

新日鐵住金株式会社 名古屋製鐵所

コークス火災事故調査報告書（概要版）

1. はじめに

2014年(平成26年)9月3日(水)12時35分、新日鐵住金株式会社(以下、「新日鐵住金(株)」)名古屋製鐵所(愛知県東海市)コークス工場 No.1コークス炉石炭塔において火災事故が発生し、負傷者15名の人的被害が発生した。本事故の発生を受けて、新日鐵住金(株)は同年9月4日、本事故の原因究明と再発防止対策の策定を目的として、名古屋コークス事故対策委員会を設けた。当委員会においては、同年10月11日に第1回名古屋コークス事故対策委員会を開催し、以降、事故現場の検証をはじめ、新日鐵住金(株)から提供された事故当日の画像記録や状況に関する証言、各種試験・実験の計画とそのデータの検討や解析結果、並びに過去の事故記録類を含む関係書類等について検証を行い、各委員および社内の専門家とも討論を重ね、計8回の委員会を開催した。今般、当委員会は、本事故の発生に至る原因等を究明し、また、再発防止対策の提言をまとめるに至ったことから、本調査報告書をもって報告を行う。

2. 名古屋コークス事故対策委員会

当委員会は、科学技術的立場から事故に至った経過と機構(メカニズム)を明らかにし、事故原因を究明し、その結果に基づき、事故の再発防止対策を提言することを目的として、社外の有識者を委員長とする学識経験者4名並びに新日鐵住金(株)の技術総括、安全推進およびプロセス技術に関わる2名(2014年11月以降3名)をメンバーとして構成された。

委員長	持田 勲	九州大学名誉教授	〈役職は2015年3月31日時点〉
委員	土橋 律	東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授	
	實田 恭之	群馬大学大学院 理工学府 環境創生部門 教授	
	牧野 尚夫	一般財団法人 電力中央研究所 首席研究員	
	藤野 伸司	新日鐵住金(株) 常務取締役 [現 名古屋製鐵所長] (2014年10月まで)	
		(2014年11月以降)	
	今野 直樹	新日鐵住金(株) 執行役員 技術総括部長	
	佐藤 直樹	新日鐵住金(株) 執行役員 安全推進部長	
	浜田 直也	新日鐵住金(株) プロセス研究所長	

3. 火災事故の概要

1) 発生場所:新日鐵住金(株) 名古屋製鐵所
コークス工場 No.1 コークス炉石炭塔

2) 発生日時:2014年9月3日(水)12時35分

3) 被害状況:

(1) 人的被害

- 被災者15名
新日鐵住金(株)従業員 11名
協力会社従業員 4名

(2) 物的被害

火炎の伝播は、No.1中継塔からNo.3コークス炉へ向かうギャラリーまでの広範囲におよんだ。火炎の伝播に伴い発生した熱風および風圧によってNo.1中継塔の屋根の一部やギャラリーの壁が部分的に破損した。

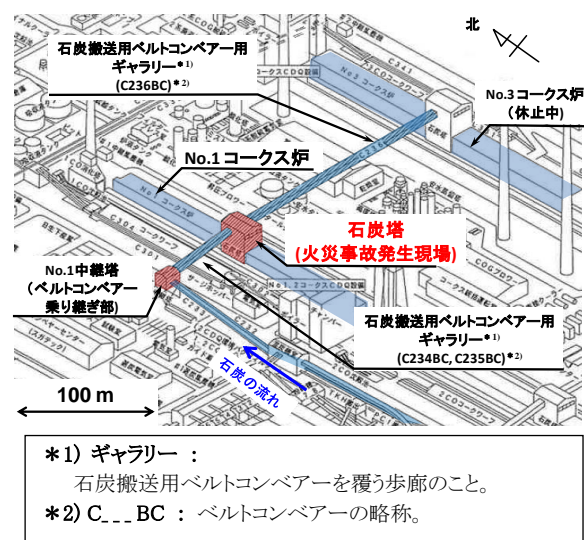


図1 火災事故発生現場周辺

4) 事故概要

8月30日

13時32分 : DAPS設備*3)で処理した石炭(DAPS炭)の最終送炭

9月3日

10時24分 : No.1コークス炉石炭塔東側サーモビューアー*4)が80℃超を検知、警報発報

10時30分 : 石炭塔内一酸化炭素(CO)濃度計警報発報、統括センターより別作業中の現場作業者に石炭塔の確認を依頼

10時45分頃 : 現場作業者が現場に到着し、石炭塔内のDAPS炭が貯炭された炭槽(ホッパー)から白煙を確認

10時51分 : 工場から自衛消防へ通報

10時58分 : 自衛消防から公設消防へ通報

11時15分 : DAPS炭の炭槽からの払い出し作業を開始(石炭塔内のCO濃度が高く、直接散水を断念)

11時25分 : 公設消防第二陣がDAPS炭払い出し作業現場に到着、工場管理者と共に数回の払い出し作業に立会(以降の払い出し作業は工場管理者監視の下で実施)

12時10分頃 : 5回目の払い出しを終了(計5回)

