낮게 될 뿐만 아니라 스프링 위의 무게가 증가되어 고유진동수를 작게 할 수 있다.

④ 보유수 중량  
보유수의 중량은 장비 중량의 30%로 한다.

표 3 펌프 방진설계 표준양식(안) 및 설계사례

○설치지구명	테스트단지				
○설계일시	1999.6.11				
○장비번호	A-1				
○주요제원	흡입관경	125 (mm)			
	토출관경	100 (mm)			
	양정	113 (m)			
	동력	50 (HP)			
1.강제진동수	회전수	1750 (rpm)	29.2 (Hz)		
2.장비중량	(카탈로그상의 중량)	368 (kg)	368 (kg)		
3.베이스규격		2300 (mm)			
		1300 (mm)	1076 (kg)		
4.보유수 중량	(장비중량의 30%)		110 (kg)		
5.토출수압중량	관경	100 (mm)			
	양정	113 (m)	887 (kg)		
6.운전중량	(2+3+4+5)*안전률(1.3)		2442 (kg)		
7.방진재 모델	방진재 개수	6 (개)			
	방진재 종류	금속스프링			
	개당 담당중량		407 (kg)		
	선정 방진재의 담당 중량	500 (kg)			
	* 개당 사용하중은 100 /150/200/300/500/750/1000에서 직상 규격 선정				
8.스프링상수	방진재 변위량	25 (mm)	20.0 (kg/mm)		
	* KS 1653의 밀폐형 방진기는 변위가 25 mm임. 시중 스프링 방진재는 일반적으로 변위량 25 mm.				
9.정적변위량	운전시 변위량 : (방진재지지중량/스프링상수)		20.0 (mm)		
	정지시 변위량		13.0 (mm)		
10.고유진동수	* $f_n = 15.7\sqrt{1/\delta}$		3.5 (Hz)		
11.진동수비	* $f/f_n$ 값이 3보다 크거나 같으면 유효		8.3		
12.전달률(T)			0.09		
13.방진효율	* 방진효율이 80% 이상이면 유효		91 (%)		
14.소음감쇠량			21.0 (dB)		
15.결과					
차진레벨(dB)	방진재규격(kg)	수량(개)	정적변위	진동수비	방진효율
24	SMB-500	6	20.3	8.3	91

주)  : 사용자 입력창,  : 계산결과 출력창

⑤ 토출수 중량

펌프의 기동시 반력에 의한 하중은 유체의 흡입과 토출에 의해 발생되며, 일반적으로 토출 하중이 크게 된다. 따라서 흡입 및 토출 양정과 배관의 직경으로부터 기동시 하중은 다음 식에 의해 구한다.

$$RFW_t = \pi \times (\phi/2)^2 \times H \times 1000 \quad (2)$$

단,  $RFW_t$  : 기동시 반력(kg).

$\phi$  : 배관경(m),

$H$  : 양정(m)

⑥ 운전중량

②~⑤항에서 구한 중량에 엘보우 및 레듀샤, 브라켓 등의 중량을 고려하기 위하여 위에서 구한 중량의 합에 안전률(1.3)을 곱하여 총 운전중량을 구한다.

⑦ 방진재의 개수 및 설치위치 결정

가. 방진기의 수량

방진기의 수량은 기계의 설치 형상, 무게 중심의 위치 등에 따라 다르며, 편심이 최소화 되도록 적정 개수를 정한다. 일반적으로 편심이 없는 대칭인 기계는 방진스프링을 4개 사용하는 것이 보통이며, 펌프등과 같이 모터축과 펌프축의 하중이 다르게 되어 편심에 의한 롤링이 예상될 때는 6개를 사용하는 것이 바람직하다.

또한 수평형 공조기 경우는 연직방향의 방진을 위해 16~20개의 방진기를 사용하며, 수평방향의 방진을 위하여 4개의 수평 밀립 방진기를 사용하는 것이 일반적이다.

