



승강기 승강로 가압에 의한 비상용승강기승강장 차압 및 방연풍속 성능 개선

박재현

ENP연구소(주) 기술자문위원
(comfortnsafe@hanmail.net)

지금까지 급기가압제연의 성능 부족 원인은 송풍기 정압 부족이 대부분이었다. 부속실의 차압이 나오지 않는 기존 시설의 성능 개선을 위하여 많은 기술자들이 송풍기 직렬연결 방식을 고려하고 있다. 제연 덕트 시스템에 송풍기를 직렬로 연결하여, 정압이 2배 증가하여도 덕트에 부착된 자동차압댐퍼를 오리피스로 보면, 배출량은 $Q \propto \sqrt{P}$ 가 되므로 기존 배출량보다 40% 증가된다. 그러나 송풍기 2대를 직렬연결에 따른 효율 감소와 송풍기의 배출량 증가로 인한 덕트 내 유속 증가의 제곱에 해당하는 마찰손실과 부차적 손실이 수반되므로 실제 증가량은 미미할 수 밖에 없다. 성능 개선 방법으로 비상용승강기의 승강로 가압을 제안하며, 이는 기존 성능 부족 현장에 적용을 고려해볼 수 있음을 시사한다.

1. 현장 개요

본 건물 용도는 공장으로서 화물용 지게차가 다닐 수 있도록 부속실의 공간은 일반 건물의 약 10배 이상이 되고 화물용승강기의 문은 약 6배 이상되며, 부속실의 출입문은 6배 이상으로 화물차가 들어갈 수 있는 쌍여닫이문 구조에 사람이 드나드는 쪽문으로 구성되어, 누설틈새 길이가 길고 넓은 것이 특징이다.

환경적으로 부속실 다음에 대기실이 있으며, 거실인 공장 내부는 양압이 걸리는 조건으로 되어 있다. 시스템의 구성은 수직덕트를 이용하여 각 부속실에

수동식 제연댐퍼로 급기를 하는 조건에서 플랩댐퍼가 설치되어 있었다. 기존 시스템을 작동하면 차압이 거의 형성되지 않았다.

기존 수직덕트 규격 증대는 수평 공간의 한계 때문에 불가능한 조건에서, 개선안을 마련하여 수행한 결과 성능 개선 결과는 아래와 같다.

2. 개선을 위한 제안

- 1) 급기송풍기의 정압과 송풍량을 증가할 것
- 2) 부속실 방화문의 누설틈새를 최소화할 것
- 3) 흡입측 베인형 볼류뎀퍼 부착 송풍기를 설치하여 승강기 기계실의 로프 개구부로부터 승강기 승강로에 급기함으로써 대형 화물용승강기문을 통한 누설방지 및 방연풍속의 보완
- 4) 수동식 제연댐퍼를 자동차압제연댐퍼로 교체
- 5) 송풍기에서 수직덕트에 이르는 수평덕트 구간에는 방향전환 부분에 스플릿 엘보를 설치하여 유동손실 감축
- 6) 송풍기 토출구에 피에조미터링을 설치하여 덕트 4방향 정압 상태 확인

