

1．流域の概要

重信川^{しげのぶがわ}は、その源を愛媛県東温市^{とうおん}の東三方ヶ森^{ひがしさんぼうがもり}（標高 1,233m）に発し、東温市山之内を南に流れ、東温市吉久^{よしひさ}において表川^{おもてがわ}を合わせ西に向きを変え、道後平野^{どうごへいや}に出て拝志川^{はいしがわ}、砥部川^{とべがわ}、内川^{うちかわ}及び石手川^{いしてがわ}を合わせ、松山市垣生^{まつやましはぶ}において伊予灘^{いよなだ}に注ぐ、幹川流路延長 36km、流域面積 445km² の一級河川である。

その流域は、愛媛県中央部に位置し、松山市をはじめ 3 市 2 町からなり、流域の土地利用は山地等が約 70%、水田や畑地等の農地が約 20%、宅地等の市街地が約 10% となっている。

流域内には、愛媛県の県庁所在地である松山市があり、沿川には、四国縦貫自動車道、国道 11 号、33 号、56 号、JR 予讃線等の基幹交通施設が存在し交通の要衝となっている。また、表川合流点から河口までの中・下流域では広大な道後平野が広がり水稻、野菜、花き等の生産が盛んであるとともに、松山市等の中心市街地や河口部に広がる化学工業を中心とした工業群を擁し、古くからこの地域の社会・経済・文化の基盤を成している。さらに、皿ヶ嶺連峰^{さらがみねれんぼう}県立自然公園^{しらい}、白猪の滝^{しらい}等があり豊かな自然環境に恵まれていることから、本水系の治水・利水・環境についての意義は極めて大きい。

重信川流域は、上流域は皿ヶ嶺連峰等の 1,000m を越える急峻な山地に囲まれ、中流域は大小の支川を合わせ扇状地である道後平野が広がり、沿川には湧水である多数の泉が存在する。下流域は松山市を中心とする市街地が形成されている。河床勾配は、上流域は 1/10 ～ 1/65、中流域は 1/110 ～ 1/210、下流域は 1/240 ～ 1/940 の急流河川である。

流域の地質は、重信川の南側を東西に走る中央構造線によって、北側の領家帯^{りょうけたい}と南側の三波川^{さんぱがわ}帯^{たい}とに分けられる。領家帯は、石手川流域に主に分布する花崗岩類、本川上流域及び流域南斜面に広く分布し砂岩泥岩互層^{いずみそうぐん}からなる和泉層群及びそれらの境界部に分布する領家変成岩類よりなる。三波川帯は、結晶片岩を主体とする変成岩類よりなるが、重信川流域では、古第三紀の堆積岩類や新第三紀の火山岩類が広く覆っており、これらの地質構造に起因した土砂崩壊が多く見られる。

流域の気候は瀬戸内式気候に属し、温暖で平野部の平均年間降水量は 1,300mm 程度であり、降雨の大部分は梅雨期と台風期に集中しているため、しばしば渇水が生じている。

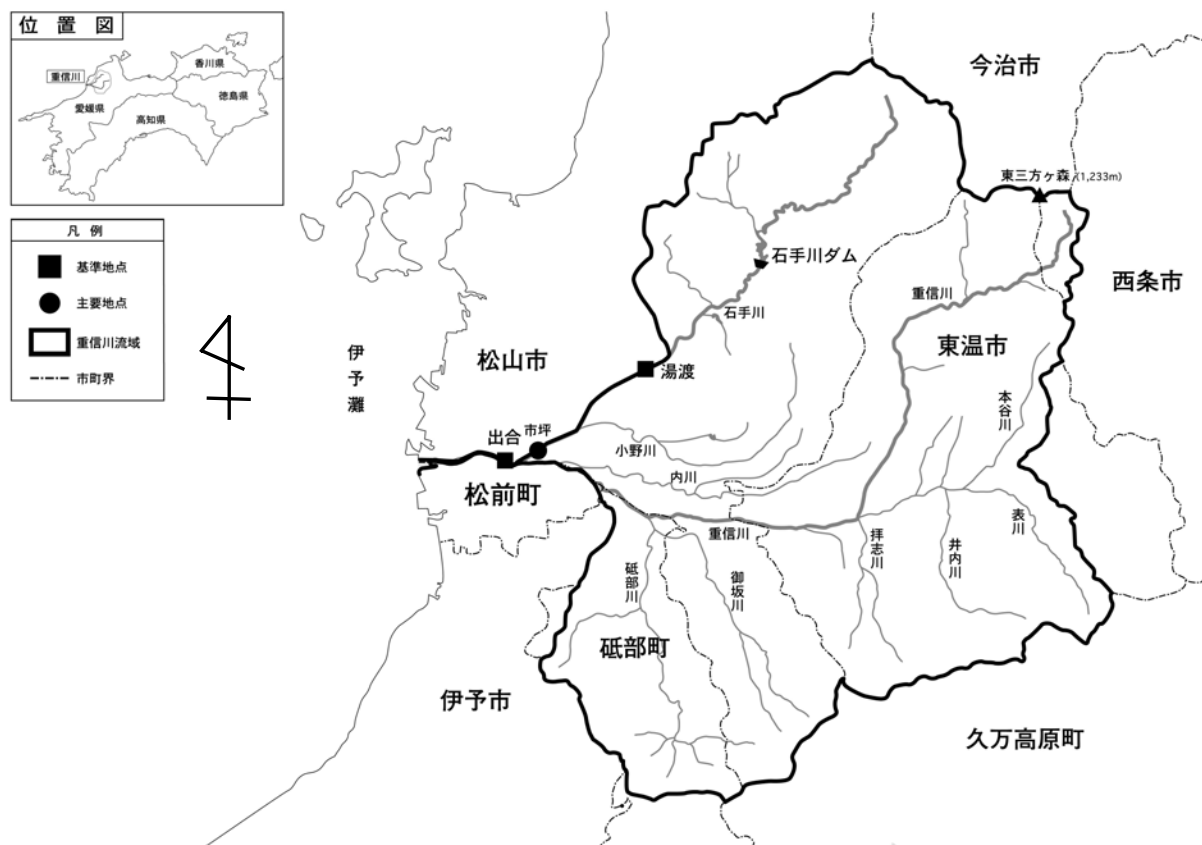


図 1 - 1 重信川水系流域図

区 分	概 要	備 考
流路延長	36km	全国103位/109水系
流域面積	445km ²	全国 96位/109水系
流域内市町	3市2町	松山市、西条市、東温市、松前町、砥部町
流域内人口	約23万人	
支川数	74	

2．治水事業の経緯

重信川の治水対策の歴史は古く、慶長年間（1600年頃）に正木（^{まさき}松前）城主の加藤嘉明（^{かとうよしあき}）が城下町の氾濫を防御するために足立重信（^{あだちしげのぶ}）に命じ、現在の重信橋付近から下流の伊予川（現在の重信川）を北側に付け替え、その後、松山城を築城するにあたり、湯山川（現在の石手川）を南流させ出合地点にて伊予川（現在の重信川）に合流させたのが始まりである。この功績をたえて伊予川を重信川と称するようになったと言われている。また、藩政時代に治水対策として整備された霞堤が9箇所現存しており、氾濫水を河道内に戻す機能を有している。

重信川の本格的な治水事業は、破堤8ヶ所、浸水家屋約12,500戸等の未曾有の被害をもたらした昭和18年7月洪水を契機に、昭和20年から出合における計画高水流量を $2,800\text{m}^3/\text{s}$ とし、横河原（^{よこがわら}）から河口までの区間及び石手川下流の主要区間を国の直轄事業として改修工事に着手し、築堤や河道掘削を実施した。

昭和41年に重信川が一級水系に指定され、基準地点出合における基本高水のピーク流量を $3,150\text{m}^3/\text{s}$ とし、石手川ダムにより $250\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、計画高水流量を $2,900\text{m}^3/\text{s}$ とした工事実施基本計画を策定した。これにより、昭和48年3月には石手川ダムが完成している。

平成7年3月には、流域の社会的・経済的发展に鑑み、基準地点出合における基本高水のピーク流量を $3,300\text{m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量を $3,000\text{m}^3/\text{s}$ とする計画に改定し、堤防補強、耐震対策等を実施している。その後も、平成10年10月、同11年9月、同13年6月と相次いで大きな洪水が発生しているとともに、中小洪水においても局所洗掘による護岸崩壊が頻発しており、災害復旧事業を実施している。