나. 방진스프링의 설치위치

벌류트 펌프의 경우는 모터 및 펌프축의 하중이 달라 편심이 생기게 된다.

$$\frac{k_{z1}}{k_{z2}} = \frac{a_2}{a_1} \quad (3)$$

예를 들어 아래 그림 1과 같이 비대칭으로 기계를 배치할 경우에는 식 (3)을 만족할 수 있도록 방진장치의 스프링 상수를 결정하여야 한다.

방진 스프링의 위치는 가능한 기계의 무게 중심에 가깝게 설치하며, 이로서 롤링과 같은 연성진동의 고유진동수가 작게 된다.

다. 방진재의 종류 및 모델 선정

(a) 방진재료 선정

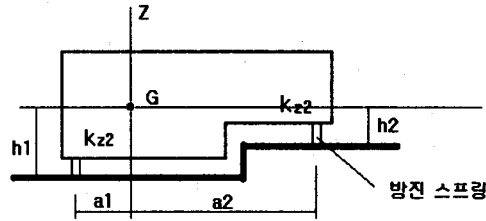


그림 1 기계의 무게 중심이 다른 경우 방진 스프링 설치 예

차진레벨, 진동전달률 등으로부터 방진 기초의 바닥에 수직방향의 고유진동수( $f_n$ )가 구해지면 지지방법에 따라 수직지지에서는 식 (4)에 의해 방진재료의 스프링 상수가 구해진다. 이 상수와 허용 하중, 고유 진동수 등으로부터 적절한 방진 재료를 선택한다. 특히 방진기의 공진을 피하기 위해,  $f/f_n \geq 3$  되도록 설계하는 것이 바람직하다.

$$K_T = f_n^2 \cdot W / 25 \quad [\text{kg/cm}] \quad (4)$$

방진재료는 보통 고유진동수, 정적휨량에 따라 선정되며, 정적휨량이 2~150 mm(1.3~11.0 Hz)에서는 금속스프링, 0.4~8 mm(5.7~25.0 Hz)에 대해서는 방진고무를 선정하는 것이 일반적이다.

(b) 방진기 모델 선정

전항에서 방진재료를 선정 후 구체적인 방진기의 모델을 결정한다. 금속스프링을 사용할 경우에는 스프링의 형식에 따라 코일스프링, 중판스프링, 접시 스프링 등이 있으며, 본 고에서는 공동주택의 기계실에서 주로 많이 사용하는 압축형 코일 스프링에 대해서 기술하고자 한다. 압축형 코일 스프링은 대별하면, 개방형, 밀폐형(하우징형), 제한형 등이 있으며, 일반적으로 펌프의 경우는 기동시 서징 및 편심이 생기므로 개방형 보다는 밀폐형이 바람직하다.

개방형의 경우는 주로 부가 하중식 베이스와 함께 사용되며, 설치가 용이하고, 스프링의 정적 변위를 육안으로 확인할 수 있다. 밀폐형은 송풍기 팬, 공조기에 많이 사용되며, 수평밀립 방지, 과도한 압축 변위 제한 등에 유리하다. 제한형은 냉동기, 냉각탑 등에 사용되며, 장비의 설치 때 중량과 운전 때의 중량이 상이하게 다른 경우 및 냉각탑과 같이 풍하중에 의해 스프링에 인장력이 작용될 경

우 등에 사용된다. 또한 수직이동 제한장치가 있어 설치 때의 높이와 운전 때의 높이가 동일함으로서 장비의 배관 및 기타 작업이 용이하게 된다.

⑧ 스프링 상수 결정

방진기의 모델이 정해지면 앞에서 검토한 목표차진레벨, 방진기의 처짐량 및 기계의 하중 등으로부터 표 4와 같은 KS B 1563의 밀폐형 방진기 선정표 또는 제작사의 카탈로그를 참조하여 설계치를 만족하는 스프링을 최종적으로 선정한다.

