



危険物・高温物を取り扱うエンジン製造工場における危険物事故防止

濱 本 達 也 (トヨタ自動車九州株式会社 安全健康推進部)

藪 元 卓 (トヨタ自動車九州株式会社 荻田・小倉管理室)

1. はじめに (トヨタ自動車九州株式会社 荻田工場の概要)

トヨタ自動車九州(株)は、自動車及び自動車部品の製造を行っている。福岡県宮若市に位置する宮田工場では完成車、荻田工場ではエンジン、小倉工場ではハイブリッド部品の製造をそれぞれ行っている。私たちの勤務する荻田工場の概要は以下のとおりである。

(1) エンジン製造 (溶融～鑄造～加工～組付～検査)

荻田工場はエンジンを製造しており、敷地内には以下の工程がある。(図1参照)

- ①アルミニウム溶融工程
- ②アルミニウム鑄造工程
- ③部品 (アルミニウム・鉄) の加工工程

④エンジン組付工程 (エンジンへの危険物注入工程あり)

⑤検査工程 (実際にエンジンを起動させる工程あり)

また、工場の敷地は臨海地域であり、地震後の津波による被害の可能性がある。さらに、瀬戸内海特別措置法の法対象地域であるため、環境への配慮も欠かせない。

(2) 危険物、高温物双方を取扱

弊社工場では危険物のみならず、高温物を敷地内にて取り扱っている。

①溶融・鑄造ではアルミニウムを液体にするため、炉内にて摂氏600度超が必要となる。また溶融・保持のための炉はガスで熱している。

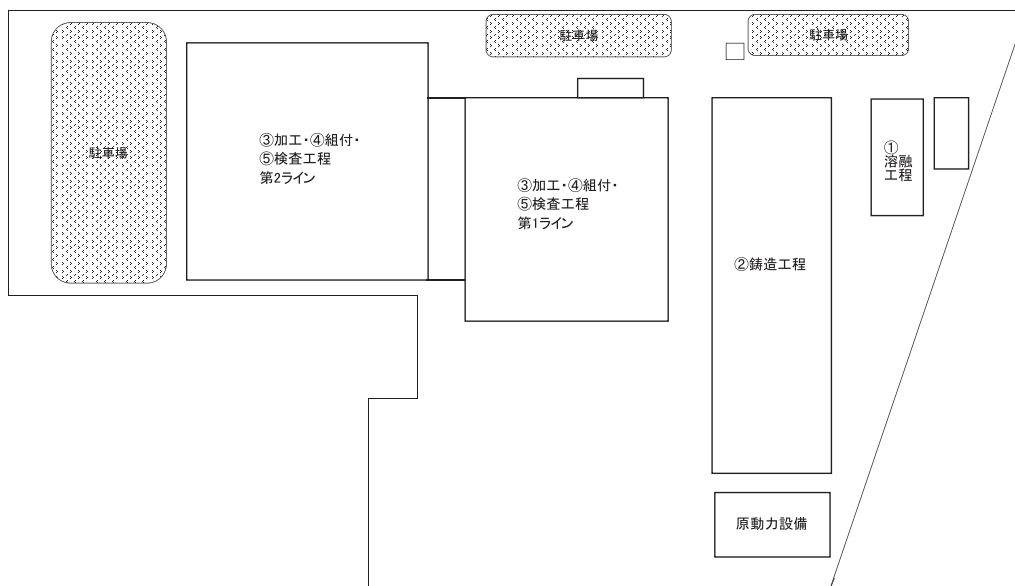


図1 工場配置図

ガス	ガス使用設備	設備写真		
	ダイカスト保持炉 溶体化炉 時効炉 型保全 熱処理 砂再生炉 砂混練 脱臭炉 低鑄機			
	集塵機	設備写真		
粉塵	塗型ブース ショットプラスト マラー サンドヒーター			
	炉体	設備写真		
キライ	ダイカスト L4低鑄 V6低鑄			

図2 溶融・鑄造工程における火災・爆発リスク設備（抜粋）

【ホース、配管の劣化、摩耗による 溶湯との接触 洗い出し評価】

ダイカストライン

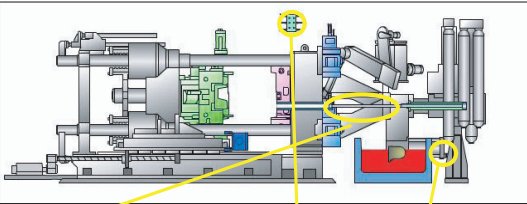
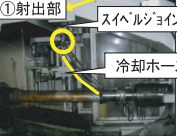


