

V—25 玉石混り砂礫層における路下連壁施工について

札幌市役所 正会員 相馬 英敏

" 宮本 和也

" 大森 喜三雄

1. はじめに

本市における都市高速鉄道（地下鉄）建設計画は、昭和70年を目標とする「新札幌市長期総合計画」に盛り込まれており、この計画では、土地利用計画と交通期間・施設との有機的関係の必要性から、昭和70年までに現在の営業路線を含む約50kmの地下鉄を整備することとしている。

このため、昭和46年12月に南北線を開業して以来、南北線の延長、東西線の新設及び延長と逐次整備を図ってきた。しかしながら、特に北部地域においては、市街化の発展状況が著しいことから、この建設計画において、東豊線（米町～都心）約9km区間が緊急整備区間として指定された。（図-1参照）

これを受けて本市では、昭和55年より東豊線の建設準備を進め、昭和58年7月に着工の運びとなった。この東豊線が完成すると総延長39.7km（営業キロ）に及ぶ地下鉄が整備されることになる。本工事は、土木工事を26工区に分割して鋭意施工中であるが、このうち、大通駅工区は、都心の幹線道路となっており、沿道には大型デパート、劇場等があるため、剛性が大きく背面地山への影響の少ない建物近接掘削に適した山留めとして地中連続壁を採用した。しかしながら、当工区は、東西線大通駅、地下街と交差するため掘削深が27mと深く、この付近の地質も玉石混り砂礫層で非常に締っている。又、諸々の制約条件から路下施工を余儀なくされた。

本稿は、このような状況下で、地中連続壁を施

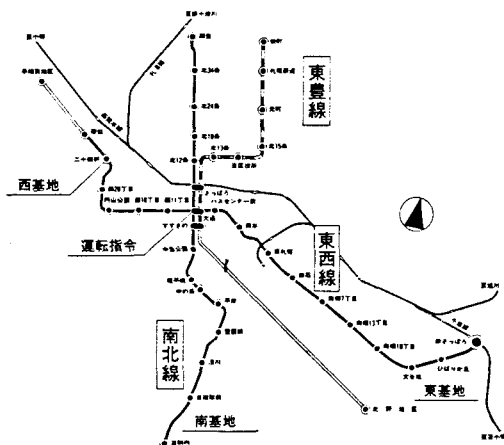


図-1. 札幌市地下鉄路線図

工した内容について報告するものである。

2. 工事上の制約条件

当工区における地中連続壁は、南大通りから南1条通り間、約100m（図-2）で、以下の制約条件を伴う工事である。

- ① 空頭制限 6m以下、平面作業占用範囲 4m（最小）での路下施工である。
- ② 本体壁仕様である。
- ③ 連壁施工位置が沿道建物に非常に近接している。

これらの条件のうち①は、施工場所が札幌市内でも有数の交通繁雑路線であり、路上からの作業は非常に困難であること。更には、地下埋設物が非常に多く、かつ、切廻し不可能な埋設物

