

石炭火力のボイラ底部蒸発管のファイヤークラック抑制

温度変化や腐食ガス成分の影響評価

Suppression of Fire Cracks in Evaporator Tubes at the Bases of Coal-Fired Boilers

Evaluating the Effects of Temperature Changes and Corrosive Gas Components

(電力技術研究所 発電G 火力T)

(Thermal Power Team, Power Generation Group, Electric Power Research and Development Center)

石炭焚ボイラでは、温度変化に伴う応力変化や燃焼ガス中の腐食成分により、蒸発管表面でファイヤークラック(蒸発管表面の円周方向に発生する多数のき裂)が発生する。そこで、実機ボイラを対象に炉内温度測定や燃焼ガス測定を行い、ファイヤークラックを抑制する手法について検討を行った。以下にその概要を紹介する。

Fire cracks (numerous cracks generated in the circumferential direction on the surfaces of evaporator tubes) can occur on the surfaces of the evaporator tubes of coal-fired boilers, resulting from changes in stress caused by temperature fluctuations, or corrosive components in combustion gases. To address this, measurements of the internal furnace temperatures of actual boiler equipment, and of the characteristics of their combustion gases, were performed, and techniques to suppress the formation of fire cracks were investigated. A summary of these investigations is introduced below.

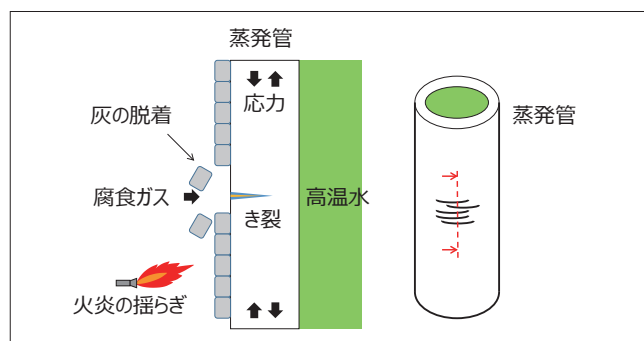
1 研究の背景・目的

石炭焚ボイラの蒸発管では、火炎の揺らぎや灰の脱着によって発生する温度変動による繰り返し熱応力や燃焼ガス中の硫化水素などの腐食ガスにより、ファイヤークラックが発生する(第1図)。このため、蒸発管表面にCr含有量の高い被膜を溶射するなどの対策が行われている。しかし、ボイラ底部の蒸発管(第2図)では、ボイラ上部から落下する硬質なクリンカ(熔融固化した灰)によりその表面が損傷するため、新たな対策を見出す必要がある。そこで、実機ボイラを対象にボイラ各部の炉内温度測定および燃焼ガス測定を行い、ファイヤークラックを抑制する手法について検討を行った。

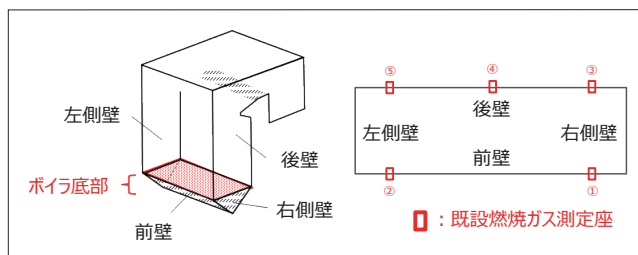
2 研究の概要

(1) 炉内温度測定

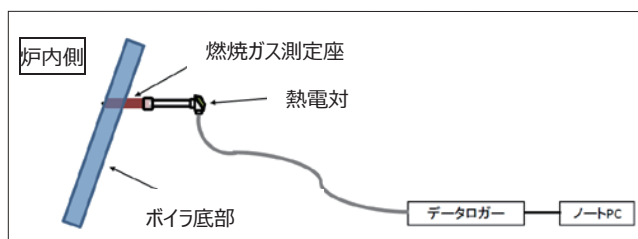
第3図にボイラ底部の水平断面図を示す。炉内温度測定は、既設の燃焼ガス測定座(前壁側2箇所+後壁側3箇所の計5箇所)に熱電対を挿入して約2カ月間行った(第4図)。



