

III — 3 河底を横断する地下鉄工事の施工例

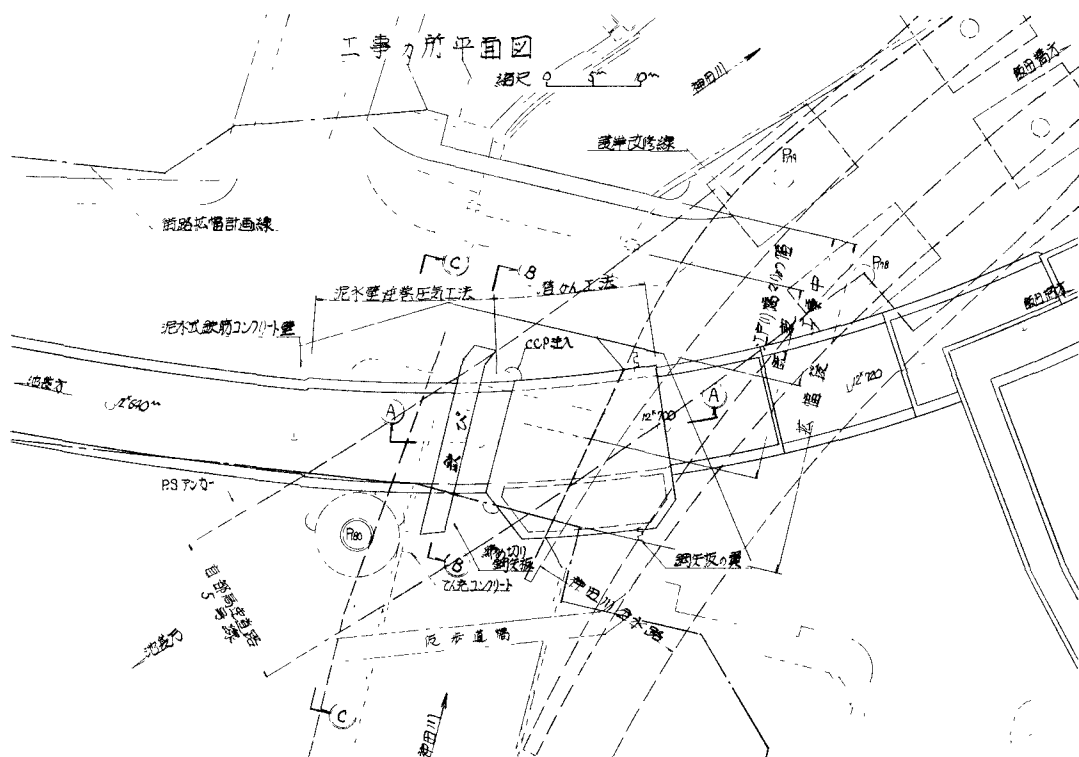
帝都高速度交通営団 正会員 新井 実

1. 工事か所の条件

地下鉄8号線は練馬を起点として池袋、飯田橋、永田町を經由して銀座に至る路線であり、49年10月に池袋～銀座間を開通した。8号線は文京区関口で神田川の下を横断する。神田川は井之頭公園、善福寺池および妙正寺池を起点とする3河川を合流して地下鉄8号線と交差する付近では川幅約20m、深さ7mとなっているが、ちょうどこの交差するか所に江戸川橋りようがあり川幅が16.3mに狭められている。それに加えて川はこの地点で約35°屈曲した状態になっているので、近年上流域の宅地化による流出率の増大もあり、しばしばはんらんを起こすか所にもなっている。しかし常時の水量は川底より約1m程度のものである。

このような河川締め切り工事上の悪条件に加えて、首都高速道路5号線が江戸川橋と神田川上空を斜めに通り、その橋脚P180およびP178が60mのスパンで川を挟んで造られている。地下鉄はこの2橋脚に接しながらその間を通り抜けている。P180の基礎は径8mの円形潜かんでその底面は地下鉄トンネル下床下面より約2m下にある。P178の基礎は8m×15mの長方形でその底面は地下鉄ずい道下床底面より約8m上にあり、基礎ぐいのない構造となっている。

