

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-018-02 改 09
提出年月日	2022年10月20日

津波への配慮に関する説明書に係る補足説明資料

2022年10月

中国電力株式会社

補足説明資料目次

今回提出範囲：

1. 入力津波の評価
 - 1.1 潮位観測記録の評価
 - 1.2 遡上・浸水域の評価の考え方
 - 1.3 港湾内の局所的な海面の励起
 - 1.4 管路解析のモデル
 - 1.5 入力津波の不確かさの考慮
 - 1.6 遡上解析のモデル
 - 1.7 入力津波の流路縮小工による水位低減効果の考慮
2. 津波防護対象設備
 - 2.1 津波防護対象設備の選定及び配置
 - 2.2 タービン建物(Sクラスの設備を設置するエリア)及び取水槽循環水ポンプエリアにおけるSクラス設備に対する浸水影響
3. 取水性に関する考慮事項
 - 3.1 砂移動による影響確認
 - 3.2 原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの波力に対する強度評価
 - 3.3 除じん装置の取水性への影響
 - 3.4 循環水ポンプ停止手順
4. 漂流物に関する考慮事項
 - 4.1 設計に用いる遡上波の流速
 - 4.2 漂流物による影響確認
 - 4.3 燃料等輸送船の係留索の耐力
 - 4.4 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係
 - 4.5 漂流物による衝突荷重
5. 浸水防護施設の設計における補足説明
 - 5.1 耐津波設計における現場確認プロセス
 - 5.2 津波監視設備の設備構成及び電源構成
 - 5.3 津波による溢水に対して浸水対策を実施する範囲の考え方
 - 5.4 循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出口弁の津波に対する健全性
 - 5.5 屋外タンク等からの溢水影響評価

4.5 漂流物による衝突荷重の設定

目 次

今回提出範囲：

4.5.1	衝突荷重を考慮する施設・設備の選定	1
4.5.2	津波に関するサイト特性	7
4.5.3	衝突荷重として考慮する漂流物の選定	20
4.5.4	浮遊状態の漂流物による衝突荷重の算定方法	27
4.5.5	漂流物による衝突荷重の算定における設計上の配慮について	34
4.5.6	漂流物による衝突荷重の算定	36

添付資料 1	島根原子力発電所の周辺海域で操業する漁船について
添付資料 2	津波防護施設に考慮する漂流物の選定
添付資料 3	島根原子力発電所におけるFRP船舶に係る衝突解析条件の妥当性
添付資料 4	FEMA(2012)によるFRP製船舶の衝突荷重
添付資料 5	建築物荷重指針・同解説(2015)を参考にした静的設計荷重の算定例
添付資料 6	FRP製船舶の機関部における衝突影響の確認
添付資料 7	FRP船舶の衝突解析に関する新規制基準審査実績との比較
添付資料 8	漂流物衝突荷重算定における総トン数19トン船舶の代表性確認
添付資料 9	漂流物衝突荷重の載荷方法
添付資料 10	剛壁配置による衝突荷重への影響確認
添付資料 11	衝突荷重の非対称性に関する確認
添付資料 12	衝突解析による荷重評価の保守性
添付資料 13	FRP製船舶に対する各算定方法による衝突荷重の整理
添付資料 14	FRP製船舶における衝突荷重の算定に関する先行サイトとの比較

衝突解析による荷重評価の保守性

1. 概要

「豊田ほか（2022）＊」では、総トン数2トンのFRP製船舶について、船首方向からの落下衝突実験を行い、船体の破壊挙動と衝突荷重を把握されている。

「添付資料3 島根原子力発電所におけるFRP船舶に係る衝突解析条件の妥当性」では、「豊田ほか（2022）」における総トン数2トンのFRP製船舶を模擬した当社解析モデルを用いて衝突解析を実施し、「豊田ほか（2022）」の衝突実験結果と比較した結果、1番目の荷重ピークを含む0.14秒までの衝突荷重の時刻歴波形は、おおむね模擬できており、最大衝突荷重も安全側の評価となることを確認したことから、島根原子力発電所におけるFRP製船舶に係る衝突解析条件の妥当性を確認している。

一方、0.14秒以降の衝突荷重の時刻歴波形では、「豊田ほか（2022）」の衝突実験で発生している2番目の荷重ピークが再現できていない。

そのため、本資料では「豊田ほか（2022）」の衝突実験による衝突荷重の時刻歴波形に対する当社衝突解析による衝突荷重の時刻歴波形との差異について要因を分析し、当社衝突解析による衝突荷重の保守性について確認する。

注記＊：豊田真・南波宏介・甲斐田秀樹・栗山透 FRP船舶の衝突解析手法に関する研究，土木学会論文集A1（構造・地震工学），Vol.78，No.2，301-315，2022.