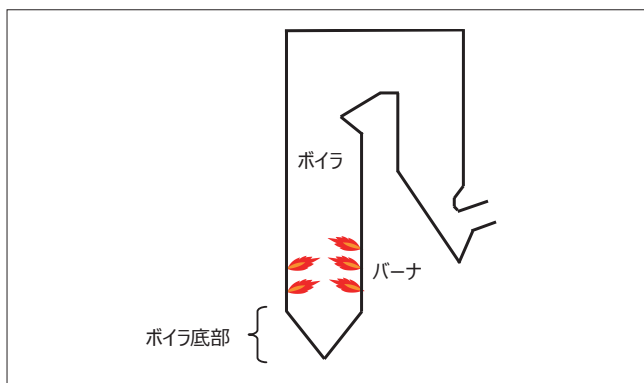
第1図 ファイヤークラックの発生イメージ



第3図 ボイラ底部の水平断面図



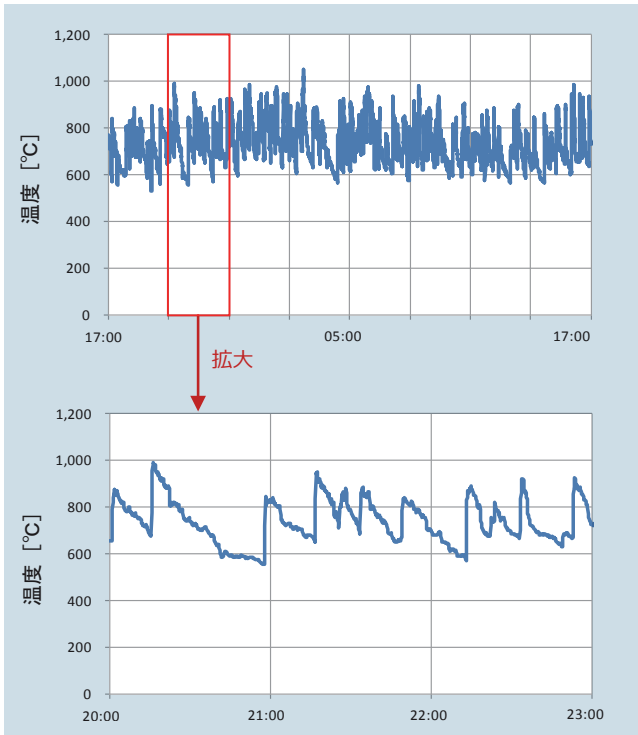
第4図 温度計測状況(イメージ)



第2図 ボイラ側面図

第5図に炉内温度の経時変化の一例を示す。炉内温度は600～1,000℃の間で変動しており、温度変動の頻度は1時間に数回で不規則に発生していた。温度変動の原因としては、前述のとおり、火炎の揺らぎや灰の脱着が考えられるが、今回の温度変動はそれほど頻繁ではないこと、ボイラ底部は傾斜しており、灰が堆積しやすい構造であることなどから、灰の脱着により発生したものと推定する。次に、約2カ月間の温度測定結果をもとに、ボイラ底部の蒸発管の表面温度を推定し、その温度変動回数をデータ処理により計数した。その結果(第1表)、150℃以上の温度変動回数(400MPa以上の応力変動に相当)は、前壁①で420回と最も多く、10年間で2.5×

10⁴回に相当する。この値は、ボイラ蒸発管相当材料の破断寿命以上となることから、疲労によるき裂が発生しやすいことを確認した。



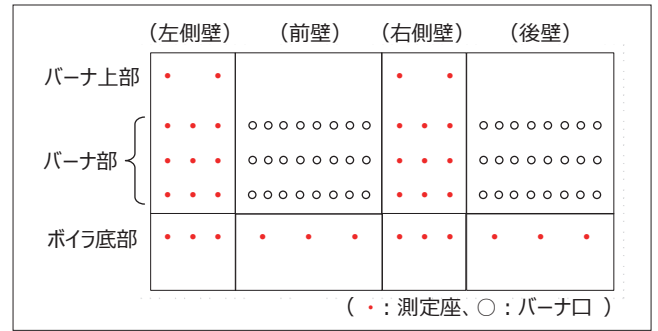
第5図 炉内温度の経時変化(前壁①)

