

# 津波漂流物の衝突荷重に係る 指摘事項に対する回答方針について

---

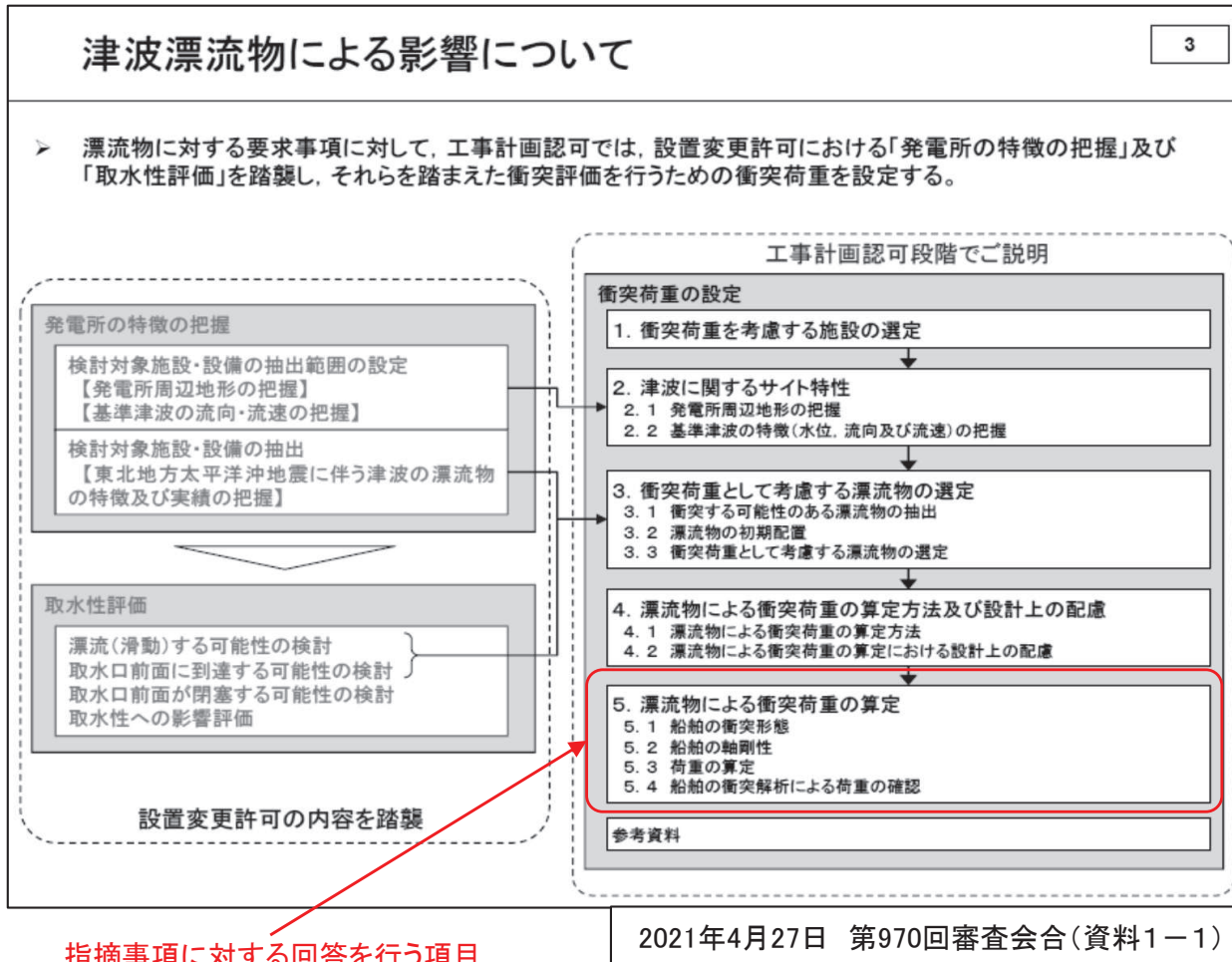
2021年5月19日  
東北電力株式会社

# 前回会合(4/27)における指摘事項及び回答方針

実施日	指摘事項
令和3年4月27日 第970回審査会合	FRP船舶の軸剛性算定方法に関して、衝突解析の位置付けを踏まえて、その <u>妥当性と設計への適用性</u> を分離して説明すること。特に、軸剛性の算定に用いている知見の適用の考え方や適用範囲を理論的に説明するとともに、設計への適用として、鋼製船舶とFRP船舶の構造形式、材質、船舶の損傷モードの同等性を説明した上で、軸剛性の算定における物性のばらつき、適用する規格基準類、衝突形態の不確かさを整理し、設計に対する余裕を説明すること。



