

災害調査報告書

係留中の土運船で発生した爆発火災災害

(要約版)

労働安全衛生総合研究所

1. 災害の概要

係留中の土運船の船倉内で爆発火災が発生し、3名が死亡する労働災害が発生した。調査の結果、本件災害は、油漏れのあった油圧配管の交換作業において、床に油が溜まった状態でフランジのボルトを取り外すためガス切断（ガス溶断）作業を行ったことが原因であった。ガス切断で油が溜まった床に切り落としたばかりの高温状態のボルトが着火源となって周囲に火炎（裸火）が形成した状況にあり、六角ナットを取り外した後にフランジ隙間から油が噴出し、その火炎で引火し、局所的な小規模な火災になった。その後、床に溜まっていた油がその火災の熱で気化が促進され、局所的なガス蒸気の爆発が発生した。現場で作業を行っていた3名全員は、火災によって発生した一酸化炭素の中毒によって死亡した。

- ・災害の形態：火災，爆発
- ・起因物質：油圧作動油
- ・発災装置：油圧配管
- ・人的被害：死傷者3名(死亡)，死因：いずれも，一酸化炭素中毒。
- ・物的被害：作業資材の焼損，ガス切断器の変形など。
- ・発生状況：土運船の船倉開閉用の油圧管の取り替え作業中に爆発が発生し3名が死亡したもの。

2. 設備等の概要

2.1 土運船の概要

（一社）日本作業船協会によると、土運船とは、浚渫船等から排出される土砂を泥倉に受入れて運搬する船で自航と非自航がある。災害が発生した土運船は非自航、全開式、泥倉容量1,600 m³である。泥倉の開閉用には、油圧210 kg/cm²の50A油圧配管が使われている。写真1に災害があった同形式の土運船について、泥倉が開き、埋立を行っている状況を示す。

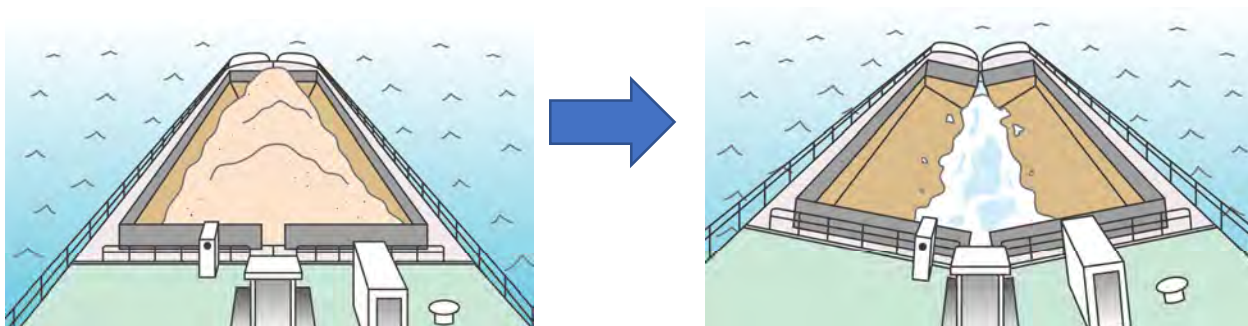


写真1 土運船による埋立

2.2 油圧作動油

油圧作動油の主な性状を表 1 に示す。メーカーによると、自然発火温度は個々の潤滑油製品の測定結果を基にした記載ではなく、ガソリン、ナフサ、灯油、軽油、潤滑油基油（軽質分、重質分を含む）を含めて幅を持たせたものとなっているという。また、危険物取扱上、引火点を優先し、自然発火温度を実測することはないという。ただし、引火点プラス 150℃程度が ASTM E659 の規格試験の発火点に相当しているので、当該製品は 370℃（引火点 226℃の場合）程度と推定している。

表 1 油圧作動油の代表性状等（メーカー値）

色 (ASTM)	L0.5, 淡黄色
密度 (15℃)	0.869 g/cm ³
動粘度	(40℃) 32.6 mm ² /s , (100℃)
粘度指数	5.49 mm ² /s
引火点	105
流動点	226℃, クリーブランド開放式
自然発火温度	-32.6℃
爆発範囲	推定値 200～410 ℃. 370 ℃程度と推定.
消防法危険物分類	推定値 1～7 % 第 4 石油類

