

# 意見書：7/28 総合治水 WT に向けての緊急メモについて

第 49 回総合治水ワーキング  
資料 5-2

第 48 回流域委員会  
資料 2-6

## 1. 意見書：7/28 総合治水 WT に向けての緊急メモとメモに対する回答

2. 粗度係数の問題について、流域委員会や WT の日程をディスターブしない範囲で詰めるべき議論は詰めておきたいと思ってやってきましたので、少なくとも下記について河川管理者から文書回答をお願いします。

ズレ率について、私の意見を提出しましたが、ズレ率が 15%以内であることを重視するのであれば、何故あえてズレ率 15%を超えるような値を採用粗度係数とするのか、推定粗度の中からズレ率 15%以内の値を採用するべきではないのか、について回答を求めます。

(回答)

流量規模が異なれば粗度係数も異なります。H10.10、H11.6、H12.11 の 3 洪水では、概ね推定粗度と逆算粗度のズレ率は 15%以内に収まっていますが、より流量規模が大きい H16.10 洪水では推定粗度と逆算粗度のズレ率が大きくなっています。

推定粗度と逆算粗度のどちらの粗度が計画粗度として真値に近いかが不明であること、ズレ率を小さくするための適切な検討ができないこと、現時点では推定粗度を用いて検討することが妥当と判断している考え方等については、「第 47 回総合治水ワーキング資料 7」や「第 47 回流域委員会 資料 3-15」等でこれまでから繰り返し説明し、議論して頂いているところです。

現行の河川砂防技術基準計画編の中の粗度係数決定に関する部分を抽出して、資料として総合治水 WT に提出して下さい。そうでないと河川管理者は河川砂防技術基準を無視したと非難されてもやむを得ません。

(回答)

該当資料として、「河川砂防技術基準(案) 調査編 P131~132」及び「河道計画検討の手引き P77~P78、P97~P98」を添付します。なお、「河川砂防技術基準(案) 調査編」には、あまり詳細な記述はされておらず、実際の検討は、主に「河道計画検討の手引き」を参照して行っています。

粒度調査について、河川管理者は以下のことを約束して下さい。

(1) 3.0km 地点の粒度分布調査を即刻実施すること

(回答)

3k 地点の河床材料調査を行うことについては、流域委員会の議論等を踏まえ、今後、適切に判断、対応します。

(2) 砂州の先端の土砂採取が「滞筋」という条件をクリアーしているか、調査し報告すること

(回答)

調査時に現場の河床の状況を見て適切に調査地点を選定しており、ご指摘の内容の報告は必要ないと考えています。

また、一般論としては、水際部(砂州上の平常時に水面と接する付近)の河床材料は、砂州中央等と比較して洪水時の河床抵抗特性に影響が小さい細かい成分の河床材料が少なく、洪水時の河床抵抗特性を検討する目的には適した調査位置と考えています。

(3) ポピュレーションブレイクについて、対数正規分布グラフでデータをプロットして説明すること、また「ポピュレーションブレイク後」のデータについても対数正規分布グラフで示すこと

(回答)

河道内の粒度分布が必ずしも理論通りの対数正規分布にならないことは明らかですが、河道内の粒度分布がきれいに対数正規分布になっていない場合には、データの目視のみの判断によりポピュレーションブレイクを実施することが困難である場合が想定されます。それでも、河床の抵抗特性(粗度係数)の検討に用いる代表粒径を設定する目的において、工学上適切にポピュレーションブレイクができるように、「河道計画検討の手引き」には詳しくポピュレーションブレイクの手順が記述されています。

したがって、今回の議論において、河道内粒度分布の個別の調査結果が対数正規分布であるかどうかを議論することに大きな意味はないと考えます。

なお、以前にポピュレーションブレイクのやり方が基準違反ではないかとの傍聴者意見がありましたが、基準の内容と基準通りに行っているとの説明は、「第 47 回流域委員会 資料 3-15 P5~P7」においてさせて頂きました。

(4)(後で追加)アーマーコートを除いた下層の土砂の粒度分布をあえて使っていない例が多いのは基準違反ではないか。また線格子法によるデータを好んで使っているが、本来は採取法のデータを使うべきではないか。

(回答)

「河川砂防技術基準(案) 調査編」の「第4節 河床材料調査」には、表層を取り除くというような記述はありませんので、基準違反ではないと考えています。

また、河床材料中の細かい粒径成分は河床の粗度係数にはあまり影響しないので、仮に大きな粒径成分に細かい粒径成分が混ざりこんだからといって、ただちに粗度係数に大きな影響があるというものではありません。「第47回流域委員会 資料3-15 P5~P7」に示した平成16年調査結果とその説明を見て頂ければ、実際に、表層と表層より細かい粒径を含む下層の代表粒径が大きくは変わらないことを確認して頂けると思います。

