

오리피스 유량계의 헌팅 원인과 영향인자에 관한 해석적 연구

신창훈* · 안승희** · 정종태** · 허재영** · 김우식**

The Numerical Analysis about the Hunting Factors of the Orifice Meter

Chang-Hoon Shin*, Seung-Hee Ahn**, Jong-Tae Chung**, Jae-Young Her**,
Woo-Sik Kim**

Key Words : Orifice Meter(오리피스 유량계), Flow Hunting(유량 헌팅), Pressure Difference(차압)

ABSTRACT

Generally, the flow hunting is observed in almost all of the orifice meters but the intensity of the flow hunting is different at each metering system. So, we were getting some questions as follows; why such a difference occurs and whether it influence to metering error rate or not. To investigate the flow hunting characteristics, we are trying to examine the flow characteristics around the orifice meter when the transient flow or pressure is generated at after the PCV(Pressure Control Valve) by 3D CFD method. And we have compared numerical results with experimental results at M - PCV station in order to clarify the relations with both the metering-pipeline diameter and flow rate. Finally, we can show some major factors influencing to the flow hunting and propose some correcting scheme of the flow hunting equation.

1. 서론

천연가스 수송은 기체 수송의 특성상 계량오차율이 유동 특성(변동율)에 영향을 받을 가능성이 적지 않다. 실제 현장에서 이러한 유동의 변동율 또는 불안정성을 계량하는 대표적인 방법으로 유량 헌팅률을 산출하여 그 정도를 검토하여 계량오차를 간접적으로 가늠하는 경우가 많다. 실제로 계측된 결과를 보면 대부분의 정압시스템(공급관리소)에서 양호한 결과를 보이고 있으나, Fig. 1과 같이 일부 관리소에서는 헌팅율이 자체관리기준인 0.5%를 벗어나는 경우가 있음을 볼 수 있다.

본 연구에서는 이러한 헌팅율의 차이가 발생하는

근본적인 원인을 검토하고, 헌팅 관계식의 검토를 통하여 헌팅율의 물리적 의미와 관련인자를 도출하여 실제 유동의 불안정성(변동량)과 헌팅률 간의 상관관계를 전산유동해석 방법을 통하여 규명하고자 한다. 아울러, 현재 일반적으로 사용하고 있는 기존 유량헌팅율 관계식의 오류에 대한 검토와 불안정성(변동율)을 판단하는 기준으로써 보다 합리적인 관계식 산출방안에 대한 검토를 시행하였다.

2. 유량 헌팅 관계식 검토

일반적으로 사용되는 유량헌팅 관계식은 다음 식 (1)과 같고, 차압헌팅식은 식 (2)와 같다. 일반적으로 유량은 손실계수, 밀도, 조도 등의 함수이고 손실계수의 결정에도 부가적인 많은 인자들이 요구되어 유량헌

* 한국가스공사 연구개발원

** 한국가스공사 연구개발원

E-mail : chshin@kogas.re.kr

팅에 관련되는 직,간접적인 인자의 수가 매우 많다. 그러나 실제 유동에서 유량의 변화를 지배하는 가장 근본적인 인자는 차압이며, 유량은 차압의 함수이므로 유량현팅과 차압현팅은 비례관계를 가짐을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 현팅현상의 검토에 집중하기 위하여, 유량과 관계된 부수적인 인자가 제외된 식 (2)의 차압현팅식을 현팅의 특성을 검토하기 위한 기본식으로 하여 검토를 진행하였다.

$$H' = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100 \quad (1)$$

$$Q = \frac{\pi}{4} K \epsilon d^2 \sqrt{2\rho \Delta P}$$

$$H_P' = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_2}{\Delta P_1} \times 100 \quad (2)$$

식 (2)는 현팅 현상에 대한 현팅관계식의 특성과 영향을 검토하기 위해, 다음 식 (3)과 같이 변형할 수 있다. 식 (3)을 주요 변수에 대한 관점으로 비례 상관관계를 정리하면, 차압의 현팅은 식 (4)와 같이 다음 각각의 변수에 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

① 현팅은 $\Delta P'$, 즉 차압의 변화율(또는 유량 변화율)의 영향을 근본적으로 받는다. 어떤 물리량의 변동은 일반적으로 시간에 따른 변동인 시간변동률(변화율)로 표현되는 것이 합리적이다. 따라서 객관적인 단위시간 당 차압의 변동량인 차압의 변화율을 도입하여, 그 관계를 현팅 관계식에 표현함으로써 이러한 차압의 변화율을 기준으로 현팅에 관여하는 인자를 구분하였다. 여기서 차압의 변화, 즉 시간에 따른 유량의 변동이 급격한 경우 현팅은 증가한다는 근본적인 내용을 확인할 수 있다.

② 현팅은 측정 당시의 기준유량(Base Flow Rate, 기저유량), 즉 측정 시점에 흐르는 기준유량(차압)의 양에 반비례한다. 다시 말해, 측정시점에 흐르는 기저유량(차압)이 적은 경우 동일한 압력변동에도 불구하고 현팅은 상대적으로 크게 나타나게 된다.

