

# 航空重大インシデント調査報告書

所 属 朝日航洋株式会社  
型 式 ベル式412型（回転翼航空機）  
登録記号 JA9584  
インシデント種類 つり下げ輸送中における物件の落下  
発生日時 令和3年12月22日 11時00分ごろ  
発生場所 群馬県桐生市付近上空、高度約1,150ft

令和7年8月8日  
運輸安全委員会（航空部会）議決  
委員長 李家賢一（部会長）  
委員 高野 滋  
委員 丸井 祐一  
委員 早田 久子  
委員 津田 宏果  
委員 松井 裕子

## 1 調査の経過

1.1 重大インシデントの概要	朝日航洋株式会社所属ベル式412型JA9584は、令和3年12月22日（水）、群馬県桐生市の山林上空を飛行中、機外につり下げたバケット内の生コンクリートを落下させた。
1.2 調査の概要	<p>本件は、航空法施行規則（昭27運輸省令56）第166条の4第16号中に規定された「物件を機体の外につり下げている航空機から、当該物件が意図せず落下した事態」に該当し、航空重大インシデントとして取り扱われることとなったものである。</p> <p>運輸安全委員会は、令和3年12月22日、本重大インシデントの調査を担当する主管調査官ほか2名の航空事故調査官を指名した。</p> <p>本調査には、重大インシデント機のエンジンの設計・製造国であるカナダの代表が参加した。</p> <p>原因関係者からの意見聴取及び関係国への意見照会を行った。</p>

## 2 事実情報

2.1 飛行の経過	<p>機長、機上誘導員及び地上作業員の口述によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。</p> <p>朝日航洋株式会社所属ベル式412型JA9584は、令和3年12月22日、機長が右操縦席に、機体誘導やバケットの操作を行う機上誘導員が左後部座席に着座し、群馬県桐生市内の桐生野外活動センター場外離着陸場（標高約1,000ft（約305m）、以下「同場外」という。）から、約6.2km離れた荷下ろし場まで、2台のバケットを交互に用いて生コンの輸送を9回行ったあと、10時58分ごろ、10回目（当該バケットを用いた輸送としては5回目）の輸送のためバケットを取り付けた。</p>
-----------	---

なお、生コンを入れたバケツは、地上作業員によって準備されていた。機長及び機上誘導員は、操縦席計器盤の荷重計で、つり荷の重量（バケツの重量 135 kg を含む。）が約 1,000 kg であることを確認した。

機上誘導員は、バケツの外観の状態を確認し、異常がないことを機長に報告した。

同機は約 65 kt まで増速しながら上昇し、飛行高度約 1,150 ft（約 350 m）で荷下ろし場に向かった。

11時00分ごろ、機長がカーゴミラーを確認したところ、バケツ内に生コンが入っておらず、底部の開口部が見えた。

この時の荷重計は、約 190 kg を示していた。

機長は、同機を減速させて、機上誘導員にバケツを確認させたところ、バケツ扉（以下「扉」という。）が少し開いた状態で生コンがなくなっていたので、機長は、生コンが落下したと判断した。

同機は、同場外へ戻り、バケツを地上に降ろして、生コンが落下した場所を特定するため上空から搜索したが、発見できず、11時07分に同場外に着陸した。

同社は、生コンの落下場所を特定するため上空と地上から搜索し、12月24日に落下した位置を特定した。

本重大インシデントの発生場所は、同場外から南南西約 540 m の山中（北緯 36 度 29 分 13 秒、東経 139 度 24 分 40 秒）で、発生日時は、令和 3 年 12 月 22 日 11 時 00 分ごろであった。

落下した生コンは、約 800 kg であったが、落下したことによる物件の損壊等の地上への被害はなかった。また、その後の飛行においても機体のバランスが崩れることもなく、同場外に着陸するまでの飛行に影響はなかった。

