

6. 減災の取組みについて

6.1 減災効果について

今後、主な地震対策を実施したときの被害想定を行い、現状との比較により、その減災効果を算出した。

(1) 減災効果の想定条件

減災効果は、下表に示す対策項目に対して、影響する主な被害の軽減状況について整理した。

減災効果の計算は、定量的に被害量を評価することが可能なもののうち、県民の行動によって被害量を減少させることが可能な項目を選定した。すなわち、県民による対策行動が今後進んでいくことで、揺れや火災による建物被害及びこれらによる人的被害、並びに家具等の転倒や津波による人的被害をどの程度減少させることができるかを想定するために、表6.1-1に示した条件で被害想定を行い、現状の被害想定結果との比較を行った。ただし、津波の避難意識については、5章で結果を示した条件よりも、避難意識が悪化した場合に、どれだけ死者数が増加するかについて示している。

表6.1-1 減災効果の想定条件と影響する主な被害

効果	対策項目	条件	影響する主な被害
減災対策の推進による減災効果の評価	1) 建物の耐震化	・耐震化率が 100%に上昇	・揺れによる建物全壊棟数 ・火災による焼失棟数 ・揺れによる死者数 ・火災による死者数
	2) 感震ブレーカーの設置	・感震ブレーカーの設置率が 100%に上昇	・火災による焼失棟数 ・火災による死者数
	3) 家具などの転倒防止対策	・家具の転倒防止率が 100%に上昇	・家具の転倒による死傷者数
減災意識の減退による被害悪化の評価	4) 津波に対する避難意識の低下	・早期避難者比率が低下 (直後避難 20%、用事後避難 50%、切迫避難あるいは避難しない 30%)	・津波による死者数

(2) 減災効果の想定結果

1) 建物被害

① 建物の耐震化による効果

ア 揺れによる建物全壊棟数

建築基準法の耐震基準は昭和 56 年（1981 年）6 月に大幅に見直されており、過去の大規模地震においては、見直し以前の耐震基準に基づき建てられた建物に被害が多く発生している。本調査に用いた、県内の建物における見直し後の耐震基準（新耐震基準）に基づいて建てられた建物の割合は 71%（平成 28 年度固定資産概要調書、平成 25 年度住宅土地統計調査確報）であるが、耐震化率（新耐震基準に基づいて建てられた建物や耐震改修を行った建物の割合）が仮に 100%になると、揺れによる建物全壊棟数は、茨城県南部の地震では約 15 分の 1 の被害に軽減し、F 1 断層などの連動の地震では約 10 分の 1、茨城県沖～房総半島沖の地震では約 20 分の 1 と被害は大きく軽減すると予測される（図 6.1-1）。

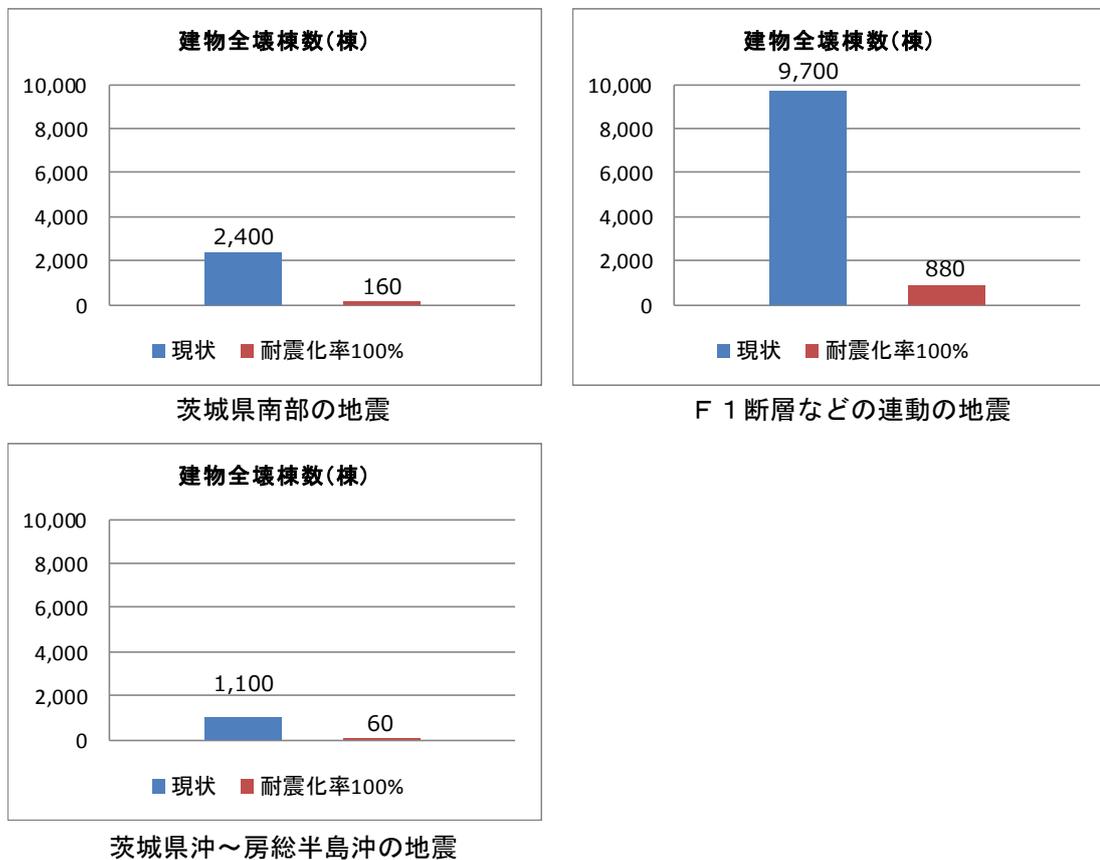


図 6.1-1 現状及び耐震化率 100%時の揺れによる全壊棟数の比較

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

イ 火災による焼失棟数

図 6.1-2 に、現状及び耐震化率 100%時の焼失棟数の比較を示す。建物が耐震化され、建物被害が減ることによって、出火件数の減少に加え、火災が発生した場合の迅速な消防活動が可能になる。出火が最も多くなる冬 18 時において、茨城県南部の地震では 5,300 棟の焼失から 4,600 棟の焼失に、F 1 断層などの連動の地震で 3,500 棟の焼失から 3,000 棟の焼失へと減少する。茨城県沖～房総半島沖の地震では焼失棟数の減少は若干数にとどまる。

火災被害については、倒壊建物からの出火のほか、倒壊しなかった建物内の火気器具や電気機器・配線からの出火、化学薬品や危険物等からの出火など様々な出火要因が考えられる。

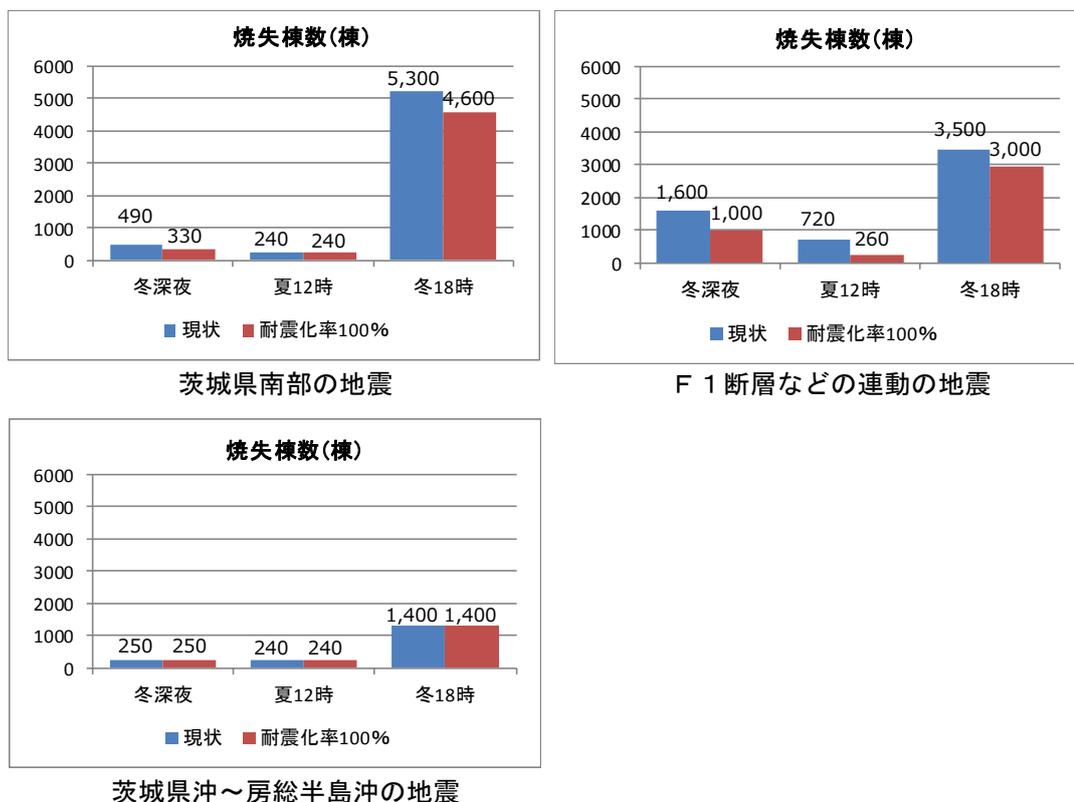


図 6.1-2 現状及び耐震化率 100%時の焼失棟数の比較

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

② 感震ブレーカーの設置による効果

ア 火災による焼失棟数

感震ブレーカーを設置することによって、例えば、電源が ON の状態で転倒した電熱器具等の電力復旧による通電火災または切断した配線からの出火を抑制することが可能となる。

図 6.1-3 に、感震ブレーカーの設置率が現状（9.8%（大規模地震時の電気火災の発生抑制に関する検討会、平成 30 年 3 月））と 100% 時の焼失棟数の比較を示す。出火が最も多くなる冬 18 時において、茨城県南部の地震では 5,300 棟の焼失から 560 棟の焼失に、F 1 断層の地震で 3,500 棟の焼失から 1,900 棟の焼失へと減少する。茨城県沖～房総半島沖の地震では、1,400 棟の焼失から 370 棟の焼失へと減少する。

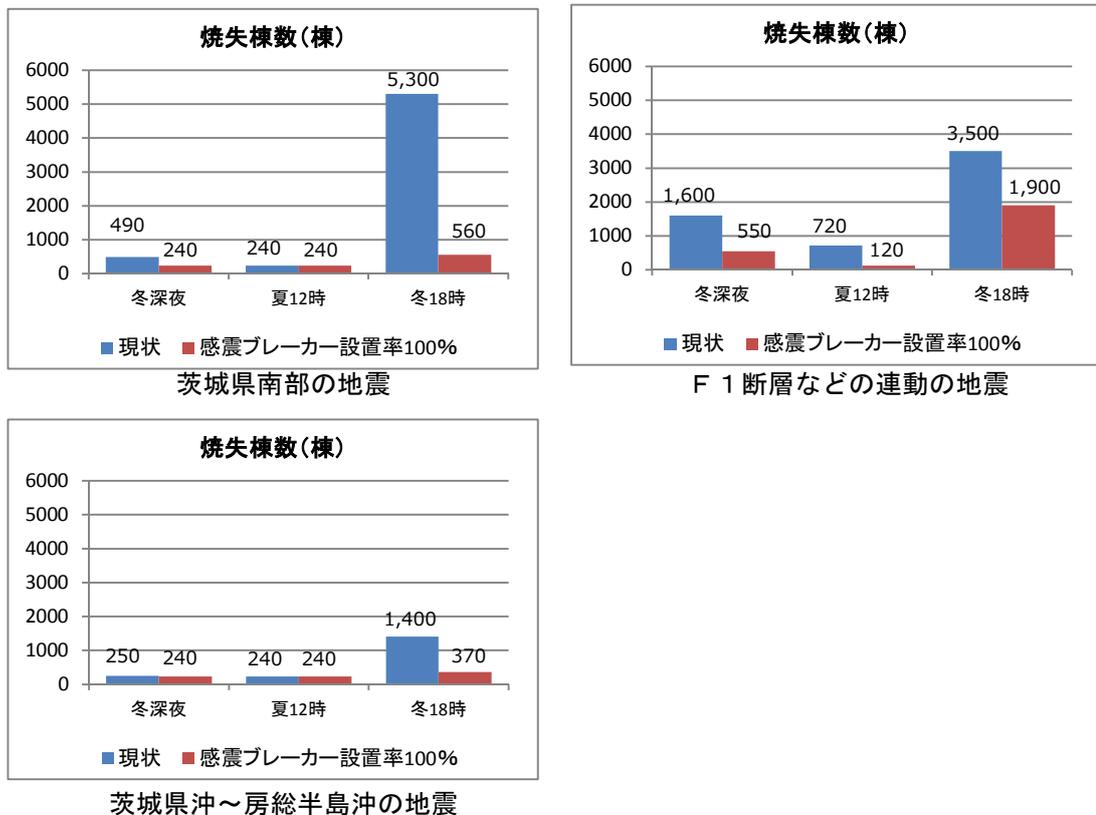


図 6.1-3 現状及び感震ブレーカー設置率 100% 時の揺れによる焼失棟数の比較

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

2) 人的被害

① 建物の耐震化による効果

ア 建物倒壊による死者数

建物の耐震化によって、揺れによる建物被害が減少し、それによって死者数も減少する。図 6.1-4 のとおり、現状と耐震化率 100%を比較すると、多くの人が就寝している冬深夜の時間帯において、概ね 8 分の 1 から 17 分の 1 程度に死者数を減少させることが可能である。

