

東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所

第二種廃棄物埋設事業許可申請

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び

設備の基準に関する規則第五条

(津波による損傷の防止)

への適合性について

2022年8月

日本原子力発電株式会社

目 次

1	はじめに.....	1
2	廃棄物埋設施設の安全機能について.....	5
3	設計対象設備.....	5
4	第二種埋設許可基準規則第五条への適合のための設計方針.....	6
5	第二種埋設許可基準規則第五条への適合性説明.....	6
5. 1	廃棄物埋設地の立地的特徴.....	6
5. 2	津波影響に対する評価フロー.....	8
6	既往津波に関する検討.....	9
6. 1	文献調査.....	9
6. 1. 1	敷地周辺に影響を及ぼした過去の津波.....	9
6. 1. 2	津波堆積物調査.....	12
6. 1. 3	行政機関による津波評価.....	12
6. 1. 4	施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波の選定.....	17
7	津波評価.....	17
8	安全機能への影響評価.....	22
9	津波に対する設計.....	24
10	参考文献.....	26

1 はじめに

本資料は、東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 第二種廃棄物埋設事業許可申請について、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「第二種埋設許可基準規則」という。）第五条及び「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「第二種埋設許可基準解釈」という。）第5条への適合性を説明するものである。

第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈の要求事項を第1表に示す。

第1表 第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈の要求事項

第二種埋設許可基準規則	第二種埋設許可基準解釈
<p>(津波による損傷の防止)</p> <p>第五条 安全機能を有する施設は、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<p>第5条 (津波による損傷の防止)</p> <p>1 第5条に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」は、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見等を踏まえ、影響が最も大きいものとする。</p> <p>2 第5条に規定する「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」を満たすために、上記1の津波に対する廃棄物埋設施設の設計に当たっては、以下のいずれかの方針によること。</p> <p>一 安全機能を有する施設は、津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。</p>

第二種埋設許可基準規則	第二種埋設許可基準解釈
	<p>二 津波による遡上波が到達する高さにある場合には、遡上波によって安全機能を損なうおそれがないこと。「安全機能を損なうおそれがないこと」とは、遡上波による安全機能への影響を評価し、施設の一部の機能が損なわれることがあっても、廃棄物埋設施設全体として安全性が確保されることをいう。なお、「安全機能を損なうおそれがないこと」には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置して、遡上波の到達又は流入を防止することを含む。</p> <p>3 上記2の遡上波の到達防止に当たっては、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条3一②の方針を準用すること。</p> <p>4 上記2二の津波防護施設及び浸水防止設備並びに津波監視設備を設置する場合には、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条3二及び五から七までの方針を準用すること。こ</p>

第二種埋設許可基準規則	第二種埋設許可基準解釈
	<p>れら規定中「発電所」とあるのは「廃棄物埋設施設」と読み替えるものとする。</p>

2 廃棄物埋設施設の安全機能について

第二種埋設許可基準規則第二条第2項第一号によって、「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とされている。

廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の安全機能は、放射性物質の漏出を低減する機能（以下「漏出低減機能」という。）及び遮蔽機能で、これらの安全機能を有する施設は、廃棄物埋設地（漏出低減機能及び遮蔽機能）である。

本施設に必要となる安全機能を維持する期間は、第2表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、廃棄物埋設地が有する漏出低減機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。

第2表 廃棄物埋設地における安全機能を維持する期間

安全機能	廃止措置の開始前	
	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から最終覆土完了まで	最終覆土完了から廃止措置の開始まで
漏出低減機能	○	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する

3 設計対象設備

第二種埋設許可基準規則第五条の設計対象設備は、本施設のうち廃棄物埋設地である。

4 第二種埋設許可基準規則第五条への適合のための設計方針

本施設は、予想される津波に対して供用中に安全機能を損なわない設計とする。具体的には、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見を踏まえ選定した津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置し、安全機能を損なわない設計とする。

5 第二種埋設許可基準規則第五条への適合性説明

第二種埋設許可基準規則第五条の適合性説明に当たり、廃棄物埋設地の立地的特徴を踏まえ、既往津波の敷地への到達実績及び既往知見を踏まえた津波の評価を実施し、廃棄物埋設地に対する津波の影響を評価した。

なお、本施設には取水設備を設置しないことから、津波評価は水位上昇側のみ実施した。

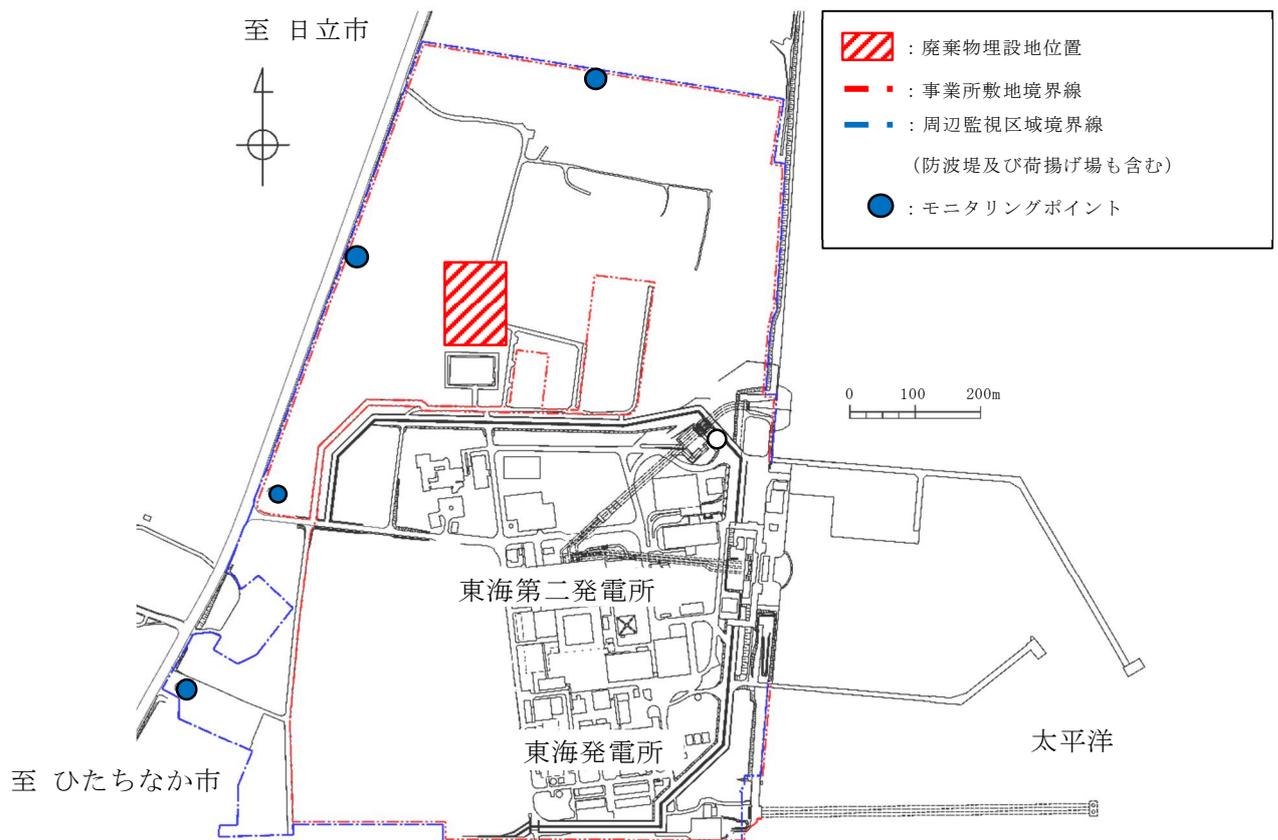
5. 1 廃棄物埋設地の立地的特徴

廃棄物埋設地は、茨城県那珂郡東海村の東端に位置し、東は太平洋に面しており海岸から約 400 m 離れた東京湾中等潮位（以下「T.P.」という。）約 +8 m に整地した敷地に設置する。なお、本施設には取水設備は設置しない。

