

原子力土木委員会 津波評価部会 平成 23 年度津波評価部会（第 1 回）議事録

1. 日 時 平成 23 年 12 月 22 日（木）14:00～18:20
2. 場 所 電力中央研究所大手町第 1 会議室
3. 出席者 首藤主査、有光委員、磯部委員、今村委員、内海委員、蛭沢委員、大坪委員、坂上氏（北川委員代理）、黒岡委員、諏訪委員、田中委員、谷委員、富田委員、大森氏（中嶋委員代理）、野中委員、平田委員、藤間委員、松崎委員、浅井氏（藪委員代理）、山中委員、若松委員、榊山委員兼幹事、鈴木オブザーバー、吉井オブザーバー、木原オブザーバー、柳沢オブザーバー、佐古オブザーバー、尾野オブザーバー
松山幹事長、安中幹事、池野幹事、稲垣幹事、内野幹事、栗田幹事、木場幹事、佐藤幹事、土屋幹事、橋幹事、藤井幹事、藤田幹事、文屋幹事、柳沢幹事、山木幹事、米津氏（岩森幹事代理）
4. 議 事
 - (1) 前回津波評価部会の議事録案（資料-1）
 - (2) 本年度の計画変更（資料-2）
 - (3) 東北地方太平洋沖地震津波による被害調査分析（資料-3-1～資料 3-3）
 - (4) 東北地方太平洋沖地震津波に関する検討
 - 1-1) 断層モデルの分析（資料-4-1-1）
 - 1-2) 土木学会手法検討用モデルについて（資料-4-1-2）
 - 2) 津波波力（資料-4-2）
 - 3) 津波による砂移動（資料-4-3）
 - (5) 津波堆積物に関する検討（資料-5）
 - (6) 海底地滑り・山体崩壊による津波の検討（資料-6-1, 6-2）
 - (7) その他
5. 内 容
 - (1) 前回津波評価部会の議事録案（資料-1）
 - (2) 本年度の計画変更（資料-2）
 - Q 資料 P4 1. (4) の海底地すべり等の知見収集については、東北地方太平洋沖地震に限った検討を行う予定か。
 - A 原安委での検討状況も踏まえ、検討を行うべきだと考えている。資料では、東北地方太平洋沖地震に関する検討の項目に含めているが、検討内容を限定する考えはない。
 - Q (3) 二次的影響の検討についても、検討内容の限定はしないのか。
 - A 二次的影響については、東北地方太平洋沖地震の事例を題材に既往手法の検証を行う予定であり、東北地方太平洋沖地震に関するもののみとする予定である。

- Q 東北地方太平洋沖地震に関する砂移動等のデータは集まりそうなのか。
- A 砂移動に関しては港湾で計測された津波前後のデータを用いた既存の解析手法の検証を、波力に関しては建物の被害状況を踏まえた既存の算定式の検証を、漂流物に関しては定性的なものになるかもしれないが、既存の方式の検証をそれぞれ行う予定である。
- C 希望だが、福島第一で建屋等に衝突した津波の水柱の再現計算を試みていただきたい。津波の場合には、水量が多く、風等で流されるとかなりの量の水が敷地の奥まで到達する可能性がある。CADMAS-SURFなどでどこまで現象を追えるか。
- Q 現在のところ、CADMAS-SURFは2層流に対応していないため、風の影響まで再現するのは難しい。
- Q 波力については再現可能なのか。
- A 大丈夫だと思う。
- Q 津波堆積物に関する検討については、堆積物調査にコミットするということではなく、調査結果を利用した分析ということで良いか？
- A 得られた津波堆積物を使って浸水域をどうやって推定するか、そこから波源をどうやって評価していくのか、といった点について検討したい。
- Q 基礎的な研究として捉えるなら、堆積物は古文書の研究のようであって、得られた津波堆積物をどう解釈するかが重要で、その経験を積むことが必要。このため、津波堆積物の分析・解釈から基礎的な研究として割り切って行ってはどうか。
- A 津波堆積物をどう評価するかということが大事だと考えており、電中研で実施される地質学的な観点からの研究の結果を取り入れながら実施していきたい。
- Q 電中研では自前でボーリングを行う予定か。
- A 今回の震災における津波遡上地域については地質部門を中心に、すでに調査を始めている。
- C 今回の震災については、仙台平野で津波の堆積層が確認できていないが、化学的な影響が確認されているため、地質データだけでなく化学的なデータも取得することを考えた方が良い。
- A 電中研では、化学的な分析等も取り入れて実施する予定である。

(3) 東北地方太平洋沖地震津波による被害調査分析 (資料-3-1～資料 3-3)

