# NO.1　水替工施工時における釜場の水位低下時間の算定

勝部祐治

## 1．まえがき

昭和59年 三隈川災害復旧工事において，河川護岸施工時に，仮設工事として水替工が行なわれた。水替工は，護岸の基礎コンクリート打設時に基礎底面が乾燥している必要があるため行なわれる仮設工事であり，普通，基礎底面の前側（河川側）に釜場を掘り，水中ポンプ等によって揚水して行なわれる。

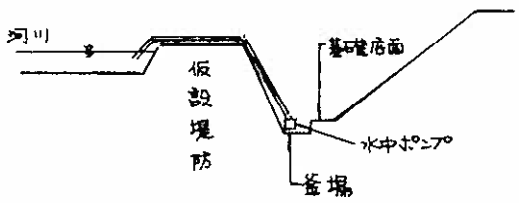



図-1　水替工の概略

水替工は，その工費の積算の上から，作業時排水と常時排水の2つに分けられる。この区分は以下のようになされている。

① 作業時排水とは作業前（1～3時間）から排水し始めて，作業終了後には排水を中止する方法をいう。なお，作業時排水には，コンクリート打設前後の型枠組立，養生などのために一時的に昼夜排水するものも含む。② 常時排水とは昼夜連続的に排水する方法をいう。

本報告は，作業時排水，常時排水の判定を行なうために，モデル的な水替工を設定し，釜場内の水位低下時間を算定することを目的としている。水位低下時間の算定は，SHARP PC-1500 を使用しプログラムを作成して行なった。

## 2．モデルの設定

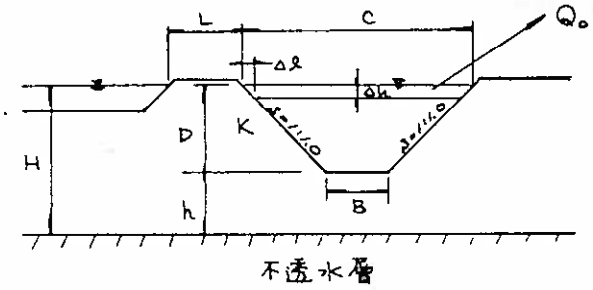



図-2　モデル釜場

図-2 のようなモデル釜場を設定する。

L：透水距離　(m)
H：河川側水位（不透水層が基準）　(m)
h：釜場側水位（　〃　）　(m)
D：水位差　(m)
B：釜場底巾　(m)
C：釜場上底　(m)
$Q_0$：ポンプ排水量　($m^3/hr$)
K：透水係数

3. 水位低下の考え方

(1) 条件

・背面からの湧水はないものとする。

・河川側からの透水量は下式に従うものとする。

$$Q = \frac{K(H^2-h^2)}{2L}$$

・透水係数 K は、試験によって得られた値を使用する。

(2) 仮定

ポンプ能力 $Q_0$ (m³/hr) のポンプで排水を行うとき $\Delta h$ の水位低下をおこすのに $t_1$ (min) かかると仮定する。

(3) 考え方

$\Delta h$ の水位低下をおこすためには、以前よりある水を排水しなければならない。

その水量 $Q_1'$ は $\Delta h$ が微小であるとすれば

$$Q_1' = \Delta h \times C \quad (m^3)$$

$\Delta h$ の水位低下をおこした時、河川側からの透水量 $Q_1$ は

$$Q_1 = \frac{K(H^2-h^2)}{2(L+\Delta Q)} \times t_1 \quad (m^3)$$

従って $\Delta h$ の水位低下をおこすためには

$$\ell_1 = Q_1 + Q_1' \quad (m^3)$$

の水を排水しなければならない。

ポンプの排水量は時間当り $Q_0$ なので $t_1$ 時間では

$$Q_0' = Q_0 \times t_1 \quad (m^3)$$

の水を排水している。

ここで $\ell_1$ と $Q_0'$ を比較する。

① $\ell_1 > Q_0'$ …… 水位低下がおこらない。

② $\ell_1 < Q_0'$ …… さらに水位低下がおこる。

②の場合、余剰排水量 $Q_a$ は

$$Q_a = Q_0' - \ell_1$$ である。

$Q_a$ の排水量で $Q_a$ だけ排水するのに必要な時間 $t_2'$ は

$$t_2' = \frac{Q_a}{Q_0}$$ である。

ここで $t_2'$ でさらに $\Delta h$ の水位低下が生じると仮定する。即ち $t_2 = t_1 + t_2'$ の時間で $2 \times \Delta h$ の水位低下を考える。

上記と同様にして $t_3, t_4, \cdots t_n$ を求める。 $t_n$ のとき

$$q_n \geq Q_0 \times t_n$$

であれば，水位低下は生じなくなる。このとき

$$n \times \Delta h \geq D$$

ならば，釜場の水位は完全に低下していることになる。この状態になるための時間が即ち $t_n$ であり，$q_n \fallingdotseq Q_0 \times t_n$ であれば当初設定した $\Delta h$，$t_1$ が確からしいとみなされる。従って求める水位低下時間は $t_n$ である。

