

● 論 文

PC - CADRA에서 선체 내부재 피스(PIECE) 생성에 관한 연구

박 제 응* · 이 현 상**
(97년 4월 22일 접수)

A Study on the Piece Creation of Hull-Structure with PC - CADRA

Jae-Woung Park* · Hyun-Sang Lee**

Key Words : Counter Clock Wise(반 시계방향), Clock Wise(시계방향), Outer Contour(외곽선), PCS(확장자가 PCS) 파일 : 피스 엔티티들의 좌표점들을 기록한 파일, PTC(파일 확장자가 PTC) 파일 : 피스 엔티티들의 각각의 좌표점들을 진행순서에 맞게 기록한 파일, IDX(INDEX) 파일 : 데이터베이스 구축에 있어 책의 목차와 같은 파일, DAT(DATA)파일 : 데이터베이스 구축에 있어 책의 내용과 같은 파일, AUTODEF, TRIBON : 조선전용 대형 소프트웨어, MARKING LINE : 피스가 위치할 기준이 되는선.

Abstract

This paper develops the piece creation of Hull-Structure using PC(Personal Computer) which is from CADRA of graphic program. Large-sized shipbuilding yard was carried out on the development of CNC(Computer Numerical Control) auto cutting system used in super S/W such as AUTODEF, TRIBON. But this system needs lots of expenses and high technician, and only used in large-sized shipbuilding yard, not medium-sized and small-sized shipbuilding yard. To bring up the small and medium-sized ship building yard lacking a little competitive power, Small and medium-sized shipbuilding yard need the piece creation of Hull Structure S/W which is joined with the CADRA. Therefore the piece creation of Hull-Structure S/W is developed to joined with the CADRA of graphic S/W to create the piece to be needed on as auto cutting process using PC.

1. 서 론

선박의 강판 중 주류를 차지하고 있는 선체 내부재 피스(piece)를 생성함에 있어, 대형 조선소에

서는 기술력과, 자본력을 바탕으로 하여 고가의 조선 전용 소프트웨어 즉, AUTODEF, TRIBON등을 사용하여 선체 내부재 피스를 생성⁴⁾하고 있지만, 경쟁력이 약한 중소형조선소 및 관련업체들은 이

* 조선대학교 선박해양공학과
** 인하대학교 선박해양공학과

러한 고가의 제품을 구입할 수 없는 것이 현재의 실정이다^{10),12)}.

따라서 본 연구에서는 TRIBON과 같은 고급 조선 전용 소프트웨어가 아닌 PC에서 사용 가능한 선체선도가공 정보처리¹¹⁾로부터 얻어진 결과를 "PC-CADRA" 그래픽 소프트웨어^{3),4)}를 접목시켜 날로 경쟁력이 약화되어 가고 있는 중소형조선소 및 관련업체를 위해 저변화되어 있는 PC에 사용 가능한 선체 내부재 피스를 생성할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 또한 개발된 피스생성 프로그램을 사용하여 선체선도가공 정보처리 및 피스절단 자동화시스템의 다음 단계인 피스네스팅 작업에 관한 연구를 수행하게 됨으로서 최종적으로는 선 각부재 절단 자동화 프로그램을 개발하고자 한다.

2. 피스 생성 S/W의 구성도

Fig. 1은 본 연구의 선체 내부재 피스 생성에 관한 프로그램의 전체적인 흐름도는 다음과 같다.

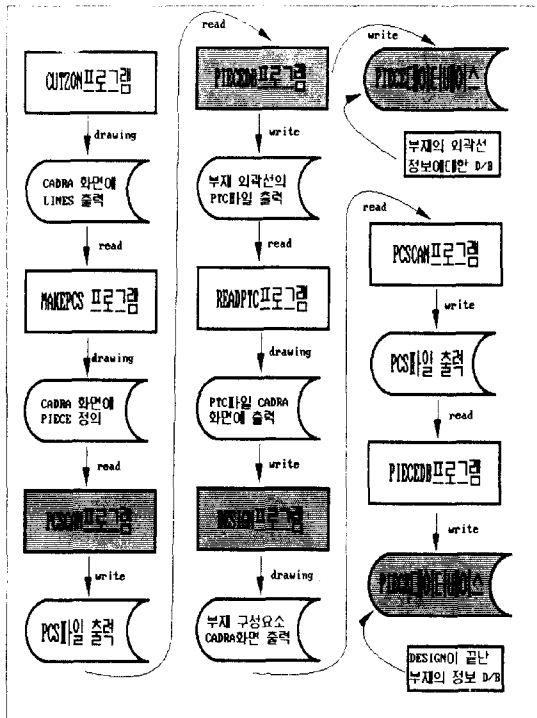


Fig. 1 Flow chart of Piece creation of Hull-structure

3. 개발 프로그램

3.1 MKPCS 프로그램

PC-CADRA를 이용한 선체선도가공 정보처리 프로그램에 의해 피스를 생성할 부분을 선택하여 불러진 선도에, 선들을 그린 후, 피스로 제작할 범위를 선정하는 프로그램으로 흐름도는 Fig. 2와 같다.

