第５章　ライフライン被害の予測

１．上水道の被害

上水道の被害予測フローを図　5－1に示す。上水道の被害は、浄水場の機能停止と揺れによる管路被害の２段階で行った。復旧予測に当たっては、火災により焼失した需要家数及び津波浸水により建物全壊した需要家数に相当する断水人口を別途算出し、復旧対象から除くものとした。

なお、本想定は本管を対象としており、宅内への引き込み配管については考慮していない。

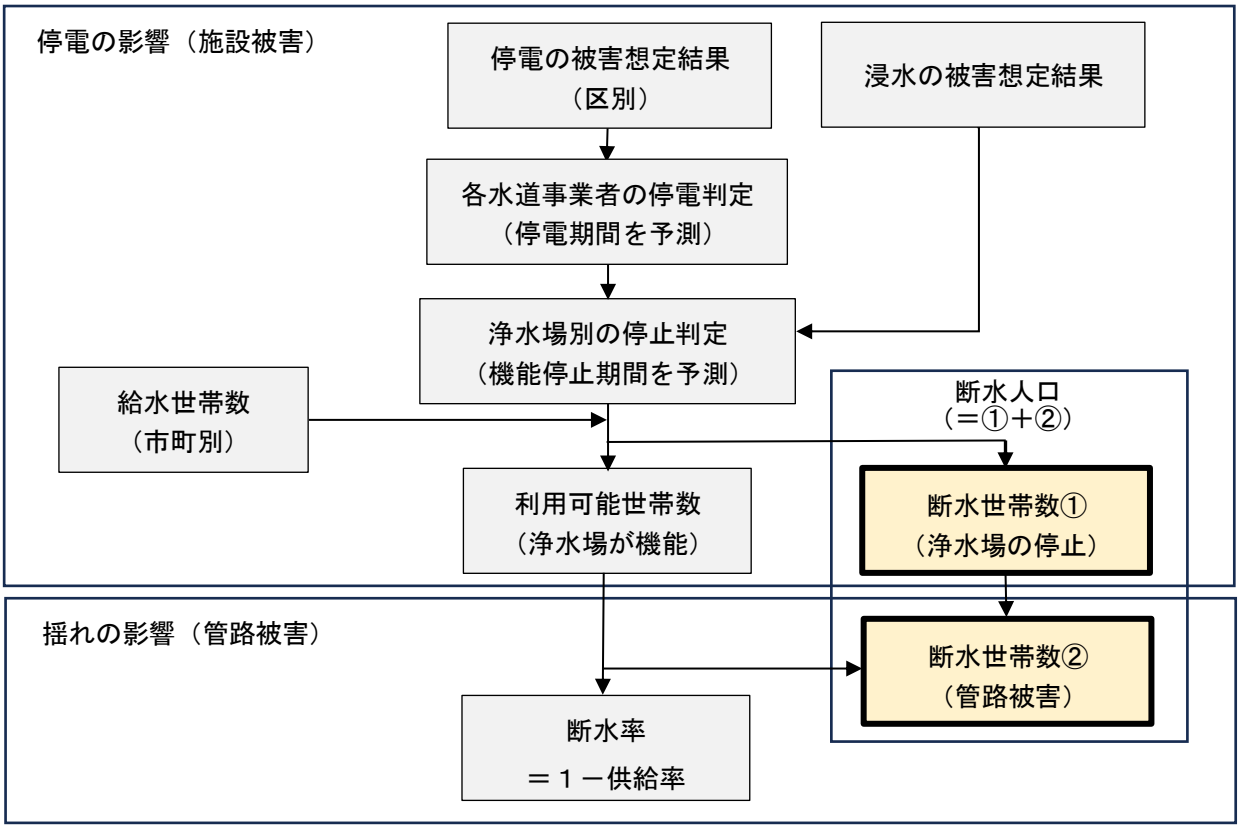

図　5－1　上水道被害の予測フロー

(1) 施設の被害

停電による影響については、浄水場は停電に備えた電源の多重化や非常用電源の確保を行っており、また、浄水場間で相互にバックアップすることが可能である。本編第６章３．２項における停電率の予測結果を基に、これらバックアップの機能を含めた停電の確率を算出したところ、0.1%未満であることから、停電による施設の被害は考慮しない。