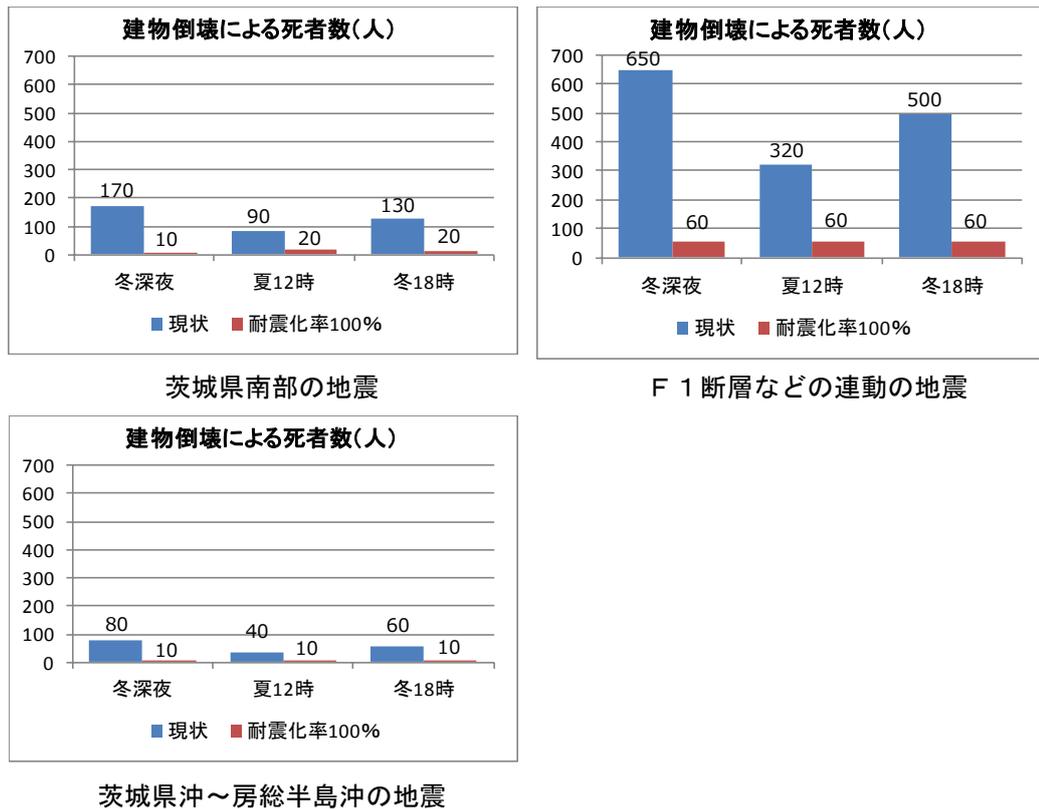


図 6.1-4 現状及び耐震化率 100%時の建物倒壊による死者数比較

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

イ 火災による死者数

建物の耐震化によって出火件数が減少するとともに、倒壊によって出火した家屋内における死者や、延焼拡大時の逃げまどいによる死者を減少させることが可能である。耐震化率が 100%に達すると、火災による死者数の少ない茨城県南部の地震や茨城県沖～房総半島沖の地震では死者数の減少効果は少ないが、F 1 断層などの連動の地震では、断層近傍に分布する建物の倒壊数が減少することによって、倒壊建物からの出火が減ることから死者数は大きく減少する。

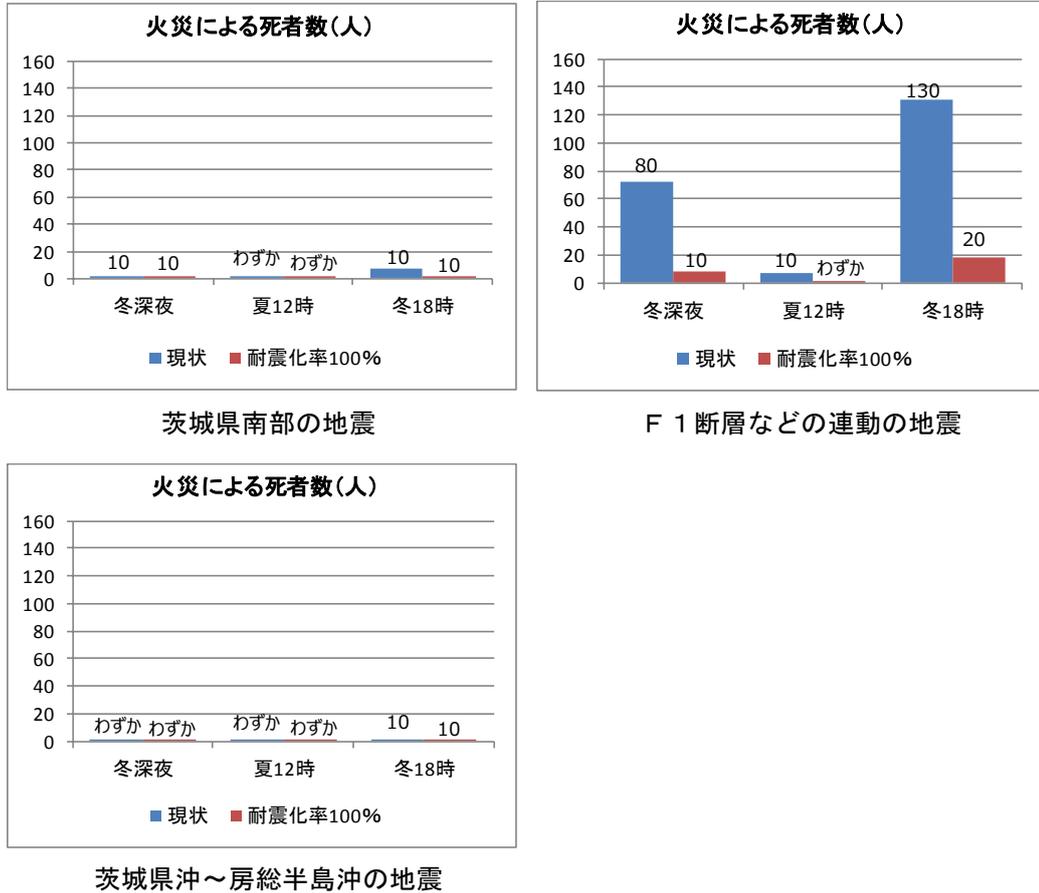


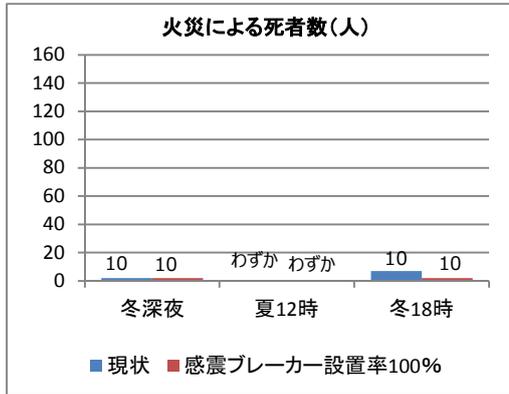
図 6.1-5 現状及び耐震化率 100%時の火災による死者数比較

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

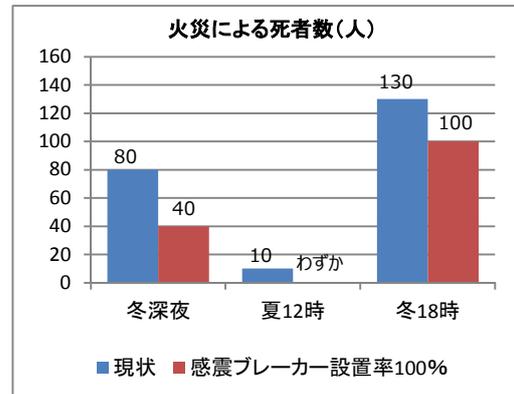
② 感震ブレーカーの設置による効果

ア 火災による死者数

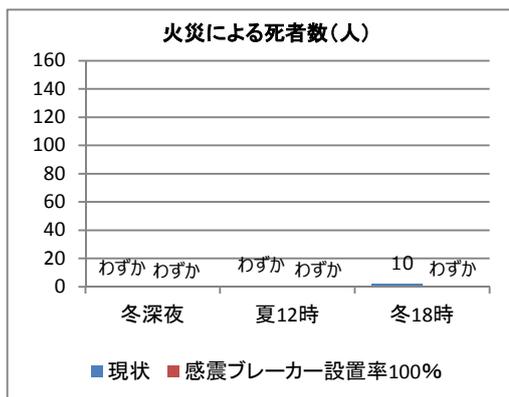
感震ブレーカーの設置によって火災による焼失棟数が減少することで、火災による死者数を減少させることが可能である。感震ブレーカーの設置率が100%に達すると、火災による死者数の少ない茨城県南部の地震や茨城県沖～房総半島沖の地震では死者数の減少の効果は少ないが、F1断層などの連動の地震では冬深夜の発生の場合、死者数は約5割減少する。



茨城県南部の地震



F1断層などの連動の地震



茨城県沖～房総半島沖の地震

図 6.1-6 現状及び感震ブレーカー設置率100%時の火災による死者数比較

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

③ 屋内収容物等の転倒防止対策による効果

ア 屋内収容物等による死者数

大規模な地震では、固定していない家具等の移動や転倒、その他の落下物による死者が発生する。本調査に用いた家具等の転倒、落下防止対策の実施率（家具固定率）は、51%（茨城県地域防災計画改定調査県民アンケート結果報告（平成24年3月））であるが、これが100%になると、屋内収容物等による死者は図6.1-7のとおり減少する。

