

용접기호 생성 시스템에 관한 연구

강 상 수¹⁾, 박 주 용²⁾

Research on the Generation System of Welding Symbol

Sang-Soo Kang, Ju-Yong Park

Abstract

Welding is one of the main processes in fabricating a steel structure. Welding information must be included in the form of welding symbol at design stage of the steel structure. A welding symbol contains lots of information about welding process, joint configuration and welding procedure. Drawing the welding symbol is not easy task. It requires enough knowledge and experience about welding. In general designers consult welding engineers or welding reference books to draw the welding symbol because they have only a little knowlege about welding. This process needs much time and may lead to error.

This work aims to develop the welding symbol generation system using relational database and expert system. Databases treat many kind of welding information effectively. Expert system is used to process empirical and non-numerical data which are the major part of welding symbol data. The wide welding information written in the welding symbol is collected and saved into database. Their relationships are analyzed logically and represented in the form of production rules. To obtain the reasonable conclusion from these rules the forward chaining inference process is applied. This inference mechanism was implemented in our own method. This system may help designers make welding symbol exactly and quickly. If this system is integrated into CAD system, it will be much more useful.

1) 한국해양대학교 조선공학과 석사과정, 용접공학 전공
2) 한국해양대학교 조선해양공학부 교수

1. 서론

근래의 컴퓨터 산업의 급속한 발전은 현대화된 산업사회에 많은 영향을 미치고 있다. 컴퓨터를 유효 적절히 사용하기 위해서 각 산업 분야별로 심혈을 기울이고 있으며 특히 노동집약적이고 작업환경이 열악한 조선소에서 설계, 자재 관리, 생산 기술 등의 전산 시스템 개발 및 공장 자동화에 대한 노력을 지속적으로 하고 있다. 또한 각 분야별로 개별적인 자동화 및 전산 시스템 구축이 추진되고 있다.[1][2] 이러한 경향은 조선소의 전체 공정의 90%이상을 차지하는 용접과 관련된 분야에서의 전산화 및 자동화 시스템 구축에서 더욱 뚜렷이 나타난다. 조선소에는 용접과 관련된 기술과 정보들이 많이 축적되어 있으며 이러한 정보들의 효율적인 사용을 위해서는 용접관련 정보들을 체계적으로 전산화 할 필요가 있다.[3][4]

용접기술은 선박의 품질 및 건조단가에 많은 영향을 미치는 생산기술로 이음재료의 특성과 제작 구조물의 형상 및 조립순서 등은 용접법, 용접순서, 용접 조건 등의 각종 용접시공정보를 결정하는데 영향을 미치게 된다.[1][5] 이에 따라 용접정보를 체계적으로 정리, 가공하여 효율적으로 사용하기 위해서는 용접작업과 관련된 공정의 개선과 설비의 자동화 및 구조 설계 시스템의 통합화가 절실히 요구된다. 특히 설계과정에 포함되어 있는 도면상의 용접정보 기입은 CAD시스템과 연계시켜 자동으로 포함되도록 할 필요가 있다. 도면상에 용접 정보를 기입하는 것은 각 조선소마다 체계화시킨 코드(Code)라던지 일반적으로 공통적인 의미로 이해되어지는 용접기호 등으로 표기하게 된다. 특히 용접기호는 현장에서 필요로 하는 용접시공에 관련된 정보를 시각적으로 표현하는 기호들로 구성되어 있다.

본 연구에서는 이러한 용접기호가 용접전문가의 용접시공정보 설정단계에서 자동으로 생성이 되도록 하고 이것을 곧바로 CAD 시스템에 도입할 수 있도록 하기 위해서 진행되었다. 용접 전문가는 용접정보를 결정하기 위해서는 많은 경우의 수를 고려하게 된다. 이러한 용접 전문가의 용접정보 결정과정을 기존의 일반적인 프로그램방식으로 구현하기에는 상당히 복잡하며 프로그램하기가 곤란한 부분이 많이 존재한다. 그래서 이를 용이하게 하고 이후의 수정작업을 편리하게 할 수 있도록 하기 위해 전문가 시스템 기법을 활용하게 되었고 용접전문가의 지식을 편리하게 추가하고 효율적으로 수정할 있도록 하기 위해 데이터베이스를 활용하였다.

