

1. 低水路粗度係数の設定方法の概要

(1) 逆算粗度係数

河道計画の水位計算において、水位を決定する最も重要な入力パラメータは粗度係数である。実績流量が流下した条件の水位計算において洪水時の河道の水位（観測水位、痕跡水位等）を再現するよう試行錯誤的に求められた粗度係数を逆算粗度係数とよぶ。

(2) 推定粗度係数

河床材料の代表粒径を用い、所定の流量流下時（粗度係数の逆算時は既往洪水の流量、計画時は計画高水流量）の水利状況を想定して推定する粗度係数を推定粗度係数とよぶ。所定の流量流下時の水利状況は、流量規模により異なるため、流量規模が変化すると粗度係数も変化する。

(3) 計画流量規模対応の粗度係数の設定フロー

流量規模に応じて粗度係数が変化するが、計画流量に匹敵する大規模出水を近年に経験した河川は非常に希である。したがって、未経験の計画流量規模に対応する粗度係数を何らかの方法で推定する必要がある。推定の方法は、「河道計画検討の手引き 財団法人 国土技術研究センター編 山海堂 平成 14 年 2 月」P124 の右図フローに従う。通常は、フロー中の d) により計画流量対応の粗度係数を設定することが多い。

表 1 流量規模別の逆算粗度係数と推定粗度係数

	逆算粗度係数	推定粗度係数
実績流量規模	試行錯誤的に算定	想定する水利条件下において、河床材料用いて粗度係数を推定する
計画流量規模	不明 (計画流量規模が実績で発生している場合にのみ算定可能)	想定する水利条件下において、河床材料用いて粗度係数を推定する

表 2 武庫川の洪水毎の流量

洪水	甲武橋地点流量 (H~Q 換算流量)
H10.10.18	1,267 m ³ /s
H11. 6.30	2,101 m ³ /s
H12.11. 2	820 m ³ /s
H16.10.20	2,900 m ³ /s
(整備計画)	(2,800 m ³ /s)
(基本方針)	(3,700 m ³ /s)

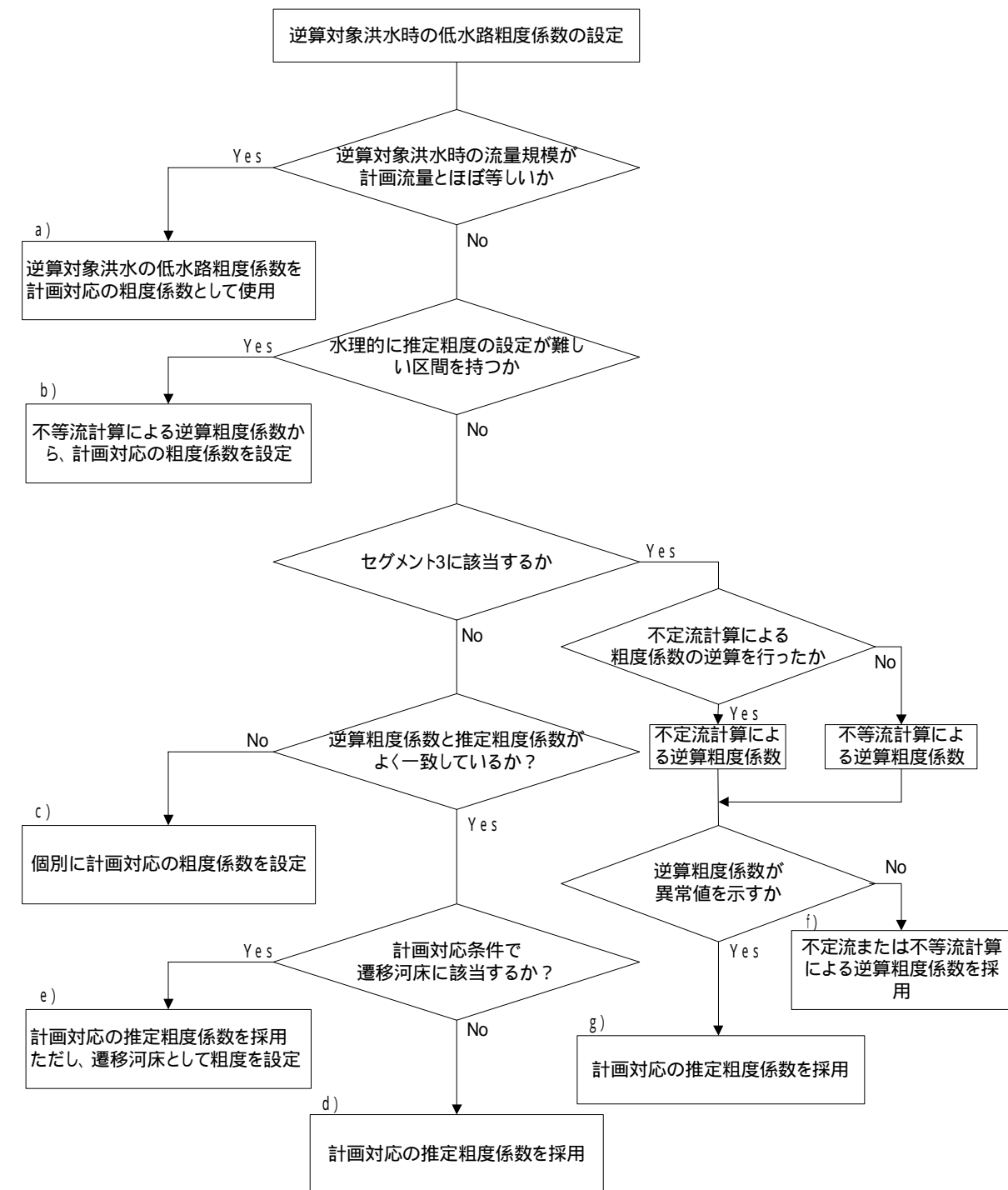


図 1 計画対応の粗度係数の設定フロー

2. 武庫川の低水路粗度係数

(1)ズレ率

「逆算粗度係数と推定粗度係数がよく一致している」判断の指標にズレ率が用いられる。ズレ率(%) = (推定粗度 - 逆算粗度) / 推定粗度 * 100 で定義され、ズレ率が±15%以内であれば、図1で逆算粗度と推定粗度がよく一致していると判断し、計画流量対応の粗度として推定粗度係数を採用する。

(2)武庫川でのズレ率

武庫川における検討では、平成10年10月、平成11年6月、平成12年11月、平成16年9月(台風23号)の4洪水でズレ率が算定されている。

平成10年10月、平成11年6月、平成12年11月の洪水においては、痕跡水位記録が多くないため概略的な要素もふくまれた検討であるが、概ね誤差率が15%以内に収まっており、推定粗度係数を用いることを妥当と判断して計画検討を実施している。

一方、平成16年台風23号洪水においては、逆算粗度が推定粗度より小さく、ズレ率が高い。したがって、逆算粗度係数を計画粗度として採用すると流下能力が大きく算定され、この点をつづき氏が指摘している。これに対しては、第41回ワーキング資料10で説明のとおり、現時点では推定粗度を採用すべきとの判断をしている。

3. 河口部の河床材料について

河床材料は、河床勾配等の河道特性により変化すると考えられる。河道計画を検討する上で河道特性が類似している区間に分割して考えることがあり、これをセグメント区分といい、代表粒径はセグメント区分毎に設定する。N015より下流の河口部では、上流と比較して河床勾配が急激に緩やかに変化した結果、河床材料の粒径が小さくなる。また、その上流の9k付近までの一連区間は類似した河道特性を有しており、その区間の代表粒径を45mmと設定している。

表1 低水路粗度係数のズレ率(参考文献より引用)

セグメント	河道区分	低水路粗度係数			備考	
		H10.10	H11.6	H12.11		
2-2	1	-8 ~ 15	0.015 0.033 (54.5)	0.025 0.022 (-13.6)	0.025 0.033 (24.2)	
		15 ~ 25+50	0.015 0.028 (46.4)	0.025 0.028 (10.7)	0.025 0.028 (10.7)	
2-1	2	25+50 ~ 89	0.025 0.028 (10.7)	0.030 0.031 (3.2)	0.025 0.029 (13.8)	
		89 ~ 147	0.020 0.035 (42.9)	0.035 0.034 (-2.9)	0.035 0.035 (0.0)	
1	4	147 ~ 174	0.040 0.037 (-8.1)	0.040 0.037 (-8.1)	0.035 0.038 (7.9)	
		174 ~ 186	0.050 0.037 (-35.1)	0.030 0.037 (18.9)	0.035 0.038 (7.9)	

上段：逆算n、下段：推定n、():ズレ率
斜字：逆算n算定時において参考扱いにしているものを示す

表2 武庫川粗度係数(台風23号時の推定粗度と計画粗度)

セグメント	区間	低水路粗度係数		
		推定粗度 ^{*1}	23号粗度 (逆算粗度) ^{*2}	ズレ率 (%)
2-2	No. -8 ~ No. 15	0.022	0.022	0
2-1	No. 15 ~ No. 25+50	0.032	0.021	34
2-1	No. 25+50 ~ No. 89	0.034	0.023	32
1	No. 89 ~ No. 147	0.032	0.025	22
1	No. 147 ~ No. 174	0.036	0.035	3
1	No. 174 ~ No. 184	0.037	0.037	0

*1 台風23号流量流下時の推定粗度係数
*2 台風23号痕跡水位を概ね再現する粗度係数

* 「武庫川治水計画検討業務報告書 平成14年3月」 (つづき氏引用報告書)

** 「第41回総合治水ワーキング 資料10」 (つづき氏参照資料)

*** 「武庫川治水計画検討業務報告書 平成14年3月」 (つづき氏引用報告書)

(7)低水路粗度係数

痕跡水位が多くないため、概略的に把握するために全川にわたって下記のケースの粗度係数を用いて不等流計算を実施した。

$$n = 0.015$$

$$n = 0.025$$

$$n = 0.035$$

$$n = 0.045$$

この結果、後述に示す図において河道区分それぞれについて、目視により望ましいと思われる粗度係数(逆算n)を設定した。結果は以下の通りである。

表 10.4.7 低水路粗度係数の逆算結果

セグメント	区間	低水路粗度係数			備考		
		H10.10	H11.6	H12.11			
武庫川	2-2	1	-8 ~ 15	(0.015)	(0.025)	(0.025)	
	2-1	2	15 ~ 25+50	0.015	0.025	0.025	
		3	25+50 ~ 89	0.025	0.030	0.025	
	1	4	89 ~ 147	0.020	(0.035)	0.035	
		5	147 ~ 174	0.040	0.040	0.035	
		6	174 ~ 186	0.050	0.030	(0.035)	

(): 区間内で水位が観測されていないため、前後の区間を参考に推定した(下記参照) 設定に当たった考え方は以下の通りである。

- ・ 痕跡水位をやや上回るケースの粗度係数を採用
- ・ 痕跡水位が左右岸にあれば、左右岸の痕跡の平均をやや上回るケースの粗度係数を採用
- ・ 同じ河道区分内で離れた箇所に痕跡水位があり最適な粗度係数が異なる場合、高い方の痕跡水位で評価して設定
- ・ 最下流の河道区分(-8 ~ 15)では痕跡水位が存在しないため、その上流側の採用値を使用
- ・ H11.6 洪水の河道区分 4(89 ~ 147) では痕跡水位が存在しないが、上下流の粗度係数からその平均と思われる値を設定した。
- ・ H12.11 洪水の河道区分 6(174 ~ 186)でも痕跡水位が存在しないため、その下流側の採用値を使用

