

「リサイクル燃料貯蔵株式会社リサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請に係る審査の状況について」（原子力規制庁，平成 31 年 2 月 6 日） *1 及び 「リサイクル燃料貯蔵株式会社リサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請に係る新規制基準適合性審査について」（原子力規制庁，令和元年 8 月 21 日）*2	申請書本文	申請書添付書類	設工認		保安規定
			第 1 回	第 2 回以降	
		<p>(3) 判定基準について</p> <p>金属キャスクの密封境界部がおおむね弾性範囲内にとどまることとする。密封境界部の範囲は閉じ込め機能を担保する一次蓋締付ボルト及び密封シール部とし，おおむね弾性範囲内にとどまることとして，胴体の一次蓋密封シール部及び一次蓋の密封シール部に塑性変形がみられないこと並びに一次蓋用締付ボルトのボルト応力が降伏応力を超えないこととする。</p> <p>(4) 金属キャスクの浸水による影響について</p> <p>津波により金属キャスクの蓋部が浸水しても蓋間圧力は水深 7 m の浸水による水圧を上回るため圧力障壁は維持される。なお，金属キャスクシール部は最大でも水深 2 m 程度の浸水であり，金属キャスクの設置階は貯蔵建屋周囲の地盤面より高いため，標高の低い敷地の北西側から津波が引くと同時に機器搬出入口から排水されることから，長時間に亘り金属キャスク（シール部）が浸水している状態は考え難い。また津波襲来後に金属ガasket 外周部の洗浄等の対応を取ることが可能であることから，閉じ込め機能が損なわれることはないと考えられる。</p> <p>さらに津波により貯蔵建屋内へ土砂が流入したとしても，水分を含んだ土砂が金属キャスクの熱を奪うため，短期的に除熱不良になることはなく，土砂の撤去等を行うため，基本的安全機能が損なわれるおそれはない。</p> <p>また，損傷した受入れ区域が障壁となることから，貯蔵区域に設置している貯蔵架台に直接波力が作用することではなく，仮に貯蔵架台に固定している金属キャスクに対して，仮想的な大規模津波による水流が水平方向に直接作用したとしても，基準地震動による水平方向地震力に包含されるため，貯蔵架台と床との固定状態は維持される。</p> <p>添付六 1.2.9 津波による損傷の防止 適合のための設計方針</p> <p>使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域については，損傷を仮定しても，落下物等の衝突により仮置きされている金属キャスクの閉じ込め機能が損なわれず，また適切な復旧手段及び復旧期間において金属キャスク損傷部及び貯蔵区域に通じる遮蔽扉部分の遮蔽機能を回復することに</p>			

<p>「リサイクル燃料貯蔵株式会社リサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請に係る審査の状況について」(原子力規制庁, 平成31年2月6日) *1 及び 「リサイクル燃料貯蔵株式会社リサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請に係る新規制基準適合性審査について」(原子力規制庁, 令和元年8月21日) *2</p>	<p>申請書本文</p>	<p>申請書添付書類</p>	<p>設工認</p>		<p>保安規定</p>
		<p>より, 事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないよう設計する。</p>	<p>第1回</p>	<p>第2回以降</p>	

<10 条 津波 適合性説明資料 修正案(抜粋)>

等の衝突により貫通し閉じ込め機能が失われる可能性は極めて小さいと考えられる。

c. 構造評価について

金属キャスクの閉じ込め機能評価を、金属キャスクの蓋部に衝突荷重を与えた状態を模擬して構造評価により行う。

構造評価の入力条件となる落下物の衝突荷重は、a. で設定した衝突想定条件に基づき工学式により設定することとし、保守的な衝突荷重となるよう前提条件を与える。

d. 判定基準について

(a) 金属キャスクの密封境界部の範囲は、「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」の定義を準用し、閉じ込め機能を担保する一次蓋締付ボルト及び密封シール部とする。

