

# 컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

## —CAD·CAM·CAP—

### 2. 컴퓨터에 의한 設計 (CAD)

#### 2.1 設計의 基礎

##### 2.1.1 CAD의 역사적 배경

컴퓨터에 의한 設計는 對話的인 物體形狀의 그래픽化, 부품의 機械加工 自動化 그리고 設計段階에서의 제품 성능의 평가라는 세가지 목적이 다음에 기술하는 바와 같이 각각 별개의 흐름으로 발전해 왔다.

##### (a) 對話에 의한 形狀의 그래픽化

1960년대 초, MIT(매사추세츠 공업대학)의 I. E. Sutherland가 그때까지 軍用으로 사용되던 CRT(Cathode Ray Tube, 陰極線管)에 라이트 펜의 기술(CRT에 표시되고 있는 문자나 도형의 위치를 검출한다)을 병용해서 컴퓨터의 圖形 出入力이나 커맨드 지시를 하는 方法을 개발하였다. 이것에 의해 사람이 컴퓨터와 직접 온 라인으로 대화하면서 設計한다는 개념이 탄

생되었다. 그리고 같은 MIT의 S. A Coons가 개념설계로부터 생산설계에 이르는 CAD의 구상을 제창했다. 또 오늘날 많이 사용되고 있는 자유로운 曲面을 그래픽化하기 위한 퍼치 曲面을 발표했다. 이러한 것이 계기가 되어 그후 물체형상의 기술이나 모델化의 方法이 여러 대학과 연구기관에서 널리 연구되게 되었다.

##### (b) 機械加工 自動化에 있어서의 CAD

1952년, 수치제어 공작기계를 사용한 부품의 自動加工을 위한 NC 自動 프로그래밍·시스템인 APT(Automatically Programmed Tools)에 대한 연구가 시작되었다. 이것은 機械加工을 하기 위한 작업순서, 작업조건, 工具經路 등, 실제로 作業을 진행하는 데 필요한 여러 項目의 결정, 즉 作業設計를 자동화하는 것이다. 여기에는 加工部品の 圖形處理技術이 포함되고 工具經路의 계산에 필요한 部品の 加工面을 기술한다. 이자동 프로그래밍·시스템은 서독을 중심으로 한 EXAPT으로 더욱 발전해 나갔다.

(c) 設計段階에서의 製品性能의 評價

설계단계에서 製品의 性能을 평가하기 위해 큰 위력을 발휘하는 構造解析의 기술, 특히 3次元連續體의 해석을 가능하게 한 有限要素法은 공학적으로는 1956년에 발표된 M. J. Turner 등의 논문 [B]에서 시작된다고 한다. 이 논문에서는 항공기 날개의 강도 계산에 有限要素法이 사용되었는데, 그후 선박, 기계를 비롯하여 여러分野에 적용되어 나갔다. 이에 자극되어 다른 여러구조해석법도 개발되었다. 또 最適設計 등 관련되는 理論과 方法도 발전했다.

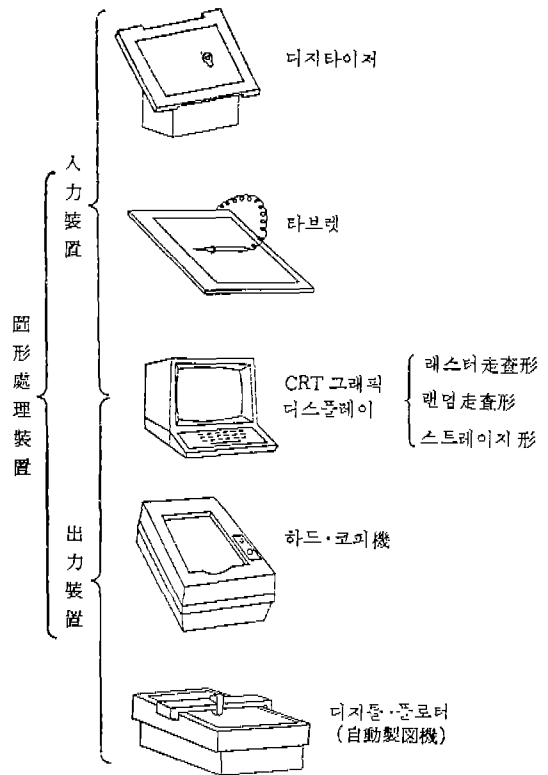
2·1·2 컴퓨터에 의한 統合的 CAD

上述한 對話에 의한 形狀의 그래픽化, 機械加工 자동화에 있어서의 CAD, 그리고 설계단계에서의 제품 성능의 評價 등 세가지는 개별적으로 發展해 왔지만 設計와 製造를 統合화하려는 오늘날의 형세와 함께 현재 이것들이 統一해서 파악되며 하고 있다. 이것이 統合化됨으로써 비로소 設計로부터 製造로의 일련의 흐름이 컴퓨터에 의해 自動化가 가능해진다. 그 흐름은 그림 2·2의 總台圖 CAD 부분에 표시되어 있다.

