

# 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치의 개발

김갑순<sup>#</sup>

## Development of Automatic Making System of a Frame Element for Flame Prevention

Gab Soon Kim<sup>#</sup>

### ABSTRACT

This paper describes the development of automatic making system of a frame element for flame prevention. The frame element is made by turning a thin plate and a formed plate on the small pipe. The couple plate (two plates) should be pulled with constant force to manufacture a good frame element. This is because if the gap between one couple plate and other couple plate is different, it will not prevent flame. In this paper, the automatic making system of a frame element for flame prevention was made, and which could automatically manufacture a frame element. The characteristic test of the made frame element by that system was performed, and its result was very good.

**Key Words** : Frame element(프레임 엘리먼트), Flame prevention system(화염방지장치), Controller(제어기), Motor(모터)

### 1. 서론

정유공장, 제철공장, 자동차공장 등 각종 산업의 공장에서 가연성 액체를 저장하는 저압탱크는 가연성 액체가 기화되어 발생하는 기체에 의해 대형 화재사고가 발생되어 인명 및 경제적인 큰 손실을 가져올 수 있다. 따라서 이와 같은 대형 폭발사고를 미연에 방지하기 위한 장치인 화염방지장치를 저압탱크에 필수적으로 설치하도록 산업안전보호법으로 지정되어 있다. 화염방지장치는 하우징(housing)과 프레임 엘리먼트(frame element) 등으로 구성되었으며, 화염방지장치로 배출되는 가스에 부주의로 인해 인화되었을 때 저압탱크로부터 화염

전파를 차단하는 장치이다.

화염방지장치에서 화염전파를 방지하는 핵심적인 역할을 하는 프레임 엘리먼트는 두께가 0.2 mm 이고 높이가 25 mm 이며 길이가 긴 얇은 평판과 이 판을 삼각형의 밀변이 2 mm 이고 높이가 0.9 mm 인 주름 모양으로 형성한 긴 주름판을 Fig. 1 과 같이 중공축에 감아서 완제품을 만든다. 프레임 엘리먼트의 성능은 얇은 평판과 주름진 평판을 중공축에 감을 때 이것들을 당기는 힘의 정도에 따라 크게 좌우된다.

그러나 화염방지장치의 국내 생산업체는 프레임 엘리먼트를 자동으로 제작하는 자동제작장치가 없어 사람이 수동으로 두 판을 잡아당기면서 중공

☞ 접수일: 2006년 7월 13일; 게재승인일: 2006년 11월 6일

# 교신저자: 경상대학교 제어계측공학과, ERI

E-mail gskim@gsnu.ac.kr Tel. (055) 751-5372

축에 감아서 만듦으로 두 판에 일정한 힘이 작용되지 않는다. 이로 인해 수십 혹은 수백회 감기는 두 판의 감김력이 다르게 작용되어 삼각형으로 된 공간이 일정치 않아 화염전파를 차단할 수 없다. 미국의 경우에는 화염방지장치의 화염전파 차단시험 규정이 엄격하여 국내 생산업체에서는 미국 등 선진국으로는 수출하지 못하고 있으며, 주로 국내 및 동남아에만 판매하고 있는 실정이다. 그러므로 프레임 엘리먼트를 구성하는 두 판의 감김력을 일정하게 하여 성능을 향상시키고 생산성을 향상시키며, 미국 등 선진국으로 수출하기 위하여 프레임 엘리먼트의 자동제작장치의 개발이 시급하다.

본 논문에서는 두 판에 일정한 힘을 가하면서 일정한 판의 속도로 감아서 프레임 엘리먼트를 자동으로 제작하기 위한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치를 설계 및 제작하였다. 자동제작장치는 각종 모터 및 모터드라이브, 감지센서 등으로 구성되는 자동제어장치, 패널 및 스위치 등으로 구성되는 조작장치, 램/실린더, 테이블 등으로 구성되는 기계장치 등으로 구성되었고, 자동제어장치에 입력된 크기의 프레임 엘리먼트를 자동으로 제작하는 자동제어방식과 수동으로 제어하는 수동제어방식으로 동작된다. 자동제작장치로 제작한 프레임 엘리먼트를 이용한 화염방지장치의 특성실험을 실시하였다.

