

1 米国洪水保険制度の概要

1.1 米国洪水保険制度導入の背景と変遷

全米洪水保険制度 (National Flood Insurance Program: NFIP) は 1968 年に導入されたが、その背景は以下の通りである。

全米洪水保険制度の制定の契機となったのは、1951 年のカンザス州とミズーリ州の洪水被害であった。当時、米国において洪水に対する対応は、一般的にダム・堤防等の構造物による対応が主体であったが、このようなアプローチによってのみで洪水被害の軽減や不適切な開発の抑制に対して必ずしも効果が上がったわけではなかった。

このような状況の中、洪水被害が増加し、災害救助に対する納税者の負担が増大したため、幾度かの検討の後、1968 年アメリカ合衆国議会は「全米洪水保険法 (National Flood Insurance Act)」を成立させ、「全米洪水保険制度 (National Flood Insurance Program: 略称 NFIP)」を設置した。その意図は、洪水防御を最も必要とする人が防御の費用を掛け金というかたちで支払うという保険のメカニズムを通じて、将来の被害を軽減し、財産の所有者に潜在的被害に対する防御を提供しようとするものである。

「全米洪水保険制度」(NFIP) の目的は以下のとおりである。

●洪水被害者の救済

: 連邦政府の補助により洪水発生地域の住民が妥当な保険料率で洪水保険を入手できるようにすること。

●土地利用規制の実施

: 連邦政府補助の洪水保険に加入するための条件の 1 つとして、氾濫原の適切な土地利用を誘導するための氾濫原管理規制等の実施を地方自治体に求めること。

現行の全米洪水保険制度の大きな特徴として以下の点が挙げられる。

●洪水多発地域を対象として、地方自治体のプログラムへの参加を前提条件として、個人が加入する保険制度である。

●特別洪水危険区域 (Special Flood Hazard Area) 内において、建物の建設又は取得を行う者が、連邦政府貸付あるいは連邦政府の後援による貸付を受けるための条件の 1 つとして洪水保険の購入が義務付けられている。

●「正規プログラム」では保険料率は洪水危険度に応じて設定される。

しかし、制度導入の当初は、洪水保険制度への加入は低水準に留まった。その理由として以下のことが指摘されている。

①地方自治体の制度への加入や、個人が洪水保険を購入するための強力なインセンティブに欠けていた。

②保険数理料率の確定 (洪水危険調査による危険ゾーンの確定) に長時間を要し、地方自治体の制度加入の前提となる有資格認可が進まなかった。

①に対しては、1973 年「洪水災害防衛法 (Flood Disaster Protection Act of 1973)」による制度の修正がなされた。修正の主要点は以下の 3 点であった。

1. 住宅都市開発省 (Department of Housing and Urban Development : 略称 HUD) が、

全国のあらゆる既知の洪水多発地域を確認すること。

⇒後に FEMA（1978 年設立）に引き継がれる。

2. 確認済の洪水多発地域における建物の建設ないし取得のための連邦政府貸付を求める要件の1つとして洪水保険の加入が必要となること。

⇒洪水保険購入のインセンティブ。

3. 指定日までに制度に加入しない地方自治体の確認済洪水危険区域における連邦関連貸付の禁止。

⇒洪水多発地域における地方自治体への制度加入のインセンティブ。

1973 年以降 NFIP での運用面での改正・修正が幾度かなされたが、冒頭に示した保険制度の大きな枠組みは現在も変わっていない（図 1-1）。

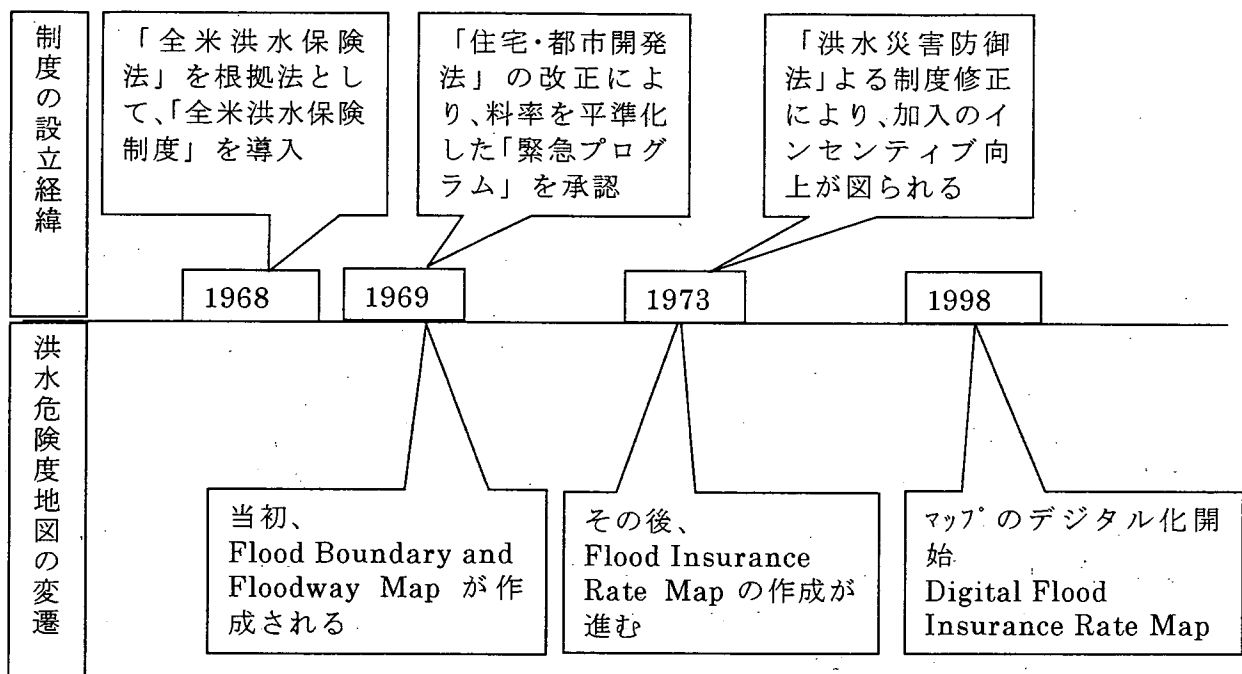


図 1-1 全米洪水保険制度の変遷

また、②に対しては、暫定措置として 1969 年の「住宅・都市開発法」の改正によって、料率を平準化した「緊急プログラム」を承認することによって加入拡大が進められた。これは「正規プログラム」への移行を前提として、全国的に平準化された保険料率（詳細な水理水文解析等を行って定めた保険数料率ではない）によって、一定額までの範囲で保険を提供する暫定措置を設けたものである。その際に特別洪水危険区域(SFHA)の境界を図示するものとして「洪水危険境界マップ(Flood Boundary and Floodway Map)」が作成された。

当初の「洪水危険境界マップ」は、洪水危険区域を有すると見なされたコミュニティのために、さまざまな連邦、州、地方の情報源にもとづいて作成された報告書にある利用可能な氾濫原データを用いて作成された。洪水情報が利用できないコミュニティについては、特別洪水危険区域の範囲を確定するために、近似的な水文・水理学的手法および既往洪水データが利用さ

れた。

次に、基準洪水位（Base Flood Elevation）を設定し、氾濫河道と危険地帯を指定するために、詳細な水文・水理解析を用いた洪水保険調査が、ほとんどの NFIP コミュニティで実施された。洪水保険調査の結果は、「洪水料率マップ（FIRM）」の形で、また多くの場合、「洪水境界・氾濫河道マップ」および「洪水保険調査報告書」の形でコミュニティ向けに発行された。

FIRM の作成により詳細な危険データが提供されると、対象コミュニティは、危険度に応じた料率設定が前提となる「正規プログラム」に参加することができた。

1.2 洪水保険料率マップ（Flood Insurance Rate Map）

コミュニティが全米洪水保険プログラムに加入すると、コミュニティは洪水保険料率マップ（Flood Insurance Rate Map : FIRM）の作成が義務づけられる。

洪水料率マップの作成は、下記の図 1-2 に示したような流れで行われる。

- ① 水文水理解析を行い、該当地区の 100 年確率もしくは 500 年確率の河道の基本洪水位（Base Flood Elevation : BFE）を算定する
- ② 計算水位と流域の地形条件から 100 年確率洪水での浸水範囲（Special Flood Hazard Area : SFHA）を設定する
- ③ ②で設定した浸水範囲を地形図で重ね合わせ、洪水保険料率を区分するゾーンを表示した洪水保険料率マップ（FIRM : Flood Insurance Rate Map）を作成する

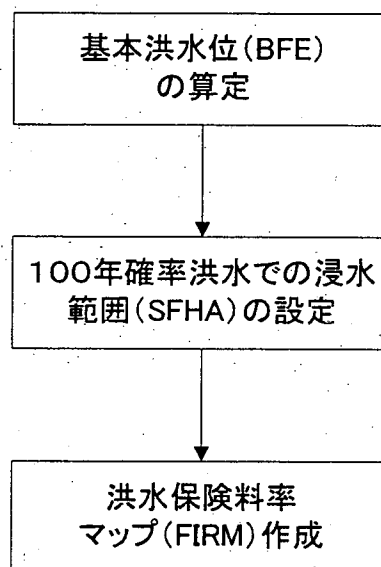


図 1-2 洪水保険料率マップ作成の流れ

1.3 洪水保険料率マップのゾーン区分

洪水保険料率マップのゾーン区分は大きく 100 年確率洪水での想定浸水範囲の境界によって区分される。

100 年確率洪水で浸水しない地域は「ZONE X」と表現され、そのうち、500 年確率洪水での浸水範囲はマップ上において色づけされる。

100年確率洪水で浸水する範囲は大きく分けると、河川洪水に起因する浸水範囲はAゾーン、高潮に起因する範囲はVゾーンに分類され、さらに基本洪水位の調査法や洪水の種類によって更に細かく分類されている。

現行制度における洪水料率マップのゾーン区分を表1-1に示した。

表 1-1 洪水料率マップのゾーニング

Zone	定義
A	A地区は単純法で100年確率の氾濫原と算定された地域に相当する地区である。この地域では詳細な水理解析が行われていないため、基準洪水位(BFE)もしくは水深は設定されない。
AE	AE地区は、詳細法で100年確率の氾濫源と算定された地域に相当する地区である。ほとんどの事例において、詳細な水理解析から得られた基準洪水位が、設定された間隔でこのゾーン内に示される。
AH	AH地区は、継続的に水位上昇する100年確率浅水洪水(通常は湛水域)で、平均水深が1~3フィートの地域である。詳細な水理解析から得られた基準洪水位が、設定された間隔でこのゾーン内に示される。
AO	A0地区は100確率浅水洪水(通常、傾斜地上の薄層流)で平均水深が1~3フィートの地域である。水深は、地区のゾーン範囲を決定するために横断面に沿って、それから流向に沿って平均される。詳細な水理解析によって算定された平均水深がゾーン内に示される。また扇状地洪水の危険区域はこのA0地区である。
A99	A99地区は、堤防などの連邦洪水防御システムの建設が法定上のある段階に達しており、100年確率の洪水氾濫原がその防御システムによって防御される地域である。基準洪水位もしくは水深はこのゾーン内では表示されない。
AR	AR地区は、100年確率もしくはそれ以上の洪水に対する防御機能を得るために、以前は認可されていた洪水防御システムの認可が取り消され、その結果生じた特別洪水危険区域である。
X	X地区は、100年確率氾濫原外の地域、平均水深が1フィート未満の100年確率薄層流洪水地域、集水区域が1平方マイル未満の100年確率河川洪水、もしくは100年確率洪水から堤防で防御された地域である。この地域では概略的な水理解析が行われるため、ゾーン内で基準洪水位は表示されない。
V	V地区は、高潮(storm wave)による危険がある100年確率沿岸域氾濫原(Coastal floodplain)と算定された地区である。この地域では概略的な水理解析が行われるため、ゾーン内では基準洪水位は表示されない。
VE	VE地区は、高潮による危険がある100年確率沿岸域氾濫原と算定された地域である。詳細な水理解析から得られた基準洪水位が、設定された間隔でこのゾーン内に表示される。
D	D地区は、洪水調査が行われていない地域で、洪水危険区域に決定されていないがその可能性がある地域である。D地区の指定は、地域のPOによる承認がなければ洪水保険調査において用いられない。