職場マップ：不具合該当箇所にNoを記入 【ダイカスト 本体】		職 場 確 認 結 果		
		No	職場の危険性（不安全状態、・不安全作業）	リスクレベル
① 射出部  <ul style="list-style-type: none"> ・リスクレベル: Aレベル3 冷却ホース定期・定量交換 ・リスクレベル: Aレベル2 スィベルジョイント定期・定量交換 		①	射出部冷却ホース破損による冷却水溶湯に接触 キライ爆発の恐れあり	Aレベル3
② 油圧部  <ul style="list-style-type: none"> ・リスクレベル: Aレベル2 油圧ホース定期点検 油圧配管定期点検 		①	射出部冷却ホースジョイント部スィベルジョイント破損 による冷却水溶湯に接触キライ爆発の恐れあり	Aレベル2
		②	油圧ポンプホース継手弛みによる溶湯に接触 引火による火災の恐れあり	Aレベル2
		②	油圧ポンプ配管継手弛みによる溶湯に接触 引火による火災の恐れあり	Aレベル2
③ スプレーRB  <ul style="list-style-type: none"> ・リスクレベル: Aレベル2 離型剤ホース定期・定量交換 		③	離型剤ホース破損による離型剤 溶湯に接触 引火による火災の恐れあり	Aレベル2

図3 鑄造工程ホース類リスク一覧（抜粋）

大分類名	中分類名	小分類名	法令	自主	日常	実施部署	点検項目	作業内容	周期
砂処理工程	砂混練装置	集塵機	○			メーカー	法令検査	検査	6ヶ月毎
				○			フィルター交換	フィルター交換	1年毎
砂処理工程	マラー	集塵機		○		メーカー	フィルター交換	フィルター交換	1年毎
低 casting 保全	塗型ブース	集塵機	○			メーカー	法令検査	検査	6ヶ月毎
								フィルター清掃	
低 casting 保全	ショットブラスト	集塵機	○			メーカー	法令検査	検査	6ヶ月毎
								ろ布清掃	
砂処理工程	マラー	集塵機	○			メーカー	法令検査	検査	6ヶ月毎
				○			フィルター交換	フィルター交換	

図4 ホース類点検一覧(抜粋)

②加工工程では危険物を使用した油圧設備が多数ある。

③組付・検査工程ではガソリン等の給油及び実稼動による検査を行っている。

上記の①～③はいずれもエンジン等の製造に欠かせない工程であるため、燃焼の三要素に照らし合わせ、危険物と高温物を近づけないことが肝要となる。但し、両者の近接が不可避となる工程もある(アルミニウム保持炉においては都市ガスを燃焼させ、温度を保っている。この排気は可燃性気体であるが、高温のアルミニウム溶湯との近接が避けられない)。また、排気配管等においては常に粉塵火災・爆発の危険性が伴う。

さらに、高温物に液体が接触すると、キライ爆発を発生させてしまう。そのため、高温物周辺では水分の浸入防止を徹底すること、及び配管・ホース類の破損が発生しないよう、徹底することが肝要となる。(図2～4)

2. 安全への取組み

(1) リスクアセスメントの考え方

安全への取り組みに際して、弊社では事故・災害防止を目的にリスクを見積り、そのリスクを数値化・視える化する事によって、危険源を理解しランクに応じた対応を実施している。リスクの数値化にあたっては、a)発災時の災害のランク、b)作業頻度、c)業務担当者への依存度(設備での対策レベル)の三つの観点から実施している。(図5) これを行う事で取り扱っている設備・物質・作業にどんな危なさがあり、その危なさを回避する為にどうすれば良いかを明確にする事で安全な作業へと繋げる活動を実施している。

社内における安全への取り組みは、第一に発災しないための未然防止の徹底、続いて万一の際の被害・影響を最小限に封じ込めるための減災対策が必要である。

(2) 設備設置タイミングの安全対策

①法令の基準の厳守による安全対策(未然防止、減災)

