

北海道旅客鉄道株式会社 函館線 鉄道重大インシデント (平成25年7月6日発生)

調査報告書 説明資料

運輸安全委員会
平成27年4月

重大インシデントの概要

概 要

- 1.事業者名 : 北海道旅客鉄道株式会社
- 2.事故種類 : 鉄道重大インシデント(車両障害)
- 3.発生日時 : 平成25年7月6日(土) 15時41分03秒ごろ (天気:曇り)
- 4.発生場所 : 函館線 山崎駅構内(北海道二海郡八雲町)
- 5.列 車 : 札幌駅発 函館駅行き
特急気第5014D列車 8両編成(特急北斗14号)
- 6.死 傷 者 : なし

7.鉄道重大インシデントの概要

列車の運転士は、山崎駅構内を速度約130km/hで惰行運転中に、機関表示灯が滅灯しているのを認め、列車を停止させた。

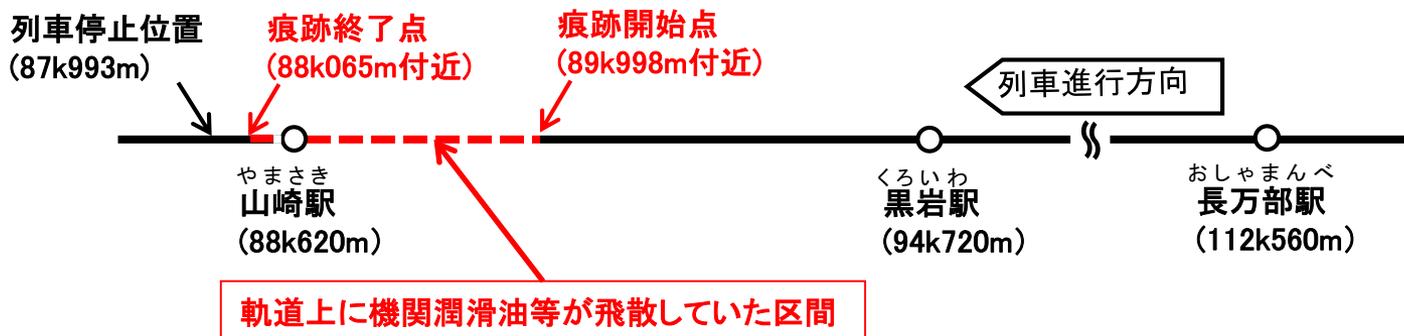
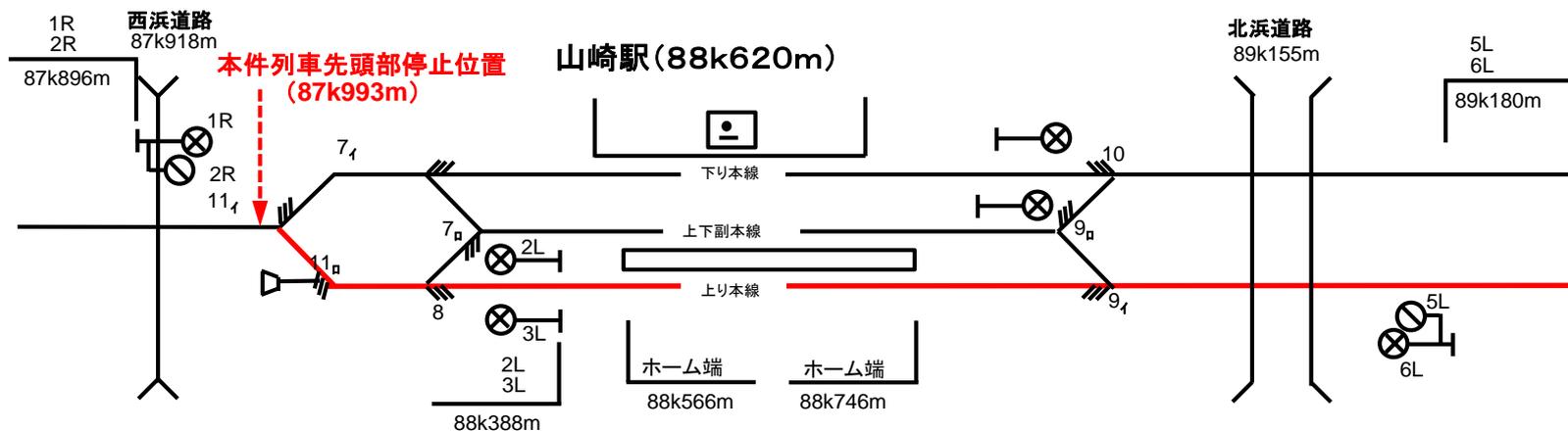
同運転士が車両の点検を行ったところ、4両目の床下から発煙し、エンジン(機関)の上部に火が出ていることを認めた。同エンジンは上部が損傷しており、損傷個所から飛散したと思われる可燃性の液体が列車の側面等に付着し、車体の一部の塗装が焼損していた。

