

土木学会 原子力土木委員会 平成 23 年度 第 2 回 津波評価部会 議事録

日 時 平成 24 年 3 月 7 日 (水) 13 : 40 ~ 17 : 50

場 所 電力中央研究所大手町第 1 会議室

出席者 首藤主査、有光委員、磯部委員、内海委員、蛭沢委員、大坪委員、  
玉井氏 (黒岡委員代理) 委員、佐竹委員、若松氏 (関島委員代理)、田中委員、  
柳沢氏 (谷委員代理)、富田委員、中嶋委員、藤間委員、松崎委員、藪委員、  
榊山委員兼幹事、佐々木氏 (話題提供者)  
尾野オブザーバー、木原オブザーバー、佐古オブザーバー、鈴木オブザーバー、  
当麻オブザーバー、仲村オブザーバー、吉井オブザーバー  
松山幹事長、安中幹事、池野幹事、稲垣幹事、米津氏 (岩森幹事代理)、内野幹事、  
栗田幹事、木場幹事、佐藤幹事、芝幹事、橋幹事、藤井幹事、藤田幹事、文屋幹事、  
柳澤幹事、山木幹事

次 第

- (1) 前回津波評価部会の議事録案 (資料-1)
- (2) 津波水位評価における不確かさの考慮に関する検討 (資料-2)
- (3) 東北地方太平洋沖地震津波に関する検討 (資料-3-1-1 ~ 資料 3-3)
  - 1) 津波漂流物
    - 1-1) 津波漂流物の確認事例 (資料-3-1-1)
    - 1-2) 津波漂流物に関する情報収集 (資料-3-1-2)
  - 2) 仙台港の海底地形変化再現計算 (資料-3-2)
  - 3) 土木学会手法検証用断層モデルについて (資料-3-3)
- (4) 第IV期成果のまとめと今後の計画 (資料-4)
- (5) 話題提供 津波堆積物の認定手法の高度化 (資料-5)
- (6) その他

議 事

- (1) 前回津波評価部会の議事録案 (資料-1)
- 

C : 訂正等があれば、後ほど事務局へコメントをお願いします。

- (2) 津波水位評価における不確かさの考慮に関する検討 (資料-2)
- 

Q : ある程度の大きさの Mw になると、初期水位に対してその 1 / 2 しか沿岸域へ来襲してこないことから津波水位の増加はすべり量の増加に比例すると思われるが、資料中の「Mw の増加による津波水位の増加率は、すべり量の増加率を上回る」という記載はこれとそぐわない。この点についてどう考えるか。

A : 確かに、水位はすべり量に対して線形倍になると考えられるので増加率は同程度となってもよいはずだが、増加率が異なる要因として、沿岸域の海底地形や波源としての伝播の指向性が影響しているのではないかと思われる。

Q：本検討の目的は、それぞれのパラメータの不確かさがどの程度影響するかを確率論的評価手法に反映していくことなのか。

A：本日の報告内容はあくまでも確定論的評価の枠組みにおける不確かさの考慮であって、確率論的評価手法への反映は今後の課題の一つだと考えている。

Q：昨年、確率論的評価手法が公表され、これを今後の設計津波水位の決定に適用していくとしたときに、評価に最も影響を及ぼすのが  $\kappa$  である。この  $\kappa$  の扱いについて、今後の見通しはあるのか。

A：その点は、まさに今後の課題であって、現段階で確たる答えはない。これから検討していくので、またご意見をいただきたい。

Q：初期水位と4地点の水位の関係や、初期水位とMwの関係などについてはどのように分析しているのか。

A：標準偏差について、個別地点ごとに算出しても4地点をまとめて算出しても大きな変化がないということは確認している。

C：Mwと4地点の最大を結びつける際に、最大水位が発生する地点が異なるとか、2波目、3波目が最大となっているかなどについて、詳細な分析をしていけば、もう少し本検討の結果に対する理解が進むのではないか。

C：波源の位置と出力地点の関係から、重複の影響によって、3波目あたりに最大水位が出ているなど、様々なものが全て平均化されている可能性もある。

C：走向を±10度変化させた場合に、Mwについてどの程度影響があるかといった量的な比較をする必要がある。また、定量的な分析において、水位は茨城県の4地点でしか出力していない場合に、JTTのような広い領域で波源位置を三陸から房総まで動かすケースと、JTN1のような狭い領域内で動かすケースとでは大分様子が異なるため、「位置」についても定量的に評価しなければならないと考えられる。

C：対数正規分布を適用しているが、実現象として津波水位は有限であるため打ち切りを考慮していかなければならないと考える。そうすると、津波水位の出現頻度に係る超過確率はより小さくなるはずである。

