

연구보고서
기전연 95-3-4

리프트 시험 분동 대체 기구 개발

1995. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

머 리 말

리프트는 건설 현장에서 작업물을 건물 바닥에서 고층으로 운반 작업을 수행하는 것으로 근로자의 무거운 물건 운반 기피 등으로 그 사용이 계속확대 되고 있습니다. 리프트는 사용하는데에 있어서 편리하나 매우 위험하여 재해가 많이 발생되고 있습니다.

이러한 위험을 예방하기 위해 리프트에 장치하는 과부하방지장치, 권과방지장치, 비상정지장치, 경보 장치, 완충 장치 등의 방호 장치를 설치하여 운행하도록 되어 있습니다.

리프트의 안전성을 확보하기 위해서는 위의 각 방호 장치의 신뢰성이 무엇보다도 중요하며 정기검사, 자체검사 실시 등으로 그 안전성 확보에 항상 주의를 기울여야만 합니다.

이중 리프트의 강도 및 과부하방지장치의 성능을 시험하기 위해 실시되는 기존의 하중 부가 시험은 아직 무거운 분동을 운반, 적재해야 하므로 어려움이 많아 그 방법상 현장근로자의 노고가 필요하였고 리프트 시험에 있어서 신뢰성을 주지 못하였습니다.

이러한 문제들을 해결할 수 있도록 본 연구원에서는 리프트 시험 분동 대체 기구를 개발하였습니다. 이 장치는 이동 및 설치가 용이하여 소수의 인원으로 편리하고 효과적으로 리프트 시험을 할 수 있게 하고 시험의 신뢰도를 높이는데 기여할 것이라 생각합니다.

아무쪼록 이 리프트 시험 분동 대체 기구가 널리 현장에서 리프트 하중부가 시험에 사용되어 대민 업무에 부족함이 없도록 하고 산업 재해를 예방하는데 기여할 수 있기를 바랍니다.

끝으로 본 장치의 개발에 도움을 주신 관계 전문가 여러분들께 감사드리며 앞으로 보고서에 미진한 점이나 더 좋은 방법을 담당 연구자에게 알려 주시면 향후 저희 연구에 많은 도움이 될 것입니다.

1995년 12월 31일

산업안전연구원장

목 차

1. 서 론	1
1.1 연구의 목적 및 배경	1
1.2 연구의 개요	2
2. 현장 실태 조사	4
2.1 리프트 시험의 문제점	4
2.2 리프트 시험 분동 설치 및 해체 작업시의 재해 발생	4
3. 리프트 시험 분동 대체 기구의 개발	6
3.1 리프트 시험 분동 개발시 기본 조건	6
3.2 리프트 시험 분동 대체 기구의 원리 및 구성	7
3.2.1 원리	7
3.2.2 구성	8
3.3 시제품의 제작	11
3.4 시제품의 현장 적용 시험	18
3.5 연구 결과	23
4. 결 론	25
참고문헌	27

1. 서 론

1.1 연구 목적 및 배경

우리 나라의 주로 건설 현장에서 건물 바닥에서 고층으로 작업물을 또는 기타 물건을 운반하는 작업에 리프트가 많이 사용되고 있다.

선진국에서는 리프트가 건설 현장의 고가 작업, 고층 빌딩의 유리 청소 및 건물 벽화 그리기 등에 안전하게 작업 할 수 있게 하기 위해 비계 대신 작업 발판으로 사용되는 경우가 많다. 이러한 방법은 건설 현장 및 기타 작업장에서 추락 및 낙하, 비례로 인한 재해를 예방하고 작업 능력을 높이는 데에 기여하고 있어 우리 나라의 일부 현장에서도 이러한 설비를 도입하여 사용하는 곳이 있다.

우리 나라 건설 현장에서는 이 리프트는 일반적으로 작업에 필요한 시멘트나 기타 공구 및 작업후 남은 쓰레기 등을 운반하는 데에 쓰이고 있으나 그 사용이 계속 확대 되고 있다.

이러한 리프트는 건물 바닥에서 고층까지 상하로 이동하므로 리프트의 가이드 역할을 하는 구조물 자체가 고층건물의 상부까지 높게 일체형으로 설치된다. 그러므로 이 구조물 자체를 유지하는데 충분한 강도가 필요하다. 또한 여기에 적재되는 운반물의 하중을 견딜 수 있는 강도도 필요하다. 이러한 강도의 유지에 충분한 무게의 물건만 싣고 그 이상의 하중을 적재하고 운행하는 것을 제한하기 위하여 과부하방지장치를 설치하도록 산업안전보건법에 이를 명시하고 있다. 따라서 이러한 강도와 과부하방지장치의 성능을 시험하기 위하여 리프트검사 및 과부하방지장치 성능검정을 위한 하중 부가 시험을 하여야만 한다.

하중 부가 시험 시에는 이에 필요한 하중을 주기 위하여 분동이 필요하다. 건설 현장에서 주로 쓰이는 리프트는 1 ton 정도의 적재 용량을 갖는 리프트가 대부분이므로 시험에서 필요한 하중은 리프트의 적재 용량의 110 % 인 1.1 ton 정도이다. 1.1 ton 정도의 분동을 시험 현장에 매 시험시 운반 및 설치하면서 시험을 하

는 것은 매우 어렵고 번거로운 일이다.

그래서 현장에서는 리프트 하중 부가 시험시 필요한 하중을 주기 위하여 현장 주변의 철재나 시멘트 포대 등을 이용하고 있다. 그러나 이러한 시험 방법도 작업자가 리프트에 무거운 물체를 들어 올려야 하고, 또 정확한 하중을 부가하기 어려운 문제가 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제들을 해결할 수 있도록 분동을 쉽게 운반 및 설치할 수 있는 데에 주안점을 두고 연구하였다. 그래서 어디에서든지 쉽게 공급될 수 있는 물을 이용하여 하중을 부가시키는 방법을 이용한 리프트 시험 분동 대체 기구를 개발하고자 하였다.

1.2 연구의 개요

리프트 시험 분동 대체 기구의 원리는 어디에서든지 쉽게 구할 수 있는 물을 사용하여 하중을 부가할 수 있는 방법으로 필요에 따라 세팅된 만큼의 물이 자동으로 공급되게 하여 하중이 부가됨으로서 간편하게 측정할 수 있게 하였다.

이 때 자동으로 공급되게 하는 방법으로는 공급된 물의 양을 로드셀을 이용한 계량기에 의하여 측정되게 하고 세팅된 수치에 가까워졌을 때 솔레노이드를 이용한 컨트롤 밸브가 자동으로 닫히게 됨으로서 물이 정량으로 주입되게 한 시스템이다.

리프트 시험대체 기구는 중량 감지식과 레벨 감지식의 두가지 방식으로 개발 하였다.

중량 감지식 리프트 시험 분동 대체 기구의 구조는 주입된 물의 중량을 측정하는 계량기, 물을 저장하는 PVC 튜브 및 밸브를 제어하는 컨트롤 박스 등으로 이루어져 있다.

레벨 감지식 리프트 시험 분동 대체 기구는 중량을 측정하는 계량기 대신 수위를 감지하는 레벨 게이지로 이루어져 있다.

