

III-562 山留め内での井戸干渉に関する研究

岡山大学 正会員 西垣 誠
大成建設㈱ 正会員○下村雅則

1. はじめに

土木工事における地下水対策は、工事を安全かつ経済的に遂行するための重要なポイントである。とくに今日では、大都市やその周辺地域において急速な開発が進められており、それにともない構造物の大型化や地下空間の利用の必要性が増している。一般的に地下水位を低下させる際には単一の井戸で揚水を行なうのではなく、複数の井戸を設けて揚水を行なうことが多い。そのため群井による井戸干渉の検討が必要となってくる。群井による井戸干渉については、過去に多くの研究者がその理論式を提示しているが、根切り工事において掘削地内に井戸を設けた場合の山留めの根入れによる鉛直流の影響に関しては考慮されていない。そこで、本研究では効率のよい排水設計を行なうための一環として、数値解析手法による山留め内での群井の井戸干渉についての検討を行なう。

2. 山留めが無い場合の井戸干渉

図-1に示すような井戸配置のモデルにおいて、 n 本の井戸を設けて揚水を行なった場合の各井戸の水位低下量(s)と揚水量(q_n)の関係式がLeonardsによって示されている¹⁾。

$$q_n = \frac{2\pi Ts}{\ln(R^n/nr_w A^{n-1})} \quad (1)$$

また、井戸干渉率を単一の井戸での揚水量(q_1)との比とした場合には、井戸干渉率(q_n/q_1)は次のように表わされる。

$$\frac{q_n}{q_1} = \frac{\ln(R/r_w)}{\ln(R^n/nr_w A^{n-1})} \quad (2)$$

ここで、 T :透水量係数、 R :影響圏半径、 r_w :井戸半径、 A :井戸配置の中心から井戸までの距離である。

この理論式は、完全貫入井および山留めの貫入が無い場合において適用できるものである。しかし、実際には不完全貫入井であることが多く、しかも山留めの貫入による鉛直流の影響について考慮されていない等の問題点がある。

3. 山留めがある場合の井戸干渉

井戸干渉の理論式で問題となっている不完全貫入井、山留めの貫入による影響について検討するために、図-2に示す三次元モデルを考えた。また、掘削地内の井戸配置は図-3に示すものを用いた。ここで、 d_1 は山留めの貫入長、 L は井戸の貫入長、 H は帯水層厚である。

数値解析の結果より、各山留めの貫入率に関する井戸干渉率について図-4に整理した。この図より井戸干渉率(q_n/q_1)は山留めの貫入率(d_1/H)に関係なく等しく、また井戸の貫入率(L/H)が0.4以上の場合にはその影響は小さいことがわかる。そして、式(2)で示した理論式の値とほとんど一致している。

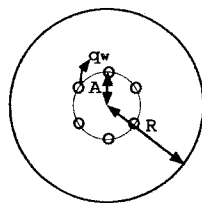


図-1 円形配置(円形涵養)の場合

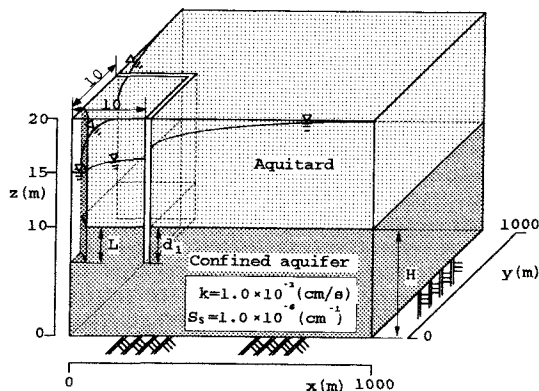


図-2 山留め内の井戸干渉の解析モデル

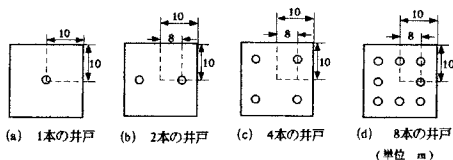


図-3 掘削地内の井戸配置

このような結果になることについて考察するために、図-5(a)～(b)に単一の井戸の場合の流速ベクトルおよび前水頭コンターを示した。この図からわかるように、山留めの貫入による鉛直流は山留めのごく近傍について生じるもので、井戸近傍では水平方向に浸透している。したがって、掘削地全体には鉛直流の影響は少ないことがわかる。また、井戸干渉率が山留めの無い場合とある場合でほとんど差が無いのは、井戸干渉率を考える際に一本の井戸での揚水量との比をとることで、鉛直流の影響が相殺されるためではないかと考えられる。

