

CommonMP 要素モデル

解説書

■要素モデル名：KinematicWave 法を用いた流出解析モデル

■バージョン：1.0

【目次】

1. 要素モデル基本情報	2
2. 要素モデルの仕様適合チェック結果	5
3. 要素モデル仕様	6
4. 要素モデル機能説明（基本事項）	8
5. 要素モデル機能説明（詳細事項）	14
6. 要素モデル動作確認	15
7. 要素モデル妥当性検証	23

1. 要素モデル基本情報

(1) 開発履歴

年月日	要素モデルバージョン	内容
2015/07/31	Ver.1.0.0	初版開発

(2) 開発環境

No	項目		内容
1	モデル開発 環境および 動作環境	使用 OS およびバージョン	Windows 7 SP1 64bit
2		.NET Framework のバージョン	.NET Framework 3.5
3		開発環境およびバージョン	Visual Studio 2010
4		CommonMP 本体のバージョン	Ver.1.4.0.1

(3) ウィルスチェック

No	項目		内容
1	ウィルスチェック	ウィルス対策ソフト名	Symantec Endpoint Protection
2		ウィルス定義（更新日時）	2015/07/29
3		チェック年月日	2015/07/30

(4) 要素モデルプログラム諸元

No	項目		内容
1	名前空間		jp.or.jccajsce.KinematicWaveBasin
2	クラス名	Define Factory CalInfo Model	KinematicWaveBasinDefine KinematicWaveBasinModelFactory KinematicWaveBasinCalInfo KinematicWaveBasinModel
3	モデルファクトリ識別子(Lib)		jp.or.jccajsce.KinematicWaveBasin_Factory
4	モデル種別(Kind)		jp.or.jccajsce.KinematicWaveBasin
5	モデルの基底クラス		(McForecastModelBase・McStateCalModelBase)

(5) データ及び資料の有無

No	項目	内容	データ提供の有・無
1	要素モデル本体	要素モデル DLL	あり (必須)
2		要素モデルプロパティ (個別 GUI レイアウト) DLL	なし
3		要素モデルアイコンファイル	あり
4		その他	なし
5	ドキュメント	要素モデル解説書	あり
6	プログラム	ソースコード	あり
7	サンプルデータ	サンプルデータ (テスト用データ)	あり

(6) 公開データのファイル名

No	項目	内容
1	要素モデル本体 DLL	jp.or.jccajsce.KinematicWaveBasin.dll
2	要素モデルプロパティ (個別 GUI レイアウト) DLL	なし
3	要素モデルアイコンファイル	jp.or.jccajsce.KinematicWave.ico
4	要素モデル解説書	jp.or.jccajsce.KinematicWaveBasin.pdf
5	その他	なし
6	ソースコード	モデル本体プログラム名 : KinematicWaveBasin.csproj KinematicWaveBasinDefine.cs KinematicWaveBasinModelFactory.cs KinematicWaveBasinCalInfo.cs KinematicWaveBasinModel.cs モデルプロパティプログラム名 : なし
7	サンプルデータ (テスト用データ)	ポータブルデータファイル : jp.or.jccajsce.KinematicWaveBasin_ProjectData.zip

(7) 要素モデルの利用許諾条件

No	項目	内容
1	独自に作成した利用許諾条件書の有無	あり 使用許諾条件書を本解説書の末に添付
2	準拠する利用許諾条件書(ソフトウェアライセンス)	—
3	著作権者(社)	(公社)土木学会水工学委員会水理・水文ソフトの共通基盤に関する小委員会 (一社)建設コンサルタンツ協会技術部会技術委員会河川計画専門委員会
4	複製の許諾	ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータの複製可
5	複製を許諾する時の条件	自由に複製しても構いません
6	改変の許諾	ソースコードの改変可
7	改変を許諾する時の条件	自由に改変しても構いません
8	再配布の許諾	ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータの再配布可
9	再配布の条件	当解説書(使用許諾条件書を含む)を必ず添付のこと 改変した場合は、改変したことを明示の上で再配布すること
10	謝辞、クレジットの記載に関する規定	本要素モデルを使用した成果を発表する際には、本要素モデルを使用したことの記載を求める
11	商用利用(業務への利用)の可否	可
12	商用利用の条件	—
13	商用配付の可否	—
14	商用配布の条件	—
15	問い合わせ先	—
16	特許情報(ある場合は番号記載)	なし
17	保証に関する免責事項	本要素モデルの動作に関し、本要素モデルの作者は責任を負うものではありません
18	損害に関する免責事項	本要素モデルのインストールおよび使用に関し、本要素モデルの使用者の直接的・間接的に発生する一切の損害に対し、本プログラムの作者は責任を負うものではありません
19	禁止事項	本プログラムの著作権および第三者の信用を毀損し、あるいは損害を及ぼす行為を行うこと 本プログラムを用いて、利用者が特許権など独占権を有すること

2. 要素モデルの仕様適合チェック結果

No	チェック項目		チェック結果
	項目	内容	
1	名前空間	名前空間は命名規則に準拠しているか	チェック済み
2	DLL 名	DLL 名は命名規則に準拠しているか	チェック済み
3	ファクトリ識別子	ファクトリ識別子は命名規則に準拠しているか	チェック済み
4	ライブラリ登録	DLL をフォルダに保存して、モデルがライブラリに登録可能か	チェック済み
5	モデル配置	CommonMP 上で要素モデルとして配置が可能か	チェック済み
6		モデルプロパティ設定項目は適切か、またプロパティ入力及び設定は可能か	チェック済み
7	データ受信	接続ライン下流側として別モデルと接続した場合に、データ受信項目が選択可能か	チェック済み
8	データ送信	接続ライン上流側として別モデルと接続した場合に、データ送信項目が選択可能か	チェック済み
9	データ送・受信	入出力するデータの単位系は、MKS 単位系に準拠しているか	チェック済み。 ただし、降雨量のみ(mm/hr) を使用
10		要素接続設定（伝送情報結線設定）画面に単位が明示されているか	チェック済み
11	ファイル入力	要素モデルの動作には、直接ファイル入力を必要とするか	必要としない
12		（必要な場合）入力ファイルパス指定方法およびファイル仕様を記載する	—
13	ファイル出力	要素モデルは、ファイル出力を行うか	出力しない
14		（出力する場合）出力ファイルパス指定方法および仕様を記載する	—
15	シミュレーション実行	入出力データおよび計算期間を設定してシミュレーション実行が可能か	チェック済み

3. 要素モデル仕様

(1) 要素モデル基本仕様

No	項目	内容
1	モデル名称(Name)	KinematicWave 法を用いた流出解析モデル
2	カテゴリ_Division (McModellibraryDefine)	CALCULATION_MODEL、
	カテゴリ_Category (McModellibraryDefine)	CAL_HYDROLOGICAL_MODELS
3	要素モデルのバージョン	1.0
4	概要	流域の降水量を入力として、Kinematic Wave 法を用いて、斜面上・下流端の流量・流速・水位を算出する。

