

# 선박용 플랫바의 자동 네스팅 및 가스/플라즈마에 의한 NC 절단\*

이철수\*\* · 박광렬\*\*

## Automatic Nesting and NC Cutting of Flat-Bar

Cheol Soo Lee · Gwang R. Park

### 〈Abstract〉

The 'flat-bar' is a stiffener which is a component of ships. It is basically a long rectangle and has 'end-cut' shapes at both sides. The paper describes a fast nesting algorithm of the flat-bar, and a procedure to generate cutting path of gas/plasma torch, which is operated by a NC (numerically controlled) gas/plasma cutting machine.

Proposed procedures are written in C-language and executable on VAX machine with Open VMS operating system.

## 1. 서론

제조 분야에서의 CAD/CAM 소프트웨어의 활용은 날로 그 가치가 더해 가고 있다. 자동화에 의한 품질 및 생산성의 향상과 납기 단축, 원가 절감 등의 효과와 더불어 최근에 설계단계의 데이터를 제조 단계에서 그대로 이용함으로써 중복 작업 및 작업 오류를 없애려는 연구가 많이 이루어지고 있다. 그러나 대부분의 설계단계의 데이터는 용접, 조립, NC가공 등과 같은 제조 단계의 각 작업의 특성이나 가공될 부재와 가공 기계 등의 특성을 감안하고 있지 않은 경우가 많다.

선박 제조 분야에서는 대부분 선박 설계 전용 CAD 시스템을 사용하고 있지만 CAM을 이용한 자동화의 과정에서 앞서 말한 것과 같은 일괄적인 데이터의 흐름이나 공정의 특성을 감안한 가공 계획의 수립에는

어려움을 겪고 있다. 특히 선박에서 보강재(stiffener)로 쓰이는 부재 중에서 <그림 1>과 같은 플랫바(flat-bar)는 많으면 배 한 척에 수만 개가 필요하기 때문에 플랫바의 네스팅(nesting)과 NC 절단 공정의 자동화는 매우 중요하다.

본 논문에서는 플랫바의 특성을 고려한 빠른 네스팅과 NC절단을 위한 가공 경로 생성 방법을 제안하였다. 실제로 상위 CAD 데이터베이스로부터 네스팅에 필요한 데이터의 추출 및 변환, 각 단계별 로그 파일의 생성, 네스팅 결과의 상태 화일과 CAD 데이터베이스로 보고하기 위한 IGES 화일의 생성 작업을 내부적으로 처리하여 플랫바를 절단하기 위한 일련의 작업들의 일괄처리가 가능하도록 하는 시스템을 개발하여 그 유용성을 보이려고 하였다.

조선 뿐만 아니라 전자, 자동차, 의류 산업 등에서 부재를 최적으로 배치하기 위한 효율적인 네스팅 알

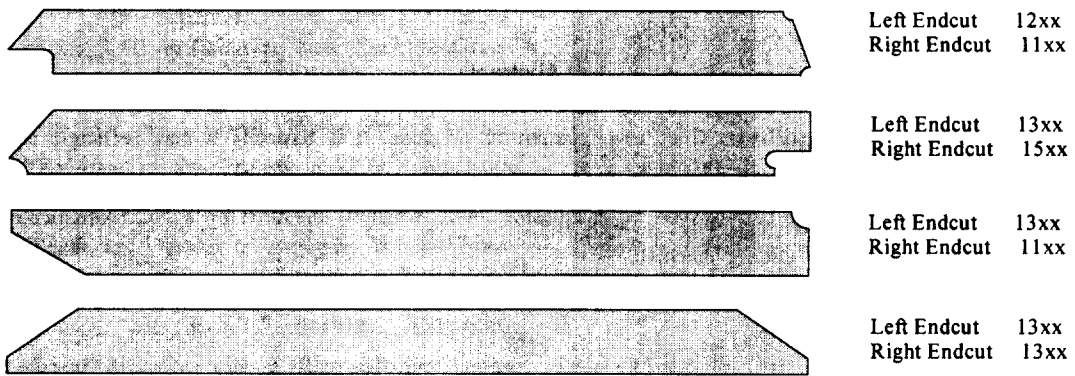
\* 본 논문은 한라중공업(주)과 산학협동 연구에 의하여 이루어졌음.

\*\* 전남대학교 산업공학과

고리즘은 설계 단계의 데이터를 일관성 있게 유지하면서 제조 단계를 자동화하려는 노력과 함께 날로 그 중요성이 더해 가고 있다. 주로 2차원상의 평면에 다양한 형상의 부재를 최적으로 배치하는 네스팅에 관한 연구가 이루어져 왔는데 네스팅 알고리즘으로는 동적 계획법을 사용하거나 휴리스틱한 방법을 사용한다[1].

직사각형 형상 만을 배치하는 경우는 불규칙한 형상에 비해 계산이 적고 간단한 알고리즘으로도 배치 기준에 따라 매우 다양한 결과를 얻을 수 있다[4]. 따라서 몇 가지의 불규칙한 형상이 중복하는 경우에 몇 개의 직사각형 안에 군으로 묶어 직사각형 만을 최적 배치하는 방법도 생각할 수 있다[4][5].

그러나 실제로는 자동 네스팅을 구현하려는 대부분



〈그림 1〉 플랫폼의 예

네스팅은 특성상 겹침 방지를 위한 교차점 계산과 경우의 수가 많은 관계로 많은 시간이 소요된다. 이러한 교차점 계산 시간(특히 곡선끼리)을 줄이고자 원판을 적절한 크기의 격자(grid)로 나누어 정수화된 격자로 겹침 체크를 하고 계산 시간과 버림율을 고려한 격자 크기를 결정하도록 하는 방법도 제안되었다[2]. 그러나 실제 가공 단계에서는 단순히 버림율을 최소화한 배치보다는 가공 시간이나 가공 비용과 가공 기계의 성능과 같은 가공 단계의 특성도 고려한 배치도 중요하다[3]. 실제로 완전 자동 네스팅의 경우가 더 불합리한 경우도 있어 대화형으로 네스팅 작업을 수행하는 경우가 많다.

자동 네스팅의 예로 가죽, 목판, 철판 또는 옷감 등에 불규칙한 형상을 최적 배치하는 경우를 들 수 있는데 일반적인 경우 제각기의 위치와 방향(회전)을 가지고 있는 모습으로 레이아웃 되지만 상하 방향 무늬가 있는 옷감의 경우는 배치될 형상의 회전하는 각도는 0°와 180°로 제한되므로 전자보다 계산 시간이 훨씬 단축된다.

일반적인 네스팅 알고리즘의 적용이 어렵거나 계산 시간이 많이 소요되는 불규칙한 형상의 경우이므로 부재 형상을 고려하여 교차점 계산 시간을 최소화하면서[6] 가공 단계의 특성을 고려한 나름대로의 네스팅 알고리즘이 필요하다[3].

선박 판넬의 네스팅의 경우는 재질이 강판(강재 원판; steel plate)이므로 앞서 언급한 옷감의 경우와는 다르게 무늬를 고려하지 않기 때문에 배치될 형상의 회전하는 각도가 제한되지 않고 회전할 각도가 무한하다. 따라서 계산할 양이 매우 증가하게 된다. 현재까지 선박 판넬의 네스팅은 수작업에 의존하는 경우가 많고 자동 네스팅은 매우 제한적이고 실험적으로 이용되고 있다[5].

플랫폼도 강판을 절단한 부재인데 〈그림 1〉과 같이 다양한 길이와 폭, 두께를 가진 바(bar)형상이고 양쪽 끝 부분의 모양도 매우 다양하다. 이러한 양쪽 끝 절단부를 엔드컷(end-cut)이라 한다.