また、山留めがある状態での一本の井戸の揚水量(q_1)は数値解析の結果から、図-6を用いて算定できることがわかっている。ここで、 q_0 は山留めが無い場合の揚水量である。したがって、図-4、図-6より山留め内での井戸干渉を求めることが可能である。

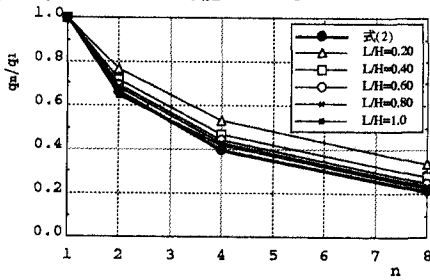


図-4(a) 井戸の貫入率に関する井戸干渉率($d_1/H=0.5$)

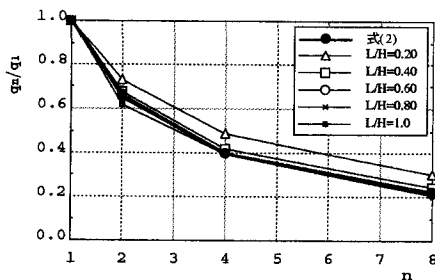


図-4(b) 井戸の貫入率に関する井戸干渉率($d_1/H=0.9$)

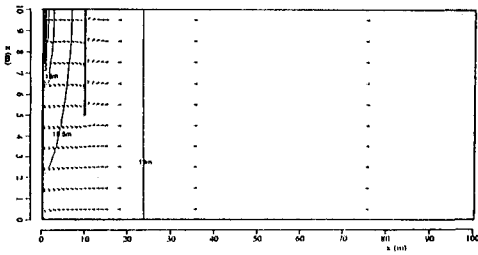


図-5(a) 山留めがある場合の浸透
($d_1/H=0.5$, $L/H=0.2$, $y=0$ 断面)

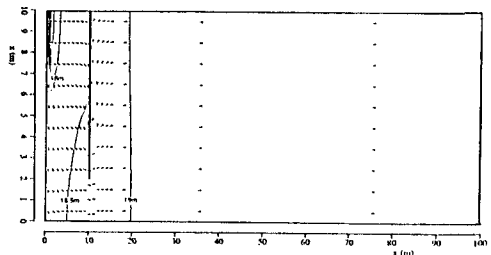


図-5(b) 山留めがある場合の浸透
($d_1/H=0.8$, $L/H=0.2$, $y=0$ 断面)

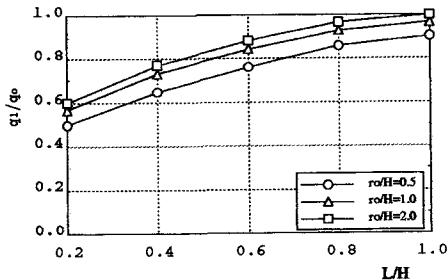


図-6 定常状態の井戸一本当たりの揚水量の算定グラフ

4. 結論

掘削地内に複数の井戸を設けて揚水を行なう場合、その井戸干渉率は山留めの貫入がある場合でも式(2)の理論式を用いて求めることができる。そして、そのためには単一の井戸での揚水量が明確にされている必要がある。

5. おわりに

本研究では、三次元浸透解析手法を用いて掘削地内での群井の井戸干渉についての検討を行なった。今後、非定常状態での井戸干渉、井戸配置による井戸干渉についての検討が必要である。

<参考文献>

- 1) Leonards, G. A.: Foundation Engineering, McGRAW-HILL, pp. 297-306, 1962.