

寒冷地における水道管周辺地盤の温度分布と鉛直土圧

北見工業大学 大学院 学生員 ○鈴木信太郎

北見工業大学 工学部 正会員 川口貴之, 中村大

北見工業大学 工学部 正会員 川尻峻三, 山下聡

1. はじめに

北海道北見市では、老朽化した水道管の単位更新長さあたりのコストを削減するため、掘削深が支保工を必要としない 1.5m 以内となるよう、従来よりも 0.2~0.3m 程度の浅層化埋設を進めている¹⁾。

そこで本研究では、北見市内の水道管周辺に各種計測機器を設置し、水道凍結の危険性を検証するために周辺地盤の詳細な温度分布を計測した。さらに、地盤凍結に伴う埋設管への負荷を検証するために常時の鉛直土圧と車両通過に伴う鉛直増加応力についても計測し、その変化要因についても検討した。

2. 計測概要

北海道北見市内の車道 2 箇所（地点 A, B）に埋設されている水道管の周辺に深度方向の多点温度測定が可能な複数のロッド、土圧計、土壌水分計を設置し、毎時 1 回の連続計測を続けている。また、月に 1 回程度同一車両（重量約 20kN）を通過・停止させ、サンプリング周波数 500Hz で鉛直増加応力の変化も計測している。

3. 計測結果と考察

図 1 a)~c)は地点 A、図 2 a)~c)は地点 B における各種計測結果をまとめたものである。対象とした計測期間は 2013 年 11 月~2014 年 12 月であり、近隣のアメダスデータから算出した 2013-2014 年の凍結指数は地点 A で 610, 地点 B で 833°C-days であった。また、地点 A, B は路盤以深の土質に違いがあり、地点 A は凍上性が極めて小さい火山灰（凍上抑制層）、地点 B は凍上性を有する現地土となっている。一方、図中に示している①~⑩は車両通過に伴う鉛直増加応力の測定日を表している。

両図 a)は厳冬期と融解期の詳細な土中温度計測から得られた温度コンター図である。凍結指数の違いにより、地点 A の最大凍結深は 0.95m, 地点 B は 1.2m であったが、いずれの地点でも水道管はそれよりも深部に埋設

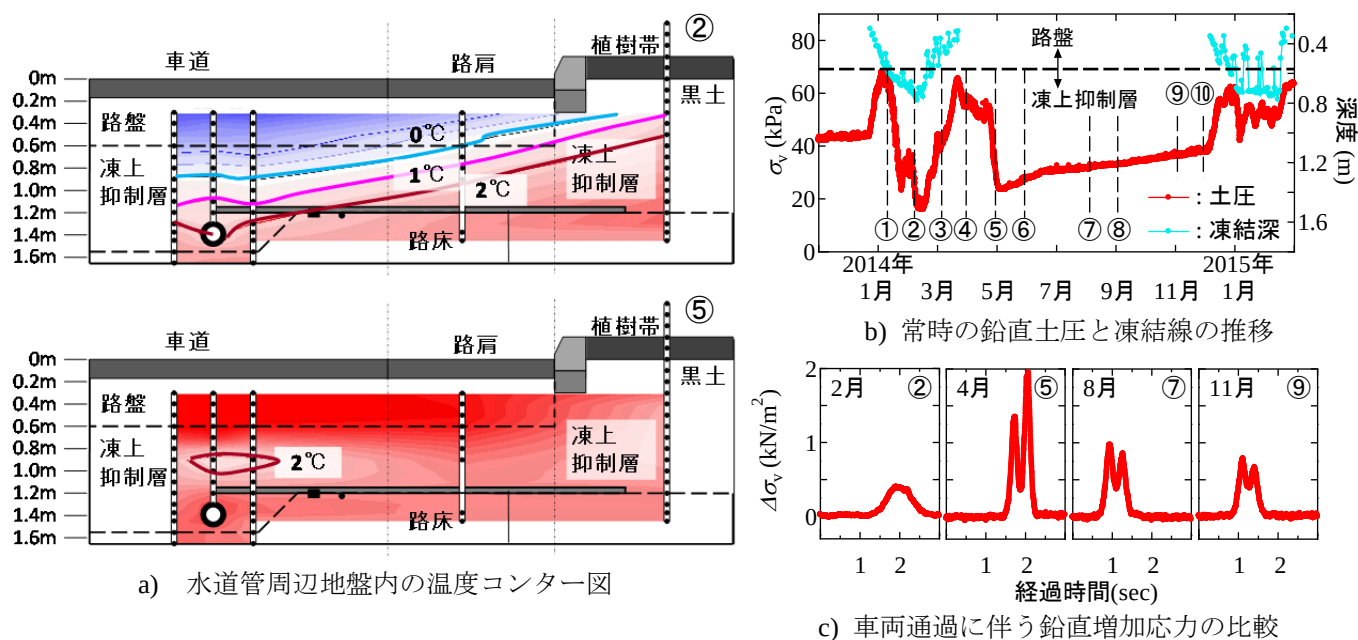
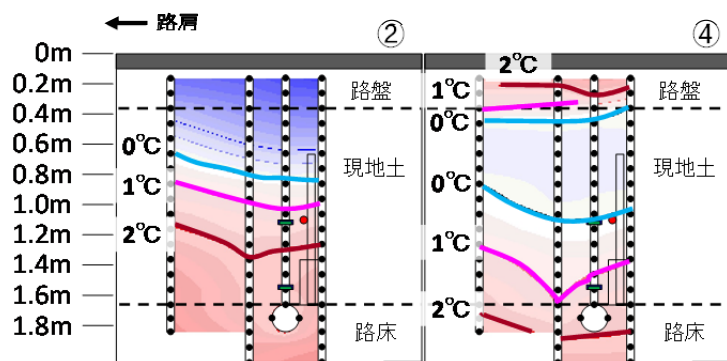