ただし、市域全域で停電するなどの大規模な停電が発生し、複数の浄水場の機能が停止することで、バックアップが十分に機能しない場合には、断水が発生する可能性がある。

津波の影響については、本編第３章３項の津波浸水域で示す、浸水範囲及び予測浸水深を基に浄水場の浸水状況を確認したところ、浸水は発生しないことがわかったため、津波による施設の被害も考慮しない。

(2) 管路の被害

標準被害率 $R(v)$、各種補正係数については、内閣府（2025）で用いられている係数を用いた。

$$D_n = L \times R$$

$$R = C_p \times C_d \times C_g \times C_l \times R(v)$$

ここで、

D_n：対象管における被害件数(件)

L：対象管の延長(km)

R：対象管の被害率(件/km)

$R(v)$：標準被害率(件/km)

v：地表最大速度(cm/s)

C_p：管種による補正係数

C_d：管径による補正係数

C_g：地形に関する補正係数

C_l：液状化に関する補正係数、である。

被害率曲線を以下に示す。

$$R(v) = C\Phi(\ln v - \lambda)/\zeta$$

C, λ, ζ：標準被害率曲線の回帰定数

表 5－1　上水道管の標準被害率曲線の回帰定数

管種	ζ	λ	C
鋳鉄管及び硬質塩化ビニール管	0.860	5.00	2.06
ダクタイル鋳鉄管	0.864	6.04	4.99

表 5－2　管種による補正係数

管種	管種補正係数 Cp
ACP(石綿セメント管)	1.2
CIP(鋳鉄管)	1.0
VP(塩化ビニル管)	1.0
SP(ねじ鋼管)	2.0
PEP(ポリエチレン管)	0.1
CP（コンクリート管)	1.0
LP(鉛管)	1.0
OP（その他管)	1.0
DIP（ダクタイル鋳鉄管)	1.0
DIP（離脱防止)	0
SP（溶接)	0

表 5-3　管径による補正係数

管径	管径補正係数 Cd
～φ75mm	1.6
φ100～150mm	1.0
φ200～450mm	0.8
φ500mm～	0.5

表 5-4　地形に関する補正係数

地形区分	微地形分類	地形補正係数 Cg
良質地盤	山地	0.4
	山麓地	
	丘陵	
	火山地	
	火山山麓地	
	火山性丘陵	
	岩石台地	
	砂礫質台地	
	岩礁・磯	
	河川敷	
沖積平地	扇状地	1.0
	自然堤防	
	後背湿地	
	旧河道	
	三角州・海岸低地	
	砂州・砂礫州	
	砂丘	
	砂州・砂丘間低地	
	干拓地	
	埋立地	
谷・旧水部	谷底低地	3.2
	河川・水路	
	湖沼	
段丘	ローム台地	1.5

表 5-5　液状化に関する補正係数

PL 値	液状化補正係数 Cl
0<PL≦5	1.0
5<PL≦15	2.0
15<PL	2.4

(3) 断水率

管路の被害率 x と断水率 y の関係（神奈川県(2009)[8]）を用いた。直後以降の断水率は東京大学地震研究所ら（2012）[9]に示される 1995 年兵庫県南部地震の被災事例に基づくモデルより設定した。

