

第2節 地形特性や被災教訓を踏まえた「新しいまちづくり」

第1項 新しいまちづくり方針

東北地方太平洋沖地震は、我が国観測史上最大規模の地震であり、地震被害を受けた県内35市町村の中でも、とりわけ沿岸部に位置する8市7町については、地震による揺れに加え、その後続いた大津波と大規模な地盤沈下により甚大な被害を受けており、原形復旧による復興は極めて困難な状況にあった。

このため、県では、東日本大震災の被害を検証し、空間的な暮らし方や歴史的観点を踏まえたハード・ソフト両面の対策を講じることにより、同等の災害が起こっても人命が失われることのない、災害に強く安心して暮らせるまちづくりを目指すこととした。特に、沿岸防災の観点から被災教訓を活かした復興まちづくりを進めるに当たっては、地形上の特性や津波による被災状況を踏まえて、大きく三陸地域と仙台湾沿岸地域に区分して、復興まちづくりを検討することとした。

1. 三陸地域のまちづくり

【地形特性と被災形態】

三陸地域は、北上山地と海岸部に延びる斜面・丘陵地が大半を占め、平地が少ないリアス地形となっている。今回は、津波の規模があまりにも大きかったことから、過去に何度も津波の被害を受け津波防災意識の高い地域であったにもかかわらず、多くの人命が失われることとなった。

東日本大震災では、津波がその勢力を保ったまま、防潮堤をはるかに超える高さで来襲し、海岸沿いに密集した家屋はもとより、鉄筋コンクリート構造のビル、防潮堤や水門など、あらゆる施設が壊滅的な被害を受けた。

【復興まちづくりの考え方】

レベル1津波は、防潮堤で防護することで、人命・財産を保護し安定した経済活動を継続させる。

レベル2津波に対しては、レベル1津波を第一線で防護する海岸堤防を整備した上で、今回の津波浸水域である沿岸域には災害危険区域を設定して居住を制限し、産業エリアとして活用するものとした。また、最大クラスのレベル2津波からも人命が失われることのないよう、居住地は高台へ移転することを基本としている。

なお、沿岸の産業エリアと高台の居住エリアを結ぶ、津波避難路としても活用できる連絡道路を整備するなど、津波避難体制についても十分に配慮することとしている。

2. 仙台湾沿岸地域のまちづくり

【地形特性と被災形態】

仙台湾沿岸地域は、松島地区を除き、なだらかな砂浜海岸の背後に平地が広がる地形となっている。防潮堤を超えた津波は、その勢いを徐々に失いながらも内陸奥深くまで到達し、海岸線から仙台東部道路や常磐自動車道付近までの広範囲で被災し、多くの人命が失われるとともに、物流拠点である仙台塩釜港、仙台空港、下水道浄化センター、工業団地、農地等が大きな被害を受けた。

【復興まちづくりの考え方】

レベル1津波は、防潮堤で防護することで、人命・財産を保護し安定した経済活動を継続させる。

レベル2津波に備えた「復興まちづくり」の考え方は、基本的にはレベル1津波を第一線で防護する海岸堤防

第1章
「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「空港」「港湾」
等」

第4章
「早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組」

第5章
「震災教訓の伝承
プロジェクト」

第6章
「復旧・復興事業に
よる課題」

第7章
「復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集」

や防災緑地の整備と併せて、その内陸側に盛土構造の道路を配置し、さらにその内陸側に新市街地を整備することで、大津波から多重的に防御することを基本としている。この盛土構造の津波対策施設を「多重防御施設」と呼んでおり、仙台湾沿岸の6市2町において、海岸線にほぼ並行する位置に23施設が計画され、順次整備が進められている。

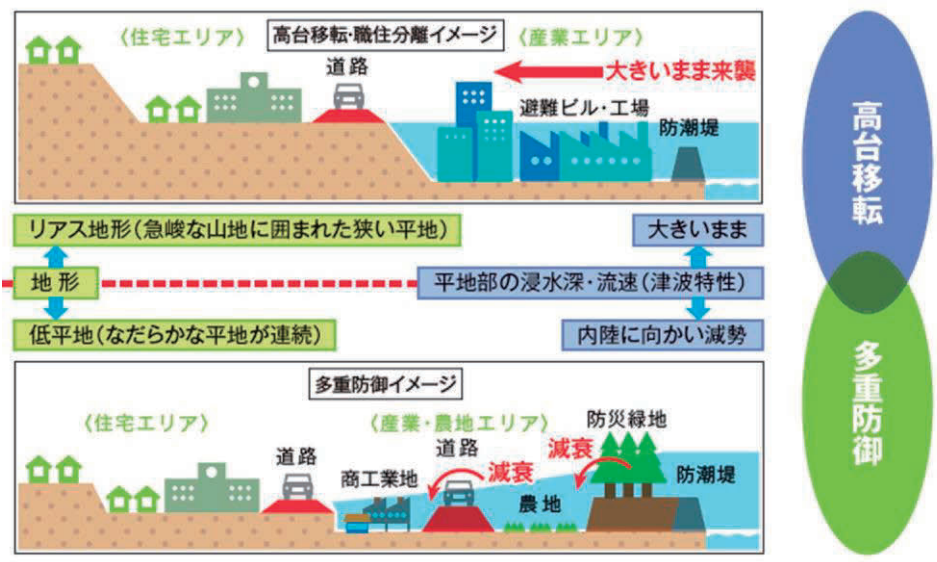
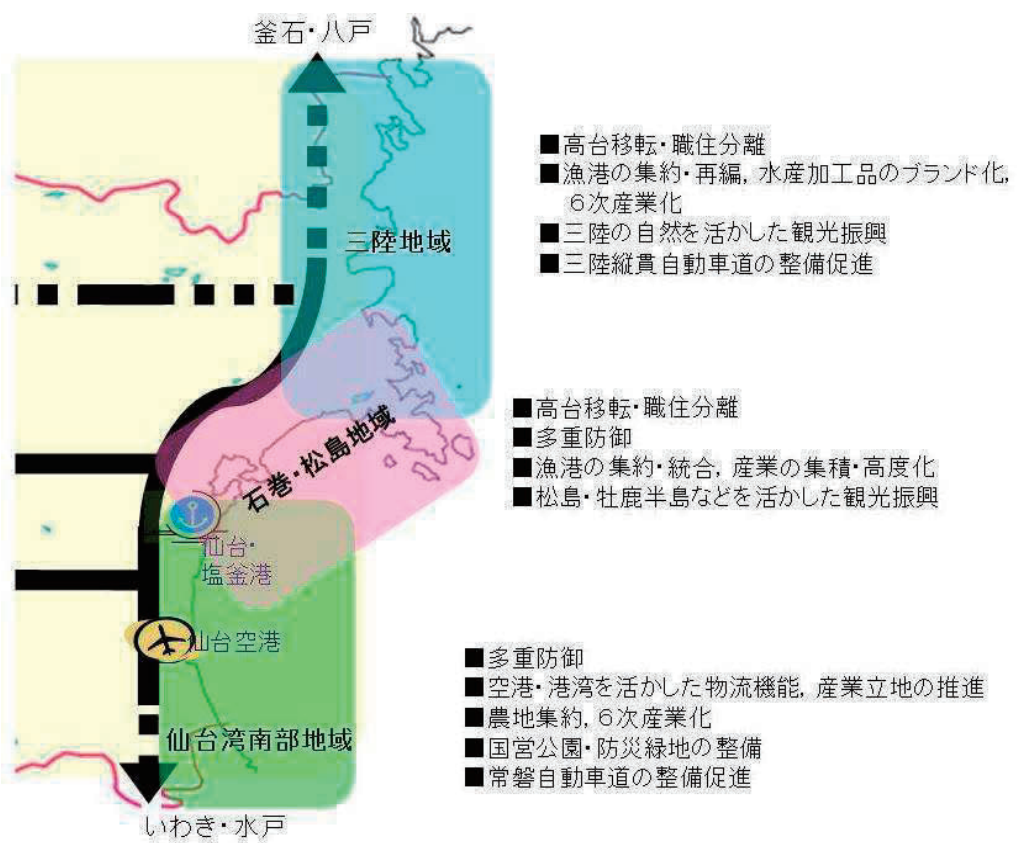


図 2-39 沿岸部イメージ図

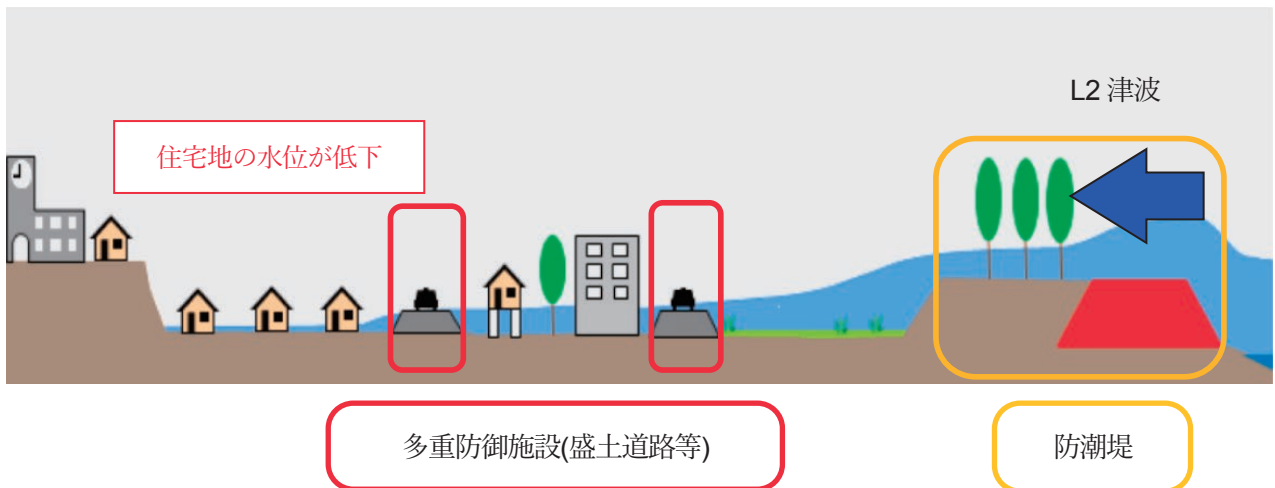


図 2-40 多重防御のイメージ

第2項 多重防御による復興まちづくりの考え方

1. 多重防御に関する提言等

多重防御の考え方については、東日本大震災における甚大な被害に鑑み、政府をはじめとする関係機関から次のような提言がなされている。

(1) 「復興への提言～悲惨の中の希望～」

(平成 23 (2011) 年 6 月 25 日 東日本大震災復興構想会議)

復興まちづくりの考え方については、今後の復興にあたり、大自然災害を完全に封ずることができるとの思想ではなく、避難も含めた災害時の被害を最小化する「減災」の考え方が重要であり、今後の津波対策は、これまでの防波堤・防潮堤等の「線」による防護から、河川、道路、まちづくりも含めた「面」による「多重防御」への転換が必要。

(2) 「東日本大震災からの復興の基本方針」

(平成 23 (2011) 年 7 月 29 日 東日本大震災復興対策本部)

津波災害に対しては、「減災」の考え方にに基づき、地域ごとの特性を踏まえ、ハード・ソフトの施策を組み合わせた「多重防御」による「津波防災まちづくり」を推進する。

(3) 「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 中央防災会議)

今後の津波対策を構築するにあたっては、「発生頻度は低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波」(いわゆるレベル2津波)と「発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」(いわゆるレベル1津波)の二つのレベルの津波を想定する。

最大クラスの津波については、住民等の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせて、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策の確立が必要であり、比較的発生頻度の高い一定程度の津波に対しては、海外保全施設等の整備を進めていく。