PVC 튜브는 시험을 하지 않을 경우에는 접어서 쓸 수 있고 이를 사용 시에는

튜브 내부에 공기를 불어 넣어 형체를 유지할 수 있는 구조로 만들었다. 이 때 튜브의 내부에는 가느다란 실을 촘촘히 연결하여 정확하게 형체를 유지할 수 있게 하고 또한 내구성이 있게 하였다.

계량기의 플레이트는 듀랄미늄의 재질로 만들어 무게를 가볍게 하고 강도를 충분하게 하였다.

컨트롤 밸브 및 계량기의 전원을 직류 24V로 가능하게 하여 휴대하면서 전원이 없는 장소에서도 간편하게 측정을 할 수 있게 하였다.

이번 연구에서는 기존의 리프트 시험하중 부가 시험시 불편하고 측정이 정확하지 못한 점을 새로이 개선하여 간편하고 정확하게 시험할 수 있게 한 대체 분동의 구조가 연구 개발의 핵심이다.

이러한 방향으로 연구한 결과 기존의 시험 방법의 문제점인 무거운 분동이나 시멘트 등을 들어서 운반하지 않고 간편하고 정확하게 시험을 할 수 있을 뿐만 아니라 리프트 시험시 분동을 운반하는 작업자의 요통도 방지할 수 있을 것이다.

2. 리프트 시험의 현장 실태 조사

2.1 리프트 시험의 문제점

산업안전보건법에는 한국산업안전공단에서 리프트에 설치된 과부하방지장치의 성능검정실험을 실시하도록 규정하고 있다. 따라서 리프트의 안전에 관한 시험은 한국산업안전공단의 산업안전연구원의 검정실 방호장치부와 한국산업안전공단의 각 지도원 검사부에서 실시하고 있다. 각 지도원에서는 리프트 제조 업체의 리프트 제조 및 현장 설치 완료 시에 리프트 완성 검사를 하게 되어 있고 현장에서는 일정 기간마다 자체 검사를 실시하게 되어 있다.

이 과부하방지장치 시험은 리프트에 과부하가 걸릴 경우 과부하방지장치가 정상적으로 작동되는지를 시험하는 것이다. 이러한 시험은 무거운 금속 분동으로 부하를 주어서 시험을 한다. 무게가 서로 다른 여러 개의 무거운 분동을 가지고 다녀야 하는 하중 부가 시험은 매우 번거롭고 용이하지 않다. 그래서 건설 현장에서는 리프트 하중 부가 시험시 현장의 근로자들에게 이에 필요한 자재 및 시멘트를 운반하여 적재하도록 하고 있다. 이러한 시험 방법은 하중 부가시 어느 시점에서 과부하방지장치가 작동되는지 알지 못하여 과부하방지장치 강도 측정이 어렵고 분동이나 시멘트 포대를 리프트에 실어 올리는 작업자에게는 요통을 일으키는 요소가 되는 경우도 있다.

2.2 리프트 시험 분동 설치 및 해체 작업 시의 재해 발생

리프트 시험시 분동 운반 및 설치하는 시험을 실시하는 한국산업안전공단의 각 지도원이나 연구원에서 이를 준비하여야 하나 실지로는 그 현장의 작업자가 시험 준비를 하기 위해 금속으로 된 분동이나 시멘트 포대 등을 운반하여 리프트에 싣고 있다.

건설 현장 근무에 경험이 적은 근로자는 시멘트가 포대에 담겨져 있으므로 손잡

이가 없고 자루가 휘어지므로 운반이 어렵다. 리프트 시험시에 발생하는 근로자의 요통에 대하여 산업재해 통계에 구체적으로 나와 있지 않으므로 어느 정도 요통이 발생되는지 현재로서는 알 수 없다. 그러나 현장의 작업자들은 특히 초보 작업자들은 이와 같은 들기 어려운 중량물을 들고 운반하는 것은 디스크의 원인이 되는 경우가 종종 있다고 한다. 이와 같이 어려운 시험 여건으로 시험자 위주의 편의주의적인 시험을 하고 있는 문제점을 갖고 있어 민원상의 불만이 있다. 또한 이러한 건설 현장의 주변에 있는 물건들을 시험 기준으로 이용하므로 시험의 신뢰도가 없다는 인식을 주고 있었다.

3. 리프트 시험 분동 대체 기구의 개발

3.1 리프트 시험 분동 대체 기구 개발시 기본 조건

리프트 시험 분동 대체 기구 개발에서 간편하게 운반 및 설치할 수 있게 하는 것은 매우 중요하다.

리프트 시험현장에 이송하여 리프트의 내부에 이를 설치하는 것이 지금까지의 어려운 문제였다. 이러한 문제의 해결은 분동 자체의 무게를 최소화시켜 주고 운반과 해체를 용이하게 하여 손으로 간편하게 운반할 수 있게 하는 것이 중요하다. 또 이를 화물용 트럭을 이용하여야 한다면 매우 불편함으로 승용차에 간단히 실을 수 있게 하는 면에서 분동 대체 기구의 개발은 대체 분동의 Size나 중량이 고려되어야 한다.

이를 정리하여 나타내면,

- 각 Assembly의 운반 중량은 25~30 Kg 이내로 제작하여 운반이 용이하도록 한다.
- 운반시 이동을 편리하게 하기 위해 손잡이등을 부착하고 가방 등을 사용할 수 있게 제작 한다. 또한 크기는 승용차를 이용 할 경우에 가능한 Size로 제작한다.
- 바퀴를 설치 하여 운반을 용이하게 한다. 바퀴는 고정 할 수 있게 하여 장치를 설치 할 때 이동을 방지한다.
- 측정시 오차는 0.5 Kg 이하로 되어야 한다.
- 설치 및 세팅이 용이 하여야 한다.

3.2 리프트 시험 분동 대체 기구의 원리 및 구성

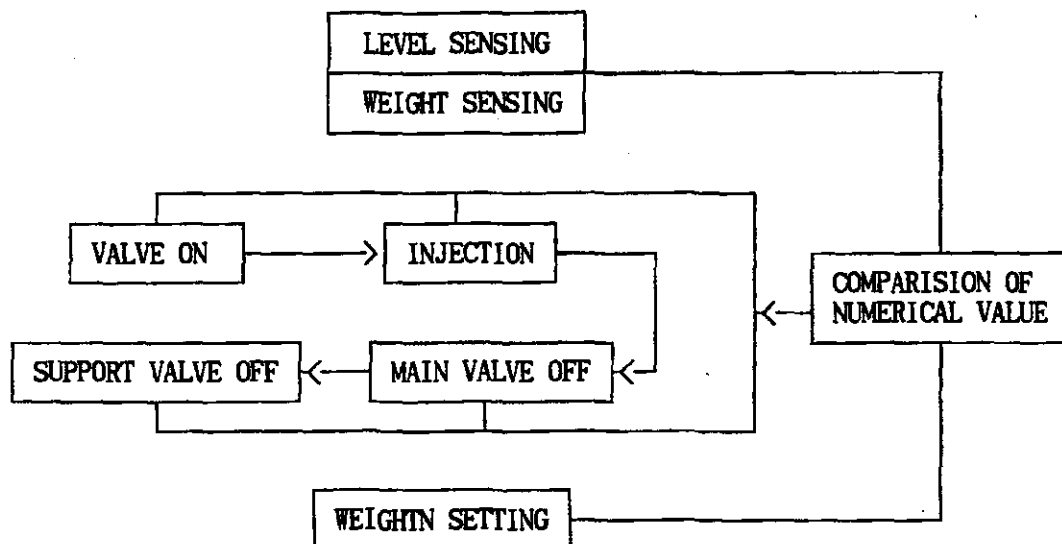
3.2.1 원리

리프트 시험 분동 대체 기구의 원리는 어디에서든지 쉽게 구할 수 있는 물을 사용하여 하중을 부가할 수 있는 방법이다. 필요에 따라 세팅된 만큼의 물이 자동으로 공급되게 하여 간편하게 측정할 수 있게 하였다.

