

技術資料

# Disamatic Molding Line에서의 V-6기통 Cylinder Block 주조품의 제조

張 哲 憲

## Manufacturing of V-6 Cylinder Block in the Disamatic Molding Line

C. H. Jang

### 1. 서 론

자동차용부품에서 鑄物이 점유하고 있는 비율(중량비)은 주철계가 약 15%, 경합금계가 약 5%로서 중요한 구성재료의 하나이다. 또한 소형자동차용 엔진에 사용되어지고 있는 부품의 재료구성(중량별)에서도 표 1에서와 같이 주물이 차지하고 있는 비율은 약 48%로서 자동차부품에서의 주물 점유율이 중요한 위치를 차지하고 있음을 인지할 수 있다.

자동차엔진 부품중 중요부품인 cylinder-block 주조품의 경우 생사, shell, cold box 조형법이 일반적으로 적용되고 있다.

엔진 부품별 적용 주조법은 표 2와 같다. 당사에서는 배기량 3000cc급 엔진을 개발함에 따라 V형 6기통 cyl-block 鑄物개발에 착수하게 되었다. 지금까지 수년간 생산경험을 쌓아왔던 직4기통 cyl-block 鑄物의 경우 수평분할 조형법이 적용되어 왔으나, 수番 생산경험이 전무한 V-6기통 cyl-block

표 1. 엔진부품별 재료구성

材 料 名	%
鑄鐵 鑄物	48
輕合金鑄物	13
鋼 板	15
鋼 材	11
非 鐵	8
其 他	5

표 2. 엔진부품별 주조법

鑄 造 法	코오造形法	部 品 名
生砂型法	shell/cold	cyl-block, crank-shaft, cam-shaft, fly-wheel, exhaust-manifold
重力鐵造法	shell	inlet-manifold
低壓鐵造法	shell	cylinder-head
高壓鐵造法	x	head-cover

鑄物을 수직분할 조형법의 하나인 disamatic조형 line에서의 생산 계획을 수립개발에 착수 완료하여 양산중에 있다. 본장에선 제품 도면입수 검토에서 주조방안도의 확정, 금형 설계 및 제작, 시험주조 결과에 대하여 기술코저 한다.

### 2. 新製品개발 과정

신제품개발을 단계별로 보면 1. 제품계획 단계 2. 생산준비 단계 3. 생산시작 단계 4. 양산단계의 4가지로 분류할 수 있다.

신제품 개발시에는 1. 생산기술 2. 생산 3. 금형 부문의 긴밀한 협조가 요구되어 진다.

### 3. 제품도면 검토

제품도면 검토는 개발단계에서 보면 제품계획단계로 가장 기본적이며 중요한 단계이다.

따라서 제품도면에서 형상을 이해하고 주기사항에 기재된 사양대로 어떻게 鑄造할 것인가에 대하여 항목별로 면밀히 검토할 필요가 있다. 여기서는

檢 討 項 目

項 目	內 用
1. 鑄造品크기	
2. 材 質	
3. 鑄造工法	
3-1 鑄型分割	1. 鑄型 및 core parting-ling 검토 · 분할면에서의 under-cut部 유무확인 · 鑄型 및 core조립상태 · Core-handling 관련사항 2. 주형분할: 수직, 수평분할 · 주형 cavity 내조립 core의 setting 방법 3. Core: Core구조와 종류 · Core M/C에서의 core취출 및 이송 방법
3-2 湯口方案	1. 湯口系배치 · Ingate 위치의 선정 및 湯口系방안 검토 · 주조품중량, 전 주조중량, 계산 2. 湯口系 제거 · 鑄造品 湯口系 절단, trimming, grinding, 검토 3. 시작 鑄造 · 탕구계 결정, 주조품질 확인을 위한 시작 주조시행
3-3 鑄造方案 計劃	1. 주형 및 core형용 조형기사항검토 · 조형공법의 결정; green, shell, cold · 장비신설의 경우; cavity 배치에 따른 조형기(flask, plate/크기, 구조) 및 금형사양의 결정 · 장비보유의 경우; 조형기 사양에 따른 cavity, 탕구계, 배치 및 금형사양의 결정 2. 치구관련사항검토 · 주형; gas-vent, grind, trim치구의 검토 · Core; 조립, 합형, 접합, 이송, 검사 치구의 검토 3. Cavity의 배치 · 주형분할 및 core조립에 따른 cavity의 배치 · 주형강도, 최소 주형두께를 고려 · 유효 탕구고를 고려한 cavity의 배치

項 目	內 用
3-3 鑄造方案 計劃	· Core-handling에 대한 고려 · 주조품 후처리에 대한 고려 4. 탕구계의 배치(탕구계, over-flow, gas-vent) · 시작주조 data의 feed-back(결합, 불량) · 주조품 특성과 조형속도의 고려 · 주형분할에 따른 적정탕구계의 선정 · 탕구계 가공에 대한 고려
3-4 金型方案	1. Pattern(주형) · 금형 구조(insert형, 일체형), 재질의 검토 2. Core-box(코어형) · 조형방안; blow-nozzle, gas-vent, ejector-pin의 cavity내에서의 위치, 크기, 형상, 재질 검토 · 금형방안; core 형상부 성형을 위한 금형구조(금형분할, 이형, loose-piece형 구동법 고려) · 성형방안; shell법-가열 방식(gas, heater) cold법-gas blowing 방식
3-5 素材圖 仕様	1. 치 수 · 길이, 폭, 두께공차/뽑기 구배/가공여유 · 가공기준/평면도/동심도 · 주조품내, 외각부 R(cast round, fillet) 2. 품 질 · 주조품 gate 절단 잔부 최대 허용치 · 주조품 형분할면부에서의 fin 허용치 · 주형, 코어, shift에 의한 엇갈림허용치 · 주조품의 형구분 번호 크기 및 위치 · 주조품의 특별 관리부분(치수, 표면 조도)유무 3. 검사 · 주조품의 수압 test 유무 · 주조품의 비파괴검사 유무 · 주조품의 열처리시행 유무

