

|||||
論 文
 |||||

알루미늄합금 鑄物의 給湯거리에 關한 研究

鄭 雲 載* · 金 東 玉

A Study on the Feeding Distance of Aluminium Alloy Casting

Woon Jae JUNG* Dong Ok KIM**

Abstract

In order to determine the feeding distance of aluminium alloys (AlSi7Mg and AlCu4Ti) bar castings in the sand mold, the distance of the sound castings has been observed by radiograph for various risers, melt treatment, and casting design.

Variation of porosity and hardness with the distance from the riser were also measured in order to determine the casting soundness.

The results obtained were as follows;

- 1) The modulus of riser should be 1.4 times of the casting's
- 2) The maximum distance which can be made sound is greatly dependent on chemical composition and ingate location, and follows the rules given by the formula;
 - a) When the melt flows into the casting first, and the riser afterward,
 - $D = 37.7 \sqrt{T}$ for AlSi7Mg
 - $D = 31.2 \sqrt{T}$ for pure aluminium
 - $D \geq 54.8 \sqrt{T}$ for AlCu4Ti

Where T = casting thickness in mm

Of this maximum distance, $aa\sqrt{T}$ for AlSi7Mg and $7.5 \sqrt{T}$ for pure aluminium is made sound by the chilling effect of the casting edge.

- b) When the melt flows into the casting passing through the riser, 30X30X600mm bars can be made sound in all cases
- 3) Percentage of porosity is higher in AlCu4Ti than AlSi7Mg. And it is increased gradually by moving closer to the riser in case of 30X30X300mm bars, but for the 30X30X600mm bars it is increased gradually by moving closer to the center of bars.
- 4) Hardness variation is similar to the tendency of porosity.

And it decreased gradually with approaching to the center in case of 30x30x600mm bars

1. 序 論

鑄物에 가장 흔히 나타나는 缺陷 중의 하나는 부적당한 給湯條件부여로 인한 收縮缺陷이다.

따라서 收縮缺陷의 방지를 위하여는 製品에 따라 적절한 押湯의 크기 및 위치를 선정하여야 한다.

적절한 押湯의 크기는 鑄物의 凝固時 발생하는 收縮을 보상할 수 있도록 충분한 量의 熔融金屬을 충분한 시간동안 유지하고 있어야 하는 것을 말하고 적절한 押湯의 위치는 鑄物의 온도기울기가 한 방향을 가지는 指向性凝固를 하도록 되어 있고 이 때 最終凝固部位로서

* 韓國科學技術院 鑄物技術室 研究員

** 韓國科學技術院 鑄物技術室 室長

鑄물의 모든 部位가 給湯거리內에 포함될 수 있는 위치를 말한다.

이러한 押湯의 크기 및 給湯거리에 대하여 鑄鋼에 있어서는 일찌기 Pellini 등^{1,2)}에 의하여 실험적으로 밝혀져 있으나, 알루미늄합금에 있어서는 이러한 資料가 거의 없다.

本實驗에서는 알루미늄합금중 대표적인 高力合金인 AlSi7Mg (KS AC4C, ASTM A356) 과 AlCu4Ti (KS AC1A 해당, ASTM A204) 을 택하여 이들이 熔湯處理에 따라서 四角棒狀의 鑄物에서 갖는 有效給湯거리를 X-線 檢査 및 porosity 率의 측정을 통하여 究明하여 이로써 鑄造方案의 基本資料를 提供하고자 하였다.

2. 試驗方法

給湯條件은 熔湯의 化學成分組成, 熔湯處理, 鑄込溫度, 鑄型 등에 의하여 변화할 수 있는데, 本實驗에서는 鑄込溫度 720°C, 鑄型은 CO₂ 型으로 일정하게 하고 化學成分은 응고온도범위가 좁아 表皮生成型凝固 (Wall Solidification) 의 경향이 심한 AlSi7Mg 과 응고온도범위가 넓어서 固液共存型凝固 (pasty solidification) 의 경향이 심한 AlCu4Ti 을 택하였다. 또한 참고로 表皮生成型凝固의 경향이 특히 심한 순수알루미늄 (99.7% Al 이상) 도 비교 실험하였다.

熔湯處理는 AlSi7Mg 에서는 ① 탈가스, ② 탈가스와 입자미세화, ③ 탈가스와 개량처리, ④ 처리 없음으로 변화하였고 AlCu4Ti 에서는 ① 탈가스, ② 탈가스와 입자미세화, ③ 처리 없음으로 변화하였다.

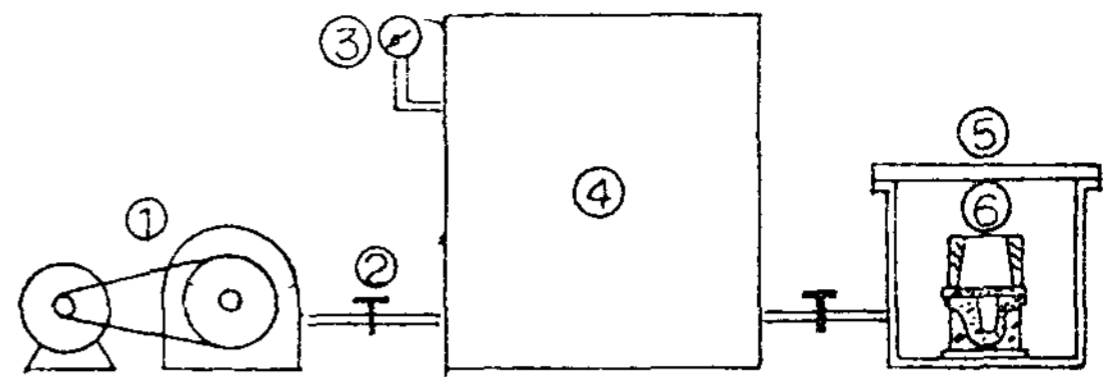
2-1. 熔 解

電氣抵抗爐에서 15번 흑연도가니를 사용하여 순수알루미늄地金を 裝入하고 熔落시킨 후 AlSi 27%, 또는 AlCu 30% 母合金을 첨가하여 成分을 조정하였다.

flux 로 dross 를 제거하고 熔湯溫度가 720°C 에 이르르면 Ti-B 系의 粒子微細化劑를 熔湯重量의 0.4% 押入하여 粒子微細化처리하고 이어서 C₂Cl₆ 系의 脫가스劑를 熔湯重量의 0.5% 押入하여 脫가스처리를 하였다.

脫가스후 Mg 을 알루미늄箔에 싸서 押入하고 AlSi7Mg 에서는 Na 系의 flux 로 改良處理하였으며³⁾ 熔湯溫度가 720°C 에 도달하면 dross 를 제거하고 즉시 鑄込하였다.

