

# 砂川市東洋高圧工場附近の地下水

山口久之助, 内田 豊

## 1 は し が き

本文は、東洋高圧工業KK砂川工業所の依頼によつて実施した工場用水源調査の結果をとりまとめたものである。調査方法は、4電極中心法による地表探査と、作井孔の電気検層および揚水試験によつた。地表調査の期間は昭和33年5月10日から5日間で、その他は後日行つた。

## 2 水理地質概況

従来、ここの工場用水は、最寄りの石狩川から約 $2\text{ m}^3/\text{sec}$ を導水してまかなわれ、飲料・雑用水は沢水を水源とする私設水道によつている。

工場敷地内には井戸は設けられていないが、構外には工場創設当時、第1図の1の位置に孔径8吋、深さ9.0mの深井戸1眼と、この深井戸の近傍に深さ約24mのコンクリート枠井戸が設けられている。現在深井戸は使用されていないが、浅井戸は上水道水源として使用されている。この浅井戸は年と共に水位が低下し、水質も悪化しているといわれる。水位低下は揚水量の増加によるものか、地下水供給地帯の地表状態の変化によるものか詳かでない。井戸の位置からいえば、水質良好な地下水は段丘層（洪積統）中に賦存している。おそらくこの段丘層の地下水が年々乏しくなり、加えて所要水量を確保するために招いた動水位の低下によつて、沖積層の地下水が侵入し、水質を悪化させたものと推定される。

工場周辺の地質について今までに判明しているのは、さきの1号井の資料、昭和27年夏、本所が石炭調査の目的で実施した砂川町東部一帯の電気探査結果と、これに引続き行つた2本のボーリング資料<sup>1)</sup>、および昭和28年秋、地質調査所が埋炭調査の目的で行つた豊沼一於札内間、奈井江一浦白間の地震探査結果などである。これらの資料を総合して、工場敷地内の地質構造の概要を判断すると次のごとくである。

**沖積統** 石狩川河床堆積物の砂礫層と、氾濫原堆積物としての砂泥および低位泥炭層などであつて、これらが不規則に交錯しているものと推定される。沖積層の厚さは数mないし20数mまでであろう。砂礫層は帯水層をなしているが、泥炭水に汚染されて水質は芳しくないようである。

**洪積統** 工場東部の高台は洪積統で構成されている。この地層は工場敷地下にも潜在していると考えられる。その上限はもちろん沖積統の直下であるが、下限は地表下数10mであろう。この層中に帯水層がどのように挟まれているかを判断することが本調査の主目的である。

**基盤層** この地方において、水理地質的に不透過性の基盤と見做せる地層は第三系滝川層である。さきの洪積統の下限は基盤面である。この地方では、滝川層はかなり膠結した青灰色の砂岩および砂質泥岩であり、処によつて貝化石を含む。滝川層中に有力な帯水層の挟まれる可能性は乏しい。