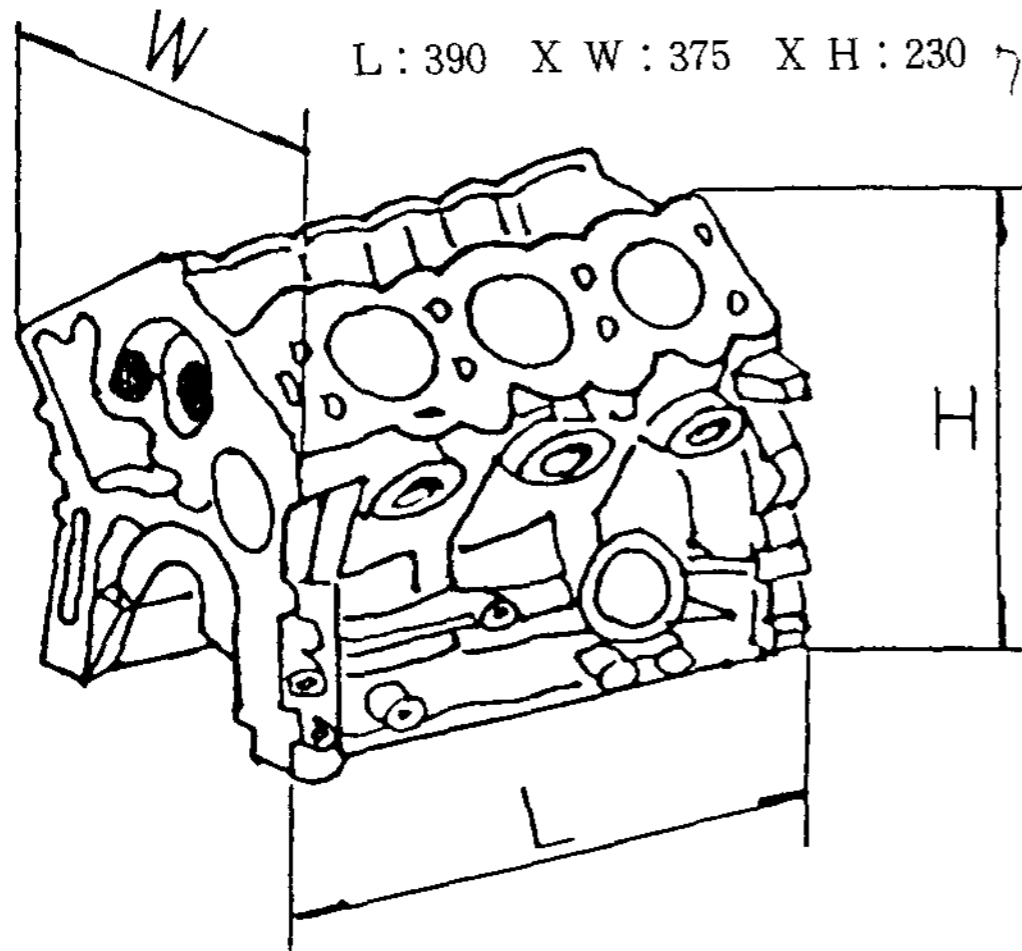


그림 1 V-형 6-실린더 블럭 鑄物크기

4. 세부검토 내용

1. 주조품 특성

- 크기 ; L390 × W375 × H230 그림 1참조
- cyl-block 각부명칭 그림 2참조

2. 주형분할

2-1 분 할

주형 분할시 고려할 사항 ; 제품특성, 조형방식, 분할위치, 게이트 위치, 주형내 탕흐름 조립코어 이송 및 주형에의 합형, 등을 고려한다.

제품도상 분할위치만 고려하면 그림 3과 같이 분류할 수 있다.

2-2 주형분할별 소요코어 및 적용탕구

주형분할별 소요코어 및 적용탕구를 그림 3의 7 가지 분할별로 검토하면 다음과 같다.

1. 검토항목 및 2. 세부검토내용에 관하여 설명코저 한다.

項 目	區 分	1	2	3	4	5	6	7	備 考
코 어 必 要 有 無	side 부	X	X	X	0	0	0	0	주조상태 수용유
	head 연결부	0	0	0	0	0	0	0	
	crank실부	0	0	0	0	0	0	0	
	W/jacket실부	0	0	0	0	0	0	0	주조상태 수용유
	V-형부	0	0	0	X	X	X	X	형상부 under-cut부 없을시
조립코어안정성(합형, 이송시)		G	B	B	G	G	B	B	G ; good B ; bad
pouring법 별 주 조 결 과	BOTTOM	GOOD							시작주조결과 feed-back
	T O P	BAD							
gate 위치별 탕 구 방 안	head 연결부	T	B	S	T	T	B	B	T ; top B ; bottom S ; side
	bearing연결부	B	T	S	B	B	T	T	

주) 상기항목결정을 위해선 시작주조의 시행은 필수적임.

