

第5章

津波による被害を対象とした評価

第5章 津波による被害を対象とした評価

5.1 東日本大震災における津波被害

東日本大震災では、これまで経験したことがないような巨大な津波に襲われ、特に岩手県、宮城県の太平洋側では、多くの人的被害とあわせて危険物施設や高圧ガス施設に大きな被害が出た。また、福島県から茨城県の太平洋側でも津波の来襲はあったが、石油コンビナートに関しては、被害はバースの損壊など護岸部周辺にとどまっている。

5.1.1 危険物施設の津波被害

消防庁は、東日本大震災で被害を受けたおそれのある危険物施設について被害状況の調査を行い、計16都道府県の3,341の被災施設について調査結果をとりまとめている。ⁱ

その結果によれば、被災施設の55%が主に津波による被害、42%が主に地震による被害であった（残り3%はどちらか判別不明）。また、施設種類別の被害件数は表5.1.1のとおりである。危険物タンク（屋外タンク貯蔵所）は被災施設数、被災率が共に高く、津波被害の危険性が高いと言える。

表 5.1.1 東日本大震災における危険物施設種類別の被害件数ⁱ

施設形態の別	調査地域内の 施設数*（施設） (a)	被災施設数 （施設） (b)	被災率 （%） (b/a)	被害の主たる原因		
				地震	津波	地震又は津波 によるものか 判別不明
製造所	2,058	80	3.9	68	4	8
屋内貯蔵所	20,761	217	1.0	80	136	1
屋外タンク貯蔵所	26,572	841	3.2	378	398	65
屋内タンク貯蔵所	5,161	21	0.4	2	19	0
地下タンク貯蔵所	52,015	318	0.6	139	167	12
簡易タンク貯蔵所	378	4	1.1	0	4	0
移動タンク貯蔵所	36,037	366	1.0	0	358	8
屋外貯蔵所	4,704	60	1.3	3	57	0
給油取扱所	29,187	823	2.8	506	307	10
販売取扱所	860	6	0.7	2	4	0
移送取扱所	587	44	7.5	19	23	2
一般取扱所	33,557	561	1.7	212	344	5
合計	211,877	3,341	1.6	1,409	1,821	111

※調査地域内の危険物施設数は、平成22年3月31日時点の数値である。

ⁱ 消防庁危険物保安室・特殊災害室：東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書, 2011

5.1.2 石油コンビナートにおける津波被害

消防庁による調査では、危険物施設と共に石油コンビナートの特定事業所についても被害状況の調査を行っている。調査対象は9県15区域の249事業所であり、その結果によるとコンビナートでは11件の火災と51件の漏洩が発生している（表5.1.2）。

表 5.1.2 東日本大震災における石油コンビナートの火災及び漏洩の発生件数ⁱ

都道府県	施設区分 特別防災 区域名	火災				漏洩					
		一般取扱所	屋外タンク貯蔵所	高圧ガス施設	可燃性ガス施設	屋内貯蔵所	一般取扱所	屋外タンク貯蔵所	移送取扱所	高圧ガス施設	可燃性ガス施設
青森県	むつ小川原										
	八戸							1			
岩手県	久慈						6(6)				
宮城県	塩釜										
	仙台	7	1				13(13)		2		
秋田県	秋田										
福島県	広野						3(0)	1			
	いわき					1	3(3)				
茨城県	鹿島臨海				2	1		2			
千葉県	京葉臨海北部					2(0)					
	京葉臨海中部			1			6(0)			1	
	京葉臨海南部										
神奈川県	京浜臨海					2(0)	4(0)			1	
	根岸臨海						1(0)	1			
新潟県	直江津										
合計		7	1	1	2	4(0)	2	36(22)	5	2	2

※1 漏洩の屋内貯蔵所欄の()内の数は、総数から漏洩が建築物内にとどまったものを除いた数である。

※2 漏洩の屋外タンク貯蔵所欄の()内の数は、総数から屋外貯蔵タンクの浮き屋根上やポンツーン内へ漏洩したものを除いた数である。

5.1.3 危険物タンクの被害と浸水深との関係

前述の調査では、津波による浸水深の把握できた244基の危険物タンクについての詳細調査を実施し、危険物タンクの被害形態を次の3ケースに分類している。ⁱ

ⁱ 消防庁危険物保安室・特殊災害室：東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書, 2011

- ①タンク本体、付属配管共に被害がないケース（116 基）
- ②タンク本体は被害がないものの、付属配管が被害を受けるケース（60 基）
- ③タンク本体、付属配管共に被害を受けるケース（68 基）

これらのタンクを浸水深、許可容量別に被害形態を整理したものが図 5.1.1 であり、この結果に基づき、津波浸水深が概ね 3m を超えたところから配管やタンクの被害が発生し、7m を超えるとタンク被害が顕著になることが指摘されている。

この結果についてはその後さらに精査が行われ、浸水深と被害との関係が図 5.1.2 のように整理された。図より、浸水深が 2.5m を超えると付属配管やタンク本体の被害が発生しはじめ、5m 以上では多くのタンクで被害がタンク本体にも及ぶことから、津波浸水深がおおむね 2.5m を超えるような場合には津波被害・軽減対策が必要となることが指摘されている。ⁱ

