

VI-4

許容変位量が極めて小さい道路橋のアンダーピニング

— コンピューターを駆使した油圧ジャッキ自動制御システム —

札幌市交通局 正会員 桜井 英文
(株)間 組 正会員 栗山 達生
大瀧ジャッキ(株) 瀧井 良一

1 はじめに

札幌市の地下鉄は、厳しい冬の自然にも影響されない大量輸送機関として昭和46年12月、東京・大阪・名古屋に続き全国4番目に誕生した。現在、南北線・東西線・東豊線あわせて39.7kmを営業している。

建設中である東豊線延長工事(豊水すすきの～福住間、約5.5km)は、主要幹線である国道36号の一日1,700便におよぶバスの過密度運行、冬期間における交通障害の緩和及び南東部地域での大規模団地の開発による将来の都市部への大量輸送需要に対処するため、地下鉄整備計画にもとずき平成2年1月着手した。

(図-1参照)

このうち、月寒11丁目工区は、千歳空港と札幌を結ぶ極めて重要な幹線道路である国道36号直下にRC1層の地下鉄構造物を築造する工事である。

当工区の特徴に、

- ① 工事区域が幹線道路となっているため通行車両(特に大型車両)が非常に多い。(日交通量4.7万台)
- ② 月寒川と交差するため、ここに架かる道路橋をアンダーピニングする。

等があげられる。特にアンダーピニング工事は、構造物の特性から許容変位量が極めて小さいため、従来の荷重制御方式による手法から、構造物の変位も同時に制御して受け替える変位制御方式により、コンピューターを駆使した油圧ジャッキの自動制御システムを採用した。

このアンダーピニング工事のうち、受け替え工が完了したので概要及び実績を報告する。

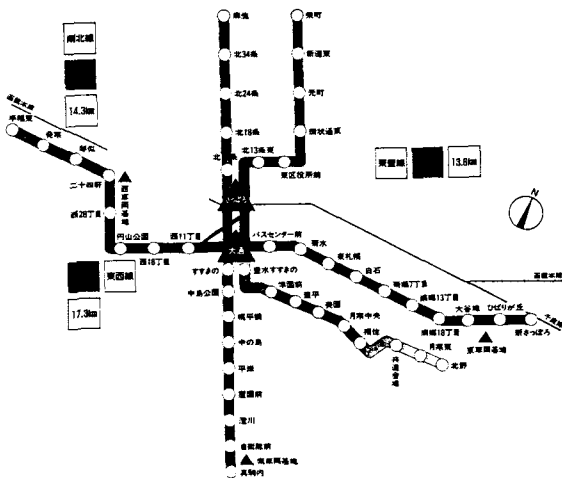


図-1 札幌市地下鉄路線図

工事名称	高速電車月寒11丁目地区一般部構築工事
工事場所	札幌市豊平区月寒中央通り10丁目 ～ 月寒東1条12丁目
工事延長	L=339.75m
工 期	H2.1.8 ～ H5.4.30
請負業者	間・浅沼・大庭特定共同企業体

Under-Pinning for A Road Bridge with Extremely Small Allowable Relative Displacement.

- Fully Computerized Contral System for Hydraulic Jacking -

by Hidefumi Sakurai, Tatsuo Kuriyama and Ryoichi takii

2 アンダーピニング工事概要

(1) 仮受け対象構造物

仮受け構造物（望月橋）は、月寒川に架かる道路橋（一等橋，TL-20）であり昭和56年11月に完成した。アンダーピニング工事概要の各諸元は、表-1のとおりである。

表-1 アンダーピニング工事概要

名 称		望 月 橋	
		A1（札幌方）	A2（千歳方）
仮受構造物諸元	上部工	（車道）プレテンション PCホロー 桁 1径間 （歩道）鋼板桁	
	下部工	逆T式擁壁 （直接基礎）B=5.000m L=26.000m	
	荷 重	700t(1300t)	750t(1300t)
仮受替工法	基礎形式	BH杭（抜掘導坑方式）	
	仮受方式	杭の下受方式	
	仮受補助	全杭の杭載荷試験・鋼製スプレッダー取付	