3. 공사내용

위의 내용을 대부분 수용하여 수직덕트 부분을 제외하고 재설계를 하여 개선함

4. A동 개선 내용과 결과

1) 송풍기

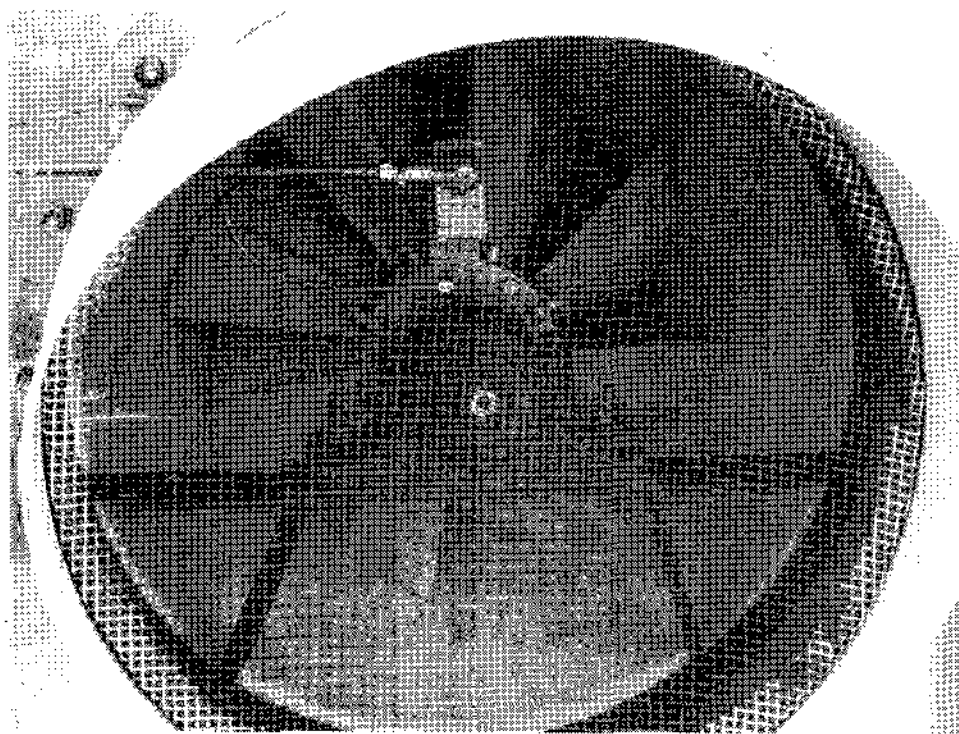
변경전: 16,000CMH×70mmAq×7.5Kw(SS #4)
 변경후: 26,600CMH×112mmAq×18.5Kw (SS #5.5)
 승강기 승강로 송풍기: 16,000CMH×70mmAq×
 7.5 Kw(SS #4)
 (흡입측에 베인형 볼륨댐퍼 부착)

2) 덕트

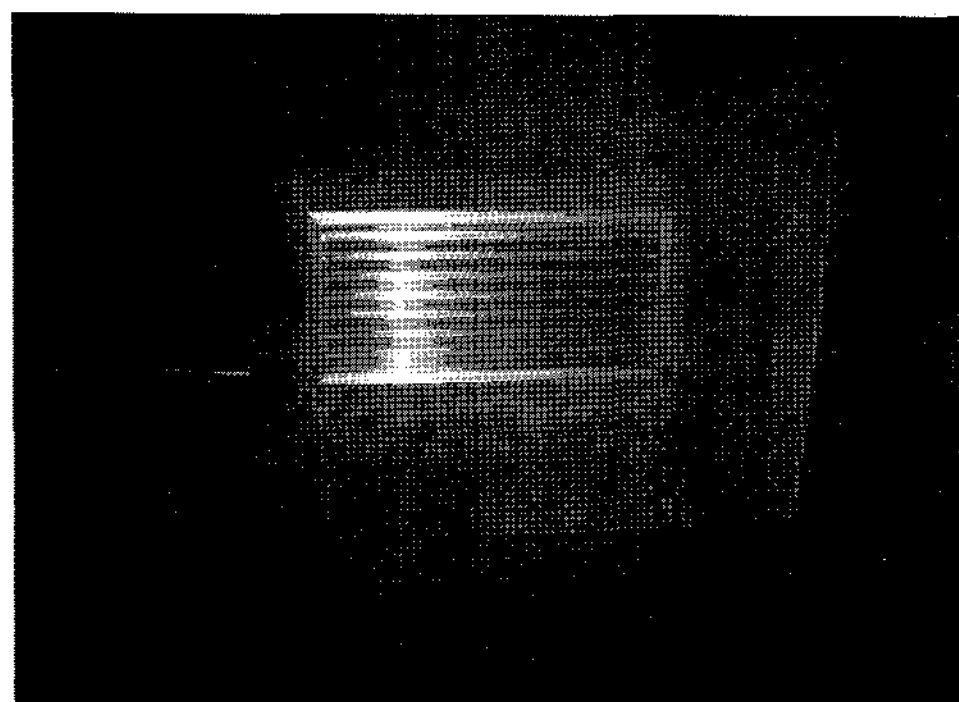
입상덕트: 기 설치된 덕트
 수평덕트: 베인형 엘보를 설치하여 저항 및 덕트
 내 속도 분포를 최적화 하였고, 풍량 분
 포를 알기 위해 토출측 피에조 미터링 설치

3) 제연댐퍼

변경전: 수동형 댐퍼 설치
 변경후: 자동 차압 조절 댐퍼로 개선



<그림> 승강기 승강로 가압 송풍기 흡입측 베인형 볼륨댐퍼 설치.