지금까지의 플랫폼 네스팅은 수작업에 의하거나 일반적인 네스팅 알고리즘을 사용하였다. 수작업에 의

한 경우는 단순히 반복 작업으로 시간이 많이 걸리고 일반 네스팅 알고리즘을 플랫폼에 적용하는 경우 필요하지 않은 연산을 수행하므로 컴퓨터의 계산 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다[6].

## 2. 선박의 블록과 보강재 및 플랫폼

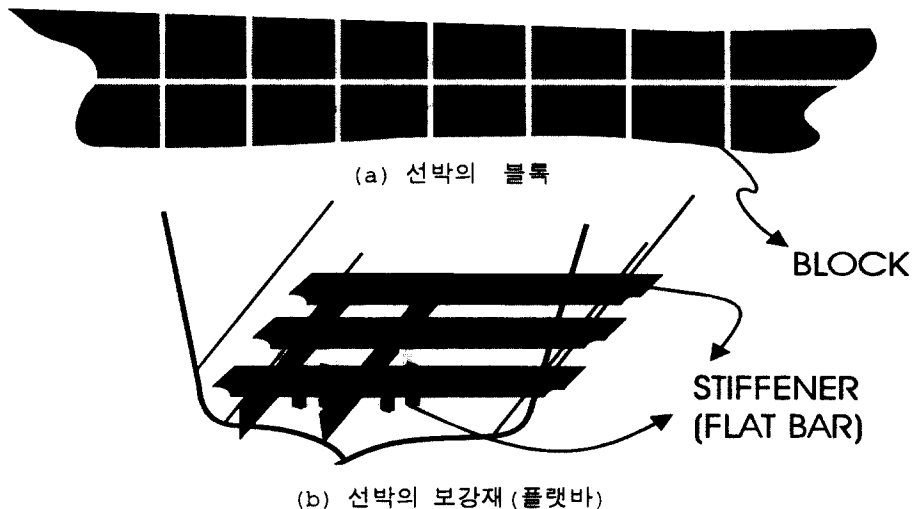
### (1) 선박의 구조 및 블록

작은 배가 많았던 과거에는 건조 방식이 배 밑바닥의 구성 부재를 놓고 윗부분 및 배 앞부분과 뒷부분의 하나하나의 구성 부재가 도크(dock)로 운반되어 조립되어 왔기 때문에 선체 구조가 각 구성 부재의 명칭 위주로 되어 있다. 그러나 오늘날 용접의 발달에 의한 공작법이 가져다 준 블록(block) 건조 방식에서는 공장에서 각각 완성된 블록이 탑재되어 이를 도크에서 서로 접합시켜 조립하기 때문에 블록별로 분류한 다음 구조를 설명하는 경우가 많다. <그림 2>의 (a)

### (2) 보강재 및 플랫폼

위에서 설명한 각 블록에는 공통된 부재가 있는데 그 중 대표적으로 바닥이나 옆면 등에 들어가는 보강재(stiffener)가 있다. 보강재는 편평한 것과 굴곡이 있는 것으로 분류할 수 있는데 이 중 편평한 막대(bar) 모양의 보강재가 플랫폼(flat-bar)이다(<그림 2>의 (b) 참조).

플랫폼은 타 부재에 비해 상대적으로 크기는 작지만 배 한 척에 많으면 수만 개가 필요하고 그 크기와 모양은 매우 다양하기 때문에 선박의 부재 가공 공정에서 플랫폼의 네스팅 및 절단 가공 계획을 수작업으로 세우는데는 많은 시간과 인력이 소요된다. 이처럼 플랫폼 가공 공정이 생산성에 미치는 영향은 무척 크지만 플랫폼의 네스팅 및 NC 절단의 자동화에 대한 연구는 아직 미미하고 실험적으로 시도되고 있다.



<그림 2> 선박의 블록 및 보강재

와 같이 블록은 주로 블록이 배에서 위치하는 곳을 기준으로 배를 건조할 때의 작업 단위를 고려하여 나눈다. 본 논문에서 제안한 플랫폼의 네스팅도 블록별로 이루어진다.

## 3. NC 가스/플라즈마 절단기의 가공

본 논문에서 사용하는 NC 가스/플라즈마 절단기(gas/plasma cutting machine)는 <그림 3>에 보인 것과

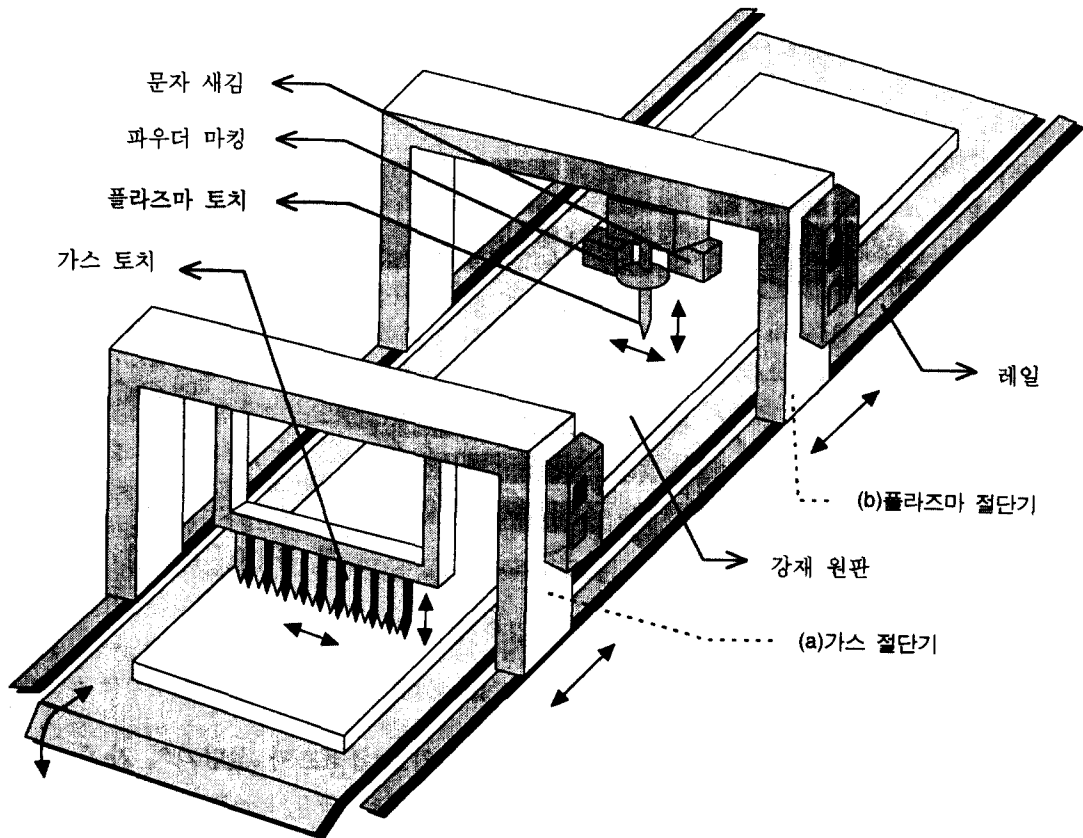
같이 배를 건조하기 위한 플랫폼을 절단하기 위해 만든 플랫폼 전용 NC 절단기이다. 이 절단기는 24개의 가스 토치(gas torch)가 세로로 나란히 있는 가스 절단기 부분(〈그림 3〉의 (a)부분)과 1개의 플라즈마 토치(plasma torch)가 있는 플라즈마 절단기 부분(〈그림 3〉의 (b)부분)으로 나누어져 있으며 2개의 절단기가 독립적으로 한 원판의 다른 부분을 동시에 가공할 수 있도록 제작되었다.

