

## 第9章 重要施設の被害の想定手法

### 9.1 想定の目的と基本的な考え方

#### (1) 重要施設の被害想定目的

阪神・淡路大震災や東日本大震災等の過去の地震災害では、県庁舎や市区町村庁舎、病院等、消防署所・警察署等が、建物被害やライフライン支障により機能喪失し、初動対応や応急対策のみならず、長期にわたって業務に重大な影響を与えた。

このため、今回の調査では、これら災害対策実施の拠点となる「重要施設」が、想定する地震によって、どの程度の被害やライフライン等の機能支障を受け、災害対策活動の実施にどの程度影響するかを想定する。

#### (2) 手法設定にあたっての基本的な考え方

阪神・淡路大震災や東日本大震災において「重要施設」が機能支障に陥った要因としては、大きく次の5つが考えられる。

揺れによる建物被害

揺れ以外の外的要因（津波・急傾斜地崩壊・火災）

ライフライン支障

交通支障

その他

#### ア 揺れによる建物被害の評価

重要施設については、個々に建物被害を想定（評価）する必要があるものの、既存の被害想定手法は個々の被害を想定するものとはなっていない。

そのため、「重要施設」の揺れによる建物被害の想定（評価）にあたっては、「建築物の耐震改修の促進に関する法律における技術的指針」（「建築物の耐震改修の促進に関する法律」第4条第1項の規定に基づき、建築物の耐震診断及び耐震改修の促進を図るための基本的な方針）における「耐震指標」の考え方を採用し、耐震診断の結果を建物被害の結果（評価）に用いるものとする。ただし、耐震診断を行っていない建物については、該当建物の建築年により簡易的に耐震指標に代わる基準を設定する。

例えばRC造建物の耐震性能は、以下の式により求められる。

$$I_s = E O \times S D \times T$$

$E O$ ：保有性能基本指標（建物が保有している基本的な耐震性能を表す指標）

$I_s$  値を求めるにあたって最も重要な指標

=  $C$ （強度の指標）×  $F$ （粘り強さの指標）

$S D$ ：形状指標（平面・立面形状の非整形性を考慮する指標）

1.0を基準として、建物形状や耐震壁の配置バランスが悪いほど数値が小さくなる

$T$ ：経年指標（経年劣化を考慮する指標）

地震被害を受けたRC造建物の $I_s$ 値分布は以下のとおり(出典:大成建設HP)。

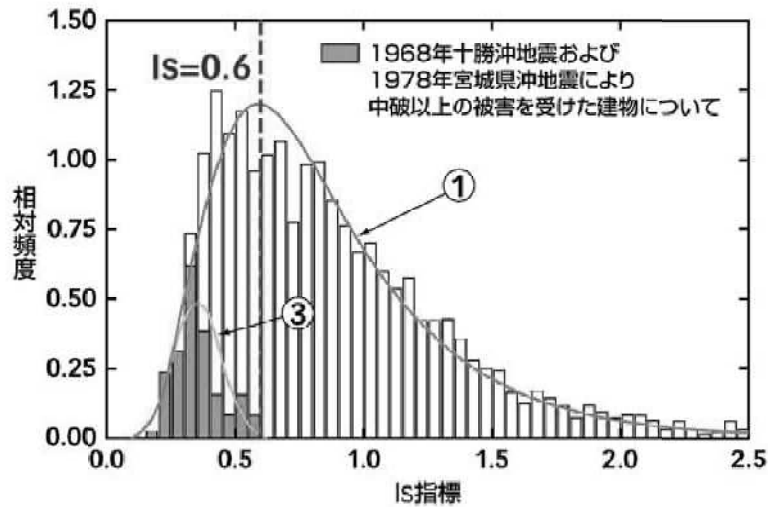


図 9.1 RC 造建物の被害と  $I_s$  値の関係

被害地震を未経験の建物の  $I_s$  値の分布

1968 年十勝沖地震及び 1978 年宮城県沖地震で中破以上の被害を受けた建物群の  $I_s$  値分布( $I_s$  値が 0.6 以上の場合は、中破以上の被害を受けていない)