$$y = \frac{1}{(1+0.00789x^{-2.801})} \qquad \text{（直後）}$$

断水世帯数＝全世帯数×断水率

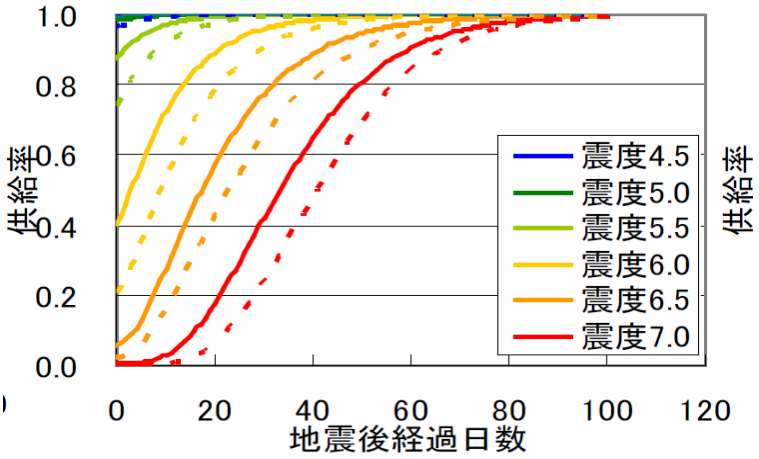

図 5－2　上水道被害の供給率復旧曲線（破線：オリジナル、実線：改良モデル）

(4) 復旧日数

復旧予測は、「上水道の供給率復旧曲線」から、復旧に要する日数を算出した。なお、(公社)日本水道協会（平成 29 年２月）[10]より、復旧日数は 95%復旧した日数として算出した。ただし、復旧対象外となる支障は除く。

２．下水道の被害

下水道の被害予測フローを、図 5－3 に示す。2004 年新潟県中越地震を踏まえ検討された、国土交通省の「大規模地震による下水道被害想定委員会(2006 年)」による手法を用いた。

流下機能支障は、令和６年度現在、市内の下水道普及率はほぼ 100%に達しているため、世帯数に被害率を乗じて、流下機能支障世帯数とした。復旧予測に当たっては、火災により焼失した需要家数及び津波浸水により建物全壊した需要家数に相当する機能支障世帯数を別途算出し、復旧対象から除くものとする。

