

群馬県内ウォーターシュート事故調査報告書(概要)

事故の概要等

社会資本整備審議会 昇降機等事故調査部会

【事故の概要】

- 発生日時:1回目 令和2年8月13日(木)12時ごろ 2回目 14日(金)14時30分ごろ
- 発生場所:群馬県伊勢崎市華蔵寺公園遊園地
- 概要:ウォーターシュートの乗物が急降下部で加速した後、ブレーキ部で十分に減速していない状態でカーブ部に進入し、カーブ部の外側側壁に衝突した(軽傷それぞれ1名)。

【調査の概要】

昇降機等事故調査部会委員、国土交通省及び特定行政庁職員による現地調査を実施(令和2年8月23日)。その他、昇降機等事故調査部会委員によるワーキングの開催、ワーキング委員及び国土交通省職員による資料調査を実施。

【遊戯施設に関する情報】

- (1)機種名:固有名称 スペースストリーム
一般名称 ウォーターシュート
- (2)所有者:伊勢崎市
- (3)管理者:公益財団法人伊勢崎市公共施設管理公社
- (4)設計者:泉陽機工株式会社(現泉陽興業株式会社)
(以下「泉陽興業」という)
- (5)施工者:泉陽興業
- (6)保守点検業者:泉陽興業
(開園前点検は管理者の職員が実施)
- (7)車両:最大稼働台数13台、定員:4名/台
- (8)確認済証交付年月日:平成元年12月27日
- (9)検査済証交付年月日:平成2年7月21日

