

(Ⅲ-67) 東京礫層における揚水試験と水理定数について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○石川 文雄
正会員 新堀 敏彦
正会員 下大藁 浩

1. はじめに

地下水調査は、工事に伴って生ずる地下水に関する諸問題に対して、定量的な地下水流の予測を行い必要な定数を得るために重要であるが、今回東京礫層を対象に揚水試験を中心とした地下水調査を行い帯水層における水理定数を求めた。また、最近行われた関東周辺における地質調査の結果と比較し東京礫層における帯水層定数を求め、検討したので以下に述べる。

2. 地質概要

今回の試験の対象となる東京礫層は、武蔵野台地と下町低地の境界付近に位置しており、調査地西北部の台地寄りでは、台地を構成する洪積層（関東ローム、砂礫層東京層等）が直接露出し、低地部においても沖積層（表土、埋土）の発達はいわゆる弱い。地質は、 $\phi 5 \sim 50\text{mm}$ の円礫を主体としており、層厚6 m前後で存在している。また、N値は50以上を示す密に締まった均一地盤の砂礫層である。この下層に均質細砂層である江戸川層が続いている。（図-1参照）

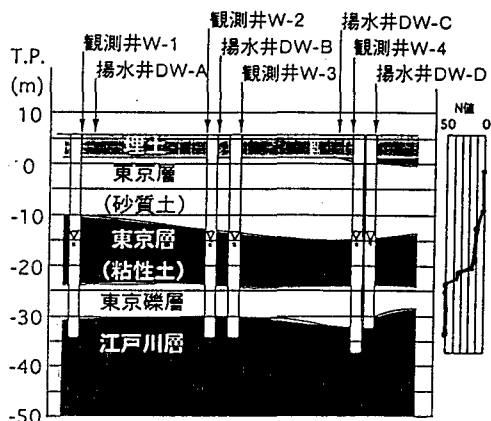


図-1 地質断面図

3. 試験方法

揚水試験は、予備揚水試験、段階揚水試験、連続揚水試験及び回復試験の4試験を行う。今回は、4本の井戸を用いて上記の試験を行い、その後多孔式揚水試験を3日間と30日間の連続で行い、長期的な水位降下の状況を把握した。なお、各試験に先立って地下水の常時変動の観測および現場透水試験を行った。透水試験はピエゾメーター法により、回復法および注入法による水位の低下・上昇量の変化により検討を行ったが、透水係数は図-2に示す $t \sim \log h$ 曲線において算定した。（表-1参照）以上の試験の結果より得られた各種データをもとに、東京礫層における帯水層の水理定数を求める。

4. 試験結果

予備揚水試験、段階揚水試験により井戸の性能および限界揚水量を確認し、連続揚水試験における解析条件を満足させた。

(1)予備揚水試験：各揚水井ごとに行った試験より、最大揚水量および仕上がり状況は4本のうち2本が揚水量が小さく、仕上がり不良と判断された。最大揚水量が少ない理由の一つとして、現場周辺における薬液注入による影響が考えられる。

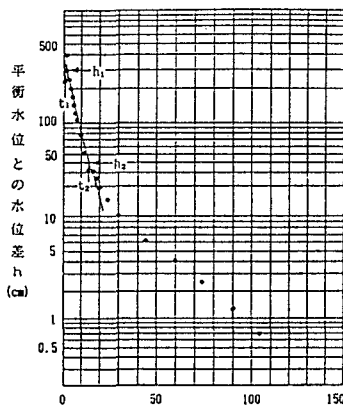


図-2 $t \sim \log h$ 曲線

表-1 現場透水試験結果

測定番号	透水区間 G.L. -m	地層名	地質名	透水係数 (cm/s)	
				注入法	回復法
W-1	29.50 ~ 30.00	東京礫層	砂 礫	2.05×10^{-4}	—
W-2	33.00 ~ 33.50			4.90×10^{-5}	—
W-4	29.40 ~ 29.90			1.74×10^{-4}	5.01×10^{-5}