第1表 ボイラ底部蒸発管の温度変動回数

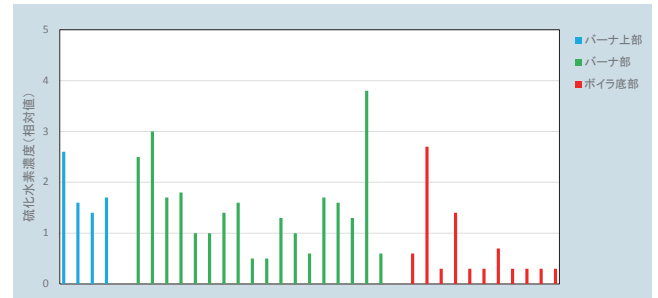
温度変動幅 [°C]	測定位置					熱応力変動 [MPa]
	前壁		後壁			
	①	②	③	④	⑤	
150-175	403	122	143	93	7	394以上
175-200	17	39	39	12	3	459以上
200-225	0	3	8	0	0	525以上
225-250	0	0	0	0	0	591以上
合計	420	164	190	105	10	

(2) 燃焼ガス測定

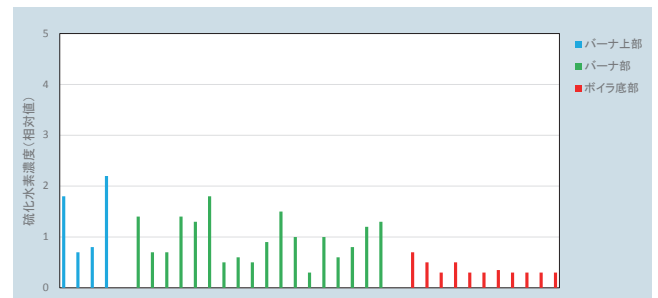
ボイラ炉壁に設置した既設の燃焼ガス測定座(第6図)にて、硫化水素濃度測定を実施した。その結果(第7図)、バーナ上部、バーナ部、ボイラ底部のいずれにおいても、硫化水素濃度(過去の研究で得られた管理基準に対する相対値)が1以上となる箇所があり、ボイラ底部の最大値は2.7であった。次に、ボイラ底部の硫化水素濃度を低減する条件を見出すため、消費炭種(5条件)やバーナパターン(3条件)を変化させて測定した。その結果、条件によってはボイラ底部の硫化水素濃度が1以下となった(第8図、第9図は1以下となった例)。これまでの当社知見より、硫化水素濃度が1以下であれば、腐食が進行しにくいことを確認していることから、消費炭種もしくはバーナパターンを適切に選定することでボイラ底部蒸発管のファイヤークラック抑制が期待できる。



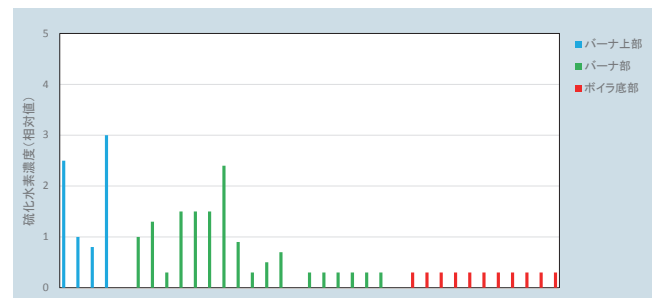
第6図 燃焼ガス測定座の概略配置



第7図 硫化水素濃度測定結果
(基準条件、A炭消費)



第8図 硫化水素濃度測定結果
(基準条件、B炭消費)



第9図 硫化水素濃度測定結果
(バーナパターン変更、A炭消費)

3 まとめ

実機ボイラを対象として、ファイヤークラック発生要因である炉内温度と硫化水素濃度を調査することで、ファイヤークラック抑制策について検討を行った。その結果、消費炭種やバーナパターンを適切に選定することで、ボイラ底部蒸発管のファイヤークラックが抑制できる見通しを得た。



執筆者 / 成川公史