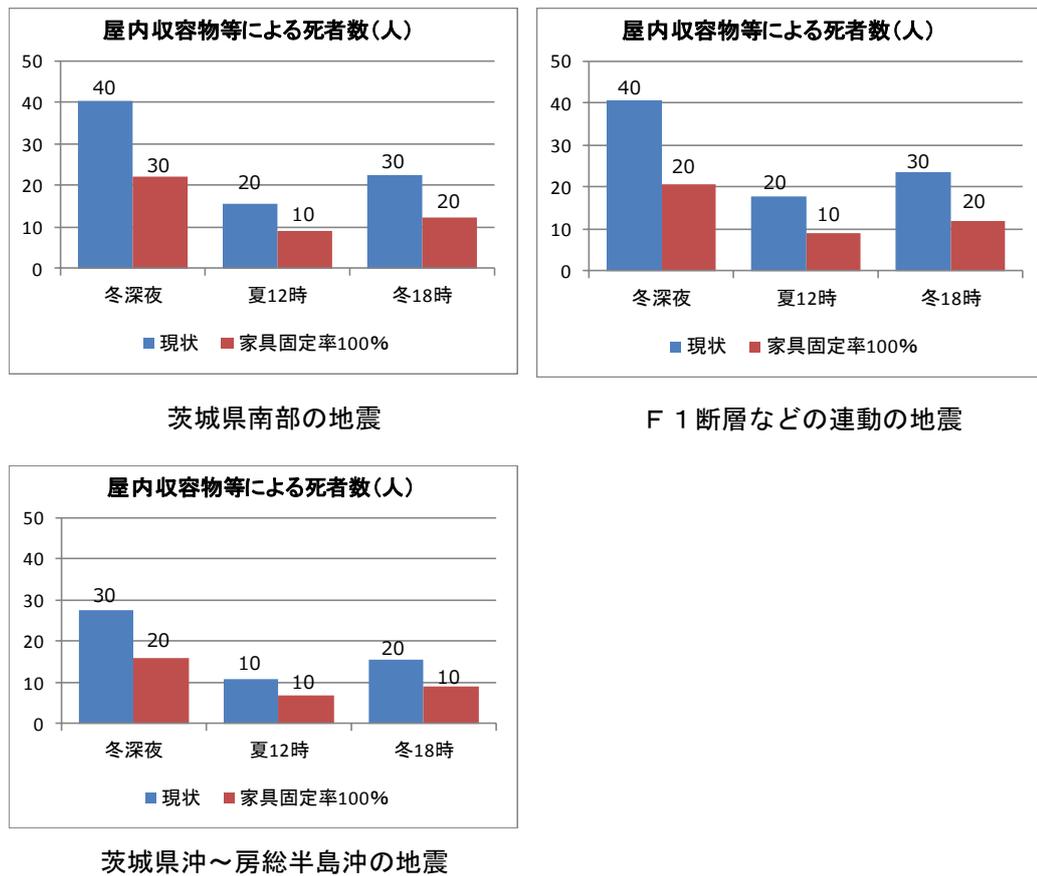


図 6.1-7 現状及び家具固定率 100%時の屋内収容物等による死者数比較

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

④ 津波の避難意識低下による効果（被害の悪化）

ア 津波による死者数

津波による死者については、早期避難を行う意識が低下することによって被害が悪化する想定を行った。東北地方太平洋沖地震による津波で甚大な被害を経験した後、沿岸の地域や海水浴場等では津波避難訓練等が行われており、東日本大震災経験後の避難意識を維持している現状においては、死者は夏 12 時で 10 人、冬深夜及び冬 18 時で 20 人と想定される。しかし、時間の経過とともに津波に対する避難意識が低下し、津波が迫ってきてから避難を行う人（切迫避難）や、津波警報等が発令されても避難しない人の割合が増加すれば、死者数は大幅に増加すると予測される。

表 6.1-2 避難の有無、避難開始時期の設定

		避難行動別の比率		
		避難する		切迫避難 あるいは 避難しない
		すぐに避難する (直接避難)	避難するがすぐ には避難しない (用事後避難)	
現状	早期避難者比率が高い場合(避難呼びかけ)	70%	30%	0%
避難呼びかけなし	早期避難者比率が高い場合	70%	20%	10%
避難意識低下	早期避難者比率が低い場合	20%	50%	30%

注：「避難呼びかけなし」とは、津波情報の伝達や避難の呼びかけが効果的に行われなかった場合を指す。

注：「避難意識低下」とは、揺れが収まってからすぐに避難をする人が大きく減り、津波が迫ってきてから避難を開始する人や、津波警報等が発令されても避難しない人が増えた場合を指す。

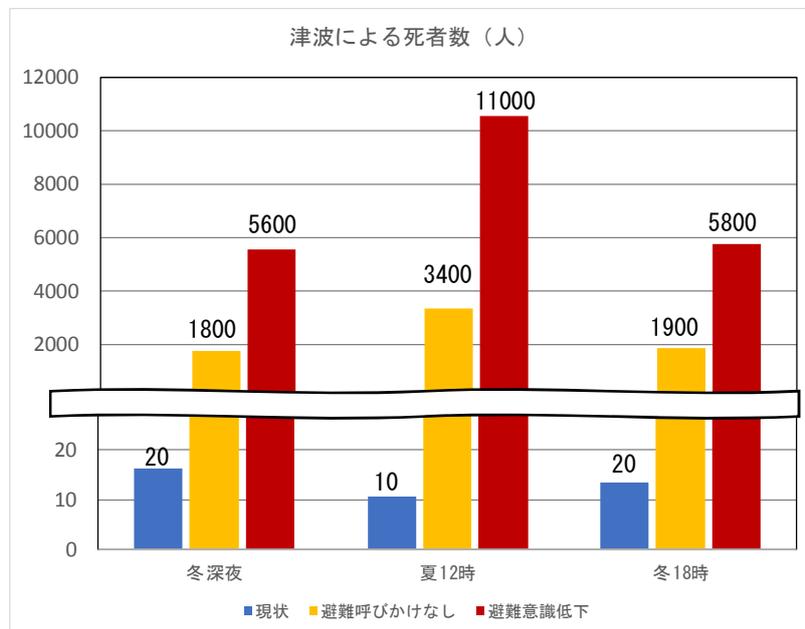


図 6.1-8 現状、避難呼びかけなし及び避難意識低下時の津波による死者数比較
(茨城県沖～房総半島沖の地震)

※ グラフ中の数量は、切り上げた値を記載している。

6.2 その他の地震防災・減災対策

6.1 節では、今回実施した地震被害想定に対して、定量的に評価することのできる代表的な減災対策の効果を評価した。本節では、6.1 節で挙げた取り組みのほか、定量的に減災効果を評価することが難しい取り組みについて、定性的な観点から評価する。

(1) 液状化対策

海岸や河川のそば、埋立地など比較的地盤が緩く、地下水位が高い砂地盤の地域を中心に、大規模地震の発生によって液状化が発生し、地盤の上で建物が傾くように沈下したり、水道管やガス管の切断、破損被害が発生することが想定される。建物の傾斜や沈下が起こると、通常の生活が困難になるほか、建物を元の状態に戻す修復工事の期間中は建物が使えなくなるなどの影響を受ける。

また、液状化によって道路の路盤や鉄道の軌道が陥没したり、マンホールなどが地上に浮上することによって、消火や救助にあたる緊急車両の通行を妨げる恐れがある。

液状化被害については定量的に建物被害の想定を実施しているが、建物の耐震化率のような定量的な指標がないため、減災効果の評価は行っていない。しかし、次のような対策を実施することで、液状化被害を軽減することは可能である。

- ・ 県民や事業者等は、ボーリング調査や地形図などで地盤の状況を把握したり、液状化対策の進捗を確認して建物の建設前に地盤改良や杭打ちを行うなど、正しい液状化対策を実施することによって被害を軽減することができる。
- ・ 地震による液状化の被害に備え、地震保険に加入しておくことで、生活再建のハードルを下げることが可能となる。
- ・ 県や市町村及びライフライン事業者は、庁舎・建屋等の液状化対策を進めるとともに、下水道やガスなどの埋設管やマンホールの浮上対策、上水道の配管の液状化対策を行うことで、ライフラインの被害ならびに道路や鉄道の被害を軽減することが可能となり、応急活動を迅速に行うことが可能となる。

(2) 火災対策

地震発生直後から、火災が連続的、同時多発的に発生することが想定されるが、地震に伴う大規模な断水による消火栓の機能停止、深刻な交通渋滞による消防車両のアクセス困難、同時多発火災による消防力の分散等により、市町村によっては千棟以上の焼失が予測されるケースがある。また、多くの建物が倒壊することにより、救助の手が及ばず建物内に残された人が火災に巻き込まれることも想定される。さらには、四方を火災で取り囲まれたり、火災旋風が発生することなどにより、逃げ惑い等が生じて多くの人的被害が出るおそれがある。

こうした火災による被害を軽減するためには、建物の耐震化・不燃化を進めるほか、次のような対策を実施することが求められる。

- ・ 県民は、消火器や住宅用火災警報機の適切な設置及び日頃の点検を行うことで、いざという時に迅速に初期消火を行うことが可能となる。
- ・ 各家庭において感震ブレーカーを設置することによって、電気ストーブやオーブントースター、観賞魚用ヒーターなどの電熱器具等が、再度通電することによって出火に至る、いわゆる通電火災を防ぐことが可能となる。

- ・ 自主防災組織において消火訓練を実施したり、防火対策に関する啓発活動を地域で行うことで、地域防災力を向上させることも初期消火の成功率を高めることにつながる。
- ・ 消防機関は耐震性防火水槽の設置や消防車両の整備を進めたり、消防団員の増員を図ることで、消火能力を增強し、延焼拡大につながる火災を低減させることが可能となる。
- ・ 各道路管理者等は、延焼を遮断する広幅員道路や避難場所等として機能する公園などのオープンスペースの整備に取り組むことで火災の延焼拡大を抑止し、避難者を安全に収容する空間を確保することが可能となる。
- ・ 道路の無電柱化の取組みを進めることで、電柱の倒壊による道路閉塞を防ぎ、消火活動を円滑に行うことが可能となる。

(3) ライフライン施設の耐震化、バックアップ施設・設備の充実

○ 電力

地震直後は、どの地震においても揺れが強いエリアを中心に広域で停電が発生する。さらに被害が県外も含む広域に及ぶ大規模地震においては、ライフラインへの影響も県内にとどまらない恐れがある。広域にある複数の発電所が運転停止となり、関東以外の広域的な電力融通を見込んでも、夏場のピーク時の需要を満たす電力の供給ができない事態も起こりえる。需要が供給能力を上回る場合、需要抑制（節電要請、電力使用制限令、計画停電等）が必要となる。

公的機関や民間の重要施設については、非常用発電設備が確保されているが、消防法等により燃料の備蓄量が限られていることから、停電が長期化した場合は非常用電力が得られなくなる可能性がある。また、発災後は燃料の需要が集中するとともに、激しい交通渋滞が想定されることから、追加の燃料（重油・軽油）の確保は困難となることが想定される。

○ 上水道

管路や浄水場等の被災により、揺れが強いエリアを中心に断水が発生すると想定される。地震によっては、当該市町村のほぼ全域が断水すると予測されるケースもある。被災した管路の復旧は、道路の渋滞や復旧にかかる人材及び資機材の不足により、長期間を要する地域もあると考えられる。また、浄水場が被災していなくても、停電が長引いた場合、非常用発電設備の燃料が無くなることにより、運転停止に至る断水もある。断水によって、水洗トイレの使用ができなくなるなどの影響が出る。

○ 下水道

管路やポンプ場、処理場等の被災により、下水道の機能支障が発生し、一部で水洗トイレの使用ができなくなることが想定される。管路の復旧は、他のライフラインの復旧作業と相まって難航し、地域によっては1か月以上を要することも想定される。また、処理場等に損傷がなくても停電が長引いた場合は、非常用発電設備の燃料が無くなることにより、ポンプ場の機能が停止する。なお、管路等の復旧前に多量の降雨があると、溢水や内水氾濫のおそれがある。

○ ガス

発災直後、揺れが強いエリアにおいて、各家庭でのマイコンメーター及びブロック単位での供給停止装置等が作動し、ガスの供給が自動停止する。配管や設備等に損傷がない場合には、順次供給が再開され、県民が各戸においてマイコンメーターの操作を行うことでガスの供給を復帰させることができる。

被災した低圧導管の復旧は、ガス漏えいの確認作業、他のライフラインの復旧作業との関係から、復旧まで長期間を要する地域もあると想定される。

○ 各ライフライン施設の対策

ライフライン事業者は、以下の対策を進めることで、上述のような被害を軽減することが可能である。

- ・ 上水道や下水道、電気・ガス関連施設の耐震化を進めることで、断水や停電、各種機能支障の抑止を図ることができる。発電所や浄水場、下水処理場、ガス供給施設のような建屋のみならず、電柱・電線や上下水の管路、ガス管の強化も行うことで、ライフライン施設の被害を抑制することができれば、避難者数を抑制したり、行政機関や事業者の業務・事業継続及び早期の業務・事業の再開を可能にしたりする面で大きな効果がある。
- ・ ライフライン事業者においては、重要施設での非常用発電設備の確保を進めているところであるが、停電の長期化に備えて、県や石油事業者団体等との間でライフライン等の重要施設の住所や設備情報等を共有し、迅速な燃料供給に備えることで、施設の機能維持が可能となる。
- ・ 県民一人ひとりにおいても家庭で飲料水の備蓄を行ったり、カセットコンロとともにガスボンベを備蓄したり、大容量の蓄電池を購入し、日頃から充電しておくことで、一定期間のライフラインを確保することは可能となる。