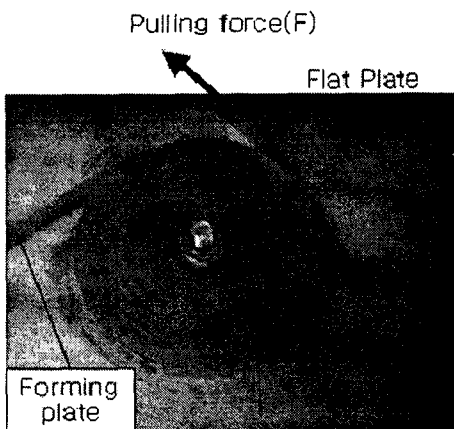


Fig. 1 Making processing of a frame element

## 2. 프레임 엘리먼트의 자동제작장치

### 2.1 자동제작장치

프레임 엘리먼트는 Fig. 2의 (a)에서 나타낸 것과 같이 평판(plate, 0.2×25 mm)과 주름판(formed plate, 삼각형의 밀변 : 2 mm, 높이 : 0.9 mm)을 겹쳐서 Fig. 2(화염방지장치용 프레임 엘리먼트 자동제작장치의 개략도)에서 나타낸 것과 같이 증공축에 따라 10~50 N의 일정한 힘으로 당기면서 감아야 하고, 평판의 속도도 일정해야 한다. 그러므로 자동제작장치를 위의 조건에 맞도록 설계 및 제작해야 하고 또한 제어해야 한다.

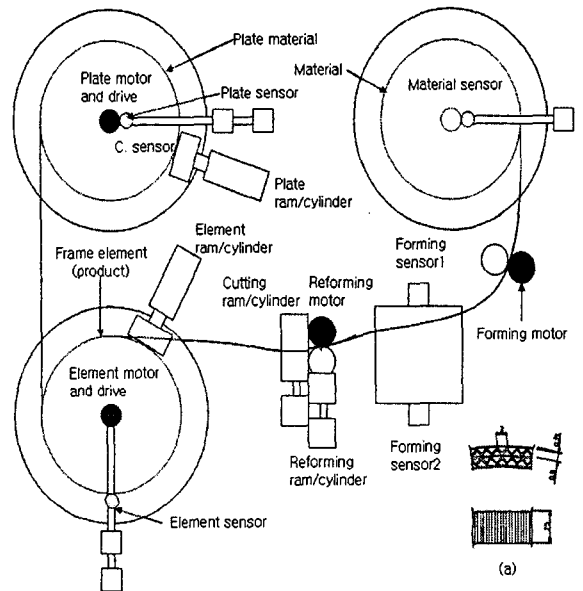


Fig. 2 Schematic diagram of a frame element automatic manufacture system

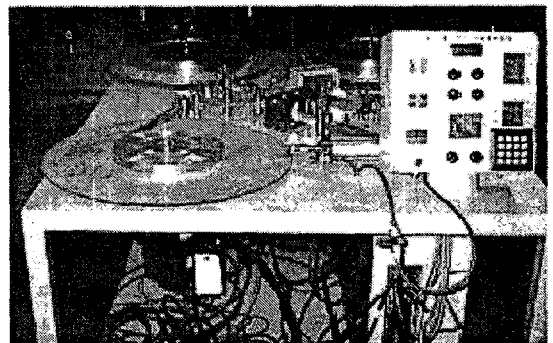


Fig. 3 Photograph of the manufactured system for making the frame element

Fig. 3은 제작한 장치의 사진을 나타내고 있다.

화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치는 엘리먼트 모터(element motor, HC-SFS102G1 1/11), 엘리먼트 모터드라이브(element motor drive, MR-J2S-100A), 평판모터(plate motor, HC-SFS102G1 1/11), 평판모터 드라이브(plate motor drive, MR-J2S-100A)<sup>1</sup>, 포밍모터(forming motor, S9169GA), 리포밍모터(reforming motor, S9169GT), 엘리먼트센서(element sensor), 평판센서(plate sensor), 재료센서(material sensor), 포밍센서 1(forming sensor1), 포밍센서 2(forming sensor2), 엘리먼트고정 램실린더(element fixture ram/cylinder), 평판고정 램실린더(plate fixture ram/cylinder), 리포밍 램/실린더(reforming ram/cylinder), 커팅 램실린더(cutting ram/cylinder), 제어장치(control system), 테이블(table), 등으로 구성된다.

제어장치는 각종 센서의 신호를 받아 각종 모터들을 동작 혹은 정지시키며, 프레임 엘리먼트의 제작이 완료될 때까지 자동제어 혹은 수동제어로 자동제작장치를 제어한다. 엘리먼트 모터 및 엘리먼트 모터드라이브는 제어장치(controller)의 명령을 받아 프레임 엘리먼트를 감는데 사용되고, 속도와 토크를 동시에 자동 및 수동으로 제어한다. 모터의 최대속도는 3000 rpm(드라이브 입력전압 10 V)이고, 최대토크는 50 N.m(드라이브 입력전압 8 V)이다. 평판모터 및 평판모터 드라이브는 제어장치의 명령을 받아 평판을 푸는데 사용되고, 모터속도와 토크를 동시에 자동 및 수동으로 제어한다. 모터의 최대속도는 3000 rpm(드라이브 입력전압 10 V)이고, 최대토크는 50 N.m(드라이브 입력전압 8 V)이다.