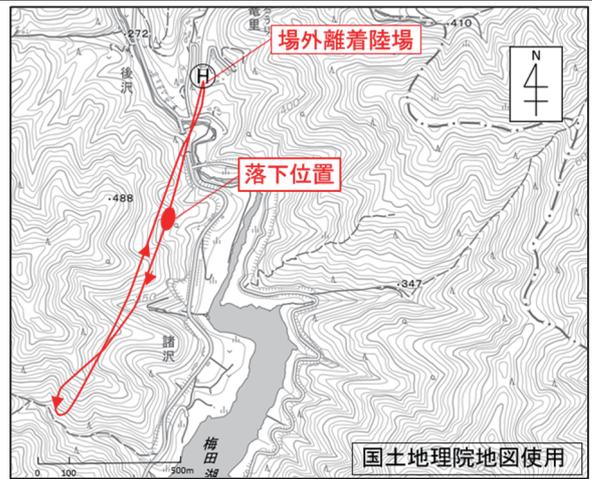


図 1 推定飛行経路図

2.2 負傷者	なし
2.3 損壊	なし
2.4 乗組員等	<p>機長 51歳</p> <p>事業用操縦士技能証明書（回転翼航空機） 平成19年3月14日</p> <p>特定操縦技能 操縦等可能期間満了日 令和5年5月20日</p> <p>限定事項 ベル式212型 平成9年3月24日</p> <p>第1種航空身体検査証明書 有効期限：令和4年11月27日</p> <p>総飛行時間 7,177時間12分</p> <p>最近30日間の飛行時間 24時間24分</p> <p>同型式機による飛行時間 350時間17分</p> <p>最近30日間の飛行時間 0時間00分</p>
2.5 航空機等	航空機型式：ベル式412型

	<p>製造番号：33030、製造年月日：昭和56年5月19日          耐空証明書：第東-2021-011号、有効期限：令和4年4月30日          本重大インシデント発生当時、同機の重量及び重心位置は、いずれも許容範囲内であった。</p>
<p>2.6 気象</p>	<p>機長の口述によれば、重大インシデント発生当時の天気は北北西の風8～10 m/s（地形の影響により風向、風速に変動あり）、視程10km以上、雲なし、気温8℃、高度計規正值（QNH）29.96 inHgであった。</p>
<p>2.7 その他必要な事項</p>	<p>(1) バケットの状態</p> <p>同機は、胴体下面に装備するカーゴフックにスリング・アッシー、フック装置及びバケットの順につり下げて（全長約20m）、生コンを輸送していた（図2 参照）。</p> <p>使用するバケットは、生コンの輸送を行うごとに地上作業員が作動点検を行い、10回目の輸送開始前までは異常がないことが確認されていた。</p> <p>機上からの扉の操作は、機上誘導員が着座する左後部座席足下の操作パネルに装備されている扉開閉スイッチ（以下「スイッチ」という。）を用いて行う。</p> <p>(2) 扉の開閉機構</p> <p>図3のとおり、扉は、炭酸ガスの圧力により、開閉用シリンダーに連結されたロッドを作動させて開閉する。扉が閉じた状態では、支点が内側（バケット側）に入り込みオーバーセンターすることによりロックとして機能するとともに、炭酸ガスの圧力によりロック用シリンダーが下方に伸びロックが掛かり、内容物の生コンの荷重で扉は開くことはない。扉が開く時には、ロック用シリンダーが縮み、ロックが外れるとともに開閉用シリンダーが扉OPEN側に伸びて、支点が外側に移動して、オーバーセンターによるロック機構も外れて、扉に連結されたロッドを介して扉が開く。</p> <div data-bbox="735 607 1437 1187" data-label="Image"> </div> <p>図2 バケットのつり下げ状況</p>

