

9.3 鉄道施設

9.3.1 予測方針

東京都(1997)³⁾によると、大きな地震では、交通施設において落橋や倒壊といった大きな被害が発生しなくても、受けた施設被害により長期間不通となり、地震後の交通が大きく混乱することが予想されるとして、兵庫県南部地震の被害事例を基に、東京における鉄道の不通区間の想定を行っている。今回の被害想定調査においても上記と同様な考えにより、被害予測を行うこととする。

○ 想定する被害の種類と前提条件

JR線、私鉄線を対象に、揺れによる不通区間（点検・簡単な補修が終わる地震発生後から1日後を想定）を想定する。なお、図9.3-1に示す一般旅客鉄道路線以外に、今回の被害想定では、貨物線も対象とした。

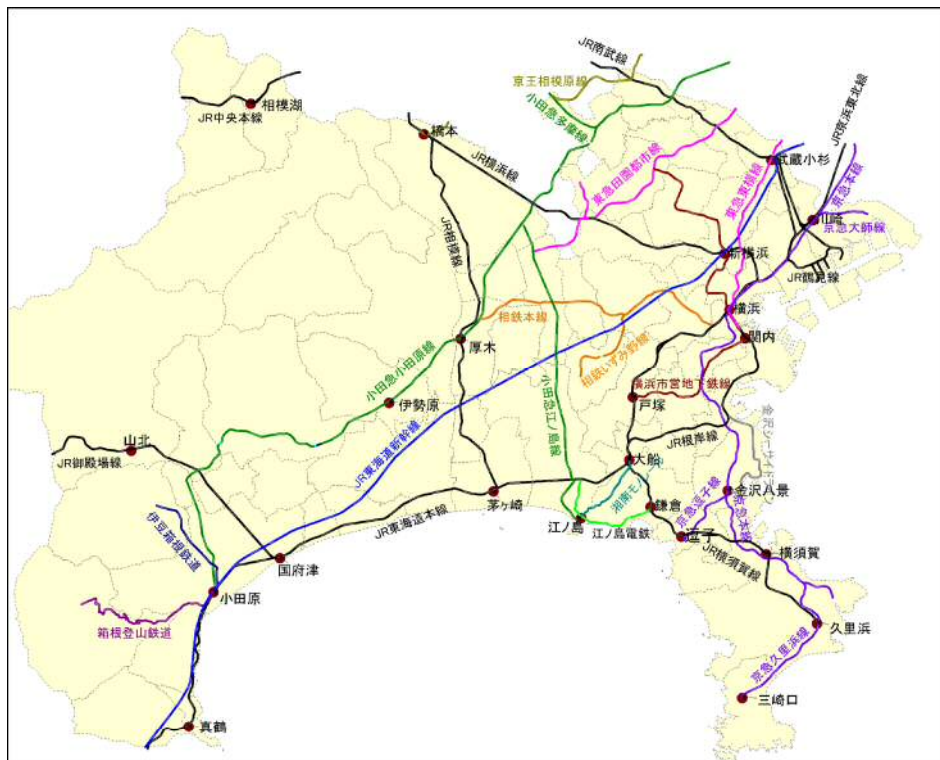


図 9.3-1 神奈川県内の鉄道路線図

9.3.2 予測手法

被害予測は、東京都(1997)によるものとし、地震時の鉄道不通被害の想定を行う。不通区間は、駅間単位で図9.3-2のフローにしたがって想定する。

①鉄道現況データの作成

地形図から対象とする線路及び駅の位置（有無）をメッシュ単位で路線毎に読みとる。

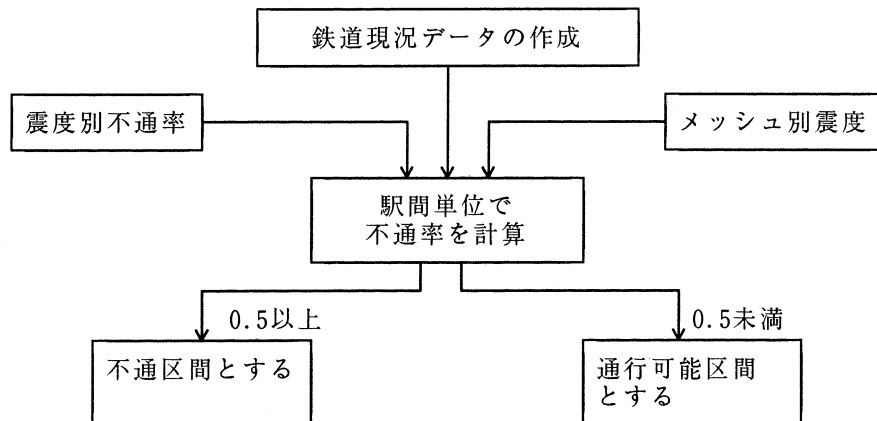


図 9.3-2 鉄道の被害区間想定方法 (東京都(1997)³⁾)

②不通率の設定

鉄道の被害程度の指標として、不通率を次式のように定義する。

$$\text{不通率} = \frac{\text{ある震度の地域を通過する不通区間総延長 (km)}}{\text{ある震度の地域を通過する総延長 (km)}}$$

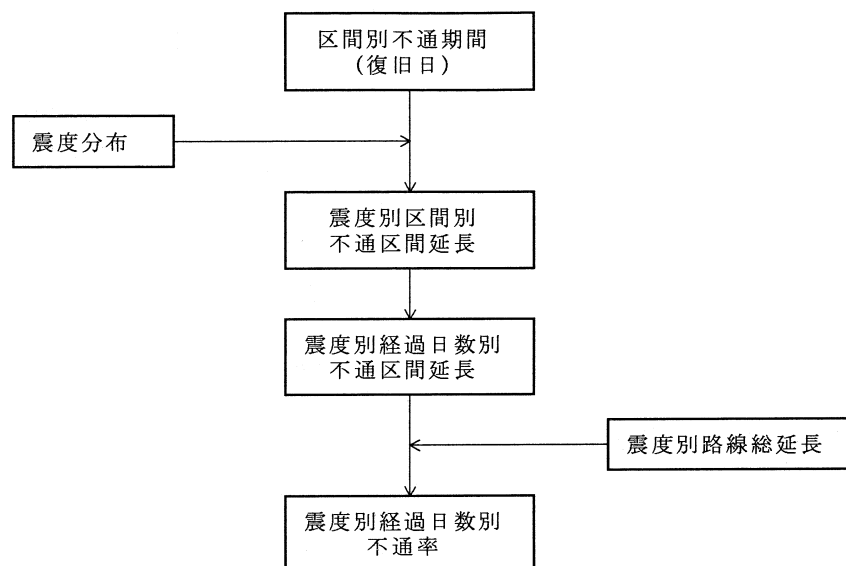


図 9.3-3 不通率の算定手順 (東京都(1997))

ここで、区間別不通期間については、兵庫県南部地震時の震度別の各鉄道区間の開通日（表 9.3-2）を基に設定する。駅間の区間が震度の変化する境界を横切る場合には、その区間の震度は大きい方の震度としている。新幹線については運休区間の単位が長く、震度分布との関係进行分析することが困難なためデータから除外している。

この方法で設定した鉄道の地震発生後 1 日目の不通率は、表 9.3-1 のようになる。震度 5 の範囲については、兵庫県南部地震の実績より、不通区間なしと設定する。

表 9.3-1 鉄道の不通率 (東京都(1997)³⁾)

震度	総延長 (km)	不通区間延長 (km) (1 日後)	不通率 (1 日後)
7	62.0	62.0	100%
6 強	69.7	54.8	80%
6 弱	371.4	54.2	15%
合計	503.1	171.0	35%

(注) 不通率は、5%単位で丸めてある。

日数と不通率の関係を図 9.3-4 に、震災後 3 日までの震度と不通率の関係を図 9.3-5 に示す。この手法では震度 6 弱の地域の復旧日数は約 20 日、震度 6 強では約 6 か月、震度 7 の地域で 7 か月と想定する。

③駅間の平均値の計算

不通率設定のために用いた兵庫県南部地震の事例データでは、路線の不通／通行可能延長は、駅間単位で計測した不通距離のデータである。したがって、各路線の駅間の不通率を、その間に含まれるメッシュごとの不通率の平均値として計算する。

例： A 駅 B 駅
 通過メッシュ別
 不通率： 0.8 0.8 0.15 0.15 0.8 0.8
 → 駅間平均値 $(0.8 \times 4 + 0.15 \times 2) \div 6$ (メッシュ) = 0.58

④不通区間の判定

③により計算した不通率の区間平均値が 0.5 以上であるかにより各駅間の不通、通行可能を決定する。

⑤橋梁の耐震補強後の不通率

現況では、各路線とも原則として橋梁の耐震補強は終了しているので、その効果を考慮する必要がある。東京都(1997)の想定に準じて、耐震補強の効果を次のように設定する。

- ・落橋・倒壊の被害が損傷・亀裂のレベルまで軽減されると仮定。
- ・震度 7 の地域の事例でも復旧日が概ね約 40 日になる。
 ： 40 日で復旧と設定
- ・震度 6 強の地域では復旧日数が最大でも 1 か月程度に短縮される。
 ： 30 日で復旧と設定
- ・震度 6 弱の地域では、基本的に被害は生じない。

