

調節池容量算定システムの手引き

平成27年8月

熊本県土木部河川港湾局河川課

目 次

| | 頁 |
|--------------|---|
| 1. システムの構成 | 1 |
| 2. 入力データ | 1 |
| 3. 実行方法 | 2 |
| (1) 実行の方法 | 2 |
| (2) 計算の内容 | 2 |
| (3) 実行時の注意事項 | 5 |
| (4) エラーメッセージ | 5 |
| 4. 計算結果 | 6 |

1. システムの構成

当システムは、開発許可申請に伴う調節池設置基準（案）の第3章、第3節における調節池容量を Excel により算定するものであり、適用する計画降雨により以下の2本のファイルからなります。

- ① 調節計算（後方集中型）.xlsm
- ② 調節計算（実績降雨）.xlsm

①は1/50 確率後方集中波形より厳密法およびピークカット法による調節計算を、②はS28.6.26型実績降雨より厳密法およびピークカット法による調節計算を行い、結果を出力します。

適用条件：到達時間 10 分以内の場合のみ
 1 集水流域、1 調節池の計算のみ
 浸透施設については対応していません。

2. 入力データ

シート名「入力データ」の着色部にデータを入力します。実績降雨の調節計算は、降雨強度式の定数A、B、Cの入力は不要です。

なお、放流特性作成最大標高及びH～Vについては、予想される調節容量より大きめになるように設定してください。

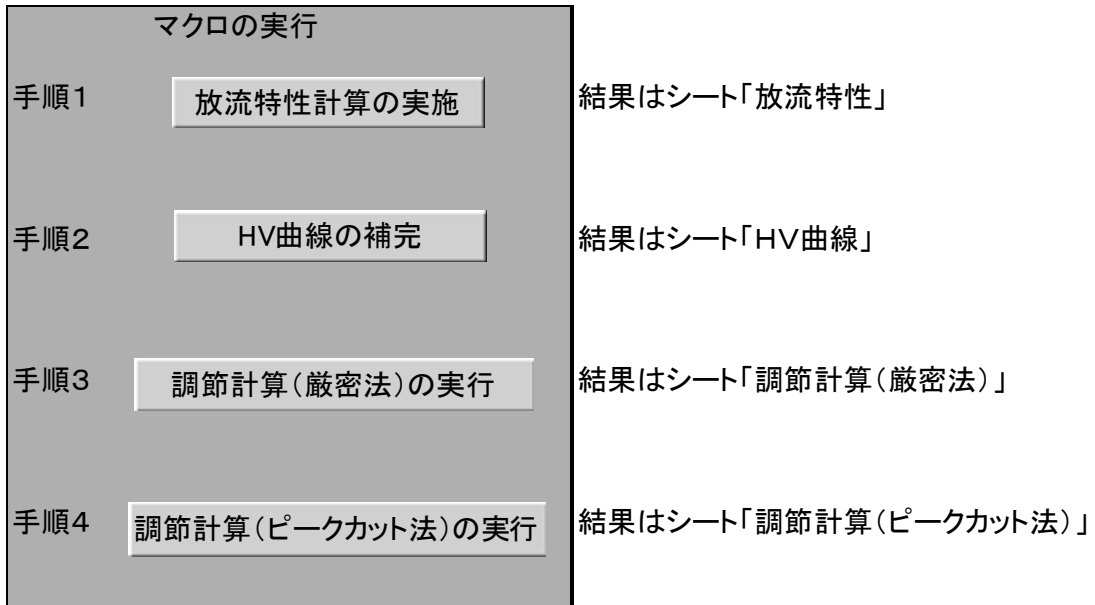
| <p>データ入力(着色部入力)</p> <p>流域面積 21.55 ha</p> <p>流出係数 0.9</p> <p>降雨強度式</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">A</td> <td style="width: 30%;">145.7</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0.653</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0.44</td> </tr> </table> <p>放流孔敷高 m 131.5 m</p> <p>放流特性作成最大標高 m 138 m</p> <p>B(放流孔幅)m 0.36 m</p> <p>H(放流孔高)m 0.36 m</p> <p>許容放流量(ピークカット) 0.761 m³/s</p> <p>H～V個数 3</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">H(m)</th> <th style="text-align: center;">V(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td style="background-color: #cccccc;">131.5</td><td style="background-color: #cccccc;">0</td></tr> <tr><td>2</td><td style="background-color: #cccccc;">132</td><td style="background-color: #cccccc;">99.5</td></tr> <tr><td>3</td><td style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; background-color: #cccccc;">138</td><td style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; background-color: #cccccc;">64170.5</td></tr> <tr><td>4</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>5</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>6</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>7</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>8</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>9</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>10</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </tbody> </table> | A | 145.7 | B | 0.653 | C | 0.44 | | H(m) | V(m) | 1 | 131.5 | 0 | 2 | 132 | 99.5 | 3 | 138 | 64170.5 | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | | 8 | | | 9 | | | 10 | | | <p>調節池集水面積</p> <p>調節池集水区域の平均流出率 降雨強度の定数</p> $r_{50} = \frac{A}{t^B + C}$ <p>放流特性を作成する範囲(H～Vの最大値でも入力してください)</p> <p>水位 H は以下のように同じ数値を入力しないでください</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>1</td><td>131.5</td><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>132.0</td><td>99.5</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>132.0</td><td>99.5</td><td style="text-align: center;">×</td></tr> <tr><td>4</td><td>138.0</td><td>64170.5</td><td></td></tr> </table> | 1 | 131.5 | 0 | | 2 | 132.0 | 99.5 | | 3 | 132.0 | 99.5 | × | 4 | 138.0 | 64170.5 | |
|--|---|---|---|---|---|--|--|------|------|---|-------|---|---|-----|------|---|-----|---------|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|----|--|--|--|---|-------|---|--|---|-------|------|--|---|------------------|-----------------|---|---|-------|---------|--|
| A | 145.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 0.653 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 0.44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | H(m) | V(m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 131.5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 132 | 99.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 138 | 64170.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 131.5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 132.0 | 99.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 132.0 | 99.5 | × | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 138.0 | 64170.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図－1 入力データ