耐震性能が低い建物には、以下の特徴が見られる。

- ・ 建物の強度が低く、粘り強さも弱い
- ・ 建物形状やバランスが悪い
- ・ 建物の劣化が激しい

S 造の場合の  $I_s$  値は、建物の耐力、剛性・形状、地域係数、振動特性等から算出する。

イ 揺れ以外の外的要因(津波・急傾斜地崩壊・火災)の評価

「重要施設」が使用できるかどうかの状況として、該当建物が津波、急傾斜地崩壊、火災の被害や影響を受けているかどうかの評価が必要である。

津波により使用不能になった事例は東日本大震災で多く見られる。津波により浸水した庁舎でも、災害対策業務が継続されていた事例がある(石巻市役所、石巻市消防本部、宮古市役所)。火災の影響により避難所が機能しなくなった事例は、阪神・淡路大震災で見られる。土砂災害の影響により「重要施設」が被害を受けた事例は見られなかったが、急傾斜指定地域内に所在する「重要施設」(特に避難所となる施設)が被害を受ける可能性があると考えられる。

ただし、これらの外的要因に対して、バックアップの機能や対策を取っている場合は、制約を受けながらも災害対策活動は継続できるものと考えられる。

ウ ライフライン支障の評価

建物が被害を受けなくても、ライフライン支障により「重要施設」としての機能が働かない事例が多く見られる。「重要施設」が機能支障を受けるライフラインの種類につい

ては、対象とする「重要施設」によって異なる。

#### エ 交通支障の評価

「重要施設」に対し、要員の移動や資機材・物資等を輸送するための機能が必要となるため、ここでは「道路」と「ヘリポート」を対象とする。

道路の支障については、「重要施設」周辺の道路状況と、他機関や地域とを結ぶ幹線道路（緊急輸送道路）の評価に分かれることが考えられる。

#### オ その他

その他、重要施設の被害想定（使用支障）の要因として以下の項目が考えられる。

以下の項目は、定性的な要因として検討する。

##### 人的被害の発生

人的被害（災害対策を行う要員の被災）は、災害対策活動において大きな支障要因となる。人的被害の推定式によると、標準的な死傷者の発生確率は以下のとおりである。

死者：全壊建物内 0.8%、重症者：全壊建物内 10%（ともに非木造建物内）

##### 業務空間の確保

業務を行うスペースを十分に確保できない場合やスペースの確保に時間を要する場合は、災害対策活動において大きな支障要因となる。事務用品・OA機器・什器等の地震対策、災害対策活動に必要な事務用品や機器の準備状況、事務空間確保のための手順の整備状況等が影響する。

(3) 重要施設の対象

シナリオについて、関連する重要施設を以下に示す。

表 9.1 シナリオと関連する重要施設

シナリオ	関連する重要施設	求められる役割
県災害対策本部シナリオ	災害対策本部が設置される施設	災害対策本部の設置、機能維持
	災害対策の拠点となる施設	災害対策活動の維持
医療救護活動シナリオ	災害拠点病院	重症者への医療処置(手術)、入院患者への対応
	一般病院	負傷者への医療措置、入院患者への対応
	地域保健福祉事務所	医療活動に関する情報収集、活動調整
消火活動シナリオ 救出活動シナリオ	消防署所	消防活動の維持
	警察署	警察活動の維持
	自衛隊駐屯地	自衛隊活動の維持
	広域応援活動拠点	応援部隊の集結、活動維持
被災者救援活動シナリオ	避難所	避難者の収容
	物資集積拠点	緊急物資の集積、仕分け、配布
	帰宅困難者一時滞在施設	帰宅困難者の一時滞在
中長期対応活動シナリオ	火葬場、遺体安置所	遺体処置、遺体の安置
	市町村の焼却処理施設、し尿処理施設	ごみ、し尿の処理
津波避難シナリオ	津波避難ビル	津波からの避難

