

船舶インシデント調査報告書

船種 船名 旅客フェリー こんぴら2
船舶番号 129246 (IMO番号 8909408)
総トン数 3,633トン

インシデント種類 運航不能 (電源喪失)

発生日時 平成30年7月12日 06時39分ごろ

発生場所 香川県高松市高松港

高松港朝日町外防波堤北灯台から真方位101°

1,130m付近

(概位 北緯34°21.9' 東経134°04.4')

平成31年2月20日

運輸安全委員会 (海事部会) 議決

委員長 中橋和博

委員 佐藤雄二 (部会長)

委員 田村兼吉

委員 石川敏行

委員 岡本満喜子

要旨

<概要>

旅客フェリーこんぴら2は、船長ほか11人が乗り組み、旅客46人を乗せ、車両49台を積載し、香川県高松市高松港港内において北進中、平成30年7月12日06時39分ごろ主配電盤の気中遮断器が作動して断となってブラックアウトを起こし、主機が停止して気中遮断器が再投入できず、運航不能となった。

こんぴら2は、旅客及び乗組員に死傷者はおらず、船体に損傷はなかった。

<原因>

本インシデントは、こんぴら2が、高松港港内において北進中、車両甲板冷凍車用

レセプタクルの右舷電路及び左舷電路の接続箱で両電路の配線に相間短絡があったため、両電路に短絡電流が流れて主配電盤の車両甲板冷凍車用レセプタクル右舷配線用遮断器が作動して断となった際に、同配線用遮断器に接続していた母線銅帯分岐線2本が破損して跳ね飛び、車両甲板冷凍車用レセプタクル船首部配線用遮断器母線銅帯分岐線に接触した相間短絡及び主配電盤壁面との地絡によって主配電盤母線に過大な電流が流れ、気中遮断器が作動し、断となってブラックアウトが起こり、主機が停止して気中遮断器が再投入できなかつたことにより発生したものと考えられる。

車両甲板冷凍車用レセプタクルの右舷電路及び左舷電路の接続箱で両電路の配線に相間短絡があったのは、同配線が固縛されておらず、両電路の接続箱内で擦れ合い、配線被覆が破れて導線が接触したことによるものと推定される。

車両甲板冷凍車用レセプタクル右舷配線用遮断器が作動して断となった際に、接続していた母線銅帯分岐線2本が破損して跳ね飛んだのは、過去に何度か短絡電流が流れて断となっていた車両甲板冷凍車用レセプタクル右舷配線用遮断器の内部でアークが発生してアークガスを放出したことから、電源側に接続していた母線銅帯分岐線が相間短絡を起こして溶損及び電磁反発力による曲損を生じたことによるものと考えられる。

1 船舶インシデント調査の経過

1.1 船舶インシデントの概要

旅客フェリーこんぴら2は、船長ほか11人が乗り組み、旅客46人を乗せ、車両49台を積載し、香川県高松市高松港港内において北進中、平成30年7月12日06時39分ごろ主配電盤の気中遮断器*1が作動して断となってブラックアウト*2を起こし、主機が停止して気中遮断器が再投入できず、運航不能となった。

こんぴら2は、旅客及び乗組員に死傷者はおらず、船体に損傷はなかった。

1.2 船舶インシデント調査の概要

1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成30年7月12日、本インシデントの調査を担当する主管調査官ほか1人の船舶事故調査官を、後日、1人の船舶事故調査官をそれぞれ指名した。

1.2.2 調査の実施時期

平成30年7月13日、14日 現場調査及び口述聴取

平成30年7月21日、8月1日、13日、17日、28日、30日、9月14日 回答書受領

平成30年7月23日、24日 現場調査及び口述聴取並びに回答書受領

1.2.3 調査の委託

本インシデントの調査に当たり、配線用遮断器*3の製造会社に対し、配線用遮断器の破損等に関する解析を委託した。

1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

*1 「気中遮断器」(Air Circuit Breaker)とは、主配電盤にある発電機側の母線と負荷側の母線を連結するための開閉器で、接触子の周囲がアークの飛散を防止する消弧室で囲まれ、過電流等からの保護装置が組み込まれているものをいい、「アーク(放電)」とは、電極間にある空気が絶縁破壊され、空気が絶縁体ではなく導体となり、電流が流れるものをいう。

*2 「ブラックアウト」とは、発電機、電気設備等の不具合により船内電源を喪失することをいう。

*3 「配線用遮断器」(Molded Case Circuit Breakerとは、電路に設けられる密閉型開閉器(一般的にはブレーカという。)をいう。

2 事実情報

2.1 インシデントの経過

2.1.1 船舶自動識別装置の情報記録による運航の経過

‘民間情報会社が受信した船舶自動識別装置（A I S）^{*4}の情報記録’（以下「A I S記録」という。）によれば、平成30年7月12日06時33分ごろから06時48分ごろまでの間における‘こんぴら2’（以下「本船」という。）の運航の経過は、表1のとおりであった。

本船の船位は、船橋上方に取り付けられたGPSアンテナの位置である。また、対地針路及び船首方位は真方位（以下同じ。）である。

表1 本船のA I S記録（抜粋）

| 時刻 (時:分:秒) | 船位 | | 対地針路 (°) | 船首方位 (°) | 対地速力 ^{*5} (ノット(kn)) |
|---------------|------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|
| | 北緯 | 東経 | | | |
| | (° -' -") | (° -' -") | | | |
| 06:33:30 | 34-21-18.0 | 134-04-25.8 | 166.0 | 350 | 0.0 |
| 06:34:01 | 34-21-18.2 | 134-04-25.6 | 314.0 | 346 | 0.8 |
| 06:34:31 | 34-21-19.1 | 134-04-25.1 | 343.0 | 347 | 2.5 |
| 06:35:01 | 34-21-21.1 | 134-04-24.7 | 352.0 | 353 | 4.4 |
| 06:36:01 | 34-21-27.7 | 134-04-23.8 | 355.0 | 354 | 7.1 |
| 06:37:01 | 34-21-35.8 | 134-04-23.0 | 355.0 | 356 | 8.7 |
| 06:38:01 | 34-21-45.1 | 134-04-22.8 | 359.0 | 359 | 9.2 |
| 06:39:01 | 34-21-54.3 | 134-04-22.7 | 358.0 | 359 | 9.4 |
| 06:39:31 | 34-21-59.3 | 134-04-22.2 | 357.8 | 0 | 9.4 |
| 06:39:41 | 34-22-00.8 | 134-04-22.2 | 357.3 | 511 | 8.9 |
| 06:40:01 | 34-22-03.6 | 134-04-22.1 | 356.5 | 511 | 8.2 |
| 06:41:01 | 34-22-11.0 | 134-04-21.3 | 353.3 | 511 | 6.8 |
| 06:42:01 | 34-22-17.1 | 134-04-20.2 | 347.9 | 511 | 5.7 |
| 06:43:01 | 34-22-22.2 | 134-04-18.5 | 341.6 | 511 | 5.0 |
| 06:44:01 | 34-22-26.2 | 134-04-16.3 | 326.3 | 511 | 3.3 |

^{*4} 「船舶自動識別装置（A I S : Automatic Identification System）」とは、船舶の識別符号、種類、船名、船位、針路、速力、目的地及び航行状態に関する情報を各船が自動的に送受信し、船舶相互間、陸上局の航行援助施設等との間で情報を交換する装置をいう。

^{*5} 「対地速力」とは、地球表面の1点を基準に測った船舶の速度をいい、船舶が浮かんでいる水を基準に測った船舶の速度を「対水速力」という。

| | | | | | |
|----------|------------|-------------|-------|-----|-----|
| 06:44:31 | 34-22-27.2 | 134-04-15.3 | 311.9 | 511 | 2.0 |
| 06:44:51 | 34-22-27.4 | 134-04-14.7 | 296.7 | 511 | 1.3 |
| 06:45:31 | 34-22-27.2 | 134-04-14.2 | 212.8 | 511 | 0.7 |
| 06:46:01 | 34-22-26.7 | 134-04-14.1 | 190.3 | 511 | 0.9 |
| 06:47:01 | 34-22-25.9 | 134-04-14.0 | 181.1 | 511 | 0.7 |
| 06:48:01 | 34-22-25.3 | 134-04-14.1 | 171.9 | 511 | 0.6 |

2.1.2 本インシデントが発生するまでの経過

本インシデントが発生するまでの経過は、本船の船長、機関長、航海士（以下「航海士A」という。）、機関士（以下「機関士A」という。）、甲板員及び船舶管理会社であるジャンボフェリー株式会社（以下「A社」という。）担当者の口述並びにA社の回答書によれば、次のとおりであった。

本船は、阪神港神戸区と高松港を約4時間で結ぶ、1日4往復の定期航路に就航する旅客フェリーの2隻のうちの1隻であり、平成30年7月12日の午前と午後それぞれ1往復の運航が予定されていた。

本船は、平成30年7月12日05時36分ごろ高松港のA社栈橋に着岸し、06時00分ごろから車両の積載作業を行った。

航海士Aは、車両甲板において車両の積載作業に立ち会っており、冷凍車2台に給電操作をしていた陸上作業員から、車両甲板右舷側にある冷凍車用レセプタクルに給電されていないとの報告を受け、機関モニター室にいた機関長に連絡をした。

機関長は、出港準備作業をしており、本船が高松港を出港した後に車両甲板の冷凍車用レセプタクルの電源を点検することとした。

本船は、車両の積載作業を終え、船長、機関長、航海士A及び機関士Aほか8人が乗り組み、旅客46人及び車両49台を乗せ、06時34分ごろ高松港を出港した。

本船は、主機を極微速力前進として離岸した後、舵を中立（0°）とし、主機を微速力前進として北進した。

機関長は、機関モニター室から機関室に入って見回りを始め、機関室の船尾方にある補機室で主配電盤の「車両甲板冷凍車用レセプタクルの右舷配線用遮断器」（以下「本件右舷MCCB」という。）が発見した。

本船は、機関長が06時39分ごろ本件右舷MCCBを再投入したところ、主配電盤の前面から白い煙が上がり、主配電盤の前面及び上部から青白い閃光^{せん}を発して大音響が轟き、ブラックアウトが起こって主機が停止した。

機関長は、機関モニター室の船内電話で操舵室にいた船長に船内電源がすぐに復旧できないことを報告した。

本船は、約10knの対水速力で北進し、船長が前進行きあし約5knの対水速力となったところで錨を落とすことを船首配置の乗組員に指示し、06時45分ごろ高松港港内に錨泊した。

本船は、機関長が操舵室から機関室に降りてきた機関士Aとともに、出港時に並行運転としていた1号発電機及び2号発電機の気中遮断器（「以下「ACB」という。」）が作動して断となっていたこと及び両発電機が運転していることを確認し、主配電盤にある2号発電機ACB手動操作スイッチを操作してACBの再投入を試みたところ、再度ブラックアウトが発生した。

A社担当者は、本船から本インシデント発生報告を受け、08時30分ごろ主配電盤の修理会社（以下「B社」という。）の作業員とともにA社が所有する高速艇（以下「本件高速艇」という。）で本船に乗船した。