3. 実行方法

(1) 実行の方法

データを入力後、シート名「実行」で手順 1～4 の順番にボタンを押します。



入力データ入力後

手順1、2、3、4の順でボタンを押すと右表に結果が表示されます。

調節計算結果の総括はこのシートの右上の表に示されます。

(2) 計算の内容

放流特性計算の実施 (厳密法の計算に使用)

以下の式により、調節計算を実施し、結果をシート名「放流特性」に出力します。

放流孔の断面を変更した場合は、手順 1 を再度実施し、調節計算をやり直して下さい。

$$\textcircled{1} \quad H \leq H_L + 1.2D$$

$$Q = 1.8 \times B \times (H - H_L)^{3/2}$$

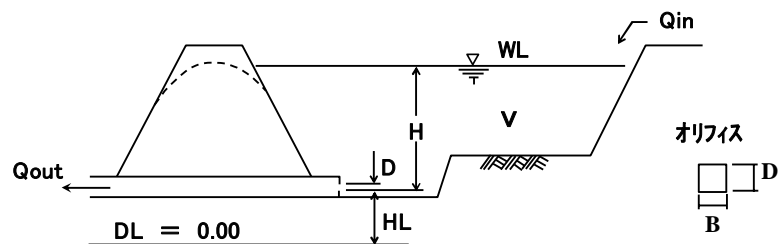
$$\textcircled{2} \quad H_L + 1.2D < H < H_L + 1.8D$$

この区間は、 $H = 1.2D + H_L$ での Q 及び $H = H_L + 1.8D$ での Q を用いて、この間を直線近似とする。

$$\textcircled{3} \quad H_L + 1.8D \leq H$$

$$Q = 0.6 \times D \times B \{2g(H - H_L - 0.5D)\}^{0.5}$$

C : ベルマウス無 (0.60)



HV曲線の補完

計算実施のため、入力されたHV数値を1cmピッチに比例配分しシート名「HV曲線」に出力します。HVを変更した場合、手順2を再度実施し、調節計算をやり直して下さい。

調節計算の実行（厳密法）

洪水調節数値計算は、流入量 Q_{in} と流出量 Q_{out} との差が調節池に水平に貯留するものとして連続の式を用い、その基本式は以下のとおりである。

$$V(t+\Delta t) = V(t) + [Q_{in}(t+\Delta t/2) - Q_{out}(t+\Delta t/2)] \times \Delta t$$

ここに、 V :貯水量(m^3)、 $V=f(H)$ (水位容量曲線)

H :水位(m)

Q_{in}, Q_{out} :流入量及び放流量(m^3/s)

