油圧ショベルの作動油が発火し出火した火災について

川崎市消防局予防部予防課調査係

１　はじめに

車両火災において、オイルに起因する火災は、高温になった排気管にオイルが付着することで発火する事例は広く知られているところであるが、今回紹介する事例は、油圧ショベルの油圧系統から出火した事案で、油圧ホースが外れ、高温の作動油が噴き出したことで、酸化発熱反応を生じ、自然発火したものである。

２　火災の概要

⑴　出火日時：令和３年９月
⑵　出火場所：川崎市
⑶　火災種別：車両火災
⑷　構　　造：油圧ショベル（クローラー式）、2016年製
⑸　被害状況：油圧ショベル１台焼損
⑹　リコール情報：なし

３　発生状況

屋外の貯炭場（高さ20メートル、総量約７万トン）の上で、作業員が油圧ショベルを旋回させようとした際、オペレーター室内モニターの警告灯が点灯すると同時に、「パン」という破裂音を聞いたため、周囲を確認したところ、オペレーター室右後方にある油圧ホース付近から約１メートルの炎が上がっている本火災を発見した（写真１及び図１参照）。

写真１：出火箇所周囲の状況

図１：構内配置図

４　出火前の状況

⑴　油圧ショベルは平成28年４月に新車で購入し

ており、最後に実施した月次点検は令和３年９月で、点検時に異常はなかった。

⑵　油圧ショベルの稼働状況については、作業員が交代するとき及び小休止のときを除き、常に稼働している状況であった。

⑶　出火当日、作業員は油圧ショベルで貯炭場の石炭を搬出口へ移動させる作業を行っていて、当初は作動に異常は感じなかったが、休憩後の作業再開後から、作業能力の低下を感じている。

５　調査結果

⑴　焼損状況

ア　第１回実況見分は、高さ20メートルの位置にある足場の悪い貯炭場という劣悪な環境のため、外観のみ見分を実施した。

　バケット、アーム及びクローラーに焼損は認められず、オペレーター室及び上部旋回体が焼損しているのが認められる。（写真２、３参照）

イ　第２回実況見分では事業所職員に協力を求め、貯炭場の下へ焼損車両を降ろし、同型車と比較しながら各部の焼損状況を見分した。

　その結果、焼損状況及び延焼方向から電気関係及び燃料系統からの出火した可能性は低く、油圧系統から出火した可能性が高いと考えた。

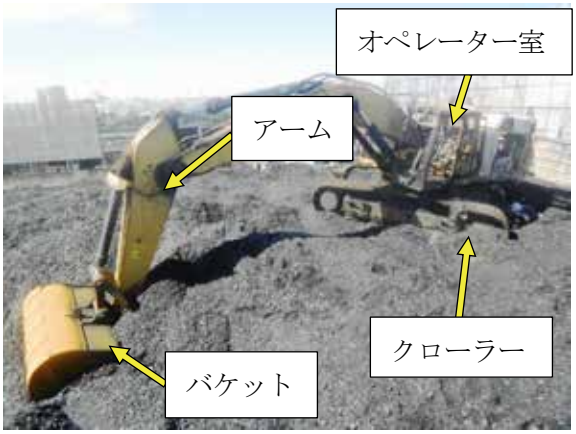

写真２：油圧ショベルの状況

写真３：上部旋回体の状況

（ア）ポンプ室内を見分すると、油圧ポンプは塗装が焼けており、燃料、エンジンオイル、パイロット及びドレンの各フィルタは焼失している。また、作動油タンクにつながるサクションラインのゴム製ホース部が焼失している。（写真４～６参照）

