

レインオンスノーの検証（積雪期の降雨による融雪影響について）

過去の気象記録を元に、実績降雨波形を用いて降雨をモデル化し、その降雨波形に対して、降雨の初期に積雪が一気に溶けて水になる事を想定して検討する。

過去の気象記録確認期間は、諏訪観測所において積雪の記録が残る1999年3月以降とする。

① 降水量の抽出

対象期間における最大の日降水量を記録した日とする。

2018年3月5日 60.5mm/日、(11.50mm/時)

この実績降雨を用いて検討を行う。

② 積雪量の抽出

対象期間における過去最大の積雪深減少日とする。（積雪深減少日差最大）

2008年2月10日～11日 13cm減少（積雪深29cmから16cmに減少）

この減少値を用いて検討を行う。

③ 積雪量の降水量への換算

次に、積雪深を降水量に換算する。

なお、降水量への換算は、積雪の密度について評価を行い、それを元に降水量へ換算を行う。

積雪の密度については、(公社)日本雪氷学会の論文より雪温が0度となった時に最大密度となり、その密度は500kg/m³程度となることが示されている。（巻末資料-1）

ここでは、同資料に示されている積雪の温度が0度の時の値を参考として計測点の分散を考慮して密度を600kg/m³と仮定して降水量に換算する。

よって、積雪の重量=0.13m×600kg/m³=78kg/m³

次に、水の重量と体積について1m³あたりの重量を1tとすると、

降水の体積=0.078tとなり、1m²あたりの水の高さは78mmとなる。

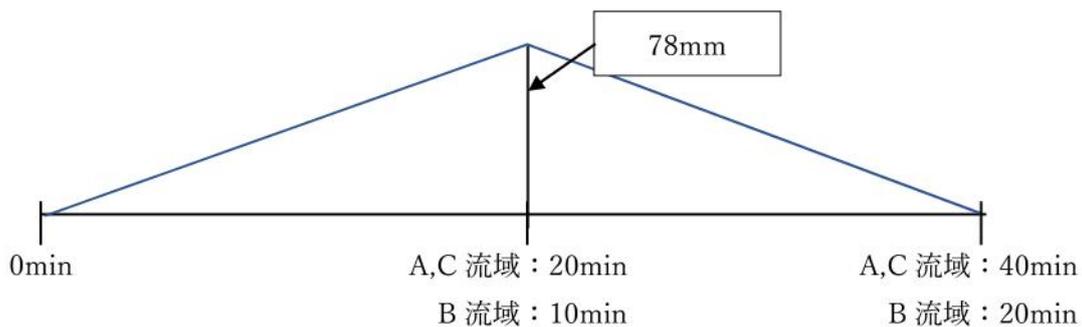
以上より、降水量としては78mmと仮定する。

※ 参考までに、諏訪観測所における過去の日最大10分間降水量は24.0mmであり、日最大1時間降水量は74.5mmである。

④ 融雪の降雨波形の設定

融雪を降雨波形に換算するに当たり、まず上記で確認した13cmの積雪が降雨開始直後に一斉に解け始めて流出すると仮定する。次に、今回の流域における洪水の到達時間は、A流域及びC流域は20分、B流域は10分であることから、融雪は降雨開始からA,C流域では20分以内に、B流域では10分以内にそれぞれ完了すると仮定する。

上記の2つを考慮して、融雪による降雨波形を次のとおりに設定する。



⑤ 調整容量の検証に用いる降雨波形の設定

以上より、調整容量の検証に用いる降雨波形は、2018年3月5日の実績降雨波形と2008年2月10日から11日にかけての積雪量減少から換算した降雨波形の2つを合成した降雨波形とする。

上記の降雨波形を元に、調整池容量の検証を行う。

⑥ 検討結果

検討の結果は次のとおりとなった。(巻末資料-2、3、4)

| 調整池名称 | 計画容量 | レインオンスノー考慮 | 備考 |
|-------|---------------------------|---------------------------|----|
| A 調整池 | 60,734.500 m ³ | 55,115.772 m ³ | OK |
| B 調整池 | 23,590.500 m ³ | 21,983.967 m ³ | OK |
| C 調整池 | 66,411.200 m ³ | 64,646.967 m ³ | OK |

以上、レインオンスノーを考慮した場合でも調整池は対応できることが確認出来た。

P1-32

積雪の全層平均密度と雪温および積雪深との関係
Relationship between Mean Density, Temperature and Depth of Seasonal Snow Cover

○松下拓樹¹, 石田孝司¹
Hiroki Matsushita and Koji Ishida

1. はじめに

積雪の密度 (kg/m³) は, 雪崩対策施設の設計や積雪寒冷地域における建築物の雪荷重算出に欠かせない要素である. 日本建築学会(2015)¹⁾では, 雪荷重の算出に単位面積あたりの積雪質量を積雪深で除した等価単位積雪重量 (kN/m²) が用いられ, 等価単位積雪重量は, 年最大積雪深との経験的な関係式²⁾により求められる. 一方, 雪崩対策施設の設計では, 積雪密度は一律の値が用いられる場合が多い. しかし, 積雪は, その地域の気温や降水量等の条件によってその量と質ともに大きく異なり, 積雪密度は変化する. このような積雪の地域特性を考慮した積雪密度を見積もることができれば, より対象地域に即した雪崩対策施設や建築物等の設計が可能になると考えられる.

本稿では, 積雪の地域特性に即した積雪密度の推定方法の一つの考え方を示すことを目的に, 積雪断面観測による積雪の全層平均密度と積雪深, 全層平均雪温の関係を調べた結果を示す.