가스 절단기는 아래에 부착된 24개의 토치(torch)의 세로 방향 간격을 스트립 절단할 직선의 폭과 일치시킨 후 가스 절단기 전체를 가로 방향으로 평행이동하여 부재의 위, 아래 부분을 동시에 평행하게 절단하고, 플라즈마 절단기는 절단되지 않은 플랫폼 양쪽의 엔드컷 부분의 사선이나 원호를 절단한다. 플라즈마

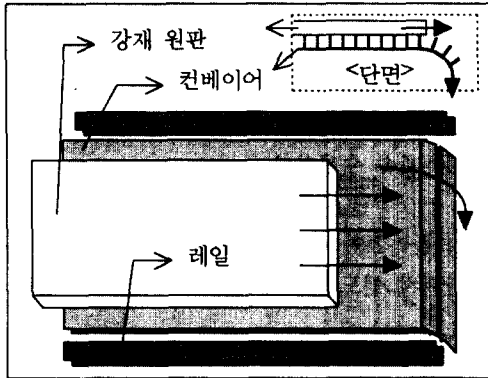
절단기의 가공 속도는 약 2000~3000 mm/min인데 비해 가스 절단기는 약 300~400 mm/min 밖에 안되기 때문에 여러 개의 가스 토치가 느린 속도로 가로 방향의 스트립 절단해 나가면 뒤에서 플라즈마 토치가 빠른 속도로 가공 경로가 복잡한 엔드컷을 절단하므로 플랫폼과 같이 폭이 좁고 긴 부재를 많이 절단할 때 절단 가공 시간을 현저하게 단축할 수 있다.

하나의 원판이 NC 가스/플라즈마 절단기로 가공되는 절차는 다음과 같다.

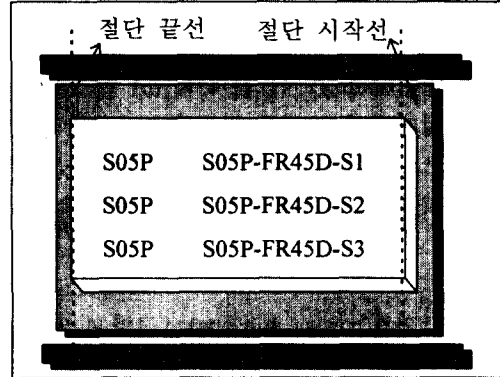
(i) 원판의 적재(loading): 〈그림 4〉의 (a) 참조 강재 원판을 이동하는 장비가 가공할 원판을 정반에 레일(rail)과 평행하게 놓으면, 이 원판을 바닥이 컨베이어 방식으로 움직여서 원판을 절단기가 가공할



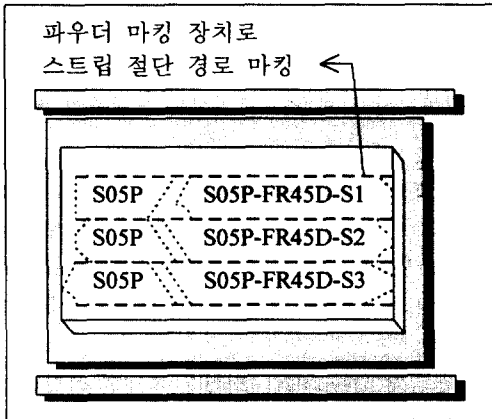
〈그림 3〉 NC 가스/플라즈마 절단기



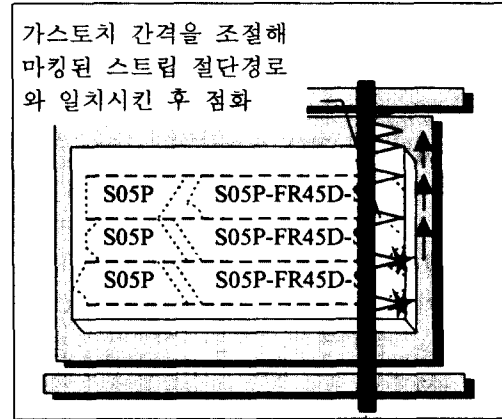
(a) 원판 적재



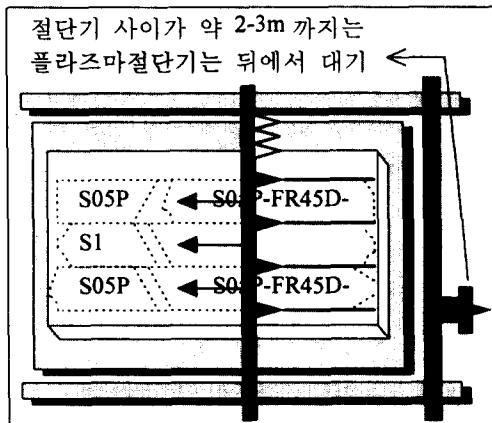
(b) 문자 새김 작업



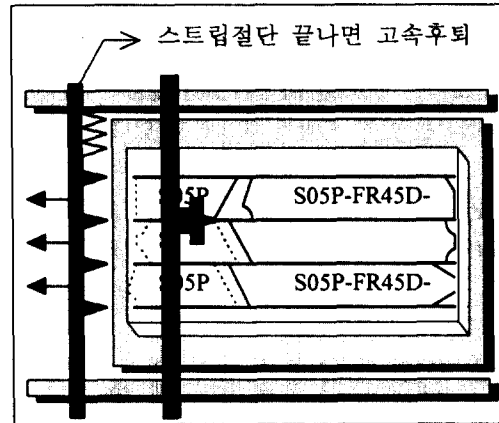
(c) 가공 경로 마킹 (점선)



(d) 가스 절단기의 스트립 절단 준비



(e) 가스 절단기의 스트립 절단 (실선)



(f) 플라즈마 절단기의 엔드컷 가공

〈그림 4〉 NC 가스/플라즈마 절단기의 플랫폼 절단 가공 절차

수 있는 곳으로 적재한다.

(ii) 문자 새김(labeling): <그림 4>의 (b) 참조

플랫바가 절단된 후 모양이 비슷한 경우에는 식별하기 어려우므로 플랫바의 부재명(part name) 등의 정보를 미리 원판의 해당 플랫바가 절단될 위치에 문자로 새긴다.

(iii) 파우더 마킹(powder marking): <그림 4>의 (c) 참조

토치(torch)에 의한 실제 절단 가공을 수행하기 전에 파우더 마킹 장치로 가스 절단기의 스트립 절단 경로를 미리 마킹한다.

(iv) 플라즈마 절단기 가공 준비

플라즈마 절단기가 절단 시작 선의 약 1.5m후방에서 대기한다.

(v) 가스 절단기 가공 준비: <그림 4>의 (d) 참조

가스 절단기가 절단 시작 선으로 이동한 다음 스트립 절단할 선의 수 만큼의 토치들이 적절한 간격으로 폭을 벌려 마킹된 스트립 절단 경로의 폭과 토치들의 간격을 일치시킨다.

(vi) 가스 절단기 가공 시작: <그림 4>의 (e) 참조

가스 절단기가 가로 방향으로 평행하게 이동하면 각 가스 토치는 스트립 절단을 하게 된다. 이때 플라즈마 절단기는 아직 후방에 대기하고 있다.

(vii) 플라즈마 절단기 가공 시작: 가스 절단기가 어느 정도(약 2-3m) 가공을 해 나가면 플라즈마 절단기가 절단 시작선으로 이동해 엔드컷 부분의 가공을 시작한다.

스트립 절단이 이루어진 후 플라즈마가 너무 늦게 후미에 따라붙어 절단을 하면 시간이 지날수록 부재 변형이 커지므로 왜곡된 절단 형상을 얻을 수 있으므로 두 절단기 거리는 3m를 넘지 않도록 한다. 실제로 가스 절단기와 플라즈마 절단기 사이의 거리는 항상 1-3m정도를 유지해야 한다.