砂防事業については、大正8年に愛媛県が上流の山腹工の整備に着手したのが始まりであり、昭和18年7月洪水及び同20年10月洪水で発生した上流各所の山地斜面の崩壊を契機として昭和23年に直轄砂防事業に着手している。

表 2 - 1 重信川の計画の変遷

年度	計 画	概 要	計画規模
昭和20年	改修事業	計画高水流量 2,800m ³ /s(出合)	昭和18年7月洪水 (観測史上最大)
昭和41年	工事実施基本計画策定	石手川ダムによる洪水調節計画の導入 基本高水のピーク流量：3,150m ³ /s(出合) 700m ³ /s(湯渡) 計画高水流量：2,900m ³ /s(出合) 450m ³ /s(湯渡)	昭和18年7月洪水 (観測史上最大)
平成 7年	工事実施基本計画改定	計画安全度の引き上げ(1/150) 基本高水のピーク流量：3,300m ³ /s(出合) 770m ³ /s(湯渡) 計画高水流量：3,000m ³ /s(出合) 550m ³ /s(湯渡)	・ 出合地点 1/150確率規模 ・ 湯渡地点 観測史上最大洪水 (昭和18年7月洪水)

3 . 既往洪水の概要

○ 藩政時代～昭和初期における主要な洪水

重信川は、もともと相当な暴れ川で、流路が一定せず豪雨のたびに氾濫を繰り返していた。藩政時代には足立重信らによる大がかりな河道改修が行われ、それ以降も改修が行われてきた。

明治以降では、明治19年の台風による被害（死者167人、家屋倒壊1,784棟）が甚大であった。

○ 昭和18年7月洪水

土佐沖より北上した台風の進行速度は極めて遅く、停滞状態となったため、7月21日より24日に至る4日間豪雨が続き、松山地方の年平均雨量の5ヶ月に相当する540mmの雨量となった。台風により、23日朝には重信川出合水位観測所で6.20m（現量水標に換算、零点高T.P.+4.09m）を示し、午前9時には北伊予村（現伊予郡松前町）徳丸地先の左岸堤防が決壊し、続いて7ヶ所の堤防が決壊し、耕地の流失、埋没約1,730ha、浸水家屋約12,500戸の被害となった。その他、道路・鉄道に及ぼした被害も甚大なものであった。

○ 戦後の洪水

昭和18年災害を契機として、昭和20年以降は直轄事業による改修事業に着手したことから、堤防整備等が進捗し、また計画高水流量規模を超えるような大出水が生起していないことも相まって、近年は大きな災害は発生していないものの、平成13年に戦後最大、平成10年に戦後第2位、平成11年に戦後第3位となる洪水が発生している。

表 3 - 1 重信川流域における過去の洪水と被害状況

洪水名	出合地点		湯渡地点		洪水状況・被害状況
	日雨量 mm/日	流量 m ³ /s	日雨量 mm/日	流量 m ³ /s	
S18.7.23	297	3,180 (推定)	306	770 (推定)	・台風12号 土佐沖より北上した台風の進行速度は極めて遅く、7月21日より24日に至る4日間豪雨が続き、松山(気)雨量は松山地方の年平均雨量の約5ヶ月に相当する540mmの雨量となり、観測史上最大洪水となった。 ・堤防決壊徳丸外7箇所、耕地流失埋没約1,730ha 家屋浸水約12,500戸、その他、道路・鉄道等の被害甚大。
S20.10.9	140	1,040 (推定)	153	250 (推定)	・台風20号 S20年9月枕崎台風に続き、本台風が松山通過 ・前台風で緩んでいた堤防は各所で決壊。 耕地流失埋没約720ha、浸水家屋約11,200戸。
S45.8.21	125	1,400	140	330	・台風10号 短時間に集中して強い降雨を記録した。 ・浸水家屋等248戸。
S49.9.1	148	1,230	169	310	・台風16号 大型で強い勢力を保ったまま四国に上陸。 ・浸水家屋等14戸。
S51.9.11	162	1,210	136	170	・台風17号 四国南海上で台風が停滞、長時間の降雨となった。 ・浸水家屋等209戸
S54.6.30	134	980	161	380	・梅雨前線 6月26日から30日にかけて豪雨となり、総雨量も400mmを超えた。 ・石手川筋の橋梁の損壊等の被害を生じた。 ・浸水家屋等62戸
S57.9.25	129	1,200	110	150	・台風19号 本川上流域に多雨。
S62.10.17	178	1,030	245	190	・台風19号
H1.9.19	86	1,120	72	76	・台風22号 ・浸水家屋等1戸
H5.9.4	144	930	119	110	・台風13号 ・浸水家屋等1戸
H7.7.4	173	940	173	230	・梅雨前線 ・浸水家屋等6戸
H8.7.19	148	1,250	161	290	・台風6号 ・浸水家屋等5戸
H10.10.17	175	1,990	178	330	・台風10号 出合地点流量は戦後第2位を記録した。 ・田畑流失9.89ha、浸水家屋4戸、家畜被害、公共施設被害等
H11.9.15	131	1,650	120	230	・台風16号 降雨は本川上流域で時間100mm以上の突発的な豪雨を記録。出合地点流量は平成10年洪水に次ぐ戦後第3位を記録した。 ・土砂災害170戸 ・浸水家屋等32戸
H13.6.18	229	2,450	239	430	・梅雨前線 出合地点流量は戦後最大を記録した。 ・浸水家屋等443戸。

流量はダム戻し流量

4．基本高水の検討

4．1 既定計画の概要

平成7年に改定した重信川水系工事実施基本計画（以下「既定計画」という）では、以下に示すとおり、基本高水のピーク流量を基準地点出合において $3,300\text{m}^3/\text{s}$ 、石手川湯渡地点において $770\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

(1) 計画規模の設定

流域の規模、人口、資産の集積状況、過去に生じた災害の状況等を総合的に勘案して、1/150確率規模の降雨より算出される流量と観測史上実績最大流量のいずれか大きい方を採用することとした。

(2) 計画降雨量の設定

計画降雨継続時間は、実績降雨の継続時間を考慮して1日とした。

明治33年～平成5年までの89年間の年最大日雨量を確率処理し、1/150確率規模の降雨量を算定した。この結果、1/150確率規模の降雨量は、基準地点出合で $254\text{mm}/\text{日}$ 、湯渡上流で $280\text{mm}/\text{日}$ とした。

また、観測史上最大洪水である昭和18年7月洪水時の降雨量は以下のとおりである。

表 4 - 1 1/150確率規模降雨量および観測史上最大洪水時の降雨量

	出合	湯渡	備 考
1/150	$254\text{mm}/\text{日}$	$280\text{mm}/\text{日}$	対数極値分布A型
観測史上最大	$297\text{mm}/\text{日}$	$306\text{mm}/\text{日}$	昭和18年7月洪水