今回の調査で対象とする重要施設として、シナリオとの関係から、以下の5つの分類を設定する。また、それぞれの施設について、確保すべき機能を併せて示す。

表 9.2 重要施設の被害想定結果の活用内容

重要施設の種別	確保すべき機能
災害対策本部施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害対策本部の設置</li> <li>・災害対策活動の維持(事務作業、情報連絡、外部とのアクセス、要員へのバックアップ等)</li> </ul>
災害対策の拠点となる施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害対策活動の維持(事務作業、情報連絡、外部とのアクセス、要員へのバックアップ等)</li> <li>・物資の受入れ、仕分け、発送</li> </ul>
警察・消防等活動拠点施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害対策活動の維持(事務作業、情報連絡、外部とのアクセス、要員へのバックアップ等)</li> <li>・緊急車両の車庫出し</li> </ul>
医療活動拠点施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手術の実施</li> <li>・患者の収容</li> </ul>
避難所となる施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・避難者の収容</li> </ul>

上記の対象とする重要施設の現況は、以下のとおりである。

表 9.3 重要施設の被害想定の対象とする施設

重要施設の種別	具体的な施設
災害対策本部施設	県及び市区町村庁舎（県出先機関を含む） <sup>1</sup>
災害対策の拠点となる施設	県総合防災センター、地域保健福祉事務所 <sup>2</sup>
警察・消防等活動拠点施設	警察本部・警察署、消防署所 <sup>3</sup>
医療活動拠点施設	災害拠点病院
避難所となる施設	学校等 <sup>4</sup>

1：県は本庁舎、新庁舎、分庁舎、第二分庁舎、4 地域県政総合センター、足柄上合同庁舎。市区町村は、33 市町村庁舎、横浜市の 18 区役所、川崎市の 7 区役所、相模原市の 3 区役所。

2：県総合防災センター、地域保健福祉事務所。

3：警察は、警察本部と警察署。消防は、消防署所。

4：震災時避難所として、市町村が指定している施設（県施設を含む）。

## 9.2 被害想定の手法

### (1) 対象種別の被害想定手法の方針

重要施設のうち、次の施設については、個々の施設毎に機能維持状況を想定する必要がある施設として想定を行う。ただし、ライフライン支障の評価については、各重要施設で最低限必要な機能からそれぞれ設定する。

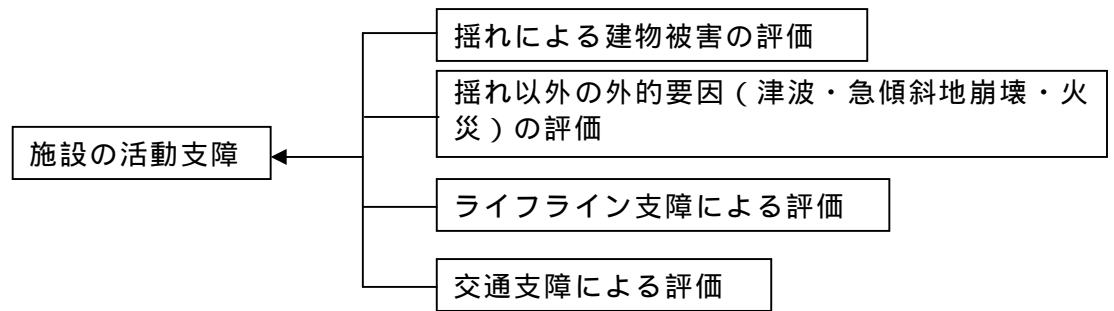
- ・災害対策本部施設
- ・災害対策の拠点となる施設
- ・警察・消防等活動拠点施設
- ・医療活動拠点施設

「避難所となる施設」については、基本的に避難者を収容できるかどうかの機能が維持できることが必要なため、建物の使用可能性のみを評価の対象とする。また、「避難所となる施設」は、その対象数が多いため、個々の施設別の想定は行わず、市区町村単位の想定を行う。また、ライフライン支障、交通支障の評価は行わない。

### (2) 対象とする評価項目

ア 「災害対策本部施設、災害対策の拠点となる施設、警察・消防等活動拠点施設、医療活動拠点施設」の評価項目

上記 4 つの重要施設については、以下の項目について、個々に評価を行う。シナリオにおいては、市区町村全体としての災害対策活動の支障状況を示す。ただし、県施設については、個々の施設の活動支障をシナリオに取り入れる。



