

|||||
 論 文
 |||||

Al-Cu添加에 의한 CV黑鉛鑄鐵에 관한 기초연구

全 瑩 卓*, 許 甫 寧**, 金 水 泳***

A Study of the CV graphite cast iron with small additions of a Al-Cu alloy

Hyeong-Tag Jeon* , Bo-Young Hur** , Soo-Yong Kim***

ABSTRACT

CV graphite cast iron has been studied and generally known to have properties close to the average values of those between flake and spheroidal graphite cast iron. However, the thermal diffusivity of CV graphite cast iron is much larger than that of the average value of those between flake and spheroidal graphite cast iron. In this study, an easy production method of CV graphite cast iron with small additions of a Al-Cu which is known as the element of the graphitization was investigated.

The effects of hold time and of Al-Cu additions after the treatments with spheroidizer (Fe-Si-Mg alloy) were also investigated.

Increasing the additions of a Al-Cu alloy, the holding time to form a CV graphite cast iron was decreasing.

Tensile strength and thermal diffusivity (flash method) were measured in order to find the changes of the mechanical properties and the physical properties. Spheroidal, CV, and flake graphite cast iron have tensile strengths 46.44, 38.29, and 27.29 kg/mm², and thermal diffusivities 3.95×10^{-6} , 8.41×10^{-6} , 8.81×10^{-6} m²/sec, respectively at room temperature.

1. 緒 論

一般的으로鑄鐵은黑鉛形態上,片狀黑鉛鑄鐵과球狀黑鉛鑄鐵로大別되어왔다.最近에는黑鉛모양이片狀과球狀의중간形態인CV黑鉛鑄鐵이새로이登場하여많은연구가活潑히진행되고있다.이CV黑鉛鑄鐵은片狀黑鉛鑄鐵보다우수한引張強度,靱性,延性,耐熱性を지니며,球狀黑鉛鑄鐵보다우수한鑄造

性,熱傳導率,減衰能등을지니고있다.

본연구에서는우수한CV黑鉛鑄鐵을製造하고자하는目的으로,一次로黑鉛球狀化劑(Fe-Si-Mg合金)를완전球狀化에必要한양보다적게添加하여黑鉛을不完全하게球狀化시킨후,二次로少量元素(Al-Cu)添加및維持時間을付與하는복합적인方法을사용하여CV黑鉛鑄鐵의製造를시도하였다.또한각각의Sample에대해흑연립의수,길이,폭및기지조직의變化를調査하였으며,아울러機械的,物理的性質인引張強도와熱擴散係數와의相互關係도檢討하였다.

* 漢陽大學校 大學院

** 漢陽大學校 講 師

*** 漢陽大學校 教 授

2. 實驗方法

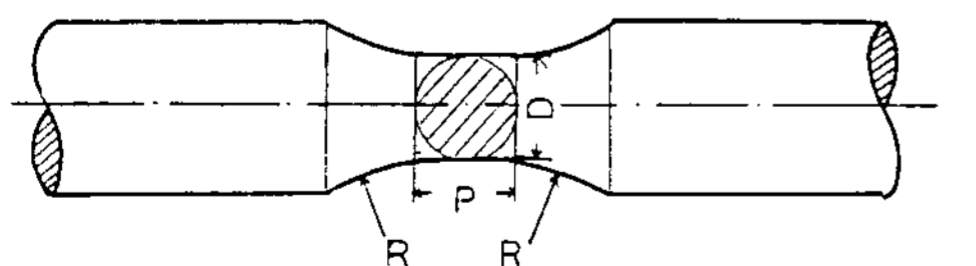
本實驗에 사용한 原料의 化學分析表는 Table 1과 같다.

50KVA Kryptol爐에서 20番 黑鉛 도가니를 사용
Table 1 Chemical composition of materials(wt.%)

Comp Materials	C	Si	Mn	P	S	Mg	Al	Cu	Remarks
Pig Iron	4.1	1.6	0.15	0.05	0.03	-	-	-	
Electrolytic Iron	0.002	0.002	0.0001	0.003	0.001	-	-	-	
Fe-Si Alloy	-	70-75	-	-	-	-	-	-	
Fe-Si-Mg Alloy	-	62-64	-	-	-	25	-	-	
Al-Cu Alloy	-	-	-	-	-	-	49.95	49.85	

하여 銑鐵로 原料銑을 製造한 후 그 原料銑을 20番 黑鉛 도가니 안에 設置한 4番 黑鉛 도가니에 넣어 熔解한 후, 전해철과 Fe-Si 합금을 添加하였다. 그 후 CaC₂를 넣고 脫黃處理와 동시에 Slag를 제거 하였고 熔湯을 약 1450℃로 維持시킨 후 예열된 添加기구로 Fe-Si-Mg 합금을 0.7% 添加하였다. 그리고 Fe-Si 합금으로 接種한 후, 接種 直後(0分), 3分, 6分 및 10分 間격으로 熔湯을 維持시킨 후, 直徑 25mm, 길이 40mm의 生砂型에 鑄入하여 시료를 製造하였다. 그리고 Al-Cu添加效果를 보기 위해 Fe-Si 합금으로 接種하기 直前에 Al-Cu 합금을 0.5%, 1.0%, 1.5% 및 2.0%를 각각 添加 후 전자와 같이 維持時間을 付與한 다음 直徑 25mm, 길이 40mm의 生砂型에 鑄入하여 試料를 製造하였다.

各 試料는 底面으로부터 약 20mm 정도 部分을 절단 후 金屬 현미경 관찰을 하였으며 黑鉛粒의 數는 50배 倍率로 시료 표면의 임의의 3부분을 촬영한 후 2"×3" 크기로 擴大한 후 250mm²內에 존재하는 黑鉛粒 數를 측정하여 平均 값을 구하였다. 黑鉛의 길이, 폭, ferrite, pearlite의 面積은 100배 倍率



Specimen type	P	D	R
KS B 0801 8-B	≅ 12.5	≅ 12.5	25

Fig.1 The shape and dimension of the specimen for tensile test

로 平均값을 구했다. 이때 1mm 이하의 黑鉛粒은 제외하였다.

引張試驗은 Y-Block를 사용하여 生砂型에 熔湯을 鑄入한 후 底面으로부터 40mm되는 部分을 절단하여 Fig.1과 같은 KS 0801 8B형의 시편을 제작하였다. 이 引張試片은 Shimadzu社製 10ton 암슬러형 萬能 材料 試驗機로 측정하였다.

