

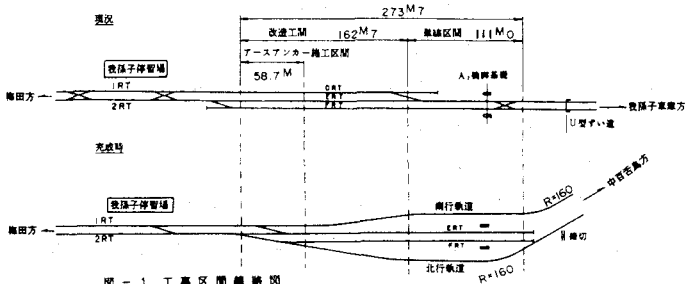
大阪市交通局 正員○高崎 肇

馬場哲夫

1. まえがき：大阪地下鉄は、現在3路線延長9.8^{KM}を工事中であるが、御堂筋線の我孫子～中百舌鳥5.1^{KM}のうち我孫子南線路改造及び単線トンネル部工区において、永久アンカーを使用した。本工区の工事は昭和56年3月に着手し、アースアンカー施工区間は昭和58年8月に無事終了した。引続き、現場管理のため各種計測を続行中である。わが国において、土を対象とした永久アンカーの実施例は少ないと思われるので、ここに設計の基本的な考え方を報告する。

2. 改造計画の概要：御堂筋線を中百舌島へ向って南伸するには、我孫子車庫連絡線から分岐して本線路を取り出すという既設線改造が必要であり、営業中の函形トンネル（1層3径間ラーメン）の中間壁・柱を延長58.7mにわたって撤去せざるを得ない。上床版と側壁は（1）に述べるような造り換えてもって対処できるが、活線直下にある下床版は抜本的な改造が困難である。そこで検討の結果、下床版の支点にあたる中間壁・柱の位置にアースアンカーを設置して、地下水による下床版の浮上りに抵抗させることにした。

(図-1及び2) (1) 上部、側部から作用する土圧、水圧等の荷重に対しては、既設トンネルの外周に新しい門型ラーメンを築造して抵抗させ、場所打ちコンクリートで支持させた。(2) このアースアンカーは、下床版の安定を図るための構造物であり、いわゆる永久アンカーである。従って下床版自体の構造力学的な長期的安定性と、アースアンカーのような特別な設計上の検討とともに、ることになった。



3. アースアンカー工法の選定：地下水による下床版の浮上りに対しては、まず①地下水位を常時下床版のレベル以下とする。（揚水工法）。②重量物を下床版上に設置する（カウンターウェイト工法）。③反力材を設置する。の3工法が考えられたが、比較検討の結果、③で対策を講じることにした。次に③の具体策として、（a）下床版を鋼杭で定着する。（b）アースアンカーで定着する。の2工法があったが、（a）は下床版での定着が困難なこと、下床版の損傷が大きいこと、構内での作業空間が不足することなどの問題があるため、これらの欠点の比較が少ない（b）アースアンカー工法を選んだ。

4. 施工順序と設計の基本事項: まず工事の安全を図る観点から①側壁撤去によって蓄積された下床版の応力を解放する。②下床版と新設門型ラーメンの側壁とのつなぎを施工の最後に回して、下床版の発生応力・変形を極力小さくする。③アースアンカーは開通以後も、必要のつど緊張を行なう。などを考慮して施工順序を定めた。(図-3) 次に、各施工段階において作用する荷重に対して、弾性地盤上のモデルとして構造解析を行なった。とくに下床版は地下水による揚水圧のほかに上載荷重による地盤反力の影響も受けるので、それらを考えてアースアンカーの配置や緊張力を決定する必要がある。そのためには、次の二条件を

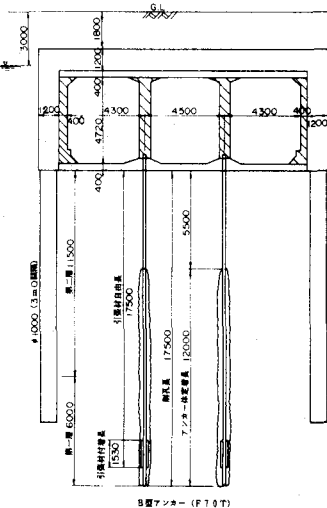


図-2 アースアンカー工法を用いた改道図

下床版に発生する曲げモーメントが抵抗モーメント内にあること。

ここに、 M_0 は埋戻し時までの全荷重によるモーメント、 M_1 は揚水圧によるモーメント

緊張力 P が許容アンカー力 P_a 内にあること。 $P < P_a$ --- (B)

