

## 쓰레기 매립지 가스 포집관에서 가스조성에 따른 계측오차의 최소화

이해승 · 이문형\*

강원도립대학 환경시스템과 · (주)한국종합기술개발공사 환경부

### Minimizing the Measurement Error from Gas Compositions of Gas Vent in Sanitary Landfill

Hae-Seung Lee · Moon-Hyeung Lee

*Department of Environmental System Engineering, Kangwon Provincial University*

*Department of Environment, Korea Engineering Consultants Corporation*

#### Abstract

A methods of minimizing the measurement error brought from gas compositions was proposed by Hot wire Anemometer which don't have measurement resistance to calculate of gas vent in sanitary landfill. It was determined measurement error to compared velocity at the center of pipe to calculate using rotor meter and density gas compositions with velocity at the center of pipe to calculate using water head indicator which don't have measurement resistance. Considering the methods of minimizing gas velocity in sanitary landfill using hot wire anemometer and rotor meter, it was found to minimize within 10% as error of gas vent in sanitary landfill

#### 요 약 문

본 연구 목적은 계측저항이 없는 열선유속계를 이용하여 매립지 가스의 유량을 산정할 때 가스 조성에 의해 발생하는 계측오차를 최소화할 수 있는 방안을 제시하고자하였다.

Rotor meter와 가스조성 밀도를 이용하여 산정한 관 중심유속을 계측저항이 없는 열선유속계를 이용하여 구한 관 중심유속을 비교함으로써 계측오차를 측정하였다.

실험결과 열선 유속계와 rotor meter를 이용한 매립지 가스유속 계측오차의 최소화 방안을 통하여 매립지 가스유량의 오차 범위를 10% 이내로 최소화 할 수 있는 것으로 조사되었다.

#### I. 서 론

일반적으로 쓰레기 매립지에서 발생하는 메탄가스는 매립지 주변의 화재발생, 주변식물의 고사등

의 문제점을 발생시킨다. 또한 가스 포집관과 최종 복토층을 통하여 대기중으로 방출되는 탄산가스는 잠재적으로 지구온난화에 영향을 미칠 수 있으므로 발생가스를 산정하여 제어하여야 한다. 매

립지에서 유출되는 가스량을 계측하는 방법으로 일반적으로 계측저항이 있는 bubble meter, water head indicator, rotor meter등을 이용하는 방법과 계측 저항이 없는 열선유속계를 이용하여 가스량을 계측할 수 있는 방법이 있다. 이중 측정저항이 있는 기기로 유출가스를 측정하는 방법은,李<sup>1)</sup>등이 1차원적 방법을 해석하여 복토층의 깊이와 복토층 재질 등의 영향, 계측기를 설치한 후에 정상조건까지의 도달시간 등의 인자를 분석하여 가스계측시 발생하는 오차의 영향을 최소화하였다.

본 연구에서는 계측저항이 없는 열선유속계를 이용하여 매립가스의 열전도와 공기 열전도 차에 의해 발생하는, 즉 가스 조성에 의해 발생하는 계측오차의 최소화 요인을 제시하고자 하였다.

## II. 가스 포집관에서 유량 산정시 오차 요인

매립지 가스 포집관에서 유출되는 매립 가스량 측정시 발생하는 오차 요인으로 중심속도를 정확히 측정하지 못하는 경우와 가스 조성에 따른  $Re$  변화를 들 수 있다.

