

水素トレーラー安全技術ガイドライン JPEC-TD 0002 (2017)

一般財団法人石油エネルギー技術センター

2017年 9月 1日 制定

目次

1. 背景	3
2. 目的	3
3. 適用範囲	3
4. 用語の定義	5
5. 安全対策	6

解説

解説1 水素トレーラー火災事故の概要	8
解説2 水素トレーラー安全技術の検討フロー	8
解説3 水素トレーラー火災事故の想定シナリオ	9
解説4 安全教育	10
解説5 可燃物への延焼の対策についての追記事項	10

1. 背景

平成 26 年 10 月、水素トレーラーが移動中、保土ヶ谷バイパスで車両火災をおこした。今後、これを繰り返すことがあれば、オフサイト型水素スタンドの設置・運営にも支障をきたすことが予想される。

このため、水素トレーラー移動中の車両火災の原因とその対策について検討し、危急的措置として、原因究明及び再発防止対策を検討した。

水素トレーラー移動中の車両火災の原因とその対策については、車両火災の経過、熱作動式安全弁の作動状況、容器の残存寿命、配管等の熱履歴など詳細に把握し、現基準の過不足を判断し不足がある場合、追加安全対策を講ずる必要がある。

2. 目的

上記の追加安全対策および大型車両火災の現状調査など検討した上で、車両火災が生じた時の安全面での対策、火災予防策を関係者・業界等に発信し、水素トレーラー火災の再発防止を主目的とする。

3. 適用範囲

圧縮水素運送自動車用容器ならびに付属品を搭載した圧縮水素運送自動車

(水素トレーラーと複合容器固定方式のイメージを図 3. 1、図 3. 2 に示す。)



図3.1 水素トレーラーのイメージ

出典：NEDO 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発報告書(H23-24)

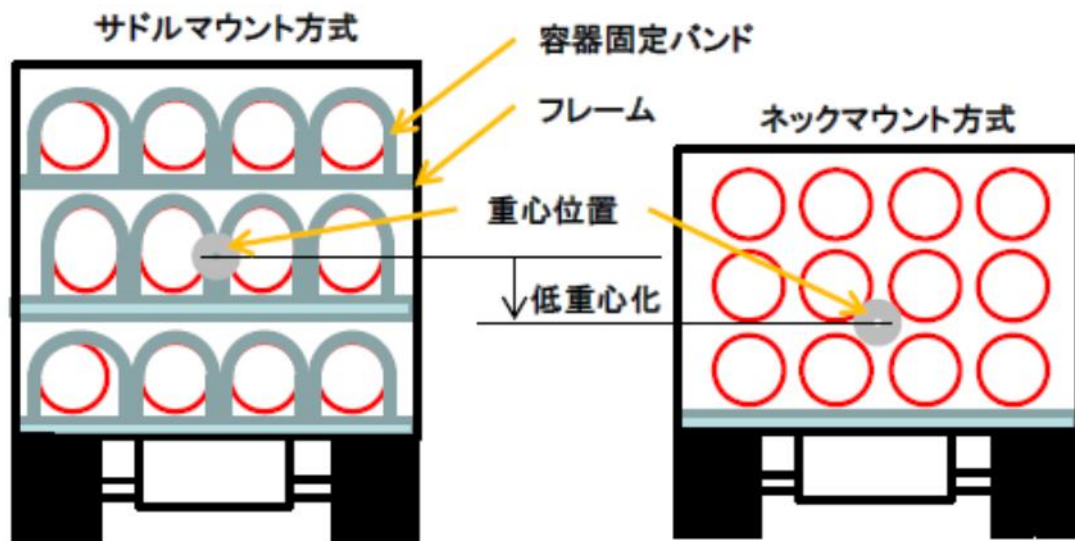


図3.2 複合容器固定方式のイメージ

出典：第6回投資促進等WG FCCJ資料（平成27年2月20日）

4. 用語の定義

4. 1 水素トレーラー

圧縮水素運送自動車に分類され、ここでは、水素の容器を車両に固定し、車両ごと移動できるものをいう。ただし、高圧ガスの製造／消費機能がないため移動式製造設備に該当しない。

4. 2 車両火災

原動機によって運行することができる車両および被けん引車又はこれらの積載物が焼損した火災をいう。

4. 3 Oリング

断面がOの形をした環状の部品で、主に流体を密封するための運動面シール（パッキン）、若しくは静止面シール（ガスケット）として使用される。

4. 4 パンチング板

鋼板・ステンレス板・アルミ板等の金属板に、沢山の孔が開いた板。金属の強度が必要で、且つ、水・空気・光・音、または特定の物等を沢山の孔によって通過させる必要がある場合に使用される。

