

技術資料

Disamatic Molding Line에서의 V-6기통 Cylinder Block 주조품의 제조(4)

張 哲 憲

Manufacturing of V-6 Cylinder Block in the Disamatic Molding Line (4)

C. H. Jang

6. 시험주조

금형 제작이 완료되면 시험주조를 시행, 주조품 검사를 한다. 이 과정을 통하여 1) 금형의 치수, 2) 주형 및 코어형의 조형조건, 3) 주조품 치수검사 (절단, 기계가공 포함), 4) 주조결합, 5) 불량대책 수립사항의 확인이 가능하다.

여러차례에 걸친 시험주조를 통하여 금형 확인이 가능하며, 주조 조건이 확립되므로 양산을 위한 준비단계인 것이다.

6-1 금형 외관검사

시험주조전에 미리 외관 검사를 행하여 조형 간섭을 미리 막아주어야 한다.

검사시에는 체크리스트 활용이 바람직하다.

- 주형금형 체크리스트 표. 9
- Cold-Box 금형체크리스트 표. 10
- Shell 금형체크리스트 표. 11

6-2 코어금형의 시험조형

코어금형의 시험조형을 통하여 코어조형조건들이 확립되어진다.

각종 조건들은 체크리스트에 의해 기록, 관리되어야 한다. 조형체크리스트의 예는 다음과 같다.

- Shell 코어조형조건 체크리스트 표. 12
- Cold-Box 조형조건 체크리스트 표. 13

6-3 주형금형의 시험조형

주형금형의 시험조형을 통하여 주형조형조건들이 확립되어진다.

- 주형조형 조건체크리스트 표. 14

6-4 불량대책의 수립

주형 및 코어금형의 시험조형후 주형을 통하여 주조조건들이 확립되어지며, 발생되어진 불량에 대하여 원인분석 및 대책수립 과정을 통하여 작업표준이 확립된다.

- 주조불량 대책의 수립리스트 표. 15

표 9. 주형 금형 체크리스트

| 기 종 | 도 번 | 품 명 | 금 형 도 번 | 금 형 명 |
|-------|----------|---------|---------|-------|
| | | | | |
| 제 작 처 | CHECK 일자 | 입 고 일 자 | 조 형 기 | |
| | | | | |

| C H E C K 항 목 | 판 정 | | 비 고 |
|-----------------------|-----|-----|-----|
| | 제작처 | 주조부 | |
| 1. 금형 취부 상태 | | | |
| 상하형의 연결상태는 견고하게 되어있는가 | | | |

| C H E C K 항목 | 판 정 | | 비 고 |
|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| | 제작처 | 주조부 | |
| 상하형의 표면사상은 매끄러운가 | | | |
| 상하형의 각 뽑기구배는 도면지시에 따랐는가 | | | |
| 뽑기구배면의 사상은 세로 방향으로 되어있는가 | | | |
| 뽑기구배면에는 수축, 흠 등의 결함은 없는가 | | | |
| INSERT금형과 PATTERN간의 합형상태는 틈이 벌어져 있지 않는가(단이지어 있지 않는가) | | | |
| 각 PATTERN 구분용 MARK OR 번호가 설치되어 있는가 | | | |
| 도면 명기대로 일반 R을 주고 있는가 | | | |
| 분할면의 R은 수지 작업등으로 수시점검이 요구되는가 | | | |
| VENT PLUG는 지시된곳에 부착되어 있는가 | | | |
| 주조방안은 방안도에 따라 제작되어 있는가 | | | |
| (탕구봉, RUNNER, INGATE면적 CHECK) | | | |
| 금형이동용 BOLT HOLE이 지시된곳에 있는가 | | | |
| 금형이동용 BOLT HOLE의 위치는 적당한가 | | | |
| 금형중량 표시가 타각되어 있는가 | | | |
| 2. 조형 및 주입 | | | |
| 탕구위치는 간섭을 받지 않는가 | | | |
| 상하형 및 방안등이 FLASK면에 너무 치우친 곳은 없는가 | | | |
| STRAINER는 지시된 것을 사용하고 있는가 | | | |
| VENT DRILL이 요구되는가 | | | |
| CORE SETTING 작업이 용이한가 | | | |
| CORE SETTING시 CORE 파손은 없는가 | | | |
| CORE SETTING시 주형 파손은 없는가 | | | |
| CORE SETTING후 CORE FIX를 사용하여야 하나 | | | |
| T/O 구분 MARKING은 하였는가 | | | |
| 주입온도는 방안설정 예상 온도에 접근하는가 | | | |
| 주입시간은 방안설정 예상 시간에 접근하는가 | | | |
| 3. 제품검사 | | | |
| 탕구계 해체는 용이한가 | | | |
| 해체시 제품 침식부는 없는가 | | | |
| FIN발생 상태는 어떤가 | | | |
| CORE PRINT부에 FIN 발생이 있는가 | | | |
| 분할면에 FIN발생이 있는가 | | | |
| MISMATCH가 나타나지 않는가 | | | |
| 사상하기 어려운 부위는 없는가 | | | |
| 방안설정시 RECOVERY와 실 RECOVERY의 차이는 | | | |
| 두꺼운 부분에 수축발생은 없는가(외관절단검사) | | | |
| CORE 파손부는 없는가 | | | |
| 탕회 불량부는 없는가 | | | |
| CORE 탈사는 잘되는가 | | | |
| 사흔입 불량은 없는가 | | | |