2. 洪水保険料率マップの作成方法

FEMAのガイドライン"Managing Floodplain Development in Approximate Zone A Area - A Guide for Obtaining and Developing Base (100-year) Flood Elevation"(1995)や"Guidelines and Specification for Study Contractors, last issued 1993"において基本洪水位の算定方法等について述べられている。ここでは、これらのガイドライン等における内容を

もとに、洪水保険料率マップのゾーニングの技術的手法について説明する。

2.1 確率規模の評価

洪水保険料率マップを作成する際に用いる 100 年確率および 500 年確率洪水の確率評価手法は、基本的に流量確率を用いている。その理由としては、米国の河川はその流域面積が大きく、そのため出水形態が降雨だけではなく、融雪によるものも多くを占めるためと考えられる。また、流量観測が充分に行われていない河川では、降雨データから流出計算を行い、その計算流量より年最大流量を算定し、これを用いて流量による確率評価を行う場合もある。しかしながら、日本のように、降雨により確率評価を行うことは一般的ではない。

2.2 基本洪水位 (Base Flood Elevation) の設定方法

ここでは、洪水料率マップを作成するための基本的要素となる基本洪水位の設定方法について述べる。基本洪水位の算定は、図 2-1 のフローに従い行われる。

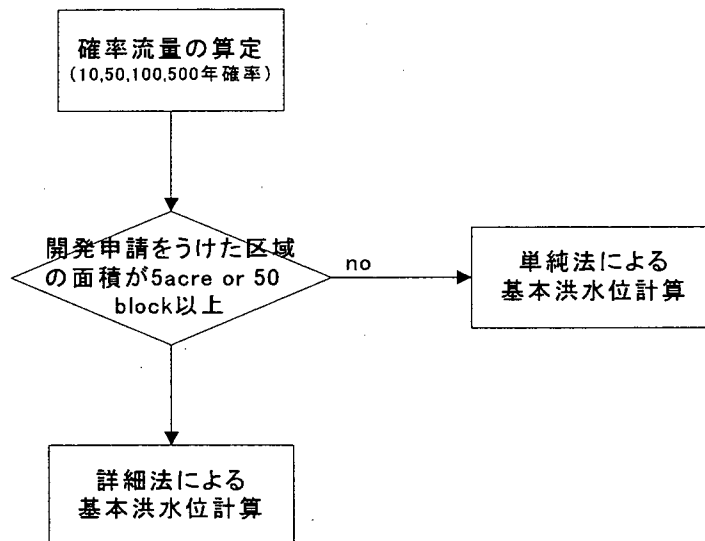


図 2-1 基本洪水位算定フロー

以下に 2.2.1 流量算定手法、2.2.2 基本洪水位算定手法について述べる。

2.2.1 流量算定手法

(1) 概要

流量算定手法としては前述の FEMA のガイドラインなどでいくつかの手法が推奨されている。これらは計算が複雑でなく、かつその答えが期待される精度を持つ等の特徴を有する。これらの計算手法の使用実態は、対象とする河川の流量観測の実状によって異なるが、流量観測が行われている河川では、一般的に流量-流域面積関係法が用いられている。この理由としては、米国の河川は流域面積が広いため土地利用形態の変化がほとんど無視できることや、重要地点を除いて河道改修がさほど行われていないことなどが理由としてあげられる。

また、流量観測が行われていない河川では、天然資源保全局 (NRCS) の TR-55 や工兵隊の

HEC-1 といった計算プログラムを用いて流出計算を行い流量の算定を行っている。都市流域内を流れる河川については、その大多数で流量観測が行われていないため、一般的には流出計算を行って流量を算定している。以下に、FEMA のガイドラインに記されている手法について説明する。

(2)一般的な流量計算手法

以下に FEMA のガイドラインに示されている流量計算方法である i)流量－流域面積関係法、ii) 回帰式、iii)天然資源保全局の TR-55、iv)合理式、v)FEMA により推奨されている計算プログラムについて説明する。

i)流量－流域面積関係法

この手法は、既往の流量観測所での確率流量と集水面積を両対数グラフで直線近似を行い、任意の地点での流量を推定する手法である。具体的には、以下に示したように、それぞれの流量観測地点での 10 年、50 年、100 年、及び 500 年確率流量と流域面積を整理し、それぞれの確率規模毎にプロットして計算する。流量の確率評価は、観測された流量データより対数ピアソンⅢ型手法を用いて行う。この手法を用いた事例を以下に示す。

表 2-1 流量－流域面積関係法での計算事例

洪水源および場所	流域面積 (mi ²)	ピーク流量 (ft ³ /s)			
		10 年	50 年	100 年	500 年
パイン・クリーク					
サドル・リバーとの合流点	20.39	2,220	4,165	5,310	9,010
カルヴィン・ストリート地点	16.3	1,907	3,617	4,612	7,300
ケイトリン・アベニュー地点	14.9	1,860	3,285	4,090	6,570
ロック・ラン					
ラムジー・ブルックの 合流点の下流	12.6	1,640	2,895	3,605	5,795
ラムジー・ブルックの 合流点の上流	10.1	1,390	2,455	3,055	4,910
グース・クリーク					
ヴァレンタイン・ブルックの 合流点の下流	9.1	1,285	2,270	2,825	4,540
ヴァレンタイン・ブルックの 合流点の上流	6.2	965	1,700	2,120	3,405
クーン・クリーク					
アレンデイル・ブルックの 合流点の下流	14.3	1,805	3,185	3,965	6,370
アレンデイル・ブルックの 合流点の上流	12.9	1,670	2,950	3,670	5,900

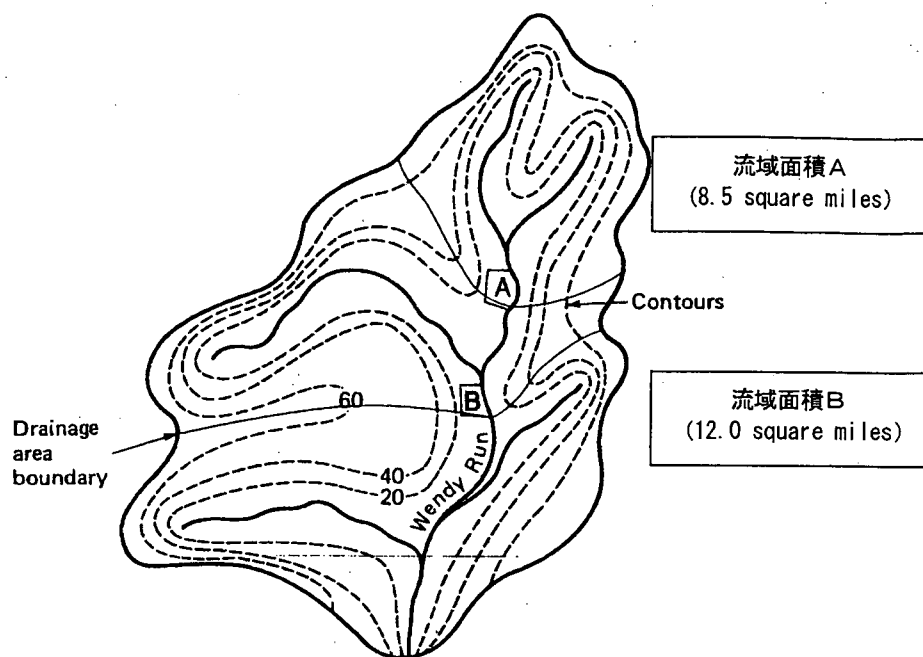


図 2-2 流域分割図

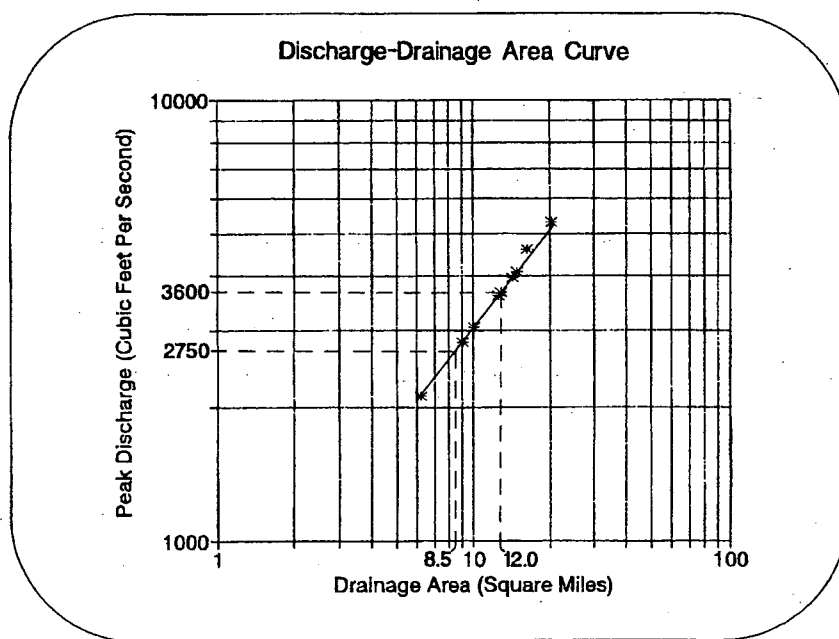


図 2-3 地点 A および地点 B の 100 年確率流量の評価

この手法を用いた事例を表 2-1、図 2-2 及び図 2-3 に示す。この手法では、河川は流域面積が変化するもののその他の流域特性は同じでなければならない。また両対数グラフで直線近似できなければこの手法を用いるべきではない。また、ダム、調節池、運河又はその他の流量調節施設、分流施設によって流量調節が行われている地点で用いるのは適切ではないとしている。

ii) 回帰式

回帰式による確率流量算定手法は、米国地質調査所 (USGS) による水資源調査または公開記録報告書に記載されている回帰式を用いて流量算定を行うものである。米国地質調査所では、州ごとに適用できる回帰式を所有しており、また回帰式を利用できるコンピュータプログラムも公開している。流域の変数には流域面積(mi²)、河川勾配 (ft/mi)、不透水性域(%)などのパラメータが含まれている。この手法については、流域が高度に都市化されていたり (不透水性土地利用率が高い)、ダムや調節池、運河、その他の分流施設によって流量が調整されている場所では、その使用が制限されるとしている。

iii) TR-55

TR-55 とは、天然資源保全局 (NRCS) の TR-55 「小流域における都市の水文学」で示された計算手法である。

この手法は、図解式ピーク流量と表を用いたハイドログラフ法からなり、都市化の影響、降雨分布、土壌のタイプと状態、土地の被覆タイプおよびその他の流域特性を考慮している。貯留量がピーク洪水流量に与える影響の評価法も TR-55 に含まれている。但し、この手法は下記条件で用いるべきではないとしている。

- 流水が雨水暗渠システムと地上の通水域に分流される場所
- 流域面積が 2,000 エーカーを超える場所

iv) 合理式

合理式による流出解析は、回帰式で取り扱われない小規模流域や、NRCS の TR-55 の使用が適切でない地域において、ピーク流量を評価する場合に用いられる。ただし下記のような場所では合理式を用いるべきではないとしている。

- ダム、調節池、運河、およびその他の分流施設の使用によって流量が調整されている場所
- 200 エーカー (0.81km²) より大きい流域では推奨できないが、流域面積が 640 エーカー (2.59km²) までなら慎重を期することで使用が可能である

v) その他の流量計算手法

降雨-流出関係に基づいて洪水流量を決定する方法は他にも多数あり、前述の TR-55 の他に広く使用されている 2 つのハイドログラフ法は以下の手法である。

- 天然資源保全局 NRCS の TR-20
- 米国陸軍工兵隊の HEC-1

これらの方法は、一般的にどんな大きさの流域にも適用でき、ダム、運河およびその他の分流施設によって流量が調整されていることを考慮して計算を行っている。これらは、湖などの BFE を決定するのに適切であるとしている。