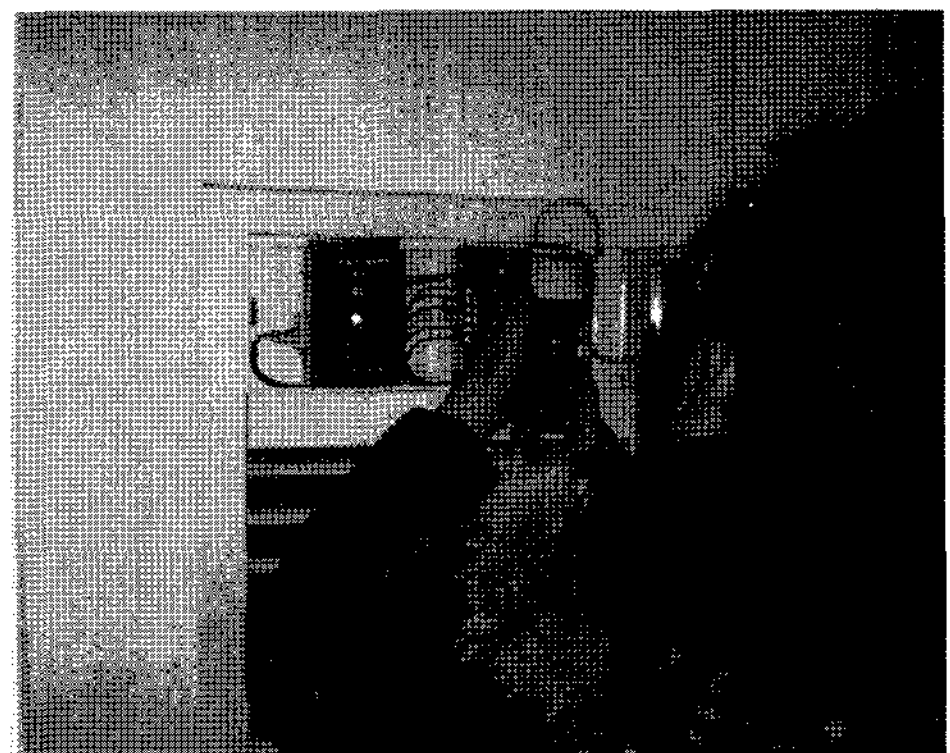
<그림> 승강기 기계실 루버설치.

4) 부속실의 차압(단위: Pa)

A. 모든 문을 닫은 상태에서 차압 측정

*측정차압은 거실용 도압관을 차압계에 연결하여 측정된 결과임

층	계기표시(댐퍼)	측정차압
6층	31	26
5층	32	40
4층	23	25
3층	33	32
2층	25	25
1층	38	49
지하층	41~51	49



<그림> 거실 도압관을 이용한 차압 측정.

B. 한개층 문이 열린 상태에서 차압 측정(최대, 최소 판단)

층	1층 개방	6층 개방	비고
6층	29	개방	
5층	22	27	
4층	29	22	
3층	28	27	
2층	35	24	
1층	개방	28	
지하층	49	48	

*댐퍼의 표시압력을 기록함

부속실이 크고 부속실 외부 통로인 방화문의 크기가 커서 부속실 문이 모두 닫힌 상태에서 자동차 압뎀퍼는 대부분 완전히 열려 있다고 볼 수 있다.

시험 결과 개선 전 차압은 0에 가까운 값을 보였으며 개선 후 화재안전기준을 충분히 충족시키는 평균값 35.1 Pa을 보였다.

