

平成29年（ネ）第5558号 福島第一原発事故損害賠償請求控訴事件

被控訴人兼控訴人（一審原告） 遠藤 行雄 外

控訴人兼被控訴人（一審被告） 東京電力ホールディングス株式会社

被控訴人（一審被告） 国

第25準備書面

（後藤政志氏及び筒井哲郎氏の意見書を踏まえた結果回避可能性の主張）

東京高等裁判所第22民事部ロロ係 御中

2019（令和元）年11月29日

一審原告ら訴訟代理人弁護士 福 武 公 子

同 滝 沢 信

同 内 藤 潤

同 藤 岡 拓 郎
外

内容

第1	結果回避可能性を巡る国と原告の主張.....	4
1	はじめに	4
2	一審原告らの主張.....	6
3	一審被告国の主張.....	6
4	一審原告らの反論.....	8
第2	福島第一原発のタービン建屋等の立地状況と本件事故の原因・状況.....	9
1	福島第一原発の構造	9
2	タービン建屋等の内部の配電盤等の被水が本件事故の原因であること	10
3	何ら防護措置が講じられていなかった建屋駆体, 大物搬入口等, 及び建屋内の間仕切り等が本件津波に対しても相当程度の防護機能を果たしたこと.....	10
(1)	本件津波の浸水深.....	10
(2)	タービン建屋内部への浸水経路.....	11
(3)	タービン建屋周囲の浸水深と内部における浸水状況の対比	15
(4)	結論.....	18
第3	陸上構造物に作用する津波の「波圧・波力」の評価式は本件事故前には朝倉式等として広く一般的に用いられていたこと.....	19
1	波圧・波力について	19
2	朝倉式の波圧算出方法とその適用範囲.....	21
3	大物搬入口などの設計は裕度を考えて行われるのが通常である。	26
第4	障害物の衝突について	31
1	漂流物による衝突力の試算	31
2	後藤氏・筒井氏は「工学的余裕を持たせた設計」を推奨する.....	32
第5	地下にある重要機器収納室の扉の水密化について	35
1	地下室の扉に対する波圧・波力の計算.....	35
2	一審被告国の主張には根拠がない.....	38

第6 一審被告国は技術基準省令62号が定める「性能規定」に基づき適合命令を出すべきであって、津波の波圧や浸水継続時間等の諸元の指定は不必要である。	38
1 一審被告国の求釈明に対して	38
2 「仕様規定」と「性能規定」の意味と役割	39
3 アメリカにおける原子力分野の規制の性能規定化	41
4 日本の技術基準省令62号の性能規定化	41
5 「基準津波及び対津波設計方針に係る審査ガイドの制定について」	42
6 後藤政志・筒井哲郎意見書(2)における一審被告国への反論	45
第7 想定津波に基づいて防護措置を講じていれば結果回避が可能であったこと	47
1 想定津波と本件津波の地震規模等の差異を強調する国の主張の誤り	47
2 想定津波と本件津波は浸水深、波圧において大きな差異はないこと	48
3 「安全性を損なうおそれがない」との技術基準の要求を満たすためには安全上の余裕が求められること	51
4 想定津波を前提として講じられなければならなかった津波対策	52
5 水密化の施工には多くの時間を要しないこと	63
6 想定津波に基づく津波対策により本件事故を回避できたこと	65
第8 防潮堤の設置以外に「建屋等の水密化」による防護措置が検討されることはないとの国の主張に理由がないこと	66

第1 結果回避可能性を巡る国と原告の主張

1 はじめに

原判決は、福島第一原発に敷地高を超える津波が襲来することを一審被告国が予見できたと認定しながら、他方で一審原告らが主張する措置では結果を回避できなかった可能性があるなどとして一審被告国の責任を認めなかった。

一審被告国も、想定津波と本件津波とが異なる、当時の知見を前提にした場合、まず防潮堤の設置が検討されるべきであり、水密化対策を優先して行うとの発想はなかった、一審原告らが提示する水密化対策について、その設計上の数値を持ち出し、実効性がないなどと主張している。

一審被告国は、あたかも、本件津波と全く同様の津波が襲来することを予測し、その津波に対するピンポイントの対策を取らない限り、結果回避可能性がないかのごとく主張するが、そこには安全裕度の視点が欠落している。

15. 7mの高さの津波が襲来することが予見された場合、例えば15.8mの高さの防潮堤を構築すれば良いというものではない。高さを20m、あるいは25mにするなど、安全裕度を見て設計するのが工業界の常識である。また、防潮堤だけ構築して他の対策は一切取らないなどと言う発想もあり得ない。水密化対策、暴風対策、火災対策、地震対策等、あらゆる建築物において、想定される自然災害や事故を前提にして、安全裕度をみた結果回避措置を取っているのである。

加えて、原子力施設においては、多重防護の思想に基づき、複数の津波対策を取ることが求められている。安全裕度の観点からも、防潮堤のみ構築すれば中の建物や設備は何もしなくて良いなどという発想はなく、むしろ、防潮堤が機能しなかったことを想定し、二重三重に防護措置を取ることが常識である。

一審原告らが主張する津波対策は例示である。実際に対策を取る場合、現場での既存の構築物の確認調査を踏まえて、設計（細かい変更も含む）等を行なうながらアジャストさせていくのが通常であり、また、一審原告らが、福島第一原

発の構造も一切知らされておらず、専門的な知識もない状況で、詳細な設計ができる訳がない。一審被告国も、水密化対策を取るよう一審被告東電に命令する立場で、実際の具体的な水密化対策を設計・実施するのは事業者である。従って、一審被告国が主張するような細かい設計の話は無意味である。極論すれば、「水密化せよ」と命令すれば、具体的な水密化対策を設計するのは事業者側の仕事であり、規制する側が、設計図面を書くことはない。

裁判所におかれては、このような一審被告国のまやかしに惑わされず、原発施設における多重防護の視点から、何が予見され、その予見に基づき、規制する立場の一審被告国が、国民の安全を守るために何をすべきだったのか、を「原子炉事故が万が一にも起こらないようにするという目的」から、真摯に判断していただきたい。

以下では、まず、これまでの一審原告及び一審被告国の主張を整理した上で（第1の2以下）、結果回避可能性を論じる前提として、福島第一原子力発電所の本件事故時における各号機タービン建屋等の浸水深や浸水経路を確認する（第2）。そして、一審被告国は、一審原告らをまるで事業者とみているかのように一審原告らに対し詳細な設計の主張立証を求めることに固執しており、それ自体、求める合理的な根拠もないのであるが、念のためそこで挙げられている津波の波圧や波力に関する主張、漂流物の衝突に関する主張について反論し（第3～第5）、一審被告国が本件で行使すべき規制権限は省令62号に基づく適合命令であり、その権限の性質からして、一審原告らが詳細な数値を本訴訟で掲げる必要性は全くないことを論証する（第6）。その上で、そのような一審被告国の規制権限行使に基づいて建屋等の水密化といった津波防護の対策が講じられていれば、本件事故の結果を回避できたことを明らかにし（第7）、最後に、このような一審原告らが求める回避措置は、一審被告国がやはり固執する防潮堤の設置よりも時間的にも短期で、費用もかからず、また技術的にも容易であることからして、防潮堤の設置に代えて、または防潮堤の

設置と並行して、その設置に至るまでの期間中に実施しておくことは、現実的に十分可能であったことを明らかにする（第8）。

2 一審原告らの主張

一審原告らは、「防潮堤の設置よりも先に、あるいは同時に、下記の設置を行うべきであり、行っていれば本件事故を防ぐことができた可能性は高い」と主張してきた。

- ①「タービン建屋の水密化」（大物搬入口等に水密扉・強化扉設置，換気口（吸気ルーバー）やダクトの屋外上部への移設，建屋外壁配管貫通部等の止水処理等）
- ②「重要機器室の水密化」（非常用ディーゼル発電機・配電盤等重要電気設備を収容した部屋の水密化として，水密扉設置，配管貫通部等の止水処理等）
- ③「電源確保対策」（非常用ディーゼル発電機・配電盤等の高所配置及び建屋内機器とのケーブル接続，可搬式電源車・配電盤等の配置）

3 一審被告国の主張

これに対し、一審被告国は、次のように主張している。

- ① 「通常、建屋開口部の扉について、津波に対する水密化対策を検討するためには、想定津波のシミュレーションから導かれる、当該位置における浸水深や波力を評価するためのデータが必要になるところ、一審被告東電が行った2008年試算では、そもそも陸上構造物をシミュレーションにおいてモデル化していないのであるから、水密扉の設置が想定される各位置における浸水深等を適切に推計したものとはなっていない（103頁）。」、「特に構造物前面の浸水深や波力を算定するためには、シミュレーションにおいて、当該構造物をモデル化しなければ、当該構造物へ到達した遡上波の構造物による反射によって引き起こされる浸水深の上昇や波力が適切に評価されないことから、通常的设计において、当該陸上構造物をモデル化しないシミュレ

ーション結果に基づき、強度強化扉や水密扉の設計を行うことは、工学的合理性を欠く（104頁）。」

② 「水密化が仮に物理的に可能だったとしても、本件の場合、1号機の大物搬入口は、敷地東側から越流してきた本件津波の波力を正面からまともに受け止めることになるが、本件事故以前には、そのような波力に耐えられるだけの水密扉を設計することは、技術的に困難をとまなうものであったからその水密扉が本件津波の波力に耐えられず、津波の浸入を防ぐことができなかった可能性がある（128頁）。」

③ 「大型の漂流物（防波堤内の船舶や、敷地内に設置されていたタンク等の大型工作物や敷地内に停車していた車両等）が、強度強化扉及び水密化扉や自動ルーバー閉止部、建屋外壁貫通部への被水防止カバー等に衝突することにより、これらが損傷し、そこから建屋内に大量の海水が入り込む可能性がある（128頁）。」

④ 「建屋地下の M/C（配電盤）等の設置場所の出入口扉やケーブル等の貫通部の水密化については、それが防潮堤などの防護施設を前提としないのであれば、本件津波ほどの波力に耐えられる水密性能をもって設備するのは困難であったと考えられる。」「本件津波は、護岸から越流して、建屋内にまで浸水した後、階段等を駆け下りて、地下1階の当該電気品室の出入口扉に衝突したものと考えられる。1階と地下1階の間には、約7mの高低差があることから、本件津波が階段等を駆け下りる際には、7mの位置エネルギーが運動エネルギーに変換されて、そのエネルギー相応の流速が、当該建屋に流入したときに本件津波が有していた流速に更に加わることになる。そのため、当該電気品室の出入口扉に設置した水密扉は、その波力に十分に耐えられる水密性能を保持していなければならないことになるが、地下空間における津波の挙動解析手法は現時点でも確立していない上、その波力を適切に評価できる算定式も存在しないことから、そのような津波波力に耐えられる水密扉

を設備することは技術的にも極めて困難であったと言わざるを得ない（129頁）。」

4 一審原告らの反論

一審原告らは、まず、福島第一原発のタービン建屋等の立地状況及び本件事故の原因・状況を確認し、次に、上記一審被告国の主張①②に対しては、陸上構造物に作用する津波の「波圧・波力」の評価式は、本件事故前には朝倉式等として提示され、津波避難ビルのガイドラインにも引用されて広く一般的に用いられていたことを指摘する。一審被告国は、令和元年10月4日第10準備書面で、「一審原告らの主張は、朝倉式の正しい理解を欠くものであって、失当である」と主張するので、まず「波圧・波力について」述べ、次に「朝倉式の算出方法と適用範囲」について述べる。

③に対しては、木材、コンテナ、船舶等の障害物が衝突したケースについて評価式が存在したこと、および台風・高波・津波対策として、原子力業界でも考慮されていたことについて述べる。

④に対しては、「地下にある重要機器収納室の扉の水密化」については評価式を提示する。

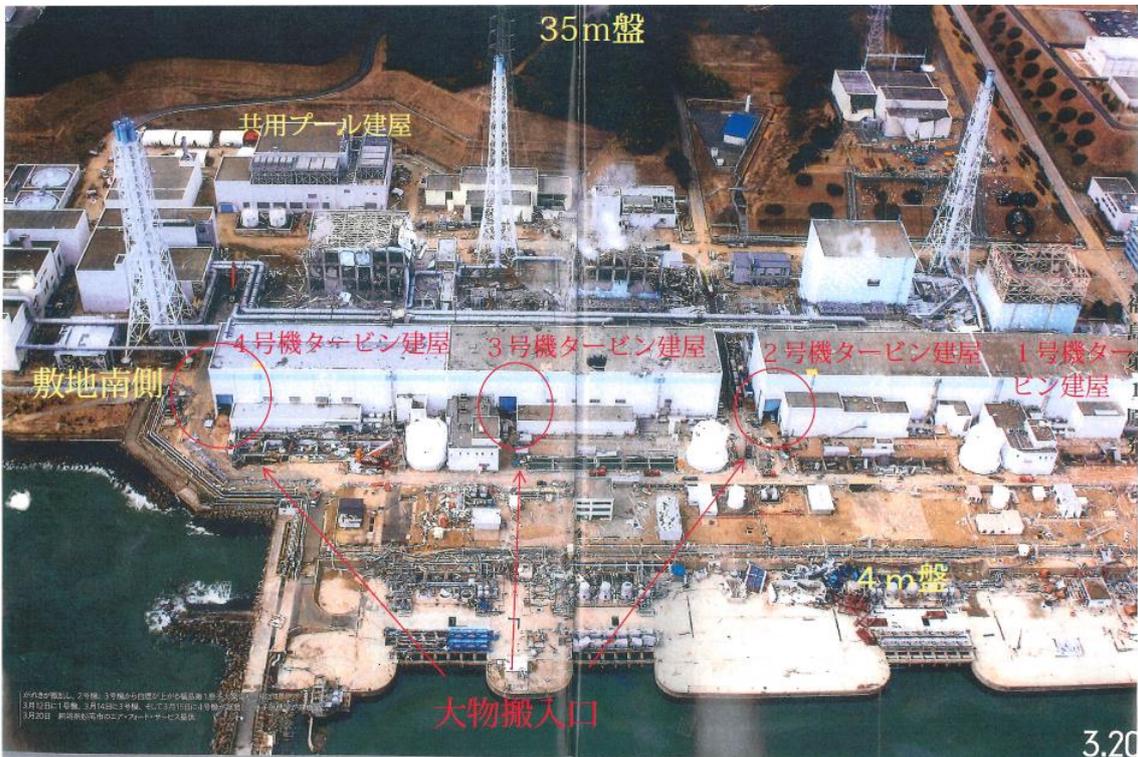
また、一審被告国は一審原告らに対する平成30年5月17日求釈明書において、一審原告らが津波の継続時間や、津波高さの時間的变化、規格や素材の諸元等を主張するよう求めているので、適合命令の基礎をなす技術基準省令62号は「性能規定」であって「仕様規定」ではなく、一審原告らには細かい仕様などの主張は不要であることについて述べる。

以上を踏まえて、想定津波に基づく防護措置を講じていれば結果回避が可能であったことについて述べる。

第2 福島第一原発のタービン建屋等の立地状況と本件事故の原因・状況

1 福島第一原発の構造

まず、福島第一原発の構造を概観する。



これは事故直後の3月20日に、福島第一原発を東側の海の上から見下ろした写真である¹。タービン建屋が右側から1，2，3，4号機の順で並んでいるが、1号機と2号機，3号機と4号機のタービン建屋は合体しており，合体した号機間では電源の融通が可能となっていた。タービン建屋の手前東側が，海水ポンプなどが設置されていたO.P.+4m盤である。タービン建屋の奥の西側に各号機の原子炉建屋があり，1，3，4号機の原子炉建屋は水素爆発で大破している。

4号機の奥にやや離れて，共用プール建屋がある。

4号機の南側，排気塔があるあたりが，想定津波によってO.P.+15.7mの浸水深となることが示された「敷地南側」である。

本件津波のタービン建屋への主要な浸水経路となった大物搬入口は，赤丸で囲ん

¹ 甲口151号証の1に注釈を追加している。

のように2～4号機のもが見えており、この時点では事故後の対応のためにシャッターが上に上げられている。

2 タービン建屋等の内部の配電盤等の被水が本件事故の原因であること

本件事故は、原子炉内部において炉心溶融が起こり、原子炉建屋における水素爆発も誘発して大量の放射性物質の放出に至ったものである。しかし、その原因は、タービン建屋等の内部に設置されていた非常用電源設備(非常用ディーゼル発電機、配電盤等)が被水し機能喪失したことによって全交流電源喪失(SBO)に陥ったことであることは争いのない事実である。

より詳細にみると、共用プール建屋内に設置されていた空冷式の非常用ディーゼル発電機は機能を維持していた。しかし、同建屋内の配電盤及びそこから電源の供給を受けるタービン建屋内の配電盤が被水し機能喪失したことから、結局、全交流電源喪失を回避することができなかった。つまり、タービン建屋及び共用プール建屋内の配電盤の機能喪失が回避できれば、本件事故は回避することが可能だったと言える。