(b) 金属キャスクを模擬した構造評価により、密封境界部がおおむね弾性範囲内にとどまることを確認する。密封境界部がおおむね弾性範囲内にとどまることとして、胴体の一次蓋密封シール部及び一次蓋の密封シール部に塑性変形がみられないこと並びに一次蓋用締付ボルトのボルト応力が降伏応力を超えないこととする。なお、一次蓋の横ずれ量については金属キャスクの構造に基づく最大値を設定し、実験的知見に基づき漏えい率を設定してプルームによる線量の評価に反映する。

e. 金属キャスクの浸水による影響について

津波により金属キャスクの蓋部が浸水しても蓋間圧力(0.27MPaabs以上であり、水深15m以上の浸水による水圧に相当)は水深7mの浸水による水圧を上回るため圧力障壁は維持される。なお、金属キャスクシール部は最大でも水深2m程度の浸水であり、金属キャスクの設置階は貯蔵建屋周囲の地盤面より高いため、標高の低い敷地の北西側から津波が引くと同時に機器搬出入口から排水されることから、長時間に亘り金属キャスク(シール部)が浸水している状態は考え難い。また津波襲来後に金属ガスケット外周部の洗浄等の対応を取ることが可能であることか

ら、閉じ込め機能が損なわれることはないと考えられる。

さらに津波により貯蔵建屋内へ土砂が流入したとしても、水分を含んだ土砂が金属キャスクの熱を奪うため、短期的に除熱不良になることはなく、土砂の撤去等を行うため、基本的安全機能が損なわれるおそれはない。

また、仮想的大規模津波の遡上波の大部分は、貯蔵建屋の北西角に到達した後、貯蔵建屋を取り囲むように進み、その他の遡上波である貯蔵区域の機器搬出入口から流入する津波は、損傷した受入れ区域が障壁となることから、その流速は貯蔵建屋周囲で最も大きい流速（水流）である10m/sを下回ると考えられる。したがって、貯蔵建屋周囲で最も大きい水流により生じる波力（約780kN）は、基準地震動による水平方向地震力（約2,200kN）に包含されることから、貯蔵区域の機器搬出入口から流入する津波が貯蔵架台に固定している金属キャスクに作用したとしても、貯蔵架台と床との固定状態は維持される。

(2) 衝突想定条件の設定

(1)で示した考え方に基づき、受入れ区域損傷時の金属キャスクの閉じ込め機能評価の入力条件となる衝突想定条件を設定する。

衝突想定条件の設定に当たっては、受入れ区域の損傷に伴う落下物による衝突想定条件を設定した上で、津波漂流物の衝突を考慮した条件が落下物による衝突想定条件に包含されるか否かを確認する。

a. 落下物の抽出

落下物の衝突による金属キャスクの閉じ込め機能への影響を評価することから、仮置中の金属キャスクに大きな衝撃力を与える可能性のある落下物の属性として、①質量が大きい、②剛性の高い材質（鉄、コンクリート）及び③高速で衝突する（落下距離が大きい）が考えられるため、建屋構成材及び天井クレーンを考慮して落下物を抽出する。

建屋構成材のうち大きな衝撃力を与える可能性のある落下物として、コンクリート側壁、天井スラブ、架構鉄骨及びクレーンガーダを抽出する。

仮想的大規模津波による浸水状況の補足説明

1. 目的

青森県の想定津波の 2 倍 (T. P. +23m) が十分に保守的であることを異なる視点から確認するため、申請時の波源モデルのすべり量をどの程度大きくすると T. P. +23m 程度の津波となるかを算定し、このすべり量が既往の知見に比べ十分に保守的であることを確認した結果、申請時の波源モデルのすべり量を 2.4 倍～2.5 倍 (平均すべり量 21.7m～22.6m, 超大すべり量 86.9m～90.5m) とすることで、施設設置盤と貯蔵建屋周りの水位がほぼ T. P. +23m となった。このすべり量は、既往の巨大地震及び将来予測のモデルのすべり量の 2～3 倍となっており (別添 1-1 図及び別添 1-2 図参照)、これからも仮想的大規模津波は十分に保守的であると言える。

