

技術資料

비철주물에서의 Densener 적용 예

崔相鎭\*

1. 머릿말

주철에서 뿐만이 아니라 비철주물에서도 densening이 이용되는 사례는 가끔 접할 수 있다. densening이란 주물의 특별한 부분에 있어서 열의 흡수 또는 열의 전도를 이용하여 금속응고를 빠르게 해주는 것을 의미한다. 이것은 白鑄鐵의 경우처럼 硬度가 크고 脆性이 있는 금속을 만들지 않는 점에서 chilling과 다르다.

Densener의 응용으로 점진적인 금속응고의 순서를 만들 수 있고 응고에서의 수축을 적당하게 배치된 押湯으로 보완할 수 있다. 따라서 주물내부의 Porosity (氣孔)를 제거해 주므로 밀도를 증가시켜 준다. 금속자체의 영향이건 주형의 영향이건간에 밀도를 증가시켜 준다는 것은 금속의 일반성질을 개선해 준다는 것을 의미하게 될 것이다.

本誌 Vol.4(1984).No.1에 densening에 관한 일반적인 의미와 주철주물에서의 적용 예를 소개한 바가 있다. 이번에는 비철주물에서의 densener를 적용하는 실예를 소개하고자 한다.

2. STEP BEARING에서의 탕구, 압탕설계

비주철주물에서의 탕구와 압탕을 고려할 때에는 한 장소에 두가지 기능을 수행할 수 있도록 설계하는 것이 보통이다. 여러가지 비철주물에서 매우 좋은 성과를 보고 있다. 그러나 대형주물에서는 권장할만한 사례는 되지 못한다. 만일 압탕위치와 탕구의 위치가 일치하면 잘 조화가 이루어진 것이지만 그와 같은 결정은 주형의 국부적인 과열, 서냉, 등을 고려해서 내려져야 한다.

그림 1은 베어링주물의 탕구와 압탕을 설계한 일반적인 방법을 보여준다.

용탕은 탕구 (gate) L을 통해서 주형의 한쪽 끝부분의 두곳으로 들어간다. 비록 주형 조건과 주입온도를 세심하게 조절한다 해도 A와 B의 곳에서 결함이 발

생하는 것을 피하기란 어렵다.

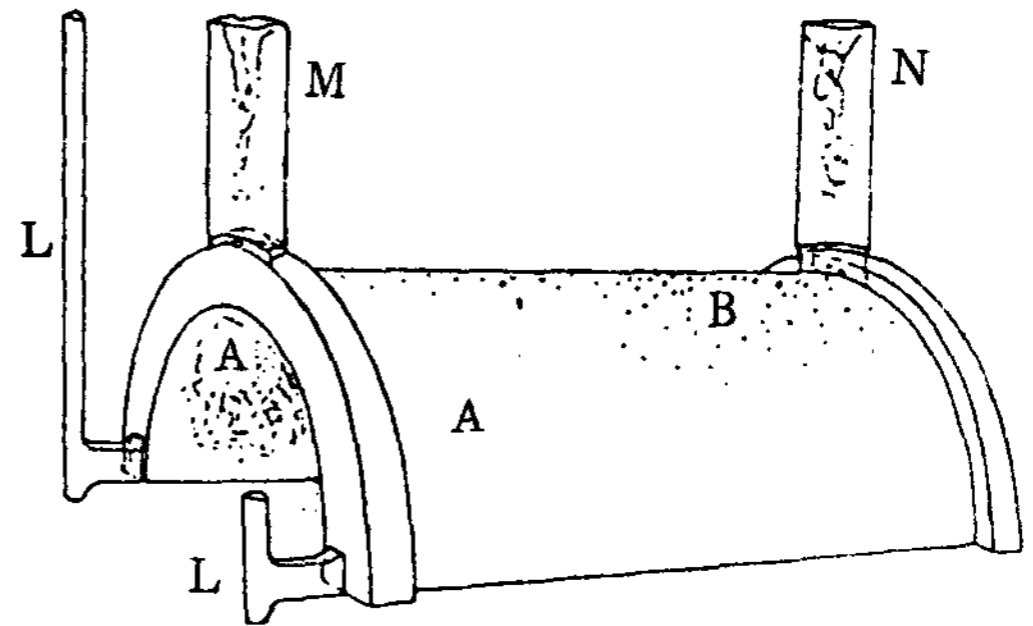


그림 1. Bearing의 탕구계

그림 1의 주형면 A는 용탕이 전체로 다부어졌을 때 주형의 다른 어느 부분보다 많은 열을 흡수하여 가장 높은 온도에 도달될 것이다. 주형면 B는 주형을 용탕이 통과하는 동안 가장 많은 열을 잃기 때문에 가장 낮은 온도에 있을 것이다. 압탕이 적당한 형태로 정확히 위치해 있지만 압탕 N은 탕구바로 위에 있는 압탕 M보다 더 낮은 온도의 용탕을 보유하게 된다. 압탕이 효과적인 기능을 수행하려면 주물의 다른 부분이 응고 완료할 때까지 액체상태로 남지 않으면 안된다.

그림 2는 O에 보인 것처럼 분무형 탕구 (sprayingate)를 나타내는 구조방안이다. 그림 2(a)의 주입대야 (Pouring basin) T는 반영구적인 구조이다. 즉 내화물로 라이닝 하였으며 흑연 내화물로 도포되어 있다. 주입대야의 용량은 주물과 탕구, 압탕의 전용량과 같은 정도이다. Stopper ball plug U는 주입대야 출구를 용탕이 가득 찰 때까지 막아 주게 된다.

주입대야에 필요한 용탕이 다 채워지면 U를 들어 올려 용탕이 하부 탕구R을 거쳐 주입구 O로 들어가게 된다. 이때 용탕은 조용히 그리고 균일하게 퍼져서 주형 전면으로 통하여 들어간다.

마지막으로 용탕은 압탕 S를 채우며 주입대야 T의 바로 아래에서 머무른다. 작업중 주형 공간에 공기가 들어가는 것을 막아주는 판 V가 제거되며 직접 압탕에 약간의 용탕을 가하고 발열재를 덮어 둔다.