【標準のモデルカテゴリの一覧】

モデルカテゴリ (Division)		モデルカテゴリ (Category)	
演算要素	CALCULATION_MODEL	水文	CAL_HYDROLOGICAL_MODELS
		河川	CAL_RIVER_MODELS
		ダム/発電	CAL_DAM_MODELS
		用排水/地下水	CAL_WATERDUCT_MODELS
		海岸/港湾	CAL_COAST_MODELS
		水循環	CAL_WATERCIRCULATION_MODELS
		経済関連	CAL_ECONOMIC_MODELS
		その他	CAL_MODELS
		演算制御	CAL_CONTROL_MODEL
		サンプルモデル等	CAL_SAMPLE_MODELS
入力要素	INPUT_MODEL	C S Vファイル入力	INPUT_CSV_FILE
		特定情報	INPUT_SPECIFIC_FILE
		サンプル等	INPUT_SAMPLE_MODELS
出力要素	OUTPUT_MODEL	C S Vファイル出力	OUTPUT_CSV_FILE
		特定情報	OUTPUT_SPECIFIC_FILE
		画面表示	OUTPUT_SCREEN
		サンプル等	OUTPUT_SAMPLE_MODELS

(2) 要素モデル入出力仕様

No	項目	内容
1	プロパティ (CreateModelProperty)	<ul style="list-style-type: none"> ・タイムステップ (s) ・斜面方向分割数 N(-) ・等価粗度係数 n(-) ・斜面勾配 i(-) ・斜面長 L (m) ・斜面幅 B (m)
2	初期条件 (状態量) (CreateModelInitialInfo)	初期水位、流量、流速は 0 とする。(プロパティによって設定可能)。
3	送受信パターン (CreateModelProperty)	受信 流域への降雨量(mm/H) 伝送仕様：1次元時系列 変数名：SCALOR_RAIN_FALL 単位：(mm/hr)
		送信 伝送仕様：いずれも1次元時系列 ①第1パターン 下流端出力 (0)変数名：QUANTITY_OF_WATER_FLOW 単位：流量(m^3/s) (1)変数名：WATER_LEVEL 単位：水位(m) (2)変数名：SCALOR_VELOCITY 単位：流速(m/s) ②第2パターン セル全体出力 (0)変数名：QUANTITY_OF_WATER_FLOW 単位：流量(m^3/s) (1)変数名：WATER_LEVEL 単位：水位(m) (2)変数名：SCALOR_VELOCITY 単位：流速(m/s)
4	コネクションチェック (ConnectionCheck)	受信 以下以外の伝送仕様に対して、接続エラーを出力する ・1次元時系列
		送信 以下以外の伝送仕様に対して、接続エラーを出力する ・1次元時系列

4. 要素モデル機能説明（基本事項）

(1) 機能概要

本要素モデルは、以下の機能を満足するものとする。

- ・ 流域の降雨量を入力として、斜面上の分割区間毎および、下流端の流量、水位、流速を算出する。
- ・ 入力となる雨量データの単位は（mm/hr）である。
- ・ 出力は、一次元時系列（流量/水位/流速時系列）データである。
- ・

以下に、要素モデル接続概念図および要素モデル機能概念図を示す。

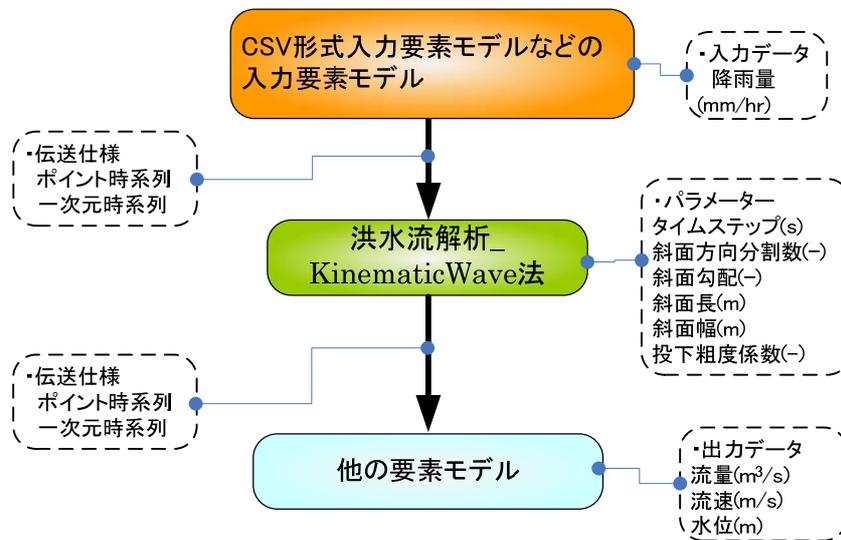


図 1 要素モデル接続概念図

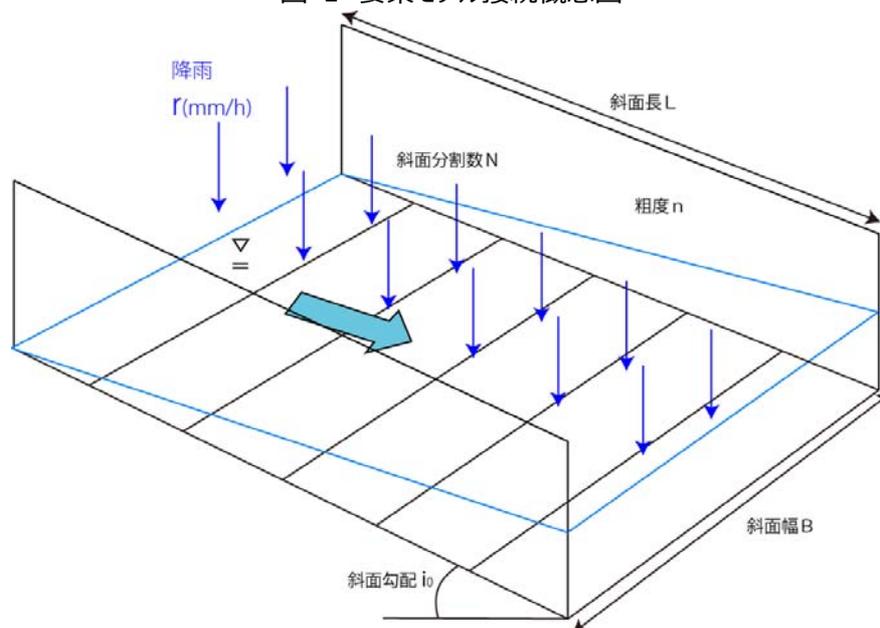


図 2 要素モデル機能概念図

(2) 基礎式

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = \alpha r \quad (\text{連続式 (単位幅当たり)}) \quad \textcircled{1} \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial vQ}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} - gAi_0 + \frac{S\tau_b}{\rho} = 0 \quad (\text{運動方程式}) \quad \textcircled{2} \end{array} \right.$$

x : 流下方向座標[m]

t : 時間[s]