図10.4.8(1/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

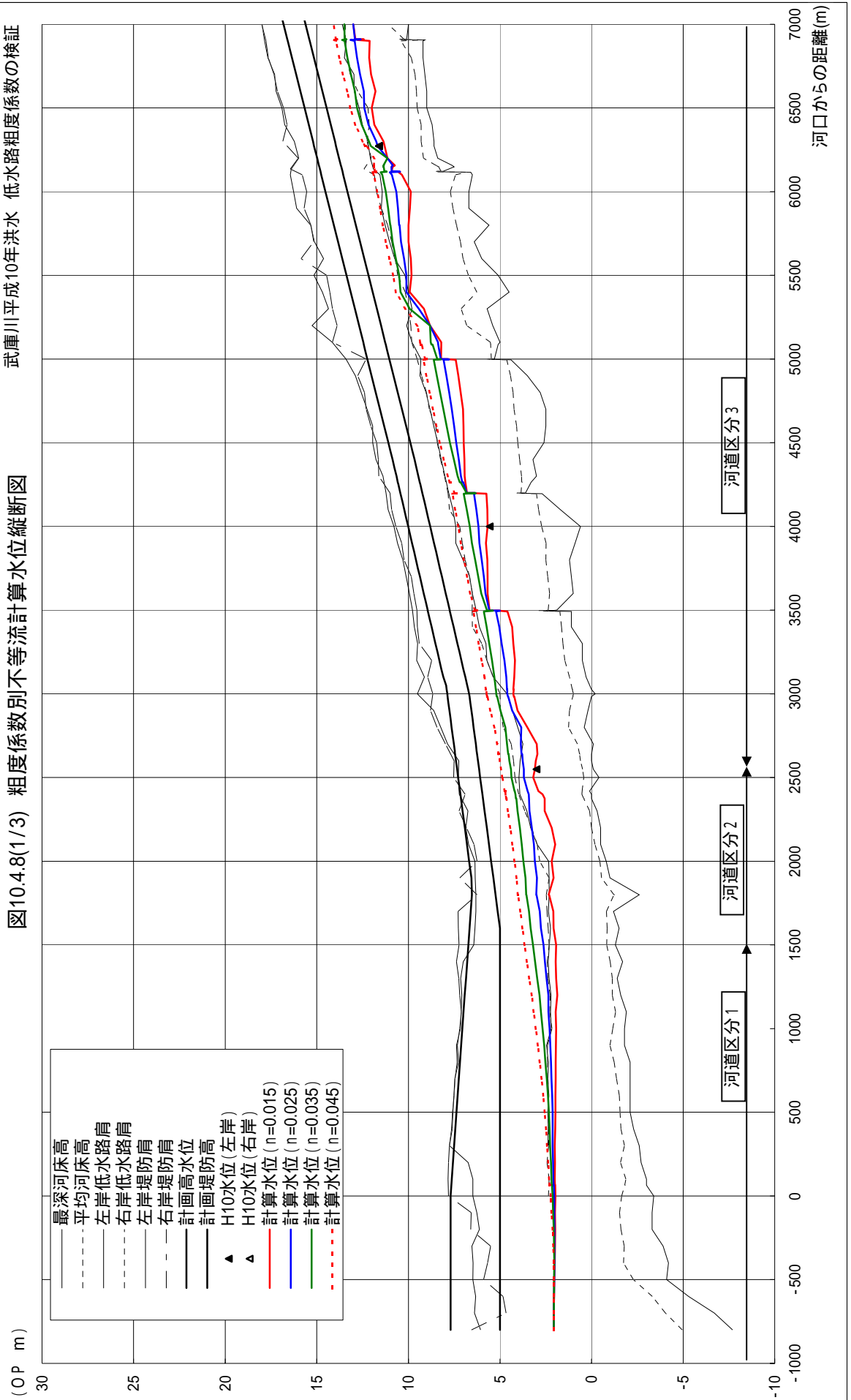


図10.4.8(2/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

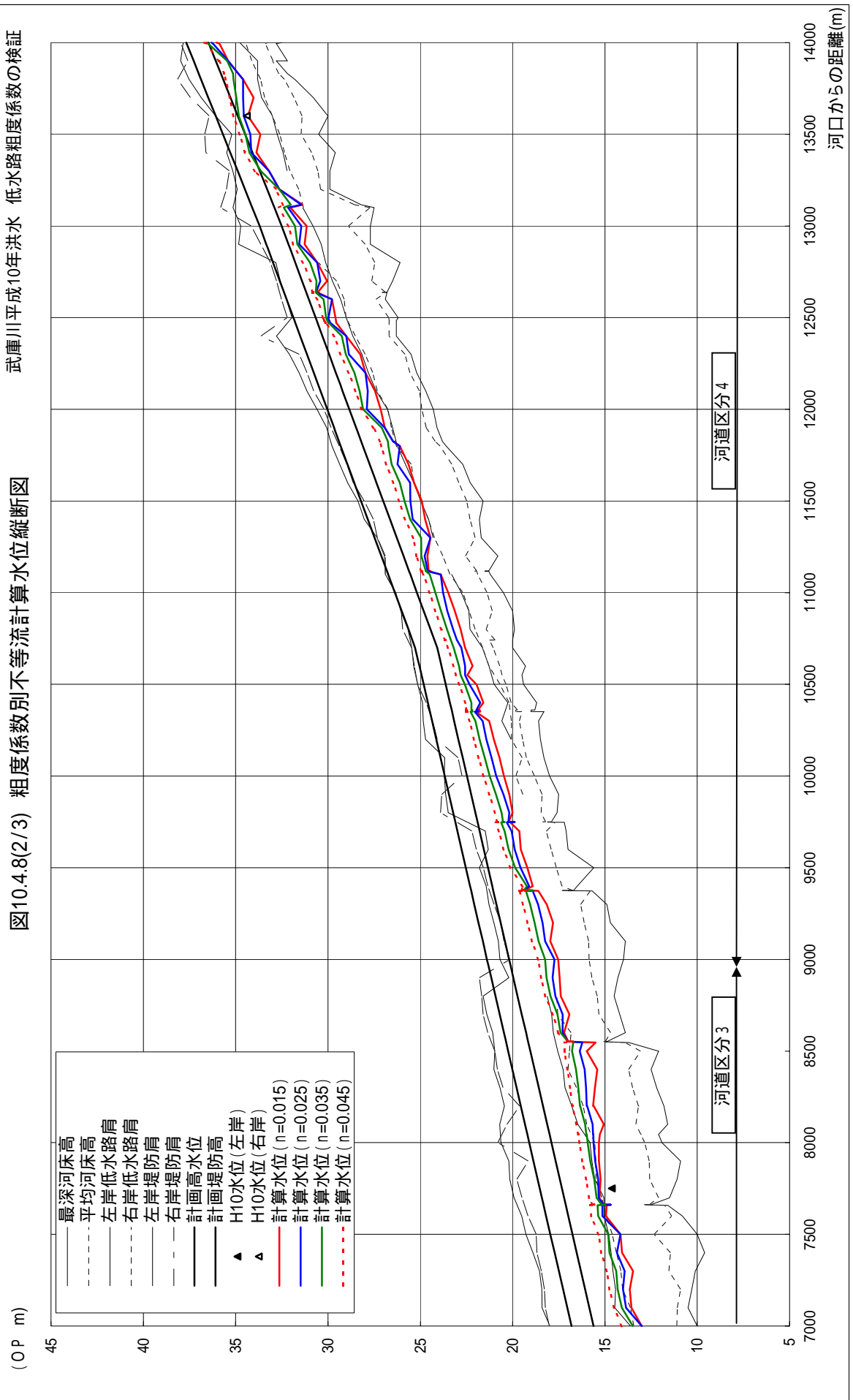
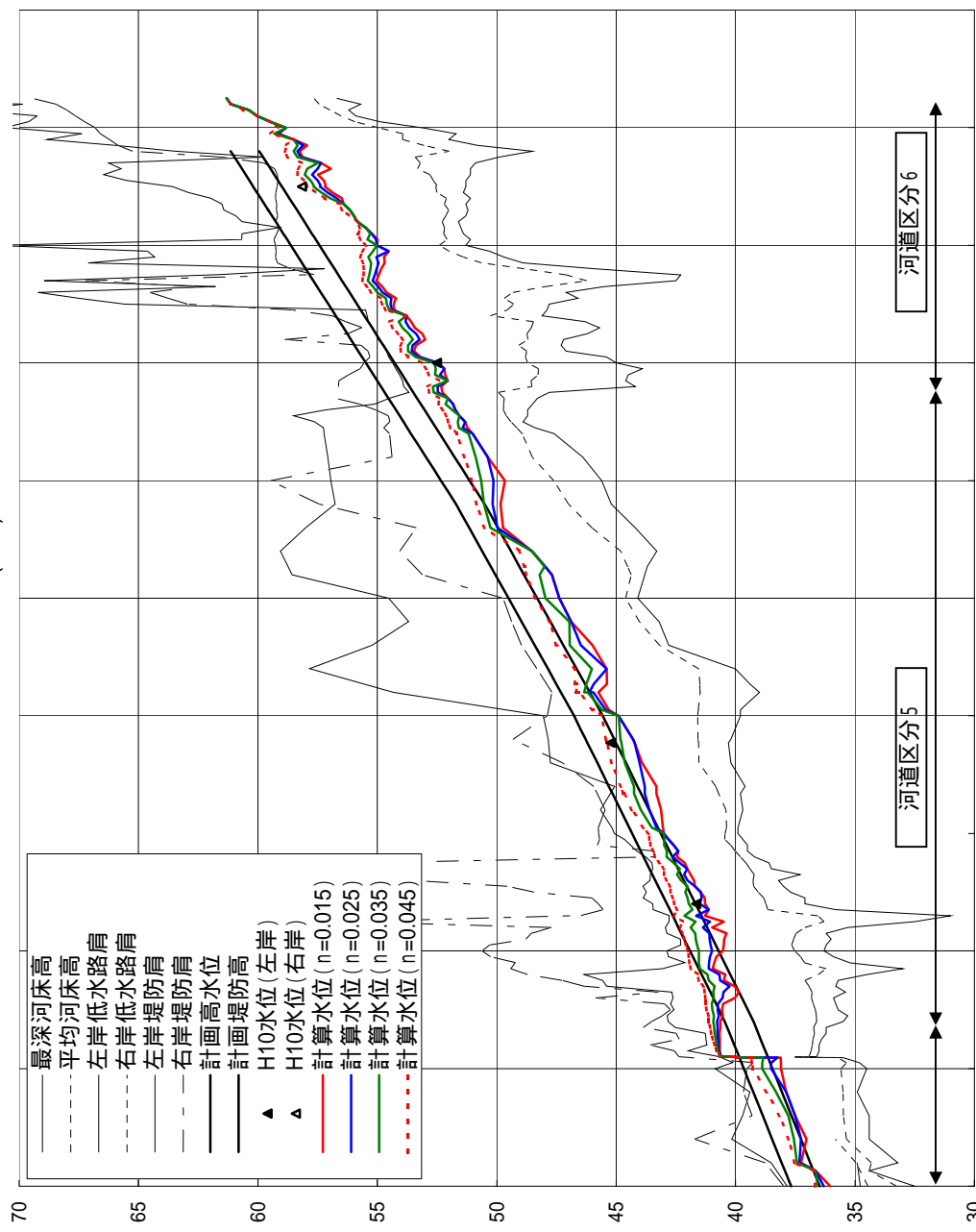


図10.4.8(3/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

(OP m)



河口からの距離(m)

