

河川構造物の耐震性能照査において考慮する  
河川における平常時の最高水位の算定の手引き（案）

平成 19 年 5 月

財団法人 国土技術研究センター

## 目 次

1. 総論	1
1.1. 適用の範囲	1
1.2. 基本方針	1
1.3. 観測記録の統計期間	2
2. 「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」の算定方法	3
3. 「波浪の影響を考慮した河川の平常時の最高水位」の算定方法	4
3.1. 算定の考え方	4
3.2. 算定の方法	6
3.2.1 沖波波高 ( $H_0$ ) の算定	6
3.2.2 換算沖波波高 ( $H_0'$ ) の算定	8
3.2.3 波のうちあげ高の算定	9
4. 「照査外水位」の設定に用いる河川の平常時の最高水位の設定	10

## 1. 総論

### 1.1. 適用の範囲

本手引き（案）は、「河川構造物の耐震性能照査指針（案）・同解説」（平成19年3月 国土交通省河川局治水課）（以下、「指針（案）」という。）に基づいて実施する河川構造物の耐震性能の照査において考慮する外水位を設定する場合に適用するものとする。

#### 【解 説】

「指針（案）」I. 共通編において、耐震性能の照査において考慮する外水位として、「原則として、平常時の最高水位とするものとする」としている。

本手引き（案）は、「指針（案）」に基づき耐震性能の照査を行う場合に考慮する河川の平常時の最高水位を算定する場合に適用するものである。

なお、津波高について考慮する必要がある場合には、「津波の河川遡上解析の手引き（案）」（平成19年5月 （財）国土技術研究センター）に依ることとし、河川構造物の耐震性能の照査において考慮する外水位（以下、「照査外水位」という。）の設定は、本手引き（案）によって求めた河川の平常時の最高水位と津波による水位の2つのうちいずれか高い水位によるものとする。

### 1.2. 基本方針

本手引き（案）によって算定する河川の平常時の最高水位は、原則として、14日間に発生する確率が1/10の水位とする。

#### 【解 説】

本手引き（案）によって算定する河川の平常時の最高水位は、近年発生した大規模な地震により被災した堤防の地震後の緊急復旧が、概ね14日間で完了している事（表1参照）を考慮して14日間に発生する確率が1/10の水位とする。

河川の平常時の最高水位の算定にあたっては、「指針（案）」において、河口部付近では朔望平均満潮位及び波浪の影響を考慮することとしており、具体的には以下の2つのうちいずれか高い方の水位で設定することとなる。

- (1) 14日間に発生する確率が1/10の河川流量（14日間を単位として当該期間の最大流量の試料を用いて算定された1/10の流量）に対応する水位（以下、「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」という。）
- (2) 朔望平均満潮位に14日間に発生する確率が1/10の波高（14日間を単位として当該期間の最大の有義波高の試料を用いて算定された1/10の波高）を用いて算出したうちあげ高を考慮して求める水位（以下、「波浪の影響を考慮した河川の平常時の最高水位」という。）

表1 近年における堤防の緊急復旧期間の実績（例）

事例	主な復旧内容	概ねの復旧期間
北海道南西沖地震（1993）	土のう積、シート張り	10日
兵庫県南部地震（1995）	仮盛土、シート張り	14日
宮城県北部地震（2003）	仮盛土、シート張り	3日
新潟県中越地震（2004）	亀裂部切返し、シート張り	14日

なお、湖沼における「照査外水位」の設定については、本手引き（案）に示された考え方を参考に、個々の状況を適切に考慮して個別に設定するものとする。

### 1.3. 観測記録の統計期間

河川の平常時の最高水位の算定にあたっては、できる限り長い期間の記録を用いるものとする。

#### 【解 説】

河川の平常時の最高水位の算定にあたり、水位の生起確率の算定に用いる記録は、できる限り長い期間のデータを対象とするものとするのが望ましく、少なくとも5年間のデータを対象とすることとする。ここで、少なくとも5年間としたのは、5年間の対象とすれば14日間を単位として少なくとも130個程度（年26個×5年）の試料を得られること、算定する確率が1/10であること等を総合的に考慮したことによる。