熱擴散係數는 誤差가 가장 적은 flash法(閃光法)으로 測定하였다. 이 flash method는 초기에 일정 溫度(20℃, 상온)로 維持하고 있는 円板 모양의 얇고 작은 均一材料의 試片 前面에 瞬間적으로 強烈한 輻射에너지를 加한 후 試片 後面의 溫度上昇을 記錄한 溫度-時間 曲線으로부터 試片의 熱擴散係數

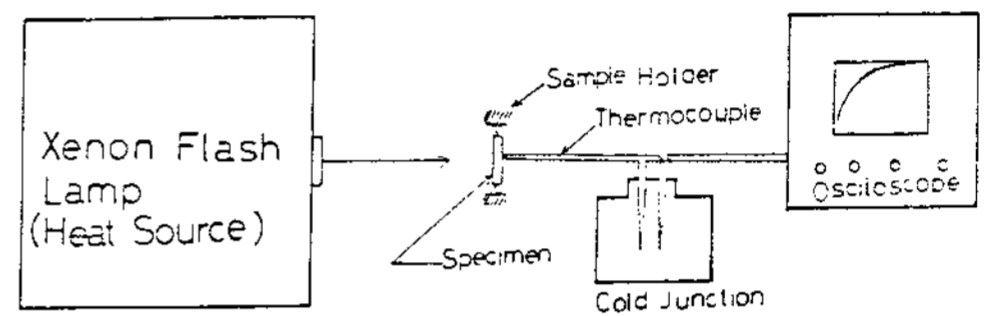


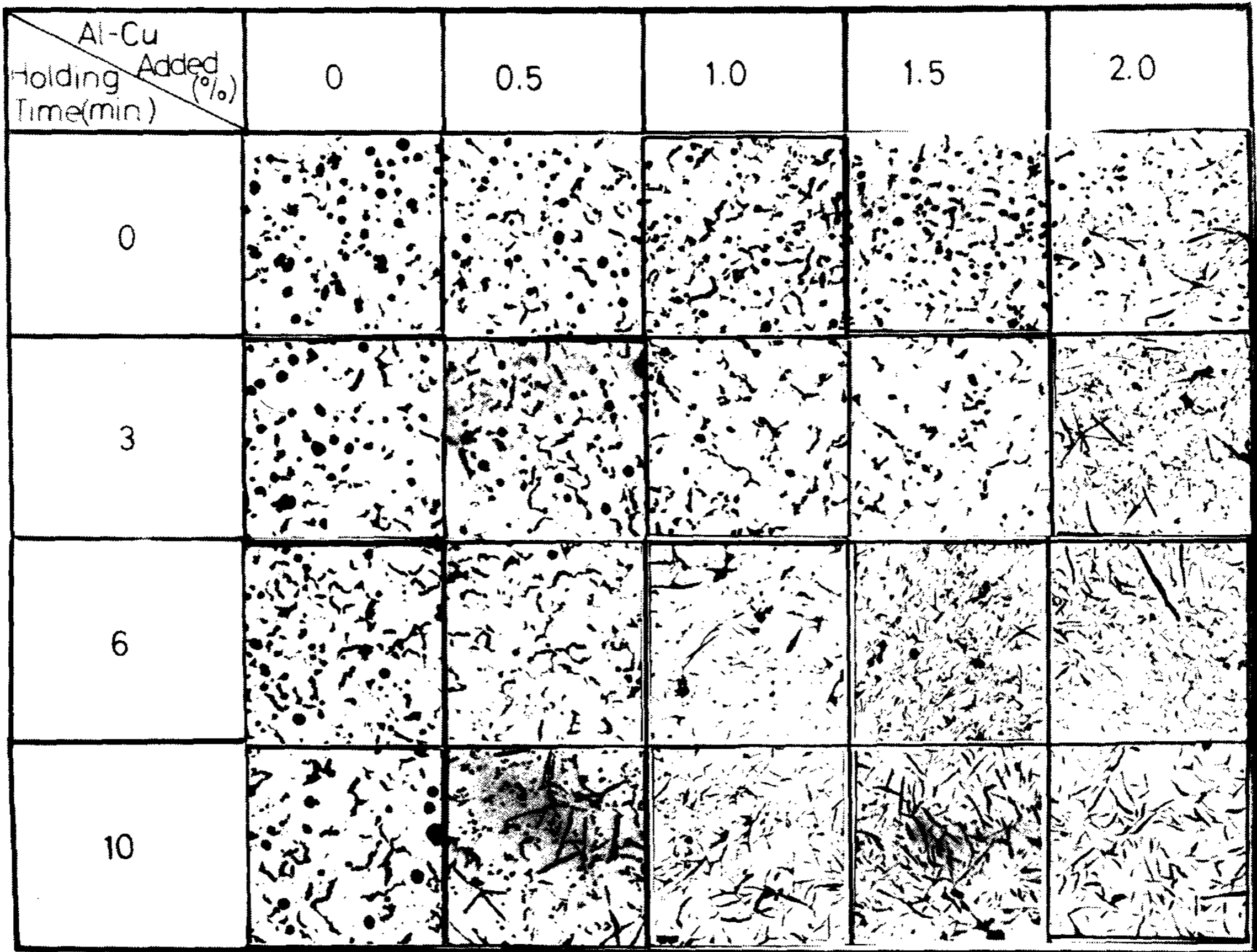
Fig.2 The schematic drawing of flash diffusivity apparatus

를 計算할 수 있는 簡單한 方法이다. Fig.2는 이 측정 장치의 개략도이며, 이것은 얇은 円片 모양의 試片을 세워 놓을 수 있는 Sample holder와 試片 前面에 강한 熱을 가할 수 있는 熱源, 그리고 試片 後面에 상승하는 溫度를 測定할 수 있는 Oscilloscope로 구분된다. 試片은 直徑 12mmφ, 두께 2mm로 가공하여 Sample holder에 고정시키고 試片 前面에서 熱源을 공급하여 試片을 통한 熱擴散을 試片 後面의 表面 上昇 溫度로 測定한다. 測定後 Oscilloscope 상에 나타난 熱變化 曲線으로부터 half-time(t_{1/2})을 구한다. half-time은 試片 後面에서 測定한 各 瞬間의 溫度를 後面에 到達할 수 있는 最高溫度(t_{max})로 나누었을 때 얻어지는 無次元溫度에서 50% 無次元溫度까지 到達하는데 所要되는 時間이다.

half-time(t_{1/2})은 時間과 溫度의 測定上 오차가 熱擴散係數 決定에 最小의 影響을 미치기 때문에 最高溫度(t_{max})에 도달하는 時間의 半점을 잡아 half-time(t_{1/2})으로 한다. 그리고 Parker 등이 제안한 식 α = 1.38 × L² / π² · t_{1/2}에 대입해서 thermal diffusivity를 구했다.

3. 實驗結果 및 考察

3-1 黑鉛組織의 變化



0.2mm

Fig.3 The change of graphite form with Al-Cu addition & holding time
(C:3.4%, Si:2.4%, Fe-Si-Mg:0.7%, x100)

Fig. 3은 Fe-Si-Mg 합금 0.7%를 일정하게 添加한 후 Al-Cu를 각각 無添加, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 添加했을 때 維持時間을 添加直後, 3분, 6분 및 10분으로 變化시켜 얻은 黑鉛組織의 變化를 나타낸 사진이다.

Al-Cu 添加量이 增加함에 따라 球狀黑鉛의 數가 減少하고 塊狀化가 되는 것을 볼 수 있는데 이것은 Al과 Cu가 黑鉛化元素²⁾³⁾임과 동시에 Al의 강한 球狀化 阻害作用²⁾이 있기 때문에 그 양이 增加함에 따라 Mg에 의한 球狀化를 阻害하는 작용이 강해진 때문이다.