A : 断面積[m²]

B : 水路幅[m]

Q : 流量[m³/s]

v : 流速[m/s]

z_s : 水位[m]

S : 潤辺[m]

τ_b : 底面せん断応力

ρ : 密度

g : 重力加速度[m/s²]

i_0 : 水路勾配 [無次元]

r : 降雨量[mm/hr]

α : 単位調整値 = $\frac{1}{3600 \cdot 1000} \left[\frac{m \cdot hr}{mm \cdot s} \right]$

ここで、

$$A = Bh, \quad Q = Bq, \quad S \approx B$$

と出来るので、②式の両辺を B で除す (h : 水深[m]、 q : 単位幅流量[m²/s])。また、

KinematicWave モデルでは、運動方程式における慣性項と水深変化の影響を無視できるので、

②式は以下のように近似できる。

$$-ghi_0 + \frac{\tau_b}{\rho} = 0 \quad \textcircled{3}$$

(3) 解法

底面摩擦は Manning 則

$$\frac{\tau_b}{\rho} = g h I_f = \frac{g n^2 v^2}{h^{1/3}}$$

を用いると、③式は

$$-g h i_0 + \frac{g n^2 q^2}{h^{7/3}} = 0$$

となる。これより

$$q = \frac{1}{n} h^{5/3} i_0^{1/2} \quad \text{④}$$

これを①式に代入すると、

$$\frac{\partial h}{\partial t} + V \frac{\partial h}{\partial x} = \alpha r \quad \text{⑤}$$

ただし、 $V = \frac{5}{3} v = \frac{5}{3} \frac{1}{n} h^{5/3} i_0^{1/2}$ である。

ここで式⑤を離散化する。ここでは、x 方向、t 方向の刻み幅をそれぞれ、

$$\Delta x = \frac{L}{N}, \quad \Delta t = \frac{T}{M}$$

として、

$$x_0 = 0, \quad x_1 = \Delta x, \quad x_2 = 2\Delta x, \dots \\ t_0 = 0, \quad t_1 = \Delta t, \quad t_2 = 2\Delta t, \dots$$

の各点における水深と単位幅流量を求めることにする。簡単のため $x = x_i$ 、 $t = t_j$ における量 Y の

値を Y_i^j と書くことにする。

⑤式左辺第 1 項の時間微分については前進差分を用いる。

$$\left. \frac{\partial h}{\partial t} \right|_i^j = \frac{h_i^{j+1} - h_i^j}{\Delta t}$$

⑤式左辺第 2 項の移流項の差分には、ここでは 1 次の上流差分を用いて

$$F_{vi}^j \equiv V \left. \frac{\partial h}{\partial x} \right|_i^j = V_i^j \frac{h_i^j - h_{i-1}^j}{\Delta x} \quad (i=1,2,\dots,N)$$

これより、時刻 $j+1$ での水深は

$$h_i^{j+1} = h_i^j - (F_{vi}^j - \alpha r) \cdot \Delta t \quad \text{⑥}$$

h_i^{j+1} : 地点 i での時刻 t_{j+1} における水深

で求めることが出来る。ただし、 h_i^0 は水深初期値（初期設定では 0m）とする。

各地点での単位幅流量はこの水深を用いて、④式より求めることができる。

また、⑥式では $i=0$ の時（最上流区間）の水深は求められないので、最上流区間の降雨を

$$q_0^j = \frac{r}{3600 \cdot 1000} \cdot B \Delta x \cdot \frac{1}{B}$$

と単位幅流量に換算したうえで、④式を用いて、

$$h_0^j = \left[\frac{n^2 (q_0^j)^2}{i_0} \right]^{\frac{3}{10}}$$

とする。これを用いて各時刻での最上流区間の水深を計算する。

(4) 要素モデル変数一覧

No	変数名	内容	備考
1	m_lCelNumber	斜面方向分割数	
2	m_dRough	等価粗度係数	
3	m_dSlope	斜面勾配	
4	m_dLength	斜面長 (m)	
5	m_dWidth	斜面幅(m)	
6	m_dCellLength	分割斜面長(m)	
7	m_dQ	流量 (m ³ /s)	
8	m_dH	水位(m)	
9	m_dV	流速 (m/s)	

(5) 個別 GUI レイアウト

GUI レイアウト図 (なし)

(6) 初期条件 (状態量)

- ・初期値は、流量は 0 (m³/s)、水深は 0(m)、流速は 0 (m/s) がデフォルト値として設定される。初期値は、プロパティにより設定が可能であり、全分割斜面に適用される。
- ・その他の初期状態の設定はなし。

(7) 境界条件

特になし。

(8) プログラム上の特記事項および動作上必要なライブラリ

時間分割幅 Δx 、距離分割幅 Δt の取り方によっては正しく計算されない場合があるので、 $\Delta x / \Delta t$ が斜面内での最大流速を超えるような分割区間を設定することが必要である。

(9) 入出力データ

1) 入力データ

流域への降雨量

- ・伝送仕様：1次元時系列
- ・変数名：SCALOR_RAIN_FALL (mm/H)
- ・1次元時系列の流量データを入力する。

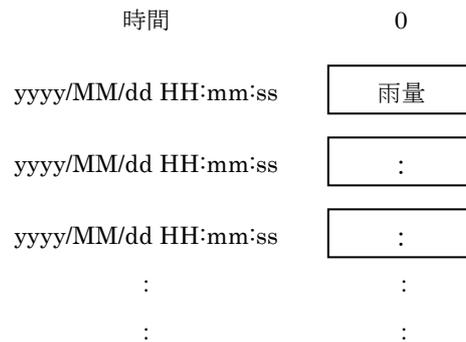


図 3 入力データイメージ

2) 出力データ

①第 1 パターン 下流端出力

- ・伝送仕様：1次元時系列
- ・変数名：流量 QUANTITY_OF_WATER_FLOW(m^3/s)
水位 WATER_LEVEL(m)
流速 SCALOR_VELOCITY(m/s)

