

Jet Injector Nozzle 유로의 최적 설계

이정익*

*인하공업전문대학 기계공학부 기계설계과

e-mail: jilee@inhac.ac.kr

Optimal design of jet injector nozzle flow path

Jeong-Ick Lee*

*Dept. of Mechanical Design, INHA Technical College

요약

본 개발과제는 동물용 백신 무침형 접종 주사기로서 (돼지, 소, 닭) 등의 동물 백신 접종에 적용할 수 있는 제품을 개발하고자 하는 것이며 사용이 편리하고 접종자가 들고도 휴대의 부담을 느끼지 않고 가볍게 사용할 수 있는 경량화 동물용 백신 무침주사가 개발을 위한 구동 메카니즘 설계역학 자료와 구조설계 레이아웃 작성 등의 기술적인 부분을 해결하고자 한다.

1. 서론

약물(백신)을 체내 전달할 때 적용되는 DDS(Drug Delivery System) 기술 개발건으로 기존 주사침을 이용해 약물을 주입할 때 발생하는 돌출과 2차철을 제거하고 항체 형성 효과를 향상하기 위해 주사침 없이 Jet Injection 기술을 개발하여 약물을 타겟지점까지 주입할 수 있도록 하는 기술이다. 워 자동주사기는 국내에 사용화된 기술이 아니라 기획 단계부터 개발 목표값을 설정하는데 어려움이 있다. 현재 선진 해외 제품의 경우 부피가 크고 중량이 무거운 단점이 있고 가스 방식의 경우 사람의 몸에 별도의 가스등을 장착하여 사용하고 있는데 이를 보완하여 소형화와 고정밀성에 개발 목표를 맞추고 사업을 추진하는 중이다. 본 연구를 통해 일단 동물의 몸에 무침 주사침으로 사용될 수 있는 Jet Injector Nozzle의 유로의 최적 설계를 본 연구를 통해 달성하고자 한다.

내용등을 정리하여 대상업체에 전달하였다.

기본 노즐 및 목업 제작에 있어 실험 1, 2의 조건, 이에 따른 도면, 확인 사항을 아래 그림 및에 도시하였다. 내용은 실험 1, 2의 조건 및 확인사항이 수록되어 있으며 탱크구조의 역할이 보이기 시작한다.

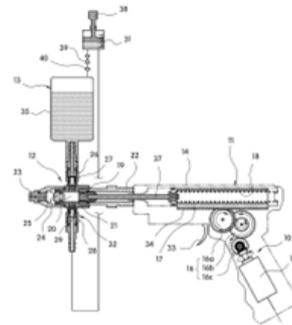
가운데 동물용 백신 무침 자동 주입 주사기 IJECT Ani_NF 개발에 대한 동물용 무침 접종 주사기 국산화 개발을 위한 구동 메커니즘 설계 역학자료 지도의 일환으로 무침 접종 주사기 기본 설계에 있어 특허인 “바이패스형 자동 무침 주사기”에 대한 분석 및 기술 내용 협의, 회피설계에 대한 토론이 있을 수 있으며 바이패스형 자동 무침 주사기에 대한 특허내용을 수록하여 특허 분석 및 토론에 사용가능하다.

특허 내용중 바이패스형 자동 무침 주사기에 주목하라.