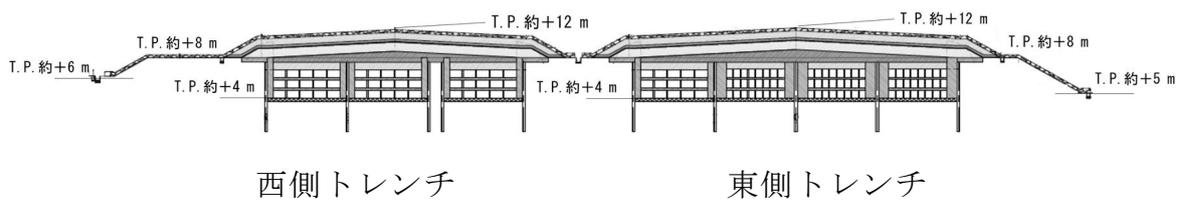
廃棄物埋設地は、第二種廃棄物埋設を行う放射性廃棄物を埋設する埋設トレンチ及び覆土により構成する。

廃棄物埋設地には、廃棄物を埋設する埋設トレンチを設置する。埋設トレンチは、廃棄物の底面が T.P. 約 +4 m となるよう掘り下げて設置し、最終覆土完了後は覆土頂部が T.P. 約 +12 m となる。

廃棄物埋設地の位置を第 1 図、廃棄物埋設地及び周辺の標高を第 2 図に示す。



第1図 廃棄物埋設地の位置図



第2図 廃棄物埋設地及び周辺の標高 (E W断面)

5. 2 津波影響に対する評価フロー

津波評価に当たっては、文献調査により既往津波の規模感を把握し、敷地周辺に影響を及ぼした過去の津波を確認する。次に、本施設は第二種埋設許可基準規則第四条からCクラス設備であることを踏まえ、行政機関の津波評価のうち最大クラスの津波を選定し、遡上波の到達点を評価する。

6 既往津波に関する検討

6. 1 文献調査

6. 1. 1 敷地周辺に影響を及ぼした過去の津波

敷地周辺の既往津波について文献調査を実施した。既往津波に関する主な文献としては、土木学会 (2016) ⁽¹⁾, 渡辺 (1985) ⁽²⁾, 渡辺 (1998) ⁽³⁾, 宇佐美他 (2013) ⁽⁴⁾, 宇津他編 (2001) ⁽⁵⁾, 羽鳥 (1975) ⁽⁶⁾, 羽鳥 (1987) ⁽⁷⁾, 竹内他 (2007) ⁽⁸⁾, 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (2012) ⁽⁹⁾, 国立天文台 (2014) ⁽¹⁰⁾, Ioki and Tanioka (2016) ⁽¹¹⁾, 気象庁の発表等がある。

文献調査によると、敷地周辺に影響を与えたと考えられる津波には、1677年延宝房総沖地震津波、1960年チリ地震津波、2011年東北地方太平洋沖地震津波等がある。

竹内他 (2007) ⁽⁸⁾ によると、1677年延宝房総沖地震津波は福島県、茨城県沿岸では記録の残っている最大の津波であり、水戸紀年、大洗地方史、玄蕃先代集乾巻等の史料による建物被害等の記載から津波浸水高を推定しており、ひたちなか市の浸水高は4.5～5.5 mとしている。

チリ津波合同調査班 (1961) ⁽¹²⁾ によると、1960年チリ地震津波は茨城県久慈港における痕跡高で約2.3 mとされている。

2011年東北地方太平洋沖地震津波については、本施設に隣接する東海第二発電所での痕跡高は概ね5～6 m (最大6.5 m) であった。既往津波に関する文献調査結果を第3表、第3図及び第4図に示す。

第3表 既往津波の文献調査

(敷地周辺に影響を及ぼした過去の津波)

太平洋沿岸に影響を及ぼした主な津波の一覧表 (地震規模8.0以上 (遠地津波については地震規模9.0以上) を抜粋)

発生年月日 元号	波源域	地震規模 ¹⁾		津波規模 ²⁾ m	地震・津波の概要 ³⁾	敷地への影響
		Mj	Mw			
869. 7. 13 貞観11	三陸沖	8.3 ±1/4	—	4, — [4]	三陸沿岸：城郭・倉庫・門櫓・垣壁など崩れ落ち倒壊するもの無数。津波が多賀城下を襲い、溺死約1千。流光度のごとく隠映すという。三陸沖の巨大地震とみられる。	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
1611. 12. 2 慶長16	三陸沖	≒8.1	8.3 ⁴⁾	4, — [3-4]	三陸沿岸および北海道東岸：三陸地方で強震。被害は軽く、津波の被害が大きかった。伊達領内で死1783, 南部・津軽で人馬の死3千余という。三陸沿岸で家屋の流出が多く、北海道東部でも溺死が多かった。1933年三陸地震津波に似ている。	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
1677. 11. 4 延宝5	房総沖	≒8.0	8.2 ⁴⁾	2, — [-]	磐城・常陸・安房・上総・下総：上旬より地震が多かった。磐城から房総にかけて津波があり、小名浜・中之作・薄磯・四倉・江名・豊間などで死・不明130余, 水戸領内で溺死36, 房総で溺死246余, 奥州岩沼領で死123	茨城県那珂湊 (現ひたちなか市) で4.5~5.5m
1700. 1. 26 元禄12	北米 北西部沖	—	9.0	—, —	北米北西部沖 (カスケード地帯)：三陸~紀伊半島にかけて津波が来た。各地の津波の高さは岩手県宮古3m, 同大槌で2m, 茨城県那珂湊で約2mと推定される記録がある。宮古で津波の被害があったという。	茨城県那珂湊 (現ひたちなか市) で約2m
1793. 2. 17 寛政5	三陸沖	8.0~8.4	—	2, 2.5 [2]	陸前・陸中・磐城：仙台領内で家屋損壊1千余, 死12。沿岸に津波が来て, 全体で家潰流失1730余, 船流破33, 死44以上。余震が多かった。相馬・いわきにおいて引きで津波がはじまっているのは1896年明治三陸地震と似ている。	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
1896. 6. 15 明治29	三陸沖	8・1/4	8.3 ⁴⁾	4, 3.5 [3-4]	三陸沖：『明治三陸地震津波』：被害はない。津波が北海道より牡鹿半島にいたる海岸に襲来し, 死者総数は21959 (青森343, 岩手18158, 宮城3452, 北海道6)。家屋流失全半潰8~9千, 船の被害約7千。波高は, 吉浜24.4m, 綾里38.2m, 田老14.6mなど。	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
1933. 3. 3 昭和8	三陸沖	8.1	8.4	3, 3	三陸沖：『三陸地震津波』：被害は少なかった。津波が太平洋沿岸を襲い, 三陸沿岸で被害は甚大。死・不明3064, 家屋流失4034, 倒潰1817, 浸水4018。波高は綾里湾で28.7mにも達した。日本海溝付近で発生した巨大な正断層型地震と考えられている。	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
1952. 11. 4 昭和27	カムチャツカ半島 南東沖	—	9.0	1, —	カムチャツカ半島南東沖：『カムチャツカ津波』：太平洋沿岸に津波, 波高は1~3m程度。広範囲で家屋の浸水があり, 三陸沿岸では漁業関係の被害があった。	福島県沿岸で約0.5~1.5m
1960. 5. 22 昭和35	チリ 南部沖	—	9.5	2~3, —	チリ南部沖：『チリ地震津波』：津波が日本各地に襲来, 波高は三陸沿岸で5~6m, その他で3~4m。北海道南岸・三陸沿岸・志摩半島付近で被害が大きく, 沖繩でも被害があった。日本全体で死・不明142 (うち沖繩で3), 家屋全壊1500余, 半壊2千余	茨城県久慈港で約2.3m
1964. 3. 27 昭和39	アラスカ 湾	—	9.2	0, —	アラスカ湾：『アラスカ地震津波』：津波は太平洋沿岸各地に波及した。日本沿岸の検潮記録によると, 津波の高さは三陸沿岸南部でやや高かった。このため, この沿岸で浅海漁業施設に若干の被害があった。	小名浜で0.35m, 銚子で0.36m
1968. 5. 16 昭和43	青森県 東方沖	7.9	8.2	2, 2.5	青森県東方沖：『1968年十勝沖地震』：青森を中心に北海道南部・東北地方に被害。死52, 傷330, 建物全壊673, 半壊3004。青森県下で道路損壊も多かった。津波があり, 三陸沿岸3~5m, 浸水529, 船舶流失沈没127。コンクリート造建築の被害が目立った。	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
2011. 3. 11 平成23	三陸沖	8.4	9.0	—, 4	東北沖：『平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震, 東日本大震災』：日本海溝沿いの沈み込み帯の大部分, 三陸沖中部から茨城県沖までのプレート境界を震源域とする逆断層型超巨大地震。3月9日にM7.3 (Mw7.4) の前震, 震源域内や付近の余震・誘発地震はM7.0以上が6回, M6.0以上が97回, 死18493, 不明2683, 傷6217, 住家全壊128801, 半壊269675。死者の90%以上が水死で, 被害の多くは巨大津波 (現地調査によれば最大約40m) によるもの。	発電所で概ね5~6m (最大6.5m)

