

【 例 編 】

. 避難安全性の検討例

- 1 避難安全性の検討

-1-1 避難安全性と検討方法

〔 -1〕 避難安全性の考え方

地下空間浸水時における避難安全性とは、地下空間が浸水する場合に、地下空間を利用している者が安全・確実に避難できるかどうかの評価の指標とする。

〔 -2〕 避難安全性の検討の必要性

地下空間の浸水危険性及び空間構造を把握して現況の避難安全性と課題を検討する。さらに、現況の課題に対して、今後取り組むべき予定の避難安全対策（本編 3 章、4 章）の効果を評価し、対策の妥当性を確認する必要がある。

〔 -3〕 避難安全性の検討方法

避難安全性の検討は地下空間の浸水状況と、それに伴う避難行動の必要時間との比較によって行うものとする。本例編において「地下空間浸水時避難安全検討法」として、避難安全性のひとつの検討方法を整理したので参考とされたい。

【 解説 】

1) 「地下空間浸水時避難安全検討法」について

避難安全性を評価する 1 つの方法として、平成 14 年 3 月に地下空間における浸水対策検討委員会から発行された「地下空間における浸水対策ガイドライン 同解説」(以下、地下空間ガイドラインという)の技術資料に「地下空間浸水時避難安全検証法試行案」がある。これは、火災を対象とした避難安全検証の方法である「2001 年版避難安全検証法の解説及び計算例とその解説、平成 13 年 3 月、国土交通省住宅局建築指導課他編集」を参考にして「地下空間における浸水対策検討委員会」のなかで地下空間の浸水想定、避難行動想定上のパラメータについての設定方法やそれらの算定方法について検討され、地下街等の管理者が地域的な特性に応じた避難計画の検討を実施するための技術的な参考資料として試行的に掲載されたものである。本例編では、この試行案を拡充させるため、避難安全検討の作業シナリオを想定しながら、各パラメータの設定方法についていくつかの事例検討を踏まえた解説を加え、「地下空間浸水時避難安全検討法」と称して、検討例としてとりまとめている。

2) 「地下空間浸水時避難安全検討法」の取り扱い

昨今、地下空間の浸水の危険性が取り上げられているものの、避難安全性の検討に必要なデータの蓄積ができていない現状では 1 つの技術参考資料としてとどまるものであるため、個別のパラメータ設定や算定方法については課題も多く、地下空間ごとにさらに適した方法がある場合にはそれを採用してもよい。特に、地下空間の構造などでその浸水形態は大きく左右されるものであり、多層階や複雑な構造となる施設を対象として「 -3」に計算事例を掲載しているのを参考にして検討されたい。

〔 -4〕避難安全性の検討例の構成

- ・避難安全性の検討例は、次のように構成している。
- 1：避難安全性の検討
- 2：「地下空間浸水時避難安全検討法」とその解説
- 3：適用事例とその解説

【 解説 】

「地下空間浸水時避難安全検討法」は、洪水等により地下空間が浸水した際の避難安全性を検討するための一手法として紹介するものである。本手法は、火災を対象とした避難安全検証を参考にして設定しており、本検討を実施する際には、「2001 版避難安全検証法の解説及び計算例とその解説 平成 13 年 3 月 国土交通省住宅局建築指導課他編集」を参照して検討されたい。

「 . 避難安全性の検討例」は、以下の構成となっている。

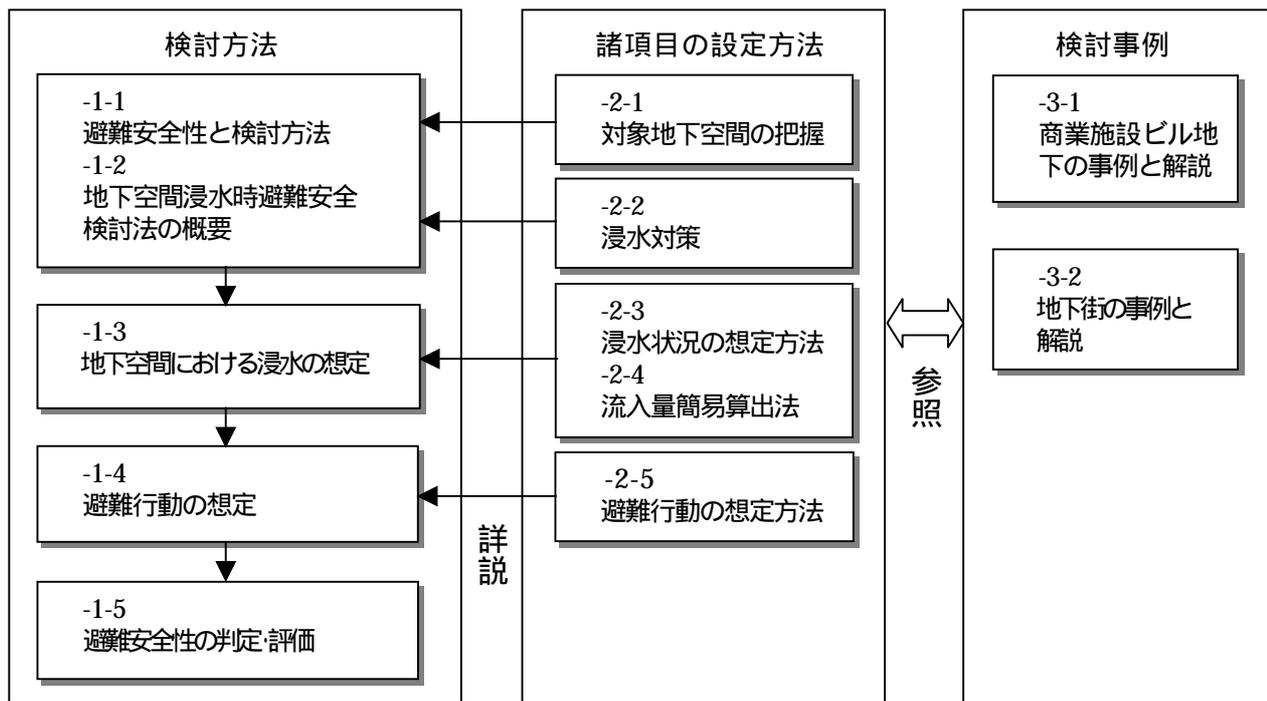


図 -1 避難安全性の検討例の構成

-1-2 「地下空間浸水時避難安全検討法」の概要

〔 -5 〕 「地下空間浸水時避難安全検討法」の流れ

「地下空間浸水時避難安全検討法」では以下の項目を設定する。
これらにより、避難困難水深になる時間と避難行動所要時間が算出され、安全性の評価を行うことができる。

- 1) 対象地下空間の把握
- 2) 地下空間の浸水状況の想定
- 3) 地下空間浸水時の避難行動を想定
- 4) 地下空間浸水時の避難安全性を評価

【 解説 】

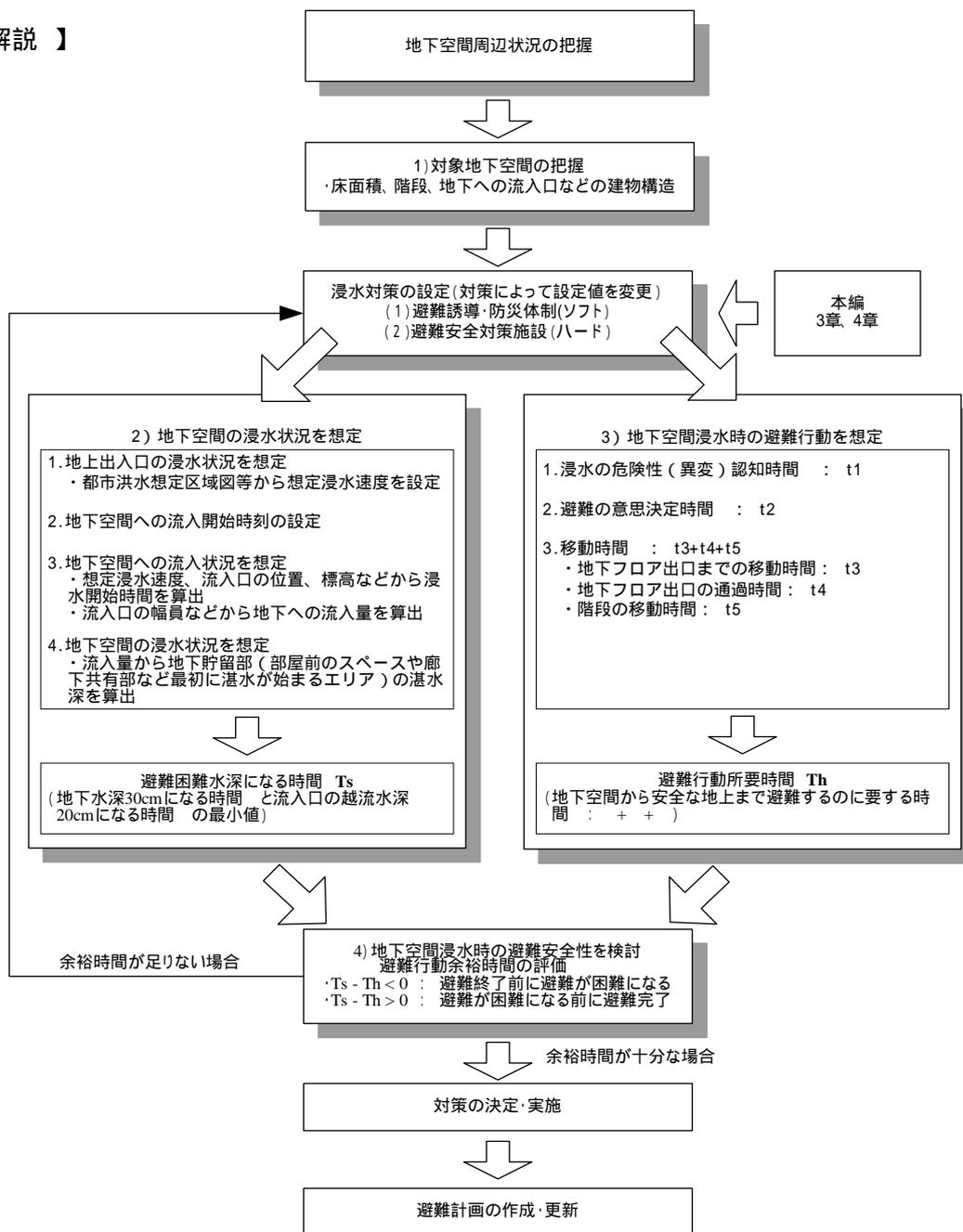


図 -2 検討法の流れと設定項目

地下街等浸水時避難計画策定の手引き-本編の手順に従い、図 -2 のように検討を行う。本編の 3 章避難誘導・防災体制及び 4 章避難安全対策施設整備において一次選定した対策について設定し、避難安全検討法による避難安全性の評価を実施する。避難余裕時間などの効果量が妥当であれば対策を決定し、施設整備などを実施して整備計画を作成する。

避難困難水深になる時間、避難行動所要時間それぞれの時間を求めるためには、図 -2 に示すように数々の数値を算出及び設定する必要があり、それらの設定項目の設定方法、計算方法について -1-3 以降に解説する。

表 -1～表 -4 は、各想定を行う場合に設定する項目の一覧であり、本編で解説する内容をまとめているので、-1-3～-1-5 及び -2 の解説の位置付けとして参照するとともに、検証作業のチェックリストとして使用していただきたい。

1) 対象地下空間の把握

表 -1 対象地下空間の設定項目

大項目	小項目	参考資料 参照箇所
流入口	流入速度の低減	{ -11 } 参照
	流入開口幅 B の設定	{ -12 } 参照
	位置、グルーピング	{ -13 } 参照
床面積	地下貯留部の面積 A_s	(地下空間の浸水状況を想定する際に使用)
	延べ床面積 A	(意志決定時間及び移動時間の算出に使用)
階段	延長 l、高さ	(階段の移動時間算出に使用)

2) 地下空間の浸水状況を想定

表 -2 地下空間浸水想定のための設定項目

想定項目	設定・算出項目	設定値・計算式	参照箇所
1. 地上出入り口の浸水状況を想定	地上の想定浸水速度 V	2cm/分等	浸水想定区域図や洪水ハザードマップ、窪地率などから想定浸水速度を設定 【本編】第2章 参照
2. 地下空間への流入開始時刻の設定	流入開始時刻 T		{ -15} 参照 { -16} 参照
3. 地下空間への流入状況を想定	流入量 V(t)	$Q_i(t) = 1.59BH(t)^{1.65}$ <p>i : 形状や高さで分けられた出入り口の種類</p> <p>$Q_i(t)$: t 時刻の地下空間への流入量 (m³/s)</p> <p>B : 開口部の流入幅 (m)</p> <p>H(t) : t 時刻の地上の浸水深 (流入口天端高からの水深)</p> $V(t) = \int_0^t \sum_{i=1}^n Q_i(t)dt$	国土技術政策総合研究所の実験式より流入量と地下空間の水深を算出 { -7} 参照 { -17} 参照 { -18} 参照 簡易算出方法は -2-4 に解説を示す。
4. 地下空間の浸水状況想定	浸水深 h(t)	$h(t) = V(t)/A_s$ <p>h(t) : t 時刻の地下空間浸水深</p> <p>V(t) : t 時刻の地下空間に流入した容量</p> <p>A_s : 流入水が浸水する地下空間の床面積(地下貯留部)</p>	対象施設の構造については「対象地下空間の把握」で設定 { -19} 参照

3) 地下空間浸水時の避難行動を想定

表 -3 避難行動想定のための設定項目

算定項目	ケース分類	設定値・計算式	参照箇所
1. 異変認知時間 : 異変(浸水)の認識	無対策	居室部: 浸水深 3cm	足の甲が浸水する程度で知覚 〔 -20〕参照
		廊下等共有部: 浸水深 10cm	地下空間滞在者が居室にいるとし、廊下と居室の浸水遅れを考慮 〔 -20〕参照
	管理者による地上監視	地上部: 浸水深 10cm	〔 -21〕参照
	浸水センサーの設置	地上型: 地上浸水深: 3cm	センサーの感知水深 〔 -22〕参照
地下型: 地下浸水深: 3cm			
2. 意思決定時間 : 地下フロア全員の認識、避難開始(行動開始までの時間)	無対策 $t_2 = \frac{\sqrt{A}}{30} + 3$ A: 地下フロア面積 (単位: 分)	情報伝達時間と意志決定・準備時間は火災時と同様と設定 〔 -24〕参照	
	管理者あり センサー設置	一律 3分	管理者・通報者による避難情報の一斉伝達が行われるものとし、火災避難安全検証の面積に起因する時間を未考慮
3. 移動時間			
地下フロア出口までの移動時間	$t_3 = \ell / v$ (単位: 分) ここで ℓ: 歩行距離 : 浸水時歩行速度割引係数 ($1 - \frac{30}{70} = 0.57$) v: 平坦地の標準歩行速度 (60m/分)	歩行速度に浸水(30cm)による歩行割引率を考慮 〔 -25〕参照	
地下フロア出口の通過時間	$t_4 = \frac{PA}{NB}$ (単位: 分) ここで P: 在館者密度 (人/m ²) ...居室の種類による A: 床面積 (m ²) N: 有効流動係数 (= 90) B: 有効出口幅 (m)	居室の出口を通過する際の滞留の解消時間は火災と同様と設定 〔 -27〕参照	
階段等を昇り地上に脱出する移動時間	$t_5 = \ell / v$ (単位: 分) ここで ℓ: 階段距離 (m) v: 階段昇りの標準歩行速度 (27m/分) : 浸水時歩行速度割引係数 ($1 - \frac{20}{30} = 0.33$)	流水の中を歩行する際の割引率を考慮 〔 -28〕参照	

: 「2001年版避難安全検証法の解説及び計算例の解説」に準ずる

: 「2001年版避難安全検証法の解説及び計算例の解説」を参考として設定

(注意: 歩行速度は健常者を対象にしたものである)

4) 地下空間浸水時の避難安全性を評価

表 -4 検証・評価のための算定項目

算定項目	算定方法
避難困難水深になる時間 (危険到達時間) T_s	「 - 1 - 5 避難安全性の判定・評価」より、 $T_s = (\text{地下空間の居室・廊下の水深が } 30\text{cm とする時間} \text{ と階段の越流水深が } 20\text{cm になる時間} \text{ の最小値})$
避難行動所要時間 T_h	「 - 1 - 4 避難行動の想定」より、 $T_h = \text{異変認知時間} + \text{意思決定時間} + \text{移動時間}$ $(t_1) \quad (t_2) \quad (t_3 + t_4 + t_5)$
避難安全性の評価	避難行動余裕時間の評価 $T_s - T_h < 0$: 避難終了前に避難が困難になる 浸水対策を検討し、再度安全性を評価 $T_s - T_h > 0$: 避難が困難になる前に避難完了 評価 (検討終了)

-1-3 地下空間における浸水の想定

〔 -6〕地下空間に通じる地上部の出入り口付近の浸水状況を想定する

地下空間における浸水の想定を行うためには、都市洪水想定区域等により、地上部で想定される最大浸水深および地上部での想定浸水速度が必要である。

地上部での想定浸水速度が直接得られない場合には、都市洪水想定区域等の水深により推定する方法や、窪地率の判定により推定する方法などがあり、それらの最大値を当該箇所の想定浸水速度とするなど、地下空間の用途の重要性、浸水特性、地形特性を勘案して設定する。

【 解説 】

地下空間への浸水を想定するには、地上部で想定される浸水深の最大値(以下、最大浸水深)と浸水深の上昇する速さ(以下、想定浸水速度)が重要な要素となる。地上部出入り口の浸水防止対策の設置検討には最大浸水深が必要であり、地下空間に浸水し始めてから地下空間の水位が上昇する速度などの浸水状況を想定するためには、地上部の想定浸水速度が必要となる。想定浸水速度は、以下に示すように浸水特性や地形特性を勘案して設定する。

1) 基本的な考え方

当該地点における地下空間の浸水対策を計画する際には、外水氾濫や内水氾濫など浸水要因の種別によらず浸水想定速度を設定する必要がある。地下空間の浸水解析事例をみると、地下空間における水位の上昇が非常に速く、氾濫水が地下に浸入してから数分から 30 分程度で避難が困難になっている。従って地下空間への出入り口等から氾濫水が浸入し始めてから 30 分程度の間地上の浸水状況(浸水深)に応じた地上の浸水速度(想定浸水速度)により、地下空間の浸水の状況を想定することが基本的な考え方となる。なお、対象とする当該地域で想定される最大浸水深は、地下空間の資産を守る浸水防止対策施設整備の際の判断材料となるので、既往洪水による浸水深や想定される最大の浸水深についても整理しておくといよい。

2) 都市洪水想定区域図等による設定方法例

過去の浸水実績や氾濫計算結果などから整理してみると、想定浸水速度は最大浸水深とおよそ比例関係にあることがわかる。図 -3 は、既往洪水の浸水実績や氾濫解析結果から浸水開始から 30 分の平均想定浸水速度(30 分以内に最大浸水深となる場合は最大浸水深に達するまでの時間の平均速度)を整理したものであり、全体の傾向から、最大浸水深に対する想定浸水速度を以下のように参考として示すことができる。

水深 0.0～0.5m	:	想定浸水速度 2cm/分
水深 0.5～2.0m	:	想定浸水速度 3cm/分
水深 2.0m～	:	想定浸水速度は別途設定

このような関係を適用すれば、都市洪水想定区域図等に示されるランク別の水深により、当該個所のおよその浸水速度を想定することができる。なお、水深が 2.0m 以上の箇所については、想定浸水速度も大きいと考えられるため、地下空間について浸水対策上施設整備においては特に注意を必要とする。

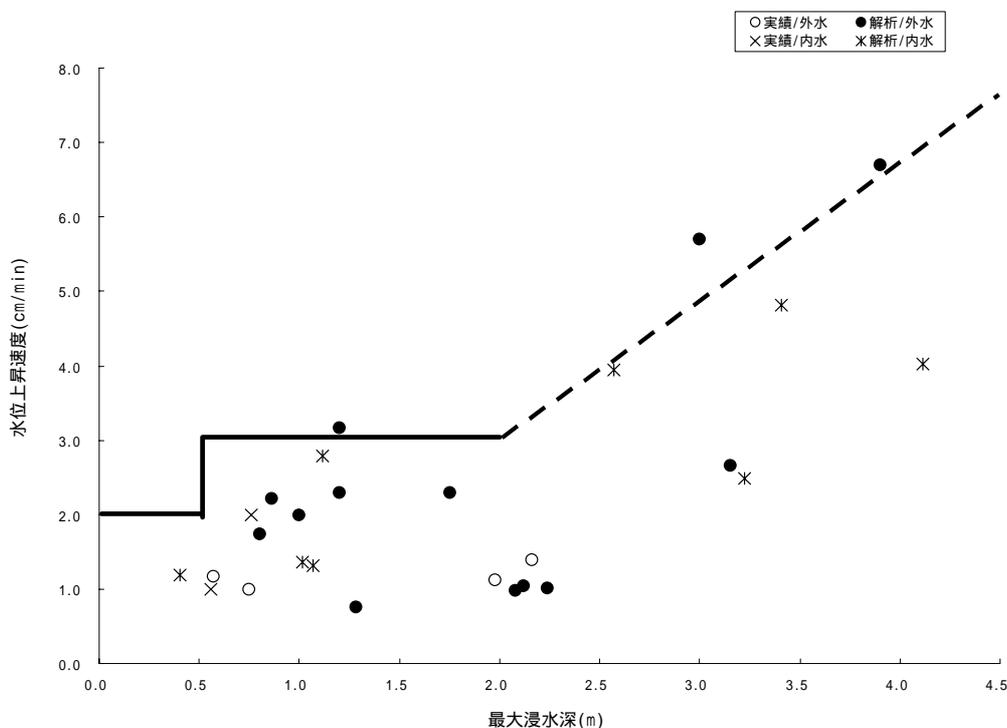


図 -3 想定浸水速度と最大浸水深の関係例

3) 窪地判定による設定方法例

周囲より地盤高の低い窪地では、水が集まりやすいので、想定浸水速度は大きくなると考えられる。ここでは窪地の度合い（窪地率）と想定浸水速度の関係をあるモデル流域を例に検証した。

都市部のあるモデル流域において、50m メッシュの平均地盤高データを用いて算出した窪地率と、そこに東海豪雨相当の降雨があった場合の想定浸水速度の関係をプロットすると図 -4 のようである。なお、窪地の判定方法については、地下空間ガイドライン第 2 第二号に示したものを参考としており、当該メッシュを中心とした 1km 四方内の 50m メッシュ平均地盤高の低い方から順番に順位をつけ、次式により求める。

$$\text{窪地率} = \frac{\text{当該メッシュの低い方からの順位数}}{\text{全メッシュ数}}$$

窪地率が小さければ、すなわち窪地の程度が大きければ大きいほど、想定浸水速度は大きくなる傾向があり、これらから窪地率による想定浸水速度をおおよそ以下のように設定することも考えられる。

窪地率が 20%以下の場合、想定浸水速度 3cm/分
 窪地率が 20%以上の場合、想定浸水速度 2cm/分

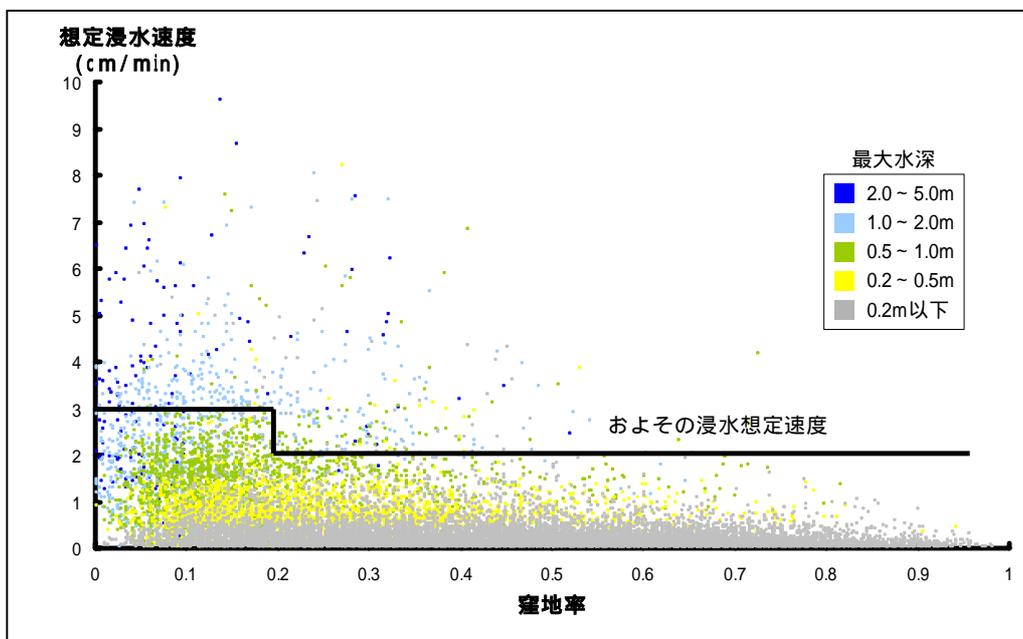


図 -4 窪地率と想定浸水速度の相関分布図

図 -4 では、想定浸水速度がこの設定値の範囲外となるものも全データの 3%程度は少数ではあるが見られる。特に窪地率の小さい箇所では、この設定範囲外となり、想定浸水速度が速い可能性もあることから、十分な注意が必要である。

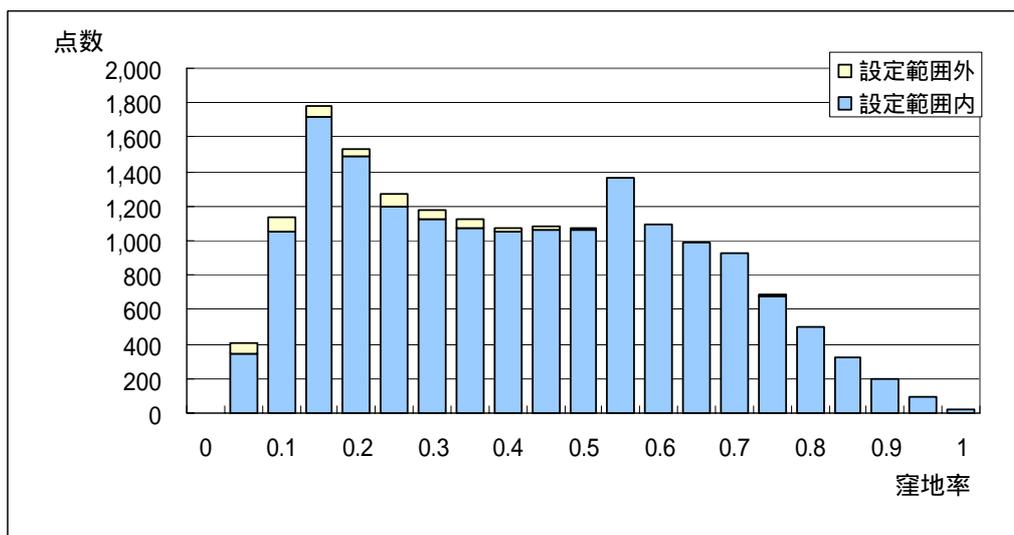


図 -5 窪地率とのヒストグラム

〔 -7 〕 地下空間への浸水状況を想定する

地下空間への流入量は、地上浸水深と共に時刻毎に変化するが、ある時刻の浸水深に対する流入量は、国土技術政策総合研究所で実施された実験式¹⁾を適用して算出する。

$$Q(t) = 1.59BH(t)^{1.65}$$

Q(t) : t 時刻の地下空間への流入量 (m³/s)

B : 流入幅 (m)

H(t) : t 時刻の地上の浸水深 (流入口天端からの水深)

【 解説 】

地下空間への各流入口について、位置、標高、規模などを整理する。先に設定した想定浸水速度を条件として、各流入口から地下空間に流入する流量を算出するとともに、それを時間積分することで時刻毎の地下空間への流入容量を算出する。

表 -5 地下空間への流入容量算定表(例)

時刻	地上部の 浸水深	出入り口 1		出入り口 2		.....	出入り口 n		流入容量
		H ₁	Q ₁	H ₂	Q ₂		H _n	Q _n	
1	HH(1)	0	0	H ₂ (1)	Q ₂ (1)	.....	0	0	Q _i (1)
2	HH(2)	0	0	H ₂ (2)	Q ₂ (2)	.....	H _n (2)	Q _n (2)	Q _i (2)
3	HH(3)	H ₁ (3)	Q ₁ (3)	H ₂ (3)	Q ₂ (3)	.....	H _n (3)	Q _n (3)	Q _i (3)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
t	HH(t)	H ₁ (t)	Q ₁ (t)	H ₂ (t)	Q ₂ (t)	.....	H _n (t)	Q _n (t)	Q _i (t)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- 上表で、出入り口水深 H_n が 0 というのは、地上部の浸水深が流入口の天端高を下回っている場合である。
- t 時刻での地下空間への流入容量は、t 時刻まで流入量を積分した値である。

流入容量算定式

$$V(t) = \int_0^t \sum_{i=1}^n Q_i(t) dt$$

流入容量の算出にあたっては、換算表より求める方法もある(- 2 - 4 参照)

1) 土木技術資料 43-2 (2001) の「階段を通じた地下空間への氾濫水流入に関する実験」

〔 -8 〕 地下空間の居室等への浸水状況を想定する

地下空間への流入量の時間変化状況から地下空間に存在する居室等の浸水深の時間変化を算出する。

$$h(t) = V(t)/A_s$$

$h(t)$: t 時刻の地下空間の水深

$V(t)$: t 時刻の地下空間に流入した容量

A_s : 氾濫水が浸水する地下空間の床面積

この床面積は、地下フロア全域を対象とするのではなく、ドアの状況や居室の区画割などを勘案して設定することが重要である。ドアが閉鎖しており流水が塞ぎ止められる場合には、非常に早い速度で浸水するので注意が必要である。

【 解説 】

計算手法としては、流入した水が瞬時に水平に浸水すると仮定して算出することとなるが、通路などの特定の区画のみが最初に浸水することもあるので、地下空間の構造をよく調査をし、地下空間の構造が大規模で複雑な場合など、必要に応じて別途、流入口の高低差、流入口での流入防止措置、地下空間の床の高低差等を考慮して解析を行うこととする。

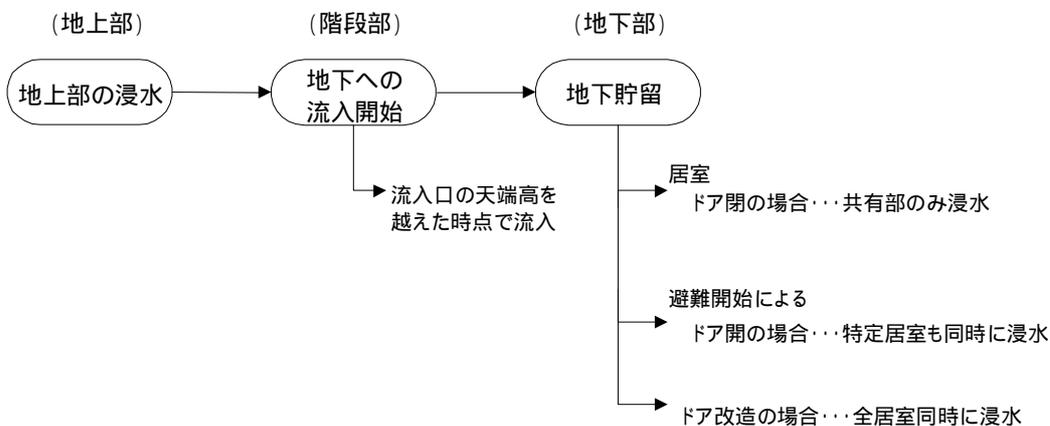
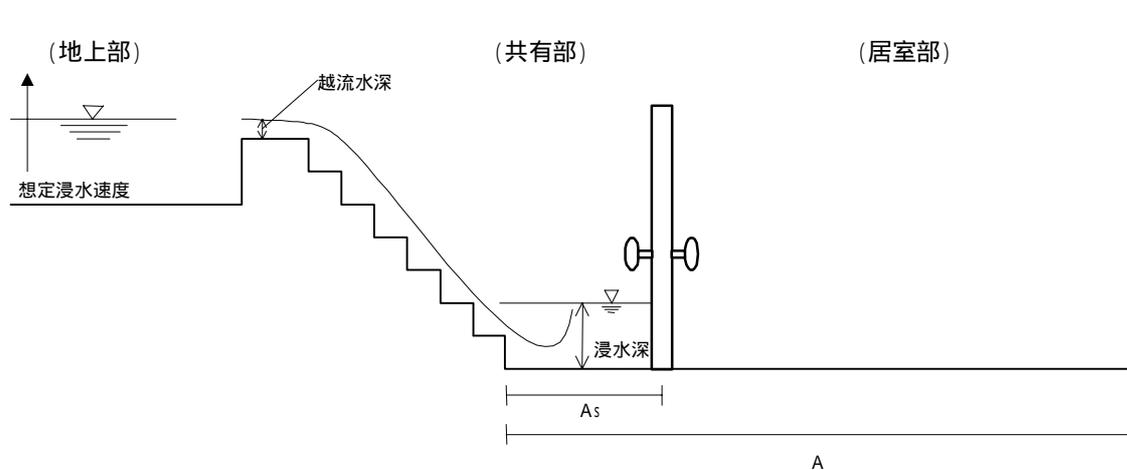


図 -6 地下への流入のイメージ図

-1-4 避難行動の想定

〔 -9〕 避難行動の想定方法

避難行動所要時間の算出は以下の手順により行う。

- 1) 管理者等が地下空間への浸水の危険性を認知する時刻を想定する
- 2) 地下空間に存するものが避難行動を開始するまでの時間を設定する
- 3) 地下フロア出口まで移動するために要する時間を算出する
- 4) 地下フロアの出口を通過するために要する時間を算出する
- 5) 地下フロアから地上に脱出するまでに要する時間を算出する

【 解説 】

避難行動所要時間の算出は以下の手順により行う。

- 1) 管理者等が地下空間への浸水の危険性を認知する時刻を想定する

地下街等の管理者が、地下空間への浸水の危険性を認知する方法としては、以下の状況が考えられ、状況に応じて設定することとする。

洪水情報などを収集することにより異変を認識する場合
管理者等が地上部の浸水状況で異変を認識する場合
地上や地下に設置した浸水センサーなどの計器により異変を認識する場合
地下の居室が浸水を始めており、利用者や従業員が異変を認識する場合

- 2) 地下空間に存するものが避難行動を開始するまでの時間を設定する

地下空間の浸水の危険性を認識してから、それが地下空間にいる全員の利用者に伝達され、避難行動を開始するまでの時間を設定する。

行動を開始するまでの時間は、「火災時の避難安全検証法」に準ずることとし、口コミによる情報伝達時間と行動を起こすまでの意思決定および準備時間を併せたものである。

$$t_2 = \frac{\sqrt{A}}{30} + 3 \quad (\text{単位：分})$$

A：地下フロア面積

- 3) 地下フロア出口まで移動するために要する時間を算出する

避難行動を起こしてから地下フロアの出口まで移動する時間は、歩行距離と歩行速度を設定して算出する。

なお、歩行速度は「火災時の避難安全検証法」における平坦部の歩行速度を基本とするが、浸水による歩行速度の割引を考慮する。浸水時の歩行速度は、浸水深 30cm を想定し、浸水が無い場合の 57% とすることも一つの考え方である。これは、浸水深 70cm を平坦部の歩行ができなくなる水深（歩行限界水深：歩行速度 = 0）とし、浸水深 30cm 時の歩行速度を直線補完で設定したものである。

$$t_3 = \ell / v \quad (\text{単位：分})$$

ここで

ℓ : 最大歩行距離

: 浸水時歩行速度割引係数 $(1 - \frac{30}{70} = 0.57)$

v : 平坦地の標準歩行速度 (60m/分)

4) 地下フロアの出口を通過するために要する時間を算出する

地下フロアを避難するものが出口を通過するために要する時間は、「火災時の避難安全検証法」に準ずることとする。

$$t_4 = \frac{PA}{NB} \quad (\text{単位：分})$$

ここで

P : 在館者密度 (人 / m²) · 居室の種類による

A : 床面積 (m²)

N : 有効流動係数 (= 90)

B : 有効出口幅 (m)

5) 地下フロアから地上に脱出するまでに要する時間を算出する

地下フロアから安全な地上に脱出するまでに要する時間は、歩行距離と歩行速度を設定して算出する。

なお、歩行速度は「火災時の避難安全検証法」における階段の昇段時の歩行速度を基本とするが、浸水による歩行速度の割引を考慮する。浸水時の歩行速度は、階段踏面での浸水深 20cm を想定し、浸水が無い場合の 33% とすることも一つの考え方である。これは、浸水深 30cm を階段昇りでの歩行限界水深 (歩行速度 0) とし、浸水深 20cm 時の歩行速度を直線補完で設定したものである。

$$t_5 = \ell / v \quad (\text{単位：分})$$

ここで

ℓ : 階段距離 (m)

v : 階段の昇段時の標準歩行速度 (27m/分)