B社作業員は、本船の運航再開に向けて主配電盤の点検を行ったものの、09時30分ごろ主配電盤の早急な修理が不可能と判断した。

船長は、A社担当者と協議を行って本船の運航中止を決定し、本船が06時40分ごろに運航不能となったこと及び本件高速艇で旅客をA社棧橋まで搬送することを、09時38分ごろ118番通報により海上保安庁に伝えた。

現場調査によれば、本船の機関監視装置が、ブラックアウトによって発生した機器の異常警報を同装置のプリンターで印字した記録の時刻が06時39分であった。

本インシデント発生日時は、平成30年7月12日06時39分ごろであり、発生場所は、高松港朝日町外防波堤北灯台から真方位101°1,130m付近であった。（付図1 航行経路図 参照）

2.1.3 本インシデント後の旅客の誘導状況

船長、航海士A、別の航海士（以下「航海士B」という。）、甲板手、甲板員及びA社担当者の口述並びに回答書によれば、次のとおりであった。

船長は、06時45分ごろ操舵室にいた航海士A、航海士B及び更に別の航海士（以下「航海士C」という。）に、旅客46人を客室3階にある座室広間（以下「広間」という。）に集合させることを指示し、航海士Aが航海士B及び航海士Cを旅客誘導に当たらせた。

航海士B、航海士C及び甲板員は、拡声器を使用して旅客46人を広間に集め、本船が機関故障によって停船しているものの、沈没のおそれがないこと及び現段階で本船の運航開始について不明であることを伝え、旅客の体調を確認して飲み物を

旅客に提供する等を行った。

航海士Bは、08時55分ごろ専門業者が電気設備の点検を行っていること等を旅客に伝えた。

(図1 参照)



図1 本船のフロア配置とその概要

2.1.4 本インシデント後の旅客の退船状況

船長、航海士A、航海士B、甲板手、甲板員及びA社担当者の口述、並びにA社の回答書によれば、次のとおりであった。

船長は、09時32分ごろ乗組員全員を操舵室に集合させ、本件高速艇による旅客搬送を伝えるとともに、甲板部乗組員に上甲板に保管している救命胴衣を車両甲板に集めさせた。

船長は、09時45分ごろA社担当者から説明を受けた旅客搬送方法を航海士Aのほか甲板部乗組員に伝えた。

航海士Cは、甲板部乗組員とともに旅客46人を客室1階乗船口付近に集合させ、

本船の状況（B社担当者から主配電盤の早急な修理が不可能と判断されたこと）及び本件高速艇で2回に分けてA社棧橋まで本件高速艇で搬送することを説明した上で客室1階乗船口から車両甲板中央左舷側の退船口に誘導し、救命胴衣の着用を含む本件高速艇に乗艇する際の安全上の注意事項を説明した。

航海士Bは、甲板手及び売店員とともに、船内各所を巡回して旅客が残っていないことを確認した。

本件高速艇は、1回目の旅客20名の搬送を09時55分ごろに、2回目の旅客24名の搬送を10時40分ごろに行い、旅客がA社棧橋に着いた後、A社職員が旅客をA社棧橋ターミナルまで案内する等の対応を行った。

本船は、高齢の旅客2人を同様な方法で搬送ができなかったため、11時55分ごろ海上保安庁巡視艇の支援を受けて搬送を行った。

A社は、13時00分ごろ旅客46名全員をA社棧橋ターミナルに収容した。

旅客に行ったアンケートの回答によれば、本インシデント後、本船から退船してA社棧橋ターミナルまで移動する間に負傷又は体調不良となった旅客はおらず、本船の救命胴衣の着用等の安全上の対応にも苦情がなかったものの、本船に待機している際に、本船が予定を変えて錨泊することになった具体的な原因、本インシデント後に車両を陸揚げする予定等の情報不足が指摘されていた。

2.2 人の死亡及び負傷に関する情報

A社担当者の口述及び本インシデント後に旅客に行ったアンケートによれば、乗組員及び旅客に死傷者はいなかった。

2.3 船舶の損傷等に関する情報

2.3.1 主配電盤の破損等に関する情報

現場調査、B社担当者、機関長及び機関士Aの口述、並びにB社の回答書によれば、次のとおりであった。

- (1) 本件右舷MCCB及び‘車両甲板冷凍車用レセプタクル左舷MCCB’（以下「本件左舷MCCB」という。）に焼損が生じた。

本件右舷MCCBには、消弧装置^{すす}*6に煤及び金属溶融粒の付着が、アークガス^{すす}*7を上部から放出する排気口に焼損が、内部R相回路に焼損及び煤の付

*6 「消弧装置」とは、主接点を開閉する際に発するアークの飛散を防止するための樹脂製の板を備えた遮蔽囲^{しへい}をいう。

*7 「アークガス」とは、MCCB等が短絡電流により作動して断となり、主接点が引き外された際に、アークを発生し、その熱の影響でMCCB内部の材料が溶発されて発生する高温のガスをいう。

着並びに配線の一部溶損が生じ、本インシデント発生直後に操作ハンドルでリセット操作ができなかった。

本件左舷MCCBには、消弧装置に煤の付着が、排気口カバーに焼損及び破損が生じた。

- (2) 本件右舷MCCB R相の‘母線銅帯分岐線^{*8}’（以下「分岐線」という。）に溶損、溶解及び曲損が、分岐線の溶解した端子接続部が本件右舷MCCB端子台に溶着が生じた。
- (3) 本件右舷MCCB T相分岐線に溶損及び曲損が生じた。
- (4) ‘車両甲板冷凍車用レセプタクル船首部右舷及び船首部左舷MCCB’（以下「本件船首部MCCB」という。）T相分岐線に溶損及び曲損が生じた。
- (5) 440V給電盤の母線R相に溶損が生じた。
- (6) 440V給電盤における本件右舷MCCB上方の発電機用制御配線及び制御ターミナルに焼損が、分岐線全般の被覆（ビニールテープ）に焼損が、同盤の内部に煤による汚損が、同盤面（本件右舷MCCB付近）に焼損及び塗装の剥離^{はくり}が生じた。
- (7) 主配電盤には、絶縁抵抗値に低下（約0.3MΩ）が生じた。

本インシデント後、本件右舷MCCB、本件左舷MCCB、本件船首部MCCB及びそれらの周辺のMCCBは、遮断した状態であった。

なお、本船は、本インシデント発生の日翌7月13日にA社棧橋に着岸し、本件右舷MCCBに接続していた冷凍車が陸揚げされた際に、同冷凍車の点検を行ったところ、モニター（同冷凍車後方に設置された液晶パネル）に異常を示す表示及び警報がなく、正常な運転ができることを確認した。

（図2 参照）

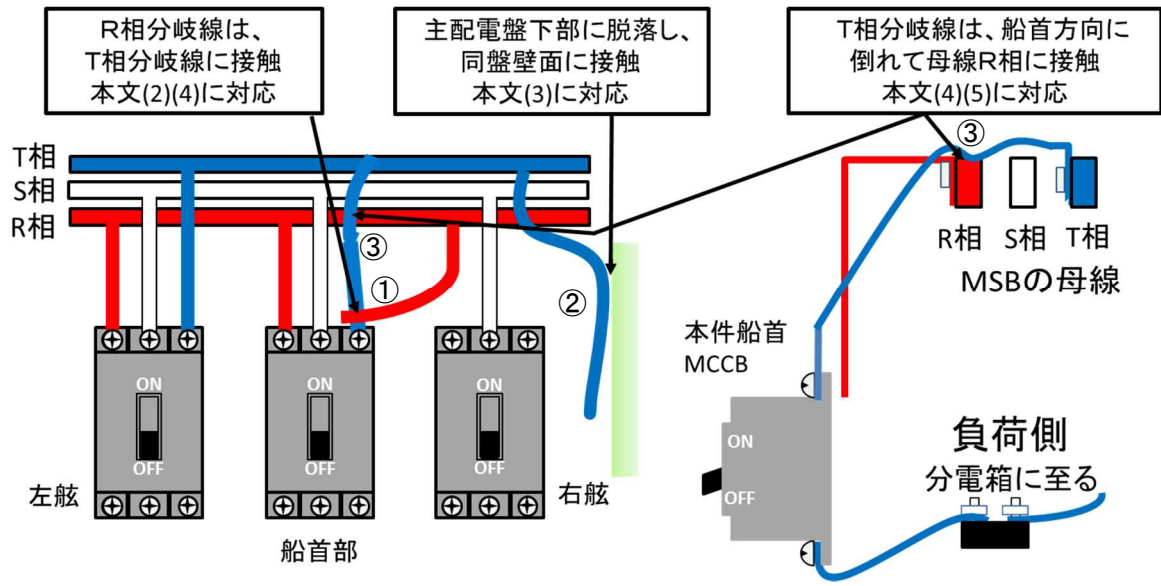
^{*8} 「母線銅帯分岐線」とは、主配電盤の主回路になる導体で大容量の電力を負担できる銅帯が使用される。ACBに接続される母線から、MCCBに至る電線路を分岐させた幹線を分岐線という。



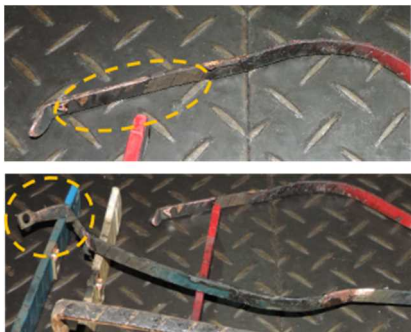
冷凍車用レセプタクルMCCB
本文(1)-1に対応



本件右舷MCCB
本文(1)-2に対応



破損した分岐線及び母線のイメージ

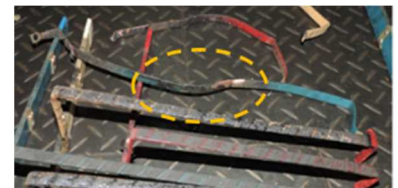


上：本件右舷MCCB R相分岐線
下：本件船首部MCCB T相分岐線

①本文(2)(4)に対応



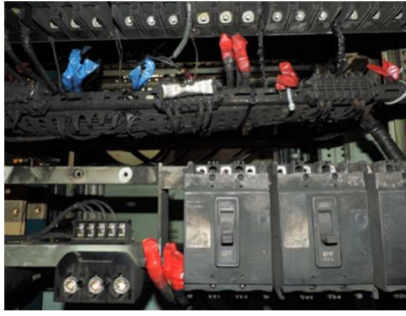
本件右舷MCCB T相分岐線
②本文(3)に対応



上：本件船首部MCCB T相分岐線
下：母線R相

③ 本文(4)(5)に対応

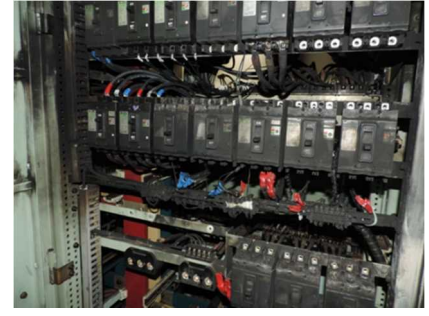
①、②及び③ともに点線で囲む場所が接触して相间短絡をした。



発電機用制御配線及び制御ターミナル
本文(6)に対応



分岐線の被覆の焼損
本文(6)に対応



440V 給電盤内の焼損及び汚損
本文(6)に対応



440V給電盤表面の焼損
本文(6)に対応



440V給電盤裏面の焼損
本文(6)に対応

図2 主配電盤の破損等状況

2.3.2 車両甲板440V冷凍車用レセプタクル電路の破損等に関する情報

現場調査及びA社による冷凍車用レセプタクル電路の調査によれば、次のとおりであった。

車両甲板440V冷凍車用レセプタクルは、車両甲板に防爆型(内部の接点の着脱で生じた電気火花によってできた火炎等が器具外部に漏れることによる誘爆を防ぐ構造)のものを8口、2口ずつに分けて4基の分電箱内に設置され、電源が440V給電盤の次の3系統から供給されていた。