2. 衝突荷重の時刻歴波形及び衝突状況の確認

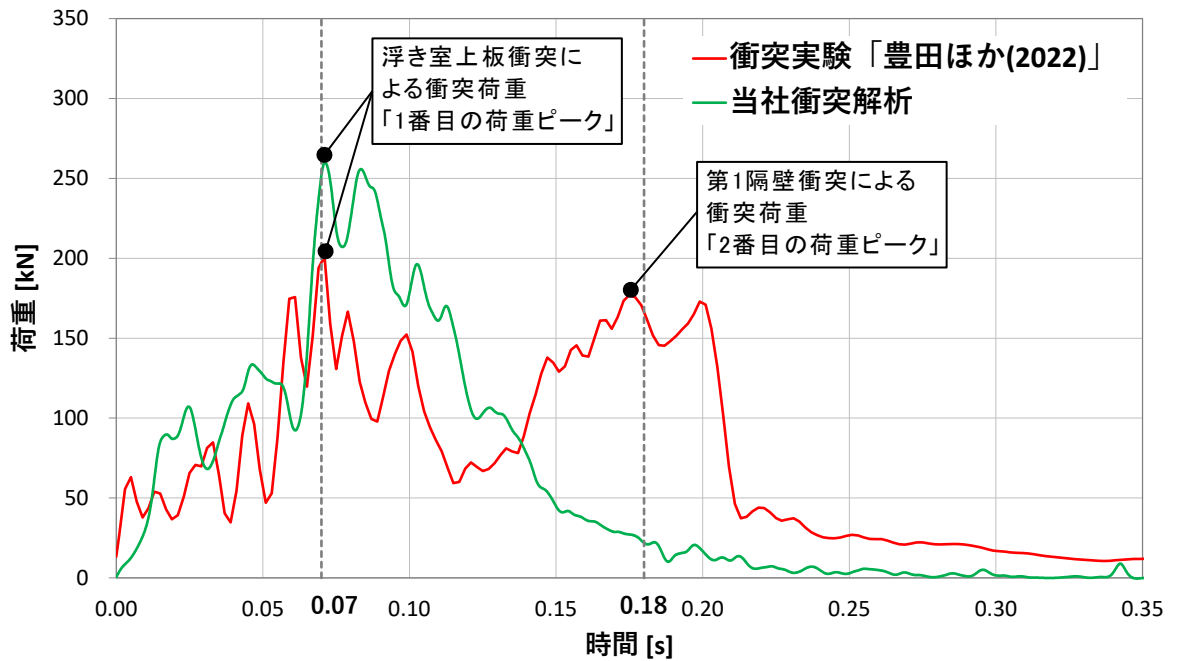
「豊田ほか（2022）」における衝突実験及び当社衝突解析による衝突荷重の時刻歴波形と衝突状況を図2-1に示す。

図2-1より、「豊田ほか（2022）」では0.07秒付近で浮き室上板の衝突による1番目の荷重ピークが発生しており、0.14秒～0.20秒付近で第1隔壁の衝突による2番目の荷重ピークが発生している。一方、当社衝突解析では、1番目の荷重ピークは「豊田ほか（2022）」と同様に浮き室上板衝突時に発生しているが、2番目の荷重ピークである第1隔壁が衝突する前に衝突現象が終了している。

このピーク荷重の発生状況における差異として、当社衝突解析条件では、大きさや形状の異なる船舶による衝突解析への適用を考慮して、船体の解析モデルにおいて弱部となる継手部等の詳細なモデルを一般化したこと、及び衝突荷重が安全側の評価となるように、各文献からFRPの材料特性（強度、破壊ひずみ等）を安全側に設定したことから、当社衝突解析では、衝突実験の船体の破壊領域に対して小さくなり、第1隔壁が衝突する前に衝突現象が終了した要因として推察される。

以上より、汎用性の高い船舶のモデル化に当たり、弱部となる継手部等の詳細なモデル化が困難であることから、当社衝突解析において船体破壊が第1隔壁まで進行するようにFRPの材料特性を適切な範囲で変更することで、「豊田ほか（2022）」に対する衝突荷重の再現性について確認を行う。

【衝突荷重の時刻歴波形】



【衝突状況】

衝突時刻	衝突実験「豊田ほか(2022)」	当社衝突解析
0.00秒		
0.07秒		
0.18秒		

図 2-1 衝突実験及び当社衝突解析の衝突荷重時刻歴と衝突状況
(衝突実験：「豊田ほか(2022)」を基に作成)

3. 「豊田ほか（2022）」に対する再現性確認

「豊田ほか（2022）」の衝突実験における，第1隔壁の影響により生じる2番目の荷重ピークに対して，当社衝突解析のFRPの材料特性を変更することで，再現性を確認する。なお，FRPの材料特性の変更に当たっては，当社衝突解析の条件が衝突実験の船体の破壊領域に対して小さいことを踏まえ，船体の破壊進行に影響が大きいと考えられる曲げ強度及び破壊ひずみを対象とし，FRPの材料特性に対して各文献や衝突実験における平均的な値を設定する。

曲げ強度の設定については，表3-1に示すとおり「豊田ほか（2022）」では曲げ強度を船側及び船底の2区画に分けて設定しているが，当社衝突解析では区画分けをせず一律としているため，再現性確認においては2区画の平均値を採用する。また，FRPの破壊ひずみの設定については，表3-2に示すとおり「強化プラスチック船規則解説（1978）」及び「基礎からわかるFRP（2016）」によると0.5%～2%と記載されていることから，再現性確認においては破壊ひずみ2%（完全弾塑性材料）を採用する。

当社衝突解析及び再現性確認解析におけるFRPの材料特性のまとめを表3-3に示す。

表 3-1 「豊田ほか（2022）」におけるFRPの曲げ強度
（「豊田ほか（2022）」に加筆）

試験片	設定する部位	解析で用いる物性値	単位	値
船側	デッキ デッキ端部 側板 ブルワーク	密度	kg/m ³	1,860
		軸方向ヤング率	GPa	10,269
		横方向ヤング率	GPa	9,574
		せん断弾性係数	GPa	3,520
		軸方向強度	MPa	184
		横方向強度	MPa	146
		破壊ひずみ	軸方向…6% 横方向…5% ※ひずみ2%で 曲げ強度到達	
船底	浮き室上板 隔壁 キール 底板	密度	kg/m ³	1,860
		軸方向ヤング率	GPa	15,679
		横方向ヤング率	GPa	13,980
		せん断弾性係数	GPa	4,045
		軸方向強度	MPa	274
		横方向強度	MPa	253
		破壊ひずみ	軸方向…9% 横方向…10% ※ひずみ2%で 曲げ強度到達	