〔 〕内は橋台全荷重

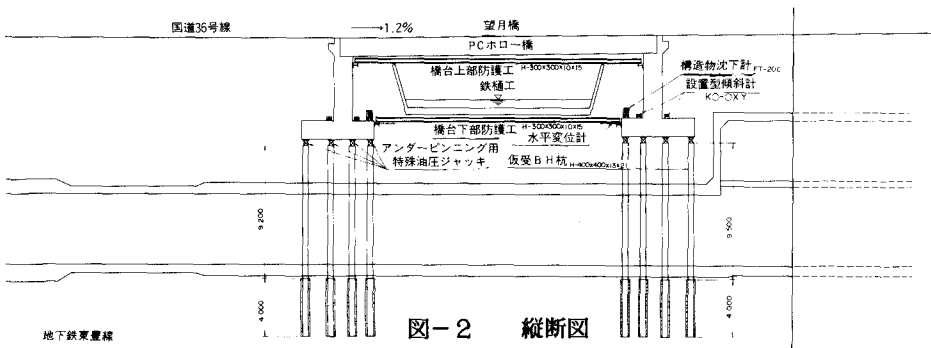


図-2 縦断面

(2) 施工手順

仮受け工法は、対象構造物の形態、土質が玉石混じり砂れきであることを考慮してBH杭（H-400）を支持杭とする方式とした。施工手順を図-3に示す。

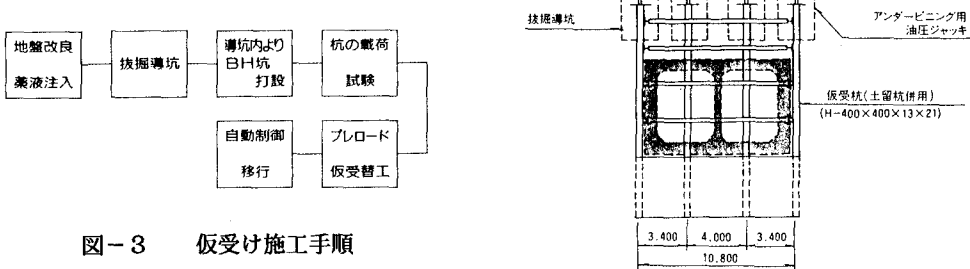


図-3 仮受け施工手順

図-4 断面図

1) 薬液注入

仮受け構造物の支持地盤は、掘り時には一時的に構造物の仮受け支承としての働きをするため、地盤のゆるみ防止及び掘削時の土留背面のゆるみによる仮受け構造物の沈下防止の目的から、薬液注入により地盤の強化を図った。