ここでは、貯蔵建屋周りの浸水及び流れの状況として参考にする観点から、当該解析の結果に基づき貯蔵建屋周りの浸水及び流れの状況を考察する。

2. 考察

(1) 等価なモデルによる浸水状況

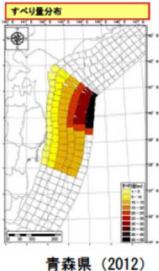
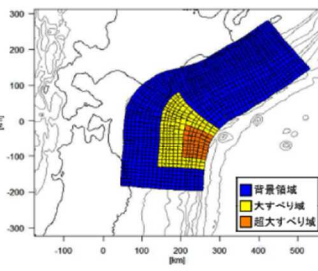
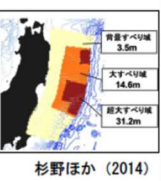
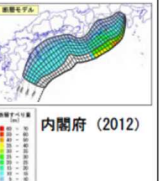
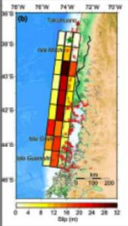
仮想的大規模津波と等価なモデルにおける敷地沿岸の水位及び流速の経時的な変化を別添 1-3 図、敷地の水位及び流速の経時的な変化を別添 1-4 図にそれぞれ示す。また貯蔵建屋周りの水位及び流速の分布の経時的な変化並びに状況の説明を別添 1-5 図に示す。

(2) 等価なモデルによる浸水状況の考察

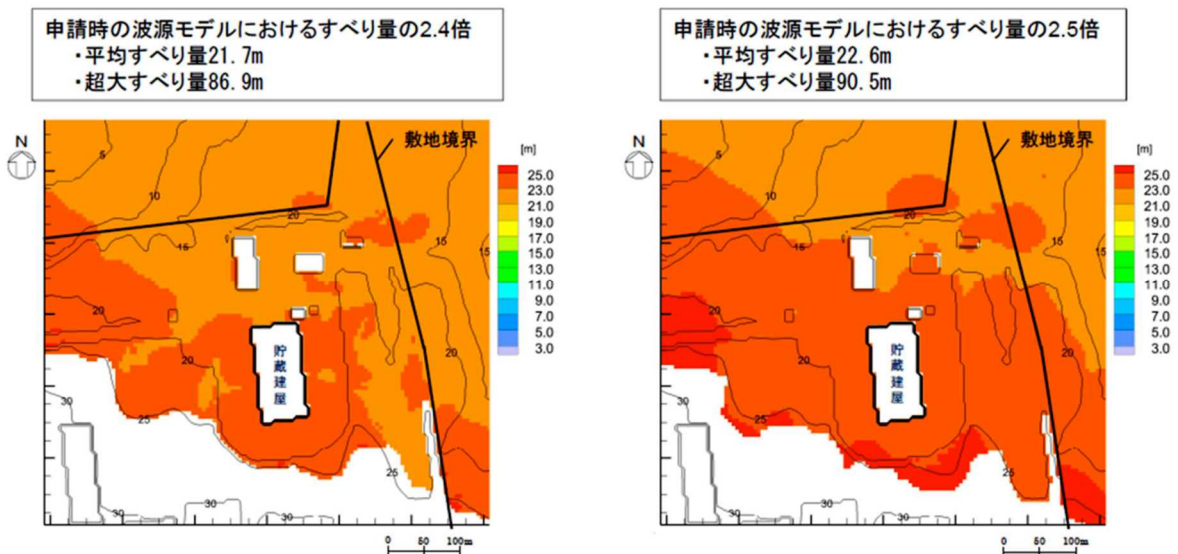
貯蔵建屋周りの浸水深、流速及び流向の推移から、貯蔵建屋周りの浸水状況について以下のとおりまとめられる。