1) 地震規模は, 宇佐美他 (2013) ⁽⁴⁾ を参照した。

2) 津波規模は, 宇佐美他 (2013) ⁽⁴⁾ による。下線付き数字は羽鳥による値とされている。[] 内の値は羽鳥 (1975) ⁽⁶⁾ による値を参照した。

3) 地震・津波の概要は, 宇佐美他 (2013) ⁽⁴⁾, 渡辺 (1998) ⁽³⁾ 及び国立天文台 (2014) ⁽¹⁰⁾ を参照した。

4) 土木学会 (2016) ⁽¹⁾ を参照した。

6. 1. 2 津波堆積物調査

津波堆積物に関する文献調査を実施した結果、茨城県日立市十王町及び千葉県銚子市で津波堆積物が確認されている（澤井（2012）⁽¹³⁾、Sawai et al.（2012）⁽¹⁴⁾ 及び Yanagisawa et al.（2016）⁽¹⁵⁾）。

澤井（2012）⁽¹³⁾ 及び Sawai et al.（2012）⁽¹⁴⁾ によると、茨城県日立市十王町で確認された津波堆積物から 3 回のイベントが推定され、3 回のイベントのうち、文献記録と対比できるのは、1677 年延宝房総沖地震津波のみである。

Yanagisawa et al.（2016）⁽¹⁵⁾ は、古文書及び津波堆積物調査に基づき、1677 年延宝房総沖地震津波が千葉県銚子市の小畑池（T.P. +11.3 m）に浸水したと解釈している。

また、千葉県九十九里浜地域における津波堆積物調査から、歴史記録にない津波の痕跡が確認されている（Pilarczyk et al.（2021）⁽¹⁶⁾、産業技術総合研究所（2021）⁽¹⁷⁾）。津波堆積物は二層の砂層（上位から砂層 A, B）で、それぞれ西暦 900 年～1700 年、西暦 800 年～1300 年に堆積したと推定している。この堆積年代から判断すると、砂層 A は 1677 年の延宝地震あるいは 1703 年の元禄地震に対応する津波堆積物である可能性が高く、一方、砂層 B については、未知の津波の痕跡といえるとしている。

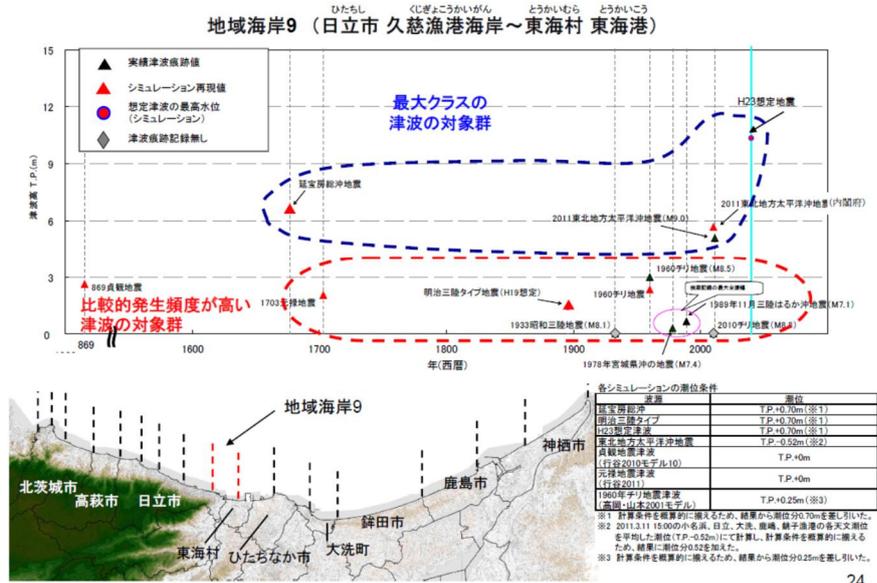
6. 1. 3 行政機関による津波評価

茨城県（2012）⁽¹⁸⁾ では、農林水産省・国土交通省（2011）⁽¹⁹⁾ 及び中央防災会議（2011）⁽²⁰⁾ に基づき、津波対策を構築するに当たって二つのレベルの津波（比較的頻度の高い津波（L 1 津波）と最大クラスの津波（L 2 津波））を設定し、数値シミュレーションを実施している。最大クラスの津波である L 2 津波として、東北地方太平洋沖地震津波及び H23 想定津波を対象津波とし

ている。なお、H23 想定津波は平成 19 年に茨城県で想定した津波である「延宝房総沖地震津波」の波源域等を参考にした地震津波である。国土交通省 (2012b) ⁽²¹⁾ による地域海岸（一連の海岸線や湾）における設計津波の対象津波群の選定を第 5 図，茨城県 (2012) ⁽¹⁸⁾ による L 2 津波の対象津波を第 6 図，国土交通省 (2012b) ⁽²¹⁾ による数値シミュレーション結果を第 7 図，茨城県 (2012) ⁽¹⁸⁾ による L 2 津波による浸水想定図を第 8 図に示す。これによると，L 2 津波のうち本施設が位置する久慈漁港海岸から豊岡海岸において水位が高い波源は H23 想定津波であり，その水位は T.P. +10.3 m である。

内閣府 (2020, 2022) ⁽²³⁾ により，避難を軸とした総合的な津波対策の検討のため，最大クラスの津波波源（日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル）が評価されており，茨城県沿岸の浸水深分布が示されている。内閣府による日本海溝・千島海溝沿いの最大クラスの津波による浸水想定は，本施設周辺で津波高さ約 5 m である。内閣府 (2020, 2022) ⁽²³⁾ による浸水想定図を第 9 図に示す。

最大クラスの津波の対象津波群の選定(地域海岸9)



24

国土交通省 (2012b) ⁽²¹⁾

第5図 地域海岸9における設計津波の対象津波群の選定

対象津波	東北地方太平洋沖地震津波	H23 想定津波
マグニチュード	Mw = 9.0 Mt = 9.1~9.4	Mw = 8.4 Mt = 8.6~9.0
使用モデル	中央防災会議モデル	茨城県モデル
説明	平成23年3月11日、三陸沖を震源とした地震により発生した津波。東日本大震災を引き起こし、東北から関東を中心に甚大な被害をもたらした津波の再来を想定。	地震調査研究推進本部から平成23年11月に公表された「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)」についてを基に想定した地震。(平成19年に茨城県で想定した津波「延宝房総沖地震津波」の震源域等を参考にした地震。)
概要	震源域	震源域