工法は、二重管注入方式によるDDS工法を採用した。

2) 掘導坑・BH杭

仮受け替えは、一般的には全点一斉に行うのが通例であるが、仮受け構造物の基礎構造が直接基礎、許容変位が極めて小さい等の条件から不可能である。

このため、導坑毎に一連の作業を行わなければならない。

所定の深さまで掘削を終了した後、掘り(2.5m×2.5m)を行い、限られた空頭制限のなかからBH杭の施工を行う。

BH杭は、削孔径600mmで泥水掘りしてH-400をハイテンションボルト接合して建て込み、根入れ部4mを根固めし、上部は泥水固化した。

掘りは、図-4のとおり4導坑に分割して行った。

3) 載荷試験

仮受け杭は、許容支持力198tと計画したが、杭の支持力と沈下性状に下記のような問題が予想されたため、載荷試験により確認した。

- ① 残留スライム等による沈下
- ② 泥水固化部の摩擦による支持力の付加
- ③ 杭の周面拘束に伴う弾性変形の変化

載荷試験は、計画許容支持力の60%(120t)つまり計画導入反力の2倍まで実施した。

その結果、総沈下量26mm、弾性戻り量6mm、残留沈下量20mmとなった。

また、60tで沈下曲線に変化点が生じたが、これは、上部周面摩擦が切れたものと推定される。

4) 仮受け替え工

仮受け替えは、構造物の共用されている機能を損なうことなく、在来地盤から仮受け構造物へ最小の変位で移し替えることであり、油圧ジャッキによる計画反力の導入と既設構造物の変状を許容値ないで抑え、安全な工事を行う施工管理が重要となる。今回の受け替えは、許容変位量が小さい、反力の導入を導坑毎に行うため進捗に伴う受替え済み支点反力が変化、導入反力の計画値と実効値の差等による仮受け構造物への影響が懸念されたため、全受け替え完了まで油圧ジャッキ自動制御システムを稼働させた。

3 油圧ジャッキ自動制御システム

(1) 採用の経緯

従来のアンダーピニング工法は、対象構造物の推定荷重に基づいて、各油圧ジャッキの圧力を手動でコントロールするのが通例である。

対象構造物が、多少の変位を許容できる場合はこの方法で問題はない。

しかし、今回のアンダーピニングについては下記の理由によりコンピューターを駆使した油圧ジャッキ自動制御システムを採用した。

- ① 橋台構造体の長手方向に対する構造物解析が不明確である。

(4) 自動計測システム

橋台の変状計測は、水盛式構造物沈下計・傾斜計を主体とした機械を橋台フーチング上に設置し、絶対変位・相対変位測定を行う。

計測機器は、物理的にジャッキ位置上に設置できないため計測基線を設け、この計測基線測定データーにより各ジャッキ位置の絶対変位をコンピューターで演算処理し、ジャッキ制御ファクトリーコンピュータへ転送するシステムとしている。