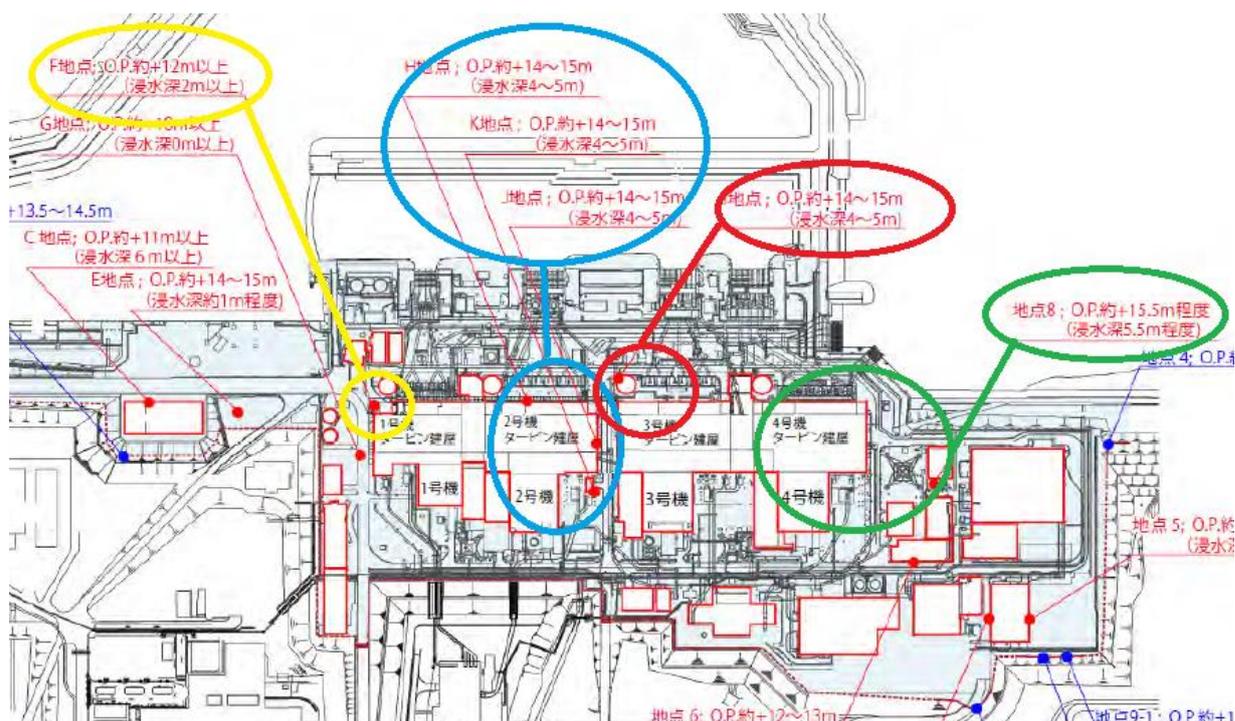
3 何ら防護措置が講じられていなかった建屋駆体、大物搬入口等、及び建屋内の間仕切り等が本件津波に対しても相当程度の防護機能を果たしたこと

そこで、以下、検討の出発点として、本件津波による建屋周囲の浸水深、建屋内部への浸水経路と建屋内部の浸水状況を確認する。

(1) 本件津波の浸水深

本件津波による浸水深は、次のとおりである²。

² 乙イ2号証の2、東電事故調・添付資料3-7



すなわち、

黄色で表示した1号機付近（F地点）では浸水深2m以上とされている。

青色で表示した2号機周囲（H、J、K地点）、赤色で表示した3号機の海側（I地点）では、いずれも浸水深4～5mとされている。

緑色で表示した4号機の直近（地点8）では、浸水深5.5mが記録されており、全体として、最大で5m程度の浸水深となっている。

（2）タービン建屋内部への浸水経路

こうした浸水深となった津波による海水は、タービン建屋等の内部に浸水することとなったが、その浸水経路は、次のとおりである³。

³ 甲口74号証の1・4～38頁

第 4.1.3-2 表 福島第一原子力発電所タービン建屋の津波浸水状況（中段）及

	1号機	2号機	3号機	4号機
2階	O.P.+17.1m	O.P.+17.1m	O.P.+17.1m	O.P.+17.1m
	浸水なし	浸水なし	浸水なし	浸水あり
	-	-	-	・大物搬入口
1階	O.P.+10.2m	O.P.+10.2m	O.P.+10.2m	O.P.+10.2m
	浸水あり	浸水あり	浸水あり	浸水あり
	・大物搬入口 ・入退域ゲート ・機器ハッチ	・大物搬入口 ・1号機との連絡通路 ・機器ハッチ ・D/G 給気ルーバ	・大物搬入口 ・入退域ゲート ・D/G 給気ルーバ	・大物搬入口 ・3号機との連絡通路 ・機器ハッチ ・D/G 給気ルーバ ・ブロック開口
地下1階	O.P.+1.9m	O.P.+1.9m	O.P.+1.9m	O.P.+1.9m
	浸水あり	浸水あり	浸水あり	浸水あり
	水没、高線量のため 浸水経路調査不可	水没、高線量のため 浸水経路調査不可	水没、高線量のため 浸水経路調査不可	水没、高線量のため 浸水経路調査不可

いずれの建屋も大物搬入口が冒頭に掲げられており、これと並んで入退域ゲート、D/G 給気ルーバ、機器ハッチが浸水経路とされている。その内、大物搬入口が主要な浸水経路となったことは国も主張しているところである⁴。

ア 大物搬入口の構造

次に、主な浸水経路の外観を見ていく。まず、「大物搬入口」について見ていく。

大物搬入口は、工事用の大きな開口部でありシャッター構造となっている。1枚目の写真が建屋の内側から、そして、2枚目の写真は建屋の外側から撮影されている。

⁴ 原審・国の第17準備書面44頁



IF-5 TB 大物搬入口
(内側から)



IF-5 TB 大物搬入口

cf
テロ対策。防護扉

なお、4号機は、本件津波襲来時には、定期検査中であり大物搬入口が開放されていた⁵。

イ 入退域ゲートの構造

次は、入退域ゲートについて見ていく。入退域ゲートは、人の出入り用の開口部

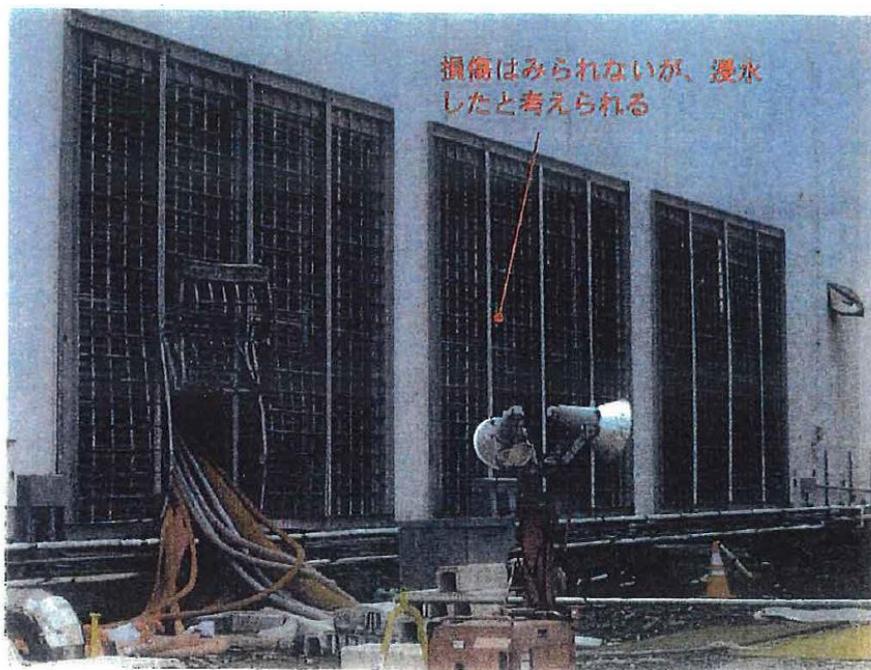
⁵ 「原発再稼働最後の条件 『福島第一』 事故検証プロジェクト最終報告書」(甲ロ40号証145頁・99頁)

である⁶。



ウ 給気ルーバの構造

次は、給気ルーバを見ていく。給気ルーバは非常用ディーゼル発電機のための換気のための設備である⁷。



第4.1.2-11図 建屋地上開口の状況

(3号機タービン建屋北側 ルーバ開口 平成23年5月31日撮影)

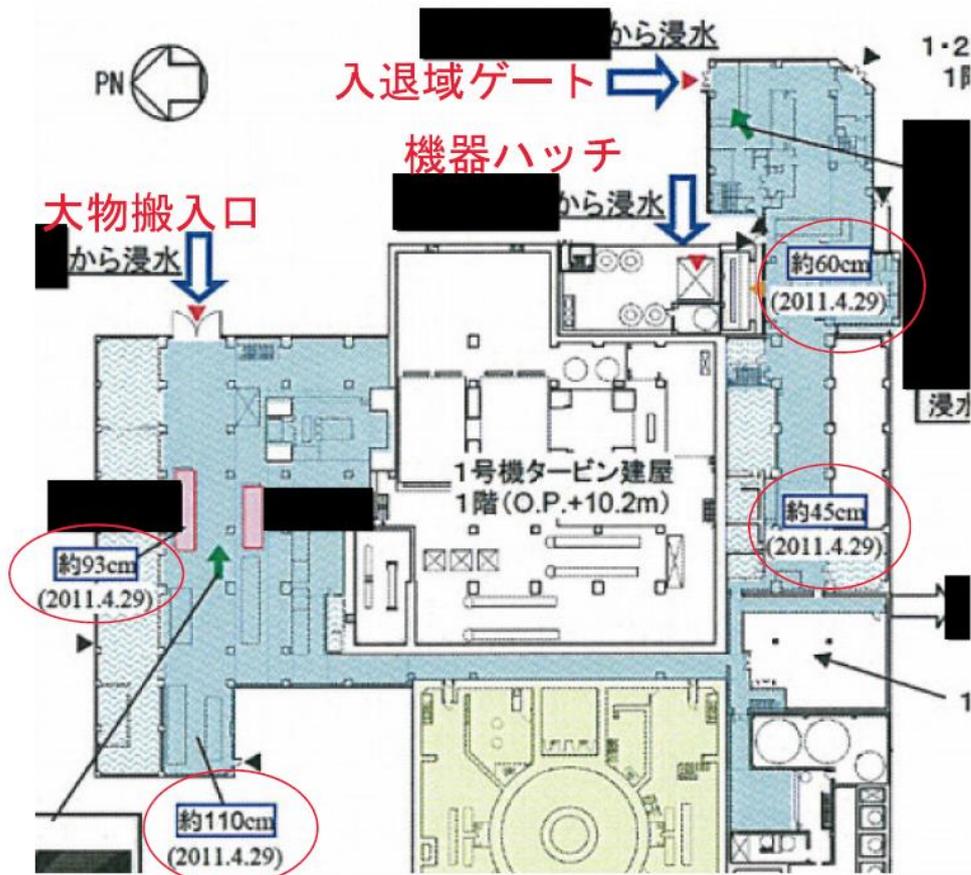
6 「大物搬入口」及び「入退域ゲート」の4枚の写真は丙ロ15号証の1・溢水勉強会による福島第一原発・5号機の現地調査の際のものであるが、1号機から4号機の入退域ゲートも同様の構造と考えられる。

7 甲ハ95の2上津原勉証人調書・資料16・通し頁の129頁

(3) タービン建屋周囲の浸水深と内部における浸水状況の対比

ここからは、1号機から4号機までの各タービン建屋ごとに、建屋周囲の浸水深を再確認しながら、浸水経路と各建屋の1階内部の浸水深を見ていく。

ア 1号機のタービン建屋周囲の浸水深と建屋1階の浸水深の対比⁸



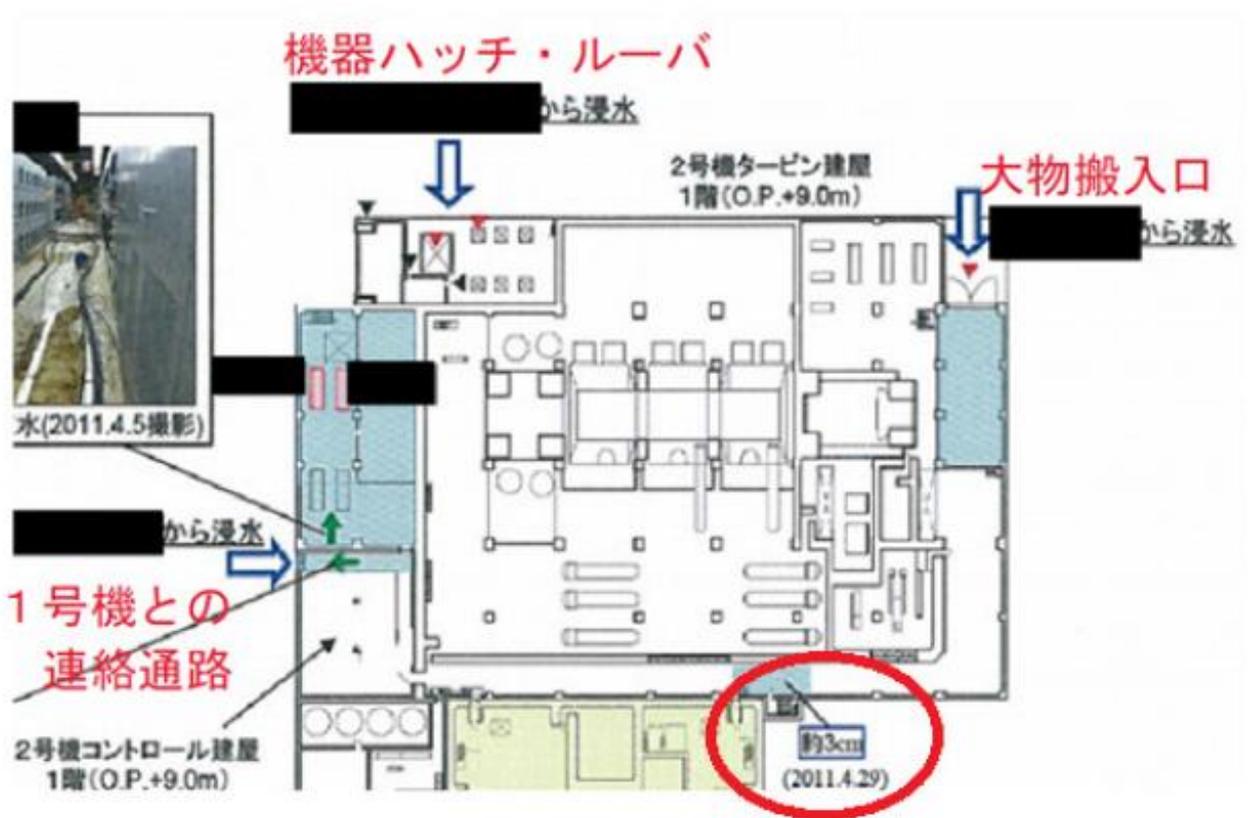
1号機周囲では2 m以上の浸水深となっているのに対して、建屋内1階の浸水深は、大物搬入口の前方で約93 cm、さらにその前方の行き止まりとなっている建屋西方位置（大物搬入口と正反対）において110 cm程度である。右上の「入退域ゲート」からの浸水は、入って直ぐの辺りで約60 cm、奥まで進むと約45 cmである。

なお、白い部分は浸水しなかったことを表しており、中央の広い部屋への浸水は

⁸甲ロ74号証の1・4-43頁。なおマスキング部分は甲ハ95の2上津原勉証人調書・資料18により補充。以下、マスキング部分の補充はいずれも同証人調書添付資料による。

なかった。

イ 2号機のタービン建屋周囲の浸水深と建屋1階の浸水深の対比⁹。



2号機周囲の浸水深は、4～5mであった。

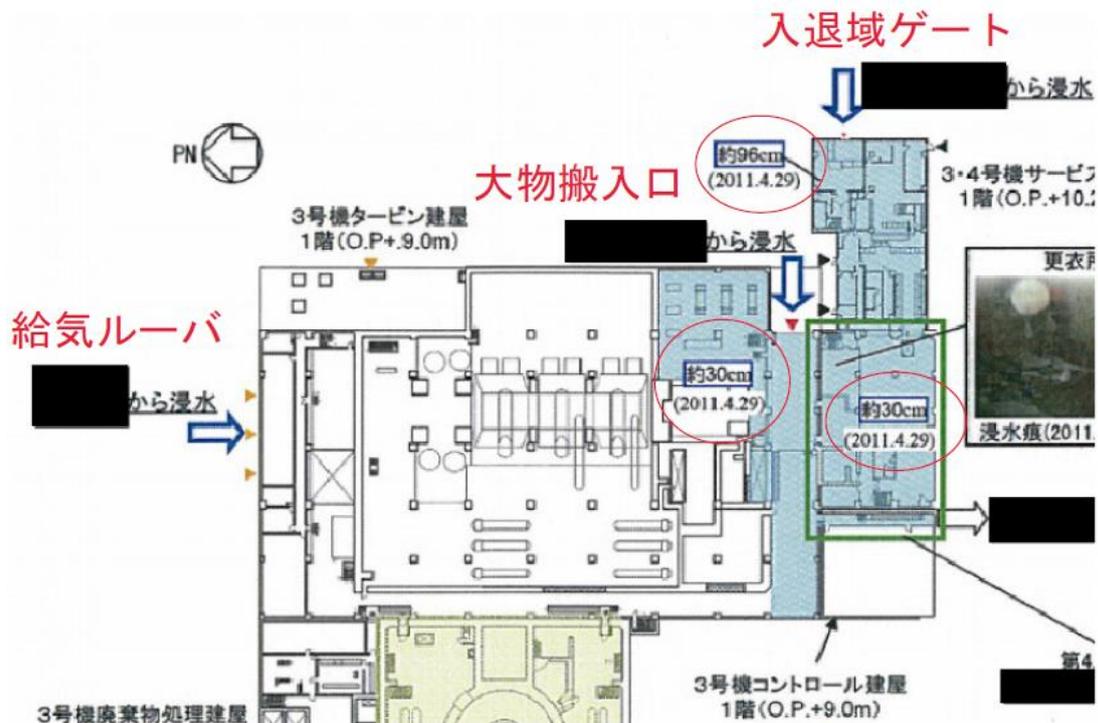
これに対して、タービン建屋1階についてみると、浸水深は明示されていないが「大物搬入口」からの浸水は狭い範囲にとどまる。また建屋西側の浸水は約3cmにとどまる。「1号機との連絡通路」からの浸水については、流入元となった1号機の浸水深が約45cmなので同程度にとどまるものといえる。