- a. 津波による遡上波は、貯蔵建屋設置盤の北側の丘陵等を迂回する形で敷地の北西側より貯蔵建屋設置盤に到達する。
- b. 貯蔵建屋設置盤に到達した遡上波は、貯蔵建屋の北西角で 2 つの流れに分かれる。貯蔵建屋北側から東側に回り込む流れと貯蔵建屋西側から南側に回り込む流れに分かれる。

- c. 貯蔵建屋近辺において遡上波による比較的高い流速が発生する主なケースは、主に以下の2つである。
- (a) 浸水の初期段階における貯蔵建屋北西側での北西→南東方向の流れ（流速～7m/s）であり、貯蔵建屋設置盤への遡上波の流入の主成分として発生する。（別添 1-5 図のスナップショット②～③参照）
 - (b) 浸水の中期段階における貯蔵建屋外壁沿いでの発生貯蔵建屋の外壁に沿って発生する流れ（貯蔵建屋西側及び東側で北→南方向、貯蔵建屋南側で西→東方向、流速～10m/s）であり、貯蔵建屋設置盤内の拡がりを持った領域を浸水させ、水位（浸水深）を均一化する方向に発生する。（別添 1-5 図のスナップショット③～④参照）
- d. 貯蔵建屋北西角付近にて流れが分かれる際には、貯蔵建屋設置盤の拡がりを持った領域を浸水させ水位を均一化するよう流れの方向の変化が形成されており、貯蔵建屋前面における流れのせき上げは顕著なものではない。貯蔵建屋外壁に加わる力の様相は、防波堤や防潮堤のような、遡上波を正面から受けて流れをせき止める（あるいは流れの方向を変える）方向に加わる力とは異なっている。
- e. 貯蔵建屋設置盤における水位（浸水深）と流速の関係は、おおむね相反する（水位（浸水深）が増すに従い、流速は低下していく）傾向にある。流れを発生させるメカニズムとして、遡上波自体が持つ力ではなく、下流側で水位を均一化する力（重力）の寄与が大きいことが考えられる。