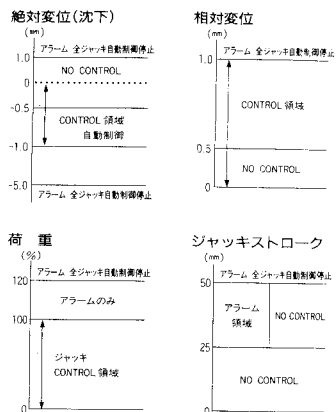


図-6 自動制御管理基準

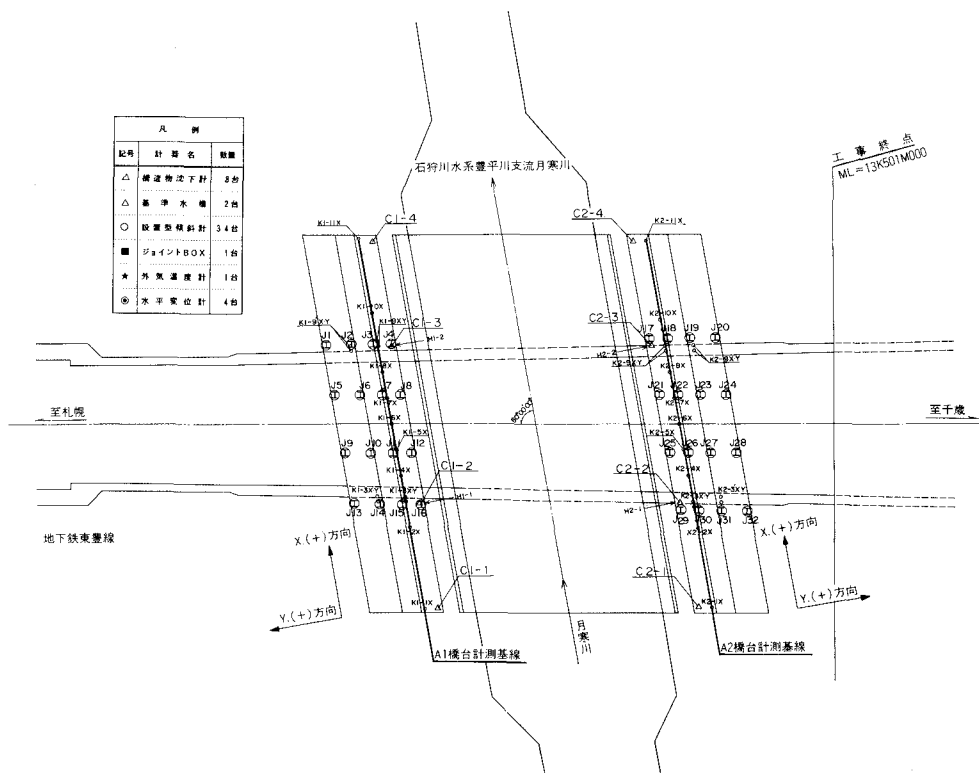
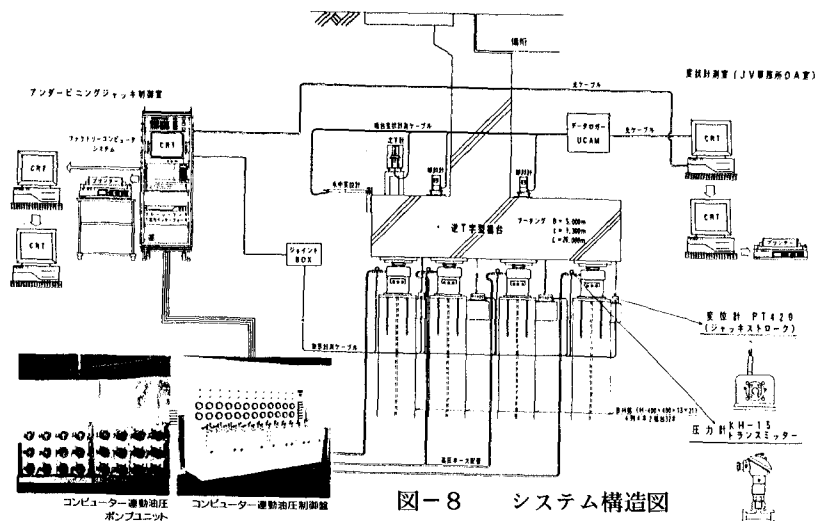


図-7 計測機設置位置平面図



4 施工実績

平成3年4月8日より掘削工を開始し、札幌方橋台は平成3年7月7日、千歳方橋台は7月18日に仮受替えを終えている。以下に施工実績を述べる。

(1) 施工精度

仮受け替え時における導入荷重は、計画導入反力の60%を導入した時点で、構造物の上方変位量が0.2mm(平均値)をオーバーしたため、荷重導入を終了した。

掘削の切詰めによる支持地盤の撤去、掘削の進捗にともなう杭の弾性変形の変化等による仮受け支点の反力が刻々と変化し「自動制御システム」が作動した。

その結果、掘削前の荷重導入率が60%から80%に増加した。しかし、絶対変位の変動は、掘削前(仮受け替え時)の最大沈下量-0.56mmが、掘削終了後では-0.45mm、相対変位は、0.41mmであり、管理目標値ないで仮受けを終了することができた。

(2) 工程

油圧ジャッキ自動制御システムの採用により、仮受け構造物の変位への対処が自動で行われるため仮受け後の掘削切詰めおよび本掘削の進捗度の増により工程短縮が図られた。

(掘削開始から掘削終了まで4カ月)

(3) 経済性

コンピュータの導入によるジャッキ制御および情報管理の自動化が図られ、かなりの省力化がみられた。経済性の面でも評価できる。

5 おわりに

今回採用した油圧ジャッキ自動制御システムは、従来の荷重制御方式を変位制御方式に変更し、ジャッキの制御をコンピュータに判断させたところに特徴がある。当工事もこのシステムの採用によりスムーズに仮受け替えを終了することができた。許容変位量が極めて小さく微小なジャッキの制御を必要とする構造物のアンダーピニング工事には最適であり適用範囲も非常に広いシステムであると思われる。