凍結工法による大深度でのｼｰﾙﾄﾞ地中接続工事における施工管理について

川崎市建設局　青木　誠*
大成建設（株）横浜支店　正会員　深澤　裕志**　○石原　和典**
（株）精研　正会員　伊豆田　久雄***　森　保史***

１．はじめに：川崎市の中原区と幸区の多摩川と鶴見川に挟まれた低地域では、都市化の進展による雨水浸透域や保水地域の減少で雨水流出量を増大させている。そのため計画以下の降雨でも浸水する、いわゆる「都市型水害」が増加している。渋川雨水貯留管はこれらの被害を防ぐため、在来の排水施設の能力を越えた雨水を暫時貯留し、さらには道路や管きょに推積している汚濁物を多く含んだ初期雨水も貯留して、公共用水域の水質を保全することも目的として建設が進められている。当報告は、施工完了している貯留管本体（スチールセグメント部：外径 12.1m）と本管横に築造された矩形連壁立坑（内空 11,900mm×14,900mm、壁厚 1.300mm）間をφ2,910mm 連絡管（水輸送用塗覆装鋼管、内径 2,800mm）で接続させる工事を記したものである。

２．施工概要：当工事は図-1 に示す通り GL-40.1m と大深度でのｼｰﾙﾄﾞ接続工事である。施工範囲の土質は、第四紀洪積世の前期に堆積した地層であり、泥質岩（土丹）と砂層の互層となっている（図-1 参照）。また、古多摩川の影響を多大に受け、砂層部は深度通りの間隙水圧が確認されている。今回のような大深度高水圧下での地中接続工事を施工するにあたり、安全確実な地盤改良工法としてその優れた遮水性と強度を併せ持つ凍結工法（ﾌﾞﾗｲﾝ方式）を採用した。ところが、凍