2. データの取得方法

多様な気象条件下における積雪特性に関するデータを取得するため, 2014年12月から2015年4月の期間, 1ヶ月に1回の頻度で全層の積雪断面観測を行った. 観測箇所は中部山岳地(梅池1600m, 志賀1800m, 乗鞍1800m, 蓼科1800m, 駒ヶ根1700m)の5地域5地点と日本海側の新潟県糸魚川市能生地区(60m, 100m, 200m, 500m)の1地域4地点(合計9地点)である.

積雪断面観測では, 雪温(サーミスタ温度計)と密度(100cm³角型)を10~20cmごとあるいは積雪層ごとに測定した. 全層積雪水量(mm)は, このように測定された密度を各積雪層の厚さに対する重み付けを行い求めた. このように求めた全層積雪水量と神室型スノーサンプラーで直接測定した全層積雪水量は, ほぼ一致することを別の観測で確認している. 積雪の全層平均密度(kg/m³)は, 全層積雪水量に水の密度を乗じて積雪質量(kg/m²)とし, これを積雪深(m)の観測値で除して求めた.

3. 積雪の全層平均密度と雪温および積雪深の関係

図1は, 全9地点の各観測時の全層平均密度と雪温, 積雪深の関係である. 積雪深が大きいほど全層平均密度の下限値が大きくなり, 積雪の圧密過程による密度増加を示している. しかし, 積雪深が小さいほど全層平均密度はばらつき, 積雪深が100cmの場合, 全層平均密度は100kg/m³から500kg/m³までの範囲にある. また, 同じ積雪深でも全層平均雪温が低いと全層平

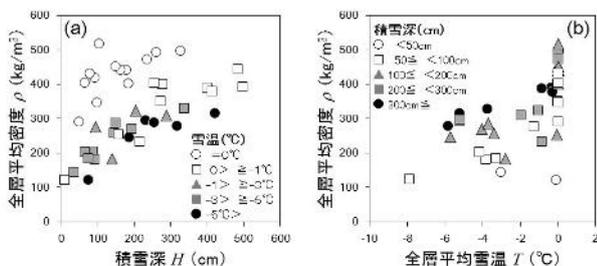


図1 積雪の全層平均密度と(a)積雪深, (b)全層平均雪温の関係

均密度は小さくなるが, 雪温が0°Cになると密度は400kg/m³以上と大きくなり, 融雪に伴う密度増加を示している.

図1の観測値を用いて, 全層平均密度 ρ (kg/m³)を目的変数, 全層平均雪温 T (°C) と積雪深 H (cm) を説明変数として重回帰分析を行い, 式(1)を得た. 積雪深 H は, 城・桜井(1993)²⁾や阿部・清水(2004)³⁾にないその平方根を説明変数とした.

$$\rho = 10.50 \sqrt{H} + 29.74T + 240.5 \quad (1)$$

全層平均密度 ρ の観測値と式(1)による計算値の二乗平均平方根誤差(RMSE)は66.4 kg/m³, 決定係数は0.607である(図省略).

図2は, 全層平均密度と積雪深の観測値の関係に, 式(1)による雪温0°C, -3°C, -5°Cの計算値を示したものである. 全体的に積雪深が大きくなるほど, また雪温が高いほど全層平均密度が大きくなる傾向が表現されている. 雪温0°Cの全層平均密度の観測値(図中の○)が, 式(1)の計算値を上回る場合があるが, 融雪が進行して融雪水を多く含む湿雪と考えられる. また, 既存の等価単位積雪重量の関係式^{1,3)}を密度の単位で比較すると, 今回の積雪断面観測で得た全層平均密度は, ひと月に1回の観測値であり, 厳密には等価単位積雪密度とは言えないが, 式(1)は既往の関係式^{1,3)}と変化の傾きや傾向がおおむね一致している.

以上より, 積雪の地域特性として雪温を考慮した全層平均積雪密度を求める場合は, 式(1)の考え方で関係式を求めることができると考えられる. ただし, 式(1)の実用性を考えると, 雪温より一般に広く観測されている気温等との関係式が望まれる.

謝辞

本研究は, 平成27年度の新潟大学災害・復興科学研究所との共同研究「積雪の地域特性に即した雪崩対策の研究」の一環として行った. また, 積雪断面観測は, 故池田慎二博士と行った. ここに記して感謝申し上げる.

参考文献

- 1) 日本建築学会, 2015: 建築物荷重指針・同解説, 222-227.
- 2) 城 攻, 桜井修次, 1993: 日本雪工学会誌, 9(2), 112-114.
- 3) 阿部修, 清水増治郎, 2004: 雪氷, 66, 11-19.

