

第1回

中国地方の港湾における地震・津波・高潮・液状化対策に係る検討会議について(報告)

平成23年11月14日

中国地方整備局港湾空港部

東日本大震災における被害の状況

東日本大震災により、千葉県市原市の臨海部に立地する液化石油ガス（LPG）タンクが、震度5弱と直後の余震（震度4）により倒壊した。また、周辺の配管が損壊したことにより、ガスが漏えいし、火災・爆発が発生。10日後に鎮火した。



主な被害状況

- 重軽傷 6名
- LPGタンク17基が全焼・全損
- 爆発により、タンク殻（最大：約10m四方、3cm厚）が飛散・落下
- 近隣住民約1,000人に一時避難勧告（8時間）



被災箇所
千葉県市原市
(コスモ石油千葉製油所)

写真：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（第16回）（7月11日）配付資料

- ・ 東日本大震災では、臨海部埋立地において多数の液状化が発生。護岸の周辺で、液状化に伴い側方流動が発生し、護岸のはらみだしや損壊、背後地の沈下が発生。
- ・ 東京湾においても、千葉県浦安市等の埋立地において、広範囲に液状化現象が発生し、戸建住宅の傾斜、集合住宅周辺の地盤沈下、上下水道・雨水管・ガス等のライフライン寸断、護岸の損壊といった甚大な被害をもたらし、市民生活に大きな影響を与えた。



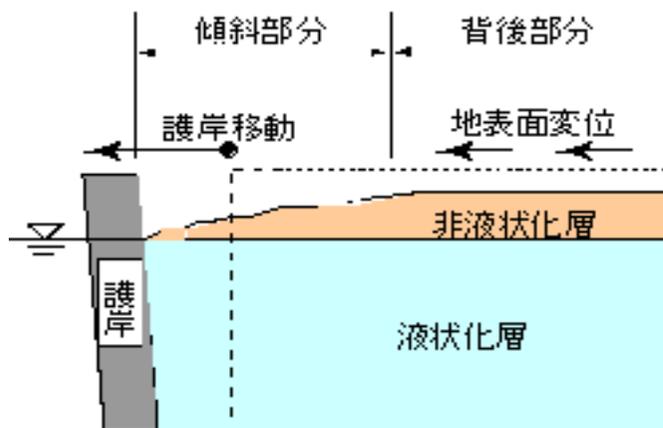
側方流動による岸壁の損壊(小名浜港)



マンホールの浮き上がり(浦安市)

出典：浦安市液状化対策技術検討調査委員会（7月22日）

- ・ 側方流動とは、地震時に発生する液状化に伴い、地盤が水平方向に大きく変位する現象
- ・ 側方流動が発生した場合、基礎構造物や地下埋設構造物に影響を及ぼす



護岸背後での側方流動のメカニズム



側方流動による
危険物貯蔵の傾斜・移動



側方流動による地盤の地割れ
(阪神大震災(1997年))

「封印された「東京湾炎上」液状化で油や劇物が海に大量流出する」中国地方整備局港湾空港部

AERAホームページより(平成23年8月12日掲載)



封印された報告書の名称は、こうだ。

「臨海部の地震被災影響検討委員会報告書」

東京湾の整備を担当する国土交通省関東地方整備局が発足させた有識者委員会が2年間かけて検討し、2009年3月に策定した。7人が委員を務めた。液状化の港湾被害まで言及した報告書はA3判25枚にのぼる。

詳しい内容は後述するとして、被害の大きさを指摘した報告書に加え、対応策をまとめた「提言書」も併せて策定された。だが、こちらも日の目を見ることはなかった。

「一生懸命協力したのに、なぜ公表しなかったのか。いまだに腹が立つ」

当時の委員の一人は取材に、こう答えた。

首都直下地震が起きたとき、甚大な被害を懸念されているのが東京湾の臨海部だ。発電所、石油化学、鉄鋼などのコンビナートが集中し、タンクが立ち並ぶ。

東京湾内に、いったいどれだけの石油タンクがあるか。

昨年4月の時点で、5580基だ。その9割は千葉縣市原市を中心とする京葉臨海中部(2901基)と、川崎市を中心とする京浜臨海(2084基)の2地区で占める。

東日本大震災があった3月11日、市原市のコスモ石油の製油所で起きたLPG(液化石油ガス)タンクの爆発火災は、住宅地に近いコンビナート災害の危険性を、まざまざと見せつけた。

原発事故の陰に隠れてしまったが、周辺の約8万人の地区に市から避難勧告が出され、1142人が避難している。

「これだけですんだのは奇跡」

独立行政法人「海上災害防止センター」(横浜市西区)の萩原貴浩防災部長は、そう話す。

火災時に真っ先にかかけつけ、消火活動の中心を担ったのがセンターの消防船だった。危険すぎて、市の消防本部も海上保安庁も容易には手を出せない。海上火災の特殊任務を負うセンターでは、幹部消防職員の教育機関である消防大学校の訓練も請け負っている。

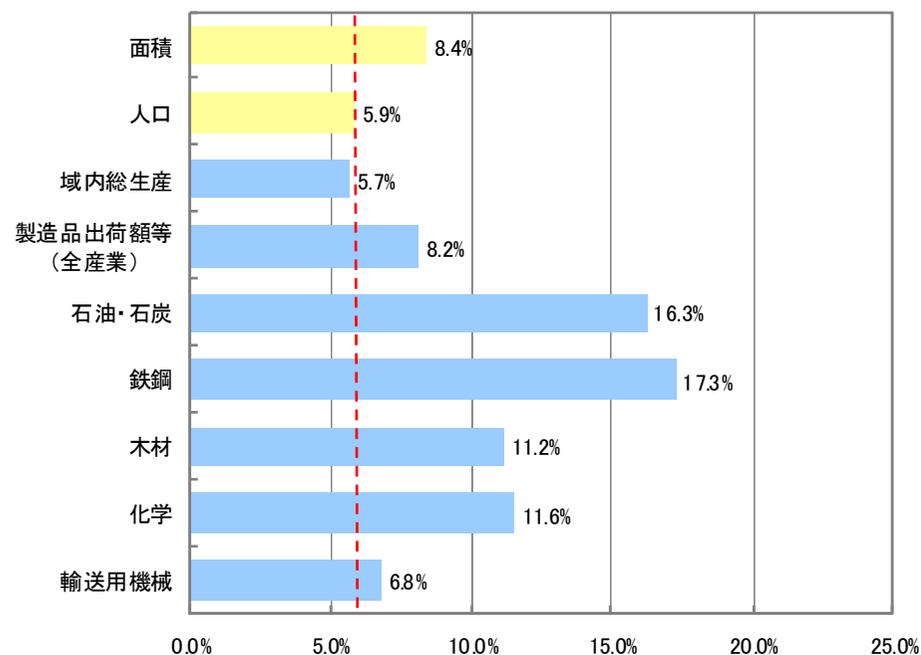
萩原部長が最も心配したのは、爆発で飛び散ったタンクの破片が周辺事業所のタンクに突き刺さって炎上し、そこからまた破片が飛び散ってタンクの爆発が連鎖的に広がることだった。

(編集部 岡本 進)

中国地方の臨海部コンビナートの状況 (産業の状況)

中国地方は、臨海部に数多くのコンビナートを擁し、石油、鉄鋼、化学、木材などの基礎素材型産業や、自動車、造船などの加工組立型産業等、国内屈指の産業集積地である。

中国地方における製造品出荷額等の全国シェア



資料：国土地理院「H22.10 全国都道府県市町村別面積調」

総務省統計局「H22 国勢調査」

内閣府「H20 年度県民経済計算」

経済産業省「H21 工業統計表」

臨海部における製造品出荷額等上位10都道府県について

臨海部の製造品出荷額等順位	都道府県名	製造品出荷額等		臨海部の割合(a/b)	
		臨海部(a)	都道府県全体(b)	a/b	a/bの全国順位
1	愛知県	13.6兆円	34.4兆円	39.4%	22
2	兵庫県	9.5兆円	13.4兆円	70.8%	7
3	千葉県	8.6兆円	12.3兆円	69.6%	8
4	神奈川県	7.5兆円	14.9兆円	50.2%	15
5	大阪府	7.5兆円	14.8兆円	50.3%	14
6	広島県	5.8兆円	7.9兆円	73.0%	5
7	山口県	5.0兆円	5.4兆円	91.6%	1
8	岡山県	4.6兆円	6.6兆円	69.5%	9
9	茨城県	4.0兆円	9.8兆円	40.8%	20
10	福岡県	3.9兆円	7.8兆円	50.0%	16
	全国	101.3兆円	265.3兆円	38.2%	—