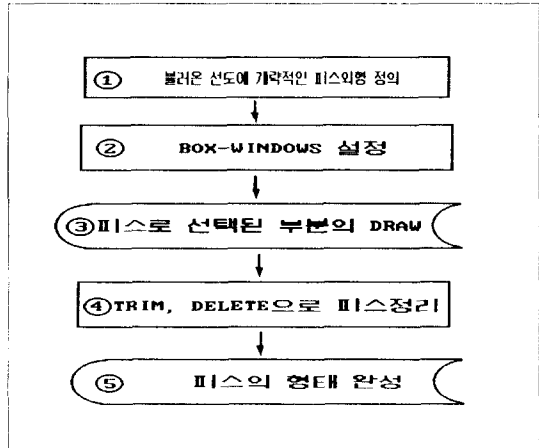


Fig. 2 Flow chart of MKPCS P/G

②단계는 ①단계에서 그려진 개략적인 피스 외곽선을 피스로 정의할 부분을 Fig. 3의 A와 같이 BOX로하여 선택할 수 있게 하였다.

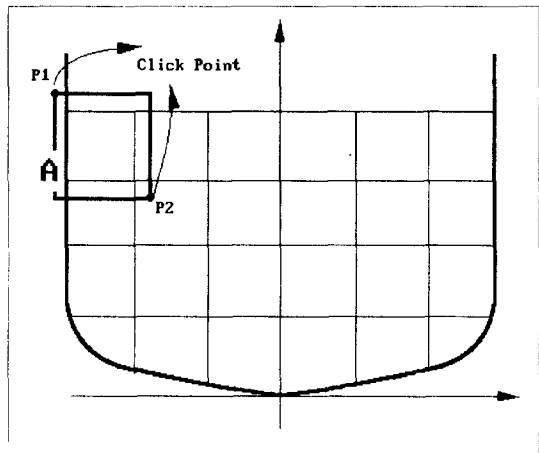


Fig. 3 The outer contour of drawing pieces

③단계에서는 Fig. 3의 A부분의 점 P1과 P2가 이루는 BOX와, 도면의 각 선들과의 교점으로 도면에 나타난 선들의 시작점과 끝점을 바꾸어 주도록, 코헨-서더랜드 알고리즘 이론¹³⁾을 도입하여 사각형 내에 포함되는 부분⁴⁾만을 Fig. 4와 같이 불러 오게 하였다.

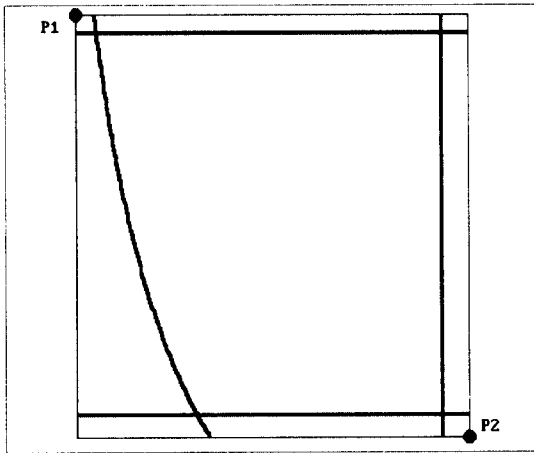


Fig. 4 Lines inside a square made by points two(P1 and P2)

Fig. 4와 같이 얻어진 결과를 CADRA의 고유기능인 TRIM과 DELETE기능^{3),9)}을 이용하여 피스 외형을 정의한다.

3.2 PCSCAN 프로그램

정의된 피스외형의 엔티티들의 정보를 읽어들이 기록하는데 외곽선, 마킹, 홀(hole), 등을 구분하여 속성을 부여한 뒤, 연속된 엔티티로 정렬하여 PCS 파일을 생성하여 기록하게 하였다.

PCSCAN 프로그램의 진행순서는 Fig. 5와 같다.