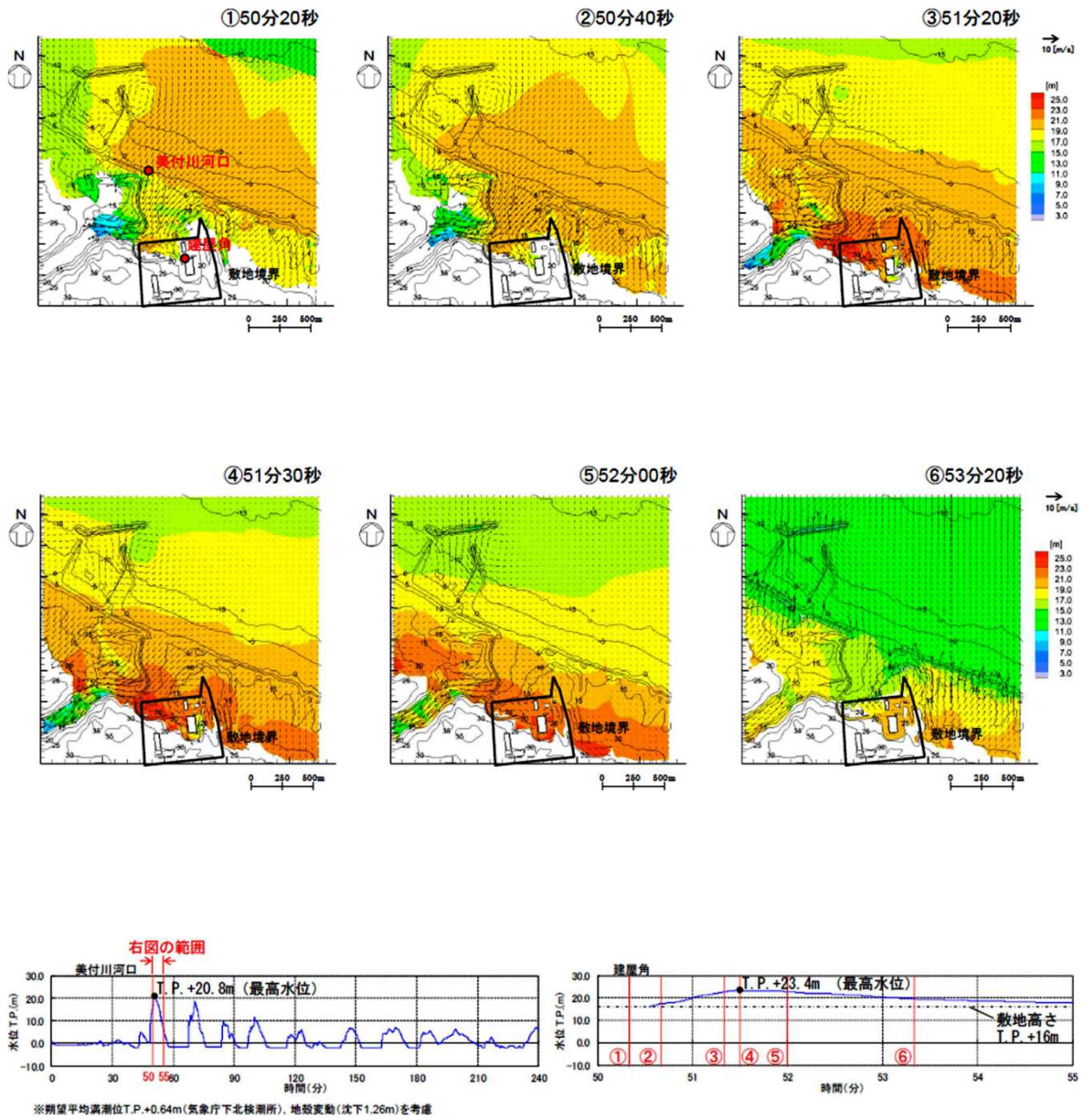
	検討モデル			巨大地震のすべり量に関する既往知見		
	青森県による津波想定	申請書時の波源モデル	仮想的な大規模津波と等価なモデル 申請時の波源モデルの2.4~2.5倍	2011年東北地方太平洋沖型地震のモデル <杉野ほか(2014)>	南海トラフの巨大地震の津波断層モデル <内閣府(2012)>	世界のMw9.0クラスの巨大津波
モデル図						
Mw	9.0	9.07	9.32~9.34	9.1	9.1	9.5
断層面積	—	11.9万km ²	11.9万km ²	13.5万km ²	14万km ²	13.5万km ²
平均すべり量	—	9.05m	21.7 ~ 22.6m	10.4m	約10m	約11m
超大すべり量	45~50m	36.20m	86.9 ~ 90.5m	31.2m	約40m	28~32m
平均応力降下量	—	3.0MPa	7.2~7.5MPa	3.1MPa	3.0MPa	—

