

*, **
† . * . * . .
** . .

- Abstract -

Survey on Operation and Maintenance of Hot-wire Anemometers

Hyun-Chul Ha[†], Tae-Hyeung Kim*, Jong-Chul Kim*, Kwang-Jin Shim
Eun-A Kim, Se-Wook Song**, Jung-Ryong Oh, Ho-Keun Jung

*Health Research Institute, Korea Industrial Safety Co.
Department of Environmental Engineering*, Changwon National University,
Changwon Area Office, Korea Industrial Safety Co.**.*

Hot-wire anemometers are most commonly used in measuring hood capture velocities due to their accuracy and convenience. But it was questionable whether they have an appropriate accuracy and they are well maintained. To answer these questions, a series of survey and the performance test were performed. The average error turns out to be 16.93%. Many of them were out of order due to bad maintenance. They were not frequently

calibrated even though the users of anemometers think the periodic calibration is necessary for maintaining the accuracy of anemometers. A possible efficient maintenance program was thus discussed.

Key Words : Hot-wire anemometer, Industrial ventilation, Maintenance program, Calibration

† : 7-3

Tel) 0551-269-0575, Fax) 0551-269-0596, E-mail) cfdace@hanmail.net

I.

가

가

가

(Smoke Tube)

(, 1998;

(ACGIH, 1998; Burton, 1994)

, 1990)

가

가

가

5

(, 1991;

, 1993;

1993;

, 1994;

, 1998)

가

가

(Cornu, 1994)

가

(Capture Velocity)

0.25m/s ~ 10m/s

(ACGIH, 1998)

0.25m/s ~ 0.5m/s

가

가

가

II.

1.
$$Error(\%) = \frac{Hot\ Wire\ Velocity - Standard\ Velocity}{Standard\ Velocity} \times 100$$
 (1)

99

4 19

3.

56

가

31

5000

20

50

33

가

가

, 2

5 20

56

99

31

39

III.

2.

1.

98

39

, 98

Table 1

99

Table 1

가

. Table 1

가

40

70

21

가

99

7

,

11

,

8 19

31

53

7

가

2.45

가

5m/s)

(5m/s ~ 20m/s)

(0.5m/s ~

1.42

가

(standard velocity)

가

가

(Hot Wire velocity)

(%)

가

Table 1.

	90	91-92	93-94	95-96	97-98	99	가		가		
	21	3	9	18	9	8	1	48	1	48	
	11	4	2	15	3	8	3	35	3	27	8
	7	1	2	2	2	1	2	10	4	10	
	39	8	13	35	14	17	6	93	8	85	8

Table 2.

	AL**	DE*	IE**	KA**	KU**	OM**	SI**	SO**	TS**	
	1	8	8	3	7	1	9	2	8	48
	16	11	5					1	2	35
		1		3	1				5	10
	17	20	13	6	8	1	9	3	15	93

가 (Table 3).
 93 94 가 35
 , 93 .

Table 3 .

Table 3.

	가			가
	19	8	10	37
	5	1	6	12
	2	2	0	4
%	49%	21%	30%	53

Table 2

. DE** , AL** , IE** 가 63% (52)

DE**

, TS**

2.

1)

53

可否

가

30%가

Table 4.

	AL**	DE**	KU**	SI**	
	0(1)	6(8)	2(7)	2(9)	10(25)
	1(16)	4(11)	0(0)	1(1)	6(27)
	1(6.3%)	10(62.5%)	2(12.5%)	3(18.7%)	16(52)

() , %= / (16)

Table 5.

	15Hz	25Hz	35Hz	45Hz	50Hz
(0.5~5m/s)	0.77	1.30	1.86	2.44	2.80
(5~20m/s)	5.54	10.03	14.36	18.66	20.98

Table 6.

15Hz	25Hz	35Hz	45Hz	50Hz		15Hz	25Hz	35Hz	45Hz	50Hz	
15.0	10.4	10.7	11.4	13.8	12.3	12.2	13.9	13.4	12.5	17.7	12.5
25.7	19.3	17.5	16.8	18.6	18.5	17.9	18.2	17.5	16.5	17.4	17.1
20.3	14.9	14.1	14.1	16.2	15.4	15.0	16.1	15.5	14.5	17.6	14.8

62.5%

DE**

가

12 가 50% 6 가

2 2)

0.01Hz 가

(AC motor controller)

. Table 4

. Table

5

(Hz)

DE**

Table 6. 형식별 오차율

(단위 : %)

	저속범위						고속범위					
	15Hz	25Hz	35Hz	45Hz	50Hz	평 균	15Hz	25Hz	35Hz	45Hz	50Hz	평 균
디지털	15.0	10.4	10.7	11.4	13.8	12.3	12.2	13.9	13.4	12.5	17.7	12.5
아날로그	25.7	19.3	17.5	16.8	18.6	18.5	17.9	18.2	17.5	16.5	17.4	17.1
평균	20.3	14.9	14.1	14.1	16.2	15.4	15.0	16.1	15.5	14.5	17.6	14.8

Table 6은 교정을 실시한 37대의 열선풍속계에 대한 교정결과를 식 (1)의 오차율 계산방법으로 정리한 것이다. 디지털과 아날로그를 저속과 고속범위에서 각 주파수별 오차를 평균하여 기록한 것이다.

