

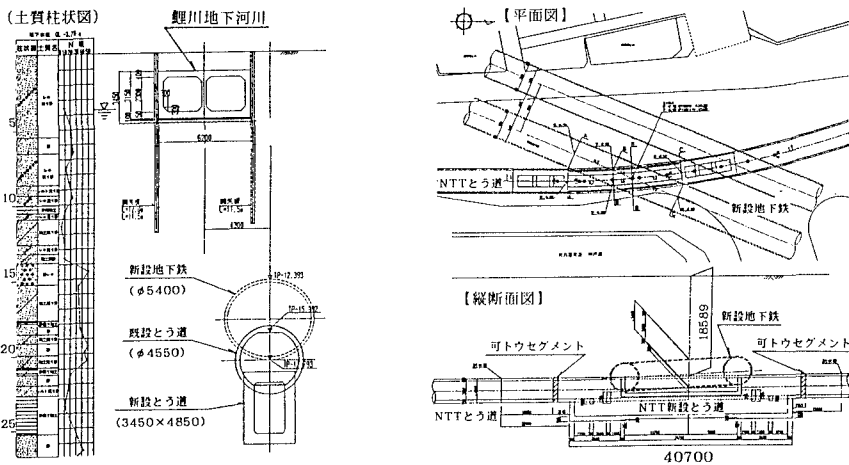
「地下鉄工事に伴う既設通信用トンネルの付け替え工事」その2

—— 凍結工設計概要 ——

NTT関西技術総合センター 正会員 鎌田 敏正
 日本コムシス（株） 柴田 敏幸 益田 哲夫
 （財）大阪土質試験所 正会員 畠田 孝宏
 ケミカルグラウト（株） 正会員○柏木 智文 北村 裕二

1・はじめに 本工事は通常規模の凍結工事と比較して、造成する凍土量が多い（約6500m³）と共に、地山露出期間（凍土維持運転期間）も約1年と長期に亘る為、凍土造成範囲の決定・地盤凍上の予測とその対策等の検討はより慎重に行なった。本稿ではその検討の概要と現在進行中である工事に於ける地盤の推移と現況について紹介する。

2・工事概要 本工事は神戸市交通局地下鉄海岸線シールド建設工事に伴い支障となるNTT既設円形とう道を付け替えるものである。その新設矩形とう道の築造、及び既設円形とう道の撤去に伴う土留対策として地盤改良の中で最も信頼性の高い凍結工法が採用された。約5mの深さを無土留で掘削する、地山開放期間が長期に亘る、などが採用に至る主な理由である。図1に施工図及び地盤概要を示す。



3・凍土造成範囲の算定 図1 工事及び地盤概要図

今回用いた代表的な設計モデルについては「地下鉄工事に伴う既設通信用トンネルの付け替え工事」その2に詳述しているのでここでは省略する。多くのモデルを設定しなかった事が今回の特徴と言える。これらのモデルを基に両端固定梁及び一心門のリング計算の手法を用いて解析を行なった。凍土の設計基準強度は平均温度を-1.2℃とした上で、一般的に用いられる値と過去の工事実績から想定し表1に示す値を設定使用した。事前の調査では、凍土造成に影響を与える地下水流は認められず、地下水中の塩分濃度も微量（NaCl 0.00725%）であった。尚、安全率は過去の実績と工事目的からFs=2.0を採用した。検討の結果得られた必要凍土厚に施工性を反映して決定した代表的な造成範囲の断面を図2に示す。

表1 凍土設計基準強度（-1.2℃）

土 質	一軸圧縮力	曲げ引張力	せん断力
粘性土	34.5 kg/cm ²	19.0 kg/cm ²	19.0 kg/cm ²

キーワード：設計基準強度、設計モデル、地盤凍上、制御運転

連絡先：☎550-0012大阪市西区立売堀1-4-12TEL06-536-0115 FAX06-536-0116

既設セグメントを撤去する上半部に関しては凍結管の配列の難しき及びその設置精度を考慮して設計値プラス α の値を採用し下半部については今回採用された曲線ボーリング（TULIP）工法を考慮した範囲を設定している。