県では、これらの提言を踏まえながら、「宮城県震災復興計画」に基づく「災害に強いまちづくり宮城モデル」の構築を進めているところだが、その根幹を成す多重防御施設(交通インフラ等を活用した津波減衰機能を有する施設)は、これまでの社会資本の概念を超えた新たな考え方に基づく施設であり、その整備手法として確立されたものが存在しなかったことから、復興庁や国土交通省と調整の上、後述するように、道路施設や津波防災緑地にその機能を求めることとしたものである。

2. 多重防御による復興まちづくりの考え方

(1) 基本的考え方

県では、地形的条件等の制約の中で復興まちづくりを行う必要があることから、仙台湾沿岸地域においては、最大クラスのレベル2津波に対して、盛土構造の道路等による多重防御を基本とした復興まちづくりを計画している。

この多重防御施設については、可住地の拡大や建物被害の軽減等の目的を達成するため、レベル2津波による予測シミュレーションを行い、施設背後の浸水深を2m未満とするよう計画している。これは、仙台湾沿岸地域における今時津波の建物被害率調査によって、浸水深2mを超えた時点から建物被害が発生する結果を得たことによる。

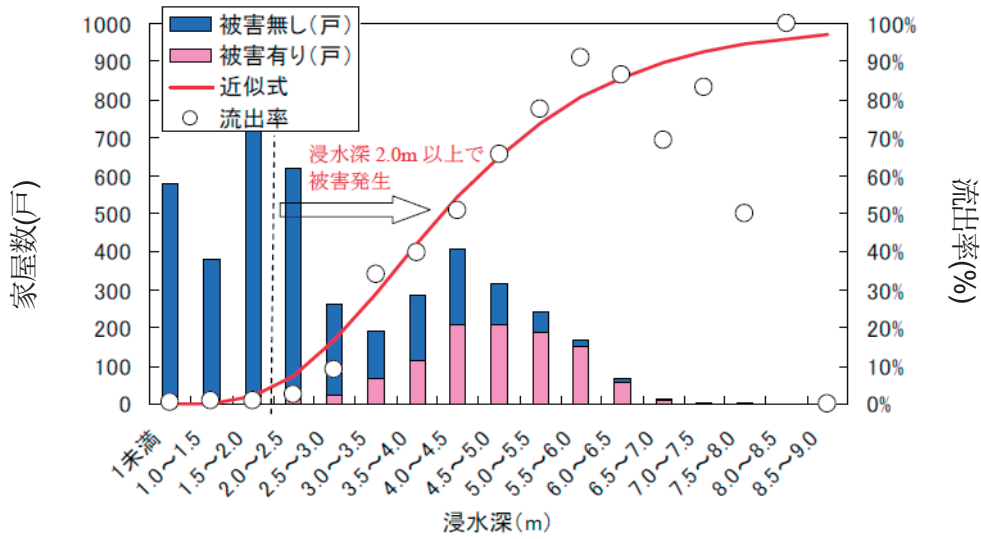


図 2-41 浸水深と家屋流出率の関係

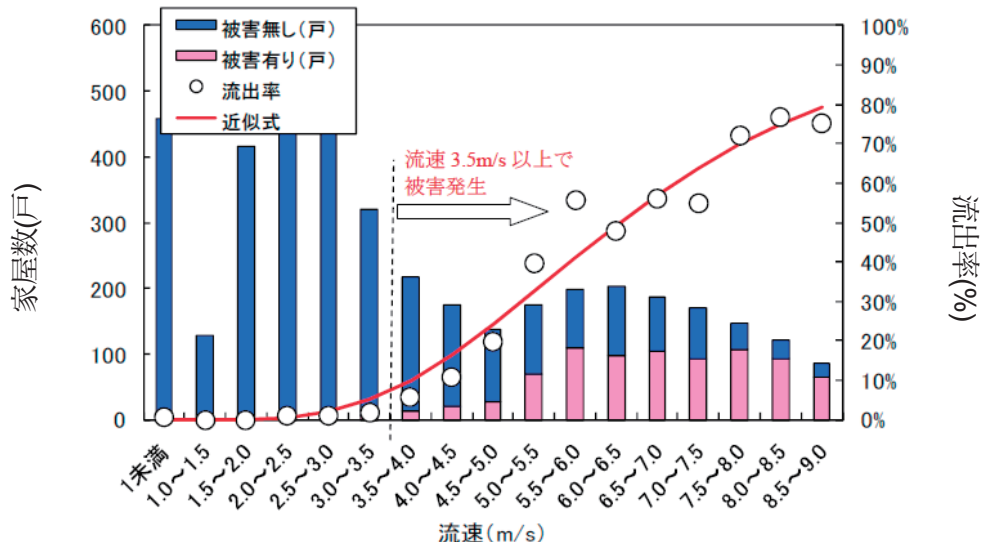


図 2-42 流速と家屋流出率の関係

図 2-41 及び図 2-42 は、仙台湾沿岸地域の岩沼市周辺において調査した今次津波の浸水状況と家屋流出率の関係を整理したもので、浸水深 2.0m あるいは流速 3.5m/s を超えた時点から家屋被害が発生していることがわかる。ただし、浸水深は現地の痕跡からの実測値であるのに対して、流速はビデオ映像等からの推計値であること、津波浸水シミュレーションにおいても、流速より浸水深の再現性が高いと考えられることから、浸水深を指標として採用している。

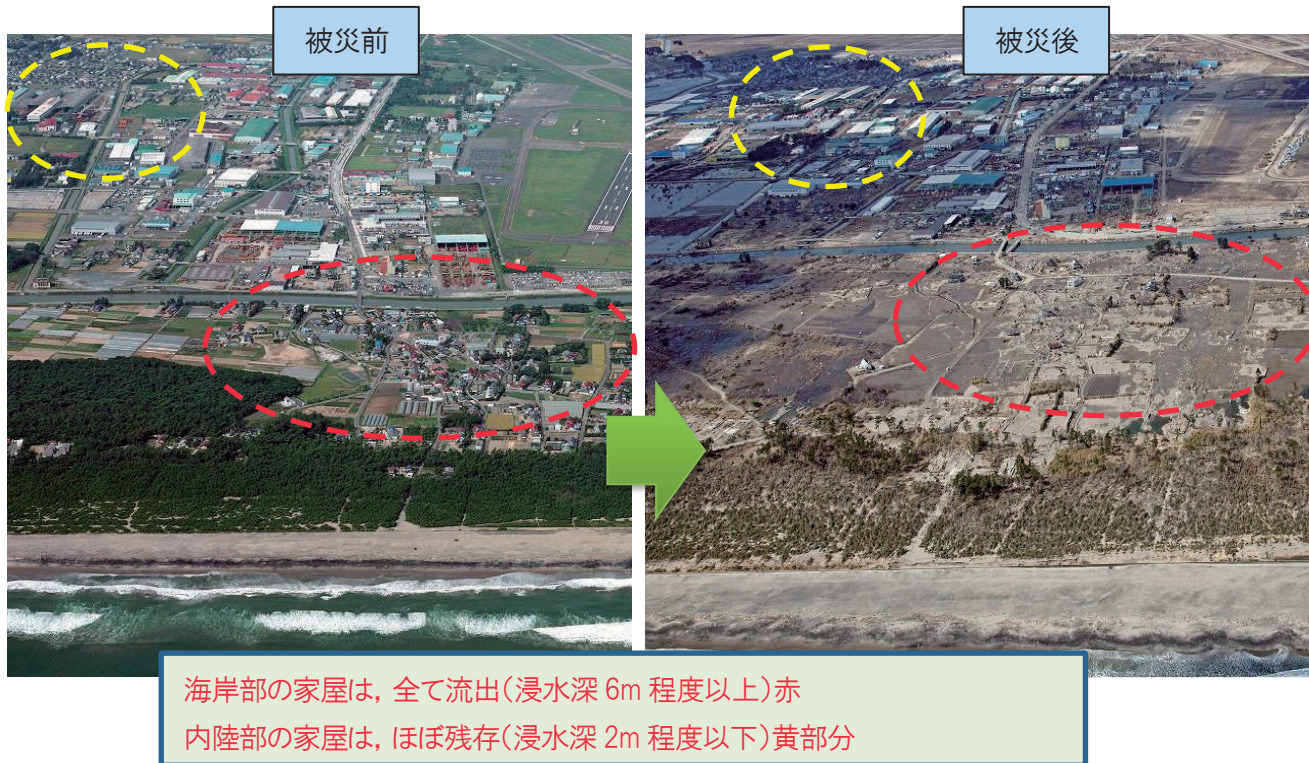


図 2-43 仙台湾沿岸地域の家屋流出状況

第 1 章

「災害に強い
まちづくり」宮城
モデル」の構築

第 2 章

「安全安心な
まちづくり」

第 3 章

「災害に強い
道路・港湾」
「空港」等

第 4 章

早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組

第 5 章

震災教訓の伝承
「311」伝承・減災
プロジェクト

第 6 章

「復旧・復興事業に
よる課題」

第 7 章

「復旧・復興事業に
よる整備効果」
事例集

【参考】国土交通省が実施した被災現況調査結果（第1次報告）

国土交通省が平成23（2011）年8月に公表した調査結果においても、浸水深2.0m前後で建物被災状況に大きな差があり、浸水深2m以下の場合には建物が全壊となる割合は大幅に低下することがわかっている。