12時35分 : No.1コークス炉石炭塔内で火災事故発生、救急車要請

12時39分 : 公設消防要請

13時00分頃 : 被災者搬送開始、No.3コークス炉に向かうギャラリーに延焼

15時04分 : 公設消防が延焼防止のためNo.3コークス炉石炭塔上部へ放水開始

16時00分 : 被災者15名搬送終了

20時15分 : No.1コークス炉石炭塔(炭槽含む)に散水開始

9月4日

3時33分 : No.1コークス炉石炭塔鎮火確認

3時38分 : No.3コークス炉石炭塔放水停止、公設消防撤収

*3) DAPS設備 :

- Dry-cleaned and Agglomerated Precompaction Systemの略
- コークスの原料となる石炭に対し、以下の処理を行う設備
 - ① 熱風(約200℃)で付着水分を調整する(調湿)
 - ② 粗い粒子と細かい粒子を分ける(分級)
 - ③ 細かい粒子を大粒化する(塊成)
- DAPS技術により、石炭資源の利用拡大を図ることが可能となる

*4) サーモビューアー :

炭槽上部に設置された温度監視装置

4. 火災事故発生原因の調査

火災事故の発生原因を究明するために、火災事故発生までの経過、火災事故発生後の現地調査および過去の社内外のトラブル事例を基に、火災事故の直接原因および間接要因を調査した。

4.1. 直接原因の推定

火災事故の直接原因に関し、燃焼の三要素である、①可燃物、②着火源および③酸素に着目して検証を進めた。今回の火災事故発生までの経過状況と火炎の形状から、可燃物は可燃性ガスが主体であると判断した。また、炭槽上部の温度計等の記録および炭槽から回収した石炭に熱が加わっていた形跡があることから、炭槽内部の石炭の加熱および火災事故が生じた場所を特定した。以上から、火災事故は、炭槽内で石炭が加熱され可燃性ガスが発生。一定量の空気で希釈化されたガスに着火したことで発生したと推定(図2)。

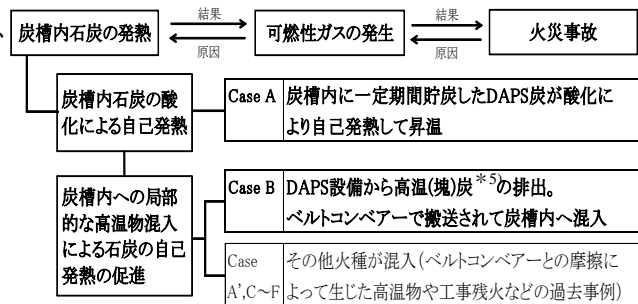


図2 発熱の想定原因と推定火災事故発生メカニズム

*5) 高温(塊)炭 :

DAPS設備にサイズの大きな塊が混入した場合(非正常操業時)に排出される可能性のある高温物。

- 高温塊炭 : 熱風で長時間熱せられた高温(熱風温度と同程度の約200℃)の石炭塊
- 高温炭 : 熱風の偏流により、通常操業時よりも高温に熱せられた石炭

BC上には、これらの高温物の温度を検知する温度計と自動散水装置が設置されている。

まず、第1段階として、炭槽内のDAPS炭が自己発熱したメカニズムの検証を実施した。炭槽内の石炭が自己発熱した原因は、過去に当社で発生したトラブル事例、設備構造および今回の火災事故の発生状況から判断し、炭槽内で一定期間貯炭したDAPS炭の酸化による自己発熱(Case A)または炭槽内への高温物の混入によるDAPS炭の局所的な自己発熱の促進(Case B)の可能性が高いと考えた。これらの推定原因(直接原因)について、詳細検討を実施した。

1) 炭槽内のDAPS炭が自己発熱したメカニズムの検証

(1) Case A の検証

火災事故当時、炭槽内にはDAPS炭が約4日間貯炭されており、DAPS炭が酸化により自己発熱した可能性がある。そこで、委員会推奨ペール缶試験^{*6)}を実施した(図3)。試験結果を表1に示した。雰囲気温度70℃以下の条件では、5日間経過しても急激な温度上昇^{*7)}をしないことがわかった。また、80℃では2.4日で急激な温度上昇を確認した。火災事故発生時の炭槽の温度測定実績データは無いが、他所実績から推定すると定常操業時で約65±10℃程度であったと推定され、最大で70℃を超えていた可能性がある。これらの結果を踏まえると、DAPS炭が一定期間経過により炭槽内で自己発熱した可能性がある。

(2) Case B の検証

事故発生前、温度計の検知不良により高温(塊)炭に対する自動散水設備が十分に機能していなかった可能性があることから、高温(塊)炭が炭槽に混入した可能性は否定できない。

そこで、炭槽内に高温物が混入したことを想定した条件で委員会推奨ペール缶試験を実施した。その結果、70℃の雰囲気温度であっても、高温物が混入することで急激な温度上昇が生じることを確認した(表1)。通常のDAPS操業を行っていても炭槽内に高温塊炭が混入した場合、DAPS炭の急激な温度上昇をもたらす可能性があることが判明した。

表1 委員会推奨ペール缶試験結果

試験条件	試験結果	試験結果		
		石炭温度60℃	石炭温度70℃	石炭温度80℃
想定原因	高温物	石炭温度60℃	石炭温度70℃	石炭温度80℃
Case A	なし	5日間急激な温度上昇なし	5日間急激な温度上昇なし	2.4日後に急激な温度上昇
Case B	あり	4.2日後に急激な温度上昇	1.1日後に急激な温度上昇	0.8日後に急激な温度上昇