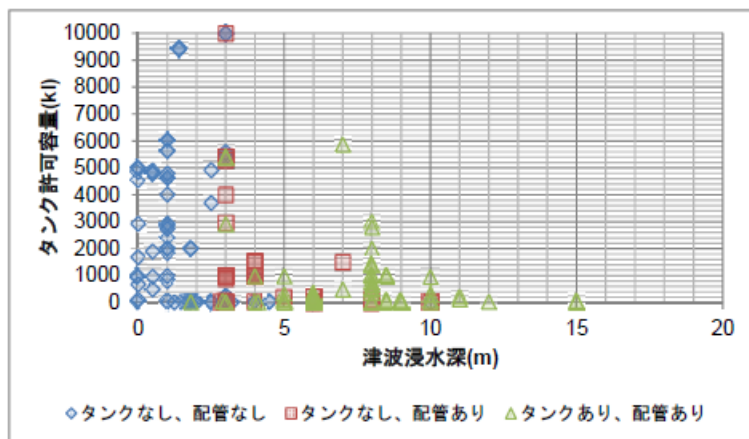


図 5.1.1 津波による被害形態別の整理ⁱⁱ

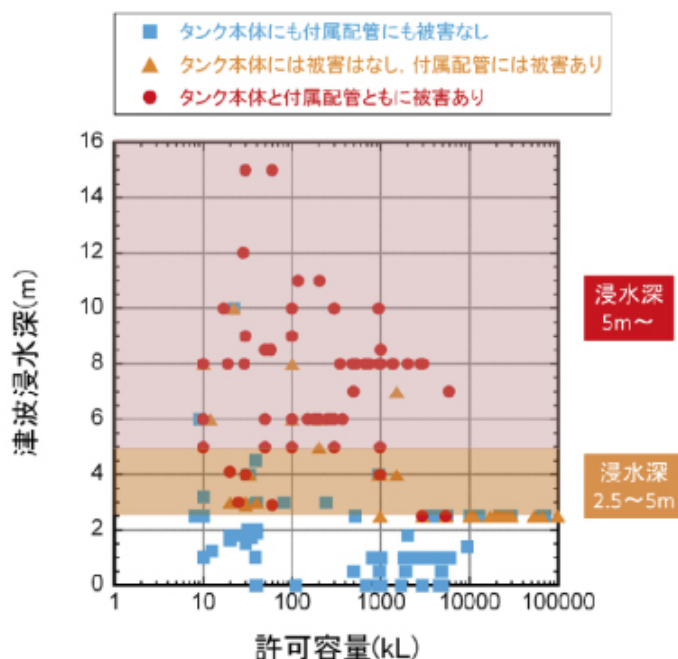


図 5.1.2 津波浸水深と被害発生状況の関係ⁱ

ⁱ 畑山健：石油タンクの津波被害について，消防科学と情報，No.109，2012

ⁱⁱ 消防庁危険物保安室・特殊災害室：東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書，2011

5.1.4 高圧ガス施設の津波被害と浸水深

経済産業省は、高圧ガス施設の津波被害があり浸水深の把握できた78の事業所について被害状況を調査し、表5.1.3のように被害と浸水深との関係を整理しているⁱ。

この結果から、高圧ガスの大量漏洩の危険性がある「貯槽等の倒壊・転倒」や「高圧ガス設備（定置式）の流出」は浸水深3m以上で発生し、保安措置の成否に関わる緊急遮断装置、計装設備等の破損・不具合は浸水深1m未満でも発生していることなどが指摘されている。

表 5.1.3 石油コンビナートにおける高圧ガス施設の津波による被害状況ⁱ

浸水深	津波の被害を受けた事業所数	津波による被害の状況(複数回答あり)										
		貯槽等の倒壊・転倒	緊急遮断装置の破損・不具合	計装設備、ガス漏洩検知警報設備、防火設備の破損・不具合	動機器、静機器の損傷・不具合	配管・弁等の変形・破損・不具合	貯蔵等の基礎、脚部等の損傷	容器置場等の倒壊・破損、容器の転倒	事務所等の倒壊・破損	流出の状況		
										高圧ガス設備の流出	高圧ガスローリーの流出	高圧ガス容器の流出
5m以上	20	4	5	11	8	12	12	9	13	7	1	13
		20%	25%	55%	40%	60%	60%	45%	65%	35%	5%	65%
3m以上 5m未満	20	1	12	17	12	17	5	10	13	1	2	9
		5%	60%	85%	60%	85%	25%	50%	65%	5%	10%	45%
2m以上 3m未満	13	0	4	7	6	5	3	3	7	0	5	5
		0%	31%	54%	46%	38%	23%	23%	54%	0%	38%	38%
1m以上 2m未満	16	0	2	6	5	6	1	3	3	0	0	4
		0%	13%	38%	31%	38%	6%	19%	19%	0%	0%	25%
1m未満	4	0	0	2	1	1	0	2	3	0	0	0
		0%	0%	50%	25%	25%	0%	50%	75%	0%	0%	0%
合計	73	5	23	43	32	41	21	27	39	8	8	31

※)パーセンテージは、浸水深毎の事業所数における被害の割合を表す。

※)特にリスクが大きい事象(大量漏洩が想定される)を赤色で、それに次ぐリスクの事象(大量漏洩の可能性がある)を橙色で、2次的なリスクの事象(これらの設備が動作しなくなることにより大量漏洩の可能性が生じる)を黄色で示す。

ⁱ 総合資源エネルギー調査会・高圧ガス及び火薬類保安分科会・高圧ガス部会：東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について、2012

5.2 津波による災害拡大シナリオ

危険物タンク及びガスタンク（可燃性）の津波による災害拡大シナリオを ET 図 7-1～7-5 に示す。これらのシナリオは、東日本大震災における津波被害事例に基づき整理されたものである。

（1）危険物タンク

ET 図 7-1 配管の破損による漏洩

津波浸水により配管が破損し、危険物の漏洩が生じる。緊急遮断やバルブ閉止に成功すれば少量流出にとどまるが、失敗した場合には防油堤内や事業所内外へ流出が拡大する可能性がある。流出油に着火した場合には流出火災となる。

ET 図 7-2 タンクの移動・転倒

津波浸水によりタンクが移動または転倒する。移動または転倒により配管が大破し、危険物の漏洩が生じた場合には、緊急遮断やバルブ閉止に成功すれば少量流出にとどまるが、失敗した場合には防油堤内や事業所内外へ流出が拡大する可能性がある。また、移動または転倒によりタンク本体が大破した場合には少量流出にはとどまらず、防油堤内や事業所内外へ流出が拡大する可能性がある。いずれの場合も流出油に着火した場合には流出火災となる。

ET 図 7-3 地震による流出後の津波

地震により危険物タンク防油堤内に危険物の大量漏洩が生じたところに、津波により防油堤内が浸水する。流出油は防油堤外に溢流して事業所内外へ拡大する可能性がある。流出油に着火した場合には流出火災となる。

（2）ガスタンク（可燃性）


ET 図 7-4 配管の破損による漏洩

津波浸水により配管が大破し、可燃性ガスの漏洩が生じる。緊急遮断やバルブ閉止に成功すれば少量流出にとどまるが、失敗した場合には着火して爆発火災となる可能性がある。

ET 図 7-5 タンクの移動・転倒

津波浸水によりタンクが移動または転倒する。移動または転倒により配管が大破し、可燃性ガスの漏洩が生じた場合には、緊急遮断やバルブ閉止に成功すれば少量流出にとどまるが、失敗した場合には着火して爆発火災となる可能性がある。また、移動または転倒により本体が大破した場合には少量流出にはとどまらず、着火して爆発火災となる可能性がある。

ET図7-1 配管の破損による漏洩（危険物タンク）

初期事象	事象分岐					災害事象
	緊急遮断	バルブ手動閉止	防油堤	流出油防止堤	着火	
津波浸水  配管の破損による漏洩	成功					少量流出・火災
	失敗	成功	成功 (堤外一部流出)	成功 (堤外一部流出)	なし	防油堤内流出 防油堤内流出火災
		失敗	失敗	成功 (堤外一部流出)	なし	事業所内流出火災
			失敗	失敗 (堤外大量流出)	あり	事業所内流出火災
				失敗 (堤外大量流出)	あり	事業所外流出火災 陸上・海上

*1) 浸水深によっては、防油堤や流出油防止堤はほとんど機能しない。

*2) 同時に複数のタンクが被災し、大量の油が流出・拡大する可能性がある。

ET図7-2 タンクの移動・転倒(危険物タンク)