③ 현팅은 측정(샘플링) 시간 간격에 비례한다. 즉 샘플링 시간이 길면 동일한 조건에서 압력변동이 크게 측정되게 되므로 유량 현팅은 크게 나타난다. 이것은 현팅 관계식이 차압의 변화율을 기준으로 산정되지 않고 그 총량인 차압의 변화량을 기준으로 산정됨에 따

라 발생되는 특성으로, 적절한 샘플링 간격 기준이 있지 않을 경우, 자료의 객관성에 대한 별도의 기준이 요구됨을 알 수 있다.

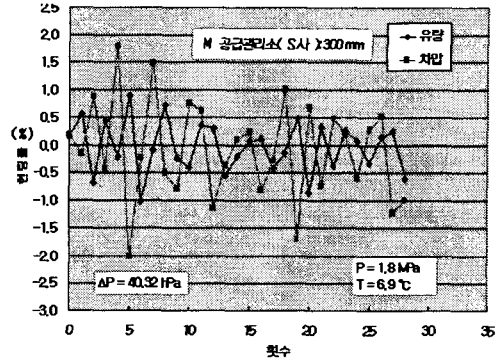


Fig. 1 Flow hunting rate at M-governor station

$$H_P' = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_2}{\Delta P_1} \times 100$$

$$= \frac{\Delta P_1 - \Delta P_2}{\Delta t} \times \Delta t \times 100 \quad (3)$$

$$= \frac{\Delta P'}{\Delta P_1} \times \Delta t \times 100$$

$$H_P' \propto \frac{\Delta t}{\Delta P_1} \times \Delta P'$$

$$\propto \Delta P' \Delta t \times \frac{1}{\Delta P_1}$$

$$\propto \Delta P' \Delta t \times \frac{1}{Q} \quad (4)$$

$$\propto \frac{\Delta P'}{\Delta P_1} \times \Delta t$$

상기의 결론은 실제 근본적인 유동의 교란이나 불안정성 등에 따른 차압변화율의 크기와 무관하게 유량 현팅식 자체가 가지는 특성을 표현하고 있으며, 이들 인자에 따른 유량 현팅의 영향에 대한 실제적인 검토가 필요하다. 또한 식 (4)에서 별도의 검증 없이 가정하고 진행한 $\frac{\Delta P'}{\Delta P_1}$ 의 관계가 상수로 고정, 즉 기저차압과 차압변화율의 관계가 상호 1:1의 비례관계를 가지는지의 여부에 대한 추가적인 검토가 요구된다. 이러한 두 가지에 대한 확인을 위하여 본 연구에서는 3

차원 CFD 해석방법을 도입하여 검토를 진행하였다.

3. 오리피스 유량계 유동 전산유체해석

3.1 전산유체해석 모델

오리피스 유량계를 통과하는 유동을 해석하여 오리피스를 통과하는 유동의 특성을 검토하고, 산출된 유동 정보를 이용하여 유량 헌팅과 관계된 각 유동상태량을 산출하여 유동 특성과 헌팅과의 관계를 규명하고자 한다.

이를 위하여 8" 계량 배관을 구성하고 오리피스 유량계를 도입하여 3차원의 전산해석 모델을 구성하였다. Fig. 2는 해석을 위해 구성된 오리피스 계량기와 계량배관의 3차원 격자계이다. 해석은 CFD 상용 S/W 인 Gambit 2.1과 Fluent 6.2를 사용하여 수행하였다.

