

土木研究所資料

国土数値情報の氾濫シミュレーションへの利用に関する研究

平成2年3月

建設省土木研究所
河川部総合治水研究室

Copyright © 1990 by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

国土数値情報の 氾濫シミュレーションへの利用に関する研究

総合治水研究室 室長 吉本 俊裕
研究員 笛田 俊治
馬場 隆司

要旨

氾濫シミュレーションを行なう上で必要なデータのなかで、作成に特に労力を必要とする、流域のメッシュ平均地盤高について、国土数値情報を用いて作成する手法とその適用性について明らかにする。

キーワード：国土数値情報、氾濫シミュレーション、メッシュ平均地盤高

は　じ　め　に

わが国の主な生活基盤や経済活動は、河川の氾濫原において展開され、その傾向は現在もさらに強まり、氾濫被害のポテンシャルも増加の一途をたどっている。一方、治水事業は着実にその成果を治めつつあるが、限られた投資額の制約の中で急激な成果は望むべくもない。また、治水事業が一定の進捗状況になったとしても、その計画を上回る洪水が発生する可能性は依然として残されている。

このような状況および河川の特徴をふまえると、氾濫する可能性を考慮した河川計画あるいは水防・避難対策を検討しておくことが必要だと思われる。このための氾濫予測には様々な手法が用いられるが、その再現性、合理性によって近年特に注目され、活用されているのが氾濫シミュレーションである。しかしながら、これを行なうためには膨大な時間及び多大な労力が必要とされ、このことが氾濫解析をする上でのネックとなっている。

本研究では、氾濫シミュレーションを行なう上で必要なデータのなかで、作成に特に労力を必要とする流域の平均地盤高について、既存のデータベースである国土数値情報を用いて作成する際の適用性および問題を明らかにすることを目的としている。

目 次

はじめに

第1章 研究の全体構成	1
第2章 国土数値情報の概要	3
2.1 国土数値情報の内容	3
2.2 国土数値情報のメッシュシステム	3
2.2.1 第1次地域区画	3
2.2.2 第2次地域区画	4
2.2.3 第3次地域区画	4
第3章 標高データおよびその作成手法による比較	10
3.1 標高データ作成手法による比較	10
3.1.1 国土数値情報（KS-110-1）の標高データ作成手法	10
3.1.2 従来の標高データ作成手法	12
3.1.3 作成手法による両者の比較	13
3.2 標高データの比較	13
3.2.1 対象流域の概要	13
3.2.2 対象流域における従来手法によるデータ作成	14
3.2.3 標高データの比較	14
3.3 メッシュ平均地盤高データの比較	14
3.3.1 メッシュ平均地盤高データの作成手法	14
3.3.2 平均地盤高データの比較	31
第4章 氾濫シミュレーションによる比較	41
4.1 本川左岸側流域における検討	41
4.2 本川右岸側流域における検討	41
4.3 境界条件を破堤流入量とした場合の検討	41
4.4 本章における結論	42

第5章 データの修正手法の検討	58
5.1 河道沿いメッシュデータを修正する手法	58
5.1.1 修正手法の検討	58
5.1.2 データの置換の効果	58
5.2 氾濫域の周辺部を修正する手法	66
5.2.1 最大浸水区域についての許容誤差	66
5.2.2 修正手法の検討	66
5.2.3 修正の効果	71
5.3 本章における結論	71
第6章 流下型流域への適用	74
6.1 流域の概要およびデータ作成手法	74
6.1.1 流域の概要	74
6.1.2 データ作成手法	74
6.2 氾濫計算による検討	74
6.2.1 検討ケース	74
6.2.2 比較検討	79
第7章 結 論	84

おわりに

第1章 研究の全体構成

本研究の全体構成は、以下の通りである。

まず、第2章において、本研究の基礎データとなる国土数値情報について、その内容および使用している様式を簡単に説明する。

第3章においては、氾濫シミュレーションに必要なデータである平均地盤高を作成するための元資料である標高データについて、データ作成手法、実際の流域におけるデータ、作成したメッシュ平均地盤高のそれぞれについて、国土数値情報と従来の手法を比較することによって、氾濫シミュレーション用データとしての問題点等を検討する。

第4章において、国土数値情報から作成したデータと従来の手法によって作成したデータとを用いて実際に氾濫シミュレーションを行ない、両者を比較することによって、そのときに発生する問題点およびその原因について検討する。

第5章では、第4章で明らかになった問題点を分析し、国土数値情報によるデータを修正する手法について、実際にシミュレーションを行なうことによって検討する。

第6章においては、特性が異なる他の流域に適用した場合について、修正効果を含めて検討する。

第7章で、本研究の成果をとりまとめ、結論とする。

全体の研究の流れをフロー図で示したものが、図1-1である。

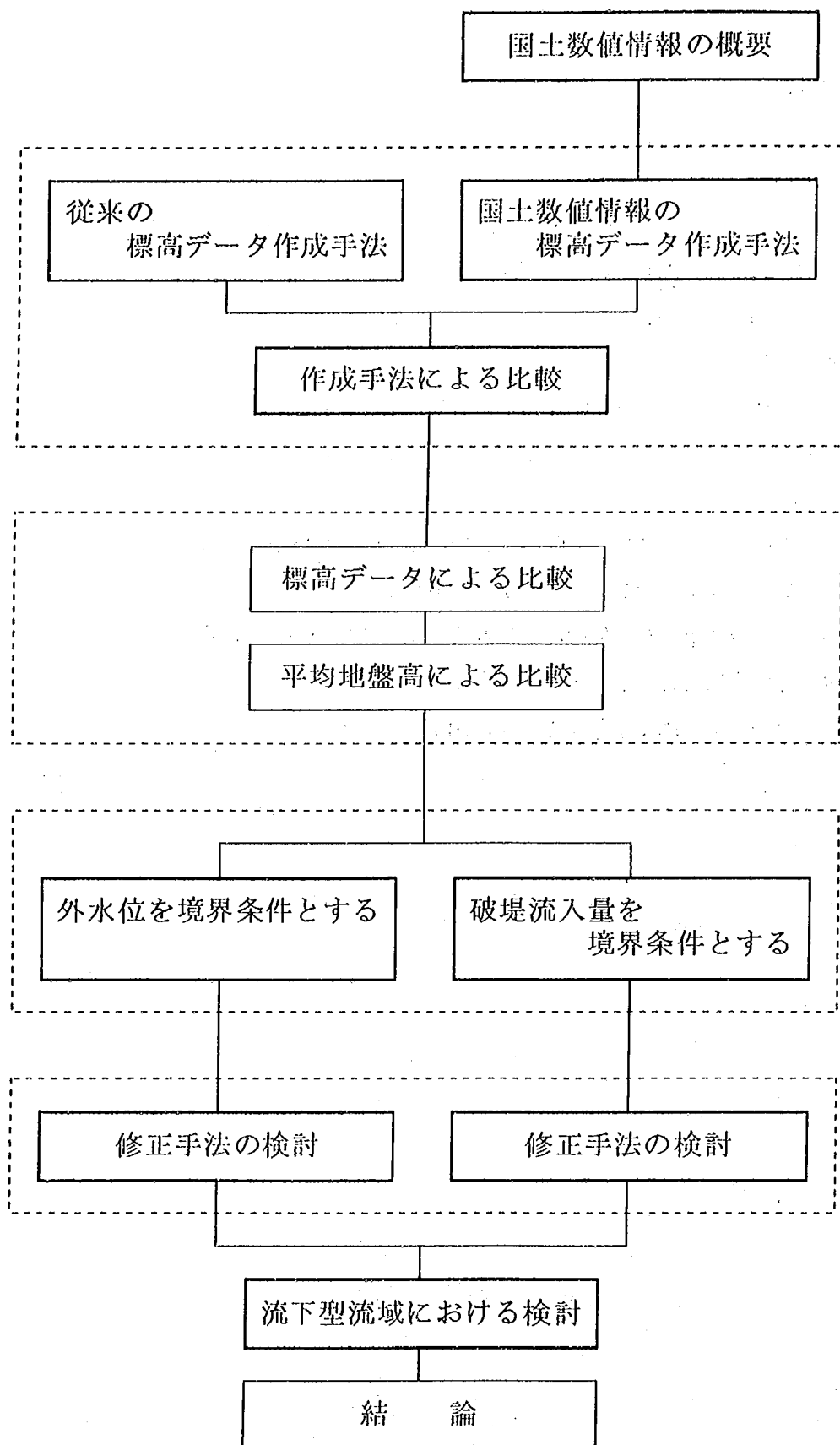


図1-1 研究の全体フロー

第2章 国土数値情報の概要

国土数値情報を氾濫シミュレーションに利用する際には、氾濫計算に用いるプログラムを国土数値情報データの様式に適合する形で作成する必要がある。また、国土数値情報には様々なデータの種類の種類があり、この中には氾濫シミュレーションの他にも、様々な水防災対策の検討に使用できるものがある。このため、国土数値情報データの内容およびそのデータ様式について紹介する。*

2.1 国土数値情報の内容

国土数値情報は、昭和49年以来、国土地理院によってデータ整理が行なわれている。地形、土地利用、道路、鉄道、行政界、都市計画区域等の国土の自然的状況、開発、利用状況などに関する各種の地理的な情報を電子計算機で処理できるように数値化または記号化し、磁気テープファイルとして保管されているものである。国土数値情報は全国的に同一の精度、様式でデータが整備されている。国土数値情報の種類と内容については表2-1の通りである。

2.2 国土数値情報のメッシュ・システム

国土数値情報は地図情報を数値化するものであるが、そのために地図に表現されている項目（例えば標高など）を数値化、符号化するとともに、位置についても数値化を行なっている。この位置を指示する方法として、原則として「標準地域メッシュシステム」を採用している。これは経緯度法とも呼ばれ、一定の経線、緯線で地域を網の目状に区画する方法であり、この区画を「地域メッシュ」と呼んでいる。

経緯線によって区画された地域メッシュは、地球全体を連続的に覆うことができるうえ、地図に印刷されている経緯線を基準に誰でも容易にメッシュ線を引くことができる。しかしながら、緯度間隔はどこでもほとんど同じであるのに対し、経度間隔は南北極に近づくにつれて狭くなるため、表2-2のように、同じ面積のメッシュは同じ緯度帯内でしかつけない。

標準地域メッシュは、1) 第1次地域区画、2) 第2次地域区画、および3) 第3次地域区画の3種類がある。それぞれの分割手法および区画コードの付け方を以下に示す。

2.2.1 第1次地域区画

第1次地域区画は、経度差1度、緯度差40分で区画された範囲のもので、日本の中央付近では縦横とも約80kmであり、20万分の1地勢図の範囲に相当する（図2-1）。

この地域区画のメッシュコードは、

区画の南端緯度を1.5倍した2桁の数字

西端経度から100を引いた2桁の数字

を緯度経度順に組み合わせた4桁の数字をつける（図2-2）。

2.2.2 第2次地域区画

第2次地域区画は、第1次地域区画を縦横8等分したもので、その範囲は経度差7分30秒、緯度差5分であり、大きさは約10km×10kmである。2万5千分の1地形図の範囲に相当する(図2-3)。

この地域区画のメッシュコードは、

区画の南端から縦に0から7までの数字

西端から横に0から7までの数字

を縦横の順に組み合わせた2桁の数字をつける(図2-4)。

2.2.3 第3次地域区画

第3次地域区画は、第2次地域区画を縦横10等分したもので、大きさは約1km×1kmである。一般にこの第3次地域区画のことを「基準地域メッシュ」あるいは「第3次メッシュ」と呼んでいる(図2-5)。

この地域区画のメッシュコードは、

区画の南端から縦に0から9までの数字

西端から横に0から9までの数字

を縦横の順に組み合わせた2桁の数字をつける(図2-6)。

「*参考文献 「国土数値情報」国土情報シリーズ2, 国土庁計画・調整局 国土地理院編 大蔵省印刷局発行」

表 2 - 1 国土数値情報の種類と内容

項 目	内 容	計 測 法	原 資 料
自然条件に関するもの	海岸線	海岸線の位置座標(市区町村別、管理名別、海岸区分別)	座標測定法 自動色彩判別法
	海岸線延長	各3次メッシュ内の海岸線の市区町村別、管理名別、海岸区分別延長	海岸線の位置座標データを用いて加工したもの
	標高	各3次メッシュを縦横4等分する方眼(1/4細分方眼)の16個の格子点での標高値	基準区画法
	山岳標高	山頂の標高値	"
	平均標高	各3次メッシュの平均標高値(各3次メッシュ内の標高計測点の標高値の平均値)	1/4細分方眼標高データを用いて加工したもの
	最高標高	各3次メッシュの最高標高値(各3次メッシュ内の標高及び山頂の標高値の最大のもの)	標高、山岳標高データ
	最低標高	各3次メッシュの最低標高値(各3次メッシュ内の標高値の最小のもの)	標高データ
	起伏量	各3次メッシュの起伏量(各3次メッシュの最高標高と最低標高の差)	最高標高、最低標高データ
	傾斜量	各3次メッシュの1/4細分方眼格子点での最大・最小傾斜方向(8方向表示)と傾斜度	標高データ
	表層地質	各3次メッシュの岩石区分(40分類)、硬さ、地質時代、断層有無	基準区画法
	地形分類	各3次メッシュの地形分類(24分類)	"
	土 壌	各3次メッシュの土壌分類(49分類)	"
	谷 密 度	各2倍統合メッシュの谷密度(2倍統合メッシュの区画線を切る谷線の個数)	"
	湖 沼	短辺100m以上の湖沼(貯水池を含む)湖岸線の位置座標	座標測定法 自動色彩判別法
	湖沼面積	各3次メッシュ内の各湖沼の面積	湖岸線の位置座標データを用いて加工したもの
流域等	河川流路・流域	流路、流域、水文観測所等の位置座標等	座標測定法
	ダム	ダム等の位置、規模、目的、管理者等	"
	砂防指定地	砂防指定地の位置座標	自動色彩判別法
	土地利用	各3次メッシュの土地利用分類(15分類)別面積	自動色彩判別法

項 目	内 容	計 測 法	原 資 料
行政界	行政界	市区町村の境界線の位置座標	座標測定法
	市区町村面積	各3次メッシュ内の各市区町村の面積	行政界位置座標データを用いて加工したもの
	開発振興	首都圏、中部圏、近畿圏、過疎地域、工業河配置誘導地域、新産業都市、工業開発地区、兼営地帯、特殊土地地帯、台原常盤地帯、振興山村、離島振興地帯、農業振興地域、地方生活圏、広域市町村圏の指定について各3次メッシュ毎の指定の有無	基準区画法 行政区画法 座標測定法
	都市計画	都市計画区域、市街化区域及び市街化調整区域の位置座標等	座標測定法
	自然公園	国立公園、国定公園、都道府県立自然公園、原生自然環境保全地域自然環境保全地域の位置座標等	座標測定法
	自然環境保全	農業地域、森林地域の位置座標	座標測定法
	鳥獣保護	鳥獣保護区の指定について各3次メッシュ毎の面積等	座標測定法
	道 路	各種道路・関連施設の位置座標等	座標測定法
	道路密度	幅員別の道路密度(3次メッシュの区画線を切る道路の本数、推計面積)	基準区画法
	鉄道	鉄道及び関連施設の位置座標等	座標測定法
施設等に関するもの	公共施設	各種公共施設の位置座標、名称、住所等	座標測定法
	文化財	史跡、名勝、天然記念物及び埋蔵文化財の位置	座標測定法
	文化財数	各3次メッシュ内における文化財が所在する1/10細分方眼数の割合	基準区画法
	地価公示	地価公示標準地の位置及び公示地価等	座標測定法
	農業センサスメッシュデータ	各種人口、経営地面積、家畜頭数、生産量等	基準区画法
経済・社会に関するもの	商業統計メッシュデータ	商店数、従業員数、年間商品販売額等	基準区画法
	工業統計メッシュデータ	工業出荷額、工場面積等	基準区画法
	工業統計メッシュデータ	工業出荷額、工場面積等	基準区画法

表2-2 3次メッシュの大きさ

地 形 図	2 次 メ ッ シュコード	位 置		3 次メッシュの大きさ		
		緯度(N)	経度 (E)	たて (km)	よこ (km)	面積 (km ²)
宗 谷 岬 (稚 内 3-2)	6841-27	45° 30'	141° 52' 30"	0.926	0.976	0.903
札 幌 (札 幌 10-4)	6441-42	43° 00'	141° 15'	0.925	1.018	0.942
水 沢 (一 関 14-1)	5841-51	39° 05'	141° 07' 30"	0.925	1.080	0.999
東 京 首 都 (東 京 2-4)	5339-46	35° 40'	139° 45'	0.924	1.131	1.045
熊 本 (熊 本 8-1)	4930-15	32° 45'	130° 37' 30"	0.924	1.171	1.082
枕 崎 (開聞岳 9-3)	4630-72	31° 15'	130° 15'	0.924	1.190	1.099
与 論 島 (与論島 2-2)	4028-43	27° 00'	128° 22' 30"	0.923	1.240	1.144
波 照 間 島 (石垣島 12-4)	3623-06	24° 00'	123° 45'	0.923	1.271	1.173

注：位置は、地形図の左下隅の位置である。

第1次地域区画

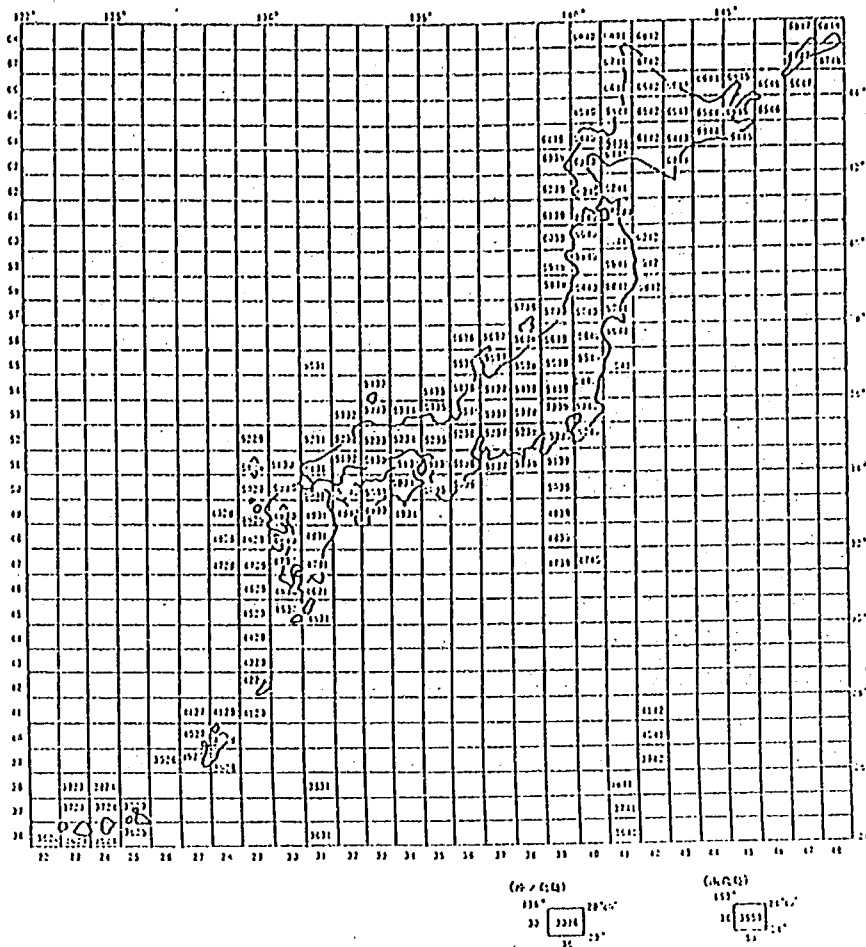
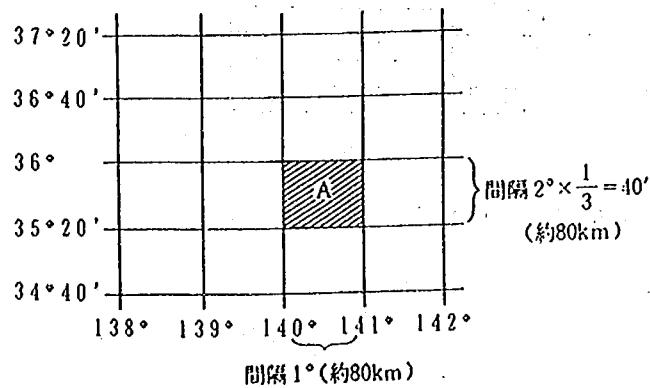


図2-1 標準メッシュの第1次区画



コード番号は、例えば A は

$$\begin{array}{l} 53 \quad 40 \\ \hline 140 - 100 = 40 \\ \hline 35^\circ 20' \times 1.5 = 53 \end{array}$$

図2-2 第1次区画コードの付け方

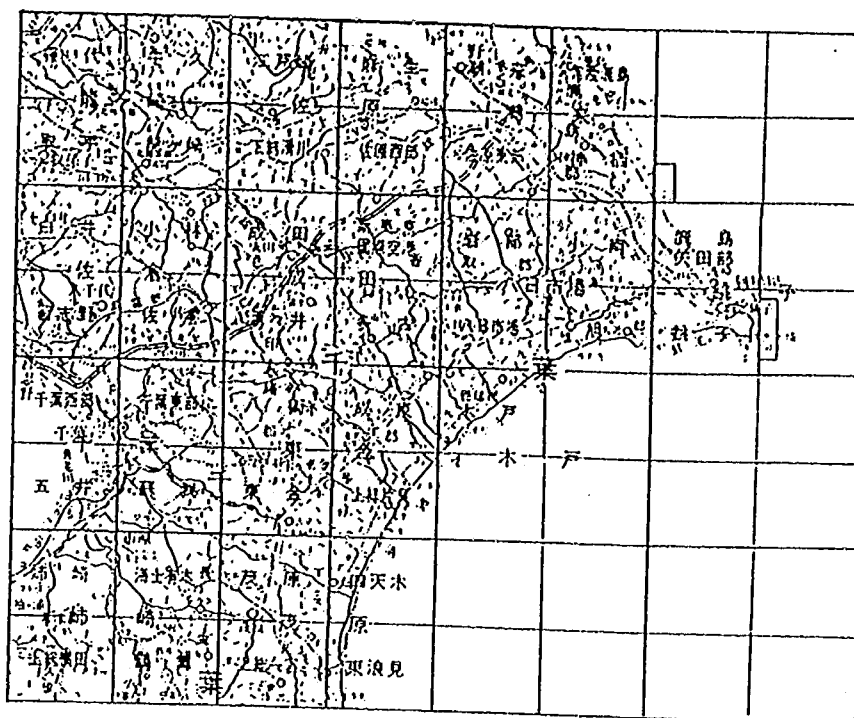
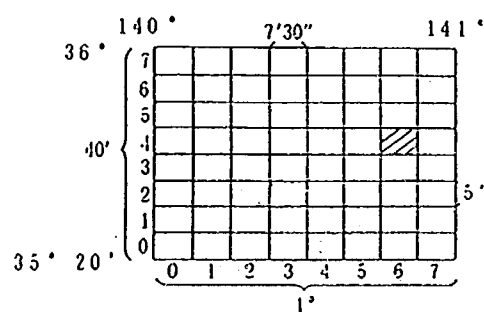


図 2-3 標準地域メッシュの第 2 次区画 (外枠は第 1 次区画)



コード番号は、例えば B は

5 3 4 0 4 6

第2次地域区画のコード番号

第 1 次 地 域 区 画 の コ ー ド 番 号

図2-4 第2次区画コードの付け方

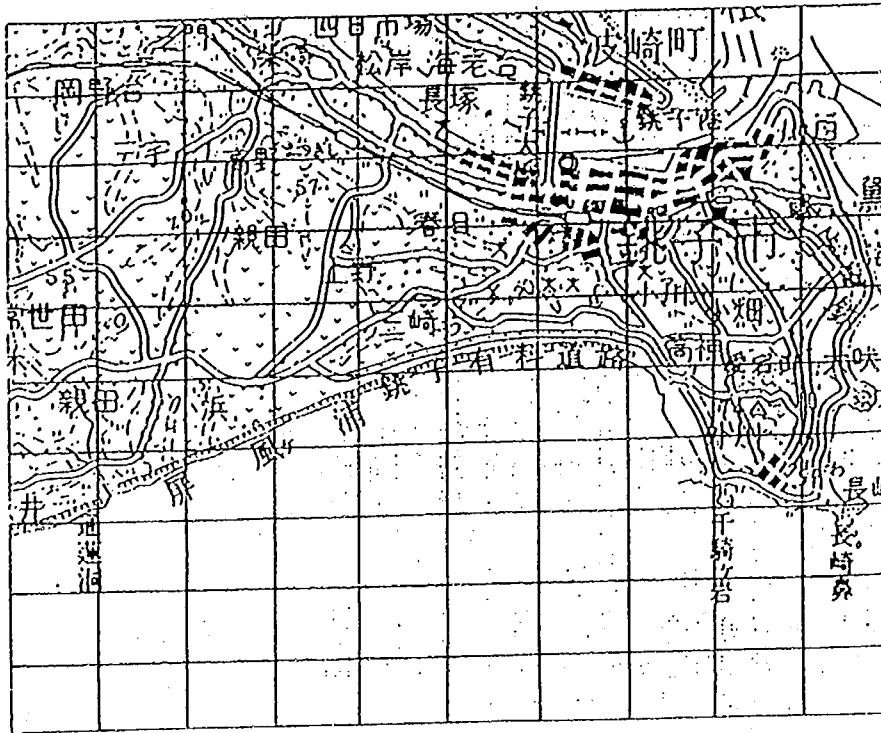
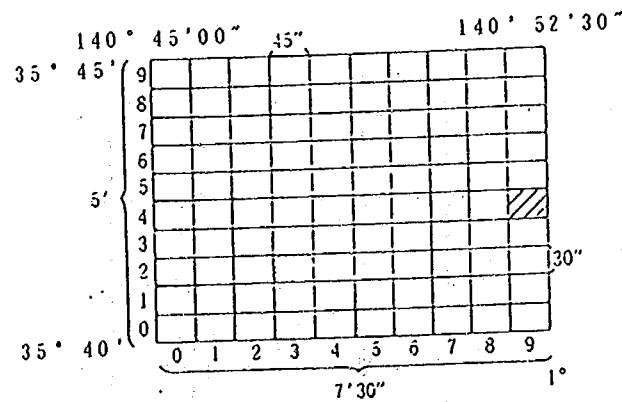


図 2 - 5 標準地域メッシュの第 3 次区画 (外枠は第 2 次区画)



コード番号は、例えば C は

5 3 4 0 4 6 4 9

└─ 第 3 次 地 域 区 画 の コード 番 号
└─ 第 2 次 地 域 区 画 の コード 番 号
└─ 第 1 次 地 域 区 画 の コード 番 号

図 2 - 6 第 3 次区画コードの付け方

第3章 標高データおよびその作成手法による比較

国土数値情報には様々な種類があるが、このうちメッシュ平均地盤高の算出に用いるものは、標高データ（KS-110-1）である。そこで、これらを用いて氾濫シミュレーションを実際に行なう前に、標高データの精度および平均地盤高データの精度を従来手法によって作成したものと比較することによって、氾濫計算データとしての問題点等を検討する。

3.1 標高データ作成手法による比較

3.1.1 国土数値情報（KS-110-1）の標高データ作成手法

国土数値情報の標高データの読み取りには基準区画法という方法が用いられている。この方法は特別な装置を用いずに、手作業でメッシュの位置を決める方法である。

まず、計測基図として2万5千分の1地形図（第2次地域区画に相当、一辺約10km）を用い、これを縦横10等分する区画線（第3次地域区画に相当、一辺約1km）を描く。さらに各第3次区画上に、これを縦横4等分、計16等分する細分方眼を透明なポリエステルベース上に描いたもの（これを方眼プレートという）をあてて、各細分区画の左下隅（計測点）の標高値を等高線から判読する。このとき、データのサンプリング間隔は約250mピッチとなる（図3-1）。

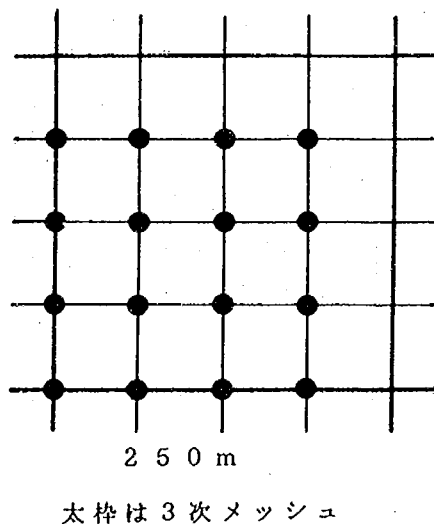


図3-1 国土数値情報の3次メッシュ内の標高計測点

等高線からの標高値の判読は、次のような規則で行なっている。

- ・標高値は原則として10m単位で、計測点より低位置にある等高線で当該点に最近のものの標高値とする（図3-2）

- ・但し、等高線（主曲線=10m単位の等高線）の水平間隔が図上1cm（約250m）以上である場合は、計測線とこれを挟む直近の各等高線との水平距離に応じ等高線間隔を比例配分し、計測点の標高値をm単位で

決定する（図3-3）

- ・計測点が水面にあるときには標高値を記載せず、別のコード（9999または8888）を記載する。

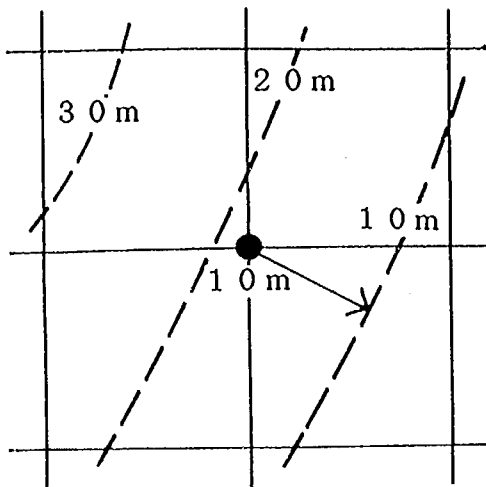


図3-2 標高値の判読基準(1)

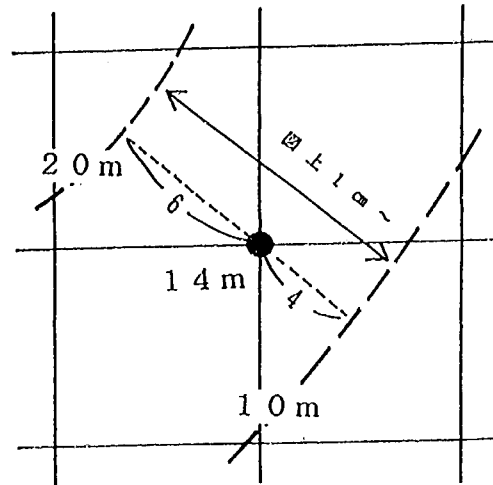


図3-3 標高値の判読基準(2)

以上の規則によって、地盤の傾斜が25分の1以上では10m単位、それ以下では1m単位のデータとなっていることがわかる。しかしながら、氾濫計算の対象となる氾濫域のほとんどが25分の1以下の傾斜であるために、本研究の目的に必要な箇所は、1m単位のデータとなっていると考えられる。

こうして計測された標高データはMTに記録されているが、そのファイル仕様は表3-1の通りである。

表3-1 国土数値情報標高データのファイル仕様

項	目	単位	桁数	累積桁数	データ形式	摘要
予	備		4	4	X(4)	
資	料 年 紀		3	7	999	(注1)
メ	1	次	4	11	9(4)	
	2	次	2	13	99	
	3	次	2	15	99	
標	1	m	4	19	9(4)	(注2)
	測定コード1		1	20	9	(注3)
	2	m	4	24	9(4)	
	測定コード2		1	25	9	
	3	m	4	29	9(4)	
	測定コード3		1	30	9	
高	14	m	4	84	9(4)	
	測定コード14		1	85	9	
	15	m	4	89	9(4)	
	測定コード15		1	90	9	
	16	m	4	94	9(4)	
	測定コード16		1	95	9	

(注1) 西暦から1000を引いた数をコードとする。

(注2) 標高値の単位はm（右づめ）とする。

陸水=9999

海水=8888

等高線の無いもの=7777

埋立地=6666

(注3)

陸水=1

海水=2

等高線の無いもの=3

埋立地=4

海面下の地域=5

（海面下の地域の場合標高値は、負の値になるが、絶対値であらわしている。）

その他の地域=0

レコード長 95字

レコード件数 387,550件

レコード順 ①メッシュコード昇順

3.1.2 従来の標高データ作成手法

従来の手法においては、メッシュ平均地盤高データは直接地形図から手作業で標高を読みとることによって作成してきた。しかしながら、その目的が氾濫計算に限定されているために、氾濫計算データとしての精度を向上させるための様々な工夫を行なっている。それらの中で一般的なものを以下に示した。

従来の手法では、氾濫計算のメッシュの大きさにもよるが、精度を向上させるためにできるだけ大縮尺の地図（1万分の1～2千5百分の1）を用いるのが一般的で、通常は国土基本図や市町村図を用いているようである。さらに、地図上に記載されている等高線の他に、単点標高を参考にしてさらに細かい等高線を描き加えることが行なわれる場合もある（図3-4）。

この地形図上に氾濫計算に用いるメッシュを描き、交点の標高値を等高線から内挿する。ただし、メッシュ交点の標高値が明らかにそのメッシュの地盤高を代表しない場合（例えば交点が盛土の上にある場合など）、近傍の点（例えば盛土の場合その法尻にあたる点）の標高はその点の標高として記録することも行なわれている。メッシュ交点が水面にある場合も同様である（図3-5）。

