



iRIC Software

Changing River Science

Nays2D Flood Solver Manual

Directed by Yasuyuki Shimizu

Edited by Takuya Inoue

Eiichi Suzuki

Satomi Kawamura

Toshiki Iwasaki

Michihiro Hamaki

Tomohiko Yoshida

Last Update: 2024.09.10

Release Date: 2014.06.13

Copyright 2011 iRIC Project All Right Reserved.

目次

I. 概要	1
I.1 NAYS2D FLOOD とは.....	1
I.2 計算モデルの特徴.....	2
II. 基礎式	3
II.1 流れの基礎方程式.....	3
II.2 乱流場の計算方法.....	8
II.3 底面摩擦の計算方法.....	8
II.4 建物による抵抗の計算方法.....	9
II.5 ボックスカルバートの計算方法.....	12
II.6 樋門の計算方法.....	16
II.7 ポンプの計算方法.....	22
III. 計算条件	24
III.1 境界条件の名称の説明.....	24
III.2 流入流出の境界条件の設定.....	25
III.3 初期水面形の設定.....	26
III.4 時間に関する条件の設定.....	27
III.5 その他の設定.....	28
III.6 流入河川の設定方法.....	29
III.7 粗度係数の設定.....	31
III.8 障害物セルの設定.....	32
III.9 建物占有率の設定.....	33
III.10 ボックスカルバートの設定.....	35
III.11 樋門の設定.....	37
III.12 ポンプの設定.....	40

I. 概要

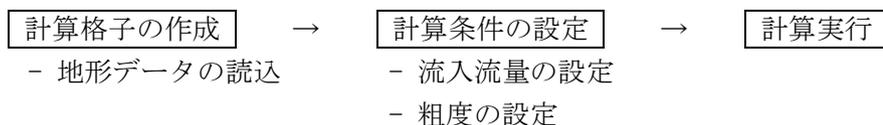
I.1 Nays2D Flood とは

Nays2d Flood は一般曲線座標で境界適合座標を用いた非定常平面 2 次元流計算による氾濫流解析用ソルバです。本解析ソルバは北海道大学の清水康行によって開発された Nays2D ソルバ内の平面二次元流計算を氾濫流解析に適用したものです。

上流端および左右側方の任意の複数の箇所からの非定常流量の流入条件を容易に設定でき、中小河川流域における氾濫流解析に適用されています。また、原始河川や発展途上国における氾濫形態の解明などにも適用されています。

1.2 計算モデルの特徴

Nays2d Flood で氾濫流計算を行うために必要なデータは、地形データ、各河川または各流入箇所からの流入流量データおよび粗度データです。氾濫流計算を開始するまでの基本的な手順は以下のとおりです。



また、本モデルでは必要に応じて以下のような点に考慮または設定することが可能です。

- ① 座標系は一般曲線座標系を採用しており、複雑な境界や地形を考慮できます。
- ② 運動方程式の移流項の差分法は、風上差分法（1次精度）と CIP 法^{*1}から選択可能です。
- ③ 上下流端の境界条件については、下流端水位の設定、上流端流速の設定など、さまざまな設定が可能です。
- ④ 左右の側方境界条件については、流出と流入を選択することができます。流入を選択することにより、複数河川から越水する場合など、複雑な氾濫形態を表現することが可能です。
- ⑤ 初期水面形は、水深ゼロ、一定勾配から選択可能です。
- ⑥ 底面の摩擦の評価方法は、マンニングの粗度係数を用いて設定します。マンニングの粗度係数は、セル単位で考慮できます。
- ⑦ 計算領域中の障害物については、セル単位で考慮できます。セルごとにフラグを設定し、障害物セルを定義します。これにより、必要に応じて道路・堤防・盛土などの構造物を簡単に計算に取り入れることができます。
- ⑧ ボックスカルバート、樋門、ポンプによる排水を考慮できます。

^{*1}高次精度差分法の一つ。3次多項式を補間関数として使用することで、数値拡散を抑え、局所的な高精度補間が出来ます。

II. 基礎式

II.1 流れの基礎方程式

II.1.1 直交座標系における基礎式

はじめに、一般曲線座標系に変換(写像)する前の直交座標系(x, y)における基礎式を以下に示します。

[連続式]

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q + r \quad (1)$$

[運動方程式]

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x \quad (2)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y \quad (3)$$

ただし、

$$\frac{\tau_x}{\rho} = C_f u \sqrt{u^2 + v^2} \quad \frac{\tau_y}{\rho} = C_f v \sqrt{u^2 + v^2} \quad (4)$$

$$D^x = \frac{\partial}{\partial x} \left[\nu_t \frac{\partial(hu)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\nu_t \frac{\partial(hu)}{\partial y} \right] \quad (5)$$

$$D^y = \frac{\partial}{\partial x} \left[\nu_t \frac{\partial(hv)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\nu_t \frac{\partial(hv)}{\partial y} \right] \quad (6)$$

ここで、 h は水深、 t は時間、 u は x 方向の流速、 v は y 方向の流速、 q は単位面積当たりのカルバート・樋門・ポンプによる流入量、 r は雨量、 g は重力加速度、 H は水位、 τ_x は x 方向の河床せん断力、 τ_y は y 方向の河床せん断力、 C_f は河床せん断係数、 ν_t は渦動粘性係数、 ρ は水の密度です。

II.1.2 一般曲線座標系への変換

次に、直交座標における平面 2 次元流れの基礎式を一般座標(ξ 、 η)に変換します。一般座標に変換することにより、任意形状(境界条件に沿って)にセルを設定可能となります。以下に直交座標系から一般曲線座標系への変換方法を示します。

$$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \eta} \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} = \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \eta} \quad (8)$$

または、

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \xi_x & \eta_x \\ \xi_y & \eta_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial \xi} \\ \frac{\partial}{\partial \eta} \end{pmatrix} \quad (9)$$

ただし、

$$\xi_x = \frac{\partial \xi}{\partial x}, \quad \xi_y = \frac{\partial \xi}{\partial y}, \quad \eta_x = \frac{\partial \eta}{\partial x}, \quad \eta_y = \frac{\partial \eta}{\partial y} \quad (10)$$

同様に、

$$\frac{\partial}{\partial \xi} = \frac{\partial x}{\partial \xi} \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial \xi} \frac{\partial}{\partial y} \quad (11)$$

$$\frac{\partial}{\partial \eta} = \frac{\partial x}{\partial \eta} \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial \eta} \frac{\partial}{\partial y} \quad (12)$$

または、

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial \xi} \\ \frac{\partial}{\partial \eta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_\xi & y_\xi \\ x_\eta & y_\eta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \end{pmatrix} \quad (13)$$

ただし、

$$x_\xi = \frac{\partial x}{\partial \xi}, \quad x_\eta = \frac{\partial x}{\partial \eta}, \quad y_\xi = \frac{\partial y}{\partial \xi}, \quad y_\eta = \frac{\partial y}{\partial \eta} \quad (14)$$

従って、

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial \xi} \\ \frac{\partial}{\partial \eta} \end{pmatrix} = \frac{1}{\xi_x \eta_y - \xi_y \eta_x} \begin{pmatrix} \eta_y & -\eta_x \\ -\xi_y & \xi_x \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_\xi & y_\xi \\ x_\eta & y_\eta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \end{pmatrix} \quad (15)$$

ここで、 $J = \xi_x \eta_y - \xi_y \eta_x$ とすると、

$$\frac{1}{J} \begin{pmatrix} \eta_y & -\eta_x \\ -\xi_y & \xi_x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_\xi & y_\xi \\ x_\eta & y_\eta \end{pmatrix} \quad (16)$$

なので、

$$x_\xi = \frac{1}{J} \eta_y, \quad y_\xi = -\frac{1}{J} \eta_x, \quad x_\eta = -\frac{1}{J} \xi_y, \quad y_\eta = \frac{1}{J} \xi_x \quad (17)$$

または、

$$\eta_y = Jx_\xi, \quad \eta_x = -Jy_\xi, \quad \xi_y = -Jx_\eta, \quad \xi_x = Jy_\eta \quad (18)$$

$$J = \xi_x \eta_y - \xi_y \eta_x = J^2 (x_\xi y_\eta - x_\eta y_\xi) \quad (19)$$

より、

$$J = \frac{1}{x_\xi y_\eta - x_\eta y_\xi} \quad (20)$$

流速の (ξ, η) 成分を (u^ξ, u^η) とすると、

$$u^\xi = \xi_x u + \xi_y v \quad (21)$$

$$u^\eta = \eta_x u + \eta_y v \quad (22)$$

または、

$$\begin{pmatrix} u^\xi \\ u^\eta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \xi_x & \xi_y \\ \eta_x & \eta_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \quad (23)$$

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \frac{1}{J} \begin{pmatrix} \eta_y & -\xi_y \\ -\eta_x & \xi_x \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u^\xi \\ u^\eta \end{pmatrix} \quad (24)$$

II.1.3 一般曲線座標系における基礎式

直交座標系(x, y)における基礎式を一般座標系に変換した基礎式を以下に示します。

[連続式]

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{h}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{hu^\xi}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{hu^\eta}{J} \right) = \frac{q+r}{J} \quad (25)$$

[運動方程式]

$$\begin{aligned} \frac{\partial u^\xi}{\partial t} + u^\xi \frac{\partial u^\xi}{\partial \xi} + u^\eta \frac{\partial u^\xi}{\partial \eta} + \alpha_1 u^\xi u^\xi + \alpha_2 u^\xi u^\eta + \alpha_3 u^\eta u^\eta = \\ -g \left[(\xi_x^2 + \xi_y^2) \frac{\partial H}{\partial \xi} + (\xi_x \eta_x + \xi_y \eta_y) \frac{\partial H}{\partial \eta} \right] \\ - C_f \frac{u^\xi}{hJ} \sqrt{(\eta_y u^\xi - \xi_y u^\eta)^2 + (-\eta_x u^\xi + \xi_x u^\eta)^2} + D^\xi \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u^\eta}{\partial t} + u^\xi \frac{\partial u^\eta}{\partial \xi} + u^\eta \frac{\partial u^\eta}{\partial \eta} + \alpha_4 u^\xi u^\xi + \alpha_5 u^\xi u^\eta + \alpha_6 u^\eta u^\eta = \\ -g \left[(\eta_x \xi_x + \eta_y \xi_y) \frac{\partial H}{\partial \xi} + (\eta_x^2 + \eta_y^2) \frac{\partial H}{\partial \eta} \right] \\ - C_f \frac{u^\eta}{hJ} \sqrt{(\eta_y u^\xi - \xi_y u^\eta)^2 + (-\eta_x u^\xi + \xi_x u^\eta)^2} + D^\eta \end{aligned} \quad (27)$$

ただし、

$$\alpha_1 = \xi_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi^2} + \xi_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi^2}, \quad \alpha_2 = 2 \left(\xi_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi \partial \eta} + \xi_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi \partial \eta} \right), \quad \alpha_3 = \xi_x \frac{\partial^2 x}{\partial \eta^2} + \xi_y \frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2} \quad (28)$$

$$\alpha_4 = \eta_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi^2} + \eta_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi^2}, \quad \alpha_5 = 2 \left(\eta_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi \partial \eta} + \eta_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi \partial \eta} \right), \quad \alpha_6 = \eta_x \frac{\partial^2 x}{\partial \eta^2} + \eta_y \frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2} \quad (29)$$

$$D^\xi =$$

$$\left(\xi_x \frac{\partial}{\partial \xi} + \eta_x \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left[v_t \left(\xi_x \frac{\partial u^\xi}{\partial \xi} + \eta_x \frac{\partial u^\xi}{\partial \eta} \right) \right] + \left(\xi_y \frac{\partial}{\partial \xi} + \eta_y \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left[v_t \left(\xi_y \frac{\partial u^\xi}{\partial \xi} + \eta_y \frac{\partial u^\xi}{\partial \eta} \right) \right] \quad (30)$$

$$D^\eta =$$

$$\left(\xi_x \frac{\partial}{\partial \xi} + \eta_x \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left[v_t \left(\xi_x \frac{\partial u^\eta}{\partial \xi} + \eta_x \frac{\partial u^\eta}{\partial \eta} \right) \right] + \left(\xi_y \frac{\partial}{\partial \xi} + \eta_y \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left[v_t \left(\xi_y \frac{\partial u^\eta}{\partial \xi} + \eta_y \frac{\partial u^\eta}{\partial \eta} \right) \right] \quad (31)$$

$$\xi_x = \frac{\partial \xi}{\partial x}, \quad \xi_y = \frac{\partial \xi}{\partial y}, \quad \eta_x = \frac{\partial \eta}{\partial x}, \quad \eta_y = \frac{\partial \eta}{\partial y} \quad (32)$$

$$u^\xi = \xi_x u + \xi_y v, \quad u^\eta = \eta_x u + \eta_y v \quad (33)$$

$$J = \frac{1}{x_\xi y_\eta - x_\eta y_\xi} \quad (34)$$

また、一般座標の運動方程式中の拡散項 D^ξ 、 D^η については展開すると項の数が膨大になるので、以下のような条件を仮定して簡略化を行います。

1. メトリック係数の2階微分を局所的にゼロとする。
2. 局所的に擬似直交座標として扱う。

この結果、拡散項は近似的に以下のように表せます。

$$D^\xi \simeq \frac{\partial}{\partial \xi} \left(v_t \xi_r^2 \frac{\partial u^\xi}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(v_t \eta_r^2 \frac{\partial u^\xi}{\partial \eta} \right) \quad (35)$$

$$D^\eta \simeq \frac{\partial}{\partial \xi} \left(v_t \xi_r^2 \frac{\partial u^\eta}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(v_t \eta_r^2 \frac{\partial u^\eta}{\partial \eta} \right) \quad (36)$$

ここで、 ξ_r 、 η_r は一般座標上の局所的な格子サイズと、実距離の比率を表す係数で、次式で定義されます。

$$\frac{\Delta \xi}{\Delta \tilde{\xi}} = \xi_r, \quad \frac{\Delta \eta}{\Delta \tilde{\eta}} = \eta_r \quad (37)$$

なお、上記 D^ξ 、 D^η の近似式の誘導には局所的な直交関係の仮定より、以下の関係が用いられています。

$$\xi_x^2 + \xi_y^2 = \xi_r^2 (\tilde{\xi}_x^2 + \tilde{\xi}_y^2) = \xi_r^2 (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta) = \xi_r^2 \quad (38)$$

$$\xi_x \eta_x + \xi_y \eta_y = \xi_r \eta_r (\tilde{\xi}_x \tilde{\eta}_x + \tilde{\xi}_y \tilde{\eta}_y) = \xi_r \eta_r (-\cos \theta \sin \theta + \cos \theta \sin \theta) = 0 \quad (39)$$

$$\eta_x^2 + \eta_y^2 = \eta_r^2 (\tilde{\eta}_x^2 + \tilde{\eta}_y^2) = \eta_r^2 (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta) = \eta_r^2 \quad (40)$$

$$J = \xi_x \eta_y - \xi_y \eta_x = \xi_r \eta_r (\tilde{\xi}_x \tilde{\eta}_y - \tilde{\xi}_y \tilde{\eta}_x) = \xi_r \eta_r (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta \sin \theta) = \xi_r \eta_r \quad (41)$$