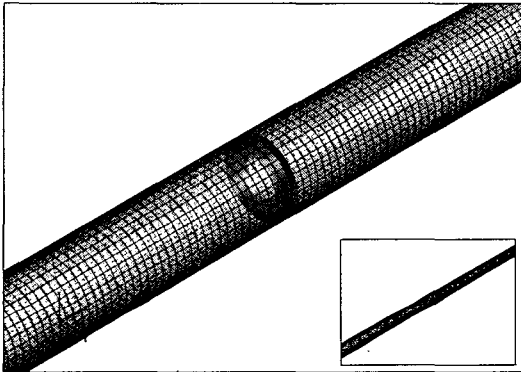


Fig. 2 3-D grid system for the orifice meter

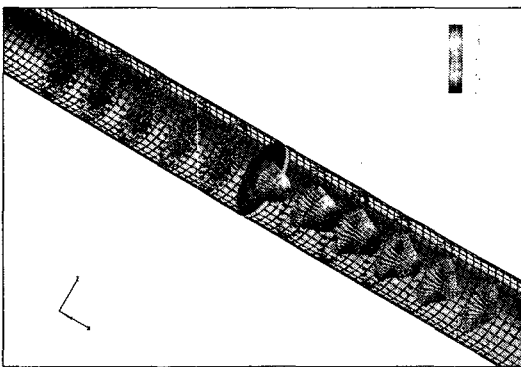


Fig. 3 Oblique view of Mach number profiles

3.2 오리피스 유동 전산유체해석 결과

Fig. 3 은 오리피스 유량계 주위의 속도분포를 도시한 것이다. 각 화살표의 색상은 각각의 마하수를 나타

내고 있다. 유동은 예측된 바와 같이 오리피스의 보어를 통과하면서 단면적의 축소에 따라 급격한 가속이 발생되었다가 영역의 확장에 따라 구배가 점차 줄어들어 가고 있음을 보여주고 있다. Fig. 4(a) ~ Fig. 4(d)는 오리피스 유량계 주위에서 각 상태량 분포를 유선을 따라서 도시한 것이다. 오리피스 유량계 후방에서의 유동분포를 관찰할 수 있다.

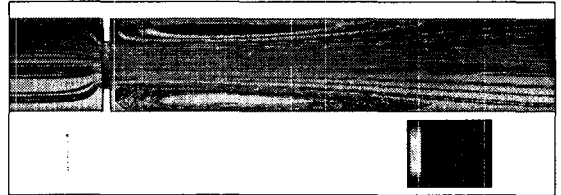


Fig. 4(a) Streamlines colored by static pressure [Pa]

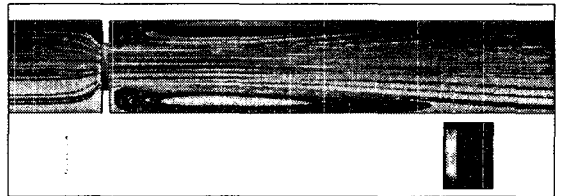


Fig. 4(b) Streamlines colored by Mach number

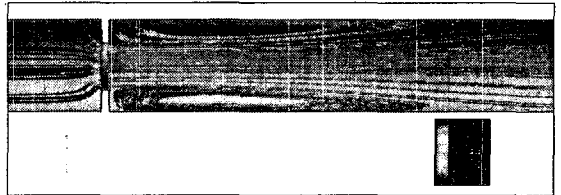


Fig. 4(c) Streamlines colored by density [kg/m³]

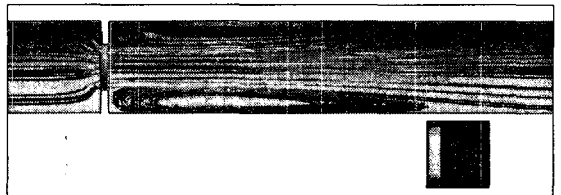


Fig. 4(d) Streamlines colored by temperature [K]

3.3 CFD 해석을 통한 유량헌팅 영향 검토

구성된 오리피스 유량계 CFD 해석모델은 입구 변동압력 크기 영향, 발생 시간 영향 및 유량에 따른 영향을 검토하기 위하여 다음의 3가지 경우로 구분하여 해석을 수행하였다. 단, 모든 경우 입구 변동압력은 각 1, 2, 4 kPa 세 경우이다.

- ① 입구 압력 9 bar, 유량 16 kg/s (약 10.5 m/s)
: 입구 압력변동 1초간 발생
- ② 입구 압력 9 bar, 유량 16 kg/s (약 10.5 m/s)
: 입구 압력변동 0.2초간 발생
- ③ 입구 압력 9 bar, 유량 25 kg/s (약 17.5 m/s)
: 입구 압력변동 1초간 발생

Fig. 5는 Case ①의 각 위치에서의 압력변화를 도시한 그림이다. 좌측에서 처음 발생하는 압력변동은 입구 압력 1 kPa의 변동이 있는 경우이고, 중간은 2 kPa, 마지막은 4 kPa의 변동이 있는 경우이다. 입구에서 발생한 압력의 변동이 후방으로 전달되는 양상을 관찰할 수 있다. 이때 P1은 오리피스 전단 탭 홀 위치에서의 압력이고, P2는 오리피스 후단, Pc는 보어 중앙에서의 압력이다.

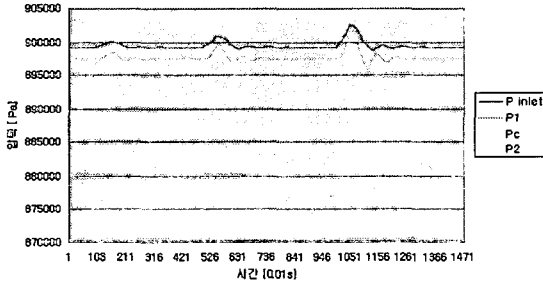


Fig. 5 Comparison of the Pressure variation

3.3.1 차압변화량 비교 검토

Fig. 6(a) ~ (c)는 Case ① ~ Case ③의 각 경우에서, 입구 압력변동에 따라 발생하는 오리피스 전 후단의 압력차(차압)의 변화량을 도시한 것이다. 즉, 어떤 일정 시점의 압력차에서 다음 시점(0.01초 후)의 압력차의 변화 차이를 도시한 것이다. 따라서 앞의 차압의 특성과 마찬가지로 입구에서의 압력변화의 크기에 따라 차압의 변화율도 비례하여 증가하고 있음을 알 수 있다.