資料：経済産業省「H21 工業統計表」

国際バルク戦略港湾の選定について

国土交通省では、資源、エネルギー、食糧等の安定的かつ安価な供給のため、国際バルク戦略港湾の選定を進めてきたが、選定港湾について、以下の通り決定した。

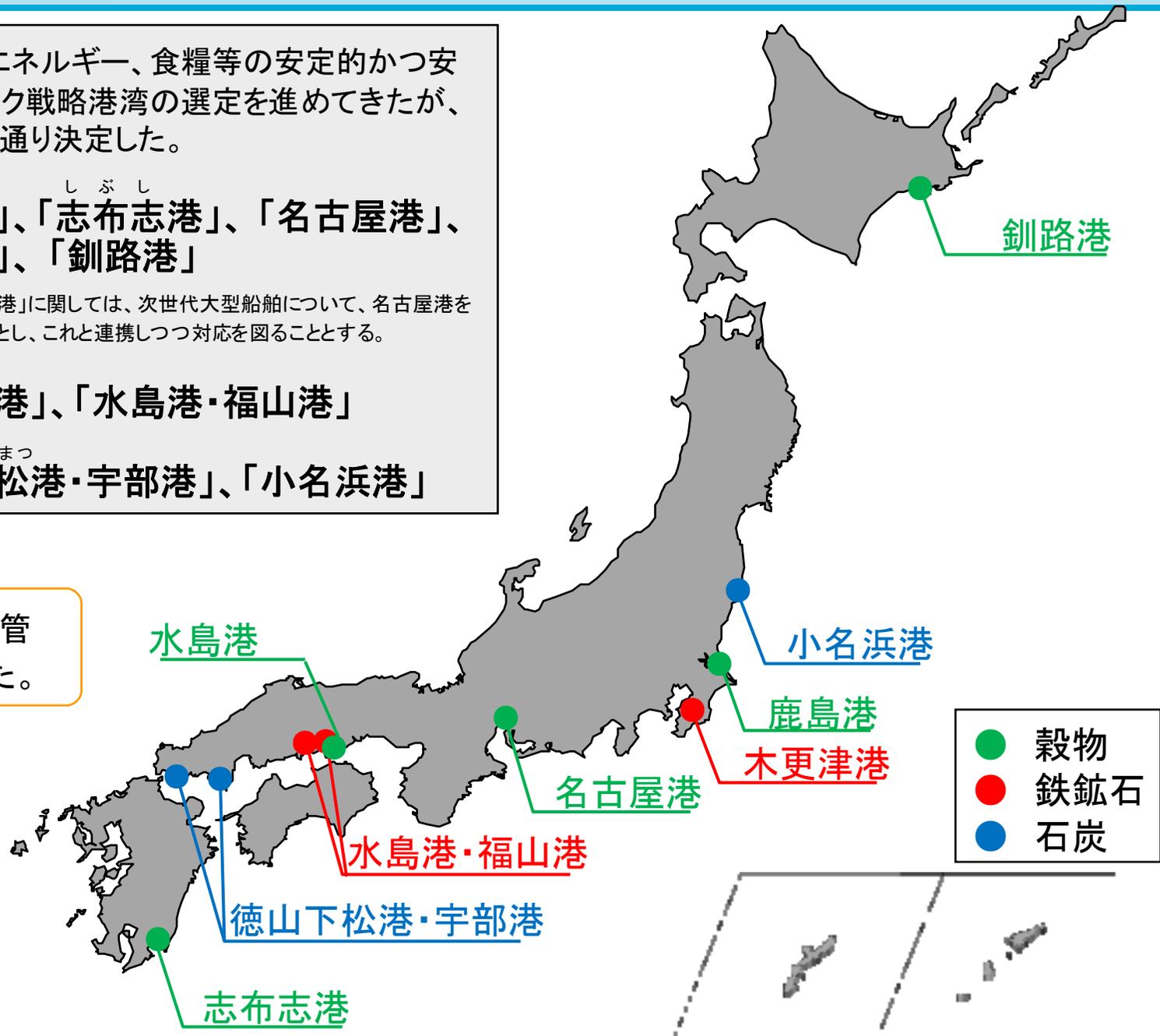
● **穀物**：「鹿島港」、「志布志港^{しぶし}」、「名古屋港」、「水島港」、「釧路港