- | | | |
|-----------|---------|------------|
| ① 車両甲板右舷 | 電路系統P42 | MCCB容量75A |
| ② 車両甲板左舷 | 電路系統P44 | MCCB容量75A |
| ③ 車両甲板船首部 | 電路系統P43 | MCCB容量100A |

(図3参照)

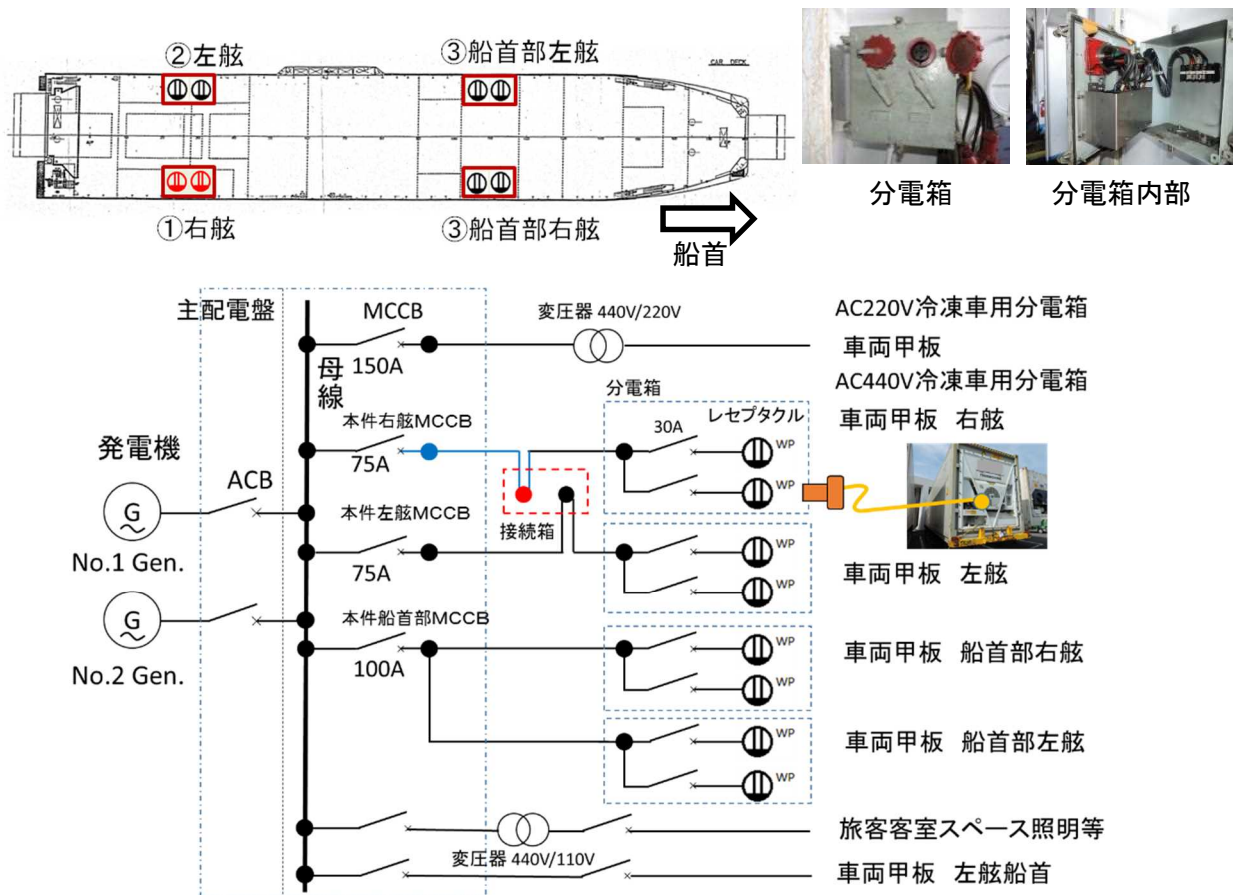


図3 車両甲板冷凍車用レセプタクルの配置と電路系統

(1) 絶縁抵抗計測の状況

現場冷凍車用レセプタクル電路における絶縁抵抗計測結果は、表1のとおりであった。本件右舷MCCBの電路（以下「本件右舷電路」という。）には、船体との絶縁抵抗に異常がないものの、R相、S相及びT相の各相間に絶縁抵抗値の低下が生じた。

表1 冷凍車用レセプタクル電路の絶縁抵抗値

| 電路 | 船体接地 | 相間 | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| | | R-S | R-T | S-T |
| 右舷 | 100MΩ | 2MΩ | 2MΩ | 0MΩ |
| 左舷 | 100MΩ | 100MΩ | 100MΩ | 100MΩ |
| 船首部（右舷及び左舷） | 100MΩ | 100MΩ | 100MΩ | 100MΩ |

(2) 冷凍車用レセプタクル電路の接続箱内の状況

図5に青色で示す本件右舷電路の電気器具及び配線を母線から取り外して点検を行ったところ、‘機関室の左舷船尾側に設置されていた接続箱’（以下

「本件接続箱」という。)内に次の破損が生じていた。

- ① 本件右舷電路及び本件左舷MCCBの電路（以下「本件左舷電路」という。）の配線は、接触して擦れ合った擦過傷があり、絶縁体である配線被覆が破れ、内部の導線が剥き出しとなって相间短絡、溶損及び一部断線が生じ、同配線が本件接続箱下部の貫通部から差し込まれて端子台に結線されていたが、本件接続箱の内外で固定されていなかった。

本件接続箱、並びに本件右舷電路及び本件左舷MCCBの電路は、図面に記載されておらず、本船乗組員が本件接続箱及びその設置場所を知らなかった。

- ② 本件右舷電路の配線用端子台は、金属端子にアークによる痕跡があり、一部に溶損が生じ、^{きょうたい}筐体*⁹の下部が炭化して相間の絶縁抵抗値に低下（約0MΩ）が生じた。

- ③ 本件接続箱本体内部の背面は、端子台下部に焼損痕が生じた。

(図4、図5 参照)

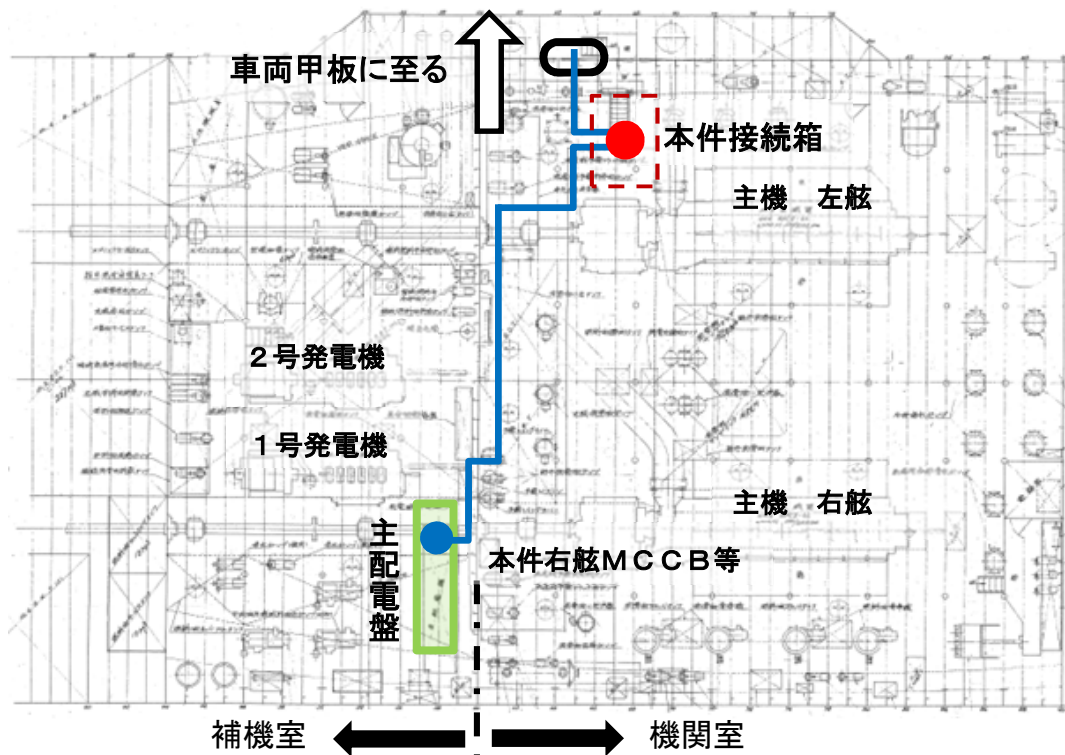


図4 機関区域における車両甲板冷凍車用レセプタクルの電路
(本電路は図3の青色で示す電路に対応)