2. 용접기호(Welding Symbol)

2.1 용접기호의 구성요소[6][7]

용접기호는 Fig. 2.1과 같이 화살표(지시선, Arrow), 기선(Reference line), 꼬리(Tail), 기본 용접부 기호(Basic weld symbol), 홈의 치수 및 기타 치수, 보조 기호(Supplementary symbol), 다듬질 기호(Finish symbol), 용접법(Welding process), 기타 지시사항(Other specification) 및 참고 사항(Other reference)으로 구성된다. 화살표

는 용접할 위치를 지식하고 기선상에는 용접시공 정보가 위치하게 된다. 꼬리(Tail)에는 용접법, 기타 지시사항 및 참고사항 등 기선상에는 표시하지 못하지만 반드시 용접 시공자에게 전달하여야 할 지시사항이 있으면 간략하게 이 꼬리 부분에 첨가하게 된다.

2.2 기본 용접부 기호(Basic Weld Symbol)[6]

기본 용접부 기호는 이음부에 적용할 용접의 종류나 무엇인가를 용접시공자에게 알리주는 것으로 Table 2.1에 나타내었다.

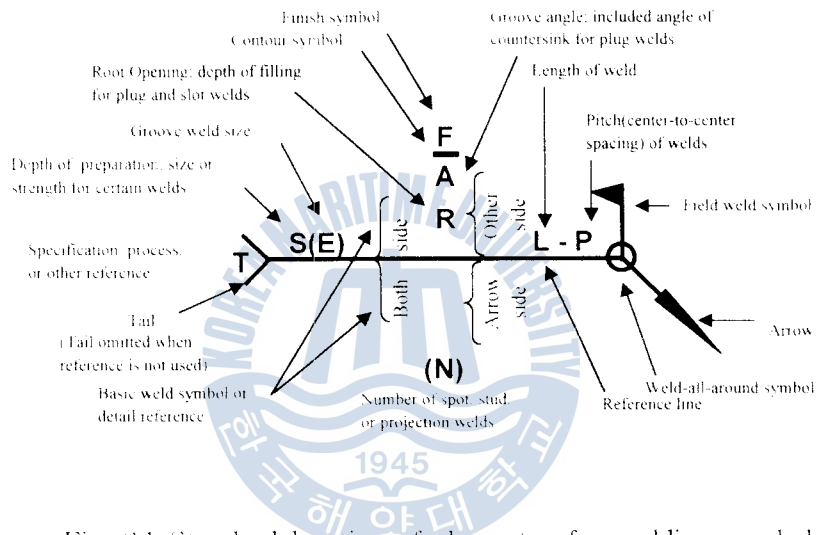


Fig. 2.1 Standard location of elements of a welding symbol

Table 2.1 Basic weld symbols

Groove								
Square	Scarf	V	Bevel	U	J	Flare-V	Flare Bevel	
 	/// ///	< >	< >	⌒ ⌒	⌒ ⌒	⌒ ⌒	⌒ ⌒	⌒ ⌒
Fillet	Plug or Slot	Stud	Spot or Projection	Seam	Back or Backing	Surfacing	Flange	
▷ ▷	▭ ▭	⊗	○ ○ ○	⊕ ⊕ ⊕	⊗	⌒	⌒ ⌒	⌒ ⌒

2.3 보조기호(Supplementary Symbol) 및 기타[6][7]

Table 2.2는 보조기호들을 나타낸 것으로 보조기호는 기본 용접부 기호에 용접부의 표면형상 및 다듬질 방법의 첨가, 그리고 기타 지시사항을 기호로 표시하기 위해 쓰

인다.