| C H E C K 항 목 | 판 정 | | 비 고 |
|--------------------------|-----|-----|-----|
| | 제작처 | 주조부 | |
| GRINDING 작업중 침식될 위험은 없는가 | | | |
| 기계 가공시 이상은 없었는가 | | | |

표 10. COLD 금형 체크리스트

| 기 종 | 도 번 | 품 명 | 금 형 도 번 | 금 형 명 |
|-------|----------|---------|---------|-------|
| | | | | |
| 제 작 처 | CHECK 일자 | 입 고 일 자 | 조 형 기 | |
| | | | | |

| C H E C K 항 목 | 판 정 | | 비 고 |
|----------------------------------------|-----|-----|-----|
| | 제작처 | 주조부 | |
| 1. 상하형 합형 상태 | | | |
| 금형본체의 다듬질상태는 좋은가 혹은 없는가 | | | |
| BLOW NOZZLE의 연결상태 및 NOZZLE의 높이는 적정한가 | | | |
| 상형측의 기계연결관계에 잘못 된곳은 없는가 | | | |
| 하형측의 기계연결관계에 잘못 된곳은 없는가 | | | |
| 각부 SEAL은 바르게 되어 있는가 | | | |
| SEAL은 지정 한것을 사용했는가 | | | |
| AIR VENT는 지정된 VENT가 바르게 들어가 있는가 | | | |
| AIR VENT의 수와 위치, 연결 상태는 적정한가 | | | |
| 금형부품 각 부의 EYE BOLT HOLE은 바르게 뚫어져 있는가 | | | |
| 금형전체의 EYE BOLT HOLE은 적정한가 | | | |
| 지정부품이 연결되어 있는가 | | | |
| 기종, 형식, 중량, 등의 지정 명판이 바르게 취부되어 있는가 | | | |
| 2. BLOW PLATE 관계 | | | |
| BLOW PLATE의 위치 결정은 적당한 크기로 뚫어져 있는가 | | | |
| BLOW PLATE의 기계측과의 연결 HOLE위치 크기는 적정한가 | | | |
| 3. ELECTOR PLATE 관계 | | | |
| 하형 EJECTOR PIN의 길이는 조정되어 있는가 | | | |
| 하형 EJECTOR PIN의 작동은 부드러운가 | | | |
| TEMPER PIN의 연결 상태 및 TEMP PIN의 높이는 적정한가 | | | |

| C H E C K 항목 | 판 정 | | 비 고 |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|
| | 제작처 | 주조부 | |
| TEMPER PLATE의 위치결정은 적당한 크기로 뚫어져 있는가 | | | |
| TEMPER PLATE의 기계측과의 연결HOLE 위치크기는 적정한가 | | | |