イ 「避難所となる施設」の評価項目

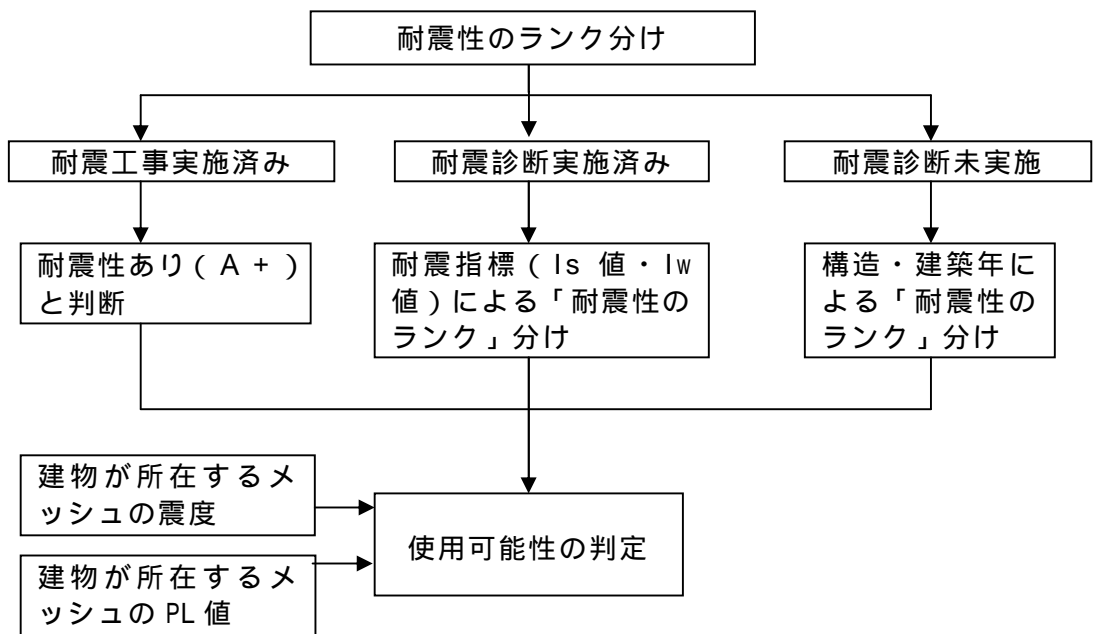
避難所となる施設については、第一段階の評価として、避難所全体の建物被害の発生状況を想定する。

(3) 「災害対策本部施設」、「災害対策の拠点となる施設」、「警察・消防等活動拠点施設」、「医療活動拠点施設」の被害想定の実施方法

個々の施設について、「揺れによる建物被害の評価」、「揺れ以外の外的要因（津波・急傾斜地崩壊・火災）の評価」、「ライフライン支障」、「交通支障の評価」を行う。

ア 揺れによる建物被害の評価

基本的な流れを以下に示す。



(ア) 耐震性のランク分け

評価を行う「重要施設」について、耐震指標の設定内容を参考に、重要施設の「耐震性のランク」としてA+、A、B、Cの4ランクを設定する。評価は、活動の継続の観点から、元々の耐震指標の設定より厳しい内容としている。

表 9.4 耐震性ランクの内容

耐震性のランク	評価の内容	(参考)建築物の耐震改修の促進に関する法律における設定
A +	震度 6 強までの揺れに対して、そのまま活動が継続できる。	-
A	震度 6 弱の揺れに対して、活動が継続できるが、震度 6 強以上については、建物の点検を要する。	震度 6 以上の揺れに対して倒壊、又は崩壊する危険性が低い
B	震度 6 弱以上では活動が継続できる可能性が低い。震度 5 強以下では、活動が継続できる。	震度 6 以上の揺れに対して倒壊、又は崩壊する危険性がある
C	震度 6 弱以上では活動が継続できる可能性が低い。震度 5 強以下でも、活動が継続できなくなる可能性があり、建物の点検を要する。	震度 6 以上の揺れに対して倒壊、又は崩壊する危険性が高い

「A +」ランクは、「官庁施設の総合耐震計画基準」(国土交通省, H8)において「大地震後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とした、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている建物」として設定した。