## 2. 「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」の算定方法

「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」は、流量記録を用いて 14 日間に発生する確率が  $1/10$  の流量を算出した後、当該流量を用いて、朔望平均満潮位を河口における出発水位として与え不等流計算によって算定することを基本とする。

### 【解 説】

「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」は、現況河道を対象として、以下のように算定するものとする。(図 1 参照)

- (1) 14 日間に発生する  $1/10$  流量 (以下、「14 日間発生確率  $1/10$  流量」という。) が一定とみなせる区間毎に、少なくとも 5 年以上の毎正時の流量記録から、日毎の最大値を日最大流量データとして抽出する。
- (2) 抽出した日最大流量データを 14 日間毎に分割する。
- (3) 分割した 14 日間毎の最大値を「14 日間最大値」として抽出する。
- (4) 抽出した「14 日間最大値」を対象として確率計算を行い、14 日間発生確率  $1/10$  流量を算定する。
- (5) 朔望平均満潮位を河口における出発水位とし、上記流量を用いて不等流計算により水位を算定し、波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位とする。

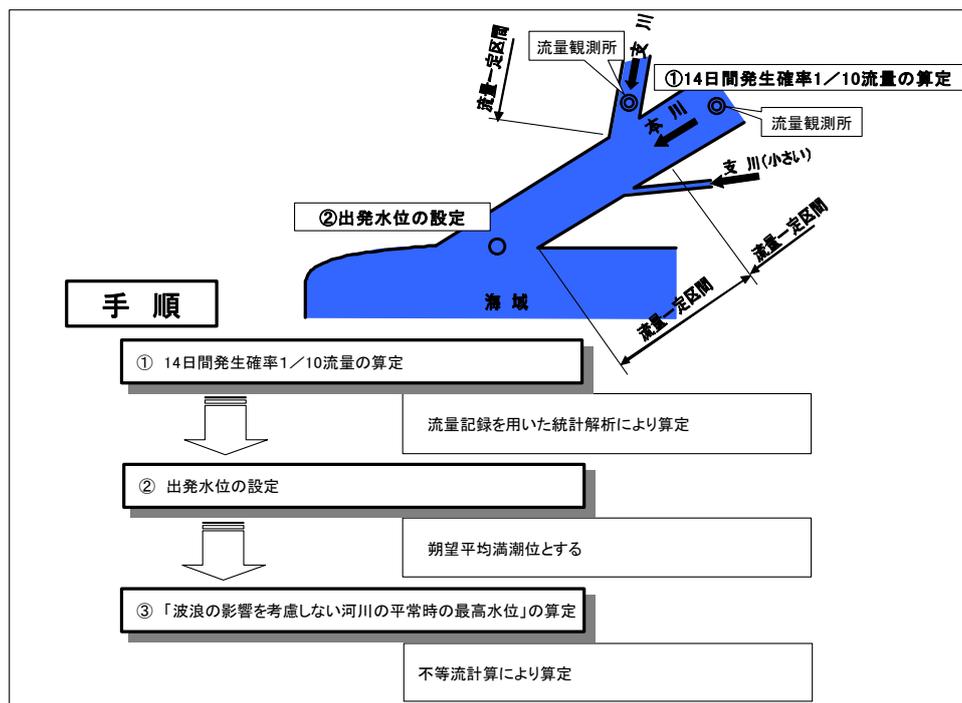


図 1 「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」の算定手順

なお、流量が一定とみなせる区間に流量観測所が存在しない場合には、近傍の流量観測所における 14 日間最大値を基にして、比流量換算で算出する方法等、当該河川の流出特性等を考慮して、当該区間の 14 日間最大値を算出し、それを用いて 14 日間発生確率  $1/10$  流量を算定する。

### 3. 「波浪の影響を考慮した河川の平常時の最高水位」の算定方法

#### 3.1. 算定の考え方

「波浪の影響を考慮した河川の平常時の最高水位」は、検討対象河川の近傍の海域における波浪観測記録から14日間に発生する確率が $1/10$ の波高（有義波高）を求め、この値をもとに求められたうちあげ高を朔望平均満潮位に加えることによって算定することを基本とするが、十分な波浪観測記録がない場合は、風観測記録から推算する等適切な手法により算定するものとする。