*9 「^{きょうたい}筐体」とは、機械や電気機器等の中に収めるための箱（フレームを含む外装）をいう。



印で示す配線及び電気器具に絶縁抵抗値の異常がなかった。

▶ 印は配線被覆が破れて相間短絡した箇所、● 印は絶縁抵抗値が低下した配線用端子台を示す。

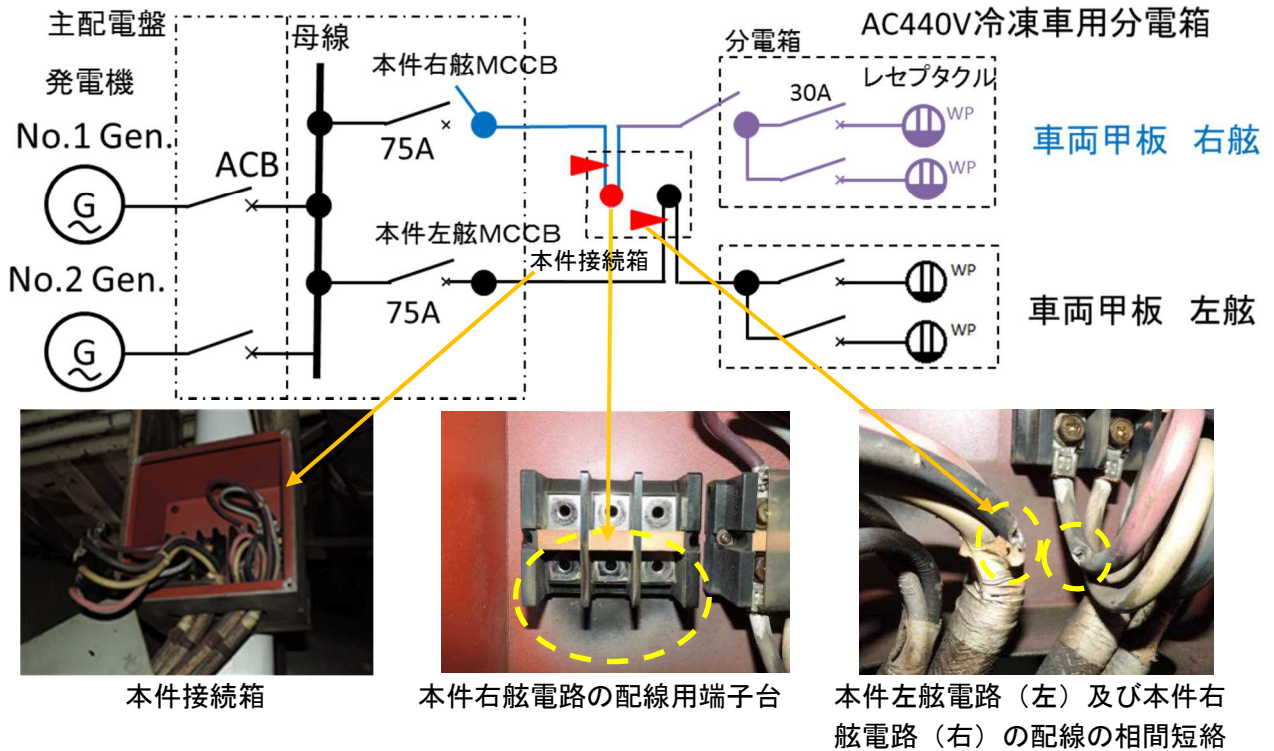


図5 車両甲板冷凍車用レセプタクル電路の短絡等箇所
(青線で示す電路は図3及び図4の青色で示す電路に対応)

2.3.3 船体の損傷に関する情報

現場調査及びA社担当者の口述によれば、船体の損傷はなかった。

2.4 乗組員に関する情報

(1) 性別、年齢、海技免状

船長 男性 55歳

三級海技士(航海)

免許年月日 平成4年3月12日

免状交付年月日 平成29年6月15日

免状有効期間満了日 平成34年3月11日

機関長 男性 65歳

三級海技士(機関)

免許年月日 昭和54年6月15日

免状交付年月日 平成30年7月3日
 免状有効期間満了日 平成35年11月6日
 航海士A 男性 41歳
 三級海技士(航海)
 免許年月日 平成10年11月1日
 免状交付年月日 平成25年11月1日
 免状有効期間満了日 平成30年11月11日
 機関士A 男性 36歳
 三級海技士(機関)
 免許年月日 平成26年8月29日
 免状交付年月日 平成26年8月29日
 免状有効期間満了日 平成31年8月28日

(2) 主な乗船履歴等

船長の口述によれば、船長は、船長職となって4年、本船の乗船経験は3年であった。

機関長の口述によれば、機関長は、機関長職となって10年、本船の乗船歴が9月であった。

航海士Aの口述によれば、航海士Aは、本船の乗船経験が4年2月であった。
 機関士Aの口述によれば、機関士Aは、本船の乗船経験が4年であった。

(3) 健康状態

船長、機関長、航海士A及び機関士Aの口述によれば、いずれも健康状態は良好であった。

2.5 船舶等に関する情報

2.5.1 船舶の主要目

| | |
|-----------|---------------------------|
| 船舶番号 | 129246 |
| I M O 番号 | 8909408 |
| 船籍港 | 兵庫県神戸市 |
| 船舶所有者 | 加藤汽船株式会社(以下「C社」という。) |
| 船舶管理会社 | A社 |
| 航行区域 | 沿海区域 |
| 総トン数 | 3,633トン |
| L × B × D | 115.91m × 20.00m × 11.60m |
| 船質 | 鋼 |
| 機関 | ディーゼル機関2基 |

出力 4,413kW／基 合計8,826kW
 推進器 5翼固定ピッチプロペラ2個
 進水年月日 平成元年10月
 最大搭載人員 旅客475人（航行予定時間6時間未満の場合）
 船員24人

(図6 参照)



図6 本船

(付図2 一般配置図 参照)

2.5.2 本船の喫水

A社担当者の回答書によれば、本インシデント発生日の出港時における本船の喫水は、船首約3.8m、船尾約5.2mであった。

2.5.3 船舶の電気設備に関する情報

(1) 主配電盤

主配電盤は、機関区域の補機室右舷船首側に設置され、発電機盤2面、同期盤1面、440V給電盤2面及び100V給電盤1面から構成されており、本件右舷MCCB等が船首から2番目の440V給電盤に配置されていた。

(図7 参照)

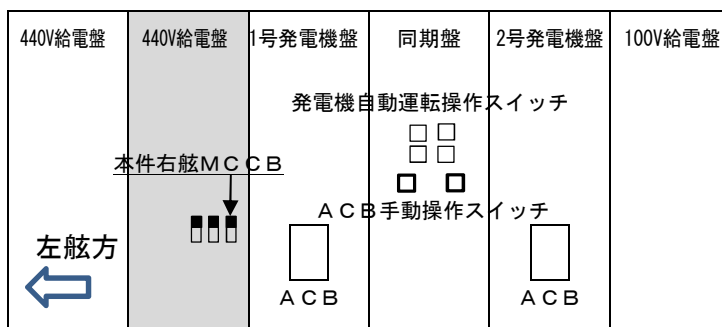


図7 主配電盤の概略図と外観

(2) 発電機

発電機は、補機室中央部に2機配置され、要目によれば、出力電圧AC 445V、3相、周波数60Hz、出力1,025kVA、定格電流1,330A、力率0.8であった。

2.6 車両甲板冷凍車用レセプタクルに関する情報

機関長、機関士A及びA社担当者の口述によれば、次のとおりであった。

- (1) 本船就航当初、車両甲板にはAC220V冷凍車用電気設備のみが設置され、AC440V冷凍車用電気設備がなかった。
- (2) C社は、以前本船を運航していた際に、顧客から本船において国際コンテナ（AC440V規格）に対応した給電ができないか要望を受け、平成10年ごろから平成11年上半期ごろに、440V給電盤にある予備のMCCBの3系統を使用し、車両甲板にAC440V冷凍車用分電箱4基及びレセプタクル8接続口を新設した。
- (3) 本船は、AC440V冷凍車用電気設備を新設した記録が船舶検査手帳、関連する完成図書及び図面に記録されていなかったが、平成17年に船舶検査で実施した船内絶縁抵抗試験記録に、「AC440V冷凍車レセプタクル」の項目があった。
- (4) 本船は、以前から本船に積載させた冷凍車に給電した際に、冷凍車側の配線接続プラグの破損等により、本件右舷MCCB等に過電流が流れ、作動して断となった事象が過去に何度かあった。
- (5) 本船は、本インシデント前に本件右舷MCCBから冷凍車に給電した記録が6月22日（神戸港出港時）であった。
- (6) 機関士Aは、本インシデント発生前日7月11日に、本件左舷MCCBが遮断していたので再投入を行った。

2.7 気象及び海象に関する情報

2.7.1 気象観測値

(1) 気象観測値

本インシデント現場の西方約2.5kmに位置する高松地方気象台の観測値は、次のとおりであった。

06時00分 天候 晴れ、風向 北北東、風速 0.4m/s

07時00分 天候 晴れ、風向 南、風速 0.7m/s

2.7.2 潮汐及び潮流

海上保安庁刊行の潮汐表によれば、本インシデント発生時の高松港における潮汐は上げ潮の初期、潮位は約151.5cmであり、香川県土木部港湾課の情報によれば、高松港F地区岸壁の北側における潮流は約0.99knの西北西流であった。

2.7.3 乗組員の観測

A社の回答書によれば、平成30年7月12日06時30分ごろの気象及び潮位は、天候が晴れ、風はなく、波高が0.5m以下で波向が平穏、視界が良好であり、高松港の潮位が約130cmであった。

2.8 A社の事業内容及び安全管理に関する情報

A社担当者の口述及びA社のWebサイト、並びに安全管理規程によれば、次のとおりであった。

2.8.1 A社の事業内容

A社は、C社が所有する本船を含む旅客フェリー2隻を裸用船^{*10}し、船舶の運航及び管理業務を行い、自社の船員を配乗させ、平成15年10月1日から阪神港神戸区から高松港の間を約4時間で結び、1日4往復の定期運航を行っている。

2.8.2 安全管理体制

A社は、安全管理規程に基づき、作業基準、事故処理基準等を定めていた。

(1) 運航の可否判断については、安全管理規程に次のとおり記載されている。

第9章 運航の可否判断

(運航の可否判断)

第25条 (第1項 略)

2 船長は、運航中止に係る判断を行うにあたって、自ら直ちに判断することが困難で詳細な検討を行う必要があると認めるときは、運航管理者と協議するものとする。

3及び4 (略)

5 運航管理者は、船長が運航中止の措置又は運航の継続措置をとったときは、速やかに、その旨を安全統括管理者へ連絡しなければならない。

6 運航中止の措置をとるべき気象・海象の条件及び運航中止の後に船長

^{*10} 「裸用船」とは、船主が船舶だけを提供し、船員の配乗は用船者としての船舶運航者が行う契約をいう。

がとるべき措置については、運航基準に定めるところによる。

- (2) 乗船旅客に対する遵守事項等の周知については、安全管理規程に次のとおり記載されている。

第11章 輸送に伴う安全の確保

(旅客の乗下船)

第35条 旅客の乗船、下船、車両の積込み、積付け及び陸揚げ並びに船舶の離岸岸時の作業については作業基準に定めるところによる。

作業基準 第5章 旅客の遵守事項等の周知

(乗船旅客に対する遵守事項等の周知)

第24条 船長は、乗船している間適宜の時間に次の事項を放送等（ビデオ放送その他の方法を含む。）により周知しなければならない。

(1)及び(2) (略)

(3) 非常の際の避難要領（非常信号、避難経路等）

(4)、(5)及び(6) (略)

(7) その他旅客が遵守すべき事項

① 下船及び非常の際は、係員の指示に従うこと。

②及び③ (略)

- (3) 輸送施設の点検整備については、安全管理規程に次のとおり記載されており、船内絶縁抵抗試験記録の車両甲板冷凍車用電気設備の項目に、本件右舷電路等と船体との絶縁抵抗値が記録されていたものの、同電気設備の整備記録が機関関係の文書になかった。

第12章 輸送施設の点検整備

(船舶の点検整備)

第41条 船長は、船舶点検実施要領に基づいて次の設備、装置等の点検を実施するものとする。

(1) 船体 (2) 機関 (3)～(16) (略)

2 船長は、前項の点検中、異常を発見したときは、直ちに運航管理者に次の事項を報告（副運航管理者を経由する場合を含む。）するものとする。

(1) 異常のある箇所（次号に掲げるものを除く。）及びその状況並びにそれに対して講じた措置

(2) 乗組員のみでは修復できない異常のある個所及びその状況

3 (略)