### 1. 중심유속에서의 유량 산출

가스 포집관 내를 흐르는 가스 유속 분포는 일반적으로 식(2-1), (2-2)와 같이 층류와 난류로 구분되며, 여기서  $y$ (관벽에서의 거리),  $r$ (반경),  $m$  값은 Table 2-1에 제시하였다.

$$\text{층류 } (Re < 2000) : u/u_{max} = 1 - \{1 - (y/r)\}^2 \quad (2-1)$$

$$\text{난류 } (Re > 4000) : u/u_{max} = (y/r)^{1/m} \quad (2-2)$$

유속가스 분포가 층류상태에서는 거의 일정한 유속 분포를 나타내므로 중심속도  $u_{max}$ 를 측정하는 것에 어려움이 없으나, 유속가스 분포가 난류상태

Table 2-1  $Re$ 와  $m$ 과의 관계<sup>2)</sup>

|      |                 |                           |                   |                   |                 |
|------|-----------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| $Re$ | $4 \times 10^3$ | $10^4 \sim 3 \times 10^4$ | $1.2 \times 10^5$ | $3.5 \times 10^5$ | $3 \times 10^6$ |
| $m$  | 6               | 7                         | 8                 | 9                 | 10              |

에서는 중심을 정확히 선택하여야 한다. 중심속도  $u_{max}$ 를 식 (2-1), (2-2)에서 식(2-3), (2-4)이 되고

$$\text{층류 } (Re' < 2000) : u_{ave} / u_{max} = 0.5 \quad (2-3)$$

$$\text{난류 } (Re' > 4000) : \text{Fig. (2-1)}^{2)} \quad (2-4)$$

관계수  $u_{ave} / u_{max}$ 가 급격히 변하는 곳에서는 중심속도  $u_{max}$ 에서 평균속도  $u_{ave}$ 를 도출할 때에는 큰 오차가 발생할 수도 있다

여기서  $Re'$ 는 식(2-5)와 같이 나타낼 수 있으며

$$Re' = \frac{D \cdot u_{max} \cdot \rho}{\mu} \quad (2-5)$$

또한, 난류상태의 관내 중심유속은 *Karman*<sup>2)</sup>의 유속 손실에 의하면 원형 관로 내의 난류 분포는 벽면의 조도와 관계없이 식(2-6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{u_{max} - u_{ave}}{u_*} = k \cdot \ln \frac{r_o}{y} \quad (2-6)$$

$u_{max}$  : 원관로의 최대 유속 (중심유속)

$u$  : 원관로 단면내의 각점의 유속

$u_*$  : 마찰 유속

$k$  : 정수

$r_o$  : 관의 반경

$y$  : 관로면에서의 거리

단면 평균 유속은 식(2-7)로 유도되며,

$$u_{ave} = \frac{Q}{A} = \frac{1}{\pi r^2} \int_r^{r_o} 2\pi (r_o - y) \cdot u \cdot dy \quad (2-7)$$

식(2-7)을 식(2-6)에 대입하여 적분하면 식 (2-8)

$$u_{max} - u_{ave} = \frac{3}{2} k \cdot u_* \quad (2-8)$$

이 되고,  $k = 2.71$ 를 적용하면 식(2-9)를 얻을 수 있다.

$$u_{\max} - u_{ave} = 4.07u_* \quad (2-9)$$

여기서  $u_*$ 는 식(2-10)과 같으며,

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = u_{ave} \sqrt{\frac{f}{8}} \quad (2-10)$$

$f$  = 마찰 손실 계수이므로, 식(2-9)을 식(2-3)에 대입하면 식(2-11)이 된다.

$$\frac{u_{ave}}{u_{\max}} = \frac{1}{1 + 1.44\sqrt{f}} \quad (2-11)$$

가스 포집관은 플라스틱 관이므로 벽면을 공간적인 평면관으로 가정하면 마찰 손실 계수  $f$  값은 *Drew & Mccadam*<sup>2)</sup>의 식(2-12)로 나타낼 수 있고,

$$f = 0.0014 + 0.125 Re^{-0.32} \quad (2-12)$$

$(3 \times 10^3 < Re < 2 \times 10^6)$

식(2-12)를 식(2-10)에 대입하면 식(2-13), (2-14)