(viii) 가스 절단기 가공 완료: <그림 4>의 (f) 참조  
가공이 완료되는 끝 선에 도착하면 가스 토치를 올리고 고속으로 빠져 나간다. 플라즈마 절단기는 가스 절단기와 1-3m사이의 거리를 유지하며 엔드컷 부분의 가공을 계속 수행한다.

(ix) 플라즈마 절단기 가공 완료: 플라즈마 절단기가 나머지 엔드컷 부분의 가공 작업을 마친다.

## 4. 자동 네스팅과 가공 경로 생성

### 4.1 전체적인 흐름

본 연구에서 개발된 시스템의 전체적인 흐름은 <그림 5>와 같다.

먼저 상위 CAD 데이터베이스의 보강재 목록 데이터와 트리 데이터를 이용하여 플랫바의 목록을 작성하고 부재명을 수정한다. 다음에 원판의 크기와 두께 및 재질 등의 원판 정보를 데이터베이스에서 가져오거나 대화형으로 입력받는다.

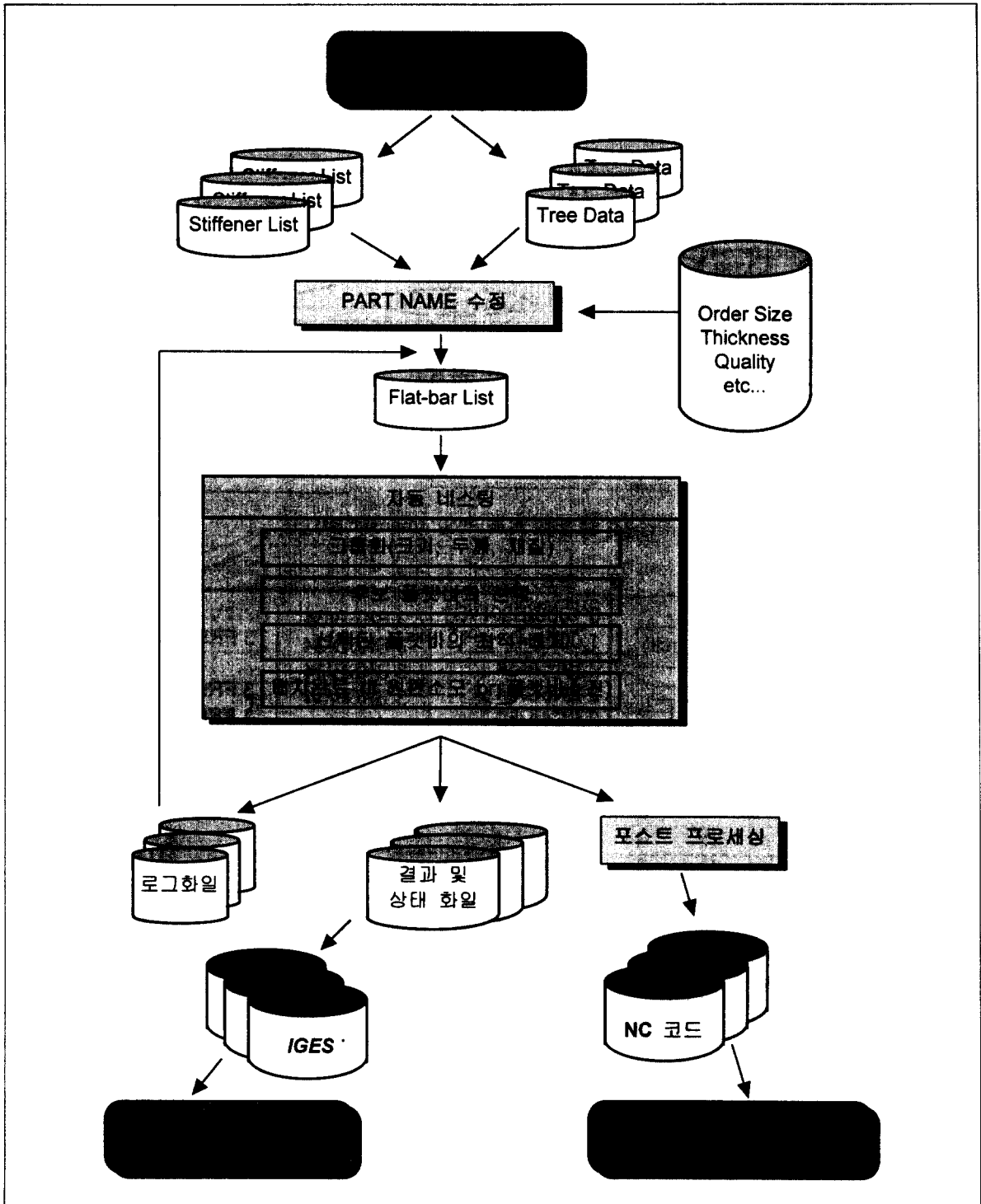
플랫바와 원판의 데이터가 준비되면 플랫바의 자동 네스팅을 수행한다. 네스팅 단계별로 로그 화일을 만들어 주며 네스팅이 완료되면 네스팅 결과 및 상태 화일을 생성한다.

네스팅 결과는 상위 CAD데이터베이스로 보고하기 위해 IGES형태로 변환되어 데이터베이스에 저장되며 네스팅 결과대로 NC 절단을 하기 위한 포스트 프로세싱을 한다. 문자 새김 장치로 원판에 부재명 등을 새겨 주는 문자 새김 작업과 파우더 마킹 장치로 절단 가공할 경로를 미리 그려 주는 마킹 작업 그리고 가스 절단기의 스트립 가공 작업 및 플라즈마 절단기의 토치의 엔드컷 가공 작업 등에 대한 NC 코드를 생성한다.

### 4.2 자료의 구조

#### (1) 보강재 목록 (stiffener list)

보강재의 목록은 상위 CAD시스템의 데이터베이스



〈그림 5〉 시스템 구성 및 데이터 흐름

PART NAME	LENGTH / TS	OS / TS	OS / WGT /	TYPE MARK	A	B	C	R1	R2	V1	V2
B03P-GR17A	2579 / --	12/12 --/	31/ *1*1302		15					90.0	30 ①
			- / *2*1302		15					90.0	30 ②
TYPE/DIM:	10/150*10.5		Quality: A								③
B03P-FR64D	1660 / 1 --/--	1/	20/ *1*1210		60	35		35		90.0	
			- / *2*1210		60	35		35		90.0	
TYPE/DIM:	10/150*10.5		Quality: A								
B03P-FR63E	1798 / 1 --/--	1/	22/ *1*1210		60	35		35		90.0	
			- / *2*1302		15					90.0	30
TYPE/DIM:	10/150*10.5		Quality: A								

블록명 = B03P  
부재명 = FR63E  
호선 = 1003  
송선 = 174S

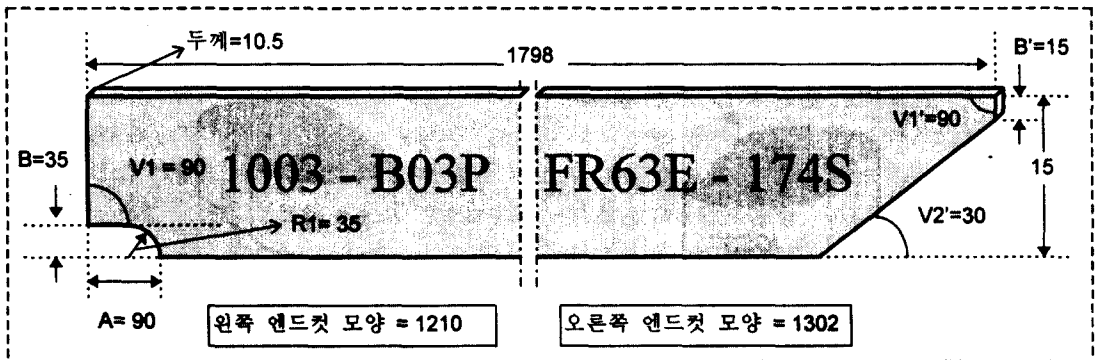
보강재모양 = 10  
(플랫바를 의미)  
폭 = 150, 두께 = 10.5  
길이 = 1798, 재질 = A