以上の委員会推奨ペール缶試験における検証では、70℃より高い石炭温度でDAPS炭の自己発熱により急激な温度上昇に至る可能性があること、および高温塊炭が混入した場合には石炭の自己発熱が促進されることが分かった(図4)。

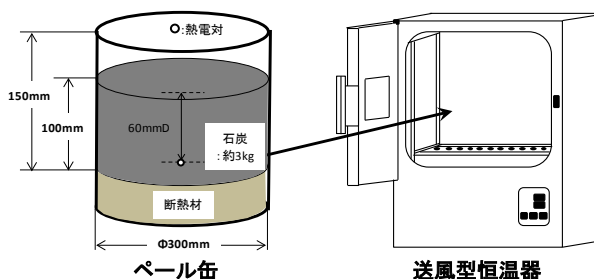


図3 委員会推奨ペール缶試験の概要

*6) 委員会推奨ペール缶試験：

- ・委員会推奨ペール缶試験は、石炭の自己発熱性の評価のために委員会が推奨した試験であり、委員の知見、過去事例および文献等の知見を精査し取り入れた。
- ・石炭中の温度に合わせ雰囲気温度を昇温することで、断熱状態で石炭の自己発熱が評価できる。

*7) 急激な温度上昇：

- 石炭中の温度が300℃以上に連続温度上昇した場合、または連続的に白煙発生を確認した場合。

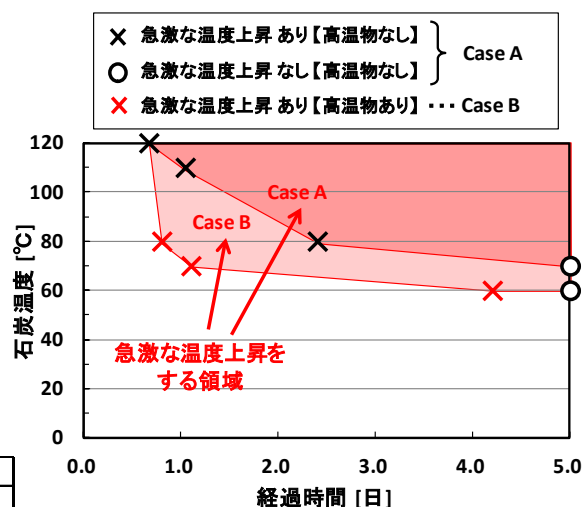


図4 急激な温度上昇が確認されるまでの時間と石炭温度の関係

2) 可燃性ガスの発生から火災事故に至るメカニズムの検証

前述 1)より、炭槽内の DAPS 炭が自己発熱し可燃性ガス(可燃物)が発生した可能性が分かった。次に第 2 段階として、可燃性ガスの発生から火災事故に至るメカニズムの検証を実施した。燃焼に至るまでには、可燃物の他に、着火源および酸素が同時に存在する必要がある。また、可燃物には、燃焼が生じる空気との組成範囲(燃焼範囲)が存在し、燃焼下限と燃焼上限の間の範囲で空気と混合した可燃性ガスが、着火源と接触すると燃焼に至る(図 5)。以上を踏まえ、火災事故発生時の炭槽内の状況を推定し、可燃性ガスの発生から火災事故に至るメカニズムを検証した。

(1) DAPS 炭最終送炭から異常検知までの経過

8 月 30 日 13 時 32 分に炭槽へ DAPS 炭を最終送炭し、9 月 3 日の 10 時 10 分頃より炭槽上部にて、温度上昇や可燃性ガス(CO)の発生を確認した。石炭の自己発熱に伴い、高温化した石炭から可燃性ガスが発生したと推定した。

(2) 石炭の払い出し(1 回目から 4 回目)に伴う炭槽内部の変化

9 月 3 日 11 時 15 分頃から、炭槽内の高温な石炭部の除去を目的として、炭槽から DAPS 炭の払い出しを開始した(図 6 上)。同日 12 時 01 分頃の 4 回目の払い出し中に炭槽から黒煙が発生した事を確認した。石炭の払い出しに伴い炭槽の一部が空槽化し、短時間空気が流入することで石炭の高温部位が部分的に燃焼したためと推定した(図 6 下)。

(3) 5 回の払い出しから火災事故に至るまでの炭槽内部の変化

9 月 3 日 12 時 09 分、C242BC の周囲の光ファイバー温度計*9)が断線した。5 回目の払い出し開始時に、炭槽下部から空気が急激に流入し、部分的に着火した石炭・ガスが上部に吹き上げられることで上部の BC が着火したと推定した(図 7 上)。12 時 10 分頃、石炭塔から排出された黒煙が沈静化。これは 5 回目の払い出しを終え、炭槽内の下部からの空気供給が遮断されたためと推定した。また、炭槽内の雰囲気は残留した石炭の高温部から発生した可燃性ガスに置換されていったと推定される(図 7 下)。

*9) 光ファイバー温度計 :