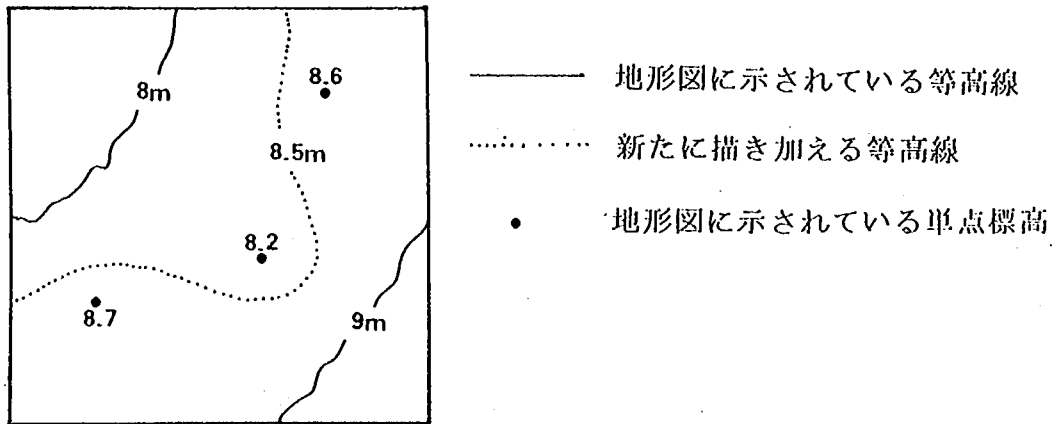


図3-4 等高線と単点標高の利用

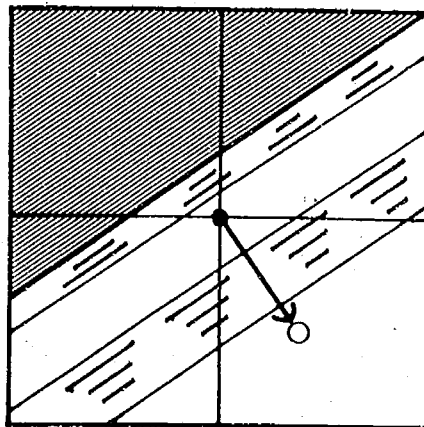


図3-5 盛土上の点の処理

3.1.3 作成手法による両者の比較

国土数値情報の作成手法と従来の手法との比較をまとめたものが表3-2である。作成手法による比較によって、次のようなことが予想される。

1) 国土数値情報で標高データの計測に用いている地形図(1/25,000)は、従来の手法で用いているものと比較して精度が低い。特に、氾濫計算の対象となる氾濫原が比較的平坦であり、等高線間の水平距離が大きくなることを考えると、計測に用いる等高線が10m単位であることがデータの精度にかなりの悪影響を及ぼすものと予想される。

2) 国土数値情報の標高データの読み取り間隔は約250mで一定であるため、複雑な地形に対応してメッシュの大きさを小さくするといったことはできない。この場合、水平距離で250m間隔のデータからさらに内挿するといった工夫が必要となり、精度を悪くする原因となる可能性がある。

3) 国土数値情報においては、メッシュ交点にあたる標高値をそのまま記録するために、交点が盛土の上に存在した場合はその盛土の高さを記録することになって、その盛土がメッシュの地盤高を代表しないような場合には不都合が生じることになる。氾濫計算においては盛土の位置および高さについては、別途データとして与えられることが多いため、標高は盛土を除いた周辺地盤の高さである必要がある。このため、氾濫計算を行なうにあたって、盛土の効果が過大に評価されてしまう可能性がある。

このように、従来の手法によるメッシュ平均地盤高の方が、国土数値情報によるものと比較して氾濫計算用データとしての精度が高いと考えられる。そこで、これ以降では、従来手法によるデータ及び計算結果を真値として比較検討を行なうことにする。

3.2 標高データの比較

前節で紹介した手法によって作成された国土数値情報と従来手法の2つの標高データの比較を行なった。

3.2.1 対象流域の概要

対象とした流域は、南北方向、東西方向とも約4kmであり、一辺250mのメッシュで $16 \times 16 = 256$ メッシュ

表3-2 作成手法の比較

	国土数値情報	従来の手法
計測基図	1/25,000	1/10,000～
計測に用いる等高線間隔	10m	任意
単点標高による等高線補間	補間しない	可能
距離内挿による標高決定	水平距離1cm～	任意
交点が盛土の上にある場合	そのまま読む	近傍の点に移動
交点が水面にある場合	計測しない	〃
読み取り間隔	約250m	任意

(標高データ数=17×17=289)である(図3-6)。対象流域の中央を本川が流れ、右岸側は比較的平坦な氾濫原であるが、左岸側は氾濫原の中央に小高い丘陵がある比較的複雑な地形となっている。このため、氾濫計算を行なう際には、国土数値情報データの250mピッチよりも小さいメッシュで氾濫計算を行なう必要があると考えられる。

対象流域の国土数値情報のデータを図3-7に示す。

3.2.2 対象流域における従来手法によるデータ作成

従来手法による標高データの作成は、1/2,500地形図を計測基図として使用し、1m単位で記載されている等高線と、0.1m単位で記載されている単点標高をもとに0.5m単位の等高線を記入したものをういて行なった。標高点の読み取りは国土数値情報のメッシュに対応する点(250mピッチ)およびその中間点(125mピッチ)に対して、その点を挟む2本の等高線からの距離内挿によって0.05m単位で行なった。読み取り点が盛土上にある場合には盛土の法尻の標高を読みとった。

こうして作成されたデータを図3-8に示す。

3.2.3 標高データの比較

従来手法による標高データの値を基準に国土数値情報の標高データを評価した。それぞれのメッシュ交点のそれぞれの標高値をプロットしたものが図3-9である。

国土数値情報のデータ作成手法から、次の2つの特徴が現われると予想された。

- 1) 10m, 20mといった10m単位でのデータが一系列に並ぶ。
- 2) これらの列は $Y=X$ の線から国土数値情報が小さい方に多数現われる。

1番目の特徴については図中で明らかであるが、2番目については今回対象とした例でははっきりした傾向は現われなかった。これらは基図の等高線の精度による誤差と考えられるが、国土数値情報は作成時の読み取り誤差等が混入している可能性もある。

誤差は最大のもので15m近くあるが、実際には標高データそのものを氾濫計算に用いるのではないため、誤差の分析はメッシュ平均地盤高データとして加工された時点で詳細に検討することによる。

3.3 メッシュ平均地盤高データの比較

実際の氾濫計算に必要なデータはメッシュ平均地盤高データである。そこで、標高データからメッシュ平均地盤高データを作成し、標高データの比較で明らかになったデータの誤差がどの程度影響を与えるかを検討した。

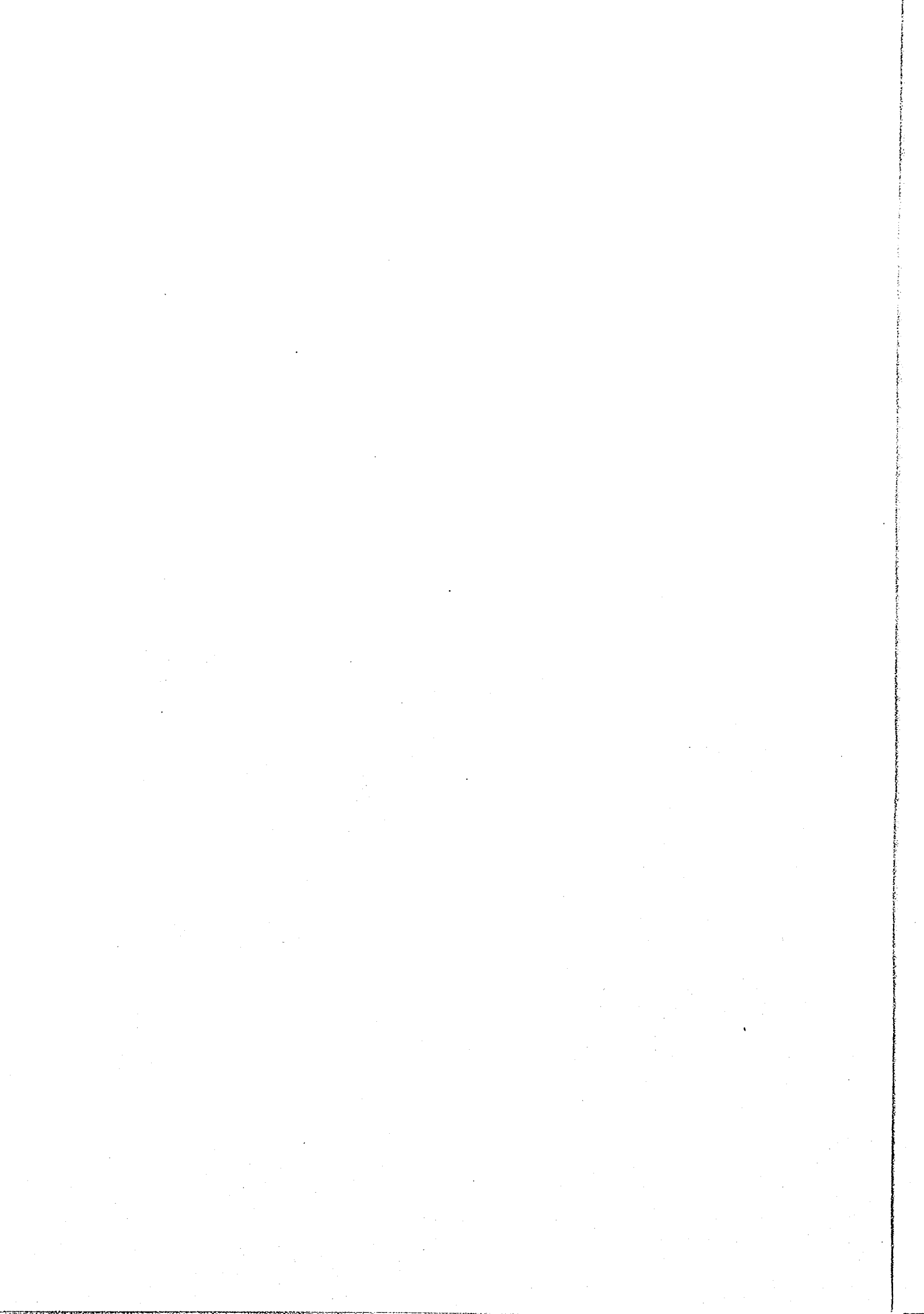
3.3.1 メッシュ平均地盤高データの作成手法

1) 国土数値情報による250mメッシュ平均地盤高

国土数値情報の標高データの計測間隔である250mメッシュをそのまま氾濫計算のメッシュと想定し、平均地盤高データの作成を行なった。平均地盤高はメッシュの周囲4点の標高値の単純平均として求めた。た



図 3 - 6 対象流域の概要



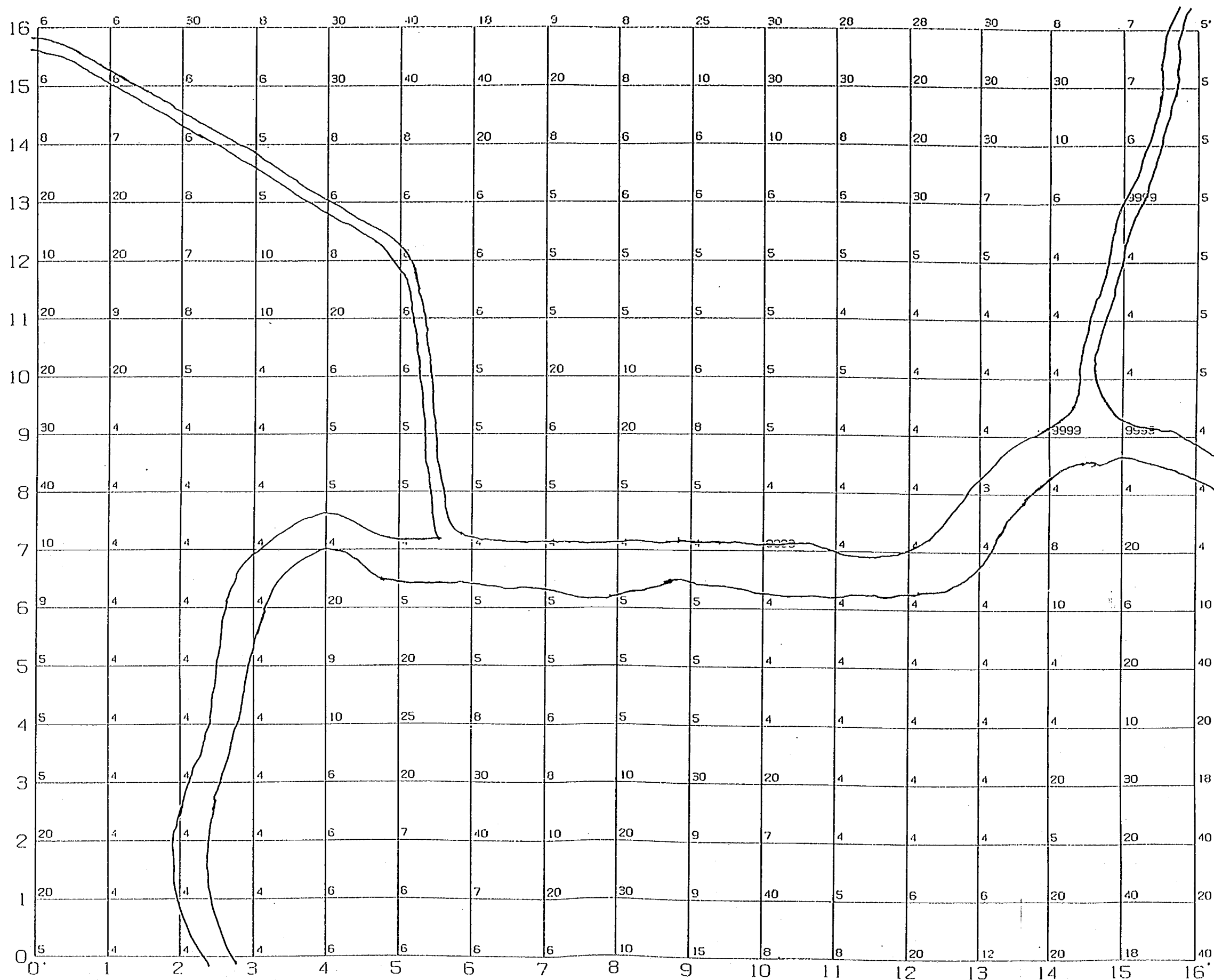


図3-7 国土数値情報標高データ

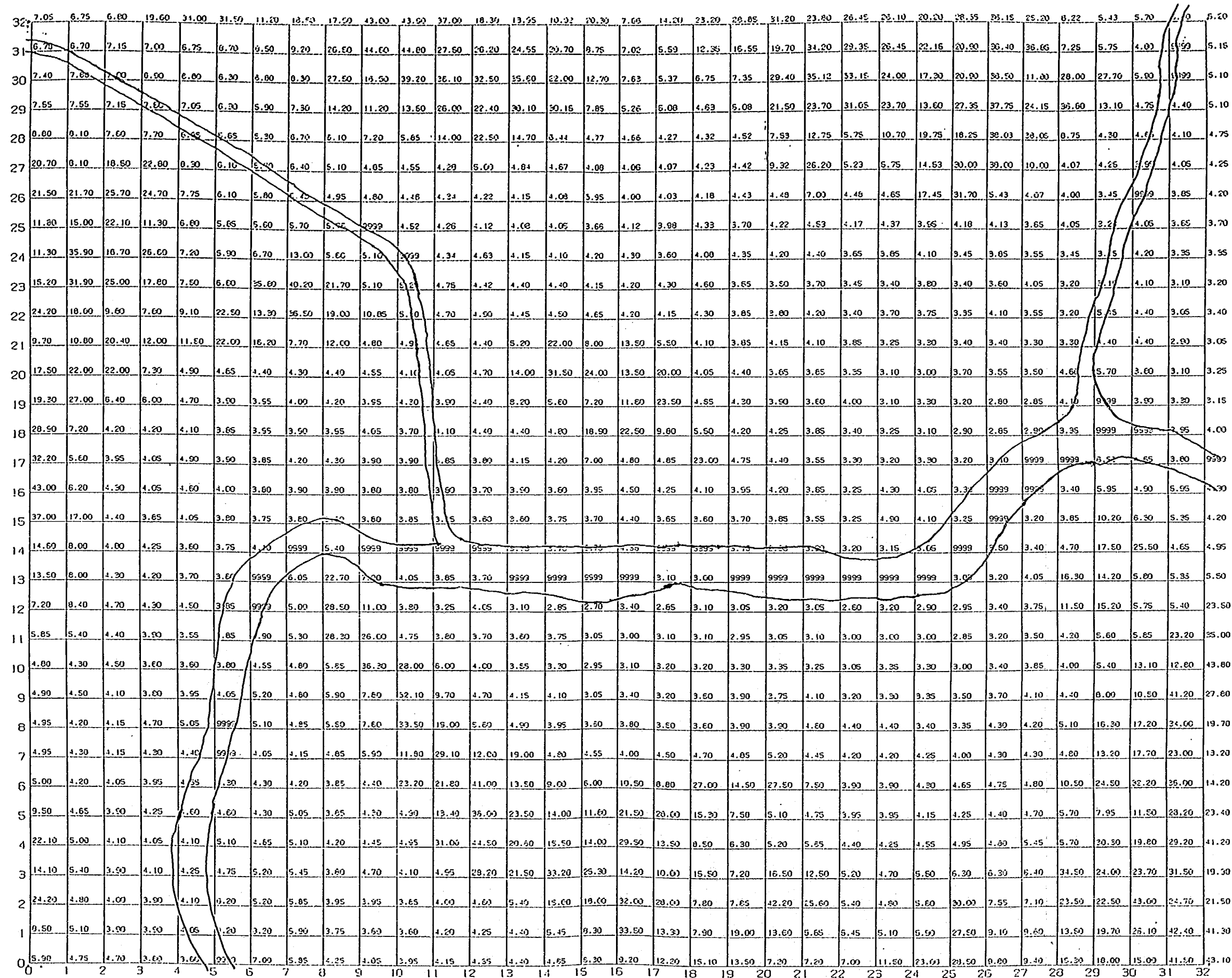


図3-8 従来手法標高データ

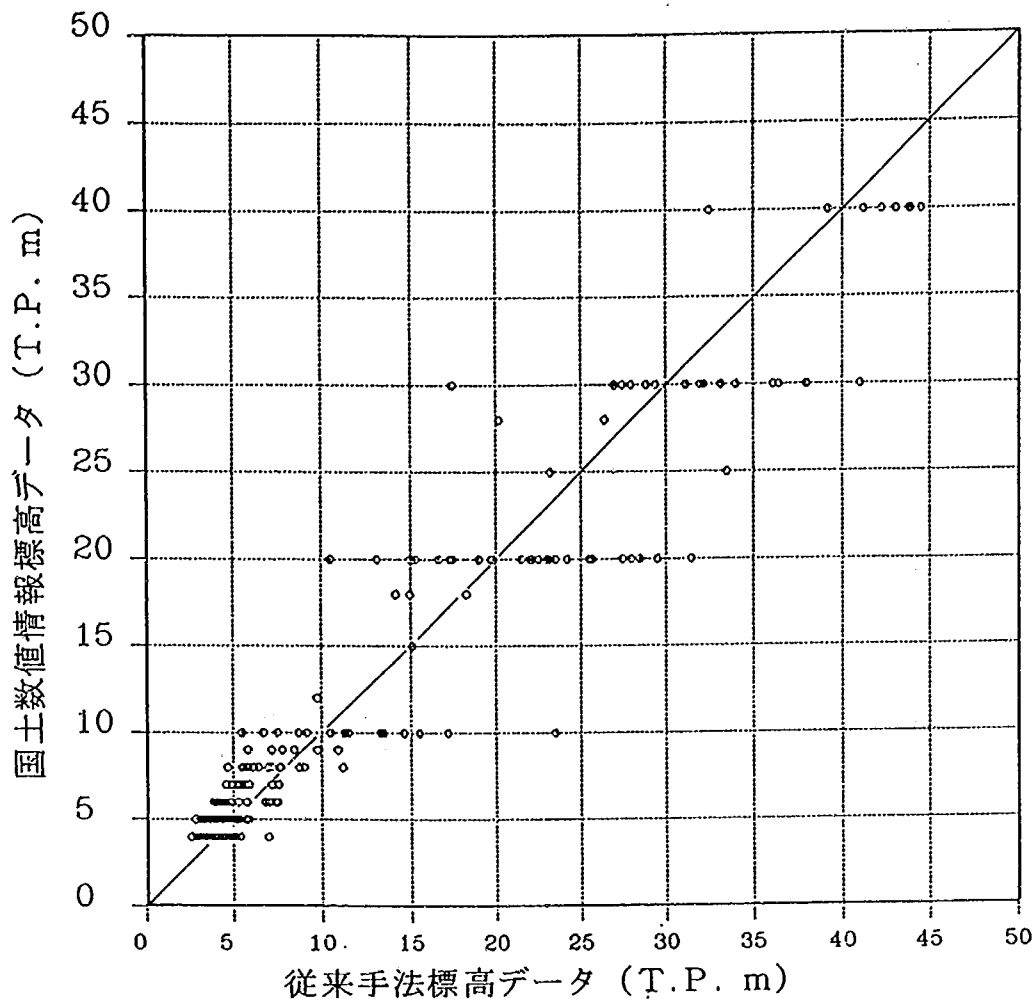


図 3-9 標高データの比較

だし、メッシュの周囲の点の中で水面上の点（標高値がない点）については、図 3-10に示すように、その点に隣接する点の平均値を標高として代用とした。こうして作成されたデータを図 3-11に示す。

2) 国土数値情報による125mメッシュ平均地盤高

今回対象とした流域は比較的地形が複雑であるため、氾濫計算を精度よく行なうためにはメッシュの大きさを125m程度にすることが望ましい。そこで、国土数値情報の標高データを内挿することによって、125mメッシュでの平均地盤高データの作成を行なった。平均地盤高は図 3-12に示すとおり、250mメッシュの平均地盤高と、当該125mメッシュに含まれる標高値の平均とした。したがって、250mメッシュの周囲4点の125mメッシュでの重みは5 : 1 : 1 : 1になる。

こうして作成されたデータを図 3-13に示す。

3) 従来手法によるメッシュ平均地盤高

250mメッシュ・125mメッシュとともに、計測したメッシュの周囲4点の単純平均とした。水面上の点の取扱いについては、国土数値情報と同様にした。

125mメッシュ平均地盤高の作成については、比較するための条件と統一という意味では250mピッチでの計測点から国土数値情報と同様の内挿を行なって作成するべきである。しかしながら、ここでは国土数値情

報を用いる手法と従来手法の比較という目的であるため、125mメッシュの平均地盤高データを作成する際に従来用いていた手法という観点から、あえて125mメッシュの周囲4点を実際に読みとった標高から作成した。こうして作成されたデータを図3-14および図3-15に示す。

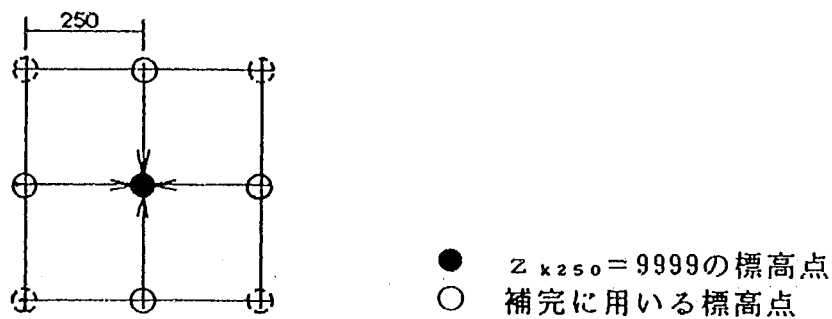


図3-10 水面上の点の補完手法

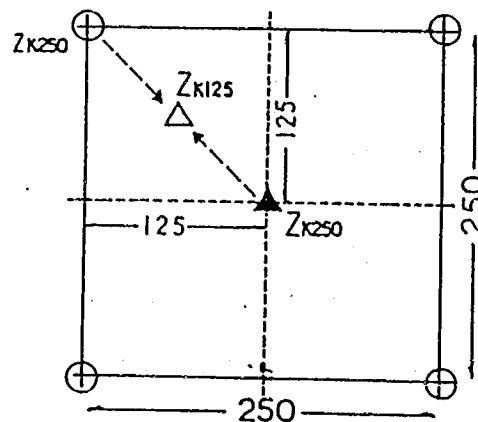


図3-12 125mメッシュ平均地盤高の作成

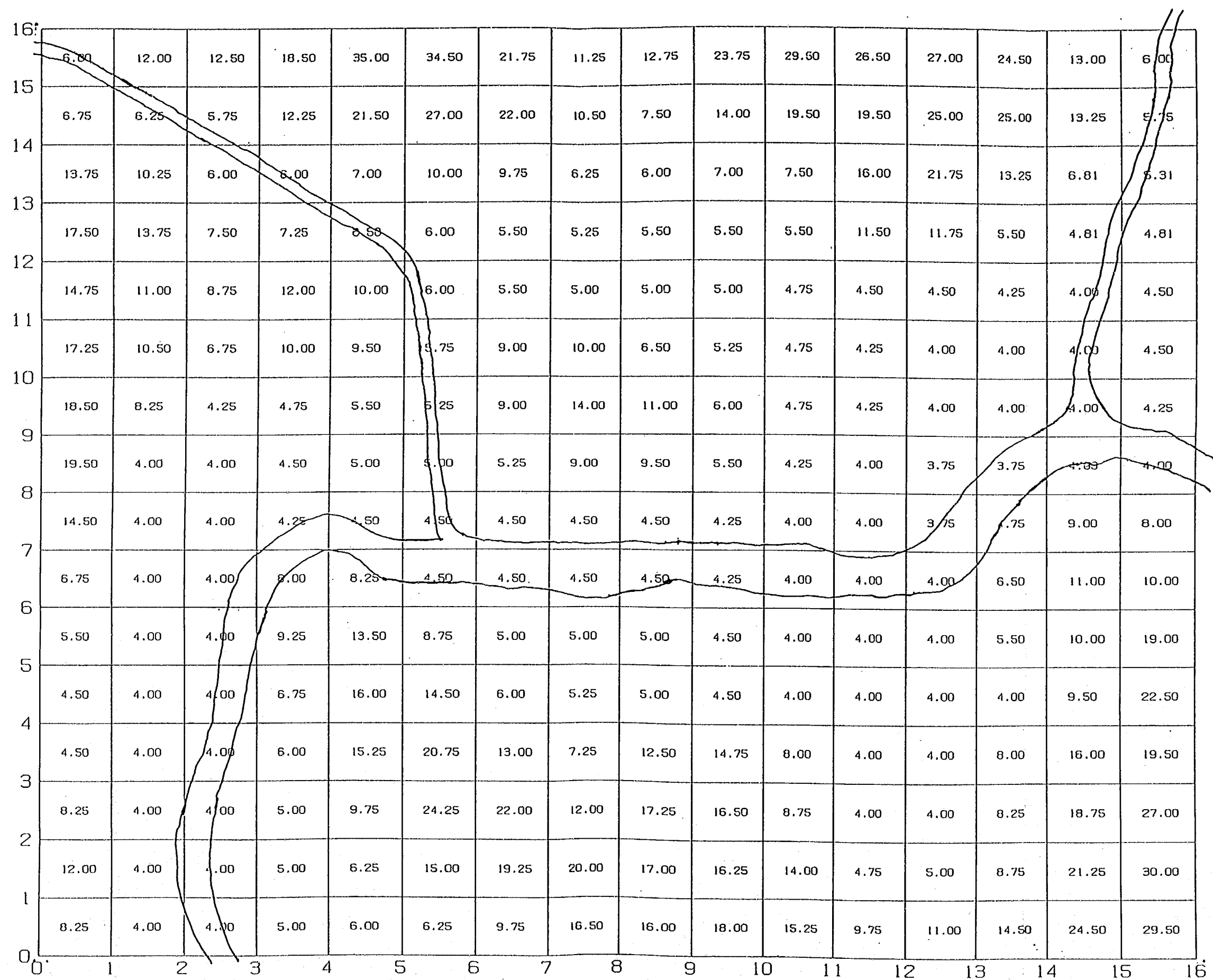


図3-11 国土数値情報250mメッシュ平均地盤高

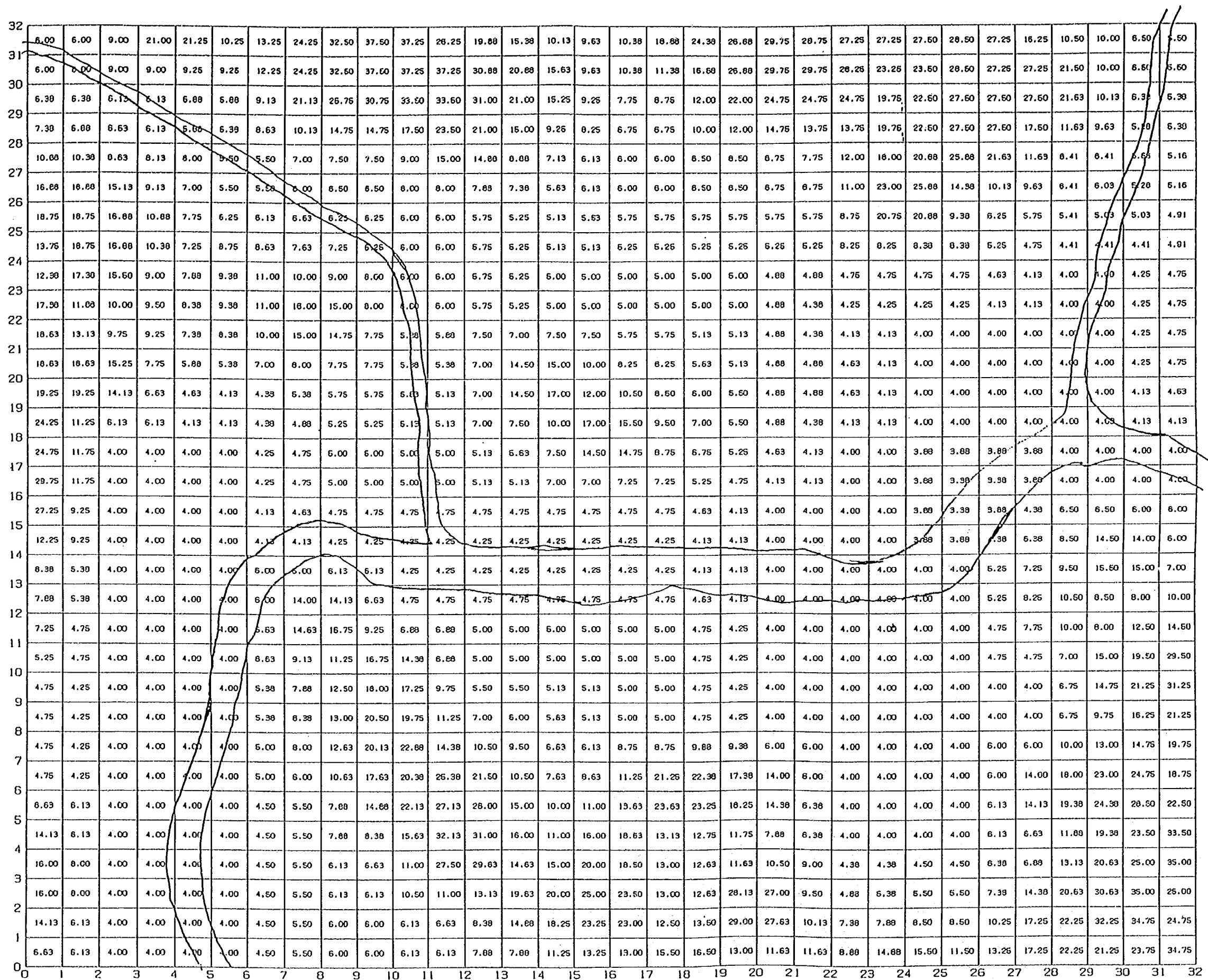


図3-13 国土数値情報125mメッシュ平均地盤高



図3-14 従来手法250mメッシュ平均地盤高

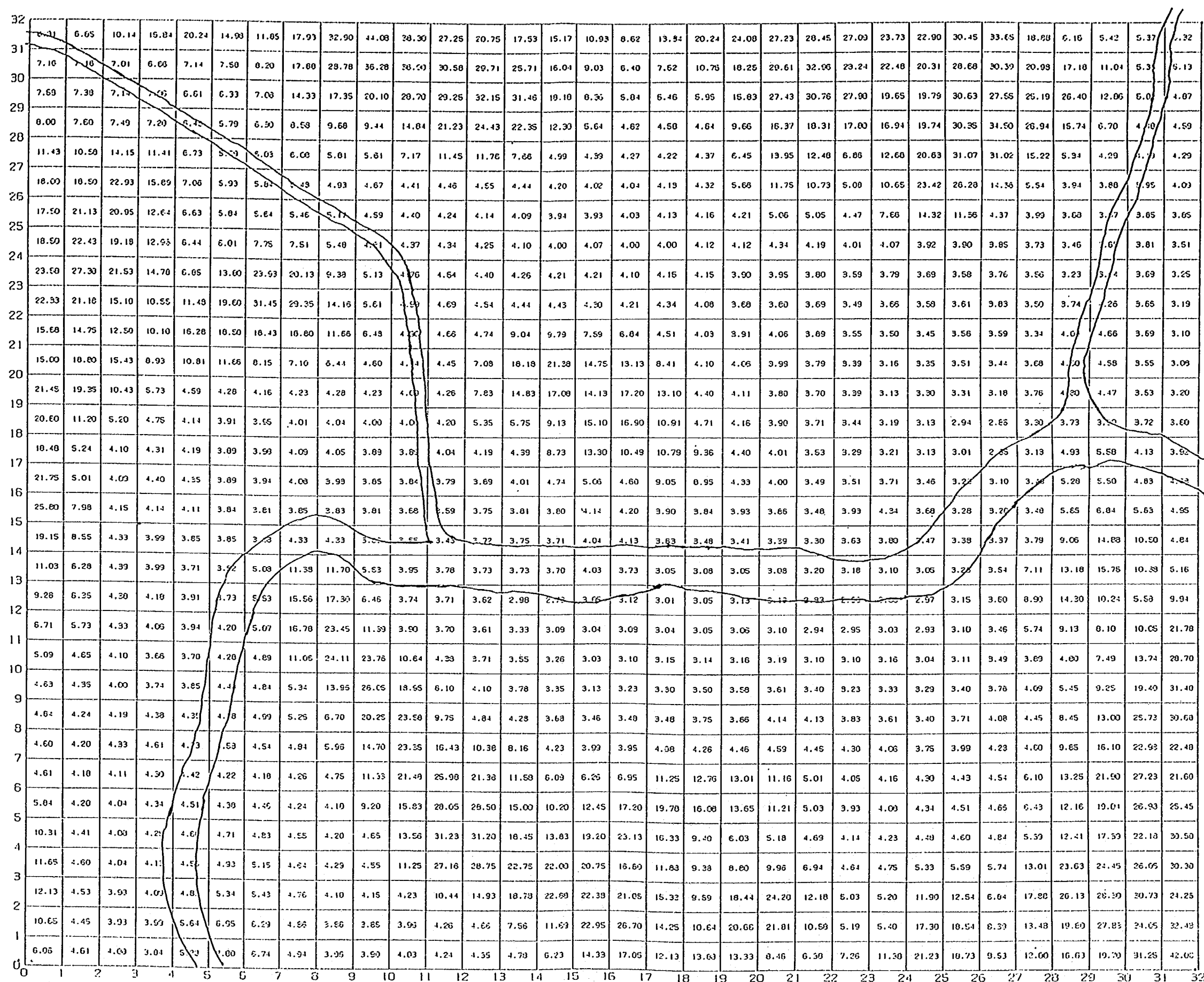


図3-15 従来手法125mメッシュ平均地盤高

3.3.2 平均地盤高データの比較

国土数値情報を用いて作成した平均地盤高と従来の方法で作成した平均地盤高との比較を行なったものが図3-16および図3-17である。大きいものでは10m以上もの誤差が発生している。誤差の頻度分布を示したものが図3-18および図3-19である。メッシュの大きさに関係なく、国土数値情報がやや高めになっていることがわかる。標高別の誤差の傾向を調査するために、相対誤差をとって示したものが図3-20および図3-21である。平均地盤高が比較的低い(10m以下)の区間では国土数値情報による平均地盤高が10~50%高く、それ以外の区間では20%程度低くなっている。