각각의 Al-Cu 添加量에서 維持時間에 따른 fading 現象^{5) 10)} 때문에 時間이 지남에 따라 黑鉛의 塊狀化가 增加되어서 CV黑鉛의 數가 10分 정도에서 매우

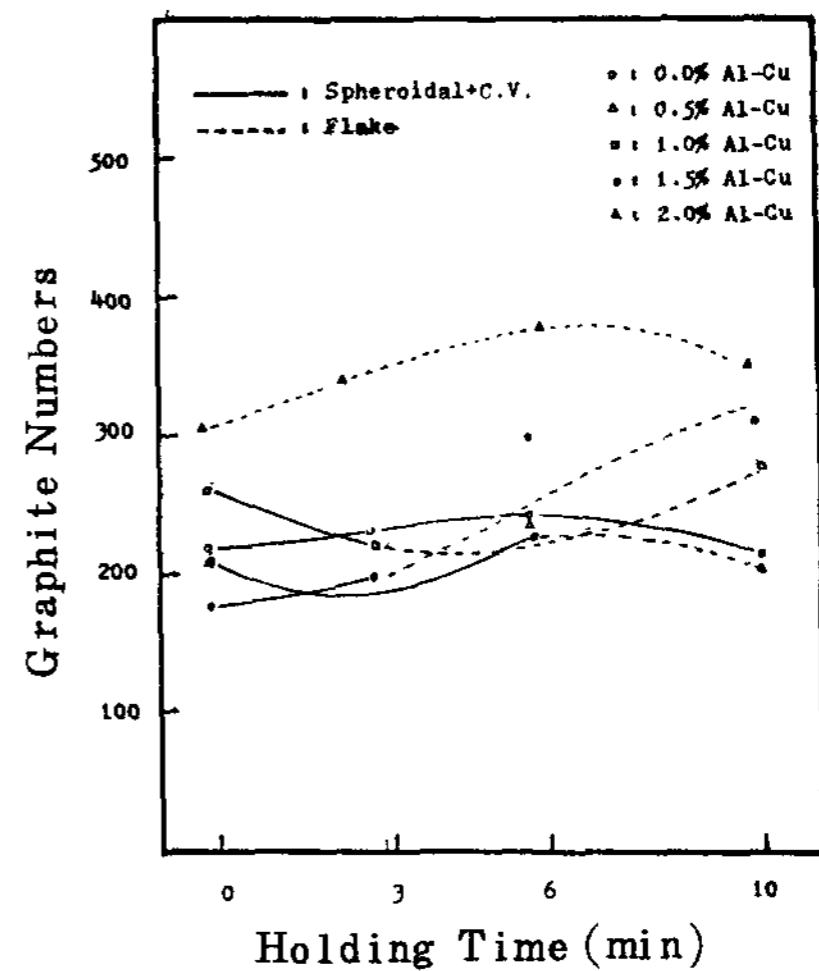


Fig.4 Relation between graphite numbers and holding time with Al-Cu addition(Fe-Si-Mg:0.7%, x50)

鉛이 형성되는 維持時間이 短縮되고 있음을 알 수 있다. 즉 Al-Cu添加量 增加에 따라 球狀黑鉛의 fading 效果가 빠른 時間에 나타났다. 그래서 Fig. 3를 보면 Al-Cu 1%添加時 維持時間 3分の試片이 CV黑鉛으로서 가장 좋았다.

3-1-1 黑鉛粒數의 變化

Fig.4는 각각의 Al-Cu添加量과 維持時間의 變化에 따른 黑鉛粒數의 變化를 나타낸 것이다. 각 維持時間에서 黑鉛晶出現象을 표시하기 위해 球狀黑鉛과 CV黑鉛이 함께 晶出하는 것은 실선, 片狀黑鉛이 晶出하는 것은 점선으로 표시하였다. 球狀黑鉛과 CV黑鉛이 함께 晶出하는 경우는 維持時間이 길어짐에 따라 數가 減少하고 片狀黑鉛이 晶出하기 시작하면서부터는 다시 增加하였다. 2% Al-Cu를 添加한 試片에서는 維持時間 3分부터 黑鉛數가 增加하기 시작했다. 이와같은 變化를 보인 것은 球狀黑鉛과 CV黑鉛이 함께 晶出될 때는 fading time의 增加에 의해 黑鉛粒이 成長하여 黑鉛數가 減少하였으나, Fe-Si나 Al-Cu의 接種

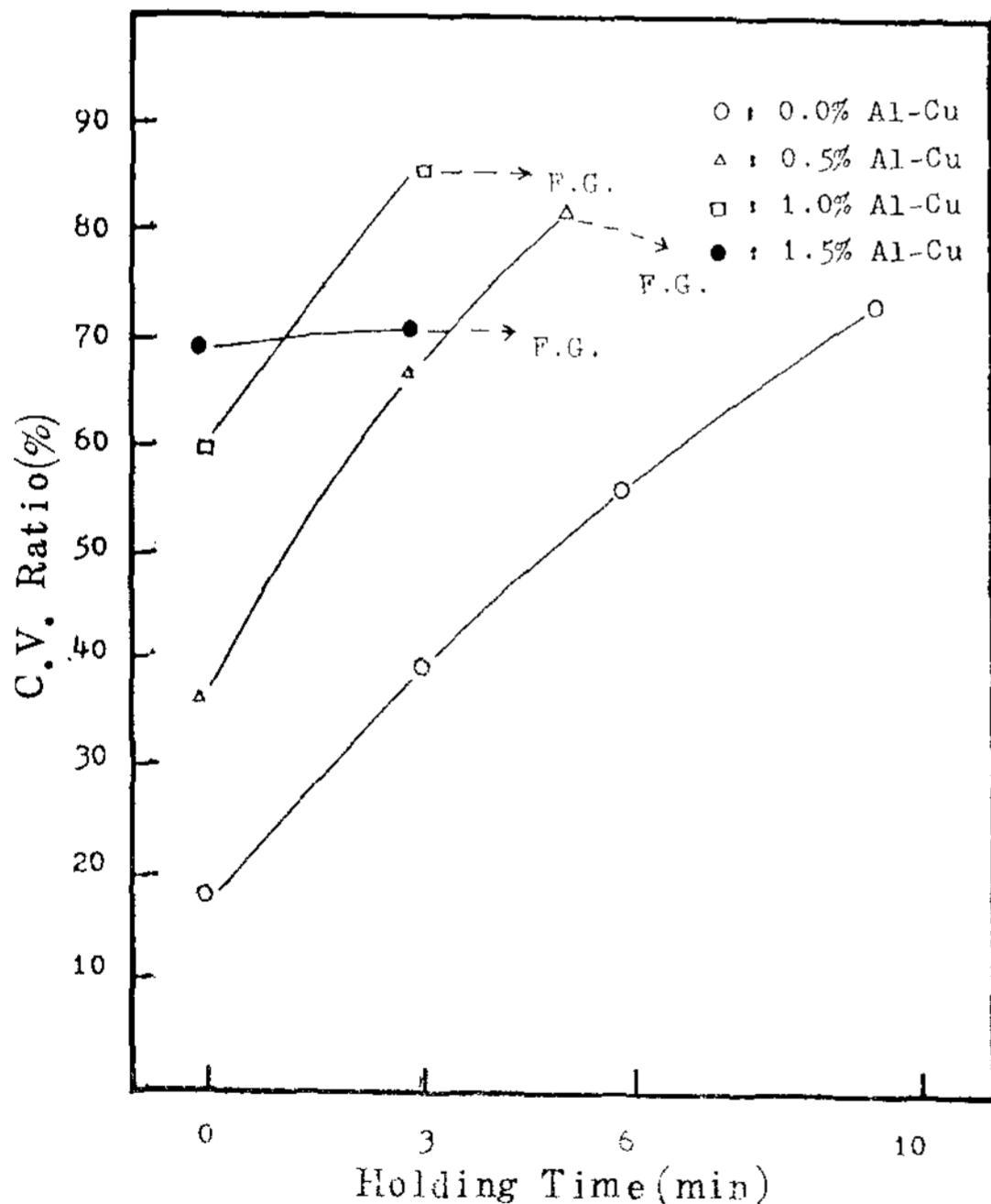


Fig.5 Relation between C.V. ratio and holding time with Al-Cu addition (Fe-Si-Mg:0.7%)

效果¹⁶⁾로 인해 CV黑鉛이 片狀黑鉛으로 변할 때 黑鉛核의 核生成數가 增加하여 微細한 片狀이 晶出하기 때문에 片狀에서는 처음부터 黑鉛數가 增加된 것으로 생각된다.