なお、「清水港・田子の浦港」に関しては、次世代大型船舶について、名古屋港をファーストポートとし、これと連携しつつ対応を図ることとする。

● **鉄鉱石**：「木更津港」、「水島港・福山港

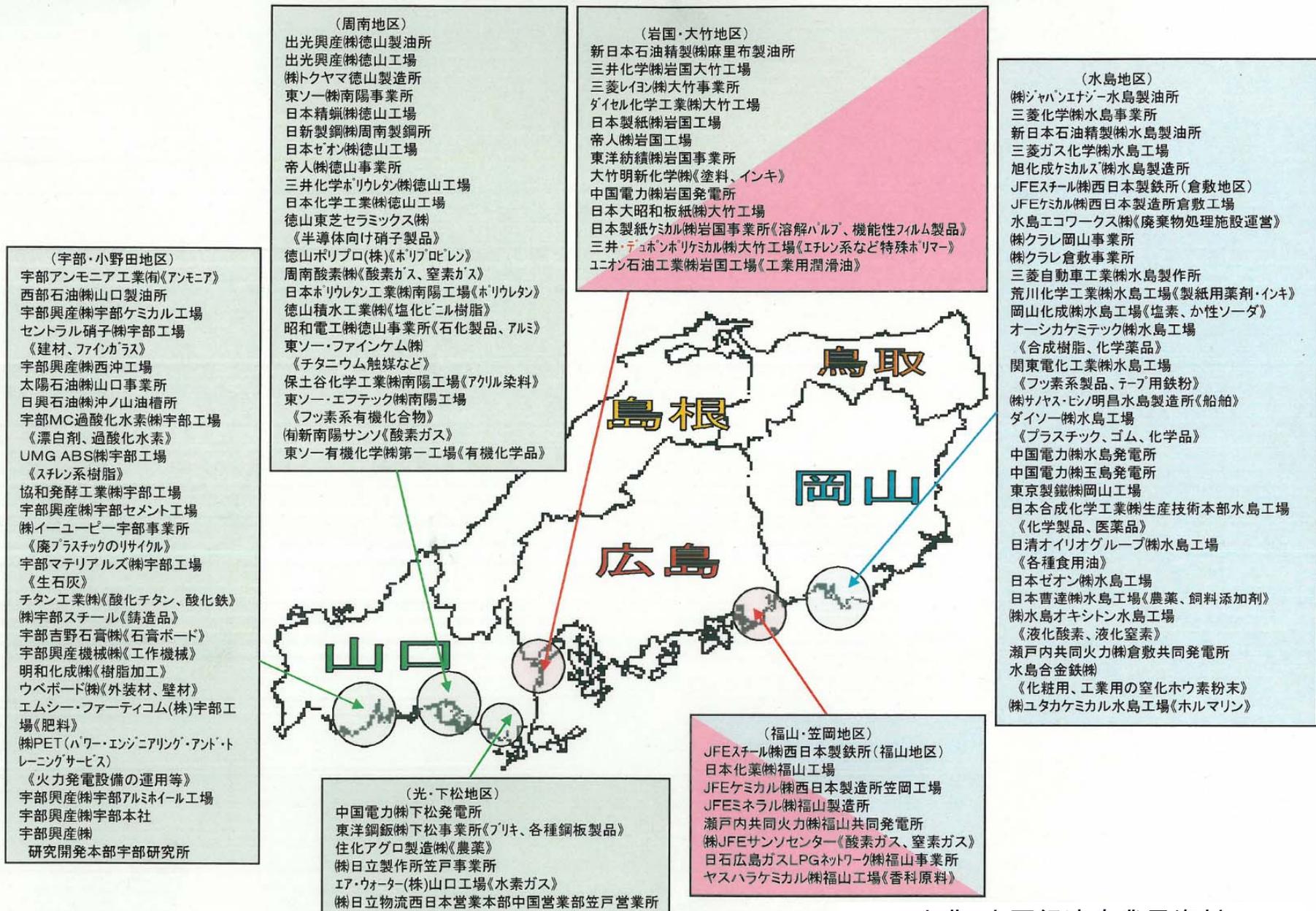
● **石炭**：「徳山下松港^{とくやまくだまつ}・宇部港」、「小名浜港

・中国地方からは、3管理者、4港が選定された。



中国地方における製造品出荷額等の全国シェア

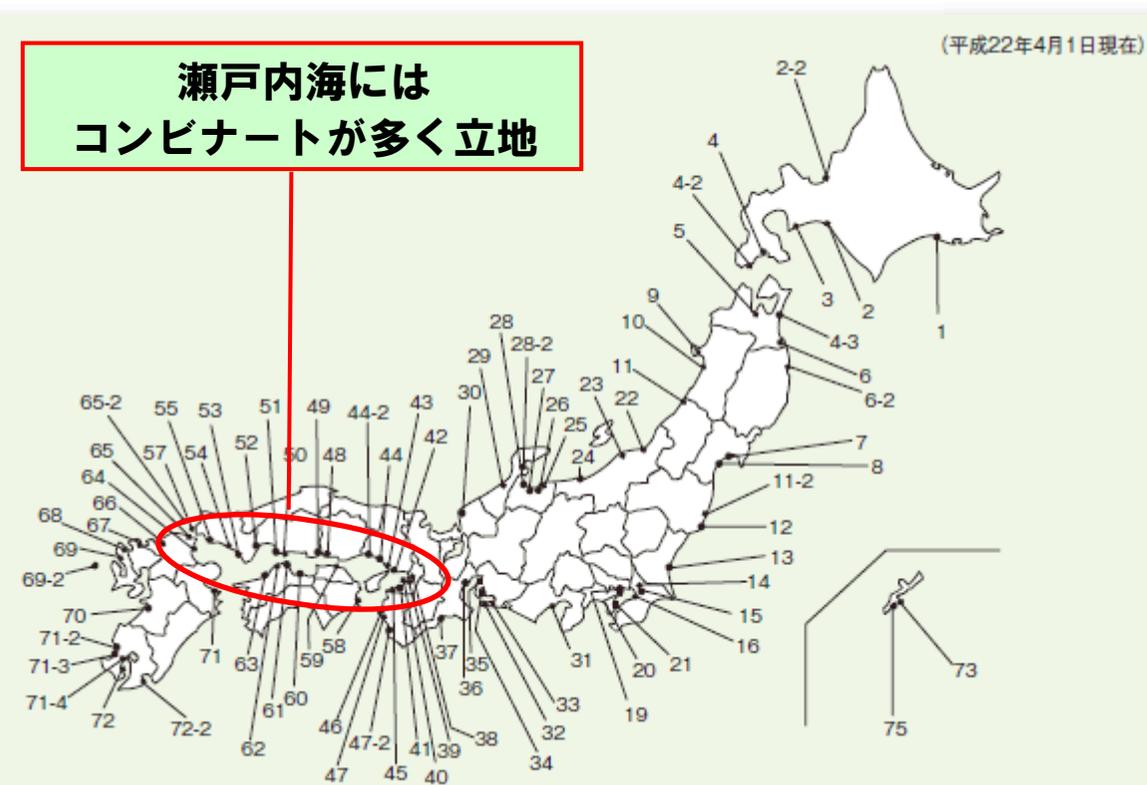
主な用途の分類	製品	世界シェア	主な用途
医農薬品等	ヘリオフレッシュ	第1位	香料原料
	3-メトキシアクリル酸メチル	第1位	医薬品,農薬(殺虫剤)
	硫酸ヒドロキシルアミン	第2位	医農薬品,写真用処理薬
	硫安	第3位	肥料
	エチレンアミン	第3位	医農薬品,エポキシ樹脂硬化剤
電池・電子材料等	シュウ酸ジメチル	第1位	電子材料向けエッチング原料,抗菌剤原料
	高純度カテコール	第1位	半導体剥離材
	三塩化ホウ素	第1位	アルミニウム配線のドライエッチングガス
	電解二酸化マンガン	第1位	マンガン乾電池原料,リチウムイオン2次電池正極材原料
	窒化アルミニウム	第1位	電子機器の放熱板・絶縁体
	炭酸ジメチル	第3位	リチウムイオン2次電池用電解液,樹脂材料
	ポリイミドフィルム	第3位	高精細回路用基材
	多結晶シリコン	第3位	半導体,太陽電池
塗料・樹脂・繊維・セラミックス等	メチルエチルケトオキシム	第1位	自動車電着塗料,シリコン系硬化剤
	フェノール樹脂	第1位	半導体エポキシ封止材,フォトレジスト
	チラノ繊維	第1位	航空機構造部材,エンジン部材
	クロロスルフォン化ポリエチレン	第1位	エスカレーターの手すり,自動車用ホース
	ジルコニア	第1位	歯科材料,光ファイバーコネクタ材料
	ドデカン二酸	第2位	環境対応型切削油,樹脂材料
	1,6-ヘキサンジオール	第2位	環境対応型塗料,高耐久性樹脂
触媒基材等	ハイシリカゼオライト	第3位	自動車排ガス処理触媒



出典: 中国経済産業局資料

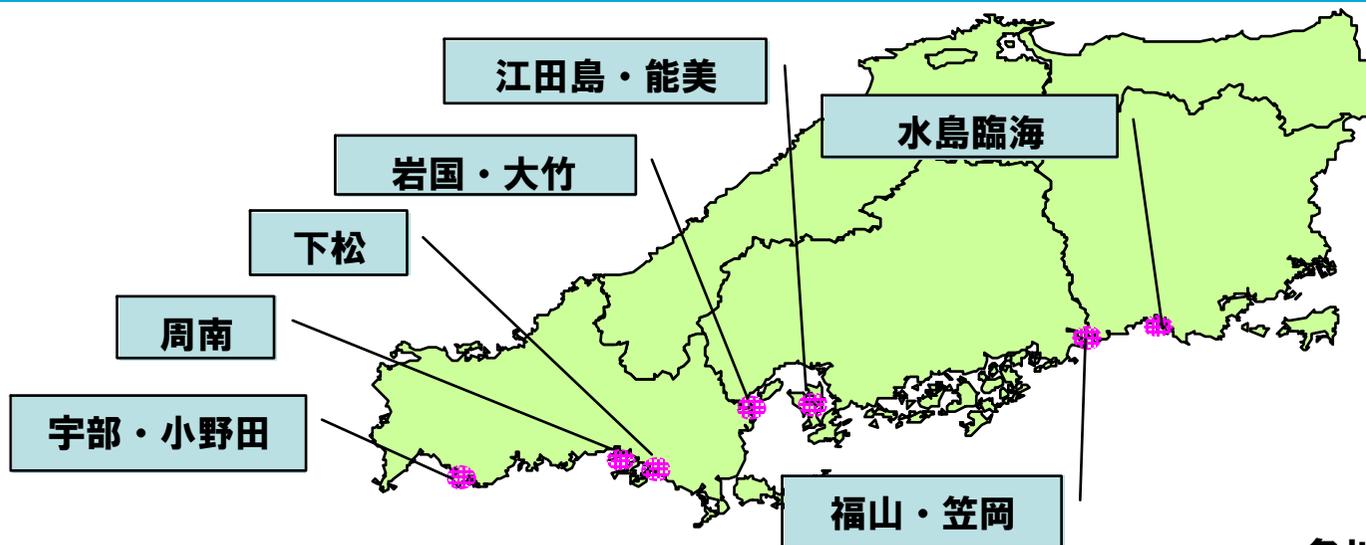
- ・ 一定量以上の石油又は高圧ガスを大量に集積している33道府県の85地区（平成22年4月1日現在）が、石油コンビナート等災害防止法に基づき、「石油コンビナート等特別防災区域」に指定。
- ・ 瀬戸内海臨海部には化学工場が集積しており、全国85地区のうち29地区が特別防災区域に指定されている。

