

# 鋳物に生じる内部欠陥の低減化に関する研究（第1報）

大平 武俊、三原 利之、小寺 将也

## Study on Reduction of Internal Defects in Castings (I)

Taketoshi Ohira, Mihara Toshiyuki and Kodera Masaya

鋳造時に砂型や中子から発生するガスに起因する内部欠陥の低減が望まれている。これまでは、実験室レベルで粘結剤から発生する微量のガスを分析してきた<sup>1-3)</sup>。本研究では、鋳物砂が実際の溶湯に接触したときに発生するガスを採取し、その特性の把握を目的としている。本年度は高濃度のガスの分析法について検討した結果、無機ガス・低級炭化水素・フェノール類・BTX類の特性に合った分析法を確認した。

### 1. はじめに

鋳物はその製造過程で“鋳巣（いす）”とよばれる内部欠陥（鋳物内部の気孔）が発生し、鋳物業界で長年の課題となっている。この製造過程において、熔融した金属を流し込むための砂型や中空部を製作するための中子は、砂を樹脂（粘結剤）で固めているため、高温の熔融金属で樹脂が熱分解し、大量のガスを発生することが鋳物の内部に鋳巣を発生させる原因の一つとなっている。

これまで、実験室レベルで微量の発生ガスを分析してきた<sup>1-3)</sup>。本研究では、鋳物工場で鋳物砂が実際の溶湯に接触したときに発生するガスを採取・分析し、その特性を把握することで、鋳物の内部欠陥の低減に寄与することを目的としている。本年度は、現場レベルの高濃度発生ガスの分析法について検討を行った。

### 2. 試験方法

#### 2.1 無機ガス・低級炭化水素の保存性

無機ガス・低級炭化水素は現場で採取しても、その場での測定できず、実験室に持ち帰る必要がある。よって、測定するまでに時間がかかるため、その保存性について検討した。まず、捕集袋（GLサイエンス(株)製スマートバッグPA）に水素・二酸化炭素・メタンガスをそれぞれ500ppmとなるようにヘリウムで希釈調整し、その24時間後、48時間後の濃度を測定した<sup>1)</sup>。

#### 2.2 固相捕集分析法の検討

これまでの実験ではサンプル（コーテッドサンド）の重量を70mgで行い、フェノール類・BTX類の低濃度での捕集については確認している<sup>1)</sup>。しかし、現場実験ではこの約500倍の量での実験を想定しており、高濃度の場合には捕集剤の破過の問題があるため、その分析方法について検討を行った。

##### 2.2.1 高濃度フェノール類分析法の検討

実験装置の概略を図1に示す。容器にフェノール類（フェノール、*o*-クレゾール 各100mg）を入れ、出口には固相吸着剤（waters(株)製 Sep-Pak Plus PS-2 Cartridge）2個とその先端に吸引ポンプを接続し、220

℃のオイルバスに捕集瓶を入れ、気化させたフェノール類を1000 ml/minで2分間吸引捕集して分析した<sup>1)</sup>。

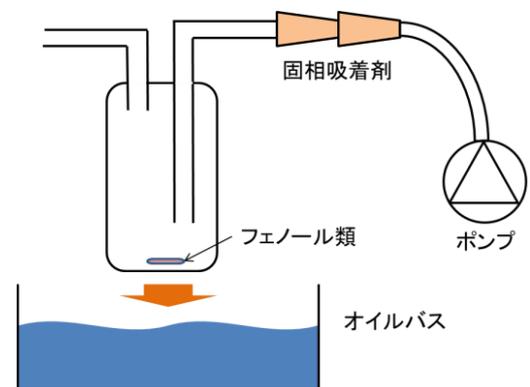


図1 実験装置の概略

##### 2.2.2 高濃度BTX類分析法の検討

前述と同様に、容器にBTX類（ベンゼン、トルエン、*m*-キシレン各100mg）を入れ、出口に固相吸着剤（柴田化学(株)製カーボンポーアクティブ）3つを接続し、気化させたBTX類を捕集した。

また、希釈法として、窒素ガスを充填した捕集袋にBTX類が各10μg/mLとなるように調整し、出口に固相吸着剤2つとその先に吸引ポンプを接続して、気化させたBTX類を1000 ml/minで1分間吸引捕集し分析した<sup>1)</sup>。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 無機ガス・低級炭化水素の保存性

水素・二酸化炭素・メタンガスの保存性を図2に示す。いずれのガスも、24時間後は保存率がほぼ100%で、48時間後でも保存率が90%を超えた。これにより、現場で採取後実験室に持ち帰り、翌日測定が可能であることが確認できた。