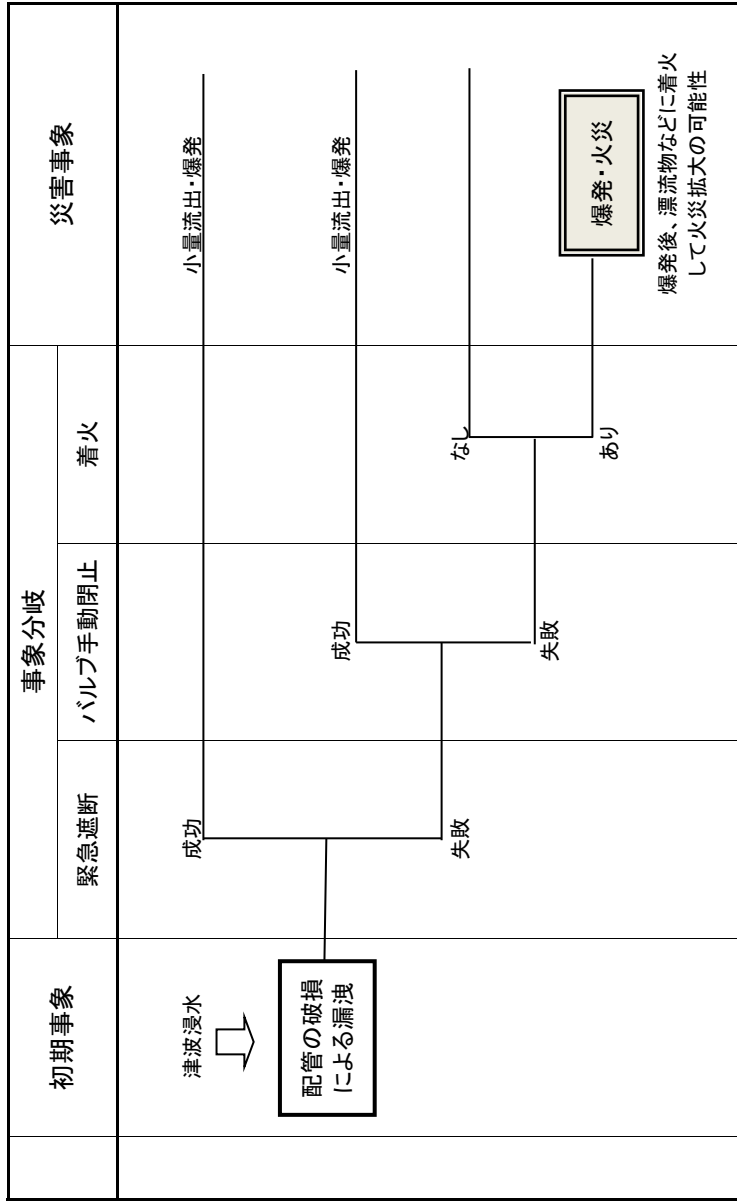
初期事象	事象分岐						災害事象
	破損・漏洩(大破)	緊急遮断	バルブ手動閉止	防油堤	流出油防止堤	着火	
津波浸水 ↓ タンクの移動・転倒	配管破損	成功	成功	成功 (堤外一部流出)	成功 (堤外一部流出)	なし	少量流出・火災
		失敗					失敗
					成功 (堤外一部流出)	なし	少量流出・火災
							失敗 (堤外大量流出)
					成功 (堤外一部流出)	あり	防油堤内流出火災
							失敗 (堤外大量流出)
					成功 (堤外一部流出)	あり	事業所内流出火災
							失敗 (堤外大量流出)
					失敗 (堤外大量流出)	あり	事業所外流出火災
							成功 (堤外一部流出)
							陸上・海上

初期事象	事象分岐						災害事象
	破損・漏洩(大破)	緊急遮断	バルブ手動閉止	防油堤	流出油防止堤	着火	
*1) 浸水深によっては、防油堤や流出油防止堤はほとんど機能しない。 *2) 同時に複数のタンクが被災し、大量の油が流出・拡大する可能性がある。	本体破損			成功 (堤外一部流出)		なし	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">防油堤内 流出火災</div>
					成功 (堤外一部流出)	あり	
				失敗 (堤外大量流出)		なし	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">事業所外 流出火災</div> 陸上・海上

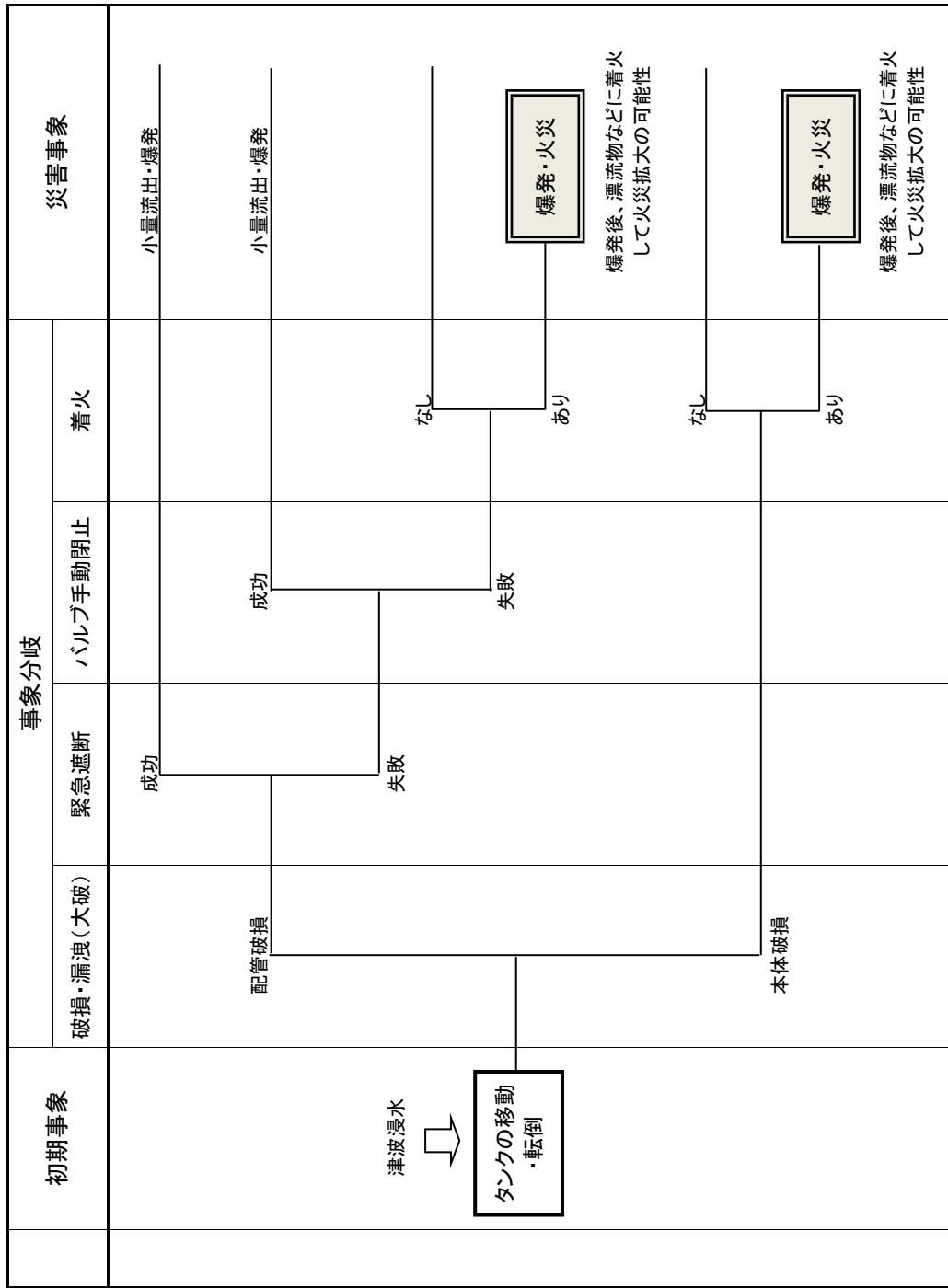
ET図7-3 地震による流出後の津波（危険物タンク）

初期事象	事象分岐				災害事象
	防油堤内浸水	防油堤外流出	流出油防止堤	着火	
地震発生 ↓ 破損・大量漏洩 ↓ 防油堤内流出 ↑ 津波	なし	なし		なし	防油堤内流出火災
	なし	なし (堤外一部流出)		なし	防油堤内流出火災
	あり	なし (堤外一部流出)	成功 (堤外一部流出)	なし	事業所内流出火災
	あり	あり (堤外大量流出)	失敗 (堤外大量流出)	なし	事業所外流出火災 陸上・海上

ET図7-4 配管の破損による漏洩(可燃性ガスタンク)