図10.4.9(1/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

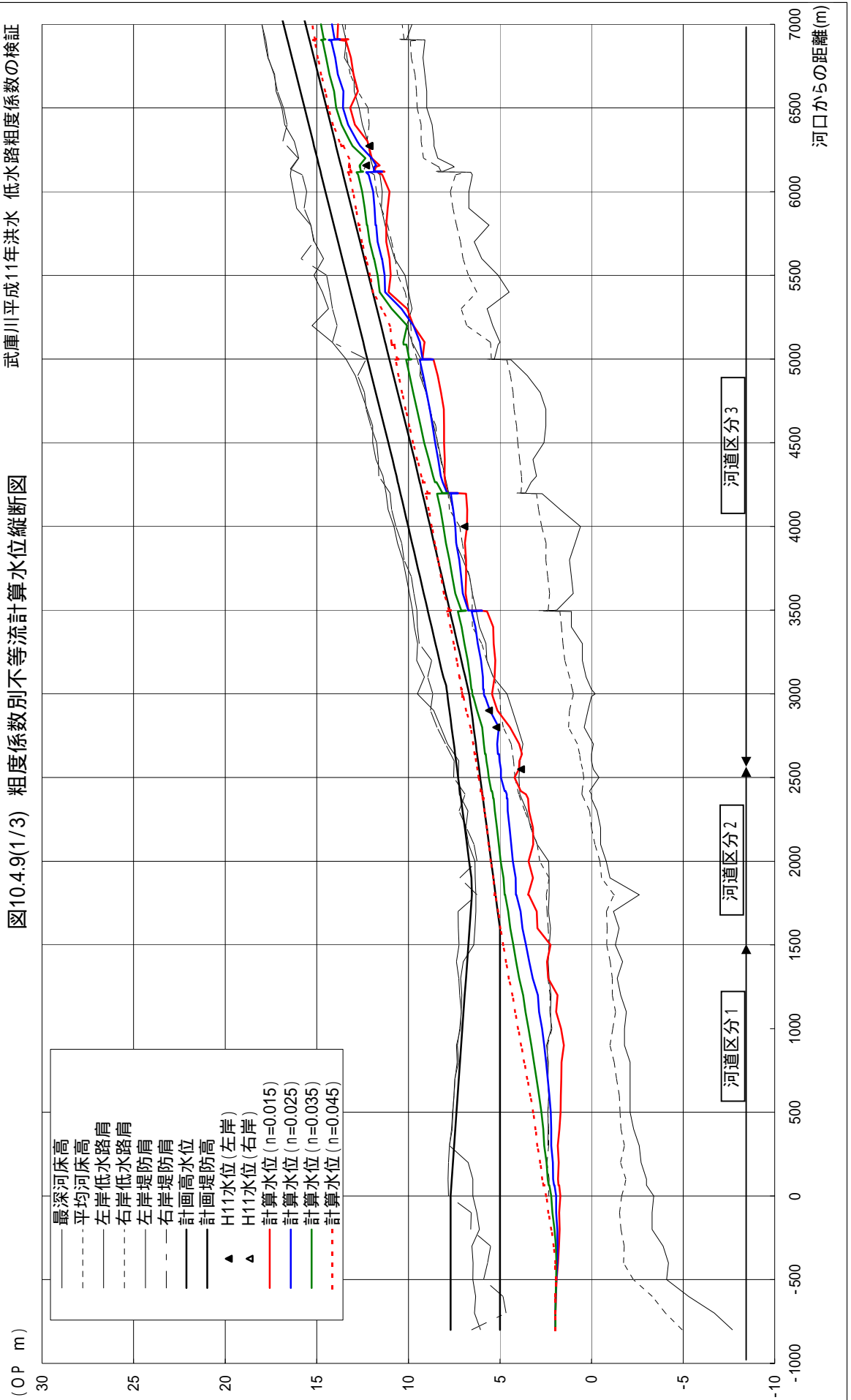


図10.4.9(2/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

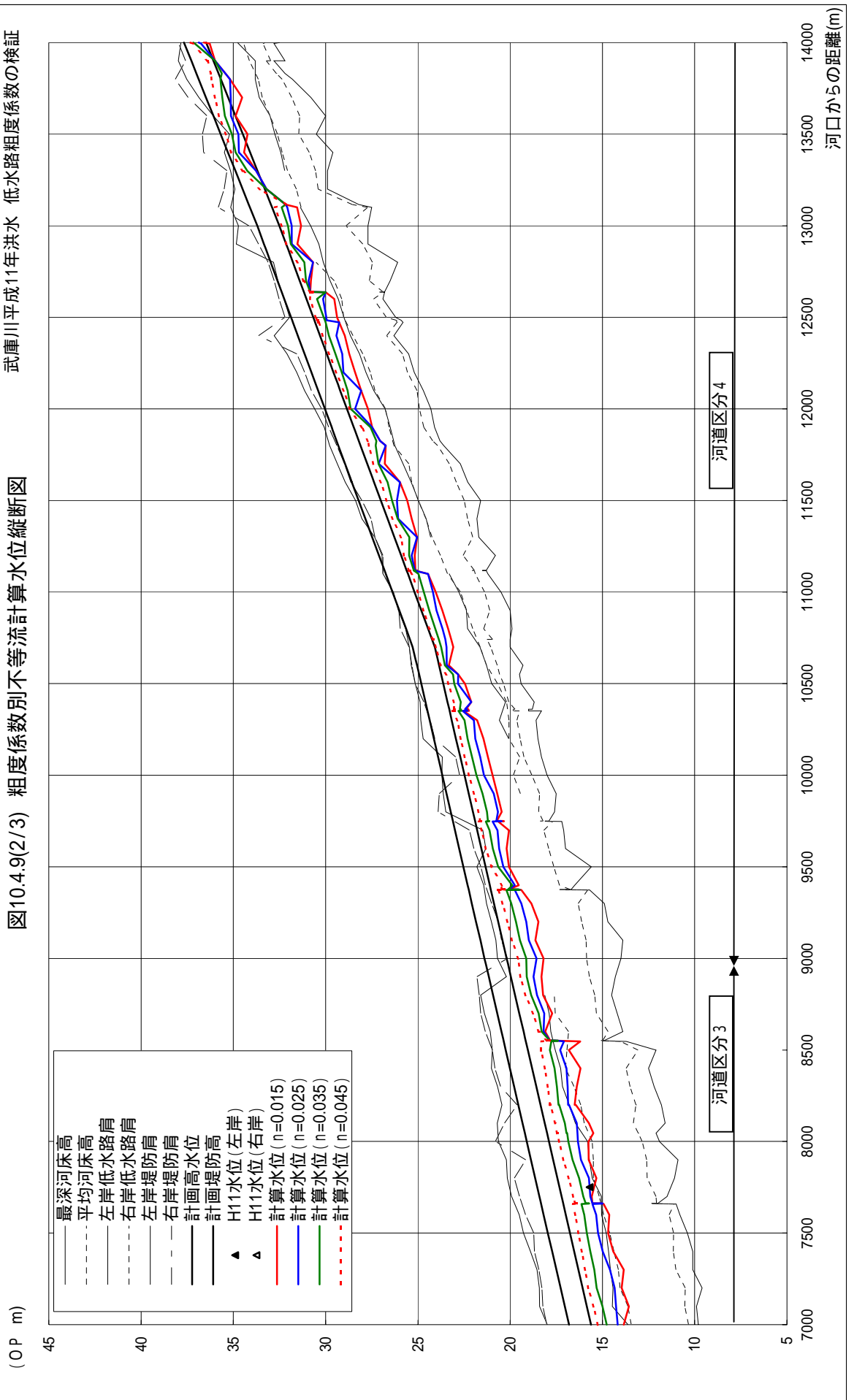
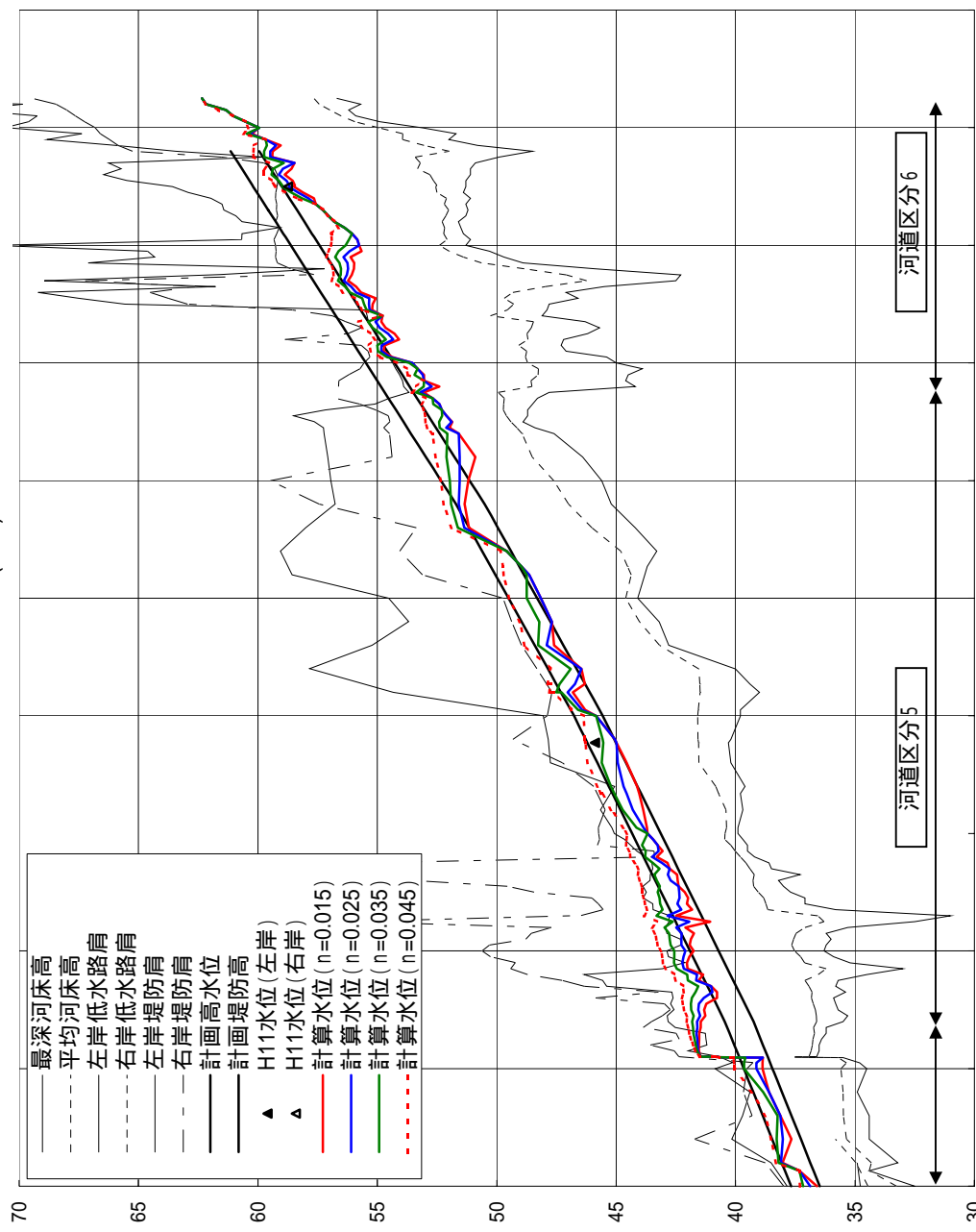


図10.4.9(3/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

(O.P. m)



河口からの距離(m)

図10.4.10(1/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

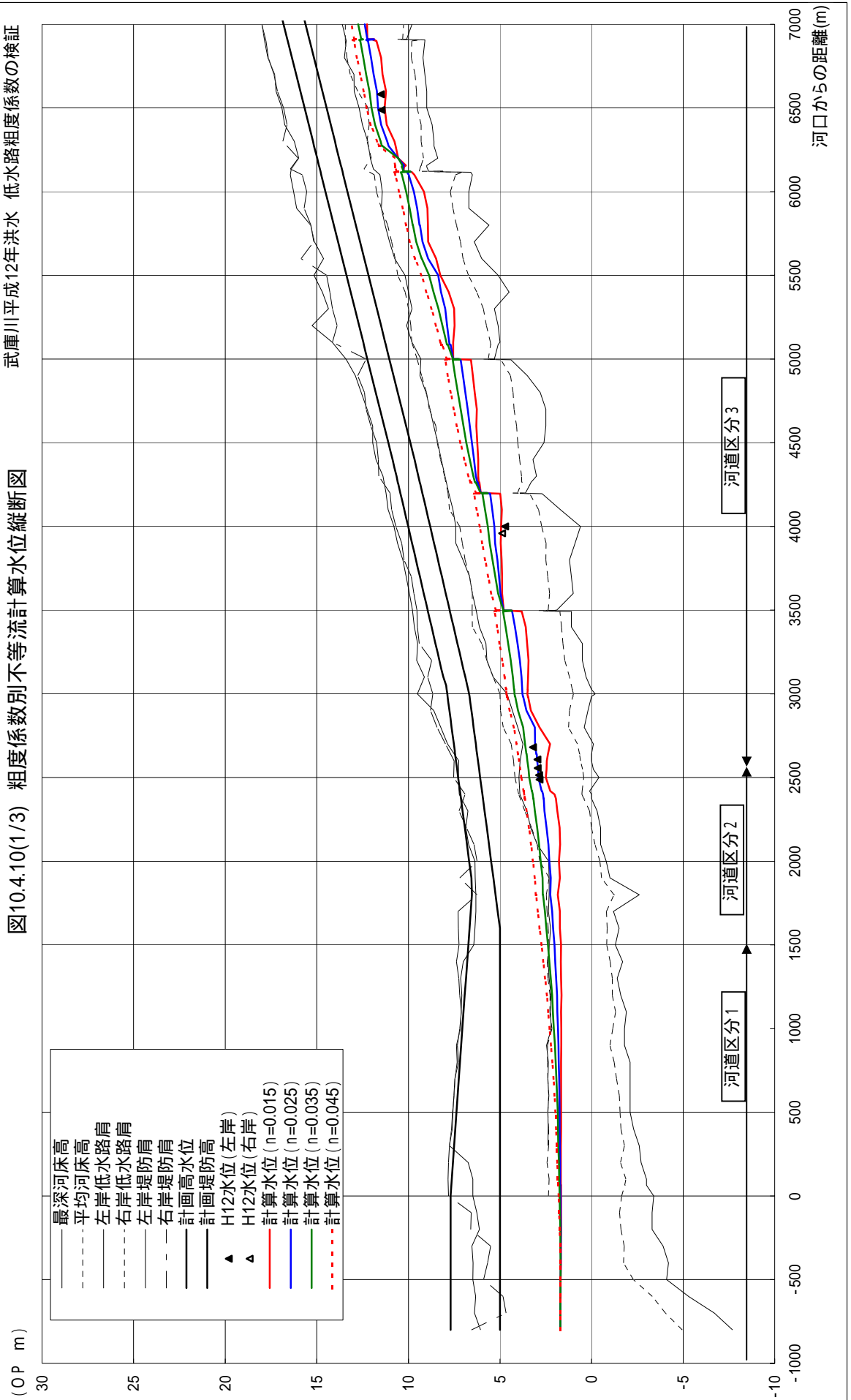


図10.4.10(2/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

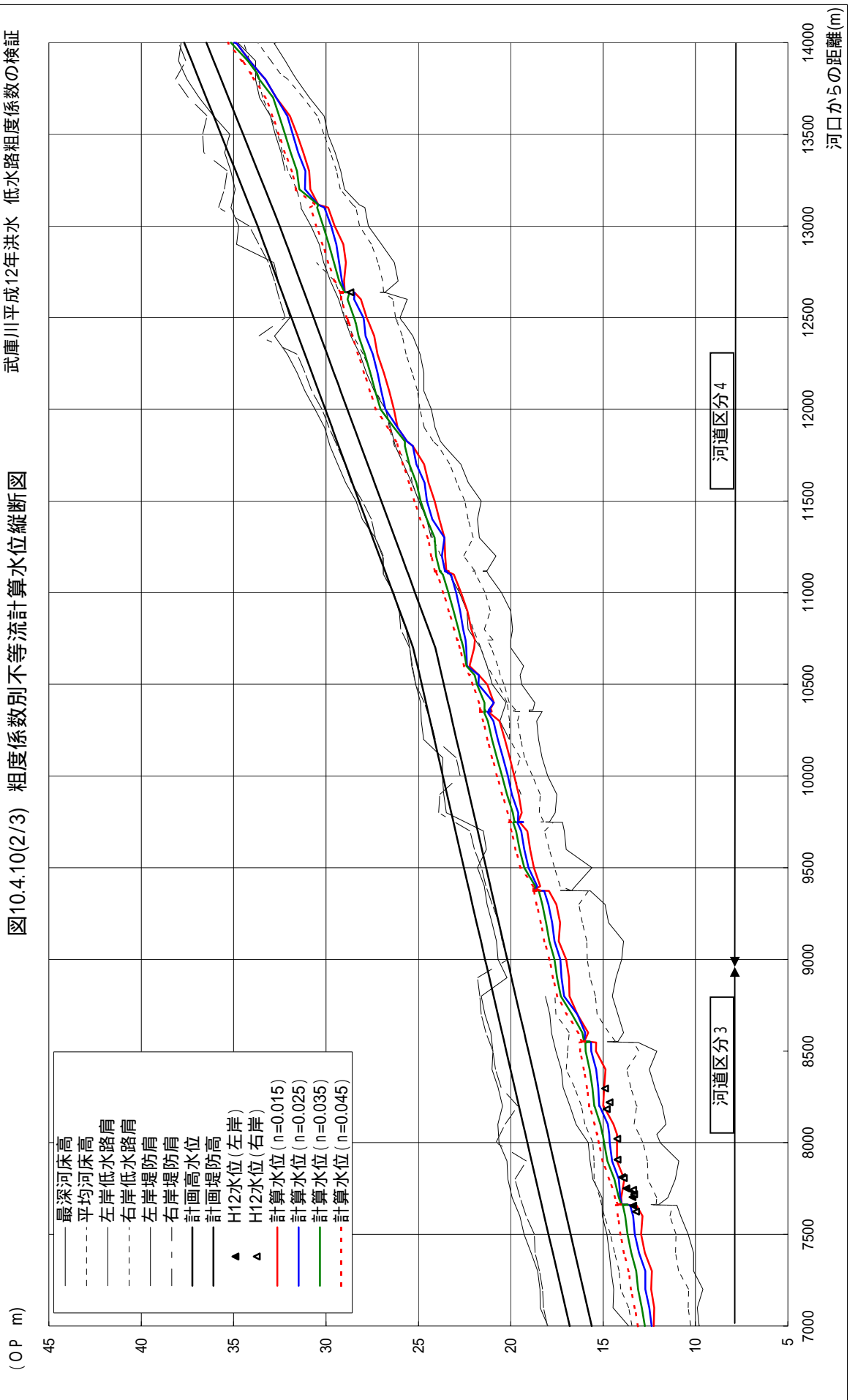
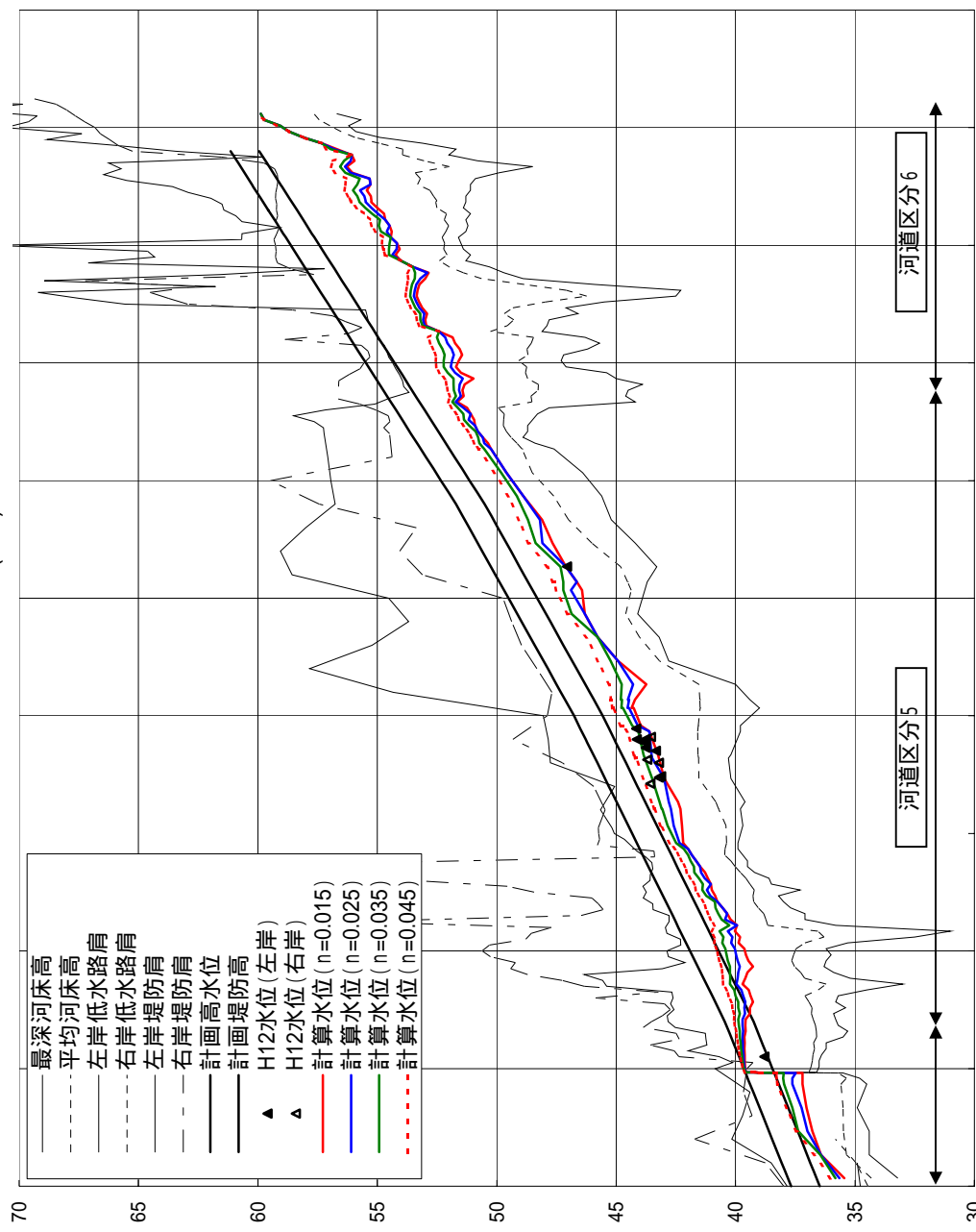