表 3-2 文献におけるFRPの破壊ひずみの整理結果

項目	引用文献	適用性	引用文献値
破壊ひずみ 【単位：%】	「強化プラスチック船規則解説(日本海事協会会誌, 1978年)」	本文献は、「強化プラスチック船規則」について解説をされており、船体材料を構成するFRPの破断時の伸びについて記載されているため、適用可能と判断した。なお、FRPの破断時の伸びについては、「FRPでは降伏点はなく、破断時の伸びは約1ないし1.5%である。」とされており、鋼材と比較して「ある応力に達すると直ちに破壊につながる恐れがある」と脆性的な弾性材料であることが記載されている。	1~1.5 弾性材料
	「基礎からわかるFRP(強化プラスチック協会編, 2016)」	本文献は、FRPについて幅広く掲載されており、船体材料を構成するFRPの破断時の伸びについて記載されているため、適用可能と判断した。なお、FRPの破断ひずみについては、「破断まで線形的に応力が増加し、破断伸びは通常0.5~2%程度と小さい脆性材料である」と記載されている。	0.5~2 弾性材料
	「豊田ほか(2022)」	本文献は、FRP船舶の津波漂流物の衝突荷重の評価を目的としており、FRP船舶の実機を用いた実験を実施されているため、適用可能と判断した。なお、破壊ひずみについては、材料試験結果(4点曲げ試験)を模擬した同定解析による破壊ひずみが記載されており、完全弾塑性材料として取り扱うことが記載されている。	5, 6, 9, 10 完全弾塑性材料

表 3-3 当社衝突解析及び再現性確認解析におけるFRPの材料特性

項目	単位	当社衝突解析 採用値	再現性確認解析 採用値
ヤング率 (曲げ弾性)	GPa	12	12
ポアソン比	—	0.358	0.358
曲げ強度	MPa	260	210
単位体積重量	t/m ³	1.6	1.6
破壊ひずみ	%	5 完全弾塑性材料	2 完全弾塑性材料

図3-1に衝突実験，当社衝突解析及び再現性確認解析における衝突荷重の時刻歴を，図3-2に衝突状況示す。

図3-1より，衝突実験と再現性確認解析を比較した結果，再現性確認解析において曲げ強度及び破壊ひずみを変更したことで，船体の破壊領域が大きくなったことから，衝突実験に対して発生時刻は若干異なるものの，0.22秒付近で第1隔壁が衝突することによる2番目の荷重ピークが発生することを確認した。また，図3-2に示す再現性確認解析の衝突状況からも，衝突実験と同様に第1隔壁が衝突しており，衝突実験における衝突状況をおおむね再現できていることを確認した。

衝突実験，再現性確認解析及び当社衝突解析を比較した結果，0.07秒付近で浮き室上板衝突による1番目の荷重ピークが発生しており，当社衝突解析による最大衝突荷重が全ての衝突荷重を包絡することを確認した。

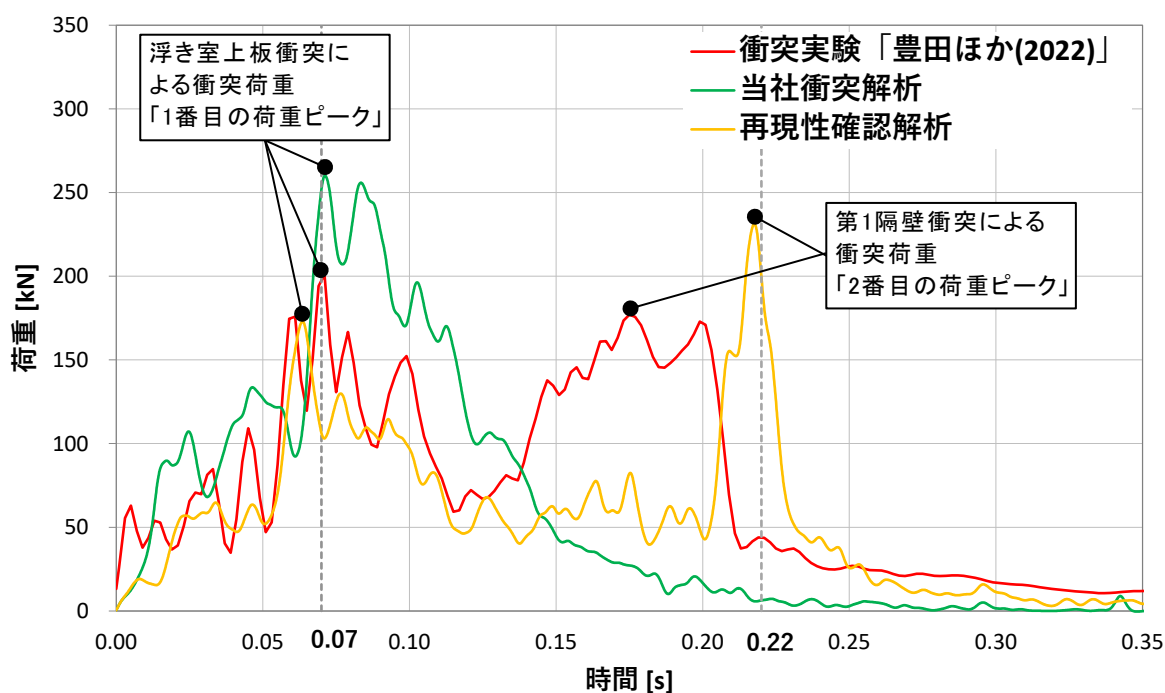


図3-1 衝突実験，当社衝突解析及び再現性確認解析の衝突荷重時刻歴
(衝突実験：「豊田ほか(2022)」を基に作成)