全体としてみると、浸水があったのは1階の一部に限られ、中心部の広い部屋をはじめほとんどの領域で浸水はなかったことが確認できる。

ウ 3号機のタービン建屋周囲の浸水深と建屋1階の浸水深の対比¹⁰。

⁹ 甲ロ74号証の1・4-44頁

¹⁰ 甲ロ74号証の1・4-45頁



3号機では周囲の4～5mの浸水深に対して、入退域ゲート付近で局所的に96cmの浸水深となったが、主要な浸水経路とされる大物搬入口からの浸水によってもたらされた浸水深は約30cmに過ぎなかった。

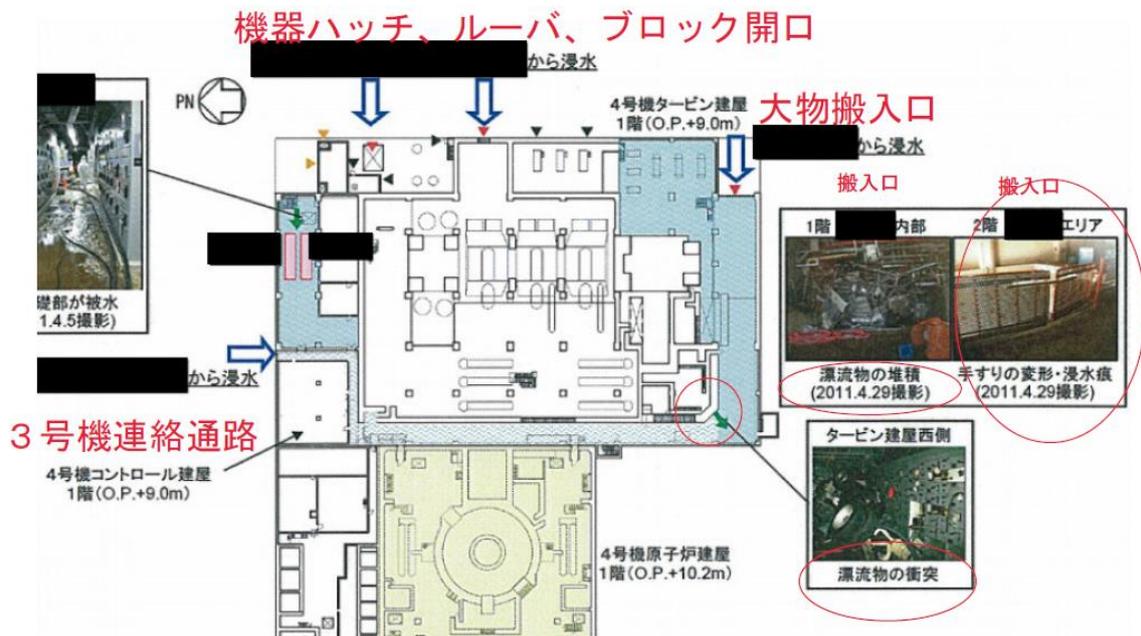
全体としても、中心部の広い部屋を含め広い範囲において浸水はなかった。

なお、これまで確認してきた1～3号機を通じて、いずれにおいても、タービン建屋内部に漂流物が入り込むことはなかった¹¹。

エ 4号機のタービン建屋周囲の浸水深と建屋1階の浸水深の対比¹²。

¹¹ 甲ハ95の2上津原勉証人調書・資料18～20

¹² 甲ロ74号証の1・4～46頁



4号機は、本件事故のとき定期検査中で、大物搬入口が開放されており、そこから津波が^{まとも}真面に流入した。

4号機の2階の床は、1階の床面から約7mの高さがある¹³。図面右側にある写真によって、搬入口エリアの2階部分の手すりの変形や浸水痕が確認できる。つまり大物搬入口から流入した津波は、1階床面から高さ約7mの2階まで駆け上がり、手すりを変形させるほどであったことが分かる。建屋周辺の浸水深は、約5.5mだったので、それより高く駆け上がったことになる。

また、1～3号機と違い、大物搬入口が開放されていたため、建屋内部に大量の漂流物が流入し堆積することとなった。

なお、2階まで津波が駆け上がっている一方で、中心部の部屋を含め、かなりの領域が浸水していないことも確認できる。

(4) 結論

以上、各号機ごとに浸水経路や浸水状況を確認してきたが、ここから言えることは、以下のとおりに整理できる。すなわち、

第1に、建屋の駆体部分（外壁）は本件津波に耐えたこと、

¹³ タービン建屋内部への浸水経路を整理した前記一覧表の4号機2階の部分参照

第2に、建屋の外部と内部の浸水深の違いを見ると、主要な浸水経路となった「大物搬入口」、「入退域ゲート」は、津波対策が全く講じられていなかったにも関わらず一定の防護機能を果たしていたこと、したがって仮に水密化による防護措置が講じられていればかなりの防護機能が期待でき1階への浸水を防ぐことができたと考えられること、

第3に、さらに地下階への直接の浸水経路となったと想定される「給気ルーバ」と「機器ハッチ」について水密化措置を講じていれば、全体として建屋内部への浸水を防ぐことが十分に期待できたことである。

さらに、

第4に、仮に一部において建屋内部への浸水が生じたとしても、建屋内部の間仕切り壁がかなりの防護機能を果たしたことからすれば、配電盤等が設置された部屋について水密扉の設置等の水密化措置を講じていれば、配電盤等の被水を防止することは可能だったと考えられる。

第3 陸上構造物に作用する津波の「波圧・波力」の評価式は本件事故前には朝倉式等として広く一般的に用いられていたこと

前述のとおり、一審被告国は、令和元年10月4日第10準備書面で、「一審原告らの主張は、朝倉式の正しい理解を欠くものであって、失当である」と主張するので、まず「波圧・波力について」述べ、次に「朝倉式の算出方法と適用範囲」について述べる。

1 波圧・波力について

(1) 「力」と「圧力」の定義

「力」は物体の運動状態を変化させる原因であり、動かされる物体の質量と加速度の積で表される。1 kgの質量をもつ物体に 1m/s^2 の加速度を生じさせる力は、国際単位系における単位では、1 Nとなる。Nは、「ニュートン (Newton)」と呼ばれる。

津波波力は、津波により構築物に作用する水平方向の力を指し、「kN」（1000N）を単位とする。

「圧力」は、物体を押す力であり、単位面積あたりの力で表す。

津波波圧は、津波により構築物に作用する水平方向の圧力を指し、「kN/m²」（1000N/m²）を単位とする。

(2) 「気圧」と「水圧」の単位

気圧とは大気が海面又は地面を押す圧力のことである。空気も物質であるため、質量があり、地球の重力を受ける。地球を覆っている大気の層によって、海面又は地面では圧力がかかる。気圧のもともとの意味は「海面における大気圧」であるが、場所や気象条件によって異なるので、海面での大気圧の標準の値として、高さ76cmの水銀柱の圧力を「標準大気圧」と決め、この値を1気圧と定義した。水銀の密度13.5951g/cm³である。従って、高さ76cm、底面積1m²の水銀柱の質量は1.033227×10⁴kgとなる。重力加速度は9.80665m/s²である。圧力は1m²当たりの力（質量×重力加速度）なので、1.033227×10⁴×9.80665kg・m/s²/m²=1.01325×10⁵N/m²=1013.25×100N/m²となる。

現在、大気圧の単位はパスカル（Pa）であり、1パスカルは1N/m²である。h（ヘクト）は100を意味するから、1ヘクトパスカルは100パスカルである。パスカルで表せば、1気圧は1013ヘクトパスカルとなる（小数点以下は省略）。

水圧は水の圧力であり、1気圧では10mの水柱となる（小数点以下は省略）。台風の気圧が1気圧よりも10%少ない912ヘクトパスカルになれば、海面を押す力は減り、海面は1m上昇することになる。これが高潮である。

(3) 「静水圧」について

静水圧とは、水が静止状態にあるときに、水が物体に与える圧力のことである。静止流体の中の面に働く応力はその面に垂直な圧力だけであり、流体内の

任意の一点における圧力はすべての方向に対して等しい。圧力を「P」とすると

$$P = \rho gh$$

ρ 水の密度 蒸留水の密度は1グラム/cm³ = 1000 kg/m³
 g 重力加速度 9.80665 m/s²
 h 物体と水面の距離 m

従って、1 mの浸水深の津波が来た場合、その静止圧は、10 kN/m²となる。

一方、動水圧とは、運動している水における水圧のことであり、下記の通りとなる。

$$P = 1/2 \times \rho \times v^2$$

v 速度 しかし、その測定は困難である。

2 朝倉式の波圧算出方法とその適用範囲

(1) 海中構築物に作用する津波波力の評価式

津波の波力に関する研究は1960年代から盛んに行われ、防波堤などの海域部に位置する構築物に作用する津波波力の算定には、谷本勝利ら(1984)が提案している設計式があり(「1983年日本海中部地震津波における津波力と埋立護岸の被災原因の検討」, 第31回海岸工学講演会論文集257~261頁), 日本港湾協会「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(2007年)に採用されている。

波長の長い津波先端部が短周期の複数の波に分裂(ソリトン分裂)しながら段波形状になった波状段波が発生する場合には衝撃段波波力が大きくなるが、それに対応した津波波力の評価式としては、修正谷本式(2005年)がある。

(2) 護岸を越流して陸上構築物に作用する津波波力の評価式~「朝倉式」

ア 広く使用されている朝倉式

護岸を越流して陸上構築物に作用する津波波力を、陸上に対象構築物がない場合の進行波の最大浸水深の3倍に相当する静水圧とする評価式(「護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究」, 朝倉良介他, 海岸工学論文集, 第47巻(2000年), 土木学会, 911~915頁)(丙ハ第194号証)

が広く一般的に用いられてきており、津波避難ビルのガイドライン（内閣府、2005年）にも引用されている。

朝倉らは、鹿島技術研究所の中型水路（長さ60m、幅0.7m、高さ1.5m）を用いて「2次元水理模型実験」を行って、直立護岸を越流する津波波力の評価式を提案した。

水深92cmの一樣水深部で水路に波（正弦波）を発生させ、傾斜勾配を持った水路を進んだ波が直立護岸を乗り越えて背後の陸上部（水平部）を進み、更にその背後の勾配部に至って方向を変えて戻り、戻らない波は陸上部の後ろの貯水タンクに流入するというものである。

波条件（波高と周期）を決める毎に、まず、陸上部に構造物を設置しない条件で遡上実験を行い、遡上水深と遡上速度を測定し、次に陸上部に構造物の模型を設置して実験を行い、構造物に働く波圧・波力を測定した。

結論としては、

- ★ 護岸を越流して構造物に作用する波圧分布は、構造物が存在しない場合の遡上水深のみで評価することが可能である。
- ★ 非分裂波（ソリトン分裂のない波）の場合には、波圧は、遡上水深に相当する静水圧のa倍とすれば、aは最大で3となる。3と評価すると、すべての実験値を包絡することができる。

津波の静水圧は、 ρ （水の密度） \times g（重力加速度） \times h（浸水深）であるから、津波波圧は、それに係数a（以下、「水深係数」という）をかければよいことになる。

$$\begin{aligned} \text{★ 津波波圧} &= \text{水深係数} \times \text{水の密度} \times \text{重力加速度} \times \text{浸水深} \\ P &= a \times \rho \times g \times h \end{aligned}$$

ただし、ソリトン分裂の場合、非分裂波と比べて、津波波圧は約20%大きいと考えられた。

イ 流速を考慮する必要がある場合の評価

流速を考慮する必要がある場合は「フルード数 Fr」を用いる。

フルード数 Fr とは、もともと船舶関連業界で使用されていたものである。船舶が進行するときには造波によって抵抗を受けるために、その造波抵抗を計算するときに用いられるもので、「U」を船の速度、「g」を重力加速度、L を船の長さとするとき「 U/\sqrt{gL} 」で表される。

流体では、「v」を流体の表面近くの速度、「g」を重力加速度、「h」を水深とすると水の長波の速度は（ \sqrt{gh} ）となるから、フルード数 Fr を v/\sqrt{gh} とする。

朝倉は、最大遡上水深を「 η_{max} 」、最大遡上流速を「 v_{max} 」として、

$$Fr = v_{max}/\sqrt{g\eta_{max}} \text{ で表した。}$$

こうすると、水深係数 a は、フルード数 Fr に依存することがわかる。たとえば、津波の周期が短いときにはフルード数 Fr は 1.5 以上で最大 3 程度であるが、周期が非常に長くなると、陸上部への遡上現象は準定常状態となり、水位は静的に上昇して下降するので、遡上水深に対応する圧力水頭（水の持つエネルギーを水柱の高さに置き換えたもの）とその地点での波圧が等しくなり、a は 1.0（静水圧）に近くなる。フルード数 Fr でいえば、0 に近づくと、a は 1 に近づき、波圧は静水圧に近くなるということである。

水深係数 a とフルード数 Fr の関係について朝倉らは、2002 年、次の式を提案した。

$$a = 1.0 + 1.2Fr (\pm 50\%) \quad (0.1 \leq Fr \leq 1.6)$$

この式は、実験結果のばらつきが非常に大きいことを示している。

- (3) 内閣府の「津波避難ビルガイドライン」（2005）は朝倉式を採用した
ア 津波波圧の算定式

内閣府は、「津波避難ビルガイドライン」（2005）を作成した際に、構造設計用の進行方向の津波波圧として、これを応用して下記のように定めた。
底では、「a」（水深係数）については、フルード数の如何にかかわらず、全

データを包絡できる値として「3」を採用した。

なお、東日本太平洋沖地震による津波襲来の後、東京大学生産技術研究所及び独立行政法人建築研究所が建築物被害の調査を行い、2011（平成23）年11月17日、国土交通省住宅局及び国土技術政策総合研究所はそれを踏まえて、「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」（甲ハ101号証）を添付した「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る技術的助言」を公表した。そこでは、水深係数 a は3に固定せず、「津波を軽減する効果が見込まれる場合」には、2又は1.5にしてもよい、とした。

以下は、「暫定指針」に記載されている式及び、水深係数 a の要件である。

(1) 津波波圧算定式

構造設計用の進行方向の津波波圧は下式により算定する。

$$qz = \rho g(ah - z) \quad (4.1)$$

ここに、

qz : 構造設計用の進行方向の津波波圧 (kN/m²)

ρ : 水の単位体積質量 (t/m³)

g : 重力加速度 (m/s²)

h : 設計用浸水深 (m)

z : 当該部分の地盤面からの高さ ($0 \leq z \leq ah$) (m)

a : 水深係数。3 とする。ただし、次の表に掲げる要件に該当する場合は、それぞれ a の値の欄の数値とすることができる。(注：この係数は、建築物等の前面でのせき上げによる津波の水位の上昇の程度を表したものでない。)

	要件	a の値
(一)	津波避難ビル等から津波が生じる方向に施設又は他の建築物がある場合 (津波を軽減する効果が見込まれる場合に限る)	2
(二)	(一)の場合で、津波避難ビル等の位置が海岸及び河川から 500m 以上離れている場合	1.5

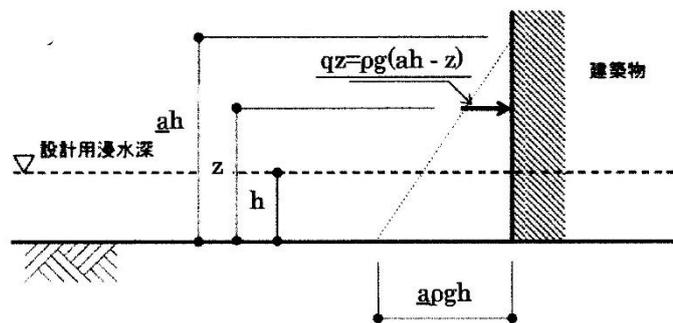


図 4-1 4.1 式による津波波圧

イ 津波波力の算定式

津波波力は、構造物中で津波の圧力を受ける部分、例えば搬入口であれば扉の高さと横幅を考慮して、最小高さ Z_1 から最高高さ Z_2 まで津波波圧を積分し、横幅をかけて計算する。

東日本太平洋沖地震の後の「暫定指針」には、下記の算定式が掲載されているが、これは 2005 年ガイドラインと同じものである。

(2) 津波波力算定式

構造設計用の進行方向の津波波力は、4.1式の津波波圧が同時に生じると仮定し、下式により算定する。

$$Q_z = \rho g \int_{z_1}^{z_2} (ah - z) B dz \quad (4.2)$$

ここに、

Q_z : 構造設計用の進行方向の津波波力 (kN)

B : 当該部分の受圧面の幅 (m)

z_1 : 受圧面の最小高さ ($0 \leq z_1 \leq z_2$) (m)

z_2 : 受圧面の最高高さ ($z_1 \leq z_2 \leq ah$) (m)

