

伏びの効率的な維持・管理計画の検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○大澤 英里
 東日本旅客鉄道(株) 高橋 政善
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 松本 一人

1. はじめに

これまで、伏びの変状に起因して路盤陥没や道床低下等の事象が発生している。これらは、列車の安全・安定輸送を直接的に脅かす恐れがあることから、適切に健全度を判定し、適宜必要な措置を実施することが不可欠である。しかし、通常全般検査は目視を主体としており、供用中の伏び内部を全て確認・診断することは困難な実状にある。

このような背景を受け、弊社ではカメラによる伏び内部調査の取組み強化を進めている。特に、弱点とされる陶管伏びに関しては、平成20年度より優先的にカメラ調査を実施し、健全度判定及び適切な修繕の実施が行われている。

本論文ではカメラ調査の取組み効果及び、過去の路盤陥没の事象から陥没が発生する経年・構造等の分析を行い、効率的な伏びの維持・管理計画の検討を行った。

2. 伏びの変状と路盤陥没のメカニズム

伏びの変状に起因して発生する路盤陥没のメカニズムについて説明する。路盤陥没は、伏びの亀裂・食違い等の変状箇所への地盤の引き込みが発端となり、地盤中に空洞・ゆるみが発生して生じると考えられている。図1に路盤陥没発生メカニズムのイメージを示す。

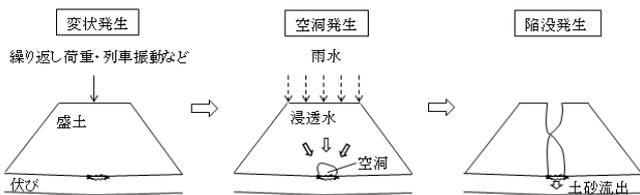


図1. 路盤陥没発生メカニズムのイメージ

まず、繰り返し荷重や列車荷重を受けた伏びに亀裂・食違い等の変状が生じる。そこへ雨が降ると、雨水が地表から浸透し変状箇所へと流入する。この過程において、土砂が水と共に流出し空洞を形成する。そして、変状部からの土砂の吸い出しが続くことで空洞が成長し路盤陥没発生へとつながる。さらに、近年ではゲリラ豪雨等集中豪雨時に変状箇所から伏び内の水が周囲に流出し、降雨が治まると共に土砂が水と共に盛土外へ流出するとも考えられている。

キーワード：伏び，維持管理，カメラ調査，陶管，陥没

連絡先 〒260-0031 千葉県千葉市中央区新千葉 1-3-24 東日本旅客鉄道(株)千葉土木技術センター TEL 043-221-7582

3. 陶管伏びの内部調査及びその効果の検証

弊社では平成20年度から平成25年度にかけて、陶管伏び全てに対してカメラを用いた内部調査を実施してきた。カメラ調査の様子を図2、図3に示す。まず、カメラ調査を行うにあたっては高圧洗浄車を用いて伏び内の土砂浚渫を行う。その後、伏びの管径に合わせたカメラを伏び内部に投入して撮影を実施する。これはリアルタイムで撮影状況の確認が行えるため、変状箇所を発見する都度カメラの投入距離を計測し変状位置の特定を行うことができる。撮影レンズは360°回転式であり、伏び内部全ての面の撮影が可能となっている。なお、カメラは防水性である。



図2. 土砂浚渫の様子



図3. カメラ調査の様子

カメラ調査の効果の検証について説明する。図4に陶管伏びに起因して発生した陥没発生件数の推移を示す。横軸は年度、縦軸は陥没発生件数を表す。カメラ調査を本格的に実施し始めた平成20年度以降、陥没発生件数が著しく減少していることがわかる。また、平成22年度に発生している2件の陥没は、カメラ調査実施後2年以内に陥没を認めた箇所であり、修繕計画を立てている中で生じた陥没である。なお、カメラ調査ではAランクと判定されている。

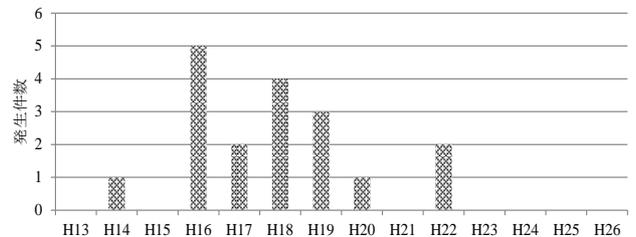


図4. 陶管伏びの陥没発生件数の推移

次に、通常全般検査とカメラ調査の判定ランクの違いの検証を行った。図5に通常全般検査の判定ランクとカメラ調

査の判定ランクの関係を示す。横軸は通常全般検査ランク、縦軸は内視調査の各ランクの割合を示す。図 5 より通常全般検査では S ランク判定された伏びのうち、内視調査で A ランク判定された伏びが約 15% 存在することがわかる。また、通常全般検査で B・C ランク判定された伏びに関しては、内視調査で A ランク判定された伏びが約 35% 含まれている。