\* 東洋工業專門大學 機械科 教授

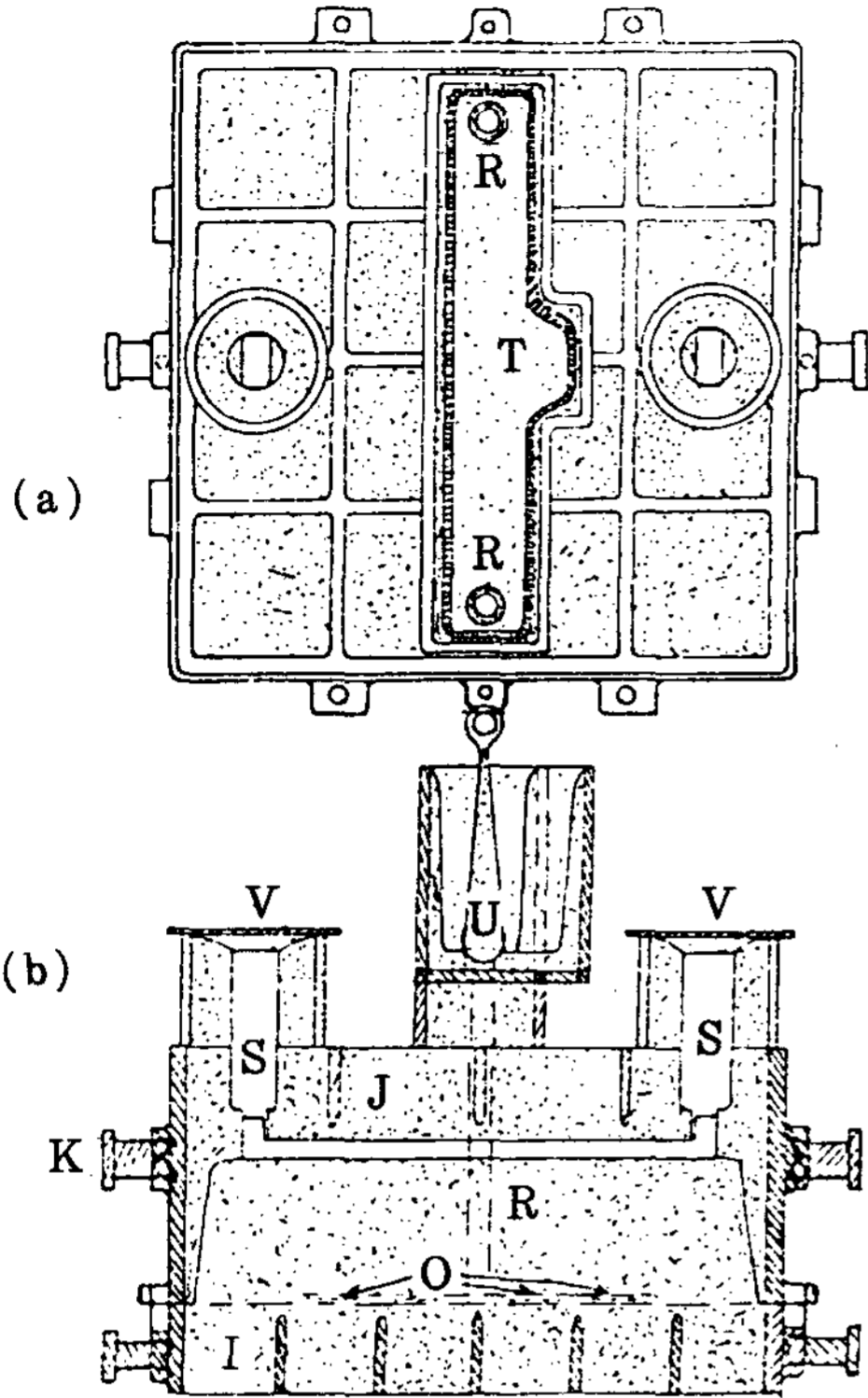


그림 2. 분무형 탕구의 적용 예.

전면(全面)으로 조용하게 들어가는 용탕은 주형안에서 과열부의 위험을 줄여주게 된다. 또한 국부적인 응고를 지연 시켜준다. 이와 같이, 적당히 낮은 온도에서 건조한 주형에 주입하고 균일하게 빨리 응고시킴으로 인철동 주물에서의 역편석을 현저하게 줄일 수 있다.

**3. HEAVY SECTION BEARING.**

그림 3은 인철동 베어링주물의 가공완성된 모습이다. 내부 bore 부분은 골을 내지 않은 상태의 주물면으로부터 가공한 것이다.

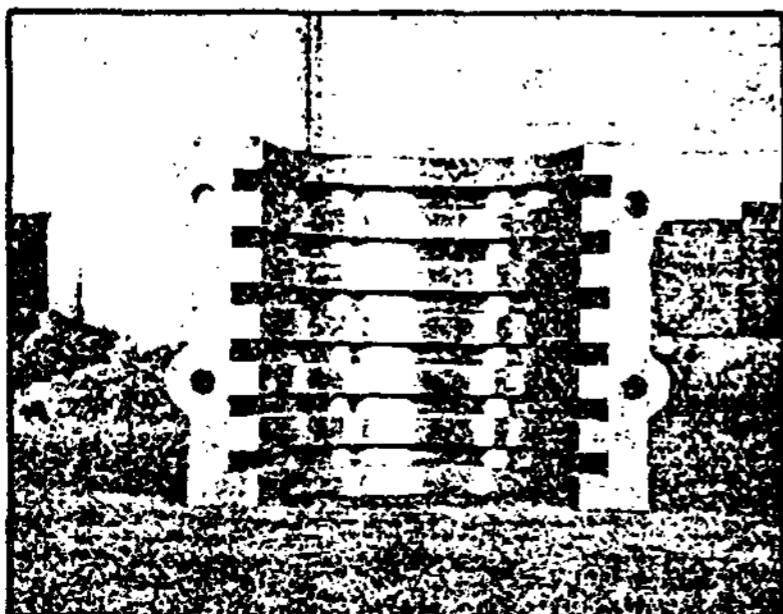


그림 3. 가공된 인철동 베어링

주형조건과 주입온도에 대한 특별한 주의가 골의 밑면에서의 기포를 막기 위해서 취해져야 한다. 사형코어(sand core)를 사용하는 대신 동코어(copper core)를 사용하여 좋은 제품을 얻을 수 있었다. 이 주물은 Bore를 수직으로 놓고 위에 압탕을 세우고 아랫쪽에 분무형 탕구를 도입한 예이다. 그러나 가장 안전한 탕구계는 그림 2에 보인 것과 같다. 즉 일련의 분무형 탕구(spray ingate)를 사용하며 금속제 코어를 사용하는 것이다. 용탕은 안전하게 주입되어 사형코어를(sand core)를 사용할 때보다 높은 온도에서 기공(porosity) 등의 염려 없이 건전한 주물을 얻는다.