◇福島第一、福島第二について

- Q P19、P21で福島第一地点の波形が違っているがその理由は。
- A 出力地点が異なっているためである。P21は港湾内の検潮所で、P19は沖合1.5kmの波高計地点のものである。また、P19は広域再現モデルによる波形、P21は福島第一再現モデルによる波形である。
- Q P12について、海水熱交換器建屋への浸水は入口が破壊されたこと以外に原因はある

か。

A 海水ポンプ等を通じた浸水もあったが、入口からの浸水量に比べたらわずかな量である。

Q 資料にトレンチやダクトに通じる開口部が浸水経路になったとあるが、具体的にはどのようなものか。

A 建屋地下に通路が壁際まで設置してあり、別の建屋からケーブルを引き込むための貫通部がある。これらについて水密工事をしてあったものの、水圧に耐えられなかった。また、この部分からの浸水量は多くなかったものの、ケーブルの貫通部が電気設備の部屋へ繋がっていたため、結果的に浸水による影響が大きくなってしまった。

Q 資料 P5、P7 に記載されている写真の時刻は何に基づくものか。

A デジタルカメラのデータに残っていた時刻である。

C このような時刻を利用してCG等を作り、浸水解析のチェックなどを行ってみてはどうか。また、波力のチェック等にも使えるのではないか。

Q タンク、パイプの流出について、浸水深に対する被害の関係は整理できるのか。

A 厳密な評価は難しいと考える。大まかには、P13 の D/G の被水状況などから、建屋付近の浸水深が大きいほど D/G についての被害が大きいことが言える。また、浸水高さが主要な開口部、浸水経路まで到達していたかどうかで被害の大小が分かる。

Q まずは建屋に浸水するかどうかであり、次にその水量、設備の設置位置等で考えるべきである。例えば、非常用 D/G は隣接の部屋から浸水を受けないよう、水密区画に設置しているが、ルーバーなどから浸水してしまうと、水密されていることや部屋の面積が小さいことから、結果的に水量が少なくても浸水深が大きくなる、といったことも起こり得る。

Q 電源喪失時刻は判っているのか。

A 個別の電源盤ごとには追えていない。

Q 津波の浸水状況はかなり細かく解析しているわけだから、どのように浸水していったかは5分~10分くらいのオーダーで判るのではないか。その結果として、今後対策する際の重要度などが浮かび上がってくるのではないか。

Q 福島第二で海水ポンプが冠水し早期復旧したケースでは、復旧する際に機械系のものと電気盤はセットだと思うが、電気系が浸水しなかったため、モーターを交換しただけで復旧できたのか。

A 福島第二では電気盤も被害を受け、すぐには復旧出来ない状況だった。復旧に際して、電源については、仮設の電源ケーブルを引いて、海水ポンプへ直結した。また、この海水ポンプは屋外仕様だったため、水で洗って乾燥させたら使用することができた。

また、予備品のあった部位はそれらの交換も行っている。

Q 電気盤は制御系とスイッチ系に区分でき、スイッチ系は復旧が容易だったと思うが、もう一方の制御系の部分は大丈夫だったのか。

A 両方被害を受けている。ただし、2号の海水ポンプを3号の制御系で動かすなど、制御を別システムで行うことで対応した。

Q そのような制御系の情報は今後重要になってくると思われる。動力系は問題がなくても制御系は課題が多いなど、問題を整理して情報提供をお願いしたい。今後の津網対策に非常に重要な観点である。

A 可能な範囲で情報を提供したい。

Q P11のクレーンが倒壊している写真について、クレーンは津波で倒れたのか、漂流物が衝突した影響か。

A このクレーンはレールに乗っており、あまり大きな力が作用しなくても動く状態であった。津波によってレール端部まで動き、その場所で波力によって倒されたと推測している。

◇女川、東海第二について

Q 福島第一、第二も共通だが、砂移動の計測は貴重なデータである。どの時点同士を比較したのかを記載していただきたい。また、深淺測量は通常1年に一回程度だと思うが、平常時の地形変化について過去の計測記録から推測し、今回の測量結果から平常時の波浪等の影響を差し引く必要があると思われる。

(4) 東北地方太平洋沖地震津波に関する検討

1-1) 断層モデルの分析 (資料-4-1-1)

Q 収集したモデル一覧のうち、地殻変動で区分したものについて、使用した地殻変動データはどの場所で取得したデータで、その数はどの程度か、また、データは陸上のもなのなのか。

A 国土地理院のモデルでは、データは陸域と海上(海上保安庁)のものを用いている。

Q 海上保安庁のものについて、データ数はどの程度か。

A 5データである。

Q ほとんどは陸地のものであって、津波という事象でも、陸地で観測した結果で海域の事象を分析していることになる。

また、プレート間地震・津波地震と区分しても地震動が伝播してくる部分について一様の率で考えているため、真実に近づけていないのではないかと考えている。震源・波源を絞りこんでいくときに何を重視するのかを考える必要がある。例えば、大まかなモデルを作成しておいてから各地点について細かく調整していくとすれば、各地点