C：津波伝播計算においては、地形等に影響される空間的な分布に対して確率分布を算出している。これを時間軸へ変換するのに、今まで通りエルゴード性を仮定することになるのか。津波は、時間的に頻繁に発生する現象のように時間軸へ変換する際のサンプルが多いわけではないので、時間軸へ変換する際の大胆さを保証できる根拠について示せないものか。

### (3) 東北地方太平洋沖地震津波に関する検討

#### 1) 津波漂流物

##### 1-1) 津波漂流物の確認事例

(資料-3-1-1)

Q：福島第一・第二原発では、津波襲来時、船は係留されていたのか。

A：福島第一において、地震発生時にタンカーが給油作業を実施していた。地震後、津波の可能性を考慮して船長と港湾管理者の判断で港外へ出している。

C：漂流物では質量が大きいものほど影響が大きい。施設のフラジリティは流速と重量があれば評価できるが、今後のリスク評価においては、船舶に対する検討では係留されている日数も重要となるため、本報告のような情報は有益となると考える。

C：1983年日本海中部地震津波においては、港湾の中で津波に遭遇した船が錨を降ろして操船を行うことにより、転覆を免れた例がある。海上保安庁(第二管区)の記録に残されている。

Q：防油堤の被害状況はどうだったのか。

A：いずれのタンク設置地点でも防油堤に被害は無かった。敷地高 O.P.+10m の地点に設置してあるタンクには非常用 D/G のための軽油が入っており、原子力安全上重要な設備であることから、タンク基礎への固定がしっかり行われていた。漂流したタンクは敷地高 O.P.+4m に設置してあり、タンクだけが流出していた。この地点は浸水深が 9m 程度であったため、タンクは防油堤を乗り越えていったと考えられる。

C：先日、福島で津波の調査を実施してきた。福島第一原発北側の双葉海岸の「マリンハウス双葉」という建物があり、そこで 11.8m の痕跡高が確認できた。また、発電所南側の熊川の河口の下水処理場の屋根で 12.2m の痕跡高であった。福島第一はこれらよりも痕跡高は少し高かったが、崖や地形の影響などが要因ではないかと推測している。

A：ご指摘の通り崖で重複波が形成された影響だと思っているが、定量的な評価が難しい。

Q：配管類が漂流物で損傷したような事例はあったか。

A：海側エリアの消火系配管の破損が漂流物の影響だと考えている。配管は建屋等と比較して強度が大きくないため、軽量の漂流物が衝突しても破損した可能性がある。また、中越沖地震において柏崎刈羽原発で埋設配管が敷地内の沈降量の差で破損したという事例があったことを踏まえて、福島第一に対しても地震動への対策を実施していたことから、も地震で壊れたものではないと考えている。

##### 1-2) 津波漂流物に関する情報収集

(資料-3-1-2)

C：ある漁港で漂流物対策としてガードレールを設置しており、流木などの漂流物に対する流入防止効果があった。これらの設計にあたっては、松富式で荷重の評価を行っていたようである。

## 2) 仙台港の海底地形変化再現計算

(資料-3-2)

C : 仙台港内における広域再現モデルと砂移動計算モデルの水位時系列を比較について、できれば両者の格子サイズを揃えて計算したうえで比較すると良いと思う。両者は支配方程式も異なるので、その違いが分析できる。

C : 岸壁部で再現性が低い理由が局所的な3次元流れであるというのは、まさにその通りだと思っている。

Q : 港湾西側と中央部の境界において、西側で浸食・東側で堆積となっている要因としてこのラインで地形が大きく変化することを挙げていたが、そうであれば、岸壁と同程度の再現性になるはずなのに、こちらではそれなりに再現できている。これは地形の変化が岸壁部ほどではないという理解で良いか。

A : その通りである。

Q : 海水が陸上に遡上したときの引き波時の浮遊砂について、陸上での砂の巻き上がりは考慮しているか。

A : 陸上部では初期標高からの浸食が無いとして計算しているため、遡上したもの以外の砂の移動は考慮していない。

Q : ということは、陸上へ堆積し、引き波でも海域へ戻らない砂があるということだと思うが、その砂の量は海域での浸食・堆積量と比較して少ないのか。

A : 海域では浸食・堆積量が1m程度だが、陸上での堆積量は5cm程度となっている。

Q : 港湾内から外海へ運ばれた砂の量はどの程度か。

A : その点についての分析は行っていない。

C : 実現象としては、陸上遡上時において海底付近では流れがほとんど生じていないと考えられる。滝落とし流れだけでなく、このような点についても3次元性として考慮する必要がある。

C : チリ津波のときには、ある港湾で岸壁が損傷を受けている事例もある。通常、計算には考慮しないが、今後は考慮したほうが良い。

C : 仙台港では、自然公園前の岸壁が損傷を受けているので、現状を地方整備局に確認しられてはどうか。

## 3) 土木学会手法検証用断層モデルについて

(資料-3-3)