**4. PUMP BARREL**

그림 4는 인철동 주물의 가공된 pump barrel 을 나타내고 있으며 그림 5는 그의 부품도이다. 완전한 주물을 만들기 위하여 일반적인 코어사용 방법과 탕구

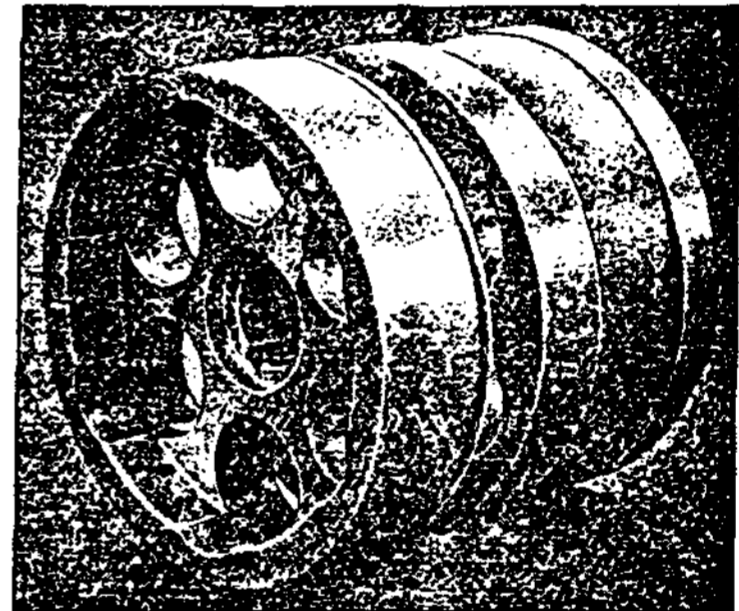


그림 4. 인철동 Pump barrel

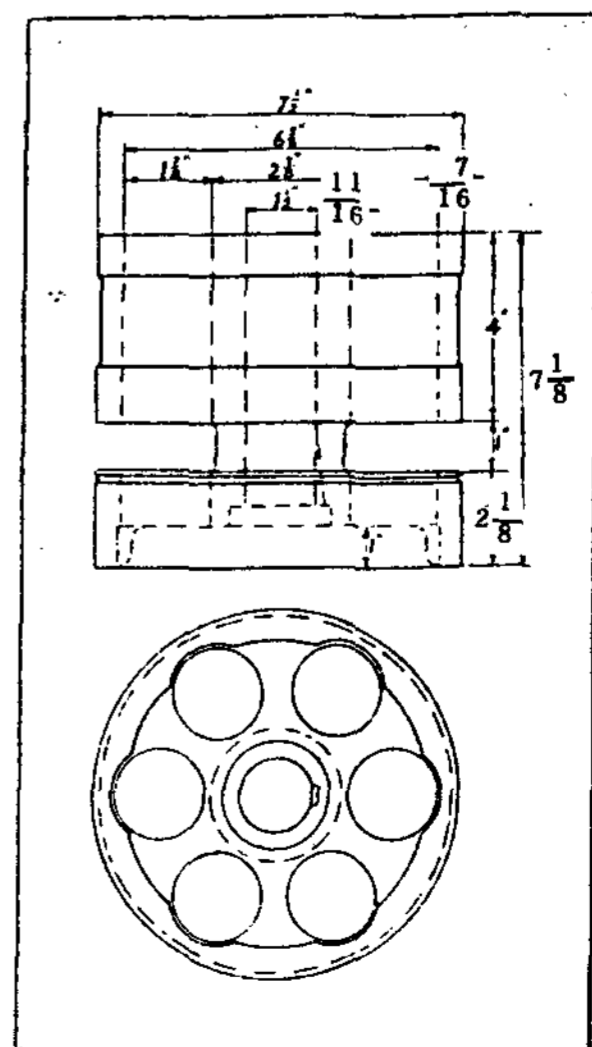


그림 5. Pump barrel의 부품도

및 압탕설계를 했지만 만족할만한 방법을 찾지 못했다. 그러나 그림 6에 보인 것처럼 모든 코어를 제거하고 단일블록 (block) 으로 제작하여 결함이 없는 제품을 얻었다. 이때 수직면에는 철제 densener 를 사용하였고 주형 바닥면에는 동 (copper) 제 densener 를 사용하였다.

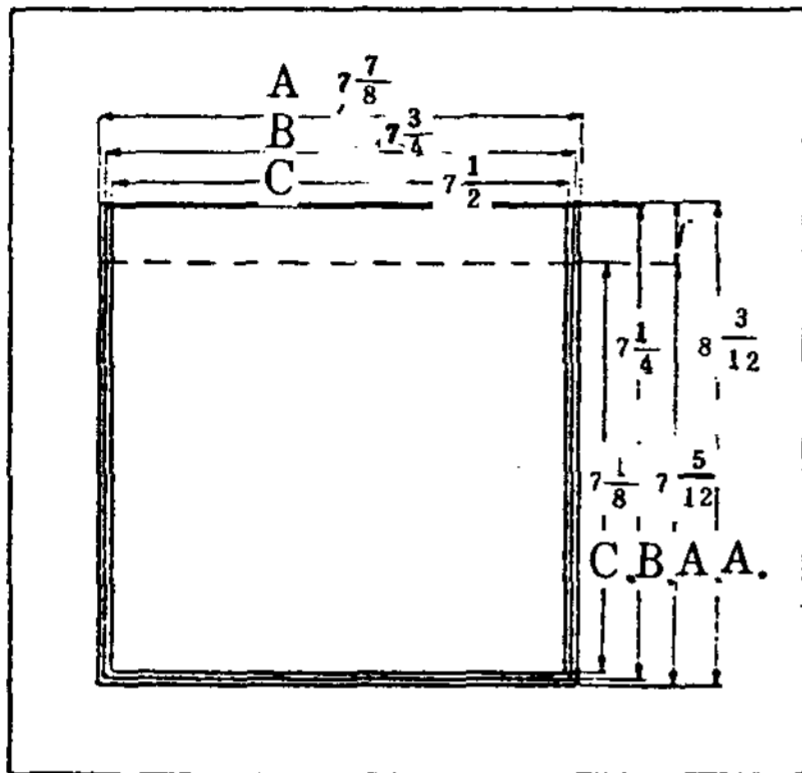


그림 6. Pump barrel의 모형 치수

그림 6에서

- A : 표준 수축여유
- B : 응고 수축여유
- C : 가공된 주물의 외형치수
- A<sub>1</sub> : 1 인치 압탕의 추가길이.