これらの誤差の傾向は、以下のような理由によるものと考えられる。すなわち10m以下の低位部ではメッシュ交点を挟む2本の等高線のうち、低い方の等高線がない(0m)ために、内挿が不可能となって精度が悪くなっているものと考えられる。この傾向は特に河道沿いで顕著である。また、それ以外の高位部では国土数値情報のデータ作成法によって、10m単位に標高が切り捨てられているための傾向と考えられる。

これらのデータの中には、氾濫域以外のデータについても含まれている。氾濫計算に影響を与えるものは、当然のことながら、氾濫域内のメッシュ平均地盤高の誤差であるから、氾濫域内のメッシュであるか否かを判定するために、125mメッシュのデータについて、1m幅でのメッシュ標高値の個数を調べたこの結果、メッシュのほとんどが8m以下であり、今回対象とした流域では氾濫水がおおむね7mまで到達する可能性があることから、平均地盤高が8m以下のメッシュが氾濫域であると考え。そこで、図3-16を対数表示してメッシュ平均地盤高が低いところに注目すると、図3-22のようになる。これらのデータ中で特に問題となるのは領域Bと領域Dに含まれるデータである。領域Bに含まれるデータをもつメッシュは、従来手法であれば氾濫域とされるが国土数値情報ではそうでないとされるメッシュであり、領域Dの場合はその逆のメッシュである。

そこで、これらの誤差が流域内でどのように分布しているかを調査したものが図3-23である。また、これらの誤差がどの領域に属するかを図3-24に示した。図中で、領域Aと示されている点は、両方のデータで氾濫域でないとされたメッシュであり、誤差があっても氾濫シミュレーションの誤差とならない。氾濫域の周辺および左岸側氾濫域の中心に分布している。領域Cの、両方のデータで氾濫域とされたデータは、さきに述べた理由によって、全体的に国土数値情報が高めになった。BとDは、それぞれ最大氾濫区域に影響するが、両者を比較するとBの方が2.5倍程度多い。したがって、国土数値情報の方が氾濫域がやや狭くなっているといえる。

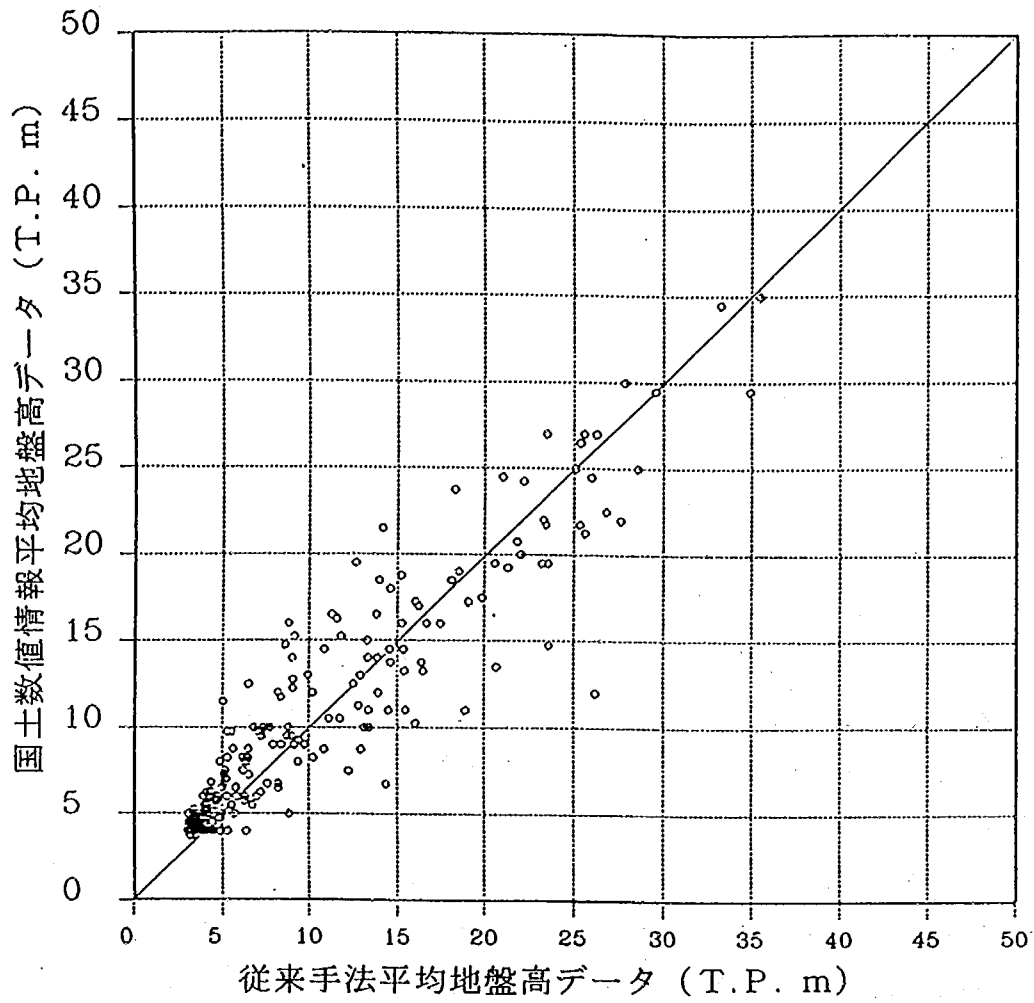


図3-16 250mメッシュ平均地盤高の比較

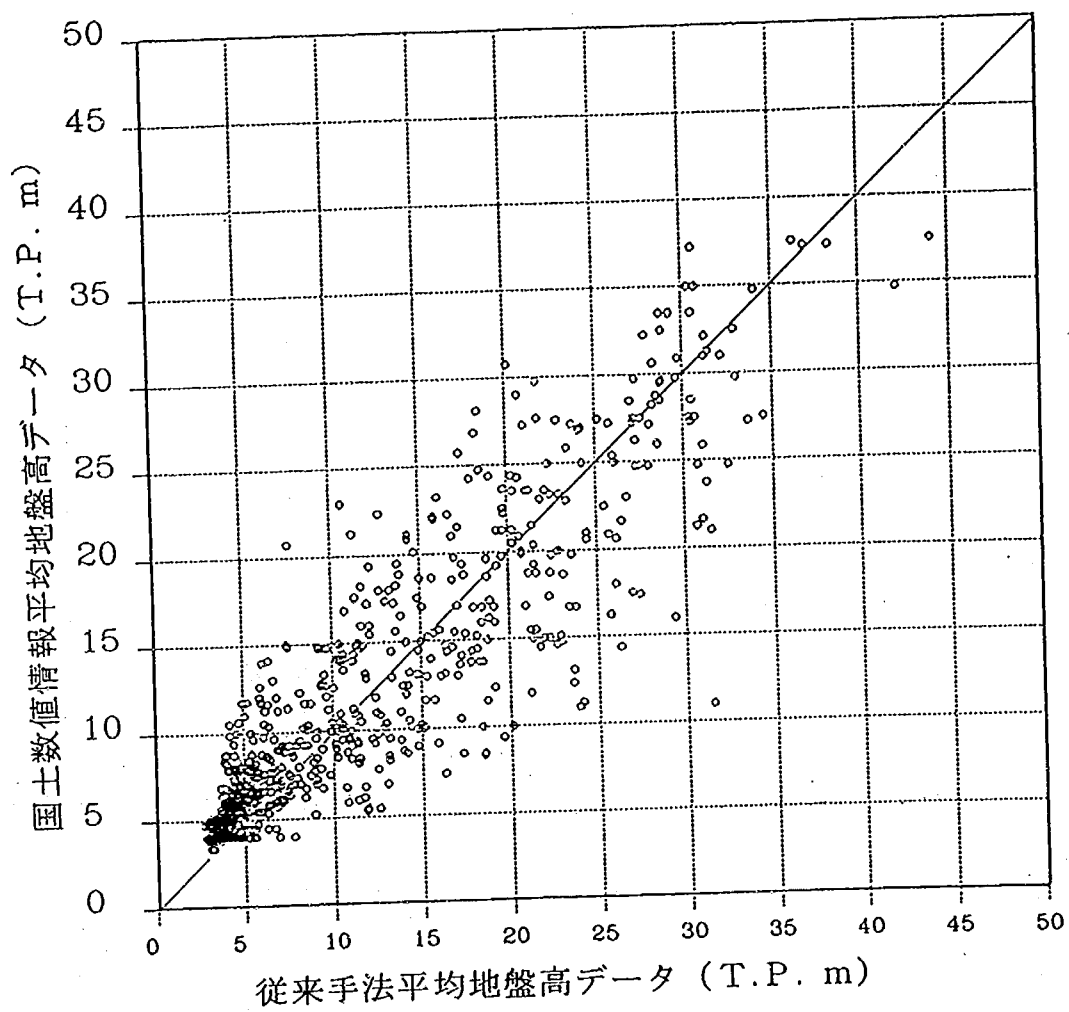


図3-17 125mメッシュ平均地盤高の比較

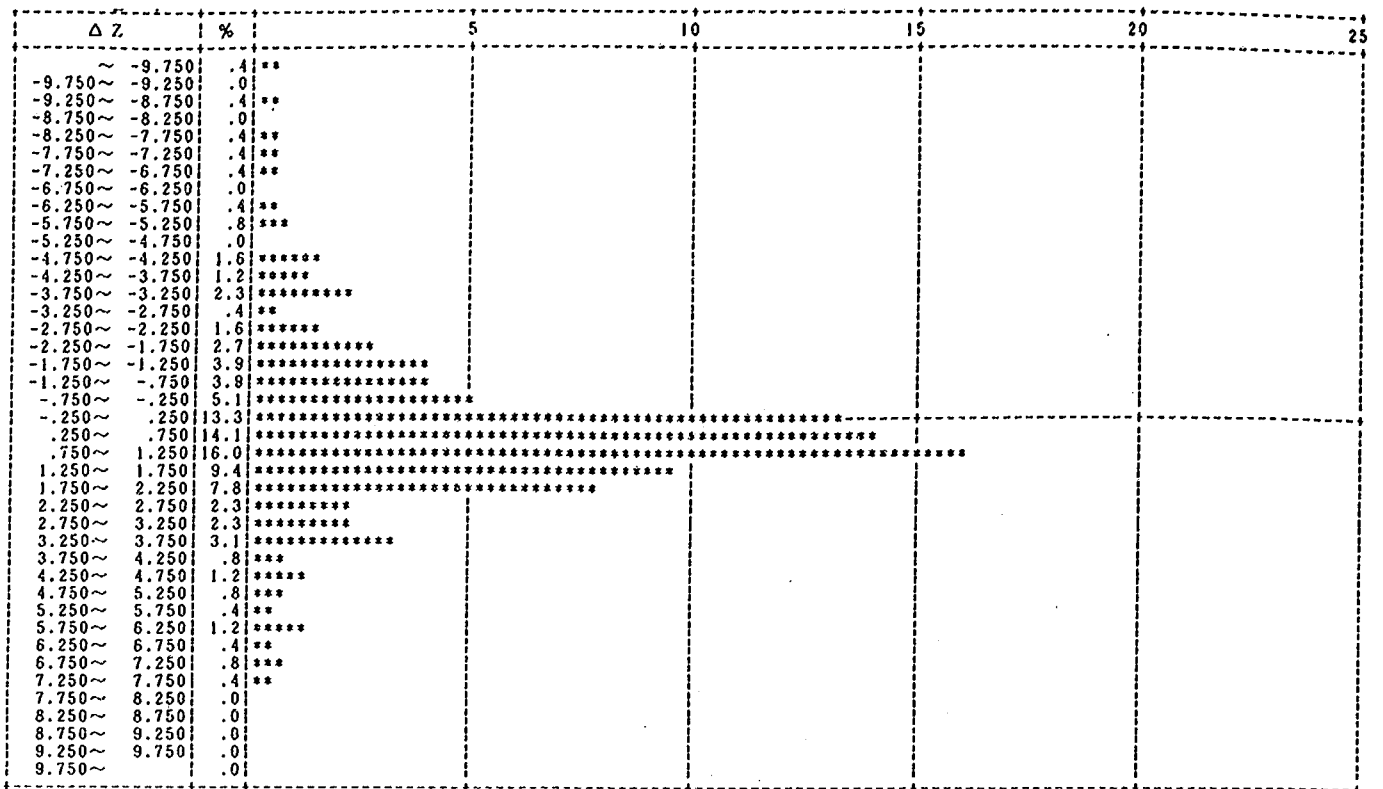


図3-18 250mメッシュ平均地盤高の誤差頻度分布

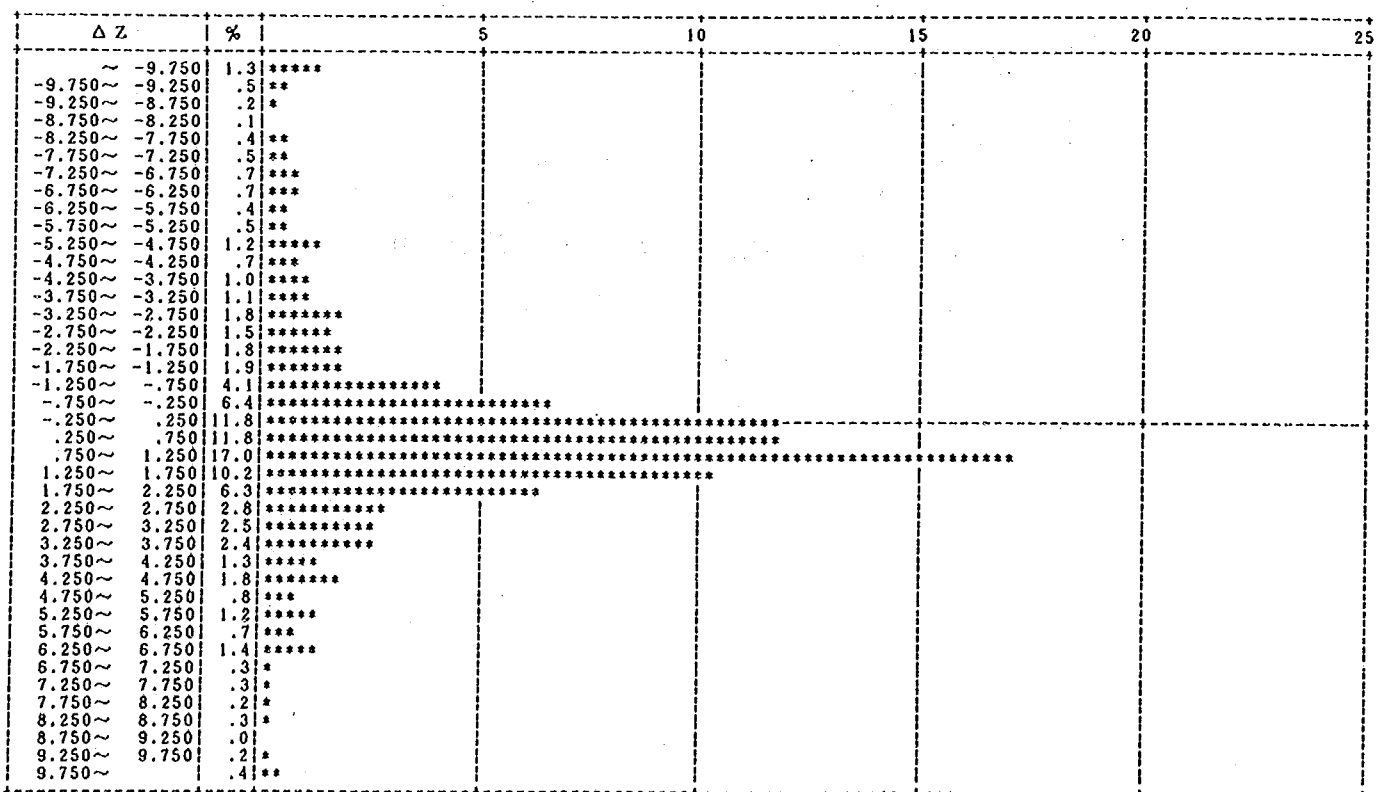


図3-19 125mメッシュ平均地盤高の誤差頻度分布

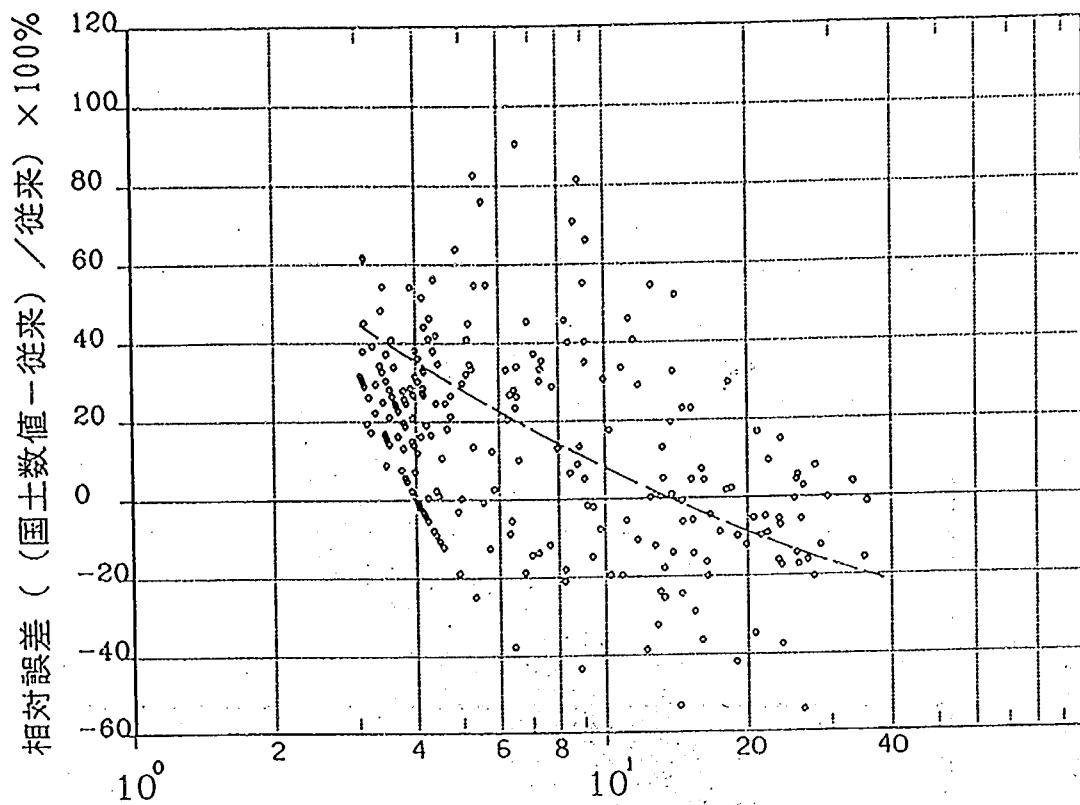


図3-20 250mメッシュ平均地盤高の相対誤差

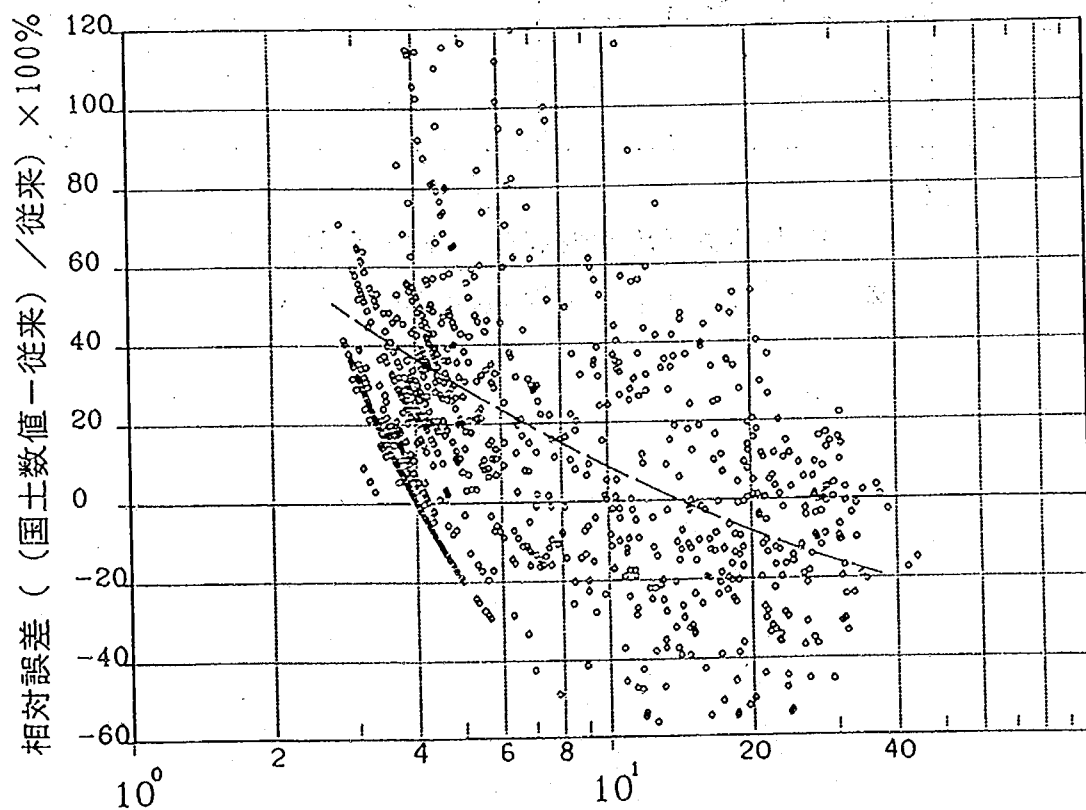


図3-21 125mメッシュ平均地盤高の相対誤差

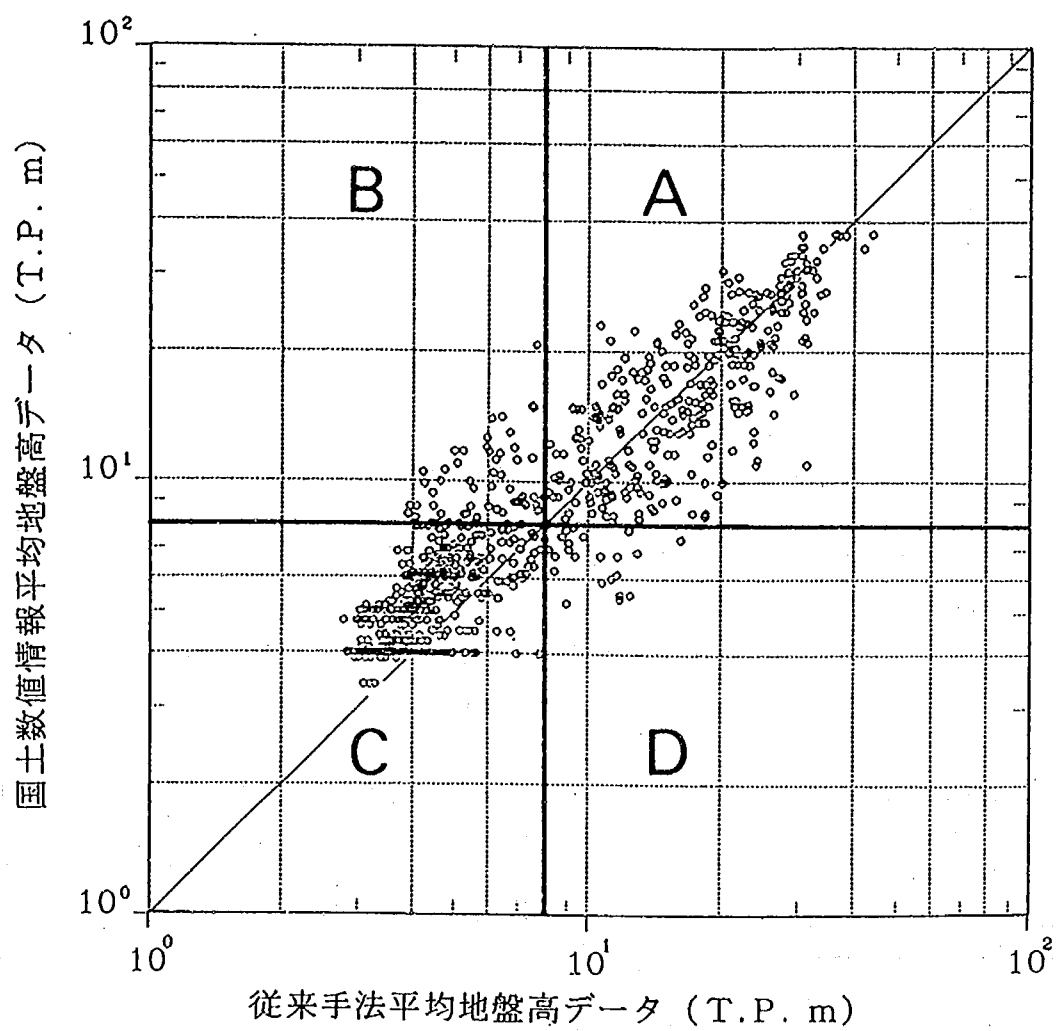


図 3-22 125mメッシュ平均地盤高の比較 (対数表示)

16	8	6	30	8	30	40	18	9	8	26	30	28	20	30	8	7	6															
	-0.01	-0.05	-1.14	4.16	1.01	-4.73	1.40	6.32	-0.40	-5.50	-1.05	-1.00	-0.87	-2.15	-5.04	-1.30	1.76	6.04	4.14	2.00	2.62	0.30	0.16	3.52	4.60	-1.95	-6.40	-2.63	4.34	4.68	1.13	0.10
15	-1.16	-1.16	1.99	2.14	2.11	1.67	4.05	6.37	3.72	1.22	0.35	6.67	1.17	-4.03	-0.41	0.60	3.90	3.86	6.13	0.63	0.14	-3.21	0.01	0.77	3.19	-0.10	-3.14	6.27	4.32	-1.04	1.15	0.37
	-1.20	-1.00	-1.01	-0.93	-0.73	-0.45	2.05	6.00	0.40	10.65	4.00	4.25	-1.15	-10.46	-2.93	0.09	1.91	3.29	6.05	6.17	-2.60	-6.01	-3.23	0.10	2.71	-3.13	-0.05	2.31	-4.77	-2.73	1.36	0.61
14	-0.62	-0.72	-0.86	-1.16	-0.60	-0.41	2.33	1.65	6.07	6.31	2.06	2.27	-3.43	-7.35	-3.05	2.61	1.93	2.17	6.36	2.34	-1.62	-4.56	-4.05	2.01	2.76	-2.05	-7.00	-9.44	-4.11	2.93	1.40	0.79
	-0.65	-0.20	-5.62	-3.20	-0.73	-0.19	-0.53	0.92	1.69	1.89	1.03	3.65	3.12	1.22	2.14	1.74	1.73	1.70	2.13	2.05	-5.20	-4.73	6.14	6.32	0.25	-5.19	-9.39	-3.59	3.07	2.12	1.47	0.07
13	-1.12	-1.62	-7.00	-6.76	-0.06	-0.43	-0.34	0.62	1.67	1.83	3.69	3.64	3.33	2.94	1.43	2.11	1.96	1.87	2.10	0.04	-5.00	-3.98	6.82	12.35	2.46	-11.90	-4.25	4.03	2.47	2.15	1.33	1.07
	1.25	-2.38	-4.07	-1.76	1.12	0.41	0.49	1.17	1.00	1.66	1.60	1.76	1.61	1.16	1.19	1.70	1.72	1.62	1.59	1.54	0.69	0.70	4.28	13.09	6.56	-1.90	1.00	1.76	1.73	1.46	1.10	1.06
12	-4.75	-3.68	-2.30	-2.60	0.01	2.74	0.00	0.12	1.77	1.44	1.63	1.66	1.50	1.15	1.13	1.05	1.25	1.25	1.13	1.13	0.91	1.06	4.24	4.10	4.46	4.40	1.40	1.02	0.95	0.76	0.60	1.40
	-11.20	-10.00	-6.03	-5.70	1.03	-4.42	-12.93	-10.13	-0.30	2.07	1.24	1.46	1.35	0.99	0.79	0.79	0.90	0.85	0.85	1.10	0.93	1.06	1.16	0.98	1.06	1.17	0.07	0.57	0.77	0.36	0.56	1.50
11	-4.95	-9.30	-5.10	-1.05	-3.10	-10.22	-20.45	-13.35	0.04	1.39	1.01	1.31	1.21	0.81	0.57	0.70	0.79	0.68	0.92	1.32	1.00	0.69	0.78	0.59	0.87	0.64	0.30	0.63	0.28	-0.26	0.59	1.58
	2.95	-1.62	-2.75	-0.05	-0.90	-10.12	-0.43	-3.00	3.09	1.27	0.99	1.22	2.76	-2.04	-2.29	-0.09	-1.09	1.24	1.10	1.22	0.02	0.49	0.50	0.63	0.55	0.44	0.41	0.66	-0.09	-0.66	0.50	1.65
10	3.63	-0.17	-0.10	-1.18	-4.93	-6.40	-1.15	0.90	1.31	3.15	1.44	0.93	-0.08	-3.68	-6.30	-4.75	-4.68	-2.16	1.53	1.07	0.89	1.09	1.24	0.97	0.65	0.49	0.56	0.32	-0.50	-0.59	0.70	1.67
	-2.20	-0.10	3.70	0.90	0.04	-0.15	0.22	1.15	1.47	1.52	1.54	0.07	-0.83	-0.33	-0.00	-2.13	-6.70	-4.60	1.60	1.39	1.06	1.18	1.24	1.00	0.70	0.69	0.02	0.24	-0.00	-0.47	0.60	1.43
9	3.65	0.05	0.93	1.90	-0.01	0.22	0.43	0.07	1.21	1.25	1.13	0.93	1.65	1.75	0.67	1.90	-1.40	-1.41	2.29	1.34	0.90	0.67	0.69	0.94	0.87	1.06	1.15	0.70	0.27	0.10	0.41	0.53
	6.27	0.51	-0.10	-0.31	-0.19	0.11	0.27	0.68	0.95	1.11	1.11	0.96	0.94	1.24	-1.23	1.20	4.28	-2.04	-2.61	0.85	0.62	0.60	0.71	0.79	0.75	0.07	0.93	0.75	-0.93	-1.58	-0.13	0.00
8	6.00	6.74	-0.09	-0.40	-0.55	0.11	0.31	0.67	1.02	1.15	1.16	1.21	1.24	1.12	2.28	1.94	2.65	-1.80	-3.70	0.42	0.13	0.64	0.49	0.29	0.42	0.18	0.20	0.40	-1.20	-1.50	-0.03	-0.60
	1.45	1.27	-0.15	-0.14	-0.11	0.16	0.32	0.78	0.92	0.94	1.07	1.16	1.00	0.94	0.95	0.61	0.55	0.85	0.79	0.20	0.14	0.52	0.07	-0.34	0.20	0.10	0.68	0.90	0.65	-0.34	0.37	1.05
7	-8.00	0.70	-0.53	0.01	0.15	0.15	0.25	-0.20	-0.06	0.42	0.70	0.82	0.53	0.50	0.54	0.21	0.12	0.62	0.65	0.72	0.61	0.70	0.37	0.20	0.41	0.50	1.01	2.59	-0.56	-0.38	3.50	1.18
	-2.65	-0.90	-0.39	0.01	0.29	0.18	0.92	-5.98	-5.57	0.60	0.30	0.47	0.52	0.52	0.55	0.22	0.52	1.20	1.05	1.08	0.92	0.80	0.62	0.90	0.95	0.75	1.71	0.14	-3.68	-0.25	4.62	1.04
6	-1.40	-0.97	-0.38	-0.18	0.09	0.27	0.47	-1.56	-3.17	0.17	1.01	1.04	1.13	1.77	1.97	1.70	1.63	1.74	1.58	1.00	0.87	1.17	1.10	0.85	1.03	0.85	1.65	-0.65	-3.80	-1.74	2.42	0.06
	0.54	-0.90	-0.33	-0.06	0.06	-0.20	1.56	-2.15	-6.70	-2.14	2.98	3.18	1.39	1.67	1.91	1.96	1.91	1.96	1.70	1.19	0.90	1.06	1.05	0.97	1.07	0.90	1.29	2.01	0.87	-0.10	2.45	-7.28
5	0.18	0.10	-0.10	0.34	0.30	-0.28	1.74	-1.93	-12.06	-7.01	3.74	2.50	1.29	1.45	1.74	1.97	1.90	1.85	1.81	1.09	0.61	0.90	0.90	0.84	0.96	0.89	1.28	0.86	2.20	7.51	5.76	0.00
	0.12	-0.10	-0.00	0.28	0.15	-0.40	0.54	2.54	-1.46	-8.05	-1.70	3.65	1.40	1.72	1.78	2.00	1.77	1.70	1.25	0.67	0.39	0.60	0.77	0.67	0.71	0.60	0.24	-0.09	1.90	5.50	1.85	-0.15
4	0.11	0.01	-0.19	-0.38	-0.35	-0.70	0.39	3.12	6.30	0.25	-3.83	1.50	2.18	1.72	1.95	1.67	1.52	1.52	1.00	0.39	-0.14	-0.15	0.17	0.39	0.60	0.29	-0.08	-0.45	-1.70	-3.25	-9.48	-9.43
	0.15	0.05	-0.33	-0.61	-0.73	-0.58	0.46	3.16	6.67	5.43	-0.47	-2.05	0.12	1.34	2.40	2.14	4.80	4.67	5.62	4.92	1.41	1.54	-0.90	-0.08	0.25	0.01	1.72	1.40	0.15	-3.10	-8.23	-2.73
3	0.14	0.07	-0.11	-0.30	-0.42	-0.22	0.82	1.74	5.80	6.30	-1.10	-0.60	0.12	-1.08	1.54	2.37	4.30	10.00	9.62	4.37	2.84	0.99	-0.05	-0.16	-0.30	-0.43	1.48	7.90	4.75	1.10	-2.46	-2.65
	0.79	1.03	-0.04	-0.34	-0.61	-0.38	0.04	1.28	3.78	5.68	6.30	-0.92	-2.50	0.00	-0.20	-1.45	-3.67	3.65	7.17	4.80	3.17	1.35	0.07	-0.08	-0.34	-0.51	1.47	7.70	7.22	5.34	1.62	-2.95
2	3.62	1.72	-0.08	-0.25	-0.60	-0.71	-0.33	0.95	3.60	3.73	2.07	0.90	-0.20	-2.45	-2.83	-3.20	-4.60	-3.20	3.35	5.72	2.70	1.69	-0.14	-0.23	-0.48	-0.60	1.29	1.24	-0.53	1.99	1.32	3.00
	4.35	3.40	-0.04	-0.13	-0.65	-0.98	-0.65	0.86	1.84	2.08	-0.25	0.34	0.88	-5.12	-7.00	-0.75	1.70	1.12	3.25	2.83	0.54	2.06	-0.26	-0.37	-0.83	-1.09	0.64	-8.13	-10.50	-3.82	-1.05	4.70
1	3.07	3.47	0.02	-0.09	-0.83	-1.34	-0.93	0.74	2.03	1.90	6.27	0.56	-1.80	0.85	-2.86	2.62	2.45	-2.33	3.04	9.69	2.60	-2.68	-0.15	0.18	-6.40	-7.04	0.64	-3.50	-5.50	2.33	4.27	0.76
	3.48	1.68	0.07	0.01	-1.64	-2.95	-1.78	0.64	2.14	2.15	2.17	2.37	3.72	7.32	5.56	0.30	-3.70	-1.75	2.86	6.34	5.82	-0.45	2.19	2.48	-8.80	-10.04	1.86	3.77	2.45	4.42	0.70	-7.73
0	0.57	1.52	-0.08	0.16	-1.28	-3.80	-2.24	0.56	2.04	2.10	2.10	1.89	3.53	3.10	5.02	-1.08	-4.05	3.37	2.62	-0.33	3.17	5.25	1.62	3.50	-5.73	-7.23	3.72	5.65	5.62	1.55	-7.50	-7.33
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16															