・流量、水位、流速のうち任意の 1 つの 1 次元時系列データが出力される。

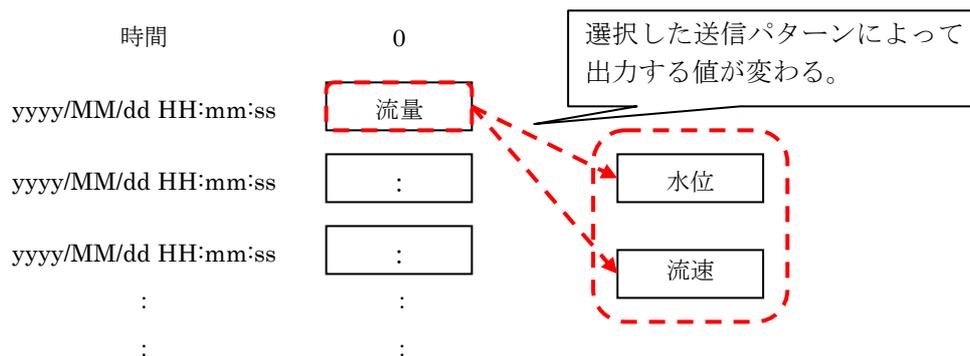


図 4 伝送データイメージ

②第 2 パターン セル全体出力

- ・伝送仕様：1次元時系列
- ・変数名：流量 QUANTITY_OF_WATER_FLOW(m^3/s)

水位 WATER_LEVEL(m)

流速 SCALOR_VELOCITY(m/s)

・流量、水位、流速のうち任意の 1 つの 1 次元時系列データがそれぞれ斜面分割数 (n 回) だけ、複数回分出力される。

時間	0	1	...	n
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	流量	流量		流量
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	:	:		:
Yyyy/MM/dd HH:mm:ss	:	:		:
:	:	:		:
:	:	:		:

図 5 伝送データイメージ

5. 要素モデル機能説明 (詳細事項)

本項目の記入の有無 (あり)

前述の基礎式および解法に示した通りである。

6. 要素モデル動作確認

(1) サンプルデータによる動作確認結果

以下のサンプルデータによるテスト計算を実施した。

- INPUT データ (Rain.csv)
- OUTPUT データ (Output.csv)

1) モデル接続方法

a) 要素配置

要素の配置を行い、下図に示す要素モデルを設定する。

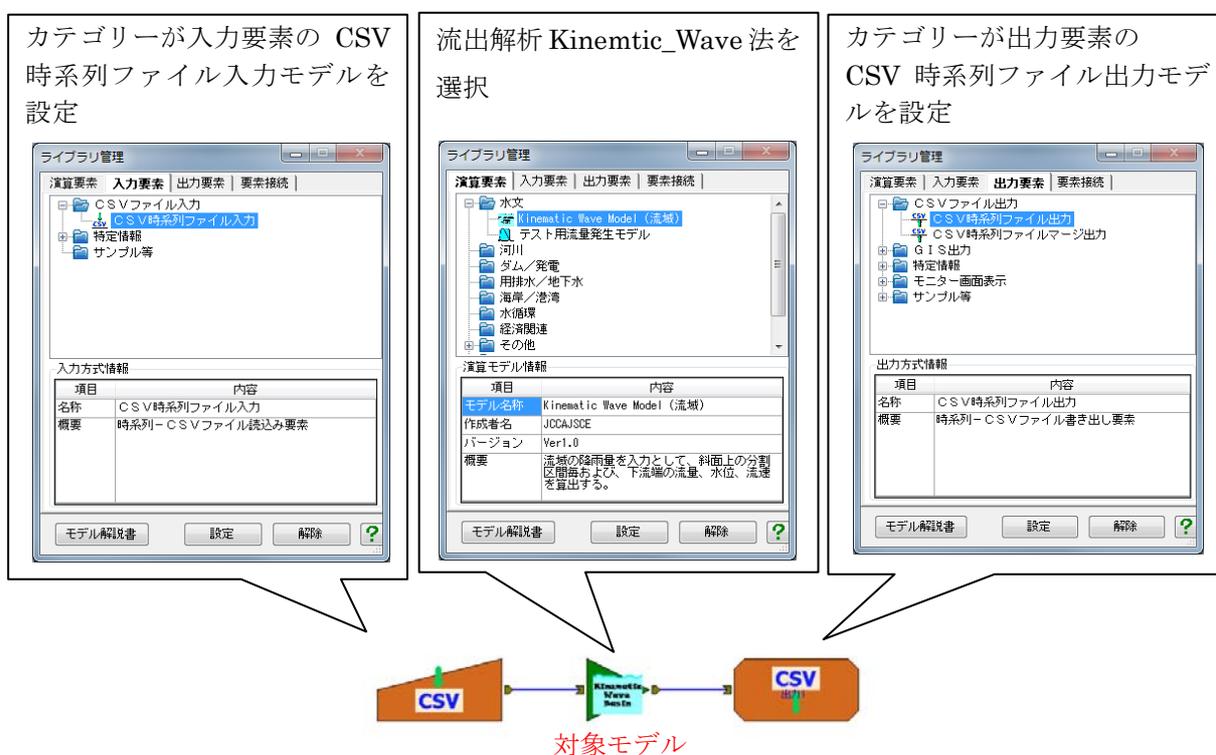


図 6 モデル接続

b) 要素接続

要素接続は、以下の通り設定する。

【受信側】

The diagram shows a CSV input element connected to a Kinematic Wave Model element, which is then connected to a CSV output element. A red dashed box highlights the Kinematic Wave Model element, labeled '対象モデル' (Target Model). An arrow points from this model to a 'パラメータ設定' (Parameter Settings) dialog box.

ポイント時系列または1次元時系列
配列数：1次元 1
パターン：流域への降雨量(mm/h)

パラメータ設定 - NewProjectGr1_test_Ne...
 名称：
 ID： C130-82815-1662015
 種別名称： ポイント時系列情報
 種別： McTimeSeriesSingleCellTranInfo
 上流モデル セル配列数 下流モデル
 CSV時系列ファイル 1次元 1 Kinematic Wave Model
 任意出力 2次元 0 流域への降雨量(mm/h)
 3次元 0
 【結線設定状況】
 ■最大レコード保持数 96
 ■セル内送信情報 任意出力 [Arbitrary Unit]
 結線
 設定 キャンセル ?

図 7 要素接続（受信側）

【送信側】

The diagram shows a CSV input element connected to a Kinematic Wave Model element, which is then connected to a CSV output element. A red dashed box highlights the CSV output element, labeled '対象モデル' (Target Model). An arrow points from this model to a 'パラメータ設定' (Parameter Settings) dialog box.

ポイント時系列または1次元時系列
配列数：1次元 50（セル分割数以上の数値を入力）
パターン：下流端出力またはセル全体出力

パラメータ設定 - NewProjectGr1_test_Ne...
 名称：
 ID： C233-82815-1662015
 種別名称： ポイント時系列情報
 種別： McTimeSeriesSingleCellTranInfo
 上流モデル セル配列数 下流モデル
 Kinematic Wave Model 1次元 1 CSV時系列ファイル出
 下流端出力 2次元 0 任意入力
 3次元 0
 【結線設定状況】
 ■最大レコード保持数 96
 ■セル内送信情報 流量[m³/s]
 結線
 設定 キャンセル ?