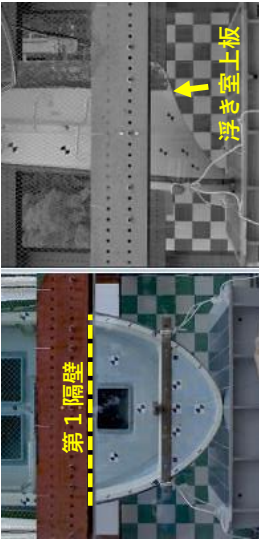
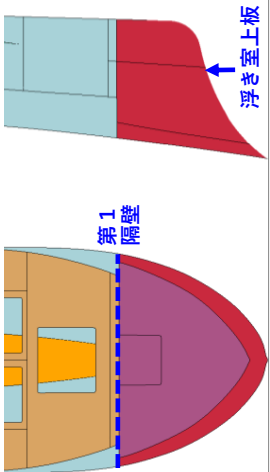
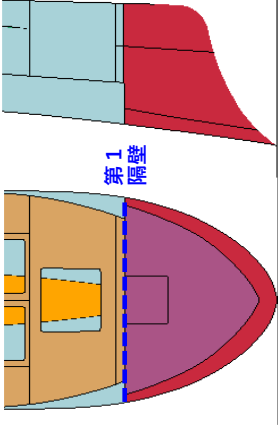
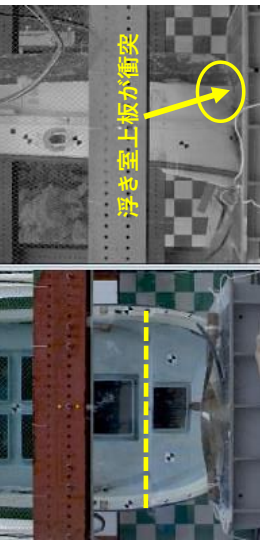
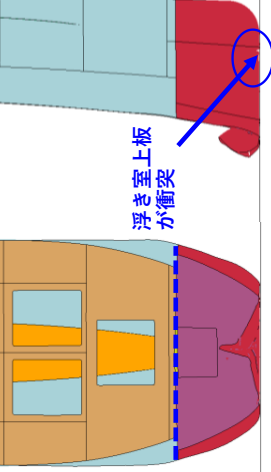
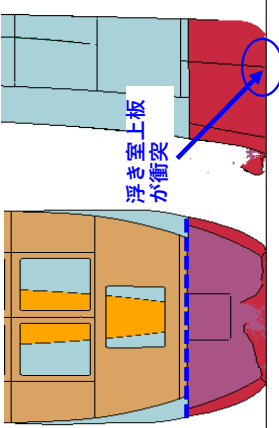
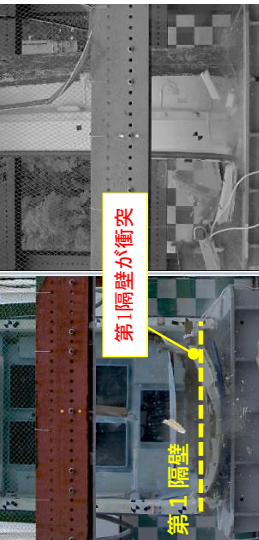
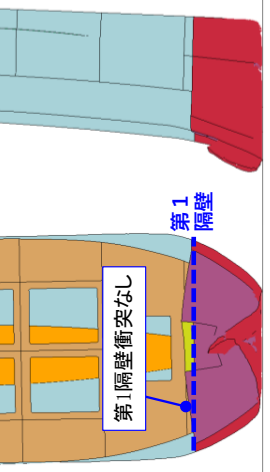
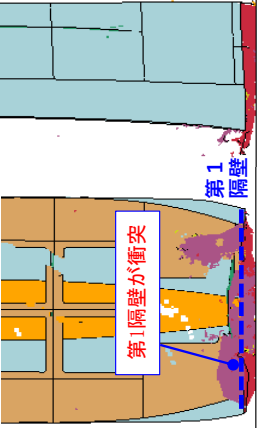
衝突時刻	衝突実験「豊田ほか(2022)」	当社衝突解析	再現性確認解析
0.00秒			
0.07秒			
0.18秒			

図 3-2 衝突実験，当社衝突解析及び再現性確認解析の衝突状況
(衝突実験：「豊田ほか(2022)」(こ加筆))

4. まとめ

「豊田ほか(2022)」の衝突実験と当社衝突解析による衝突荷重の時刻歴波形を比較すると、当社衝突解析では第1隔壁が衝突することによる2番目の荷重ピークが再現できていないことから、この要因分析を行った。

この荷重ピークの発生状況に大きく影響を与えている要因の一つとして、当社衝突解析条件では、船体の衝突解析による衝突荷重が安全側の評価となるように、各文献からFRPの材料特性を安全側に設定したことで、実際の船体破壊の領域に対して小さくなったことから、第1隔壁が衝突する前に衝突現象が終了したためと判断した。

そこで、当社衝突解析条件におけるFRPの材料特性のうち、船体の破壊進行に影響が大きいと考えられる曲げ強度及び破壊ひずみを適切な範囲で変更して、「豊田ほか(2022)」による衝突荷重の時刻歴波形に対する再現性について確認を行った。

再現性確認解析の結果として、曲げ強度及び破壊ひずみの変更に伴い、船体の破壊が進行することで船体の破壊領域が大きくなり、第1隔壁の衝突による2番目の荷重ピークが発生することを確認するとともに、「豊田ほか(2022)」における衝突状況と比較して、おおむね再現できていることを確認した。

また、FRPの材料特性を安全側に設定した当社衝突解析により求めた最大荷重は、衝突実験結果及び再現性確認解析結果を包絡していることを確認した。

以上の結果より、「豊田ほか(2022)」の衝突実験と当社衝突解析による衝突荷重の時刻歴波形との差異に対して、当社衝突解析条件におけるFRPの材料特性のうち、曲げ強度及び破壊ひずみを変更することで、衝突荷重の時刻歴波形及び衝突状況をおおむね再現できることを確認するとともに、当社衝突解析における最大衝突荷重は保守性を有することを確認した。