- ・BC の周囲に沿って設置された温度計
- ・200 °C 以上の温度に曝されると断線する

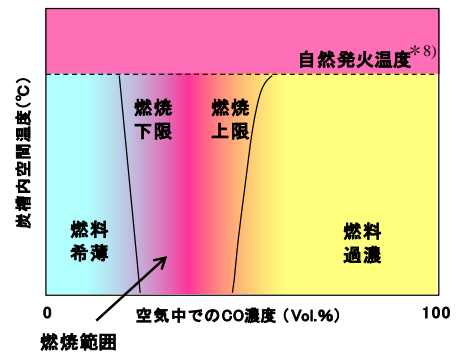


図 5 空気と可燃物の混合時の燃焼範囲

*8) 自然発火温度 :

- ・着火源の存在がなくても燃焼を開始する温度
- ・酸素存在下で石炭を加熱した際に発生する可燃性ガスの主成分はCOである。(COの自然発火温度は609°C)

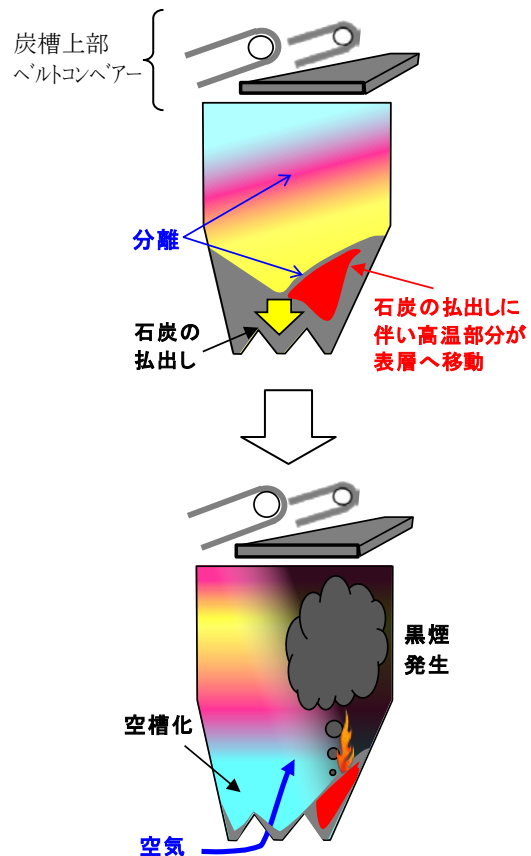


図 6 炭槽内の時系列変化の推定 (11 時 15 分頃から 1~4 回目の払い出し)

その後、12時35分に火災事故が発生した。その着火源は、以下の2ケースが想定される。

- ・ケース1：炭槽上部で燃焼していたBCの火が着火源となった可能性(図8左)。
- ・ケース2：炭槽内残留炭の高温部が着火源となった可能性(図8右)。

5回目の払い出し後から炭槽内に充満した混合気と着火源がケース1またはケース2の状況を経て接触し、燃焼したことで炭槽内のガスが炭槽の外部へ流出して広範囲におよぶ火災事故に至ったと推定した。

以上の推定の検証として、9月3日12時10分頃の5回目の払い出し終了後から12時35分の火災事故に至るまでの間に、当該炭槽がDAPS炭から発生する可燃性ガスで満たされるかを検証した。DAPS炭から発生する可燃性ガス発生速度と推定残炭量の関係から、炭槽内を満たす量の可燃性ガスが発生し得る事を確認した。ただし、炭槽からの火炎がギャラリー内を伝播した際、ギャラリー内に堆積をしていた粉塵が巻き上げられて火炎形成を助長した可能性もある。

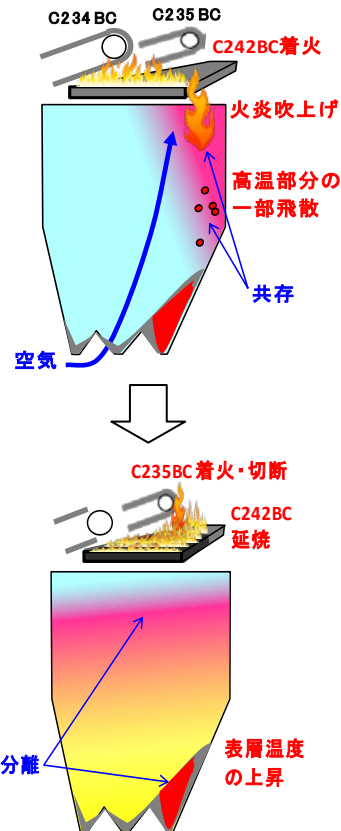


図7 炭槽内の時系列変化の推定 (12時10分頃から5回目の払い出し)