중량 감지식 리프트 시험분동 대체 기구는 물을 자동으로 공급할 수 있게 하는 방법으로는 공급된 물의 양을 로드셀이 설치된 계량기에 의하여 측정되게 한다. 공급된 물의 무게가 세팅된 수치에 가까워졌을 때 솔레노이드를 이용한 컨트롤 밸브가 자동으로 닫히게 됨으로서 시험에 필요한 물이 주입되게 설계하였다.

레벨 감지식 리프트 시험 분동 대체기구는 무게를 감지하는 방법대신 수위를 감지하는 방법을 사용한다.

〈표 1〉 중량 감지식 및 레벨 감지식 리프트 시험 분동 대체 기구 동작 순서도

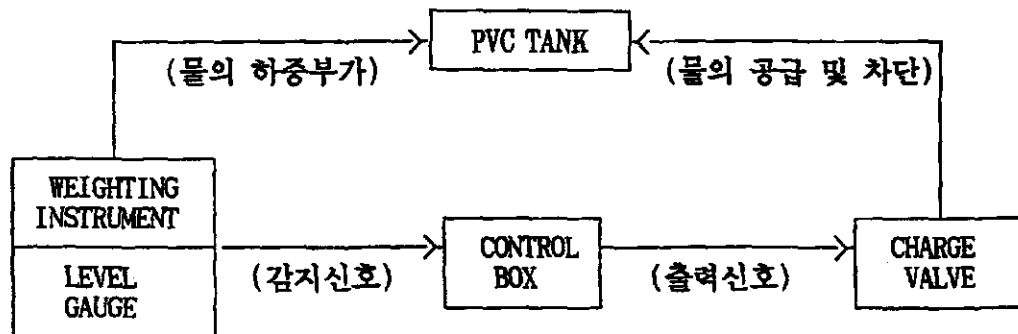


3.2.2 구성

중량 감지식 리프트 시험 분동 대체 기구의 구성은 [그림 1]과 같이 주입된 물의 중량을 측정하는 계량기, 물을 저장하는 PVC 튜브 및 밸브를 제어하는 컨트롤 박스 등으로 이루어져 있다.

PVC 튜브는 물의 자중을 이용할 수 있도록 저장하는 용기로 리프트 하중 부가 시험에 사용할 경우는 튜브의 내부에 공기를 불어 넣어 형체를 유지하고 시험시 물을 저장하여 물의 자중으로 하중을 부가하여 시험을 할 수 있다. 시험을 하지 않을 경우에는 튜브의 공기를 배출시켜 접어서 운반 및 보관이 용이하게 하였다.

〈표 2〉 리프트 시험 분동 대체 기구의 주요 구성도



계량기는 Platform, 브라켓, 후레임, 로드셀, 손잡이 및 바퀴 등으로 이루어져 있다.

브라켓과 후레임은 Platform위에 놓이는 튜브와 물의 자중을 견딜 수 있도록 하기 위해 설계한 것이다.

로드셀은 Platform위에 놓인 튜브와 튜브내의 물의 무게를 측정하여 정확한 무게를 부가시키기 위해 설치된 것이다.

Level 감지식 방식 리프트 시험 분동 대체 기구의 구성은 [그림 2]와 같이 물의 중량을 측정하는 계량기 대신 수위를 감지하는 Level Gauge로 이루어져 있다.

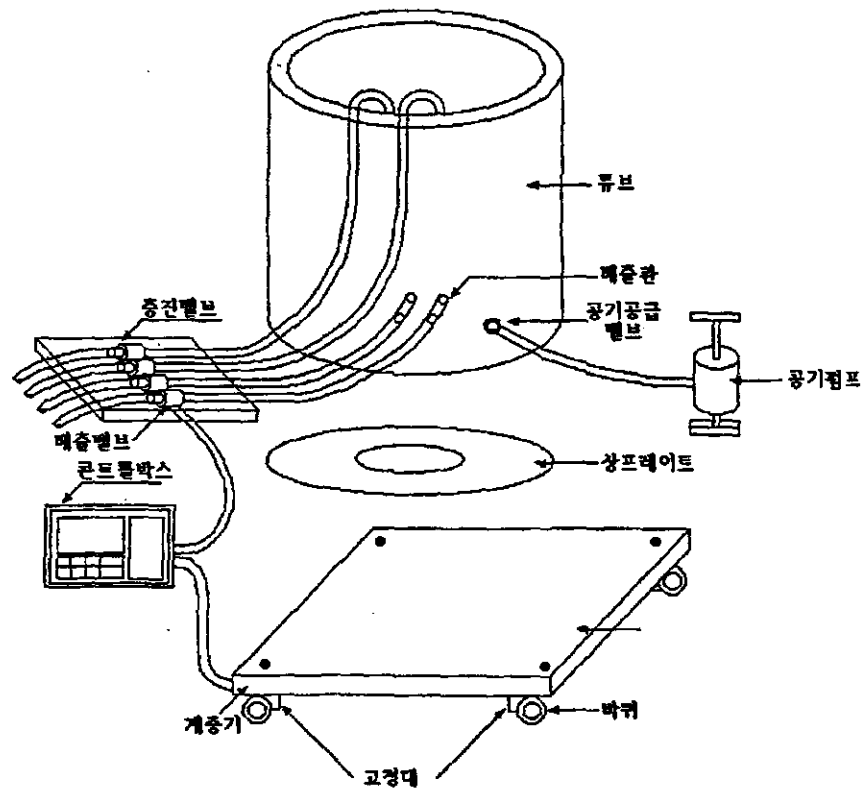
Control Box는 디지털 표시계, 전자 회로, Lelay, 전원부, 커넥터 등으로 이루어져 있다. 전자 회로는 계량기에서 감지된 출력을 세팅 수치와 비교 연산하여 개폐시킬 밸브를 선택하고 이를 작동시키는 역할을 한다.

Lelay는 전자 회로에서 출력된 신호를 전기적인 신호로 변환하여 밸브를 작동시킬 수 있도록 한다. 선택된 밸브는 트랜스와 소형 배터리로 이루어져 일반 교류 전류를 24V로 충전하여 Valve 및 전자 회로를 작동시킬 수 있도록 한 것이다.