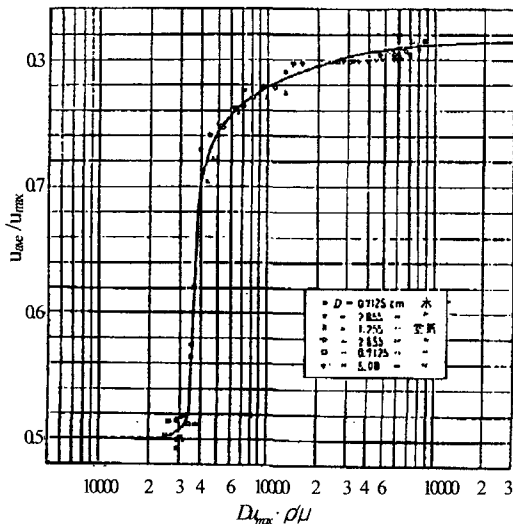


Fig. 2-1 관계식 ( $u_{ave}/u_{\max}$ )과  $Re'$ 와의 관계

을 이용하여 유량을 구할 수 있다.

$$\frac{u_{ave}}{u_{\max}} = \frac{1}{1 + 1.44\sqrt{0.0056 + 0.5Re^{-0.32}}} \quad (2-13)$$

$$Re = \frac{u_{ave} \cdot D}{\nu} \quad (2-14)$$

$D$  : 관의 직경

$\nu$  : 동점도

### 2. 가스량 계산시 가스 조성의 영향

매립가스 조성을 Air 100%,  $CH_4$  100%,  $CO_2$  100%,  $CH_4$  50%+ $CO_2$  50%로 가정할 때 동점성  $\nu$ 는 20°C에서  $1.56 \times 10^{-5}$ ,  $1.647 \times 10^{-5}$ ,  $7.980 \times 10^{-6}$ ,  $1.079 \times 10^{-5}$ 이고,  $Re'$ 를  $u_{\max}$ ,  $D$ 로부터 식(2-5)에 의해 구한다. 또한 산출된  $Re'$ 로부터  $u_{ave}$ 를 계산할 때에는  $Re' < 2000$ 일 때는 식(2-3),  $Re' > 4000$ 일 때는 식(2-13)을 통하여 구할 수 있으며,  $2000 < Re' < 4000$ 의 범위에서  $u_{ave}$ 는 Table 2-2 중의 박스 부분에 제시하였다.

이들 결과로부터  $2000 < Re' < 4000$ 의 범위에서는  $u_{ave}$ 의 계산치가 가스 조성에 의해 영향을 받는 것을 알 수 있다. 또 가스 조성이  $CO_2$  100%일 때의 동점성  $\nu$ 가 공기보다 0.5배정도 작으므로 평균유속  $u_{ave}$ 에 크게 영향을 준다. 그러나 실제 매립지에서는  $CO_2$ 가 100%인 경우가 없으므로  $u_{ave}$ 에 대한 가스 조성의 영향은 비교적 적을 것으로 판단되나, 가스총량을 예측할 때에는 가스 조성도 측정하여 오차요인을 최소화하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

### III. 열 전도도에 의한 오차

열선유속계는 일반적으로 공기의 가스 조성에 의해 보정되어 있으므로, 매립가스와 공기와의 열 전도도의 차이 즉 매립지 가스조성에 의한 오차등

Table 2-2 유속  $u_{max}$ 에서 단면평균유속  $u_{ave}$ 와  $Re$ 에 의한 가스조성의 영향( 20℃ )