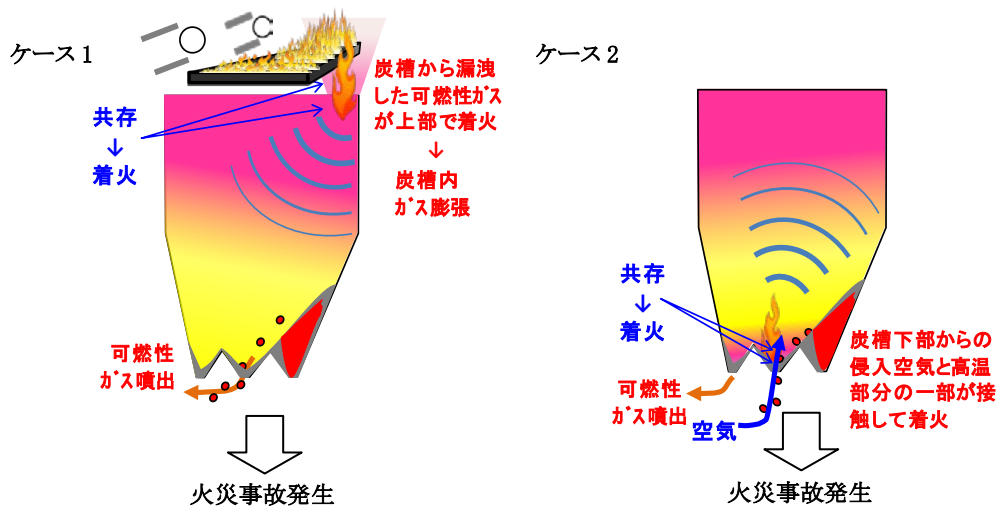


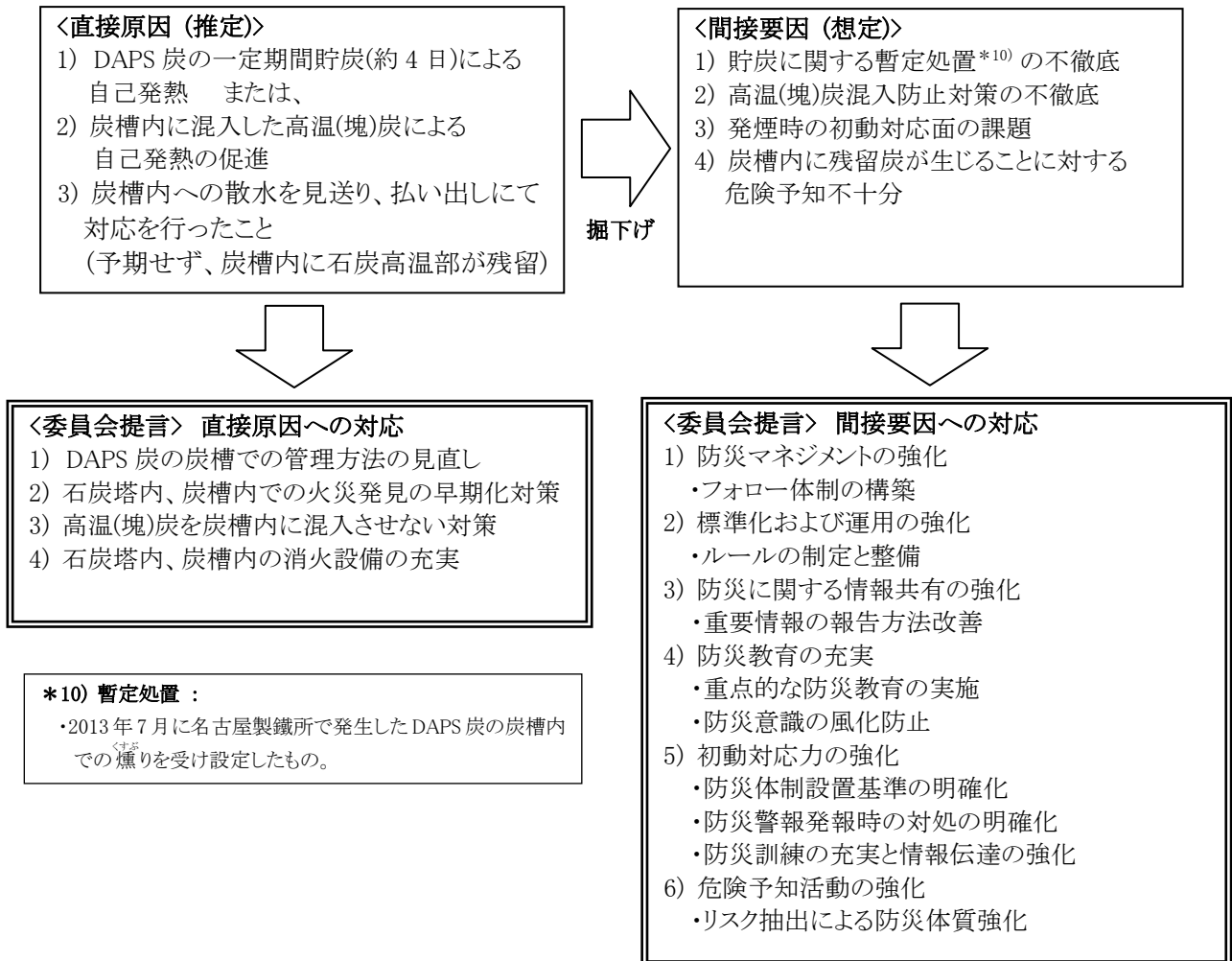
図8 炭槽内の時系列変化の推定 (12時35分火災事故発生時)

