

## 엔진시험장치의 공기조화 설비

李 鍵\* · 金 成 完\*\* 譯

### Engine Test Facilities

Ashrae Handbook 1974 Applications

내연 기관은 그 엔진 자체만의 시험을 위해서는 테스트 셀 (Test Cell)에서 시험을 하며, 완성된 차량속에 탑재시킨 엔진을 시험하려면 샤시 다이나모미터 룸 (Chassis Dynamometer Room)에서 하게 된다.

어느 경우에도 소음과 열의 조절, 배출되는 열의 제거를 위해서 또 시험을 안전하게 하고 보안상의 이유로 폐쇄된 공간 내에서 시험을 하게 된다. 온도, 소음, 안전조건이 적당하게 해결된다면 샤시 다이나모미터는 콘트롤 룸 (Control Room)만 제외하고 옥외에 설치할 수 있다.

생산물 검사와 방출물질의 측정을 위해서 커다란 개방된 공간이 사용되기도 한다. 그러나 환기와 테스트셀의 안전성의 원칙은 적용되어야 한다

#### 환기 시스템 (Ventilation Systems)

테스트 셀의 환기와 공조시스템은 다음과 같은 명확한 조건을 만족하여야 한다.

- 1) 排熱과 室內 온도 조절을 위한 적당량의 급기량과 배기량
- 2) 가연가스 형성을 방지하기 위해 충분한 량의 공기를 적당한 장소로 뽑아내어야 한다.
- 3) 변화하는 환경에 대응하기 위해서 많은 량의 공기를 조절할 수 있어야 한다.
- 4) 엔진 배열 제거
- 5) 연소 공기 공급

\* 正會員, 서울工大

\*\* 서울工大 大學院

6) 시스템을 통한 소음전달 방지  
테스트 셀의 급·배기 시스템을 대별하면

- 1) 개개의 단위로 하는 경우.  
팬 (Fan)이나 댐퍼 (Damper)의 조절을 통해서 얻어지는 고정량 또는 변화량.
- 2) 중앙 계통으로 하는 경우.  
댐퍼 조작을 통해 얻어지는 공기의 변화량
- 3) 개개의 단위와 중앙계통의 조합으로 하는 경우 어느 경우에도 강제배기 장치를 해야하며 그 조절은 배기측에서 행해지는 것이 일반적이다.

그림 1은 자주 쓰이는 조합방식을 도시한 것이다. 부하 변동의 폭이 좁거나 테스트 설비가 작은 경우, 일정량의 공기를 온도를 조절해서 공급하는 시스템이 쓰여질 수도 있다. 엔진 테스트 셀의 경우 이런 방식은 잘 쓰이지 않으며, 개별 방식이건, 중앙공급 방식이건 풍량과 온도를 같이 변화시켜 공급하는 방식이 주로 쓰여진다.

개별방식에서 양을 별화시켜 급·배기를 하는 시스템에서는 그림 1의 ㉔처럼 개별적인 배기팬과 각방에 맞는 공기를 미리 만들어서 공급하는 방식이 쓰인다. 급·배기팬은 상호연결되어 있으며 그 동작은 보통 실온에 의하여 팬의 엔진을 조절하는 방법으로 이루어진다.

강제 배기만을 하고 급기는 밖에서 직접 유도되는 방식도 쓰여진다(그림 1의 ㉕). 이런 경우 모든 통제는 배기팬의 쪽에서 행해진다. 배기량의 변화는 팬의 속도를 변화시켜서 행할수 있