β : 浸水時歩行速度割引係数 $(1 - \frac{20}{30} = 0.33)$

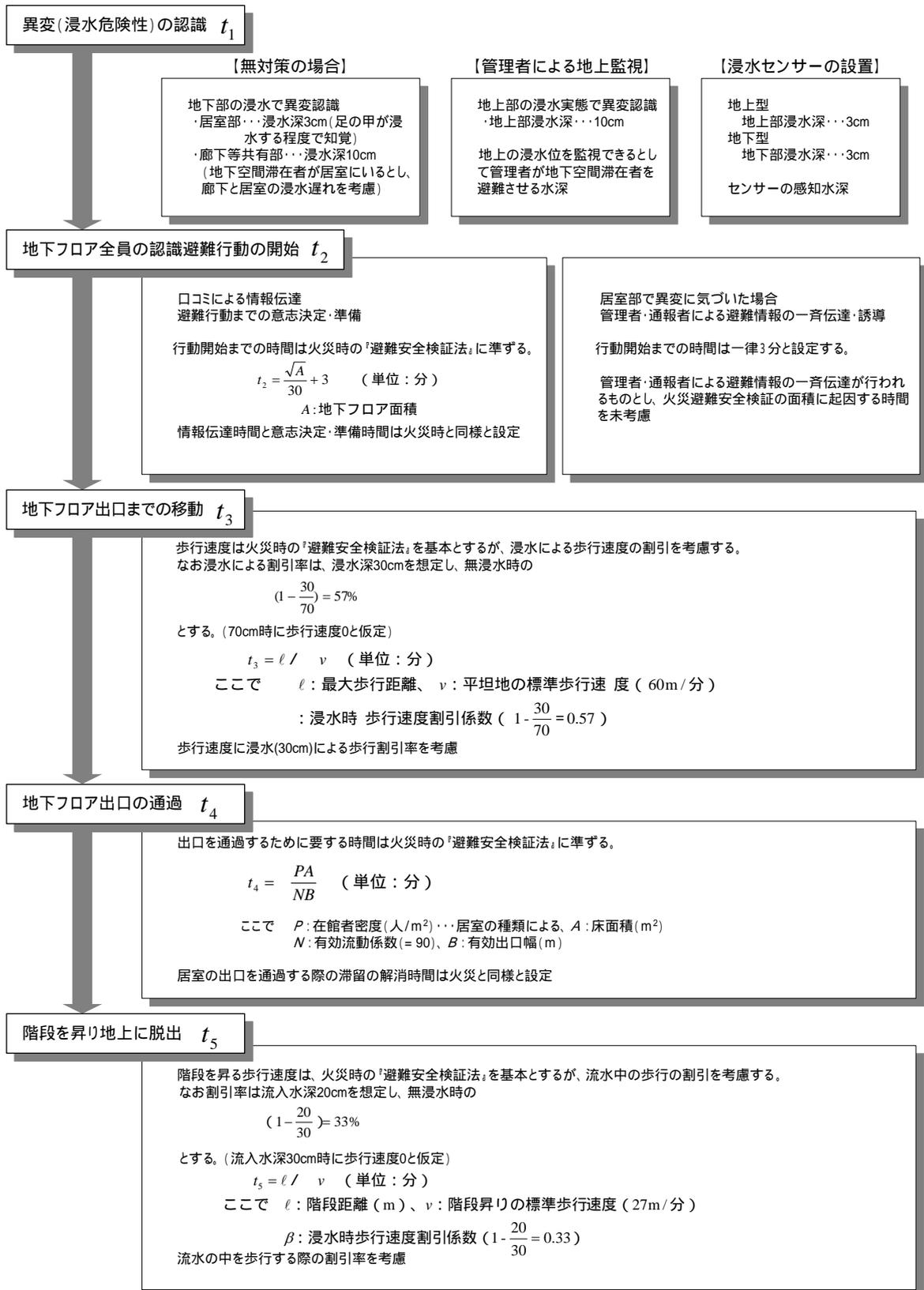


図 -7 地下空間における避難行動所要時間の設定手順

-1-5 避難安全性の判定・評価

〔 -10〕 避難安全性の判定・評価

地下空間からの避難行動の安全性の判定は、地下空間利用者が地上まで避難する想定ルート上の主要地点において、避難行動に重大な影響を及ぼすと考えられ状況になるまでに、その地点を通過することができるかで判断する。

【 解説 】

避難行動に重大な影響を及ぼすと考えられる浸水状況には、以下の状況が考えられる。

地下フロアにおいては、ドアが開かなくなる可能性があり、歩行が困難となる浸水状況（たとえば浸水深 30cm）

地上への階段部においては、階段を昇るのが困難になる浸水状況（たとえば階段踏面上の越流水深 20cm）

避難経路上の主要地点において、避難困難水深になる時間とその地点まで到達する時間（避難行動所要時間）とを比較し安全性を検証する。ここで、主要地点は浸水形態が異なると想定されるドア地点や階段地上部など、地下空間の浸水特性に応じて設定することとする。

これらについては「【参考 -1】 浸水行動における限界条件の設定」を参照していただきたい。

〔 避難行動余裕時間の定義 〕

避難困難水深になる時間から避難行動所要時間を差し引いた時間とする。

「避難行動余裕時間」 = 「避難困難水深になる時間」 - 「避難行動所要時間」

【参考 -1】避難行動における限界条件の設定

廊下や居室等、地下フロアを避難する際の歩行限界水深及び地上に脱出するための階段を避難する際の歩行限界水深は、避難安全検証を行う上で最も重要な指標である。

地下空間の構造等により異なると考えられるが、以下に考え方の一例を示す。

1. 浸水している廊下・居室等を避難する際の限界条件

地下空間の浸水時における廊下や居室等を避難する際の行動限界水深は、歩行困難水深及び水圧でドアが開かなくなる水深などから 30cm と設定できる。

(1) 歩行困難水深

伊勢湾台風の際に、避難した人のアンケート結果より大人で 70cm 以下、女性では 50cm 以下の場合が避難可能な浸水深となっている。また、小学校 5～6 年生では、水深 20cm 以上になると避難が困難になるというデータもある。

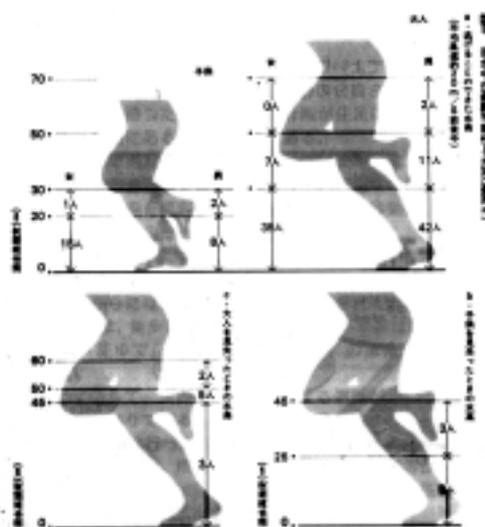


図 -8 洪水中に逃げることできた水深 (出展:「地域防災データ総覧」風水害編、改訂版 財団法人消防科学総合センター 2001.3)

洪水時に避難行動を安全に行うためには、洪水の程度(浸水深と流速)と歩行の危険性との関係をあらかじめ知っておく必要が

あり、実際の避難行動に近い状況を想定した水中歩行実験が行われている。

流水の大きさと歩行の安定性については、成年男子の場合、水深が膝程度(40～50cm程度)の時には、流速がある程度あったとしてもゆっくりであるが安定して歩け、水深が股下程度(80cm程度)の時には、大きく影響を受け歩きづらくなっている。これらの結果が下図である。

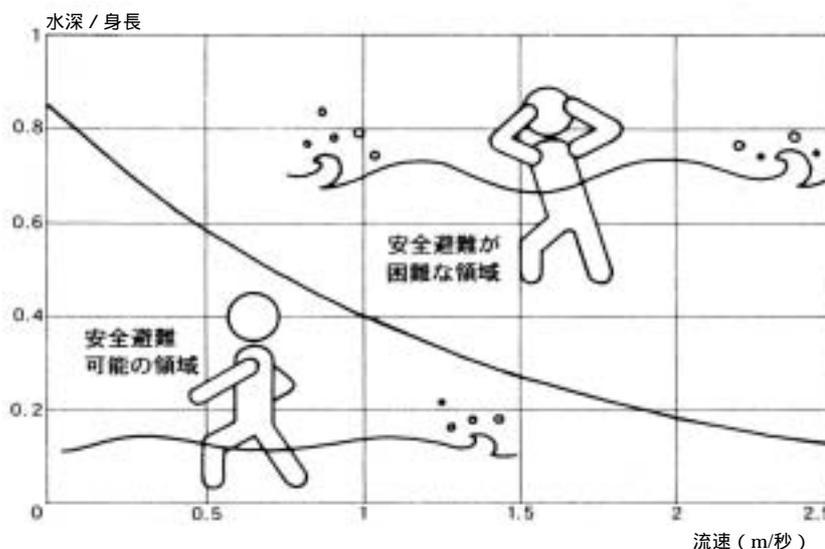


図 -9 洪水避難時に水中歩行できる領域 (出展:「利根川の洪水」語り継ぐ流域の歴史、利根川研究会編、山海堂 1995.3)

(2) 水圧でドアが開かなくなる水深

浸水によって地下空間への入口前の狭い空間に水が溜まり、その部分が所定の深さになる時間は、地下空間全体が同じ深さになる時間に比べてきわめて短くなる。それに伴い、そのドアの内外に水位差が生まれドアが開かなくなる。

ドアが開かなくなる水深は、以下の検討結果より外開き扉の場合(26cm)内開き扉の場合(47cm)である(健常者で設定したものであり、身体に障害を持った人の場合はそれを勘案する必要がある)。

(1) 外開き扉の場合

図-10の左図のように外開きの扉の開きを考えましょう。流入してくる水が扉の外側の前室に溜まり、前室の中との間に水位差 h (前室の水位 h_1 、内部の水位 h_2 、 $h=h_1-h_2$)があるとします。地下室から避難するためには水圧に抵抗してドアを押し開けなければなりません。この場合には、少なくとも下式で計算される以上の力を加えて扉を開ける必要があります。

$$f = \frac{w \cdot d \cdot (h_1^2 - h_2^2)}{4}$$

- f : 扉を開けるために必要な力
- w : 水の重量 (= 1000kg重/m³)
- h_1 : 前室の水位
- h_2 : 建物内部の水位
- d : 扉の幅

人間が扉を開放するために押すことのできる力は、成人で10～20kgf、老人・子供では最低4～6kgf程度とされています。仮にこの力を15kgfと仮定し、建物内部に浸水がない($h_2=0$)ものとして上式から計算すると、この力で押しても外開きの扉が開かない水位差は、26cm程度となります。

前に説明した水の流入時間に関する計算例を応用して、外壁につながる扉の前室に流入する水深が26cmになる時間を前と同じ条件(水面の上昇速度: 10分間当たり20cm、ステップ高さ: 0m、前室の面積と地下室への入り口の幅の比: 10m)で計算してみると4分強となります。地下室に浸水が始まってからわずか4分程度で、外開きの扉を開けることができなくなるのです。

(2) 内開き扉の場合

図-10の右図のように内開きの扉であれば水圧にほらって扉を開ける必要がないため、扉は開けられるでしょうか? 答えは外開き扉と同様、浸水が始まってから比較的早い段階で“ノー”となってしまいます。その理由は、水位差によって発生した扉にかかる水圧によって扉の開閉を制御しているデッドボルト・ラッチボルトに大きな力がかかるため、デッドボルトを開閉するサムターン、ラッチボルトを開閉するドアノブを人の力で回すことができなくなるためです。デッドボルトなどの用語は図11を参照して下さい。

例えば、水圧によってデッドボルト部分に横から50kgfの力が加わったとすると、デッドボルトを開けるためにサムターンを50～60kgf・cmの力で回す必要がありますが、女性の場合、一般にはサムターンを回す力は10～20kgf・cm程度といわれています。

また、デッドボルトによる劣化がされていない場合でも、ドアノブを回転させてラッチボルトを抜かなければ扉は開きませんが、ラッチボルト部分に水圧によって横から50kgfの力が加わると、ラッチボルトを開けるためにはドアノブを40～50kgf・cmの力で回す必要があります。女性の場合、ドアノブを回す力は一般的に20～30kgf・cm程度といわれています。

いずれにしても、ドアノブ部分に50kgfの力が加わると、内開きの扉であっても開けることは困難です。外開き扉のところでも示した式を用いると、建物内部の水位がないものとした場合、ドアノブ部分に50kgfの力が加わるとは扉の前後の水位差が47cm程度となりますから、外開き扉の場合と同じ浸水ケースを考えると、水の流入に要する時間は5分強程度しかありません。

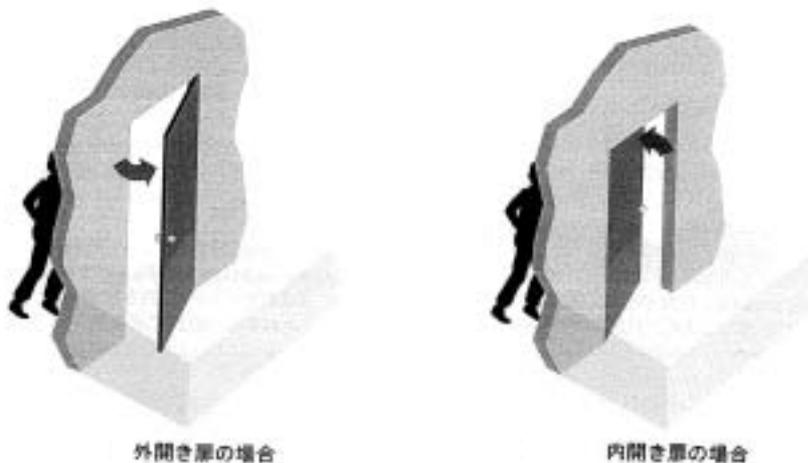


図-10 外開き、内開きの特徴

(出典: 財団法人日本建築防災協会「浸水時の地下室の危険性について」パンフレット)

2. 氾濫水が流入する階段を避難する際の限界条件

地上から氾濫水が流入する階段を避難する際の行動限界水深は、以下に示す実験式より設定している。

国土技術政策総合研究所（旧建設省土木研究所）が実施した実物大模型による歩行実験結果によれば、階段踏面の u^2h が $1.5(m^3/s^2)$ 程度以上になると足をとられ、歩行が困難になることが報告されている。

ここで、 u^2h は流体力をあらわす指標である。

$$\begin{aligned} \text{流体力} &= u^2h \\ &: \text{水密度 (0.102ts}^2/\text{m}^4) \\ u &: \text{階段断面上の流速 (m/s)} \\ h &: \text{水深 (m)} \end{aligned}$$

また、図 -11 に示されるように階段上の u^2h が 0.5 から 1.0 の間で、被験者の歩行の様子が「容易に歩く」から「おずおずと歩く」に移行している。

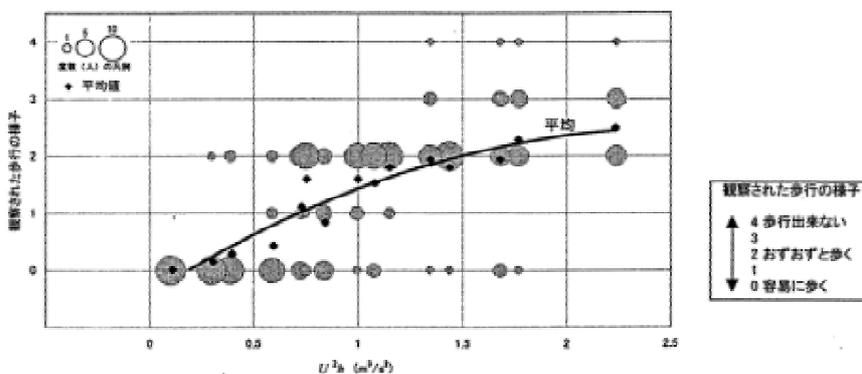


図 -11 階段上の u^2h と観察された被験者の歩行の様子との関係

(国土交通省国土技術政策総合研究所の実験結果)

一方、地上から地下への流入量と階段上の流れは、模型実験結果によれば以下の関係式で表すことができる。

$$Q = 1.59BH^{1.65} \quad (B \text{ は階段出入口の幅、地上出入口にステップ有})$$

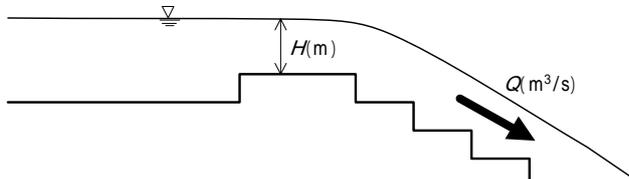


図 -12 地上浸水深 H と流入量 Q との関係

$$h = 0.2305 q^{0.9728} z^{0.4021} \quad \text{ただし、} q \text{ は単位幅流量 (m}^2/\text{s) である。}$$

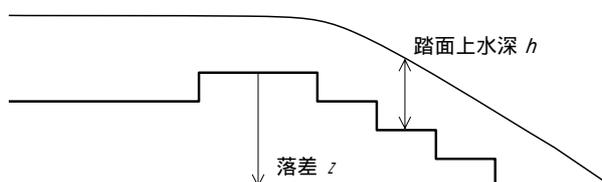


図 -13 階段最上階からの落差 Z と踏面上水深 h との関係

以上より階段最上部の越流水深、階段最上階からの落差および u^2h の関係を図 -14・図 -15 に示すが、これらから行動限界水深および行動困難水深をそれぞれ 30cm、20cm と設定する。

- 行動限界水深（足をとられ歩行が困難となる）
 u^2h 1.5 以上 ... 越流水深 30cm
- 行動困難水深（おずおずと歩くようになる）
 u^2h 0.5 ~ 1.0 ... 越流水深 20cm

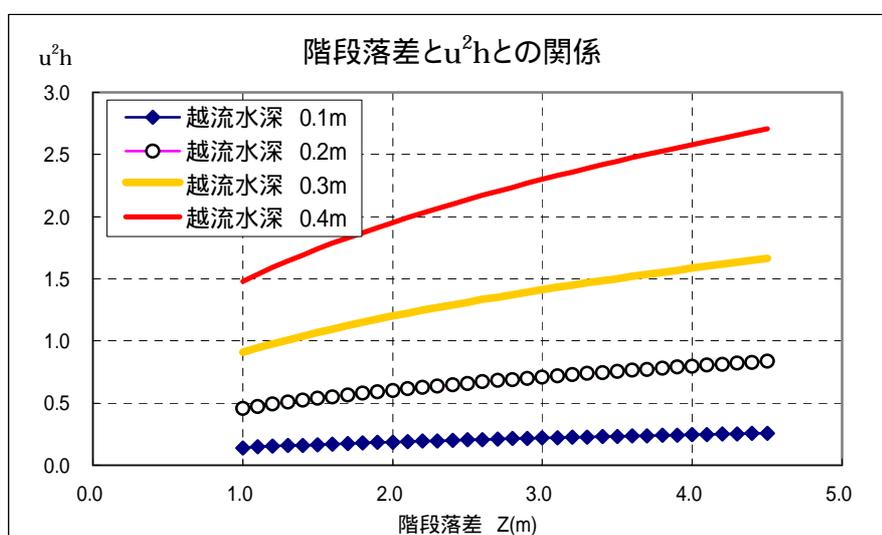


図 -14 階段落差・ u^2h の関係図

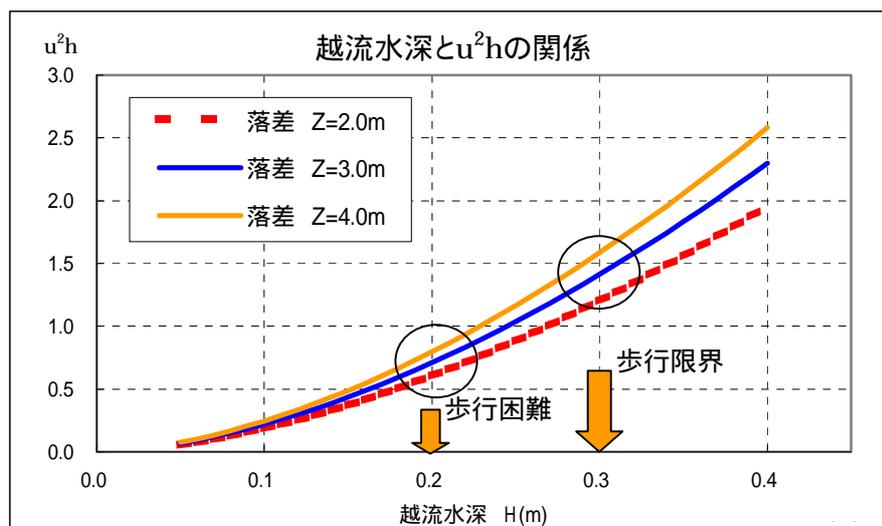


図 -15 越流水深・ u^2h の関係図

-2 地下空間浸水時避難安全検討法とその解説

-1-2「地下空間浸水時避難安全検討法」の概要では、簡易的な設定方法や計算方法について示したが、実際の地下空間の構造は複雑であり、その状況に応じて、設定方法や計算方法を工夫する必要がある。本節では、各項目の設定方法や計算方法についてより具体的に扱う。

-2-1 対象地下空間の把握

〔 -11〕 開口部の扉による流入速度の低減

開口部の扉による流入速度の低減の方法は、開口部の幅が狭まったものと見なして計算する。

$$B = \frac{a}{b}$$

B：開口部の流入幅

a：空隙率

b：扉等の幅

(例) ・空隙がなく気密性の高い場合 = 0.0

・通常の鋼製玄関ドアの場合 = 0.1

・自動開閉ドアの場合(引き戸) = 0.2

両開き自在扉、内開きドア等水圧により開放しやすい扉は低減効果なしと見なす(= 1.0)

【 解説 】

浸水防止対策として防水板、土のう等の他に、開口部扉の閉鎖等がある。開口部扉を閉鎖するものは、防水扉、シャッター、ドア、引き戸等があげられる。

しかし、これらのうち防水扉以外は浸水防止対策用に設置されるものではないので、防水板に比べて隙間が大きいことを考慮して、防水効果を低減して考えなければならない。特に両開き自動扉は防水効果が期待できない。また、ドアも外開きドアは防水効果を期待できるが、内開きドアはラッチボルト(ドアノブを回すことにより外れるドアの留め金具)がしっかり閉まっていないと水圧により開いてしまい、防水効果は期待できないので自ら閉める扉以外は浸水防止対策から除外する。

また、運用上、扉が閉められなかった場合も想定しておくことが重要である。

[ケース1]

開口幅 $1 \cdot b_1$

流入部床高 h_1

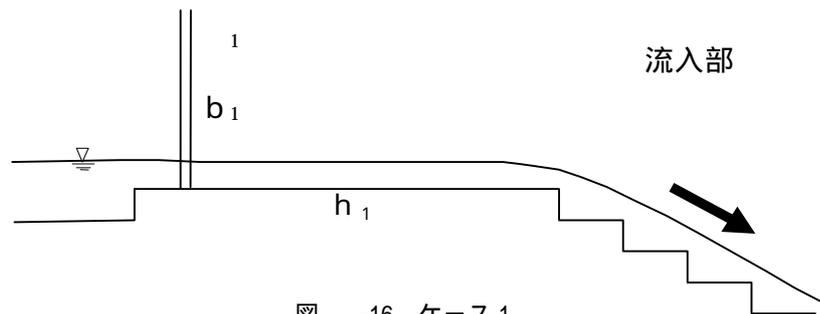


図 -16 ケース1

[ケース2]

開口幅 $2 \cdot b_2$

流入部床高 h_2

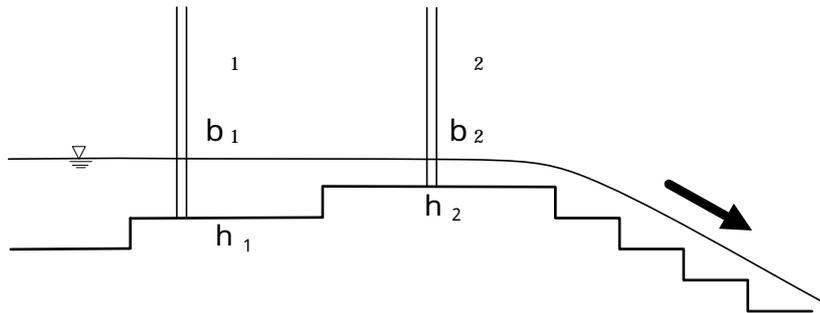


図 -17 ケース2

階段等からの氾濫水の流入量は、流入口に最も近い開口幅に依存するため、ケース1の場合は $1 \cdot b_1$ 、ケース2の場合は階段に近い出入り口の $2 \cdot b_2$ によりBを求める。

〔 -12〕 地下空間入口等開口部での浸水の流入開口幅の設定

地下空間への浸水は階段、斜路等の高低差のある部分から流入する。いろいろある階段の形状に合わせて、流入開口幅の算定が異なる。また、階段のある空間への出入り口等の部分で、扉の部分による流入量の低減が大きい場合には、階段部分の流入開口幅でなく、出入り口等の流入開口幅で決まる場合もあり、設定に工夫が必要である。

【 解説 】

地下への階段が入口部と壁で囲まれている場合

図 -18 において

- B1：階段入口……………開口幅に加える
- B2：壁などで閉鎖……………開口幅に加えない
- B3：壁などで閉鎖……………開口幅に加えない
- B4：壁などで閉鎖……………開口幅に加えない

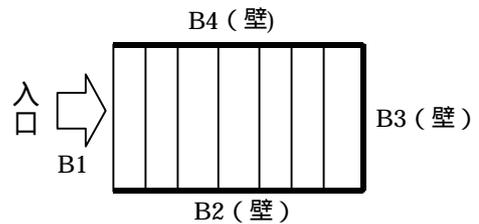


図 -18 流入開口部の例 1

流入開口幅 = B 1

地下への階段が入口部と壁、手すり、フェンスで囲まれている場合

図 -19 において

- B5：階段入口……………開口幅に加える
- B6：手すり……………開口幅に加える
- B7：フェンス……………開口幅に加える
- B8：壁……………開口幅に加えない

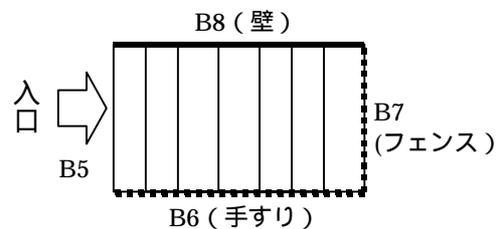


図 -19 流入開口部の例 2

流入開口幅 = B5 + B6 + B7

ただし、当該階段のある床部分に出入り口等の開口部があって、扉などによって流入量が低減される場合は、出入り口における低減修正後の流入開口幅と階段の流入開口幅とを比較して、その小さい方をその階段の流入開口幅として設定する。

これらを設定した例を「 -3 適用事例とその解説」で示している。

〔 -13 〕 地下空間入口等開口部での浸水開始時間の設定

通常の建物の場合、階段、斜路等の地下空間へ浸水が流入する開口部等は複数ある。それらの開口部について、高さによってグルーピングする。

- 第1グループ：最初に浸水が流入する開口部のグループ（流入開始から5分以内に流入）
- 第2グループ：流入開始から5分後～10分後までに流入し始める開口部のグループ
- 第3グループ：流入開始後10分後～20分後までに流入し始めるグループ
- 第4グループ：流入開始後20分過ぎてから流入し始めるグループ

階段等の地下空間に流入する開口部での浸水開始時間は次のように設定する。

- 第1グループ：流入開始から0分後
- 第2グループ：流入開始から5分後
- 第3グループ：流入開始後10分後
- 第4グループ：流入開始後20分後

【 解説 】

開口部が少数であればそれぞれの開口部ごとに計算すれば良いが、地下街等の大きな地下空間の場合はグルーピングすると便利である。グルーピングにあたっては避難開始後あまり先の時間まで考慮する必要はないので、流入開始後20分を目途としている。

流入開始時間の設定には想定浸水速度を把握しておく必要がある。

$$\text{開始時間(分)} = \frac{\text{入口の高さ(cm)}}{\text{想定浸水速度(cm/分)}}$$

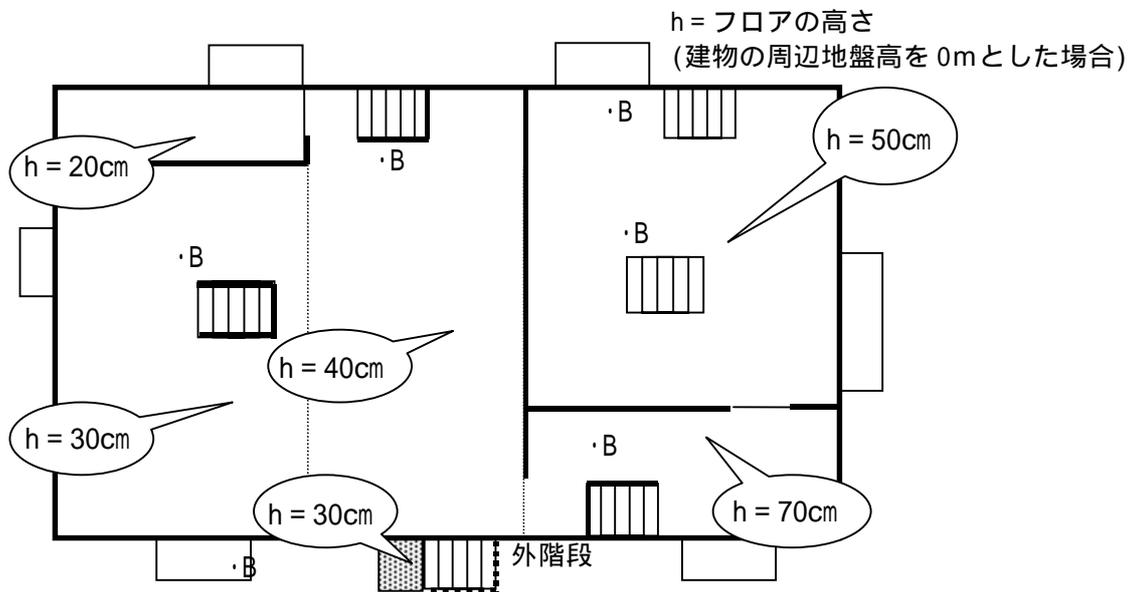


図 -20 1階の平面見取り図

想定浸水速度 $a = 2 \text{ cm/分}$ とすると床の高低差から、

- 第1グループ(h=30cm)： B (1辺)、B (3辺)
- 第2グループ(h=40cm)： B (1辺)
- 第3グループ(h=50cm)： B (4辺)、B (3辺)
- 第4グループ(h=70cm)： B (1辺)

-2-2 浸水対策

地下空間の浸水対策には、本編 4 章に示したとおり図 -21 のような対策がある。「地下空間浸水時避難安全検討法」における浸水対策の設定については、下記を参考にしながら個別地下空間ごとの特性に合わせた方法を設定するものとする。

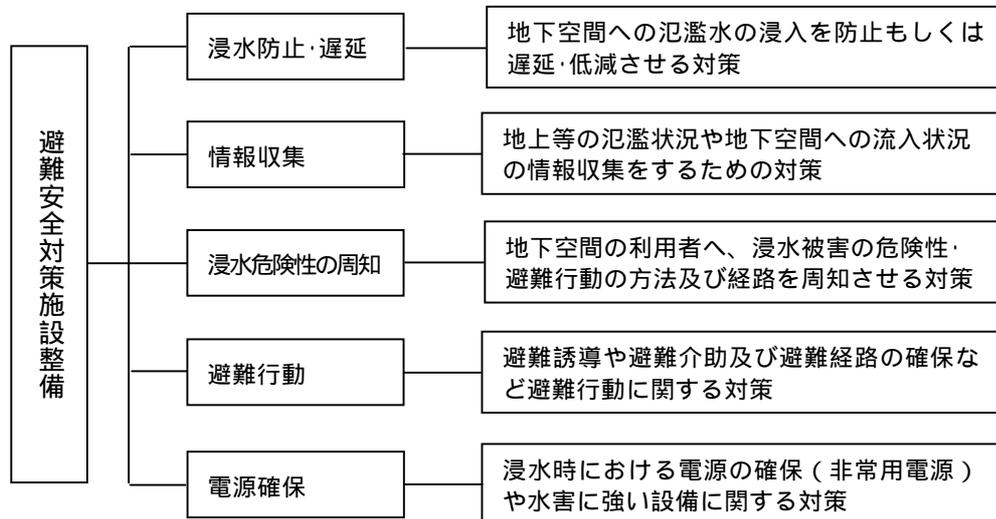


図 -21 避難安全対策施設の種類

1) 浸水防止の対策

防水板、土のうを整備した場合には、地下空間の出入り口の越流高を防水板の設置高さ h とすることでその効果を検討する。換気口の立ち上げ、マウンドアップなども同様である。

「-3 適用事例とその解説」において防水板と土のうの対策をしているので設定方法を参考にされたい。

2) 情報収集の対策

避難行動の想定のためには表 -3 の項目を設定する。迅速な情報収集は、警戒活動や避難の意志決定時間の短縮につながるため、その効果量を短縮時間として設定する。また、情報収集施設の整備効果については、その対策ごとに異変認知時間の短縮時間として設定するとよい。例えば、「浸水センサーを設置したことにより、地表の浸水深が 3cm（感知水深）になると非常ベルがなり、地下空間利用者は浸水危険性を認知する」などの設定が考えられる。

3) 浸水危険性の周知

浸水危険性、被災特性などの啓発のための案内板により、意思決定時間が短くなったり、案内板をみることにより移動時間が短くなり避難余裕時間が確保できるなどの効果量として設定する。例えば、「危険性の少ない内部階段に避難誘導することで階段を昇るのが困難になるまでの時間を 分遅らすことができる」などの設定が考えられる。

4) 避難行動の対策

避難経路を確保しておくことで、移動距離（時間）を短縮することができる。また、避難ハッチやタラップを整備しておくことによる効果は、避難困難水深になる時間の設定を該当階が水没するまでなどと設定することができる。

また、災害時要援護者の多い施設では避難行動を想定する際の歩行速度を一般値より遅くしたり、避難が困難になる水深の設定を低めに想定したりする工夫が必要である。

5) 電源確保の対策

受配電設備の耐水化や漏電対策の現状を把握し、耐水水深（受配電設備などが浸水しない水深）を上回ると停電により避難が困難になるなどの設定を行う。逆に耐水化の対策を行うと、停電になる水深の設定値が高くなり、避難余裕時間が確保されることとなる。

-2-3 浸水状況の想定方法

〔 -14 〕 洪水予報の伝達・覚知と管理者の対応のシナリオ

1) 管理者としての警戒体制の整備

区域・建物周囲における浸水状況の確認を行うことにより、浸水対策、避難勧告、避難誘導を的確に実施することができる

(例) 浸水する前に確実に防水板を設置する

防水板の設置・立ち上げ時間・・・ 5～30分

2) 防水板、土のう等の防水設備の設置

浸水防止対策により地下空間への浸水の流入開始時間を遅延させたり流入速度を低下させたりすることができる

(例1) 流入開始時間の遅延効果(時間) = 防水板の高さ ÷ 想定浸水速度

高さ40cmの防水板の場合、想定浸水速度が2cm/分とすると20分遅くすることができる

(例2) 土のうによる流入速度低下

漏水率(水が漏れる割合)が10%の場合、流入速度は10%となり、流入量が90%カットされる(漏水率にあたる基礎資料が存在する場合)

3) 地下空間にいる者への警告

地下空間に存する者が、予め避難のための心の準備ができ、迅速な避難ができると考えられるため、異変認知時間や意思決定時間を地下空間ガイドラインの設定値より短めに考えることもある。

【 解説 】

地上の浸水を早く覚知して浸水防止対策を講ずることができれば、浸水を防止し、または浸水開始時刻を遅延させることができる。

地下空間ガイドライン第7に示す「浸水を可能な限り生じさせない構造」であるためには、設定浸水高さより低い開口部を設けないか、または、設定浸水高さを超える浸水防止対策により、確実に浸水を防止できる場合である。

「浸水を可能な限り生じさせない構造」でなく、管理者が管理をしている場合は、地下空間ガイドライン第5によることとなり、浸水開始時刻を遅延する対策及び地下空間にいる者に早期警告対策について検討する。

管理者が管理していない場合は、確実な浸水センサー等が設置されているか否かによって、浸水開始時刻の遅延が可能か不可能かに分かれ、また地下空間に存する者に早期警告対策が可能か不可能かに分かれる。

また、地下空間ガイドライン第5に示す「不特定又は多数の者が利用する地下空間」においては、地下空間または地下空間を含む施設全体の管理者が通常管理を行っている。また、水防法第10条の5第2項で、「市町村防災会議は浸水想定区域内に地下街その他不特定かつ多数の者が利用する地下に設けられた施設がある場合には、当該施設の利用者の洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保が図られるよう前項の洪水予報の伝達方法を定めるものとする。」ことが規定されており、不特定又は多数の者が利用する地下空間に対しては洪水予報が伝達されることとなっている。

〔 -15〕 地下空間入口等開口部での浸水状況覚知のシナリオ

1) 管理者としての浸水対策の時間的余裕の発生

区域・建物周囲における浸水状況の確認を行うことができ、確認後さらに、浸水防止対策、避難勧告、避難誘導を的確に実施することができる

(例) 浸水開始までの時間の余裕 = $hg \div$ 想定浸水速度

$hg : \{ (\text{流入開口部天端高}) - (\text{センサーの感知高さ}) \}$

例えば、マウンドアップ等により 20cm の高低差があれば、想定浸水速度が 2cm/分とすると、地上部の浸水を確認し、浸水対策を講じるための 10 分間の余裕ができる

2) 管理者としての的確な対応が可能

浸水センサーの感知により、効率良く地上部の浸水の状況を確認するための行動を開始する切っ掛けができる。地上部の浸水の状況を目視することが、確信を持って浸水対策の行動を行うことの基本である。確信のない行動は、第三者への伝達・指示が中途半端となり、迅速性及び的確性に欠ける原因となる。

【 解説 】

洪水予報が発令されるのは洪水予報指定河川に限られており、また水防法において洪水予報が伝達されるのは「地下街等の不特定かつ多数の者が利用する地下空間」となっている。従って、窪地等での内水氾濫のような微地形による局地的な洪水には必ずしも十分な情報が伝達されないことが多い。

