

(Ⅲ-21) 洪積砂層における地下水処理工法選定のために実施した各種試験結果について

日本鉄道建設公団関東支社 正員 菊地 正
日本鉄道建設公団関東支社 正員 ○高瀬 昭雄

1. はじめに

東葉高速線は、東西線西船橋駅から東方に延伸し京成電鉄勝田台駅に至る延長16.2kmの第3セクター方式で建設する鉄道新線であり、本線部分を日本鉄道建設公団関東支社が直接施行している。本線中西船橋起点7k500mより9k860mまでの習志野台トンネルは、その大部分の区間をNATMによる施工で計画しており、市街地直下の地下水の豊富な洪積砂層を土被り10m前後で掘削する事から、慎重な設計・施工が望まれる。今回は地下水対策としての特殊工法選定のために実施した揚水試験・薬液注入試験・圧気試験の結果について概要を報告する。

2. 試験の方法及び結果

各試験は、図-1に示す立坑で実施した。本坑の主たる掘削対象層は第四紀洪積砂層(Ds1)であるが同層の下には貝がらのみの非常にポーラスな層(Dsh)が堆積している。なお地下水位は、本坑肩部付近に位置している。

a. 揚水試験結果

立坑掘削に先立ってディープウェルによる揚水試験を実施した。図-2に水位低下状況を示す。揚水の障害となるような遮水層は存在せず、ディープウェルによる水位低下は可能であったが、得られた水理定数(透水量係数 $T=0.501\text{ m}^2/\text{min}$ 透水係数 $k=3.58\times 10^{-2}\text{ m/min}$ 貯留係数 $S=2.27\times 10^{-4}$)より本坑100m掘削時の必要揚水量を試算すれば、約 $3.5\text{ m}^3/\text{min}$ に至る事が判明した。これは、地下水の豊富な貝がら層の影響と考えられる。なお、揚水に伴う土中のバインダー分の流出及び有害な地盤沈下は発生しなかった。

b. 薬液注入試験

地上より立坑内のDs1層に薬液注入を行い、掘削時に注入地盤の目視観察を行うと共に、採取試料による土質試験を行った。注入工法は複合型二重管ロッド工法、注入材は水ガラス系溶液型を用いた。また、注入材は瞬結型(ゲルタイム5~10秒)で脈状注入を行った後、浸透型(40~60分)を

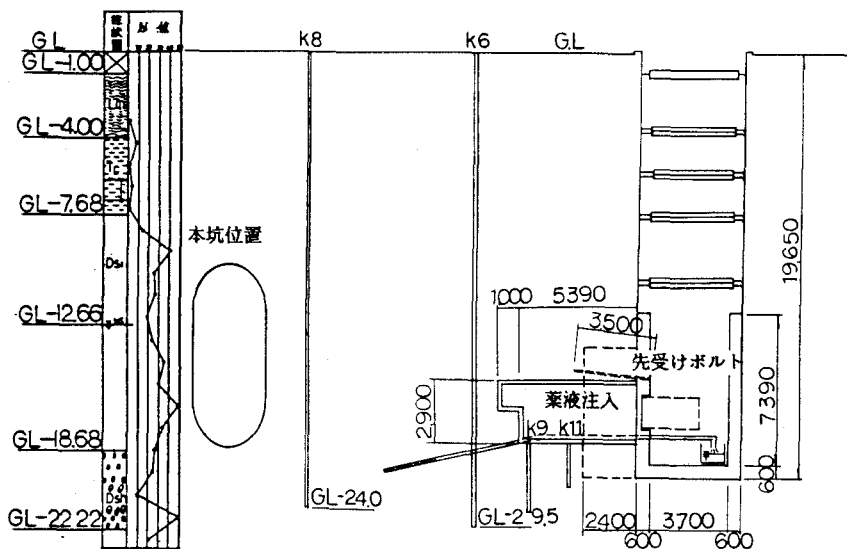


図-1 試験全体図

注入したが、対象地山土量に対する瞬結型と浸透型の注入材の量（注入率）及び地下水位との関係より、3つのゾーンに分けて行った。表-1に試験条件と土質試験結果を示す。Ds1層の透水係数は、原地盤の 10^{-3} m/minから注入地盤では 10^{-7} m/minに改良されており、注入による止水効果が期待できる。また、注入率を瞬結型5%、浸透型35%としたゾーン（表-2中のA,Bゾーン）では、瞬結型10%、浸透型30%のゾーン（Cゾーン）に比較して、強度（粘着力）の増加が確認された。