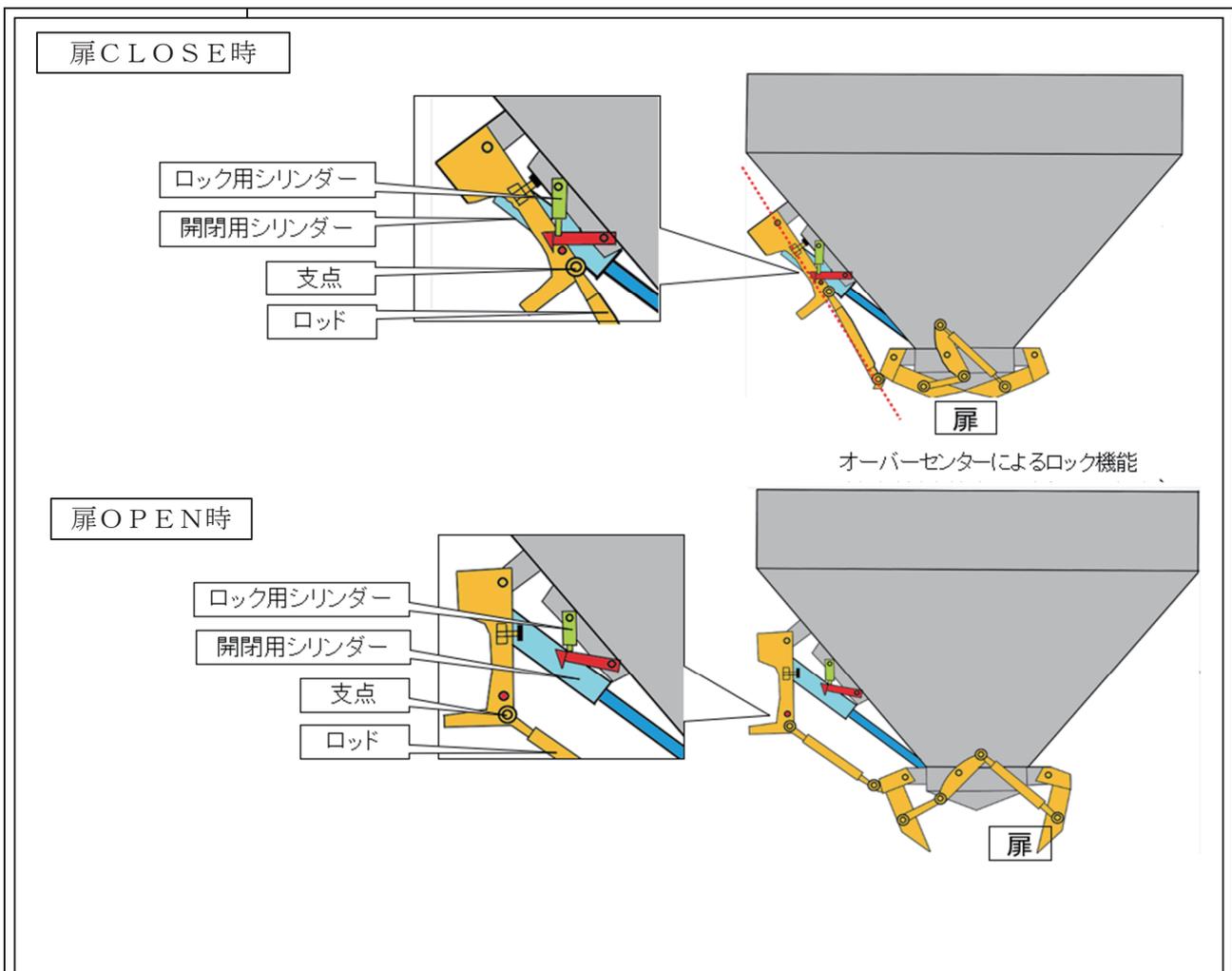


図3 扉の開閉動作の概要図

(3) シリンダーとバルブの作動

概要は次のとおりである（図4 参照）。

- ① 開閉用シリンダー及びロック用シリンダーは、各シリンダーに供給されるシリンダー作動用の炭酸ガスの流路を切り換えることで伸縮し、OPEN/UNLOCK位置とCLOSE/LOCK位置が切り換わる仕組みになっている。
- ② 開閉用シリンダーは、既定位置ではCLOSE側に炭酸ガスポンベからの作動用ガスが流れ、CLOSE位置で保持されるが、エアオペレートバルブから制御用ガスが供給されると、作動用ガスの流路がOPEN側に切り換わり、シリンダーがOPEN位置に伸張する。
- ③ ロック用シリンダーには、ガスポンベからエアオペレートバルブを経由して作動用ガスが供給されており、ガスが「LOCK」側に供給されるとシリンダーが伸張して「LOCK」位置になり、「UNLOCK」側に供給されるとシリンダーが収縮して「UNLOCK」位置になる。
- ④ エアオペレートバルブは、バルブ内のスプールが既定ではスプリング力によりCLOSE位置に保持されている。スプールがCLOSE位置にあるときは、開閉用シリンダーに向かう制御用ガスの流路は閉じられ、ロック用シリンダーにはLOCK側に作動用ガスが供給される。その結果、開閉用シリンダーはCLOSE位置で、ロック用シリンダーはLOCK位置で、それぞれ保持される。