MKPCS에서 그려진 그림은, 각각의 선들이 서로 연결된 것이 아니고, 독립된 것이므로 각각의 선들을 CADRA의 CHAIN³⁾기능을 이용하여 하나의 그룹으로 형성하고, 엔티티들의 정보 즉, 엔티티의 속성, 엔티티의 좌표값들을 관리하는데 여기에서 생성된 파일이 PCS파일이다. 이때 주의해야 할 점은 피스의 진행방향은 외곽선은 반 시계방향

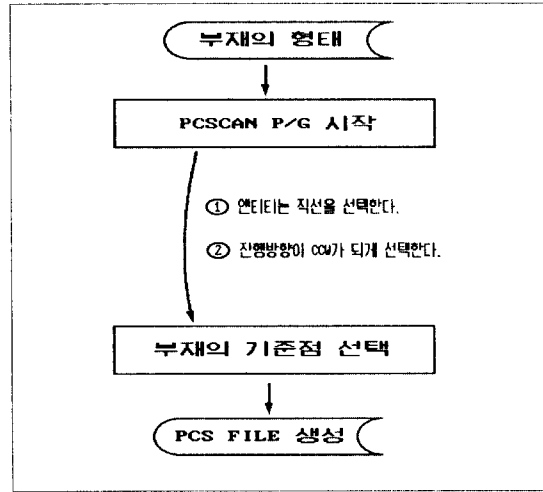


Fig. 5 Flow chart of PCSCAN P/G

(CCW, 혹은 시계방향(CW)³⁾으로, 진행방향이 되도록 하여야 한다는 것이다. 선택된 점에서 양 끝점까지의 거리를 구하여 거리가 짧은 쪽을 시작점⁴⁾으로 하고 다른 점을 끝점으로 하여 엔티티의 진행방향을 결정하도록 하였다.

즉, Fig. 6에서와 같이 엔티티 "L1"의 클릭 포인트와 같이 시작 엔티티가 선택되면, 시작점이 P1으로 하여 결정되어진다.

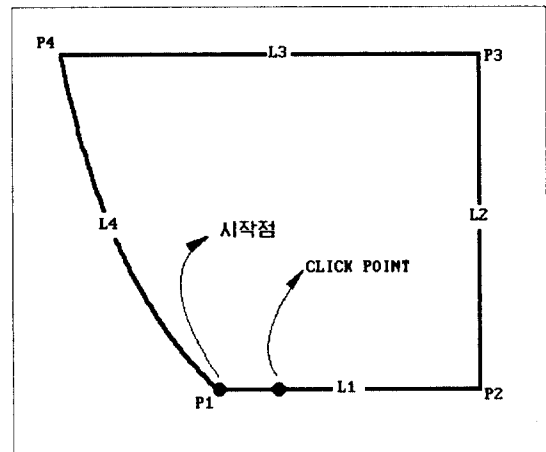


Fig. 6 The direction of left pieces

3.3 PIECEDB 프로그램

본 연구의 최종목표는 피스의 NC컷팅에 있기에

각각의 구성요소 즉, 외곽선, 마킹라인, 홀 등이 구분되어 기록되어야 하고, 컷팅기의 진행방향이 있기에 그 진행방향에 맞게 엔티티들의 방향을 수정할 필요가 있다. PIECEDB 프로그램의 진행순서는 Fig. 7과 같이 구축하였다.

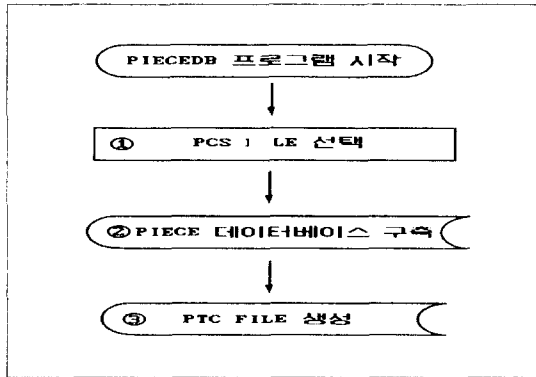


Fig. 7 Flow Chart of PIECEDB

PCS파일을 받아들이고, 엔티티들의 순서와 방향을 결정하여 정보를 데이터베이스에 등록하고, 피스 구성요소들을 디자인하기 위해 PTC파일을 생성하는데, 피스 구성요소들은 피스의 안쪽에 위치하게 되므로 구성요소들을 일괄 처리 형식으로 형성하기 위해 외곽선의 엔티티 진행방향을 한 방향으로 결정한다.

