

# チャンキイ黒鉛組織の弊害とその生成機構

(株)宇部スチール ○糸藤春喜 河村晃司 榎谷 歩  
橋本典夫 山田 肇

## 1. 緒言

チャンキイ黒鉛は、厚肉球状黒鉛鋳鉄やニレジスト球状黒鉛鋳鉄のサーマルセンターに晶出する傾向が強い<sup>1)</sup>  
2)。超音波伝播速度測定等の非破壊検査による検出が困難であり、的確な判定方法が確立されていない。チャンキイ黒鉛の晶出は、機械加工面を粗悪にするばかりでなく、その部分の機械的性質を著しく低下させる。

本発表では、厚肉球状黒鉛鋳鉄に晶出するチャンキイ黒鉛の具体的な弊害<sup>1)</sup>を紹介すると共に、その生成機構<sup>3)</sup>  
4)及び防止策についても報告する。

## 2. チャンキイ黒鉛晶出の弊害

チャンキイ黒鉛晶出部の典型的なマイクロ組織を図1に示す。特徴としては、少数の粗大黒鉛と $\gamma$ デンドライトを伴って晶出する傾向にある。基地組織は、オール $\alpha$ に近いことが多い。機械加工面は、チャンキイ黒鉛晶出部が灰色の水玉模様を示し、黒鉛セル間は銀色に光る。図2に示すように、良好な球状黒鉛を有するものの加工面が白く光っているのに対し、チャンキイ黒鉛のものはどす黒い。また、チャンキイ黒鉛組織に点在する粗大黒鉛は、肉眼でもはっきり識別できる程大きい。チャンキイ黒鉛のマイクロ組織及び加工面のマクロ組織は、破面において更に鮮明に識別される(図2右)。図中の黒い部分がチャンキイ黒鉛晶出部、白い部分が $\gamma$ セル境界となる。

チャンキイ黒鉛組織は球状黒鉛のそれと極端に異なるものの、超音波伝播速度は、両組織間でほとんど差を見出すことができない。図2に示す1" J<sub>1c</sub>T/Pで測定したところ、双方共に平均値で約5660m/secであった。厚肉部で比較しても相対的に速度が下がるだけで、顕著な差は出なかった。超音波エコーの感度に若干差が出るものの、鑄放し時の非破壊検査としてチャンキイ黒鉛晶出の有無を判定することは、極めて困難である。押湯ネック等の断面あるいは機械加工面を直接観察する以外に、今のところ確実な方法は見当たらない。

チャンキイ黒鉛が晶出した実体と球状黒鉛が晶出した実体の機械的性質を比較した。その結果、チャンキイ黒鉛晶出材は、球状黒鉛材に比べ、引張強さ、伸び、絞りの点で著しく劣ることが分かった。引張試験の荷重-伸び線図及び機械的性質の比較例を、それぞれ図3、表1に示す。

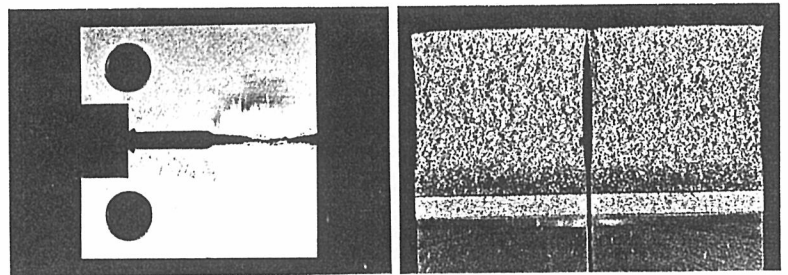
## 3. チャンキイ黒鉛の晶出機構及び防止策

### 3-1. 実験方法

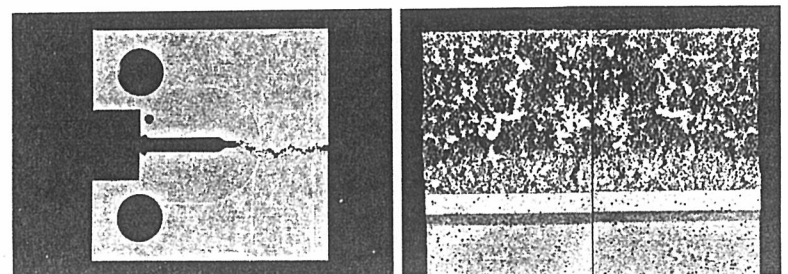
一般厚肉鋳物用に球状化処理した溶湯をサンプリングし、図4に示す保持炉内のるつぽに鑄込んで、炉温を制御しながら凝固させ、凝固中に水冷してその凝固中断組織



