

Ⅲ-105 東京礫層における揚水試験について

J R 東日本 東京工事事務所 正員○新堀 敏彦
同 正員 金子 静夫
応用地質（株）土質技術部 西村 輝

1. はじめに

東京の地形は主として山手台地と下町低地により構成されているが、下部においては全域にわたって東京礫層と呼ばれる洪積砂礫層が見られ、重要構造物の支持層として用いられている。東京礫層は、戦後の経済成長時に大量の地下水汲み上げが行われ地下水はこの層の下まで低下したが、その後の地下水汲み上げ規制の結果、現在では水位が回復して帯水層となっている。今回、3日間連続揚水と1ヵ月連続揚水により揚水試験を行い、東京礫層の水理定数を求めたので以下に報告する。

2. 地質概要（図-1）

調査位置は武蔵野台地と下町低地の境界付近に位置し、地表より東京層の砂質土、粘性土の互層が約25m堆積している。その下部に東京礫層、江戸川砂層が続いている。

今回揚水試験の対象となる東京礫層は、N値50以上で $\phi 5 \sim 50\text{mm}$ の円礫を主体としている。

3. 試験概要

今回の試験では、揚水を始める前に常時水位観測を行って通常の水位変化を把握して、予備揚水試験、段階揚水試験、連続揚水試験および回復試験を行った。

(1)予備揚水試験：揚水井の最大揚水量と仕上がり状態を確認する。

(2)段階揚水試験：段階的に揚水量を変化させながら揚水を行い、限界揚水量を求める。

(3)連続揚水試験：揚水井において、限界揚水量の8割程度で連続的に揚水を行い、各井戸における時間の経過（3日間・1ヵ月）に伴う水位降下量を測定する。

(4)回復試験：連続揚水試験終了後、時間の経過に伴う水位回復量を測定する。

なお、連続揚水試験において長期間揚水を行うため、揚水井内の水位降下量が著しい場合は、揚水量を減らすことにより井戸涸れがないように対応した。

4. 試験結果

それぞれの試験結果を以下に示す。

(1)予備揚水試験：表-1に示す通り、3本の揚水井の内1本の最大揚水量が小さく、仕上がりが不良と判断されたが、ポンプ自体は試験を行う上で支障はなかった。

(2)段階揚水試験：揚水量の増加とともに水位降下量も変化するが、図-2のようにある揚水量を境にして水位降下量の増分が変化する。これが限界揚水量であり、各揚

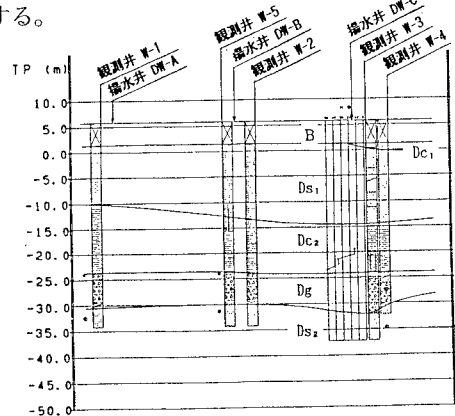


図-1 地質断面図

表-1 予備・段階揚水試験結果

揚水井	予備揚水試験		段階揚水試験
	最大揚水量 (ℓ/min)	仕上り 状況	限界揚水量 (ℓ/min)
DW-A	800	良	750
DW-B	400	不良	300
DW-C	700	良	650