즉, PCS 파일을 받아들여, 데이터베이스를 구축하는데, 데이터베이스는 *.IDX파일과 *.DAT 파일로 구성하여, IDX파일에 속하는 자료를 DAT 파일에서 불러들이게 하여 작업수행을 보다 빠르게 하였다. 한 예로 파일관리 시스템의 이름이 "SHIP001"이라면 IDX파일과 DAT파일의 이름은 다음과 같이 구성하였다.

SHIP001C.DAT : 피스의 좌표값 내용의 인덱스 파일

SHIP001C. IDX : 피스의 좌표값 내용의 데이터 파일

SHIP001P.DAT : 피스의 전반적인 내용 (블럭이름, 송선, 두께 등)의 인덱스파일

SHIP001P. IDX : 피스의 전반적인 내용 (블럭이름, 송선, 두께 등)의 데이터 파일

한편 데이터베이스에 대한 입출력 및 데이터의 수정이 많으므로, 이를 고려하여 사용자가 이용하기 쉽게 데이터베이스 디렉토리를 아래와 같이 구성하였다.

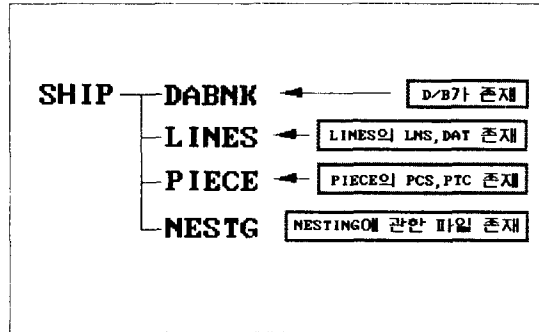


Fig. 8 The management of D/B directory

3.4 RDPTC 프로그램

생성된 피스외곽선에 피스 구성요소를 생성하거나, 혹은 구성요소를 수정하기 위해 PTC파일을 CADRA³⁾의 지원받아 PC화면에 그려주는 프로그램이다. RDPTC 프로그램의 흐름도는 Fig. 9와 같다.

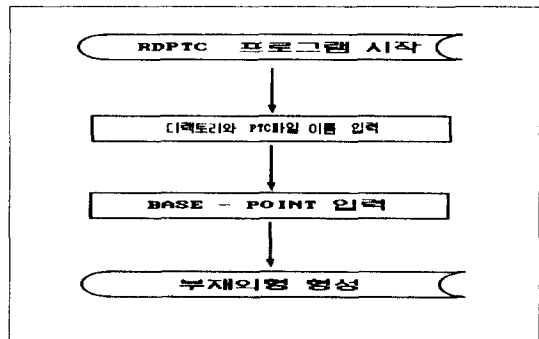


Fig. 9 The flow chart of RDPTC P/G

PTC파일로 저장되어 있는 피스의 각 엔티티의 좌표값들을 불러 선분의 좌표값들을 화면상에 임의의 기준점을 상대좌표값을 계산하여 각각의 좌표값을 그리게 하였다.

좌표값 구하는 식은

$$STx = x_n + P1x$$

$$STy = y_n + P1y \text{ 이다.}$$

여기서, 엔터티의 좌표값 (x_n, y_n),

임의의 기준점 ($P1x, P1y$)에 의해

점 P2, P3, P4.....의 좌표를 계산하여 피스를 그리게 되고, 불러 들여진 피스는 순서와 방향이 결정되어 피스 구성요소를 그려 넣을 수 있게 준비된 것이다.

3.5 DW-BOX 프로그램

위에 설명한 프로그램들은 피스가 선박의 외판부에 접하는 부분의 피스 외곽선을 정의하는 프로그램을 설명을 한 것이고, DW-BOX 프로그램은 외판부에 접하지 않는 피스들을 정의하는 프로그램으로 앞서 행한 프로그램들과 달리 PCSCAN, PIECEDB, RDPTC 프로그램들을 일괄 처리토록 하여 피스 구성요소를 생성할 준비가 된 것이다.

피스의 외곽을 정의하는 방법은

"① BOX-2P ② BOX-4P ③ DUP-BOX"의 3가지로 나누어 구성하였다.

(1) BOX-2P 프로그램

이 프로그램은 2개의 점으로 이루어진 4각형을 그리는 프로그램으로 흐름도는 Fig. 10과 같이하여, 생성할 피스의 크기 즉, 가로, 세로 최대 크기와 노치반지름 값, 그리고 기준 좌표를 입력받아 피스의 외형을 정의할 수 있게 하였다. 이때 정의된 피스 외형은 RDPTC 프로그램을 실행한 결과와 같다.