표 11. SHELL 금형 체크리스트

| 기 종 | 도 번 | 품 명 | 금 형 도 번 | 금 형 명 |
|-------|----------|---------|---------|-------|
| | | | | |
| 제 작 처 | CHECK 일자 | 입 고 일 자 | 조 형 기 | |
| | | | | |

| C H E C K 항목 | 판 정 | | 비 고 |
|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| | 제작처 | 주조부 | |
| 1. 상하형 합형 상태(열간, 냉간) | | | |
| PARTING면의 합형상태는 좋은가 | | | |
| 형의 휘어짐은 없는가(특히 열간) | | | |
| MANDREL과 상하형과의 합형상태는 좋은가 | | | |
| LOOSE PICECE형과 합형상태는 좋은가 | | | |
| 형상부의 뽑기구배는 지시에 따랐는가 | | | |
| 형상부의 뽑기구배면은 매끄러운가 | | | |
| 상하형의 합형PIN 및 BUSH의 압입상태는 좋은가. 특히 열간시 합형상태 CHECK | | | |
| GAS VENT용 PLUG는 지시된곳에 있는가 | | | |
| GAS VENT용 PLUG는 형상부에 영향을 주지않는가 | | | |
| SLIT VENT는 지시된곳에 있는가 | | | |
| GAS봉의 휘어짐 쓰러짐은 없는가 | | | |
| 온도 검출기는 부착되어 있는가 | | | |
| 2. BLOW PLATE 관계 | | | |
| BLOW PLATE 취부 BOLT HOLE위치는 맞는가 | | | |
| BLOW PLATE의 냉각수 HOLE에 막힌 곳은 없는가 | | | |
| BLOW HOLE 위치에 내열고무가 사용되고 있는가 | | | |
| 3. ELECTOR PLATE 관계 | | | |
| 압형 PIN의 작동상태는 좋은가 | | | |
| 형상부에 압상 PIN이 영향을 미치지 않는가 | | | |
| 압상 PIN의 휘어짐은 없는가 | | | |
| 압상 PLATE 연결 LEVEL은 맞는가 | | | |
| 압출 PIN 위치는 BLOW HOLE 위치와 맞는가 | | | |

| C H E C K 항 목 | | 관 정 | | 비 고 |
|------------------------------------------|--|-----|-----|-----|
| | | 제작처 | 주조부 | |
| 압출 PLATE 연결 HOLE 위치는 적당한가 | | | | |
| 4. LINER(연결대) 관계 | | | | |
| 하형 LINER 연결 LEVEL은 맞는가 | | | | |
| LINER 연결 BOLT HOLE 위치에 맞는가 | | | | |
| LINER 대차 연결용 HOLE 위치는 맞는가 | | | | |
| 5. 상형 LIFT BRAKET 평형도는 맞는가 | | | | |
| 상형 LIFT BRAKET 각 치수는 맞는가 | | | | |
| 상형 LIFT BRAKET 연결위치 및 LEVEL은 맞는가 | | | | |
| 6. HETER 관계 | | | | |
| 결선은 지정 접촉자를 사용하고 있는가 | | | | |
| 하형 TERMINAL LEAD선의 길이는 충분히 확보되었는가 | | | | |
| MANDREL 및 LOOSE PIECE 작동시 LEAD선에 지장은 없는가 | | | | |
| HEATER COVER가 HEATER와 접촉되어 간섭을 일으키지 않는가 | | | | |
| HEATER 전장은 결선하기에 충분한 SPACE를 갖고 있는가 | | | | |
| 7. MANDREL 및 LOOSE PIECE형 | | | | |
| CYLINDER STROKE는 지시대로 따랐는가 | | | | |
| 작동시 간섭을 일으키는 부위는 없는가 | | | | |
| 조작하기가 용이한가. | | | | |

