

Ⅲ-A291

段階揚水試験から得られるS-Q関係に関する考察

大林組技術研究所 正会員 栗原 正美
 同 上 正会員 深見 秀樹
 同 上 正会員 上野 孝之

1. はじめに

揚水井戸の井戸能力(限界揚水量)の確認と適正揚水量を決定する目的で、事前に段階揚水試験を実施することは一般的である。この試験から得られる井戸内水位低下量Sと揚水量Qの関係が、両対数グラフ上で直線関係を示すことは経験的に知られている。

この報告では、過去に実施した段階揚水試験における水位低下量と揚水量の関係からS-Q関係を整理し、そこから得られる井戸特性について検討した結果について述べる。

2. 段階揚水試験から得られる井戸特性

段階揚水試験での揚水量Qと井戸内水位低下量Sの両対数値が、限界揚水量 q_{cr} の前後で図-1のように直線関係を示すことから、

$$Q = a \times S^n \quad \text{----- (1)}$$

a: 単位水位低下量(S=1)に対する比湧出量

の式が得られる¹⁾。ここで、式中のnは直線の勾配を表しているが、その物理的な意味は明らかでない。また、(1)式中のa、nを用いた井戸効率の算定方法が、段階揚水試験の経験則を用いている意味で、経験式として次式のように提案されている²⁾。

$$E_w = \frac{Q/S}{a/n} \quad \text{----- (2)}$$

Q/S: 任意の揚水量に対する比湧出量

上記のa、nは揚水試験から得られる値であるから、その井戸の特性を示すと考えられ、a、nおよび効率 E_w について比較検討する。

3. 既往データの検討結果

過去の段階揚水試験データを整理し、各井戸のS-Q関係から得られたa、nの分布を図-2に示す。図中の同一記号は、同じ現場から複数の井戸データが得られていることを示す。いずれのケースも限界揚水量以下のデータを用いて近似計算を行った。同じ現場に設置した複数の井戸から得られたa、nがほぼ同じ値を示していることから、a、nは地盤条件や井戸性能を反映した固有の値であることが確認できる。直線勾配を示すnは、0.5~1(平均0.84)の間にほとんど分布している。理想的な被圧井戸では、水位低下量と揚水量は比例し、

$$Q = a' \times S \quad \text{----- (3)} \quad a': \text{理想的な井戸での単位水位低下量}(S=1) \text{に対する比湧出量}$$

で表される。幾何学的関係から両対数グラフ上では図-1に示すように45°の勾配を持った直線となり、(1)

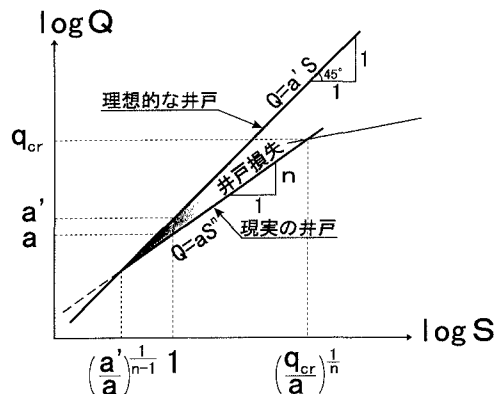


図-1 log S-log Q関係

段階揚水試験、井戸効率、井戸損失

〒204-0011 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL 0424-95-0939 FAX 0424-95-0909