또한, Case ①과 ②를 비교하면, 입구 압력변화의 시간이 각각 1초와 0.2초로 다름에 따라서 차압 변화율의 양상도 크게 달라지고 있음을 알 수 있다. 이는 일반적으로 서지(Surge)효과로 알려진 짧은 순간에 과도한 물리량의 변화가 발생하는 경우, 그 영향은 변화의 크기에 비례하고, 시간에 반비례하는 관계에 따라서 증폭된 영향이 발생하는 것으로 보인다. 따라서 동일한 양의 압력변화(유량변화)에 대하여서도 그 변화의 시간이 짧아 변화율이 커질 경우, 그 영향은 후방

의 계량기에도 동일하게 미쳐지고 있음을 확인할 수 있다. 이에 반해, Case ①과 ③을 비교하면, 두 경우가 거의 차이가 발생하고 있지 않음을 알 수 있다. 이는 기저유량은 압력변동의 영향의 거의 받지 않음을 알 수 있으며, 따라서 차압의 변화율은 기저유량과는 무관함을 확인할 수 있다.

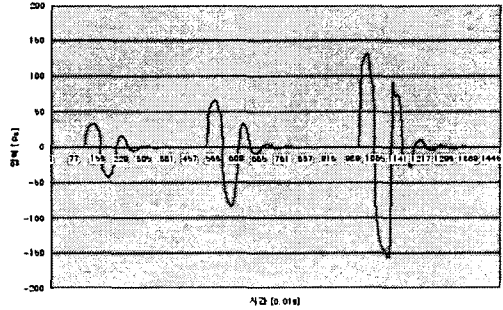


Fig. 6(a) Pressure-difference in Case ①

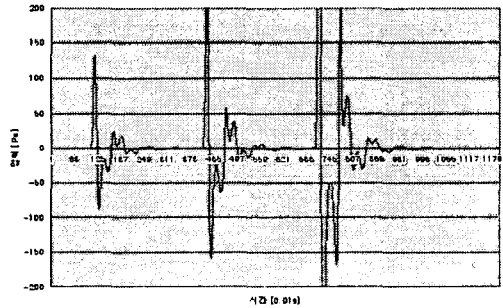


Fig. 6(b) Pressure-difference in Case ②

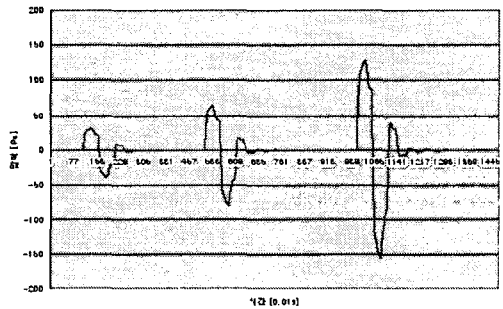


Fig. 6(c) Pressure-difference in Case ③

3.3.2 차압현팅을 비교 검토

Fig. 7(a) ~ (c)는 각 Case ① ~ Case ③의 입구 압력변동에 따른 차압(압력차)의 현팅량을 상기 식(2)를 사용하여 도시한 것이다.

Fig. 7(a), 즉 Case ①에서 발생하는 현팅은 최대

약 0.5 % 수준으로 양호하게 나타나고 있다. 이에 반하여 Case ②에서 발생하는 헨팅은 크게 증가하고 있음을 Fig. 7(b)에서 볼 수 있다. 이는 앞에서 검토한 차압의 변화율($\Delta P'$)이 크기에 따라서 헨팅량이 증가됨을 보여주었던 식 (4)의 결과와 일치하는 것이다. 즉, 입구에서의 압력변화의 크기에 따른 영향은 물론 서지 현상에 의한 압력차(차압, ΔP)의 변화율이 커지는 경우에도 성립되고 있음을 알 수 있다. 결과적으로 헨팅량은 차압의 변화율에 비례하는 것으로 검토되었던 헨팅식의 결과와 일치되고 있음을 확인하였고 압력변화의 크기와 더불어 서지 현상과 같이 압력변동의 시간이 짧은 경우, 차압의 변화가 커져서 동일한 효과를 발생시킴을 확인하였다.