2·1·3 CAD에 필요한 圖形處理裝置

컴퓨터에 의한 設計를 실시하는 하드웨어로서는 컴퓨터 이외에 그림 2·1에 든 도형의 입력과 출력용 기기가 필요하다. 특히 그래픽·디스플레이 裝置는 설계자와 컴퓨터의 대화에 의한 설계의 道具로서 필수적인 것이다. 設計者는 이제까지 3面圖(平面圖, 正面圖, 側面圖)에 따라서 설계 대상이 되는 機械部分이나 製品을 머리속에서 그리고 있었지만 그래픽 디스플레이를 사용하면 그것들의 立體的 形狀을 실물과 같게 스크린 위에 그려낼 수 있다. 또 실제로 製品이 動作하는 모습을 애니메이션화하거나 機械加工의 공정순서나 생산 라인에서의 부품 흐름의 시뮬레이션 등을 할 수가 있다.

그림 2·1에 든 CRT 그래픽·디스플레이 중 래스터 走査形 그래픽·디스플레이는 최근 많은



<그림 2·1> CAD에서 사용되는 圖形處理裝置

CAD 시스템에서 사용되고 앞으로 더욱 발전할 것이라고 하고 있다. 이것은 스크린 상의 기본 표시요소(픽셀이라 한다)의 밝기나 색의 조합에 의해서 圖形을 표시하는 것인데, 電子 빔은 항상 走査線에 따라서 이동한다. 이 그래픽·디스플레이의 利點은 스크린 위에서 동시에 사용할 수 있는 색의 종류가 많고 表現力이 풍부하다는 것이다. 결점은 斜線에 톱니모양이 생긴다는 것 등이다.

이에 대해 랜덤 走査形(벡터·리프레시형이라고도 한다) 그래픽·디스플레이는 스크린 상에서 표시하고 싶은 도형의 線分에 沿해서 電子 빔이 움직인다. 이 그래픽·디스플레이의 특징은 物体 애니메이션의 표시능력이 우수하다는 것이다. 결점은 스크린 상의 圖形情報가 큰 경우에 플리커가 생긴다는 것이다. 또 스트레이지형 그래픽·디

스플레이는 CRT 자체에 記憶機構를 가진 蓄積管을 사용했다. 多量의 도형정보를 프리커 없이 표시할 수 있지만 表示画面의 일부만을 消去할 수는 없기 때문에 對話的인 사용에는 적합치 않다.

## 2·2 컴퓨터에 의한 製品設計

### 2·2·1 製品設計의 흐름

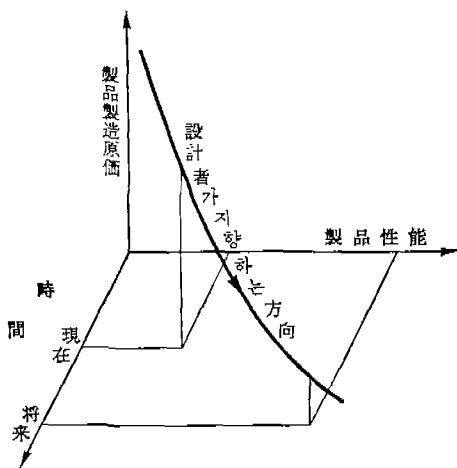
제품설계는 제조의 前段階로서 중요한 역할을 수행한다. 즉 設計의 良否가 그 제품의 性能이나 機能을 결정할 뿐 아니라 設計된 部品形狀이나 組立圖에 따라서 기계가공이나 조립을 하는 제조과정에 큰 영향을 준다.

컴퓨터에 의한 製品設計의 意義로 다음의 세 가지를 들 수 있다.

(i) 복잡한 도면을 그리는 것에서 設計者를 해방하여 설계자는 더욱 創造的인 일에 시간을 이용할 수 있다.

(ii) 設計期間이 단축된다.

(iii) 사람의 能力을 초과한 多量 데이터의 처리나 복잡하고 대규모적인 계산이 컴퓨터를 사용함으로써 가능해지고 성능과 정밀도가 높은 제품을 設計할 수 있다.



〈그림 2·2〉 製品設計에 대한 指向

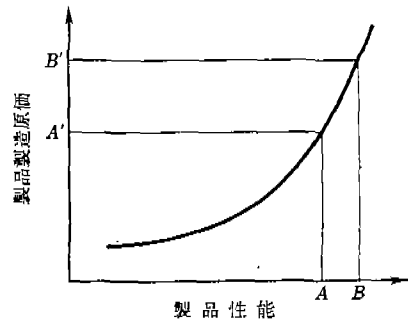
이 중 (i)과 (ii)는 製品原價의 저감에 또 (iii)은 製品性能의 향상에 결부된다.