(イ) 耐震工事実施済みの建物のランク分け

耐震工事済みの建物については、耐震性のランクを「A +」とする。「A +」についても、震度 7 の揺れに対しては、被害の発生の危険があることから、使用継続可能だが点検や簡単な修理が必要とする。

東日本大震災では、耐震工事済みの庁舎について、以下の事例が見られる。

表 9.5 過去の災害時における重要施設の状況

	庁舎	揺れ	状況
1	陸前高田市役所	震度 6 弱	揺れによる被害はなく、津波来襲前は機能も維持されていた模様
2	仙台市役所	震度 6 弱	被害なし、災害対策業務継続
3	東松島市役所	震度 6 強	被害なし、災害対策業務継続
4	南相馬市役所	震度 6 弱	被害なし、災害対策業務継続

(ウ) 耐震診断実施済みの建物のランク分け

重要施設の耐震診断結果  $I_s$  値により、「耐震性ランク」を以下のように設定する。また、木造建物の場合、 $I_w$  値により設定する。

表 9.6 耐震性ランクの設定 ( $I_s$  値等)

耐震性のランク	$I_s$ 値 (非木造)	$I_w$ 値 (木造)
A +	0.9 以上	-
A	0.6 以上 0.9 未満	1.0 以上
B	0.3 以上 0.6 未満	0.7 以上 1.0 未満
C	0.3 未満	0.7 未満

耐震改修促進法で定められた構造耐震指標で、地震に対する安全性を数値化したもの。非木造建物は  $I_s$  値、木造建物は  $I_w$  値。

「A +」ランクの設定値は、「官庁施設の総合耐震計画基準」において、「標準レベルの 1.5 倍程度」としていることから、 $0.6 \times 1.5 = 0.9$  とした。なお、「官庁施設の総合耐震計画基準」では、「小中学校をはじめ、地域防災計画で避難場所として指定された施設や災害対策拠点でない病院、消防関係施設など」については、「標準レベルの 1.25 倍程度」としているが、ここでは全ての建物について 1.5 倍とした。

東日本大震災では、耐震診断を行った庁舎について、以下の事例が見られる。

表 9.7 過去の災害時における重要施設の状況

	庁舎	揺れ	状況
1	宮古市役所庁舎	震度 5 強	Is 値 0.21。揺れによる被害は不明であるが、津波により 1 階部分が損壊したものの、災害対策業務は継続。
2	釜石市役所第 1 庁舎	震度 6 弱	Is 値 0.3~0.7。揺れで一部破損の被害が発生している（その後、津波の被害も受け、機能に移転）。
3	いわき市役所	震度 6 弱	耐震基準をクリアしていたが、揺れで 1 階床の崩壊被害が発生。機能移転。
4	遠野市役所	震度 5 強	Is 値は 0.6 未満。多くの柱・壁にせん断破壊が発生した。倒壊の恐れがあったため、庁舎前の駐車場に災害対策本部を設置した。

(I) 耐震診断未実施の建物のランク分け

耐震診断が行われていない「重要施設」については、構造と建築年により、次のように耐震性のランク分けを行う。

表 9.8 耐震性ランクの設定（建築年）

耐震性のランク	建築年	
	非木造	木造
A	1981 年以降	1981 年以降
B	1972 年～1980 年	-
C	1972 年以前	1980 年以前

ランク分けは、新耐震基準を満たしている建物を「A」、1971 年の建築基準法施行令改正の基準を満たしている建物を「B」、それ以前の建築年の建物を「C」と設定した。

新耐震基準を満たしている「重要施設」のうち、設計上、「震度 6 強以上」の揺れに対しても、継続して使用できると確認される建物については、「A+」とする。

東日本大震災では、耐震診断未実施の庁舎について、以下の事例が見られる。

表 9.9 過去の災害時における重要施設の状況

	庁舎	揺れ	状況
1	石巻市役所	震度 6 強	1997 年建築で被害なし。津波により浸水したが、災害対策業務継続。
2	一関地区合同庁舎千厩分庁舎（旧庁舎）	震度 6 弱	1964 年建築。多くの柱にせん断ひび割れが発生し、壁にも著しい損傷が発生。使用禁止となり、庁舎機能の全てが隣の新庁舎に移された。
3	双葉町役場	震度 6 強	1982 年建築で被害なし、災害対策業務継続。
4	浪江町役場	震度 6 強	1996 年建築で一部被害が発生。災害対策業務継続。