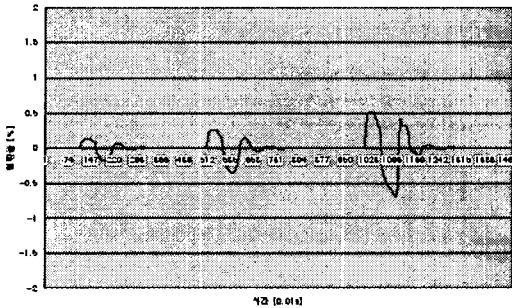


Fig. 7(a) Hunting rate comparison in Case ①

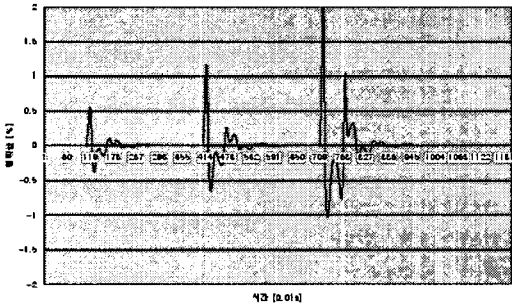


Fig. 7(b) Hunting rate comparison in Case ②

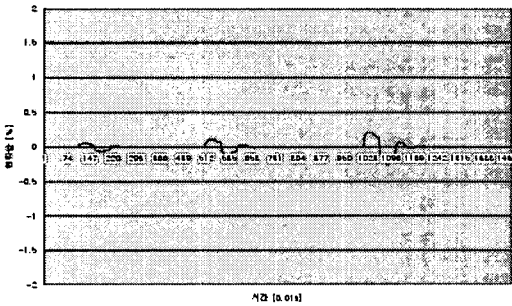


Fig. 7(c) Hunting rate comparison in Case ③

다음으로 Case ③에 대한 결과를 Fig. 7(c)에 도시하였다. 그림에서 나타난 바와 같이 헨팅량은 매우 작으며, 동일한 량의 압력차와 차압의 변화율을 보였던 Case ①에 비하여서도 절반정도의 매우 작은 값으로 나타났다. 이는 당초의 일반적인 예상에 반하는 결과로서, 유량이 많이 흐르는 경우 동일한 압력변동에 대하여 유동이 더욱 민감하게 변화하거나 또는 기저유량에 비례하여 증가될 것으로 추측한 것과는 반대되는 양상을 나타내었다. 이의 원인도 역시 앞에서 검토된 헨팅식에서 발견할 수 있다. 즉 식 (4)에서 헨팅량은 기저유량 또는 기저 차압에 반비례하는 관계를 가지고 있음을 확인하였고, 여기서 거의 동일한 크기의 차압의 변화율을 가지고 있음에도 불구하고 기저유량(차압)의 크기에 반비례함으로써 헨팅량은 현저히 감소하였음을 알 수 있는 결과이다.

3.3.3 샘플링 간격에 따른 헨팅을 비교 검토

Fig. 8은 Case ①에 대한 차압의 변화량을 기존에 시간간격을 0.01 초로 둔 경우(헨팅으로 표기)와 이보다 10배 큰 0.1 초로 둔 경우(헨팅 10으로 표기)를 기준으로 헨팅량을 산출하여 도시한 것이다. 다시 말해, 임의 시점에서의 차압을 기준으로 이후 0.01초 후의 차압과의 변화를 도시한 것과 이후 0.1초 후의 차압과의 변화를 도시한 것을 연속적으로 나타낸 것이다.

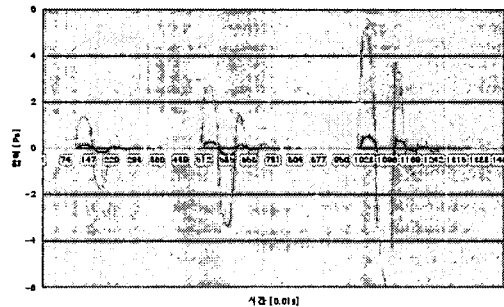


Fig. 8 Hunting rate comparison by Δt

그림에서 보듯이 시간간격(Δt)를 10배 크게 한 경우에 헨팅량이 급격히 증가하고 있음을 볼 수 있다. 즉, 동일한 기저차압과 차압의 변화율에도 불구하고, 단지 시간간격의 증가에 따라 헨팅량이 급격히 증가하고 있음을 확인할 수 있는 결과이다. 이러한 결과 역시 앞의 식 (4)의 검토에서의 결과와 동일한 결과를 산출하고 있다.

4. 정압기 - 유량계 시스템 배관망 해석

4.1 배관망 해석 모델링

본 장에서는 유량계 관경의 영향과 유량계 전후단의 기하학적 조건, 즉 유동 변동의 전파와 조건에 가장 직접적인 영향을 미칠 수 있는 유량계 전단과 후단 배관의 크기를 변경하면서 이에 따른 유동의 특성 변화와 헌팅량과의 관계에 대하여 조사를 시도하였다.

Fig. 9는 정압기로부터 오리피스 유량계에 이르는 배관계통의 분석을 위하여 구축된 Flow-Master 2 S/W 기반의 배관망 해석 모델이다. 우측 하단이 계량 라인이며, 오리피스 유량계가 장착되어 있다. 이 때 정압라인의 관경은 8" 이고 배관의 길이와 구성은 보편적인 치수와 형태를 기준으로 동일하게 설정하였고, 계량배관의 관경을 12" 와 8" 두 모델을 기준으로 각각 계량기 전단과 후단의 배관경이 각각 30", 20" 로 변경되는 경우를 가정하여, 최종적으로 다음의 4가지의 경우에 대하여 해석을 수행하였다. 이 때, 모사상황은 작동 중인 정압기의 밸브 개도(높이)가 약 0.2 초 동안 1% 열리고 닫힌 경우에 후방 계량배관에서의 압력변화와 헌팅의 특성과 각 배관경과의 상관관계를 조사하는 것이다.

