

北海道胆振東部地震によるパイプライン曲管部基礎の変状について
Deformation of foundation of curved pipe section of pipeline caused by
the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

○横山なな*, 王 博涵**, 毛利栄征*, 鈴木和志***, 小野尚二****

Nana Yokoyama, Bohan Wang, Yoshiyuki Mohri, Kazushi Suzuki, Shoji Ono

1. 目的

平成30年9月6日の北海道胆振東部地震によって、厚幌導水路と豊川分水路に大きな被害が生じた。パイプライン曲管部の側方変位や沈下が顕著であったことに加えて、直管部分でも大きな沈下が生じており、基礎に厚く堆積している泥炭地盤の影響が大きいと推察される。本稿では、復旧時に被災したパイプラインの沈下状況とともに地盤の物理的特徴や簡易動的コーン貫入試験を実施し、パイプと地盤の変状状況について確認したので報告する。

2. 調査地点の概要

厚幌導水路の美里地区に埋設されているパイプラインを調査対象とした。FRPM管(φ2,000とφ1,350)の2条並列区間で、曲管部には、鋼管(STW)とダクタイル管(DCIP)が用いられている。当地区のパイプラインはFig.1に示すように、厚真川の氾濫原の縁辺部に位置し圃場から道路に沿って敷設されている。被災状況は以下の様である。

①町道横断部(矢板施工区間)の沈下による管体の離脱、②基礎材(切込砂利)と埋戻材(購入火山灰)の変状、③管内残留水(静水圧0.22MPa)の噴出による地表面の陥没、④埋設溝の田面が溝幅で帯状に沈下(20~50cm)

調査地点(Fig.2,3)の直径2,000mmのパイプは、90度の鋼製曲管に鋼製直管が溶接された一体構造の配管で、直径1,350mmのパイプは、鋼製の曲管にFRPM管が接続された配管構造である。このため、曲管周辺部のパイプは、直管部のFRPM管

部分に比べて重い断面構成となっている。この曲管(IPNo156)は、上下流に17mに亘って鋼管が溶接されて一体化しているが、それでも背面側に89mm移動している。鉛直方向には広い範囲で沈下が見られ、曲管から8本以上離れたFRPM管にも50cm以上の沈下が生じている。特に曲点部分では1,193mmの沈下が見られた。

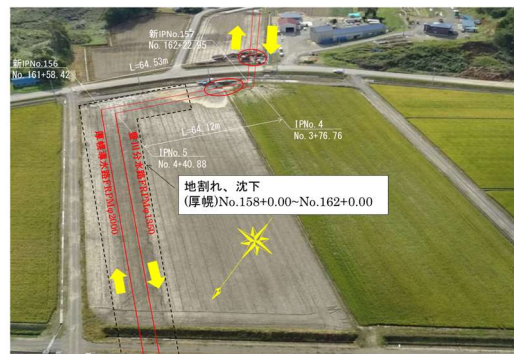


Fig.1 美里地区のパイプライン
Pipelines at Misato Area

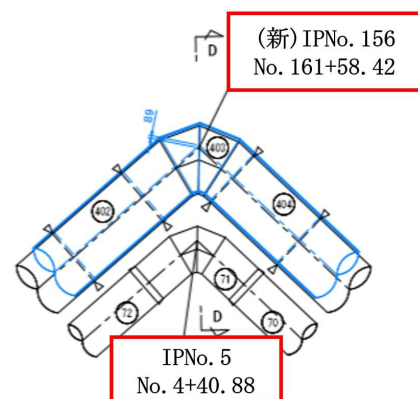


Fig.2 調査した曲管部の配管構造
Piping structure of bend section

*茨城大学農学部, College of Agriculture, Ibaraki University、**東京農工大学連合農学研究科, United Graduate School Of Agriculture Science, Tokyo University of Agriculture and Technology、*** (株)フロンティア技研: FRONTIER-Giken Co., Ltd.、****北海道開発局室蘭開発建設部胆振東部農業開発事業所: Iburitoubu Agricultural Development Office, Muroran Development and Construction Department of Hokkaido Regional Development Bureau