また、TR-20 と HEC-1 は、流出ハイドログラフの生成、追加およびルーティングを通して、非常に詳細な流出計算を行うことができる。

これらのプログラムを用いることで、ダム、道路の横断、および大規模な氾濫原の貯水域によるピーク洪水流量への影響をより正確に評価することができるが、これらのモデルを用

いる場合には、技術者の経験が必要であるとしている。

2.2.2 基本洪水水位算定手法

(1)基本洪水水位算定手法の概要

基本洪水水位の算定は、図 1-3 に示したように、対象地区の条件によって単純法および詳細法の 2通りの算定手法を用いて行われる。ここでは、それぞれの算定手法の詳細について述べる。

i)水位算定手法の選定条件

詳細法を用いる場合の条件として、図 1-3 に示したとおり NFIP 規則 60.3(b)(3)において、「開発申請をうけた区域の面積が 5 エーカー（約 2ha）もしくは 50 区画以上の場合に詳細法による検討が必要」と記されている。

ii)水位算定手法選定の実態

基本洪水水位算定手法は、基本的には詳細法を用いることとなっている。その理由として、詳細法もしくはそれに準ずる手法によって基本洪水水位が算定された場合には、そのコミュニティが「水位認定証（Elevation Certificate）」を受けられるためと考えられる。「水位認定証」がある場合、すなわち詳細法を用いて基本洪水水位の算定を行った場合には、単純法で基本洪水水位を算定した場合にくらべて保険料率は割安となるため、単純法のみで作成することは合理的でないといえる。

実際の調査実態をみると、都市部の洪水保険調査の大半は詳細法を用いており、単純法は、洪水被害の小さい農村部および比較的小規模な河川で用いられている。

(2)単純法(Simplified Methods)

ここでは、単純法での水位算定手法について記す。

i)洪水料率マップでのゾーン

単純法で設定される 100 年確率氾濫域は表 1-1 の洪水料率マップのゾーニングのうち A 区域として FIRM に表示される。

ii)基本洪水水位の具体的算定手法

単純法での基本洪水水位算定方法は、下記の 2通りの方法に分けられる。

- 地形図の等高線コンターから氾濫河道形状を作成し、等流計算から 100 年確率洪水での浸水範囲を推定する方法
- 当該地区の下流部で詳細法による検討がなされている場合、詳細法で得られた BFE の水位縦断図を外挿する手法

以下では、これらの方法について簡単に述べる。

a)地形図から河道横断形状を仮定する方法

地形図より河道横断形状を仮定する方法の場合、下記のステップを通じて基準洪水水位が設定される。

- ① 調査対象箇所が示された地形図を入手する。
- ② 必要に応じて FIRM または地形図を縮小または拡大して、その 2つを同じ縮尺にする。
- ③ FIRM 上に示された A 区域の 100 年確率洪水での氾濫原境界を地形図の上に重ね合わせる。なお、A 区域の氾濫原境界は、地形図より作成した横断面を用いて等流計算を行い設定する。

④この方法の精度が許容範囲内にあるかを判断する。氾濫原境界は一般的に、問題となっている氾濫原沿いの等高線と一致しなければならない。左右岸の氾濫河道の水際によって設定された水位差は、調査に用いる地形図の等高線間隔の2分の1以内でなければならない。湖の洪水に関しては、氾濫原の周辺で決定された最高水位と最低水位との違いは、地形図の等高線間隔の2分の1以内でなければならない。そうでなければこの手法を用いることはできないとしている。

この手法が適用可能ならば、これにより基本洪水位を決定する。単純法での基本洪水位は等流計算によって決定することが一般的である。等流水深を計算した後は、常流/斜流の判定を行い、適切な値を基本洪水位として設定する。

また、等流計算を行うコンピュータプログラムとして、FEMAが開発したQUICK-2、SFD、PSUPRO、米国陸軍工兵隊によるHEC-2、HEC-RAS、米国地質調査によるWSPRO、NRCSによるWSP2などがある。

b)データの外挿による手法

詳細法にて基本洪水位が算定された区間の上流部 500 フィート (150m) 以内の範囲で、氾濫原や河床勾配等の特性が下流区間とほぼ同様と見なせる場合には、下流の基本洪水位を外挿することができる。ただし、下流部に構造物が存在し、背水の影響が考えられる場合には用いることができないとしている。

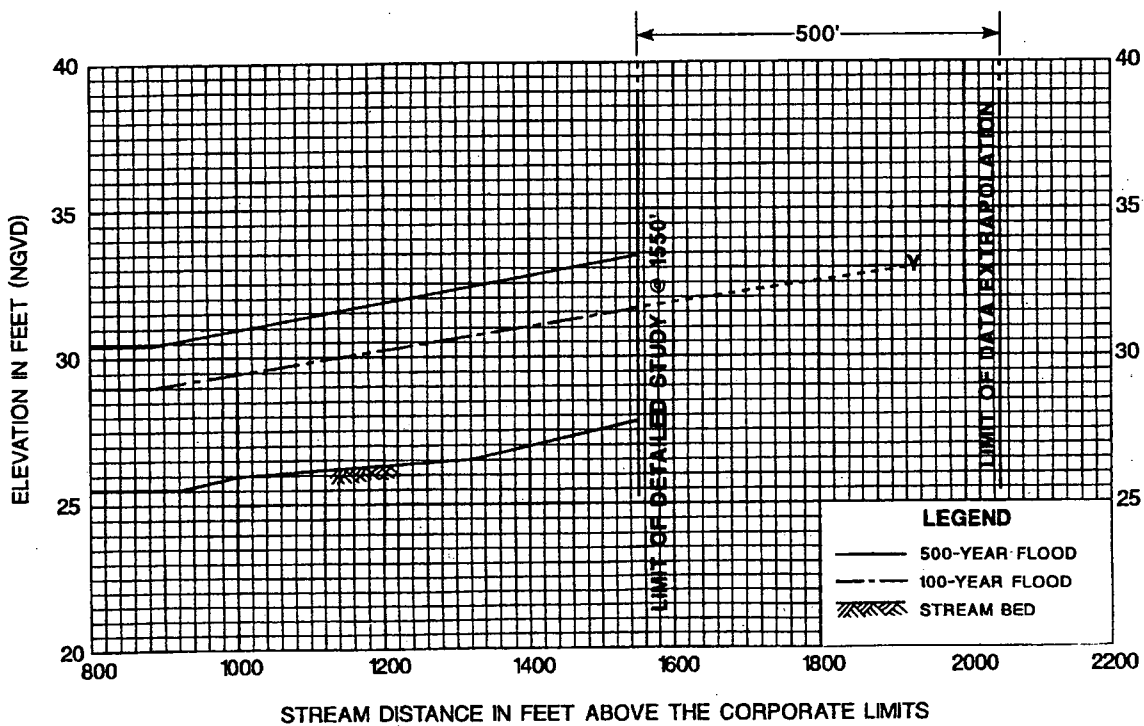


図 2-4 データの外挿法—縦断面図

(3)詳細法(Detailed Methods)

ここでは、詳細法における基本洪水位の算定手法を記す。

i)洪水保険料率マップでのゾーン区分

詳細法で設定される 100 年確率氾濫域は表 1-1 の洪水保険料率マップのゾーニングのうち AE 区域として FIRM に表示される。また、内水地区および扇状地での洪水氾濫については、それぞれ AH および AO 区域として表示される。これらの地区の基本洪水位の算定方法については、「3. 水文・水理解析手法の詳細について」で説明する。

ii)基本洪水位の具体的算定手法

詳細法では、対象河川および氾濫原の 100 年確率洪水位を不等流計算により算定する。そのため詳細な河道断面データや、河道内の構造物の影響を考慮することが必要となる。

以下にその条件について整理する。

a)地形条件

【氾濫河道横断データ】

詳細法で用いる河道横断データは、現地測量結果を用いることが望ましく、河道横断データを地形図から作成する場合は、米国地質調査所の図面（U.S. Geological Survey Quadrangle Map）と同レベルの詳細な地形図が必要となるとしている。

【横断面間隔】

横断面間隔は、1 区画について 1 断面必要となり、より大きな区画や複数の区画がある場合には、それらの区画の両端に、少なくとも 1 つの横断面が必要となる。また、下記の場合は断面を追加する必要があるとしている。

- 2 断面間の基本洪水位 BFE の差が 1 フィート以上の場合
- 横断面間距離が 500 フィート（150m）より離れている場合

【横断面の位置】

横断面の適切な位置を決定する際には下記の点に配慮して行うとしている。

流路：予想される 100 年確率洪水の流路に垂直であること（図 2-5）。

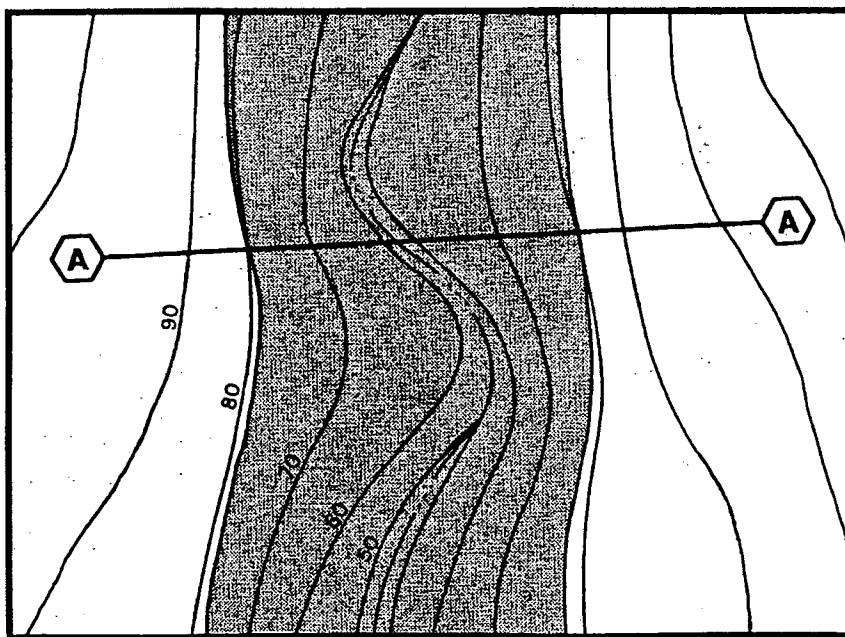


図 2-5 横断面の向き

河道特性：勾配や、河道形状、粗度といった河道特性が変化する場所に位置していること。

流量：支川の上流など、流量変化点に位置していること（図 2-6）。

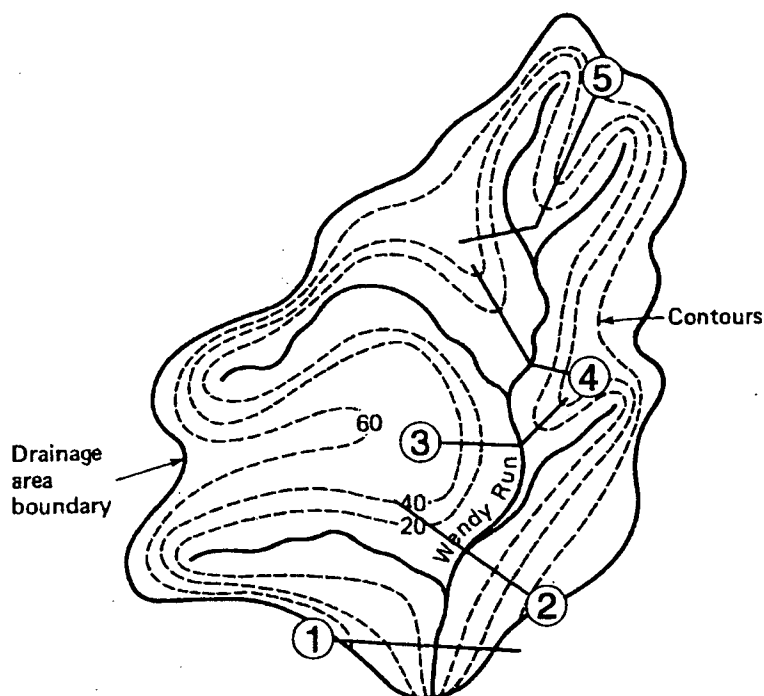


図 2-6 流量変化地点における横断面位置

構造物：図 2-7 に示したように、構造物および上下流に 1 断面ずつ設定する。上下流断面は構造物の影響を受けない範囲（ここでは、構造物直下の流路幅 W ）に設定する。上下流の氾濫河道形状がほぼ等しい場合は上流側断面を無視することができる。