| D<br>[m] | $u_{max}$<br>[m/s] | $u_{ave}$   |                         |                         |                                              | $Re'=u_{max}D/v$ |                         |                         |                                              | $Re=u_{ave}D/v$ |                         |                         |                                              |
|----------|--------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|
|          |                    | Air<br>100% | CH <sub>4</sub><br>100% | CO <sub>2</sub><br>100% | CH <sub>4</sub> :50%<br>CO <sub>2</sub> :50% | Air<br>100%      | CH <sub>4</sub><br>100% | CO <sub>2</sub><br>100% | CH <sub>4</sub> :50%<br>CO <sub>2</sub> :50% | Air<br>100%     | CH <sub>4</sub><br>100% | CO <sub>2</sub><br>100% | CH <sub>4</sub> :50%<br>CO <sub>2</sub> :50% |
| 0.05     | 0.1                | 0.05        | 0.05                    | 0.05                    | 0.05                                         | 300              | 304                     | 627                     | 463                                          | 165             | 151                     | 313                     | 231                                          |
| 0.05     | 0.3                | 0.15        | 0.15                    | 0.15                    | 0.15                                         | 989              | 911                     | 1880                    | 1390                                         | 496             | 455                     | 939                     | 695                                          |
| 0.05     | 0.4                | 0.20        | 0.20                    | 0.20                    | 0.20                                         | 1319             | 1214                    | 2506                    | 1854                                         | 661             | 607                     | 1253                    | 926                                          |
| 0.05     | 0.5                | 0.25        | 0.25                    | 0.25                    | 0.25                                         | 1649             | 1518                    | 3133                    | 2317                                         | 827             | 759                     | 1566                    | 1158                                         |
| 0.05     | 0.6                | 0.30        | 0.30                    | 0.30                    | 0.25                                         | 1979             | 1821                    | 3759                    | 2780                                         | 992             | 910                     | 1879                    | 1158                                         |
| 0.05     | 0.7                | 0.35        | 0.35                    | 0.54                    | 0.35                                         | 2309             | 2125                    | 4385                    | 3244                                         | 1154            | 1063                    | 3379                    | 1622                                         |
| 0.05     | 0.8                | 0.40        | 0.40                    | 0.62                    | 0.40                                         | 2639             | 2429                    | 5013                    | 3707                                         | 1319            | 1214                    | 3879                    | 1853                                         |
| 0.05     | 0.9                | 0.46        | 0.46                    | 0.70                    | 0.69                                         | 2968             | 2732                    | 5639                    | 4171                                         | 1517            | 1396                    | 4380                    | 3208                                         |
| 0.05     | 1.0                | 0.50        | 0.50                    | 0.78                    | 0.77                                         | 3298             | 3036                    | 6266                    | 4634                                         | 1649            | 1518                    | 4883                    | 3577                                         |
| 0.05     | 2.0                | 1.56        | 1.56                    | 1.59                    | 1.58                                         | 6596             | 6072                    | 12531                   | 9268                                         | 5168            | 4729                    | 9968                    | 7310                                         |
| 0.1      | 0.1                | 0.05        | 0.05                    | 0.05                    | 0.05                                         | 659              | 607                     | 1253                    | 927                                          | 330             | 303                     | 626                     | 463                                          |
| 0.1      | 0.2                | 0.100       | 0.10                    | 0.10                    | 0.10                                         | 1319             | 1214                    | 2506                    | 1853                                         | 661             | 607                     | 1253                    | 926                                          |
| 0.1      | 0.3                | 0.15        | 0.15                    | 0.16                    | 0.15                                         | 1978             | 1821                    | 3759                    | 2780                                         | 992             | 910                     | 1879                    | 1390                                         |
| 0.1      | 0.4                | 0.21        | 0.20                    | 0.31                    | 0.21                                         | 2638             | 2429                    | 5013                    | 3707                                         | 1385            | 1214                    | 3879                    | 1946                                         |
| 0.1      | 0.5                | 0.26        | 0.26                    | 0.39                    | 0.39                                         | 3298             | 3036                    | 6266                    | 4634                                         | 1715            | 1578                    | 4883                    | 3577                                         |
| 0.1      | 0.6                | 0.31        | 0.31                    | 0.47                    | 0.47                                         | 3957             | 3643                    | 7519                    | 5561                                         | 2044            | 1882                    | 5893                    | 4318                                         |
| 0.1      | 0.7                | 0.54        | 0.54                    | 0.55                    | 0.55                                         | 4617             | 4250                    | 8772                    | 6487                                         | 3577            | 3272                    | 6907                    | 5062                                         |
| 0.1      | 1.0                | 0.78        | 0.78                    | 0.80                    | 0.79                                         | 6596             | 6071                    | 12531                   | 9268                                         | 5168            | 4729                    | 9968                    | 7310                                         |
| 0.2      | 0.1                | 0.05        | 0.05                    | 0.05                    | 0.05                                         | 1319             | 1214                    | 2506                    | 1854                                         | 661             | 607                     | 2506                    | 926                                          |
| 0.2      | 0.2                | 0.11        | 0.10                    | 0.15                    | 0.12                                         | 2638             | 2429                    | 5012                    | 3707                                         | 1451            | 1214                    | 3879                    | 2224                                         |
| 0.2      | 0.3                | 0.20        | 0.19                    | 0.24                    | 0.23                                         | 3957             | 3643                    | 7519                    | 5560                                         | 2638            | 2307                    | 5893                    | 4318                                         |
| 0.2      | 0.4                | 0.31        | 0.31                    | 0.32                    | 0.31                                         | 5277             | 4857                    | 10025                   | 7414                                         | 4105            | 3756                    | 7924                    | 5809                                         |
| 0.2      | 0.5                | 0.39        | 0.39                    | 0.40                    | 0.39                                         | 6596             | 6071                    | 12531                   | 9268                                         | 5168            | 4729                    | 9968                    | 7310                                         |
| 0.2      | 1.0                | 0.80        | 0.79                    | 0.81                    | 0.80                                         | 13192            | 12143                   | 25062                   | 18536                                        | 10547           | 9654                    | 20301                   | 14901                                        |