표 12. Shell core check list

| 區分 | 項 目 | | 檢 查 項 目 | | | | | | | | | 備 考 |
|------------|--------------|-------|---------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| 砂 | G.F.H | MESH | 20 | 40 | 50 | 70 | 100 | 140 | 200 | FAN | G.F.N | |
| | | S.T.D | | | | | | | | | | |
| | | 許用 | | | | | | | | | | |
| | | 實績 | | | | | | | | | | |
| | P.F RESIN使用量 | | | | | | | | | | | |
| | 配 合 比 | | | | | | | | | | | |
| | 抗 折 力 | | S. | T. | D | 許 用 | | 實 績 | | | | |
| GAS-VOLUME | | | | | | | | | | | | |
| 金 | 溫 度 | 上 型 | | | | | | | | | | |
| | | 下 型 | | | | | | | | | | |
| 造 | CURING TIME | | | | | | | | | | | |
| | CYL TIME | | | | | | | | | | | |
| | BLOW 壓 | | | | | | | | | | | |

| 區分 | 項 目 | 檢 查 項 目 | | | 備 考 |
|----|-----------|---------|--|--|-----|
| 型 | GAS VENT | | | | |
| | CORE硬化 깊이 | | | | |

표 13. Cold core check list

| | 項 目 | 單 位 | 코 어 | | |
|----|-------------|--------------------|-----------|------|--|
| 1 | 사립도 | AFS | 55~62 | | |
| 2 | 사 량 | kg/BaTCH | 35~40 | | |
| 3 | 레진량 | P-1 | % | 0.85 | |
| | | P-2 | % | 0.85 | |
| 4 | 사온도 | °C | 21~27(24) | | |
| 5 | 조각압력 | kg/cm ² | 5~6(5.5) | | |
| 6 | PURGE압 | kg/cm ² | 2~3 | | |
| 7 | PURGE TIME | SEC | 20~25 | | |
| 8 | BLOW압 | kg/cm ² | 2~3 | | |
| 9 | BLOW TIME | SEC | 2~4 | | |
| 10 | GASING압 | kg/cm ² | 1~1.5 | | |
| 11 | GASING TIME | SEC | 5~8 | | |
| 12 | DMEA 토출압 | kg/cm ² | 3~ \$ | | |
| 13 | DMEA 토출압 | CC | 30~40 | | |
| 14 | 인장강도 | kg/cm ² | 90이상 | | |
| 15 | CORE 중량 | kg | 10.5~15 | | |
| 16 | CYCLE TIME | SEC | 70~90 | | |

표 14. 주형조건 체크리스트

| 區分 | 項 目 | 檢 查 結 果 | | | | | | | | | | | 備 考 | | |
|----|---------|---------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|-----|-----|--|
| 砂 | G.F.N | MESH | 20 | 40 | 50 | 70 | 100 | 140 | 200 | 270 | | | FAN | GFN | |
| | | S.T.D | | | | | | | | | | | | | |
| | | 許 用 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 實 績 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C L A Y | S. T. D | 許 用 | | | 實 績 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A. C. | | | | | | | | | | | | | | |
| | 通 氣 度 | | | | | | | | | | | | | | |

| 區分 | 項 目 | 檢 查 結 果 | | | 備 考 |
|-------------|-------------|---------------------|-----------|----------|----------|
| | 壓縮強度 | | | | |
| | 水 分 | | | | |
| | 造型強度 | | | | |
| 砂 混 練 | 配 合 比 | | RPE MIXER | #1 MIXER | #2 MIXER |
| | | S.T.D | | | |
| | | BEN- TON- ITE | | | |
| | | SEA | | | |
| | | COAL | | | |