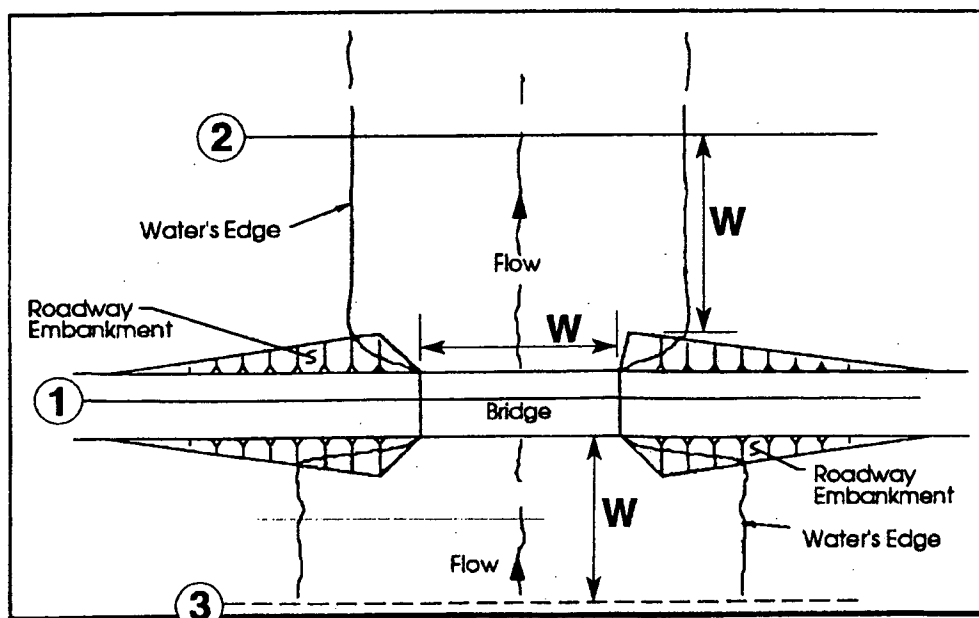


図 2-7 構造物周辺における横断面位置

b) 水位算定手法

詳細法では、通常は不等流計算にて氾濫河道の水位を算定し、その結果より水位縦断形状を

設定する。不等流計算を行う場合に用いる断面データは、上記で述べたとおり、基本的には現地測量したものをを用いる。

また、氾濫河道内に存在する道路、鉄道、堤防、ダム、または運河の上を流れる流れは、堰の乗り越し流として取り扱い、別途公式を用いて水位計算を行う。

また、橋梁や暗渠についても同様に影響評価を行う。

3. 水文・水理解析手法の詳細について

3.1 コンピュータプログラムについて

(1)洪水保険料率マップ作成に使用できるコンピュータプログラム

洪水保険料率マップを作成するために使用できるコンピュータプログラムは、連邦行政令の 44 章の 65.6 条(a)(6)(2)および(3)に準拠したものとなっている。

この行政令では、以下のことを満足することが要求されている。

- 洪水調節に関するプログラムの実施と氾濫原土地利用の両方、またはいずれか一方に責任を有する政府機関によって評価・認証されること
- ユーザマニュアルやプログラムソースコードについても文章化を行い、情報開示することを規定していること
- FEMA およびこのプログラムによって作成・修正された FIRM によって影響を受ける現在および将来のすべての関係者がこのプログラムを使用可能であること

(2)コンピュータプログラムの概要

上記の条件を満たすコンピュータプログラムは下記の 2 通りに分類される。

- ①全国認証モデル(Nationally Accepted Model)
- ②地域限定モデル (Locally Accepted Model)

コンピュータプログラムが全国認証モデルとして認証を得るためには、連邦行政令の 44 章の 65.6 条(a)(6)(2)および(3)を満たす必要がある。一方、地域限定モデルの場合、責任を有する地方の担当官による評価・試験をうけ、認証を得た場合に、そのモデルは当該地域限定で使用できる。地域限定認証モデルの一例としては、コロラド州デンバー市のみで利用可能なコロラド都市ハイドログラフ(CUHPF/FC)等が挙げられる。

(3)コンピュータプログラム使用の実態

FEMA のホームページにある、FEMA により認証されているコンピュータプログラムリストを次ページ以降の表 2-2 に示す。ここでは、使用頻度の多い順に示されている。

一般的に FIRM の作成には、HEC シリーズが最もよく用いられている。アメリカのコンサルタントによるとその理由として、以下に示したことが挙げられる。

- 陸軍工兵隊によって推奨されていること
- 無料であること

上記の理由および最も使用されていることから、実態として認証機関は HEC シリーズのコンピュータプログラムに最も精通している。

表2-2 Hydrologic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水文解析モデル: 洪水流量の決定				
ピーク流量	HEC-1 4.0.1 and (May 1991)	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC) 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。検証計算(Calibration runs)がモデルパラメータの決定に優先される。
	HEC-HMS 1.1 and up (March 1998)	U.S. Army Corps of Engineers	U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687 http://www.hec.usace.army.mil/	水文モデリングシステム (Hydrologic Modeling System) は、降雨流出過程のさまざまなオプションを提供するものである。降雨をシミュレートするためのグリッド降雨データを利用することができる。融雪が主要な洪水発生源で、また融雪を洪水流量の評価に際して考慮せねばならない地域のために使用される。
	TR-20 (February 1992)	U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	U.S. Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。補正のランがモデルパラメータの決定に優先される。
	TR-55 (June 1986)	U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	U.S. Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161 r/quality/common/tr55/tr55.html	単一地点でのピーク流量および洪水ハイドログラフが得られる。
	SWMM (RUNOFF) 4.30 (May 1994), and 4.31 (January 1997)	U.S. Environmental Protection Agency and Oregon State University	Center for Exposure Assessment Modeling U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development Environmental Research Laboratory 960 College Station Road Athens, GA 30605-2720 http://www.epa.gov/ceampubl/softwdos.htm Department of Civil, Construction, and Environmental Engineering Oregon State University 202 Apperson Hall Corvallis OR 97331-2302 http://www.ccee.orst.edu/swmm/c/	実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。
	MIKE 11 UHM (June 1999)	DHI Water and Environment	DHI Eight Neshaminy Interplex Suite 219 Trevoze, PA 19053	水路の異なった地点で単位図手法を用いた洪水ハイドログラフをシミュレートする。三つの方法が雨水浸透損失の算定に使われ、三つの方法が余剰降雨を流出させるために使われる。これに関するウェブサイトは、 http://www.dhi.dk である。
	DBRM 3.0 (1993)	Bernard L. Golding, P.E. Consulting Water Resources Engineer Orlando, FL	Center for Microcomputers in Transportation (McTrans) University of Florida 512 Weil Hall Gainesville, FL 32611-6585	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。補正のランがモデルパラメータの決定に優先される。
	HYMO	U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	U.S. Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。補正のランがモデルパラメータの決定に優先される。

表2-2 Hydrologic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水文解析モデル 洪水流量の決定				
時系列流量 ハイドログラ フ	DR3M (October 1993)	U.S. Geological Survey	U.S. Geological Survey National Center 12201 Sunrise Valley Drive Reston, VA 22092	実際の洪水事象に対する補正が必要となる。これに 関するウェブサイトは、 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html で ある。
	HSPF 10.10 and up(December 1993)	U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Geological Survey	Center for Exposure Assessment Modeling U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development Environmental Research Laboratory 960 College Station Road Athens, GA 30605-2720	実際の洪水事象に対する補正が必要となる。これに 関するウェブサイトは、 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html で ある。
	MIKE 11 RR (June 1999)	DHI Water and Environment	DHI Inc. Eight Neshaminy Interplex Suite 219 Trevose, PA 19053	雨水流出モジュール(Rainfall-Runoff Module) (RR、以 前のNAN)は、集中系モデルであり、これは地表と表 層での貯留の水収支を継続的に算定する。洪水ハイド ログラフは、水路の異なった地点で予測される。実 際の洪水事象に対する補正が必要となる。これに関 するウェブサイトは、 http://www.dhi.dk である。
内水解析	HEC-IFH 1.03 and up	U.S. Army Corps of Engineers	U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	継続的なシミュレーションと仮想事象解析を提供す る。合致頻度解析 (coincidence frequency analysis) (これはモデルに含まれていない)が場合によっては 必要となる。補完文書は、ウェブサイトの www.fema.gov/mit/tsd/dl_ifh.htm を参照。

* これらのプログラムの編集や図示の拡張機能は、いくつかの民間企業から入手することができる。

* プログラムは基本的にメーカーによって配布され、HECを通じて入手することはできない。メーカーのリストはHECから入手可能である。

表2-2 Statistical Models Accepted by FEMA for NFIP Usage(FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
統計モデル				
	HEC FFA 3.1 (February 1995)	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B:洪水流量頻度決定指針(Bulletin 17B, Guidelines for Determining Flood Flow Frequency)」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。HECWRCIに取って代わるものである。
	PEAKFQ 2.4 and up (April 1998)	U.S. Geological Survey	U.S. Geological Survey Hydrologic Analysis Software Support Team 437 National Center Reston, VA 20192 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B:洪水流量頻度決定指針」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。
	FAN	FEMA	Michael Baker, Jr., Inc. 3601 Eisenhower Avenue, Suite 600 Alexandria, VA 22304	扇状地の浸水深と流速帯を決定する。