このため、浸水想定区域内に立地する地下空間を管理する者は、平素から洪水予報以外にも各種情報の入手に努め、大雨注意報・警報が出されている場合は、区域の浸水の状況や建物周辺の浸水の状況に注意を払わなければならない。

これら建物の周辺の情報を的確に入手することが、確実な浸水対策に直結する。周辺が浸水し始めた場合には、さらに水位が上昇して当該地下空間にも洪水が襲ってくることを想定して対処する必要がある(地下空間ガイドライン第 2、第 3: 浸水の危険性がある場合は、浸水対策上必要な措置をとる)。

しかしながら、常時の現地目視は困難である場合が多いので、浸水センサー、監視カメラ等のハード対策が有効となる。浸水センサーにより浸水を検知できれば、センサーの感知位置(高さ)と流入する怖れのある開口部(以下、「流入開口部」と言う。)との高低差によって浸水開始までの時間的余裕ができる。この余裕時間をどれだけ確保できるか、また余裕時間の間にどれだけ浸水対策を講じられるかが浸水による被害を軽減することに結びつく。

浸水センサーは維持管理が悪いと作動しないこともあり、また散水等により誤作動することもあり得るので、センサーだけに任せておくことは危険であり、管理者が地上部の状況を監視カメラによる確認等を行った上、さらに目視でも確認が必要である。

浸水センサーで浸水を検知できた場合は、避難安全検討法において次のように反映することができる。

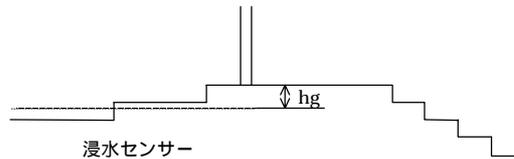


図 -22

〔 -16〕 浸水覚知の時間と地下空間流入開始時間の考え方

管理者が浸水を覚知してから浸水防止対策に着手するまでの時間(t1)：意思決定時間
 (センサー連動自動立ち上げ方式の場合でも、人が浸水を確認してから安全を確認しながら作動させる場合がある。この場合は、その時間を t1 とする。)

浸水防止対策を着手してから機能が発揮されるまでの時間 (t2)：作動時間

管理者が浸水を覚知してから、浸水が地下空間へ流入開始するまでの時間の余裕 (t3)

$$t3 = hg / \text{想定浸水速度}$$

hg：浸水を検知する時刻における地上部での水位と流入口の高さの高低差

(図 -22 参照)

$t1 + t2 < t3$ 浸水防止対策効果発揮

$t1 + t2 > t3$ 浸水防止対策効果不完全 (地下への流入・時間差分の流入量加算)

【 解説 】

管理者が浸水の覚知が早い程、浸水防止対策が早く措置でき、浸水対策効果を発揮できる。地下に浸水し始める前に措置が完了すれば、地下空間の浸水をまぬがれることができる。仮に浸水が開始されたとしても早く措置されれば軽微な浸水に止められる。

なお、管理者が浸水を覚知する時刻は、管理の実態を勘案し、できるだけ確度の高い覚知の時刻とすべきである。あまり理想的な管理を想定して時刻を設置すると、現実の浸水に遭った場合、想定と異なり覚知が遅れる結果となるので注意する必要がある。

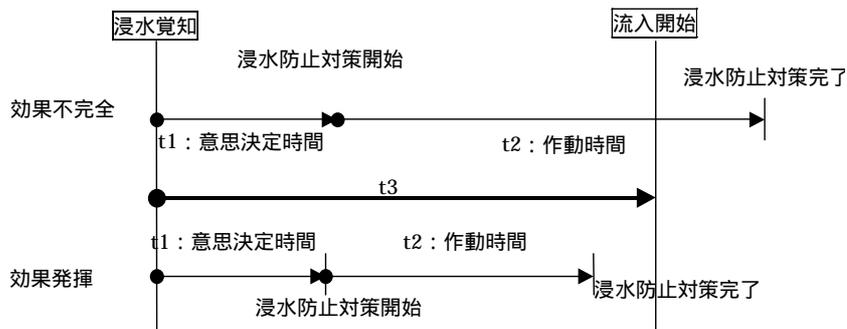


図 -23 浸水覚知と流入開始

〔 -17〕 流入量の算出

開口部を〔 -13〕で4つのタイプに分けたが、そのグループごとに流入量を算出する。
なお、地下空間が壁、水密性の高い扉、40cm以上の床の高低差などで、流入した浸水が40cm以上の浸水深さになるまで流入しないようになっている場合は、区画分けし、それぞれの区画の部分ごとに検討する。

開口部から流入する流入水の量は、実験式²⁾により求めることができる。

$$Q(t) = 1.59B \cdot H(t)^{1.65}$$

Q(t) : t時刻の地下空間への流入量 (m³/sec)

B : 開口部の流入幅 (m)

H(t) : t時刻の地上の浸水深 (流入口天端高からの水深)(図 -24 参照)

流入開口部幅 B は〔 -11〕で示した方法で設定する。

t時刻の越流水深は、想定浸水速度 a と、流入口の高 h_nとによって求める。

$$h_n \geq a \cdot t \text{ の時} \\ H(t) = 0$$

$$h_n < a \cdot t \text{ の時} \\ H(t) = a \cdot t - h_n$$

【 解説 】

流入量の計算は、区画分けした場合は区画ごとに、〔 -13〕で分けた階段等の流入開口部のグループごとに、累積流入量 Q(t)を計算して求める。累積流入量 Q(t)の計算は -2-4で計算式及び換算表として示す。

なお、明確に区画を分けられない場合でも、高低差が十分にあれば、避難困難水深を考慮し、区画して考えても良い。

グループごとに算出した t 分後の累積流入量を合計して、合計流入量 Q_T(t)を求める。

合計流入量 Q_T(t)の計算表の例を次に示す。

なお、この表の計算条件は次のように設定した。

・想定浸水速度 a = 2cm/分

・それぞれのグループの流入開口幅 B_n (低減修正後)

第1グループ (h=30cm)	2m
第2グループ (h=40cm)	1m
第3グループ (h=50cm)	3m
第4グループ (h=70cm)	1m

2) 国土交通省国土技術政策総合研究所 (土木技術資料 43 - 2 (2001) の「階段を通じた地下空間への氾濫水流入に関する実験」)

表 -6 合計流入量 $Q_n(t)$ の計算表 - 例 - (単位: m^3)

地下空間に流入 開始後の経過時間(分)	第1グループ 累積流量	第2グループ 累積流量	第3グループ 累積流量	第4グループ 累積流量	累積流入量の 合計
1	0.1	-	-	-	0.1
2	0.7	-	-	-	0.7
3	2.1	-	-	-	2.1
4	4.5	-	-	-	4.5
5	8.1	-	-	-	8.1
6	13.1	0.1	-	-	13.1
7	19.7	0.4	-	-	20.0
8	28.0	1.0	-	-	29.1
9	38.3	2.2	-	-	40.5
10	50.6	4.0	-	-	54.6
11	65.1	6.5	0.2	-	71.8
12	82.0	9.8	1.1	-	92.9
13	101.4	14.0	3.1	-	118.5
14	123.4	19.1	6.7	-	149.2
15	148.2	25.3	12.1	-	185.6
16	175.8	32.6	19.6	-	228.0
17	206.4	41.0	29.5	-	276.9
18	240.2	50.7	42.0	-	332.9
19	277.2	61.7	57.4	-	396.3
20	317.5	74.1	75.9	-	467.5
21	361.4	87.9	97.7	0.1	547.0
22	408.8	103.2	123.0	0.4	635.4
...
25	573.6	158.8	222.2	4.0	958.6
...

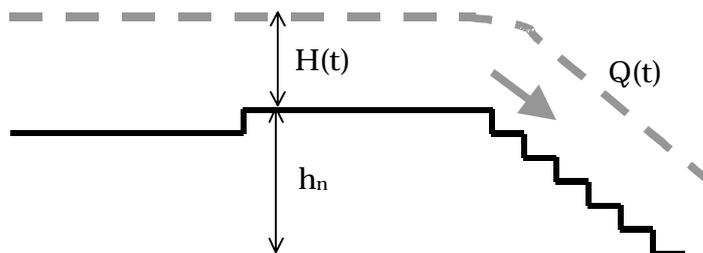


図 -24 越流水深 $H(t)$ (流入口天端からの水深)

〔 -18 〕 地下空間での時間を追った水位上昇のシナリオ

地下空間に流入した水は、流入部に近く、かつ低いところから浸水する。従って、流入部から低い部分ごとに床のグルーピングをする。また、水密性の高いドア等で流入できないようになっている場合は、その区切られた床の範囲内で浸水することとなる。

【 解説 】

床の高さが異なる場合の浸水深を求める場合の容量の計算方法の例は次のような考え方で算出する。

- a グループ (床面高が 0cm) A_1 、 A_2
- b グループ (床面高が 10cm) A_3
- c グループ (床面高が 20cm) A_4

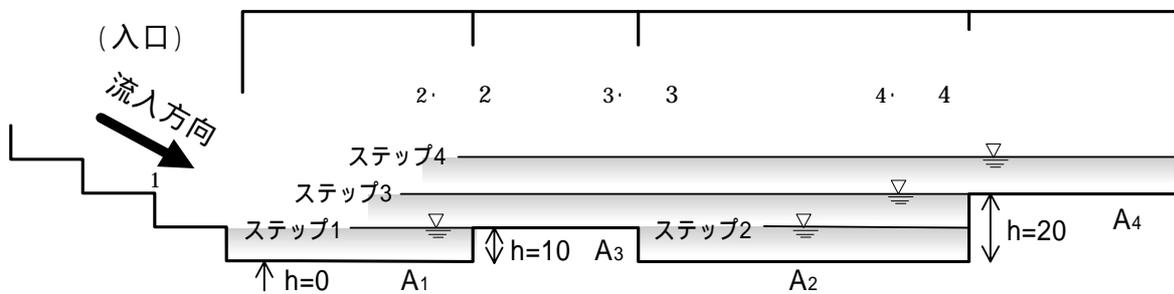


図 -25 床面高のグループ

上図の床配置の場合、入口に近い床での浸水深を h (cm) とすると、その時の容量 V_h は次のように、4 段階のステップで求められる。なお、 A_n は床面積とする。

ステップ 1 : A_1 が 10cm の浸水するまでの容量

$$V_h = A_1 \times h/100$$

$$< 0.10 \times A_1$$

ステップ 2 : A_3 を超して A_1 が浸水するまでの容量

$$V_h = 0.10 \times A_1 + A_2 \times h/100$$

$$< 0.10 \times (A_1 + A_2)$$

ステップ 3 : A_1 が 20cm の浸水するまでの容量

$$V_h = (A_1 + A_2) \times h/100 + (h/100 - 0.10) \times A_3$$

$$= 0.10 \times (A_1 + A_2) + (h/100 - 0.10) \times (A_1 + A_2 + A_3)$$

$$< 0.10 \times (A_1 + A_2) + 0.10 \times (A_1 + A_2 + A_3)$$

ステップ 4 : A_1 が 20cm 以上の浸水する時の容量

$$V_h = 0.10 \times (A_1 + A_2) + 0.10 \times (A_1 + A_2 + A_3)$$

$$+ (h/100 - 0.20) \times (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$$

このように、床の高低差がある時は計算が複雑になる。壁や水密性の高い扉等によって区切られている場合は、その壁・扉等の手前までの床部分で浸水することとして計算する。従って、区切られている場合は、区切られていない場合に比べて浸水面積が小さくなるため、速い速度で浸水深が深くなる。

〔 -19〕 地下空間での時間を追った浸水深の算出

浸水深の算出は、時刻 t までに流入した浸水の流入量と、浸水する床での容量とによって算出される。

$$Qt(t) = V_h$$

になる時の h を求めることができる。

【 解説 】

例として、〔 -17〕 の流入のケースで、〔 -18〕 の面積を、

$$A_1 = 50\text{m}^2$$

$$A_2 = 30\text{m}^2$$

$$A_3 = 20\text{m}^2$$

$$A_4 = 50\text{m}^2$$

とする。

$$\begin{aligned} \text{ステップ 1 : } V_h &= A_1 \times h/100 \\ &= 0.5h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ステップ 2 : } V_h &< 5 \text{ (m}^3 \text{)} \\ &= 0.5 \times A_1 + A_2 \times h/100 \\ &= 5 + 0.3h \\ &< 8 \text{ (m}^3 \text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ステップ 3 : } V_h &= (A_1 + A_2) \times h/100 + (h/100 - 0.10) \times A_3 \\ &= 0.10 \times (A_1 + A_2) + (h/100 - 0.10) \times (A_1 + A_2 + A_3) \\ &= 8 + (h/100 - 0.10) \times 100 \\ &< 18 \text{ (m}^3 \text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ステップ 4 : } V_h &= 0.10 \times (A_1 + A_2) + 0.10 \times (A_1 + A_2 + A_3) \\ &+ (h/100 - 0.20) \times (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) \\ &= 18 + (h/100 - 0.20) \times 150 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{1 分後 : } Q_T(1) &= 0.18 \text{ (m}^3 \text{)} \\ 0.5h &= 0.18 & h &= 0.36 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{2 分後 : } Q_T(2) &= 1.08 \text{ (m}^3 \text{)} \\ 0.5h &= 1.08 & h &= 2.16 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{3 分後 : } Q_T(3) &= 3.15 \text{ (m}^3 \text{)} \\ 0.5h &= 3.15 & h &= 6.30 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{4 分後 : } Q_T(4) &= 6.72 \text{ (m}^3 \text{)} \\ 5 + 0.3h &= 6.72 & h &= 10.00 \text{ (cm)} \quad (\text{床 } A_2 \text{ は } h = 3.44) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{5 分後 : } Q_T(5) &= 12.15 \text{ (m}^3 \text{)} \\ 8 + (h/100 - 0.10) \times 100 &= 12.15 & h &= 14.15 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{6 分後 : } Q_T(6) &= 19.80 \text{ (m}^3 \text{)} \\ 18 + (h/100 - 0.20) \times 150 &= 19.80 & h &= 21.20 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

6 分後以降は浸水床面積が変わらないので、6 分後と同じ式で計算をする。

$$\begin{aligned} \text{10 分後 : } Q_T(10) &= 84.15 \text{ (m}^3 \text{)} \\ 18 + (h/100 - 0.20) \times 150 &= 84.15 & h &= 64.10 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

逆に地下空間の浸水深が h の時の時間 t を求める場合は次のように計算する。

$$\begin{aligned} h = 30\text{cm} : V_{30} &= 18 + (h/100 - 0.20) \times 150 \\ &= 32 \text{ (m}^3 \text{)} & \text{表 -6 により} & \text{8 分後} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h = 40\text{cm} : V_{40} &= 18 + (h/100 - 0.20) \times 150 \\ &= 93 \text{ (m}^3 \text{)} & \text{表 -6 により} & \text{12 分後} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h = 150\text{cm} : V_{100} &= 18 + (h/100 - 0.20) \times 150 \\ &= 138 \text{ (m}^3 \text{)} & \text{表 -6 により} & \text{15 分後} \end{aligned}$$

-2-4 流入量簡易算出手法

1) 流量計算式の検討

開口部からの流入量については、地下空間ガイドラインの技術資料に示す下式を適用する。

$$Q(t) = 1.59BH(t)^{1.65} \quad (\text{ - 1 式})$$

$Q(t)$: t 時刻の地下空間への流入量 (m^3/sec)

B : 開口部の流入幅 (m)

$H(t)$: t 時刻の越流水深 (流入口天端高からの水深) (m)

国土交通省国土技術政策総合研究所 (実験時は「建設省土木研究所」) で実施した実験にもとづき、土木技術資料 43 - 2 (2001) の「階段を通じた地下空間への氾濫水流入に関する実験」で示された実験式である。

しかし、この式は t 時刻という瞬間における 1 秒間の流入量であるため、累積流入量を算出する計算には不便である。地下空間ガイドラインの技術資料に試算例を示しているが、秒単位の時刻ごとの流入量を積み上げて求める面倒な方法になる。

実際の検討には積み上げによらないで求める方法が簡易的でわかりやすい。例えば地上での想定浸水速度が a ($\text{cm}/\text{分}$) の時に、開口部からの流入が開始されてから t 秒後にどれだけの流入量があるかを簡単に求められることが必要である。考え方について以下で説明する。

前式で、一定の速度 a ($\text{cm}/\text{分}$) で流入部分の水位が上昇していれば、

$$H(t) = a \times t / 6000$$

であるので、

$$\begin{aligned} H(t) &= a(\text{cm}/\text{分}) \times t(\text{sec}) \\ &= a / (60 \times 100) (\text{m}/\text{sec}) \times t(\text{sec}) \\ &= a / t (\text{m}) \end{aligned}$$

$$Q(t) = 1.59B \times (a \times t / 6000)^{1.65}$$

この式を t (sec) で積分すれば、

$$\begin{aligned} \sum_0^t Q(t) &= \int_0^t \{1.59B \times (a \times t / 6000)^{1.65}\} dt \\ &= \frac{1.59}{2.65} \times B \times (a \times t / 6000)^{1.65} \times t \quad (\text{ - 2 式}) \end{aligned}$$

となる。この式は地上での水位が上昇し、最大の越流水深に達するまでの間の流入量を計算する時に使用する。

なお、最大の越流水深 $H(m)$ に達した場合、毎秒の流入量 $Q(m^3/sec)$ は、

$$Q = 1.59B \times H^{1.65}$$

従って、最大の越流水深に達してからの経過時間 $T(sec)$ の間に流入する量は、

$$\begin{aligned} \int_0^t Q(t) &= Q \times T \quad (\text{-3式}) \\ &= 1.59B \times H^{1.65} \times T \end{aligned}$$

である。

実際の検証の場合は、最大の越流水深に達するまでの時間で (- 2 式) を、最大の越流水深 $H(m)$ に達してからの時間で (- 3 式) を使って計算することになる。

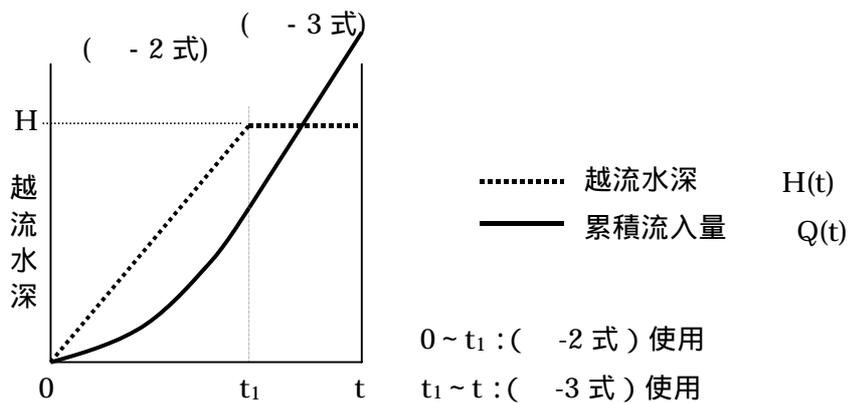


図 -26 累積流入量と地上浸水深の関係

2) 流入量の換算表 (水位上昇中)

地上部の水位が a (cm/分)で上昇している状況で、地下室への流入開始後の時間を追って累積流入量を (- 2 式) を使って計算すると次のようになる。ここでは、流入する開口部の幅員 1 m 当りの流入量 (m^3) を、地上部の想定浸水速度別 (1,2,3,5cm/分) に計算し、グラフおよび表にして示す。

計算例 (計算式による場合)

$$Q(t)=1.59BH(t)^{1.65} (m^3)$$

B : 流入開口幅員 1(m)

$$H(t)=a \times t/6000 (m)$$

a : 地表の浸水深上昇速度

例えば、 $a = 2$ (cm/分)

流入開始後

経過時間 $t = 20$ 分

1200(sec)(= 20分)

秒当り流入量 $Q(t)$

~ 0.3508(m^3 /sec)

累積流入量 $Q(t)$

159 (m^3)

$$Q(t)=(1.56/2.65) \times (a \times t/6000)^{1.65} \times t$$

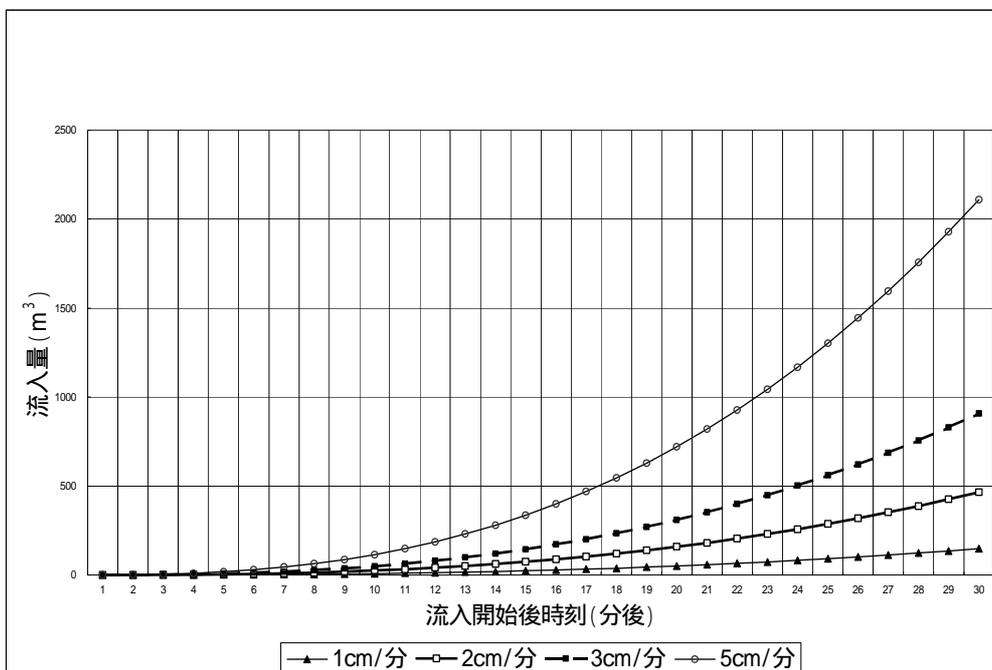


図 -27 累積流入量換算図 (地上の想定浸水速度別)

表 -7 累積流入量換算表 - 開口幅 1m あたり (m³) < 水位上昇中 >

時刻 分後	地上部の想定浸水速度 (cm/分)			
	1	2	3	5
1	0.02	0.06	0.11	0.26
2	0.11	0.36	0.70	1.63
3	0.33	1.05	2.05	4.67
4	0.71	2.24	4.38	10.17
5	1.29	4.05	7.90	18.36
6	2.09	6.56	12.80	29.74
7	3.14	9.86	19.25	44.72
8	4.47	14.04	27.41	63.68
9	6.11	19.18	37.44	86.98
10	8.08	25.35	49.49	114.96
11	10.40	32.63	63.70	147.97
12	13.09	41.08	80.20	186.31
13	16.18	50.78	99.14	230.30
14	19.69	61.79	120.64	280.24
15	23.64	74.18	144.82	336.42
16	28.04	88.01	171.82	399.14
17	32.93	103.34	201.75	468.66
18	38.31	120.23	234.72	545.27
19	44.21	138.74	270.87	629.22
20	50.64	158.93	310.29	720.80
21	57.63	180.86	353.09	820.24
22	65.19	204.58	399.40	927.81
23	73.33	230.14	449.31	1,043.76
24	82.08	257.61	502.94	1,168.32
25	91.46	287.03	560.37	1,301.75
26	101.47	318.46	621.73	1,444.28
27	112.14	351.94	687.10	1,596.14
28	123.48	387.54	756.60	1,757.58
29	135.52	425.29	830.31	1,928.81
30	148.25	465.26	908.33	2,110.06

3) 流入量の換算表 (水位上昇停止後)

地上部の浸水深が最大浸水深に達し、地上浸水深 (流入開口部天場からの越流水深) が H(m) の状況で流入する場合、地下室への流入開始後の時間を追って累積流入量を(- 3 式) を使って計算すると次のようになる。なお、表 - 8 の換算表により、浸水深 40cm の場合の 1 秒あたりの流入量 0.351 (m³/sec) を使えば指数計算をせずに簡単に計算することができる。

計算例 (計算式による場合)

$$Q(t) = 1.59BH(t)^{1.65} \text{ (m}^3\text{)}$$

B : 流入開口幅員 1(m)

H(t) : 地上浸水深 40(cm)

水位上昇停止後

経過時間 t 1200(sec) (= 20分)

秒当り流入量 Q(t) 0.351(m³/sec)

累積流入量 Q (t) 421(m³)

$$Q(t) = Q(t) \times t$$

表 - 8 地上流入部床浸水深と 1 秒当り流入量換算表 - 開口幅 1m あたり <水位上昇停止後>

浸水深 cm	流入量 m ³ /sec	浸水深 cm	流入量 m ³ /sec	浸水深 cm	流入量 m ³ /sec
1	0.001	26	0.172	51	0.523
2	0.003	27	0.183	52	0.541
3	0.005	28	0.195	53	0.558
4	0.008	29	0.206	54	0.575
5	0.011	30	0.218	55	0.593
6	0.015	31	0.230	56	0.611
7	0.020	32	0.243	57	0.629
8	0.025	33	0.255	58	0.647
9	0.030	34	0.268	59	0.666
10	0.036	35	0.281	60	0.684
11	0.042	36	0.295	61	0.688
12	0.048	37	0.308	62	0.722
13	0.055	38	0.322	63	0.742
14	0.062	39	0.336	64	0.761
15	0.069	40	0.351	65	0.781
16	0.077	41	0.365	66	0.801
17	0.085	42	0.380	67	0.821
18	0.094	43	0.395	68	0.841
19	0.103	44	0.410	69	0.862
20	0.112	45	0.426	70	0.883
21	0.121	46	0.442	71	0.904
22	0.131	47	0.457	72	0.925
23	0.141	48	0.474	73	0.946
24	0.151	49	0.490	74	0.967
25	0.161	50	0.507	75	0.989

4) 流入量計算例

実際には、地上の浸水深が上昇し、最大浸水深に達してからは一定量の流入となるので、これら併せて計算すれば良い。計算の事例を次に示す。

地上部の想定浸水速度	a(cm/分)	a = 2(cm/分)
最大浸水深	H(m)	H = 0.4(m)
開口部の巾	B(m)	B = 1.0(m)
浸水開始後 40 分後の累積流入量		Q

と設定した場合の Q は次のように求められる。

$$\text{水位が上昇する時間} \quad 40(\text{cm}) / 2(\text{cm/分}) = 20(\text{分}) = 1200(\text{sec})$$

$$\begin{aligned} \text{最大浸水深に達してからの時間} \quad & 40(\text{分}) - 20(\text{分}) = 20(\text{分}) \\ & = 1200(\text{sec}) \end{aligned}$$

a = 2(cm/分) で水位が上昇する場合の、20 分間の流入量 Q(0 ~ 20)は換算表から、

$$Q(0 \sim 20) = 159(\text{m}^3)$$

最大浸水深に達してからの 20 分間の流入量 Q(20 ~ 40)は換算表から、

$$\begin{aligned} Q(20 \sim 40) &= 0.351 \times 1200 \\ &= 421(\text{m}^3) \end{aligned}$$

従って、40 分間に巾 1 m の流入開口部から 580(m³) の水が流入する。

$$\begin{aligned} Q &= Q(0 \sim 20) + Q(20 \sim 40) \\ &= 159 + 421 \\ &= 580(\text{m}^3) \end{aligned}$$

-2-5 避難行動の想定方法

地下空間にいる者が安全に避難できるかを検証するには、安全な避難経路を設定し、避難経路の距離から避難時間を求める等により避難行動所要時間を算出し、避難経路となる廊下、居室等が浸水により歩行が困難な状態になるまでの時間から危険到達時間を算出する。それにより危険到達時間と避難行動所要時間との関係から避難行動余裕時間があることを確認することが必要である。

1) 浸水危険性の認知

地下街等の管理者等が、地下空間への浸水の危険性を認知する方法としては、以下の状況が考えられ、状況に応じて設定することとする。

洪水情報などを収集することにより異変を認識する場合
管理者等が地上部の浸水状況で異変を認識する場合
地上や地下の設置した浸水センサーなどの計器により異変を認識
地下の居室が浸水を始めており、利用者や従業員が異変を認識する場合

(-20) 地下の居室が浸水を始めており、在室者が異変を認識する場合

地下空間での浸水異変認識の考え方(例)

・居室部・・・浸水深 3cm (足の甲が浸水する程度で知覚)
・廊下等共有部・・・浸水深 10cm

(地下空間滞在者が居室に在るとし、廊下と居室の浸水の時間差を考慮)

ただし、水密性の高いドア等のある場合は、異変を認識できないことを考慮する。

【 解説 】

公共の地下空間では管理者がいることが多く、浸水を感知する設備を整備しているなど、何らかの形で洪水情報を入手していたりする場合もある。また、多数の者が利用する施設では、地上の状況を知った人間が地下施設に入ることにより、地下空間にいる管理者や利用者にも伝わる場合も考えられる。ここでは、そのような公共の地下空間及び大規模商業施設ビル地下ではなく、特定少数の者が存する地下空間や小規模商業施設ビル地下など、地上の浸水を感知する対策を行っていない地下空間における浸水危険性の認識についての設定方法を扱っている。

地下空間利用者は、地上の浸水状況及び地下への流入開始状況が把握しにくい居室内にいる場合を想定する(対策上安全側に設定)。また、廊下等共有部と居室の間にはドアがあることによる廊下と居室の浸水の時間差を考慮するなど、上記のような設定が参考になる。

〔 -21 〕 管理者等が地上部の浸水状況で異変を認識する場合

地上部の浸水実態で異変認識
・地上部浸水深・・・ 10cm

地上の浸水位を監視できるとして管理者が地下空間利用者を避難させる水深

【 解説 】

地下街等の管理者が監視カメラ等で地上の浸水状況を把握することができているとした場合や、例えばデパートなどで地上と地下が同じ管理者の場合などで、浸水感知センサーを設けなくとも目視で判断できる状態の地下空間に適用させる方法の参考として示す。

道路構造例等によれば、一般に道路面高と歩道面高とは 20cm の段差を設けることになっている。しかし最近では、バリアフリー等のため地下空間の入口は歩道面と地下への入口面の標高がフラットになっていることが多い。

地下空間の管理者は、地上を監視できる手段がある場合、地上部で浸水していることを認識するのは地上部の浸水深が 10cm 程度になった段階と想定し、この段階から地下空間利用者を避難させる行動をとると設定する。地上部の浸水深が 10cm になった時を浸水危険性認知時間として設定する。

〔 -22 〕 浸水センサーなどの計器により異変を認識する場合

浸水センサーを設置している場合の浸水危険性を認知する時間は、浸水センサー設置位置において次の浸水深になり、浸水センサーが作動してから管理者が浸水の状況を確認するまでの時間を加えて設定する。

地上型浸水センサー設置 地上部浸水深 3cm で感知

地下型浸水センサー設置 地下部浸水深 3cm で感知

ただしセンサーの感知水深がわかる場合には、その値を設定することが必要である。

【 解説 】

浸水センサーを設置している地下空間については、設置しているセンサーの感知する水深を把握した上でその時間を浸水危険性認知時間として設定できる。新規に地下空間を建築する場合は、上記のような設定を行った上で検証を行うことが望ましい。設置するセンサー類が決まっている段階では、その諸元から本値の設定を行う必要がある。なお、浸水センサーが作動しても誤作動等もあるので、管理者が浸水の状況を確認する必要がある。

〔 -23 〕洪水情報の取り扱い

洪水情報を収集することによる効果は大きいですが、避難安全検討法では取り扱わない

【 解説 】

国土交通省や気象庁、県、市町村から洪水予報や洪水予警報が配信される地下空間においては、危険性の認知時間は、配信機関の状況によって配信のタイムラグもある。また、洪水予報は河川の区間的な危険性であり、大雨・洪水予警報はエリアの危険性なので当該地下空間の局地的な危険性までは表現しきれていないのが現状である。

このため、洪水情報などが収集できる地下空間においても避難を開始する情報には至らないとして、本検討法では取り扱わないこととする。

ただし、直轄河川(大川)の決壊通報など直接避難の必要性につながる情報については、浸水危険性認知時間 0 分として設定する方法も考えられる。この場合は、浸水の想定において当該地下空間までの洪水到達時間などの設定が必要になる。

2) 意思決定時間の設定

居室部で浸水危険性に気づいた場合や管理者・通報者による避難情報の一斉伝達・誘導が行われた場合には、行動開始までの時間は一律 3 分と設定する。管理者・通報者による避難情報の一斉伝達が行われるものとし、火災避難安全検証で用いられている「面積に起因する時間」を考慮しないものとした。

〔 -24 〕意思決定時間の設定

地下空間の浸水の危険性を認識してから、それが地下空間に存する全員に伝達され、避難行動を開始するまでの時間を設定する。

行動を開始するまでの時間は、「火災時の避難安全検証法」に準ずることとし、口コミによる情報伝達時間と行動を起こすまでの意思決定および準備時間を併せたものである。

$$t = \frac{\sqrt{A}}{30} + 3 \quad (\text{単位：分})$$

A: 地下フロア面積

【 解説 】

全入口に浸水センサーが設置され、それが防災センターの防災設備と連動し、管内に浸水を知らせる一斉通報が行えるようなところでは、異変認知時間をセンサー感知水深から設定し、避難意思決定時間は、3 分と設定する。この場合、一斉通報は浸水の危険性を伝えるところまでで、避難誘導を行った場合については、〔 -25 〕に示す。

浸水の危険性に自ら気づいた場合でも、避難行動の必要性を判断するには時間を要する。また、浸水センサーによって非常ベルが鳴ったり、管理者からの館内放送などで避難勧告が出されたりしたとしても、避難を判断するまでの過程にかかる時間には個人差が大きい。そこで、本検討法においても先行事例である「火災の避難安全検証法における階の避難開始時間」を参考にする。

3) 移動時間 - 地下フロア出口まで

〔 -25〕移動時間 - 地下フロア出口まで

避難行動を起こしてから地下フロアの出口まで移動する時間は、歩行距離と歩行速度を設定して算出する。

なお、歩行速度は「火災時の避難安全検証法」における平坦部の歩行速度を基本とするが、浸水による歩行速度の割引を考慮する。浸水時の歩行速度は、浸水深 30cm を想定し、無浸水時の 57% とすることも一つの考え方である。これは、浸水深 70cm を平坦部の歩行限界水深（歩行速度 0）とし、浸水深 30cm 時の歩行速度を直線補完で設定したものである（浸水深 70cm 時に歩行速度 0 と仮定）。

$$t = l / v$$

l : 避難経路の距離（出口から最も遠い場所からの距離）

v : 平坦地の標準歩行速度（60m/分）

: 浸水時の歩行速度割引係数（ $1 - 30/70 = 0.57$ ）

【 解説 】

管理者がいる地下空間において、一斉通報とともに、どこへ避難すると安全かを誘導する場合、外部階段と内部階段があるところでは浸水の危険性が異なるため、避難行動余裕時間の多い避難経路を選定し移動時間を算定するとよい。ただし、避難誘導を的確に行えた場合の設定であるため、避難計画時には、逆に危険側の設定となるため、避難誘導が不可能な場合の検討も併せて行う必要がある。

避難行動時間を算定する際には、避難を開始した後、地下フロア出口までの移動時間と地下フロア出口の通過時間、階段を昇り地上に脱出する移動時間それぞれの設定が必要となる。地下フロア出口までの移動時間は、歩行距離を歩行速度で割ったものとしており、歩行速度には浸水深による歩行割引率を考慮している。

出口に達するまでに要する歩行時間は、避難経路に沿った歩行距離を各部分ごと歩行速度で除して求める。本式のように当該居室等の各部分から地下出口までの歩行経路の各部分の長さを図面から読み取り、各部分の種類及び避難方向に応じて与えられる歩行速度で除した値を合計したものの最大値を求める。

一般的には、当該居室の各部分から出口までの歩行距離が一番長い地点にいる避難者が、出口に到達するのに要する時間を計算することになる。

歩行速度については、「【参考 -2】歩行速度の設定」を参照していただきたい。

【参考 -2】歩行速度の設定（出典：2001年版避難安全検証法の解説および計算例とその解説
平成13年3日 国土交通省住宅局建築指導課他編集）

表 -9 歩行速度

建築物又は居室の用途	建築物の部分の種類	避難の方向	歩行速度 (m/分)
劇場その他これに類する用途	階段	上り	27
		下り	36
	客席部分	-	30
	階段及び客席部分以外の部分	-	60
百貨店、展示場その他これらに類する用途又は共同住宅、ホテルその他これらに類する用途(病院、診療所及び児童福祉施設等を除く。)	階段	上り	27
		下り	36
	階段以外の建築物の部分	-	60
学校、事務所その他これらに類する用途	階段	上り	35
		下り	47
	階段以外の建築物の部分	-	78

表 -10 歩行速度における用途に類する用途の例

建築物又は居室の用途	用途の特徴	その他これに類する用途の例
劇場その他	不特定多数の人が利用する。	映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場、宴会場
上記の客席部分	高密度に滞在する。	上記の客席部分
百貨店、展示場その他	不特定の人が利用する。	マーケット、料理店、レストラン キャバレー、カフェー、ナイトクラブ、 バー、ダンスホール、カラオケルーム 図書館、美術館、博物館 遊技場、ボーリング場、スケート場、 水泳場、スキー場、ゴルフ練習場、 バッティング練習場 公衆浴場 寺社、寺院、教会
共同住宅、ホテルその他	不特定の人が利用し、就寝状態がある。	映画スタジオ、テレビスタジオ 旅館、下宿、寄宿舎
(適用除外となる用途) 病院、診療所及び児童福祉施設等	自力で避難するのが困難である。	救護施設、身体障害者更正援護施設、 盲学校、老人保険施設・デイケアセンター
学校 事務所その他	建築物に慣れた特定の人が利用する	学校の体育館