茨城県 (2012) ⁽¹⁸⁾

第6図 L2津波の対象津波

最大クラスの津波の対象津波群

海岸線における津波の高さ(単位:T.P.+m)

※対象津波群の中から2つの最大クラスの津波を選定



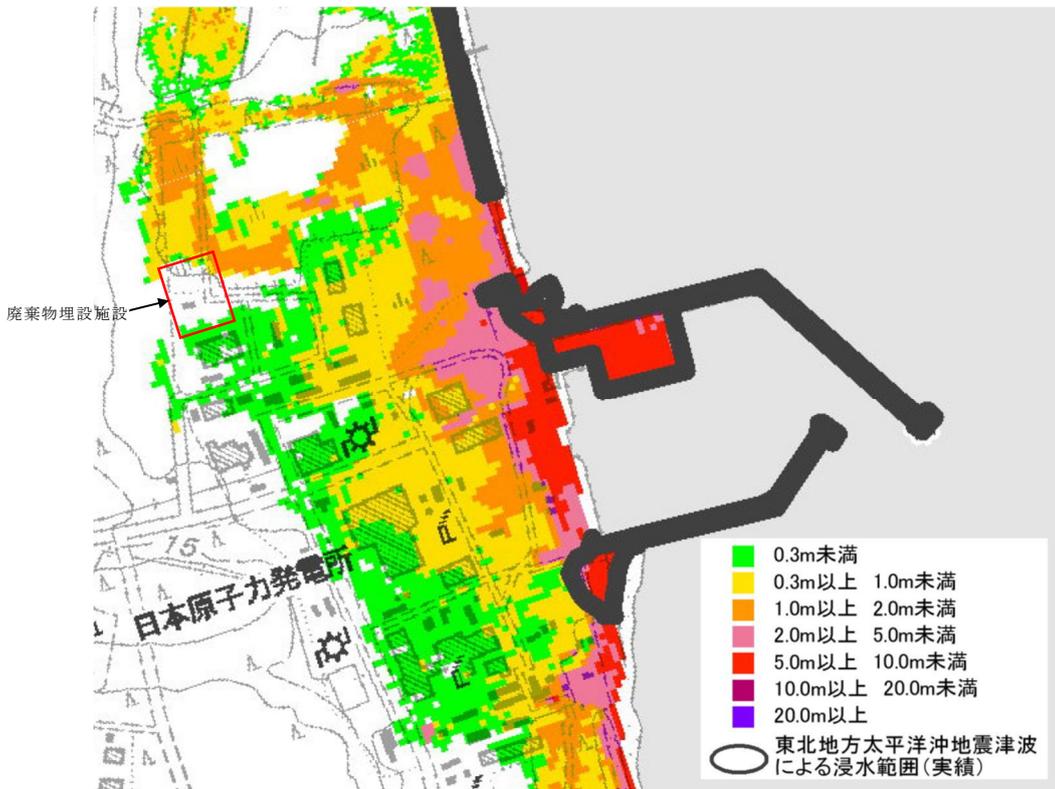
地域海岸	海岸名	最大クラスの津波の津波群			(参考)比較的产生頻度が高い津波の津波群		
		延宝別府沖地震	東北地方太平洋沖地震	H23想定地震	元禄地震	明治三陸タイプ地震	千代地震(1960)
地域海岸1	平湯海岸 ~ 五浦海岸	6.9	7.8	10.7	1.7	2.0	2.4
地域海岸2	大津漁港海岸 ~ 神岡上海岸	7.0	6.1	10.1	1.3	1.5	1.8
地域海岸3	磯原海岸 ~ 小野矢指海岸	6.0	7.0	7.7	1.3	1.7	1.8
地域海岸4	赤浜海岸 ~ 高浜海岸	6.2	6.3	7.4	1.3	1.5	2.0
地域海岸5	石滝海岸 ~ 川尻海岸	6.7	6.1	8.0	1.4	1.7	2.2
地域海岸6	川尻漁港海岸 ~ 日高漁港海岸	6.1	5.6	9.0	1.5	1.2	1.8
地域海岸7	日高漁港海岸 ~ 多賀海岸	7.1	5.4	10.9	1.7	1.4	2.0
地域海岸8	多賀海岸 ~ 水木漁港海岸	7.1	6.4	10.6	1.8	1.3	1.8
地域海岸9	久慈漁港海岸 ~ 豊岡海岸	6.5	5.7	10.3	2.1	1.4	2.3
地域海岸10	常陸那珂港区 ~ 磯崎漁港海岸	5.9	5.2	10.0	1.8	1.2	2.4
地域海岸11	磯崎漁港海岸 ~ 大洗港海岸	6.4	5.6	9.4	2.6	1.2	2.2
地域海岸12	大洗港海岸 ~ 成田海岸	4.6	6.1	7.3	1.8	1.3	2.5
地域海岸13	上釜海岸 ~ 上榎木海岸	4.9	6.1	6.6	2.0	1.5	2.3
地域海岸14	大小志崎海岸 ~ 下津海岸	4.4	6.2	6.4	2.0	1.5	2.1
地域海岸15	鹿島港	4.9	6.3	5.9	2.8	1.6	2.3
地域海岸16	日川海岸 ~ 波崎漁港海岸	4.8	7.1	6.9	3.1	1.3	1.7

※ 上表の津波高さは、潮位条件TP+0mに合わせた場合(既往津波の発生時の潮位ではない)のシミュレーション値(概算値ではない)であり、各地域海岸における最大の値。ただし、崖部で、かつ背後に家屋等が無い箇所は除く。

15

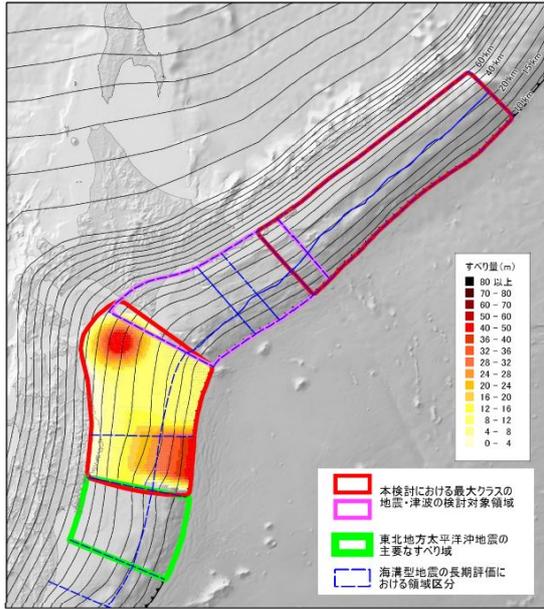
国土交通省
(2012b) ⁽²¹⁾

第7図 数値シミュレーション結果



茨城県 (2012) ⁽¹⁸⁾ に加筆

第8図 L2津波による浸水想定図



最大クラスの津波断層モデル 日本海溝（三陸・日高沖）

道県名	市区町村名	日本海溝モデル	千島海溝モデル
		(m)	(m)
茨城県	北茨城市	7	4
	高萩市	5	4
	日立市	5	4
	那珂郡東海村	5	4
	ひたちなか市	5	4
	東茨城郡大洗町	5	4
	銚田市	5	4
	鹿嶋市	6	4
	神栖市	6	6



内閣府（2020，2022）⁽²³⁾ に加筆

第9図 日本海溝・千島海溝沿いの最大クラスの津波による浸水想定図

6. 1. 4 施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波の選定

津波評価に関する調査の結果、廃棄物埋設地に「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」として茨城県(2012)⁽¹⁸⁾が津波想定に用いているL2津波(H23想定津波)を選定した。