* プログラムは基本的にメーカーによって配布され、HECを通じて入手することはできない。メーカーのリストはHECから入手可能である。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル：洪水水位の決定				
1次元不等流モデル	HEC-RAS 2.2 (September 1998)	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Center Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC) 609 Second Street Davis, CA 95616-4687 http://www.hec.usace.army.mil/	HEC-2ファイルはHEC-RASにインポートすることができる。ユーザーは、HEC-RASにおいて導水計算を変更し、HEC-2を用いて得られる結果を再現するためにHEC-RASを実行する前に橋梁モデル化に必要な修正をおこなわなければならない。HEC-2を用いて以前に調査した水路を再調査するためのHEC-RASの利用は、次の条件のうち一つを満たす場合に限り奨励される。1) 水路全体がHEC-RASを用いて再実行される。2) HEC-RASを用いて再モデル化された水路区間が、残りの区間から水理学的に独立している。WSPRO橋梁解析は、常流条件下で狭窄した氾濫原に対して推奨される。また、定常流水面断面計算 (steady flow water-surface profile calculations) (SNET) を実行するHEC-RAS version 2.2はversion 2.2.1に更新されており、NFIP調査に使用しなければならない。
	HEC-RAS 3.0.1	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Center Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	まれな状況において、HEC-RAS 3.0.1は、低流量および氾濫の際のせき流量をともなう橋梁に対して、せき流量方程式と低流量橋梁解析法 (low flow bridge analysis method) を用いて流量の収支をとることができないことがある。その場合、HEC-RAS 3.0.1はエネルギー法を使用して、計算されるエネルギー勾配標高と水位を大きめにすることができる。
	HEC-2 4.6.2 ² (May 1991)	US Army Corps of Engineers	Water Resources Support Center Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	カルバート解析と氾濫河道オプションを含む。
	WSPRO (June 1988 and up)	US Geological Survey, Federal Highway Administration (FHWA)	Federal Highway Administration (FHWA) web page at: http://www.fhwa.dot.gov/bridge/hyddescr.htm	氾濫河道オプションは1998年6月版で利用できる。1988年版は、USGSのウェブサイト (http://water.usgs.gov/software/surface_water.html) で入手可能である。
	FLDWY (May 1989)	US Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	US Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161	等導水低減法 (equal conveyance reduction method) から不法拡張ステーション (encroachment station) を決定する。WSP2とともに使用される。このモデルを利用して作成される不法拡張ステーションは、氾濫河道を正確に作成するためにWSP2モデルに再入力されなければならない。
	QUICK-2 1.0 and up (January 1995)	FEMA	Federal Emergency Management Agency Hazard Identification Branch Mitigation Directorate 500 C Street, SW Washington, DC 20472	近似法によって調査される区域(A地帯)のみで利用されることを目的とする。一つあるいは一連の断面における水位を作成するために利用することができる。氾濫河道の作成には用いることはできない。
	HY8 4.1 and up (November 1992)	US Department of Transportation, Federal Highway Administration (FHWA)	Federal Highway Administration (FHWA) web page at: http://www.fhwa.dot.gov/bridge/hyddescr.htm	多数の並列カルバートを流れる流量および堤防道路を越流する流量の水位を計算する。ソフトウェアおよび関連書は、フロリダ大学の運輸マイクロコンピュータセンター (Center for Microcomputers in Transportation: McTrans) (512 Weil Hall, Gainesville, FL 32611-6585) またはウェブサイト (http://www.mctrans.ce.ufl.edu/) で入手可能である。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル: 洪水水位の決定				
1次元不等流モデル	WSPGW 12.96 (October 2000)	Los Angeles Flood Control District and Joseph E. Bonadiman & Associates, Inc.	Joseph E. Bonadiman & Associates, Inc. 588 West 6th Street San Bernardino, CA 92410 http://www.bonadiman.com	WSPGWのWindows版。開水路および暗きよの水面断面と圧力勾配を計算する。多数の並列管の解析をおこなうことができる。道路の越流を計算することはできない。開水路は標準ステップ法を用いて解析されるが、粗度係数は水路を横切って変化することはできない。氾濫解析をおこなうことはできない。多数の並列管の解析は、管の均等な分布を想定しているため、管は同様の材料、形状、勾配、流入口の形状を有していなければならない。氾濫河道機能は利用できない。デモ版は http://www.civildesign.com から入手可能である。
1次元不定流モデル	FEQ 8.92 and FEQUTL 4.68 (1997, both)	Delbert D. Franz, Linsley, Kraeger Associates; and Charles S. Melching, USGS	US Geological Survey 221 North Broadway Avenue Urbana, IL 61801 http://water.usgs.gov/software/feq.html and technical support available at http://www-il.usgs.gov/proj/feq/	FEQモデルは、開水路および制御構造物における一次元非定常流の完全な運動方程式を解くためのコンピュータプログラムである。氾濫原の水理特性(水路、氾濫、および流量の流れに影響するすべての制御構造物を含む)は、そのコンビニオンプログラムFEQUTLによって計算され、FEQプログラムによって利用される。実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。FEQUTLのタイプ5のカルバートの流量計算は、NFIP利用のために認証された方法論やモデルを使用して得られた結果と照らして検証する必要がある。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。
	Advanced ICPR 2.20 (October 2000)	Streamline Technologies, Inc.	Streamline Technologies, Inc. 6961 University Boulevard Winter Park, FL 32792	このモデルのこれまでの版は認証されない。実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。
	SWMM 4.30 (May 1994), and 4.31 (January 1997)	US Environmental Protection Agency and Oregon State University	Center for Exposure Assessment Modeling US Environmental Protection Agency Office of Research and Development Environmental Research Laboratory 960 College Station Road Athens, GA 30605-2720 http://www.epa.gov/ceampubl/softwdos.htm Department of Civil, Construction, and Environmental Engineering Oregon State University 202 Apperson Hall Corvallis, OR 97331-2302 http://www.ccee.orst.edu/swmm/ ftp://ftp.engr.orst.edu/pub/swmm/pc/	実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。構造物の損失計算には利用できないので、粗度係数の操作によって適応させなければならない。むしろ、NFIPの目的で、橋梁における水頭損失をWSPROを用いて検証しなければならない。カルバートにおける損失は、地質調査局のカルバート解析のための六つの方程式を用いて検証しなければならない。雨水管交差部における損失も、個々の計算によって検証しなければならない。氾濫河道計算のための補完文書は、ウェブサイトの http://www.fema.gov/mit/tsd/dl_swmm.htm を参照。
1次元不定流モデル	FLDWAV (November 1998)	National Weather Service	Hydrologic Research Laboratory Office of Hydrology National Weather Service, NOAA 1345 East-West Highway Silver Spring, MD 20910	DAMBRKとDWOPERのすべての機能および追加機能を含む。これは、開水路および制御構造物における一次元流の完全な運動方程式を解くためのコンピュータプログラムである。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。実際の洪水事象に対する補正が必要となる。このモデルには土砂流送のモデル化機能がある。プログラムはNWSによって支援される。補完文書は、ウェブサイトの http://www.fema.gov/mit/tsd/dl_fdwv.htm を参照。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル：洪水水位の決定				
1次元不定流モデル	MIKE 11 HD (June 1999)	DHI Water and Environment	DHI Inc. Eight Neshaminy Interplex Suite 219 Trevose, PA 19053	開水路および制御構造物における一次元流の完全な運動方程式を解くための水力学モデルである。氾濫原は、主用水路とは別にモデル化することができる。橋梁の流量計算は、NFIP利用のために認証された方法論やモデルを使用して得られた結果と照らして検証する必要がある。実際の洪水事象に対する補正が必要となる。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。このモデルには土砂流送のモデル化機能がある。これに関するウェブサイトは、 http://www.dhi.dk である。
	FLO-2D v. 2000.11 (December 2000)	Jimmy S. O'Brien, Ph.D., P.E.	FLO-2D Software, Inc. Tetra Tech, ISG P.O. Box 66 Nutrioso, AZ 85932	16) 開水路における一次元流および氾濫原における二次元流の完全な運動方程式を解くための水力学モデルである。橋梁あるいはカルバートの計算は、NFIP利用のために認証された方法論やモデルを使用して、FLO-2Dの外部で実行しなければならない。実際の洪水事象に対する補正が必要となる。氾濫河道の計算には利用できない。
	TABS -RMA2 v. 4.3 (October 1996) -RMA4 v. 4.5 (July 2000)	US Army Corps of Engineers	Coastal Engineering Research Center Department of the Army Waterways Experiment Station Corps of Engineers 3909 Halls Ferry Road Vicksburg, MS 39180-6199	分流に限定される。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。構造物の取扱いのためには、さらなる検討が事前におこなわれる。
2次元不等流／不定流モデル	FESWMS 2DH 1.1 and up (June 1995)	US Geological Survey	US Geological Survey National Center 12201 Sunrise Valley Drive Reston, VA 22092 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html	地域10は、オレゴン州で調査を実施した。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。このモデルには土砂流送のモデル化機能がある。
	FLO-2D v. 2000.11 (December 2000)	Jimmy S. O'Brien, Ph.D. P.E.	FLO-2D Software, Inc. Tetra Tech, ISG P.O. Box 66 Nutrioso, AZ 85932	自由流、複雑な水路、土砂流送、および土石流のモデル化機能を持つ水力学モデルである。扇状地のモデル化にも利用することができる。
洪水流路解析	SFD	US Army Corps of Engineers/FEMA	Federal Emergency Management Agency Hazard Identification Branch Mitigation Directorate 500 C Street, SW Washington, DC 20472	規制氾濫河道の制限のない水路のための単純化された氾濫河道手順
	PSUPRO	Pennsylvania State University/ US Army Corps of Engineers/FEMA	Federal Emergency Management Agency Hazard Identification Branch Mitigation Directorate 500 C Street, SW Washington, DC 20472	規制氾濫河道の制限のない水路のための不法拡張解析

* これらのプログラムの編集や図示の拡張機能は、いくつかの民間企業から入手することができる。

* プログラムは基本的にメーカーによって配布され、HECを通じて入手することはできない。メーカーのリストはHECから入手可能である。

表2-2 Hydrologic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
地域限定認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水文解析モデル: 洪水流量の決定				
Single Event	AHYMO 97 (August 1997)	Albuquerque Metropolitan Arroyo Flood Control Authority, Anderson-Hydro	Anderson-Hydro 13537 Terragon Drive, NE Albuquerque, NM 87112	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B: 洪水流量頻度決定指針 (Bulletin 17B, Guidelines for Determining Flood Flow Frequency)」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。HECWRCに取って代わるものである。
	Colorado Urban Hydrograph Procedure (CUHPF/PC) (May 1995)	Denver Urban Drainage and Flood Control District	Denver Urban Drainage and Flood Control District 2480 West 26th Avenue, Suite 156-B Denver, CO 80211	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B: 洪水流量頻度決定指針」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
地域限定認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル：洪水水位の決定				
1次元不定流計算モデル	HCSWMM 4.31B (August 2000)	Stormwater Management Section Public Works Department Hillsborough County, Florida	Stormwater Management Section Public Works Department Hillsborough County, Florida 601 E. Kennedy Boulevard, 21st Floor P.O. Box 1110 Tampa, FL 33601	EPA SWMM 4.31の修正版。主な修正は、雨水流出過程の計算のためにSCS-CN法を本モデルに組み込んだこと、各断面に関して21の異なる Manning係数が与えられること、さらに、C1ラインに四つのフィールドが加えられ、流出口 (exit)、流入口 (entrance) およびその他の小さな損失を計算し、HYDROG.DAT (各流出後に発生した各小流域 (subbasin) に関するハイドログラフを含む) というASCIIファイルを自動的に作成する安定した条件にもとづいてパイプを拡張したことである。フロリダ州Hillsborough郡内での使用と適用が認証されているだけである。これに関するウェブサイトは、 http://www.hillsboroughcounty.org/publicworks/engineering/home.htm である。
2次元不定流計算モデル	SHEET2D 9 (July 2000)	Tomasello Consulting Engineers, Inc.	Tomasello Consulting Engineers, Inc. 5906 Center Street Jupiter, FL 33458	流域の地形と水文パラメータを表すグリッドネットワークに利用されるDOSプログラム。SCSの式にもとづいて、各グリッドに対する雨量分布に利用するための流出量を計算し、地質および凹地貯留に関して入力される。二次元の運動方程式によって表面流の経路を追跡する。指定されたHEC-2タイプによる断面の特別グリッドによっておこなわれる水路追跡である。表面流出バリアー (sheetflow barriers) が、表面流出グリッドと区別した堤防や道路を表すのに用いられる。特別グリッドが、階段工 (stage) / 貯水工と水文パラメータの入力によってカスケディングウォーター管理システム (cascading water management system) を定義するために用いられるが、パラメータの入力は入力で記述された構造物によって表面流況へと接続する。出力されるのは、高水位、構造物からの放流量、表面流出ハイドログラフ、モデルのあらゆるポイントでの流量曲線である。フロリダ州Big Cypress流域での使用が認証されているだけである。
2次元不等流/不定流モデル	DHM 21 (August 1987)	Theodore V. Hromadka II, Ph.D., Ph.D., P.E., P.H.	Department of Mathematics, Geology, and Environmental Studies California State University, Fullerton Fullerton, CA 92958-9020 thromadka@full.com	拡散流量モデル (Diffusion flow model)、これは自由表面流および開水路 (unconfined surface and open channel flows) を追跡するモデルである。扇状地氾濫のモデル化に用いることもできる。雨水流出の出力は、水文調査に利用できる。動的な経路にも使用できる。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。カリフォルニア州San Bernardino郡洪水防御地区での使用が認証されているだけである。

3.2 水位計算の考え方について

(1)築堤区間の取扱い

基本洪水位 BFE の算定に用いる河道断面は、河川と流域を一体とみなした氾濫河道断面を用いることが一般的である。但し、河道と流域の間に築堤がなされている場合は、下記に示した考え方に従い、対象となる堤防が 100 年確率洪水に対応するものと評価される場合には、堤防機能を評価することとしている。