ただし、 θ は x 軸と ξ 軸(または、 y 軸と η 軸)のなす角度です。

II.2 乱流場の計算方法

乱流とは大小さまざまな渦を伴う不規則な流れのことです。Nays2D Flood では、乱流場の計算方法として、「ゼロ方程式モデル」を採用しています。

II.2.1 ゼロ方程式モデル

渦動粘性係数 ν_t は、一般的に乱流の代表流速 v と代表長さ l の積で表されます。

$$\nu_t = vl \quad (42)$$

水深と粗度が横断方向に緩やかに変化する流れ場においては、水平方向の渦動粘性係数と鉛直方向の渦動粘性係数は同じオーダーであると仮定し、主として底面摩擦速度と水深が運動量輸送を規定すると考え、渦動粘性係数 ν_t を以下の式で表します。

$$\nu_t = au_*h \quad (43)$$

ここに、 a は比例定数です。

Fisher¹⁾や Webel・Schatzmann²⁾の実験によれば、鉛直方向の運動量輸送に関わる a 値が 0.07 程度であるため、カルマン係数 κ ($=0.4$) を用いて、渦動粘性係数 ν_t を以下の式で表します。

$$\nu_t = A \frac{\kappa}{6} u_* h + B \quad (44)$$

ここに、 A と B は補正係数です。デフォルト値は $A=1$, $B=0$ です。渦動粘性係数を調整したい場合、 A と B を変更してください。

このモデリングは乱流統計量についての輸送方程式を必要としないのでゼロ方程式モデルと呼ばれています。

II.3 底面摩擦の計算方法

Nays-2D では、底面の摩擦はマンニングの粗度係数を用いて設定します。

(4)式では、河床せん断力 τ_x , τ_y は河床せん断係数 C_f を用いて示されています。河床せん断係数 C_f とマンニングの粗度係数 n_m は以下の関係にあります。

$$C_f = \frac{gn_m^2}{h^{1/3}} \quad (45)$$

n_m をセル属性を用いてセルごとに与えることができます。

<参考文献>

- 1) Fisher, H.B.: Longitudinal Dispersion and Turbulent Mixing in Open-Channel Flow, Annual Review of Fluid Mechanics, Vol. 5, pp.59-78, 1973.
- 2) Webel, G., Schatzmann, M.: Transverse Mixing in Open Channel Flow, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 110, No. 4, pp. 423-435, 1984.

II.4 建物による抵抗の考慮

市街地では、建物により氾濫流が阻害され、建物の横にある道路に流れが集中する場合があります。この影響を正確に計算するためには、建物の形状が表現できる細かい計算格子を作成し、さらに建物内部へ侵入する氾濫水を考慮する必要があります。しかし、多くの氾濫計算は広大な氾濫域を対象とするため、小さい計算格子の適用は計算負荷の増大に繋がります。

そこで、国土交通省および国土技術政策総合研究所は、1辺が25mメートル程度の計算格子を適用した際に、上述の影響を簡易的に考慮するための氾濫計算モデルを提案しています³⁾ (以下、便宜的に Mlit-Nilim 氾濫モデルと呼ぶ)。Nays2D Flood では、Mlit-Nilim 氾濫モデル、内田ら⁴⁾、橋本ら⁵⁾、三浦ら⁶⁾の研究を参考に、建物の影響を考慮した連続式および運動方程式を以下の式で表しています。

[連続式]

$$\gamma_v \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(\gamma_x hu)}{\partial x} + \frac{\partial(\gamma_y hv)}{\partial y} = q + r - q_{bl} \quad (46)$$

[運動方程式]

$$\gamma_v \frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(\gamma_x hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(\gamma_y huv)}{\partial y} = -\gamma_v hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} - hR_x + D^x \quad (47)$$

$$\gamma_v \frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(\gamma_x huv)}{\partial x} + \frac{\partial(\gamma_y hv^2)}{\partial y} = -\gamma_v hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} - hR_y + D^y \quad (48)$$

ただし、

$$hR_x = \frac{h}{2} C_d' (1 - \gamma_x) \mu \sqrt{u^2 + v^2} \quad hR_y = \frac{h}{2} C_d' (1 - \gamma_y) \nu \sqrt{u^2 + v^2} \quad (49)$$

ここで、 γ_v はある計算セルにおける平均空隙率(1-建物占有率)、 γ_x および γ_y はそれぞれ x および y 方向の透過率(セル境界における平均空隙率)、 q_{bl} は建物へ浸入する水の単位面積あたりの体積です。 q_{bl} は建物への浸水を考慮する場合と考慮しない場合を選択することができます。

$$q_{bl} = 0 : \quad \text{建物への浸水を考慮しない場合} \quad (50)$$

$$q_{bl} = (1 - \gamma_v) \frac{\partial h}{\partial t} : \quad \text{建物への浸水を考慮する場合}^3) \quad (51)$$

建物への浸水を考慮する場合の(51)式は、①瞬時に建物内外の水位が等しくなること、②建物内では流速が無くなる(運動方程式では対象としない)という2つの仮定が含まれています。建物への浸水を考慮しない場合は氾濫水位を高く(浸水面積を広く)予測する可能性があります。一方、建物への浸水を考慮する場合は氾濫水位を低く(浸水面積を狭く)予測する可能性があります。ユーザーは、計算対象地域の過去の氾濫形態を踏まえて、建物への浸水を考慮するか否か判断してください。

C_d' は建物の抗力に関わるモデル定数です。 C_d' は、流れの向き、建物の形状、大きさ、配置によって変化します。また、格子サイズと建物の大きさの関係によっても、抵抗力を抗力係数で評価できるかは議論の余地があります。このように、計算ごとに C_d' を正確に算出する方法が確立されていないため、本モデルでは簡易的に C_d' を一定とします。ただし、ユーザーは C_d' の値を変更することができます。参考として、既往研究における C_d' の値とグリッドサイズを以下に列記します。

$$C_d' = 0.383 : \quad \text{Mlit-Nilim 氾濫モデル}^3) \quad (\text{グリッドサイズ 25m 程度}) \quad (52)$$

$$C_d' = 0.0 \quad : \quad \text{内田らの研究}^4) \text{ (グリッドサイズ 12.5m 以下)} \quad (53)$$

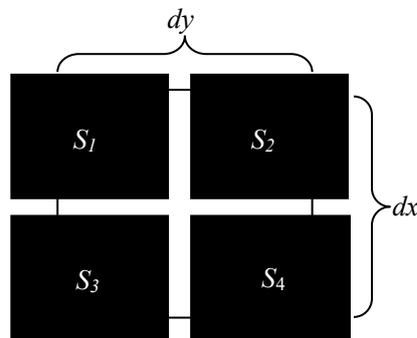
$$C_d' = \sqrt{N_d / (1 - \gamma_v)} C_d \approx 0.14 \quad : \quad \text{橋本らの研究}^5) \text{ (グリッドサイズ 100m)} \quad (54)$$

橋本らの研究において、 N_d は建物の数密度 ($1/\text{m}^2$)、 C_d は抗力係数である。彼らの計算対象領域において、 N_d の平均値は 0.00146、 γ_v は 0.684、 C_d は建物を正四角柱と仮定し 2.05 である。したがって、 C_d' の平均値は約 0.14 と推定されます。

本モデルにおいて、セル境界における平均空隙率 γ_x および γ_y は計算セルにおける平均空隙率 γ_v から算出されます。セル境界に建物が対角的に配置され、道路が計算セルを縦横に通過している場合(下図)、 γ_x および γ_y は三浦らの研究⁶⁾を基に以下の式から算出されます。

$$\gamma_x = \gamma_y = 1 - \sqrt{1 - \gamma_v} \quad (55)$$

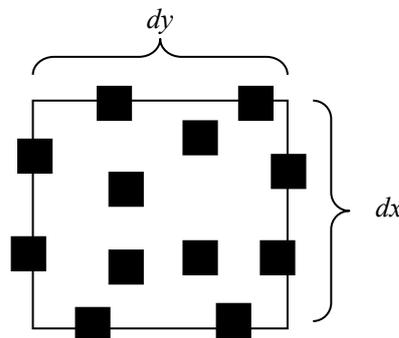
$$\gamma_v = 1 - p_b = 1 - (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / (dx \times dy) \quad (56)$$



ここで、 p_b は建物が占める面積割合、 S_1, S_2, S_3, S_4 は建物の面積、 dx, dy は x 方向および y 方向の格子サイズです。

一方、建物がモザイク状に配置されている場合(下図)、Mlit-Nilim 氾濫モデル³⁾および橋本らの研究⁵⁾と同様に、計算セルにおける平均空隙率 γ_v とセル境界における平均空隙率 γ_x, γ_y が等しいと仮定し、 γ_x, γ_y は以下の式から算出されます。

$$\gamma_x = \gamma_y = \gamma_v \quad (57)$$



本モデルにおいて、セル属性の「建物が占める面積割合」(=建物占有率、56 式の p_b) に、0 より大きい値を入力すると、上述の建物を考慮したモデルを利用できるようになります。「建物が占める面積割合」を 0 のままにすれば、一般的な平面 2 次元浅水方程式[(1)式、(2)式、(3)式]が用いられます。

[建物を考慮したモデルについて]

平面 2 次元浅水流方程式に建物面積に応じて粗度を増加させる氾濫解析モデル⁷⁾では、計算セル内の建物面積が大きいほど、粗度が増加するため、その計算セル内の流速は低下します。一方、上述の建物空隙率を考慮した氾濫解析モデルは、計算セル内の建物が無い部分（建物の横の道路部）に集中する流れを計算対象としているため、計算セルに建物があると流速が増加する場合があります。しかし、建物空隙率を考慮したモデルは、建物の影響を簡単にモデル化しているため、建物が無い部分の流れ場を厳密に扱えるモデルではありません。 c_d' をどのように正確に算出するか、そもそも c_d' が必要か、建物がモザイク状に配置されている場合に γ_x , γ_y をどのように設定するのがより良いか、そもそもモザイク状の建物配置にこのモデルがどこまで適用できるのかなどの議論が続いています。計算セル内の建物の配置が複雑な場合、よりシンプルに建物面積に応じて粗度を増加させるのも一つの方法です。

<参考文献>

- 3) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室, 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 水害研究室: 浸水想定区域図作成マニュアル (改訂版), 平成26年3月.
- 4) 内田龍彦, 河原能久, 木梨行宏, 伊藤康: デカルト座標系を用いた市街地氾濫流シミュレータの構築と竹原市の高潮氾濫への適用, 水工学論文集, 第51巻, 2007年2月.
- 5) 橋本晴行, 朴埼璨, 加藤修二, 山崎一彦, 天方匡純: 1999年6月福岡水害における博多駅周辺の洪水氾濫解析, 河川技術論文集, 第8巻, 2002年6月.
- 6) 三浦心, 川村育男, 木村一郎, 三浦敦禎: 扇状地に発達した密集市街地における氾濫解析手法に関する検討, 水工学論文集, 第55巻, 2011年2月.
- 7) 栗城稔, 末次忠司, 海野仁, 田中義人, 小林裕明: 氾濫シミュレーション・マニュアル(案)ーシミュレーションの手引き及び新モデルの検証ー, 土研資料第3400号, 1996年.

II.5 ボックスカルバートの計算方法

II.5.1 ボックスカルバートの機能

ボックスカルバートは、道路や橋梁等の盛土構造物を横断して地中に埋設された箱型の暗きよです。同サイズで複数のボックスカルバートに分かれている場合があり、このような場合のボックスカルバート数を連数といいます。計算上は、1つのボックスカルバートの排水量を計算後、連数をかけることで全体の排水量を求めます。

II.5.2 計算上の処理方法

ボックスカルバートは計算上、「入口」と「出口」を1組として、それぞれ異なるセルを指定し設定します。ボックスカルバートの通過流量は入口セルと出口セルとの水位差で決まります。

