

2009.07.28

一級水系河川の基本高水流量の過大さについて

小松好人

1. はじめに

河川整備基本方針検討小委員会で審議された国交大臣が河川管理者である全国 109 の一級河川の基本高水流量について、同時に発表された流量確率からの治水安全度に見合うピーク流量と比較して、決定された基本高水流量がどの程度過大かを推定した。

2. 流量確率によるピーク流量の推定

国交省の方針では年最大流量からの流量確率は決定された基本高水流量の検証に利用されている。治水安全度に見合う確率流量の上限値と下限値の間に基本高水流量が納まれば、その基本高水流量は妥当であると判断している。

流量確率はその統計的根拠から雨量確率と同じ扱いができる。計画雨量を雨量確率から決定する際には、雨量確率に見合う確率雨量の平均値を採用している。確率雨量は採用される確率分布のタイプによって変わるが、SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布の確率雨量を平均して計画雨量を求める方法は、河川整備基本方針検討小委員会でデファクトスタンダードとして採用されている。確率変量を流量に変えても同じ手法が使えるはずであり、計画雨量を一義的に決定したと同様にピーク流量を一義的に決定できる。

このように流量確率を検証目的でなく一義的に治水安全度に見合うピーク流量の決定に利用することは、基準として採用されてよい。実測の年最大流量からの流量確率が求められていない場合には、年最大雨量から流出解析により得られた再現流量から流量確率を求める方法も検討されてよい。その際には年最大雨量が必ずしも年最大流量を与えるものではないことを念頭に入れる必要はある。

3. 107 河川の基本高水流量と推定ピーク流量

全国 109 の一級河川について、基本高水流量と流量確率から一義的に求めたピーク流量の一覧表は第 1 表の通りであった。資料がない 2 河川を除き 107 河川が対象である。

一義的に決定する際には、原則 SLSC(99%)が 0.04 以下の確率分布の確率流量の平均値を採用したが、SLSC(99%)の表示がない場合は表示されている全確率分布の確率流量の平均値を求めた。更に確率流量の流量確率の範囲しか表示されていない場合は、最大値と最小値の平均値を採用している。すなわち一義的なピーク流量の求め方に 3 方法があり、それぞれの精度は異なることは予想されるが、情報的には等価として取り扱った。

第1表

No.	河川名	整備局	基準点	基本高 水流量	推定ピ ーク流 量	比率	治水安 全度	発表年
1	天塩川	北海道	誉平	6400	5700	1.12	1/100	H15
2	渚骨川	北海道	上渚骨	1900	1863	1.02	1/100	H20
3	湧別川	北海道	開盛	1800	2033	0.89	1/100	H20
4	常呂川	北海道	北見	1900	1755	1.08	1/100	H15
5	網走川	北海道	美幌	1200	1105	1.09	1/100	H19
6	石狩川	北海道	石狩大 橋	18000	16100	1.12	1/150	H16
7	尻別川	北海道	名駒	3300	3125	1.06	1/100	H20
8	鷓川	北海道	鷓川	3600	4329	0.83	1/100	H19
9	後志利 別川	北海道	今金	1600	1365	1.17	1/100	H18
10	沙流川	北海道	平取	6600	7125	0.93	1/100	H17
11	釧路川	北海道	標茶	1200	1023	1.17	1/100	H18
12	十勝川	北海道	茂岩	1520	1377	1.10	1/150	H19
13	岩木川	東北	五所川 原	5500	4344	1.27	1/100	H17
14	馬淵川	東北	大橋	3500	3286	1.07	1/100	H19
15	北上川	東北	狐禅寺	13600	12760	1.07	1/100	H18
16	鳴瀬川	東北	三本木	4100	3438	1.19	1/100	H18
17	名取川	東北	名取橋	4700	4220	1.11	1/150	H19
18	阿武隈 川	東北	岩沼	10700	11100	0.96	1/150	H16
19	米代川	東北	二ツ井	9200	8450	1.09	1/100	H14
20	雄物川	東北	椿川	9800	8960	1.09	1/150	H20
21	子吉川	東北	二十六 木橋	3100	2967	1.04	1/100	H16
22	最上川	東北	両羽橋	9000	8967	1.00	1/150	H11
23	赤川	東北	熊出	5300	4580*	1.16	1/100	H20
24	久慈川	関東	山方	4000	3383	1.18	1/100	H20
25	那珂川	関東	野口	8500	7470	1.14	1/100	H18
26	利根川	関東	八斗島	22000	26557	0.83	1/200	H18