エアオペレートバルブ内のスプールは、ソレノイドバルブから制御用ガスが供給されると、既定のCLOSE位置からOPEN位置に移動する。スプールがOPEN位置になると、開閉用シリンダーに制御用ガスが供給されて同シリンダーの作動用ガスがOPEN側に流れるようになり、同時に、ロック用シリンダーにはUNLOCK側に作動用ガスが供給される。

その結果、開閉用シリンダーはOPEN位置に、ロック用シリンダーはUNLOCK位置になり、バケットの扉が開く。

- ⑤ ソレノイドバルブには、ガスボンベから炭酸ガスが供給されており、機上誘導員席にあるスイッチがOPEN位置に操作されると、ソレノイドが励磁されてバルブ内のスプールを押し、エアオペレートバルブへの給気経路に制御用ガスを供給する仕組みになっている。
- ⑥ ソレノイドバルブには、スプール動作時の排気を排気ポートから大気中に排出するための排気経路が設けられている。他方、エアオペレートバルブには、ロック用シリンダーからの排気を大気中に排出するための排気口は設けられているが、ソレノイドバルブから供給された制御用ガスを排出するための排気口はなく、排気される制御用ガスは、ソレノイドバルブとの間の給気経路を経由して、上記ソレノイドバルブの排気経路から排出される構造になっている。