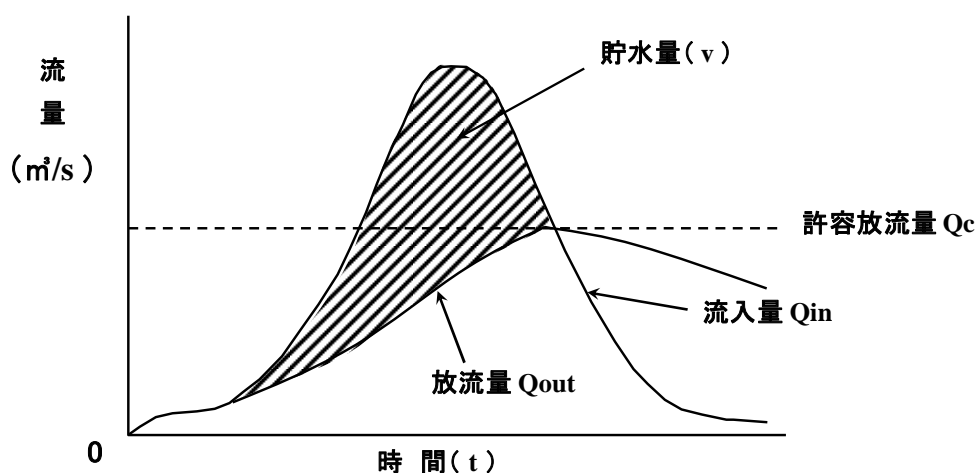
$$\text{ただし、} Q_{in}(t+\Delta t/2) = \left[\frac{Q_{in}(t+\Delta t) + Q_{in}(t)}{2} \right]$$

$$Q_{out}(t+\Delta t/2) = \left[\frac{Q_{out}(t+\Delta t) + Q_{out}(t)}{2} \right]$$

ここに、 Δt : 計算の時間ピッチ(sec)

$(t+\Delta t), (t)$: 計算の時刻を示すサフィックス

なお、容量の計算は $\Delta t=60$ 秒単位に逐次計算（流入量、放流量計算、容量計算を繰り返す）を行い、10分単位で出力しています。



厳密法による計算概念図

調節計算の実行（ピークカット法）

ピークカット法は、流入量、許容放流量より以下の計算式で貯水量を算出しています。本システムでは、ピークカット法により最大容量を求めるためだけの計算を行っており、調節池からの放流計算は実施していませんので、貯水量は最大容量発生時以前までとなっています。

$Q_{in}(t) - Q_c \geq 0$ の場合

$$V_z(t) = \{Q_{in}(t) - Q_{out}(t)\} \times \Delta t$$

$Q_{in}(t) - Q_c < 0$ の場合

$$V_z(t) = 0$$

$$V = V_z(1) + V_z(2) + V_z(3) + \dots$$

ここに、 V : 調節池貯水量 (m^3)

$V_z(t)$: 任意時間における調節容量 (m^3)

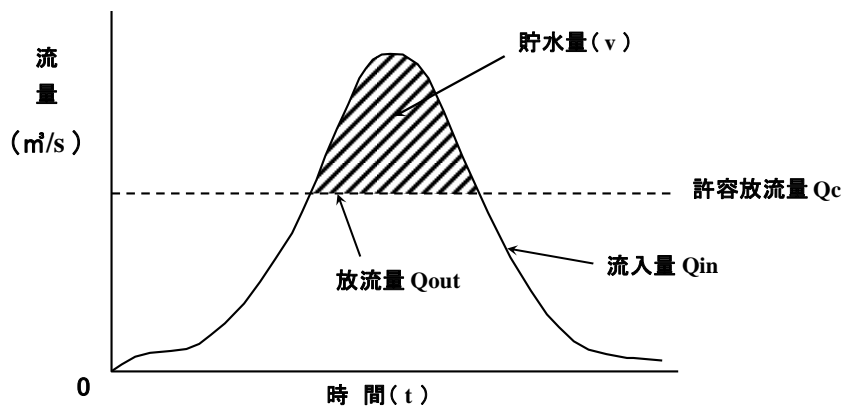
$Q_{in}(t)$: 任意時間における調節池流入量 (m^3/s)

$Q_{out}(t)$: 任意時間における調節池放流量 (m^3/s)

Q_c : 許容放流量 (m^3/s)

Δt : 計算間隔 (sec)