図10.4.10(3/3) 粗度係数別不等流計算水位縦断面図

(OP m)



河口からの距離(m)

(3) 既往洪水時の粗度係数

これまで検討した既往洪水の痕跡水位から検証計算により逆算した粗度係数(逆算 n)および検証計算時の水理量および代表粒径を用いて算出した粗度係数(推定 n)を用いて、両者の比較を行うとともに、既往洪水時の粗度係数を設定する。

設定方法は、次のフロー図に基づくものとする。

フローの<判断1>

粗度係数の設定には、逆算 n と推定 n をもとに推定する手法が提案されている。判断 1 では、このうちの推定 n が無理である区間が存在するか否かを指している。

推定 n が無理：山地河道、岩河床区間など

武庫川では、最上流の河道区分(174~上流端)においてこれに該当していると考えられる。このため、当該区間では逆算 n を重視する。

フローの<判断2>

武庫川ではセグメント 3 区間は存在していないため、該当なし。

フローの<判断3>

<判断 3>では、逆算 n と推定 n とがよく一致している否かを指しており、逆算 n と推定 n との適合度を以下のように評価するものとしている。

【適合度の評価】

多くの代表洪水について、ズレ率が許容値以下となる場合

当該河道区間は「よく一致している」と判定

多くの代表洪水について、ズレ率が許容値以上となる場合

当該河道区間は「一致がよくない」と判定

ズレ率(%)

$$\text{ズレ率} = \frac{\text{推定 n} - \text{逆算 n}}{\text{推定 n}}$$

許容値(ズレ率が±15%以内)

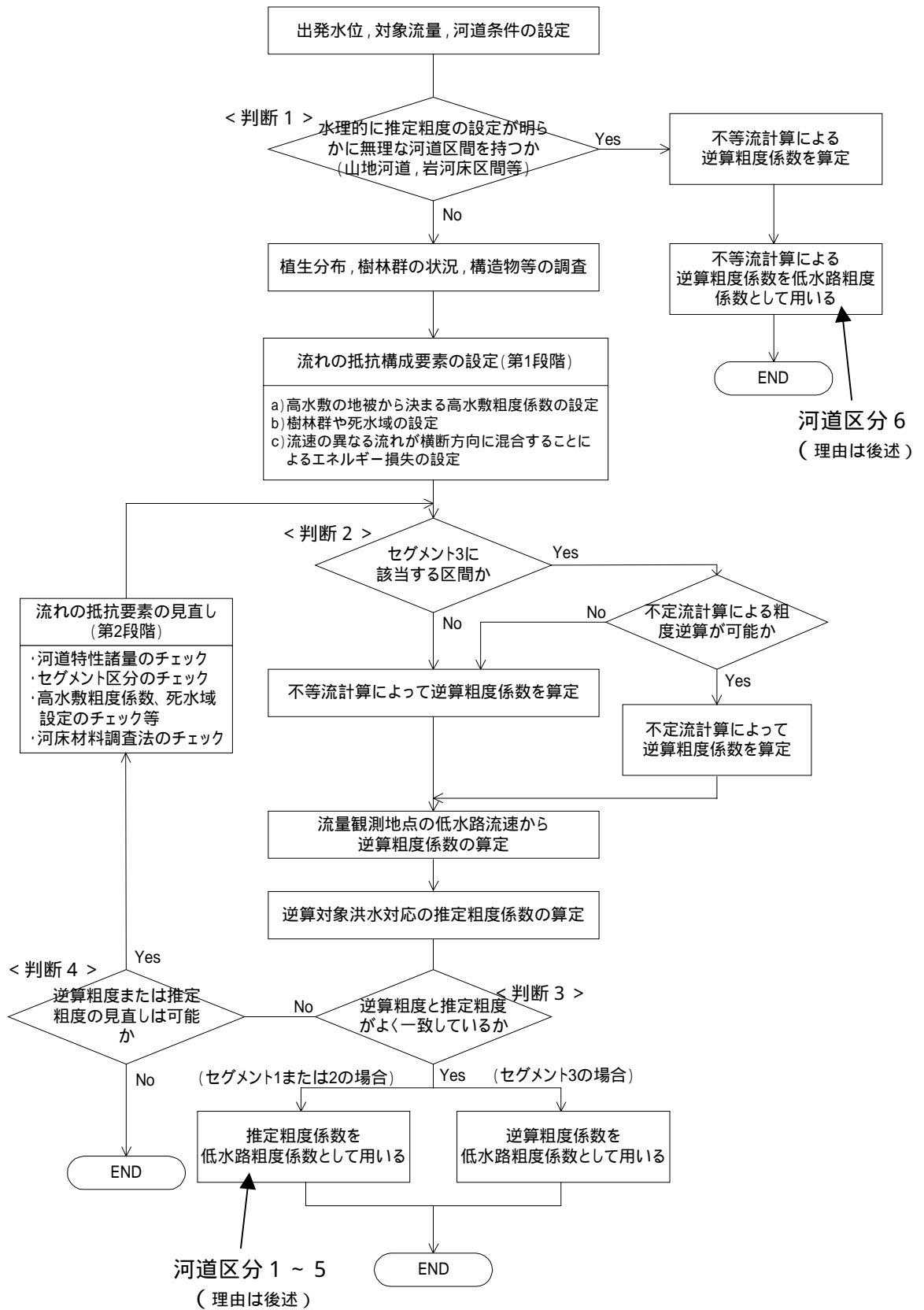


図 10.4.20 低水路設定フロー図

武庫川における低水路粗度係数のズレ率を算出すると以下ようになる。
 痕跡水位が少なく、許容値である 15%を越える比率が多くみられるが、洪水規模が大きい平成 11 年洪水のズレ率がおおむね 15%程度以内である。

表 10.4.8 低水路粗度係数のズレ率

セグメント	河道区分		低水路粗度係数			備考
			H10.10	H11.6	H12.11	
武庫川	2-2	1	-8 ~ 15	0.015	0.025	0.025
				0.033 (54.5)	0.022 (-13.6)	0.033 (24.2)
	2-1	2	15 ~ 25+50	0.015	0.025	0.025
				0.028 (46.4)	0.028 (10.7)	0.028 (10.7)
	3	25+50 ~ 89	0.025	0.030	0.025	
			0.028 (10.7)	0.031 (3.2)	0.029 (13.8)	
1	4	89 ~ 147	0.020	0.035	0.035	
			0.035 (42.9)	0.034 (-2.9)	0.035 (0.0)	
5	147 ~ 174	0.040	0.040	0.035		
		0.037 (-8.1)	0.037 (-8.1)	0.038 (7.9)		
6	174 ~ 186	0.050	0.030	0.035		
		0.037 (-35.1)	0.037 (18.9)	0.038 (7.9)		

上段：逆算n、下段：推定n、():ズレ率
 斜字：逆算n算定時において参考扱いにしているものを示す

ズレ率の大きいものについては下記のように考えられる。

[平成 10 年 10 月洪水]

- ・推定nと逆算nとのズレが全体的に大きく、ズレ率も 15%を越えるものが多い。大規模な平成 11 年洪水前であり平成 12 年断面と当時の断面が相違している可能性が考えられる。

[平成 11 年洪水]

- ・河道区分 6 (174 ~ 上流端)ではズレ率が 15%を越えているが、これは山地河道区間では逆算nを重視する区間である。よってズレ率が 15%を越えても問題ない。

[平成 12 年洪水]

- ・河道区分 1 (河口 ~ 15)ではズレ率が 15%を越えているが、これは痕跡水位が存在しないため、隣接区間から推定したものであり、参考値である。

以上の結果、武庫川における低水路粗度係数を次のように考える。

既往洪水を対象とした粗度係数を検証したが、その結果は概ね基準値を満足しており、問題はないと判断できる。これは推定 n の値も問題ないものと考えられ、つまり粗度係数の推定方法は武庫川に対して適用可能であると判断できる。このため、計画規模の流量においても同様の方法により粗度係数を推定するものとする。

- ・逆算 n と推定 n とのズレ率を評価した結果、大きな問題はないものと判断できる。
- ・今回、逆算 n と推定 n との評価したのは、単に両者の整合を評価しただけではない。一般に計画規模の流量は既往洪水より大きいため、既往洪水で粗度係数を検証したとしても計画規模の流量では粗度係数は外挿によらざるをえない。そのため、推定 n を算出した際の算定方法が武庫川に対して適用可能であるか否かを確認・評価しておく必要がある。
- ・今回、既往 3 洪水に対して検証を行い粗度係数のズレ率を評価したが、規模の大きい平成 11 年洪水において概ね基準値を満足している。

ただし、最上流の河道区分である山地河道区間（ 174 ~ ）においては、検討結果を重視して $n = 0.037$ とする。

- ・今回の検討では、当該区間において逆算 n を重視することとなっているが、逆算 n を求めるために重要な痕跡水位はわずかであり、その結果、逆算 n は各洪水でバラツキがみられる。
- ・しかし、逆算 n と推定 n を用いた場合の水位縦断図を示しているが、それによれば両者のケースの水位に大差は無く、推定 n を用いた粗度係数でも大きな問題はないと考えられる。
- ・また、推定 n の結果は各洪水とも安定しており、平均的に見れば $n = 0.037$ である。
- ・以上の点を勘案し、当該区間においては粗度係数に 0.037 を用いるものとする。

平成 16 年台風 23 号時の計算水位・痕跡水位と 現況流下能力について

1 . 計画粗度と逆算粗度の差

(1) 水位比較

武庫川の計画定数で想定する条件により算定した計算水位 と
平成 16 年台風 23 号の痕跡水位

の比較を次頁に示す。

これによると、宝塚より下流区間は、 の水位の方が低くなっている。

(2) 水位の差の要因となる計算条件の違い

流下能力の差の要因は、以下のものが考えられる。

河口出発水位

計画では朔望平均満潮位を基に 0.P.2.31m として設定し、平成 16 年台風 23 号時は、洪水ピーク時の河口潮位を 0.P.2.00m として設定している。ただし、河口出発水位の違いによる水位差の影響は河口部に近い区間に限られると思われる。

粗度係数

河道計画では確立された手法に従って計画粗度係数（推定粗度）を設定している。計画粗度係数と平成 16 年台風 23 号の痕跡水位を再現する粗度係数（逆算粗度）との比較を下表に示す。

表 武庫川粗度係数

セグメント	区間	低水路粗度係数	
		計画粗度（推定粗度） ^{*1}	23 号粗度（逆算粗度） ^{*2}
2-2	No. -8 ~ No. 15	0.022	0.022
2-1	No. 15 ~ No. 25+50	0.031	0.021
2-1	No. 25+50 ~ No. 89	0.034	0.023
1	No. 89 ~ No. 147	0.034	0.025
1	No. 147 ~ No. 174	0.037	0.035
1	No. 174 ~ No. 184	0.037	0.037

*1 現況流下能力算定に用いる粗度係数

*2 台風 23 号痕跡水位を概ね再現する粗度係数

2 . 計画粗度と逆算粗度の差に対する考え方

- ・河道計画で確立された手法に従い、計画粗度（推定粗度係数）の設定および水位計算を行っている。計画粗度を用いた場合、平成 16 年台風 23 号時の痕跡水位より高い計算水位となる。（流下能力は小さめに算定される。）
- ・河道計画（治水計画）は、**流域の安全確保の観点から、想定される範囲内の水位が発生した場合に対応できる計画であるべきと考える。**（安全側の条件、または、厳しい条件などという。）
- ・平成 16 年台風 23 号時の河川の条件では推定粗度と逆算粗度の差は大きいですが、平成 16 年台風 23 号の 1 洪水のみのデータからは、その要因については明確ではない。現時点においては、平成 16 年台風 23 号時は洪水が流れやすい条件となっており、**河道計画上、洪水の発生状況によっては同規模のピーク流量が発生しても、計画粗度係数により算定した水位のようにより高い水位が発生する可能性がある**と考える必要がある。
- ・甲武橋 2,900m³/s に匹敵する規模の洪水は今回初めて経験するものであり、今後は、観測データの蓄積によるモニタリングや追加検討を引き続き実施する方針である。