Table 2.2 Supplementary symbols

Weld all around	Field Weld	Melt through	Consumable insert (Square)	Backing or Spacer (Rectangle)	Contour		
					Even	Convex	Concave

3. 용접기호 구성 데이터의 상관관계[6][7]

용접기호를 그리기 위해서는 이음의 종류와 용접법의 종류 및 용접의 종류를 적절히 결정하여야 한다. 하지만 Fig. 3.1에서 보이는 것과 같이 이음과 용접법 및 용접의 종류사이에는 상호간에 m:n의 관계로 맺어져 있다.

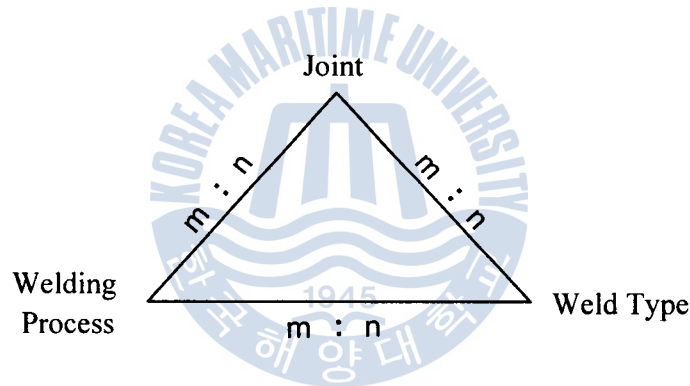


Fig. 3.1 Relationship between welding processes, weld types and joint types

예를 들면 Butt 이음에 적용할 수 있는 용접법은 EGW, FCAW, MIG, MAG, GTAW, ... 등이며 T이음에는 적용할 수 있는 용접법은 FCAW, MIG, CO₂, MAG 등이며 Corner 이음에는 FCAW, MIG, CO₂, MAG 등의 용접법을 적용할 수 있다. 또한 EGW 용접법으로 적용할 수 있는 이음은 Butt, corner, edge이고 FCAW 용접법으로는 Butt, t, lap, corner, edge에 적용할 수 있다. 이처럼 이음의 종류와 용접법 사이에는 m:n의 관계에 놓여 있다. 그리고 EGW로 적용할 수 있는 용접의 종류에는 홈 용접(Square) 뿐이고 FCAW로는 홈 용접, 플랜지 용접, 필릿 용접등을 실행할 수 있다. 또한 홈 용접을 실행할 수 있는 용접법으로는 EGW, FCAW, MIG, CO₂, MAG 등 거의 모든 용접법이 가능하며, 필릿 용접에 대해서는 FCAW, MIG, CO₂, MAG, GTAW, PAW 등의 거의 모든 아크 용접법으로 실행할 수 있다. Butt 이음에 대해서는 홈 용접을 적용할 수 있으며, Corner 이음에는 홈 용접, 플랜지 용접, 필릿 용접, 프로젝션 용접등을 실행할 수 있다. 또한 홈 용접으로는 Butt, t, lap,

corner, edge에 적용할 수 있으며 필릿 용접으로는 T, lap, corner, edge 등에 적용할 수 있다. 이러한 이유의 종류, 용접법의 종류, 용접의 종류 사이의 상호 관련성을 표로 나타낸 것이 Table 3.1과 같다.

Table 3.1 Relationship between welding process, weld types and joint types
(B: Butt joint, T: T joint, L: Lap joint, C: Corner joint, E: Edge joint)

weld Process	Groove							Flange		Fillet	Plug	Slot	Spot	Pro- jection	Seam
	Square	V	Bevel	U	J	Flare V	Flare J	Corner	Edge						
EGW	B,C,E														
FCAW	B,C,E	BC	B,T,C	BC	B,T,C,E	B,C,E	B,T,C,E	C	E	T,L,C	L	L			
MIG	BC	B,C	B,T,C	BC	B,T,C,E	B,C,E	B,T,C,E	C	E	T,L,C	L	L			B,L,E
CO ₂	B,C,E	B,C,E	B,T,C	BC	B,T,C,E	B,C,E	B,T,C,E	C	E	T,L,C	L	L	L		
MAG	B,C,E	B,C,E	B,T,C	BC	B,T,C,E	B,C,E	B,T,C,E	C	E	T,L,C	L	L			
GTAW	B,C,E	B,C,E	B,T,C	BC	B,T,C,E	B,C,E	B,T,C,E	C	E	T,L,C	L	L			
PAW	B,C,E	B,C,E	B,T,C	BC	B,T,C,E	B,C,E	B,T,C,E	C	E	T,L,C	L	L	L		B,L,E
FRW	B														
DEW	B														
ESW	B														