なお、本論と直接の関連はありませんが、表層と比較して細かい河床材料が下層に存在している状況の全てをアーマーコートと呼ぶことは一般的ではなく、現在議論されている箇所の河床の状況は、一般にはアーマーコートと呼ばれるような状態にはないと言えます。

「河川砂防技術基準(案) 調査編 第4節 河床材料調査」では、1.面格子法、2.線格子法、3.平面採取法、等から「最適な手法を選んで行うものとする」と書かれており、武庫川において線格子法で河床材料調査を行うことが不適であると判断される記述はありません。また、「第47回流域委員会 資料3-15 P5~P7」に示した平成16年調査結果とその説明を見て頂ければ、実際に、線格子法と採取法では代表粒径が大きくは変わらないことを確認して頂けると思います。

以上の知見と現地での状況を適切に判断し調査を行ったので、再調査を行うような問題はないと考えています。

第6章 水位計算と粗度係数

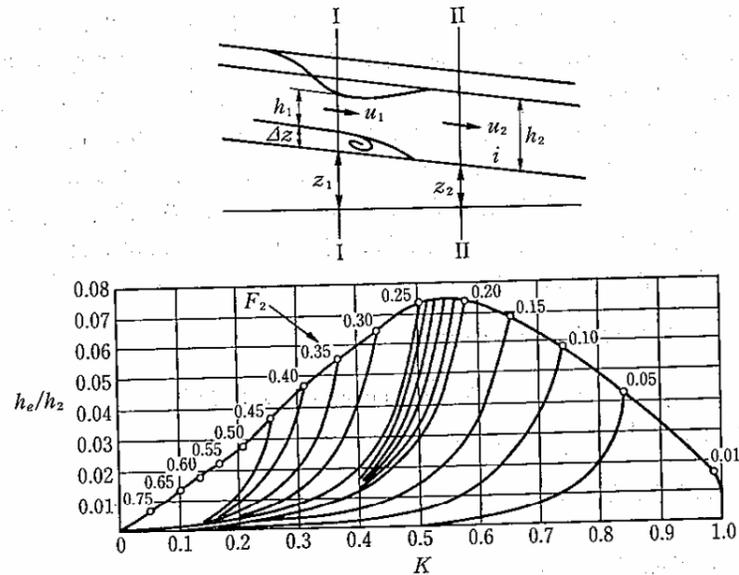


図 6-16 段落ち流れの水頭損失

とおくと、損失水頭  $h_e$  は、

$$\frac{h_e}{h_2} = K + \beta_* - 1 + \frac{F_2^2}{2} \left( \frac{1}{\beta_*^2} - 1 \right) \quad (6-33)$$

と表される。上式の計算結果を示したのが図 6-16 で、 $K$  および  $F_2$  を知って  $h_e$  が算出される。

第6節 平均流速公式を用いた流れの計算に用いる粗度係数の設定

6.1 洪水観測と粗度係数の検討

粗度係数の設定とそれに基づく洪水流の計算を適切なものにするために、洪水観測、痕跡水位測定とその結果に基づく粗度係数などの検討を行う。

解 説

洪水観測、洪水後の痕跡水位調査とその結果に基づく粗度係数などの検討が十分行われていることは、粗度係数設定にとって不可欠である。また、これらは、時間的・空間的に変化変動し得る河道状況、粗度状況を継続的に把握する手段としても、また、物理的な粗度係数設定手法の精度向上や流れの計算の精度向上のための検証データとしても大事である。不断の洪水観測とその解析を行うとともに、これらの手法の改善を図っていくことが大切である。粗度係数設定に係わる水位測定については本章 6.5 に述べられている。