엔진시험장치의 공기조화 설비

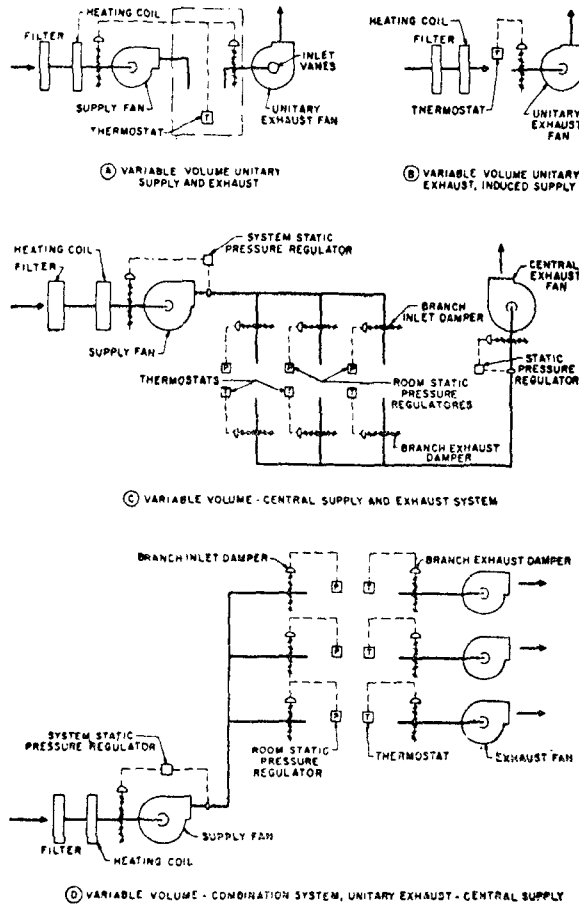


그림 1. 열배출 환기 시스템

며 또는 온도에 의해 댐퍼나 인입배일을 조절하여 더 세밀히 할 수도 있다.

중앙 공급이나 배기팬 또는 양쪽을 다 사용하는 시스템에서는 (그림 1의 ㉠) 공기량의 조작은 테스트셀의 각각의 댐퍼의 온도 조절에 의하거나 또는 동력계 동작에 의해 행해지는 투 포지션 스위치(two-position switch)에 의해 조작이 된다. 그리고 이런 시스템에서는 테스트셀 내의 靜壓規定에 의해 공기의 균형이 유지된다.

다트 시스템 내의 압력은 인입배인의 조절과 댐퍼의 변조, 팬의 회전속도에 의해 항상 일정한 상태로 유지된다. 중앙공급장치와 개개의 배기팬이 결합된 장치를 사용하는 결합 시스템에서는 배기시스템은 室溫이나 동력계 동작에 의한 투

포지션(two-position) 스위치에 의해 통제되며, 중앙 공급 시스템은 室內壓力을 유지하기 위해 室內에 위치한 靜壓장치에 의해 조절된다(그림 1의 ㉠). 환기 시스템은 화재 발생시 공기의 공급과 배출을 차단하기 위하여 건물의 방화 시스템과 연결되어야 한다. 그리고 공급공기는 증기나 온수코일에 의해서 가열하여야 한다.

테스트 셀의 배기(Test Cell Exhaust)

테스트 셀의 환기 시스템은 그 기반을 배기가 요구하는 사항에 두고 다음 사항을 만족하도록 설계 되어야 한다.

- 1) 시험을 행하는 중 엔진에서 발생되는 열의 제거

- 2) 비상사태시의 淨化 (연료를 앞질렀을 경우 냉새제거)
- 3) 시험을 행하지 않을 때 (밤, 주말, 청소할 때를 포함)에도 항시 행해야 할 최소 배기의 비율

엔진이 동작될때, 열은 대류 현상에 의해 공기로 방출되고 또 복사현상에 의해 주위의 표면으로 방출된다. 대류에 의해 방출된 열을 제거하기 위한 실내 공기 유출량은 다음 식에 의해 결정된다.

$$Q = \frac{H}{1.1(t_s - t_r)} \quad (1)$$

- 여기서 H: 엔진에서 발생하는 열량[Btuh]
- Q: 공기 유출량[CFM]
- t<sub>s</sub>: 배기 온도
- t<sub>r</sub>: 급기 온도

그러나 엔진과 배기관에서 방출되는 복사열은 처음에는 주위의 표면을 덥히고 더워진 표면은 차례로 대류열로서 실내 공기속으로 열을 유출한다. 그 유출비율은 온도차, 필름계수, 그리고 그 밖의 여러 요소\*에 의해 지배를 받는다. 그 결과로 H에 복사열이 포함될때에는 식(1)의 (t<sub>s</sub>-t<sub>r</sub>)의 값을 임의로 정할 수 없게 된다. H값을 결정하는 것은 다음에 엔진배열(Engine Heat Release)장에서 논의 하기로 한다.

발생증기는 가능한한 빨리 제거하기 위해서 증기 배기는 최대속도로 행하여야 한다. 엔진 발열 제거를 위해 요구되는 공기는 보통 비상사태시의 淨化에 쓰이는 량과 같다. 그러나 바닥 면적에 대해 10CFM/sq. ft. (180CMH/M<sup>2</sup>) 보다 적어서는 안된다. 비상 淨化는 각 방에 있는 수동조작 스위치에 의해서 해야 한다.

셀(Cell)을 청소할 때의 배기 비율은 休止期동안 새나온 연료에서 발생하는 가연성증기의 누적을 방지하는데 요구되는 최소량이나 냉, 난방에 대한 고려 중 큰쪽에 기반을 두어야 한다.