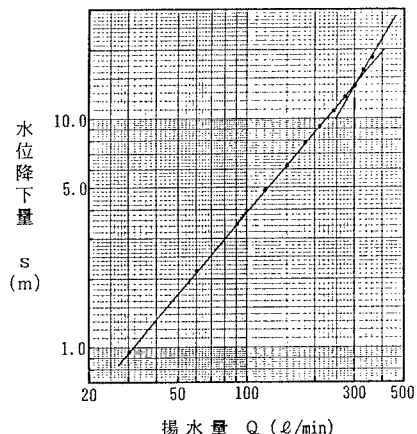


図-2 段階揚水試験結果

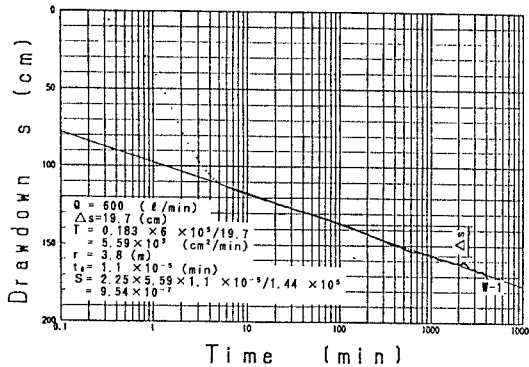


図-3 ヤコブの直線解析図（3日間）

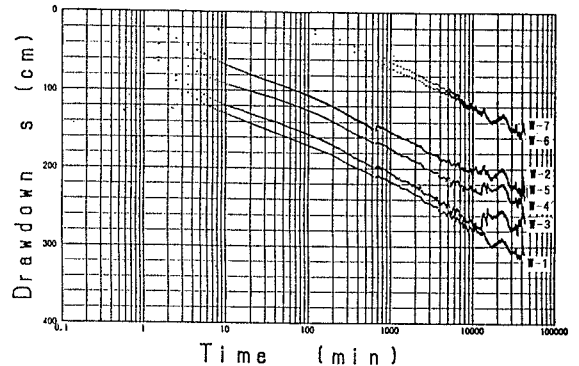


図-4 ヤコブの直線解析図（1ヵ月間）

水井における限界揚水量は表-1に示すとおりである。

(3)連続・回復揚水試験：今回の試験では、タイスの標準曲線法とヤコブの直線法により解析を行ったが、今回はヤコブの直線法において3日間(4,000分)と1ヵ月間(40,000分)の比較について検討する。

①3日間連続揚水において揚水井本体の水位降下量は、平均5mであり周囲の観測井についてみると多少離れに関係するが2～3mの水位降下量が見られた。また、回復時間についても、1日あれば揚水前の水位に復水している。

②1ヵ月間連続揚水において揚水井本体の水位降下量は、平均15mであり周囲の観測井については5～6mの水位降下量が見られた。また、回復時間についても元の水位の8割まで復水するのに3日程度の時間がかかった。

5. 考 察

ヤコブの直線解析法で解析を行った結果が図-3、4である。両者とも水位低下量は30cm以上となり、解析を行う上での条件は満足している。グラフを見ると両者共ほぼ直線で変化しているのがわかる。1ヵ月間揚水試験の方が、グラフにバラつきが見られる。これは、揚水井の井戸効率により揚水量を変化させたためである。図-4には各観測井の解析結果をまとめたが、揚水井からの離れにより水位降下量に差が生じている。しかし、それぞれの水位降下量の勾配が等しいことより、それぞれの井戸において求めた水理定数の信頼性は高いと言える。

今回の揚水試験の結果、東京礫層の透水量係数は $4.23 \times 10^3 \text{ cm}^2/\text{min}$ 、貯留係数は 7.31×10^{-4} となった。透水量係数は過去のデータと同一オーダーであり、およそ $10^3 \text{ cm}^2/\text{min}$ であることが確認できた。しかし、貯留係数は被圧帯水の場合 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ といわれているが今回はやや小さい値となった。これは東京礫層が過去に水位低下のため、不圧状態となり復水して再度、被圧状態になったためだと思われる。

今回の揚水試験の結果、東京礫層の透水量係数は $4.23 \times 10^3 \text{ cm}^2/\text{min}$ 、貯留係数は 7.31×10^{-4} となった。透水量係数は過去のデータと同一オーダーであり、およそ $10^3 \text{ cm}^2/\text{min}$ であることが確認できた。しかし、貯留係数は被圧帯水の場合 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ といわれているが今回はやや小さい値となった。これは東京礫層が過去に水位低下のため、不圧状態となり復水して再度、被圧状態になったためだと思われる。

6. まとめ

今回長期揚水試験を実施したが、ヤコブの直線解析法においては通常の3日程度の揚水とほぼ同等の値となった。これは片対数の対数軸に時間を取るためであり、4000分と40000分の時間経過はあまり影響が見られなかった。これらの試験結果が今後の揚水試験の参考になれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 石川ら：揚水試験における群井効果について 土木学会関東支部 1995
- 2) 下大蘭ら：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

表-2 水理定数一覧表

揚水井	透水量係数 T (cm^2/min)	透水係数 K (cm/sec)	貯留係数 S
DW-A	$5.03 \text{ E} + 03$	$1.32 \text{ E} - 01$	$1.55 \text{ E} - 03$
DW-B	$2.38 \text{ E} + 03$	$6.25 \text{ E} - 02$	$1.38 \text{ E} - 02$
DW-C	$5.95 \text{ E} + 03$	$1.56 \text{ E} - 01$	$8.96 \text{ E} - 05$
群井	$4.73 \text{ E} + 03$	$1.24 \text{ E} - 01$	$1.24 \text{ E} - 03$
平均	$4.23 \text{ E} + 03$	$1.11 \text{ E} - 01$	$7.31 \text{ E} - 04$

※透水係数は帯水層厚を6.35mと仮定して計算