이 존재할 수 있다. 열선 유속계는 지주를 감은 heater에 전류를 가열하여, heater 온도와 유체 자신의 온도를 검출하는 것이다. 지주의 직경  $D$ , 길이  $L$ 의 물체에서 단위시간에 잃은 열량  $H$ 는 다음의 King<sup>3)</sup>으로 표현된다.

$$\frac{h \cdot C_p \cdot v \cdot D}{k} < 0.08 \text{ 일 때}$$

$$H = \frac{2\pi \cdot k \cdot (\theta - \theta_0) \cdot L}{\log\left(\frac{k}{\rho} \cdot C_p \cdot v \cdot D\right) + 1.12} \quad (3-1)$$

$$\frac{h \cdot C_p \cdot v \cdot D}{k} > 0.08 \text{ 일 때}$$

$$H = k(\theta - \theta_0) \cdot L \cdot$$

$$\left(1 + \sqrt{\frac{2\pi \cdot \rho \cdot C_p \cdot v \cdot D}{k}}\right) + 1.12 \quad (3-2)$$

- 여기서,
- $p$  : 기체 점도
  - $C_p$  : 기체정압 비열
  - $v$  : 유속
  - $k$  : 기체열 전도도
  - $\theta$  : 물체 표면온도
  - $\theta_0$  : 기체온도



경  $D$ , 층류 도달거리  $X$ 는 식 (3-6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$X/D \geq 0.065 \cdot Re \quad (3-6)$$

실험장치에서  $D=5.1\text{cm}$ , 유속 측정까지의 거리  $X = 105\text{cm}$ 와  $D=10\text{cm}$ ,  $X=66\text{cm}$ 를 식(3-6)에 대입하면  $Re \leq 316, 102$ 가 되고, 이 범위  $Re$ 에서는 유속 측정 지점의 가스 흐름은 층류상태이다. 또한 측정 한 중심유속에서 식(2-13)과 (2-8)을 이용하여, 단면 평균 유속  $u_{ave}$ 을 구하여 유량  $Q_{cal}$ 를 계산하였다. 열선유속계에서 측정유량  $Q_{obs}$ 과 계산유량  $Q_{cal}$ 의 일치 여부를 Fig. 3-2 에 제시하였다.