図1 チャンキイ黒鉛組織 (4ton, 220mm)



良好な球状黒鉛組織を有する厚肉球状黒鉛鋳鉄



チャンキイ黒鉛組織を有する厚肉球状黒鉛鋳鉄

図2 チャンキイ黒鉛晶出部の加工面及び破面 (1" J<sub>1c</sub>T/P)

を観察した。 るつばに鑄込む際、Si及びREを少量添加してチャンキイ黒鉛が確実に晶出する化学成分にした。化学成分は、3.50%C, 2.70%Si, <0.30%Mn, <0.060%P, <0.015%S, <0.020-0.040%Ce, 0.050%Mg を目標とした。球状化処理～共晶凝固開始までの時間及び温度スケジュールを図5に示す。1250℃に保持後の実冷却カーブ及び水冷時期を図6に示す。

### 3-2. 実験結果

各々の凝固中継組織を図7に示す。球状黒鉛鑄鉄の凝固過程と同様に、まず溶湯中に微細球状黒鉛が晶出するが、その数は球状黒鉛の場合の1/3～1/4であった。その後γ殻に取り囲まれる(図7-2)が、粒数は増えず、粒径、γ殻厚共に粗大化する(図7-3)。過共晶成分にもかかわらず、γデンドライトの晶出が観察された。

チャンキイ黒鉛は、共晶開始後一時間位よりγ殻及びγデンドライト周辺、あるいは両γ間に晶出し始めた。成長中のチャンキイ黒鉛は、溶湯チャンネルを介し残湯と接していた(図8)。チャンキイ黒鉛は、上記γと介在物との界面で核生成することが分かった(図9)。

### 3-3. チャンキイ黒鉛晶出の防止策

チャンキイ黒鉛は、凝固開始までの時間が長く、共晶温度を比較的高くコントロールし、平衡状態に近づけた時に晶出する傾向にあった。これらの要因をつぶすことが防止策として有効であろう。すなわち、凝固時間の短縮が最も効果的であると思われる。

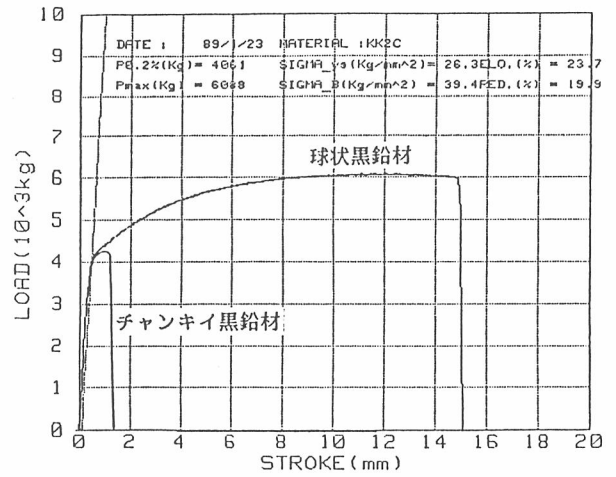


図3 球状及びチャンキイ黒鉛材の荷重-伸び線図の比較

表1 黒鉛組織の異なる厚肉部の機械的性質

実体	0.2%耐力 σ <sub>0.2</sub> (kgf/mm <sup>2</sup> )	引張強さ σ <sub>B</sub> (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び ε (%)	絞り φ (%)	ヤング率 E (kgf/mm <sup>2</sup> )	硬度 HB (10/3000)	衝撃値 CVN (kgf·m/cm <sup>2</sup> )
球状黒鉛材	26.3	39.2	21.9	19.8	17100	146	1.1
チャンキイ黒鉛材	26.1	27.8	3.5	2.4	16700	146	0.8