27	荒川	関東	岩淵	14800	12950	1.14	1/200	H19
28	多摩川	関東	石原	8700	8000	1.09	1/200	H12
29	鶴見川	関東	末吉橋	2600	2367	1.10	1/150	H17
30	相模川	関東	厚木	10100	8722	1.16	1/150	H19
31	富士川	関東	北松野	16600	18800	0.88	1/150	H15
32	荒川	北陸	花立	8000	7300	1.10	1/100	H14
33	阿賀野川	北陸	馬下	15700	15925	0.99	1/150	H19
34	信濃川	北陸	小千谷	13500	14044	0.96	1/150	H20
35	関川	北陸	高田	3700	3320	1.11	1/100	H19
36	姫川	北陸	山本	5000	4450*	1.12	1/100	H20
37	黒部川	北陸	愛本	7200	6490	1.11	1/100	H18
38	常願寺川	北陸	甌岩	4600	4313	1.07	1/150	H17
38	神通川	北陸	神通大橋	9700	7844	1.24	1/150	H20
40	庄川	北陸	雄神	6500	5250	1.24	1/150	H19
41	小矢部川	北陸	津沢	1600	1620	0.99	1/100	H20
42	手取川	北陸	鶴来	6000	5158	1.16	1/100	H15
43	梯川	北陸	小松大橋	1700	1445	1.18	1/100	H20
44	狩野川	中部	千歳橋	4000	3767	1.06	1/100	H12
45	安倍川	中部	手越	6000	6033	0.99	1/150	H16
46	大井川	中部	神座	11500	9814	1.17	1/100	H18
47	菊川	中部	国安	1500	1367	1.10	1/100	H18
48	天竜川	中部	鹿島	19000	16163	1.18	1/150	H20
49	豊川	中部	石田	7100	6578	1.08	1/150	H11
50	矢作川	中部	岩津	8100	6713	1.21	1/150	H18
51	庄内川	中部	枇杷島	4700	4333	1.08	1/200	H17
52	木曾川	中部	犬山	19500	16973	1.15	1/200	H19
53	鈴鹿川	中部	高岡	3900	3663	1.06	1/150	H20
54	雲出川	中部	雲出橋	8000	7400	1.08	1/100	H18
55	櫛田川	中部	両郡橋	4800	5556	0.86	1/100	H15
56	宮川	中部	岩出	8400	8271	1.02	1/100	H19

57	由良川	近畿	福知山	6500	7333	0.89	1/100	H11
58	淀川	近畿	枚方	17500	15586*	1.12	1/200	H19
59	大和川	近畿	柏原	5200	4300	1.21	1/200	H21
60	円山川	近畿	立野	6400	5408	1.18	1/100	H20
61	加古川	近畿	国包	9000	8045	1.12	1/150	H20
62	揖保川	近畿	竜野	3900	3689	1.06	1/100	H19
63	紀の川	近畿	船戸	16000	15443	1.04	1/150	H17
64	新宮川	近畿	相賀	19000	19856	0.96	1/100	H20
65	九頭竜川	近畿	中角	8600	8111	1.06	1/150	H18
66	北川	近畿	高塚	1900	1810*	1.05	1/100	H20
67	千代川	中国	行徳	6300	5900	1.07	1/100	H18
68	天神川	中国	小田	3500	3111	1.13	1/100	H18
69	日野川	中国	車尾	5100	2725	1.87	1/100	H21
70	斐伊川	中国	上島	5100	4617	1.10	1/150	H21
71	江の川	中国	江津	14500	12250	1.18	1/100	H19
72	高津川	中国	高角	5200	5672	0.92	1/100	H18
73	吉井川	中国	岩戸	11000	9141	1.20	1/150	H21
74	旭川	中国	下牧	8000	6389	1.25	1/150	H20
75	高梁川	中国	船穂	13700	10770	1.27	1/150	H19
76	芦田川	中国	山手	3500	3130*	1.12	1/100	H16
77	太田川	中国	玖村	12000	10458	1.15	1/200	H19
78	小瀬川	中国	両国橋	3400	3100*	1.10	1/100	H20
79	佐波川	中国	新橋	3500	3020	1.16	1/100	H18
80	吉野川	四国	岩津	24000	23171	1.04	1/150	H17
81	那賀川	四国	古庄	11200	11656	0.96	1/100	H18
82	土器川	四国	抜川橋	1700	1790	0.95	1/100	H19
83	重信川	四国	重信川 出合	3300	3321	0.99	1/150	H18
84	肱川	四国	大洲	6300	5410	1.16	1/100	H15
85	物部川	四国	深淵	5400	5522	0.98	1/100	H19
86	仁淀川	四国	伊野	17000	17275	0.98	1/100	H20
87	渡川	四国	具同	17000	16216	1.05	1/100	H21
88	遠賀川	九州	日の出 橋	4800	4670	1.03	1/150	H16