図3-23 誤差の流域内分布

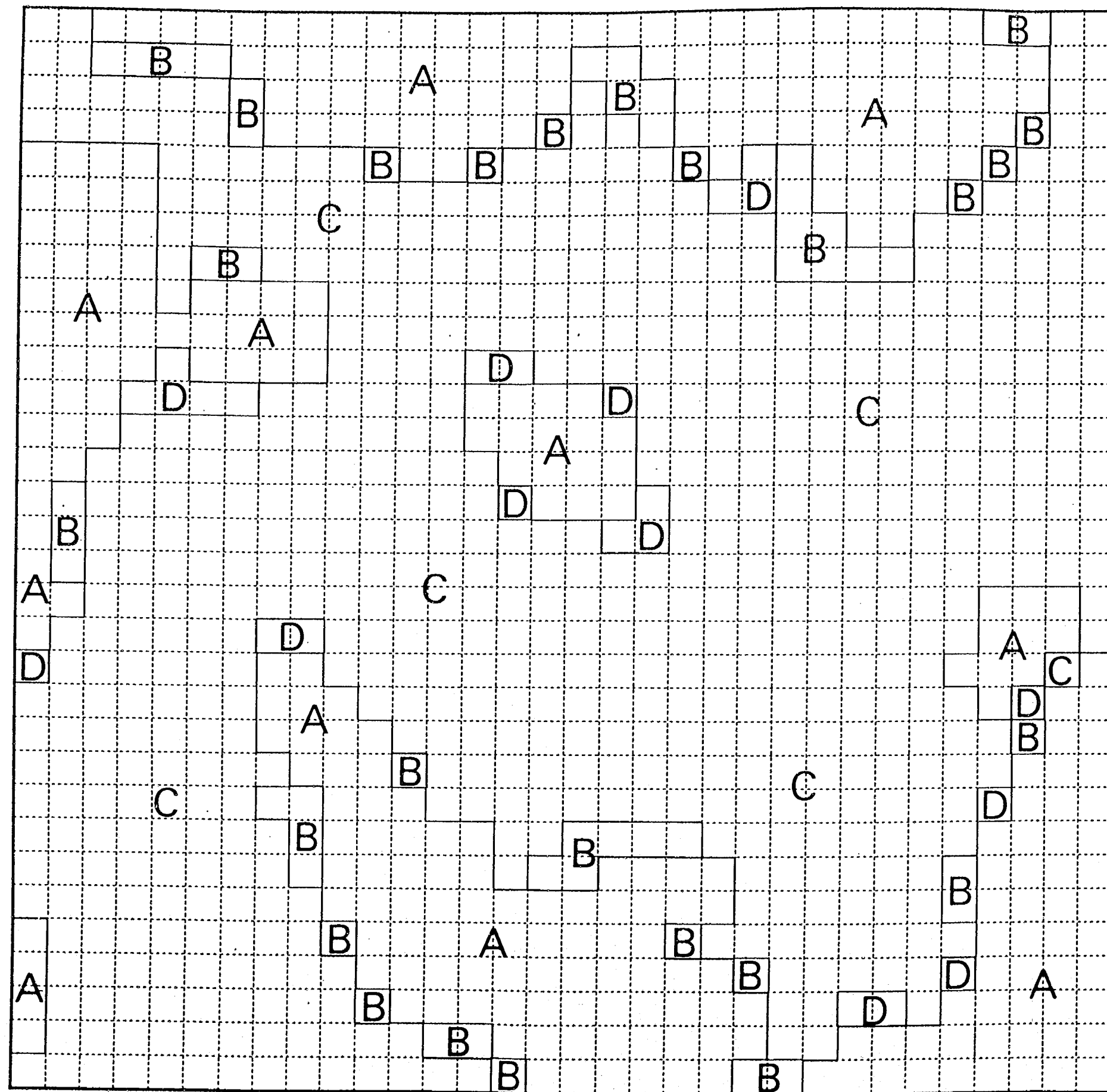


図3-24 誤差領域の流域内分布

第4章 氾濫シミュレーションによる比較

国土数値情報を用いて作成したデータを使って氾濫シミュレーションを行なった場合と、従来手法によって作成したデータを使って行なった場合との比較を行なった。また、氾濫計算結果の誤差がどのようなデータ誤差に起因するかを調査し、データの修正手法を検討するにあたっての方針を検討した。

図4-1に示すような125mメッシュでの氾濫シミュレーションを行ない、様々な観点からの比較を行なった。氾濫計算には開水路ポンドモデルを使用した。

4.1 本川左岸側流域における検討

破堤点の外水位及び堤防天端高、H.W.L.、破堤敷高となる破堤点メッシュ平均地盤高を示したものが図4-2である。破堤敷高は0.12mの差しかないため、氾濫計算にはそれほど影響しないものと考えられる。次に、湛水容量と破堤流量を示したものが図4-3であるが、国土数値情報の方が約半分に抑えられている。これは、標高が低い所については国土数値情報の方が高いデータとなっているため、堤内側の水位が従来手法よりも早く上昇してしまうためだと考えられる。最大湛水深および氾濫水到達時間を示したものが図4-4および図4-5であるが、氾濫原そのものの標高が高めになっているために氾濫水があまり広がらず、湛水深についても1m程度浅く算出されている。

4.2 本川右岸側流域における検討

破堤点の外水位及び堤防天端高、H.W.L.、破堤敷高となる破堤点メッシュ平均地盤高を示したものが図4-6である。破堤敷高が1.63mも国土数値情報が高めになっているために、破堤流入量に大きく影響すると考えられる。湛水容量と破堤流量を示したものが図4-7であるが、左岸側での特徴に加えて、この破堤敷高の違いが大きな誤差の原因となっているものと考えられる。図4-8および図4-9に最大湛水深及び到達時間を示す。

4.3 境界条件を破堤流入量とした場合の検討

前節までの検討では、境界条件を外水位で与えて氾濫計算を行ってきたが、破堤流入量に大きな誤差が発生することがわかった。そこで、破堤流入量以外の誤差について調査するために、境界条件を破堤流入量として氾濫計算を行なった。

まず最初に、従来の手法で作成された平均地盤高を使用したものについて外水位を境界条件として与えて氾濫シミュレーションを行ない、このときの破堤流入量を記録した。(図4-10および図4-11)なお、ここで使用した外水位は、氾濫域の周辺部まで到達する程度のものを用いた。

次に、この破堤流入量を境界条件として国土数値情報を用いて作成されたものについて氾濫シミュレーションを行なった。

最大湛水深を示したものが図4-12および図4-13である。左右岸に共通して、全体的な傾向としては一

致しているが、氾濫域の周辺部の形状の違いが注目される。これは、2.3.2で述べた領域Bおよび領域Dに含まれるデータが影響しているためと考えられる。また、各地点の湛水深の違いについては、氾濫水面が水平に近づくにつれ、湛水深が平均地盤高のみに支配される傾向になったためと考えられる。

氾濫水の到達時間を示したものが図4-14および図4-15である。これらについては、最大到達区域を除いては、ほぼ一致しているといえる。

4.4 本章における結論

国土数値情報によって作成されたメッシュ平均地盤高を用いて氾濫シミュレーションを行なう際に問題となる点は、主に次の3つであることがわかった。

1) 破堤流入量の計算には越流公式を用いるが、このときの破堤敷高は通常、堤内地盤と高水敷の高い方の標高値を用いることが多い。したがって、破堤点の平均地盤高に誤差がある場合、破堤流入量が著しく誤差をもつ可能性がある。今回対象とした流域では、特に右岸側でその傾向が顕著であった。

2) 破堤地点における平均地盤高の誤差がそれほど大きくない場合でも、国土数値情報を用いて作成された平均地盤高では、氾濫域が全体的に高めに計算されている場合が多いため破堤流入量が抑えられ、従来手法によるものと比較して、氾濫水が広がりにくい傾向にある。

3) 境界条件として破堤流量を与えた場合、氾濫域の周辺部の誤差によって、最大氾濫区域についての誤差が発生する。また、各地点の湛水深に注目した場合、平均地盤高の誤差がそのまま湛水深の誤差となる。

そこで、次章でのデータ修正手法では、これらの誤差をいかにして修正していくかが課題となると考えられる。

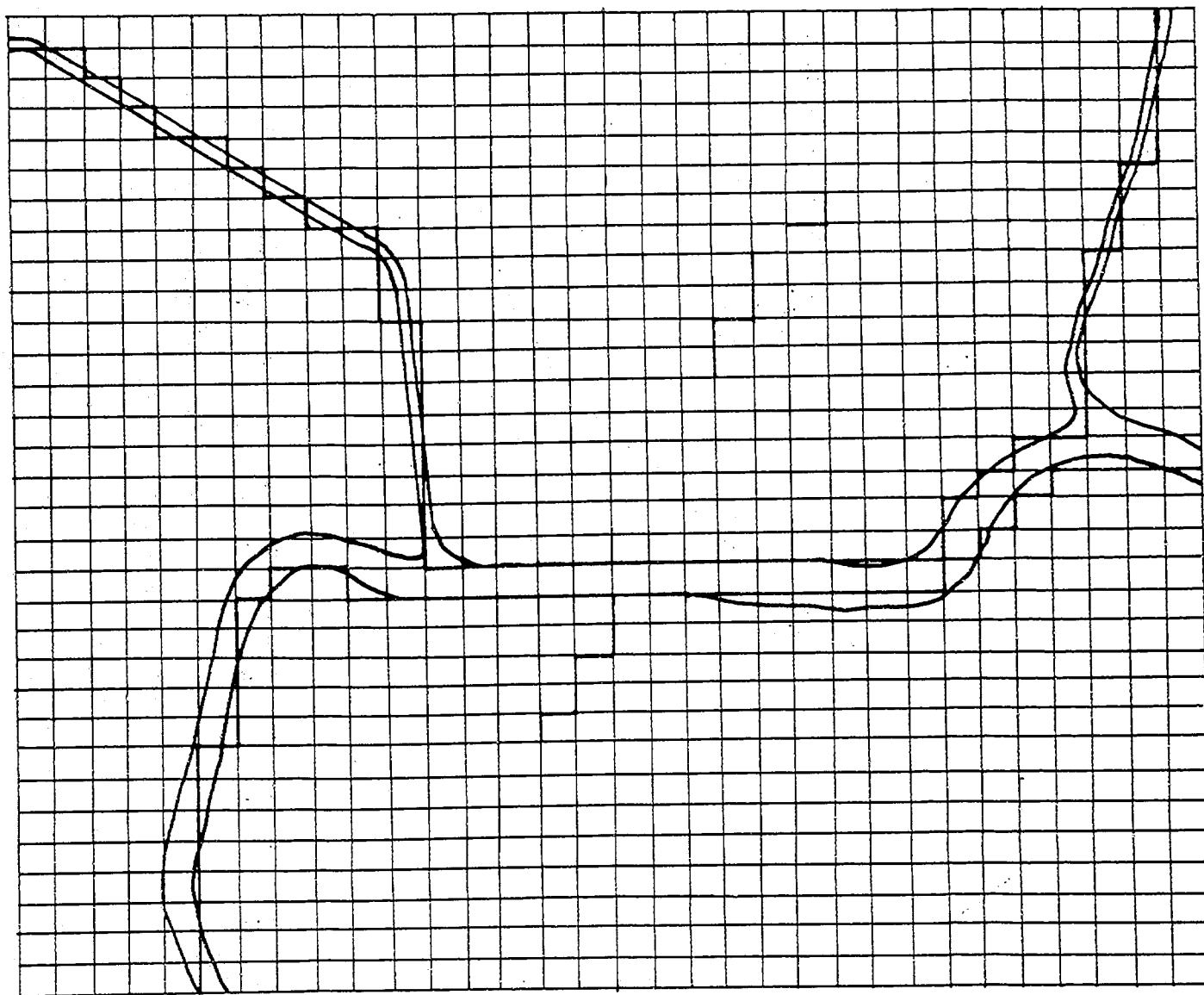


図4-1 メッシュモデル

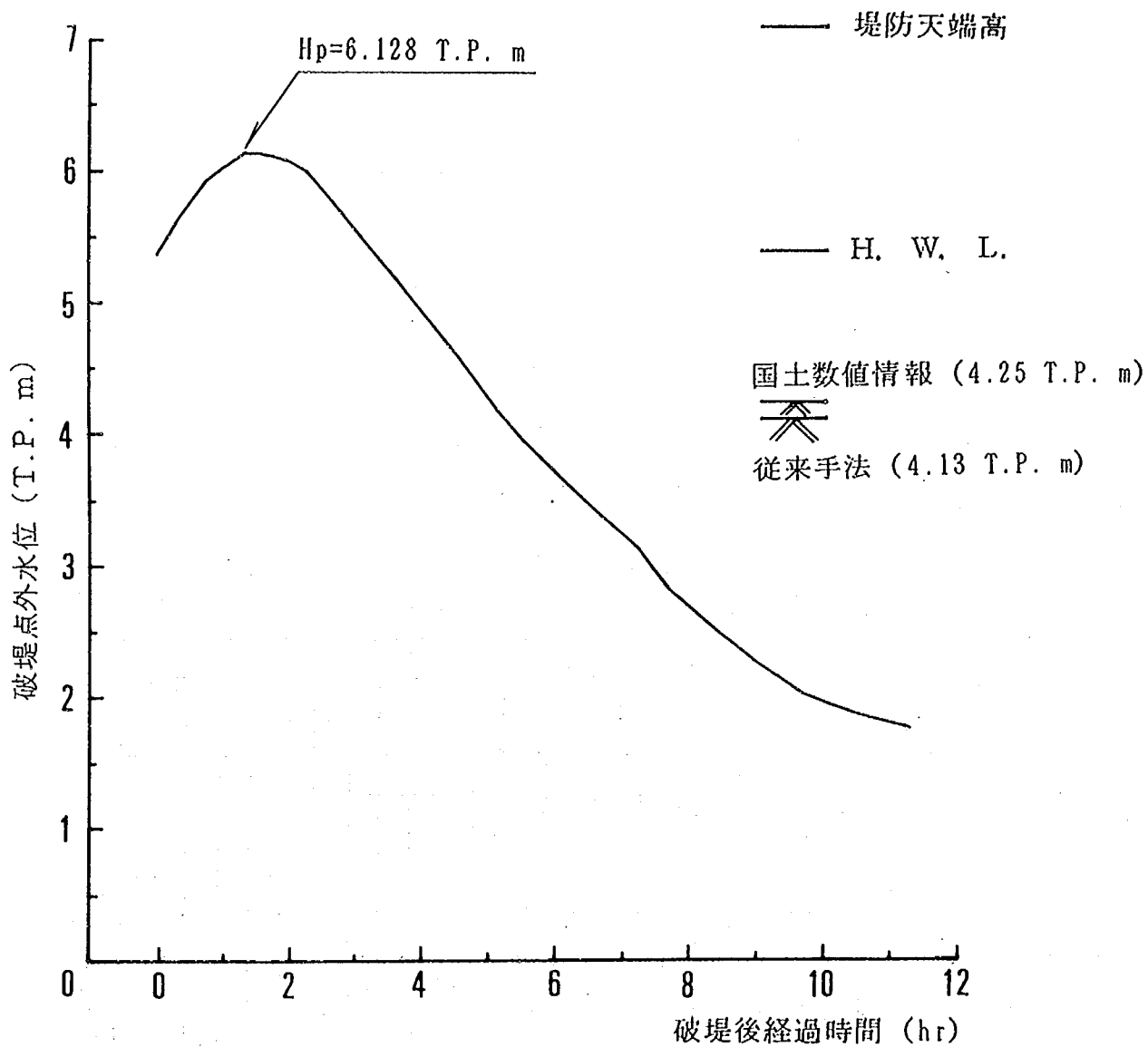


图 4 - 2 破堤点水位 (左岸側)

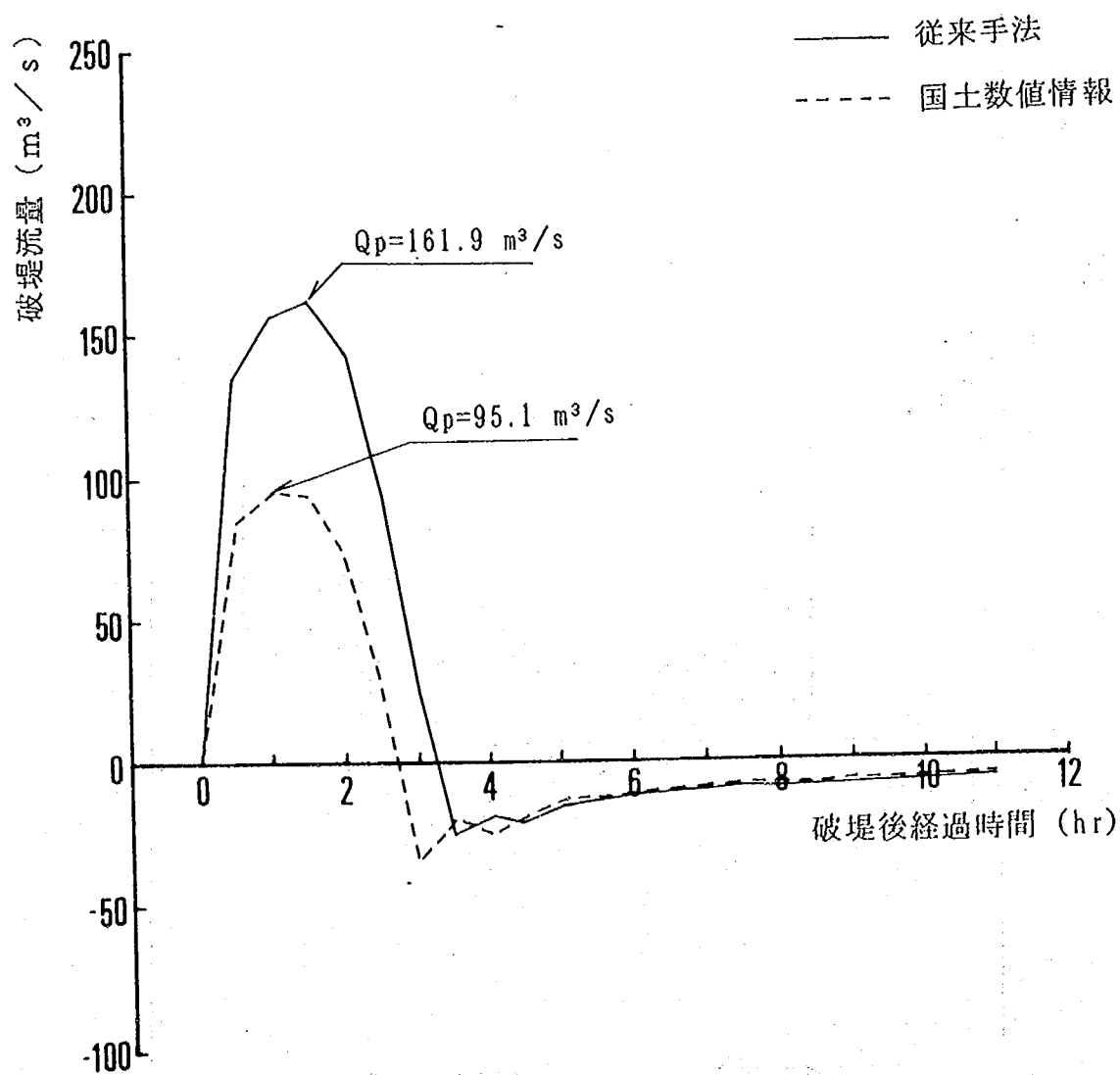
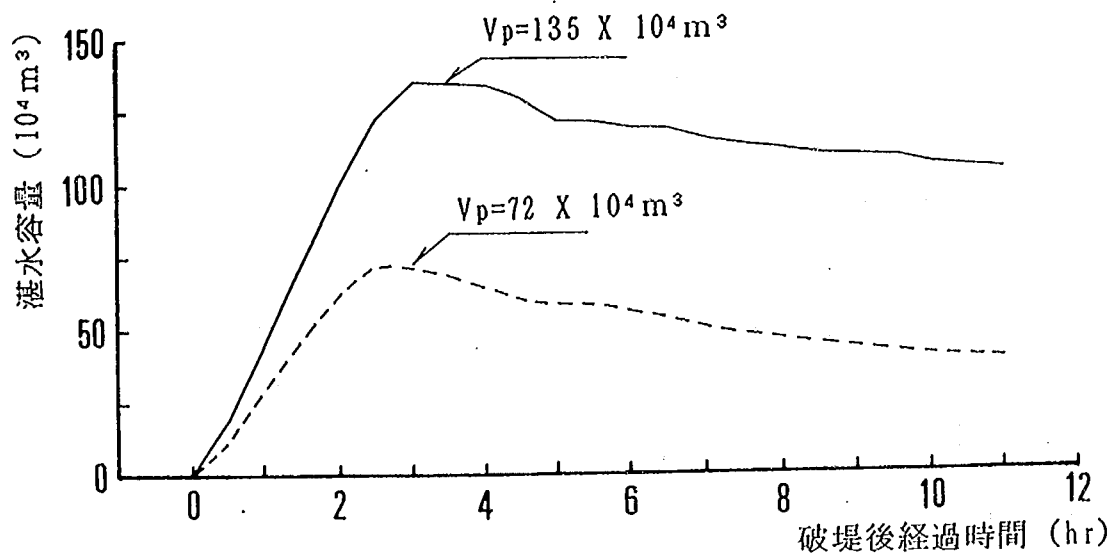
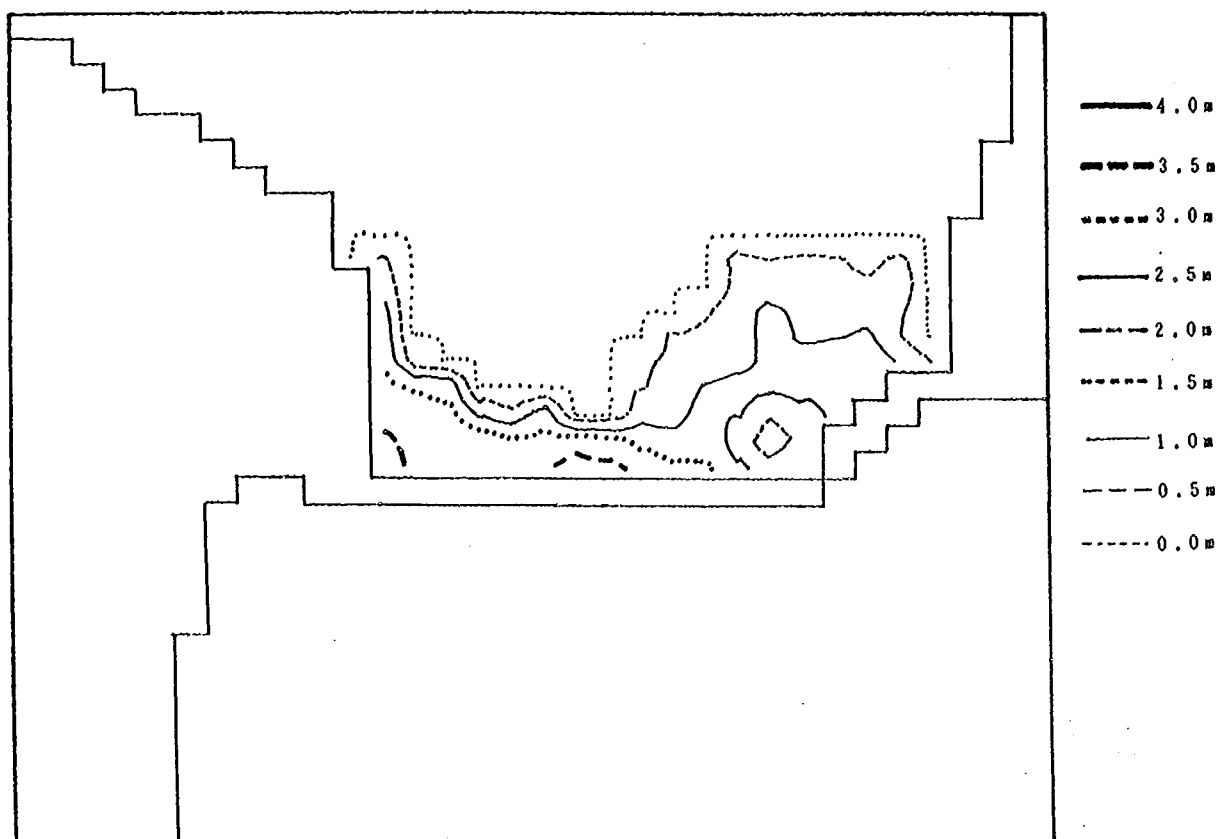
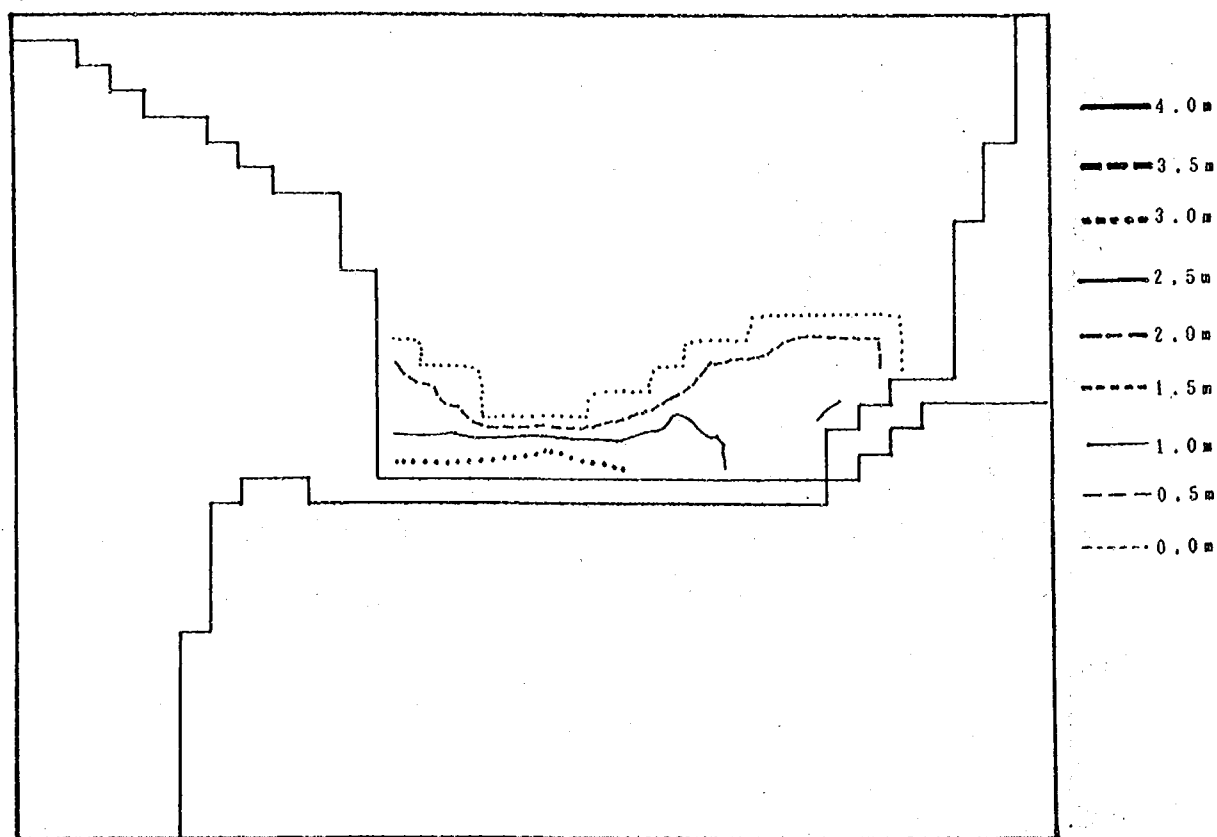


図4-3 湛水容量, 破堤流量 (左岸側)