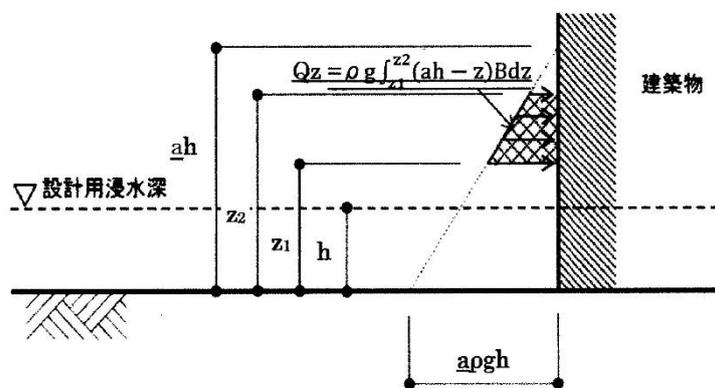


図 4-2 4.2式による津波波力

タービン建屋の大物搬入口のような扉の場合には、 z_1 は扉の最下点、つまり 0 m、 z_2 は扉の最上点である。

3 大物搬入口などの設計は裕度を考えて行われるのが通常である。

(1) 水深係数 3 は過小評価か？

一審被告国は、「当該構造物をモデル化しなければ、当該構造物へ到達した遡上波の構造物による反射によって引き起こされる浸水深の上昇や波力が適切に評価されないことから、通常的设计において、当該陸上構造物をモデル化しないシミュレーション結果に基づき、強度強化扉や水密扉の設計を行うことは、工学的合理性を欠く」と主張する。

確かに、水深係数 a が 3 では足りないという論文が、東日本太平洋沖地震の後、公表されている。たとえば、「陸上遡上津波の伝播と構造物に作用する津波波圧に関する研究」(榊山勉, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 68 巻 201

2年771～775頁)では、立方体を陸上部(水平部)に設置して構造物の両脇に流れが回り込む様子を観察したり、構造物を2列に配列して観察したりした結果、最大波力の発生時刻と進行波の最大水位発生時刻とは一致せず、非分裂波の条件でもフルード数Frが大きいときは水深係数は3～3.8になることがあることが報告されている。

そこでは、下記が提案され、速度依存が大きいことが示されている。

$$a = 1.0 + 1.4Fr \quad (-22\% \sim +12\%) \quad (0.0 \leq Fr \leq 2)$$

また、有村剛は「平面2次元津波遡上計算結果を用いた津波波圧算定方法の提案」(土木学会論文集B2(海岸工学)68巻2012年781～785頁)において、「朝倉の式では過小評価となることがある」として、浸水深が時間に依存することを考慮し、また、運動量保存法則に基づく圧力を加えて下記評価式を提案した。

$$P(z, t) = \rho g \{h(t) - z\} + \rho u(t)^2$$

(2) 今村文彦氏の計算

今村氏は、意見書(丙ロ第100号証)において、1号機タービン建屋の東側(海側前面)の波圧計算をしている。

東日本太平洋沖地震による津波について、今村氏は、「最近私たちが行った修正波源モデルに基づく数値計算(遡上解析)の結果によると、1～4号機前面では浸水深約2～5mが記録された地点における遡上津波の流速は、最大で秒速4mを超える数値となりました。具体的には、1号機タービン建屋大物搬入口、1号機タービン建屋非常用ディーゼル発電機外気吸気ルーバー・排気ファン、2号機タービン建屋大物搬入口で、いずれも秒速4mを超える流速があったことが推定されました。その浸水深と流速から、最新の波圧算定式(例えば、有光ら2012)を使って、1号機タービン建屋前面での津波波圧を概算してみると、58kN/m²となります。」と述べている(意見書55頁)。これは、浸水深のほかに流速を考慮した計算である。

一方、一審被告東電の2008年試算については、「1～2号機タービン建屋海側前面の浸水深を読み取ってみると、おおむね1mくらいであると考えられますが、これを朝倉らの式にあてはめて、1号機タービン建屋前面での津波波圧を算出した場合、約30kN/m²となります」という。これは、浸水深を1mとすると、静水圧は10kN/m²となるので、それに水深係数3を掛けて波圧を出したものである。

今村氏は、「本件事故前に提案されていた評価式で評価した波力に基づいて構造物を設計施工した場合に、その構造物が本件津波の荷重に耐えられたはずだと断言するのは困難です。」（意見書51頁）、「本件事故前の知見に基づいて、朝倉式を用いて波力評価をしたうえで水密扉・強化扉を設計した場合、その水密扉・強化扉は、本件津波の波圧に耐えられなかった可能性がある」（55頁）等という。これは、2008年試算による浸水深を1mとして計算した「約30kN/m²」の波圧と、東日本太平洋沖地震の際に1～2号機を襲った津波を計算した「58kN/m²」の波圧を比較して出した結論のようである。

(3) 今村氏の意見書に存在する重大な疑問

しかし、この意見書にはいくつかの重大な疑問がある。

第一、今村氏は、東日本太平洋沖地震による津波に関し、1号機タービン建屋前面の水深約2～5mとする。本件事故前に一般に使用されていた朝倉式を採用すれば、浸水深2mの場合の波圧は60kN/m²であり、浸水深3mの場合の波圧は90kN/m²、浸水深5mの場合の波圧は150kN/m²である。今村氏が計算した58kN/m²は、浸水深2mとした場合には、水深係数3を掛ければ、朝倉式がカバーする範囲内に収まっている。本件事故前に強化扉・水密扉を設計施工した場合には、朝倉式を使ったであろうが、朝倉式を使うことに何の問題もない。むしろ推奨されるべき考え方であった。

従って、問題は、タービン建屋の大物搬入口に使用する強化扉・水密扉を設計する場合に、今村氏の言うような「1mの浸水深」とするのが妥当であった

かどうか、ということになる。

第二に、そもそも2008年試算で、1号機タービン建屋前面の浸水深が1mだったかという疑問がある。計算の結果を記載した図は1～2mを示すのではないだろうか。

第三に、これが根本的問題であるが、2008年試算のような一つの試算を行った場合、その試算が最大限の値であるかという疑問である。一つの波源を考えて（パラメータスタディを経て）算出した結果が4号機南側で15.7mの高さになったということであるから、想定した波源の位置を変えれば、また、複数の波源が連動するという可能性が存在することを考えれば、1号機タービン建屋前面の浸水深は1mではなく、5.7mを想定するのが科学的なやり方である。

第四に、実際に水密扉・強化扉を設計施工する場合には、O.P.+10mの敷地に到来する津波高さを15.7mと考え、つまり浸水深を5.7mと考えて設計するのが、技術的に見て合理的な思考である。

(4) 自然現象のばらつきを考慮して安全率を高めて設計するのが工学的な配慮である

一審被告国は、第10準備書面24～26頁で、「(1ないし3号機のタービン建屋東側(海側)は)共用プール建屋からおよそ500メートル程度距離があり、浸水深が1メートル程度と評価されている1及び2号機タービン建屋東側(海側)外壁等の箇所まで、一律に、共用プール建屋付近の5メートルの浸水深を基準として、これに朝倉式を適用して150kN/m²の外力を前提として水密化が検討されるべきであったなどとするのは、およそ工学的な合理性がない」「共用プール建屋付近(津波による外力を評価する位置)の周辺には、津波の進行を阻害する4号機タービン建屋が設置されているし、遡上波をせき止めるようなのり面もある」「朝倉式は、津波波力の評価地点前方や後方に障害物が実際に存在しない場合の遡上解析に適用されるものであるから、平成2

0年試算における遡上解析により共用プール建屋付近の最大浸水深が5メートル以上を表示したからといって、これを波圧算定式に代入しても、共用プール建屋の推定波圧の最大値として意味のある数値にはならない」などと主張する。

後藤政志氏・筒井哲郎氏は、「自然現象の予測は誤差がつきものであるから、対策は一意的正解があるといった性格のものではなく、多重防護の思想に基づいて行うべきである。1998年3月に津波防災に関連する七省庁が各自治体に通知した「太平洋沿岸部地震津波防災系画手法調査報告書」および「地域防災計画における津波防災対策の手引き」（以下、「七省庁手引き」という）には、既往最大津波高さにとらわれず、可能性のある津波高さを想定するよう求めている。そして七省庁手引きの作成に係った通産省顧問の首藤伸夫・東北大教授と阿部勝征・東大教授は「精度は倍半分」と発言しており、電事連は2000年2月に「津波に関するプラント概略影響評価」を電事連の「原子力開発対策委員会総合部会」に報告している。その内容は、19原発57基について、解析誤差を考慮して、想定値の1.2倍、1.5倍、2倍の津波高さで原発が同影響を受けるかを調べている（添田孝史『原発と大津波 警告を葬った人々』岩波新書、2014年、pp. 21-31）。」（意見書（3）5頁）。

更に、後藤政志氏と筒井哲郎氏は「水密化の仕様は、予想される津波高さによる水圧に対して設計するが、強度計算においてはつねに安全率を2～4倍に設定する。2008年東電推計では、敷地南側の津波高さは地盤から5.7m（0.P.+15.7m）と予想されているので、仮に浸水深（地面から津波の最高高さまでの距離）を5mとして設計しても、2倍の10mの浸水深となる津波（0.P.+20m）の波圧は十分に安全率でカバーされるので、構造強度およびシール性を保つことができる。自然現象の予測にはばらつきがあるので、この程度の余裕を織り込むことは、設計者として当然の配慮である」（意見書（1）17頁）。「水密扉の設計は、最大水圧を想定して扉全面がその圧力に耐える強

度を持たせるのが普通で、微妙な圧力分布を追及しても経済的になるわけではない。防潮堤の高さを想定するのと同様に、誤差を含んだ最大水位を仮定して、その高さで減速することなく、扉に津波が押し寄せると仮定して設計しても、実用上はさして不経済になるわけではない。自然現象の想定には大きな誤差がつきものであるから、その程度の余裕を持たせることがむしろ適切である。」

((意見書(3)5頁)

一審被告東電の2008年試算は、確かに一つの試算である。地震津波を引き起こすモデルとして、一つの波源を考えて、パラメーターを少しだけ変更したパラメータスタディを行って出した試算である。しかし、自然現象は計算通りには起きないものである。自然は本質的に複雑系であり、不確かさがあり、人智を超えた存在である。「津波がO.P.+10m盤を乗り越えてタービン建屋等に襲来した場合にそれを防ぐ水密扉・強化扉を設計施工する場合、試算よりも大きな負荷がかかってもそれに耐えられるように設計するのが安全裕度の考え方である。一審被告国の主張はそれを無視した考え方である。」

第4 障害物の衝突について

一審被告は、大型の漂流物が衝突することによる水密化扉等の損傷及び建屋内への大量の海水流入の可能性を指摘しているため、この点についても反論する。

1 漂流物による衝突力の試算

- (1) 本件津波が発生するまでに、提案されていた漂流物による衝突力算定式はいくつもある。流木については、「流木衝突力の実用的な評価式と変化特性」(松富英夫, 土木学会論文集, No. 621/1999) (なお, 松富らは, 流木衝撃力に関する論文を1993年と1994年に発表している) や「陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究」(池野正明ら, 海岸工学論文集, 第50巻, 2003) 及び「津波による漂流木のコンクリート壁面破壊に関する

る大規模実験」（有川太郎ら，海岸工学論文集B2，VOL66，2010）があり，コンテナについては，「遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験」（有川太郎ら，海岸工学論文集，第54巻，2007）がある。船舶については，海洋架橋調査会は算定式を提示している（1978）。確かに，本件津波のあとになってからは，軽自動車についての実験も行われており（高島ほか，2015），今村氏が述べるように，自動車については「衝突力算定式の適用は難しい」と記載されている。

- (2) 漂流物については，日本原子力技術協会が2007（平成19）年7月に「原子力施設における台風等風水害の考え方について」を公表し，大雨・津波・高潮などの水害においては，「浮遊物による設備破損」を掲げている。浮遊物となりうるものとして，「工事資材，仮設足場，自動車，自転車，木，ケーブルダクト，マンホール蓋等」を指摘し，「想定を超える風水害への対応」も考慮する必要性が増加している，としている。

2 後藤氏・筒井氏は「工学的余裕を持たせた設計」を推奨する

- (1) 後藤政志氏は，三井海洋開発株式会社において，海底石油掘削リグ棟の海洋構造物の設計に従事しており，高潮，津波，台風等の気象に伴う負荷に対して海洋構造物をいかに設計するか，深い経験と知識を有している。

後藤政志氏と筒井哲郎氏は，意見書（2）において，「厳密な科学的解析ができなくても，工学的に余裕のある設計を行って，当面の目的を達しているのが工業設備の通例である」ことを前提として，次のように述べている。

「漂流物についても，同様の工学的余裕を持たせればよいのである。

津波の遡上に対する考え方が未成熟だという意見についても，工学的判断を躊躇することが当然だという誤った科学主義が横行しているわけであり，社会的に実装されて現前する設備の安全性が脅かされているときに，工学的判断を行わないという無作為は倫理的に許されず，そのような態度を取るなら，その設備を解体するのが健全な判断である。

漂流物に対する設計は、漂流物の大きさ（重量）と津波の流速を想定できれば、運動エネルギーが計算でき、それが壁等に衝突する荷重を計算し、それに不確定な要素を考慮して荷重の割り増し係数を設定し、集中荷重として考慮し、波圧と同時にかかるものとして強度計算すればよく、通常的设计と同じだと考えられる。具体的には、漂流物は、周囲のものあるいは遠くから運ばれてくる可能性のあるもののうち、影響の大きそうなものを仮定する。その上で、その漂流物についての体積（縦×横×高さ）に、比重最大1.025（海水に浮くことを考えた場合の最大の比重）を想定すればよい。そして、衝突による比重の割り増しを、例えば1.2程度に設定する。あとは、安全率でカバーすることになるが、安全率は、基準がない場合は、降伏点（物体に力を加えていったとき、物体の変形が急速に増加していくときの力の大きさ）に対して2倍以上とれば十分であろう。

津波の詳細や、まして漂流物などはあくまで想定でしかない。現実には、設計上の仕様条件を定めて、それに対して水密扉も防潮堤も、津波を防ぐ施設として『十分に耐えられるだけの強度』を求めることが重要であり、厳密に確実な設計仕様などは想定できないと考えるべきである。だからこそ、設計仕様を超えた場合の多重防護を選択するのである。

こうして作ったものがどこまで有効かという点は、その設計仕様の慎重な設定と、十分に配慮された構造設計により決まる。それでも残余のリスクは残るが、こうした設計によって、「津波による全電源喪失を原因とするメルトダウン」に至ることは、かなりの確度をもって防げると考える。

事実、海洋構造物の設計では、設計のガイドラインがなくても工学的判断（解析を含む）で実際に構造物を作ってきた。一定の大きな津波がくる可能性が分かっていたときに、工学的な判断で設計することができないというのは、構造設計としてはあり得ない感覚である。このような設計は、流体力学、工業力学、材料力学、構造力学の知識があれば十分である。課題になるのは、津波の大きさ

とか漂流物の仮定だけであり、周囲の物が流されて当たることを想定すればよいことである。もちろん、大型船舶が衝突するような場合には対処できないが、そうした問題は後で検討すればよいので、まずは目前の課題に対して早く対応することである。」

- (2) 漂流物について、一審被告東電は平成24年6月20日付け「福島原子力事故調査報告書」において、「海側エリア（敷地高：O.P. + 4 m）に設置されていたNo. 1重油タンク（大きさ：直径11.7 m×高さ9.2 m，重量：32トン）が津波により1号機原子炉建屋・タービン建屋北側の構内道路（敷地高：O.P. + 10 m）まで漂流するなど、多数の漂流物が確認されている。また、駐車中の車両も多数漂流しているのが確認されている」とされているが、「主要建屋（原子炉建屋，タービン建屋等）について、外壁や柱等の構造躯体には津波による有意な損傷は確認されていない。」とされている。

タービン建屋の大物搬入口が、仮に、波圧や漂流物により大規模損壊したのであれば、大量の海水が建屋内部に入り、地下に流れ下って行ったと思われるが、大物搬入口からそれほど多量の海水が浸入したとも報告されていないから、強化扉・水密扉でない扉であっても、それなりの扉としての機能は果たしていたと考えられている。

とすれば、漂流物による衝突力の計算ができないから、設計できない、というのは明らかにまやかしである。前述した「原子力施設における台風等風水害の考え方について」（日本原子力技術協会）が述べているように、構内をつぶさにチェックして、漂流物となりうる「工事資材、仮設足場、自動車、自転車、木、ケーブルダクト、マンホール蓋等」などを洗い出し、材木やコンテナ、船舶について存在する一応の評価式を応用して衝突力を評価しておくべきである。既存の知識・経験を用いて設計・施工しておけば、本件事故を防げた可能性は高いのである。

