

(株) 横浜シーサイドライン 金沢シーサイドライン 鉄道人身障害事故 (令和元年6月1日発生)

経過報告 説明資料

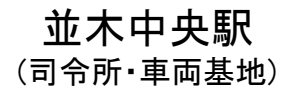
運 輸 安 全 委 員 会

令 和 2 年 2 月

1. 事故の概要

1. 軌道経営者：株式会社横浜シーサイドライン
2. 事故種類： 鉄道人身障害事故
3. 発生日時： 令和元年6月1日(土) 20時15分ごろ (天気：晴れ)
4. 発生場所： 金沢シーサイドライン 新杉田駅構内(神奈川県横浜市)
5. 関係列車： 下り 第2009B列車(新杉田駅発並木中央駅行 5両編成)
6. 乗車人員： 乗客25名 (無人の自動運転のため乗務員は乗車していない)
7. 死傷者数： 負傷者17名
8. 概要： 金沢シーサイドライン新杉田駅発並木中央駅行き5両編成の下り第2009B列車は、令和元年6月1日(土)、始発の新杉田駅を定刻(20時15分)に出発したところ、本来の進行方向と反対の方向に進行し、線路終端部の車止めに速度約25km/hで衝突して停止した。
当該列車には乗客25名が乗車しており、そのうち17名が負傷した。
当該列車は線路終端部の車止めに衝突し、車体、連結器等が損傷した。

新杉田駅



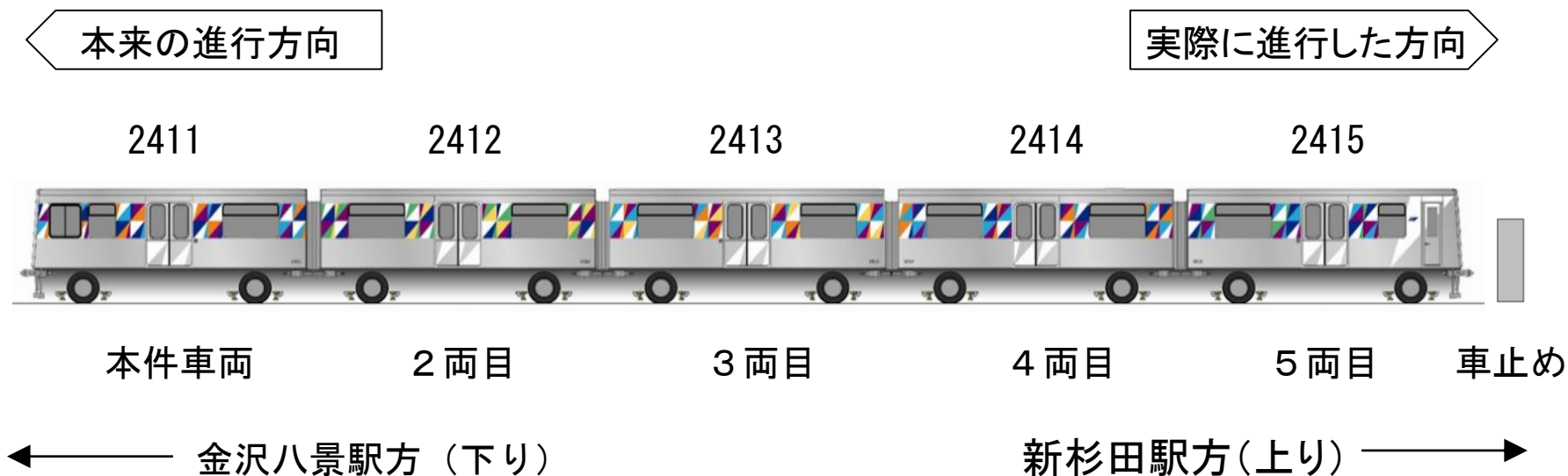
金沢八景駅

※この図は、国土地理院の地理院地図(電子国土Web)を使用して作成

2. 事故調査の概要

(省 略)

