

内視調査に基づく陶管伏びの変状発生・進行傾向について

東日本旅客鉄道株式会社 仙台土木技術センター 正会員 ○佐藤浩司・野池耕平

1. はじめに

伏びは、鉄道建設時に既設の農業用水等を阻害しないために線路下に敷設された管路である。伏びの中でも特に注意が必要なものとして陶管性のものがあり、土圧や振動に弱く破損しやすいため管理上の課題となっている。伏びの変状進行は路盤の陥没に繋がる恐れもあることから、伏びの維持管理による路盤陥没対策は鉄道の安全・安定輸送を確保する上でも必要不可欠である。伏びの変状要因には、埋設後 25 年以上経過した小口径の陶管・ヒューム管の破損が道路路盤陥没の要因とされている事例¹⁾や、線路等級に関係なく経年 40 年以上の伏びが路盤陥没の要因とされている事例²⁾等、経年数の影響が伏びの変状に影響していると考えられている。しかし、経年数のほか、土被りや通過トン数も含めた複合的な変状要因については研究途上といえる。本研究では、伏びの敷設環境を基に変状傾向を分析し、今後の維持管理計画に反映させるため検討を行った。

2. 検討方法

当職場は宮城県・山形県の一部を管轄しており、その管内において 2009～2012 年、2018～2021 年の 2 回にわたり、伏びへ内視カメラを挿入して内部の状況の把握を行った。変状が確認された伏びに対しては随時ライニングによる修繕、もしくは関係者と協議の上撤去を実施した。

ここでは過去 2 回内視調査を実施した 373 箇所 of 陶管伏びにおける変状データ等をもとに、伏びの変状傾向の分析を行った。変状の有無およびその程度は、健全なものから順に S, C, B, A と区分した³⁾。判定区分を表 1 に示す。変状の傾向分析は、伏びの敷設環境のうち経年数・管径・土被り・線区の範囲・年間通過トン数に着目した。

表 1 構造物の状態と標準的な健全度の判定区分³⁾

健全度	構造物の状態
A	AA 運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす、またはそのおそれのある変状等があるもの
	A1 運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす変状等があり、緊急に措置を必要とするもの
	A2 進行している変状等があり、構造物の性能が低下しつつあるもの、または、大雨、出水、地震等により、構造物の性能を低下させるおそれのあるもの
B	将来、健全度Aになるおそれのある変状等があるもの
C	軽微な変状等があるもの
S	健全なもの

※ AA, A1 ランクへの該当設備はなし

3. 検討結果

1回目の内視調査から2回目の内視調査にかけてS, C, B ランクの伏びが A ランクへ変化した箇所の割合をここでは A ランク変化率と呼ぶこととする。図1～4に経年、管径および土被り、通過トン数、線路の位置別の A ランク変化率、および A ランク箇所数の傾向を示す。

伏びの経年数別にみると、伏びの A ランク変化率は経年 130 年までは概ね 40～50%で推移するのに対し、経年 130 年以上の伏びでは A ランク変化率は 80%と高い傾向にある(図 1)。伏びの土被りが 1m未満の箇所では管径が大きくなるにつれて A ランクの割合は減少する傾向が見受けられたものの、土被りが 1mより大きい箇所では、管径によらず A ランクの割合は 40～50%程度で推移し、管径および土被りによる顕著な傾向性はみられなかった(図 2)。