4. 5 熱作動式安全弁

溶栓式：火災等の熱により金属性の溶栓が溶けて安全弁が作動

ガラス玉式：火災等の熱によりガラス製の容器内に封入された液体が膨張し、ガラスが割れることにより安全弁が作動

4. 6 圧力モニター

間接式と直接式があり、間接式 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)は、タイヤ内部の空気圧が変化すると外径が変化する為、結果的に回転数も変わる事を利用して、空気圧の変化を検知する方法。回転数の検出は ABS(Antilock Brake System)で利用されているセンサーを利用する。直接式 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)は、タイヤやホイール内部にセンサーを装着し、タイヤの空気圧、温度を検知して、基準値外になった場合は警報を発する。

5. 安全対策

5. 1 ブレーキ部トラブルによるタイヤ部温度、圧力異常上昇の対策

水素トレーラーのブレーキ部に異常が発生した場合、走行中にタイヤ部が加熱され空気圧が上昇しタイヤがバーストして、さらにタイヤ火災が生じる可能性がある。また、車両メンテナンスを実施している場合でもこのような異常が発生する可能性があるため、以下のような対策を推奨する。本対策では、異常が発生した時にドライバーに伝達することによりタイヤのバーストやタイヤ火災を防止する。

推奨する対策：

- (1) 駐車ブレーキ警報を設置し、ブレーキ異常を把握できるようにする。
- (2) タイヤ温度、圧力モニターを設置し、タイヤ部異常を把握できるようにする。

5. 2 複合容器への火炎、または温度上昇の対策

ブレーキトラブル等で水素トレーラーの火災が発生した場合、トレーラー架台上の複合容器の温度が火炎の熱により上昇し、複合容器が損傷する可能性がある。複合容器への火炎による加熱を抑制する方法として以下の対策を推奨する。本対策では、タイヤ部火炎の遮断、底部からの熱を遮断することにより複合容器の熱による損傷を防止する。

推奨する対策：

- (1) トレーラー側面下部に防火板を設置し、側面からの火炎を遮断する構造とする。
- (2) トレーラー底部板で断熱し、底部からの熱を遮断する構造とする。

5. 3 可燃物への延焼の対策

水素トレーラーのタイヤ火災発生時に、火炎の熱により複合容器に取り付けたウレタンカバー等の可燃物が加熱され燃える可能性がある。可燃物への延焼を防止する方法として以下の対策を推奨する。

推奨する対策：

(1) 複合容器に取付けた可燃性の損傷防止キャップ（ウレタンカバー等）を廃し、複合容器への延焼を抑制する。

(可燃性の損傷防止キャップ不要の設計に変更する。または、可燃性の損傷防止キャップを取り付けずに認可を受けた複合容器をトレーラー架台に取付けた後で可燃性の損傷防止キャップを取外す。但し、熱膨張性黒鉛等を用いた難燃性又は不燃性カバーを除く。)

5. 4 シール部損傷による水素漏れの対策

水素トレーラーのタイヤ火災発生時に、複合容器に接続されたユニバーサルジョイントが加熱され O リングが損傷し水素漏れが発生する可能性がある。この水素漏れを抑制する手法として以下の対策を推奨する。