石油コンビナート等特別防災区域の指定状況



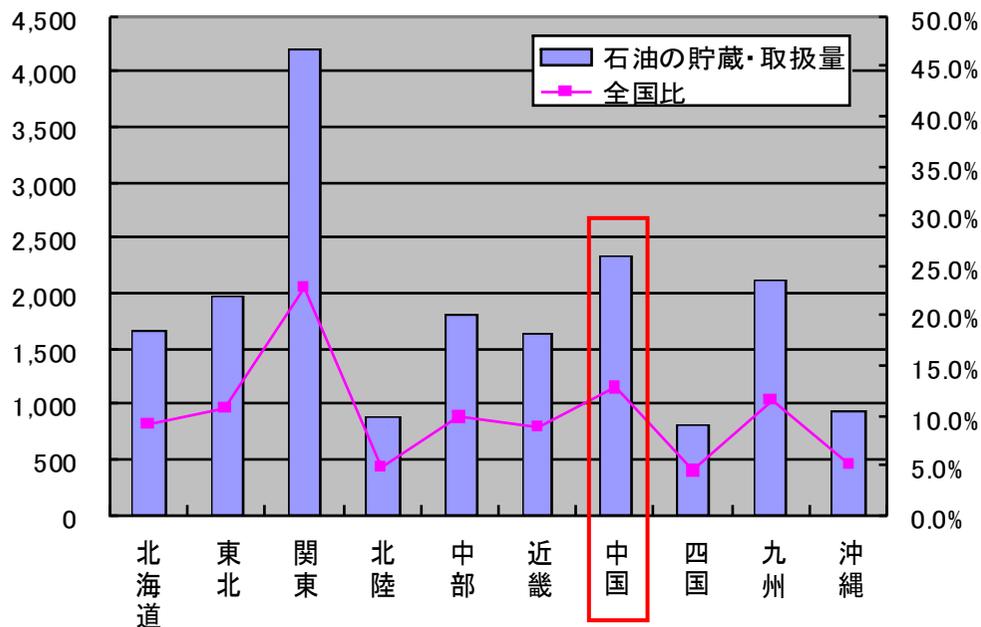
番号	特別防災区域	番号	特別防災区域	番号	特別防災区域
33	田原	49	福山・笠岡	67	唐津
34	衣浦	50	江田島	68	福島
35	名古屋港臨海	51	能美	69	相浦
36	四日市臨海	52	岩国・大竹	69-2	上五島
37	尾鷲	53	下松	70	八代
38	大阪北港	54	周南	71	大分
39	堺北臨海	55	宇部・小野田	71-2	川内
40	関西国際空港	57	六連島	71-3	串木野
41	堺	58	阿南	71-4	鹿兒島
42	神戸	59	番の州	72	喜入
43	東播磨	60	新居浜	72-2	志布志
44	姫路臨海	61	波方	73	平安座
44-2	赤穂	62	菊間	75	小那覇
45	和歌山北部臨海北部	63	松山		
46	和歌山北部臨海中部	64	豊前		
47	和歌山北部臨海南部	65	北九州		
47-2	御坊	65-2	白島		
48	水島臨海	66	福岡		

中国地方の石油コンビナート等特別防災区域の現況（1）

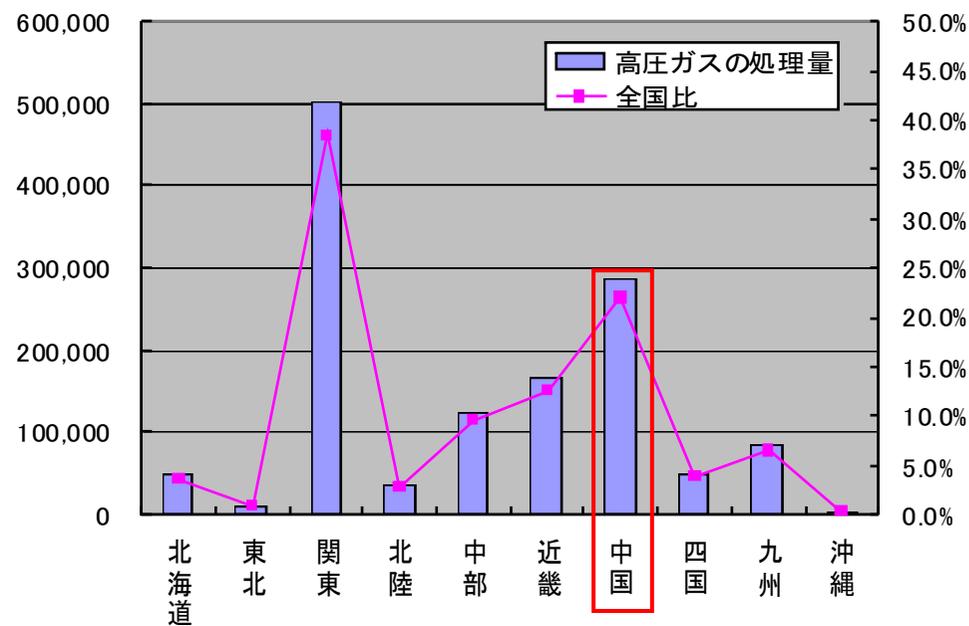


中国地方の瀬戸内海沿岸は、関東地方に次ぐ石油、高压ガス等の取扱を誇る地域。

各地方の石油貯蔵・取扱量



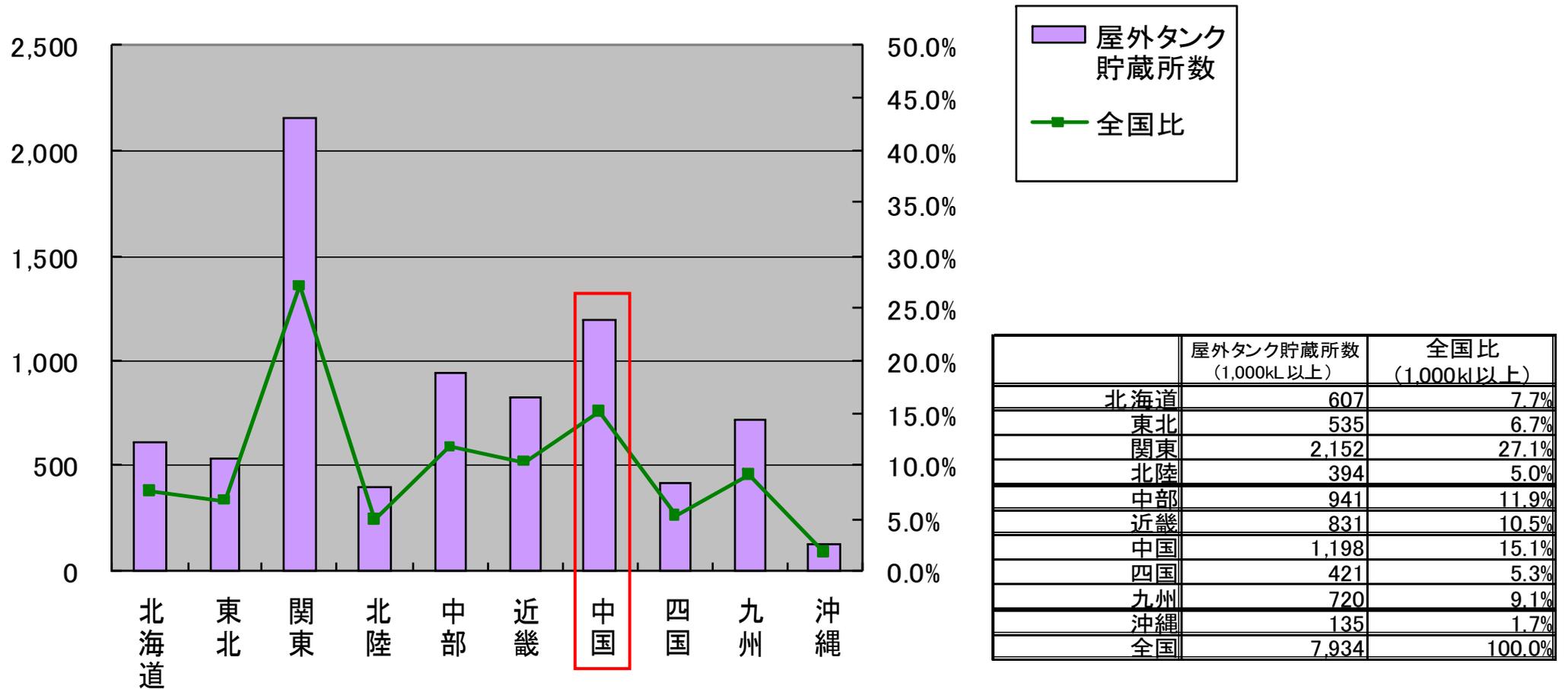
各地方の高压ガス処理量



高压ガスは産業・医療・農業・生活の分野において様々な用途に使われ酸素・窒素・アルゴン・炭酸ガス・ヘリウム・水素・アセチレン・プロパン・フロンガス・混合ガス等がある。