엔드컷모양=1210 A = 60 B = 35 R1 = 35 V1 = 90	엔드컷모양=1302 B' = 15 V1' = 90 V2' = 30
--	---

(a) 보강재 목록 화일 (manstiff.list)

호선(Ship No)	01003/B03P/S	3 BK6B/34	...
블록(block)	1 000/54	3 BK6D/34	3 FR62E/34
부재명 (Part Name)	2 BK6A/34	3 BK6E/34	...
	2 BK6C/34	3 BK6F/34	3 FR63E/174
송선	2 SS1A/52	...	3 FR64D/188

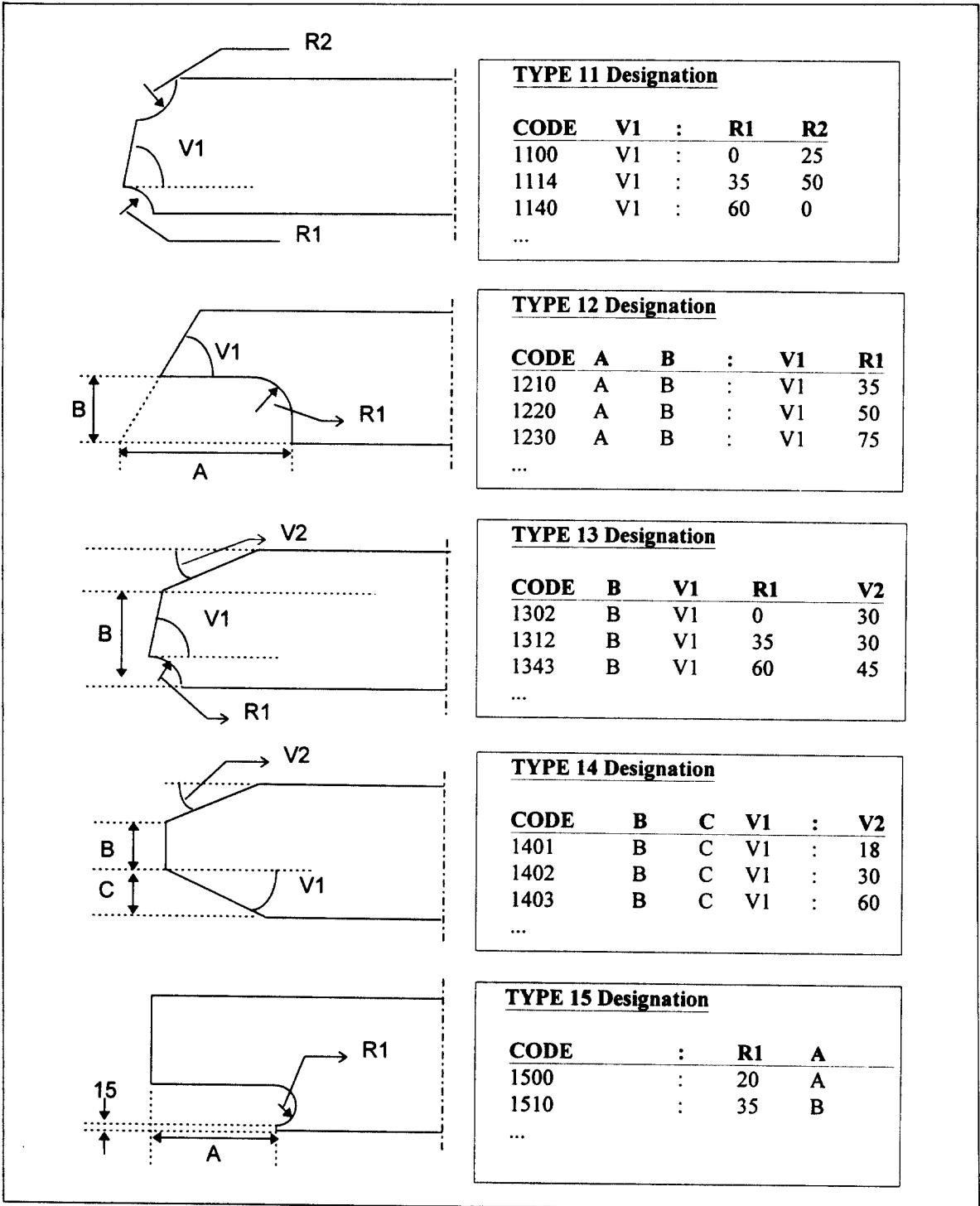
(b) 트리 데이터 화일 (tree.dat)



(c) 가공된 실제 플랫바의 모양

〈그림 6〉 보강재 목록 및 트리 데이터 화일과 실제 플랫바





에 있는 보강재에 대한 데이터가 들어 있는 아스키화 일(예: manstiff.lst)인데 이 화일에서 가공할 플랫바의 부재명이나 수량, 치수 등의 정보를 추출하여 새로운 플랫바 목록을 생성한다. 하나의 보강재는 <그림 6>의 (a)에 보인 ①②③ 으로 표시한 세 줄로 표현된다.

①②번 줄의 왼쪽은 보강재의 부재명(PART NAME)과 길이(LENGTH) 그리고 필요한 수량이고, 오른쪽은 양쪽 엔드컷 부분의 모양(TYPE)번호와 모양에 따른 각 부위의 치수(A, B, C, V1, V2, R1, R2)를 나타내는데 그 의미는 <그림 7>에서 보이고 있다.

③번 줄의 왼쪽은 보강재의 모양(TYPE)과 치수(DIM) 및 재질(Quality)인데 TYPE의 값이 10일 때 플랫바이므로 이 경우에만 네스팅에 필요한 정보를 추출한다.

(2) 트리 데이터 (tree data)

각 부재에 대한 호선(선박의 번호)과 송선(이동해야 할 다음 공정 번호)정보를 가지고 있는 화일을 트리 데이터(tree data)라 한다. 트리 데이터를 참조하여 보강재 목록의 '블록-부재명'형식의 부재명(PART NAME)을 플랫바 목록에는 '호선-블록-부재명-송선'의 형식으로 수정하여 저장한다. 트리 데이터 화일의 예를 <그림 6>의 (b)에서 보이고 있다.

4.3 플랫바의 네스팅

플랫바의 네스팅은 다음과 같은 순서에 의한다.