표 15. 주조불량대책체크리스트 例

| 不 良 狀 態 | 工 程 | 原 因 | 確 認 置 | 不 良 對 策 |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| | | C H E C K 項 目 | | |
| 表面 BLOW-HOLE 및 표면상 BLOW-HOLE | 1) 용 해 | 1. 용탕중의 GAS함유량 증대시키는 요소가 있지 않는가?(용해 방법, 투입 재료, 분위기 등) 2. 주입 온도가 너무 낮지 않은가 | | |
| | 2) 주형사 | 1. 수분 함유량이 과다하지 않은가? 2. 통기성 저하 재료를 함유하고 있지 않은가 2-1. 미립이 과다하지 않은가? 2-2. 입도분포의 폭이 너무 넓지 않은가? 2-3 탄소질 함유가 과다하지 않은가? 3. 주형 및 코어에서의 GAS 통기성은 충분한가? 3-1. 통기도가 너무 낮지 않은가? 3-2. 주형 경도가 너무 높지 않은가? 3-3. GAS VENT 배치는 적절한가? 4. 점결제의 GAS발생량이 과다하지 않은가? 4-1. 주형중의 PITCH, SEACAL, OIL, RESIN 함유 4-2. 주형중 탄수화물(곡분 점결제 : CEREAL)을 | | |
| HEAD FACE 주물 표 면 흑피하에 BLOW- HOLE이 개별적으로 존 재하고 있다. (용탕중 공기 or gas가 | | | | |

| 不良狀態 | 工 程 | 原 因 | 確認置 | 不良對策 |
|------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|
| | | CHECK 項 目 | | |
| 주물 상면까지 상승, 주형으로부터 빠져 나가지 못함에 기인하며 이것은 주형의 배기 불량, 통기성 불량 및 주물 응고 피막 생성에 의한다) | 3) 구조방안 | 합유한 첨가물의 배합량은 적절한가? 4-3. 코어중의 RESIN 사용량은 적절한가? 4-4. 코어중의 경화 깊이 및 경화 상태는 적절한가? | | |
| | | 1. 탕구고(HEAD PRESSURE)는 충분한가? 2. 금형 및 코어에서의 GAS-VENT는 충분한가? 3. 탕난류에 의한 AIR 혼입은 없는가? | | |

7. 시험구조 결과

7-1 탕구方案

| 순 | 항 목 | 단 위 | 설 계 | 실 적 | 비 고 |
|---|---------|------------------------|-----------|---------------|------------------------------------|
| 1 | 탕 구 비 | / | 1 : 2 : 2 | 1 : 1.7 : 1.6 | *상수 Effective or Lost Factor |
| 2 | 주 조 중 량 | kg | 80 | 72 | |
| 3 | 주 조 시 간 | sec | 16 | 14 | |
| 4 | 주 조 온 도 | °C | 1400 | 1420 | |
| 5 | 주 조 속 도 | kg/cm ² sec | 0.74 | 0.72 | |
| 6 | 상 수 | / | 0.5 | 0.38 | |

7-2 조형

1) 주형조형

사 Shoot, 조형후 금형빼내기시凹부분의 조형강도 부족으로 주형파손 발생.

- 금형의 뽑기 구배, 표면조도 조정
- 금형벤트플러그 구멍과 기계측 금형연결판에

설치된 Slit벤트 위치의 조정(그림 25 참조).

2) 조립코어의 합형

중량 35kg의 조립 코어가 core-mask(그림 8)에 의해 presser측 주형에 합형되고 나면 다음의 swing 측 주형으로 합형이 완료될 때까지 제 위치에 있어야 한다.(그림 26 참조)