이 때 가스량을 측정하기 위하여 Fig1 과 같은 減壓下 凝固設備로써⁴⁾ Photo 1의 試片을 만들었다.



- ① VACUUM PUMP ④ VACUUM CHAMBER
- ② VALVE ⑤ SAMPLE CHAMBER
- ③ PRESSURE GAUGE ⑥ SAMPLE CUP

Fig 1. Schematic diagram of reduced pressure test apparatus.

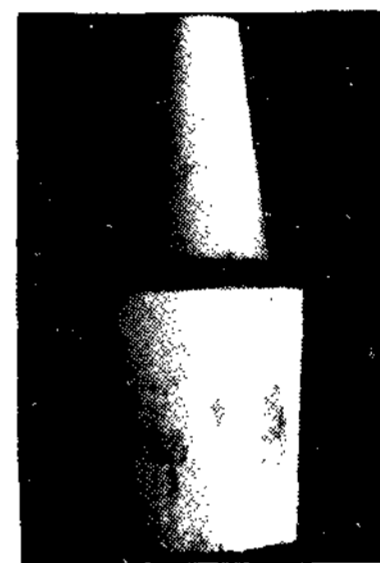


Photo 1. Test casting to measure gas content

作動順序는 진공 chamber 와 sample chamber 사이의 밸브를 잠그고 진공펌프로 진공 chamber 內의 壓力을 미리 減壓해 둔다.

sample cup 을 sample chamber 에 놓고 熔湯을 주입한 후 급히 뚜껑을 닫고 미리 減壓한 진공 chamber 사이의 밸브를 열어주어 sample chamber 內의 壓力이 순간적으로 80 mmHg 가 되게 하고 7분정도 방치하여 응고완료시켰다.

응고후 押湯을 절단하고 시편을 취하여 간단히 연마하고 대기와 증류수중에서 무게를 측정하여 Archimedes 의 원리에 따라 밀도를 계산하였다.

측정된 밀도로부터 다음 式에 의하여 가스량으로 환산하였다.⁵⁾

$$C = 100 \times \frac{P}{760} \times \frac{273}{273 + T_m} \left(\frac{1}{D} - \frac{1}{D_0} \right)$$

C : 표준상태 (1기압, 0°C)에서의 가스량,

CCH₂ / 100 g

P : 凝固時 chamber 內의 壓力, mmHg

T_m : 試片內에서 가스팽창이 자유스러운 최저온도, °C

D : 측정된 시편의 밀도, g/cm³

D₀ : 氣孔이 없는 표준시편의 밀도, g/cm³

본 실험에서 P = 80 mmHg, T_m은 AlSi7Mg에서

579 °C, AlCu 4Ti 에서 550 °C이고, D_0 는 충분히 탈가스한 표준성분을 측정 한 결과 AlSi7Mg 에서 2.68 g/cm³, AlCu 4Ti 에서 2.80 g/cm³ 이었다.

2.2. 試片製作

試片의 種類는 Photo 2 에서와 같은 네가지 方案의 四角棒을 鑄造한 것이다.

押湯이 작으면 給湯이 부족하여 收縮缺陷이 생기고 일정限界이상으로 지나치게 커지면 給湯거리의 증가에는 효과가 없고¹⁾ 오히려 製品回收率이 저하하고, 結晶粒子가 粗大해져서 기계적 성질이 저하하는 단점이 있다. 따라서 적절한 押湯의 크기는 우선적으로 결정되어야 할 문제이고 이것은 試片 A와 A' 를 통하여 X-선 검사결과에서 缺陷으로 나타날 수 있는 두께의 2% 이상 깊게 外部收縮(sink)이 形成된 것과 X-선 검사결과에서 内部收縮缺陷이 나타난 것을 不合格으로 했을 때 合格品의 最低押湯크기를 택하였다. 試片 A는 길이 300 mm에 斷面이 20 × 20 mm인 四角棒 2개, 試片 A' 는 斷面 30 × 30 mm의 四角棒 2개, 合計 4개를 동시에 鑄造할 수 있게 하고 押湯의 크기를 f 값 (押湯 modulus / 製品 modulus, modulus = 부피 / 표면적) 0.8, 1.2, 1.4 로 변화하였다.

試片 B는 斷面 40 × 40 mm, 길이 300 mm의 四角棒에서 試片 A 및 A' 를 통하여 선정된 적절한 크기의 押湯을 붙인 것과 붙이지 않은 것을 동시에 鑄造하였다. 이 때 熔湯의 가스량을 여러가지로 변화하여 가스량에 따르는 收縮缺陷의 변화양상을 살피고저 하였고 熔湯은 押湯을 통하여 試片에 鑄込되도록 하였다.

試片 C에서 斷面 30 × 30 mm에서 길이를 600 mm로 충분히 길게 하여 試片 B에서 나타나는 收縮과 비교하였다.

試片 D는 試片 B와 같은 試片에서 熔湯의 流入方向에 따르는 온도기울기의 차이와 이로 인한 收縮의 변화를 측정하기 위해 鑄込口를 押湯의 반대편으로 설치하여 熔湯이 試片을 통하여 押湯에 흘러들어가도록 하였다.

2.3. 測定方法

鑄造된 試片은 押湯을 切斷하고 X-선 검사를 하였다. 判定基準은 ASTM E-155 로 하였다. X-선 검사 결과에서 뚜렷한 收縮缺陷은 나타나지 않고 微細한 shrinkage가 넓게 分散되어 있는 試片을 택하여 各部位의 缺陷深度 및 凝固順序를 究明하기 위해 Fig 2 에서와 같이 2차 試片을 取하고 간단히 研磨한 후 密度를 측정하고 다음 式과 같이 porosity 率로 換算하