#### 【解 説】

「波浪の影響を考慮した河川の平常時の最高水位」の算定にあたっては、波浪の影響を考慮することとしており、具体的には検討対象河川の近傍の海域における波浪観測記録から、14日間に発生する確率が $1/10$ の波高（有義波高）を求め、この値をもとに求められた波のうちあげ高を朔望平均満潮位に加えることによって算定することを基本とする。なお、検討対象河川の近傍の海域に波浪観測記録がない場合には、風観測記録から有義波法を用いて算定する等検討対象河川の特性等に応じて適切な手法を用いて算定することとする。

（図2参照）。

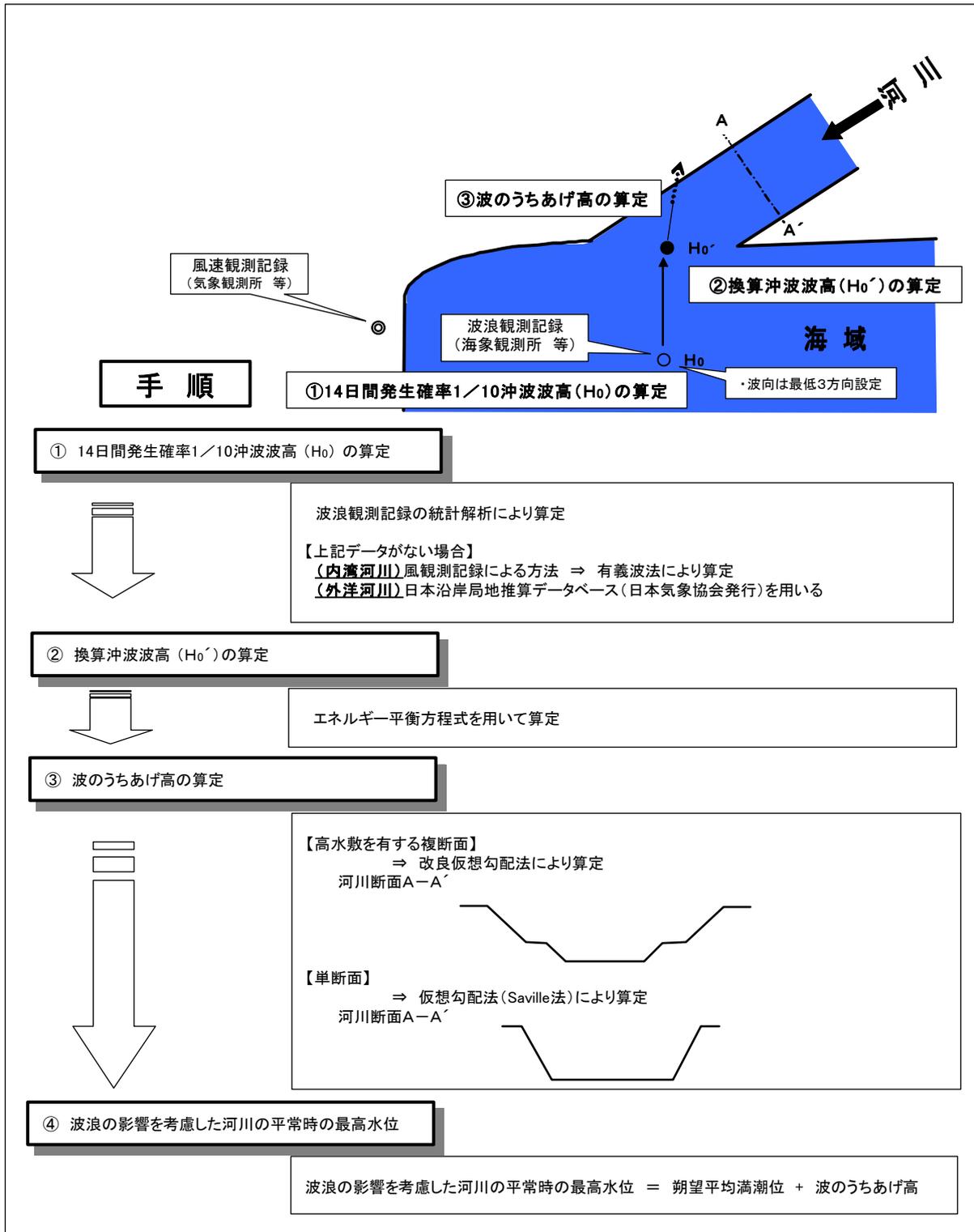


図2 波のうちあげ高の算定手順

## 3.2. 算定の方法

### 3.2.1 沖波波高 ( $H_0$ ) の算定

沖波波高 ( $H_0$ ) は、検討対象河川の近傍の海域にある波浪観測記録を用いて統計解析を行い算定することを基本とするものとする。なお、十分な波浪観測記録がない場合は、河口が内湾（大半を陸域に囲まれた湾）に流入している河川（以下、「内湾河川」という。）においては、近傍の風観測記録を用いた有義波法により、河口が外洋に流入している河川（以下、「外洋河川」という。）においては、日本沿岸局地推算データベースのデータを確率計算する方法により算定するものとする。