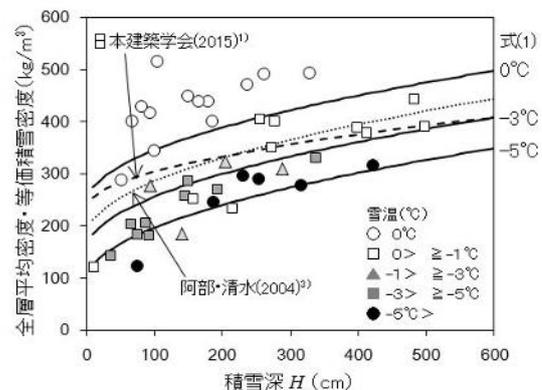


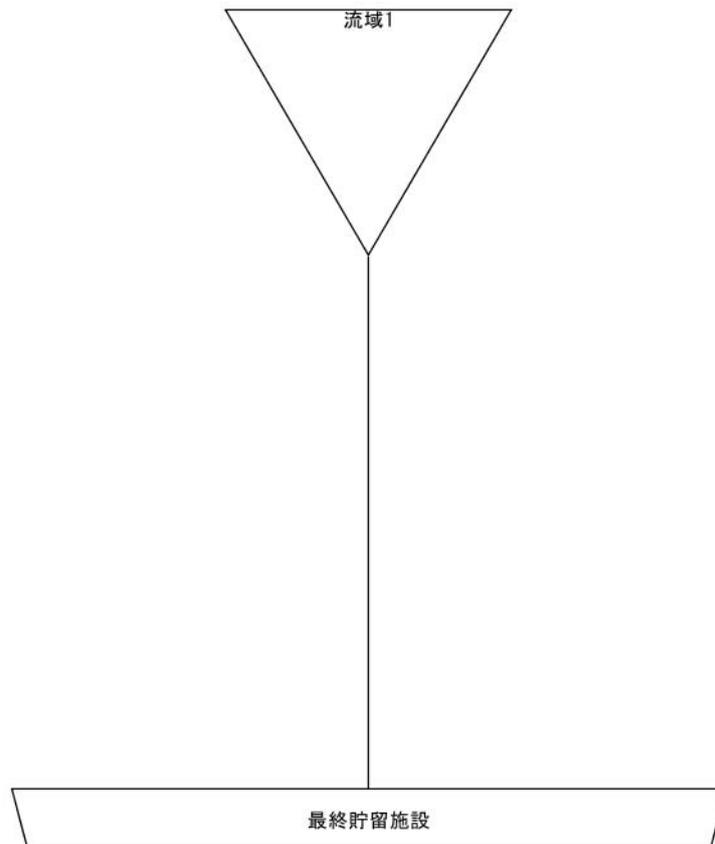
図2 全層平均密度の積雪深, 平均雪温の関係. 図中のプロットは観測値, 太実線は式(1)による計算値.

1 国立研究開発法人土木研究所 雪崩・地すべり研究センター Snow Avalanche and Landslide Research Center, Public Works Research Institute

調整池A

1. 洪水調節容量算定条件

1.1 流域モデル



| 名 称 | 種 類 | 遅れ時間(分) |
|--------|-----------|---------|
| 流域1 | — | — |
| 最終貯留施設 | オフサイト貯留施設 | — |

1.2 計算条件

- (1) 計算時間間隔 10 (分)
- (2) 連続計算の精度 小数点以下3桁

1.3 流域諸元および降雨量計算条件

1.3.1 流域1

- (1) 洪水到達時間 20 分
- (2) 降雨波形のタイプ 実績降雨量

(3) 流域面積および流出係数

| | 土地利用 | 流域面積 (ha) | 流出係数 |
|----|------|-----------|--------|
| 1 | 流域 | 100.4057 | 0.7360 |
| 合成 | | 100.4057 | 0.7360 |

※合成流出係数は加重平均にて計算

(4) 実績降雨データ

| 降雨継続時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 0 | 00:00 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 00:20 | 0.000 | 0.000 |
| 40 | 00:40 | 0.000 | 0.000 |
| 60 | 01:00 | 0.000 | 0.000 |
| 80 | 01:20 | 0.000 | 0.000 |
| 100 | 01:40 | 0.000 | 0.000 |
| 120 | 02:00 | 0.000 | 0.000 |
| 140 | 02:20 | 0.000 | 0.000 |
| 160 | 02:40 | 0.000 | 0.000 |
| 180 | 03:00 | 0.000 | 0.000 |
| 200 | 03:20 | 0.000 | 0.000 |
| 220 | 03:40 | 0.000 | 0.000 |
| 240 | 04:00 | 0.000 | 0.000 |
| 260 | 04:20 | 0.000 | 0.000 |
| 280 | 04:40 | 0.000 | 0.000 |
| 300 | 05:00 | 0.000 | 0.000 |
| 320 | 05:20 | 0.000 | 0.000 |
| 340 | 05:40 | 0.000 | 0.000 |
| 360 | 06:00 | 0.000 | 0.000 |
| 380 | 06:20 | 0.000 | 0.000 |
| 400 | 06:40 | 0.000 | 0.000 |
| 420 | 07:00 | 0.000 | 0.000 |
| 440 | 07:20 | 78.000 | 234.000 |
| 460 | 07:40 | 0.500 | 1.500 |
| 480 | 08:00 | 0.000 | 0.000 |
| 500 | 08:20 | 0.000 | 0.000 |
| 520 | 08:40 | 1.000 | 3.000 |
| 540 | 09:00 | 0.000 | 0.000 |
| 560 | 09:20 | 1.000 | 3.000 |
| 580 | 09:40 | 1.000 | 3.000 |
| 600 | 10:00 | 1.000 | 3.000 |
| 620 | 10:20 | 2.500 | 7.500 |
| 640 | 10:40 | 1.500 | 4.500 |
| 660 | 11:00 | 2.500 | 7.500 |
| 680 | 11:20 | 1.500 | 4.500 |
| 700 | 11:40 | 1.500 | 4.500 |
| 720 | 12:00 | 2.000 | 6.000 |
| 740 | 12:20 | 2.000 | 6.000 |
| 760 | 12:40 | 2.000 | 6.000 |
| 780 | 13:00 | 2.500 | 7.500 |
| 800 | 13:20 | 2.000 | 6.000 |
| 820 | 13:40 | 2.000 | 6.000 |
| 840 | 14:00 | 1.500 | 4.500 |
| 860 | 14:20 | 0.500 | 1.500 |
| 880 | 14:40 | 1.500 | 4.500 |

