

第 8 回流出解析ワーキングチーム報告

(第 8 回流出解析 WT, H 17. 6. 2)

* 「流出予測 (基本高水)」の算定条件を以下のとおり設定することとした。

1) 入力降雨条件

1.1) 引伸し方法

- ・ 100 年確率降雨として 247 (mm/24h) を採用する。(注 1)
- ・ 無降雨継続時間が 6 時間 (洪水到達時間) 以上は別降雨とする。

1.2) 計画対象降雨群の設定 (引伸し倍率と棄却基準)

- ・ 計画降雨群は, 下記の 2 ケースについて作成する。(注 2)
(ケース 1): 引伸ばし倍率を 2.0 以下とし, 棄却基準は適用しない。
(ケース 2): 引伸ばし倍率を 3.0 以下とし, 併せて「棄却基準」を適用する。(注 3)
- ・ 計算で得られたピーク流量は, (ケース 1) および (ケース 2) のそれぞれについて, 一覧表として取りまとめる。

2) 斜面 (流域) 条件

2.1) 将来の土地利用状況の設定

- ・ 最新の都市計画区域区分における市街化区域が市街地になるものとする。

2.2) モデル定数 (有効降雨量の算定に関するモデル定数) の設定

- ・ 畑委員の提案に基づく「損失高から一義的に飽和雨量を算定する手法」を流出予測に採用する。(注 4)
- ・ 流出予測に用いる各地目の飽和雨量 R_{sa} は, 流域平均損失高を 40mm として設定する。
(この 40mm は, 全地点の総雨量 ~ 流出高の関係から最小二乗法で算定した実績損失高の平均値である)。

3) その他

3.1) 実績降雨の観測点数と流域分割についての検討 (ティーセン法の適用に関する検討)

- ・ 実績降雨の時間雨量・日雨量の観測点数は観測時期によって異なっている。これが計画降雨波形・地域分布および流出予測結果に与える影響を調べるため, 長峯委員の提案に基づいて, 以下の流出予測計算を, 2, 3 の計画対象降雨について追加して行う。

平成 5 ~ 13 年の数洪水の計画対象降雨について, 観測所 3 箇所 (S31 ~ S35 に存在していたもの) あるいは 6 箇所 (S36 ~ S41 に存在していたもの) のみが存在した場合と同様に時間雨量データおよび日雨量データを処理し, その結果得られる計画降雨を使用してピーク流量を計算する。

3.2) Rsa 設定方法の妥当性の検討

- ・ 畑委員案に基づく Rsa 設定方法を用いて実績洪水の再現を行い、この Rsa 設定方法の妥当性を検証する。

なお、流出解析WTでは、H8.8.26、H16.10.18 洪水について再現を行い、上記の Rsa 設定方法が妥当であることを確かめている。したがって、その他の 12 洪水について再現を行い、妥当性を再確認する。

(注1): 100 年確率雨量 247 (mm/24h) について

100 年確率雨量は、平成 13 年以前の既存の年最大日雨量データより求めると 242 (mm/24h) であり、一方、平成 13 年以降の 3 年間（すなわち、平成 14、15、16 年。平成 16 年は台風 23 号に伴う降雨）の年最大日雨量データを含めて求めると 247 (mm/24h) となる。（この結果は、第 13 回流域委員会でも河川管理者より報告済み）

できるだけ直近の降雨データを活用し、また計画対象降雨にも含めて流出予測を行うという趣旨から、基本高水ピーク流量の算定に 100 年確率雨量として 247 (mm/24h) を採用した。

(注2): 基本高水の選定方法（計画降雨群のケース分け）について

（ケース1）の降雨群から得られたピーク流量群から基本高水を選定する場合、流量の上位から何位目の流量を選定するか、あるいはどの程度の規模の流量を選定するか、判断する。判断基準として、「カバー率」等の考え方がある。