これを基に、耐震補強後の復旧曲線を図 9.3-6 のように設定した。

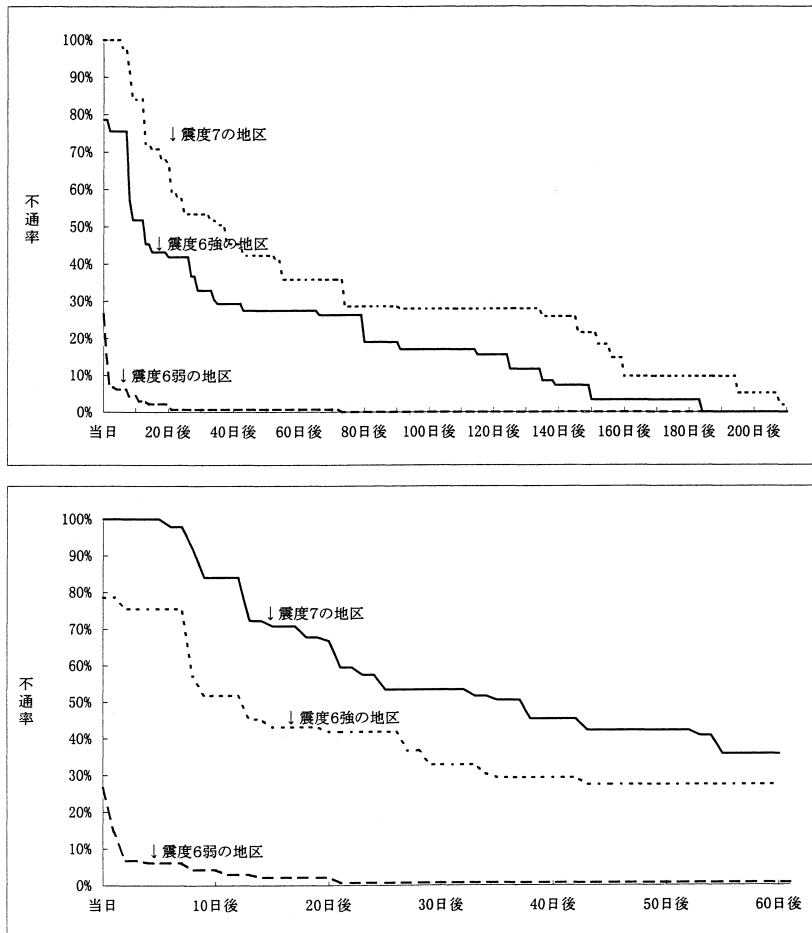


図 9.3-4 阪神・淡路大震災における日数と不通率の関係（鉄道）（東京都(1997)³⁾）

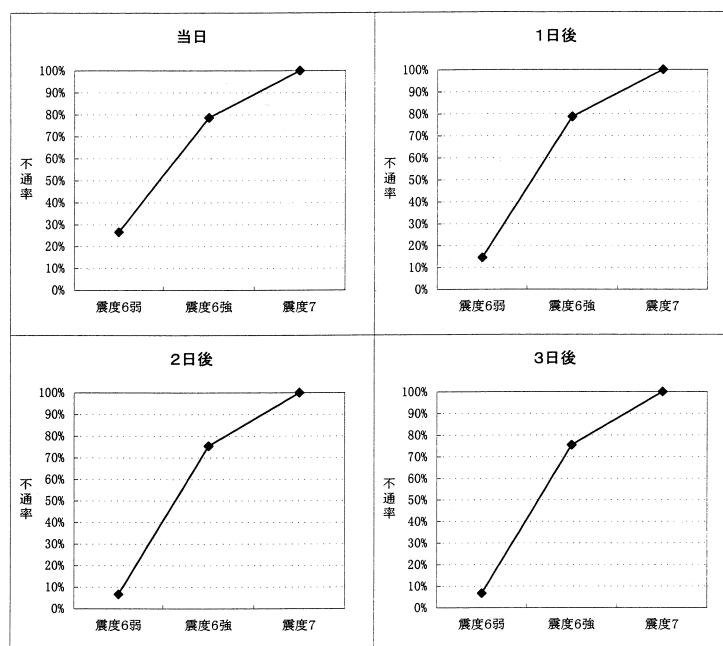


図 9.3-5 震災後3日までの震度と不通率の関係（東京都(1997)）

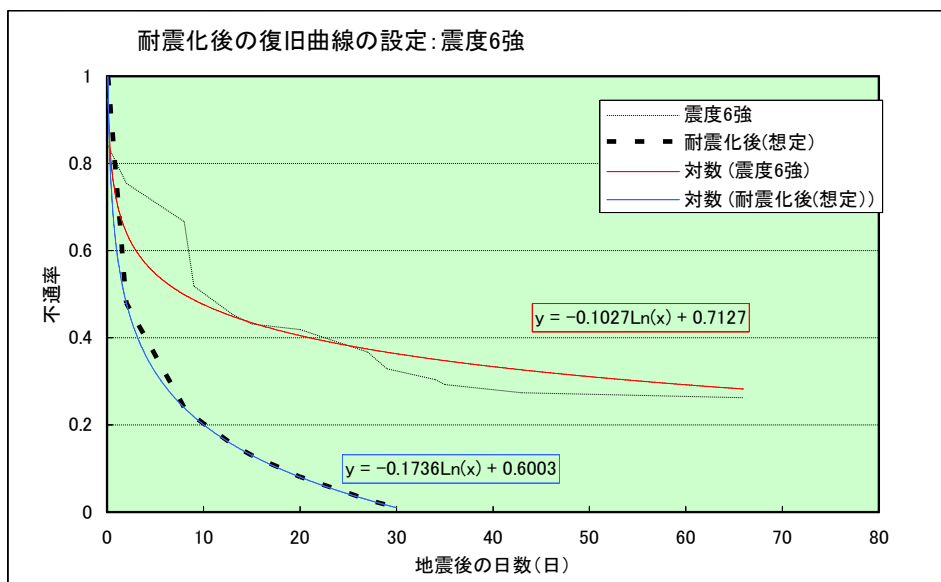
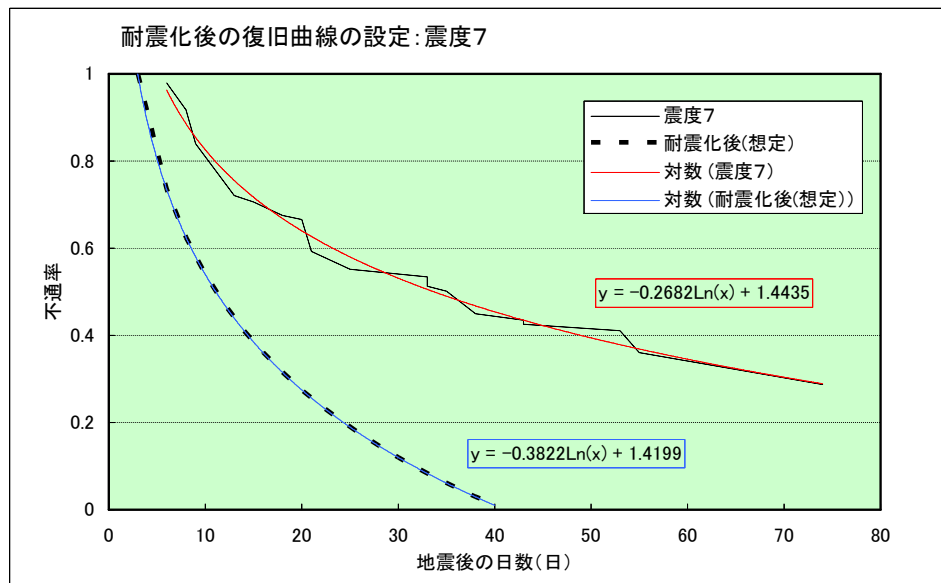


図 9.3-6 耐震化を考慮した不遵率の設定

表 9.3-2 阪神・淡路大震災の鉄道復旧状況

阪神・淡路大震災 鉄道復旧状況

JR東海道山陽本線(新大阪-加古川) 総延長179.7km

開通区間	キロ数	開通日	震度
西明石-加古川	16.3	1月17日	6弱
米原-新大阪	106.7	1月17日	6弱
新大阪-尼崎	11.5	1月17日	6弱
尼崎-甲子園口	2.2	1月19日	6強
西明石-塩屋	6.8	1月25日	6弱
塩屋-須磨	8.7	1月25日	6強
甲子園口-西の宮	2.5	1月25日	6強
西の宮-芦屋	3.8	1月25日	7
須磨-神戸	7.3	1月30日	7
芦屋-住吉	4.5	2月7日	7
神戸-元町	1.7	2月20日	6強
元町-灘	3.2	2月24日	7
灘-住吉	4.5	4月1日	7 落橋・倒壊あり

JR福知山線(生瀬-尼崎)総延長19.7km

開通区間	キロ数	開通日	震度
生瀬-宝塚	1.9	1月17日	6弱
宝塚-川西池田	6.8	1月17日	6強
川西池田-尼崎	11	1月17日	6弱

JR山陽線(和田岬線)(兵庫-和田岬)総延長2.7km

開通区間	キロ数	開通日	震度
兵庫-和田岬	2.7	2月15日	6強

JR加古川線(加古川-栗生)総延長16.6km

開通区間	キロ数	開通日	震度
加古川-栗生	16.6	1月17日	6弱

JR環状線(大阪-京橋)総延長4.2km

開通区間	キロ数	開通日	震度
大阪-京橋	4.2	1月17日	6弱

阪神電鉄(阪神元町-武庫川, 武庫川-武庫川団地) 総延長21.8km

開通区間	キロ数	開通日	震度
武庫川-甲子園	2.1	1月17日	6弱
武庫川団地-武庫川	1.7	1月17日	6弱
甲子園-香炉園	3.7	1月26日	6強
香炉園-青木	4.8	1月26日	7
阪神元町-阪神三宮	0.9	2月1日	7
青木-阪神御影	2.5	2月11日	7
阪神三宮-春日野道	1.3	2月19日	7
春日野道-阪神岩屋	1.1	2月19日	7
阪神岩屋-阪神西灘	0.6	3月1日	7
阪神西灘-阪神御影	3.1	6月26日	7 落橋・倒壊あり

神戸高速鉄道(阪急三宮-西代, 阪神元町-高速神戸, 新開地-湊川)総延長7.6km

開通区間	キロ数	開通日	震度
元町-高速神戸	1.5	2月1日	6強 [地下]
花隈-高速神戸	0.9	2月6日	6強 [地下]
高速神戸-新開地	0.6	2月6日	7 [地下]
阪急三宮-花隈	1.3	6月1日	7 落橋・倒壊あり
高速長田-西台	0.9	6月18日	7 [地下]
新開地-湊川	0.4	6月22日	7 [地下]
新開地-高速長田	2	8月13日	7 [地下]

神戸電鉄(湊川-栗生, 鈴蘭台-三田, 有馬口-有馬温泉)総延長63.7km

開通区間	キロ数	開通日	震度
鈴蘭台-三田	24.5	1月18日	6弱
鈴蘭台-栗生	29.2	1月19日	6弱
鈴蘭台-長田	5.6	2月7日	6弱
有馬口-有馬温泉	2.5	3月31日	6弱
長田-湊川	1.9	6月22日	7

山陽電鉄(西代-尾上の松)総延長35.5km

開通区間	キロ数	開通日	震度
尾上の松-浜の宮	1.4	1月18日	6弱
浜の宮-明石	18.4	1月18日	6弱
明石-霞ヶ丘	5	1月28日	6弱
霞ヶ丘-滝の茶屋	2.9	1月31日	6弱
須磨寺-月見山	0.7	2月21日	7
月見山-東須磨	0.8	2月21日	6強
東須磨-板宿	0.8	3月24日	6強
須磨浦公園-山陽須磨	1.4	4月18日	6強
山陽須磨-須磨寺	0.4	4月18日	7
滝の茶屋-須磨浦公園	2.7	6月16日	6強
板宿-西代	1	6月18日	7

阪急電鉄(三宮-武庫之荘, 夙川-甲陽園, 宝塚-今津, 阪急伊丹-塚口, 宝塚-花屋敷,

京都本線(梅田-河原町)) 総延長88.7km

開通区間	キロ数	開通日	震度
西宮北口-武庫之荘	3.3	1月17日	6強
宝塚-山本	4.8	1月17日	6強
山本-花屋敷	1.6	1月17日	6弱
梅田-河原町	47.7	1月17日	6弱
塚口-新伊丹	2.2	1月21日	6弱
西宮北口-門戸厄神	1.3	1月23日	7
今津-西宮北口	1.6	1月25日	6強
仁川-宝塚	4.5	1月30日	6強
仁川-門戸厄神	1.9	2月4日	7
王子公園-御影	3.6	2月13日	6強
夙川-苦楽園口	0.9	3月1日	7
苦楽園口-甲陽園	1.3	3月1日	6強
阪急伊丹-新伊丹	0.9	3月11日	7 落橋・倒壊あり (仮駅で開通)
三宮-王子公園	3.1	3月13日	7
夙川-岡本	5.1	4月7日	6強
岡本-御影	2.2	6月1日	6強
西宮北口-夙川	2.7	6月12日	7 落橋・倒壊あり

神戸新交通六甲アイランド線(住吉-マリンパーク)総延長4.5km

開通区間	キロ数	開通日	震度
アイランド北口-マリンパーク	1	5月12日	6強
アイランド北口-魚崎	2.3	7月20日	6強 落橋・倒壊あり
住吉→魚崎	1.2	8月23日	7 落橋・倒壊あり

神戸新交通ポートアイランド線(三宮-ポートアイランド)総延長6.4km

開通区間	キロ数	開通日	震度
北埠頭→中公園	2.7	5月22日	6強
中公園→北埠頭	0.9	6月5日	6強
三宮-中公園	2.8	7月31日	7 落橋・倒壊あり

9.3.3 予測結果

想定地震ごとの、地震発生直後、1日後、2日後の不通区間と鉄道復旧に要する日数を図9.3-7～図9.3-10に示す。

地震時に予測される川崎市内における鉄道の不通による支障は、概ね次のとおりである。

○ H24 川崎市直下の地震

耐震化を考慮しない場合は、10日を超える期間で鉄道の不通が生じると予測され、耐震化を考慮した場合は、2日を超える期間での鉄道の不通は生じないと予測される。

○ 元禄型関東地震

耐震化を考慮しない場合は、10日程度の期間の不通となる区間が生じると予測され、耐震化を考慮した場合は、1日を超える期間での鉄道の不通は生じないと予測される。

表9.3-3に耐震化を考慮した場合の川崎市内の1日後の不通路線数を示す。

また、今回の被害想定では、人的被害については想定していないが、強い地震動にみまわれる地域においては、列車の脱線等が発生し、死傷者が生じることが想定される。

表9.3-3(1) 川崎市内の1日後の不通路線数（耐震化を考慮した場合）

	H24川崎市直下の地震	元禄型関東地震
1日後 不通路線数	9	0

不通路線：
 ①JR東海道線・京浜東北線
 ②JR南武線、③JR武蔵野線
 ④JR鶴見線・東海道貨物線
 ⑤JR湘南新宿ライン・横須賀線
 ⑥京急本線、⑦京急大師線
 ⑧東急東横線、⑨東急田園都市線

表9.3-3(2) 川崎市内の1日後の不通路線数（耐震化を考慮した場合）（前回調査）

	川崎市直下の地震	南関東地震	東京湾北部地震
1日後 不通路線数	8	1	0

不通路線：
 ①JR南武線、②JR武蔵野線
 ③JR鶴見線・東海道貨物線
 ④JR湘南新宿ライン・横須賀線
 ⑤京急本線、⑥京急大師線
 ⑦東急東横線、⑧東急田園都市線

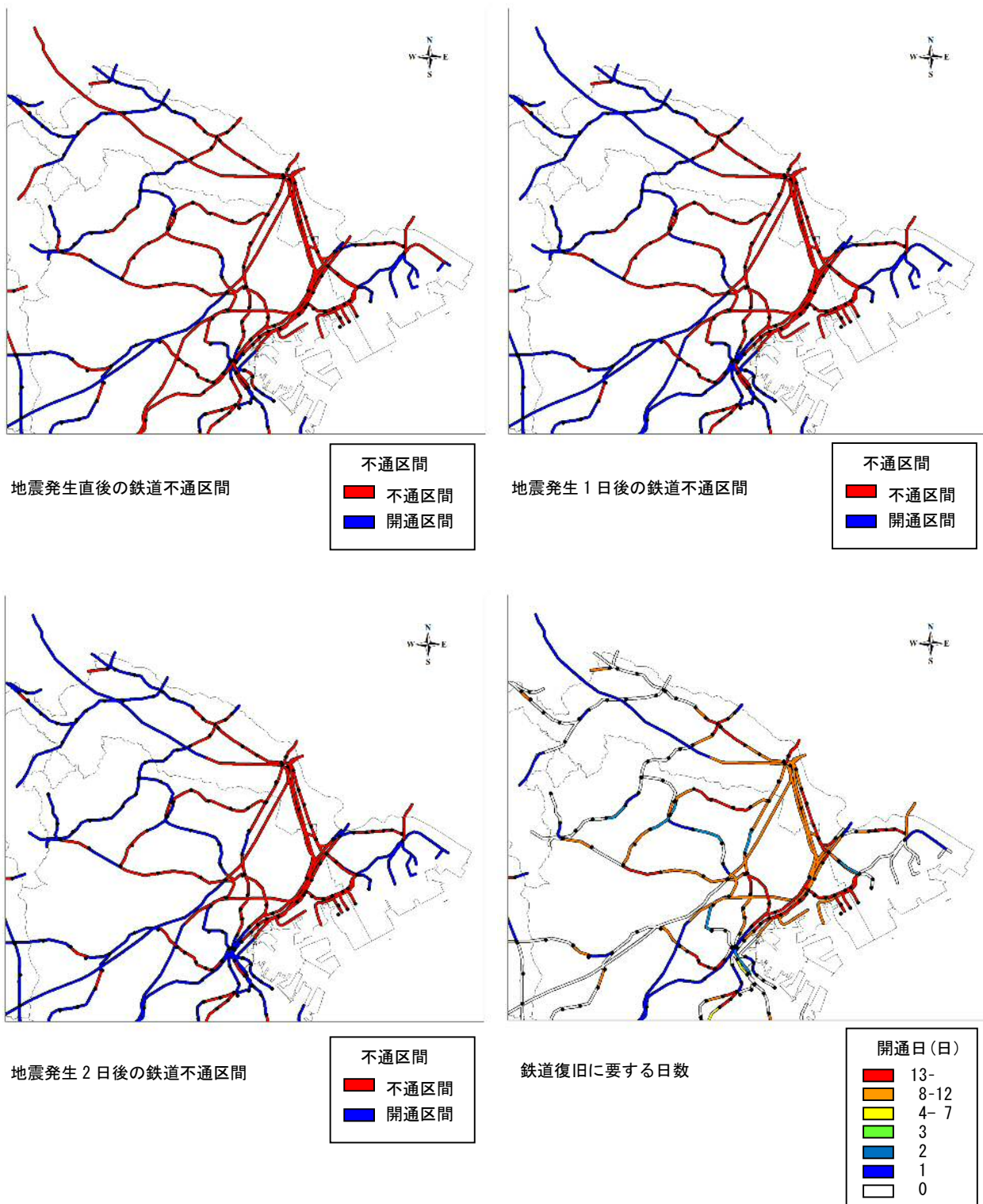
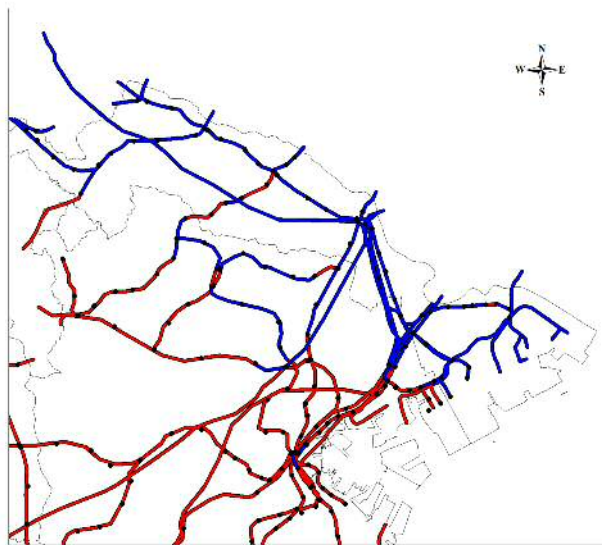
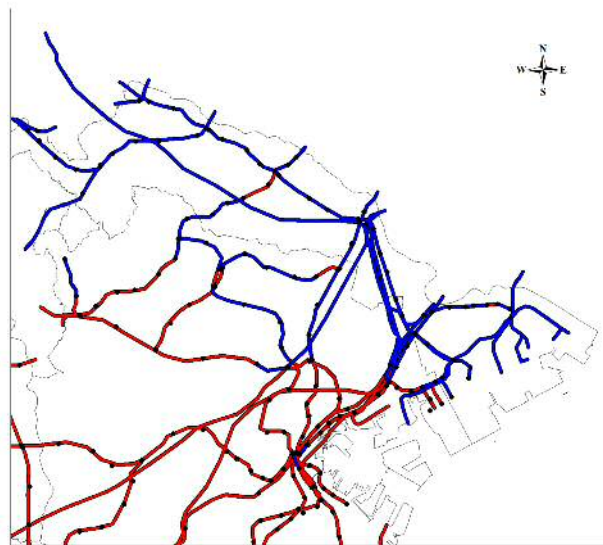
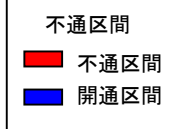