- (4) 海難その他の事故処理については、安全管理規程、並びに操練及び教育に関するA社の文書に次のとおり記載されていた。

A社担当者及びA社職員の口述によれば、A社は、本インシデント発生直後、本インシデントが‘安全管理規程に定めるインシデント’の適用範囲に当たるものか判断が遅れたが、安全管理規程及び事故処理基準に準じた安全統括管理者等のA社関係者への連絡、旅客対応等が行われていた。

本船及びA社の操練及び教育に関する書類によれば、本船は、法令及び安全管理規程に基づき旅客の誘導及び安全確保を想定した操練を定期的に行っており、A社は、安全管理規程に基づき非常時における事故処理の訓練を定期的に行っていた。

第13章 海難その他の事故の処理

(運航管理者のとるべき措置)

第45条 運航管理者は、船長からの連絡等によって事故の発生を知ったとき又は船舶の動静を把握できないときは、事故処理基準に定めるところにより必要な措置をとるとともに、経営トップへ速報をしなければならない。

事故処理基準

(事故等の範囲)

第2条 この基準において、「事故」とは当社の運航中の船舶に係る(1)～(4)に掲げる事象をいい、「事故等」とは事故及び(5)の事態（以下「インシデント」という。）をいう。

(1) (略)

(2) 衝突、乗揚げ、火災、浸水、漂流、行方不明、機関停止等重大な機関故障又はその他の救助を必要とする船舶の海難事故

(3)及び(4) (略)

(5) 前記(1)～(3)の事象に至るおそれの大きかった事態

- (5) 安全に関する教育及び訓練については、安全管理規程に次のとおり記載されており、法令及び安全管理規程に基づき、定期的に操練及び訓練が行われている記録文書が保管されていた。

第14章 安全に関する教育、訓練及び内部監査

(安全教育)

第51条 安全統括管理者及び運航管理者は、船舶部と協力して運航管理員、陸上作業員、乗組員、安全管理に従事する者、内部監査を担当する者に対し、安全管理規程（運航基準、作業基準、事故処理基準及び地震

防災対策基準を含む。)、船員法及び海上衝突予防法等の関係法令その他輸送の安全を確保するために必要と認められる事項について理解しやすい具体的な安全教育を定期的に実施し、その周知徹底を図らなければならない。

2 運航管理者は、航路の状況、海難その他のインシデント（事故等の損害を伴わない危険事象）事例を調査研究し、随時又は前項の教育に併せて乗組員に周知徹底を図るものとする。

（操練）

第52条 船長は、法令に定める操練を行ったときは、その実施状況を運航管理者に報告するものとする。

（訓練）

第53条 安全統括管理者及び運航管理者は、経営トップの支援を得て事故処理に関する訓練を計画し、年1回以上これを実施しなければならない。訓練は、全社的体制で処理する規模の事故を想定した実践的なものとする。この場合、前条の操練は当該訓練に併せて実施することができる。

2 （略）

第54条 運航管理者は、前3条の教育等を実施したときは、その概要を記録簿に記録しておくものとする。

2.9 主配電盤及びMCCBの破損等の経過に関する情報

2.9.1 主配電盤の破損に関するB社の見解

B社の回答書によれば、本インシデント発生の経過は、次のとおりであった。

- (1) 遮断していた本件右舷MCCBを投入した。
- (2) 本インシデントが発生（1回目のブラックアウト）した。
 - ① 本件右舷MCCBは、トリップ（回路の引き外し）しなかった可能性又はトリップしたが回路が開放されなかった可能性がある。
 - ② 本件右舷MCCB 1次（電源）側分岐線が破損した。
- (3) 乗組員は、発電機が運転（発電）状態であったのでACBを投入した。
- (4) ACBは、投入後に瞬時にトリップした（2回目のブラックアウト）。
 - (2)②の状態が継続していた。

（図8 参照）

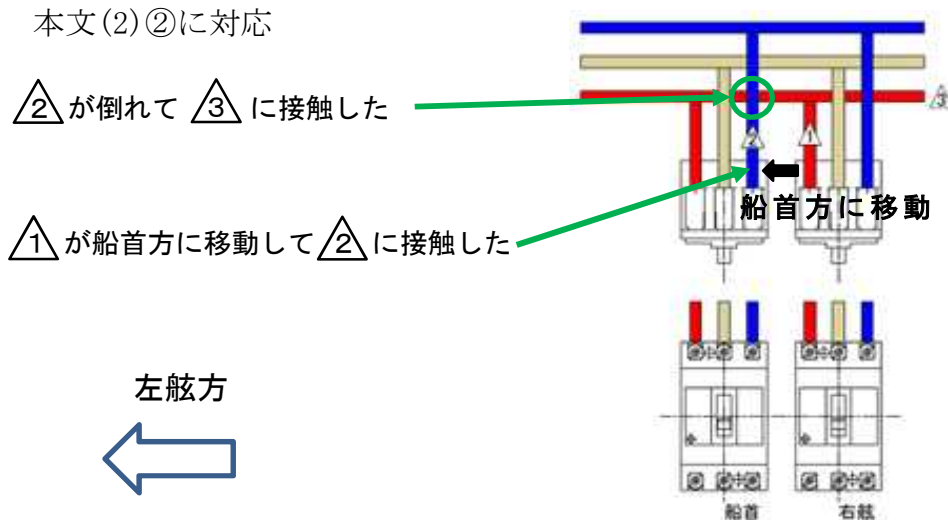


図8 MCCBの1次側分岐線の破損箇所

2.9.2 主配電盤の破損等に関する主配電盤の製造会社の見解

主配電盤の製造会社の回答書によれば、次のとおりであった。

(1) 分岐線の破損

- ① 本件右舷MCCBは、上部側に経年で煤や埃^{ほこり}が堆積していたところに、本件右舷電路で短絡が発生し、本件右舷電路に接続された本件右舷MCCBの上部（電源）側で2次短絡が発生したと想定される。

本件右舷MCCBは、短絡電流により遮断されるとともに、本件右舷MCCB上部からアークガスを放出し、そのアークガスが本件右舷MCCB上部に溜まった煤や埃を導電帯として電気を流すことで、ACBが作動して回路が引き外されるまで、高温のアークが継続して発生したので、分岐線及び分岐線と本件右舷MCCBとの接続部が破損に至ったことに影響を与えたと想定される。

- ② 分岐線は、短絡電流の衝撃で彎曲^{わんきょく}が発生する可能性があるが、破損を生じないように考慮して製作されているものの、過電流（定格電流の120%）程度であれば影響はないが、短絡電流となると電磁反発力^{*11}の影響を受ける。

(2) 破損を生じた本件右舷MCCB

- ① 基本的に短絡電流が流れた後、同電流を遮断したMCCBは、交換を推奨している。

*11 「電磁反発力」とは、2つの金属板を近づけて置き、一方の金属板に電気を流すと、他方の金属板に誘導電流が流れて磁場が発生するとともに、電気を流した金属板と反発するように作用する力が生じることをいう。

② 短絡電流を遮断したMCCBは、MCCB上部のアーカ排出口部にアーカによる煤が確認された場合は、次回過電流が流れた際に設定値で正常に作動せず、回路を遮断できない可能性がある。

③ 本インシデント直後に、本件右舷MCCBのリセット操作ができなかったことは、本件右舷MCCB内部の主接点部分が軽度の溶着を起こしていたと推測される。

(3) 本件接続箱内の配線用端子台の劣化

① 配線用端子台は、経年による端子表面の汚損（煤や埃の蓄積）が進行し、湿気を含んだ空気の接触で絶縁が破壊され、過熱及び焼損した可能性がある。

② 本件接続箱内の配線用端子台は、配線用端子台に接続していた配線に短絡が発生した後に、同端子台の端子間で2次短絡アーカが発生し、同端子台の接続部にアーカの影響が波及した可能性がある。

(図2 参照)

2.9.3 MCCBの製造会社による本件右舷MCCB等に関する解析調査

MCCBの製造会社によれば、次の解析結果のとおりであった。

(1) 本件右舷MCCB及び本件左舷MCCB

本件右舷MCCB及び本件左舷MCCBは、全体的（外部及び内部）に煤の付着、電源側（1次側）のアーカガスの排出口及び排気バリアの損傷、消弧装置に溶片の付着、固定側接点及び可動側接点に僅かな荒れ等があった。

本件右舷MCCB等は、開閉操作、トリップボタンによるトリップ操作及び閉路時の導通確認が正常であり、開閉機構及び回路の引き外し機構に変形が見当たらず、開閉時の機構の動きも正常であった。

(2) 本件右舷MCCB及び本件左舷MCCBの内部の焼損等の状況及び劣化状態の判定

本件右舷MCCB及び本件左舷MCCBともに、(1)を踏まえ、過去に何度か短絡電流を遮断していたと考えられ、開閉動作は行えるものの、煤が付着していることから、絶縁が劣化している可能性がある。

本件右舷MCCB等の排気口の損傷等があるのでアーカガスが本件右舷MCCB等の上部から放出されたものと推定するが、通常アーカがMCCBの外に出ないように設計していることから、アーカが本件右舷MCCB等本体の外に放出された可能性は低いものとする。

(3) 主配電盤1次（電源）側分岐線の破損、溶損及び曲損（衝撃力）の推定

① 本件右舷MCCBは、主接点の荒れ、ブレーカ内部が煤で覆われてい

ることより、本件右舷MCCBの負荷側回路で短絡事故が発生した際に、本件右舷MCCBからアークガスが出たと推測する。

- ② その際に発生したアークガスにより、本件右舷MCCBの電源側に接続している分岐線が短絡し、同時に発生した電磁反発力により、本件右舷MCCBのR相及びT相の配線（分岐線）が外れかかった状態になったと推測する。（各相の分岐線は、赤・白・青のビニールテープでテーピングされているものの、テーピングの劣化により、充電部が露出し、その露出した部分で短絡した可能性がある。）
- ③ ②の状態では本件右舷MCCBを投入したので、短絡電流が流れ始め、電磁反発力により、本件右舷MCCBのR相及びT相の分岐線が完全に外れ、電源側でR相－S相間の短絡によってR相分岐線の電源側の端子が溶断して本件船首部MCCB方に移動し、同時にS相及びT相の分岐線にアークがあってT相分岐線が船尾方に移動して接地（主配電盤壁面）間で地絡したと考えられ、本件右舷MCCBの回路の上位にあるACBがトリップ（回路の引き外し）したと推測する。

