

(V-48) 活線下における凍結工の施工について

JR東日本 東京工事事務所 正会員 ○首藤 健一
JR東日本 東京工事事務所 山上 臣一

1. はじめに

生活環境の改善、公共用水域の汚濁防止・浸水等による都市災害の防止等を図る目的での公共下水道の整備は、都市整備基盤を確立するうえで重要な課題となっている。

船橋市の都市計画下水道事業の整備による船橋市葛飾放流2号幹線は、総武線西船橋駅付近東京方で、総武線快速・緩行及び営団東西線の線路下約6.7mを横断する。当該箇所は、土留擁壁による盛土区間のため別途船橋市施工のシールド掘進(φ=4.2m)の推進断面内にあたる土留擁壁の基礎杭が支障するためその防護工事を施工した。工事は、現在の杭基礎構造をBoXカルバートによる直接基礎構造に変更するのであるが擁壁フーチング下の掘削時及び構造物構築時の切羽の保持と止水についての工法は、種々検討を重ねた結果凍結工の採用となった。

凍結工において避けて通れない問題として凍結膨張による凍上と解凍収縮による沈下がある。今回、線路直下という施工条件化での凍上・沈下について計画推定値と実施工による発生量の違いについてここに報告する。

2. 凍上・沈下量の推定

凍上、解凍沈下量の推定は、現地地盤の不覚乱試料を開放型凍上沈下試験装置にかけ、その地山の持つ固有の膨張特性により算出した。

試験の結果、上部有機質シルト層は、予想以上の凍結膨張と解凍収縮することが判明した。3試料のうちバラツキが大きい最大で吸排水率 $\xi=46.7\%$ 、凍結膨張率 $\delta=55.6\%$ となった。その関係を表したグラフが表-1である。

しかし、この地層付近は、鋼管圧入(擁壁7767)時に薬液注入での地盤改良を行う。室内試験の関係グラフにより吸排水率 $\xi=0\%$ の場合の凍結膨張率(δ)は、3.2%と得られるがここでは凍結による若干の吸水が起るものとして有機質シルト層の凍結膨張率(δ)を5.0%とした。

凍上率は、地表面との間に未凍結土が介在することから 4.5° に拡散するものとし凍結膨張率の1/3と値とした。軌道面への変位量の算出は、三次元凍土(沈下)変位計算法によった。表-2に凍上(沈下)率と変位量の推定値を示す。

この値に基づいて、凍土・沈下に対する対策を検討した結果、当該箇所の軌道構造がバラスト軌道区間であること及び凍上変位の経日変化が1mm/3日という経験値を考慮して綿密な計測監視と併用しての軌道整備により十分対応可能という結論に至った。なお、解凍に伴う沈下については、強制解凍を予定しているので解凍沈下防止注入工により軌道への影響を極力低減することにした。

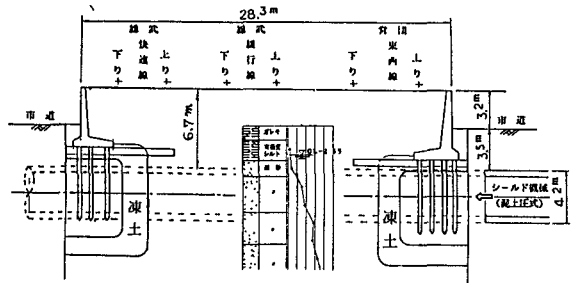


図-1 横断面図

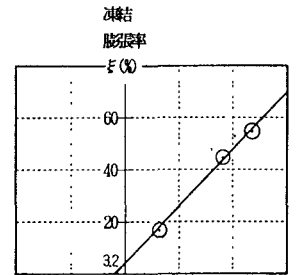


表-1 室内試験による凍結膨張率と吸排水率の関係

項目(箇所)		推定値
改良粘性土	凍上率	1.7%(5.0×1/3)
	沈下率	3.3%(5.0-1.7)
細砂	凍上率	1.7%(5.0×1/3)
	沈下率	3.3%(5.0-1.7)
分散		4.5°の分散
変位量	凍上 JR側	16mm
	営団側	15mm
	沈下 JR側	-28mm
	営団側	-28mm