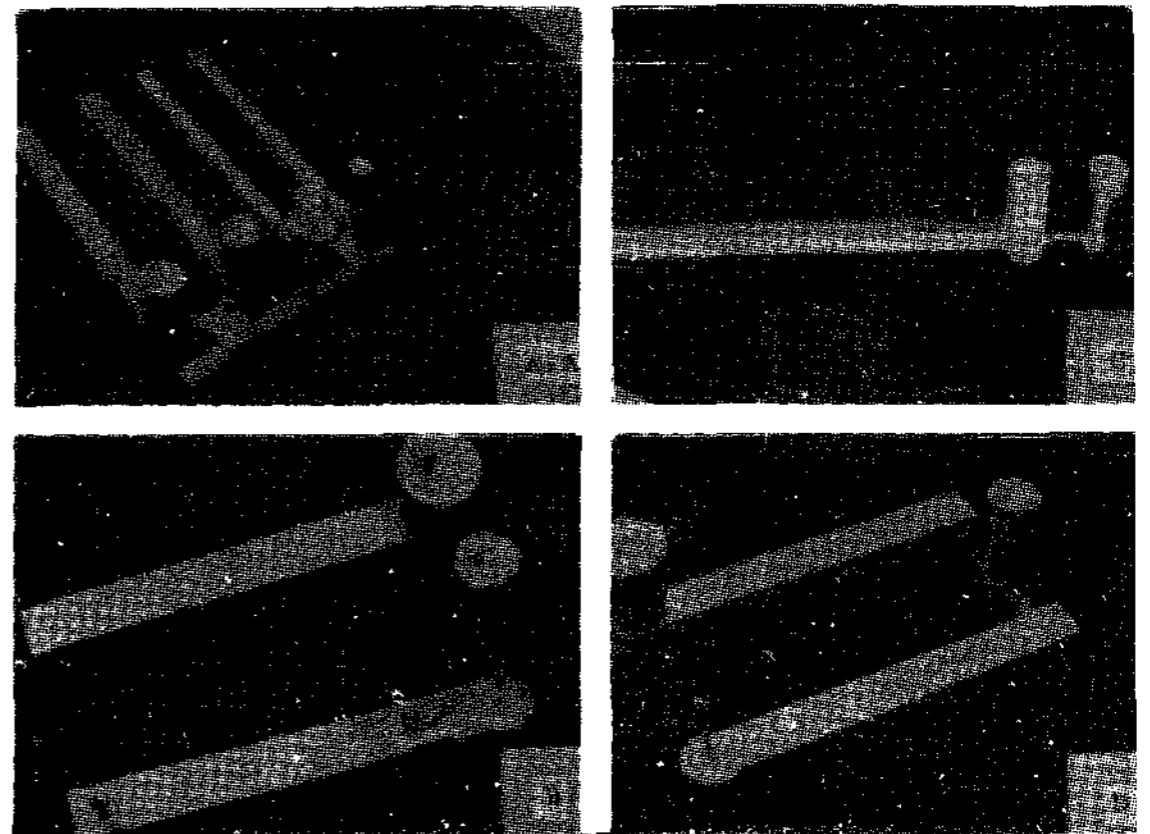


Photo 2. Feeding distance test castings

- A ; 20 × 20 × 300 mm
- A' ; 330 × 30 × 300 mm
- B ; 40 × 40 × 300 mm
- C ; 30 × 30 × 600 mm
- D ; 40 × 40 × 300 mm

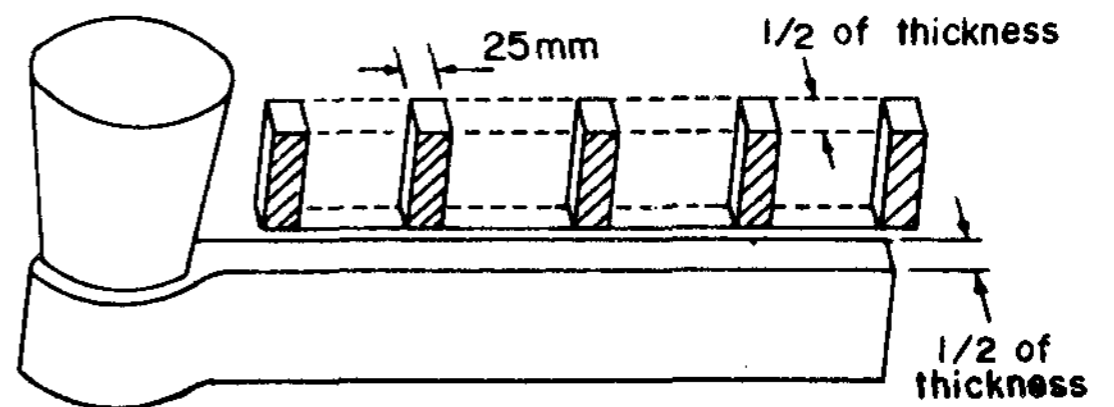


Fig 2. Specimen locations for density measurements and hardness tests

였다.⁶⁾

$$P = \{ (d_0 - d) / d_0 \} \times 100$$

p ; porosity 率, %

d_0 ; 眞密度, g/cm³ (AlSi7Mg ; 2.68, AlCu4Ti ; 2.80)

d ; 특정한 試片의 密度, g/cm³

또한 2차 試片의 中央部位 (Fig2의 빗금친 부분)에서 硬度를 측정하여 porosity 率에 따르는 硬度값을 비교하여 보았다.

3. 試驗結果 및 檢討

3.1. 押湯 크기의 決定

試片 A 및 A' 로써 측정 한 外部收縮의 判定結果는 Table1과 같고 이 때 측정 한 外部收縮의 形狀은 押湯의 크기 및 材質에 따라서 Fig3과 같이 나타나고 있다. Table1에서와 같이 f = 1.4 일 때는 모두 合格이었고 0.8 일 때는 모두 不合格이었다. 또한 f = 1.2 일 때 AlCu 4Ti 에서는 合格이었으나 AlSi7Mg 은 一部合格이었고 純粹알루미늄은 모두 不合格이었다.