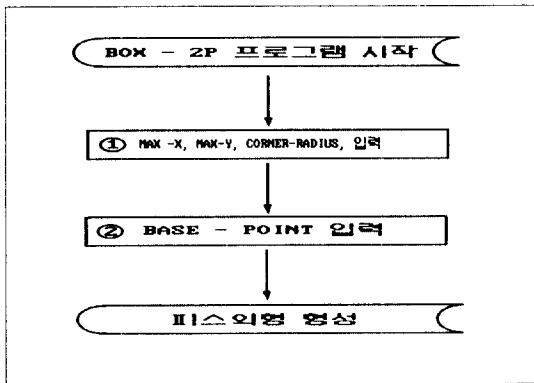


Fig. 10 Flow chart of BOX-2P P/G

먼저 피스의 크기와 모서리 부분에 노치가 있을 경우 노치의 반지름을 입력받아 피스의 기준좌표 값을 입력받고 피스 외곽선을 정의한다.

(2) BOX-4P 프로그램

이 프로그램은 피스의 외형이 직사각형이 아니고, 사다리꼴과 같은 다각형의 피스 외형을 정의하기 편리하게 개발된 프로그램으로, 기준점과 각각의 꼭지점의 좌표를 입력받아 피스의 외형을 정의할 수 있는 프로그램으로 흐름도는 Fig. 11과 같다.

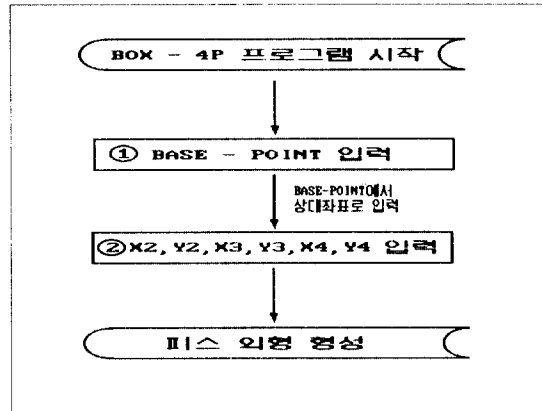


Fig. 11 Flow chart of BOX-4P P/G

이 프로그램은 부재가 위치할 기준점을 입력받고, 각각의 꼭지점을 입력받아, 피스 외곽선을 정의한다.

(3) DUP-BOX 프로그램

이 프로그램은 같은 크기의 피스가 여러 개 있을 때 한 번에 정의할 수 있는 프로그램으로, 흐름도는 Fig. 12와 같다. 그리고 입력받는 값은 그려질 기준좌표와 가로, 세로의 최대값, X, Y축으로의 개수, X, Y축으로 각각의 피스들의 간격을 입력받아 피스외곽을 정의한다.

- ① 단계는 피스의 크기, X, Y축으로 개수, 피스들을 간격을 입력받고,
- ② 단계는 기준점을 입력받는다.

이상의 DW-BOX 프로그램에 의해 부재를 정의한 결과를 보면 Fig. 13과 같다.

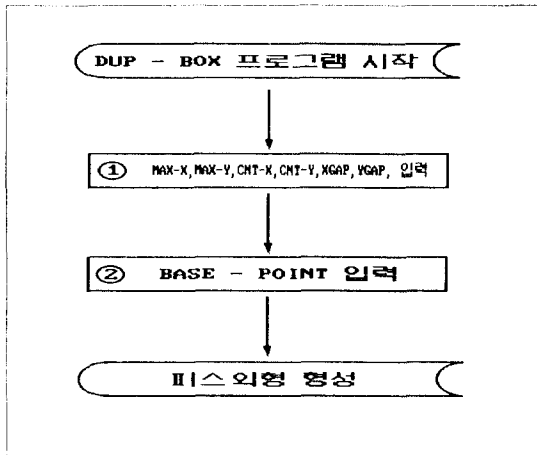


Fig. 12 Flow chart of DUP-BOX P/G

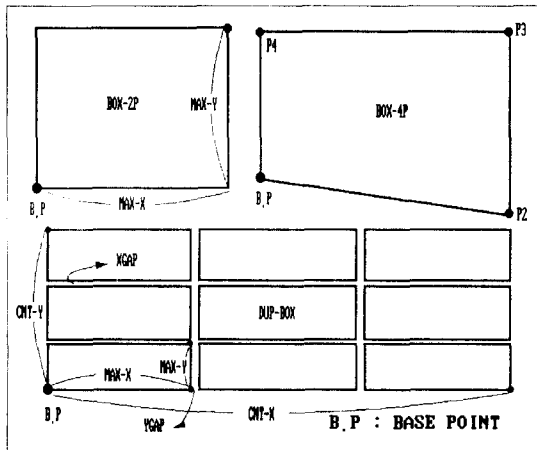


Fig. 13 The Result of DW-BOX P/G

Fig. 13은 피스의 엔티티들의 진행방향이 모두 반 시계방향으로 그려졌기 때문에 PIECEDB를 실행하고 난 후의 결과와 같기때문에, 피스 구성요소들을 디자인할 수 있다.