列車には乗客約200名及び乗務員4名(運転士、車掌、客室乗務員2名)が乗車していたが、負傷者はいなかった。

重大インシデント現場付近の地形図



重大インシデント現場略図



事実情報

軌道上の漏油の痕跡



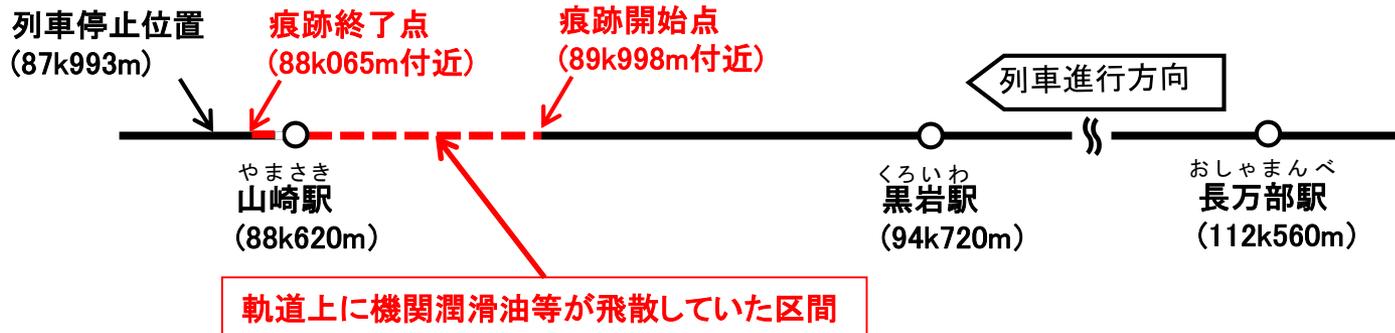
89k464m付近



89k065m付近



89k065m付近



車両(4両目の左側面)の状況



4両目左側面 (前台車～機関付近)



4両目左側面 (機関～放熱器付近)



4両目左側面 (放熱器～後台車付近)



4両目左側面 (後台車～5両目付近)

車両(5両目の左側面)の状況



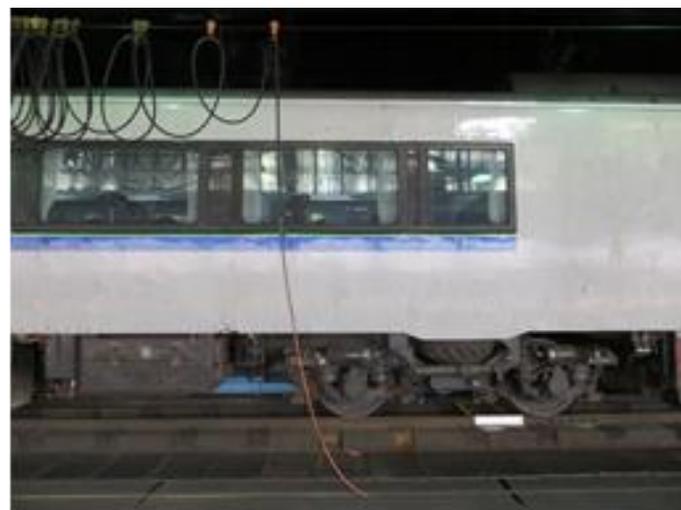
5両目左側面 (前台車～消音器付近)



5両目左側面 (消音器～放熱器付近)

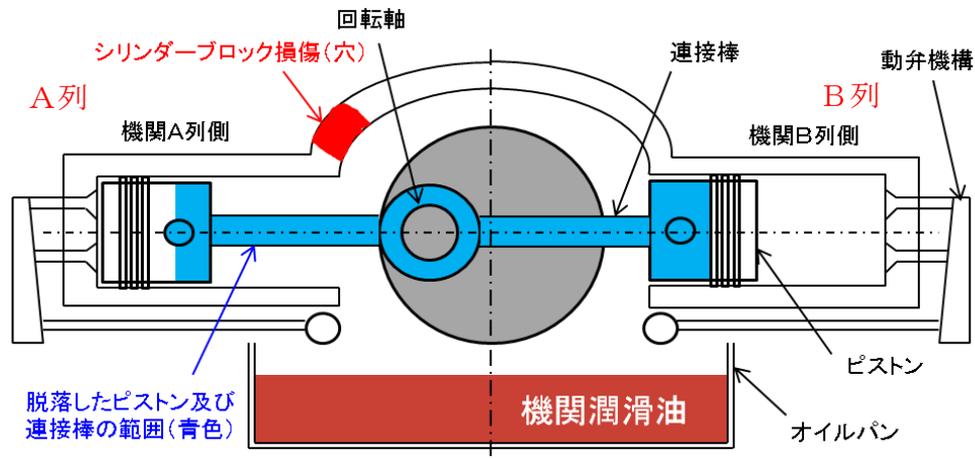


5両目左側面 (放熱器付近～後台車付近)



5両目左側面 (蓄電池箱付近～後台車)