포밍모터는 최대속도 3000 rpm 이고 최대토크는 10 Nm 이며, 포밍센서 1 과 포밍센서 2 의 신호에 의해 동작 및 정지를 반복하며, 평판을 삼각형의 밀면이 2 mm 이고 높이가 0.9 mm 인 주름판을 제작한다. 리플렛모터는 최대속도 3000 rpm 이고 최대토크는 10 Nm 이며, 프레임 엘리먼트(제품)을 만들 때 평판과 주름판을 동시에 감은 후 두 판의 끝을 용접하기 위해서 주름판의 끝부분을 길이 100 mm 정도 평판으로 펼 때 사용된다. 엘리먼트센서는 자동제작장치가 작업중에 제작하고자하는 프레임 엘리먼트의 크기가 되면 동작되어 제어장치에 신호를 보내고, 제어장치는 모든 모터를 정지시킨다. 평판센서는 평판모터에 연결되어 있는 평판재료가 모두 소모되면 동작되어 제어장치에 신호를 보내고, 제어장치는 모든 모터를 정지시킨다. 재료센서는

포밍모터에 공급하는 재료가 모두 소모되면 동작되어 제어장치에 신호를 보내고, 제어장치는 모든 모터를 정지시킨다. 포밍센서 1 은 포밍모터가 주름판을 제작할 때 주름판의 여유가 없을 때 동작되어 포밍모터를 동작시키며, 포밍센서 2 는 주름판의 여유가 있을 때 동작되어 포밍모터를 정지시킨다. 엘리먼트고정 램실린더와 평판고정 램실린더는 각각 프레임 엘리먼트와 평판재료를 풀리지 않도록 공기압을 가하여 잡아준다. 리포밍 램/실린더는 용접하기 위하여 주름판을 펼 때 압력을 가한다. 커팅 램실린더는 리포밍모터와 리포밍 램/실린더로 편평하게 한 판을 자를 때 사용된다. 테이블은 각종 모터, 프레임 엘리먼트, 평판재료, 각종 센서 등을 설치한다.

화염방지장치용 프레임 엘리먼트 자동제작장치를 이용하여 프레임 엘리먼트를 자동으로 제작하는 원리는 엘리먼트모터는 최대속도(3000 rpm)를 가하고 토크는 평판의 당기는 힘을 고려하여 제어장치가 감김수를 고려하여 식 (1)에 의해 계산하여 가하며, 평판 모터는 토크는 최대토크를 가지고 속도는 평판의 속도를 고려하여 제어장치가 식 (2)와 (3)에 의해 계산하여 가한다. 그러면 제품을 만들기 시작하는 시점부터 완료하는 시점까지 일정한 평판의 당김힘과 속도로 프레임 엘리먼트의 제작을 완료한다.

엘리먼트모터의 토크를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$T = R \times F \tag{1}$$

여기서,  $R = R_0 + 0.0011 \times$  엘리먼트의 감김수로 계산되고,  $T$  : 엘리먼트모터의 토크,  $R$  : 엘리먼트의 반경,  $R_0$  : 초기입력된 엘리먼트파이프의 반경,  $F$  : 입력된 힘이다.

평판의 속도  $v$ 를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$v = \frac{2\pi n}{60 \times 11} \text{ (m/s)} \tag{2}$$

여기서,  $n$  : 모터의 회전수이다.

평판모터의 회전수  $rpm_{pm}$  를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$rpm_{pm} = \frac{660}{2\pi r} = \frac{105.04 \times v}{r} \quad (3)$$

여기서,  $r = r_0 - 0.00023 \times rpm_{pm} / 11$  로 계산되며,  $v$  : 입력되는 평판의 속도,  $r$  : 작업중 평판의 속도,  $r_0$  : 입력된 평판의 반경이다.

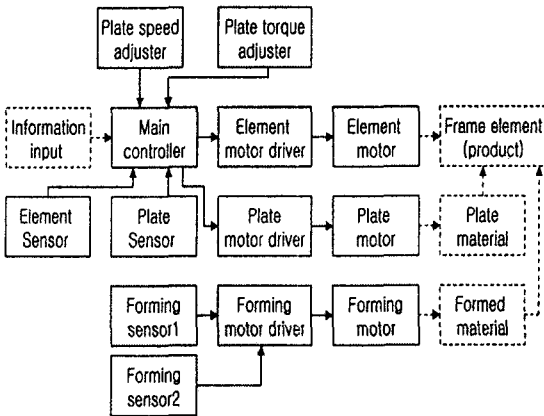


Fig. 4 Block diagram of a controller for the frame element automatic manufacture system