ボックスカルバートの模式図を以下に示します。

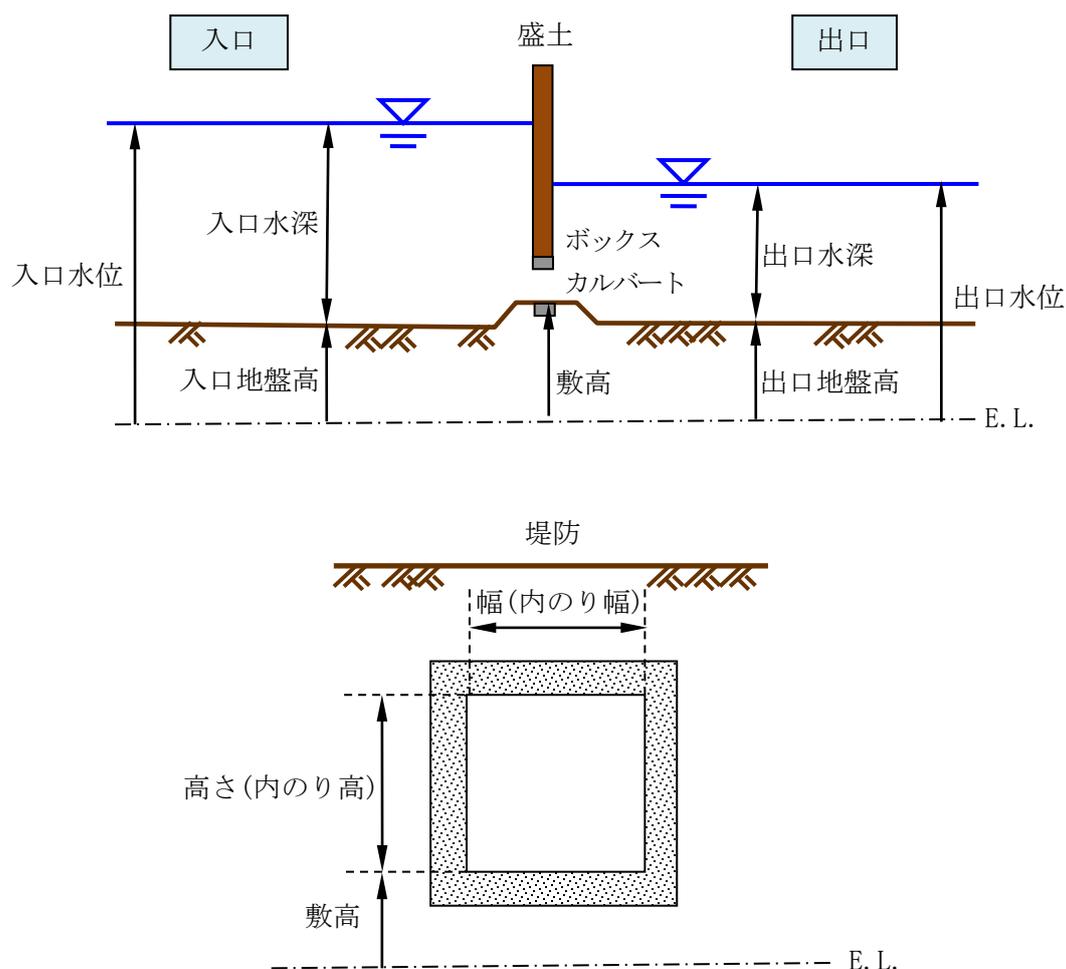


図 II-1 ボックスカルバートの模式図（側面図、断面図）

カルバートの入口水位と出口水位は、以下のように計算で用いられます。

・入口水位

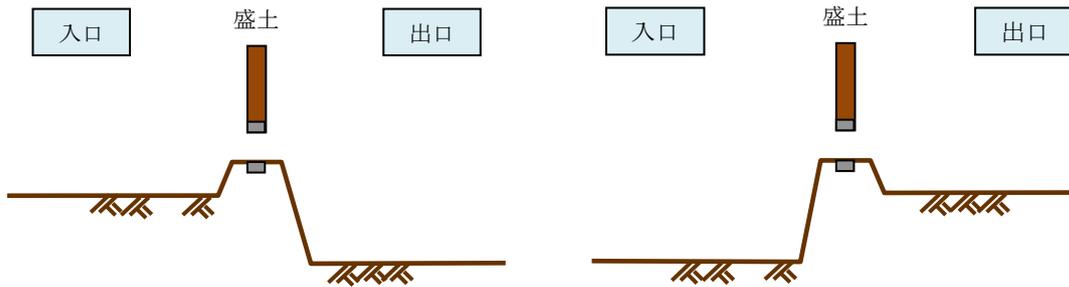
$$\text{入口水位} = \text{入口地盤高} + \text{入口水深} \quad (\text{平面 2 次元汜濫計算の計算値})$$

・出口水位

$$\text{出口水位} = \text{出口地盤高} + \text{出口水深} \quad (\text{平面 2 次元汜濫計算の計算値})$$

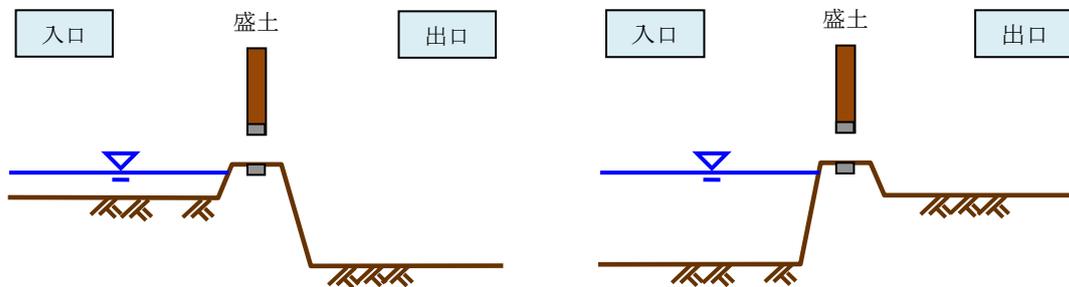
通過流量の計算上の処理方法を以下に示します

① 水がない場合



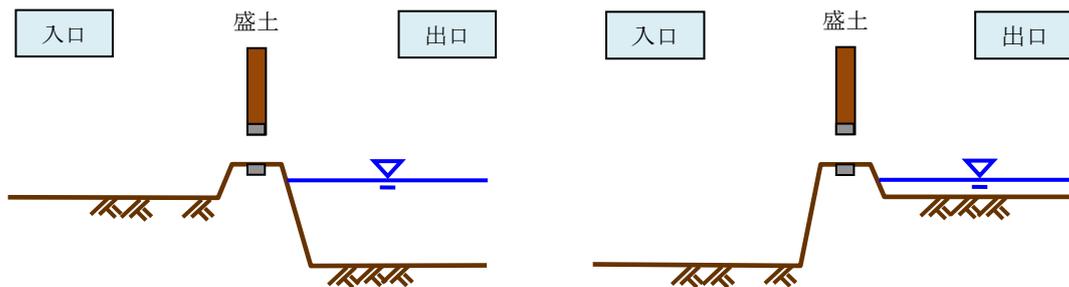
⇒水は流れません。

② 「入口水位 > 出口水位」かつ「入口水位 ≤ 敷高」の場合



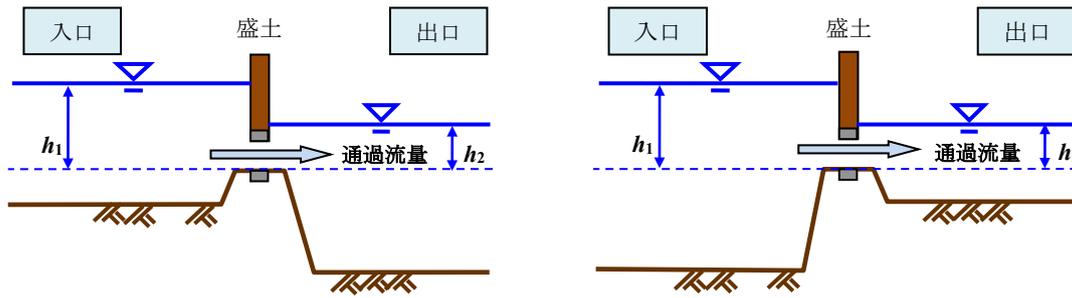
⇒水は流れません。

③ 「入口水位 < 出口水位」かつ「出口水位 ≤ 敷高」の場合



⇒水は流れません。

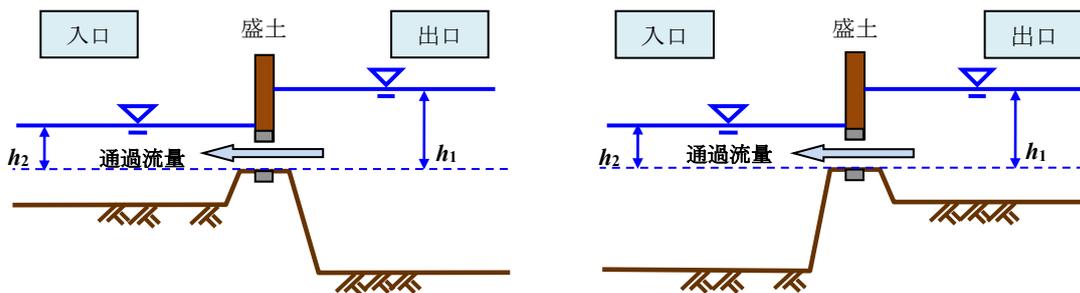
④ 「入口水位>出口水位」かつ「入口水位>敷高」の場合



高い方の水深 $h_1 = \text{入口水位} - \text{敷高}$
 低い方の水深 $h_2 = \text{出口水位} - \text{敷高}$

⇒水は入口から出口に向かって流れます。通過流量は II. 5. 3 式 (52), (53) より算定します。

⑤ 「入口水位<出口水位」かつ「出口水位>敷高」の場合



高い方の水深 $h_1 = \text{出口水位} - \text{敷高}$
 低い方の水深 $h_2 = \text{入口水位} - \text{敷高}$

⇒水は出口から入口に向かって流れます。通過流量は II. 5. 3 式 (58), (59) より算定します。

※敷高が入口地盤高または出口地盤高より低い場合であっても、高い方の水深 h_1 と低い方の水深 h_2 は敷高からの高低差で求めます。

II.5.3 通過流量算定式

通過流量は、氾濫シミュレーション・マニュアル（案）（平成8年2月 建設省土木研究所河川部都市河川研究室）および河川砂防技術基準 調査編（平成24年6月版）を参考に以下の式を適用します。

初期設定は潜り流出、および自由流出とし、流量係数 C_1, C_3 は任意の値を設定可能です。初期値は $C_1=0.75, C_3=0.79$ で設定されています。

$$\cdot h_2 \geq H \text{ の場合、 } Q = nC_1BH\sqrt{2g(h_1 - h_2)} : \text{潜り流出} \quad (58)$$

$$\cdot h_2 < H \text{ の場合、 } Q = nC_3Bh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)} : \text{自由流出} \quad (59)$$

ただし、 $h_1/h_2 \geq 3/2$ の場合は、 $h_2 = 2/3h_1$ となります。

ここで、 Q : 流出量(m³/s)、 n : ボックスカルバートの連数、 B : ボックスカルバートの一つあたりの内り幅(m)、 H : ボックスカルバートの内り高さ(m)、 h_1 : 入口セルまたは出口セルの高い方の水位-ボックスカルバートの敷高(m)、 h_2 : 入口セルまたは出口セルの高い方の水位-ボックスカルバートの敷高(m)、 g : 重力加速度です。

※オプションとして中間流出を追加できる。流量係数 C_1, C_2, C_3 は任意の値を設定可能です。初期値は $C_1=0.75, C_2=0.51, C_3=0.79$ で設定されています。

$$\cdot h_2 \geq H \text{ の場合、 } Q = nC_1BH\sqrt{2g(h_1 - h_2)} : \text{潜り流出}$$

$$\cdot h_2 < H \quad h_1/H \geq 3/2 \text{ 場合、 } Q = nC_2Bh_2\sqrt{2gh_1} : \text{中間流出}$$

$$\cdot h_2 < H \quad h_1/H < 3/2 \text{ の場合、 } Q = nC_3Bh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)} : \text{自由流出}$$

ただし、 $h_1/h_2 \geq 3/2$ の場合は、 $h_2 = 2/3h_1$ となります。

II.6 樋門の計算方法

II.6.1 樋門の機能

樋門は、堤防を横断して埋設された暗きよであり、河道側にゲートが付いています。非洪水時は堤内地の水を河道に排水する目的でゲートを開けますが、洪水時は河道の水が堤内地に逆流しないようにゲートを閉めます。同サイズで複数の樋門に分かれている場合があります、このような場合の樋門数を連数といいます。計算上は、1つの樋門の排水量を計算後、連数をかけることで全体の排水量を求めます。

II.6.2 計算上の処理方法

樋門の両口は計算上、堤内地側を「入口」、河道側を「出口」として、それぞれ異なるセルを指定し設定します。樋門内を通過する流量は入口セルと出口セルの水位差、またはゲートの開閉状態で決まります。

樋門の模式図を以下に示します。

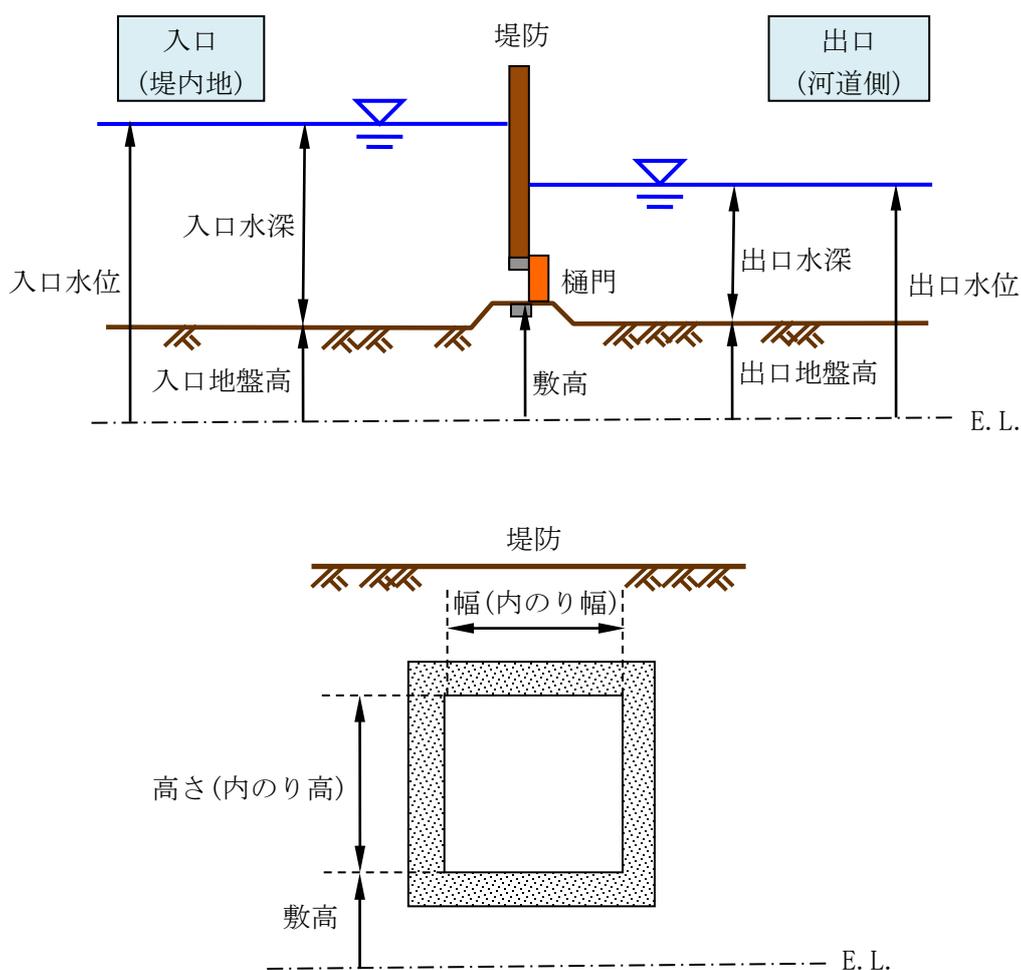


図 II-2 樋門の模式図（側面図、断面図）

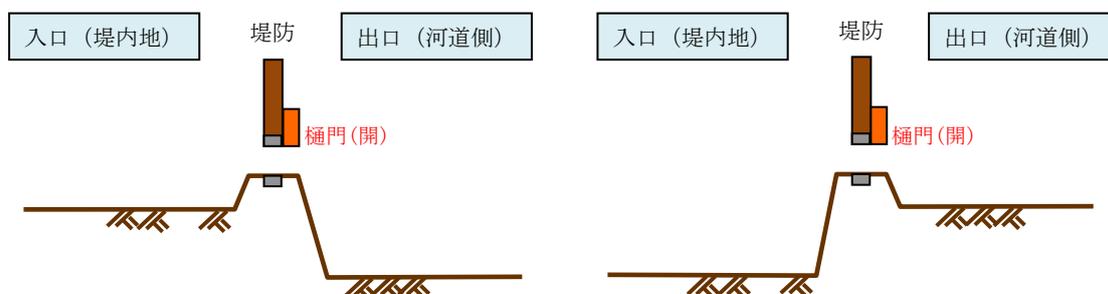
樋門の入口水位と出口水位は、以下のように計算に用いられます。

- ・ 入口水位（堤内地側）
入口水位 = 入口地盤高 + 入口水深（平面 2 次元汜濫計算の計算値）
- ・ 出口水位（河道側）
 - 【出口水位の設定がない場合】
出口水位 = 出口地盤高 + 出口水深（平面 2 次元汜濫計算の計算値）
 - 【出口水位の設定がある場合】
出口水位 = 入力された時系列水位