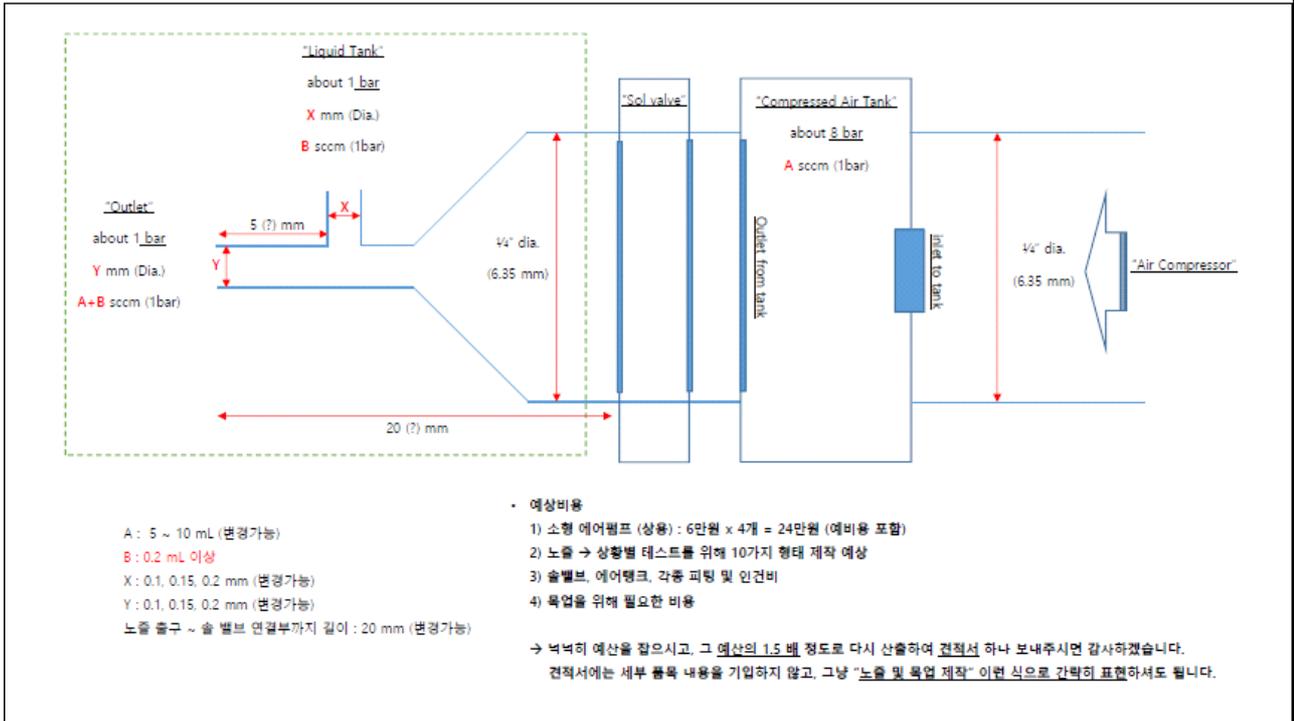
2. 동물용 백신 무침 자동 주입 주사기 IJECT Ani_NF 개발을 위한 과정

동물용 백신 무침 자동 주입 주사기 IJECT Ani_NF 개발을 위해서는 구동 메커니즘 설계 및 역학자료를 7일 정도 지도하고 나머지는 구동 메커니즘 구조설계 Layout을 위한 지도를 약 3일간 자세히 실시한다.

기본 노즐 및 목업 제작건으로 개략도 및 예상비용, 협의

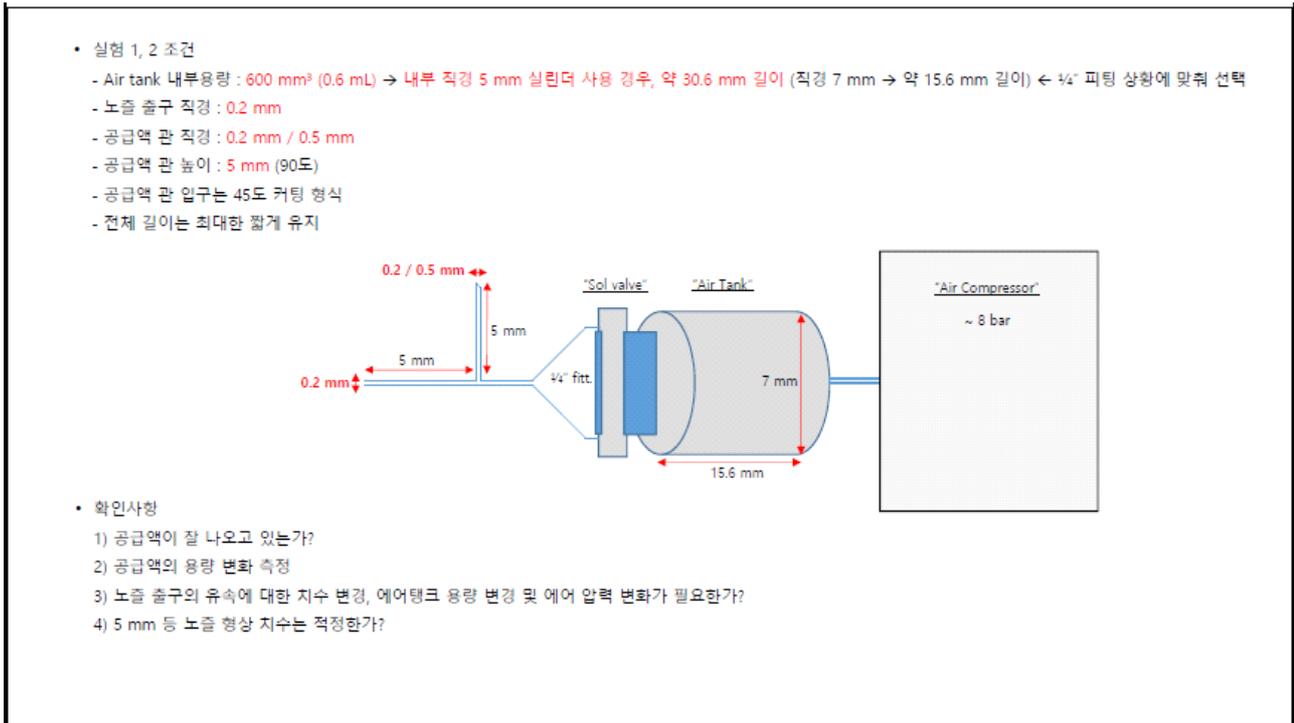


[그림1] 바이패스형 자동 무침 주사기



[그림 2] 기본 노즐 및 목업 제작건으로 개략도 및 지도일지엔 협의 내용 정리하여 업체에 줌.