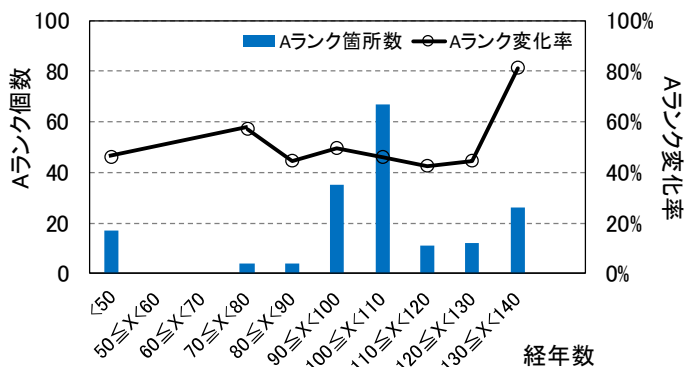


図 1 経年数による変状傾向

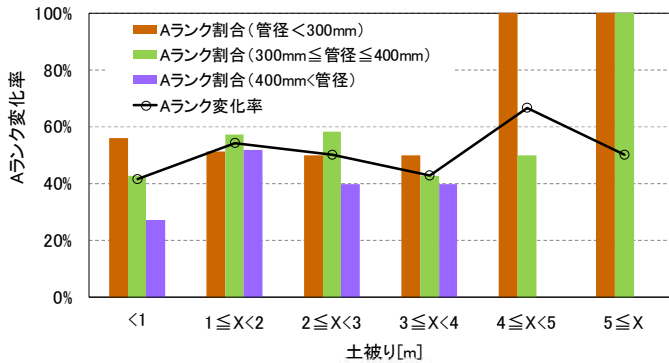


図2 管径および土被りによる変状傾向

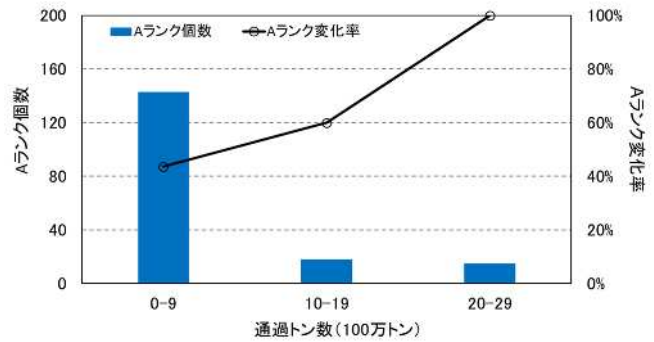


図3 年間通過トン数による変状傾向

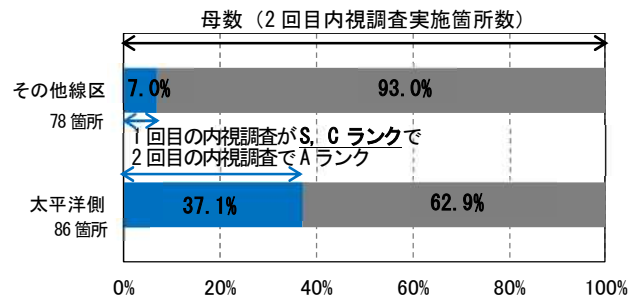
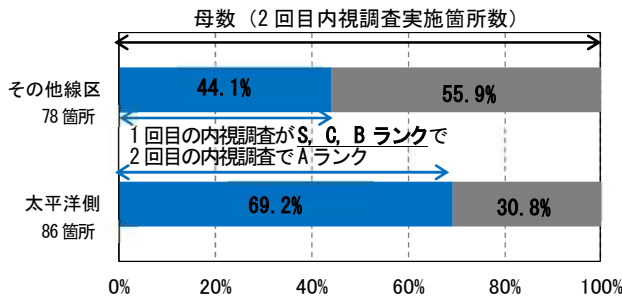


図4 2回目内視調査時におけるAランクへの変化率(線区別)

(左:1回目内視調査結果がS, C, Bランク 右:1回目内視調査結果がS, Cランク)

※ 1回目の内視調査を東日本大震災前に実施したものに限定する

※ 太平洋側は東北本線、常磐線、仙石線を指す

通過トン数別に変状傾向を見ると、通過トン数が増加するごとにAランク変化率が高い傾向にある(図3)。なお、Aランク変化率が高い2,000~2,900万トンの箇所は、すべて土被り1.7m以下の相対的に浅い深度に敷設された伏びであった。

東日本大震災の影響を評価するため、1回目の内視調査を東日本大震災前に実施したものに限定した上で、2回目の内視調査でAランクとなった伏びの比率を図4に示す。太平洋側では、S, B, CランクからAランクに変化したものは69.2%であり、さらにS, Cランクとより健全な状態からAランクへ変化したものは37.1%であった。一方、そのほかの線区では、前者は44.1%、後者は7.0%と、相対的に低い傾向にある。これより、震源に近い太平洋側では、Aランク変化率が高い傾向にあり、またより健全な状態(S~Cランク)から変状が急激に進行した比率も高いことがわかる。

これより、通過トン数が大きく土被りが小さい等列車走行による振動など影響する範囲や、地震のようなイベントの影響がみられる範囲において、伏びの変状進行が高い傾向性が見受けられた。

4. まとめ

当職場における伏びの変状要因を検討した結果を下記にまとめる。今後は伏びの敷設環境に応じた維持管理方法の検討を進めるほか、内視調査データを蓄積していくことにより、伏びの変状要因の分析精度向上を計っていく。

- ① 年間通過トン数が多く、土被り1.7m以下の浅い箇所に伏びが敷設された箇所においてAランク変化率が高いことから、列車走行による振動が伏びの変状に影響している可能性が考えられる。
- ② 東日本大震災の震源に近い太平洋側では伏びの変状率がより高く、地震動が影響しているものと推察される。

参考文献

- 1) 桑野ら：老朽下水管損傷部からの土砂流出に伴う地盤内空洞・ゆるみ形成過程に関する検討。地盤工学ジャーナル, Vol. 5, No. 2, p349-361, 2010. 4
- 2) 大澤ら：伏びの効率的な維持・管理計画の検討。土木学会第69回年次学術講演会, p907-908, 2014. 9.
- 3) 鉄道総合技術研究所(編)：鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)土構造物(盛土・切土)。2007. 1.

キーワード 鉄道構造物, 伏び, 変状要因, 通過トン数, 地震動

連絡先 〒983-0039 山形県山形市香澄町1丁目1-17 東日本旅客鉄道(株)仙台土木技術センター(山形派出) TEL023-635-3731