

南海電気鉄道株式会社 南海本線 列車脱線事故 (平成29年10月22日発生)

鉄道事故調査報告書 説明資料

運輸安全委員会
平成31年1月

1.事業者名 : 南海電気鉄道株式会社

2.事故種類 : 列車脱線事故

3.発生日時 : 平成29年10月22日(日) 16時40分ごろ

4.発生場所 : 大阪府阪南市

南海本線 ^{たるい}樽井駅～尾崎駅間(複線)

難波駅起点42k439m付近

5.列車 : 難波駅発 和歌山市駅行き 下り普通第6867列車 4両編成

6.死傷者 : 軽傷者5名(乗客)

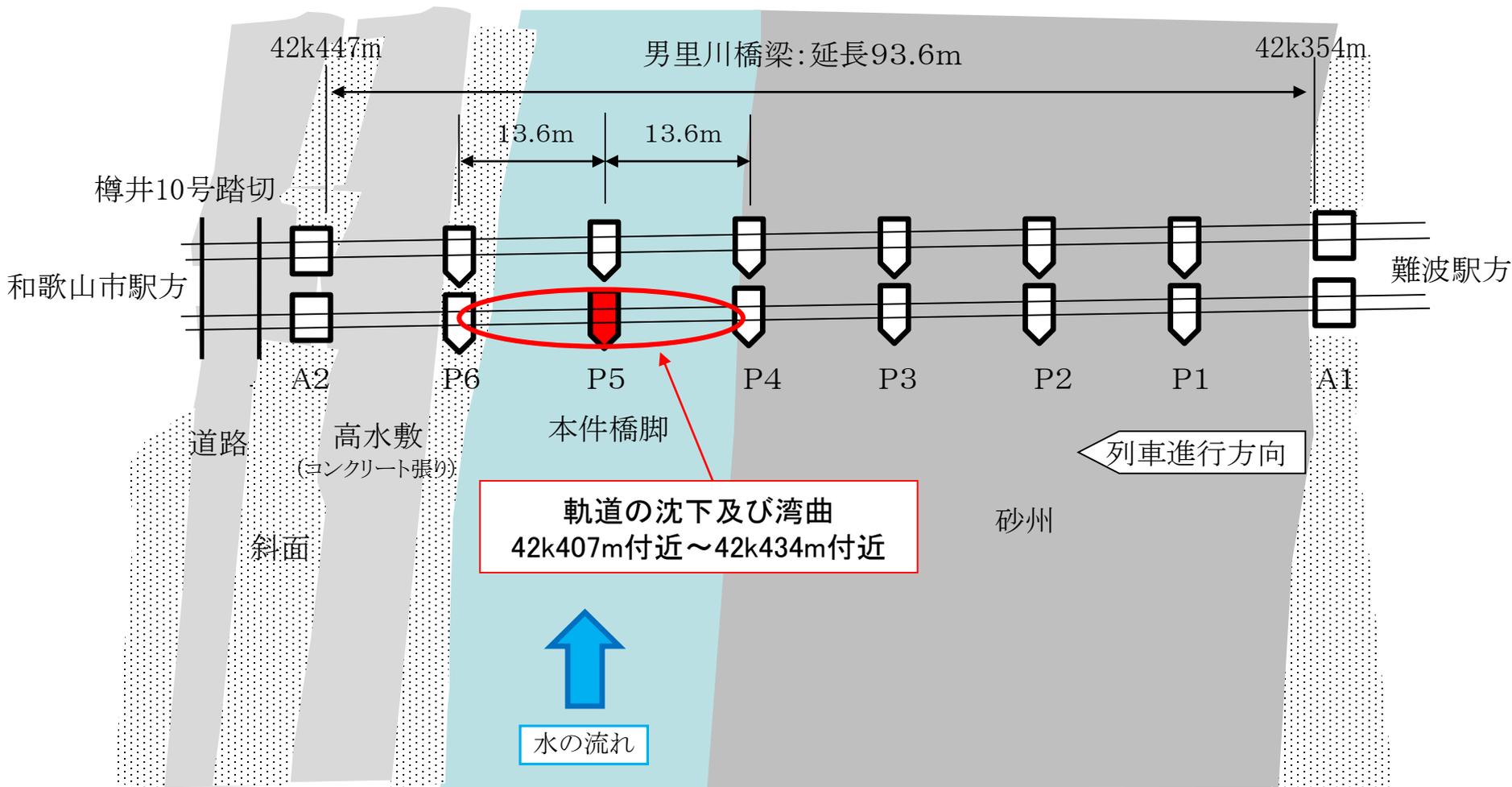
7.概要 : 当該列車の運転士は、男里川橋梁上を速度約70km/hで走行中、前方の線路が沈み込んでいることを認めため、直ちにブレーキを使用したため、列車は当該箇所を通過して停止した。