なお、容量の計算は $\Delta t = 60$ 秒単位に逐次計算（流入量、容量計算を繰り返す）を行い、10分単位で出力しています。



ピークカット法による計算概念図

(3) 実行時の注意事項

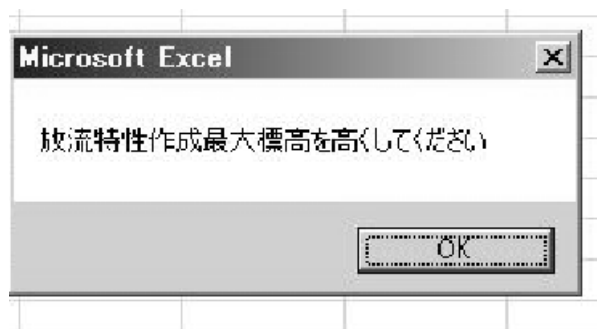
本システムは簡易な計算システムであるため、以下の注意事項があります。

- 各シート名は固定で、変更できません。シート名を変更すると計算不能となります。なお、ファイル名は変更しても影響はありません。
- HVは、必ず放流孔敷高から作成してください。
- 調節池の計算水位がHV入力値、放流特性作成最高標高を超えると計算不能となることがあります。その場合はHの上限値及び放流特性の最高標高を高くして、再度手順1～4の手順で実行してください。

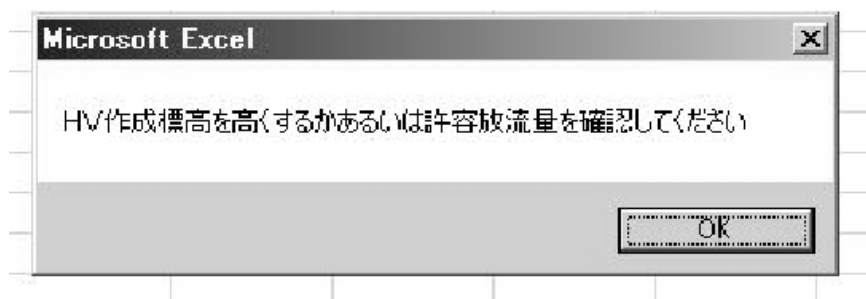
(4) エラーメッセージ

放流特性の作成範囲、HV曲線の作成範囲によっては計算不能となります。その場合には以下のメッセージを表示します。

(厳密法の場合)



(ピークカット法の場合)



4. 計算結果

結果の総括結果は、シート名「実行」の右側の表に表示されます。

| マクロの実行 | | 計算結果(総括) | | | | |
|--------|------------------|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------|
| 手順 | 実行ボタン | 計算手法 | 最大流入量(m ³ /s) | 最大放流量(m ³ /s) | 調節容量(m ³) | 最高水位(m) |
| 手順1 | 放流特性計算の実施 | 厳密法 | 1.111 | 0.201 | 3.594 | 1.228 |
| 手順2 | HV曲線の補完 | ピークカット法 | 1.111 | 0.201 | 3.096 | 1.196 |
| 手順3 | 調節計算(厳密法)の実行 | | | | | |
| 手順4 | 調節計算(ピークカット法)の実行 | | | | | |