89	山国川	九州	下唐原	4800	4670	1.03	1/100	H18
90	筑後川	九州	荒瀬	10000	9400	1.06	1/150	H15
91	矢部川	九州	船小屋	3500	3113	1.12	1/100	H19
92	松浦川	九州	松浦橋	3800	3500	1.09	1/100	H18
93	六角川	九州	住江橋	2200	1916	1.15	1/100	H21
94	嘉瀬川	九州	官人橋	3400	3433	0.99	1/100	H18
95	本明川	九州	裏山	1070	1090	0.98	1/100	H12
96	菊池川	九州	玉名	4500	4750*	0.95	1/100	H20
97	白川	九州	代継橋	3400	3488	0.97	1/150	H12
98	緑川	九州	城南	5300	4850*	1.09	1/150	H20
99	球磨川	九州	人吉	7000	6487	1.08	1/80	H19
100	大分川	九州	府内大橋	5700	5755	0.99	1/100	H18
101	大野川	九州	白滝橋	11000	12567	0.88	1/100	H11
102	番匠川	九州	番匠橋	3600	4500	0.80	1/100	H16
103	五ヶ瀬川	九州	三輪	7200	7650	0.94	1/100	H16
104	小丸川	九州	高城	5700	5435*	1.05	1/100	H20
105	大淀川	九州	相田	9700	9980	0.97	1/150	H15
106	川内川	九州	川内	9000	7740	1.16	1/100	H19
107	肝属川	九州	俣瀬	2500	2208	1.13	1/100	H19

注 1: 流量単位 m³/s

注 2: 比率 = (基本高水流量/推定ピーク流量)

注 3: 留萌川(北海道)高瀬川(東北)の流量確率のデータはない

注 4: 推定ピーク流量の*は中央値の流量である

比率は 1.00 になれば、決定された基本高水流量は計画治水安全度に見合うものとなる。1.16 程度であれば計画治水安全度が 1/100 の際に、基本高水流量の治水安全度(結果治水安全度と言える)は 1/200 になることが流量確率の性質(べき比)から分かっている。0.85 程度であれば基本高水流量の治水安全度は 1/50 程度になる。

これらの結果から計画治水安全度に見合う基本高水流量が過大になっている場合と過小になっている可能性がある。データの信頼性を向上させる必要があるのは言うまでもないが、107 河川からのデータであるから統計的に解析すると、雨量確率から決定された基本高水流量の治水安全度に関してかなり信頼性のある情報が得られる。

尚基本高水流量と推定ピーク流量との間には次の回帰式が認められた。

$$Y = 479.393 + 0.990X \quad r = 0.982$$

ここで

X: 推定ピーク流量 Y: 基本高水流量

尚総合確率法を採用している那珂川、久慈川、相模川に関してはそれぞれの比率は 1.14、1.18、1.16 になっている。計画治水安全度は 1/100 であるが、比率が 1.14～1.18、平均して 1.16 から基本高水流量の治水安全度は 1/200 程度であると考え。総合確率法で得られた基本高水流量は雨量確率に相当する流量の平均値から求められているので、超過確率 0.5 を考慮すると治水安全度 1/200 は妥当な結果である。