男里川橋梁の下り線第5橋脚が沈下・傾斜し、軌道が沈下・湾曲していた。また、同列車は3両目の後台車第2軸が右側に脱線し、その後復線していた。

乗客約250名及び乗務員2名のうち、乗客5名が負傷(軽傷)した。

事故発生当日は、台風第21号の接近に伴い、事故現場を含む広い地域で降雨が続いていた。

事故現場拡大略図(平面図)



事故現場拡大略図(断面図)

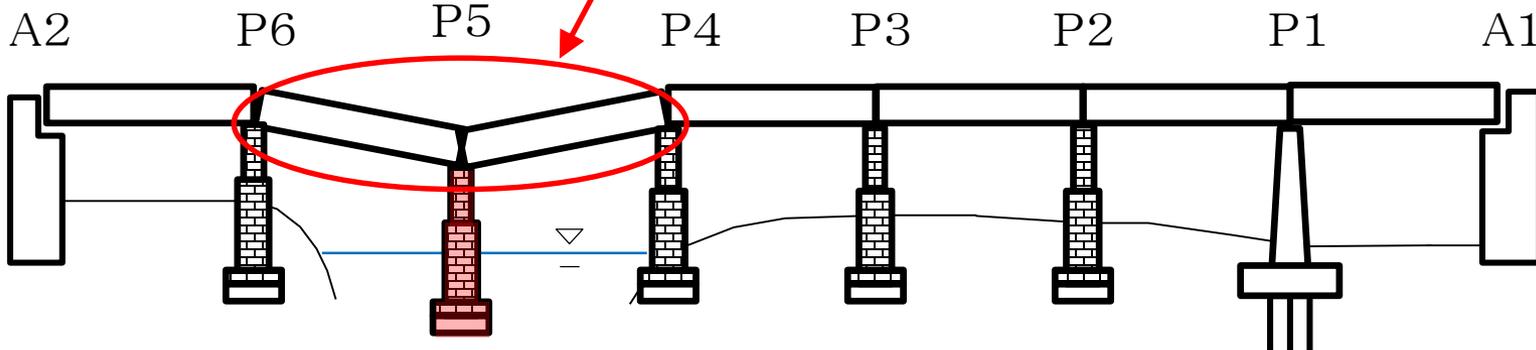
和歌山市駅方

本件橋脚

軌道の沈下及び湾曲
42k407m付近～42k434m付近

列車進行方向

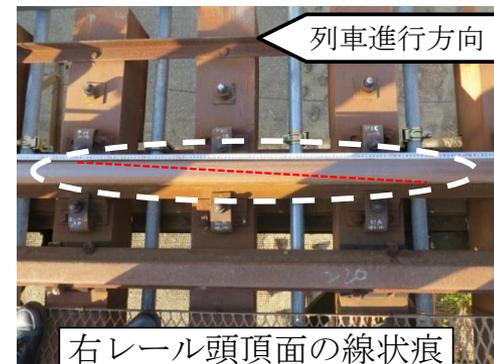
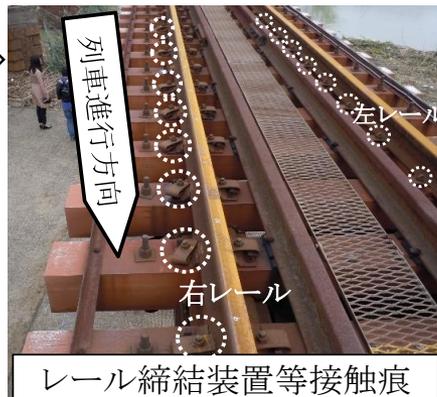
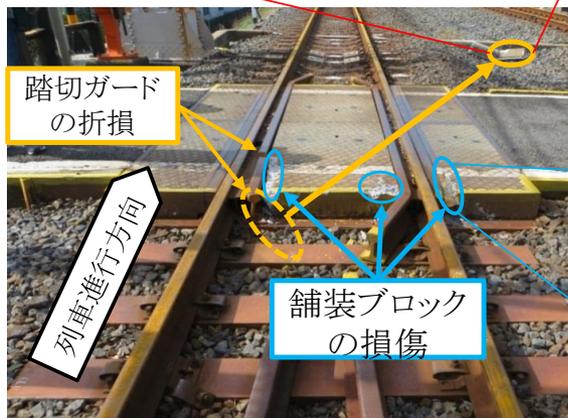
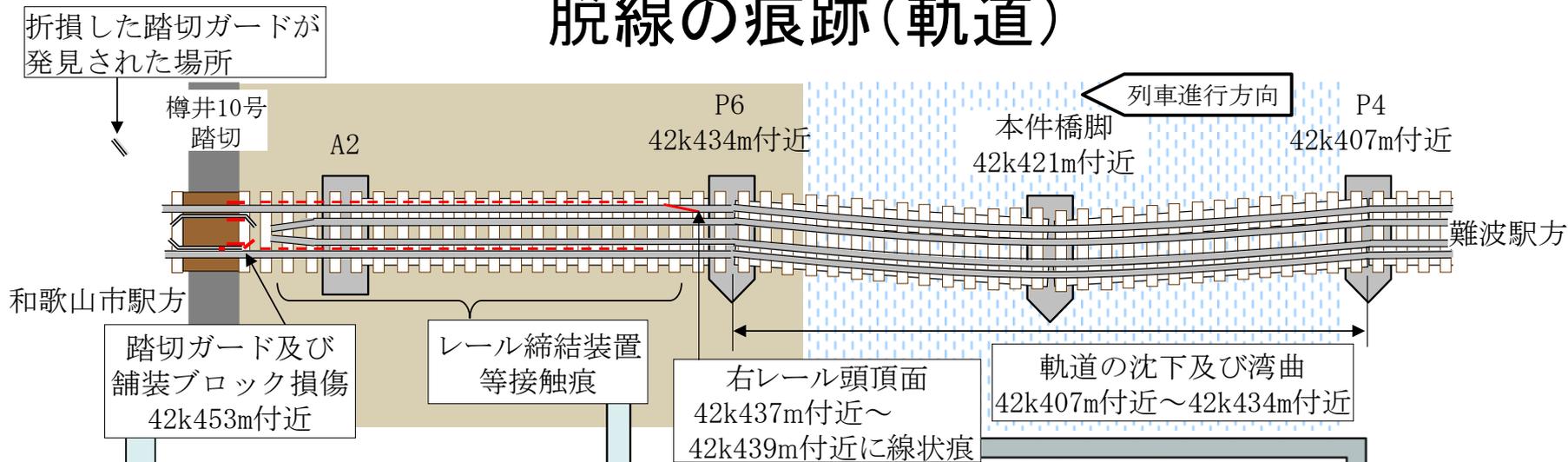
難波駅方