3. 被害状況と災害発生前後の様子

3.1 被害状況

(1) 現場の被害状況

被害状況を写真 2～5 に、主な被害、現場の様子を以下に述べる。

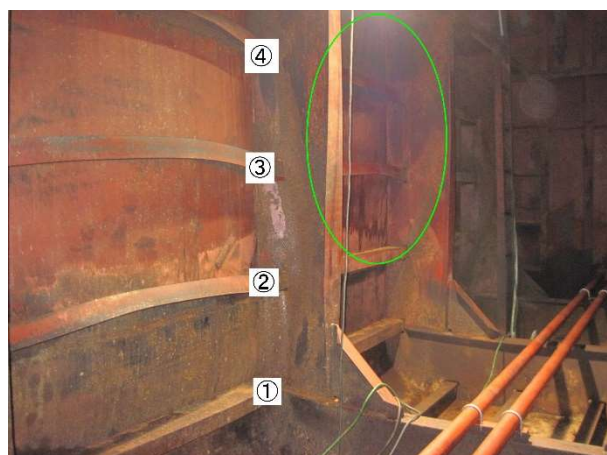


写真 2 右舷側壁の油の付着による変色跡



写真 3 油圧配管を船尾方向に見たところ



写真4 油圧配管を右舷方向に見たところ画面上側（船尾方向左側）の配管は既に取り外したもので、床にボルトが落ちている

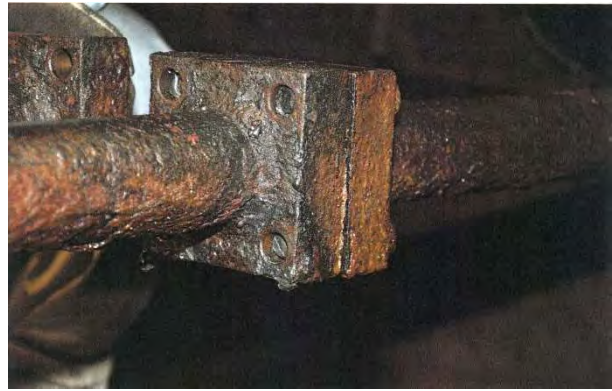


写真5 配管フランジを船首側、斜め左側から見たところ

- a) 船内に変形は見られず，油の噴出跡，作業資材の焼損のみである．側壁の梁の変形は災害発生前からのものである．
- b) 側壁に黒く付着したすす，油は高さにして2 m 超であった（写真2）．
- c) 2本の平行する油圧配管は，船尾方向に見て，左が開く側，右が閉じ側である（写真3）．泥倉を開くためには右側を一定の保持圧力のもとで左側を加圧する．泥倉を閉じるためには左側を一定の保持圧力のもとで右側を加圧する．
- d) 油圧管の寸法は材質STGP，50A，外径60.5mm，内径49.5mm，さび止め，ボルトは材質SCH，M16×105，六角ナットの材質はS45Cであった．
- e) 船尾に見て左側（画面上側）写真の外した配管は船室外，甲板に引き上げた（写真4）．
- f) 右側のフランジのボルトは穴から外していなかった（写真4：丸印）．
- g) 船室に消火器は無かった．
- h) アセチレン-酸素のガス切断器とホースはマンホールから船室外に飛び出していた．ガス切断器は変形していた．
- i) その後のガス切断器メーカーによる調査では，事故災害前に器具に異常があった形跡は認められなかった．
- j) フランジに取り付けられていたOリングはフランジに固着していたという．
- k) 油漏れの箇所は，甲板に引き上げた配管の両端に取り付けられたフランジの後ろ側（船尾側）で船首方向36cm位置の小さい穴からであった．
- l) フランジに六角ナットは残っておらず，また，切断して残ったボルトのネジ部は短く，フランジの穴の中にあった（写真4）．

(2) 被災者と落ちていた物の位置関係

図1に船内での被災者3名の発見場所と採取物の位置を示す．ただし，採取物の詳細は省略する．

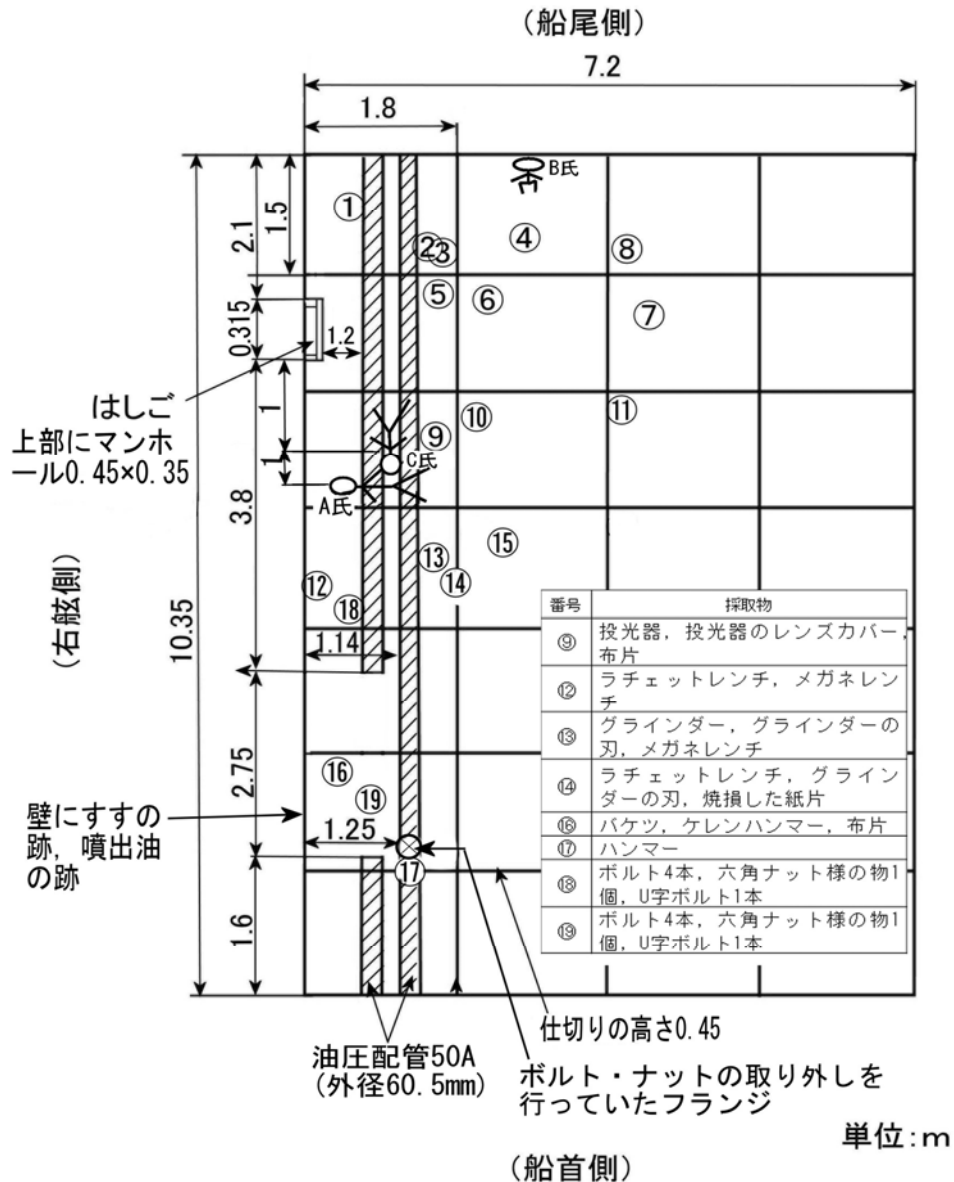


図1 被災者の発見場所と落ちていた物品(番号)
×印がガス切断, ボルト・ナットの取り外しを行っていたフランジ箇所,
番号は採取物の箇所で詳細は省略

3.2 作業等の経過

船で発生した不具合について, 土運船の会社が船舶の修理を行う被災事業場(以下, 「事業場」とする。)に調査を依頼し災害発生の12日前に事業場が調査した結果, 船内配管に作動油漏れを発見し, 土運船の会社に報告した. 配管取替え作業の業務は事業場が請け負ったが, 災害発生日まで特に船内作業は行っていない. 災害当日の経過を表2に示す.