第一に各種法令の基準を厳守することで

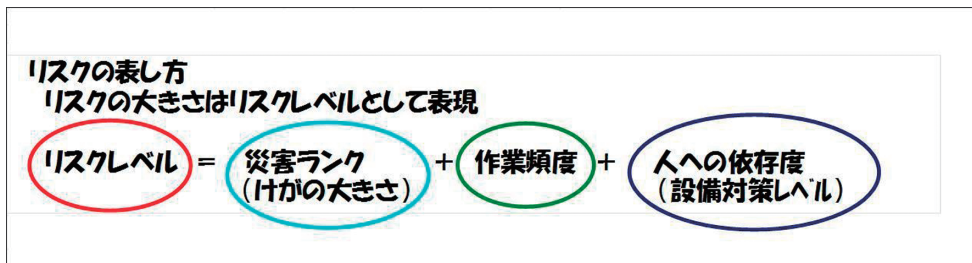


図5 リスクレベルの考え方

の安全対策であるが、建物の床・壁・天井の建材等、また各種消火設備、換気・排気等について、法令の遵守を徹底している。また、法令で求められる以上に弊社では独自に安全基準を設定し、安全確保につとめている。一例を挙げると、ガソリンを使用しエンジン性能を検査する工程は法令対応として防爆対応を行うとともに、可燃性蒸気の感知器を設置し、基準を超える濃度に達した際にはガソリン供給の自動停止やアラーム発報の機能がある。

②安全設備・機能付加（未然防止、減災）

ガスを使用する工程には、ガス漏れの検知、圧力の常時監視、地震感知自動停止を設置している。

また、アルミニウム溶湯を使用する工程

は温度検知装置を設置・常時監視し、ガソリンを大量に使用し、エンジン等の性能を検査する工程（耐火区画）には、不活性ガス消火設備を設置している。

(3) 継続改善による安全対策

①危険箇所の洗い出し（未然防止、減災）

各工程の担当者にて、火災・爆発のリスクのある箇所の洗い出しを実施した。その結果、全356件の危険を洗い出し、更にリスクレベルを設定した。

対策に当たっては、可能な限り設備による安全対策を実施（自動検知機の設置等）した。設備による対策が不可能な部分については、火災・爆発の原理を学んだ上で、

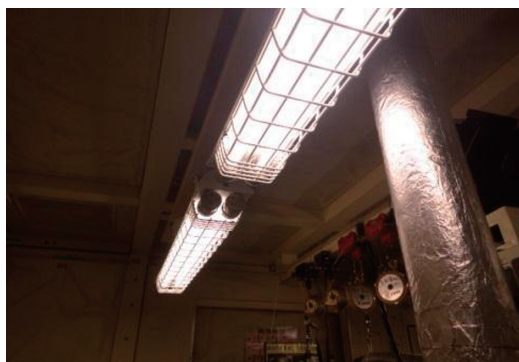


図6 防爆照明



図7 可燃性蒸気漏れ検知機



図8 ガソリン漏れ検知機



図9 ガス漏れ検知機

業務改善及び標準化を行った。業務改善・標準化の具体的な例を一部挙げると、以下の通りである。

- 充電： バッテリー発火防止対策（接続ミス防止のためソケット形状整備）
- 粉塵： ダクト等の清掃頻度設定（風速や差

- 圧管理による頻度設定)、標準化
- 配管： 危険物配管の点検頻度設定、標準化 (図11)
- 高温物： 危険物（カラスプレー等）の使用禁止区域の明確化

◆バッテリーが爆発する？


これは本当です。バッテリーの爆発事故の発生が報告されています。

！爆発原因の70%はバッテリー液の液減りです。爆発防止のためにも定期的な液面点検が大切です。

◆なぜバッテリー液が減る？

これは夏季やオーバーロード(各種オプション電装品搭載車、電動車両の高負荷走行等)の状況下では、バッテリー液が蒸発しやすくなります。また、バッテリーが満充電の状態でも更に過充電されると、バッテリー液が酸素(O₂)と水素(H)に分解されてしまうためです。サルフェーション化したバッテリーは発熱しやすく短期間でバッテリー液が蒸発します。

■バッテリー側面



各セルのバッテリー液が、このように不揃いになっていきます。(水色が水面です。)

■「セル」とは？
12Vバッテリーの場合、6つの電解槽で構成されています。各部屋のことを、「セル」と呼びます。

◆バッテリー液が減ると、どうしてバッテリーが爆発することがある？


1. **バッテリー液の不足状態**
電極板がむき出しの状態になり、徐々に電極板が劣化していきます。
2. **劣化した電極板からスパーク**
バッテリーは充電・放電を繰り返しているため、劣化した電極板からスパークします。
3. **バッテリー内部のガスに引火**
！バッテリー内部に充滿している水素ガス(H)に引火して爆発することがあります。

※充電中のバッテリーからは水素ガスが発生しているため火気厳禁です。

◆液面点検の方法

バッテリー本体の側面にUPPER LEVEL・LOWER LEVELとプリントされています。

■バッテリー側面



←バッテリー液が、Upper levelまで入っていればOK！

←バッテリー液が、Lower levelまで減少していれば、今すぐ精製水を補充

液面がLower Levelに近づいている場合....