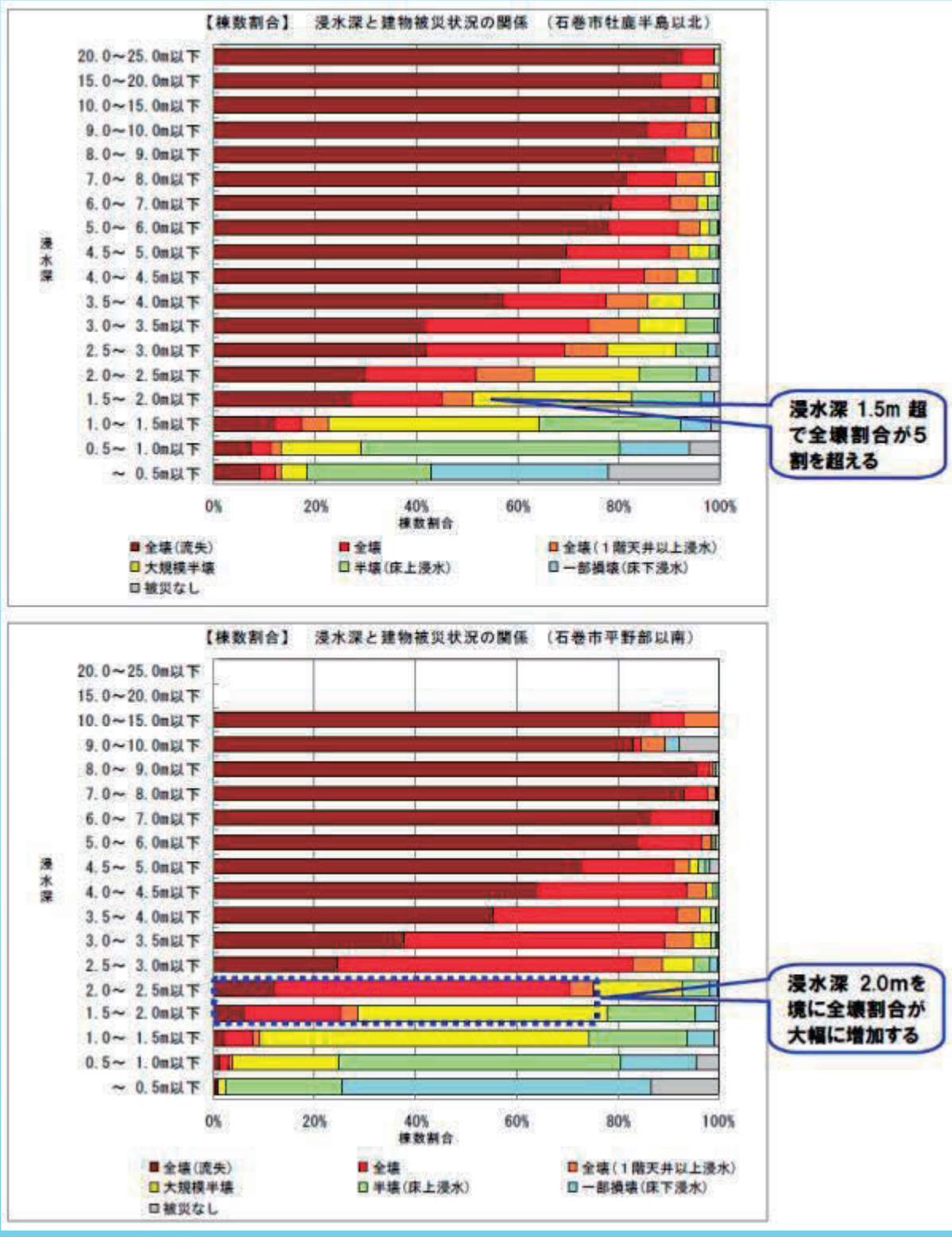


図 2-44 国土交通省 被災現況調査結果（平成23（2011）年8月）

【参考】岩沼市を対象とした建物被害率の検討

東北大学らによる建物被害の航空写真からの目視判読調査結果(左図)とシミュレーション結果(浸水深・流速)を比較し、津波規模と建物被害率の関係を算定する。

●検討条件

- ・検討対象とする範囲：本紙面の表示範囲
- ・検討対象とする建物戸数：4,473戸※1
- ・建物構造形式：木造, RC等の形式が混在※2

●シミュレーション結果

岩沼市における現況再現計算(Case0)の浸水深・流速を使用

※1：人家以外の建物(作業小屋等)や工場等の大型施設を含む

※2：航空写真の目視判読からは建物の構造形式が判別出来ないため、木造, RC等の構造形式区分は行ってない。

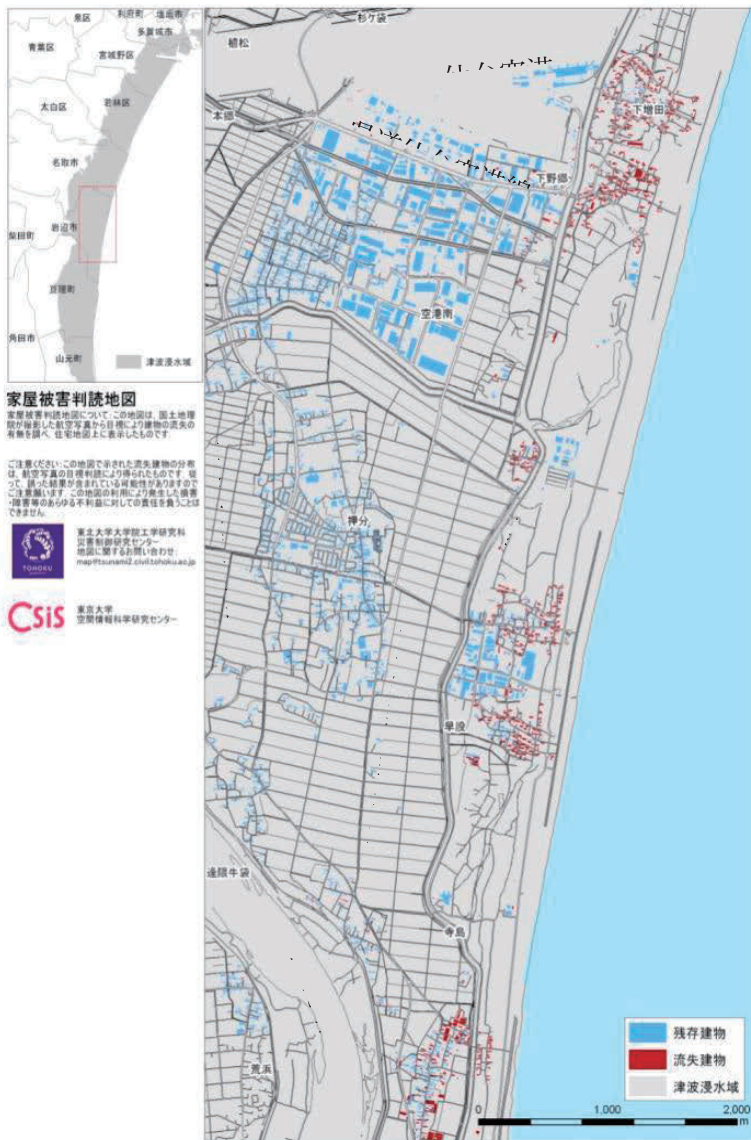


図 2-45 家屋被害判読地図

(2) 津波シミュレーションについて

国土交通省が策定した「平成23年東北地方太平洋沖地震による津波の対策のための津波浸水シミュレーショ

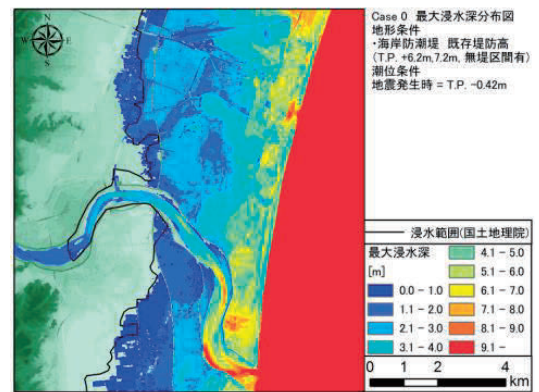


図 2-46 津波シミュレーション(浸水深)

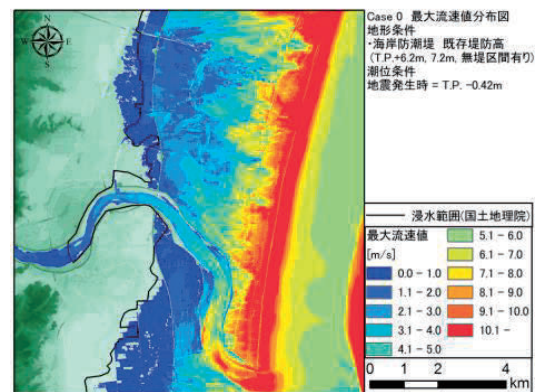


図 2-47 津波シミュレーション(流速)

ンの手引き」(平成23(2011)年7月 国土交通省水管理・国土保全局海岸室)では、予測シミュレーションに当たって、潮位は朔望平均満潮位とし、防潮堤等の構造物は被災実態に応じて破壊する等の条件で実施することとされている。

「津波シミュレーションの手引き」に従い、今時津波潮位より水位を高くした上で、さらにレベル1防潮堤を破壊する条件でシミュレーションを実施した場合、今時津波の被害を大きく上回る結果となり、現位置での市街地再生や津波被災を回避する新市街地の形成に膨大な費用を要するなど、復興まちづくりの検討が極めて困難となる地域が生じる。

こうしたことから、地域の実情を踏まえて、平成23(2011)年10月に、県としての方針を定め、被災市町に対して周知を図っている。

【津波シミュレーションの方針】

- ①復興まちづくりにおける土地利用計画を検討する場合においては、構造物が破壊しないケースを採用し、潮位については今時津波潮位(TP-0.42)とする。
 - ②ハザードマップや避難計画を検討する場合においては、「津波シミュレーションの手引き」どおりに構造物を破壊するケースを採用し、潮位は朔望平均満潮位とする。
- なお、この方針を原則とするものの、今時津波の被害状況からシミュレーション結果を住民等へ説明することが困難な場合等においては、個別対応できるものとする。

(3) 多重防御施設の効果

多重防御施設については、津波を第一線で防護する海岸堤防や防災緑地と併せて、津波のエネルギーを減勢し、津波による被害の軽減を図る効果を期待される。

1) 避難時間の確保

津波到達時間を遅らせることにより、避難時間を確保する効果が期待できる。

2) 浸水範囲の減少

浸水範囲の減少や可住地(浸水深2m以下の面積)を拡大する効果が期待できる。

3) 建物被害の軽減

浸水深の低減により、家屋流出率を低減する効果が期待できる。

<仙台湾沿岸地域（岩沼市付近）におけるケーススタディ>

○構造物条件

第一線堤	海岸堤防（災害復旧）	TP+7.2m	
多重防御①	市道空港三軒茶屋線（嵩上）	TP+5.0m	海岸線から 1.7km
多重防御②	県道塩釜巨理線（嵩上）	TP+5.0m	海岸線から 2.6km



図 2-48 シミュレーション条件（構造物平面配置）

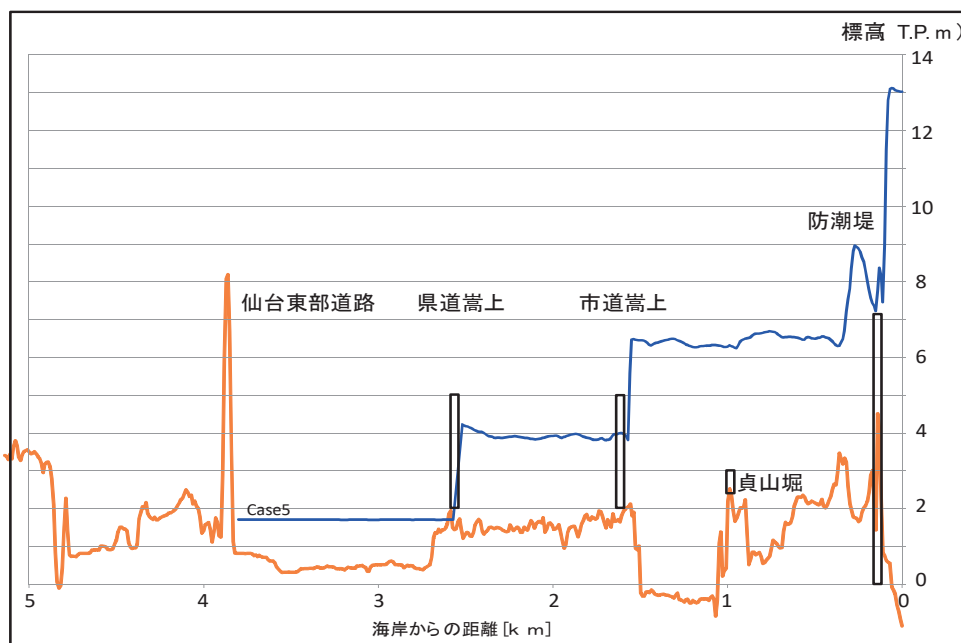


図 2-49 シミュレーション条件（地形横断形）

※あくまでもケーススタディであり、実際の計画とは異なる。

第1章 「災害に強いまちづくり宮城モデル」の構築

第2章 「安全安心なまちづくり」

第3章 「災害に強い道路・港湾」等

第4章 「早期復旧と復興の取組 加速化に向けた」

第5章 「震災教訓の伝承プロジェクト」

第6章 「復旧・復興事業による課題」

第7章 「復旧・復興事業による整備効果事例集」

①避難時間の確保

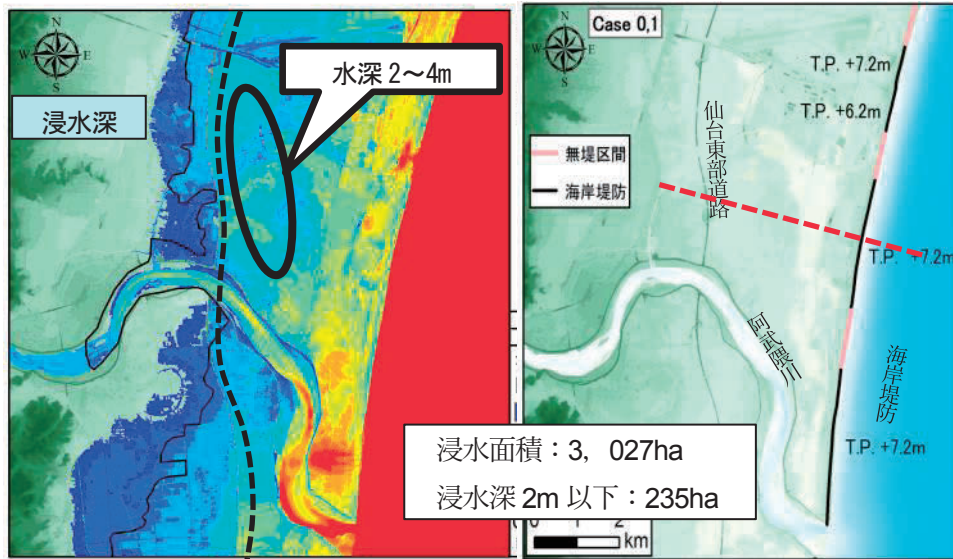
ケーススタディでは、海岸保全施設と道路盛土により、県道内陸側では数十分、県道と市道の間では数分、津波到達を遅らせる効果を確認している。