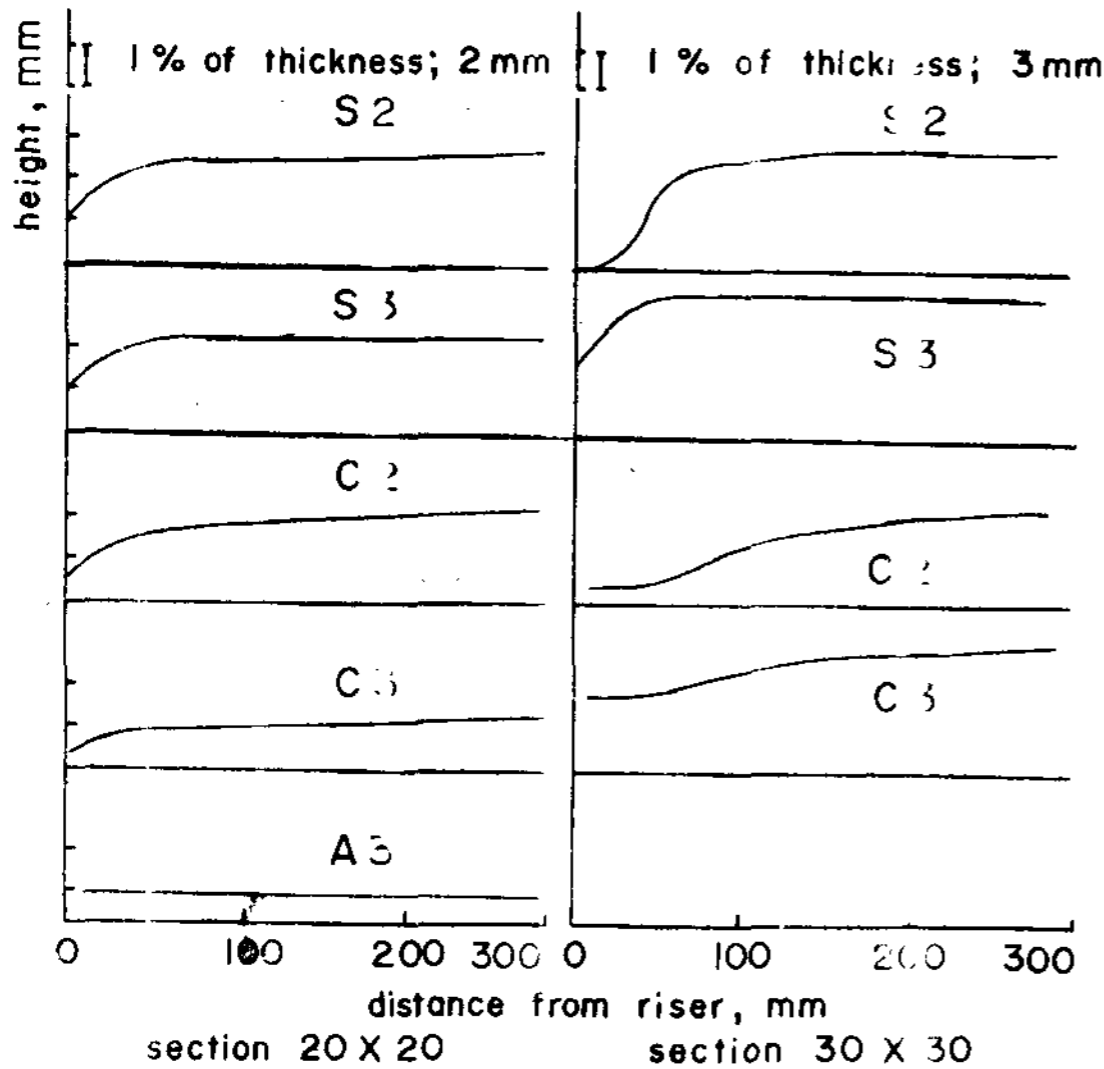


Fig 3. Effect of chemical composition, riser size and casting thickness on sink shape
 S 2 } refers to table 1.
 riser size }
 alloy }

判定結果에서 같은 押湯크기에서 材質에 따라서 外部收縮 깊이가 다른 것은 凝固樣相의 차이에 起因하고 表皮生成型凝固의 경향이 심한 純粹알루미늄 AlSi7Mg 에서는 좁은 범위에 少數의 커다란 收縮孔이 형성되고 固液共存型凝固의 AlCu4Ti 은 多數의 微細한 收縮孔이 넓은 범위에 걸쳐 형성되었기 때문이다. 이러한 경향은 Fig3에도 잘 나타나 있고 Fig3에서 外部收縮의 形狀은 材質에 따라서 AlSi7Mg 에서는 좁은 범위에 걸쳐 깊게, AlCu4Ti 에서는 넓고 얇게 형성되어 있다.

시편크기에 따라서는 試片A에서는 넓고 얇게, 試片A'에서는 좁고 깊게 形成되어 있다. 이것은 凝固速度가 빠를수록 各部位의 溫度差가 감소하기 때문이다.

또한 押湯의 크기가 $f = 1.2$ 에서 1.4 로 증가하면 給湯의 증가에 따라 外部收縮의 깊이가 얕아지고 있다. 따라서 f 값이 1.2 로는 押湯의 크기가 不足하고 Table1의 判定結果와 종합하여 적절한 押湯의 크기는 1.2 보다는 커야하고 本 實驗條件下에서는 $f = 1.4$ 이었다.

3.2. X-線 檢査

試片A 및 A' 중에서 合格品과 試片B, C, D 중에서 外部에 뚜렷한 收縮缺陷이 나타나지 않은 것은 모두 X-선 檢査하여 内部收縮의 有無를 파악하였다.

試片A 및 A'의 熔湯처리는 脫가스처리 뿐이고 試片B, C, D의 押湯크기는 $f = 1.4$ 를 적용하였다. 結

Table 1. ; Effect of riser size and chemical composition on sink defect

sample A + A'		
Section 20 × 20 mm		
alloy	riser size	result
S	0	X
S	1	X
S	2	O
S	3	O
C	0	X
C	1	X
C	2	O
C	3	O
A	2	X
A	3	O

Section 30 × 30 mm		
alloy	riser size	result
S	0	X
S	1	X
S	2	△
S	3	O
C	0	X
C	1	X
C	2	O
C	3	O
A	2	X
A	3	O

alloy S : AlSi7Mg
 C : AlCu4Ti
 A : pure aluminium (99.7% up)

riser size O : no riser
 1 : $f = 0.8$ ($f = \text{modulus of riser} / \text{modulus of casting}$)
 2 : $f = 1.2$
 3 : $f = 1.4$

result O : sound
 △ : one is sound, and the other sink
 X : sink

果는 Table2와 같다.

Table2에서 볼 수 있는 바와 같이 試片A에서 押湯의 크기가 $f = 1.2$ 일 때 거의 모든 試片에서 shr-

inkage sponge 및 shrinkage cavity 가 押湯근처에 심하게 나타났다. 이것은 $f = 1.2$ 일 때 비록 外部收縮 判定結果에서 合格했더라도 内部에 收縮이 存在하고 있음을 나타내고 따라서 $f = 1.2$ 로서는 押湯크기가 부족하였다. 그러나 $f = 1.4$ 일 때는 모든 試片에서 shrinkage 가 나타나지 않았다.

試片 A' 에서는 押湯의 크기가 $f = 1.2$ 인 경우에 모두 shrinkage sponge 가 grade3 이상으로 (ASTME-155 에 따름) 심하게 나타났고 $f = 1.4$ 인 경우도 AlSi7Mg (NO 10, 13) 을 除外한 AlCu4Ti 및 純粹알루미늄에서 shrinkage sponge 가 grade2 이상으로 나타나고 있다.