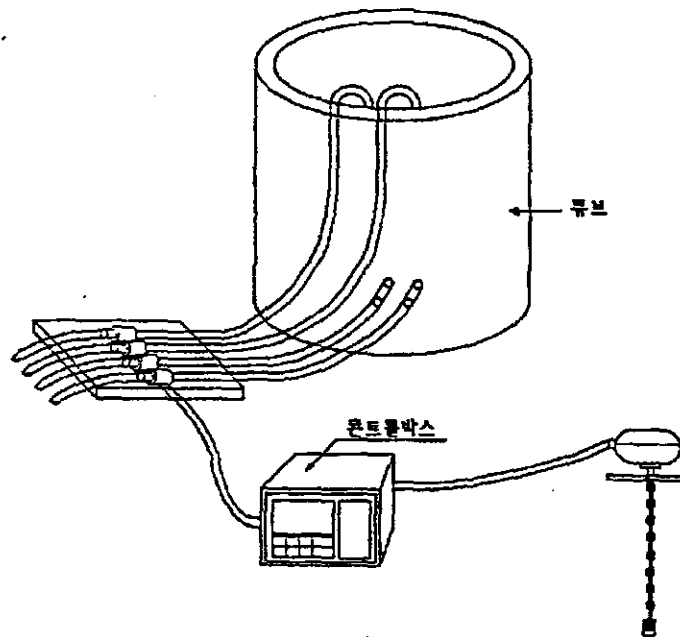
디지털 표시기는 세팅된 수치와 감지된 수치를 작업자가 볼 수 있게 하여 수치가 세팅되었는지 정상적으로 이 장치가 작동되는지 확인하면서 시험을 할 수 있게 한 것이다.

Charge Valve는 튜브 내로 물을 공급 및 차단할 수 있게 하여 시험에 필요한 물의 양을 공급 및 배출시킬 수 있도록 한 것이다. Control Box의 전자 회로에서 발생하는 출력에 의해 작동된다.

계량기는 산업용 저울과 유사한 것으로 감지되는 무게가 전기적 출력으로 변환되어 컨트롤 박스로 보내져서 컨트롤 박스에서 어떤 밸브를 열어 줄 것인가 판별을 하게 된다. 열어 주어야 할 밸브가 선택되면 선택된 밸브가 열리면서 수도관과 연결된 물이 튜브 내로 들어오게 된다. 물이 튜브 내부로 들어가면 장치의 무게가 증가하게 되는데 계량기에 이 증가되는 무게는 계속해서 감지되어 Indicator에 나타난다. Setting된 중량의 수치에 가까워지면 1차로 주밸브가 닫히고 정확히 Setting된 중량의 수치에 도달되었을 때 마지막 보조 밸브가 닫히게 된다.



[그림 1] 중량 감지식 리프트 시험 분동 대체 기구

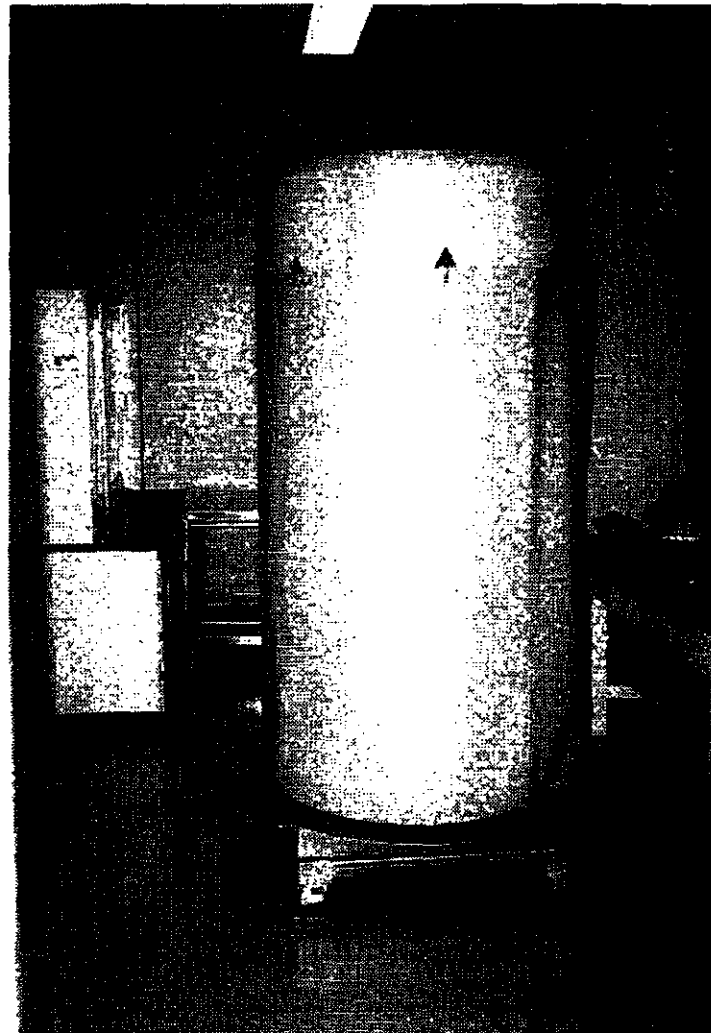


[그림 2] 레벨 감지식 리프트 시험 분동 대체 기구

3.3 시제품의 제작

튜브의 내부에 가느다란 폴리터라는 실로 촘촘히 연결하여 확실하게 형체를 유지할 수 있게 하고 0.4mm의 PVC의 재질에 실을 넣어 [그림 3]과 같이 내구성이 있게 제작하였다.

계량기의 플레이트는 듀랄미늄의 재질로 만들어 강도를 충분하게 하면서 무게를 가볍게 하였다.



[그림 3] 하중감지식 리프트 시험 분동 대체 기구

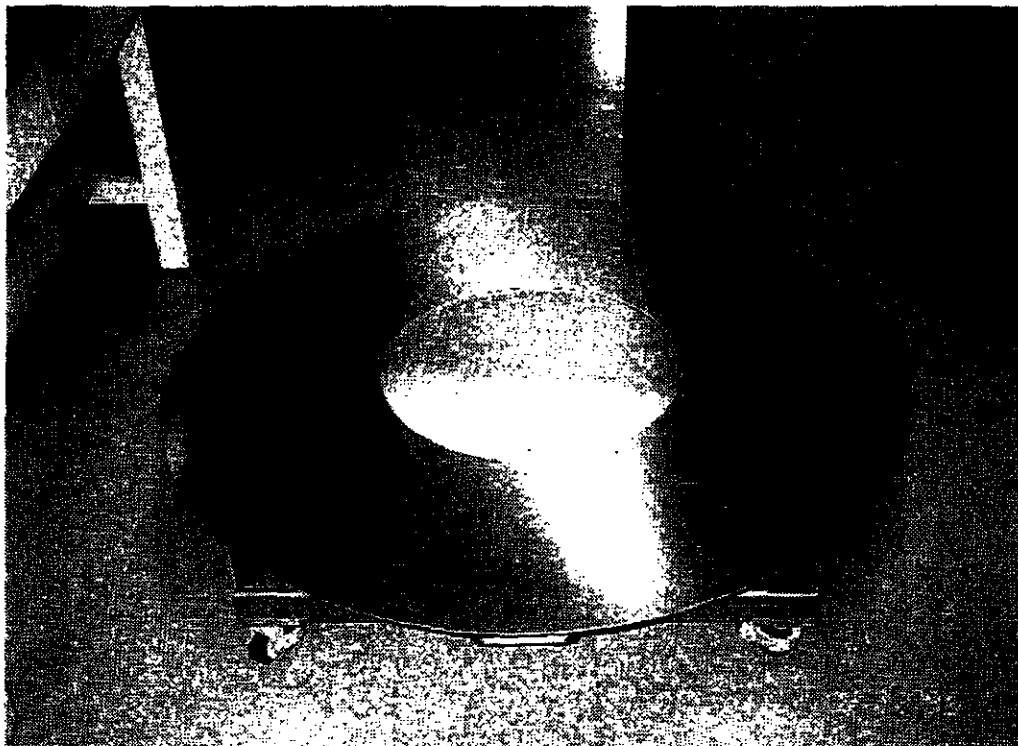
컨트롤 밸브 및 계량기의 전원을 직류 24V로 가능케 하여 휴대하면서 전원이 없는 장소에서도 간편하게 측정을 할 수 있게 하였다.

