

火山灰質土を基礎材に用いた農業用パイプラインの診断について

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 小野寺 康浩

1. はじめに

北海道内では 1980 年代頃から灌漑用水のためのパイプラインの施工が本格化した。近年では、発生件数は少ないものの供用年数の増加にしたがい、突発的に漏水が生じる事例も出始めている。このため、比較的早い時期にパイプラインが施工された地域では、漏水を未然に防ぐための診断の重要性が増している。北海道内の農業用パイプラインの管種は、パイプの横断面のたわみ量をある程度までは許容できるとう性管を使用している事例が多い。とう性管の管種選定では、埋戻し土や車両などの上載荷重によってパイプの横断面が変形する際の反力を基礎材に見込んでいる。すなわち、とう性管の構造設計ではパイプ断面の基礎材には所定の剛性が見込まれているとともに、地中においてはパイプと周辺地盤などの相互作用によって変形が生じている。

本報では、既往の漏水事例を踏まえ今後のパイプラインの診断に向けて、北海道内でパイプラインの基礎材として使用実績の多い火山灰質土の物理的特性などを検討した。

2. 北海道の農業用パイプラインの管種と基礎材の特徴

2.1 管種の傾向

北海道内の畑地灌漑システムでは、ダムや頭首工などの水源施設から圃場に至るまでのパイプラインの総延長が 100km を超える場合も少なくない。パイプの管種や口径は様々な種類のもので構成されており、また、パイプライン系末端部での散水圧力を確保するため高水圧の区間が存在することも多い。水利用形態としては通年で利用している場合もあり、パイプ内部の診断調査の時期や時間に制約を与える場合もある。

管種には、とう性管〔ダクタイル鋳鉄管 (DCI 管)、強化プラスチック複合管 (FRPM 管)、硬質塩化ビニル管 (PVC 管) など〕の使用が多く、DCI 管は小口径から大口径にわたる多様な口径で使われており、FRPM 管は中口径から大口径で用いられており、PVC 管は口径 300mm 以下の小口径で使用されている。

2.2 埋設地盤と基礎材

北海道内でパイプラインによる畑地灌漑システムの整備が先行された十勝地域やオホーツク地域には、火山灰質土が広く分布している。これらの地域では、パイプラインの施工にあたり地山掘削時に火山灰質土が発生することもあり、現地で発生する火山灰質土が施工性や締固め後の力学的性質の面で良質であれば、基床部を含め基礎材に使用している事例もある。

また、とう性管は基礎材に所定の剛性（農水省の設計基準では反力係数として評価）が必要なため、発生土が高含水比などの理由で施工性や力学的性質が確保できない場合は購入土を用いることになり、砂や碎石に比べて安価な火山灰質粗粒土を購入して基礎材に使用している事例が多い。

2.3 基礎材に用いられている火山灰質土の物理的特徴

北海道内の 6 つの地域において幹線パイプラインの基礎材に使用された火山灰質土 6 試料の物理的性質の特徴などを表 1 に示す。基礎材には土粒子の密度 (ρ_s) が低く、非塑性な火山灰質粗粒土が使用されている。これは、火山灰質粗粒土は安価な材料であるとともに、粘性が乏しいため土工で扱い易く、パイプの支持に重要な部位である管底左右の楔状のスペースへの充填作業や狭い掘削溝内における敷均しや締固め転圧など

キーワード パイプライン, とう性管, 火山灰質土, 診断, 基礎材

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 (独)土木研究所 寒地土木研究所 水利基盤チーム TEL 011-841-1764

の施工性が良好であるからである。

一方、火山灰質粗粒土は砂や碎石などに比べ土粒子の密度が低いいため、水流や浸透水による洗掘に対する抵抗性は小さい面がある¹⁾。また、パイプラインの基礎材の施工管理密度は締固め度 85%程度が多いため、それほど高密度な状態には仕上がっていない。長年の供用期間中に地下水などの流れによって、粒子の移動、流失などが生じると、パイプの支持状態が不安定化する可能性も考えられる。