---

[8] 神奈川県（2009）：神奈川県地震被害想定調査報告書

[9] 東京大学地震研究所・(独）防災科学技術研究所・京都大学防災研究所（2012）：首都直下地震防災・減災特別プロジェクト総括成果報告書

[10] （公社）日本水道協会（平成 29 年２月）：地震等緊急時対応特別調査委員会　応援体制検討小委員会　報告書

なお、本想定は本管を対象としており、宅内への引き込み配管については考慮していない。

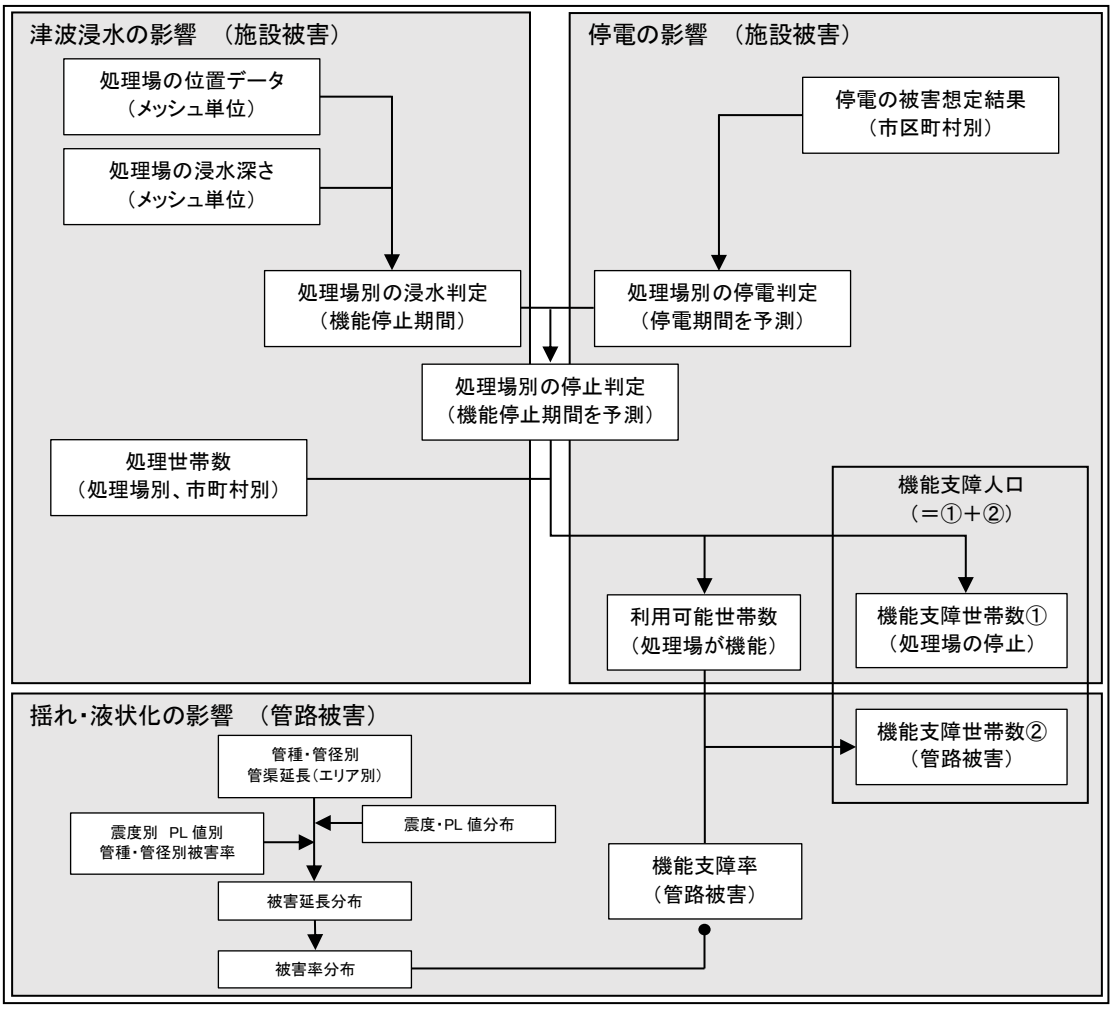

図　5－3　下水道被害（管渠）の予測フロー

(1) 施設の被害

処理施設は電力の輻輳対策を行っており、市域全域で停電するなどの大規模な停電でない限り、処理機能は保持できることが分かった。そのため、停電による施設の被害は考慮していない。

また、津波についても、処理施設の浸水状況を確認し、浸水は発生しないことがわかったため、津波による施設の被害も考慮していない。

(2) 管路の被害

管種管径別被害率については、内閣府（2025）で用いられている係数を用いた。

$$\boldsymbol{D_1} = \sum_i \sum_j \boldsymbol{L_{ij}} \cdot \boldsymbol{R_{ij}}$$

ここで、

$\boldsymbol{D_1}$：管路被害延長(km)

L_{ij}：対象管の延長(km)

R_{ij}：管種・管径別被害率(%)　である。

表 5-6　管種・管径別被害率

管種	液状化危険度	震度階級	5弱	5強	6弱	6強	7
		計測震度基準値	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
塩ビ管 陶管	A～D	ALL	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.8%
その他の管	A	15＜PL	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
	B	5＜PL≦15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
	C	0＜PL≦5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
	D	PL＝0	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

(3) 機能支障率

処理場別の停止判定結果及び管路被害から推計される機能支障率を考慮して算定した。直後以降の機能支障率は機能支障人口と東日本大震災等での復旧状況を考慮して、日下ほか (2011) [11]に示されるモデルより設定した。