#### 【解 説】

沖波波高 ( $H_0$ ) は、波浪観測記録を用いて算定することを基本とするものとする。

なお、十分な波浪観測記録がない場合は、河川が内湾に流入するか、外洋に流入するかに応じて、近傍の風観測記録等を用いて算定することとする。

沖波波高 ( $H_0$ ) の算定フローを図3に示す。

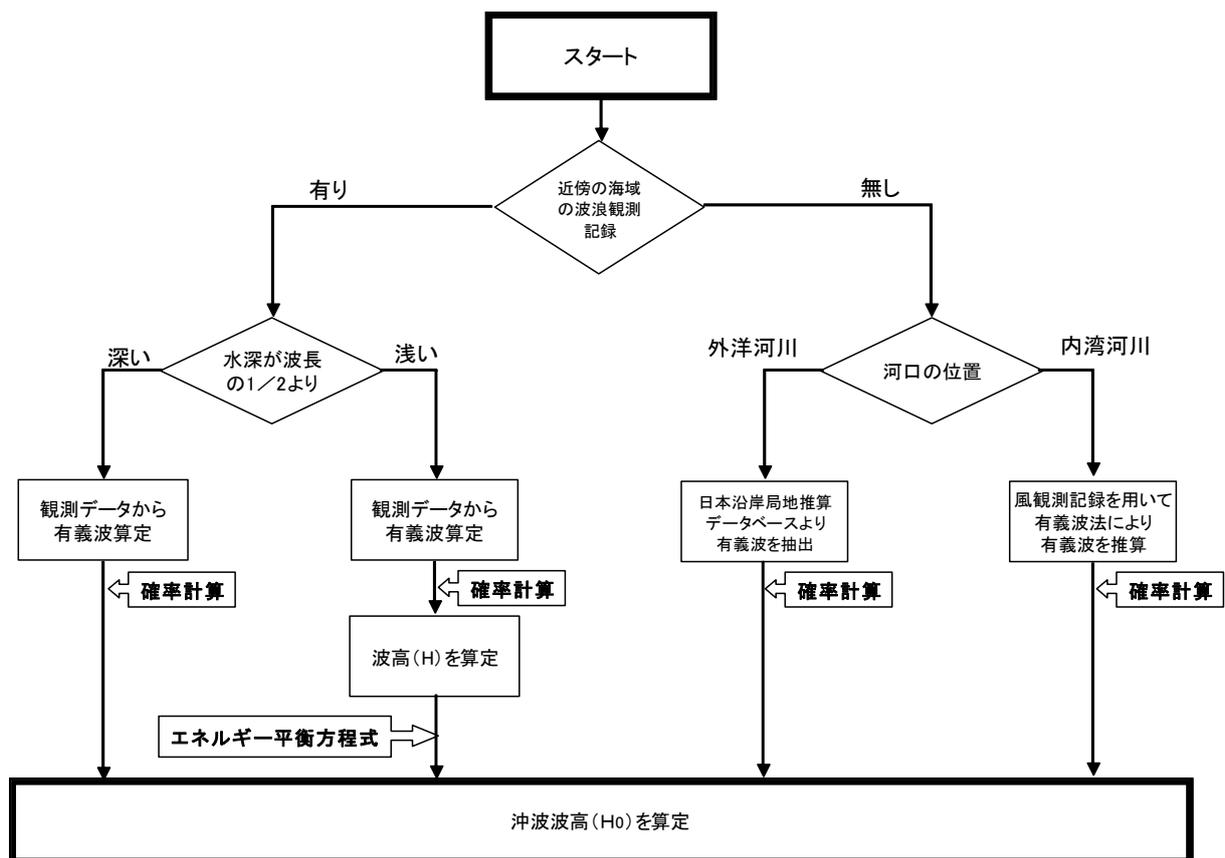


図3 沖波波高 ( $H_0$ ) の算定フロー図

## (1) 波浪観測記録がある場合

### 1) 観測された波高が海底地形の影響を受けていない（水深が波の波長の $1/2$ より深い）場合（深海波の場合）

- ① 少なくとも5年以上の毎正時の波浪観測記録（毎正時毎に有義波高とその波向がある。但しナウファス（港湾局）は2時間毎の毎正時間。）から、対象河川の河口に進入し得ると考えられる複数の波向のデータを対象として、毎正時の有義波高 ( $H_{1/3}$ ) を抽出し、さらに、その日毎の最大値を日最大有義波高データとして抽出する。
- ② 抽出した日最大有義波高データを14日間毎に分割する。
- ③ 分割した14日間毎の最大値を「14日間最大値」として抽出する。
- ④ 抽出した「14日間最大値」を対象として確率計算を行い、14日間発生確率  $1/10$  の沖波波高 ( $H_0$ ) を算定する。

### 2) 観測された波高が海底地形の影響を受けている（水深が波の波長の $1/2$ より浅い）場合（浅海波の場合）

- ①～④は、上記と同じ