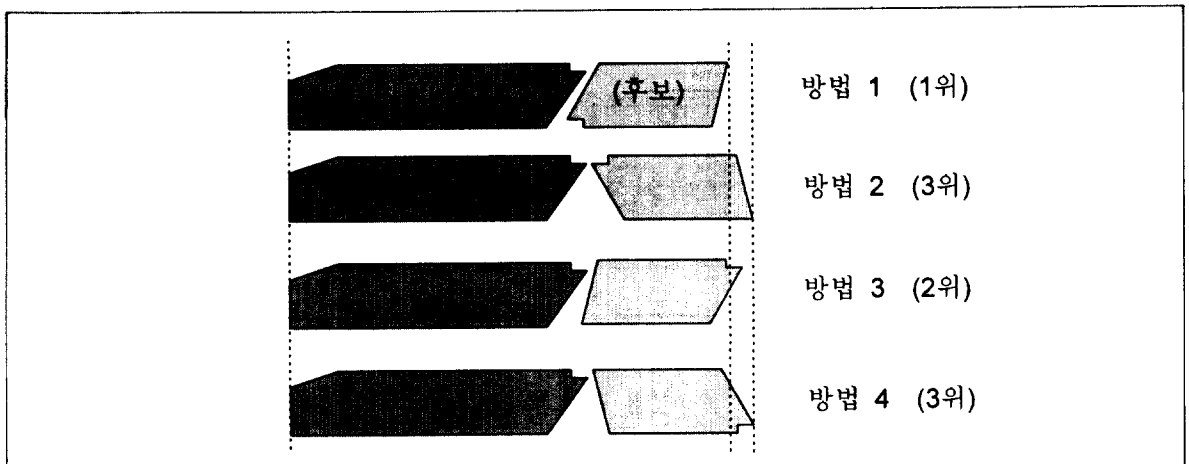
(i) 그룹화(Grouping): 전체 플랫바의 목록에서 재질과 두께, 폭을 기준으로 플랫바를 그룹화한다. 플랫바의 재질과 두께에 따라 별도의 원판에 네스팅되어야 하고 한 원판에 대해서는 스트립 절단을 고려하기 위해 폭을 기준으로하여 그룹을 나눈다.

(ii) 후보 플랫바 선택: 그룹 내에서 하나의 후보를 선택한다. 같은 폭이 여러 개인 경우 긴 것일수록 배치할 위치가 제한되므로 먼저 긴 것을 선택한다.

(iii) 최적 배치: 선택된 플랫바를 가장 효율이 좋은 위치에 배치한다. 플랫바의 배치 방향은 고정된 위치와 방향을 가진 플랫바의 남은 여백에 배치될 수 있는 방향 중 전체 길이를 가장 짧게 하는 방법을 선택한다. 예를 들어 <그림 8>의 경우처럼 4가지 방법으로 배치될 수 있을때 이 중에서 방법 1이 가장 효율이 좋은 경우이다.

그룹 내의 후보 플랫바가 소진될 때까지 (ii), (iii)을 반복한다.

(iv) 다음 그룹 선택: 그룹 내의 후보 플랫바가 소진



<그림 8> 후보 플랫바의 선택 방법

되면 다음 그룹에 대해 최적 배치를 해야 하는데 선택할 다음 그룹이 없을 때까지 (ii) 단계부터 다시 같은 절차를 수행한다.

(v) 배치 완료: 플랫폼을 모두 배치하였거나 주어진 원판의 크기에 더 이상 배치할 수 없으면 그 원판에 대한 네스팅 결과를 저장한다.

#### 4.4 가공 경로

##### (1) 스트립 가공 경로

스트립 절단은 가스 절단기의 토치가 <그림 4>의 (b)에서 보인 시작 선에서 끝 선까지 직선 이동하면 된다. 물론 그 전에 각 토치의 간격을 지정된 폭으로 조정하여야 한다. 가스 토치는 약 1.5mm의 가공 지름을 가지고 있는데 상황에 따라 변할 수 있으므로 가공 경로를 생성할 때는 이에 따른 가공 여유를 절단 기계의 상황 등의 작업 조건에 따라 변경할 수 있게 하여야 한다.

플랫폼의 간격이 곧 가공 여유이므로 가로 방향으로의 원판의 버림은 위와 아래의 여유 부분을 제외하

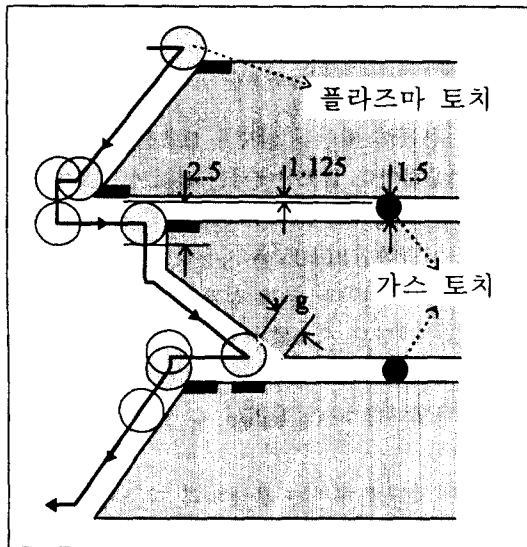
고는 거의 없게 된다.

##### (2) 엔드컷 가공 경로

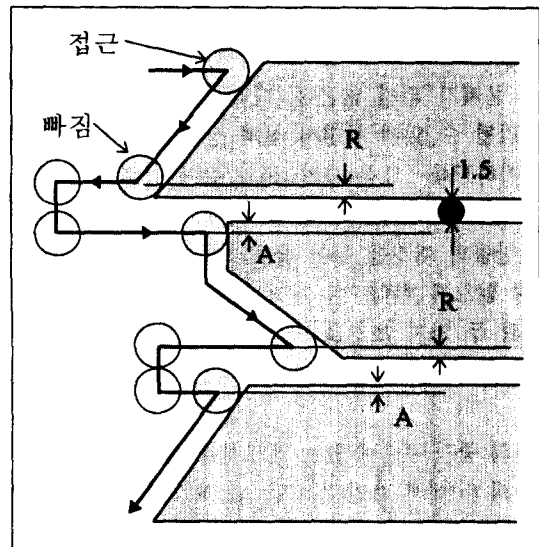
플라즈마 절단기의 가공 지름은 약 2.5mm인데 가스 절단기에 비해 상대적으로 크므로 엔드컷 부분의 가공 경로를 생성할 때 약간 복잡한 과정을 거친다.

엔드컷 가공 경로를 단순히 플라즈마 토치의 반지름만큼 오프셋(offset)하여 가공 경로를 형성할 경우 가스 토치의 반지름이 상대적으로 작기 때문에 경로에 제한이 생긴다. 또한 플라즈마 토치가 방향을 바꾸면서 플랫폼의 모서리 부분을 과절단하거나 옆면에 흠을 내는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 엔드컷 부분에서는 모서리 부분의 형상을 유지하기 위해서 직선 및 원호를 위한 각각의 가공 경로를 모두 지나가지 않고 어느 정도 여유를 두고 다음 경로로 이동하도록 한다.

예를 들어 원판의 중간 부분의 엔드컷 가공을 모두 하고, 각 폭의 플랫폼에 대해 원판의 절단 끝선 부분의 엔드컷을 가공하는 방법을 생각해 보면 <그림 9>의 (a)와 같이 가공 경로를 형성할 경우 검은 색으로 색칠된 부분에서 과절단되거나 흠이 생길 수 있다. <그