（図9 参照）

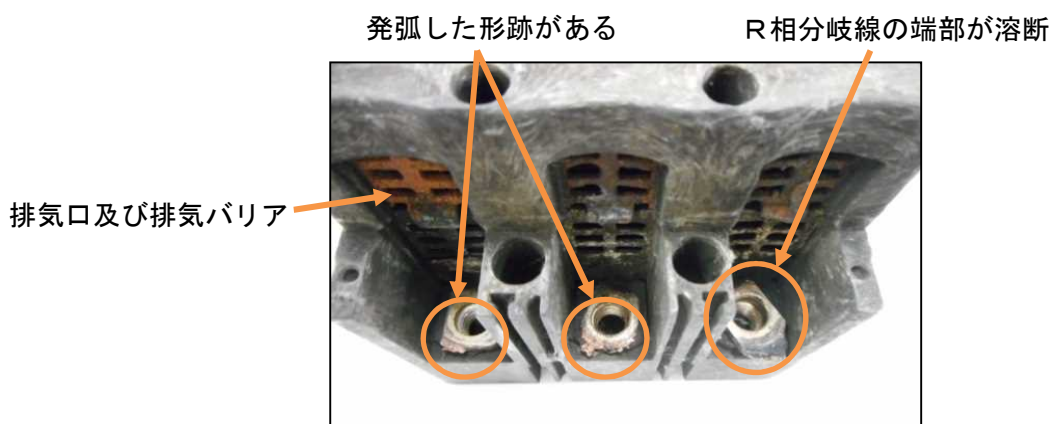


図9 本件右舷MCCB端子部の破損状況

- ④ その後、ACBを再度投入して一旦ACBが接続して給電が行なわれた後に瞬時にACBが遮断したのは、再度③の短絡又は地絡があったと推測する。
- (4) 本件右舷MCCB等が作動して回路が引き外された際のアーク放出及びアークガスによる主配電盤の絶縁抵抗値低下の推定
- 主配電盤は、本件右舷MCCB等が短絡電流によりトリップした際に発生したアークガスにより、本件右舷MCCBの電源側の分岐線で短絡又は地絡が発生し、それによる主配電盤の絶縁抵抗値の低下が認められたと考えられる。（図2参照）

2.9.4 相間短絡の際に母線に流れた過電流に関するMCCBの製造会社の見解

MCCBの製造会社によれば、本件右舷MCCB等の分岐線が短絡した際に、主配電盤母線に流れた電流は、本船の発電機出力（発電機要目：1,025kVA 445V 60Hz 3φ 1,033A 力率0.8）を踏まえると、約9kA～約11kA（発電機定格電流（1.33kA）の約9倍）と推定され、表2に示す主配電盤の発電機保護装置のうち、‘短限時引き外し’が作動してACBを断としたものと考えられる。

表2 本船主配電盤の発電機保護装置の設定（抜粋）

| 発電機保護装置 | 電流値設定 | | タイマー設定 |
|---------|---------|--------|--------|
| 長限時引き外し | 1,530A | 115% | 20秒 |
| 短限時引き外し | 3,990A | 300% | 0.24秒 |
| 瞬時引き外し | 15,960A | 1,200% | 瞬時 |

2.9.5 冷凍車電気装置に関する冷凍車の修理会社の情報

冷凍車（コンテナ）の修理会社の回答書によれば、次のとおりであった。

本船に積載されていた冷凍車（コンテナ）の要目（抜粋）は、表3のとおりであった。

表3 冷凍車（コンテナ）の要目（抜粋）

| システム正味冷凍性能 フル冷却 モデルー空冷復水 460/230V、3相、60Hz 電力 | | |
|--|-------------------|-----------------|
| エバポレータコイル インレットへの還気温度 | 正味冷却性能 60Hz 性能 kW | 電力消費 60Hz 電力 kW |
| 21.1℃ | 16.603 | 11.55 |
| 1.7℃ | 11.990 | 11.0 |
| -35℃ | 4.100 | 6.0 |

冷凍車（コンテナ）の修理会社の実績データによれば、3相4線式冷凍コンテナユニットの単相運転は、モータ類の焼損を招く恐れがあるので実機による実験は不可となっているが、最大負荷時の電流の175%が消費されるとのことであった。

外気温度35℃程度であれば、運転時の最大電流は25Aという数値（230VAC（交流電源）供給時、実機にて測定）が計測されており、単相運転となると供給される電流値は44A程度（前述の25Aの175%）になると考えられる。

同時に各相のバランスが崩れるので、同ユニットの接地した部分（アース配線）に過電流（定格電流の約4～約5倍程度で、100Aを超える数値となることもある。）が流れ、1次側（電源側）電源の安全回路が引き外されると考えられる。

結果として、冷凍コンテナユニットは停止するが、かなりのダメージが残るものと思われる。

2.9.6 配線遮断器からのアークガスの発生に関する情報

文献^{*12}によれば、次のとおりであった。

低圧遮断器は遮断機構、接触子、消弧室、排気部、短絡電流検出装置などを一体として絶縁ケースに収納した機器である。短絡事故の発生時には即時に短絡電流を遮断し、電力系統をダメージから保護する働きをする。

遮断時には、可動子電極の開極により接点間にアーク放電が発生する。アーク電圧を回路電圧と同等またはそれ以上に上昇させて限流遮断を行う仕組みである。短絡事故時には数十kAの電流を遮断することになるが、このとき発生するアークパワーは数MWにも達する。アークの熱エネルギーのため遮断器内部は瞬時に1MPa以上の高圧が発生し、同時にアーク中心部では温度が数千～1万K（外周でも数百～数千K）にもなる過酷な状態が現出する。遮断器の筐体は樹脂製なので、遮断時に発生する高圧に対して十分な耐圧が要求される。また内壁は数千Kもの高温ガスにさらされるので、材料が炭化して煤が発生し、遮断器内の各所に吸着して絶縁抵抗の低下を招く可能性がある。（略）

消弧室付近に配置した細げき^{*13}の表面では、遮断時にアーク加熱による樹脂材料の溶発が生じ、遮断器内部の圧力上昇やアークの挙動に大きな役割を果たす。（略）

一方、接触子の接点などにおいても、沸点を超える高温かつ高電流密度の状態に置かれるため、構成材料の溶発が生じて金属蒸気の噴出流が発生する。金属蒸気の場合もCO₂などと同様にアークへの突入によって熱電離が発生し、金属原子はイオン化した状態となる。

樹脂・金属材料の溶発により発生したガス流は、アークのエネルギーとの相乗効果により高温高圧となり、遮断器内部の圧力増大に多大な影響を及ぼす。また遮断現象により生成された煤や金属粒子は、内壁や部品に付着して絶縁抵抗の低下の主因ともなる。

*12 「低圧遮断器のガス流解析技術」（富士電機時報 Vol.80 No.3 2007）

*13 「細げき」とは、配線用遮断器の消弧装置に配置する樹脂製の多層板をいう。

2.10 配線遮断器の交換に関する情報

J I S規格では、配線用遮断器の遮断性能について、次のとおり定格遮断容量を定格限界短絡遮断容量（Icu）と定格使用短絡遮断容量（Ics）の二つで表示している。

- (1) Icu：短絡遮断2回の条件を満たす遮断性能の数値
- (2) Ics：短絡遮断3回及び遮断後に定格電流を開閉し、温度上昇性能が規定値以下の条件を満たす遮断性能の数値

この規格では、短絡遮断の回数に複数回の遮断を義務付けているものの、1回の遮断であれば配線用遮断器の再使用が可能であるということを示しているものではない。

配線用遮断器の製造会社によれば、短絡電流によって繰り返し遮断された配線用遮断器は、遮断容量の低下が懸念され、次回の短絡遮断時のアーク放出が過大となり、多量のアークガスを生じる可能性があるため、早期に交換することを推奨している。

関連業界が発行する情報誌等には、配線用遮断器の選定、交換時期及び点検方法に関するガイドラインが掲載されており、例えば、配線遮断器の更新に関する文献*¹⁴によれば、配線用遮断器の交換時期は、使用開始後15年が経過している場合は更新を推奨し、15年以下でも配線用遮断器に過熱、異臭、異音、塵埃の堆積、開閉機能がスムーズでないこと等が発見された場合には、配電盤等又は配線用遮断器の製造会社に相談することを勧めている。

配線遮断器の製造会社の文献*¹⁵によれば、配線用遮断器が短絡電流を遮断した場合、配線用遮断器の再使用又は交換を判断するポイントを次のように紹介している。

- (1) アークガス排出口に黒い煤の汚れが見られる場合は、絶縁抵抗が5MΩ以上あれば再使用が可能と判断してもよいが、通電中、端子部等に異常温度上昇がないか、その他の異常がないか注意が必要となる。
- (2) 絶縁抵抗が5MΩ以下の場合は耐電圧試験を行うことが必要となる。
規定の絶縁耐力があればできるだけ負荷を減らした後、端子部等に異常温度上昇がないことを注意しながら、暫時の間使用する程度にとどめ、速やかに新品と交換が必要である。
 - ① 絶縁抵抗測定及び耐電圧試験の方法は、製造メーカーの規定による。
 - ② 漏電遮断器の場合、テストボタンによる引外し動作の確認が必要である。
- (3) ハンドル部やアークガス排出口が著しく煤で汚れ、金属溶融粒が見られる場合は、新品と交換が必要となる。

*¹⁴ 「産業用配線用遮断器 漏電用遮断器 更新ガイダンス」（一般社団法人日本電機工業会）

*¹⁵ 「カタログ Tem Break 2 ノーヒューズブレーカ・漏電遮断器」（寺崎電気産業株式会社、P8-4、8-5）

3 分 析

3.1 インシデント発生の状況

3.1.1 インシデント発生に至る経過

2.1.1及び2.1.2から、本船は、高松港港内において北進中、機関長が主配電盤440V給電盤において、遮断していた本件右舷MCCBを再投入したところ、1号発電機及び2号発電機のACBが作動して断となってブラックアウトが起り、主機が停止してACBが再投入できず、運航不能となったものと考えられる。

3.1.2 事故発生日時及び場所

2.1.1及び2.1.2から、本インシデントの発生日時は、平成30年7月12日06時39分ごろであり、発生場所は、高松港朝日町外防波堤北灯台から真方位101°1, 130m付近であったものと考えられる。

3.1.3 旅客の退船等の状況

2.1.3及び2.1.4から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 船長は、06時45分ごろ操舵室にいた航海士A、航海士B及び航海士Cに、旅客46人を客室3階にある広間に集合させることを指示し、航海士B及び航海士Cが旅客誘導に当たり、航海士B等が拡声器を使用して旅客46人を広間に集めた。
- (2) 船長は、09時38分ごろ本インシデントの発生及び本件高速艇で旅客をA社栈橋まで搬送することを118番で海上保安庁に通報した。
- (3) 船長は、09時45分ごろ甲板部乗組員に本件高速艇での旅客搬送を伝え、航海士C等が旅客46人に本件高速艇でA社栈橋まで搬送することを説明した。
- (4) 航海士B及び甲板員は、旅客46人を車両甲板左舷の退船口まで誘導し、救命胴衣の着用を含む本件高速艇乗艇に関する安全上の注意事項を説明した。
- (5) 本船は、本件高速艇で09時55分ごろ1回目に旅客20名を、10時40分ごろ2回目に旅客24名をA社栈橋まで搬送し、本件高速艇に乗船が困難であった高齢の旅客2名を巡視艇で保安部栈橋まで搬送した。
- (6) A社は、13時00分ごろ旅客46名全員をA社栈橋ターミナルに収容した。