「樋門の開閉状態が自動の場合」と「樋門の開閉状態をデータで設定する場合」についての通過流量の計算上の処理方法を以下に示します。

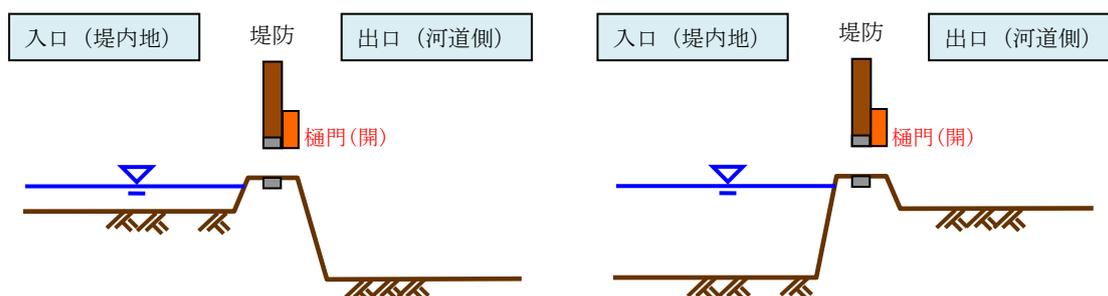
【樋門の開閉状態が自動の場合】

① 水がない場合



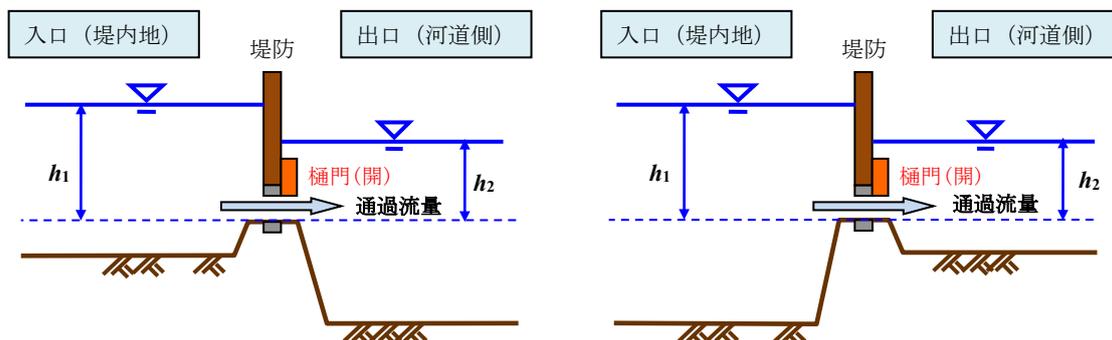
⇒水は流れません。

② 「入口水位 > 出口水位」かつ「入口水位 ≤ 樋門敷高」の場合



⇒水は流れません。

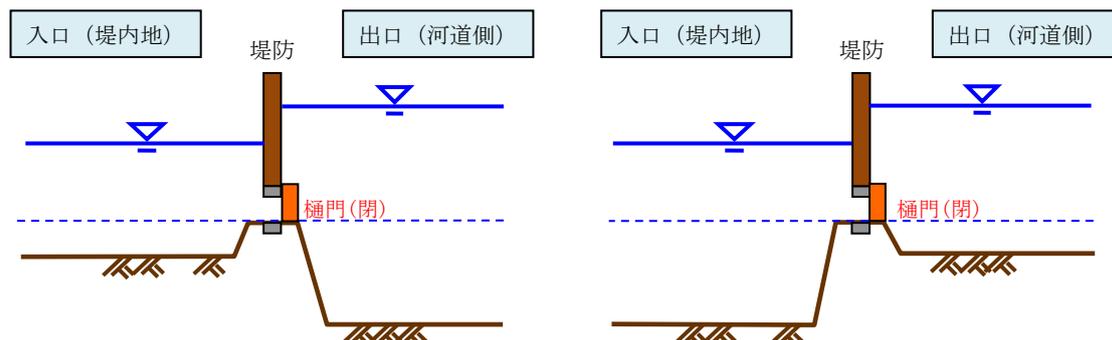
③ 「入口水位>出口水位」かつ「入口水位>樋門敷高」の場合



高い方の水深 $h_1 = \text{入口水位} - \text{敷高}$
 低い方の水深 $h_2 = \text{出口水位} - \text{敷高}$

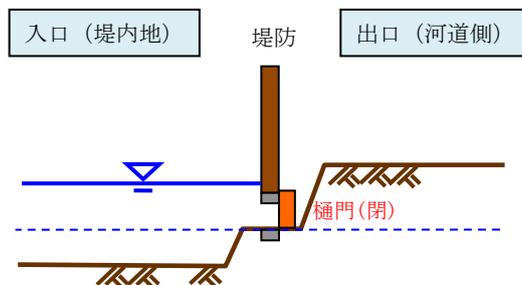
⇒ 水は入口から出口に向かって流れます。通過流量は II. 5. 3 式 (58), (59) より算定します。

④ 「入口水位<出口水位」の場合



⇒ 逆流防止のため、樋門は閉じられるため、水は流れません。

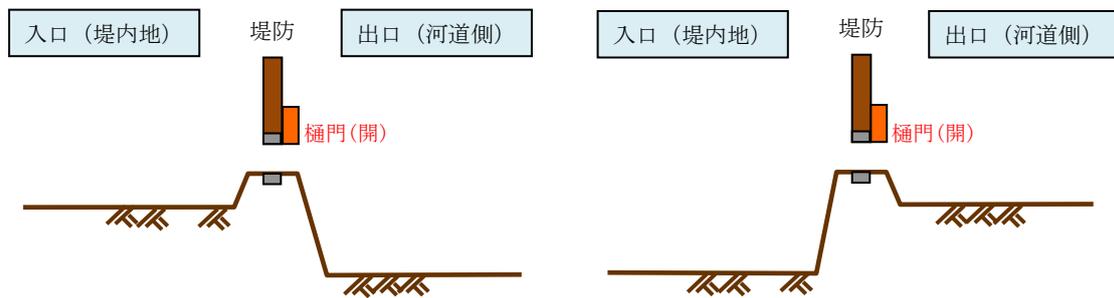
⑤ 「入口水位<出口水位」かつ「入口水位>樋門敷高」の場合



⇒ 入口水深がある場合であっても、入口水位が出口地盤高より低い場合は、水は流れません。

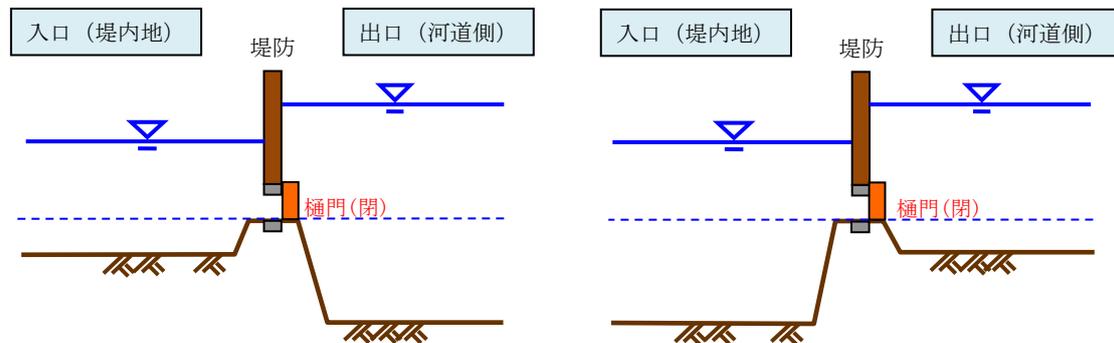
【樋門の開閉状態をデータで設定する場合】

① 水がない場合



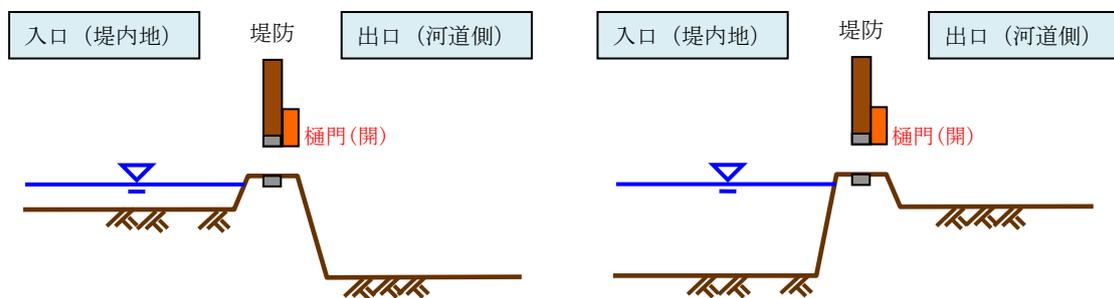
⇒水は流れません。

② 「樋門が閉」の場合



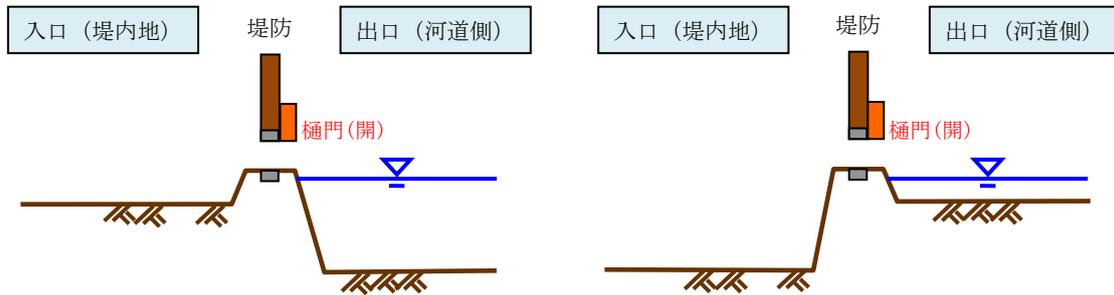
⇒水は流れません。

③ 「樋門が開」かつ「入口水位 > 出口水位」かつ「入口水位 ≤ 樋門敷高」の場合



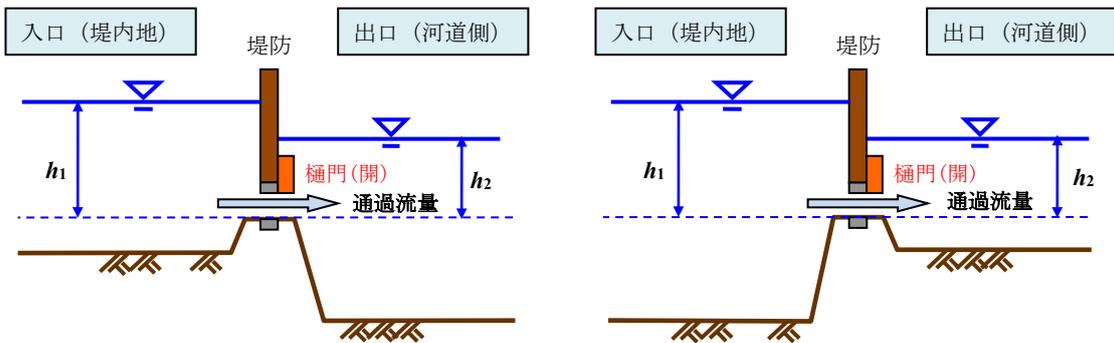
⇒水は流れません。

④ 「樋門が開」かつ「入口水位<出口水位」かつ「出口水位≦敷高」の場合



⇒水は流れません。

⑤ 「樋門が開」かつ「入口水位>出口水位」かつ「入口水位>樋門敷高」の場合

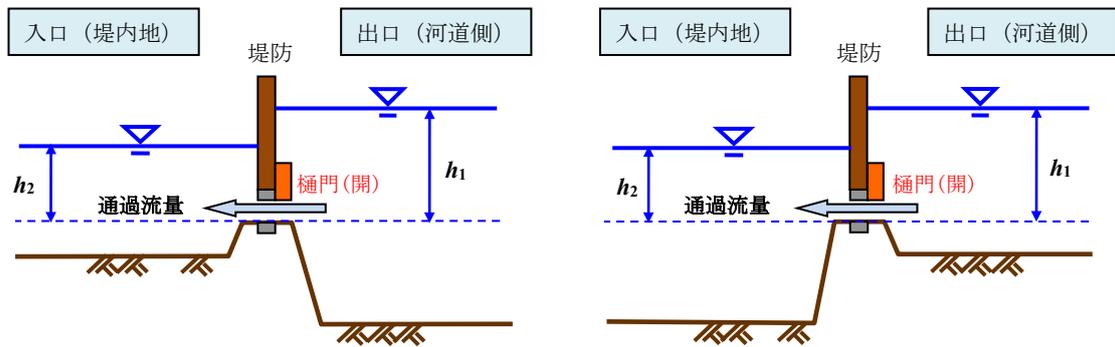


高い方の水深 $h_1 = \text{入口水位} - \text{敷高}$

低い方の水深 $h_2 = \text{出口水位} - \text{敷高}$

⇒水は入口から出口に向かって流れます。通過流量は II. 5. 3 式(58), (59)より算定します。

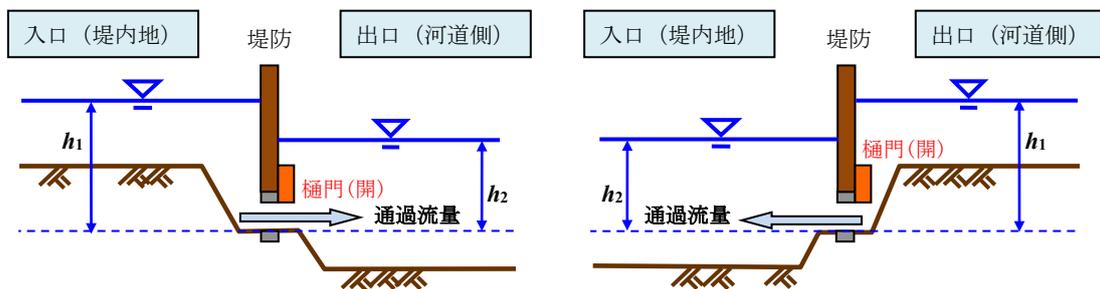
⑥ 「樋門が開」かつ「入口水位<出口水位」かつ「出口水位>敷高」の場合



高い方の水深 $h_1 = \text{出口水位} - \text{敷高}$
 低い方の水深 $h_2 = \text{入口水位} - \text{敷高}$

⇒水は出口から入口に向かって流れます。通過流量は II. 5. 3 式 (58), (59) より算定します。

※敷高が入口地盤高または出口地盤高より低い場合であっても、高い方の水深 h_1 と低い方の水深 h_2 は敷高からの高低差で求めます。



II.6.3 流量算定式

ボックスカルバートの流量算定式と同じ (II.5.3 参照)。

II.7 ポンプの計算方法

II.7.1 ポンプの機能

ポンプは、排水機場やポンプ車などの、堤内地に溜った水を河道側に排水する施設です。ポンプは堤内地側の水位が操作開始水位に達した時点で稼働し、水没等による機能停止を考慮した操作停止水位に達した時点で稼働を停止します。