中国地方における石油コンビナート等特別防災区域の現況（2） 中国地方整備局港湾空港部

都道府県別屋外石油タンク貯蔵所（容量1,000kL以上）の施設数



中国地方の臨海部の状況 (海岸保全施設の状況)

大震災の津波浸水区域と同様条件 沿岸低地に総人口の35%

中国地方においては、
地域人口の約50%が
沿岸低地に居住
(384万人/768万人)

(全国平均は35%)

※中国地方整備局試算

中国5県の海岸線から10km以内、
標高30m以下の面積と人口

	面積	人口
広島	653	1,252,993
山口	1,033	880,882
岡山	666	955,888
島根	670	344,831
鳥取	392	405,499

※面積は平方キロメートル、人口は2005年

国交省は「地形を単純比較しただけで、防潮堤の有無などは考慮しておらず、全ての地域が危険とは言えないが、日本は臨海部の低地に人口や資産が集中している」と指摘、分析結果を今後の防災対策の検討に活用する。

国交省分析 面積は国土の1割

東日本大震災で津波により浸水した区域と同様に、海岸線からの距離が10km以内で標高30m以下の地域が、全国土の10%に当たる約3万7千平方kmあり、総人口の35%に当たる4438万人が居住していることが21日、国土交通省の分析で分かった。標高10m以下に絞り込んだ場合は約1万9千平方kmで、人口は全国の20%となる。

大震災の津波の浸水区域は海からの距離が最大約10km、標高は最大約30mだったが、海に面している39都道府県全てに同様の条件の地域がある。都道府県別では北海道が6816平方kmで最大。青森、大震災の津波の浸水千葉、新潟など13県も面積が30km以内で最大は約10km、標高は浸水区域のほとんどが20m以下だが、30m近い地域もあった。浸水面積は、リアス式海岸に山が迫る地形の岩手県は海岸線の長さの割に狭く、太平洋に面した低地の平野が多い宮城県は広くなっている。

日本は沿岸部の都市利用が進んでいた。今後、臨海部より内陸の方が人口減少のペースが速いと予測されており、国交省は中長期的に内陸への居住を促す手法の検討が必要としている。

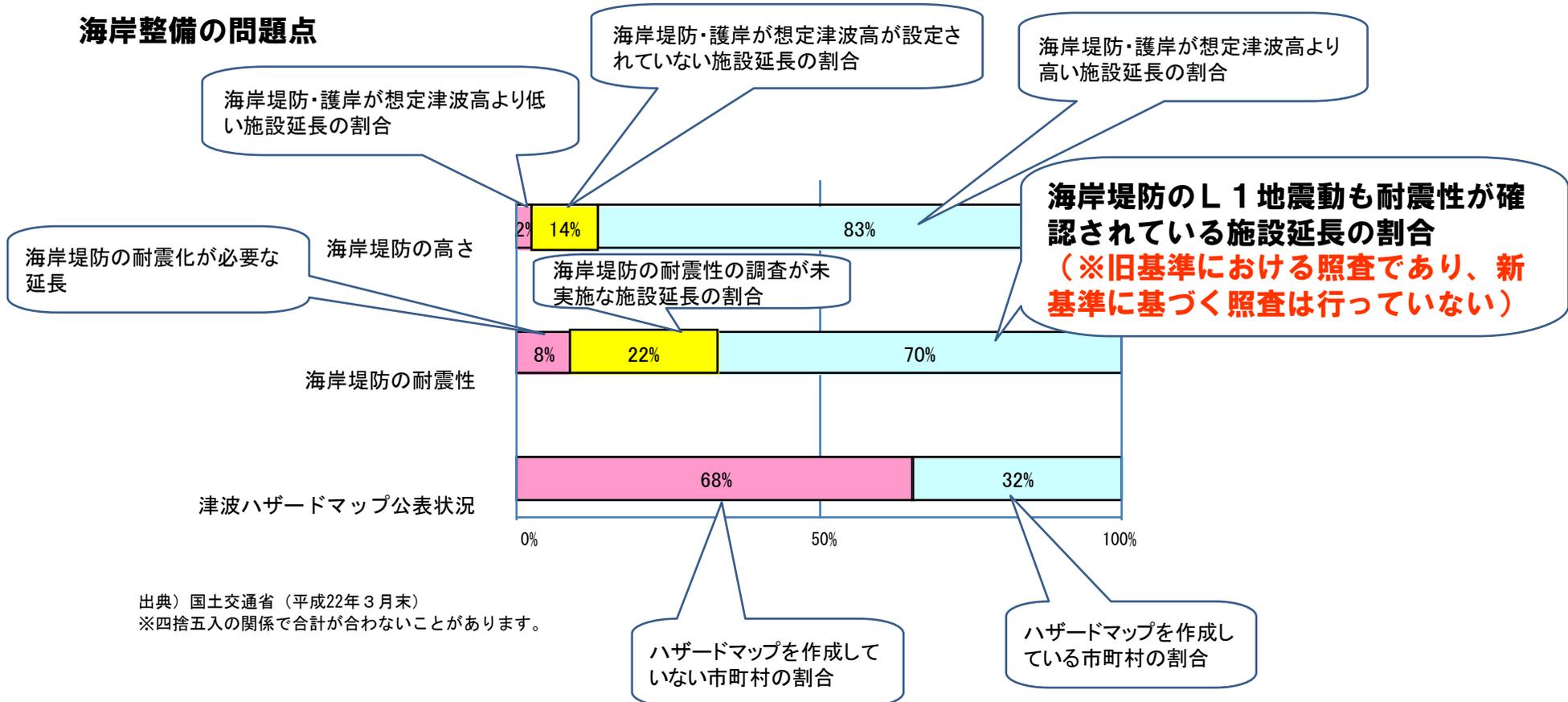
クリック

東日本大震災の津波浸水区域 国土地理院の分析では、浸水面積は青森県から千葉県までの太平洋沿岸6県の62市町村で合計561平方kmと神戸市にほぼ匹敵する。浸水面積の90%は海岸線からの距離が30km以内で最大は約10km、標高は浸水区域のほとんどが20m以下だが、30m近い地域もあった。浸水面積は、リアス式海岸に山が迫る地形の岩手県は海岸線の長さの割に狭く、太平洋に面した低地の平野が多い宮城県は広くなっている。

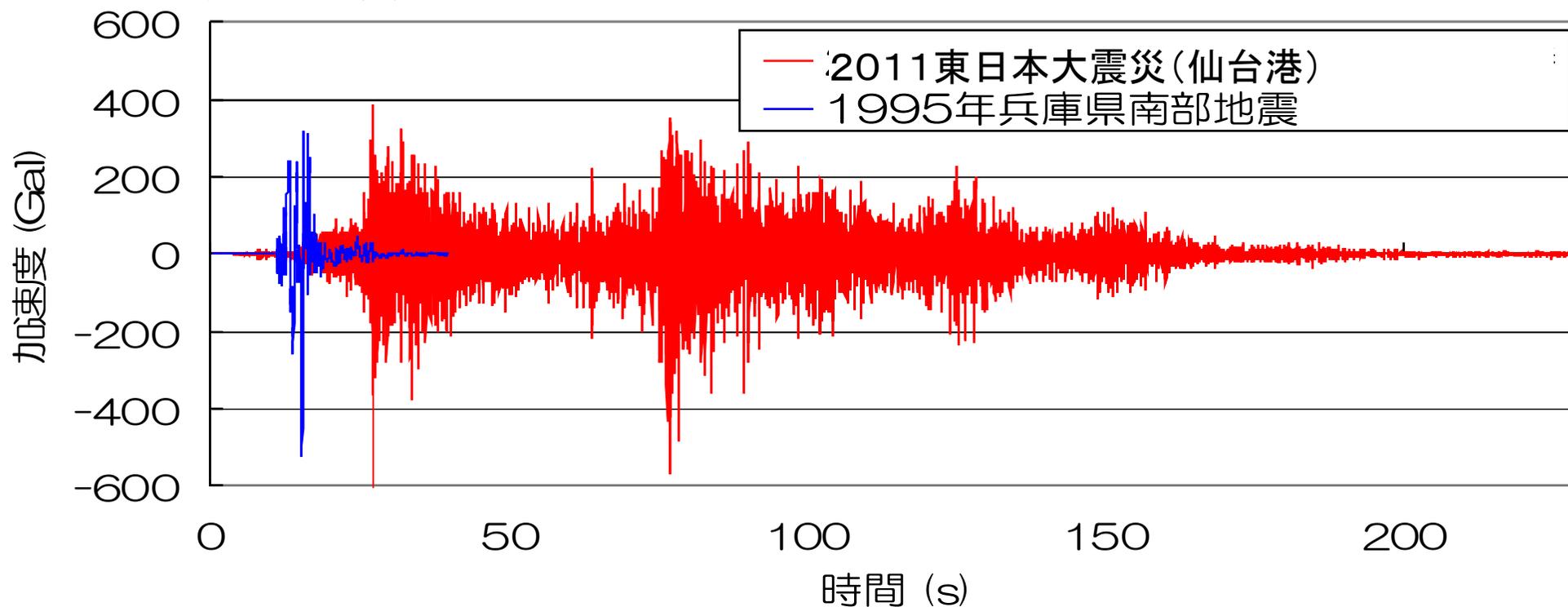
内陸部で居住などの開発に適した傾斜の緩やかな農地や森林は、今回の条件(標高30m以下)に当てはまる低地面積の92%。保安林や自然公園など土地の利用規制も多く、実際には低地面積の26%しか利用できないとしている。