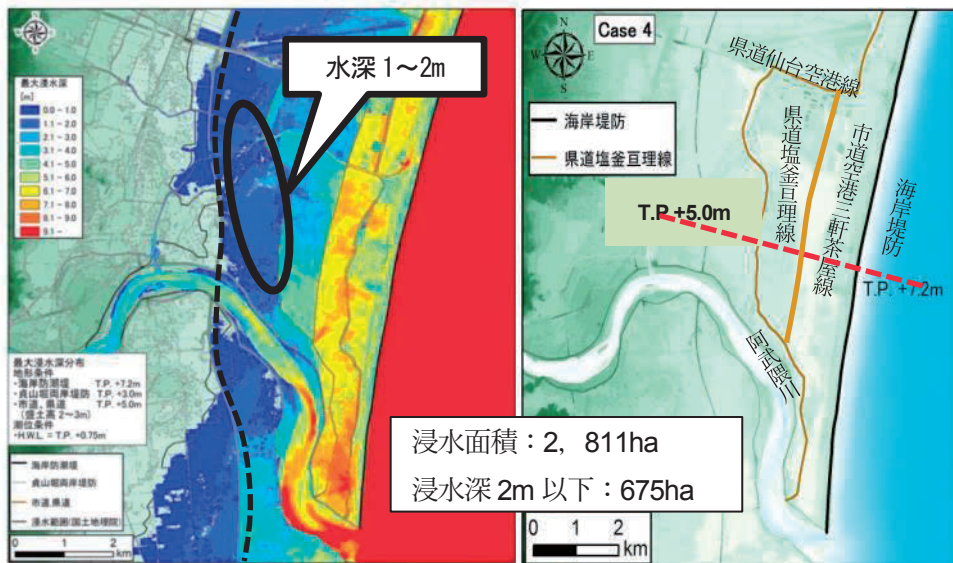
図 2-50 多重防御施設の効果 (避難時間の確保)

②浸水範囲の減少、建物被害の軽減

ケーススタディでは、海岸保全施設と多重防御施設（道路嵩上げ）により、浸水面積の減少や浸水深2m以下の面積が拡大しており、建物被害の軽減が期待される。



多重防御施設なしの場合



多重防御施設ありの場合

図 2-51 多重防御施設の効果（浸水面積の減少）

第1章
「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「道路」「港湾」
「空港」等

第4章
「早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組」

第5章
「震災教訓の伝承
「311」伝承・減災
プロジェクト」

第6章
「復旧・復興事業に
よる課題」

第7章
「復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集」

3. 多重防御施設整備の考え方

多重防御施設は、震災後に発想された新たな概念であり、土木構造物としての位置づけもなかったことから、津波の越流に対する盛土の安定性などについて、今次津波による被災状況を踏まえて構造面での検討を進めた。

(1) 多重防御施設の構造検討

1) 盛土の破壊状況調査

多重防御施設は、今次津波と同様の津波の影響を受けても破壊が生じにくい構造とする必要があることから、その構造検討に当たっては、今次津波による被害を受けた浸水域の道路盛土を調査・整理し、被災メカニズムの検証を行うこととした。

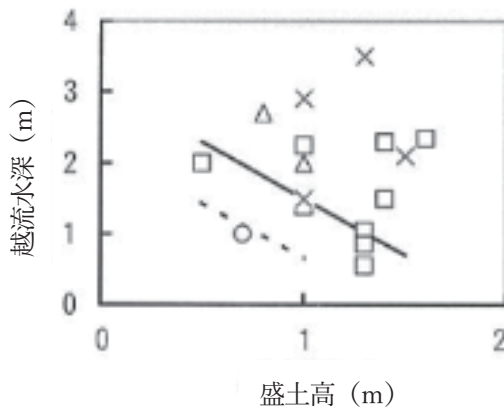
① 被災状況整理方法

道路盛土の被害状況の整理・把握は、多重防御施設となる道路盛土の構造的検証を目的に、以下のように整理することとした。

- ①盛土高・越流水深、津波高(海側法面、山側法面に分類)
- ②盛土高・越流流速(海側法面、山側法面に分類)
- ③道路幅・盛土高、越流水深、越流流速

調査対象の状況	調査対象の被災状況	
盛土高	越流水深(m)	越流流速(m/sec)
道路幅	津波高(m)	

道路における道路構造物の主な被災原因は「波力」,
「洗掘」と考えられる。「洗掘」は盛土であれば越流が
起こり、流れが集中する箇所が発生しやすい等
一定の傾向は認められる。



×全面破壊 △大部分破壊 □部分破壊 ○冠水のみ

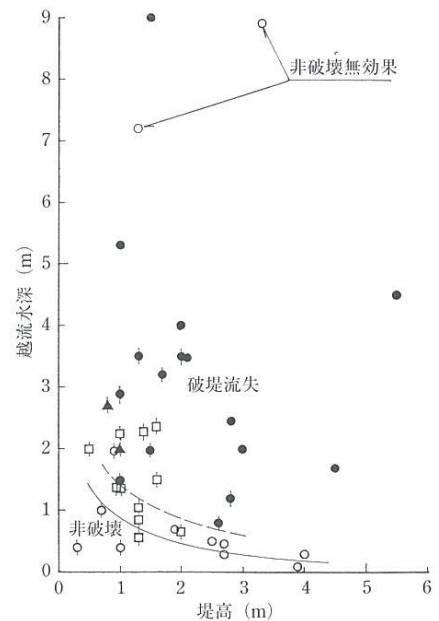


図 4-13 裏法無被覆堤防の破壊条件

参考「道路震災対策便覧(震前対策編) / (社)日本道路協会」, 「津波の辞典/朝倉書店」

② 調査箇所抽出

盛土被災調査箇所の抽出は以下のとおりとした。

表 2-9 盛土被災調査箇所

路線名・地域名	抽出根拠と盛土サンプル抽出方法	抽出数
(主) 塩釜亙理線 (市) 空港三軒茶屋線 (主) 相馬亙理線	・仙台平野におけるまちづくり計画で多重防御ラインが想定される ・L=47 k mについて概ね 500m ピッチ程度にサンプル抽出 ・ただし、H=0.5m 以下の低盛土区間は除く	山側：45 海側：39
(主) 石巻工業港矢本線	・石巻市におけるまちづくり計画で多重防御ラインが想定される ・L=5 k mについて概ね 500m ピッチ程度にサンプル抽出 ・ただし、海岸線と鉛直方法となる区間や低盛土区間は除く	山側：5 海側：5
その他、リアス地形部等	上記路線は、基本的に低盛土であり、盛土高さ H=3.0m 程度以上の被災状況を多く得られないため、別途高盛土の道路被災状況が得やすい宮城県内、岩手県内の国道、県道、市道を現地被災状況確認の上抽出した。	山側：16 海側：18

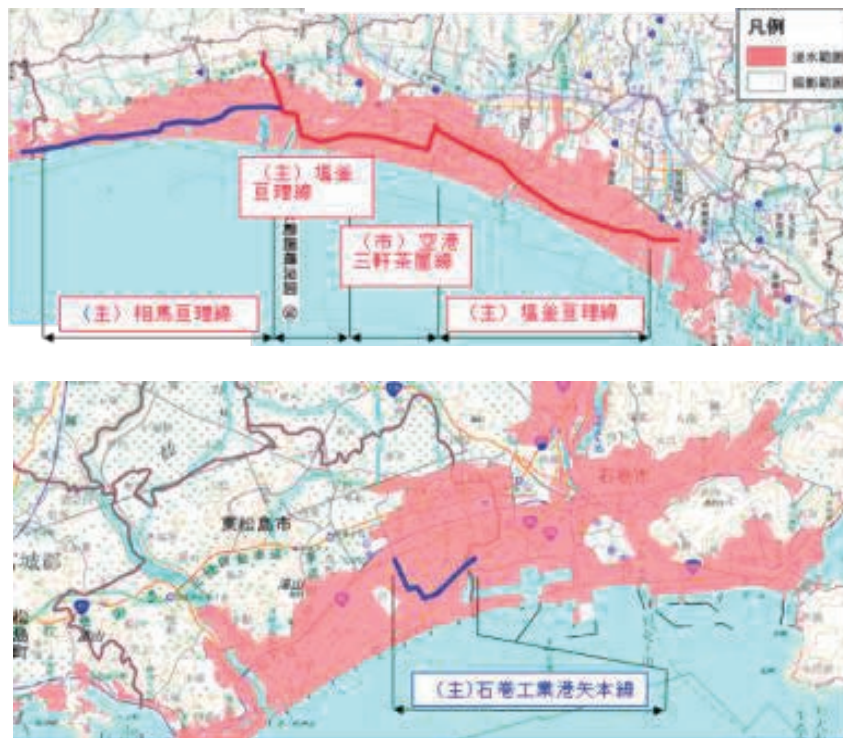


図 2-52 調査位置図 (多重防御ライン)