이번 연구에서는 기존의 리프트 시험하중 부가 시험시 불편하고 측정이 정확하지 못한 점을 새로이 개선하여 간편하고 정확하게 시험할 수 있는 구조로 제작하였다.

이러한 방향으로 연구한 결과 기존의 시험 방법의 문제점인 무거운 분동이나 시멘트 등을 들어서 운반하지 않고 간편하고 정확하게 시험을 할 수 있을 뿐만 아니라 리프트 시험시 분동을 운반하는 작업자의 요통도 방지할 수 있을 것이다.

가. 계량기 (Waighting Instrument)

계량기의 제작 사양은 Capacity가 1,200 kg, Sensitivity가 0.5kg, Platform Size는 850×850×300mm³ 이고 Type은 4-Point Load Cell 및 Filling Valve Con-



[그림 4] 계 량 기

trol System 으로 [그림 4]와 같이 제작되어 있다.

계량기에 하중 Sensor인 4개의 Load Cell(HSB-500kg 4ea)을 4 부분에 장착하여 Summing Box를 통해 Indicator에 일정한 중량 값이 감지되게 하였다. Setting 수치와 중량이 감지된 수치를 회로 상에서 비교하여 충전밸브와 배출 밸브 중에서 한 종류의 밸브를 선택하여 열리게 하였다.

유체의 주입시 유체의 유동에 의하여 중량 감지에 영향이 없게 하고 정확한 Setting 수치에서 유체의 공급이 정지될 수 있도록 제작하였다. 이러한 작동이 되도록 Setting량의 90 % 정도의 물이 주입되었을 때 주밸브가 닫히고 보조 밸브에 의해서만 주입이 완료되도록 하였다. 또 다른 방법으로는 밸브의 대부분을 닫히게 하고 일부분만이 열린 상태에서 나머지 10% 정도의 Setting치에서 물의 주입이 완료되도록 할 수 있으나 이 경우 다단으로 개폐가 가능한 소형 밸브가 있어야 한다. 이 소형 밸브는 시중에 나와 있지 않아 차후 제작하여 설치할 수 있게 하였다.



[그림 5] 승용차로 계량기의 운반

이러한 이유로 밸브를 두개씩 사용하는 방법을 택하여 물을 공급 및 배출할 수 있도록 제작하였다.

나. Platform

운반을 용이하게 하기 위해 무게가 가벼운 듀랄루민 재질을 사용하였으며, 자중이 36Kg 내외가 되게 하고, 바퀴, 밀대용 handle을 부착하여 운반을 용이하게 하였다. Liquid Tube를 용이하게 놓을 수 있도록 850mm 850mm 50mm Size로 제작하였고 그 위에 듀랄미늄 재질의 원판Plate를 장착하였다.

1.1 Ton의 무게를 견딜 수 있게 하기 위해 Platform 하단에 프레임을 “+”모양으로 설치하고 플레이트의 두께도 중량에 견딜 수 있는 강도로 설치하였다.

다. Charge Valve

충진 밸브는 도면과 같이 설치하여 튜브의 윗부분에 용이하게 걸칠 수 있도록 하고 단시간에 유량을 많이 공급하여 측정이 빨리 될 수 있도록 하였다. 2개의 밸브를 설치하고 간편하게 휴대할 수 있게 하기 위해 전원이 없어도 사용할 수 있도록 소형 배터리의 전원으로 밸브를 개폐할 수 있는 솔레노이드 밸브 또는 기타 이 전원에 작동 가능한 밸브를 사용하였다.

Ball Valve가 부착된 2 Step Control을 응용하여 물의 공급시 유동을 방지하게 하고 누수를 방지하기 위하여 Valve의 연결 부위에 Teflon Taping을 하였다.

라. Discharge Valve

공급된 물을 배출하거나 무게를 줄일 수 있도록 배출 밸브는 튜브의 하단에 도면과 같이 충전밸브와 같은 규격으로 설치하였다.

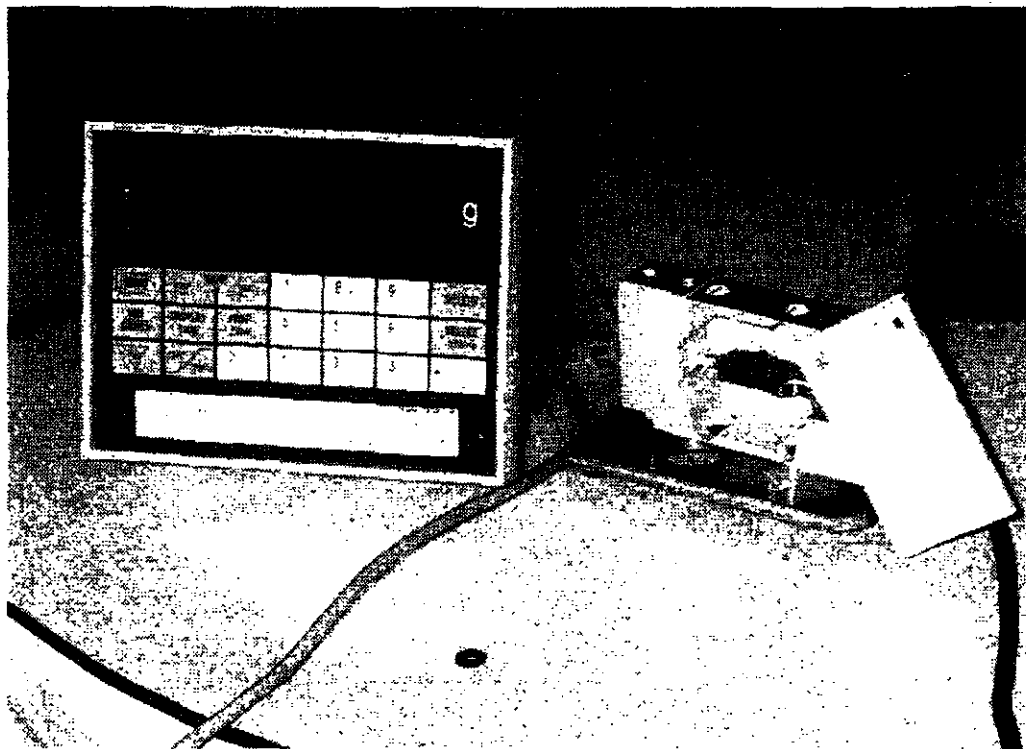
Control Valve는 Charge Valve, Discharge Valve 모두 일정한 판넬을 제작하여 여기에 고정시켰다.

마. Control Panel

Waighting Indicator(ITG-303)에 설정된 중량 값을 Lelay의 접점으로 연결,

Valve를 Control하여 Start, Stop, Auto, Lamp, Counter 등 작동 지시를 할 수 있는 Control Box 를 제작하였다.