推奨する対策：

(1) ユニバーサルジョイントの O リング材質を耐熱性材質に変更し、シール漏れを抑制する。

5. 5 その他の安全対策

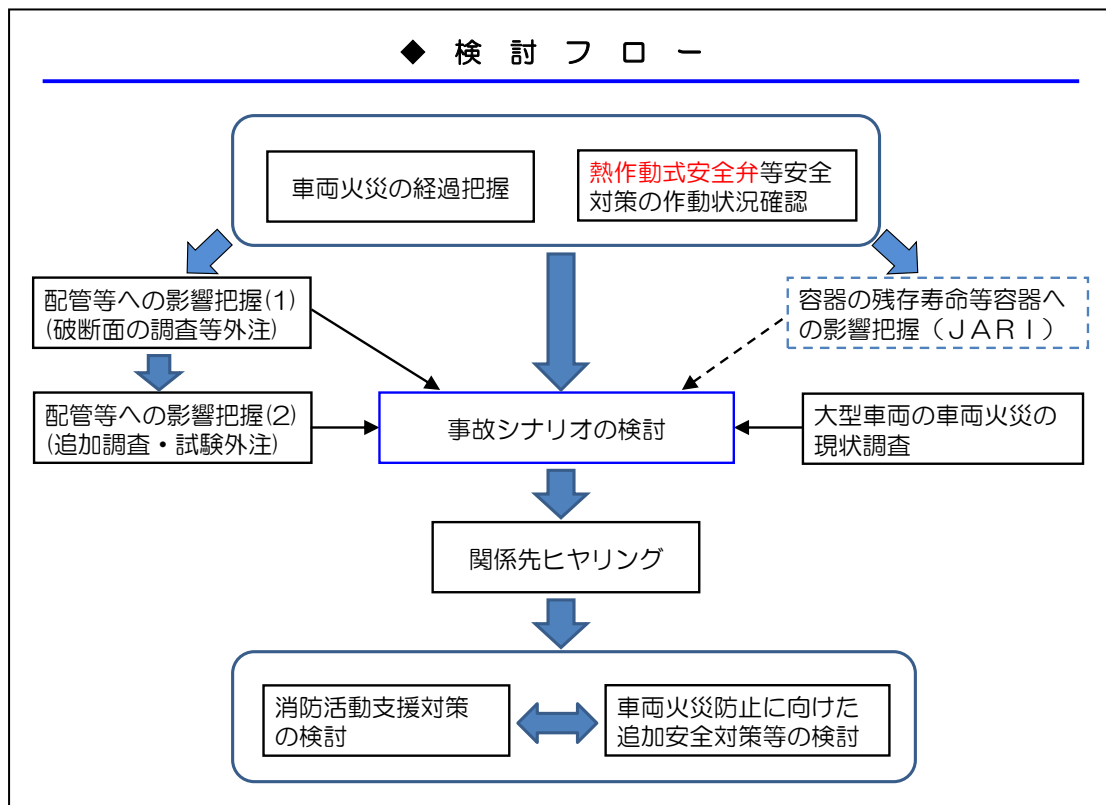
水素トレーラーのタイヤ火災発生時に効率的消火活動を可能にするため、パンチング板を改良し（パンチング板の開閉を可能にする等）、火災発生時の消火活動を容易にすることが望まれる。また、トレーラー仕様に合わせてベント配管、熱作動式安全弁等の配置は、安全性を考慮し最適化することも必要である。

解説1 水素トレーラー火災事故の概要

- (1) 日時：平成26年10月7日 午前5時3分（発災）
- (2) 場所：神奈川県横浜市保土ヶ谷バイパス
- (3) 原因：火災
- (4) 状況：
 - ・走行中に車両後方の発煙とバースト音を確認
 - ・路肩に停車し車両後方右側後輪タイヤより発火を確認
 - ・車載消火器で消火を試みるが消火できずに消防に通報
 - ・通報後トレーラー上方より2回大きな噴出音を確認
 - ・午前8時に鎮火
- (5) 被害状況：死傷者無し
- (6) 複合容器：
 - ・本数20本
 - ・最大充填圧力35MPa
 - ・被災時充填圧力25MPa
- (7) 火災燃焼物：後方タイヤ4本、ウレタンカバー8kg×20本
- (8) その他：熱作動式安全弁は、右前方下部の複合容器の1つ以外、全て作動

解説2 水素トレーラー安全技術の検討フロー

水素トレーラー安全技術の検討は、火災事故時の状況ならびに火災発生時の安全対策の適応状況を確認するとともに、各種分析、解析結果により事故シナリオを想定した。また、この事故シナリオを基に安全面での対応策について検討した。以下に検討フローを示す。