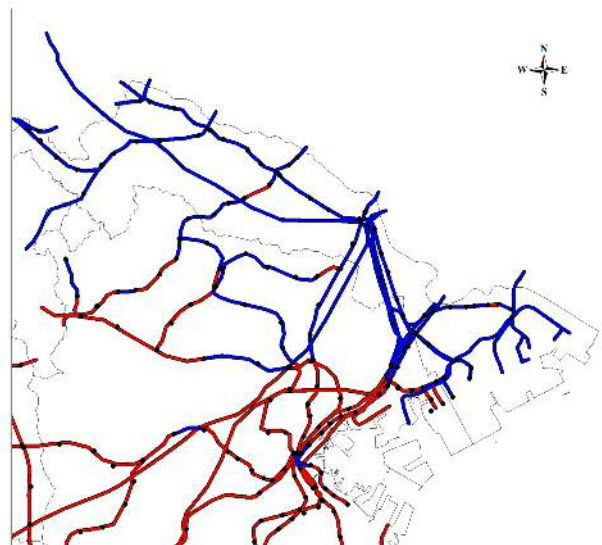
図 9.3-7 鉄道不通区間：H24 川崎市直下の地震（耐震化を考慮しない場合）



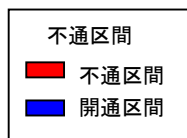
地震発生直後の鉄道不通区間



地震発生 1 日後の鉄道不通区間



地震発生 2 日後の鉄道不通区間



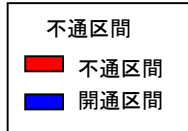
鉄道復旧に要する日数



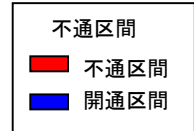
図 9.3-8 鉄道不通区間：元禄型関東地震（耐震化を考慮しない場合）



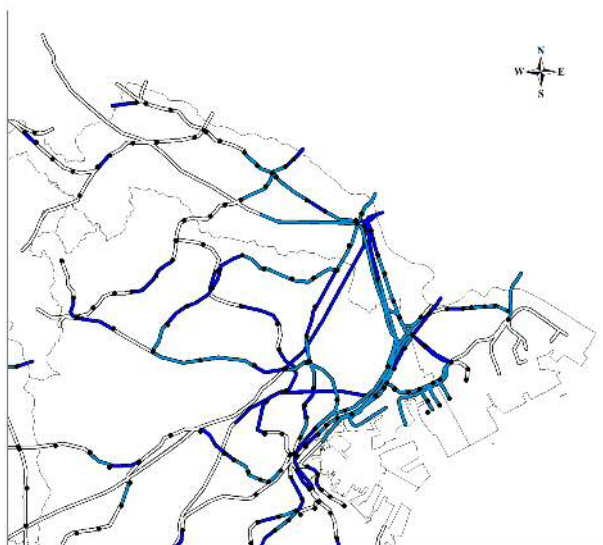
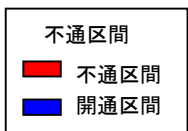
地震発生直後の鉄道不通区間



