

## 방식형 리미트 스위치 박스의 개발에 관한 연구

이승희\*(부산대 대학원 메카트로닉스 협동과정), 고석조(동의과학대학 컴퓨터응용기계계열),  
이민철(부산대 기계공학부), 김창동(동의과학대학 컴퓨터응용기계계열)

### A Study on the Development of the Limit Switch Box for Corrosion Protection

S. H. Lee\*(Interdisciplinary Program in Mechatronics, Pusan National Univ.), S. J. Go(Division of Mech. Eng., Donggeui Institute of Technology), M. C. Lee(Mech. Eng. School, Pusan National Univ.),  
C. D. Kim(Division of Mech. Eng., Donggeui Institute of Technology)

#### ABSTRACT

A limit switch box is used for a indicator of a valve actuator. This device indicates an opening and closing of a valve or throttle in a valve actuator. In a ship, equipments are required safety and robustness because of a rough environment and a specific condition during a voyage. However, the limit switch box is used in an indoor environment generally. In order to evaluate the endurance of the limit switch box used in an indoor environment, the endurance tests against salt water have been conducted. Experiment results showed that the limit switch box was corroded severely. Thus, this study developed a new limit switch box which can be used at an outdoor environment. The housing of the developed limit switch box was made by an stainless steel to prevent corrosion.

**Key Words :** Limit switch box(리미트 스위치 박스), Valve actuator(밸브 액츄에이터), Endurance tests against salt water(염수 분무 시험), Housing(하우징), Stainless steel(스테인레스 스틸), Corrosion(부식)

#### 1. 서론

선박 및 화학 플랜트와 같은 장치의 경우에는 일반 기계 장치와는 달리 환경적인 위험성과 특수성으로 해서 시스템의 안전을 최우선으로 해야 한다. 특히 선박의 경우에는 각기 다른 항로와 운항조건에서 해양을 운항하므로 모든 교통기관 중에서도 부식으로 인한 안전성과 건조 비용에 대한 경제성 그리고 방식(防蝕) 문제는 선박의 유지보수 차원에서 매우 중요한 요인으로 인식되어 있다.

선박의 갑판에는 선박의 안전한 운항을 위해 필요한 많은 종류의 장비들이 장착되어 있는데 원격지에서 밸브의 개폐 여부를 제어하기 위해 사용되는 것이 원격지 밸브 제어 장치이다. 원격지 밸브 제어 장치의 구성을 보면 주제어실의 컨트롤러, 유·공압 액츄에이터(Actuator), 솔레노이드 밸브(Solenoid valve), 리미트 스위치 박스(Limit switch box), 하이드로 파워 유니트(Hydro-power unit) 등으로 되어 있다. 여기서 리미트 스위치 박스는 원격지에 있는 밸브

및 액츄에이터의 상태를 주제어실에 기계적·전기적 신호로 보내주는 역할을 한다[1,2]. 국내에서 현재 생산되고 있는 리미트 스위치 박스는 주로 실내 환경에서 사용하기 위한 용도로 제작되고 있고, 해상용의 경우에는 대부분 수입해서 사용하고 있는 실정이다. 따라서 선박 및 화학 플랜트 등과 같은 특수성을 지닌 실외 환경에서도 사용할 수 있는 내구성과 안전성이 보장된 리미트 스위치 박스의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 선박과 같은 외부환경에서도 사용 가능한 리미트 스위치 박스를 개발하고자 한다. 이를 위해서 먼저 리미트 스위치 박스에 대한 상세 설계를 하였으며, 육상용과 선박용에 적합한 재질의 선정을 위해 기존 제품과 시제품에 대한 염수 분무 시험을 수행하였다. 그리고 시험 결과를 통해서 육상용 및 해상용의 다양한 리미트 스위치 박스를 개발할 수 있었다.