1.2 Rotor meter를 이용한 보정법

밀도가 다른 유체의 유량측정에서는 다음의 관계가 있다.

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\rho_1 / \rho_2} \quad \text{식(3-7)}$$

따라서, Rotor meter를 이용하여 가스 유량측정에서는 밀도  $\rho_1$ 의 유체에서 교정된 유량  $Q_1$ 곡선이 얻어지므로, 밀도  $\rho_2$ 의 유량  $Q_2$ 는 식(3-7)에 의해 보정 할 수 있다.

100%의  $CH_4$ , 100%의  $CO_2$  와 공기의 혼합 가스를 흐르게 하여 rotor meter에 의해 계측된 유량  $Q_1$ 를 측정하고, 이들의 가스 조성에 의해 구한  $\rho_2$ 를 이용하여 보정 유량  $Q_{cal}$ 을 구하였다. 동시에 열선유속계에서 유량  $Q_{obs}$ 를 계측하였다. 실험결과는 Fig. 3-3에 제시하였으며, 실험결과로부터 rotor meter도 가스조성에 의해 보정해야 된다는 것을 증명하였다.

따라서, 열선유속계 보정 실험에서는 rotor meter 유량계에서 얻은 유량과 가스 조성 밀도를 이용한 유량을 구하고, 식(2-12)을 이용하여 관 중심유속  $u_{cal}^{obs}$ 를 계산하였다. 또한 계산과 동시에 열선유속계를 이용하여 관 중심유속  $u_{cal}^{obs}$ 를 계측하였다. 위 두 결과를 Fig. 3-4에 비교하였으며, 이때 가스는  $CO_2+air$ ,  $CH_4+air$ 를 혼합하여 사용하였

다. 더불어  $u_{cal}^{obs}$ 을 식(3-5)를 이용하여 가스의 열특성 보정을 행하여  $u_{cal}^{obs}$ 를 구한 것이 Fig. 3-5에 제시하였다. 이런 오차 발생에 따른 요인을 최소화하여야 할것으로 판단되며, 오차 정도는 10% 이내가 되는 것을 알 수 있다.