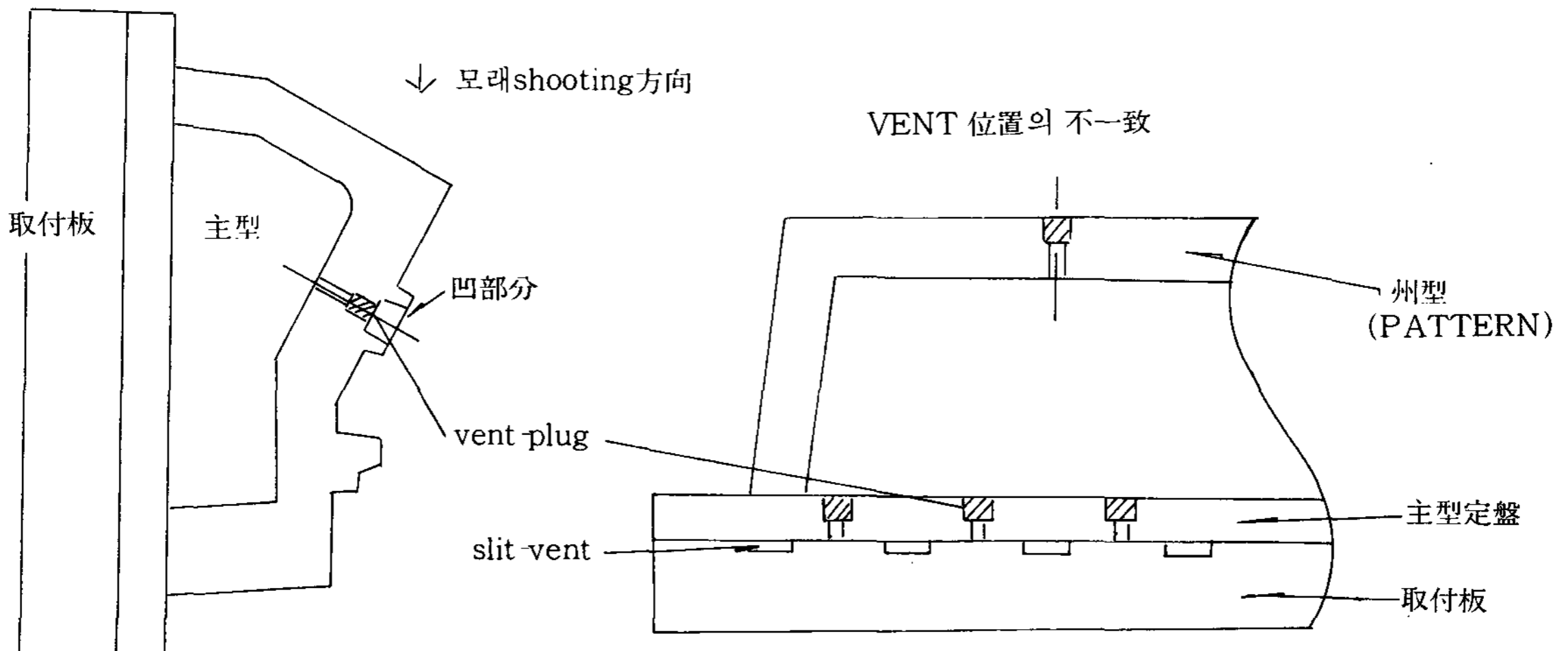
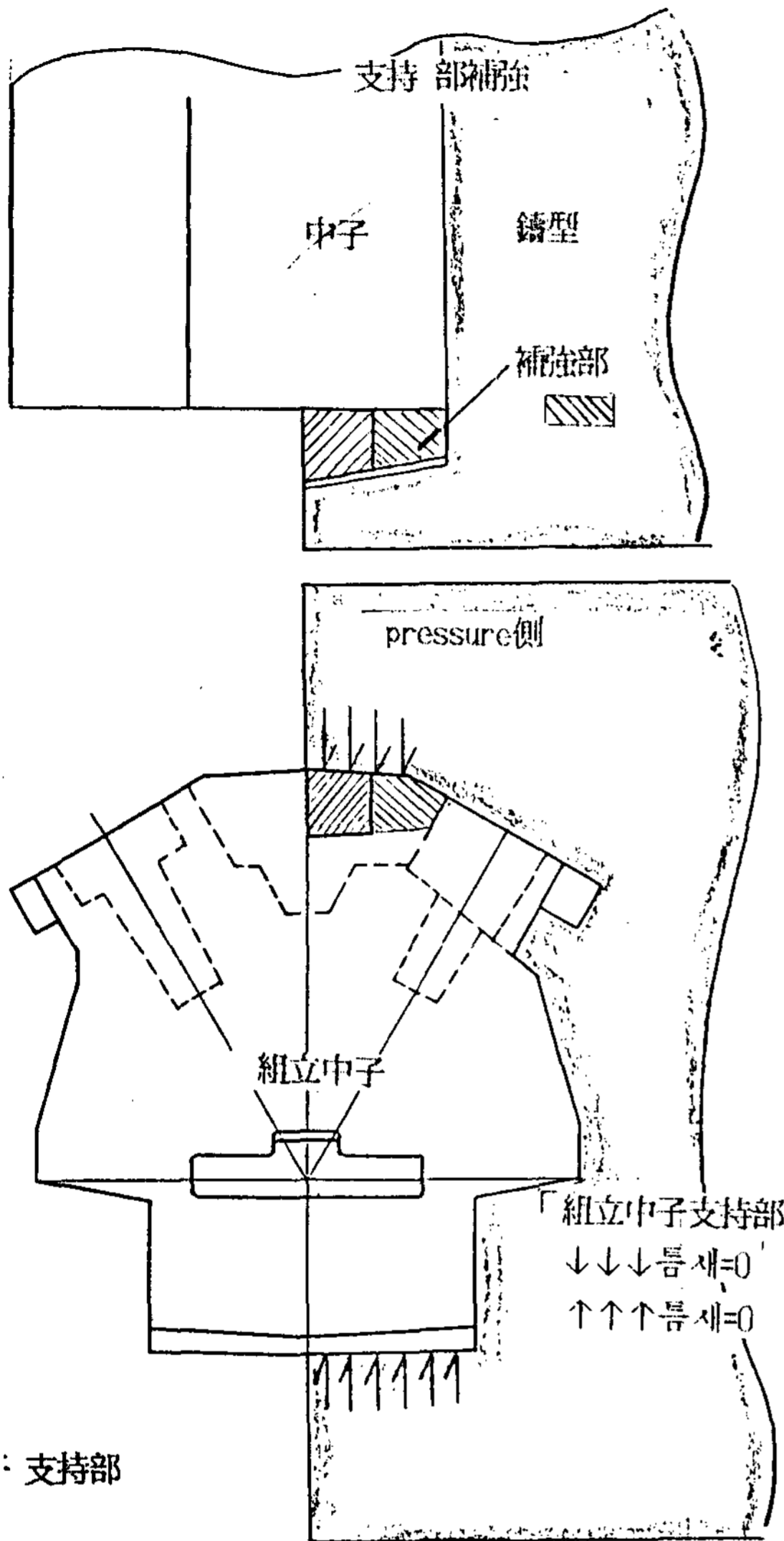