II.7.2 計算上の処理方法

ポンプは計算上、堤内地側を「入口」、河道側を「出口」として、それぞれ異なるセルを指定し設定します。ポンプの稼働は、堤内地側の入口水位が操作開始水位に達した時点で稼働し、水没等による機能停止を考慮した操作停止水位に達した時点で稼働を停止します。またポンプの排水量は、最大排水量を基本としますが、入口セルに存在する水量以上は排水されません。

ポンプの模式図を以下に示します。

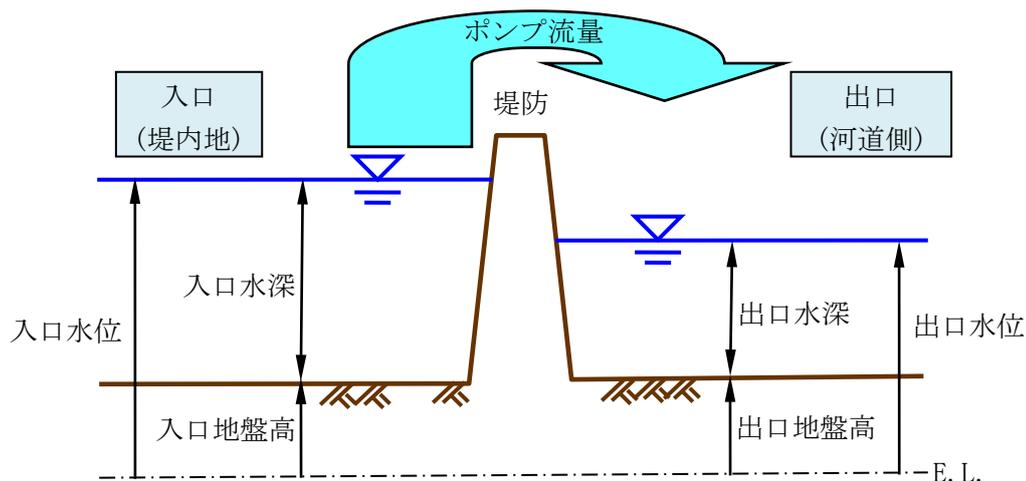


図 II-3 ポンプの模式図 (側面図)

「入口がある場合」「出口のみの場合」についてのポンプ流量の計算上の処理方法を以下に示します。

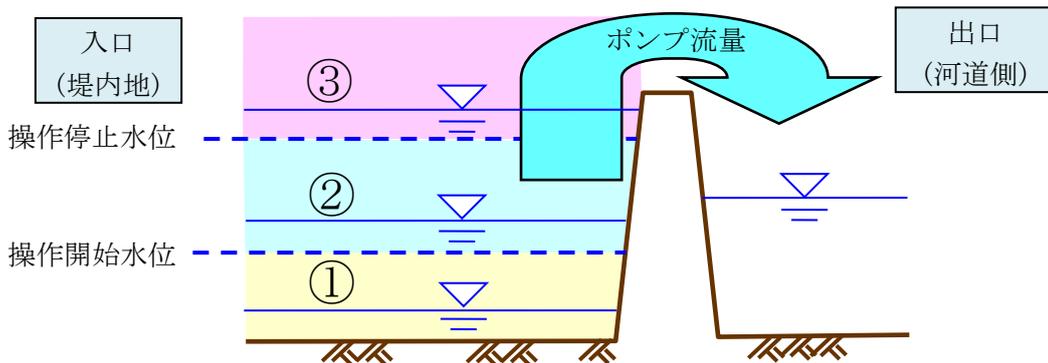
【入口がある場合】

「入口がある場合」には、「入口・出口が両方ある場合」と「入口のみの場合」があります。「入口・出口が両方ある場合」は、入口のポンプ流量が出口に与えられます。「入口のみの場合」は、排水先が計算領域外の場合などを想定した機能であり、入口セルでポンプ流量が減少しますが、どのセルにも排水されません。

なお、入口のポンプ流量は、それぞれ「ポンプ流量が自動の場合」と「ポンプ流量をデータで設定する場合」の2通りの設定方法があり、その計算上の処理方法を以下に示します。

・ポンプ流量が自動の場合、

- | | |
|-------------------------|---|
| ①入口水位 < 操作開始水位 | ⇒ポンプ流量はありません。 |
| ②操作開始水位 ≤ 入口水位 < 操作停止水位 | ⇒ポンプ流量は最大排水量
(ただし、入口セルに存在する水量以上は排水されません) |
| ③操作停止水位 ≤ 入口水位 | ⇒ポンプ流量はありません。 |



・ポンプ流量をデータで設定する場合

ポンプ流量は、排水量の時系列データで与えられます(ただし、入口セルに存在する水量以上は排水されません)。

【出口のみの場合】

排水量の時系列データが出口に与えられます。

III. 計算条件

この章では、Nays-2D Flood ソルバの計算条件について、iRIC の計算条件の設定ダイアログを示しながら説明します。

III.1 境界条件の名称の説明

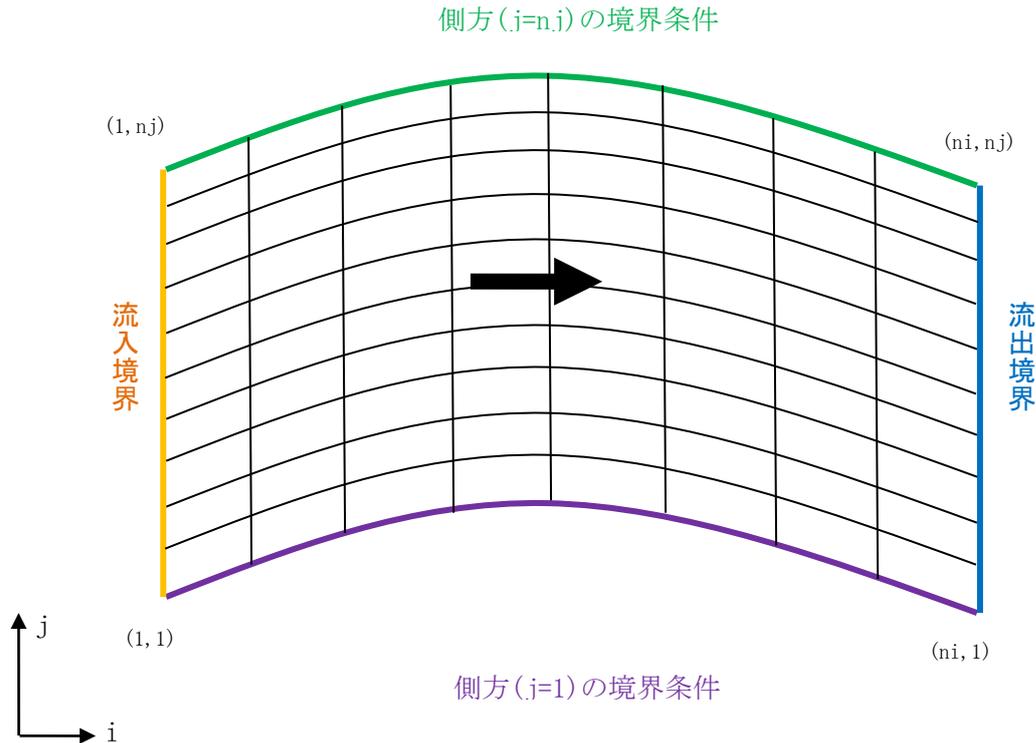


図 III-1 計算格子の模式図

境界条件の設定は、計算格子の4辺それぞれで行う必要があります。

- 流入境界条件とは、計算格子における $(1,1) \sim (1,nj)$ の辺の境界条件のことを表します。 $(1,1) \sim (1,nj)$ の辺は必ず流入する地点としてください。ここでは、計算に必要な流量を与えます。
- 側方 $(j=1)$ の境界条件とは、計算格子における $(1,1) \sim (ni,1)$ の辺の境界条件のことを表します。 $(1,1) \sim (ni,1)$ の辺は、流出と流入を選べます。
- 側方 $(j=nj)$ の境界条件とは、計算格子における $(1,nj) \sim (ni,nj)$ の辺の境界条件のことを示します。 $(1,nj) \sim (ni,nj)$ の辺は、流出と流入を選べます。
- 流出境界条件とは、計算格子における $(ni,1) \sim (ni,nj)$ の辺の境界条件のことを表します。 $(ni,1) \sim (ni,nj)$ の辺は必ず流出する地点にしてください。ここでは、計算に必要な水位を与えます。

III.2 流入流出の境界条件の設定

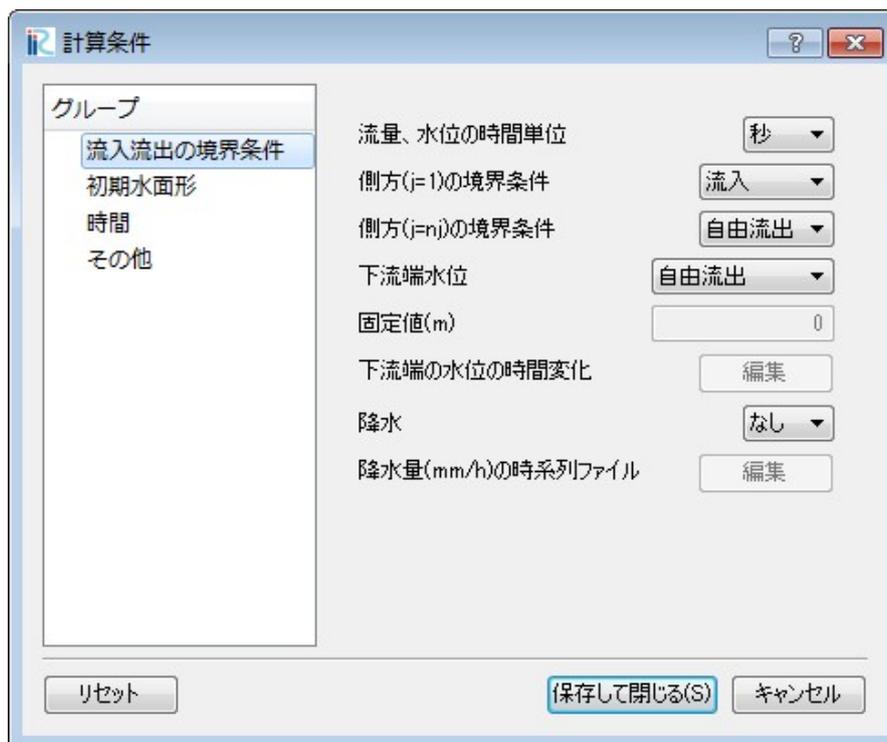


図 III-2 流入流出の境界条件の設定画面

表 III-1 流入流出の境界条件の設定の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	流量、水位の時間単位	流量の時間変化、下流端水位の時間変化の時間単位を設定します。「秒」「時間」から選択可能です。	側方の流入量、下流端水位も、ここで設定した時間単位となります。
2	側方(j=1)の境界条件	「壁」・「自由流出」・「流入」から選択します。	流入河川の設定方法は、「III.6 流入河川の設定方法」に記載します。
3	側方(j=nj)の境界条件	「壁」・「自由流出」・「流入」から選択します。	
4	下流端水位	下流端水位を設定します。「固定値」、「ファイルから読む」、「自由流出」から選択可能です。	
5	固定値(m)	下流端水位において「固定値」を選択した場合に、入力します。	
6	下流端水位の時間変化	下流端水位において「ファイルから読む」を選択した場合に入力します。	「水位」の列に水位(m)を入力します。「時間」の列は、流量ファイルの時間の列と一致するようにします。
7	降水	降水の有無を設定します。「なし」、「あり」から選択可能です。	
8	降水量(mm/h)の時系列ファイル	降水において「あり」を選択した場合に、編集をクリックし、雨量ハイトを設定します。	