| 降雨繼續時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 900 | 15:00 | 1.500 | 4.500 |
| 920 | 15:20 | 4.000 | 12.000 |
| 940 | 15:40 | 5.000 | 15.000 |
| 960 | 16:00 | 2.000 | 6.000 |
| 980 | 16:20 | 2.000 | 6.000 |
| 1000 | 16:40 | 2.500 | 7.500 |
| 1020 | 17:00 | 0.500 | 1.500 |
| 1040 | 17:20 | 1.500 | 4.500 |
| 1060 | 17:40 | 0.500 | 1.500 |
| 1080 | 18:00 | 1.500 | 4.500 |
| 1100 | 18:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1120 | 18:40 | 0.500 | 1.500 |
| 1140 | 19:00 | 5.000 | 15.000 |
| 1160 | 19:20 | 1.500 | 4.500 |
| 1180 | 19:40 | 0.500 | 1.500 |
| 1200 | 20:00 | 1.000 | 3.000 |
| 1220 | 20:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1240 | 20:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1260 | 21:00 | 0.500 | 1.500 |
| 1280 | 21:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1300 | 21:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1320 | 22:00 | 0.000 | 0.000 |
| 1340 | 22:20 | 0.500 | 1.500 |
| 1360 | 22:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1380 | 23:00 | 0.000 | 0.000 |
| 1400 | 23:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1420 | 23:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1440 | 24:00 | 0.000 | 0.000 |

1.4 洪水調節施設諸元

1.4.1 最終貯留施設

- (1) 初期水位 0.000 (m)
- (2) 終了水位 0.000 (m)
- (3) 許容放流量 1.77000 (m³/s)
- (4) 池容量

| | 水位 (m) | 水面積 (m ²) | 容量 (m ³) |
|---|--------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 0.000 | 3291.300 | 0.000 |
| 2 | 1.000 | 3582.900 | 3437.100 |
| 3 | 3.000 | 4199.600 | 11219.600 |
| 4 | 3.000 | 4565.000 | 11219.600 |
| 5 | 8.000 | 6355.800 | 38521.600 |
| 6 | 8.000 | 6784.000 | 38521.600 |
| 7 | 11.000 | 8024.600 | 60734.500 |
| 8 | 12.200 | 8548.500 | 70678.360 |

(5) オリフィス

| | 形状 | 敷高 (m) | 幅・直径 (m) | 高さ (m) | 流量係数 C1 | 流量係数 C2 |
|---|----|--------|----------|--------|---------|---------|
| 1 | 矩形 | 0.000 | 0.450 | 0.450 | 0.60 | 1.80 |

オリフィスの流量は以下の式により求める。

$$H \leq H_L + 1.2D_L$$

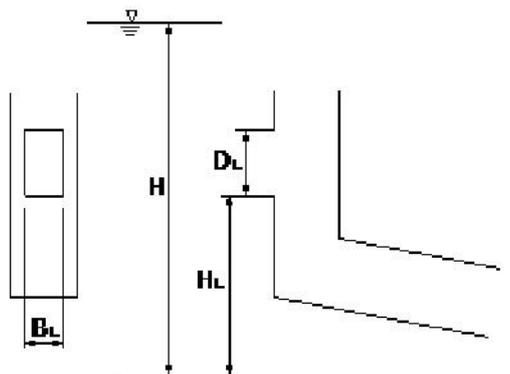
$$Q = C_2 \cdot B_L \cdot (H - H_L)^{3/2}$$

$$H_L + 1.2D_L < H < H_L + 1.8D_L$$

$H = H_L + 1.2D_L$ でのQおよび $H = H_L + 1.8D_L$ でのQを用いて、この間を直線近似する。

$$H_L + 1.8D_L \leq H$$

$$Q = C_1 \cdot D_L \cdot B_L \cdot \sqrt{\{2 \cdot g \cdot (H - H_L - 0.5D_L)\}}$$



- Q:オリフィス流量(m³/s)
- H:調整池の水深(m)
- H_L:調整池底からオリフィス下面までの水深(m)
- B_L:オリフィスの幅(m)
- D_L:オリフィスの高さ(m)
- g :重力加速度(m/s²)

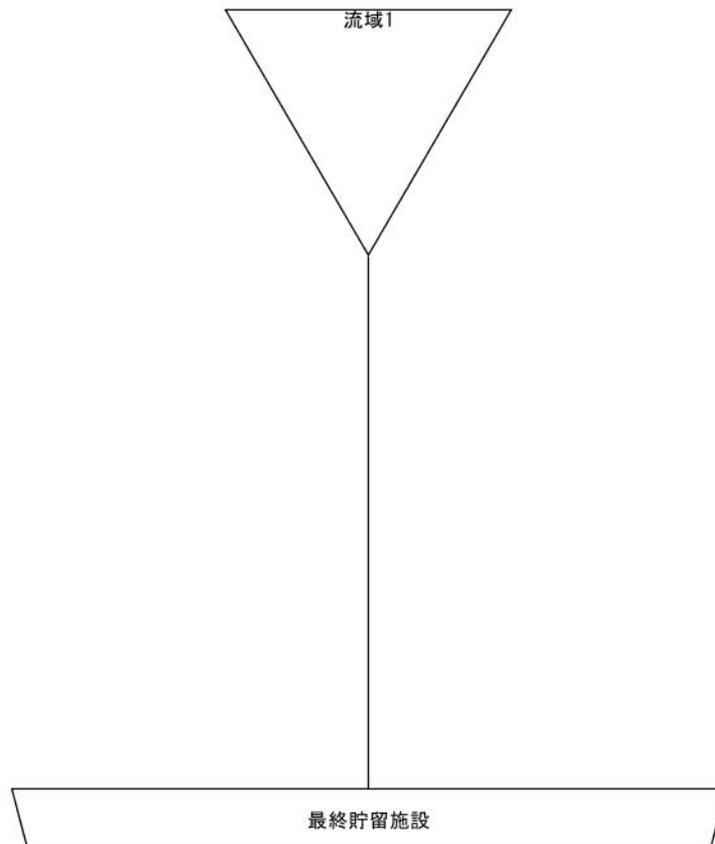
2. 各施設の洪水調節計算結果一覧

| | 流入量 (m3/sec) | 放流量 (m3/sec) | 水 位 (m) | 湛水面積 (m2) | 貯留量 (m3) |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-------------|
| 【最終貯留施設】 | | | | | |
| 計算最大値 | 48.03409 | 1.70635 | 10.288 | 7720.782 | 55115.772 |
| 許 容 値 | — | 1.77000 | 12.200 | — | — |
| 判 定 | | OK | OK | | |