7 津波評価

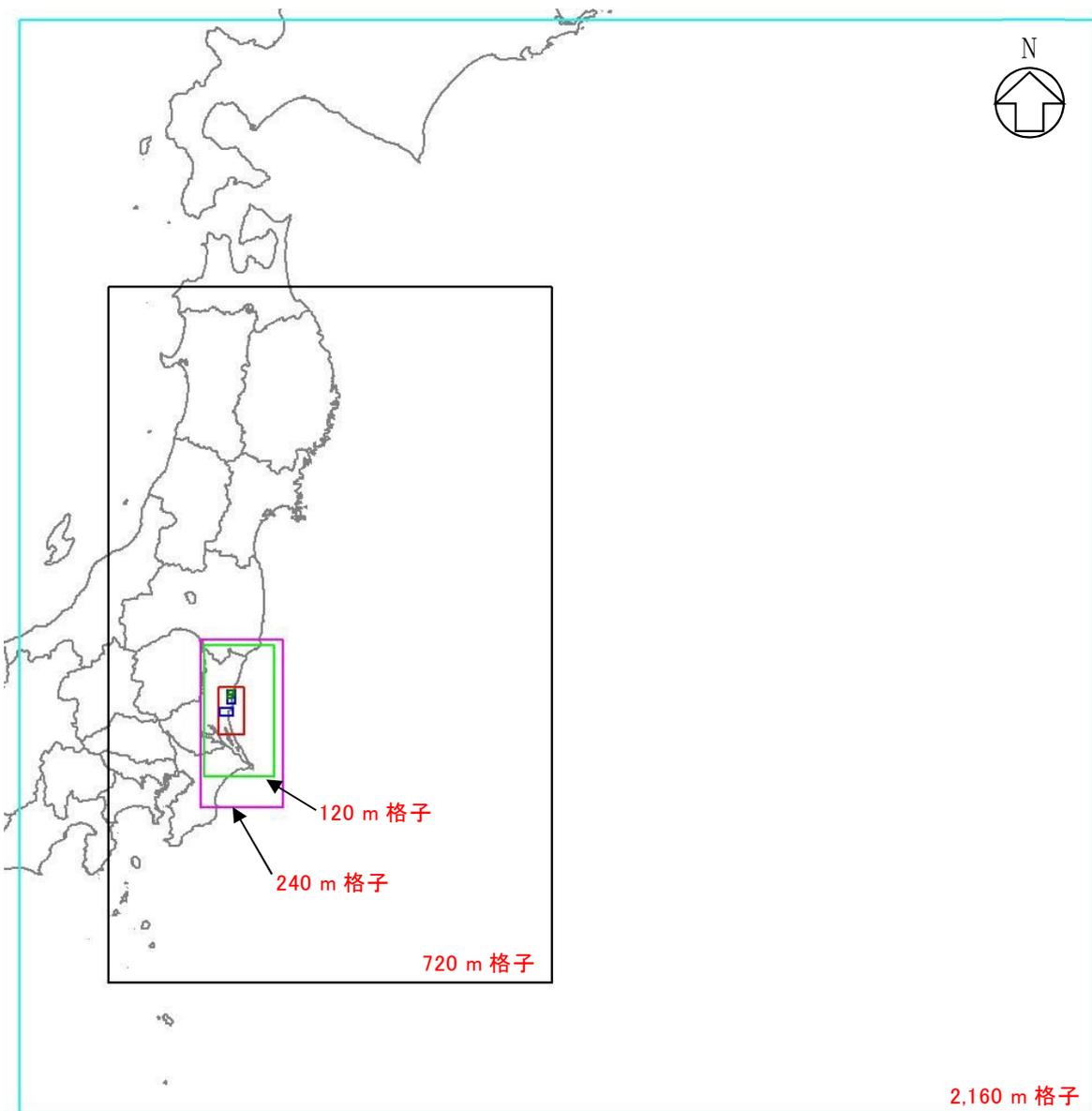
廃棄物埋設地への影響を確認するためにL2津波(H23想定津波)を対象に数値シミュレーションを実施した。なお、解析条件は茨城県(2012)⁽¹⁸⁾と同様とした。数値シミュレーションの計算条件を第4表、数値シミュレーションの計算領域及び計算格子を第10図に示す。数値シミュレーションに用いたモデルの妥当性確認として、茨城県(2012)⁽¹⁸⁾の最大浸水深分布との比較を行った。同条件による茨城県(2012)⁽¹⁸⁾の最大浸水深分布との比較による数値シミュレーションの妥当性確認結果を第11図に示す。モデル化に当たっては、地形は東北地方太平洋沖地震被災後の地形(地盤沈降を反映)とするとともに、津波の遡上経路に影響を及ぼす人工構造物の防潮堤等や残土置場についても反映した。