FRP製船舶に対する各算定方法による衝突荷重の整理

1. 概要

FRP製船舶に対して、各算定方法により算定した衝突荷重を整理し、比較することで関係性を整理する。衝突荷重の比較に当たっては、「豊田ほか(2022)*」で用いられている総トン数2トン船舶及び島根原子力発電所における漂流物として選定された総トン数19トン船舶を対象とし、総トン数2トン船舶においては「衝突実験」、「FEMA(2012)」及び「衝突解析」による衝突荷重を、総トン数19トン船舶においては「FEMA(2012)」及び「衝突解析」による衝突荷重を比較し、各算定方法による衝突荷重の関係性について確認を行う。

2. 総トン数2トン船舶におけるFEMA(2012)による衝突荷重の算定

「FEMA(2012)」による衝突荷重の算定に当たり、船首方向の軸剛性の算定においては、「構造物の衝撃挙動と設計法((社)土木学会,1994)」(以下「土木学会(1994)」という。)を基に「添付資料4 FEMA(2012)によるFRP製船舶の衝突荷重」における算定手法に準じて設定する。

船体構造条件は、「豊田ほか(2022)*」で用いられている総トン数2トン船舶のFRP製船舶の仕様を基に設定を行い、総トン数2トン船舶の船体構造条件の設定一覧を表2-1に、船首角度及び船首傾斜部の長さの設定根拠を図2-1に示す。

船体構造のうち船首角度は、図2-1に示すとおり、船首先端から両舷の船首曲線部終点を結ぶなす角を採用した。

船首傾斜部の長さの設定において、図2-2のとおり「土木学会(1994)」では圧壊荷重と船首の変形量の関係が示されており、図2-3に示す「添付資料3 島根原子力発電所におけるFRP船舶に係る衝突解析条件の妥当性」の総トン数2トン船舶の衝突実験結果から、浮き室上板衝突時に発生する最大衝突荷重を圧壊荷重 P_c 、船首の変形量を船首先端から浮き室上板先端までの長さとする、この傾きが軸剛性 k_c となると判断できることから、船首傾斜部の長さ L_{sf} として船首先端から浮き室上板先端までの長さを採用した。

総トン数2トン船舶における軸剛性の算定結果を表2-2に示す。

注記*：豊田真・南波宏介・甲斐田秀樹・栗山透 FRP船舶の衝突解析手法に関する研究，土木学会論文集A1(構造・地震工学)，Vol.78, No.2, 301-315, 2022.

表 2-1 総トン数 2 トン船舶の船体構造条件の設定

項目	記号	単位	値	設定根拠
船舶長さ	L	m	7.20	対象船舶の登録長さ
船舶深さ	D	m	0.62	対象船舶の登録深さ
計画最大 満載喫水	d	m	1.20	津波漂流物対策施設設計ガイドライン(平成 26 年 3 月)の総トン数(G.T.)2トン漁船の喫水の最大値
船側 外板厚* (船首部)	t	mm	7.51	強化プラスチック船規則(日本海事協会, 2018)の船首部の外板厚 $t = 15 \times s \times (d + 0.026 \times L)^{0.5} \times 0.85$ s: 肋骨の心距=0.5m d: 計画最大満載喫水=1.20m L: 船舶長さ=7.20m
肋骨心距	S	mm	500	強化プラスチック船規則(日本海事協会, 2018)の肋骨の心距(=縦肋骨心距(a)=横肋骨心距(b))
船首角度	θ	°	28	図 2-1 参照
船首傾斜 部の長さ	L_{sf}	m	0.60	図 2-1 参照