- ・バッテリー上面のキャップ開けて、Upper Levelまで精製水を補充します。密閉式バッテリーは補水不要。
- ・水道水や井戸水の注入は、バッテリー寿命の短命化、もしくは故障の原因となります。
- ・バッテリーによってはインジケーターで液面チェックできるタイプがありますが、更に目視で側面から確認すればより確実でしょう。

図10 バッテリー発火の仕組 (勉強会資料)

ファイアリングベンチ 火災・爆発 管理リスト						
・ファイアリングベンチ内						
NO	項目	点検頻度	誰が	どのように	どうする	使用する帳票
①	燃料ホース破れ	1回/日	認定者が	亀裂・破れが無い	目視・鼻で確認する	始業前点検表
②	燃料ホース接合部漏れ	1回/日	認定者が	にじみ・漏れが無い	目視・鼻で確認する	始業前点検表
③	パイプ漏れ	1回/日	認定者が	亀裂・破れが無い	目視・鼻で確認する	始業前点検表
④	ガソリン漏れ検知器作動確認	1回/日	認定者が	作動するか	治具で確認する	始業前点検表
⑤	ガソリン元栓	ファイアリング使用后	認定者が	—	閉じる	始業前点検表
		ライン移動終了後	規制	元栓が開られているか	目視確認する	
⑥	火傷対応シャワー	1回/日	ライン外	水が出るか	確認する	始業前点検表
・ファイアリングベンチ付帯						
NO	項目	点検頻度	誰が	どのように	どうする	使用する帳票
①	ランプチェック	1回/日	認定者が	点灯しているか	目視確認する	始業前点検表
②	ガソリン漏れ検知器	1回/月	認定者が	作動するか	治具で確認する	始業前点検表
③	ガソリン量	1回/日	認定者が	規定量あるか	目視確認する	始業前点検表
④	パイプ漏れ	1回/日	認定者が	亀裂・破れが無い	目視・鼻で確認する	始業前点検表
⑤	ガソリン元栓	ファイアリング使用后	認定者が	—	閉じる	始業前点検表
		ライン移動終了後	規制	元栓が開られているか	目視確認する	
・その他						
NO	項目	点検頻度	誰が	どのように	どうする	使用する帳票
①	スピルキット	1回/月	ライン外	指定数あるか	確認する	月度点検表
・メーカー点検						
NO	項目	点検頻度	誰が	どのように	どうする	使用する帳票
①	ガソリン漏れ検知器 (HCI)	1回/年	ライン外	指定数あるか	確認する	月度点検表
②	スピルキット	1回/月	ライン外	指定数あるか	確認する	月度点検表

図11 点検業務標準化例

(4) 教育による安全対策

① リスクアセスメントの実施及び教育

前述のとおり、災害の大きさ・作業頻度・人への依存度により、リスクアセスメントを行い、数値化・見える化している。リスクアセスメントを実施するにあたっては、社内にて初級・中級と分類し、レベルに応じた実務者教育を行っている。

② 未然防止教育

危険物を使う建物、高温物を使う建物双方において、それぞれの持込禁止を徹底している。具体的には、新規に配属された従業員には配属都度、その他の従業員には1回/年の定期教育を行い、燃焼の三要素理

解を促し、以下を徹底するよう指導している。(図12)

- ・高温物の近辺に危険物を持ち込まない
- ・点火源を発生させない
- ・点火源となるリスクを危険物に近づけない

③ 発災時対応教育

火災の対応について、代表的な対象を分類し対応方法の教育を行っている。先述の通り、弊社の両工場では高温のアルミニウム溶湯や危険物を使用しており、これらの火災・爆発に対しては棒状注水は厳禁である。そのため、原則として消火活動にはABC消火器(10型・50型)、及び移動式粉

鑄造工程における水分

湿 気

↓ 付着

耐火物、補修材、
バインダなどの水分

湿気を帯びたり
赤サビが発生した治具

鉄片

雨つゆなどに濡れた
鉄くず(スクラップ)