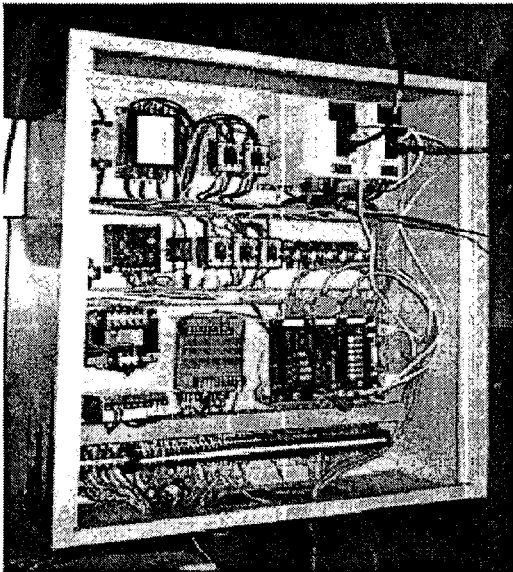


Fig. 5 Photograph of the control system for the frame element automatic manufacture system

## 2.2 자동제어장치

Fig. 4 는 화염방지장치용 프레임 엘리먼트 자동제작장치의 자동제어장치의 블록도를 나타내고 있으며, Fig. 5 는 제작된 제어장치의 사진을 나타내고 있다. 자동제어장치는 주 제어기(main controller), 평판속도 조정기, 평판토크 조정기, 엘리먼트모터 및 드라이브, 평판모터 및 드라이브, 포밍모터 및 드라이브, 엘리먼트센서, 평판센서, 포밍센서 1, 포밍센서 2, 등으로 구성된다. 동작은 먼저 주 제어기는 제작하고자하는 프레임 엘리먼트의 크기를 입력받고, 평판속도와 토크를 읽고, 엘리먼트센서와 평판센서의 신호에 따라 엘리먼트모터 드라이브와 평판모터 드라이브에 계산된 각각의 회전속도와 토크에 상응하는 전압을 인가하여 모터를 동작시킨다.

그리고 엘리먼트센서와 평판센서의 신호에 따라 두 모터를 정지시킨다. 엘리먼트모터 및 드라이브는 제어장치로부터 회전속도와 토크를 발생시킬 수 있는 전압을 받아 평판과 주름판을 감으며, 평판을 잡아 당기는 힘을 결정한다. 평판모터 및 드라이브는 제어장치로부터 회전속도와 토크를 발생시킬 수 있는 전압을 받아 평판의 회전수를 조절하여 평판의 속도를 결정한다. 포밍모터 및 드라이브는 포밍센서 1 과 2 의 신호에 따라 주름판을 제작 혹은 정지한다. 엘리먼트센서는 제작되고자 하는 프레임 엘리먼트의 크기를 측정하여 제어장치에 신호를 인가하며, 평판센서는 평판재료가 모두 소모되면 신호를 제어장치에 인가한다. 포밍센서 1 은 제작된 주름판이 여유가 없을 때, 포밍센서 2 는 제작된 주름판이 여유가 있을 때 각각 신호를 포밍모터 드라이브에 인가하여 포밍모터를 동작 혹은 정지시킨다.

## 2.3 주제어기

Fig. 6 은 주 제어기의 블록도를 나타내고 있으며, Fig. 7 은 제작된 주 제어기를 나타내고 있다. 주 제어기는 16 비트 마이크로프로세서(u-processor, 80C196KC)<sup>2-3</sup>, 롬(ROM; Read Only Memory, 27C256), 램(RAM; Random Access Memory, KM62256AL), 병렬입출력인터페이스 소자(PPI; programmable peripheral interface, 8255A), 디지털/아날로그 컨버터(DAC; digital to analog converter, 0800), 등으로 구성되었다. 마이크로프로세서는 롬으로부터 제어장치를 구동하기 위한 프로그램을 읽어 병렬입출력인터페이스 소자에 명령을 내려 모터드라이브의 속

도선택 1 과 2, 방향설정 1 과 2, 작업표시등과 비상시 음을 발생하는 부저 등에 신호를 주도록 하고, 디지털/아날로그 컨버터를 제어하여 모터 드라이브의 토크와 속도를 조절하며, 키보드를 통해 프레임 엘리먼트의 크기 및 자동제어정조를 입력 받는다. 롬은 제어장치를 동작시키기 위한 프로그램을 저장하며, 램은 데이터를 저장한다. 병렬입출력 인터페이스 소자는 마이크로프로세서로부터 명령을 받아 모터드라이브 및 패널의 표시등에 신호를 전달한다. 디지털/아날로그 컨버터는 마이크로프로세서의 명령을 받아 모터의 속도와 토크를 조정하기 위한 전압을 모터드라이브에 인가한다.