図1 地点 A における各種計測結果

キーワード 埋設管, 凍結, 鉛直土圧

連絡先 〒090-8507 北見市公園町1 6 5 北見工業大学 社会環境工学科 TEL 0157-26-9475



a) 水道管周辺地盤内の温度コンター図

されており、凍結の危険性は低いことが分かる。また、厳冬期においても、両地点ともに除雪に伴って路肩周辺に堆積した雪（置雪）の断熱効果で路肩や歩道直下はほとんど凍結していないことが確認できる。さらに、管内の水温によると見られる周辺の温度変化や融解期には管上部に凍土が残ったまま地表面から融解していく様子が確認でき、水道管周辺の道路内温度やその変化は極めて複雑であることが分かる。

両図 b)は常時の鉛直土圧 σ_v と最も近いロッドから算出された凍結線の推移を比較したものである。 σ_v は凍結・融解期で複雑かつ大きく上下動しているが、その傾向は地点 A と B で若干異なっている。地点 A では凍結深が路盤内にある期間は上昇するが、凍上抑制層に達した時点で減少に転じ、最大凍結深となる時期に σ_v は概ね最小となっている。また、融解時には増加し、完全に融解したと見られる時期に再び減少している。一方、地点 B では凍結深が路盤以深に達した後も上昇を続け、最大凍結深となる時期に σ_v が最大となっており、融解時には単調に減少している。この違いは路盤以深の土質の違いによるものと考えており、今後室内試験などを行うことで詳細に検討していきたいと考えている。

両図 c)は計測時期による同一車両通過に伴う鉛直増加応力 $\Delta\sigma_v$ の違いを比較したものであり、図中には①～⑩の中で最大および最小値が得られた際の計測結果を含んでいる。いずれの地点でも厳冬期に最小、融解期に最大となっており、夏季や秋季はそれらの中間的な値を示している。ここで、最大値となった融解期の計測日は地点 A と B で異なっているが、 σ_v が大きく減少する過程で実施された点では共通している。このような計測時期による $\Delta\sigma_v$ の違いは地盤の凍結や融解に加えて、土壌水分計で計測された体積含水率と相関があることが確認されており²⁾、これについても今後詳細に検討していきたいと考えている。

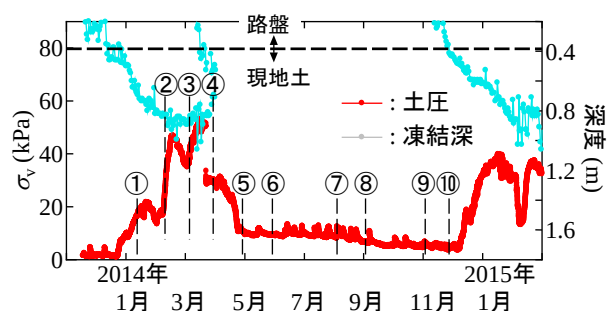
4. まとめ

- ・ 除雪環境や水温の影響で埋設管周辺の温度分布は複雑であることが分かったが、凍結の危険性は低いことが確認された。
- ・ 常時の鉛直土圧は凍結・融解期に複雑かつ大きく変動していることが分かった。また、車両通過に伴う鉛直増加応力についても厳冬期に小さく、融解期に大きくなるなど、変化することが分かった。

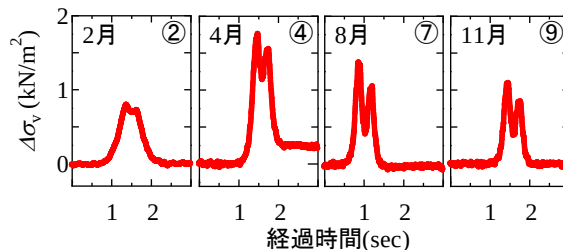
参考文献

- 1) 鈴木信太郎, 川口貴之, 中村大, 山下聡 : 寒冷地における水道管周辺地盤の温度と土中土圧～北見市市街地の例～, 第 49 回地盤工学会研究発表会 (CD-ROM) , Vol. 49, pp.1317-1318, 2014.
- 2) 鈴木信太郎, 川口貴之, 中村大, 川尻峻三, 山下聡, 内島典子 : 寒冷地の道路内における鉛直土圧の季節変化, 2015, (投稿中) .

謝辞 : 本研究を遂行するにあたり、北見市企業局には多大なる協力を頂いた。また、本研究は JSPS 科研費 26420476 の助成を受けたものである。ここに記して感謝の意を表す。



b) 常時の鉛直土圧と凍結線の推移



c) 車両通過に伴う鉛直増加応力の比較

図2 地点 B における各種計測結果