事故現場付近の状況

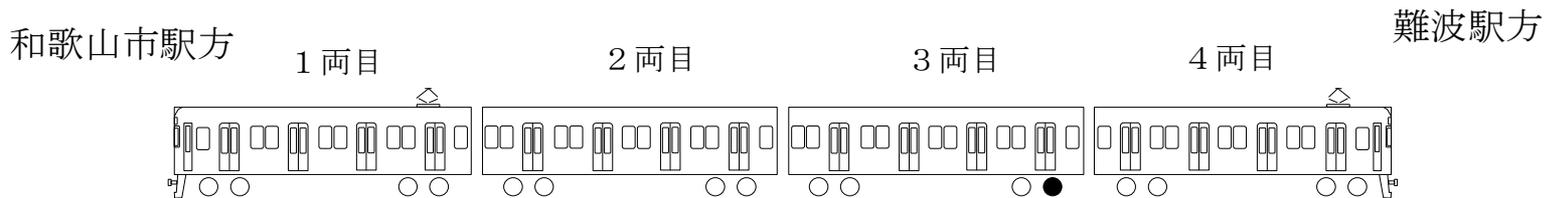


脱線の痕跡(軌道)



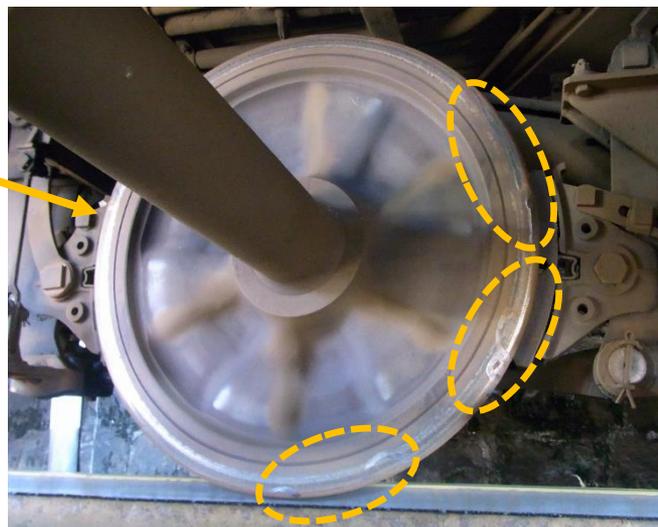
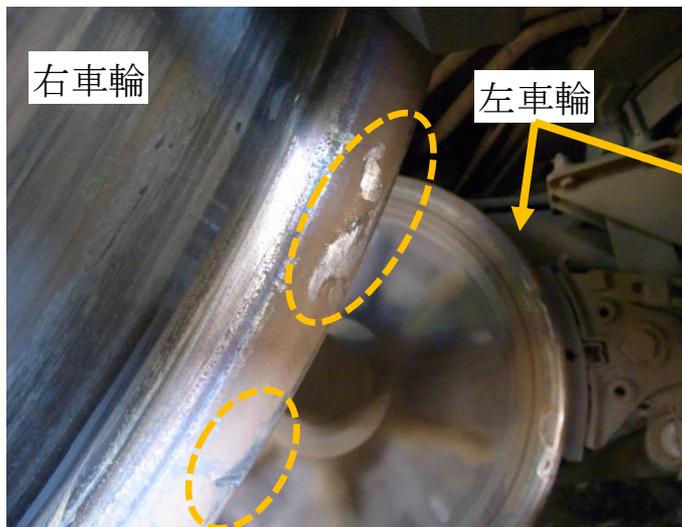
脱線の痕跡(車両)