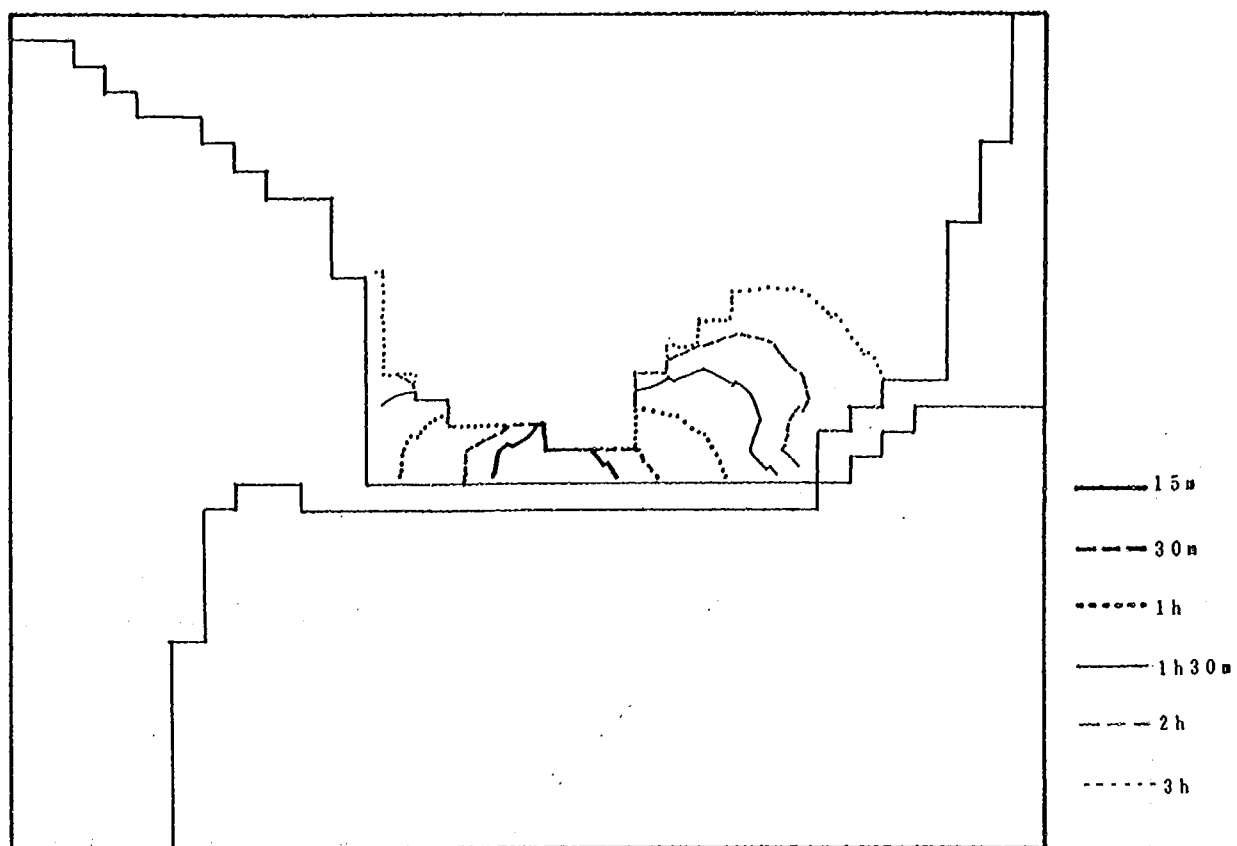


従来手法

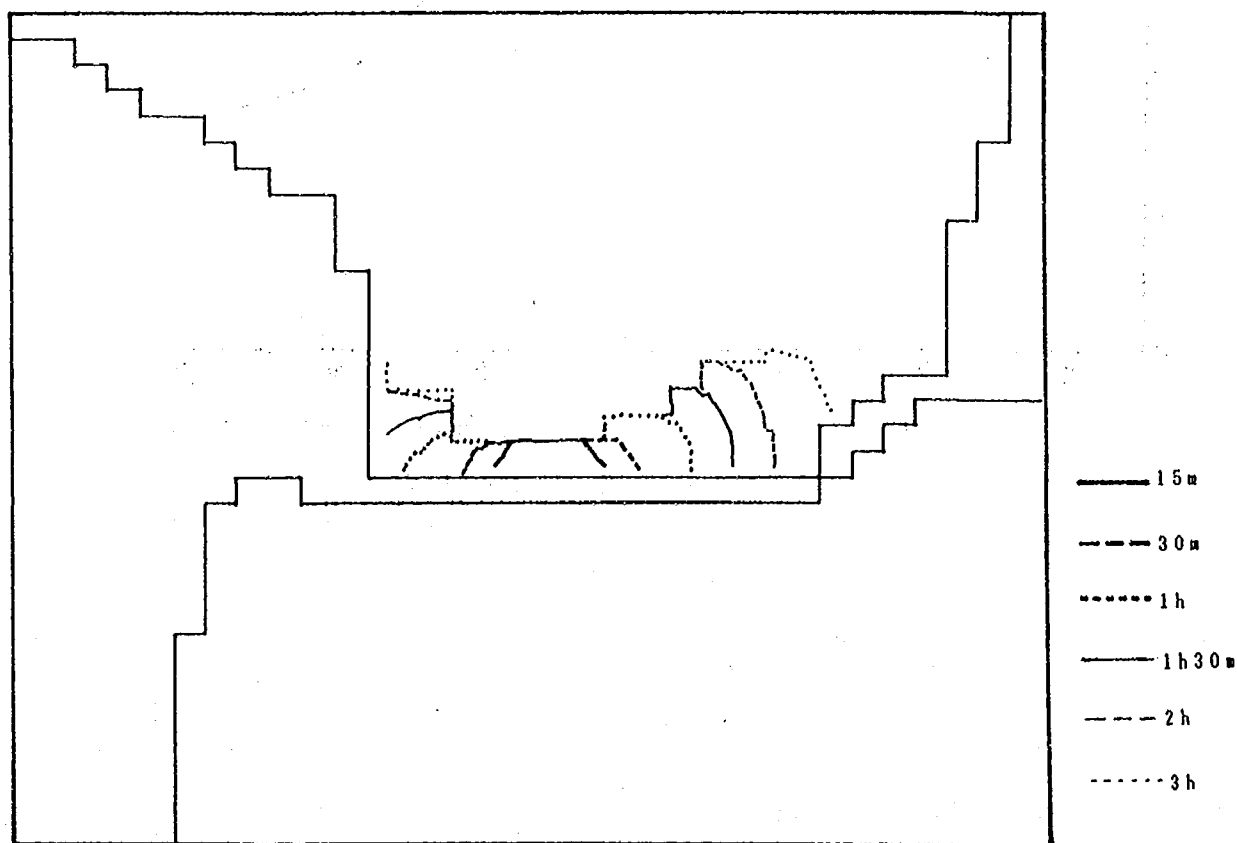


国土数値情報

図4-4 最大湛水深（左岸側）



従来手法



国土数値情報

図4-5 氾濫水到達時間（左岸側）

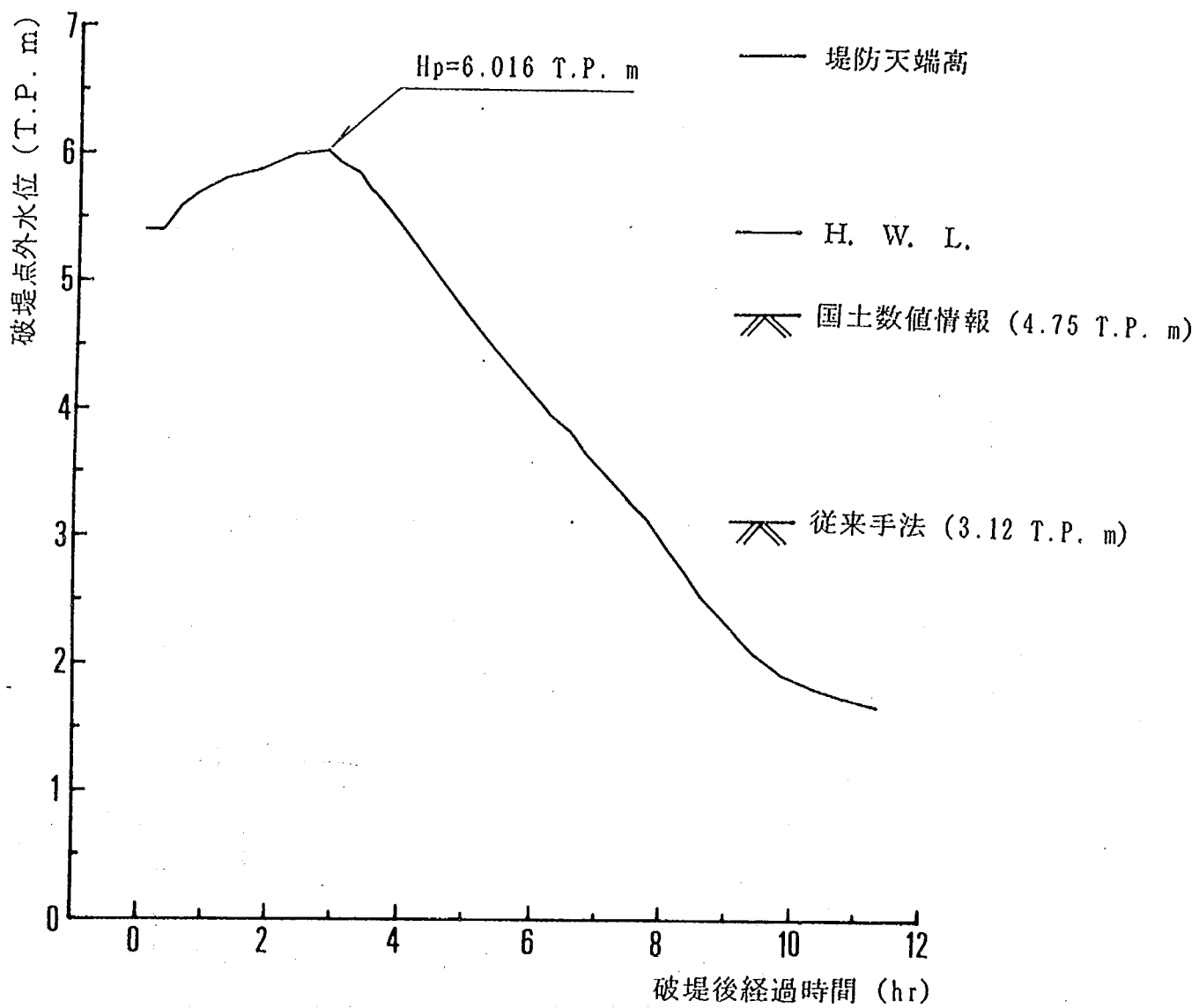


图 4 - 6 破堤点外水位 (右岸側)

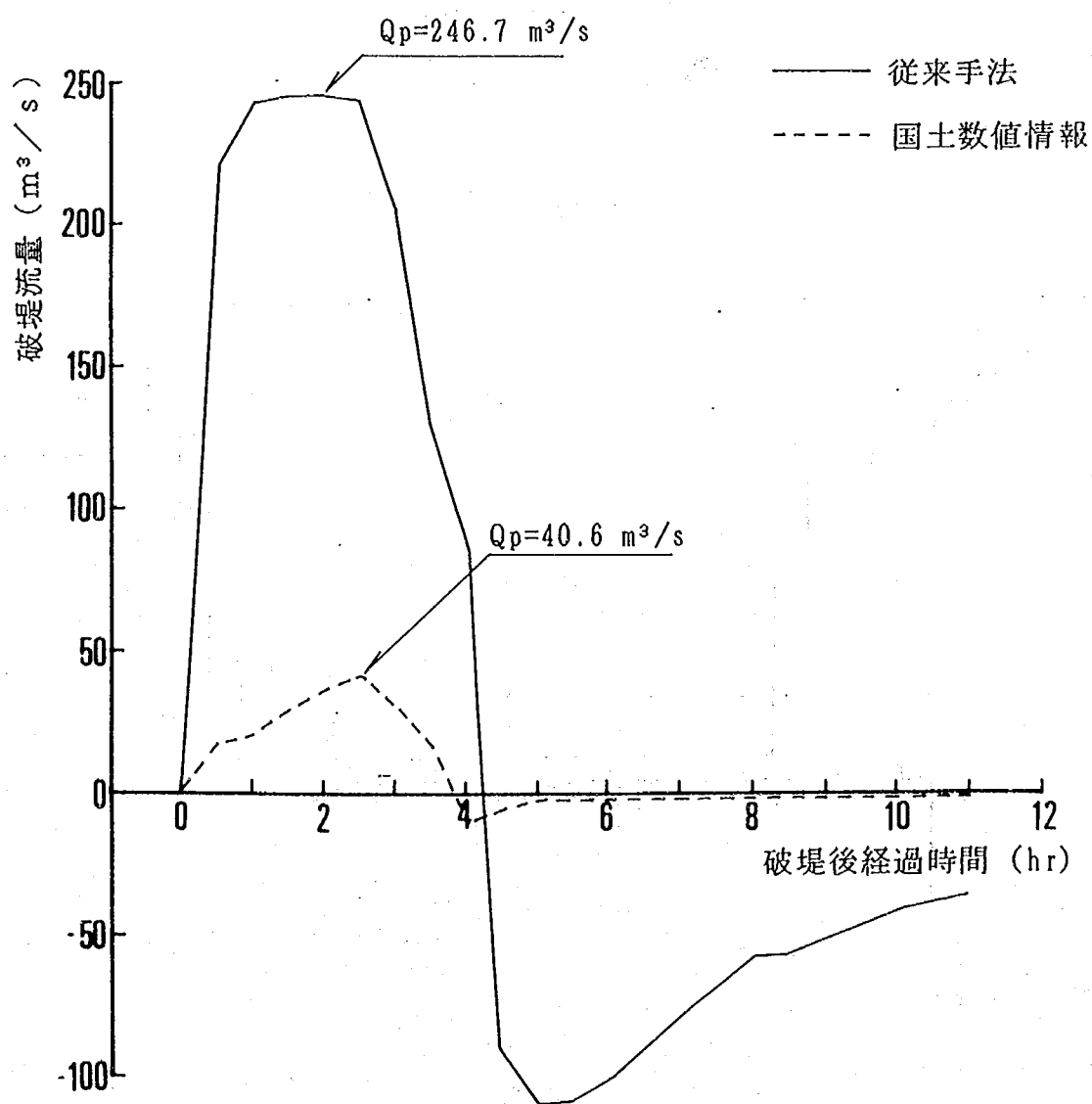
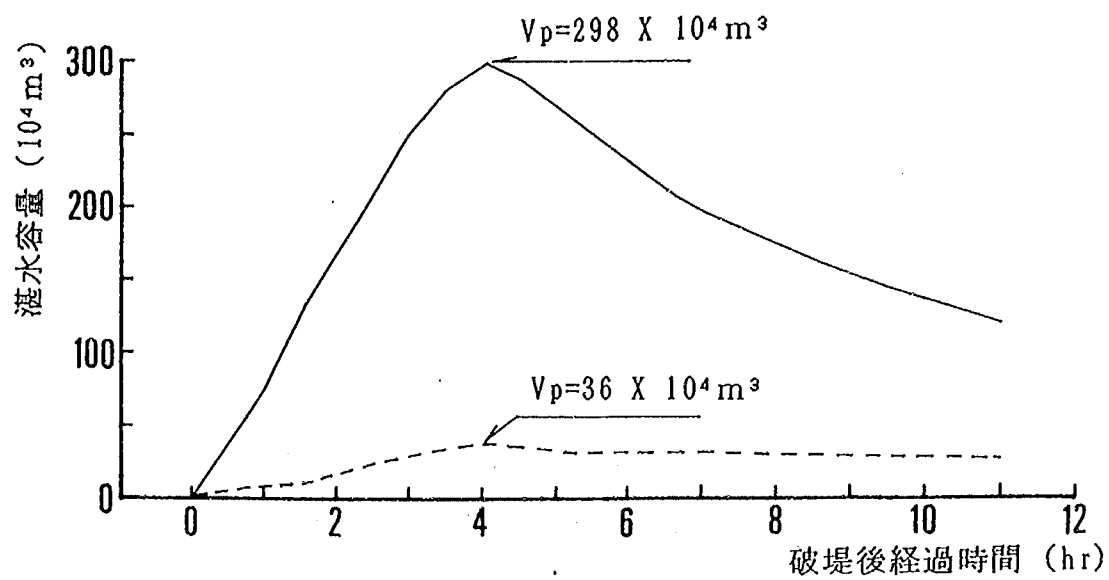
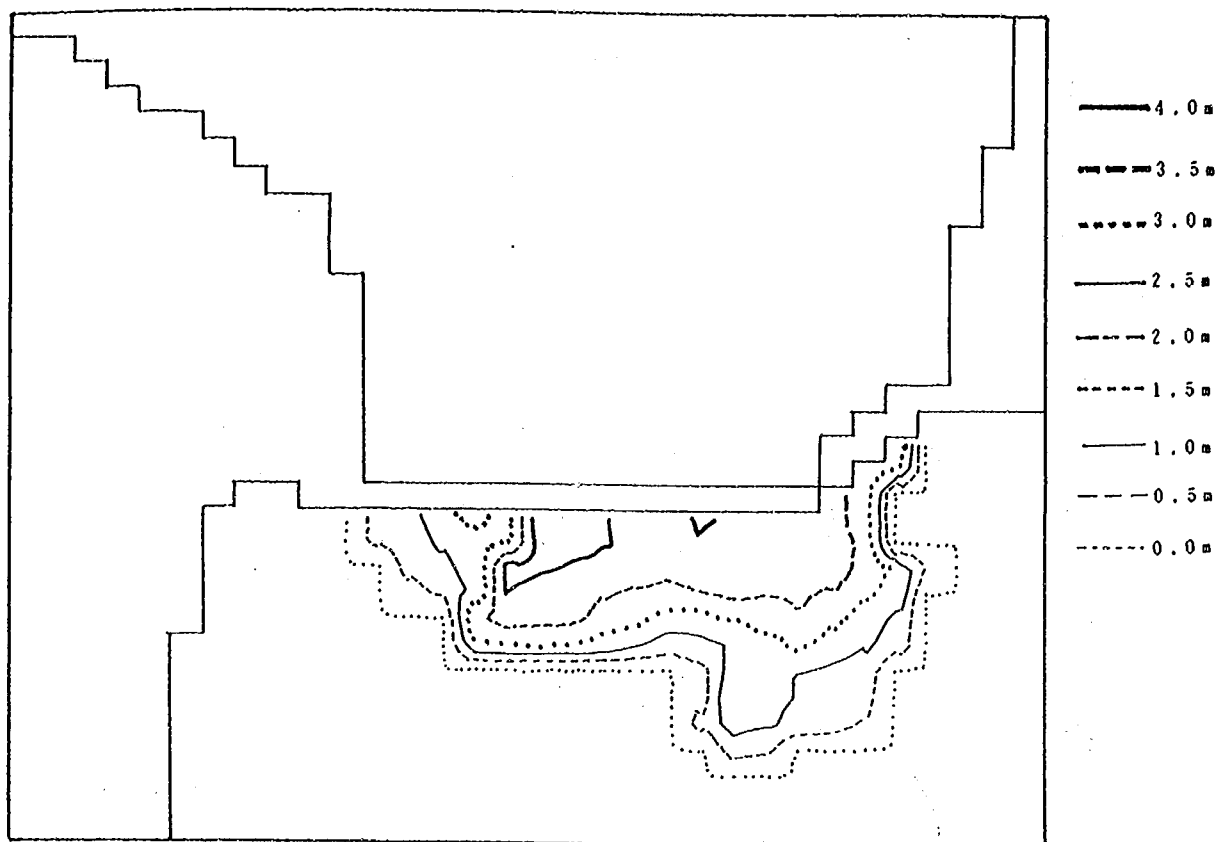
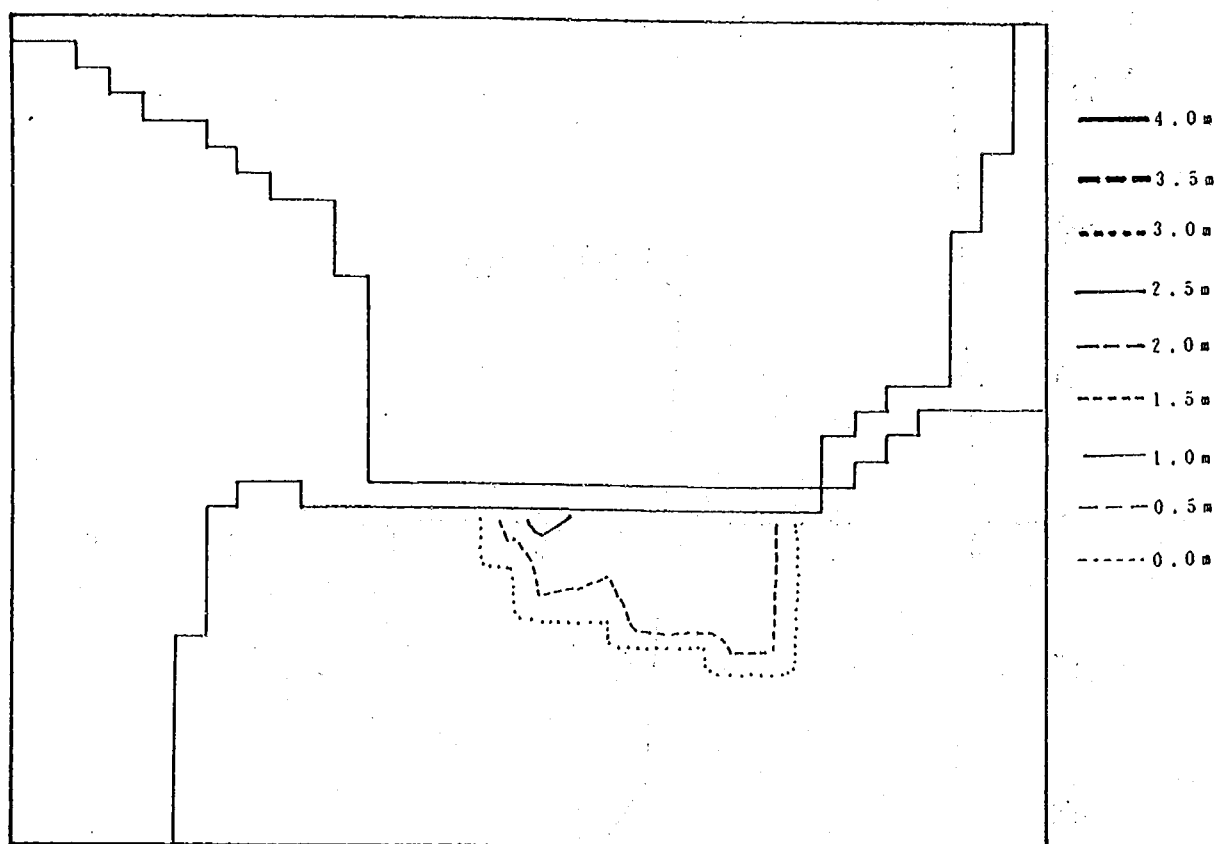


図 4 - 7 湛水容量, 破堤流量 (右岸側)

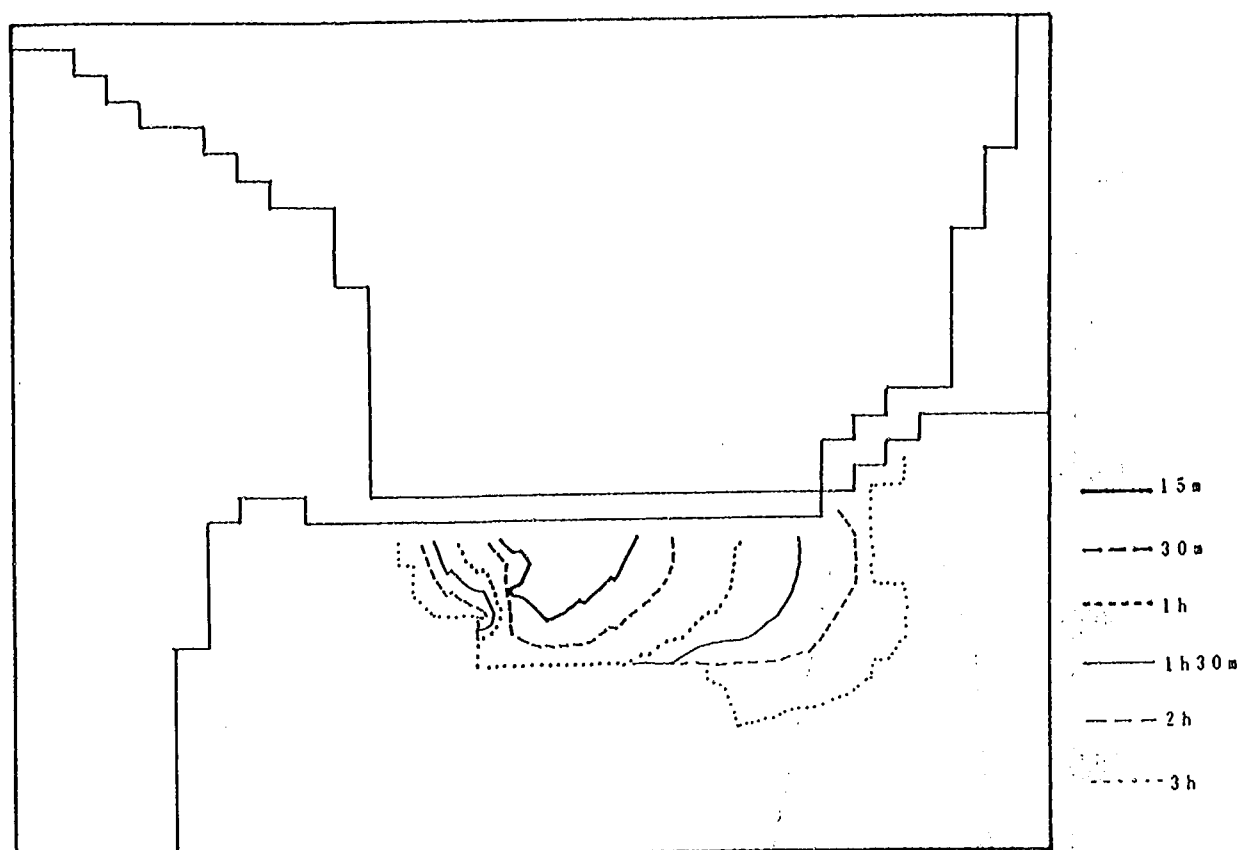


従来手法

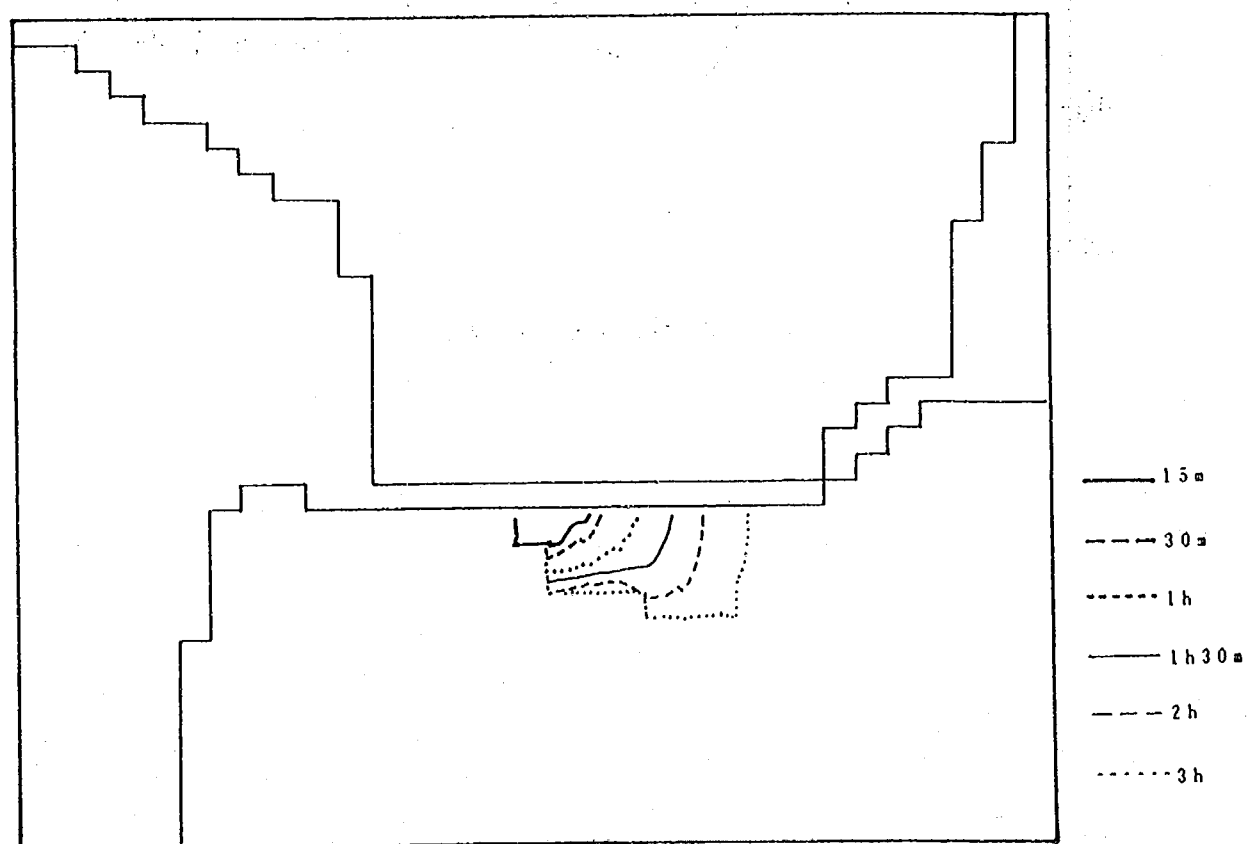


国土数値情報

図4-8 最大湛水深(右岸側)



従来手法



国土数値情報

図4-9 氾濫水到達時間(右岸側)

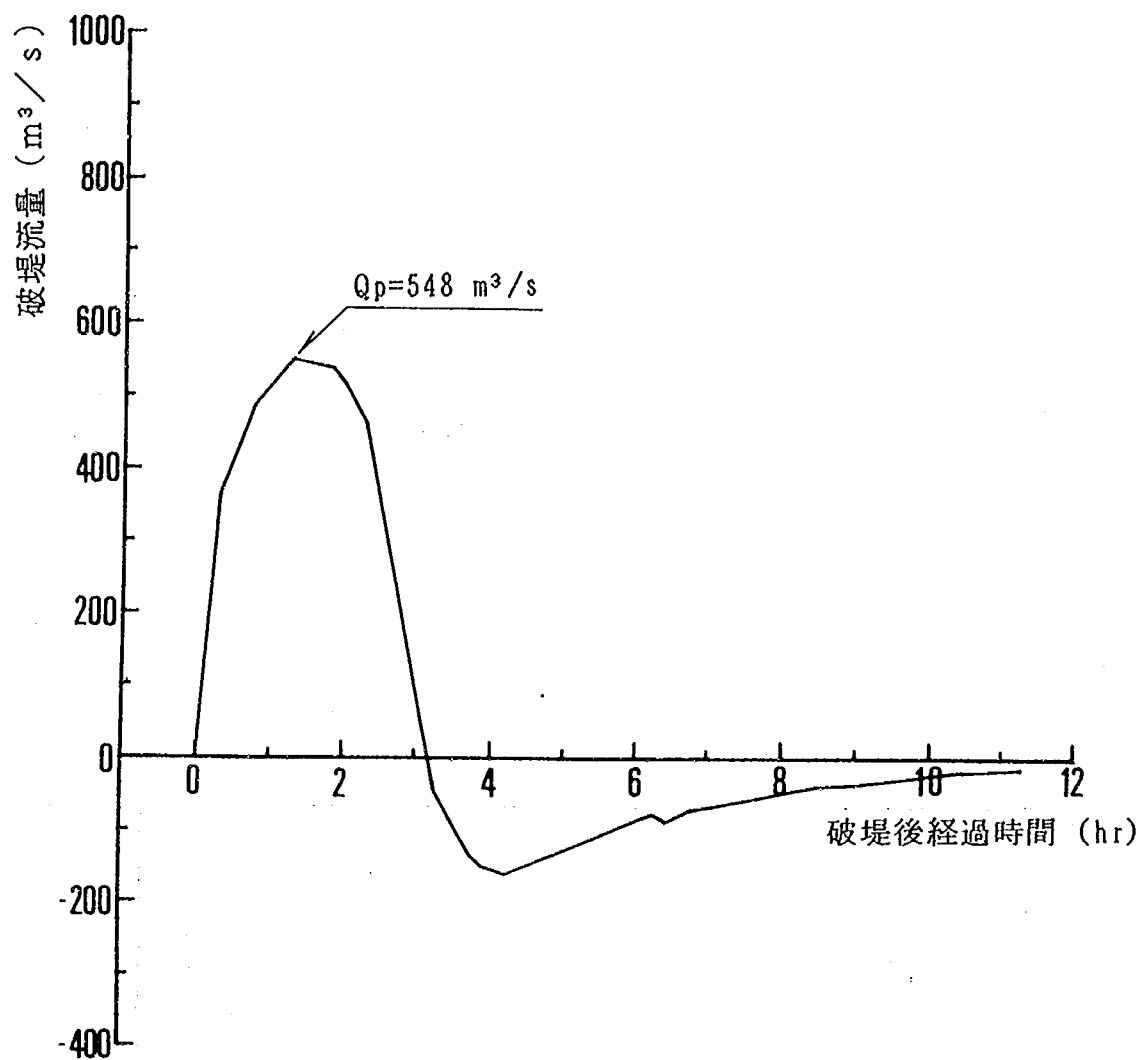


圖 4-10 破堤流量 (左岸側)