図 8 要素接続（送信側）

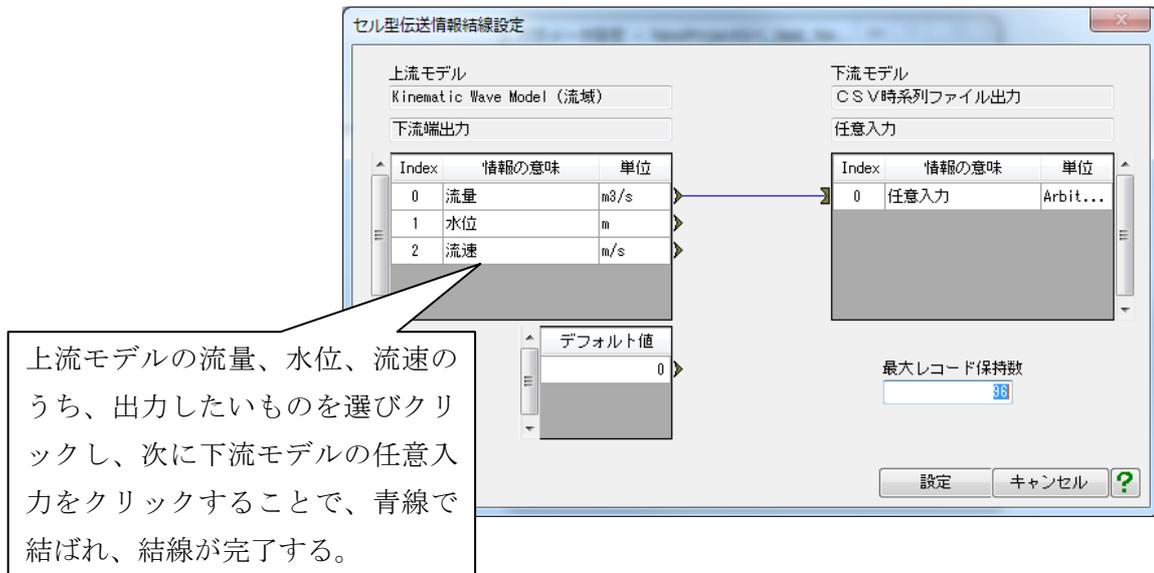


図 9 結線の設定方法（送信側）

2) パラメータ設定画面

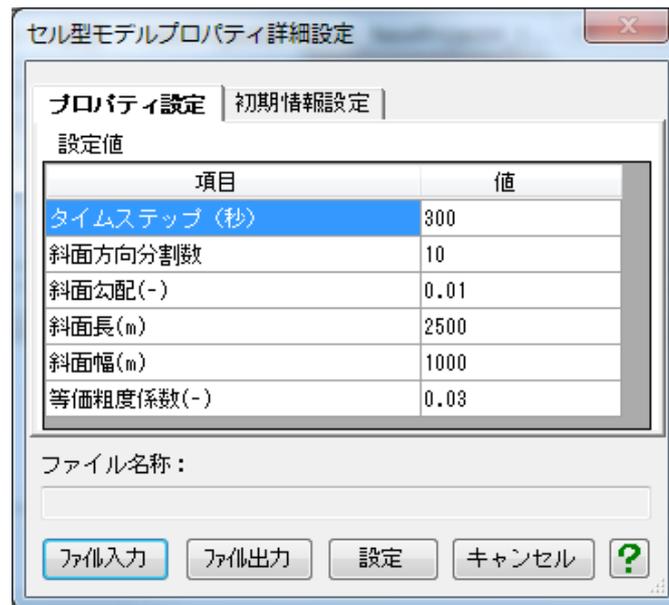


図 10 パラメータ設定値

初期設定も同じく上記画面で初期情報設定タブをクリックすれば設定できる。

3) 要素モデルの動作確認

本モデルのサンプルデータを用いた動作確認の結果は以下に示すとおりである。

斜面内の初期値は、流量 $0.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 、流速 0.0 m/s 、水位 0.0 m とし、全体分割出力で各地点の水位を Output.csv として出力した。ハイトグラフは以下のグラフのように三角形形状で与えられるものとした。

$$r(t) = \begin{cases} 50t & (t < 1) \\ 50(2-t) & (1 \leq t < 2) \\ 0 & (2 \leq t) \end{cases}$$

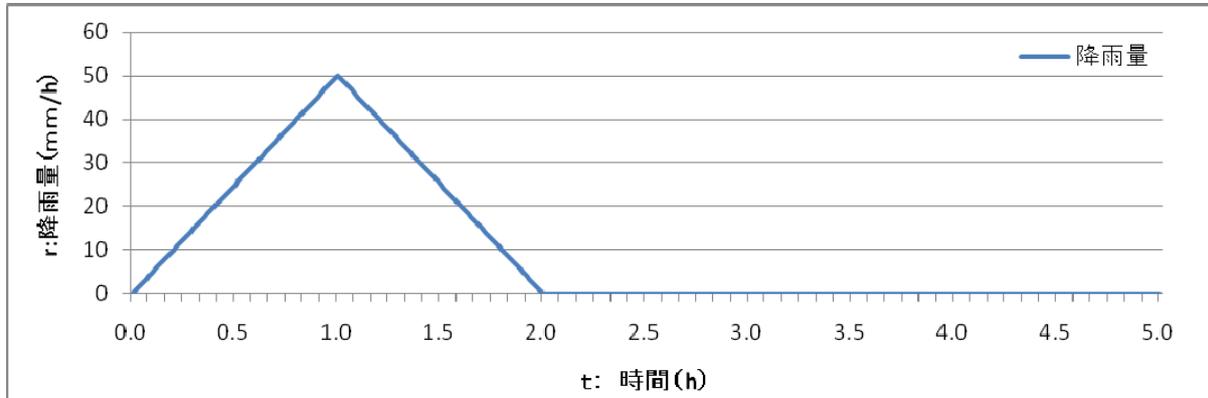


図 11 上流端のハイドログラフ (Input.csv)

以下のグラフが各時間（3 h などは 3 時間後に相当する。）における各分割地点（斜面長 2500m を 50 区間に区切っており、そのうち、1 区間目（最上流）、10 区間目（500m）、20 区間目（1000m）、30 区間目（1500m）、40 区間目（2000m）、50 区間目（2500m=下流端）の流量を表している。

