

공급압력과 시험부 압력을 보여준다. 배기밸브를 수동으로 전환하면 시험부 압력 맥동의 진폭이 크게 작아지지만 평균값이 목표값에서 크게 이탈하는 것을 볼 수 있다. 공급밸브는 배기밸브가 수동이 되면서 시험부 압력(공급밸브 입장에서는 배압)이 높아짐에 따라 동일한 시험부 공급압력을 유지하기 위해 공급밸브를 닫는 것을 확인할 수 있다.

각 제어밸브를 수동으로 전환하더라도 해당 압력의 맥동이 계속 생기는 것은 상대방 밸브의 제어결과가 영향을 주기 때문이다. 각 제어밸브를 개별적으로 수동으로 놓았을 때 맥동이 가장 작아지는 결과를 볼 수 있었으나 이 경우 원하는 설비환경 조건을 유지하지 못하게 되는 것 역시 확인할 수 있다. 이 그림들을 보면 공급밸브와 배기밸브 모두 자동제어를 위해 계속 밸브 개도를 제어하는 것을 확인할 수 있으며 이러한 제어행위가 압력 맥동으로 연결되는 것을 확인할 수 있다.

이를 바탕으로 밸브를 제어하면서 압력 맥동을 없앨 수는 없으나 최소화 할 수 있는 방향은 설정할 수 있다. 제어기능을 강화하면 맥동의 주파수는 커지나 진폭이 작아질 것이고 제어기능을 약화시키면 반대의 경우가 발생할 것이다.

### ③ 제어밸브의 PID Gain 변화에 따른 특성 분석

엔진의 비행속도 모사를 위해 가장 중요한 공급압력을 제어하는 공급밸브와 엔진 고도 모사에 가장 중요한 시험부 내부압력을 제어하는 제어밸브의 제어 PID gain을 변경하여 설비 제어에 미치는 영향을 분석하였다. 제어 PID gain의 변화 방향은 이미 앞에서 확인한 바와 같이 맥동을 없애면서 원하는 조건(압력)을 유지할 수 있어야 한다. 이를 위해 두 밸브의 P gain을 크게 하고 I gain을 작게 하는 방향으로 수정하였다. 항우연 고공시험설비의 제어로 직은 시험설비의 구성형태에 따라 다른 로직을 사용하기 때문에 모든 로직에 적합한 PID gain 재확인에는 많은 시간과 비용이 필요하다. 따라서 본 과제에서 집중하고 있는 운전영역에 대한 PID gain 변경을 수행하였다. 공급밸브와 배기밸브의 PID gain 수정을 위해 본 과제에서 개발 중인 시험설비 모델을 활용하였다. 단 시험설비 모델이 정상상태의 절대값을 계산할 수는 없기 때문에 앞에서 예상한 PID gain 변화 방향과 그 크기를 정성적으로 예측하는 톨로 활용하였다. 모델링과 실험을 통해 공급밸브의 PID gain 변화로는 제어성능을 향상시킬 수 없어 현재상태가 최적화되어 있음을 확인하였다. 그러나 배기밸브의 PID gain은 정상상태 제어성능을 향상시킬 수 있는 조합을 찾을 수 있었다. 이에 배기밸브는 목표 시험환경조건 생성을 위한 PID gain(6/1.5)과 정상상태 데이터 저장용 PID gain(12/0.5)를 별도로 확보할 수 있었다. 이렇게 P gain을 키워서 비례제어기능을 향상시킨 정상상태 데이터 저장용 PID gain을 적용한 결과 시험부 압력 맥동의 진폭은 작아지고 주파수가 커진 것을 확인할 수 있었다.

### ④ 동특성 분석결과에 따른 제어정밀도 향상방안 도출

지금까지 항우연 AETF의 특성을 분석한 결과, 실험조건을 형성하는 시험부 공급압력과 시험부 내부 압력은 밸브 제어에 의해 일정 수준의 맥동을 가질 수 밖에 없음을 알았다.

엔진의 속도를 모사하는 시험부 공급압력은 대구경 밸브가 공급하는 유동이 2개의 유로를 따라 공급되고 이중 하나는 밸브 없이 시험부로 흐르고 다른 하나는 소구경 밸브로 제어된다. 여기서 소구경 밸브의 직경선정과 제어 로직설정이 매우 중요하나 본 설비의 최대 작동영역을 고려할 때 본 과제에서 집중하고 있는 영역에서는 소구경 밸브에 의한 유동 제어가 원활하지 못한 것으로 판단된다. 이에 대한 추가 분석을 수행하여 3차년도에 개선방안을 도출하였다. 아울러 공급부의 대구경 밸브와 소구경 밸브 조합의 장단점을 분석하여 배기부의 대구경과 소구경 밸브 조합 설계에 반영하였다. 엔진의 고도환경을 모사하는 시험부 정압력은 대구경 밸브로 배기압력을 조절하고 있기 때문에 밸브의 작은 움직임에도 시험부 정압력이 크게 반응하는 것을 확인하였다.

설비 제어정밀도에 영향을 미치는 주요인자인 시험부 공급압력과 시험부 내부압력 중 시험부 내부압력의 제어정밀도를 향상시킬 여지가 많음을 확인하였다. 따라서 정상상태 조건을