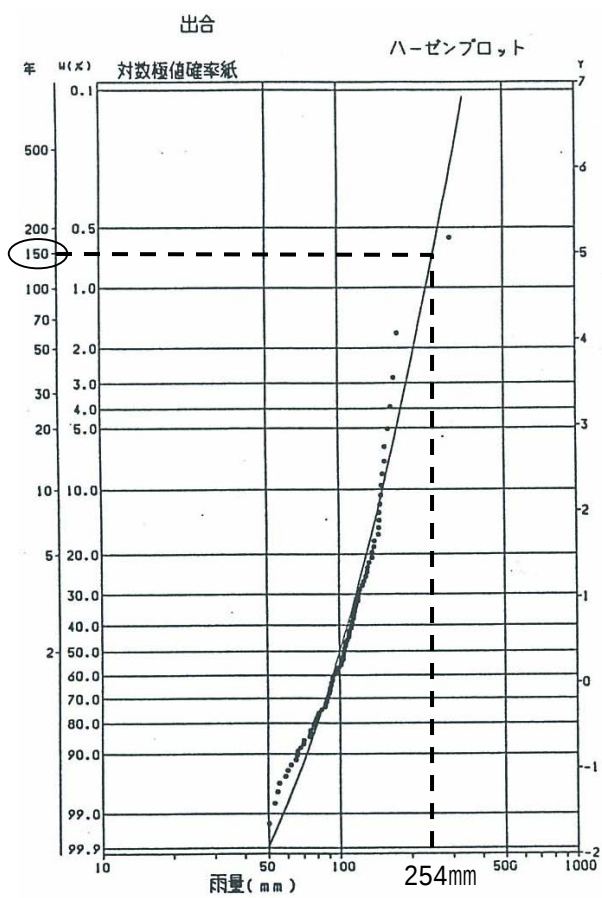


図 4 - 1 重信川出合地点における
雨量確率評価

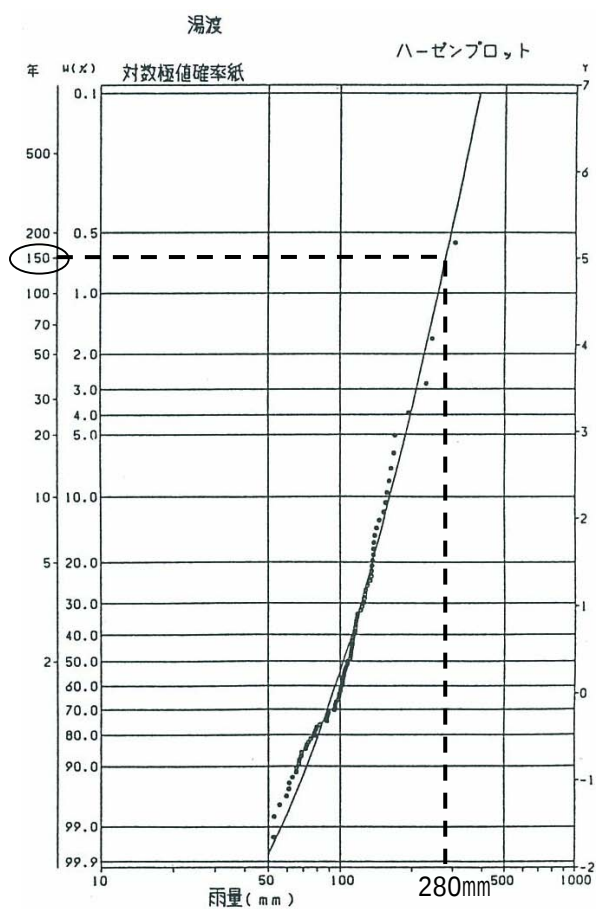


図 4 - 2 石手川湯渡地点における
雨量確率評価

(3) 流出計算モデルの設定

降雨をハイドログラフに変換するための流出計算モデル(貯留関数法)を作成し、流域の過去の主要洪水における降雨分布特性により、モデルの定数 (k, p) を同定した。

貯留関数法の基礎式は次のとおり。

$$\frac{ds}{dt} = re - q$$

$$s = kq^p$$

q : 単位流出高 (mm/hr), re : 流域平均時間降雨量 (mm/hr)

t : 時間 (hr), S : 単位貯留高 (mm)

k, p : 定数

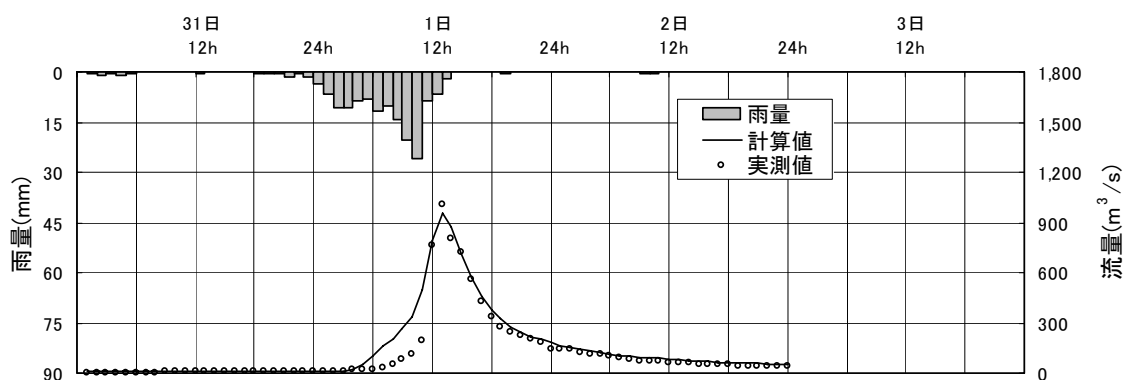


図 4 - 3 昭和49年9月洪水再現計算結果 (重信川出合地点)

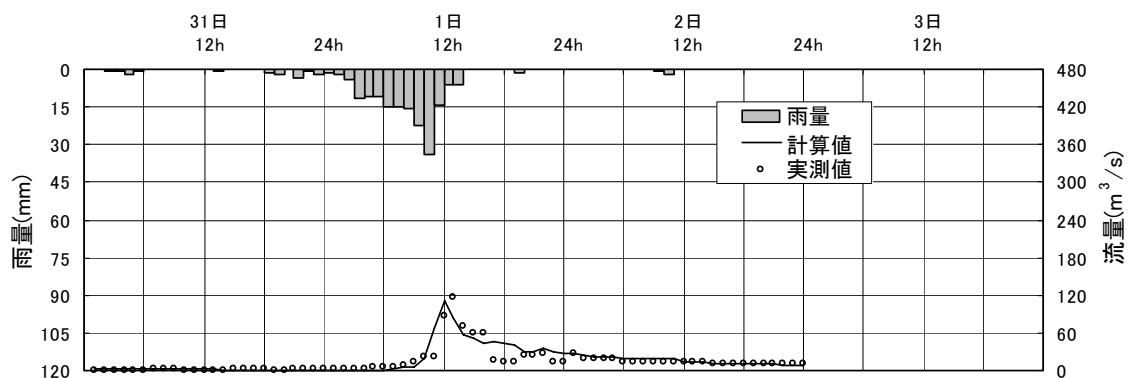


図 4 - 4 昭和49年9月洪水再現計算結果 (石手川湯渡地点)

(4) 主要洪水における計画降雨量への引伸ばしと流出計算

流域の過去の主要洪水における降雨波形を1/150確率規模降雨量まで引伸ばし、同定された流出計算モデルにより流出量を算出した。

表 4 - 2 ピーク流量一覧（重信川出合地点）

番 号	対象洪水名	実績降雨量 (mm/日)	引伸ばし率	計算ピーク流量 (m^3/s)
1	S18.7.23	297	—	3,180
2	S25.9.13	156	1.627	2,170
3	S28.6.26	133	1.910	2,160
4	S34.8.9	167	1.526	2,040
5	S49.9.1	148	1.721	3,230
6	S51.9.11	162	1.570	2,490
7	S54.10.19	156	1.627	2,030
8	S57.9.25	129	1.963	3,050
9	S59.6.22	138	1.845	1,560
10	S62.10.17	178	1.428	2,080
11	H5.9.4	144	1.769	2,600

計画雨量254mm/日

昭和18年7月洪水は実績降雨における計算結果である。

表 4 - 3 ピーク流量一覧（石手川湯渡地点）

番 号	対象洪水名	実績降雨量 (mm/日)	引伸ばし率	計算ピーク流量 (m^3/s)
1	S18.7.23	306	—	770
2	S20.10.9	153	1.835	740
3	S25.9.13	158	1.774	490
4	S28.6.26	146	1.913	430
5	S34.8.9	232	1.209	410
6	S43.7.28	164	1.708	550
7	S49.9.1	169	1.658	700
8	S62.10.17	245	1.142	380

計画雨量280mm/日

昭和18年7月洪水は実績降雨における計算結果である。

(5) 基本高水のピーク流量の決定

基本高水のピーク流量は前記の流出計算結果から、各基準点における1/150降雨確率流量と観測史上最大流量のいずれか大きい方を採用し、重信川出合地点では $3,300\text{m}^3/\text{s}$ （昭和49年9月型）、石手川湯渡地点では $770\text{m}^3/\text{s}$ （昭和18年7月洪水実績）と決定した。

表 4 - 4 基本高水設定一覧表

河川	地点	超過確率	計画降雨量	基本高水のピーク流量(m^3/s)
重信川	出合	1/150	254mm/日	3,300
石手川	湯渡	観測史上最大 (昭和18年7月洪水)	306mm/日	770