그림 25. 主型板(PATTERN-PLATE)과 造型機側取付板



주형내에서의 조립코어는 그림 27의 ↑↑ 및 ↓ ↓부에 의해 지지되어지나, 합형 직후 바로 조립코어가 떨어지는 문제가 발생하였다.

- 조형과 코어간의 틈새(clearance) 조정
- 지지부 보강

7-3 주조 결합

| 순 | 불량명 | 부위 | 관련사항 |
|---|-----------|--------|---------------------------|
| 1 | 사 혼 입 | 측면부 | 주조시간, 탕구비, 틈새 |
| 2 | 탕 회 | V형상부 | 탕구방안(over-flow, gas-vent) |
| 3 | Blow-Hole | C/H연결부 | 탕구방안(gas-vent), 코어 경화상태 |
| 4 | 제품침식 | C/H연결부 | 탕구방안(over-flow) 후처리 관리 |

8. 결론

이상의 과정을 통하여 새로운 블럭주조품은 개발이 완료되고 양산에 투입하게 되었다.

제품 개발계획에서 양산투입까지의 소요되는 예산과 장기간의 소요 개발기간을 감안할 때 목표시기에 양질의 주조품을 생산하기 위해서는 상기에서 검토된 사항 하나 하나에 세심한 주의를 기울여야 할 것이다.

특히 설비와 금형제작이 완료되고 부터는 거듭된 시험주조를 통하여 주조방안(탕구방안)과 주조작업 표준을 확립하여 양산될 수 있도록 해야한다. 따라서

- 1) 탕구방안의 확립(단위주조속도, 상수)
- 2) 불량대책방안수립
- 2) 주조작업표준의 확립에 중점을 두고 시험주조가 시행되어야 할 것이다(7-12항, 표 15 참조).

수직분할 주형법에서는 제품형상의 차이(C/BLOCK, KNUCKLE)에도 불구하고 단위주조속도가 0.72~0.75kg/cm² sec이었음을 알 수 있었고 블럭의 상수가 0.3임을 알 수 있었다.