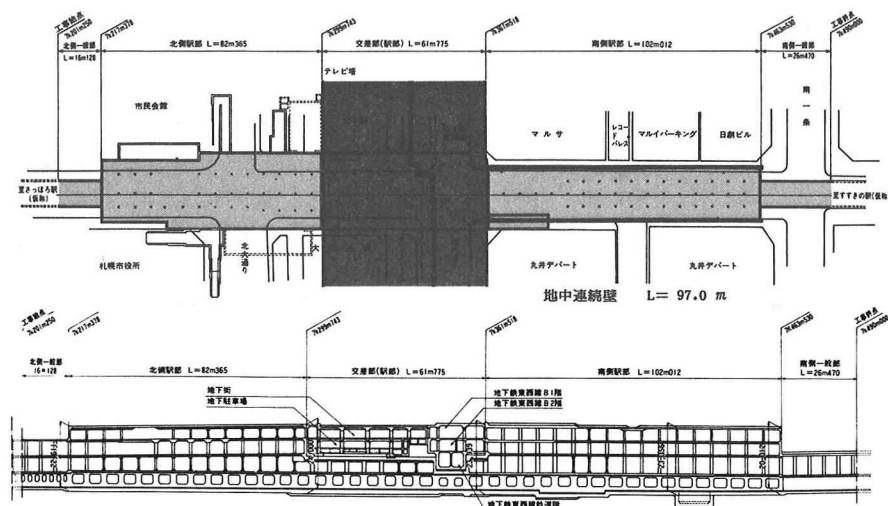


図-2. 大通駅工区平面図・縦断面図

(熱管)が存在すること。又、路面覆工幅が約25mと広く、支持のための中間杭が存在すること等のためから受ける制約条件であり、②、③は仕上り構築内空断面を可能な限り広くするためから受ける制約条件となっている。

これらの条件は、いずれも厳しいものであり、とりわけ当工区におけるN値50以上の玉石混り砂礫層での路下施工は、全国的にみても施工例がきわめて少なく、その掘削能率を推定するのは困難であったが、数少ないデータから、その掘削能率は非常に低いものと予想された。当工事では以上のことを踏まえ、特に掘削機の設定、及び安定液の管理等について、特に配慮した。以下、このような条件下での路下連壁施工について紹介する。

3. 工事概要

(1). 一般概要

工事名称. 高速電車大通駅構築工事

施工場所. 札幌市中央区北1条西2丁目～

中央区南1条西2丁目

工区延長. $L = 288.750m$

構造. RC4層複線函型ずい道

工期. § 59. 3. 1 ～ § 62. 3. 31

請負業者. 鹿島・日産・岩倉・不動共同企業体

(2). 地中連続壁概要

構造. RC造

種別. 土留壁兼本体壁(重ね壁方式)

壁厚. 600mm

延長. $97m \times 2列 = 194m$

掘削深度. FL -20.5m～-31.0m

壁面積. 4954㎡

施工標準断面図. 図-3のとおり

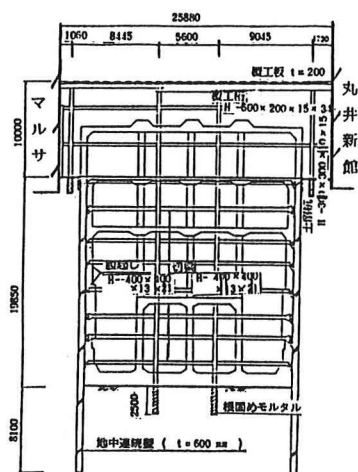


図-3. 連壁標準断面図

の2工法があげられたが、後者のBW工法は、実績はあるが、トラブル（特に隙によるサクシオンパイプの閉塞、ビットの摩耗、破損等）が懸念され、当現場のような隙の混入率が高い土質では不向きと判断された。

したがって、当現場では、MHS型ショートバケット工法を採用することとした。構造的には、MHL型ロングバケットと同様油圧力によるクローリング装置、ならびに2方向のアジャスタブルガイドを有し、その総重量は6tである。

しかし、このバケット重量では、当現場のような玉石混り砂礫層では、チョッピング力が不足し、掘削能率が著しく低下することが予想されたため、先行ガイドホールを補助工法として採用し掘削能率を最大限にあげた。

先行ボーリング孔の間隔は、孔心をバケット開口幅(2.0m)に合せ、ボーリングマシンにより施工した。

(3).鉄筋コンクリート工

1).鉄筋工

鉄筋籠の長さは、現場内の空頭制限、狭隘及び運搬等の条件より最大3.5mとした。籠の加工・組立は、精度及び組立工程の円滑化を図るため工場加工とした。

吊り込み機械は、夜間路上より15tクレーンにより1ピース毎路下施工面に投入し、その後、特殊路下クレーン(40t吊)で建込んだ。

籠の垂直継手は、鋼板継手によるハイテンションボルト接合とした。また、パネル継手は本体利用であることから、一部鉄筋をラップさせ、エレメント間の一体化を図る構造とした。継手部詳細は、図-5のとおりである。