4. 용접기호 생성 시스템

4.1 용접기호 생성 시스템의 구성

본 시스템의 구성은 Fig. 4.1에 나타난 것과 같이 지식베이스, 추론기관, 데이터베이스, 응용프로그램으로 구성되어 있다.

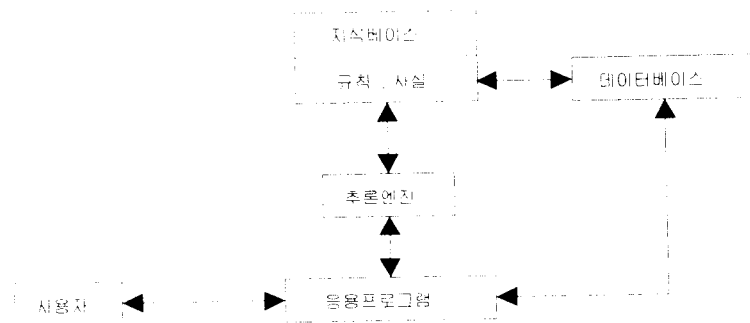


Fig. 4.1 Structure of the generation system of a welding symbol

4.2 용접기호의 작성과정

용접기호의 작성은 Fig. 4.2와 같은 과정으로 생성하게 된다. 첫번째로 용접할 부재의

이음형태를 확인하고 그 이음을 완성할 용접법을 선정한다. 이어서 용접할 위치를 결정하고 용접부기호의 용접기호상에서의 상대적인 위치를 결정한다. 그리고 적용할 용접종류를 결정하며 다음으로 용접부 표면형상과 다듬질 방법을 기재하며 용접종류가 결정된 상태에서 결정된 용접의 홈에 대한 형상치수 및 요구되는 최소 파단강도를 기입한다. 그리고 기타 용접시공에 필요한 사항에 대한 기호표기를 하고나서 그의 지시사항이라던지 참고사항을 용접기호의 꼬리 부분에 기입한다.

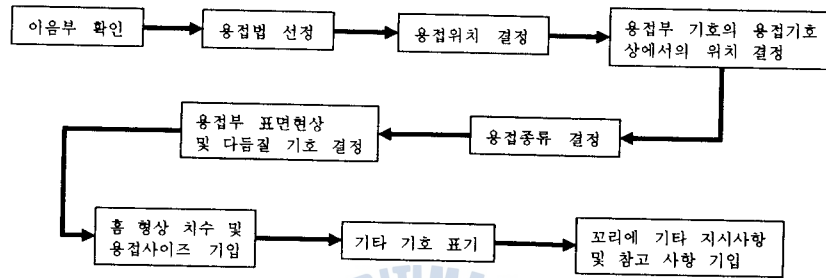


Fig. 4.2 Drawing process of welding symbol

4.3 용접기호 생성 데이터베이스 구축

본 시스템에서는 용접기호 생성에 필요한 지식을 데이터베이스에 담아둠으로써 사용자의 요구에 효과적이고 유효 적절한 반응을 할 수 있도록 하였다. Fig. 4.3과 Fig. 4.4는 본 시스템에서 전문가 시스템을 구현하기 위한 지식들이 테이블 형식으로 데이터베이스내에 저장되어 있는 것을 보여주고 있다.