⑨ 방진기의 스프링상수 결정에 따른 방진기 정적 변위량 산정

전항에서 결정된 방진 스프링 상수에 의해 다음 식에 의해 방진기의 실제 운전 변위량을 구한다.

$$\delta = W_p / k \quad (5)$$

단,  $W_p$  : 지지점 당 무게(N),

$k$  : 스프링정수(N/cm)

⑩ 기계장비의 고유진동수 산정

전항에서 구한 방진기의 변위량으로부터 다음 식에 의해 구한다.

$$f_n = 4.98\sqrt{a/\delta} \quad (6)$$

단,  $a$  : 스프링의 동적배율

⑪ 진동수비 결정

강제진동수와 고유진동수의 비  $f/f_n$  가 3이상이 되도록 한다.

⑫ 진동 전달률 산정

전항에서 구한 고유진동수비를 이용하여 식 (7)에 의해 진동전달률을 구한다.

$$T = \left| \frac{1}{1 - (f/f_n)^2} \right| \quad (7)$$

⑬ 방진효율 산정

전항에서 구한 진동 전달률에 의해 식 (8)로부터 구한다.

$$\text{방진효율} = 100 \times (1-T) \quad (8)$$

⑭ 진동감쇠량 산정

⑫항에서 구한 진동 전달률로부터 식 (9)에 의해 구한다.

$$4L = 20 \times \log(1/T) \quad (9)$$

⑮ 기타사항

수평밀립 방지 장치의 사용 여부를 체크한다. 수평밀립방지장치는 75 hp (56 kW) 이상의 펌프, 정압이 50 mmAq이상인 기계장치 등에 사용된다.

## 4. 방진 설계 및 시공시 유의사항

### 4.1 방진 설계시 유의사항

① 기계를 방진하는 것은 기계의 능력을 저하시키지 않고, 또한 연결하는 각 요소에의 영향이 적은 형태로, 기계기초로 전달되는 진동을 작게 해야 된다. 따라서 기계에서 요구되는 기능을 충분히 숙지하여야 한다.

② 목표치 이하의 설계라는 것은 한도가 없기 때문에 과다설계가 될 수 있으며, 특히 안전을 측면만을 너무 강조하여 과다 설계되지 않도록 주의한다.

③ 단성지지설계는 기계 측에서 본 설계이기 때문에 지진 발생시 기초 측에서의 수평

표 4 KS B 1563 밀폐형 방진스프링 방진 특성

호 칭	사용하중 (kg · f)	최소정적 변위(mm)	스프링 상수 (kg · f/mm)	스프링 색상	치 수 (단위:mm)	
					길이	높이
SMB-50	50	25	2.0	Red	120	8
SMB-100	100	25	4.0	Blue	120	8
SMB-150	150	25	6.0	Brown	172	12
SMB-200	200	25	8.0	White	172	12
SMB-300	300	25	12.0	Orange	172	12
SMB-500	500	25	20.0	Green	192	12
SMB-750	750	25	30.0	Black	192	12
SMB-1000	1000	25	40.0	Yellow	192	12
SMB-1500	1500	25	60.0	Black	270	12
SMB-2000	2000	25	80.0	Yellow	270	12

진동에 대한 안전성을 고려할 필요가 있다. 적어도 전도봉피나 경사가 생기지 않도록 멈춤 장치, 체결구의 배려가 대형 기계에서는 특히 필요하다.

④ 설치하는 스프링은 영구 불변하는 것은 아니고 교체나 보수가 필요한 경우가 생긴다. 이 경우 작업성을 고려하여 설계할 필요가 있다. 대형기계의 하부에서 피트 내에 스프링을 설치하는 경우에는 특히 그 배려가 필요하다.

#### 4.2 방진 시공시 유의사항

① 바닥슬래브와 기계사이의 금속기구나, 배관 등에 의해 연결되지 않도록 한다.