(4) 震災関連死対策

大規模地震時は、病院において停電、断水などのライフライン被害が継続することによって、医療機器が停止し、例えば人工透析ができない状態になるなどして患者が死亡する可能性がある。また、車中避難のように狭い場所で生活を続けることによって静脈血栓塞栓症（エコノミークラス症候群）を発症したり、長期の避難所生活や家族や仕事を失うなどの精神的ストレスによって慢性的な疾患が悪化したりすることなどによっても死者が発生する可能性がある。

こうした地震や津波による直接的な被害ではなく、間接的な要因で死亡することを「震災関連死」と言う。こうした震災関連死が、阪神・淡路大震災では922名（総死者数の約14%）、中越地震では52名（総死者数の約76%）、東日本大震災では3,676名（平成30年3月31日現在。総死者数・行方不明者数の約17%、津波による死者数を除いた死者数の約37%）、熊本地震では219名（平成30年8月14日現在。総死者数の約81%）に上っている。

地震によっては、直接的な被害による死者よりも多くなる震災関連死については、今回の地震被害想定においては定量的な評価は行っていないが、次のような対策により、減らすことが可能である。

- ・ 県民自身による自宅の耐震化や、ライフライン事業者、施設管理者による施設の被害抑制によって避難者の発生を抑制することができれば、震災関連死の原因の多くを占める避難所等における生活の肉体的・精神的疲労を抑制することができる。
- ・ 病院のライフライン被害抑制によって、適切な初期治療を早期に受けることができずに死に至る被災者数を低減することが可能となる。
- ・ 避難生活者に対する心のケアを含めたきめ細かな健康相談や、感染症対策を実施することで、避難所生活の長期化による疲労やストレス、運動不足、適切な医療を受けることができない環境がもととなった震災関連死の発生を低減することが可能となる。

- ・避難者が避難生活を行う際、被災前までのコミュニティから分断されない形での避難を可能とする仕組みづくりや、平時から住民相互の助け合いを促し、避難支援等の体制を構築するために、市町村や自主防災組織・自治会等が協力して地域づくりを進めていくことは震災関連死の発生抑止につながる。
- ・国や被災自治体、民間団体等が、地域の復興・再生の方針や、被災者の生活再建につながる支援策をできるだけ早期に示すことで、被災者の生活不安の解消に努めることも震災関連死を低減する方策となる。
- ・特に、県においては、住家被害を調査し、被災者台帳を作成し、被災者の生活再建のベースとなる罹災証明書を交付する業務について、これらを支援するシステムを市町村と共同整備・運用することとしていることから、市町村は、当該システムの運用を含めた業務実施体制を整備し、県は、研修機会の充実や他の自治体と連携した応援派遣などを通じて市町村を支援することが重要である。
- ・県民自身も生活再建を支援する様々な制度があることをあらかじめ知っておくことは、早期の生活再建につながる。罹災証明書の交付を受けることで被災者生活再建支援金の給付や、税の減免、各種資金の融資など様々な支援を受けられることなどを、県や市町村が平時から県民に周知・啓発することは、間接的に震災関連死の発生抑止につながる。

(5) 原子力施設における対策

原子力施設については、施設毎に、関係法令に基づく耐震・耐津波対策等を適切に講じる必要がある。

7. 主な被害想定手法の概要

本章では、5章で被害想定結果を示した各項目について、想定手法の概要を整理する。

7.1 建物の被害想定手法

建物被害は、地震の揺れ、液状化、土砂災害、火災による要因を対象とした。

建物被害は、罹災証明に基づいた被害認定統一基準による全壊、半壊の被災度判定を用いた。

(1) 液状化による建物被害

液状化による建物被害は、地盤沈下量－液状化による建物被害率の関係による被害関数（被害率曲線（中央防災会議(2013)））を用いて、予測を行った。

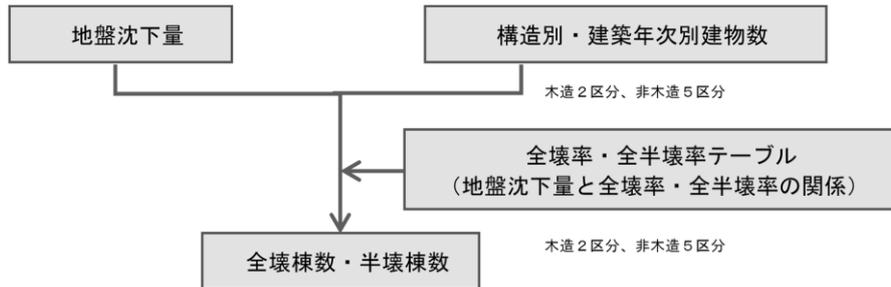


図 7.1-1 液状化による建物被害の予測手順

(2) 揺れによる建物被害

木造・非木造建物別、建築年代別に、震度－被害率の関係式（中央防災会議(2013)）を採用した。

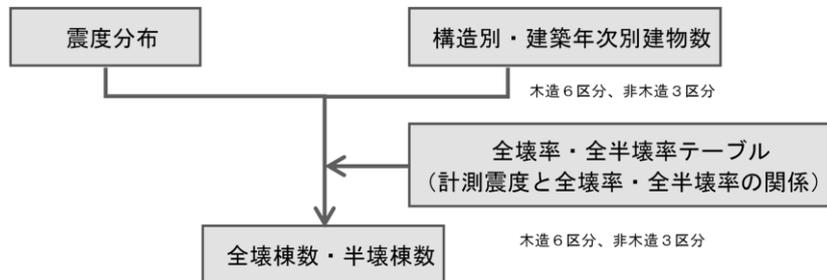


図 7.1-2 揺れによる建物被害の予測手順

(3) 土砂災害による建物被害

中央防災会議(2013)を用いて「土砂災害警戒区域（急傾斜地の崩壊）」及び「山腹崩壊危険地区」の斜面が崩壊したときの建物被害想定を行った。

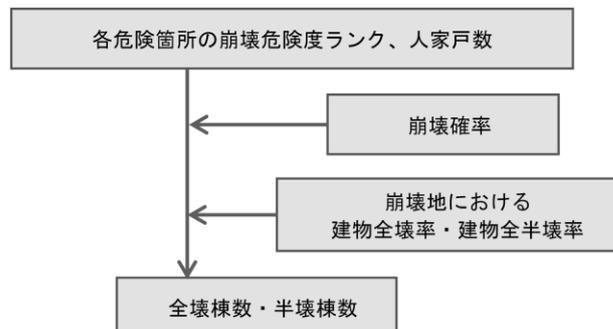


図 7.1-3 土砂災害による建物被害の予測手順

(4) 津波による建物被害

中央防災会議(2013)を用いて、人口集中地区とそれ以外の地区に分けて、浸水深別の被害率曲線を用いて建物被害想定を行った。

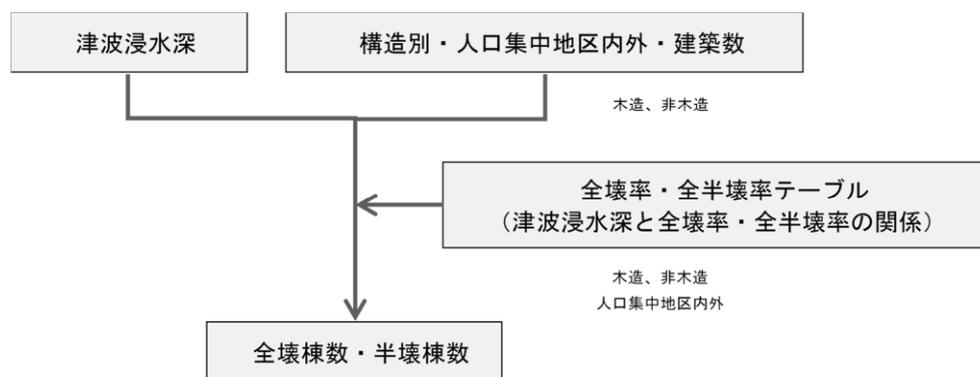


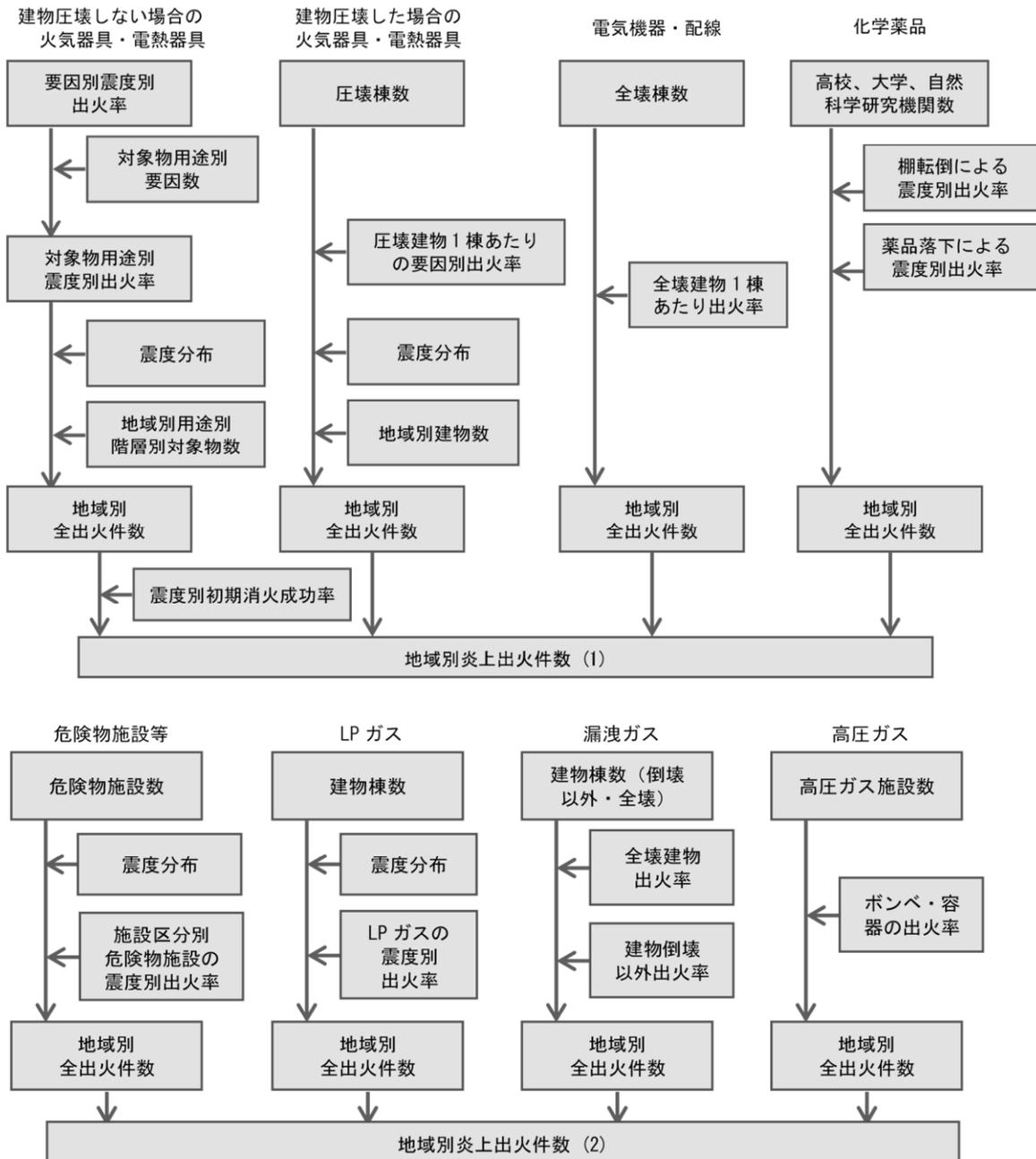
図7.1-4 津波による建物被害の予測手順

7.2 出火・延焼の被害想定手法

出火・延焼の被害想定については、出火件数の算出、消防運用による消火可能件数の算出、焼失棟数の算出という3段階において計算を行った。

(1) 出火件数の算出

東京消防庁(2011)を用いて、①建物圧壊以外の火気器具、電熱器具、②建物圧壊時の火気器具、電熱器具、③電気機器、配線、④化学薬品、⑤危険物施設、⑥LPガス、⑦漏洩ガス、⑧高圧ガスを出火要因とした出火件数を算出した。



