

土木学会 原子力土木委員会 津波評価小委員会
第2回 津波漂流物衝突評価WG 議事録

1. 日時：2020年2月5日（水） 10:00～11:45

2. 場所：土木学会 A,B 会議室

3. 出席者：

<主査> 富田孝史（名古屋大学）

<幹事長> 伊藤千浩（電力中央研究所）

<委員> 安藤明宏（関西電力）、木原直人（電力中央研究所）、金原勲（金沢工業大学）、嶋原良典（防衛大学校）、島村和夫（IHI）、田村雅宣（東北電力）、長峰慎（東京電力HD）※1、藤井直樹（東電設計）、別府万寿博（防衛大学校）、前川宏一（横浜国立大学）※2、山田安平（海上・港湾・航空技術研究所）、吉次真一（中国電力）、和仁雅明（中部電力）

※1：当日(2/5)欠席のため、井村尚貴が代理出席

※2：当日(2/5)欠席のため、2/3 に事前説明

<常時参加者> 奥寺健彦（北海道電力）、海江田洋平（九州電力）、神田典昭（電源開発）、坂上武晴（日本原子力発電）、二木敬右（北陸電力）

<幹事> 安藤元（関西電力）、市川卓也（東電設計）、伊藤公人（中部電力）、大谷章仁（IHI）、甲斐田秀樹（電力中央研究所）、田中良英（関西電力）、豊田真（IHI）、山川大貴（東電設計）

<オブザーバー> 加藤勝秀（中部電力）、松山昌史（電力中央研究所）、宮川義範（電力中央研究所）、森勇人（中部電力）

4. 資料：

- ① 資料2-1 第2回 津波漂流物衝突評価WG 議事次第
- ② 資料2-2 津波漂流物衝突評価WG 参加者一覧
- ③ 資料2-3 前回 津波漂流物衝突評価WG 議事録
- ④ 資料2-4 施設評価に関する解析的検討概要
- ⑤ 資料2-5 小型船舶の衝突力評価手法に関する実験的検討概要

5. 結果：

富田主査より挨拶が行われた。次に伊藤幹事長より配付資料の確認が行われた。

(1) 前回議事録（資料2-3）について

・ 前回議事録については、各委員で確認いただき、コメントあれば、幹事に連絡する。

(2) 施設評価に関する解析的検討（資料2-4）について

山川幹事より解析的検討について説明が行われ、議論が行われた。

Q 現設計法における風荷重の影響はどの程度か。

A 小さいと考えている。

Q 構造物の固有周期はどの程度か。

- A 参考として、構造物の壁部分に限定した固有周期は 20～30Hz である。
- C 構造物の固有周期と比較して衝突荷重の周期が長ければ、静的な荷重として考慮出来る問題となる。
- Q 木材と車両とで、衝突後の変形モードが異なるとあるが、構造物の固有周期との観点からも評価できるのではないかな。
- A 理論的に整理はできると考えるため、もう少し分析ができるのではないかと考える。
- Q P35 の脆性クラックモデルについてだが、Abaqus のコンクリート構成則（ひび割れ後の挙動）が異なっても、鉄筋の構成則が同じなら、耐力は大体同じになると想定されるが、今回の検討で異なっている理由は何かな。
- A 耐力が増大しているモデルは、コンクリートの圧縮側を線形弾性としているためと考えている。
- Q 最大流速 15m/sec はどのような理由で設定したのか。
- A 実プラントの実績から本研究用に最大流速を設定している。
- Q 敷地全体の津波遡上解析では、構造物に沿う方向に最大流速が発生しているが、これを法線方向の流速として保守的に評価することが審査で求められている。
- Q 防潮壁に近いところでは、射流から常流に代わり渦ができるが、エネルギー保存則ではなく、運動量保存則にするべきではないかな。
- A 一連の流れの中の流速と水深の変化を考えているのではなく、あくまで等価なエネルギーの津波が到達する際の流速と水深の関係から設定していると理解している。
- C P11 の左下図が誤解を招く表現となってしまうかもしれない。
- Q 解析ケースについて、漂流物荷重①のケースでは津波の水深に対して漂流物が低い位置になっているのはどう考えるのか。
- A 漂流物荷重としては高さ 1m の津波を想定しており、波力としては設計上の保守性から最大津波高さの津波を考慮している条件となる。
- C 現行の設計法は、波力と衝突を重畳させる等、それなりの保守性を有しており、それを踏まえた検討ケースにはなっているが、その中でも本 WG で、より現実的な現象がどうなのか、といったところも今後議論し整理したいと考えている。例えば、P12 で表現されている最大津波高さは、進行波高さのことでありしっかりと定義づけていくことが必要。また、設定した波圧の影響が大きいかな、これも現実的にはどれくらいかな、といったところもおさえておきたいと考える。
- A 現在のケースでは、進行波を想定した設定のため、越流してしまうことにはなる。漂流物衝突の影響を検討するための基本設定としている。そのため、波圧は変えずに、①と③では衝突位置による影響を、②と③は速度の観点からの影響を評価できる。その後、追加ケースでは、より現実的な事象を議論しながら条件を設定していく。
- C 私も同じ考えていた。各委員にお伺いしたいが、そのような進め方とすることでよいかな。
- A 特に異論なし。
- Q 昨年度の結果をうまく活用しながら進めることも考えていくことが必要と考える。昨年度の結果だが、波圧と漂流物荷重は線形同士の加算となっているか。非線形となっていると意味が変わってくると思う。
- A 結果的に、線形となっている。
- Q 波圧だが、実際には、静水圧、動水圧、変動圧がかかると思うが、どのように考えているのか。
- A 仰る通り、津波波圧は様々あるが、設計上では、水位の 3 倍の静水圧を考慮することで、波力を保守的に考慮できるという既往の水理実験の知見がある。その考えから、3 倍の静水圧としていると理解している。
- Q 資料 2-4 では、防潮堤のグローバルな全体強度を評価しておりこれは重要である。一方で、自動車のような