別添 1-1 図 検討モデルと既往知見における諸元の比較

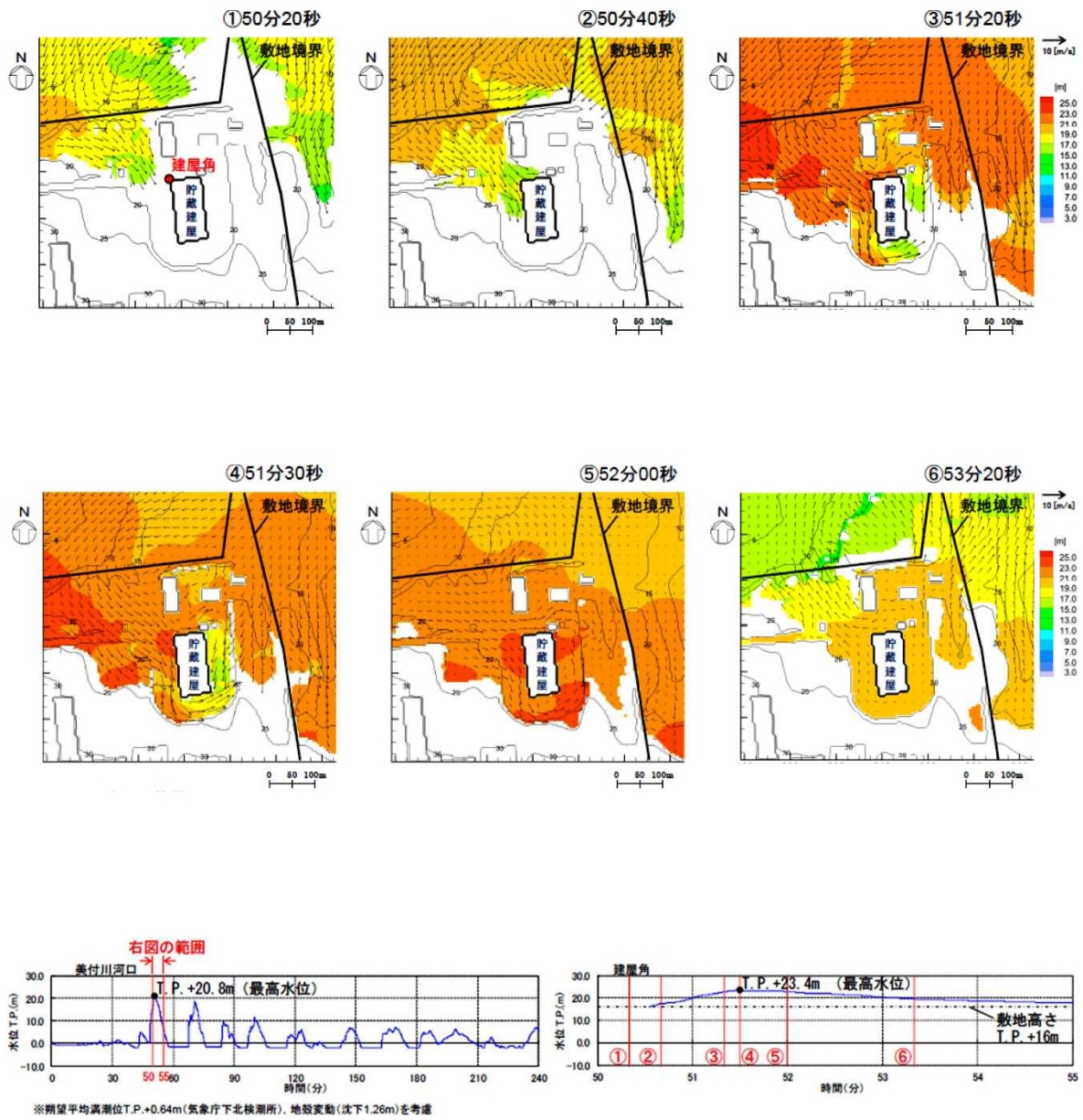


別添 1-2 図 仮想的な大規模津波と等価なモデルにおける最高水位分布*1

*1) 最高水位分布とは、各計算格子における全時刻歴の最高水位を図化したものである。
 *2) この解析結果は仮想的な大規模津波 23mの妥当性を検証するために実施したものである。



別添 1-3 図 仮想的な大規模津波と等価なモデルにおける
 水位及び流速のスナップショット（敷地沿岸）
 （申請時の波源モデルにおけるすべり量の 2.4 倍のケースを例示）



別添 1-4 図 仮想的な大規模津波と等価なモデルにおける
 水位及び流速のスナップショット（敷地）
 （申請時の波源モデルにおけるすべり量の 2.4 倍のケースを例示）