ET図7-5 タンクの移動・転倒(可燃性ガスタンク)



5.3 津波による被害の予測手法

5.3.1 危険物タンク移動被害の簡易予測手法

危険物タンクの津波による直接的被害としては、防油堤、タンク基礎、タンク本体の被害があり、このうちタンク本体で発生する被害形態としては、浮き上がり、滑動、転倒、内外水圧差による側板座屈、傾斜による底板抜け出し、傾斜による側板下部座屈の6種類（図5.3.1）が整理されている。さらに、比較的容易に被害発生の可能性を評価できるものとして、浮き上がり、滑動、転倒、内外水圧差による側板座屈の4種類の形態について、被害予測手法が提案されているⁱ。

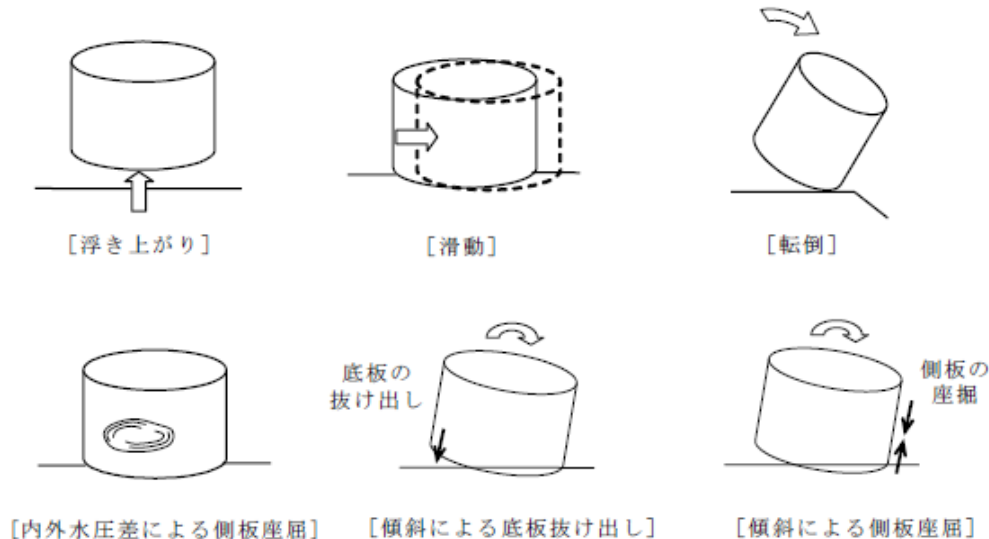


図 5.3.1 危険物タンク本体で発生する津波被害形態ⁱ

一方、東日本大震災における危険物タンクの津波被害状況に基づき、津波浸水深と危険物タンクの移動被害の有無が整理されたことから、この結果を用いて危険物タンクの移動被害（「浮き上がり」及び「滑動」）に関する予測式の検証が行われ、その有効性が確認された（図5.3.2）。ⁱⁱ

これを受けて消防庁は、浸水の恐れのある危険物タンクについて、シミュレーションを実施することにより具体的な被害予測を行うこととし、ホームページにおいて「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツール」を公開、提供している（資料12）ⁱⁱⁱ。

従って、コンビナートの津波浸水予測結果を確認し、浸水が想定される場合には、シミュレーションツールを用いた危険物タンクの移動被害の評価を行う。

ⁱ 総務省消防庁：危険物施設の津波・浸水対策に関する調査検討報告書，2009

ⁱⁱ 消防庁危険物保安室・特殊災害室：東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書，2011

ⁱⁱⁱ <http://www.fdma.go.jp/concern/publication/simulatetool/index.html>

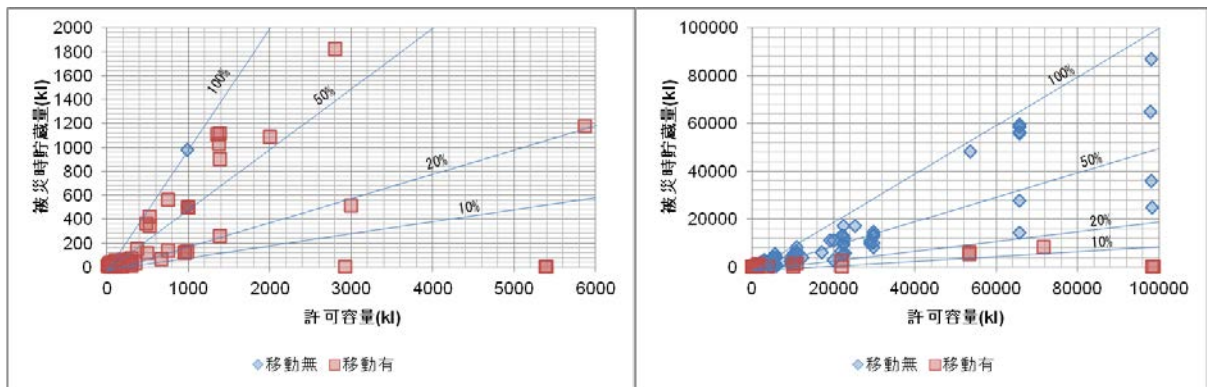


図 5.3.2 移動被害の予測式の検証結果 ii

(右) 移動被害のなかったタンク：138 基／176 基が予測結果と一致

(左) 移動被害のあったタンク：62 基／68 基が予測結果と一致

5.3.2 高圧ガス施設の津波被害予測手法の検討

東日本大震災における高圧ガス施設の津波被害状況を踏まえ、技術基準案等の策定に向けた提言をとりまとめることを目的として、津波の波力、設備の浮力、漂流物影響等の評価手法の検討が行われた。i,ii,iii

この検討では、優先的に検討すべき設備として 4 種類の貯槽類を対象とし、FEMA（アメリカ合衆国連邦緊急事態管理庁）による津波計算式（FEMA 式）の適用について、流速と水深の最大値（ハザードマップ等で通常得られる情報を想定）を用いて評価した場合の妥当性の検証が行われている。表 5.3.1 に検証結果の概要を示す。平底円筒形貯槽については今後の検証が望ましいとされたが、たて置円筒形貯槽、球形貯槽、横置円筒形貯槽については、FEMA 式が適用できる可能性があるとされた。

ただし、現時点では高圧ガス施設の津波被害予測手法は確立していないことから、定性的な検討にとどまる。

表 5.3.1 FEMA による津波計算式の妥当性の検証結果

設備種類	検証結果
「たて置円筒形貯槽」 「球形貯槽」	FEMA 式を適用できる可能性がある。
「平底円筒形貯槽」 (接地型、高床式)	今後、水路壁の影響を考慮してより幅の広い水路または平面水槽による検証実験を実施すると共に、3次元シミュレーション等によりさらに検証を行うことが望まれる。
「横置円筒形貯槽」	波が貯槽に到達する初期に流体力の水平成分に匹敵する大きさの鉛直成分が発生するため、津波の流体力の鉛直成分の方向に留意すれば、FEMA 式を適用できる可能性がある。

i 経済産業省：高圧ガス取扱い施設における地震・津波時の対応に関する調査報告書，2013

ii 経済産業省：高圧ガス取扱い施設における地震・津波時の対応に関する調査報告書，2014

iii 経済産業省：高圧ガス取扱い施設における地震・津波時の対応に関する調査報告書，2015

5.4 津波による被害の危険性

5.4.1 房総半島東方沖日本海溝沿い地震による津波

5.4.1.1 コンビナートの津波浸水想定

千葉県では平成 26～27 年度に地震被害想定調査を実施している。この中で、津波に関しては 1677 年延宝房総沖地震について検討が行われ、2011 年東北地方太平洋沖地震による影響を踏まえ、延宝房総沖地震の震源域のうち東北地方太平洋沖地震で破壊しなかった領域を想定波源域として（房総半島東方沖日本海溝沿い地震）、浸水予測が行われている。