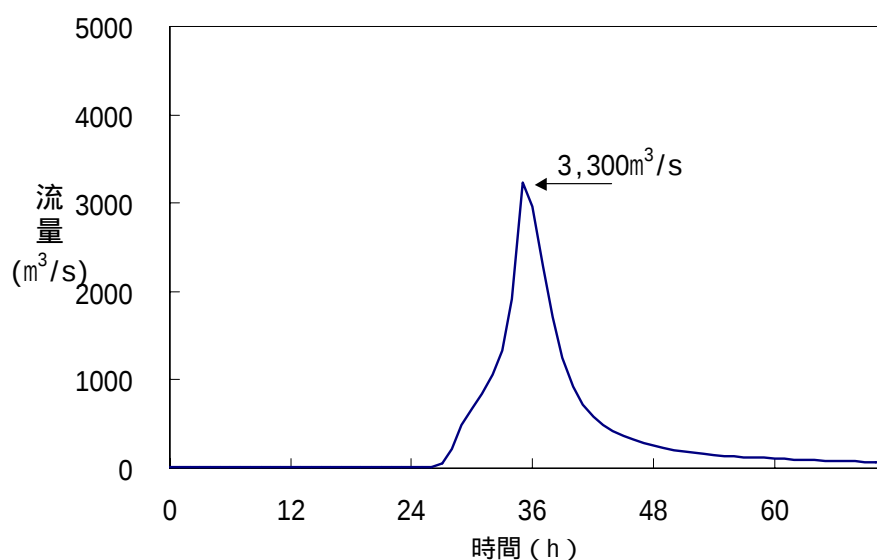


図 4 - 5 昭和49年9月型ハイドログラフ（重信川出合地点）

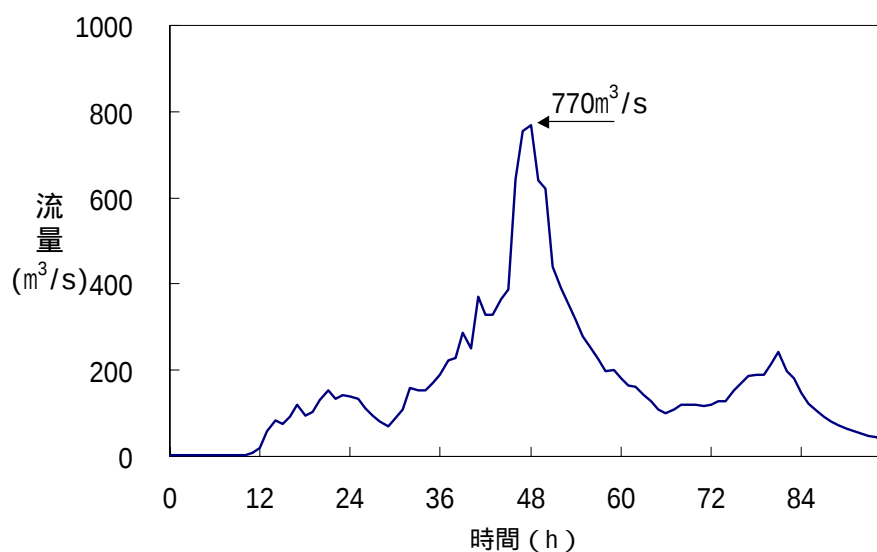


図 4 - 6 昭和18年7月洪水実績ハイドログラフ（石手川湯渡地点）

4.2 現行基本高水のピーク流量の妥当性検証

既定計画を改定した平成7年以降、計画を変更するような大きな洪水・降雨は発生していない。また、既定計画改定後、水理、水文データの蓄積等を踏まえ、既定計画の基本高水のピーク流量について、以下の観点から検証した。