앞으로 제품에는 더욱 높은 성능과 품질이 요구되며 한편 價格競爭이 격렬해지리라고 생각된다. 때문에 설계자는 그림 2·2에 표시한 것처럼 “高性能·低價格”이라는 화살표 방향을 지향한 製品을 설계하는 것이 최상의 것이 된다. 이를 위한 手段으로 컴퓨터에 의한 제품설계는 필요 불가결해질 것이다.

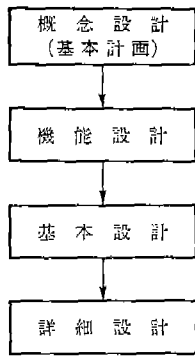
技術的인 수준이 동일하면 製品의 性能과 製造原價는 일반적으로 그림 2·3과 같은 관계에 있다. 즉 A에서 B로 性能을 향상시키는 것은 제품 제조원가가 A'에서 B'로 높아진다. 設計者는 대상으로 하는 제품에 관한 종합적인 情報를 기초로 設計해야 한다.

새로 만들어지는 제품설계의 개략의 흐름을 그림 2·4에 든다. 概念設計에서는 발주자가 요구하는 시방, 성능을 만족시키는 여러가지 제품에 대한 검토를 資金, 設備, 人員, 時間 등을 포함해서 시스템적으로 한다.

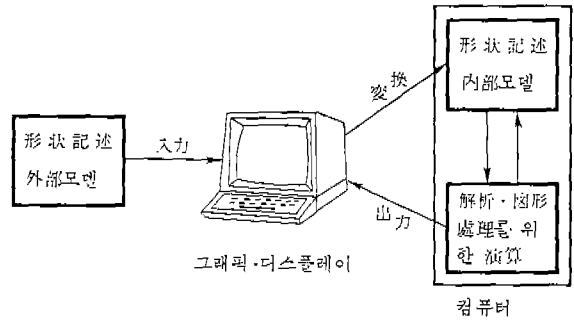
機能設計는 제품이 소정의 시방을 완수하도록 가져야 할 기능의 詳細를 決定한다. 基本設計에서는 기능을 구체화시키기 위한 제품설계물, 性能 등을 충분히 고려하여 제품 전체를 파악하면서 한다. 끝으로 詳細設計에서는 기본설계가 정해진 제품을 구성하는 각 部品の 상세한 事項



〈그림 2·3〉 製品製造原價와 性能의 關係



〈그림 2·4〉 製品設計의 개략적인 흐름



〈그림 2·5〉 形狀入出力의 흐름

을 결정한다. 이 단계에서는 加工 등의 製造情報도 作成하는 일이 있다.

### 2·2·2 形狀記述·形狀 모델化法

제품이나 부품의 형상을 컴퓨터에 입력하거나 도형을 출력시키기 위해서 形狀을 記述 또는 모델化하는 것을 「形狀 모델링 (Geometric Modeling)」이라 한다. 이 方法은 製品設計, 加工, 組立, 檢査의 프로세스를 공통의 도면정보에 입각해서 自動化하기 위한 道具로서 중요한 것이다. 그 기초가 되는 기계부품 형상의 記述法과 自由曲面을 가진 형상의 記述法을 설명한다.

#### (a) 部品形狀 記述法

이것은 部品の 形狀을 컴퓨터가 처리할 수 있도록 표현하고 이에 따라서 도형의 입력과 출력을 하는 方法이다. 그림 2·5는 設計者가 그래픽·디스플레이를 통해서 부품 형상을 入出力하는 경우의 흐름이다. 그림에 표시된 것처럼 形狀 모델링의 데이터 구조는 설계자의 형상 인식 방법, 즉 入力方式인 외부 모델과 계산기 내부에서의 형상 데이터의 格納方法을 표시하는 내부 모델로 구분된다. 내부 모델에 따라서 현재까지 개발된 주된 形狀 모델링法을 분류하면 표 2·1과 같이 된다. 이 중에서 앞으로 主流가 될 3次元法을 사용한 形狀 모델링에 대해 해설한다.