エンジンの損傷状態



ピストン頭部の弁スタンプ痕

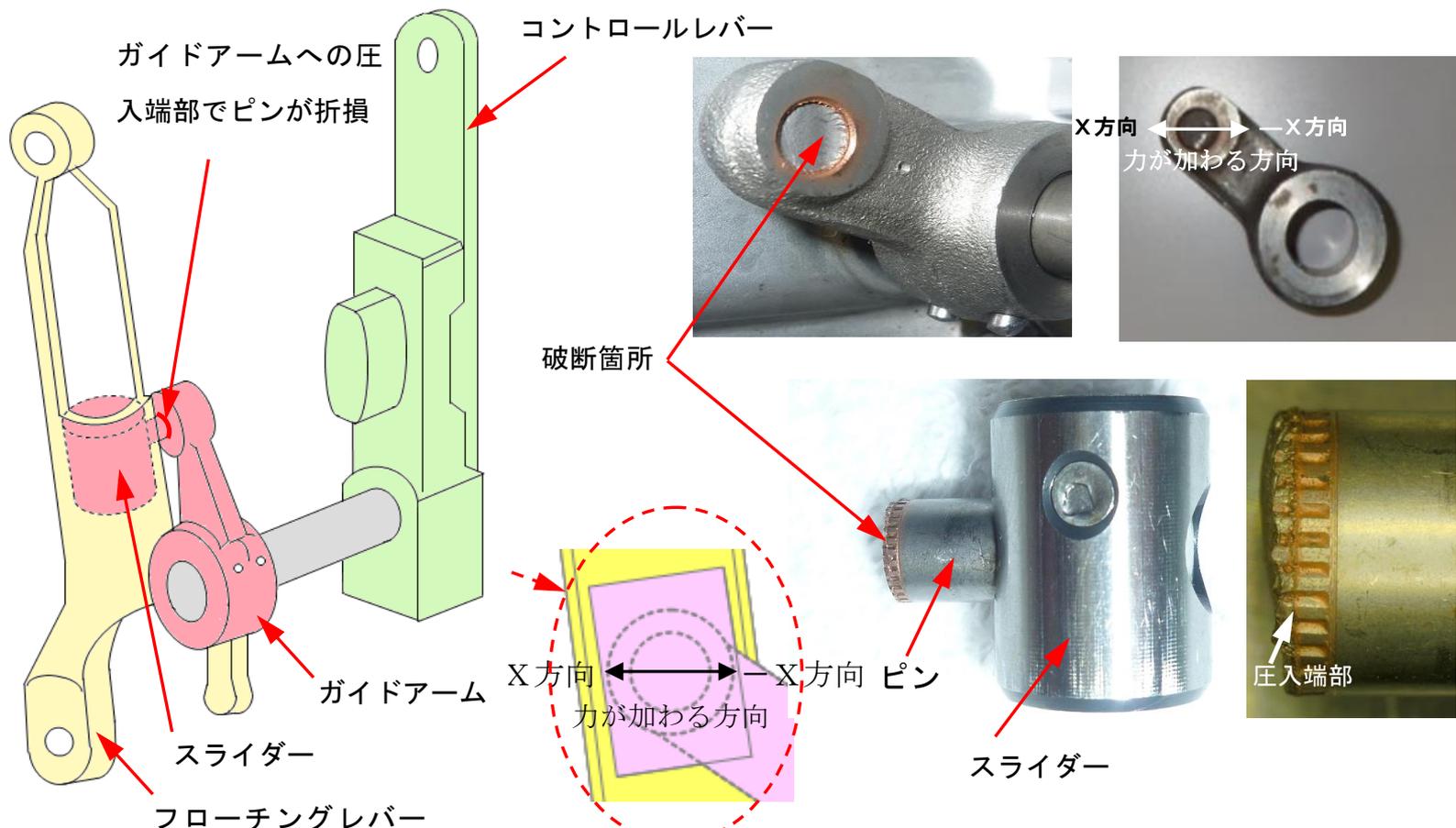


変形した吸気バルブ及び排気バルブ



破損した接続棒 (A列 No.4)