第5 地下にある重要機器収納室の扉の水密化について

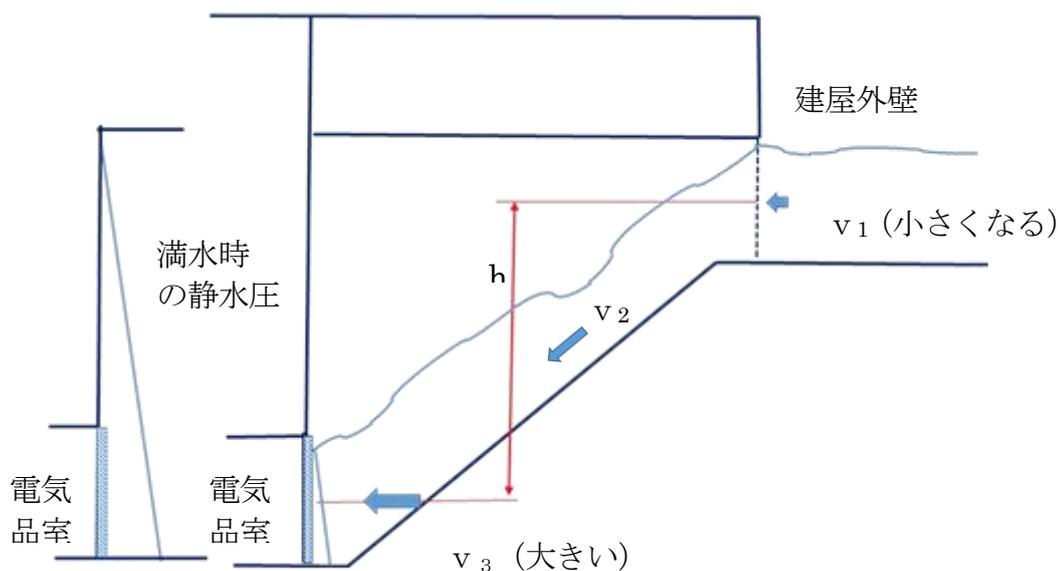
一審被告国は、防潮堤を前提としない場合、建屋地下の配電盤等の設置場所の出入口扉やケーブル等の貫通部の水密化については、本件津波ほどの波力に耐えられる水密性能をもって設備するのは困難であった等と主張するので、この点についても反論する。

1 地下室の扉に対する波圧・波力の計算

一審原告らは、後藤政志氏・筒井哲郎氏の意見書（3）を用いて、以下の通り主張する。

- (1) 「タービン建屋一階入口には強化扉・水密扉を設置するので津波は扉で堰止められる。ただし、潜水艦ではなく、陸上に設置された建物の扉であるから、ある程度の漏水はやむを得ないと考える。「完全な水密化」を求めることは無意味である。しかし、地下にある電気品室の扉を水密化するための設計計算としては、タービン建屋の強化扉・水密扉が機能喪失し、かなりの水量の津波が浸入した場合を考える。

建屋入り口で一旦堰止められて速度が V_1 と低下した水が、建屋一階内に入り、高さ約 7 m にある地下一階に落下すると、水流は落下していくにしたがって、速度を V_2 、 V_3 と増加させ、地下一階の電気品屋の扉に衝突する。流体のエネルギーは、(速度のエネルギー) + (位置のエネルギー) + (圧力のエネルギー) の合計で表されるが、各位置におけるエネルギーの合計は一定（これを「ベルヌーイの定理」という。）である。それぞれのエネルギーを水の深さ・水頭（例えば 7 m というように深さの単位で表す）にして換算して表示すると、速度エネルギーは速度水頭 ($V^2 / 2g$)、位置エネルギーは位置水頭 h 、圧力エネルギーは圧力水頭 ($P / (\rho \cdot g)$) で表すことができる。ここで、 V は流速、 g は重力加速度、 h は高さ、 P は圧力、 ρ は水の密度である。



a 【天井まで浸水したと仮定】

b 【浸水した水の位置エネルギーと流速】

建屋地下1階・電気品室ドアへの浸水の説明図

(2) 一審被告国は、この約7mの位置エネルギーが運動エネルギー（速度水頭）に転嫁されるので、室の扉に流れの衝撃力が加わり壊れてしまうと主張する。しかし、建物内に入ったところの流体のエネルギーは、一旦水が堰き止められて流速が低下するので、ほぼ位置エネルギーの水頭（静水圧）7mであり、地下1階に流れ落ち扉に衝突する直前のエネルギーは、増大した速度 V_3 による速度水頭である。建物入口と室扉の位置でのエネルギーの差 h は、流体の速度をゼロから速度 V_3 まで増加することになる。つまり、位置エネルギー h （7m）が速度エネルギーに転嫁する。扉に衝突すると、速度はゼロになり速度エネルギーは水圧のエネルギーに転嫁され扉に力がかかることになる。この時、仮定を設けて V_3 を計算することも可能であるが、水圧を概算するには、図のaに示すように、地下1階に入った水が天井まで満水になったと仮定して、ドアにかかる静水圧を考慮すれば、室の水密扉は十分耐えられる。

厳密に言えば、水の衝撃荷重が生じるが、これは陸地に遡上した津波が構造物に与える波圧と同様に考えて静水圧に水深係数をかければよい。水が流れ込んでくる過程を詳細に計算することは、多くの仮定を含むことになるので、か

えって不確かな計算になる。

浸水が終了した後の最大の静水圧に対して圧力荷重がかかるものものとして設計しておく方が、はるかに信頼性が高い構造にできる。

(3) ところで、後藤政志氏は下記のように述べている。

「水密扉の設計に関しては、船舶の分野では長い実績がある。船舶においては、浸水した場合に沈没を防ぐために何枚かの水密隔壁 (Watertight Bulkhead) を設置している。その水密隔壁は船の上甲板、船底、2重底上部まで存在しており、船の上甲板からその隔壁の位置までの水深に対する水圧で設計される。船の水密隔壁は、通常時は水圧がかかっていないが、船が衝突や座礁などにより浸水した時に流入してくる水の上限（その区画の上甲板位置）の静水圧に対して壊れないように設計している。事故の際に流れ込んでくる水は位置エネルギーが速度エネルギーに転換し、勢いを持って流れ込んでくるが、最終的には水密隔壁により堰き止められ位置エネルギーに転換して静水圧となって隔壁に加わる。当初流れ込んでくる水の量は限定されており、水密隔壁にかかる動的な荷重も限定的である。

船舶では水圧が最も大きくなるのは、一般的に甲板まで満水になった場合である。水密隔壁には水密扉がついており、甲板まで水が浸水した最悪の状態を想定して水が漏れないように設計が標準化されている。シール材は扉の隙間が一定値以上に変形すると漏れるので、扉に変形を防止する防撓材を付けることで水密化が十分可能である。船舶は損害保険をかける関係上、設計から施工、試験まで安全性、特に浸水安全性に対して審査をする船級協会（日本では日本海事協会、イギリスではロイド船級協会 (Lloyd's Register of Shipping)、アメリカではアメリカ船級協会 (American Bureau of Shipping)）という審査機関が主要な海運国毎にある。船級協会の審査を通らないと損害保険がかけられないので、船級の無い船舶は事実上航海できない。特に、ロイド船級協会は、1760年に設立され、損害保険をかけられるかを審査する初めての機関であっ

た。船舶では、こうした水密隔壁の設計や水密扉の設計は、各国の船級協会でも規定され長い歴史を持っている。」

このような意見は、海洋構造物の設計に長年にわたって従事してきた技術者の意見であり、十分に科学的技術的根拠を有している。

2 一審被告国の主張には根拠がない

一審被告国の、「地下空間における津波の挙動解析手法は現時点でも確立していない以上、その波力を適切に評価できる算定式も存在しないことから、そのような津波波力に耐えられる水密扉を設備することは技術的にも極めて困難であったという」という主張は、技術基準適合命令をだすべき一審被告国の責任を怠ったことを正当化しようとする意図にもとづくものであって、許しがたい主張である。

第6 一審被告国は技術基準省令62号が定める「性能規定」に基づき適合命令を出すべきであって、津波の波圧や浸水継続時間等の諸元の指定は不必要である。

1 一審被告国の求釈明に対して

(1) 一審被告国は、平成30年5月17日付け求釈明書第2.2において、以下の点について、一審原告の釈明を求めている。

防潮堤の設置に係る主張を維持しているのであれば防潮堤に対して、また、①タービン建屋の水密化、②非常用電源設備等の重要機器の水密化、独立性の確保の措置に対して、「加わる津波の波圧や浸水継続時間、津波高さの時間的变化、浸水量の時間的变化等について、どのような数値を前提としているのかを明らかにされたい。具体的にどのような防潮堤（設置場所のほか、規格や素材などの諸元）を設置すべきであったか、具体的にどのような措置（設置場所のほか、規格や素材などの諸元）を設置すべきであったと主張しているのかあきらかにされたい。」給気口の高所配置又はシュノーケル設置、④外部の可搬式電源車の配置について、「具体的にどのような措置（設

置場所のほか、規格や素材などの諸元)を設置すべきであったと主張しているのかあきらかにされたい。」

- (2) しかし、一審被告国が適合命令を出す根拠となる技術基準省令(正確には、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」(昭和40年通商産業省令62号))は、後述するように「仕様規定」から「性能規定」に改正され、2005(平成17)年7月に公布され、2006(平成18)年1月に施行されている。

規制側である一審被告国が一審被告東電に対して行うのは、あくまでも、防潮堤等については「重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋等が、基準津波による溯上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護設備、浸水防止設備を設置すること」を、重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については「浸水の可能性のある経路、浸水口(扉、開口部、貫通口等)を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと」を「要求事項」として掲げて適合命令を発することである。決して、加わる津波の波圧や浸水継続時間、津波高さの時間的変化、浸水量の時間的変化、設置場所、規格や素材等の詳細な数値を挙げることではない。

一審原告らは、一審被告国に対して、「要求事項」を掲げて適合命令を發せよと主張しているのである。本件訴訟において、一審原告らが、上記のような詳細な数値を掲げる必要は全く存在しない。

2 「仕様規定」と「性能規定」の意味と役割

- (1) J I Sは「仕様規格」である。

産業標準化法は、鉱工業品の種類、型式、形状、寸法、構造、品質、等級、成分などを全国的に統一し、又は単純化するための規格である。この規定に基づいて主務大臣が制定する産業基準がJ I S (Japanese Industrial Standards, 日本標準規格)である。製品の規定のうち、クリアすべき具体的な数値を提示するスタイルの規定を「仕様規定」という。

「仕様規定」とは、構造物の材料や工法、寸法を具体的に示した規定のことであり、構造や形状を具体的な材料や寸法で決めているため、適合性の判断は、目視や測定により容易である。

(2) 性能規定

これに対し、構造物が達成すべき性能を規定し、それを実現する手法は製造者に任せるスタイルで定めた規定を「性能規定」という。どのような想定をして具体的な設計仕様を決めたのか、それで要求された性能をクリアできるのかはメーカー側に説明すべき責任がある。規定を性能規定とすることの効果として、「社会への説明性の向上」「国際標準との整合」「設計・施工の自由度の増加による新技術採用の促進」「技術競争力の向上による品質の向上とコスト削減」などが挙げられている。

(3) 仕様規定と性能規定の関係

一般的に言って、施設や設備を設計・施工するときは、まず施設や設備が果たすべき「目標」を定め、次に目標達成に向けて施設や設備が持つべき「性能」を定め、性能達成に向けて「具体的仕様」をつくる。そして、仕様に従って設計した場合に、指示された性能を有しているかどうかをあらかじめ評価し、クリアすれば施工する。施設や設備が完成したら、求められた性能を有しているかどうか検査するのである。

建設・運転に行政庁による規制が存在する場合には、設備を作ろうとする事業者は規制者から「設備を作るのであれば、このような性能を持った設備を設計施工するように」と命じられれば、性能を満たすべく具体的仕様を作り、設計して規制者に提出する。規制者はそれをみて、性能を満たすかどうか審査するのである。仮に、規制者が具体的仕様を示して施設や設備の設計施工を命じるスタイルをとる場合には、知識と経験と人材に欠けた規制者には荷が重すぎるのみならず、他分野を含めた技術の進歩について行けないことになる。

一例をあげると、鉄橋を設計する場合、仕様規定による設計では、与えられ

た設計荷重に対して、応力・変位等を計算し、それらが許容値以内であれば設計が終了する。性能規定では、必要な性能をいかにして設定するか、その性能を保証するためにどのような手順・方法が必要であるか、設計の合理性・最適性をどう担保するか等を調べて具体的仕様を設計する必要があるが、設計自由度が高くなり、新たな設計法・施工法につながる可能性がある。

3 アメリカにおける原子力分野の規制の性能規定化

アメリカのNRC（原子力規制委員会）は、本件事故当時の日本の規制者である原子力安全・保安院と比べて人材も知識経験も圧倒的に豊富であるが、アメリカ機械学会（ASME, American Society of Mechanical Engineers）や電気電子技術者協会（IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers）などの専門職団体が策定した民間規格を、国家技術移転促進法に基づいて積極的に採用してきた。例えば、NRC規則10CFR50.55aで、アメリカ機械学会が定めたボイラー・圧力容器規格を引用しているのである。これらの民間規格は、策定プロセスにおいて、策定メンバーが隔たりのない構成であること、策定手続き（議事を含む）を文書化して公開していること、規格の案文ができた段階で公衆審査にかけて広く意見を取り入れること等、公平性・公正性・公開性等を重視しており、それ故に、信頼性があると考えられているのである。

4 日本の技術基準省令62号の性能規定化

日本の技術基準省令62号においては、従前、設備の構造、材料等に関して要求される具体的な仕様が規定されている条項（いわゆる「仕様規定」）があり、これらについては、原則として、規定されている仕様だけが容認される形となっていた。このため、最新の知見の反映が遅れがちになり、技術進歩への迅速かつ柔軟な対応が困難である等の問題が指摘されてきた。

我が国においても、日本機械学会や日本電気協会などが、公平な検討メンバーの構成による公開された場での検討などを前提とし、公平性・公正性・公開性を重視した活動を進めてきた。

そのような状況を踏まえて、原子力安全委員会・原子炉安全小委員会は、2002（平成14）年7月に、「規制当局が定める技術基準の性能規定化」「規制基準を満たす民間規格の公示」などの提言を行った。2004（平成16）年6月には同小委員会のもとに性能規定化検討会が設置されて、検討がすすめられた。こうした動きを踏まえて、昭和40年通商産業省令62号として定められた技術基準省令の性能規定化は、パブリックコメントを経て、2005（平成17）年7月に公布され、2006（平成18）年1月に施行されたのである。原子力安全・保安院は、省令の解釈についても「性能規定」であることを明示している。これに合わせて、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年通商産業省告示第501号）は廃止された。

原子力安全基盤機構規格基準部は、2006（平成18）年1月に「発電用原子力設備に関する技術的基準を定める省令と解釈に関する解説」を公表した（甲ハ102号証、平成20年3月18日に改定されている）。

これによって、技術基準省令は「性能規定化」基準として、原子力設備に対する機能および性能を要求することにとどめ、その性能及び機能を実際の設備面で表現する方法は、事業者が、仕様規定を定めた学協会規格等があればそれにより、なければ、他分野の知見等をも収集検討して具体的設計を行う仕組みに改められた。

5 「基準津波及び対津波設計方針に係る審査ガイドの制定について」

- (1) 対津波設計の目標は、「発電用軽水型原子炉施設における安全設計審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）の指針2に定める「安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象（洪水、津波、風、凍結、積雪、地滑り等）によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること」であり、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月19日原子力安全委員会決定）の「地震随件事象に対する考慮」に定める「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生す

る可能性がある」と想定することが適切な津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受ける恐れがないこと」である。

電気事業法40条の技術基準適合命令の前提となる技術基準省令62号の4条1項は、2006（平成18）年12月1日時点では、「原子炉施設並びに一次冷却材又は二次冷却材により駆動される蒸気タービン及びその附属施設が想定される自然現象（地すべり、断層、なだれ、洪水、津波又は高潮、基礎地盤の不同沈下等をいう。ただし、地震を除く。）により原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない」と定めている。

技術基準省令は、性能規定となっているのであるから、原子力安全保安院は事業者に対し、「防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置」につき、「原子炉施設の安全性を損なわないようにすること」を要求事項として掲げればよいのである。

- (2) ただし、当時は、まだ、学協会規格としての「対津波設計の仕様規定」は存在していなかったから、原子力安全保安院より要求事項を提示された場合には、事業者としては、防波堤建設に関係する土木業界や船舶業界等、他分野の知見をもとりいれて、具体的な仕様を作り、設計建設する必要があった。なお、防波堤については、後藤智明等が「湾口防波堤による津波波高の低減効果」（海岸工学論文集第38巻，1991年）を、小田勝也等が「港湾における防波堤の津波対策効果に関する考察」（海岸工学論文集第52巻，2005年）を公表し、社団法人日本港湾協会が2007（平成19）年に「港湾の施設の技術上の基準・同解説」を公表していた。船舶については、すべての大型船舶では船体内部は船底から上甲板に達する水密隔壁により多数の水密区画に分割されていて、浸水時にも浸水範囲を限定することで浮力を大きく失わないようにしているところであり、「船舶区画省令」が1952（昭和27）年運輸省令として公布され、そこでは「水密隔壁は隔壁甲板ま

での水高圧力に耐えることができるものでなくてはならない」とされている。

さらに、運輸省は1998（平成10）年に「船舶構造規則（平成10年運輸省令第16号）を定め、それに基づき発せられた「船体の水密を保持するための構造の基準を定める告示」では、「水密隔壁の水密戸は、隔壁甲板までの水高による圧力に対して十分な強度及び水密性を有し、かつ、戸枠が隔壁に有効に取り付けられていなければならない」と規定されている。