以下にその概要を示す。

i)100 年確率洪水に対する防御機能を有する堤防の必要条件

堤防はその構造によって土堤、コンクリート堤防、擁壁、防潮堤等に分類される。このうち土堤については、連邦行政命令集 (Code of Federal Regulations) 44 章の 65.10 項に基本洪水位に対する防御機能を有するための基準が記されている。また、コンクリート堤防、擁壁、防潮壁、およびその他の構造物の評価は、対象地域のプロジェクト責任者によって個別に評価された後、承認される。

これらの堤防の築堤区間が洪水保険対象区域に含まれている場合、100 年確率洪水時には破堤しないものと仮定される。

なお、このような堤防の後背地は、その定義上 100 年確率洪水では浸水しないことから、洪水保険料率マップ上では、X 区域と表現される。

上記の要件を満たさない堤防は、100 年確率洪水時での安定性および浸透性に対して疑念があるため、洪水時には破堤の可能性が考慮される。これらの堤防は 100 年確率洪水時には破堤するものと仮定し、計算上、堤防の存在は無視して計算されている。

ii)100 年確率洪水に対する防御能力を持つ堤防の性能評価条件

連邦行政命令集 (Code of Federal Regulations) 44 章の 65.10 項に記された、100 年確率洪水に対する防御能力をもつ土堤の規定は下記の通りである。

a)余裕高

最低天端余裕高は 3 フィート (0.9m) とする。

構造物の両側 100 フィート (30m) および橋梁等によって圧力を受ける箇所については、最低天端余裕高は 4 フィート (1.2m) とする。

上流端ではこの最低値の上にさらに 0.5 フィート (0.15m) の追加が必要である。

b)構造設計解析

盛土の保護、盛土と基礎の安定性、閉鎖ゲート、地盤沈下を扱う構造解析を行わなければならない。

c)内水排除

堤防に 100 年確率洪水に対する防御機能を有するという証明を与える場合は、内水排除システムの妥当性の評価がおこなわれる。堤防に関連する内水排除システムには、調節池、自然排水、排水ポンプ場、もしくはそれらの組合せが常に含まれる。これらの排水システムは、連邦行政命令集の基準を満たしている場合に、FEMA によって承認される。

d)運用

堤防の防御機能の設計基準について、洪水時の土嚢積みや埋立て、角落しの利用等の人為的

対策は考慮されない。

但し、閉塞ゲート (closure structure) および排水ポンプ場の周辺については、土嚢積みによる嵩上げで余裕高を満たすことが例外的に認められる。

e)維持管理

堤防システムが基本的に 100 年確率洪水防御として機能すると認可されるためには、公式に承認された維持管理計画に従って維持管理されなければならない。計画書は堤防システムの所有者によって FEMA に提出されなければならない。

iii)連邦堤防計画

連邦堤防計画 (Federal Levee Program) に含まれる堤防は、その目的から 100 年確率洪水に対して防御するために設計・維持管理がなされていることから、洪水保険料率マップ上では破堤しない堤防として取り扱われる。

a)連邦堤防計画の概要

連邦堤防計画は、可航河川の管理に関する命令に基づき、陸軍工兵隊によって定められた計画である。

この計画の中で洪水防御に関する権限は、1917 年制定の洪水防御法および 1928 年、1936 年、1938 年、1943 年、1944 年、1948 年の改正法を含むいくつかの法律に基づいている。これらの法律の多くは大洪水を契機として政治的な推進力によって定められた。特に、1928 年制定の洪水防御法の中で、工兵隊に洪水防御活動の権限が付与された。計画の詳細は 100 年以上にわたって制定されてきたいくつかの法律に含まれており、歴史が長く、複雑なものである。

以下は工兵隊ホームページに記載されている洪水被害の軽減に対する工兵隊の業務について記したものである。

「工兵隊は、1800 年代半ばにミシシッピ川沿岸の洪水問題に取り組むためにはじめて招集された。1928 年にミシシッピ川水系洪水防御事業に着手し、1936 年の洪水防御法によって、工兵隊は全国の洪水防御をおこなう任務を与えられた。工兵隊による洪水防御への取り組みは、地方の洪水防御事業 (堤防あるいは非構造物対策による洪水防御) のような小規模なものから大ダムにまで及ぶ。現在、工兵隊が建設した洪水防御施設のほとんどは、市町および農業地区への資金援助によって所有されているが、工兵隊は、383 の洪水調節用のダムおよび貯水池の管理と操作をおこなっている。工兵隊をはじめとして、いかなる機関も、すべての洪水被害を防止することはできないが、われわれには数多くの実績がある。1991 年から 2000 年の 10 年間で、米国は洪水によって 450 億ドルの資産損失を被った。しかしながら、同じ期間に工兵隊の洪水被害軽減策によって、2,080 億ドル以上の被害を防止した。これは、防御がおこなわれなかった場合に生じたと考えられる被害の 82%に相当する。建設事業に加えて、工兵隊は、氾濫原管理サービス (Flood Plain Management Services) を通じて、コミュニティ、産業界、および資産所有者がゾーニング規制、警報システム、洪水防御などの対策をみずから講じることができるように助言をおこなっている。昨年このサービスは、44,000 件以上の情報の問合せに対応した。これによって防御された資産額は 62 億ドルと評価されている」。

b)連邦堤防計画と洪水保険制度との関係

連邦堤防計画は、コミュニティに洪水防御機能を提供するため、工兵隊によって管理される洪水防御施設を指し、一方で、洪水保険制度は、被害を受けやすい地域の資産所有者に洪水保険を提供するための連邦保険計画であり、この二つの計画は直接連動していない。

多くの場合、連邦堤防によって FIRM での A 地区と X 地区に分けられるが、こうした境界線を形づくっている堤防には、前述の 100 年確率洪水に対する防御機能を有する堤防の必要条件を満たした連邦以外の堤防も数多く存在する。

c)連邦堤防計画の採択基準および管理責任

連邦堤防計画に含まれていない堤防は、設計・施工・保全に関する工兵隊の基準を満たした場合、連邦堤防網の一部となる。堤防が連邦堤防網の一部として認められると、工兵隊は、破堤、法面崩壊等の被災に対して補修責任を負うこととなる。

一方、地方機関（コミュニティ）は、機械設備や構造物に関する臨時および定期的な管理責任を負うこととなる。

iv)大規模築堤区間の背後地について

大規模築堤区間の背後地の一例として、次項にニューオリンズ周辺の洪水料率マップを示す。ここで描かれている堤防は陸軍工兵隊の管理するミシシッピ川の堤防であり、上記の要件を満たし、100 年確率洪水で破堤しない前提となっているため、内水貯留を表す(Ponding Area)が多く見られる。

v)水位算定

a)対象の堤防が必要条件を満たす場合

堤防が上記の適切な要求事項を満たし、それが地域のプロジェクト責任者によって確認された場合は、対象地区（堤内地）は、X 地区もしくは内水排除検討によって決定される地区（A H 地区）として指定される。

b)対象の堤防が必要条件を満たさない場合

対象の堤防が 44CFR65. 10 に記述されている要求事項を満たさず、それが地域のプロジェクト責任者によって確認された場合、基本洪水水位は、その堤防が存在しない状態とみなして再度計算される。対象の堤防は、検討区間毎に、連続堤防のほかの部分とは無関係に、44CFR65. 10 の要求事項を満たす部分が存在しない限り、100 年確率洪水に対する防御機能を持つものとみなされない。

基本洪水水位は、以下のように考えて算定する。

- 1.河道兩岸が築堤されており、そのうち片岸のみ 100 年確率洪水防御機能を持たない場合
100 年確率洪水防御機能を持たない堤防側の堤内地の基本洪水水位は、その堤防がその場所にある状態で計算した 100 年確率水位に等しいものとする。

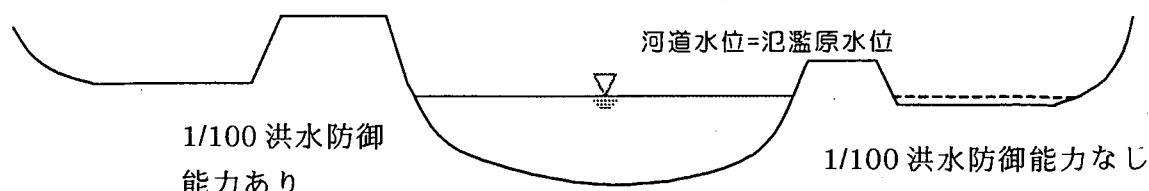
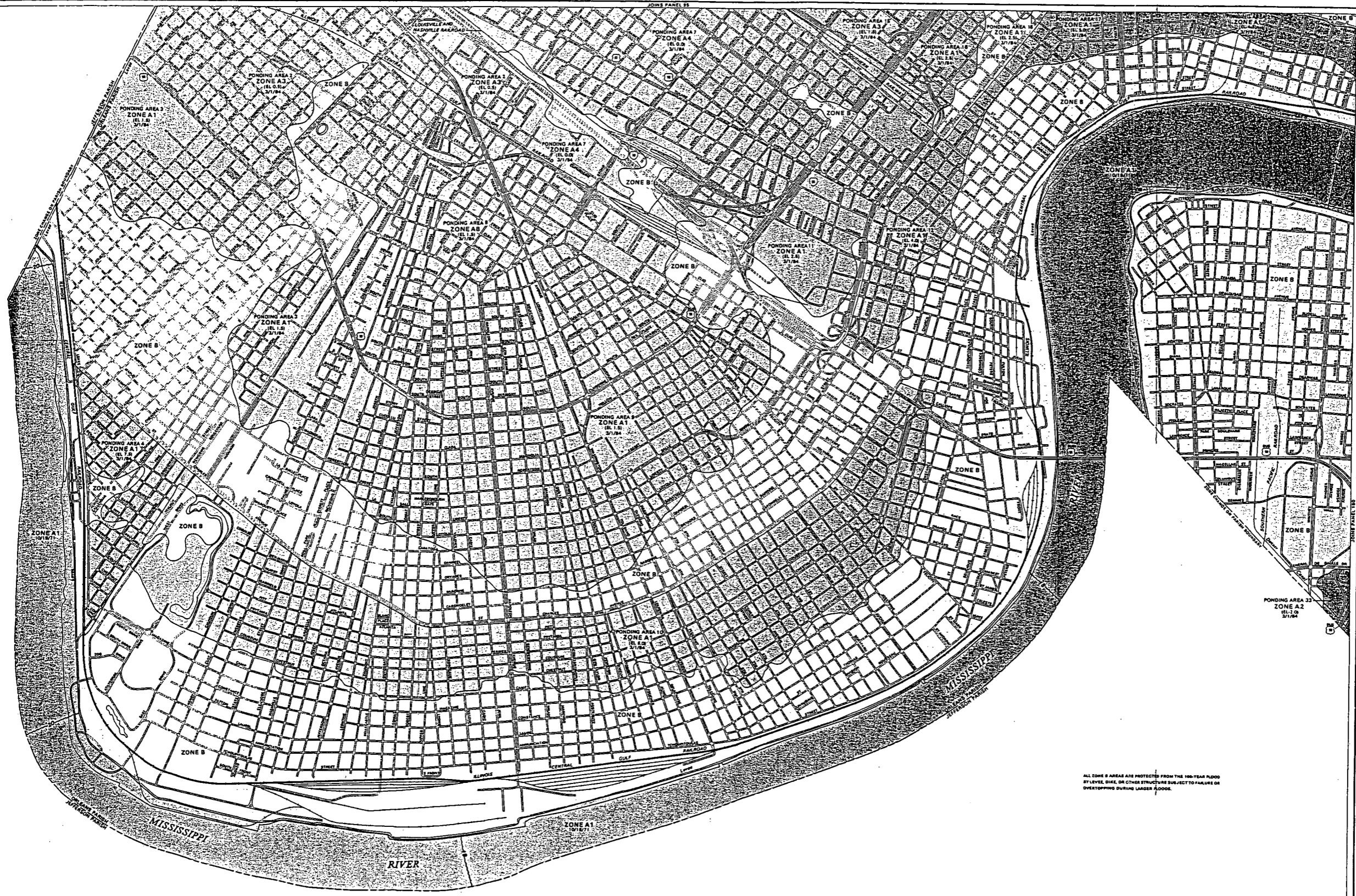


図 3-1 堤内地の基本洪水のイメージ



KEY TO MAP

100-Year Flood Boundary	Zone B
100-Year Flood Boundary	Zone B
Zone Designation	
100-Year Flood Boundary	Zone B
100-Year Flood Boundary	Zone B
Base Flood Elevation Line With Elevation in Feet**	EL 87.2
Base Flood Elevation in Feet Where Uniform Within Zone**	EL 86.71
Elevation Reference Mark	RM 7'x
Zone D Boundary	
River Mile	+M1.5

**Reference to the National Geodetic Vertical Datum of 1929

***EXPLANATION OF ZONE DESIGNATIONS**

ZONE EXPLANATION

A Area of 100-year flood; base flood elevation and flood hazard factors not determined.