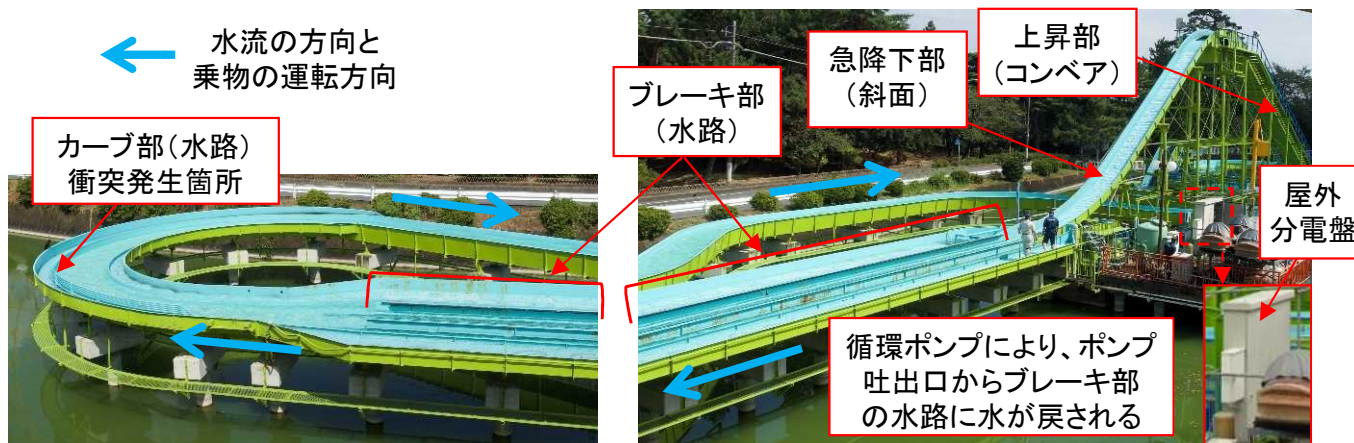


写真1 ウォーターシュートコース外観



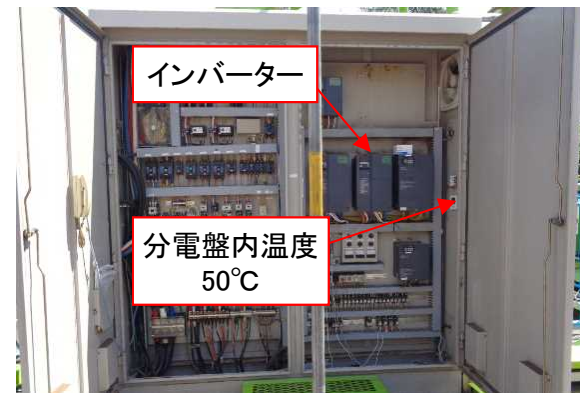
写真2 乗物外観とブレーキ部での減速

【事故機の構成について】

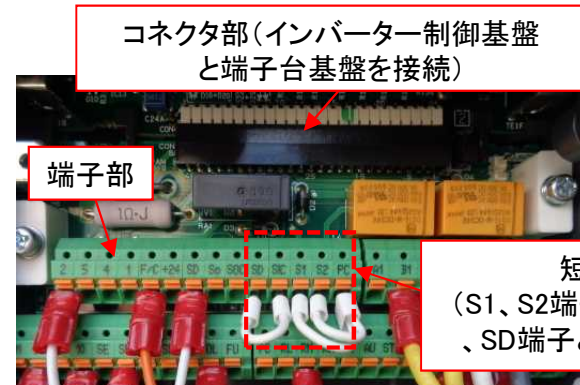
- 乗物は水路では水に浮かんで水流により進み、上昇部でコンベアにより引き上げられ、急降下部を自走落下する。その後ブレーキ部の水路の水の抵抗により減速する(写真1、2)。
- 水路には勾配があり、ポンプ吐出口から流れ出た水は水路を一周し、ポンプ吸込み口に溜まる。それを循環ポンプにより吐出口からブレーキ部の水路に戻して水を循環する(写真1)。
- 循環ポンプはインバーターで制御し、駆動している。
- ブレーキ部の水位が低下すると、水の抵抗が減少し、制動力が低下する(写真2)。

【水位と乗物の衝突及び給水に関する分析】

- 再現試験により、水位約35cm(以下「危険水位」という。)で乗物が十分に減速せずカーブ部に衝突する現象が確認された。また、事故時の映像との速度比較から、2回目の事故時のブレーキ部の水位は33cm程度であったと推定される。
- 循環ポンプが正常であっても、乗物の着水による水あふれ等により、2時間で最大1cm程度の水位低下があるため、2時間ごとに水位を確認し、低下の場合は基準水位39cmまで給水することとなっている。1回目の事故時は、事故発生前の1時間以内に給水していた。2回目の事故時は、事故発生の約5時間半前に給水していたが、それ以降、水位確認と給水をしていなかった。
- 循環ポンプの動作が正常であった場合、ブレーキ部の水路の水位は、事故発生時において約36.5cm以上であり、危険水位となったのは、給水の不足によるものではないと考えられる。



(a) 屋外分電盤



(c) 端子部、コネクタ部拡大



(b) インバーター

写真3 屋外分電盤とインバーター

【循環ポンプの停止に関する分析】

- 事故後の検査で、循環ポンプのプロペラ部、軸受け部及びモーターの動作に異常は確認されなかった。
- インバーターにエラー履歴が記録される異常が発生した場合、上昇部のコンベアは停止する。
- 1回目、2回目の事故のいずれにおいてもエラー履歴は記録されていなかった(コンベア停止せず)。
- 事故後の試験運転で、インバーターの出力が短時間停止し循環ポンプの回転数が低下した後、元に戻る事象が確認された。その際、インバーターにエラー履歴は記録されていなかった。
- 事故機のインバーターは平成30年7月に追加機能のあるものに交換している。事故機では追加機能を使用しないことから、マニュアルに則り、追加機能に関わる端子台基盤の端子間を短絡線により短絡していた(写真3(c))。
- 追加機能に関わる端子台基盤の端子部やその先に繋がるコネクタ部の接点の接触不良等により、短絡が開放(電流が遮断)されるとインバーターの出力が停止する。その際、短絡の開放のパターンによって、エラー履歴が記録される場合とされない場合がある。
- インバーターにエラー履歴が記録されない短絡の開放のパターンを模擬的に生じさせる試験において、インバーターが出力を停止し、短絡の開放が解消されると徐々に出力が回復する事象が確認された。その際、水路の水位が低下し、危険水位(35cm以下)が約32秒継続した(図1)。
- 事故時は、インバーターにエラー履歴がなく出力を停止する短絡の開放が生じ、一時的に循環ポンプが停止したと考えられる。