6.2 粗度係数設定の基本

粗度係数の設定には、大きく分けて以下の2つの考え方がある。

1. 粗度状況からの物理的な粗度係数推定に基づき設定する。
2. 既往洪水データからの逆算粗度係数に基づき設定する。

粗度係数の設定においては、両者の特徴を十分踏まえて、設定の目的、使用できる当該河川のデー

第6節 平均流速公式を用いた流れの計算に用いる粗度係数の設定

タの質・量等を考慮し、総合的な観点から妥当な設定方法を採用する。

解 説

上記の2つ設定の考え方の特徴を比較すると次のようである。

1. 物理的推定に基づく設定：一般性、応用性が高く、原理的には、任意の断面形状や洪水規模、粗度状況に適用できる。したがって、将来の河道について、現在と異なる任意の粗度状況、河道形状、洪水規模を想定した粗度係数設定を行うことができる。この一方で、粗度係数の物理性が保たれるようなレベルの平均流速公式の使用が前提となる。また、粗度係数の推定精度や推定法の適用範囲に限界や不確定要素が残る。
2. 逆算に基づく設定：逆算粗度係数には、その洪水発生時の種々の情報が集約されており、実績という意味で重みがある。設定対象とする粗度状況、河道形状、洪水規模が、粗度係数逆算対象のそれらとあまり変わらない場合には、妥当な設定を行うことができる。逆にそうでない場合、この設定法が妥当でなくなる可能性が出てくる。質がよく十分な数の粗度係数逆算が行われていることが前提となり、また、設定結果の成否が洪水データの精度に依存する。

一般には、両者の弱点を補完するように、両方の設定法を併用することが現実的な選択である。すなわち、河道の粗度状況から物理的に粗度係数を設定するようにし、しかし一方で、その設定により既往代表洪水の逆算粗度係数あるいは洪水位を再現できるかを確認し、必要に応じて、逆算粗度係数値を踏まえ粗度係数を修正する、というものである。あるいは、逆算粗度係数に基づき粗度係数を設定することを試み、しかし一方で、逆算対象の洪水規模・河道状況と粗度係数設定対象のそれらとの違いを踏まえ、物理的な粗度係数推定法を加味して、最終的に粗度係数を設定するというものである。粗度係数設定対象河道の粗度状況が粗度係数逆算対象の粗度状況と異なることのほうが一般的であるから、粗度係数の設定において、想定される粗度状況からの物理的な粗度係数推定を少なくともなんらかの形で組み込むことが、今後ますます重要になると考えられる。

なお、物理的な粗度係数推定法の適用が難しい河道については、粗度係数逆算結果を重視した粗度係数設定を行うことになる。この例として、岩河道、土丹が露出した河道などがあげられる。逆に、粗度係数逆算データがないまま設定せざるをえない場合は、物理的な推定法のみ適用や、それが難しい場合には、類似の河川の粗度係数の吟味を通じた設定も、現実的な選択肢となる。

粗度係数を支配する要因とその影響度が複雑で、精度よい洪水観測が必ずしも容易でない実河川を対象にしていることから、適切な粗度係数設定を行った場合でも、種々の誤差、不明確な要素を粗度係数から完全に除去するのは困難と考えるべきであり、一般には、粗度係数の有効数字は2桁が限度である。粗度係数の設定、設定した粗度係数を用いた水位計算結果の解釈と利用においては、粗度係数が含まうこうした誤差、不確実性を十分考慮しなければならない。

6.3 河道の粗度状況からの物理的な粗度係数推定

粗度状況からの物理的な粗度係数推定は、各推定法の原理、特徴、適用範囲を理解し、対象となる場の特性を踏まえ、適切な推定法に基づき行う。

〔参考 6.21〕 代表的な粗度係数の値

河川や水路の粗度係数のおおよその範囲は次のようである（m-s 単位）。表 6-2 の値は、水位計算に用いる粗度係数を束縛するものではなく、従来の実測値のおおよその範囲を示したものである。また表 6-2 は単断面的な河道についてのものと考えたほうがよい。

### 5-2 検討手順

河道計画を検討するにあたっては、現況河道の流下能力を把握したうえで、計画流量を計画高水位以下で安全に流下させるための河積確保を行う必要がある。流下能力検討は、現況河道の特性や洪水時の水理特性等を踏まえたうえで、出発水位や低水路粗度係数、死水域等の不等流計算を行ううえで必要となる条件設定を行い、既往洪水の逆算粗度係数の算定と流下能力の検討を行うものである。流下能力の検討手順を図5-2および以下に示す。

流下能力検討にあたっては、低水路粗度係数の設定を行わなければならない。その設定には第1段階と第2段階がある。第1段階の設定では現況河道特性や洪水時の水理特性、高水敷の地被状況等の河川環境、河道状況から設定した条件をもとに不等流計算、または不定流計算によって痕跡水位による逆算粗度係数を求めるとともに、流量観測地点の低水路流速から逆算粗度係数の算定を行う。推定粗度係数の設定が可能な区間においては、逆算粗度係数と推定粗度係数の比較を行い、既往洪水時の逆算粗度係数と推定粗度係数の差が10～15%以内であれば、推定粗度係数の算定方法を用いて流下能力を算定することになる。しかし逆算粗度係数と推定粗度係数の差が大きい場合には、第1段階から第2段階に進んで代表粒径や高水敷粗度係数等の見直しを行い、再度低水路粗度係数の設定を行う。

