

(399) 還元ガス雰囲気中材料試験の諸問題

科技庁・金材技研

田辺 龍彦  
 四巻 樹男  
 渡辺 亮治

藤塚 正和  
 吉田 平太郎

I. 実験目的: 現在, 高温ガス原子炉 (VHTR) からの高温のガスを利用した鉄鉱石の直接製鉄システムの開発が進行中である。当実験は, このシステムにおいて使用される還元ガス (80% H<sub>2</sub> + 15% CO + 5% CO<sub>2</sub>) 雰囲気中での材料試験において生ずる諸問題について, 問題点及びその解決策を探ったものである。

a) 炭素析出, 水分生成; 還元ガスは高温においてガス間で種々の反応を引き起し (表 I) その結果生ずる炭素, 水分は実験系での流路閉塞の原因となる。高温でのガス間の反応を考慮して計算した各温度での炭素析出線を図 1 に示す。実験ガスは 650°C 付近で炭素析出を引き起すと予想される。又, 表 1 中 (7) の反応から生ずる水分は計算から 900°C 以上において 4% 程度まで上昇し露点で 30°C 以上となり出口側低温部での結露, 及びそれに伴う流路閉塞が予想される。

b) 测温; 還元ガス雰囲気中では, 熱電対は長時間の使用で起電力劣化を引き起すと予想される。

II. 実験方法・結果: a) 炭素析出, 水分生成; SUS304 で作られた恒温槽中に高温で還元ガスを流した後の炭素及び水分の生成状況を図 2 に示す。予想通り, 650°C 付近での炭素の析出, 及び出口ガス露点の上昇, 出口低温部での結露, 流路閉塞が認められる。しかしこれら炭素析出, 水分生成は恒温槽材質を考慮することによりかなり低減することが認められる。石英管を使用した場合, 水分・炭素の生成はほとんど無視できる。又, 強度上, 石英を使用できない場所においては, 金属表面をセラミックコートすることにより水分・炭素の生成はかなり改善される。BN (窒化ホウ素) コートが有効であることが実験より認められた。b) 熱電対劣化; PR 熱電対は水素雰囲気中で使用することは問題があり, また CA 熱電対は裸で使用した場

合, 図 3 に示すように起電力低下を引き起す。しかしながら BN をコートすることにより, この起電力低下はかなり低減することが認められる。

表 1 ガス間の化学反応

$CH_4 = C + 2H_2$	$K_{p1} = \frac{P_C \cdot P_{H_2}^2}{P_{CH_4}}$	(1)
$CO + H_2 = C + H_2O$	$K_{p2} = \frac{P_C \cdot P_{H_2O}}{P_{CO} \cdot P_{H_2}}$	(2)
$2CO = C + CO_2$	$K_{p3} = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}^2}$	(3)
$H_2O = H_2 + \frac{1}{2} O_2$	$K_{p4} = \frac{P_{H_2} \cdot P_{O_2}^{1/2}}{P_{H_2O}}$	(4)
$CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$		(5)
$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$		(6)
$H_2O + CO = H_2 + CO_2$		(7)
$CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2$		(8)
$Me + \frac{x}{2} O_2 = MeO_x$		(9)
$Me + yC = MeC_y$		(10)

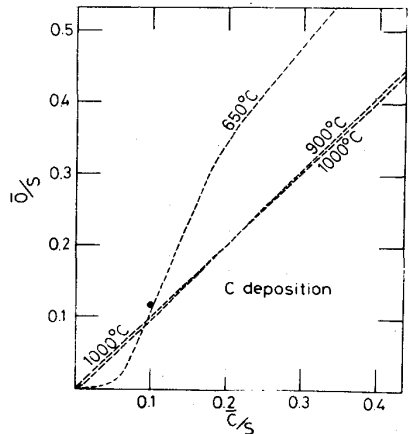


図 1 各温度炭素析出線

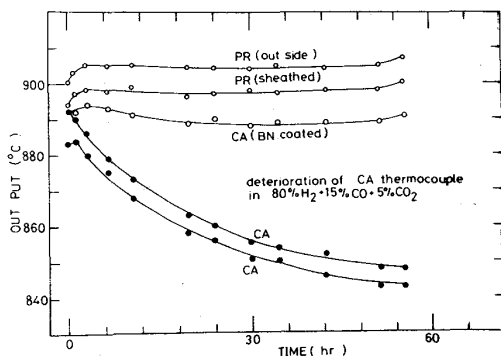


図 3 熱電対の劣化

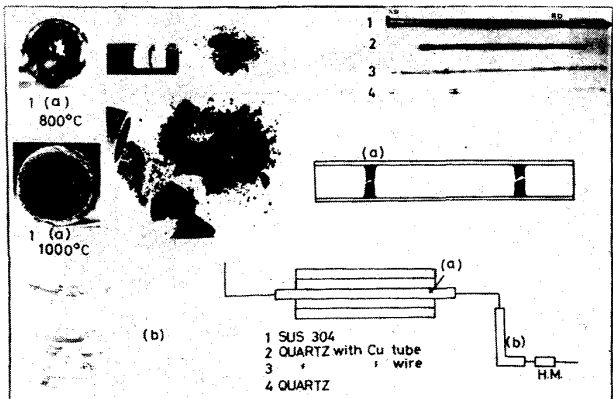


図 2 炭素・水分の生成