写真４：車両右側の状況

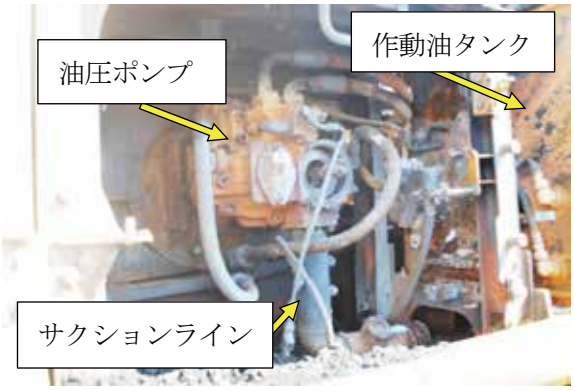

写真５：焼損車両ポンプ室の状況

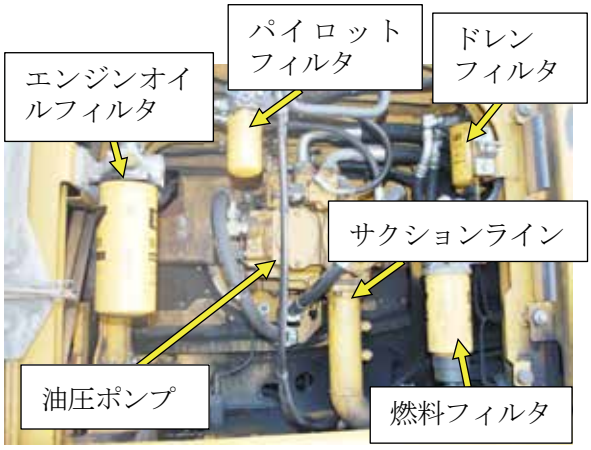

写真６：同型車ポンプ室の状況

（イ）作動油を制御しているコントロールバルブは、オペレーター室の後方に位置しており、塗装が焼失して地金が露出し、白く変色している。

接続されている11本の油圧ホースは被覆が焼失し、スチール製のワイヤーが露出している。また、左クローラー走行用の油圧ホースが脱落しており、この油圧ホースのみが茶色く変色しているのが認められる。

コントロールバルブ付近には熱源となるものは確認できない。（写真７、８参照）

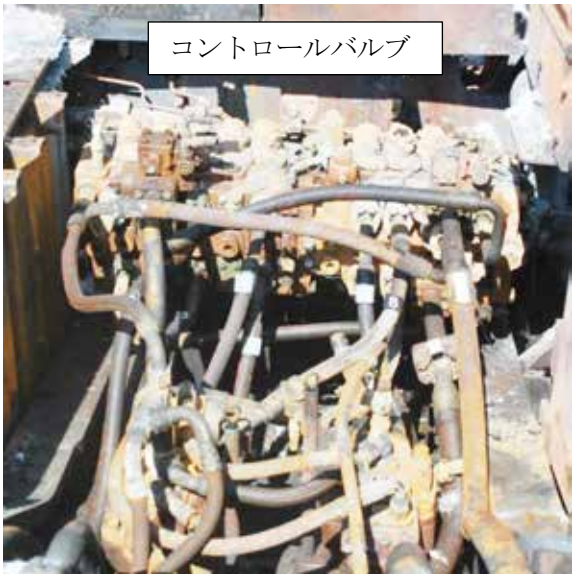

写真７：コントロールバルブの状況

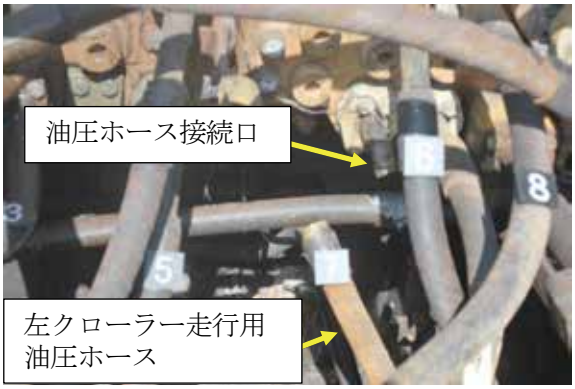

写真８：油圧ホースの状況

ウ　油圧系統を更に詳細に見分するため、工場へ搬送しようとしたが、車両重量が約48トンあり、そのまま工場へ搬送するのが困難であったことから、製造会社に油圧系統各部の説明を求め、解体して部品のみを工場へ搬送し、第３回実況見分を実施することとした。