「妥当性」と「設計への適用性」を以下のとおり定義。  
 ✓ 用いる知見が適用可能(妥当)であること:適用性  
 ✓ 設計への適用が可能であること:保守性



### 回答方針

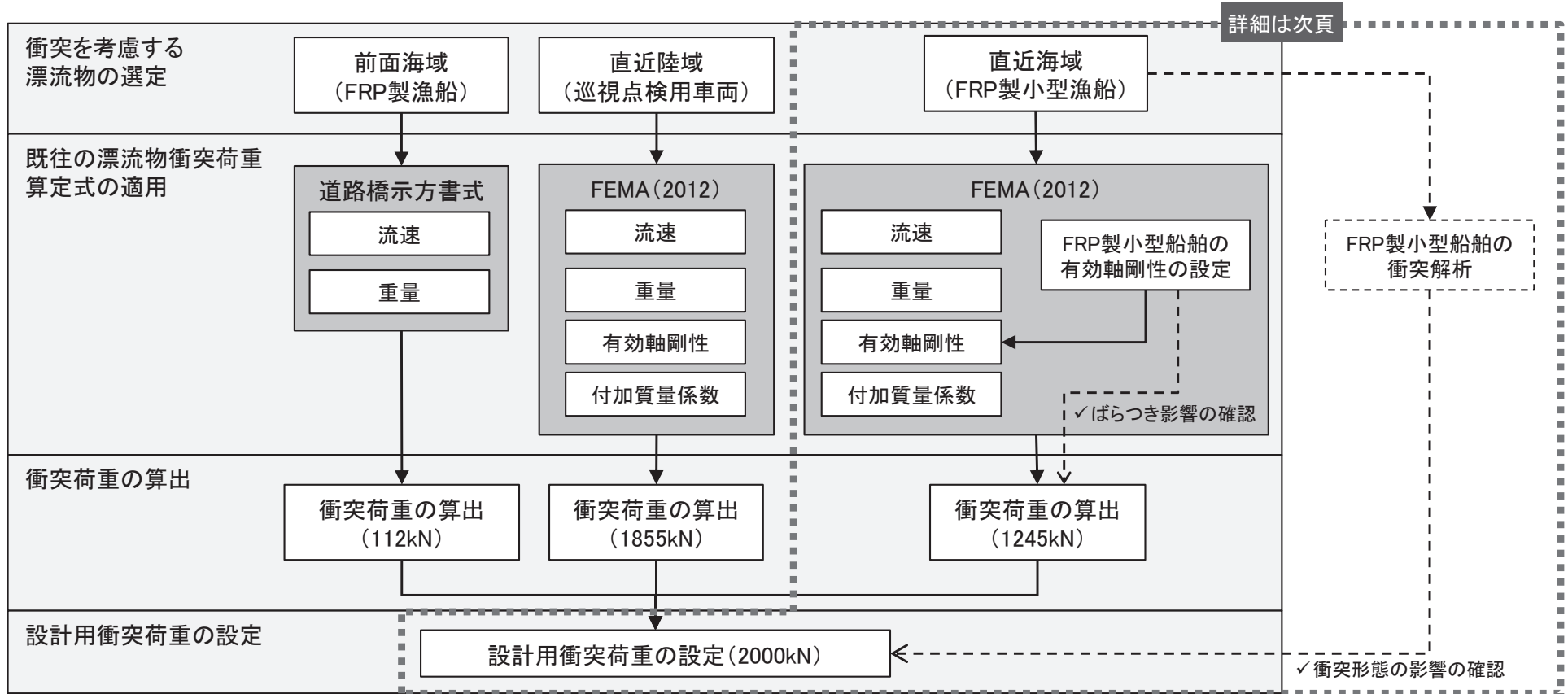
【FRP船舶の軸剛性算定に係る適用性】  
 軸剛性の算定に用いている知見について、以下の説明内容により、適用可能であることを説明予定。