第1章
「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「道路」「港湾」
等」

第4章
「早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組」

第5章
「震災教訓の伝承
311伝承・減災
プロジェクト」

第6章
「復旧・復興事業に
よる課題」

第7章
「復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集」

③ 調査結果

調査の結果、盛土高4.0m以下、越流水深8.0m以下の盛土については、今次津波においては全面破壊に至らなかったことが判明した。

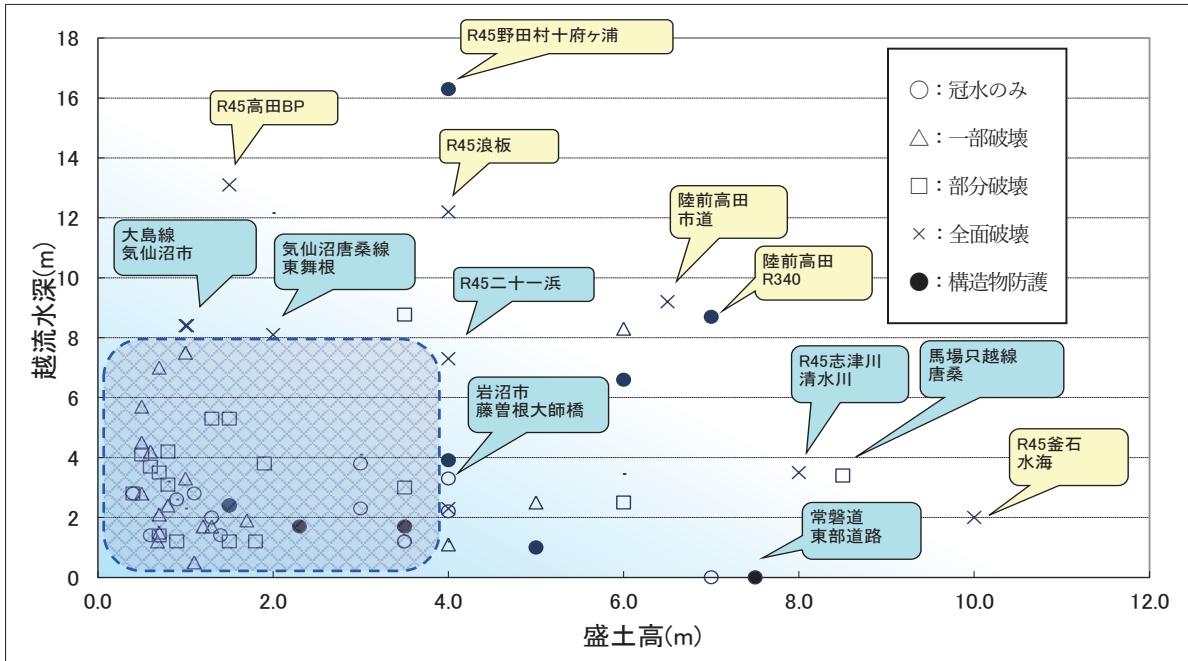


図 2-53 盛土高と越流水深の関係

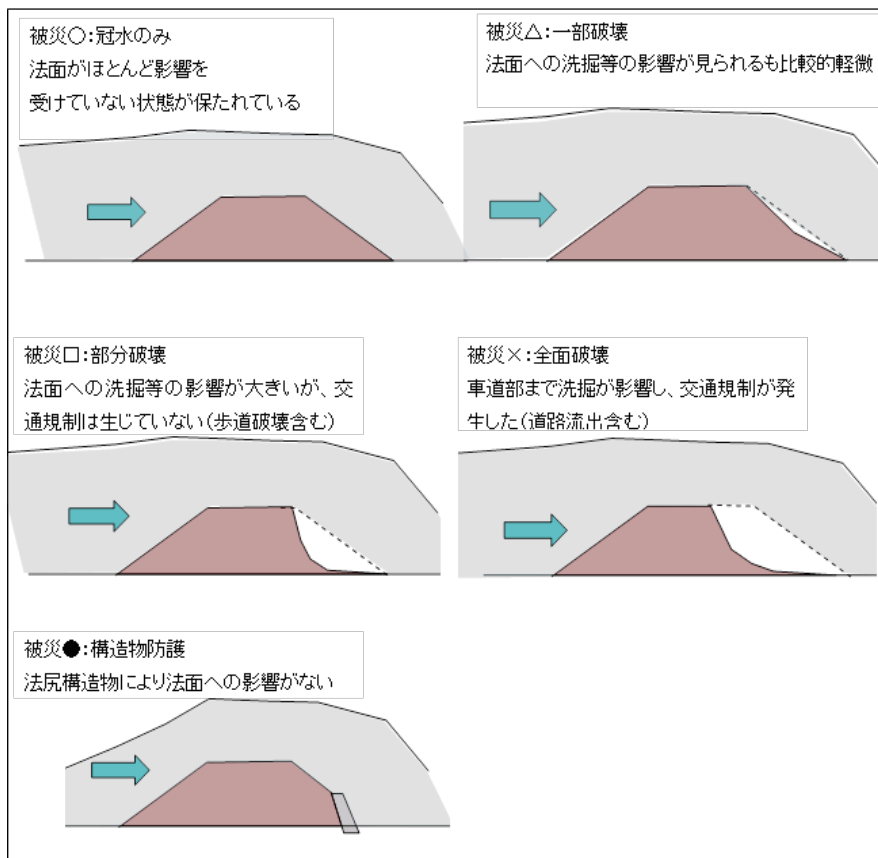


図 2-54 道路盛土の被災状況調査結果

2) 道路盛土の被災メカニズム

① 調査結果

○盛土の被災メカニズム

- ・津波の越流水深がより高いリアス部の被害が、仙台平野部に比べ大きい傾向にある。
- ・道路盛土の高さが高い路線ほど被害が増大する傾向にあるが、これは越流時の津波落下によるエネルギーが増大するためと想定される。
- ・越流または引波による山側法面の洗掘被害が多く見られ、特に仙台平野部や福島県の沿岸部では、盛土背面が耕作地の場合、越流時に落堀が出来、さらに盛土背面に湛水した内水による引波時の浸食が発生している。(写真①, ②, いずれも落堀と湛水による引波浸食が生じていると思われる。)
- ・リアス部は地形が急峻なことから、引波時の津波が集中する事で、道路が流出しているケースが見られる(写真③)。

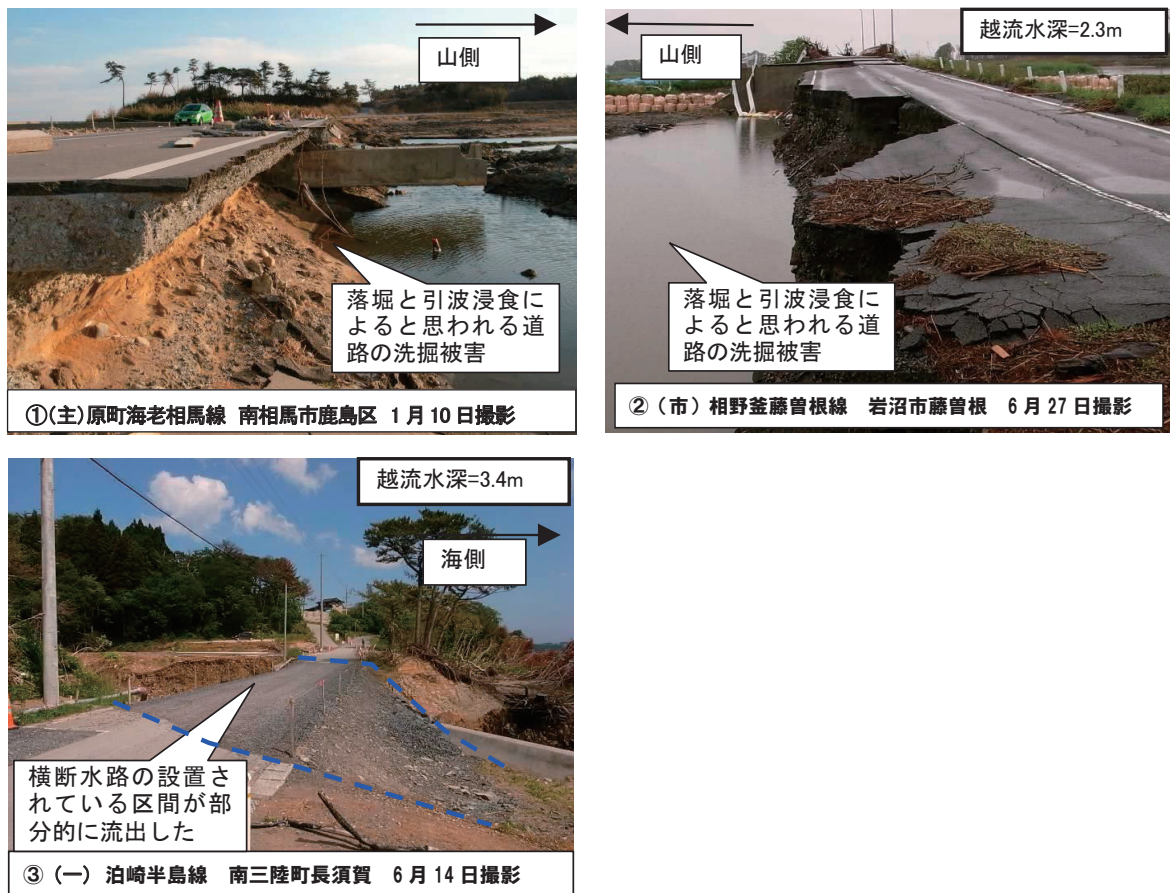
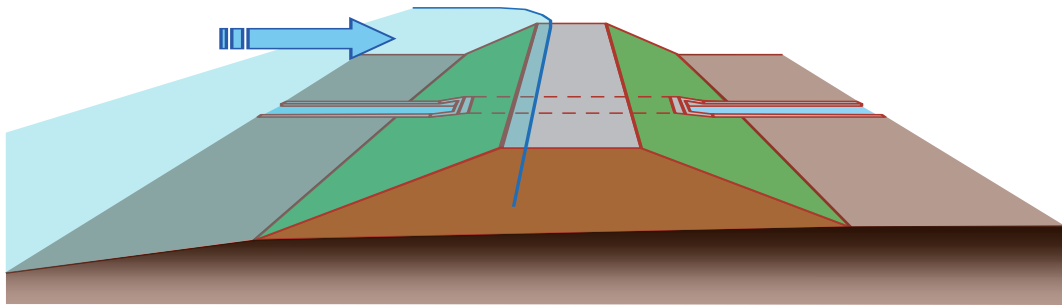