注記* : 船側外板厚は「土木学会(1994)」においても算定方法が記載されているが、FRP製船舶であるため「強化プラスチック船規則(2018)」を採用する。

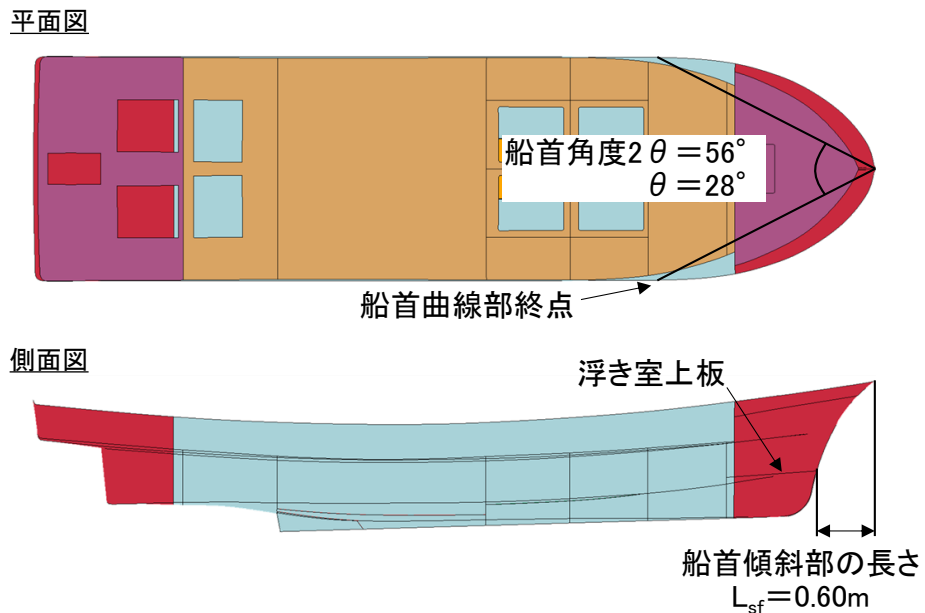


図 2-1 船首角度及び船首傾斜部の長さの設定根拠

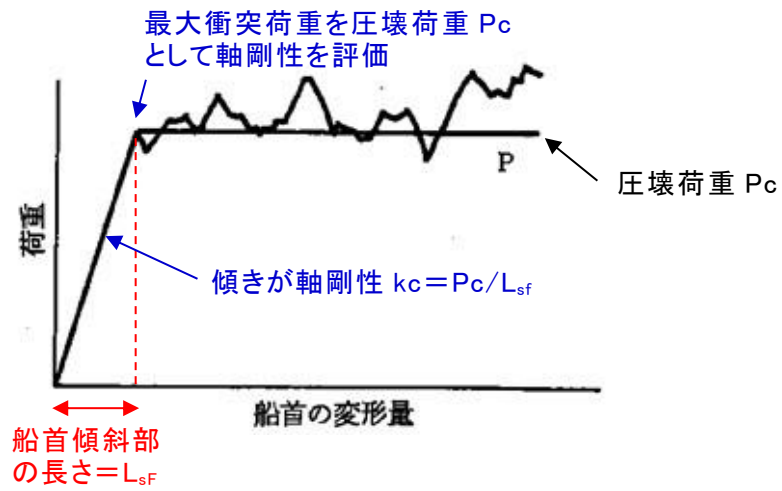


図 2-2 圧壊荷重と船首の変形量の関係
 (「土木学会 (1994)」に一部加筆)

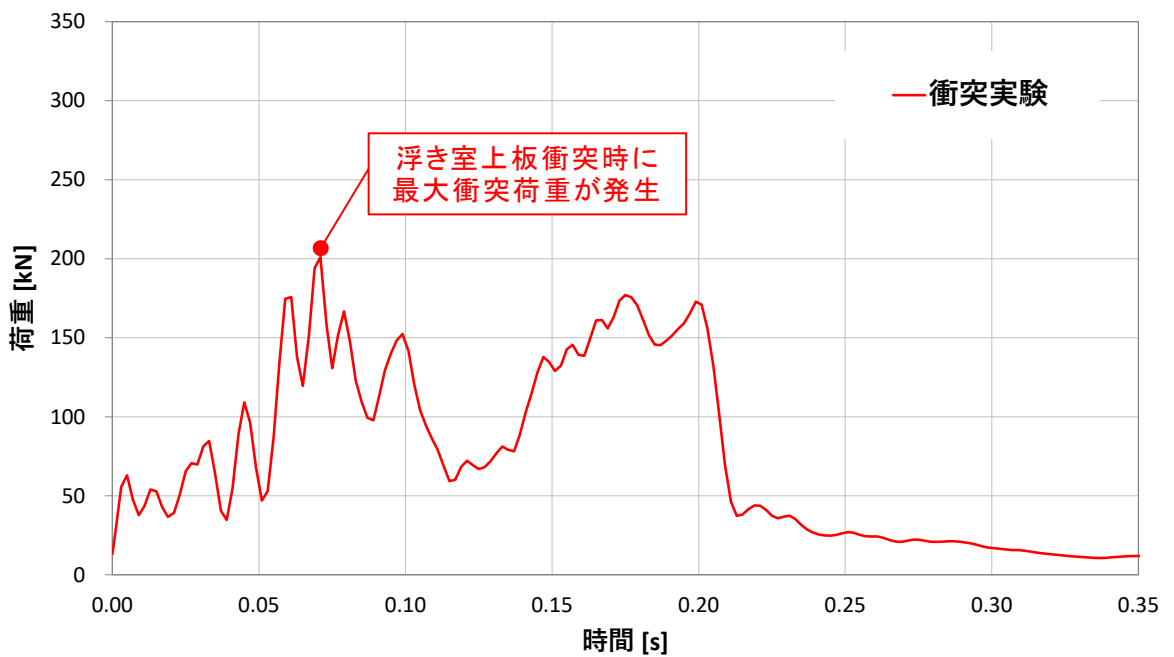


図 2-3 総トン数 2 トン船舶の衝突実験における衝突荷重の時刻歴

表 2-2 総トン数 2 トン船舶の軸剛性の算定結果

項目	記号	単位	値	
船体構造	船舶長さ	L	m	7.20
	船舶深さ	D	m	0.62
	船側外板厚 (船首部)	t	mm	7.51
	肋骨心距	s (=a,b)	mm	500
	船首角度	2θ	°	56
	船首傾斜 部の長さ	L _{sf}	m	0.60
材料物性	ヤング率 (曲げ弾性率)	E	tf/m ²	1.22 × 10 ⁶
	ポアソン比	ν	—	0.358
座屈強度	σ _c	tf/m ²	1,038	
圧壊荷重	P _c	kN	83.7	
軸剛性(船首部)	k _c	N/m	1.40 × 10 ⁵	

$$\sigma_c = k \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

σ_c : 座屈強度 (tf/m²)
 k : 座屈係数 (b/a+a/b)²
 a : 横肋骨心距 (mm)
 b : 縦肋骨心距 (mm)
 E : ヤング率 (tf/m²)
 ν : ポアソン比
 t : 船側外板厚 (mm)

$$P_c = 2Dt(\cos\theta)\sigma_c$$

P_c : 圧壊荷重 (船首強度) (kN)
 D : 船の深さ (m)
 θ : 船首角度 (°)

$$k_c = \frac{P_c}{L_{sf}}$$

k_c : 軸剛性 (N/m)
 L_{sf} : 船首傾斜部の長さ (m)

表2-2により算定した軸剛性を基に「FEMA (2012)」による衝突荷重の算定を行う。また、「FEMA (2012)」における衝突荷重の算定に当たっては、「豊田ほか (2022)」の衝突実験による衝突荷重と比較を行うことから、衝突実験における条件に準じて、船体質量は1,690kgf、衝突速度は9.9m/sを採用する。また、気中部の衝突現象であることを踏まえて、流体の影響による係数である付加質量係数については考慮しないこととする。