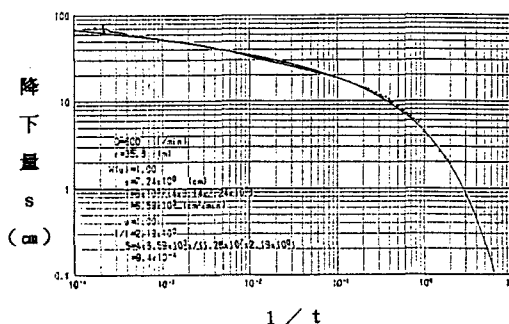


図-3 タイスの標準曲線法

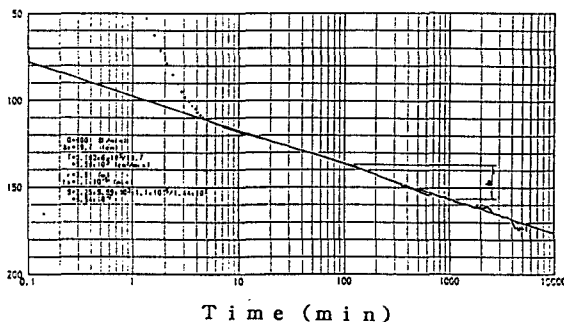


図-4 ヤコブの直線解析図

表-2 水理定数一覧表

	解析法	透水量係数 T (cm ² /min)	貯留係数 S	透水係数 k (cm/sec)
DW-A	タイス	5.65×10^3	3.10×10^{-3}	
	ヤコブ	5.13×10^3	3.03×10^{-3}	
	回復	4.73×10^3	—	
	チーム	2.61×10^3	—	
	平均	5.03×10^3	1.24×10^{-3}	1.32×10^{-1}
DW-B	タイス	3.50×10^3	1.27×10^{-2}	
	ヤコブ	2.68×10^3	6.42×10^{-3}	
	回復	1.48×10^3	—	
	チーム	9.17×10^2	—	
	平均	2.38×10^3	1.38×10^{-2}	6.25×10^{-2}
DW-C	タイス	7.65×10^2	5.23×10^{-3}	
	ヤコブ	7.29×10^2	1.16×10^{-4}	
	回復	4.22×10^2	—	
	チーム	1.88×10^2	—	
	平均	5.95×10^2	8.96×10^{-3}	1.56×10^{-1}
DW-D	タイス	5.03×10^2	4.65×10^{-4}	
	ヤコブ	5.59×10^2	3.96×10^{-4}	
	回復	2.74×10^2	—	
	チーム	—	—	
	平均	4.04×10^2	8.77×10^{-5}	1.06×10^{-1}
群井	タイス	4.82×10^2	1.40×10^{-3}	
	ヤコブ	4.79×10^2	1.02×10^{-3}	
	回復	4.97×10^2	—	
	チーム	2.15×10^2	—	
	平均	4.73×10^2	1.24×10^{-3}	1.24×10^{-1}
平均		4.23×10^2	7.31×10^{-4}	1.11×10^{-1}

表-3 粒度試験・透水試験より求めた透水係数

対象層	資料番号	粒度試験		現場透水試験
		20% 粒径 D_{20} (mm)	透水係数 (cm/s)	透水係数 (cm/s)
東	DW-A	0.700	1.60×10^{-1}	2.05×10^{-4}
京	DW-B	0.700	2.80×10^{-1}	1.74×10^{-4}
西	A現場	0.660	2.90×10^{-1}	1.61×10^{-4}
	B現場	0.750	1.92×10^{-1}	7.82×10^{-5}

(2)段階揚水試験：各揚水量の最終水位降下量を定め限界揚水量を求めたが、2本の揚水井では水位降下量の増分に変化が見られなかったため揚水ポンプ最大量を限界揚水量とした。

(3)連続揚水試験：帯水層の透水量係数、貯留係数、影響圏を求める目的で行った。試験は、時間の経過に伴う水位の降下量を測定し解析を行うが、今回はタイスの標準曲線法(図-3)およびヤコブの直線解析法(図-4)により検討した。図-3より時間の経過による水位降下が相互に分布し、よく対応しており今回求められた水理定数の信頼性は高いといえる。また、表-2により各解析により得られた値を比較するとタイス、ヤコブにおける非平衡式を用いた解析およびチームにおける平衡式を用いた解析結果ともほぼ近似しているが、若干平衡式における結果に誤差が生じていることがわかる。これは、観測井までの距離 r と水位降下量 s との相関から求める

平衡式において、今回の現場の制約をうけた井戸配置に起因しているものと思われる。以上の解析結果より東京礫層の透水量係数は 4.23×10^3 cm²/min、貯留係数は 7.31×10^{-4} となり一般的な値とほぼ同一の結果が得られた。

5. まとめ

今回揚水試験に先立ち揚水井のボーリング孔を利用した現場透水試験を行ったが、これにより得られた透水係数が揚水試験の解析結果に比べ著しく小さい結果となった。また、東京礫層のような均一性地盤に着目し粒径によるクレーガーの透水係数を東京都内で行った他の2現場における粒度試験結果と比較するとほぼ一致していることから、均一性地盤における水理定数は揚水試験結果と粒度試験結果により判定するのが望ましいと思われる。

【参考文献】

- 1) 石川他：揚水試験における群井効果について
- 2) 下大蘭他：東京礫層の帯水層定数の把握について

土木学会関東支部 1995
土木学会関東支部 1995