그림 7은 그림 5의 pump barrel 을 생산하기 위한 주형제작의 실제를 나타내고 있다.

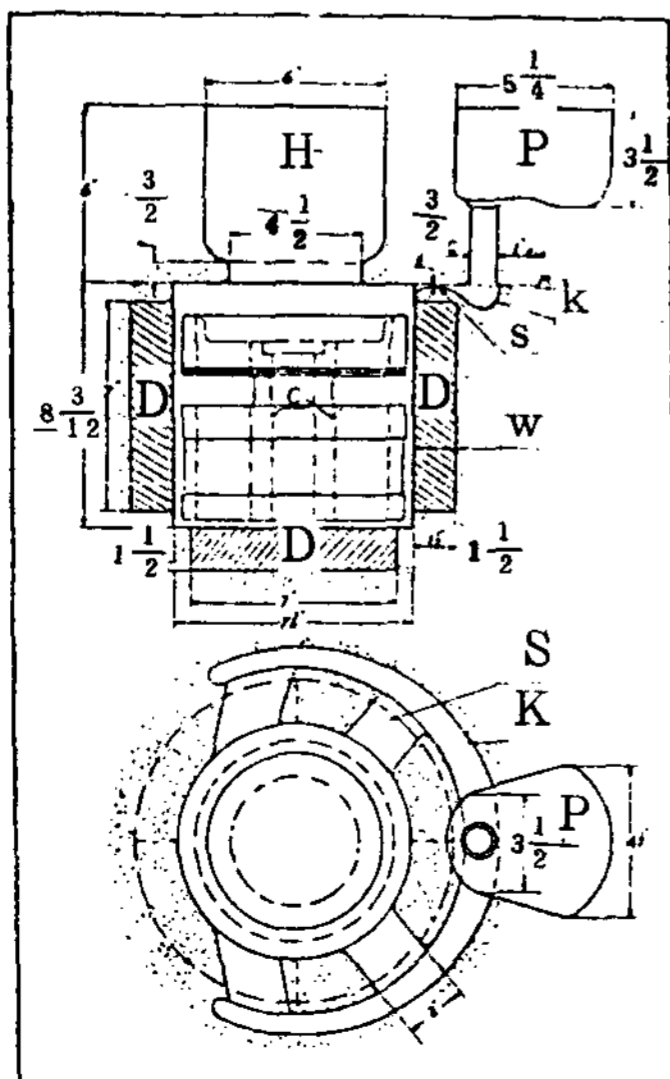


그림 7. Pump barrel의 주형

- W : 단순한 Block 형 주물
- C : 가공후 주물의 형태
- D : 금속제 Densener.
- M : 주형의 접합부
- P : 주입대야
- G : downgate
- K : 탕구저
- S : 분무형 탕구
- H : 압탕

### 5. GEAR BLANKS

그림 8은 바로선 Center Boss 를 갖인 인칭동제 gear blank 의 생산을 위한 주조방안에 densener 를 사용한 예이다.

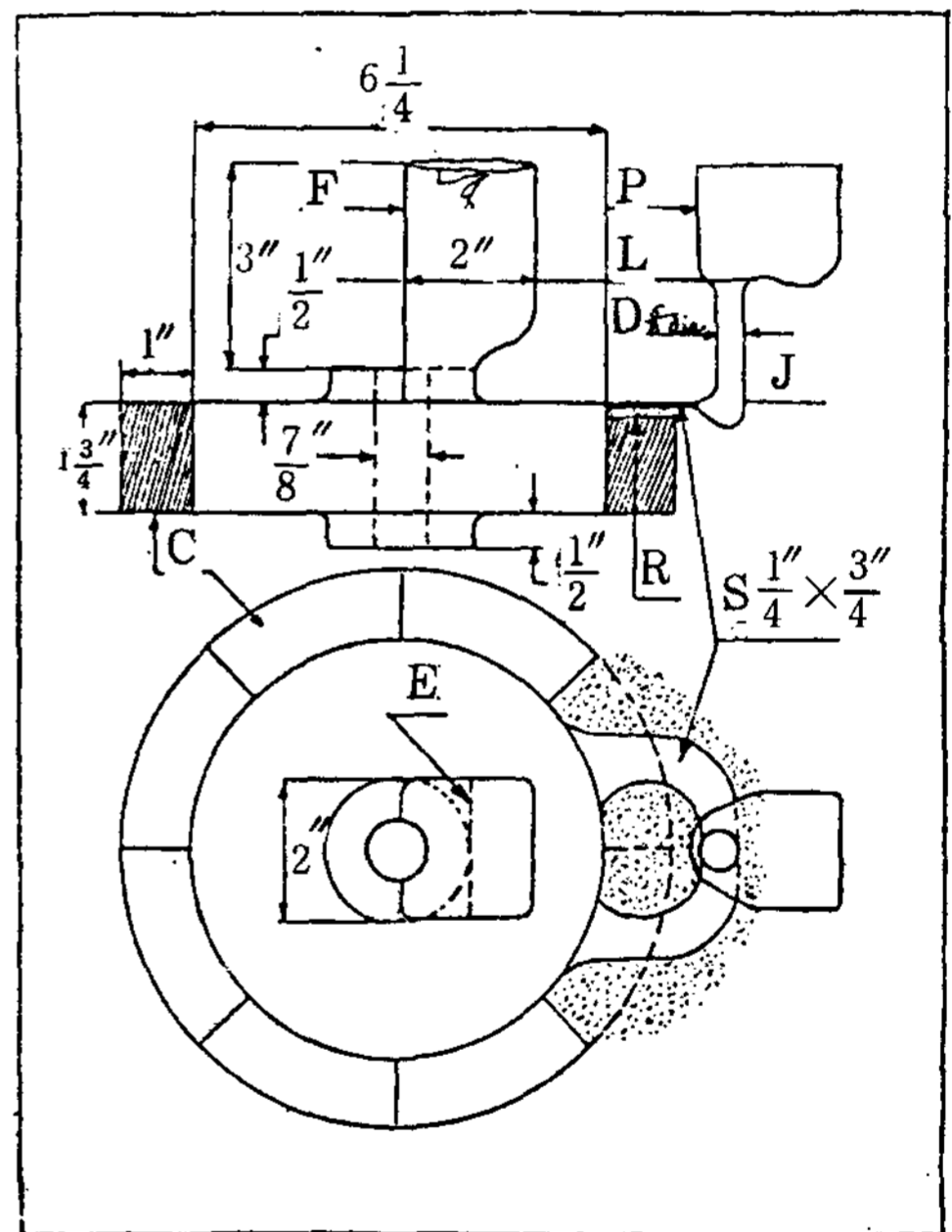


그림 8. 인칭동 gear blank 를 제조하기 위한 주조 방안.