地震発生1日後の鉄道不通区間



地震発生2日後の鉄道不通区間



鉄道復旧に要する日数



図 9.3-9 鉄道不通区間：H24 川崎市直下の地震（耐震化を考慮した場合）

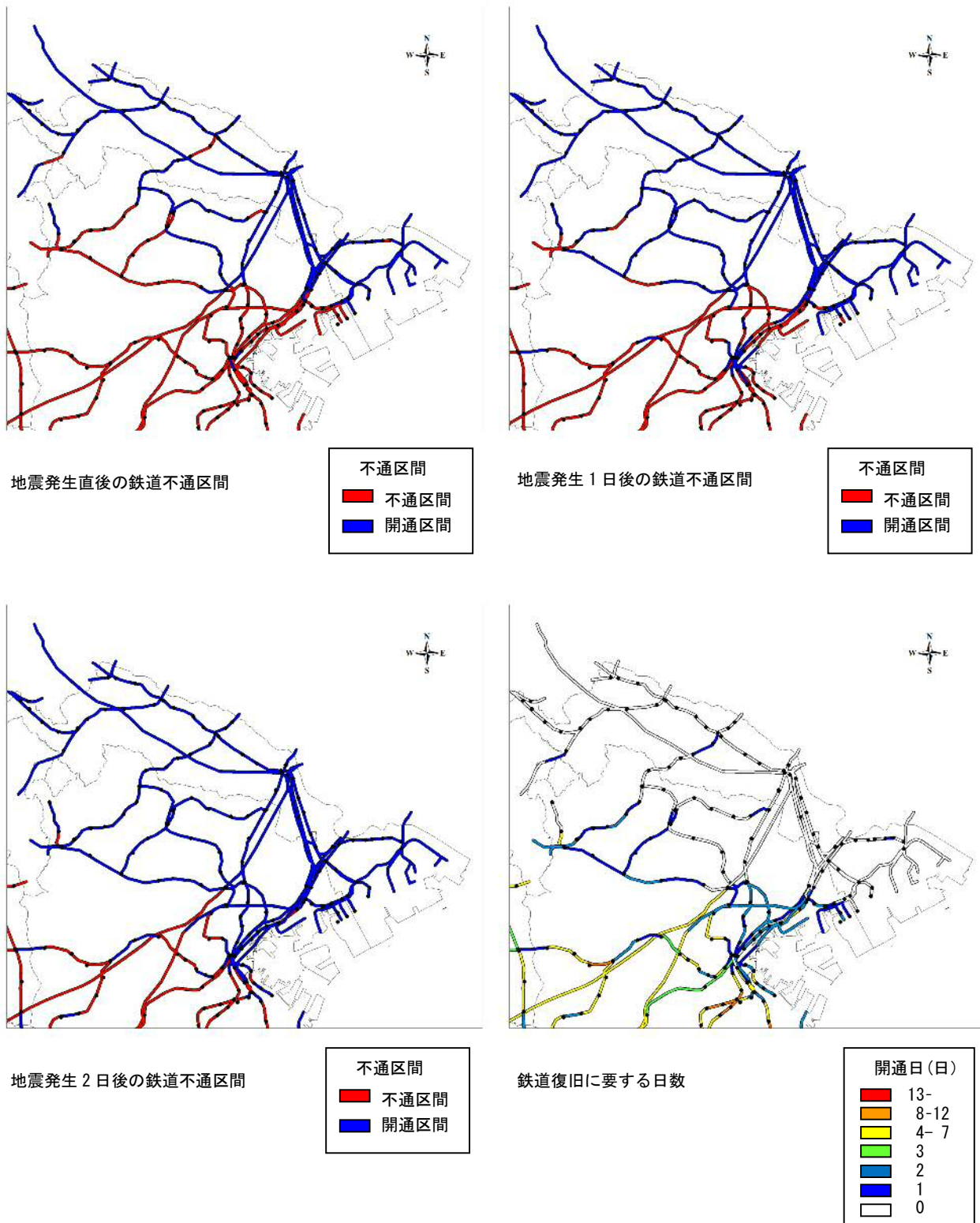


図 9.3-10 鉄道不通区間：元禄型関東地震（耐震化を考慮した場合）

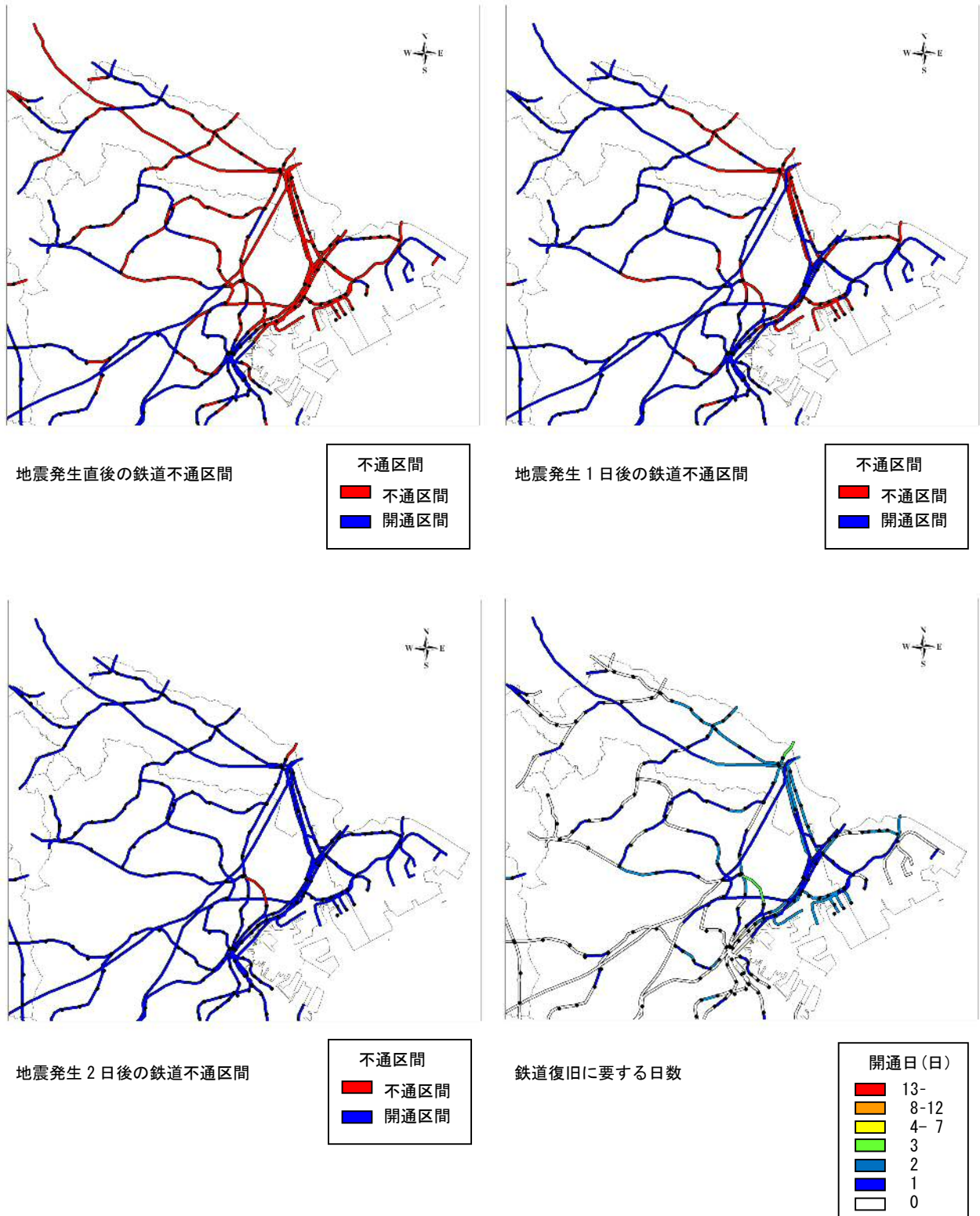


図 9.3-11 鉄道不通区間：川崎市直下の地震（前回調査：耐震化考慮）

※前回調査結果は耐震化を考慮した場合のみ示す。以下も同じ

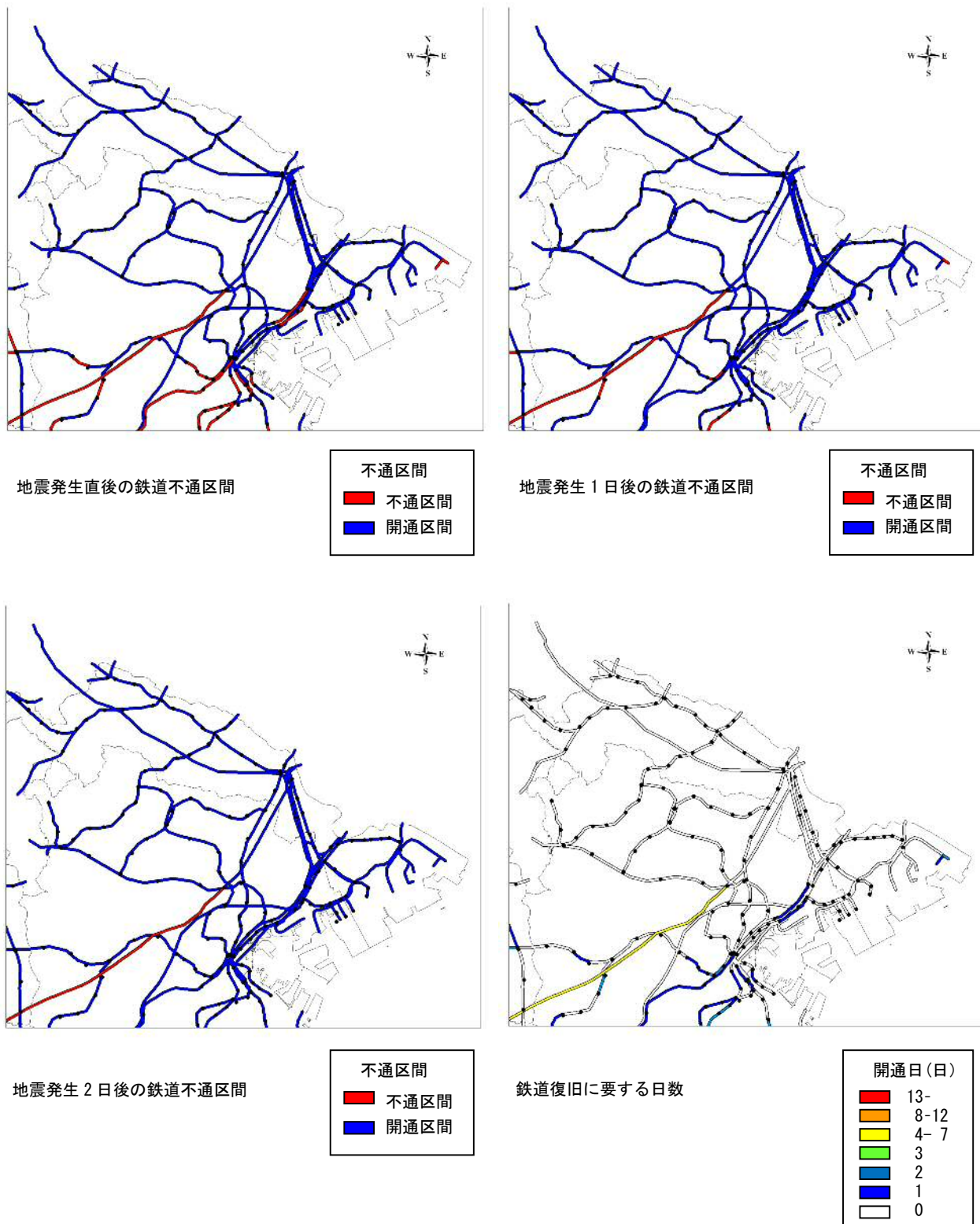


図 9.3-12 鉄道不通区間：南関東地震（前回調査：耐震化考慮）

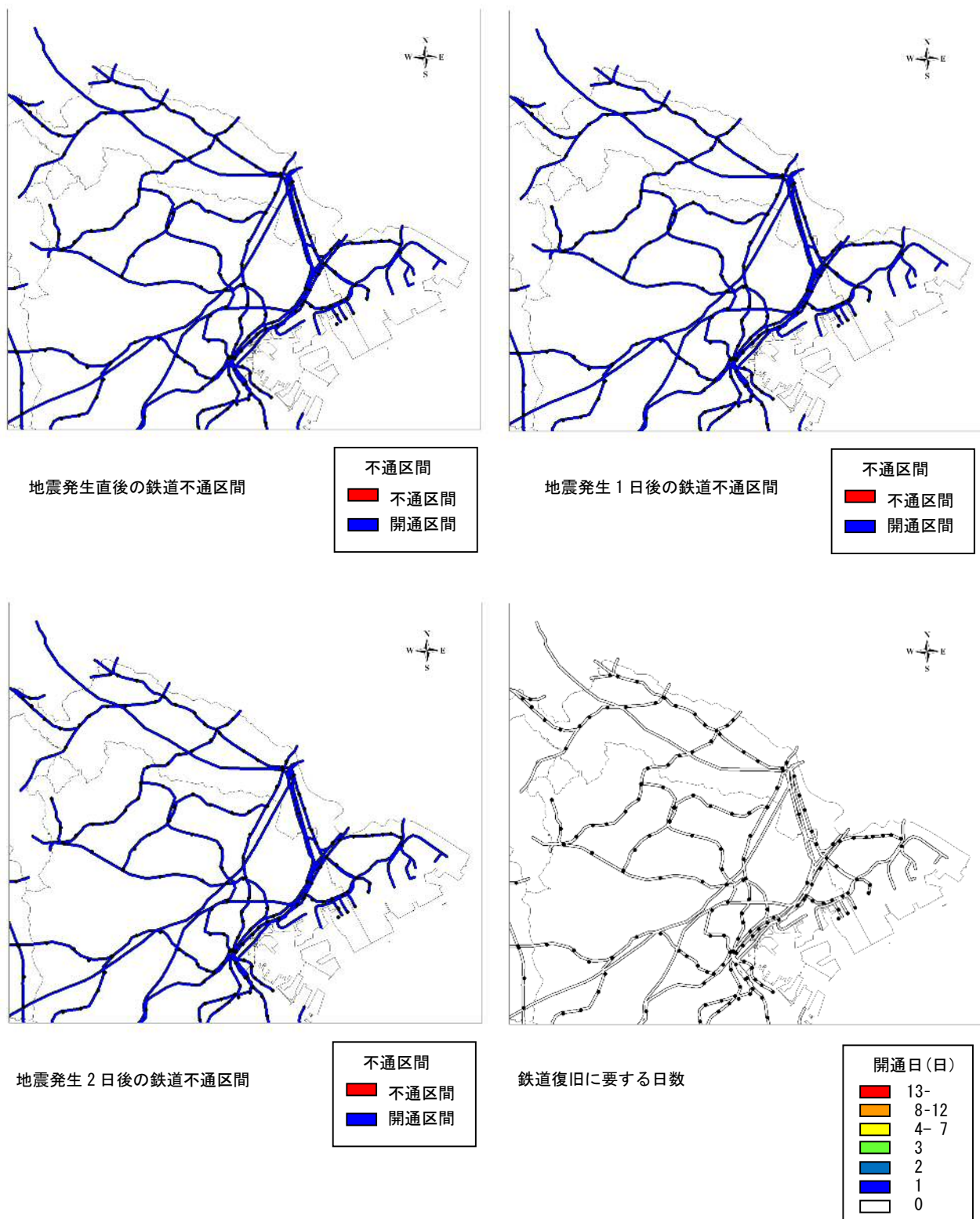


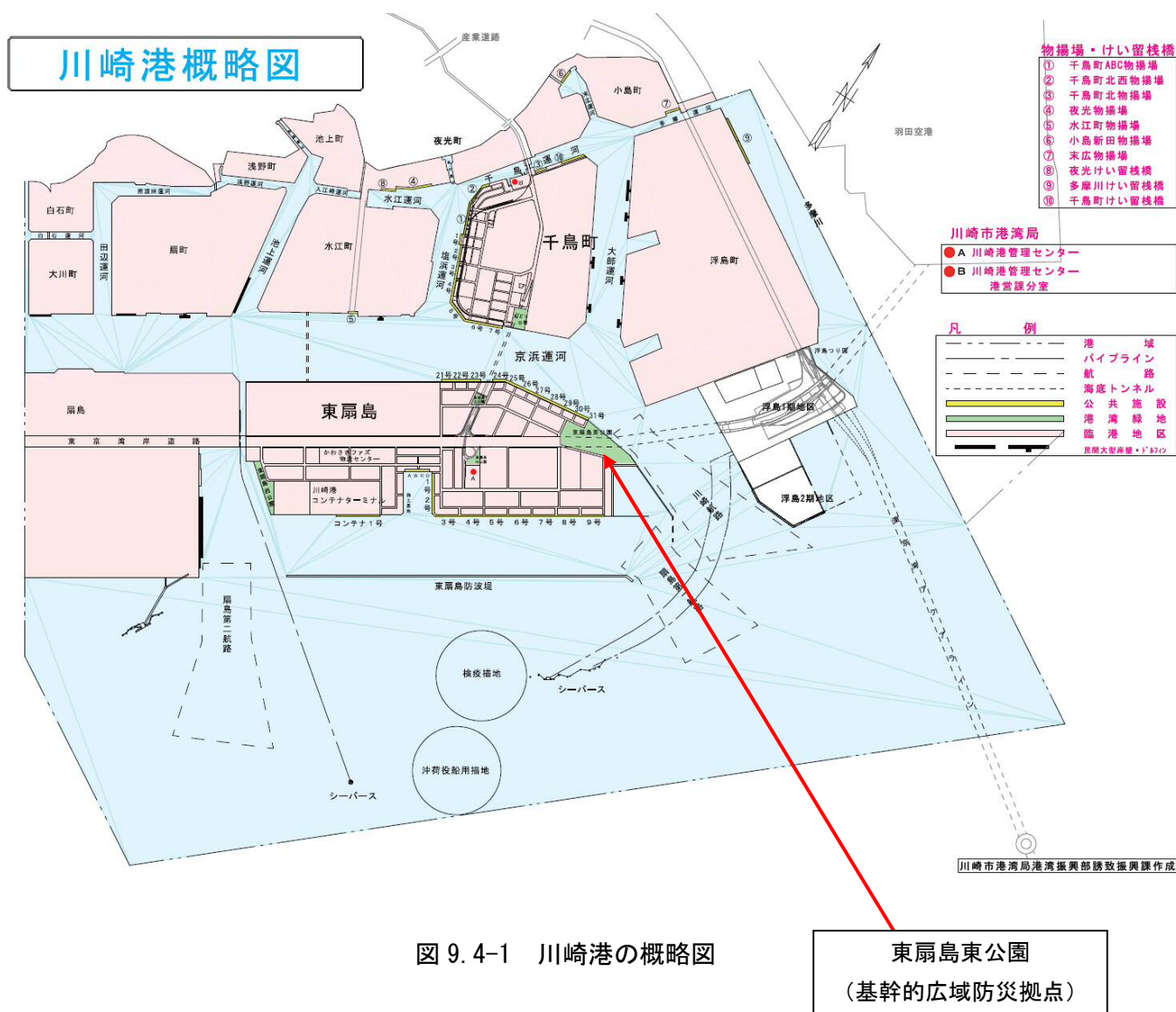
図 9.3-13 鉄道不通区間：東京湾北部地震（前回調査：耐震化考慮）

9.4 港湾施設

9.4.1 予測方針

港湾被害については、川崎市管理の施設を対象とする。川崎市管理の港湾施設は、川崎港内の東扇島と千鳥町に位置し、係船能力として水深-7.5m 以上（5,000 重量トン級以上）のバースが全 27 バース備わっている（図 9.4-1 及び表 9.4-1 参照）。

このうち、東扇島の 2 箇所のバース（9 号岸壁及び 31 号岸壁）については、耐震岸壁として整備済みの施設であり、地震時においても、港湾施設の基本的な機能は維持できると想定される。



* 川崎港統計年報 平成 20 年(2008 年)⁴⁾ より

表 9.4-1 川崎港の係留施設現況
(川崎市管理施設 5,000 重量トン以上)

施設名称	係 船 能 力					
	延長(m)	水深(-m)	重量トン (D/W)	船席	種類	エプロン幅 (m)
千鳥町2号係船棧橋※	171.6	9.0	10,000	1	棧橋	16.2
千鳥町3号係船棧橋	190.0	10.0	15,000	1	棧橋	16.6
千鳥町4号係船岸壁	219.5	10.0	15,000	1	岸壁	15
千鳥町5号係船棧橋	211.1	10.0	15,000	1	棧橋	25
千鳥町6号係船棧橋	208.6	10.0	15,000	1	棧橋	25
千鳥町7号係船棧橋	180.0	10.0	15,000	1	棧橋	25
川崎コンテナ1号岸壁	440.0	14.0	40,000	1	棧橋	20
東扇島1号岸壁	235.1	10.0	15,000	1	岸壁	20
東扇島2号岸壁	206.2	10.0	15,000	1	岸壁	20
東扇島3号岸壁	261.2	12.0	30,000	1	岸壁	20
東扇島4号岸壁	240.0	12.0	30,000	1	岸壁	20
東扇島5号岸壁	240.0	12.0	30,000	1	岸壁	20
東扇島6号岸壁	240.1	12.0	30,000	1	棧橋	20
東扇島7号岸壁	240.0	12.0	30,000	1	棧橋	20
東扇島8号岸壁	240.0	12.0	30,000	1	棧橋	20
東扇島9号岸壁	270.0	12.0	30,000	1	棧橋	20
東扇島21号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島22号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島23号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島24号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島25号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島26号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島27号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島28号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島29号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島30号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22
東扇島31号岸壁	130.0	7.5	5,000	1	棧橋	22

延長: 取付け部を含む実延長

水深: 所定水深

* 川崎港統計年報 平成 23 年(2011 年)⁵⁾ より

※千鳥町 2 号係船棧橋は平成 23 年度末現在改修中。係船能力は改修前のものを記載

9.4.2 予測手法

非耐震バースについて、地震発生に伴い復旧に長期間を要する被害バース数を算出することとする。

港湾岸壁の被害率は、図 9.4-2 に示すフローで行う。被害率関数として、図 9.4-3 のものを用いる⁵⁾。この図は、兵庫県南部地震における神戸港及び釧路沖地震における釧路港の被害実態を基に作成されているもので、近年、港湾施設（岸壁）を対象とした地震被害予測の被害率として用いられている手法である。