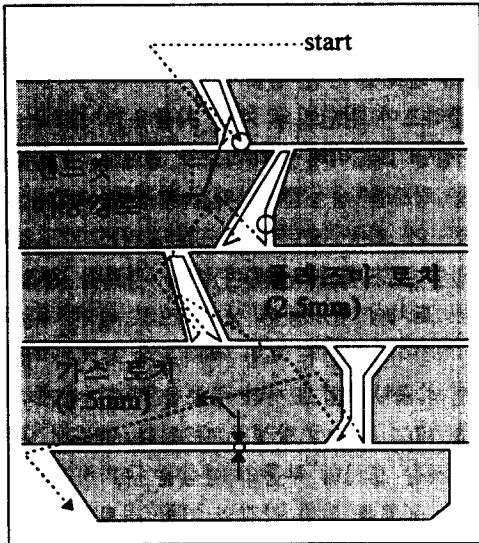


(a) 단순 가공 경로

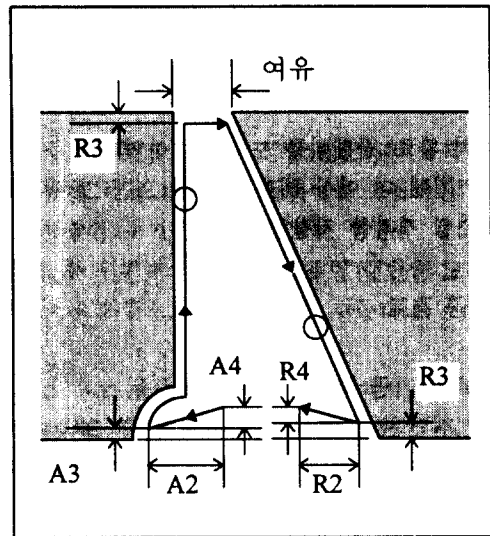


(b) 수정된 가공 경로

<그림 9> 원판 끝부분의 엔드컷 가공 경로



(a) 엔드컷의 가공 경로



(b) 한 엔드컷 내의 가공 경로

〈그림 10〉 원판 중간 부분의 엔드컷 가공 경로

림 9)에서 원은 플라즈마 토치의 위치인데, 색칠된 원은 플랫폼으로 접근(approach)하거나 빠지는(retract) 경우의 위치이다. 그리고 〈그림 9〉의 (a)에서 보는 것처럼 g만큼은 플라즈마 절단기로 가공할 수 없는 경우는 발생하는데, 플랫폼의 크기에 비해 이 값은 매우 작은 값이고 가공 후 플랫폼이 원판에서 분리되는데는 큰 문제가 되지 않는다. 따라서 원판에서 플랫폼이 분리될 수 있게 하면서 설계 상의 플랫폼의 형상을 유지하도록 〈그림 9〉의 (b)와 같이 경로를 수정하여 이 문제를 해결할 수 있다. 즉 〈그림 9〉의(b)의 A와 R 만큼의 거리를 두어 플랫폼의 과절단이나 흠을 만들지 않도록 한다. 이 거리는 실제로 가공을 해보면서 위 두 가지 조건을 만족하는 적절한 값으로 결정해야 하며 절단기의 상태에 따라 조정할 수 있도록 한다.

원판의 중간 부분에 있는 엔드컷을 절단할 때도 〈그림 10〉의 (b)에서 보인 것처럼 A2, R2와 같은 거리를 두는데 또 한가지 고려할 점은 플라즈마가 최초로 엔드컷 부분으로 내려갈 때와 올라올 때 걸리는 시간 때문에 절단하고자 하는 플랫폼의 엔드컷을 과절단하거나 아래에 있는 플랫폼에 흠을 낼 수 있다는 것이다.

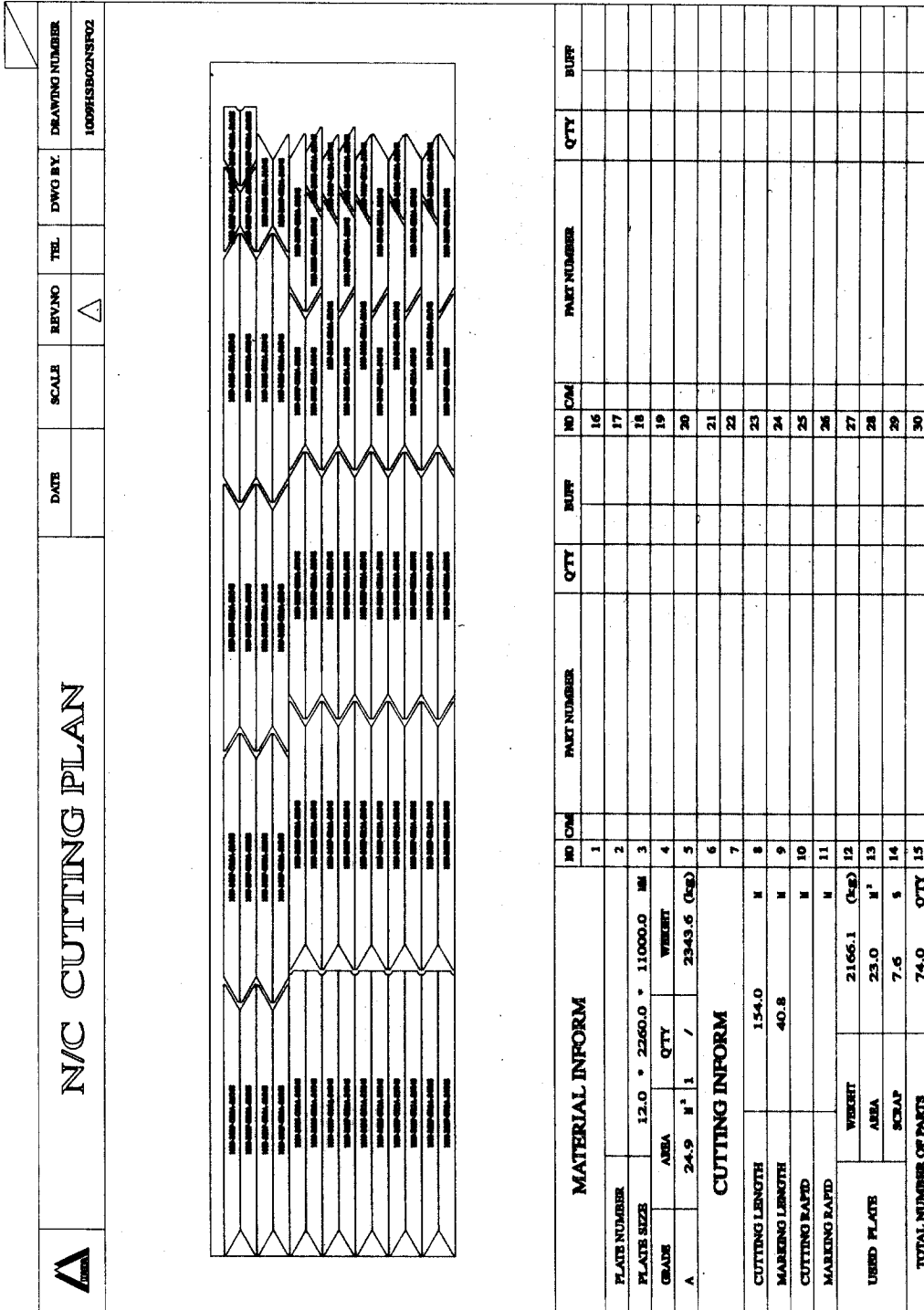
따라서 과절단 방지를 위한 A2, R2, A4, R4를 지정하여 엔드컷의 가공 경로를 생성하도록 한다. 이 값들도 역시 경험적으로 얻으며 파라메터화하여 변경 가능하도록 해야한다.

### 5. 사례

본 논문에서 제안된 방법을 H조선의 강판 절단 공정에 적용하였다. H조선에서는 선체 설계를 위한 CAD 시스템으로 스웨덴 KCS(Kockums Computer Systems)사에서 개발한 TRIBON을 사용하고 있다. TRIBON은 선체 설계의 선각과 구조 설계용 선박 전용 CAD 시스템이다. 제안된 시스템은 C언어로 작성하여 VAX컴퓨터의 Open-VMS상에서 운영체제에서 컴파일하였으며 각 단계마다 배치 처리될 수 있도록 모듈화 하였다.

기존에 H조선에서는 플랫폼의 네스팅을 수작업으로 해 왔는데 하나의 원판을 최적 배치하는데 약 4시간이 소요되었다. 또한 본 논문에서 사용하는 NC 가스플라즈마 절단기는 전혀 이용할 수 없었다.