3.1.4 主配電盤の破損等の状況

2.3.1から、本船は、本インシデントにより、主配電盤に次の破損及び絶縁抵抗値低下が発生したものと考えられる。

- (1) 本件右舷MCCB及び本件左舷MCCBに焼損
- (2) 本件右舷MCCB R相分岐線に溶損、溶解及び曲損
- (3) 本件右舷MCCB T相分岐線に溶損及び曲損
- (4) 本件船首部MCCB T相分岐線に溶損及び曲損
- (5) 440V給電盤母線R相に溶損
- (6) 440V給電盤における本件右舷MCCB上方の発電機用制御配線及び制御ターミナルに焼損、並びに分岐線全般の被覆に焼損、同盤の内部に煤による汚損及び同盤面（本件右舷MCCB付近）に焼損及び塗装の剥離
- (7) 主配電盤母線の絶縁抵抗値低下（約0.3MΩ）

3.1.5 死傷者等の状況

2.2から、本船の乗組員及び旅客に死傷者はいなかった。

3.2 インシデント要因の解析

3.2.1 乗組員の状況

2.4から、次のとおりであった。

船長、機関長、航海士A及び機関士Aは、いずれも適法で有効な海技免状を有していた。

船長、機関長、航海士A及び機関士Aは、本インシデント時、健康状態は良好であったものと考えられる。

3.2.2 気象及び海象の状況

2.7.3から、本インシデント当時の天気は晴れ、風はなく、海面は穏やかで、視界は良好であったものと考えられる。

3.2.3 A社の安全管理状況に関する解析

2.1.2、2.1.3、2.1.4、2.6、2.8.2及び3.1.3から、次のとおりであった。

- (1) 船長は、安全管理規程に準じて、本インシデント発生後に本船の運航の可否について、A社担当者と協議を行い、本船の運航中止を決定したものと考えられる。
- (2) 本船は、法令及び安全管理規程に基づき、旅客の誘導及び安全確保を想定した操練を定期的実施していたものと推定される。

A社は、安全管理規程に基づき、非常時における事故処理の訓練を定期的
に実施していたものと推定される。

- (3) (2)から、本船は、運航中止の決定から約1時間10分で、安全に配慮し
て旅客46人のうち44人を本件高速艇で搬送したことから、迅速な対応を
行ったものと考えられる。

A社職員は、旅客がA社棧橋に搬送された後、旅客をA社棧橋ターミナル
まで誘導し、本インシデント後の対応を行ったものと考えられる。

- (4) 本船は、法令及び安全管理規程に基づき、船舶の点検整備を行っていたと
考えられるものの、本船就航後に新設された冷凍車用レセプタクルに関する
記録、完成図書及び図面の修正が行われていなかったと認められる。

3.2.4 車両甲板冷凍車用レセプタクル電路等の状況

2.3.2から、次のとおりであった

本件右舷電路及び本件左舷電路の配線は、^{きょうあい}狭隘な本件接続箱で配線が固縛され
ていなかったことから、同配線が振動で擦れ合い、配線被覆が破れて導線が接触し
たことにより相間短絡したものと推定される。

本件右舷電路及び本件左舷電路の配線は、完成図書及び図面に記載されていな
かったことから、本船乗組員に知られることがなく、本件接続箱内部の点検が行わ
れていなかったものと推定される。

本件右舷電路は、本件接続箱にある配線用端子台の下部が炭化して同端子台で相
間の絶縁抵抗測定器（回路に高電圧を付与して測定する測定器）による測定で絶縁
抵抗値が約0MΩまで低下していたことから、相間で過電流が流れ易く、本件右舷
MCCBにもこの過電流が流れたものと考えられる。

本件右舷電路の配線用端子台下部の炭化は、給電先の冷凍車電気装置の漏電及び
本件右舷電路等の短絡によって同端子台に過電流が流れたことから、筐体が過熱及
び焼損して生じたものと考えられる。

3.2.5 車両甲板冷凍車用レセプタクルMCCBの運用状況の評価

2.1.2、2.3.1、2.6及び3.1.4から、次のとおりであった

本船は、乗組員が本船に積載した冷凍車に給電した際に、同車の電気装置の漏電
等によって本件右舷MCCB等が作動して断となったことがあるものの、原因を調
査しないで本件右舷MCCB等を再投入してきたことから、本件右舷MCCB等の
煤の付着、絶縁の劣化等が進んだものと考えられる。

3.2.6 インシデント発生に関する解析

2.1.2、2.3.1、2.3.2、2.6、2.9、3.1.1及び3.1.4から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、高松港港内において北進中、本件接続箱内で本件右舷電路及び本件左舷電路の配線に相間短絡があったことから、遮断していた本件右舷MCCBを再投入し、本件右舷電路及び本件左舷電路に短絡電流が流れて主配電盤の本件右舷MCCBが作動して断となった際に、過去に何度か短絡電流が流れて断となっていた本件右舷MCCBに接続していた分岐線2本が破損して跳ね飛び、本件船首部MCCB分岐線に接触した相間短絡及び主配電盤壁面との地絡によって主配電盤母線に過大な電流が流れ、ACBが作動して断となってブラックアウトが起こったものと考えられる。
- (2) 本件右舷MCCBは、本件右舷MCCBが作動して断となった際に、本件右舷MCCBの内部でアークが発生してアークガスを放出したことから、電源側に接続していた分岐線が相間短絡を起こして溶損及び電磁反発力による曲損を生じ、次のとおり接続していた分岐線が破損して跳ね飛んだものと考えられる。
 - ① R相分岐線は、破損した後、船首方の本件船首部MCCBのT相分岐線に接触して相間短絡した。
 - ② T相分岐線は、破損した後、船尾方の主配電盤壁面に接触して地絡した。
- (3) 本件船首部MCCBに接続していたT相分岐線は、(2)①の本件右舷MCCB R相分岐線が接触した際の衝撃を受けて船首方に倒れたことから、母線R相に接触して相間短絡したものと考えられる。
- (4) 本件左舷MCCBは、遮断していた本件右舷MCCBを再投入した際に(1)に記載する短絡電流が流れたことから、作動して断となったものと考えられる。
- (5) 主配電盤の破損等は、現場調査等並びに2.9.2及び2.9.3に示す主配電盤の製造会社等の見解から、本インシデントにおいて、図2に示す分岐線の相間短絡、破損等が(1)から(4)のとおり連鎖して発生したものと推定される。
- (6) 本件右舷MCCB及び本件左舷MCCBは、外部及び内部に煤の付着、並びに主接点に点食があったことから、過去にも短絡電流が流れて断となったものと考えられ、筐体等の絶縁物が劣化していた可能性があると考えられる。
- (7) 本船は、最初のブラックアウトの際に主配電盤が分岐線の相間短絡、地絡及びアークガスの煤による汚損による絶縁抵抗値の低下が生じたことから、高松港港内に錨泊後、ACBを再投入した際に、再び過大な電流が母線に流れ、直ちにACBが作動して断となって再度ブラックアウトが発生したもの

と考えられる。このことから、本船は、船内電源の早急な復旧が不可能であったものと考えられる。

(付図3 インシデント発生経過 参照)

4 原因

本インシデントは、本船が、高松港港内において北進中、本件接続箱で本件右舷電路及び本件左舷電路の配線に相間短絡があったため、本件右舷電路及び本件左舷電路に短絡電流が流れて主配電盤の本件右舷MCCBが作動して断となった際に、本件右舷MCCBに接続していた分岐線2本が破損して跳ね飛び、本件船首部MCCB分岐線に接触した相間短絡及び主配電盤壁面との地絡によって主配電盤母線に過大な電流が流れ、ACBが作動して断となってブラックアウトが起こり、主機が停止してACBが再投入できなかったことにより発生したものと考えられる。

本件接続箱で本件右舷電路及び本件左舷電路の配線に相間短絡があったのは、同配線が固縛されておらず、本件接続箱内で擦れ合い、配線被覆が破れて導線が接触したことによるものと推定される。

本件右舷MCCBが作動して断となった際に、接続していた分岐線2本が破損して跳ね飛んだのは、過去に何度か短絡電流が流れて断となっていた本件右舷MCCBの内部でアークが発生してアークガスを放出したことから、電源側に接続していた分岐線が相間短絡を起こして溶損及び電磁反発力による曲損を生じたことによるものと考えられる。

5 再発防止策

本インシデントは、本船が、高松港港内において北進中、本件接続箱で本件右舷電路等の配線に相間短絡があったため、過去に何度か短絡電流が流れて断となっていた本件右舷MCCBに短絡電流が流れた際に、本件右舷MCCBからアークガスを放出し、接続していた分岐線が相間短絡を起こして破損して跳ね飛び、本件船首部MCCB分岐線との相間短絡及び主配電盤壁面との地絡によって主配電盤母線に過大な電流が流れ、ACBが作動して断となってブラックアウトが起こり、主機が停止してACBが再投入できなかったことにより発生したものと考えられる。

本件接続箱で本件右舷電路等の配線に相間短絡があったのは、同配線が固縛されて

おらず、本件接続箱内で擦れ合い、配線被覆が破れて導線が接触したことによるものと推定される。

したがって、同種事故等の再発防止のためには、A社は次の措置を行うことが必要である。

- (1) 本件右舷電路及び本件左舷電路の配線を本件接続箱に固縛すること。
- (2) 本インシデントによって破損等があった本件右舷MCCB等が正常な遮断動作を行わない可能性があることから、早期に交換すること。このことから、A社は、他のMCCBについても、MCCBの製造会社及び関連団体が推奨する更新推奨時期、使用時間及び過電流引き外し機能の作動回数を踏まえ、主配電盤、MCCBの製造会社等と相談し、整備計画を立てて定期的に交換することが望まれる。
- (3) 電気設備の点検及び保守整備の観点から、完成図書及び図面に過去に新設した車両甲板冷凍車用レセプタクル及び電路に関する修正を早期に行うこと。
- (4) 安全管理規程にある機関に関する船舶点検実施要領を見直し、本船が本件右舷MCCB等の電路の絶縁抵抗計測を行う場合、電路と船体との絶縁だけでなく相間の絶縁抵抗値の測定を行い、点検する期間を定めてその点検記録を文書化して保管させること。なお、絶縁抵抗測定は、テスターではなく回路に接続された機器の耐電圧に配慮し、絶縁抵抗測定器を使用することが望ましい。
- (5) A社の管理船舶（以下「管理船舶」という。）に電気設備の内部に煤や埃が蓄積しないよう、定期的に吸引除去する方法等で本船乗組員に清掃させて清浄に保たせることが望ましい。
- (6) 管理船舶の乗組員に電気設備及び電気機器に関する短絡の危険性の周知、点検及び電気設備内部の清掃を含む保守整備の方法、並びに記録、感電等の安全に対する教育を再度実施すること。
- (7) 本インシデント発生後、本船が旅客への情報提供不足があったことを指摘されていることから、船内放送を活用する等のより効果的な旅客への情報伝達方法を管理船舶に導入することが望まれる。

5.1 本インシデント後に講じられた事故等防止策

5.1.1 A社によって講じられた措置

A社は、本インシデントの再発防止及び被害軽減のため、本インシデント後に次の改善措置を行い、管理船舶の安全運航を目的とした議論を行う目的で開催する‘船長及び機関長会議’で社内に周知徹底を図り、安全管理規程の変更届を提出し

