

地震時における農業用管水路曲管部の挙動 Behavior of a bend pipe of irrigation pipeline during an earthquake

大久保 天*¹, 南雲 人*², 萩原大生*¹

OHKUBO Takashi, NAGUMO Hitoshi, HAGIWARA Taiki

1. はじめに

農業用管水路（以下、「管水路」）の地震時における挙動を捉えたデータは少ない。供用中の管水路において、常時データを自動取得していれば、いずれ突発的に起こり得る地震時のデータを確実に取得することができる。

寒地土木研究所は、平成30年北海道胆振東部地震において被災した管水路の改修工事に際して、更新された管水路の曲管部前後の区間を対象に、Fig. 1に示すような各種計測機器を設置して、そのデータを継続的に取得している。観測地点では管径2,000mmと1,350mmの2条の管水路（ダクタイル鋳鉄管：DCIP）が平行して敷設されている。また、同地点付近の地盤は10mを超える層厚の泥炭層で構成されている。管水路の改修工事では、泥炭層を約5m掘削して、その底部に敷かれた砕石の上に管路が配置され、火山灰土に石灰系固化材を添加した改良土により埋め戻された。その施工時（2019年）に合わせて、管径2,000mmの管水路継手部のJ-1～J-7地点に変位計を設置するとともに、管水路間の地盤に層別沈下計を設置した。また、地震時動水圧の観測（加速度計および水圧計の常時観測）を2022年11月より開始した。

筆者らは、以上の観測において、2023年6月11日18:54に北海道浦河沖で発生したM6.2の地震（震度5弱、本研究では以下「浦河沖地震」と呼ぶ）時の各データを取得した。その内、本稿では変位計のデータと地震時動水圧のデータを示し、両者の関連を考察する。

2. 観測方法

2.1 変位計

変位計の概要および設置状況をFig. 2に示す。管水路の継手部において、差し込み管に変位計の本体を固定し、受け口端に測定子を接触させて、継手部の伸縮（両管体の相対的な離隔）を計測する。Fig. 1に示す各観測地点において、管頂および管頂から左右に100°回転した管体側方の3箇所に変位を計測した。変位計のデータは1時間に1回の取得とした。

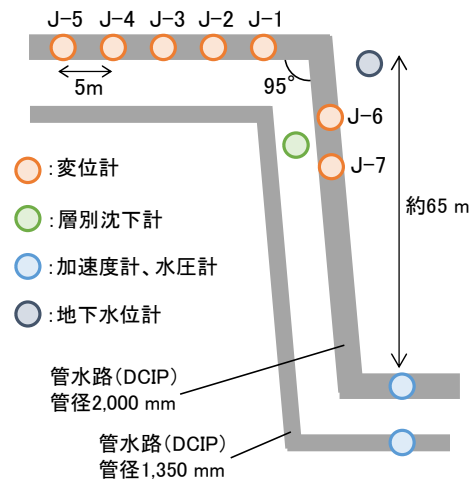


Fig. 1 観測地点の管水路の平面図と観測計器の位置

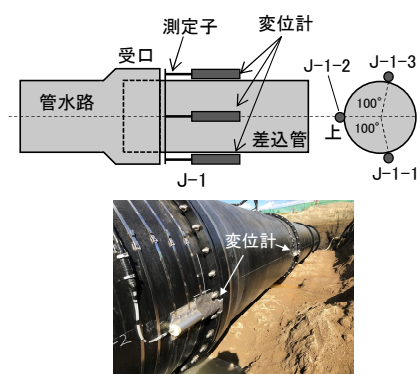


Fig. 2 変位計の概要(上)と設置状況(下)

*1 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, PWRI

*2 元国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 (現北海道開発局網走開発建設部)

キーワード：農業用管水路, 地震時動水圧, 変位

2.2 地震時動水圧

管水路内の水圧は、空気弁本体にある分岐管の先端に水圧計を取り付けて観測した (Fig. 3)。また、地震動の加速度 (以下、「地震加速度」) は、空気弁室底部のコンクリート平板に加速度計を固定して、鉛直方向、南北方向および東西方向の3成分を観測した (Fig. 3)。その地震加速度および水圧のデータを、常時サンプリング周波数 100 Hz (データ取得時間間隔: 0.01 秒) で、データレコーダに収録した。