이 량은 보통 바닥면적에 대해 2CFM/sq. ft (36CMH/m<sup>2</sup>)이다. 배기구는 낮게 잡는 것이 좋

다. 때로는 천정으로 배기를 하는 경우도 있지만 휘발류 증기는 공기보다 무겁기 때문에 낮게 잡는 편이 좋다. 배기를 엔진 가까이에서 하면 대류에 의해 실내로 유출되는 열은 작아진다. 엔진을 둘러 싸고 있는 바닥의 격자를 통해서 모든 공기를 즉각적으로 배출시켜서 바닥 밑에 있는 작은 공간이나 닥트로 보낸다. 이 경우에 엔진 위에 천장에 위치한 공급공기 취출구는 공기 장막을 형성해서 엔진을 둘러싸고 열을 제거한다.

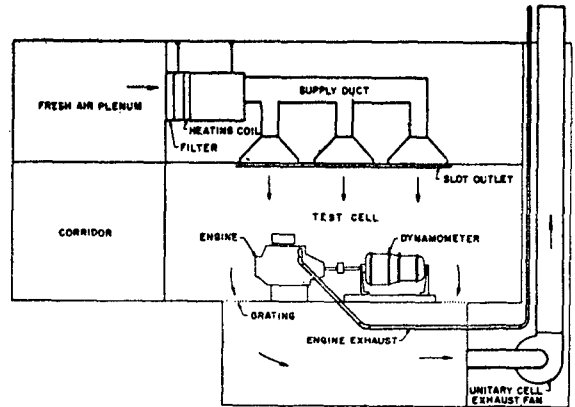


그림 2. 적점배기 엔진테스트셀-개별환기 시스템

그림 2에 보여준 이 계통을 여러곳에서 성공적으로 작동되고 있으며 특히 중앙 배기시스템에도 응용될 수 있다. 연료를 앞질렀을 경우, 화재나 폭발의 방지를 위해 바닥 밑의 배기 공간이나 닥트 속에다 물을 분사시키는 경우도 있다.

테스트셀 내에 도랑이나 핏트를 만드는 일은 피해야 한다. 만약에 도랑이나 핏트가 있을 경우에는 수평면적에 대해 최소한 10CFM/sq. ft (180 CMH/m<sup>2</sup>)의 비율로 배출되도록 기계 장치를 해야 한다. 배출시킬때 데드 스페이스(dead space)가 생기지 않도록 전 지역을 모두 쓸어 낼수 있게 해야 한다.

테스트셀에는 매달린 천장이나 바로 밑에 지하실을 둘 수 없다. 왜냐하면 연료를 흘릴 가능성이 있고 또 증기의 축적이 생길 수도 있기 때문이다.

\* ASHRAE 1972 Handbook of Fundamentals Chapter 2 참조

한약에 이런 공간이 있다면, 항상 환기를 해야 하며 연료공급선이 이런 공간속을 지나지 않도록 해야 한다. 배기량은 각 테스트셀에서 제거해야 할 열과 연료가 새어나와 생기는 증기와 가장 적은 休止期 환기량에 기반을 두어 결정되는 것이지만 일반적으로는 표 1에 의해서 결정된다.

표 1. 테스트 셀의 환기량

|          | 최소 배기량의 범위              |              |
|----------|-------------------------|--------------|
|          | CMH/M <sup>2</sup> 바닥면적 | 환기회수/HR**    |
| 엔진시험-가동중 | 180~360*                | 1,080~2,160* |
| 休止時      | 36~54                   | 216~324      |
| 도랑과 핏트   | 180                     | —            |
| 보조시험     | 72                      | 432          |
| 조정실과 복도  | 18                      | 108~180      |

\* 샤프트나 나모미터의 경우, 이양은 시험요구 조건에 따라 결정됨.

\*\* 셀 높이 3m 기준.

### 테스트셀의 급기 (Test Cell Supply)

테스트셀에 공급하는 공기량은 배출량 보다 조금 작게 해야 한다.

테스트 셀 내의 공기를 재순환시키는 것은 바람직하지 못하며, 원칙적으로 100퍼센트의 외기를 공급해야 한다. 테스트를 행하지 않는 지역에서 리턴에어 (return air)도 사용이 가능하면 환기가 잘 행해진다는 조건하에서 사용될 수 있다.

일단 도입된 환기 공기의 양을 분배하는 방법도 중요하며 특히 사람이 거주하고 있을 때는 더욱 중요하다. 엔진에서 나오는 열과 거주자를 분리시키는 방법으로 공기를 불어 주는 것이 바람직하다.

공급공기는 엔진에서부터 테스트셀 내의 거주 부분이나 서비스부분으로 불어 나가도록 천장에서 엔진홀로 밑을 향하여 높은 속도로 불어 주는 방법도 있다. 방출공기의 속도를 일정하게 하기 위하여 자동 댐프를 부착한 슬롯트형의 분출구가 변화량 공급 시스템에 쓰여지고 있다.