イ 使用可能性の判定

(7) 揺れによる判定

「耐震性のランク」の設定の考え方を基に、使用可能性の判定を行う。揺れによる建物被害想定に用いる被害率テーブルでは、B ランクと C ランクではほとんど差が無いことから、ほぼ同じ判定基準とした。



使用可能性に影響を与える以下の項目も、構造被害と同様に、同じ震度基準で被害・影響が発生するものとする。

- ・家具・OA機器等の転倒・落下・移動
- ・建築非構造部材（天井、間仕切り、窓枠等）の被害
- ・電器設備、給排水設備、空調設備、通信設備、消防設備、セキュリティ設備の被害
- ・エレベーターの被害

医療機関の場合、医療用設備（各種検査機器、透析機器、医療ガス設備）等の被害も支障要因となる。

高層階に災害対策業務の事務スペースや各種設備がある場合は、影響を受ける可能性がある。

次表の「震度との使用判定」については、先に示した実際の被害事例・対応事例等を基に、設定を行った。

震度7については、耐震性ランクが「A+」の建物についても、建物の被害確認が必要になるものとした。

表 9.10 使用可能性の判定基準

耐震性のランク \ 震度	7	6 強	6 弱	5 強	5 弱	4 以下	「耐震性のランク」の設定における評価の内容（再掲）
A +	中	高	高	高	高	高	震度6強までの揺れに対しても、そのまま活動が継続できる。
A	中	中	中	高	高	高	震度5強以下の揺れに対して、活動が継続できるが、震度6弱以上については、建物の点検や簡単な修理を要する。
B	低	低	低	中	中	高	震度6弱以上では活動が継続できる可能性が低い。震度5強でも被害が発生する可能性がある。震度5弱以下では、活動が継続できる。
C	低	低	低	低	中	高	震度5強以上では活動が継続できる可能性が低い。震度5弱でも、活動が継続できなくなる可能性があり、建物の点検や簡単な修理を要する。

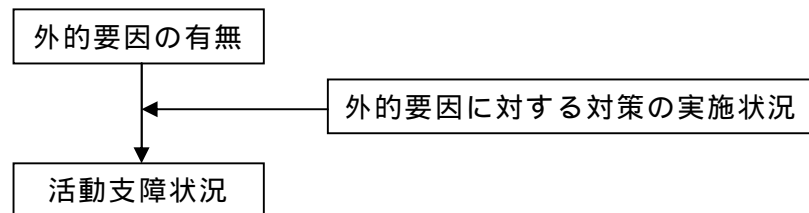
判定結果	可能性 高：使用を継続できる可能性が高い
	可能性 中：使用を継続できる可能はあるが、点検や簡単な修理、片づけが必要となる（点検や修理、片づけに半日から1日程度の時間を要する）。 また、建物の一部が使えなくなる可能性がある
	可能性 低：使用を継続できる可能性が低い

#### (1) 液状化による判定

基礎杭がある建物については、液状化の影響は無いものとする。基礎杭が無い建物については、所在するメッシュのPL値が15を超える場合、使用可能性の判定の判定結果を1ランク下げる（「高」「中」「中」「低」）。基礎杭があるかどうか不明な場合、「4階以上の建物」は基礎杭があるものとする。今回の調査では、全て基礎杭があるものとしている。

(ウ) 揺れ以外の外的要因（津波・急傾斜地崩壊・火災）の評価

揺れ以外の外的要因である津波、急傾斜地崩壊、火災の状況とそれらに対する対策実施状況から評価を行うことが可能である。今回の調査では、津波浸水の有無のみを評価している。