スライジングブロックの損傷箇所及び力が作用した方向



スライジングブロックはピンク色の部分であり、ガイドアーム、ピン、スライダで構成される部品である

車両に関する情報

■ 本件車両の概要

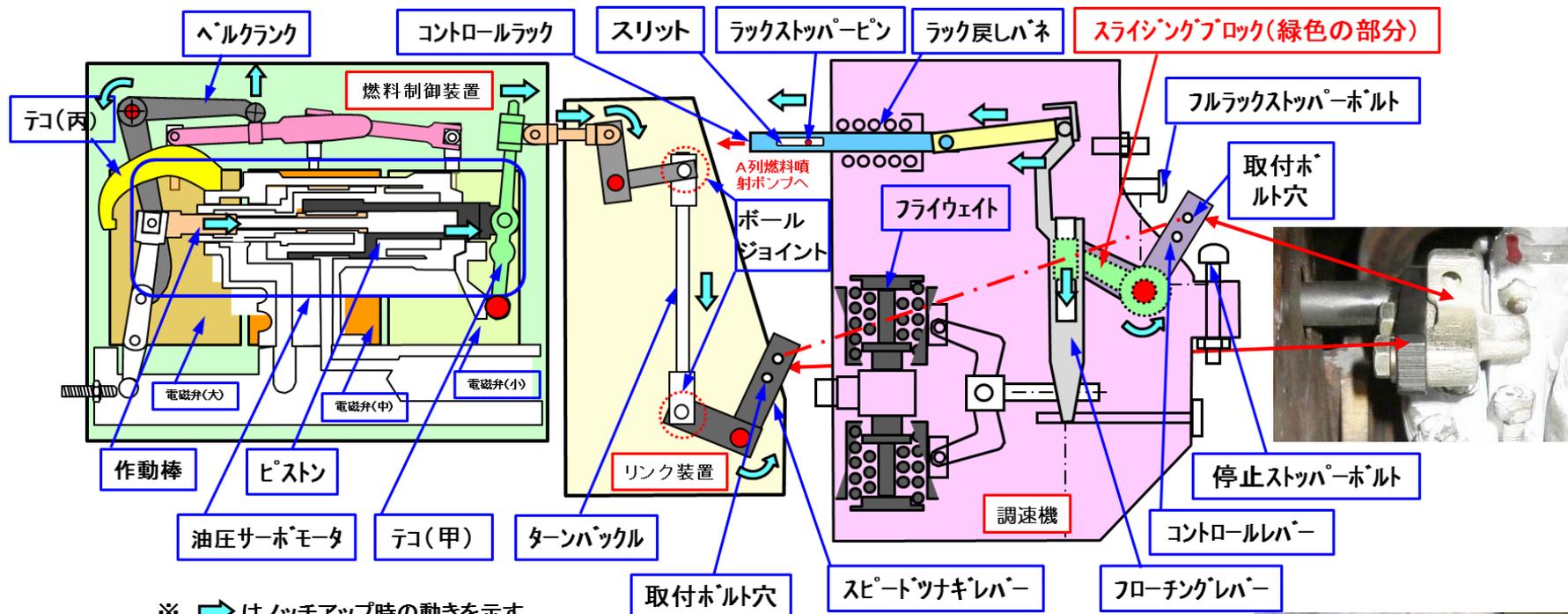
183系内燃動車(2500番代)で、列車編成は以下のとおりである。(編成定員は490名)



■ 本件機関の緒元

- ・名称 : DML30HZ
- ・機関形式 : 横型、対向、水冷、過給式
- ・シリンダー数 : 12気筒
- ・総排気量 : 29.6ℓ
- ・最大出力 : 660PS/2000rpm(定格出力:660PS)
- ・最大トルク : 285kg・m/1200rpm
- ・圧縮比 : 14.3
- ・燃焼室形状 : 直接噴射式
- ・调速機型式 : 高低速型

燃料制御機構に関する情報(1/2)