그림 1의 C와 D를 변경시킨 시스템에는 별도

로 분리된 공급장치를 갖고 있는데 그 크기는 기계작동이 멈춰 있는 동안의 최소 환기량에 맞추어 정한다. 또 이 공급장치에는 가열 코일과 냉각 코일이 있어서 자동 온도조절 장치에 의해 작동되는 셀 (Cell)의 온도를 조절한다.

이러한 장치는 시험을 위해서 설치하고 준비하는데 시간이 많이 소요되는 시설이나 복잡하고 민감한 기계작동을 위해 온도가 항상 일정해야 할 필요가 있는 시설에 유용하다.

생산품 실험이나 내구 실험을 제외하면 테스트셀 내에서 엔진의 실제적 가동시간은 놀랄만치 적다. 산업적인 테스트셀의 이용률은 대략 15~20퍼센트 정도이다.

테스트셀로 공급되는 모든 공기는 분진과 오물, 벌레들을 제거하여야 하므로 여과를 해야 한다. 여과정도는 테스트의 선택이나 요구조건에 관계된다. 많은 량의 공기가 필요하고 시설물이 청결한 지역에 위치할 때는 여과를 하지 않고 외기를 그냥 사용할 수도 있다. 직원을 위해서 또는 동결할 장치가 있을때에 또는 낮은 온도가 테스트를 행하는데 역영향을 끼칠때 공급공기를 가열코일을 덤히는 일이 필요하다.

### 엔진 배열 (Engine Heat Release)

엔진에서 공간으로 배출되는 일은 엔진에 들어간 총 에너지에서 동력으로 바뀐 에너지와 냉각수로 제거된 열과 배기가스로 분출된 열을 뺀 량이 된다. 그 상호량은 엔진과 동작 속도와 동작 부하량, 연료 소비량, 사용된 다이아노미터의 유형, 그리고 엔진 내부의 파이프의 배치 등에 따라 변한다.

내연기관은 최대 부하가 걸렸을때 대략 1/3 정도가 샤프트를 통해 동력으로 쓰여지고 1/3이 냉각수로 1/3이 배출되며 가스터빈의 경우 1/3 샤프트로 2/3가 배출된다. 두 경우 모두 다 열의 손실은 엔진 자체로부터의 대류와 복사, 그리고 배기 파이프를 통해서 생긴다. 표 2는 엔진의 형과 크기에 따른 열의 방출량의 대표적인 분류표이다.

표 2. 내연 기관의 열비교

|                       | 엔진열 비교 |     |          |       |
|-----------------------|--------|-----|----------|-------|
|                       | 출력 배기  | 냉각수 | 엔진에서의 대류 | 엔진오일  |
| 공냉식 내연기관<br>15HP까지    | 15%    | 45% | —        | 40%   |
| 15~150HP              | 20%    | 43% | —        | 37%   |
| 수냉식 내연기관<br>150~500HP | 23.5%  | 36% | 26%      | 14.5% |
| 디젤 기관                 | 32%    | 36% | 22%      | 10%   |
| 개스터빈재생기<br>400HP까지    | 23%    | 66% | —        | 10%   |

다이어나모미터에 일의 형태로 흡수된 에너지 중 공간속으로 전달되어 나간 부분을 제외한 에너지량은 테스트셀의 외부로 제거된다. 이 흡수 에너지는 電力 다이어나모미터의 경우 전력계통으로 되돌아가거나 원격 저항격자내에서 흩어져 없으며 유도 다이어나모미터의 경우 열의 형태로 냉각수에 의해 제거된다.

엔진 냉각계통에서 발생하는 열은 보통 市水나 재순환 고가수조의 물에 의해 열교환기에서 제거된다. 엔진오일을 냉각시키기 위한 열교환기도 많은 실험조건을 요한다. 열교환기의 열을 셀의 내부에 발산시키는 경우 배기량도 증가하게 된다.

전속력으로 냉각수로 토출된 열은 엔진의 속력과 함수 관계가 있다. 엘 헤드(L-head)엔진에 있어서 이 함수 관계는  $Rpm \times 0.65/11.2 = Btu/min/cu. in.$  변위이며 오버헤드 발브(overhead valve) 엔진의 경우에는  $Rpm \times 0.65/12.2 = Btu/min/cu. in.$  변위이다. 이것은 L-head 엔진의 경우 대략  $42Btu/min/bhp$  이고 overhead valve 엔진의 경우  $38Btu/min/bhp$  이다. 대류에 의해 엔진의 각 부에서 방출되는 열량은 대체로 냉각수 온도, 공기 온도, 엔진으로 불어주는 공기량에 지배를 받는다. 내연기관의 경우 표면온도는  $180 \sim 300^{\circ}F$  ( $80 \sim 150^{\circ}C$ ) 정도이고 자동추진 가스 터빈의 경우  $400 \sim 500^{\circ}F$  ( $200 \sim 260^{\circ}C$ ) 정도이다. 엔진 배기 파이프는 상당한 양의 열을 대류와 복사에 의해 방출된다.  $1200 \sim 1800^{\circ}F$  ( $650 \sim$

$980^{\circ}C$ )에 달하는 배기 온도는 복사열로서 인접한 벽과 장치의 온도상승을 가능케 한다.