本調査では、最新の成果であり、今後千葉県の地域防災計画へ反映される予定である房総半島東方沖日本海溝沿い地震による津波を想定し、コンビナートにおける津波の危険性について検討する。

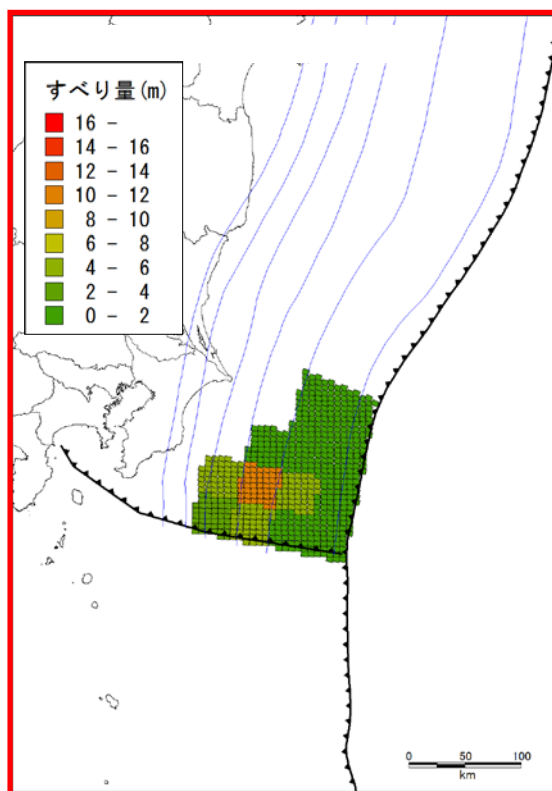


図 5.4.1 房総半島東方沖日本海溝沿い地震の津波波源域 (Mw8.2)

図 5.4.2～5.4.5 に、房総半島東方沖日本海溝沿い地震による津波の予測結果を示す（堤防なし）。算定は堤防あり／堤防なしの 2 ケースについて行われ、初期潮位条件は朔望平均満潮位としている。コンビナートが立地する東京湾沿岸域における津波高は 1～2m、津波影響開始時間及び最大波の到達時間は 1 時間以上である。