#### 3.2 高濃度フェノール類分析法

これまでの実験で、フェノール類は酸化雰囲気及び不活性雰囲気1000℃以上では発生せず、不活性雰囲気800℃でサンプル70mgに対してフェノールが約100μg発生

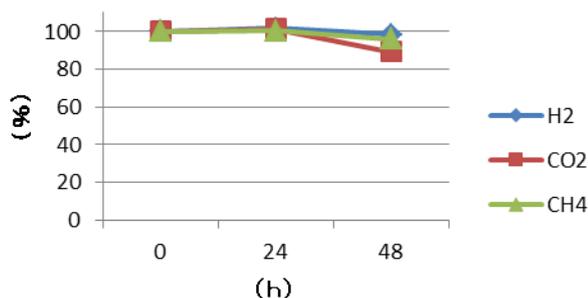


図2 各ガスの保存性

した<sup>2,3)</sup>。現場実験では、溶湯への接触開始時は酸化雰囲気中で熱分解し、周りの酸素が消費されると不活性雰囲気になる。また、フェノールが発生する不活性雰囲気の中で1400°C近くの接触表面が800°C以下になるサンプルはその一部分であると考えられる。サンプル全てが不活性雰囲気800°Cの時と同量のフェノールが最大で発生すると仮定した場合、約50mgを捕集できる固相吸着剤が必要となる。フェノール類の高濃度捕集分析法の結果を図3に示す。フェノール、*o*-クレゾールともに1段目は50mg程度以上に捕集されており、2段目はほとんど捕集されていない。これは、1段目が破過せず捕集できたことを意味している。これにより、現場実験においてフェノール類は本固相吸着剤で捕集が可能であることが確認された。

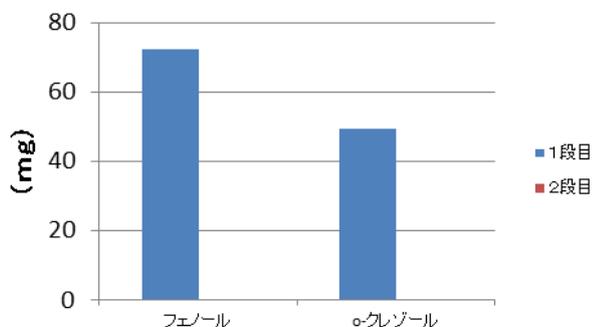


図3 高濃度捕集分析法 (フェノール類)

### 3.3 高濃度 BTX 類分析法

これまでの実験で、BTX類は酸化雰囲気中で発生しなかったが<sup>3)</sup>、1000°Cの不活性雰囲気においてはコーテッドサンド70mgに対して、ベンゼンが最大で約100μg発生した<sup>2)</sup>。前述と同様に現場での実験時には約50mgを捕集できる固相吸着剤が必要となる。BTX類の高濃度捕集分析法の結果を図4に示す。BTX類は、1段目で10~18mg、2段目・3段目はそれ以上に捕集されていた。これは1段目も2段目も破過したことを意味し、こ

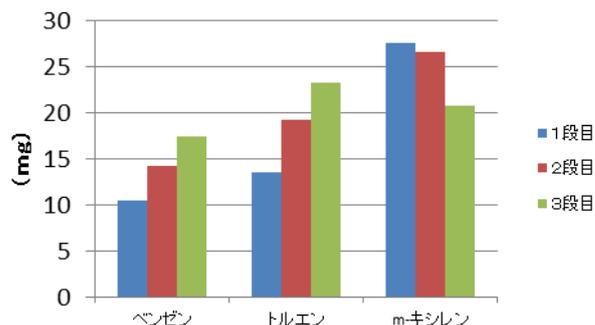


図4 高濃度捕集分析法 (BTX類)

の方法では捕集できないことが判明した。

そこで、希釈法について検討した結果を図5に示す。BTX類のいずれも、1段目で10mg程度が捕集され、(回収率は95%以上)、2段目はほとんど捕集されなかった。これにより、現場での実験においては、捕集袋で捕集したガスの一部を希釈して、濃度を低くすることにより破過を防ぎ、分析することが可能となった。

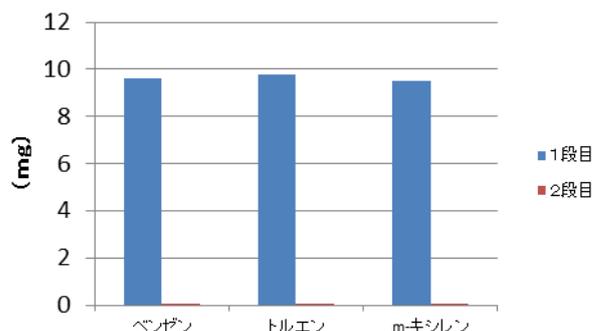


図5 希釈分析法 (BTX類)

## 4. まとめ

粘結剤から発生する高濃度ガスの分析法について検討を行い、次の結果を得た。

無機ガス・低級炭化水素の捕集袋での保存性が確認できた。フェノール類は高濃度ガスの固相吸着による捕集が可能であることを確認できた。BTX類は、高濃度ガスをそのままでは固相吸着することができないが、希釈法を用いて固相吸着し、分析することが可能となった。

### 【参考文献】

- 1) 大平ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.2, pp19-22,2014
- 2) 大平ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.3, pp20-23,2015
- 3) 大平ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.4, pp19-21,2016