- ① 기준 모델 : 전단 0.75 - 계량 0.2 - 후단 0.5
- ② 계량 확대 : 전단 0.75 - 계량 0.3 - 후단 0.5
- ③ 후단 확대 : 전단 0.75 - 계량 0.2 - 후단 0.75
- ④ 전단 축소 : 전단 0.5 - 계량 0.2 - 후단 0.5

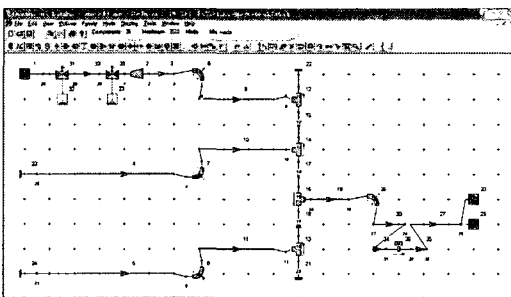


Fig. 9 PCV - Orifice meter pipeline analysis model

4.2 배관망 해석 결과

4.2.1 차압변화량 비교 검토

Fig. 10(a)는 기준모델인 계량 배관경이 8" 인 Case ① 에서의 차압의 변화를 도시한 것이고 Fig.

10(b)는 계량 배관경을 12"로 확대한 경우에 대한 차압의 변화를 도시한 것이다. Fig. 10(c)는 후단 배관경을 30"로 확대한 모델이고, Fig. 10(d)는 전단 배관경을 역으로 20"로 축소한 경우에 대한 차압의 변화를 도시한 것이다.

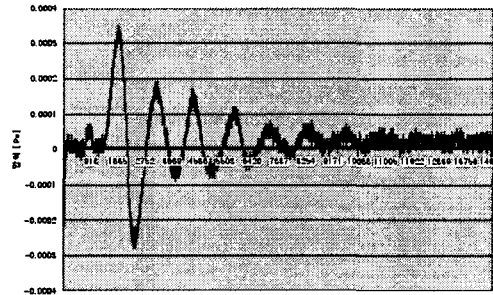


Fig. 10(a) Pressure-difference in Case ①

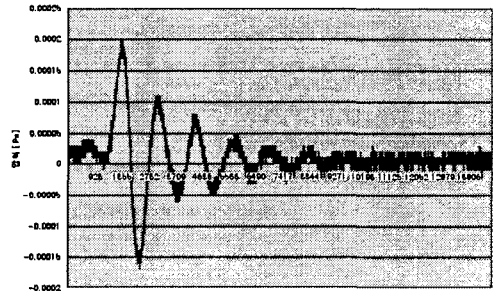


Fig. 10(b) Pressure-difference in Case ②

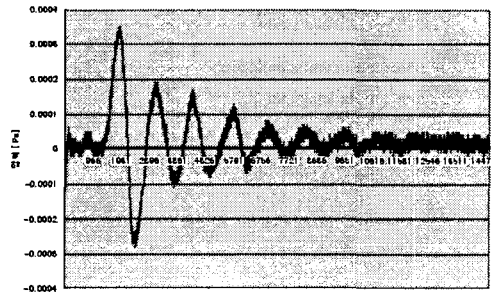


Fig. 10(c) Pressure-difference in Case ③

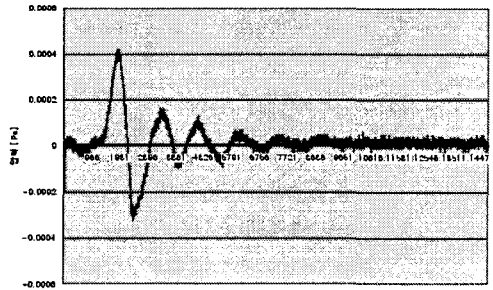


Fig. 10(d) Pressure-difference in Case ④

Fig. 10(b)에서, 기준 모델에서 최대 차압의 크기는 약 0.00035 Pa 로 나타나던 것이 단순히 계량 배관경을 12"로 확대함에 따라 차압이 약 0.0002 Pa 정도로 낮아지고 있음을 볼 수 있다. 이것은 관경의 확대에 따라 동압(속도)의 크기가 상대적으로 감소된 유동 상태에서 동일한 크기로 전달된 압력변동이 상대적으로 큰 관경을 통과하면서 작은 압력변동으로 나타난 것에 기인된 것으로 판단된다. Fig. 10(c) 와 (d)에서, 각각 후방 배관경을 30" 확대한 경우, 차압의 변동은 기준 조건에 비하여 거의 발생하고 있지 않다. 즉, 후단 관경의 변화는 전방의 압력변동에 큰 영향을 주지 못하고 있음을 확인할 수 있다. 전방 배관경을 20"로 축소할 경우에는 차압이 약 0.0004 Pa 로 약간 상승하였음을 볼 수 있다. 비록 그 양이 크지는 않으나 관경의 축소에 따른 배관 부피 감소에 따라 전달되는 유동의 변화량이 상대적으로 증가된 것으로 판단된다.