림 (rim) 부분에 densener 를 사용하였다.

- J : 주형의 결합선
- C : 주물의 원주를 둘러싼 densener.
- P : 주입대야
- D : downgate
- R : 분무형 탕구
- F : 압탕
- E : 압탕과 보스와의 연결부

L : 주입이 끝났을 때의 용탕의 위치.

용융금속은 추가해서 압탕에 주입하고 반열제를 넣어 두고 나머지 공간은 건조된 주물사로 채워준다. 그림 9는 림 (rim)에 압탕 겸용 탕구를 적용한 gear blank의 제조에 관한 설명이다. 림 (rim)은 그림 8에서와 같이 주철제 densener의 링 (ring)에 의하여 생각된다. 이 경우에 주물은 림 (rim)위에 있는 탕구로부터 직접 용탕을 공급받는다.

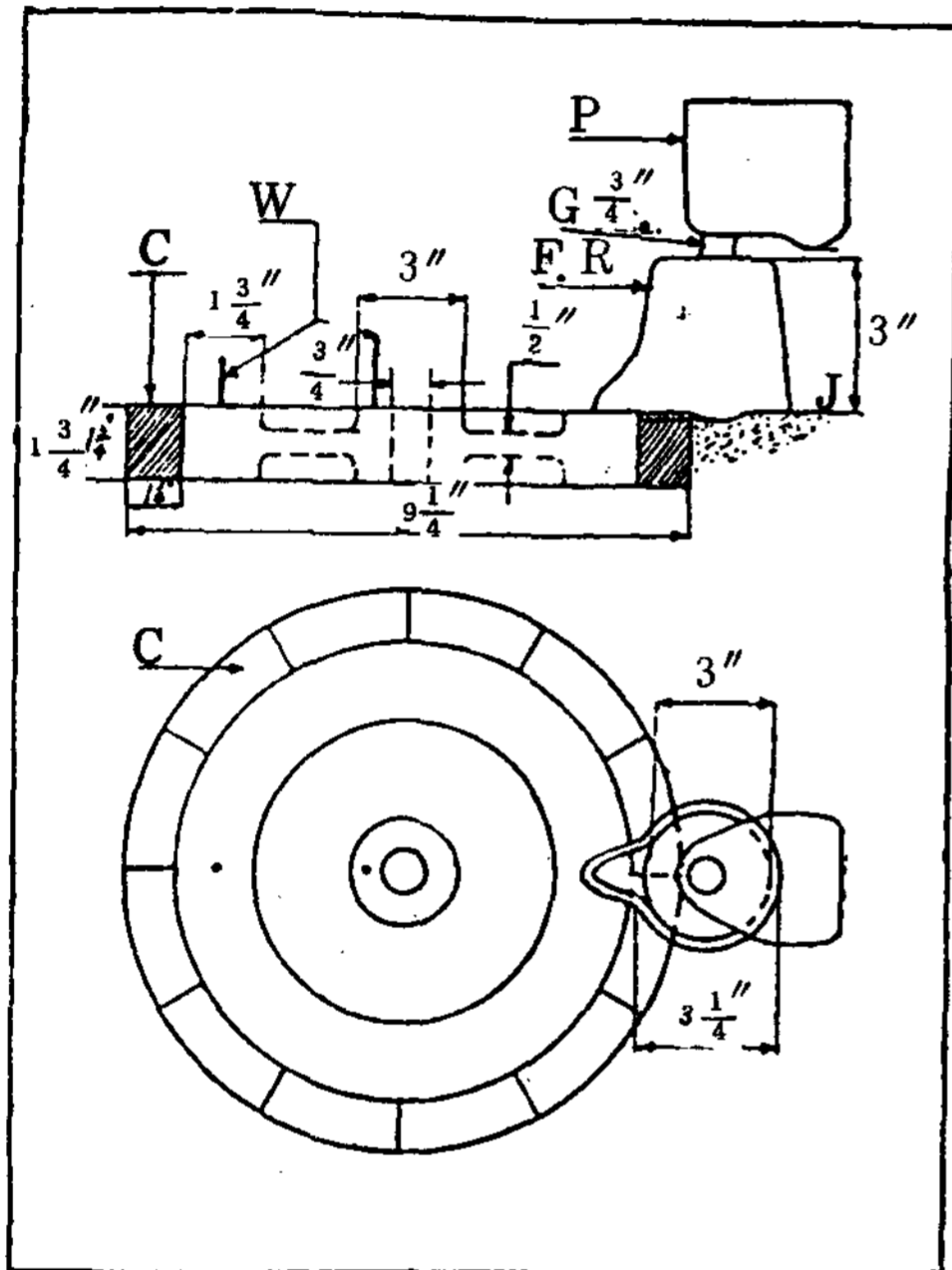


그림 9. gear blank의 다른 주조방안

P : 주입대야  
 G : 압탕으로 연결된 탕구  
 FR : 압탕용 탕구  
 C : Densener의 단면  
 W : 소형 압탕  
 J : 주형의 결합선  
 림 (rim)의 윗면과 FR압탕용 탕구와의 사이에  $\frac{3}{4}$  인치 정도의 주물사층을 줄여준다. 주형은 건조시키는 것이 좋다.

### 6. GEAR-RIM BLANKS

그림 10은 gear-rim blank의 전형적인 생산 방식을 보여 주고 있다. 이 주형은 건조형 (dry sand mold)이다.

