

被害想定手法

【論点】

被害想定手法は、京都府地震被害想定調査（平成 20 年度）と同じ手法とするか。

【事務局案】

内閣府中央防災会議「南海トラフ巨大地震の被害想定」報告書（2012・2013）による方法を基本としつつ、各項目ごとに個別に検討する。

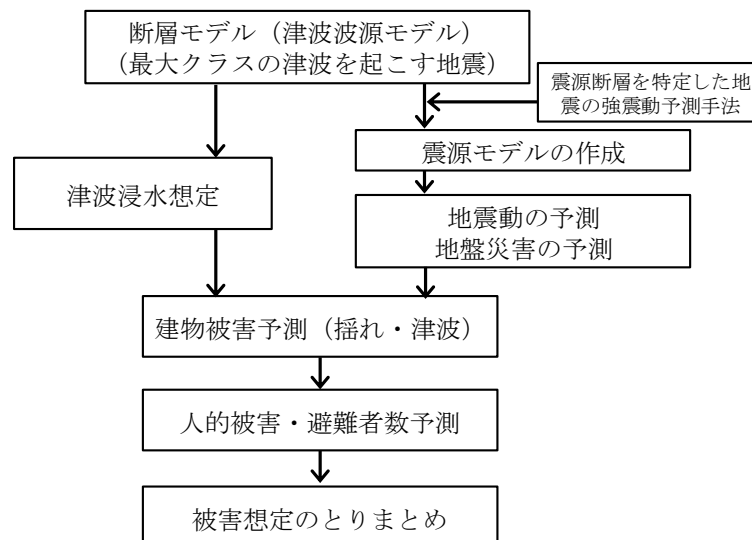
【理由】

- ・東日本大震災等の最近の知見が盛り込まれ、広く用いられている南海トラフ巨大地震の被害想定手法を基本的に活用する。

<被害想定手法（案）>

1 被害想定の流れ

被害想定の流れについては、下記のとおりとする。



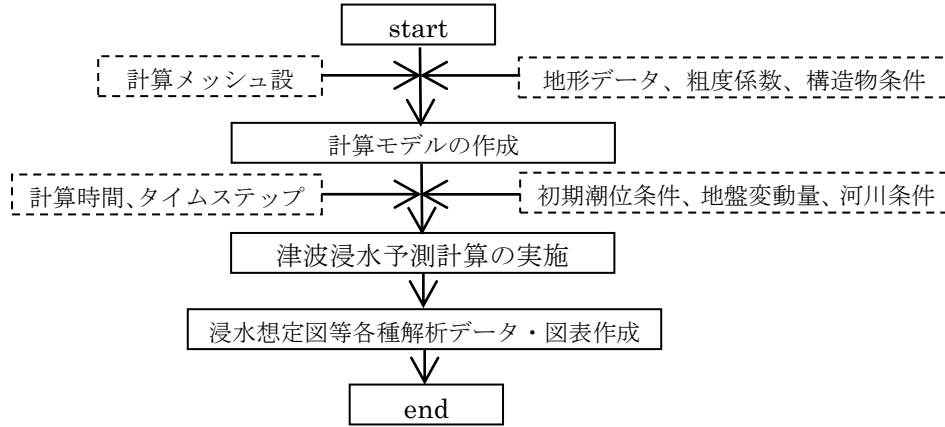
津波被害想定における作業の流れ

2 震源として想定する断層モデル

京都府津波浸水想定（平成 27 年度）の際に、京都府に津波の被害を及ぼすおそれのある地震の波源（震源）として想定した 6 断層と、日本海中部地震の想定震源の断層モデルを用いる。

3 津波の予測方法（概要）

津波予測方法は、京都府津波浸水想定（平成 27 年度）で活用した方法を用いる。津波浸水予測計算のフローと基本方程式は以下のとおりである。津波浸水予測計算においては摩擦・移流を考慮した非線形長波理論に基づく計算手法を用いる。



津波予測計算フロー

・基本方程式

鉛直方向の積分流量 M , N を以下の様に定義する。

$$M = u(h + \eta) = uD \quad (1)$$

$$N = v(h + \eta) = vD \quad (2)$$

この積分流量 M , N を使い、断層による地盤変動を考慮し、非回転、長波近似、非粘性を考慮すると基本方程式は次式のような方程式として表される。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^3} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^3} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (5)$$