以上の直接原因に関する推定および検証結果に基づき、火災事故に至った直接原因(推定)として以下を抽出した。

- | | | |
|--|-----|-------------------------------|
| 1) DAPS炭の一定期間貯炭(約4日)による自己発熱 | または | → 可燃性ガス発生 |
| 2) 炭槽内に混入した高温(塊)炭による自己発熱の促進 | | → 可燃性ガス発生 |
| 3) 炭槽内への散水を見送り、払い出しにて対応を行ったこと
(予期せず、炭槽内に石炭高温部が残留) | | → 着火源・可燃性ガス発生源の残留
および空気の流入 |

4.2. 間接要因の掘下げ

実際に火災事故に至るまでには、直接原因のみならず、その背景にある、操業・設備管理、安全・防災活動、組織運営などによる間接的な要因があり、再発防止対策の検討にあたっては、それらの因果関係を明らかにする必要があります。そこで、直接原因について深掘りを実施し、それらを精査する過程で間接要因を明確化した。また、その結果を受け、本委員会において再発防止に対する提言を以下のようにまとめた。



本章までが当委員会で議論をした結果および委員会として新日鐵住金㈱に提言をした内容である。以降の章では、新日鐵住金㈱が当委員会の提言に基づき検討・立案をした再発防止対策について記載する。

5. 再発防止対策

本委員会からの提言に基づき、新日鐵住金(株)が立案した具体的な再発防止対策や取り組み方針等を、以下に記載する。

5.1. 直接原因に対する再発防止対策（設備面の対策）

今回の火災事故原因に対する再発防止対策に加え、過去の火災事例を含めた炭槽の火災事故から想定される全ての原因に対応可能とする「3重の対策」を今後早急に実施する(図9)。

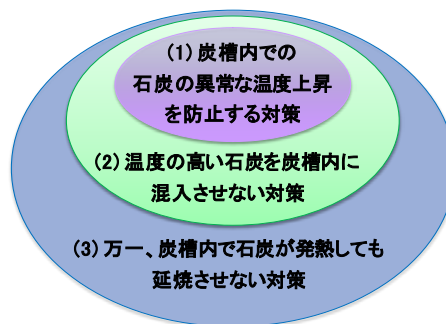


図9 3重の対策の概念図

(1) 炭槽内での石炭の異常な温度上昇を防止する対策

2014年9月に火災事故発生後の緊急的な対策として、貯炭日数は1日間以下とする標準(通常操業時は貯炭温度70℃以下)を制定した。今回、調湿した石炭の発熱に関する技術的な検討に基づき、炭槽内で石炭の異常な温度上昇を防止する対策として、以下の取り扱い標準を制定する。

再発防止対策：炭槽内の温度を60℃以下に管理し、特にDAPS炭については最大3日以内に全量払い出す。

60℃を超える場合は、速やかに(最大1日以内に)全量を払い出す。

今回新たに制定した標準は、管理温度を70℃から60℃へ、より安全な方向に改定するものである。これは、今回実施した多くの試験結果から技術的に導かれたものであること、また、今後は炭槽内の温度を炭槽内温度計(後述)で管理をしていくこと等に鑑みると、従前の標準に比べ極めて厳格化されたものであると評価できる。新日鐵住金(株)においては、本再発防止対策を名古屋製鐵所のみならず、全社で満足できるよう実行する。

(2) 温度の高い石炭を炭槽内に混入させない対策

炭槽に高温物を混入させない対策として、以下の設備を設置する(図10)。

① 温度の高い石炭を別管理するための分離ホッパーの設置

流動床調湿機から排出される可能性のある高温(塊)炭は、流動床調湿機出側に設置された自動散水設備(既設)で検知し自動散水により冷却するが、高温と検知された石炭は分別管理することとし、確実に冷却されたことを確認するためのホッパー(分離ホッパー)を新設する。

② 温度監視および冷却装置の強化

石炭が確実に冷却されたことを確認するため、分離ホッパー内に温度計を設置する。万一、冷却が不十分であった場合の対応のため、分離ホッパー内にも散水ができる冷却装置を設置する。

さらに、作業環境の改善(粉塵抑制)を目的として、放射温度計付近に集塵機を設置(2014年9月末完工)した。集塵機設置の副次効果として温度測定環境の改善も期待できる。