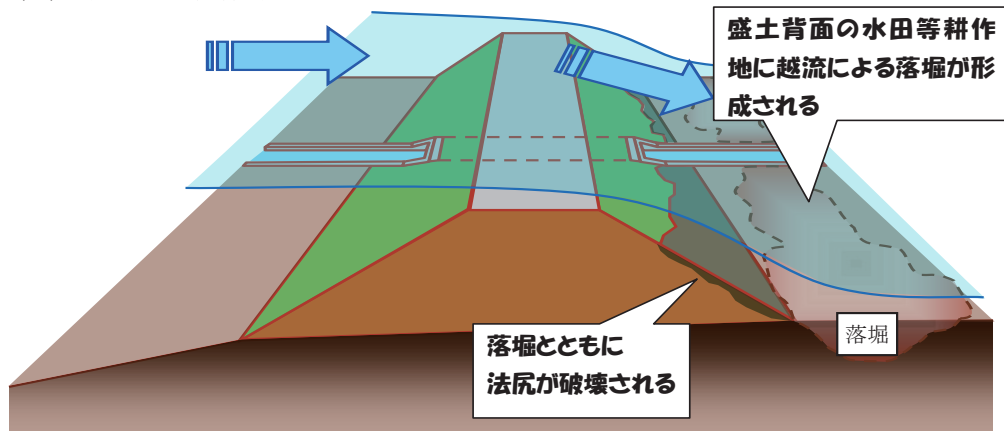
図 2-55 津波による浸食の状況

② 時系列的な被災までの流れ

(i) 津波襲来



(ii) 越流による落堀の形成



(iii) 越流後に湛水

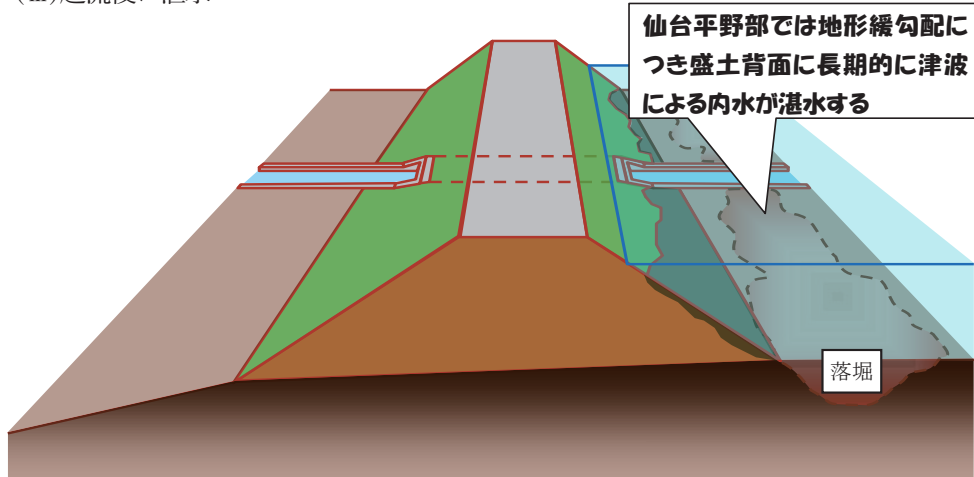
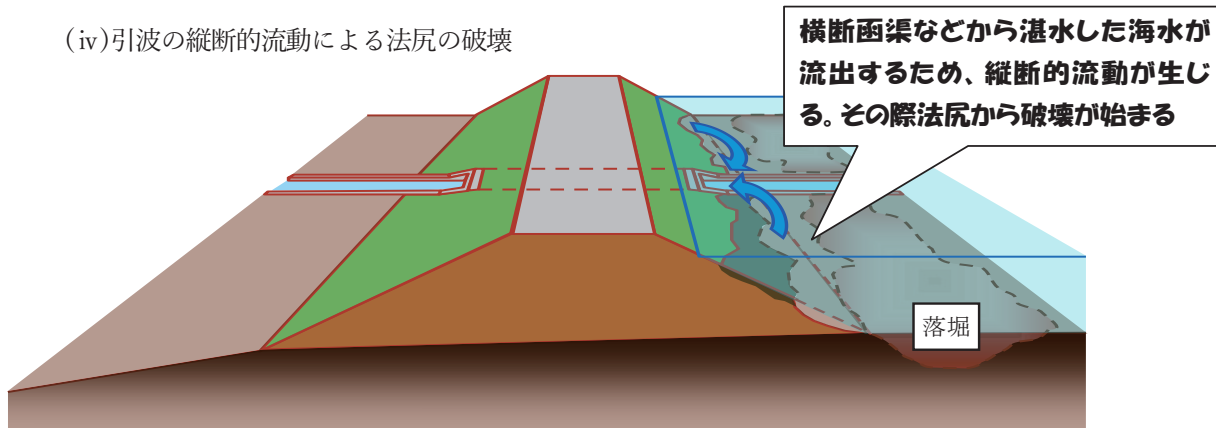


図 2-56 被災迄の時系列(1/2)

(iv)引波の縦断的流動による法尻の破壊



(v)法尻破壊から裏法破壊への展開

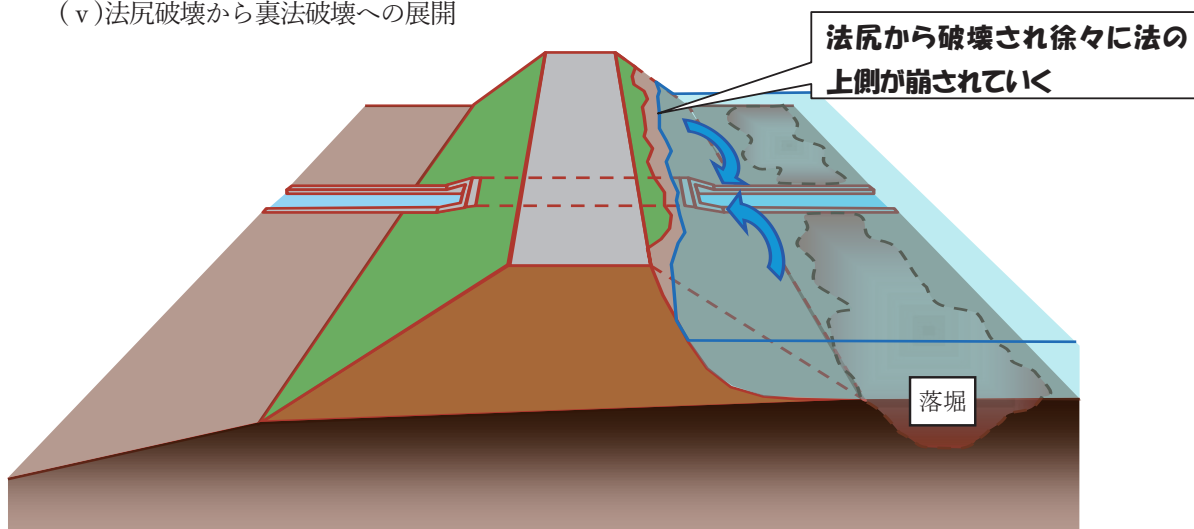


図 2-57 被災迄の時系列(2/2)

第1章

「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章

「安全安心な
まちづくり」

第3章

「災害に強い
「道路」・「港湾」・
「空港」等

第4章

「早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組

第5章

「震災教訓の伝承
「311」伝承・減災
プロジェクト

第6章

「復旧・復興事業に
よる課題

第7章

「復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集

(2) 多重防御機能を有する道路施設の整備

1) 津波避難路の必要性

県では、東日本大震災の経験を踏まえ、今回のような大規模な津波災害が発生した場合でも“なんとかして人命を守る”ことを目的に、津波からの一次避難の他、津波避難ビルや津波タワーなど避難困難地域内の避難場所からの二次避難、これら施設からの被災者救出に資する「津波避難路（救出路）」を整備するものとした。

津波避難路（救出路）は、津波により冠水した場合においても、二次避難や津波避難ビル等からの救出のため、水はけが早い盛土構造の道路とする必要があり、その際、津波の越流による破壊が生じにくい構造とすることが求められるが、これは、多重防御施設に求められる構造と同様である。

このため、多重防御を計画するラインのうち津波避難路（救出路）の計画ラインと重なるものについては、道路の副次的効果として多重防御機能を実現するものとした。

なお、県では、東日本大震災後に、津波からの避難の方法を「原則徒歩」としつつ、①自動車でしか避難できない高齢者などの「災害時要援護者」や、②徒歩避難が可能な距離に適切な避難場所がない「避難困難地域」で業務に従事する方などについて、「自動車による避難」を想定する「津波避難のための施設整備指針」を取りまとめ、平成24（2012）年3月の「宮城県津波対策連絡協議会」において沿岸被災市町への周知を図っている。

2) 津波避難路の考え方

津波避難路（救出路）整備の考え方は次のとおりである。

考え方① 津波避難路（救出路）の構造（高さ）

津波により冠水した場合においても、水はけが早い盛土構造の道路が望ましい。ただし、津波の越流による破壊が生じにくい構造とすることが求められる。

考え方② 津波避難路（救出路）の幅員

大規模な地震発生に伴う消防・救助活動や、避難時の自動車の乗り捨ても考慮し、路側に停車車両があっても緊急車両や避難車両等のすれ違いを可能とする車道幅員を確保するとともに、徒歩避難者の安全を確保するため、歩車分離構造とする。

考え方③ 津波避難路（救出路）のネットワーク

浸水域内の津波避難ビル等の避難場所からの二次避難及び救出のため、これら避難場所から内陸の浸水域外への早期アクセスを可能とする道路ネットワークが必要である。

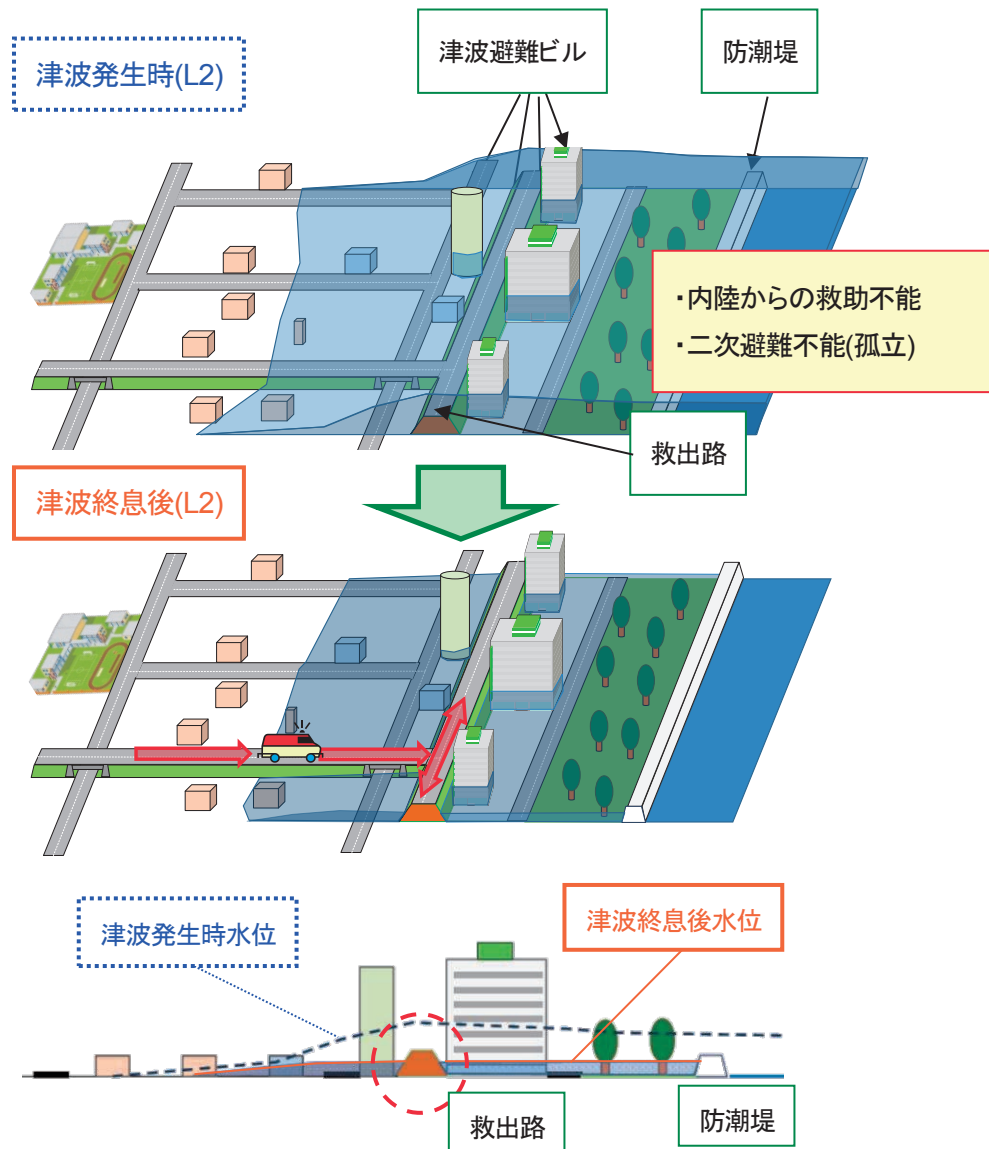


図 2-58 避難路・救出路のネットワーク

3) 津波避難路（救出路）の構造

① 早期通行を確保する盛土構造

東日本大震災においては、大津波と広域地盤沈下により道路が冠水し、内陸部からの救助活動等の障害となったことから、津波避難路（救出路）の整備に当たっては、緊急輸送路の通行確保が必要とされる被災後1日で冠水が解消される盛土高を設定することとした。[※]

このため、今次津波による被害を受けた仙台湾岸浸水域の道路盛土について、被災翌日の水はけの状態を調査した。その結果、既存の道路のうち盛土高2m以上のものは、被災後1日で冠水が概ね解消されていた傾向が判明したことから、早期の通行確保が必要な津波避難路（救出路）については、2m以上の盛土構造を採用することとした。