4. 解析結果

(1) 全河川に関する結果

107 河川全体について解析した結果は次の通りである。

第 2 表

サンプル数	107
最小値	0.800
最大値	1.870
平均値	1.0770
標準偏差	0.12616
ひずみ	2.051
とがり	13.759

ひずみ、とがりの値から予想できないが、正規確率プロットすると正規分布していることは確認できる。平均値が 1.08 程度であることから、計画治水安全度が 1/100 であれば、決定された基本高水流量の治水安全度は 1/150 程度になっていると思われる。すなわち 107 河川をプールして考えると、決定された基本高水流量はその程度の過大さと言える。

しかし比率が 1.16 以上または 0.85 以下の河川があり、それぞれ計画治水安全度が 1/100 の場合、基本高水流量に見合う治水安全度が 1/100 以下、1/50 以上になるので比率に問題差の意識を持って再検討する必要がある。

特に中国地方整備局の日野川の 1.87 は外れ値であり、この値を除くと比率の平均値は 1.0695、ひずみ-0.451、とがり-0.052 となりより正規分布になる。日野川の基本高水流量は平成 21 年 9 月 16 日に 6100m³/s より 5100m³/s に引き下げられているが依然として極めて過大である。

(2) 治水安全度をカテゴリ分けした結果

計画治水安全度をカテゴリとした解析結果は次の通りである。

第 3 表

治水安全度	1/100	1/150	1/200
サンプル数	66	33	8
最小値	0.800	0.880	0.830
最大値	1.870	1.270	1.210
平均値	1.0718	1.0827	1.0962
標準偏差	0.14082	0.09680	0.11488
ひずみ	2.55	0.221	-0.2135
とがり	15.120	-0.483	5.361

治水安全度が大きくなると平均値は大きくなるようだが、検定すると平均値に差があるとは言えない。

(3) 発表年をカテゴリ分けした結果

発表年をカテゴリとして解析した結果は次の通りである。

第4表

発表年	H11～H14	H15～H18	H19～H21
サンプル数	10	45	52
最小値	0.880	0.800	0.830
最大値	1.100	1.270	1.870
平均値	1.0140	1.0544	1.1087
標準偏差	0.08303	0.10369	0.14261
ひずみ	-0.617	-0.488	2.816
とがり	-1.084	-0.004	15.463

検定の結果発表年の間で平均値の差が認められる。すなわち期近になると比率の平均値は大きくなると判断してよい。言い換えると基本高水流量は過大になっている。又比率の分散も発表年の間で差があると言える。

(4) 地方整備局をカテゴリ分けした結果

地方整備局をカテゴリとして解析した結果は次の通りである。

第5表

整備局	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州
サンプル数	12	11	8	12	13	10	13	8	20
最小値	0.830	0.960	0.830	0.960	0.860	0.890	0.920	0.950	0.800

最大値	1.170	1.270	1.180	1.240	1.210	1.210	1.870	1.160	1.160
平均値	1.048	1.096	1.065	1.106	1.080	1.069	1.194	1.014	1.023
標準偏差	0.110	0.087	0.134	0.092	0.092	0.096	0.221	0.069	0.092
ひずみ	-0.942	0.534	-1.283	-0.118	-0.932	-0.414	2.594	1.569	-0.579
とがり	-0.151	0.493	0.000	-0.801	1.689	0.132	8.473	2.535	-0.300

検定の結果、中国地方整備局の平均値は他の地方整備局の平均値より大きいことが明らかになった。標準偏差も大きく中国地方整備局の基本高水流量の計算に再検討が必要であろう。

5 . 終わりに

河川整備基本方針検討小委員会で審議され発表されている 107 河川の基本高水流量と流量確率から求めた治水安全度に見合うピーク流量との比率を計算し、統計的な検討を加えた。その結果によれば、107 河川の比率の平均値は 1.08 となり、基本高水流量は過大であるが、計画治水安全度が 1/100 であれば、基本高水流量の治水安全度は 1/150 程度である。しかし河川によっては比率が 1.16 以上、0.85 以下の値を示しており、この比率がどの程度まで許容できるか問題差の意識を持って再検討する必要がある。

雨量確率から基本高水流量を決定する場合には、引き伸ばし率を 2 倍程度に制約せずに段階的サンプリングを実施し、より多くのピーク流量群を求める必要がある。そのピーク流量群に確率年の計算式を適用することで、治水安全度に見合う適切な基本高水流量が決定できる。

以上