A0 Area of 100-year shallow flooding where depths are between (1) and three (3) feet; certain depths of inundation are shown, but no flood hazard factors are determined.

AH Area of 100-year shallow flooding where depths are between one (1) and three (3) feet; base flood elevation is determined, but no flood hazard factors are determined.

A1-A30 Area of 100-year flood; base flood elevation and flood hazard factors determined.

A99 Area of 100-year flood to be processed by flood insurance rate map commission; base flood elevation and flood hazard factors not determined.

B Area between limits of the 100-year flood and 500-year flood or certain depth of inundation in the community or at particular locations outside special hazard areas. (Shaded shading)

C Area of medium flooding (No shading)

D Area of unwaterlogged, low-lying, flood hazard.

V Area of 100-year coastal flood with velocity (see notes); base flood elevation and flood hazard factors not determined.

VI-V20 Area of 100-year coastal flood with velocity (see notes); base flood elevation and flood hazard factors not determined.

NOTES TO USER

Certain areas not in the special flood hazard areas (zones A and V) may be protected by flood control structures.

This map is for flood insurance purposes only; it does not necessarily show all areas subject to flooding or the community or at particular locations outside special hazard areas.

For obtaining map panels, see necessary printed index to this map.

INITIAL IDENTIFICATION

Initial identification: Flood Hazard-Map No. 12, 1970
October 15, 1971

FLOOD INSURANCE RATE MAP EFFECTIVE:

FLOOD INSURANCE RATE MAP REVISIONS:

Map revised October 20, 1972 to change Zone B boundaries and to remove Zone Flood Elevation.

Map revised September 25, 1973 to change Base Flood Elevation and to alter Zone B boundaries.

Remove Map revision effective July 1, 1974 to change Zone B boundaries.

Map revised April 14, 1975 to change Base Flood Elevation.

Map revised January 6, 1976 to change Base Flood Elevation and to reduce extent of map commission.

Map revised July 28, 1976 to change Zone A0 from Elevation to Depth, to change Zone Designation, and to remove Base Flood Elevation.

Map revised February 2, 1982 to change Zone Designation and Base Flood Elevation reflecting recent action.

Map revised March 1, 1984 to remove and remove Base Flood Elevation, to remove Zone Designation and to remove Special Flood Hazard Areas.

Refer to the FLOOD INSURANCE RATE MAP EFFECTIVE date shown on this map or determine when national flood apply to structures in the area where elevation or depth have been established.

To determine if flood insurance is available in this community, contact your insurance agent, or call the National Flood Insurance Program at (800) 638-6629.



ALL ZONE B AREAS ARE PROTECTED FROM THE 100-YEAR FLOOD BY LEVEE, DIKE, OR OTHER STRUCTURE SUBJECT TO FAILURE OR OVERTOPPING DURING LARGER FLOODS.

NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM

FIRM
FLOOD INSURANCE RATE MAP

**CITY OF
NEW ORLEANS AND
ORLEANS PARISH,
LOUISIANA**

PANEL 160 OF 185
(SEE MAP INDEX FOR PANELS NOT PRINTED)

COMMUNITY-PANEL NUMBER
225203 0160 E

MAP REVISED:
MARCH 1, 1984

Federal Emergency Management Agency

2.上記の条件で算定された基本洪水水位が、100年確率洪水防御機能を持たない堤防の天端高よりも高い場合

このような場合、算出した基本洪水水位は河道内水位（堤外地側）に用いる。その後、100年確率洪水防御機能を有しない堤防が存在しない状態を仮定し、100年確率洪水水位を再計算して、堤防の堤内地側水位とする。

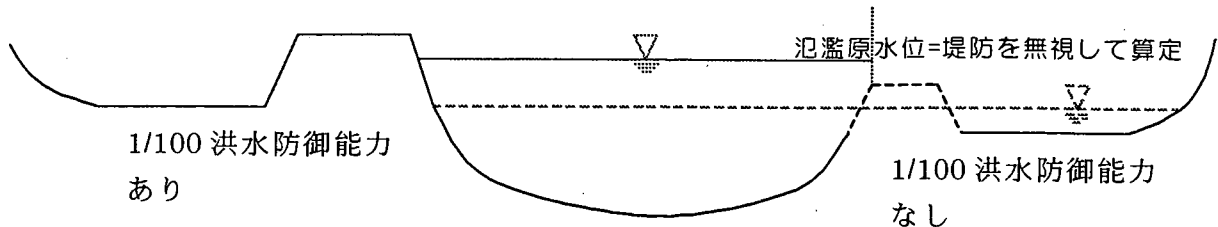


図 3-2 堤内地の基本洪水水位のイメージ

他の確率規模（10年、50年、および500年確率）での水位が堤防天端よりも高い場合、その水位は100年確率洪水防御機能を有しない堤防の天端高と等しいものとする。

これらの水位が堤防の天端高よりも低い場合には、その計算水位が断面図に表示される。100年確率洪水よりも低頻度の洪水については、堤防がない状態での解析は行わない。

100年確率洪水防御堤防の条件を満足していない堤防については、最大で5つの水位が記入された水位縦断面図を作成する場合がある。その中で示される水位は、10年、50年、100年確率洪水について堤防がある状態で3洪水（10、50、100年確率）、堤防がない状態で2洪水（100、500年確率）の水位である。

「堤防あり」の基準洪水水位（BFE）が「堤防なし」の基準洪水水位よりも高い場合、堤防の中心線に沿って、異なる基本洪水水位の領域を区分する線をFIRMに表示すべきである。それ以外は「堤防なし」基準洪水水位のみが示される。

支川の合流点では、本川の基本洪水水位が支流の自己流の水位または流域の基本洪水水位のいずれかよりも高い場合には、本川の基本洪水水位が規定水位として表示される。

(2) 浅水洪水（Shallow Flooding）の取扱い

全国洪水保険制度（NFIP）では、河道形状が明確でないところでの水深3フィート（0.9m）以下の洪水を浅水洪水と定義している。

浅水洪水は、大きく分けて、内水氾濫（Ponding）と扇状地氾濫（Sheet Flow）に分けられる。浅水洪水調査は調査の方法および費用対効果が非常に限られているため、集水面積（drainage area）が1平方マイル（2.56km²）未満の場合には、その洪水は地域的な排水問題と見なされるため、氾濫の危険を地域社会に喚起する目的から概略調査法で行う。

一方、詳細調査は、破壊的な洪水履歴がある地域や将来のダメージポテンシャルが高い地域、および予測される100年確率洪水水位が1.0フィート以上のある場合のみ行われる。詳細調査で算定される水深は、1フィート単位で近似される。

i)内水氾濫の取扱い

a)洪水保険料率マップでのゾーン区分

内水地帯で設定される 100 年確率氾濫域は、概略法で検討された場合には A 区域、詳細法で検討された場合には AH 区域として洪水保険料率マップに表示される。また、外水氾濫が想定される AE 区域でも内水氾濫が発生する可能性があるが、通常は内水氾濫に較べて外水氾濫の想定浸水深が高いことから、洪水保険料率マップでは外水氾濫域として表示される。

b)内水氾濫域の基本洪水水位算定の考え方

内水氾濫域の水位計算は、内水氾濫域への流入量および流出量を決定し、さらに内水氾濫域の地形条件から単純な水位追跡解析を行って貯留量および水位を計算する。水位 - 貯留量 (H - V) の関係は、地形図または現地測量結果より定められる。現地測量を行う場合に必要な断面数は内水地区の面積にもよるが、通常は、主要な軸に沿った 1 面とその軸に直角方向の 2 面程度の断面が作成される。

内水氾濫域からの流出量には、排水地点にある暗渠等の構造物の流量曲線や実験式等を考慮する必要がある。

c)コンピュータプログラム

先に示したコンピュータプログラムリストの全国認証水文解析モデルに、内水解析モデルとして 'HEC-IFH' が紹介されている。

ii)都市部の下水氾濫について

都市部での内水氾濫や表層流出は、建物や下水・排水システム、および街路等の影響を受ける。豪雨対応の雨水管渠および街路設備は、多くの場合、比較的頻繁に起こる洪水、言い換えれば確率規模の小さな降雨での流出量に対応できるよう設計されている。このため、100 年確率洪水を含む発生頻度の小さな洪水では、排水システムの設計許容量を超えるため、排水路の流下能力不足などの結果、浅水洪水が発生する。

このような問題の分析はかなりの費用がかさむこと、このような地域はすでに開発されており排水システムの改善が唯一の短期的解決策であること等の理由から、地域排水問題の分析は、洪水保険料率マップの検討ではないと考えられる。

そのため、このような地域の特定には、既往データや地域の技術者および住民による報告書に依存し、地域の線引きには、現地踏査と技術者による判断を用いるべきであるとしている。

iii)扇状地氾濫の取扱い

a)洪水保険料率マップでのゾーン区分

扇状地地形で設定される 100 年確率氾濫域は AO 区域として洪水保険料率マップに表示される。扇状地氾濫での平均水位は扇状地の地点毎に異なり、計算段階では表 3-1 に示したように細分化されるが、洪水保険料率マップに記載する時点で扇状地全体の平均水位としてまとめられ、1 フィート単位に近似される。

表 3-1 扇状地氾濫区域の詳細区分

区分名	地点の平均水位(ft)
AO 区域水深 1	1.0~1.5
AO 区域水深 2	1.5~2.5
AO 区域水深 3	2.5~3.0

また扇状地洪水では、水深の他に流速も算定され、これらも洪水保険料率マップに記載される。たとえば、100年確率の水深が1.5から2.5フィートおよび100年確率の速度が6.5から7.5フィート/秒の扇状地洪水の影響を受ける地点はすべて、「A0地区(水深2FT、速度7FPS)」と表示される地域に含まれる。

a) 扇状地洪水域での基本洪水水位算定の考え方

洪水保険料率マップでの扇状地氾濫は、一般的に起伏の少ない広い地域にわたって発生する薄い流れの洪水で、水深が1フィートから3フィートのものと定義される。

扇状地上の任意の点での100年確率洪水流量は、数式1に示したように、扇状地洪水を扇状地河道の氾濫地点(頂点)で発生した氾濫流量が、頂点の下流域のある地点を1パーセントの確率で通過するものとして表現される。