#### 2. 리미트 스위치 박스

선박에서 밸브의 개폐 여부를 원격지에서 제어하기 위해 사용되는 것이 원격지 밸브 제어 시스템이다[1,2]. Fig. 1은 원격지 밸브 제어 시스템의 구성 요소인 액추에이터, 솔레노이드 밸브, 리미트 스위치 박스 등을 나타낸다. 여기서 리미트 스위치 박스는 원격지에 있는 밸브 및 액추에이터의 상태를 제어실 에 기계적·전기적 신호로 보내주는 중요한 역할을 한다. Fig. 1에서 보면 검정색과 빨강색의 십자형 동근 케이스가 리미트 스위치 박스이다..

리미트 스위치 박스는 배관 내 유체의 흐름을 제어하는 밸브를 구동하기 위해서 유공압 액추에이터의 상부에 장착되어 있으며, 배관 설비 상 외부로 보이지 않는 밸브 및 각종 액추에이터의 개폐 및 개폐 정도를 시각적으로 또는 기계적·전기적 신호로 변환해서 제어실에 보내어 주는 역할을 한다. 국내에서 생산되고 있는 리미트 스위치 박스의 경우는 주로 실내 환경에서 사용하기 위한 용도로 제작되고 있다 [2]. 그러나 선박 및 화학 플랜트와 같은 장치의 경우에는 일반 기계 장치와는 달리 환경적인 위험성과 특수성으로 해서 시스템의 안전을 최우선으로 해야 한다. 현재는 미국의 ASCO 사로부터 수입해서 사용하고 있는 실정이다. 따라서 선박 및 화학 플랜트 등과 같은 특수성을 지닌 실의 환경에서도 사용할 수 있는 내구성과 안전성이 보장된 리미트 스위치 박스의 개발이 필요하다.

Table 1은 리미트 스위치 박스의 국내외 시장 규모를 나타내고, Table 2는 국내외의 리미트 스위치 박스 생산 업체의 현황을 나타낸다.

### 3. 리미트 스위치 박스의 개발

#### 3.1 리미트 스위치 박스의 설계

본 연구에서는 Fig. 2와 같이 리미트 스위치 박스를 설계하고, 각각의 부품은 Table 3과 같이 구성하였다. 여기서 리미트 스위치 박스는 크게 지시부와 하우징부 그리고 내부의 스위칭부로 나누어서 설계하였다. 지시부는 로컬 영역에서 밸브 및 액추에이터의 상태를 확인 할 수 있는 장치이고, 스위칭부는 원격지에 있는 제어실까지 밸브 및 액추에이터의 상태를 신호로 변환하여 보내는 역할을 한다. 하우징부는 외부환경의 영향으로부터 스위칭부를 보호한다.

하우징부는 스위치 박스 바디와 스위치 박스 커버로 나누어져 설계하였다. 내부 스위칭부는 기계적 접점식인 캠 샤프트 방식, 전기적 저항식인 리미트 스위치 방식, 근접 스위치 등을 이용한 다양한 방식으로 설계할 수 있다. 스위칭 방식에서 소형 리미트 스위치의 경우에는 기계적 접점으로 신호가 발생하는 것으로 구조적으로 간단하지만 마찰에 의해 마모

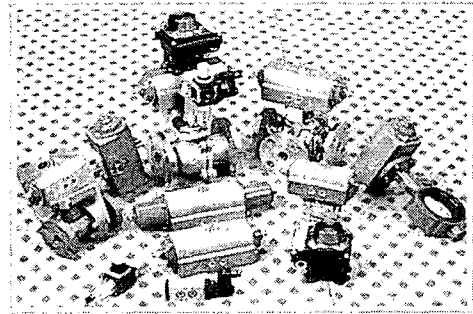


Fig. 1 Limit switch box and valve actuator assembly

Table 1 Market of a limit switch box

구분	2003	2004
세계시장	17.5 억원	20.0 억원
국내시장	5.6 억원	7.0 억원

Table 2 Company of a limit switch box

업체명	모델명	시장점유율	비고
HKC	APL 3N/4N	30 %	가격 높음
ASCO	VRAG2Y1B1	30 %	가격 낮음
Donjoo AP	AS710AP	20 %	-
ALPHA	SLS10	20 %	-