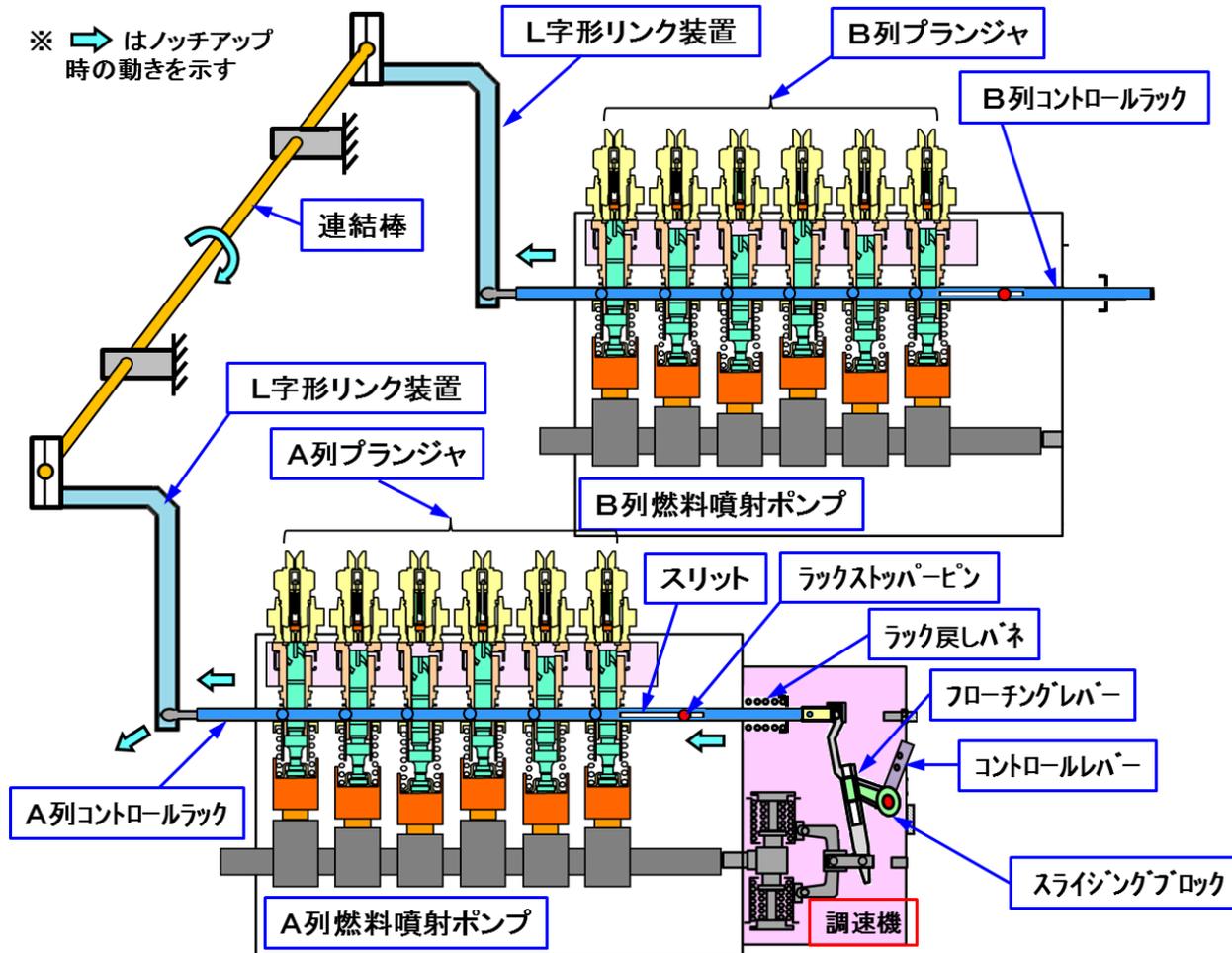
※ → はノッチアップ時の動きを示す

※ スライジングブロックは、ガイドアーム、ピン、スライダで構成

※ スピードツナギレバーと制御レバーは取り付けボルトにより接続



燃料制御機構に関する情報(2/2)

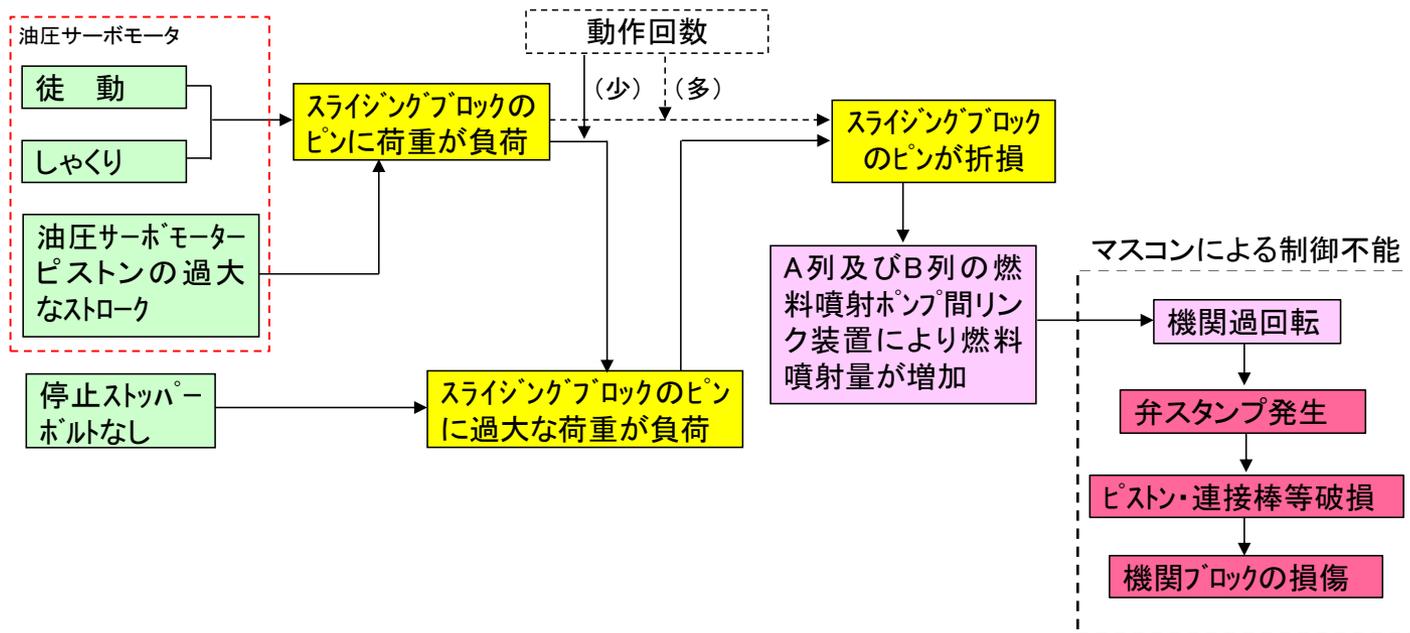


分 析

重大インシデントの発生状況に関する分析

- 重大インシデントの発生を、本件エンジンのシリンダーブロックに穴が開いた時点と仮定すると、
- ・漏油等の痕跡開始地点より、列車の先頭位置が89k926m付近で発生したものと考えられる。
 - ・長万部駅からの走行距離より、発生時刻は15時41分03秒ごろであったと推定される。<P27>

スライジングブロック折損からエンジン損傷に至るまでの分析(概略図)



スライジングブロックの折損に関する分析(1/2)