- (3) 本件事故後、原子力規制委員会は、2013（平成25）年6月19日、「基準津波及び対津波設計方針に係る審査ガイド」を定めた。対津波設計方針としては、外郭防護と内郭防護に分けている。外郭防護としては、第一に敷地への浸水防止と、漏水（敷地への浸水対策を施したうえでなお漏れる水、設備の構造上、津波による圧力上昇で漏れる水）による重要な安全機能への影響防止を掲げ、内郭防護としては、浸水防止設備として、水密扉、壁・床の開口部・貫通部の浸水対策設備（止水板、シール処理等）を掲げている。

内郭防護については下記のとおりとされている。

規制基準における要求事項等の第一は、「重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること」であり、第二は、「津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策をほどこすこと」である。

浸水防止設備の設計に関する要求事項は「浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること」とされ、設計評価に関する要求事項としては「設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧等）について、入力津波から十分な余裕をもって設定す

ること」などされ、漂流物については、要求事項として「発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。漂流物の可能性がある場合には、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、設備への影響防止措置を施すこと」などが規定されている。

つまり、規制側が行うべきことは、あくまでも、「浸水防止機能が十分保持できるよう設計すること」を要求事項として掲げることである。決して、細かい数値を挙げて設備の設計施工を求めることではない。

6 後藤政志・筒井哲郎意見書（２）における一審被告国への反論

（１） 後藤政志氏・筒井哲郎氏は、２０１８年６月２０日付意見書（２）（一審被告国の求釈明に対して）において、次のような意見を述べている。

「国が、原告に対して、各設備の設計数値を尋ねているのは、工業界の業務遂行手順を無視した的外れの質問である。先ず、東電がこれらの設備を建設する意思決定をした場合には、防潮堤や建物等の設計・建設に携わるゼネコンあるいはメーカーに対する要求仕様書を作れば足りる。

防潮堤であれば、津波高さを決めれば必要十分である。各専門会社（例えばゼネコンの土木工学部門）は、設計津波高さから、静水圧と流れによる波圧に対して強度計算をして仕様を決定する。

一方、水密扉や防水壁などであれば、それぞれの設備について想定する浸水深（当該地点での津波の水位の地表面からの高さ）を決めて要求仕様書を作成すればよい。その意味では、前提とすべき想定津波については、防潮堤の設置と同様、２００８年に試算されたO. P. + 15. 7mの津波と考える。

具体的には、例えば水密化、防水化を施す扉等の設備について、扉等の設備の上端まで浸水することを前提に（つまり地表高さからその設備の上端までを浸水深に設定して）最大限の安全性を考慮して要求仕様書を作成すれば、それを前提に、専門会社が同じく静水圧と流れによる波圧に基づいて計算を

して具体的仕様を決定することになる。水密扉や防水壁の設計施工などは、船舶等をはじめ、これまでに多数の実績の蓄積があるのであるから、設計施工にはさしたる困難は生じない。これらの技術が、長年造船業界や港湾設備の業界で実施されてきた確立した技術であることを認識せずに、いたずらに前例のない困難な設計を要するかのよう論じているのは、産業界の常識を欠落している態度である。

「そもそも、「防潮堤に加わる津波の波圧、浸水継続時間、津波高さの時間的変化、浸水量の時間的変化についてどのような数値を前提としているか」との質問は、何の為に質問してきているか意味が分かりかねる。

構造物の設計、ここでは海洋土木・建築構造物が対象であるが、上記の項目の内、設計に必要なことは、津波高さ、浸水深であり、これが決まれば設計上は全く問題ない。あえて言えば設計津波から波圧を求めることは設計上重要だが、それも既存の設計式で十分であり、その他の時間にかかわる条件は、津波で事故が起きた時に後から事故の検証のため調査するようなもので、強度設計とは無縁な数値である。水密扉の漏れに関しても、浸水深が分かれば仕様を定めることが可能である。何故なら、既に船舶や水門の扉などで十分な実績があるからである。浸水継続時間などは、通常数分から数十分となるが、構造設計上は静荷重（時間的に変動しない荷重）としてかまわないので全く関係ない。津波高さの時間的変化については、これを知って何を設計するのか、意図を図りかねる。むしろ、津波設計で重要なのは、津波による最高水位と引き波時の最低水位の想定である。浸水量の時間的な変化も、常識的に設計では想定しない。浸水しないように設計すればよいことで、多重防護として浸水を止められなかった時に評価するとしても、設計津波の周期を想定し、到来する津波の高さを想定すれば十分である。強度計算においては、到来する津波の継続時間そのものは重要ではない。到来する津波高さについて要求仕様書を作成すれば、専門会社はその静水圧や流れによる波圧に

よって必要な強度等の計算は可能であり、到来する津波の継続時間は具体的な仕様を決定するためには必ずしも必要な情報ではないからである。」

- (2) 後藤政志氏・筒井哲郎氏の上記意見は、東電が「要求事項」を掲げてゼネコンあるいはメーカーに対して設計・建築を依頼する場면을述べているが、規制側である原子力安全保安院が事業者に対して、性能規定である技術基準省令62号に基づいて要求事項書を示して適合命令を発する場面にそのまま当てはまる。

原子力安全保安院は、事業者である一審被告東電に対して敷地に遡上する津波高を示して、「施設の安全機能が重大な影響を受ける恐れがないこと」を要求事項とすればよいのである。防潮堤に加わる津波の波圧、浸水継続時間、津波高さの時間的変化、浸水量の時間的変化などについては、一審被告東電において、検討して具体的な仕様を決めればよいことになる。

従って、一審原告がそれを主張しなければならないという一審被告国の主張は、主張自体失当である。

第7 想定津波に基づいて防護措置を講じていれば結果回避が可能であったこと

想定津波に基づいて津波対策を講じていたら、どのような対策が講じられていたはずなのか、それによって本件事故を回避することができたかについて述べる。

1 想定津波と本件津波の地震規模等の差異を強調する国の主張の誤り

この点に関連して、国は、想定津波と本件津波を対比して、①地震のマグニチュード等の規模が異なる、②敷地への遡上経路が異なる、③浸水深が異なる、④建屋に作用する波圧が異なる、⑤津波の滞留時間と水量が異なる、などを理由として、想定津波を前提とした対策では本件事故は回避できなかったと主張している。

しかし、本件事故は、タービン建屋等の内部に設置されていた配電盤等が被水し機能喪失したことを原因として起ったことは争いが無い事実である。

よって、①マグニチュード等の地震の規模の差異は、タービン建屋等の内部への浸水という本件事故の原因に影響を与えるものではない。

また、②敷地への遡上が、南側からのみか、東側からも遡上するかという差異は、「建屋の水密化」による防護機能に影響を与えるものではない。

そして、④津波の波圧、特に動水圧については、今村証人も指摘するように、③浸水深によって推定・把握されるものである。

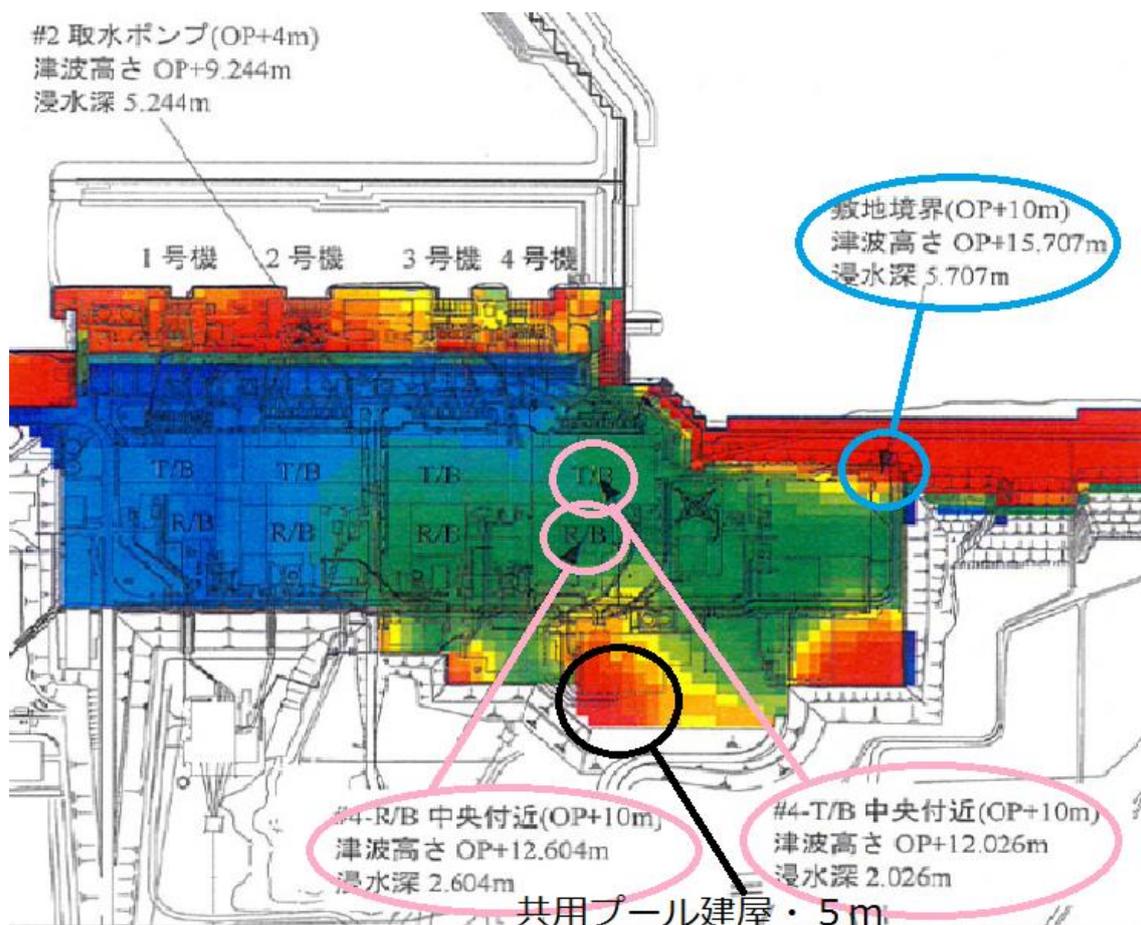
以上より、一審被告国の主張は、想定津波と本件津波の差異を必要以上に強調して、裁判所の判断を誤らせようとしているものと言わざるを得ない。

本件の結果回避可能性については、主に想定津波の示す浸水深に基づく対策によって、本件津波についても事故が回避できたかが検討されるべきものである。

2 想定津波と本件津波は浸水深、波圧において大きな差異はないこと

(1) 想定津波による浸水深

想定津波に基づいて推計される浸水深は、次のとおりである（甲口178号証）。



東電の2008年推計によれば、青丸の敷地南側で5.707mの浸水深となること、また、ピンク色の丸・4号機原子炉建屋で2.604m、同タービン建屋位置付近で、2.026mの浸水深となることが示されている。さらに黒丸の共用プール建屋付近においては、敷地南側と同じ赤色表示となっており、約5mの浸水深が推計されている。

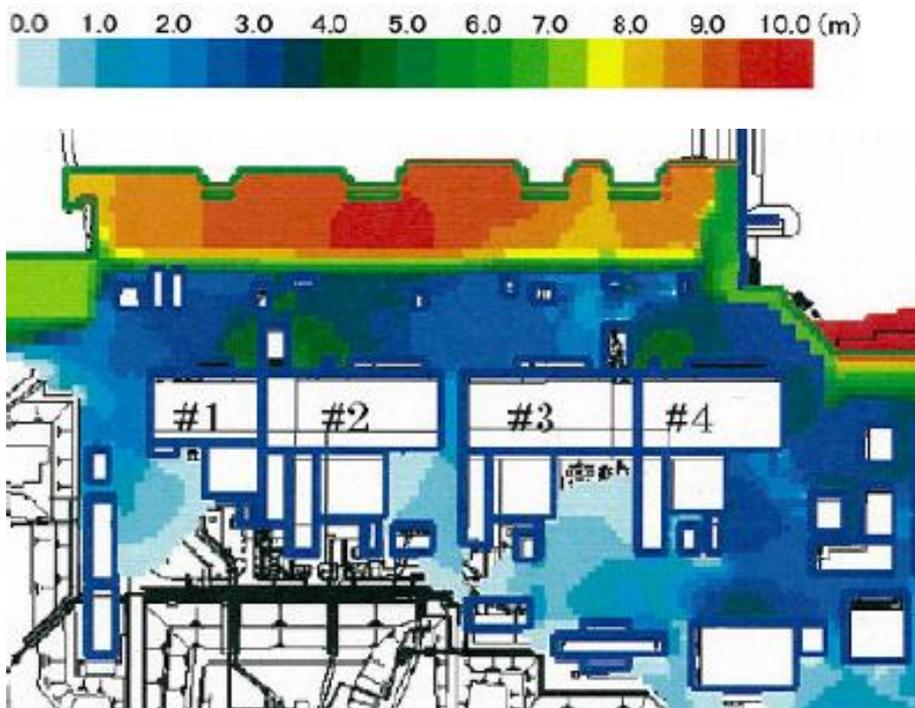
また、この推計は地上構造物がない更地状態を前提とした推計にとどまる。仮に4号機のタービン建屋・原子炉建屋の存在を想定すれば、敷地南側からの津波の流れがこの建屋によって堰き止められることとなり、浸水深がさらに増幅されることは容易に理解できる。

以上より、想定津波による浸水深は敷地南側で約5.7m、共用プール建屋付近で約5m、(堰き止め効果による増幅前の推計として)4号機付近で約2.6mに達しており、本件津波の浸水深5m程度と大きく異なるものではない。

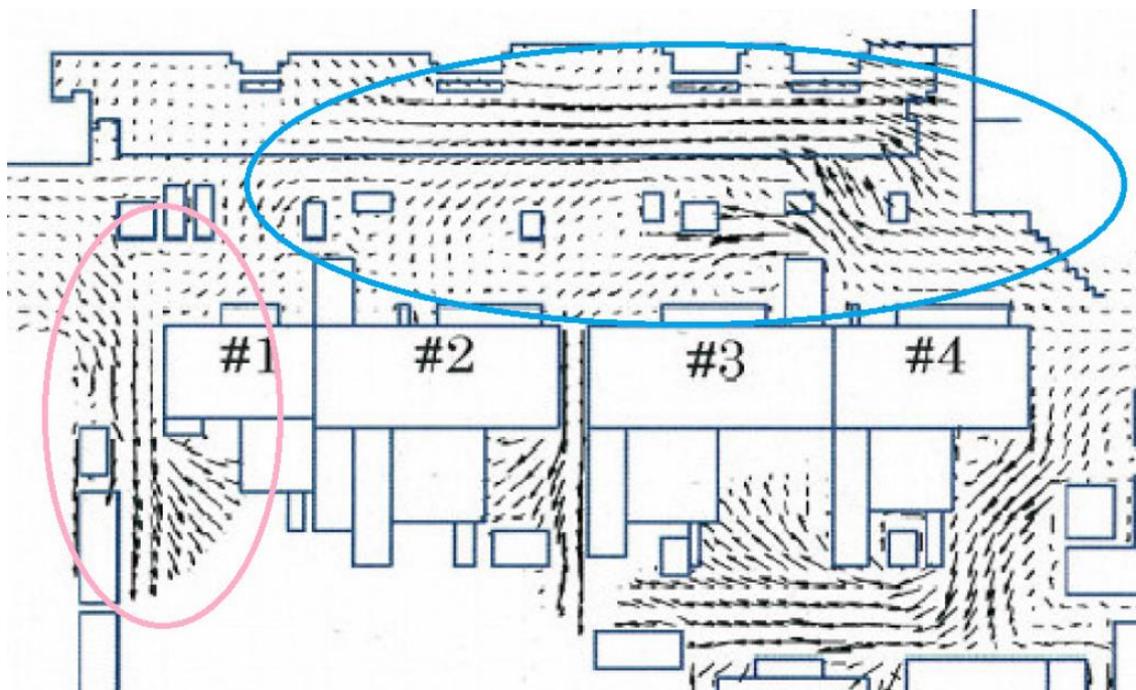
(2) 流況の差異について

一審被告国は、想定津波が敷地南側からのみ遡上したのに対して、本件津波は敷地南側だけではなく東側からも遡上した点が異なるとして、海水の流れの向きと強さの差異を強調している。

しかし、本件津波を東電が解析した結果によれば、1～3号機周辺で最大の浸水深となった時点における浸水深と海水の流れの方向・強さは次のとおりである¹⁴。



¹⁴ 甲ロ74号証の1・4―9頁の図(7)



青丸で表示した1号機から3号機の東側前面においてもいずれも南から北側（上の図で右側から左側に）への海水の流れが顕著である。ピンク色で表示した1号機周辺においては東側からの津波が流入しているが、津波対策を立てる場合は、流況はそれほど重要視されず、むしろ最大浸水深を考慮すべきである。

（3） 小括

以上、想定津波によっても、（場所によって違いはあるものの）最大で5.7mの浸水深が予測されていたことからすれば、浸水深及びそれによって推定される津波の動水圧について、想定津波と本件津波の間に結果回避可能性を否定するほどの大きな差異があるとはいえない。

3 「安全性を損なうおそれがない」との技術基準の要求を満たすためには安全上の余裕が求められること

ところで、原子炉の安全規制においては、原子炉等規制法や電気事業法などにより、高度の安全性が求められており、技術基準省令62号4条1項も、こうした法の趣旨を踏まえ、原子炉施設が「想定される・・・津波・・・により原子炉の安

全性を損なうおそれがある場合」は、防護措置を講じなければならないと定めている。すなわち、原子力発電所の安全対策においては、万が一にも深刻な事故を起こさないために、想定した脅威に対して、「安全性を損なうおそれがない」といえる程度の高度な安全性が求められているものと言える。