数値シミュレーションの結果、本施設周辺での最大水位はT.P.+5.7mであった。施設位置及び計算結果と、最大水位の評価結果を第12図に示す。

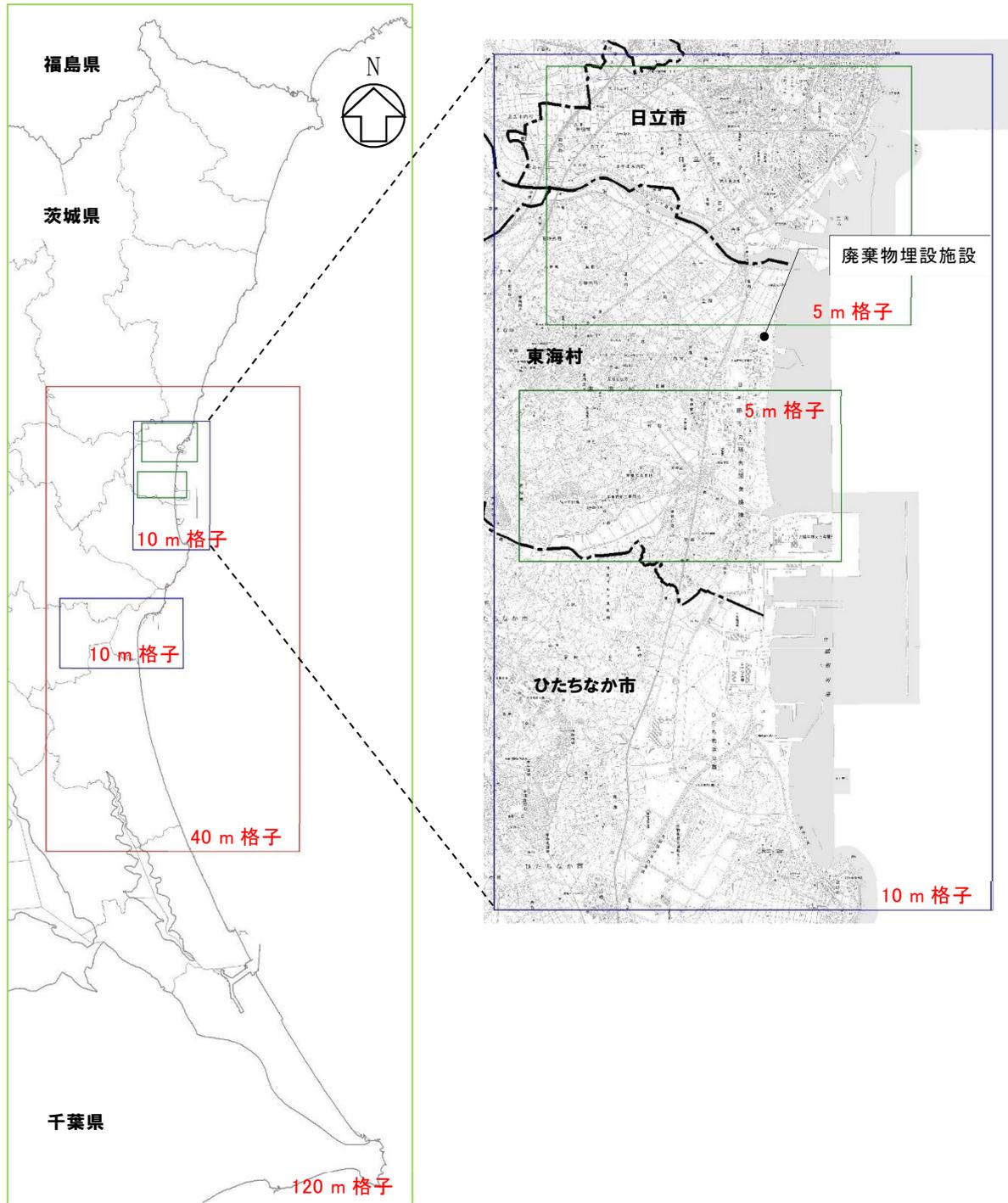
第4表 数値シミュレーションの計算条件

項目	条件	備考
計算領域	北海道から千葉房総付近までの太平洋 (南北約1,260 km, 東西約1,230 km)	
メッシュ構成	沖合2,160 m→720 m→240 m→120 m→沿岸40 m→10 m→5 m	茨城県 (2012) (18)
基礎方程式	線形長波理論 (沖合2,160mメッシュ領域) 非線形長波理論 (720m~5mメッシュ領域)	ともに後藤・小川 (1982) (25) の方法
計算スキーム	スタッガード格子, リープ・フロッグ法	後藤・小川 (1982) (25) の方法
初期変位置	Okada (1992) (24) の方法	
境界条件	沖側: 後藤・小川 (1982) (25) の自由透過の条件 陸側: 敷地周辺 (計算格子間隔720 m~5 m) の領域は小谷他 (1998) (26) の陸上遡上境界条件 それ以外は完全反射条件	
越流条件	防波堤、防潮堤、河川堤防等の線状構造物: 本間公式 (1940)	全施設で地震による液状化沈下+津波越流時破壊を適用しているため、本間式による越流計算が適用される場面は無い
海底摩擦係数	0.025	国交省 (2012a) (27)
水平渦動粘性係数	0.01	茨城県 (2012) (18)
計算時間間隔	$\Delta t = 0.1$ 秒	茨城県 (2012) (18)
計算時間	津波発生後180分間	茨城県 (2012) (18)
潮位条件	T.P.+0.70 m	茨城県 (2012) (18)

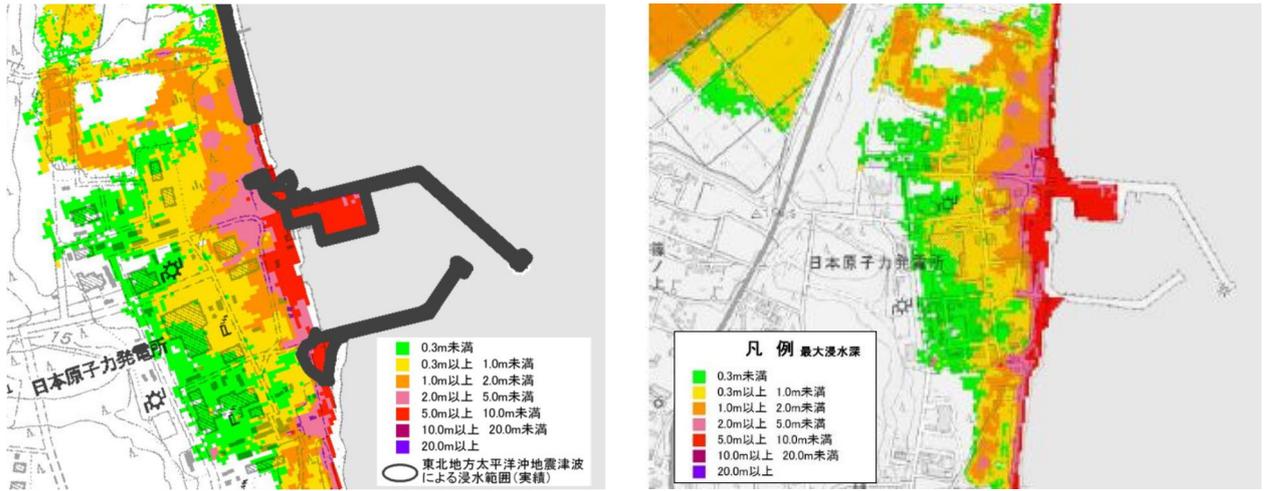
津波水位 = 潮位 + 水位変動量 + 地殻変動量



第 10 図 (1) 計算領域及び計算格子 (沖合領域～小領域)

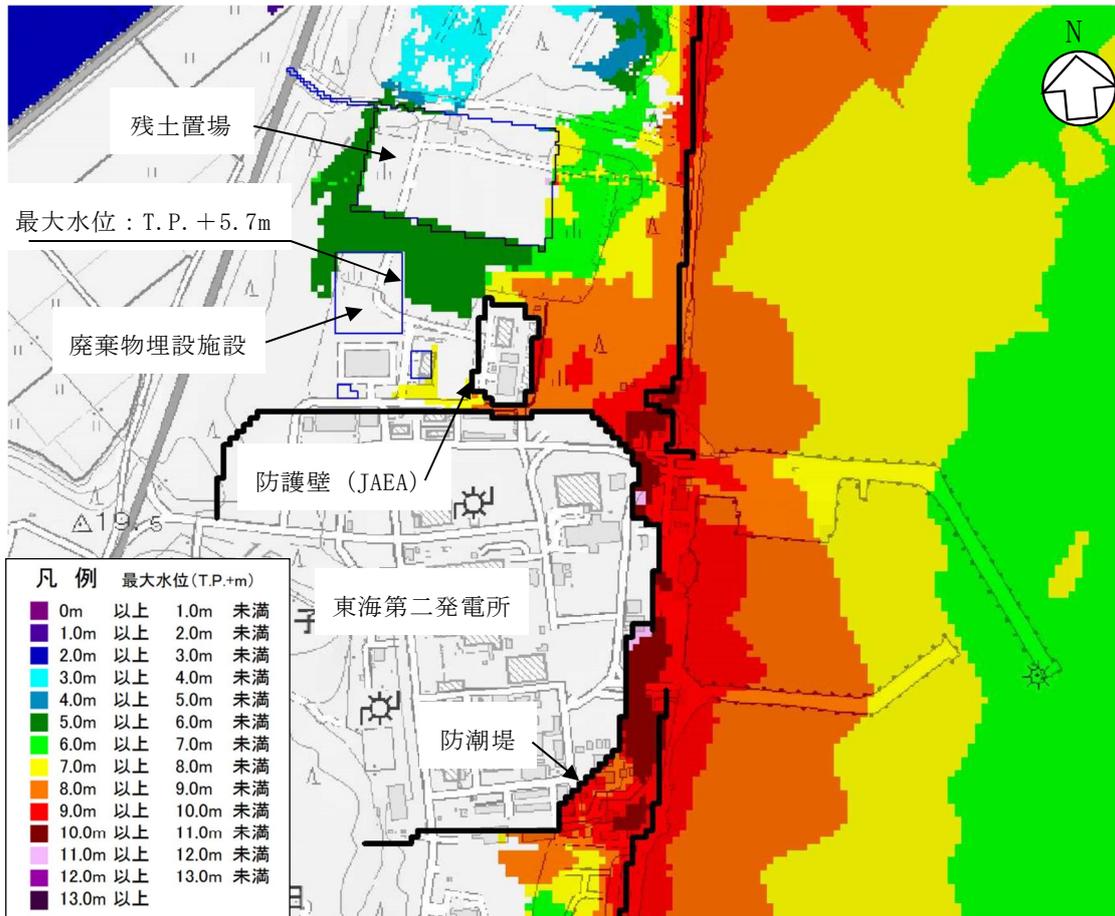


第 10 図 (2) 計算領域及び計算格子 (沿岸部領域～詳細領域)