3 . 計画粗度と逆算粗度の差の要因について

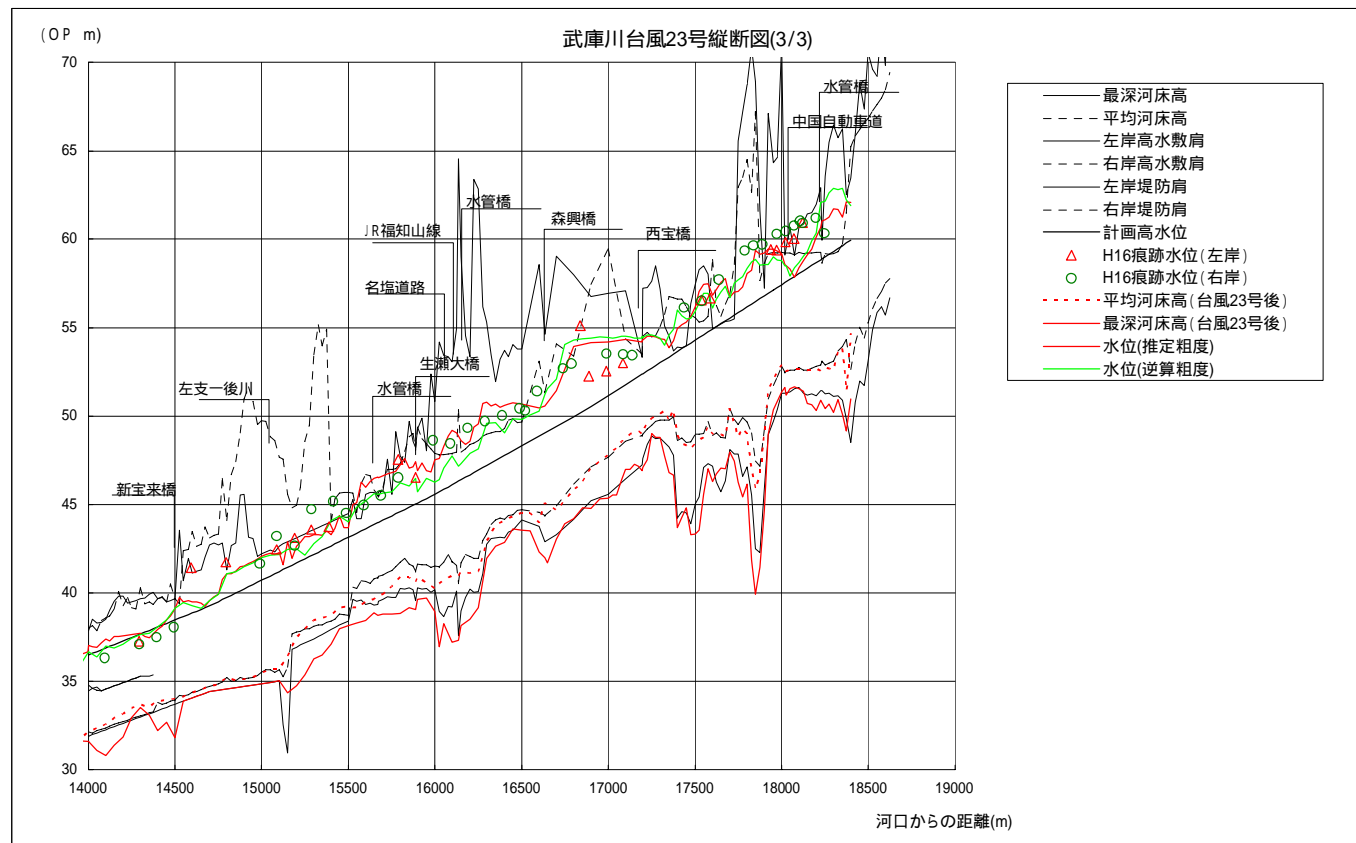
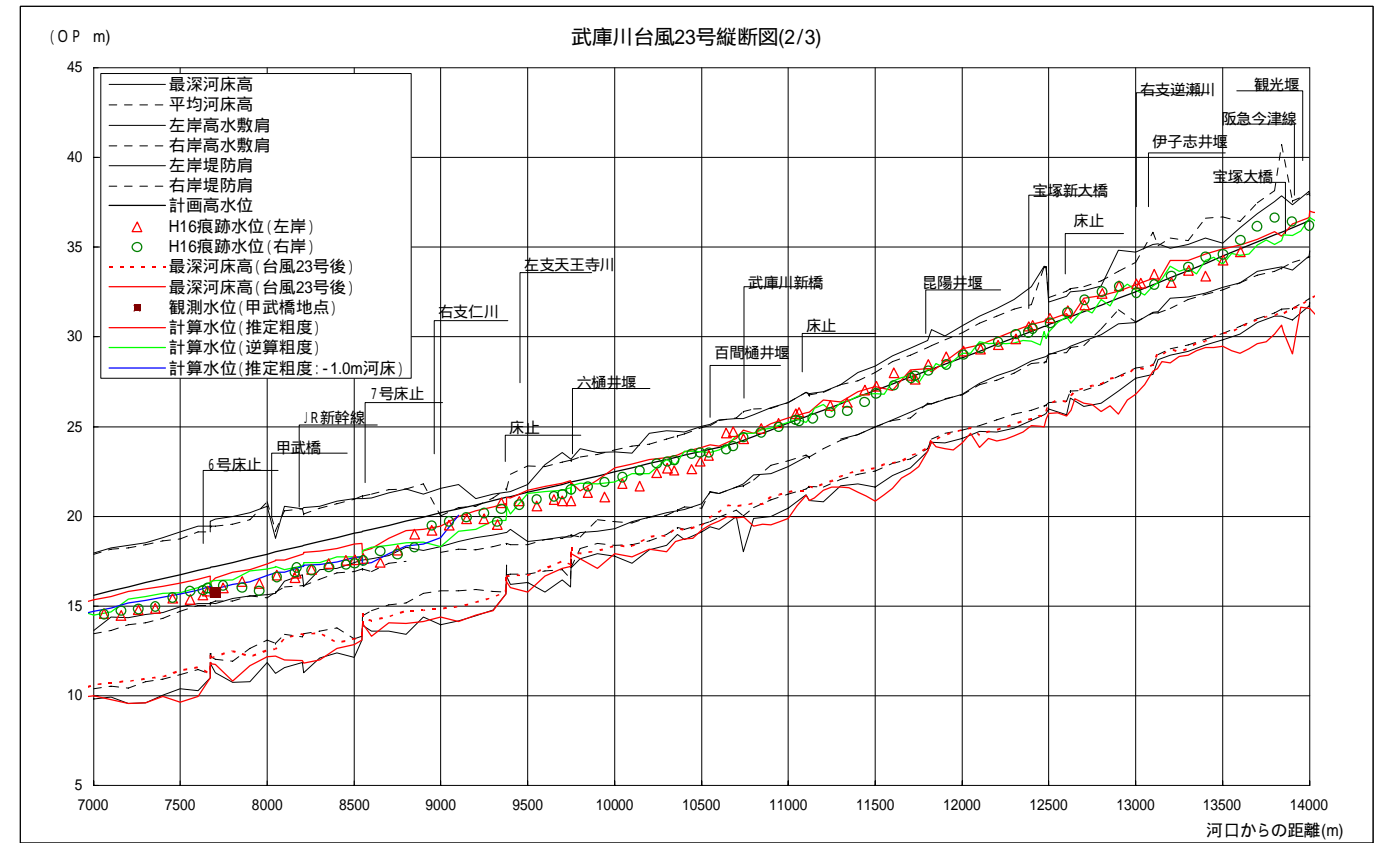
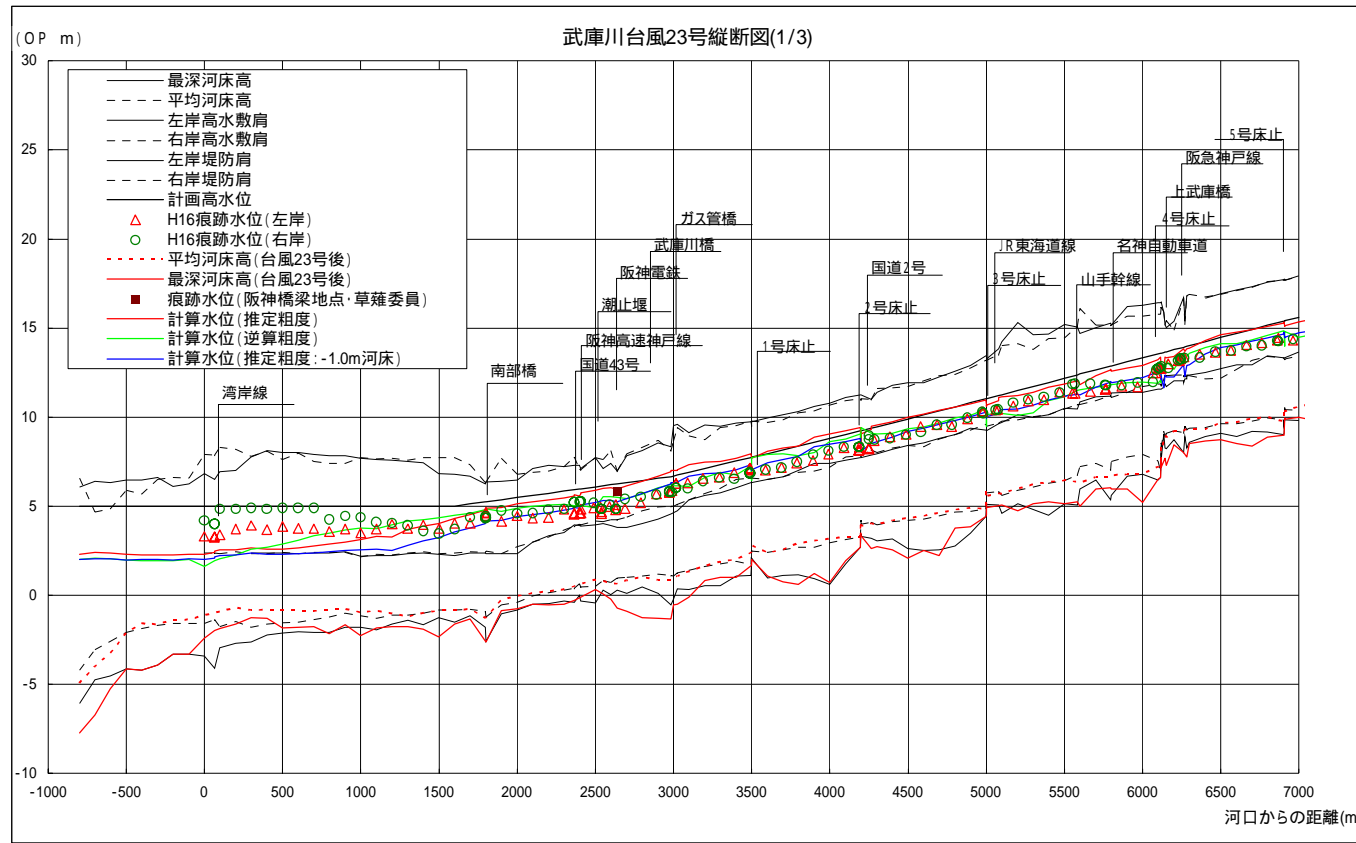
- ・現時点においては、計画粗度と 23 号台風時の粗度の差の要因について、観測データに基づいた客観的な情報を得るには至っていない。
- ・平成 16 年台風 23 号時の河床において、観測や測量データではとらえられていない河床低下が発生した可能性がある。（一時的な洪水時の河床材料の変化、洪水中に河床洗掘が発生し洪水後期に元に戻る、等）
- ・ただし、仮に平成 16 年台風 23 号洪水中に河床低下が発生していたのが事実だとしても、同規模、または、それ以上の規模の洪水において、必ず河床低下が発生するとは限らず、**現時点で河道計画に反映させるのは危険であると判断する。**



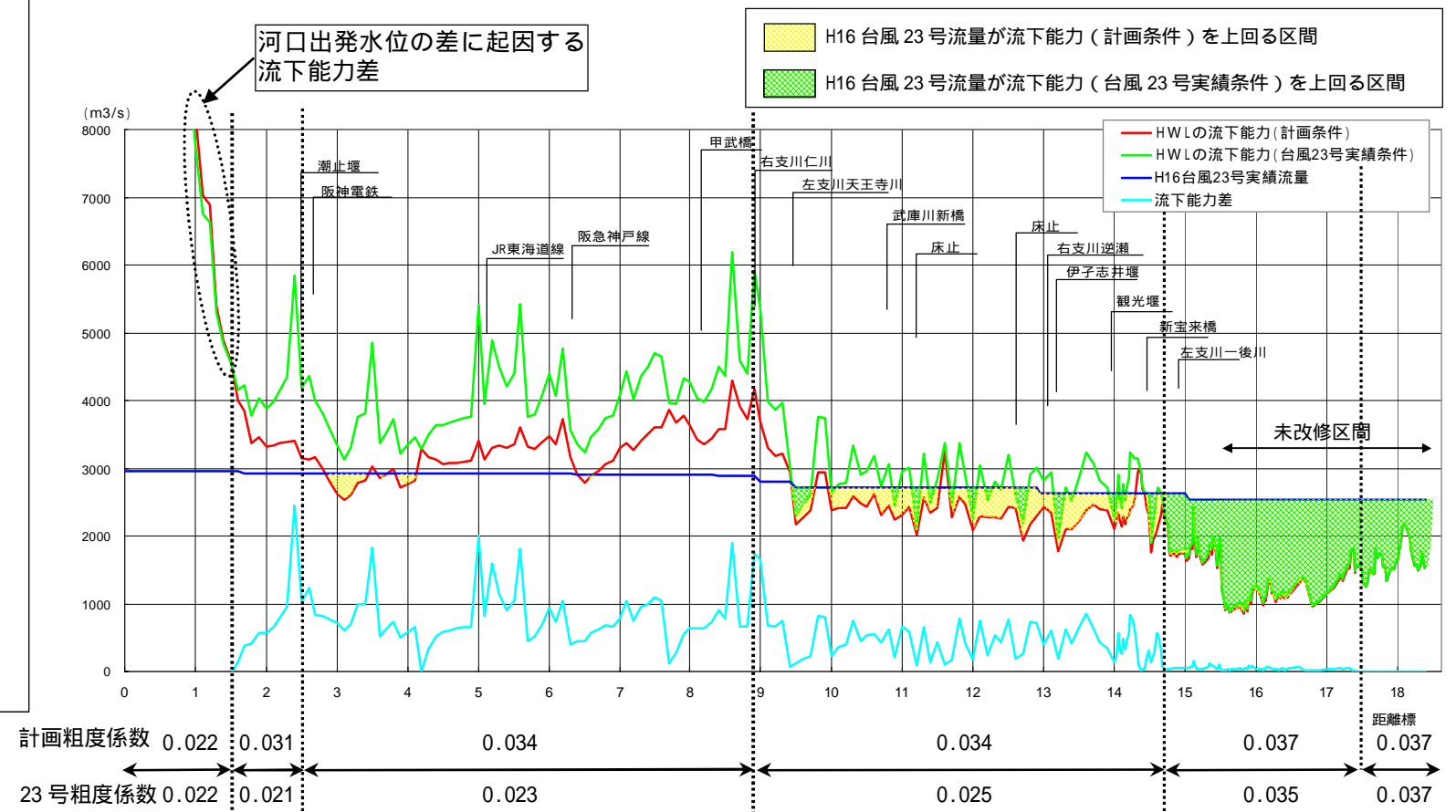
図 平成 16 年台風 23 号後の阪神電鉄橋梁の状況（草薙委員提供：第 26 回流域委員会 資料 3 より再掲）