3-1-2 CV黑鉛形態에 미치는 添加效果

Fig.5는 각각의 Al-Cu添加量과 維持時間의 變化에 따른 CV化率의 變化를 나타낸 그림이다. CV黑鉛의 比率(CV化率)은 보통 球狀黑鉛과 CV黑鉛이 함께 晶出하는 경우 전체 黑鉛數에서 球狀黑鉛數를 제외한

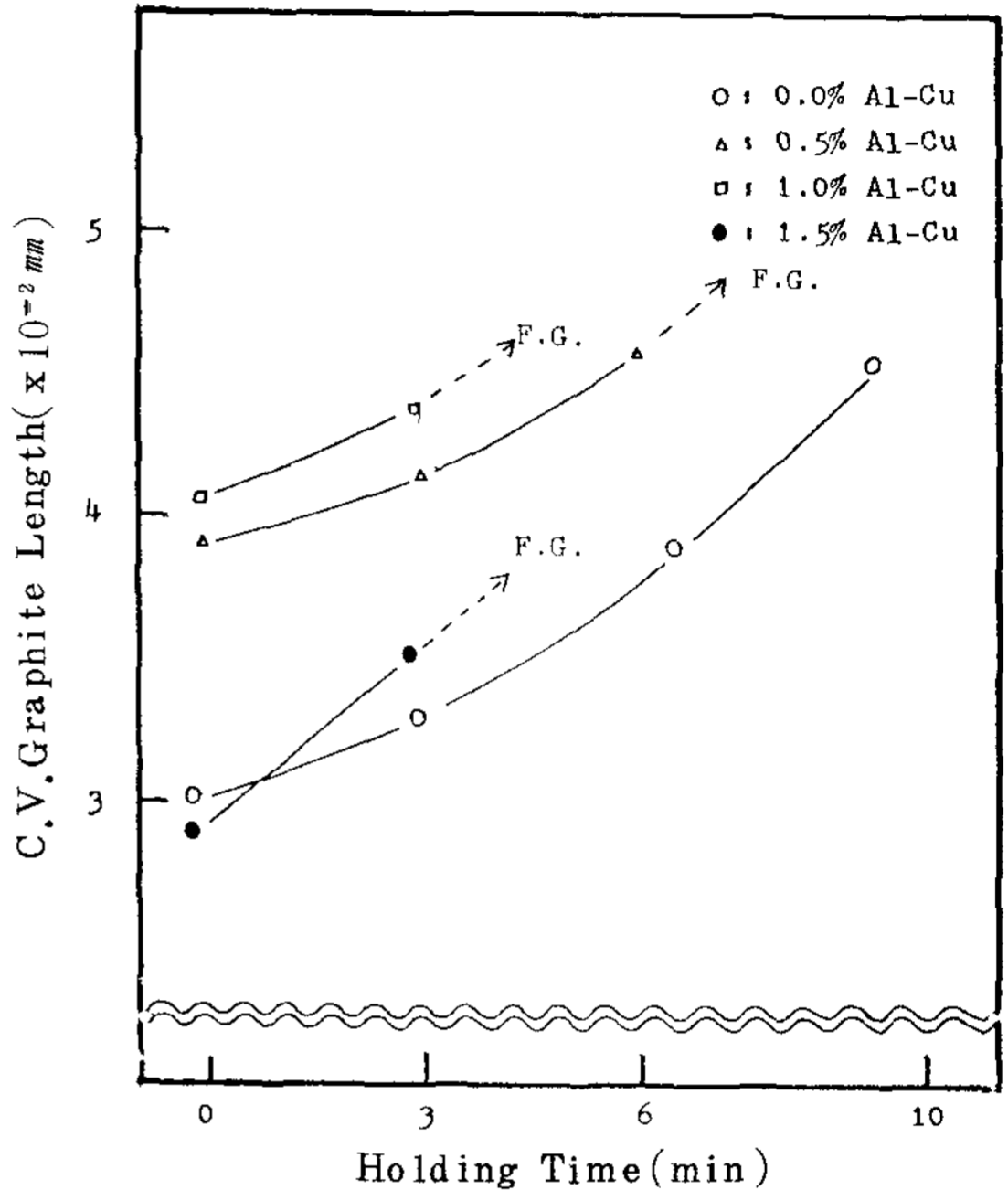


Fig.6 Relation between C.V. graphite length and holding time with Al-Cu addition (Fe-Si-Mg:0.7%)