3. 主な事実情報



車 種

直流電車（直流750V）

車両形式

2000型

編成両数

5両

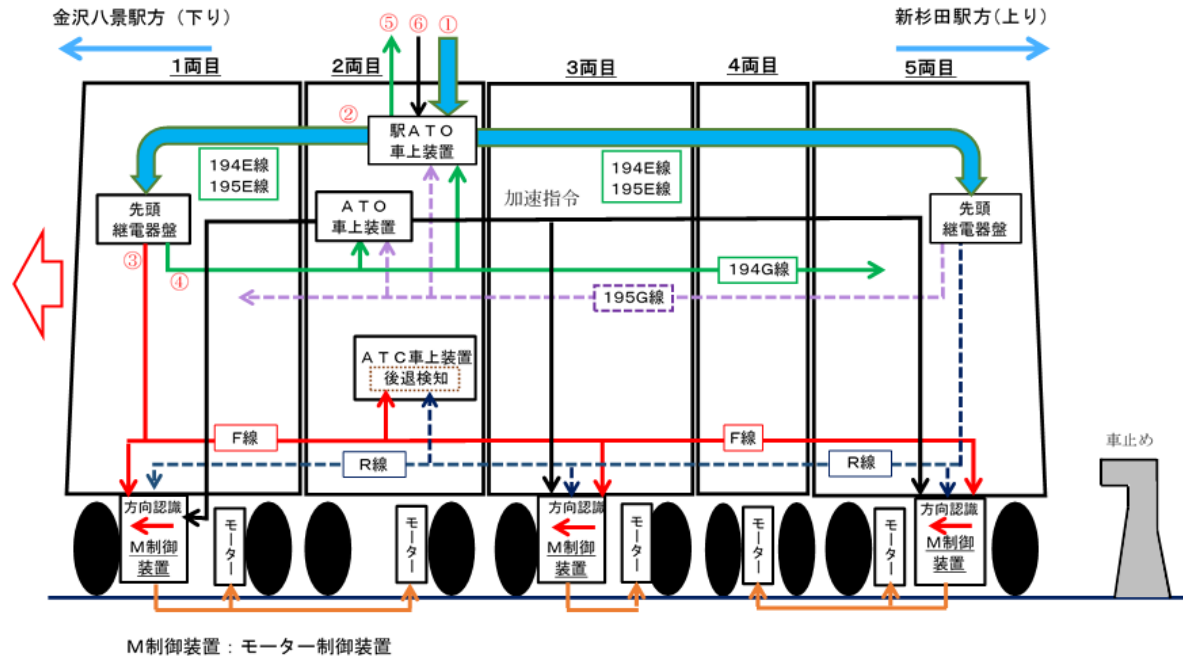
本件車両の新製年月

平成25年3月

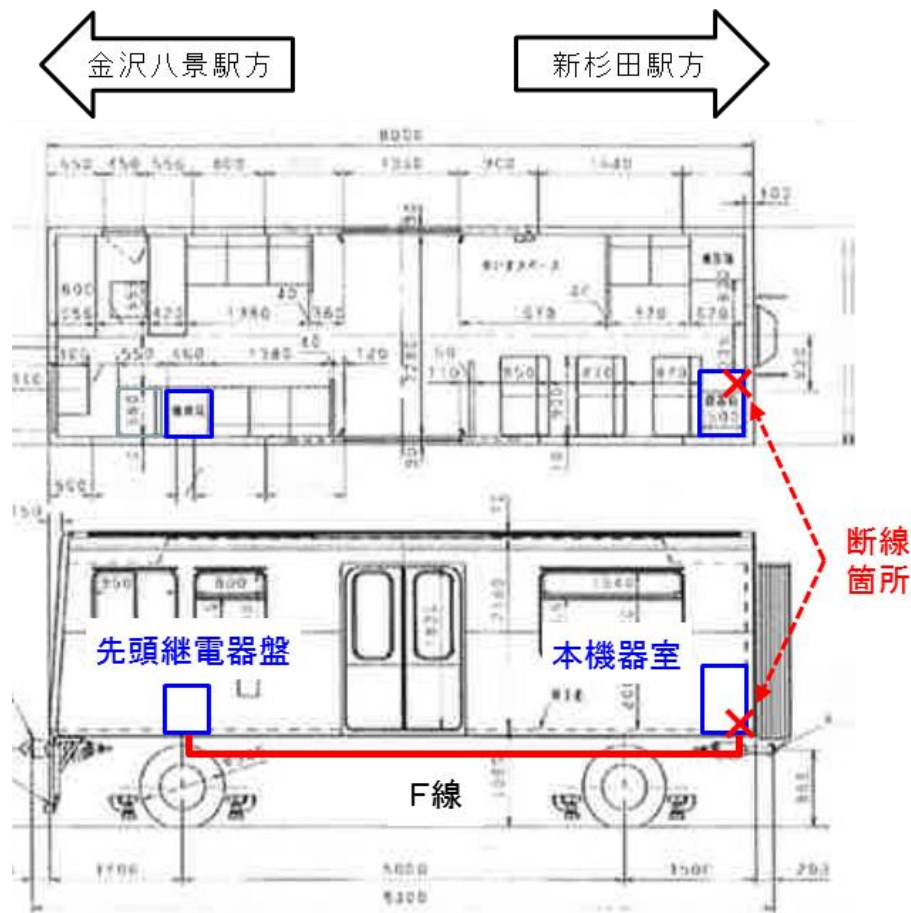
本件車両の累積走行距離

約52.2万km

（運用開始から本事故発生まで）

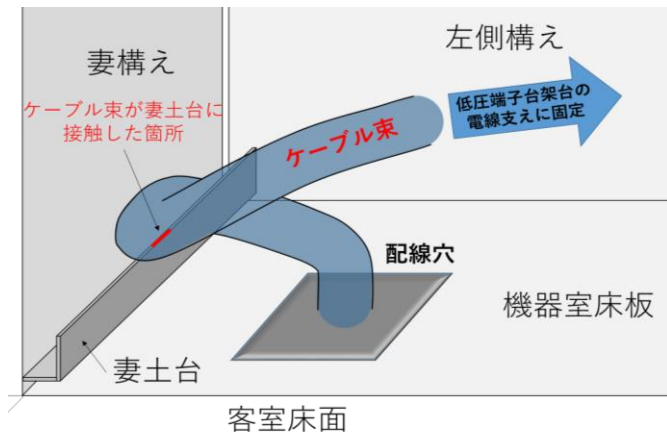


- ①新杉田駅において、列車の進行方向が上りから下りに設定される際、駅ATO地上装置は、駅ATO車上装置に下りの進行方向を指令する。
- ②駅ATO車上装置は194E線を加圧し、1両目に搭載されている先頭継電器盤が1両目を先頭に設定する。
- ③先頭継電器盤が先頭車両を認識する指令線194G線とモーター制御装置等に進行方向を伝える指令線であるF線を加圧する。