〔 -26〕避難経路の設定

避難経路の設定にあたっては、居室と避難する階段及びその間が安全である経路とする。

この場合、避難が完了するまでの間、水圧で開けられなくなる開口部、「避難困難水深」以上の水深になる廊下・階段等が経路上に存在しないで避難できる経路とする。

【 解説 】

避難安全検証は、安全に避難できる状況(避難困難水深になるまで)の間に居室から廊下、階段等を通して安全な階又は安全な場所に避難できることを確認することである。

このため、安全に避難できる経路を設定し、その経路を通して安全階等に到達するまでの時間を計算し、避難行動所要時間を求める

安全な避難としては、避難経路上に、

a) 水圧で開けられないドアがないこと。

ドアが開かなくなる水位差は外開きドアの場合 26cm、内開きドアの場合 47cm とされる(【参考 -1】参照)。

b) 避難困難水深以上になっている廊下等がないこと。

安全に避難できる水位としては 30cm の水深であり、階段の場合は流入部の上端部で 20cm の水深とされる。

4) 移動時間 - 地下フロア出口通過

〔 -27〕移動時間 - 地下フロア出口通過

出口を通過するために要する時間は火災の避難安全検証法に準ずる

$$t = \frac{PA}{NB} \quad (\text{単位：分})$$

P : 在館者密度 (人/m²)、居室の種類による

A : 床面積 (m²)

N : 有効流動係数 (= 90)

B : 有効出口幅 (m)

居室の出口を通過する際の滞留の解消時間は火災と同様と設定

【 解説 】

出口の通過に要する時間は、出口を通過する全てのものがあらかじめ出口の前に滞留している状態から、全員が出口を通過するまでに要する時間は、表記のとおりである。在館者密度や有効流動係数については、「2001年避難安全検証法の解説及び計算例とその解説」を参照する。

5) 移動時間 - 階段等を昇り地上に脱出

〔 -28〕移動時間 - 階段等を昇り地上に脱出

階段を昇る歩行速度は、火災の避難安全検証法を基本とするが、流水中の歩行の割引を考慮する。なお割引率は流入水深 20cm を想定し、無浸水時のとする。(流入水深 30cm 時に歩行速度 0 と仮定)

$$t = l / v \quad (\text{単位: 分})$$

ここで l : 階段距離 (m)

v : 階段昇りの標準歩行速度 (27m/分)

$$: \text{浸水時歩行速度割引係数} \left(1 - \frac{20}{30}\right) = 0.33$$

流水の中を歩行する際の割引率を考慮

【 解説 】

地上への避難・脱出方法には、階段の他に脱出ハッチやドライエリアの避難はしご、地下駐車場スロープなども考えられる。エレベーターは、浸水すると機能が停止してしまい閉じ込められる危険性があるので使用しない。また、階段にも直接地上外部に接続している外部階段と同じ建物内の1階に通じる内部階段とがある。

階段による避難時間としては、上記のように火災の避難安全検証法をベースとするが、地上部から階段を通じて流入し始めている場合の避難は通常に比べて困難であるため、浸水による歩行速度割引率を考慮した方法が参考になる。

避難はしごやハッチによる避難としては、はしごやハッチを下ろす時間、昇る時間を考慮する必要があり、1人ずつの昇降となることから、「滞在人数 × 1分(はしごを昇る時間) + ハッチを下ろす時間(固定の場合は0)」と設定するのも1つの方法である。

その他の脱出装置については、その特性を踏まえ、最大どれだけ避難時間がかかるかを想定して設定する必要がある。

-3 適用事例とその解説

-3-1 商業施設ビル地下の事例と解説

デパートなどの大規模な商業施設ビル（以下、「施設」という。）の地下をモデル地下空間として、1)地下空間の把握、2)地下空間の浸水状況の想定、3)地下空間浸水時の避難行動の想定、4)地下空間浸水時の避難安全性の検討を行った事例を以下に示す。

1) 地下空間の把握

a) 地形特性と浸水危険性の把握

市町村の都市計画図 1/2500 や河川事務所の浸水予想図から、施設周辺の地形特性および外水氾濫・内水氾濫による浸水の危険性を把握する。

ここでは、10km ほど西側に A 川（大川）が流れており、浸水想定区域図（外水氾濫）により、想定される浸水深は 2.0m であるとする。

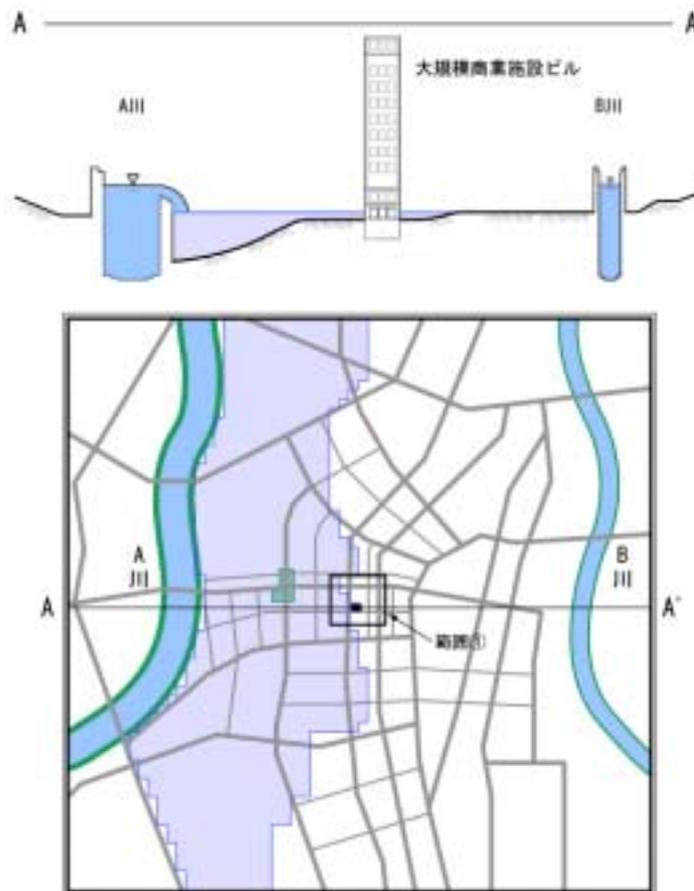


図 I - 28 浸水予想図（その 1）

【参照箇所】

I-1-2.
〔I-5〕

I-1-3.
〔I-6〕

【参照箇所】

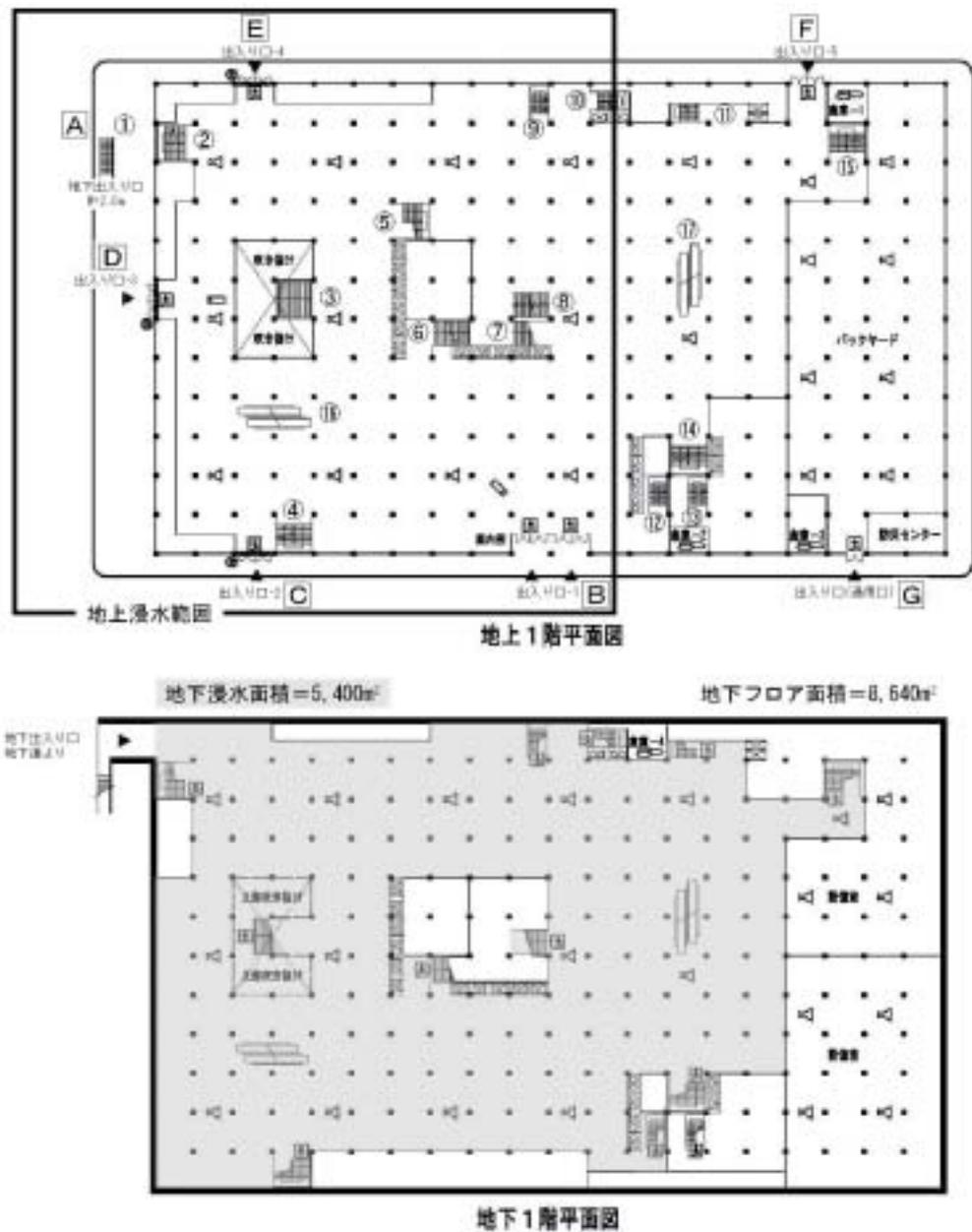
I-1-2.
〔I-5〕

b) 対象地下空間の把握 (概要)

施設の図面や諸元より、地下空間浸水想定に必要な構造を把握する。



図 I - 29 浸水予想図 (その 2)



地上 施設 B1 (外部階段) ~ 施設 1F 施設 B1 (内部階段およびエスカレーター)
〔A〕地上 施設 B1 (外部出入口) 〔B〕~〔G〕施設 1F 出入口 (〔F〕,〔G〕は氾濫水の流入なし)

図 I - 30 施設の平面図

i) 流入口および地下浸水床面積の設定

施設の図面や諸元より、地下空間浸水想定に必要な流入口と地下浸水床面積を設定する。項目の設定は、以下の考え方にもとづいて行う。

<考え方1>

氾濫水が流入する施設の地上出入り口や施設内部の階段・エスカレーターを流入口として、それぞれの流入幅¹⁾と流入高²⁾を計測し、流入状況が同様で流入高が同じ場合は、グルーピング（流入幅を合計して、1つの流入口として扱うこと）して設定する。

<考え方2>

施設の地上出入り口に、防水板や土のうを置くなどの浸水防止対策を行わない場合と行う場合に分けて設定する。

浸水防止対策を行わない場合は、施設内部の階段・エスカレーターを流入口とし、浸水防止対策を行う場合は、施設の地上出入り口を流入口とする。

1) 流入幅は、通常、階段やエスカレーターの幅に相当するが、上部が開口している場合は、その部分も流入幅に加える必要がある。また、開口部分が壁などに囲まれている場合は、その高さを越えると流入幅が開口部分を加えたものとなる。この場合、壁の部分は流入高が異なるため、別の流入口として考える。

2) 流入高は、氾濫水の流入が始まる流入口の高さで、通常は道路からの高さとするが、防水板や土のうが設置されている場合は、その高さを加えたものとする。

【参照箇所】

I-1-2.
〔I-5〕

I-2-1.
〔I-11〕
〔I-13〕

I-2-2.
1)

I-2-1.
〔I-12〕

表 I - 11 商業ビル施設の設定項目と設定値

大項目		小項目	設定値
流入口	浸水防止対策なし (施設内階段・エスカレーター)	流入幅 B の設定 (流入高 H でグルーピング)	流入口 1 (外部階段) H=0.20m B= 2.0m 流入口 2 (外部階段の側壁) H=1.40m B= 6.0m 流入口 3 (内部階段 ~) H=0.35m B=40.5m 流入口 4 (内部エスカレーター) H=0.35m B= 4.8m 流入口 5 (内部エスカレーターの側壁) H=1.70m B=36.0m
	浸水防止対策あり (施設出入り口)	流入幅 B の設定 (流入高 H でグルーピング)	流入口 1 (外部階段A (防水板×2段)) H=0.90m B= 2.0m 流入口 2 (外部階段Aの側壁) H=1.40m B= 6.0m 流入口 3 (施設出入り口B (土のう×3段)) H=0.80m B=12.0m 流入口 4 (施設出入り口C~E (防水板×1段)) H=0.70m B=18.0m
床面積と高さ(地階)		延べ床面積 A 浸水床面積 As 高さ Hs	A =8,640m ² As=5,400m ² Hs=4.15m
内部階段延長		最長 L	L=7.0m

流入口の個別設定値は、表 I-13, I-14 を参照。

【参照箇所】

I-2-1.
〔I-12〕

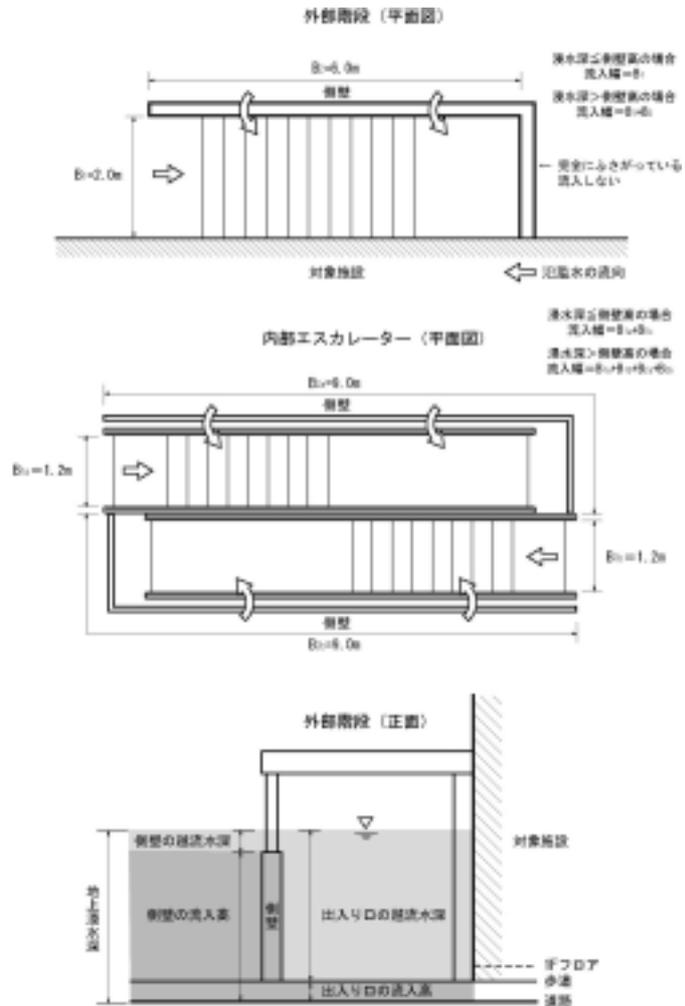


図 I - 31 流入口に側壁がある場合の流入幅の考え方

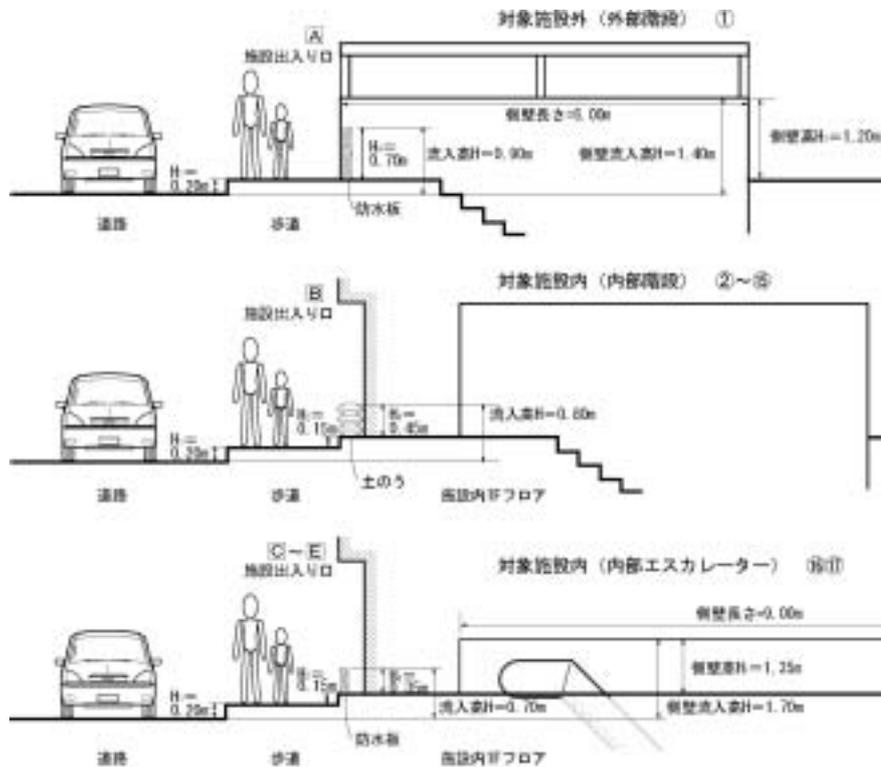


図 I - 32 流入高の考え方（浸水防止対策あり）

ii) 浸水防止対策

浸水防止対策は、地下空間への氾濫水の浸入を防止もしくは遅延・低減させる対策である。対象とする施設では、防水板と土のうによる浸水防止対策が可能であるとする。

- ・防水板の高さ = 0.35m / 1 段
- ・土のうの高さ = 0.15m / 1 段

表 I - 12 浸水防止対策の設置方法と設置効果

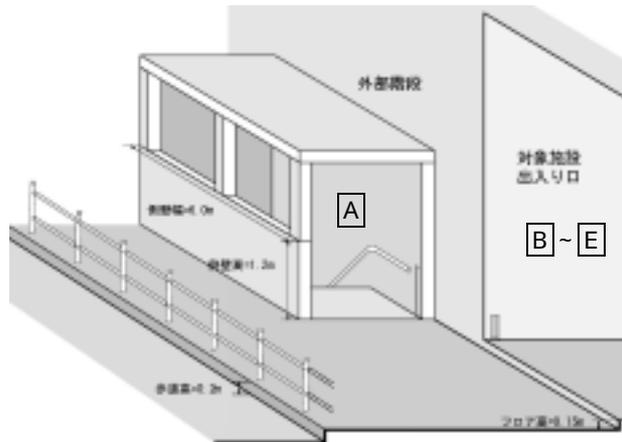
対策名	設置方法	設置数と効果
防水板 (外部階段)	地上の浸水と同時に自動で立ち上がる防水板を、外部階段(地下への直接出入口)に設置する。	防水板×7段：高さ70cm 設置した流入口からは、流入が約23分遅れる (想定浸水速度3cm/分の場合)
防水板 (地上出入口)	地上の浸水と同時に自動で立ち上がる防水板を、施設の地上出入口に設置する。	防水板×1段：高さ35cm 設置した流入口からは、流入が約12分遅れる (想定浸水速度3cm/分の場合)
土のう (地上出入口)	地上の浸水と同時に人の手で積み上げる土のうを、施設の地上出入口に設置する。	土のう×3段：高さ45cm 設置した流入口からは、流入が約15分遅れる (想定浸水速度3cm/分の場合)

【参照箇所】

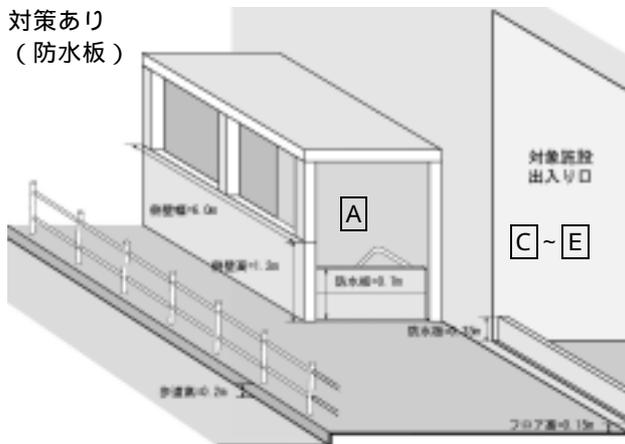
I-2-2.
1)

I-2-3.
〔I-14〕
2)

対策なし



対策あり
(防水板)



対策あり
(土のう)



図 I - 33 外部階段および地上出入口の浸水対策

【参照箇所】

c) 対象地下空間の把握 (詳細)

地下空間浸水想定に必要な流入口の個別設定を以下に示す。

I-1-1.

(I-2)

i) 浸水防止対策を行わない場合

施設の地上出入り口に浸水防止対策を行わない場合は、氾濫水が出入り口から施設1階に入り込み、施設外部の浸水深 (= 地上浸水深) と施設1階の浸水深が同じになって、内部階段・エスカレーターから流入するとして浸水想定を行う。

表 I - 13 流入口の諸元 (浸水防止対策なし)

No.	流入口の種類	流入経路	流入幅 B(m)	流入高				流入口 グループینگ
				歩道高 H1(m)	施設床高 H2(m)	側壁高 H3(m)	合計 H(m)	
	外部階段	地上 B1F	2.0	0.20	-	-	0.20	流入口 1
	外部階段側壁	地上 B1F	6.0	0.20	-	1.20	1.40	流入口 2
	内部階段	1F B1F	3.0	0.20	0.15	-	0.35	流入口 3
	内部階段	1F B1F	6.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	3.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	3.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	4.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	4.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	4.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	4.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	1.5	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	1.5	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	1.5	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	1.5	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	3.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部階段	1F B1F	3.0	0.20	0.15	-	0.35	
	内部エスカレーター	1F B1F	2.4	0.20	0.15	-	0.35	流入口 4
	内部エスカレーター	1F B1F	2.4	0.20	0.15	-	0.35	流入口 5
	内部エスカレーター側壁	1F B1F	18.0	0.20	0.15	1.35	1.70	
	内部エスカレーター側壁	1F B1F	18.0	0.20	0.15	1.35	1.70	

流入高... 氾濫水が流入を開始する高さで、地上浸水深 - 流入高 = 越流水深となる。
側壁高... 流入口を囲む壁で、これを越えると流入幅が広がり、一気に水が流れ込む。

I-1-3.

(I-8)

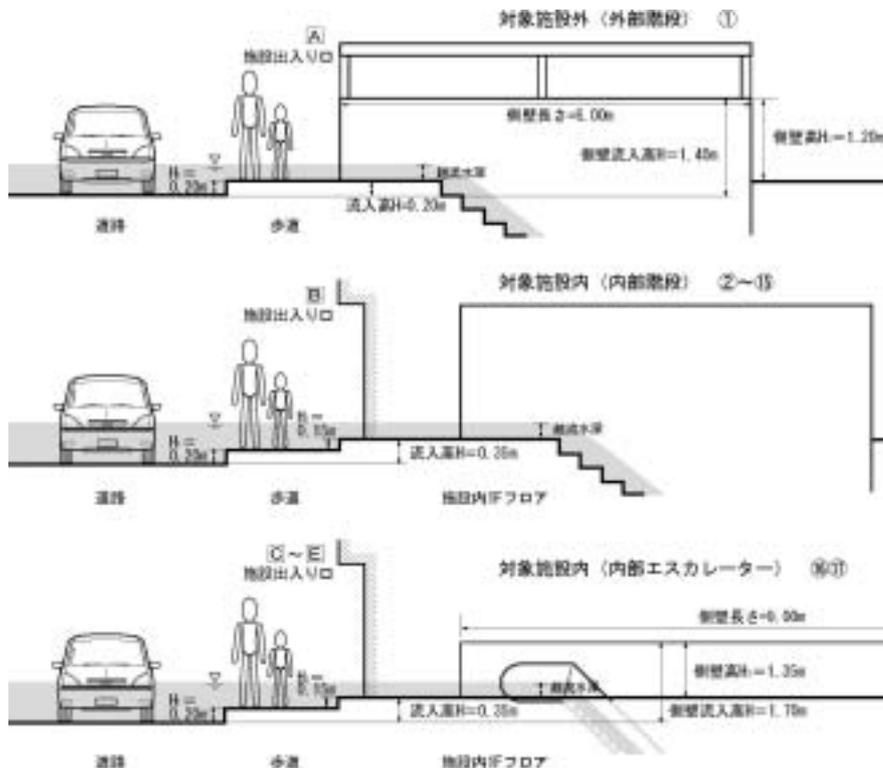


図 I - 34 氾濫水の地下流入の考え方 (浸水防止対策なし)

ii) 浸水防止対策を行う場合

施設の地上出入口に浸水防止対策（防水板または土のうの設置）を行う場合は、流入高を越えた氾濫水が施設の地上出入口から施設内部に入り込んだ流入量がそのまま地下へ流入するとして浸水想定を行う。

表 I - 14 流入口の諸元（浸水防止対策あり）

No.	流入口の種類	流入経路	流入幅 B(m)	流入高					合計 H(m)	流入口 グループ
				歩道高 H1(m)	施設床高 H2(m)	側壁高 H3(m)	対策高 H4(m) 仕様			
A	外部階段	地上 B1F	2.0	0.20	-	-	0.70	防水板×2	0.90	流入口1
	外部階段側壁	地上 B1F	6.0	0.20	-	1.20	-		1.40	流入口2
B	施設出入口1	1F B1F	12.0	0.20	0.15	-	0.45	土のう×3	0.80	流入口3
C	施設出入口2	1F B1F	6.0	0.20	0.15	-	0.35	防水板×1	0.70	流入口4
D	施設出入口3	1F B1F	6.0	0.20	0.15	-	0.35	防水板×1	0.70	
E	施設出入口4	1F B1F	6.0	0.20	0.15	-	0.35	防水板×1	0.70	
F	施設出入口5	浸水なし	6.0	0.20	0.15	-	0.45	土のう×3	0.80	-
G	施設出入口6	浸水なし	3.0	0.20	0.15	-	0.15	防水板×1	0.50	-

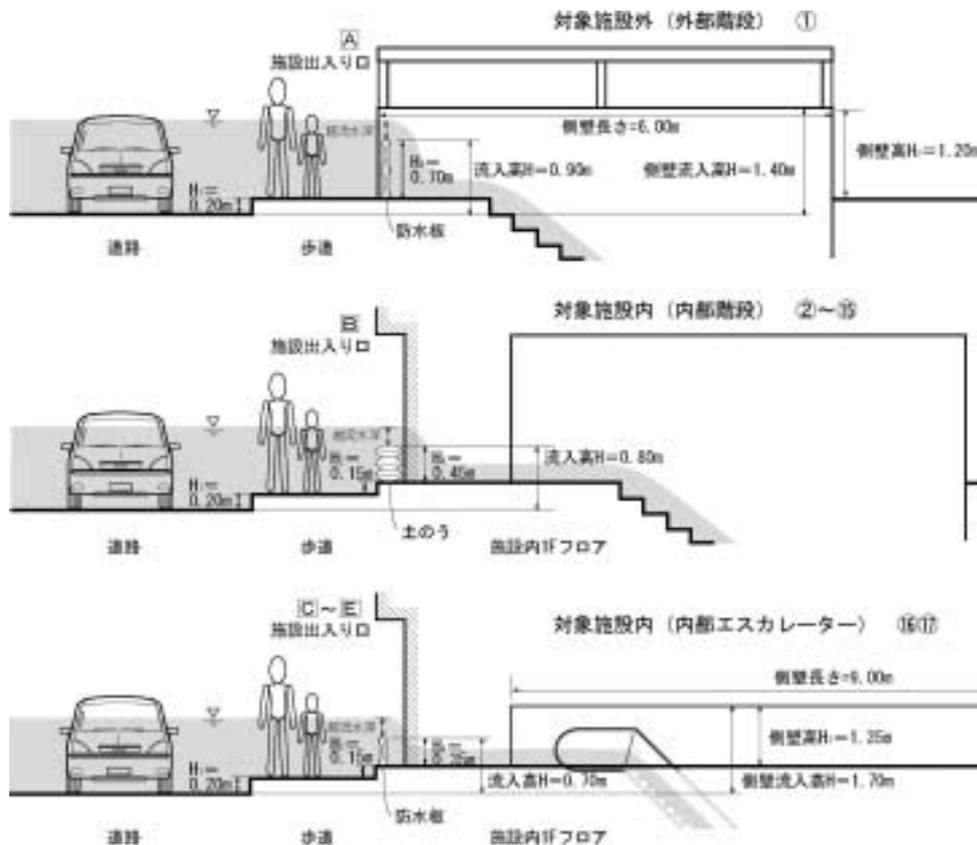


図 I - 35 氾濫水の地下流入の考え方（浸水防止対策あり）

【参照箇所】

I-2-3.
〔I-14〕
2)

I-2-1.
〔I-12〕
〔I-13〕

I-1-3.
〔I-8〕

【参照箇所】

I-1-2.
〔I-5〕

2) 地下空間の浸水状況の想定

「I-1-2〔I-5〕地下空間浸水時避難安全検討法の流れ」にもとづいて行った、施設の地下空間の浸水状況の想定（以下、「浸水想定」という。）の事例を以下に示す。

a) 浸水想定の手順

浸水想定の手順を以下に示す。

I-1-2.
〔I-5〕
2)

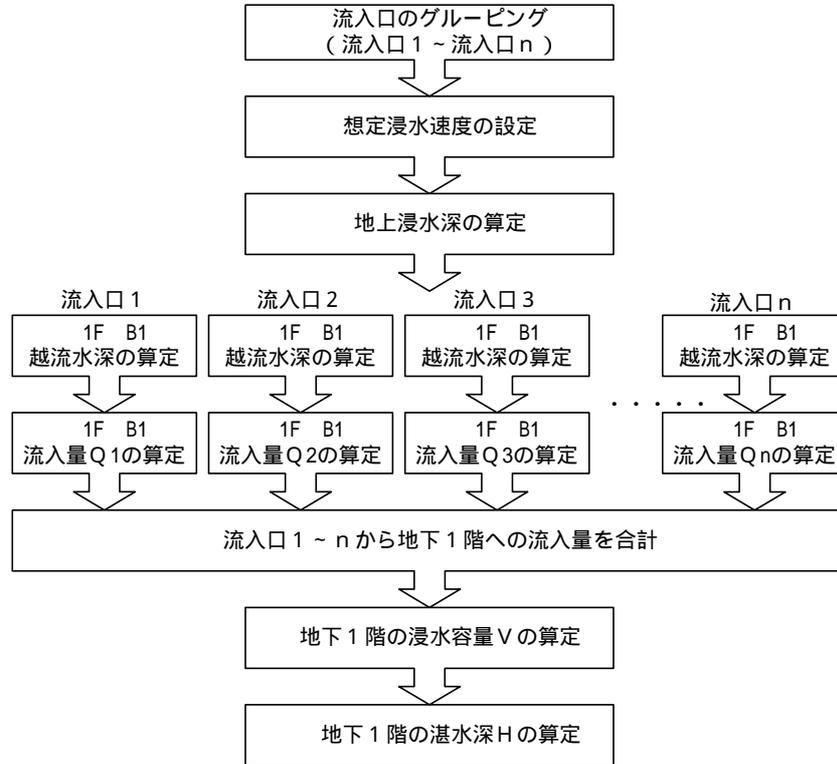


図 I - 36 浸水想定の手順

< 手 順 >

流入口のグルーピング

流入状況が同様に流入高が同じものを流入口 n (n = 1 ~ 5) としてグルーピングを行う。

I-2-1.
〔I-13〕

< 流入口 1 > 外部階段	: 流入高 $hr_1 = 0.20\text{m}$	流入幅 $B_1 = 2.0\text{m}$
< 流入口 2 > 外部階段 の側壁	: 流入高 $hr_2 = 1.40\text{m}$	流入幅 $B_2 = 6.0\text{m}$
< 流入口 3 > 施設内部階段 ~	: 流入高 $hr_3 = 0.35\text{m}$	流入幅 $B_3 = 40.5\text{m}$
< 流入口 4 > 施設内部エスカレーター	: 流入高 $hr_4 = 0.35\text{m}$	流入幅 $B_4 = 4.8\text{m}$
< 流入口 5 > 施設内部エスカレーター の側壁	: 流入高 $hr_5 = 1.70\text{m}$	流入幅 $B_5 = 36.0\text{m}$

地上出入り口の浸水状況の想定（想定浸水速度の設定）

浸水想定区域図による地上の最大浸水深と I-1-3〔I-6〕から想定浸水速度を設定した。

I-1-3.
〔I-6〕

I-2-4.
2)

最大浸水深	= 2.0m
想定浸水速度	= 3.0cm/分

地上浸水深の算定

$$H_{GL}(t) = \text{想定浸水速度} 3.0(\text{cm/分}) \times \text{経過時間}(\text{分}) \div 100$$

ここで、 $H_{GL}(t)$: t 時刻の地上浸水深(m)

越流水深の算定

で求めた地上浸水深から越流水深を流入口ごとに算定する。

$$H_n(t) = H_{GL}(t) - h r_n$$

ここで、 $H_n(t)$: t時刻の流入口nの越流水深(m)
 $H_{GL}(t)$: t時刻の地上浸水深(m)
 $h r_n(t)$: 流入口nの流入高(m)

地上から地下1階への流入量の算定

t時刻の地下1階への流入量を流入口ごとに求める。

$$Q_n(t) = 1.59 B_n H_n(t)^{1.65} \quad \dots \text{式1 (国土交通省国土技術総合政策研究所の実験式)}$$

ここで、 $Q_n(t)$: t時刻の流入口nから地下1階への流入量(m³/s)
 B_n : 流入口nの流入幅(m)
 $H_n(t)$: t時刻の流入口nの越流水深(m)
 1.59 : 係数 c1
 1.65 : 係数 c2

各流入口の流入量の合計

で求めた各流入口の流入量を合計する。

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n Q_i(t) = Q_1(t) + Q_2(t) + Q_3(t) \dots Q_n(t) \quad \dots \text{式2}$$

ここで、 $Q(t)$: t時刻の流入口1~nから地下1階への流入量の合計(m³/s)

地下1階の浸水容量の算定

で求めた総流入量Qから地下1階の浸水容量を算定する。

$$V(t) = \int_0^t Q(t) dt = \{ Q(t) + Q(t-1) \} / 2 \times dt + V(t-1) \quad \dots \text{式3}$$

ここで、 $V(t)$: t時刻の地下1階の浸水容量(m³)
 dt : 時間 t-(t-1) (秒)

地下1階の浸水深の算定

で求めた浸水容量から地下1階の浸水深を算定する。

$$H_s(t) = V(t) / A_s \quad \dots \text{式4}$$

ここで、 $H_s(t)$: t時刻の地下1階の浸水深(m)
 A_s : 地下1階の浸水床面積(m²)

【参照箇所】

I-1-3.

〔I-7〕

I-2-3.

〔I-17〕

I-2-4.

2)

I-1-3.

〔I-7〕

I-2-3.

〔I-17〕

I-2-4.

1)

I-1-3.

〔I-7〕

I-2-3.

〔I-18〕

I-2-4.

1)

I-1-3.

〔I-8〕

I-2-3.

〔I-19〕

表I - 15 浸水想定算定表(例)

時刻 (t)	地上の 浸水深	式1		式1		...	式1		式2	式3	式4
		流入口1		流入口2			流入口n		合計 流入量 Q	浸水 容量 V	浸水深 H _s
		越流水深 H ₁	流入量 Q ₁	越流水深 H ₂	流入量 Q ₂		越流水深 H _n	流入量 Q _n			
1	HH(1)	0	0	H ₂ (1)	Q ₂ (1)	...	0	0	Q(1)	V(1)	H _s (1)
2	HH(2)	0	0	H ₂ (2)	Q ₂ (2)	...	H _n (2)	Q _n (2)	Q(2)	V(2)	H _s (2)
3	HH(3)	H ₁ (3)	Q ₁ (3)	H ₂ (3)	Q ₂ (3)	...	H _n (3)	Q _n (3)	Q(3)	V(3)	H _s (3)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
t	HH(t)	H ₁ (t)	Q ₁ (t)	H ₂ (t)	Q ₂ (t)	...	H _n (t)	Q _n (t)	Q(t)	V(t)	H _s (t)

b) 浸水想定および避難困難水深になる時間の算定

【参照箇所】

I-1-3.

〔I-7〕

〔I-8〕

I-2-3.