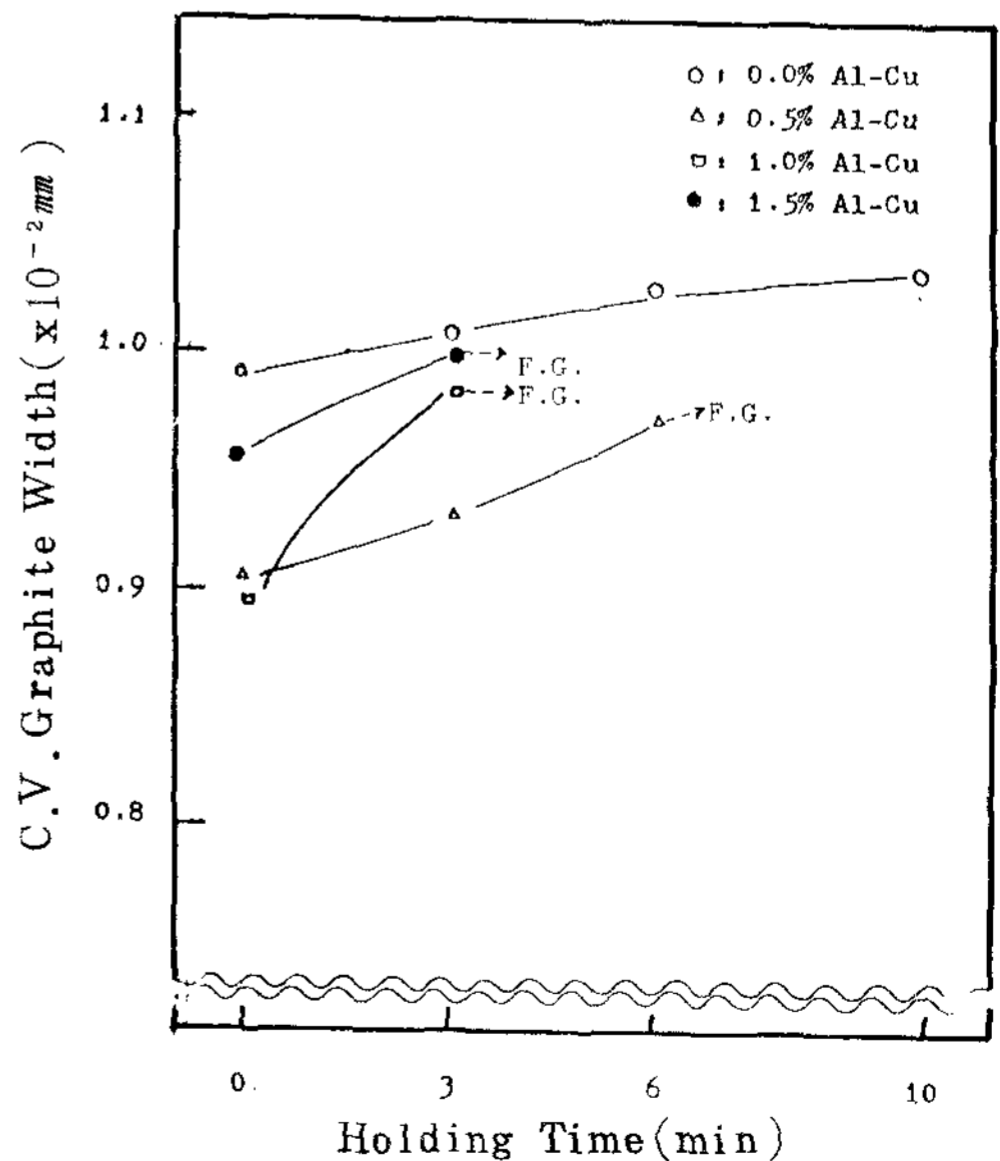


Fig.7 Relation between C.V. graphite width and holding time with Al-Cu addition (Fe-Si-Mg:0.7%)

한 CV黑鉛數의 比率를 나타낸 것이다. 그림에서 維持時間을 付與하지 않은 경우(直後)를 보면 Al-Cu 添加量에 따라 CV化率은 增加하였고 또 維持時間이 길어짐에 따라 역시 增加하는 것을 볼 수 있다. 여기서 1.0% Al-Cu 添加時 3分에서 가장 좋은 CV黑鉛鑄鐵을 얻을 수 있었다.

일반적으로 球狀黑鉛의 含有率이 20%이하인 것⁶⁾ (CV化率이 80%이상인 것)을 CV黑鉛鑄鐵로 規定하고 있으며, 15%이하면 완전한 CV黑鉛鑄鐵⁷⁾로 看做하고 있다. 이와같은 경우와 비교해 볼 때 1.0% Al-Cu 添加하여 維持時間 3分을 付與한 sample 은 양호한 CV黑鉛鑄鐵임을 알 수 있다.

Fig.6 과 Fig.7 은 CV黑鉛의 길이와 폭의 變化에 대한 그림이다.

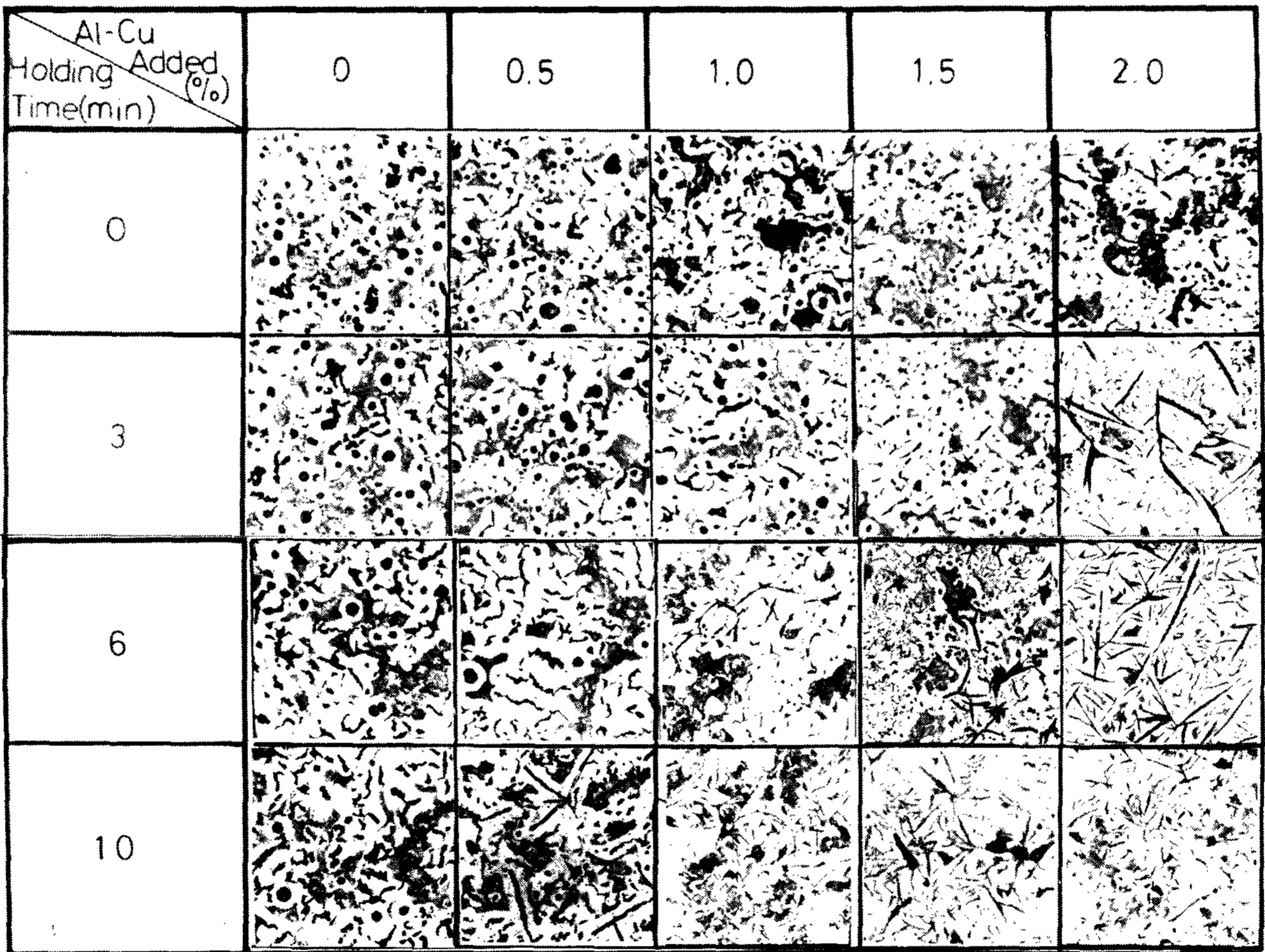
Fig.6 를 보면 Al-Cu 添加量 增加에 따라 길이는 길어졌으며 또 維持時間이 길어짐에 따라 역시 增加

하였다. 또 Fig.7 은 維持時間에 따라 黑鉛幅이 약간 增加하는 傾向을 나타내었다. 즉 전체 흑연중 CV黑鉛의 幅은 Al-Cu 와 Fe-Si 接種直後에는 CV黑鉛數도 적고 幅도 적었으나 3分 정도 유지시키면 흑연의 成長이 길이 방향으로 增加하였다. 여기서 幅成長은 약간 增加하였다.