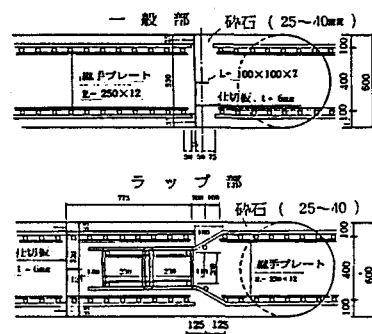


図-5.エレメント間継手詳細図

2).コンクリート工

コンクリートの打設はφ200mmのトレミー管を使用し、プランジャー方式による打設とした。トレミー管は1エレメント当り2本使用し、その先端は掘削底面より20cm程度あがった位置にセットした。

又、トレミー管先端は、泥水中での打設によるコンクリート分離を防ぐため、常に2m以上コンクリートに根入れするよう、コンクリート投入量と、打上り状況を検尺により確認しながら打設した。

地中壁の継手部は、スライス・スチールプレート(t=6mm)を使用し、その押えとして砕石(25~40mm)を使用した。

コンクリート打上げ面はガイドウォール天端までとし、養生後、天端付近のコンクリートの強度をシュミットハンマー、及びコア抜き供試体の圧縮強度試験により確認し、所定の強度に満たない部分(上から約1m)を研り、再度コンクリートを打設し仕上げた。

なお、コンクリートの標準仕様は次のとおりである。

設計基準強度	350 Kg/cm^2
単位セメント量	409 Kg/m^3
粗骨材の最大寸法	25 mm
スランプ	18±2.5 cm
空気量	4±1 %

(4). 安定液工

当工区内の対象地盤の特徴として、

- ①. 透水係数が大きい。(6×10^{-2} cm/sec)
- ②. 地下水量が豊富である。
- ③. 沿道建物による載荷重が大きい。

等があげられるが、これらの特徴は、安定液材の選定上、重要なファクターとなる。

当工区においては、これらの特徴をふまえPH影響の少ない中性域薬材であるクリーンロックにて沿道建物支持地盤の強化、ならびに止水を目的とした地盤改良を行ったが、安全上、これらの影響はある程度避けられないものとして、安定液を選定した。

以上の条件から、当工区では、確実に比重ならびに粘性が得られ、かつ、浸透水による安定液の希釈が生じて、調整が容易で、泥膜の形成も信頼出来る安定液として、ベントナイト泥水を採用することとした。

安定液の配合は、以下のとおりである。

材 料	品 名	重 量 %
ベントナイト	クニゲルV-1	8 %
CMC	テルセローズ	0.05 %
分散剤	テルフローE	0.1 %
透 水 防 止 剤	マッドシール	0.33 %

また、安定液は、繰り返し使用することにより、徐々に劣化し、配合時の良好な性質を失っていく。このような劣化した安定液は連壁本体の品質を著しく低下させ、掘削壁面の崩壊を招く等の危険性があるため、劣化状況を見極め廃棄又は、再生の判断を迅速に行わねばならない。当工事では、この泥水劣化状態を把握するため、以下の物理的管理方法により、品質の確保を計った。安定液の管理基準は、表-3のとおりである。

表-3. 安定液管理基準

項 目	管理基準値	測定方法
比 重	1.04 ~ 1.15	マッドバランス
粘 性	23~40 sec	ファンネル粘度計
脱水量	15 ^{CC} 以下	濾過試験器
泥 厚	0.5~ 2mm以下	濾過試験器
砂分率	0~ 5% 以下	砂分測定器
PH	10.0 以下	PH測定器

6. 施工実績

(1). 掘削能率と掘削精度

本工事における掘削能率は、0.45 ~ 0.7 Hr/㎡で、平均 0.57 Hr/㎡であった。この値は、作業時間24時間に対するものであり、当工区のような玉石混り砂礫地盤でN値50以上の非常に締った土質に対して、選定した掘削機による掘削能率としては、著しい低下はなかったと判断される。このことは、先行ガイドホールの採用により、掘削機バケットのクロージング力を十分に発揮することができ有効な手段であったと考えられる。