中国地方の港湾の海岸保全施設の約8割が、想定津波高より既存の海岸堤防・護岸の天端高の方が高い。
 しかし、耐震性については、H7年度に策定された耐震点検マニュアル（旧基準）により、L1地震動（供用期間中に1~2度発生する確率を有する地震動（再現確率75年））に基づく照査は7割が確認されているものの、L2地震動（対象地域に生じる最大級の地震動）による照査は行っていない。なお、高潮と津波の同時生起は考えていない。
 加えて、ハザードマップの作成には、7割近くの市町村が作成されていない状況。

海岸整備の問題点



東日本大震災の際に仙台港で観測された地震動 阪神大震災の際にポートアイランドで観測された地震動



中国地方の主な港湾における津波・高潮に対する防護状況

■堤防・護岸等の必要高さが、確保されていない港(下表中、赤字の数字)が存在する。

(なお、下表の必要高は津波と高潮の同時生起を考えていない。また、液状化による護岸の倒壊は考えていない。)

NO	港名 (港湾所在市町)	①各県の海岸保全基本計画による高潮・波浪を考慮した堤防、護岸等の必要高 (TP : m) 注1)	②堤防、護岸等の現況高 (TP : m)	③必要高の判定	④津波水位の最大値 (TP : m) 注2)
1	鳥取港 (鳥取市)	4.5	1.9 ~ 4.4	×	1.9
2	境港 (境港市)	4.5	2.2 ~ 3.7	×	1.4
3	岡山港 (岡山市)	4.0~4.5	1.8 ~ 4.6	△	2.8
4	宇野港 (玉野市)	3.5~4.0	2.1 ~ 3.5	×	3.0
5	水島港 (倉敷市)	4.0~5.5	1.9 ~ 5.2	×	3.0
6	福山港 (福山市)	3.5~5.1	2.5 ~ 5.0	×	3.4
7	尾道糸崎港 (尾道市、三原市、福山市)	3.3~4.3	1.9 ~ 4.2	×	3.0
8	呉港 (呉市)	3.8~4.6	1.9 ~ 5.4	△	3.1
9	広島港 (広島市、廿日市市、坂町)	4.1~6.2	1.8 ~ 5.7	×	2.9
10	岩国港 (岩国市、和木町)	5.5~6.5	3.3 ~ 6.0	×	3.0以下
11	徳山下松港 (周南市、下松市、光市)	5.5~8.5	3.0 ~ 7.0	×	3.0以下
12	三田尻中関港 (防府市)	4.0~6.5	3.1 ~ 6.6	△	3.0以下
13	宇部港 (宇部市、山陽小野田市)	4.5~7.0	3.7 ~ 7.1	△	3.0以下
14	小野田港 (山陽小野田市)	4.5~7.0	4.0 ~ 6.0	×	3.0以下

資料) 中国地方整備局港湾空港部作成

注1) 堤防、護岸等の必要高については、各県海岸保全基本計画(設計高潮位(高潮(潮位偏差と天文潮位の合計))と波浪により決定)による。

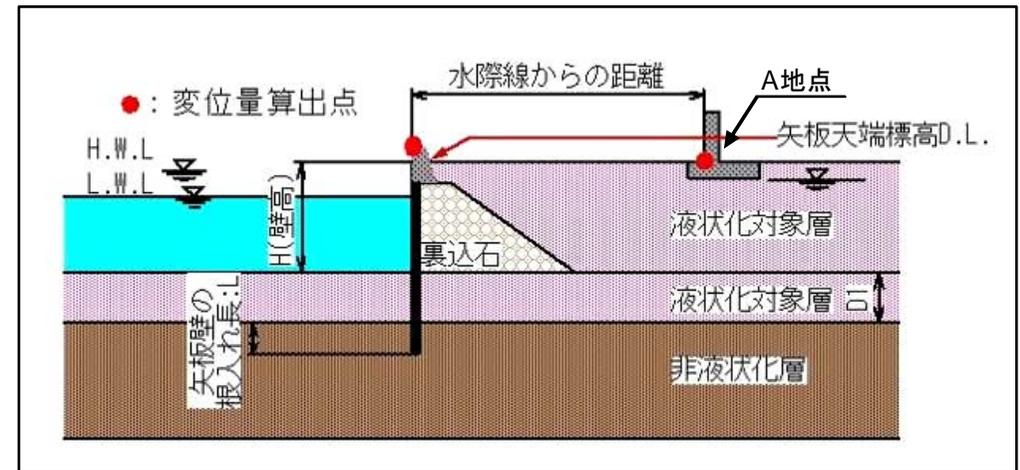
注2) 津波水位の最大値については、中央防災会議(H15年)における最大津波波高と各県現状の地域防災計画による最大津波波高を比較し、高い水位を採用。

なお、津波水位及び堤防等の高さは東京湾平均水面(TP)を基準としている。

【ケースA】

- ◆構造形式：矢板式(自立式)
- ◆地震波の種類：海溝型(東南海・南海地震)
- ◆地震動波形：PSI値=89cm/s^{1/2}
- ◆液状化対象層：9.7m
- ◆等価N値：6.3

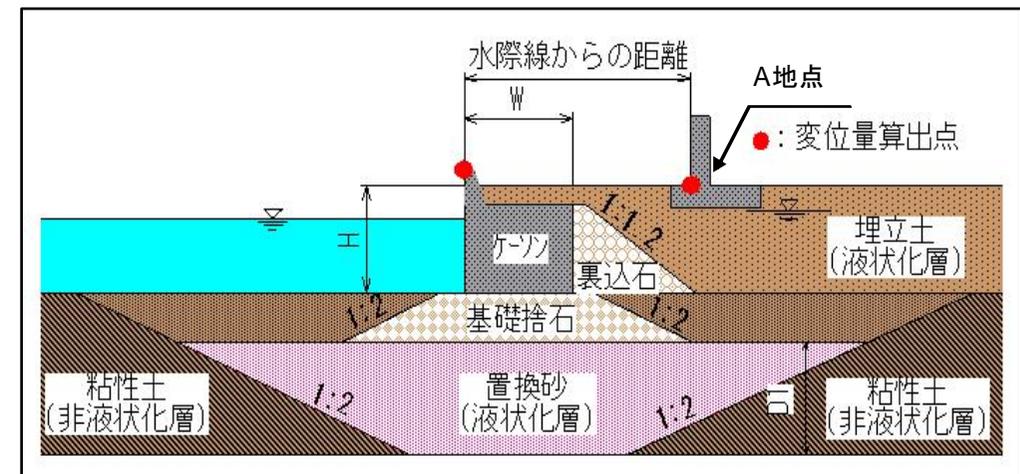
矢板式	残留変位	
	水平cm	鉛直cm
法線上	-363	-2
A地点	-	-477