디지털의 경우 저속과 고속 각각 평균 12.3%, 12.5%의 오차가 발생하여 속도범위에 따른 오차율은 큰 차이가 없었다. 또, 저속과 고속에서 측정된 최대 오차는 15Hz에서 15%, 50Hz에서 17.7%로 각각 측정되었다. 아날로그의 경우 디지털의 오차 값보다 평균 오차율이 높게 측정되었다. 특히, 아날로그의 경우 15Hz에서 25.7%의 오차율이 발생하였다. 이는 15Hz의 평균 유속이 약 0.77m/s이므로 속도로 환산하면 0.2m/s 정도의 오차가 발생한다는 것을 의미한다. 고속의 경우에도 50Hz인 경우 평균유속이 20.98m/s이므로, 평균 17.6%의 오차율은 3.8m/s의 측정속도에 대한 오차를 가지게 된다.

교정결과 열선풍속계를 이용하여 측정된 측정값 대부분은 교정 실험에 사용된 기준속도보다 낮게 측정되었기 때문에 교정을 하지 않고 사용을 하게 되면, 실제 속도보다 낮게 평가를 하게 된다. 따라서, 유기용제 증기를 제어하기 위한 제어풍속인 0.4m/s와 같은 아주 미속에서 열선풍속계가 25%정도 과소 평가 한다면 실제 0.4m/s의 제어풍속을 유지하고 있는 국소배기 시스템이 제어풍속이 0.3m/s 밖에 측정되지 않아 산업안전보건법상의 제어속도를 만족하지 못하는 것으로 평가하게 된다. 또, 형식에 상관없이 평균을 했을 경우 저속과 고속 범위에서 측정된 평균 오차율은 15%정도 발생하는 것으로 나타났다.

3) 열선풍속계 오차율의 원인 인자

열선풍속계 오차율에 영향을 미치는 인자를 찾기 위해 열선풍속계 교정 결과를 SAS (Ver. 6-1)를 이용하여 통계분석을 실시하였다. 주파수 및 속도 별로 10회 반복 측정된 자료에 대하여 Repeated Measure Analysis of Variance를 실시한 결과, 반복요인의 영향을 보정한 후 연도별로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.0001$).

Table 7. 연도와 기종별 오차율 유의 인자

Source	DF	F Value	P-value
YEAR	10	4.52	0.0001

Fig 1은 연도별로 평균 오차율을 정리한 것이다. 통계결과(Table 7)에서 연도별로 유의한 차이를 보이고 있지만, Fig 2에서 살펴보면 연도가 오래된 것이 오차가 크게 나타나지 않고 연도별로 심한 차이를 보이고 있다. 이는 열선풍속계의 측정 오차율이 단순히 오래되었다고 해서 높은 것이 아니고 관리상태나 이용 빈도에 따른 차이인 것으로 판단된다.

현장에서 보통 열선풍속계를 선택할 때 구입 연도가 최근의 것이 정확할 것이라고 생각하기 쉬운데 관리상태가 나쁘거나, 사용을 많이 한 이후에 주기적인 교정을 해 주지 않으면 구형장비보다 오히려 큰 오차를 발생시킬 수 있다는 것을 뜻한다.