キーワード: 地盤の変形、泥炭、パイプライン、曲管、地震被害

3. 泥炭性軟弱地盤の特徴

調査地区の地盤は、基盤に10m以上の厚い泥炭が堆積し、地表面近くには火山灰質砂が広がっている。Table.1に各材料の物理的特徴を示す。

Table.1 各土層の物理的性質

Physical properties of each soil layer

	湿潤単位体積重量 γ_t	乾燥単位体積重量 γ_d	含水比 w	土粒子の比重 G_s	飽和単位体積重量 γ_{sat}
	kN/m ³	kN/m ³	%		kN/m ³
火山灰質砂	14.7	12.1	21.8	2.696	20.29
泥炭土	7.98	2.17	274.0	2.667	11.78
切込み砂利	19.6	18.4	6.7	2.707	23.98

4. 簡易動的コーン貫入試験の結果

動的貫入試験を実施してパイプ下の地盤状況を把握し、埋め戻し地盤の被災後の状況を確認した。貫入試験位置と結果はFig.3,4に示す。



Fig. 3 測定断面
Measured points

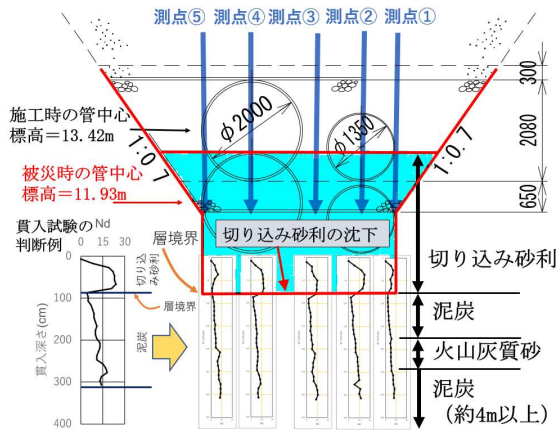


Fig. 4 災害発生後のパイプ下の地盤の構成
Measured results of the foundation under the pipe after the disaster

Fig.4に示す貫入試験の結果から換算N値(N_d)が急変するところが切込み砂利から泥炭に変化する位置と判断できる。すなわち、被災前の設計では、埋め戻し基礎地盤の切込み砂利は650

mmの層厚だったが被災後は平均860mmと厚くなり、その位置も約1,500mm以上沈下している。パイプは埋め戻し地盤とともに一体となって沈下したと想定されるが、道路に近い部分の泥炭地盤は道路や圃場の関連工事の影響を受けて地震以前から沈下していた可能性もある。現状では、地震によるパイプラインの沈下を定量的に求めることは困難である。

5. パイプの自重による沈下に関する考察

管側部の埋め戻しに用いられている切り込み砂利の液状化抵抗力は、Fig.5に示すように繰り返し応力振幅比 $\sigma_d/2/\sigma_c=0.118$ で小さな抵抗力である。このため、地震時には管底から側部の切り込み砂利が先行して液状化し、パイプとその上部の非液状化層の重量によって、一体化した管路全体が沈下したものと推測できる。また、地震時に溝底面に作用する総重量が大きくなることによって基礎の泥炭層も沈下したと考えられる。

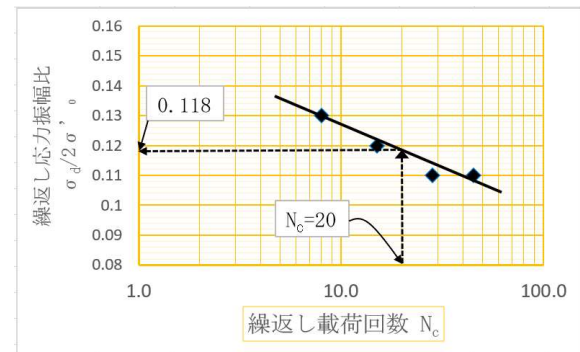


Fig. 5 切り込み砂利の液状化抵抗力
Liquefaction resistance of cut gravel

6. まとめ

曲管周辺の管測・管底基礎部の切り込み砂利が1mを超える沈下を生じており、砂利の液状化と基礎に堆積する泥炭地盤が変形しやすいことが大きく影響したことが示唆される。特に重量構造物となる曲管部分は一体となって沈下し、これに接続するFRPM管に離脱が生じたことは特徴的であった。今後、内圧による曲管の移動量についても詳細に検討する。

参考文献 1) 小野尚二他, 北海道胆振東部地震におけるパイプラインの被災状況, 農業農村工学会大会講演会, 2019.08.