3. 結果および考察

最初に地震時動水圧について、Fig. 4 に浦河沖地震における地震加速度 (東西方向) および管径 2,000mm の管水路の水圧変化のデータを示す。地震動に伴う管水路内の圧力変動、すなわち地震時動水圧の発生を確認した。この場合、地震加速度の最大値は 0.752m/s^2 であり、地震時動水圧の最大値は 0.065MPa であった。

次に変位のデータについて、浦河沖地震発生前後における、管水路継手部 J-1 地点の3箇所 (J-1-1, J-1-2, J-1-3) の変位計のデータを Fig. 5 に示す。地震発生時刻 18:54 の前後の変位、すなわち 18:00 と 19:00 の各変位計の値はいずれもステップ上に増加しており、管体は地震に伴い管軸方向に極めて僅か (0.082mm) であるが伸長したことが分かった。また、この場合、他の継手部 J-2~J-7 地点の変位も同様な管軸方向への伸びを示した。ただし、その変位は各地点 (各継手部) により異なる。Fig. 6 に継手部 J-1~J-5 地点の変位 (各地点の3変位計の平均変位) を示す。曲管部から遠ざかる継手部ほど変位は小さくなる傾向であった。

以上のような管水路の伸長変位は、地震動による継手部の屈曲やずれであることも考えられるが、Fig. 7 に示すように、地震時動水圧に起因するプロセスも考えられる。地震時の管水路内には、地震時動水圧が発生して伝播する。地震時動水圧によって曲管部における水圧が増大すると、曲管の背面方向にスラスト力が発生して、曲管部の両端に接続する直管には管軸方向に引っ張りの力が加わる。このような力の作用が、Fig. 6 に示すような各継手部を変位させたと推察される。

4. おわりに

本観測は、本来、改修した管水路の地震対策の効果を確認することが目的である。その観点からすれば、浦河沖地震規模の揺れでは本管水路に全く支障は生じないと評価できる。しかし、一方で観測データは地震動に伴う管体の僅かな変位を捉えた。今後とも観測データを注視・蓄積して、管水路の大規模地震対策に関する研究を進めていきたい。



Fig. 3 加速度計と水圧計の設置状況

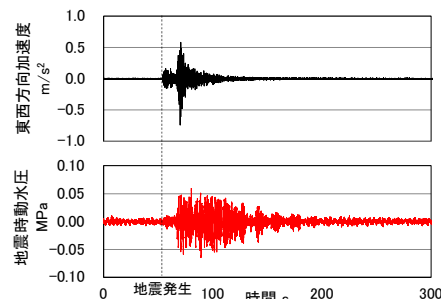


Fig. 4 地震加速度と地震時動水圧

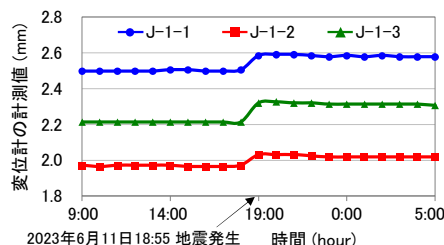


Fig. 5 地震発生前後における変位計計測値の変化

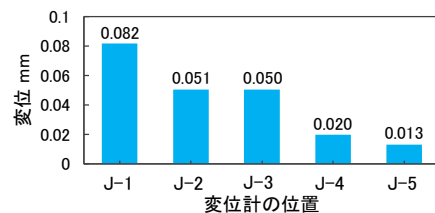


Fig. 6 各変位計設置位置の管体継手部の変位

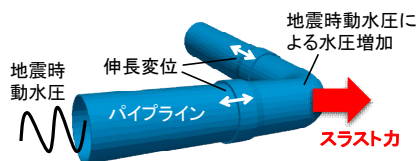


Fig. 7 地震時動水圧により曲管部に発生するスラスト力と管体の伸長変位