*河道計画検討の手引き 財団法人 国土技術研究センター編 山海堂 平成 14 年 2 月

〔水位縦断面図〕



〔参考 流下能力図〕



10.2 河道特性の整理 (セグメント区分)

10.2.1 セグメント区分の考え方

河道の状況から、一連の区間と思われる区間(セグメント区分)について設定する。

セグメントとは、手引きによれば以下のような記述となっている。

山間部を含めて河川の縦断形は、ほぼ同一勾配を持ついくつかの区間に分かれているとみることができ、このような河床勾配がほぼ同一である区間は、河床材料や河道の種々の特性が似ており、これをセグメントと呼んでいる。

セグメントとは類似した河道特性を有している河道区分をさし、基本的には河床縦断勾配と河床材料から区分を行う。同じような河道特性を有する区間に分割することを「セグメント区分」といい、河道特性を把握分析する単位空間をセグメント毎にとることを「セグメント単位の見方」という。

日本の河川では、山間部の河岸や河床が岩であったり、崖からの崩壊礫などの供給がある区間をセグメントMといい、山間部を出てから海に向かう河道については、概ね三分区され上流からセグメント1(扇状地河道)、セグメント2(中間地河道、自然堤防帯河道等)、セグメント3(デルタ河道)と呼んでいる。また、河床材料や河床波の発生状況からみて、河道特性上はセグメント2の区間をさらに二分割し、上流からセグメント2-1、セグメント2-2に分割して区分している。この各セグメント別の特徴を下表に示す。

表10.2.1 各セグメントとその特徴

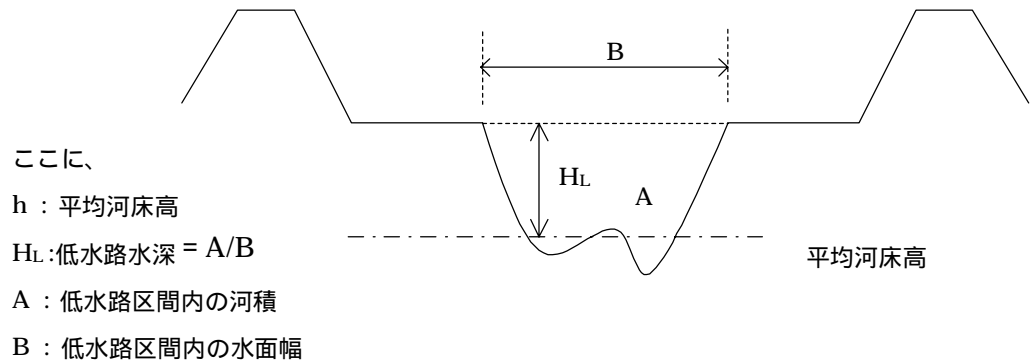
	セグメントM	セグメント1	セグメント2		セグメント3
			2-1	2-2	
地形区分	山間地	扇状地	谷底平野 ←自然堤防帯→		デルタ
河床材料の代表粒径 d_R	さまざま	2 cm 以上	3 cm ~ 1 cm	1 cm ~ 0.3mm	0.3mm 以下
河岸構成物質	河床河岸に岩が出ていることが多い	表層に砂、シルトが乗ることがあるが薄く、河床材料と同一物質が占める	下層は河床材料と同一、細砂、シルト、粘土の混合物		シルト、粘土
勾配の目安	さまざま	1/60 ~ 1/400	1/400 ~ 1/5,000		1/5,000 ~ 水平
蛇行程度	さまざま	曲がりが少ない	蛇行が激しいが、川幅水深比が大きい所では8字蛇行または島の発生		蛇行が大きいものもあるが、小さいものもある
河岸浸食程度	非常に激しい	非常に激しい	中、河床材料が大きい方が水路はよく動く		弱、ほとんどは水路の位置は動かない
低水路平均深さ	さまざま	0.5 ~ 3 m	2 ~ 8 m		3 ~ 8 m

設定に当たっては、手引きの通り河床勾配と代表粒径を重視する。

10.2.2 河床勾配からみたセグメント区分

(1) 平均河床勾配の設定

平成 12 年測量成果を用いて、武庫川対象区間の平均河床高を算定し、平均河床勾配を図 10.2.1 のように算定した。



平均河床勾配の縦断図を見ると、勾配の変化点が 25+50, 89, 147に見られるため、この地点を区分の境界と考え、河床勾配からみた河道区分を 1 ~ 4 とする。

それぞれの特徴は以下のとおりである。

河道区分 1 : 平均河床高を縦断的に見た場合、勾配は河口から潮止堰までとも考えることができる。これは感潮区間であり、また潮止堰より下流は干拓地であったことも考えれば妥当であると思われる。

河道区分 2 : 当該区間では築堤区間であるがその上流では掘込み区間となっている。また、河床勾配は仁川合流点で大きく変化している。

河道区分 3 : 平面的に見れば宝塚駅あたり (145 ~ 146) の下流まで仁川 ~ 147 の区間で堤内地はやや広く、それより上流では狭窄部である。変化点としては、現行の計画河床勾配や計画水面勾配の変化点でもある 147 とした。

河道区分 4 : 上流端まで狭窄部が連続する区間である。
147 ~

表10.2.1における各セグメントの河床勾配の範囲から判断し、各河道区分のセグメントは次のようになると考えられる。

河道区分 1 ~ 2 (河口 ~ 仁川合流点)	セグメント 2
河道区分 3 ~ 4 (仁川合流点 ~ 上流)	セグメント 1

なお、河道区分 2 では床止の関係で縦断形状が階段状となっており、平均河床勾配としてはすぐわなないことが考えられるが、既往洪水のエネルギー勾配をみると1/600程度であり、セグメント 2 で問題ないとする。

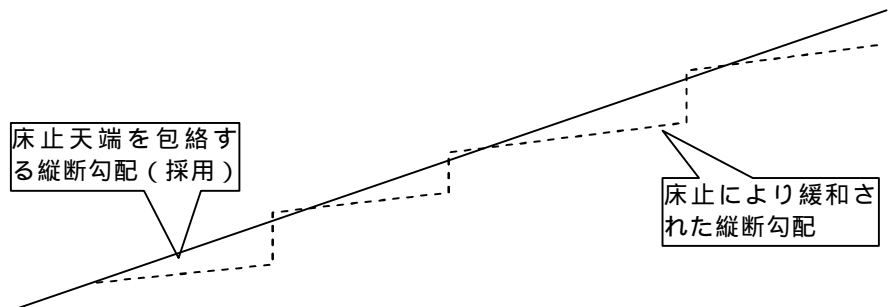
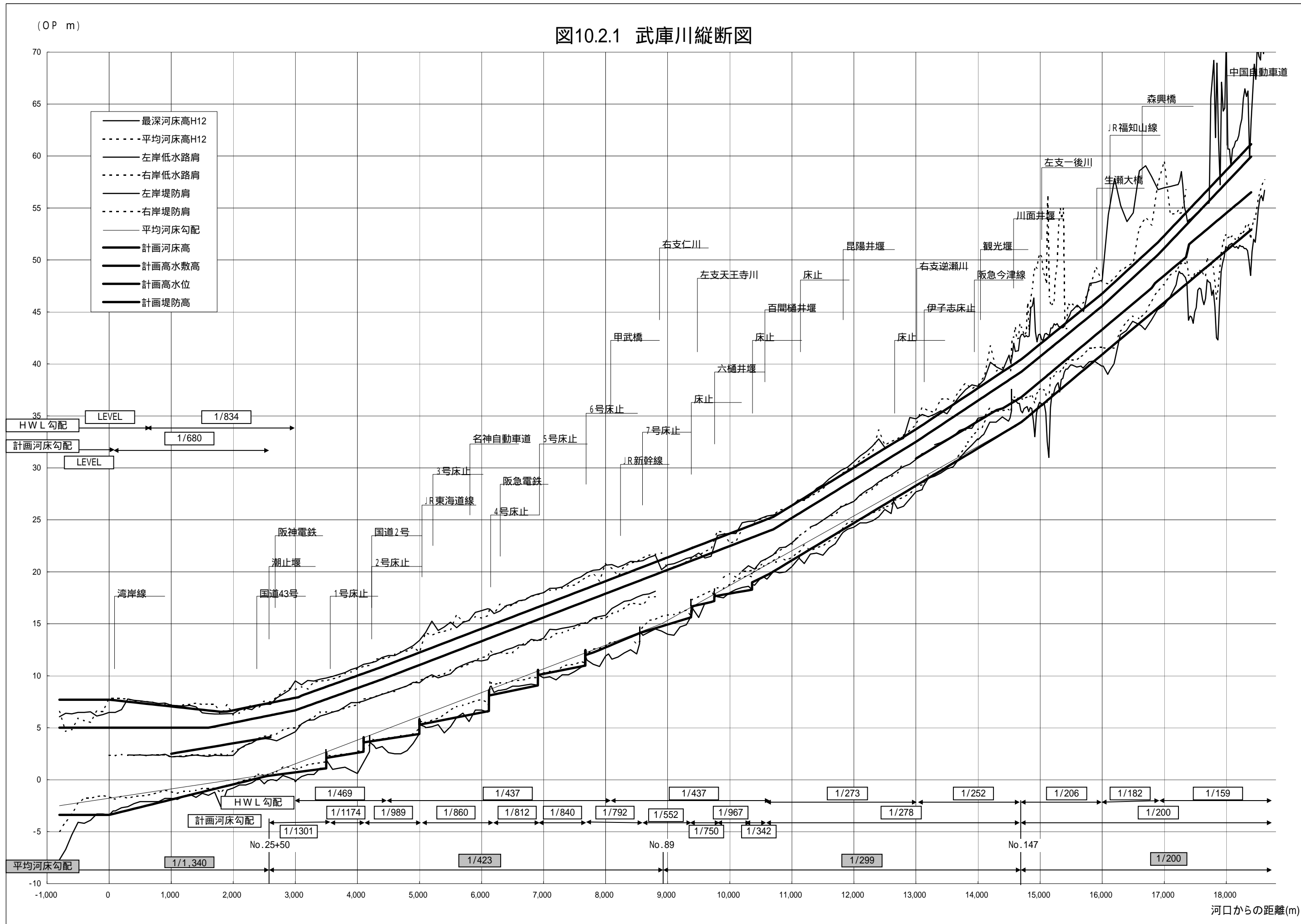


図10.2.1 武庫川縦断図



10.2.3 代表粒径からみたセグメント区分

河床材料の粒度分布形は、対数正規分布形に近いと言われているが、実際には特性の異なる3つ以上の集団を持っているのが普通である。堆積学では右図のごとく河床材料の主モードである集団をA集団、それより細かいものをB集団、A集団より粒径の大きいものをC集団と呼んでいる。

それぞれの集団の区分粒径は、下図のように粒径加積曲線上での勾配の急変点の粒径とすればよい。

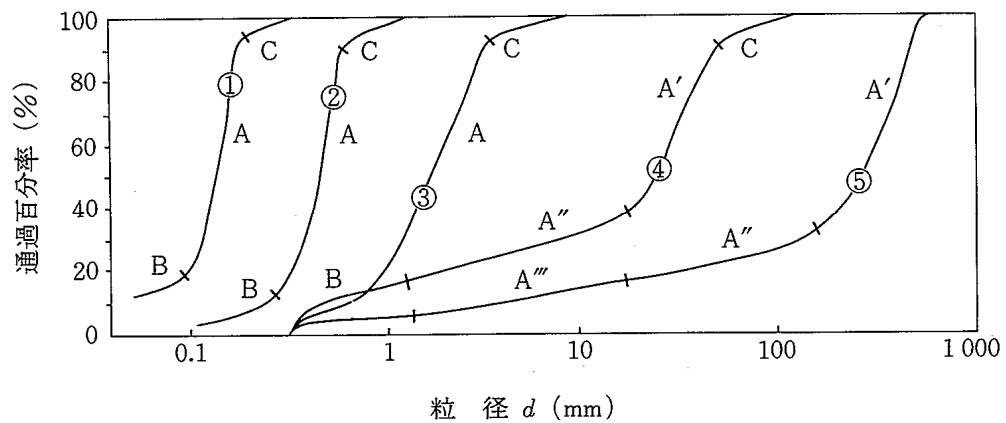
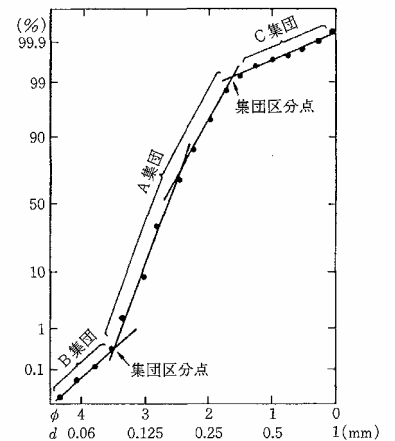


図10.2.2 種々の粒度分布における縦断区分点

扇状地河川表層下の河床材料は混合粒径であり、大粒径から小粒径のものを含んでいる。このうち、小粒径のものは河床変化にあまり関与しない。河床変動に関係するものは主にC集団、A'集団であり、また河床材料の動き易さを規定するものもこの集団である。