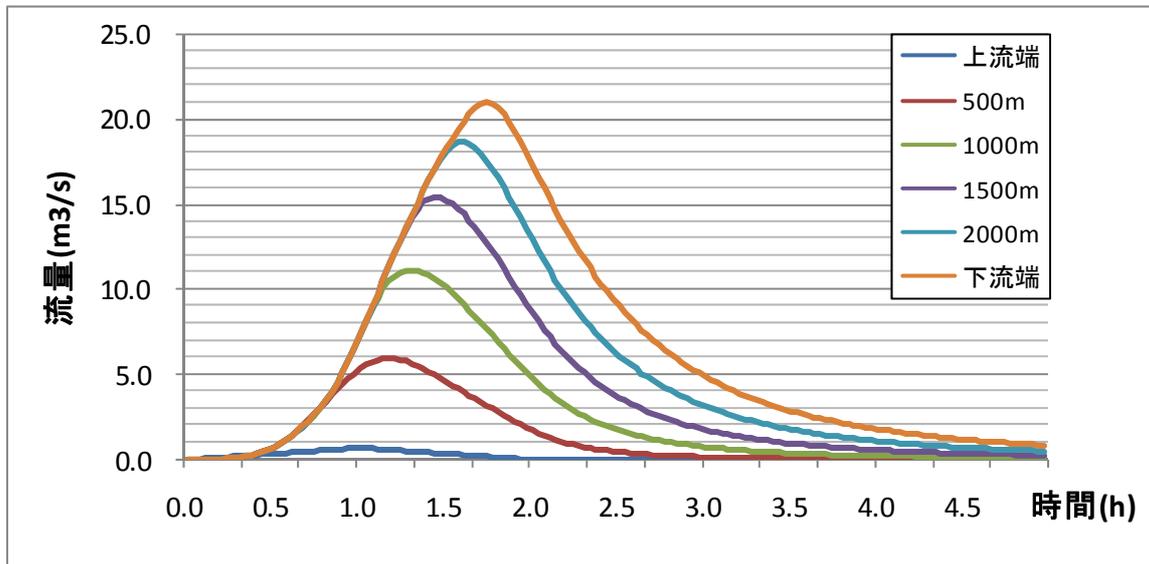


図 12 サンプルデータによる流量の計算結果

(2) 要素モデル演算結果の確認

本モデルの動作結果確認のため、初期条件、所与条件を同じくして表計算ソフト Excel にて 4. (3)の式に基づいて漸次計算をしたものとの比較を行った。

【要素モデルに設定したパラメータ】

前述のサンプルデータによる動作確認と同様の物理条件として、タイムステップ、斜面方向分割数を変え、右図の通りモデルパラメータを設定した。

- ・タイムステップ=300s
- ・斜面方向分割数 N=10
- ・粗度係数 $n=0.03$
- ・斜面勾配 $i=0.01$
- ・斜面長 $L=2500\text{m}$
- ・斜面幅 $B=1000\text{m}$