列車進行方向



● : 脱線して走行した後に復線したと推定される輪軸

3両目後台車第2軸の車輪の打痕及び擦過痕



列車進行方向

列車進行方向

脱線に関する分析<報告書P34～P36 : 3.1.1、3.1.2、3.3.1>

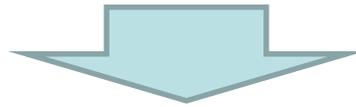
〔事実情報等〕

(1) 軌道の損傷状況及び脱線の痕跡：

- ・ 難波駅起点 4 2 k 4 0 7 m 付近から 4 2 k 4 3 4 m 付近にわたり軌道が沈下し、左に湾曲（最大で下側に約 6 7 cm、左側に約 5 4 cm 変形）
- ・ 4 2 k 4 3 7 m 付近から 4 2 k 4 3 9 m 付近にかけて右レールの頭頂面に、軌間内側から外側へと続く線状痕
- ・ 線状痕の先から樽井 1 0 号踏切までの間の左右レールそれぞれの右側のレール締結装置等が連続的に損傷
- ・ 4 2 k 4 5 3 m 付近において、樽井 1 0 号踏切の左側の踏切ガードが折損、右レール右側の舗装ブロックが損傷

(2) 車両の痕跡の状況：

- ・ 3 両目後台車第 2 軸の両車輪のフランジ先端部等に打痕や擦過痕

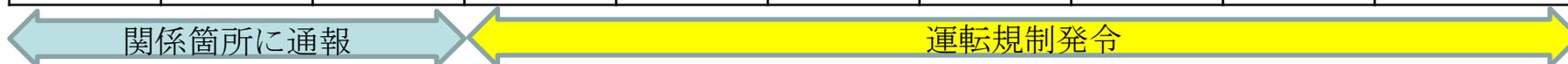


本件列車は、大きく沈下及び湾曲した軌道上を走行したため、軌道が沈下及び湾曲した箇所の終端付近である 4 2 k 4 3 9 m 付近において、3 両目後台車第 2 軸が右側に脱線し、4 2 k 4 5 3 m 付近において、樽井 1 0 号踏切の踏切ガードと舗装ブロックに衝撃したことにより復線したものと推定される。