(1) 年最大流量と年最大降雨量の経年変化

重信川・石手川については、既定計画を改定した平成7年以降、計画を変更するような大きな洪水、降雨は発生していない。

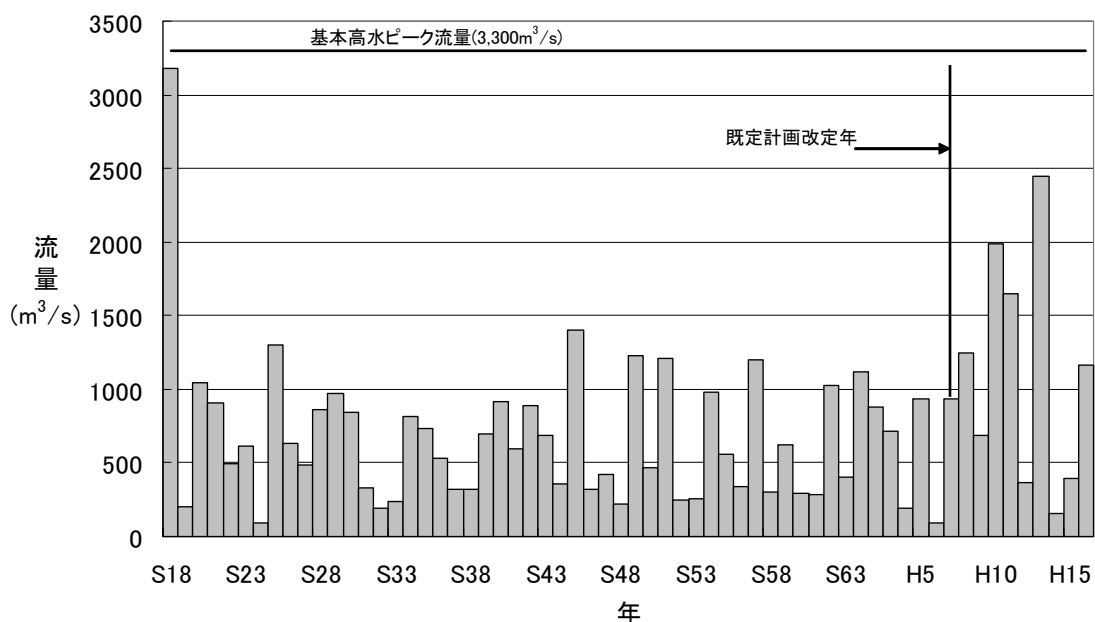


図4-7 年最大流量（ダム戻し後流量，重信川出合地点）

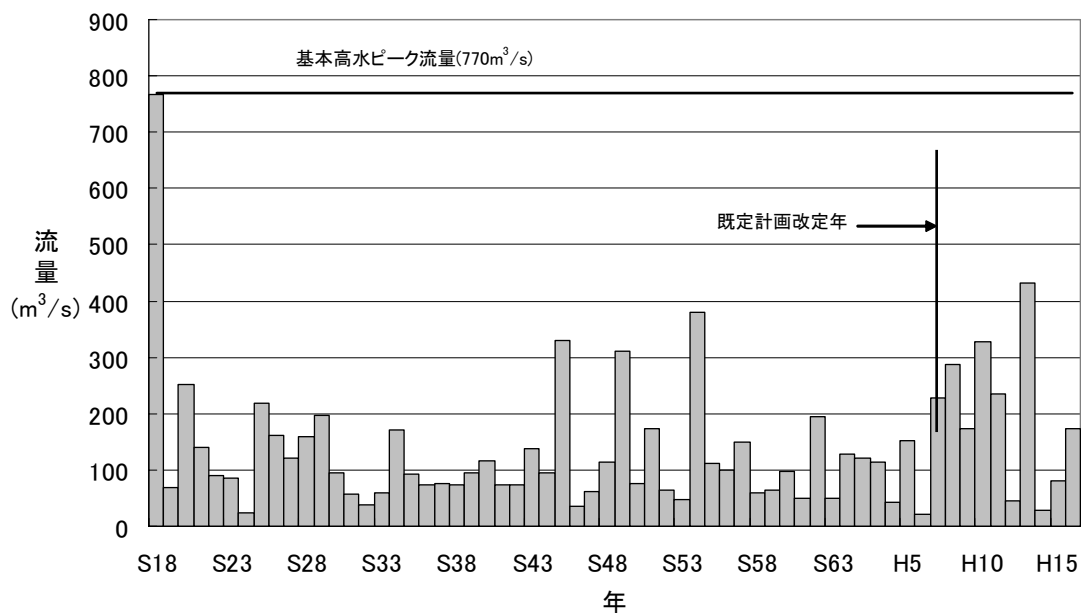


図4-8 年最大流量（ダム戻し後流量，石手川湯渡地点）

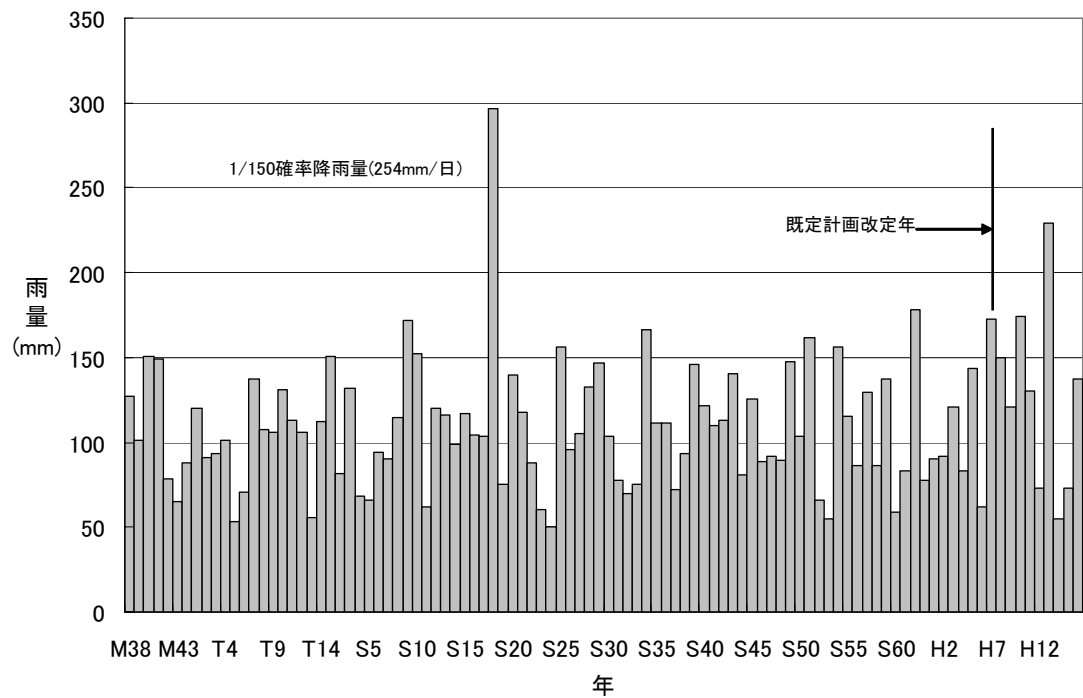


図 4 - 9 年最大日雨量（重信川出合地点上流）

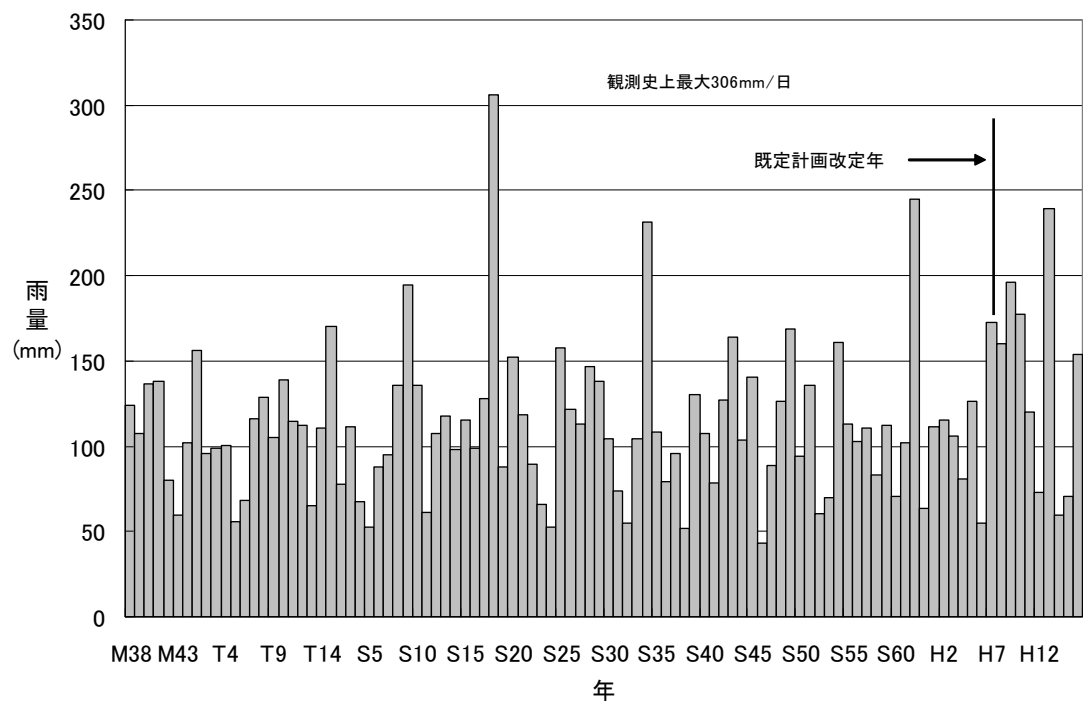


図 4 - 10 年最大日雨量（石手川湯渡地点上流）

(2) 流量確率による検証

相当年数の流量データが蓄積されたこと等から、流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証した。

流量確率の検討の結果、1/150確率規模の流量は重信川出合地点において3,030～3,730 m^3/s 、石手川湯渡地点において650～770 m^3/s と推定される。

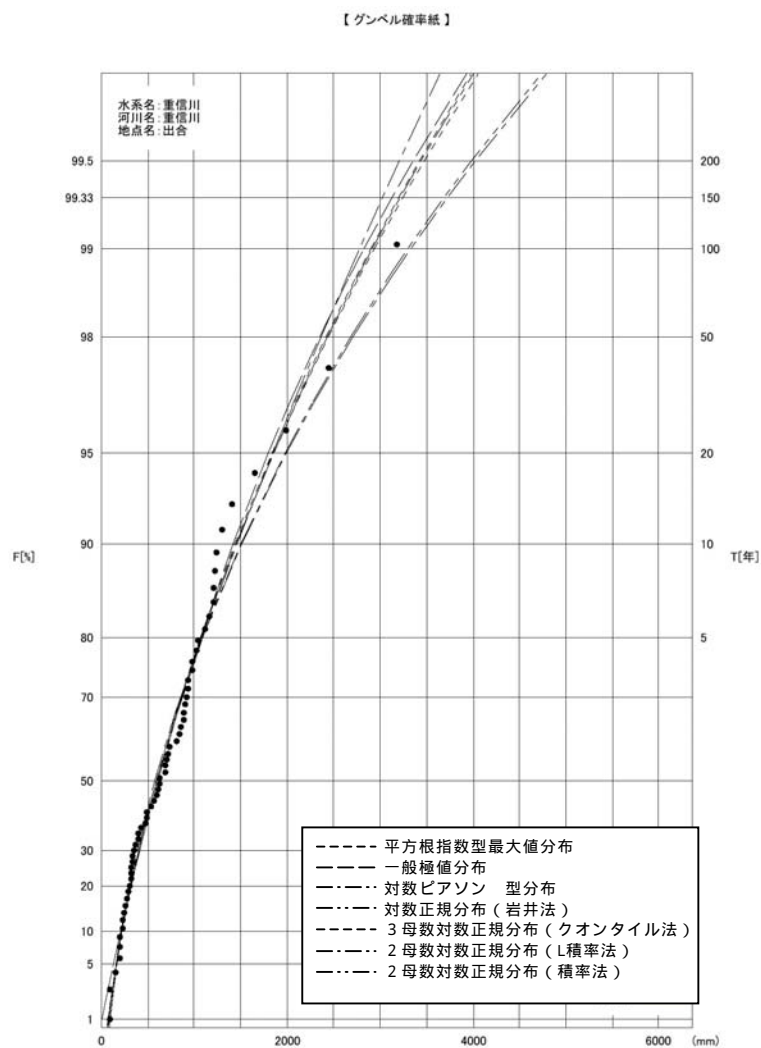


図 4 - 11 重信川出合地点流量確率図
(昭和18年～平成16年：62カ年)

