

バーナ焚口付着クリンカ除去装置の開発

石炭火力発電所の安定運転を目指して

Development of Clinker Remover for Pulverized Coal Fired Boiler

Toward Stable Operation in Coal Fired Power Plant

(碧南火力発電所 保守課)

石炭火力は、現在電力供給源として重要な位置を占め高稼働運転をしている。しかしながら、石炭燃焼特有の問題も発生している。石炭バーナ焚口に生成したクリンカによる燃焼阻害も、その一つである。このため、ボイラ運転中でもクリンカを除去できる装置を石川島播磨重工業㈱と共同研究を行い開発し、試験炉及び石炭焚ボイラにてその有効性を確認したので紹介する。

(Hekinan Thermal Power Plant, Maintenance Section)

Coal fired power generation at present occupies an important position as an electric power supply source, and is conducted with a high operating ratio. However, it has also brought about trouble particular to coal combustion, one of which is the prevention of combustion owing to clinker generated in coal furnace. Therefore, we have developed a clinker remover to remove clinkers even during boiler operation, through joint research with Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd., and established its effectiveness in tests in furnaces and coal fired boilers, and which will be introduced hereinafter.

1 開発の背景

碧南火力発電所は、当社唯一の石炭火力であり、営業運転を開始して以来高稼働運転を継続している。しかしながら、クリンカ（石炭燃焼灰が炉内の高温雰囲気により溶融後固形化したもの）に関わるトラブルがあり、安定運転を妨げる一因となっていた。特にバーナ焚口付近に生成したクリンカが成長すると、バーナの燃焼不良につながったり、あるいは成長したクリンカが落下して、クリンカホッパーゲートを閉塞させクリンカの排出不良を引き起こすこととなる。(第1図)

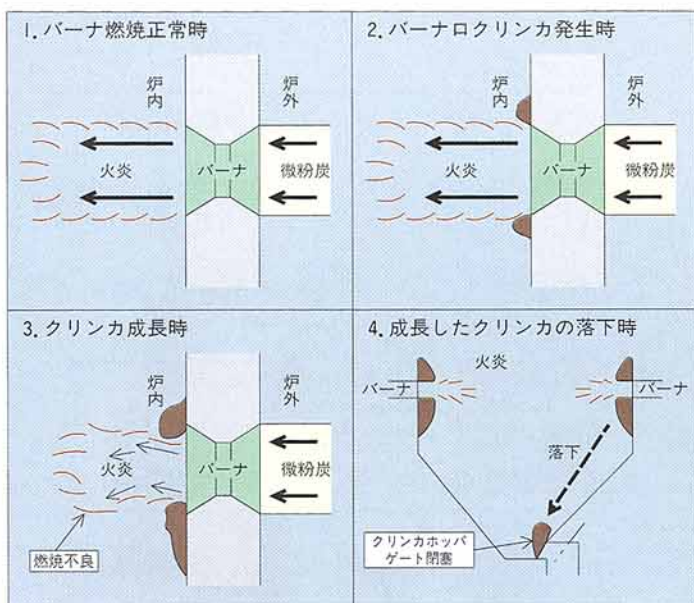
そこで、今回これら不具合事象の対策として、クリンカが大きく成長する兆候が認められた場合、そのクリンカをボイラ運転中に適宜除去できるクリンカ除去装置を開発した。

2 装置の概要

クリンカ除去装置は、ボイラの起動停止時に使用する重油バーナのガン挿入筒を利用して操作できる装置とし、次の機能を備えるものとした。

(第1表, 第2図, 第3図)

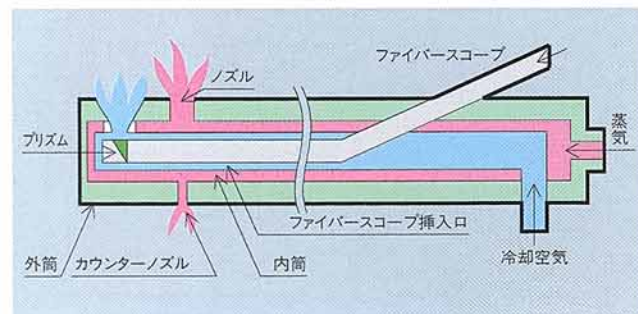
- (1)可搬式である
- (2)内視鏡（ファイバースコープ）にてバーナ焚口のクリンカ付着状況を観察できる。
- (3)ボイラ運転中に操作できボイラ本体に悪影響がない。
- (4)クリンカ除去方法として流体の噴流衝撃を利用し、その流体は発電所で容易に得られる蒸気とする。
- (5)既設設備の大幅な改造を伴わない。



第1図 クリンカの成長による弊害

第1表 クリンカ除去装置仕様

クリンカ除去装置仕様(単位: mm)	
形式	複孔ノズル対向回転噴射3重管式(内視鏡付)
寸法	外径φ60.5 内径外径φ34.0 内視鏡挿入管外径φ21.7、挿入長5,100
先端部	噴射ノズル径φ10(メイン)、φ5(カウンター) 視界孔径 φ16×40°(ファイバースコープ)
重量	33kg



第2図 クリンカ除去装置構造図

3

要素試験および実缶試験

クリンカ除去装置は、試験炉にて要素試験を行い、碧南火力発電所3号機において実缶試験を行った。

(1) 要素試験

● 噴射媒体の選定 (蒸気、高圧水、圧縮空気)