(地域別炎上出火件数(1)と(2)の合計が地域別炎上出火件数総数となる。)

図 7.2-1 出火の想定フロー (東京消防庁(2011)をもとに作成)

(2) 消防運用による消火可能件数の算出

消火可能件数は、市町村あるいは広域消防組合単位ごとに、消防ポンプ自動車数と小型動力ポンプ数、消防水利数を用いて算出した。

(3) 焼失棟数の算出

消防庁消防大学校 消防研究センターによる建物 1 棟単位のシミュレーションが可能な消防力最適運用支援情報システムを用いて、下図の流れに沿って、時系列の延焼範囲を予測し、焼失棟数を算定した。

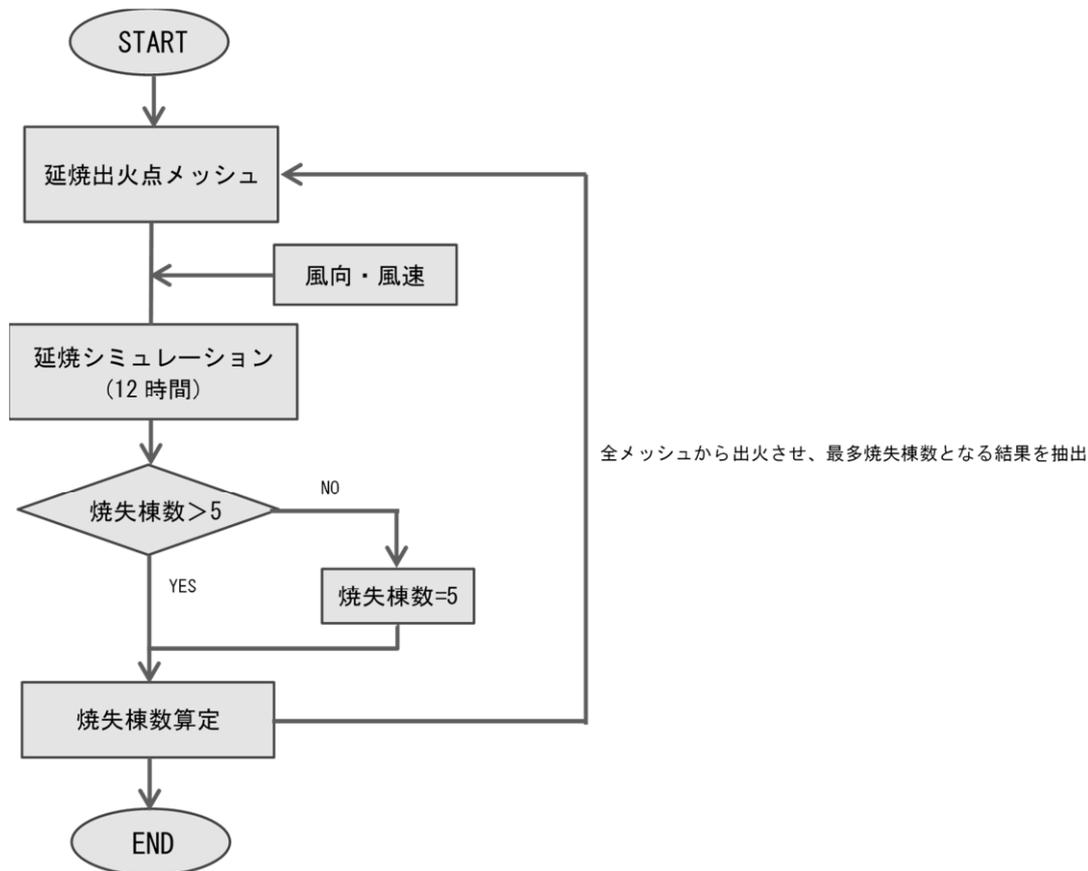


図7-2-2 延焼拡大の想定の流れ

なお、算出した建物被害は、複数の要因で重複して発生することから、本想定では内閣府(2012)に準拠して被害要因の重複を避け、「液状化→揺れ→土砂災害(→津波)→火災焼失」の順番で被害の要因を割り当てた。

7.3 人的被害の予測手法

(1) 建物倒壊による死傷者数

建物倒壊による人的被害は、揺れによる建物被害と人口データから死者数、負傷者数、重傷者数を想定する中央防災会議(2013)の手法を用いた。

① 死者数

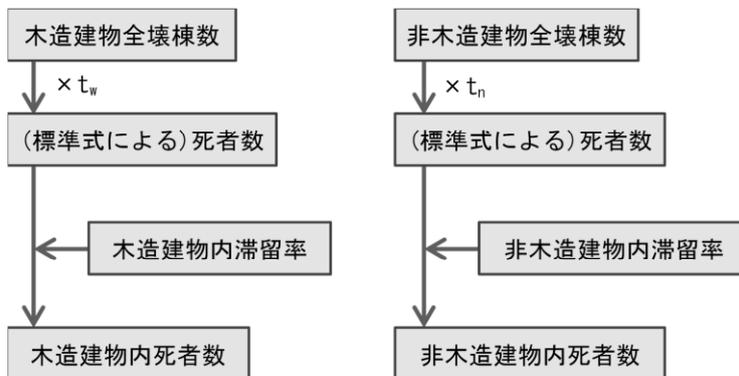


図 7.3-1 建物倒壊による死者数の算定フロー

② 負傷者数

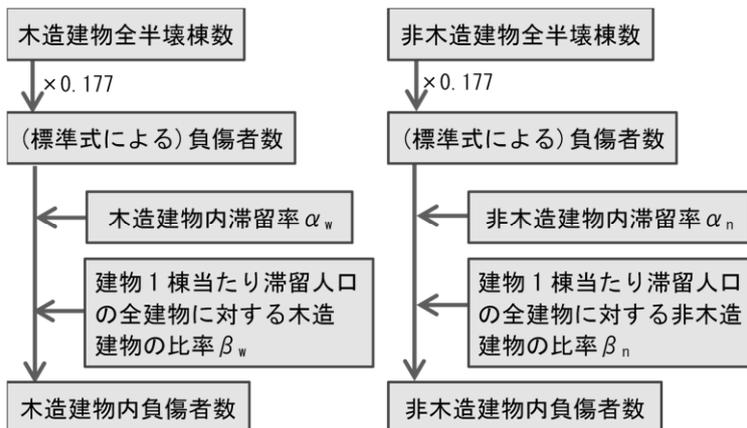


図 7.3-2 建物倒壊による負傷者の算定フロー

③ 重傷者数 (負傷者数の内数)

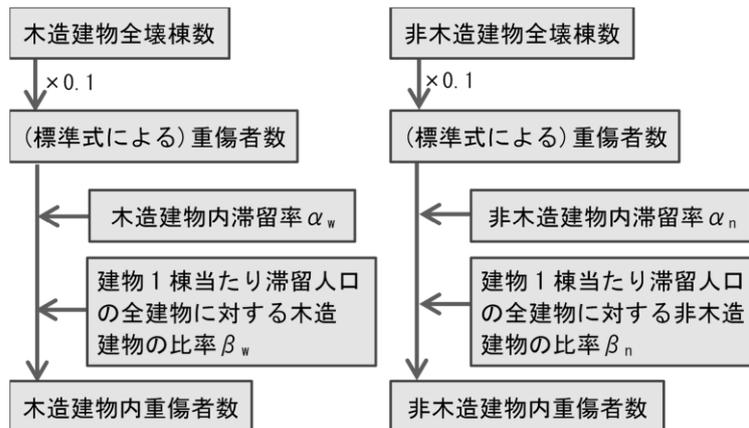


図 7.3-3 建物倒壊による重傷者数の算定フロー

(2) 土砂災害による死傷者数

斜面崩壊等の土砂災害による人的被害は、揺れにより引き起こされた土砂災害による建物被害と人口データから死者数、負傷者数、重傷者数を想定する中央防災会議(2013)の手法を用いた。

(3) 火災による死傷者数

火災による人的被害は、炎上出火家屋内からの逃げ遅れや、倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者(生き埋め等)、延焼拡大時の逃げまどいと人口データから、死者数、負傷者数を想定する中央防災会議(2013)の手法を用いた。

(4) 津波による死傷者数

津波による死傷者数は、中央防災会議(2013)の手法を用いて、下図に示す手順で算出した。

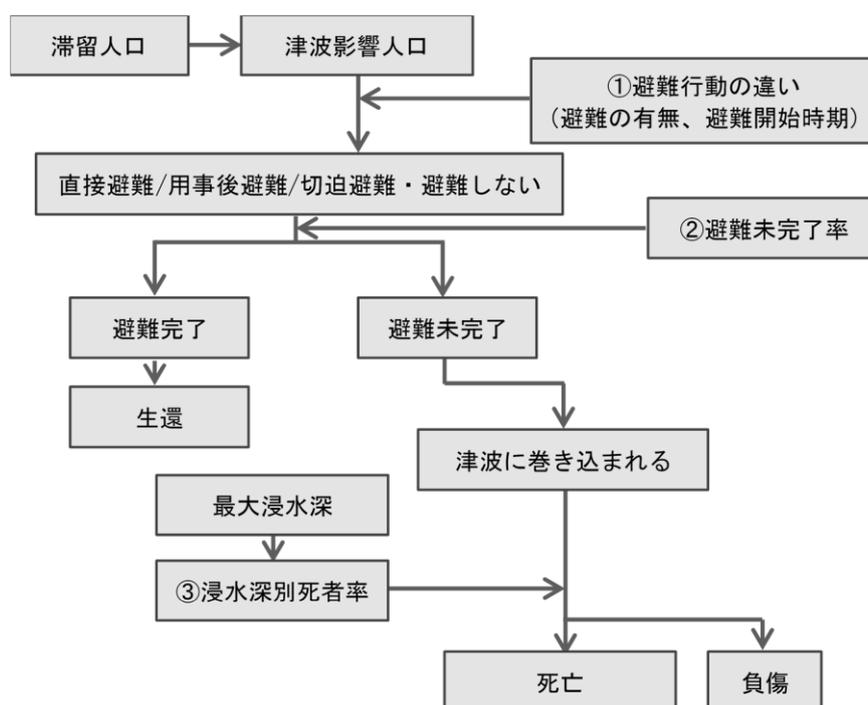


図 7.3-4 津波による死傷者数の算定フロー

(5) 屋内収容物等による死傷者数

家具等の屋内収容物の移動・転倒や、屋内落下物による人的被害については、中央防災会議(2013)の手法で想定した。結果は中央防災会議(2013)と同様に、揺れによる死傷者数の内数として取り扱う。

(6) ブロック塀等による死傷者数

ブロック塀・自動販売機等の転倒、屋外落下物による人的被害については、中央防災会議(2013)の手法で想定した。

(7) 要救助者（自力脱出困難者）数

① 揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）

中央防災会議(2013)では、阪神・淡路大震災時における建物全壊率と救助が必要となる自力脱出困難者の数との関係を用いた静岡県(2001)や東京都(1997)の手法を参考にして自力脱出困難者数を算定しており、本想定においても中央防災会議(2013)と同じ手法を用いた。