이 Control Box의 무게를 가볍게 하고 충전бат테리를 사용할 수 있도록 전자식 컨트롤 방식으로 하였다. 이 때 충전 전원은 사 무실이나 가정에 흔히 있는 110 V 와 220 V 전원으로 충전할 수 있도록 하였다.



[그림 6] Control Panel

바. Liquid Tube

1.1 Ton을 시험할 수 있는 구조로 110 %의 무게를 주기 위해 1.1 ton의 Tube 로 정격 용량에서 15 cm 높이의 여유를 주어 1,200 kg 물을 넣을 수 있게 제작하였다.

공기를 불어넣으면 도면과 같은 5 cm 두께로 형상을 유지할 수 있도록 하고 공

기를 빼면 [그림 7]과 같이 튜브를 접을 수 있도록 제작하였다. 튜브의 외부와 내부의 사이에는 50개 /cm²개 이상의 실을 연결하여 공기를 넣으면 플라스틱 용기와 같이 일정한 형상을 유지할 수 있도록 특수 제작되었다.

계속해서 현장에 운반 및 설치하여 시험할 수 있도록 튜브와 계량기의 내구성이 있어야 하였다.



[그림 7] 공기를 빼내어 접은 튜브의 모습

사. Control Box

이 기구로 리프트 시험을 하기 위하여 튜브에 물을 공급할 경우 조작자의 잘못으로 과도하게 물의 양이 세팅될 수 있다. 이 경우 물이 흘러 넘칠 수 있으므로 이에 대비하 1.2 ton이상 세팅이 되지않도록 프로그램의 범위를 설정하였다.

리프트가 주로 쓰이는 건설 현장의 경우 1 Ton의 용량인 Lift가 대부분이다. 이

용량의 110%가 시험 기준이므로 1.1 Ton까지 측정할 수 있게 하고 0.1 Ton 여유를 주어 1.2 ton 까지만 세팅될 수 있도록 하였다.

아. Control Valve 부착 패널

Control Valve는 부식을 방지하기 위하여 황동으로 만들어졌으므로 어느 정도의 무게가 있다. 이 밸브를 튜브에 바로 설치할 경우 밸브의 무게에 의하여 튜브에 손상을 가져와 내구성이 떨어지므로 이러한 문제를 방지할 수 있도록 Control Valve를 부착할 수 있는 패널을 제작하였다. 이 패널은 튜브 또는 Valve를 분리하여 운반시 간편하게 운반할 수 있게 하였다.

이 패널에는 Charge Valve 2개와 Discharge Valve 2개 모두 4개의 Control Valve가 부착된다.

자. Hose 지지 Bar

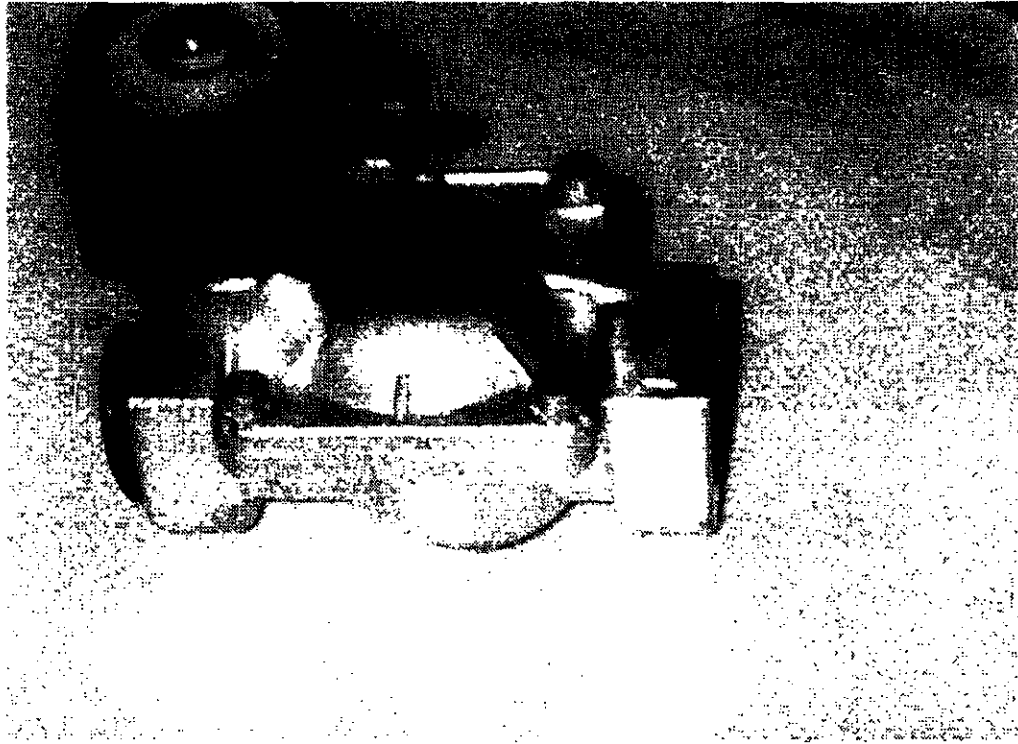
호스를 튜브에 바로 연결하여 물을 바로 공급할 경우 튜브에 걸치는 부분의 호스와 호스 내부의 물이 계량기의 인디케이터에 가산되어 나타난다. 그러므로 시험을 하기 위해 호스를 제거하면 가중되었던 무게가 감량되어 그만큼의 오차가 발생할 수 있다. 따라서 이 오차가 발생되지 않도록 하기 위해 호스를 튜브의 측면에 고정하는 바를 제작, 설치하여 이 무게가 가중되지 않도록 튜브에 물을 공급시 이 지지바에 호스와 관을 걸칠 수 있게 하였다.

이 호스 지지바는 물이 공급되는 호스 끝단을 U자형으로 제작된 구리 관에 끼울 수 있도록 하였다. 튜브의 상부에 쉽게 걸쳐서 물을 공급하고 물의 공급이 끝나면 이를 제거하여 시험할 수 있도록 하였다.

차. 밸브 및 배관

밸브는 DC 12V로 사용이 가능한 솔레노이드 밸브의 컨트롤 밸브를 사용하여 배터리로 충전하여 휴대하면서 사용할 수 있도록 하였다.

밸브는 내경 $\phi 15\text{mm}$ 로하여 수도관의 내경과 차이가 없도록 하였다.



[그림 8] Control valve

카. Level gauge

HTA-Series는 입력신호로 저항, DC전압 전류 신호들이 입력되어 고정도의 정보설정기를 동작하게 한다.

입력전압은 Volume에 의해 미리 설정되어진 비교전압과 서로 비교되어 입력 신호가 설정치를 초과 했는지 또는 미달인지를 판단하여 Relay에 점점신호 및 전기적으로 절연된 전류신호가 출력된다.

모든 입력신호는 DC 전압으로 변환된 뒤에 출력신호가 나올 수 있도록 설정치와 비교되어 지는데 일반사양에서 언급되어질 출력형에 따라서 Relay동작이 결정되며 전기적으로 절연된 연속적인 전류신호가 출력된다.

3.4 시제품의 현장 적용 시험

시제품을 제작하여 한국산업안전공단 산업안전연구원에 리프트 과부하방지장치 성능 검정 시험⁽³⁾을 하기 위하여 설치된 리프트 및 산업안전보건센터 건물에 설치된 화물용 승강기에 설치하여 시험하였다.