5) 차압뎀퍼 배출량 측정(부속실 문이 모두 닫힌 상태) (단위: Lit/sec)

층	뎀퍼 상부	뎀퍼 하부	계	비고
6층	650	970	1,620	
5층	600	950	1,550	
4층	320	530	850	
3층	240	480	720	
2층	270	480	750	
1층	390	580	970	
지하층	460	440	1,000	
계			7,460	26,856CMH

*토출량 측정은 Flow Measuring Hood Meter로 2개소 분할하여 측정 후 합산하였다.



<그림> 자동차압뎀퍼의 토출량 측정.

6) 방연 풍속 비교(단위: m/s)

방연풍속분포의 측정은 최대, 최소 배출량이 배출되는 지점 2곳을 선정하여 시행하였다.

A. 6층 방화문(방화문 크기 1,150×2,350) : 20점 분할 측정(단위: m/s)

	횡방향 1	횡방향 2	횡방향 3	횡방향 4	합계	비고
종방향 1	0.55	0.62	1.03	1.16	2.2	
종방향 2	0.45	0.44	0.34	1.05	1.23	
종방향 3	0.98	0.92	1.2	1.37	3.1	
종방향 4	1.15	1.13	1.41	1.37	3.69	
종방향 5	1.09	1.03	1.11	1.35	3.23	
평균					0.673	

B. 3층 방화문(방화문 크기 1,150×2,970) : 12점 분할 측정(단위: m/s)

	횡방향 1	횡방향 2	횡방향 3	합계	비고
종방향 1	0.26	0.4	0.2	0.86	
종방향 2	0.2	0.28	0.25	0.73	
종방향 3	0.22	0.24	0.14	0.6	
종방향 4	0.23	0.2	0.18	0.61	
평균				0.233	

*개선 전 방연풍속은 전혀 나오지 않았으며 개선 후 평균방연풍속은 0.453 m/s 정도가 되었다.

5. B동 개선 내용과 결과

1) 송풍기

변경전: 16,000CMH×70mmAq×7.5Kw (SS #4)

변경후: 24,000CMH×90mmAq×15Kw (SS #6)

승강기 승강로 송풍기: 16,000CMH×70mmAq×7.5Kw (SS #4)

(흡입측에 배인형 블룸뎀퍼 부착)

2) 덕트

입상덕트: 기 설치된 덕트

수평덕트: 부분 교체 되었으며 1동측처럼 배인형 엘보 등이 설치되지 않았다.

3) 차압 뎀퍼

변경전: 수동형 뎀퍼 설치

변경후: 자동 차압 조절 뎀퍼로 개선

4) 기타사항

A동에 비해 기존에도 성능과 건축적인 환경이 1동에 비해 우수하였다. A동처럼 승강기 승강로를 별도 가압하였으며 건축적인 환경 때문에 추가 개선이 힘들 것으로 판단된다.

승강기 승강로 가압에 의한 비상용승강기승강장 차압 및 방연풍속 성능 개선

5) 부속실의 차압(단위: Pa)

A. 모든 문을 닫은 상태에서 차압 측정

*측정차압은 거실용 도압관을 차압계에 연결하여 측정한 결과임

층	계기표시(뎀퍼)	측정차압
6층	53	47
5층	43	48~53
4층	48	36
3층	불량	60
2층	38/42	24
1층	50/70	36
지하층	6	0

B. 한개층 문이 열린 상태에서 차압 측정(최적 및 최악 측정)

층	1층 개방	6층 개방
6층	29	개방
5층	22	27
4층	29	22
3층	28	27
2층	35	24
1층	개방	28
지하층	49	48

*뎀퍼의 표시압력을 기록함.

개선 전 차압에 비해 개선 후 화재안전기준을 충분히 충족시키는 평균값 35.1 Pa을 보였다. 단, 지하층의 플랩뎀퍼가 개방되어 있어 차압이 0이며, 뎀퍼에서 배출 풍량이 680 Lit/Sec이므로 플랩뎀퍼 폐쇄 후 충분히 차압이 유지될 수 있을 것으로 판단된다.