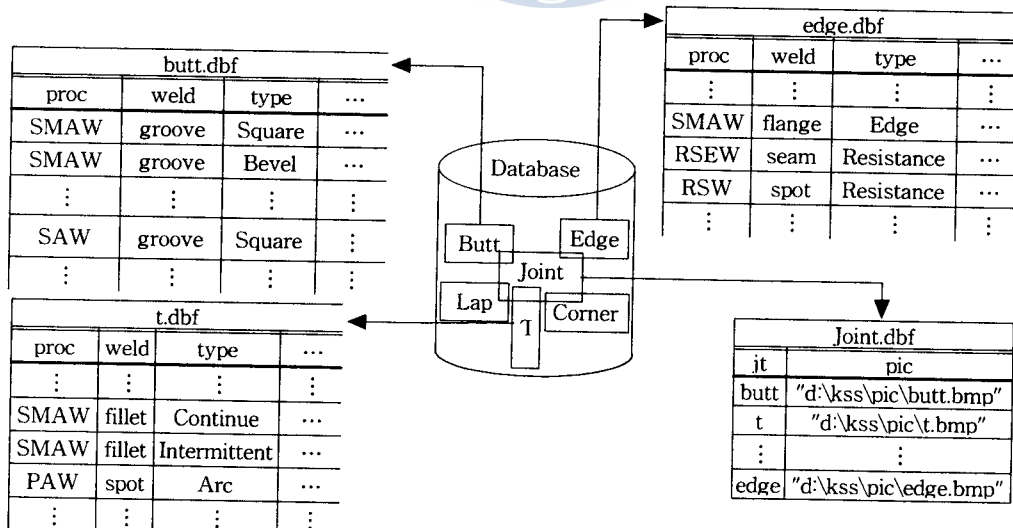


Fig. 4.3 Conversion of expert's knowledge into table form

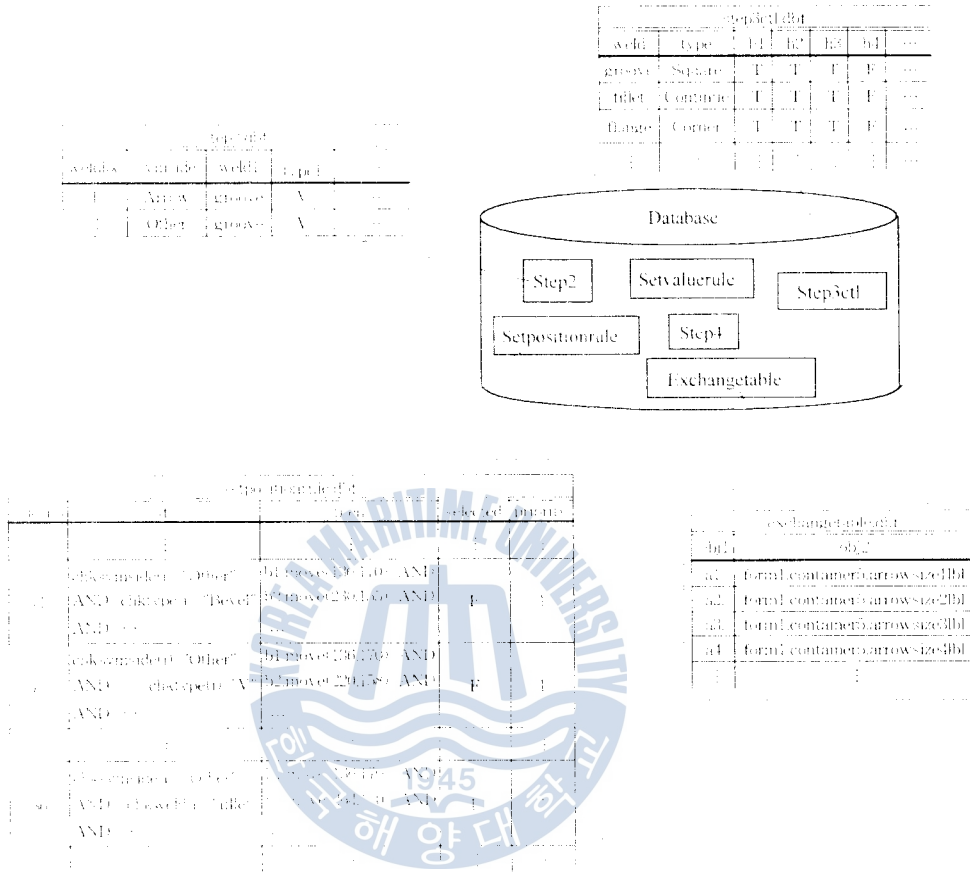


Fig. 4.4 Storage of data and rules in database

4.1 용접조건 생성 전문가 시스템 구축

본 시스템에서의 전문가 시스템은 다음과 같은 "IF ... THEN ..."의 구조로 되어 있다.