事業場では, 船室の配管取替え作業については, a)ホルドの開き止めを行い, b)作業箇所に防火シートを敷き(ただし, ガス切断による場合), c)ボルト・ナットを外し, d)固着しているフランジ間に矢と呼称する楔を打ち込んで配管内の作動油をで

きるだけ抜くことになっていた。作業の安全上、a)と b)を行うことになってはいたが、災害発生時にはいずれの措置も講じられていなかった。a)のホールドの開き止めを行なわなかった理由は不明であるが、本来2日間かけて本件作業を行う予定が、急きょ他の仕事との兼ね合いから、1日のみの仕事となり、作業を急いだことが原因ではないかといわれている。また、修理は1日で終える必要性はなかったが、現場で15時までには終了させようとしていたのではないかともいわれている。配管取替え作業は原則として手工具（スパナ、レンチなど）を使用していたが、配管がさびなどで固着して手工具の使用では相当時間を要する場合にはガス切断が行われていた。作業方法の判断は現場で行われ、上位の職責者が必要に応じて判断したが、通常は現場任せでこれを黙認していたようである。

通常、船室の配管取替え作業を行う場合には3名で行っていた。そのほか、甲板上に1名を確保していた。緊急時の必要に備えて船室に単独で入ることは原則として無かった模様で、最低限2名で入っていた。ガス溶接技能講習修了者はBとCであり、

表2 当日の作業の経過、災害発生の様子

時刻	内容
約2時間前	送風機を使い、マンホールから船室に送風を開始した。配管取替え準備を行った。
約1時間前	Aが油圧バルブの開放操作を行ったが、手順ミスによりサクシオンフィルターを損傷させた。
約50分前	AはEに電話連絡して油圧バルブの開放操作を確認の上、あらためて油圧バルブの開放操作を行った。
約30分前	AはBとCとともに船室に入ろうとした。このとき、Bから通常作業手順のとおりホールドの開き止めを行わないことについて反発があった模様。結局、ホールドの開き止めを措置することなくA、B及びCの3名は、アセチレン-酸素のガス切断器（吹管）を持って船室に入った。ただし、ボンベは室外。
約15分前	1本目の配管を船室から取り外して船外、甲板に搬出した。続いて2本目の配管の取り外し作業を開始した。
発生	突然、「ボンッ。」と爆発音があり、マンホールに入れてあった送風機のダクトが吹き飛ばされた。このとき、ガス切断器も船室からホールド内まで吹き飛ばされた。 マンホールからは最初炎が勢いよく立ち上がり、その後、約1分間燃え続けた。炎の高さは約2.5mほどであった。爆発音発生後、しばらくはAとCの「開けてくれ。」という悲痛な叫び声が聞こえた模様。甲板にいたDはガス切断器に取り付けられていた酸素のホースを取り外してマンホール内に入れた。DはFに救急通報するように話し、Fは携帯電話から救急に通報した。
約10分後	公設消防救急隊などが現地に到着。船室は黒煙が立ち込めていて入れなかった。
約2時間後	船室に入り、被災者3名は病院に救急搬送されるも死亡が確認された。

Aは無資格で技術職であった。ガス溶断はスキルのあるBが行っていたと推測される。

4. 実験

4.1 実験全体の概要

(1) 実施項目

本調査では原因究明のため、以下の測定・実験を行った。

①油圧実験 ②ボルトの取り外しトルク ③油の引火点 ④新品油の炭素数分布
⑤油の導電率と比誘電率 ⑥油の蒸発性 ⑦船室床の漏洩抵抗 ⑧Oリングの熱重量測定
⑨現場品Oリングの損傷状況 ⑩現場品Oリングの硬さ ⑪フランジからの油の噴出実験
⑫鉛直に設置したフランジからの油の噴出実験 ⑬液面上の可燃性蒸気層の着火範囲
⑭燃え拡がり、燃焼挙動 ⑮スパッタ、切断した六角ナットによる油の着火性
⑯裸火による噴出油ミストの着火性

ただし、①～⑮の詳細は割愛し、結果を4.3に示す。

4.2 裸火による噴出した油ミストの着火性実験

フランジから噴出した油ミストが、種火となる小さな火炎によって引火し、火炎が伝ば、火災が拡大するかどうかを実験的に調べた。本来、この検証はフランジ隙間から油を噴出させながら模擬すべきであるが、実験を安全に制御することが難しいため、ここでは市販の一流体ノズルから霧状に噴射した場合の油ミストで模擬した。

(1) 実験装置及び実験方法

写真6に示す斜め噴射の場合は、フランジ隙間、ここではノズルで代表するが、90cm離れた位置に置いた油が浸み込んだ布きれが種火となって燃えている状況を模擬し、ノズルから油を噴射した際の着火性をみる。ただし、ノズルには電磁弁を設け、噴射時間を制御した。写真7に示す鉛直下向き噴射の場合は、油が溜まった床に種火がある状況で行う。この写真には種火となるものは写っていないが、テッシュペーパー（JKワイパー：日本製紙クレシア製）をちぎって丸めて用いた。側壁とノズルの位置関係は、一区画の仕切りの高さ45cmとフランジを参考に定めた。

ノズルは事業場現場での油噴出実験での液滴径に近いものとなるように選定し、一流体充円錐ノズル010とノズル060（いけうち製）を用いた。ただし、噴出量は060の方が多いものである。

実験の条件では、次のa)とb)とした。a)90cm離れた油を浸み込ませた布きれが種火の場合。b)直下で油を浸み込ませたテッシュが種火の場合。ノズルの噴射圧力（初期圧力）は、水を噴射した場合の標準圧である0.2から0.3MPaを参考とした。

実験の方法では、始めに種火をつけてから所定の時間、油を噴射した。時間は0.3から0.7sの範囲で設定した。また、ノズルから噴射した液滴の大きさについては、シリコンオイルを浮かべたシャーレを使った受け止め法により調べた。90cm位置での平均液滴径は実測によると、0.3MPaにおいて、ノズル060は234 μ m、ノズル010は164

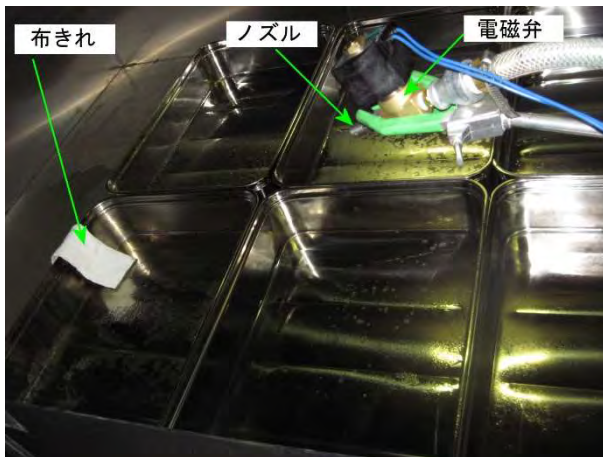


写真6 実験装置の様子(斜め噴射)

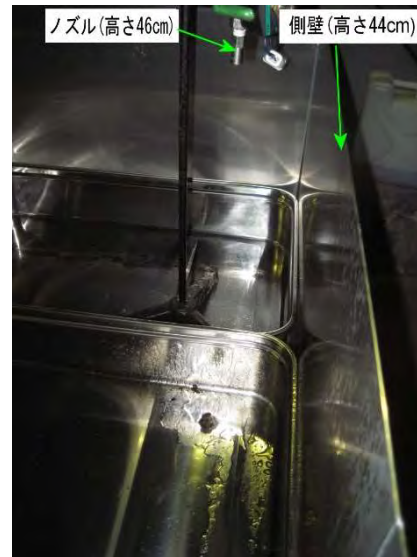


写真7 実験装置の様子(鉛直下向き噴射)