이와같은 사실은 LUX등이 考察한 Spiral growth mechanism 에 의해 C-軸방향¹⁰⁾ 으로 두꺼워졌기 때문이라고 생각된다. 즉 CV黑鉛鑄鐵의 우세한 成長方向은 六方黑鉛結晶¹⁰⁾ 에서 C-軸이라고 볼 수 있다. 즉 길이 방향으로 成長이 잘 된다고 생각된다.

3-2 基地組織에 미치는 添加效果

Fig.8 은 試片을 부식시켜 Al-Cu 添加量과 維持時間의 變化에 따른 基地組織의 變化를 나타낸 사진이다. 維持時間 없이 Al-Cu 添加量만을 變化시켰을 때



0.2 mm

Fig.8 The change of matrix with Al-Cu addition & holding time (C:3.4%), Si:2.4%, Fe-Si-Mg:0.7%, x100)

Al-Cu添加量이 增加함에 따라 약간씩 ferrite 組織이 增加하는 傾向을 나타내며 각각의 Al-Cu添加量에서 維持時間을 變化시켰을 경우 維持時間이 지남에 따라 약간씩 ferrite 化 하는 傾向을 나타내고 있다. 이와같이 ferrite 양이 增加한 것은 組成成分에 黑鉛化元素인 Si 量이 많아서 基地組織이 ferrite 化된 때문이며 Al-Cu 量이 增加할 수록 Al이 ferrite 安定化元素^{9) 10)}이지만 Cu는 pearlite 安定化元素^{9) 10) 11)}이어서 Al에 의한 ferrite 化를 약간 저하시킨 것으로 생각된다. 그래서 전체적으로 ferrite가 약간 增加하였다. 그리고 유지시간이 길어질 수록 ferrite 組織의 量은 增加하고 pearlite 量은 감소하는 傾向을 보였는데 그것은 熔湯의 維持時間이 길어지면 Si 산화에 의한 SiO₂ 生成이 增加하여 凝固時에 黑鉛核 生成을 增加시키며 또한 黑鉛核의 成長을 촉진하여 黑鉛片周圍의 基地組織을 ferrite 化 하므로 ferrite 的 量이 增加¹⁵⁾ 하였다고 생각된다.

3-3 引張強度에 미치는 添加效果

Table 2는 앞 試片 중에서 熔湯을 球狀化 處理後

Table 2 The value of tensile strength

Sample No.	Graphite Form	Diameter (mm)	Tensile Strength (kg/mm ²)
1	Spheroidal	12.5	46.44
2	C.V.	12.5	38.29
3	Flake	12.5	27.29

直後에 出湯한 球狀黑鉛, Al-Cu 1% 添加後 維持時間을 3分 付與한 CV黑鉛, Al-Cu 2%를 添加後 維持時間을 10分 付與한 片狀黑鉛이 晶出한 試片을 택하여 引張試驗한 값이다. 이 경우 球狀黑鉛은 46.44 kg/mm²의 값을 갖는 데 이것은 不完全 球狀化 處理를 하였기 때문에 보통 球狀黑鉛鑄鐵의 引張強度 보다는 낮은 값을 나타낸다. 그리고 CV黑鉛의 38.29 kg/mm²의 값은 보통 CV黑鉛鑄鐵이 갖는 引張強度와 비슷한 값¹⁰⁾을 갖는다. 그것은 基地組織은 약간 ferrite 化 하였지만 Al-Cu가 基地組織內에서 고용강화를 일으켰기 때문에 引張強度가 CG 合金을 사용하여 제조한 CV黑鉛鑄鐵과 비슷한 값¹⁰⁾을 얻었다. 이