〔I-17〕

〔I-18〕

〔I-19〕

I-2-4.

i) 算定例

浸水想定および避難困難水深になる時間の算定例を以下に示す。(浸水防止対策なしのケース)

- ・係数 c1, c2 ... 流入量計算式: $Q(t) = 1.59 B H(t)^{1.65}$ の係数
- ・最大浸水深 = 2.0m
- ・想定浸水速度 1 = +3.0cm/分 ... 最大浸水深到達までの水位上昇速度
- ・想定浸水速度 2 = -3.0cm/分 ... 最大浸水深到達後の水位下降速度
- ・階段避難困難水深 = 20cm に設定
- ・地下フロア避難困難水深 = 30cm に設定

表 I - 16 浸水想定算定例および避難困難水深になる時間 (浸水防止対策なし)

係数 c1		1.59		0.20		0.20		0.20		0.20		0.20		歩道高		
係数 c2		1.65		0.20		0.15		0.15		0.15		0.15		施設707高		
想定浸水速度1(cm/分)		3												対策高		
最大浸水深(m)		2												側壁高		
最大浸水深到達時間(分)		66.7														
想定浸水速度2(cm/分)		-3														
流入高(m)		0.20		1.40		0.35		0.35		1.70						
流入割合計(m)		2.00		6.00		40.50		4.80		36.00						
地下空間浸水面積(m ²)		5400														
地下空間高さ(m)		4.15														
計算時間ビッチ(分)		0.5														
t(min)	地上水深(m)	越流		施設の地下空間												
		水深(1)(m)	流量(1)(m ³ /s)	水深(2)(m)	流量(2)(m ³ /s)	水深(3)(m)	流量(3)(m ³ /s)	水深(4)(m)	流量(4)(m ³ /s)	水深(5)(m)	流量(5)(m ³ /s)	合計流入量(m ³ /s)	浸水容量(m ³)	満杯1:満杯	浸水深(m)	
6	0.180															
6.25	0.188															
6.5	0.195															
6.75	0.203	0.003	0.00								0.00	0.001214			2.25E-07	
7	0.210	0.010	0.00								0.00	0			2.66E-06	
7.25	0.218	0.018	0.00								0.00	0			1.04E-05	
7.5	0.225	0.025	0.01								0.01	0			0.000	
7.75	0.233	0.033	0.01								0.01	0			0.000	
8	0.240	0.040	0.02								0.02	0			0.000	
8.25	0.248	0.048	0.02								0.02	1			0.000	
8.5	0.255	0.055	0.03								0.03	1			0.000	
8.75	0.263	0.063	0.03								0.03	2			0.000	
9	0.270	0.070	0.04								0.04	2			0.000	
9.25	0.278	0.078	0.05								0.05	3			0.001	
9.5	0.285	0.085	0.05								0.05	4			0.001	
9.75	0.293	0.093	0.06								0.06	4			0.001	
10	0.300	0.100	0.07								0.07	5			0.001	
10.25	0.308	0.108	0.08								0.08	7			0.001	
10.5	0.315	0.115	0.09								0.09	8			0.001	
10.75	0.323	0.123	0.10								0.10	9			0.002	
11	0.330	0.130	0.11								0.11	11			0.002	
11.25	0.338	0.138	0.12								0.12	13			0.002	
11.5	0.345	0.145	0.13								0.13	14			0.003	
11.75	0.353	0.153	0.14			0.003	0.00	0.003	0.00		0.15	16			0.003	
12	0.360	0.160	0.15			0.010	0.03	0.010	0.00		0.19	19			0.004	
12.25	0.368	0.168	0.17			0.018	0.08	0.018	0.01		0.26	22			0.004	
12.5	0.375	0.175	0.18			0.025	0.15	0.025	0.02		0.34	27			0.005	
12.75	0.383	0.183	0.19			0.033	0.23	0.033	0.03		0.44	33			0.006	
13	0.390	0.190	0.21			0.040	0.32	0.040	0.04		0.56	40			0.007	
13.25	0.398	0.198	0.22			0.048	0.42	0.048	0.05		0.69	50			0.009	
13.5	0.405	0.205	0.23			0.055	0.54	0.055	0.06		0.83	61			0.011	
13.75	0.413	0.213	0.25			0.063	0.66	0.063	0.08		0.99	75			0.014	
14	0.420	0.220	0.26			0.070	0.80	0.070	0.09		1.16	91			0.017	
14.25	0.428	0.228	0.28			0.078	0.95	0.078	0.11		1.34	110			0.020	
14.5	0.435	0.235	0.29			0.085	1.10	0.085	0.13		1.52	131			0.024	
14.75	0.443	0.243	0.31			0.093	1.27	0.093	0.15		1.72	155			0.029	
15	0.450	0.250	0.32			0.100	1.44	0.100	0.17		1.94	183			0.034	
15.25	0.458	0.258	0.34			0.108	1.62	0.108	0.19		2.16	214			0.040	
15.5	0.465	0.265	0.36			0.115	1.82	0.115	0.22		2.39	248			0.046	
15.75	0.473	0.273	0.37			0.123	2.02	0.123	0.24		2.63	285			0.053	
16	0.480	0.280	0.39			0.130	2.22	0.130	0.26		2.88	326			0.060	
16.25	0.488	0.288	0.41			0.138	2.44	0.138	0.29		3.13	372			0.069	
16.5	0.495	0.295	0.42			0.145	2.66	0.145	0.32		3.40	421			0.078	
16.75	0.503	0.303	0.44			0.153	2.89	0.153	0.34		3.68	474			0.088	
17	0.510	0.310	0.46			0.160	3.13	0.160	0.37		3.96	531			0.098	
17.25	0.518	0.318	0.48			0.168	3.38	0.168	0.40		4.26	593			0.110	
17.5	0.525	0.325	0.50			0.175	3.63	0.175	0.43		4.56	659			0.122	
17.75	0.533	0.333	0.52			0.183	3.89	0.183	0.46		4.87	729			0.135	
18	0.540	0.340	0.54			0.190	4.16	0.190	0.49		5.19	805			0.149	
18.25	0.548	0.348	0.56			0.198	4.43	0.198	0.53		5.51	885			0.164	
18.5	0.555	0.355	0.58			0.205	4.71	0.205	0.56		5.85	970			0.180	
18.75	0.563	0.363	0.60			0.213	5.00	0.213	0.59		6.19	1,060			0.196	
19	0.570	0.370	0.62			0.220	5.29	0.220	0.63		6.54	1,156			0.214	
19.25	0.578	0.378	0.64			0.228	5.60	0.228	0.66		6.90	1,257			0.233	
19.5	0.585	0.385	0.66			0.235	5.90	0.235	0.70		7.26	1,363			0.252	
19.75	0.593	0.393	0.68			0.243	6.22	0.243	0.74		7.63	1,475			0.273	
20	0.600	0.400	0.70			0.250	6.54	0.250	0.77		8.01	1,592			0.295	
20.25	0.608	0.408	0.72			0.258	6.86	0.258	0.81		8.40	1,715			0.318	
20.5	0.615	0.415	0.75			0.265	7.20	0.265	0.85		8.80	1,844			0.341	
20.75	0.623	0.423	0.77			0.273	7.54	0.273	0.89		9.20	1,979			0.366	
21	0.630	0.430	0.79			0.280	7.88	0.280	0.93		9.61	2,120			0.393	

ii) 算定結果

次の3ケースについて、浸水想定および避難困難水深になる時間の算定結果を示す。

浸水防止対策なし（無対策）

浸水防止対策あり（施設1F出入口に防水板・土のうを設置）

浸水防止対策あり（外部階段に防水板、施設1F出入口に防水板・土のうを設置）

表 I - 17 地下流入開始時間と避難困難水深になる時間

ケース	浸水防止対策	(諸元)				(計算結果)			
		歩道高	1F フロア高	防水板高 (外階段)	防水板高 土のう高 (1F入口)	地下流入 開始までの 時間(分)	避難困難水深までの時間(分)		地下水深 30cmまで
							越流水深20cmまで 外階段	内階段	
	無対策	20cm				6.8	13.5 [40.5cm]	18.5 [55.5cm]	20.3 [60.8cm]
	防水板・土のう (1F入口)	20cm	15cm		防水板：35cm 土のう：45cm (15cm*3)	6.8	13.5 [40.5cm]	30.0 [90.05cm]	31.3 [93.8cm]
	防水板・土のう (外階段+1F入口)	20cm	15cm	70cm (35cm*2)	防水板：35cm 土のう：45cm (15cm*3)	23.5	36.8 [110.3cm]	30.0 [90.05cm]	35.0 [105.0cm]

[] は地上浸水深

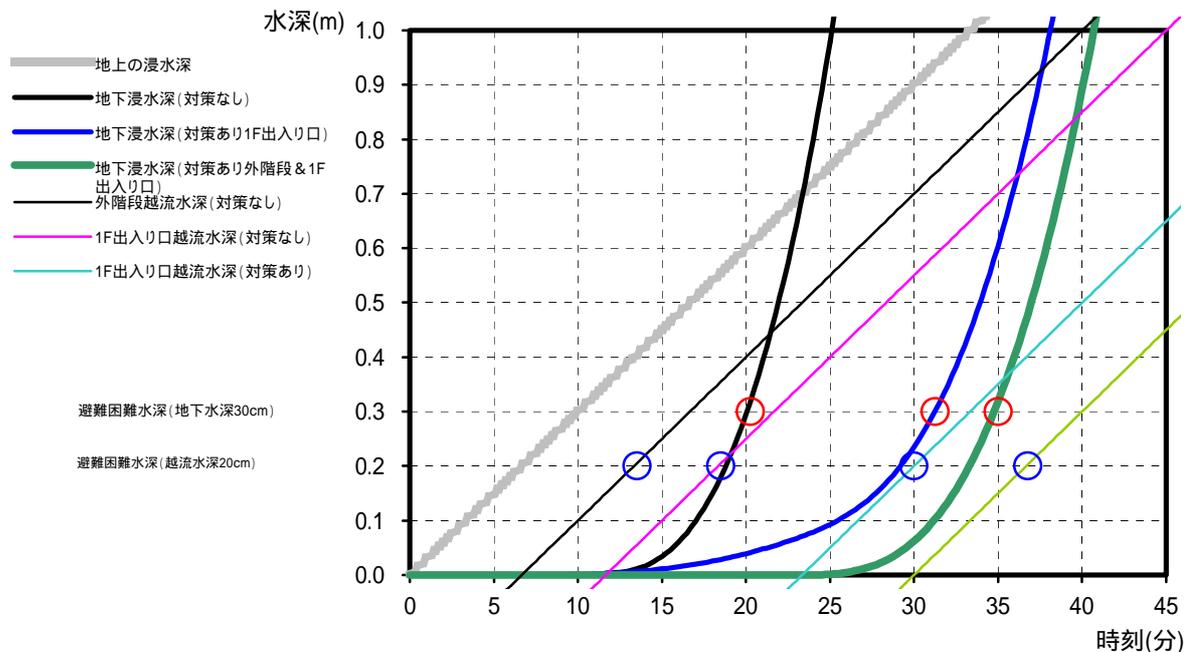


図 I - 37 浸水想定結果グラフ（施設の浸水防止対策別）

図 I-37 は、地上道路の浸水深と出入口の越流水深、地下フロアの浸水深を縦軸にしてそれぞれの浸水変化を表示したものである。無対策（ケース ）では、地上が浸水してから約7分で地下への流入し始め、約14分で外階段からの避難が困難になる。その5分後には内階段からの避難が困難になる。また約20分後には地下での歩行が困難になる。それに対して、ケース では、内階段において対策することで内階段の避難困難時間を遅らせることができ、さらに流入を遅延させているので地下での避難困難時間を遅らせること効果がでている。

【参照箇所】

I-1-2.
〔I-5〕
3),4)

I-1-4.
〔I-9〕

3) 地下空間浸水時の避難行動の想定

「I-1-2〔I-5〕地下空間浸水時避難安全検討法の流れ」にもとづいて行った、施設の地下空間浸水時の避難行動の想定（以下、「避難想定」という。）について、

)無対策（避難促進のための対策なし）

)一斉通報1（管理者による地上監視で一斉通報を可能とする対策）

)一斉通報2（地上型浸水センサーを設置して一斉通報を可能とする対策）

の3ケースの事例を以下に示す。

避難想定では、異変認知時間、意思決定時間、移動時間、およびそれらを合計した避難行動所要時間を下記の手順で算定する。

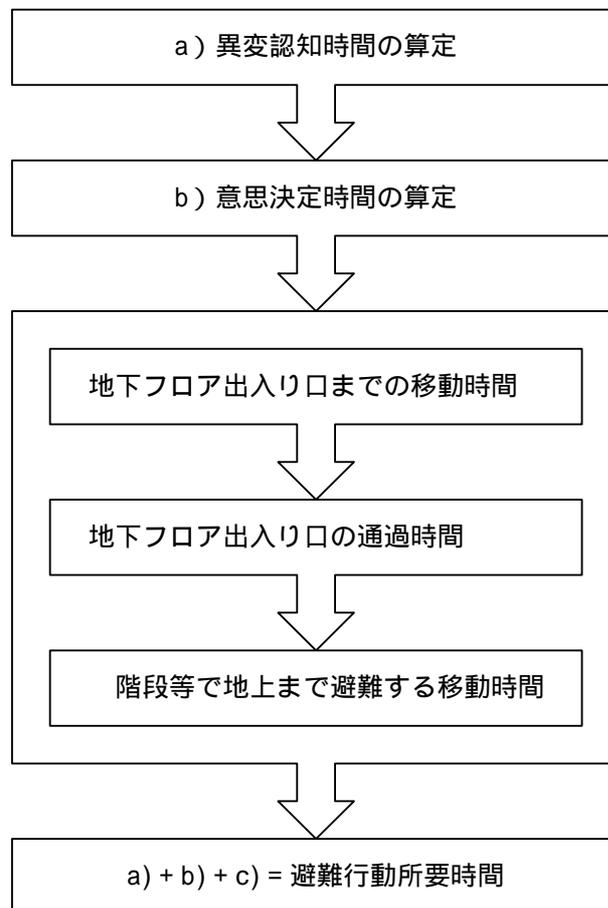


図 I - 38 避難想定の手順

a) 異変認知時間の算定

異変認知時間は、地上の浸水開始から地下街等の管理者または一般の利用者が地下浸水の危険性を認知するまでの時間で、次頁の「表 1 - 18 避難困難水深になる時間および異変認知時間(浸水防止対策あり)」より異変認知時間の算定例を見ると、以下のようになる。

i) 無対策

異変認知の設定値：居室部 (= 地下フロア) の浸水深 = 3 cm

異変認知時間 : 15分

ii) 一斉通報 1 (管理者による地上監視)

異変認知の設定値：地上浸水深 = 10 cm

異変認知時間 : 3分

iii) 一斉通報 2 (地上型浸水センサーの設置)

異変認知の設定値：地上浸水深 = 3 cm

異変認知時間 : 1分

b) 意思決定時間の算定

意思決定時間は、地下空間の浸水危険性を認識してから、それが地下空間にいる全員に伝達され、避難行動を開始するまでの時間である。意思決定時間の算定例を以下に示す。

i) 無対策

意思決定時間の計算式： $\frac{\sqrt{\text{床面積}(m^2)}}{30} + 3$ (分)

意思決定時間 : $\frac{\sqrt{8640}}{30} + 3$ 6分

注：床面積は浸水床面積ではなく、地下フロア全体の面積

ii) 一斉通報 1 (管理者による地上監視)

意思決定時間 : 3分

iii) 一斉通報 2 (地上型浸水センサーの設置)

意思決定時間 : 3分

【参照箇所】

I-1-4.
〔I-9〕
1)

I-2-5.
1)
〔I-20〕

I-2-5.
1)
〔I-21〕

I-2-5.
1)
〔I-22〕

I-1-4.
〔I-9〕
2)

I-2-5.
2)
〔I-24〕

c) 移動時間の算定

移動時間は、無対策、一斉通報にかかわらず、地下フロアで避難行動を起こしてから地上に避難するまでの時間で、
 避難行動の開始から地下フロア出入り口までの移動時間
 地下フロア出入り口の通過時間（滞留時間）
 階段等を昇り地上に避難するまでの移動時間
 の合計とする。

避難行動開始から地下フロア出入り口までの移動時間

避難行動開始から地下フロア出入り口までの移動時間は、以下の考え方で計算式を用いて算定する。

<考え方>

出入り口から最も遠い位置にいる利用者の移動時間を想定する。（「図 I-39 避難経路」を参照。） 移動は縦横（図面上の水平鉛直方向）に行い、斜めには移動しない。

<計算式>

計算式 : 移動時間 $t_1 = \frac{l_1}{\alpha v_1}$ (分)

ここで、 l_1 : 歩行距離 (m)

α : 浸水時歩行速度割引係数 ($1 - \frac{30}{70} = 0.57$)

v_1 : 平坦地の標準歩行速度 (60m/分)

<算定例>

歩行距離 $l_1 = 85(m)$ として計算

移動時間 $t_1 = \frac{85}{0.57 \times 60} = 2.5$ (分)

【参照箇所】

I-1-4.
 (I-9)
 3)

I-2-5.
 3)
 (I-25)
 (I-26)

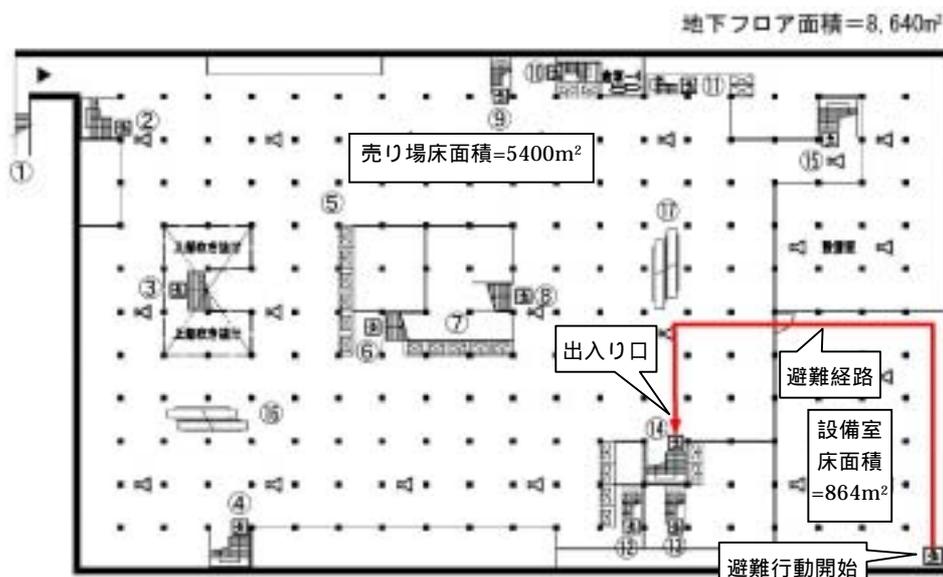


図 I - 39 避難経路

【参照箇所】

I-1-4.
〔I-9〕
4)

地下フロア出入口の通過時間 (= 滞留時間)

避難の際、利用者の密度によって、居室を出る時および階段等の地下フロア出入口を昇り始める時に人の滞留が起こるため、これらの時間を以下の考え方と計算式を用いて算定する。

< 考え方 >

出入口から最も遠い位置にいる利用者が、設備室から出る時の出入口通過時間と、売り場から階段室に入る時の階段口通過時間を合計したものが地下フロア出入口の通過時間となる。この場合、売り場床面積に対する有効出入口幅は、全内部階段の幅の合計となる。

I-2-5.
4)
〔I-27〕

< 計算式 >

$$\text{計算式} : \text{通過時間 } t_2 = \sum \frac{PA}{NB} \text{ (分)}$$

ここで、 P : 利用者密度 (人/ m^2) ... 居室の種類による

A : 床面積 (m^2)

N : 有効流動係数 (=90)

B : 有効出入口幅 (m)

< 算定例 >

(その1) 設備室出入口の通過時間

利用者密度 $P = 0.125$ (人/ m^2)

床面積 $A = 864$ (m^2) ... 設備室の床面積

有効流動係数 $N = 90$

有効出口幅 $B = 2.0$ (m) として計算

$$\text{通過時間 } t_{2a} = \frac{0.125 \times 864}{90 \times 2.0} = 0.6 \text{ (分)}$$

(その2) 売り場から階段口の通過時間

利用者密度 $P = 0.5$ (人/ m^2)

床面積 $A = 5400$ (m^2) ... 売り場の床面積

有効流動係数 $N = 90$

有効出口幅 $B = 40.5$ (m) ... 全内部階段幅の合計

$$\text{通過時間 } t_{2b} = \frac{0.5 \times 5400}{90 \times 40.5} = 0.8 \text{ (分)}$$

$$\text{通過時間合計} = 0.6 + 0.8 = 1.4 \text{ (分)}$$

階段等を昇り地上に避難するまでの移動時間

階段等を昇って地上に避難するまでの移動時間は、以下の考え方と計算式を用いて算定する。

< 考え方 >

出入り口から最も遠い位置にいる避難者の移動時間。本ケースでは、「図 1 - 39 避難経路」で示す内部階段 で避難することとして算定する。

< 計算式 >

計算式 : 移動時間 $t_2 = \frac{\ell_2}{\beta v_2}$ (分)

ここで、 ℓ_2 : 階段距離 (m)

β : 浸水時歩行速度割引係数 (1 - 20/30 = 0.33)

v_2 : 階段昇りの標準歩行速度 (27m/分)

< 計算結果 >

階段距離 $\ell_2 = 15.0$ (m) として計算

移動時間 $t_2 = \frac{15.0}{0.33 \times 27} = 1.7$ (分)
--

移動時間の合計

避難行動の開始から地下フロア出入り口までの移動時間	: 2.5 分
地下フロア出入り口の通過時間 (滞留時間)	: 1.4 分
階段等を昇り地上に避難するまでの移動時間	: 1.7 分
移動時間合計	: 6.6 分

【参照箇所】

I-1-4.
〔I-9〕
5)

I-2-5.
5)
〔I-28〕

【参照箇所】

I-1-4.
〔I-9〕

d) 避難想定の結果（避難行動時間）

異変認知時間、意思決定時間、移動時間を合計した避難行動所要時間を、各ケースについて以下に示す。

i) 無対策

異変認知時間	: 15.0分
意思決定時間	: 6.0分
移動時間	: 6.6分
避難行動所要時間	: 27.6分

1-2-5.

ii) 一斉通報1（管理者による地上監視）

異変認知時間	: 3.0分
意思決定時間	: 3.0分
移動時間	: 6.6分
避難行動所要時間	: 12.6分

iii) 一斉通報2（地上型浸水センサーの設置）

異変認知時間	: 1.0分
意思決定時間	: 3.0分
移動時間	: 6.6分
避難行動所要時間	: 10.6分

4) 地下空間浸水時の避難安全性の検討

浸水想定の結果から得られた避難困難水深（地下フロアと階段）に至る時間と、避難想定の結果から得られた避難行動所要時間から、以下の計算式を用いて、ケースごとの避難行動余裕時間を算定する。

I-1-5.
〔I-10〕

< 計算式 >

$$\text{避難行動余裕時間} = \text{避難困難水深になる時間} - \text{避難行動所要時間}$$

< 算定結果 >

算定した結果を、「表 I - 19 地下空間の浸水想定および避難想定の結果」に示す。

< 検討結果から得られるその他の情報 >

ケース1では避難困難水深になる時間が18.5分なのに対し、避難行動所要時間が27.6分であり、避難余裕時間がまったくない結果となった。この現状に対して浸水防止対策および情報収集、浸水危険性の周知、避難誘導の対策を実施した効果が表I-19に現れている。

商業施設では地上に管理者がいることから、現状に近いのはケース2といえる。地上にいる従業員が浸水危険性に気づき、一斉通報を行うと無対策と比較して避難行動所要時間を15分短縮することができ、避難行動余裕時間も約6分となっている。

これに対して浸水センサーによる異変認知時間の短縮、防水板による避難困難水深になる時間の遅延効果がでている。

内階段に加えて外階段にも防水板を設置することによる避難余裕時間の効果は見えにくいですが、流入開始までの時間を遅延させることができ、浸水深2.0mのような氾濫ではなく小規模な洪水であれば浸水を防止可能となり、資産を守る効果は期待できる。

本事例では、出入口全部に防水板、土のうによる浸水防止対策を実施することとし、コストの問題から地表の監視は従業員が行うこととした。（ケース6）

表 I-19 地下空間浸水想定および避難想定の結果(大規模商業施設ビル)

ケース名	自動立上げ防水板(外階段)	自動立上げ防水板or土のう(内階段)	浸水センサー十一斉通報	避難誘導	①		②		③		④		⑤		⑥	
					流入開始までの時間(分)	地下水深30cmまでの時間(分)	越流水深20cmまでの時間(分)	越流水深20cmまでの時間(分)	異変認知時間(分)	意思決定時間(分)	移動時間(分)	避難行動時間(分)	避難行動余裕時間(分)★			
1 無対策				内階段から2階へ誘導	6.8	20.3	13.5	18.5	15.0	6.0	6.6	27.6	▲ 9.1			
2 一斉通報1			地上監視十一斉通報	内階段から2階へ誘導	6.8	20.3	13.5	18.5	3.0	3.0	6.6	12.6	5.9			
3 一斉通報2			浸水センサー十一斉通報	内階段から2階へ誘導	6.8	20.3	13.5	18.5	1.0	3.0	6.6	10.6	7.9			
4 自動立上げ防水板(内)		IF入口(4)防水板35cmUP土のう45cmUP		内階段から2階へ誘導	6.8	31.3	13.5	30.0	18.8	6.0	6.6	31.4	▲ 1.4			
5 自動立上げ防水板(内)十一斉通報2		IF入口(4)防水板35cmUP土のう45cmUP	浸水センサー十一斉通報	内階段から2階へ誘導	6.8	31.3	13.5	30.0	1.0	3.0	6.6	10.6	19.4			
6 自動立上げ防水板(外+内)十一斉通報1	外階段(1)70cm	IF入口(4)防水板35cmUP土のう45cmUP	地上監視十一斉通報	内階段から2階へ誘導	23.5	35.0	36.8	30.0	3.0	3.0	6.6	12.6	17.4			
7 自動立上げ防水板(外+内)十一斉通報2	外階段(1)70cm	IF入口(4)防水板35cmUP土のう45cmUP	浸水センサー十一斉通報	内階段から2階へ誘導	23.5	35.0	36.8	30.0	1.0	3.0	6.6	10.6	19.4			

※ 流入口は、外部階段(1)と施設IF入口(4)で、内部階段には施設入口から流入した汎水が到達する。

※ 防水板の()内の数値は設置必要個所数

※ 外階段へは誘導しないので、越流水深20cmは②内階段を考える。

①: 地下フロア避難困難水深

②: 階段避難困難水深

赤字は最短時間

※ 地上が浸水し始める時間を0分とする

※ 外階段からは避難しない

★ 避難行動余裕時間:

避難困難水深までの時間 - 避難行動所要時間 = min(①, ②) - ⑥

【参照箇所】

I-1-2.
〔I-5〕

-3-2 地下街の事例と解説

デパート及び複数のオフィスビルが接続している、大規模な地下街(以下、「地下街」という。)をモデル地下空間として、1)地下空間の把握、2)地下空間の浸水状況の想定、3)地下空間浸水時の避難行動の想定、4)地下空間浸水時の避難安全性の検討を行った事例を以下に示す。

1) 地下空間の把握

a) 地形特性と浸水危険性の把握

市町村の都市計画図 1/2500 や河川事務所の浸水予想図から、地下街周辺の地形特性および外水氾濫・内水氾濫による浸水の危険性を把握する。

I-1-3.
〔I-6〕

i) 内水氾濫

ここでは、地下街が位置する地盤が周辺よりやや低く、内水氾濫が起きるおそれのある場所で、都市浸水想定区域図(内水氾濫)により、想定される浸水深は0.3mとする。

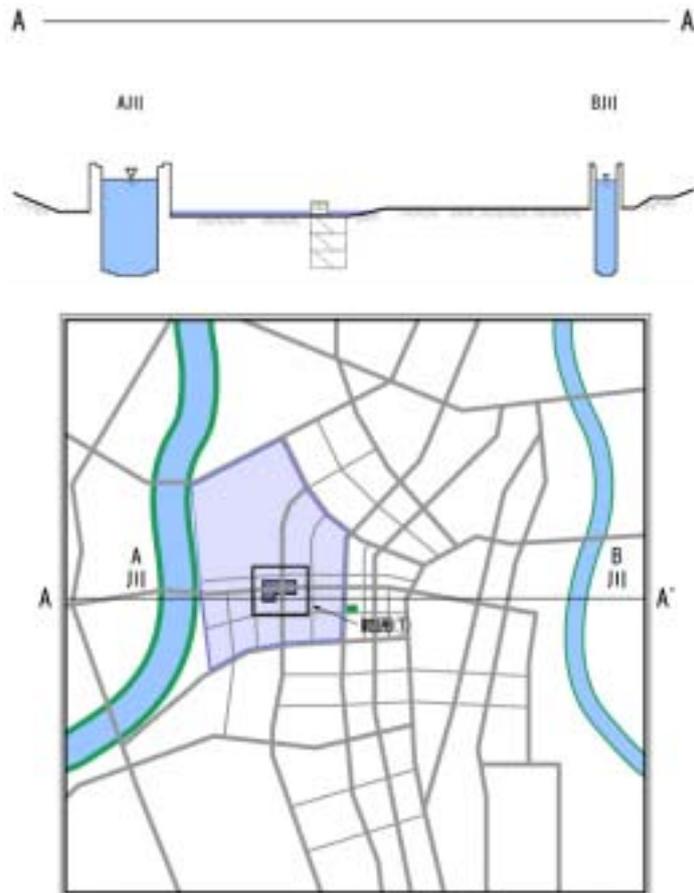


図 I - 40 浸水予想図(その1)

ii) 外水氾濫

ここでは、5 km ほど西側に A 川（大川）が流れており、都市洪水想定区域図（外水氾濫）により、想定浸水深は 2.0m であると想定する。

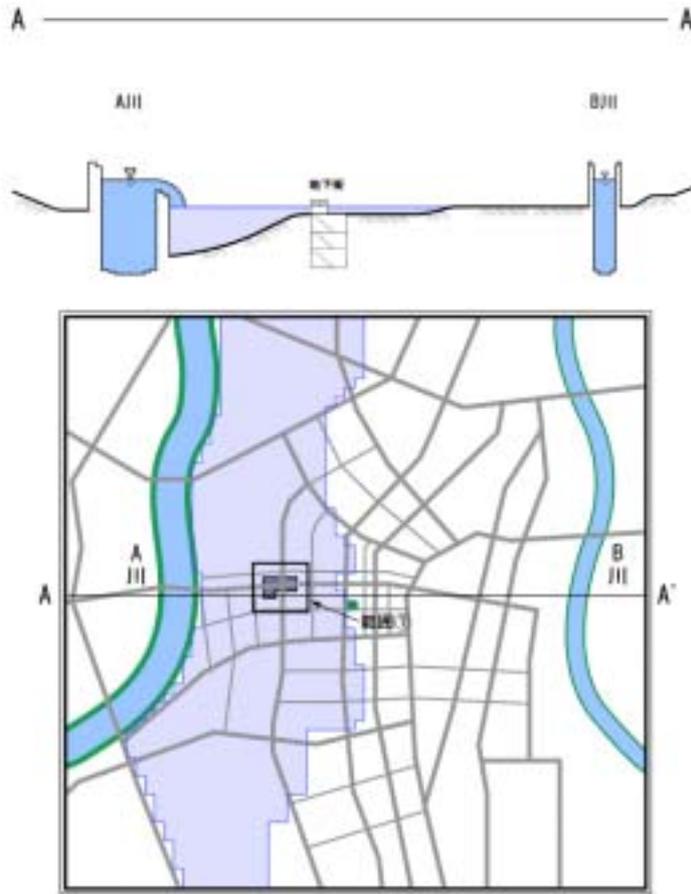


図 I - 41 浸水予想図（その 1）

【参照箇所】

-1-3.
〔I-6〕

【参照箇所】

-1-2.
【I-5】

b) 浸水想定に必要な地下空間構造の把握

地下街の図面や諸元より、地下街浸水想定に必要な構造を把握する。

範囲

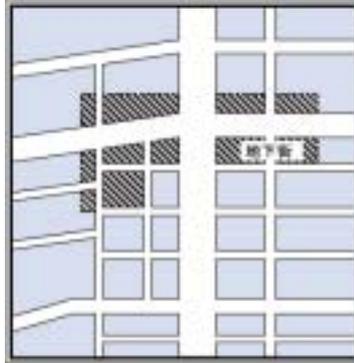


図 I - 42 浸水予想図 (その 2)



図 I - 43 地下街平面図

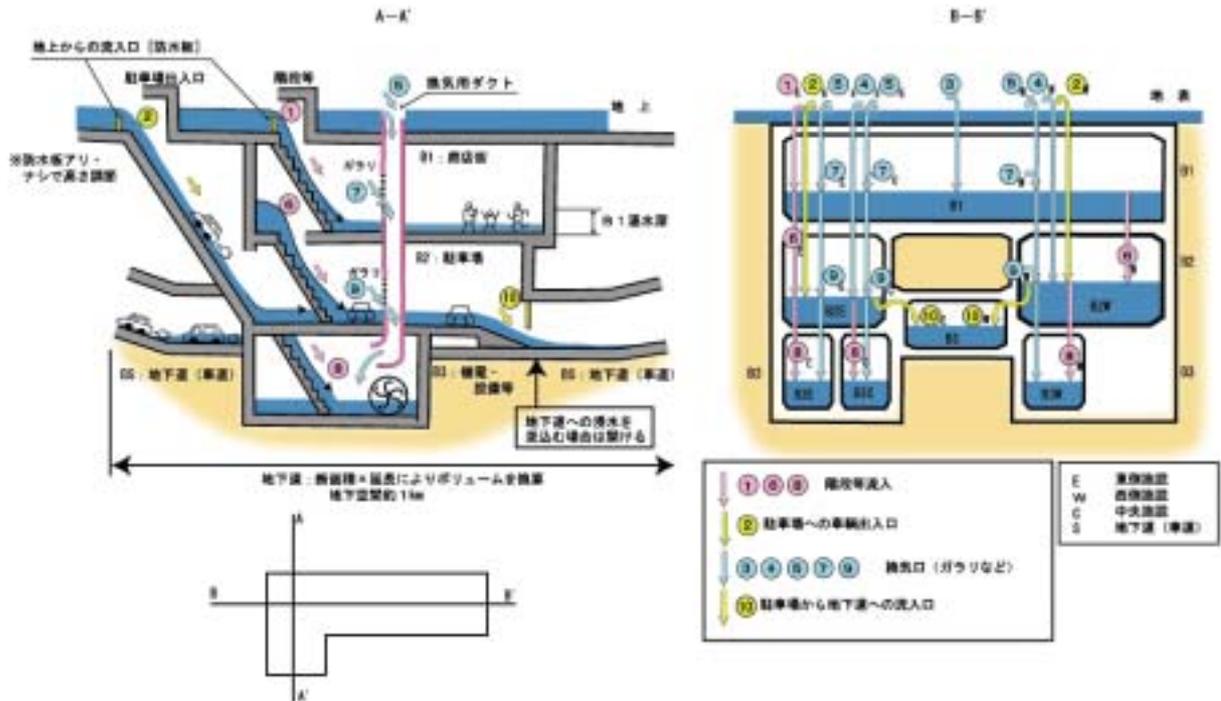


図 I - 44 地下街断面概念図

i) 地下浸水床面積の設定

地下街の図面や諸元より、各フロアの施設と地下空間浸水想定に必要な地下浸水床面積を設定する。

表 I - 20 各フロアの施設の浸水床面積と高さ

施設記号	フロア	施設名	浸水床面積 (m ²)	高さ (m)
B 1	地下 1 階	商店街	35,000	4.0
B 2 E	地下 2 階	駐車場 (東側)	10,000	3.0
B 2 W	地下 2 階	駐車場 (西側)	15,000	3.5
B 3 C	地下 3 階	機電・設備等 (中央)	4,500	3.0
B 3 E	地下 3 階	機電・設備等 (東側)	2,000	5.0
B 3 W	地下 3 階	機電・設備等 (西側)	5,000	4.5
B S	地下 3 階	地下道 (車道)	18,000	4.0

【参照箇所】

I-1-2.
〔I-5〕

【参照箇所】

ii) 流入口の設定 (概要)

地下街の図面や諸元より、地下空間浸水想定に必要な流入口を設定する。項目の設定は、以下の考え方にもとづいて行う。

<考え方 1 >

氾濫水が流入する施設の地上出入り口、施設内の階段、駐車場スロープ、換気口 (換気グリル、給気筒、ガラリなど) を流入口として、それぞれの流入幅¹⁾と流入高²⁾を計測し、流入状況が同様で流入高が同じ場合は、グループングして設定する。

<考え方 2 >

流入口に、防水板を置くなどの浸水防止対策を行わない場合と行う場合に分けて設定する。

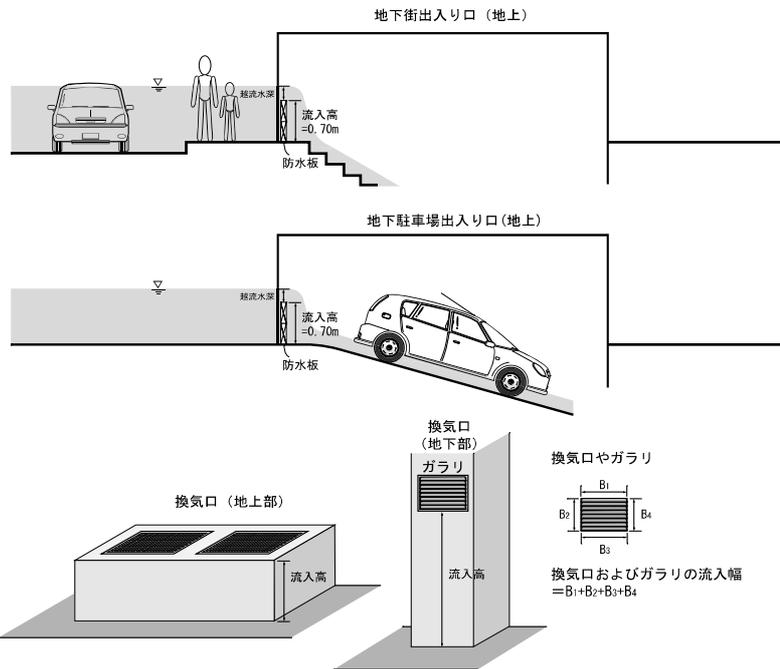


図 I - 45 流入高の考え方

1) 流入幅は、通常、階段やエスカレーターの幅に相当するが、上部が開いている場合は、その部分も流入幅に加える必要がある。

2) 流入高は、氾濫水の流入が始まる流入口の高さで、通常は道路からの高さとするが、防水板や土のうが設置されている場合は、その高さを加えたものとする。

iii) 浸水防止対策

浸水防止対策は、地下空間への氾濫水の浸入を防止もしくは遅延・低減させる対策である。地下街では、地上出入り口に防水板による浸水防止対策が可能であるとする。

・防水板の高さ = 0.35m / 1 段

表 I - 21 浸水防止対策の設置方法と設置効果

対策名	設置方法	設置数と効果
防水板 (地上出入り口)	地上の浸水と同時に自動で立ち上がる防水板を、施設の地上出入り口に設置する。	防水板 × 2 段：高さ 70cm 設置した流入口からは、流入が約 23 分遅れる (想定浸水速度 3cm/分の場合)

iv) 流入口の設定 (詳細)

地下街の流入口について、流入経路、流入幅、流入高などの諸元を設定し、流入状況が同様で流入高が同じ場合は、グルーピングする。

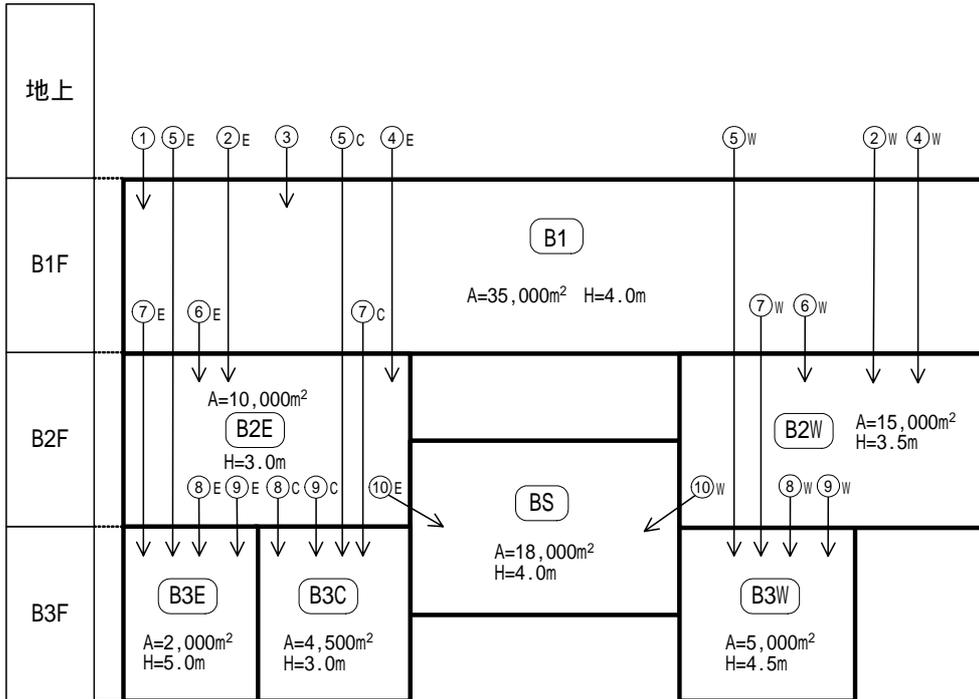


図 I - 46 地下街断面模式図

表 I - 22 地下街の流入口の設定値

番号	流入口 の名称	グルーピング した 箇所数	流入経路	種別	流入幅 B (m)	流入高		
						設置高 H0 (m)	防水板 H1 (m)	合計 H (m)
1	①	38	GL→B1	階段	150.0	0.20	0.70	0.90
2	②E	2	GL→B2E	駐車場ｽﾎｰﾌ	12.0	0.00	0.70	0.70
3	②W	2	GL→B2W	駐車場ｽﾎｰﾌ	8.0	0.00	0.70	0.70
4	③	1	GL→B1	換気口	6.0	0.80	—	0.80
5	④E	2	GL→B2E	換気口	20.0	0.80	—	0.80
6	④W	2	GL→B2W	換気口	20.0	0.80	—	0.80
7	⑤C	2	GL→B3C	換気口	30.0	0.80	—	0.80
8	⑤E	2	GL→B3E	換気口	20.0	0.80	—	0.80
9	⑤W	3	GL→B3W	換気口	60.0	0.80	—	0.80
10	⑥E	9	B1→B2E	階段	16.0	0.00	—	0.00
11	⑥W	8	B1→B2W	階段	12.0	0.00	—	0.00
12	⑦C	1	B1→B3C	換気口	1.0	0.20	—	0.20
13	⑦E	4	B1→B3E	換気口	12.0	0.20	—	0.20
14	⑦W	1	B1→B3W	換気口	4.0	0.20	—	0.20
15	⑧C	5	B2E→B3C	階段	8.0	0.00	—	0.00
16	⑧E	1	B2E→B3E	階段	2.0	0.00	—	0.00
17	⑧W	6	B2W→B3W	階段	10.0	0.00	—	0.00
18	⑨C	2	B2E→B3C	換気口	4.0	0.20	—	0.20
19	⑨E	4	B2E→B3E	換気口	12.0	0.20	—	0.20
20	⑨W	3	B2W→B3W	換気口	30.0	0.20	—	0.20
21	⑩E	0	B2E→BS	階段	12.0	0.00	—	0.00
22	⑩W	0	B2W→BS	階段	12.0	0.00	—	0.00

※流入口の番号は、グルーピングしたもの

階段…避難経路となる階段

(B1からは直接2Fに避難するため、①、②E、②Wは対象外。)

※浸水防止対策なし…流入高=設置高

浸水防止対策あり…流入高=設置高+防水板高

【参照箇所】

-2-1.