Q : 磯鶏地区においては、防潮堤は表現できているのか。

A : モデル化はできているが、防潮堤高さが不明なため、一律5mの高さとしている。

Q : 実際には防波堤がかなり損傷を受けているが、計算上の扱いはどうなっているか。

A：防波堤の損傷までは考慮していない。

C：損傷部から津波が浸入し、遡上していったため、その内陸部の痕跡高が大きくなったということも考えられる。

Q：「不均質モデルやアスペリティ・モデルを用いたパラメータスタディの手法が整えられていない」との記載は何を意味しているのか。

A：インバージョン解析では再現できていた痕跡高が、単純な矩形モデルでは再現しきれていないことから、この点を改善するためには不均質性を考慮することも検討していく必要がある、ということの意味している。現在の土木学会手法では不均質性の考慮などについては手法について整理されておらず、今後の課題であると考えている。

Q：東北地方太平洋沖地震津波の知見である、時間遅れについては含まれていないのか。

A：その知見については承知しているが、今回の検討では時間遅れについて結論を述べるような証拠が提示できないため、除いている。

Q：2002 手法のパラメータスタディの意義が、詳細なメカニズムを考慮しなくてもパラメータスタディを実施しておけば過小評価とはならない、ということなのであれば、本検討の結論はそれを否定することにはならないか。

A：2002 年の段階では地震のメカニズム等に関してそこまでの知見がなかった。過去の痕跡と垣見マップでの津波の大きい方を選ぶ、というのが 7 省庁の津波水位の決定方法だった。これに加えて、ある程度の余裕を考慮するためにパラメータスタディを取り入れたのが 2002 年の土木学会手法である。この手法では結果的に、国のやり方を踏襲するのと比較して約 2 倍の水位となっている。

断層すべりの不均質性については、地震学の研究者から不均質性を考慮した震源モデルのデータを提供されていればそれを用いて検討を行えば良いし、もしデータが提供されていなければ均質モデルで解析を行い、実測結果との差を分析し、その結果から不均質性の影響を定量的に評価することが可能になると考えている。

C：宮古市磯鶏では隣り合っている地点で痕跡高が異なっており、防波堤など詳細地形の影響が考えられるが、高田の松原のところでは、全体的に計算結果が痕跡高より小さくなっており、これを再現するためには、波源の不均質性などが必要になる。

#### (4) 第IV期成果のまとめと今後の計画

(資料-4)

C：防波堤の被災原因に関連して、釜石の湾口防波堤の被災原因の一つとして、当初はケーソン間の目地での流れを考えていたが、現段階では水位上昇による圧力差による転倒や防波堤を越流した水塊落下によるマウンドの洗堀が主な原因であるという方向で進んでいる。

C：3点意見を述べる。

1点目 波源モデルの特定について、強震動分野との連携を進めるべきである。

2点目 津波評価技術の体系化について、機器側の耐津波設計について今議論されており、これに対して、確率論的評価手法のデータをどう出していくか、という点について体系化に求められると考えられるため、検討が必要である。

3点目 2009年の「確率論的津波ハザード解析の方法」の英文化を検討してほしい。

A：1点目については、必要だと考えており連携を進めていく。2点目については、機器側と幹事会社を通じて連携をとれるようにしていきたいと考えている。3点目についてはJANTIで進められている。

C：JANTIにて素案を策定し、今後学会レベルでレビューを受けるよう進めている。

C：昨年2月末、機電側を含め、津波が浸入しても最終ヒートシンクを確保できる対策について検討すべきであると提案していた。その直後、東北地方太平洋沖地震による福島第一の事故が発生してしまったが、この事故の知見を踏まえて、現場の実状を考慮しながら原子力発電所を津波から守るシステムの構築が必要である。

Q：「津波堆積物をもとに波源モデルを構築した場合、津波地震の影響が反映されない可能性がある」とあるがどういうことか。

A：津波地震による津波は、波長が短いことから浸水域が非常に限られる場合があり、そのような場合には津波堆積物が残されない。このため、津波堆積物からは過去の津波地震を把握することができないということである。

C：津波地震による津波は、波長が短くても沿岸での津波高が大きくなるため、原子力発電所にとっては重要なものである。

(5) 話題提供 津波堆積物の認定手法の高度化 (電中研 佐々木氏)

(資料-5)

C：津波堆積物では、微地形によって堆積状況大きく変わってくるため、当時の地形を復元することが非常に重要である。地形が復元されていないと、浸水経路等の把握もできないし、再現解析をすることもできない。

A：この地点では、ボーリング調査で洪水堆積物の堆積面を把握しているため、広がりを持った地形の復元を行っていく。

C：この砂浜は範囲も限られているし、古い地形を反射法などから復元することが可能なのではないか。

A：地中レーダーや比抵抗探査、電気探査など、地形を復元するための手法は様々あるが、それぞれに一長一短があるため、ボーリングを行うなどして適切なものを選んでいく。

以上