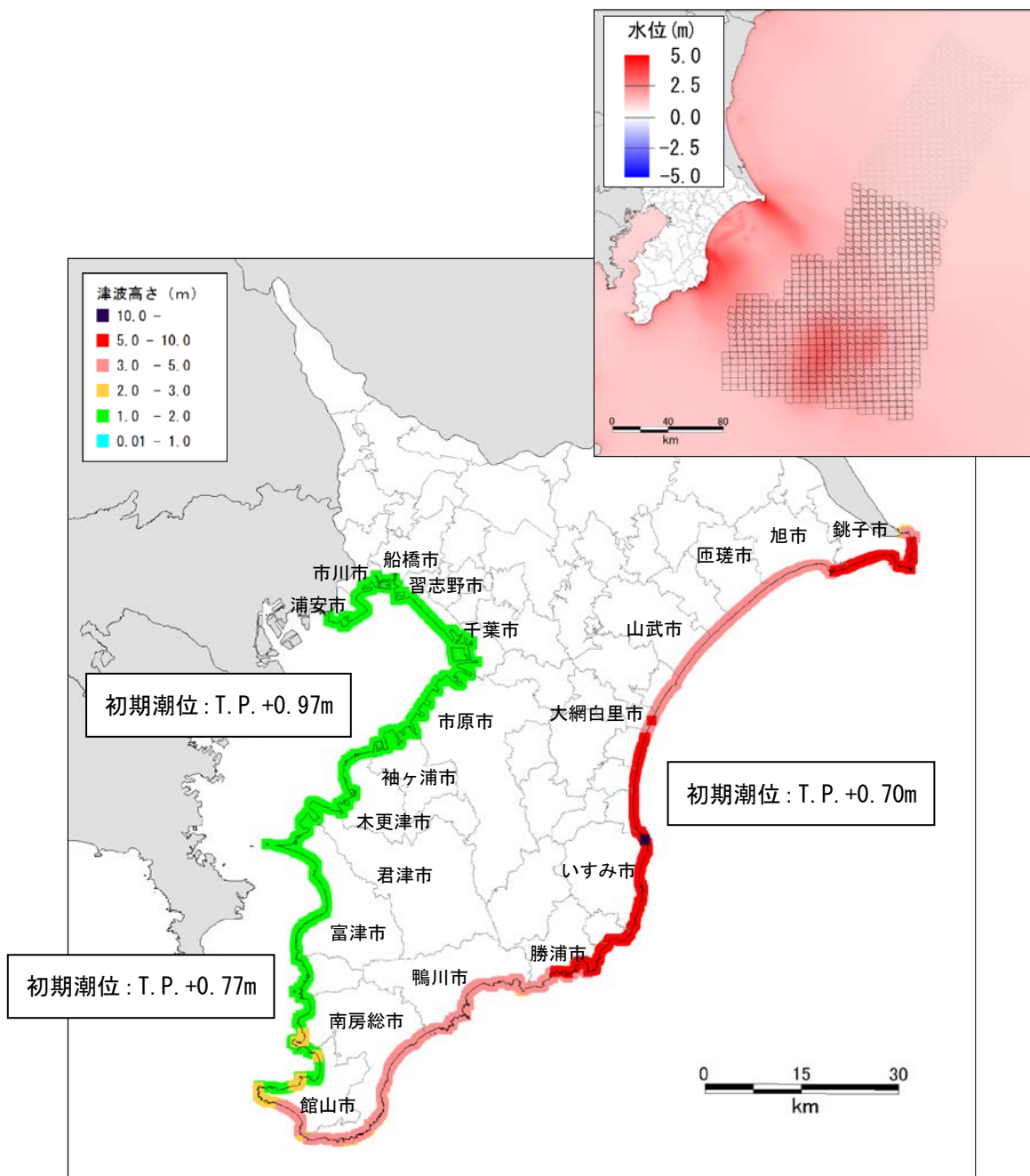


図 5.4.2 海岸における津波高（堤防なし）

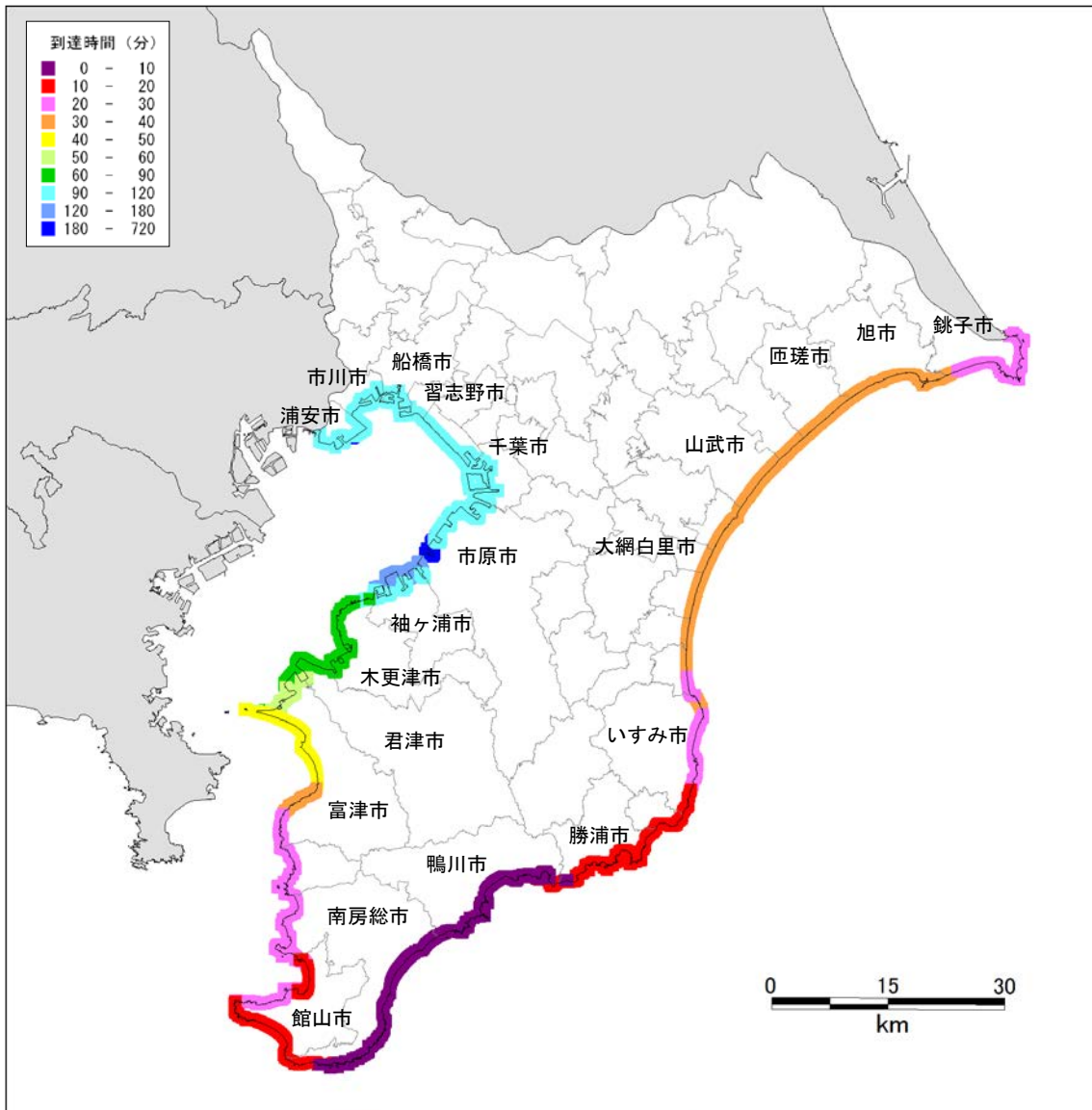


図 5.4.3 津波到達時間（影響開始時間、堤防なし）

※影響開始時間とは水位変動が±20cmとなる時間を表す。

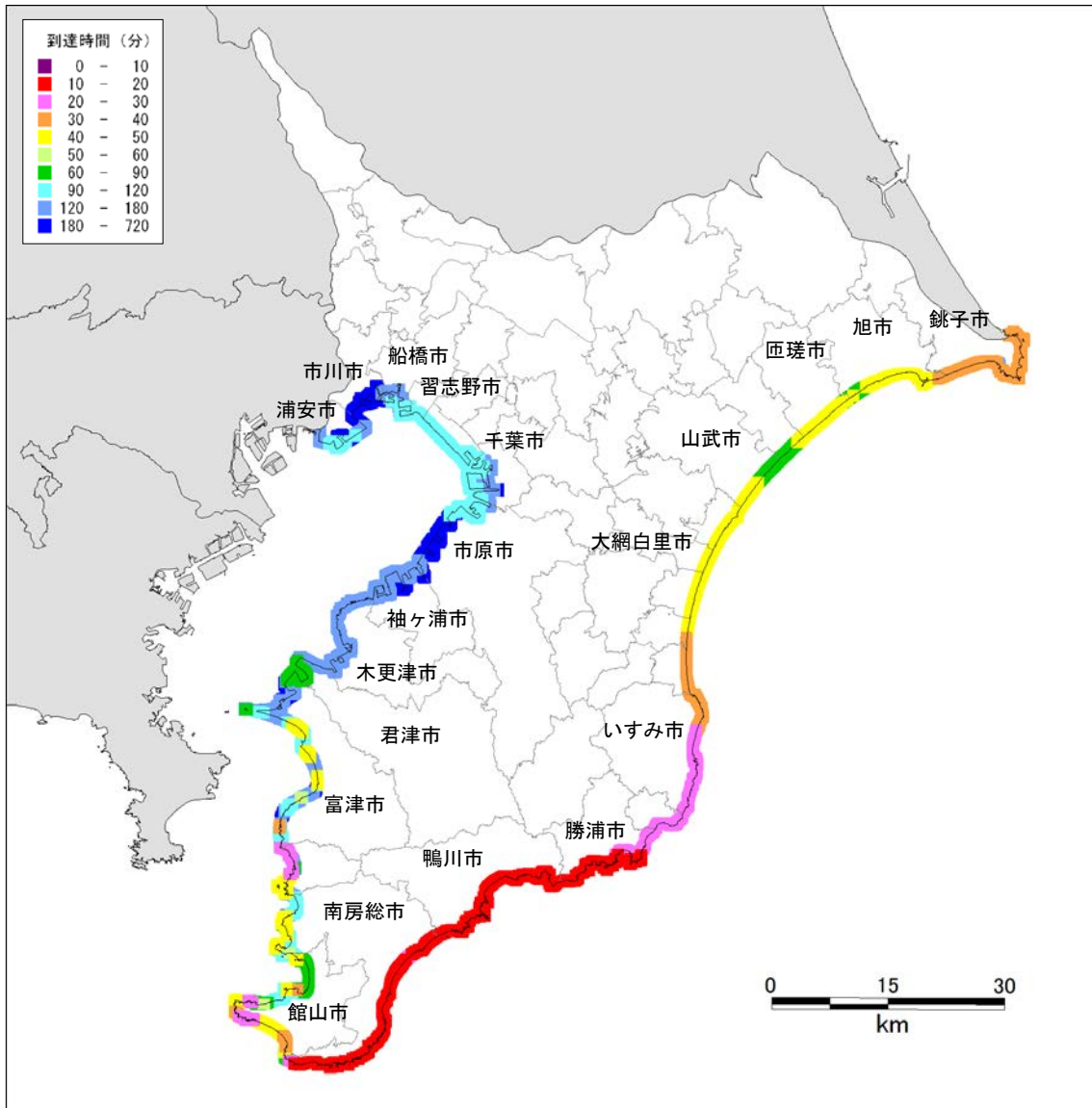


図 5.4.4 津波到達時間 (最大波の到達時間、堤防なし)