〔I-12〕

〔I-13〕

-2-1.

〔I-12〕

〔I-13〕

【参照箇所】

-1-2.
〔I-5〕

2) 地下空間の浸水状況の想定

「I-1-2〔I-5〕地下空間浸水時避難安全検討法の概要」にもとづいて行った、施設の地下空間の浸水想定的事例を以下に示す。

a) 浸水想定の手順

地階が複数階（多層）となる場合の浸水想定の手順を以下に示す。

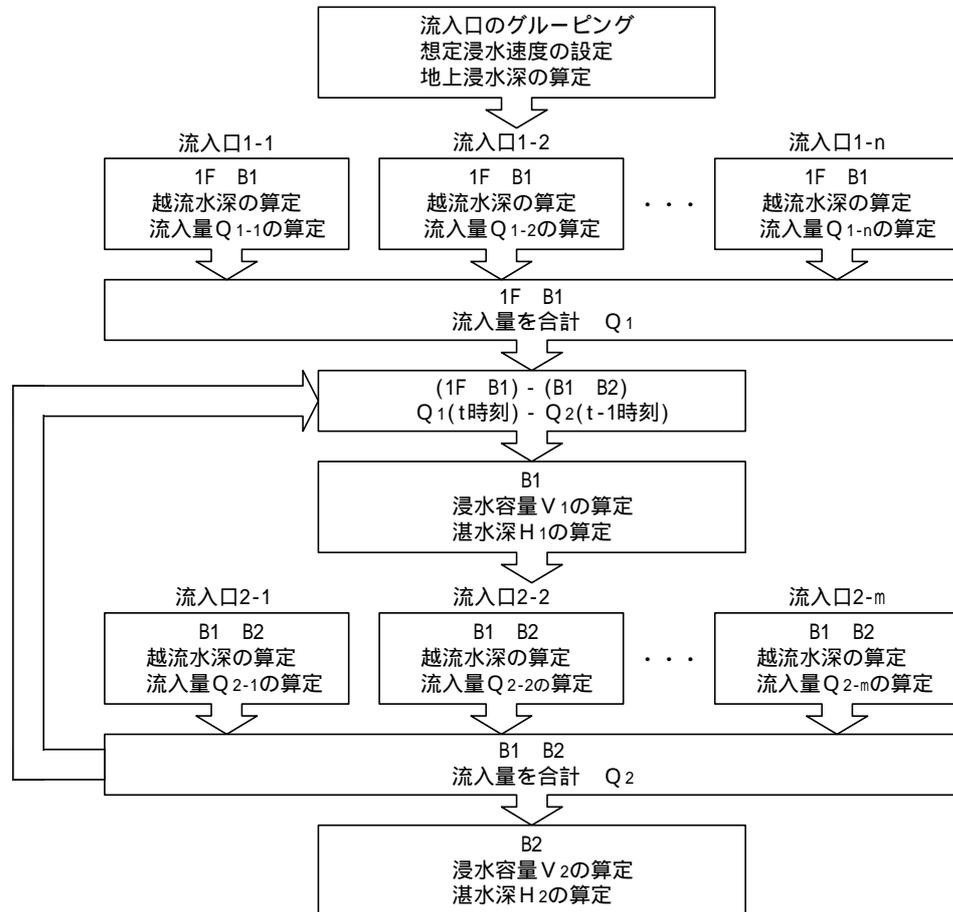


図 I - 47 浸水想定の手順

< 手 順 >

流入口のグルーピング

流入状況が同様で流入高が同じ流入口のグルーピングを行う。

地上出入り口の浸水状況の想定（想定浸水速度の設定）

浸水想定区域図を用いて、外水氾濫や内水氾濫による地上の最大浸水深と想定浸水速度を設定する。大規模な地下街では、想定される最大浸水深が出入り口により異なる場合もあり、注意が必要である。

内水氾濫

最大浸水深	= 0.3m
想定浸水速度	= 2.0cm/分

外水氾濫

最大浸水深	= 2.0m
想定浸水速度	= 3.0cm/分

-2-1.
〔I-13〕
-1-3.
〔I-6〕

地上浸水深の算定

$$H_0(t) = \text{想定浸水速度}3.0(\text{cm/分}) \times \text{経過時間}(\text{分}) \div 100$$

ここで、 $H_0(t)$: t 時刻の地上浸水深(m)

地上流入口の越流水深の算定

で求めた地上浸水深から越流水深を流入口ごとに算定する。

$$H_{1-n}(t) = H_0(t) - h r_{1-n}$$

ここで、 $H_{1-n}(t)$: t 時刻の地上流入口 1-n の越流水深(m)
 $H_0(t)$: t 時刻の地上浸水深(m)
 $h r_{1-n}(t)$: 流入口 1-n の流入高(m)

地上から地下 1 階への流入量の算定

t 時刻の地下 1 階への流入量を流入口ごとに求める。

$$Q_{1-n}(t) = 1.59 B_{1-n} H_{1-n}(t)^{1.65} \quad \dots \text{式 1 (国土交通省国土技術総合政策研究所の実験式)}$$

ここで、 $Q_{1-n}(t)$: t 時刻の地上流入口 1-n から地下 1 階への流入量(m^3/s)
 B_{1-n} : 地上流入口 1-n の流入幅(m)
 $H_{1-n}(t)$: t 時刻の地上流入口 1-n の越流水深
 1.59 : 係数 c_1
 1.65 : 係数 c_2

各流入口の流入量の合計

で求めた各流入口の流入量を合計する。

$$Q_1(t) = \sum_{i=1}^n Q_{1-n}(t) = Q_{1-1}(t) + Q_{1-2}(t) + \dots Q_{1-n}(t) \quad \dots \text{式 2}$$

ここで、 $Q_1(t)$: t 時刻の地上流入口 1-1 ~ 1-n から地下 1 階への流入量の合計(m^3/s)

地下 1 階の浸水容量の算定

で求めた総流入量 Q_1 から地下 1 階の浸水容量を算定する。

$$V_1(t) = \int_0^t Q_1(t) dt = \{Q_1(t) + Q_1(t-1)\} / 2 \times dt + V_1(t-1) \quad \dots \text{式 3}$$

ここで、 $V_1(t)$: t 時刻の地下 1 階の浸水容量(m^3)
 dt : 時間 $t-(t-1)$ (秒)

地下 1 階の浸水深の算定

で求めた浸水容量から地下 1 階の浸水深を算定する。

$$H_1(t) = V_1(t) / A_1 \quad \dots \text{式 4}$$

ここで、 $H_1(t)$: t 時刻の地下 1 階の浸水深(m)
 A_1 : 地下 1 階の浸水床面積(m^2)

地下 1 階の越流水深の算定

で求めた地下 1 階浸水深から越流水深を流入口ごとに算定する。

$$H_{2-n}(t) = H_1(t) - h r_{2-n}$$

ここで、 $H_{2-n}(t)$: t 時刻の地下 1 階流入口 2-n の越流水深(m)
 $H_1(t)$: t 時刻の地下 1 階浸水深(m)

【参照箇所】

I-2-3. [I-16]

I-2-4. 1)

I-1-3. [I-7]

I-2-3. [I-17]

I-2-4. 2)

I-1-3. [I-7]

I-2-3. [I-17]

I-1-3. [I-7]

I-2-3. [I-18]

I-1-3. [I-8]

I-2-3. [I-19]

I-2-3. [I-16]

I-2-4. 1)

【参照箇所】

I-1-3.

〔I-7〕

I-2-3.

〔I-17〕

I-2-4.

2)

地下1階から地下2階への流入量の算定

t時刻の地下2階への流入量を流入口ごとに求める。

$$Q_{2-n}(t) = 1.59 B_{2-n} H_{2-n}(t)^{1.65} \quad \dots \text{式5} \quad (\text{国土交通省国土技術総合政策研究所の実験式})$$

ここで、 $Q_{2-n}(t)$: t時刻の地下1階流入口2-nから地下2階への流入量(m^3/s)

B_{2-n} : 地下1階流入口2-nの流入幅(m)

$H_{2-n}(t)$: t時刻の地下1階流入口2-nの越流水深

1.59 : 係数 c1

1.65 : 係数 c2

I-1-3.

〔I-7〕

I-2-3.

〔I-17〕

各流入口の流入量の合計

で求めた各流入口の流入量を合計する。

$$Q2(t) = \sum_{i=1}^n Q_{2-n}(t) = Q_{2-1}(t) + Q_{2-2}(t) + \dots Q_{2-n}(t) \quad \dots \text{式6}$$

ここで、 $Q2(t)$: t時刻の地下1階流入口2-1~2-nから地下2階への流入量の合計(m^3/s)

I-1-3.

〔I-7〕

I-2-3.

〔I-18〕

地下2階の浸水容量の算定

で求めた総流入量 $Q2$ から地下2階の浸水容量を算定する。

$$V2(t) = \int_0^t Q2(t) dt = \{ Q2(t) + Q2(t-1) \} / 2 \times dt + V1(t-1) \quad \dots \text{式7}$$

I-1-3.

〔I-8〕

I-2-3.

〔I-19〕

ここで、 $V2(t)$: t時刻の地下2階の浸水容量(m^3)

dt : 時間 t-(t-1) (秒)

地下2階の浸水深の算定

で求めた浸水容量から地下2階の浸水深を算定する。

$$H2(t) = V2(t) / A2 \quad \dots \text{式8}$$

ここで、 $H2(t)$: t時刻の地下2階の浸水深(m)

$A2$: 地下2階の浸水床面積(m^2)

$Q1(t) - Q2(t-1)$ (地下1階流入量 - 地下2階流入量)

基本的に時刻更新で ~ を繰り返すが、地下2階層の場合、地下1階への流入量のうち、地下2階への流入量を差し引いたものが地下1階の浸水深算定に用いる流入量となるため、地下1階への流入量 $Q1(t)$ から1つ前の時刻の地下2階への流入量 $Q2(t-1)$ を差し引いて、以降の計算を行う必要がある。

ここで用いている地下街のモデルは、地下3階層である。この場合、上述した地下1階の浸水深算定方法を地下2階にあてはめて考える。

また、流入経路が、地上 地下2階, 地上 地下3階, 地下1階 地下3階などのように多岐にわたっているため、条件を組み合わせる必要がある。

浸水想定の算定結果例（ケース 1：内水氾濫、浸水防止対策なし）

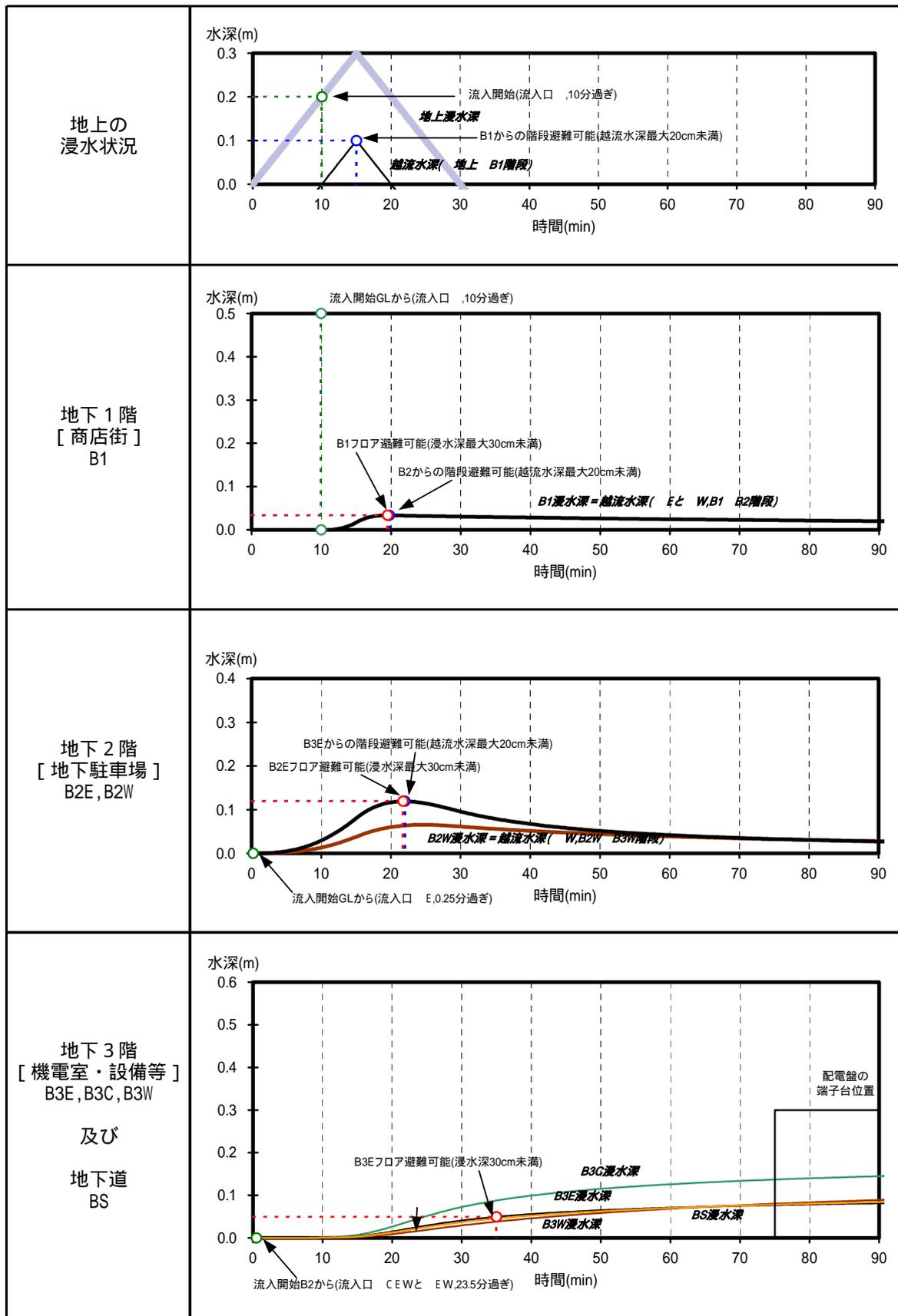


図 I - 48 地下街の浸水被害経時変化
(内水氾濫：想定浸水速度 = 2cm/分・浸水防止対策なし)

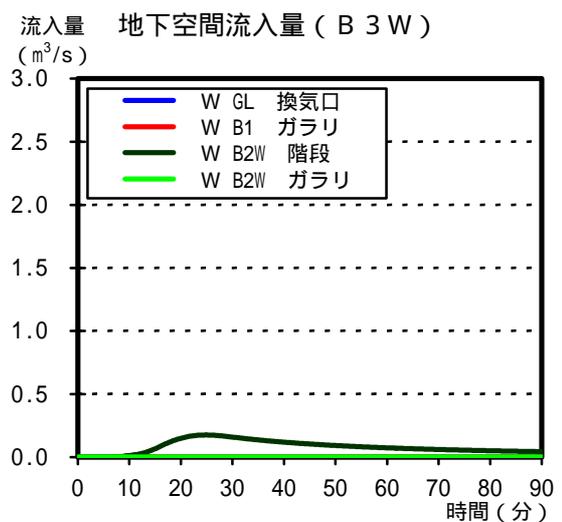
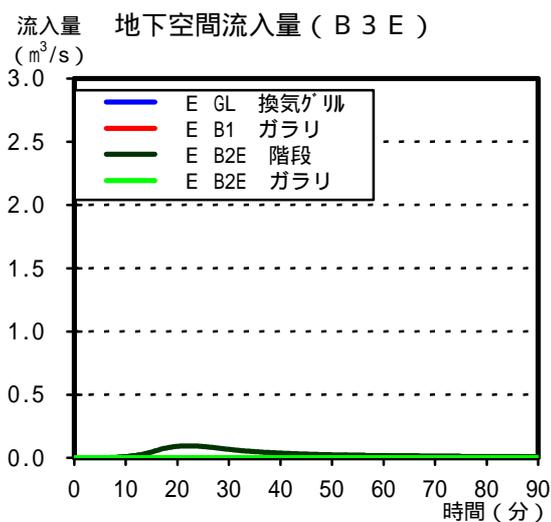
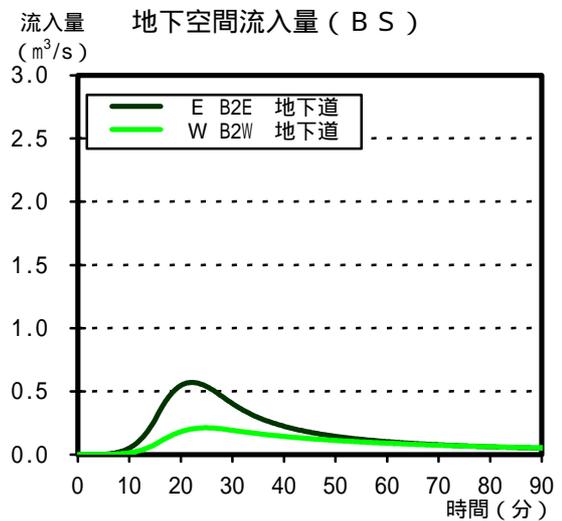
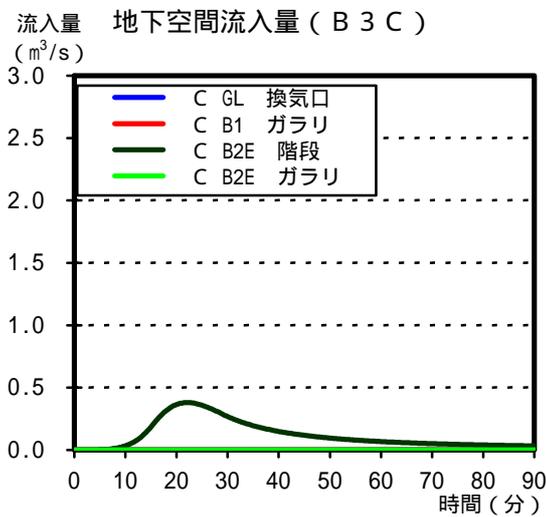
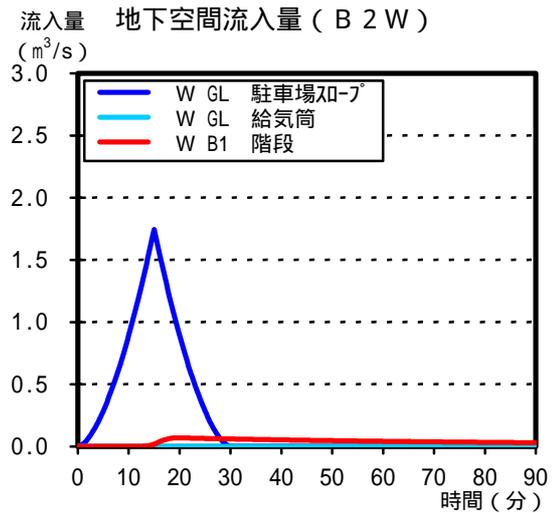
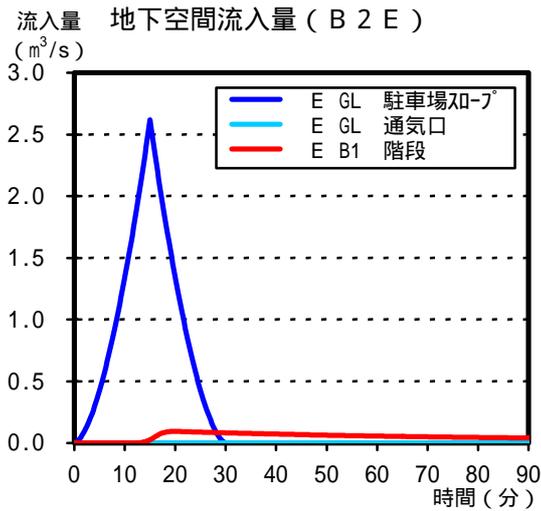


図 I - 49 各フロア施設への流入量の経時変化
(内水氾濫：想定浸水速度 = 2cm/分・浸水防止対策なし)

浸水想定算定結果例（ケース3：外水氾濫、浸水防止対策あり）

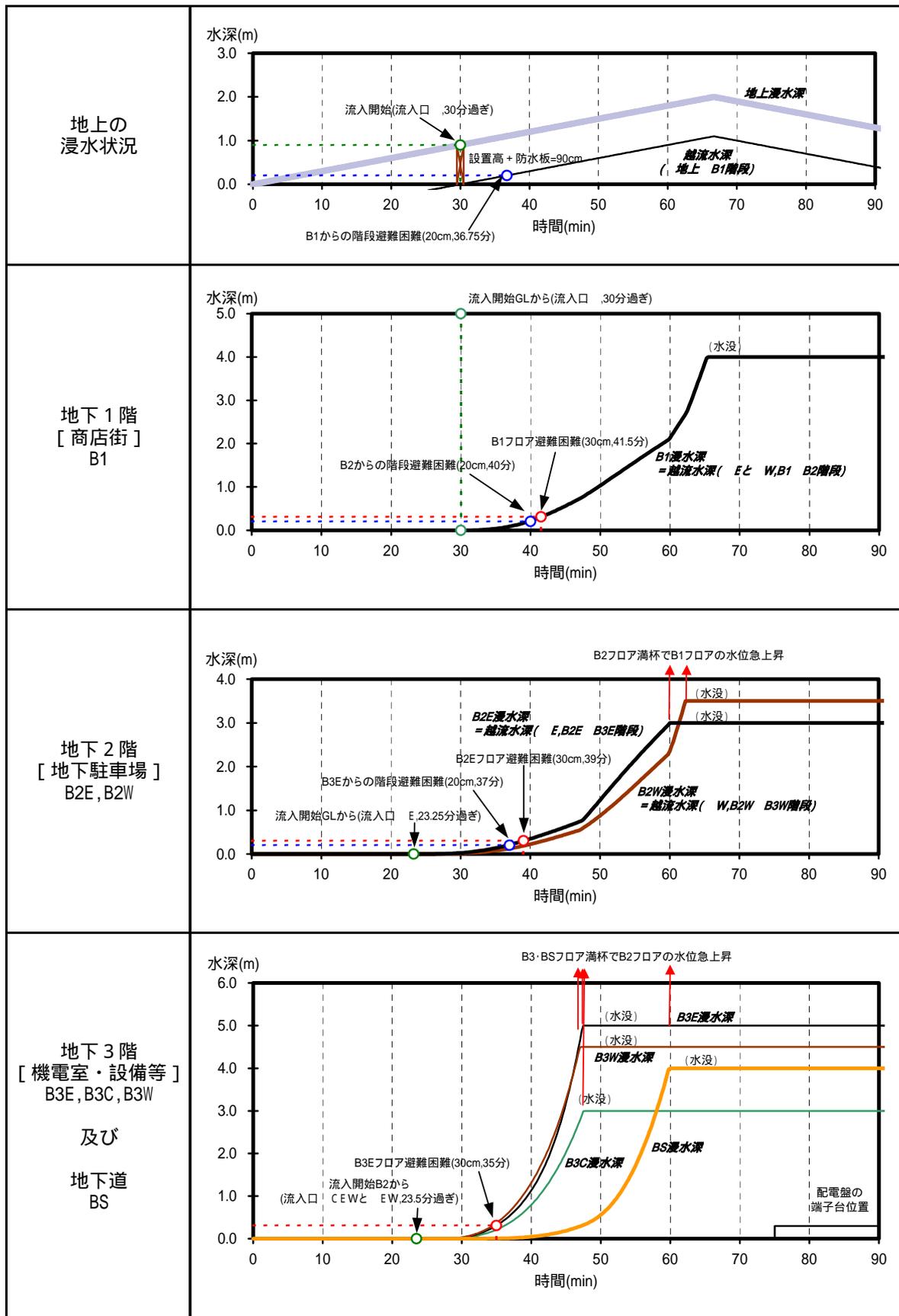
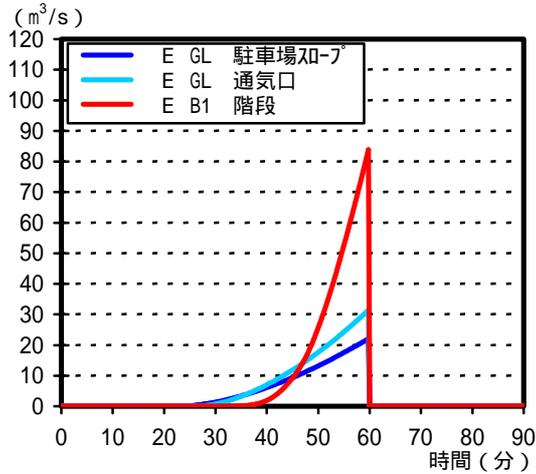
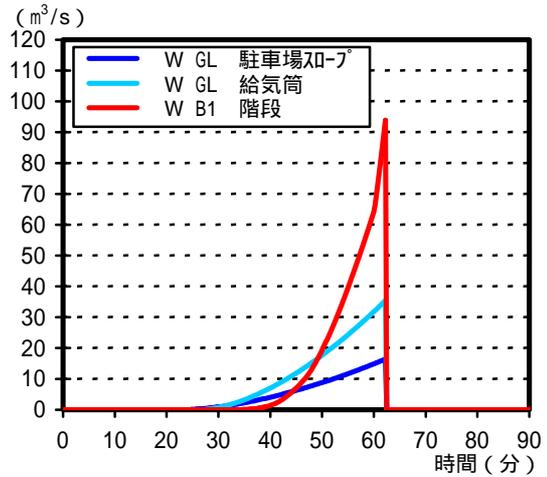


図 I - 50 地下街の浸水被害経時変化
(外水氾濫：想定浸水速度 = 3cm/分・浸水防止対策あり)

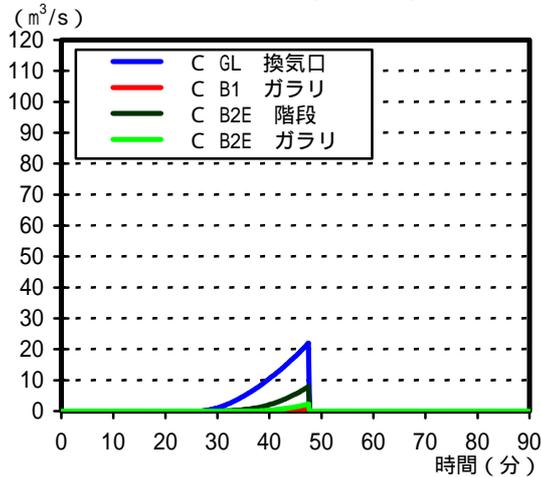
流入量 地下空間流入量 (B 2 E)



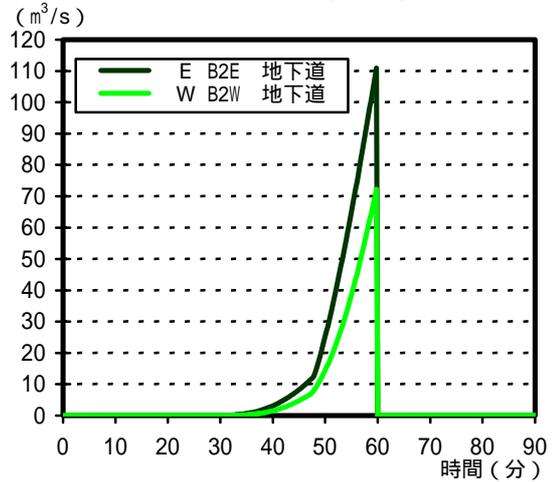
流入量 地下空間流入量 (B 2 W)



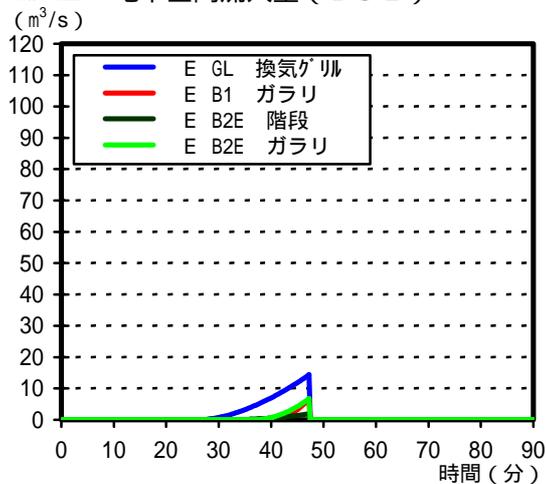
流入量 地下空間流入量 (B 3 C)



流入量 地下空間流入量 (B S)



流入量 地下空間流入量 (B 3 E)



流入量 地下空間流入量 (B 3 W)

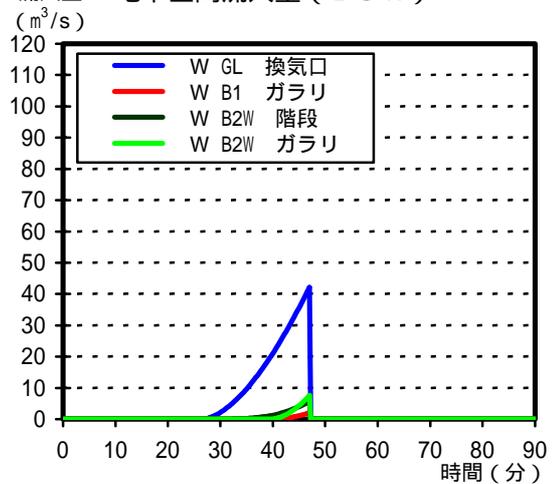


図 I - 51 各フロア施設への流入量の経時変化
(外水氾濫：想定浸水速度 = 3cm/分・浸水防止対策あり)