A''集団以下の材料が20%以下であるような場合は、平均粒径 d_m あるいは60%通過粒径である d_{60} がC集団とA'集団の代表粒径（C集団とA'集団にのみからなる材料の平均粒径）とあまり変わらない。しかし、河床材料中にA''集団以下の材料が30%程度占めるような場合には、河床材料の平均粒径 d_m あるいは60%通過粒径 d_{60} とC集団とA'集団の代表粒径との差異が大きくなり、河床の動き易さを示す指標として適切でなくなる。

そこで河床の動き易さ、河床変動に影響を与える代表粒径 d_R をC集団とA'集団のみからなる河床材料の粒度分布より、その平均粒径あるいはその60%通過粒径をとることとする。

具体の検討方法は次の通りである。

表 10.2.2 代表粒径 d_R の求め方

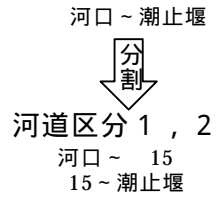
河床材料の d_{60}	代表粒径 d_R
1 cm 以下	d_{60} を採用する
1 cm 以上	A'' 集団以下の材料が 30% 以下である場合は d_{60} を採用する A'' 集団以下の材料が 30% 以上を占める場合は、A' と C 集団を対象として、新たに粒度分布を作成し、その通過粒径の d_{60} を採用する

武庫川の対象区間における河床材料については、約 1 km ピッチで調査を実施している。これら全ての粒度分布を図 10.2.4 に示す。なお、河床勾配により設定した河道区分毎に区別に明示して表示している。

この図より、概ね河床勾配による区分に問題はないと考え、区分毎に分けて粒度分布も図 10.2.5 に示している。

この結果、各河道区分に対応する代表粒径を次のように設定した。

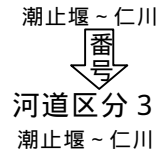
河道区分 1 : 当該区間の粒径加積曲線をみると、粒径の大きい試料と小さい試料とが混在していることがわかる。これは、当該区間が潮止堰直下流であるため、洪水中または洪水後期において上流から潮止堰を越えて堆積した大きい粒径と、洪水直後や非洪水時に堆積した細かい粒径であると思われる。洪水時の河床抵抗は比較的大きな粒径により影響を受けるとされているため、粒径加積曲線が大きい試料を重視して設定することも考えられるが、感潮区間であることや河床勾配を考慮するとそのような粒径が河口まで続くとは考えにくい。いずれにしても、当該区間には粒径の異なる区間が混在していると考えられるため、ここで区分を分割する。具体的には次のように考える。



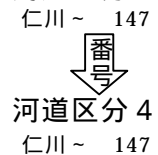
- ・ 当該区間の平均河床勾配は 15 あたりで勾配が変化していると考えられ、ここで区間を分割し、下流側を河道区分 1、上流側を河道区分 2 とする。(以後、区分の番号をずらす)。
- ・ 下流側の河道区分 1 では、河床材料調査は実施されていないため、最下流の調査結果である 2.0k のうち最も粒径の小さい試料の 60% 粒径 0.6 mm を以て代表粒径とする。

- ・上流側の河道区分2では、上流の土砂が、潮止堰をこえて堆積するところであること、将来的に土砂供給の減少が予想されるため、安全側を考えてその上流区間（潮止堰～仁川合流点）の代表粒径45mmを採用する。

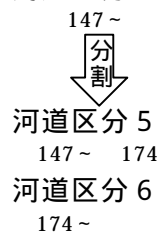
河道区分2：当該区間においても粒径加積曲線はばらついているものの、試料間の曲線の傾きはほぼ一定である。このため、これらの試料群を採用し、粒度分布の平均的な曲線から60%粒径を設定し、代表粒径は45mmとする。



河道区分3：当該区間では試料間のバラツキは少なく、ほぼ均一な試料である。図より60%粒径を採用して代表粒径は80mmとする。



河道区分4：当該区間は狭窄部であるが、地形を平面的にみるとこの中でも大多田川合流点（174）より上流では岩露出区間、下流では支川大多田川からの土砂により州の形成がみられる。粗度係数の推定において岩露出区間ではそうでない区間と設定方法が異なるため、上流側の区間延長は短くなるものの、支川合流点（174）において河道区分を分割する。その際、代表粒径は次のように設定する。



- ・河道区分5（147～174）では、下流側の区分（仁川～147）と同様に試料間のバラツキは少なく、ほぼ均一な試料である。図より60%粒径を採用して代表粒径は120mmとする。
- ・河道区分6（174～）では河床材料調査が行われていない。このため、この区間では便宜的に下流の河道区分5（147～174）の代表粒径を用いる。

河床材料調査¹

- ・線格子法（4 k 地点より上流）および採取法（2 k 地点）により調査
- ・縦断的な位置は、以下の観点で選定する。
 - ・1 km に 1 箇所を基本とする。
 - ・作業性、採取の確実性などを考慮して、砂州上を対象とする。
 - ・砂州の縦断的中央部（最も水面方向に突き出た箇所付近）を選定する。
 - ・周辺の河床型は平瀬部とする（早瀬部や淵部は避ける）。
 - ・堰や床止めの周辺は避ける。
 - ・4.0k ~ 16.0k については 1km に 1 箇所以上とする。4.0k より下流については、粒径が細かく、線格子法では適切かつ客観的な採取が不可能と判断されたので、採取法によるものとした。
 - ・生瀬より上流の区間では、渓谷部を流れており、岩盤露出区間が多いため河床材料の調査ができる箇所が限られるため、砂州の存在、アクセスなどを考慮した地点とした。
- ・また、測線は以下の考え方で設置した。
 - ・砂州水際に縦断的に沿う形で設置する。
 - ・極端に河床材料が大きい箇所や小さい箇所は避ける。
 - ・側線全体がほぼ一様の粒径と判断できる箇所。
 - ・植生などの影響が少ない箇所
 - ・水中の河床の状態と比べてあまり差のない箇所

¹ 河総(武)第 1010-0-S10 号 武庫川水系武庫川 武庫川ダム水理模型実験業務
平成 13 年 3 月

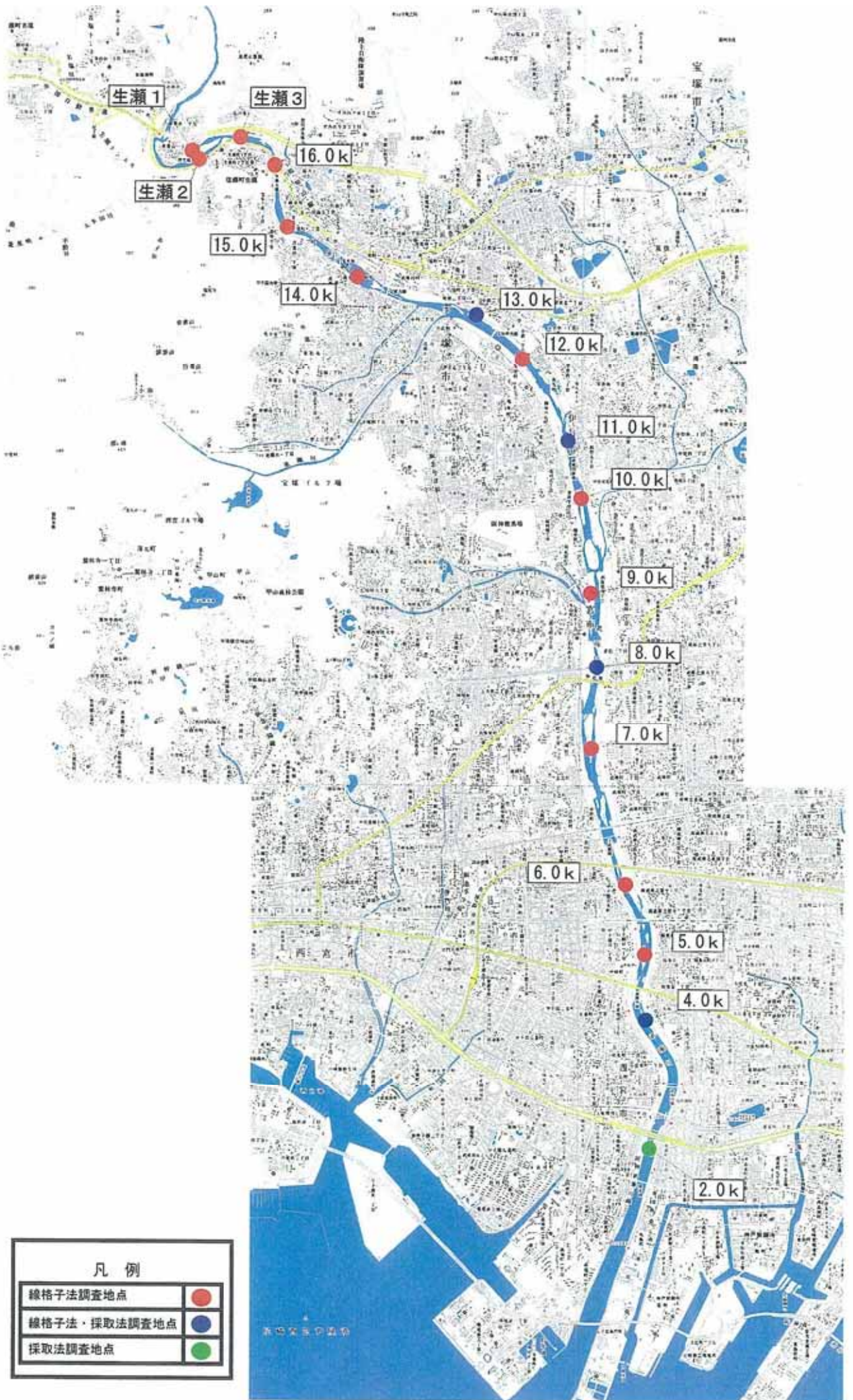
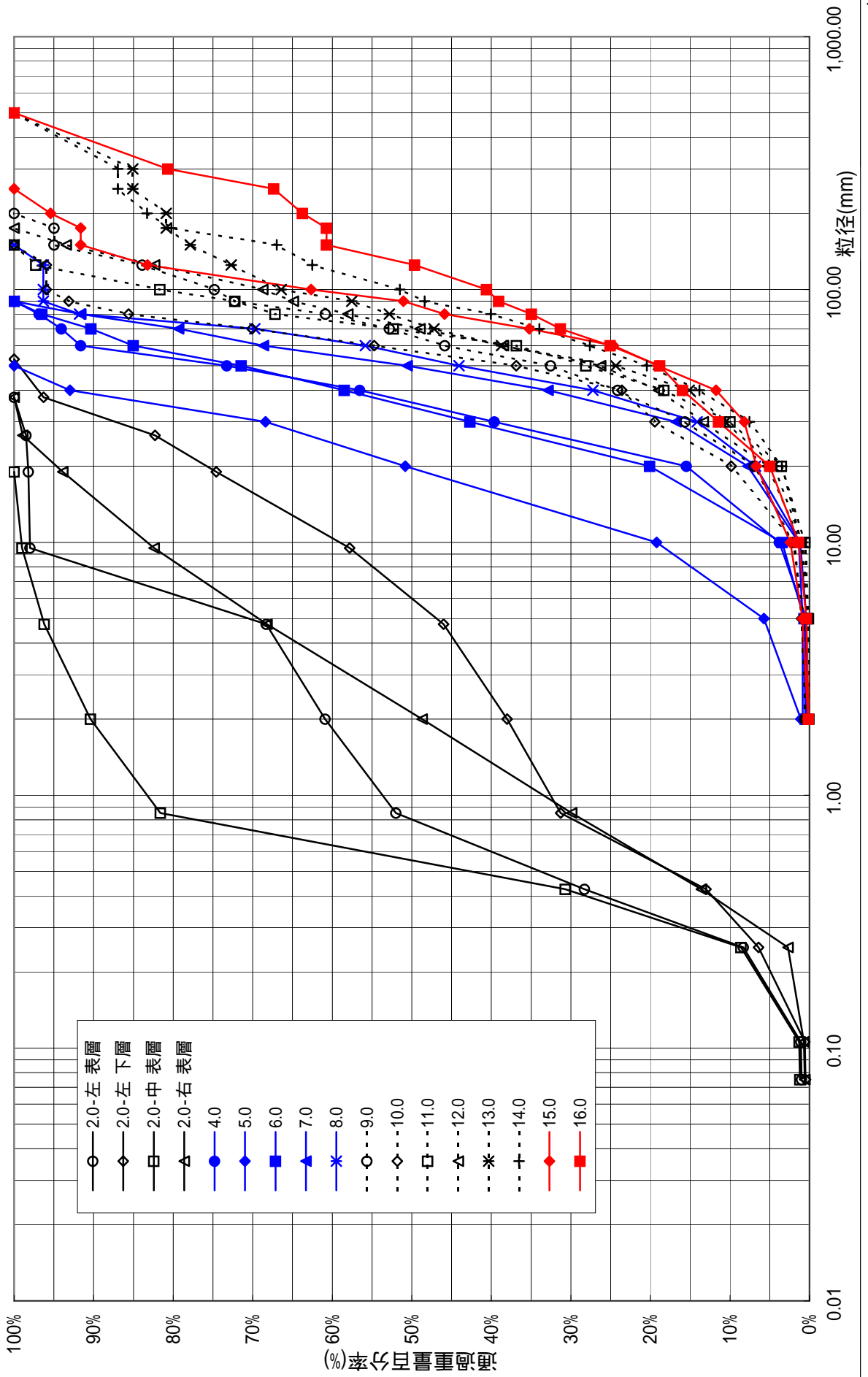
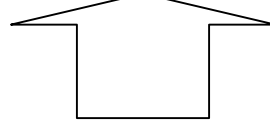
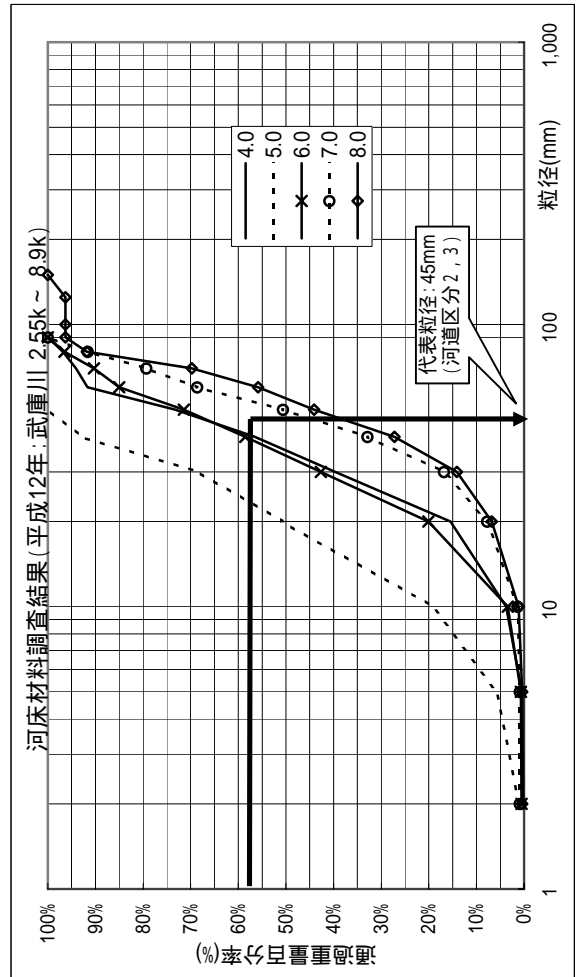
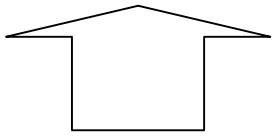
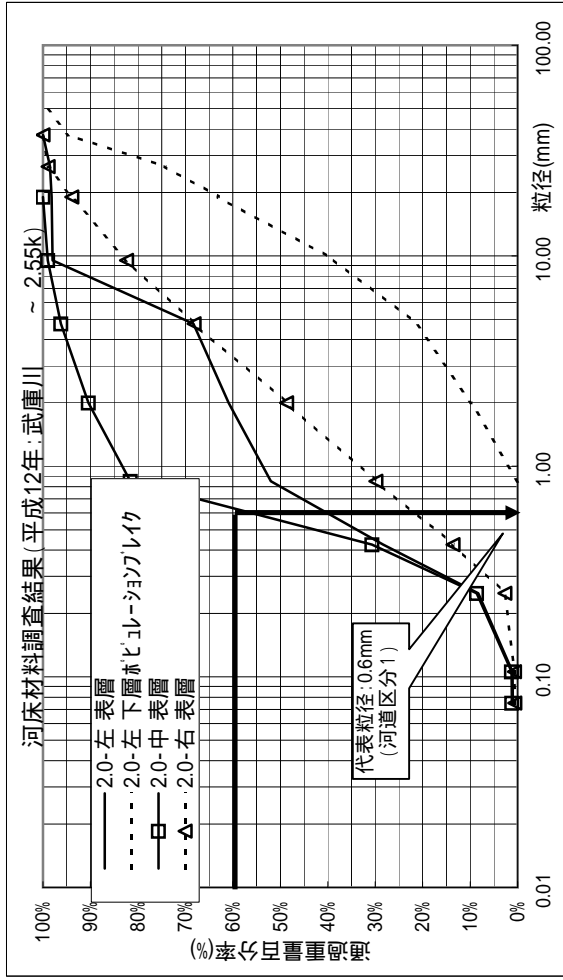
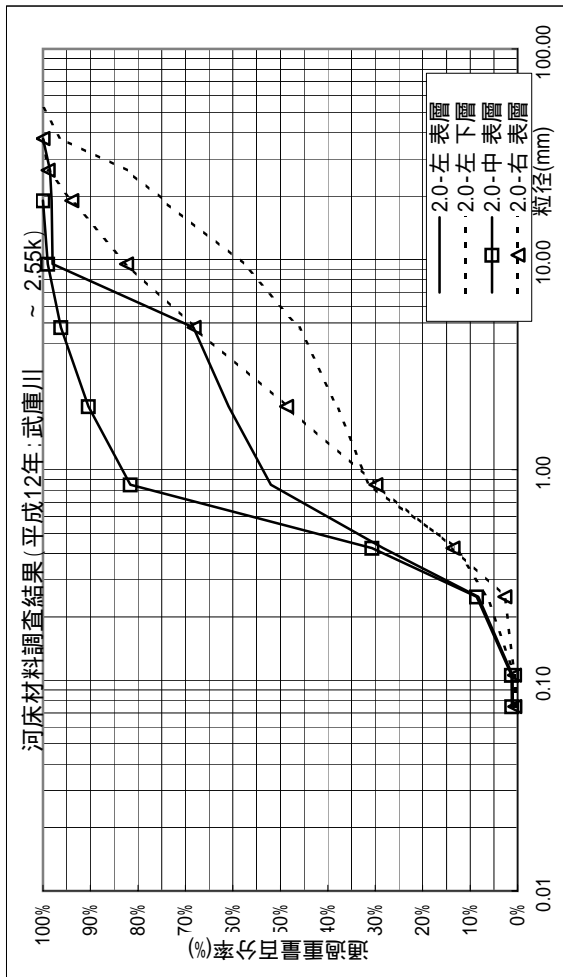