今回の想定では、図 9.4-3 に併示す被害率のうち、港湾岸壁が被害を受け修復が必要となる場合（Level-II）、及びほぼ崩壊かつ復旧に長期間を要する場合（Level-III）の港湾岸壁被害率を用い、下の式より被害バース数を算出する。

$$\text{被害バース数} = \text{非耐震バース数} \times (\text{加速度別}) \text{ 港湾岸壁被害率}$$

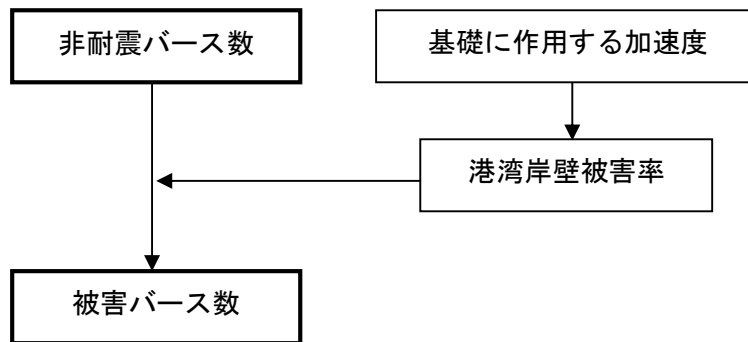


図 9.4-2 港湾岸壁被害算出フロー

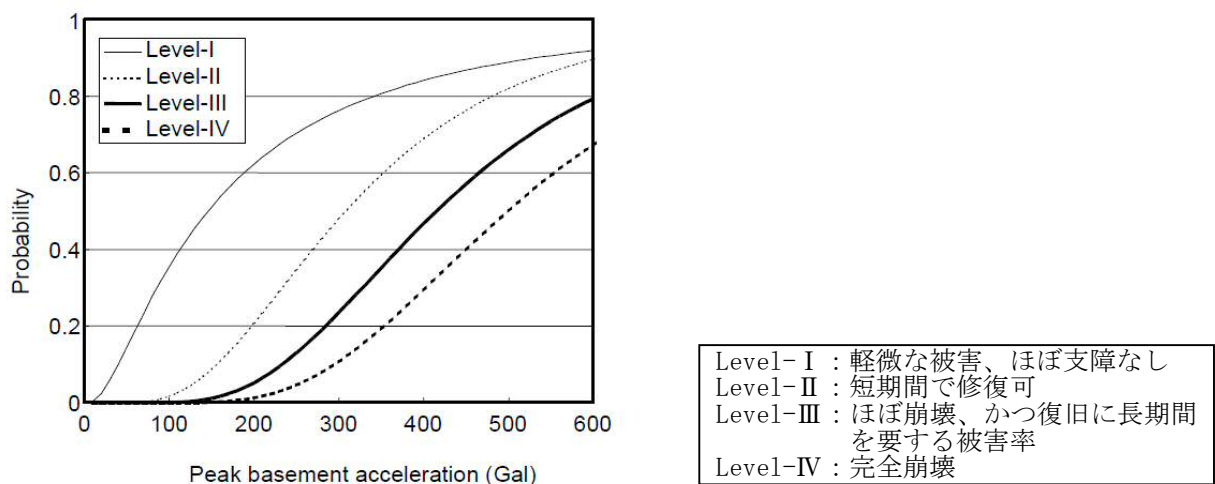


図 9.4-3 港湾岸壁被害確率の累積分布関数（ICHII (2004)⁶⁾）

9.4.3 予測結果

表 9.4-2 に被害予測の試算結果を示す。

非耐震バースについては、Level-II 程度の被害を想定すると、H24 川崎市直下の地震の場合、17 バースの被害が発生し、元禄型関東地震の場合は 19 バースの被害が発生すると想定される。

地震時に際しても港湾施設としての機能が維持され则认为られる耐震バース(2 バース)と、Level-II の被害に至らない(修復を要しない)とされるバースを使用可能バースと仮定すると、H24 川崎市直下の地震の場合、10 バースが使用可能とされ、元禄型関東地震の場合は 8 バースが使用可能と想定される。

表 9.4-2(1) 港湾施設の被害予測結果

		対象地震	
		川崎市直下の地震	元禄型関東地震
総バース数		27	
耐震バース数		2	
非耐震バース数		25	
工学的基盤の加速度 (cm/s^2)		406.1	457.6
非耐震バースの被害率 (%)	Level-II	69.9	77.3
	Level-III	48.1	58.6
被害バース数	Level-II 想定	17	19
	Level-III 想定	12	15
使用可能バース数	Level-II 想定	10	8
	Level-III 想定	15	12

使用可能バース数＝耐震バース数＋（非耐震バース数－被害バース数）

表 9.4-2(2) 港湾施設の被害予測結果（前回結果）

	対象地震		
	川崎市直下の地震	南関東地震	東京湾北部地震
総バース数	27		
耐震バース数	2		
非耐震バース数	25		
工学的基盤の加速度 (cm/s^2)	449.2	451.7	294.9
非耐震バースの被害率 (%)	57.0	57.5	22.4
被害バース数	14	14	6
使用可能バース数	13	13	21

使用可能バース数＝耐震バース数＋（非耐震バース数－被害バース数）

※前回調査では Level-Ⅲを被害の対象とした。

9.5 コンビナート地域

9.5.1 コンビナート地域の被害について

コンビナート地域については、今回の調査で地震動等の予測を行っているが、別途神奈川県において、防災アセスメント調査（「神奈川県石油コンビナート等防災アセスメント調査(2006)⁷⁾」）。以下、「県アセス調査」と記す。）が行われている。

短周期の地震動については、次節で述べる予防対策用震度を用いて被害想定を行っており、長周期地震動によるスロッシングの被害については、長周期地震動特性とタンク固有周期に基づいた検討を行っている。

短周期地震動において、H24 川崎市直下の地震による震度と県アセス調査の予防対策用震度を比較すると、ほぼ同程度か、場所によってはH24 川崎市直下の地震の方がやや小さい結果となっている。また、長周期地震動では、神奈川県（2009）⁸⁾において、本市調査の想定地震である南関東地震について検討を行っており、県アセス調査の結果が概ね妥当であると結論付けられている。

以上のことから、県アセス調査及びその評価に基づいて、現在防災対策が進められていることも考慮し、本市のコンビナート地域における地震被害想定については、県アセス調査の被害を基に実施した。

9.5.2 地震時の災害危険性評価

県アセス調査では、地震時の被害を想定する際には、中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」⁹⁾による「予防対策用震度分布」を用いて評価を行っている。

この「予防対策用震度分布」は、上記専門調査会で対象とした地震による地震動推計値の重ね合わせにより、想定最大震度を示しているものである。

県アセス調査では、この地震動の強さ及び上記専門調査会による液状化危険度に基づいて、県内の各コンビナート地区の被害の評価を行っている。図 9.5-1 に県アセス調査で想定している地震動分布を示す。

対象施設としては、危険物タンク、ガスタンク、毒性液体タンク、プラントの各施設としており、例えば、危険物タンクでは、地震動の大きさによりタンク本体の被災による漏洩の、また地震動の大きさと液状化危険度から配管の破損による漏洩の発生確率を評価している。

このように、地震時に想定される災害の事象について、各施設について発生確率を評価し、災害の発生頻度（確率・起こりやすさ）と影響度の推定結果を基に、リスクマトリックスにより、災害危険性として検討している。図 9.5-2 にリスクマトリックスを示し、表 9.5-1 に災害発生確率区分と影響度区分を示す。また、災害を段階別に捉え、各段階で想定される災害危険性を表 9.5-2 のように設定している。

図 9.5-3 に地震時の災害危険性の評価例を示し、表 9.5-3 に各施設・災害事象別にまとめた評価結果を示す。

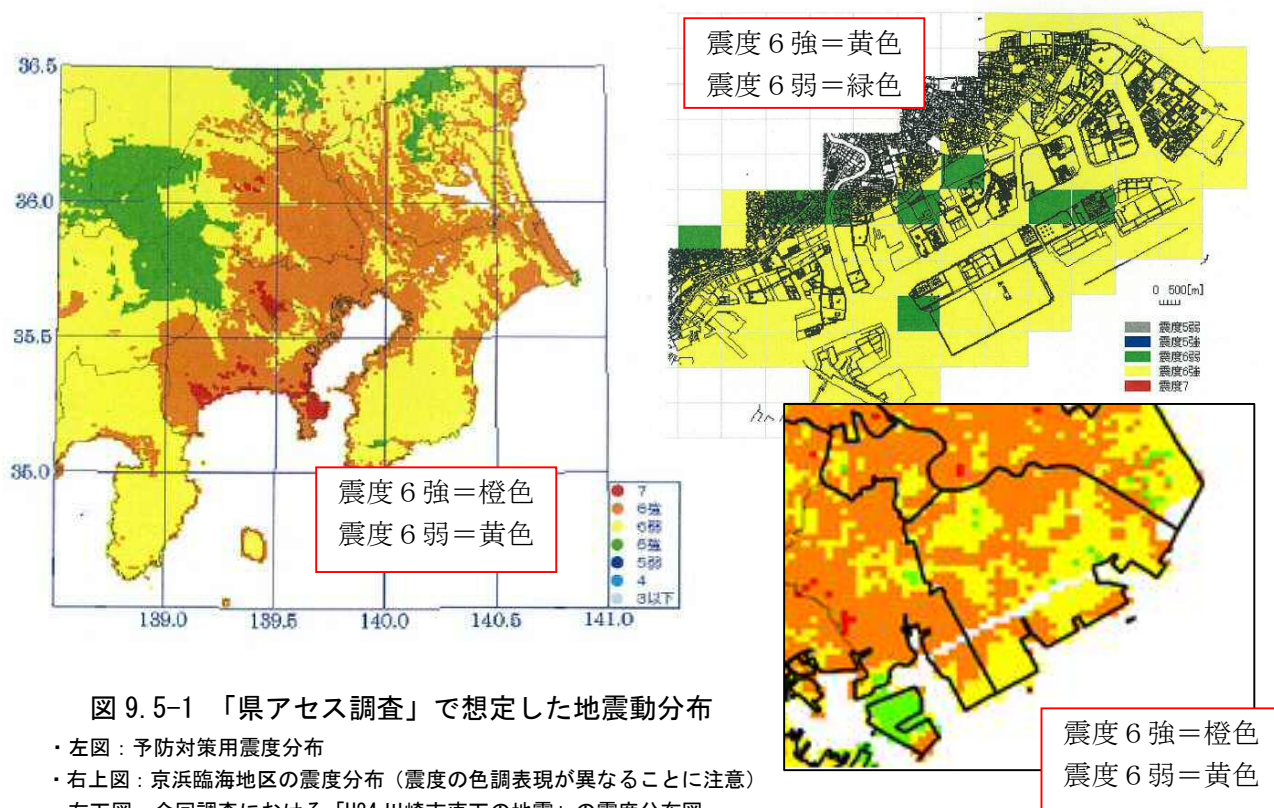


図 9.5-1 「県アセス調査」で想定した地震動分布

- ・左図：予防対策用震度分布
- ・右上図：京浜臨海地区の震度分布（震度の色調表現が異なることに注意）
- ・右下図：今回調査における「H24 川崎市直下の地震」の震度分布図

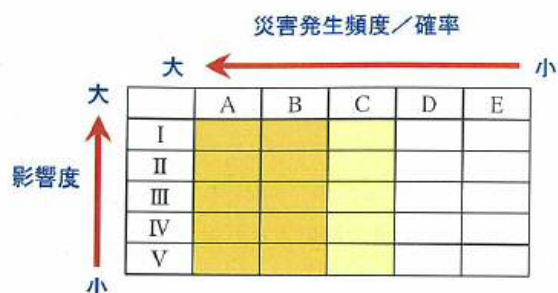


図 9.5-2 リスクマトリックス概要

表 9.5-1 災害の発生確率区分と影響度区分

地震時の災害発生確率区分		災害の影響度区分	
区分	災害発生確率	区分	影響距離 [m]
Ae	10^{-2} 程度 (5×10^{-3} 以上)	I	200m以上
Be	10^{-3} 程度 (5×10^{-4} 以上 5×10^{-3} 未満)	II	100m以上 200m未満
Ce	10^{-4} 程度 (5×10^{-5} 以上 5×10^{-4} 未満)	III	50m以上 100m未満
De	10^{-5} 程度 (5×10^{-6} 以上 5×10^{-5} 未満)	IV	20m以上 50m未満
Ee	10^{-6} 程度 (5×10^{-6} 未満)	V	20m未満

※添字の e は地震時を表す。

※Aeは、地震が発生した時、100施設のうち1施設で被害が生じる程度の危険性を表す。

表 9.5-2 発生確率と災害危険性の関係

- 第1段階の災害：災害の発生確率Aレベル（ 10^{-2} 程度以上）及びBレベル（ 10^{-3} 程度）の災害
→現実的に起こり得ると考えて対策を検討しておくべき災害
- 第2段階の災害：災害の発生確率Cレベル（ 10^{-4} 程度以上）の災害
→発生する可能性は相当に小さいと考えられるが、万一に備えて対策を検討しておく
- その他の災害：災害の発生確率Dレベル（ 10^{-5} 程度）で、影響度Ⅱ以上（100m以上）の災害
→発生する可能性が極めて小さく優先度は低い、対策を講ずることが望ましい災害

FDE1小量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV	118	212	41		
V	50	82	1		
計	504 対象外		296		

FDE2中量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III			49	81	29
IV	67	217	228	113	1
V	5	6	4		
計	800 対象外		0		