[※]「緊急提言～ICTを活用した耐災（防災・減災）対策～」(平成23(2011)年7月13日 土木学会・電気学会)による。

第1章
「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「道路」・「港湾」・
「空港」等

第4章
早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組

第5章
震災教訓の伝承
「311」伝承・減災
プロジェクト

第6章
復旧・復興事業に
よる課題

第7章
復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集

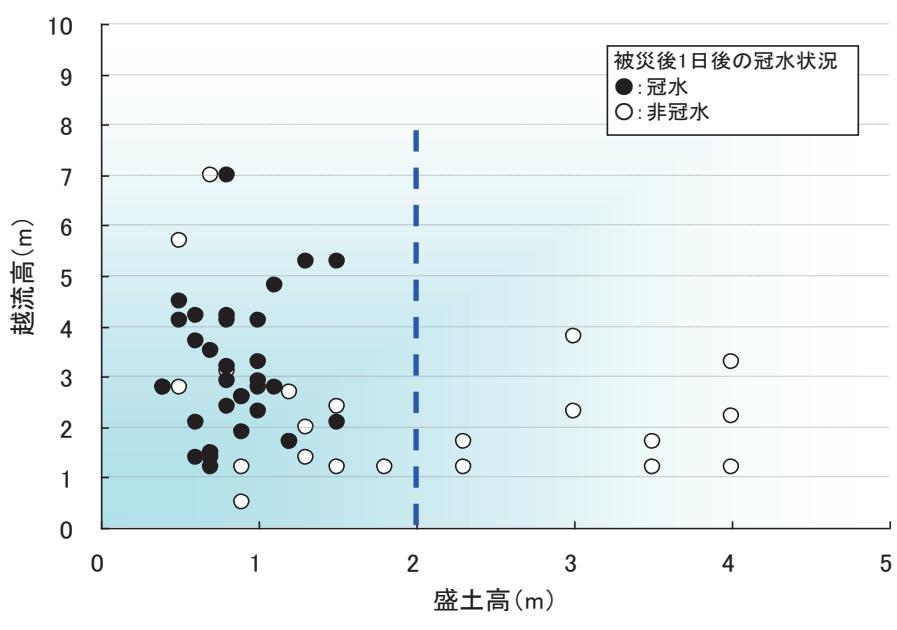


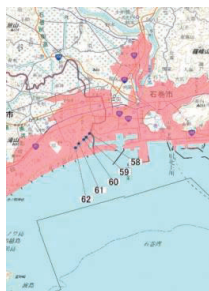
図 2-59 津波翌日の冠水状況



図 2-60 冠水により通行不能となった道路

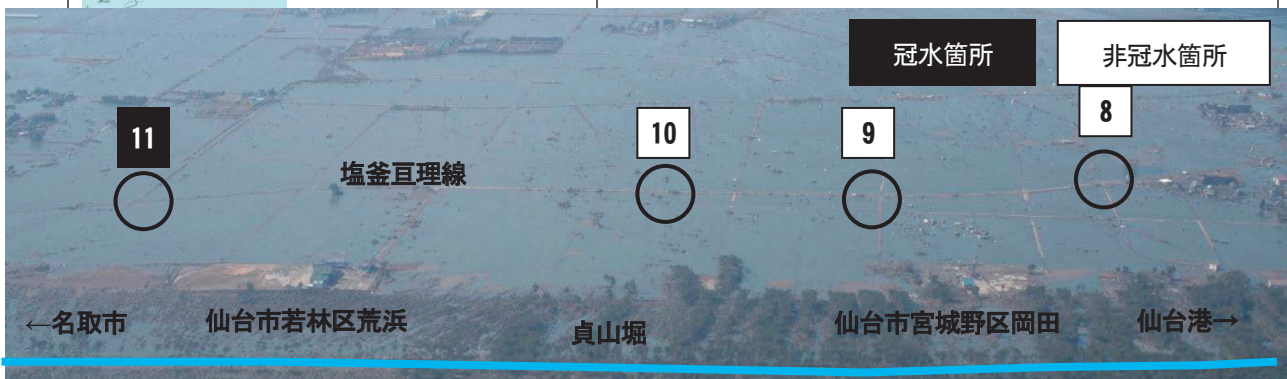
表 2-10 盛土高と水はけの関係（調査方法・結果）

- 対象路線：県道塩釜亘理線，市道空港三軒茶屋線，県道相馬亘理線，県道石巻工業港矢本線
- 冠水状況確認方法：平成23年3月12日 14:00 前後の航空写真による
- 盛土高確認方法：現地調査による



番号	盛土高 海側(m)	盛土高 山側(m)	盛土高 平均(m)	越流高 (m)	H23.3.12 冠水
1	2.3	2.3	2.3	1.7	○
2	3.5	3.5	3.5	1.7	○
3	3.5	3.5	3.5	1.2	○
4	3.5	2.3	2.9	1.2	○
5	1.7	0.9	1.3	1.9	●
6	0.9	1.1	1.0	2.6	●
7	—	1.1	1.1	2.8	●
8	0.4	0.5	0.5	2.8	○
9	0.5	0.8	0.7	2.8	○
10	0.5	0.8	0.7	5.7	○
11	0.5	0.8	0.7	4.5	●
12	0.4	0.6	0.5	2.8	●
13	—	1.1	1.1	4.8	●
14	—	1.0	1.0	4.1	●
15	0.5	0.9	0.7	4.1	●
16	—	1.2	1.2	2.7	○
17	0.6	1.3	1.0	3.7	●
18	0.7	1.0	0.9	3.5	●
19	0.6	1.3	1.0	4.2	●
20	0.8	1.5	1.2	4.2	●
21	4.0	4.0	4.0	2.2	○
24	3.0	3.0	3.0	2.3	○
25	1.0	—	1.0	2.3	●
26	0.9	—	0.9	2.6	●
28	—	1.5	1.5	2.1	●
29	4.0	—	4.0	1.2	○
30	1.8	1.8	1.8	1.2	○
31	1.5	2.0	1.8	1.2	○
32	0.9	1.3	1.1	1.2	○
33	0.7	1.4	1.1	1.4	●
34	0.6	1.0	0.8	1.4	●
36	—	0.6	0.6	2.1	●
37	0.7	1.7	1.1	1.5	●
38	0.7	0.8	0.8	1.2	●
41	1.4	1.3	1.4	1.4	○
42	1.3	1.5	1.4	2.0	○
43	1.5	1.6	1.6	2.4	○
44	0.8	0.8	0.8	2.4	●
45	1.0	1.0	1.0	3.3	●
46	4.0	4.0	4.0	3.3	○
49	3.0	4.0	3.5	3.8	○
50	1.1	0.9	1.0	0.5	○
51	0.7	1.0	0.9	7.0	○
52	0.8	—	0.8	3.2	●
53	1.1	1.0	1.1	2.8	●
54	—	1.0	1.0	2.9	●
55	—	0.8	0.8	2.9	●
56	—	0.8	0.8	4.1	●
57	—	0.8	0.8	7.0	●
58	0.8	0.8	0.8	3.1	○
59	1.3	1.6	1.5	5.3	●
60	1.5	3.0	2.3	5.3	●
61	1.2	1.2	1.2	1.7	●
62	1.3	1.2	1.3	1.7	○

●:冠水している ○:冠水していない



3-4 救助・支援のための緊急交通路の確保（啓開・緊急輸送）

緊急交通路の確保は1日以内で行わなければならない。そのためには、まず緊急交通路としての指定が可能な、災害時にも機能を維持できる緊急輸送道路ネットワークが存在することが大前提となる。

発災後の道路啓開に当たっては、地方整備局、自衛隊、警察、消防などの組織の自立した活動を確保することが必要である。特に、通行可能区間を把握するための官民連携による自動車のプローブ情報活用の仕組みづくりが初動をさらに速くするポイントとなる。

緊急交通路確保のための交通規制の実施に当たっては、規制実施のための資機材の備蓄と要員の確保、および全国からの支援システムが有効に機能したが、大都市圏での災害発生を想定した再点検が必要である。

現場からの声で多かった個々の組織の活動を相互に確認するための情報の共有、道路上のCCTVや情報板などの相互利用の仕組みも検討すべきである。

（今回の震災における教訓）

今回の震災時の緊急交通路の確保においては、三陸沿岸部の国道45号が津波でほぼ全線で断絶していたため、「くしの歯作戦」によって、内陸部を南北方向に貫く国道4号の復旧を優先し、次いで東西方向の国道の啓開を進めたことから、早期に被災地への交通の確保ができた点は特筆すべきである。結局、国道4号は1日後に機能が回復し、一部で迂回しながらも緊急輸送車両の通行が可能となった。また、東北自動車道、常磐自動車道も1日後に緊急輸送車両の通行が可能となった。津波の被災地へのアクセス道路は順次啓開が続けられ、4日後に15ルートすべてが確保された。

緊急交通路を確保するための交通規制は、震災発生翌日の3月12日の11時から7区間で実施された。首都高速道路三郷線下り（八潮南IC～三郷JCT）、東北自動車道（浦和IC～碓ヶ関IC）、秋田自動車道（北上JCT～北上西IC）、釜石自動車道（花巻JCT～花巻空港IC）、東北縦貫自動車道（八戸線安代JCT～南郷IC）、常磐自動車道（三郷JCT～いわき中央IC）、磐越自動車道（津川IC～いわきJCT）である。

このように直轄国道や高速道路の啓開が非常に早く行われ、関係機関の良好な連携のもと緊急交通路を迅速に確保することができた。

（具体的な取り組み）

緊急通行車両の通行路（緊急交通路）の目的は、救急活動、災害被害の拡大の防止、応急復旧活動を支える動脈を確保することであり、最も重要な活動の一つであるといっよい。そのためには、通行できる道路空間を確保する啓開活動及び災害対策基本法76条にもとづく災害時における交通の規制等を行う必要がある。被災者の命を守るという意味では、これらを1日以内に実施する必要がある。

まず、前提条件となるのが、災害発生時に緊急交通路として確保できる緊急輸送道路ネットワーク計画が十分であるかどうかである。既に、ネットワーク計画を立案し、道路の耐震補強、沿道の建築物の耐火・耐震化を進めているところであるが、今回の大震災を踏

図 2-61 「緊急提言～ICTを活用した耐災（防災・減災）対策～」(平成23(2011)年7月13日 土木学会・電気学会)

② 避難路としての機能を考慮した幅員

大規模な地震発生に伴う消防・救助活動や、避難時の自動車の乗り捨ても考慮し、路側に停車車両があっても緊急車両や避難車両等のすれ違いを可能とする車道幅員を確保する。

また、徒歩避難者の安全確保のため歩車分離構造（路上施設0.5mを含め3.5m以上確保）とし、特に、徒歩避難者が多数想定される区間については、十分な歩道幅員を確保する。

なお、津波の越流によって全面破壊に至った場合、二次避難及び救出路としての機能を発揮できないことが想定されるため、津波避難路（救出路）の整備に当たっては、今次津波による被害状況調査を踏まえ、全面破壊に至らない幅員として幅員10m以上を採用することとした。