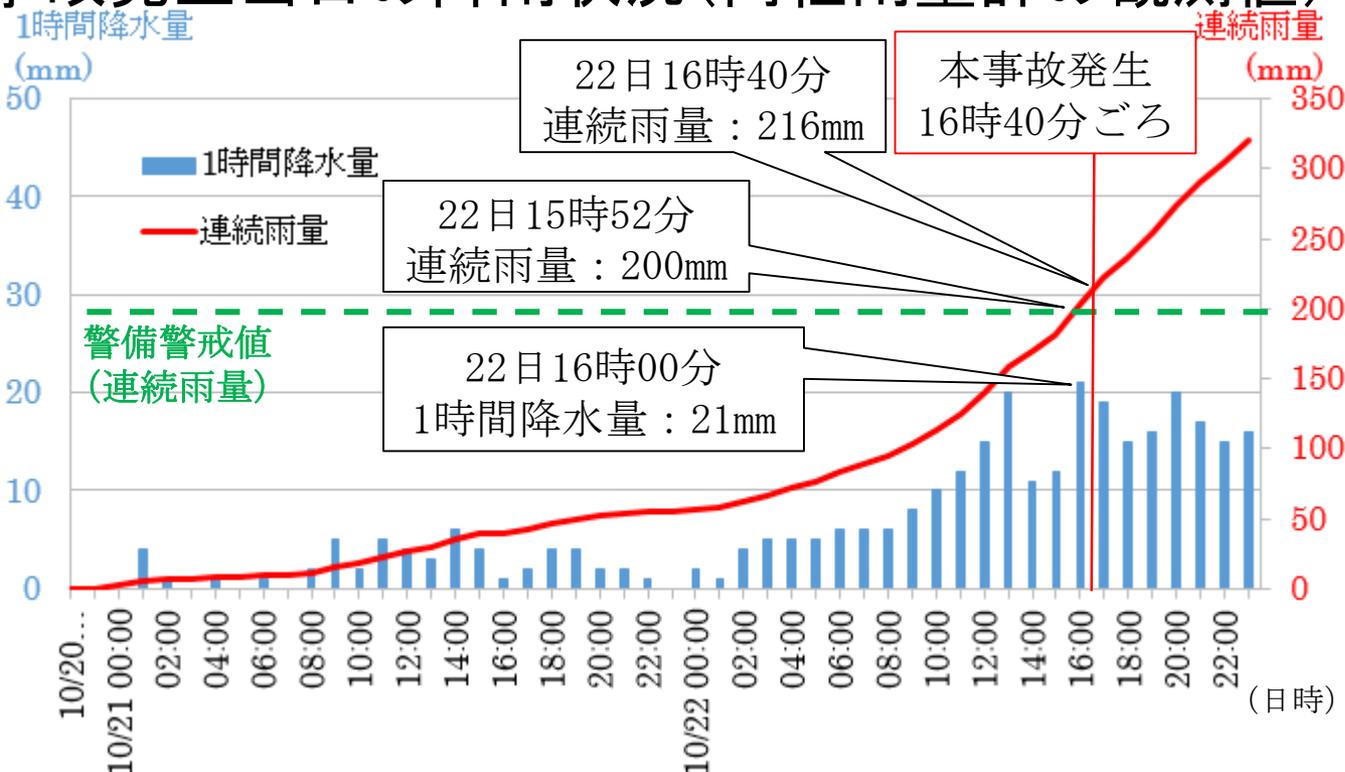
降雨に対する警報値

(単位：mm)

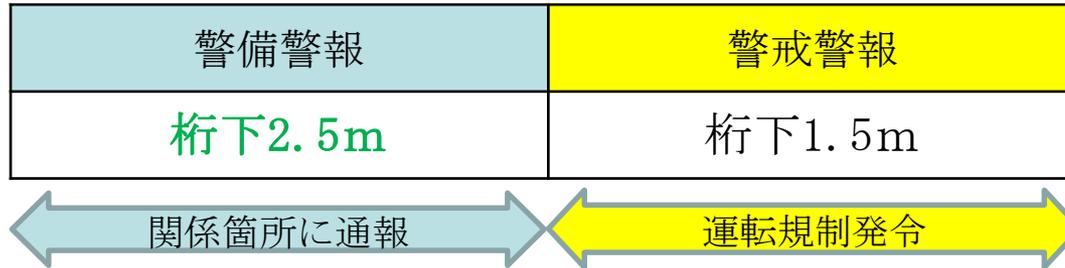
警備警報			注意警報			警戒警報			停止警報
時雨	連続	時雨+連続	時雨	連続	時雨+連続	時雨	連続	時雨+連続	時雨
30	200	25+180	40	250	35+230	50	300	45+280	60



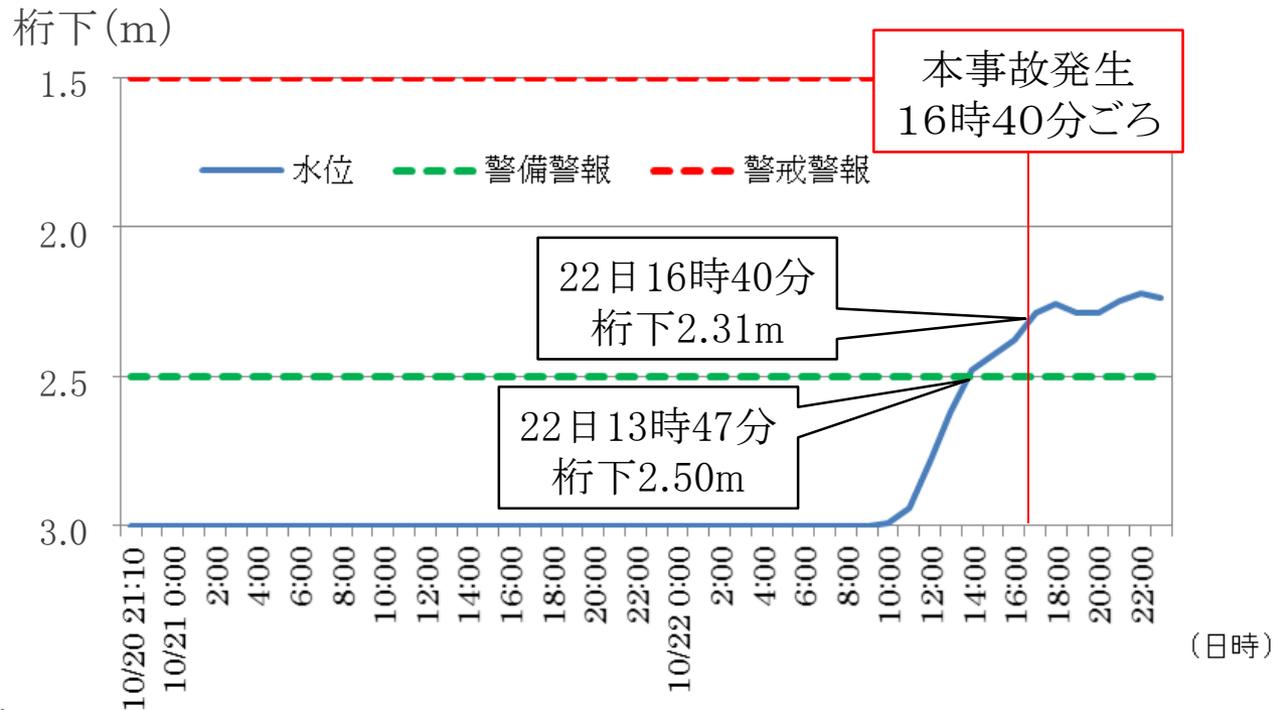
事故発生当日の降雨状況(同社雨量計の観測値)