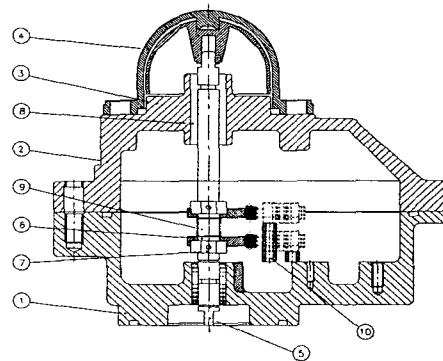


Fig. 2 Schematic diagram of the limit switch box

Table 3 Description of the limit switch box

ITEM	Descriptions	Material
1	Main housing body	Al / STS 316L
2	Housing cover	Al / STS 316L
3	Position indicator	ABS
4	Position indicator cover	PC
5	Shaft	STS 316L
6	Cam	ABS
7	Cam holder	PC
8	Bush	Bronze
9	Spring	STS 304
10	Support	PC

가 발생할 수 있다. 근접 스위치의 경우에는 샤프트와 스위치 사이에 비접촉으로 신호가 발생하는 것으로 내구성은 강하지만 방폭형 제품을 요구한다. 포텐서메터의 경우에는 연속적인 개폐 정도의 전압전류 신호가 발생하는 것으로 단순 개폐 상태가 아니라 연속적인 정도를 알 수 있게 해준다. 그러므로 본 연구에서는 이러한 스위칭 특성과 설치 환경을 고려해서 접점 방식과 포텐서메터 방식의 리미트 스위치 박스를 설계하였다.

### 3.2 리미트 스위치 박스의 재질

리미트 스위치 박스의 시제품 제작에서 각 부분에 대한 재질은 Table 3과 같이 육상용과 해상용 두 가지 모두를 고려해서 설계하였다.

선박과 화학 플랜트 등에 사용되는 리미트 스위치 박스의 경우에는 외부 환경의 영향을 적게 받기 위해서 리미트 스위치 박스의 하우징부는 방식성을 고려한 재질을 선정해야 한다. 본 연구에서는 스테인레스 재질인 STS 316L과 알루미늄을 방식 처리한 두 가지 형태의 하우징을 선정하였다. STS 316L을 사용하여 하우징을 제작한 경우에는 내식성과 고온 강도가 특히 우수하며 열처리로 경화되지 않고 기계적 성질도 우수하다. 그러나 내식성 재료를 사용한 하우징 제작에 따른 가격 상승의 단점을 안고 있다. 알루미늄 다이캐스팅 급형으로 하우징을 제작하는 것은 기존의 육상용 제품의 제작과 동일한 방식이다. 이 방식은 가공 편리성에 의한 저가의 제품 제작이 가능할 뿐만 아니라 해상의 실외 환경적 요인에 의해서 리미트 스위치 박스가 얼마나 많은 영향을 받는지에 대한 검증을 하기 위해서 이다. 알루미늄 다이캐스팅 급형으로 제품을 성형한 후 방식을 위해서는 아노다이징(Anodizing)과 크로메이트(Chromate) 처리하여 분체 도장으로 피막 보호를 할 수 있도록 하였다.

내부의 부품은 내식성 소재인 STS 316L을 주로 사용하였다[2,3]. 다음으로 밸브의 개폐 위치를 표시하는 지시부는 외부의 충격에 견고하고 시각적인 투명성을 갖추기 위해 폴리 카보네이트 재질을 사용하여 사출 성형하였다.