4・凍上造成に伴う地盤変位の事前解析 今回の凍上造成範囲に粘性土分が多い上に、ほぼ直上に地下構造物（鯉川地下河川）が存在している為、より現実的な解析を行なう必要があると考え、新設とう道脇の粘性土を実際にサンプリングし室内試験を実施した。この結果を基に想定した地下河川直下の凍上量を表2に示す。表2に示す通り、今回の試験及び解析は一般的に日本で用いられる高志の方式及びProf. Konradらが提唱しているSP理論の2つの方法を用いて行なっている。90日後は所定の凍土造成完了時、365日後は凍結運転完了時である。理論及び維持期間中の仮定に於いて違いは有るものの、双方共に概ね同様の解析値を示している。

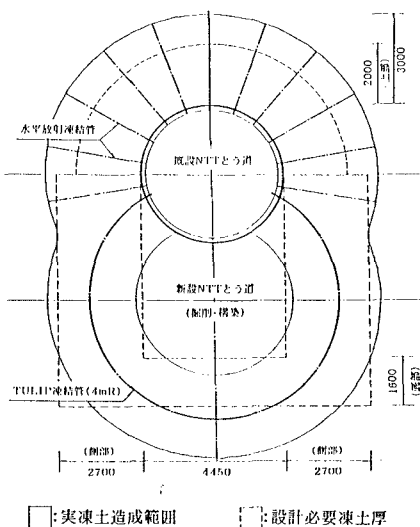


図2 凍土造成範囲

表2 地盤変位予測（鯉川下端レベル）

	50日後	90日後	365日後
Prof. Konradの方法(遅延)	約7mm	約20mm	約40mm
高志の方法(速度低下考慮)	-	17.104mm	35.968mm

5・地盤凍上に対する対策と現況 凍上に対する対策としては①膨張圧吸収孔の設置②制御運転などが挙げられる。想定される地盤変位量が地下河川の耐力に対してある程度は余裕があるのと、①の対策は後の解凍時にマイナス作用する懸念がある為、管理目標値を超える様な状況に対しては②の対策をまず実施する事にした。図3に地下河川鉛直方向変位量の解析値及び現在迄の実測値を示す。凍土造成完了迄（90日）は解析値とはほぼ同様の推移を示しているがその後は低い値を示している。これは掘削による応力開放の影響もあると思われるが、制御運転（凍結管の間引運転、供給ラインの温度上昇）の影響も大きいと考えられる。尚、ライン設定温度の上昇に関しては表3のフローに基づき、必要な凍土範囲と強度についてチェックしながら部分的に実施している。

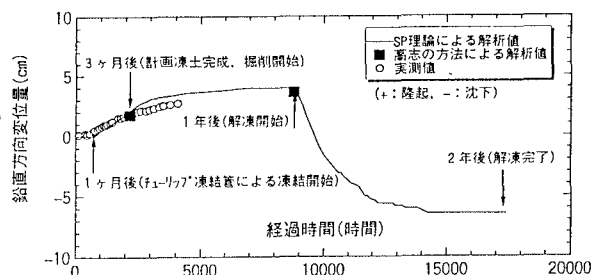
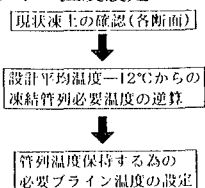


図3 地盤変位（鯉川下端レベル）

表3 ブライン温度設定フロー（制御運転）



6・おわりに 工事は凍結運転を行いながら現在継続中である。掘削中に採取した凍上サンプルの強度試験の結果のフィードバック、制御運転の効果の確認、及び沈下量の想定とそれに対する対策の検討などを今後行なっていく予定である。

参考文献 1) 地盤凍結工法 ― 計画・設計から施工まで ― : (社)日本建設機械化協会. : 2) 鎌田敏正、鈴江利康、柴田敏幸、藤澤伸行: 曲線ボーリング（TULIP工法）を利用した凍結管の配置、第3回地下空間シンポジウム講演会、pp. 331-338; 1998. 3) 鎌田敏正、秋山泰敏、畠田孝宏 Jean-Marie Konrad: 室内凍結試験から求めた不攪乱粘性土のSP値について、第33回地盤工学研究発表会（投稿中）、1998. 4) 戸部暢、秋元攻: 凍上変位計算法（三次元）、土木学会年次学術講演会講演概要集第三部、pp 243-244, 1979.