（ケース2）の降雨群から得られたピーク流量群から選定する場合、一般に、流量の最上位のものを基本高水として採用する。

(注3): (ケース2) の棄却基準

時間分布による棄却		1/500 確率雨量
甲武橋上流域	3 時間雨量	121.2mm
	6 時間雨量	172.6mm

地域分布による棄却		1/500 確率雨量
武庫川流域・上流域	24 時間雨量	272.8mm
武庫川流域・下流域	24 時間雨量	348.9mm

(注4) : 流域平均損失高に基づく Rsa (飽和雨量) の設定方法

実績洪水ごとに各地目の Rsa (飽和雨量) を求める手法として、畑委員の提案に基づき、 Rsa と実績損失高 (実績の流域平均損失高 : mm) とを一義的に関係づけて Rsa を算定する方法を採用することとした。すなわち、後述のとおり、地目別の Rsa 標準値、1次流出率および面積比から算定した流域平均損失高 (mm) を基準値として、実績洪水ごとに、この基準値と実績損失高 (mm) との比率から、地目別の Rsa を算定する方法である。

1. 実績洪水ごとの、地目 k の飽和雨量を $Rsa(k)$ 、1次流出率を $f_1(k)$ 、面積を $A(k)$ で表す。

そして

$$\text{地目 } k \begin{cases} k=1 & \text{: 市街地} \\ k=2 & \text{: 畑 (ゴルフ場)} \\ k=3 & \text{: 水田 (池)} \\ k=4 & \text{: 山林} \end{cases}$$

とする。

2. 流域面積を A で表す。

3. 地目 k の $Rsa(k)$ の標準値を $Rсах(k)$ と表す。

4. 洪水ごとの、実績 (流域平均) 損失高を RI で表し、それに占める地目 k の損失高を $RI(k)$ で表す。

5. このとき、地目 k の損失高 $RI(k)$ は

$$RI(k) = \frac{Rsa(k) \times \{1 - f_1(k)\} \times A(k)}{A}$$

である。それゆえ、損失高 RI は

$$\begin{aligned} RI &= \sum_k RI(k) = RI(1) + RI(2) + RI(3) + RI(4) \\ &= \frac{Rsa(1) \times \{1 - f_1(1)\} \times A(1)}{A} + \frac{Rsa(2) \times \{1 - f_1(2)\} \times A(2)}{A} \quad \dots (1) \\ &\quad + \frac{Rsa(3) \times \{1 - f_1(3)\} \times A(3)}{A} + \frac{Rsa(4) \times \{1 - f_1(4)\} \times A(4)}{A} \end{aligned}$$

である。

6. $Rsa(k)$ が標準値 (= $Rсах(k)$) である場合の流域平均損失高を RIh で表し、それに占める地目 k の損失高を $RIh(k)$ で表す。この場合の損失高 RIh は、上記の5.と同様に

$$\begin{aligned} RIh &= \sum_k RIh(k) = RIh(1) + RIh(2) + RIh(3) + RIh(4) \\ &= Rсах(1) \times \{1 - f_1(1)\} \times \alpha(1) + Rсах(2) \times \{1 - f_1(2)\} \times \alpha(2) \quad \dots (2) \\ &\quad + Rсах(3) \times \{1 - f_1(3)\} \times \alpha(3) + Rсах(4) \times \{1 - f_1(4)\} \times \alpha(4) \end{aligned}$$

である。ここに、 $\alpha(k) = A(k)/A$ (=地目 k の面積比率) である。

以下では、この Rlh を「基準損失高」という。

7. いま、洪水ごとに、各地目の $Rsa(k)$ は異なるものの、 $Rsa(k)$ 間の比はつねに標準値 (= $Rсах(k)$) の比に等しいとする。すなわち

$$\frac{Rsa(i)}{Rsa(j)} = \frac{Rсах(i)}{Rсах(j)} \quad , \quad \text{つまり} \quad Rsa(i) = \frac{Rсах(i)}{Rсах(j)} \times Rsa(j)$$