- ⑤ 上記④で算定された波高を、海底地形の影響を排除した沖波に換算するため、エネルギー平衡方程式を用いて14日間発生確率  $1/10$  の沖波波高 ( $H_0$ ) に換算する。

## (2) 波浪観測記録がない場合

### 1) 内湾河川の場合

※ここでは、吹送時間を考慮せず、風向毎に一定の風速が、有効吹送距離を吹きわたるものと仮定して計算を行う便宜的な手法を示す。

- ① 少なくとも5年以上の毎正時の16方位の風観測記録（アメダスのデータ等では毎正時毎に風向とその平均風速がある。）から、対象河川の河口に進入し得ると考えられる複数の風向のデータを抽出する。
- ② ①で抽出したデータを対象として、風向毎・日毎に、毎正時の平均風速の最大値を抽出する。
- ③ ②で抽出した風速を、海面上10mの風速に換算する。
- ④ ①で抽出した風向毎に、その有効吹送距離を算定する。
- ⑤ ③で換算した風速と④で算定した有効吹送距離を用いて、有義波法により、風向毎・日毎の有義波高 ( $H_{1/3}$ ) を算定する。

有義波高 ( $H_{1/3}$ ) の算定方法については、「水理公式集平成11年版」（(社)土木学会）等を参照されたい。

- ⑥ ⑤で算定した風向毎・日毎の有義波高 ( $H_{1/3}$ ) の中から、日毎の最大値を日最大有義波高データとして抽出する。
- ⑦ 以下、波浪観測記録がある場合と同様な手順で、14日間に発生が予想される発生確率  $1/10$  の沖波波高 ( $H_0$ ) を算定する。