工場で各部品を復元できるようにするため、製造会社へ解体時の注意事項を指示し、搬送を依頼した。

（ア）脱落した左クローラー走行用油圧ホースを見分すると、油圧ホースは被覆が焼失しているため、製造会社は判別できないが、接続ステムは正規品のものと形状が違うことから社外品であることが認められる（写真９～11参照）。

写真９：油圧ホースの状況

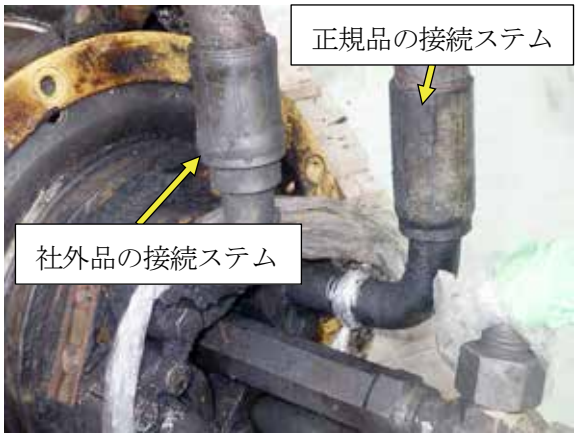

写真10：左クローラー走行用油圧ホースの状況

写真11：左クローラー走行用油圧ホースの状況

（イ）作動油の送油を開閉するバルブスプールをコントロールバルブから取り外し見分すると、いずれのバルブスプールもオイルが付着しており、オイルが黒く変色している（写真12、13参照）。

写真12：コントロールバルブの状況

写真13：バルブスプールの状況

（ウ）油圧ポンプを見分すると、外観は 全体的に焼けて赤茶色に変色しており、ポンプカバーを取り外して油圧ポンプ内部を確認すると、ポンプ内にオイルは確認できず、メインポンプシャフト及びギヤは黒く変色

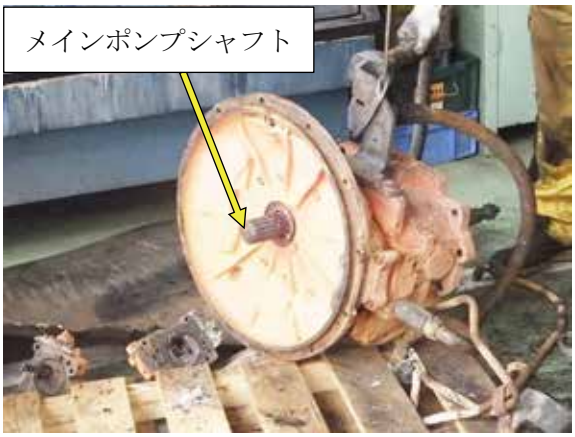

写真14：油圧ポンプの状況

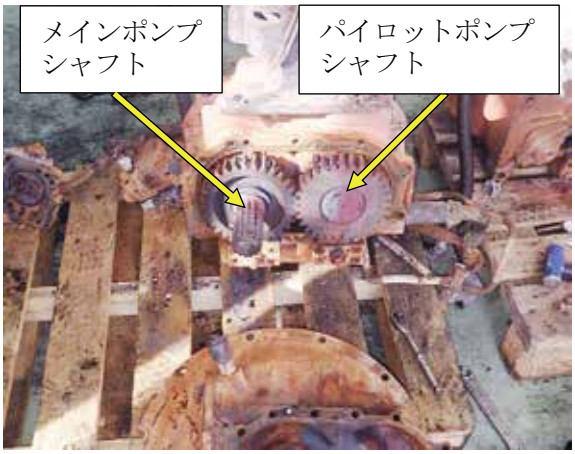

写真15：油圧ポンプ内部の状況

している。

また、ギヤの隙間には炭化物が堆積している。（写真14～16参照）

（エ）ギヤを取り外してシャフトベアリングを見分すると、シャフトベアリングの合成樹脂製の保持器は溶融し、ころが不規則な間隔で固着している。さらに、メインポンプシャフトを取外すと、シャフトベアリングの内側には溶融して黒く炭化した樹脂が固着している。（写真17、18参照）