- ④194G線が加圧されることにより、駅ATO車上装置は、車両の進行方向が下りに設定されたと認識し、駅ATO地上装置に進行方向状態を送信する。
- ⑤F線が加圧されたことにより、1両目、3両目、5両目のモーター制御装置は車両の進行方向が下りに設定されたと認識する。
- ⑥発車時刻になると、モーター制御装置がモーターを下りに駆動させ、列車は走行を開始する。



本件車両の客室の後部左側の機器室（以下「本機器室」という。）内で、モーター制御装置等に**進行方向を伝える指令線であるF線が断線**していた。

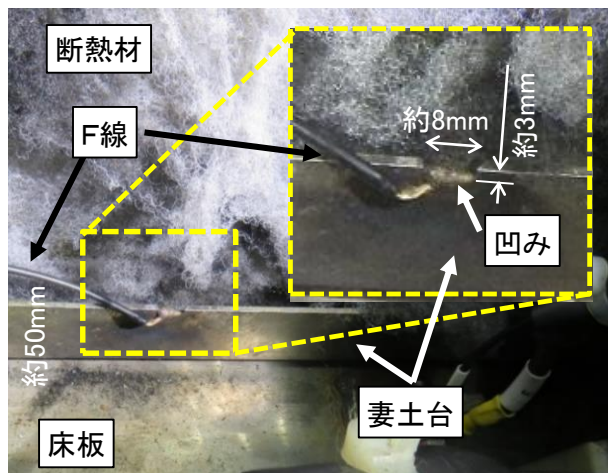
断線したF線等の状況 <経過報告P10~11>



機器室内のケーブル束の状況



ケーブル束についての傷（F線以外）



車体の部材への溶着状況
(低圧端子台側電線)