での細かいデータが必要になるが、遡上の痕跡はともかく流速などは判らない。今回の地震において、流速を計算できるような航空写真は撮影されているか。

- C 航空写真はともかく、仙台平野、気仙沼、多賀城などでは動画が撮影されている。
- Q これが本当らしいというモデルが2～3つに絞られるのはいつ頃になるか。
- A たとえば海底の地殻変動はデータが数点しかなく、これらを用いる限りは永久に絞ることは出来ないと考えている。地震はパラメータが多すぎて解析が難しく、変動の大きなデータさえ説明できるモデルであれば良いと思ってしまうところがある。このようなスタンスでは宮城県沖などで取得されている変動の小さいデータなどは説明できない。
- Q 国土地理院すべり分布モデル（陸域＋海域データ）について、海域は点数が少なく、そのまま解析すると海域における水平動を再現できないため、データの重みを調整して、海域に重みを置いた解析を行っており、海域の水平動、水圧系の上下動、陸上GPS、すべてのデータを用いてレゾリューションチェックを行うと、結果が改善されている。これらのデータの重要度付けを行い、解析で重みづけをすると、陸上GPSだけのデータよりは解像度が上がる場合もある。
- Q 破壊伝播について、破壊の遅れは考慮しなくていいのか、考慮すべきなのか。また、今回の知見がほかの地域における津波の設定で活かせるのか。
- C JNESのモデルでは破壊伝播を考慮しており、福島第一、第二前面海域150m沖合の津波高1.6mの差異は時間遅れの違いとして表れている。
- Q 地域ごとに破壊伝播の特有の値を把握することは可能か。
- C そのレシピを作成しているところであるが、今回のJNESのモデルはインバージョンだからある程度詳細な解析が可能だったが、他の地域における予測への水平展開は難しい。レシピでは、ロジックツリーを作って重みづけをしていく、というやり方しかないと考えている。
- ただ、今回の東北地方太平洋沖地震では破壊伝播の時間遅れが重要なメッセージであるため、これは今後反映していくべきものである。
- C 現状、他の地域における津波設定において破壊伝播過程をどう考慮するかについてという富田委員の質問への回答はないと思われる。まずは破壊伝播の時間差を考慮せずに検討を進めて、その結果から課題を抽出する方針である。

(4) 東北地方太平洋沖地震津波に関する検討

1-2) 土木学会手法検討用モデルについて (資料-4-1-2)

Q 矩形モデルは、インバージョンモデルと遡上高さについて整合が取れている。岩手県の北部では、中央で大きな引き波が最初に来る。全体として、海溝型の波長の大きい引き波は共通で、波長の短い引き波がインバージョンモデルでは結果に表れている。矩形モデルではこの引き波が表現できているのかどうか。この引き波が大きいと、押し波も大きくなるため波高に影響する。資料 P21 の岩手県北部周辺で小さい引き波がある。これは干渉ではなくて初期水位だと思うのだが、どう考えるか。

A そここまで詳細なチェックはしていない。

Q 津波の波高が影響する現象では、遡上高さについて整合が取れていてもしょうがないため、このようなチェックを行っていただきたい。

Q 八戸港が痕跡高と整合が取れていない。これは防波堤を考慮して計算しているか。

A 考慮しているが、その高さが分からないため一律 5 m としている。

C 港湾航空技研でも解析を行っているが、八戸港は再現出来ていない。

A 八戸もだが、久慈港も再現が難しい。

C 我々も久慈沖の G P S 波形が再現できていないため、波源モデルに課題があると考えている。

C 久慈沖 G P S 波形は確かに再現できていないが、破壊伝播を考慮する必要があるかもしれない。

Q 八戸の検潮記録は取れているのか。

A ピークは記録が取れているし、ナウファスでは波形記録が取れている。

Q 八戸港では港湾内部の痕跡で大きいところと小さいデータがあるから、これは津波の周期が影響しているのかもしれない。

C 港湾内での波形記録が取れてないので周期は不明である。

C 平常時の検潮記録で固有周期は分かるはずである。この固有周期が何らかの影響を及ぼしている可能性がある。

(4) 東北地方太平洋沖地震津波に関する検討

2) 津波波力 (資料-4-2)

C 国土交通省が示しているフルード数は、流れの状態を示すフルード数ではない。自由表面を持つ流れでフルード数 1 以上が継続するのは異常であるから、流れの状態を示したものでない。ここでフルード数という表現を用いるのは誤解を与える。