それぞれの外的要因について、以下の状況の確認を行う。

【津波】

外的要因の有無

「重要施設」が所在するメッシュにおける津波浸水の有無、浸水深。

対策の状況

津波対策の実施状況（執務室を上階に設置、浸水防止板の設置、各種設備を上階に設置等）。

評価

津波浸水深が3～4m以下（2階まで浸水しない深さ）で、上記の対策が実施されている「重要施設」については使用可能とする。

東日本大震災では、宮古市役所や石巻市役所において、1階部分が浸水している状況で災害対策業務が行われている。一方、2階以上浸水して業務を継続した事例は見られない。

【急傾斜地崩壊】

外的要因の有無

危険度ランクが「A」の急傾斜地指定を受けている危険箇所隣接し、所在地のメッシュが震度5以上かどうか。

対策の状況

急傾斜地対策の実施状況（対策工事の実施）。

評価

対策工事が実施されている場合は、使用可能とする。

【延焼火災】

延焼火災による評価は、延焼シミュレーション結果を基に、重要施設が延焼の影響を受けるかどうかを評価する。

ウ ライフライン支障による評価

ライフライン支障による活動支障の評価を行う。

(7) 重要施設別の確保すべき機能

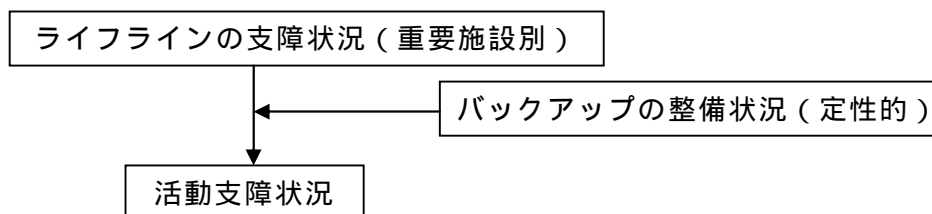
各重要施設において確保すべき機能を設定し、その機能維持に影響するライフライン・交通支障を以下のように設定した。

表 9.11 重要施設が確保すべき機能

重要施設	確保すべき機能	必要なライフライン	バックアップ
災害対策本部施設 災害対策の拠点となる施設 警察・消防等活動拠点施設	情報連絡・広報機能の維持	電力、通信	非常電源 防災無線
	事務処理機能の維持	電力	非常電源
医療活動拠点施設	医療機器の機能確保	電力	非常電源
	水・医薬品等の確保	上水道	備蓄
	情報連絡・広報機能の維持	電力、通信	非常電源・防災無線
	熱源の確保	電力、ガス	非常電源・備蓄

(1) ライフライン支障による評価

重要施設別に必要なライフラインの支障状況とバックアップの整備状況から評価する。



ライフラインの支障は、各「重要施設」において必要なライフラインの支障率の組み合わせで評価するものとする。

評価は、「発災 1 日目」、「発災 2 日目から 3 日目」、「発災 4 日目から 1 週間後」で時期を区切って評価する。

バックアップの整備状況を定性的に評価する。バックアップの有無とその機能継続時間から、バックアップが働く期間を考慮し、電力支障率、通信不通率、断水率、ガス供給支障率の時間的变化を設定する。バックアップとしては非常電源、代替の通信機器、水・代替燃料の備蓄数量等を想定している。

重要施設	機能支障の評価式
災害対策本部施設 災害対策の拠点となる施設 警察・消防等活動拠点施設	全体の支障率 $= 1 - \{(1 - \text{電力支障率}) \times (1 - \text{通信不通率})\}$
医療活動拠点施設	全体の支障率 $= 1 - \{(1 - \text{電力支障率}) \times (1 - \text{通信不通率}) \times (1 - \text{断水率}) \times (1 - \text{ガス供給支障率})\}$