〈표 2·1〉 形狀 모델링의 분류

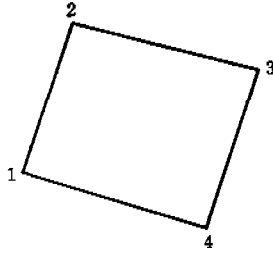
形狀 모델링	2차원모델	3면도, 단면도등의 平面形狀을 취급
	2 1/2차원	평면형상의 平行 掃引 또는 回轉掃引에 의해 3차원형상을 모델化한다.
	3차원모델	와이어 프레임·모델
		서페이스·모델
	솔리드 모델	Constructive Solid Geometry (CSG) Boundary Representation (B-reps)

#### (1) 와이어 프레임·모델 (Wire-Frame Model)

이것은 針金細工처럼 稜線, 交線, 輪郭線 등의 線(와이어)으로 形狀을 표현한다. 그림 2·6은 하나의 面을 예로 한 와이어 프레임·모델의 내부 데이터 構造를 표시하고 있다(그림 2·7에 로봇 臺座의 와이어 프레임·모델 예를 표시한다).

이 方法은 데이터 구조가 單純하기 때문에 처리가 용이하고 시판되는 많은 CAD 시스템에 사용되고 있다. 그러나 形狀의 정보로서는 不完全하기 때문에 보는 方法에 따라서 立体形狀으로서 몇 가지로 해석이 된다. 즉 形狀 데이터로서의 完備性이 결여된 것이다. 또 重量이나 重心 계산 등의 해석처리는 그 形狀 記述法으로는 곤란하다.

#### (2) 서페이스·모델 (Surface Model)



頂点名		와이어-코드
1	2	0
2	3	0
3	4	0
4	1	0

〈註〉 0은 直線을 의미한다

頂点名	座標值		
	x	y	z
1	$a_1$	$a_2$	$a_3$
2	$a_4$	$a_5$	$a_6$
3	$a_7$	$a_8$	$a_9$
4	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$

〈註〉  $a_1, a_2, \dots, a_{12}$ 는 座標值의 설정에 따라 결정된다.

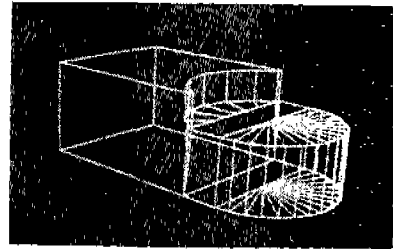
〈그림 2·6〉 와이어프레임·모델의 데이터 구조

이것은 연결된 와이어와 그것으로 둘러싸인 부분을 面으로 해서 표현하는 形狀 모델링이다. 그림 2·8에 서페이스·모델의 내부 데이터 예를 든다. 이 데이터 구조에서는 形狀의 實體가 어느 쪽에 있는가 하는 것이 不明하며 形狀 데이터의 完備性이 결여되어 있다.

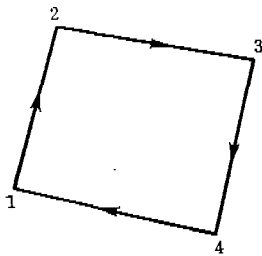
### (3) 솔리드·모델 (Solid Model)

이 形狀 모델化法에는 形狀 데이터의 完備性이 있다. 따라서 정확하게 形狀記述을 하기 위해서는 이 方法을 사용해야 한다. 이 모델에 대해서도 이제까지 많은 方法이 개발되었지만 컴퓨터 내부에서 어떻게 形狀 데이터가 정의되어 있는가에 따라서 CSG와 B-reps로 구분된다.

(i) CSG (Constructive Solid Geometry)  
直方体, 圓筒, 3角錐 등의 기본 形狀을 프리



〈그림 2·7〉 로봇座座의 와이어·프레임·모델도 (SDRC사의 솔리드·모델 GEOMOD에 의한 표시)



서페이스番號	5
서페이스·코드	0
始點 포인터	1
頂點의 數	4

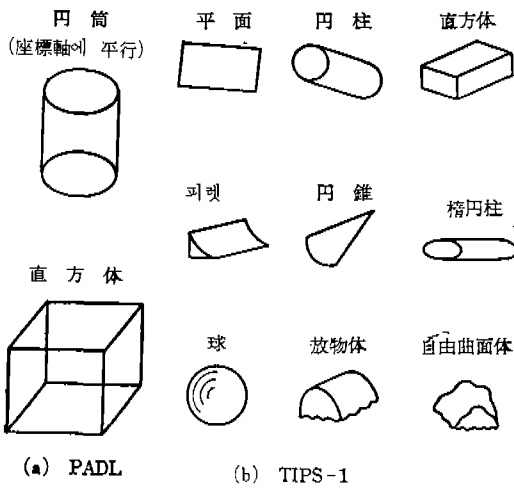
〈註〉 0은 平面을 意味한다.

頂点名	와이어 코드	連結 포인터
1	2	2
2	3	3
3	4	4
4	1	1

〈註〉 0은 直線을 意味한다.