불량은 언제고 발생한다. 주조불량을 유발하는 요인은 수없이 많다.(유첨 표 16 참조) 따라서 시험주조에서 얻은 작업표준을 준수하면서 양산할 수 있도록 관리하는 일이 이제부터 주조기술자가 해야할 일 일 것이다.

표 16. 주철주물 작업요인별 불량원인

| 불량명 | | 작업인자 | 설계 | 모형 | flask 及 장비 | 탕구 방안 | 사 | 코어 | 조형 법 | 용탕 성분 | 용해 법 | 주조 방법 | 기타 | 불량원인이되 는작업인자수 |
|-----------------|---|----------------------------|----|----|---------------|----------|----|----|---------|----------|---------|----------|----|------------------|
| 기 | 포 | BLOW-HOLE | ○ | | ● | ○ | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ○ | 10 |
| 계 | 목 | SEAM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 구상금속개재물 | | COLD-SHOT | | ○ | | ○ | ● | ● | ○ | | | ○ | | 6 |
| 수축 | 소 | SHRINKAGE | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ○ | | 7 |
| 열간구열 | | HOT-TEAR | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | 11 |
| 재질경화 | | | | | | | ○ | ○ | | ● | ○ | ○ | ○ | 6 |
| 경화부 | | HARD-SPOT | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 11 |
| | | CHILL | | | | | | | | | | | | |
| 역 CHILL | | REVERSE | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | 3 |
| | | CHILL | | | | | | | | | | | | |
| 주물변형 | | CASTING STRAIN | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 11 |
| 조정조직 | | OPEN-GRAIN STRUCTURE | ○ | ○ | | ○ | | | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | 8 |
| 탕회불량 | | MISRUN | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 11 |
| 탕경불량 | | COLD-SHUT | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 11 |
| 탕부족 | | SHOT-RUN | | | | | | | | | | ○ | | 1 |
| 개재물 | | INCLUSION | ○ | | | ● | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | 8 |
| 주형셋김 | | CUT EROSION | ○ | | | : | : | . | . | | | ○ | | 6 |
| 침식사파손 | | EROSION SCAB | | | ○ | ○ | ● | ● | ● | | | ○ | | 6 |
| 팽창사파손 | | EXPANSION SCAB | ○ | | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | | | ○ | ○ | 8 |
| 주형늘림에 의한사흔입 | | PUSH-UP | | ○ | ● | | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ● | 7 |
| 주형사락 | | DROP-OFF | ○ | ○ | ● | ○ | ● | | ○ | | | ○ | ● | 8 |
| 모형애사부착 | | STICKER | ○ | ● | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | | | | | 7 |
| 거친주물표면 | | ROUGH CAST- ING SURFACE | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | 9 |
| 주형사입자 간탕침투 | | METAL PENETRATION | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | ● | ● | ○ | | ● | | 9 |
| 소착 | | BURN-ON | | | | ○ | ● | ● | ○ | | | ○ | | 5 |
| 주형부플림 | | SWELL | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | ● | | | ○ | | 8 |
| 주형엇갈림 | | MIS-MATCH | ○ | ● | ○ | | | ○ | ○ | | | ○ | | 6 |
| 코어뜸 | | CORE-RAISE | ○ | . | | ● | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ● | 8 |
| 조형불량에 의한주형파손 | | RAM-OFF | ○ | ○ | | ● | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ● | 8 |
| 코어에의한결함 | | | | ○ | ○ | ○ | ● | | ● | | | | | 8 |
| 누탕 | | BLEEDER | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ | 8 |
| 주물파손 | | Fractured Casting | ○ | | | | | | | | | | ○ | 2 |
| 키시흑연 | | KISH GRAPHITE | | | | | | | | | | ○ | ○ | |
| 시험봉불량 | | | | | | | | | | | | | ○ | 1 |
| 작업요인에의해 생기는 불량수 | | | 20 | 20 | 20 | 23 | 23 | 23 | 25 | 14 | 13 | 26 | 16 | |