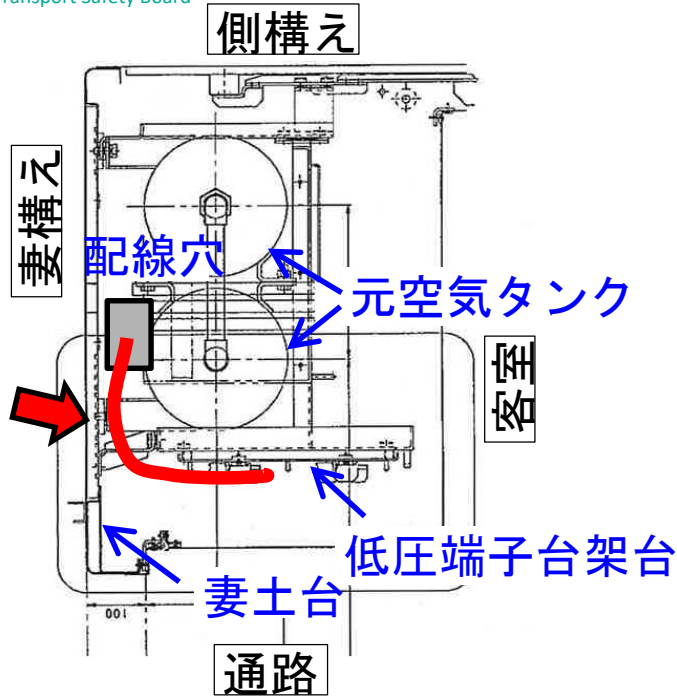


断線状況(先頭側電線)

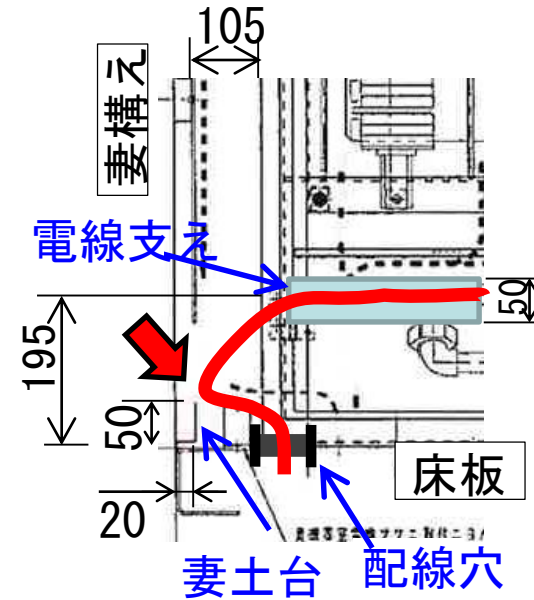
- ・ F線には**軽量化仕様の電線**（標準電線より約20%軽量）を使用

車両メーカーによると、配線作業については以下のとおり。

- ・ 本機器室内の配線では、「妻配線要領」を作成している。
- ・ 配線作業におけるケーブル束の経路やまとめ方などは、**担当の作業者に委ねられている。**
- ・ 配線作業において、電線等と車両の部材が接触する可能性がある場合は、**離隔をとる**あるいは電線側または車両の部材側あるいは両側に**保護材を取り付ける**、が基本である。



上から見る



通路側から見る

- ・ ケーブル束を低圧端子台架台の外側を通す場合、**ケーブル束全体が妻構えに近づきやすい状況**であった。
- ・ **ケーブル束全体を持ち上げつつ低圧端子台架台の電線支えに固定しないと、ケーブル束の下端付近が妻土台の上面に接する状態**となった。
- ・ このケーブル束の配線作業を行うにあたり、妻土台はケーブル束の背面にあるため、**作業者は妻土台が妻構えより内側に立っている状態が把握しにくい。**

○進行方向設定について

- ・ 地上に送信する進行方向状態として、当初はF線及びR線の加圧状態を送信することとしていたが、194 G線及び195 G線の加圧状態を送信するように変更した。
- ・ 駅ATO地上装置は、駅ATO車上装置から送信された進行方向状態により、F線が無加圧にもかかわらず、車両の進行方向が正常に設定されたと認識した。