【計算結果】

本モデルの計算結果（流量ハイドログラフ）と Excel による計算結果は以下の通りであり、ほぼ一致することを確認した。

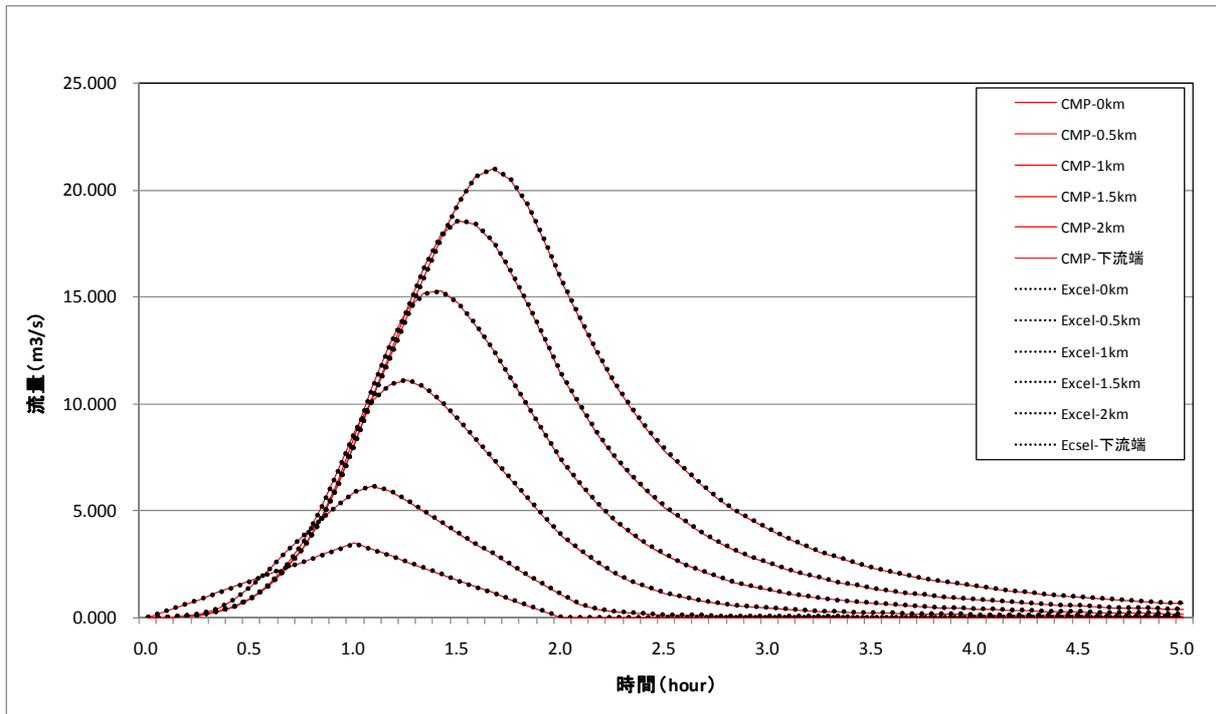


図 13 要素モデルの計算結果及び比較図

表 1 計算結果の比較

時刻	雨量(mm/hr)	下流端流量(m ³ /s)	
		Excel (Q9)	本要素モデル
2011/5/1 0:00	0.0	0.00000	0.00000
2011/5/1 0:05	4.2	0.00572	0.00572
2011/5/1 0:10	8.3	0.03568	0.03568
2011/5/1 0:15	12.5	0.11328	0.11328
2011/5/1 0:20	16.7	0.26539	0.26539
2011/5/1 0:25	20.8	0.52165	0.52165
2011/5/1 0:30	25.0	0.91395	0.91395
2011/5/1 0:35	29.2	1.47623	1.47623
2011/5/1 0:40	33.3	2.24420	2.24420
2011/5/1 0:45	37.5	3.25521	3.25521
2011/5/1 0:50	41.7	4.54809	4.54809
2011/5/1 0:55	45.8	6.16309	6.16309
2011/5/1 1:00	50.0	8.14181	8.14181
2011/5/1 1:05	45.8	10.14505	10.14505
2011/5/1 1:10	41.7	12.12156	12.12156
2011/5/1 1:15	37.5	14.04190	14.04190
2011/5/1 1:20	33.3	15.90585	15.90585
2011/5/1 1:25	29.2	17.71670	17.71670
2011/5/1 1:30	25.0	19.38067	19.38067
2011/5/1 1:35	20.8	20.60316	20.60316
2011/5/1 1:40	16.7	21.01789	21.01789
2011/5/1 1:45	12.5	20.52643	20.52643
2011/5/1 1:50	8.3	19.30384	19.30384
2011/5/1 1:55	4.2	17.63137	17.63137
2011/5/1 2:00	0.0	15.74412	15.74412
2011/5/1 2:05	0.0	13.99990	13.99990
2011/5/1 2:10	0.0	12.43258	12.43258
2011/5/1 2:15	0.0	11.04343	11.04343
2011/5/1 2:20	0.0	9.82040	9.82040
2011/5/1 2:25	0.0	8.74686	8.74686
2011/5/1 2:30	0.0	7.80544	7.80544
2011/5/1 2:35	0.0	6.97966	6.97966
2011/5/1 2:40	0.0	6.25450	6.25450
2011/5/1 2:45	0.0	5.61633	5.61633
2011/5/1 2:50	0.0	5.05340	5.05340
2011/5/1 2:55	0.0	4.55589	4.55589
2011/5/1 3:00	0.0	4.11557	4.11557
2011/5/1 3:05	0.0	3.72548	3.72548
2011/5/1 3:10	0.0	3.37960	3.37960
2011/5/1 3:15	0.0	3.07262	3.07262
2011/5/1 3:20	0.0	2.79986	2.79986
2011/5/1 3:25	0.0	2.55717	2.55717
2011/5/1 3:30	0.0	2.34088	2.34088
2011/5/1 3:35	0.0	2.14779	2.14779
2011/5/1 3:40	0.0	1.97507	1.97507
2011/5/1 3:45	0.0	1.82025	1.82025
2011/5/1 3:50	0.0	1.68117	1.68117
2011/5/1 3:55	0.0	1.55596	1.55596
2011/5/1 4:00	0.0	1.44298	1.44298
2011/5/1 4:05	0.0	1.34082	1.34082
2011/5/1 4:10	0.0	1.24823	1.24823
2011/5/1 4:15	0.0	1.16413	1.16413
2011/5/1 4:20	0.0	1.08758	1.08758
2011/5/1 4:25	0.0	1.01777	1.01777
2011/5/1 4:30	0.0	0.95396	0.95396
2011/5/1 4:35	0.0	0.89552	0.89552
2011/5/1 4:40	0.0	0.84191	0.84191
2011/5/1 4:45	0.0	0.79262	0.79262
2011/5/1 4:50	0.0	0.74724	0.74724
2011/5/1 4:55	0.0	0.70537	0.70537

表 2 Excel データの計算結果

データ区分	時系列	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
0	2011/5/1 0:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	2011/5/1 0:05:00	4.167	0.289	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
2	2011/5/1 0:10:00	8.333	0.579	0.042	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
3	2011/5/1 0:15:00	12.500	0.868	0.155	0.114	0.113	0.113	0.113	0.113	0.113	0.113
4	2011/5/1 0:20:00	16.667	1.157	0.403	0.272	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
5	2011/5/1 0:25:00	20.833	1.447	0.836	0.555	0.523	0.522	0.522	0.522	0.522	0.522
6	2011/5/1 0:30:00	25.000	1.736	1.457	1.022	0.924	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914
7	2011/5/1 0:35:00	29.167	2.025	2.214	1.736	1.518	1.480	1.476	1.476	1.476	1.476
8	2011/5/1 0:40:00	33.333	2.315	3.023	2.723	2.371	2.262	2.246	2.244	2.244	2.244
9	2011/5/1 0:45:00	37.500	2.604	3.812	3.938	3.548	3.321	3.263	3.256	3.255	3.255
10	2011/5/1 0:50:00	41.667	2.894	4.546	5.259	5.070	4.731	4.585	4.552	4.548	4.548
11	2011/5/1 0:55:00	45.833	3.183	5.224	6.552	6.855	6.553	6.283	6.185	6.166	6.163
12	2011/5/1 1:00:00	50.000	3.472	5.859	7.741	8.723	8.761	8.438	8.225	8.156	8.143
13	2011/5/1 1:05:00	45.833	3.183	6.153	8.459	10.110	10.794	10.682	10.375	10.205	10.154
14	2011/5/1 1:10:00	41.667	2.894	5.910	8.731	10.898	12.315	12.771	12.579	12.300	12.161
15	2011/5/1 1:15:00	37.500	2.604	5.478	8.464	11.130	13.144	14.352	14.642	14.411	14.158
16	2011/5/1 1:20:00	33.333	2.315	4.989	7.906	10.795	13.315	15.180	16.213	16.385	16.135
17	2011/5/1 1:25:00	29.167	2.025	4.483	7.232	10.103	12.879	15.266	16.996	17.885	17.973
18	2011/5/1 1:30:00	25.000	1.736	3.976	6.519	9.250	12.043	14.705	16.971	18.580	19.354
19	2011/5/1 1:35:00	20.833	1.447	3.471	5.797	8.337	11.012	13.713	16.264	18.421	19.924
20	2011/5/1 1:40:00	16.667	1.157	2.971	5.080	7.409	9.906	12.505	15.107	17.552	19.607
21	2011/5/1 1:45:00	12.500	0.868	2.478	4.373	6.487	8.781	11.212	13.723	16.224	18.565
22	2011/5/1 1:50:00	8.333	0.579	1.994	3.681	5.581	7.663	9.898	12.250	14.667	17.064
23	2011/5/1 1:55:00	4.167	0.289	1.522	3.009	4.699	6.568	8.596	10.758	13.021	15.339
24	2011/5/1 2:00:00	0.000	0.000	1.063	2.360	3.846	5.506	7.324	9.284	11.362	13.530
25	2011/5/1 2:05:00	0.000	0.000	0.634	1.838	3.149	4.623	6.251	8.021	9.916	11.918
26	2011/5/1 2:10:00	0.000	0.000	0.422	1.384	2.576	3.888	5.346	6.942	8.665	10.501
27	2011/5/1 2:15:00	0.000	0.000	0.301	1.054	2.089	3.274	4.582	6.021	7.585	9.263
28	2011/5/1 2:20:00	0.000	0.000	0.225	0.819	1.697	2.754	3.935	5.235	6.653	8.185
29	2011/5/1 2:25:00	0.000	0.000	0.174	0.650	1.388	2.318	3.383	4.561	5.850	7.247
30	2011/5/1 2:30:00	0.000	0.000	0.138	0.526	1.146	1.958	2.913	3.982	5.155	6.430
31	2011/5/1 2:35:00	0.000	0.000	0.112	0.432	0.957	1.663	2.514	3.483	4.553	5.719
32	2011/5/1 2:40:00	0.000	0.000	0.093	0.360	0.808	1.421	2.178	3.053	4.029	5.097
33	2011/5/1 2:45:00	0.000	0.000	0.078	0.304	0.688	1.223	1.895	2.683	3.572	4.552
34	2011/5/1 2:50:00	0.000	0.000	0.066	0.260	0.592	1.060	1.656	2.366	3.175	4.073
35	2011/5/1 2:55:00	0.000	0.000	0.057	0.224	0.513	0.925	1.455	2.094	2.830	3.653
36	2011/5/1 3:00:00	0.000	0.000	0.049	0.195	0.448	0.812	1.285	1.861	2.530	3.284
37	2011/5/1 3:05:00	0.000	0.000	0.043	0.171	0.394	0.718	1.141	1.660	2.268	2.959
38	2011/5/1 3:10:00	0.000	0.000	0.038	0.151	0.349	0.637	1.017	1.486	2.040	2.673
39	2011/5/1 3:15:00	0.000	0.000	0.033	0.134	0.311	0.569	0.911	1.336	1.841	2.421
40	2011/5/1 3:20:00	0.000	0.000	0.030	0.120	0.278	0.510	0.819	1.205	1.666	2.199
41	2011/5/1 3:25:00	0.000	0.000	0.027	0.107	0.250	0.460	0.740	1.091	1.513	2.002
42	2011/5/1 3:30:00	0.000	0.000	0.024	0.097	0.226	0.416	0.671	0.991	1.378	1.828
43	2011/5/1 3:35:00	0.000	0.000	0.022	0.088	0.205	0.378	0.610	0.904	1.258	1.674

