

「合成ガス炉システム」～CO(一酸化炭素)ガスによる耐火物腐食試験～

1. はじめに

脱炭素社会の実現に向け、製鉄分野では水素還元製鉄への検討がはじまっている。その際、耐火物に関係してくるのがCOガスとH₂ガスなどである。耐火物とそれらのガスとの反応研究のうち、COガスは過去の一時期研究されたが、現在は行われていない。H₂ガスについてはほとんど研究されていないのが実情である。

そこで、将来的に各種ガス種が扱える「合成ガス炉システム」の確立を目指し、まずは、COガスと耐火物との反応性を調査した。さらに、COガスに関する米国の試験規格ASTM C 288-87にはない、COガス反応後の試料評価法を見出したので紹介する。

2. 「合成ガス炉システム」の装置構成 (図1)

COガスの場合についての装置構成を示す。

- ①COガスは爆発性および致死性の高いガスであるので、特別仕様のキャビネットにCOガスボンベを格納し使用。
- ②ガス混合装置：現在、6成分用の質量流量計を備え、ガス混合が可能な装置。今回はN₂、Ar、COを単独で使用。N₂、ArはCOとは別系統で②に導入。
- ③カーボン炉：所定温度で、ガス流量制御が可能。
- ④プロセスガスモニター：分子量2～65の分子の定性分析。

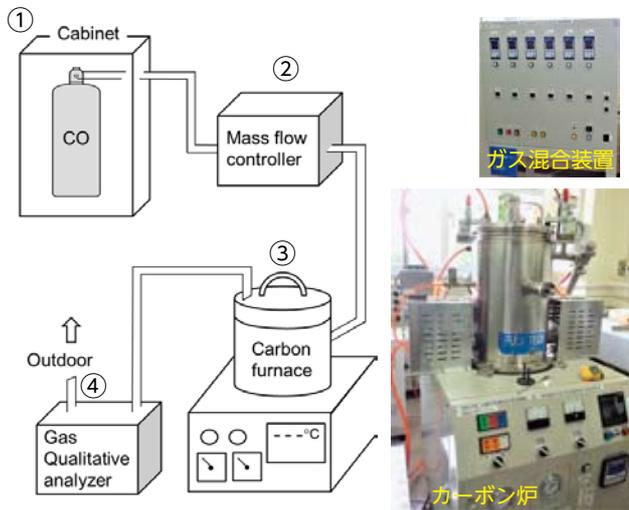


図1 「合成ガス炉システム」とCOガス室内実験仕様

3. 炭素析出の再現

過去の研究で、400℃以上からCの析出とCO₂の発生が指摘されている。次の条件で調べた結果(図2)、CO置換ケースで、400℃を超えてからのCO₂急増が検出され、炭素析出が再現できた。

- 試料：形状φ50×H50mm、材質Al₂O₃-SiO₂系(SK34)
 加熱処理条件：10℃/min-500℃保持
 雰囲気：真空(～60Pa減圧)⇒CO置換⇒CO(試験中)
 真空⇒Ar置換⇒加熱開始後CO(試験中)

減圧処理とCOガスの充填を十分に行うことがこの実験では重要と分かった。

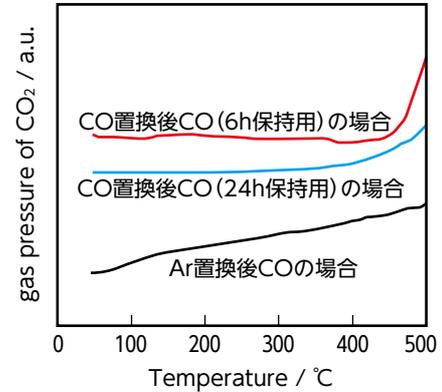


図2 昇温過程におけるCO₂発生状況

4. 通気率の異なる試料のCOばく露試験(表1、図3)

真空-CO置換後CO雰囲気での条件で、通気率の異なるSK34れんがのCOばく露試験を500℃で行い、さらに、X線回折(XRD)、割裂強度を調べた。

- ・試験後外観より、黒色物とクラックの発生を確認。
 - ・試験後の黒色物のXRDからC、Fe₃O₄、Fe₃Cを同定。
- ⇒図2のCO₂増は鉄化合物を触媒とした炭素沈積反応。
 ⇒従来報告されている炭素沈積のメカニズムを再確認。
- ・試験前試料の通気率が大きく、ばく露時間が長いほど、炭素沈積増、クラック大、強度低下大。

表1 500℃、COばく露試験前後の通気率と割裂強度

試料名	A1	A2	A3	
保持時間/h	2	4	4	
通気率/m ²	試験前×10 ⁻¹³	4.8	5.3	8.2
	試験後×10 ⁻¹³	4.8	5.9	13.0
割裂強度/MPa	3.6(試験前)	2.7	1.9	1.5

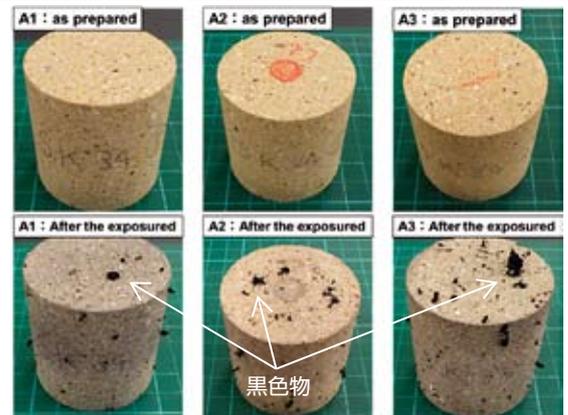


図3 500℃で2-4h保持のCOばく露試験前後外観

5. 結言

- ・本システムはCOばく露試験に相応しい条件設定が可。
- ・通気率が大きほどCOガス反応を助長することを見出した。
- ・通気率はCOガス反応後の試料評価法に適用可。