셀내의 파이프의 길이를 최소로 하는 일은 꼭 중요한 일이지만 열부하가 증가함에 따라서 흔히 대류추진장치나 다른 열방출장치를 셀내에 설치한다. 엔진배기계통의 냉각은 보통 자켓으로 물을 보내거나 파이프 속으로 직접 물을 주입시키는 방법을 사용한다.

배기관의 표면에서 방출되는 대류와 복사열의 계산법은 1972년도 Handbook of Fundamentals 2장에 있다. 배기관과 소음기, 그리고 그 밖에 부착되어 있는 여러장치들을 실험에 따라 변동하기 쉬우므로 방출에너지는 보통 대략적으로 계산을 하게 된다. 이 에너지를 概算하는 좋은 방법은 설치되어 있는 다이어나모미터가 취급할 수 있는 가장 큰 엔진을 최대로 가동 했을때 최대의 열량이 방출된다고 생각하는 것이다. 이런 방법에 의하면 배출되는 에너지에서 테스트셀 주위로 들어가는 에너지량은 디젤엔진의 경우 노출배기관 1ft 당(배기부기과도 이 계산에 포함 된다) 다이어나모미터 定格의 1% 정도이며 가솔린 기관의 경우 배관 1ft 당 1.5% 정도라고 할 수 있다. 실제적인 배관경은 여러 보정계수에 의해 기인되는 2차 효과만을 갖는다. 요약해서 말하면 총 엔진배열은  $Bhp(Ld+Le+Lc+C)$ 이다.

여기서  $Bhp$ =엔진제동마력

$Ld=bhp$  당 다이어나모미터에서의 손실열량

$Le=bhp$  당 배기관에서의 손실열량

$Lc=$  " 엔진접합부에서의 손실열량

$C=$  " 냉각계통에서의 손실열량

### 가스 터빈 테스트셀(Gas Turbine Test Cells)

비행기 가스터빈 테스트셀은 터빈자체가 요구하는 많은 양의 공기를 다룰 수 있고 또 발생소음을 약화시키고 많은 양의 연료의 흐름속에서 안전하게 작동할 수 있도록 독특하게 지어져 있다. 현존하는 이런 셀은 모두 개별 시스템을 사용하고 있으며 다루지 않은 공기를 끌어들이어 적합한 소음기를 통해 배출하기 위해 개스터빈 자

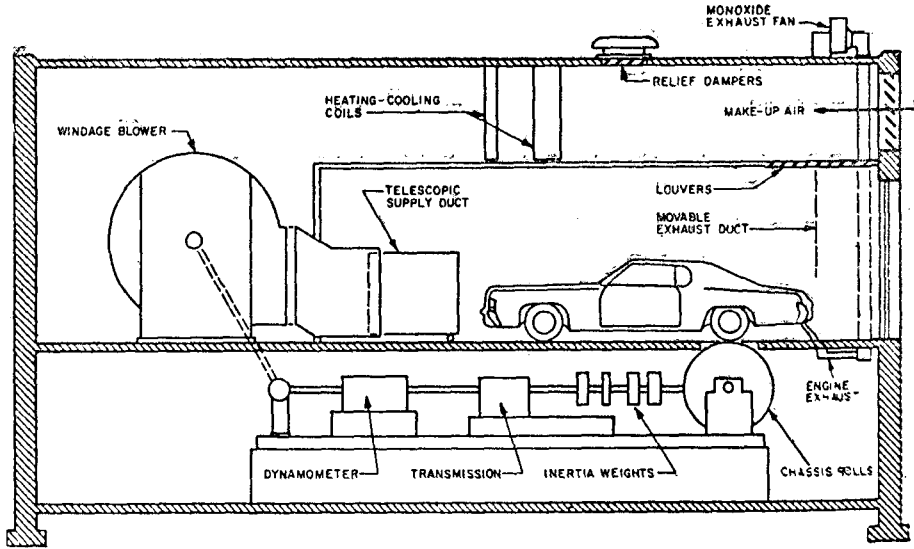


그림 3. 샤시 다이내모미터 룸

체를 사용하고 있다. 자동차나 트럭에 쓰이는 작은 개스터어빈은 비교적 작은 환화장치와 안전조치를 갖추면 종래의 엔진 테스트 셀에서도 시험을 행할 수 있다.