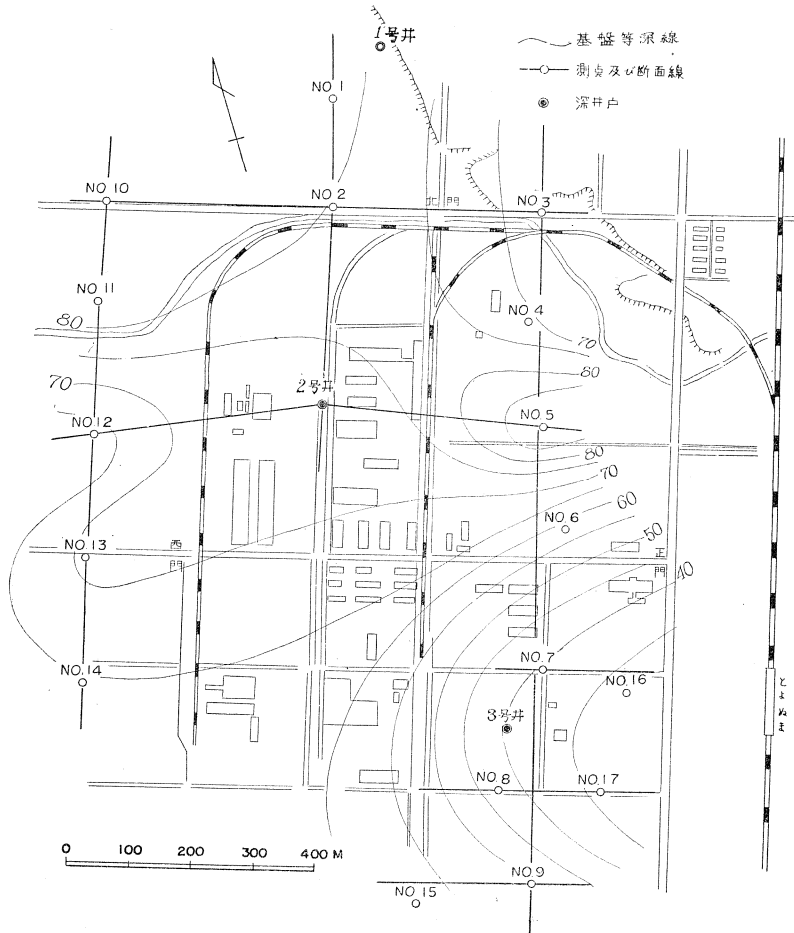
## 3 地 質 構 造

第1図の測点毎で層別の比抵抗と界面深度を求め、これを地質的な見方で継いでプロックダイアグラムとしたのが第2図である。工場敷地内には埋設管が多いため、測点の選定には制約をうけて測点間隔が疎すぎたり、あるいは管路の影響などによつて、探査精度の低下は免れなかつた。しかしこの種の誤差は評価できないので、一応第2図について述べる。

沖積統は、地表下1～2mの表層を除いて、砂泥および砂礫で構成されている。北部方面では砂礫層が卓越

1) 未発表

2) 嵯川 親治；北海道奈井江地区地震探査報告，地質調査月報，vol. 6，No. 2，1955



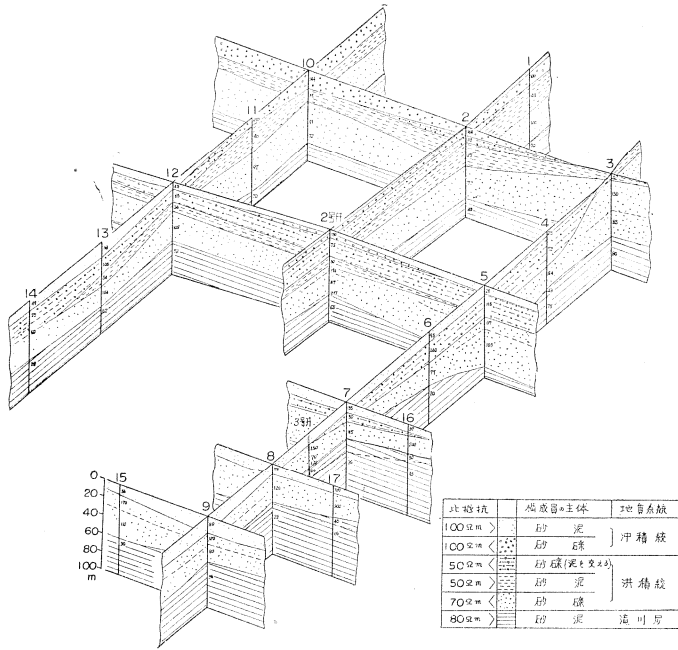
第1図 地下構造探查図

し、南部では砂泥層が卓越している。100オームm以上の砂礫と50オームm以上の泥交り砂礫とを分けて沖積統と洪積統としたことについては疑点もあるが、井戸資料によれば50オームm以上の泥交り砂礫層はかなり膠結しているので、時代の相違は認められる。沖積統の地下水を用水源とする場合には、工場北西隅方面が適地となろう。