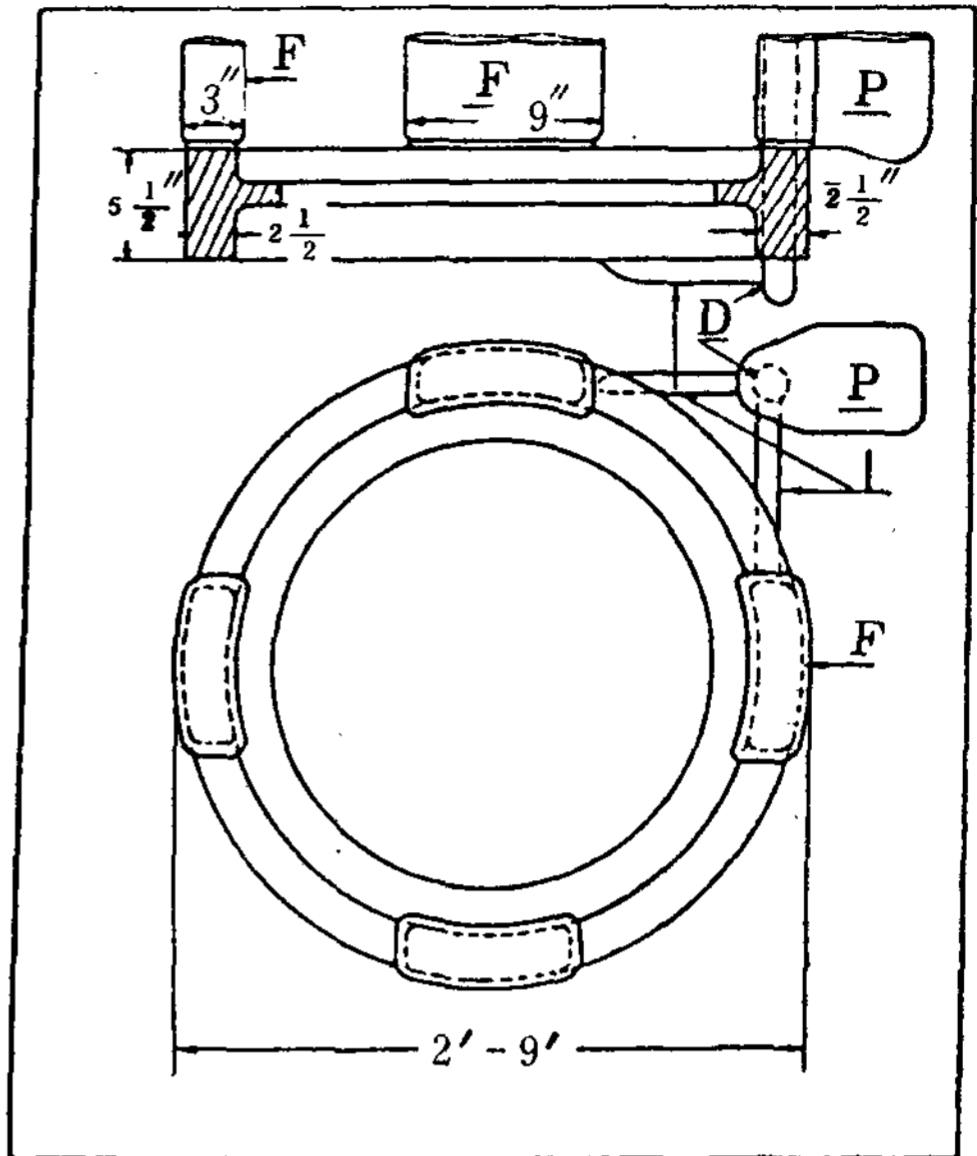


그림 10. densener를 쓰지 않은 gear-rim blank 주조방안

P : 주입대야  
 D : 주입구 I에 연결된 doungeat.  
 I : 주입구  
 F : 압탕 (9"×3"×6")

그림 11은 그림 10보다 더 좋은 gear-rim blank 제조 주조방안을 보여주고 있다.

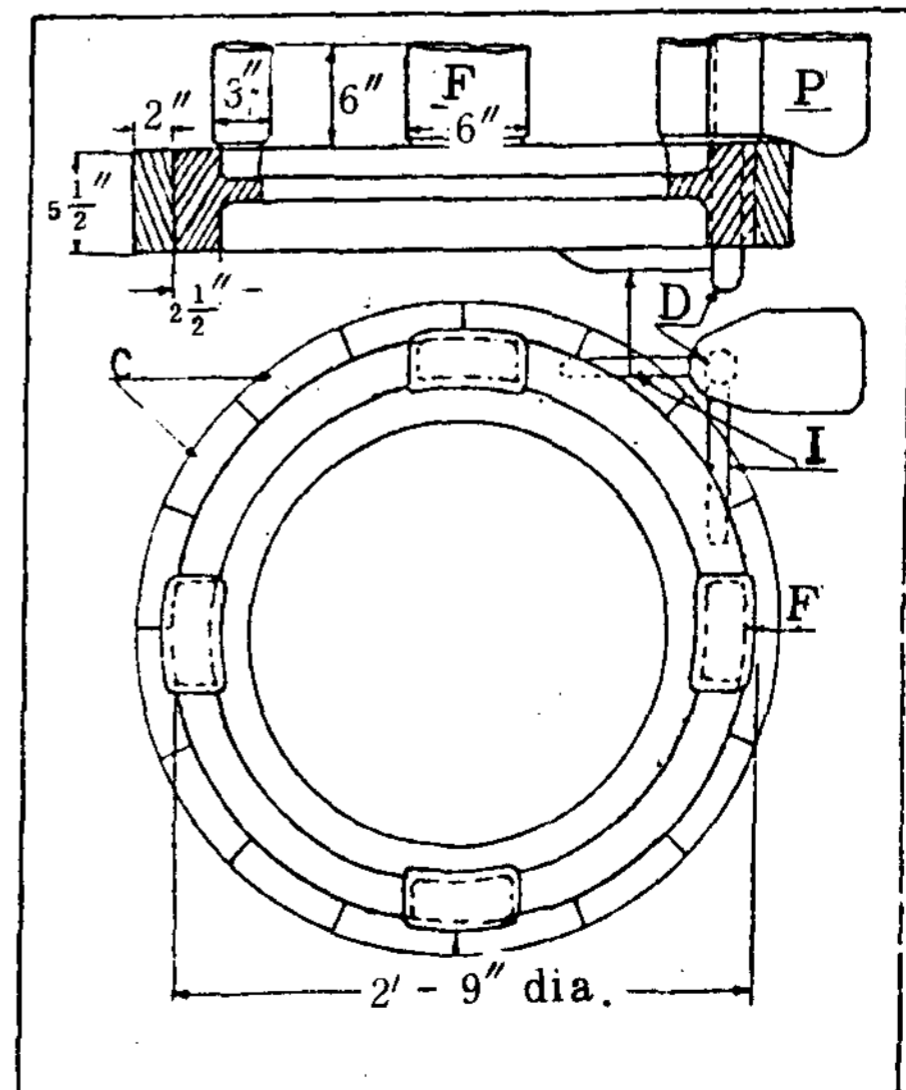


그림 11. Densener를 사용한 주조방안

- P : 주입대야
- D : downgate
- I : 주입구
- F : 압탕 (6" x 3" x 6")
- C : rim을 완전히 둘러싸은 고리형 densener.

