

(様式第 5 号)

## X 線 CT を用いた鋳鉄組織の観察 Observation of microstructure for ductile cast iron using X-ray CT

池田 朋弘\*, 馬場智士\*  
Tomohiro IKEDA\*, Satoshi BABA\*

\*日之出水道機器株式会社  
\*HINODE, Ltd.

- ※ 1 先端創生利用（長期タイプ）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※ 2 利用情報の公開が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後 2 年以内に研究成果公開〔論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表〕が必要です（トライアル利用を除く）。
- ※ 3 実験に参加された機関を全てご記載ください。
- ※ 4 共著者には実験参加者をご記載ください（各実験参加機関より 1 人以上）。

### 1. 概要

球状黒鉛鋳鉄の基地組織は、鉄と球状の黒鉛で構成される。球状黒鉛鋳鉄の機械的性質は、黒鉛の形状や寸法、分布状態などの影響を強く受ける。このような黒鉛の状態は、製造方法により大きく変わる場合がある。そこで本研究では、製造方法による黒鉛の状態の違いを非破壊で調査するための方法として、X 線 CT の活用を検討した。そして、黒鉛の状態を詳細に把握するための最適な手法について考察した。

#### (English)

The microstructure of ductile cast iron is composed by iron matrix and nodular graphite. The mechanical properties of ductile cast iron strongly depend on the characteristics of the graphite such as graphite nodularity, size and distribution. The characteristics of the graphite is affected the production techniques. The key objective of this study is non-destructive investigation for the graphite characteristics by using of X-ray CT.

### 2. 背景と目的

球状黒鉛鋳鉄は、自動車、鉄道、産業機械分野などで構造用部材として幅広く用いられている。球状黒鉛鋳鉄の基地組織は、鉄と球状の黒鉛で構成される。その機械的性質は、黒鉛の形状や寸法、分布状態などの黒鉛性状の影響を強く受ける。黒鉛性状は、製造方法により大きく変わる場合があるため、球状黒鉛鋳鉄の品質を向上させる上では黒鉛性状を把握することが重要である。そこで本研究では、製造方法による黒鉛性状の違いについて非破壊で調査できる X 線 CT を用いて三次元的に把握することを試みた。そして、黒鉛の性状を把握するための最適な手法について考察した。

### 3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

本研究では、所定の製造条件で作製した球状黒鉛の素材を準備した。そして、この素材から約  $\phi 1$  に加工し、X線CT観察用試料2個(サンプルNo.1, 2)を作製した。

X線CTの観察には、BL07を利用した。図1にサンプル観察時の状況と条件を示す。測定に必要な装置は、X線画像検出器、試料回転ステージ及び制御系である。測定方法は、従来のX線CTと同様であり、入射X線に対して試料を回転し、各角度毎に投影像を測定するものである。

### 1.条件

日時：2018/11/09 10:00- 11/09 21:00  
場所：佐賀LSBL07  
エネルギー：42 keV,  
分光器：Si(220), TC10x5 mm  
カメラ：VHR

サンプル設置： $\theta$ -2 $\theta$ サンプルステージ  
カメラ設置：PILATUSステージ  
サンプル：クリップで固定

### 2.撮像条件

15秒x505投影、背景50枚  
ROI：1264 x 501、Binning 1x1  
サンプルNo.1 11091010  
サンプルNo.2 11091310

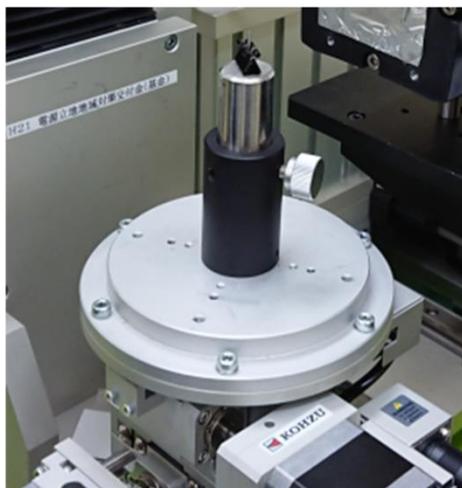


図1 観察状況及び条件

## 4. 実験結果と考察

図2,3に、サンプルNo.1の試料について、観察で得られた材料中の黒鉛の分布状態を調べたX線CT像と三次元ボリュームレンダリング像を示す。各図中に矢印で示すものが黒鉛であると考えられ、可視化することができた。