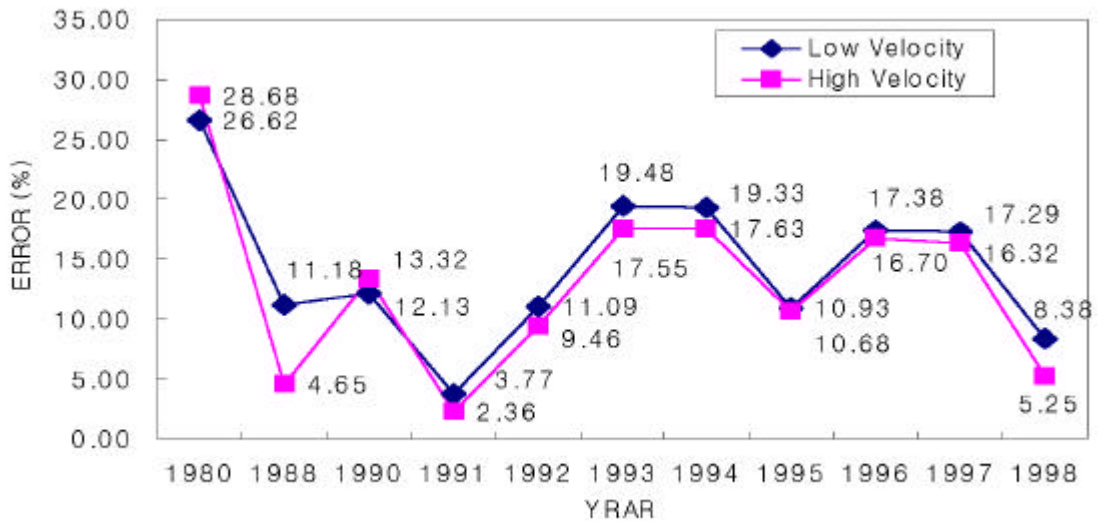


Fig. 1.

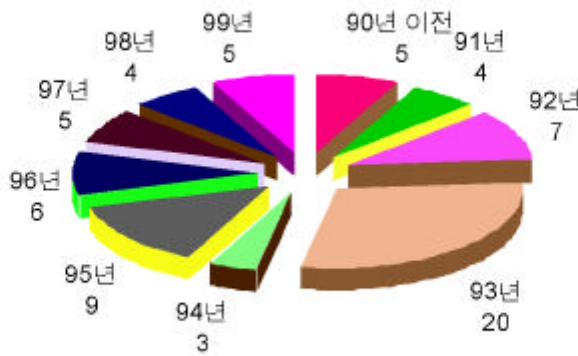


Fig. 2.

3. , 95 92 9 7

(Fig 2).

31

93.5% 29

31

66

1993

20

가

Table 8.

29(93.5%)	2(6.5%)	29	5	3
-----------	---------	----	---	---

가

2

60%

5

가 64%

2

(Table 6).

Table 9.

가						
?			?			?
42(64%)	24(36%)	7(44%)	9(56%)	7	7	2

Table 10.

가?									?
6(21%)	7(24%)	13(45%)	3(10%)	15	16	2(11%)	12(67%)	4(22%)	

Table 11.

가?		가?		?					가?	
		6	6~12	13~18	19~24					
30 (97%)	1 (3%)	4 (13%)	27 (87%)	3 (10%)	10 (32%)	10 (32%)	3 (10%)	5 (16%)	31(100%)	0(%)

45% 가 , 3 ,
 , 11
 20% 가
 (Table 10). 가
 50%
 가 (IPA)
 67% 가 , 가
 , 97% 가 . 가
 , 13% 가
 (Table 11). 가
 1 가 1 (Table 12).
 56% , 5 16%, 30 32% . 51
 ~100 가 29% 가 .
 가 80%
 가 100 ~200
 16% , 가
 100% 가
 65% 가
 (Table 13).

Table 12.

3	17	16	11	16	15
---	----	----	----	----	----

G/C AA

(Table 13).

(Table 12).

Table 13.

1						?				
5	6~10	11~30	31~50	51~100	100					
5(16%)	2(6%)	3(10%)	7(23%)	9(29%)	5(16%)	24(80%)	6(20%)	20(65%)	11(35%)	

4.

가

가

2)

(Fig 1).

1)

(Table 12).

(, , ,

가

(

가

13). ,

가

가

가

(Table 10).

67%가

1 6

13% 4

97%가

10

가

가

가

100%가

1

가

가

가

가

가

IV.

1.

1)

12.3%, 12.5%

가
가
15Hz 15%, 50Hz 17.7%
18.5%, 17.1%

2)

가

2.

1)

50%

2)

(97%)

1 6

(64%) 가

3)

3

1) 1

1

2)

REFERENCES

1993;
3(2):204- 212.

, , , , :
, 6

가
1993; 3(1):68- 77.

, , , :
1991:
1(1): 1- 7.

, , , : 가
가
1994; 4(1):81- 95.

:
30
6
20 1998;8(2):178- 185.
: 1998; 564.

:
, 1990:25- 31.

American Conference of Governmental Industrial

Hygienists (ACGIH) : Industrial Ventilation- A
Manual of Recommended Practice. 22nd ed. ACGIH
Cincinnati, OH, 1995.

Burton DJ : Industrial Ventilation Work Book.

DJBA, Inc., Salt Lake City, 1994.

Cornu JC : Portable Thermal Anemometers
Influence of Air Temperature on Their Response.
Vent'94 1994;18:570- 572.