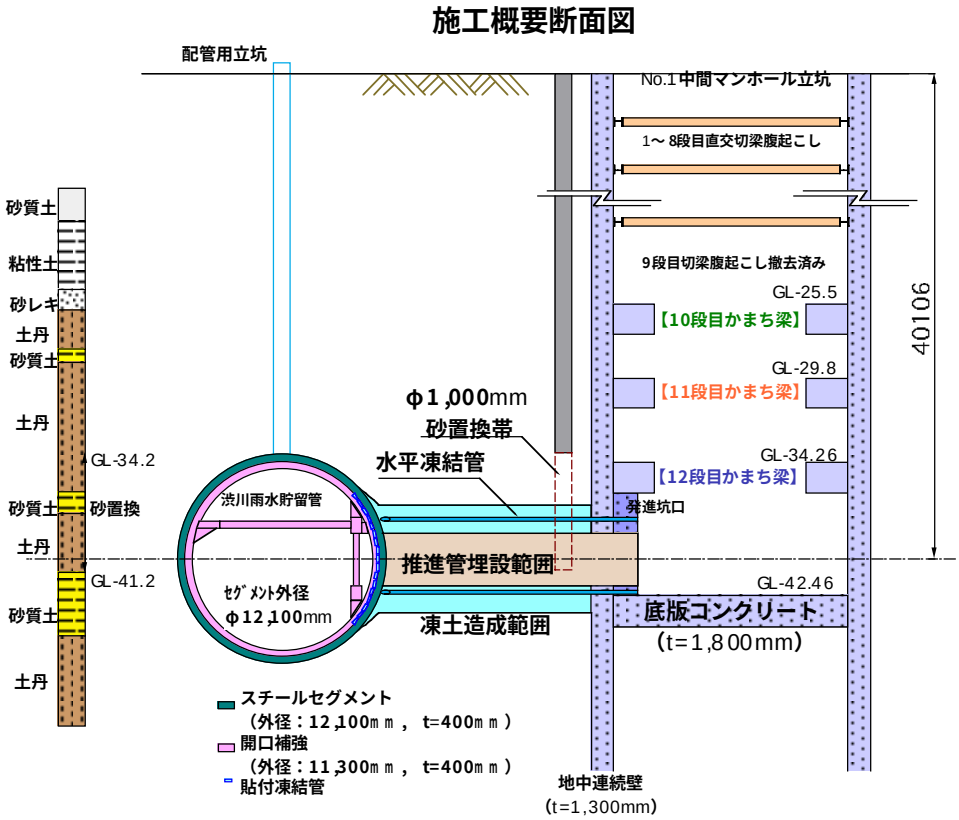

図-1　施工概要断面図

＜キーワード＞大深度地中接合、凍結工法、凍結膨張圧、ｼｰﾙﾄﾞ切断
*　川崎市中原区宮内 1-21-31　TEL 044-751-2966　FAX 044-766-9104
**　川崎市幸区矢上 450　TEL 044-433-5333　FAX 044-433-6126
***　大阪市中央区瓦屋町 2-11-16　TEL 06-6768-5039　FAX06-6768-6343

結地盤は図-1 に示すとおりｼｰﾙﾄﾞ開口部上半が土丹層、下半が砂層であり、土丹層部分では多大な凍結膨張圧が発生し、既設構造物に影響を及ぼす恐れがあった。

３．凍結膨張圧対策工：凍結膨張圧の抑制及び既設構造物防護対策として、次の 1）～5）の対策を講じた。1）立坑周囲の砂置換帯設置及び地山抜き取りによる凍結膨張圧の吸収、2）水平限定凍結管の使用による凍土造成時の凍結膨張圧抑制、3）地中温度管理による凍土の過剰造成抑制、4）既設ｼｰﾙﾄﾞﾄﾝﾈﾙ内の鋼材（130t）による補強、5）既設構造物挙動確認の為の動態計測管理

また、推進の到達鏡切り時には、凍結膨張圧による変形を生じた既設ｼｰﾙﾄﾞﾄﾝﾈﾙを開口することにより、ﾄﾝﾈﾙの変形形状が変わるが、その変形が急激な大変形であると、凍土壁がその変形に追随できず、凍土壁とﾄﾝﾈﾙ部の凍着が切れ、ﾄﾝﾈﾙ開口部から出水する恐れがあったことから、次の a）～e）の対策を講じた。a）ｼｰﾙﾄﾞﾄﾝﾈﾙの変形を極力抑えるｾｸﾞﾒﾝﾄ切断手順の考案、b）ｼｰﾙﾄﾞ側貼付凍結管の追加設置・凍結運転、c）ｼｰﾙﾄﾞｾｸﾞﾒﾝﾄ背面側貼付凍結管設置によるｾｸﾞﾒﾝﾄｶﾞｽ切断時の熱吸収と凍着効果の向上、d）ｼｰﾙﾄﾞ側貼付測温管設置による凍着部温度管理、e）ﾄﾝﾈﾙ内計測及び凍土温度管理の強化及び緊急時連絡体制の確立