図-1は、表-1に示した北海道内各地の幹線パイプラインで基礎材に施工された火山灰質土の粒度分布を示したものである。図-1からは、パイプラインの基礎材に使用されている粒度分布は地域によらず類似している傾向にあることが分かる。均等係数(U_c)は14~84、細粒分含有率(F_c)は13~31%の範囲にある。

3. 漏水箇所の地盤の傾向

北海道の農業用パイプラインは府県に比べると供用年数も短く、経年劣化による漏水発生事例は少ないものの、これまでにパイプラインの漏水が発生した箇所

の中には基礎材に火山灰質土を用いた区間もみられる。また、パイプと地下水位の位置関係でみると、パイプの側部から上部にかけて地下水位が変動する区間で管体破損が起きるケースも散見されつつある。

積雪寒冷地では融雪水の浸透に起因して、パイプ周辺地盤の地下水位が急激に上昇・下降する時期に漏水が発生する事例もある。地形条件によっては地下水流の影響による飽和、流動などによる基礎材の力学的性質の変化や²⁾、毎年地下水位の上昇・下降時の外圧増加・低下の繰返しなどが、パイプ周辺地盤の剛性を徐々に低下させ、長年を経てパイプのたわみが進行することも考えらる。

なお、長年の供用を経たパイプライン区間で漏水が発生した場合には、地域内で基礎材の種類、管種、パイプと地下水位の位置関係、土被り圧などが類似している区間については、基礎材の状態観察も含めた診断が必要になる場合もあると思われる。地下水位変動などに伴うパイプの挙動およびパイプ周辺地盤の剛性変化の程度などについては今後の検討課題である。

4. おわりに

地中におけるパイプラインの劣化の実態については不明な点もあり、パイプラインの劣化形態や漏水箇所の特徴を把握することは、今後のパイプラインの診断を効率的に行ううえで重要と考えられる。パイプラインの漏水発生を抑制するためには、地震時を除けば、定期的な漏水探査とともに、パイプ内部の観察が可能な区間についてはパイプ内部の調査(内面、継手部、たわみ量、不陸・蛇行など)を行う必要がある。また、パイプ内部の調査によって変状が認められた区間は、基礎材の支持力調査、土質試験、地下水位変動調査などを行うとともに、必要に応じて試掘調査を行いパイプ周辺地盤の力学的性質も評価する必要がある。

表-1 パイプラインの基礎材に使用された火山灰質土の物理的性質の特徴

ρ_s (g/cm ³)	2.36~2.53
W_L, W_P (%)	NP
地盤材料の分類名	SVG または SG-V (火山灰質礫質砂), (火山灰質土まじり礫質砂)

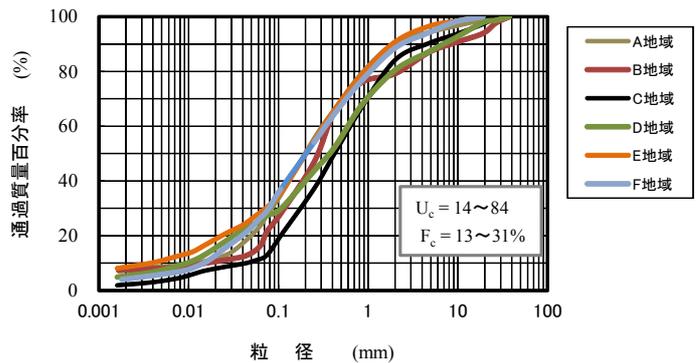


図-1 パイプラインの基礎材に使用された火山灰質土の粒度分布

参考文献 1) 北海道の火山灰質土の性質と利用に関する研究委員会：実務家のための火山灰質土，地盤工学会北海道支部，pp. 55-57. (2010)
2) 秀島好昭：寒冷地の農業用管路建設と管理の留意点，平成21年度農業農村工学会大会講演会要旨集，pp. 502-503. (2009)