河川水位に対する警報値



事故発生当日の河川水位の状況(同社水位計の観測値)

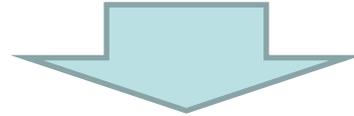


河川水位に関する分析<報告書P36～P37 : 3.4.2>

[事実情報等]

河川水位 :

- ・ 事故発生時点（16時40分ごろ）に桁下2.31mまで水位が上昇
- ・ 平成2年以降、桁下2.50mを超える水位を観測したのは今回で12回目
- ・ みお筋が本件橋脚付近に位置するようになった平成20年以降において、今回の水位上昇量は3番目



本事故発生時の河川水位は、高かったものと考えられるものの、同程度の水位は数年に一度の間隔で観測されていることから、特別に高い水位というものではなかったと考えられる。

事故発生前の下り線第5橋脚の根固め工の状況

平成26年6月2日撮影

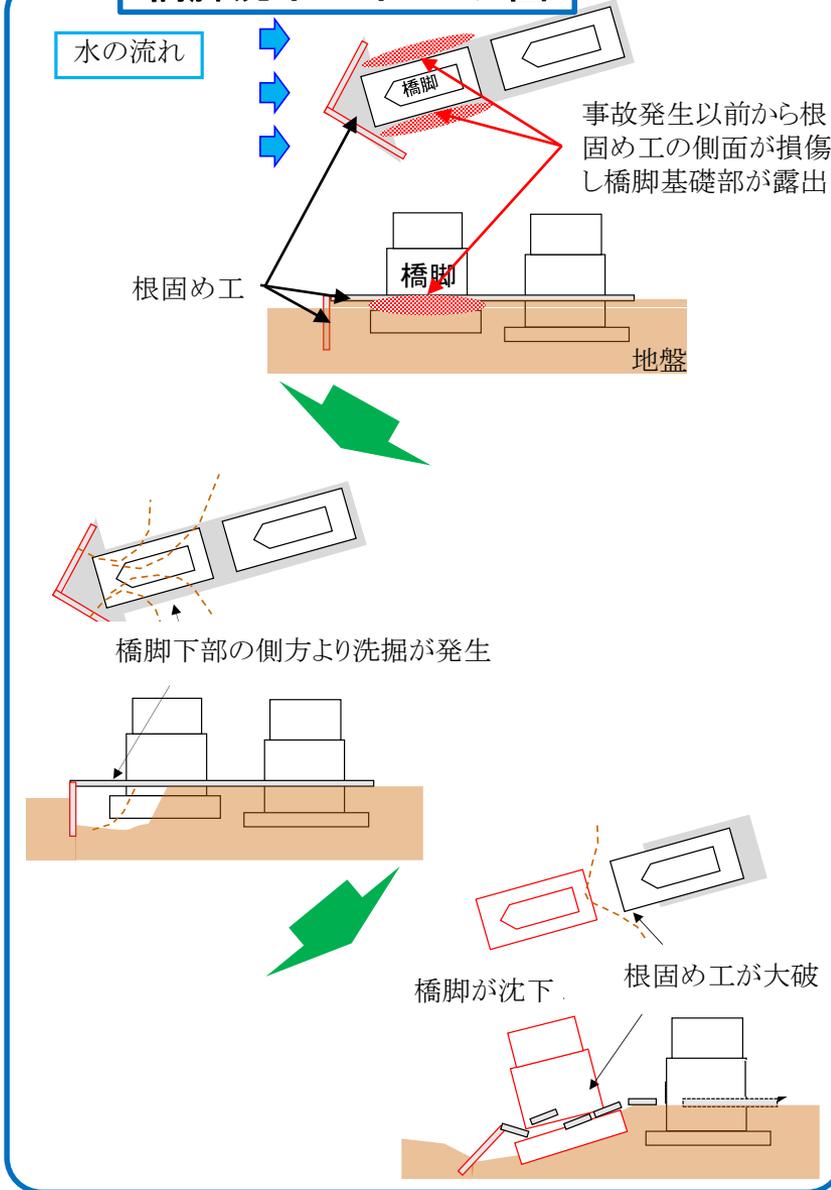


水の流れ

撮影方向 A

撮影方向 B

橋脚沈下のイメージ図



A方向から撮影

下り線第5橋脚

B方向から撮影

下り線第5橋脚

洗掘防護工である根固め工の側面が損傷し橋脚基礎部が露出

橋脚の沈下及び傾斜に関する分析<報告書P39～P40 : 3.6.3>

〔事実情報等〕

(1) 本件橋脚付近の河床高さ：

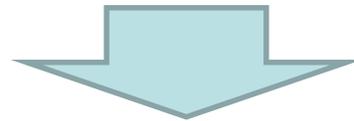
- ・ 本件橋りょう付近における男里川の長期的な流況変化により、平成20年以降、流水が本件橋脚付近へ集中するようになり、本件橋脚近傍の河床が徐々に低下し、根固め工が露出

(2) 事故発生前の根固め工の損傷状況：

- ・ 平成24年に根固め工側方部が損傷（ぐり石等の流失）
- ・ 平成24年から平成26年にかけて、ぐり石等の流失が進行し、フーチングの側面が露出

(3) 事故発生後の本件橋脚周辺の状況：

- ・ 沈下した本件橋脚周辺の表層には流速が低下した際に堆積したとみられる密度の低い堆積物等が分布



本件橋脚周辺の河床の低下や根固め工の損傷等、本事故発生以前から本件橋脚の洗掘に対する防護機能が低下していたところに、本事故発生当時の増水した河水によって、本件橋脚周辺の広い範囲で洗掘が発生し、支持地盤が大きく減少したことにより、本件橋脚が沈下及び傾斜したものと考えられる。