機能支障人口＝管きょ被害率×処理人口

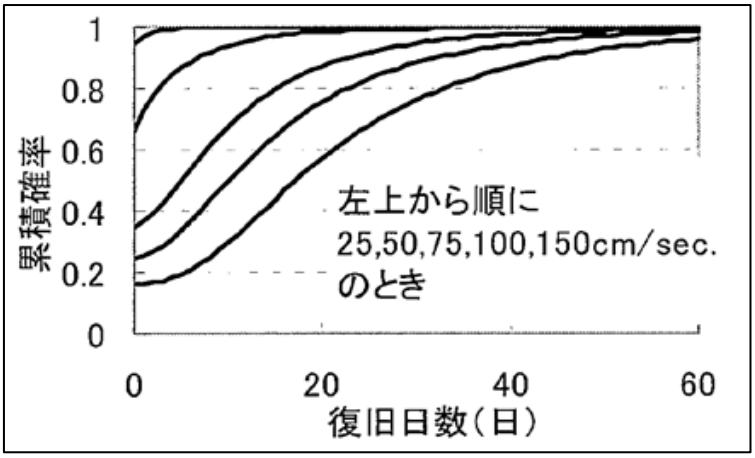

図 5-4　下水道被害の供給率復旧曲線

[11] 日下ほか (2011)：下水道重要拠点施設の地震被害による機能停止からの復旧日数の検討、JCOSSAR 論文集、Vol. 7 、p.283-288 ， 平成 23 年

(4) 復旧日数

復旧予測は、「下水道の供給率復旧曲線」から、復旧に要する日数を算出した。なお、上水道の定義と同様に、復旧日数は 95%復旧した日数として算出した。ただし、復旧対象外となる支障は除く。

3. 電力の被害

図 5-5に示す流れで、電力施設の被害を予測した。電柱折損率等については内閣府（2025）を用いた。なお、本想定は電柱を対象としており、宅内への引込線については考慮していない。