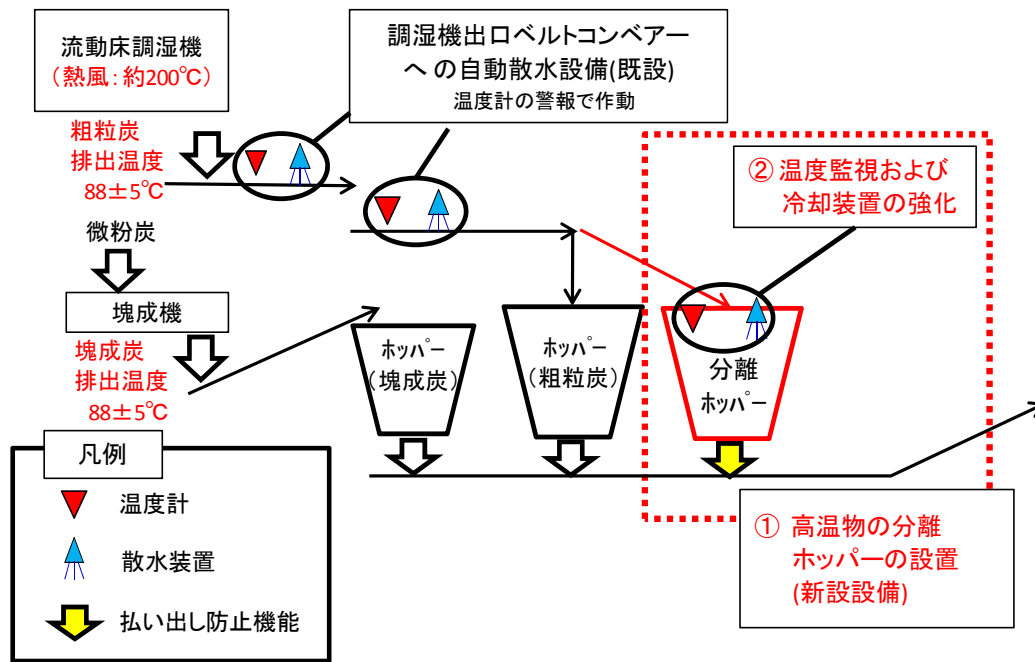


図10 高温の石炭を炭槽内に混入さない対策

(3) 万一、炭槽内で石炭が発熱しても延焼させない対策

① 石炭塔の^{くすぶ}煙り・火災の早期検知対策

万一、高温物が炭槽に混入したり、炭槽内の石炭が自己発熱により急激な温度上昇をする事態を想定し、異常の早期検知を目的に、炭槽内部にCO濃度計および炭槽内温度計を設置する(図11)。

② 延焼防止対策(遠隔散水対策)

炭槽内部、石炭塔建屋上部から遠隔操作により散水できる設備を設置することで、建屋内に立ち入っての散水が難しい状況下でも確実に散水できる体制を整える(図12)。

上記①および②の対策も、新日鐵住金(株)において立案し、全社に展開していく。

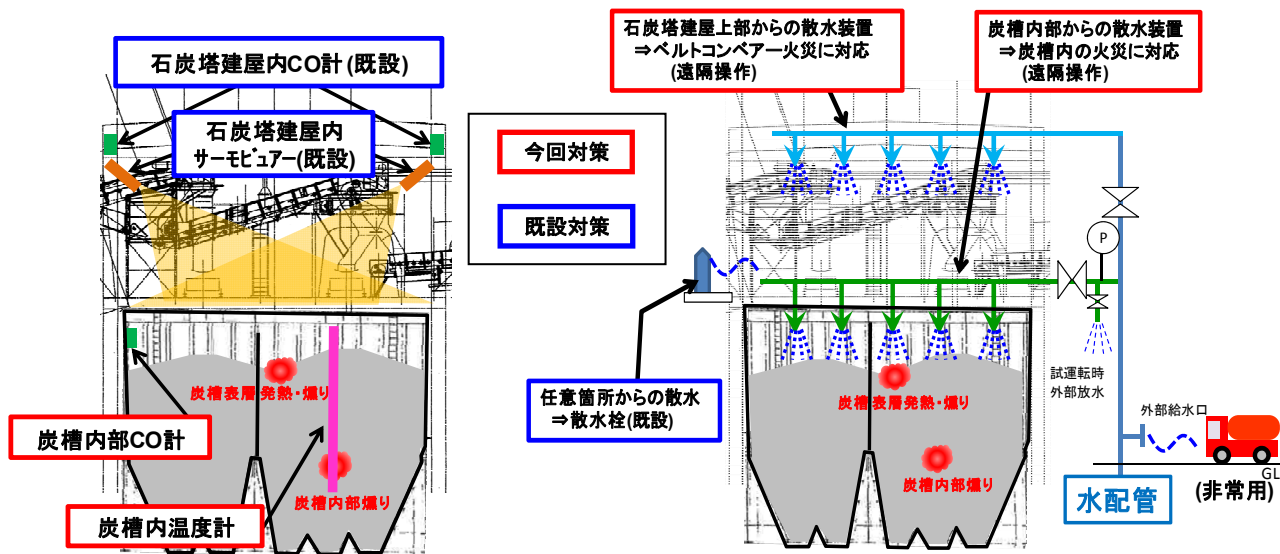


図11 石炭塔の^{くすぶ}煙り・火災の早期検知対策

図12 延焼防止対策(遠隔散水対策)

5.2. 間接要因に対する再発防止対策（管理面の対策）

本コークス火災事故に類似する事故を未然に防止するために、名古屋製鐵所のみならず、全社としての取り組みも不可欠である。新日鐵住金(株)は、本委員会の提言した間接要因に対する個別の再発防止対策を踏まえ、今回、社としての取り組みを立案した。新日鐵住金(株)における防災(安全・環境も同様)への基本的な取り組みは、当社が複数の製鐵所(製造所)から成り立っており、それぞれが特有の設備や操業形態を有していることから、“各所長をトップとした自律的な運営”を基礎としている。新日鐵住金(株)では、運営(製鐵所と本社の役割等)の基本方針は維持しつつも、本事故の反省を踏まえ、特に対策の推進においては、“製造現場である名古屋製鐵所が取り組むべき具体的な改善課題(主に、本委員会からの再発防止に対する提言への対応)”と、“全社として展開して取り組むべきマネジメント課題”に分けて、以下のとおり、取り組みが行われる。