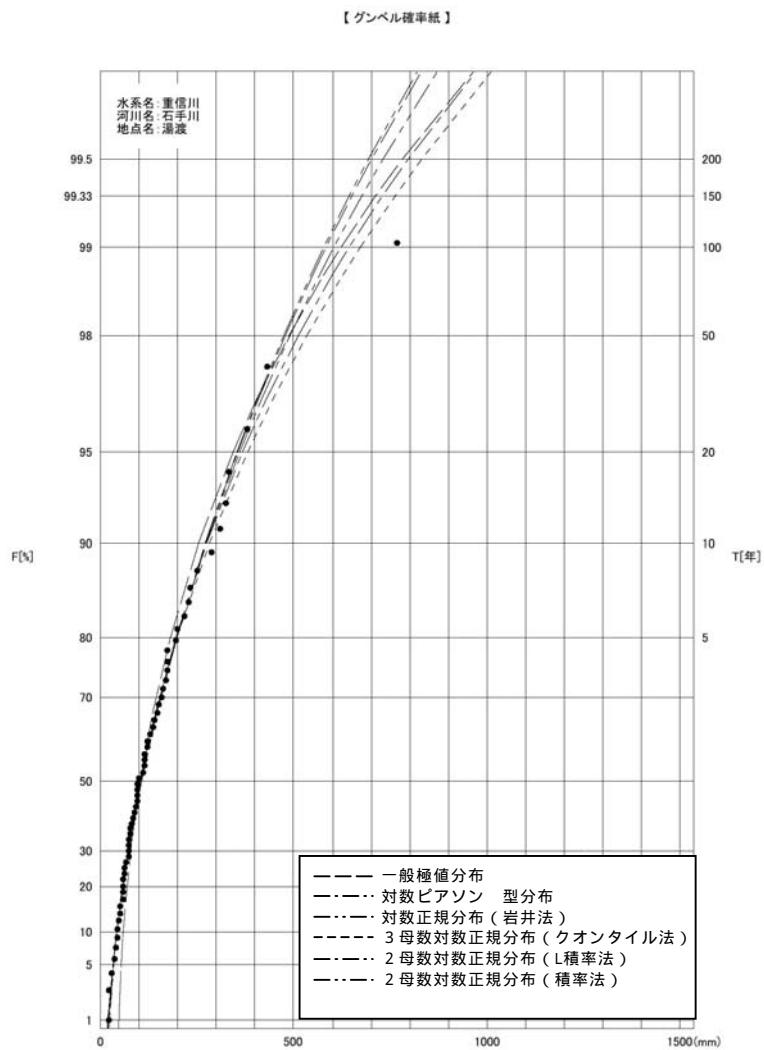


図 4 - 12 石手川湯渡地点流量確率図
(昭和18年～平成16年: 62ヵ年)

表 4 - 5 1/150確率流量

確率分布モデル	確率流量 (m^3/s)	
	重信川出合地点	石手川湯渡地点
平方根指数型最大値分布	3,200	-
一般極値分布	3,130	760
対数ピアソン 型分布	3,030	730
対数正規分布 (岩井法)	3,220	680
3母数対数正規分布 (クオントイル法)	3,250	770
2母数対数正規分布 (L積率法)	3,730	660
2母数対数正規分布 (積率法)	3,690	650

(3) 既往洪水からの検証

重信川における観測史上最大の洪水は昭和18年7月洪水である。この洪水の実績降雨を用いて氾濫がなかった場合の流出計算を行った結果、基準地点出合におけるピーク流量は約 $3,180\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。

また、昭和18年7月洪水について、過去の水害記録や被害状況の聞き取り調査等をもとに破堤箇所や浸水範囲等を整理し、当時の築堤状況や堤内地状況等を考慮して、出合地点における複数のピーク流量($2,500 \sim 4,000\text{m}^3/\text{s}$)のハイドログラフを用いた氾濫再現計算を実施した。その結果、昭和18年7月洪水の浸水範囲等を概ね再現する出合地点のピーク流量は $3,200 \sim 3,500\text{m}^3/\text{s}$ であることがわかった。

石手川における観測史上最大の洪水は昭和18年7月洪水である。この洪水の実績降雨を用いて氾濫がなかった場合の流出計算を行った結果、基準地点湯渡におけるピーク流量は約 $770\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。

表 4 - 6 検証結果のまとめ (単位： m^3/s)

河川名	基準地点	基本高水のピーク 流量	流量確率による評 価	既往洪水による 検証流量
重信川	出合	3,300	3,030 ~ 3,730	3,200 ~ 3,500
石手川	湯渡	770	650 ~ 770	770

(4) 基本高水のピーク流量

以上の検証により、既定計画の基本高水のピーク流量である重信川出合地点 $3,300\text{m}^3/\text{s}$ 、石手川湯渡地点 $770\text{m}^3/\text{s}$ は妥当であると判断される。