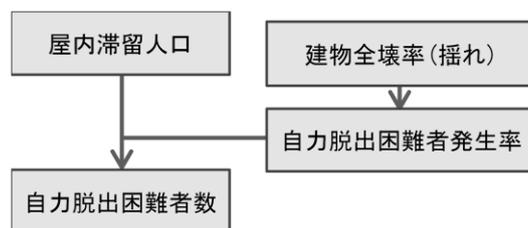


図 7.3-5 揺れによる建物倒壊に伴う自力脱出困難者数の算定フロー

② 津波被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）

津波による人的被害の想定では、津波の最大浸水深よりも高い階に滞留する者は避難せず、その場にとどまる場合を考慮して、中高層階に滞留する人が要救助対象になると考え、要救助者数を算出した。

7.4 ライフラインの被害予測手法

(1) 電力の被害予測手法

① 停電軒数

図 7.4-1 に示す中央防災会議(2013)の手法の一部を用いて電柱折損本数を予測し、図 7.4-2 の Shoji ほか(2011)の手法を用いて停電軒数の予測を行った。

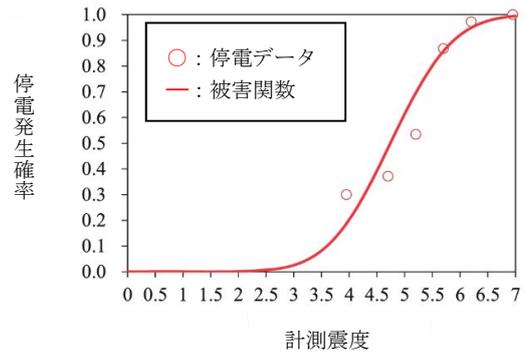
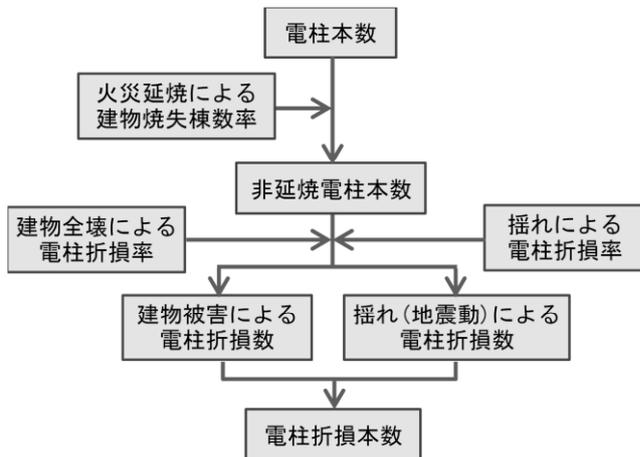


図 7.4-1 電力の電柱折損本数の算定フロー

図7.4-2 計測震度に対する停電発生確率

② 復旧予測

復旧予測は、停電軒数と東日本大震災時の復旧状況を考慮している下図の Shoji ほか(2011)で提案されている復旧曲線を採用して予測した。

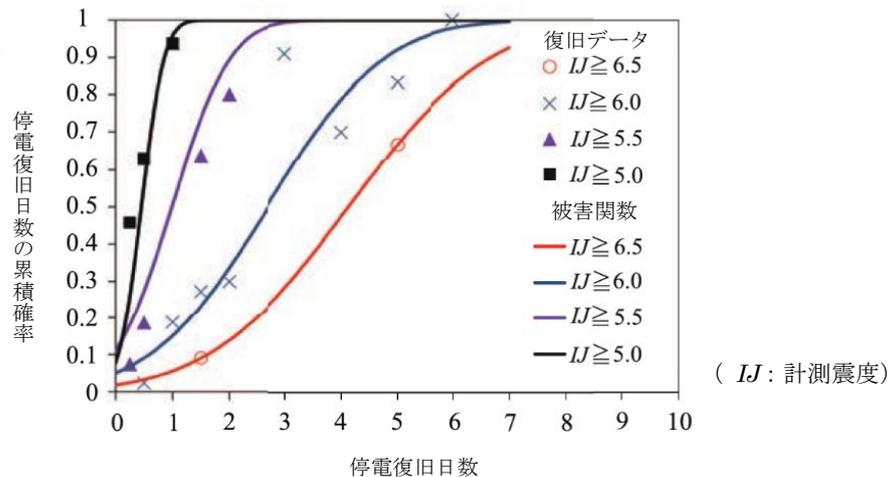


図7.4-3 電力の計測震度に対する停電復旧日数の曲線

(2) 上水道の被害予測手法

① 断水人口

上水道施設、簡易水道施設の被害想定を行い、断水人口を算出した。

浄水場の津波浸水と、停電による施設被害、揺れによる管路被害から断水人口を求める中央防災会議(2013)の流れ(図 7.4-4)を基本としたが、管路被害による断水率(供給率)については、能島ら(2012)の式を用いて断水率、断水人口を算出した。

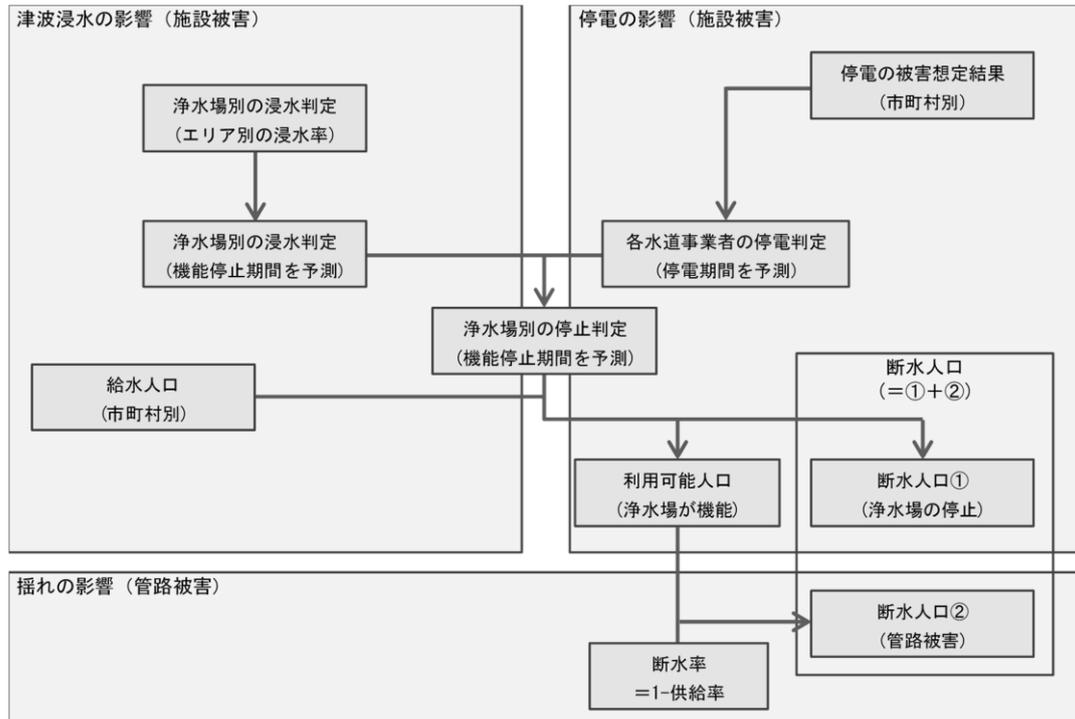


図 7.4-4 断水人口の算定フロー

② 復旧予測

復旧予測については、管路被害による断水率(供給率)と同じく、能島ら(2012)が示す震度別の供給率と地震後経過日数から算出した。供給率復旧曲線は、1995年兵庫県南部地震の被災事例に基づく従来モデルを採用した。

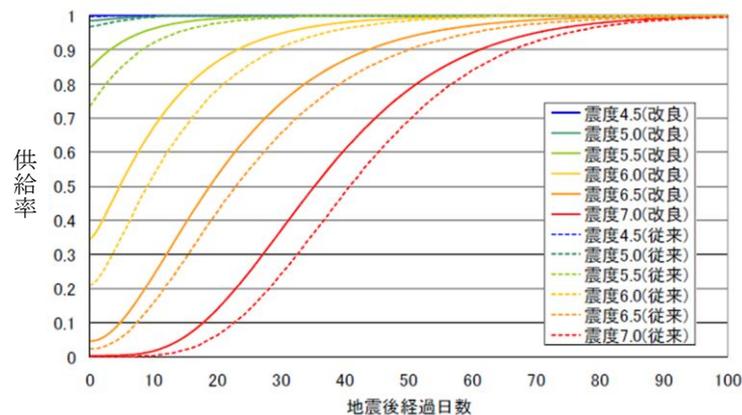


図7.4-5 上水道の計測震度に対する供給率曲線の予測

(3) 下水道の被害予測手法

① 機能支障人口

下水道施設の被害による機能支障人口を予測する手順を図 7.4-6 に示す。機能支障人口等の予測に当たっては、汚水系の下水道管を対象に津波の影響、停電の影響、管路被害を考慮した。なお、処理場に津波浸水による被害がなくても、管路に被害があった場合は使用不能とした。

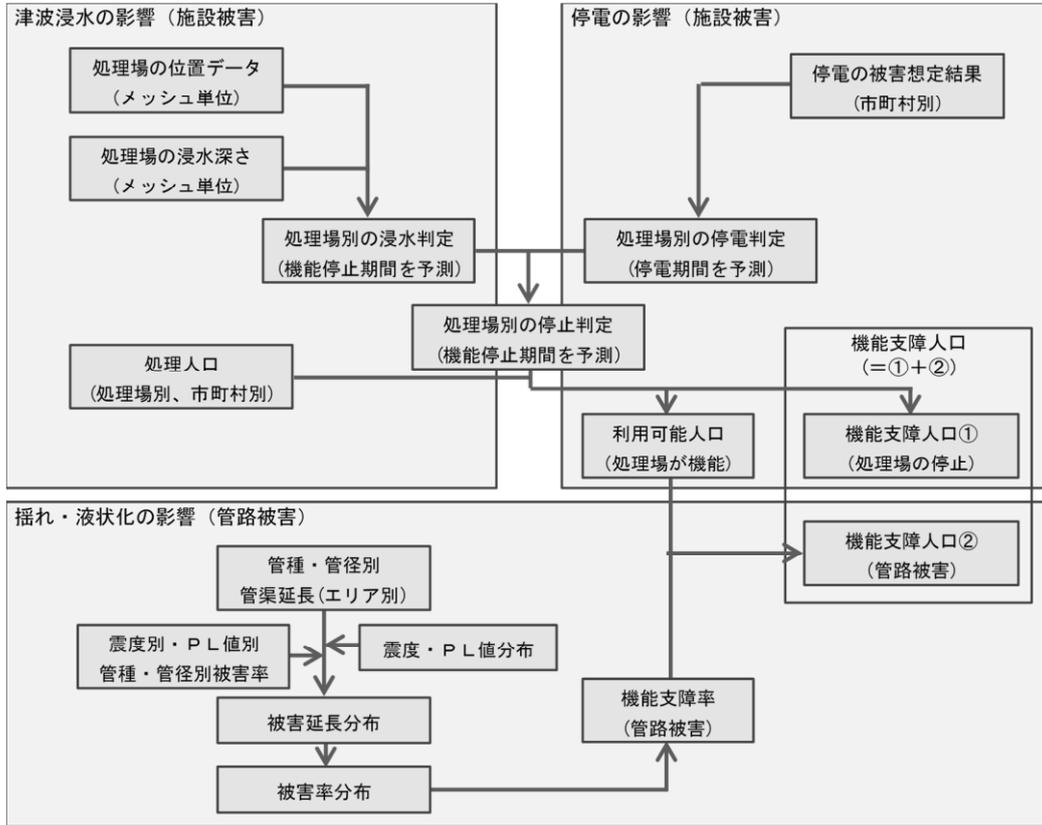


図 7.4-6 下水道の機能支障人口の算定フロー

② 復旧予測

復旧予測は、機能支障人口と東日本大震災等での復旧状況を考慮した下図の復旧曲線(日下ほか(2011))を用いた。

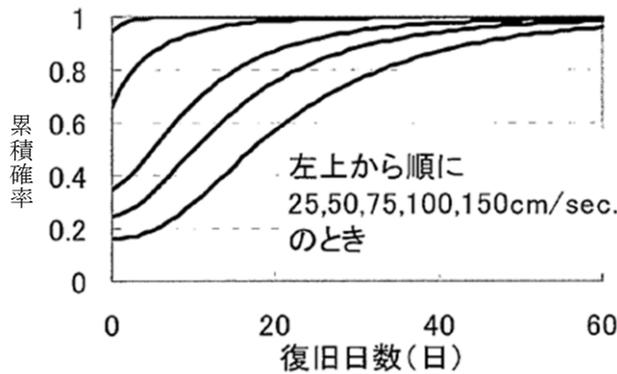


図 7.4-7 下水道の供給率復旧曲線

(4) 都市ガスの被害予測手法

① 供給停止戸数の算出

都市ガスの供給停止戸数の予測に当たっては、津波の影響、停電の影響、安全措置としての供給停止を考慮した。なお、都市ガスの供給停止戸数については、県内の都市ガス事業者を対象としたが、一部事業者については事業者独自のシステムにより算出した結果を活用した。