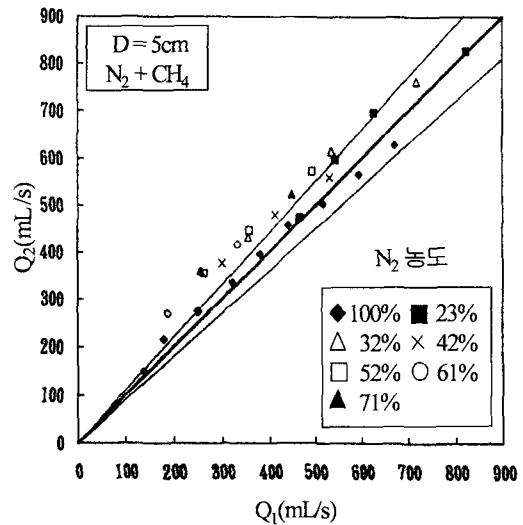


Fig. 3-3 유량계 유량과 Rotor meter 유량계의 비교

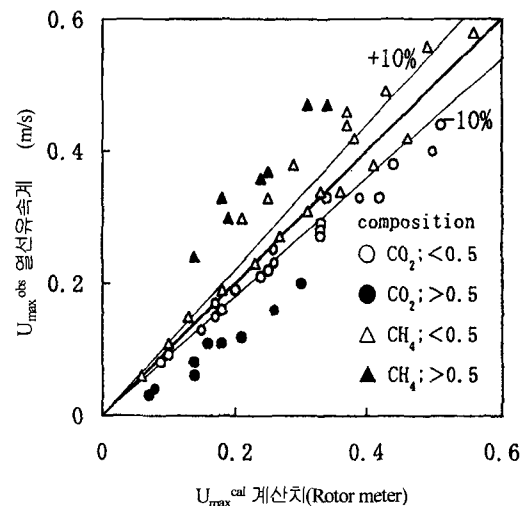


Fig. 3-4 열선유속계의 수치와 계산치의 비교

Table 3-1 가스 조성에 의한 열선 유속계의 오차에 관한 실험조건

| CO <sub>2</sub> +air [%]                        |             |        |           | CH <sub>4</sub> +N <sub>2</sub> +air [%]        |             |        |           |
|-------------------------------------------------|-------------|--------|-----------|-------------------------------------------------|-------------|--------|-----------|
| CO <sub>2</sub> +O <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> | Rotor meter | 열선 유속계 | king식에 보정 | CH <sub>4</sub> +O <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> | Rotor meter | 열선 유속계 | king식에 보정 |
| 6.8+19.6+72.7                                   | 0.1         | 0.09   | 0.103     | 0+0+100                                         | 0.06        | 0.06   | 0.0614    |
| 7.7+19.4+72.0                                   | 0.17        | 0.17   | 0.188     | 0+0+100                                         | 0.1         | 0.11   | 0.112     |
| 7.9+19.4+71.9                                   | 0.26        | 0.25   | 0.272     | 0+0+100                                         | 0.13        | 0.15   | 0.153     |
| 8.1+19.4+71.7                                   | 0.34        | 0.33   | 0.354     | 0+0+100                                         | 0.18        | 0.19   | 0.194     |
| 26.0+15.5+57.7                                  | 0.09        | 0.08   | 0.102     | 0+0+100                                         | 0.23        | 0.23   | 0.235     |
| 25.8+15.6+57.9                                  | 0.17        | 0.15   | 0.18      | 0+0+100                                         | 0.27        | 0.27   | 0.276     |
| 26.4+15.5+57.5                                  | 0.25        | 0.22   | 0.257     | 0+0+100                                         | 0.31        | 0.31   | 0.316     |
| 27.8+15.2+56.3                                  | 0.33        | 0.29   | 0.333     | 0+0+100                                         | 0.36        | 0.34   | 0.347     |
| 37.3+13.1+48.6                                  | 0.15        | 0.13   | 0.17      | 0+0+100                                         | 0.41        | 0.38   | 0.388     |
| 37.3+13.2+48.9                                  | 0.20        | 0.19   | 0.238     | 0+0+100                                         | 0.46        | 0.42   | 0.429     |
| 35.7+13.5+50.2                                  | 0.26        | 0.23   | 0.283     | 22.9+16.3+60.1                                  | 0.33        | 0.34   | 0.323     |
| 35.6+13.6+50.2                                  | 0.33        | 0.28   | 0.339     | 22.7+16.3+60.3                                  | 0.38        | 0.42   | 0.398     |
| 36.3+13.4+49.7                                  | 0.39        | 0.33   | 0.394     | 22.4+16.4+60.5                                  | 0.43        | 0.49   | 0.463     |
| 35.0+13.7+50.7                                  | 0.44        | 0.38   | 0.449     | 22.7+16.3+60.3                                  | 0.56        | 0.58   | 0.547     |
| 34.3+13.8+51.3                                  | 0.51        | 0.44   | 0.515     | 33.2+14.1+52.1                                  | 0.25        | 0.33   | 0.301     |
| 50.8+10.3+38.4                                  | 0.18        | 0.16   | 0.226     | 32.4+14.3+52.7                                  | 0.37        | 0.46   | 0.417     |
| 48.9+10.8+39.9                                  | 0.24        | 0.21   | 0.286     | 31.4+14.5+53.5                                  | 0.49        | 0.56   | 0.444     |
| 50.8+10.3+38.4                                  | 0.33        | 0.27   | 0.357     | 41.7+12.3+45.4                                  | 0.21        | 0.30   | 0.262     |
| 50.8+10.4+38.4                                  | 0.42        | 0.33   | 0.426     | 42.7+12.1+44.7                                  | 0.29        | 0.38   | 0.331     |
| 50.6+10.4+38.5                                  | 0.5         | 0.4    | 0.507     | 43.0+12.0+44.5                                  | 0.37        | 0.44   | 0.383     |
| 64.9+7.4+27.4                                   | 0.16        | 0.11   | 0.189     | 52.5+10.0+37.1                                  | 0.19        | 0.3    | 0.248     |
| 69.5+6.4+23.8                                   | 0.18        | 0.11   | 0.198     | 51.0+10.3+38.2                                  | 0.25        | 0.37   | 0.306     |
| 70.1+6.3+23.3                                   | 0.3         | 0.2    | 0.32      | 51.2+10.3+38.0                                  | 0.34        | 0.47   | 0.388     |
| 78.8+4.4+16.5                                   | 0.26        | 0.16   | 0.293     | 61.0+8.2+30.4                                   | 0.14        | 0.24   | 0.186     |
| 83.3+3.5+13.0                                   | 0.07        | 0.03   | 0.09      | 60.4+8.4+30.9                                   | 0.24        | 0.36   | 0.281     |
| 91.0+1.9+7.1                                    | 0.14        | 0.06   | 0.157     | 70.8+6.2+22.8                                   | 0.18        | 0.33   | 0.237     |
| 100+0+0                                         | 0.08        | 0.04   | 0.131     | 70.4+6.3+23.0                                   | 0.31        | 0.47   | 0.341     |
| 100+0+0                                         | 0.14        | 0.08   | 0.205     |                                                 |             |        |           |
| 100+0+0                                         | 0.21        | 0.12   | 0.273     |                                                 |             |        |           |