頂点名	座標值		
	x	y	z
1	$a_1$	$a_2$	$a_3$
2	$a_4$	$a_5$	$a_6$
3	$a_7$	$a_8$	$a_9$
4	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$

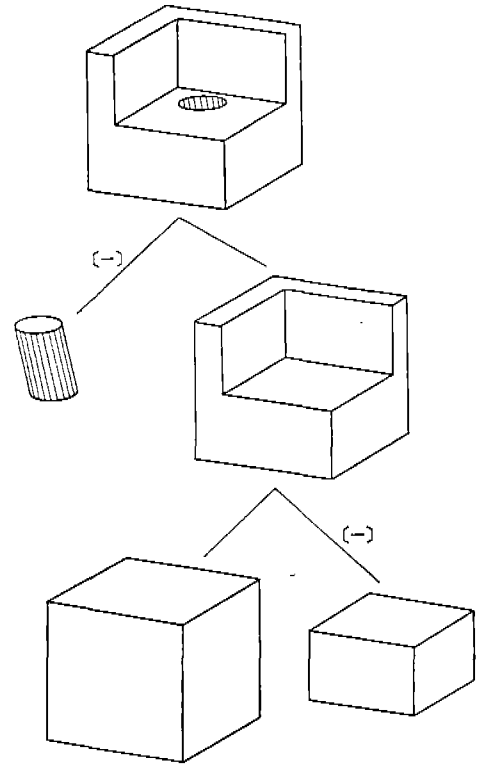
〈註〉  $a_1, a_2, \dots, a_{12}$ 는 좌표值의 설정에 따라 결정된다.



〈그림 2·9〉 프리미티브의 예

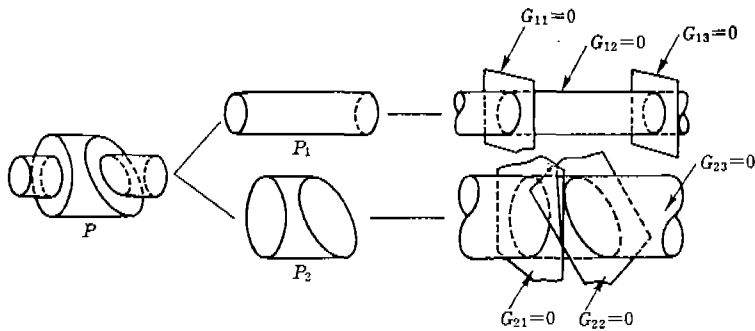
미티브라 해서 이것들을 集合演算에 따라서 조합함으로써 복잡한 형상을 표현한다. 형상 모델링·시스템인 PADL (Part and Assembly Description Language), TIPS (Technical Information Processing System) - 1 에서 사용되고 있는 프리미티브를 그림 2·9에 표시한다.

그림 2·10은 直方体和 원주의 프리미티브로 표시되는 형상을 트리 구조로 예시한 것이다. 最上部的의 부품 형상은 最下部的의 直方体 (左)에서 작은 직방체 (右)와 원주형상을 제거함으로써 얻



〈그림 2·10〉 CSG의 트리 구조의 예

어진다. 이런 형상의 定義域은 직교 좌표계의 임의점을  $X = (x, y, z)$ 라고 할 때  $G(X) \geq 0$ 인 부등식을 충족시키는  $X$ 의 영역으로서 표시된다. 통상, 이 부등식을 표시하는 數式이 컴퓨터의 기억장치 내의 데이터로서 格納된다.



〈그림 2·11〉 TIPS - 1에 의한 形狀記述의 說明圖

TIPS-1에서는 어떤 形狀  $P$ 는  $n$ 개의 프 리미티브인 부분 패턴  $P_i (i=1, 2, \dots, n)$ 의 集合으로서 다음 식처럼 표현된다.

$$P = \bigcap_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

上式의 각 부분 패턴  $P_i$ 는  $m_i$ 개의 不等式  $G_{ij}(X) \geq 0$ 으로 표시되는 패턴 요소  $P_{ij} (j=1, 2, \dots, m_i)$ 의 公同부분, 즉 補집합으로서 다음 과 같이 표현된다.

$$P_i = \bigcap_{j=1}^{m_i} P_{ij}, \quad P_{ij} \equiv \{X | G_{ij}(X) \geq 0\} \quad (2)$$

식 (1)과 (2)에 따라서 形狀  $P$ 는 다음 식에 의 해 수식적으로 記述된다.