- 1) IF varJoint "Butt" THEN process "EGW, FCAW, MIG, ..., CO2, SMAW, SAW, GW"
- 2) IF varJoint "T" THEN process "FCAW, MIG, CO2, ..., PAW, SMAW, SAW, GW"
- 3) IF varJoint "Lap" THEN process "FCAW, MIG, CO2, MAG, ..., SAW, GW, RSEW, RSW"
- 4) IF varJoint "Corner" THEN process "EGW, FCAW, MIG, CO2, MAG, ..., GW, RSEW, RSW, UW"
- ...
- 10) IF varProcess "EGW" and varWeld "Groove weld" THEN type "Square"
- 11) IF varProcess "FCAW" and varWeld "Groove weld" THEN type "Square, ..., J, Flare V, Flare J"
- 20) IF varProcess "FCAW" and varWeld "Flange" THEN type "Corner, Edge"
- ...

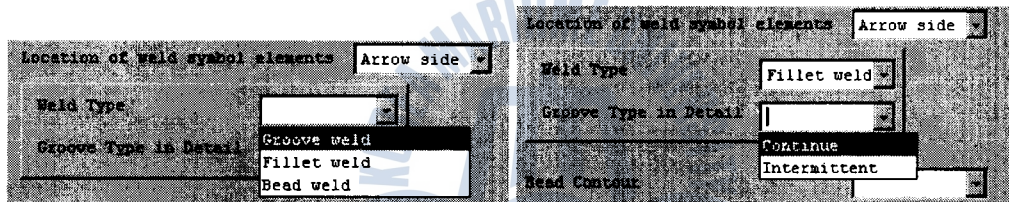
이들 규칙중 몇 가지를 간략히 설명하면 다음과 같다.

규칙 1번은 varJoint가 "Butt" 이음인 경우에 적용할 수 있는 용접법-"EGW, FCAW, MIG, CO₂, MAG, GTAW, PAW, SMAW, SAW, GW"-중에서 하나를 선택하게 된다. 규칙 2번의 경우는 varJoint가 "T" 일 때 용접법으로 "FCAW, MIG, CO₂, MAG,

GTAW, PAW, SMAW SAW, GW"를 제시하게 된다. 그리고 규칙 18번은 varProcess가 "EGW"이고 varWeld1이 "Groove weld"인 경우에는 상세사항으로 "Square" 타입을 제시하여주게 된다. 규칙 19번은 varProcess가 "FCAW"이고 varWeld1이

"Groove"인 경우에 상세사항으로 "Square, V, bevel, U, J, flare V, flare J" 등을 제시하여 주면 사용자는 이중에서 하나를 선택한다.

이러한 과정들에 대한 사용자와의 인터페이스는 Fig. 4.5와 같이 응용프로그램을 구성하는 콘트롤 박스(Control box)들의 동작특성을 이용하여 구현하였다.



(a) Selection of a weld type

(b) Selection of the weld type in detail

Fig. 4.5 Presentation of selectable weld type dependent on the joint type and welding process

5 응용프로그램

사용자는 Fig. 4.5와 같은 화면을 통해 Event-driven방식에 따라 시스템과 상호작용을 하는데 Table 3.1에 나타낸 관계에 의해 시스템은 사용자가 선택을 할 수 있도록 아이템을 제시하게 되고 사용자는 그 아이템에서 적절한 정보를 선택한다. 응용프로그램의 전체적인 흐름은 Fig. 5.1, Fig. 5.2, Fig. 5.3, Fig. 5.4, Fig. 5.5와 같다.