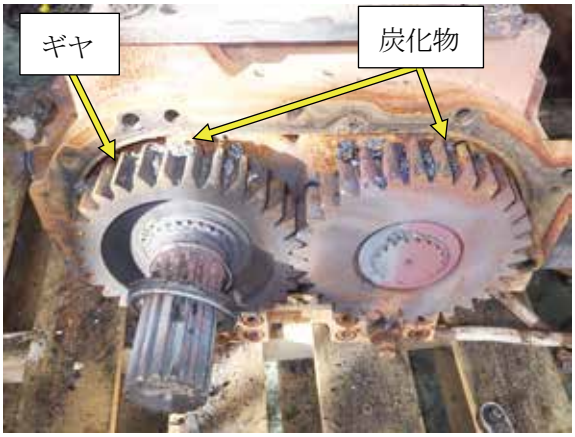

写真16：ポンプシャフト及びギヤの状況

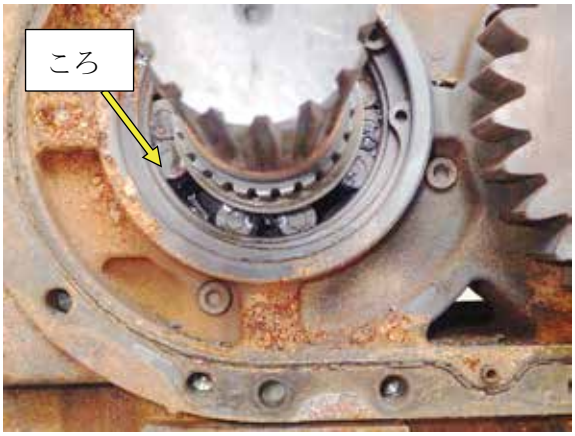

写真17：シャフトベアリングの状況

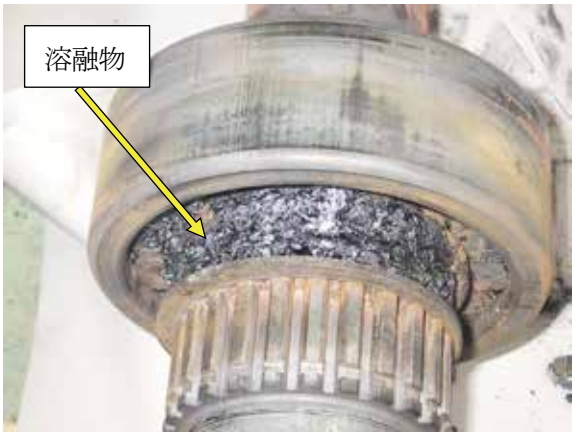

写真18：シャフトベアリング内側の状況

６　鑑定結果

コントロールバルブ内に残存していた作動油と油圧ショベルに使用される新品の作動油を収去し、熱分析装置により分析を行う。

コントロールバルブに残存していた作動油（試料１）、新品の作動油（試料２）を比較すると残存していた作動油は黒く変色している。（写真19、20参照）

写真19：残存していた作動油の状況

写真20：新品の作動油の状況

分析した結果、残存していた作動油は、酸化発熱反応が摂氏363度から確認できるのに対し、新品の作動油は、酸化発熱反応が摂氏403度から確認できた。

以上のことから、残存していた作動油は、酸化発熱を開始する温度が約40度低下しており、熱影響による劣化が考えられる。（図２、３参照）

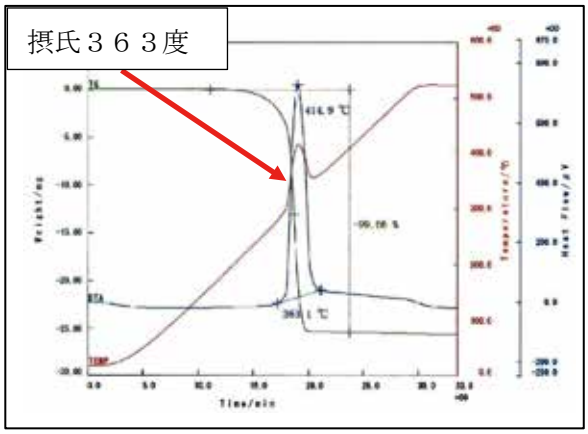

図２：試料１の分析結果

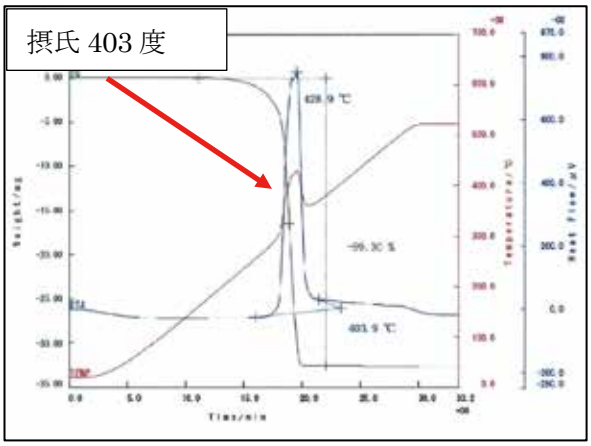

図３：試料２の分析結果

７　検討結果

油圧ポンプ内部を見分した結果、通常、保持器により等間隔に設置されているシャフトベアリングのころが、不規則な間隔で固着していることが認められた。

黒く変色した作動油の状態を見れば、適正に維持されていたとは考え難く、作動油の劣化かオイル量の減少によるものかは定かではないが、このことがシャフトベアリング内のころが固着する要因になったと推察される。よって、油圧ポンプ内が潤滑不良の状態となり、摩擦熱が発生して作動油が高温になっていたと考えられる。

次に脱落した油圧ホースであるが、油圧ホース接続ステムの圧着方法はロウ付けであり、正規品も社外品も同様とのことである。正規品のロウ材の融点は450度以上であるが、社外品のホースは焼損が激しく製造元を特定できないことからデータは得られていない。