② 바닥슬래브와 방진재를 연결하는 앵커는 진동에 의해 느슨해지지 않도록 시공한다.

③ 방진지지에 의해, 기기 본체는 상하·수평 방향으로 변위가 발생하기 쉬우므로, 내진 스토퍼를 시공한다. 이 경우 평상시에는 스토퍼와 기기가 접촉되지 않도록 하며, 앵커 볼트는 충분한 앵커 능력을 보유하는 것이어야 한다.

④ 중간 검사에서는, 방진재의 하중배분이 적정하게 되었는가를 검사하고, 이상변형, 휨 등은 방진재의 조기 열화를 초래하므로 주의한다.

#### 4.3 방진형식의 선정시 유의사항

기계는 그 기능, 규모 등에 의해서 극히 많은 종류가 있으며, 항상 동일한 방식으로 방진되는 것은 아니다. 방진재 등을 배치 설계하기 전에, 기계의 종류에 의해서 기본적으로 취하지 않으면 안 되는 형식을 알아둘 필요가 있다.

① 기계가 강성이 있고, 충분한 중량이 있으며, 중심의 위치가 낮은 경우에는 스프링을 직접 앵커 볼트의 위치에서 기초와의 사이에 삽입하는 형식의 방진을 한다. 소형의 공작기계, 사출 성형기 등은 이 방식으로 되는 경우가 많다.

② 기계자체에 강성이 없어 보강이 필요한 기계에서는 충분히 강성이 있는 빔(beam 또는 bed)위에 견고하게 연결하고 베드와 기초 사이에 스프링을 설치한다. 구식선반 대형 전단기, 활판인쇄기 등은 이 범주에 들어가는 수가 많다.

③ 기계베드가 분할되어 있고 또 상대 변

위를 싫어하는 기계에서는 공통의 베이스(base) 위에, 두 기계를 고정하고 상대 변위가 생기지 않도록 주의한 뒤에 베이스와 기초와의 사이에 스프링을 설치한다. 펌프, 콤프레셔 등에 이 형식을 사용하는 경우가 많다.

④ 중심위치가 높고 또 스프링의 부착 간격을 넓게 취할 수 없는 기계는 면적이 크고 무거운 베이스를 붙여서 중심 위치를 내리고 간격을 벌린 지지점에서 스프링을 설치한다.

⑤ 탄성지지계의 기계진폭을 작게 할 필요가 있다. 기계 자신의 중량이 가진력에 대해서 충분하지 못할 경우에는 중량 증가용의 부가 베이스를 붙여서 방진한다. 다만 지지부에서 중심위치까지의 높이를 작게 하고 연성을 피하기 위하여 지지점을 올리는 연구를 한다. 단조기, 콤프레셔 등에서 사용된다.

### 5. 맺음말

도심재개발, 재건축 사업과 관련하여 초고층 주상복합건물과 사무실건물의 건립이 증가함에 따라, 설비기계실이 주거공간 및 사무공간과 인접하여 배치되는 경우가 많아 기계실 내 설비장비의 방음방진에 대한 검토가 중요한 설계인자로 등장하고 있는 실정이다.

이러한 측면에서 본 글에서 기술한 설비장비의 방진설계 및 시공방안은 공동주택 설계, 시공 및 유지관리자 뿐 아니라, 장비제조 및 설치업체에서 유용한 기술자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- (1) 대한주택공사, 1996, 설비기계실의 방음방진 설계지침에 관한 연구.
- (2) 대한주택공사, 1997, 기계설비설계 핸드북.
- (3) 유니슨산업(주), 소음·진동방지 실무기술
- (4) 한국소음진동공학회, 1995, 소음·진동편람.
- (5) 대한설비건설협회, 1999, 기계설비 하자사례 및 대책집.
- (6) Ashrae, Inc., 1995, Ashrae Handbook - HVAC Application, Atlanta.
- (7) Harris, C. M., 1979, Handbook of Noise Control.