表-2 推定凍上(沈下)率と変位量

4. 実施工による凍上と沈下量

実施工における凍上量は、必要凍土厚の確認がされた12月中旬には、当初推定した値を若干上回る数値（JR:18 mm、営団:22 mm）が確認された。この結果凍結運転による凍上量は、当初推定した値と大きな違いはなかったと言える。必要凍土厚の造成後の凍結工は、凍結維持運転となり又、掘削による凍土面の温度上昇等を考えると今後大きな凍上は、発生しないと予想していた。

凍結工を維持運転とし一部掘削に着手した時点で年末年始による作業休止となった。ところが、年末から年始にかけて予想外の凍上が発生し、急きょ一部凍結運転の間引き等を実施したが、必要凍土厚造成後から3週間で28 mm（営団側）の凍上が発生した。営団側は、累計で50 mmの凍上となり、又この間の凍上経日変化は、平均して4 mm/3日となった。その間軌道変状に対しては、度重なる軌道整備を実施し、列車の安全運行は確保したが、最終的に営団側の凍上量は、68 mmと当初推定した値の4倍以上も発生した。

解凍沈下については、予想外の凍上に鑑み当初推定した沈下量の修正を行った結果レベル面から70 mmの発生が予想された。沈下対策工は、当初計画通り強制解凍沈下防止注入を実施した。注入箇所は、上部粘性土へ集中的に行い最終沈下量をレベル面から28 mmと大幅に抑えることができ沈下防止注入の効果がはっきり現れた。凍上・沈下の経日変化を表-3に最大発生量を表-4に示す。

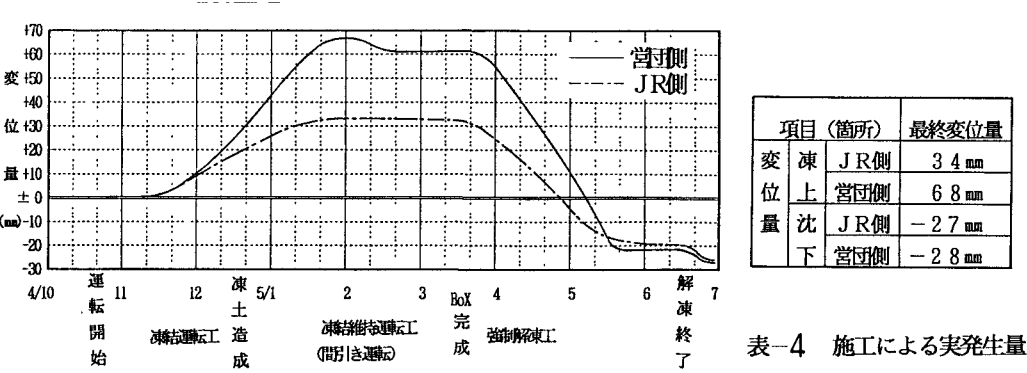


表-3 凍上・沈下経日変化グラフ

5. 考察

当初、推定した凍上・沈下量に対して大幅に上回る発生量となった原因については、様々な要因が考えられるが何点が想定すると次のことが考えられる。

- (1) 当初フーチング上部の変位は、未凍結土が介在する事から45°に拡散されると想定し、凍結膨張率の1/3を凍上出現率としたが期待通りの拡散が起きず凍上率の数値が不適確と考えられる。
- (2) 有機質シルト層の改良粘性土以外の部分まで凍結となりその部分の凍上を考慮しなかったと考えられる
- (3) 凍結の施工時期、条件等と専門業者による安全面重視により必要以上の凍土が造成されたと考えられる

今回、当現場での凍結工の実施にあたっては、室内試験によりある程度信頼性の高い推定凍上・沈下量に対してこれほどの違いが発生したことを考えると論理的な算出による推定値もさることながら現地施工条件等を十分考慮して凍上・沈下量を推定することが大事であると感じられる。又、凍結工の施工に関しては、事前の綿密な計画は基本であるが、少なからず施工の結果に頼らざる部分があることも事実であると感じられた。

まだまだ解明されなければならない問題点を抱えているが、近年の都市土木では今後厳しく制約された施工条件下において凍結工の採用が多く発生すると予想されることから問題の解明についてより一層の研究が必要と感じられる。

今回の報告を今後同様な工事に一部でも参考となれば幸いである。