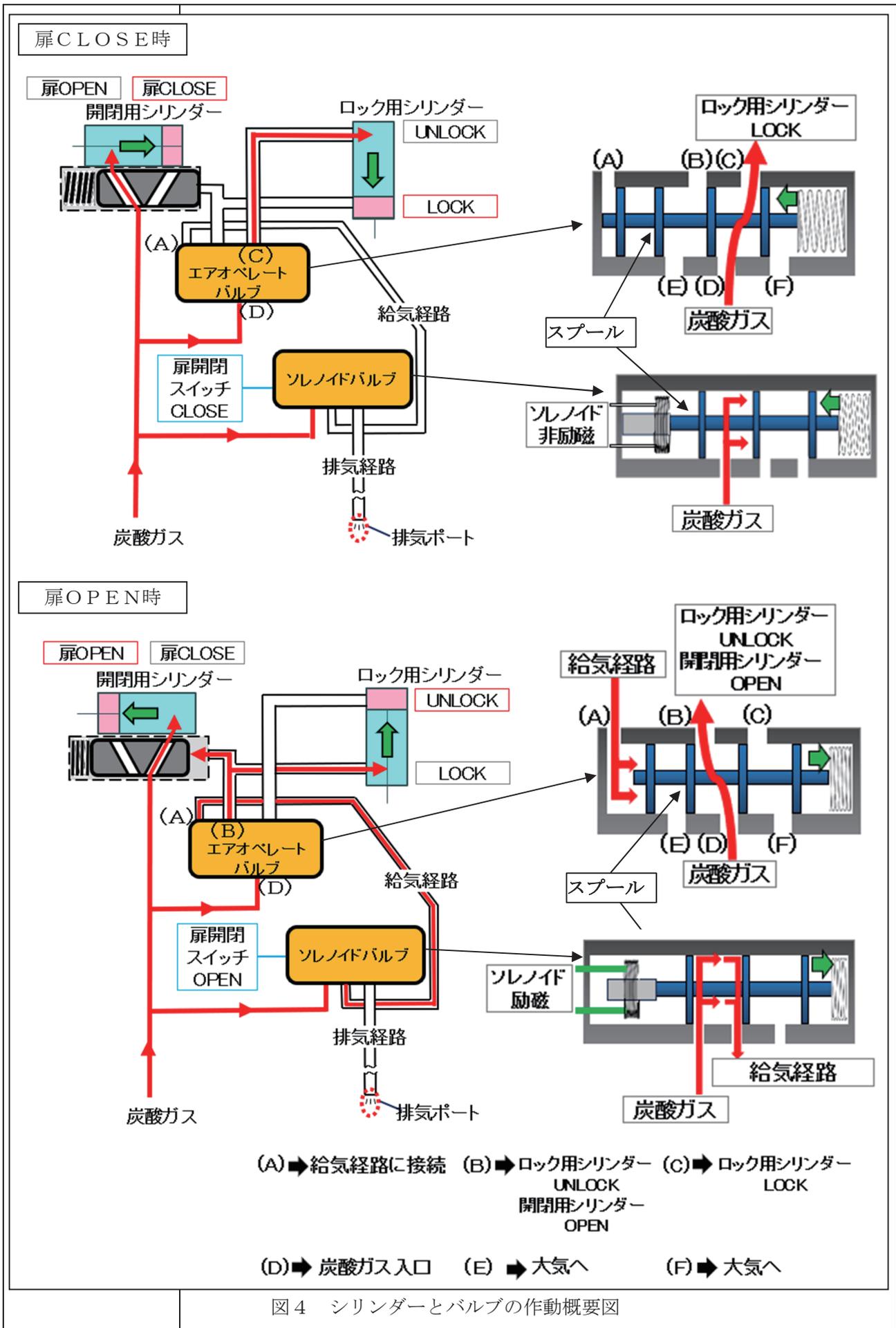


図4 シリンダーとバルブの作動概要図

- (4) 重大インシデント発生後のバケットの状態  
 重大インシデント後、開閉用シリンダーはCLOSE側に作動していたが、扉は約3cm開いていた。  
 バケット構成部品の目視検査、スイッチからバケットまでの導通確認、扉の作動確認及び炭酸ガスの漏洩検査等を行ったが、異常は認められなかった。
- (5) バケットの検証等  
 本重大インシデント後、当該バケットの検証を次のとおり実施した。
- ① 振動及び衝撃の検証  
 生コンの代わりに約870kgの石砂利をバケットに詰めてから、ロック用シリンダーをUNLOCK状態にして、オーバーセンターによるロックが掛かった状態のまま、バケットに振動及び衝撃を加えても、扉は開かなかった。  
 スイッチを約1秒間OPEN側に作動させたときに扉は少しだけ開いた状態となつてから、石砂利の重量により開き続けて勢いよく流れ出たが、石砂利が少なくなった後、扉が閉じた。
- ② 排気経路の検証  
 排気ポートが詰まる不具合を想定して、検証を行った。気温10℃以上の環境において排気ポートを閉塞させたところ、扉は開かなかった。しかし、本重大インシデント発生時の外気温度は8℃であったことから、バケットを低温環境（5℃以下）において、同排気ポートを閉塞させたところ、ロック用シリンダー及び開閉用シリンダーが作動して扉が開いた。同排気ポートを開放すると扉は閉じた。
- (6) バケットの構成部品の分解調査  
 扉の作動に関わる各シリンダー及び各バルブの分解調査を行ったところ、ソレノイドバルブ内に通常塗布されているグリスが固まって付着していた。また、この他に微小な異物もスプールに付着していた。  
 なお、この微小な異物の成分については、特定することはできなかった（表1 参照）。

表1 構成部品の分解調査結果

部品名称	分解検査結果	機能検査結果
開閉用シリンダー	異常なし	正常に作動
ロック用シリンダー	異常なし	正常に作動
ソレノイドバルブ	バルブ内に、通常塗布されるグリスが固まって付着していた。この他、スプールに微小な異物も付着していた。	正常に作動
エアオペレートバルブ	異常なし	正常に作動

- (7) バケット製造会社による取扱説明書  
 本バケットの製造会社が発行した取扱説明書では、作業前点検と使用時の留意点を記述しているが、バルブの定期的な点検等、継続して使用するために必要な点検方法などについては、記述されていなかった。
- (8) 生コン輸送時の安全確保について  
 同社の飛行作業実施規程によると、生コン輸送時の飛行経路の設定とし

	て、人家・道路・鉄道等の上空を避け、緊急時においても地上の人又は物件に危害を与えない経路を選定することと規定している。同機の機長は、本重大インシデント発生当日の生コン輸送時にも同規定を遵守して安全確保に努めており、地上の人、物件等への被害はなかった。
--	---