調整池B

1. 洪水調節容量算定条件

1.1 流域モデル



| 名 称 | 種 類 | 遅れ時間(分) |
|--------|-----------|---------|
| 流域1 | — | — |
| 最終貯留施設 | オフサイト貯留施設 | — |

1.2 計算条件

- (1) 計算時間間隔 10 (分)
- (2) 連続計算の精度 小数点以下3桁

1.3 流域諸元および降雨量計算条件

1.3.1 流域1

- (1) 洪水到達時間 10 分
- (2) 降雨波形のタイプ 実績降雨量
- (3) 流域面積および流出係数

| | 土地利用 | 流域面積 (ha) | 流出係数 |
|----|------|-----------|--------|
| 1 | 流域 | 38.4082 | 0.7500 |
| 合成 | | 38.4082 | 0.7500 |

※合成流出係数は加重平均にて計算

(4) 実績降雨データ

| 降雨継続時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 0 | 00:00 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 00:10 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 00:20 | 0.000 | 0.000 |
| 30 | 00:30 | 0.000 | 0.000 |
| 40 | 00:40 | 0.000 | 0.000 |
| 50 | 00:50 | 0.000 | 0.000 |
| 60 | 01:00 | 0.000 | 0.000 |
| 70 | 01:10 | 0.000 | 0.000 |
| 80 | 01:20 | 0.000 | 0.000 |
| 90 | 01:30 | 0.000 | 0.000 |
| 100 | 01:40 | 0.000 | 0.000 |
| 110 | 01:50 | 0.000 | 0.000 |
| 120 | 02:00 | 0.000 | 0.000 |
| 130 | 02:10 | 0.000 | 0.000 |
| 140 | 02:20 | 0.000 | 0.000 |
| 150 | 02:30 | 0.000 | 0.000 |
| 160 | 02:40 | 0.000 | 0.000 |
| 170 | 02:50 | 0.000 | 0.000 |
| 180 | 03:00 | 0.000 | 0.000 |
| 190 | 03:10 | 0.000 | 0.000 |
| 200 | 03:20 | 0.000 | 0.000 |
| 210 | 03:30 | 0.000 | 0.000 |
| 220 | 03:40 | 0.000 | 0.000 |
| 230 | 03:50 | 0.000 | 0.000 |
| 240 | 04:00 | 0.000 | 0.000 |
| 250 | 04:10 | 0.000 | 0.000 |
| 260 | 04:20 | 0.000 | 0.000 |
| 270 | 04:30 | 0.000 | 0.000 |
| 280 | 04:40 | 0.000 | 0.000 |
| 290 | 04:50 | 0.000 | 0.000 |
| 300 | 05:00 | 0.000 | 0.000 |
| 310 | 05:10 | 0.000 | 0.000 |
| 320 | 05:20 | 0.000 | 0.000 |

| 降雨繼續時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 330 | 05:30 | 0.000 | 0.000 |
| 340 | 05:40 | 0.000 | 0.000 |
| 350 | 05:50 | 0.000 | 0.000 |
| 360 | 06:00 | 0.000 | 0.000 |
| 370 | 06:10 | 0.000 | 0.000 |
| 380 | 06:20 | 0.000 | 0.000 |
| 390 | 06:30 | 0.000 | 0.000 |
| 400 | 06:40 | 0.000 | 0.000 |
| 410 | 06:50 | 0.000 | 0.000 |
| 420 | 07:00 | 78.000 | 468.000 |
| 430 | 07:10 | 0.000 | 0.000 |
| 440 | 07:20 | 0.000 | 0.000 |
| 450 | 07:30 | 0.000 | 0.000 |
| 460 | 07:40 | 0.500 | 3.000 |
| 470 | 07:50 | 0.000 | 0.000 |
| 480 | 08:00 | 0.000 | 0.000 |
| 490 | 08:10 | 0.000 | 0.000 |
| 500 | 08:20 | 0.000 | 0.000 |
| 510 | 08:30 | 0.500 | 3.000 |
| 520 | 08:40 | 0.500 | 3.000 |
| 530 | 08:50 | 0.000 | 0.000 |
| 540 | 09:00 | 0.000 | 0.000 |
| 550 | 09:10 | 1.000 | 6.000 |
| 560 | 09:20 | 0.000 | 0.000 |
| 570 | 09:30 | 0.500 | 3.000 |
| 580 | 09:40 | 0.500 | 3.000 |
| 590 | 09:50 | 0.500 | 3.000 |
| 600 | 10:00 | 0.500 | 3.000 |
| 610 | 10:10 | 1.000 | 6.000 |
| 620 | 10:20 | 1.500 | 9.000 |
| 630 | 10:30 | 1.000 | 6.000 |
| 640 | 10:40 | 0.500 | 3.000 |
| 650 | 10:50 | 1.500 | 9.000 |
| 660 | 11:00 | 1.000 | 6.000 |
| 670 | 11:10 | 0.500 | 3.000 |
| 680 | 11:20 | 1.000 | 6.000 |
| 690 | 11:30 | 0.500 | 3.000 |
| 700 | 11:40 | 1.000 | 6.000 |
| 710 | 11:50 | 1.000 | 6.000 |
| 720 | 12:00 | 1.000 | 6.000 |
| 730 | 12:10 | 1.000 | 6.000 |
| 740 | 12:20 | 1.000 | 6.000 |
| 750 | 12:30 | 1.000 | 6.000 |
| 760 | 12:40 | 1.000 | 6.000 |
| 770 | 12:50 | 1.500 | 9.000 |
| 780 | 13:00 | 1.000 | 6.000 |
| 790 | 13:10 | 1.000 | 6.000 |