ケガをしない為に絶対に覚えてほしい事

万が一への備え	湿気があっても	溶湯が飛散しても
<p>①水分を無くす 減らす 持込まない</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">水分・湿気</p>	<p>②治具はあらかじめ 乾燥する</p> <p>タイマー 治具 乾燥装置</p>	<p>③保護具を正しく 着用する</p> <p>ヘルメット 保護服 耐熱服 耐熱手袋 耐熱靴</p> <p>耐熱服生地 常湿型フェルト 溶湯が付着しない 裏返し 替え品がほしい</p>
<p>作業要領書を守る</p>	<p>ドレスコードを守る</p>	
<p>ケガをしない為に必ず守りましょう！</p>		

図12 キライ爆発未然防止教育資料 (抜粋)

末消火設備を用いることを周知・徹底している。

3. 今後の計画

上記のとおり、火災・爆発を主な対象とした安全対策を積極的に実施しているものの、自然災害等を考慮すると万全というものはない。安全担当、防災担当が密に連携し、更なる安全性向上を目指して次の活動を現在企画中である。

(1) 職場防災隊機能の強化

① 職場防災隊各係・班への説明会開催 (1回/年)

弊社では大規模な組織改定・人事異動を1回/年周期で行っているため、これに合わせ職場防災隊の再編成を行っている。各係・班の長となるメンバーに1時間/回の説明会を実施、職場防災隊としての役割認識を醸成している。

これまでの取り組みでは、新規に役割を与えられたメンバーへ、かつ与えられた役割についての説明会としていたが、今後は継続して役割を担うメンバーも含め、当人の役割のみならず他の役割についても理解を促すよう、教育を実施していく予定としている。

② 火災・爆発対応を再度重点化

2011年の東日本大震災を受け、工場所在地の津波想定が従来と大きく変更となった。その結果、津波対策を検討・整備する必要が生じ、本年までは地震・津波対策に重点を置き訓練等を実施してきた。

本年の防災訓練を持って、可能性の大きな地震・津波対策の目処付けが終了したため、再び火災・爆発の未然防止・減災対策に重点を置いた検討、訓練を進めていく。

(2) DIG (Disaster Imagination Game)

企画

様々な想定をしながら大規模な訓練を毎回実施するには多くの人員・時間が必要となるため、荏田町消防本部様に相談させていただいたところ、DIGについてご教示をいただいた。

DIGの有効範囲は非常に大きいと考えている。第一は工場内での火災その他災害の発生に合わせた対応のシミュレーションである。次に、地震・津波発生を想定した避難訓練のシミュレーションも可能である。

特に、津波想定にて広域避難を行うにあたり、実際に避難をする訓練を行うことは、多大な時間が必要になるばかりでなく、交通事故の危険や地域の方々へご迷惑をかける可能性もあるため、DIG訓練は非常に効果的であると考えた。また、一方的に情報を伝える講義等とは比べ物にならない実感を与えることが期待できる。

今後は各職場の長を中心に、図上にてシミュレーションを行うことで、万一の際の各人の安全確保方法、及び役割認識を醸成する予定である。

(3) 大規模災害時の危険物漏洩対策検討

冒頭に述べたように、弊社工場は瀬戸内海に面して立地している。そのため、工場からの危険物の漏洩は瀬戸内海特別措置法に抵触するこ

とを意味する。近隣には生きた化石として知られるカブトガニの生息や、牡蠣の養殖等も行われており、未然防止を徹底している。

但し、これまでの対策は未然防止に大きな重点を置いており、発災時の施策については対策が不十分と言わざるを得ない。弊社では、石油化学コンビナート等と同等の資機材は法的に必要とされないものの、常に万一の際を想定した準備、訓練は欠かせない。

今後は関係各省庁のご協力を仰ぎながら、以下のとおりに対策を行っていく計画である。

- ①漏洩のリスクの洗い出し
- ②リスクへの未然防止対策（設備対策、業務対策）
- ③発災時の減災対策（資機材準備、専門団体への外部委託も検討）

4. おわりに

これまでに述べたとおり、火災・爆発を主な対象とした安全対策を積極的に実施しているものの、自然災害等を考慮すると万全というものはない。また、東海地区における被災時のバックアップも常に意識する必要がある。安全担当、防災担当が密に連携し、更なる安全性向上を目指して継続的に活動中である。