응고속도의 개량된 제어의 관점에서 볼때 그림 10에 나타낸 압탕보다 약 30%의 압탕부피를 줄일 수 있음을 보여 준다. 주형은 건조형이 좋다. densener를 사용하면 사용하지 않을 때 보다도 더 건전한 주물을 얻을 수 있고 더 작은 압탕을 달아도 된다.

7. LARGE LEADING NUT

그림 12는 leading nut의 수축여유와 가공여유를 나타내주는 그림이다.

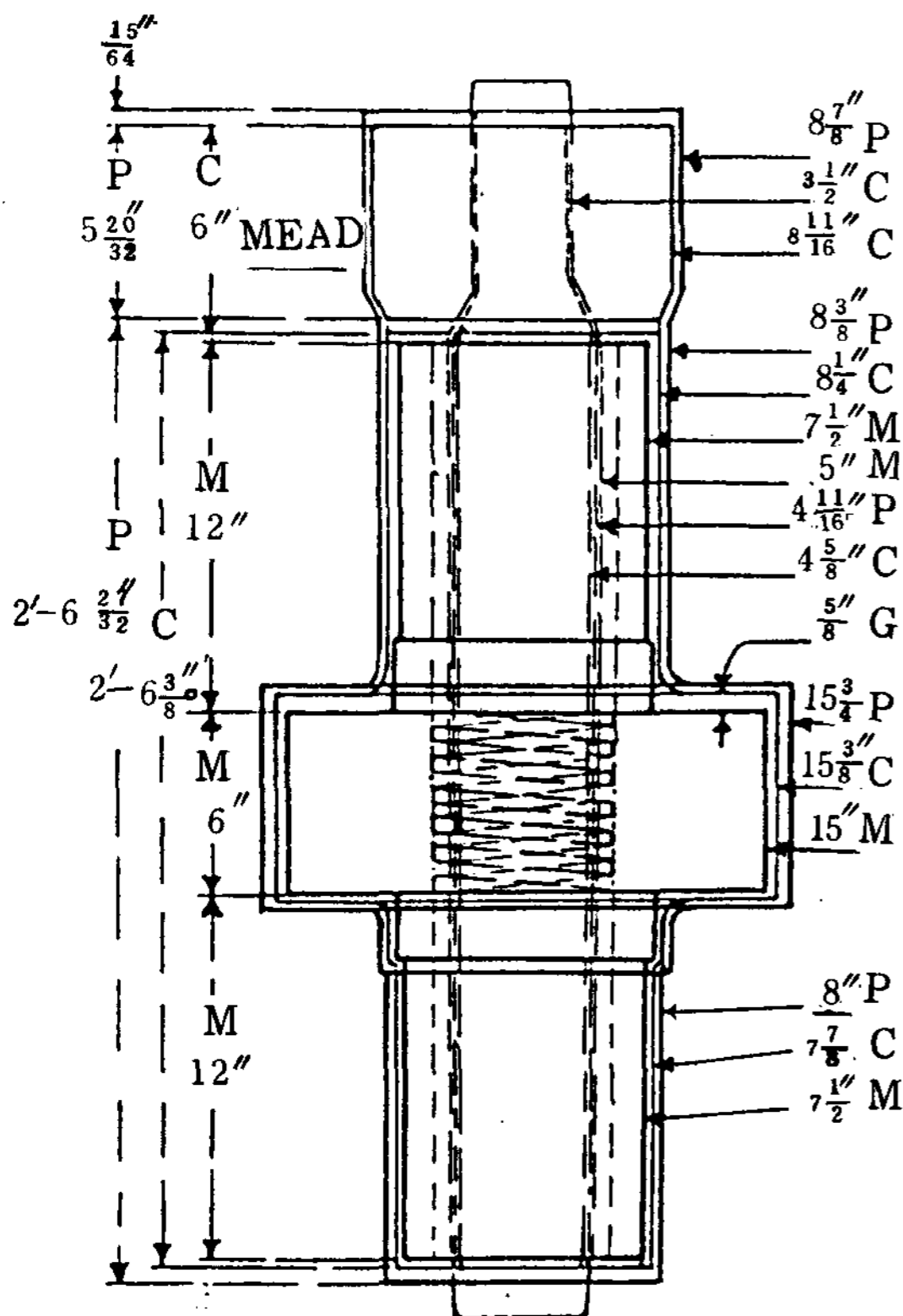


그림 12. leading nut의 가공여유와 수축여유.

- C : 필요로 하는 주물의 크기
- P : 모형의 크기
- M : 주물의 가공치수

위의 주물을 제작하기 위한 구조방안은 그림 13과 같다.