[名古屋製鐵所]

1) 防災マネジメントの強化

- ・体制強化・情報共有促進(会議運営見直し・防災担当職位設置等)
- ・初動対応力の強化(防災訓練の充実、発煙時の初動対応明確化等)
- ・危険予知活動の充実(過去のトラブル等を基としたリスク抽出活動等)

2) 標準化および運用の強化

- ・DAPS 設備の運用を含む防災に関する標準類の整備等

3) 防災教育の充実・風化防止

- ・標準類に関する重点教育、「防災の日」設定、教育ルームの設置等

6. 全社としての取り組み体制

本コークス火災事故の再発防止策(製鐵所が取り組むべき課題)については前述したが、事故撲滅に向けた活動は、新日鐵住金(株)が全社として取り組むべきものである。日常の防災活動は、製鐵所が自律的に行うこととなっている。他方、重要な設備投資やマネジメントの横串機能(本社機能部門)、会社全体の風土醸成などは、本社部門が中心となった対応が必要である。今回、新日鐵住金(株)が本事故の再発防止策に加えて、全社として展開して取り組むべきマネジメント課題について立案したことから、以下、具体的な取り組み内容を記載する。

1) 製鐵所への経営資源(設備・人)の重点投入

2) 本社組織体制の強化、防災活動の推進

- ・「防災推進部」(2014年11月)、「ものづくり基盤推進室」(同)、「コークス基盤推進部」(2015年4月)設置
- ・「防災推進委員会」、「標準化推進委員会」設置
- ・第三者機関(安全工学会・保安力向上センター、JICQA)による評価・審査

3) 人材育成の強化(現場力の向上)

- ・体系的な教育の充実による「リスクに強い管理職」、「防災担当者」の計画的育成等

4) 事故の風化防止、安全意識の向上

- ・継続的な啓発活動の実施、事故に関する「総対話活動」(全従業員対象)の実施

7. おわりに

本報告書を取りまとめた「名古屋コークス事故対策委員会」は、新日鐵住金㈱がこれまでも、製造基盤整備の推進や技能継承を含む教育訓練の充実、また安全・環境・防災対策等、事故防止のためのさまざまな取り組みを行ってきたことは承知しています。

しかしながら、昨年9月3日に名古屋製鐵所で発生した火災事故は15人の重軽傷者を出す深刻な事故となりました。この重大事故に先立つ4件の停電・黒煙発生事故を含む一連の事故により、地域社会からのみならず広く社会からの信用・信頼を大きく損なう事態となっていると深く憂慮しています。

今回の事態を全社を挙げて真摯に受け止め、これまでの取組みをさらに強化し、努力を継続していく必要があることをあらためて肝に銘ずる必要があると勧告いたします。本委員会としては、再度同様の事故が発生すれば名古屋製鐵所の存立にも関わりかねないとの危機感を持っております。

本委員会は、本事故の経緯・機構・原因を深く調査解析し結論を得ました。新日鐵住金㈱が検討された再発防止に向けた安全防災設備の設置等、直接的な対策も本委員会の調査解析に基づき立案されており、この対策の早期の実行に、全社を挙げて取り組むべきであると勧告いたします。間接要因については、操業・設備管理、安全・防災活動、組織運営、人材育成、リスク管理のあり方などの諸課題に関し、新日鐵住金㈱が本委員会の数々の提言を参考に全社的にあらためて総点検を行い必要な対策を立てたものであり、本委員会もこれを検討・承認いたしました。新日鐵住金㈱はこの危機的状況を十分に認識した上で、再びこのような事故を起こさないという強い決意の下、今一度原点に立ち返り、安全・環境・防災等に関する基本ルールの遵守、操業のすべてにおいて非常時の危険予知・防止、および危険箇所の徹底的な排除を継続いただきたい。

とりわけ管理者の皆さんには、これらの活動の方針を各職場において明確にし、徹底することのみならず、自らの目で現場実態を確認・把握した上で、部下や関係者からの提言等も広く取りあげ、方針を提示しながら、必要な対策を确实・迅速に実行していただきたい。また、製造・整備の最前線の職場にいる皆さんには、リスク管理の基本に立ち返り、事故・トラブルに繋がるおそれのある課題について、小さなことでも必ず上司や関係部門に伝え、正しい理解と的確な想像力を働かせながら対策を着実に実行してもらいたい。また、全社・全所で本事故の原因や対策、実施の行動指針を正確に共有し、その有用性を高めていただきたい。

また、今回の事故調査で得られた石炭自然発熱からの火災に至る知見や解析は経験していない事態に対する対応力を養成できる貴重な経験であり、石炭化学全体の進展や産業安全の確保のためにも、関係者が広く情報の共有化に努められ、全社の総合力の一層の強化につなげられることを期待したい。

最後に、本事故の調査・解析を進めるに当たり、貴重なご意見をいただいた名古屋コークス事故対策委員会の委員諸氏、並びに精力的な調査を実施していただいた関係者の方々に深く感謝いたします。また、事故調査、事故調査報告書のまとめに際し、大所高所からご指導いただいた関係機関、諸団体の多くの方々に厚く御礼申し上げます。

2015年3月 委員長 持田 勲

以上