Step 1에서는 이음의 종류를 선택한 다음 그 이음에 적용할 용접법을 결정하고 용접할 위치를 선정한다. Step 2에서는 Step 1에서 결정한 용접위치를 표시하고 이어서 용접부 기호의 위치를 결정한다. 그 후에 용접종류와 용접부의 표면형상("평탄한 면", "오목한 면", "볼록한 면") 및 다듬질 방법을 결정한다. Step 3에서는 Step 2에서 결정한 용접종류의 홈 형상에 대한 치수를 입력한다. Step 4에서는 Step 1, step 2, step 3에서 선택한 정보외의 것을 추가하는 단계로 Weld all around, field weld, spacer, backing, plate,

consumable insert, melt through, tail 등의 항목중에서 필요한 것을 선택한다. 마지막 단계로 Final step에서는 지금까지의 각 단계에서 선택한 정보를 바탕으로 용접기호를 그린다. 이때 용접기호상에서의 각 요소기호들의 위치를 적절히 조정하기 위해서 후 분열진이 동작하게 된다.

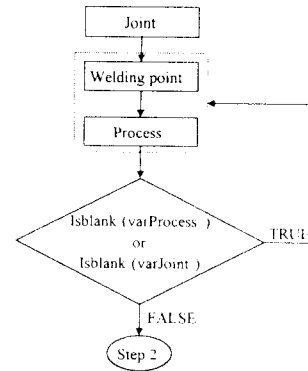
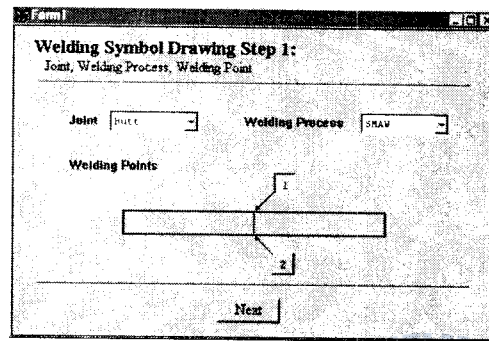


Fig. 5.1 Drawing step 1 and flowchart

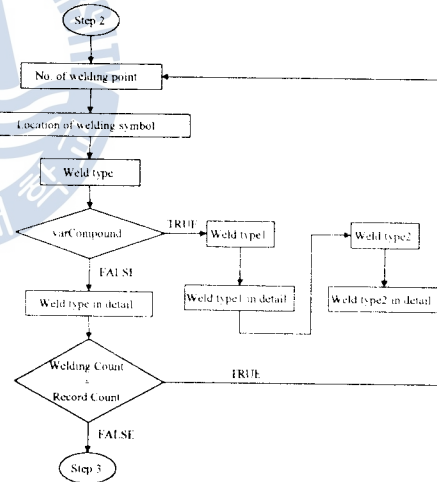
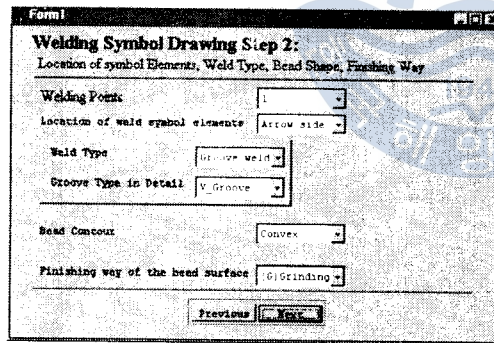