既設構造物の錯さうに加えてこのか所には神田川分水路(内空幅7.5m、高さ7.2mのトンネル2連)の取入口、35°に折れ曲っている護岸線の改修、護岸線の改修による江戸川橋の架け替え、街路拡張計画に伴う橋り



よう拡張工事などの計画があり、地下鉄工事と同時施行することを条件付けられた。

2、現場の地質

この付近の地層は地表より4^mまでが表土、4^m~9^m間が砂れき、9^m~15^m間が中砂、15^m~25^m間が細砂で、砂れき層はれき分77%、最大粒径25^{mm}、中砂は60%粒径0.5^{mm}、細砂は0.2^{mm}、均等係数はいずれも2.6とかなり均一な粒径となっている。N値はれき層で30~50、砂層は50回で貫入量15^{cm}でありかなり締った状態にある。地下水位は地表面下10^mである。

3、神田川右岸方の施工

この地点で川幅を狭める工事は11月~5月の渇水期間に限定された。川底を横断する施工方法として当初は2重締め切り内で泥水式鉄筋コンクリートによって土留め壁を造り、計画川床位置に鉄筋コンクリートの床版を先行して、豊水期に入ったらその上に川を通しながら護岸の内から横取りで地下鉄トンネルを造る工法が計画された。

工事が銭高組に発注され、締め切り鋼矢板などの打ち込み試験をしてみると、川底付近のれき層が強く所要の長さの鋼矢板の打ち込みはかなり

困難であることがわかった。その上当初の施工計画では3渇水期にまたがる工期が必要であったが、許可の取得などに手間どったこともあり、45年末の渇水期には工事着手を逸してしまった。

そこで現場において施工方法の再計画を行ない、現河底付近をすえ付け地盤とする潜かん工法とすることによって、締め切り鋼矢板も一重が可能となって、渇水期2度で川底横断の見込みをつけた。

潜かんの長さは約20^mで川の中央部から護岸にまたがった位置に設置する。平面の形は江戸川橋拡張部分の橋台を支持するため、ほぼ六角の変形となっている。

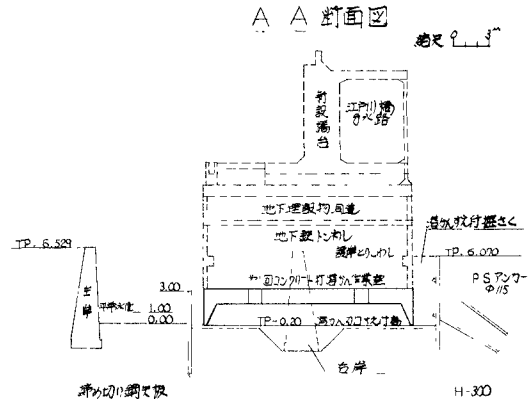
工事は46年秋から始められ、潜かんすえ付掘さくも行うため、護岸内にせん孔鋼くい打を行ない、PSアンカーで支持しながら川底付近まで約7^m掘り下った。その際川の水面まで護岸も撤去するので、潜かんすえ付掘さくの土留め面に増水時の護岸の役をさせるため、水流の直接当たる下流方半分は土留め壁鉄筋コンクリート、上流方半分は土留め矢板の上に厚2.3^mの鉄板を張りつけた。

46年11月の渇水期に入ると直ちに締め切り鋼矢板打を始めた。矢板打は水面近くまで下げた潜かんすえ付掘さく内に32^t吊りのクレーンを下して、60馬力のパイプロハンマーを使って打込んだ。締め切り矢板と護岸が接する部分にコンクリートをてん充して締め切りを完了させた後、さらにすえ付掘さくも進めながら水面以下の部分にあたる護岸および橋台の一部を取りこわした。潜かんのすえ付は現川底より約0.5^m低い位置の、中等潮位0.5^mの位置に行ない、潜かんコンクリートの1回の打設高を締め切り鋼矢板天端で押えるため、コンクリートの打設は潜かんの沈下に伴ない5回に分けて行なった。