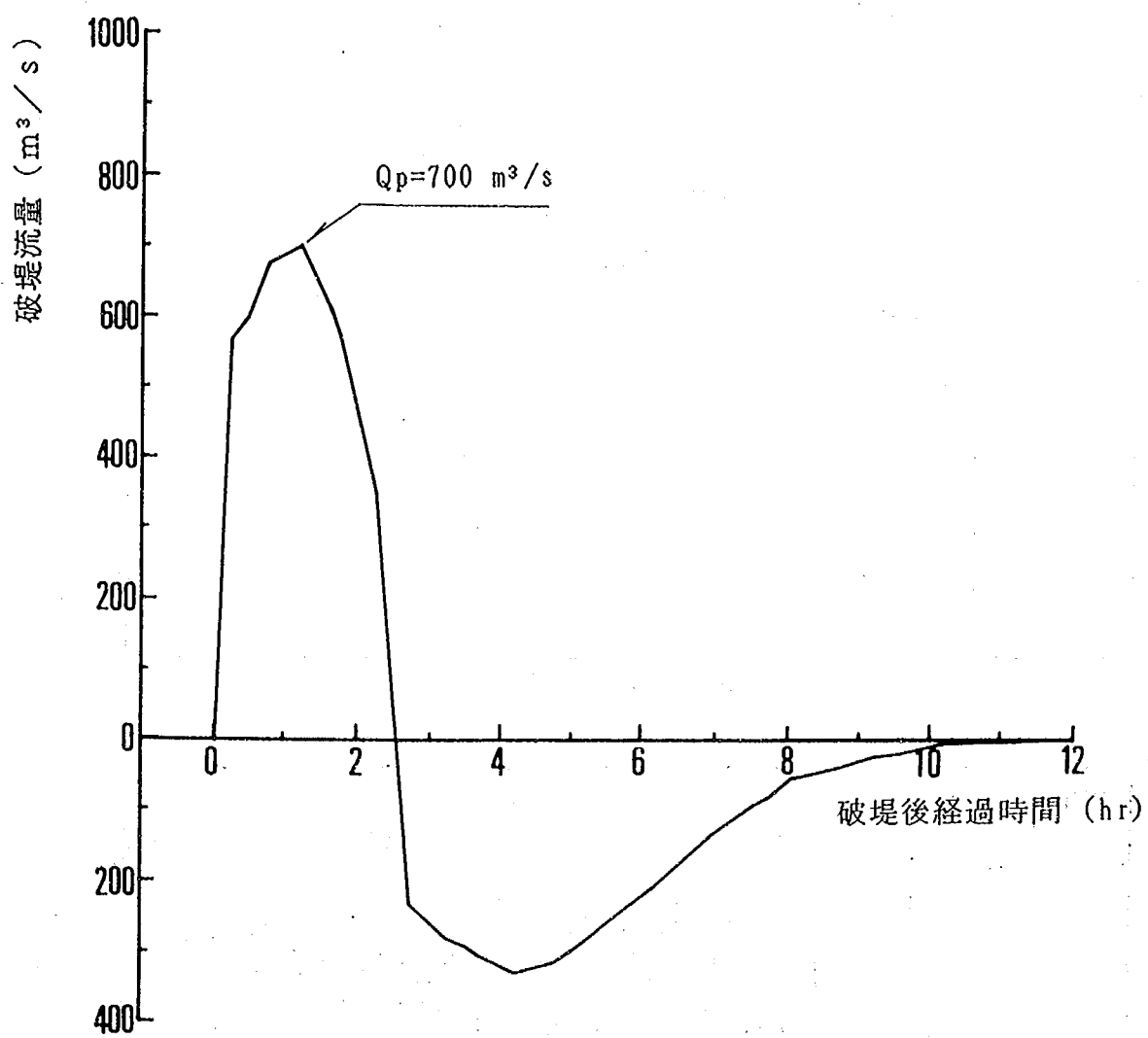
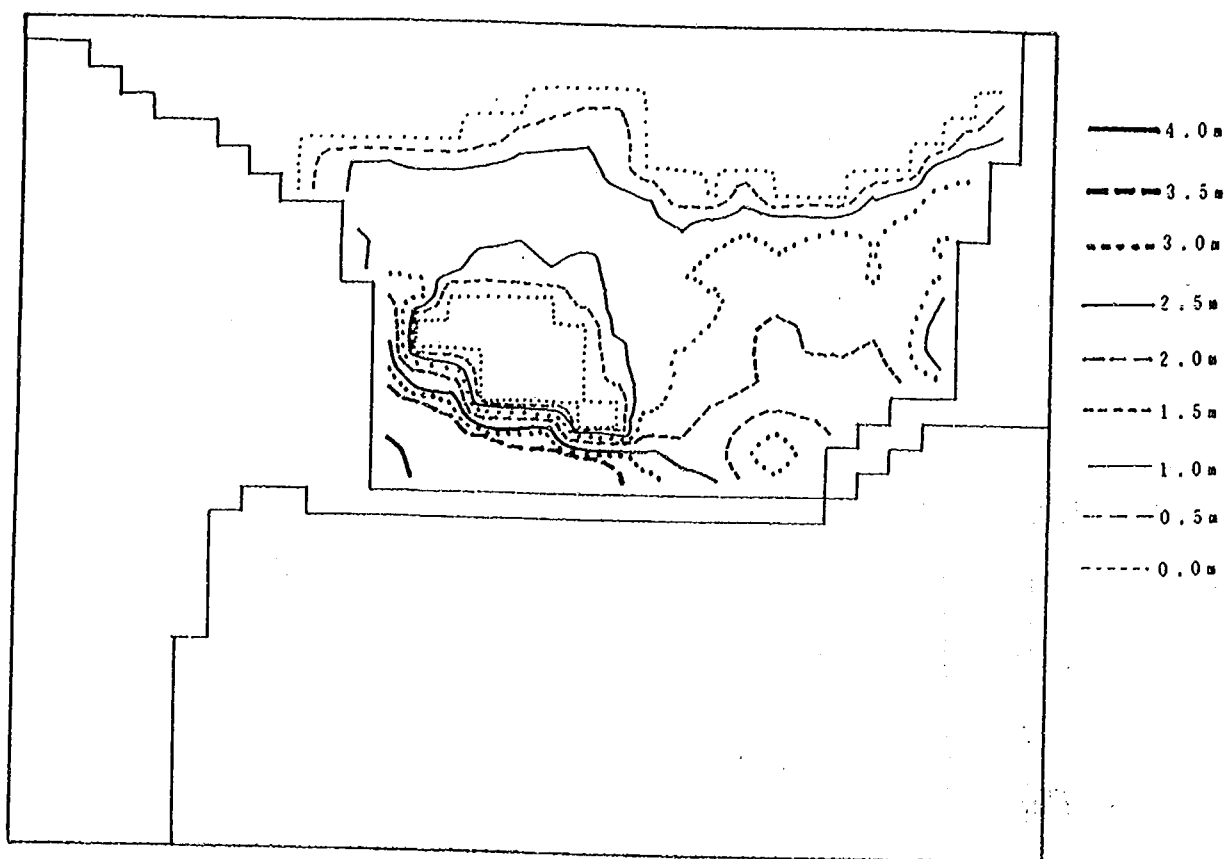
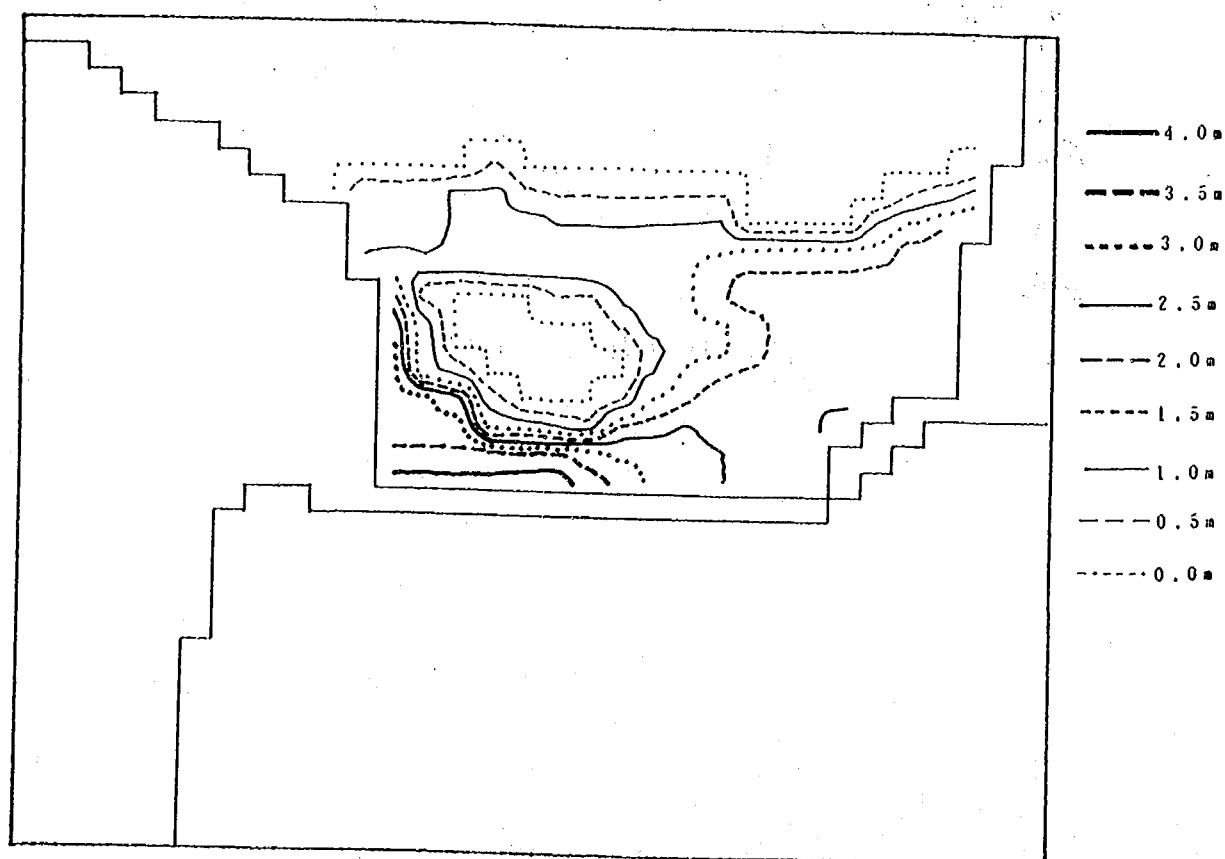


圖 4-11 破堤流量 (右岸側)

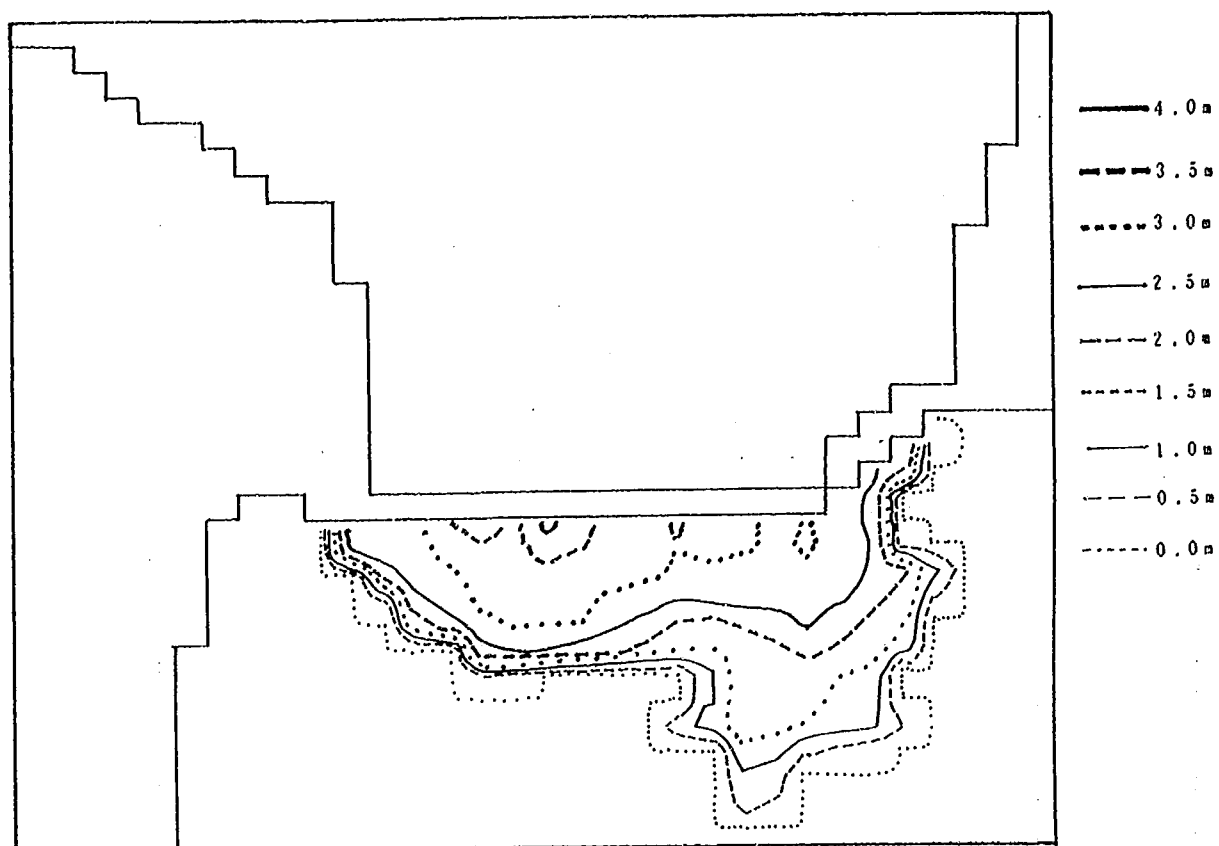


従来手法

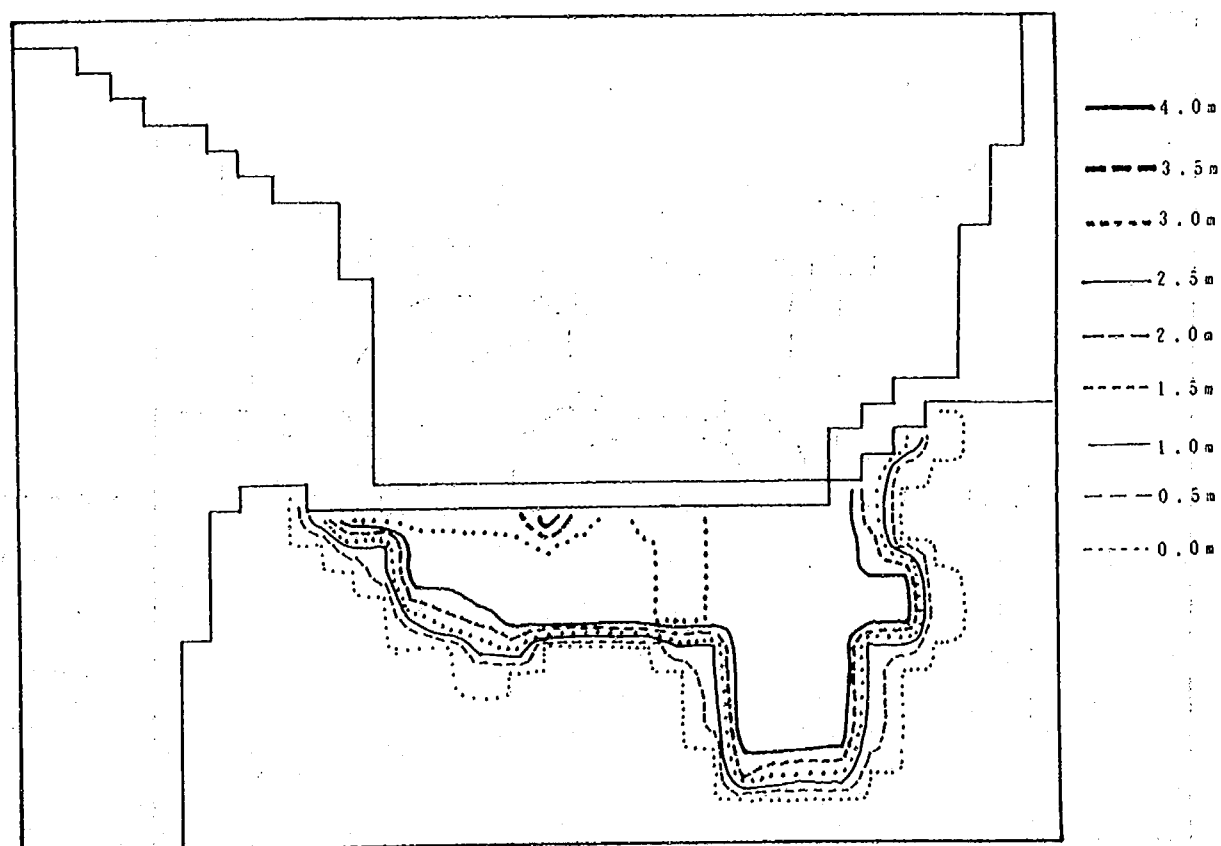


国土数値情報

図4-12 最大湛水深（左岸側）

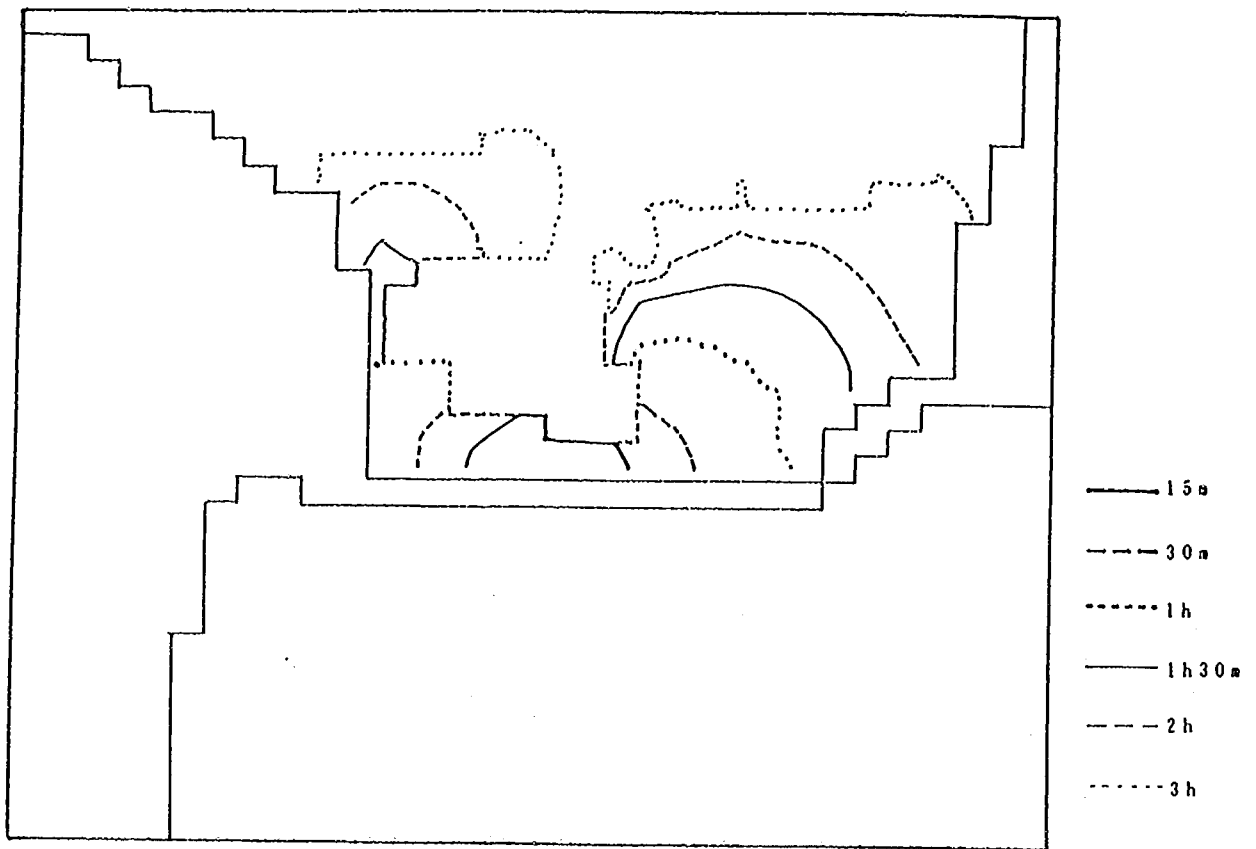


従来手法

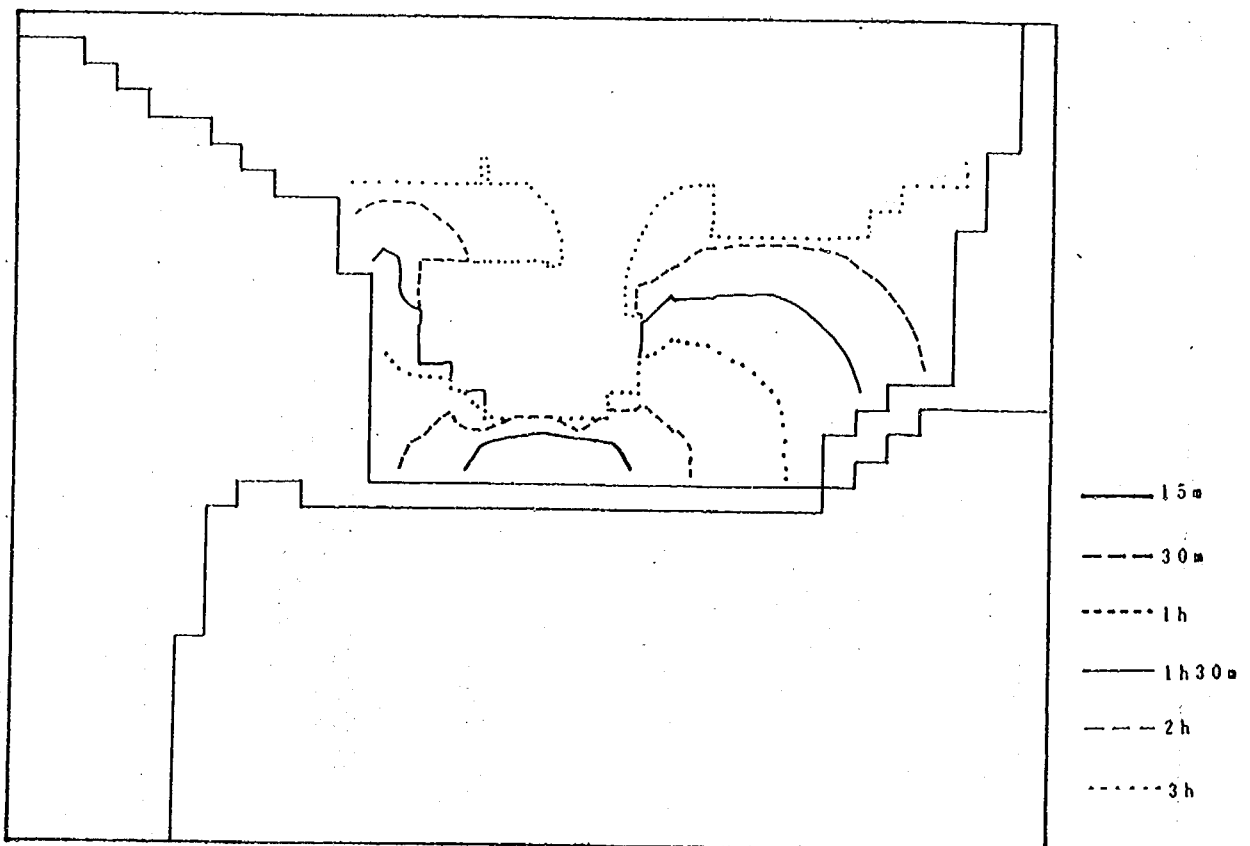


国土数値情報

図4-13 最大湛水深（右岸側）

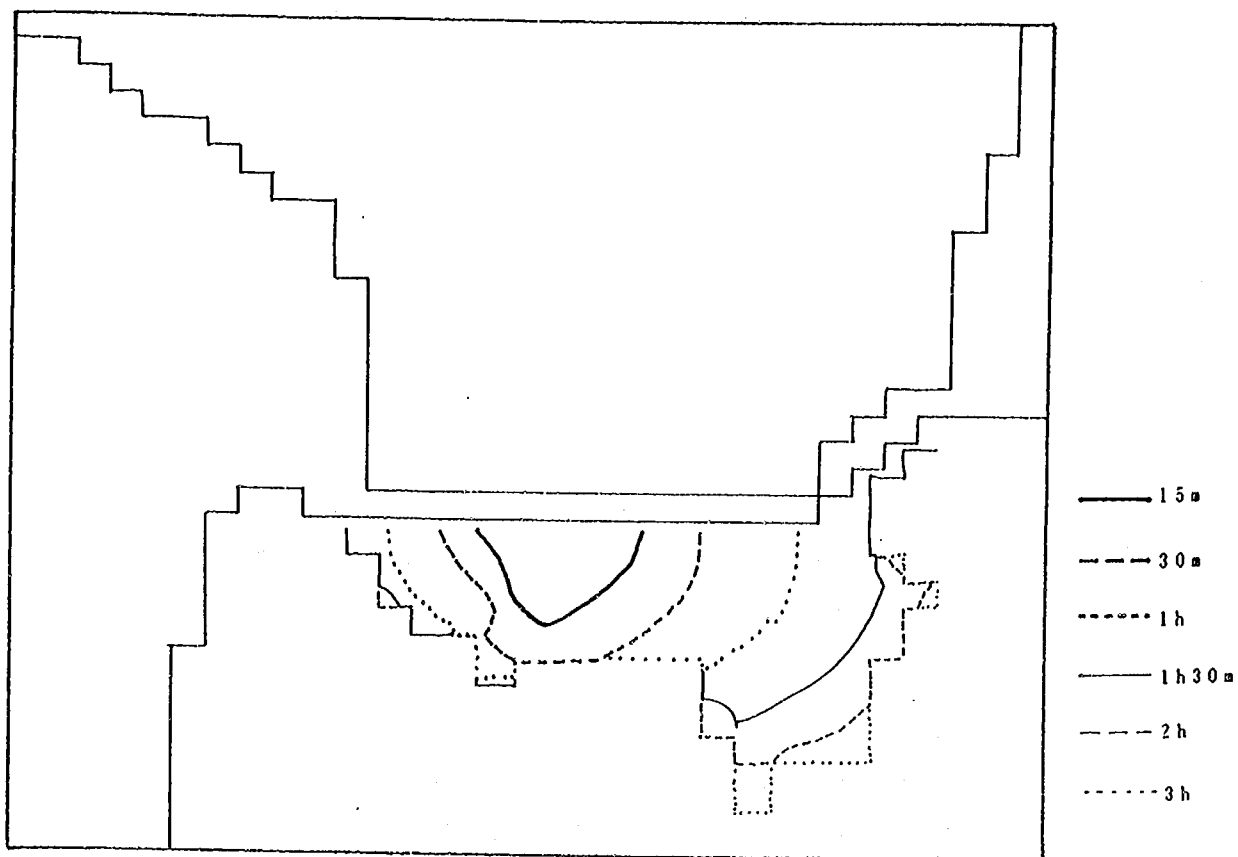


従来手法

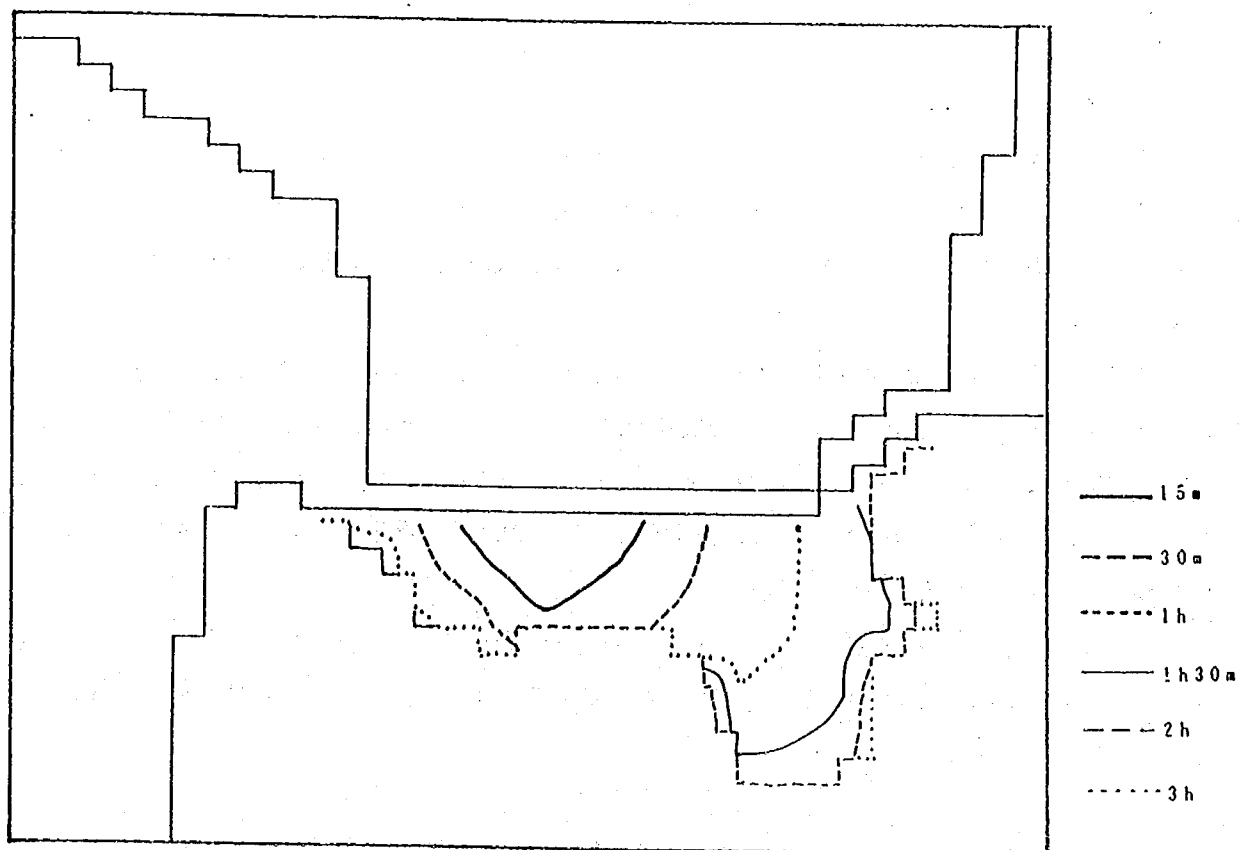


国土数値情報

図 4 - 14 氾濫水到達時間 (左岸側)



従来手法



国土数値情報

図4-15 氾濫水到達時間（右岸側）

第5章 データの修正手法の検討

前章までに、国土数値情報を用いて平均地盤高を作成する際に問題となる点を明らかにした。そこで、これらの問題点を解決するデータの修正手法について検討した。

5.1 河道沿いメッシュを修正する手法

河道沿いメッシュはそのほとんどが氾濫原であるため、国土数値情報の値が高くなっている。また、国土数値情報の標高データの計測点が盛土（堤防）上や水面上に存在する可能性が他のメッシュよりも高いため、誤差が発生する可能性が高い。さらに、通常の氾濫シミュレーションでは、外水位を境界条件として与えるため、破堤流入量を決定する破堤敷高の誤差につながり、氾濫原全体に対しての誤差の原因となる。そこで、河道沿いのメッシュの平均地盤高を修正する手法について検討する。

5.1.1 修正手法の検討

河道沿いのメッシュ平均地盤高を修正する手法は、国土数値情報以外から作成することが有効であると考えられる。河道沿いの平均地盤高は、従来手法による計測以外にも、他の資料（例えば堤防横断面図面など）から収集できる場合が多く、データ作成上の作業量も増大には直接つながらない可能性が高い。したがって、ここでは従来手法によるものを河道沿いのメッシュに限って置き換えることにした。

5.1.2 修正の効果

特に誤差の大きかった対象流域右岸側において、河道沿い1メッシュ（図5-1）および河道沿い2メッシュ（図5-2）を従来手法によるデータと置き換えて氾濫シミュレーションを行なった。

このときの破堤流量および湛水量を図5-3に示す。破堤流量および湛水量は大幅に改善されているが、やや少な目である。

実際に湛水深及び氾濫水到達時間を比較してみると図5-4から図5-7のようになる。湛水深のデータでは誤差が大きいですが、最大氾濫区域や氾濫水到達時間にはそれほど大きな誤差はみられない。これは、対象流域が貯留型であり、国土数値情報の氾濫原の高さが高くなっているため、同じ最大氾濫区域で同じ水位であった場合、破堤流量や湛水量が少なくなり、湛水深についての誤差が発生するが、氾濫区域や氾濫水到達時間にはそれほど影響しないためと考えられる。

1メッシュと2メッシュの比較では、2メッシュの方が精度が高いといえるが、作業量が増大するわりには精度が向上しないように思われる。したがって、置き換えは1メッシュで充分だと考えられる。

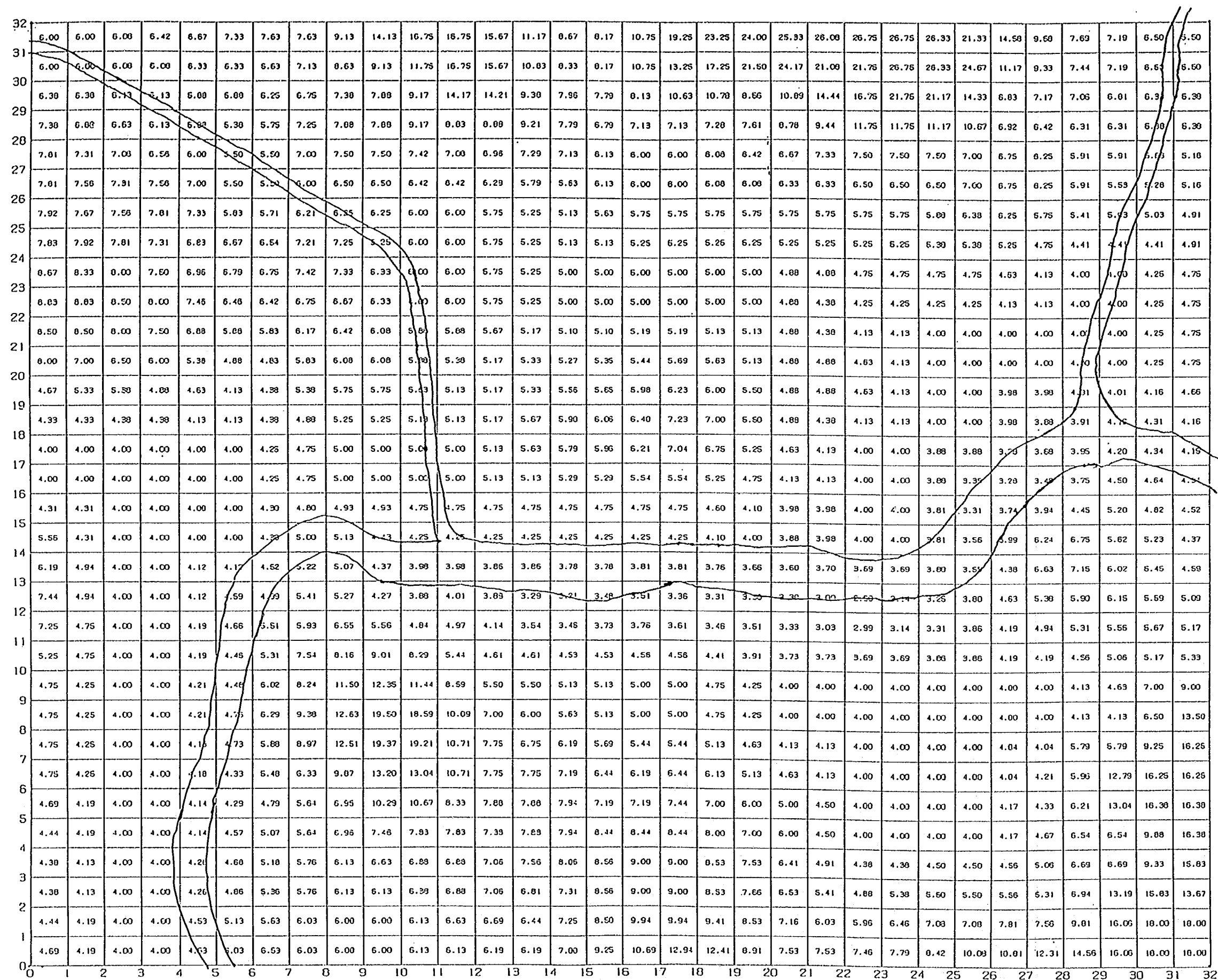


図5-1 メッシュ平均地盤高(河道に沿って1メッシュを修正)