### 3.3 시제품 제작

본 연구에서는 근접 방식과 포텐서메터 방식의 두 가지 형태의 육상용 및 선박용 리미트 스위치 박스를 개발하였다. Fig. 3은 본 연구에서 개발된 리미트 스위치 박스의 외형을 나타낸다. 여기서 모델 VIP C는 근접 방식, 모델 VIP R은 포텐서메터 방식의 육상용으로 제작되었으며, VIP S는 근접방식 및 포텐서메터 방식의 선박용으로 제작되었다. Table 4는 각각의 주요 사양을 나타낸다.

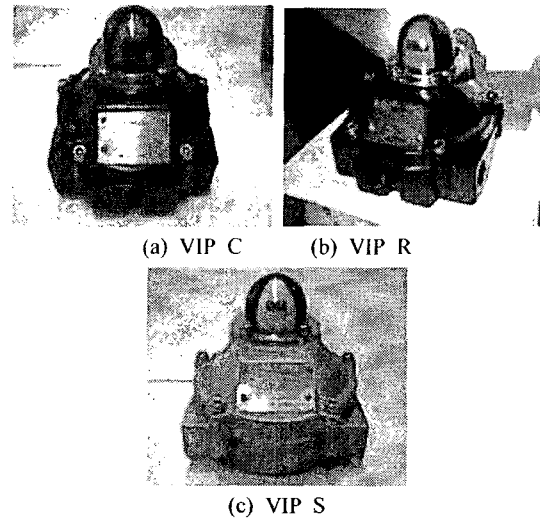


Fig. 3 The developed limit switch boxes

Table 4 Specifications of the developed limit switch box

Model	VIP C	VIP R	VIP S
Enclosure	Weather proof, IP67		
Temperature range	-60°C ~ +200°C		
Cable entry	NPT 2? /2", NPT 2? /4"		
Terminal strips	8 points		
Position indicator	0~90		
Switching type	Mechanical switch	Potentiometer 1kΩ standard	Mechanical switch & Potentiometer
Voltage	Max. 250V AC		
Painting	Powder coating		-

## 4. 성능 평가

리미트 스위치 박스의 운전 중에 영향을 미칠 수 있는 요인으로는 먼지, 모래, 염수 분무 및 바람 등이 있다. 특히, 선박의 경우는 항상 다량의 염분을 포함하는 해풍에 노출된 채로 해양을 항해하므로 대기 상태에서의 완전 노출에 의한 부식이 심하다[4].

따라서 최근에는 이러한 여러 가지 요인에 따른 부품들의 성능을 평가하기 위해 국제공인인증시험에 대한 요구가 증가하고 있는 추세이다. 그러므로 본 연구에서는 육상용 시제품에 대해서 해상과 같은 실외 환경에서의 영향을 평가하기 위해 염수 분무 시험평가를 KOLAS 인증기관인 한국산업기술시험원에 의뢰하였다. 염수 분무 시험의 규격은 KS D 9502에 따라 실시되었다[5,6].

염수 분무 시험 시료로는 본 연구에서 개발한 육상용 시제품 2세트와 현재 육상용으로 사용되는 기존 제품 1세트를 시험 대상으로 하였다. 염수 분무 시험 조건과 각각의 결과 비교는 Table 5, Fig. 4와 같다. Fig. 4를 보면 모든 시료의 하우징부에서 부식은 발생하였지만 크로메이트 처리한 육상용 시제품의 경우 기존 제품에 비교해서는 내식성이 아주 양호함을 알 수 있다. 특히 리미트 스위치 박스의 상부 커버와 하부 케이스를 조립하기 위한 볼트 체결되는 부분과 외부로 돌출된 모서리 부분에서 본 연구에서 제작한 시제품의 내식성이 우수함을 알 수 있다. 그러나 선박 제작사의 경우에는 제품의 완전한 방식을 요구하는 경우가 있으므로 이러한 경우에는 내식성이 우수한 스테인레스강을 사용한 VIP S를 사용함으로써 이러한 부식 문제를 완전히 해결할 수 있다.