ただし、

u, v : x, y 方向の流速成分

M, N : 海面から海底まで積分した質量輸送の成分

η : 静水面からの水位変化量

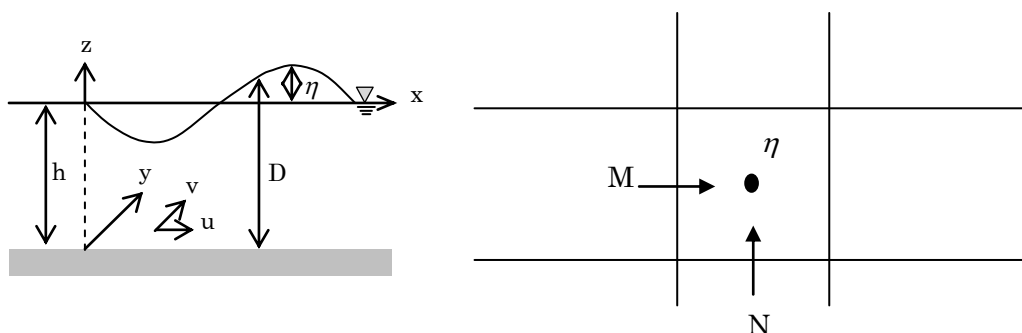
D : 水底から水面までの全水深

h : 水底から静水面までの水深

g : 重力加速度 (9.8m/sec²)

n : マニングの粗度係数

である。なお、各変数の定義は次の図のようになる。



変数の定義と、流量及び水位定義点配置

- ・基本方程式の差分化
 上で得られた式を計算機で解くために、海底から海面までの質量輸送を表す運動方程式(3)、(4)及び連続の式(5)を差分化して時間積分を行う。
- ・境界条件
 津波の挙動を適切に表現できるように境界条件を設定する。

境界条件

| 項目 | 内容 |
|--------|---------------------------------------|
| 沖側境界条件 | 津波が境界上で反射せず透過する自由透過境界を設定する |
| 遡上境界条件 | 津波先端部での計算打ち切り水深については、1cm程度を目安とする |
| 越流境界条件 | 水位が防波堤・堤防等の天端高を越える場合は、本間式を用いて越流量を計算する |

4 地震動の予測方法（概要）

(1) 震源モデルの検討

国土交通省「日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書」(H26.9)における断層パラメーターを元に、強震動生成域及び背景領域の面積、すべり量等は、地震調査研究推進本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」(H28.6改定)を用いて、震源モデルの検討を行う。震源モデルの検討においては、強震動生成域及び破壊開始点の配置は、京都府沿岸域で地震動が大きくなるよう設定を行う。

※ 「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」は、いわゆる「レシピ」。

(2) 地震動計算方法の選定

平成27年度に実施した津波浸水想定シミュレーションにおいては、各断層による地震動の震度を求める必要があり、京都府地震被害想定(平成20年度)で用いた計算方法を採用した。このため、津波被害想定においても、この方法を用いて計算を行う。

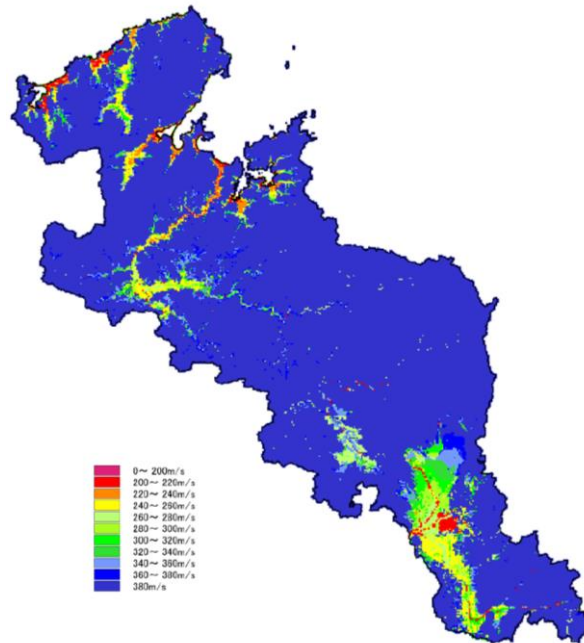
今回選定する地震動計算方法

| 深部地盤面の地震動 | 地表面の地震動 | 特徴等 |
|------------------|---|---|
| 等価震源距離を用いた距離減衰式* | 地表地盤増幅度 (深さ 30m までの平均 S 波速度 (AVS30) と震度増分の関係等から算出) | <ul style="list-style-type: none"> ・経験的手法であるため結果に信頼性が高い。 ・強震動生成域、断層破壊方向を表現できる。 ・最大速度が得られる。 |

* : 司・翠川 (1999)

(3) 地盤モデルの設定

地盤モデルについては、京都府域に焦点を当て詳細な地形区分を行っている京都府地震被害想定（平成 20 年度）で採用したモデルを採用する。下図に当該地盤モデルでの AVS30（地表から深さ 30m までの平均 S 波速度）を示す。



京都府地震被害想定（平成 20 年度）で採用した地盤モデルでの AVS30

5 被害想定手法

(1) 被害想定を実施する詳細項目、算出単位、算出方法

| 種別 | 項目 | 算出単位 | 算出方法 |
|-----|------|----------|---|
| 地震動 | 震度分布 | 250mメッシュ | <ul style="list-style-type: none"> ・（基盤地震動）等価震源距離を用いた距離減衰式により算出する。 ・（震度等の分布）深さ30mまでの平均S波速度（AVS30）と震度増分の関係等を用いて算出する。 |