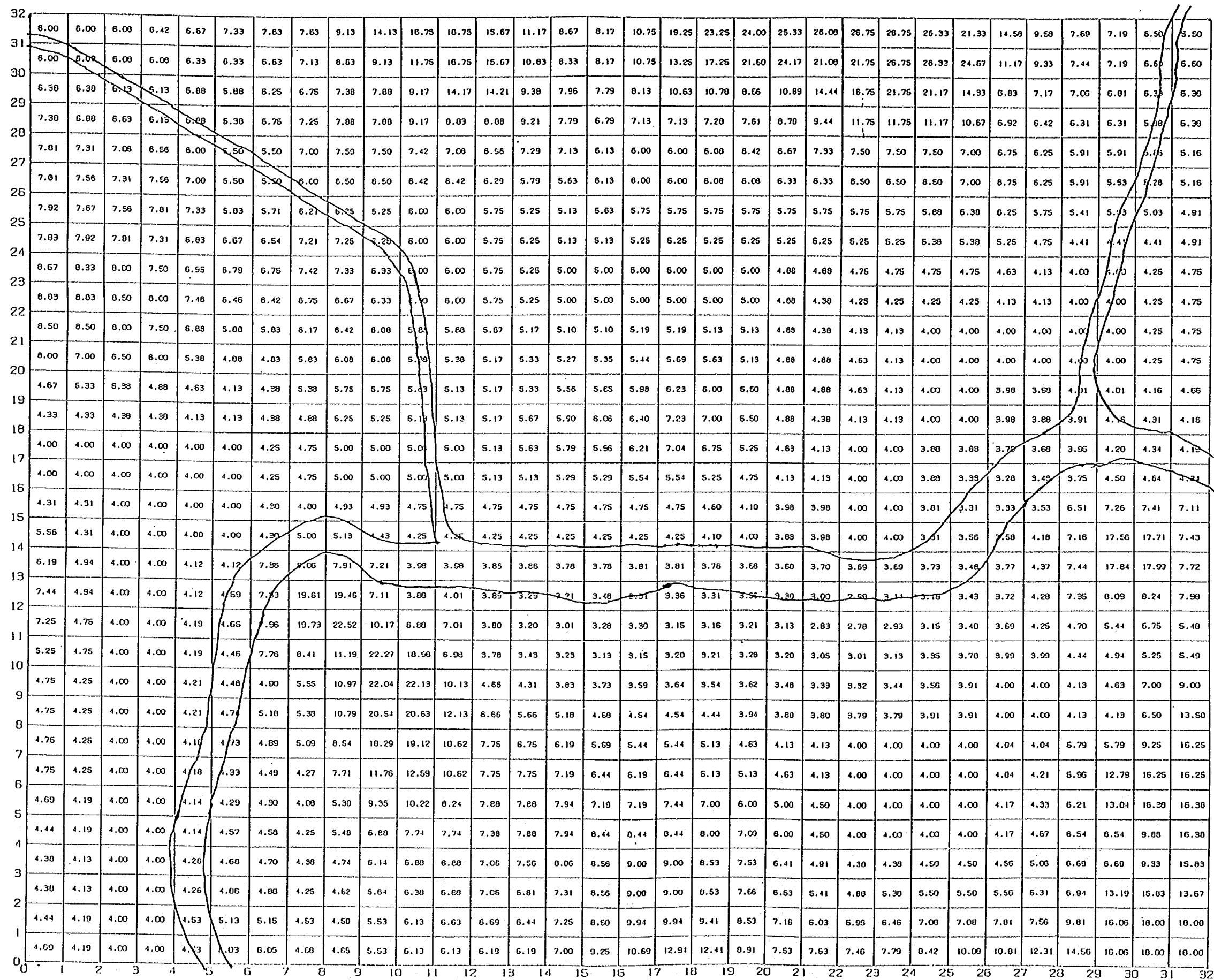


図5-2 メッシュ平均地盤高 (河道沿い2メッシュを修正)

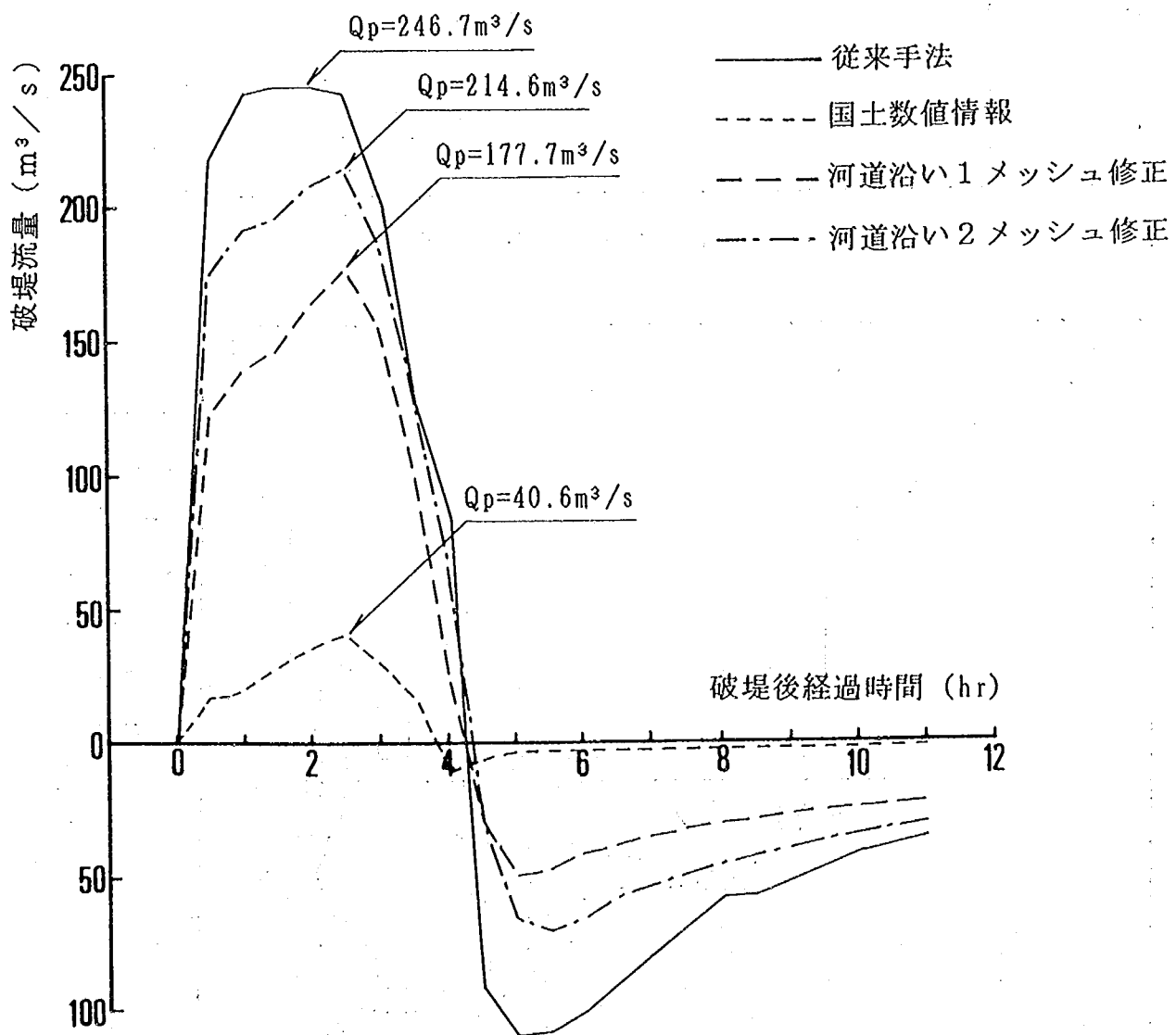
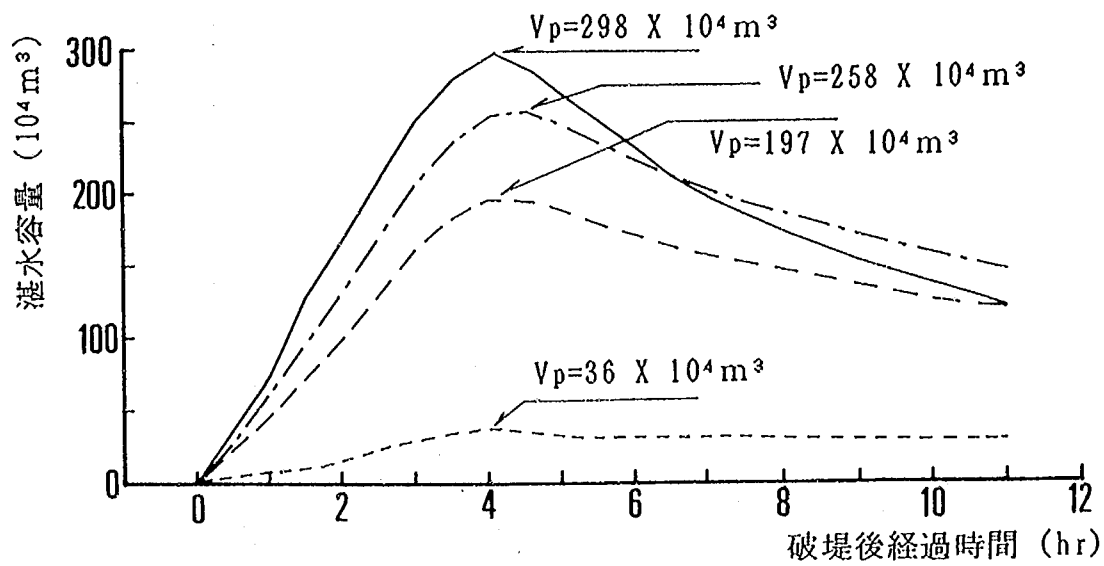


図5-3 湛水容量, 破堤流量 (右岸側)

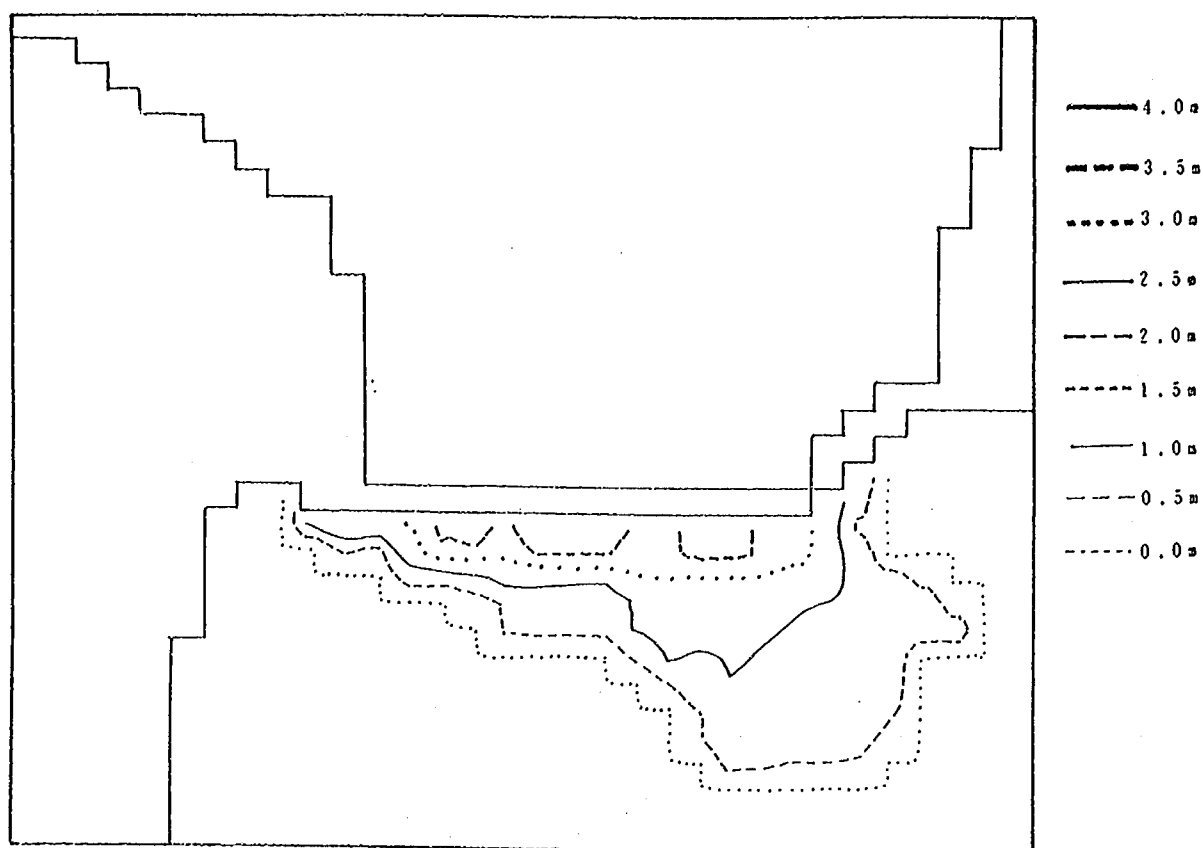


図5-4 最大湛水深 (河道1メッシュを修正)

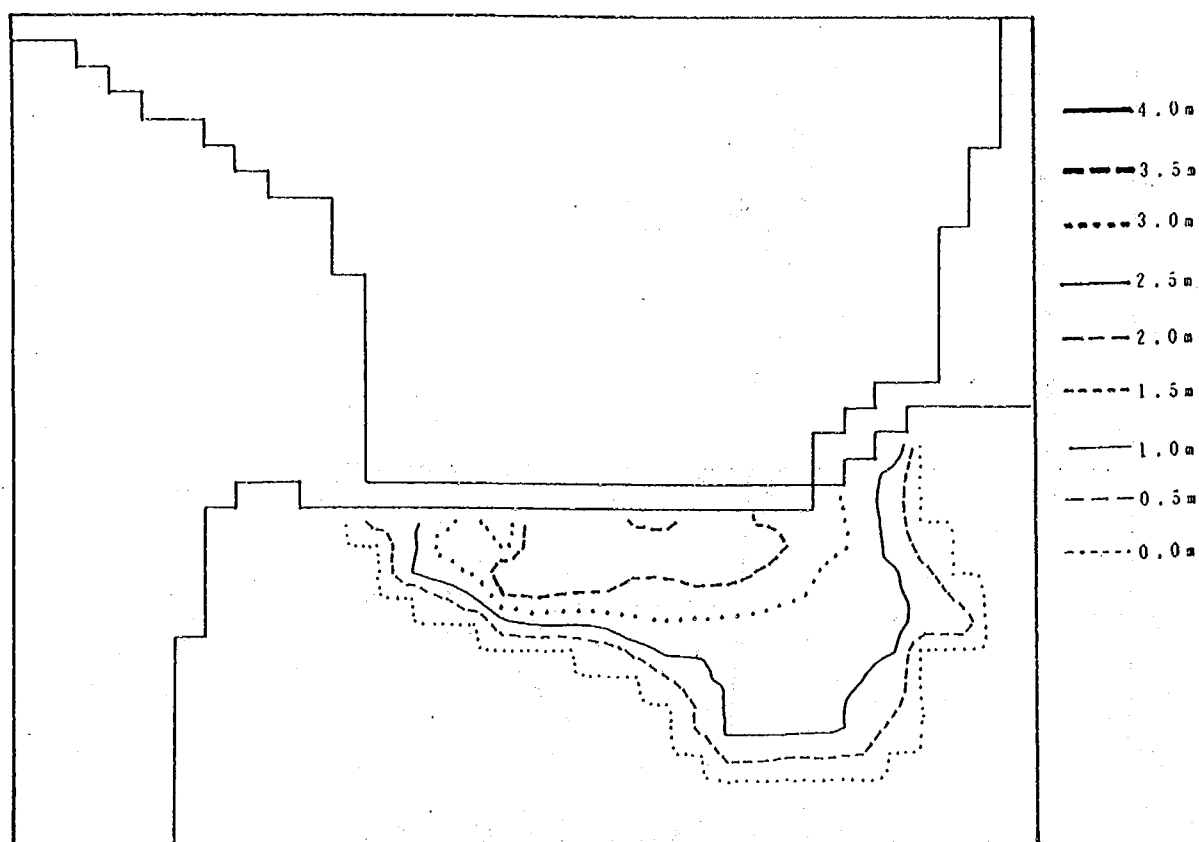


図5-5 最大湛水深 (河道沿い2メッシュを修正)

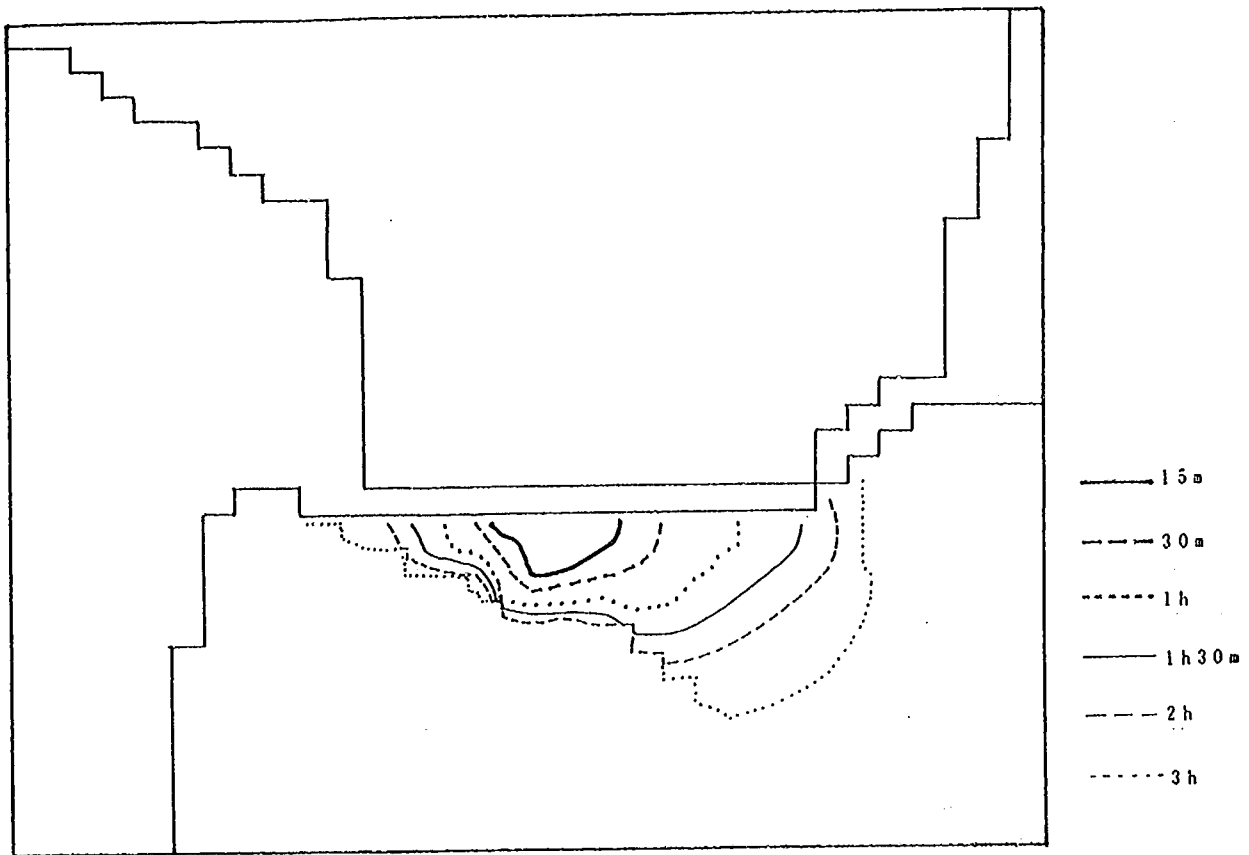


図 5 - 6 氾濫水到達時間（河道沿 1 メッシュを修正）

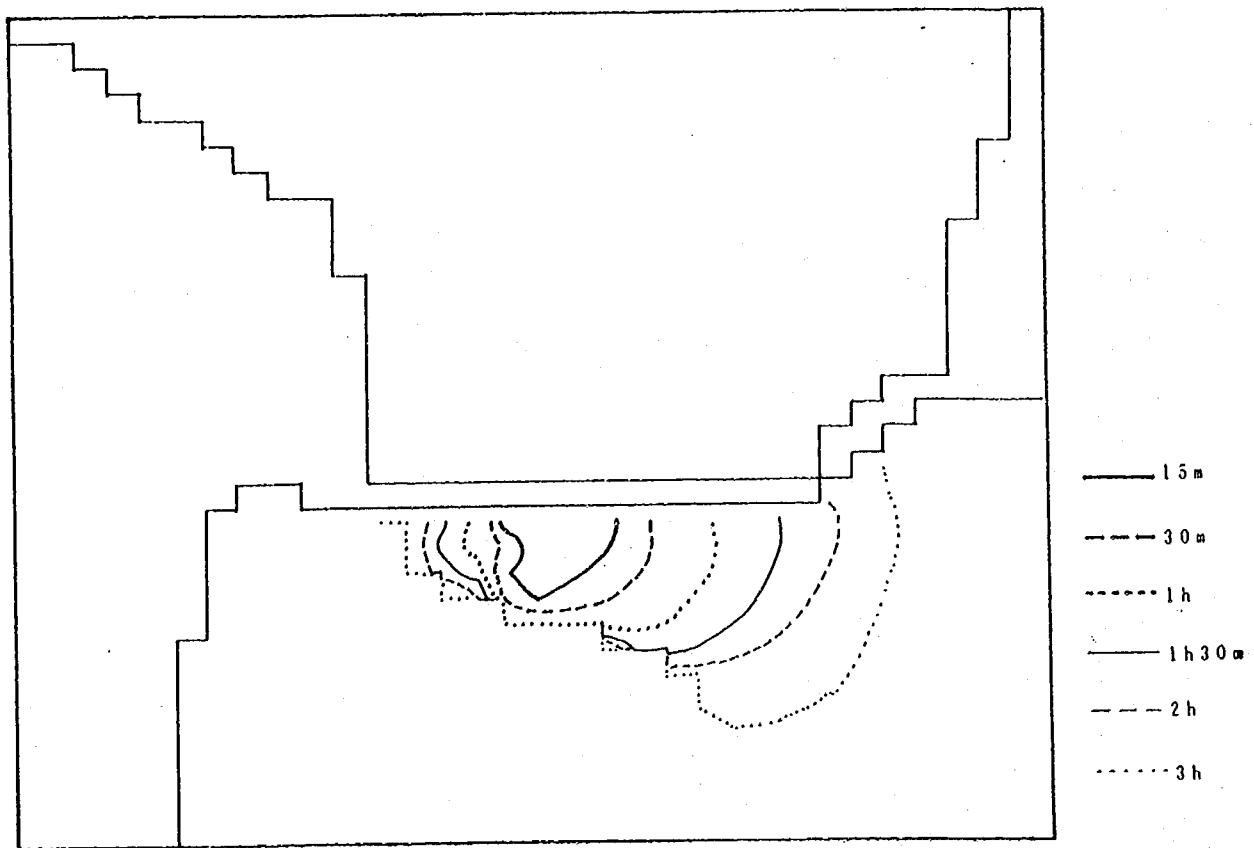


図 5 - 7 氾濫水到達時間（河道沿い 2 メッシュを修正）

5.2 氾濫域の周辺部を修正する手法

第3章の破堤流量を境界条件とした検討で、氾濫域とそうでない区域の境界に位置するメッシュデータの誤差が、最大浸水区域の誤差に影響することがわかった。そこで、これらの誤差を極力小さくするためのデータ修正手法を検討した。

5.2.1 最大浸水区域についての許容誤差

国土数値情報による平均地盤高データを125mメッシュで作成した場合、250mピッチのデータからの内挿となるために、急激な地形勾配の変化があった場合には図5-8および図5-9のように、従来手法と比較して1メッシュ程度の誤差が発生する可能性がある。このような地形勾配の急激な変化は、氾濫域の形成要因などからその周辺部において多く見受けられる。これらの誤差のうち、図5-8のようにメッシュの氾濫域が実際の氾濫域よりも広い場合には、最終的に氾濫区域を図化する際に、図5-10のように地形図に記載されている等高線を参考にして修正できる可能性が高い。これに対して、メッシュの氾濫域が実際の氾濫域よりも極端に狭い場合には、図5-11のように、そのまま誤差となってしまう可能性が高い。そこで、最大浸水区域が1メッシュ広い場合を許容誤差とすることにした。

5.2.2 修正手法の検討

3.3.1で示したように、250mピッチの標高データによって125mピッチのデータを作成する際に、一律で5:1:1:1の重みをつけた。そこで、氾濫域の地形勾配が急激に変化しているメッシュについては、当該点の標高データをそのままメッシュ平均地盤高とする方法を検討する。そこで、急激な地形勾配の変化を知るための指標として、1m単位の標高データが主要な標高区間（地形勾配1/25未満＝以後信頼区間と呼ぶ）と10m単位のデータが主要な標高区間（同1/25以上＝以後棄却区間と呼ぶ）とが混在しているメッシュを地形勾配が急激に変化しているメッシュと定義した。信頼区間の定義は、ここでは10m単位のデータの個数よりも1m単位のデータの個数の方が多い区間とした。

対象流域において、信頼区間を設定するために標高データの検討を行なったものが表5-1である。この結果、10m以下の標高データについてのみ、平均地盤高の算出に用いるデータとなった。また、棄却区間に属するデータについては、氾濫区域外として仮想のデータ（標高9000m）をいれた。こうして計算した平均地盤高データを図5-12に示す。

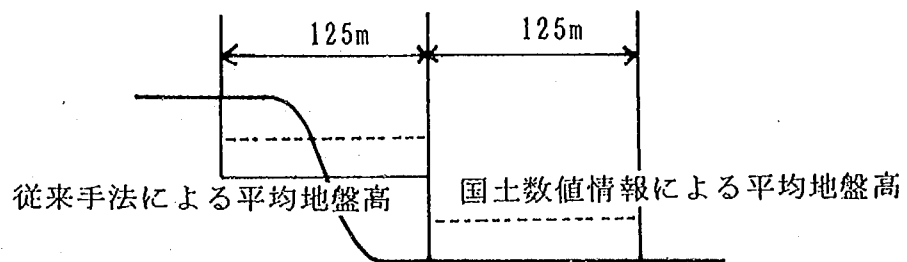


図 5 - 8 急激な地形勾配の変化による誤差(1)

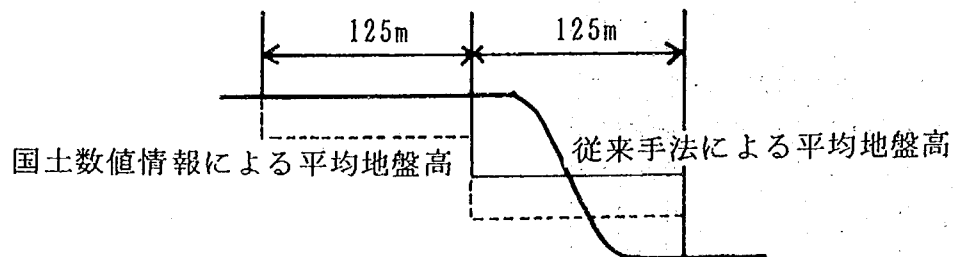


図 5 - 9 急激な地形勾配の変化による誤差(2)

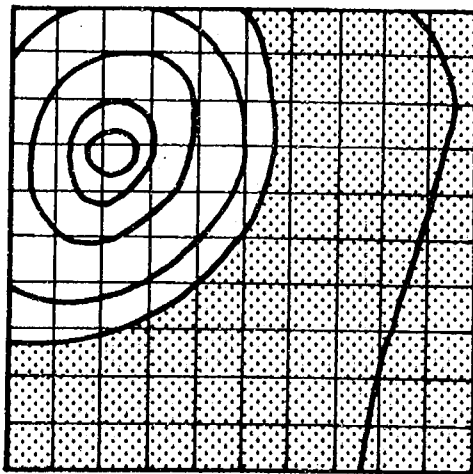
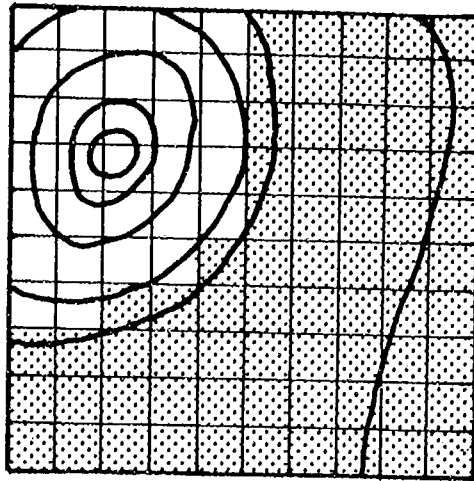


図 5-10 等高線による修正

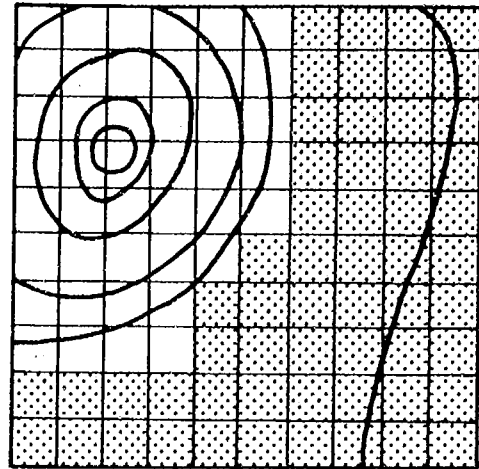


図 5-11 等高線による修正できない場合

表 5-1 標高データの検討

国土数値情報 標高データ h	その個数 n_h	国土数値情報 標高データ h	その個数 N_h	指標 J n_h/N_h	10mピッチデー 採用是非
$h = 0$	0	$0 < h < 10$	205	0.0	採用
$h = 10$	15	$10 < h < 20$	5	3.0	不採用
$h = 20$	30	$20 < h < 30$	4	7.5	不採用
$h = 30$	16	$30 < h < 40$	0	∞	不採用
$h = 40$	10	$40 < h < 50$	0	∞	不採用

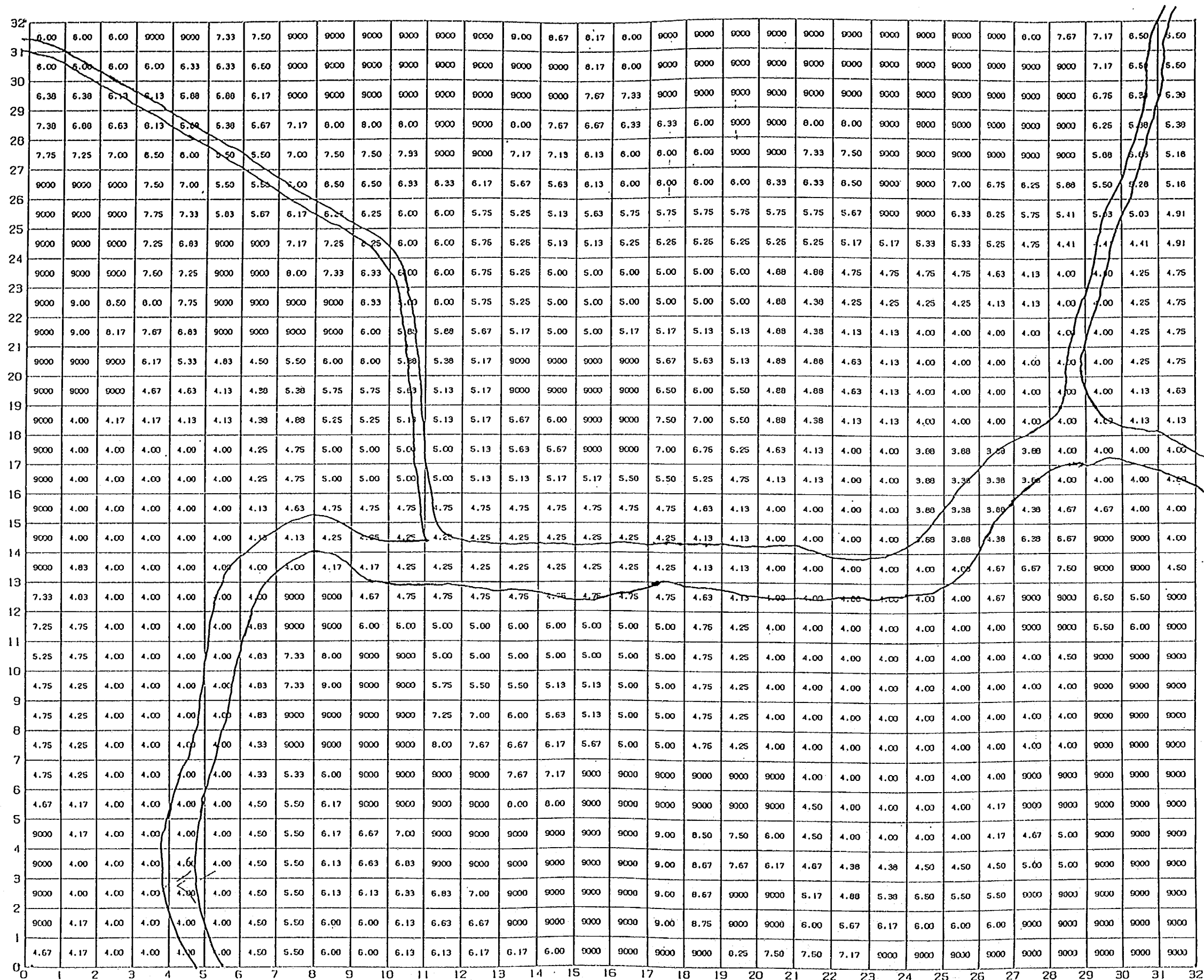


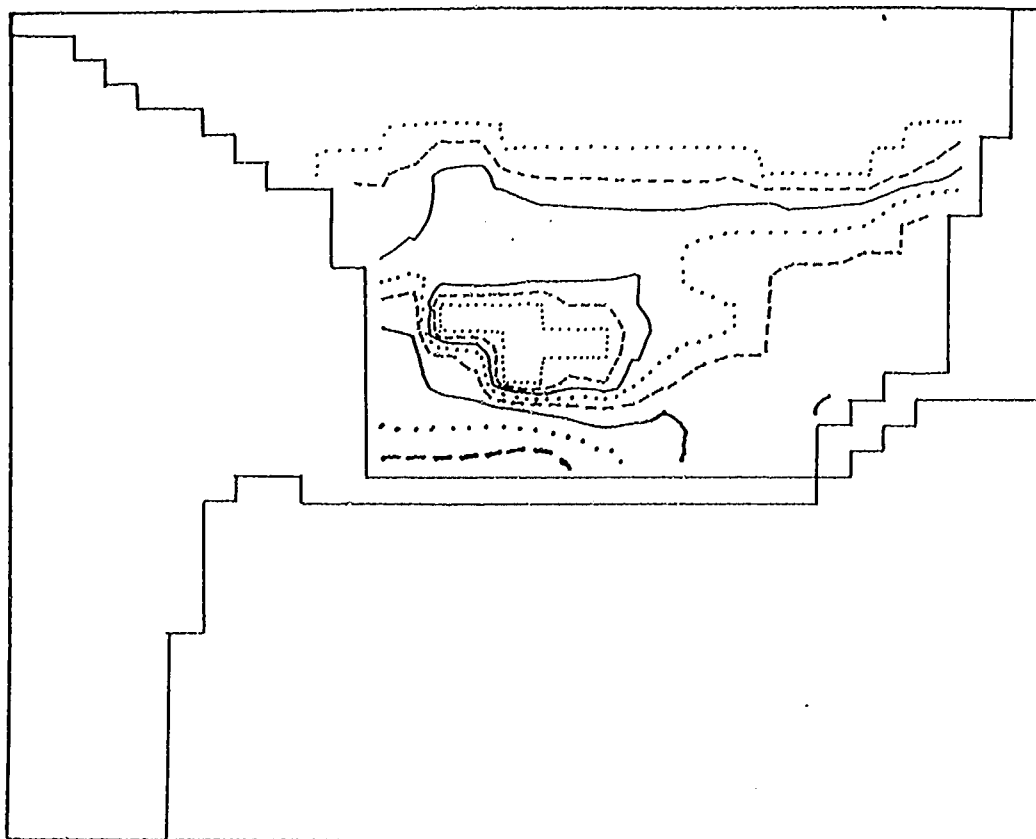
図5-12 メッシュ平均地盤高（氾濫域の周辺部を修正）

5.2.3 修正の効果

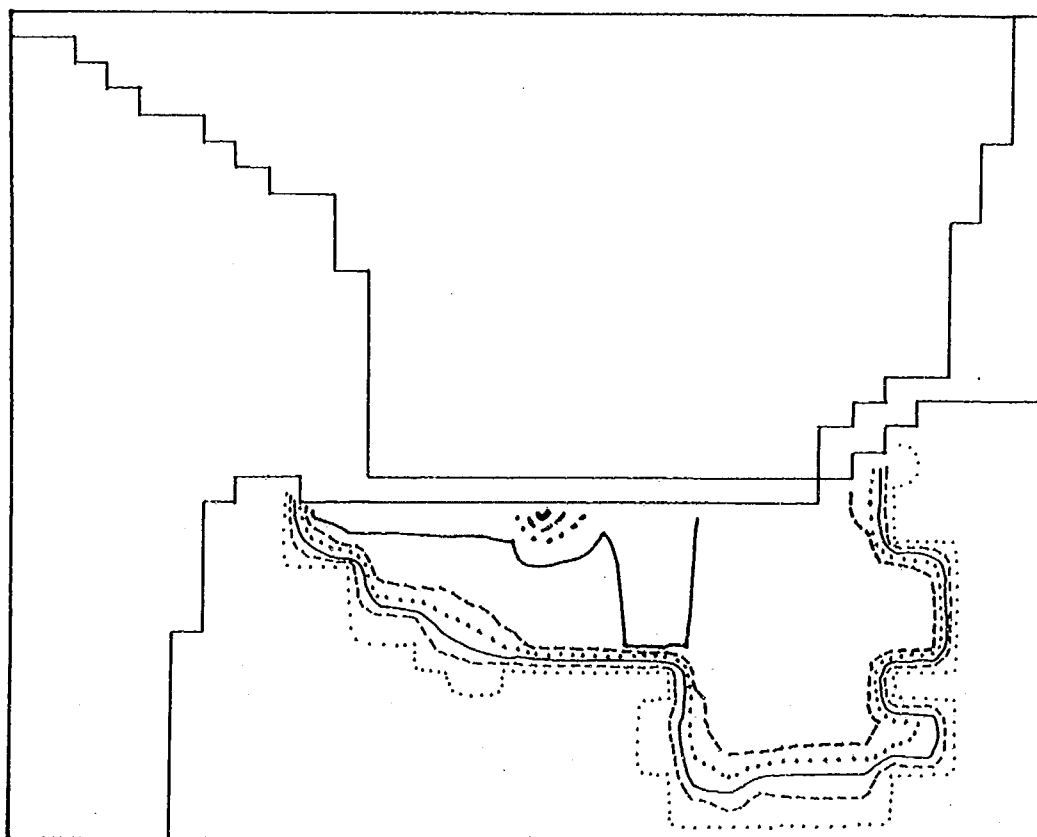
このデータを用いて氾濫計算を行なった結果を図5-13から図5-14に示す。境界条件はいずれも破堤流量である。左岸側流域においては、効果はそれほどでていたとは言い難く、むしろ流域中央の丘陵の大きさが異常に小さくなっているため、かえって誤差が拡大したような印象を受ける。これらは5.2.1で定義した許容誤差が悪い影響を示したものである。これに対して右岸側流域においては、氾濫水が谷へ回り込む様子などが表現され、到達時間も従来手法に近づくなど、やや改善していると言える。