4.2.2 차압헌팅량 비교 검토

Fig. 11은 각 경우에 대한 차압의 헌팅량 변화를 나타낸 것이다. Fig. 11(b)는 계량 배관경을 12"로 확대한 경우에 대한 헌팅량의 변화이다. 기준모델에서 발생하는 헌팅의 최대값은 약 0.012 % 정도이다. 이에 비하여 단순히 계량배관을 50%, 12"로 확대한 경우 발생하는 헌팅량은 무려 0.08 % 로 약 7 배가 증가되고 있음을 볼 수 있다. 이는 예상 밖의 결과로 상당히 특이한 현상을 보이는 것이다. 이는 앞의 차압의 변화에서 관찰된, 관경의 확대에 따른 차압의 감소에도 불구하고, 완전히 상반되고 차이도 매우 큰 헌팅량의 증가를 보이고 있는 것이다.

이러한 현상의 원인은 앞의 헌팅식 검토와 전산유체해석에서 도출한 결론인 "헌팅량은 압력변동의 크기와 시간간격에 비례하고 기저 유량과 기저 차압의 크기에 반비례한다" 라는 결론에서 역시 그 원인을 찾을 수 있다. 실제 유동현상에서 유량의 많고 적음과 더불어 유량이 동일한 조건에서 기저 차압의 크기가 변형되는 경우가 발생할 수 있다. 즉, 배관의 관경이 변화함에 따라 같은 비율로 오리피스 보어경이 변화되고 이에 따라 동일한 유량이 보다 작은 관경을 통과하기 위해서는 더욱 큰 기저 차압을 발생시킬 수밖에 없다는 점이다.

Fig. 11(c)와 (d)에서, 후단 배관의 확대에 따라 양은 미소하나 다소의 헌팅 감소가 발생하고 있음을 확인할 수 있고, 전단 배관의 축소에 따라서는 다소의

헌팅 증가가 발생하고 있음을 알 수 있다. 이는 실제 헌팅식에 관여하지 않는 전후단 배관경의 변화는 관경의 영향은 배제되므로 압력변동량에 따라 헌팅량에 영향을 주고 있음을 보여주는 결과로써 결과적으로 전후단 배관경은 모두 헌팅과 반비례관계를 보여주고 있다.

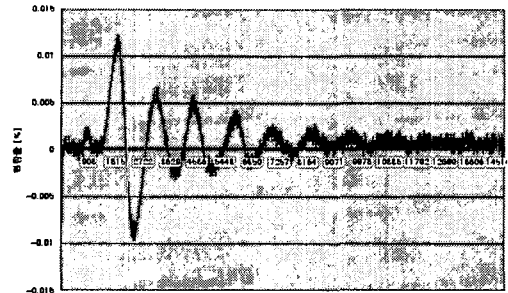


Fig. 11(a) Hunting rate comparison in Case ①

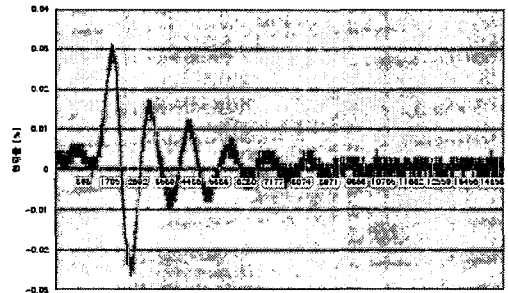


Fig. 11(b) Hunting rate comparison in Case ②

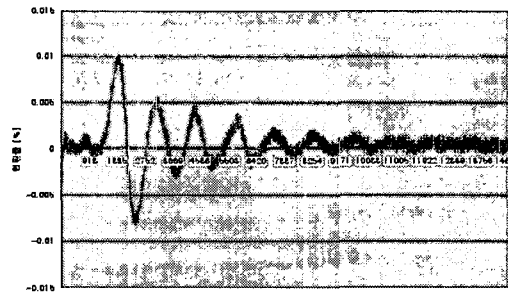


Fig. 11(c) Hunting rate comparison in Case ③

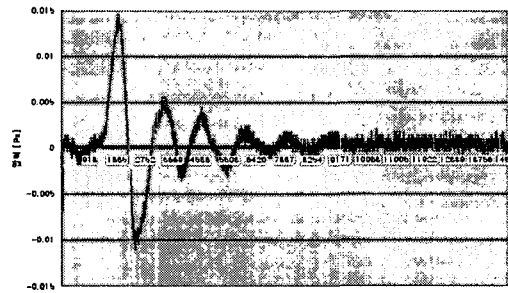


Fig. 11(d) Hunting rate comparison in Case ④

5. 실험결과와 비교 검토

Fig. 12(a)는 앞에서 소개된 M 공급관리소의 실제 실험 자료를 바탕으로 각 시점, 각 계량라인에서의 유량헌팅(좌)과 차압헌팅량(우)의 최대, 최소, 절대치 평균을 도시한 것이다. 이 때, 10시 자료는 유량이 약 6000 Nm³/h 인 경우이고, 16시와 17시는 유량이 약 1700 Nm³/h 인 두 가지 유량범위에서의 실험결과이다.