なお、基本高水のピーク流量の決定にあたり、用いたハイドログラフは以下のとおりである。

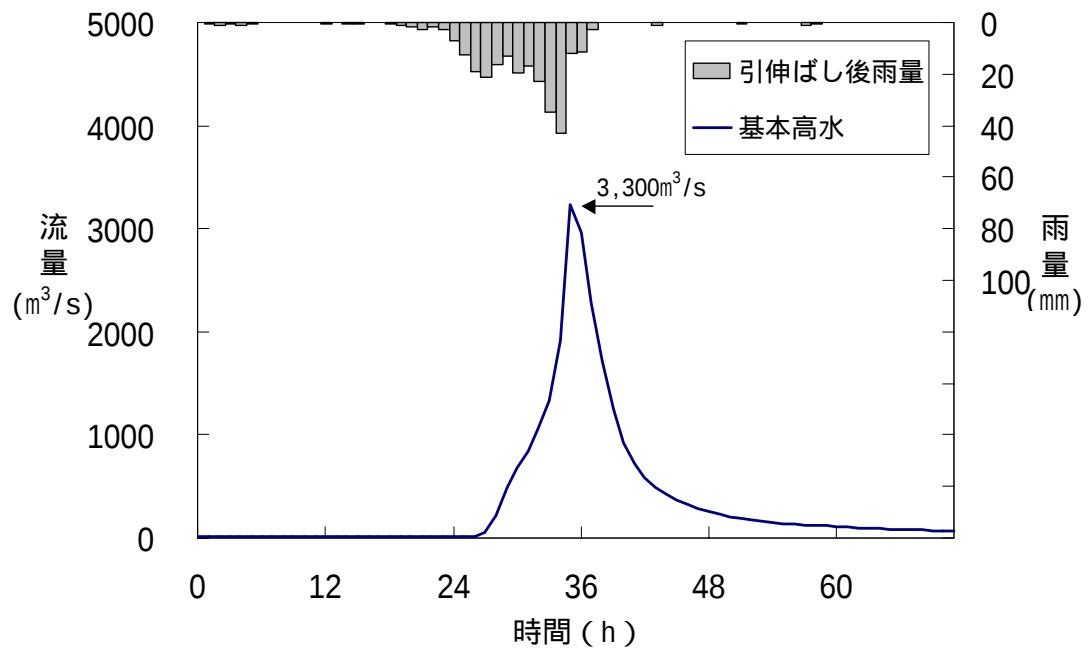


図 4 - 14 昭和49年9月型基本高水ハイドログラフ（重信川出合地点）

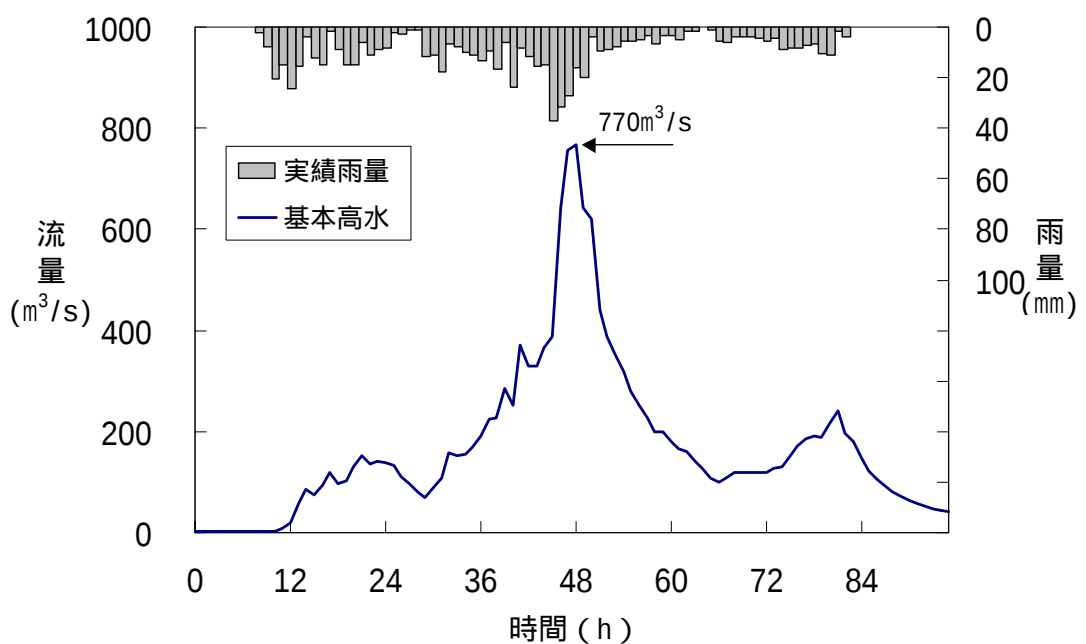


図 4 - 15 昭和18年7月型基本高水ハイドログラフ（石手川湯渡地点）

5 . 高水処理計画

(1) 重信川の高水処理計画

重信川の既定計画の基本高水のピーク流量は、基準地点出合において $3,300\text{m}^3/\text{s}$ である。

重信川の河川改修は、既定計画の計画高水流量 $3,000\text{m}^3/\text{s}$ (基準地点出合) を目標に実施され、堤防は暫定堤防を含めると約97%が概成している。また、橋梁、樋門等多くの構造物も完成している。このため、堤防の嵩上げや引堤による社会的影響及び大規模な河道掘削による河川環境の改変や将来河道の維持等を考慮し、現在の河道により処理可能な流量は $3,000\text{m}^3/\text{s}$ である。

これらを踏まえ、基準地点出合の計画高水流量を既定計画と同様に $3,000\text{m}^3/\text{s}$ とする。

(2) 石手川の高水処理計画

石手川の既定計画の基本高水のピーク流量は、基準地点湯渡において $770\text{m}^3/\text{s}$ である。

石手川の河川改修は、既定計画の計画高水流量 $550\text{m}^3/\text{s}$ (基準地点湯渡) を目標に実施され、堤防は暫定堤防を含めるとほとんどが概成している。また、橋梁、樋門等多くの構造物も完成している。このため、堤防の嵩上げや引堤による社会的影響及び大規模な河道掘削による河川環境の改変や将来河道の維持等を考慮し、現在の河道により処理可能な流量は $550\text{m}^3/\text{s}$ である。

これらを踏まえ、基準地点湯渡の計画高水流量を既定計画と同様に $550\text{m}^3/\text{s}$ とする。

6 . 計画高水流量

重信川の計画高水流量は、表川や砥部川などの合流量を合わせ、出合において $3,000\text{m}^3/\text{s}$ とし、その下流は河口まで同流量とする。

石手川の計画高水流量は、湯渡において $550\text{m}^3/\text{s}$ とし、小野川の合流量をあわせ市坪において $760\text{m}^3/\text{s}$ とする。

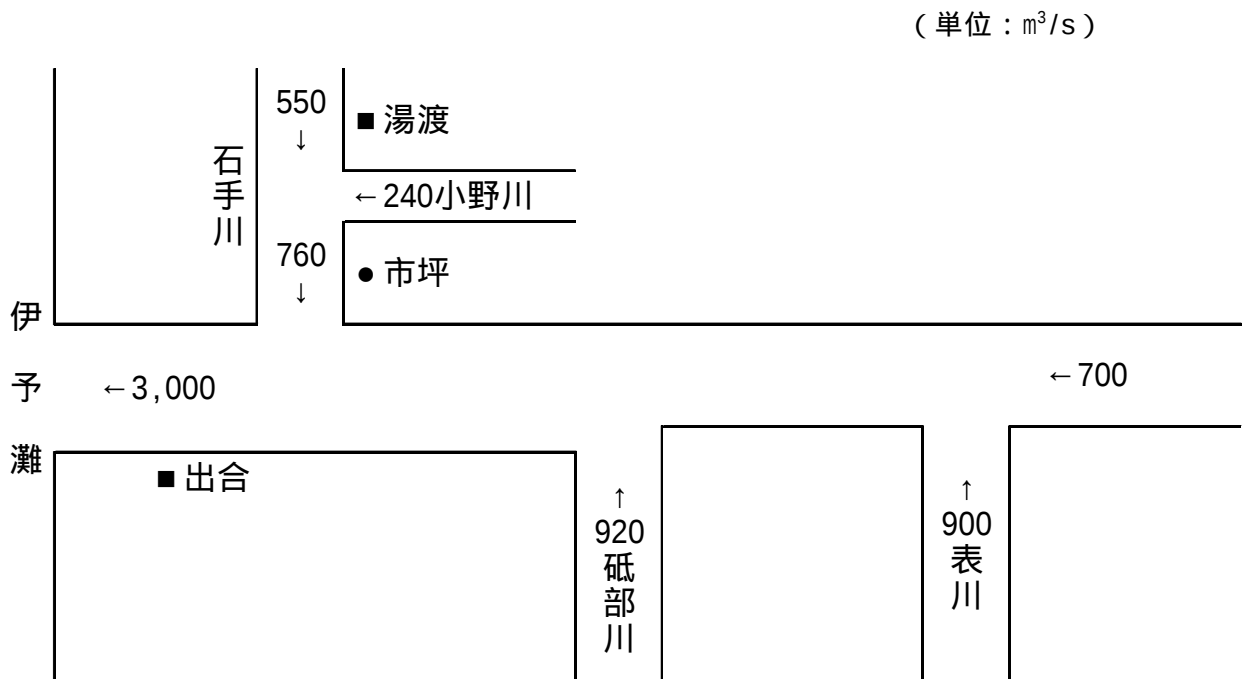


図 6 - 1 重信川計画高水流量図

7 . 河道計画

河道計画は、以下の理由により現況河道法線、縦断勾配を重視し、流下能力が不足する区間については、河川環境等に配慮しながら必要な河積(洪水を安全に流下させるための断面)を確保する。

直轄管理区間の堤防は重信川で全川の約97%、石手川で全川にわたり概成(完成・暫定)していること。

計画高水位を上げることは、破堤時の被害を増大させることになるため、沿川の市街地における資産の集積を考慮すると避けるべきであること。

既定計画の計画高水位に基づいて、多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していること、また、計画高水位を上げることで堤内地での内水被害を助長させることを避けるべきであること。

計画縦断図を図7 - 1、2に示すとともに、主要地点における計画高水位及び概ねの川幅を表7 - 1に示す。

表7 - 1 主要な地点における計画高水位及び概ねの川幅一覧表

河川名	地点名	河口又は合流点 からの距離 (km)	計画高水位 T.P.(m)	川 幅 (m)
重信川	であい 出合	3.0	9.90	230
石手川	ゆわたり 湯渡	合流点から6.7	38.72	130
	いちつば 市坪	合流点から0.8	13.89	90

注) T.P. : 東京湾中等潮位

8 . 河川管理施設等の整備の現状

河川管理施設等の整備の現状（平成17年3月末時点）は以下のとおりである。

(1) 堤防

堤防整備の現状は下表のとおりであり、堤防整備率(暫定堤防以上)は、重信川が97%、石手川が100%となっている。

表 8 - 1 堤防整備延長

	延長 (km)	
	重信川	石手川
完 成 堤 防	32.3(82%)	5.5(83%)
暫 定 堤 防	6.2(16%)	1.1(17%)
未 施 工 区 間	0.9(2%)	0.0(0%)
堤防不必要区間	0.2	0.0
計	39.6	6.6