式で $n = 1$ とした場合に相当する。図中の(1)、(3)式で囲まれた部分が井戸損失を表す。(2)式から得られる井戸効率の一例を図-3に示す。 n が大きいと効率が大きくなっていることから、 n には井戸効率的な意味が含まれ、 n が大きいと損失が少ない良好な井戸であり、逆に小さいと損失が大きく、効率が悪い井戸であることが推定できると思われる。この関係は(2)式からも容易に予測できる。なお、経験式では図-1に示すように水位低下量が小さな範囲($S \leq (a' / a)^{1/(n-1)}$ 、データからは、0.3m程度)で、(1)、(3)式の大小が逆転して効率が100%を越える場合がある。ここでは、この範囲の水位低下量に対しては便宜的に効率100%とした。また、図中には従来から $S-Q$ 関係として提案されているJacob式を用いた井戸効率の計算結果を併せて示す。

$$\text{Jacob式: } S = b \times Q + c \times Q^2 \quad \text{----- (4)}$$

b, c : 係数

経験式とJacob式の結果は比較的一致しており、揚水試験結果から容易に井戸効率を求められる経験式は実用的な方法であると考えられる。単位比湧出量を表す a と地盤の透水係数の関係を図-4に示す。 a は湧出量を規定している値であるから、透水係数が大きくなるに伴い a も大きくなっており、例えば、砂礫地盤($k = 1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$)の a は0.1~0.7を示している。

以上より、地盤の透水係数が既知であれば、図-4から a を推定し、 n は図-2の0.5~1の中から適当な値を選択することで井戸の $S-Q$ 関係を、

$$Q = a \times S^{(0.5 \sim 1)} \quad \text{----- (5)}$$

として、ある程度推定できる。さらに、(2)式から井戸効率を算定することで、井戸損失を簡易に考慮したより現実的な井戸設計ができると考えられる⁹⁾。

4. まとめ

段階揚水試験データを用いて井戸特性を検討した結果、 $S-Q$ 関係には地盤の透水性や井戸の品質の良否を示唆する固有の特性があることが確認できた。しかし、井戸の特性には、井戸径、ストレーナの長さや開口率、帯水層厚、施工方法等も影響していると考えられるため、今後は、これらの要因について検討を加えていくと共に、試験データをさらに増やしてデータベースの構築を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 伊藤, 他: 揚水現場における井戸効率の算定方法に関する再検討, 地下水技術, 第37巻第1号, 1995
- 2) 深見, 他: 群井戸能力の評価方法に関する考察, 土木学会第53回年次学術講演会(投稿中)

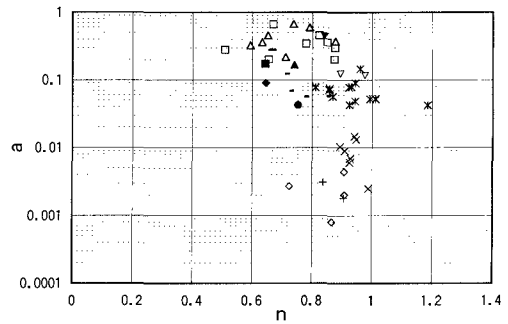


図-2 a 、 n の分布

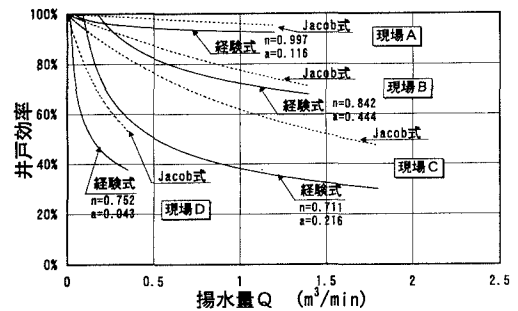


図-3 井戸効率

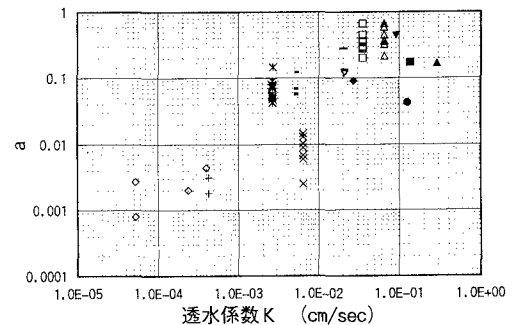


図-4 透水係数と a の関係