総トン数2トン船舶の「FEMA (2022)」による衝突荷重の算定結果を表2-3に示す。

【FEMA (2012) の式】

$$F_i = 1.3 u_{max} \sqrt{k_C m (1 + c)}$$

ここに、

- F_i : 衝突力
- u_{max} : 最大流速 (m/s)
- k_C : 漂流物の有効軸剛性 (N/m)
- m : 漂流物の質量 (kgf)
- c : 付加質量係数

表 2-3 総トン数2トン船舶のFEMA (2012) による衝突荷重の算定結果

項目	記号	単位	値
衝突速度	u_{max}	m/s	9.9
軸剛性(船首部)	k_C	N/m	1.40×10^5
漂流物の質量	m	kgf	1,690
付加質量係数	c	—	0
衝突荷重	F_i	N	198,000
		kN	198

3. FRP製船舶の衝突荷重における関係性の確認

総トン数2トン船舶における「FEMA(2012)」、「豊田ほか(2022)」の衝突実験及び衝突解析による衝突荷重の整理結果を表3-1に、総トン数19トン船舶における「FEMA(2012)」及び衝突解析による衝突荷重の整理結果を表3-2に示す。

総トン数2トン船舶においては、表3-1より「FEMA(2012)」と衝突実験による衝突荷重がおおむね同程度となり、衝突解析による衝突荷重が最大となることを確認した。

総トン数19トン船舶においては、表3-2より「FEMA(2012)」による衝突荷重と衝突解析による衝突荷重の比較結果から、総トン数2トン船舶と同様に衝突解析による衝突荷重が「FEMA(2012)」による衝突荷重より大きくなることを確認した。

以上より、総トン数2トン船舶及び総トン数19トン船舶ともに衝突解析による衝突荷重が最大となるため、安全側の評価となることを確認した。

表3-1 総トン数2トン船舶における衝突荷重の整理結果

算定方法	FEMA(2012)	豊田ほか(2022) 衝突実験	衝突解析
衝突荷重 【kN】	198	201* ¹	260* ²

表3-2 総トン数19トン船舶における衝突荷重の整理結果

算定方法	FEMA(2012)	豊田ほか(2022) 衝突実験	衝突解析
衝突荷重 【kN】	1,815* ³	—	3,078* ⁴

注記*1: 「豊田ほか(2022)」による衝突実験結果を引用

*2: 「添付資料3 島根原子力発電所におけるFRP船舶に係る衝突解析条件の妥当性」の当社衝突解析による算定結果を引用

*3: 「添付資料4 FEMA(2012)によるFRP製船舶の衝突荷重」の算定結果を引用(付加質量係数 $c=1$)

*4: 「4.5.6 漂流物による衝突荷重の算定」の算定結果を引用

FRP製船舶における衝突荷重の算定に関する先行サイトとの比較

島根原子力発電所2号機（以下「島根2号機」という。）における、津波防護施設に考慮するFRP製船舶（以下「船舶」という。）の衝突荷重の設定方法に関して、先行サイト（東北電力（株）女川原子力発電所2号機（以下「女川2号機」という。））の設定方法と比較し、島根2号機との相違（新規性）について整理した。

漂流物衝突荷重は、漂流物の初期配置により適用できる算定方法が異なる。女川2号機及び島根2号機ともに、船舶の衝突荷重の算定に当たり、初期配置が対象となる施設に対して遠方（500m以遠）となる前面海域では「道路橋示方書（2002）」により算定し、一方船舶の初期配置が対象となる施設に対して近傍（500m未満）となる直近海域では「FEMA（2012）」及び衝突解析により算定しており、同様の評価を行っている。女川2号機と島根2号機の直近海域における衝突荷重の設定方法の比較結果について表1に示す。

表1 女川2号機と島根2号機における衝突荷重の設定方法の比較

		女川2号機*	島根2号機	新規性
総トン数(質量)		総トン数5トン(質量:15t)	総トン数19トン(質量:57t)	—
船体構造		14トン船舶を基に5トン船舶を推定して設定	対象船舶の詳細調査及び実測結果を基に設定	○ (新規性②)
FEMA (2012)	衝突形態	船首方向	船首方向	—
	軸剛性の設定	構造物の衝撃挙動と設計法((社)土木学会,1994)を基に算定	構造物の衝撃挙動と設計法((社)土木学会,1994)を基に算定	—
	算定方法の位置付け	主とした算定方法として採用	衝突解析による衝突荷重との比較のため【参考】	—
衝突 解析	衝突形態	船首,船尾,真横,斜め船首,斜め船尾方向	船首,船尾,真横,斜め船首,斜め船尾方向	—
	材料特性	弾性材料	完全弾塑性材料	○ (新規性①)
	算定方法の位置付け	衝突形態の影響確認のため	主とした算定方法として採用	○ (新規性①)

注記*：女川原子力発電所2号機の情報に係る記載内容については、審査資料等をもとに独自に解釈したものである。

島根2号機においては、女川2号機の審査以降における新たな文献や詳細な船舶調査に基づき、表1に示す新規性とその内容を以下に整理した。また、島根2号機及び女川2号機におけるFRP製船舶における衝突荷重の算定フローを図1に示す。

新規性①：新たな文献内容の反映

最新の文献の「豊田ほか（2022）」*では、FRP製船舶の実機において衝突実験が初めて実施され、衝突実験における衝突現象に対して、衝突解析による再現性があることが確認された。そこで、島根2号機における衝突解析手法により算定した衝突荷重と衝突実験結果を比較し、衝突解析による衝突荷重が安全側の評価となることを確認したことから、島根2号機では主とした算定方法として採用した。