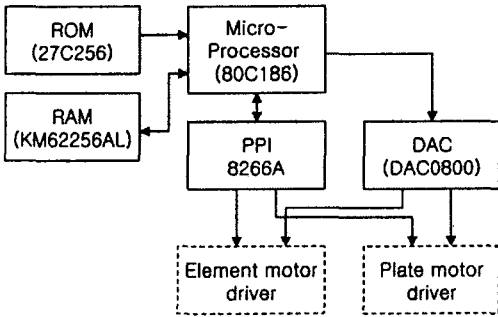


Fig. 6 Block diagram of the controller

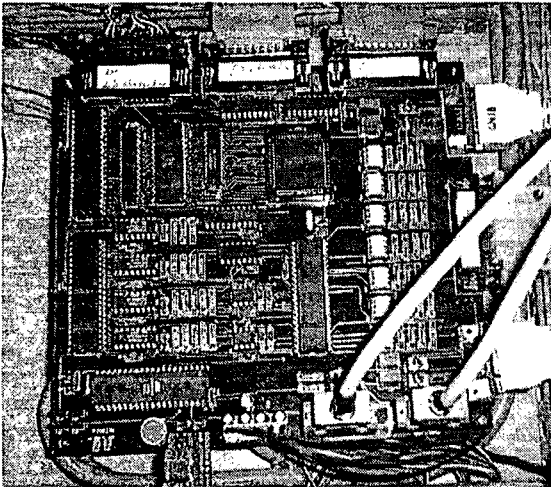


Fig. 7 Photograph of the manufactured controller

#### 2.4 프로그램제작 및 정보입력

제어장치를 동작시키기 위한 프로그램은 C 언

어를 이용하여 제작하였다.<sup>4</sup> Fig. 8 은 프로그램이 동작하는 흐름도를 나타내고 있으며, 프로그램 동작순서는 다음과 같다.

(1) 제어장치의 모든 파워스위치를 ON 한다. 그러면 LCD 의 윗줄에 프레임 엘리먼트 자동제작 장치의 약자인, "E.A. M. SYSTEM" 이 나타나고, 아랫줄에 패널 키보드의 ENTER 을 누르라는 "PLEASE ENTER" 가 나타난다.

(2) 키보드의 ENTER 를 누르면 LCD 윗줄에 "LAMP CHECKING" 가 나타나는 동시에 각종 램프에 불이 들어오고 부저가 울린다. LCD 아랫줄에는 "PLEASE ENTER" 가 나타난다.

(3) 문제가 없을 경우 ENTER 을 누르면, 80C196KC 마이크로프로세서의 초기화가 완료되었다는 표시인 "FINISHED INTI" 가 LCD 의 윗줄에 나타나며, 아랫줄에 OK 가 나타나면 ENTER 를 누르라는 표시인 "OK. PLEASE ENTER "가 나타난다.

(4) ENTER 를 누르면 LCD 윗줄에 엘리먼트의 파이프 반경을 m 단위로 입력하라는 표시인 "E.P.S RADIUS?" 가 나타나며, 아랫줄에는 "0.015 m. ENTER" 가 나타난다. 다시 입력할 경우에는 CLEAR 를 누르고 숫자를 입력하고 그대로 입력할 경우에는 ENTER 를 누른다.

(5) 제작할 프레임 엘리먼트의 반경을 m 단위로 입력하라는 표시인 "E.SIZE RADIUS?" 가 LCD 의 윗줄에 나타나고, 아랫줄에는 " 0.250 m. ENTER" 가 나타난다. 다시 입력할 경우에는 CLEAR 를 누르고 숫자를 입력하고 디펄트를 사용할 경우에는 ENTER 를 누른다.

(6) LCD 윗줄에는 평판의 반경을 m 단위로 입력하라는 "PLATE RADIUS?" 가 나타나고 아랫줄에는 "0.300 m. ENTER" 가 나타난다. 다시 입력할 경우에는 CLEAR 를 누르고 숫자를 입력하고 디펄트를 사용할 경우에는 ENTER 를 누른다.

(7) LCD 윗줄에는 평판속도를 m/s 단위로 입력하라는 표시인 "PLATE SPEED?" 가 나타나고, 아랫줄에는 "0.1 m/s. ENTER" 가 나타난다. 다시 입력할 경우에는 CLEAR 를 누르고 숫자를 입력하고 디펄트를 사용할 경우에는 ENTER 를 누른다. 패널의 속도조절기로부터 입력되는 전압값에 상응하는 속도는 0~1 V 이면 0.1 m/s, 1~2 V 이면 0.2 m/s, 2~3 V 이면 0.3 m/s, 3~4 V 이면 0.4 m/s, 4~5 V 이면 0.5 m/s 이다.