Table 2. Summary of radiographic data

sample A : 20 × 20 × 300 mm

No.	alloy	riser size	GP-R	Sh-S	Sh-C	Fm-LD	Grade	gas content
1	S	3	1			7		0.005
2	S	3				1		
3	A	3		none			A	0
4	S	1	1	6	5			
5	S	2		5	7			0.003
6	S	3		none			A	
7	C	2		2		1	C	0.009
8	C	3				1	B	

sample A' : 30 × 30 × 300 mm

No.	alloy	riser size	GP-R	Sh-S	Sh-C	Fm-LD	Grade	gas content
9	S	2	2	3				0.005
10	S	3	1				B	
11	A	3	1	2	8			0
12	S	2		7				0.003
13	S	3		none			A	
14	C	2	1	3			D	0.009
15	C	3		2		2	C	

sample B : 40 × 40 × 300 mm

No.	alloy	treatment	GP-R	Sh-S	Sh-C	Fm-LD	Grade	gas content
16	S	N	5				D	0.086
17	S	DG	1				B	0.012
18	S	N	2				C	0.04
19	S	N	5				D	0.05
20	S	N	1				B	0.03
21	S	N	1				B	0.026
22	S	D	1				B	0.02
23	S	D		none			A	0.007
24	S	DM		none			A	0.001
25	S	DGM		none			A	0.007
26	S	D	1				B	0.018
27	S	D	1	3			D	0
28	A	D	1				B	0.002
29	S	D	2				C	0.009

sample C : 30 × 30 × 600 mm

No.	alloy	treatment	GP-R	Sh-S	Sh-C	Fm-LD	Grade	gas content
30	S	N	3				C	0.048
31	A	D				3	C	0.003
32	C	D					A	0.018
33	C	DG					A	0.026
34	S	D	1				C	0.003
35	S	DG	1				C	0.012
36	S	DM	1				C	0.014

sample D : 40 × 40 × 300 mm

No.	alloy	treatment	GP-R	Sh-S	Sh-C	Fm-LD	Grade	gas content
37	C	D	1				B	0.013
38	C	DG				2	C	0
39	S	D		4				0.006
40	A	D			4			0
41	S	DM	2				C	0.013
42	S	N	2				C	0.021
43	S	DG			4			0

alloy, riser size : refers to table 1

treatment N : no treatment

D : degassing

G : grain refinement

M : Modification

GP-R : gas porosity round

Sh-S : shrinkage sponge

Fm-LD : foreign material (less dense)

gas content : $CCH_2 / 100g$ metal

grade : ASTM E-155

그러나 이들 shrinkage는 모두 押湯근처에 생긴 것이고 中心線收縮 (centerline shrinkage)은 보이지 않았다.

試片B에서 押湯을 붙이지 않은 경우에는 Photo3에서와 같이 뚜렷한 中心線收縮이 있었으나 $f=1.4$ 의 押湯을 붙인 경우에 NO27을 除外하고 모든 試片에서 가스량에 따르는 gas porosity 뿐 shrinkage는 나타나지 않았다.

NO27의 shrinkage sponge는 押湯근처에 약간 나타나 있었고 中心線收縮은 없었다.

試片A, A', B를 통하여 押湯의 크기가 충분하면 300 mm 길이는 缺陷없이 주조 될 수 있다.

試片C는 斷面 30 × 30에 길이를 600 mm로 충분히 길게 한 것이다. 그러나 이 때에도 X-선 검사에서 뚜렷한 中心線收縮은 보이지 않았고 Photo4에서와 같이 押湯에서부터 넓은 범위에 걸쳐 粗大하고 porous한 組織이 나타났다.

試片의 길이가 600 mm로 충분히 길었음에도 이와같이 뚜렷한 shrinkage가 나타나지 않은 것은 鑄込口가 押湯쪽에 있고 熔湯이 押湯을 통하여 試片内에 흘러들어가게 되어 熔湯의 溫度가 押湯쪽은 높고 試片内은 낮아 給湯條件이 有利해졌기 때문이다. 따라서 Pellini 등의 실험에서와 같이 나타날 수 있는 中心線收縮은 Photo.4에서와 같이 押湯에서부터 넓은 범위에 걸쳐

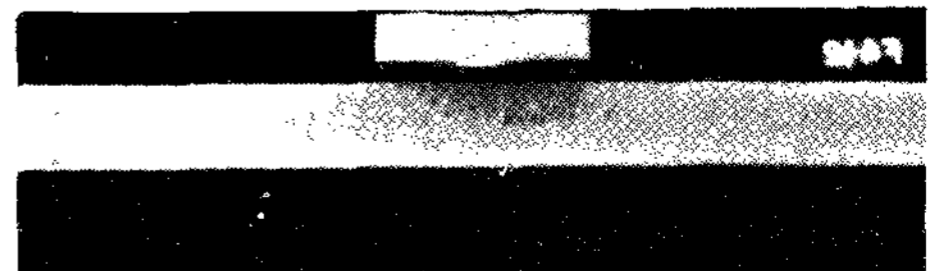
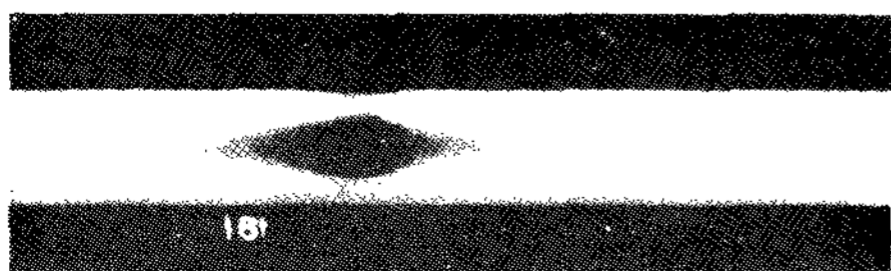


Photo 3. Transverse radiograph of 40×40×300mm bar casting, AlSi7Mg (without riser)

Photo 4. Radiograph of 30×30×600mm bar casting. AlSi7Mg (riser location, left side)

微細하게 分散되었다.

이러한 점을 고려하여 試片B에서 鑄込口의 위치만 변경한 試片D는 X-線 檢査結果 Photo5 에서와 같이 脫가스한 純粹알루미늄(NO 40)에서 押湯으로부터 150 ~ 230 mm에 걸쳐 grade4의 shrinkage cavity가 나타났고 脫가스한 AlSi7Mg(NO. 39)에서 押湯으로부터 170 ~ 210 mm되는 部位에 grade4의 shrinkage sponge가 나타났다.