た。

- (1) 本件接続箱の交換及び本件右舷電路等の配線の固縛
- (2) 本件右舷MCCB及び本件左舷MCCB、並びに両MCCB周辺の汚損したMCCBの交換
- (3) 本件右舷電路等に関する完成図書及び図面の修正
- (4) 冷凍車用電気設備の絶縁抵抗計測方法の見直し
 - ① 電路及び電気設備に関する船体と相（線）間の絶縁抵抗計測の追加
 - ② 電路及び電気設備の絶縁抵抗計測用紙の新規作成
 - ③ 1月毎の定期的な電路等の絶縁計測の実施及び点検を指示
 - ④ 電路等の絶縁抵抗計測作業を機関日誌に記録すること。
- (5) 本船の主配電盤内部の清掃による絶縁抵抗値の回復（3MΩ程度）
- (6) 本インシデントに関する情報共有と安全教育

A社は、本インシデント発生後、直ちに次の事項に関するA社担当者名の通達文書を本船及び管理船舶に発信して情報共有を行い、本インシデント再発防止のための乗組員に対する教育として、A社担当者が(4)及び次の事項を本船及びA社の管理船舶を訪船して説明及び指導を行った。

- ① 本インシデントの経過及び旅客退船の状況
- ② 主配電盤の修理工事の内容及び臨時検査の受検
- ③ 冷凍車用電気設備に関する絶縁抵抗計測の見直し及び実施記録の保管
- ④ 冷凍車用電気設備の異常発見時の報告義務の周知

安全管理規程の船舶点検実施要領に基づく、設備、装置等の点検中に異常を発見した際の報告（安全管理規程第41条 船舶の点検整備 第2項 関連）

- (7) 安全管理規程の見直し

A社は、安全管理規程「作業基準 第5章 旅客の遵守事項等の周知」を見直し、作業基準第24条（乗船旅客に対する遵守事項等の周知）に、‘非常時の際の旅客に行うべき情報提供適宜行うこと。（原文のまま）’を新規に追記し、‘非常時における旅客に対する情報提供’の方法に船内マイクを有効に使用することをA社及び管理船舶で申し合わせた。

5.2 今後必要とされる事故等防止策

5.2.1 A社が行うべき事項

本インシデントと同種の電源喪失を防止するため、A社は、A社担当者名の通達文書に基づく、冷凍車用電気設備に関する絶縁抵抗計測等の実施状況を管理船舶及び同船舶の乗組員に継続的に確認することが望ましい。

5.2.2 配線用遮断器の交換について

船舶における配線用遮断器の交換は、時期や使用時間を定めた規則はなく、それぞれの組織で定める基準、トラブル発生後の措置等で行う一方で、船舶の就航以来交換が行われていない場合もある。

本インシデントを踏まえると、搭載する電気設備の事故を未然に防止し、その性能を維持する上では、機関整備等を行う者が配線用遮断器の定期的な点検及び交換時期の目安を理解しておくことが必要である。

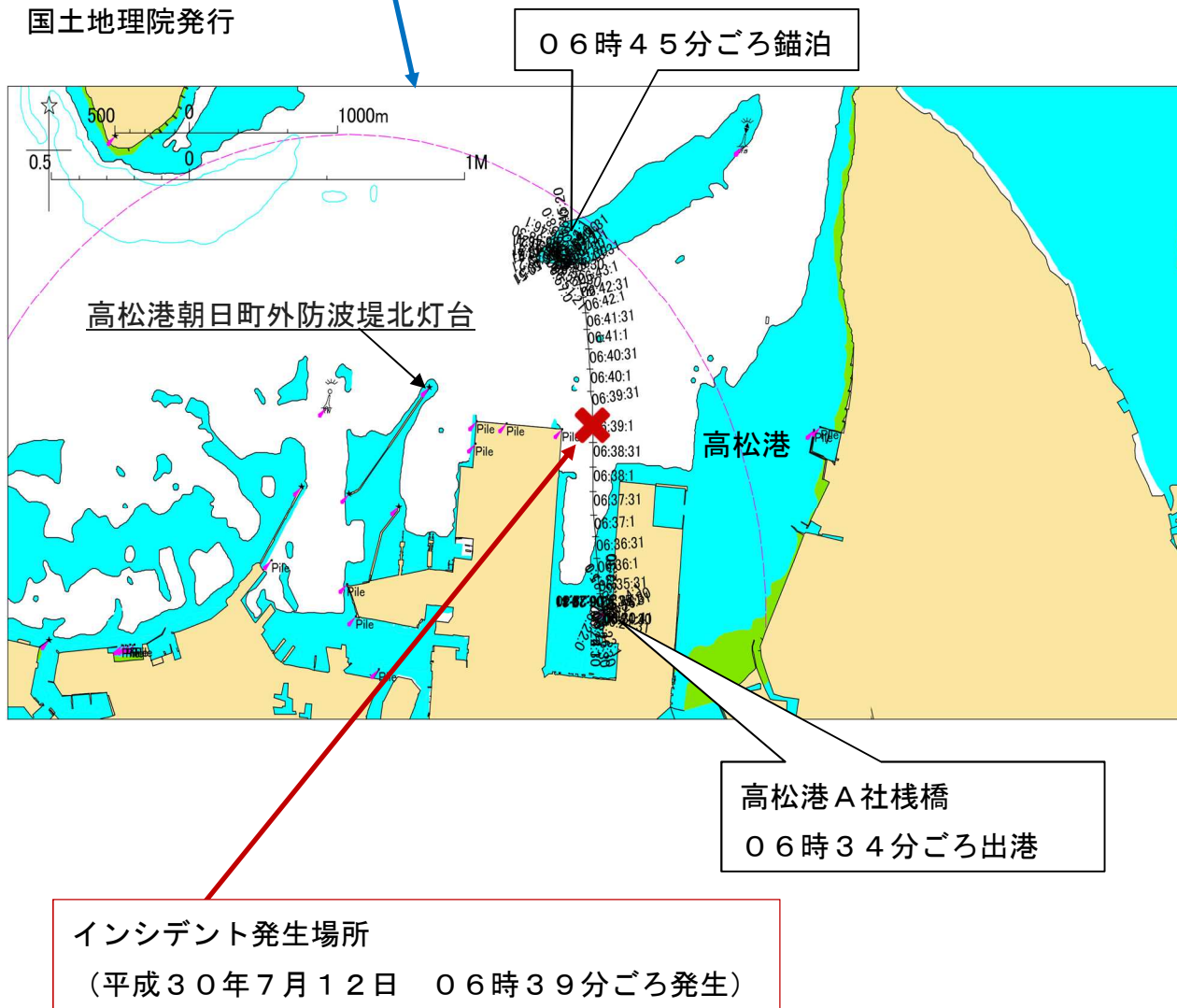
そのため、船舶運航の管理者は、2.10に記載したJIS規格における配線用遮断器に関する情報、MCCBの製造会社及び関連団体が推奨する更新推奨時期、使用時間及び過電流引き外し機能の作動回数を踏まえ、配電盤等又はMCCBの製造会社等と相談し、管理船舶の配線用遮断器の点検及び整備計画を立て、定期的又は点検結果に基づき配線用遮断器の交換をすることが望ましい。

本インシデントの調査結果を踏まえ、同種の事故等の再発防止及び被害の軽減に寄与できるよう、一般社団法人日本旅客船協会、一般社団法人日本電機工業会等に協力を依頼し、本報告書の内容を周知する。

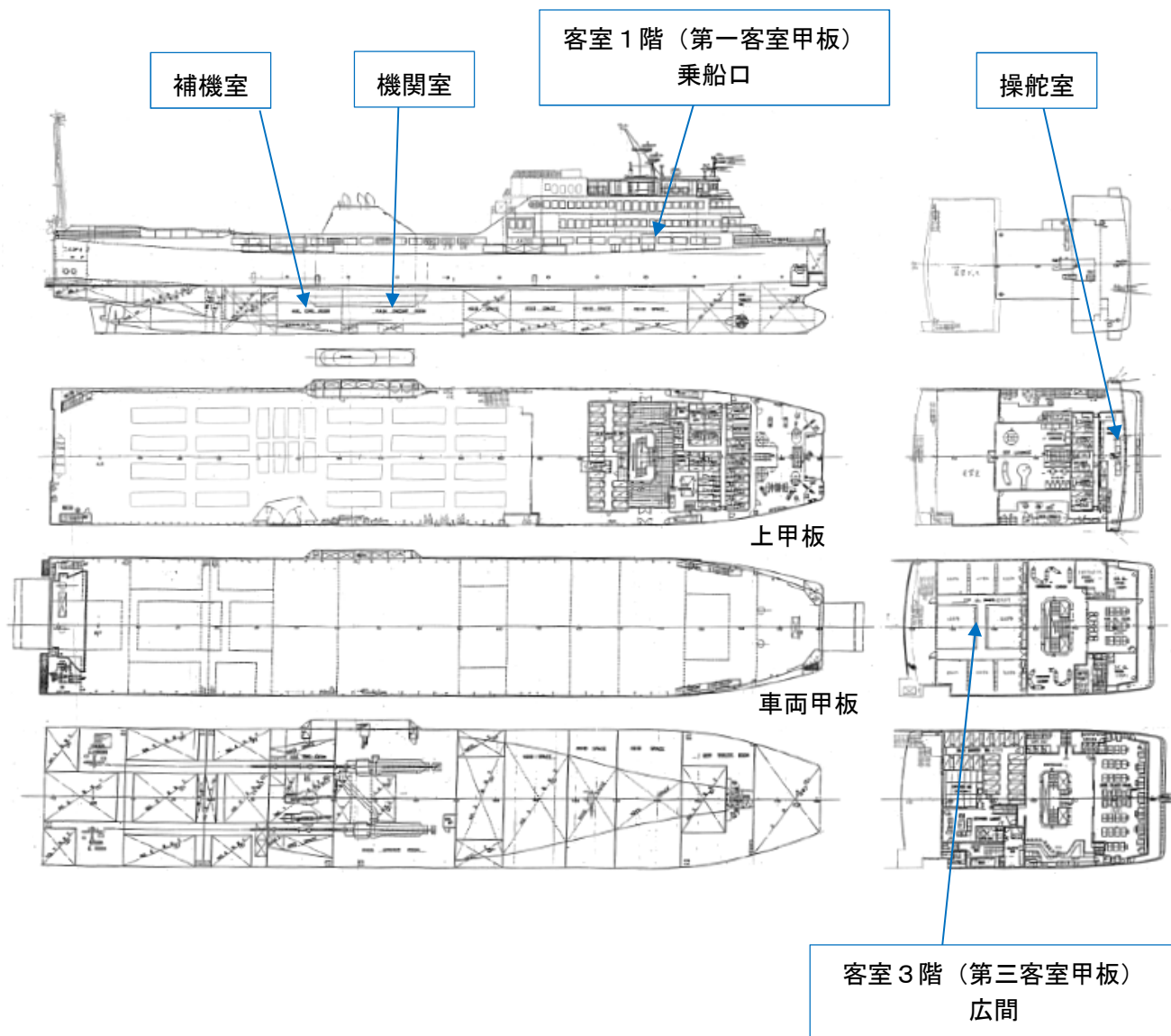
付図1 航行経路図



国土地理院発行



付図2 一般配置図



付図3 インシデント発生経過