μm であった。この液滴径は、油噴出実験(4.12)で測定した液滴径に近いことを確認した。

(2) 実験結果

① 90 cm 離れたぼろきれが種火の場合

写真8にノズル010、油噴射(0.3MPa加圧)の際の火炎の様子を示す。ここで、 t はビデオカメラの記録開始からの時間である。いずれの場合も、油の噴射によって火炎は大きくなることがわかる。しかし、ノズルの方向に向かって伝ばすることはなかった。予備実験によると、種火がろうそくの火炎程度の大きさよりも小さいと、油噴射で消炎することがわかった。そのため、種火となる火炎の大きさ(高さ)は、目視では10cm以上は必要である。

② ノズル直下に種火がある場合

写真9に上述①と同じノズルと加圧の際の火炎の様子を示す。種火の大きさが布きれのときより小さくとも、油の噴射で火炎が拡大することがわかった。この下方噴射の条件では、種火の高さが数cmもあれば、火炎が広がるが、噴射の仕方によっては消えることがあるので、この程度の大きさの火炎が火災拡大になるか、ならないかの限界にあると考えられる。おそらく高温のボルトの周囲で火炎が形成している状態では、しばらくはボルトが高温にあるため、それが種火の形成を支援するので、消えにくい状況となる。この状況で油ミストがかかれば、大きな火炎に拡大する。

本実験の結果、以下の結果を得た。

- a) ノズルから離れた位置にある布きれが種火となるには、布切れに油が浸潤して大きな火炎が形成している必要がある。燃えている布きれに油ミストがかかると、火炎が大きくなる。しかし、火炎が伝ばしないため、区画内全体に火炎は広がらない。
- b) ノズル直下に数cmの高さの種火があれば、油ミストがかかると火炎が大きくなる。床に油が溜まった状態では、ボルト周囲に火炎が形成する。油ミストがかかると、火炎が大きくなる。

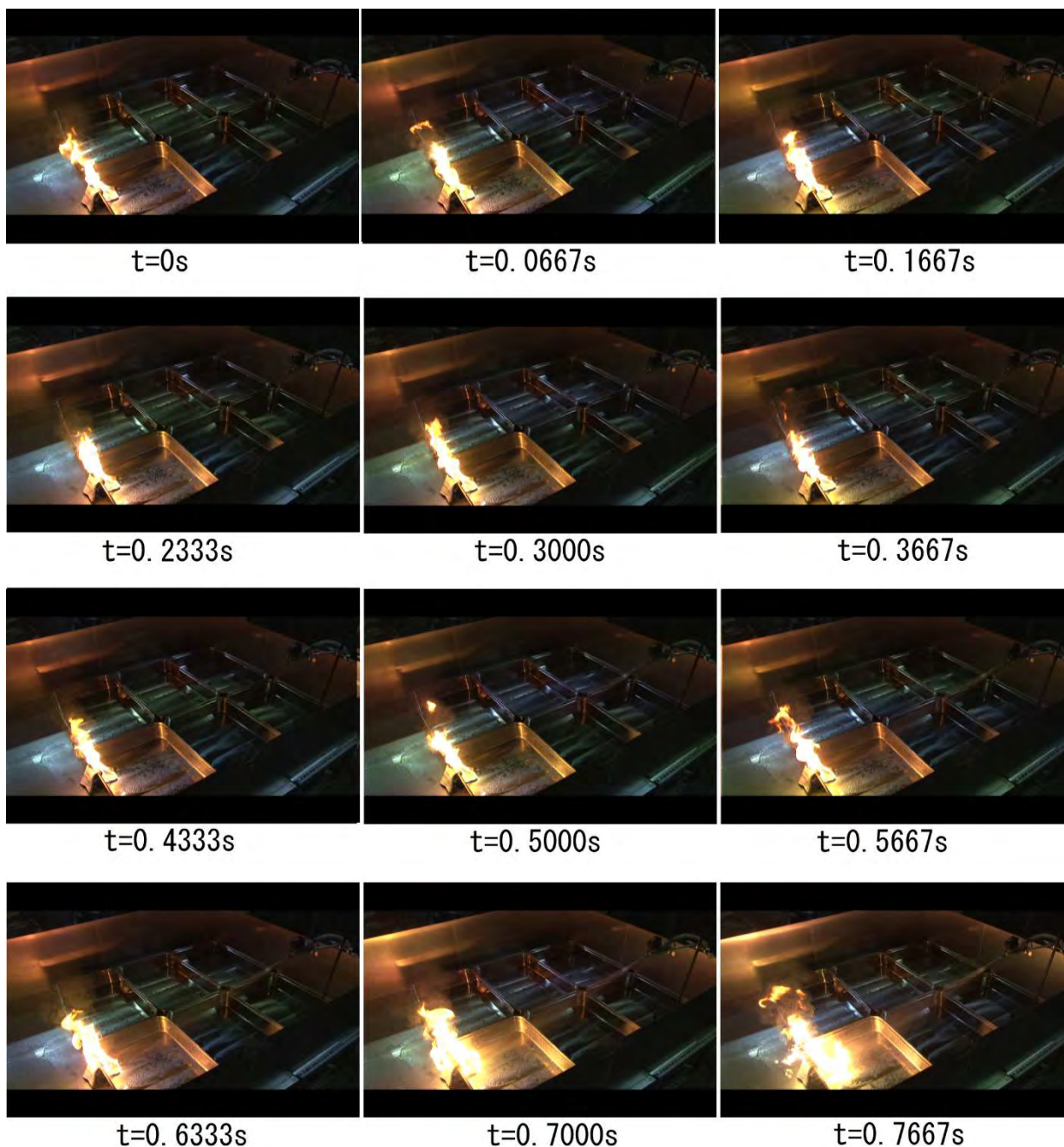


写真 8 油を噴霧した際の火炎の様子（斜め方向に噴射，ノズル 010，0.3MPa）

4.3 実験のまとめ

測定と実験結果を要約する。

- a) 油圧実験によると，事故災害時のようなバルブの開放操作では初期状態の 170 kgf/cm^2 (約 17 MPa) から約 30 分で 3 kgf/cm^2 (約 0.3 MPa) まで下がる．その後，保持圧力のゲージが 0 を示しても圧力は $1.5 \sim 1.6 \text{ kgf/cm}^2$ (約 0.16 MPa) はかかっている．
- b) 油の引火点測定によると，現場品は 206°C ，新品は 200°C である．
- c) 油の導電率は $9.5 \times 10^{-11} \text{ S/m}$ ，比誘電率は 1.9 であり，絶縁性液体である．