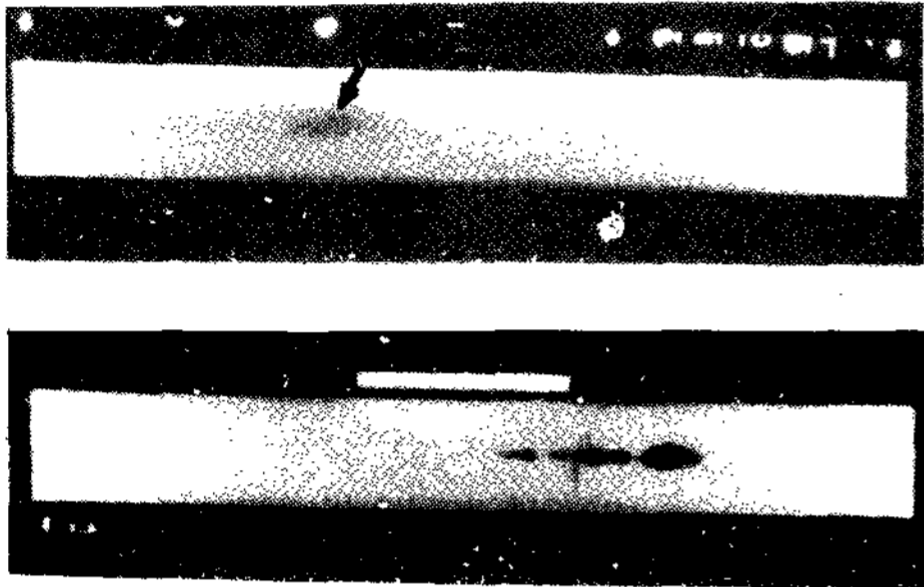


Photo 5. Radiograph of 40×40×300mm bar castings top ; pure aluminium bottom ; AlSi7Mg (riser location, left side)

그러나 試片D와 같이 熔湯이 鑄込되었을 때에도 熔湯中 가스량이 0.013 CCH₂ / 100g Al 이상이었던 AlSi7Mg(NO 41,42)과 AlCu4Ti(NO.37)에서는 뚜렷한 中心線收縮이 보이지 않았고 이것은 凝固時 收縮이 過飽和가스의 析出로 補充되었기 때문이다.

따라서 알루미늄합금의 砂型鑄造時 四角棒에서 갖는 有效給湯거리는 鑄鋼에서와 類似한 式으로 表示하면 熔湯이 押湯을 통하여 鑄込되면 $109.5\sqrt{T}$ (T는 mm로 표시한 棒의 두께) 이라고 押湯의 반대편에서 熔湯이 鑄込될 때에는 AlSi7Mg에서 末端部效果領域(end effect zone) $11\sqrt{T}$, 給湯效果領域(feeding zone) $26.7\sqrt{T}$ 로서 合計 $37.7\sqrt{T}$ 가 되고 純粹알루미늄에서는 末端部效果領域 $7.5\sqrt{T}$, 給湯效果領域 $23.7\sqrt{T}$ 로서 合計 $31.2\sqrt{T}$ 가 된다.

3-3 . 熔湯流入方向에 따르는 冷却曲線의 變化

AlSi7Mg에서 試片B와 같이 鑄込되었을 때와 試片D와 같이 鑄込되었을 때에 試片의 中央과 押湯의 中央에 熱電對를 꼽고 측정한 冷却曲線은 Fig4와 같다.

Fig4에서 보듯이 試片中央部位의 응고소요시간은 熔湯鑄込方向에 관계없이 鑄込후 5분정도이고, 押湯은 같은 쪽에 鑄込口가 있을 때가 7분으로서 반대쪽에 鑄込口가 있을 때의 6분보다 1분정도 응고완료되는 시

간이 지연된다.

凝固溫度範圍가 넓어 固液共存型凝固를 하는 熔融合屬은 凝固時에 충분한 給湯이 곤란하고 흔히 鑄物内部에 微細한 porosity가 分散되어 存在하고 이것은 鑄物의 機械的 性質 및 氣密性を 크게 저하한다.^{6,7)}

이러한 porosity의 分布는 부적당한 給湯條件下에서 응고순서가 낮은 部位일수록 심하다. 따라서 porosity率은 같은 鑄物内에서 部位에 따르는 응고순서의 糾明이나 鑄物의 健全性を 나타낸다. Fig2에서와 같은 2차시편으로 측정한 porosity率은 Fig5와 같다.

Fig5에서 볼 수 있는 바와 같이 길이 300mm의 試片에서는 대체로 押湯에서부터 멀어질수록 porosity率이 감소하고 길이 600mm의 試片에서는 대체로 中央部位가 porosity率이 가장 높고 試片의 끝과 押湯근