- ✓ 鋼製船舶とFRP船舶の構造形式については、主要な部位である外殻、隔壁、竜骨、甲板があり、同様の構造であることを文献や図面で示す予定。
- ✓ また、鋼製船舶とFRP船舶はどちらも座屈強度を基準とした構造設計がなされているため、両者とも主要部位の材料(鋼材又はFRP)が座屈する損傷モードが想定されることを説明予定。
- ✓ さらに、材質については、鋼製船舶は鋼材、FRP船舶はFRP(強化プラスチック)が主であることから、構造強度に関係するヤング率及びポアソン比の違いについて文献を用いて説明予定。

【FRP船舶の衝突荷重の保守性】  
 上記の適用性確認とは別に、軸剛性の算定における物性のばらつきを整理し、これらのばらつき影響を考慮することで、設計に対する余裕の程度を説明予定。また、FRP船舶の衝突解析について、これまで説明した船首及び船尾の解析に加えて、真横からの衝突及び斜めからの衝突ケースを追加で実施し、衝突形態の不確かさの検討という位置付けを明確にし、衝突範囲及び衝突作用時間の観点から設計用衝突荷重(2000kN)の保守性について説明予定。

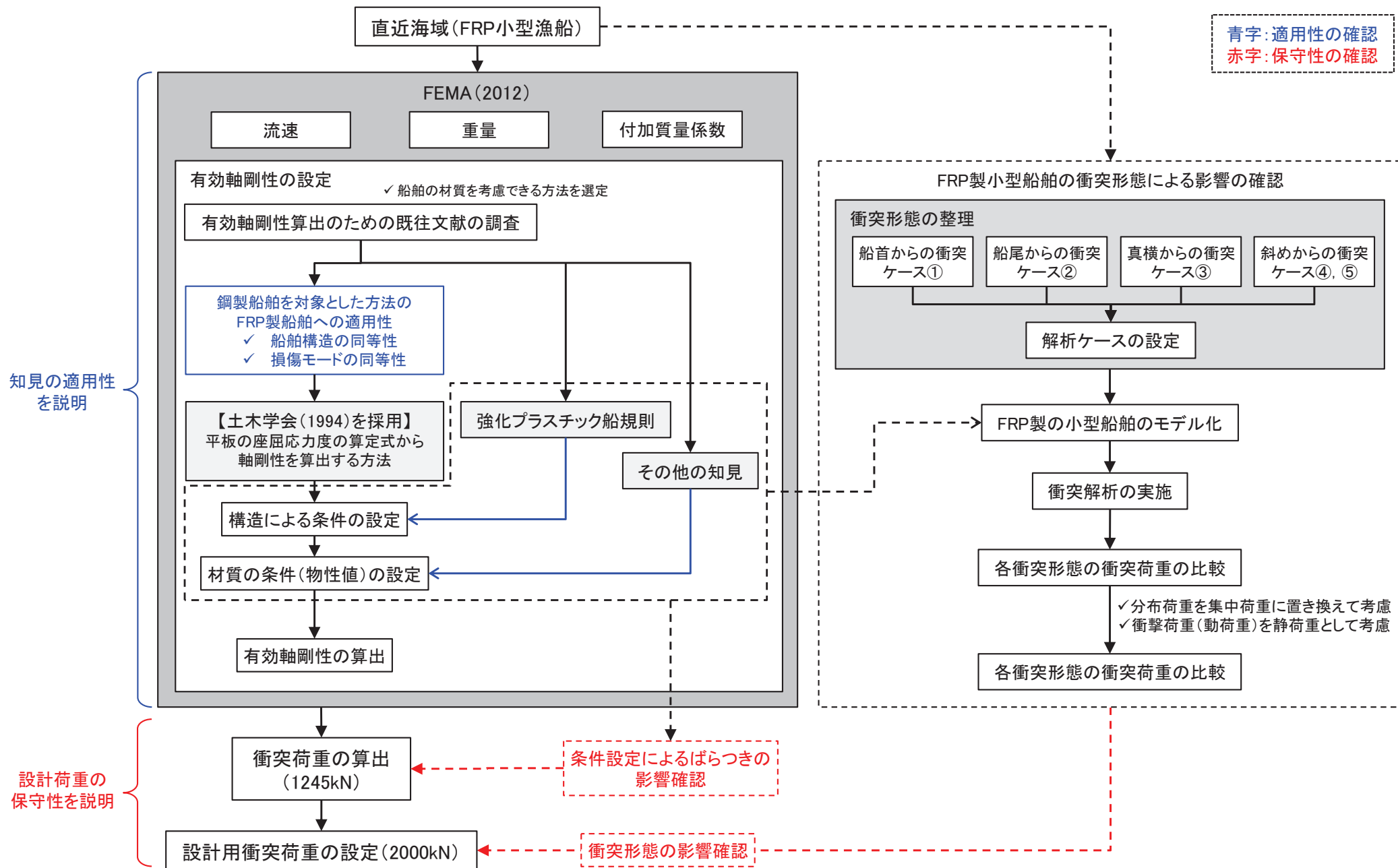
# 回答方針(衝突荷重の設定フロー)(1/2)