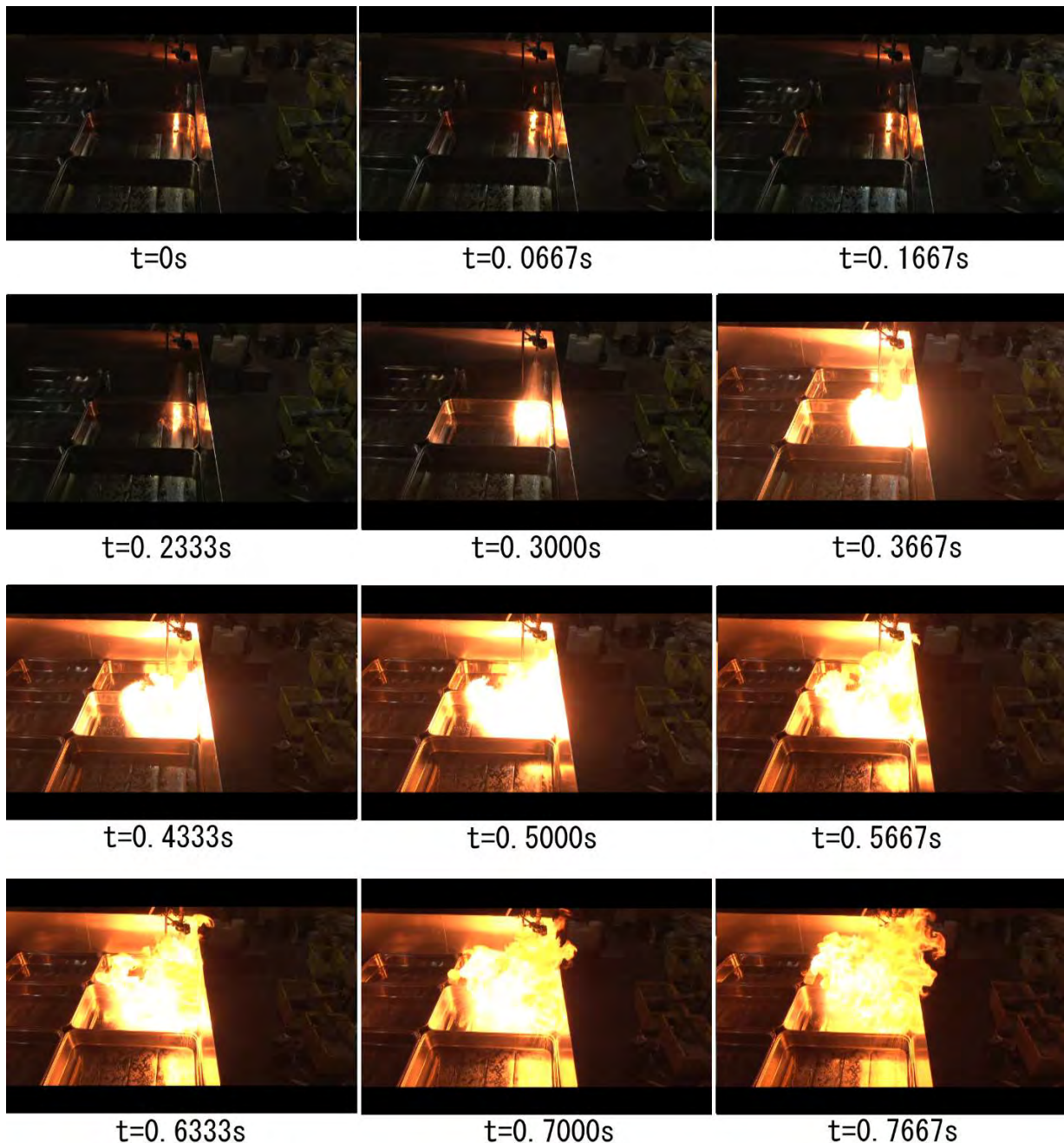


写真 9 油を噴霧した際の火炎の様子（鉛直下向きに噴射，ノズル 010，0.3MPa）

- d) 油の蒸発速度は，液温に対して指数的に変化することを示し，200℃前後から蒸発がみられる。
- e) 船室の漏洩抵抗測定から，船室の床は接地状態にある。
- f) Oリングの熱重量測定を行い，180℃まではほとんど重量減少は見られない。
- g) 現場のOリングの損傷状況を測定した結果，筋を持つ傷があるが，それは深さが10 μm程度であり，油の漏れには関係ない。
- h) 現場のOリングは硬くなっていた。
- i) 事業場現場と研究所のそれぞれで油が噴出する圧力と六角ナットの緩み条件を明らかにした。事業場敷地での実験では0.5 MPa以上でミスト状に噴出する。研究所で

の実験では O リングをフランジに固着した状態を模擬し、0.3MPa 程度以上であれば、高さについて 2m 以上、ミスト状に噴出することがわかった。

- j) フランジのボルトを締結していない状態では、フランジの軸方向に荷重が 0.05 から 0.1MPa の加圧でも油が漏れ、噴出することがわかった。0.2MPa 加圧の場合にミスト状に噴出するが、固着していた状態から隙間が開き始め噴出したとすれば、油は 2m 以上飛散することが推測される。
- k) フランジのボルトが 1 本でも締結していれば、実験の行った範囲 (0.5MPa まで) では油は漏れも噴出も生じない。
- l) 液面上の気化蒸気の着火性実験によると、着火源が存在する場合、液面温度が 220℃では着火し、着火源が液面に近いところで着火、爆発しやすい。
- m) 液面上の燃え拡がり実験によると、200℃以上で燃え拡がりが生じる。すなわち、この温度以上で火災が拡大する。
- n) ハロゲン照明下では火炎の視認性が低下する。
- o) 研究所での六角ナットのガス切断実験によると、スパッタによる着火は難しい。油が床に溜まった状態では切り落としたボルトで容易に着火する。着火すると、床に油がないと 200℃を超えにくいですが、床に油があると、それが燃えるので 200℃以上となり、油の蒸発を促進する。
- p) ノズル噴射による裸火が着火源の場合の油ミストの着火性では、フランジ直下に裸火があると、噴射で油が引火、大きな火炎を形成する。