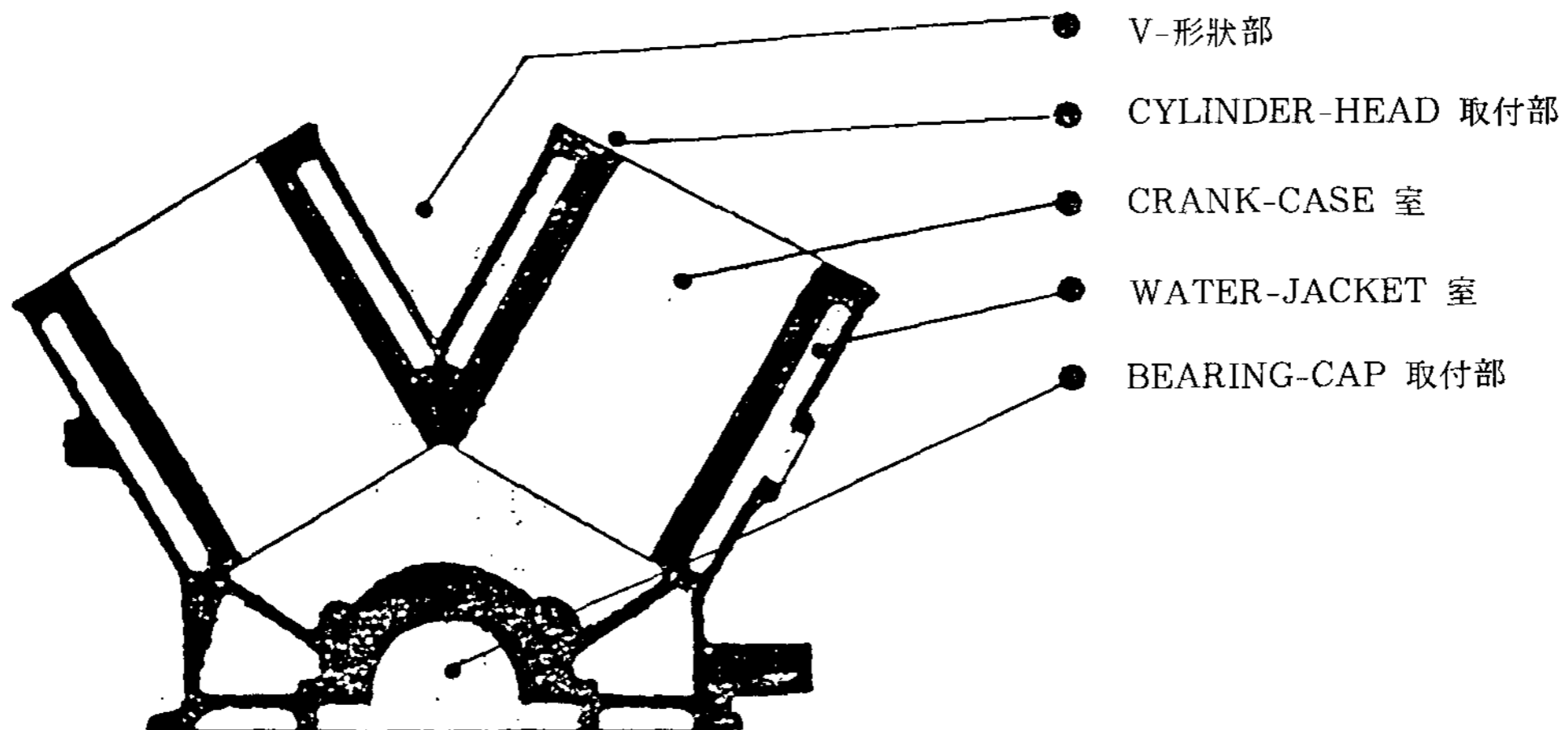


그림 2 실린더 블럭 各部 名稱

2-3 시작 주조

시작주조는 1. 제품 개발단계에서 엔진등의 성능 test를 위해 필요한 주조품을 공급하거나 2. 주조품 개발단계에서 주조방안의 확정을 위해 시행되어지는 작업이라고 할 수 있다.

이 과정에서 양산시 일어날 수 있는 예상문제점 등이 본금형 및 설비제작 착수전에 확인될 수 있기때문에 매우 중요한 단계이다.