以上より、伏びの健全度判定を適切に実施するためには、内視調査等の詳細調査が必要不可欠であると言える。

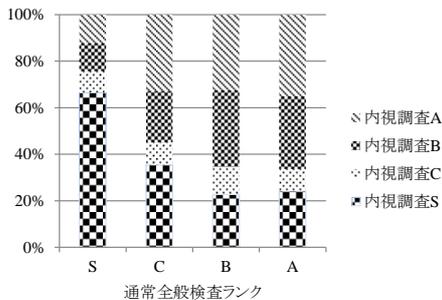


図 5. 通常ランクと内視ランクの関係

4. 路盤陥没発生要素の検証

過去に発生した路盤陥没の事象を集計し、伏びの構造、経年、線路等級の関係を分析した。図 6 に線路等級と陥没が発生した伏びの経年の関係、図 7 に陥没が発生した伏びの構造と経年の関係を示す。横軸はそれぞれ線路等級と構造を、縦軸は経年を示す。また折れ線グラフは陥没発生時の平均経年を表す。

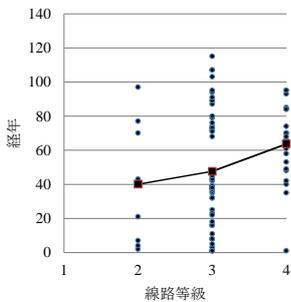


図 6. 線路等級と経年

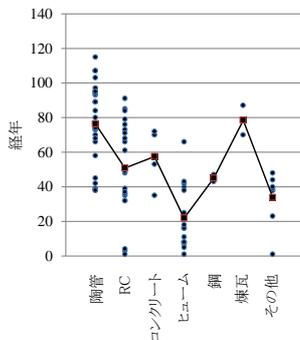


図 7. 伏びの構造と経年

図 6~7 より、線路等級に関係なく経年 40 年以上の伏びは陥没発生の恐れが高いことが確認できる。また、ヒューム管の場合、陥没発生時の平均経年は約 21 年であり、他の構造と比較して新しい管で陥没が発生している傾向がある。詳細を確認したところ、陥没が発生したヒューム管のうち経年 5 年以内が 10%、経年 25 年以内が約 70% であった。経年 5 年以内に陥没が発生した箇所は、カメラ調査での A ランク判定を受け、修繕または改良工事により新設された箇所であることを確認している。つまり、老朽取替を行った箇所での陥没であることを意味しており、改良工事前に地

盤に空洞が生じていたことが予測できる。以上より、A ランク判定を受けた箇所は早急に地盤内の空洞を確認し、必要に応じて強制振動機による締固めを実施する必要があると考える。

次に、陥没が発生した箇所の土被りを集計した。集計結果を図 8 に示す。横軸は土被り、縦軸は頻度を表す。

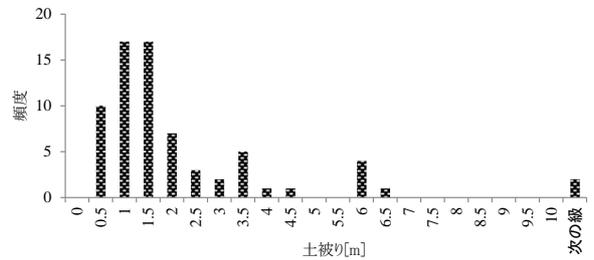


図 8. 陥没発生箇所の土被り

図 8 より、陥没が発生している箇所は土被りが 0.5~1.5m の箇所に集中していることが確認できる。弊社で用いている強制振動機は深さ 2m まで対応していることから、強制振動機による締固めは陥没の未然防止に十分効果的であると考えられる。

5. まとめ

本論文では、伏びカメラ調査の効果を検証すると共に、過去の陥没発生の事象を集計し、効率的な伏びの維持・管理計画の検討を行った。その結果を以下にまとめる。

- 1) 伏びの健全度判定を行う上でカメラ調査は有効である。
- 2) 陶管伏び以外でも陥没を発生する確率が高く、全ての構造においてカメラ調査を実施する必要がある。
- 3) 検査の結果 A ランクと判定された箇所については、速やかに地盤内の空洞を確認し、必要に応じて強制振動機による締固めを行う必要がある。
- 4) 老朽取替により新設された管で、強制振動未実施の箇所については、速やかに地盤内の空洞を確認し、必要に応じて強制振動機による締固めを行う必要がある。

今後は、支社管内全ての伏びに関して、優先順位をつけて内部調査を実施すると共に適切な措置を実施し、路盤陥没の未然防止を図っていく考えである。

参考文献

- 1) 佐藤真理: 道路陥没未然防止のための地盤内空洞・ゆるみの探知に関する基礎的検討, 2009 年 10 月
- 2) 野中茂他: X 線 CT を用いた破損形状の違いによる管渠周辺地盤のゆるみ領域の評価, 第41回地盤工学研究発表会, 2006 年7月
- 3) Sewerage Rehabilitation Manual 4th Edition Book, ISBN:9781898920397, WRC, 2001