そして、想定した脅威に対して「安全性を損なうおそれがない」と言えるだけの安全性を備えるために工学上重要なのは、「安全上の余裕」である。この点、原子力安全委員会委員長を務めた原子力工学者・佐藤一男氏は、その著書「原子力安全の論理」¹⁵において、以下のように述べている。すなわち、「原子炉施設に限らず、およそ工学的施設では当たり前のことなのだが、安全確保のための規格や基準ぎりぎりに設計して製作することはまずないことなのである。規格や基準自身にもかなりの安全余裕が含まれているし、それを実際の施設にするときにも更に余裕をとると言うことがむしろ普通のことなのである。」として、工学の考え方として「設計には必ず十分な余裕を取るものである」としている。

また、今村証人も、工学的な設計には十分な安全裕度を取るのが当然であること、また、特に原子力の場合には一般工学と比較して安全裕度を十分に取らなければならないことを認めている（丙口179の1・今村証人調書通頁40～41頁）。

なお、このような観点から、地震動に対する安全裕度については、実際に、「顕在的裕度として最低でも約3倍の余裕がある」¹⁶とされており、津波対策をこれと別異に取り扱う理由はない。

4 想定津波を前提として講じられなければならない津波対策

(1) 少なくとも5mの浸水深に耐えられる水密化措置が求められること

想定津波の諸条件を前提に、安全上の余裕を考慮すると、どのような対策が講じられたと言えるかについては、今村証人が以下の証言をしている。

¹⁵甲ハ85号証205頁～206頁

¹⁶甲ロ202号証「原子力施設の耐震設計に内在する裕度について」17頁

「安全サイドに考えると、共用プールで5メートル、4号機原子炉建屋で2.6メートルということを前提とすると、5メートルの浸水深を前提として建屋の水密化をしておくべきなんではないかというふうに考えられますけど、いかがですか。

もし、この解析がきちんと設計津波として認められているならば、こういう情報を使って水密化を図るということは妥当だと思います。

最大の浸水深を示しているところを基準に安全性を考えていくということ、工学的には相当な考え方ということいいですか。

はい、そのとおりです。」（今村調書通頁40頁）

この証言では、先ほど地震動について触れた「約3倍」という余裕が考慮されていないが、それも併せ考慮すれば、想定津波を前提とした場合、最低でも5mの浸水深に耐えられるだけの津波対策が講じられなければならなかったと言える¹⁷。

(2) 想定津波を前提として講じられるべき具体的な建屋の水密化措置

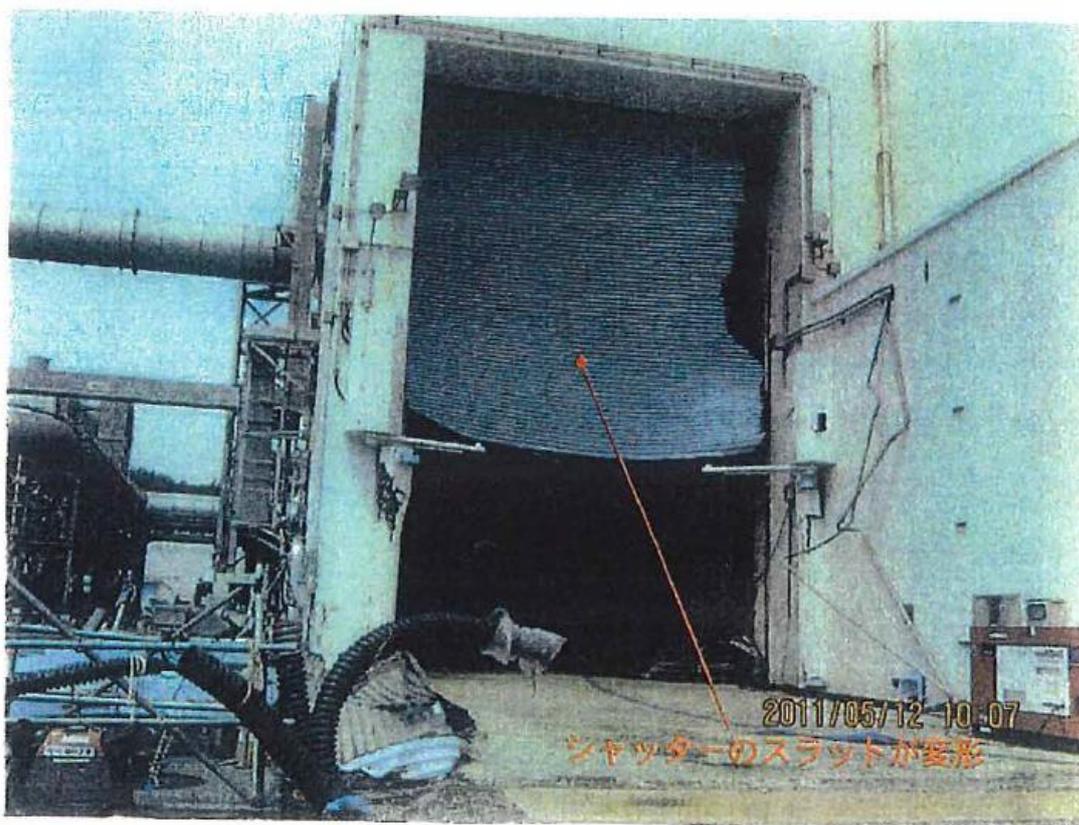
ア 原子力工学者である岡本孝司氏は、水密扉は従来から船舶の部屋の扉用などに用いられており、「ドアとドア枠に取り付けられたパッキンを密着させることによってドアからの漏水を防止する技術であり、従来から製品化されていますから、特段新しい技術ではありません。」としている。

¹⁷ なお、想定津波を推計した一審被告東電の2008年推計は、日本海溝寄りの津波地震の規模として、「津波評価技術」における明治三陸地震の評価を踏まえて、Mw8.3として推計を行っている（甲ロ178号証1頁の表1-1の「Mw」欄参照。津波地震モデルの波源の位置は、領域⑨である。2頁の図1-1）。

しかし、中央防災会議（日本海溝等専門調査会報告）は、同地震の規模をMw8.6と設定しており（丙ロ28号証67頁）、津波地震の第一人者である阿部勝征教授も、同地震の規模について、従来Mt8.2と求められていたが、遡上高等からすると過小評価されているように見えるとして、環太平洋の計器観測を重視してMt8.6を採用とするとし（甲ロ58号証「月刊地球」339頁）、佐竹健治教授も、同地震の規模はMt8.6が妥当であると証言している（佐竹証人第1調書43頁。なお、地震のエネルギーMt8.6は、Mt8.2の約2.74倍に相当する。）。これらの見解を誠実に受け止めて、想定津波を求めるためにMw8.6を採用して推計していれば、更に浸水深が深い試算結果が得られた可能性すらある。その意味で、2008年推計は過小評価の疑いがある。

さらに、具体的にタービン建屋の大物搬入口を水密化するためには、従前、設置されていた「水密性のないシャッター構造の扉を撤去したうえで」、「建屋側の構造等を含めて新たに水密性のある扉を設置しなければなりません」としている。

岡本氏が述べる「水密性のないシャッター構造の扉」とは、実際に津波によって破損した4号機の大物搬入口の状況で確認すると次の写真のとおりである¹⁸。

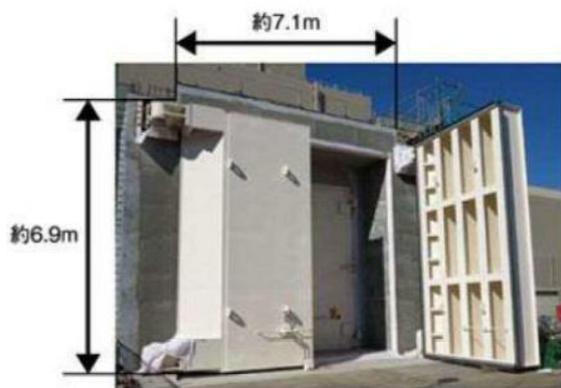


第4.1.2-13 図 建屋地上開口の状況
(4号機タービン建屋東側 大物搬入口 平成23年5月12日撮影)

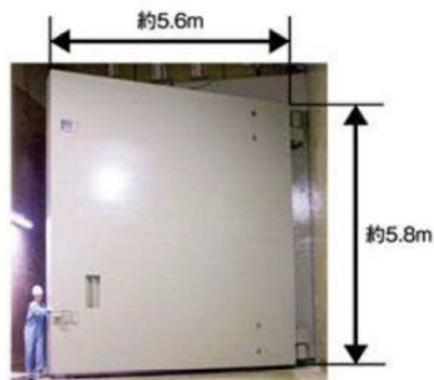
これに対して、こうしたシャッター構造の扉を撤去した後に、施工されるべき「水密性のある扉」とは次のような構造のものである¹⁹。

¹⁸甲ハ95の2上津原勉証人調書・資料17・通し頁で130頁

¹⁹甲ハ55号証・渡辺意見書6頁



① 強化扉(厚さ:約1m、重さ:約40 t)



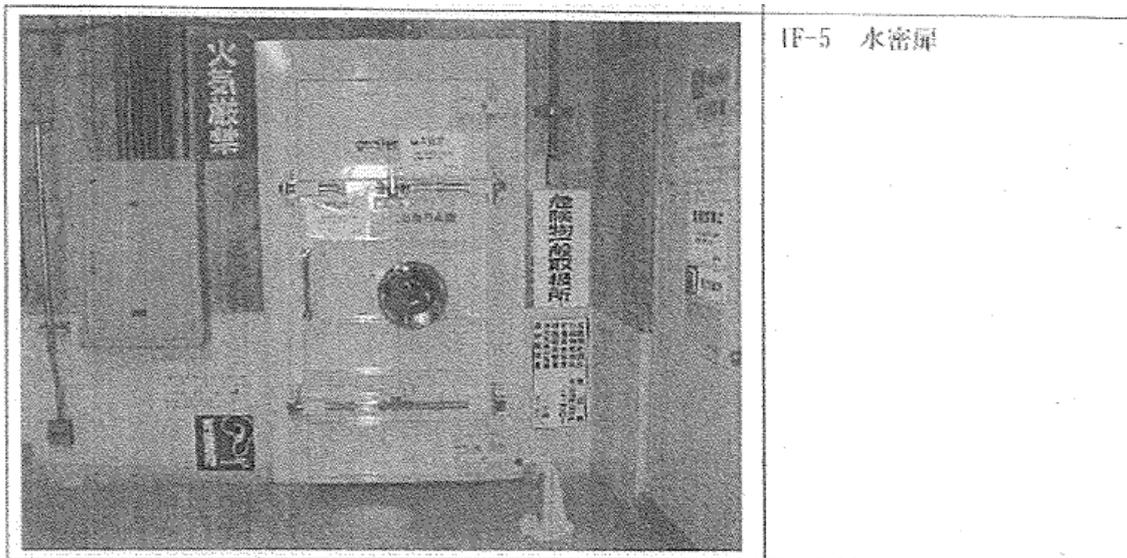
② 水密扉(厚さ:約80cm、重さ:約23 t)

大物搬入口などの建屋の開口部の水密化とともに、建屋内部への浸水を完全に防ぐことに失敗した場合に備えて、配電盤等が設置されている部屋等について、水密扉の設置等によって、重ねて水密化による防護措置を講じておく必要がある。建屋内部の水密扉の実例は、次のとおりである。



旧水密扉を撤去し、新しい水密扉を取り付けた例

(渡辺敦雄意見書・甲ハ55号証の9頁)

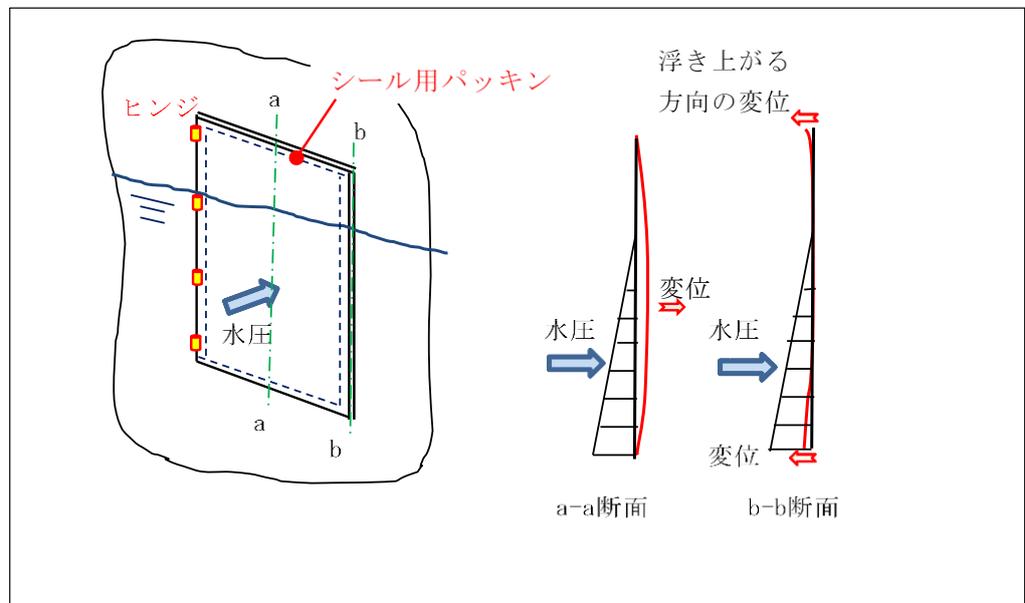


(丙口15号証の1・4頁)

イ 後藤氏・筒井氏も、水密扉の設計における耐震強度、津波に対する水密性などが当然要求されることについては同様に考えている。しかしながら、この問題も原子力工学のプロセス設計とは関係のない分野であって、船舶・海上構造物において多数の実績があり、その分野のメーカーに発注すれば、扉もパッキンも適切なものが入手できる（後藤氏はかつて三井海洋開発株式会社という海洋構造物専門の会社で15年以上にわたって構造強度設計に従事した経験がある）。

津波による波力は、水深に比例する静水圧と水の流れの速さの二乗に比例する動水圧の二種類が考えられるが、それぞれ津波の流速から推算できる。

また、既存のタービン建屋の壁面が水圧に対して十分な強度を持っているか否かの確認をする必要があることも認識している。そういう問題に対しての設計方法は確立されているわけであるから、浸水深さをいくらとするかという条件を設定しさえすれば壁面の耐圧強度を補強することは設計も施工も既存の技術で容易に行うことができる。なお、壁面の補強方法は、壁面の裏側に、縦あるいは横方向にたわみ防止の補強材（T型あるいはI型の鋼材）を配置し、



想定される荷重に対して材料力学に基づき強度計算を実施して当該部材の断面形状を決定する手法が確立されている。

また、原判決は、仮に2008年東電推計に基づき、タービン建屋大物搬入口に水密扉を設置したとしても、本件津波による波力などに耐え得るようなものであったか不明であると判示した。これは造船業界や水門などを製作する鉄工業界の経験についての認識不足によるものであろう。

水密扉の設計は、強度だけではなく水圧による変形が大きくなると周囲のパッキンが浮き上がって漏れることを防止するという点を主眼に行われる。

大型になるほど水圧による力が増加するので、四角い形状の扉であれば、水圧で扉の中央が押された方向に変形し（図の a-a 断面参照）周囲のパッキンが押しえつけられるが、扉の四隅は浮き上がる方向に変形する（図の b-b 断面参照）。この浮き上がり量が、パッキンの許容変位量以下になるよう構造形状を決めることで、十分漏えいに強い水密扉ができる。

実構造物としては、造船所のドックの水門など多くの実績がある。また、耐震設計についても、設計基準地震動に対して、扉のヒンジ部（蝶番部）にかかる力を計算し、それに見合った構造設計をするだけで、工学上何ら不明な点はない。通常は、水圧に耐えられるように設計すれば地震による強度が問題なる可能性があるのはヒンジ部だけである。実際のプラントを建設する業界におい

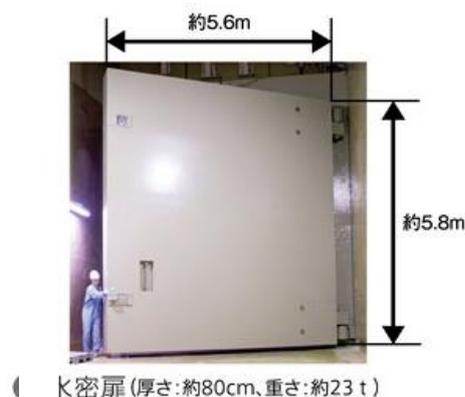
て、水密扉の耐震設計すらできないような企業に発注することなど考えられないことである。

原判決は、タービン建屋の水密化について、2008年東電推計を前提にした場合、1～3号機で浸水深1m前後（4号機でも2m前後）であったことから、このような推計を前提に、「1から4号機の全建屋について、一律に浸水深2mの水圧に耐えられる仕様の水密扉を設置すべきとはならない」と判示した。この点について反論する。

水密化の仕様は、予想される津波高さによる水圧に対して設計するが、強度計算においてはつねに安全率を3～4倍に設定する。2008年東電推計では、タービン建屋付近の津波高さは地盤から5m余と予想されているので、仮に津波高さを5mとして設計しても、2倍の高さの津波の波圧は十分に安全率でカバーされるので、構造強度およびシール性を保つことができる。自然現象の予測にはばらつきがあるので、この程度の余裕を織り込むことは、設計者として当然の配慮である。