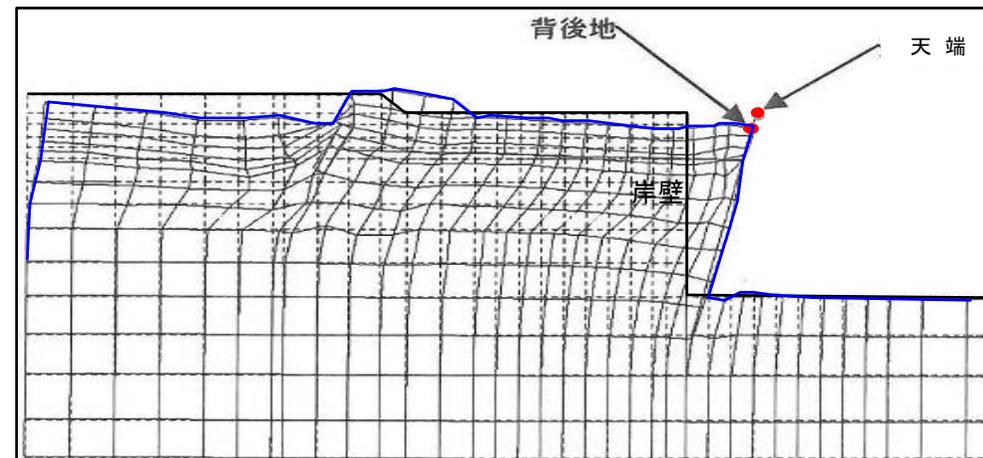
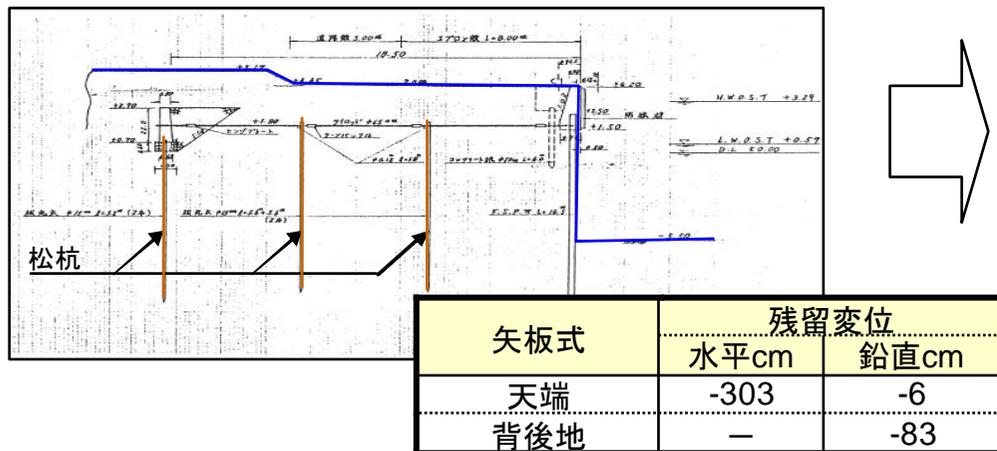
【ケースB】

- ◆構造形式：直立型(重力式)
- ◆地震波の種類：内陸型
- ◆地震動波形：ポートアイランド基盤波
最大加速度 378 gal (PSI値=39cm/s^{1/2})
- ◆液状化対象層：5.3m
- ◆等価N値：システム適用範囲内の最小値「5」

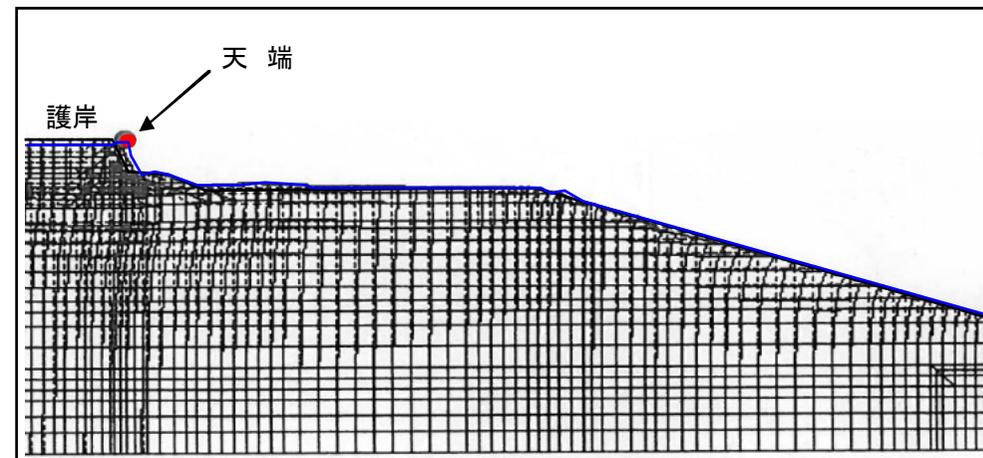
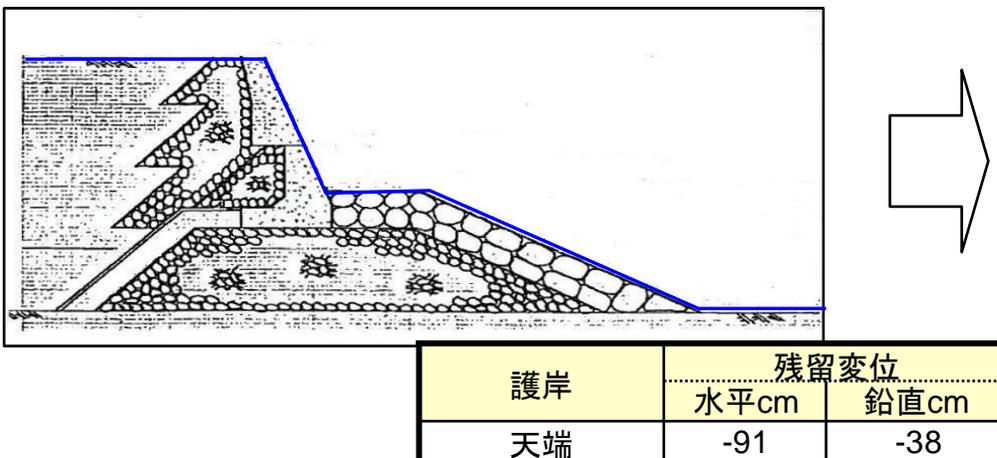
直立型	残留変位	
	水平cm	鉛直cm
法線上	-128	-120
A地点	-35	-60