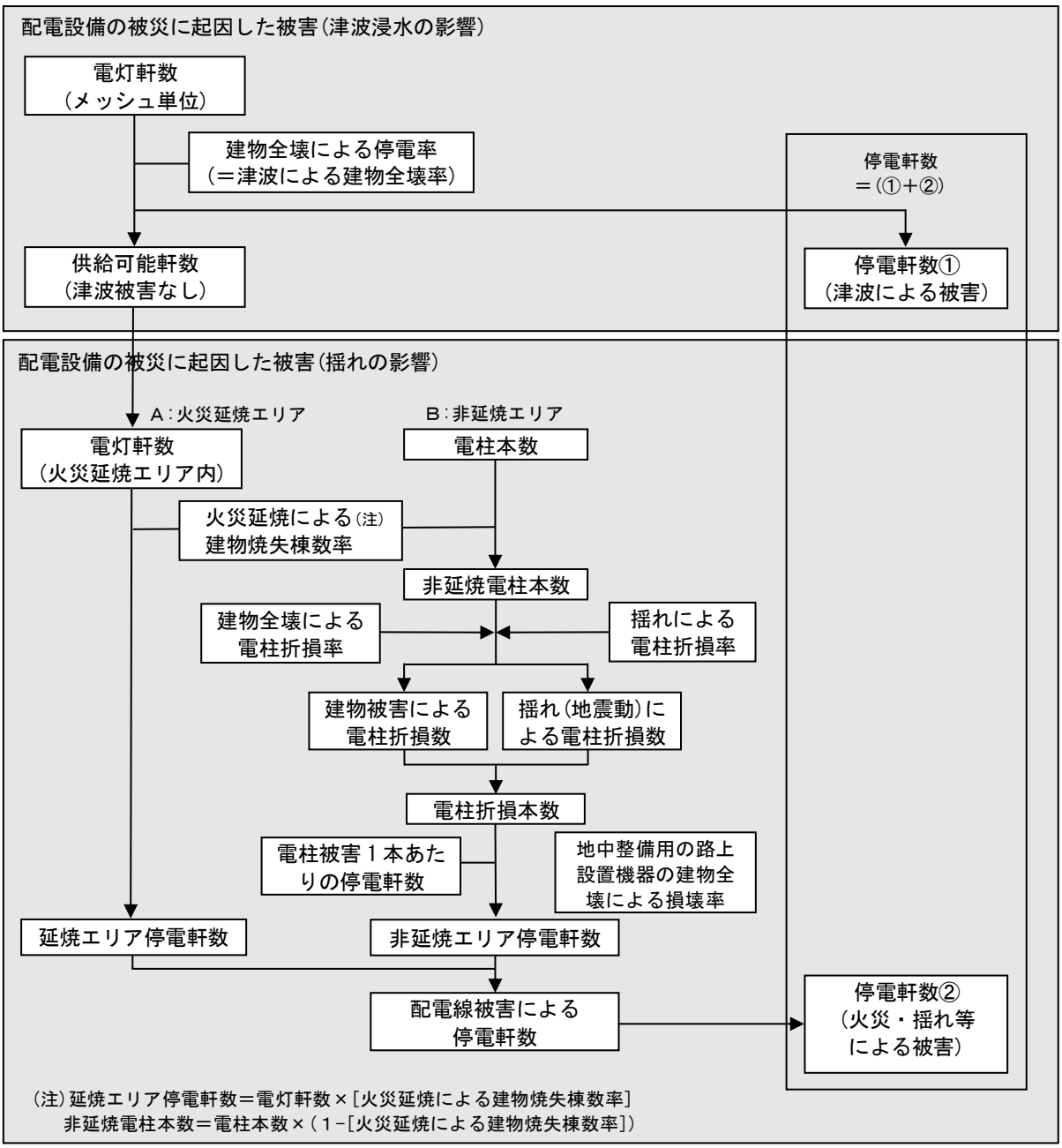

図 5-5 電力被害の予測フロー

(1) 施設の被害

発電所の被害想定は、停電被害が生じる条件の設定及び被害が生じた場合の影響範囲や復旧予測等を想定することが困難であることや、市内の電力需要に対応する発電所が市内外に分散して立地しているなど、個別に特定することが困難であることから、本調査の想定対象外とした。

(2) 津波浸水の影響

津波に起因した建物全壊による停電率から、停電軒数を算出した。

(3) 揺れの影響

配電線による停電は、火災延焼エリアと非延焼エリアに分類し、火災による延焼と電柱折損を考慮して算出した。

非延焼エリアにおける揺れによる電柱折損本数、建物被害の巻き込まれによる電柱折損本数は以下の式に基づいて算出した。また、前回想定での市内の平均値として(地域差はほとんどない)、電柱１本当たり 80 世帯停電として延焼エリア外の停電世帯数を算出した(延焼とのダブルカウントは除去)。延焼エリアと延焼エリア外の停電世帯数を合わせ、総停電世帯数とした。

揺れによる電柱折損本数＝揺れによる電柱折損率×電柱本数

建物被害の巻き込まれによる電柱折損本数

＝電柱本数×建物全壊による電柱折損率×木造建物全壊率

ここで、

建物全壊による電柱折損率：0.17155

木造建物全壊率：木造建物全壊棟数/木造建物数　である。

表 5-7　揺れによる電柱折損率

震度	揺れによる電柱折損率
震度５	0.00005%
震度６	0.056%
震度７	0.8%

直後以降の機能支障率は、停電戸数と東日本大震災時の復旧状況を考慮している Shoji ほか(2012)[12]で提案されている復旧曲線より設定した。

[12] Shoji ほか(2012)：Damage Assessment of Electric Power Failures During the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake、J. Disaster Res., Vol. 7