※流入格子に指定した格子以外は、壁の条件になります。

※壁とは、境界条件から流入をさせない状態を示します。

※自由流出とは、境界条件の1つ内側の計算格子における計算結果を、境界条件として与えることを示します。

III.3 初期水面形の設定

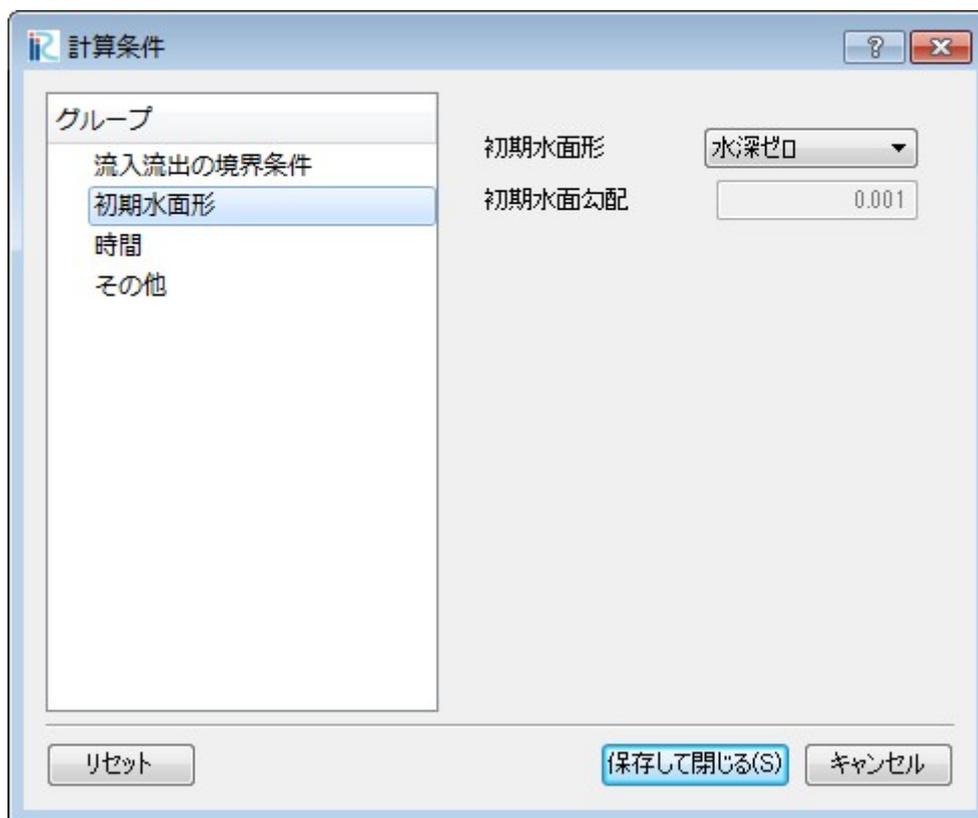


図 III-3 初期水面形の設定画面

表 III-2 初期水面形の設定の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	初期水面形	初期水面形の設定方法を選択します。「一定勾配(直線)」「水深ゼロ」から選択可能です。	
2	初期水面勾配	初期水面形において「一定勾配(直線)」を選択した場合に入力可能です。水面は、下流端水位を起点に一定勾配で設定されます。	勾配をゼロとすることで、水平面の設定も可能です。地盤高が設定した初期水面形より高い地点は、水深ゼロとなります。

III.4 時間に関する条件の設定

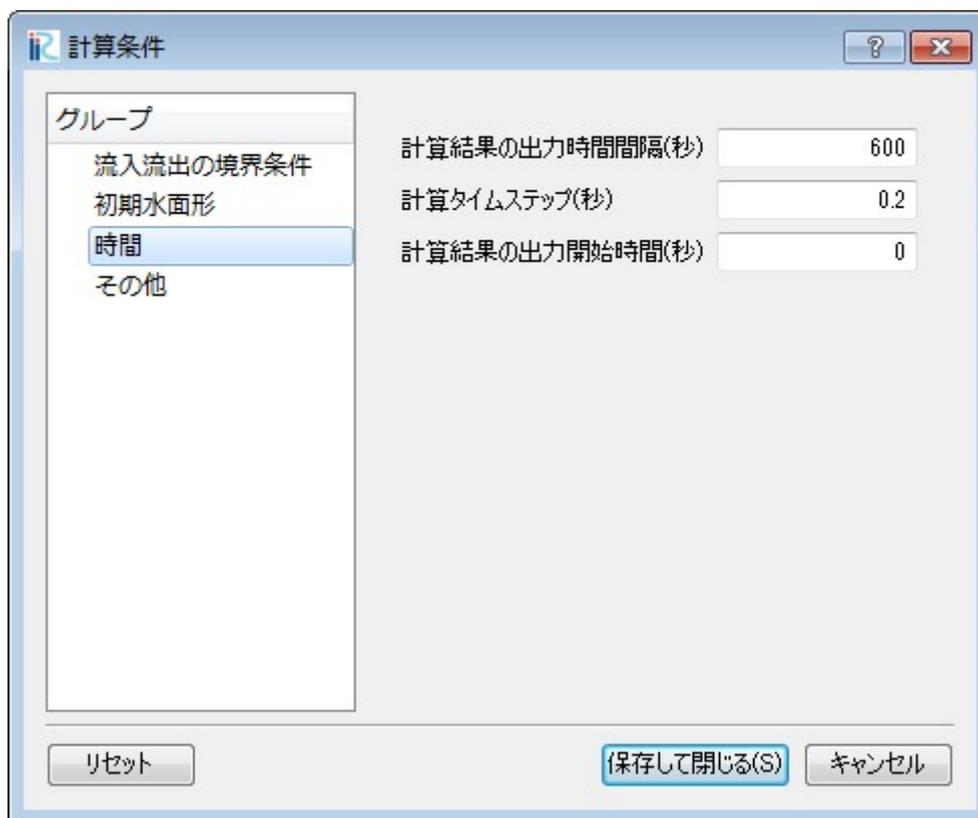


図 III-4 時間の設定画面

表 III-3 時間の設定の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	計算結果の出力時間間隔 (秒)	計算結果を出力する時間間隔を設定します。	
2	計算タイムステップ (秒)	計算ステップの時間間隔を設定します。	計算の効率と安定性を決定づける重要なパラメータです。
3	計算結果の出力開始時間 (秒)	計算結果の出力を開始する時間を設定します。	

III.5 その他の設定



図 III-5 その他の情報の設定画面

表 III-4 その他の情報の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	移流項の差分方法	移流項の差分方法を設定します。「風上差分法」「CIP法」 ⁵⁾ から選択可能です	建物占有率を考慮する場合は、「風上差分法」を選択してください。
2	水位計算の繰返し回数	水位計算を行うときの、内部での繰返し回数です。	水位計算が安定しない場合、調整してください。
3	水位計算の緩和係数	水位計算を行うときの緩和係数	
4	最小水深	水位計算を行うときの最小水深(m)	
5	渦動粘性係数(k/6u*h x a+b)の係数 a	渦動粘性係数(k/6u*h x a+b)の係数 a を設定します。	
6	渦動粘性係数(k/6u*h x a+b)の係数 b	渦動粘性係数(k/6u*h x a+b)の係数 b を設定します。	
7	並列計算用のスレッド数(マルチコア PC のみ)	並列計算用のスレッド数を設定します。	
8	建物への浸水	建物への浸水を考慮する場合に「有効」にします。	詳細は II.4 を参照してください。
9	建物の抗力に関わるモデル定数	建物の抗力に関わるモデル定数を設定します。初期値は0.383となっています。	
10	セル境界における平均空隙率の算出方法	セル境界における平均空隙率 γ_x, γ_y の算出方法を選択します。	

<参考文献>

- 8) Yabe, T., Ishikawa, T.: A Numerical Cubic-Interpolated Pseudoparticle(CIP) Method without Time Splitting Technique for Hyperbolic Equations, Journal of the Physical Society of Japan, Col.59, No.7, pp.2301-2304, 1990.

III.6 流入河川の設定方法

流入河川（または破堤地点）は、上流端・側方(j=1)・側方(j=nj)の辺に設定します。計算格子を作成した後、オブジェクトブラウザの「境界条件設定」を右クリックし「流入の追加」を行う。オブジェクトブラウザの「境界条件設定」に追加した流入河川(初期設定「New inflow」)を選択した状態で、流入河川の位置の辺をポリゴンで囲みます。確定すると「境界条件」の設定画面が表示され、流量の時間変化や流入河川の勾配を設定します。メニューバーの「格子」の「属性マッピング」を「実行」し、流入河川を辺に設定します。

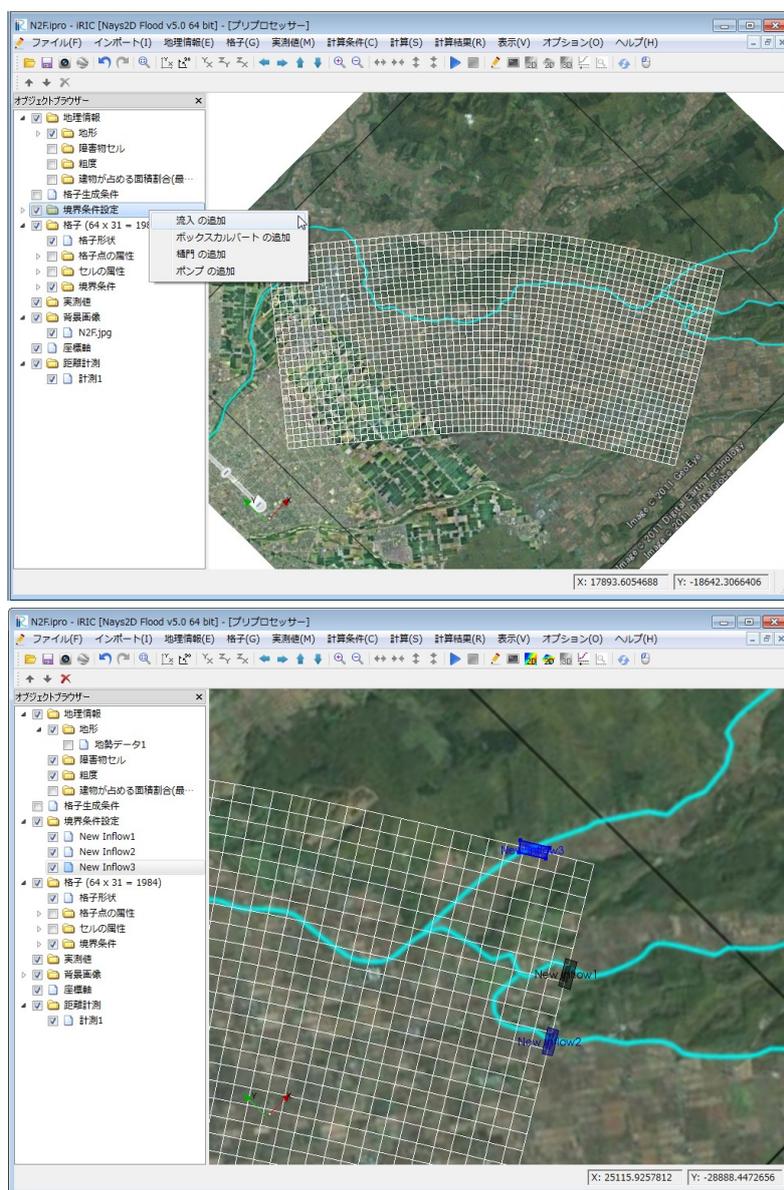


図 III-6 流入河川の設定画面



図 III-7 境界条件の設定画面

表 III-5 境界条件の設定の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	名前	流入河川(もしくは破堤地点)の名前を任意に入力します。	
2	流量の時間変化	編集をクリックし、流量ハイドロを設定します。	時間の単位は「秒」と「時間」から選択可能です。流量の単位は「m ³ /s」
3	流入河川の勾配	流入する河川の勾配を指定します。	
4	色	設定した流入地点の表示色です。	
5	半透明	設定した流入地点の透明度です。	
6	名前を表示	名前を表示するか設定します。	

III.7 粗度係数の設定

粗度係数は、セルごとに設定します。計算格子を作成した後、オブジェクトブラウザーの「格子」の「セルの属性」の「粗度」にチェックを入れます。

オブジェクトブラウザーの「地理情報」の「粗度」を右クリックし、「追加」の「ポリゴン」をクリックします。オブジェクトブラウザーの「地理情報」の「粗度」に追加したポリゴンを選択した状態で、同じ粗度になるセルをポリゴンで囲みます。確定すると「粗度の値の編集」の設定画面が表示され、粗度係数を入力します。メニューバーの「格子」の「属性マッピング」を「実行」し、セルに粗度係数を設定します。

デフォルト値は 0.03(マニングの粗度係数)となっています。はん濫原の土地利用状況に合せ、粗度を設定してください。

住宅地等について、建物による抵抗を別途建物占有率から考慮する場合は、粗度係数は建物周辺の土地利用等から空地・緑地、道路等として設定してください。

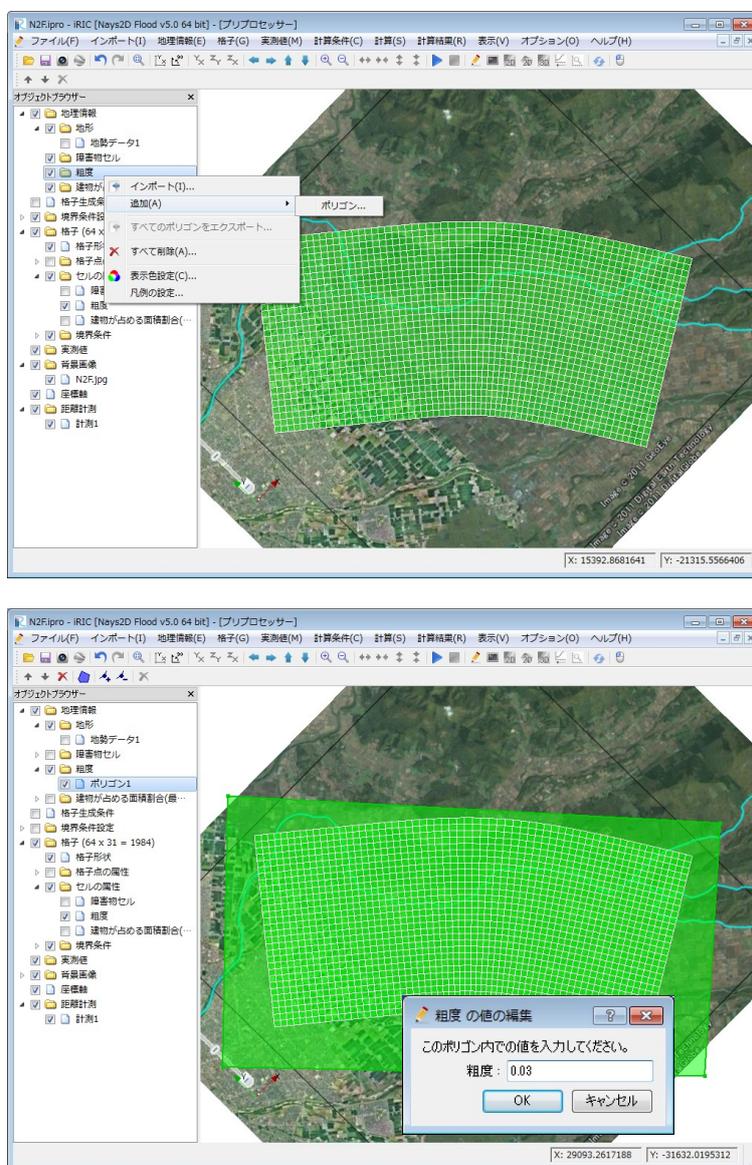


図 III-8 粗度係数の設定画面

III.8 障害物セルの設定

障害物セルは、必要に応じて道路・堤防・盛土などを、セルごとに設定します。計算格子を作成した後、オブジェクトブラウザの「格子」の「セルの属性」の「障害物セル」にチェックを入れます。