(8) LCD 윗줄에는 평판의 당기는 힘을 kgf 단

위로 입력하라는 표시인 "ELEMENT FORCE?" 가 나타나고, 아랫줄에는 "5 N. ENTER" 가 나타난다. 다시 입력할 경우에는 CLEAR 를 누르고 숫자를 입력하고 디플트를 사용할 경우에는 ENTER 를 누른다.

패널의 토크조정기로부터 입력되는 전압값에 상응하는 토크는 0~1 V 이면 5 N, 1~2 V 이면 10 N, 2~3 V 이면 15 N, 3~4 V 이면 20 N, 4~5 V 이면 25 N 이다.

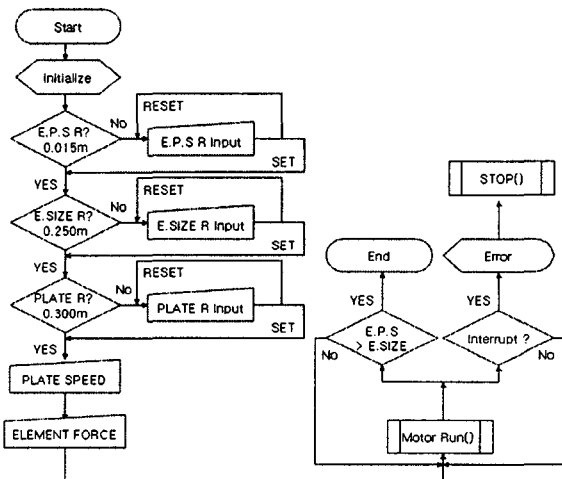


Fig. 8 Flow chart of the control system

### 2.5 조작장치(패널)

Fig. 9는 프레임 엘리먼트 자동제작장치 패널의 개략도를 나타낸 것이고, Fig. 10은 본 연구에서 제작한 제어패널의 사진을 나타낸 것이다. 패널은 근접센서 표시등, 모터동작 표시등, 평판의 선속도 및 토크설정 조정기, 자동제어 ON/OFF 스위치, 모터의 수동속도 및 토크설정 조정기, 수동제어 ON/OFF 스위치, Ram/Cylinder 수동제어, MAIN S/W 및 기타, 비상스위치, LCD, 키보드 등으로 구성되었다. 근접센서 표시등은 엘리먼트, 평판, 포밍판, 재료판 표시등으로 구분되며, 동작시 각각 점등된다. 모터동작 표시등은 엘리먼트모터, 평판모터, 포밍모터, 리포밍모터 표시등으로 구분되며, 각 모터가 동작될 때 점등된다. 평판의 선속도 및 토크설정 조정기는 자동제어시 평판의 선속도와 토크를 전압으로 입력한다. 자동제어 ON/OFF 스위치는 자동제어시 엘리먼트 모터드라이브와 평판모터 드라이브의 서보 ON/OFF 를 한다. 이것은 엘리먼트모

터, 평판모터, 포밍모터, 자동/수동(ON/OFF)로 구분되며, 포밍모터가 ON 된 상태에서 자동/수동 스위치를 눌러 ON 시켜야 자동제어가 시작된다. 즉 자동으로 프레임 엘리먼트를 제작하기 시작한다. OFF 를 누르면 모두 OFF 된다.

모터의 수동속도 및 토크설정 조정기는 엘리먼트모터 속도, 엘리먼트모터 토크, 평판모터 속도, 평판모터 토크로 구분되며, 수동으로 프레임 엘리먼트를 제작할 때 각 모터의 속도와 토크를 조절한다. 수동제어 ON/OFF 스위치는 엘리먼트모터-정회전, 엘리먼트모터-역회전, 평판모터-정회전, 평판모터-역회전, 리플렛모터-정회전, 포밍모터-정회전, 엘리먼트모터 서보 ON/OFF, 평판모터 서보 ON/OFF 로 구분되며, 리플렛모터-정회전과 포밍모터-정회전은 누르면 즉시 동작이 시작된다.