第 11 図 最大浸水深分布図

(左図：茨城県 (2012) ⁽¹⁸⁾, 右図：数値シミュレーション結果)



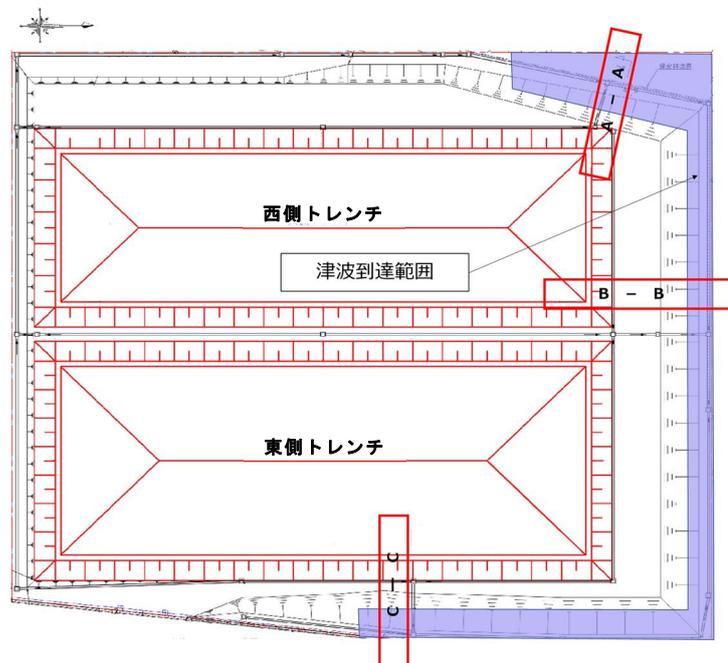
第 12 図 施設位置及び計算結果 (最大水位分布図)

8 安全機能への影響評価

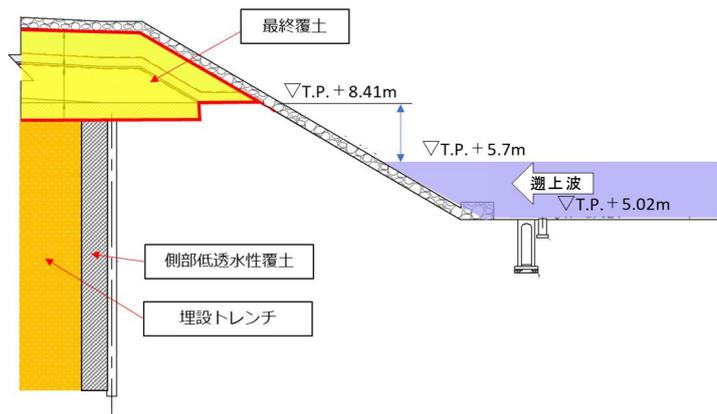
既往知見を踏まえた津波の評価を実施した結果、本施設の周辺に到達する遡上波は最大で T.P. +5.7 m となった。

ここで、廃棄物埋設地は T.P. 約 +8 m に整地した敷地に埋設トレンチを掘り下げて設置し、廃棄物を埋設し、最終覆土を施工することを踏まえて、遡上波の到達高さを T.P. +5.7 m と仮定した場合における本施設への到達範囲の概略平面図を第 13 図に、断面図を第 14 図に示す。

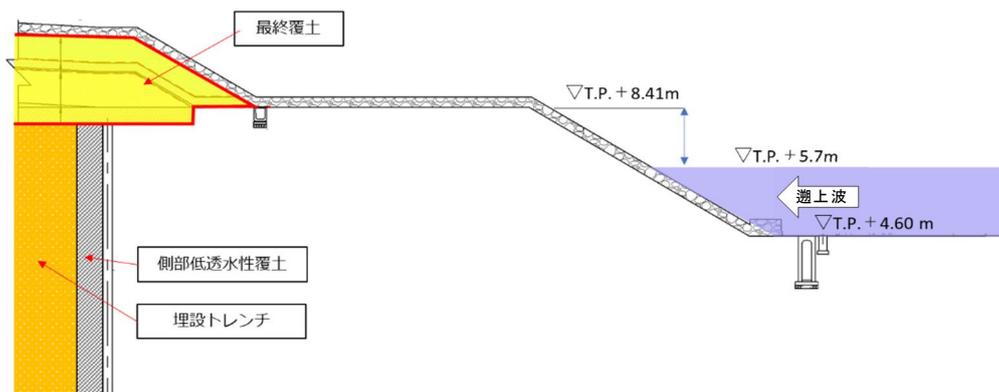
津波による遡上波の到達範囲から、遡上波は本施設の外周に存在する法面に到達するが、廃棄物埋設地の設置標高は、遡上波の到達高さに対して約 2 m 高く、廃棄物埋設地には到達しないことから、廃棄物埋設地の安全機能に直接影響を及ぼすおそれはない。



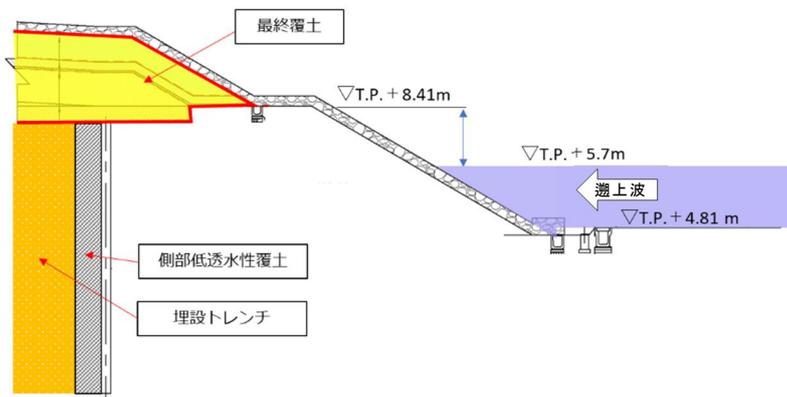
第 13 図 本施設への遡上波の到達範囲概略図 平面図



(A-A 断面)



(B-B 断面)



(C-C 断面)

第 14 図 本施設への遡上波の到達範囲概略図 断面図

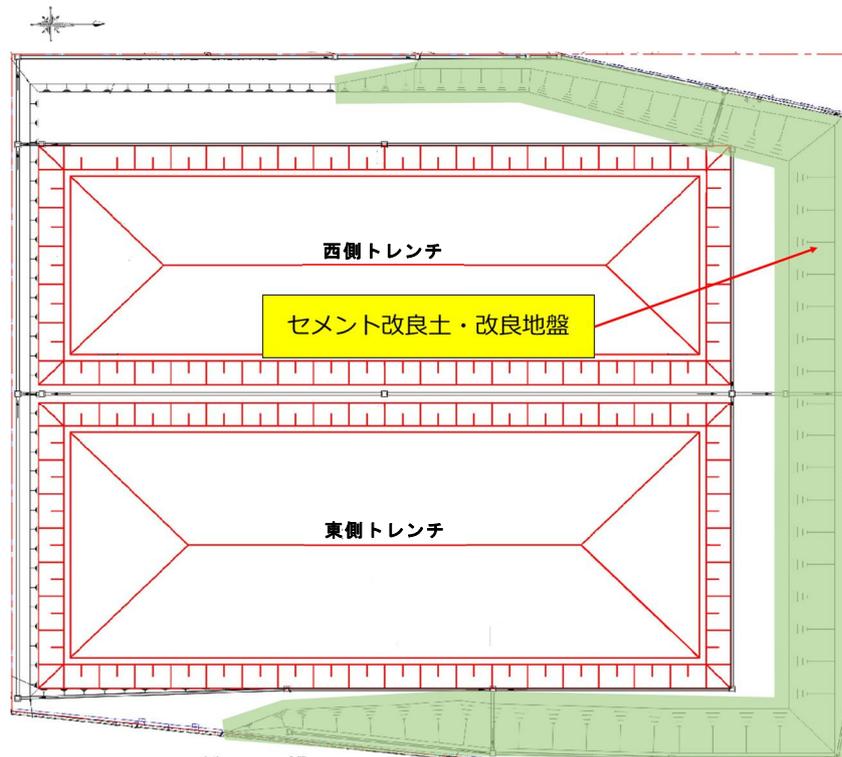
9 津波に対する設計

前項にて津波の評価結果に対し、本施設の法面に津波は到達するが、廃棄物埋設地には到達しないことから、廃棄物埋設地の安全機能に直接影響を及ぼすおそれはないと評価した。