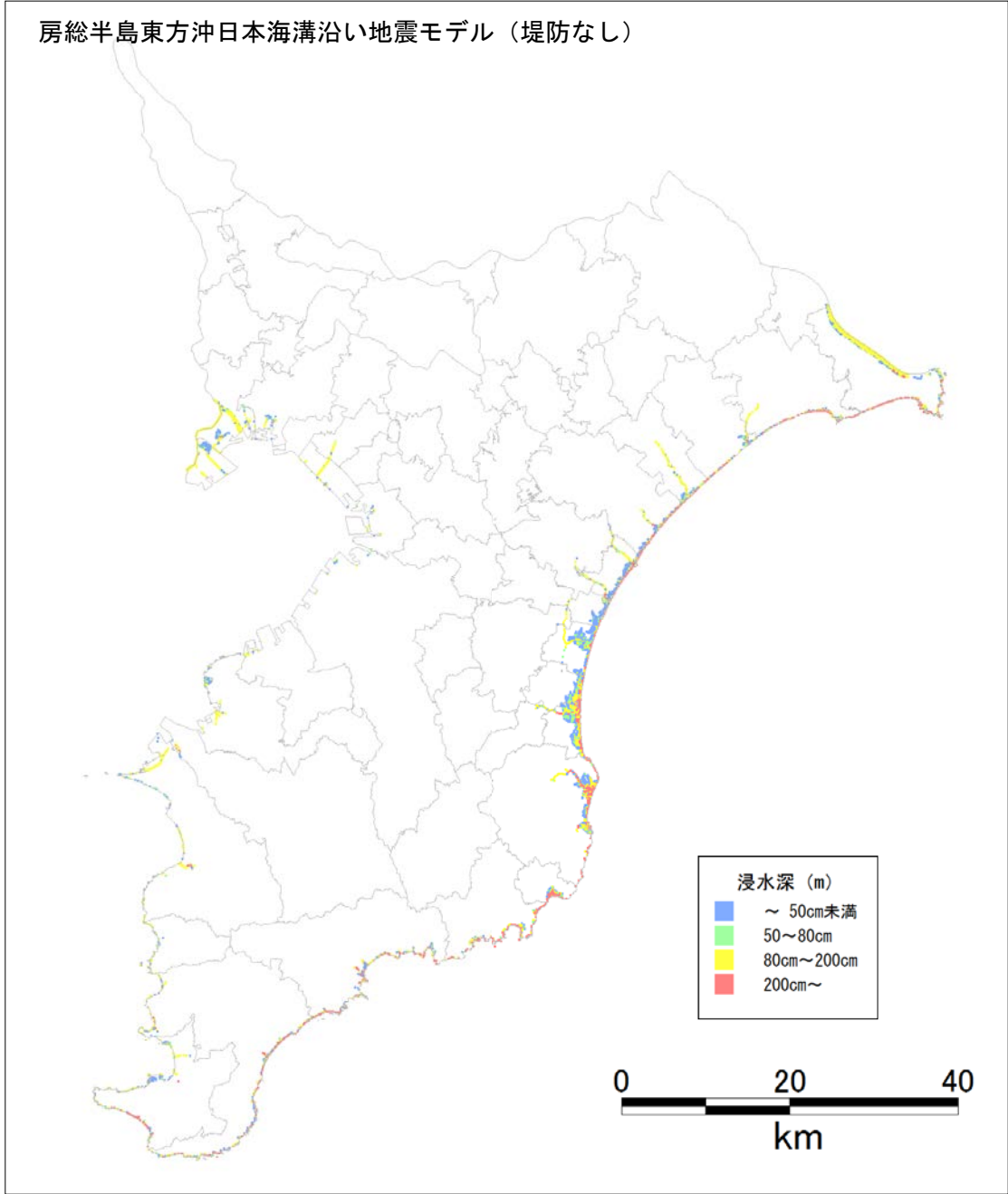


図 5.4.5 津波浸水域（堤防なし）

表 5.4.1 は、東京湾沿岸の市町村における津波予測結果である（堤防なし）。コンビナート各区域の津波高及び浸水深の詳細は図 5.4.6～5.4.11 に示すとおりであり、浸水はほとんど想定されていない。

表 5.4.1 房総半島東方沖日本海溝沿い地震の津波予測結果（水位抽出地点、堤防なし）

市町村名	地点	最大津波高 (T.P.m)	津波到達時間 (最大波)(分)	津波到達時間 (第一波)(分)	津波影響開始 時間(分)	最大津波浸水 深(m)	津波浸水面積 (ha)	最大浸水距離 (m)	地盤変動量 (m)
浦安市	舞浜2	1.1	157.4	104.1	102.3	-	70	-	0.0
浦安市	舞浜1	1.1	103.2	103.2	101.8	-	70	-	0.0
浦安市	弁天	1.1	103.2	103.2	102.8	-	70	-	-0.1
浦安市	千鳥	1.1	105.1	105.1	-	-	70	-	-0.1
浦安市	浦安市港	1.1	106.6	106.6	-	-	70	-	-0.1
浦安市	高洲	1.1	201.6	201.6	201.3	-	70	-	-0.1
浦安市	明海	1.2	126.9	109.1	106.0	1.0	70	4900	-0.1
浦安市	新浦安	1.2	127.8	110.4	107.1	-	70	-	-0.1
浦安市	市川塩浜	1.2	127.3	110.9	107.4	0.7	70	900	-0.1
浦安市	二俣新町	1.2	127.7	111.3	107.6	-	70	-	-0.1
習志野市	潮見町	1.2	190.1	114.7	109.4	-	10	-	-0.1
習志野市	南船橋	1.2	191.6	115.8	109.7	-	10	-	-0.1
習志野市	新習志野	1.2	117.4	117.1	109.8	1.2	10	4300	-0.1
習志野市	習志野	1.2	117.0	117.1	110.1	0.1	10	100	-0.1
千葉市美浜区	幕張	1.2	118.8	118.5	109.4	0.8	10	100	-0.1
千葉市美浜区	稲毛	1.2	113.3	112.8	108.0	0.7	10	100	-0.1
千葉市美浜区	新千葉2	1.2	118.1	117.7	107.8	-	10	-	-0.1
千葉市美浜区	新千葉1	1.3	118.3	118.0	108.2	-	10	-	-0.1
千葉市中央区	中央港	1.2	119.9	119.6	105.1	-	10	-	-0.1
千葉市中央区	本千葉	1.2	177.3	120.8	104.5	-	10	-	-0.1
千葉市中央区	蘇我3	1.3	177.2	121.2	104.1	1.6	10	100	-0.1
千葉市中央区	蘇我2	1.2	117.6	117.1	106.2	-	10	-	-0.1
千葉市中央区	蘇我1	1.2	116.3	116.0	107.2	-	10	-	-0.1
千葉市中央区	蘇我町	1.3	122.4	122.1	101.7	1.3	10	100	-0.1
千葉市中央区	新浜町	1.2	122.2	122.0	102.1	-	10	-	-0.1
千葉市中央区	浜野	1.2	117.8	117.6	110.0	-	10	-	-0.1
市原市	八幡海岸通り	1.2	118.1	117.9	110.0	-	20	-	-0.1
市原市	八幡宿	1.2	116.4	116.2	109.4	0.4	20	100	-0.1
市原市	五井海岸	1.2	116.2	116.0	107.6	1.7	20	300	-0.1
市原市	五井南岸	1.1	216.6	108.9	104.6	-	20	-	-0.1
市原市	青柳	1.1	198.6	125.5	107.1	-	20	-	-0.1
市原市	千種	1.1	196.2	143.3	-	-	20	-	-0.1
市原市	姉ヶ崎	1.1	151.3	151.3	151.1	-	20	-	-0.1
袖ヶ浦市	代宿	1.1	222.7	152.3	146.2	-	10	-	-0.1
袖ヶ浦市	長浦	1.1	148.7	148.7	145.3	-	10	-	-0.1
袖ヶ浦市	今井	1.1	147.4	146.3	141.7	-	10	-	-0.1
袖ヶ浦市	南袖	1.2	146.2	145.3	139.0	-	10	-	-0.1
袖ヶ浦市	牛込	1.2	152.0	139.7	134.8	-	10	-	-0.1
木更津市	中島	1.2	148.0	142.7	134.6	0.2	60	200	-0.1
木更津市	瓜倉	1.2	139.1	138.1	134.1	0.9	60	500	-0.1
木更津市	畔戸	1.2	145.5	82.6	75.7	-	60	-	-0.1
木更津市	久津間	1.3	135.3	83.4	70.8	1.4	60	800	-0.1
木更津市	江川	1.3	138.6	84.0	70.8	-	60	-	-0.1
木更津市	新港	1.3	136.1	80.3	68.3	-	60	-	-0.1
君津市	君津(中央壁)	1.3	139.4	80.0	76.0	-	20	-	-0.1
君津市	君津	1.3	139.9	78.7	74.3	-	20	-	-0.1
君津市	君津(西岸壁)	1.2	136.0	74.7	71.1	-	20	-	-0.1