### 3 分析

#### (1) 扉が作動したことについて

扉が作動したことについては、操作パネルのスイッチにガードが取り付けられていること及び機上誘導員がスイッチの操作を行っていないことから、飛行中に、スイッチが操作されていないにもかかわらず扉が開いて、内容物の生コンが落下したものと認められる。

扉は、スイッチの操作を行わない限り、ロック機構などにより開かないようになっていることから、スイッチを操作したときと同じように、一時的にエアオペレートバルブのスプールが切り替わったことによりロック用シリンダーと開閉用シリンダーが作動して扉が開いた状態になった可能性が考えられる。

#### (2) ソレノイドバルブのエアリークと排気経路の閉塞

2.7(5)②で示したとおり、低温下で排気ポートを閉塞させると、開閉シリンダー及びロック用シリンダーが作動して、扉が開くことが確認されている。

図5のとおり、排気経路が閉塞された状態で、ソレノイドバルブに供給される炭酸ガスが、バルブ内で排気経路が接続された側にリークすると、排気経路の内圧が上昇し、ソレノイドバルブとエアオペレートバルブを接続する経路を通じ、エアオペレートバルブに炭酸ガスが供給される可能性があり、これにより、エアオペレートバルブのスプールが扉OPEN側に切り替わり、開閉用シリンダー及びロック用シリンダーを作動させ、扉が開いた可能性が考えられる。

表1のとおり、ソレノイドバルブの分解調査において固まったグリス等の異物が付着しており、この異物が排気経路に混入し、排気経路を一時的に閉塞させ、また、バルブ内での炭酸ガスの漏れを生じさせた可能性がある。

一方、エアオペレートバルブにも炭酸ガスが供給されており、バルブ内で他の経路にリークした可能性はあるものの、バルブの構造上、リークする先は大気中に開放されているため、給気経路の内圧が上昇する可能性はない。

以上から、エアオペレートバルブが扉OPEN側に作動した要因としては、異物によって排気経路の閉塞とソレノイドバルブ内でのエアリークが生じたことである可能性が考えられるが、その詳細な状況を明らかにすることはできなかった。