3.6 DESIGN 프로그램

DESIGN프로그램은 CADRA에서 불러들인 피스외형에 피스 구성요소들을 형성하는 프로그램으로, 피스 구성요소 각각을 라이브러리 화하여 서브루틴으로 불러 사용할 수 있게 구성하였다.

피스의 구성요소들을 살펴보면 다음과 같다.

DESIGN			
CUTOUT	HOLES	NOTCH & SCALLOP	MARKING
AN, FB, TT, L2, L3	HO, CV, EL, CO, DR	CR, CC, CL, 2CL, OB, EB	

(1) CUTOUT 프로그램

컷아웃의 형상에는 Angle, Flat Bar, TT, L2, L3 등으로 구분하였다. 이러한 구성요소는 강판만으로는 종강도가 부족하기 때문에 강도를 보강하기 위해 각각의 부위에 맞는 형상을 선택한다. 여기서 CUTOUT 프로그램이 입력받는 데이터 값은 "TYPE(형태), RI(노치 반지름), WEBH(웹브늘이), FLGB(플렌지 폭), WEBT(웹 두께), FLGT(플렌지 두께), SLOP(앵글 경사각)"인데, 데이터값을 입력받으면 라이브러리로 구축되어 있는 각각의 요소들의 형상이 그려지게 하였다.

Fig. 14는 입력받은 플렌지의 값에 따라 플렌지의 방향이 바뀌는 모습을 보여주고 있다.

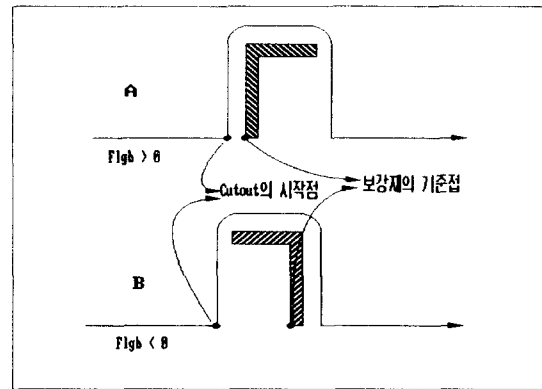


Fig. 14 The shape of cutout depending on FLGB direction

Fig. 14의 그림 A는 FLGB가 (+)일 때이고 B는 (-)인 경우이며, 이 형상들은 엔티티 진행방향의 왼쪽에 형성이 된다.

(2) HOLES 프로그램

홀의 용도는 사람이 드나들 수 있는 홀과, 파이프가 지나가는 홀, 통풍을 위한 홀 등, 여러 종류의 홀이 있다. 홀의 종류에는 HO, OV, EL, CO, DR

등의 형상으로 구분하였고, Fig. 15와 같다.

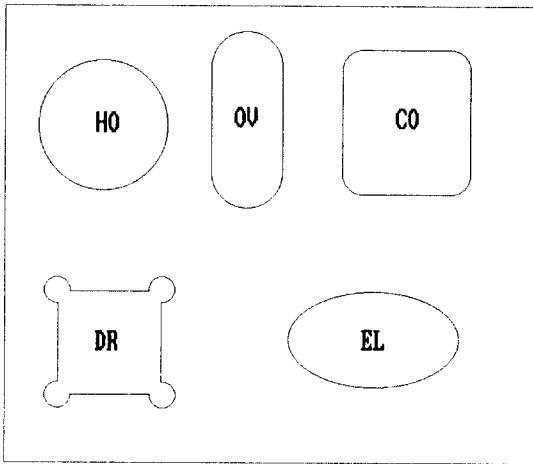


Fig. 15 kind and type of Holes

각 홀은 데이터 값을 입력받으면 그려질 수 있도록 라이브러리를 구축하였다.

(3) NOTCH & SCALLOP 프로그램

노치와 스칼롭도 컷아웃과 같이 피스의 외곽선에 존재하는 것으로, 작업의 효율과 용접성을 고려하여 형성하는 요소로서 형상의 종류를 살펴보면 CR, CC, CL, 2CL, OV, EB의 종류로 Fig. 16과 같이 구성하였다.