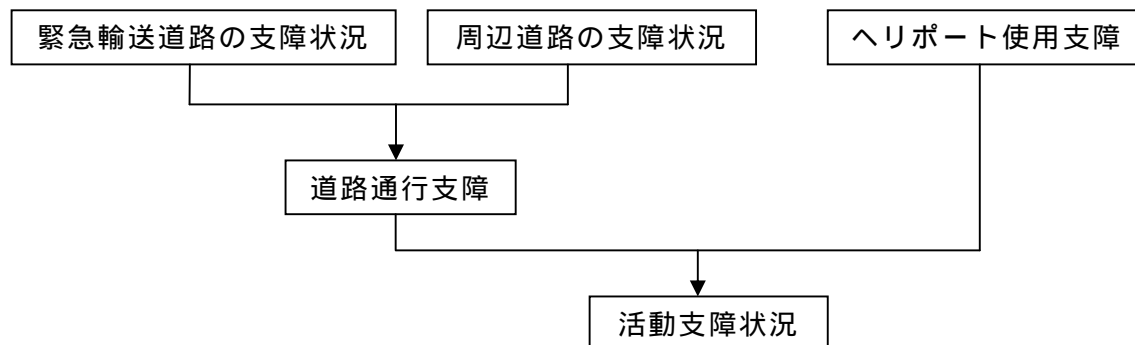
活動支障の評価（ライフライン支障の評価）のとりまとめ例

施設名	種別	ライフライン支障		
		1日目	2～3日目	4日目以降
A市役所本庁舎	災害対策本部	90%	50%	10%

1日間は、非常電源のみ稼働。

エ 交通支障による評価

道路とヘリポートの支障状況から評価する。



(ア) 道路通行支障の評価方法

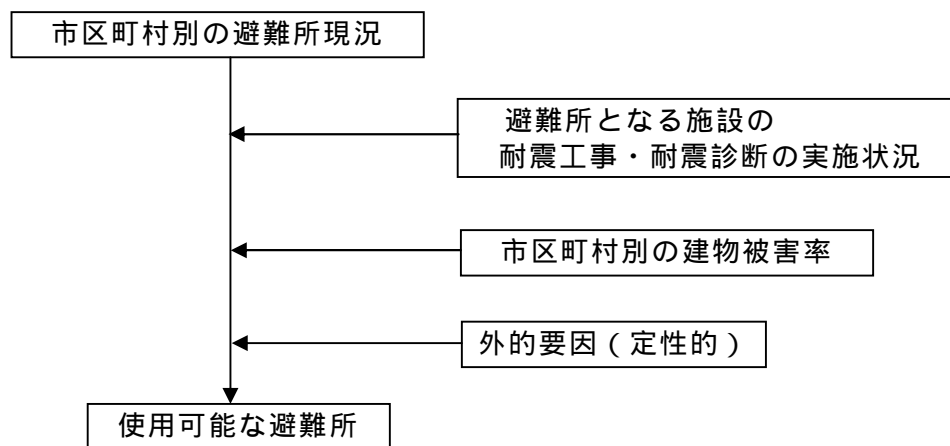
道路通行支障は、「緊急輸送道路の支障状況」として「橋梁・構造物被害による支障」を、「周辺道路の支障状況」を対象として評価する。「緊急輸送道路の支障状況」＝「橋梁・構造物被害による支障」は、施設に近接する緊急輸送道路について、「通行支障あり」と「通行支障なし」で評価する。近接する道路が複数ある場合は、1つでも支障がある場合は、「通行支障あり」とする。

評価は、「発災1日目」、「発災2日目から3日目」、「発災4日目から1週間後」で時期を区切って評価する。

(イ) 活動支障評価（交通支障の評価）のとりまとめ例

施設名	種別	道路通行支障		
		1日目	2～3日目	4日目以降
A市役所本庁舎	災害対策本部	C	B	A

- (4) 「避難所となる施設」の被害想定の実施方法（使用可能な施設数の想定手法）  
市区町村の施設の現況と建物被害の状況から、使用可能な避難所数を想定する。



使用可能な避難所となる施設数は以下のように求める。

$$\text{使用可能な施設数} = \text{耐震性が確認された施設数} + (\text{全体の施設数} - \text{耐震性が確認された施設数}) \times \{1 - (\text{全壊率} + \text{半壊率})\}$$

木造・非木造別、市区町村別に算出。

「耐震性が確認された施設」とは、以下のどちらかの条件を満たす施設とする。

- ・耐震工事済みの建物
- ・耐震診断を実施し、 $I_s$  値が 0.9 以上の建物

- (5) 全体の評価

ア 「災害対策本部施設」、「災害対策の拠点となる施設」、「警察・消防等活動拠点施設」、「医療活動拠点施設」の全体評価

最終的に、「建物の使用可能性の評価」と「活動支障評価」をとりまとめる。代替施設が指定されている場合は、注釈にその旨を記述する。

イ 「避難所となる施設」の全体評価

市町村の指定避難所のうち、使用可能な避難所数を示す。