그리고 엘리먼트모터-정회전과 엘리먼트모터-역회전은 엘리먼트모터 서보 ON/OFF 를 눌러야 제어가 시작되고, 평판모터-정회전과 평판모터-역회전은 평판모터 서보 ON/OFF 를 눌러야 동작이 시작된다. OFF 를 누르면 모두 OFF 된다. Ram/Cylinder 수동제어는 E-ON/OFF, P-ON/OFF, C-ON/OFF, RF-ON/OFF, 전원 ON/OFF 으로 구분되며, 모두 누르면 즉시 동작된다. MAIN S/W 및 기타는 작업완료등, 작업중등, 부저, MAIN ON/OFF, E.P.M. EM(엘리먼트모터 및 평판모터의 비상스위치), CONTROL RESET(제어장치의 리셋), E.P.M.의 알람 RESET, Lamp, 등점검 S/W 로 구분된다. 작업완료등은 엘리먼트 제작작업이 완료되면 점등되고, 작업중등은 엘리먼트 제작중에 점등되며, 부저는 모터들에 문제가 있거나 엘리먼트센서, 평판센서, 재료판센서가 동작되었을 때 울린다. E.P.M. EM(엘리먼트모터 및 평판모터의 비상스위치) 누르면 두 모터가 정지하고, CONTROL RESET(제어장치의 리셋)은 제어장치가 리셋시키며, E.P.M.의 알람 RESET : 엘리먼트모터와 판넬모터의 알람이 울릴 때 알람을 멈춘다. 점등점검 S/W 는 근접센서 표시등 4 개의 점등상태를 점검한다. EM 은 비상스위치로써 누르면 모든 전원이 OFF 되고, LCD 는 자동제어시 키보드로 입력시키는 값을 나타내며, 키보드는 숫자 0-9 와 CLEAR, ENT 로 구성되었으며, CLEAR 는 입력된 숫자를 지울 때 사용하며, ENT 는 입력을 완료함과 프로그램 수행을 다음으로 넘어갈 때 사용한다.

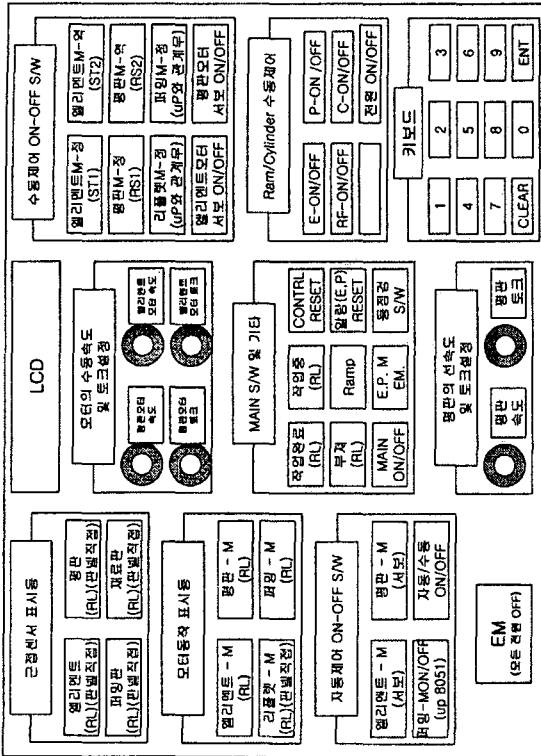


Fig. 9 Schematic diagram of a panel for the frame element automatic manufacture system

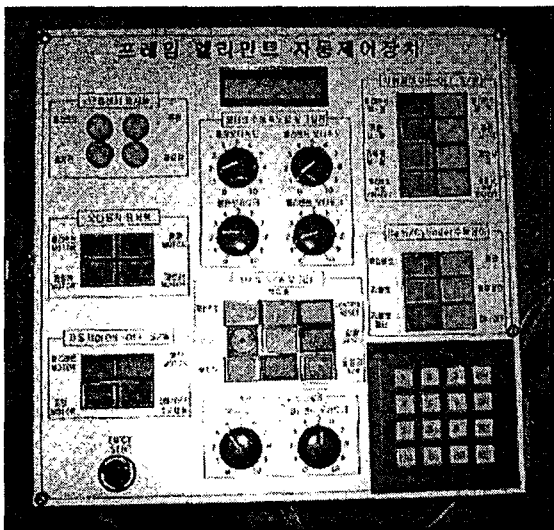


Fig. 10 Photograph of the manufactured panel for controlling the system

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서 개발한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치를 이용하여 자동제어로 제작한 직경이 300 mm 인 프레임 엘리먼트(제품)의 그림을 Fig. 11 에 나타냈다. 제작한 프레임 엘리먼트의 크기를 측정한 결과 299 mm 로 오차는 1 mm 였으며, 백분율오차는 0.333 % 였다. 따라서 본 연구에서 제작한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치의 제작오차는 0.4 % 이내이다.