### 5. 결론

본 연구에서는 선박과 같은 특수한 외부 환경에서도 사용 가능한 리미트 스위치 박스를 개발하고자 한다. 이를 위해서 먼저 리미트 스위치 박스에 대한 상세 설계를 하였으며, 육상용과 선박용에 적합한 재질을 선정하여 시제품을 제작하였다. 그리고 선박에 사용하였을 경우에 나타나는 환경적인 영향을 평가하기 위해 본 연구에서 개발된 육상용 시제품의 염수 분무 시험을 하였다. 성능시험 결과에서는 알루미늄 다이캐스팅, 도금 및 분체 도장에 의해 제작된 기존 방식의 하우징부와 비교해서 본 연구에서 제시한 아노다이징 및 크로메이트 처리된 시제품의 내식성이 우수함을 알 수 있었다. 따라서 시험 평가를 토대로 해서 선박 제조사의 요구에 적합한 다양한 리미트 스위치 박스를 공급할 수 있다. 또한 선박용 리미트 스위치 박스의 개발을 통해 수입 대체 효과와 가격 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 기대된다.

### 후 기

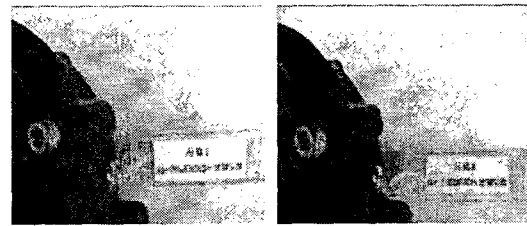
본 연구는 2004년도 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄사업의 지원에 의한 것입니다.

### 참고문헌

1. Lee, S. H., Lee, M. C., Go, S. J., Jang, Y. S., and Choi, M. H., 2003, "A Study on Development of a Noncontact Precision Flow-meter Using MR Sensor and PIC," Proceedings of the Korean Society of Precision Engineering Conference, pp. 1063-1066.
2. Lee, S. H., Go, S. J., Lee, M. C., Kim, H. S., and Kim, C. D., 2004, "A Study on the Design of the

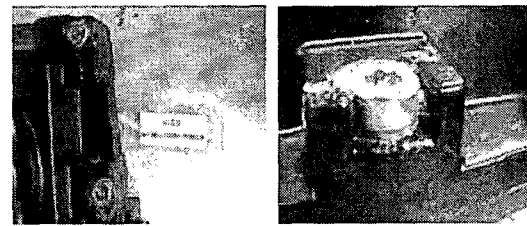
Table 5 Testing conditions and results

구분	구성	결과	비고
Sample 1	Al, anodizing(50 $\mu$ m), surface painting	부식 보통	VIP
Sample 2	Al, chromate, surface painting	부식 적음	VIP
Sample 3	Al, anodizing(30 $\mu$ m), surface painting	부식 심함	기존 제품



(a) Sample 1

(b) Sample 2



(c) Sample 3

Fig. 4 Performance evaluation against salt water

Limit Switch Box for a Ship," Proceedings of the KSME Autumn Meeting 2004, pp. 899-903.

3. Lee, M. K., Sim, J. H., and Paik, I. H., 2002, "Evaluation of Cutting Characteristics for Hot-Drilling of Stainless Steel," Proceedings of the Korean Society of Precision Engineering Conference, pp. 287-290.
4. Kim, Y. H., 1999, "Corrosion Status of Marine Structures and Applicable Protection Methods for Those Erosion-Corrosion Environments," Journal of the Korean Society of Marine Engineers, Vol. 23, No. 1, pp. 1-8.
5. KS D 9502, METHODS OF NEUTRAL SALT SPRAY TESTING(NEUTRAL SALT, ACETIC ACID AND CASS TEST).
6. ISO 9227:1990, Corrosion tests in artificial atmospheres -- Salt spray tests.