

공압시험을 적용한 V-Insert 클램프의 누설유량 평가 Evaluation of Leak Flow-rate for V-Insert Clamp using Pneumatic Test

*황영은¹, #윤성호²

*Y. E. Hwang¹, #S. H. Yoon(shyoon@kumoh.ac.kr)²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²금오공과대학교 기계공학부

Key words : V-Insert Clamp, Leak Flow-rate, Pneumatic Test, Automobile Exhaust Pipes

1. 서론

V-Insert 클램프는 일정한 토크를 가하여 클램프 내 V 밴드의 썸기 작용으로 원형 파이프와 같은 소재 간을 체결한다. V-Insert 클램프는 파이프 간을 쉽게 탈거하거나 부착할 수 있기 때문에 여러 산업 분야에 적용되어 왔다. 최근에는 국내 차량의 배기 가스저감장치를 구성하는 부품들을 서로 체결하기 위해 V-Insert 클램프가 적용되고 있다. 현재 V-Insert 클램프는 전량 수입을 하는 실정으로 V-Insert 클램프에 대한 국내 연구가 없는 실정이다. 반면에 해외에서는 V-Insert 클램프에 대해 구체적인 메커니즘을 제시하였고 클램프의 성능에 대해 체계적인 연구가 진행되어 왔다[1,2]. 하지만 해외 연구는 V-Insert 클램프의 체결성능에 대한 연구로 실제 현장에 적용하기 위해서 파이프간의 체결 성능도 중요하지만 무엇보다도 기밀성능도 유지되어야 하기 때문에 이에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 공압을 적용한 시험장치를 구성하여 V-Insert 클램프의 기밀성능시험방법을 제시하고 적용토크에 따른 V-Insert 클램프의 기밀성능을 조사하였다.

2. 기밀성능시험

본 연구에서 적용된 V-Insert 클램프는 국내에서 개발한 V-Insert 클램프 제작용 프레스(주)테스크, Korea)을 통해 제작하였다. V-Insert 클램프의 공칭 지름은 150mm이며 V-Insert 단면의 각도는 40° 이다. Fig. 1에는 V-Insert 클램프의 기밀성능 평가를 위한 시험장치를 나타내었으며 배기관, 공기공급 장치, 레귤레이터, 압력센서, 개인용 컴퓨터, 신호 증폭기, A/D 변환기 등으로 구성되어 있다. 서로 분리된 각각의 배기관들은 한쪽 단면이 용접을 통해 밀폐되어 있으며 한쪽 배기관의 단면에는

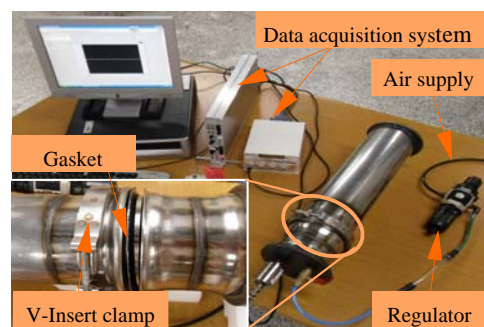


Fig. 1 Test set up for sealing performance.

공기주입구와 압력센서가 장착되어 있고 다른 배기관의 단면에는 배출구가 장착되어 있다. 체결된 배기관 내에 공기압이 주입되는 조건은 가압(Fill), 평형(Balance), 검출(Test), 배기(Dump) 순으로 설정하였다. 검출 단계에서 시간에 따라 압력변화를 측정하여 식(1)을 통해 누설유량을 계산하였다[3].

$$Q = \frac{\Delta P \times V \times 60}{t \times P_{atm}} \quad (1)$$

식(1)에서 Q(cm³/min)는 누설유량, ΔP(Pa)는 누설에 의한 압력변화, V(cm³)는 배기관 내의 체적, t(sec)는 누설시간, P_{atm}(Pa)은 대기압을 나타낸다.

본 연구에서는 체결된 배기관 내의 체적을 6148.35cm³, 가압시간 10초, 평형시간 10초, 검출시간 400초로 설정하였고 주입압력 50kPa과 100kPa을 고려하여 각각의 주입압력에서 토크 증가에 따른 V-Insert 클램프의 기밀성능을 평가하였다. 이때 배기관과 배기관 사이에 가스켓(Gasket)을 적용하였으며 가스켓(KSG-115, Korea Sealpac)의 두께는 1.2mm이며 구성성분은 주석과 그라파이트(Graphite)로 이루어져 있다.