Fig. 5.2 Drawing step 2 and flowchart

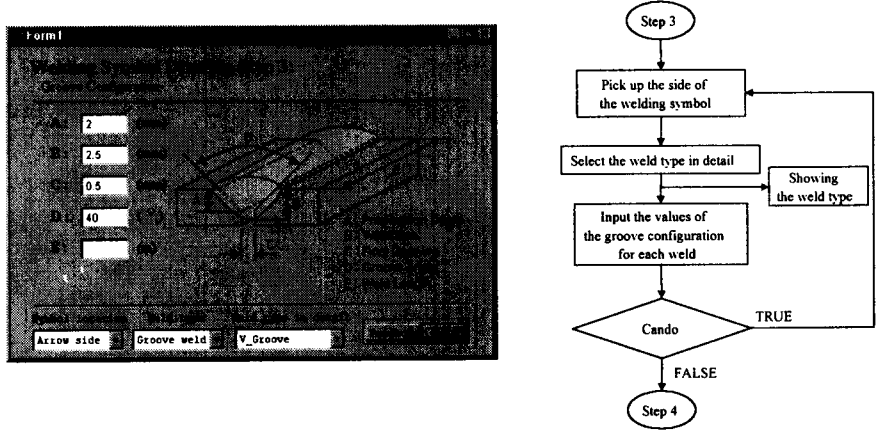


Fig. 5.3 Drawing step 3 and flowchart



Fig. 5.4 Drawing step 4 and flowchart

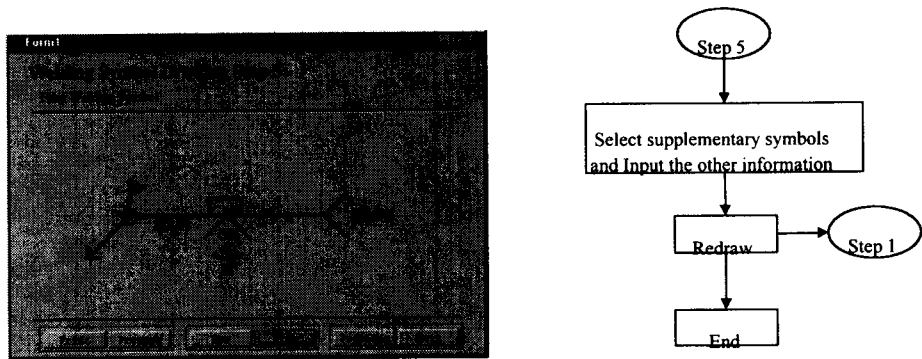


Fig. 5.5 Final step and flowchart

5. 결론

용접기호를 생성하는 과정은 전문가의 지식이 포함되어므로 처리해야 할 데이터의 양이 많고 주어지는 조건을 만족해야 하는 상황도 많다. 이러한 것들을 기존의 프로그램 방식으로 해결하기에는 상당히 힘든 부분이었는데 이것을 전문가 시스템 기법과 데이터베이스를 활용함으로써 효율적으로 처리할 수 있었고 설계자는 이 시스템을 활용하여 용접전문가의 도움없이 자동으로 용접기호를 생성할 수 있게 되었다.

본 시스템은 CAD시스템에 포함되면 효과가 훨씬 크기 때문에 현재 사용되고 있는 대표적인 CAD 시스템과의 인터페이스 프로그램 개발이 수월 향후 과제가 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 임동석, 박주용, "선박선계 생산지원 용접정보 시스템의 모델링에 관한 연구", 大韓造船學會論文集, 第 34 卷, 第 1 號, 1997, pp. 111~121
- [2] 이천주, 황인환, 한용섭, "용접정보 관리를 위한 선산시스템 개발", 大韓熔接學會誌, 第 15 卷, 第 4 號, 1997, pp. 31~35
- [3] 船舶設計 硏究會, "집단 조선생산 시스템 조사연구, <조선소재사 집단모넨(1-IV)의 조사연구결과>", 대한조선학회, 1995. 1
- [4] 김중서, 한순홍, "선박선계 모델에서의 자동자수 표기 시스템", 大韓造船學會, 特別講演會 및 硏究發表會, 1995. 11, pp. 169~174
- [5] 이종갑, "조선산업과 CALS", 大韓造船學會, 特別講演會 및 硏究發表會, 1995. 11, pp. 175~180
- [6] AWS, "Welding Handbook", 8th edition, vol. 1, pp. 193~216, pp. 575~589
- [7] 崔善哲, "溶接解說", 정현당, 1994, pp. 37-101