波力に対する水密扉の強度設計は、船舶や海洋構造物において多くの実績があり、その分野の設計・施工を専門とする会社は、かつて造船王国といわれた日本国内に多数存在する。後藤氏もその業界に勤務した経験があり、この問題については何らの困難も認めないことは、既述の通りである。建屋の水密扉は、その扉の高さ相当の浸水深さを想定し設計しておけば、津波に対して耐えられる。なお、建屋開口部の内、最も大きなタービン建屋の大物搬入口に設置する水密扉の例を下図に示す。津波の進入を防ぐためには、水圧および漂流物の衝突に対する強度と扉の変形により周囲の隙間から水が浸入することを防ぐ2つの機能がある。なお、水密を確保するためのパッキンは扉の周囲の裏側あるいは壁側に設置されている。

また、大物搬入口の大型水密扉は、電動化することが望ましい。なぜなら、地震発生から津波襲来までの時間的余裕がない場合もありうるので電動にして、さらに非常用電源（バッテリー）を用意すればより信頼性が高くなる。

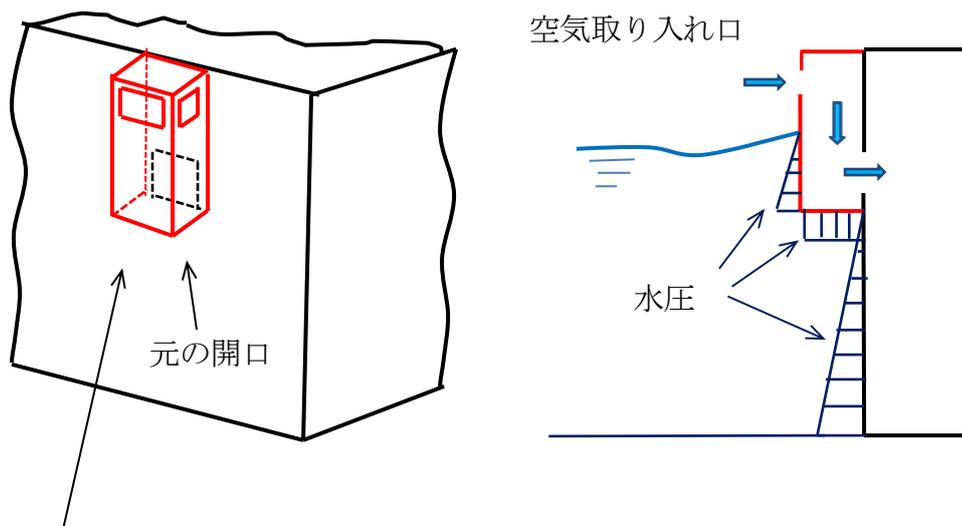


出典：中部電力ホームページ

<http://hamaoka.chuden.jp/provision/tateyanai.html>

また、建屋の壁には換気口（外気を取り込む換気空調系の開口部）があるがその水密化については、開口部の外に水密のダクトをつけて開口部を上にする方法である。

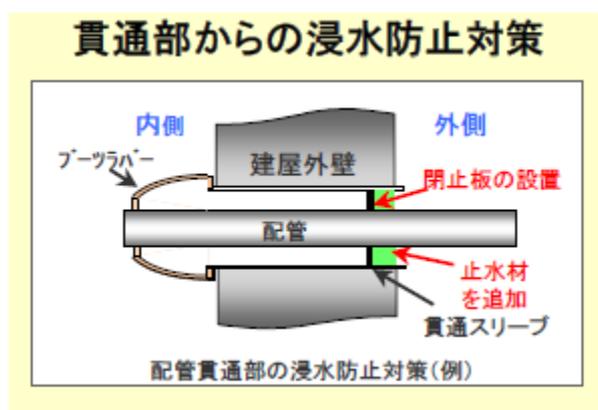
【建屋開口部を上部に移設するための耐圧ダクトのイメージ】



新設する耐圧ダクト
上図に、その概念を示す。水没する可能性のある空気取り入れ口は耐圧性のあるダクトを設けて上部へ移設する。通常のダクトは水圧がかからないので、

厚さが1 mm以下の薄いものが多いが、このダクトは水圧における強度計算をしてダクトの鋼板の厚さを構造材料の最小値6 mm程度（大きなダクトの場合には補強材をつけて板厚を小さくできる）に上げるだけで十分強度は保てる。通常の漂流物に対する強度も十分保てる。タンクなど非常に大きな漂流物が直接当たると、当たり方によっては損傷することが無いとは言えないが、そうした極めて大きい漂流物が当該部にたまたま当たる可能性は極稀なケースである。なお、この程度の耐圧構造は数日あれば十分製作設置が可能な構造で、高さを決めること以外何ら技術的困難はない。水面がどこまでくるかは、推測される水位に余裕を持たせて設定することで十分である。

建屋の外壁や内壁には、配管やケーブルが通っており、穴があいているが、下図のように「閉止板の設置」と「止水材の追加」をすることで、簡単に水密化ができる。外壁はすべて止水し、内壁は重要な設備の入っている部屋だけ止水する。なお、これらの止水材（シール材）は、例え水圧が高く（浸水深さが深く）ても、加わる力が小さいため簡単にシールできる。



出典：「浜岡原子力発電所における津波対策の実施状況について」 8 頁

ウ さらに、後藤氏・筒井氏意見書（3）において、次のように船舶の水密隔壁と水密扉の具体例を示している。

大型船舶は船体を幾つかの水密隔壁で区切り、座礁や衝突時の浸水に対して、沈没を免れるようにしている。甲板上の船室への入り口や船体内部の水密隔壁には水密扉が設置されている。水密隔壁に設置されている水密扉は一般に規格化されている。

図5と図6に船舶の水密扉の写真を示す。図5は上甲板より下の水密隔壁に設置されている油圧式水密扉で、設置されている深さに応じてかかる水圧が変わる。図6は甲板上に設置された水密扉の例で、通常時には水圧はかからないが、荒天時には波が打ち込み衝撃的な水圧がかかる。いずれも標準化されており、水密扉と水密隔壁（船の内部の水密壁）あるいは甲板室の壁との隙間（水密扉の周囲）には、ゴム製のパッキンが設置されている。そのパッキンの断面の例を図7に、水密扉の周囲に設置されるパッキンの全体形状を図8に示す。



図5 船舶の水密隔壁に設置された油圧式水密扉



図6 船舶の甲板上入口に設置された水密扉

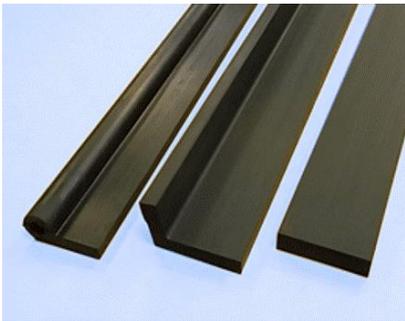


図7 水密扉用ゴムパッキン



図8 水密扉周囲に設置されるゴムパッキン

仮に、被告国が当時「シミュレーション解析で定量的評価が必要」とか、「どこまで津波がくるかはっきりしないと対策ができない」あるいは「過去に 15 mの津波があったというが伝聞に過ぎず対策をする必要性を認められない」等という理由で、津波対策を怠っていたら、普代村の死者ゼロという実績は残せなかったであろう。自然現象には不確実性が伴うのは当然で、そうした条件下では特に、「危険側の現象を不確かな確率では評価し無視してはいけない」、「不確実事象は安全側になることを確認する」また「安全であることが証明されていないクリティカルな事象は、明確に安全が確認されるまでは、計画・建設・運転などを一旦凍結すること」等の態度が必要である。普代村の水門の例では、過去の伝承という事実の重みから、同等かあるいはそれ以上の津波が来るもの

として対処しなければ、津波の被害など全く防げないことになる。安全性の議論において、普代村の例で分かるように、重要なことは科学的合理性も大切だが、むしろ、不確定な事実をどのように解釈し、どのように対策をとるかということの方がはるかに影響が大きい。

5 水密化の施工には多くの時間を要しないこと

(1) 後藤政志氏・筒井哲郎氏意見書による行程期間の見通し

建屋等の水密化について、後藤氏、筒井氏らは、意見書(1)添付の工程表(案)を示し、工程期間について最長2年10月としている。

この点、柏崎刈羽原発においては、原子炉建屋等の水密扉化を本件事故後から平成25年度上期までに完成させ、開閉所防潮壁の設置を平成25年9月～平成25年3月までに完成させている(資料②「柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の取り組み状況について」2頁「柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の実施状況 II.建屋等への浸水防止 (2)原子炉建屋等への水密扉化」、資料③「福島原子力事故調査報告書『福島第一事故を受けた冷温停止に必要な対策』に対する柏崎刈羽原子力発電所の対応状況」3頁「扉の止水」「建屋貫通部の止水」参照)。

島根原発では、水密扉の設置を本件事故後から平成24年5月までに完成させている(資料⑦「島根原子力発電所 安全対策等の実施状況」1頁「I.浸水を防ぐ対策 2.建物内部への浸水を防ぐ」参照)。

これら他の原発と比較しても、工程表(案)の工程期間は妥当といえる。

(2) 佐藤暁氏意見書による津波対策のための必要期間

佐藤暁氏意見書においても、半年～1年の猶予があれば、水密化対策が可能であったことが指摘されている。佐藤氏は、津波対策を短期対応としての「A-1」、「A-2」、「A-3」、中期対応としての「B」、そして、長期対応としての「C-1」、「C-2」の6つに分類し、それぞれの工期について下記の表のとおり示している。

短期対応については、「A-1」の「安全停止系保護のための水密化」は工期が半年、「A-2」の「安全停止系が設置された建屋の水密化」の工期は1年、そして、「A-3」の「可搬式設備」については半年としている。

以上の対応策が整えば、本件3. 11事故のような大事故は確実に防止できたであろう。グループBや、防潮堤を含むグループCの対策まで取らなくても、グループAに属する水密化対策や可搬式設備は短期間のうちに施工が可能であり、少なくとも安全系の機器類の水没による機能喪失という事態は十分に防止されていたからである。

対策(下)\経過年(右)		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	重大な津波ハザードの発覚 ▼								
A-1	水密化(安全停止系のみ)	工事					運用		
A-2	水密化(建屋全体)	工事					運用		
A-3	可搬式設備(B.5.b)	準備					運用		
B	簡易バンカー施設(AFI)		準備					運用	
C-1	バンカー施設			準備					運用
C-2	防潮堤				準備				運用

ウ 水密化の実施期間に関する福島地裁判決の判示

特に水密化に関する工事完了までの期間について時間的に問題がないことは、福島地裁判決が具体的に認定している（同判決135頁）。

すなわち、「タービン建屋等の水密化及び重要機器室の水密化を実施するには、①「長期評価」に基づく地震による想定津波のシミュレーションを行い、福島第一原発敷地南側においてO. P. +15.7mとの推定結果を得る、②推定結果に基づく対策を検討し、タービン建屋等の水密化、重要機器室の水密化を選択する、③変更許可ないし工事計画認可が必要であれば被告東電から経済産業大臣にその申請をする（炉規法23条2項5号の「原子炉及びその附属施設…の位置、構造及び設備」の変更を伴う基本設計の変更については炉規法

26条による変更許可が、公共の安全の確保上特に重要なものとして経済産業令（電気事業法施行規則65条1項，別表第2中欄）で定められた詳細設計の変更については電気事業法47条の工事計画認可が，それ以外の経済産業令（電気事業法施行規則65条1項，別表第2下欄）で定める工事については電気事業法48条の工事計画の届出が必要であり，これらにも当たらない軽微な変更については届出も不要である），④経済産業大臣においてその妥当性を審査し，許可ないし認可をする，⑤被告東電において予算措置を講じ，工事を発注する，⑥工事が完了する，といった過程が必要であるが，経済産業大臣において平成14年7月31日の「長期評価」を認識した後，平成14年末までに適切に規制権限を行使していれば，平成14年末から8年以上後である平成23年3月11日に本件津波が到来するまでに対策工事は完了していただろうと認められる。」

原判決は，福島地裁判決とは対照的に，あいまいな根拠を基に，詳細な設計内容の検討，必要な予算の確保，許認可に係る規定の整備，認可手続等の様々手順が必要になる等としてあたかも期間が足りないかのように判示するが，前記のような具体的な工事完了までの過程を検討することも一切なく，津波の予見を踏まえた対策を講じるべき起点から期間を考慮することないのであり，失当という他ない。

6 想定津波に基づく津波対策により本件事故を回避できたこと

以上述べたように，想定津波の浸水深約5mを前提として，かつ安全上の余裕を確保して「建屋の水密化」等の防護措置が講じていけば，本件津波に対しても電源盤等の被水を防止し全交流電源喪失を回避することは可能だったといえる。

このことは，各号機ごとの本件津波の浸水経路を確認した図を思い出せば容易に理解できる。

もともと，1号機から4号機のタービン建屋の躯体（外壁）は，本件津波によっても破壊されず，建屋内部の間仕切り壁も，かなりの浸水防護機能を果たして

いた。「大物搬入口」も、開放されていた4号機は2階まで津波が駆け上がったのに対し、1～3号機は既設のシャッター構造のものでも相応の防護機能を果たしていたのであり、これが水密扉に取り替えられていれば、建屋内への浸水を防げたことは容易に想像できる。「入退域ゲート」も、それ自体水密化することは可能であったし、仮に、建屋内の一部への浸水が避けられなかったとしても、配電盤等が設置されている部屋等を間仕切り壁や建屋内の水密扉で防護することは、十分可能だったと言える。「給気ルーバ」や「機器ハッチ」については、その機能上、嵩上げも考えられるし、建屋の外壁と同程度の強固な外壁で囲う等の防護措置も考えられる。

そして、これらの建屋の水密化による防護措置が講じられていれば、本件事故は、十分回避することができたものと言える。

第8 防潮堤の設置以外に「建屋等の水密化」による防護措置が検討されることはないとの国の主張に理由がないこと

最後に、一審被告国が、主要建屋敷地高さを超える津波に対する防護措置としては、「防潮堤の設置」のみが想定され、「建屋等の水密化」の措置は想定されないと主張している点について、これまで主張してきた「タービン建屋等の水密化」ないし「重要機器室の水密化」措置の実効性の確認を踏まえて検討する。

今村証人も、その意見書において、「防潮堤の設置」とともに「建屋等の水密化」をハード面の対策の「代表例」として挙げているが、今村証人の証言も踏まえて、「防潮堤の設置」と「タービン建屋等の水密化」・「重要機器室の水密化」の津波防護措置としての特質を整理すると次のとおりに整理できる。

	防潮堤の設置	タービン建屋等の水密化・重要機器室の水密化
目的(防護対象)	原子力発電所全体を津波から防護する	非常用電源設備等の重要機器を防護して重大事故を回避する
施工期間	長期間を要する。 特に原子力発電所設置後の事後的施工には長期間を要する	短期で施工可能
施工費用	多額	比較的少額で施工可能
技術的な課題	原子炉設置後の事後的施工には技術的に克服すべき課題が大きい	技術的には完成された技術である

「防潮堤の設置」については、施工に長期間を要し、多額の費用も見込まれ、特に原子炉施設の設置後の事後的な「防潮堤の設置」については技術的に克服すべき課題が大きいことは今村証人が証言するとおりである。

他方で、「建屋等の水密化」は、「配電盤等の重要機器を防護して重大事故を回避する」ことだけに集中した防護措置であり、時間的にも早期に施工が可能であり、かつ工事費用も比較的少額で済むものである。

そして、これまで見たように「建屋等の水密化」措置は、敷地への浸水を前提としても配電盤等の重要機器を被水から防護することについて実効性が認められるものと言える。

そうである以上、「建屋等の水密化」措置が、防潮堤の設置に先立ち、またその設置とともに検討されることはごく自然なことである。

現に、日本原電・東海第2原発においては、本件事故に先立ち、2009（平成21）年には、「長期評価」の津波地震の想定を前提に、敷地への浸水防止のための「盛土の設置」と並んで「建屋等の水密化」が実施されていた。こうした「建屋等

の水密化」の実例の存在は、「防潮堤の設置以外の防護措置は想定されない」とする国の主張に理由がないことを端的に示すものといえる。

さらに、原子力施設の多重防護の観点からは、どれか1つの対策だけをやっておけば良いという必要最小限度の発想では不十分である。仮に防潮堤の設定を検討するとしても、いつ来るかも知れない津波に備えて、早期かつ容易に取ることができる他の津波対策についても検討し、実施すること可能な対策から着手していくことが当然に要請される。

従って、防潮堤の設置が本件事故に間に合わなかったとしても、「タービン建屋の水密化」・「重要機器室の水密化」対策は、本件事故前に完成することができたのであり、その結果、敷地内へ侵入した海水から重要機器の被水を防ぎ、本件事故の発生を回避できた可能性が十分にあったと言える。

以上のとおり、防潮堤のような多額の費用と時間がかかり周辺への影響も考慮が必要な措置に比べて、建屋等の水密化は短期間で周辺集落への影響もなく、費用もかからないのである。そうだとすると、仮に津波の予見が通説的な見解とまでいえず確立した知見に至らない場合であっても、客観的かつ合理的な知見に裏付けられた予見可能性があるのであれば、上記のような時間的、費用的にも、また技術的にも、簡易かつ低廉な水密化の措置を講じさせることは何ら不合理ではない。むしろ、このような容易な措置すら講じさせることのないままに無為に時間を経過するような事態こそが、万が一の深刻な事故を防ぐ原子力規制法令の趣旨からして、著しく不合理なものといわざるをえない。

以上