3. 시험결과

Fig. 2에는 주입압력 50kPa인 경우 토크별로 검출시간에 따른 배기관 내의 압력 변화를 나타내었다. 압력변화 선도를 보면 초기 가압단계에서는 배기관 내에 압력이 급격하게 증가하고 평형상태에 이르게 되면 설정된 압력보다 완만하게 더 증가하는 양상을 나타내지만 이후 검출단계에서는 설정압력에 도달함을 알 수 있다. 검출단계에서 보면 모든 적용토크범위에서 시간에 따른 압력 변화가 나타나지 않음을 알 수 있다. Fig. 3은 주입압력 100kPa 인 경우로 검출단계에서 적용 토크가 4N-m 이상이 되면 시간에 따른 압력 변화가 나타나지 않는다. 하지만 적용 토크가 3N-m이하에서는 배기관 내의 압력이 시간에 따라 감소하는 양상을 나타낸다. 특히 적용 토크가 1, 2N-m인 경우 가압단계에서 설정압력에 도달하지 못하고 검출시간 이내로 배기관 내의 압축된 공기가 완전 배출됨을 알 수 있다. Fig. 2와 Fig. 3에서의 시간-압력 선도로부터 식(1)을 통해 누설유량을 계산해보면 설정압력 50kPa인 경우 모든 적용 토크 범위에서 누설유량이 50cm³/min미만의 값을 나타내어 배기관 내의 기밀이 유지됨을 알 수 있다. 하지만 설정압력 100kPa인 경우 적용토크 1N-m에서는 누설유량이 152cm³/min, 2N-m은 2947cm³/min, 3N-m은 662cm³/min가 되어 배기관 내에 기밀 유지가 되지 않지만 4N-m 이상의 토크가 적용되면 누설유량이 50cm³/min미만의 값을 나타내어 기밀이 유지됨을 알 수 있다.

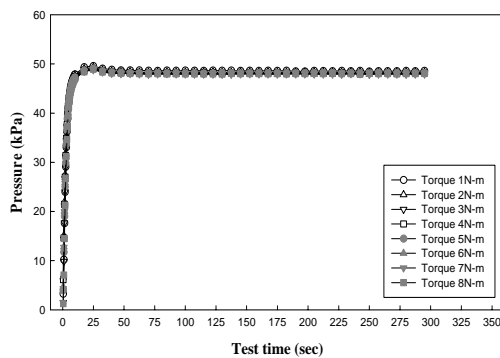


Fig. 2 Pressure along with various torques under applied pressure of 50kPa.

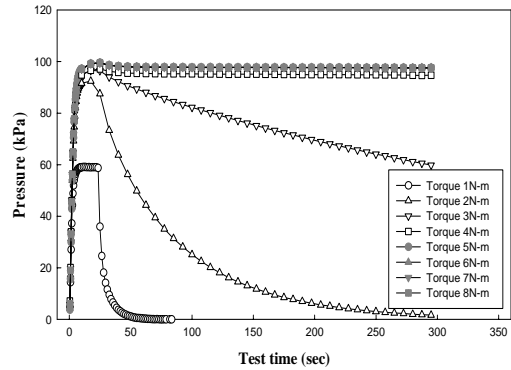


Fig. 3 Pressure along with various torques under applied pressure of 100kPa.

4. 결론

본 연구에서는 공압을 적용한 기밀시험장치를 구성하여 V-Insert 클램프의 기밀성을 조사하였다. 주입압력 50kPa인 경우 모든 적용토크 범위에서 시간에 따른 압력 변화가 없어 누설이 되지 않지만 주입압력 100kPa인 경우 적용 토크가 3N-m 이하에서는 누설이 되었다. 하지만 V-Insert 클램프로 배기관 간을 체결할 경우 배기계의 하중을 지지할 수 있는 체결력을 만족시키기 위해 최소 4N-m 이상의 토크가 요구된다. 따라서 배기관 내에 압력이 최대 100kPa이 되더라도 비교적 높은 토크가 적용된다면 V-Insert 클램프는 충분히 기밀성능을 가지는 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Shoghi, K., Barrans, S.M. and Rao, H.V., "Stress in V-section Band Clamps," Proceedings of the Institute of Mechanical Engineering Part C, Journal of Mechanical Engineering Science, **218**, pp. 251-261, 2004.
2. Shoghi, K., Barrans, S. M. and Ramasamy, P., "Axial Load Capacity of V-section Band Clamp Joints," 8th International Conference on Turbochargers and Turbocharging(London), pp. 273-285, 2006.
3. 지상원, 장지성, "공기압 시스템의 누설 유량 계측법," 유공압시스템학회지, **4**, 33-37, 2007.