しかしながら、油圧ホースが圧着箇所から脱落しているところをみると、作動油がロウ材の融点を超えるほど高温となっていたために、圧着箇所の強度が下がっていたという可能性は十分考えらえる。

その状態で、クローラーの旋回操作により油圧ホースに負荷がかかったことでホースが脱落し、作動油が噴出した可能性が高い。

また、鑑定結果によると、焼損車両の作動油は摂氏363度から酸化発熱反応が確認できることから、摂氏363度を超えた作動油が空気に触れ、発火に至った可能性は十分考えられる。

以上のことから、本火災は、油圧ポンプが潤滑不良の状態であったことに気づかないまま稼働を続けたことで、摩擦熱によりシャフトベアリング内のころが焼付き、その影響で作動油が高温になっていたところに、クローラーを旋回させようと負荷をかけた際、コントロールバルブから油圧ホースが外れ、高温となった作動油が噴出して空気に触れたことにより、発火し出火したものと判定した。

８　おわりに

本火災は、油圧ショベルから出火した珍しい事案であり、出火した油圧ショベルは重量が約48トンあったため火災現場から移動ができず、足場の悪い貯炭場での実況見分を余儀なくされ、さらに車両を解体後に部品の一部を工場へ搬送して実施する等、条件の整わない中での実況見分となった。

製造会社は当初、燃料からの出火を疑っていた

が、社員立会いのもと合同見分を実施し、各部品の構造説明を受けながら油圧ポンプを解体した結果、シャフトベアリング内の潤滑不良による焼損を発見するに至り、油圧系統からの出火を裏付ける物証が得られたことで製造会社も消防の見解を認めることとなった。

加えて、熱分析装置による鑑定を行った結果、残存していた作動油の発火温度が科学的に立証され、本火災の原因判定を確たるものにすることができた事例である。

冒頭に触れたとおり、車両火災でオイルに起因するものと言えば、排気管をまず疑うが、その先入観に捉われると原因を見失うこととなる。改めて現場を「よく見る」ことの大切さを感じた事例であった。