(1) スライジングブロックの破断面 <P28>

- ・ ピンのX方向側及び-X方向側を起点とするラチェットマークと呼ばれる段差模様が複数ある。

⇒ ピンはX方向及び-X方向から瞬間的に過大な荷重を受けていたものと考えられる。

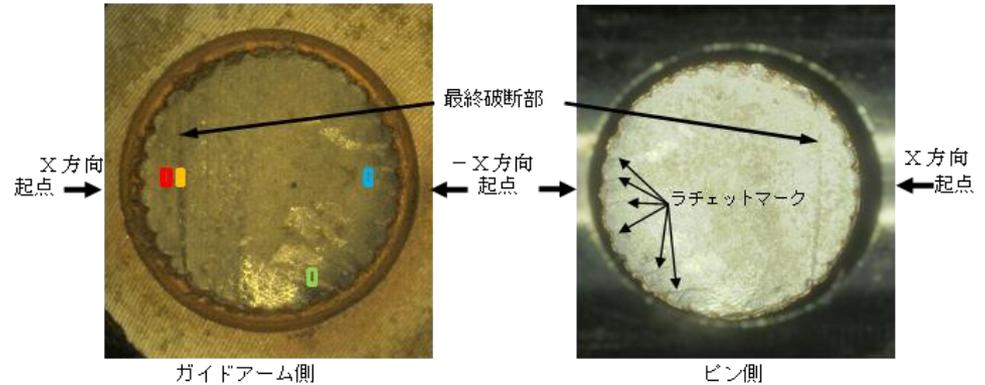
- ・ ストライエーションと呼ばれる縞状模様が、ピンのX方向側及び-X方向側の内部にあり、デンプルと呼ばれるえくぼ状模様が認められる。

⇒ 破断はX方向及び-X方向から進展し、デンプルが認められる部分で最終的に破断したものと考えられる。

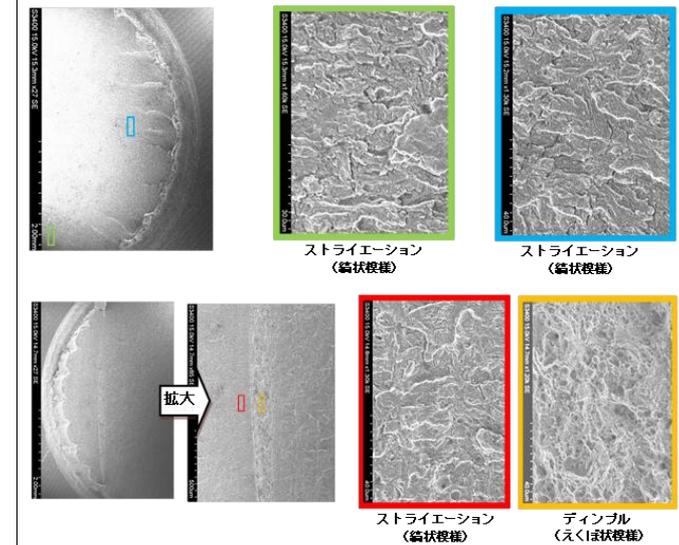
- ・ X方向及び-X方向は、燃料噴射量を増減する際にスライジングブロックのガイドアームが動作する方向と同一

⇒ 燃料噴射量を制御する過程で、ピンの破断部に曲げ荷重が繰り返し負荷されていたものと考えられる。

スライジングブロックのピンの破断面



SEM写真 (上段: -X方向、下段: X方向)

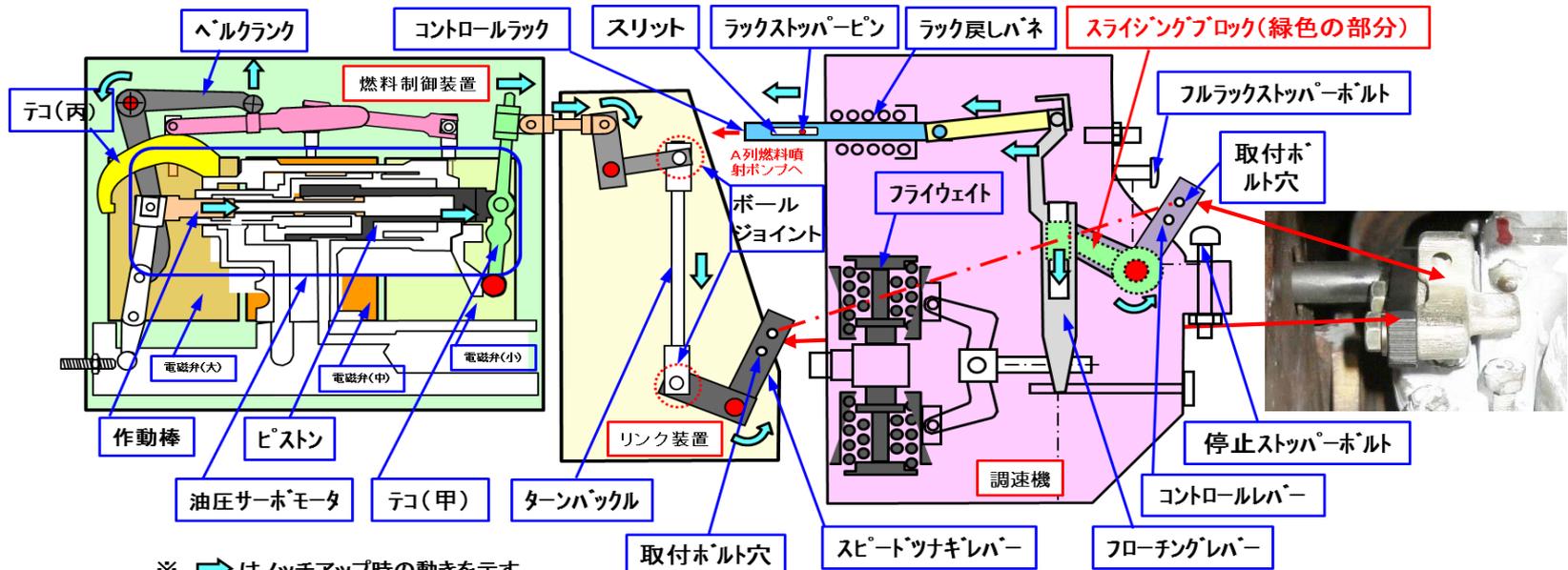


スライジングブロックの折損に関する分析(2/2)