橋りょうの管理に関する分析〈報告書P41～P42：3.7.1～3.7.4〉

〔事実情報等〕

(1) 衝撃振動試験：

- ・ 根固め工の変状に対する詳細調査として、平成24年に衝撃振動試験が実施されたが、平成15年実施の初回計測値との比較において固有振動数に大きな減少が見られず、安全性を脅かす変状ではないとの判断がなされた。

(2) 洗掘に関わる検査及び対策：

- ・ 平成25年～29年の通常全般検査において根固め工の変状を認識していたが、この変状に対する調査結果を健全度の判定に反映した記録はなかった。
- ・ 健全度の判定結果が根固め工の変状を適切に反映したものとなっていなかったため、個別検査の必要性の判断が行われず、個別検査が実施されなかった。
- ・ 個別検査が実施されなかったことにより、根固め工の補修・補強等に対する必要性や緊急性が正確に把握できておらず、必要な措置が講じられなかった。



衝撃振動試験で固有振動数に大きな減少が見られない橋脚についても、河床の状況や根固め工等の洗掘防護工の変状を把握し、健全度を判定することが必要である。

したがって、経年的な砂州の後退や河床低下、根固め工の流失状況など、長期間にわたる変化を捉え、通常全般検査において根固め工の変状に対する調査結果を反映した健全度の判定を実施し、個別検査により洗掘に対する防護機能が低下している状況を把握して、その結果に基づき根固め工の補修、補強等の措置が講じられていれば、洗掘災害を防止できたものと考えられる。

原因 <報告書P44>

- 本事故は、橋脚が沈下及び傾斜して大きな変形が生じた橋りょう上の軌道を列車が走行したため、3両目後台車第2軸が線路右側に脱線したことにより発生し、その後、脱線した状態で通過した踏切内で復線したものと推定される。
- 橋脚が沈下及び傾斜したことについては、みお筋が変化して河水が集中したことによる橋脚周辺の河床低下や、洗掘防護工である根固め工の損傷等、本事故発生以前から本件橋脚の洗掘に対する防護機能が低下していたところに、本事故発生当時の増水した河水により、橋脚周辺の地盤が広い範囲で洗掘されたことによるものと考えられる。
- 洗掘に対する防護機能が低下していたことについては、橋りょうの検査において、本件橋脚の根固め工の変状を認識しながらも、変状に対する評価を十分に行っていなかったため、根固め工の補修、補強等の措置が講じられなかったことが関与したものと考えられる。