5. アースアンカーの設計: (1) 土質、地下水位状況 (図-2) アースアンカーは摩擦抵抗力の大きい第2層地質GL-2.0^m以下(砂質地盤)に定着し、かつ不足する部分を第1層地質(主として粘性土)に定着した。

(2) アースアンカーの配置と諸元(図-4及び表-1) アースアンカーは従前の柱位置(縦桁上)と同じところに1~2m間隔に計80本設置した。

また、アースアンカーの腐食対策として、P C鋼より線の表面にポリエチレン樹脂を被覆加工した。(3)設計アンカー力;設計揚水圧と鈎合わせるために必要な緊張力を計算し、次に(A)及び(B)式を満足することを確認した。

6. 地下水復元時（完成）の検討（Step-7）：図-5のとおり、曲げモーメントは両端部で最大 $M=28.23 \text{ t}\cdot\text{m}$ と計算される。実際の工事では、下床版のつなぎは埋戻し直前まで工程をずらすようにしたので、埋戻し荷重（土被 1.8 m ）だけが下床版に作用することになる。このような補正を行えば、 $M=13 \text{ t}\cdot\text{m}$ 程度になり、許容応力度に対する抵抗モーメントと、ほぼ同値であり、下床版は安全である。

7. アースアンカー緊張力の変動

1) 柱撤去前に試験的に一次緊張力 P_1 を設計緊張力 P_0 の $2/3$ 程度導入する。

2) 二次緊張 P_2 は、引張材のリラクゼーションを考慮して、設計緊張力 P_0 の 5 % 増とする。
 $P_2 = P_0 \times \alpha = 33.26 \text{ t} \times 1.05 = 34.92 \text{ t/本}$

3) 埋戻しによってアースアンカー頭部は、設計上 $\delta = 1.2$ 沈下し、緊張力は $4P_1 = 0.75 \text{ t/本}$ 減退する。

4) 地下水の復元によって設計上 $\delta = 3.5$ 上昇し、緊張力は $4P_2 = 1.54 \text{ t/本}$ 増加する。

以上のように緊張力に多少の変動はあっても、(B)式を満足し引張材は安全であると考えられる。なお以上のほかに、土のクリープ等の影響もあるので、引張材の頭部に計7本のロードセルを設置して、緊張力の長期的な推移を監視することになった。

8. 現地計測による施工管理：緊張力の計測と同時に、地下水の回復にと
もなう下床版の浮上りや下床版の応力などを、目下計測中である。本区間
の地下水位は埋戻し終了時には施工中のGL-8.5^MからGL-
6.5^Mまで回復しつつあったが、隣接現場

表-1 アースアンカー諸元

アンカー形式		BC型(F70T)
項目		
鋼 径	φ9.5mm	
断 面 積	382.9mm ²	
設計アンカー力(P _o)	33.36t	
許容アンカー力(P _{ay})	33.93t	
許容引張力(P _A)	43.70t	

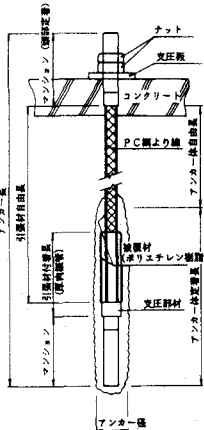
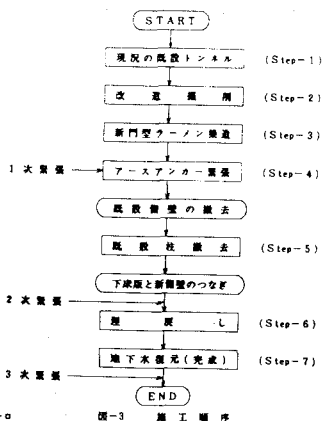


図-4 アースアンカー (摩擦型)

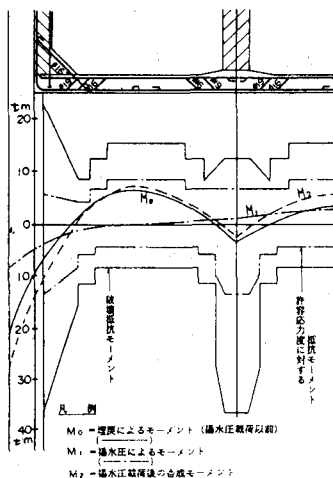


図-5 地下水復元時のモーメントと抵抗モーメントの関係

参考文献 1. 土質工学会 アースアンカー工法 昭和56年7月第7刷