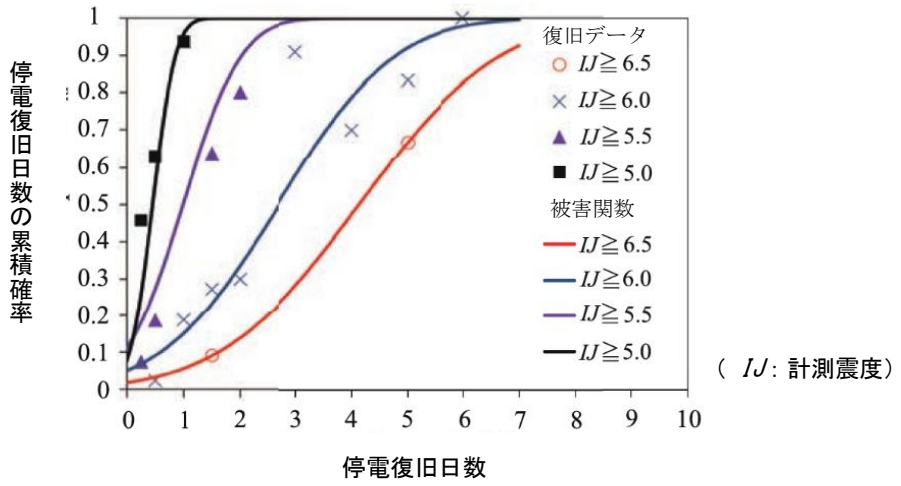

図 5－6　電力被害の停電復旧時間の曲線

(4) 復旧日数

復旧予測は、「電力被害の停電復旧時間の曲線」から、復旧に要する日数を算出した。なお、上水道の定義と同様に、復旧日数は 95%復旧した日数として算出した。ただし、復旧対象外となる支障は除く。

