

根切り工事の排水設計における影響圏半径の評価

岡山大学 正会員 西垣 誠
 大成建設(株) 正会員 下村 雅則
 岡山大学 学生会員 ○長谷川琢磨

1 はじめに

影響圏半径は、浸透解析を行なう上で重要な要素であり、近年急激に問題化してきている環境問題について考える上でも重要である。しかし、現在までの研究では、影響圏半径の算定方法として提案されている方法には、理論的な裏付けがないか、理論式の変形の域を出ないのが現状であると言える。このため、実際問題として根切り工事の際の影響圏半径算定を行なう際に理論式の適用が妥当であるかと言うことが問題となる。よって、本研究では根切り工事を行なう際に、山留めの影響を考慮した条件で影響圏半径の算定を数値解析を用いて行ない従来までの方法の妥当性の検討を行なう。また、理論式の適用に問題があると考えられるのは鉛直流の影響であると考えられるため、矢板背面での鉛直流の評価を行ない、山留めを考慮した場合の影響圏半径の評価方法の提案を行なう。

2 従来の影響圏半径算定方法

(1) 定常解析による影響圏半径

影響圏半径の定常解析方法として、Kusakin、Siechartの提案した方法がある¹⁾。これを式(1)、式(2)に示す。これらの方法は、流出流量を考える上での影響圏半径という要素が強く、これらを用いて影響圏半径の算定を行なった場合、非常に小さく見積られることがある。なぜなら、定常解析で流出流量を求める場合、影響圏半径が小さい方が排水設計を行なう上でも安全側の値を求めることが出来るためである。このため、これらの方法で求めた影響圏半径の値からでは、周辺環境に与える影響は考慮しにくい。したがって、影響圏半径を求めるには、理論的な非定常解析を用いて算定を行なうべきであると考えられる。

Kusakinの方法

$$R = 575s/\sqrt{Dk} \quad (1)$$

Siechartの方法

$$R = 3000s/\sqrt{k} \quad (2)$$

ここで、R:影響圏半径(m), s:水位低下量(m), D:帯水層厚(m), k:透水係数(m/s)である。

(2) 非定常解析

非定常解析には定流量揚水と定圧揚水とがあるが根切りに対して適用を行なう際の影響圏半径の算定方法としては、定圧揚水が良いと考えられる。なぜなら実際の根切り工事の際に必要な掘削地における目的とする水位低下量を考慮できる点と、掘削半径が考慮できる点など、定流量揚水に比べ実際の根切りに近い状態での影響圏半径の算定が行なえるからである。よって、本研究で影響圏半径の解析を理論式で行なう場合は式(3)に示される定圧揚水の式²⁾の近似形を用いて解析を行う(近似条件 $\tau > 500$ の場合)。しかし、 $W(u) \rightarrow \ln(0.562/u)$ と近似するJacobの近似は、影響圏半径を算定する場合、この近似条件($u < 0.01$)を満足しないため用いてはならないことがわかる。

$$s^* = s/s_0 = \frac{W(u)}{\ln(2.25\tau)} \quad (3) \quad \tau = \frac{k \cdot t}{Ss \cdot r_0^2} \quad (4) \quad u = \frac{Ss \cdot R^2}{4k \cdot t} \quad (5)$$

ここで、 $W(u)$:井戸関数, k :透水係数(m/s), Ss :貯留係数(1/m), t :時間(s), r_0 :井戸半径(m), s_0 :井戸内水位低下量(m), R :影響圏半径(m)である。この理論式によって求められた値を基準として、山留めを考慮した条件で数値解析より求められる値と比較して、山留めの影響圏半径に与える影響を評価した。

3 数値解析による影響圏半径の検討

従来の井戸理論式は、放射流の理論であるが、実際の根切り工事では、理論式のような簡単な境界条件になることは非常にまれである。すなわち山留めの根入れ深さ、あるいは不完全掘削の影響を受けるために、