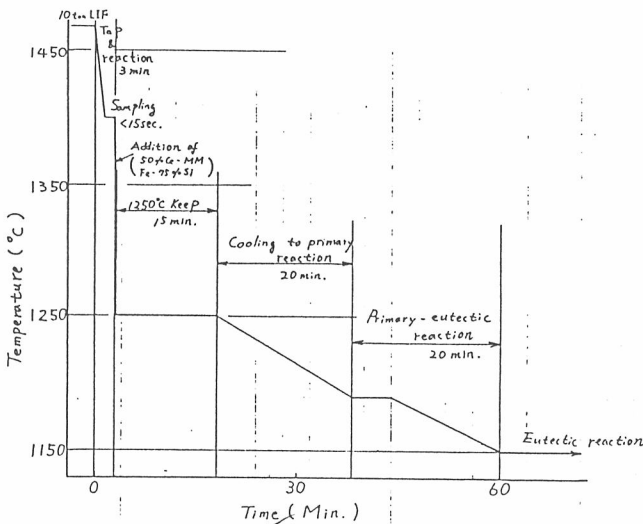


図5 チャンキイ黒鉛晶出のための時間及び温度条件

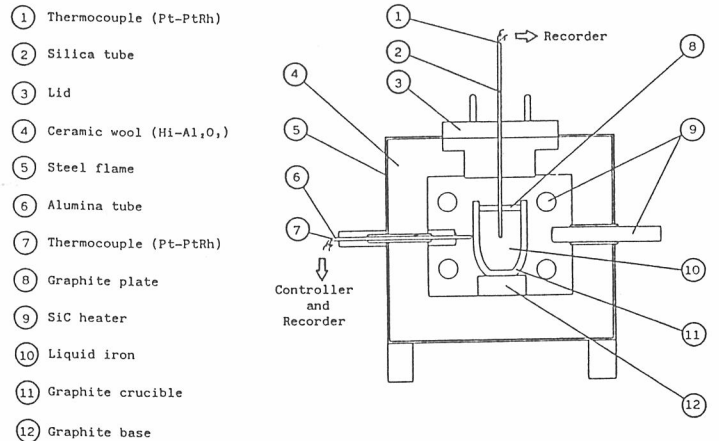


図4 凝固シミュレーション用実験保持炉  
(炉内容積 250 × 250 × 180mm)

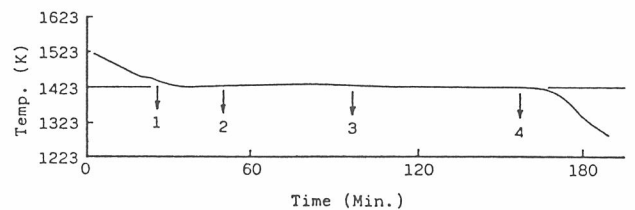


図6 チャンキイ黒鉛が晶出する凝固冷却カーブ

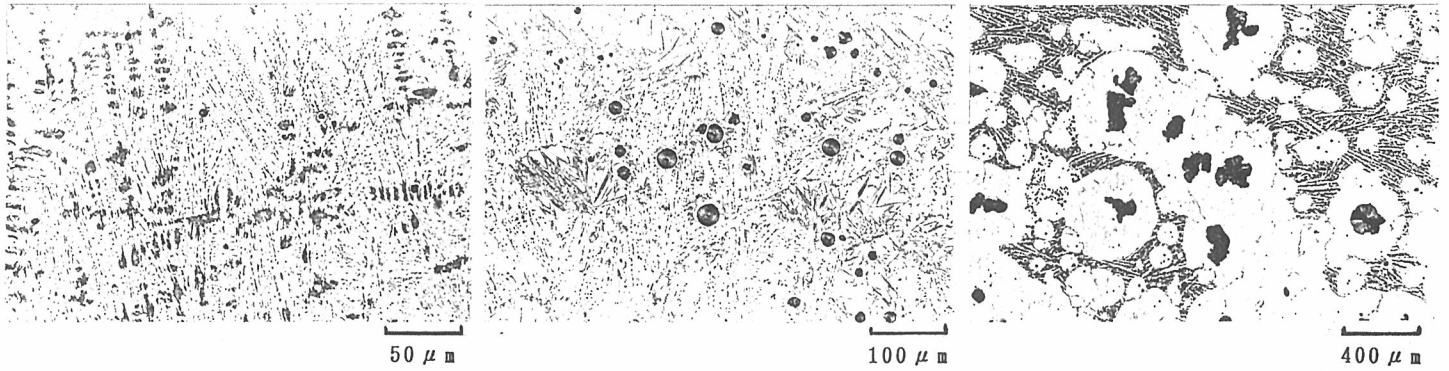


図7 チャンキイ黒鉛組織の凝固中階組織 (5% Nital腐食)