４．通信（固定・携帯）の被害

４．１　固定電話・インターネット

図　5－7に示す流れで、電力施設の被害を予測した。電柱折損率等については内閣府（2025）を用いた。

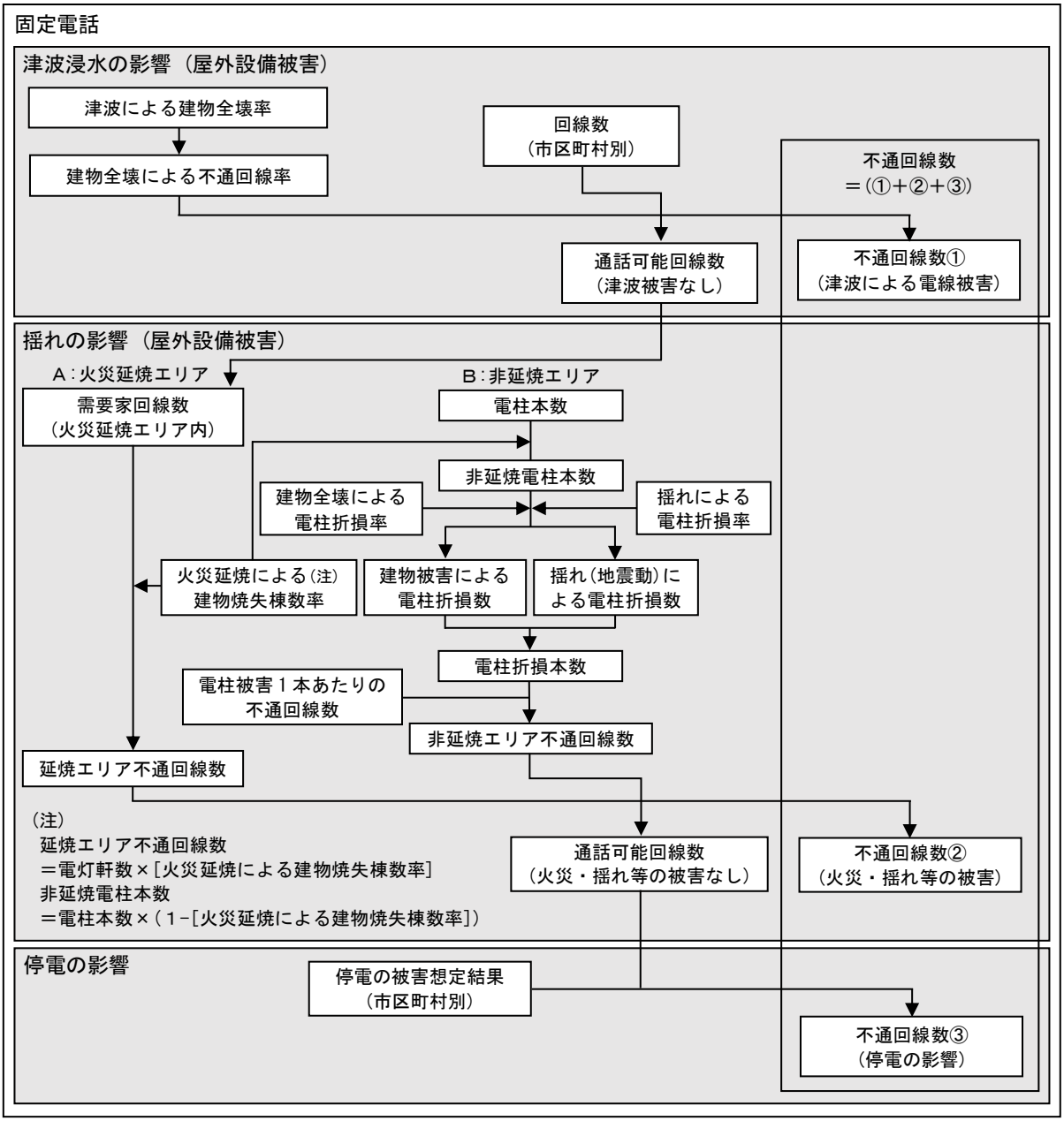

図　5－7　通信（固定）被害の予測フロー

電柱の折損本数や延焼エリア外の不通世帯数等の算出方法は電力と同様とした。なお、停電した世帯については固定電話は使用できないものと想定した。

４．２　携帯電話

携帯電話の支障は、固定電話の不通回線率と停電の影響を考慮して、停波基地局率、携帯電話不通ランクを予測した。

停波基地局率＝１－（１－固定電話の不通回線率）×（１－エリアの停電率）

停電の影響は、市町別の停電率を用いて評価するが、発災直後は非常用電源により電力供給が継続されることを考慮した。また、固定電話の不通回線率は、固定電話の物理的被害のみを考慮するため、停電の影響を除いた不通回線率を使用した。

携帯電話の不通ランクは、停電率と不通回線率から下表の評価基準によるランクＡ～Ｃの範囲で判定した。

表 5-8　携帯電話不通ランク

ランクＡ：非常につながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 50%超
ランクＢ：つながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 40%超
ランクＣ：ややつながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 30%超

５．都市ガスの被害

地震発生時、地震計で観測した SI 値が 60 カイン～90 カインの供給停止基準値を超過した場合に、速やかに低圧ブロック[13]のガス供給を停止する基準（第１次緊急停止判断基準）が全国の都市ガス事業者の供給停止判断基準として採用されている。

他のライフラインの被害予測においては、管路・電柱等の物的被害の被害率から機能支障を予測した。都市ガスの場合、上述のとおりブロック内で供給停止基準値以上を観測した際に供給を停止する基準があるため、それに則り、地震発生直後の機能支障は揺れの大きさから予測することが可能である東京ガスネットワークの低圧ブロックに対して、メッシュ毎の SI 値分布を確認することで、都市ガス供給停止の被害想定を実施した。

６．LP ガスの被害

LP ガスの機能支障（＝LP ガスの供給停止により日常生活等に支障が生じる状況）を算出した。

LP ガスの物的被害及び機能支障については、愛知県（2003）[14]の手法を用いて、阪神・淡路大震災における被害事例を基に要点検需要家数を算出した。阪神・淡路大震災では、LP ガスの需要家世帯のうち、建物が全半壊した世帯はほとんどが LP ガスの安全点検を実施しないと使用できない状態となった。これを踏まえ、建物被害から算出される要点検需要家数を基に、下式を用いて機能支障率を算出した。

---

[13] 低圧ブロック：東京ガス供給区域内の約 56,000km（26 年３月末時点）の低圧ガス導管は、329（26 年６月末時点）のブロックに分割されており、被害が大きい地域だけを分離してガスの供給を停止することが出来る。

[14] 愛知県（2003）：愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書－想定地震に基づく被害想定－、平成 15 年３月、愛知県防災会議地震部会。

要点検需要家数＝全半壊率×需要家数

LP ガス機能支障率＝要点検需要家数/総需要家数