| 降雨継続時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 800 | 13:20 | 1.000 | 6.000 |
| 810 | 13:30 | 1.000 | 6.000 |
| 820 | 13:40 | 1.000 | 6.000 |
| 830 | 13:50 | 0.500 | 3.000 |
| 840 | 14:00 | 1.000 | 6.000 |
| 850 | 14:10 | 0.500 | 3.000 |
| 860 | 14:20 | 0.000 | 0.000 |
| 870 | 14:30 | 1.000 | 6.000 |
| 880 | 14:40 | 0.500 | 3.000 |
| 890 | 14:50 | 0.500 | 3.000 |
| 900 | 15:00 | 1.000 | 6.000 |
| 910 | 15:10 | 2.000 | 12.000 |
| 920 | 15:20 | 2.000 | 12.000 |
| 930 | 15:30 | 2.500 | 15.000 |
| 940 | 15:40 | 2.500 | 15.000 |
| 950 | 15:50 | 1.000 | 6.000 |
| 960 | 16:00 | 1.000 | 6.000 |
| 970 | 16:10 | 1.500 | 9.000 |
| 980 | 16:20 | 0.500 | 3.000 |
| 990 | 16:30 | 2.000 | 12.000 |
| 1000 | 16:40 | 0.500 | 3.000 |
| 1010 | 16:50 | 0.000 | 0.000 |
| 1020 | 17:00 | 0.500 | 3.000 |
| 1030 | 17:10 | 1.000 | 6.000 |
| 1040 | 17:20 | 0.500 | 3.000 |
| 1050 | 17:30 | 0.000 | 0.000 |
| 1060 | 17:40 | 0.500 | 3.000 |
| 1070 | 17:50 | 0.500 | 3.000 |
| 1080 | 18:00 | 1.000 | 6.000 |
| 1090 | 18:10 | 0.000 | 0.000 |
| 1100 | 18:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1110 | 18:30 | 0.000 | 0.000 |
| 1120 | 18:40 | 0.500 | 3.000 |
| 1130 | 18:50 | 2.500 | 15.000 |
| 1140 | 19:00 | 2.500 | 15.000 |
| 1150 | 19:10 | 1.000 | 6.000 |
| 1160 | 19:20 | 0.500 | 3.000 |
| 1170 | 19:30 | 0.000 | 0.000 |
| 1180 | 19:40 | 0.500 | 3.000 |
| 1190 | 19:50 | 0.500 | 3.000 |
| 1200 | 20:00 | 0.500 | 3.000 |
| 1210 | 20:10 | 0.000 | 0.000 |
| 1220 | 20:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1230 | 20:30 | 0.000 | 0.000 |
| 1240 | 20:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1250 | 20:50 | 0.500 | 3.000 |
| 1260 | 21:00 | 0.000 | 0.000 |

| 降雨継続時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 1270 | 21:10 | 0.000 | 0.000 |
| 1280 | 21:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1290 | 21:30 | 0.000 | 0.000 |
| 1300 | 21:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1310 | 21:50 | 0.000 | 0.000 |
| 1320 | 22:00 | 0.000 | 0.000 |
| 1330 | 22:10 | 0.500 | 3.000 |
| 1340 | 22:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1350 | 22:30 | 0.000 | 0.000 |
| 1360 | 22:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1370 | 22:50 | 0.000 | 0.000 |
| 1380 | 23:00 | 0.000 | 0.000 |
| 1390 | 23:10 | 0.000 | 0.000 |
| 1400 | 23:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1410 | 23:30 | 0.000 | 0.000 |
| 1420 | 23:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1430 | 23:50 | 0.000 | 0.000 |
| 1440 | 24:00 | 0.000 | 0.000 |

1.4 洪水調節施設諸元

1.4.1 最終貯留施設

- (1) 初期水位 0.000 (m)
- (2) 終了水位 0.000 (m)
- (3) 許容放流量 0.67700 (m³/s)
- (4) 池容量

| | 水位 (m) | 水面積 (m ²) | 容量 (m ³) |
|---|--------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 0.000 | 2615.500 | 0.000 |
| 2 | 1.000 | 2798.600 | 2707.050 |
| 3 | 4.000 | 3354.800 | 11937.150 |
| 4 | 4.000 | 3585.500 | 11937.150 |
| 5 | 7.000 | 4183.400 | 23590.500 |
| 6 | 8.200 | 4437.600 | 28763.100 |

(5) オリフィス

| | 形状 | 敷高 (m) | 幅・直径 (m) | 高さ (m) | 流量係数 C1 | 流量係数 C2 |
|---|----|--------|----------|--------|---------|---------|
| 1 | 矩形 | 0.000 | 0.310 | 0.310 | 0.60 | 1.80 |

オリフィスの流量は以下の式により求める。

$$H \leq H_L + 1.2D_L$$

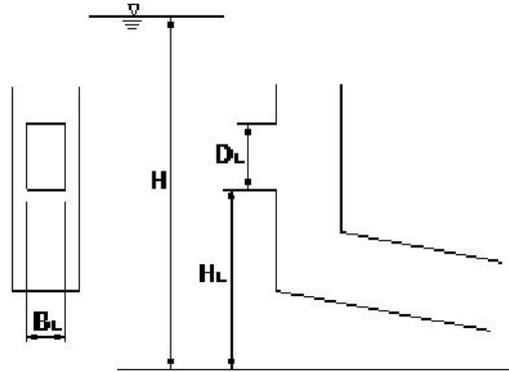
$$Q = C_2 \cdot B_L \cdot (H - H_L)^{3/2}$$

$$H_L + 1.2D_L < H < H_L + 1.8D_L$$

$H = H_L + 1.2D_L$ での Q および $H = H_L + 1.8D_L$ での Q を用いて、この間を直線近似する。

$$H_L + 1.8D_L \leq H$$

$$Q = C_1 \cdot D_L \cdot B_L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - H_L - 0.5D_L)}$$