C. 圧気試験

試験は、図-1に示す横坑に圧気を作らせて地山の限界圧気圧及び地山と吹付コンクリートからの漏気量を測定した。また、水位の変動を把握する目的で坑外と坑内に観測井を2本ずつ配置すると共に、横坑切羽前方には配水管を大気圧側に結んだ長さ6mのストレーナー管を3本設置して圧気排水による集水効果を確認した。図-3に圧気圧と漏気量の関係を示す。なお同図は、ディープウェル揚水によって地下水位が横坑より低い状態での漏気量である。図より砂層の限界圧気圧は、0.38 kg/cm²程度と推定される。また、試験より得られた砂層及び吹付コンクリートの漏気量を用いて圧気工法を採用した場合の設備を試算すると例えば圧気圧0.3 kg/cm²で、本坑100mの掘削に対して、100 m³/minのプロアーが8台必要となり、かなり大規模になる事が想定された。なお地下水位は圧気によりほぼ理論値に近い位置まで低下したが、圧気排水については圧気によって地下水が排除されるため、地下水よりもむしろ空気吸い込みが著しく、水位低下効果は見られなかった。以上が圧気試験結果の概要であるが、試験時に試験坑より約190m離れた井戸より酸欠空気（酸素濃度約17%）が漏出しており市街化された当地域での圧気工法の採用は難しいとの結論を得た。

3. おわりに

今回は地下水処理のための特殊工法選定を目的とした各種試験結果について簡単に述べたが、詳細については別の機会に報告したい。習志野台トンネルの特殊工法については学識経験者も含めた委員会において審議されており、現在地下水位低下工法（ディープウェル、ウェルポイント等）と薬液注入工法を基本にした検討を行っている。

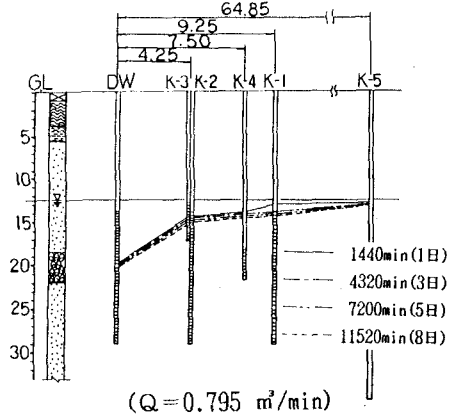


図-2 揚水時の水位低下量

地 点		原地盤	注入地盤 (Aゾーン)	注入地盤 (Bゾーン)	注入地盤 (Cゾーン)
試験項目	瞬結型	—	1	1	1
	浸透型	—	7	7	3
注入率	瞬結型	—	5 %	5 %	10 %
	浸透型	—	35 %	35 %	30 %
注入条件		地下水位上	地下水位上	地下水位下	地下水位下
粘着力	C (kg/cm ²)	—	1.80	2.34	1.71
	C' (kg/cm ²)	0.10	0.78	1.54	0.19
内 部	φ (度)	—	29.68	29.73	37.56
摩擦角	φ' (度)	32.70	35.70	32.02	41.91
透水係数 k15 (m/min)		1.19×10^{-3}	1.91×10^{-7}	2.16×10^{-7}	3.54×10^{-7}

表-1 注入試験結果

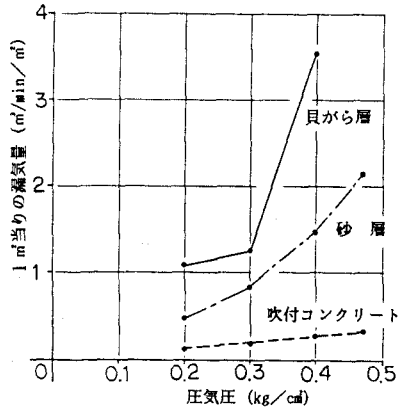


図-3 圧気圧と漏気量