

(44) 高炉炉底カーボンブロックの化学的損傷に関する一考察

川崎製鉄 技術研究所 ○斎藤三男 新谷宏隆

1 緒言 吹卸し高炉の炉底側壁カーボンブロックには、写真1にみられるような変質脆化層が認められ、そこにはアルカリ、亜鉛が存在する場合が多い。しかし、その脆化機構は不明である。ここではアルカリ、亜鉛とカーボンブロックとの反応について検討し、実炉回収れんがとの対比を行なった。

2 実験 1) カーボンブロックの25×25×500mmの柱状試料を堅型管状炉内で、高温部1200℃、低温部100℃の温度勾配をもたせAr/CO混合ガス中でアルカリおよび亜鉛蒸気との反応実験を行ない、外観観察、亀裂発生部のEPMA、SEM観察、侵入成分の定量等を行なった。2) 20×20×120mm試料をK₂CO₃または亜鉛とコークスブリーズとの混合物中で、所定温度で3hの処理を行なった後、コークスブリーズ中に埋設し、1200℃、3hの加熱処理を行なうのを1サイクルとし、このくり返しを行ない、各サイクル毎に重量、気孔率、弾性率の変化を測定した。

3 結果と考察 1) アルカリ蒸気の反応実験では、650℃～800℃にクラックの発生、660～680℃の部位に角の剝離等がみられた。アルカリは図1に示すように、広い温度範囲に分布している。また、高温側ではブロック内に局在するSiO₂、Al₂O₃と共存しており、アルカリ珪酸塩を形成していると考えられる。さらに、ブロック中心部にもアルカリの存在が認められることから、アルカリ蒸気はブロックの気孔を通して侵入することを示唆している。一方、ZnOはブロック外面の480～600℃に相当する位置に付着しており、図1にみられるように比較的狭い範囲に分布している。このZnOの析出部をコークス中で1200℃に加熱すると付着物は消失し、気孔量は原ブロックの1.6倍となった。

図2に回収れんが内のアルカリ、亜鉛の分布と気孔率を示した。アルカリは鉄皮側と稼働面側で少なく、亜鉛は狭い範囲に濃縮しており、実験室的検討結果とよく似た分布状態を示している。2) 熱処理のくり返し実験では、図3に1例を示すが、K₂CO₃処理によって気孔率は減少し、弾性率は大きくなる。これをコークス中で加熱処理すると、気孔率は上昇、弾性率は低下し、処理回数が増す毎にその変化は大きくなる。亜鉛処理についても同傾向の現象がみられた。

以上から、カーボンブロックは、COの存在下で組織内にK₂O、ZnOの析出やアルカリ珪酸塩の生成による体積変化で亀裂を発生する。さらに、炉内温度の変動あるいは炉壁の損耗によりK₂O、ZnOの蓄積部の温度が上昇すると、それらの還元と揮散が起こり空隙を残すことになる。このような析出と還元をくり返し、脆化が促進するものと考えられる。



写真1. 回収れんがの変質層

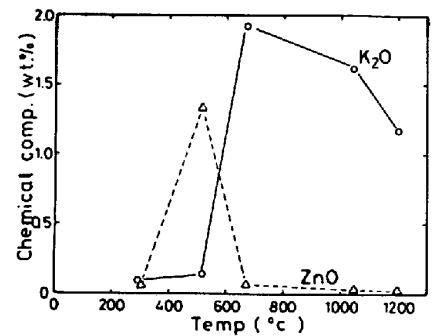


図1. 柱状試料(断面平均濃度)のK₂O、ZnOの分布

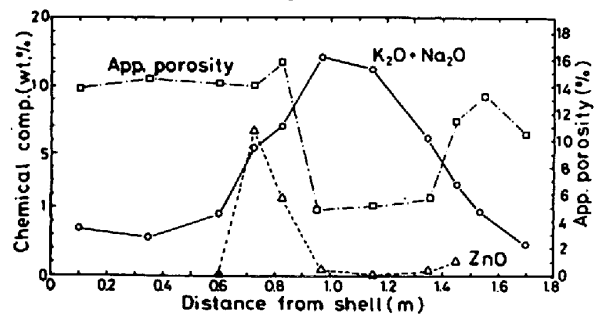


図2. 炉底回収れんがのアルカリ、ZnOの分布と気孔率

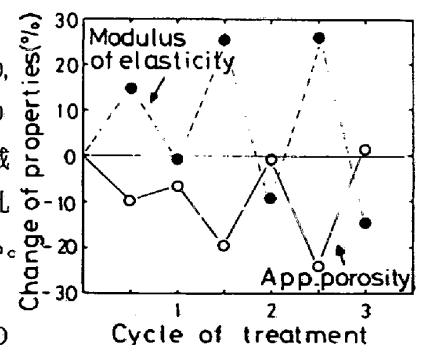


図3. 900℃、1200℃くり返し実における物性変化