예상비용, 협의 내용 정리하여 업체에 줌.



[그림 3] 기본 노즐 및 목업 제작에 있어 실험 1,

2의 조건, 이에 따른 도면, 확인 사항을 A4에 표시함.

다음으로 무침 접종 주사기 기본 설계에 있어 “바이패스형 자동 무침 주사기”에 대한 분석 및 기술내용 협의, 회피설계에 대한 토론으로 바이패스형 자동 무침 주사기”에 사용되는 가스 스프링 실린더 사양에 대한 논의는 다음과 같은 3가지 것으로 수행한다.

- N200 N Type의 Power Cylinders에 대한 설명 및 사양
- N200의 3각법 표현
- 스트로크 구간별 스프링 하중 선도

또 다른 동물용 백신 무침 자동 주입 주사기 I JECT Ani_NF 개발에 대한 동물용 무침 접종 주사기 국산화 개발을 위한 구동 메커니즘 설계 역학자료로 다음과 같은 것들이 있다. 대동물용 무침 백신(약물) 자동 주입 주사기의 제품 개발 제안 계획은 다음과 같다.

- 개발목표에 대한 토론
- 동물에 백신(또는 약물)을 니들 없이 정량 주입하기 위한 자동 약물 주입기기 개발
- 타겟팅 제품에 대한 토의

개발목표는 다음과 같다.

- ① 동물에 백신(또는 약물)을 니들없이 정량 주입하기 위한 자동 약물 주입기기 개발
 - 전체 기구 설계/개발
 - 전체 회로 설계/개발
 - 구동 펌웨어 코딩/개발
 - UX/UI 디자인

평가항목	단위	성능수준
1. 약물 분사 FORCES	N	200
2. 약물 분사 최대 압력	MPa	20
3. 1회 약물 분사 시 최소량	ml	0.5ml (±5%)
4. 1회 약물 분사 시 최대량	ml	0.6ml (±5%)
5. 약물 분사 SPEED	m/s	100-200
6. 약물 분사량 제어 단계	ml/단	2단

<정량적 목표항목>

② 타겟팅 제품 : Hipradermic의 성능 및 구조 100% 적용 요소

나머지 애로지도는 Jet Injector Nozzle 유로의 최적설계에 대한 3일간의 지도내용을 수록하기로 함. 이번 경우는 8회차 지도로 개요, 기존 Jet Injector 형상 단면도, 기존 Jet Injector

형상 단면도 해석 영역을 제시하고 이를 기업과 토의하였다.

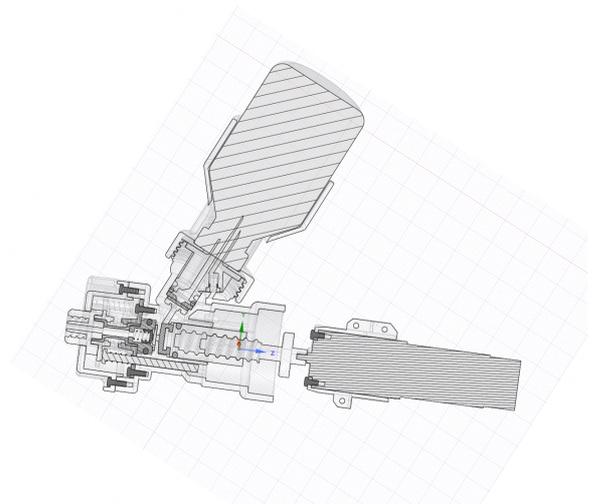


[그림 4] Hipradermic

개요는 다음과 같다.

- 본 해석은 기존의 Jet Injector가 가지고 있는 노즐 토출측에서의 압력 손실 발생 문제를 해결하고자 수행되었다.
- 노즐 토출측의 압력은 결과적으로 노즐에서 분사되는 유속에 관련되며, 더 빠른 유속이 형성되어야 더 높은 압력을 가질 수 있다. 따라서, 본 해석은 노즐 토출측에서의 유속이 200m/s이상 되도록 노즐 유로를 최적 설계하였다.
- 유동 해석을 위한 경계조건은 입구측, 즉 실린더의 피스톤 출구부에서 20MPa 이 형성된다고 가정하였으며, 이때 노즐 토출 유속이 200m/s이상 되도록 노즐의 유로를 최적 설계하였다.
- 그 결과, 기존 형상에서 195m/s의 유속에서 최적설계 형상에서는 204m/s 이상의 유속을 가질 수 있었다.
- 본 해석은 기존의 형상의 노즐 유로에 대한 것에 초점을 맞추고 있기 때문에 후방측의 실린더 및 모터의 설계 사양은 추가적인 검토가 필요하다.