必要と考えられる再発防止策（1 / 2）

〈報告書P44～P45〉

1. 再発防止のために必要な事項

- (1) 経年的な砂州の後退や河床低下、根固め工の流出状況など、長期間にわたる変化を捉え、通常全般検査において根固め工等の洗掘防護工の変状に対する調査結果を反映した健全度の判定を実施し、個別検査の必要性を適確に判断すること。
- (2) 個別検査により、洗掘防護工の防護機能が低下している状況を把握し、その結果に基づき、洗掘防護工の補修、補強等の措置の必要性及び緊急性を検討して、必要な措置を計画的に講じること。また、衝撃振動試験を実施する場合、同試験は、橋脚の現状の健全性を診断するうえで有効な手段であるものの、その診断結果だけでは、将来的な増水による洗掘防護工の防護機能の低下を判断できない場合があることに留意すること。
- (3) 洗掘防護工の補修、補強等の措置が必要と判断された場合、措置が完了するまでの間は、傾斜計等による監視措置、水位規制の見直し等により、洗掘発生時の橋脚の不安定化に留意すること。

必要と考えられる再発防止策（2 / 2）

〈報告書P45～P47〉

2. 河川橋りょうの洗掘災害防止のための留意事項

洗掘の危険性が高い橋りょうを通常全般検査の段階で精度良く抽出することが必要。特に以下の観点から要注意橋りょうを抽出しておくことが望ましい。

- (1) 十分な防護機能を有さない根固め工を有する橋りょう
- (2) みお筋の変化が確認できる河川に架かる橋りょう

鉄道構造物等維持管理標準（構造物編）の解説では、洗掘の危険性が高い橋りょうを抽出する手法として「洗掘を受けやすい橋梁を抽出するための採点表」が提案されており、本採点表も参考として、洗掘に対する要注意橋りょうを抽出することが有効。

3. 河川橋りょうの自然災害対策

全国の河川橋りょうの災害対策については、「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」において、洗掘防護工の整備や異常検知システムの設置等による安全対策が図られる。近年、激甚化する災害に対応した安全確保の観点においては、これに加え、気象予報や気象観測データ等に基づく予防的な運転規制の実施等のソフト対策についても積極的に取り組み、ハード・ソフト両面から災害対策を進めていくことが重要。

事故後に同社が講じた措置 〈報告書P47～P48〉

- (1) 本件橋脚を鋼管杭による杭基礎形式とし、鉄筋コンクリート構造として新設した。
- (2) 本件橋りょうの本件橋脚以外の全橋脚に対し鋼矢板締切工（長さ4.5m）による洗掘対策工事を実施した。さらに、橋りょう下の河床面全体に異形コンクリートブロック工による河床低下対策工事を実施することとした（平成31年5月末までに完了予定）。
- (3) 同種構造の9橋りょう（38橋脚）に対し緊急点検を実施し安全性に問題ないことを確認した。
- (4) 本件橋りょうに、橋りょうの傾斜検知による列車緊急停止システムを導入し、実証試験を行うこととした。
- (5) 河川水位に対する運転規制値を見直すとともに、新たに停止警報（運転中止）を追加した。
- (6) 橋りょうの洗掘に対する検査方法を以下の通り見直した。
 - ・河川橋りょう点検時には、橋脚周りの河川状況や環境の変化、洗掘防護工の変化等に関しても、構造物管理支援システムを用いて一括管理する。
 - ・鉄道構造物等維持管理標準（構造物編）の解説で提案されている「洗掘を受けやすい橋梁を抽出するための採点表」を用いて、洗掘に対する要注意橋りょうの判定を行う。

意見 〈報告書P49～P50〉

本事故調査の結果を踏まえ、同種事故の再発防止に資するため、国土交通大臣に対して意見を述べることにした。

意見項目（概要）

1. 全般検査で洗掘防護工の変状等が確認された場合には、洗掘防護工の調査結果を反映した健全度の判定を実施し、個別検査の必要性を判断すること。個別検査が必要と判断された場合には、橋脚周りの状況や洗掘防護工の防護機能の維持状態を対象とした詳細な調査を実施して、対策の必要性及び緊急性を検討し、計画的に対策を実施すること。
2. 上記1のプロセスにおいては、鉄道構造物等維持管理標準（構造物編）の解説で提案されている「洗掘を受けやすい橋梁を抽出するための採点表」を参考として、個別検査の必要性の判断を適確に行うこと。

以 上