以上要するに、切り落としたボルトは高温であり、周囲に油がある場合は着火し、火炎を形成しやすいこと、その火炎が小さい場合はその存在に気がつかない可能性があること、油圧配管の内圧が 0.2MPa 程度以上ではミスト状に噴射すること、それが床で形成する火炎で引火し、大きな火炎になること、油の温度が 220℃以上では蒸発が促進され、着火源の存在で爆発すること、さらにその温度以上では燃え拡がりが生じ、火災が拡大すること、などがわかった。着火源としては、静電気とスパッタは排除され、切り落とした高温状態のボルト周りに形成する火炎 (裸火) が推定される。

4 章の参考文献

- 1) 静電気安全指針 (1988) : 労働省産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-87-1, 4.6 「液体及び粉体の導電率の測定」及び 4.8 「誘電率の測定」。

5. 考察

5.1 船室の圧力上昇

爆発による被害としては、マンホールにあった排風機、ガス切断器の室内からの飛散である。船体構造物の変形は無く、また被災者は爆風圧による損傷は受けていないと考えられることから、文献 1)を参考にすると、爆発で生じた最大圧力は 5 から 10 kPa (0.05~0.1 bar) 以下程度と推定される。

5.2 関与した油の量

ここでは、船室の局所的な爆発によって生じる圧力上昇を仮定し、爆発に関与した油の量 m_f を推算する。計算の簡略化のため、油蒸気を含む気体は理想気体を仮定する。そして、室内の圧力上昇は、それぞれの容積と圧力のものが混合後、時間によらず瞬間的に一定の圧力になったと単純化する。以下、計算の詳細は省略する。

計算の結果、 m_f は 100～200 g であり、この程度の量の油（蒸気）が爆発に関与したと推定される。さらに、この油が重い蒸気で濃度の不均一性も考慮すると、爆発に関与した空間は 2～3 m³ であると推定される。

5.3 着火源の検討

着火源として、裸火、高温熱面、摩擦火花、静電気が挙げられ、測定と実験を行った。その結果、裸火に絞り込まれ、具体的にはガス切断の火炎あるいはガス切断された高温のボルト周囲の油の燃焼による火炎が推定された。

5章の参考文献

1)大野友則編：基礎からの爆発安全工学，pp.38-43，森北出版，2011。

6. 災害原因の推定

6.1 発生過程

本件災害は、油漏れのあった油圧配管の交換作業において、床に油が溜まった状況でフランジのボルトを取り外すためガス切断（ガス溶断）作業を行ったことが原因であった。推測される災害発生過程を2例、図2と3に示す。

【発生過程：その1】

災害発生の前より、腐食で油圧配管に穴が開き、油圧作動油が床に漏れて溜まった状況にあった。当日の配管の交換作業において、外れにくかったフランジのボルトをガスで切断し、油が溜まった床に切り落としたばかりの高温のボルト周りに小さな火炎が種火となって形成していた（過程①）。ガス切断が終了した後、油圧配管に圧がかかっていたため、初め固着していたフランジ面が開き、隙間から油が噴出し、その火炎が油に引火し、局所的な小規模な火炎になった（過程②，③）。その後、火炎の熱で床の油の気化が促進され、局所的に爆発範囲のガス蒸気と空気の混合気が形成し（過程④）、その種火（裸火）が着火源となって爆発が発生し（過程⑤）、油のほかに作業用に持ち込んだ資材が燃え、火炎が拡大した（過程⑥）。火炎が大きくなり、マンホールの方に火炎が形成し（過程⑦）、避難経路を絶たれた作業員3名は、拡大した火炎で発生した燃焼生成物である一酸化炭素による中毒で死亡した。

ボルトを4本取り外した後で油が噴出したため、油の漏れを止めることができず、その場を退避したものと考えられる。おそらく、4.20の実験で見られたように、噴出した油ミストに種火が引火し、一瞬のうちに大きな火炎が形成した。このとき、短時間に一気に燃焼量が増すため、室内の圧力上昇があったかもしれないが、「ボンッ」という爆発音とダクト等の飛散があったのは、過程⑤のガス蒸気の爆発によるものと考えられ