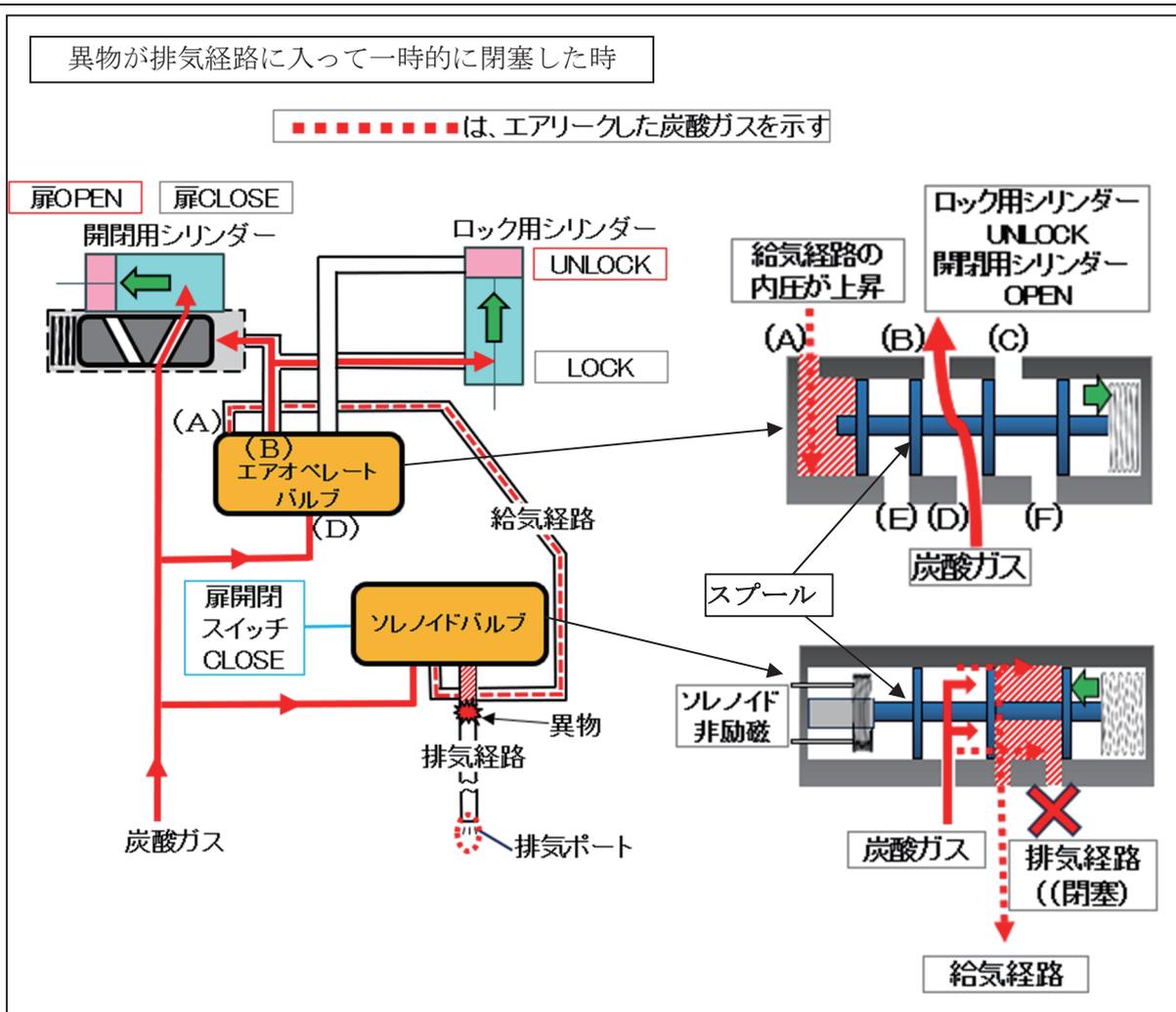


図5 排気経路が閉塞した時の状況（概要図）

### (3) 定期点検

同バケットは、同一のエアオペレートバルブにより、安全装置であるロック用シリンダーと開閉用シリンダーを制御していることから、ソレノイドバルブやエアオペレートバルブの誤作動により、扉が開いてしまう可能性がある。また、排気経路が閉塞された際に炭酸ガスにより加圧され、エアオペレートバルブを作動させる可能性がある。生コンを輸送するバケットの配管内又はバルブ内に異物が混入した場合、排気経路が閉塞され、バルブの作動に影響を及ぼす可能性があることから、配管内の清掃、バルブの定期的な点検を行うなどの維持管理を実施することが重要である。

なお、ロック機構などの安全装置と扉の作動は、異なる系統によってそれぞれ制御されることが望ましいと考えられる。

## 4 原因

本重大インシデントは、同機が生コンを搭載したバケットをつり下げて飛行中、意図せず扉が開いたため、バケット内の生コンが落下したものと認められる。

意図せず扉が開いたことについては、ソレノイドバルブの排気経路が異物により一時的に閉塞した状態で、バルブ内の制御用炭酸ガスが排気経路側にリークしたことにより、排気経路内と給気経路内の内圧が上昇し、エアオペレートバルブのスプールが切り替わり、扉が開いた可能性が考えられるが、特定することはできなかった。

## 5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策	生コン輸送を行う際は、同社が定める飛行作業実施規程を遵守しつつ、分析で示したとおり、バルブの動作不良を防ぐために、給気経路及び排気経路内への異物の混入を防止し異物が混入した場合の早期発見が行えるようバケットの定期的な点検整備を行うこと、並びにバルブに異物が混入してもバケットが開いて内容物が落下することに至らないような設計上の改良が必要である。
5.2 本重大インシデント後に講じられた再発防止策	(1) 同社により講じられた措置 ① 本重大インシデント発生後、同社が保有する同型式の全てのガス式バケットの運用を停止した（令和3年12月22日）。 ② 同社のつり下げ作業に従事する全社員を対象に本重大インシデントを題材とした物輸つり下げ作業教育訓練を行った（令和4年2月18日）。 ③ 同社及びバケット製造者は、各バルブに独立した排気経路を追加するなど、同バケットの給気経路及び排気経路の改修を実施した（令和6年4月）。 ④ バケット点検表を改訂し、作業現場に配置する前にエアフィルター内部のエレメントに汚れや点検窓に曇りがないかの点検項目を追記して運用することとした。