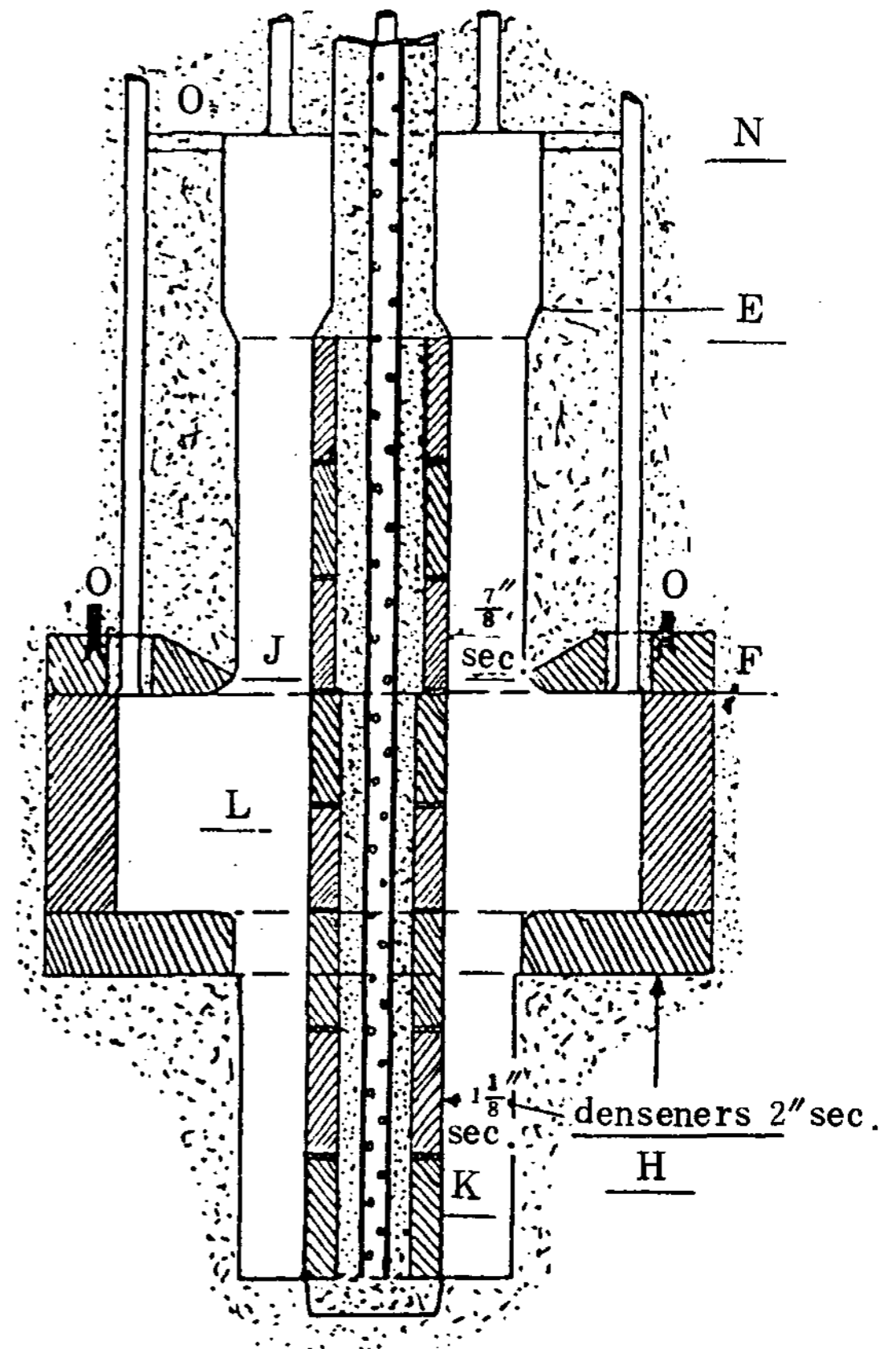


그림 13. Densener를 사용한 leading nut 주물

건조된 사형을 사용하며 주철제 densener를 사용하고 있다. 위에서 주입되는 탕구를 갖고 있으며 주형은 강력한 내화재를 사용한다.

- N : 주형 결합
- F : 주형 결합
- H : 주물의 외부에 이용된 주철제 densener.
- K : Bore용 코어에 연결된 동 densener.
- O : 중앙 단면 L에서의 개스빠기

J : Densenes H의 부피를 감소시킨 부분 용탕은 상부탕구에서 코어나 주형에 충돌하지 않고 통과한다. 주입대야는 필요로 하는 용탕의 약 50% 정도를 갖는 용탕으로 하고 상부 탕구는 ball plug로 제어한다. 주형은 철저히 건조되어야 하고 주입전에는 주위의 온도까지 냉각되는 것을 허용한다.

탕구와 densener의 부피설계는 주입온도와 결합해서 고려할 때 소망스러운 냉각속도를 줄수 있을 것이다. 그림 13의 중앙부 L이 가장 높은 온도 지역이 된다.

다. J부분의 빠른 응고를 막기 위해 densener의 부피를 줄여서 설치한다.

따라서 전진성 응고 (progressive solidification)가 이루어진다.

### 8. 결 론

지금까지 2회에 걸쳐서 주철과 비철주물에서의 densener 이용 예를 살펴 보았다. 건전한 주물을 만들려는 노력은 현재도 꾸준히 경주되고 있어서, 복잡하고 어려운 형태와 설계조건을 갖는 주물이라 하더라도 적당한 densener와 구조방안을 고안하여 성공적으로 만들 수 있을 것이다. densener 사용의 기본적

인 예에 불과하지만 이것을 이용하여 더 많은 구조품 생산에 적용있기를 바란다.

### < 참 고 문 헌 >

1. Edward Longden ; Densening & Chilling in Foundry work.
2. Metals handbook, 8th edition, ASM, Vol.1.5.
3. 李鍾南, 姜春植, 崔昌鈺 ; 鑄物用語辭典
4. 姜春植 : 鑄造공학. 開文社, 1985. p62 ~96
5. 崔相鎬 : 鑄造, Vol.4. No.1. p50 ~ 55.
6. Harry W. Dietert : Foundry core practice AFS. (1966)

## 國內外特許

1. 日特公 60-44061	精密鑄造用埋沒材組成物	57124	型材
2. 日特公 60-39450	鑄型成型用の 樹脂被覆砂粒	18. 日特開 53-57124	Al 合金鑄物の 金型鑄造용塗
3. 日特公 60-39451	鑄物砂의 再生方法		型材
4. 日特公 60-45023	鑄物用不飽和 포리에스텔 樹脂被覆砂의 製造方法	19. 日特開 53-43034	押湯保溫內張材
5. 日特公 60-43824	鑄物砂再生方法	20. 日特公 60-15417	輕合金鑄造用
6. 日特公 60-48256	鑄型造型方法	21. 日特公 60-15418	壓力鑄造用砂子の 製造方法
7. 日特公 60-48260	鑄型造型方法 및 그의 裝置	22. 日特公 60-20111	셀몰드 造型法
8. 日特公 60-43820	自硬性鑄型用粘結劑의 製造	23. 日特公 60-18512	鑄物砂用 粘結劑組成物
9. 日特公 60-47029	凍結셀鑄型製造方法	24. 日特公 60-18511	水溶性鑄型
10. 日特公 60-23899	流動自硬性 鑄型用離型劑	25. 日特公 60-20109	自硬性鑄型
11. 日特開 53-81430	鑄型成形法	26. 日特公 60-20110	自硬性鑄型用粘結劑의 製造法
12. 日特開 53-71624	鑄型의 製作方法	27. 日特公 60-24738	崩壞性鑄型用耐火材料
13. 日特開 53-71626	鑄型材料	28. 美國特許 4-415527	鐵紛의 脫黃法
14. 日特開 53-71627	鑄型의 製作方法	29. 美國特許 4-406712	Cu-Ni-Sn 合金의 熱處理法
15. 日特開 53-71629	鑄型의 製作方法	30. 美國特許 4-425958	低壓鑄造方法과 低壓鑄造裝置
16. 日特開 53-81427	鑄型崩壞性的 改善方法	31. 美國特許 4-423764	改善된 中子 및 鑄型의 製造法
17. 日特開 53-57123	Al 合金鑄物の 金型鑄造용塗		