浸透流の流れ、流出流量等に変化が生じることは明かである。特にここでは、山留めを考慮した条件での影響圏半径がどのような影響を受けるかについて数値解析を行った。

(1) 山留めを考慮した場合の影響圏半径

解析モデルは図-1に示す通りであり、解析領域は10kmとして解析を行った。ここでは、水位低下量1cmと10cmの場合を影響圏半径とし、揚水開始から6ヶ月後の値を求めた。掘削条件は $d_2/d_1=1/2$ の条件について根入れ深さを変化させ解析を行った。図-2は、横軸に根入れ深さの帯水層厚に対する割合(d_1/H)、縦軸に理論解(R_0)に対する解析から求めた影響圏半径(R)の割合(R/R_0)をとり、解析結果を根入れの影響圏半径に与える影響について評価した。この結果から、水位低下1cmの場合は、根入れによって影響圏半径は10%程度変化し、10cmの場合には根入れによって20%程度の変化があることがわかる。水位低下量が小さい場合については、理論式と数値解析には根入れ深さに関わらずほとんど差はないが、水位低下量の大きい場合には、根入れによる影響を強く受け影響圏半径の大きさに影響を及ぼしているという傾向が見られる。これは、山留めがある場合、鉛直流が起こるために矢板背面で水位が上昇するためであると考えられる。よって影響圏半径を正確に求めるためには、鉛直浸透流の影響を考慮しなければならないことになる。

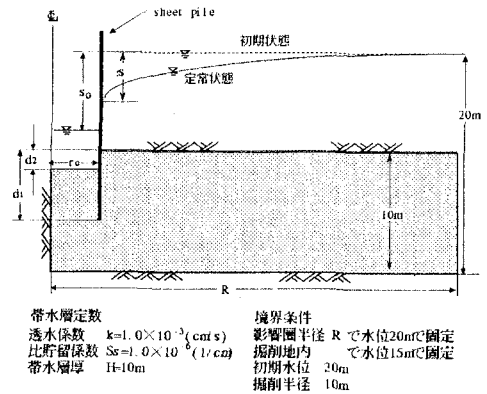


図-1 解析モデル

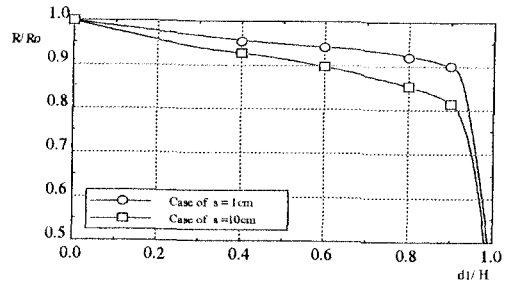


図-2 根入れ深さと影響圏半径の関係

(2) 鉛直浸透流の評価

影響圏半径を算定する上で、山留めの存在を考慮出来る方法が必要であると考えられる。そのためには根切り状態による鉛直流の評価が必要である。これを行なうために図-2の境界条件で影響圏半径(R)を1000mとして、根入れ深さ、掘削深さを变化させそれぞれの場合について、井戸内水位低下量(s_0)に対する矢板背面の水位(s')の上昇量を求めた。これを図-3に示す。

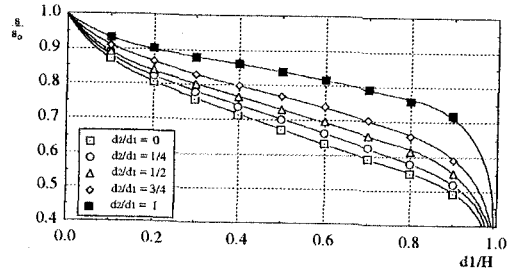


図-3 矢板背面水位低下量

4. 影響圏半径の算定方法

理論式の適用に問題があると考えられる場合についての影響圏半径の算定方法について提案を行なう。この方法は、根切り状態によって変化する矢板背面水位低下量(s')を集水によって失った損失水頭と考えると、この $\Delta s'$ は式(3)の井戸内水位低下量(s)に対応するものであるということがいえる。よって根切り状態を考慮して影響圏半径を算定したい場合は、図-3から矢板背面水位低下量(s')を求めこれを井戸内水位低下量として式(3)に代入して R を求めれば、影響圏半径の値が十分な精度で解析できる。また、影響圏半径の大きさだけでなく山留め近傍の水位低下量についても解析が行える。

<参考文献>

- 1) 土質工学会:根切り工事と地下水, 土質工学会, pp103, 1991.
- 2) 上述の文献, pp87-88.