締め切り鋼矢板の根入れが約5^mで潜かんととの離れが約80^{cm}のところがあるので、潜かんの沈下に伴って矢板根入部分が荒らされて圧気の噴発、矢板頭部の沈下および傾斜、根入れの下から回り込んだ川の水の浸水などが起こり、潜かん沈下に若干の障害となった。

掘さく設備は、潜かんの真上に高速道路が通っていて作業高さに制限を受けているので、すえ付掘さく近くの路面高に置いた2基のホッパーとロックの間をスケーターで結び、バケットで土砂を運んだ。

潜かんの第1回目の作業壁コンクリートは46年12月7日に打設され、16.1^mの沈下掘さく後、47年4



月11日に中埋めコンクリートを打設した。かん内圧気は沈下率とに比例してどん増し最終値は 1.4 kg/cm^2 であった。載荷重は潜かん内の水荷重と上床上に打設した厚 1.0 m の橋台下ん充コンクリートのみで沈下したが、沈下終了近くで20%程度の減圧を必要とした。潜かんに近接する江戸川橋の橋台および護岸基礎を防護するために、けい酸ソーダーを主体とする薬液注入を潜かん施工前後の二次にわたり行なった。潜かんに隣接する部分を掘さく工法で掘さくしている時に、潜かん側壁に沿って川の水が浸水して来ないように、薬注による防護に加えて潜かん側壁から鋼矢板の翼を出した。

潜かん上に建て込んだ継手部締め切り用の鋼矢板は継ぎ足しの便を考慮平常水位いっぱいの高さで存置した。潜かん沈下の許容移動量は上下左右に各 10 cm であり、やゝ難行したが所定の位置に沈設し、47年5月末までに右岸方河川工事を終了した。

4. 左岸方施工方法の再検討

右岸方の潜かんは無事終了したが、同じような工法で左岸方を施工するについてはさらに厳しい条件として、1/濁水期内に継手部分の施工も行なわなければならないこと、首都高橋脚 P_{180} に近接して潜かんを下げねばならないことなどがあるので、左岸方の施工方法については慎重に再検討を行なった。

右岸方潜かんはやゝ難行しながらも無事沈設したが、周囲の地盤に若干の影響を及ぼしたようであるし、1/濁水期内で本体部分に加えて継手部分を施工しなければならないことについても、十分に安全な工法が考えられなかったため潜かん工法を変更して継手と本体部分を同時に施工し、川床版は省略するが土留め壁は泥水式鉄筋コンクリートで行ない、逆巻コンクリート以下の掘さくには圧気を用いる泥水壁逆巻圧気工法に変更した。

5. 神田川左岸方の施工

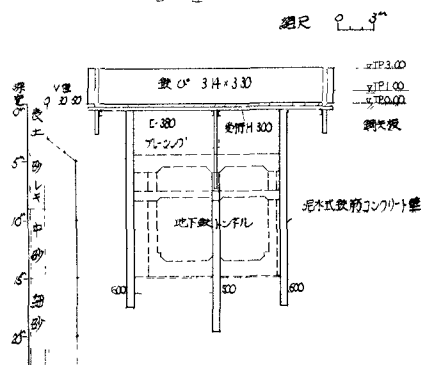
護岸および橋台の取りこわしまでの作業は右岸方の潜かんすえ付掘さくと同様であるが、河川内の泥水壁施工基面として、中等潮位約 1.0 m の常水位を考慮して、護岸基礎撤去後も中等潮位 2.0 m まで埋めもどし施工基面とした。

継手部分の工事を1/濁水期で行なうことは困難な問題であったが、第1次締め切り内で泥水壁を施工した後、その上に鉄びを通して川幅を確保してから継手部分も含む形に締め切りの盛り替えを行ない、継手部分の掘さくおよび鉄筋コンクリート施工も本体部分と同時に行なうことによって問題を解決した。