6) 차압뎀퍼 배출량 측정(부속실 문이 모두 닫힌 상태) (단위: Lit/sec)

층	뎀퍼 상부	뎀퍼 하부	계	비고
6층	400	1,000	1,400	
5층	180	650	830	
4층	300	850	1,150	
3층	240	760	1,000	
2층	42	490	532	
1층	280	500	780	
지하층	340	340	680	
계			6,372	23,000 CMH

*토출량 측정은 Flow Measuring Hood Meter로 2개소 분할하여 측정 후 합산하였다.

7) 방연 풍속 비교(단위: m/s)

방연풍속의 측정은 차압뎀퍼에서 배출 공기량이 최대, 중간, 최소 부속실을 선정하여 검사하였다. 측정점은 참고를 위하여 12점으로 하였다.

A. 6층 방화문(방화문 크기 1,150×2,350) : 12점 분할 측정 (단위: m/s) (최대 배출량)

	횡방향 1	횡방향 2	횡방향 3	합계	비고
종방향 1	0.43	0.56	0.37	1.36	
종방향 2	0.7	1.13	1.2	3.03	
종방향 3	2.3	2.1	2.2	6.6	
종방향 4	2.2	2.4	2.3	6.9	
평균				0.895	

B. 3층 방화문(방화문 크기 1,150×2,970) : 12점 분할 측정(단위: m/s) (중간 배출량)

	횡방향 1	횡방향 2	횡방향 3	합계	비고
종방향 1	0.2	0.3	0.28	0.78	
종방향 2	0.34	0.35	0.33	1.02	
종방향 3	0.26	0.53	0.43	1.22	
종방향 4	0.3	0.66	0.7	1.66	
평균				0.39	

C. 2층 방화문(방화문 크기 1,150×2,970) : 12점 분할 측정(단위: m/s) (중간 배출량)

	횡방향 1	횡방향 2	횡방향 3	합계	비고
종방향 1	0.1	0.15	0.2	0.45	
종방향 2	0.18	0.2	0.22	0.6	
종방향 3	0.28	0.33	0.27	0.88	
종방향 4	0.2	0.47	0.52	1.19	
평균				0.26	

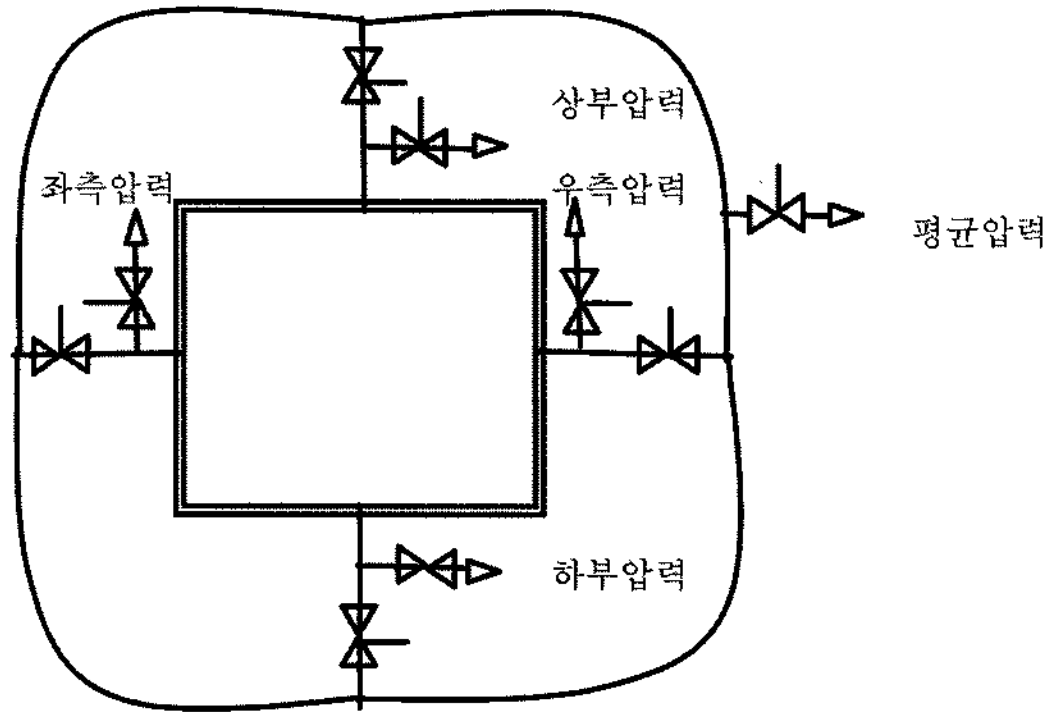
*개선 전 방연풍속에 자료에 대한 신빙성은 없으나 비교하면, 개선 후 방연 풍속은 비슷한 것으로 추정된다.