解説3 水素トレーラー火災事故の想定シナリオ

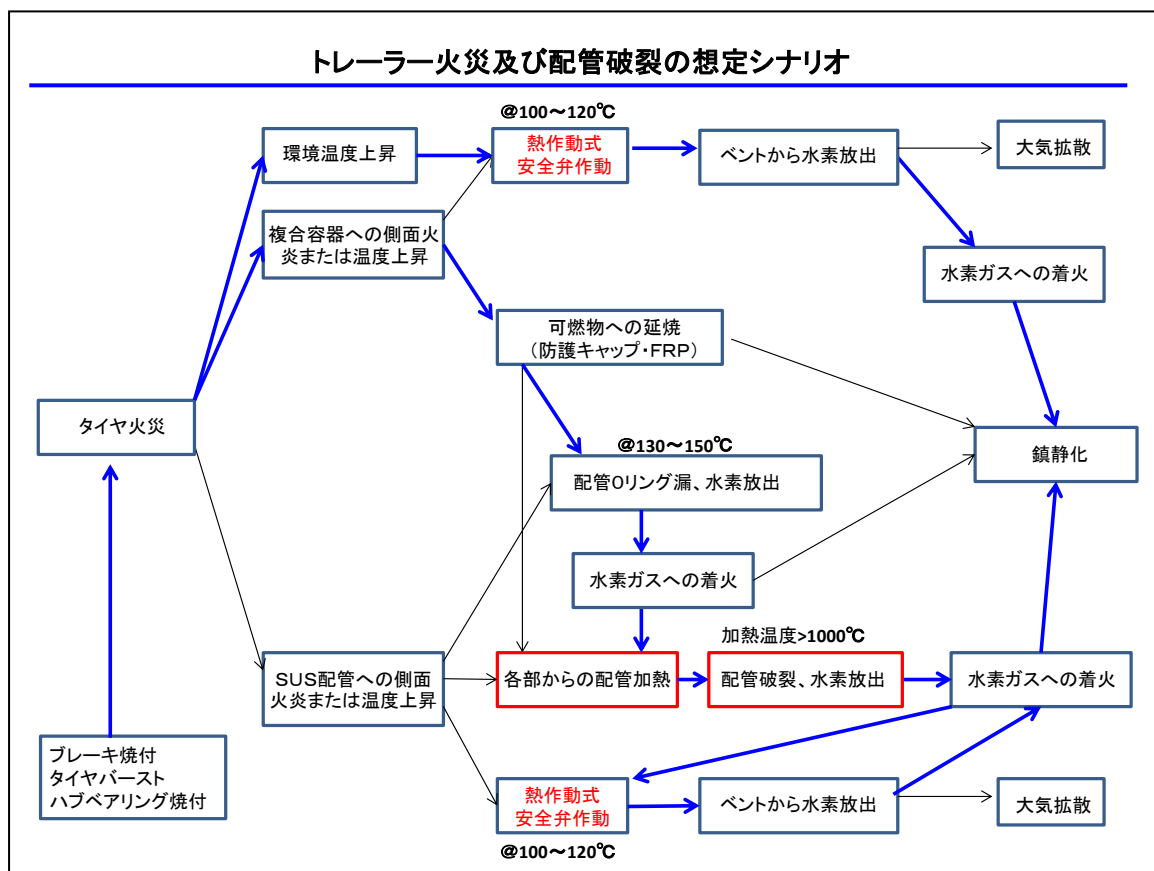
水素トレーラー火災事故概要を基に火災事故の想定シナリオについて検討した。

本水素トレーラー火災事故はタイヤ火災に起因しているが、タイヤ火災の原因は、特定できていない。一般に大型車両火災の事例を調べると、ブレーキの焼付、タイヤバースト、ハブベアリングの焼付等が主な原因になっており、これらが起因していると推測される。