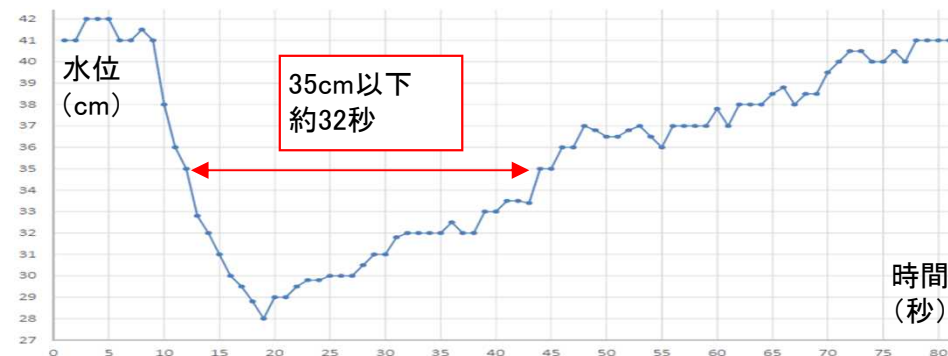


図1 短絡の開放でのブレーキ部の水位変化

【インバーターの短絡の開放(電流の遮断)に関する分析】

- 循環ポンプのインバーターの使用環境の条件は、「塵埃のない屋内、周囲温度は50℃以下」とされている。
- 事故後の検査でインバーター本体表面、端子部、コネクタ部等に塵埃の付着が確認された。また、屋外分電盤内の温度測定を実施した結果、最大50℃となった(写真3(a)(b))。事故前にはこの測定日より高い気温の日もあったため、事故前から50℃を超えた状態でインバーターを使用していたと考えられる。
- インバーターの製造業者によると、同型のインバーターで塵埃、高温等によるコネクタ部の接触不良が複数件発生しており、樹脂製の筐体の熱膨張による接点間の微小な隙間の発生や接点への塵埃の付着による可能性があるとのことである。
- 事故機においてインバーターがエラー履歴がなく出力を停止する短絡の開放が生じたのは、インバーターの使用環境の条件を満たしておらず、端子部又はコネクタ部の接点への塵埃の付着や樹脂製の筐体の熱膨張が生じ、一時的な接触不良が生じたことによるものと考えられる。

原因

- 本事故は、ウォーターシュートの乗物が急降下部で加速した後、ブレーキ部で十分に減速していない状態でカーブ部に入し、カーブ部の外側側壁に衝突したものである。
- 乗物がブレーキ部で十分に減速していない状態となったのは、ブレーキ部の水路の水位が危険水位まで低下し、水の抵抗による制動力が不足したためと考えられる。
- ブレーキ部の水路の水位が危険水位まで低下したのは、インバーターの端子部又はコネクタ部の接点が一時的に接触不良となり、インバーターの出力が停止したことで、循環ポンプが一時停止したためと考えられる。
- インバーターの端子部又はコネクタ部の接点が一時的に接触不良となったのは、インバーターの使用環境(周囲温度と塵埃)が仕様の条件を満たす適切な環境でなかったためと考えられる。

再発防止策

事故機については、現時点では運転休止となっている。所有者及び管理者が提案した再開時に実施する再発防止策は以下のとおりである。

- (1) インバーターの使用環境(周囲温度や塵埃有無等)の条件を満たすように使用環境を見直した上で、新しいインバーターに交換する。
- (2) ブレーキ部への水位センサーの設置及びインバーターの出力停止を検知する機能を追加し、異常時に上昇部(コンベア)の運転を停止するよう制御回路の変更を行う。
- (3) ブレーキ部の水路の水位確認と給水の規定を事故機の取扱説明書に明記する。
- (4) 維持保全計画書に使用環境(周囲温度や塵埃有無等)に応じたインバーターの使用及び水位センサーの設置等の適切な水位管理に必要な措置を行うことを明記する。

意見

国土交通省は、ウォーターシュートのうち、ブレーキ部の水路の水位維持にポンプを使用しているものの所有者及び管理者に対し、適切な水位管理の措置として、以下を指導すること。

- (1) ポンプのインバーターの使用環境(周囲温度や塵埃有無等)の条件と使用環境を確認し、適切な使用環境を確保するか使用環境に応じたインバーターを使用すること。
- (2) 水位センサーの設置等により、異常時に上昇部(コンベア)の運転を停止する安全対策を講じること。
- (3) これらの事項を維持保全計画書等に位置付けることにより、維持保全の体制に変更が生じた場合も引き継がれ、継続的に実施されるようにすること。