

## 2중 곡관 내를 전파하는 충격파의 동역학적 특성에 관한 연구

김현섭\*, 김희동\*, 박종호\*\*

\*안동대학교 기계공학부, \*\*충남대학교 기계공학부

(E-mail : kimhd@andong.ac.kr)

일반적으로 충격파가 관로 내를 전파할 때 나타나는 충격파의 반사(reflection)나 회절(diffraction)현상은 충격파 동역학(shock dynamics)이라는 순수한 학문적인 관점에서 뿐만 아니라 기체의 연소나 폭발을 수반하는 데토네이션파(detonation wave)나 블라스트파(blast wave)의 전파형태, 충격파와 관 벽이나 구조물과의 간섭 등의 연구의 기초가 되며, 각종 플랜트의 배관계, 도시가스 수송라인 및 내연기관의 배기시스템 등 산업분야 전반에 걸친 응용면에서 매우 중요하다. 예를 들면 자동차 엔진의 고출력에 수반되는 배기소음의 저감 대책에 있어서, 배기관 내를 전파하는 충격파가 배기관 끝에서 방출하기 전에 약한 충격파로 감쇠시키는 것이 요구되며, 이를 위해서는 관내를 전파하는 충격파의 전파나 감쇠특성에 관한 연구가 반드시 선행되어야 한다.

종래 충격파가 고체벽면을 따라 전파하는 경우에 발생하는 충격파의 반사형태나 삼중점(triple point)의 궤적변화 등에 미치는 벽면의 곡소형상이나 각도 및 벽면의 열적조건, 입사충격파의 마하수, 주위 기체매질의 종류 등의 영향이 상세하게 조사되었다. 그 결과 충격파의 반사나 전파형태 등의 충격파의 동역학적 특성이 비교적 잘 알려져 있다. 그러나 이들 연구는 전파하는 충격파의 특성에 고체벽면의 구속효과를 무시한 외부 유동에 대한 것으로, 관내를 전파하는 충격파에 관한 기초연구는 많지 않다. 일반적으로 충격파가 직경이 크지 않는 관내를 전파하는 경우, 충격파의 반사형태나 삼중점 등의 주요 전파특성은 외부유동과는 매우 다르다. 이것은 전파하는 충격파 하류에 반사충격파가 반복하여 발생하게 되며, 이들 반사충격파는 고체 벽면을 따라 발생하는 경계층과 매우 복잡한 간섭을 일으키게 되므로, 유동장을 이해하기가 용이하지 않기 때문이다. 또 관의 형상이 국소적으로 굴절부를 가지는 밴드형태(bend pipe)인 경우 굴절부에서 발생하는 충격파의 반사와 회

절, 팽창파의 발생, 그리고 전파하는 충격파에 의하여 유기되는 와류유동은 반사충격파와 다시 간섭을 하여 유동장은 더욱 복잡하게 된다. 특히 각종 플랜트의 배관, 자동차나 기타 추진체의 배기관 등과 같이 관의 형상이 단순하지 않고 복잡한 경우 발생하는 비정상 충격파 유동장에 대한 유동해석 사례는 극히 드물며 실제 전파하는 충격파에 관한 기계공학적응용 측면에서 충격파의 감쇠나 유동장의 불안정성 뿐만 아니라 관 벽에서 발생하는 비정상 하중 등은 관로 요소의 설계에 대단히 중요하지만, 현재까지 이와 관련된 연구사례는 거의 없다.

따라서 본 연구에서는 입사 충격파의 마하수를 변화시켜 가며 2중 곡관내를 전파하는 충격파의 전파특성을 파악하고 관의 굴절부가 충격파의 전파에 미치는 영향 등을 수치해석을 통하여 조사하였다. Fig.1은 2중곡관(double bend)을 전파하는 충격파의 거동을 나타냈었으며, 그림에서  $t'$  는 수치계산의 무차원 시간이며,  $t' = 0$  는 2중곡관의 상류에서 입사 충격파가 2중곡관의 입구를 향하여 전파하기 시작하는 시간이다.

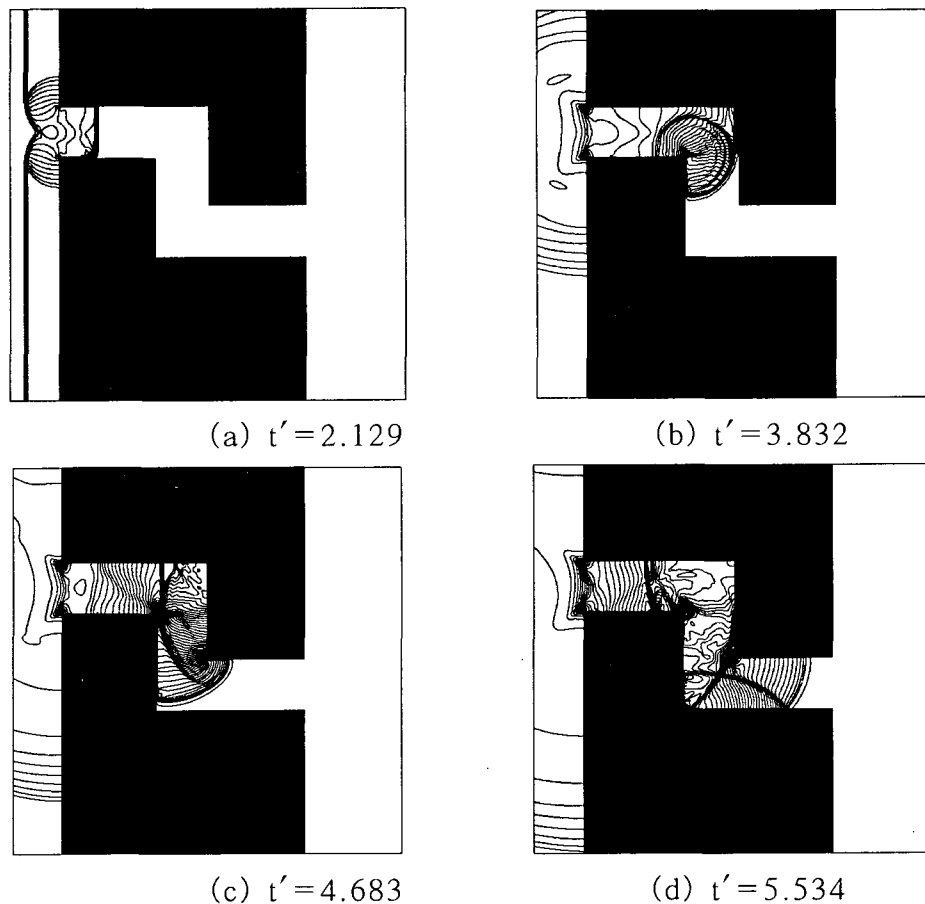


Fig.1 Time histories of pressure contours( $M_s=1.1$ )