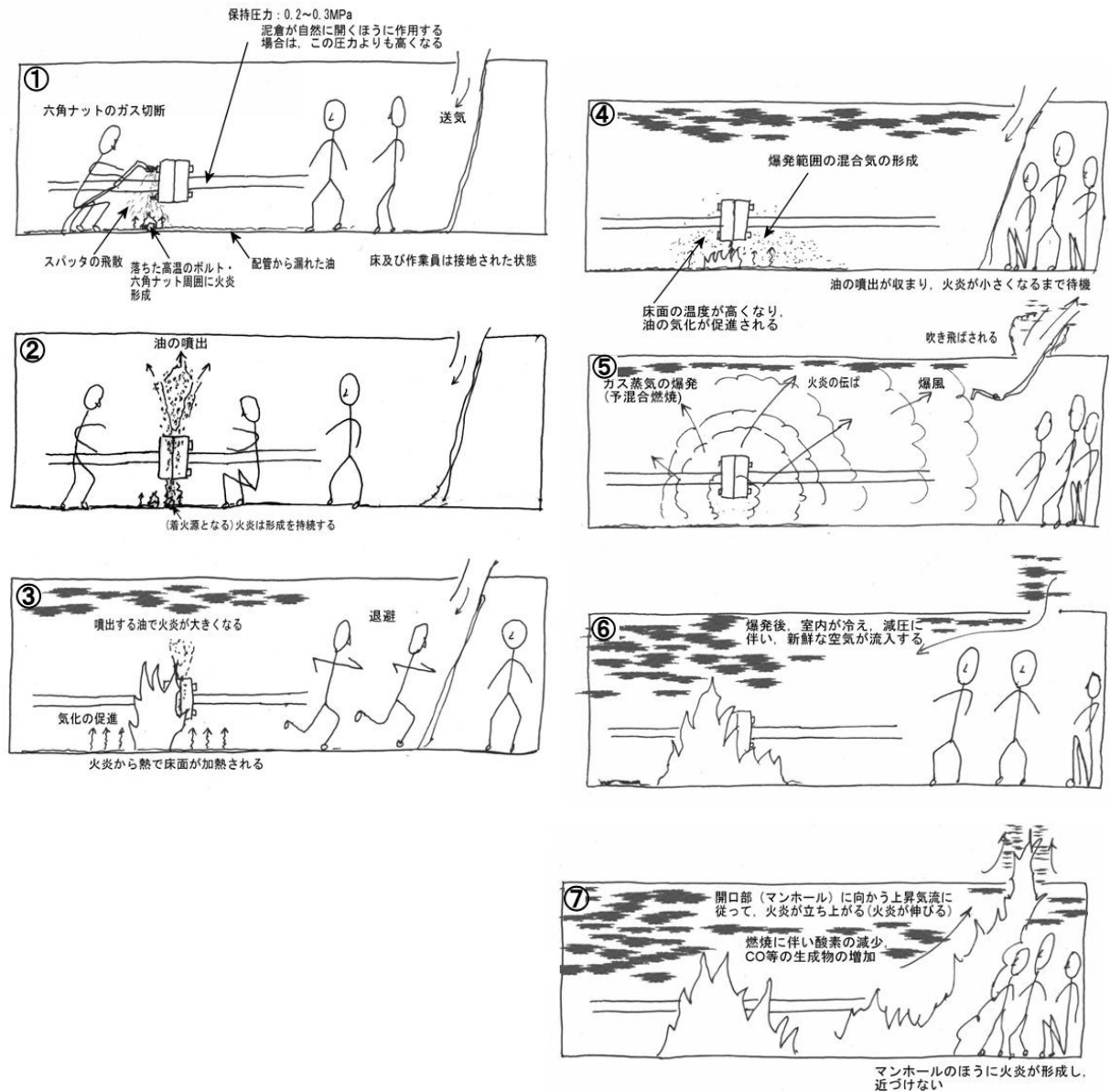


図2 推定される爆発の過程(その1)

る。

【発生過程：その2】

前段階と過程①はその1と同じである。過程②では噴出したミストが着火し、急激に噴霧液滴の燃焼することで局所的ではあるが、いわゆるミスト爆発が生じた。このとき、そばの作業員は転倒、さらには衣服に燃え移ったかもしれない。その後の過程③、④はその1と同様である。爆発の後、マンホールに直行せず、梯子のそばではないところで遺体として発見されている状況からは、過程②で生じた火炎が小さく、作業員にとって切迫感はなく、船外に退避するほどではなかったかもしれない。しかし、事態が急変し、火災が一気に拡大した。これは床面の油の気化が促進されたこともある。その2の過程も排除できないが、作業員の発見場所、爆発の音、そのほかの前後の状況から推測すると、その1の過程で災害が発生した可能性が高い。

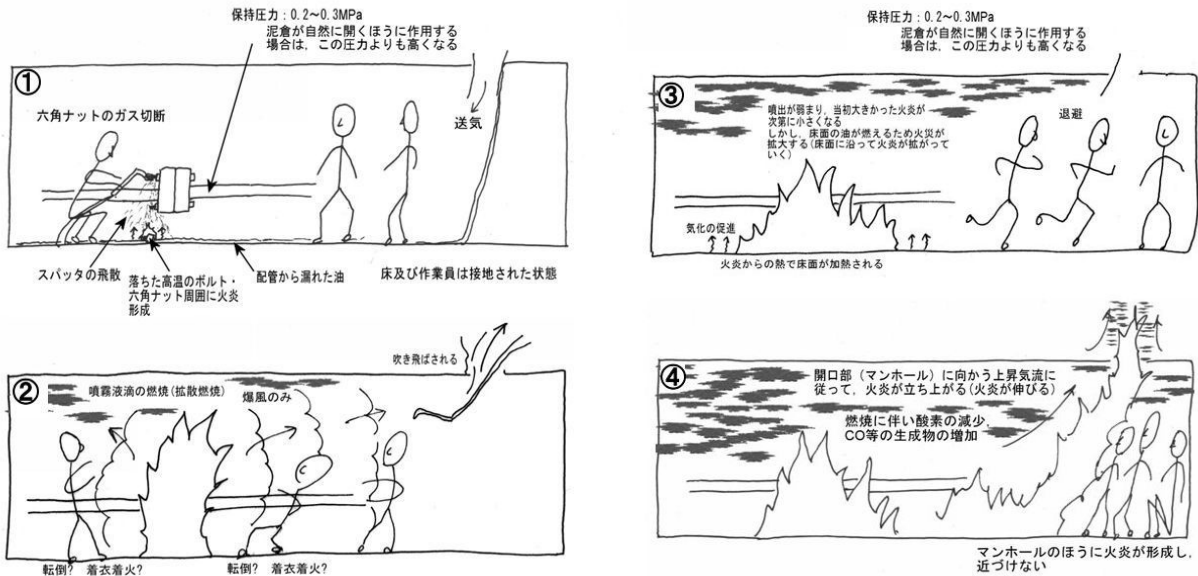


図3 推定される爆発の過程(その2)

6.2 当日災害に至った原因

- a) 室内が高温多湿の作業環境であったこと。(判断ミス, ヒューマンエラーを誘発)
- b) 2日間でやる作業予定が1日に変更となり, 作業時間の短縮のために作業手順の省略が行われたこと。

作業手順の省略の背後要因には, 蒸し暑い作業環境下で早く作業を終了させたかったなどの理由もあろうが, 効率的に作業を行うために場合によっては現場判断で作業手順を省略, 変更しても良いことが事業場で黙認されていたことが挙げられる。

- c) 作業前に行うべき三つの措置を行わなかったこと。(作業手順の省略)
 - ・泥倉の開き止め(ホルドの開き止め)の仮溶接をしなかったこと。
 - ・作業箇所防火シートを敷かなかったこと。
- d) 何らかの原因で固着してボルト・ナットの取り外しができず, 火気となるガス切断の使用に切り替えたこと。(作業方法の変更)

これは作業手順の変更でもあるが, 取り外しのために当然のようにガス切断器を船室に持ち込んでいることからすれば, 想定される作業手順の変更であったものと考えられる。

- e) 船室への出入り口が小さく, すぐに避難できなかったこと。

7. 同種災害の再発防止対策

過去の同種災害を調査したところ, 解体工事で腐食や固着などで取り外せなくなったボルトのガス切断作業中に爆発や火災が発生する事例が見られることがわかった。同種災害が繰り返し発生しているのは, 本件事業場に限らず, 作業時間の短縮など作業効率を上げるため, 現場で安易にガス切断, あるいはアーク溶断に頼ってしまう傾向がある

ことが推測される。

最近では古い建造物の撤去，工場設備の更新等のため，機械装置，化学装置，貯槽，容器等の建造物の解体工事が増加している。本件の船舶の修理等（造船，解体を含む）に限らず，解体工事におけるガス切断やアーク溶接等の火気の使用について注意喚起が必要である。

船舶の修理等（造船，解体を含む）を行う現場，事業場においては，同種爆発・火災災害の再発防止の観点から，「職場のあんぜんサイト」¹⁾や関連するこれまでの通達^{2・3)}等を参考に，次の対策を実施すべきである。さらに，船室等の密閉空間に近い環境での作業では，酸素欠乏，中毒等の災害の防止対策も実施すべきである。