とする。ここに、 i, j は地目を表す。したがって、山林の標準値 $Rсах(4)$ を基準とすると、各地目の $Rsa(k)$ はそれぞれ

$$\begin{aligned} Rsa(1 = \text{市街地}) &= \frac{Rсах(1 = \text{市街地})}{Rсах(4 = \text{山林})} \times Rsa(4 = \text{山林}) \\ &= Rсах(1 = \text{市街地}) \times \frac{Rsa(4 = \text{山林})}{Rсах(4 = \text{山林})} \\ Rsa(2 = \text{畑・ゴルフ場}) &= \frac{Rсах(2 = \text{畑・ゴルフ場})}{Rсах(4 = \text{山林})} \times Rsa(4 = \text{山林}) \\ &= Rсах(2 = \text{畑・ゴルフ場}) \times \frac{Rsa(4 = \text{山林})}{Rсах(4 = \text{山林})} \\ Rsa(3 = \text{水田・池}) &= \frac{Rсах(3 = \text{水田・池})}{Rсах(4 = \text{山林})} \times Rsa(4 = \text{山林}) \\ &= Rсах(3 = \text{水田・池}) \times \frac{Rsa(4 = \text{山林})}{Rсах(4 = \text{山林})} \\ Rsa(4 = \text{山林}) &= \frac{Rсах(4 = \text{山林})}{Rсах(4 = \text{山林})} \times Rsa(4 = \text{山林}) \\ &= Rсах(4 = \text{山林}) \times \frac{Rsa(4 = \text{山林})}{Rсах(4 = \text{山林})} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

である。

8. 式(3)の關係を用いて式(1)を書き直すと、

$$\begin{aligned} Rl &= Rl(1) + Rl(2) + Rl(3) + Rl(4) \\ &= \frac{Rsa(4)}{Rсах(4)} \times \{ Rсах(1) \times \{1 - f_1(1)\} \times \alpha(1) + Rсах(2) \times \{1 - f_1(2)\} \times \alpha(2) \\ &\quad + Rсах(3) \times \{1 - f_1(3)\} \times \alpha(3) + Rсах(4) \times \{1 - f_1(4)\} \times \alpha(4) \} \end{aligned}$$

となる。ところで、上式の右辺 { } 内は式(2)、すなわち「基準損失高」 Rlh であるので、上式は

$$Rl = \frac{Rsa(4)}{Rсах(4)} \times Rlh \quad , \quad \text{つまり} \quad Rsa(4) = \frac{Rl}{Rlh} \times Rсах(4) \quad \dots (4)$$

と書ける .

9 . ゆえに , 式 (4) と式 (3) より , 地目 k の飽和雨量 $Rsa(k)$ は

$$Rsa(k) = \frac{Rl}{Rlh} \times Rsah(k) = \frac{\text{実績洪水の損失高}}{\text{基準損失高}} \times (\text{地目の} Rsa \text{ 標準値})$$

となり , これにより , 実績洪水の損失高と関連付けて , 一義的に算定できる .

表 - 1 現況の武庫川流域の各地目別面積比率： $\alpha(k) = A(k) / A$

青野ダム流域 現況土地利用面積

	市街地	畑	ゴルフ場	水田	池	山林	合計
面積 (km ²)	1.26	0.96	0	5.38	1.37	42.83	51.80
比率 (%)	2.4	1.8	0	10.4	2.6	82.7	100

千苅ダム流域 現況土地利用面積

	市街地	畑	ゴルフ場	水田	池	山林	合計
面積 (km ²)	2.71	0.46	2.77	11.97	1.17	75.94	95.00
比率 (%)	2.9	0.5	2.9	12.6	1.2	79.9	100

甲武橋地点 現況土地利用面積

	市街地	畑	ゴルフ場	水田	池	山林	合計
面積 (km ²)	78.82	5.33	20.97	76.65	4.90	313.23	499.99
比率 (%)	15.8	1.1	4.2	15.3	1.0	62.7	100

表 - 2 R_{sa} の標準値 (mm)

市街地	畑 (ゴルフ場)	水田 (池)	山林
55	300	50	150

表 - 3 f_1 (1次流出率) の設定値

市街地	畑、ゴルフ場、山林	水田、池
0.80	0.30	0.00

表 - 4 Rsa 標準値を用いた場合の損失高

青野ダム流域

地 目	損失高		
市街地	$55 \times (1-0.80) \times$	0.024	= 0.264mm
畑	$300 \times (1-0.30) \times$	0.018	= 3.780mm
水田	$50 \times (1-0.00) \times$	0.104	= 5.200mm
ゴルフ場	$300 \times (1-0.30) \times$	0.000	= 0.000mm
池	$50 \times (1-0.00) \times$	0.026	= 1.300mm
山林	$150 \times (1-0.30) \times$	0.827	= 86.835mm
流域平均損失高			97.379mm