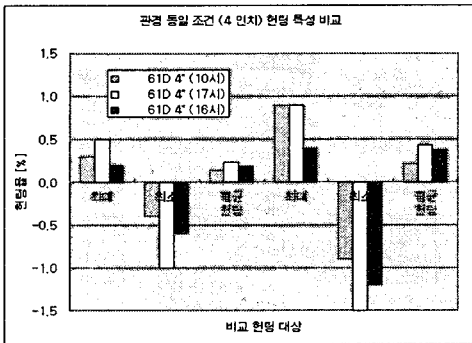


Fig. 12(a) Hunting rate comparison by flow rate

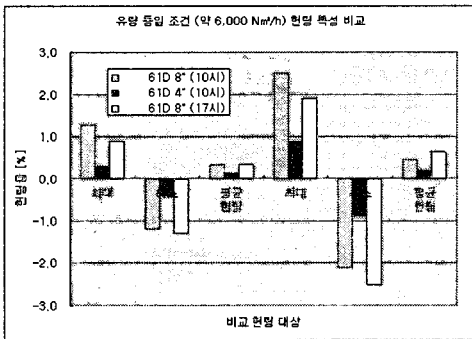


Fig. 12(b) Hunting rate comparison by diameter

그림에서 보듯이 앞선 헌팅 관계식의 검토와 전산 유체해석의 결과와 동일하게 헌팅량은 유량에 반비례하는 관계를 보임을 알 수 있으며 실험적 검증을 통하여 앞에서 도출된 유량과 헌팅량과의 반비례관계를 재확인할 수 있다.

Fig. 12(b)는 동일한 M 공급관리소의 계량 시스템에서 위의 10시의 4" 배관과 동일한 약 6000 Nm³/h의 유량이 8" 배관을 통해 흐르는 두 경우, 즉 10시와 17시의 두 경우에 대한 실험 결과이다. 그림에서 4"의 경우 뚜렷한 헌팅량의 감소가 나타나고 있음을

볼 수 있다. 이 역시 앞 4절에서 검토된 바와 같이, 배관의 관경이 변화함에 따라 같은 비율로 오리피스 보어경이 변화되고 이에 따라 동일한 유량이 보다 작은 관경을 통과하기 위해서는 더욱 큰 기저 차압을 발생시킬 수밖에 없으므로 이 때 기저 차압이 증가함에 따라 헌팅량은 감소하는 관계가 실제에도 성립되고 있음을 확인할 수 있는 결과이다.

6. 결론

본 연구를 통하여 도출된 결론은 다음과 같다.

(1) 유량 헌팅의 가장 근본적이고 주요한 원인은 수요/공급 변동에 따른 유동조건 변화이다.

(2) 헌팅의 가장 주요한 지배 인자는 계량 배관경과 유량이며, 이 때 헌팅량의 영향 인자와 상관 관계는 다음과 같다.

▶ 헌팅량 \propto 차압변화량, 계량 배관 관경, 샘플링 간격

▶ 헌팅량 $\propto 1 /$ (전후단 배관 관경, 기저차압, 기저유량)

(3) 본 연구에서 검토된 바와 같이 기존에 일반적으로 사용되고 있는 헌팅 관계식은 그 자체가 가지는 특성이 다른 인자와의 상관에 따라 실제 유동의 불안정성이나 계량오차 가능성을 평가하는 기준으로 한계가 있음을 확인하였다. 따라서 유동의 불안정성은 유량과 차압 변화율의 식을 기준으로 하는 것이 오히려 적절하고, 계량오차와의 연계 검토를 위하여서는 변위율과 상관되는 별도의 인자를 추가적으로 도출하여 이를 유량 및 차압변화율과 상관시키는 새로운 헌팅 관계식의 도출이 적절할 것으로 판단된다.

참고문헌

- (1) ISO, 1991, Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices, ISO 5167-1
- (2) AGA, 1991, Orifice Metering of Natural Gas, A.G.A Report No. 3
- (3) 안승희, 허재영, 1999, 계량설비 설치조건에 따른 계량정확도 비교 실험 연구, 한국가스공사 연구개발원 연구보고서
- (4) 안승희, 허재영, 1998, 유량계 현장 비교 실험 연구, 한국가스공사 연구개발원 연구보고서