(1) 被災した事業場に対して

- a) 可燃性の危険物等が入ったあるいは入っていた配管，貯槽等のボルト・ナットの取り外し作業において，ガス切断器（ガス溶断器）等の火気を使った作業を行う場合は，以下(4)と(5)の項目に注意する。
- b) 作業手順等を定めた作業標準を見直す。
- c) 原則として作業手順を省略しない。作業の効率化のために作業手順の変更，省略を行う必要がある場合は，それによって生じる新たな危険性を予測し，対策を講じる。
- d) 以下の項目を参考とする。

(2) 一般事項

災害の予防と災害発生時に適切に対処し，被害を最小限に抑えるため，現場作業員及び関係者に対する次の安全衛生教育を入構（入場）時，入構後に定期的に，また作業前に実施する。周知徹底するため以下の内容を文書化しておく。

- a) 安全衛生管理体制
- b) 作業の指揮・連絡体制
- c) 危険物等（可燃性の物を含む）の爆発・火災危険性
- d) 危険物等の管理と火気の管理
- e) 現場での作業標準

(3) 工事，作業の連絡体制

現場において，周囲の工事・作業状況を相互に把握するように，連絡担当者を定め，現場作業員及び関係者の間で連絡を取り合うようにする。

(4) 危険物等の爆発・火災の危険性

危険物等による爆発や火災の危険性のないことを確認するまでは，次項で述べる着火源となる火気の使用を禁止する。

- a) 重油，潤滑油，油圧作動油等の引火点の高い油類も作業現場での高温物体等の接触では気化が促進され，発生する可燃性の蒸気によって爆発や火災が生じる危険性がある。
- b) 予め船内の危険物等（可燃性のガス・引火性の物その他，引火性の油類，可燃性の粉じん，火薬類，多量の可燃性の物，スラッジ）の爆発や火災のおそれのある物の有無，危険物が存在する場合には，その種類，性状，量，存在場所等を把握する。

- ・メーカーの SDS（安全データシート）等を参考に、危険物等の危険情報を収集する。

c)溶接，切断その他火気を使用する作業や火花を発生おそれのある作業を行う際は，予め危険物等を除去，又は爆発や火災の防止措置を講じる。

- ・ガス切断で発生する火花は一般に考えるよりも広範に飛散するので^{4,5}，囲い，養生シートなどで飛散防止措置が必要である。

d)危険物等の除去のために使用した油等がしみ込んだ布きれ，ウェス等の火災の原因となるものは適切に処理する。

e)ガス検知は，作業を開始するとき及び当該作業中断時、作業箇所及びその周辺における引火性の物の蒸気又は可燃性ガスの濃度を定期的に測定する。ただし，船室等では酸素濃度も併せて測定する。

(5) 火気の管理

a)火気作業については，管理・監督者の許可制とする。ただし，管理・監督者は安易に許可を出すのではなく，安全衛生教育を受け，危険物の爆発・火災の危険性，その他，酸素欠乏，中毒の危険性を把握し，状況に応じて適切に作業の指揮が取れなければならない。

b)ガス溶接・溶断作業は技能講習修了，アーク溶接等作業は特別教育修了の有資格者が行う。

c)着火源となる火気には，ガス溶接・溶断（ガス切断），アーク溶接機等の裸火，火花，アークを発生する機器等がある。

d)携行型の電動工具は出力によってはモーター回転部で火花を発生するが，カッター，グラインダー，丸のこ等の切断用電動工具は本体の防爆仕様の有無にかかわらず，鉄鋼材料を切断する際には火花を発生させるので，それらの工具は火気に該当する。

e)手工具にも，打撃で火花を生じさせるものがあるので，種類によっては火気に準ずる，「準火気」という扱いとすべきである。

f)引火性の物や引火性の油類が入った，あるいは入っていた配管やタンク等の容器のボルト等の部品を取り外したり，解体したりする作業においては，適切な対策を講じない限り，火気を道具として用いない。

- ・引火点が高く，気化しにくい油であってもガス切断の熱で気化し，火災や爆発の危険性がある。また，このような油を抜き取った後も，壁面に付着，残存した少量の油が気化して爆発する危険性がある。このような危険性を抑制するには，適切な養生方法が求められる。例えば，水を充てんするなど。

- ・代わりに電動カッター等を用いる場合も上述の通り着火源となりえることを認識して対策を講じる。

g)危険物等が存在するおそれのある場所での火気使用については，作業前にガス検知等により，危険物等の有無について確認する。

h)火気の使用後には，周囲でのくすぶりや裸火の発生がないかどうか確認する。

i)喫煙場所は，危険物等を取り扱う場所から離れ，滞留の危険性の無い所に定め，ま

た残火は確実に始末できるようにする。

j)喫煙所その他火気を使用する場所には、火災予防上必要な設備を設けたり、消火用具を携帯したりする。

k)爆発又は火災の危険がある場所には、火気の使用を禁止する旨の適当な表示をする。

(6) 静電気対策

油圧作動油，潤滑油，重油等の油類は，導電率が低く帯電による着火危険性があるので，液体の静電気対策を実施する。同様に，作業者の静電気対策を実施する。静電気防止対策の詳細については，文献⁶⁾が参考となる。

a)油類に接近した作業を行う際は帯電防止作業靴及び帯電防止作業服を着用する。

b)油類の抜き取り作業，部品の取り外し解体などの作業を行おうとする配管やタンク等の容器については接地する。油の抜き取り作業の容器は金属製とし，作業中は接地する。

(7) 酸素欠乏の防止

a)船室等の密閉された空間に入る場合には，一時的に酸素が欠乏している可能性があることから，あらかじめ酸素濃度を測定し，必要に応じて換気を行う。または，空気呼吸器等を使用する。

b)(4)e)で述べたようにガスの濃度を定期的に測定する。

(8) 災害拡大の防止

a)現場への出入り口，避難経路を確保する。

b)作業に必要でない者の入場を制限する。

7 章の参考文献

1)職場のあんぜんサイト <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/>.

2)船舶の修理作業における爆発火災防止対策の徹底について，平元.10.3 基発第 536 号，平元. 10. 3 基発第 536 号の 2.

3)造船業における船舶の修繕作業に係る爆発・火災による労働災害の防止について，昭 57.6.2 基発第 380 号.

4)桶川貞夫，渡辺弘吉，池田恒彦，星野藤六：溶接火花の飛散範囲とガス着火，安全工学，Vol.5，No.2，pp.112-119，1966.

5)中央労働災害防止協会編：ガス溶接・溶断作業の安全，ガス溶接技能講習用テキスト，中央労働災害防止協会，2011.

6)静電気安全指針 2007，JNIOOSH-TR-No.42(2007)，労働安全衛生総合研究所技術指針.