オブジェクトブラウザの「地理情報」の「障害物セル」を右クリックし、「追加」の「ポリゴン」をクリックします。オブジェクトブラウザの「地理情報」の「障害物セル」に追加したポリゴンを選択した状態で、障害物セルにするセルをポリゴンで囲みます。確定すると「障害物セルの値の編集」の設定画面が表示され、「障害物セル」を選択します。メニューバーの「格子」の「属性マッピング」を「実行」し、セルに障害物セルを設定します。

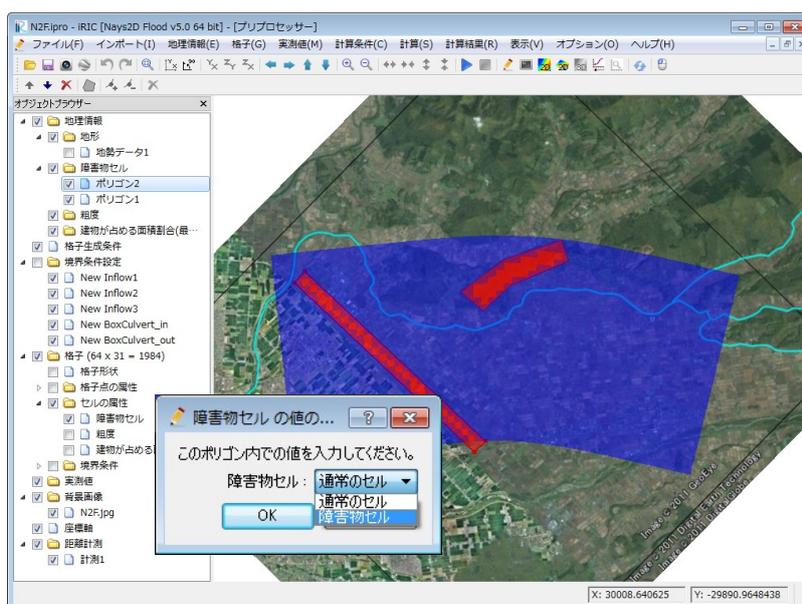
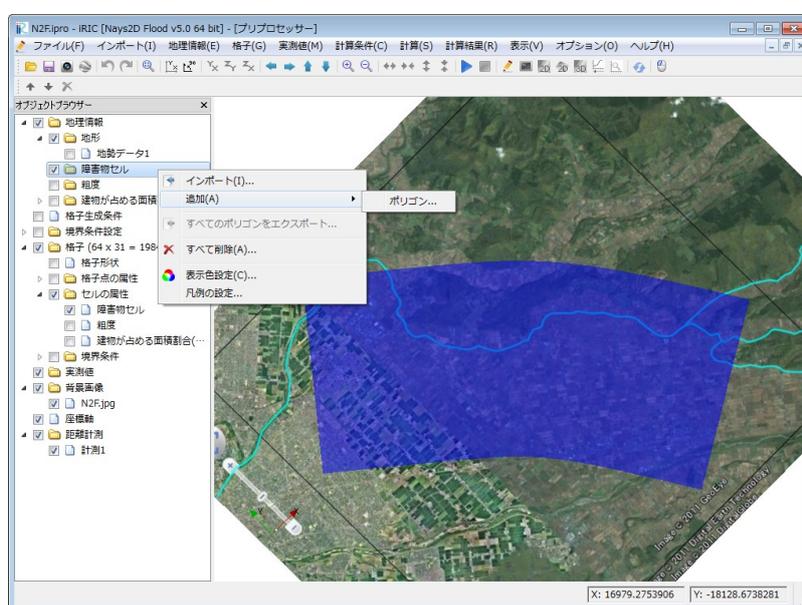


図 III-9 粗度係数の設定画面

III.9 建物占有率の設定

建物占有率は、セルごとに設定します。計算格子を作成した後、オブジェクトブラウザの「格子」の「セルの属性」の「建物占有率セル」にチェックを入れます。

オブジェクトブラウザの「地理情報」の「建物が占める面積割合」を右クリックし、「追加」の「ポリゴン」をクリックします。オブジェクトブラウザの「地理情報」の「建物が占める面積割合」に追加したポリゴンを選択した状態で、同じ建物占有率になるセルをポリゴンで囲みます。確定すると「建物が占める面積割合の値の編集」の設定画面が表示され、建物占有率を入力します。メニューバーの「格子」の「属性マッピング」を「実行」し、セルに建物占有率を設定します。

ここで、建物による抵抗は、建物により流れが影響を受けるとともに建物内に浸水が及ぶ現象を前提としています。このため、前述の障害物セルの設定とは前提が異なりますので、注意してください。

なお、建物占有率が 100%に近い場合は計算が不安定となるため、ソルバ内で空隙率の制限値（占有率 0.95 以下）を設定し計算の安定化を図っています。

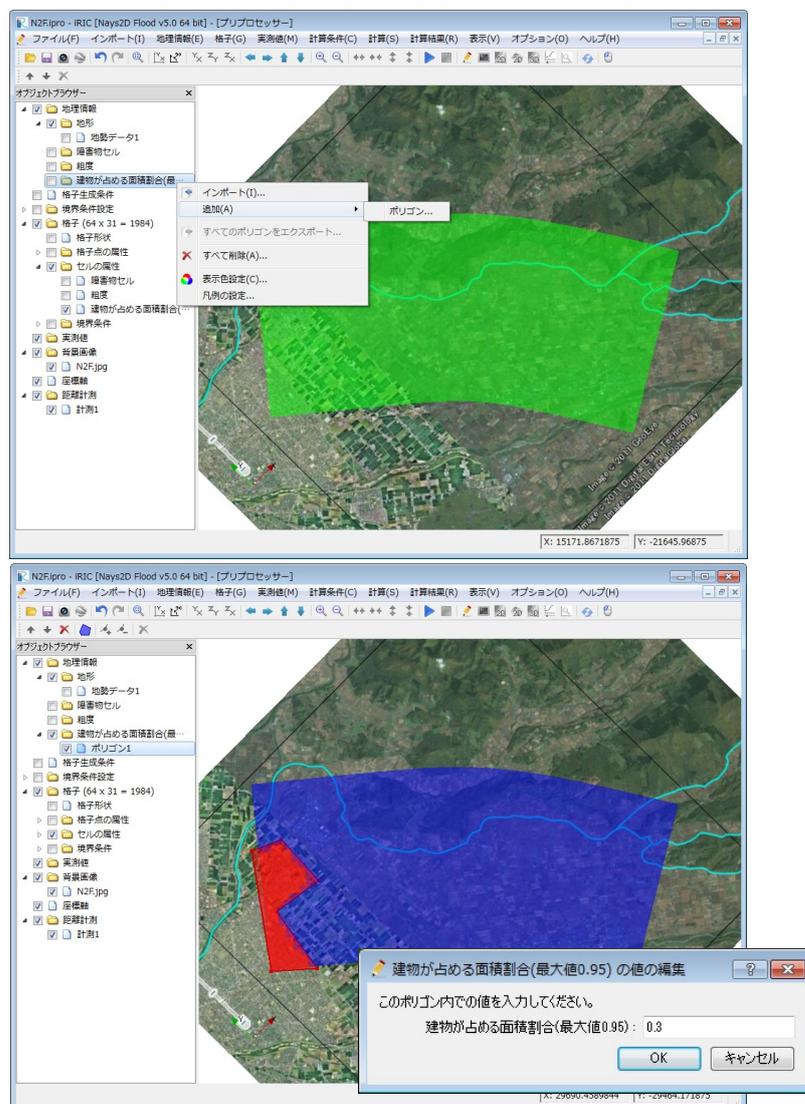


図 III-10 建物占有率の設定画面

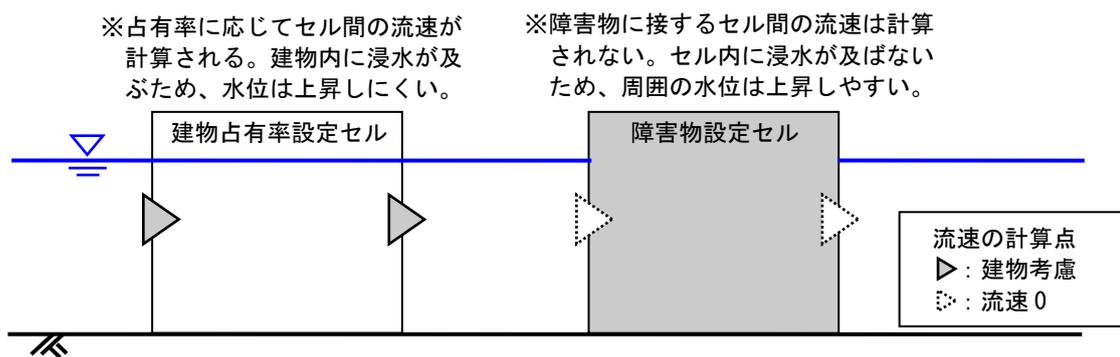


図 III-11 建物による抵抗（左）と障害物による抵抗（右）のイメージ図（側面図）

III.10 ボックスカルバートの設定

ボックスカルバートは、「入口」と「出口」を1組として、セルごとに設定します。計算格子を作成した後、オブジェクトブラウザーの「境界条件設定」を右クリックし「ボックスカルバートの追加」を行う。オブジェクトブラウザーの「境界条件設定」に追加したボックスカルバート（初期設定「New BoxCulvert」）を選択した状態で、ボックスカルバートの位置のセルをポリゴンで囲みます。確定すると「境界条件」の設定画面が表示され、ボックスカルバートの入口/出口、幅、高さ、敷高、連数や流量係数を入力します。メニューバーの「格子」の「属性マッピング」を「実行」し、セルにボックスカルバートを設定します。

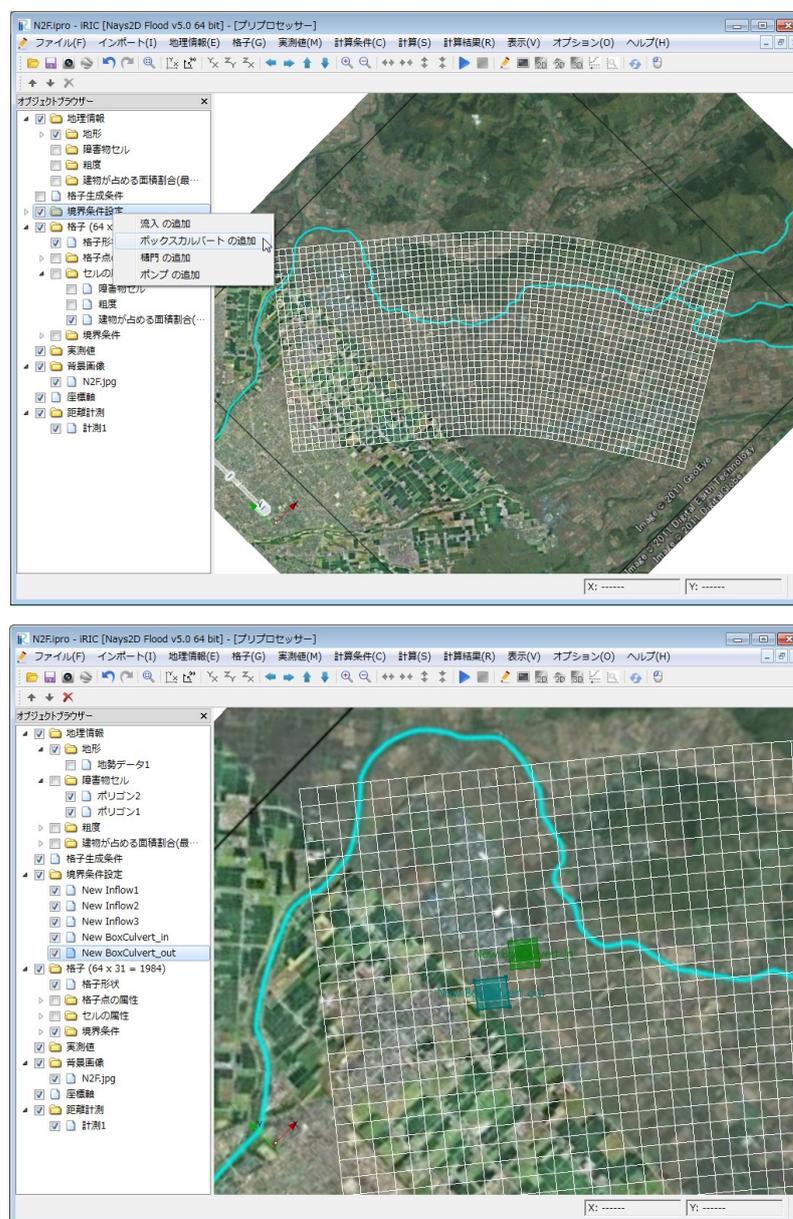


図 III-12 ボックスカルバートの設定画面

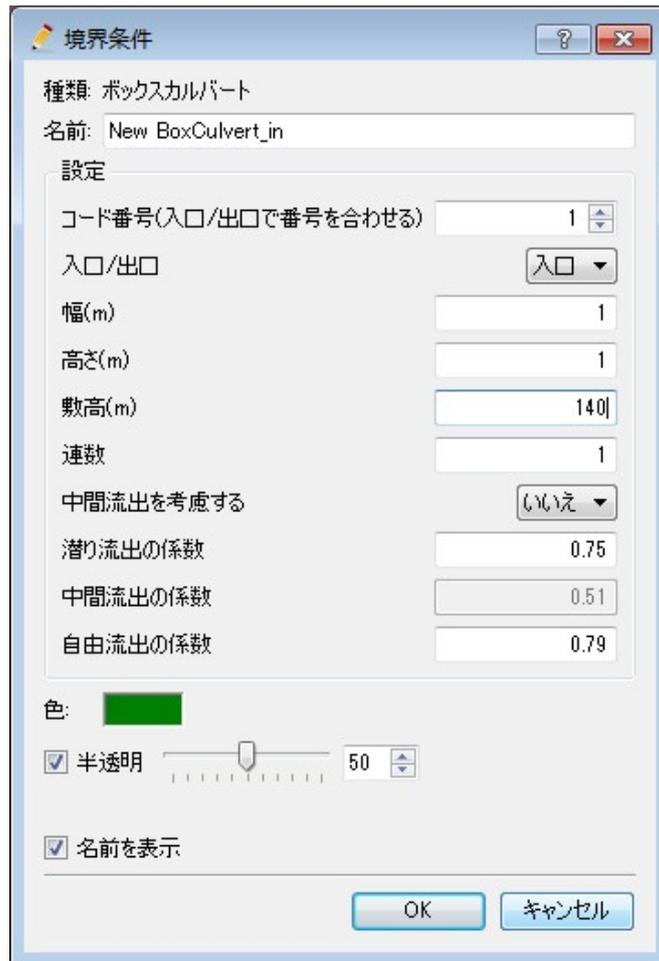


図 III-13 境界条件の設定画面

表 III-6 境界条件の設定の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	名前	ボックスカルバートの名前を任意に入力します。	
2	コード番号	ボックスカルバートのコード番号を指定します。	入口/出口で番号を合わせる。
3	入口/出口	ボックスカルバートの「入口」「出口」から選択可能です。	
4	幅(m)	ボックスカルバートの内のり幅(m)を設定します。	図 II-1 参照
5	高さ(m)	ボックスカルバートの内のり高(m)を設定します。	図 II-1 参照
6	敷高(m)	ボックスカルバートの敷高(m)を設定します。	図 II-1 参照
7	連数	ボックスカルバートの連数を設定します。	
8	中間流出を考慮する	中間流出を考慮するか設定します。「はい」「いいえ」から選択可能です。	
9	潜り流出の係数	潜り流出の係数を設定します。	
10	中間流出の係数	中間流出の係数を設定します。	
11	自由流出の係数	自由流出の係数を設定します。	
12	色	設定したボックスカルバートの設定色です。	
13	半透明	設定したボックスカルバートの透明度です。	
14	名前を表示	設定したボックスカルバートの名前を表示するか設定します。	