테스트셀 환기의 공급량과 배기량은 종래의 엔진과 같은 방법으로 터빈에 의해 발생하는 열에 따라서 정한다. 터빈에 쓰이는 연소공기의 공급량은 상당히 많다. 이 연소 공기를 테스트셀에서 끌어 들이는 수도 있고 외부에서 끌어 오는 수도 있으며 또 연소공기만을 취급하도록 분리된 조건을 갖춘 단위를 통해서 끌어 오는 수도 있다. 배기량은 내연기관에 비해 많으며 유속에 제한을 별로 미치지 않는 보통 곧바로 외기와 닥트로 연결되어 있다. 배기 온도가 300~700°F (150~370°C), 蓄熱式 개스터어빈의 경우 500~600°F (260~320°C)의 범위에 들도록 배기 냉각수가 사용되기도 한다.

**샤시 다이내모미터 룸(Chassis Dianamo. RM.)**

완성된 차량의 假想 도로주행과 가속상태를 점검하기 위해서는 샤시 다이내모미터(chassis dynamometer) 장치가 필요하다. 자동차는 다이

내모미터를 움직이는 커다란 롤(roll)위에 주행바퀴를 얹어놓고 있다. 車體와 라지에타에 가해지는 여러가지 도로속도에서의 작동 효과에 근사시키기 위해 그때 그때의 속도에 부합되게 정해진 양의 공기가 차체의 앞에서 불어오게 되어있다. 여기에 정밀한 장치를 부착하여 공기의 온 습도 상태를 130°F 까지 미리 정해진 한도 내에서 변화시킬 수도 있다. 공기는 대개 차체의 앞쪽에서 불어 들어온다. 리턴 그릴(return grille)은 자동차 뒤에서 낮추어 설치하게 되는데 그것은 천정위를 통한 공기의 순환로를 짧게 하기 위한 것보다는 차 뒤에 남게 되는 공기 때문이다. 공기는 천정위를 통해 재순환하게 되는데 보통 이곳에 풍조기가 설치되어 있다. 그림 3에 샤시 다이내모미터 룸이 도시되어 있다.

샤시 다이내모미터도 -100°F(-40°C) 정도의 차거운 방에 그리고 취출구 면적이 차체단면적의 몇배나 되는 크기의 윈드터널(wind tunnel)속에 설치될 수도 있다. 엔진의 연소공기는 실내에서 직접배출되며, 이때에는 기계적인 엔진배기장치를 갖추어야 한다. 엔진을 통해 배출된 공기를 충당하기 위한 공기는 장치내의 낮은 온도와 습도를 유지시키는 방법으로 도입되어야 한다.

### 엔진배기 (Engine Exhaust)

연소 결과로 생긴 물질과 불연소 연료증기, 가스냉각용 주입수에서 발생한 수증기는 엔진의 배기 장치에 의해 엔진내에서 제거된다. 배기장치의 설계기준은 流動부하와 장치의 작동압력이다. 流動부하는 엔진의 갯수와 크기, 엔진부하의 범위와 비율, 연료의 형, 빈배합과 부배합에 있어서 공기와 연료의 비율의 범위, 배기의 분석과 배기구에서의 배기온도, 직접 주입수와 냉각에 따른 온도와 가스-증기의 혼합가스등 그밖의 여러 요소에 그 기초를 두고 있다. 장치작동 압력은 배기장치와의 연결부에서 허용흡입압력이나 負壓 (back pressure)의 범위와 엔진 배출압력에 지배를 받는다. 유효엔진 흡입관 압력을 이용하여 개스를 흐르게 하는 시스템은 양(+)의 압력에서 동작되며 기계장치를 사용하여 개스의 흐름을 유발시키는 경우에는 음(-)의 압력에서 작동된다.

엔진을 나온 배기 개스를 테스트셀에서부터 밖으로 그 흐름을 유발시키기 위해서 쓰이는 가장 간단한 방법은 엔진에 압력변동이 최소가 되도록 배기관의 크기를 정하여 직접 밖의 대기로 연결시키는 방법이다.

그 유출길이에 제한을 받게 된다. 외기로 직접 배기를 행하는 경우 바람의 흐름과 기압에 지배를 받게 되며 배기 시스템내의 양압(陽壓) 때문에 위험한 경우가 있을 수도 있고 또 기계적으로 환기를 시키는 시스템처럼 엄밀하게 규제 될 수도 없다.