C ここでのフルード数は、むしろ摩擦速度に似た意味合いのフルード数で、構造物の滑動力を表しているのではないか。

C 抗力 F_d の式があって、構造物が破壊されたときの u を換算するための式であり、フルード数も流れのフルード数ではなくて、抗力式から換算してフルード数の形としたも

のである。

- C この記載では、津波がいつも射流で流れると誤解される恐れがある。射流状態を継続させるためには駆動力が必要になってくるが、そこが理解されていない。
- C ソリトン分裂して段波状で表面張力の影響があるケースを区別しているか。これによって瞬間的な力は相当異なっていると思われる。
- C ソリトン分裂の有無で区分しているが、段波と徐々に水深が上がるものとの区分はされてないため、この観点は必要であると考えている。なお、段波については、池野らは $\alpha = 3$ で評価できるとしている。
- C 実験であれば砕波になっていることが把握できるが、東北地方太平洋沖地震津波ではそれを把握できない。同じ浸水深でも状況が違うため検討する必要がある。
- Q 波圧実験において、水槽で一番大きいものの長さ、幅は。
- C 幅が2 m、陸上部の長さが2 mである。朝倉らの実験は断面水槽だから幅が小さい。
- C チリ地震津波の後、平塚の実験場で段波を想定して実験を行っており、その結果を検討に用いることができるのではないか。

(4) 東北地方太平洋沖地震津波に関する検討

3) 津波による砂移動 (資料-4-3)

- C 洗掘されていることを考慮して解析すれば、港湾内への流量が倍程度まで大きくなるのではないか。
- C この測量結果はいつ洗掘されたものか不明である。東北地方太平洋沖地震津波で全て洗掘されたとすると、今度は流量が大きすぎるということになりかねない。パラメータの調整をして再現をしていくしかないと考える。
- C やはり、このような事象の再現では海水の流動と砂移動を一緒に解析する必要がある。
- C 八戸港では堆積したと考えられるエリアは測量されていない可能性があるため、堆積箇所が測量されている港湾を対象とすると良い。
- A 仙台技調で報告書を閲覧して、対象を選んだ結果として現在の3港湾を選択している。
- C PHASE 2, 3で実験等も行った結果、狭い部分では小さな渦で洗掘されることが判ってきているが、これは流体計算では再現が困難であるため、これをターゲットに検討を進めることは難しいと考えている。堆積範囲を測量している港湾を対象として検討を進めたい。

(5) 津波堆積物に関する検討 (資料-5)

- C 津波の堆積層が見つかった場所は、当時の地表面なので、その時代に合致した地形の再現が必要である。ただし再現にあたっては圧密の問題があるため、影響をはぎ取って戻す必要がある。
- C 津波堆積物が砂なら良いが、ヘドロの場合は識別できるのか。インドネシアではシルト分の区別が可能だったが、古い堆積物では識別は困難ではないか。
- C 確かに、古い堆積物だと地下水等の影響で識別ができないこともある。
- Q 検討の目的として、知見の収集・課題の抽出・整理としてあるが、検討結果を最終的に何のために使うのか、また、そのスケジュールをどう考えているか。例えば、津波ハザード解析などでは非常に有用な情報である。津波堆積物調査結果をどういう形で実用的に使うのかを意識していただきたい。
- A 最終的には、波源モデルの設定まで到達したいが、近々には無理だと考えている。今はその下準備として、既往の文献を分析していく。
- Q 調査の方法の標準的な手法の確立は目標にしないのか。コストと時間との兼ね合いでの最低限なものを示すなどはどうか。現時点で、津波堆積物調査の実施について国や行政から指示があった場合にどうすれば良いと考えているのか。
- A 資料-2、資料-5 ではまずは文献調査から始め、その結果から波源モデルの設定まで到達するのが大目標だと考えている。実際の調査やその認定手法に関しては本部会に地質系の人が含まれていない。なお、電中研で地質系の人を入れて研究を始めているため、こういったものを取りこんで検討を進める。スケジュールとしては具体的ではないが、2～3年くらいである程度の目途がつけられれば良いと考えている。
- C 津波堆積物に関しては、最近、報告は多いが疑問を覚えるような内容のものが多い。やはり、堆積物評価手法の大まかな考え方は必要であるとする。

(6) 海底地滑り・山体崩壊による津波の検討 (資料-6-1, 6-2)

- C 地滑りで津波がどのように発生するのかについて、理論解析は1980年代の初めから故岩崎氏が始めており、それが参考になると思われる。

(7) その他

- C 以前からお話しているように、今年度までで本部会の主査を辞めることとしている。次期主査は磯部委員にお願いしている。

以 上