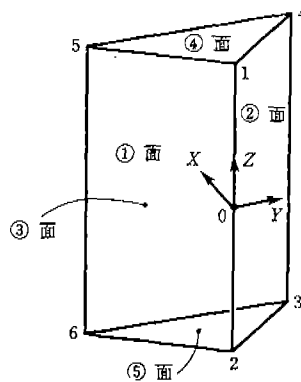
$$P = \bigcap_{i=1}^n \bigcap_{j=1}^{m_i} P_{ij} \quad (3)$$

그림 2·11의 예에서 부품 形狀  $P$ 는  $P_1$ 과  $P_2$ 의 두 부분 패턴을 갖는다. 이 중 부품 패턴  $P_1$ 은  $G_{11} = 0$ 으로 표시되는 평면의 우측 영역인 패턴 요소  $P_{11}$ ,  $P_{12}$ 로 표시되는 円筒의 내부영역인 패턴 요소  $P_{12}$ , 그리고  $G_{13} = 0$ 으로 표시되는 平面의 좌측 영역인 패턴 요소  $P_{13}$ 의 公同부분으로서 표현된다.

컴퓨터 기억장치 내의 데이터로서 식 (3)의 형

태가 사용된다. 이 形狀처리를 하기 위해서는 形狀의 定義領域에서는 0의 값을 취하고 정의 영역에서 0보다 큰 패턴티를 갖는 패턴티 함수를 설정하고 패턴티 曲面의 柵 사이를 柵 끝이 더듬어 대상물의 境界表現을 구하는 方法 등이 사용된다.

CSG에서는 내부 데이터 구조가 간단하기 때문에 도형정보의 기억 용량이 작아도 된다는 것이 利點이다. 그러나 形狀 정의후의 여러가지 해석이나 도형처리 때문에 그때마다 形狀의 定



制約式的 係數 테이블

XR	A	B	C	D
1	1	0	0	1
2	-1	1	0	0
3	-1	-1	0	0
4	0	0	1	1
5	0	0	-1	1

〈註〉 XR: 方程式番號  
A: X의 係數  
B: Y의 係數  
C: Z의 係數  
D: 制約式的 右邊

頂點座標테이블

XA	X	Y	Z
1	0	0	1
2	0	0	-1
3	1	1	-1
4	1	1	1
5	1	-1	1
6	1	-1	-1

〈註〉 XA: 頂點番號

平面테이블

MPR	XA				
1	3	4	5	6	3
2	1	2	3	4	1
3	1	2	6	5	1
4	1	4	5	1	
5	2	6	3	2	

〈註〉 MPR: 平面番號  
XA: 面을 부여하는 頂點番號

頂點테이블

XA	MPR		
1	4	2	3
2	5	3	2
3	5	2	1
4	4	1	2
5	4	3	1
6	5	1	3

〈註〉 XA: 頂點番號  
MPR: 頂點을 부여하는 平面番號

〈그림 2·12〉 三角柱인 경우의 B-reps形 데이터 構造例

義域을 구하는 演算이 필요하다.

(ii) B-reps (Boundary Representation)

이것은 형상을 구성하는 면과 그 면 사이의 토폴로지의 결합관계를 정의함으로써 형상을 표현하는 방법이다. 이 방법에 속하는 대표적인 形狀 모델링·시스템으로서 BUILD (volume BUILDing Bricks), GEOMAP (GEOmetric Modeling And Processing) 등이 있다. 또 線形 形手手法를 사용해서 形狀記述을 하여 신속히 頂點, 稜線, 面을 구해 그 토폴로지의 내부 데이터를 작성하는 방법도 제창되고 있다.

그림 2·12는 3角柱를 예로 해서 선형 계획 수법을 기본으로 하는 형상 모델링·시스템에서의 내부 데이터 구조를 표시한다.

여기서는 경계면을 나타내는 制約式의 계수, 頂點의 좌표, 각 頂點을 부여하는 평면의 면 번호와 각 면을 둘러싼 정점의 정점 번호가 내부 데이터가 된다.

B-reps에 따라서 그림 2·10의 最上部 부품 형상을 표현하기 위해서는 이 부품이 그림 2·13 처럼 많은 면으로 구성되었다고 보고 이들 면이 결합관계를 내부 데이터로서 格納한다.

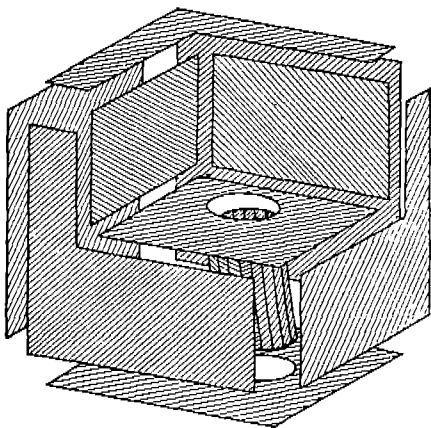
B-reps는 面, 稜線, 頂點 위치가 데이터로

서 정해져 있기 때문에 그후의 해석이나 도형처리를 위한 처리시간이 짧다는 利點이 있다. 그러나 CSG에 비해 記憶해야 할 데이터 量이 많아 큰 기억용량이 필요하다. 그림 2·14는 SDRC社에서 개발한 GEOMOD에 의한 엔진 부품의 솔리드·모델圖의 예이다.

