

# 충격파 감금법을 이용한 고압배기가스 유동의 제어

## Control of High-Pressure Exhaust Gas Flows Using Shock-Wave Confinement

김희동\*, 김태호\*, K.Matsuo\*\*  
(\*안동대학교, \*\*Kyushu Univ.)

최근 화학, 연소, 동력, 제철 등의 각종 플랜트에서 조업압력이 고압화되어 가고 있으며, 이에 수반하여 배관계를 통하는 고압가스 유동에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 배관계를 통하는 고압가스의 유동에 있어서 유량의 적절한 제어, 유동에 의하여 야기되는 배관계의 소음·진동, 그리고 배기가스의 적절한 처리법 등은 공학적으로 매우 중요한 문제로 알려져 왔다. 일반적으로 정상운전을 하는 플랜트에서 고압 배기가스의 문제는 배기가스 Expander에 의하여 에너지를 회수하는 방법이 생각될 수 있으나, 실제 공업현장에서는 배기가스를 안전하고, 또 소음·진동을 발생시키지 않도록 적절하게 처리하는 것이 매우 중요한 기술적 과제로 남아 있다.

일반적으로 배기가스의 압력이 임계압력(critical pressure) 이상으로 되는 경우(실제 대부분의 플랜트에서 배기가스의 압력은 임계압력보다 매우 높다), 배관계 내부에서 충격파(shock-wave)가 발생하여 난류와동 혹은 난류경계층과 간섭하게 됨으로써 강력한 공기역학적 소음이나 진동을 발생시키게 된다. 이와 같은 소음·진동에 대한 대책으로는 현재 가스배출부에 감압밸브를 직렬로 설치하거나, 유로에 다공판(porous plates)들을 삽입하여 감압과정을 공간적으로 분산시킴으로써, 충격파가 발생하지 않도록 하는 방법을 주로 채택하고 있다. 그러나 이러한 방법을 적용하는 경우 배기가스 유동에 대한 유량의 제어기능이 저하되는 문제가 발생한다.

기계역학적 이론(gasdynamics theory)에 의하면, 배관계를 통하는 고압가스 유동장의 상류와 하류에 두 오리피스(orifice)를 설치하여, 유동이 두 오리피스에서 이중초크(double choking)하도록 하는 경우, 배기가스의 압력이 임계압력을 초과하더라도 충격파는 두 오리피스 사이에 한정되게 된다. 따라서 배관계에서 발생하는 소음·진동의 억제효과를 극대화할 수 있을 뿐만 아니라 각 초크조건에 따라서 유량을 정확하게 제어할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 개념을 이용하여, 충격파를 관내에 감금시킴으로써 고압 배기가스 유동에 대한 새로운 제어법 및 처리법을 개발하는 것을 목적으로, 실험 및 이론계산을 수행하였다. 실험에서는 충격파 풍동(shock tunnel)을 개조하여, 측정부에 두 오리피스를 설치하였으며, 두 오리피스의 단면적과 충격파 풍동의 압력비를 변화시켰다. 또 이론해석에서는 점성 압축성 내부유동을 모델화하여 수치계산을 적용하였으며, 충격파가 두 오리피스 사이의 공간에 감금되는 조건을 구하였다. 본 연구의 결과는 각종 플랜트에서 발생하는 고압 배기가스 유동에 대한 새로운 처리법으로 유용하리라 판단된다.