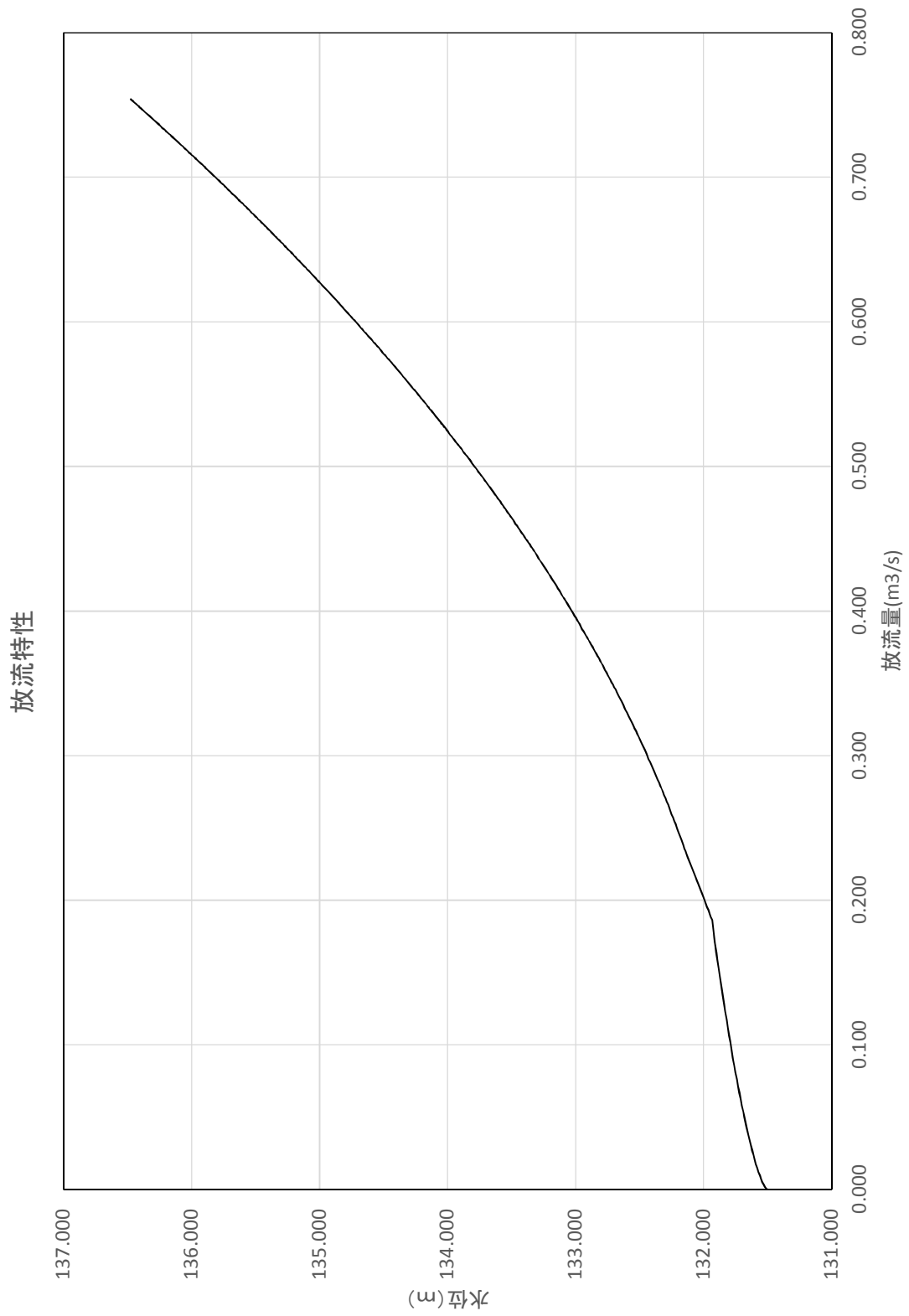
入力データ入力後

手順1、2、3、4の順でボタンを押すと右表に結果が表示されます。

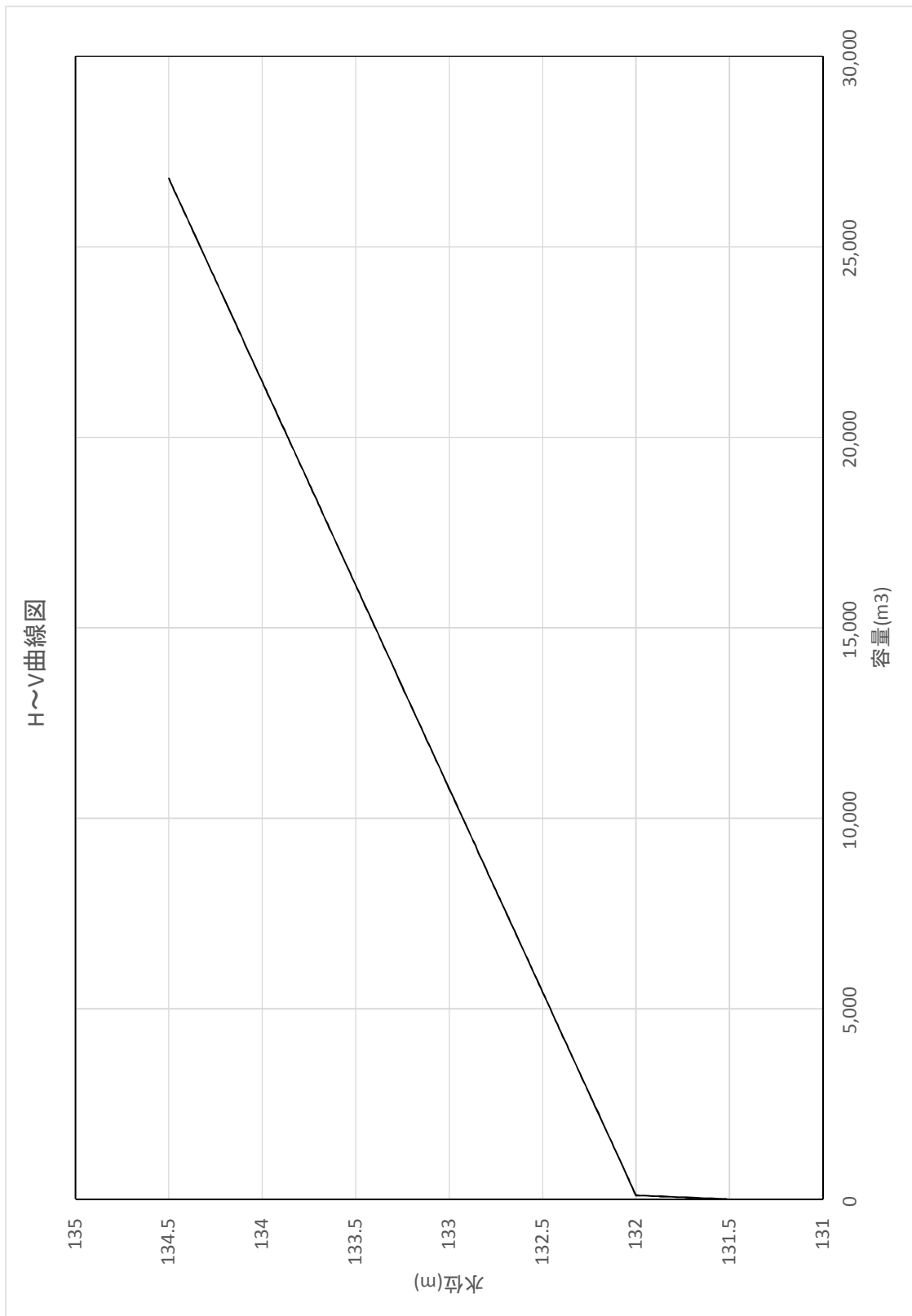
調節計算結果の総括はこのシートの右上の表に示されます。

放流特性、H～V 曲線は、シート名「放流特性図」、「HV 曲線図」、厳密計算結果は「調節計算（厳密法）」、「洪水調節図（厳密法）」、ピークカット法は「調節計算（ピークカット）」、「洪水調節図（ピークカット）」に表示されます。