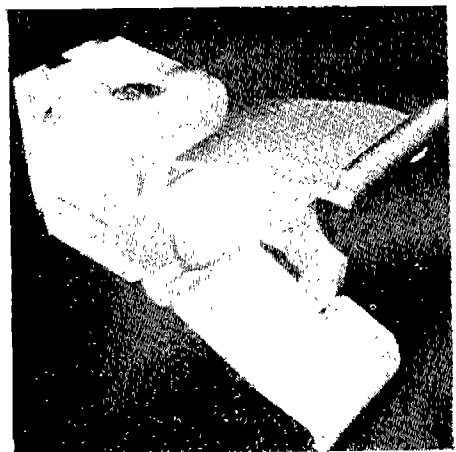
(4) 外部 모델의 内部 모델로의 변환

이상 内部 모델의 관점에서 형상기술법을 설명했다. 그러나 形狀認識의 방법은 설계자인 사람과 컴퓨터는 다르다. 즉 外部 모델로서는 사람의 형상 파악의 認識과 합치되어 入力 데이터의 作成이 용이해야 한다. 한편 内部 모델은 해석이나 도형처리를 위해 數理的으로 的確한 데이터 구조를 갖고 컴퓨터의 處理에 적합해야 한다.

이를 위해 内部 모델을 B-reps형의 형상 모델링·시스템으로 표현하여도 외부 모델은 사람의 형상파악에 적합한 프리미티브 集合으로 표시하는 방법이 채택되는 일이 많다. 内部 모델이 B-reps형의 형상 모델링·시스템인 BUILD에 있어서는 外部 모델로서는 그림 2·15에 표시한 프리미티브를 사용하고 있다. 이 CSG型的



表現方法의 例

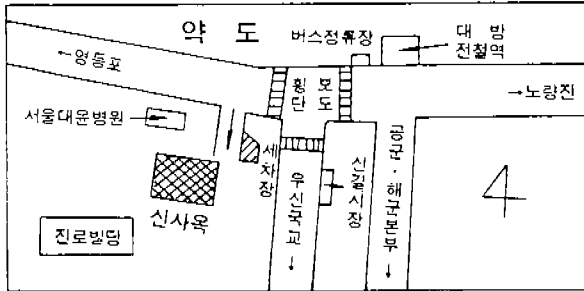


〈그림 2·14〉 엔진부품의 솔리드·모델도  
(SDRC社의 GEOMOD에 의한 表示)



# 會員社 消息 · 韓國電氣工業協同組合 移轉

- 移轉日時 : 1989年 1月 20日
- 移轉場所  
150-052  
서울特別市 永登浦區 新吉2洞 103-10  
電 氣 組 合 會 館  
대표전화 : 832 - 1 0 0 2



## ☞ 전화번호안내 ☞

- 이 사 장 실 : (02) 841-3969
- 전 무 이 사 실 : (02) 846-2978
- 관 리 부 : (02) 832-1002~3  
(02) 832-9191~2
- 사 업 부 : (02) 832-3782~3  
(02) 832-5853
- 기 술 부 : (02) 832-8381~2
- F A X : 848 - 8337

入力 데이터를 기초로 해서 컴퓨터 내에서 B-reps型 内部 데이터로 변환된다.

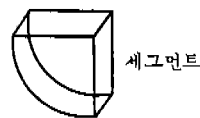
線形計画法에 입각한 방법에 있어서도 凸형상인 프리미티브의 集束을 外部 데이터로 해서 凹형상을 포함한 복잡한 형상인 内部 데이터로 변환하고 있다.

### (b) 自由曲面 모델化法

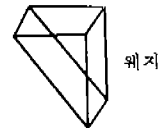
球面이나 柱面처럼 數式으로 간단하게 표현할 수 없는 曲面을 自由曲面이라고 한다. 이런 曲面의 모델化는 자동차, 항공기, 선박 등의 設計나 복잡한 3차원 곡면을 갖는 금형의 NC 가공 등에 없어서는 안되는 형상기술편이다. 그 대표적인 方法을 표 2·2에 든다.

이러한 形狀 모델링은 기본적으로는 曲面을 많은 四角形 또는 三角形으로 分割한다. 그 形状 또는 삼각형의 1개의 曲面要素를 曲面 패치 (또는 그냥 패치라고도 함)라고 하는데 몇 枚의 패치를 그림 2·16처럼 연결해서 곡면을 표시한다.