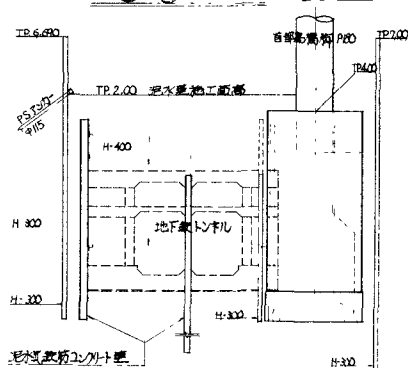
P_{180} 防護のための逆巻コンクリートの効果を確実なものにするために、泥水壁は P_{180} に突当る形にして逆巻コンクリートが直接接するようにしたため、 P_{180} の側面と泥水壁との接面からの浸水および漏気が心配されるのでC.G.R. (高圧噴出薬液注入) で十分に補強した。

当か所における泥水式鉄筋コンクリート掘さくはかなり難行した。上層約 10 m までの表土およびれと混り砂層の掘さくは順調であったが、下層の砂層特に 1.5 m より下の細砂層になるとほとんど掘れなくなってしまう。砂層の締り方が固すぎるためと考えられたので、利根式BH工法の機械を入れて掘さくグラブの両端付近に先行ボーリングを行なった。ボーリングは可能であったがグラブ

(B)-(B) 断面図



(C)-(C) 断面図



掘るの能率は上らず、BHでとく孔は個所を重錘で検査してみると孔は埋まってしまっており、しかも地山と同じぐらい固まってしまっている状態が察せられた。

次にBHの代りにオーガーを使用した。オーガーによるとく孔は順調に行なえたが、とく孔跡も孔の状態に保つことができなかった。孔の状態は保てないにしても固い地山をゆるめる効果はあるはずという考えで、クラブ両端だけでなくその中間部分も掘さくしてみたがあまり効果はなかった。また、なんとか孔の状態を保たせようとオーガーの先端よりベントナイトペーストを注入してみたりしたが、結果はあまり苦しくなく、1パネルの掘さく(バケット幅2.5m、掘さく深2/m)に48時間ぐらいかかってやっと掘れる状態であった。河川内工事では工期が厳密に規制されている場所でもあるので、工法についてさらに検討の末リバースとく孔機を搬入した。リバースでのとく孔は完全に行なえたが、クラブでの掘さく中に砂が孔の底に沈殿する現象がやはり認められたので、とく孔跡にシルト塊を投入しておいたところ掘さくは順調に進み、約12時ごろ1パネル掘れるようになり泥水壁掘さくはようやく軌道に乗った。

構築の施工順序は、まず開さく工法でトンネルの上床を造りその上に護岸および橋台を造って締め切りを撤去し、豊水期間中は通常の川幅に開放してその下で護岸内からの横取りで掘さくおよびトンネル築造を行なった。

6. 工事工程

神田川横断を含む江戸川橋一工区の工事は46年6月から始まり、46年末の濁水期に右岸方潜かん、47年末の濁水期に左岸方の泥水壁圧気工法を行ない、それに隣接し最後に掘さくする部分のトンネルを48年中に完成させ、無事に49年10月の開通を迎えることが出来た。現場は現任引続いて江戸川橋分水路の取入口工事および江戸川橋の架け替え拡幅工事も進めている。

7. 施工後の感想

地下鉄トンネルが市街地内の中小河川を開さく工法で横断しようとする時、潜かん工法は実績も多く一般的な工法ではあるが、近くに重要な構造物などがあることそれに対する影響という点で絶対に安全であるというわけにはわからない。締め切り内で泥水壁を下して川床版も張ってしまう工法の方が濁水期の工事量を減らし、近接物に対する影響も少ない。しかし川の常水位と川床版を置く位置によっては締め切りの工事量が非常に増えてしまうので逆巻き以下の掘さくに圧気を使うことによって、締め切りおよび川床版の規模を縮小する工夫が必要となる。泥水壁鉄筋コンクリートを造るための掘さく機械は数多くあるが、N値が大きくて粘土が少なく、均等係数が小さい細砂層の掘さくには十分慎重に機械の選択も行なわないと工事難工の元になる。

以上