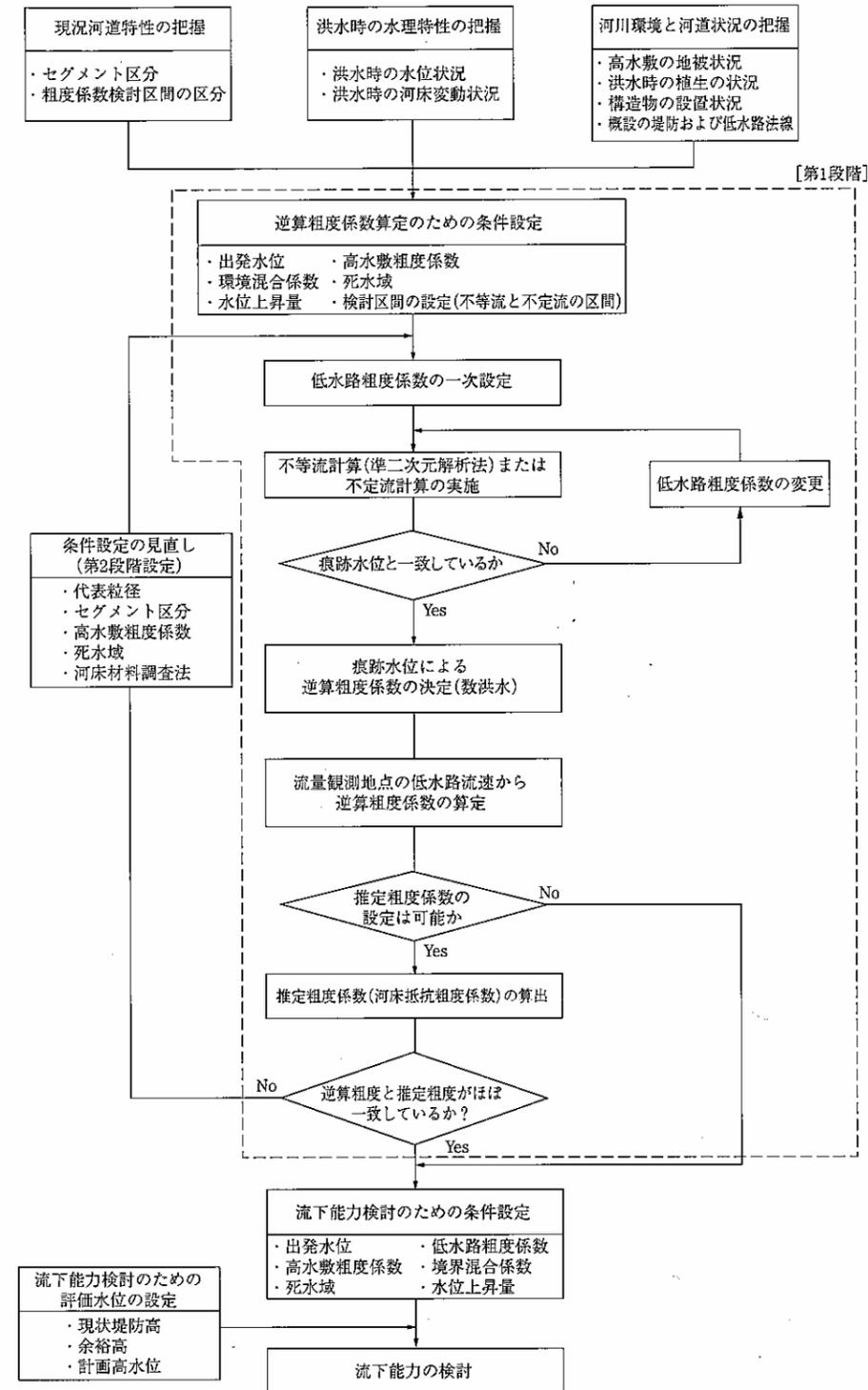


図5-2 流下能力検討フロー

### 5-4 低水路粗度係数設定の検討

#### 5-4-1 低水路粗度係数設定の手順<sup>9)</sup>

流れの抵抗には主に次の4つの要素があり、これまでの河道計画ではこれらの全要素を合成して一つの粗度係数として取り扱ってきた。

- ① 河床材料と小規模河床波の形成状況から決まる低水路の粗度係数
- ② 高水敷の地被から決まる高水敷粗度係数
- ③ 樹木群や死水域の存在による直接的影響
- ④ 流速の異なる流れが、横断方向に混合することによるエネルギー損失