時刻	水位分布*	流速分布*	経時的な状況の説明
① 50分 20秒			<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵建屋設置盤の北側（海岸方向）には丘陵及び築堤状の自然地形があり、津波による遡上波はこれらの自然地形を迂回する形で、敷地の北西側から貯蔵建屋設置盤に到達する。
② 50分 40秒			<ul style="list-style-type: none"> 遡上波が貯蔵建屋の北西角に到達する。（貯蔵建屋外壁付近の浸水深は～3m程度） 遡上波は貯蔵建屋北側外壁に沿って東向きに進む水流と、貯蔵建屋西側外壁に沿って南向きに進む水流とに分かれる。 流速のピークは貯蔵建屋の北西側（図中○で示す領域）で生じている（流速～7m/s）が、貯蔵建屋設置盤の一部しか浸水していないことから、貯蔵建屋設置盤における流れは主に浸水域を拡げる方向に生じている。 このため、貯蔵建屋付近では流速は低下し、また流速の主成分は貯蔵建屋外壁と平行な方向に生じている。
③ 51分 20秒			<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵建屋設置盤の浸水が進むに従い、貯蔵建屋北側外壁沿いの流れは東側に、西側外壁沿いの流れは南側にそれぞれ回り込み、浸水域が拡大している。 海岸側の津波高さ上昇に伴い、貯蔵建屋北側の自然地形を乗り越える形で遡上波が到達するが、既に到達している北西側からの遡上波に遮られ、貯蔵建屋北側に流れが直接衝突する状況とはなっていない。 貯蔵建屋設置盤への遡上波として、貯蔵建屋に向かう流れ（流速～7m/s）が北西側で生じている。（図中○で示す領域） 貯蔵建屋の西側及び南側で速度の高い（～10m/s）流れが一部生じているが、貯蔵建屋設置盤を浸水させる方向の流れであり、貯蔵建屋外壁に沿う方向に流速の主成分が生じている。

*) 矢印は流向及び流速を示す

別添 1-5 図 仮想的な大規模津波と等価なモデルにおける水位及び流速のスナップショット（貯蔵建屋周り）（1/2）
（申請時の波源モデルにおけるすべり量の2.4倍のケースを例示）

時刻	水位分布*	流速分布*	経時的な状況の説明
④ 51分 30秒			<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵建屋北西角では水位がピークに達し、また貯蔵建屋設置盤のほぼ全域が浸水に至る。 ・ 貯蔵建屋の北西側と南東側に水位の差があるため、水位を均一化する方向に、貯蔵建屋の外壁に沿って速度の高い流れが継続している。 ・ 一方、敷地北西側の津波高さがピークを越えつつあることから、貯蔵建屋設置盤の北西側からの遡上波の流速は低下し始める。 ・ 流向が南向きから東向きに変化する貯蔵建屋設置盤南西側の法面でせき上がりが見られるが、貯蔵建屋外壁付近では顕著なせき上がりは見られない。
⑤ 52分 00秒			<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵建屋設置盤の浸水が進行することにより、水位が飽和状態に近づくとともに、貯蔵建屋設置盤の水位が均一に近い状態となる。 ・ このため、貯蔵建屋の外壁に沿った流れも含めて、貯蔵建屋の周囲における流速は大幅に低下する。
⑥ 53分 20秒			<ul style="list-style-type: none"> ・ 敷地北西側の津波高さが低下を始める。 ・ これに伴い、貯蔵建屋設置盤を浸水させていた海水が、標高の低い敷地の北西側から引き始めるため、浸水時とは逆向きの流れが生じる。 ・ 貯蔵建屋の周囲では、建屋東側→北側→北西側の流れ及び建屋南側→西側→北西側の流れが生じる。 ・ 海水が引き始めるとともに、貯蔵建屋設置盤の水位は低下を始める。

*) 矢印は流向及び流速を示す

別添 1-5 図 仮想的な大規模津波と等価なモデルにおける水位及び流速のスナップショット（貯蔵建屋周り）（2/2）
（申請時の波源モデルにおけるすべり量の 2.4 倍のケースを例示）