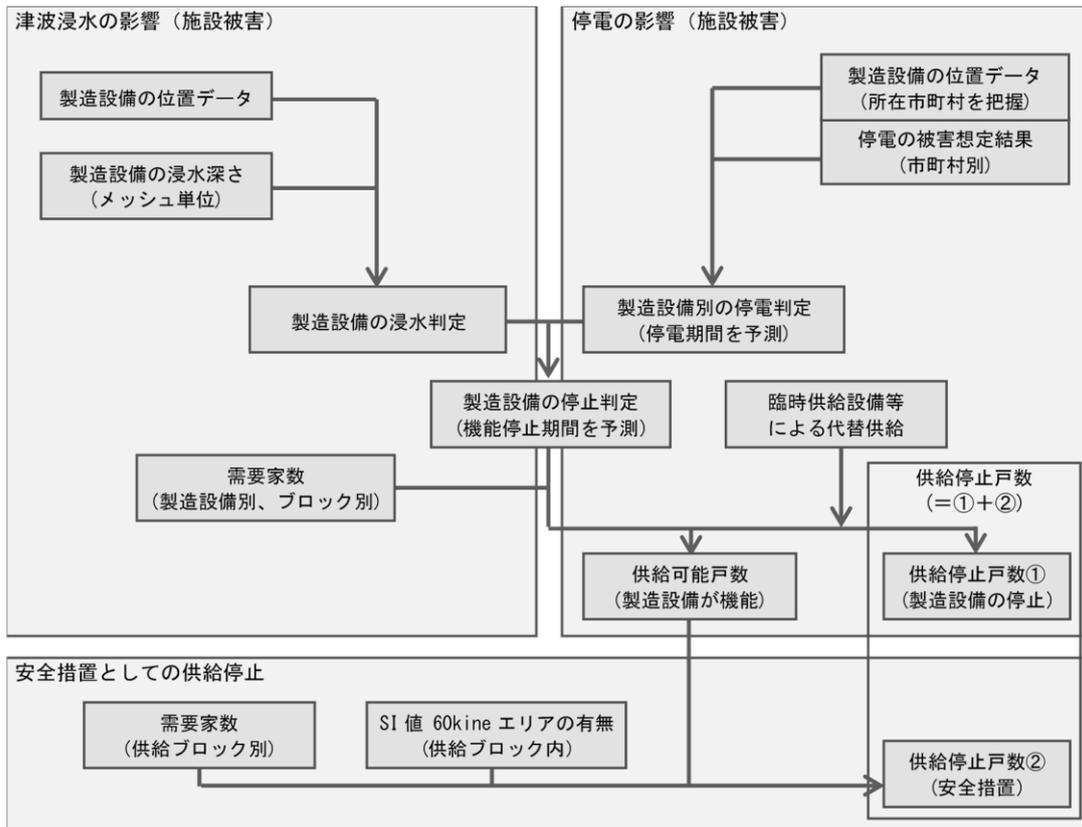


図 7.4-8 都市ガスの供給停止戸数の算定フロー

② 復旧予測

復旧予測は、都市ガスを対象とし、下記に示す能島ら(2012)の研究に基づく 1995 年兵庫県南部地震の被災事例に基づく地震後経過日数と供給率の関係式(図 7.4-9 の実線(従来モデル))を用いて行った。なお、供給停止戸数の算出同様に、一部事業者については事業者独自のシステムにより算出した結果を活用した。

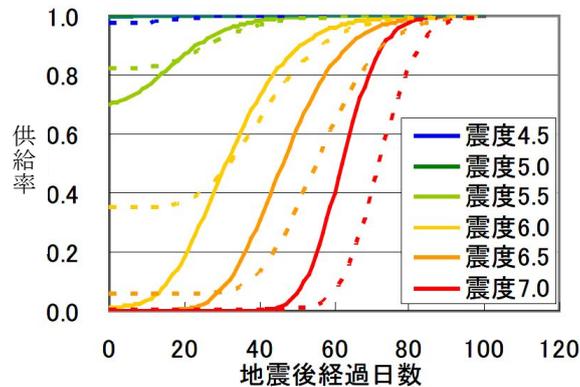


図 7.4-9 都市ガスの計測震度に対する供給率曲線の予測

7.5 通信施設の被害予測手法

固定電話と携帯電話を対象とし、固定電話は、停電、揺れ等の影響による屋外設備の被害を考慮して不通回線数を想定する中央防災会議(2013)の手法を用いた。

携帯電話は、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想定する中央防災会議(2013)の手法を用いた。

① 不通回線数、携帯電話不通ランク

停電、揺れの影響による屋外設備被害から、固定電話の不通回線数を算定した。また、固定電話の不通回線数、停電の影響から携帯電話の停波基地局率、携帯電話不通ランクを算定した。

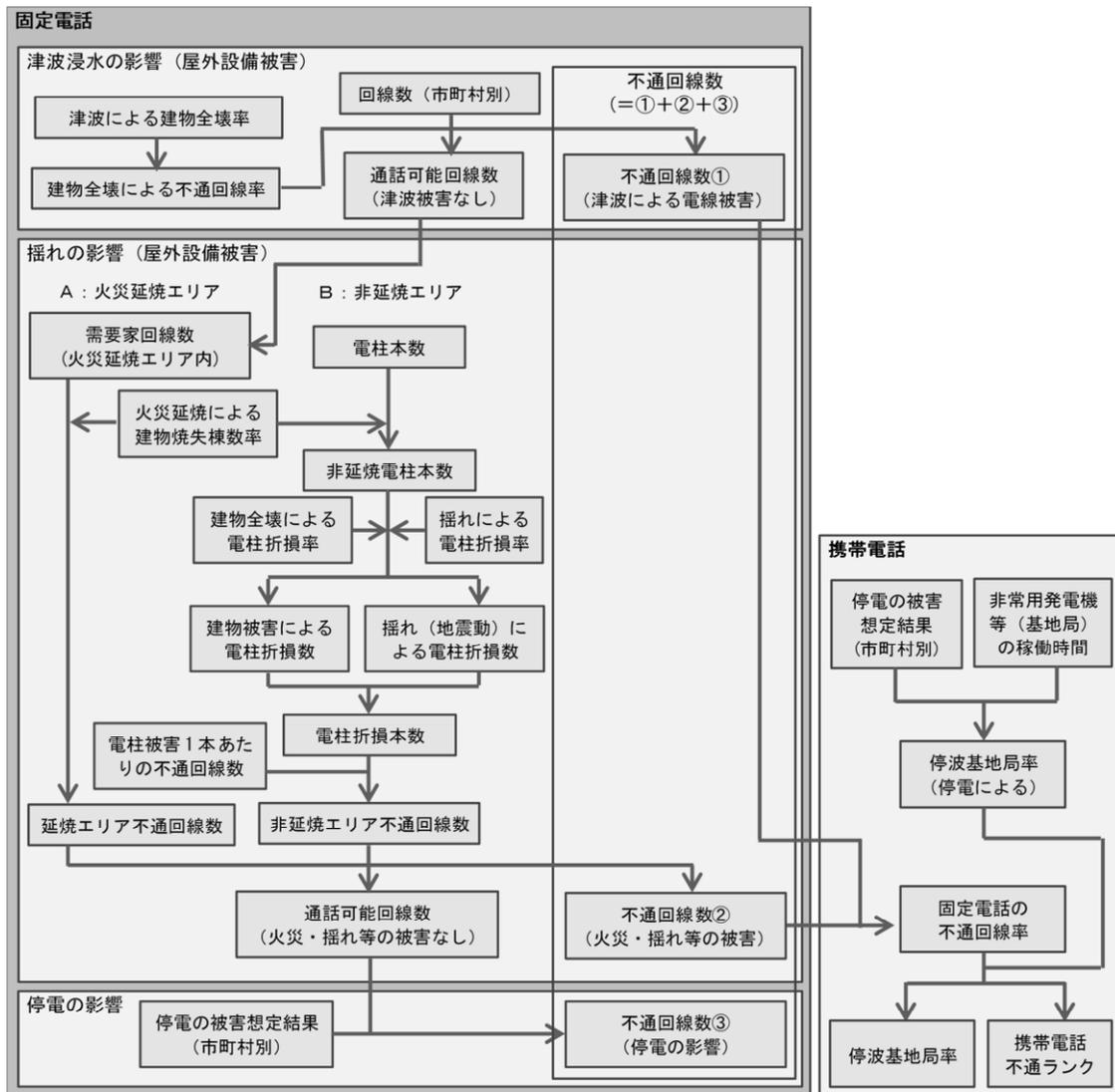


図 7.5-1 不通回線数、携帯電話不通ランクの算定フロー

② 復旧予測

復旧予測は、不通回線数と東日本大震災等での復旧状況を考慮した。供給率復旧曲線は、電力と同じ1995年兵庫県南部地震の被災事例に基づくモデル(図7.5-2)を採用した。

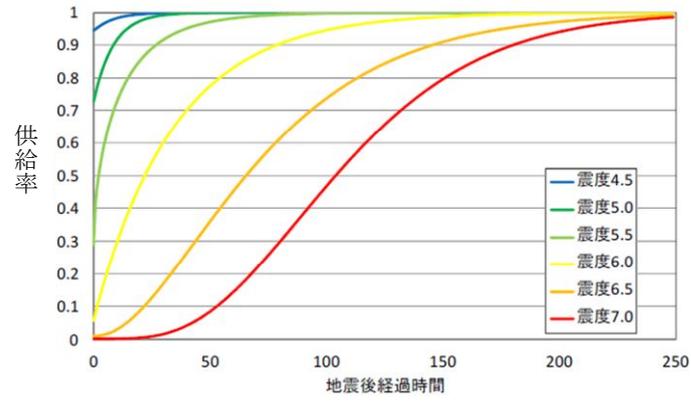


図 7.5-2 通信施設の復旧予測に活用する電力の供給率曲線

7.6 生活支障に係る予測手法

(1) 避難者の予測手法

避難者は、自宅建物被害とライフライン停止時生活困窮度を考慮して避難者数を想定する中央防災会議(2013)をもとに、東北地方太平洋沖地震における茨城県での避難者数の推移を反映した手法を用いた。避難者は、避難所避難者と避難所外避難者に分けて算出した。避難所避難者のうち、要配慮者の数については、市町村別の人口に対する要配慮者の割合から算出した。概ね各市町村とも避難所避難者のうち、約2割が要配慮者となる。

$$\begin{aligned} \text{全避難者数} = & (\text{全壊棟数} + 0.13 \times \text{半壊棟数}) \times \text{1棟当たりの平均人員} \\ & + \text{断水 or 停電人口} \times \text{ライフライン停止時生活困窮度} \end{aligned}$$

ここで、ライフライン停止時生活困窮度は、次のとおりとする。

(当日・1日後) 0.05 ⇒ (1週間後) 0.25 ⇒ (1ヶ月後) (断水時) 0.90, (停電時) 0.50

(2) 物資需要量の予測手法

物資需要量は、中央防災会議幹事会(2017)において、消防庁、厚生労働省、農林水産省及び経済産業省がプッシュ型支援により被災都道府県に供給する品目として取り上げた8品目に飲料水を加え、食料、飲料水及び生活必需品(毛布)、育児用調製粉乳(粉ミルク)、乳児・小児用おむつ、大人用おむつ、携帯トイレ・簡易トイレ、トイレトーパー、生理用品の9品目を対象とし、中央防災会議(2013)の手法及び中央防災会議幹事会(2017)における物資の必要量の考え方を用いて、各物資の需要量を算出した。