图 10.2.3 調査地点位置图

図10.2.4 河床材料調査結果(平成12年:武庫川全区間)



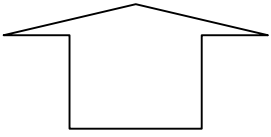
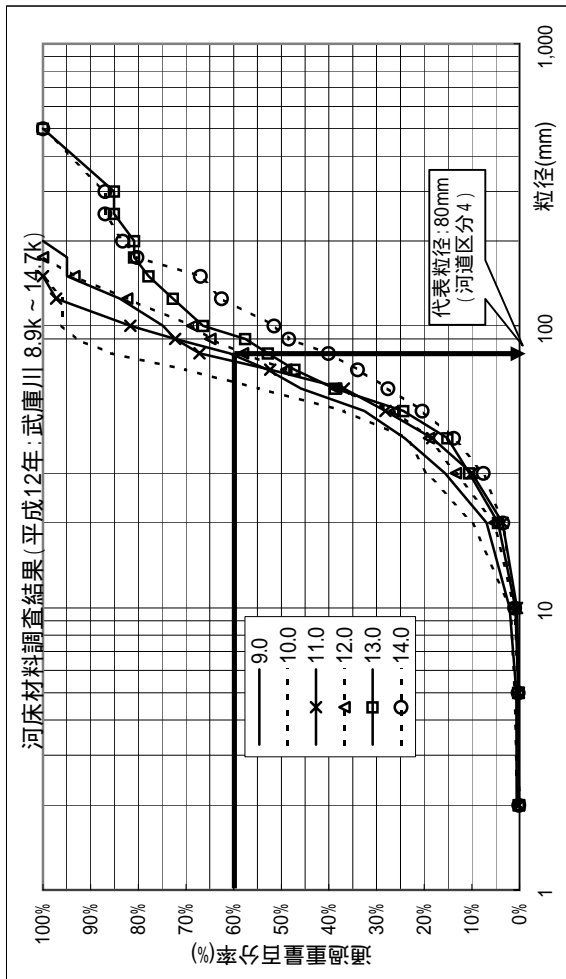


<代表粒径の設定方法>
 d_{60} が1cm以下
 d_{60} を採用する
 d_{60} が1cm以上
 A "集団以下の材料が30%以下 d_{60} を採用
 A "集団以下の材料が30%以上 ポビュレーション"レイクを
 実施し、AとC集団のみの d_{60} を採用

ポビュレーション"レイクは不要
 左図の代表粒径を採用する

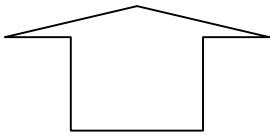
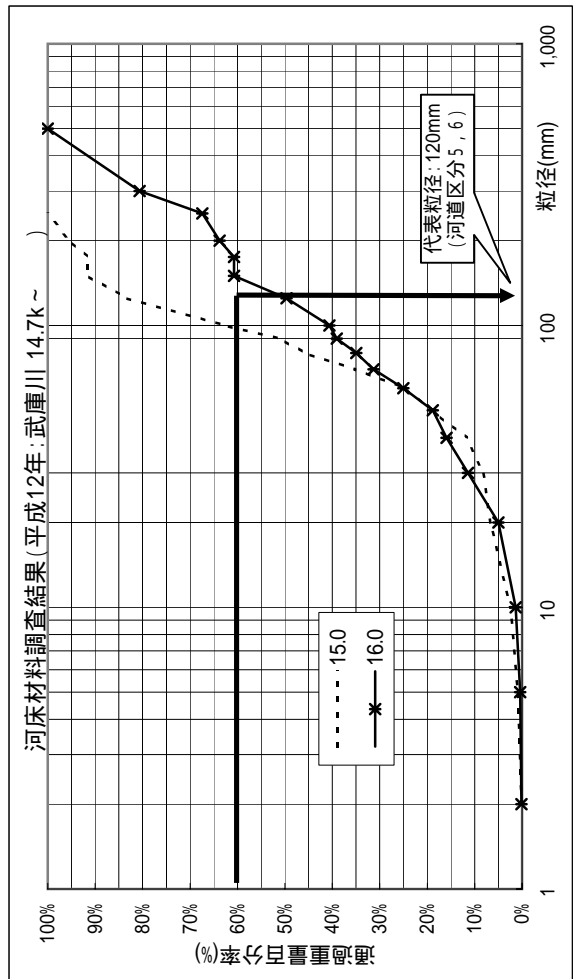
図10.2.5(1/2)

武庫川における代表粒径の設定



<代表粒径の設定方法>
 $d_{6.0}$ が1cm以下
 $d_{6.0}$ を採用する
 $d_{6.0}$ が1cm以上
 A"集団以下の材料が30%以下 $d_{6.0}$ を採用
 A"集団以下の材料が30%以上 ポピュレーション・レイクを実施し、AとC集団のみの $d_{6.0}$ を採用

ポピュレーション・レイクは不要
 左図の代表粒径を採用する



<代表粒径の設定方法>
 $d_{6.0}$ が1cm以下
 $d_{6.0}$ を採用する
 $d_{6.0}$ が1cm以上
 A"集団以下の材料が30%以下 $d_{6.0}$ を採用
 A"集団以下の材料が30%以上 ポピュレーション・レイクを実施し、AとC集団のみの $d_{6.0}$ を採用

ポピュレーション・レイクは不要
 左図の代表粒径を採用する

図10.2.5(2/2)

武庫川における代表粒径の設定

10.2.4 セグメントの設定

各河道区分における代表粒径ならびに平均河床勾配の範囲から判断し、各河道区分のセグメントは次のようになると考えられる。

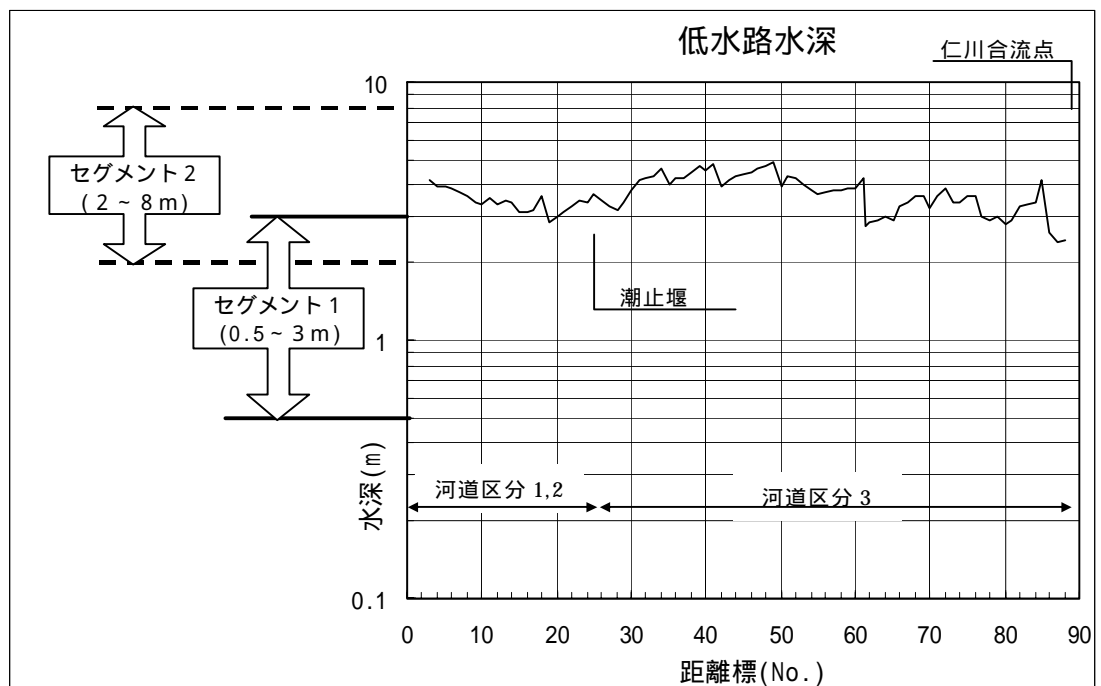
表10.2.3 セグメント区分および河道区分（武庫川）

河道区分	セグメント	代表粒径	河床勾配	理由	備考	
1	0 ~ 15	0.6mm	1/2,300	感潮区間 (勾配変化点で分割)	河口 ~ 潮止堰	
2	15 ~ 25+50	45mm	1/700			
3	25+50 ~ 89		1/438	沖積平野	潮止堰 ~ 仁川合流点	
4	89 ~ 147	1	80mm	掘込、急勾配	仁川 ~ 狭窄部直前	
5	147 ~ 174		120mm	1/200		山間部
6	174 ~ 184					山間部（岩多い）

河道区分1：設定した代表粒径および河床勾配からみればセグメント2 - 2と判断できる。
河口 ~ 15

河道区分2 ~ 3：設定した代表粒径からみればセグメント1，河床勾配からはセグメント2 - 1と判断でき、異なったセグメントとなる。一方、低水路水深をしてみると当該区間では概ね3 m以上の水深であり、セグメント2であると判断できる。したがって、セグメント2 - 1と設定する。

図 10.2.6 仁川下流区間の低水路水深縦断図



低水路肩から平均河床高までの高さ

河道区分 4 ~ 5 : 代表粒径および平均河床勾配からみても、セグメント 1 と判断できる。

河道区分 6 : 代表粒径および平均河床勾配からみても、セグメント 1 と判断できる。区間延長は短いものの、河床または河岸に岩が露出しているため河道区分 4 と分離して考える。

様相からセグメント M とも考えられるが、検討の上ではセグメント 1 として扱い、粗度係数設定時には逆算 n を重視する。