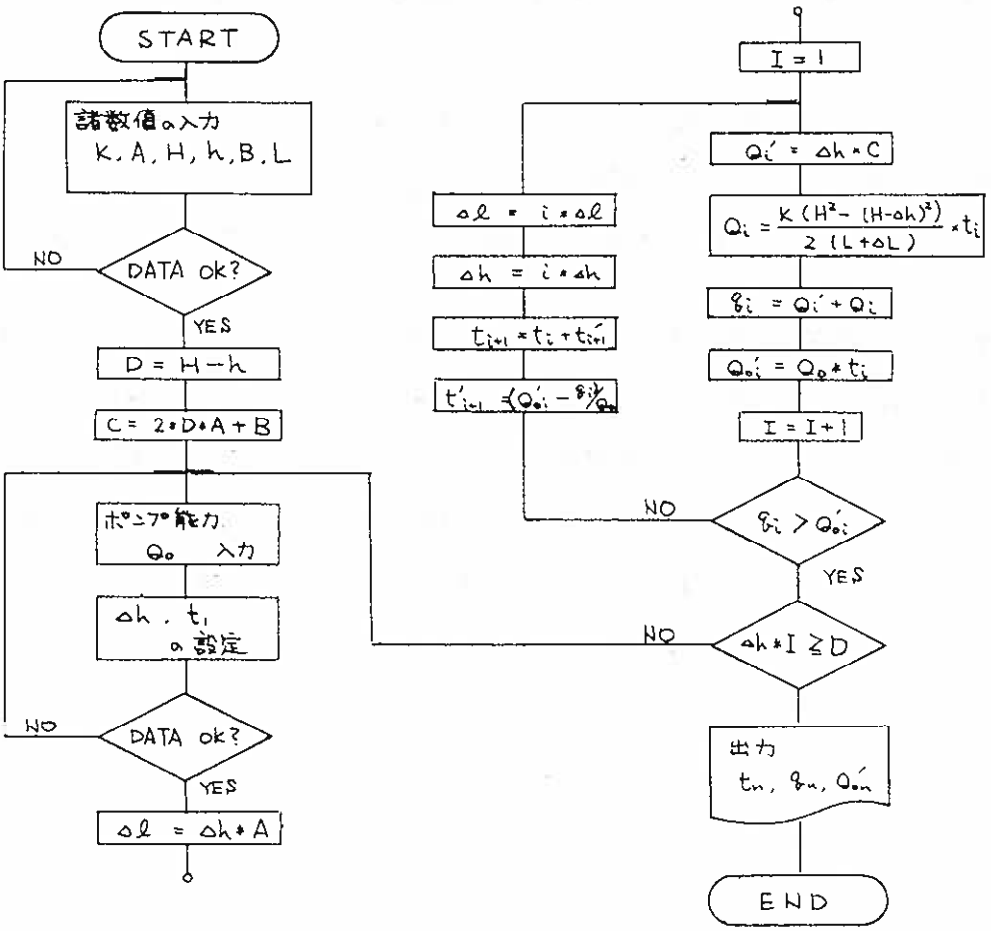
しかし，以下の場合には $\Delta h$，$t_1$ を設定しなおして再度計算し，最も確からしい $t_n$ を求める。

$q_n > Q_0 \times t_n$ ならば $t_1$ の設定が大きい。

$q_n < Q_0 \times t_n$ ならば $t_1$ の設定が小さい。

(4) フローチャート

(3)に従って以下のフローチャートを考え，プログラムを作成した。



## 4. 計算結果

水位低下時間の計算例を以下に示した。

| 工区 | K (cm/sec) | H (m) | h (m) | L (m) | Q (m³/hr) | Δh (cm) | t (min) | $Q_{on}'$ (m³/hr) | $q_n$ (m³/hr) | T (hr) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A-7 | 0.144 | 11.8 | 10.2 | 10.9 | 660 | 20.0 | 6.0 | 571.2 | 552.7 | 0.865 |
| A-16 | 0.083 | 15.8 | 13.7 | 15.4 | 480 | 20.0 | 9.5 | 784.6 | 773.0 | 1.634 |
| H-5 | 0.219 | 4.3 | 2.8 | 14.0 | 360 | 20.0 | 10.0 | 448.6 | 415.4 | 1.246 |
| I-4 | 0.095 | 6.4 | 4.5 | 7.0 | 480 | 20.0 | 8.8 | 722.4 | 646.2 | 1.505 |
| G-2 | 0.030 | 5.4 | 2.4 | 5.4 | 240 | 40.0 | 31.0 | 908.8 | 861.2 | 3.786 |