出力：放流特性図



出力 : H (水位) ~V (容量) 曲線図



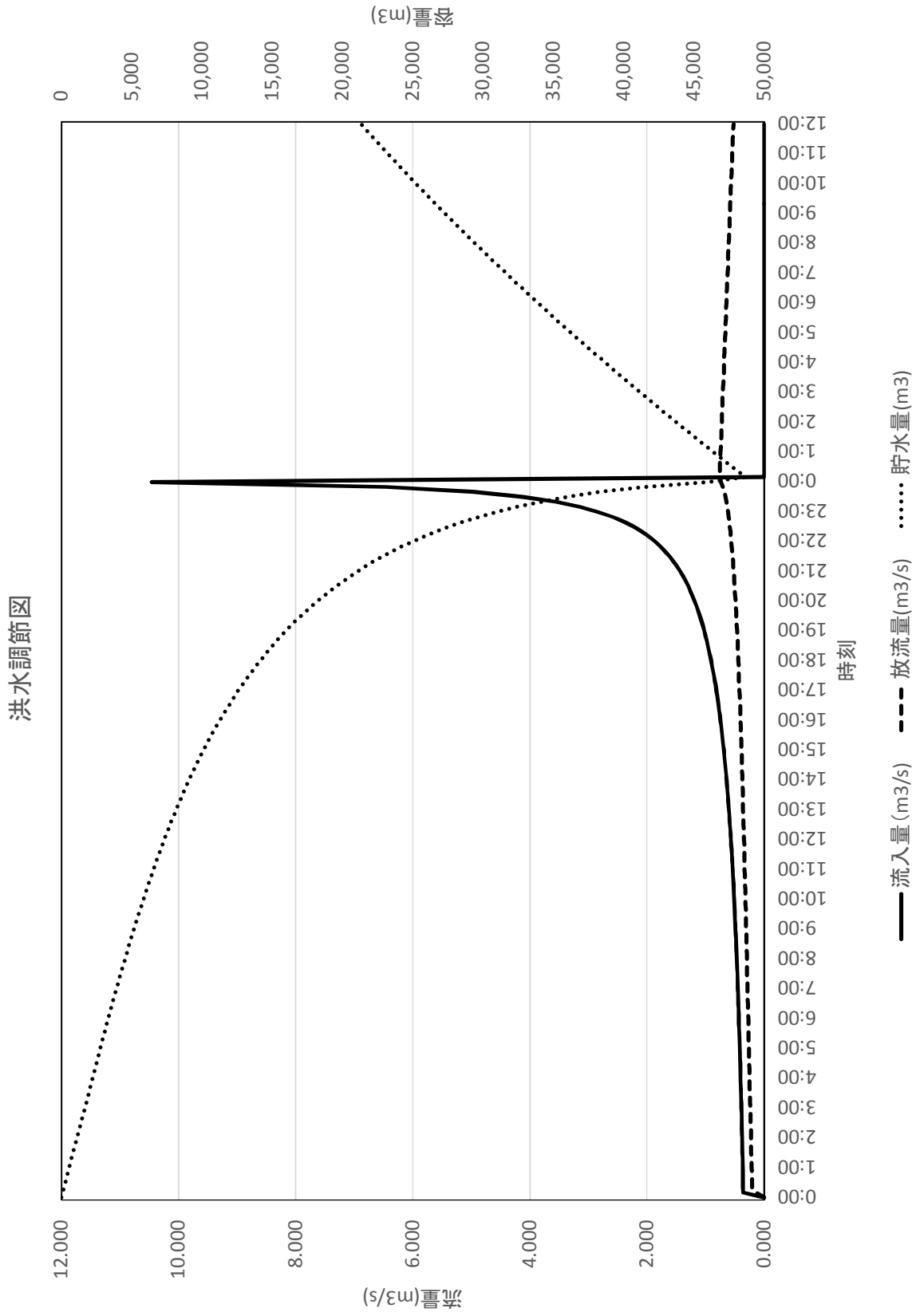
出力：厳密法による計算結果

| 時 | 流入量(m ³ /s) | 放流量(m ³ /s) | 貯水量(m ³) | 貯水位(m) |
|-------|------------------------|------------------------|----------------------|---------|
| 19:10 | 1.044 | 0.466 | 16296.782 | 133.517 |
| 19:20 | 1.069 | 0.470 | 16649.823 | 133.550 |
| 19:30 | 1.095 | 0.475 | 17015.627 | 133.584 |
| 19:40 | 1.123 | 0.479 | 17395.063 | 133.620 |
| 19:50 | 1.153 | 0.484 | 17789.092 | 133.657 |
| 20:00 | 1.185 | 0.488 | 18198.777 | 133.695 |
| 20:10 | 1.218 | 0.493 | 18625.299 | 133.735 |
| 20:20 | 1.255 | 0.498 | 19069.979 | 133.777 |
| 20:30 | 1.294 | 0.503 | 19534.295 | 133.820 |
| 20:40 | 1.336 | 0.508 | 20019.915 | 133.865 |
| 20:50 | 1.382 | 0.514 | 20528.727 | 133.913 |
| 21:00 | 1.432 | 0.520 | 21062.883 | 133.963 |
| 21:10 | 1.486 | 0.526 | 21624.850 | 134.016 |
| 21:20 | 1.546 | 0.532 | 22217.474 | 134.071 |
| 21:30 | 1.612 | 0.538 | 22844.066 | 134.130 |
| 21:40 | 1.686 | 0.545 | 23508.515 | 134.192 |
| 21:50 | 1.768 | 0.552 | 24215.423 | 134.258 |
| 22:00 | 1.860 | 0.560 | 24970.308 | 134.329 |
| 22:10 | 1.965 | 0.567 | 25779.859 | 134.405 |
| 22:20 | 2.086 | 0.576 | 26652.314 | 134.487 |
| 22:30 | 2.227 | 0.585 | 27597.980 | 134.575 |
| 22:40 | 2.393 | 0.594 | 28630.024 | 134.672 |
| 22:50 | 2.592 | 0.605 | 29765.676 | 134.778 |
| 23:00 | 2.837 | 0.616 | 31028.164 | 134.896 |
| 23:10 | 3.147 | 0.629 | 32450.008 | 135.029 |
| 23:20 | 3.554 | 0.643 | 34079.054 | 135.182 |
| 23:30 | 4.119 | 0.659 | 35990.681 | 135.361 |
| 23:40 | 4.970 | 0.678 | 38316.471 | 135.579 |
| 23:50 | 6.456 | 0.701 | 41330.685 | 135.861 |
| 0:00 | 10.461 | 0.735 | 45975.568 | 136.296 |
| 0:10 | 0.000 | 0.760 | 48663.138 | 136.548 |
| 0:20 | 0.000 | 0.757 | 48208.221 | 136.505 |
| 0:30 | 0.000 | 0.753 | 47755.295 | 136.463 |
| 0:40 | 0.000 | 0.750 | 47304.368 | 136.421 |
| 0:50 | 0.000 | 0.747 | 46855.439 | 136.379 |
| 1:00 | 0.000 | 0.743 | 46408.509 | 136.337 |
| 1:10 | 0.000 | 0.740 | 45963.578 | 136.295 |
| 1:20 | 0.000 | 0.737 | 45520.645 | 136.254 |
| 1:30 | 0.000 | 0.733 | 45079.711 | 136.212 |