各フロア施設の浸水深変化と避難困難状況の想定（ケース1）

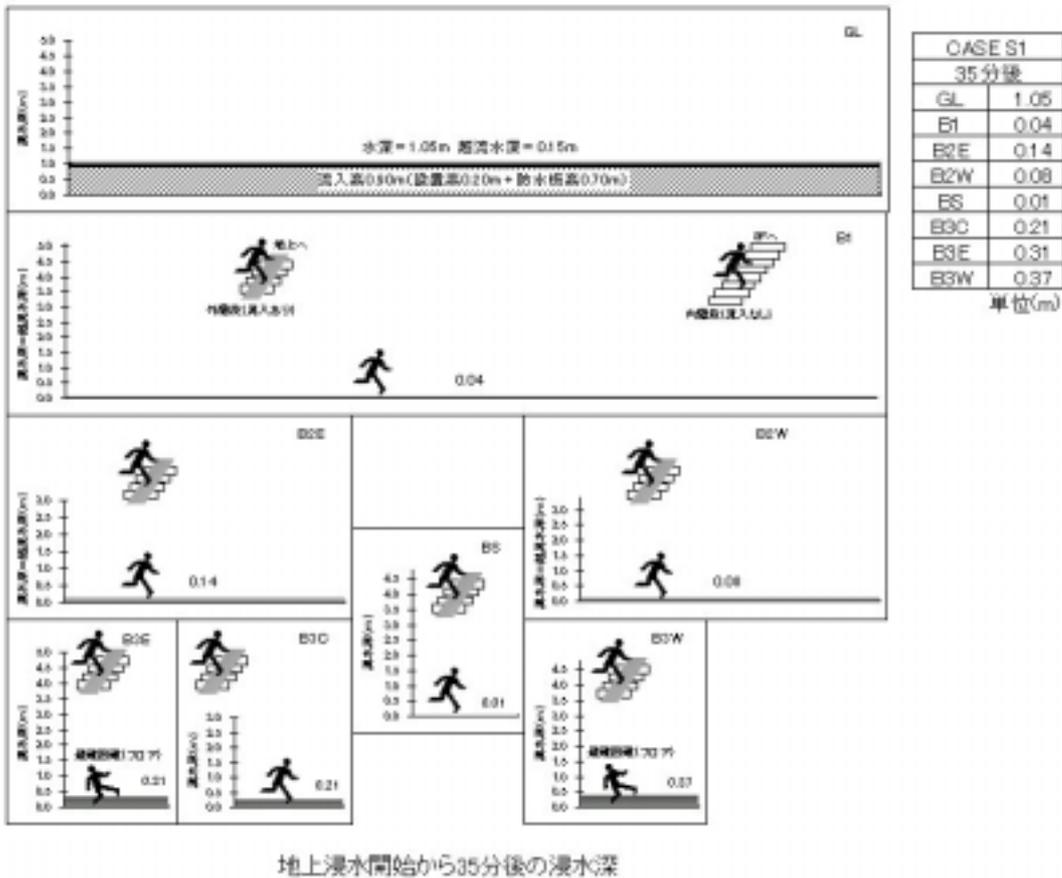
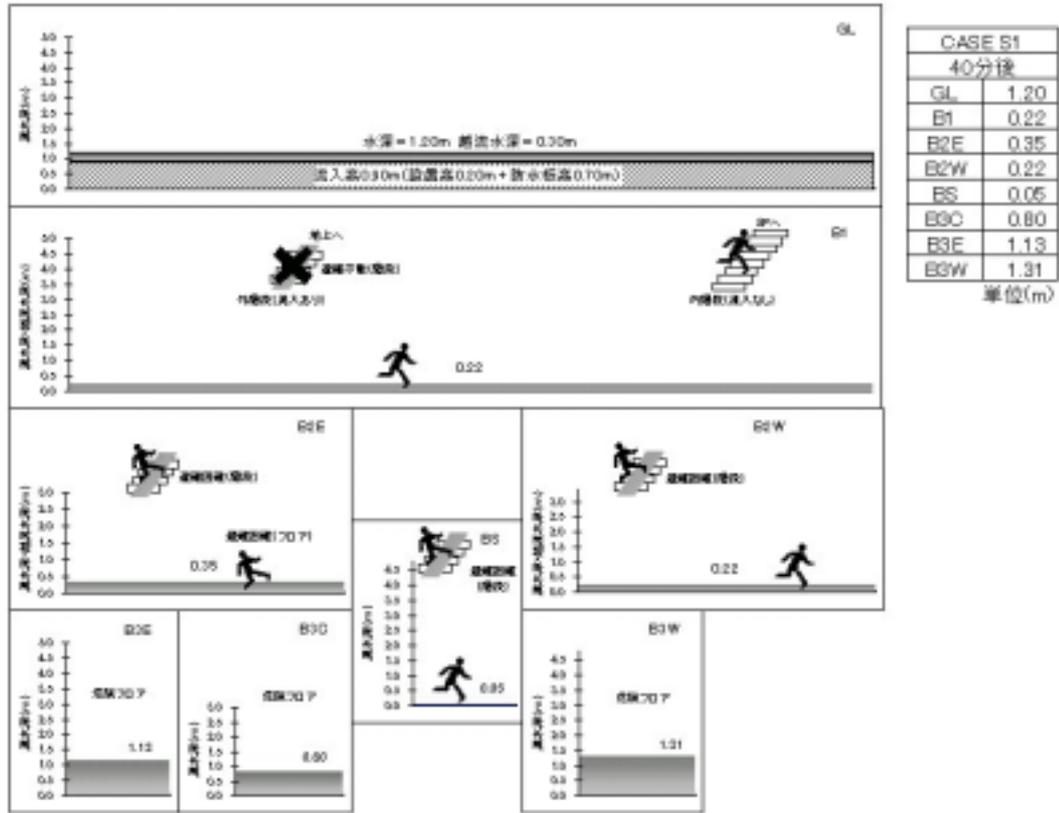
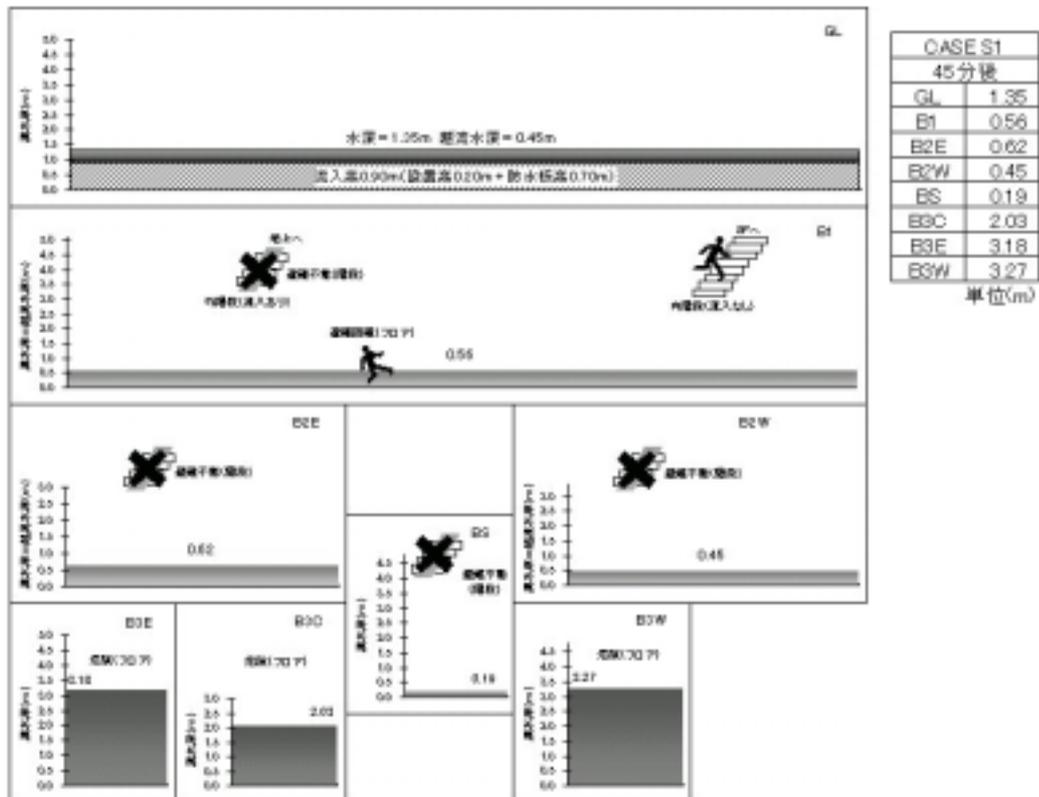


図 I - 52 各フロア施設の浸水深変化と避難困難状況の想定（1）
（外水氾濫：想定浸水速度 = 3cm/分・浸水防止対策あり）



地上浸水開始から40分後の浸水深



地上浸水開始から45分後の浸水深

図 I - 53 各フロア施設の浸水深変化と避難困難状況の想定 (2)
(外水氾濫：想定浸水速度 = 3cm/分・浸水防止対策あり)

3) 地下空間浸水時の避難行動の想定

「I-1-2〔I-5〕地下空間浸水時避難安全検討法の概要」にもとづいて行った、施設の地下空間浸水時の避難想定の結果を表 -19 に示す。

避難想定では、異変認知時間、意思決定時間、移動時間、およびそれらを合計した避難行動所要時間の算定を行う。

4) 地下空間浸水時の避難安全性の検討

< 検討結果から得られる情報 >

ケース1：内水氾濫、浸水防止対策無（図 -48、49）

内水氾濫で最大浸水深が30cmまでであり、階段及び駐車場へのスロープから浸水するものの、浸水継続時間も短いため、図 -48 のように地下3階の配電盤の端子台まで到達せず、また商店街の地下1階も10cmに満たない浸水深である。図 -49 は各フロアへの流入量の経時変化を示している。最大浸水深より高い防水板や土のうの対策を全部の出入り口で整備かつ設置できれば浸水は防止できる結果となった。

ケース2：内水氾濫、浸水防止対策有

内水氾濫に対して浸水防止対策を実施したもので、最大浸水深より高い防水板を設置できているので、地下への流入は防ぐことができている。これは内水氾濫に対しての結果であり、それより大きな洪水（外水氾濫など）が発生する可能性があるので、避難誘導、防災体制の整備が重要となってくる。

ケース3：外水氾濫、浸水防止対策有（図 -50、51、52、53）

浸水防止対策を実施しているものの、その高さを超える外水氾濫の浸水が発生した場合を想定している。

図 -50 のように防水板を設置していることからスロープで地下2階に流入するのが地上浸水開始から約23分後、階段を通じて地下1階に流入するのが約30分後となっている。地下3階のフロアは早いところで約35分後に避難困難となり、そこから10分強で水没している。その水没を受けて地下2階の水位上昇が早くなり、約60分後には水没してしまう。地下1階は、約37分後に地上への階段の避難が困難になり、42分後に地下1階の移動が困難になる。実際は内部階段で地上2階に避難する。

図 -52、53 は、各フロアの浸水深と避難困難状況を示しており、地上の浸水開始から35～40分で各フロアが避難困難になっているのがわかる。

表 -24 では、各フロアの避難行動所要時間を算出しており、もっとも時間のかかるフロアはB3Eの約22分である。

防水板を設置できていれば避難余裕時間が10分程度という結果となったが、内水氾濫のケースと異なり、すべてのフロアが水没する結果となっており、安全で確実な避難が望まれる。外水氾濫時には破堤情報についても収集して、地上が浸水する前に避難を完了させておくことが重要である。

本事例の地下街では、内水氾濫を十分に防止できる防水板を全部の出入り口に整備した。また、それより大きな洪水にも備えて、情報収集施設や避難誘導體制の充実を図ることとした。

表 1-24 対象とした地下街における避難行動所要時間の算出結果

(1) 異変認知時間	B ₁		B ₂ E		B ₂ W		B ₃ E		B ₃ W		B ₃ C	
	管理者あり 3.5分	管理者あり 3分	管理者あり 3.5分	管理者あり 3分	管理者あり 3.5分	管理者あり 3分	管理者あり 3.5分	管理者あり 3分	管理者あり 3.5分	管理者あり 3分	管理者あり 3.5分	管理者あり 3分
(2) 意思決定時間	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m
(3) 移動時間	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)	店舗 (50㎡)
	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7
GL | B1	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下
	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m
B1 | B2	階段	階段	階段	階段	階段	階段	階段	階段	階段	階段	階段	階段
	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分	1.1分
B2 | B3												
地上までの避難時間	小計	2.6分	小計	11.6分	小計	9.1分	小計	15.2分	小計	14.1分	小計	13.8分
		9.3分		18.3分		15.9分		21.7分		20.6分		20.3分

【 例 編 】

・ 浸水時避難計画作成例

浸水時避難計画書

平成 年 月

地下街ビル株式会社

- 1 避難誘導・防災体制の計画作成例

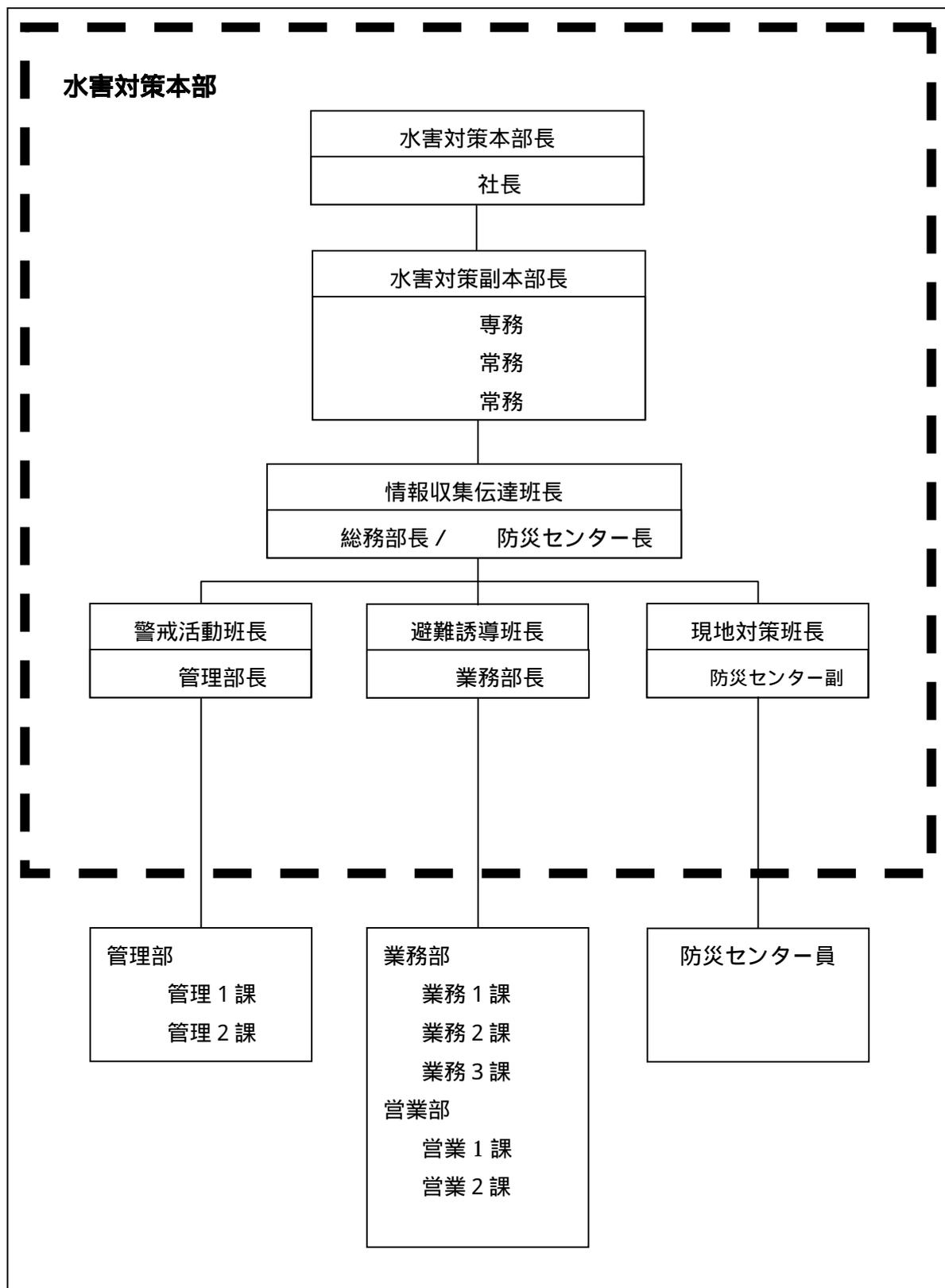
-1-1 防災体制

(1) 水害対策本部の設置

本部の設置は、地下街ビルに水害による被害が発生、あるいは発生するおそれがある場合、または市災害対策本部の第2配備態勢が発令された場合、及び、幹部会で協議し必要に応じて設置する。なお、幹部会は以下メンバーにて構成する。

水害対策本部の幹部会メンバー表		
役職名	担当者	不在時
水害対策本部長	社長	専務
水害対策副本部長	専務	常務
水害対策副本部長	常務	常務
水害対策副本部長	常務	常務
情報収集伝達班長	総務部長 防災センター長	防災センター副長
現地対策班長	防災センター副長	防災センター員
警戒活動班長	管理部長	営業部長
避難誘導班長	業務部長	業務部次長

(2) 水害対策本部の体制表



(3) 本部の場所

本部は、8階第一会議室に設置し、現場指揮所を防災センター内に置く。なお、現場指揮所の責任者は防災センター長とする。

(4) 本部の解散

水害の危険が解消したと認められた時、あるいは水害の発生による応急対策が完了したと認められた時に解散する。

-1-2 任務の内容

水害対策任務表	
組 織	任 務
水害対策本部長	情報収集・伝達、警戒活動、避難勧告・指示、誘導などの判断と指令
水害対策副本部長	本部長の補佐、本部業務の管理、検査
情報収集伝達班	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各種情報の収集伝達の拠点 ・ 気象・洪水情報の収集・伝達 ・ 関係機関への情報連絡 ・ 館内放送による情報連絡 ・ 報道機関対応その他広報全般 ・ 建設会社などへの応援要請の連絡 ・ 隣接地下道管理者との情報連絡 ・ 休日・夜間の緊急連絡 ・ 他の部への応援連絡
現地対策班	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地対策の総合指揮 ・ 現地状況の情報伝達班への連絡 ・ 水害現場の写真撮影 ・ 応援者などの現地対応
警戒活動班	<ul style="list-style-type: none"> ・ 動員計画（社員の非常呼び出しを含む） ・ 店舗への浸水及び漏水防止処置 ・ 水防用資機材の準備 ・ 被害発生予想個所の巡回調査 ・ 電気施設、機械施設、排水ポンプの点検と処置 ・ 排水溝の点検と処置 ・ 地上施設の点検と処置 ・ 被害発生個所の応急処置 ・ 駐車場の営業時間変更および閉鎖等の検討 ・ 管理シャッター開閉の検討
避難誘導班	<ul style="list-style-type: none"> ・ 利用者の誘導 ・ 利用者への口頭連絡 ・ 災害時要援護者の介助など ・ 営業時間等の変更およびテナントへの連絡

-1-3 情報収集体制

防災センターの勤務者は、下記手法により情報を収集する。

(1) 浸水危険性の把握

次により随時、気象情報、川・川の水位、避難状況の情報を把握する。

電話による確認

気象情報： 気象台 TEL ××× ××××

洪水情報：国土交通省 河川事務所 TEL ××× ××××

県 土木事務所 TEL ××× ××××

避難情報： 市市民局防災課 TEL ××× ××××

インターネットによる確認：防災センター内設置のパソコンにて確認

(「デスクトップ」「防災」フォルダ「災害情報」をダブルクリック)

(国土交通省防災情報提供センターのホームページのURLは以下)

「<http://www.bosaijoho.go.jp/>」

テレビ・ラジオによる確認：NHKテレビ・その他民放

NHKラジオ・その他民放

(2) 利用状況の把握

次により随時、建物内外部の状況の情報を収集する。

CCTV のモニターによる確認。

：出入口 - 1 と出入口 - 3 に固定して屋外状況の監視を継続する。

電話連絡による確認。

：各フロア主任に連絡し、利用者の入場数・混雑状況を確認する。

確認は 30 分ごとを原則とする。

場 所	内線番号	担当者名	
10 階	011	主任	副主任
9 階	012	主任	副主任
8 階	013	主任	副主任
7 階	014	主任	副主任
6 階	015	主任	副主任
5 階	016	主任	副主任
4 階	017	主任	副主任
3 階	018	主任	副主任
2 階	019	主任	副主任
1 階	020	主任	副主任
地下 1 階	021	主任	副主任
駐車場	030	主任	副主任

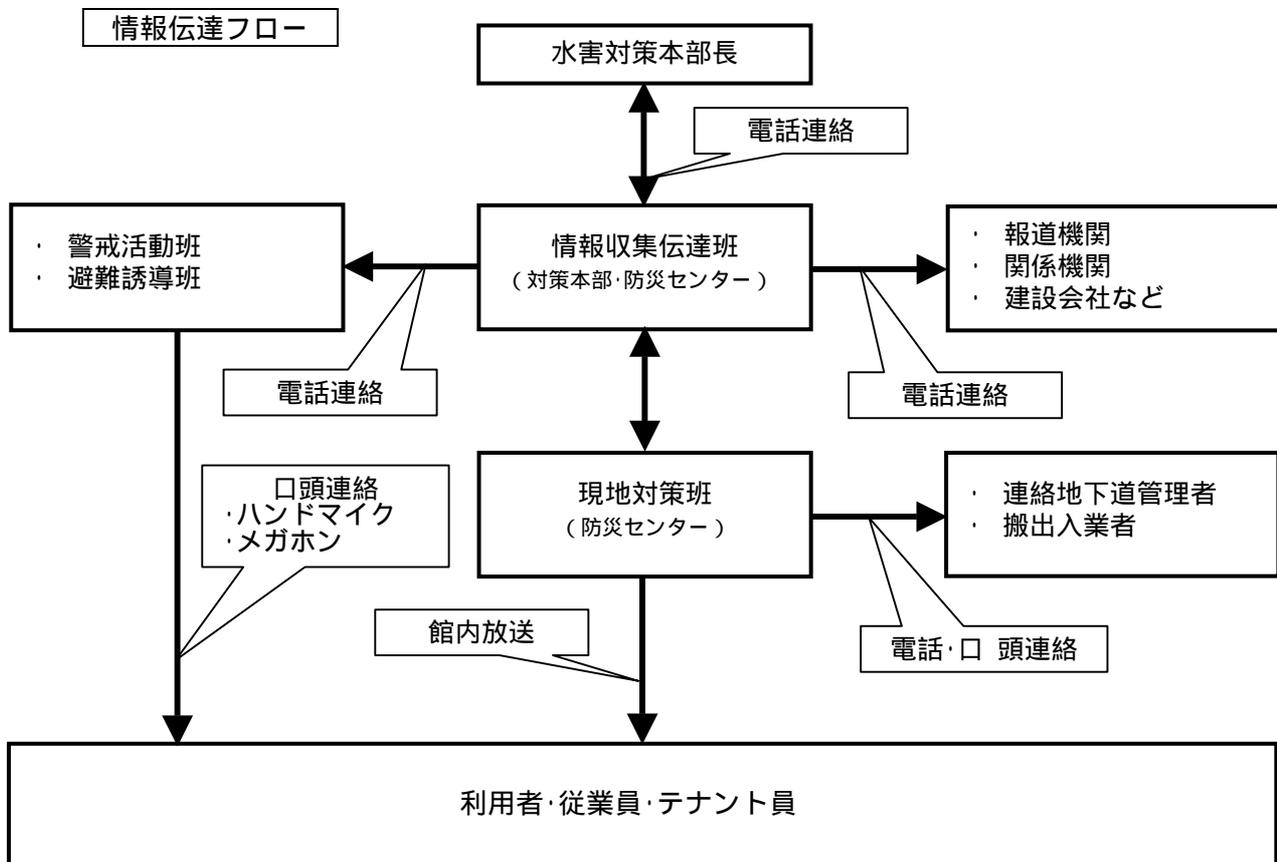
状況把握チェックリスト				
	行動項目	チェック欄		
浸水危険性の把握	気象情報 (気象庁)	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
	洪水情報 (国土交通省) (都道府県)	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
	避難情報 (市町村)	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
	地上出入り口の状況 (CCTV) 出入り口 - 1	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
	地上出入り口の状況 (CCTV) 出入り口 - 3	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
利用状況の把握	利用者状況 (利用者数シート)	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
	駐車場の状況	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
	被害状況の とりまとめ	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容
	接続地下との 連絡調整	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容	__時__分 : 担当 内容

利用者数シート				
場 所	内線番号	状況記入欄		
10階	011	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
9階	012	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
8階	013	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
7階	014	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
6階	015	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
5階	016	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
4階	017	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
3階	018	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
2階	019	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
1階	020	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
地下1階	021	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人
駐車場	030	__時__分 人	__時__分 人	__時__分 人

-1-4 情報伝達体制

情報伝達先・方法表		
項目	伝達先	伝達方法
雨量・水位情報 警戒活動状況 避難勧告・指示	従業員 テナント 利用者	電話（内線・外線・携帯） 電子メール、インターネット 館内放送・警報・サイレン等 ハンドマイク・メガホン等
救助・協力要請 被害報告 その他	関連協力機関 ・警察、消防 ・市区町村 報告機関 ・市区町村 ・報道機関	

情報収集伝達班・現地対策班は下記フローおよび次頁の連絡体制表にもとづき情報伝達を確実に行う。



情報伝達連絡表				
機関名	氏名等	内線	外線	携帯
防 災 対 策 本 部	社長	001	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	専務	002	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	常務	003	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	常務	004	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	防災センター長	051	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	防災センター副長	052	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	総務部長	061	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	総務部次長	062	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	管理部長	071	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	業務部長	081	xxx xxxx	090 xxxx xxxx
営業部長	091	xxx xxxx	090 xxxx xxxx	
報 道 機 関	NHK(テレビ・ラジオ)		(代)xxx xxxx	
	放送(テレビ)		(代)xxx xxxx	
	放送(テレビ)		(代)xxx xxxx	
	放送(ラジオ)		(代)xxx xxxx	
	新聞		(報道)xxx xxxx	
	新聞		(社会)xxx xxxx	
関 係 機 関	市市民局防災課	031	xxx xxxx	
	市 建設事務所 (地下道管理者)	032	(道路維持課) xxx xxxx	(担当) 090 xxxx xxxx
	区役所	033	xxx xxxx	
	消防署	034	xxx xxxx	
	警察署	035	xxx xxxx	
	派出所	036	xxx xxxx	
	電力	041	xxx xxxx	
	ガス	042	xxx xxxx	
	水道局	043	xxx xxxx	
	下水道局	044	xxx xxxx	
工 事 関 連	建設(支店代表)		(代)xxx xxxx	
	(建築部 氏)		xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	ビルメンテナンス		(代)xxx xxxx	
	(維持課 氏)		xxx xxxx	090 xxxx xxxx
	警備保障(緊急)		xxx xxxx	090 xxxx xxxx

本表の社内連絡は部長までであるが、各部長は災害の状況に応じて、各部作成の緊急連絡表により次長・課長・課員・テナント代表へ連絡すること。

-1-5 警戒活動

(1) 警戒配備態勢

地下街への浸水を防止するため、通常業務の一部若しくは全部を停止し全社を挙げて対処することとするが、警戒活動に対する配備態勢は被害危険度により次の三段階とする。

警戒配備表			
配備	態勢	発令時間	配備人員
第1配備	注意	管区气象台から、地方に大雨警報、洪水警報、暴風雨警報のいずれかが発表された場合	防災センター + 警戒活動班
第2配備	警戒	水害の発生のおそれがある場合	防災センター + 警戒活動班 その他
第3配備	非常	全市的に浸水被害、又は洪水氾濫等で甚大な被害が発生した場合で関係機関に応援要請が必要な場合	全員

警戒活動内容表		
態勢	社内対応	その他対応
注意	<ul style="list-style-type: none"> 勤務時間内においては、防災センター + 警戒活動班が中心となり資機材の点検及び準備を行う。 土のう、ポンプ等の水防用具・水防機材を活用して、浸水が予想される箇所への対応を図る。 防災センターは情報の収集活動を適宜実施すること。 監視カメラのモニター画面を屋外(地上)監視として固定し、降雨状況等を随時情報収集する。 夜間、休日においては、次による 防災センター長は警戒活動班・避難誘導班・現地対策班の各班長に状況を連絡する。 	<ul style="list-style-type: none"> 防災センターから対策本部及びフロア主任に態勢の発令について連絡する。 フロア主任は担当階のテナントに口頭連絡を行う。
警戒	<ul style="list-style-type: none"> 勤務時間内においては、全社員が対応することとし、テナント員にも協力を要請する。 出入り口などに防水板や土のうを設置するとともに、水防資機材を活用して、浸水防止作業を図る。 各浸水個所の水防作業に携わる者のうち、各責任者は浸水作業の状況、水防作業の状況、作業人員等について、防災センターに内線電話等により報告する。 地上からの主要な出入り口には随時監視員を配置し、道路側溝の流水の状況を監視警戒する。また、監視員は、その状況を随時対策本部に報告する。 夜間、休日にあつては、次による。 情報センターからの連絡を受け、情報収集伝達班長は浸水被害の状況を非常呼出し一覧表により会社関係者に連絡する。 連絡を受けた関係者は努めて出社するものとする。 	<ul style="list-style-type: none"> 各テナント店員にも水防作業について協力要請する。 浸水(漏水)しているテナントの営業継続の可否については店長等店側の判断に委ねることとする。
非常	<ul style="list-style-type: none"> 勤務時間内においては、全社員及びテナント店員の協力のもとに、次の作業を実施する。 利用者には非常放送により安全な地上(2F以上)への避難を指示する。 夜間休日にあつては、次による。 警戒態勢時に連絡を受けた関係者はもとよりその他社員についても各班長は必要と認められる社員に連絡し、出社を指示する。 	<ul style="list-style-type: none"> 営業時間中に非常態勢が発令された場合は、その時点をもって全店閉店とする。

(2) 非常呼出一覧表

i) 30分以内(14名)

所 属	氏 名	電話番号	携帯電話番号
本 部	社長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	常務	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	総務部長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	業務部長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
各 部	管理部長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	営業部長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	総務部次長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	管理部次長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(管理)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(営業)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××

ii) 30分以上60分以内(19名)

所 属	氏 名	電話番号	携帯電話番号
本 部	専務	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	常務	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	常務	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	管理部長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	営業部長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
各 部	営業部次長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	業務部次長	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(管理)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(管理)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(管理)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(営業)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(営業)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(営業)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××

iii) 60分以上(13名)

所 属	氏 名	電話番号	携帯電話番号
各 部	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(総務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(管理)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(管理)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(業務)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(営業)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(営業)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××
	(営業)	××× ××× ××××	090 ×××× ××××

-1-6 避難誘導

(1) 避難の原則

周辺道路が冠水し、出入り口や接続地下歩道等から多量の雨水の流入が予測されるとき、または、流入した時には来店者の避難は最優先されなければならない。

当店では、安全な地上として「店内の2階以上」を設定し来店者の誘導を行う。

(2) 避難時期

・非常態勢発令と同時に非常放送により従業員・来店者に避難を指示する。

(3) 発令時の行動

担当	内容	行動内容
防災センター		<ul style="list-style-type: none"> ・館内放送により避難の呼びかけを行う ・エレベーターやエスカレーター停止の呼びかけを行う ・災害状況の案内を行う
避難誘導班		<ul style="list-style-type: none"> ・各エレベーターやエスカレーター前に担当者を配置する ・口頭により、他従業員・テナントスタッフに対応を促す ・現地誘導の指揮をとる
その他従業員等		<ul style="list-style-type: none"> ・担当者は火元閉鎖を行う ・担当者はレジ管理を行う ・避難誘導班の指示に従い活動を行う

(4) 避難場所及び避難経路

・下表および別途避難経路・誘導案内図による。

フロア	内容	誘導先	注意事項
地下1階		<ul style="list-style-type: none"> ・東側エリアの階段 ・上記経路で2階以上 	<ul style="list-style-type: none"> ・西側エリアへは誘導しない (流入の可能性あり) ・エスカレーターには誘導しない ・エレベーターには誘導しない
1階		<ul style="list-style-type: none"> ・近傍の階段 ・上記経路で2階以上 	<ul style="list-style-type: none"> ・地下階へ行かないよう注意する ・エスカレーターには誘導しない ・エレベーターには誘導しない
その他の階		<ul style="list-style-type: none"> ・当該階に留める (下階からの避難状況によっては更に上階へ誘導) 	<ul style="list-style-type: none"> ・下階へ行かないよう注意する ・エスカレーターには近づけない ・エレベーターには近づけない

(5) 誘導方法及び留意事項

- ・店舗内の主要通路に立ち、避難方向を示し直接誘導を行う。
- ・昇降設備には必ず専任を配置し、利用者などが近づかないよう注意する。
- ・できる限り状況を説明しパニックが発生しないように努める。
- ・災害時要援護者を発見した場合は直接援護、または、周囲の従業員・テナント員及び利用者の協力を得て援護を行う。

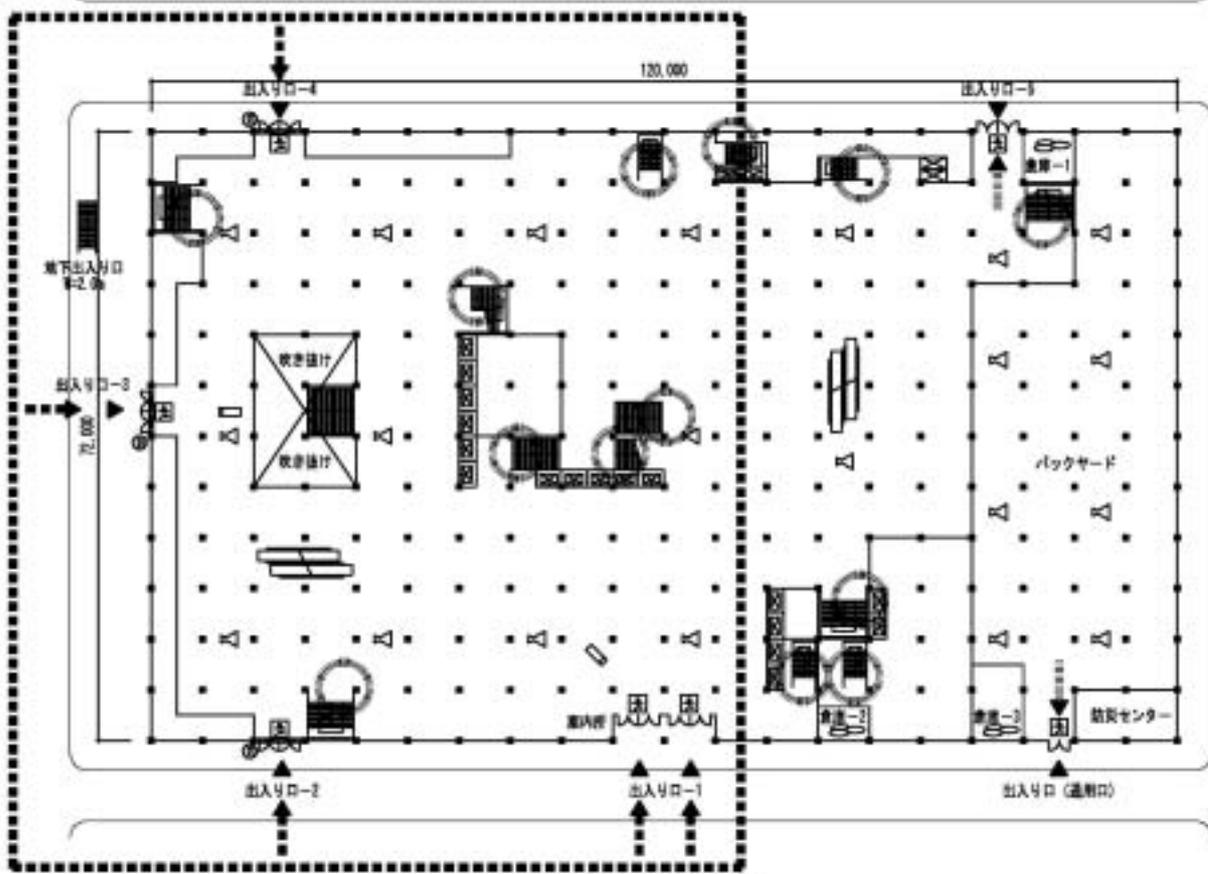
(6) 利用者・従業員等に対する放送および案内の内容

館内放送

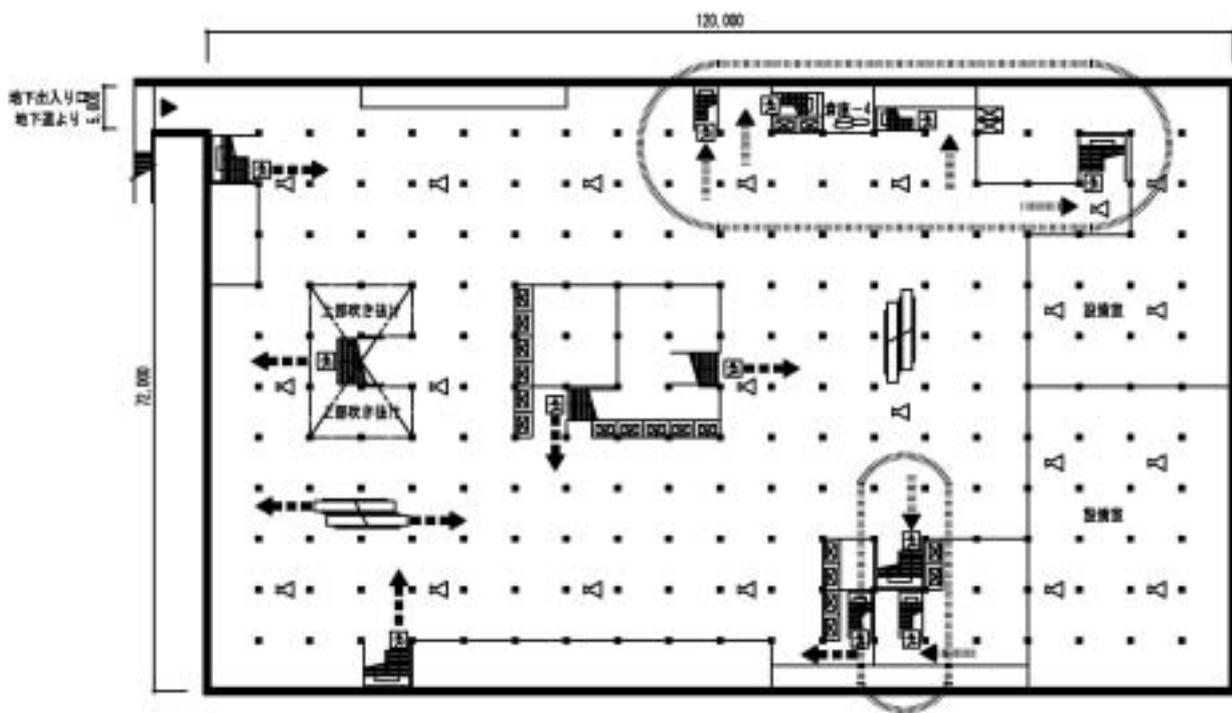
内 容
<p>・ 台風 号の影響により、周辺道路の水かさが増して店内に浸入するおそれがあります。お買い物中のお客様には大変ご迷惑ですが、係員の指示に従い速やかに避難していただくようお願いいたします。</p>
<p>・ 階段により避難してください。なお、エレベーター・エスカレーターは停止をいたしますのでご使用をお控えください。なお、連絡地下道および地上外部は大変危険となっていますので、避難をお控えください。</p>
<p>・ 避難にあたっては、係員の指示する方向へゆっくりとお進みください。また、避難にあたり援護が必要な方、および、避難にあたり援護が必要な方をお見かけした方は近くの係員にお伝えください。</p>