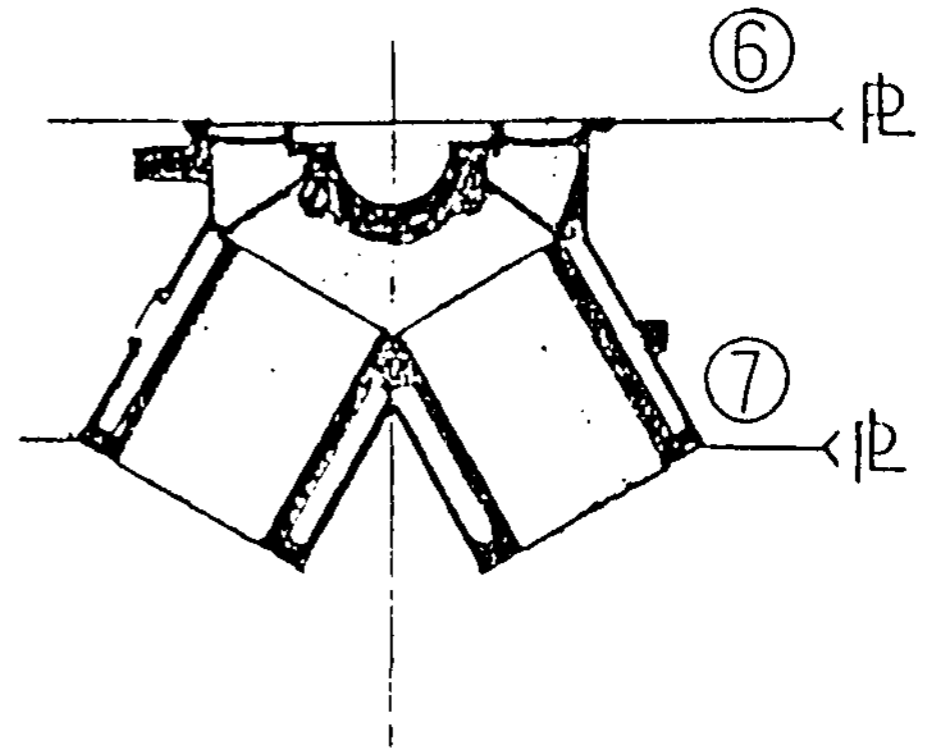
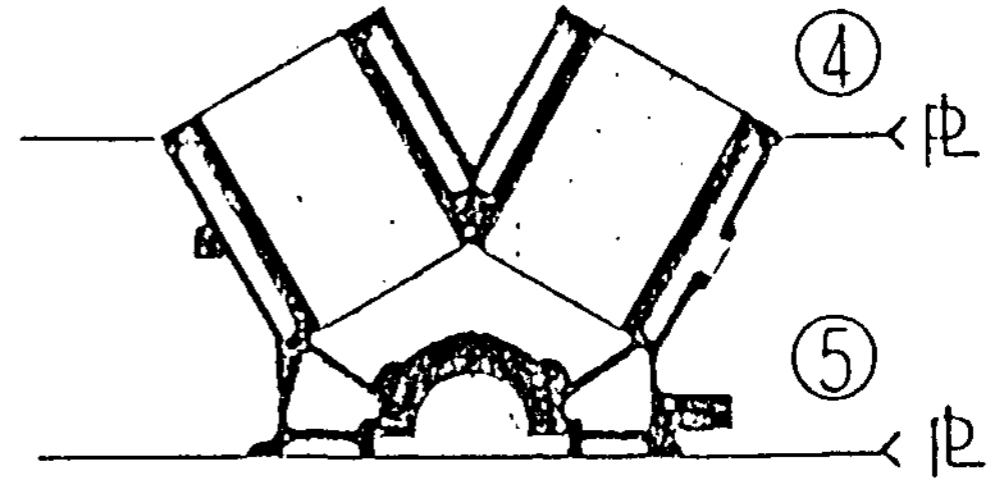
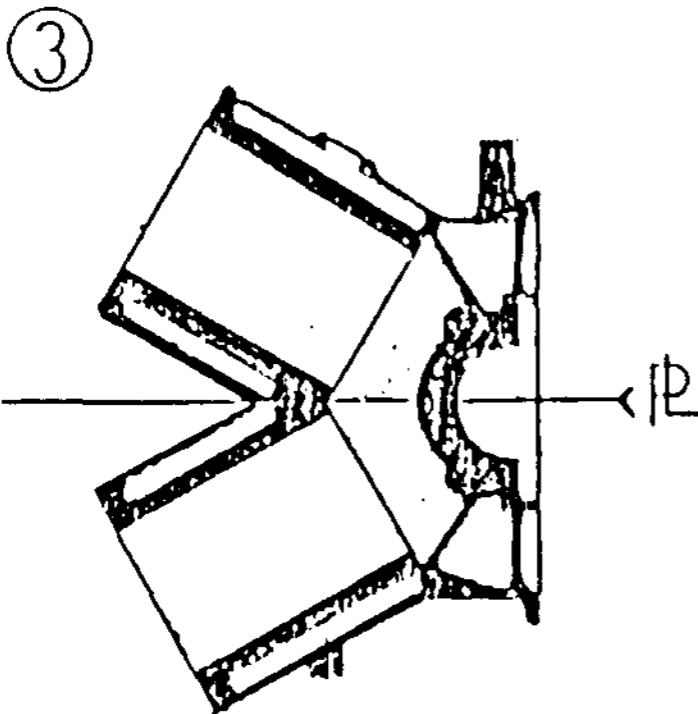
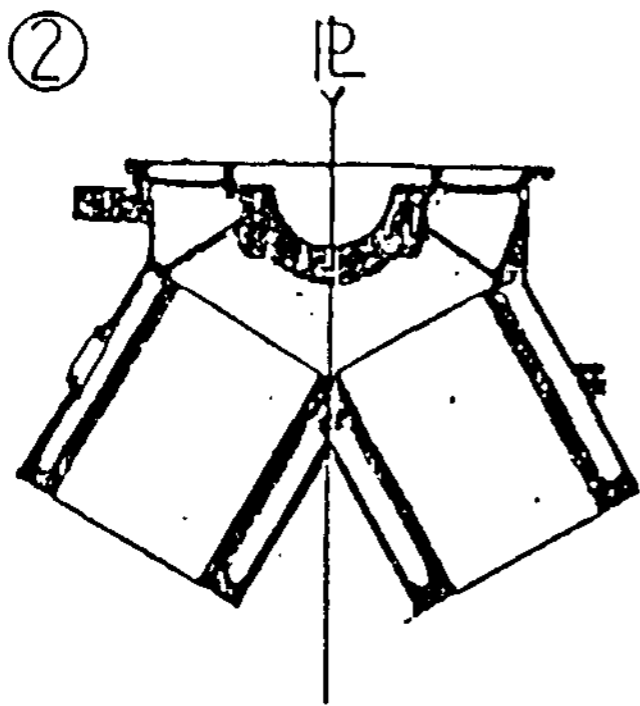
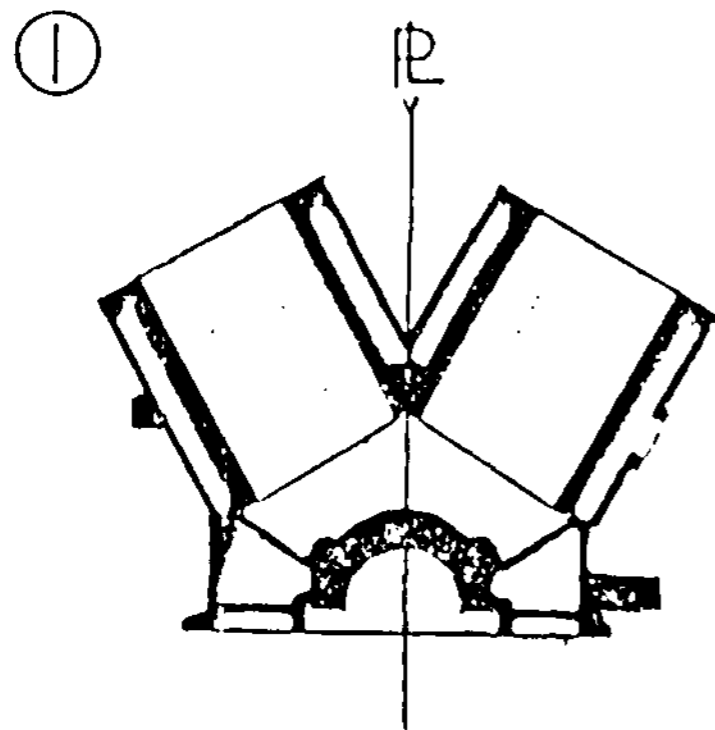