기계적인 엔진 배기 시스템에는 개별 시스템과 중앙 시스템이 있다. 개별시스템에서는 각 테스트셀을 위한 팬과 콘다터가 있어서 엔진의 요구에 맞도록 엄밀하게 통제된다(그림 4㉑). 중앙 시스템에서는 한개 또는 여러개의 팬과 주다트와 각셀로 연결되는 분기 다트를 사용한다(그림 4㉒).

모든 엔진 배기 시스템 내의 압력은 시스템의 설계와 관련되어 작동엔진의 용량에 따라 변동된다. 각각의 셀에서의 부하의 변화에 의한 배기 시스템 자체에 끼치는 영향이 최소가 되도록 배기 시스템을 설계해야 한다. 시스템내의 압력을 명시된 시험허용오차의 범위로 유지할 필요가 있을 때에는 댐퍼와 압력 통제 장치를 갖춰야 한다. 배기 시스템이 다루어야 할 최대 배출량은 엔진 특성과 작동변화에 의해 결정되며 시스템의 크기와 그 통제를 결정하는 기본사항은 허용 부압과 압력변화의 허용오차에 의해서 알 수 있다.

부압의 통제는 그림 4의 ㉑와 같이 엔진 배기관과 기계 장치에 의한 배기 배출 시스템과를 간접적으로 연결하면 간단히 될 수 있다.

엔진 배기관은 기계 배출시스템의 배기 흡입구 내에서 2~3인치 (5~7.5cm) 정도의 거리를 두고 끝이 나 있다. 이 연결 부분에서 배기와 실내 공기가 혼합된 채로 밖으로 배출된다.

이런 방법은 (엔진이 다이노미터에 의해 돌아가고 있는 동안) 엔진 내에서 연소가 일어나지 않을때, 연료혼합 개스가 700°F(370°C) 이상의 배기관을 통해 계속 배출되기 때문에 자동 발화의 위험을 갖고 있다. 배기관이 실내로 열려 있기 때문에 이 시스템은 근본적으로 자기통제가 된다. 실내공기와 배기와 혼합이 되어 그 혼합체는 식어진다. 따라서 간접연결 시스템에서는 직

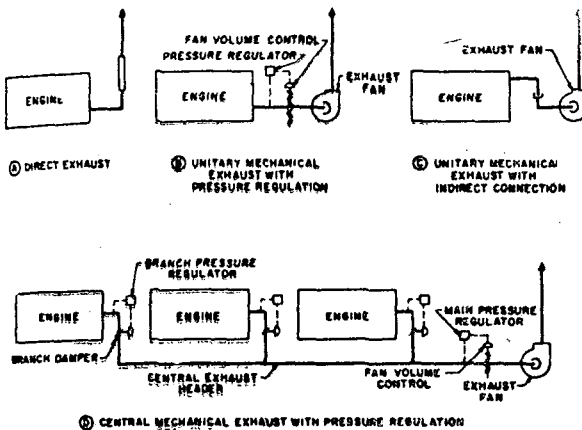


그림 4. 엔진 배기 시스템

이러한 직접 시스템은 부압을 최소로 유지시키는데 필요한 배기관 적정크기의 가격에 의해서

철 연결시스템에서 처럼 지는 않지만 부식은 더 높은 온도 상태에 견디어내는 재료를 필요로 하우 심해질지도 모른다.

배기온도를 낮추기 위해서 (보통 1500°F 정도지만 때로는 1800°F 정도까지) 물을 배기관 속으로 직접 注射하기도 하고 배기관의 주위를 물로 감싸는 방법도 있으며 또 防熱板 따위로 배기관을 둘러싸고 그 사이로 기계적으로 공기를 흐르게 하는 방법도 있다.

부식과 온도에 의한 응력, 그리고 빠른 흐름의 변화에 의한 압력 파동에 견디어내기 위해서 배기관과 배기 쉘은 고강도, 고온도 합금을 사용해야 하며, 또 이것을 적절히 지지하고, 고정하고, 떠받쳐야 하며, 그리고 온도 팽창력을 받지않게 장치를 해야 한다.

샤시 다이나 모미터 장치에서의 엔진 배기시스템은 실험 공간 내의 증기가 형성되는 것을 막기 위해서 tail pipe 로 부터 높은 속도로 배출되는 연소공기를 새지않도록 받아 들여야 한다.

엔진 배기는 충분한 속도로 약간 높은 곳에서 밖으로 버려져야 한다.

굴뚝을 높게할 수 없을 때는 여러개의 굴뚝을 결합하거나 배출속도를 증가 시켜서 건물내의 연돌효과를 발생시키도록 한다(15장 참조).

배출 시스템은 엔진 부하의 변화에 따른 배기량의 변화에도 비교적 일정한 속도로 밖으로 버릴수 있게 설계되어야 한다.