出力：ピークカット法による計算結果

| 時 | 流入量(m ³ /s) | 放流量(m ³ /s) | 貯水量(m ³) | 貯水位(m) |
|-------|------------------------|------------------------|----------------------|---------|
| 19:10 | 1.044 | 0.761 | 1292.959 | 132.112 |
| 19:20 | 1.069 | 0.761 | 1470.340 | 132.128 |
| 19:30 | 1.095 | 0.761 | 1663.018 | 132.146 |
| 19:40 | 1.123 | 0.761 | 1871.933 | 132.166 |
| 19:50 | 1.153 | 0.761 | 2098.118 | 132.187 |
| 20:00 | 1.185 | 0.761 | 2342.714 | 132.210 |
| 20:10 | 1.218 | 0.761 | 2606.987 | 132.235 |
| 20:20 | 1.255 | 0.761 | 2892.345 | 132.262 |
| 20:30 | 1.294 | 0.761 | 3200.365 | 132.290 |
| 20:40 | 1.336 | 0.761 | 3532.817 | 132.322 |
| 20:50 | 1.382 | 0.761 | 3891.701 | 132.355 |
| 21:00 | 1.432 | 0.761 | 4279.290 | 132.391 |
| 21:10 | 1.486 | 0.761 | 4698.182 | 132.431 |
| 21:20 | 1.546 | 0.761 | 5151.366 | 132.473 |
| 21:30 | 1.612 | 0.761 | 5642.314 | 132.519 |
| 21:40 | 1.686 | 0.761 | 6175.085 | 132.569 |
| 21:50 | 1.768 | 0.761 | 6754.476 | 132.623 |
| 22:00 | 1.860 | 0.761 | 7386.219 | 132.682 |
| 22:10 | 1.965 | 0.761 | 8077.247 | 132.747 |
| 22:20 | 2.086 | 0.761 | 8836.070 | 132.818 |
| 22:30 | 2.227 | 0.761 | 9673.311 | 132.897 |
| 22:40 | 2.393 | 0.761 | 10602.504 | 132.984 |
| 22:50 | 2.592 | 0.761 | 11641.306 | 133.081 |
| 23:00 | 2.837 | 0.761 | 12813.461 | 133.191 |
| 23:10 | 3.147 | 0.761 | 14152.119 | 133.316 |
| 23:20 | 3.554 | 0.761 | 15705.917 | 133.461 |
| 23:30 | 4.119 | 0.761 | 17551.278 | 133.634 |
| 23:40 | 4.970 | 0.761 | 19821.222 | 133.847 |
| 23:50 | 6.456 | 0.761 | 22792.204 | 134.125 |
| 0:00 | 10.461 | 0.761 | 27410.645 | 134.558 |
| 0:10 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 0:20 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 0:30 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 0:40 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 0:50 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 1:00 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 1:10 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 1:20 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |
| 1:30 | 0.000 | 0.000 | 30115.199 | 134.811 |

出力：厳密法による計算結果（ハイドログラフ）



出力：ピークカット法による計算結果（ハイドログラフ）