(2) しゃくり及び徒動が発生した際の稼働部分のストローク <P28>

- ・ コントロールレバーは停止ストッパーボルト位置方向に、また、コントロールラックはラックストッパーピン下限位置方向にそれぞれ瞬時移動する。
- ・ 停止ストッパーボルトの位置は、ラックストッパーピン下限位置よりも燃料噴射量が相対的に少ない位置である。

⇒ コントロールラックがラックストッパーピン下限位置に到達した後、コントロールレバーを停止ストッパーボルト位置方向に更に移動させる力が加わると、コントロールレバーとコントロールラックの間にあるスライジングブロックのガイドアームとそこにはめ込まれているピンの中に曲げ荷重が負荷されると考えられる。



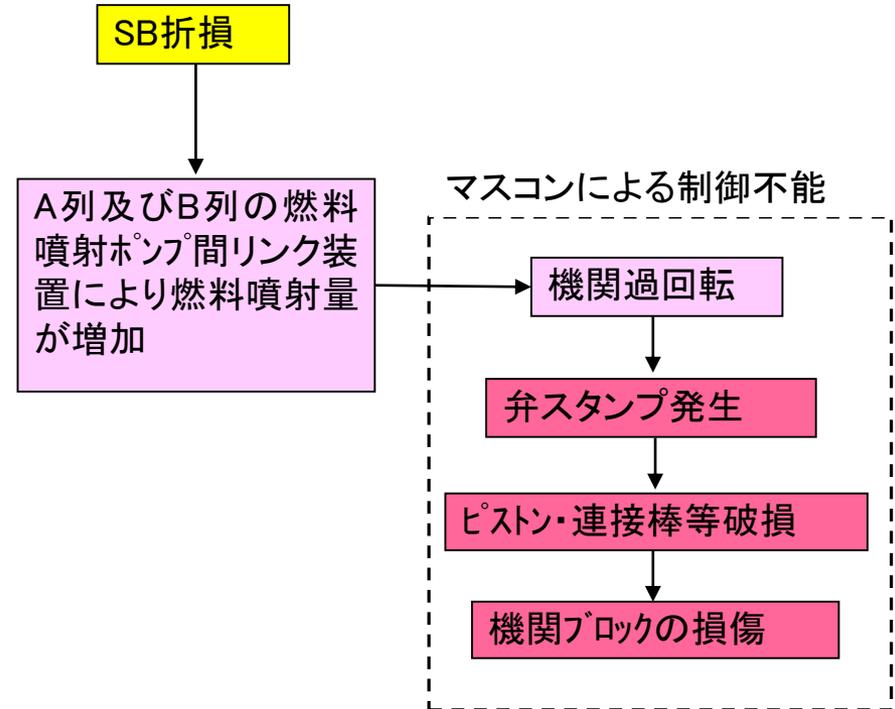
※ → はノッチアップ時の動きを示す

※ スライジングブロックは、ガイドアーム、ピン、スライダで構成

※ スピードツナキレバーとコントロールレバーは取付ボルトにより接続

エンジンが損傷に至ったことに関する分析

本件エンジンはスライジングブロックのピンの折損以降、燃料制御が不可能な状態となり、過回転状態になっていたものと推定される。その結果、破損した接続棒がシリンダーブロック上部の点検蓋付近に当たってシリンダーブロックを突き破ったものと推定される。〈P30～P31〉



車体の損傷に関する分析

本件運転士が「エンジンの中の方で10cmか15cmか分からないが炎が上がって、床下に当たっているような感じだった」と口述している。

⇒ エンジンの上部付近で黒色の可燃性液体が引火又は発火していた可能性がある。 <P32>

可燃性液体の引火点及び発火点と、機関の周辺にある排気マニホールドなどの表面温度の関係から

- (1) 破損した接続棒が、シリンダーブロックに衝突してシリンダーブロックを突き破る際に、衝突によって発生した火花が、開口部から噴出したと考えられる高温状態の黒色の可燃性液体に引火した可能性が考えられる。 <P32>
- (2) 開口部から噴出した黒色の可燃性液体が、高温状態の排気マニホールド、過給器、排気管等の表面に付着して発火した可能性が考えられる。 <P32>



4両目左側面(機関～放熱器付近)

4両目以降の車両の車体に焼損が発生したことについては、本件エンジンのシリンダーブロック上部に約100mm×約95mmの穴が開いたと考えられる15時41分03秒ごろ、本件列車は約121km/hで走行しており、燃焼して高温状態になっている黒色の可燃性液体が、本件エンジン付近から本件列車の後方まで散布されたためと考えられる。 <P32>