6. 피에조미터링 설치 및 시험 결과

급기가압제연 화재안전기준에 의하면, 송풍기의 풍량을 측정하여야 하나 시행한 결과는 거의 없는 것이 현실이다.

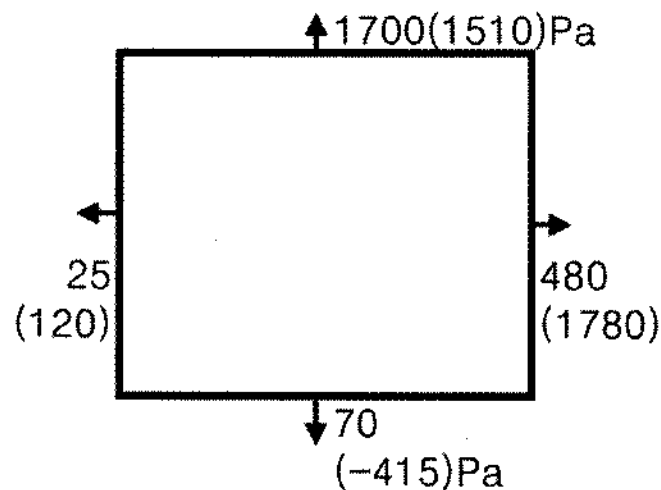
현장에서 송풍기의 풍량 측정은 피토관을 이용하여 덕트 내 정상류 위치에서 측정하여야 하며, 정상

류 위치의 판단은 덕트 내 4방향의 정압이 동일한 상태가 판단 기준이 된다.



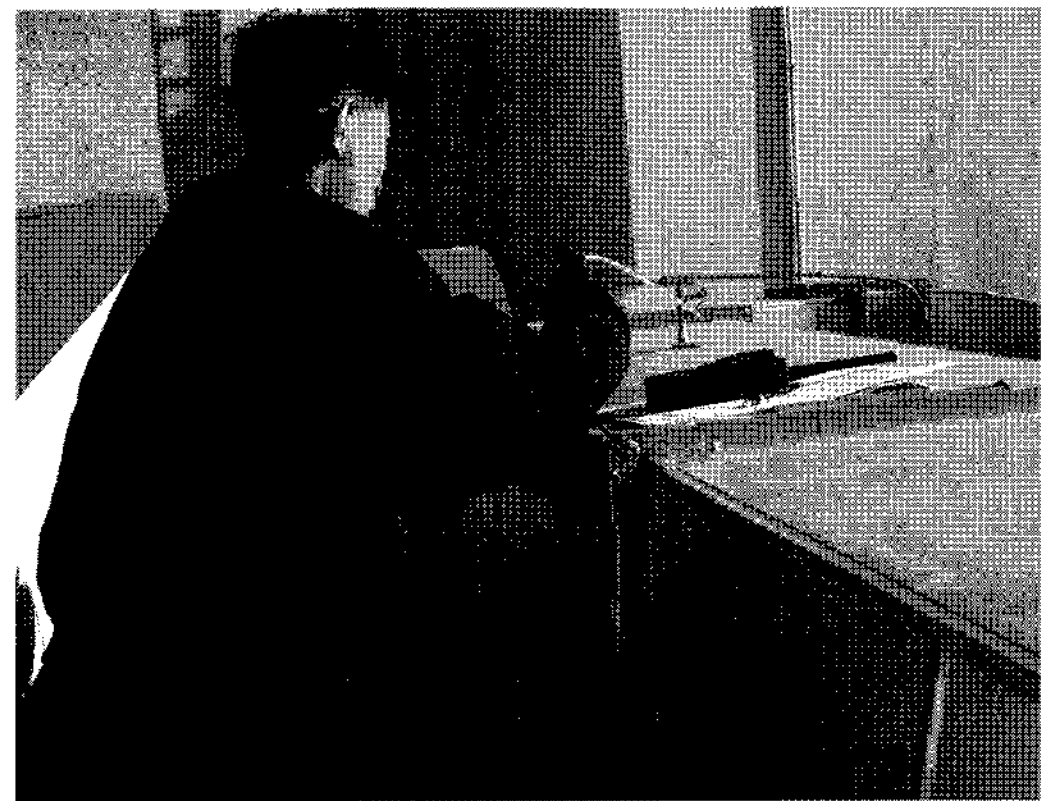
<그림> 개선된 피에조미터링의 개략도.