以上のような凍結膨張圧対策を行い、凍結地盤中の地中接合を行ったが、ここでは紙面の制約から上記の内 a）について簡単に説明する。ｼｰﾙﾄﾞｾｸﾞﾒﾝﾄを切断開口し、管を接続する時点では、大きな土水圧や凍結膨張圧がﾄﾝﾈﾙに作用し、ｼｰﾙﾄﾞ鋼製ｾｸﾞﾒﾝﾄを切断開口することによりﾄﾝﾈﾙの円構造を壊すことにより変形を起こし、止水を確保しているｾｸﾞﾒﾝﾄ外周の凍土がその変形に追随できず、凍着部が切れる可能性があることを前述した。そこで、ﾄﾝﾈﾙ開口時は、ﾄﾝﾈﾙ内各部材の計測管理を強化し [1]、またｾｸﾞﾒﾝﾄ切断によるﾄﾝﾈﾙの変形を最小限に押さえるよう施工しなくてはならない。そこで、切断手順を図-2 のように 4 段階に分け、それぞれの手順を各 1 日の計 4 日で行った。ｼｰﾙﾄﾞ開口作業をそのような手順でゆっくりと行った事は、開口時のｼｰﾙﾄﾞの変形に凍着が追随すること、また、ｾｸﾞﾒﾝﾄに発生する応力が徐々にｼｰﾙﾄﾞ補強に伝達すること、坑内温度及びｾｸﾞﾒﾝﾄ温度を極力上昇させないことを狙いとした。初めに切断手順 1 で開口部中央位置のｾｸﾞﾒﾝﾄ主桁部分にｽﾘｯﾄを入れ、ｼｰﾙﾄﾞの初期変形をｽﾘｯﾄの巾を測定することで確認した。この方法は、万が一急激な変形が生じてもｼｰﾙﾄﾞｽｷﾝﾌﾟﾚｰﾄは切断していないので、ｼｰﾙﾄﾞ内に出水することはない。ただし、ｾｸﾞﾒﾝﾄｼﾞｮｲﾝﾄ部の止水ｼｰﾙを痛めないように注意を払い切断を行った。ｽﾘｯﾄ巾は、切断 1 時間後で 4mm、また 15 時間後でさらに 2mm 縮まり、ｾｸﾞﾒﾝﾄ切断によるﾄﾝﾈﾙの変形を安全にゆっくりと発生させることができ、このことはそれまで開口部ｾｸﾞﾒﾝﾄが受け持っていた断面力を他の構造部材に漸次的に伝達できた事を表す。その後の手順 2～4 でもｽﾘｯﾄ巾の測定を継続し、変形状況を確認しながら、切断作業を行った。また、切断手順 2～4 は、切断精度の確保及び出水時の対策処置が取りやすいという理由から、補強用鋼管をｼｰﾙﾄﾞｾｸﾞﾒﾝﾄに極力押し当てた状態で切断し、ｾｸﾞﾒﾝﾄ切断→管推進を繰り返し行った。この方法で作業を進め最終位置に管を推進した結果、ｼｰﾙﾄﾞｾｸﾞﾒﾝﾄと補強用鋼管の隙間は、最大でも 8mm 程度に収まり、それらの溶接接合を容易にさせ、切断作業中に特別な異常は見られず、開口作業を終了した。その他の対策については、講演当日に詳細を発表することにする。

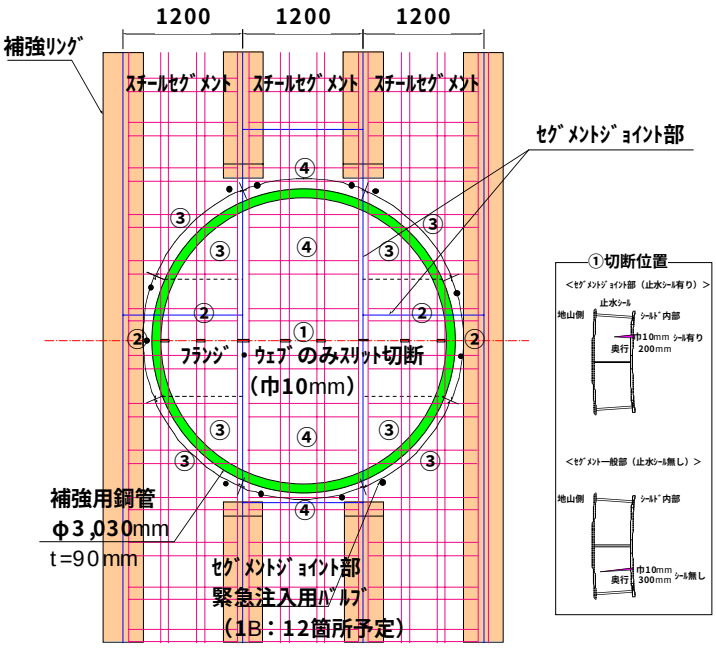

図-2 ｼｰﾙﾄﾞｾｸﾞﾒﾝﾄ切断順序図

４．おわりに：大深度高水圧下でのｼｰﾙﾄﾞ地中接合時のｼｰﾙﾄﾞｾｸﾞﾒﾝﾄ切断は非常に多くの危険要素を含んでいるが、今回の切断方法が今後のﾄﾝﾈﾙ開口作業に大いに役立つと考えられる。

参考文献：１）森：凍結工法による大深度でのｼｰﾙﾄﾞ地中接続工事における計測管理について　2002 土木年次講演会