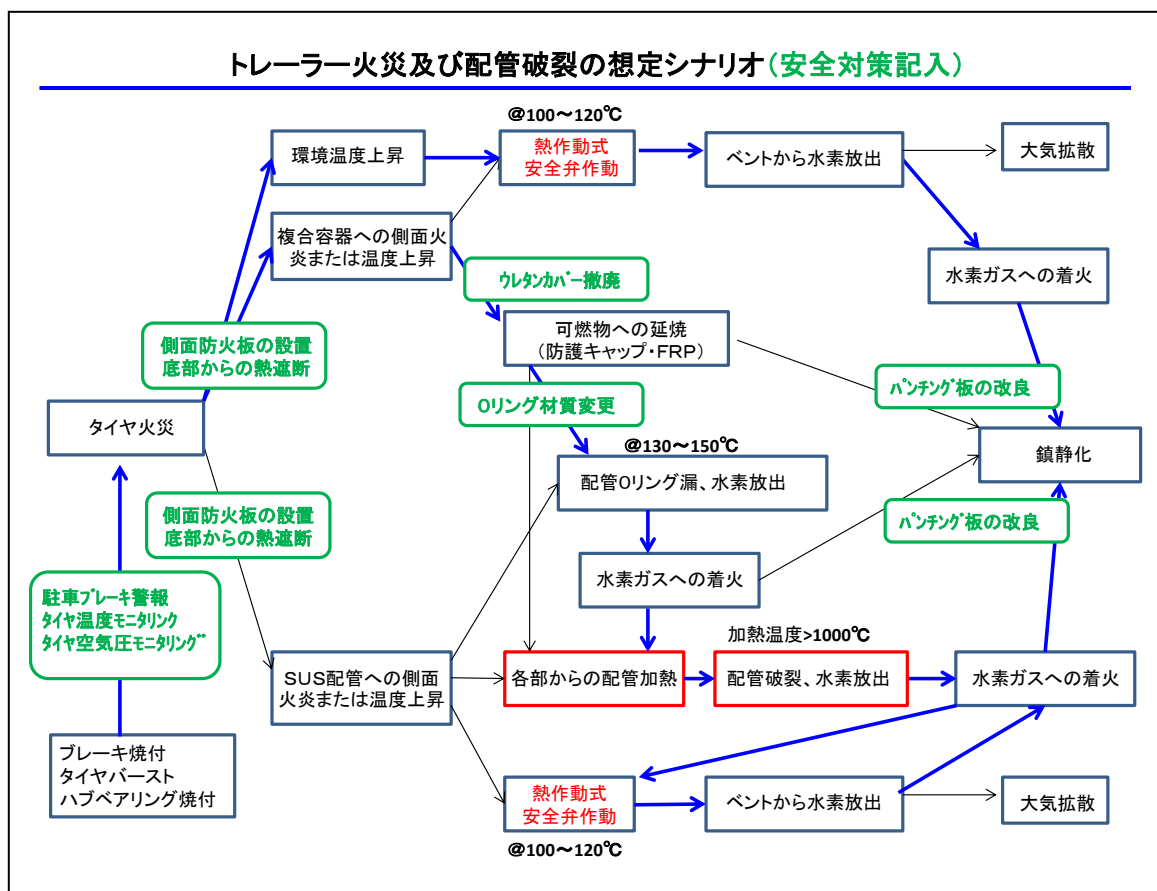
タイヤ火災を起点として、複数の事象に分かれる。一方は、複合容器への火炎で、もう一方は、SUS配管への火炎がある。複合容器が火炎の熱で加熱されると、熱作動式安全弁は100℃～120℃で作動してベントから水素が放出される。他方では、複合容器の可燃物も加熱され燃焼する。

また、SUS配管への火炎では、熱作動式安全弁が作動し、ベントから水素が放出される時に着火するパターンと、複合容器に接続されたユニバーサルジョイントのOリングが耐用温度（130～150℃）以上に加熱されOリングが損傷し、水素が漏れて着火するパターンがある。

更に、可燃物の熱や水素着火の熱等による急速な加熱で配管が破裂し水素が放出され、これに着火し、最終的に鎮火したと推測される。このように想定されたシナリオを以下に示す。



想定されたシナリオに「安全対策」を記入したものを以下に示す。



解説4 安全教育

安全教育として、「事業者から運行者（ドライバー）への安全教育」、「運転前点検」、「日常点検」、「定期点検」等も重要で、水素トレーラー火災事故を未然に防ぐためには、いずれも欠くことがないように事業者の責任において取り組む必要がある。

安全教育の内容には、上記の点検事項の他に「緊急時の措置」、「緊急通報」、「安全訓練」、「イエローカード」、「車両運行時の注意事項」、「駐車時の注意事項」、「水素ガス容器の取扱い」、「移充填作業時の注意事項」等が含まれる。

参照資料：水素ガス移動基準（平成 21 年 12 月 JIMGA-T-S/58/09）

解説5 可燃物への延焼の対策についての追記事項

ウレタンカバー等を取付けた状態で圧縮水素運送自動車用容器に係わる KHK 等の認可を受けた複合容器の場合、トレーラー架台に取付けた後でウレタンカバー等を取外すことは、認可条件と異なること及び落下試験や火炎暴露試験に合格することが保証されないことから、不可と考える。但し、ウレタンカバー等を取り付けずに認可を受けた複合容器に

あつては、ウレタンカバーがなくとも落下試験や火炎暴露試験に合格することが保証されているので、運搬時の保護目的で複合容器に取付けたウレタンカバー等を取り外すことは可能と考える。

なお、火炎暴露試験に関しては、車載容器に耐火ウレタン（ポリウレタン+膨張黒鉛）を装着する場合には、火炎暴露した際に安全弁の性能を確保するために、火炎の熱伝達を妨げないよう安全弁側には耐火ウレタンを装着しない例がある。※1

可燃物への延焼防止対策として、耐火ウレタンを用いる場合においては、その状態で火炎暴露試験を実施することになるが、ウレタンカバーとは違って火炎の熱伝達を妨げるような挙動を示すことが考えられるので、留意すること。

※1 参照資料：新型FCV用高圧水素タンクの開発（2015年5月 公益社団法人自動車技術会2015年春季大会学術講演会講演予稿集）

以上