그림 3 주형분할 예

수직분할의 경우 : 1, 2

수평분할의 경우 : 3, 4, 5, 6, 7

2-4 주형분할결정

상기 2-2항 검토 및 시작주조 시행결과로부터 주형분할은 그림 3의 1,5로 결정하였다.

- 수직분할시 주형, 코어구성 및 명칭, 탕구계방안  
그림 4 참조
- 수평분할시 주형, 코어구성 및 명칭, 탕구계방안  
그림 5 참조
- 주형분할별 명칭 및 금형분할

2가지 분할방법중 높은 생산성의 disamatic-molding line을 선정한 바 지금부터는 수직분할 주형에 관

鑄型種類	鑄型	名稱
Pattern(主型)	Vertical-Mold	Horizontal-Mold
Core (1)	W/Jacket core	左 同
(2)	V-형 Core	左 同
(3)	Head-Face Core	左 同
(4)	Crank-Case Core	左 同
(5)	Bulk-End Core	左 同
(6)	X	Side-Core (L/H, R/H)
(7)	X	Base-Core

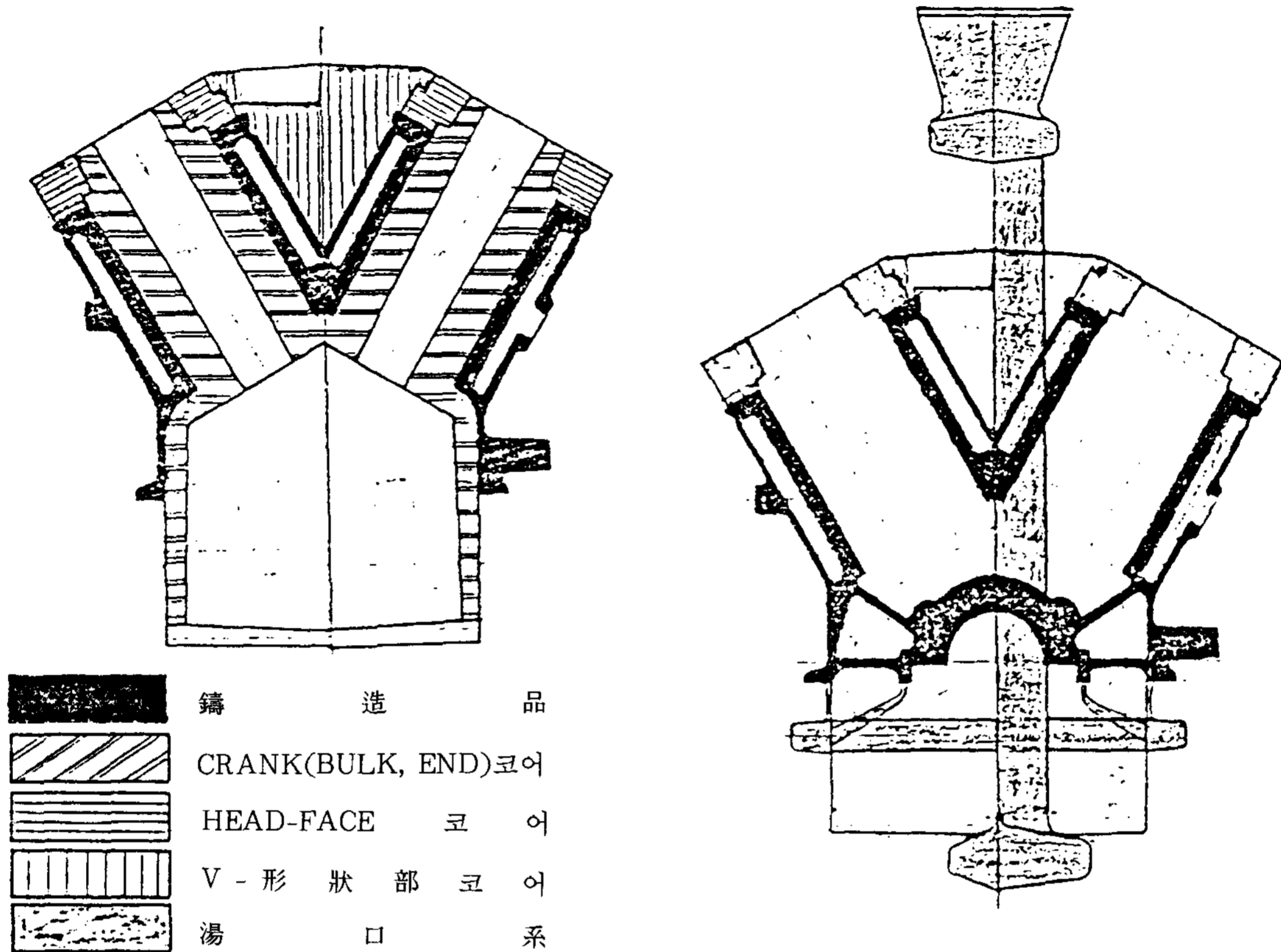


그림 4 수직분할시 주형 코어 탕구계 방안계획 초안

하여 검토한다.

2-5 코어조립상태 결정

수직분할 주형에서 사용되는 코어종류에 따라 조립계획안을 결정한다.

3. 주조방안 결정

주조방안 결정이라함은 다음 항목들에 대한 구체적인 검토 즉 주조품이 양산에 들어갔을 때 본 단계에서 검토된 내용대로 생산설비, 금형, 치구 등이 준비되어야 하며, 목표수준의 품질(주조불량,

회수율)이 보증되며, 가동율이 유지될 수 있도록 검토하는 공법결정 단계라 할 수 있다.

- 주형, 코어별 적용공법 및 최대금형 크기 및 금형분할
- 코어(handsetting, 조립, 이송, 주형에의 setting 법) 취급에 관련한 제반 사항 그림 8 참조.
- 탕구방안의 확정(시작 주조결과반영)
- 주조방안도 설계 및 방안확정
- 소재도 설계사양 확정
- 금형도 설계사양 확정

3-1. 적용공법

1) 조형법 및 금형

金 型 種 類	造 型 法	鑄 型 名	數/臺	金型 size(mm)	金 型 分 割
pattern(主型)	生 砂	vertical-mold	1	700×950×530	左 右
core-box(1)	shell	W/jacket core	2	1100×700×500	上 下 左 右
core-box(2)	shell	V-形 core	1	上同	上 下
core-box(3)	shell	head-face core	2	上同	上 下
core-box(4)	cold	crank-case core	1	1040×950×490	上 下 左 右
core-box(5)	cold	bulk-end core	1	1100×900×270	上 下