(3) 災害廃棄物の予測手法

災害廃棄物については、茨城県災害廃棄物処理計画に合わせて、環境省(2018)「災害廃棄物対策指針(改定版)」におけるがれきの発生量の推定式を採用して、建物の全壊、半壊、床上浸水・床下浸水(津波)及び焼失による災害廃棄物の発生量について算出した。

津波堆積物については、環境省(2018)における津波堆積物の発生原単位の設定に基づき、津波浸水面積(m²)に対して、0.024トン/m²の発生原単位を用いて、処理量を算出した。ここで、津波浸水面積は浸水深が30cm以上のエリアを対象として抽出した。

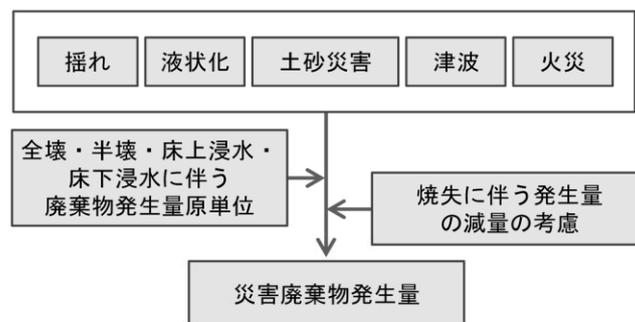


図 7.6-1 災害廃棄物の発生量算定フロー

7.7 交通施設被害の予測手法

(1) 道路被害の予測手法

道路被害は、緊急輸送道路を対象とし、平面道路と橋梁に分けて評価を行った。

① 揺れによる道路被害（橋梁）

橋梁については、揺れによる道路施設被害率を用いて被害箇所数を想定する中央防災会議(2013)の手法を用いて被害予測を行った。以下に算定フローを示す。なお橋脚数が不明の場合は、橋梁箇所数として計上した。

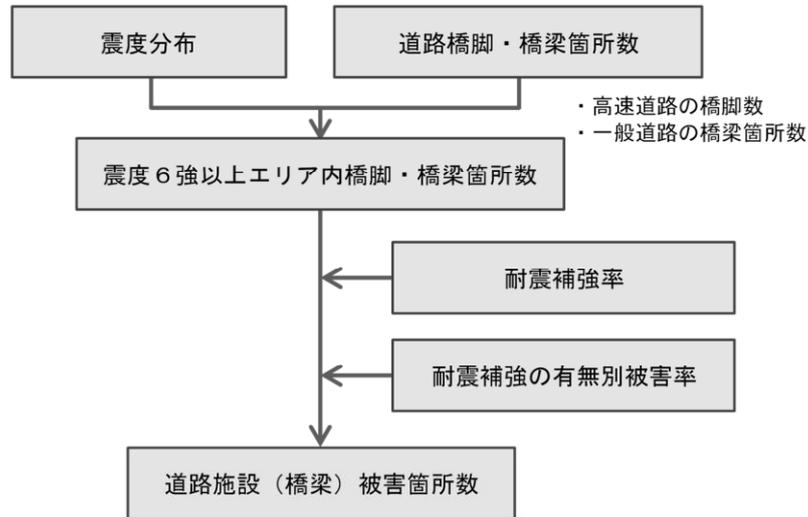


図 7.7-1 道路施設（橋梁）被害箇所数の算定フロー

② 揺れによる道路被害（平面道路）

橋梁部分以外の平面道路の被害については、Shoji ほか(2014)の手法を用いて、路線ごとの被害箇所数を算出した。以下に算定フローを示す。

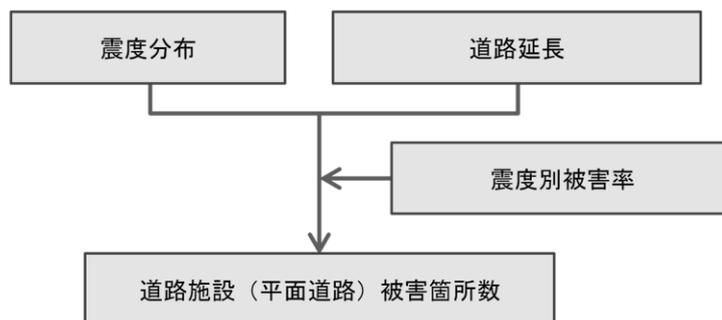


図 7.7-2 道路施設（橋梁を除く平面道路）被害箇所数の算定フロー

③ 津波による道路被害（橋梁、平面道路）

津波による道路被害についても、橋梁と平面道路に分けて予測を行った。橋梁は Shoji ほか(2016)の手法、平面道路の被害については、丸山ら(2016)の手法を用いた。

(2) 鉄道被害の予測手法

鉄道の被害箇所数の予測は内閣府（2013、南海トラフ）の手法を用いて実施した。

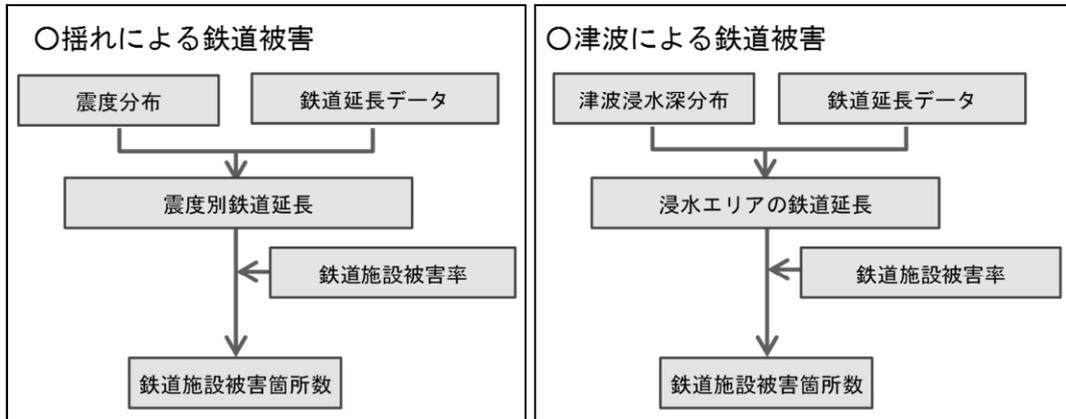


図 7.7-3 鉄道施設被害箇所数の算定フロー

(3) 港湾被害の予測手法

港湾については、愛知県(2014)の手法に沿って、県内の各港湾、漁港について、地震による被害の程度を想定する。入力加速度及び液状化の有無から被害レベル（なし、小、中、大）を判定する。耐震補強が行われている港湾については、これを評価した。

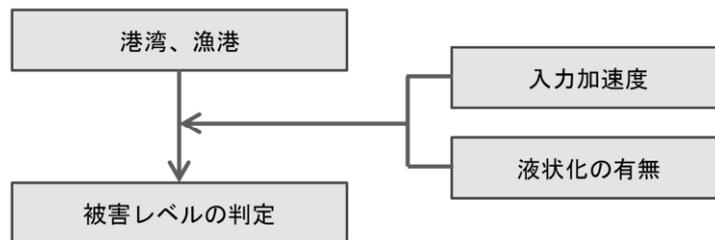


図 7.7-4 港湾施設の被害予測手順

参考文献

- 斎藤隆三：茨城県の地盤、地質と調査、1992年第1号、53-59、2003
- コロナ社：茨城県 地学ガイド、1977
- 内閣府：首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書、首都直下地震モデル検討会、2013年12月、
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutochokkajishinmodel/index.html>
- 日本原子力発電株式会社：東海第二発電所 基準地震動の策定について、第526回原子力発電所の新規基準適合性に係る審査会合、資料1-4、2017年11月10日
- 地震調査研究推進本部、地震調査委員会：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）、2017
- 茨城県：国補津波第23-05-673-0-051号・国補総流防第23-05-674-0-051号 合併 茨城沿岸津波浸水想定区域調査業務委託報告書、2012年10月
- Boore, D. M. (1983): Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra, Bull. Seism. Soc. Amer., 73, 1865-1894.
- Haskell, N. A. (1964): Radiation pattern of surface waves from point sources in a multi-layered medium, Bull. Seism. Soc. Amer., 54, 377-393.
- Irikura, K. (1986): Prediction of strong acceleration motions using empirical Green's function, Proc. 7th Japan Earthq. Eng. Symp., 151-156
- 気象庁：計測震度の算出方法、
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.htm
- 横田崇・稲垣賢亮・増田徹：数値実験による地盤特性と増幅率の関係、日本地震学会講演予稿集（2005年度秋季大会）、B064、86、2005
- 司 宏俊、翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式、日本建築学会構造系論文集、第523号、63-70、1999年9月
- 藤本一雄 & 翠川三郎：近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均S波速度の関係、日本地震工学会論文集 6, 1, 111-22、2006
- 翠川三郎、藤本一雄 & 村松郁栄：計測震度と旧気象庁震度および地震動強さの指標との関係、地域安全学会 1, 51-56、1999
- 童華南・山崎文夫：地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係、生産研究、48 卷 11 号、31-34、1996
- 若松加寿江・松岡昌志：世界測地系に準拠した地形・地盤分類 250m メッシュマップの構築、日本地震工学会大会-2011 梗概集、84-85、2011. 11
- 国土庁防災局震災対策課：液状化地域ゾーニングマニュアル（平成10年度版）、1999年1月
- (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編、2017年11月
- 日本建築学会：建築基礎構造設計指針、66、2001
- 岩崎敏男、龍岡文夫、常田賢一、安田進：地震時地盤液状化の程度の予測について、土と基礎、28、4、23-29、1980.
- 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告） 強震断層モデル編（別添資料）－液状化可能性、沈下量について－、2012年8月29日、
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/index.html>
- 内閣府：南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（第一次報告）「南海トラフの巨大地震建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要」、2012年8月29日

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829_gaiyou.pdf
中央防災会議：首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要 ～人的・物的被害～、首都直下地震対策検討ワーキンググループ、2013年12月、
http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/index.html
東京消防庁：東京都の地震時における地域別出火危険度測定（第8回）、2011
静岡県：第3次地震被害想定結果、2001年5月
東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書 被害想定手法編、1997
Shoji et. al. : Damage Assessment of Electric Power Failures During the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, 2011
丸山喜久、山崎文雄：近年の地震データを考慮したマクロな配水管被害予測式、第30回土木学会地震工学研究発表会論文集、2010
永田茂・丸山喜久・庄司学：既往の上水道配水管の地震被害予測式の予測精度に関する検討、土木学会論文集A1（構造・地震工学）、Vol. 71、No. 4（地震工学論文集第34巻）、I_50-I_61、2015
能島暢呂、佐土原聡、稲垣景子：東日本大震災におけるライフライン被害と今後の課題、首都直下地震防災・減災特別プロジェクト、3. 広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究、平成23年度第4回成果発表会、2012年2月
http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/medr/activities/20120224_results04.html
日下彰宏、石田寛、永田茂：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、第7回 構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム、2011年10月
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：文部科学省委託研究 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、2012年3月、
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/shuto/report/soukatsu/>
中央防災会議幹事会：南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画、2017年6月23日
環境省：災害廃棄物対策指針（改定版）、2018年3月
中央防災会議：南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要 ～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～、南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ、2013年3月18日、
http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/index.html
内閣府：中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査、2014年10月
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chihou/pdf/20141022-koritsuhoukokusyo.pdf>
Shoji et. al. : Development of Damage Functions on Road Infrastructures Subjected to Extreme Ground Excitations by Analyzing Damage in the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, 2014
Shoji et. al. : Damage Assessment of Road Bridges Subjected to the 2011 Tohoku Pacific Earthquake Tsunami, 2016
板垣治、丸山喜久：東北地方太平洋沖地震津波による平面道路被害の分析、土木学会論文集A1（構造・地震工学）、Vol. 72、No. 4（地震工学論文集第35巻）、I_82-I_89、2016
愛知県：平成23年度～25年度 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査報告書、2014年3月