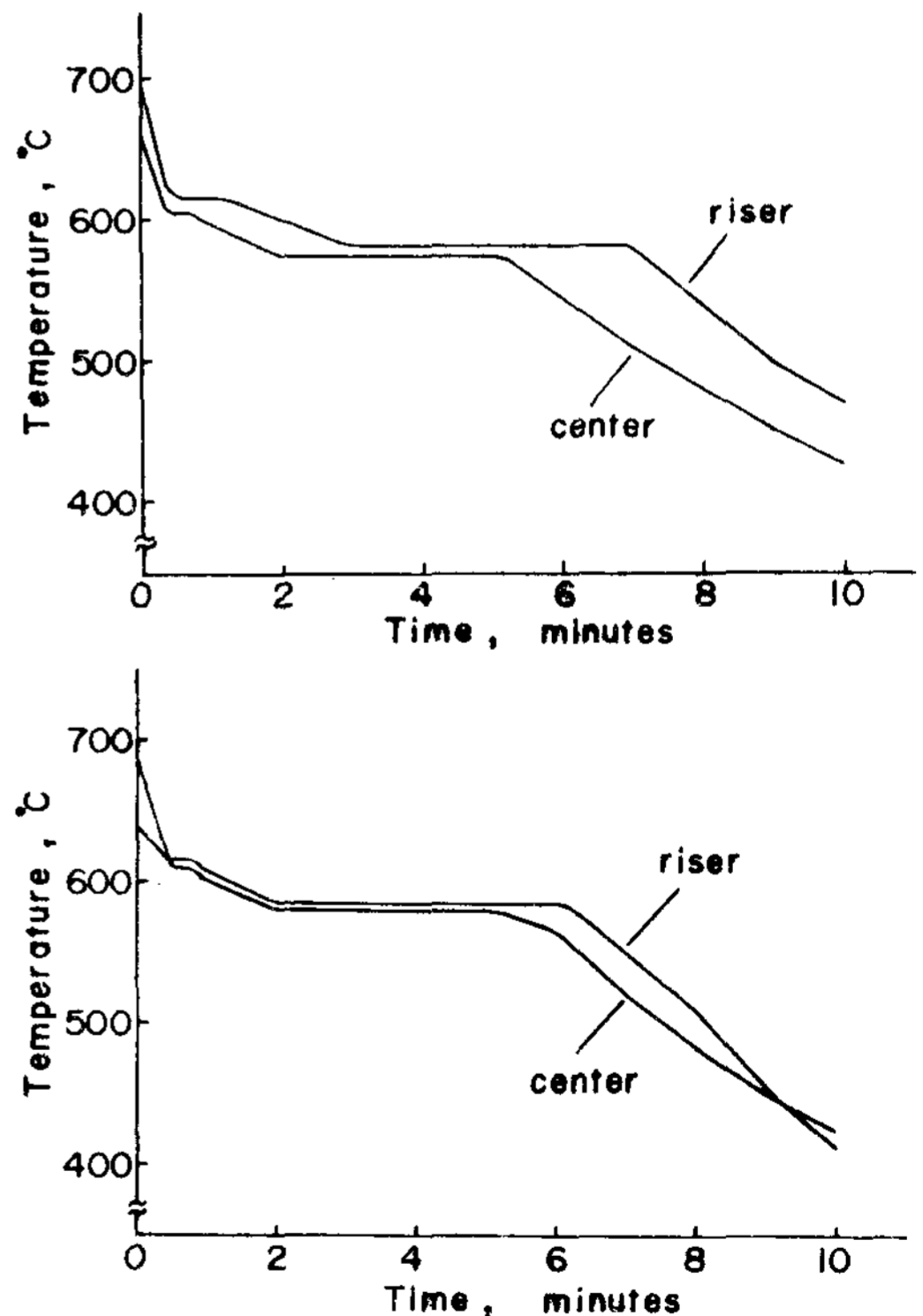


Fig 4. Cooling curve of AlSi7Mg pouring temperature ; 720 C top ; Ingate location, same side with the riser bottom ; Ingate location, opposite side of the riser

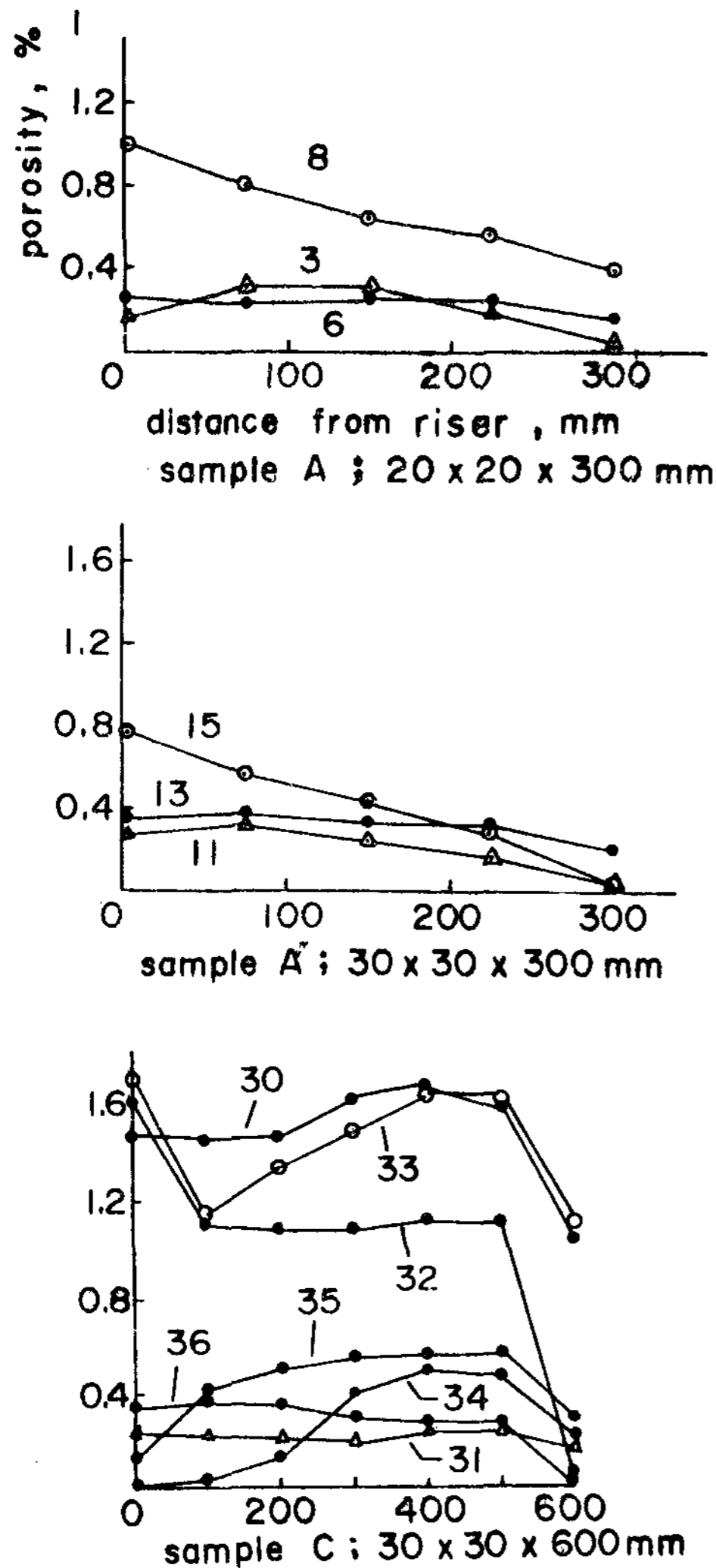


Fig 5. Variation of porosity with distance from the riser

○ ; AlCu4Ti △ ; pure aluminium
● ; AlSi7Mg

처에서는 porosity 率이 낮다.

이것은 길이 300 mm의 試片에서는 押湯의 반대편 끝에서부터 押湯쪽으로 갈수록 응고순서가 늦어지는 指向性凝固를 하여 押湯에서의 給湯이 가능하였고 길이 600 mm의 試片에서는 비록 X-線 檢査結果에서 뚜렷한 缺陷이 나타나지는 않았으나 中央部位와 押湯사이가 먼저 凝固하여 給湯이 不足하였다는 것을 보여준다.

材質에 따라서는 AlCu4Ti 이 AlSi7Mg 보다 全部位에 걸쳐 porosity 率이 높을 뿐 아니라 押湯에서부터의 거리에 따르는 porosity 率의 기울기가 심하여 AlSi7

Mg 보다 固液共存型凝固경향이 심하고 응고시간에 따르는 質量效果(mass effect)가 현저하다는 것을 보여주고 있다.

3-5. 硬度的 變化

porosity 率을 측정한 2 차試片의 中央에서 3 회 Brinell hardness 를 측정하고 이것의 平均값을 구하였다. 측정결과는 Fig6 과 같다.