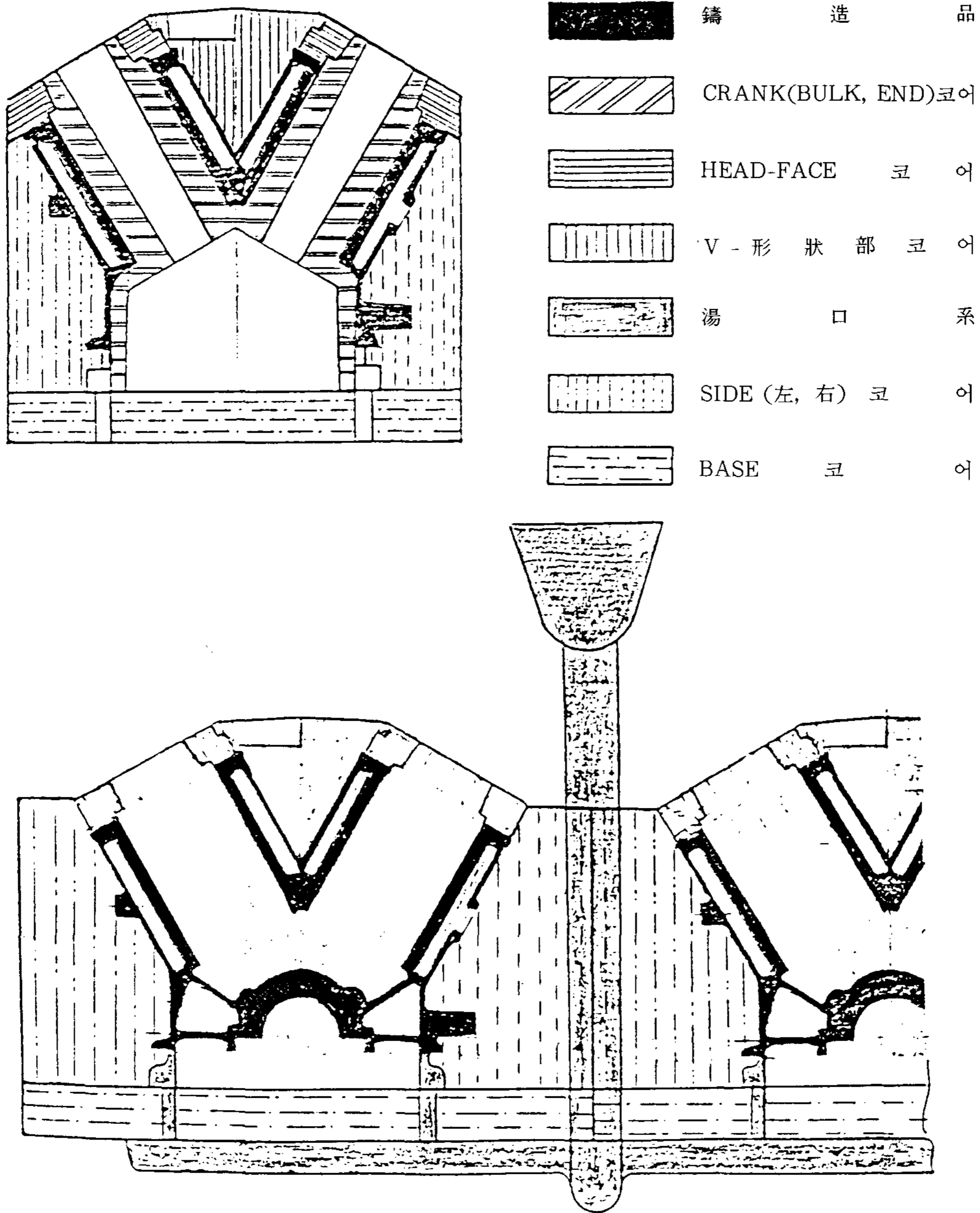


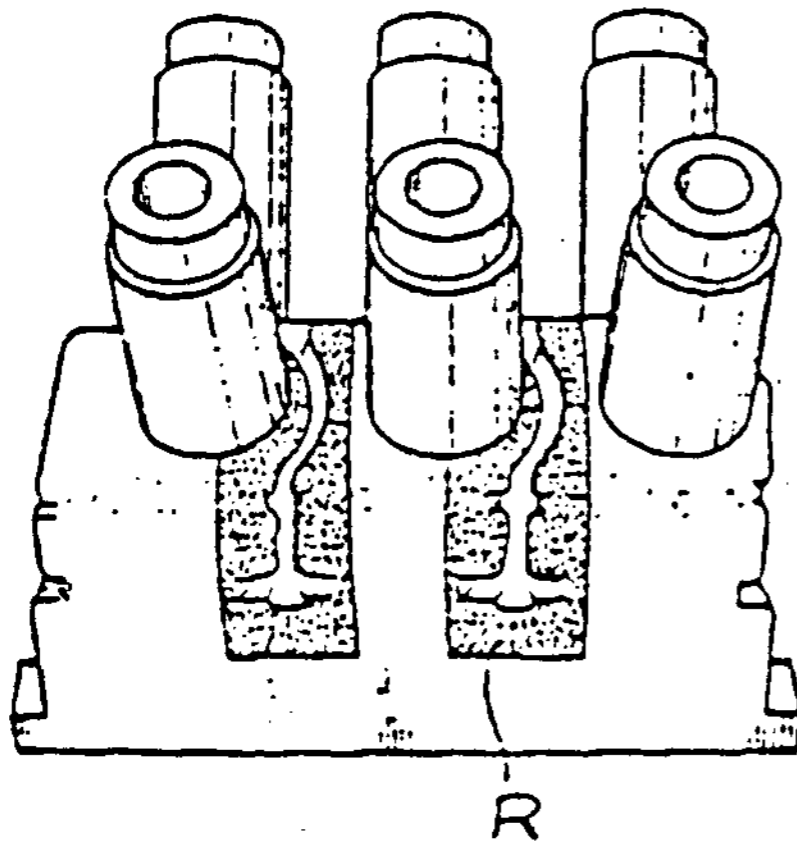
그림 5 수평분할시 주형 탕구계 방안계획 초안

2) 2-Blowing 코어 조형법

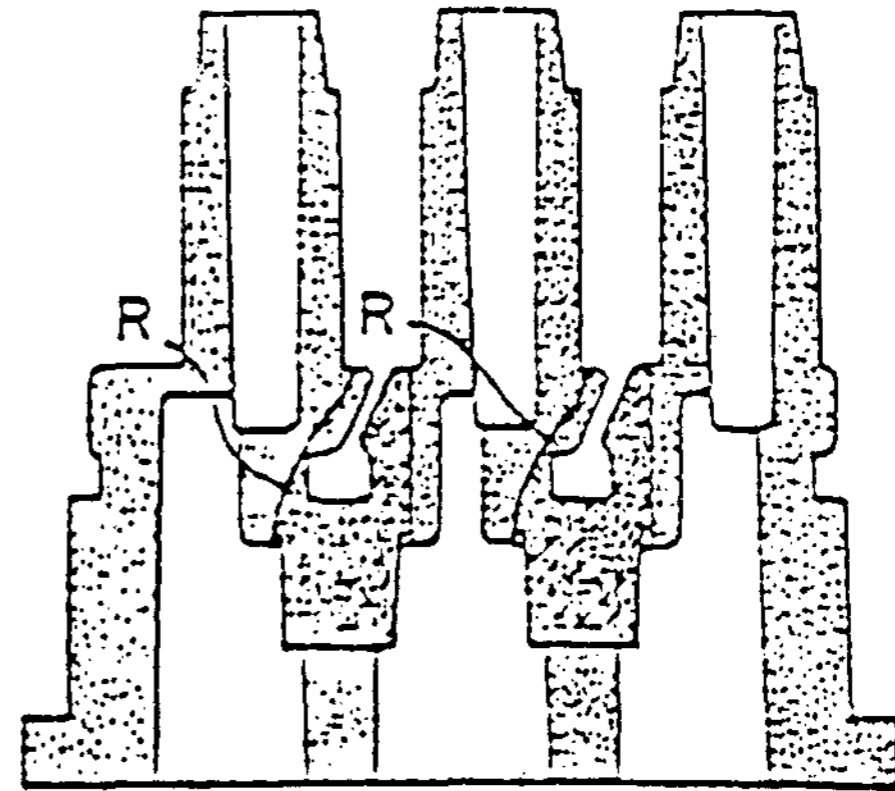
실린더블럭 구조용 코어조형에 있어 crank실 코어 조형은 형상상의 under-cut부(그림 7 "R"부) 때문에 종래의 조형방법으로서는 "일체형코어"를 성형할 수 없었다.

따라서 "R"부는 별도로 조형하여(insert-코어라

칭한다)본체 코어에 나중에 접착제 등으로 완성시키는 복합코어 조형법이든가, crank-case별(4기통의 경우 4개)코어를 조립하여 완성시키는 코어조립 조형법이 종래의 방법이었다. 그러나 이번에 개발코저하는 V-6 블럭의 경우 기개발완료한 선진국의 경우를 보거나, 지금까지 조업경험이 있는 4기



1) 코어 외관 형상



2) 코어 단면도

주) R은 first-Blow된 코어임(bulk 코어라 칭함)

그림 7 2-Blowing으로 조형된 V-6기통 CYL-block용 crank 본체 코어

통 불력의 경우를 볼때 종래방식적용시 다음과 같은 문제점을 예측할 수 있었다.

- 본체코어에 insert코어를 접착시킬때 그 부분의 정도유지가 어렵다.
- 접착 공정추가에 따른 cycle-time 증가등 생산성이 저하한다.
- 코어운반, 주탕시 insert 코어파손으로 인한 불량률이 증대한다.
- 코어접합부의 주조fin 발생으로 인한 후처리 공수의 증가가 예상된다.