| | | | |
|-----------------|------------|-------------------------|---|
| 液状化 | 液状化 危険度 | 250mメッシュ | ・(府南部※) 道路橋示方書の方法によりPL値を算定し、危険度を表す。 ・(府南部以外) 微地形分類、地表最大速度から、危険度を表す。 |
| 津波 | 浸水深 | 250mメッシュ | ・非線形長波近似式により算出する。(京都府津波浸水想定(平成27年度)) |
| 建物被害 (全壊・半壊) | 揺れ | 250mメッシュ 市町村 | ・震度と構造・年代別の被害率の関係(中央防災会議2012)等から全壊棟数、半壊棟数を算出する。 |
| | 液状化 | 250mメッシュ 市町村 | ・液状化危険度と被害率の関係から全壊棟数、半壊棟数を算出する。 |
| | 急傾斜地崩壊 | 箇所 市町村 | ・急傾斜地危険度調査により急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランクを判定。震度と危険度ランクによる被害率の関係(中央防災会議2012)等から全壊棟数、半壊棟数を算出する。 |
| | 津波 | 250mメッシュ 市町村 | ・津波浸水深と被害率の関係(中央防災会議2012)から全壊棟数、半壊棟数を算出する。 |
| 建物被害 (地震火災) | 出火 | 250mメッシュ 市町村 | ・建物倒壊する場合・しない場合における電熱器具等からの出火、電気機器等から出火件数を算出する(中央防災会議2012)。 ・初期消火を踏まえた炎上出火件数を算出する。 |
| | 延焼 | 250mメッシュ 市町村 | ・延焼速度式(消防運用と火災周長を考慮)により焼失棟数を算出する(中央防災会議2007)。 |
| 人的被害 | 揺れ | 市町村 | ・建物全半壊棟数における人的被害率と人口データから、死傷者数を算出する(中央防災会議2012)。 |
| | 急傾斜地崩壊 | 箇所 市町村 | ・建物全壊棟数における人的被害率と人口データから、死傷者数を算出する(中央防災会議2012)。 |
| | 津波 | 市町村 | ・避難行動と避難完了率、浸水深と被害率の関係から算出する(中央防災会議2012)。夏季の海水浴客も考慮する。 |
| | 火災 | 市町村 | ・出火家屋内からの逃げ遅れ、家屋内の救出困難者、延焼拡大時の逃げ惑いによる死傷者数を算出する(中央防災会議2012)。 |
| | 屋外転倒、落下物 | 市町村 | ・ブロック塀等の被害件数、落下物が発生する建物棟数と人的被害率等との関係から算出する(中央防災会議2012)。 |
| 避難者数 | 市町村 | ・建物被害と人口データから避難者数を算出する。 | |

※ 府南部：詳細な地盤モデルが作成されている、京都市南部・木津川沿岸等の地域。

(2) 被害を算出する際の条件

① 想定する季節、時間帯(4ケース)

想定する季節、時間帯については、京都府地震被害想定(平成20年)の3ケースに、「夏・昼12時」を追加して想定を行う。

今回の想定ケース

| シーン設定 | 想定される被害の特徴等 |
|----------|---|
| 冬・早朝 5 時 | 多くの人自宅が就寝中 家屋倒壊による圧死者が発生する危険性が高い |
| 夏・昼 12 時 | 市街地での人の活動が多い時間帯 海水浴客の被害が想定される |
| 秋・昼 12 時 | 市街地での人の活動が多い時間帯 日中において地震による出火が平均的な条件 |
| 冬・夕 18 時 | 通勤、通学の帰宅時間帯 地震による出火が最も多くなる条件 |

※ 風速は、府内気象観測所における観測値を検討（京都府地震被害想定（平成 20 年）では、無風時 2m/s と強風時 14m/s で計算）

参考：中央防災会議（2012）での想定ケース

| シーン設定 | 想定される被害の特徴 |
|----------|---|
| 冬・深夜 | 多くが自宅が就寝中に被災するため、家屋倒壊による死者が発生する危険性が高く、また津波からの避難が遅れることにもなる。 |
| 夏・昼 12 時 | <ul style="list-style-type: none"> ・オフィス、繁華街等に多数の滞留者が集中しており、自宅外で被災するが多い。 ・木造建物内滞留人口は、1 日の中で少ない時間帯であり、老朽木造住宅の倒壊による死者数は冬深夜と比較して少ない。 ・海辺には、海水浴客が多い。 |
| 冬・夕 18 時 | ・住宅飲食店などで火気使用が最も多い時間帯で出火件数が最も多くなる。 |

※ 風速は、各地域の平均風速と 8m/s で計算

② 避難行動パターン（津波）

津波からの避難行動パターンについては、中央防災会議（2012）と同様の、以下の 4 ケースとする。

| | | 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） | 切迫避難あるい は避難しない |
|---|--|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 | 全員が発災後すぐに避難を開始した場合（避難開始迅速化） | 100% | 0% | 0% |
| 2 | 早期避難者比率が高く、更に津波情報の伝達や避難の呼びかけが効果的に行われた場合（早期避難率高+呼びかけ） | 70% | 30% | 0% |
| 3 | 早期避難者比率が高い場合（早期避難率高） | 70% | 20% | 10% |
| 4 | 早期避難者比率が低い場合（早期避難率低） | 20% | 50% | 30% |