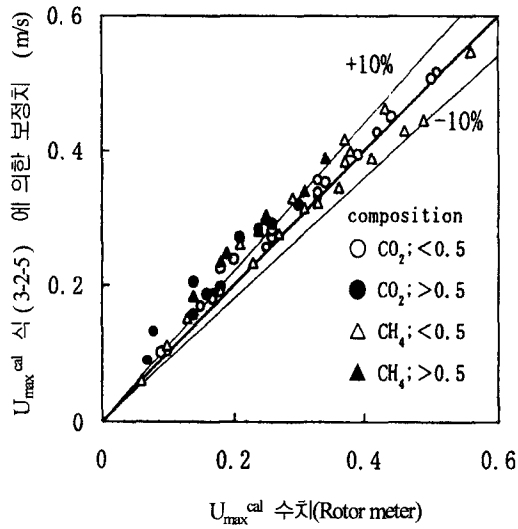


Fig. 3-5 가스조성에 따른 보정후의 유량과 계산치의 비교.

#### IV. 결 론

쓰레기 매립지의 가스 포집관에서 매립가스를 측정할 때 계측 저항이 없는 열선유속계를 이용하

여 유속을 측정하여 유량을 구하는 방법이 있다. 그러나, 일반적인 열선유속계는 공기의 가스 조성비에 의해 보정되어 있으므로, 쓰레기 매립지에서 의 가스 조성과는 공기의 가스 조성비는 차이가 있으므로 매립지 가스중에서 따른 밀도를 보정해야 한다. 실험결과 열선 유속계 측정과 동시에 rotor meter를 이용한 가스조성비의 보정을 통하여 10% 이내의 유량오차가 발생하는 것을 계산적으로 증명하였다.

#### 참 고 문 헌

1. 이해승, 이찬기: 쓰레기 매립지 가스 포집관에서 유출가스 계측에 관한 연구(1) - 유량계 계측오차의 최소화를 위한 연구 -, 한국토양환경학회지, Vol.3, No.1, 83-92, 1998.
2. 龜井三郎: 新版・化學機械の理論と計算, 27-72, 1959.
3. Louis Vessor King : philosophical Transactions of the Royal Society of London, 214, 373-432, 1914.