各地目の流域面積に閉める割合

千苅ダム流域

地 目	損失高		
市街地	$55 \times (1-0.80) \times$	0.029	= 0.319mm
畑	$300 \times (1-0.30) \times$	0.005	= 1.050mm
水田	$50 \times (1-0.00) \times$	0.126	= 6.300mm
ゴルフ場	$300 \times (1-0.30) \times$	0.029	= 6.090mm
池	$50 \times (1-0.00) \times$	0.012	= 0.600mm
山林	$150 \times (1-0.30) \times$	0.799	= 83.895mm
流域平均損失高			98.254mm

各地目の流域面積に閉める割合

表 - 4 R_{sa} 標準値を用いた場合の損失高 (つづき)

甲武橋地点流域

地 目	損失高		
市街地	$55 \times (1-0.80) \times$	0.158	= 1.738mm
畑	$300 \times (1-0.30) \times$	0.011	= 2.310mm
水田	$50 \times (1-0.00) \times$	0.153	= 7.650mm
ゴルフ場	$300 \times (1-0.30) \times$	0.042	= 8.820mm
池	$50 \times (1-0.00) \times$	0.010	= 0.500mm
山林	$150 \times (1-0.30) \times$	0.627	= 65.835mm
流域平均損失高			86.853mm

各地目の流域面積に閉める割合

実績洪水を用いた検証

検証洪水は H8.8.26 洪水 (実績の損失高が最も大きい洪水) および H16.10.18 洪水 (近年の最大の洪水) を選定した。各洪水の実績損失高は下表のとおりである。

表 - 5 実績の損失高 (mm)

洪 水	青野ダム	千苅ダム	甲武橋
H8.8.26	112.3	80.1	
H16.10.18	65.5	36.2	37.4

検証結果

Rsa の設定値一覧表 , 及びその設定値を用いて流出計算を行った結果(ピーク流量)を示す .

H8.8.26洪水の飽和雨量設定値

地 点	地目	飽和雨量Rsa(mm)	
青野ダム	市街地	55 × 112.3 / 97.379 =	63
	畑 (ゴルフ場)	300 × 112.3 / 97.379 =	346
	水田 (池)	50 × 112.3 / 97.379 =	58
	山 林	150 × 112.3 / 97.379 =	173
千苺ダム	市街地	55 × 80.1 / 98.254 =	45
	畑 (ゴルフ場)	300 × 80.1 / 98.254 =	245
	水田 (池)	50 × 80.1 / 98.254 =	41
	山 林	150 × 80.1 / 98.254 =	122

H16.10.18洪水の飽和雨量設定値

地 点	地目	飽和雨量Rsa(mm)	
青野ダム	市街地	55 × 65.5 / 97.379 =	37
	畑 (ゴルフ場)	300 × 65.5 / 97.379 =	202
	水田 (池)	50 × 65.5 / 97.379 =	34
	山 林	150 × 65.5 / 97.379 =	101
千苺ダム	市街地	55 × 36.2 / 98.254 =	20
	畑 (ゴルフ場)	300 × 36.2 / 98.254 =	111
	水田 (池)	50 × 36.2 / 98.254 =	18
	山 林	150 × 36.2 / 98.254 =	55
甲武橋	市街地	55 × 37.4 / 86.853 =	24
	畑 (ゴルフ場)	300 × 37.4 / 86.853 =	129
	水田 (池)	50 × 37.4 / 86.853 =	22
	山 林	150 × 37.4 / 86.853 =	65

検証結果ピーク流量一覧表

(mm)

洪 水		青野ダム	千苺ダム	生瀬	甲武橋
H8.8.26	実績	190	207	-	-
	計算結果	154	204	-	-
H16.10.18	実績	271	551	-	2904
	計算結果	246	567	-	3009