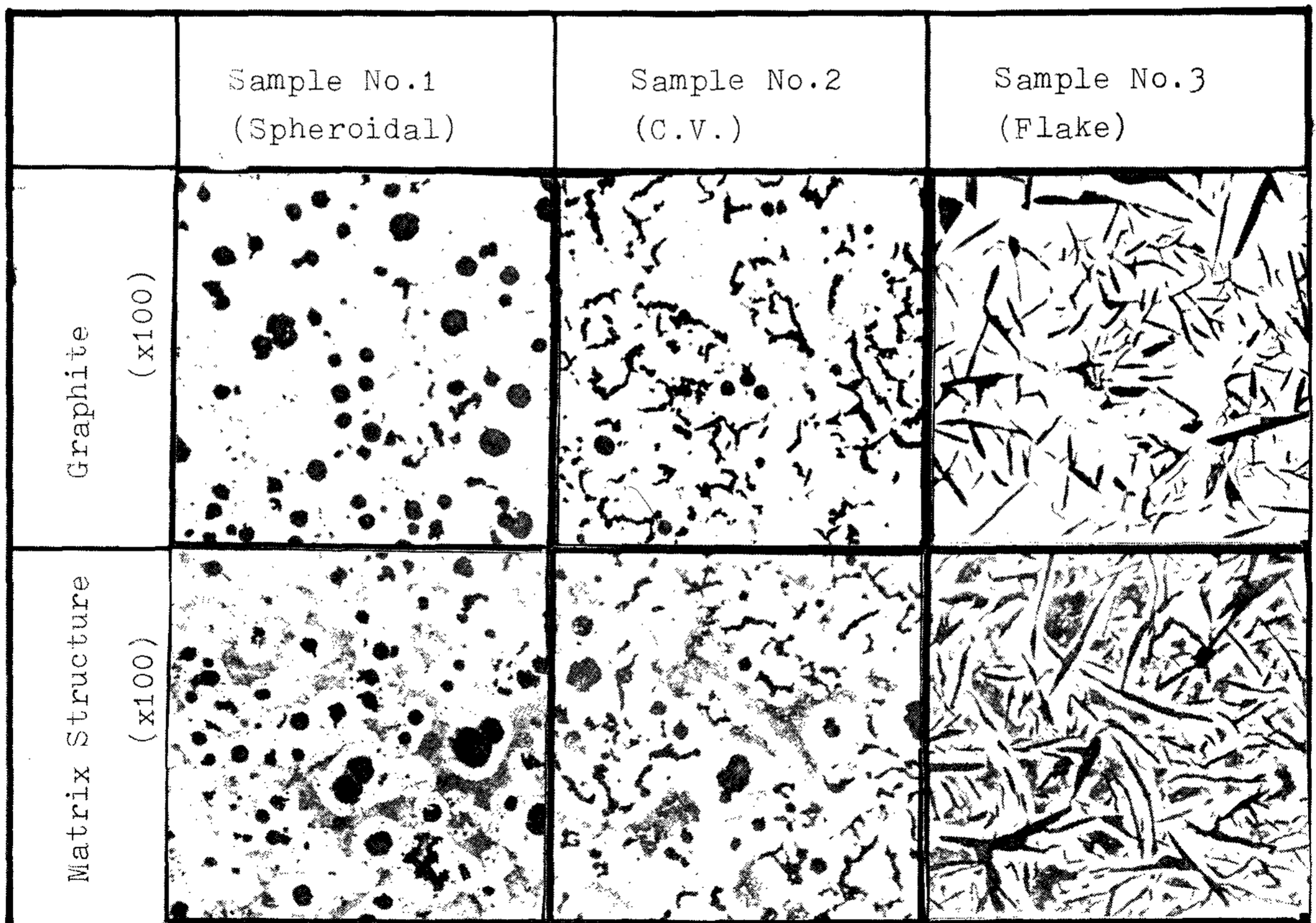


Fig. 9 The microstructure of spheroidal, C.V., and flake graphite

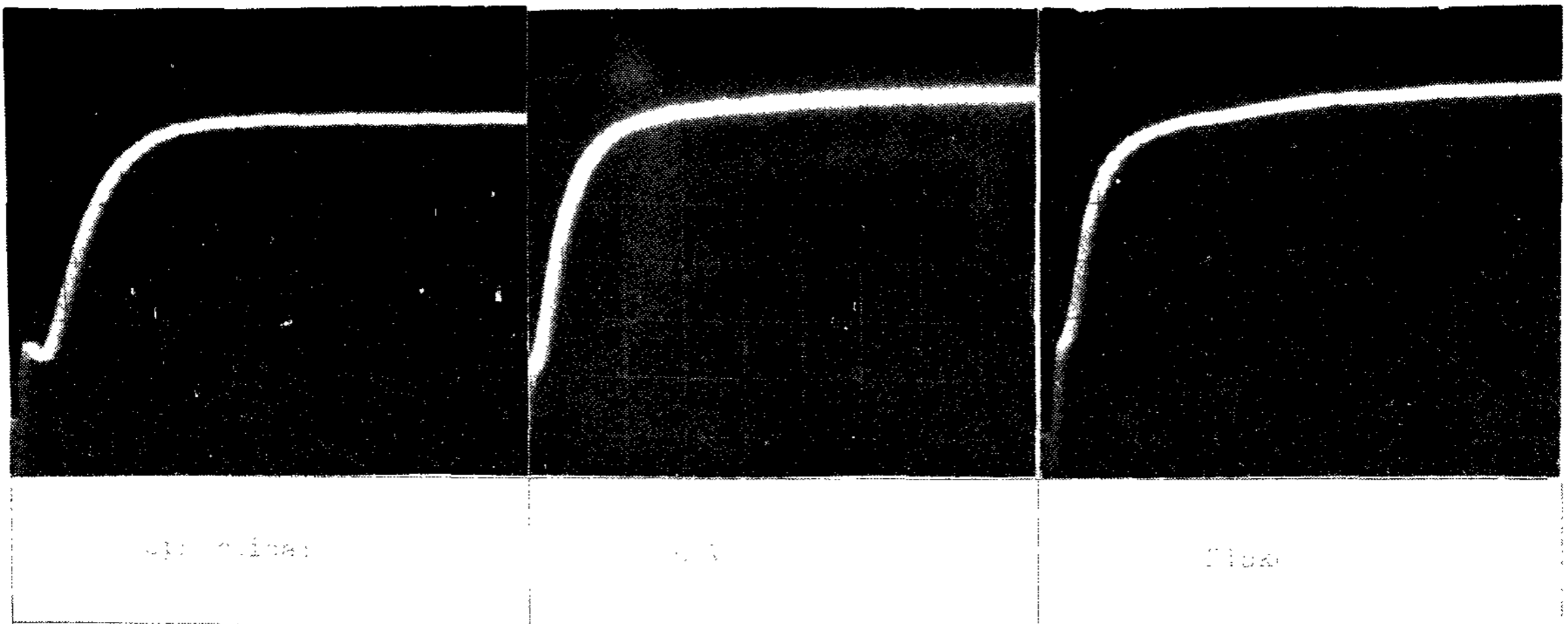


Fig.10 Temperature rise of back surface of a sample

것으로 보아서 Al-Cu 역시 CV黑鉛鑄鐵 제조에 좋다고 생각된다.

3-4 熱擴散係數에 미치는 添加效果

Fig.9은 熱擴散係數를 측정 한 試片의 組織 사진이다. Sample No.1은 球狀化 處理 直後의 Sample이고, Sample No.2는 球狀化 處理 後 Al-Cu 1% 添加하여 3分間 維持時間을 付與한 CV化率이 가장 좋은 Sample이며, Sample No.3는 球狀化 處理 後 Al-Cu 2% 添加하여 10分間 維持時間을 付與하여 片狀黑鉛이 晶出한 Sample이다. 이들 Sample을 實驗方法에서 언급한 閃光法¹⁾ (flash method)으로 측정 한 熱變化曲線은 Fig.10과 같다. 이 사진으로부터 Parker¹⁾, Lee¹⁸⁾ 및 Lee¹⁹⁾ 등이 제안한 식에 의하면 熱擴散係數와 熱傳導度는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\alpha = 1.38 \times L^2 / \pi^2 \cdot t_{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

$$K = \alpha DC \dots\dots\dots (2)$$

α ; thermal diffusivity

L ; thickness

$t_{1/2}$; half time

K ; thermal conductivity

D ; density

C ; heat capacity

식(1)은 熱擴散係數의 식이고, 식(2)는 熱傳導度를 구하는 식이다. 즉 식(1)로 thermal diffusivity를 구해서 그 값에 비열×밀도를 곱해주면 thermal conductivity를 얻을 수 있다. 본 實驗에서는 thermal diffusivity만을 측정하였다.

Table.3 Thermal diffusivity at 293 K

(C : 3.4%, Si : 2.4%, Fe-Si-Mg:0.7%)

Sample No.	Graphite Form	Thickness (mm)	Diameter (mm)	Half Time ($t_{1/2}$)	Thermal Diffusivity (m^2/sec)
1	Spheroidal	2.06	12.0	0.149	3.95×10^{-6}
2	C.V.	2.00	12.0	0.066	8.41×10^{-6}
3	Flake	1.97	13.1	0.061	8.81×10^{-6}

Table 3에서 각 Sample의 熱擴散係數의 測定 값을 보면 片狀黑鉛과 球狀黑鉛은 약 2.3배의 차이를 나타내지만 CV黑鉛과 片狀黑鉛은 약 5% 정도의 차이가 난다. 이와같은 現象은 熱擴散係數가 黑鉛의 形態 및 基地組織의 變化 등에 따라 그 값이 달라지기 때문이다.

黑鉛形態에 따른 變化를 보면 球狀黑鉛과 片狀黑鉛의 熱擴散係數의 차이가 약 2.3배 정도를 나타내는데 그것은 黑鉛形態에 一次的으로 기인한다고 생각된다.

Table.4 The matrix structure and l/w of the samples

Sample No.	Graphite Form	Pearlite (%)	Ferrite (%)	l/w
1	Spheroidal	26	63	1.2
2	C.V.	19	71	4.5
3	Flake	11	78	7.2

다. 이 黑鉛形態의 影響을 보기 위해서 Table 4에 각 Sample 사진의 黑鉛의 길이(l/w)와 폭(w)의 비(l/w)

를測定하였다. 그結果 l/w 가增加할수록熱擴散係數가增加하였는데 그것은 Masatoshi SASAKI¹²⁾ 등이實驗한 값과 같은傾向을 나타내었다. 이와같은現像은球狀黑鉛鑄鐵의黑鉛은 둥근形態가 서로獨立되어 있어서片狀黑鉛보다 훨씬 작은 값을 갖는다고 생각된다. 그리고 CV黑鉛은片狀黑鉛과 같이黑鉛이 서로連結되어 있으나片狀黑鉛보다 길이가 짧고 두꺼우며先端이 둥근形態¹³⁾를 나타내기 때문에熱擴散이球狀黑鉛과片狀黑鉛의中間 값보다 훨씬 큰 값을 갖는다고 생각된다.