噴射媒体として、噴射圧力10kg/cm²程度で衝撃力を確保できる蒸気を選定した。高圧水は衝撃力は高いが、それ以上に炉壁等への熱衝撃が懸念され、また圧縮空気は発電所では通常7kg/cm²の圧力しか得ることができず衝撃力が確保できない。

● ノズル噴流の干渉効果による衝撃力の向上

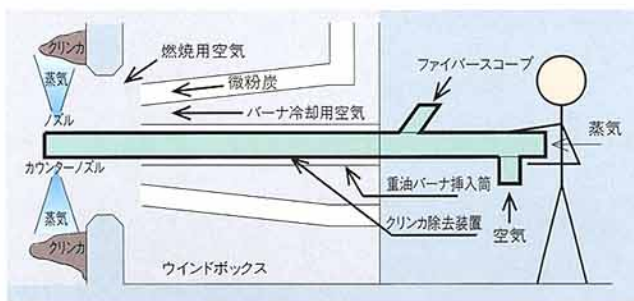
試験を進めていくうちに、クリンカ除去用の蒸気と装置の冷却空気とのノズル噴流の干渉により、衝撃力の向上を確認した。これは、隣接する2つの噴流が合流し干渉噴流を形成したことによるものである。

● ファイバースコープの視界確認

視界確認試験では、ノズルより1m程度の距離までの識別が可能であり、クリンカ付着状況の確認に十分であることを確認した。

● 噴射反力、熱応力の測定

蒸気を噴射した際に、クリンカ除去装置に作用する反力、熱応力を測定した結果、クリンカ除去用のノズルの反対側にカウンターノズルを付けること、および冷却空気を流すことにより反力、熱応力の低減を行うことができた。(第2図、第4図)



第3図 クリンカ除去作業概念図



第4図 蒸気噴射状況(試験炉横で大気へ噴射)

(2) 実缶試験

ボイラ定期点検中に、クリンカ除去装置を実際に使用する現場で寸法等の確認を行った後、ボイラ運転中に4段階の試験を行った。試験は装置本体への熱影響や、装置使用時に運転中ボイラへの影響を確認する必要がある。このため、ボイラの熱的条件が緩やかな停止時から確認試験を始め、その後段階的にボイラ負荷の高い状態で装置の機能確認を行った。

● 第1段階 ボイラ停止時 (ボイラ消火直後)

● 第2段階 低負荷、440MW

● 第3段階 定格負荷、700MW、高灰融点炭燃焼時

● 第4段階 定格負荷、700MW、低灰融点炭燃焼時

結果、いずれの場合も1~3分間程度の蒸気噴射を行うことによって、バーナ焚口付近に付着したクリンカを除去できることを確認した。(第2表、第5図)

4

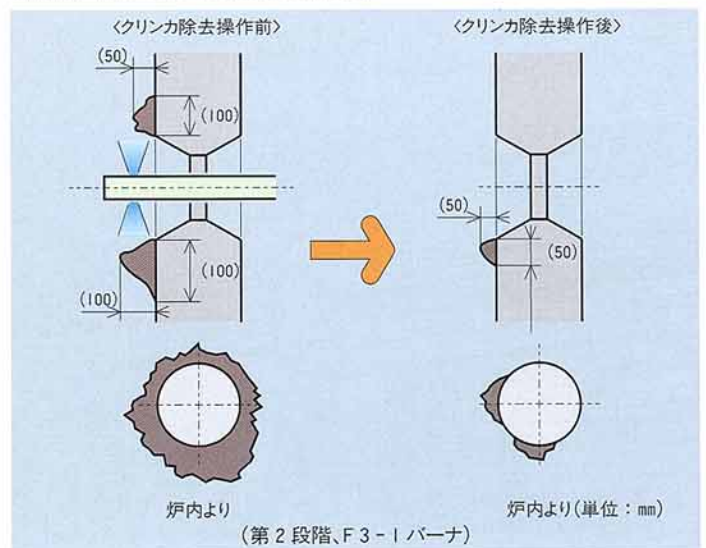
今後の展開

今回開発したクリンカ除去装置は、バーナ焚口付近に成長したクリンカ除去に対し十分な効果があることを確認できた。今後、クリンカの付着が認められた時に、本装置を使用して諸データを蓄積し、運用方法を確立する予定である。

第2表 クリンカ除去試験の条件および結果

内容	第1段階	第2段階	第3段階	第4段階
試験時負荷(MW)	0(停止直後)	410	700	700
噴射圧力(kg/cm ²)	6	7~9	10	10
噴射時間(分)	1	2~3	-	2~3
試験対象バーナ	F3-6	F3-6~F3-1~F3-2	F3-6~F3-1~F3-2	F3-6~F3-1~F3-2
試験結果	良	良	良	良
試験時使用石灰	マッセルブルック/プレアソール	キャンバワエル	ユーラン	エンヤム/バシアプレミアム
石灰銘柄				
混炭比率(%)	50/50	100	100	60/40
固有水分(%)	3.7	2.3	2.5	7.7
揮発分(%)	29.7	36.7	31.0	33.1
固定炭素(%)	54.7	48.9	53.7	52.4
灰分(%)	11.9	12.1	12.8	6.8
灰の融点(°C)	-	1,240	1,530	1,310

※試験結果の評価 良：クリンカはほとんど落下した



第5図 クリンカ除去状況