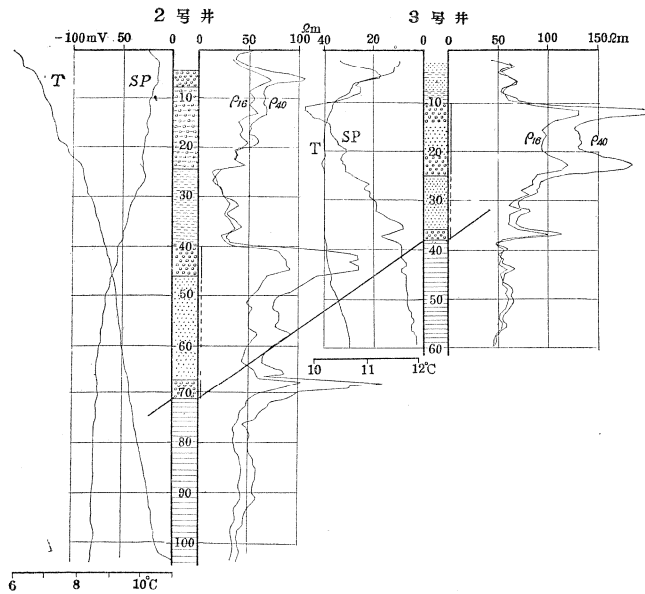
洪積統は難透水性の泥交り砂礫および砂泥と透水性の砂礫で構成されている。洪積統の下限は地表下35~85mであつて、この下は澗川層と判断される。第1図における曲線は基盤面(澗川層表面)までの等深線である。この深さは作井の限度でもある。基盤の高背部は敷地の南東隅方面にあり、低凹部は敷地の中央東寄りにみられる。敷地の西半部一帯では、起伏が少なく、地表下65~80mである。砂川市街地東南部方面においても、基盤面の起伏と地表からの深さには大差は認められない。全般的な傾向としては、基盤面は東高西低となつていようである。

2号井および3号井の電気検層図を第3図に示す。ブロックダイアグラムには、2号井における比抵抗解析値を代入している。

ブロックダイアグラムと検層図とを対照してみると、洪積統の下部に発達している70オームm以上の地層は砂層もしくは砂礫層ではあるが、均質な一枚の地層ではないことがわかる。両検層図で深度30mのズレを調整すると、帯水層の位置が対応しているようである。しかし30mの落差は1/20の勾配に相当しているので、はたしてこのような構造が敷地全域に及んでいるかどうかは疑問である。このようなデリケートな問題は地表探査では解明できない。



第2図 地下構造断面図



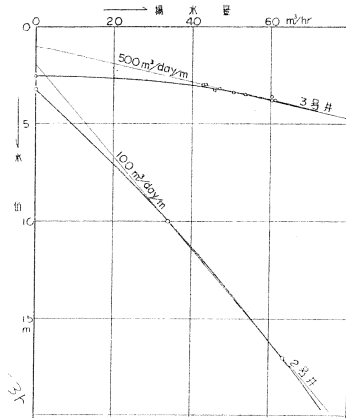
第3図 電気検層図

#### 4 帯水層の水理

利用可能な地下水の賦存量は、帯水層の規模や透水性の大小ばかりでなく供給源の貧富にも関係する。しかしここでは、供給源の機構にふれるだけの資料がないので、専ら新設の2井についてその水理を論議する。なお、第4図の揚水試験成績は作井者八千代地下工業KKの提供による。

水準測量によると、地盤高は2号井よりも3号井の方が30cm高く、見掛の静水位も3号井の方が5cm高いので、都合35cm高い。すなわち3号井は2号井の上流側に位置している。このことは、さきにも述べた帯水層

の勾配方向と関連している可能性がある。そして工場敷地下における深層地下水の供給域が工場の東南方向にあることが推定される。この点は常識的にみるところの自由面地下水（ここでは沖積統中の地下水）の流動方向と全く無関係であることを意味している。