図 5.4.6 海岸における津波高（京葉臨海北部地区、堤防なし）



図 5.4.7 最大浸水深（京葉臨海北部地区、堤防なし）

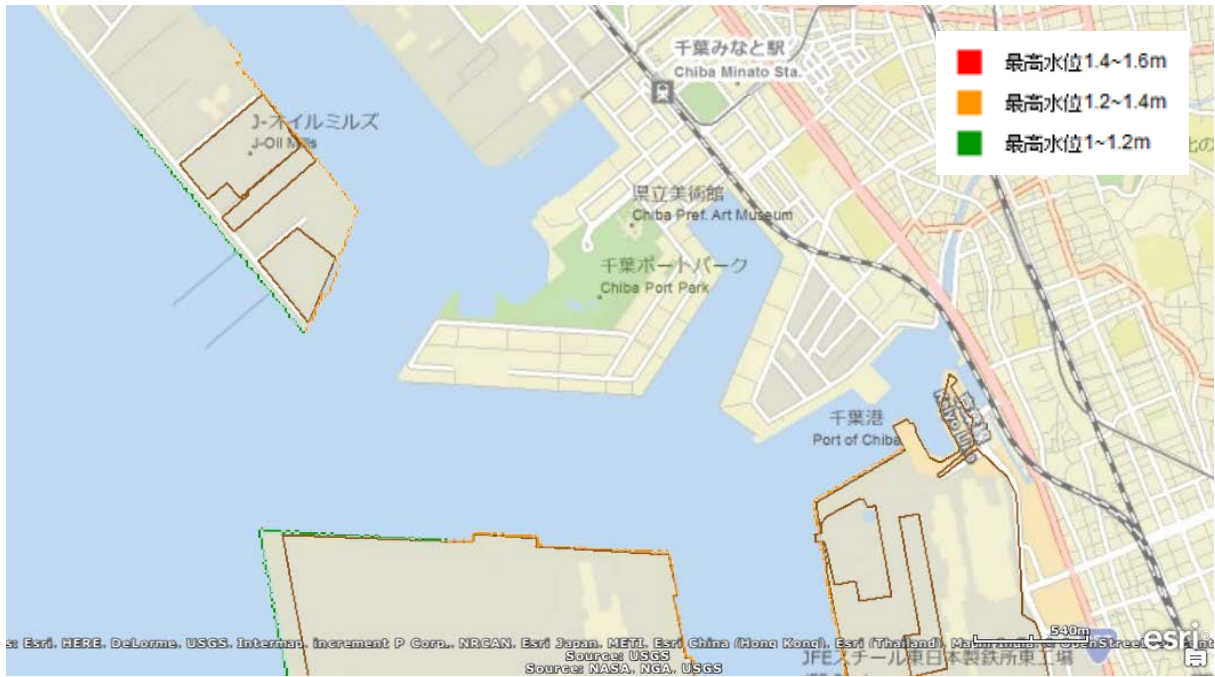


図 5. 4. 8-1 海岸における津波高（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 9-1 最大浸水深（京葉臨海中部地区、堤防なし）

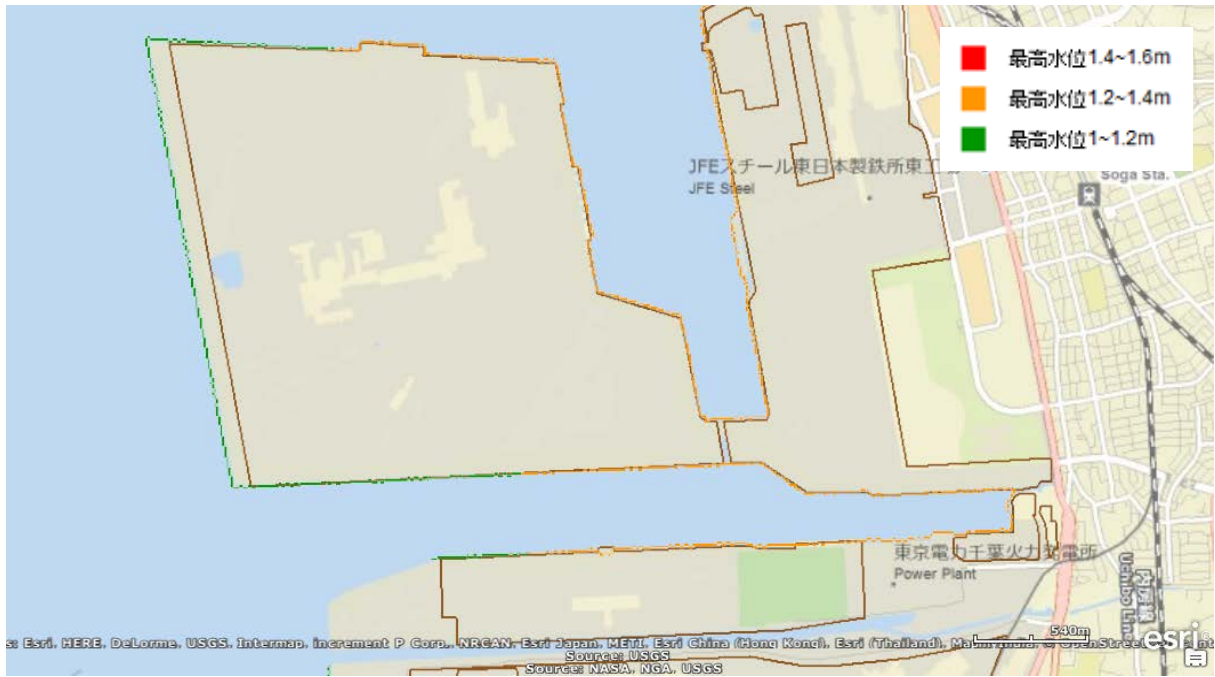


図 5. 4. 8-2 海岸における津波高（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 9-2 最大浸水深（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 8-3 海岸における津波高（京葉臨海中中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 9-3 最大浸水深（京葉臨海中中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 8-4 海岸における津波高（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 9-4 最大浸水深（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 8-5 海岸における津波高（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 9-5 最大浸水深（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 8-6 海岸における津波高（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 9-6 最大浸水深（京葉臨海中部地区、堤防なし）



図 5. 4. 8-7 海岸における津波高（京葉臨海中南部地区、堤防なし）



図 5. 4. 9-7 最大浸水深（京葉臨海中南部地区、堤防なし）



图 5.4.10 海岸における津波高（京葉臨海南部地区、堤防なし）



图 5.4.11 最大浸水深（京葉臨海南部地区、堤防なし）