그리고基地組織에 따른影響을 알아보기 위해 ferrite와 pearlite의 量의比(F/P)를 계산해보면, Sample No.1은 $F/P \approx 2.4$, Sample No.2는 $F/P \approx 3.7$, Sample No.3는 $F/P \approx 7.1$ 이 된다. 이 값으로부터 F/P가 증가할수록 Table 3의 thermal diffusivity에 대한變化를 보면球狀黑鉛과 CV黑鉛間에는 큰增加를 보였지만 CV黑鉛과片狀黑鉛間에는 약간의增加 밖에는 없음을 알 수 있다. 이것은基地組織의 ferrite化에 의한 thermal diffusivity의增加가黑鉛形態에 비하여 적다고 생각된다. 그理由는 thermal conductivity의 경우와 비교하였을 때黑鉛은 $0.7 \sim 1.0 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{C}$, ferrite는 $0.17 \sim 0.19 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{C}$, pearlite는 $0.12 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{C}$ ¹⁷⁾ 이기 때문에黑鉛과 ferrite, pearlite는 값의 차가 매우 크지만, ferrite와 pearlite 사이의 값은 크게 차이가 나지 않기 때문이라고 생각된다. 그래서本實驗에서는 thermal diffusivity에 미치는影響은基地組織에 대한影響보다는黑鉛形態에 대한影響이 크다고 생각된다.

4. 結 論

1. 成分이 一定한 (C: 3.4%, Si: 2.4%) 시료에서 Al-Cu添加量이增加할수록 CV黑鉛을形成시키는維持時間은短縮되어 Al-Cu 1.0%添加하고維持時間을 3分付與했을 때 가장 좋은 CV黑鉛鑄鐵을 얻었다.

2. 引張強度는球狀黑鉛, CV黑鉛, 片狀黑鉛이 각각 46.44, 38.29, 27.29 kg/mm²이었으며 CV黑鉛이球狀黑鉛과片狀黑鉛의中間 보다 더 컸다.

3. Al-Cu添加로 제조된球狀黑鉛, CV黑鉛, 片狀黑鉛의熱擴散係數는 3.95×10^{-6} , 8.41×10^{-6} ,

$8.81 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ 이었으며 CV黑鉛은球狀黑鉛보다 매우 값이 컸으며片狀黑鉛보다 약 5% 정도 적었다.

後 記

本 研究를 수행함에 있어 많은 도움을 주신 漢陽大 學校 機械工學科 李寬洙 博士님께 感謝의 뜻을 表합니다.

參 考 文 獻

- 1) W.J. Parker, R.J. Jenkins, C.P. Butler: Journal of applied physics Vol. 32, Number 9. Semtember, p. 1679, (1961).
- 2) D.M. Stefanescu, F. Martines: AFS Transactions, 82-111. (1982).
- 3) H.T. Angus: Cast Iron, Butterworths. P. 8, p. 126. (1976).
- 4) 金水泳, 梁勳永: 金屬材料學. 文運堂, (1974).
- 5) T. Kimura, C.R. Loper, Jr., H.H. Cornell: AFS Transactions, 81-88. (1981).
- 6) Thomas P. Fugiel: Technicopy, Foote Mineral Co., Oct. p. 2. (1980).
- 7) D.M. Stefanescu, C.R. Loper, Jr., R.C. Voigt, I.G. Chen: AFS Transactions, 82-71 (1982).
- 8) 朴允雨: 博士學位論文, 漢陽大, (1980).
- 9) Sissener, J., W. Thury, R. Hummer and Nechtelberger: AFS Cast Met. Res. J., p 178, 8(1972).
- 10) 康仁燦 : Journal of the Korea Institute of Metal, Vol. 19, No. 7, p. 588 (1981).
- 11) P.C. Liu, C.R. Loper, Jr., T. Kimura, E.N. Pan: AFS Transactions, 81-23 (1981).
- 12) Masatoshi SASAKI, Kohei TANIGUCHI, Chisato YOSHIDA, Dr. Eng. and Toshimasa SAKAMOTO: Journal of the Japan Foundarymen's Society. Vol. 55 p. 219, April. (1983).
- 13) E. Nechtelberger, H. Puhr, J.B. von Nesselrode, A. Nakayasu: Official exchange paper, 49th International Congress, Chicago, April 14-17, (1982).
- 14) Nobutaro KAYAMA, Katsumi SUZUKI, Kazuo KOYAMA: Report of the Castings Research Laboratory, Waseda Univ. No. 30, (1979).

15) 許甫寧 : 博士學位論文, 漢洋大, (1983). Hand Book', Iron Casting Society, Inc., July, (1981).
 16) 金水泳 : 大韓金屬學會誌, Vol, No. 2 Feb., (1982). 18) H.J. Lee: Ph.D. Thesis, Purdue Univ. (1975).
 17) Charles F. Walton, Timothy J. Opar : "Iron Casting 19) K.S. Lee: Ph.D. Thesis, Hanyang Univ. (1982).

海外寄贈圖書案内

日本綜合鑄物 (日本綜合鑄物 center) 83.9 월호
 鑄物 (日本鑄物協會) 83.7 월호
 鑄工 (중화민국 주조학회) 83.6 월호
 FUNDICAO (브라질 주물인 협회) 83.4 월호
 LA FOUNDERIE BELGE DE BELGISCHE GIETERIJ (벨기에 주물인 협회) 83.3 월호
 HOMES FONDERIE (불란서 주물인 협회) 83.5 월호
 TRANSACTIONS OF THE JAPAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY (VOLUME²)
 (일본 주물 협회) 1983년판
 タクタイトル 鑄鐵の進歩 (1983. 8, 岡林邦夫 寄贈)

주조誌 投稿案内

當學會의 鑄造誌에 對한 投稿要領은 아래와 같습니다.

1. 다음號 (Vol 3. No 2) 부터 5. 8. 11 월 30 일에 出刊될 豫定이므로 投稿는 研究論文은 出刊 50 日 前에 其他 原稿는 出刊 40 日 前에 當學會 事務局에 提出하여 주시기 바랍니다.
2. 研究論文 審議料는 1982年 10,000 원에서 1983年부터 20,000 으로 引上하여 받읍니다.
3. 研究論文 以外の 技術資料, 現場技術등의 原稿에는 所定の 原稿料를 支拂합니다.
4. 原稿送付處 : 서울시 용산구 동부이촌동 300 - 15

GIFA 84 참가회원 모집안내

1984년 6월 22일 ~ 28까지 독일의 Düsseldorf에서 개최되는 국제주물전시회에 참가를 희망하는 회원은 당학회 사무국에 신청하여 주시기 바랍니다.

신청양식

성명	소속	직책	주소	연락처 (TEL)