第4図 水位対揚水量特性

ところで第4図において、見掛の静水位を湧出量零の点とすると、動水位と揚水量の関係曲線は直線特性を示していない。理論上では、揚水量は動水位降下の関数であつて、

$$Q = f(H - h)^n$$

で与えられ、被圧地下水では  $n = 1$  である。しかるに2号井3号井共、特性は  $n < 1$  を示している。井戸が完全に仕上つていて、しかも過剰揚水をしていない限りにおいては、 $n < 1$  という現象はストレナーの一部が水面上にさらされなければ生じない。したがつて、両井の特性曲線は、洪積統中の被圧地下水が管外部の充填材中を上昇して沖積層中へ流亡していることを暗示している。すなわち実測された両井の静水位は、むしろ自由面地下水のそれに近い。よつて、この場合には特性を直線で結んで被圧地下水の圧力面の高さを定めるのはかはない。作図によれば、圧力面（静水面）は2号井で地下2m、3号井で1mとなる。

ともかく、特性直線からみても、両井の性能に格段の開きのあることは明らかである。いま被圧地下水の井戸水理に関する Thiem の式

$$Q = \frac{2\pi mP(H - h)}{\ln \frac{R}{r}}$$

において、両井の水位降下  $(H_2 - h_2)$  と  $(H_3 - h_3)$  に対する揚水量をそれぞれ  $Q_2$ 、 $Q_3$ 、帯水層の厚さをそれぞれ  $m_2$ 、 $m_3$ 、平均透係数を  $P_2$ 、 $P_3$ 、とし、両井が同一の水位降下においてそれぞれの影響半径  $R$  が等しいとすると、

$$Q_2/Q_3 = m_2 P_2/m_3 P_3$$

となる。たとえば、水位降下が2mでは、 $Q_2 = 8.5\text{m}^3/\text{hr}$ 、 $Q_3 = 42\text{m}^3/\text{hr}$  であるから、 $m_2 P_2/m_3 P_3 = 1/5$  である。 $m$  と  $P$  の積は井戸の透流量係数であるから、両井の井戸効率の比が1対5になる。井径が同一の場合、個々の井戸効率は単位水位降下当りの揚水量であらわされる。2号井では約  $100\text{m}^3/\text{day}/\text{m}$ 、3号井では約  $500\text{m}^3/\text{day}/\text{m}$  である。このような効率の相違は帯水層の層厚と透係数とに原因すると考えられる。

さて、 $m_2 P_2/m_3 P_3 = 1/5$  であるから、検層図で比抵抗解析値が100オーム以上地層を主帯水層と見做すと、 $m_2$  と  $m_3$  はそれぞれ10mと20mである。これを上式に入れると、 $P_2/P_3 = 0.4$  となる。 $m_2$  と  $m_3$  とに該当位置の地層比抵抗には両井共大差は認められない。いずれも平均値が180~200オームであるから便宜上同等と見做して取扱ふこととする。

地下水中の溶存電解質がほぼ一樣であれば近似的には帯水層の比抵抗は透係数  $P$  の立方根に逆比例し、地層構成粒子の有効径の平方根に比例する。したがつて比抵抗は同一であつても、粒径によつて透係数が変わる。双方井戸では帯水層の比抵抗はほぼ等しいので、有効粒径をそれぞれ  $d_2$ 、 $d_3$  とすると、

$$\sqrt{d_2} / \sqrt[3]{P_2} = \sqrt{d_3} / \sqrt[3]{P_3}$$

$$\therefore (P_2/P_3)^{1/3} = (d_2/d_3)^{1/2}$$

となる。 $P_2/P_3 = 0.4$  であるから、この値を上式に入れて有効粒径の比を求めると約 1:2 となる。すなわち主帯水層は、2号井よりも3号井の方が粗粒層であると推定される。これが両井の井戸効率の相違を支配している基本要素ともいえよう。

## 5 む す び

工場敷地内において有勢な帯水層は地表下10~90m間の洪積統中に挟み込まれ、その累計層厚は10~20mと判定される。洪積統の下限は最深 100 m 以内であるから、それ以上掘削しても無駄である。

地下水の賦存量は揚水量と自然の涵養量との収支のバランス状態において自から定まるので、現状では適確に把握できない。揚水量が 100m<sup>3</sup>/hr 程度であれば、前途の憂はないと推定される。水温は2号井の方が少々低目であろう。

この後、3号井は新設工場のキャリアー用水源として、100mm水中モーターポンプにより80m<sup>3</sup>/hr を給水している。2号井はコンデンサー冷却用として夏季だけ使用されるという。