FDE3仕切堤内流出火災

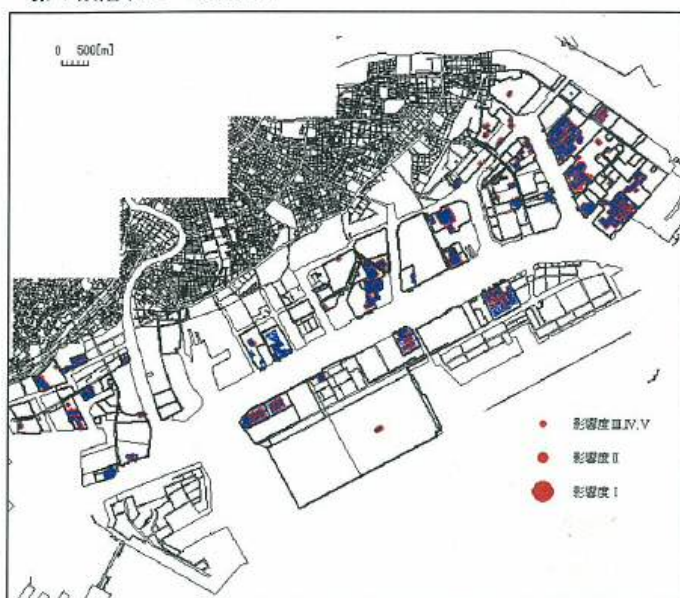
	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II				10	25
III			1	14	48
IV			3	6	35
V			3		
計	212 対象外		588		

FDE4防油堤内流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I				2	10
II			20	56	76
III			7	55	133
IV			2	36	67
V					
計	800 対象外		0		

- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、仕切堤の有無、緊急遮断設備の有無と停電時の操作性、移送設備の有無と停電時の操作性、防油堤の耐震基準への適合を考慮している。（以下同じ）
- ※ 影響度の算定にあたっては、消火活動による影響低減効果は考慮していない。（以下同じ）

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

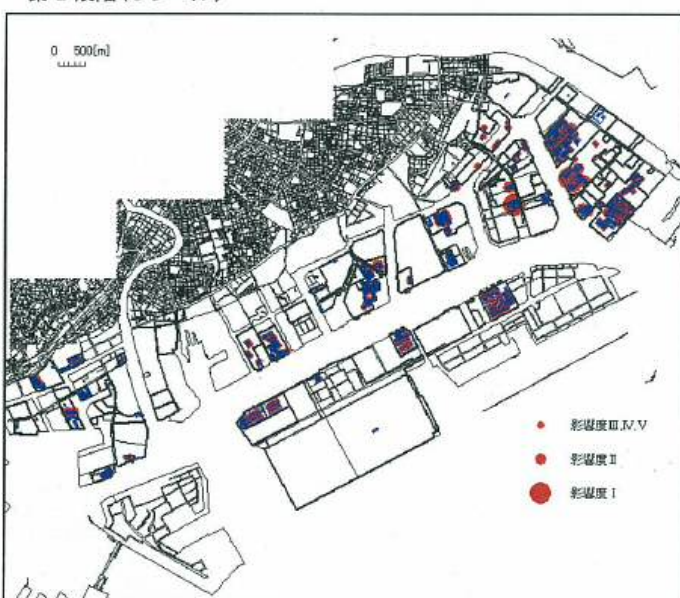


図 9.5-3 地震時における災害危険性の評価例（危険物タンク・流出火災の場合）

表 9.5-3 京浜臨海地区の災害の評価結果（地震時）

【危険物タンク】

施設数(影響度Ⅰ・Ⅱ:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
流出火災	第1段階の災害	462(0)	344(0)	4(0)	29(20)	
	第2段階の災害	42(0)	313(0)	23(0)	149(58)	
	その他の災害			10	76	70
毒性ガス拡散	第1段階の災害	9(0)	12(5)	5(5)	7(7)	
	第2段階の災害			1(1)	1(1)	
	その他の災害			3	4	7

【ガスタンク】

施設数(影響度Ⅰ・Ⅱ:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
ガス爆発	第1段階の災害	254(0)	55(0)			
	第2段階の災害		192(0)		5(0)	
	その他の災害					
フラッシュ火災	第1段階の災害	246(1)	246(24)			
	第2段階の災害	8(0)	192(96)		5(0)	
	その他の災害		12	44	78	
毒性ガス拡散	第1段階の災害	33(33)	3(3)			
	第2段階の災害		24(24)	3(3)	2(2)	
	その他の災害		6	12	21	5

※ファイヤボールは想定災害として抽出される施設がないため省略した。

【毒性液体タンク】

施設数(影響度Ⅰ・Ⅱ:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
毒性ガス拡散	第1段階の災害	4(1)	6(6)			
	第2段階の災害		4(1)	2(2)	4(4)	
	その他の災害				3	2

【プラント】

施設数(影響度Ⅰ・Ⅱ:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出/ ユニット内全 量流出	大量流出
流出火災	第1段階の災害	146(0)	142(0)	121(0)
	第2段階の災害		4(0)	2(0)
	その他の災害			
ガス爆発	第1段階の災害	111(0)	111(27)	105(27)
	第2段階の災害			5(0)
	その他の災害			
フラッシュ火災	第1段階の災害	108(5)	28(9)	
	第2段階の災害	3(0)	80(26)	42(18)
	その他の災害			17
毒性ガス拡散	第1段階の災害	32(23)	31(22)	23(17)
	第2段階の災害		1(1)	9(6)
	その他の災害			

上記までの評価のうち、危険物タンクについては、容量 1,000 kℓ 以上の特定タンクを対象としたものであるが、1,000 kℓ 未満の非特定タンクについても災害の危険性を検討している。評価は災害発生の確率として評価されており、その結果を表 9.5-4 に示す。

表 9.5-4 少容量危険物タンクの災害発生確率（地震時・京浜地区）

（発生確率）

No.	屋根形式	技術基準	貯蔵物	京浜臨海地区・流出火災		
				中量	防油堤内	防油堤外
1	固定屋根 及び内部 浮屋根式 タンク	準特・新基準	1石・アルコール	2.2×10^{-2}	8.0×10^{-4}	6.2×10^{-5}
2			その他	2.2×10^{-3}	8.0×10^{-5}	6.2×10^{-6}
3		準特・旧基準	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}
4			その他	5.6×10^{-3}	2.0×10^{-4}	1.6×10^{-5}
5		特定外	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}
6			その他	5.6×10^{-3}	2.0×10^{-4}	1.6×10^{-5}
7	浮屋根式 タンク	準特・旧基準	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}
8		特定外	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}

海上入出荷施設の地震時における災害の発生については、海上入出荷施設が地震動による被害を受けることは考えにくい、入出荷中に津波が来襲した場合は、ローディングアームの破損は考えられるとしている。ただし、最近のローディングアームについては、緊急離脱装置が付いているものもあり、その場合は津波到着前に作業の中止は十分可能としている。

また、大型タンカーの場合は、離棧に時間がかかるため、津波によりタンカーが岸壁に衝突する恐れもある。

9.5.3 液状化に伴う地盤変状による影響

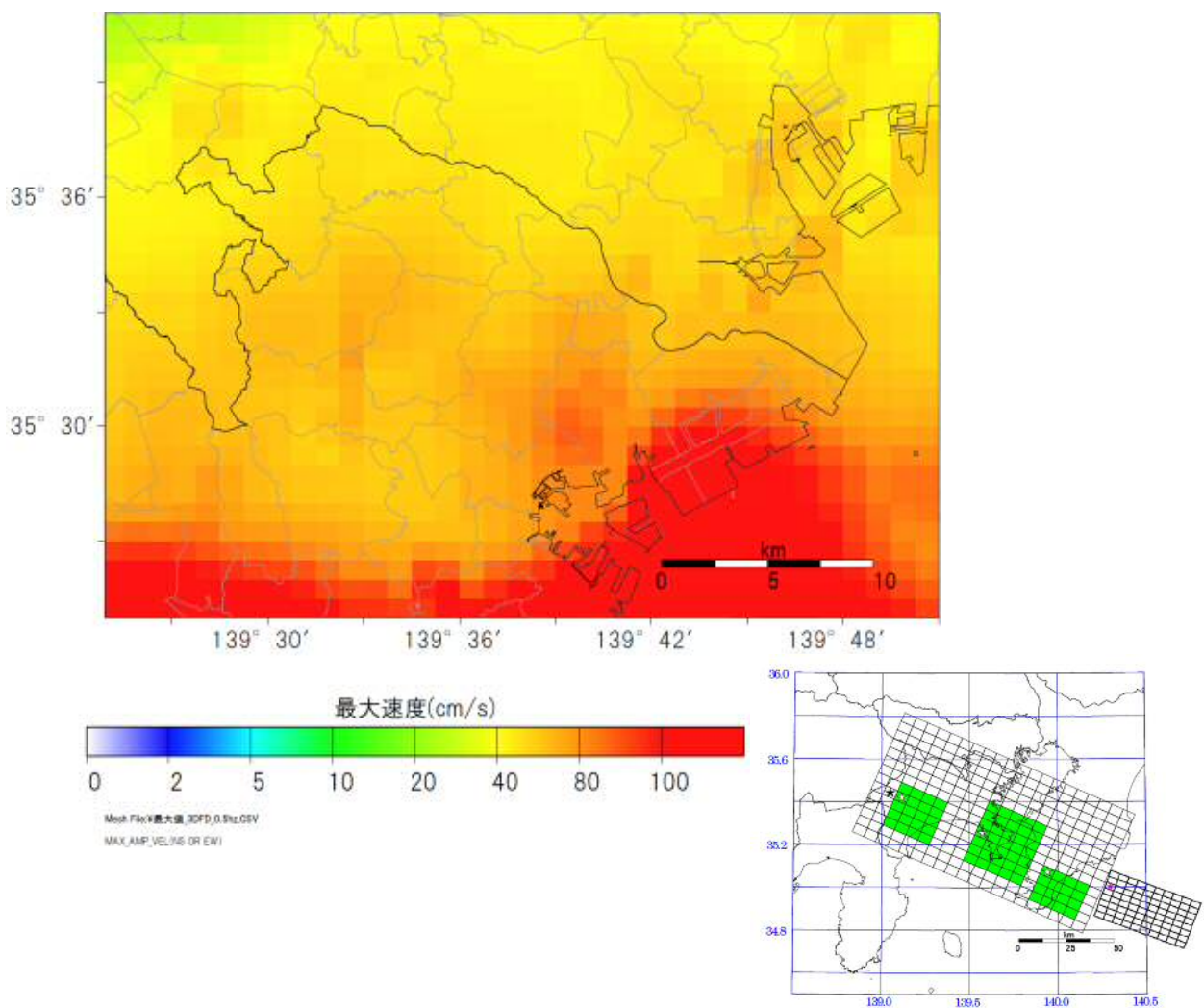
県アセス調査では、さらに、上記までの検討とは別に、特定貯槽（高压ガス貯槽）配管について、液状化に伴う地盤変状の影響による配管移動の検討を行っている。

そこでは、「コンビナート地区の安全性に関する調査（平成 14 年度）¹⁰⁾」における地盤変状量と施設の状況等を基に判定を行っている。地盤変状量算定の際の液状化については、上記調査では、川崎臨海部で PL 値 15 以上の液状化危険度が高いという条件で想定している（今回の調査では、臨海部のかなりの地域で液状化危険度が高いと想定されている）。

9.5.4 長周期地震動による影響

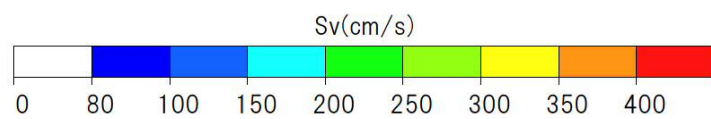
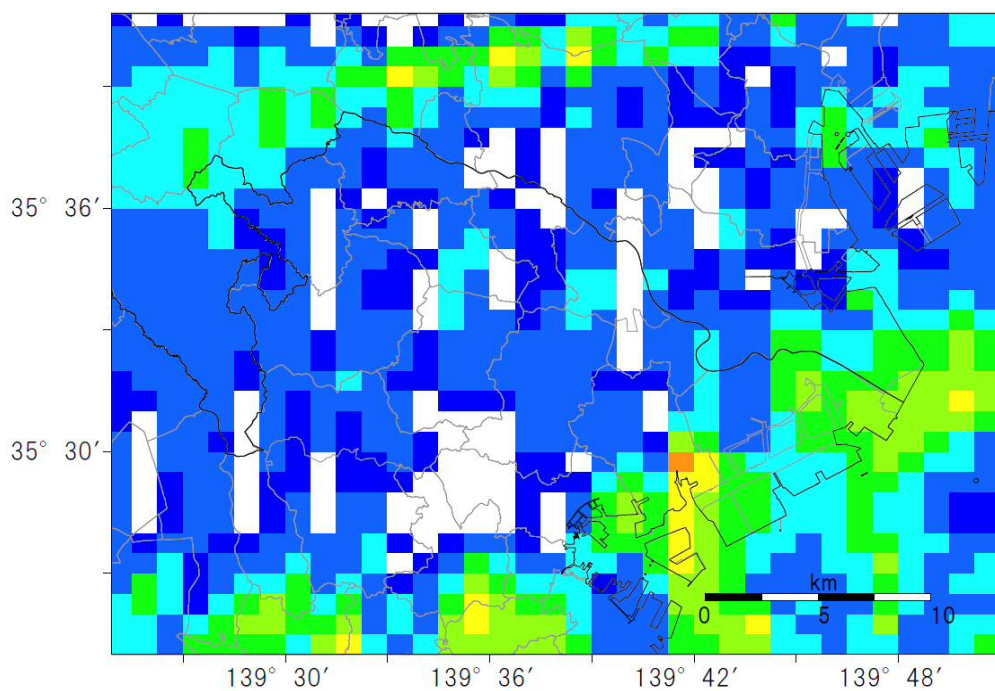
本調査においては、相模トラフで発生する地震として、大正型関東地震より地震の規模の大きい元禄型関東地震について、長周期地震動の予測計算を行っている。図 9.5-4 に長周期地震動（有限差分法による計算）の最大速度分布（周期 2 秒以上）を示す（第 3 編の記載を再掲）。同図によれば、川崎市東部で相対的に揺れが大きく、臨海部では 100cm/s を超える大きさとなっている。