제연용 송풍기의 토출 덕트 크기는 가로 800 mm* 세로 600 mm이며, 개략적인 풍량은 7.46 CMS 정도이다. 약 3m 정도 거리에서 피에조미터링을 설치하여 약 1m 뒤에 송풍기 토출측으로부터 우측으로 방향 전환되는 장방향 엘보가 설치된 덕트내 압력분포를 검사한 결과는 다음과 같다. ()의 수치는 거실문을 1개 개방하고 측정한 결과이며, 제연댐퍼의 개방에 따른 배출량의 편차는 극히 미미한 상태이나 덕트 내부 압력 편차는 매우 민감하였다. 비정상류 흐름 위치에서 덕트 4방향 압력 차이는 크며, 유속의 변화에 따라 부압 발생 현상도 볼 수 있었다. 피에조미터링 설치 위치에서 바로 접속된 장방향엘보에서 역으로 작용하는 압력 영향이 큰 것으로 추정되며, 유속 분포에 따라 측정 위치 하류에 있는 부속의 역압 영향을 충분히 고려하여야 한다.



()는 거실문 개방의 경우임
거실의 문개방에 따른 댐퍼의 배출량의 차는 크지 않음

<그림> 송풍기 토출측 덕트의 피에조미터링의 압력 분포.



<그림> 피에조미터링 4방향 정압 측정.

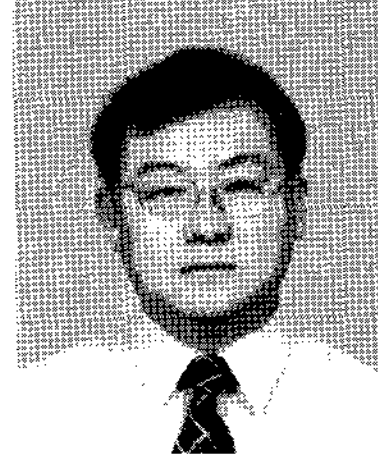
8. 결 론

급기가압제연시스템의 거실과 부속실의 차압 유지와, 거실문을 개방하는 경우 방연풍속의 성능 향상을 위하여 TAB를 실시하였다.

건축물의 평면 구조상 제한 때문에 수직 덕트는 기존 것을 활용하였으며, 수직덕트 내 풍속을 최대한까지 늘려 부속실의 배출량을 개선하고, 덕트 내 속도분포의 편중으로 인한 부속실간의 배출량의 불균형을 해소하기 위해, 분기 전 기류를 스플릿 댐퍼 안내판과 유사하게 설치하여 부속실간의 배출량의 불균형을 최소화하였다.

승강기 승강로를 급기가압함으로써 한 층의 거실문을 개방할 때 비 개방층의 차압과 방연풍속도 크게 개선되었다.

수직덕트 크기에 최대속도를 적용하여 재설계 하였다. 부속실의 차압은 화재안전기준의 최소기준보다 높은 수준을 유지하였고, 방연풍속은 수직 덕트에서 최대 이송량의 한계로 화재안전 기준을 충족하지 못하였으나 기존 시스템보다 크게 향상되었고 건축적인 한계를 감안한 최대 성능 구현으로 판단된다.



<저 자>

박 재 현

ENP연구소(주) 기술자문위원

comfortnsafe@hanmail.net