시험의 편리함도 중요하지만 시험하는데 소요 되는 시간이 작아야 좋다. 이에 소요되는 시간을 측정하고 이론적으로 추정값을 실험치와 비교하여 보았다. 우선 하중 부가 시험에 소요되는 시간을 알기 위하여 물의 공급 시간을 이론적으로 산정하였다. 시험하는데 걸리는 시간에서 시험 장치를 세팅하는데 적은 시간이 소요되나 튜브내 물을 공급하여 무게를 부가시켜 주는 시간과 배출 시간이 많이 걸린다. 그러므로 우선 튜브 내로 물을 공급하는데 소요되는 시간을 이론적으로 산출하여 실제 실험에서 측정된 시간과 비교 하였다.

여기에서 소방 호스를 사용하면 수압이 높아 단 시간내로 튜브에 물을 넣을수 있으나 소화전이 없는 장소에서는 일반 수도를 사용할 경우가 많이 있을 것이다.

따라서 2개의 수도관에서 물을 공급할 경우에 이론적인 튜브 내의 물의 공급과 배출 시간을 산출하기 위하여 베르누이 방정식을 이용하여 튜브 내로 물의 이론적 공급 속도⁽²⁾ V_2 는

$$V_2 = \sqrt{2g \frac{(P_2 - P_a)}{\rho} + (Z_1 - Z_2)}$$

P_1 : 물이 공급 호스의 외부로 나왔을 때의 압력

즉 평균대기압=1013mbar=1 Kgf/m²

P_2 : 수도관내 물의 평균 압력=5 Kgf/m²⁽⁴⁾

동시에 2개의 수도밸브를 열었을 때의 압력 = 3 Kgf/m²

Z_1 : 공급 호스의 외부로 나왔을 때의 물의 높이

Z_2 : 수도관과 튜브내의 물 공급호스와의 높이차

V_1 : 공급호스의 외부로 나왔을 때의 물의 유속

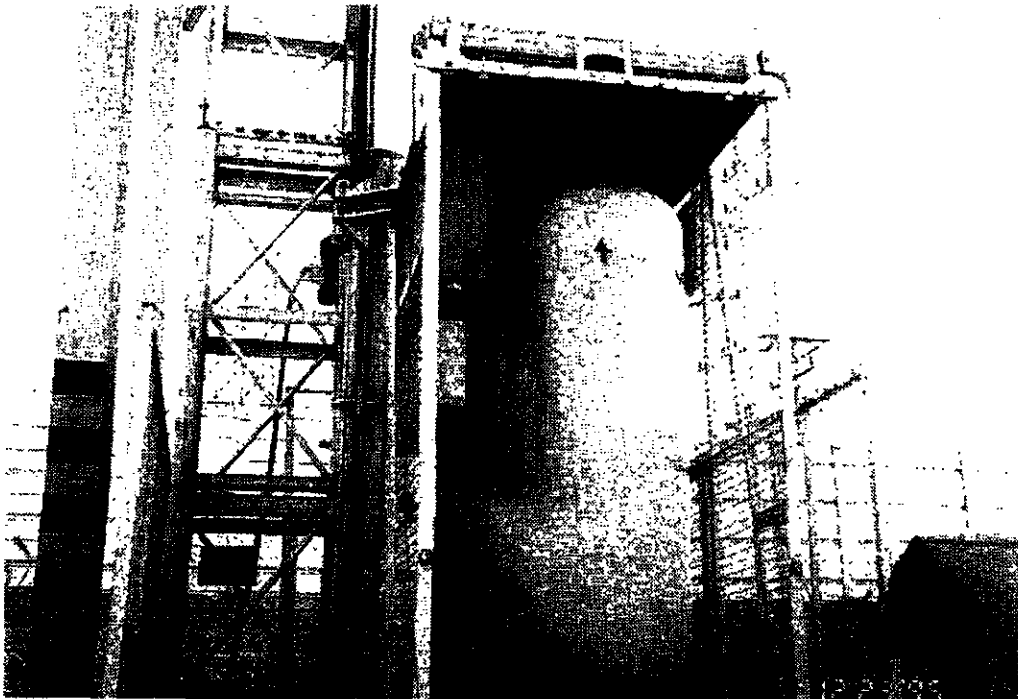
d : 수도관 및 밸브의 내경=1Cm

$P_1=P_{atm}$, $V_1=0$

T : 실제 물의 공급시간 =25.01min

$$V_2 = \sqrt{2 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{[3 \text{ kg/m}^3 - (1 \text{ kg/m}^3) / 9.8]}{1 \text{ kg/m}^3} + (0.5 \text{ m} - 0.2 \text{ m})}$$
$$= 7.75 \text{ m/s}$$

$$Q = AV = \frac{\pi}{4} \cdot 1^2 \cdot \frac{1}{100^2} \text{ m}^3 \cdot 7.57 \text{ m/s} \times 2 = 0.00118 \text{ m}^3/\text{s}$$



[그림 9] 리프트 현장 실험 모습

따라서 물의 공급시 소요되는 이론적 총 시간은

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Tank내 총 물의 양 (m}^3\text{)}}{\text{호스로 배출시 유량 (m}^3\text{/s)}} \\ &= \frac{1.331}{0.00118} = 1127.9661 \text{ Sec} \\ &= 1127.9661 \text{ Sec} \end{aligned}$$

따라서 이론적으로 물이 공급되는 시간은 18.799 min 이다.

실제 실험치에 따른 유량 보정 계수 C_v 값은

$$C_v = \frac{\text{시험시 소요시간(T)}}{\text{이론적 소요시간}} = \frac{25.01 \text{ min}}{18.80 \text{ min}} = 1.32 \text{ 이다.}$$



[그림 10] 화물용 승강기 실험

〈표 3〉 리프트 시험 분동 대체 기구(중량감지형)의 리프트 현장 적용 시험 결과

사 항	내 용
일 시	1995. 12.
장 소	한국산업안전공단 산업안전연구원 시험동
리프트의 규격	· 용도 : 화물 및 인원 수송용 · 정격 하중 : 1,000 Kg · 이송 속도 : 40 m/min
실험 내용	리프트 실험 분동 대체 기구를 이용한 하중 부가 실험
물의 공급원	주변 수도관 이용
물의 공급 및 배출 방법	공급시 : 호스 규격 (내경 10cm)×2개 배출시 : 호스 규격 (내경 20cm)
실험 횟수	5 회
총소요시간	총 소요 시간 : 약 60 분 물의 공급시간 : 약 25 분 (속도조절 가능) 물의 배출시간 : 약 10 분 (속도조절 불가능) 측정 및 장치의 설치, 해체시간 : 약 10 분 세팅 시간 : 약 2 분 튜브내 공기 투입시간 : 약 10 분
물의 유동으로 인한 측정치 변화	미소함(Indicator상의 표시 한계내에 있음)
측정 오차	0.5 Kg(Indicator상의 표시 한계)

〈표 4〉 리프트 시험 분동 대체 기구의 화물용 승강기 현장 적용 시험 결과

구 분	내 용
일 시	1995. 12.
승강기의 설치 장소	한국산업안전보건연구센터
승강기의 용도 및 규격	· 화물 및 인원 수송용 · 정격하중 : 1,000 Kg · 이송속도 : 60 m/min
실험 내용	분동 대체 기구를 이용한 하중 부가 실험
물의 공급원	승강기 주변의 소화전
물의 공급방법	소방 호스 이용

구 분	내 용
실험 횟수	2 회
하중부가 및 해제 소요 시간	총 : 30~40분 물의 공급시간 : 약 10분 (속도조절 가능) 물의 배출시간 : 약 15분 (속도조절 불가능) 측정 및 장치의 설치,해체시간 : 약 10분 셋팅 시간 : 약 2분 튜브내 공기 투입시간 : 약 10분
물의 유동으로 인한 측정치 변화	미소함(indicator상의 표시 한계내에 있음)
측정의 신뢰도	0.5 Kg 내외(indicator상의 표시 한계)

Tank내 물의 배출시간을 이론적 추정하여 실험치와 비교하면 다음과 같다.