Q:オリフィス流量(m³/s)

H:調整池の水深(m)

H_L:調整池底からオリフィス下面までの水深(m)

B_L:オリフィスの幅(m)

D_L:オリフィスの高さ(m)

g :重力加速度(m/s²)

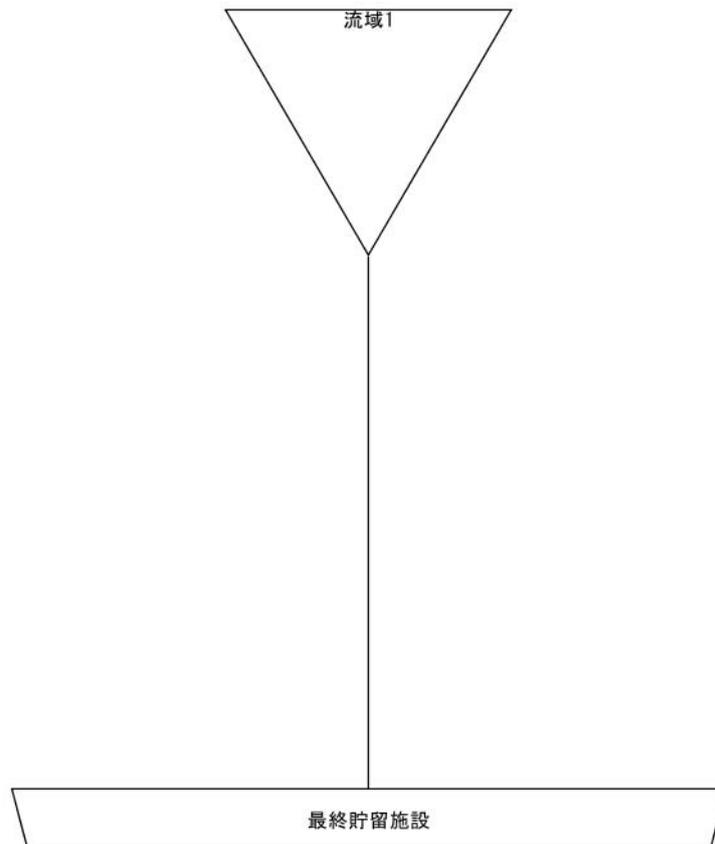
2. 各施設の洪水調節計算結果一覧

| | 流入量 (m3/sec) | 放流量 (m3/sec) | 水位 (m) | 湛水面積 (m2) | 貯留量 (m3) |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------|-------------|
| 【最終貯留施設】 | | | | | |
| 計算最大値 | 37.44800 | 0.64869 | 6.613 | 4103.727 | 21983.967 |
| 許容値 | — | 0.67700 | 8.200 | — | — |
| 判定 | | OK | OK | | |

調整池C

1. 洪水調節容量算定条件

1.1 流域モデル



| 名 称 | 種 類 | 遅れ時間(分) |
|--------|-----------|---------|
| 流域1 | — | — |
| 最終貯留施設 | オフサイト貯留施設 | — |

1.2 計算条件

- (1) 計算時間間隔 10 (分)
- (2) 連続計算の精度 小数点以下3桁

1.3 流域諸元および降雨量計算条件

1.3.1 流域1

- (1) 洪水到達時間 20 分
- (2) 降雨波形のタイプ 実績降雨量

(3) 流域面積および流出係数

| | 土地利用 | 流域面積 (ha) | 流出係数 |
|----|------|-----------|--------|
| 1 | 流域 | 124.5919 | 0.6990 |
| 合成 | | 124.5919 | 0.6990 |

※合成流出係数は加重平均にて計算

(4) 実績降雨データ

| 降雨継続時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 0 | 00:00 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 00:20 | 0.000 | 0.000 |
| 40 | 00:40 | 0.000 | 0.000 |
| 60 | 01:00 | 0.000 | 0.000 |
| 80 | 01:20 | 0.000 | 0.000 |
| 100 | 01:40 | 0.000 | 0.000 |
| 120 | 02:00 | 0.000 | 0.000 |
| 140 | 02:20 | 0.000 | 0.000 |
| 160 | 02:40 | 0.000 | 0.000 |
| 180 | 03:00 | 0.000 | 0.000 |
| 200 | 03:20 | 0.000 | 0.000 |
| 220 | 03:40 | 0.000 | 0.000 |
| 240 | 04:00 | 0.000 | 0.000 |
| 260 | 04:20 | 0.000 | 0.000 |
| 280 | 04:40 | 0.000 | 0.000 |
| 300 | 05:00 | 0.000 | 0.000 |
| 320 | 05:20 | 0.000 | 0.000 |
| 340 | 05:40 | 0.000 | 0.000 |
| 360 | 06:00 | 0.000 | 0.000 |
| 380 | 06:20 | 0.000 | 0.000 |
| 400 | 06:40 | 0.000 | 0.000 |
| 420 | 07:00 | 0.000 | 0.000 |
| 440 | 07:20 | 78.000 | 234.000 |
| 460 | 07:40 | 0.500 | 1.500 |
| 480 | 08:00 | 0.000 | 0.000 |
| 500 | 08:20 | 0.000 | 0.000 |
| 520 | 08:40 | 1.000 | 3.000 |
| 540 | 09:00 | 0.000 | 0.000 |
| 560 | 09:20 | 1.000 | 3.000 |
| 580 | 09:40 | 1.000 | 3.000 |
| 600 | 10:00 | 1.000 | 3.000 |
| 620 | 10:20 | 2.500 | 7.500 |
| 640 | 10:40 | 1.500 | 4.500 |
| 660 | 11:00 | 2.500 | 7.500 |
| 680 | 11:20 | 1.500 | 4.500 |
| 700 | 11:40 | 1.500 | 4.500 |
| 720 | 12:00 | 2.000 | 6.000 |
| 740 | 12:20 | 2.000 | 6.000 |
| 760 | 12:40 | 2.000 | 6.000 |
| 780 | 13:00 | 2.500 | 7.500 |
| 800 | 13:20 | 2.000 | 6.000 |
| 820 | 13:40 | 2.000 | 6.000 |
| 840 | 14:00 | 1.500 | 4.500 |
| 860 | 14:20 | 0.500 | 1.500 |
| 880 | 14:40 | 1.500 | 4.500 |