又、掘削精度については、超音波式測定器により、垂直精度の管理を行った。この結果の一例を図-6に示す。一般的にバケット式掘削機の垂直精度はバケットに装着されているアジャスタブルガイドにより修正、確保されるが、当工事で採用したショートバケット

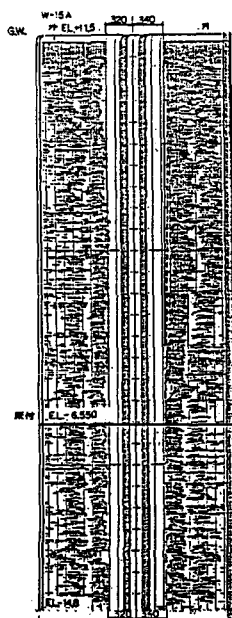


図-6. 超音波溝壁測定結果

タイプでは、ガイド間距離が短いため、十分な修正効果が期待できない。しかし、ガイドホールの精度、オペレーターの技量により、基準値 1/300 を十分確保することができた。

(2). 安定液

安定液は、前述の地質条件、施工条件からベントナイト系安定液を選定したが、1)安定液の造膜性及び透水状況、2)安定液の劣化、3)コンクリートへの影響等に関する施工実績は、次のとおりであった。

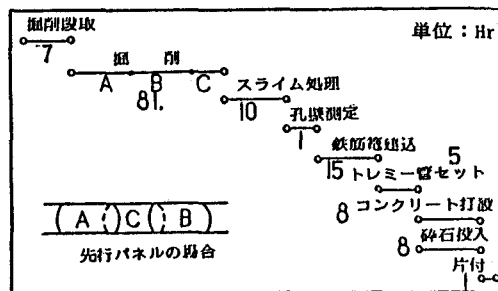
- 1). 大きな透泥はなく、孔壁は安定した状態であった。又、マッドケーキ厚も 0.5～3.0mm であり、安定液の造膜性は良好であったと思われる。
- 2). 安定液の転用回数は約 1.0と小さく、これは玉石混り砂礫層であることから、地盤への浸透、透水による影響が主であると同時にコンクリート打設時の劣化による廃棄泥水量が比較的大であったためと考えられる。事実、コンクリート打設時の安定液の劣化は、コンクリート接触面から 1～2m 程度の領域で認められ、これは廃棄処分とした。

しかし、近來、連壁を本体構造物として使用する場合の安定液としては、コンクリート壁の品質を確保する上からもベントナイト系安定液よりもポリマー系安定液の方が有利であると考えられているが、本工事のような施工時の諸条件を考慮する時、ベントナイト系安定液の長所が十分に生かされ、又、その管理を十分に行えば、コンクリート壁の品質確保上特段問題ないものと思われる。

(3). 実績工程

地下連続壁の施工は、昭和60年 4月から開始し昭和60年 9月に完了した。その間、掘削機2台、路下クレーン2台の計4台の機械が稼働し、その

サイクルタイム管理を毎日の作業日報により綿密に行った。地下連続壁1ユニットのサイクルタイムの一例は、下図のとおりであった。



又、全体の実績工程は、次のとおりである。

工程	年月	604	5	6	7	8	9
ガイドウォール		○	○				
先行ボーリング		○	○	○			
鉄筋配製作		○	○	○	○		
コンクリート工		○	○	○	○	○	
断片付け							○

今回の地中連続壁工事は、全体工程のクリティカルパス上にあったが、綿密な施工管理、工程管理により、当初計画より約1ヶ月の工程短縮を図ることができ、全体工程の短縮が可能となった。

7. あとがき

本工事は前述のような厳しい制約条件の中で、締った玉石混り砂礫地盤での連壁施工であったが施工計画にあたり、特に掘削機、路下クレーン等創意工夫に努力をした結果、連壁の掘削仕上がり、垂直精度及び工程等は十分満足のゆくものとなった。これにより、後工程も順調に進捗している状況である。

最後に施工、及び本稿作成にあたり御指導、御協力をいただいた地下鉄大通工事事務所の関係各位に対し、誌面を借りて謝意を表するものである。