保守管理に関する分析

過去に発生したエンジン異常時等の対策について <P35~P37>

- ・ 原因究明のための調査が十分に行われていなかった可能性があると考えられ、その結果、的確な対策を講ずるまでには至らず、対策実施後に新たな不具合が他の部品に発生していた可能性が考えられる。
 - ・ 徒動及びしゃくりに関する情報は一部の関係者間のみで共有され、全社的に共有されなかったため、異常の発生状況に対する認識が十分ではなかったと考えられる。
 - ・ 過去に発生したエンジンの異常及び異常の兆候に対する不十分な処置が、本重大インシデント発生の背景にあった可能性があると考えられ、その要因として情報共有が不十分なことによるエンジンの異常内容の重大性に関する認識不足が、本社及び工場並びに運転現場にあったものと考えられる。
- ⇒ 同社はこれらを改善するしくみを速やかに策定して実施し、エンジン異常や異常の兆候が発生した場合には、十分な調査及び分析を行って対策を実施することが、同種の重大インシデントの再発防止にとって重要である。

原因

本重大インシデントは、

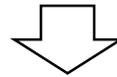
特急気第5014D列車の4両目に搭載されていたディーゼルエンジン(DML30HZ-10024番機)の調速機に使用されているスライジングブロックが、ピンのガイドアームへの圧入端部で疲労破断したことから、同エンジンが制御不能かつ過回転状態となり、エンジン内部のピストンや連接棒等を損傷した、

- (2) 破損した連接棒がシリンダーブロックを突き破った際に発生した火花が、開口部から噴出した燃料及び機関潤滑油並びに機関冷却水に含まれた不凍性防食剤に引火し、また、それらが、高温状態の排気マニホールド、過給器、排気管等の表面に付着して発火した、
- (3) その際、列車が高速で走行していたことから、上述した燃料及び機関潤滑油等が列車の後方車両に向かって飛散し、車体側面に付着したために、車体側面の表面塗装が焼損したことにより発生したものと推定される。 <P39~P40>

- ・ スライジングブロックのピンが一斉取替後に短期間で折損したことについては、燃料制御装置内で発生した「徒動」、「しゃくり」のような好ましくない挙動に加え、停止ストッパーボルトが同エンジンには取り付けられておらず、ピンのガイドアームへの圧入端部にメーカーの想定最大荷重の約3倍の曲げ荷重が継続的に加わっていたためと考えられる。
- ・ エンジンが過回転状態となって損傷したことについては、スライジングブロックのピンが折損した場合に、コントロールラックが燃料噴射量増方向に作用する構造となっていたこと、また、過回転状態となったエンジンを強制的に停止させる仕組みがなかったことが関与していると考えられる。
- ・ 本重大インシデントが発生した背景としては、車両等に重大な影響が及ぶことが懸念されるスライジングブロック及び燃料制御に関連する部品の損傷がしばしば発生した際に、同社が全社的に検討を行わずに一部の関係者のみで対策を策定していた可能性があり、その対策は、十分な調査によって得られたデータを基に分析・検討されたものではなく、対症療法的なものとなっていた可能性があることなどが考えられる。

再発防止策

本重大インシデントは、エンジンの燃料噴射量を制御するスライジングブロックのピンが、過大な曲げ荷重を繰り返し受けた結果、疲労破壊により折損したことから、エンジンの燃料噴射量が制御不能な状態となり、過回転状態となったエンジン本体の損傷、燃料及び機関潤滑油並びに冷却水に含まれた不凍性防食剤の流出とそれらの引火及び発火、車体側面塗装の焼損と連鎖したものである。



- ・ スライジングブロックのピンの折損は、過大な曲げ荷重がピンに繰り返し負荷されたために発生したと推定されることから、このような過大な曲げ荷重がピンに負荷されないように、コントロールラックがラックストッパーピンの下限に当たっている状態では、コントロールレバーが燃料噴射量を更に減ずる方向に変位しないように、燃料制御装置の油圧サーボモータのピストンストロークを調整する必要がある。 <P40>
- ・ スライジングブロックのピンの折損が発生し、通常のノッチ操作による燃料噴射量の制御が不能となった場合でも、本重大インシデントのようにエンジンが過回転状態となってエンジン本体が損傷することがないように、様々な対策を多層的に設けることが再発防止にとって重要である。 <P40～P41>
- ・ 車両等に重大な影響が及ぶことが懸念される事態が発生した場合には、正確な情報を本社と現場が共有し、原因究明のための十分な調査を行い、的確な対策を講ずることが再発防止には必要である。 <P41>

JR北海道が講じた措置

(1) スライジブロック破損防止対策 <P41>

- 機関制御装置(油圧サーボモータ)のピストンストローク調整機構の導入
- 機関制御装置(油圧サーボモータ)の油圧回路に絞りを挿入
- 機関停止ストッパボルトの状態確認

(2) エンジンの過回転防止対策 <P41~P42>

- エンジンB列の燃料噴射ポンプにラック戻しばねを追加
- エンジン回転数が一定(上限)値に達した場合にエンジンを強制的に停止させる装置を導入

(3) その他対策 <P42~P43>

- 定期検査における検査内容の追加及び車両保守管理システムの改修
- 火災検知回路の耐熱電線化
- 原因究明体制等の見直し