現地案内

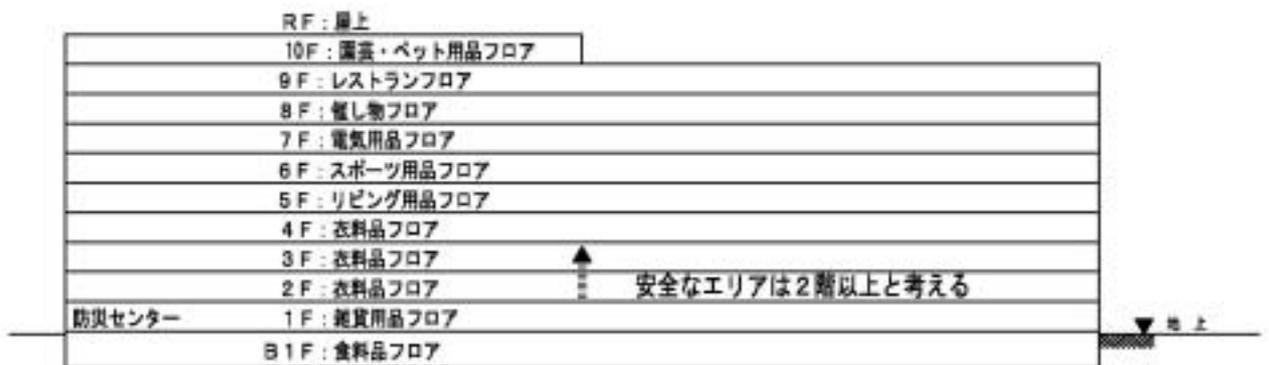
内 容
<p>・ 避難先は当店の2階以上となっております。大変危険ですのでゆっくりと東側（ 売り場側）の階段へとお進みください。</p>
<p>・ エレベーター・エスカレーターは停止をいたしますのでご使用をお控えください。</p>
<p>・ 連絡地下道および地上外部は大変危険となっていますので、避難をお控えください。</p>
<p>・ 避難にあたり援護が必要な方がいらっしゃいましたら係員までお申し出ください。</p>



地上1階平面図



地下1階平面図



断面図



地表浸水エリア



浸水のおそれの高い経路



誘導すべきエリア



誘導すべき避難経路

- 原則として下層階へは誘導しないこと。
- 地下では浸水状況を確認し安全なエリアの階段へ誘導する。
- 1階では外部の状況を確認し2階以上へ誘導する。
- 避難に介助が必要な方などを発見したら付近の人に応援を頼むこと。
- エレベーター・エスカレーターへは絶対に誘導しないこと。

避難経路・誘導案内図

-2 避難安全対策施設整備計画書の作成例

-2-1 現状の課題の整理

(1) 浸水防止の対策

1) 現状

- ・ 現状では特に浸水防止の施設整備が行われていないため課題を整理し対策を行う。

2) 課題等

設定浸水高さ

入手した情報は以下であり、発生頻度及びスペース・費用などを考慮して決定する必要がある。

- ・ 都市洪水想定区域図 = 2.0m (T.P.+3.0m)
- ・ 都市浸水想定区域図 = 0.5m (T.P.+1.5m)

出入口箇所

出入口 1~7 までがあり高さは以下となっている。

- ・ 1~6 はフロアレベル = T.P.+1.35m
- ・ 7 は歩道上であり歩道レベル = T.P.+1.20m
- ・ 周辺道路は出入口 1~4 が比較的低くなっており安全を見込む必要がある。
- ・ 出入口 - 7 は公道上のため安全を見込む必要がある。

換気口等

- ・ 換気口及びドライエリアなどその他の浸水が予想される箇所はない。

T.P.：東京湾の中等潮位（隅田川河口の霊岸島量水標で観測した結果から求めた平均潮位を T.P.±0）を基準とする標高。我が国の水準測点の原点としている。
その他の潮位として O.P.（大阪湾平均干潮位：T.P.-1.0455m）などがある。

都市洪水想定区域図の地表浸水深 <u>T.P.+3.0m</u>	都市洪水想定区域図の地表浸水深 <u>T.P.+3.0m</u>
都市浸水想定区域図の地表浸水深 <u>T.P.+1.50m</u>	都市浸水想定区域図の地表浸水深 <u>T.P.+1.50m</u>
フロアレベル <u>T.P.+1.35m</u>	フロアレベル <u>T.P.+1.20m</u>
出入口 1~6	出入口 7

(2) 情報収集の対策

1) 現状

- ・ 現状では出入り口 1・3 に CCTV が設置されており、防災センター内のモニターにて監視が可能となっている。

2) 課題等

- ・ 浸水防止の内、浸水の危険性が高い出入り口 2～4 については、より安全性を高めるために浸水センサーの設置が望ましい。

(3) 浸水危険性の周知対策

1) 現状

- ・ 現状では出入り口 1・3 の案内板及びフロアガイドに避難口の表示をしてある。

2) 課題等

- ・ 現時点では特になし

(4) 避難行動の対策

1) 現状

- ・ 地下1階の設備室が行き止まり空間となっており、浸水時に避難が行えない危険性がある。
- ・ その他のエリアは近接した2方向避難が確保されている。

2) 課題等

- 階段の増設は困難なため、その他の避難経路を確保する必要がある。

(5) 電源確保の対策

1) 現状

- ・ 設備室の建具は一般仕様となっている。
- ・ 電気盤はフロアレベルと同一面に設置している。
- ・ コンセント等は一般的な高さのみに設置されている。

2) 課題等

- ・ 設備室の建具の水密性を上げるためには、枠まで取り替える必要がある。
- ・ 電気盤はコンクリート基礎等の嵩上げが必要となる。
- ・ コンセントは電気盤の改造及び配線ルートの確保が必要となる。

(6) 水防資機材の整備

1) 現状

- ・ 懐中電灯が整備されている程度。

2) 課題等

- ・ 水防活動に必要となる資機材を抽出し整備する必要がある。

-2-2 対策案

(1) 浸水防止の施設

項目	方針
対象出入口	・ 当ビルの出入口は、出入口 1~5・通用口(同 6)地下出入口(同 7)の7箇所がある。
出入口の高さ	・ 出入口 1~6 が TP+1.35m ・ 出入口 7 が TP+1.2m
地表浸水深	・ 2.0m (TP+3.0m) 都市洪水想定区域図より ・ 0.5m (TP+1.5m) 都市浸水想定区域図より
設定浸水高さ	・ 上記より TP+1.5mと設定 (頻度の高い都市浸水想定区域図より決定)
各出入口の対策高さ	・ 出入口 1~4 は TP+1.5m 1.35mより必要高さ 150 mm ・ 接する道路が低く、浸水の可能性の高い出入口 2~4 は自動起動式の防水板とする。(350 mm) ・ 出入口 1 はスペースの関係上、当面土のうによる対応とする。(3段 = 450 mm)
	・ 出入口 5・6 は TP+1.5m 1.35mより必要高さ 150 mm ・ 接する道路が多少高く浸水の可能性が低いため、土のうによる対応とする(1段 = 150 mm)
	・ 出入口 7 は TP+1.5m 1.2mより必要高さ 300 mm ・ 道路に面しているため安全を見て 700 mmと設定 ・ 設置スペース不足のため手動設置にて対応する。

上記は当面の整備の考え方であり、土のうでの対応箇所は将来的に防水板対応とする。

(2) その他対策案

項目	方針
情報収集の対策	・ 出入口 2~4 への浸水センサーの設置は将来対応とする。
利用者への周知	・ 現状維持とする。
避難行動の対策	・ 設備室に避難タラップ及び避難ハッチを設置する。
電源確保の対策	・ 設備室のドアをエアタイトドアに取り替える。 ・ 電気盤を 30 cm嵩上げする。 ・ コンセントは発電機での対応とする。

(3) 水防資機材の整備

資機材名	方 針
ポンプ類	<ul style="list-style-type: none"> ・ 万一の浸水に対する排水用のポンプを設置する。 ・ 設置数は排水ポンプ 3 台、スweepポンプ 1 台とする。 ・ 保管場所は最下階である地下とし、倉庫 -4 及び設備室とする。
発電機	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水ポンプ及びその他用の電源として発電機を設置する。 ・ 能力は当面 2 k w × 2 台とする。 ・ 保管場所はポンプと同様の倉庫 -4 とする。
水切り	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水切りは当面 8 本を整備する。 ・ 保管場所は各倉庫に 2 本とする。
懐中電灯	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水切りは当面 16 個を整備する。 ・ 保管場所は各倉庫に 4 個とする。
ブルーシート ビニールシート	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多用途に使用できるシートを用意する。 ・ ブルーシートは各倉庫に 2 枚とする。 ・ ビニールシートは倉庫 3・4 に 1 巻きとする。
長靴 ビーチサンダル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浸水時の活動に用いる。 ・ 各々を各倉庫に 5 足とする。
防水板	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下出入口用の防水板を倉庫 4 に保管する。 ・ 2 名以上での搬送・設置とする。
土のう	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予備として吸水式の土のうを整備する。 ・ 保管場所は倉庫 4 とし、数量は 40 袋とする。

上記は当面の整備の考え方であり適宜更新する。

(4) 設置に関する手続き

今回の設置以降に新規購入・更新などがある場合には以下の手順により整備し、各表に反映させて更新する。また、整備予定の実施について定期的に確認を行う。

1) 新規購入の場合

起案者：各班長

必要書類：稟議書

記載内容：整備内容、理由、機材名、数量、概算費用

決 済 者：総務部長

管理責任者：総務部長

計画書への反映：総務部長が更新（保管場所などについては起案者と調整を行う）
社内イントラネットで通知

2) 更新の場合

起案者：各班長

必要書類：定期点検チェックシート、稟議書

記載内容：現在の状況（点検結果）整備内容、理由、機材名、数量、概算費用

決 済 者：総務部長

管理責任者：総務部長

計画書への反映：総務部長が更新（保管場所などについては起案者と調整を行う）
社内イントラネットで通知

3) 整備状況の確認

確認者：総務部長及び各班長

確認対象：水防資機材及び浸水防止施設で整備予定のもの

確認時期：4月初旬・10月初旬

予定変更：予定が変更となる場合には各班長に通知する

計画書への反映：総務部長が更新（保管場所などについては起案者と調整を行う）
社内イントラネットで通知

-2-3 対策一覧表

(1) 浸水防止施設の対策一覧表

	対策箇所	対策方法	状況	備考
1	出入り口 - 1	土のう	済	
		防水板	未	年 月までに設置予定
2	出入り口 - 2	防水板	済	防災センターにて監視
		浸水センサー	未	防水板連動 年 月までに設置予定
3	出入り口 - 3	防水板	済	防災センターにて監視
		浸水センサー	未	防水板連動 年 月までに設置予定
4	出入り口 - 4	防水板	済	防災センターにて監視
		浸水センサー	未	防水板連動 年 月までに設置予定
5	出入り口 - 5	土のう	済	
		防水板	未	年 月までに設置予定
6	通用口 出入り口 - 6	土のう	済	
		防水板	未	年 月までに設置予定
7	地下出入り口 出入り口 - 7	防水板	済	

(2) その他対策表

利用者への周知対策表

	対策箇所	対策方法	状況	備考
1	出入り口 - 1	案内板	済	
2	案内所	リーフレット	済	
3	出入り口 - 3	案内板	済	

情報収集の対策表

	対策箇所	対策方法	状況	備考
1	出入り口 - 1	CCTVカメラ	済	防災センターにて監視
2	出入り口 - 2	浸水センサー	未	防水板連動 年 月までに設置予定
3	出入り口 - 3	CCTVカメラ	済	防災センターにて監視
		浸水センサー	未	防水板連動 年 月までに設置予定
4	出入り口 - 4	浸水センサー	未	防水板連動 年 月までに設置予定

避難行動の対策表

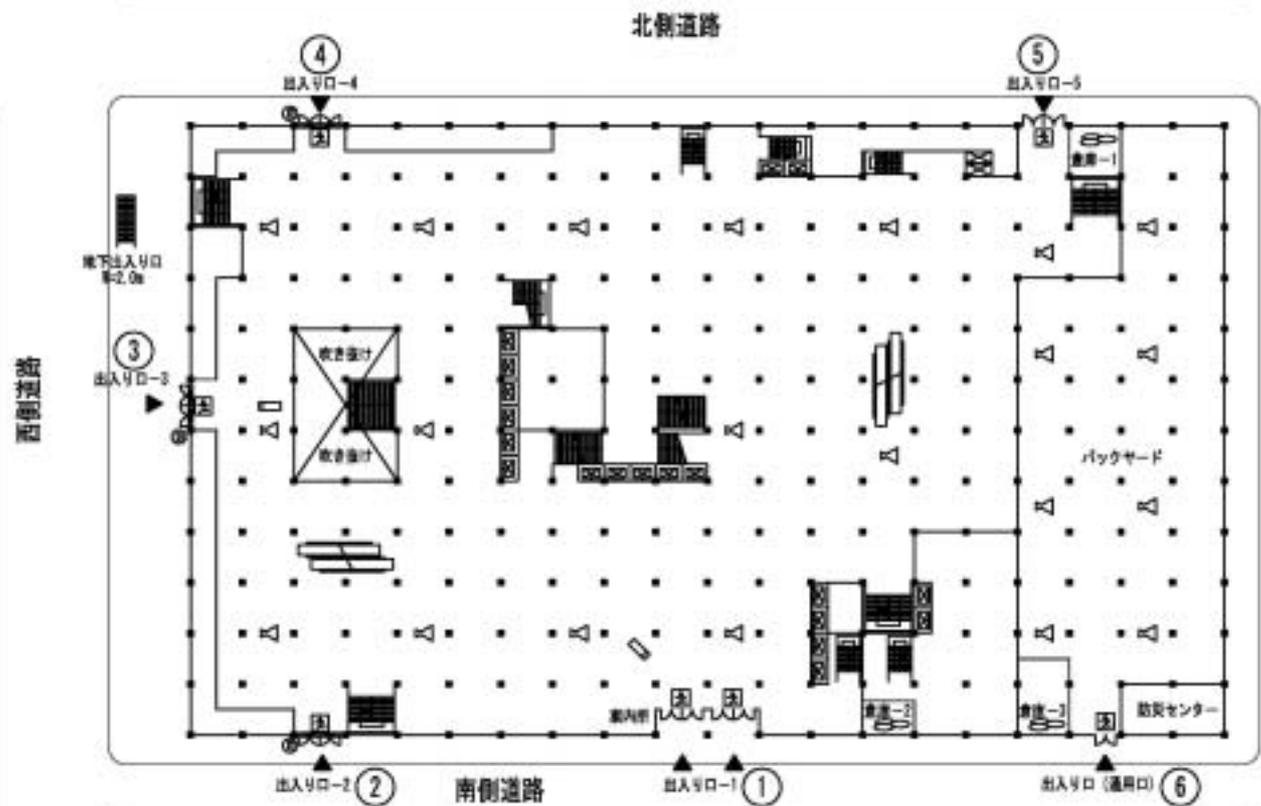
	対策箇所	対策方法	状況	備考
1	B1F 設備室	避難タラップ	済	
2	B1F 設備室	避難ハッチ	済	

電源確保の対策表

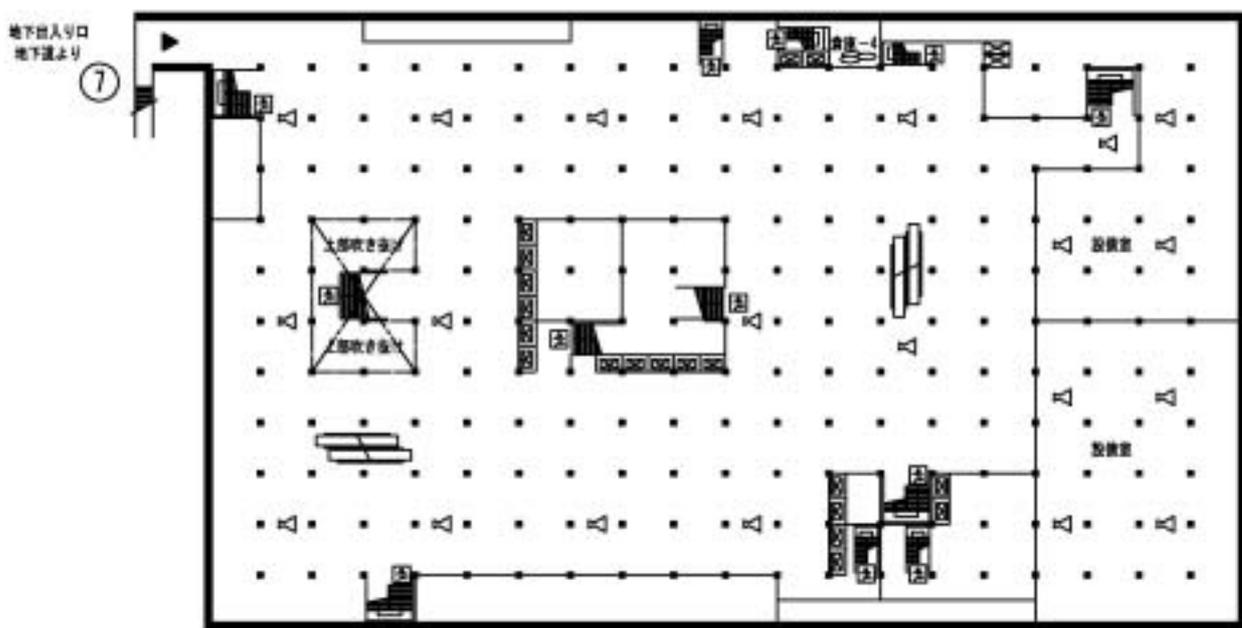
	対策箇所	対策方法	状況	備考
1	設備室	扉の止水性の向上	済	エアタイトドア
2	電気盤	嵩上げ	済	30 cm

(3) 資機材一覧表

	資機材名	仕様	数量	保管場所	設置/更新
1	排水ポンプ	250 リットル / 分 100V	2	倉庫 - 4(B1F)	H 年 月
		150 リットル / 分 100V	1	設備室(B1F)	H 年 月
2	スweepポンプ	50 リットル / 分 100V	1	倉庫 - 4(B1F)	H 年 月
3	非常用発電機	2.0 k w 100V	2	倉庫 - 4(B1F)	H 年 月
4	水切り		8	倉庫 - 1~4 (各 2)	H 年 月
5	懐中電灯		16	倉庫 - 1~4 (各 4)	H 年 月
6	ブルーシート	3.6m x 3.6	8	倉庫 - 1~4 (各 2)	H 年 月
7	ビニールシート	幅 2m (50m巻)	2	倉庫 - 3・4	H 年 月
8	長靴	ゴム製	20	倉庫 - 1~4 (各 5)	H 年 月
9	ビーチサンダル	ゴム製	20	倉庫 - 1~4 (各 5)	H 年 月
10	防水板	アルミ製 (h=350)	2	倉庫 - 4(B1F)	H 年 月
11	土のう (予備)	吸水式	40	倉庫 - 4(B1F)	H 年 月



地上1階平面図



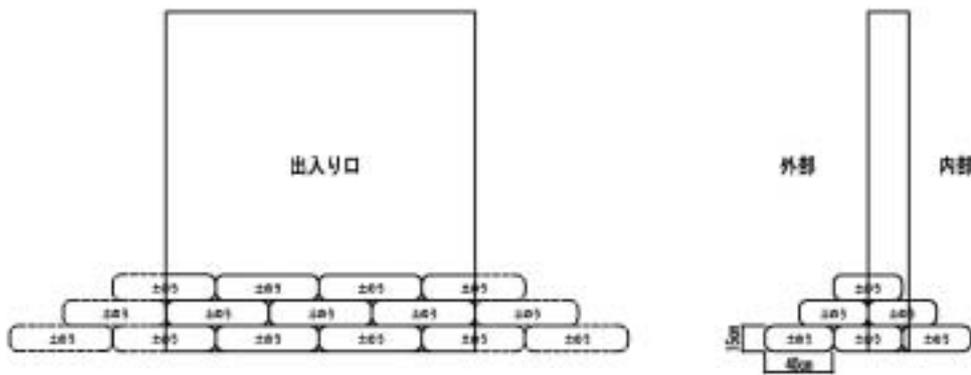
地下1階平面図

東横道路

1. 防水板及び土のう設置・保管場所一覧表

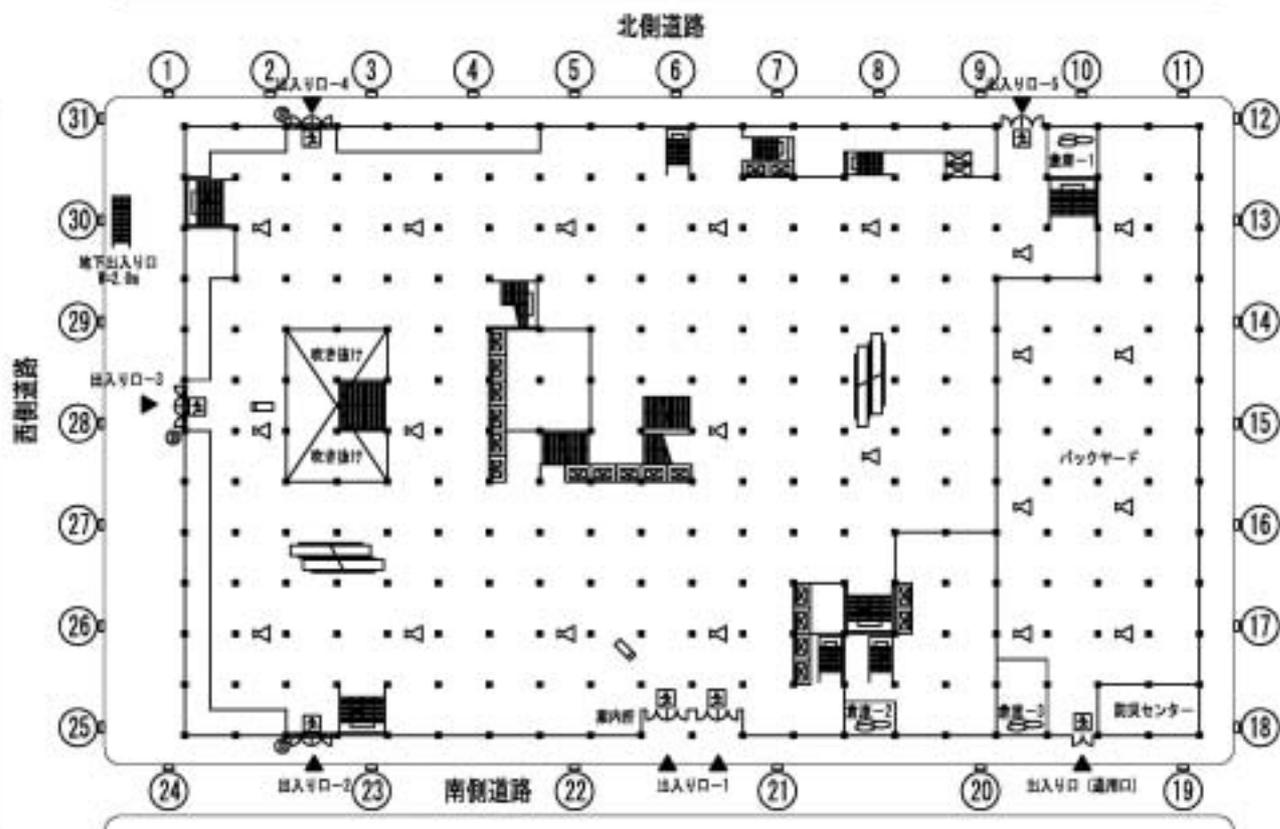
No	設置場所	仕様	幅(m)	高さ(m)	保管場所	備考
①	出入り口-1	土のう	4800×2	3段	倉庫-2	100袋
②	出入り口-2	防水板	4800	350	自動起動式	手元スイッチで作動
③	出入り口-3	防水板	4800	350	自動起動式	手元スイッチで作動
④	出入り口-4	防水板	4800	350	自動起動式	手元スイッチで作動
⑤	出入り口-5	土のう	4800	1段	倉庫-1	30袋
⑥	運用口	土のう	2400	1段	倉庫-3	15袋
⑦	地下出入り口	防水板	5000	350×2	倉庫-4	2枚

※土のうによる対応箇所「出入り口-1」「出入り口-5」は平成〇年〇月までに防水板（自動起動式）を導入する。



※土のうは1袋あたり、高さ15cm・幅40cmと考えて設定

浸水防止施設位置図



地上1階平面図

1. 北側道路：路上排水口一覧表

No	仕様	サイズ	高さ	備考
①	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.000	
②	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.005	
③	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.010	
④	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.015	
⑤	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.020	
⑥	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.025	
⑦	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.030	
⑧	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.035	
⑨	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.040	
⑩	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.045	
⑪	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.050	

東側道路

2. 東側道路：路上排水口一覧表

No	仕様	サイズ	高さ	備考
⑫	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
⑬	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
⑭	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
⑮	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
⑯	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
⑰	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
⑱	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	

3. 南側道路：路上排水口一覧表

No	仕様	サイズ	高さ	備考
⑲	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
⑳	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
㉑	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
㉒	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
㉓	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
㉔	コンクリート製蓋	30cm×60cm	T P+1.050	

4. 西側道路：路上排水口一覧表

No	仕様	サイズ	高さ	備考
㉕	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.050	
㉖	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.047	
㉗	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.039	
㉘	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.031	
㉙	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.023	
㉚	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.015	
㉛	鋼製グレーチング蓋	30cm×60cm	T P+1.007	

路上排水溝位置図

-3 防災教育・訓練の計画作成例

-3-1 防災教育の計画

「自らの命は自らで守る」「自らの地域は自らで守る」そのために、社員やテナント従業員、利用者が平素から備えるべきこと、関係機関が分担・協力して実施すべき災害対策、地下空間における高齢者や身体障害者などの援護を要する者への助け合い精神を重点とした防災教育等を実施し、自主防災への積極的な取り組みの啓発を図る。

防災教育の内容は、防災センター要員の教育を除き次によるものとする。

- ・ 避難計画の周知徹底。
- ・ 浸水予防上の遵守事項。
- ・ 防災管理機構の周知徹底。
- ・ 水害等に関する事項の周知徹底。
- ・ その他防災管理上必要な事項。

防災教育・訓練実施スケジュール			
区分	実施月	実施要領等	備考
防災管理業務に従事する者	5月 第2週	関係法令及び防災管理に関する資料をもとに研究会・講習会を行う。	本部メンバー 課長職以上
従業員・テナント員 (図上訓練)	5月 第4週	配付資料による図上訓練を行い、実地訓練への準備を行う。	
従業員・テナント員 (実地訓練)	6月 第1週	教育内容にもとづき実地における訓練を実施する。	
防災センター要員(保安員)教育	別途 計画	消防本部及び消防署が実施する、防災センター要員講習を受講させる。	

-3-2 防災訓練の計画

(1) 訓練の内容

- ・ 地下空間浸水対策を念頭に水防訓練、情報伝達訓練、避難訓練の各種訓練を行う。訓練は実地訓練の実施前に、図上訓練を行う。
- ・ 図上訓練は参加者が、テーブルに広げられた地図を囲み地下空間が浸水したと想定して討議し、参加者の水防に対する意見や問題を共通認識する事である。
- ・ 実地訓練は実際の災害を想定した訓練であり、事前に配布する資料により、水防訓練、情報伝達訓練、避難訓練の模擬演習を行う。

(2) 図上訓練のシナリオ

図上訓練は場所と時間に制約されないの比較的手軽に行える。図上訓練は実施訓練、地下空間が浸水したと想定したシミュレーションを通じて、参加者の水防に対する意見や問題を共通認識する事である。また、図上訓練を経た上で実地訓練に反映させる。

図上訓練の方法は下記の通りとする。

1) 実施時期

実地訓練の1週間前

2) 参加者

各課単位の構成により実施する。また、テナント員にはフロア単位により構成したグループにて行う。

3) 訓練の内容

参加者自身の所在位置が判別できる縮尺の図面（事前配布）を参加者全員で囲み下記の討議を行う。

- ・ 事前準備 : 地下空間施設に浸水した場合に被害を被る施設や問題の抽出
(事前に対応すべき事項の抽出)
- ・ 浸水防止 : 地下空間施設に浸水を防止するためのとるべき行動
(誰が、何時、何処で、何をするか)
- ・ 情報伝達 : 行政から入る情報をどのように受信するか。情報を正しく従業員等の関係者や地下施設利用者に迅速に伝達する方法
(誰が、何時、何処で、何をするか)
- ・ 避難誘導 : 地下空間施設より避難先へ安全に避難してもらうためにとるべき行動
(誰が、何時、何処で、何をするか)
- ・ 浸水排除 : 地下空間が浸水した後の浸水排除や清掃等の水防活動
(誰が、何時、何処で、何をするか)
- ・ 人命救助救出 : 地下空間施設に取り残された人の確認と救出するためにとるべき行動
(誰が、何時、何処で、何をするか)

(3) 実地訓練のシナリオ

実地訓練は浸水を想定した訓練であり、水防訓練、情報伝達訓練、避難訓練の模擬演習を行う。

実施訓練の方法は以下の通りとする。

1) 実施時期

梅雨のシーズン前である6月第1週とする。

2) 参加者及び主催者

実地訓練は定休曜日の午前9時より実施する。

3) 訓練の内容

- ・ 動員訓練 …………… 連絡網を通じて所定の場所に動員する。
- ・ 水防対策本部設置訓練 …… 水防対策本部の人員、機器材
- ・ 浸水防止訓練 …………… 防水板の設置、土のうの配置訓練
- ・ 情報収集訓練 …………… 情報の収集
- ・ 情報伝達訓練 …………… 情報の伝達
- ・ 避難訓練 …………… 避難するための備品配備、避難体制
- ・ 避難誘導訓練 …………… 避難誘導・災害時要援護者の誘導訓練
- ・ 救出救護訓練 …………… 救出救護訓練

-3-3 施設点検計画

防災センターおよび警戒活動班員は、実地訓練前に浸水防止の施設・水防資機材の点検を行う。

定期点検チェックシート - 1 (浸水防止の施設)					
資機材等名称	点検内容	保管場所	数量	点検日	点検者
防水板 (出入り口 - 2)	可動状況	現地	1		
防水板 (出入り口 - 3)	可動状況	現地	1		
防水板 (出入り口 - 4)	可動状況	現地	1		
防水板 (出入り口 - 7)	個数・破損など	現地	2		
土のう (倉庫 - 1)	個数・破れなど	(倉庫 - 1)	30		
土のう (倉庫 - 2)	個数・破れなど	(倉庫 - 2)	100		
土のう (倉庫 - 3)	個数・破れなど	(倉庫 - 3)	15		
土のう (倉庫 - 4)	個数・破れなど	(倉庫 - 4)	40		

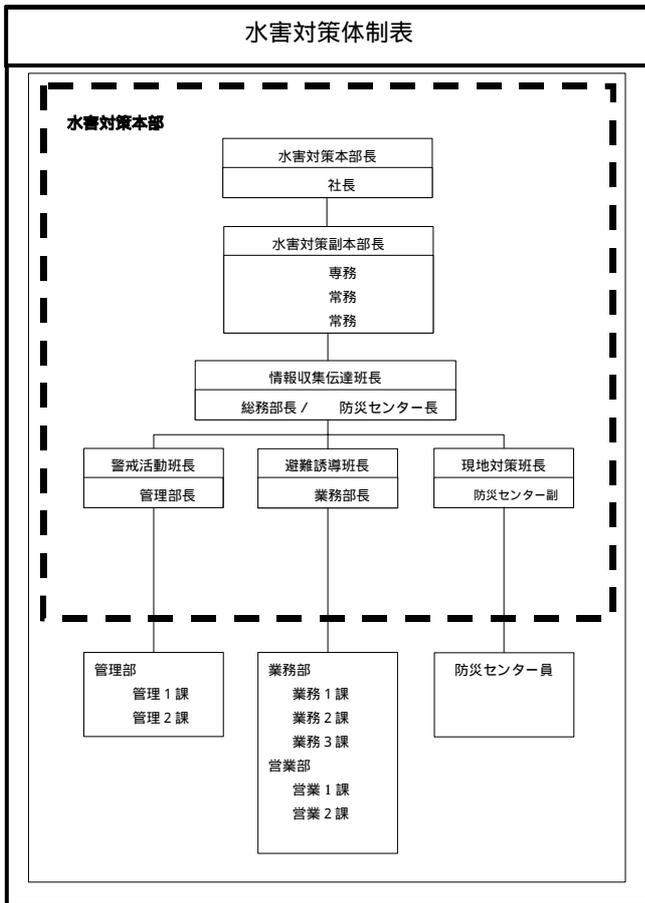
定期点検チェックシート - 2 (資機材)					
資機材等名称	点検内容	保管場所	数量	点検日	点検者
排水ポンプ	可動状況	倉庫 - 4(B1F) 設備室(B1F)	2		
スweepポンプ	可動状況	倉庫 - 4(B1F)	1		
非常用発電機	可動状況	倉庫 - 4(B1F)	1		
水切り	個数・破損など	倉庫 - 1~4 (各2)	2		
懐中電灯	点灯状況・電池寿命など	倉庫 - 1~4 (各4)	8		
ブルーシート	個数・破れなど	倉庫 - 1~4 (各2)	16		
ビニールシート	個数・破れなど	倉庫 - 3・4	8		
長靴	個数・破損など	倉庫 - 1~4 (各5)	2		
ビーチサンダル	個数・破損など	倉庫 - 1~4 (各5)	20		
土のう (予備)	個数・破れなど	倉庫 - 4(B1F)	40		

-4 避難計画の公表計画作成例

-4-1 浸水時対応マニュアル

浸水被害発生時の行動について

- ・ 浸水被害が発生した場合には、社員及びテナント従業員は日常の教育訓練に従い、浸水への対応及び復旧活動を行うこと。
- ・ 行動にあたっては、職務上の責務にとらわれず最良となる行動を行うこと。また、当社の理念に従い人身の安全確保を第一優先とする。



水害対策任務表

組織	任務
水害対策本部長	情報収集・伝達、警戒活動、避難指示・指示、調査などの判断と指示
水害対策副本部長	本部長の補助、本部業務の管理、統括
情報収集伝達班	<ul style="list-style-type: none"> 各種情報源の収集と伝達 関係機関への情報連絡 緊急伝達による情報連絡 被害発生状況への迅速な対応 被害発生状況への迅速な対応 関係機関との連絡調整 状況に応じた情報伝達 関係機関への迅速な対応
現地対策班	<ul style="list-style-type: none"> 現地の状況の把握 現地の状況の把握と伝達への連絡 本部からの指示の伝達 関係機関との連絡調整
警戒活動班	<ul style="list-style-type: none"> 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達
避難誘導班	<ul style="list-style-type: none"> 避難誘導の指示と伝達 避難誘導の指示と伝達 避難誘導の指示と伝達 避難誘導の指示と伝達 避難誘導の指示と伝達 避難誘導の指示と伝達 避難誘導の指示と伝達 避難誘導の指示と伝達
現地対策班	<ul style="list-style-type: none"> 現地の状況の把握 現地の状況の把握と伝達への連絡 本部からの指示の伝達 関係機関との連絡調整
警戒活動班	<ul style="list-style-type: none"> 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達 警戒活動の指示と伝達

浸水防止装置の実施要領

1.第二配備となり態勢が警戒となった場合の浸水防止作業

以下の場所を優先して水防作業に着手する。

- ・ 利用者の通行上又は避難上著しく支障のある場所（出入り口等）
- ・ 店内への浸水で商品などへの被害拡大が予測される場所

水防作業の要領

- ・ 危険箇所には土のうの準備を行う。
- ・ すでに浸水が発生している箇所には土のう積みを実施する。
- ・ 店内に浸入した水はポンプやバケツ等によりくみ出す。

2.第三配備となり態勢が非常となった場合の浸水防止作業

第三配備となる場合は、店内への浸水が階段等から流入してくることを前提としている。水防作業は迅速、かつ、堅実な作業が必要となる。また、作業従事者は従業員及びテナント員を総動員し、効率的に実施する必要がある。

- ・ 防水板を起動して出入り口からの浸水を防止する。起動は防災センターからの指令の下、現地の警戒活動班が装置の手元スイッチにより起動する。

土のう積みの要領

- ・ 動員可能な人員の内、半数の人員を土のう搬送要員とし、残りを現地の土のう積み要員として分担して実施する。
- ・ 土のうは、各指定倉庫の土のう収納庫（箱）から搬出して活用する。
- ・ 土のうは、隙間をなくすために互い違いに積むことを原則とし、3段積みを最大限として必要に応じて控えをとること。

3.浸水防止作業実施上の注意事項

- ・ 浸水防止作業は相当の時間と労力を要する場合が多く、かつ、危険を伴うため単独での行動はしないこと。
- ・ 作業の進捗状況等を随時対策本部に報告すること。
- ・ 急激な増水により作業の続行が危険であると判断した場合は、直ちに本部へ報告するとともに、要員自らも安全な場所に避難する。

-4-2 利用者向けパンフレット

- ・ 館内及びフロアーガイドに浸水時における注意書きを記載する。
- ・ 受付及び各エスカレーター前に常備する。

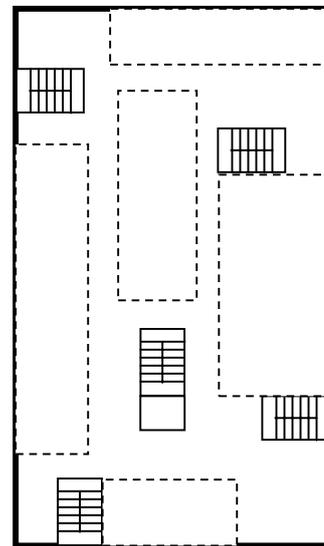
館内のご案内

階層図

- 10F : 園芸・ペット用品フロア
- 9F : レストランフロア
- 8F : 催し物フロア
- 7F : 電気用品フロア
- 6F : スポーツ用品フロア
- 5F : リビング用品フロア
- 4F : 衣料品フロア
- 3F : 衣料品フロア
- 2F : 衣料品フロア
- 1F : 雑貨用品フロア
- B1F : 食料品フロア

館内の安全については万全を期しておりますが、火災・洪水等の発生時には館内放送に従い行動ください。

階のご案内



西

- : 専門店街-1
- : 専門店街-2
- : 専門店街-3
- : 鮮魚・精肉
- : (喫茶)
- : サービスカウンター
- : トイレ
- : 自動販売機
- : 避難口

館内の安全については万全を期しておりますが、火災・洪水等の発生時には館内放送に従い行動ください。