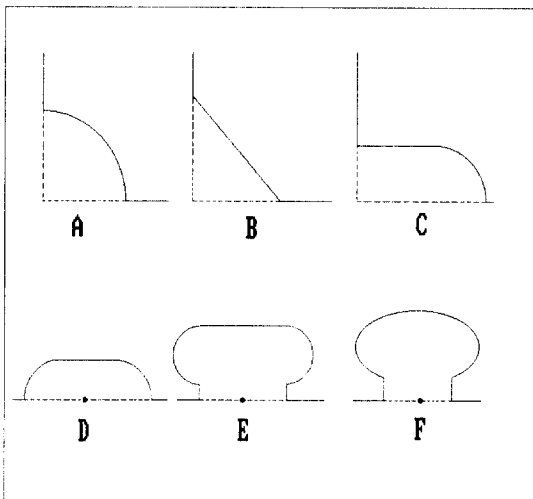


Fig. 16 type of Notch and Scallop

여기서

- A : CR
- B : CC
- C : CL
- D : 2CL
- E : OV
- F : EB

(4) MARKING 프로그램

마킹라인은 피스에 또 다른 피스가 붙을 경우 붙는 기준선의 방향을 나타내는 것으로서 선의 위치와 기준선의 방향을 표시한다. 그리고 표시 할 때 시작점과 끝점을 구분하기 위해 시작 엔티티와 끝 엔티티의 색깔을 구분하여 구성하였다. 몰드방향¹²⁾은 Fig. 17과 같이 삼각형 모양으로 구분을 하였다. 즉, P1을 시작점, P2를 끝점으로 하면 진행방향도 P1에서 P2로 진행하고 몰드방향의 표시는 P3 방향에 선택하여 그리도록 하였다.

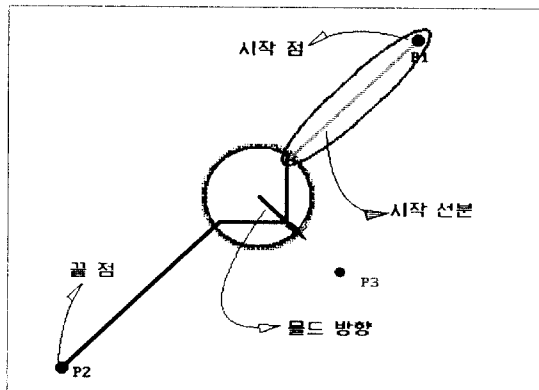


Fig. 17 The method of Marking

이상의 피스 구성요소들은 모두 구성요소들의 규격만을 입력받으면 일괄처리 하도록하여, 피스를 생성하는데 신속하게 형성하게 하였다.

4. 결과 및 고찰

위와 같이 모든 피스 구성요소들을 포함한 최종 피스를 그려보면 Fig. 18그림과 같이 그려진다.

이 그림은 피스를 생성하는 한 예로서 피스를 다시 한번 스캐닝을 외곽선, 홀, 마킹라인을 구분하여 피스 정보처리에 등록이 되면 완성된 데이터 베이스가 형성되며, 그 형성된 PCS파일의 일부분을 살펴보면 다음과 같다.

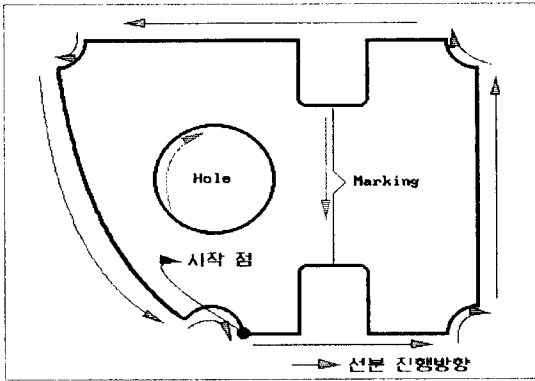


Fig. 18 The example of created piece in Hull-Structure

```
TEXT BLO1-BJ01 2 FR 17.00 3
LINE 140.6867 3118.8142 6340.6865 3118.8142 01
ARC 140.686691 3118.814209 140.686691 3118.814209 0.0
140.6867 3118.8142 0.0000 6.2831853 99999
LINE 140.6867 4948.8145 140.6867 3118.8142 99999
LINE 6340.6865 4948.8145 140.6867 4948.8145 99999
LINE 6340.6865 3118.8142 6340.6865 4948.8145 99999
LINE 250.6867 4323.8135 740.6867 4323.7715 10101
```

여기서

TEXT: 부재 속성과 부재 두께, 부재 개수.