固い構造物が防潮堤に衝突した場合には接触部のローカル強度も問題となるのではないかと。漂流物衝突によるローカルな損傷の影響は評価しているのか。

A 漂流物荷重は簡易にモデル化しているが、その荷重条件における構造物のローカルな応答については考慮できるモデル化となっていると理解している。

Q 漂流物荷重の作用面積はどのように設定しているのか。

A 参考にしていく既往実験から、木材は長軸方向の断面積、車両は正面衝突からボンネット部分の投影面積としている。

Q 付加水質量の影響について考慮すべきではないか。

C ご意見に賛成であり、付加水質量は考慮した方がよいと考える。一般的には、自動車の長手方向衝突ならば、10%増し程度は考慮するべき。

A 今年度実施分では、考慮せずに検討はしているが、今後の追加ケースを議論していくなかで、検討していく。

Q 周辺地盤の境界条件は無反射境界となっているのか。

A 無反射境界となるように設定しており、反射の影響がないことを確認している。

A スギの有効軸剛性は、実験結果の外挿値なので、この値を用いる理由を説明した方がよい。

(3) 小型船舶の衝突力評価手法に関する実験的検討（資料 2-5）について

豊田幹事より実験的検討について説明が行われ、議論が行われた。

Q P20 に関してだが、カメラの配置理由は、船底側については、アクションカメラでしか撮影しないのか。

A 高速度カメラは、横と正面側に配置することを計画している。なお、アクションカメラも高性能であるので、比較的精度よく撮影できる。

Q 船の全体挙動はカメラで計測か。P31 は実験スピードを考慮して実施したものか。

A カメラで計測する。P31 は落下速度を考慮して検討している。

Q P22 の計測項目のアウトプットは、本プロジェクトの最終目的である防潮堤施設評価（資料 2-4）とどのようにリンクするのか。実験で計測した剛性を資料 2-4 の解析で用いるのか。

A 本来、求めたいのは船舶の剛性（強度）であり、荷重と変位の計測が重要となる。また、来年度の本実験後には、再現解析を実施するが、その解析との整合のためにひずみ等の計測も行う。再現解析後の外挿解析によって、船舶の有効軸剛性を導き出す。

Q 本実験では、荷重の計測精度がプロジェクトの目的にとって最も重要と考えられる。計測精度確保のための受圧板の校正は事前に行われているのか。

A 静的な荷重に対して行っている。

C 校正の結果が資料にないのでコメントできないが、定量的なデータを今後の資料に掲載して頂きたい。

Q 実船実験は非常に貴重であるが、実験に要する多大なコストを考慮すると、ひずみの計測点が少ないのではないかと。特に、事前の静的試験結果からも船首部のみ多く変形するので船首部に多くのひずみセンサーを配置した方が、現象解明や今後の解析比較にも有効である。

A ひずみは、解析との整合のために計測することとしている。また、当初、今回のパイロット実験では、ひずみの計測する予定はなかったが、前回 WG の意見を反映し、計測することとしている。

C 3 回しかない実験を有効に活用するために、できるだけひずみ計測点数を増やしたほうが良い。

A 両側で計測することとする。

C 今のご意見について同意見であり若干補足させて頂く。左右舷のひずみ計測について、点数節約のために片舷のみにもすることもありますが、今回のような模型実験では、左右非対称になる可能性があるため、片舷だけでなく、船の

両側のひずみを計測しておいたほうが良い。その後の解析検証との比較観点からも有用と考える。

Q 衝突時の角度はどのように計測するのか。

A ビデオで確認する。

Q 受圧板のケガキスプレーだが、塗料が船につくか確認したのか。

A 簡単な方法ではあるが確認を行っている。

Q 風の影響を受けるが、実験が中止になることもあるのか。

A 天気予報で強風が吹き続けることがわかっている場合はそうなるが、これまでの経験により吹き続けることはあまりないということで、風があっても風が止むのを待って実験を行うことを考えている。

5. その他

- ・ 議論した内容以外にコメントや質問があれば安藤幹事宛まで。

以 上