| 降雨繼續時間 (min) | 降雨日時 | 降雨量 (mm) | 降雨強度 (mm/hr) |
|-----------------|-------|-------------|-----------------|
| 900 | 15:00 | 1.500 | 4.500 |
| 920 | 15:20 | 4.000 | 12.000 |
| 940 | 15:40 | 5.000 | 15.000 |
| 960 | 16:00 | 2.000 | 6.000 |
| 980 | 16:20 | 2.000 | 6.000 |
| 1000 | 16:40 | 2.500 | 7.500 |
| 1020 | 17:00 | 0.500 | 1.500 |
| 1040 | 17:20 | 1.500 | 4.500 |
| 1060 | 17:40 | 0.500 | 1.500 |
| 1080 | 18:00 | 1.500 | 4.500 |
| 1100 | 18:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1120 | 18:40 | 0.500 | 1.500 |
| 1140 | 19:00 | 5.000 | 15.000 |
| 1160 | 19:20 | 1.500 | 4.500 |
| 1180 | 19:40 | 0.500 | 1.500 |
| 1200 | 20:00 | 1.000 | 3.000 |
| 1220 | 20:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1240 | 20:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1260 | 21:00 | 0.500 | 1.500 |
| 1280 | 21:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1300 | 21:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1320 | 22:00 | 0.000 | 0.000 |
| 1340 | 22:20 | 0.500 | 1.500 |
| 1360 | 22:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1380 | 23:00 | 0.000 | 0.000 |
| 1400 | 23:20 | 0.000 | 0.000 |
| 1420 | 23:40 | 0.000 | 0.000 |
| 1440 | 24:00 | 0.000 | 0.000 |

1.4 洪水調節施設諸元

1.4.1 最終貯留施設

- (1) 初期水位 0.000 (m)
- (2) 終了水位 0.000 (m)
- (3) 許容放流量 2.19700 (m³/s)
- (4) 池容量

| | 水位 (m) | 水面積 (m ²) | 容量 (m ³) |
|---|--------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 0.000 | 2865.200 | 0.000 |
| 2 | 1.000 | 3342.700 | 3103.950 |
| 3 | 3.000 | 4336.200 | 10782.850 |
| 4 | 3.000 | 4662.300 | 10782.850 |
| 5 | 8.000 | 7318.900 | 40735.850 |
| 6 | 8.000 | 7744.400 | 40735.850 |
| 7 | 11.000 | 9372.500 | 66411.200 |
| 8 | 12.200 | 10017.100 | 78044.960 |

(5) オリフィス

| | 形状 | 敷高 (m) | 幅・直径 (m) | 高さ (m) | 流量係数 C1 | 流量係数 C2 |
|---|----|--------|----------|--------|---------|---------|
| 1 | 矩形 | 0.000 | 0.500 | 0.500 | 0.60 | 1.80 |

オリフィスの流量は以下の式により求める。

$$H \leq H_L + 1.2D_L$$

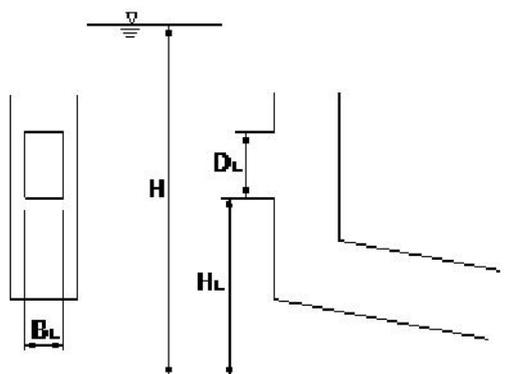
$$Q = C_2 \cdot B_L \cdot (H - H_L)^{3/2}$$

$$H_L + 1.2D_L < H < H_L + 1.8D_L$$

$H = H_L + 1.2D_L$ でのQおよび $H = H_L + 1.8D_L$ でのQを用いて、この間を直線近似する。

$$H_L + 1.8D_L \leq H$$

$$Q = C_1 \cdot D_L \cdot B_L \cdot \sqrt{\{2 \cdot g \cdot (H - H_L - 0.5D_L)\}}$$



- Q:オリフィス流量(m³/s)
- H:調整池の水深(m)
- H_L:調整池底からオリフィス下面までの水深(m)
- B_L:オリフィスの幅(m)
- D_L:オリフィスの高さ(m)
- g :重力加速度(m/s²)

2. 各施設の洪水調節計算結果一覧

| | 流入量 (m3/sec) | 放流量 (m3/sec) | 水 位 (m) | 湛水面積 (m2) | 貯留量 (m3) |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-------------|
| 【最終貯留施設】 | | | | | |
| 計算最大値 | 56.60833 | 2.15808 | 10.811 | 9265.587 | 64646.967 |
| 許 容 値 | — | 2.19700 | 12.200 | — | — |
| 判 定 | | OK | OK | | |