低水路粗度係数は、上述した4つの要素のうち①の要素によるものである。しかしこの低水路粗度係数を求めるためには、他の3つの要素の設定が重要となり、これらの要素の設定が実河川の洪水時の現象と一致しなければ、適切な低水路粗度係数を得ることができない（得られた低水路粗度係数が妥当でない場合には、②～④の要素のチェックを行う必要がある）。特に堤防法線と低水路法線に位相差がある場合などにおいては、河道形状が大きく影響し、次元解析では取り扱うことが困難な場合があり、このような場合には、河道形状と流れの相互干渉に十分注意した水理計算手法の選定や、境界混合係数等の定数設定を行わなければならない。

低水路粗度係数を設定するためには、計画流量流下時の河床波の形成状況を推定する必要がある。したがって、これまでに計画規模相当の洪水が発生している河川においては、その洪水

の逆算粗度係数を計画流量流下時の低水路粗度係数として用いればよいが、既往洪水の流量規模が計画流量よりも小さい場合には、計画流量時の河床形態（小規模河床波の状況）を推定して低水路粗度係数を設定することになる。しかし山地河道、岩河床区間、アーマー化された河道区間や連続的横断構造物区間等のように計画流量流下時に河床形態が変化しない場合や、河床形態の変化が水位に影響を及ぼさない区間等においては、大規模洪水時の逆算粗度係数等を参考に、計画流量時の低水路粗度係数を設定することになる。

低水路粗度係数を検討するうえでの全体の流れを図5-16に示す。なお、セグメント3の区

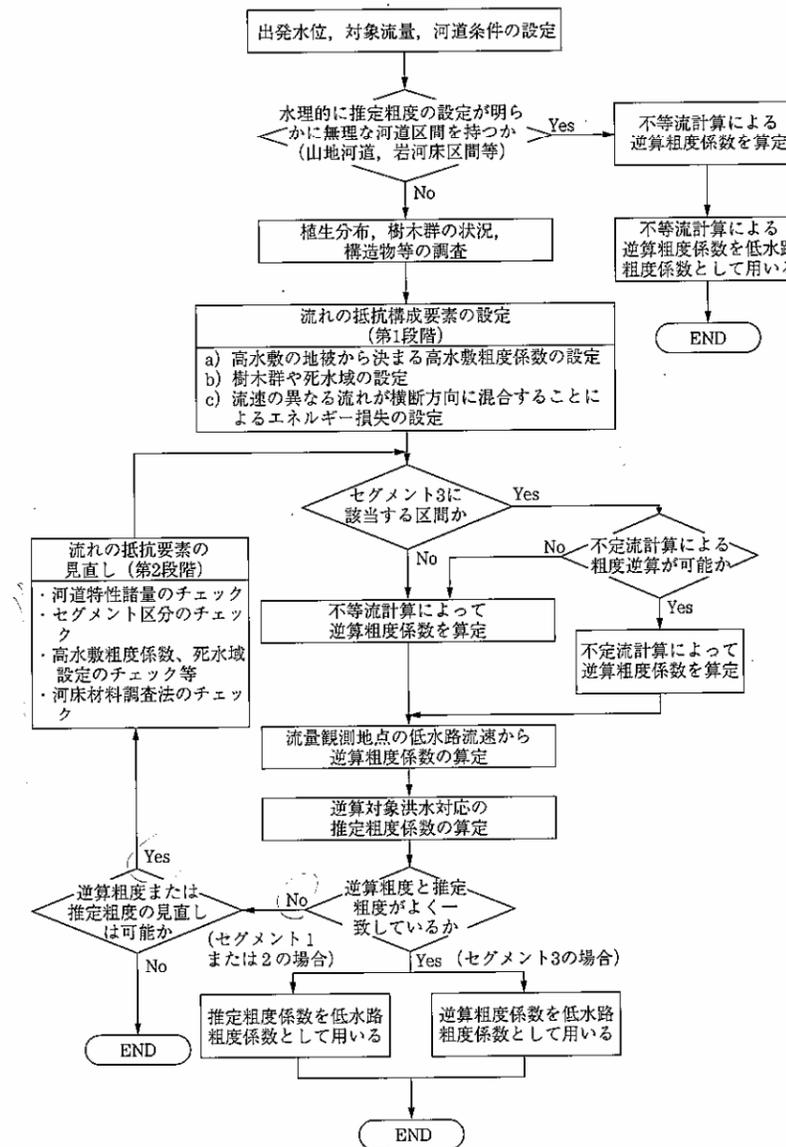


図5-16 低水路粗度係数の設定方法の検討フロー