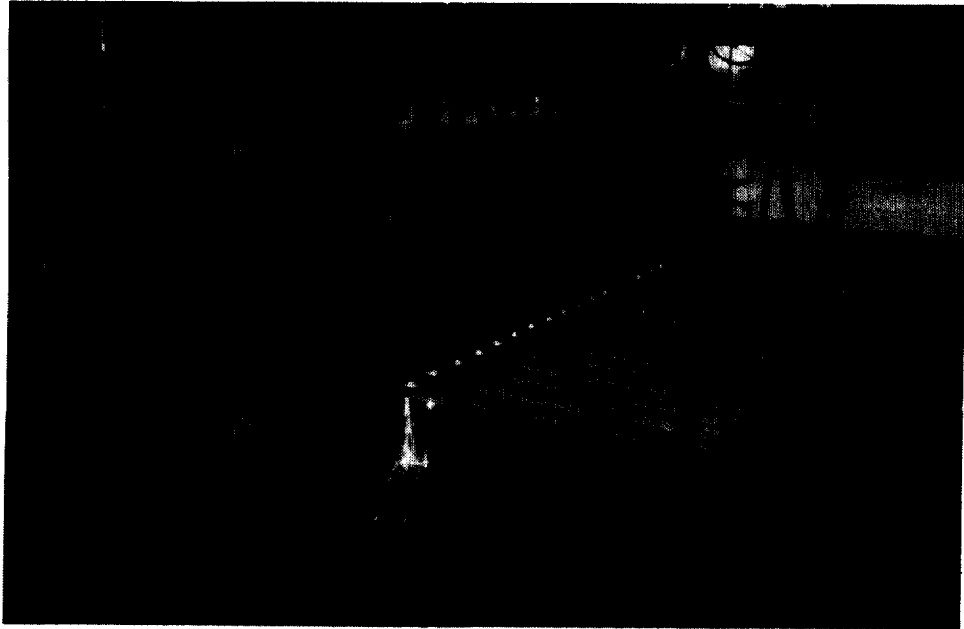
현재 H조선에서는 제안된 시스템을 사용하고 있는



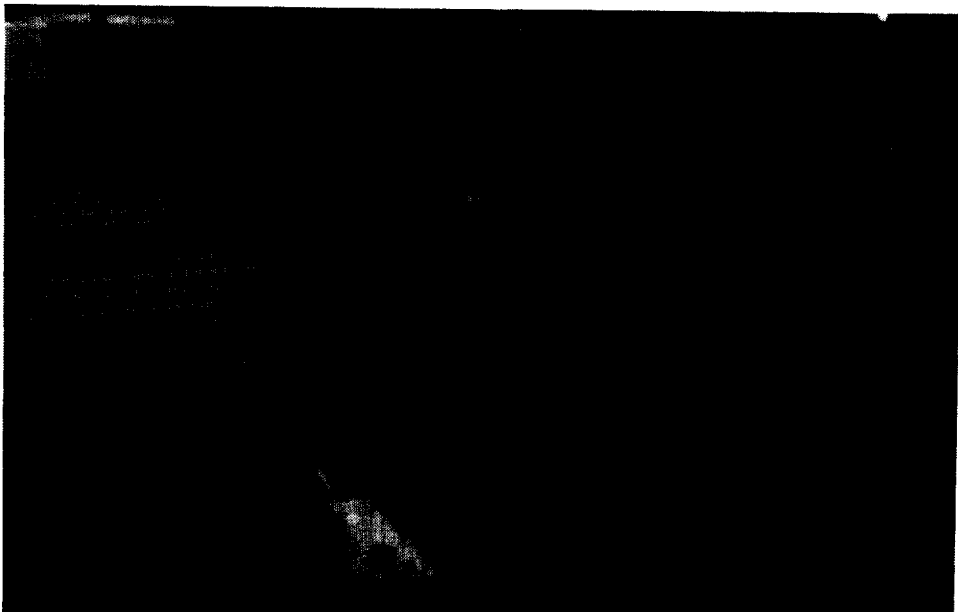
〈그림 11〉 플랫폼의 네스팅 결과 도면의 예

데, 워크스테이션 상에서 원판의 기준을 입력하면 약 5초 안에 자동으로 TRIBON의 데이터 베이스의 플랫폼 정보를 이용하여 원판에 대한 네스팅과 포스트 프

로세싱을 마치고 그 결과를 TRIBON으로 보고할 수 있는 IGES 화일로 변환해 준다. 이러한 IGES 화일의 예를 <그림 11>에서 보이고 있는데 도면의 윗부분에



(a) 가스 절단기의 스트립 절단 가공



(b) 플라스마 절단기의 엔트컷 가공

<그림 12> NC 가스/플라스마 절단기의 플랫폼 절단 모습

서 원판에 플랫바가 최적 배치된 모양을 볼 수 있다. 생성된 NC코드를 가스/플라즈마 절단기에서 다운로드 하여 절단 가공을 하는데 <그림 12>의 (a)는 가스 토치에 의해 스트립 절단되는 모습이고 (b)는 그 뒤를 따라 플라즈마 토치가 엔드컷을 절단하는 모습이다.

실제로 플랫바를 절단하는 일련의 공정은 모두 네트워크 상에서 운용되고 그 계산 시간이 신속하여 인력과 시간을 크게 절감할 수 있었다.

## 6. 결론

본 논문은 선박의 부재 중에서 그 형상은 간단하지 만 갯수가 많아 수작업에 많은 시간이 필요로 하는 플랫바의 자동 네스팅 방법과 NC 가공을 위한 공구(절단 토치) 경로의 생성 방법을 제시하고 있다.

제안된 자동 네스팅 방법은 플랫바 형상 전용으로 개발되었으므로 안정적이고 매우 신속한 계산 시간을 보장한다. 본 연구에서 사용한 NC 가스/플라즈마 절단기는 절단 직경이 다른 가스 토치와 플라즈마 토치가 동시에 가공하기 때문에 그에 따른 적절한 공구 경로의 생성이 필요하다. 본 논문은 과도한 절단 없이 플랫바를 경제적으로 절단하는 방법을 제시하였다.

제안된 방법은 현재 적용되어 작업 시간 단축, 오류 방지 등의 효과로 생산성 향상에 크게 기여하고 있다.

## 【참고문헌】

- [1] Antonio Albano, "A method to improve two-dimensional layout", Computer Aided Design, Vol. 9, No. 1, pp. 48-52, January 1977.
- [2] 방기범, "판재 소모를 최소화하는 이차원 형상의 최적 배치", 서울대학교 기계설계학과 대학원 석사학위논문. 1989.

- [3] A. Raggenbass and J. Reissner, "Stamping- Laser Combination in Sheet Processing", Annals of the CIRP, Vol.38, pp. 291-294, Jan. 1989.
- [4] Michael Adamowicz and Antonio Albano, "A Solution of the Rectangular Cutting-Stock Problem", IEEE Transactions on Systems, Men and Cybernetics, Vol. SMC-6, No. 4, pp. 302-310, April 1976.
- [5] Michael Adamowicz and Antonio Albano, "Nesting two-dimensional shapes in rectangular modules", Computer Aided Design, Vol. 8, No. 1, pp. 33-27, January 1976.
- [6] Jia Ye Wang, Ding Yuan Liu, Eng Wah Lee and Thong Hwee Koh, "An Algorithm For Nesting Pattern in Apparel", Proc. Int. Conf. Computer Integrated Manufacturing, Vol 1, pp. 377-384, July 1995.



이철수

한양대학교 산업공학과를 졸업하고 한국과학기술원 산업공학과에서 석사와 박사학위를 받았다. 현재 전남대학교 산업공학과 부교수로 재직 중이다. 관심분야는 CAD/CAM과 CNC 컨트롤러이다.



박광렬

전남대학교 산업공학과에서 학사과정을 졸업하고 현재 전남대학교 산업공학과 석사과정에 재학중이다. CAD/CAM분야를 공부하고 있다.