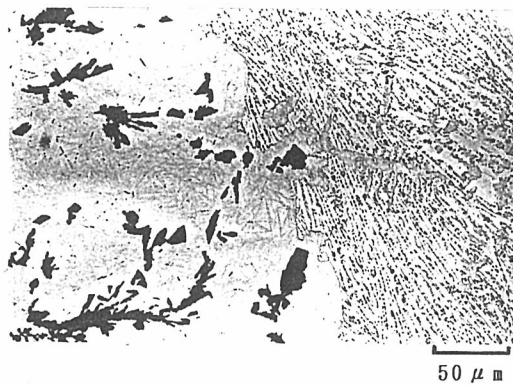
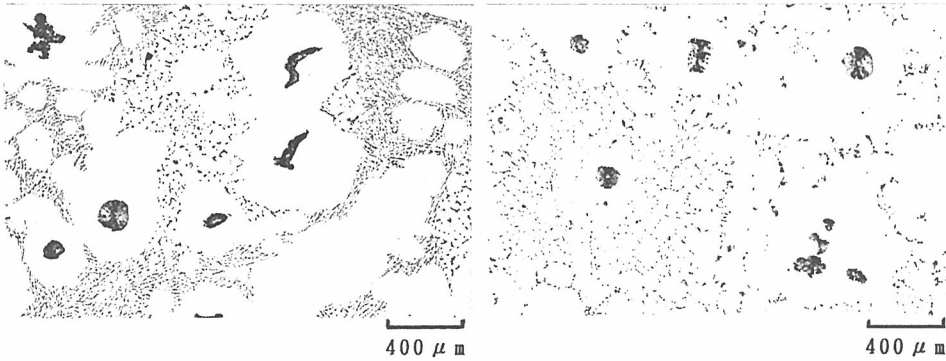


図8 溶湯チャンネルを通じて残湯と接する成長中のチャンキイ黒鉛、水冷試料4 (5% Nital腐食)

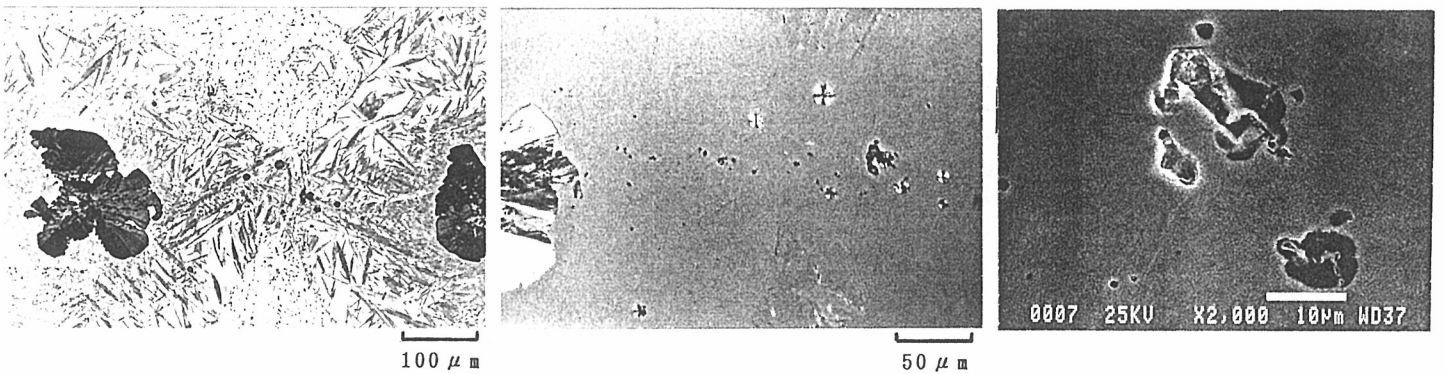


図9 チャンキイ黒鉛の生成サイト及び生成開始例、水冷試料3 (5% Nital腐食)

参考文献

- 1) 糸藤、河村、橋本、山田、都野「チャンキイ黒鉛層の機械的性質」日本鋳物協会第115回全国講演大会講演概要集、5月(1989)、P85。
- 2) J.W.Grant et al, "Production of Castings in Flake and Spheroidal Graphite Austenitic Irons," The British Foundryman, May (1972), P172.
- 3) H.Itofuji et al, "Foramtion Mechanism of Chunky Graphite in Heavy Section Ductile Cast Irons," AFS Trans., Vol.98 (1990), P429.
- 4) 糸藤、榎谷、橋本、山田「チャンキイ黒鉛組織の形成過程」日本鋳物協会第121回全国講演大会講演概要集 10月(1992)、P6。