

地下鉄線とくに接近する高層建物の水下防止方法について

大安市交通局 正員 道田洋一
同 上 正員 川口大仁
同 上 正員 〇木村 薫

1. まえがき

大安市地下鉄6号線は、道路交通量が市内でも屈指の繁華を貫通するが、沿道には高層建物が林立し、道路幅が約22mと狭く、掘土く土留面と建物間とは接近している（停留場部で約20m、掘土く深さ最大21m）ので、6号線建設工事に際して施工した沿道建物の防護方法について報告する。

2. 沿道建物の水下原因と水下防止方法

水下の原因として下記の3点が考えられる。

(1) 掘土くによる水下

掘土くによって、土留背面地盤には、セメント断力が発生し、このセメント断力が土のセメント断抵抗より大きくなると、セメント断変形を生じスベリ面が発生して接近している建物の水下をひきおこす。

(2) 地下水位低下による水下

掘土くに伴って、水位が低下した地盤では、低下した水頭差だけ土の有効荷重が増加して、土の圧縮量が増大するが、砂層の場合はこの量は小さく、むしろ、ポンプ等による排水時に、水と同時に砂を吸い上げ、または、土留面から水とともに砂が流出することによって、逆何れに侵蝕が進んで、水みちをつくり地表面が沈下する。

(3) 振動による水下

道路交通あるいは工事等により、振動の小さい振動をくり返しうけると、粘着力の小さいか、粘着力のないゆるい砂質土（ $N=10$ 程度）では、粒子の構造が乱れ沈下の原因となる。

したがって、振動を与えないこと、また、地盤のゆるみをつくらないため、フースオーガーによる土留鋼杭と現場打ちのモルタル杭の土留工で施工したが、安全を期し難いので、凍液注入によって建物の水下を防止した。以下6号線で施工した注入による水下防止方法をのべる。

2-1 注入範囲及び注入量

凍液線の地盤は、上野台地の西にあたるため、氷積砂れを、及び砂層が主であり、これに深層粘土層が不連続にはさまっているので、建物基礎地盤としては比較的良く、したがって、沿道建物の基礎は浅いのが多い。一方、水位は、約1m程度であるが透水係数が大きいので掘土くに伴い地下水対策を十分に行う必要がある。

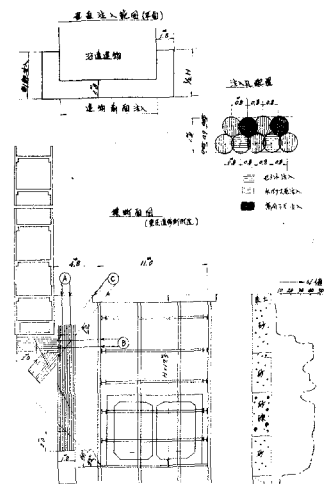


図-1

そこで、注入範囲を決定するために、まず沢下原因(1)に打ち出す対策として図-1の如く掘さく底面より 40° と 60° のスベリ面を仮定した。土質工にかかる土圧分布は、放物線形で、直線形のスベリ面に比してスベリ面の地表面に切さるは短く、また、地盤を考えたもこのスベリ面の仮定は要圧側である。図-1の④は垂直注入であって、 40° のスベリ面を目標にして注入深さを決定した。これは、掘さく前に注入し、地盤の内部摩擦角を増大してセメント断抵抗を増加するとともに、透水係数を減少させて止水性をもたすため(沢下原因(2)の対策)である。薬液は主として水ガラス系を使用し、試験注入の結果、十分その効果は期待できると思われるが、特に基礎の浅い建物の接近する場合は、適宜高分子系薬液を使用した。⑤は水平注入であって、 60° のスベリ面を目標にし、建物の基礎砂利部に注入して、基礎地盤の強化をはかるとともに、地下水水位低下に伴う荷重増加に打ちこも建物の安定をはかった(沢下原因(2)の対策)。注入液は主としてセメントフライッシュを使用したが、肉隙の粗い層(基礎砂利部、建物建設時に生じた空洞)への注入は可能であり、地耐力増強には有効である。⑥は斜注入であって、 60° のスベリ面を目標にしたが、水平注入の困難な建物あるいは高層建物の接近する場所等④⑤の補足注入として掘さく前に注入した。以上④⑤⑥の注入により沢下原因(1)に打ち出す対策として十分である。なお、垂直注入の注入延長は、建物前面と、両側掘さく深さの $\frac{1}{2}$ 程度の区間で、注入中は停を注入対象範囲とした。

2-2 注入工

注入は、所定深度まで土く孔後、孔底より1スラッグ1mのスラッグ注入を行った。また、セメントを除く他の薬液は、2液1工程方式で注入し、注入量は、セメントは注入対象地盤の20%、水ガラス系、高分子系は25%として決めて施工したが、施工実績は、セメント19%、水ガラス系26%、高分子系27%であった。注入施工順序は図-1の如く、まず、仮設性の小工セメント注入を行って、粗い肉隙を填めした後、水ガラス系、高分子系の薬液を手島状に注入した。注入圧力は3%までを目標にしたが、ときには5%をこえる場合もあったので、このときは、所要注入量が入らずとも次のスラッグに移っていった。また、ゲルタイムは、砂層で1~5分、シルト層で5~10分程度である。

3 沿道建物の沢下程度

工事着手前に建物の事前調査を行い、現状を確認し、工事工程の進捗とともに、工程に合わせて、定期的に建物の沢下、傾斜測定を実施した。その結果、図-2の如く、6号線の沿道建物の最終沢下量は2~3mm以内におさまる。このことは、3年前後の建設工事期間であることを考えればほとんど問題なく施工できたと考えられる。

なお、図-2のDビルについては、地下鉄工事埋込し時に、隣接してビル新築工事(掘さく約10')が始まり、その影響で沢下量が進んでいることを示している。

また、建物の傾斜測定については、ほとんど測定誤差程度であった。

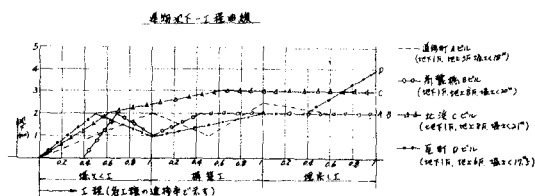


図-2