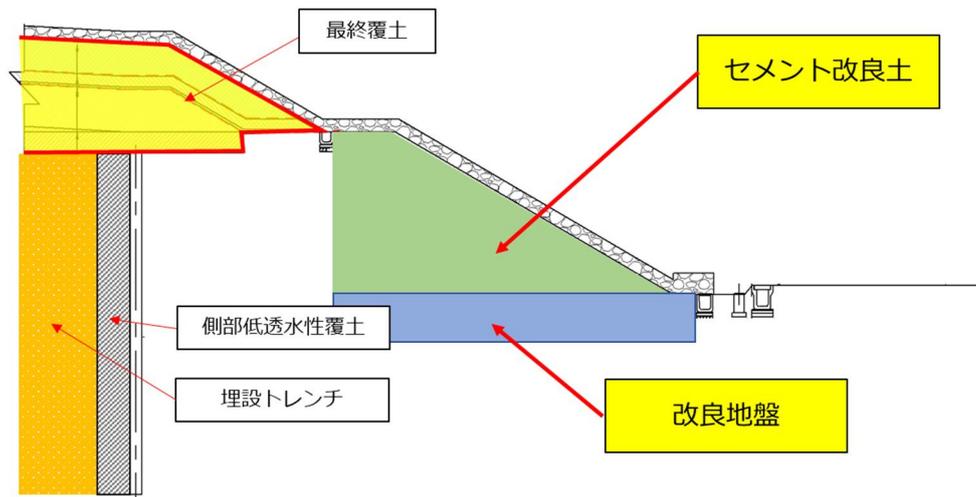
ただし、本施設の設置地盤が主に砂質土で構成されていることを鑑みると、到達した遡上波によって本施設の法面損傷が進んだ場合、廃棄物埋設地に二次的に影響が及ぶ可能性がある。

このことから、念のための対策として、遡上波によって本施設の法面が大きく損傷しないように、遡上波が到達すると予想される法面に対してセメント改良土による補強を行うとともに、法面直下を地盤改良することで津波に対する安定性を確保する。津波に対する法面補強後の本施設の平面図を第 15 図に、断面図を第 16 図に示す。

以上から、廃棄物埋設地は津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置しており、廃棄物埋設地に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれはない。



第 15 図 本施設の地盤改良範囲概略図 平面図



第 16 図 本施設の地盤改良範囲概略図 断面図

1 0 参考文献

- (1) 土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会 (2016) : 原子力発電所の津波評価技術 2016
- (2) 渡辺偉夫 (1985) : 日本被害津波総覧, 東京大学出版会
- (3) 渡辺偉夫 (1998) : 日本被害津波総覧 [第 2 版], 東京大学出版会
- (4) 宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子 (2013) : 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会
- (5) 宇津徳治・嶋悦三・吉井敏尅・山科健一郎編 (2001) : 地震の事典[第 2 版], 朝倉書店, P569-642
- (6) 羽鳥徳太郎 (1975) : 房総沖における津波の波源-延宝 (1677 年)・元禄 (1703 年)・1953 年房総沖津波の規模と波源域の推定-, 地震研究所彙報, vol. 50, P83-91
- (7) 羽鳥徳太郎 (1987) : 寛政 5 年 (1793 年) 宮城沖地震における震度・津波分布, 地震研究所彙報, vol. 62, P297-309
- (8) 竹内仁・藤良太郎・三村信男・今村文彦・佐竹健治・都司嘉宣・宝地兼次・松浦健郎 (2007) : 延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での痕跡高調査, 歴史地震, 第 22 号, P53-59
- (9) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (2012) :
- (10) 国立天文台編 (2014) : 理科年表 平成 26 年, 丸善出版
- (11) Kei Ioki and Yuichiro Tanioka (2016) : Re-estimated fault model of the 17th century great earthquake off Hokkaido using tsunami deposit data., Earth and Planetary Science Letters 433 (2016) 133-138.
- (12) チリ津波合同調査班 (1961) : 1960 年 5 月 24 日チリ地震津波に関する論文及び報告, 東京大学地震研究所

- (13) 澤井祐紀 (2012) : 堆積物の記録から明らかになった日本海溝の巨大津波
ー茨城県における痕跡ー, A F E R C NEWS, No.39/2012年11月号
- (14) Sawai, Y., Y. Namegaya, Y. Okamura, K. Satake, and M. Shishikura
(2012) : Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake
and tsunami using coastal geology, Geophysical Research Letters,
Vol.39, L21309.
- (15) H. Yanagisawa, K. Goto, D. Sugawara, K. Kanamaru, N. Iwamoto,
and Y. Takamori (2016) : Tsunami earthquake can occur elsewhere
along the Japan Trench-Historical and geological evidence for the
1677 earthquake and tsunami, Journal of Geophysical Research:
Solid Earth, RESEARCH ARTICLE, 10.1002/2015JB012617
- (16) Jessica E. Pilarczyk, Yuki Sawai, Yuichi Namegaya, Toru Tamura,
Koichiro Tanigawa, Dan Matsumoto, Tetsuya Shinozaki, Osamu
Fujiwara, Masanobu Shishikura, Yumi Shimada, Tina Dura, Benjamin
P. Horton, Andrew C. Parnell, Christopher H. Vane (2021) : A
further source of Tokyo earthquakes and Pacific Ocean tsunamis.
- (17) 産業技術総合研究所 (2021) : 千葉県の太平洋岸で歴史記録にない津波の
痕跡を発見
- (18) 茨城沿岸津波対策検討委員会 (2012) :
- (19) 農林水産省・国土交通省 (2011) : 「設計津波の水位の設計方法等につい
て」 (平成23年7月8日)
- (20) 中央防災会議 (2011) : 「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波
対策に関する専門調査会」報告 (平成23年9月28日)
- (21) 国土交通省 (2012b) : 国土交通省社会資本整備審議会 第48回河川分科
会 資料2-3 茨城沿岸における津波浸水想定説明資料

- (22) 経済産業省 (2011) : 平成 23 年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所及び東海第二発電所の地震観測記録及び津波波高記録について
- (23) 内閣府 (2020, 2022) : 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会 (概要報告 2020 年 4 月, 最終報告 2022 年 3 月)
- (24) Okada (1992) : INTERNAL DEFORMATION DUE TO SHEAR AND TENSILE FAULTS IN A HALF-SPACE, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 82, No. 2, pp. 1018-1040, April 1992
- (25) 後藤智明・小川由信 (1982) : Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法, 東北大学土木工学科資料, 1982
- (26) 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫 (1998) : G I S を利用した津波遡上計算と被害推定法, 海岸工学論文集, 第 45 巻, pp. 356-360
- (27) 国土交通省 (2012a) : 津波浸水想定の設定の手引き Ver. 2.00

以上