- 「漂流物による衝突荷重の算定」の全体フローは以下のとおり。
- このうち、直近海域からの衝突として選定したFRP製小型漁船について、衝突荷重の算出の詳細を次頁に示す。



# 回答方針(衝突荷重の設定フロー)(2/2)

➤ FRP製小型漁船の衝突荷重算出の詳細フローを示す。



項目		引用文献	引用文献の値	適用性
船舶構造	船舶の長さ	「漁港・漁場の施設の設計参考図書(水産庁, 2015年)」	11.0(m)	本図書は、「漁港漁場整備法」に基づき「漁港・漁場の施設の設計において参考となる技術的な知見を記載したものである。」とされており、全漁業種類の漁船の平均値として総トン数5tの諸元(船の長さ)が示されていることから、適用可能と判断した。
	材料物性	ヤング率 (曲げ弾性率)	「強化プラスチック船規則(日本海事協会, 2018年)」の曲げ弾性係数	$6.86 \times 10^3(\text{N}/\text{mm}^2)$ 【 $0.7 \times 10^6(\text{tf}/\text{m}^2)$ 】
		「強化プラスチック船規則検査要領(日本海事協会, 2018年)」の曲げ弾性係数の判定基準	$11.78 \times 10^3(\text{N}/\text{mm}^2)$ 【 $1.2 \times 10^6(\text{tf}/\text{m}^2)$ 】	上記規則に対する検査要領であり、船体材料(ガラス繊維基材)の判定基準を示したものであることから、適用可能と判断した。
		「漁港・漁場の施設の設計参考図書(水産庁, 2015年)」のハンドレイアップ成形法の曲げ弾性率	9~12(GPa) 【 $0.91 \times 10^6 \sim 1.22 \times 10^6(\text{tf}/\text{m}^2)$ 】	本図書は、「漁港漁場整備法」に基づき「漁港・漁場の施設の設計において参考となる技術的な知見を記載したものである。」とされており、漁船の成形法であるハンドレイアップ成形法による曲げ弾性率を示したものであることから、適用可能と判断した。
		「船舶海洋工学シリーズ⑥ 船体構造 構造編(藤久保昌彦・吉川孝男・深沢塔一・大沢直樹・鈴木英之, 2012年)」	10.7(kN/mm <sup>2</sup> ) 【 $1.09 \times 10^6(\text{tf}/\text{m}^2)$ 】	本文献は、船体構造が詳細に示されているが、FRP船舶については紹介されている程度であり、示されているヤング率も典型的な値として紹介されているのみで、値の根拠が示されていないことから、適用不可と判断した。
		「非金属材料データブック プラスチック・FRP・ゴム・接着剤・塗料・木材及び木質材料・セラミックス[改訂2版](日本規格協会, 1985年)」のハンドレイアップ用ガラス繊維基材のGRPとしての力学的特性(標準)の曲げ弾性率	1050~1140(kgf/mm <sup>2</sup> ) 【 $1.05 \times 10^6 \sim 1.14 \times 10^6(\text{tf}/\text{m}^2)$ 】	本文献は、非金属材料の物性値を幅広く掲載しており、漁船の成形法であるハンドレイアップ成形法による曲げ弾性率を示したものであることから、適用可能と判断した。
	ポアソン比	「3相森・田中平均化手法のハイブリッドFRP梁への応用(土木学会, 2014)」	0.1, 0.29, 0.308, 0.32	FRP材料の巨視的材料係数としてポアソン比が示されているが、I型断面の梁構造の値であり、船舶とは使用目的がことなるため、適応不可とした。
		「非金属材料データブック プラスチック・FRP・ゴム・接着剤・塗料・木材及び木質材料・セラミックス[改訂2版](日本規格協会, 1985年)」のハンドレイアップ用ガラス繊維基材のGRPとしての力学的特性(標準)	0.320~0.358	本文献は、非金属材料の物性値を幅広く掲載しており、漁船の成形法であるハンドレイアップ成形法によるポアソン比を示したものであることから、適用可能と判断した。