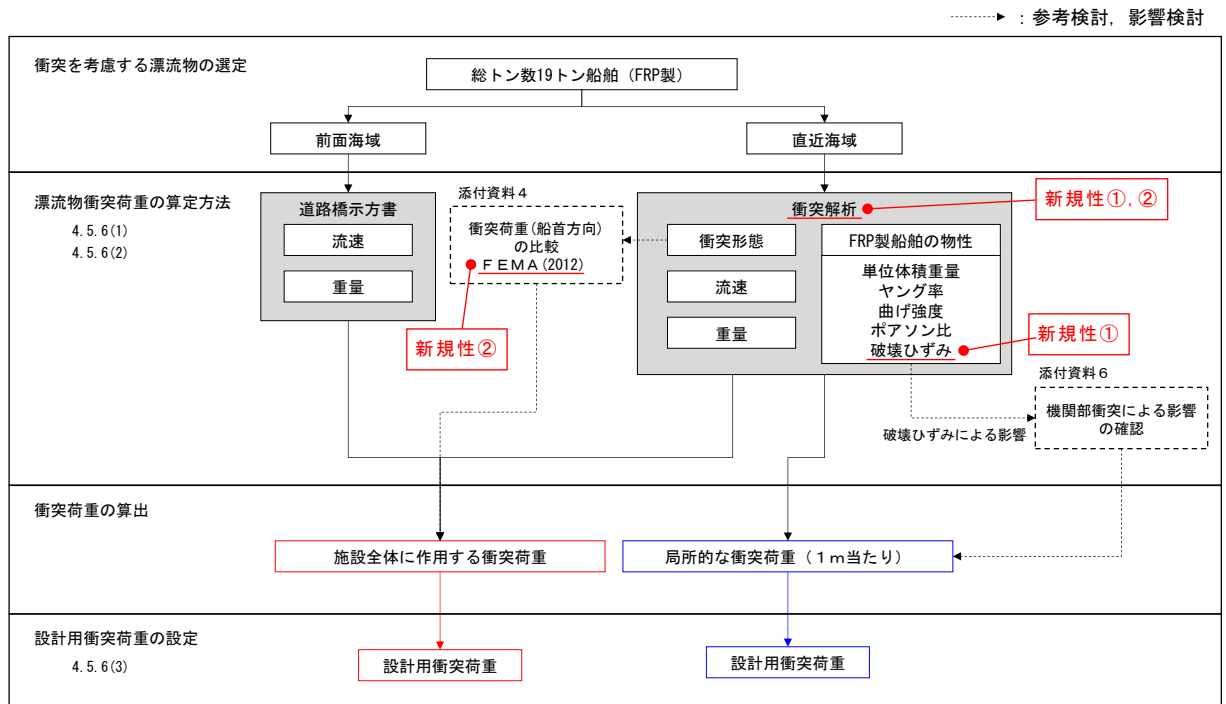
なお、同文献ではFRP製船舶のFRP材料に対する材料試験が実施されており、FRPを完全弾塑性材料として設定されていることを踏まえ、島根2号機も同様に完全弾塑性材料として設定した。

新規性②：対象船舶に対する詳細調査結果の反映

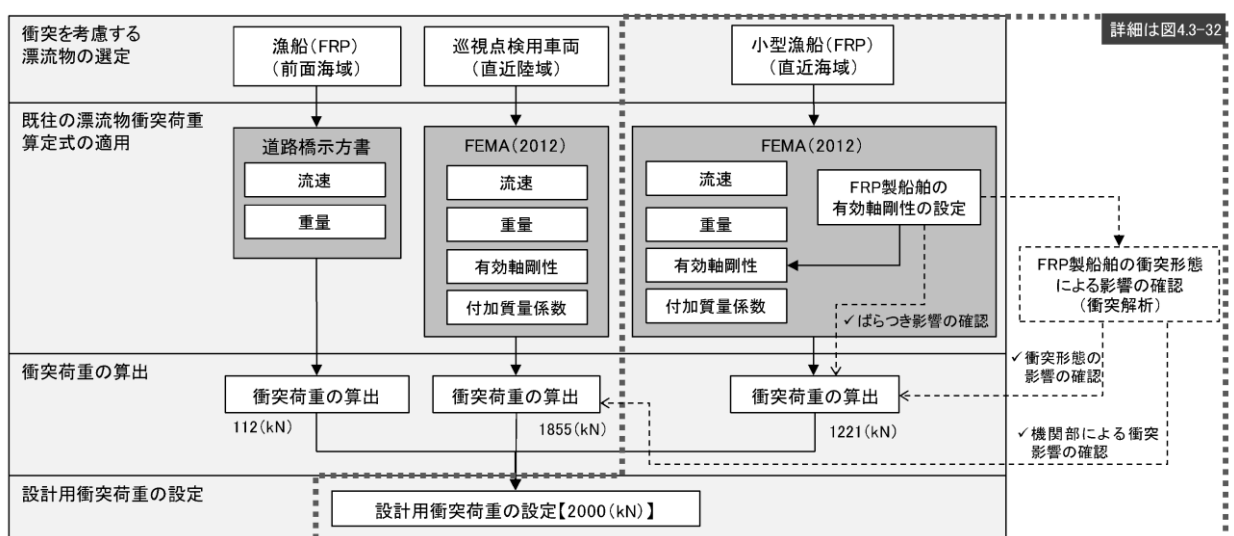
島根2号機では、対象漂流物の総トン数19トン船舶に対し、詳細調査及び3次元測定を実施して、船首方向の軸剛性の設定及び3次元FEMモデルに反映した。

注記*：豊田真・南波宏介・甲斐田秀樹・栗山透 FRP船舶の衝突解析手法に関する研究，土木学会論文集A1（構造・地震工学），Vol.78，No.2，301-315，2022.

島根2号機



女川2号機*



注記*：女川原子力発電所2号機の情報に係る記載内容については審査資料を引用

図1 FRP製船舶における衝突荷重の算定フロー