$$P[H=1 \cap Q > q_0] = \int_{q_0}^{\infty} P_{H|Q}(1, q) f_Q(q) dq$$

数式 1

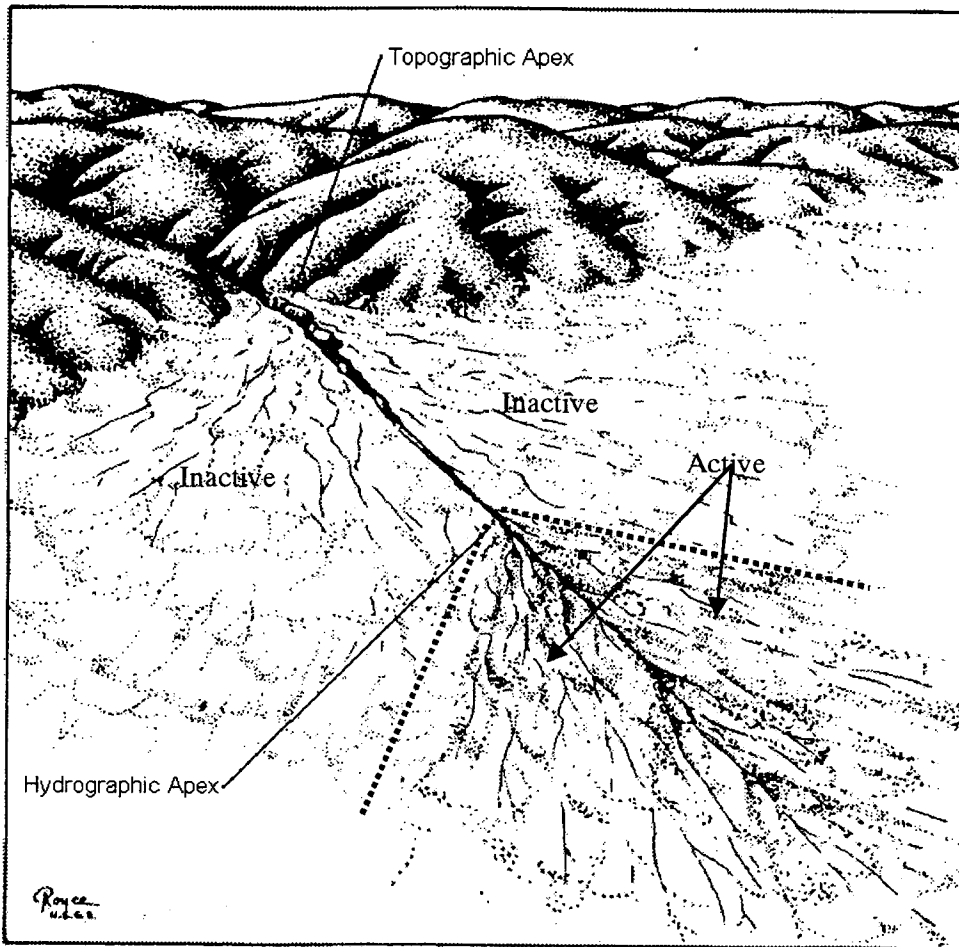


図 3-3 扇状地洪水の概念図

この確率流量と、以下に示した式から水位 d および流速 v を算定する。

$$d = 0.106 q^{1/5}$$

数式 2

$$v = 1.506 q^{1/5}$$

数式 3

a) FAN コンピュータプログラム

扇状地洪水の基本洪水位および流速の算定手法の理論的説明は、「Guideline for Determining Flood Hazard on Alluvial Fans」に記載されている。

扇状地氾濫の計算は、このマニュアルの考え方を基にして作成されたコンピュータプログラム‘FAN’を用いて行う。

‘FAN’コンピュータプログラムは、FEMAによって提供され、上記の数式の解を得ることができる。

但しこのプログラムは、ニューメキシコ州での扇状地洪水の観測結果を基に、数式 1 を以下のように近似した式を用いている。

$$P_{HQ}(1, q) = \frac{w(q)}{W_{fan}} = \frac{9.408 q^{2/5}}{W_{fan}} \quad \text{数式 4}$$

ここで、 $w(q)$: 流量 q の流れの幅

w_{fan} : 扇状地洪水の幅

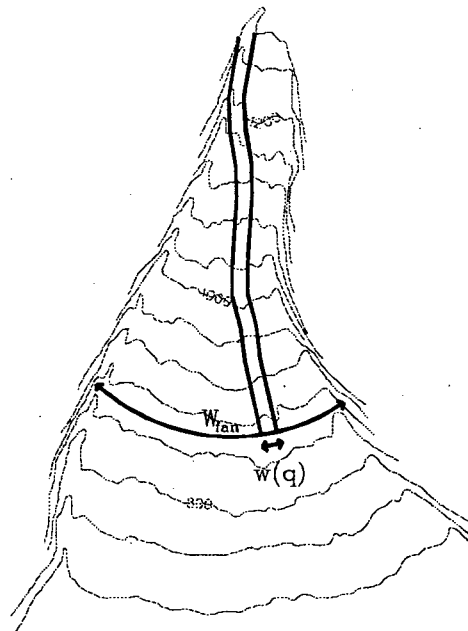


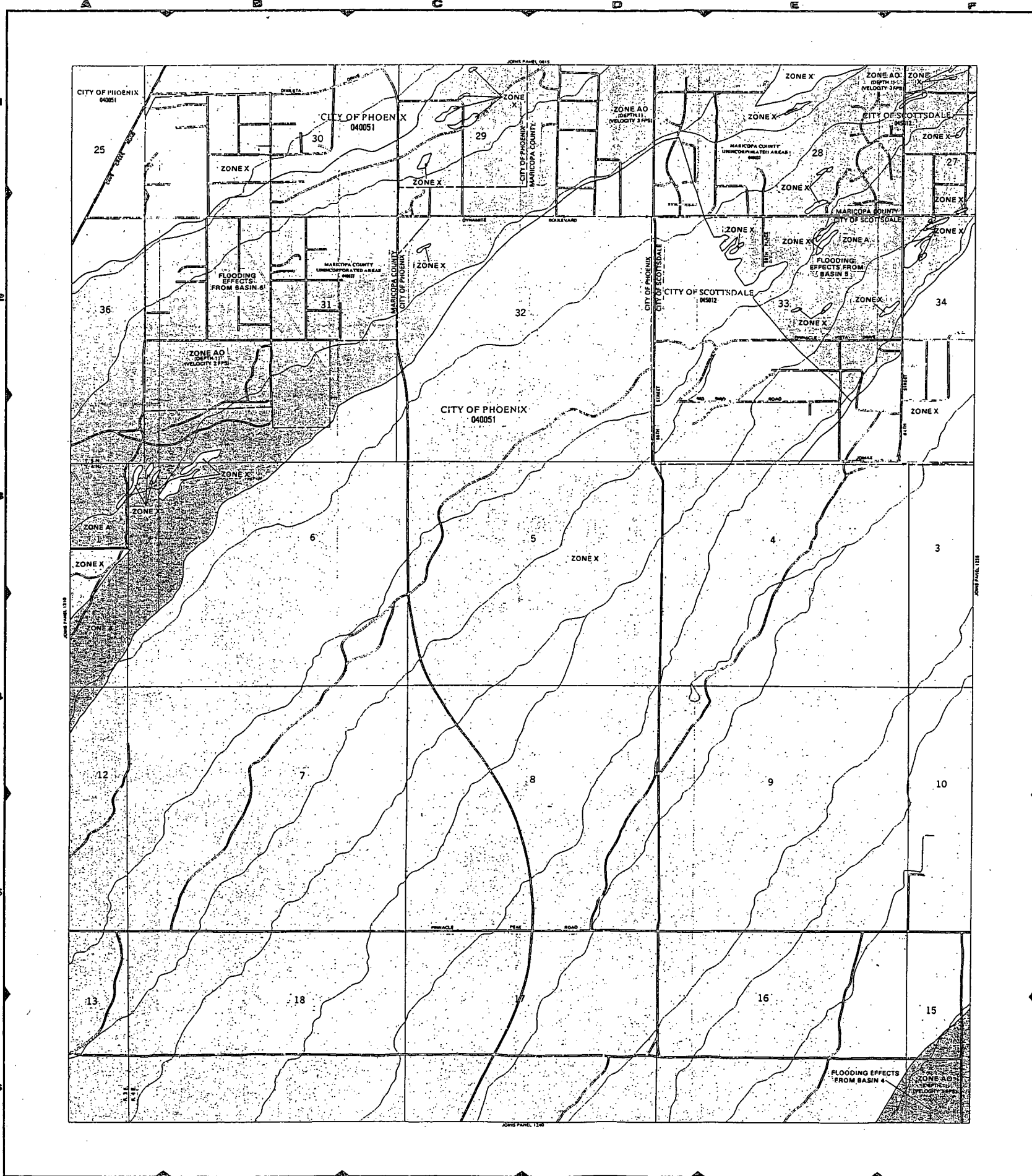
図 3-4 扇状地氾濫モデル

‘FAN’プログラムの解は、100年確率洪水位が $n+0.5$ フィート、100年確率洪水流速が $n+0.5$ フィート/秒 (n は整数) の範囲で得られる。

このプログラムの出力で示されるほかのデータは、さらに複雑な境界条件 (堀込河道や流れに対する障壁等) 下で、洪水危険地区の境界の決定に用いることができる。

しかし、現場の条件によってプログラムが利用できない場合には、現場の条件、その条件によってプログラムが使用できない理由、および代替案を調査技術者が記載する必要がある。

次ページに、AO 地区及び X 地区を示した FIRM を示す。



LEGEND

SPECIAL FLOOD HAZARD AREAS UNDATED BY 100-YEAR FLOOD

- ZONE A** Areas of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying areas) with flood elevations exceeding 1 foot.
- ZONE AE** Areas of 2 to 3 feet (usually areas of low-lying areas) with flood elevations exceeding 2 feet.
- ZONE AD** Areas of 3 to 4 feet (usually areas of low-lying areas) with flood elevations exceeding 3 feet.
- ZONE AS** Areas of 4 to 5 feet (usually areas of low-lying areas) with flood elevations exceeding 4 feet.
- ZONE AV** Areas of 5 to 6 feet (usually areas of low-lying areas) with flood elevations exceeding 5 feet.
- ZONE V** Areas of 6 to 7 feet (usually areas of low-lying areas) with flood elevations exceeding 6 feet.
- ZONE VE** Areas of 7 to 8 feet (usually areas of low-lying areas) with flood elevations exceeding 7 feet.

FLOODWAY AREAS IN ZONE AE

OTHER FLOOD AREAS

- ZONE X** Areas of 100-year flood depth of 1 foot or more with a velocity of 1.5 feet per second or more.
- ZONE AO** Areas of 100-year flood depth of 1 foot or more with a velocity of 1.5 feet per second or more.

OTHER AREAS

- ZONE C** Areas determined to be outside 100-year flood plain.
- ZONE D** Areas in which flood hazard is not shown.

Boundaries:

- Flood Boundary
- Floodway Boundary
- Zone Boundary
- Boundary of Special Flood Hazard Zone, and Boundary of Other Flood Hazard Zone
- Boundary of Flood Hazard Zone
- Boundary of Flood Hazard Zone

Other Symbols:

- 1:2 Scale
- 1:2 Scale
- 1:2 Scale
- 1:2 Scale
- 1:2 Scale

NOTES

This map is for use in determining the National Flood Insurance Program. It does not necessarily identify all areas subject to flooding, and does not constitute a warranty of any kind. For more information, contact the Federal Emergency Management Agency.

MAP REPOSITORY

Refer to the National Flood Insurance Program for more information.

EFFECTIVE DATE OF COUNTYWIDE FLOOD INSURANCE RATE MAP:
JUNE 14, 1988

EFFECTIVE DATE (S) OF REVISION (S) TO THIS PANEL:
REVISION 1, 1988: To change base flood elevations, to add base flood elevations, to add special flood hazard areas, to change special flood hazard areas, to change zone designations, to revise map details, to add roads and road names, to reflect updated topographic information, and to incorporate previously shown details of map revision.

To determine if flood insurance is available, contact an insurance agent or call the National Flood Insurance Program at (800) 634-6236.

APPROXIMATE SCALE IN FEET

NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM

FIRM
FLOOD INSURANCE RATE MAP
MARICOPA COUNTY,
ARIZONA AND
INCORPORATED AREAS

PANEL 1230 OF 4350

CITY	NUMBER	PANEL	DATE
MARICOPA COUNTY, UNINCORPORATED AREAS	040001	1230	E
PHOENIX, CITY OF	040001	1230	E
SCOTTSDALE, CITY OF	040001	1230	E

MAP NUMBER
04013C1230E
MAP REVISED:
DECEMBER 3, 1993

Federal Emergency Management Agency