○ モーター制御装置について

- ・ F線、R線が共に無加圧となり、モーター制御装置は以前の状態を維持して認識する

F線とR線の加圧状態とモーター制御装置の進行方向の認識の関係

F線の状態	R線の状態	モーター制御装置の進行方向の認識
無加圧	無加圧	以前の状態を維持して認識
加圧	無加圧	新杉田駅 → 金沢八景駅（下り方向）に設定
無加圧	加圧	金沢八景駅 → 新杉田駅（上り方向）に設定
加圧	加圧	（保護動作）

○後退検知機能

- ・ A T C車上装置の後退検知機能が動作する条件は3つ。
 - ① F線またはR線の加圧状態による進行方向信号の入力があり、かつ位相検知（車輪の回転検知）がある。
 - （②、③ 省略）
- ・ 後退検知機能は、全ての動作条件が成立し、車両が設定されている進行方向と逆方向に走行した場合に後退したと判断する。
- ・ 本事故時は本来加圧状態であるべきF線が断線し、①の条件が成立しなかったため、後退検知機能が動作しなかった。

○本路線の車両の設計について

- ・ 本路線は平成元年に開業し、1000型車両が導入。開業当時は有人の手動運転方式であったが、平成4年に無人の自動運転方式になった。
- ・ 平成23年に2000型車両が導入（無人の自動運転方式）。

- ・国土交通省鉄道局が開催した第3回「無人で自動運転を行う鉄軌道の事故防止に関する検討会」の資料、ならびに当委員会による他の新交通システムを運行している事業者（6社）に対する聞き取り調査を実施。
- ・他の路線は、地上及び車上の装置において、**地上からの進行方向指令、モーター制御装置の進行方向の認識、ATC装置の認識方向について複数を照合し、不一致の場合走行しないシステムとなっていた。**
- ・しかし、本路線では他の6社と異なり、**地上からの進行方向指令とモーター制御装置への指令信号を照合する仕様になっていなかった。**

4. 分 析

断線に至る経過の分析 <経過報告P25>

- ・電線総合技術センターに電線の断線に至ったメカニズムの分析を委託した。その結果、F線は車両製造時から妻土台の上面に接触した状態であったと考えられる。
- ・車両の走行中の振動により絶縁体が徐々に摩耗し、運行状況記録装置のデータより、本件列車の2列車前の下り走行中に妻土台に地絡したと推定される。

本機器室の配線状況の分析 <経過報告P25～26>

- ・F線を含むケーブル束は、床板の配線穴から元空気タンク及び低圧端子台取付け架台の外側を通す際に、妻土台に近づいたと考えられる。
- ・ケーブル束を低圧端子台架台の電線支えに固定する状態によって妻土台への接触状態が変わることが確認された。
- ・本件車両ではケーブル束の固定高さが低かった等により、最終的にケーブル束の最も外側またはその近傍にあったF線が妻土台と接触したと考えられる。
- ・F線は他の電線等と共に結束されており、ケーブル束全体が妻土台に接していたと推定される。