44	2011/5/1 3:40:00	0.000	0.000	0.020	0.080	0.186	0.344	0.557	0.826	1.152	1.536	1.975
45	2011/5/1 3:45:00	0.000	0.000	0.018	0.073	0.170	0.315	0.510	0.757	1.058	1.413	1.820
46	2011/5/1 3:50:00	0.000	0.000	0.016	0.066	0.156	0.289	0.468	0.696	0.974	1.303	1.681
47	2011/5/1 3:55:00	0.000	0.000	0.015	0.061	0.143	0.266	0.431	0.642	0.899	1.204	1.556
48	2011/5/1 4:00:00	0.000	0.000	0.014	0.056	0.132	0.245	0.398	0.593	0.832	1.115	1.443
49	2011/5/1 4:05:00	0.000	0.000	0.013	0.052	0.122	0.226	0.368	0.549	0.771	1.035	1.341
50	2011/5/1 4:10:00	0.000	0.000	0.012	0.048	0.113	0.210	0.342	0.510	0.717	0.963	1.248
51	2011/5/1 4:15:00	0.000	0.000	0.011	0.045	0.105	0.195	0.318	0.475	0.667	0.897	1.164
52	2011/5/1 4:20:00	0.000	0.000	0.010	0.041	0.098	0.182	0.296	0.442	0.622	0.837	1.088
53	2011/5/1 4:25:00	0.000	0.000	0.010	0.039	0.091	0.169	0.276	0.413	0.582	0.783	1.018
54	2011/5/1 4:30:00	0.000	0.000	0.009	0.036	0.085	0.158	0.258	0.386	0.544	0.733	0.954
55	2011/5/1 4:35:00	0.000	0.000	0.008	0.034	0.080	0.148	0.242	0.362	0.511	0.688	0.896
56	2011/5/1 4:40:00	0.000	0.000	0.008	0.032	0.075	0.139	0.227	0.340	0.479	0.647	0.842
57	2011/5/1 4:45:00	0.000	0.000	0.007	0.030	0.070	0.131	0.213	0.320	0.451	0.608	0.793
58	2011/5/1 4:50:00	0.000	0.000	0.007	0.028	0.066	0.123	0.201	0.301	0.425	0.573	0.747
59	2011/5/1 4:55:00	0.000	0.000	0.006	0.026	0.062	0.116	0.189	0.284	0.401	0.541	0.705
60	2011/5/1 5:00:00	0.000	0.000	0.006	0.025	0.059	0.109	0.179	0.268	0.378	0.511	0.667

※算出方法：4(3)の解法と同様に式⑥により次ステップの水位を算出し、式④により流量に換算して計算した。表2は各セル分割区間での時系列流量データを表す。

(3) サンプルプロジェクト、サンプルデータの利用条件

<免責事項>

利用者は、本プロジェクト及びデータを利用して得られた結果によって生じる全ての結果に対し責任を負うものとし、著作者はこれにより生じる一切の責任を負うものではありません。

<複製、改変、再配布>

利用者は、本プロジェクト及びデータを自由に複製、改変、再配布しても構いません。

<結果の公表>

利用者は、本プロジェクト及びデータから得られた結果を公表する際には、本プロジェクト及びデータを使用したことを明記すること。

<問い合わせ>

本プロジェクト及びデータに関する問い合わせは一切受け付けません。

以上

7. 要素モデル妥当性検証

なし

要素モデル利用許諾条件書

【要素モデル名】KinematicWave 法を用いた流出解析モデル(流域)

【バージョン】Ver.1.0

【開発環境】Visual Studio 2010

【製作著作】(公社)土木学会水工学委員会水理・水文ソフトの共通基盤に関する小委員会
(一社)建設コンサルタンツ協会技術部会技術委員会河川計画専門委員会

【連絡先】-

◆ 免責

本プログラムのインストールおよび使用に関し、本プログラムの使用者の直接的・間接的に発生する一切の損害に対し、本プログラムの作者は責任を負うものではありません。

本プログラムの動作に関し、本要素モデルの作者は責任を負うものではありません。

◆ 禁止事項

本プログラムの著作者および第三者の信用を毀損し、あるいは損害を及ぼす行為を行うことを禁止します。

また、本プログラムを用いて、利用者が特許権など独占権を有することを禁止します。

◆ 著作権

著作権は(公社)土木学会水工学委員会水理・水文ソフトの共通基盤に関する小委員会、および(一社)建設コンサルタンツ協会技術部会技術委員会河川計画専門委員会に帰属します。

◆ 複製・改変

ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータを自由に複製・改変しても構いません。

◆ サポート

改変の有無にかかわらず、サポートはいたしません。

◆ 配布・転載・掲載

ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータの再配布、改変・追加に関し、制限はございません。但し、改変した場合は、改変したことを明示の上で再配布して下さい。

本プログラムを使用した成果を発表する際には、本要素モデルを使用したことの記載をお願いします。

本プログラムを販売することはできません。

◆ 特許情報

なし