延長は、直轄管理区間（ダム管理区間を除く）の
左右岸の合計である。

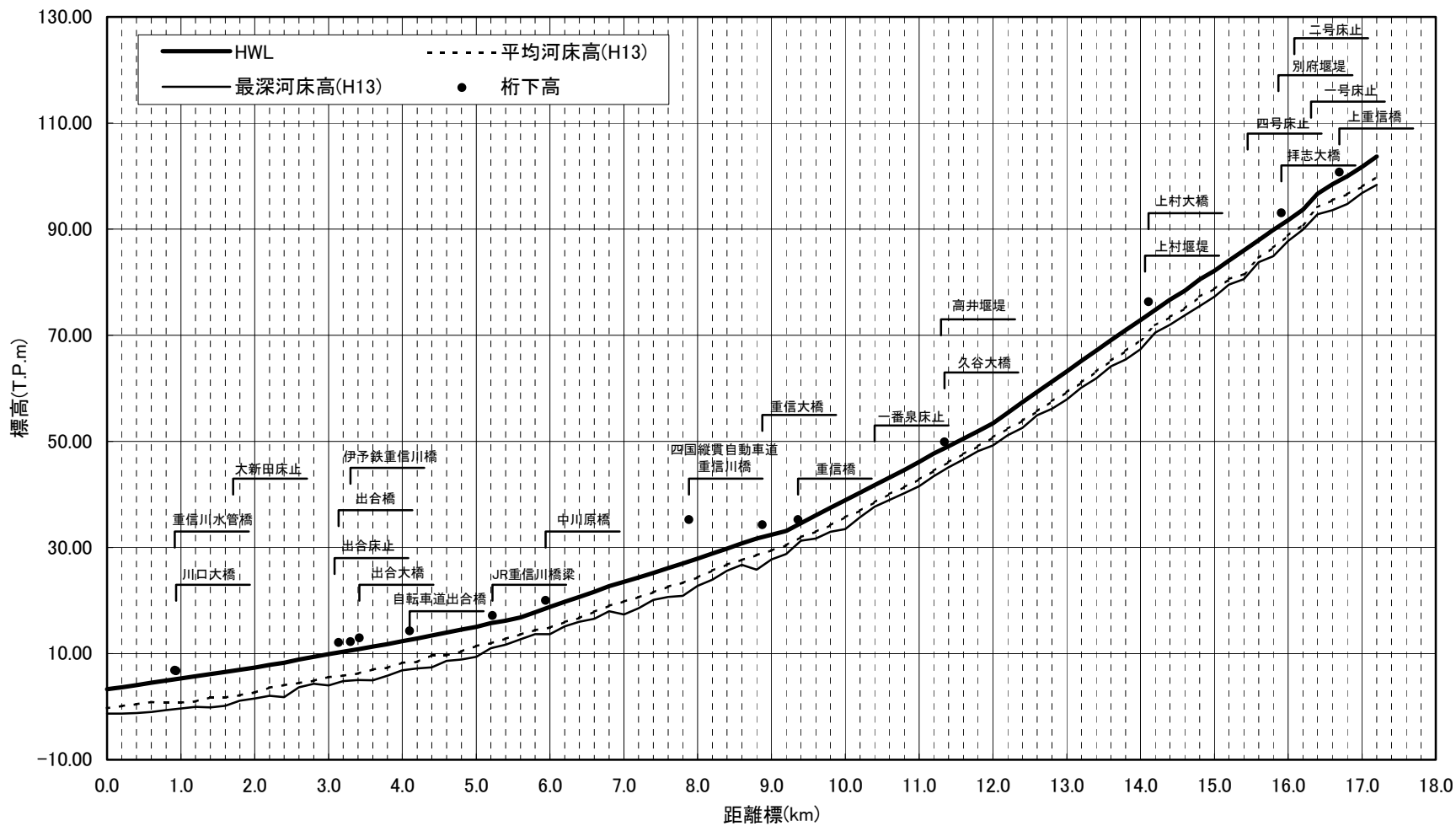
(2) 洪水調節施設

完成施設：石手川ダム （治水容量：4,300千 m^3 ）

(3) 排水機場等（直轄管理区間）

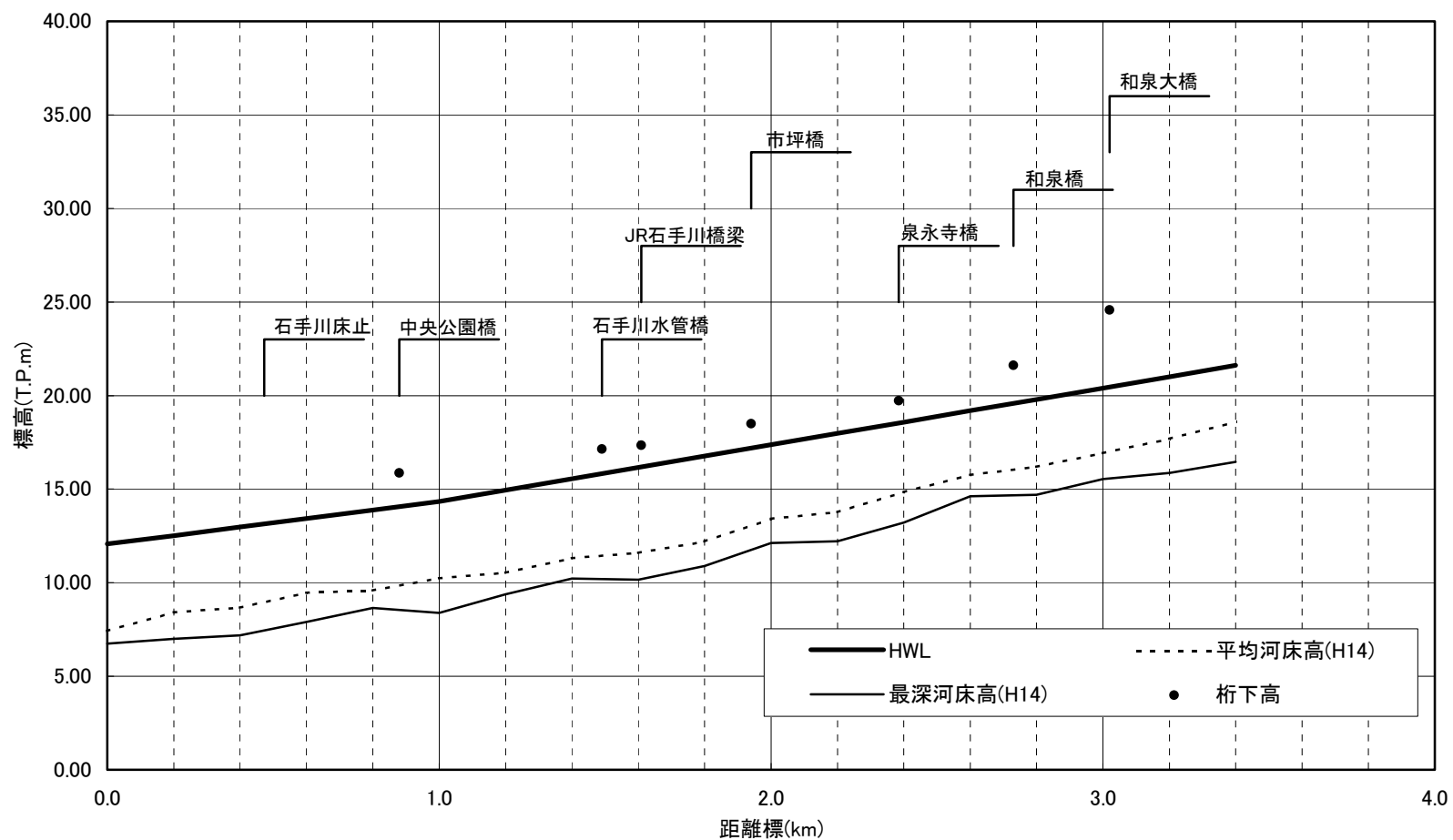
河川管理施設： -

許 可 工 作 物：2.14 m^3/s



計畫高水位(T.P.m)	3.30	5.33	7.37	9.90	12.34	15.02	18.78	23.56	27.92	32.38	38.89	46.15	53.39	63.17	72.86	82.17	91.69	101.74
平均河床高(T.P.m)	-0.27	0.77	2.67	5.56	8.25	11.40	14.91	19.84	24.35	29.44	35.68	42.82	50.77	59.25	69.08	78.75	88.79	97.97
最深河床高(T.P.m)	-1.30	-0.31	1.54	3.98	6.87	9.38	13.64	17.36	22.75	27.75	33.47	41.53	49.22	57.88	67.37	77.27	87.76	96.83
距離標(km)	0.0k	1.0k	2.0k	3.0k	4.0k	5.0k	6.0k	7.0k	8.0k	9.0k	10.0k	11.0k	12.0k	13.0k	14.0k	15.0k	16.0k	17.0k

図 7 - 1 重信川計画縦断面図



計画高水位(T.P.m)	12.07	14.34	17.37	20.40
平均河床高(T.P.m)	7.42	10.23	13.41	16.92
最深河床高(T.P.m)	6.74	8.38	12.13	15.54
距離標(km)	0.0k	1.0k	2.0k	3.0k

図 7 - 2 石手川計画縦断面図