### 냉각수 시스템 (Cooling Water Systems)

다이나모미터는 엔진의 유효 출력과 분력을 흡수해서 측정한다. 다이나모미터의 종류에는 근본적으로 2가지가 있는데 하나는 水冷유도형이고 또 다른 하나는 전기형이다. 수냉유도형다이나모미터는 엔진의 일량을 열로 바꿔서 순환수시스템에 흡수시킨다. 전기다이나모미터는 엔진의 일량을 전기에너지로 바꿔서 그 자체로 쓰여지거나 또는 저항격자내에서 열로서 흠어져 버린다. 이 저항 격자는 옥외에 설치하거나 적절한 환기를 해야한다.

전기 다이나모미터에서의 열손실은 5kw 정도의

보존장치의 일정한 부하를 합쳐서 측정출력의 대략 8%정도이다. 엔진자켓, 오일콜러, 그리고 수냉식 다이나모미터에서 흡수한열을 식히기 위한 냉각수시스템은 보통 순환펌프, 냉각탑, 또는 대기 냉각기와 hot well, cold well 수집탱크를 갖춘시스템을 통해 재순환 되도록 설계한다 (그림 5).

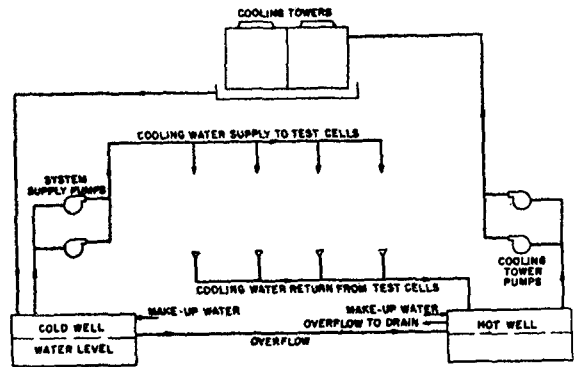


그림 5. 냉각탑을 사용한 냉각수 시스템

표 3. 테스트셀의 전형적인 소음준위

| Type and Size of Engine                      | Decibel Reading 3ft from Engine |       |       |        |
|--|---------------------------------|-------|-------|--------|
|  | DbA                             | 125Hz | 500Hz | 2000Hz |
| <b>Diesel, hp</b>                            |                                 |       |       |        |
| Full Load                                    | 105                             | 107   | 98    | 99     |
| Part Load                                    | 70                              | 84    | 56    | 49     |
| <b>Gasoline Engine, 440cu. in. @ 5000 Rp</b> |                                 |       |       |        |
| Full Load                                    | 107                             | 108   | 104   | 104    |
| Part Load                                    | 75                              | —     | —     | —      |
| <b>Rotary Engine, 100hp</b>                  |                                 |       |       |        |
| Full Load                                    | 90                              | 90    | 83.5  | 86     |
| Part Load                                    | 79                              | 78    | 75    | 72     |

### 연소공기 공급 시스템 (Combustion Air Supply Systems)

연소공기는 보통 실험실내의 공기를 사용하거나 직접 밖에서 끌어들이기도 한다. 연소공기 조건은 엄밀하게 작동되어야 하는 경우 실험실



전체를 이 조건에 맞춘다는 것은 실제로 불가능하므로 연소공기만을 위한 분리된 기구를 사용할 수 있는 이러한 기구는 공급공기를 걸르고 가열하고 냉각하고 습도와 압력을 조절해서 보통 카아뷰레이터로 직접 공급한다. 여러개의 실험실을 가진 설비에서는 이렇게 엄밀한 조건을 갖춘 연소공기를 필요로 하는 엔진이 2개이상 동시에 작동되는 경우는 거의 없다.

이러한 설비를 위한 조절기는 운반할 수 있게 만들어 필요한 실험실내에서 혹은 그 근처에서 사용될 수 있게 제작한다.

### 소 음(Noise)

공조 시스템을 설계하는데에는 내연기관과 가

스터빈에서 발생하는 소음의 성격을 알아야 한다. 엔진소음의 일부는 tailpipe를 통해 밖으로 흩어져 나간다. 가능하면 내부 머플러를 엔진에 설치하여 소음을 그 발생장소에서 제거하도록 한다.

환기 duct가 실험실내를 통과하는 경우 실험실내의 소음이 duct를 통해 건물의 다른 장소나 밖으로 전달되지 않도록 duct에 방음장치를 해야 한다.

이런 경우 실험실의 구조에 의한 방음효과에 대응될 만한 소음 감소장치를 해야 한다.

엔진 작동시 실험실내의 전형적인 소음 준위는 표 3에 나타나 있다.