車両製造時の配線作業等の分析 <経過報告P26>

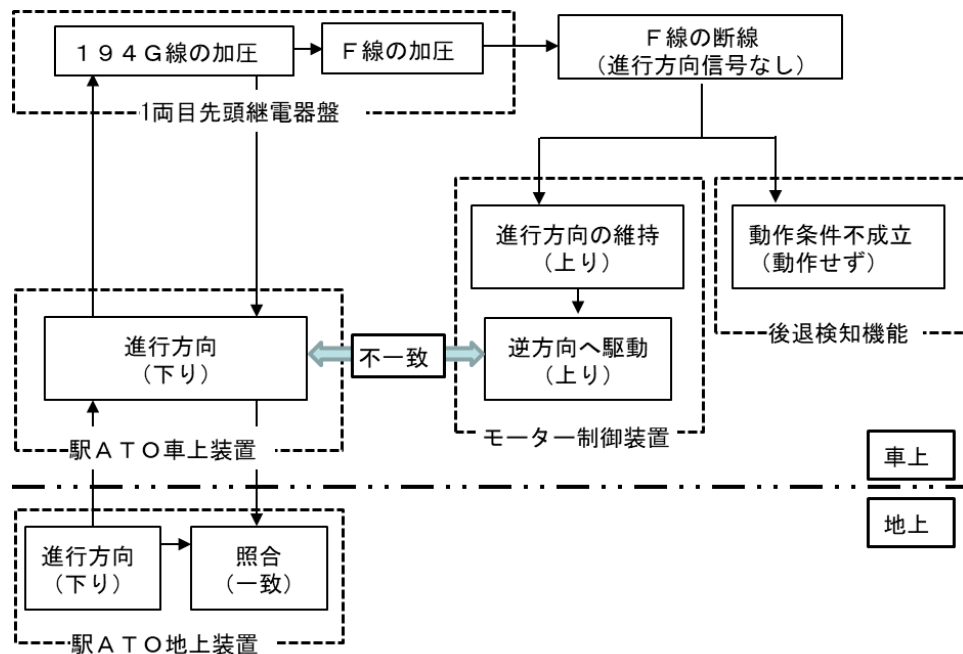
- ・ 配線作業において、作業員からケーブル束に隠れて妻土台が見えないことなどから、**ケーブル束が妻土台に接触することに対する意識が不足した可能性が考えられる。**
- ・ 車両メーカーの**配線要領書等は、配線作業を行う上での個別箇所への注意喚起の記載はなかった。**
- ・ ケーブル束をまとめる作業において、**ケーブル束や妻土台への保護材の取り付けが不足し、さらにケーブル束の最終的な固定作業においても、ケーブル束が妻土台に接触した状態に気づかなかったと考えられる。**
- ・ 本機器室内の配線状態については、配線作業後に**検査担当部署により検査されず、かつ車両完成後は容易に確認できない状態となっていた。**

定期検査等に関する分析 <経過報告P26～27>

- ・ 本件車両の電線等の検査は、目視検査の他、絶縁抵抗測定、絶縁耐圧試験などで行われていた。
- ・ **定期検査によりF線の断線を発見あるいは予見することは困難であったと考えられる。**

- ・ F線を含むケーブル束が妻土台と接触していたため、**車両の走行中の振動により妻土台の上面との摩擦でF線の絶縁体が徐々に摩耗し、走行中に妻土台に地絡したところ断線したと推定される。**
- ・ 車両メーカーは、**配線要領等を作成していたが、妻土台への接触など、個別箇所への注意喚起の記載はなかった。**
- ・ 作業員からケーブル束が妻土台に最も近づく箇所がほとんど見えないことなどから、**作業員のケーブル束が妻土台に接触することについての意識が不足**した可能性が考えられる。
- ・ ケーブル束や妻土台への**保護材の取り付けが十分に行われず、さらにケーブル束の最終的な固定作業においても、ケーブル束が妻土台に接触した状態に気づかなかった**可能性が考えられる。
- ・ **配線作業後に検査される機会がなく、かつ車両完成後は見ることはできない状態となっていた。**そのため、ケーブル束の接触状態を発見することができなかったものと考えられる。

- ・本機器室でケーブル束が、妻土台に接触していた。
- ・ケーブル束に含まれていたF線が断線した。
- ・新杉田駅の折り返し(上り→下り)において、F線が断線していたため、F線及びR線(上りの指令線)が共に無加圧になった。
- ・モーター制御装置は、内部のメモリ機能が以前の進行方向である上りを維持したままであった。
- ・発車時刻となり、モーター制御装置は力行(りきこう)信号を受信し、上り方向にモーターを駆動させた結果、列車が逆走した。



- ・本事故時は地上及び車両の各機器は、全て仕様どおりに機能していた。
- ・本路線の車両においては、194G線、195G線の加圧状態を進行方向状態として地上に送信しているのに対し、一方でモーター制御装置には進行方向の別の指令線であるF線、R線が用いられていた。
- ・そのため、駅ATO車上装置からモーター制御装置までの信号伝送経路中に異常が発生すると、モーター制御装置内のメモリが進行方向を維持するため、駅ATO車上装置が地上に送信する進行方向状態と、実際に列車が走行する進行方向が異なる事象が発生すると考えられる。