상기의 이유로 당사에서는 일본낭속주기에서 개발된 2-blowing조형법을 導入하게 되었다.

이 방법은 “일체형코어”조형시 under-cup부가 되어지는 그림 7 “R”부를 먼저 조형하여(first-blow라고 칭함) crank본체 코어금형에 넣어 재차 blowing하여(second-blow라고 칭함) “일체형코어”를 얻는 조형법이다.

통상 cold-box법이 적용되고 있으나 shell-코어법의 적용도 시도되고 있다.

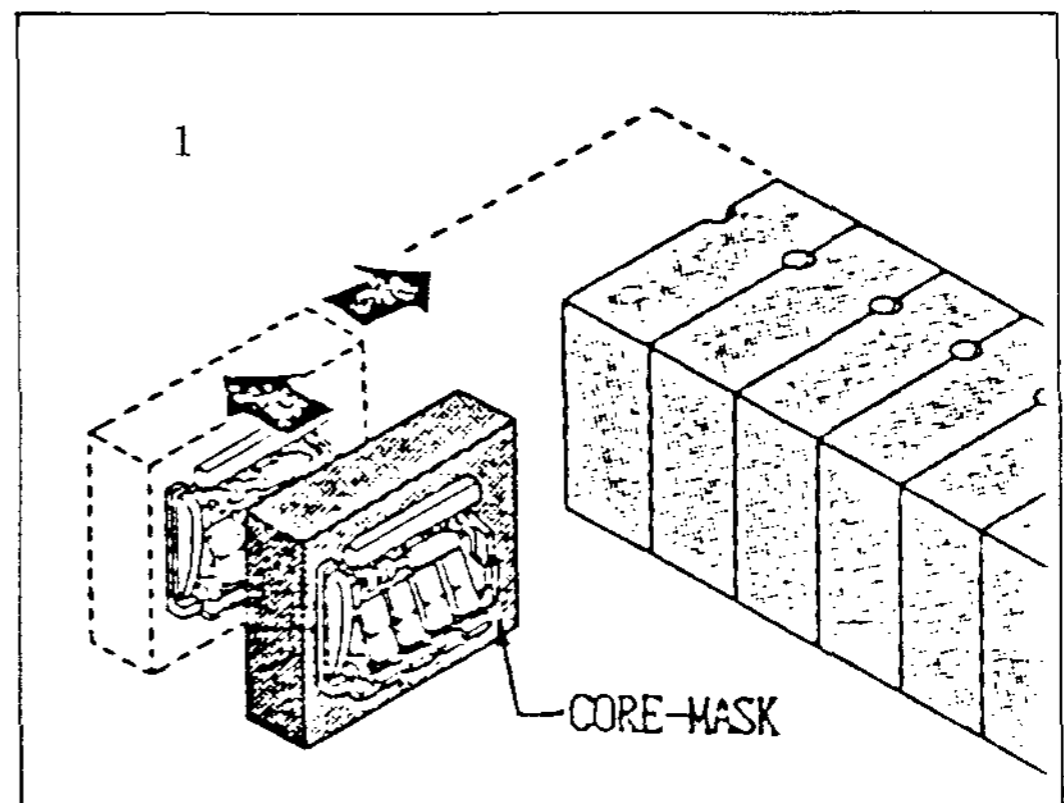
### 3-2. 코어취급(handleing) 공법 결정

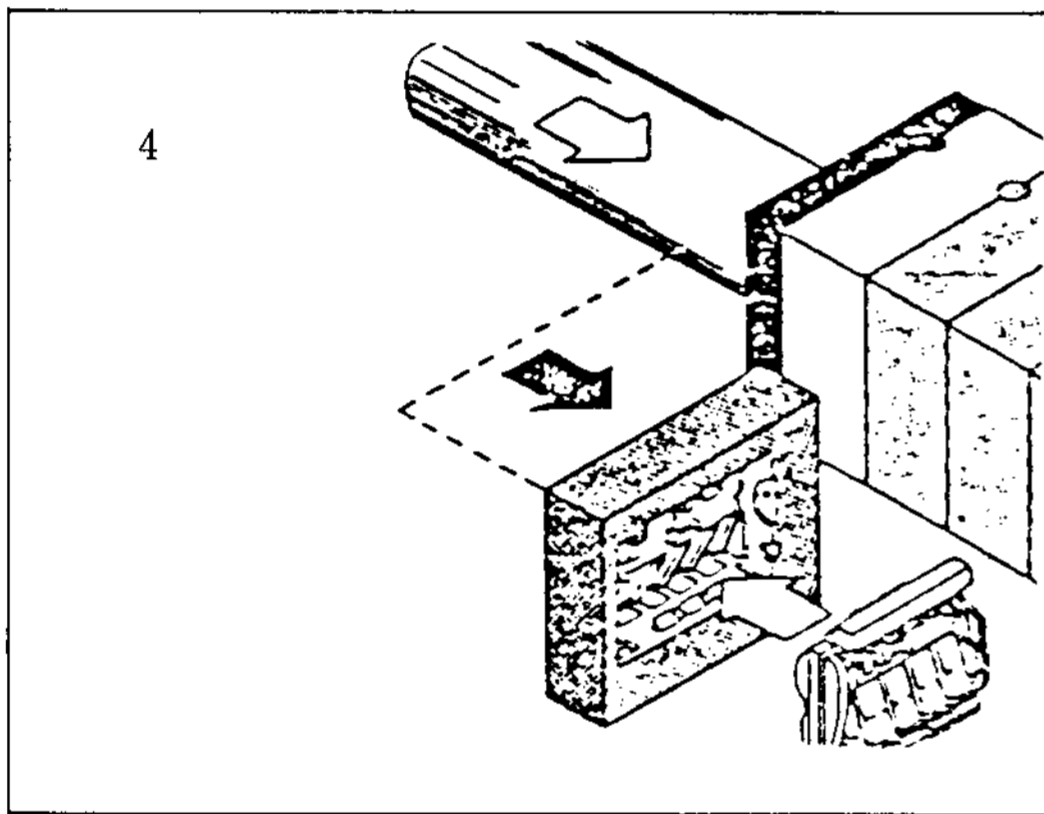
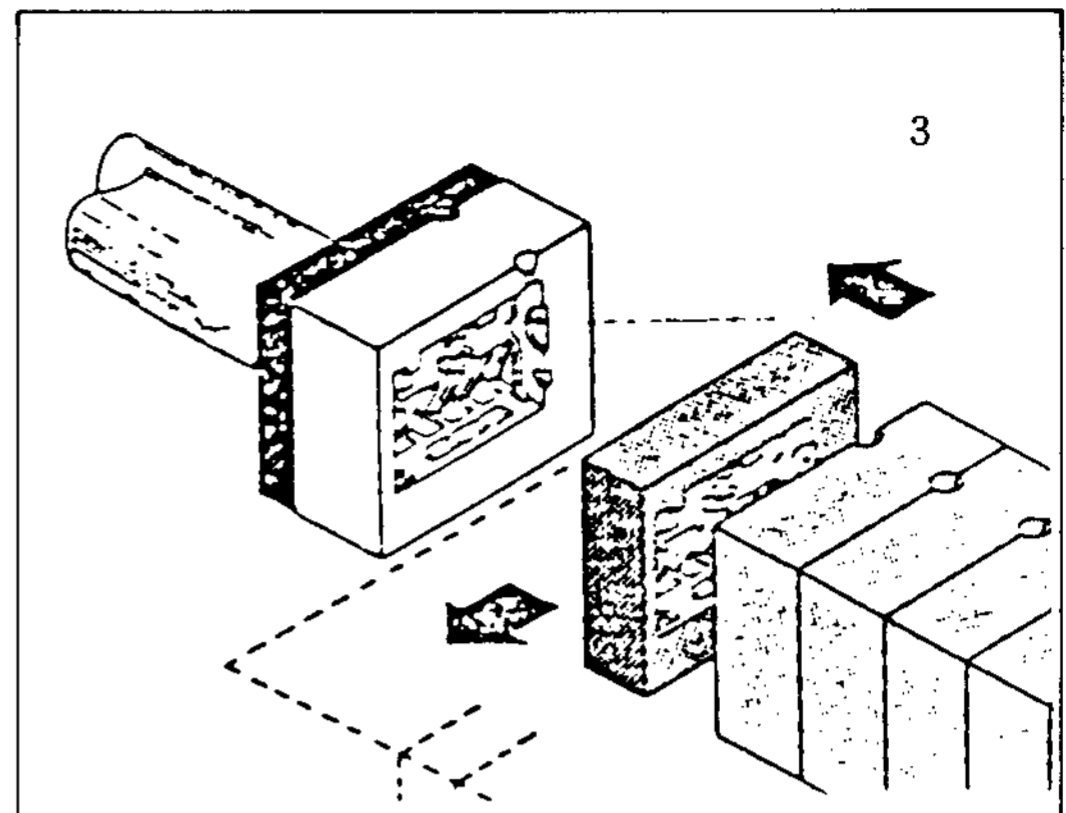
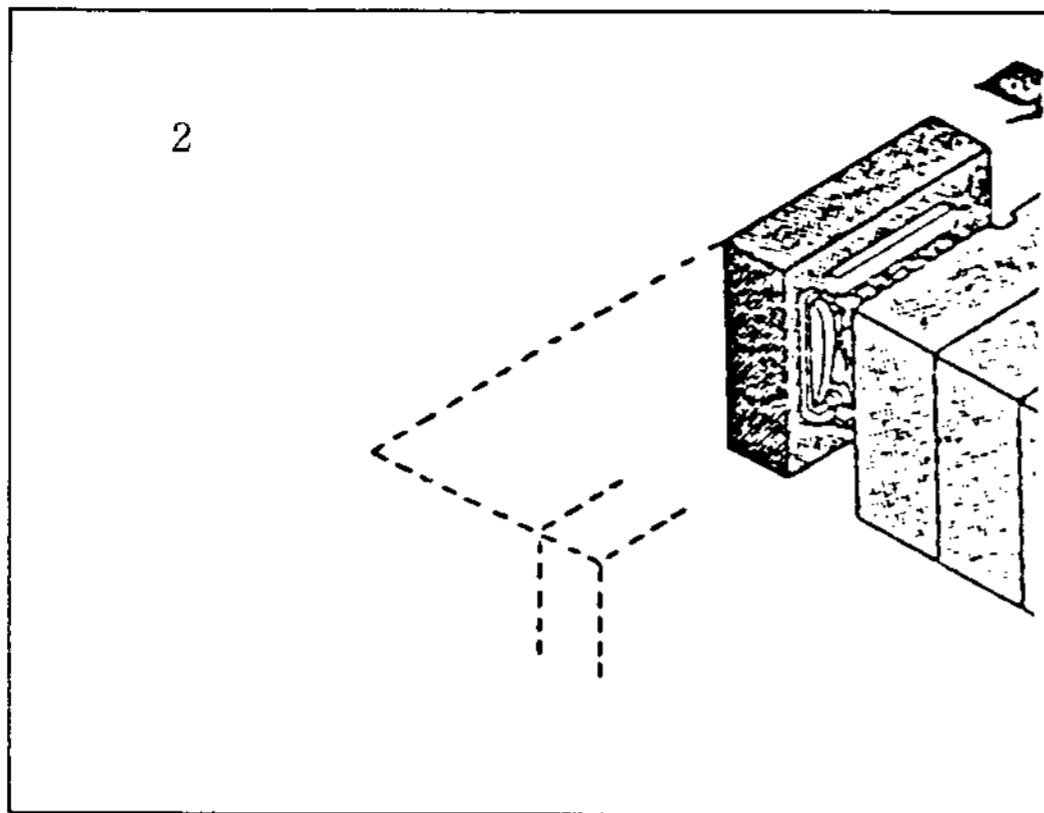
조형이 완료되어진 각 코어는 공정별로 다음과 같은 치구에 의해 운반되며 주조되어진다.

이와같이 코어취급공정에는 여러가지 종류의 치구(jig & fixture)가 필요하게 된다. 양산시 공정간 간섭 및 정체를 막고 생산성 향상을 위해선 상기의 치구류가 사전에 준비되어야 한다.

코어取扱(Handleing)工法	使用治具名
· Core-M/C에서의 꺼냄	unloader, pick-UP治具
· 取出코어의 이송	clammer, conveyer
· 이송되어진 개별코어간의 부분조립	pre-assembler
· 부분조립된 코어에 대한 vent-drill작업	vent-drill 및 코어固定治具
· 부분조립된 코어에 대한 전체조립 작업	코어조립검사 治具
· 조립완성된 코어의 주형에의 합형 작업	core-mask (Core-Setter)

그림 8은 조립완성된 코어의 Core-Mask에 의한 조립공정을 나타내고 있다.





- 1) 조립코어를 품은 Core-Mask가 주형면까지 이동한다.
  - 2) 조립코어가 주형에 합형되어진다.
  - 3) 빈 Core-Mask가 제 위치로 복귀한다.
  - 4) 빈 Core-Mask에 조립코어를 합형시킨다.
- 註) Core-Mask ← Core-Mask 이동방향

그림 8 Core-Mask에 의한 조립코어의 주형 합금공정