5.3 本章における結論

河道沿いのメッシュを修正する手法と氾濫域の周辺メッシュを修正する手法の2つを検討したが、周辺部のメッシュを修正する手法についてはそれほど効果がなく、むしろ悪化する場合もあることがわかった。これは、標高データの間隔よりも小さいメッシュを作成するための便宜的な方法であるため、ある程度新しい誤差が発生することを許容する手法であったと言える。むしろ国土数値情報を用いる場合には、これらを修正しなければならないほど小さなメッシュを必要とする複雑な流域でなく、もっと広い流域にすべきであったと言えよう。これに対して河道沿いのメッシュを修正する手法は、境界条件を外水位とする場合には有効であるといえる。

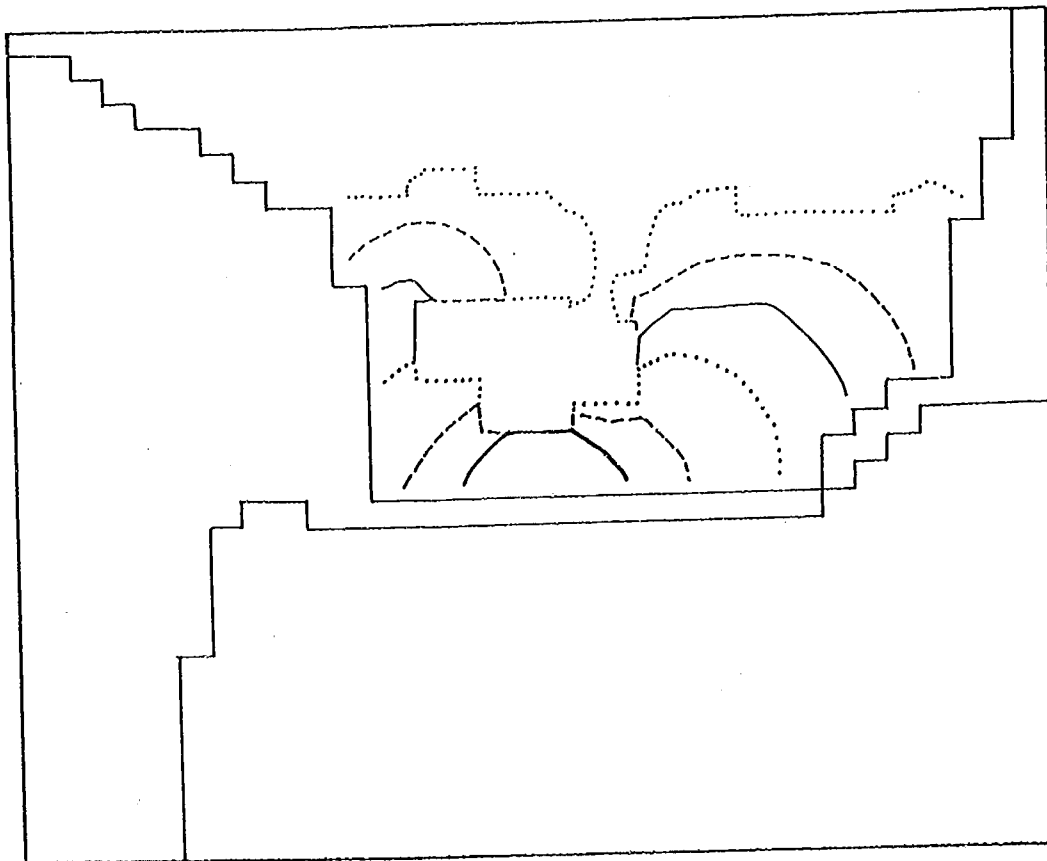


国土数値情報

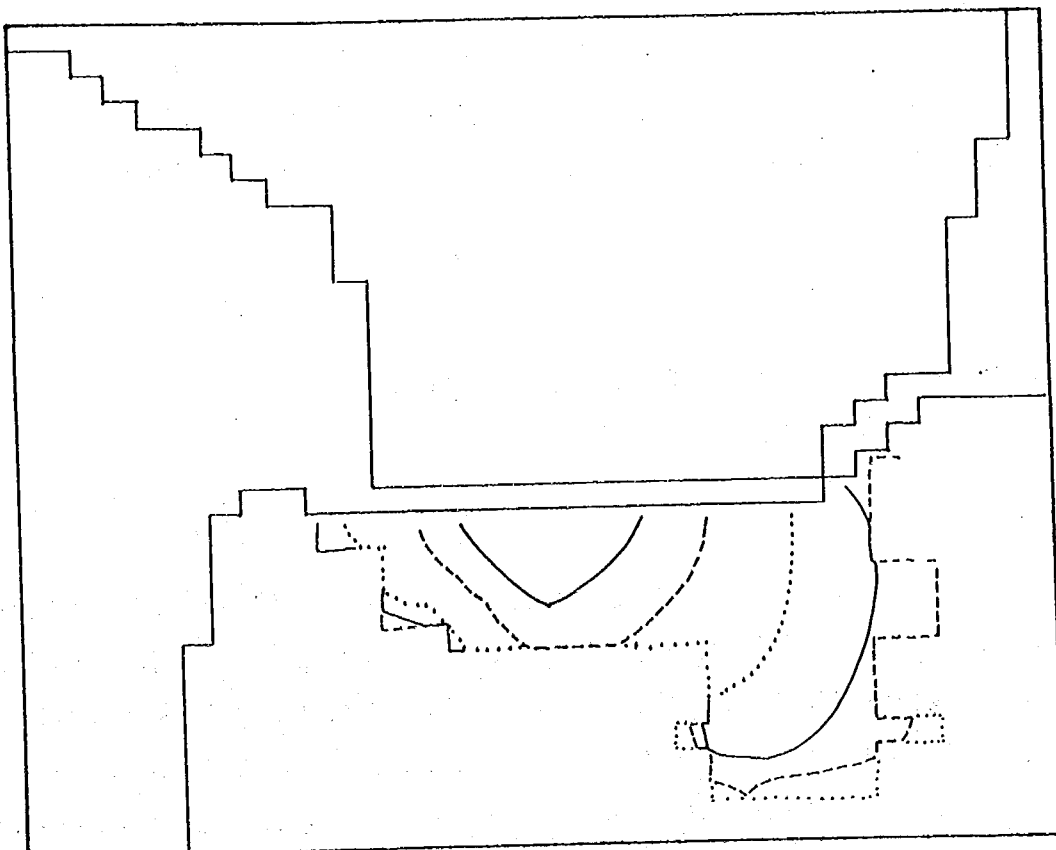


国土数値情報

図5-13 最大湛水深（氾濫域の周辺部を修正）



国土数値情報



国土数値情報

図 5 - 14 氾濫水到達時間（氾濫域の周辺部を修正）

第6章 流下型流域への適用

前章までに、比較的地形が複雑な貯留型の流域において検討を行ってきた。しかしながら、地形が複雑であるためにメッシュの大きさを125mにしなければならないなど、国土数値情報を利用するにあたって非常に条件の悪い流域であったといえる。また、貯留型の流域であったため、最大氾濫域は氾濫域の広さだけに依存することになり、国土数値情報の誤差がはっきりと現われていない可能性がある。そこで、流下型の流域で地形がそれほど複雑でない（250mメッシュで表現可能な）流域を対象に検討を行なうことにした。

6.1 流域の概要およびデータ作成手法

6.1.1 流域の概要

対象とした流域は南北約4km、東西約15km（250mメッシュで16メッシュ×60メッシュ）の流域である。流域は流下型であり、微少な水路や2線堤などの盛土構造物が多数存在するが、比較的平坦な流域であるといえる。図6-1に概要を示す。

6.1.2 データ作成手法

国土数値情報によるデータは、250mメッシュの4隅の標高データの単純平均とした。水部のデータについては周囲4点の標高データの平均とした。

従来手法のデータ作成も同様に行なったが、読み取りの際に水部および盛土の上にメッシュ交点が存在した場合には、盛土の法尻または水際線まで移動した点の標高値を計測したものをを用いた。こうして作成したデータの誤差を示したものが図6-2である。誤差の大きなメッシュは河道沿いと山際を中心に分布している。

6.2 氾濫計算による検討

氾濫計算によって、流下型流域における国土数値情報による標高データの適合性を検討した。氾濫計算には2次元不定流モデルを使用した。

6.2.1 検討ケース

検討には第3章で行なった検討、すなわち従来手法によるメッシュ平均地盤高および国土数値情報によって作成したものに外水位を境界条件として与えたケース（ケース1およびケース2）、国土数値情報によって作成したものに破堤流量を境界条件として与えたケース（ケース3）に加えて、第4章で検討した修正手法中の河道沿いを置き換えるケース（ケース4）のあわせて4ケースについて検討を行なった。地形勾配が急激に変化するメッシュを修正する手法については、その効果があまりないこと、および250mメッシュでこの修正手法を行なう意味がないことから、採用しなかった。

検討ケースを一覧表にまとめたものが表6-1である。

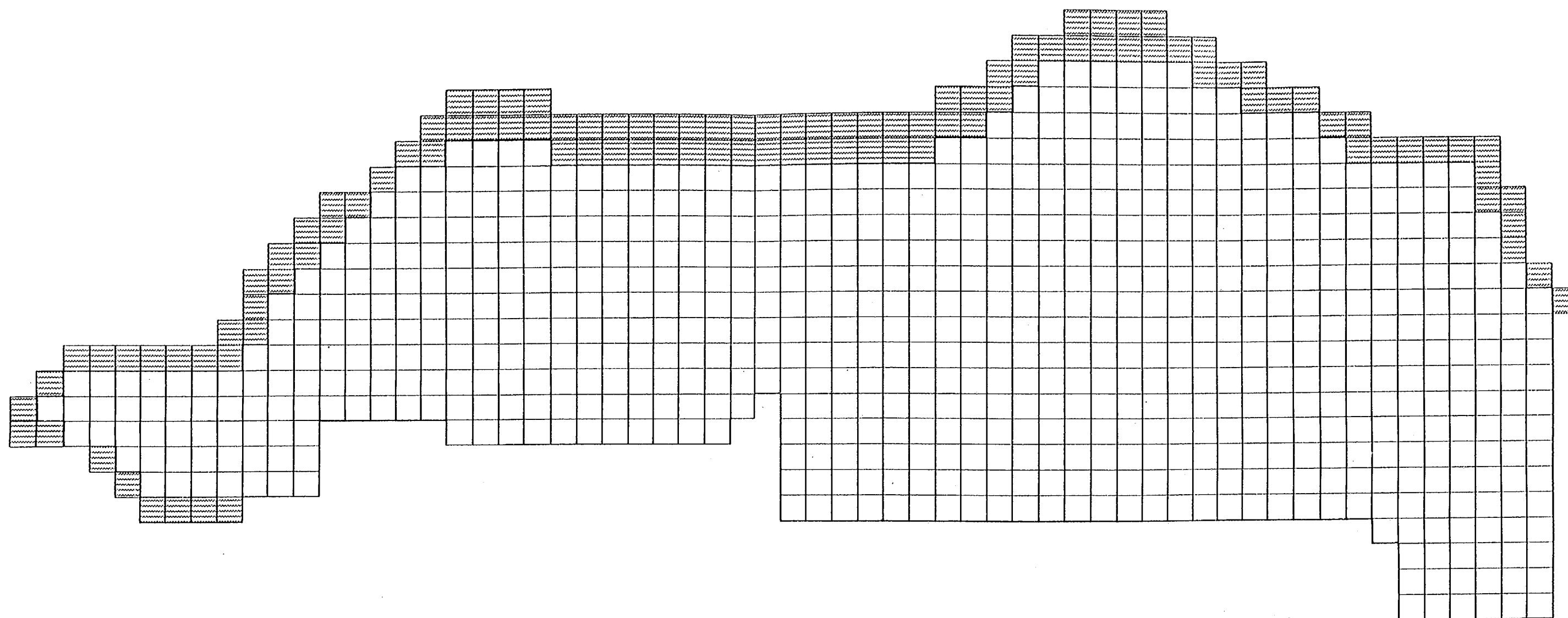
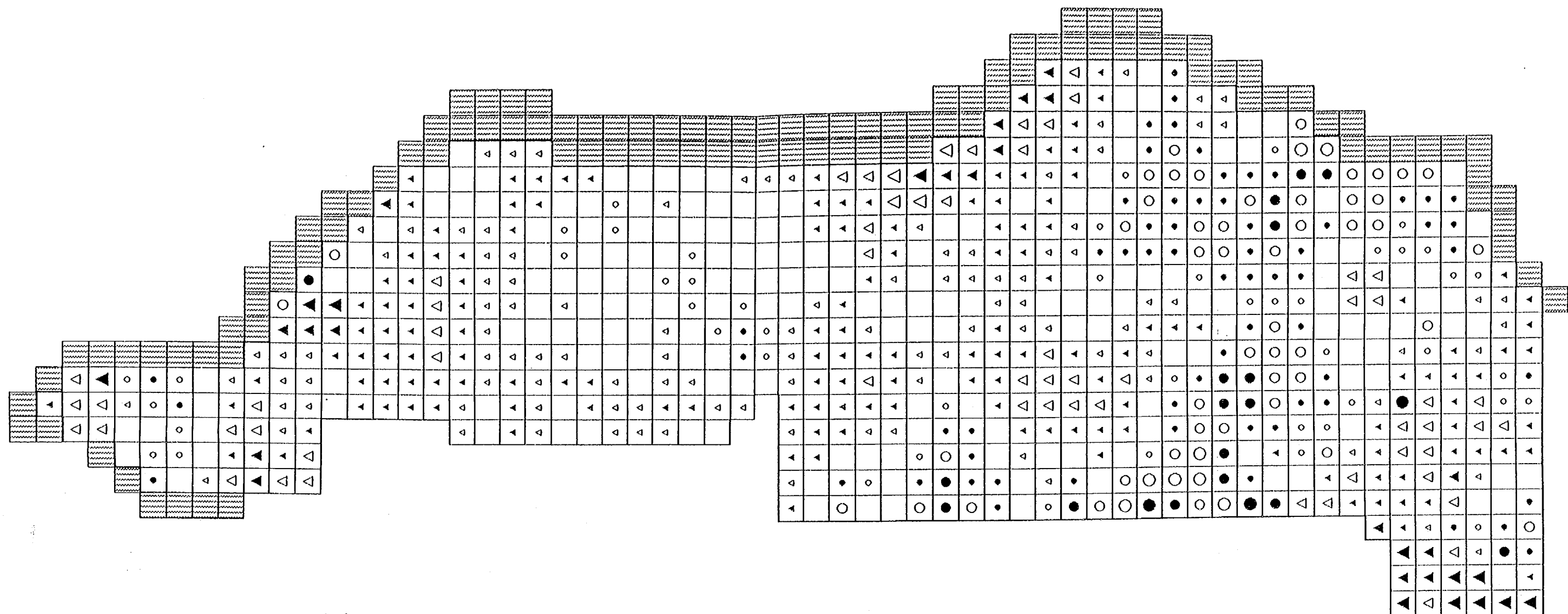


図 6 - 1 流下型流域の概要



- | | |
|-------------|-------------|
| ◁ -0.5~-1.0 | ○ +0.5~+1.0 |
| ◀ -1.0~-2.0 | ● +1.0~+2.0 |
| ◁ -2.0~-3.0 | ○ +2.0~+3.0 |
| ◀ -3.0~-4.0 | ● +3.0~+4.0 |
| ◁ -4.0~-5.0 | ○ +4.0~+5.0 |
| ◀ -5.0~ | ● +5.0~ |

図6-2 データ誤差の分布

表 6 - 1 検討ケース一覧

ケース	地 盤 高	破 政 流 量	摘 要
1	図 上 計 測 値	河道追跡水位 をもとに設定	
2	国土数値情報	同 上	
3	同 上	ケース 1 と同 一の破堤流量 ハイドロ	
4	国土数値情報の河 川沿いデータをケ ース 1 で修正	河道追跡水位 をもとに設定	

6.2.2 比較検討

まず、ケース 1 とケース 2 の比較を行なった。破堤地点の平均地盤高は 0.5m しか変わらないため、それほど大きな影響は出ないものと考えられる。しかしながら、図 6 - 3 に示すように、破堤流量は著しく少なくなっている。図 6 - 4 の破堤地点付近の流量フラックスをみてわかるように、従来手法では破堤点から流入した氾濫水がはじめは河道沿いに流下しているが、国土数値情報では、河道沿いのメッシュの平均地盤高が高くなっているため、堤内側の水位がすぐに上昇するためと考えられる。ある程度時間が経過した後も、図 6 - 6 のように、それほど氾濫域は広がらない。

境界条件をケース 1 の破堤流量としたケース 3 では、氾濫域の広がりをおある程度表現できるといえる（図 6 - 7）。

河道沿いの 1 メッシュを従来手法で置き換えたものは、図 6 - 8 に示すように、かなり従来手法と近い結果が出ている。しかしながら、細部に注目すると、図 6 - 9 の流域内の微小水路がある地点で流量フラックスの方向および大きさが異なっている。これは、国土数値情報では盛土上にメッシュ交点がきてもその標高を直接読みとってしまうため、メッシュ全体としての平均地盤高が高くなっている（+3 m ~ 4 m）ためと考えられる。

なお、最大湛水面積および最大湛水ボリュームについて表 6 - 2 に示す。

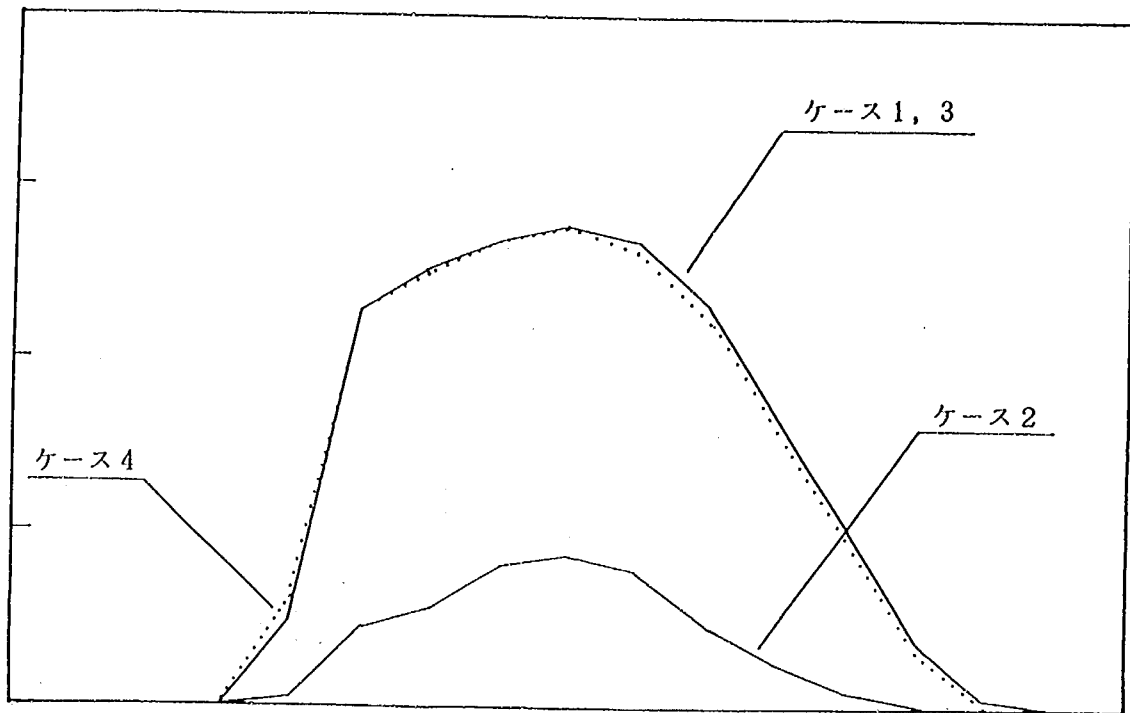


図 6 - 3 破堤流量の比較

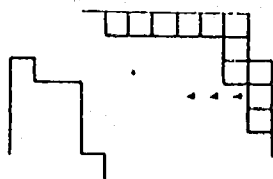
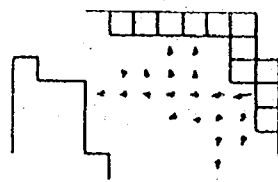


図 6 - 4 流量フラックス (破堤直後)

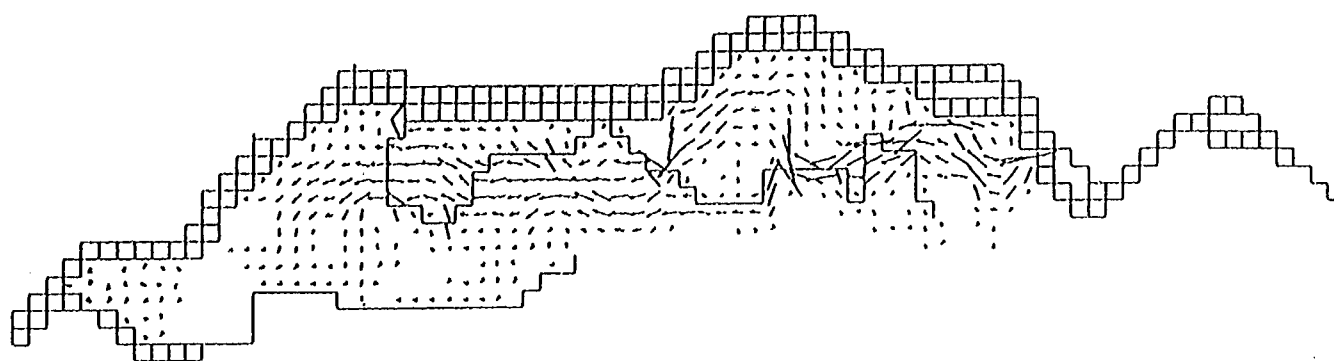


図6-5 流量フラックス (ケース1)

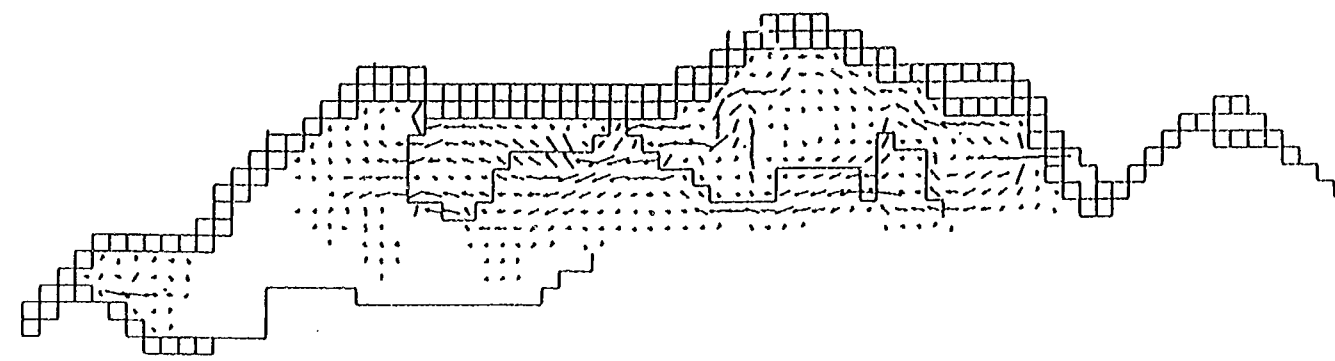


図6-7 流量フラックス (ケース3)

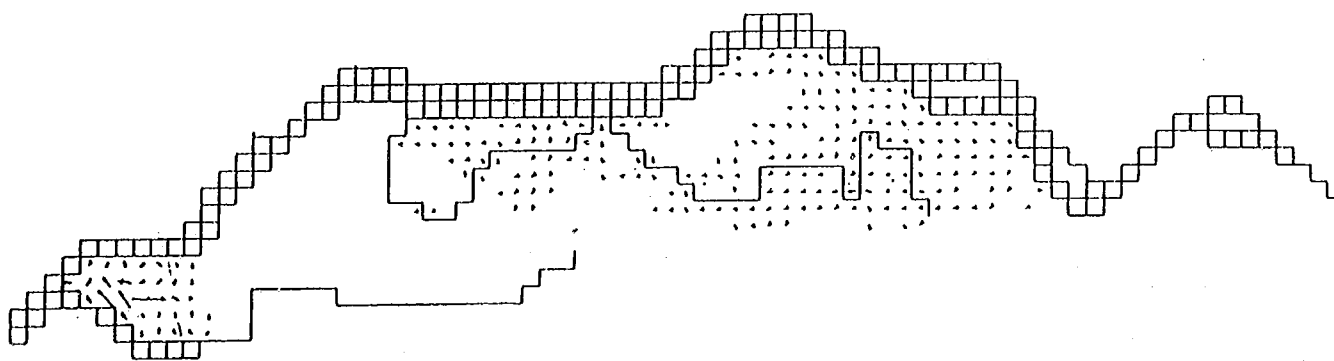


図6-6 流量フラックス (ケース2)

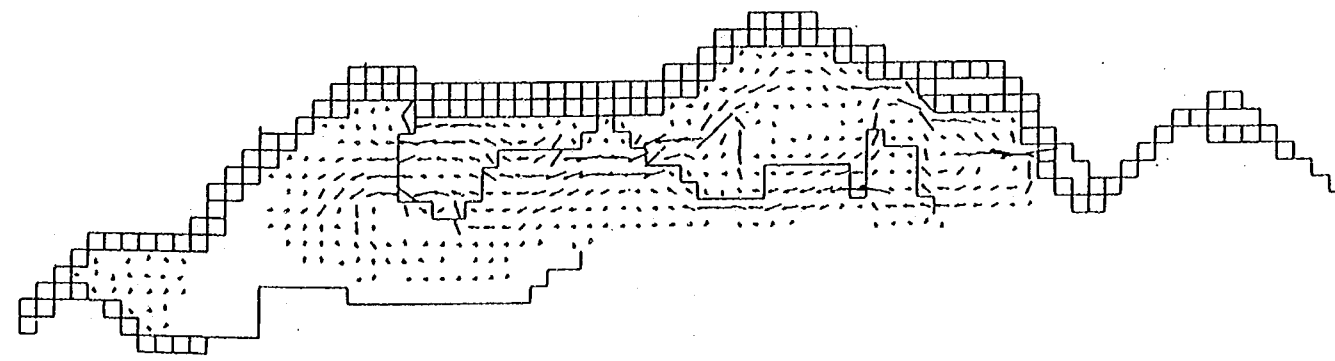


図6-8 流量フラックス (ケース4)

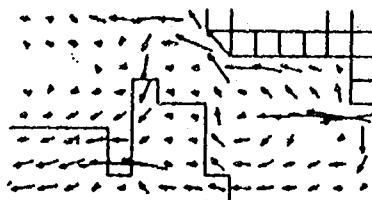
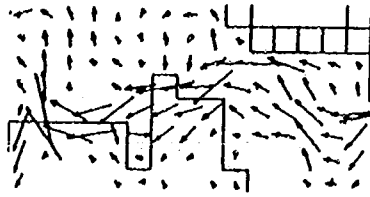


図 6 - 9 細部における検討

表 6 - 2 最大湛水面積および最大湛水ボリューム

項 目	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
最大湛水面積 (ha)	586.3	536.1	588.8	576.2
最大湛水 ボリューム(㎡)	35,450	12,250	35,450	35,070

第7章 結論

国土数値情報を用いて氾濫計算を行なう際の平均地盤高データを作成する手法およびその適合性について、従来手法と比較しながら検討してきた。この結果、以下のようなことがわかった。

- ① 国土数値情報の標高データを作成する段階で、作成基図および読み取り基準について、従来手法で用いていたものよりも精度が低いものを用いており、また、氾濫計算に用いるための様々な工夫を行なっていない一般的なデータとなっているため、氾濫計算に用いるためのデータとしての精度は低いと考えられる。
- ② 実際に平均地盤高データを作成してみると、氾濫域以外のデータはやや低く、氾濫域のデータはやや高く計算されることがわかった。これらは国土数値情報の読み取り基準に由来する誤差と考えられる。
- ③ 氾濫計算を行なったところ、河道沿いの平均地盤高に誤差があった場合、破堤敷高に誤差が発生するために、氾濫計算全体に大きな誤差が発生することがわかった。また、破堤点の誤差がない場合でも、河道沿いには盛土構造物や水面上にメッシュ交点が位置する可能性が高いので、誤差が発生する可能性が高い。特に流下型の流域では、氾濫水が下流に流下する際の流路となっている場合があり、堤内水位の急激な上昇につながり、誤差の原因となる可能性がある。したがって、河道沿いのメッシュについては、氾濫計算全体の精度に影響を及ぼす重要な箇所として、また、データ収集も比較的簡単であることから、従来手法あるいはその他の方法で、別途精度の高いデータを用いることが必要である。
- ④ 地形が複雑で、メッシュの大きさを250mよりも小さいものにする必要がある流域では、国土数値情報のデータを用いる時には慎重にすべきである。特に、貯留型のように、最大氾濫域の精度が平均地盤高の精度に直接依存する場合には、ある程度の誤差を許容する必要がある。
- ⑤ 国土数値情報を利用した氾濫計算は、湛水深の把握にはあまり適していない。湛水深については、平均地盤高のデータの誤差が直接結果の誤差につながるからである。

結論としては、氾濫水の動向を全体的な傾向としてとらえるというような目的に対しては、国土数値情報を用いてデータを作成することが作業の軽減につながり、シミュレーションの活用に寄与すると考えられる。その場合、精度が特に要求される箇所については別途データを与えることが必要である。また、細部にわたる検討を必要とするようなシミュレーションの場合には、必要とされる精度に応じて、従来の手法によってデータを作成する必要があるといえる。

国土数値情報の
氾濫シミュレーションへの
利用に関する研究

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2860号
1990年3月

吉本 俊裕, 笛田 俊治
馬場 隆司

要旨 氾濫シミュレーションを行なう上で必要なデータのなかで、作成に特に労力を必要とする、流域のメッシュ平均地盤高について、国土数値情報を用いて作成する手法とその適用性について明らかにする。

キーワード：国土数値情報、氾濫シミュレーション、メッシュ平均地盤高

郵便はがき

切手を
はって
下さい

305-□□

茨城県つくば市旭一番地

建設省土木研究所

総合治水研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2860号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印