ここで臨海部について、図 9.5-5 に臨海部の 2 地点の波形等を示す。また、図 9.5-6 周期別の速度応答スペクトル分布図を示す。なお、速度応答スペクトルの減衰定数は、スロッシング検討の場合用いられている 0.5% とした。H24 川崎市直下の地震は、元禄型関東地震よりも地震規模が小さく、長周期地震動生成の影響も元禄型関東地震よりも小さいと考えられることから、今回の調査では想定の対象としていない。



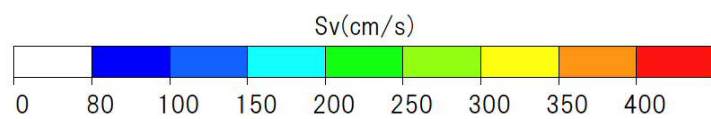
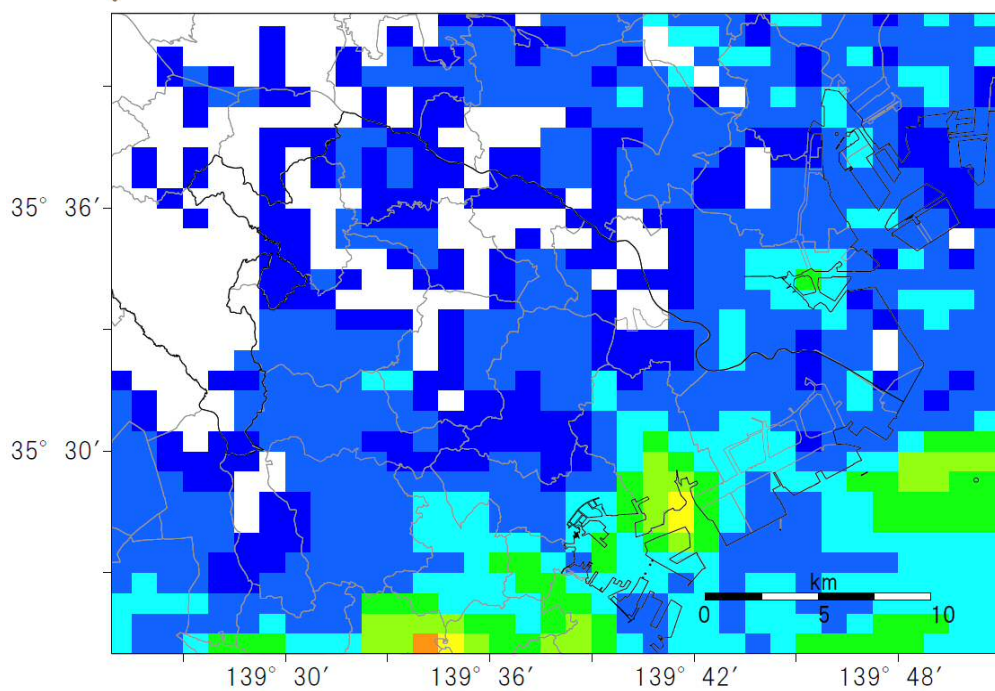
＜元禄型関東地震 (M8.2) の震源モデル＞

図 9.5-4 元禄型関東地震 (M8.2) による長周期地震動
最大速度分布図 (周期 2 秒以上) (水平 2 成分の最大)



Mesh File: ¥応答スペクトル_NS_h_0.005.CSV

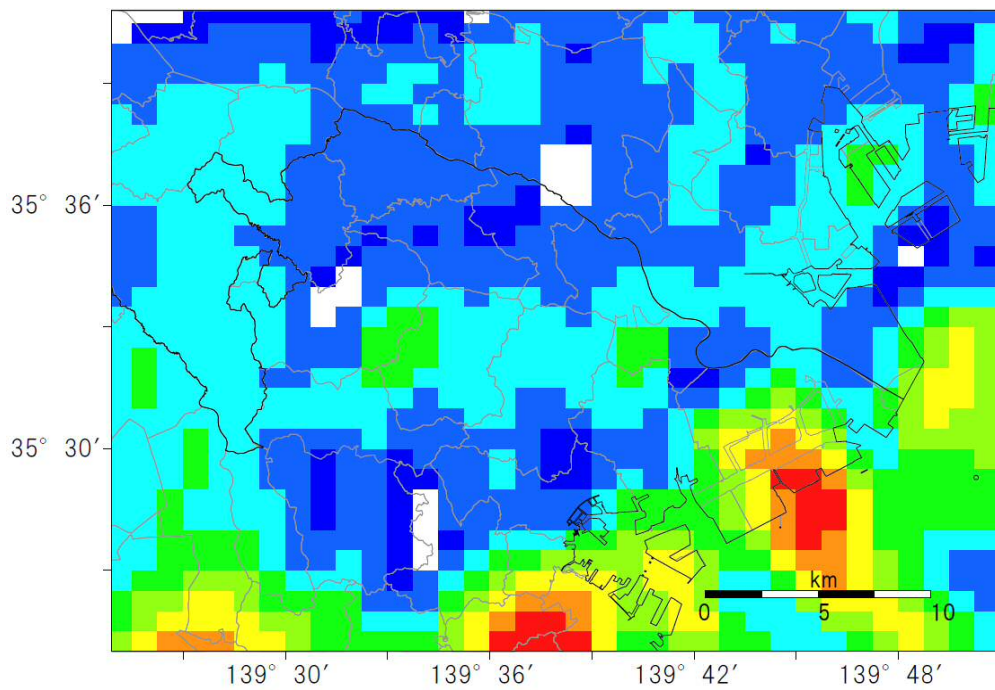
3



Mesh File: ¥応答スペクトル_EW_h_0.005.CSV

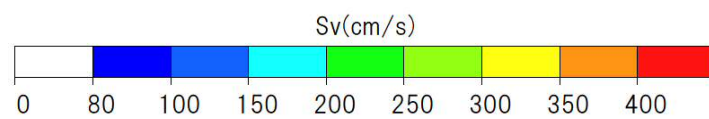
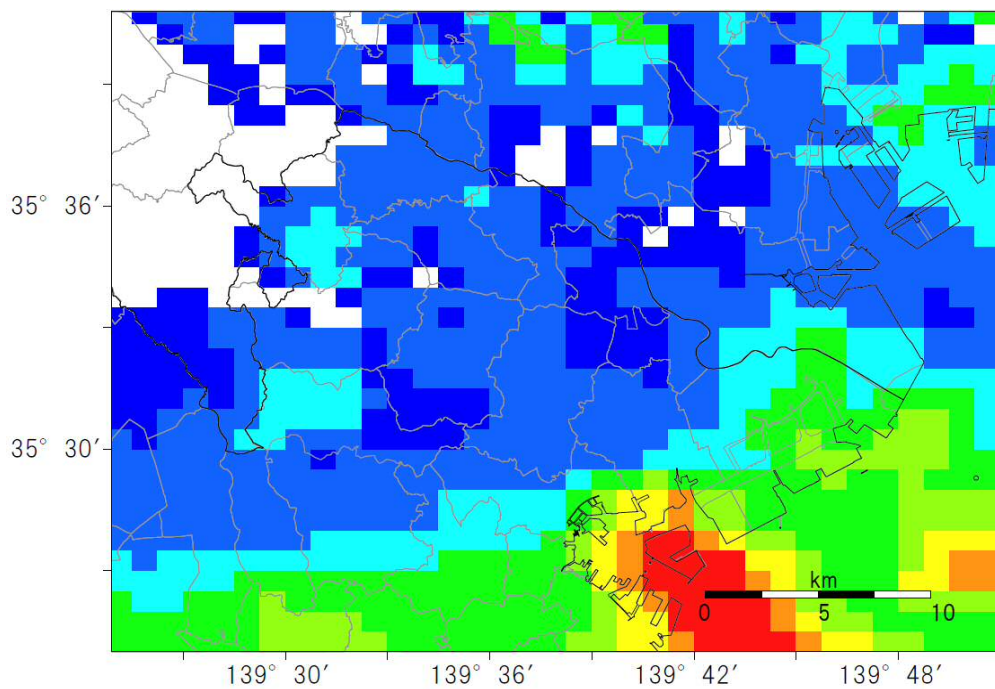
3

図 9.5-6(1) 速度応答スペクトル分布図(h=0.5%) (周期 3 秒)
(上図 : NS 成分、下図 : EW 成分)



Mesh File:¥応答スペクトル_NS_h_0.005.CSV

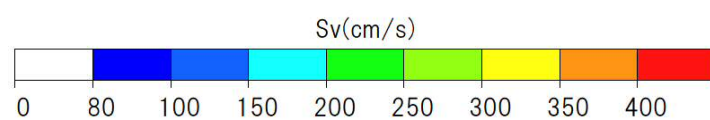
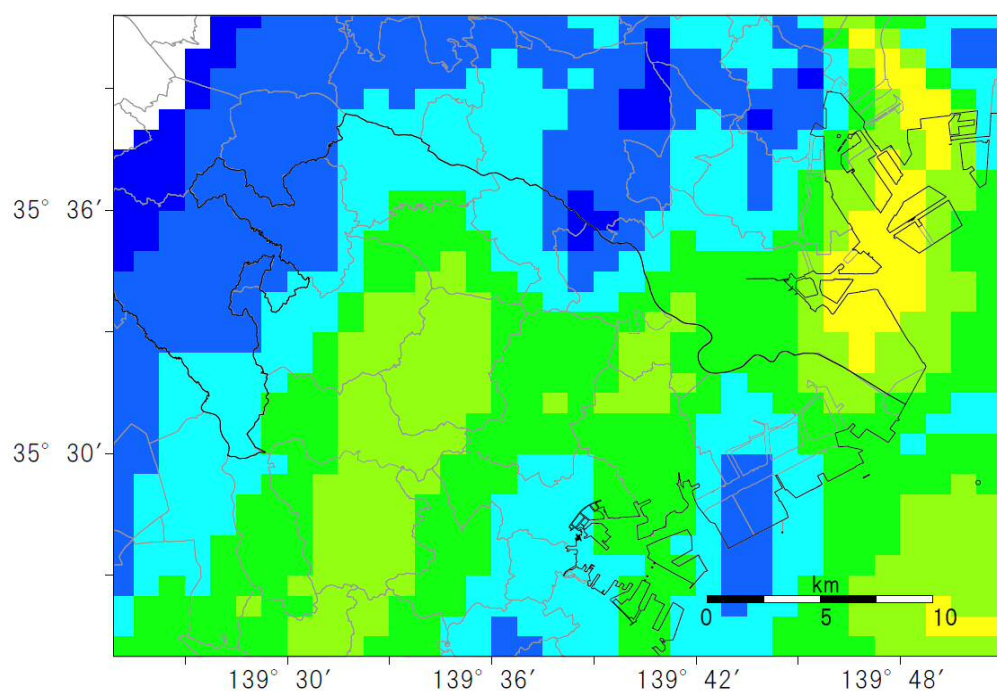
5



Mesh File:¥応答スペクトル_EW_h_0.005.CSV

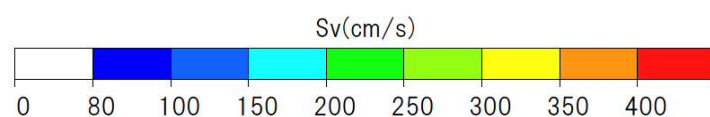
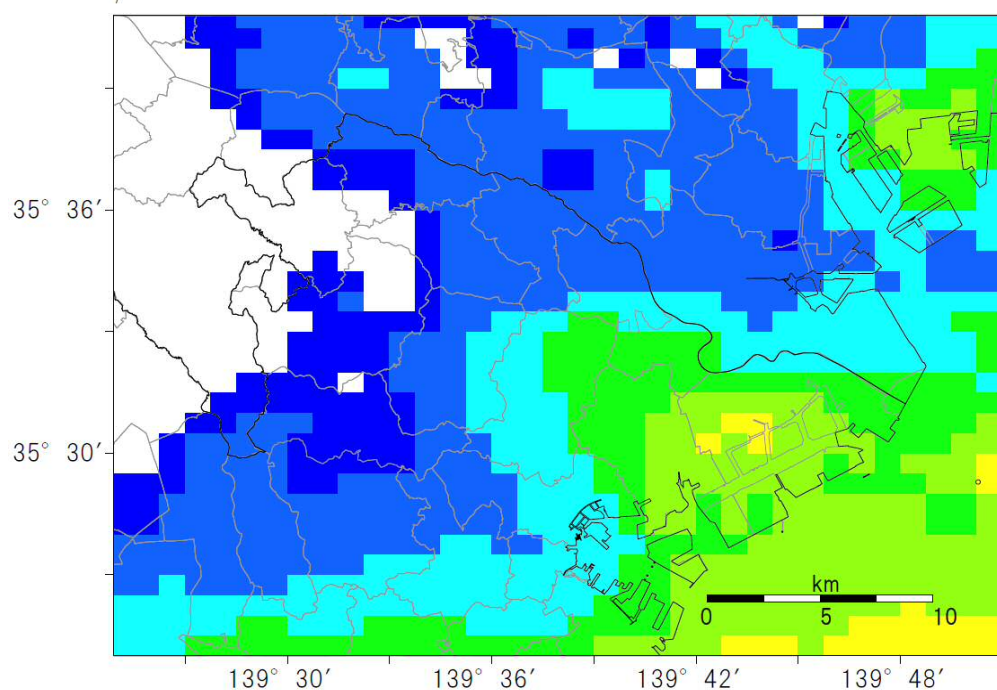
5

図 9.5-6(2) 速度応答スペクトル分布図(h=0.5%) (周期 5 秒)
(上図 : NS 成分、下図 : EW 成分)