【ケース1】

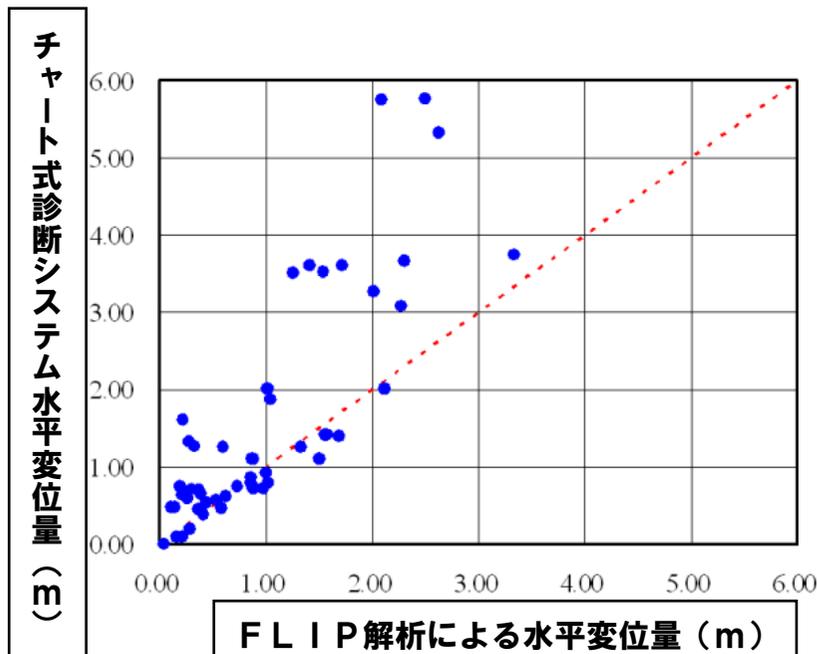


【ケース2】

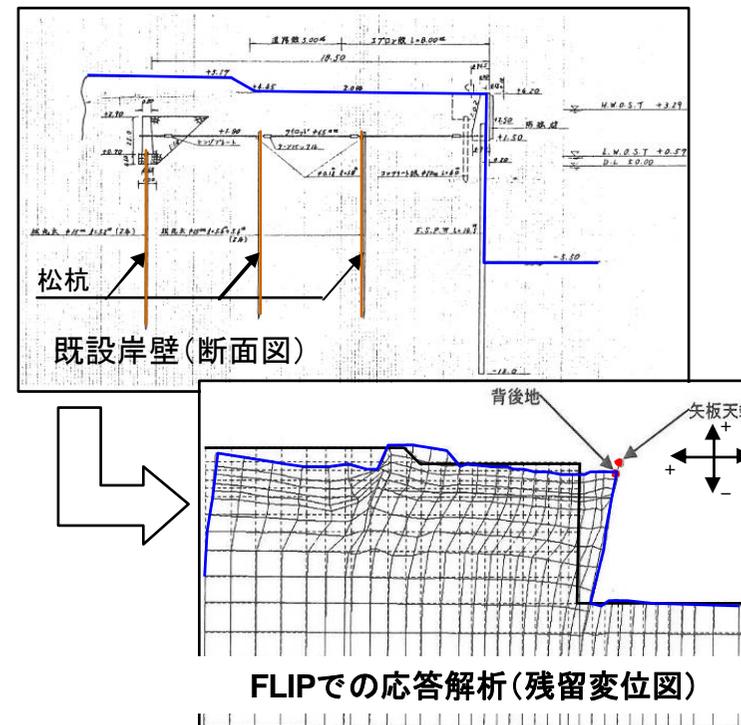


●チャート式耐震診断システム（地震動による変位量の簡易的な算定システム）の特徴

- ①チャート式耐震診断システムの結果は、安全サイドの値を示す。
- ②変形量が大きくなったり、誤差が大きい場合があるが、スクリーニング手法としては十分な精度を有している。
- ③時間とコストが無い状況で耐震性に脆弱な施設を的確に抽出するが、定量的な結果は、あくまでも目安であるものの、定性的な傾向は得られるシステムである。
- ④精度の高い結果は、FLIP解析が必要となる。



■チャート式耐震診断とFLIP解析との比較



【チャート式計算例】

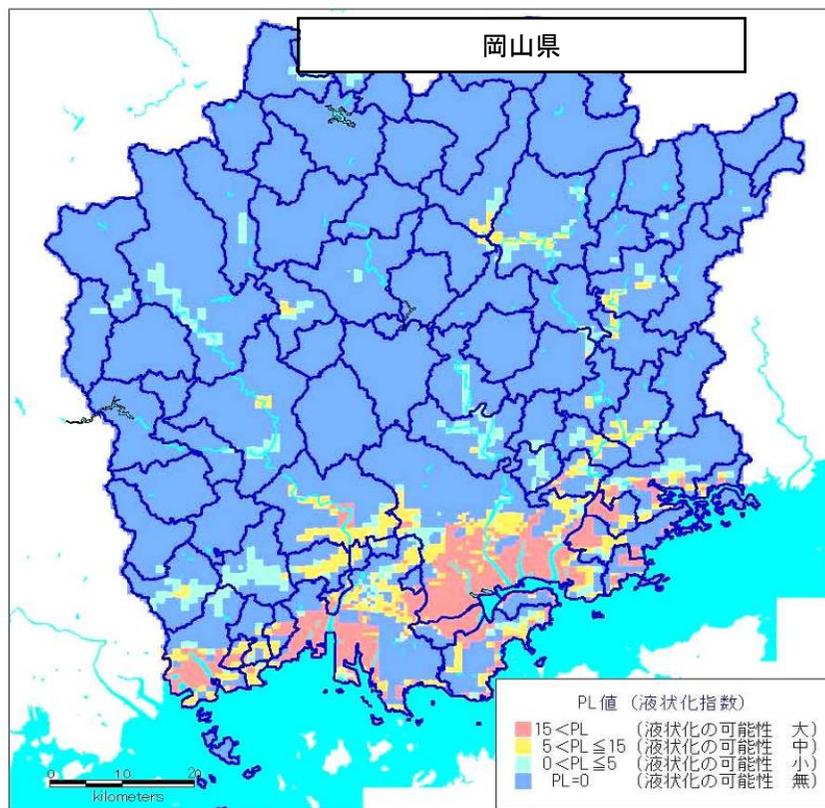
矢板式 護岸	残留変位	
	水平cm	鉛直cm
自立矢板式	-363	-2
背後地	-	-477

【FLIP計算例】

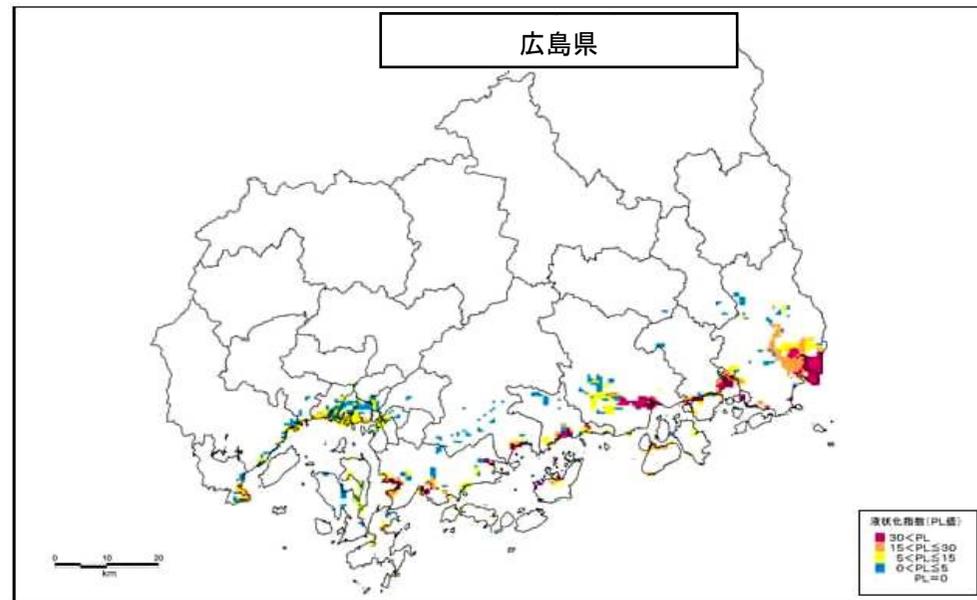
矢板式 護岸	残留変位	
	水平cm	鉛直cm
矢板天端	-303	-6
背後地	-	-83

図-1 チャート式診断システムとFLIP解析の比較(水平変位量)

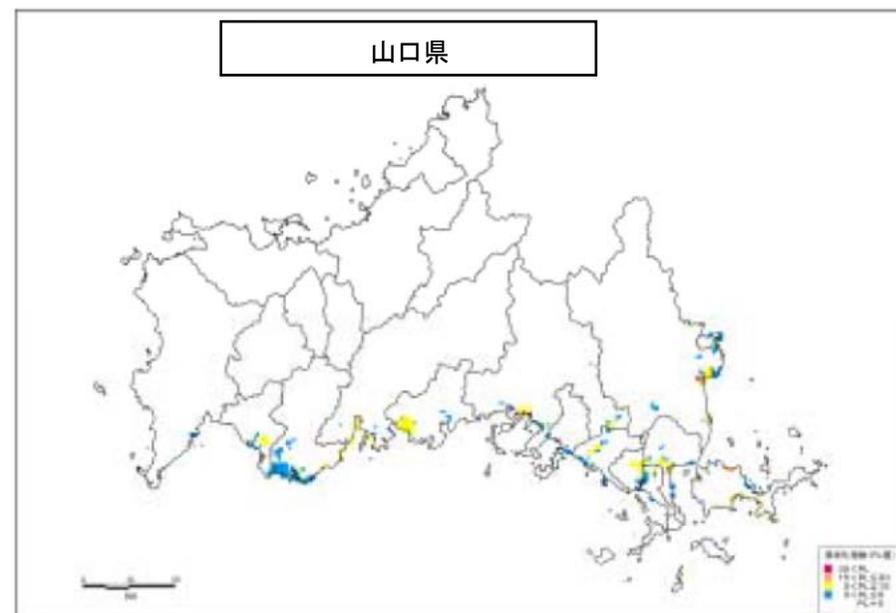
出典:(独)港湾空港技術研究所資料



【出典】岡山県南海地震に係る被害想定及び液状化想定の新評価・研究等事業報告書(平成15年3月)



【出典】広島県地震被害想定調査報告書(平成19年3月)



【出典】山口県地震被害想定調査報告書(平成20年3月)

※PL値

液状化指数とも言う。PL値はある地点の液状化の可能性を総合的に判断しようとするものであり、各土層の液状化強度(せん断応力に対する強度)を深さ方向に重みをつけて足し合わせた値。PL値の数値が大きいほど液状化の危険度が高いと判断する。

※上記液状化分布図は、東南海・南海地震の同時発生を念頭に数値予測しているが、3連動及び継続時間の長い地震動を考慮していない。