III.11 樋門の設定

樋門は、堤内地側を「入口」、河道側を「出口」として、セルごとに設定します。
計算格子を作成した後、オブジェクトブラウザの「境界条件設定」を右クリックし「樋門の追加」を行う。オブジェクトブラウザの「境界条件設定」に追加した樋門（初期設定「New Gate」）を選択した状態で、樋門の位置のセルをポリゴンで囲みます。確定すると「境界条件」の設定画面が表示され、入口/出口、樋門の幅、高さ、敷高、連数や流量係数を入力します。メニューバーの「格子」の「属性マッピング」を「実行」し、セルに樋門を設定します。

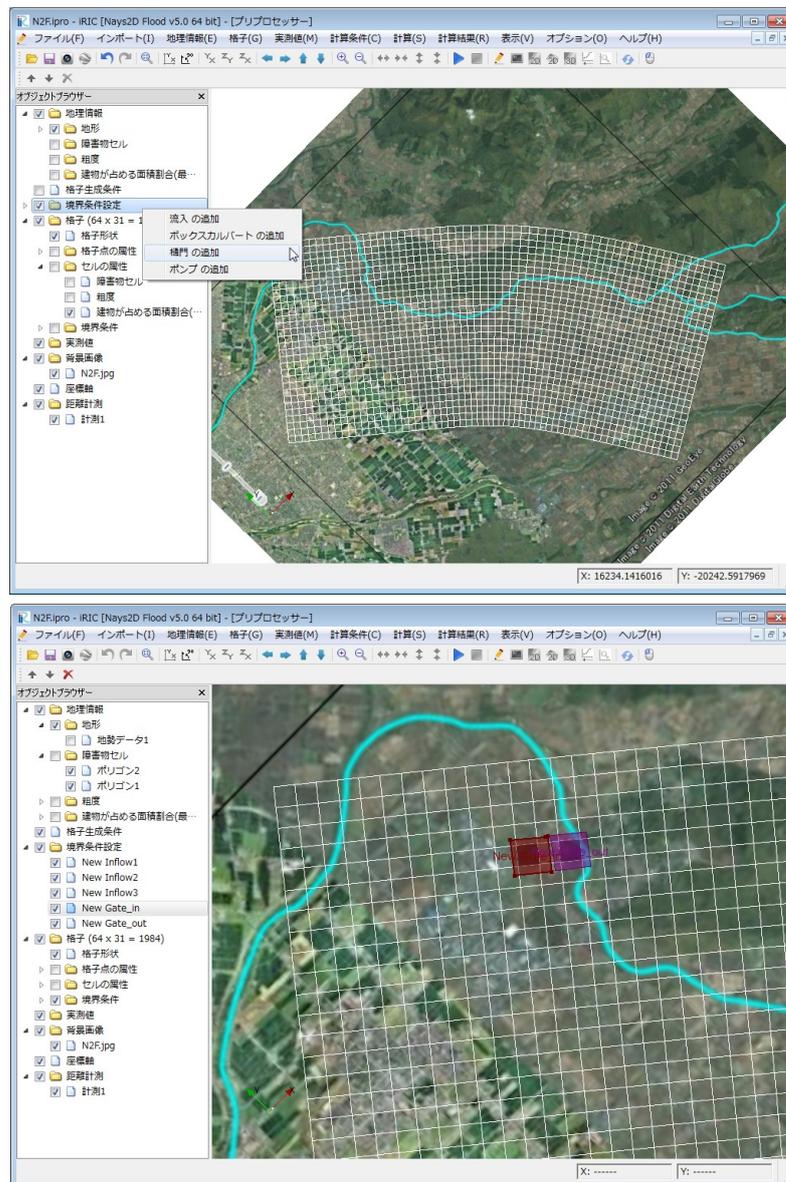


図 III-14 樋門の設定画面



図 III-15 境界条件の設定画面

表 III-7 境界条件の設定の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	名前	樋門の名前を任意に入力します。	
2	コード番号	樋門のコード番号を指定します。	入口/出口で番号を合わせる。
3	入口/出口	樋門の「入口」「出口」から選択可能です。	
4	幅(m)	樋門の内のり幅(m)を設定します。	図 II-2 参照
5	高さ(m)	樋門の内のり高(m)を設定します。	図 II-2 参照
6	敷高(m)	樋門の敷高(m)を設定します。	図 II-2 参照
7	連数	樋門の連数を設定します。	
8	中間流出を考慮する	中間流出を考慮するか設定します。「はい」「いいえ」から選択可能です。	
9	潜り流出の係数	潜り流出の係数を設定します。	
10	中間流出の係数	中間流出の係数を設定します。	
11	自由流出の係数	自由流出の係数を設定します。	
12	開閉状態	樋門の開閉状態を設定します。「自動」と「データを設定する」が選択できます。「自動」を選ぶと、入口セルと出口セルの計算水位から樋門の開閉状態を判断します。	
13	時系列開閉データ	開閉状態で「データを設定する」を選択すると入力できます。1列目に時間を、2列目に開閉状態を入力します。開閉状態は、開の場合 0 を、閉の場合 1 をそれぞれ入力します。	

14	出口側水位入力有無	通常、出口セル(河川側)の計算水位を用いて排水量を算定しますが、出口側(河川側)の水位に、観測値や別のモデルの計算値を用いたいときに、「データを設定する」を選択します。	
15	時系列水位データ	出口側水位入力有無で、「データを設定する」を選択すると、入力できるようになります。1列目に時間、2列目に出口側(河川側)の水位を入力します。	
16	色	設定した樋門の設定色です。	
17	半透明	設定した樋門の透明度です。	
18	名前を表示	設定した樋門の名前を表示するか設定します。	

III.12 ポンプの設定

ポンプは、堤内地側を「入口」、河道側を「出口」として、セルごとに設定します。計算格子を作成した後、オブジェクトブラウザーの「境界条件設定」を右クリックし「ポンプの追加」を行う。オブジェクトブラウザーの「境界条件設定」に追加したポンプ（初期設定「New Pump」）を選択した状態で、ポンプの位置のセルをポリゴンで囲みます。確定すると「境界条件」の設定画面が表示され、入口/出口、最大排水量、操作開始水位や操作停止水位を入力します。メニューバーの「格子」の「属性マッピング」を「実行」し、セルにポンプを設定します。

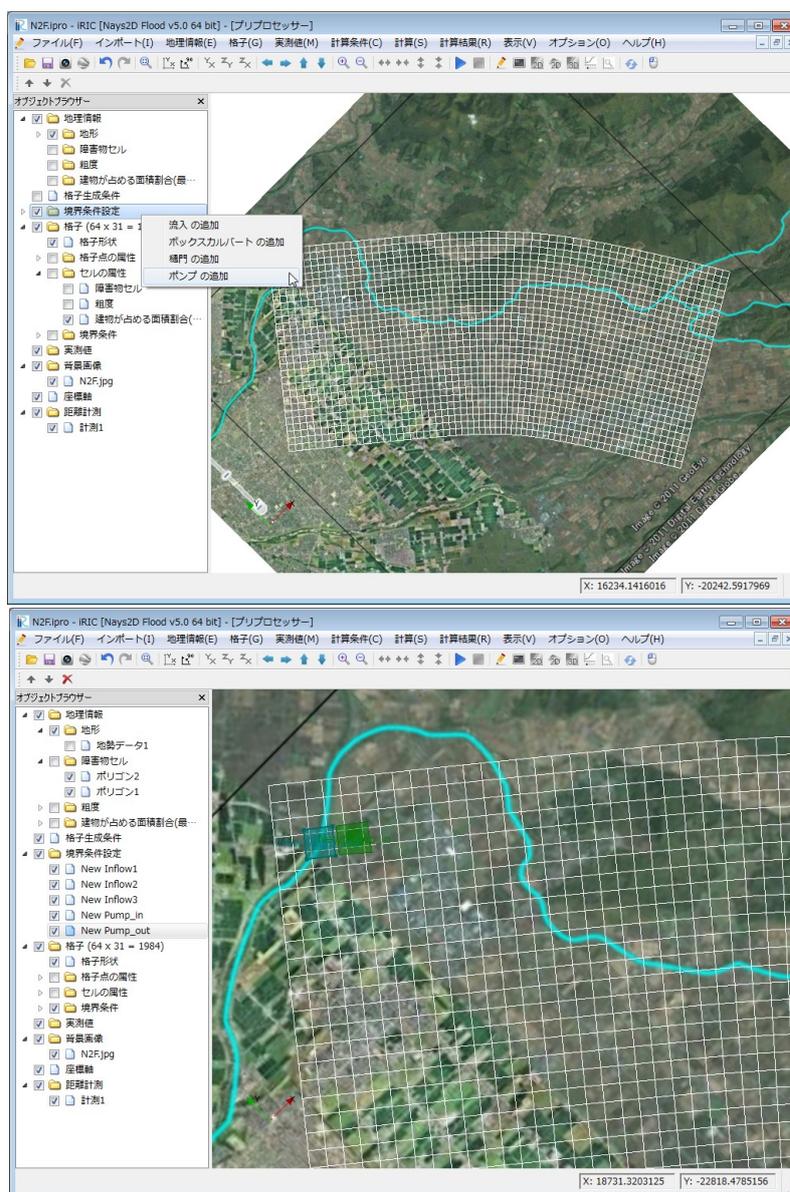


図 III-16 ポンプの設定画面

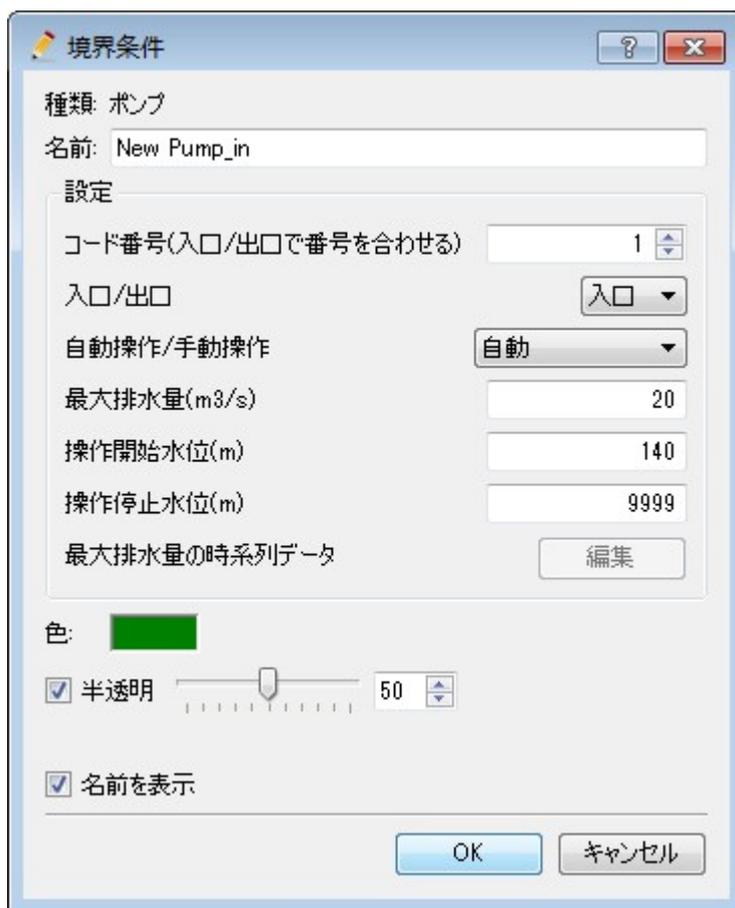


図 III-17 境界条件の設定画面

表 III-8 境界条件の設定の説明

#	項目	設定方法	注意事項
1	名前	ポンプの名前を任意に入力します。	
2	コード番号	ポンプのコード番号を指定します。	入口/出口で番号を合わせる。
3	入口/出口	ポンプの「入口」「出口」から選択可能です。	
4	自動操作/手動操作	ポンプの操作方法を設定します。「自動」「手動」から選択可能です。	
5	最大排水量(m3/s)	ポンプの最大排水量 (m3/s) を設定します。	
6	操作開始水位(m)	ポンプの操作開始水位 (m) を設定します。	図 II-3 参照
7	操作停止水位(m)	ポンプの操作停止水位 (m) を設定します。	図 II-3 参照
8	最大排水量の時系列データ	ポンプの操作方法で「手動」を選択した場合に、編集をクリックし、最大排水量の時系列データを設定します。	
9	色	設定した樋門の設定色です。	
10	半透明	設定した樋門の透明度です。	
11	名前を表示	設定した樋門の名前を表示するか設定します。	

【ご利用にあたって】

- 本ソフトウェアを利用した成果を用いて論文、報告書、記事等の出版物を作成する場合は、本ソフトウェアを使用したことを適切な位置に示してください。
- iRIC サイトで提供している河川の地形データなどはサンプルデータであり、実際のものとは異なる場合があります。あくまでもテスト用としてご試用下さい。
- ご感想、ご意見、ご指摘は <http://i-ric.org> にて受け付けております。

iRIC Software Nays2D Flood Solver Manual

編集・執筆者	清水康行(北海道大学大学院工学研究科)	編集
	鈴木英一(北海道大学大学院工学研究科)	編集
	川村里実(北海道大学大学院工学研究科)	編集
	井上卓也(寒地土木研究所)	執筆
	岩崎理樹(北海道大学大学院工学研究科)	執筆
	濱木道大(株式会社 開発工営社)	執筆
	吉田智彦(株式会社 ドーコン)	執筆

協力者	北海道河川財団
-----	---------