- ・ 2000型車両の設計において、制御回路などは過去に大きな不具合が発生していなかった1000型車両や普通鉄道車両を参考にした。
- ・ 一部の搭載機器については変更を行った。その際に、新たな機器には普通鉄道車両や他の新交通システムなどで実績のある機器を採用した。
- ・ 進行方向設定などにおいて、制御回路の異常発生時におけるモーター制御装置内のメモリ機能の有無の影響や、無人の運行システムでは列車に異常が発生した場合に、乗務員により対処できないことを想定した検討が不足していたものと考えられる。
- ・ 車両に発生する可能性があるハザードの分析と対策の検討が十分に行われていなかったと考えられる。2000型車両の設計会議などで指令線のトラブルに関し検討したことはほとんどなかった。
- ・ 車両のハザードについて網羅的な検討が行われていなかったことから、車両が本事故のように「逆走」という事象の可能性を想定するに至らなかったと考えられる。

- ・車両の駅ATC地上装置は、194G線、195G線の加圧状態を進行方向状態として駅ATC地上装置に送信した。
- ・本件車両では、F線が断線したことにより、モーター制御装置は進行方向のF線及びR線がともに無加圧となったため、内部のメモリ機能により進行方向を以前の状態で維持し、力行信号を受信した時点でモーターを上り方向に駆動したと推定される。
- ・後退検知機能はF線の断線で、F線及びR線がともに無加圧で進行方向が不明となったために動作条件が成立しなかったことから動作しなかったと認められる。
- ・2000型車両の設計にあたり、1000型車両や普通鉄道車両を参考にし、また、他の路線の車両や普通鉄道車両で実績のある機器を採用したが、無人の運行システムでは列車に異常が発生した場合に、乗務員により対処できないことを想定した検討が不足していたものと考えられる。
- ・車両に発生する可能性があるハザード分析と対策に関する網羅的な検討が十分に行われていなかったことなどから、実際の走行方向と異なり逆走する可能性について認識できなかった可能性が考えられる。

5. 再発防止策

断線の防止 ＜経過報告P32＞

- ・ 車両メーカーは、配線作業において、電線等の配置や固定方法等を検討し、**電線等と車両部材との間に十分な離隔をとる必要がある。**
- ・ 電線等と車両部材が接触するおそれのある箇所には**適切に保護材を取り付けるよう、配線作業の要領書や図面などにより、作業者へ個別箇所の注意喚起を行うことが重要である。**
- ・ **完成後に配線状態の十分な検査が難しくなる箇所については、製造途中においても検査を実施する必要がある。**

本事故後に車両メーカーが講じた断線の再発防止策 ＜経過報告P33＞

- ・ 本事故後に車両メーカーは、**配線の車両の部材への接触の有無や保護材の取付けの確認項目を追加**するなど、配線作業に用いるチェックシートの内容の見直しや**従事員への教育指導の徹底**などを行った。

本路線の車両において、本事故のような逆走を防止するために、次の対策が必要と考える。

- (1) 地上へ送信する車両の進行方向状態の情報は、車両のモーター制御装置に入力される指令線の状態を用いる必要がある。
- (2) モーター制御装置は、上りまたは下りの進行方向が設定されている場合のみモーターを駆動するものとし、進行方向が不定の場合には、力行信号を受信しても力行しない仕様とする必要がある。
- (3) 無人の自動運転システムであることから、列車が設定されている進行方向と逆方向に走行した場合だけでなく、進行方向がない状態でも車輪の転動を検知したときには直ちに停止させる必要がある。

本事故後に同社が講じた逆走の再発防止策は次のとおりである。

- (1) A T O車上装置の出発条件リレーの動作条件に、F線とR線加圧状態を検知するリレーの接点を入れる回路変更をした。また、地上側において車両の進行方向の認識を正確に把握するため、駅A T O車上装置を介して地上側へ進行方向状態を戻す指令線を、これまでの先頭車両を認識する指令線（194 G, 195 G）から、F線とR線に変更するとともに、そのF線とR線も編成中のループ回路として、その情報を末端側から取得するようにした。
- (2) モーター制御装置について、F線またはR線のいずれかが加圧状態であるときのみ、力行及び回生ブレーキ制御を行うようソフトを変更した。
- (3) A T C車上装置の後退検知機能について、進行方向の指令線であるF線及びR線が断線等により、ともに無加圧となった状態で車両の走行を検知したとき、非常ブレーキが動作するようにソフトウェアを変更した。
- (4) 進行方向指令回路のさらなる信頼性の向上のため、停止位置後方修正リレーを廃止した。