Fig6 에서와 같이 AlCu4Ti 은 AlSi7Mg 보다 높은 값을 보이고 粒子微細化처리와 脫가스한 것이 脫가스만 한 것보다 BHN5 정도 높은 값을 나타낸다. 押湯에서부터 멀어질수록 대체로 硬度가 증가하나 porosity 率이 높았던 中央에서는 약간 감소하고 있다.

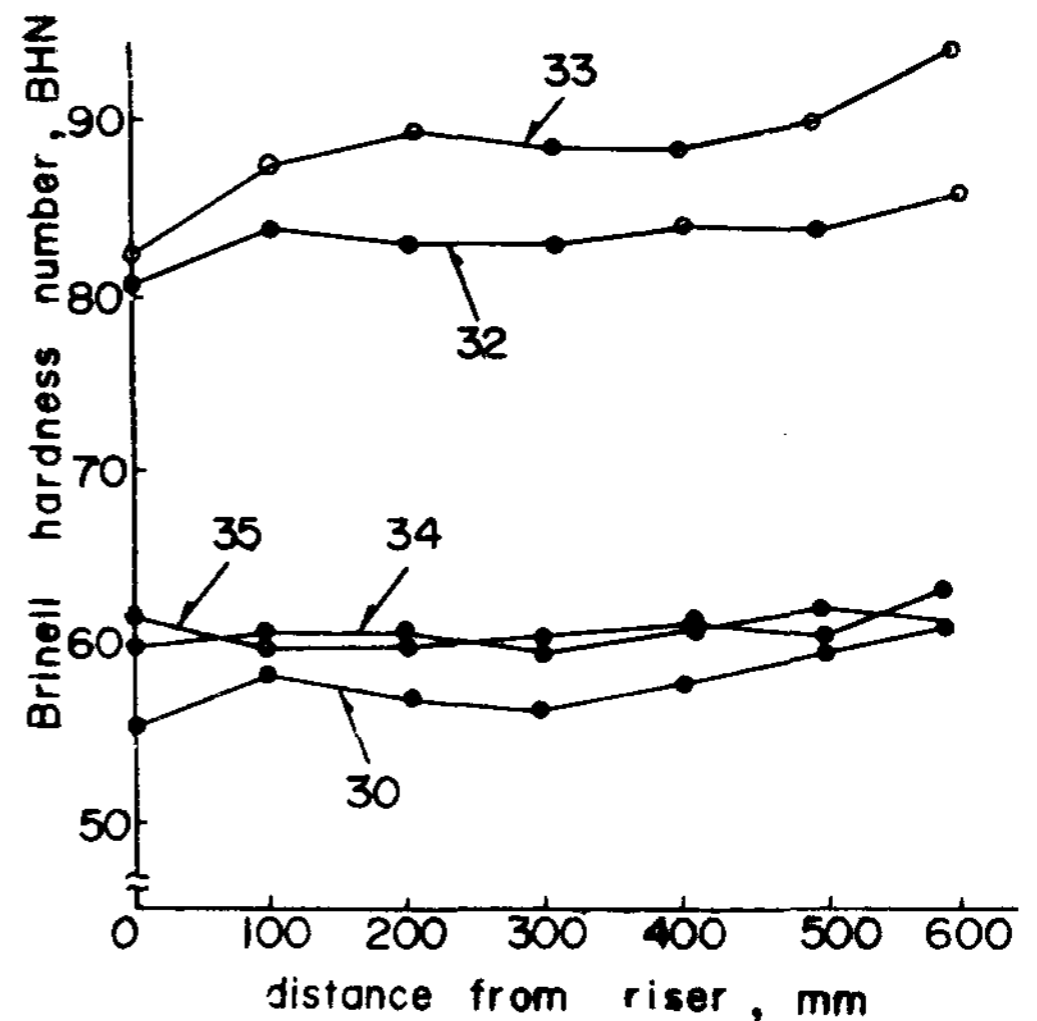


Fig 6. Variation of hardness with distance from the riser

이러한 경향은 AlSi7Mg 에서도 완만하나마 유사하고 이 때에는 粒子微細化의 效果는 뚜렷하지 않으나 脫가스에 의해서는 BHN 4 정도 증가하고 있다.

그러나 AlSi7Mg 에서 ASTM 규격값인 BHN55 이상을 모든 部位에서 上回하고 있다.

4. 結 論

1) 알루미늄합금의 砂型鑄物에서 적절한 押湯의 modulus(부피/表面積)는 제품Modulus의 1.4배이어야 한다.

2) 給湯거리는 合金成分 및 熔湯의 流入方向에 의해 크게 달라지고 다음式과 같이 나타났다.

① 押湯의 반대편에서 流入될 때 ; AlSi7Mg 에서

$$D = 37.7 \sqrt{T} \text{ (給湯效果領域 } 26.7 \sqrt{T}, \text{ 末端部效果領域 } 11 \sqrt{T} \text{)}$$

純粹알루미늄에서

$D = 31.2 \sqrt{T}$ (給湯效果領域 $23.7 \sqrt{T}$, 末端部
效果領域 $7.5 \sqrt{T}$)

AlCu4Ti에서

$D \geq 47.4 \sqrt{T}$

② 押湯을 통하여 제품内에 流入될 때;

$D \geq 109.5 \sqrt{T}$; AlSi7Mg, AlCu4Ti, 순수알
루미늄

3) porosity 率は AlSi7Mg 보다 AlCu4Ti 이 높고
斷面 $30 \times 30 \text{ mm}$ 에서 길이 300 mm 일 때는 押湯쪽으로 갈
수록, 길이 600 mm 로 길어지면 試片中央으로 갈수록 높
아진다.

4) 硬度的 變化는 porosity 率과 反비례하고 試片
 $30 \times 600 \text{ mm}$ 에서 中央部位로 갈수록 낮아지고 있다.
갈수록 낮아지고 있다.

參 考 文 獻

- 1) Bishop, H. F. and Pellini, W. S. ; AFS tra-
ns. 58 (1950), 185
- 2) Myskowski, E. T. , Bishop, H. F. , and Pellini,
W. S. ; AFS trans. 60 (1952), 389.
- 3) K. Strauss ; Applied Science in the Casti-
ng of Metals, Pergamon Press, Oxford, (1970),
241.
- 4) 李珍衡, 鄭雲載 ; 大韓金屬學金誌. vol.20. No .4
(1982), 6.
- 5) H. V. Sulinski, and S. Lipson ; AFS trans. 67
(1959), 56.
- 6) D. R. Irani and V. Kondic ; AFS trans 77.
(1969), 208.
- 7) H. Smolen, and H. Rosenthal ; AFS trans 67
(1959), 257.