LINE:
:
:
ARC: 엔티티 좌표, 엔티티 속성
LINE:

그리고, 형성된 PTC 파일의 일부분을 살펴보면 다음과 같다.

이 파일에서 데이터베이스에 저장되는 피스에 대한 정보를 보면 각각의 선분에 속성을 주어 어떠한 요소인지를 알 수 있게 하였다. 즉,

10101: 마킹라인의 첫 번째 엔티티의 시작점을 나타내고, 만약 마킹라인이 또 있다면 10201으로 속성이 주어진다. 이것은 두 번째 엔티티의 시작점을 나타내는 것이다.

```
LINE,10101, 743.000, 260.000, 743.000, 800.000,9,
LINE,0102, 743.000, 800.000, 813.021, 900.000,9,
LINE,10103, 813.021, 900.000, 743.000, 1000.000,9,
LINE,10104, 743.000, 1000.000, 743.000, 1540.000,9,
LINE,20101, 117.500, 800.000, 117.500, 1000.000,9,
ARC, 20102, 200.000, 317.500, 1000.000, 0.00, 3.14159,9,
LINE,20103, 517.500, 1000.000, 517.500, 800.000,9,
ARC, 20104, 200.000, 317.500, 800.00, 3.1415, 6.28315,9.
```

20101: 홀의 첫 번째 엔티티의 시작점을 나타내고, 만약 홀이 또 있다면 20201이라는 속성이 있을 것이다. 이것은 두 번째 홀의 시작점을 나타내는 것이다.

30001: 외곽선의 첫 번째 선분의 시작점을 나타낸다.

99999: 나머지의 모든 좌표값이다. 그렇기에 프로그램에서 서로의 좌표값을 비교하여 서로 연속이되는 선분들로 연결을 시켜주어야 한다.

5. 결 론

본 연구는 TRIBON과 같은 고급 조선전용 소프트웨어를 이용한 피스의 생성 및 데이터베이스의 관리를, 대형 컴퓨터가 아닌 PC에서 PC-CAD를 이용한 선각 내부재 피스 생성을 할 수 있도록 소프트웨어를 개발하였다.

이를 통하여 그 동안 주로 고급 소프트웨어 및 대형컴퓨터에서 가능하던 선각부재 생성과 데이터베이스의 관리를 PC에서도 가능하게 되어, 중소형 조선소에서도 선각부재 생성과 데이터베이스 작업을 자동화 할 수 있어 생산성 향상이 기대된다.

그리고 이 연구는 내부재 피스생성 데이터베이스에 등록되어 있는 데이터를 이용해 네스팅과, CNC 자동절단 시스템에서 읽어 들일 수 있는 코드를 형성할 수 있는 프로그램 개발의 한 단계로 평가된다.

* 이 논문은 한국과학재단 지정 지역협력연구센터인 조선대학교 수송기계부품 공장자동화 연구센터의 1996년도 연구비의 지원에 의해 연구되었음.

참 고 문 헌

- 1) 박제웅, 이현상, "PC-CADRA를 이용한 선체 선도가공 정보처리에 관한 연구", 한국 해양공학회지, 1997.5(예정)
- 2) 이 건우, "컴퓨터그래픽과 CAD", 영지문화사, pp. 193-212, 1994
- 3) CADRA III "User's Guide" Version 9, 어플라이 엔지니어링, 1993
- 4) "TRIBON Hull Production Info User's Guide", TRIBON Lines User's Guide.
- 5) Erwin Kreyzig "Advanced Engineering Mathematics" pp. 298-320
- 6) K. A. Stroud "Engineering Mathematics" pp. 345-395, Third Edition
- 7) I. D. Faux and M. I. Pratt, "Computer Geometry for design and manufacture", Ellis Horwood LTD, 1979
- 8) S. A. Coons, "Surfaces for Computer-Aided Design of Space Forms", Technical Report MAC-TR 44, M.I.T, Cambridge, MA, USA, 1967
- 9) Ibrahim Zeid, "CAD/CAM Theory and Practice", McGraw-Hill Inc, 1991
- 10) "Steerbear Data Extraction Course, Steerbear Hull Model Course." Kockums Computers System AB, 1990
- 11) Kaj Johansson, "Integration of CAD/CAM and Mangement Information System", ICCAS 88 Conference, Paper No. D4, Shanghai, 1988.
- 12) J. J. Kim, "Development of Ship Production Planning System Using a Cost Based Approach", Ph.D, Thesis, University of Stratchlyde, 1993
- 13) H. C. LEE, "Computer Graphics & Geometric Modeling for Engineers" pp. 93-107 SIGMA PRESS, 1996