기존의 Jet Injector 형상 단면도는 다음과 같다.



[그림 5] 기존 Jet Injector 형상 단면도

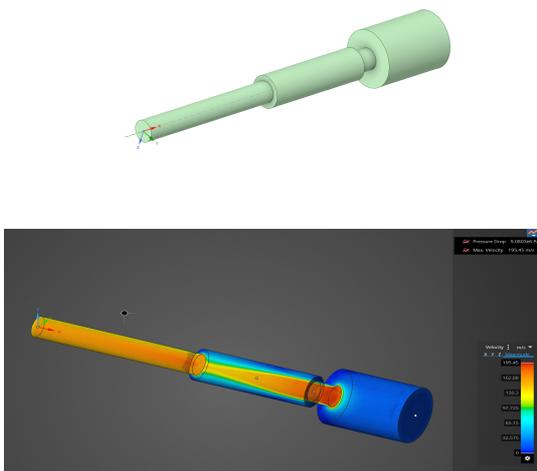


[그림 6] 기존 Jet Injector 형상 단면도 해석 영역

기존의 형상분석은 다음과 같다.

- 기존 형상의 노즐 유로가 복잡한 형태를 가지는 것은 아니지만 축소유로와 확장 유로가 혼재되어 있어 압력손실이 많이 발생할 수 밖에 없는 구조이다.
- 따라서, 유입측 압력이 20MPa로 작용할 경우, 빠른 유속이 발생하게 되나 이로한 축소 유로와 확장 유로가 혼재되어 있는 경우, 확장 유로에서 빠른 유속에 의해 Recirculation flow가 발생하게 됨으로 이러한 유로 구조에서는 필연적인 큰 압력 손실하게 된다.
- 따라서, 기존 설계에서 보다 빠른 유속을 형성하기 위해서는 확장 유로에서 축소 유로로 형상 변화가 급격하게 발생할 때, Recirculation flow가 발생하여 압력손실을 야기함으로 이 부분에 대한 최적 형상을 가질 수 있는 설계가 필요하다.

기존의 형상도는 다음과 같다.



[그림 7] 기존의 형상도와 형상 해석 결과

3. 해석 결과

- 본 해석은 Jet Injector가 가지고 있는 노즐 토출측서의 압력 손실 발생 문제를 해결하고자 수행되었다.
- 노즐 토출측의 압력은 결과적으로 노즐에서 분사되는 유속에 관련되며, 더 빠른 유속이 형성되어야 더 높은 압력을 가질 수 있다. 따라서, 본 해석은 노즐 토출측에서의 유속이 200m/s 이상 되도록 노즐 유로를 최적설계하였다.
- 유동 해석을 위한 경계 조건은 입구측, 즉 실린더의 피스톤의 출구부에서 20MPa이 형성된다고 가정하였으며, 이때 노즐 토출 유속이 200m/s이상 되도록 노즐의 유로를 최적 설계하였다.
- 기존 형상에서 195m/s의 유속이 형성되었으며, 이는 설계 요구조건인 200m/s에 만족하지 못하였다. 이러한 원인은 노즐 유로 확장관 내부의 Recirculation flow 영역이 발생함에 따른 압력 손실에서 기인한다. 따라서, 노즐 유로 형상을 최적설계하였고, 이를 통해 기존 형상 대비 9m/s이상인 204m/s 유속을 가질 수 있었다.
- 본 해석은 기존의 형상의 노즐 유로에 대한 것에 초점을 맞추고 있기 때문에 후방측의 실린더 및 모터의 설계사양은 추가적인 검토가 필요하다.

참고문헌

- [1] O. Iida, T. Iwamura, K. Hashiba, Y. Kurosawa, "A fiber optic distributed temperature sensor for high-temperature measurements", Temperature its measurement and control in science, Vol. 6, No. 2, pp. 745-750, 1992.
- [2] J. McGhee, I. A. Henderson, L. Michalski, "Dynamic properties of contact temperature sensors: I thermo-kinetic modeling and the idealized temperature sensor", Temperature its measurement and control in science, Vol. 6, No. 2, pp. 1157-1162, 1992.
- [3] Z. Peng and W. Ruzhu, "Particular low temperature sensors: superconductor temperature sensor and high resolutions temperature sensor", Journal of low temperature physics, Vol. 24, No. 3, pp. 235-243, 2002.