## 2) 外洋河川の場合

データの均質性が有り、データ処理費用が経済的であることを考慮し、(財) 日本気象協会が販売している「日本沿岸局地推算データベース」の有義波のデータ（6時間毎に有義波高とその波向がある。）のうち、海底地形の影響を受けない地点の、河口に進入し得ると考えられる複数の波向のデータを対象として、日毎の最大値としての日最大有義波高データの抽出、14日間に発生が予想される発生確率 1/10 の沖波波高 ( $H_0$ ) の算定を行うことを基本とする。

### 3.2.2 換算沖波波高 ( $H_0'$ ) の算定

波のうちあげ高の算定に用いる換算沖波波高 ( $H_0'$ ) は、沖波波高 ( $H_0$ ) から地形や障害物の影響を考慮して適切に算定するものとする。

#### 【解 説】

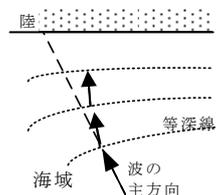
波のうちあげ高の算定に必要な換算沖波波高 ( $H_0'$ ) は、河川の河口部付近でうちあげ高が大きくなると想定される波の進入方向を最低3方向程度設定し、3.2.1で算出した沖波波高 ( $H_0$ ) よりエネルギー平衡方程式により算出する。

波は、その伝播過程において海域の地形や構造物の影響を受けて、表2に示すように屈折・回折・反射し変形する。当該河川の近傍の海域の地形や構造物の設置状況等を考慮し、必要に応じて沖波波高 ( $H_0$ ) に表2に示す各係数を乗じ、換算沖波波高 ( $H_0'$ ) を算定する。

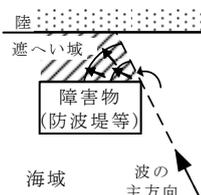
表2 波浪変形の要因

	要 因		換算沖波波高 $H_0'$
屈折 (屈折係数 $K_r$ )	水深変化	地形	エネルギー平衡方程式を用いて算定
回折 (回折係数 $K_d$ )	障害物	防波堤及び島等の障害物箇所	
反射 (反射率 $K_R$ )	障害物	//	

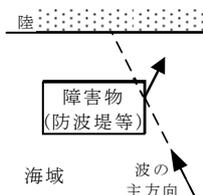
屈折：水深変化に伴う波向の変化



回折：障害物背後への波の回り込み



反射：障害物への波の衝突による反射



### 3.2.3 波のうちあげ高の算定

堤防への波のうちあげ高は、換算沖波波高 ( $H_0'$ ) から、求めようとする地点の堤防法線に対する波の入射角と当該地点の堤防を含む河道横断面形状を考慮して適切に算定するものとする。

#### 【解 説】

波のうちあげ高の算定にあたっては、河道の断面形状が単断面のときは仮想勾配法、複断面のときは改良仮想勾配法により求めることを基本とするものとする。

また、波が求めようとする地点の堤防法線に対して斜めに入射する場合には、波が堤防法線に対して直角に入射する場合のうちあげ高に入射角度を勘案した低減率を乗じて、うちあげ高を算定するものとする。

この場合、波が堤防法線に対して直角の方向から  $60^\circ$  以上の斜角で入射する場合は、 $60^\circ$  で入射する場合の低減率を適用するものとする。

波のうちあげ高の算定方法については、「建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編[Ⅱ]平成14年版」(建設省河川局監修・(社)日本河川協会編)及び「水理公式集平成11年版」((社)土木学会)等を参照されたい。

#### 4. 「照査外水位」の設定に用いる河川の平常時の最高水位の設定

「照査外水位」の設定に用いる河川の平常時の最高水位は、「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」と「波浪の影響を考慮する河川の平常時の最高水位」の両者を勘案して適切に設定するものとする。

##### 【解 説】

「照査外水位」の設定に用いる河川の平常時の最高水位は、「波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位」と「波浪の影響を考慮する河川の平常時の最高水位」のうち、いずれか高い方の水位をとるものとする。

ここで、波浪の影響を考慮する河川の平常時の最高水位は、河道形状等により左右岸で必ずしも同一高さとはならないと考えられるが、「照査外水位」の設定に用いる河川の平常時の最高水位は、上記で算定した左右岸の水位のうち、高い方をもって左右岸同一高さとして設定するものとする。