図4に、一般的な球状黒鉛鑄鉄の組織写真を示す。図4より、通常の組織では黒鉛は図2で観察される状態よりも明らかに多く分布していることが分かる。図2,3のような状態として観察された要因としては、本実験で用いた観察試料が厚すぎることやより高いエネルギーが必要であることが考えられる。なお、サンプルNo.2については黒鉛を画像中に捉えることができなかった。

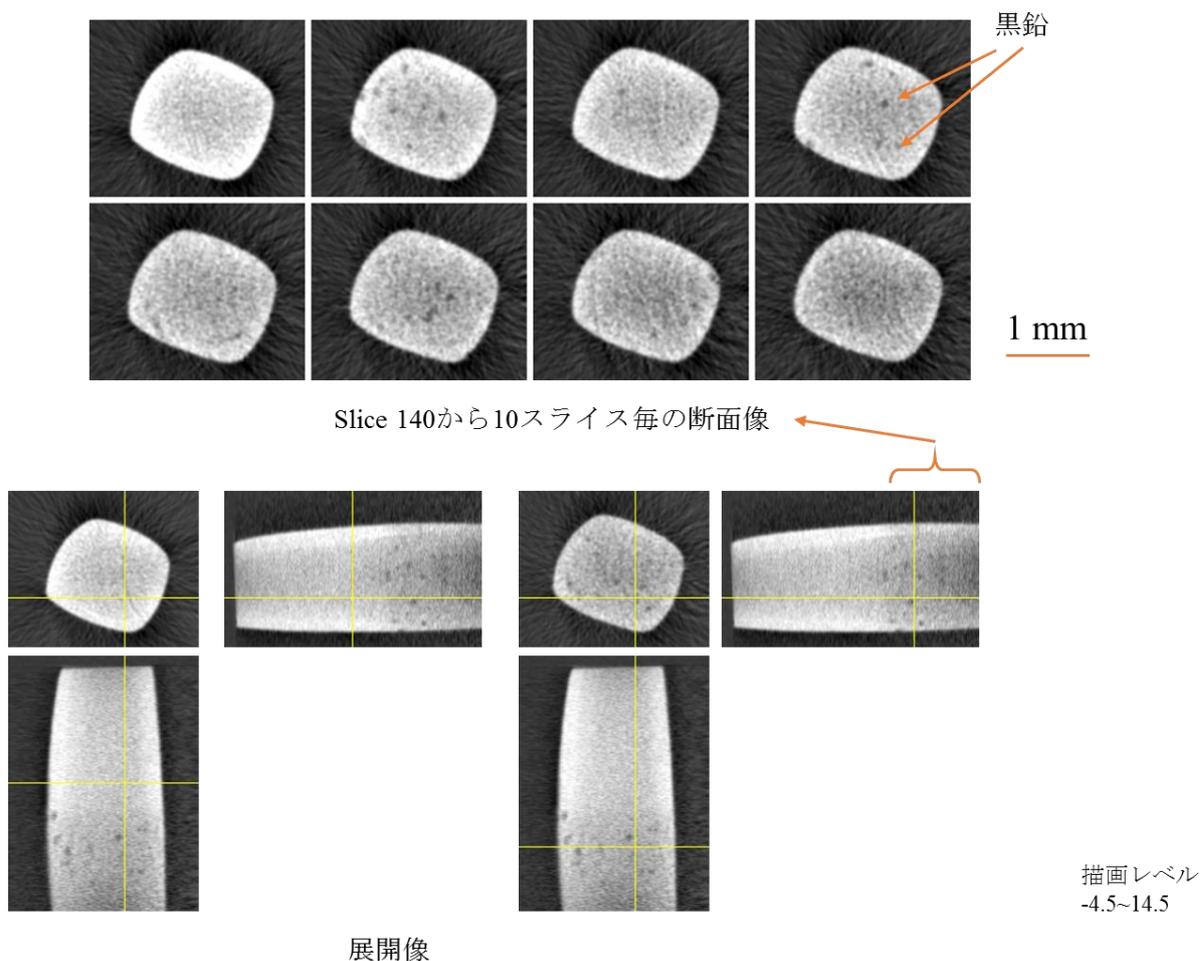


図2 X線CT像

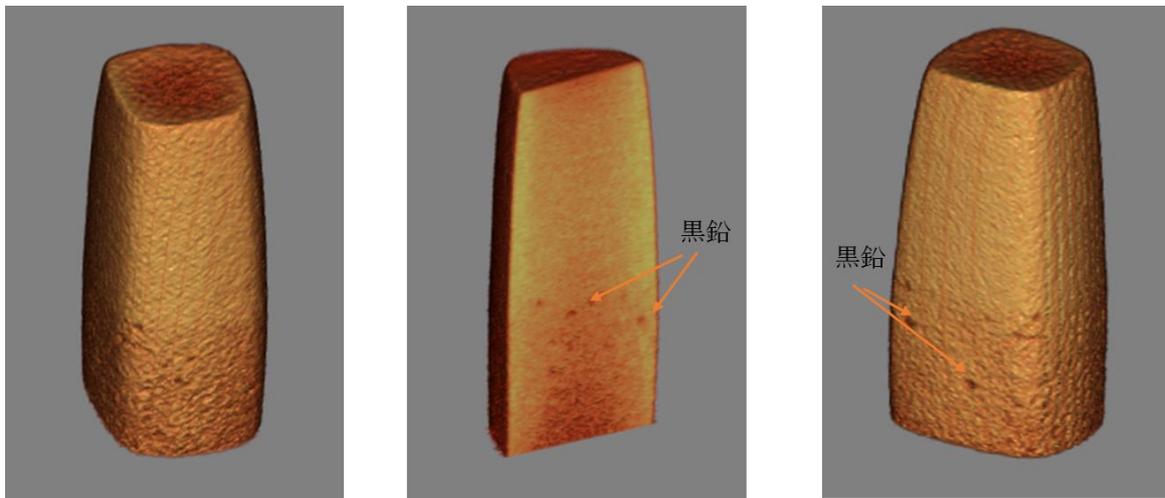


図3 三次元ボリュームレンダリング像

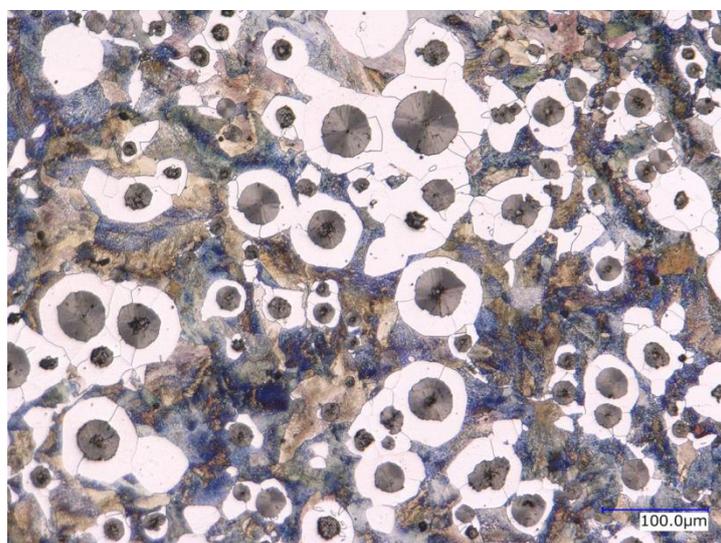


図4 球状黒鉛鑄鉄の組織写真

## 5. 今後の課題

上述の通り、黒鉛を捉えることは出来たが、存在する全ての黒鉛を可視化できるまでには至らなかった。そこで今後は、産業用のCT装置などで分解能の高いものを選定し、黒鉛をより鮮明に捉えることができないか検討を進めたい。

また、サンプル No.2 については黒鉛を画像中に捉えることができなかった。より安定して観察できる条件の検討も今後の課題のひとつである。

## 6. 論文発表・特許 (注：本課題に関連するこれまでの代表的な成果)

未定

## 7. キーワード (注：試料及び実験方法を特定する用語を2～3)

球状黒鉛鑄鉄, 黒鉛, X線CT

## 謝辞

実験の推進にあたり、九州シンクロトロン光研究センター米山明男博士にご協力頂き、多くのことをご指導を頂きました。深く感謝申し上げます。

以上