Fig. 12 의 (a)는 실제 저압액체저장탱크에 본 연구에서 제작한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치를 이용하여 제작한 프레임 엘리먼트를 장착한 모습을 그림으로 나타낸 것이고, (b)는 제작한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트를 화염역화실험장치에 장착한 후 실험하는 모습을 나타내고 있다. 화염역화실험장치는 제어장치와 본체로 구성되어 있다. 제어장치는 본체의 위부분에 점화를 시키며, 실험을 끝난 후 자동으로 불을 끄는 역할을 한다. 본체는 (a) 그림과 같은 시스템으로 구성되어 있고, "A" 부분에 프레임 엘리먼트가 장착되어 있으며, 화염이 역화되면 "B" 부분으로 화염이 나타난다. 이 시스템을 이용하여 본 연구에서 제작한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트를 화염역화실험장치로 제작한 프레임 엘리먼트의 화염방지 실험을 실시하였으며, 그 결과 화염이 역화되지 않음을 확인하였다. 이것은 본 연구에서 개발한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치는 제어장치에 의해 일정한 힘으로 평판과 주름판을 당기면서 제작하므로 평판과 주름판 사이가 매우 일정하기 때문이다.

따라서 본 연구에서 개발한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치는 우수한 프레임 엘리먼트를 제작하는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

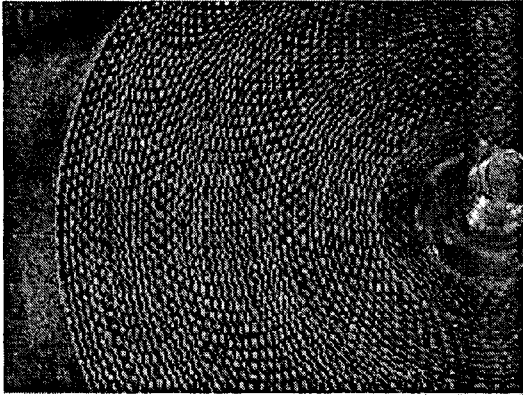
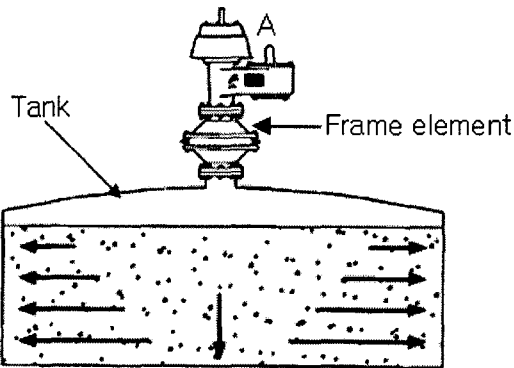
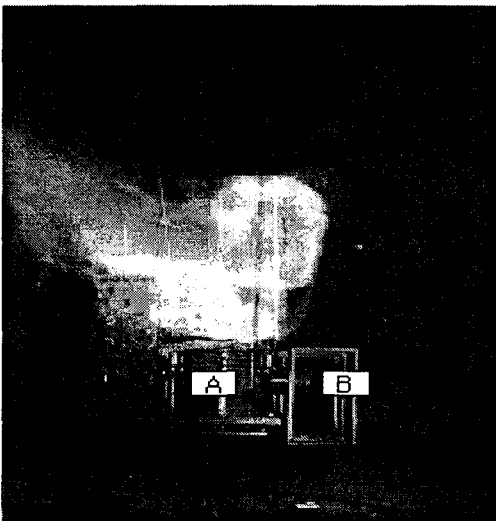


Fig. 11 Manufactured frame element(product)



(a) Frame element in a tank



(b) Characteristic test

Fig. 12 Frame element in a tank and characteristic test

#### 4. 결론

본 연구에서는 제어장치, 조작장치 및 기계장치로 구성되는 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치를 개발하였다. 이 장치는 일정한 힘을 가하면서 일정한 판의 속도로 두 판을 감아서 프레임 엘리먼트를 제작할 수 있다. 자동제작장치를 자동제어로 조작하여 프레임 엘리먼트를 제작한 결과, 크기의 오차가 0.4 %이내이고, 화염방지 실험을 실시한 결과 매우 안전한 것으로 평가되었다.

따라서 본 연구에서 개발한 화염방지장치용 프레임 엘리먼트의 자동제작장치는 우수한 프레임 엘리먼트를 제작할 수 있으며, 제품의 신뢰성을 높이고 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 선진국으로부터의 수입억제효과와 수출증대효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

1. MITSUBISHI, "MELSERVO-J2-A," MITSUBISHI, pp.1-1~11-9, 2002.
2. Yun, D. Y., "80C196KC MASTER I," Ohm Company, pp.1~600, 2002.
3. Yun, D. Y., "80C196KC MASTER II," Ohm Company, pp.811~1203, 2002.
4. Kim, G. M., "Visual C++,"GANAM Company, pp.121~301, 1997.