Mesh File: ¥応答スペクトル_NS_h_0.005.CSV

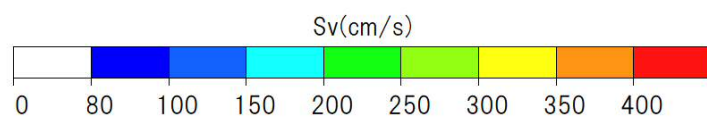
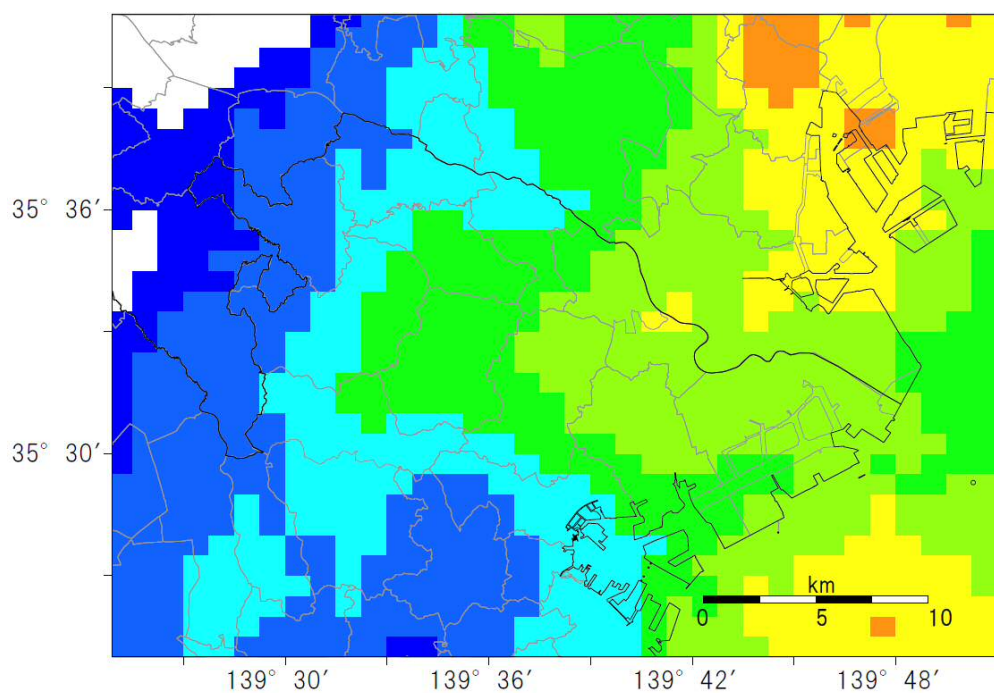
7



Mesh File: ¥応答スペクトル_EW_h_0.005.CSV

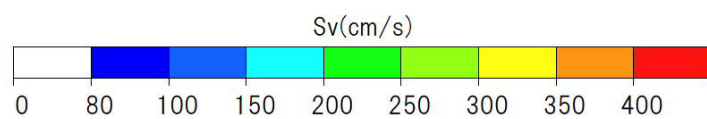
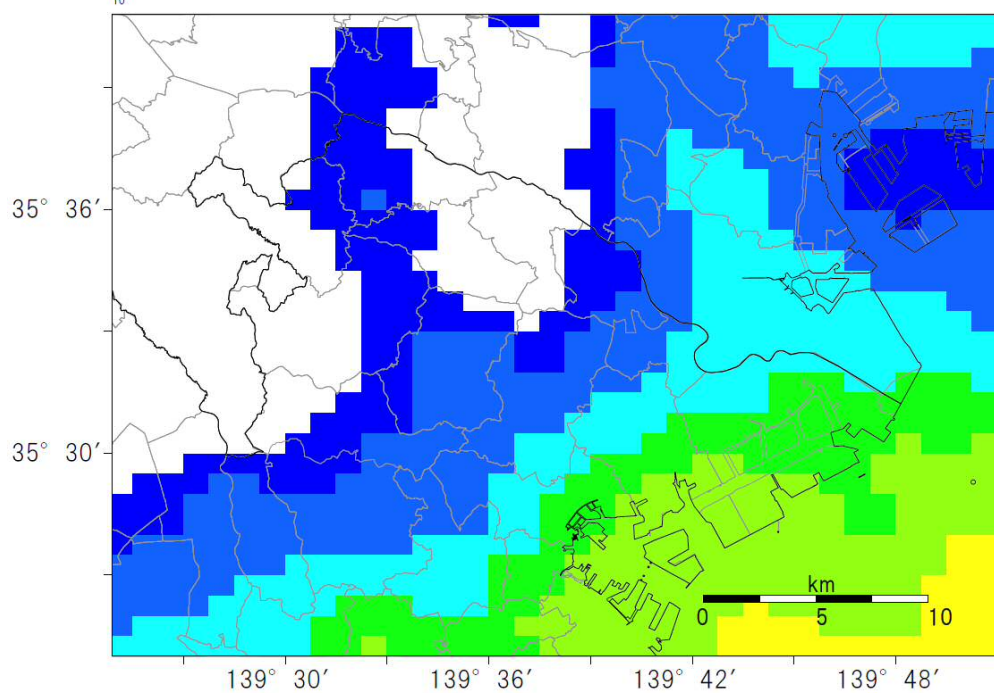
7

図 9.5-6(3) 速度応答スペクトル分布図($h=0.5\%$) (周期 7 秒)
(上図 : NS 成分、下図 : EW 成分)



Mesh File: 応答スペクトル_NS_h_0.005.CSV

10



Mesh File: 応答スペクトル_EW_h_0.005.CSV

10

図 9.5-6(4) 速度応答スペクトル分布図(h=0.5%) (周期 10 秒)
(上図 : NS 成分、下図 : EW 成分)

臨海部の速度応答スペクトルは、周期 3～10 秒全体について、100cm/sec を超えている地域もあり、さらに周期 5 秒程度で大きくなる傾向がある。

次に、コンビナート地域の対象危険物浮き屋根式屋外タンク 174 基について、諸元データより液面揺動の固有周期を算出した。図 9.5-7 に固有周期分布を示す。対象タンクの液面揺動の固有周期は 4～6 秒程度のものが多くを占めている。

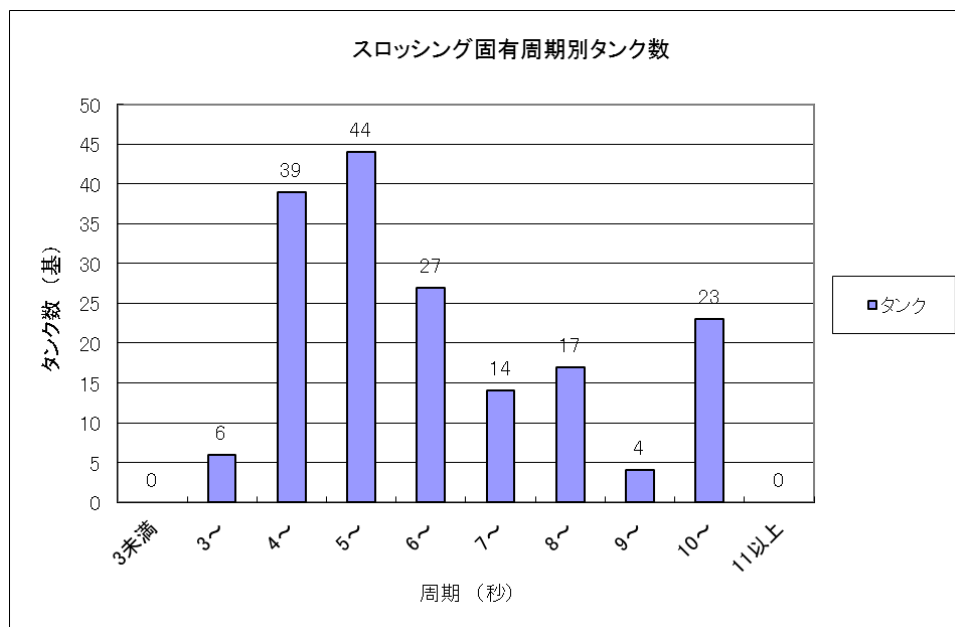


図 9.5-7 危険物タンクの液面揺動の固有周期分布

※対象タンクの固有周期の最小は 3.6 秒、最大は 10.6 秒

さらに、今回例示した 2 地点の速度応答スペクトルの形状に、おおよそ合わせて計算用の地震動（速度応答スペクトル（Sv））を設定し、それにより液面の余裕高さを試算した。

速度応答スペクトルは、図 9.5-6 に見られるように地域によって一様ではなく、浮き屋根式屋外タンクの設置されている場所により異なるが、図 9.5-8 は、速度応答スペクトルが最大値を示したものである。液面の余裕高さについては、最大の影響を及ぼすものとして、浮き屋根式屋外タンクの固有周期が 3～6 秒、7～15 秒でそれぞれの最大の速度応答スペクトルを 174 基に適用させ、かつそのタンクが満液状態である最高液面高さとして仮定した試算結果を図 9.5-9 に示す。

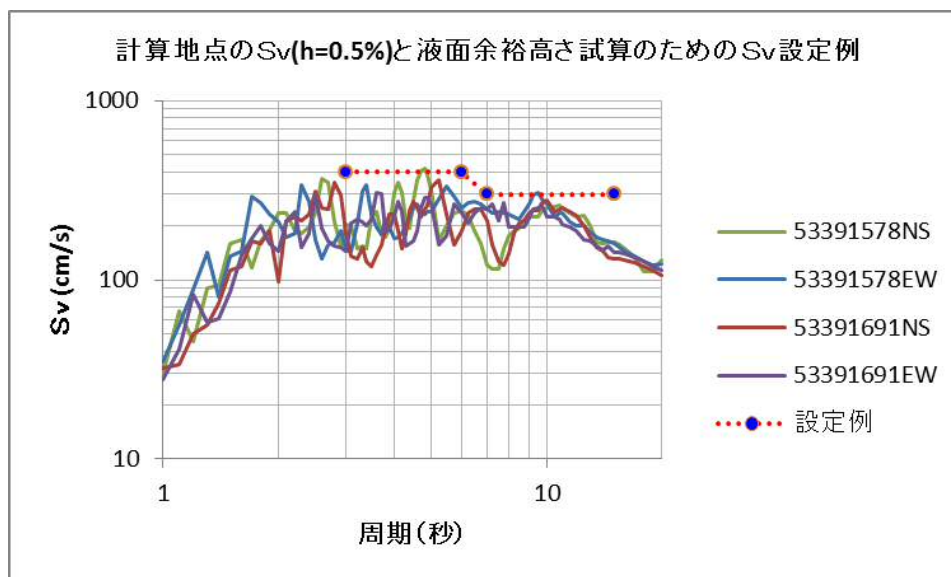


図 9.5-8 液面余裕高さ試算のための S_v の設定例
(設定：3～6 秒で $S_v 400\text{cm/s}$ 、7～15 秒で $S_v 300\text{cm/s}$)

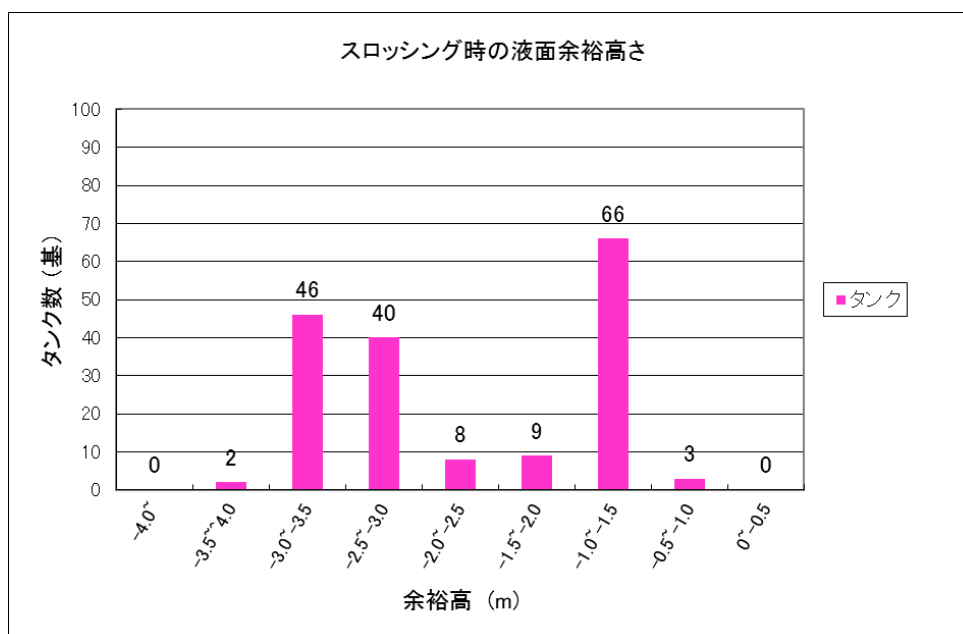


図 9.5-9 液面余裕高さの試算結果

試算結果によれば、174 基すべてのタンクについて余裕高さが負となり、不足高が 3m を超えるタンクが合計で 48 基となっており、不足高が 1～1.5m となっているタンクが最も多く 66 基となっている。

今回の想定は、長周期地震動の影響が大きいとされている元禄型関東地震を用いることから、スロッシングによる危険物の溢流の危険性が予想され、臨海部では、2003 年十勝沖地震の際の危険物溢流による火災が生じた苫小牧地域と同様な危険性があることも考慮しておく必要がある。

参考文献

- 1) 日下部毅明・谷屋秀一・吉澤勇一郎 (2004) : 道路施設に対する地震の防災投資効果に関する研究、国土技術政策総合研究所資料 第 160 号.
- 2) 家田仁・上西周子・猪股隆行・鈴木忠徳 (1997) : 阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響, 土木学会論文集 No. 576/IV-37, 69-82
- 3) 東京都 (1997) : 東京都における直下地震の被害想定に関する調査報告書 (被害想定手法編), 東京都防災会議, 869pp.
- 4) 川崎市港湾局 (2009) : 川崎港統計年報 平成 20 年 (2008 年)
- 5) 川崎市港湾局 (2012) : 川崎港統計年報 平成 23 年 (2011 年)
- 6) Koji ICHII (2004) : FRAGILITY CURVES FOR GRAVITY-TYPE QUAY WALLS BASED ON EFFECTIVE STRESS ANALYSIS, 13th WCEE
- 7) 神奈川県 (2006) : 神奈川県石油コンビナート防災アセスメント調査 (平成 17 年度)
- 8) 神奈川県 (2009) : 神奈川県地震被害想定調査報告書
- 9) 中央防災会議 (2005) : 首都直下地震対策専門調査会報告
- 10) 神奈川県 (2003) : コンビナート地区の安全性に関する調査 (平成 14 年度)