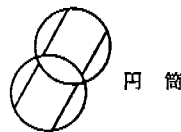
Coons의 曲面은 1964년에 발표된 S.A.Coons의 曲面 定義法이다. 曲面 패치의 形状은 그림



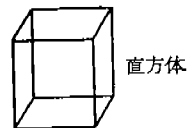
세그먼트



웨이



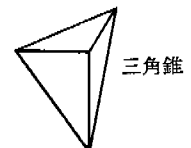
円筒



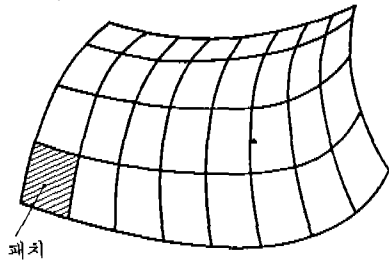
直方体



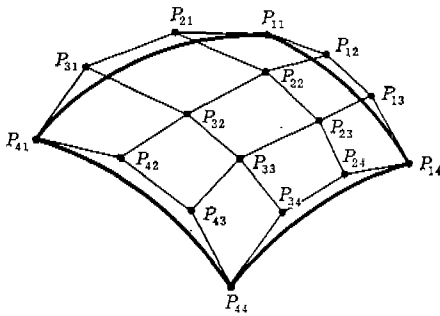
피엣



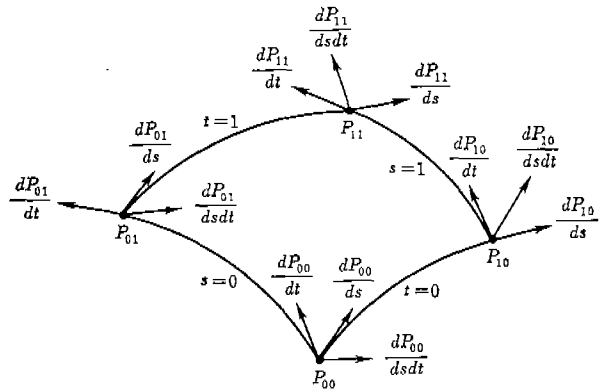
三角錐



〈그림 2·16〉自由曲面的 패치에의 分割



〈그림 2·18〉Bezier의 曲面 패치에서의 16個의 制御點



〈그림 2·17〉Coons의 曲面 패치

2·17과 같이 패치의 4코너의 위치 벡터 (위치의 조건을 부여)  $P_{00}, P_{01}, P_{10}, P_{11}$ , 接線 벡터 (경사 조건을 부여)  $dP_{00}/ds, dP_{00}/dt, dP_{01}/ds, dP_{01}/dt, dP_{10}/ds, dP_{10}/dt, dP_{11}/ds, dP_{11}/dt$ , 그리고 트위스트-벡터 (비틀림의 조건을 부여)  $d^2P_{00}/dsdt, d^2P_{01}/dsdt, d^2P_{10}/dsdt, d^2P_{11}/dsdt$ 의 크기와 방향에 따라 형상제어 된다.

Ferguson의 曲面(F패치라고도 함)은 Coons의 曲面에 있어서 트위스트-벡터를 0으로 한 곡면이다. 비틀림의 조건이 고정되어 있기 때문에 충분히 매끄러운 曲面이 되지 못하는 일도 있지만 曲面定義와 形狀制御가 비교적 간단하다.

Bezier의 曲面은 P. Bézier에 의해 제안된 곡면의 정의법이다. 이 패치로서 3차원 공간내

〈표 2·2〉대표적인 自由 曲面 記述法의 분류

內插法	곡면형상을 제어하는 데에는 接線 벡터의 방향과 크기를 부여해야 한다. 曲面제어가 쉽지 않고 대화적인 曲面설계에는 근사법에 뒤떨어진다.	Coons의 曲面 Ferguson의 曲面
	각 頂點의 위치 벡터의 크기만으로 曲面제어를 한다. 곡면제어가 쉽고 대화적인 曲面설계에 적합하다.	Bezier의 曲面 B-스플라인 曲面

에  $(n+1) \times (m+1)$ 개의 格子形狀으로 배열된 點列이 주어진다. 이들 點은 패치의 制御點(콘트롤-포인트)이라 호칭하는데, 그들 위치 벡터만을 부여하면 曲面이 創成된다. 그림 2·18은  $m=n=3$ 인 경우의 曲面 패치의 예이다. 이 경우  $P_{11}, P_{12}, \dots, P_{44}$ 의 16개의 제어점이 있다. 이 방법은 對話的으로 曲面형상을 제어하는 것이 용이하다.

B-스플라인 曲面은 R. F. Riesenfeld에 의해 제안된 曲面의 定義法이다. 이 방법은 스피라인 함수가 갖는 패치 間의 우수한 接續성과 Bezier의 방법인 曲面형상이 우수한 制御性을 겸비하고 있어 앞으로 널리 사용될 것으로 보인다.