Tank내 총 물의 양= $1.1 \times 1.1 \times 1.1 \text{ m}^3$

$$=1.331 \text{ m}^3$$

Tank 의 직경 d, 물의 높이를 H 라 하면,

$$\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H = 1.331 \text{ m}^3$$

d=1m 이므로 높이 H는,

$$H \frac{1.331 \times 4}{\pi \times d^2} = 1.695 = 1.7 \text{ m}$$

이다.

이때 소방 호스를 이용하여 물을 배출하는 경우

$$Q = A \sqrt{2gH} \text{ 이므로}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \sqrt{2gH}$$

이때 소방 호스의 직경 $d_1=0.032$ m 이고, 물의 높이 $H=1.7$ m 이므로

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot 0.032^2 \cdot \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.7}$$

$$= 0.0046 \text{ m}^3/\text{s}$$

따라서 물의 배출시 소요되는 총 시간은

$$\frac{\text{tank내 총 물의 양 (m}^3\text{)}}{\text{소방호스로 배출시 유량 (m}^3\text{/s)}} = 1.331 = 290\text{sec} = 4.8\text{min}$$

이다.

3.5 연구 결과

〈표 5〉 리프트 및 화물용 승강기 하중 부가 시험의 결과 비교

	기 존 방 법	개발품 이용방법
특 징	분동을 운반 및 설치하여 하중 부가	물을 튜부에 넣어 분동 대신 하중 부가
성 능	· 분동 운반 총중량 : · 실험하는 대상의 정격하중에 약 110 % 이상의 무게 (정격하중이 1,000 Kg일 경우 시험시 적재하중은 1,100 Kg임)	· 장치의 운반 총중량 · 총 중 량 : 69.0Kg · 튜 브 : 22.5Kg · 계 량 기 : 36Kg · 프레임트 : 10.5Kg (계량기의 하중은 다량 생산시 생산가능 하중 : 25 Kg 내외)
장 점 및 단 점	· 운반 및 설치가 어려움 · 4~5명의 많은 인원 필요 · 작업자의 요통 발생 가능	· 운반 및 설치 용이 · 1~2명의 인원으로도 작업 가능
측정의 신뢰도	오차 : 분동으로 사용하는 재료에 따라 다양함	오차 : 0.5 Kg 이내

〈표 6〉 분동,중량 감지식 분동 대체 기구 및 레벨 감지 분동 대체 기구의 비교

분 류	분 동	대체기구 (중량 감지)	대체기구 (수위 측정)
원 리	실험에 필요한 중량의 분동 사용	물을 이용한 무게의 부가	물을 이용한 무게의 부가
방 식	분동 사용식	하중 감지식	수위 측정식
장 점	• Calibration이 필요 없음. • 내구성이 좋음.	• 측정이 용이함. • 작업자의 요통 발생 이 없음. • 장치의 운반이 비교 적 용이함.	• 측정이 용이함 • 작업자의 요통 발생 이 없음 • 장치의 운반이 매우 용이함.
단 점	• 실험이 번거로움. • 운반시운송차량 (트럭) 필요 • 하중변경시 분동을 추가적재 하거나 내 려놓아야함. • 작업자에게 요통이 발생할 수 있음.	• 기구의 운반이 수위 측정식 대체 기구 보다 용이하지 않음. • Balance Test가 용 이 함.	• 측정의 정확도가 중 량 감지식 대체 기구 보다 다소 떨어짐.

4. 결 론

물을 사용하여 하중을 부가하는 방법으로 필요에 따라 세팅된 만큼의 물을 자동으로 공급되어 하중이 부가 됨으로서 간편하게 측정할 수 있게 하였다.

- 리프트시험 분동 대체 기구 하중 부가 및 해제 시간
 - 일반호스 이용시의 하중부가 및 해제 시간 : 50 ~ 57분
 - 소방호스 이용시의 하중부가 및 해제 시간 : 30 ~ 40분
- 리프트 시험 분동 대체 기구의 구조는 주입된 물의 무게를 측정하는 계량기, 물을 저장 하는 PVC 튜브 및 밸브를 제어하는 컨트롤 박스 등으로 구성하였다.
- 로드셀을 이용한 계량기에 의하여 물의 양이 측정되게 하고 세팅된 수치에 가까워졌을 때 솔레노이드를 이용한 컨트롤 밸브가 자동으로 닫히게 됨으로서 물이 정량으로 주입 되게 하였다.
- PVC 튜브는 시험을 하지 않을 경우에는 접어서 쓸 수 있게 하고 이를 사용 시에는 튜브 내부에 공기를 불어서 형체를 유지할 수 있도록 만들었다. (튜브 내부의 압력 : 30Kg)
- 튜브의 내부에는 가느다란 실을 촘촘히 연결하여 확실하게 형체를 유지할 수 있게 하고 또한 내구성이 있게 하였다. (튜브 내부의 실의 수 : 50 개 /cm²)
- 계량기의 플레이트는 듀랄미늄의 재질로 만들어 무게를 가볍게 하고 강도를 충분하게 하였다.
- 컨트롤 밸브 및 계량기의 전원을 직류 24V로 가능케 하여 휴대하면서 전원이 없는 장소에서도 간편하게 측정을 할 수 있게 하였다.
- 기존의 리프트 시험 하중 부가 시험시 불편하고 측정이 정확하지 못한 점을 새로이 개선하여 간편하고 측정오차를 0.5 Kg 이내로 정확하게 실험할 수 있게 하였다.

이러한 연구 결과 기존의 시험 방법의 문제점인 무거운 분동이나 시멘트 등을 들어서 운반하지 않고 간편하고 정확하게 시험을 할 수 있을 뿐만 아니라 리프트

시험시 분동을 운반하는 작업자의 요통도 방지할 수 있을 것으로 기대 된다.

이 리프트 시험 분동 대체 기구는 승강기 성능 검정 및 검사에도 활용할 수 있다.

추후에도 계량기의 자중을 더욱더 줄이고 호스를 용이하게 취급할 수 있게 하여 리프트 성능 검사를 수행하는데 더욱더 편리함을 주었으면 한다.

참고 문헌

1. 産業安全保健法
2. 孫炳鎭, 流體力學, 喜重堂, 1990. 1.
3. 韓國産業安全公團, 業務便覽, 1991. 7.
4. 淨水事業所, 上水道 管理 指針

리프트 시험 분동 대체 기구 개발

(기전연 95-3-4)

발 행 일 : 1995. 12. 31

발 행 인 : 산업안전연구원장 이 한 훈

연구수행자 : 이 충 렬

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업 안전 연구원

(기계전기연구실)

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032)513-0230

(032)5100-500

< 비매품 >