ただし、釜場の勾配は S:1:1.0, 底辺(B) = 1.0m とした。

$Q_{on}' \fallingdotseq q_n$ の判定は $Q_{on}' - q_n \leqq 100$ (m³/hr) とした。

## 5. あとがき

今回、釜場の水位低下の状態をある程度シュミレーションし、水位低下時間を算定してみた。水替調査を行なった、三隅川水系49工区の中で $T \geqq 3.0$ となったのは3～4工区にとどまり、他の工区は作業時排水でまかなえるという計算結果が得られた。しかし、施工時に常時排水を行なっていた工区は多数あり、計算結果との相違がある。これは以下のような理由によるものと考えられる。

- 施工時には、背面からの湧水があったが、計算では湧水=0としている。
- 釜場のモデルが画一的で、現場と合致しないものがある。
- 実際の釜場は延長約60mであるが、計算では1.0mの偏平なモデルを考えている。

水位低下の考え方には、他にもいろいろあると思われる。そして、今回述べた考え方が最も実際に合ったものであるとは思われない。もっと実際に合うようにするためには、浸透水量の式、釜場のモデル、計算の考え方等に改良を加える必要がある。例えば、K, H, h, Δh 等をパラメータとする微分方程式を導いて水位低下状態を物理式にのせることなどが考えられる。今回の報告は以上の点、不備があるので、再考してより実際的な方法を模索するつもりである。

## 参考資料

計算に使用したプログラムは以下のとおりである。

```
10:REM ....MIZU...
20:TEXT
21:INPUT "ﾀｲﾄﾙ?";A$
22:LPRINT A$
30:DIM H1(30),L1(30),T1(30),E(30),F(30),G(30),U(30),V(30),Q(30)
35:DIM S(30),R(30),Z(30),X(30)
40:INPUT "ﾄｳｽｲｹｲｽｳ(cm/sec)?";K
50:INPUT "ｶﾏﾊﾞｺｳﾊﾞｲ?";A
60:INPUT "ﾊﾋﾝ ｽｲｲ(m)";H
70:INPUT "ｶﾏﾊﾞｽｲｲ(m)";H1
80:INPUT "ｶﾏﾊﾞﾃｲﾍﾝ(m)?";B
90:INPUT "ﾄｳｽｲｷｮﾘ(m)?";L
100:LPRINT "ﾄｳｽｲｹｲｽｳ =";USING "###.###";K;"(cm/sec)"
160:INPUT "DATA OK?...OK-0,NO-1";Y
170:IF Y=1THEN 40
180:K=36*K
190:D=H-H1
200:C=2*D*A+B
210:INPUT "ﾎﾟﾝﾌﾟﾉｳﾘｮｸ(m3/hr)?";Q0
220:INPUT "ﾃﾞﾙﾀh(cm)?";H0
230:INPUT "ﾋｯﾃｲｼﾞｶﾝ(min)?";T0
240:LF 2
250:LPRINT "ﾎﾟﾝﾌﾟﾉｳﾘｮｸ=";USING "#####.##";Q0;"(m3/hr)"
260:LPRINT "ﾃﾞﾙﾀh=";USING "####.#";H0;"(cm)"
270:LPRINT "ﾋｯﾃｲｼﾞｶﾝ=";USING "####.###";T0;"(min)"
280:H0=H0/100
290:T0=T0/60
300:L0=H0*A
310:H1(1)=H0
320:L1(1)=L0
330:T1(1)=T0
340:N=D/H0
350:FOR I=1TO N
360:E(I)=H-H1(I)
370:F(I)=2*(L+L1(I))
380:G(I)=C-2*L1(I)
390:U(I)=60*K*T1(I)*(H*H-E(I)*E(I))/F(I)
400:V(I)=60*H0*G(I)
410:Q(I)=U(I)+V(I)
420:S(I)=Q0*T1(I)
430:R(I)=S(I)-Q(I)
440:IF R(I)<=0THEN 610
450:T1(I+1)=R(I)/Q0+T1(I)
460:H1(I+1)=H1(I)+H1(I)
470:L1(I+1)=L1(I)+L1(I)
480:NEXT I
490:Z(1)=T1(1)
500:X(1)=Q(1)
510:FOR I=1TO N
520:Z(I+1)=Z(I)+T1(I)
530:X(I+1)=X(I)+Q(I)
540:NEXT I
550:O=Z(N)*Q0
560:LPRINT "PUMP UP=";USING "########.##";O;"(m3/hr)"
570:LPRINT "TOTAL O=";X(N);"(m3/hr)"
580:LPRINT "ｽｲｲﾃｲﾒT=";USING "####.###";Z(N);"(hr)"
590:INPUT "ﾂｯｽﾞOK?...OK-0,NO-1";Y
600:IF Y=1THEN 210
605:GOTO 640
610:M=1*H0
620:LPRINT "ｽｲｲﾃｲﾒH=";USING "###.##";M
630:GOTO 210
640:END
```

## 参考文献


「災害復旧工事の設計要領」

「PC-1500 マニュアル」

他.