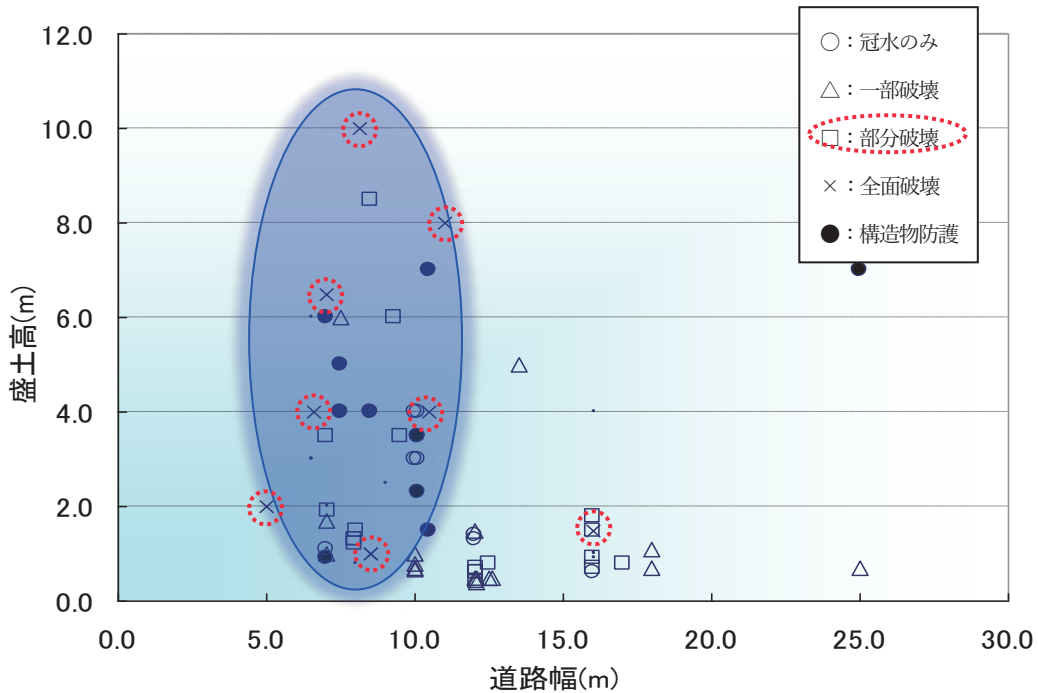


図 2-62 道路盛土破壊状況

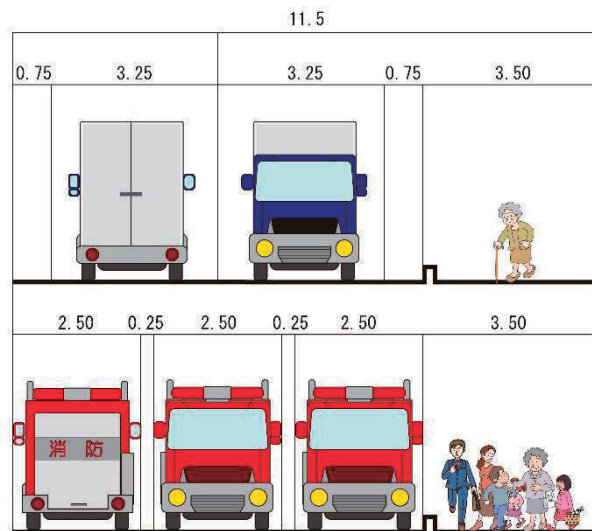


図 2-63 海岸線に並行する道路幅員構成例（上：平常時，下：非常時）

③ 津波避難路（救出路）の構造と規定化

津波避難路（救出路）の構造について検討した結果は、以下のとおりまとめることができる。

①盛土高

盛土高は、周辺地盤高より 2m 以上（津波の翌日に冠水解消した盛土高の下限値 2m に地形条件や余裕高を考慮）とする。なお、津波越流に対する安定性から、盛土高は 4m 程度以下を推奨するが、それ以上とする場合は、法面の保護などを検討することが望ましい。

②幅員

道路幅員は、津波越流に対する安定性から、全幅 10m 以上を推奨する。

なお、大規模な地震発生に伴う消防・救助活動や、避難時の自動車の乗り捨ても考慮し、路側に停車車両があっても緊急車両や避難車両等のすれ違いを可能とする車道幅員を確保するとともに、徒歩避難者の安全確保のため歩車分離構造（路上施設 0.5m を含め 3.5m 以上確保）とする。

※越流による洗掘は山側法面から発生することから、とくに事情の無い限り、歩道は山側に設置することが望ましい。

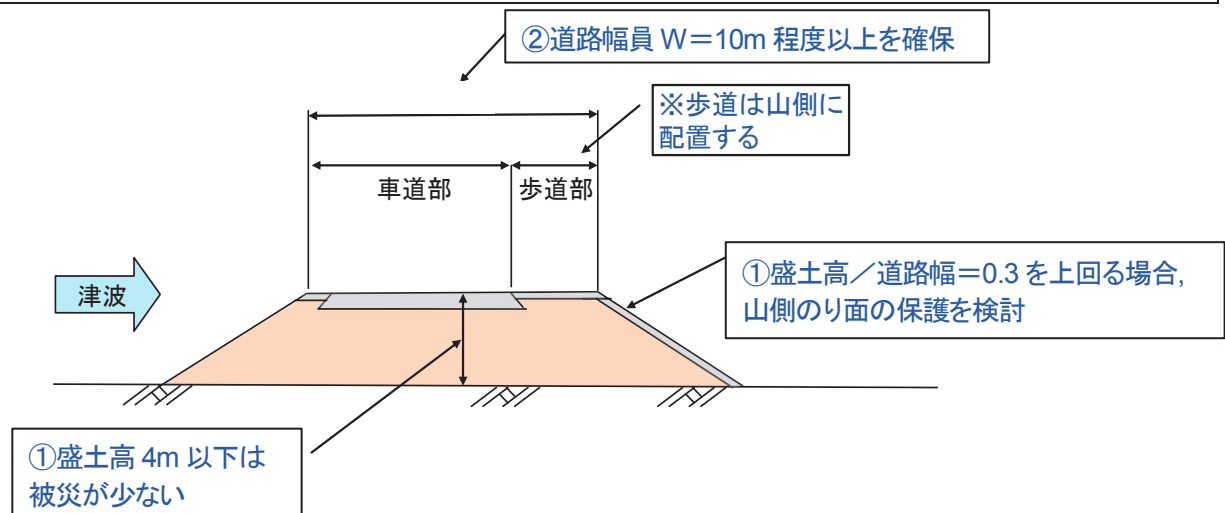


図 2-64 津波避難路（救出路）の構造（盛土）

なお、県では、この検討結果を踏まえ、津波避難路（救出路）の幅員を「県道の構造の技術的基準を定める条例」（平成 24（2012）年 12 月 20 日条例第 105 号）に県独自基準として定めている。

※津波避難路（救出路）

「市町村地域防災計画」に位置づけられた津波に対する避難路

「津波防災地域づくりに関する法律」に規定する「推進計画」に位置づけられた避難路 等

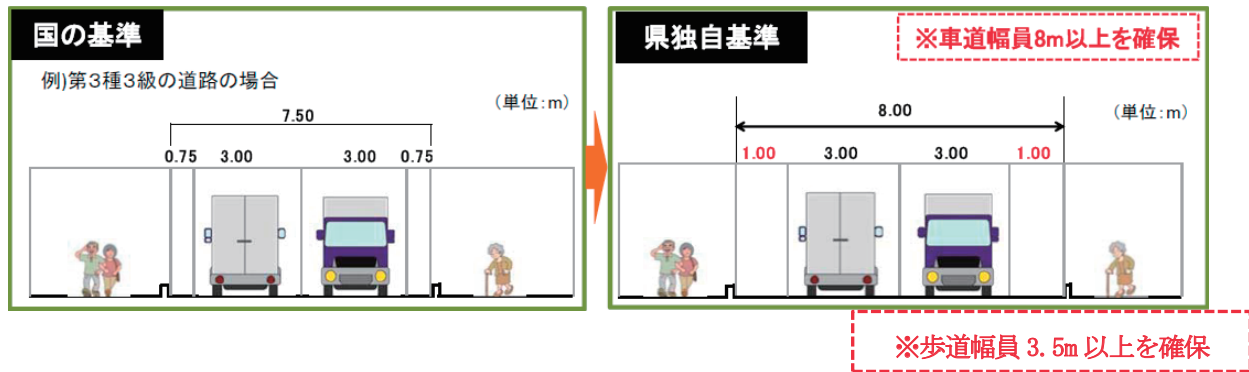


図 2-65 津波避難路（救出路）の幅員

(3) 多重防御機能を有する津波防災緑地の整備

1) 津波防災緑地

県では、道路施設に多重防御機能を付与することで、多重防御による復興まちづくりを進めることを基本としているが、多重防御ライン周辺の道路網や土地利用計画などから、盛土構造の道路を整備することが適当でない場合も存在する。

一方、東日本大震災においては、防潮林による津波エネルギーの減衰機能が効果を発揮し、後背地の家屋流出被害を軽減したとされる事例や、工場地帯の緩衝緑地が漂流物を捕捉した事例、屋敷林（居久根）により家屋の破壊被害が軽減された事例等が確認されており^{*}、公園緑地の機能として、津波エネルギーの減衰や漂流物の捕捉等の多重防御の機能が再確認された。

こうしたことから、東日本大震災復興交付金事業（基幹事業）において、津波被害を軽減する施設として、都市公園事業「津波防災緑地」が位置づけられており、本県としても、道路施設より津波防災緑地による多重防御ラインの構築が適当と判断される区間については、津波防災緑地の活用を積極的に進めることとしたものである。

※「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針」平成24（2012）年3月27日
国土交通省都市局公園緑地・景観課

【参考】東日本大震災復興交付金交付要綱附属編 19 都市公園事業 抜粋

19 都市公園事業

1. 交付対象事業

1-1. 目的

都市公園事業は、津波被害を軽減する機能を有する都市公園等の整備を行うことにより、津波被害に強い地域づくりを図ることを目的とする。

1-2. 交付対象事業の要件

(3) この要綱において「津波防災緑地」とは、「東日本大震災復興特別区域法」に基づく「復興整備計画」及び災害対策基本法に基づく地域防災計画等に、10戸以上の市街地や主要な公共施設を直接的に防御するものとして i) 又は ii) の津波被害を軽減する機能が位置づけられているものを言う。

i) 津波を減衰し、浸水被害範囲の軽減、避難時間の確保等に資する機能

ii) 漂流物を捕捉し、衝突による被害の軽減、人命の救助等に資する機能

2) 津波防災緑地の計画・設計

海岸部に一定の幅及び盛土による高さをもつ緑地、樹林帯を配置することにより、一定の津波エネルギーの減衰効果が発揮されることは、既往の知見でも確認されていた。

樹林帯において津波エネルギーの減衰効果に大きく影響する樹木の被害については、今次津波の被害調査によって、浸水深8 m以上ではほぼ全ての樹木が被害を受け、津波エネルギーの減衰効果は期待できなくなるが、浸水深4 mでは約半分、浸水深2 mで約3分の2の樹木が残存することで一定の効果が期待できるとされており、津波エネルギーの減衰効果を期待して樹林地を計画する場合は、盛土等により、浸水深が高くならないよう考慮することが有効である。

樹木は、津波エネルギーの減衰に有効であるが、東日本大震災では、津波による樹木の折損や根返りなどにより、被災樹木が漂流物となることで被害が増大したとの指摘もあることから、樹木が折損しにくい、もしくは倒伏しても流出しないことで津波エネルギー減衰機能を発揮し続けるような盛土構造や植栽基盤について検討することが望ましい（以上「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針」より）。

こうしたことから、県では、多重防御施設としては、盛土を主体とした防災緑地を計画するものとし、盛土の設計に当たっては、安定勾配を確保するとともに、津波による洗掘に配慮することとしている。

第1章

「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章

「安全安心な
まちづくり」

第3章

「災害に強い
「道路」・「港湾」・
「空港」等

第4章

早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組

第5章

震災教訓の伝承
「3」伝承・減災
プロジェクト

第6章

復旧・復興事業に
よる課題

第7章

復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集

4. 多重防御施設計画

(1) 県内の多重防御施設計画

県では、仙台湾沿岸地域の6市2町において、海岸線にほぼ並行する位置に、市町の境界や河川を跨ぎつつも連続するよう全23施設を計画し、順次整備を進めている。

表 2-11 沿岸被災市町の多重防御施設一覧

市町名	施設名	延長(km)	FH(TP+m)	盛土高(m)	管理者	事業種類*						
石巻市	(都)門脇流留線	8.4	3.5~4.5	2.5~3.5	県	D-1						
	(市)南光門脇線	1.1	3.5	2.5	石巻市	D-2						
	(市)湊中央線	0.9	4.5	3.0	石巻市	D-2						
	防災緑地1号	0.4	4.5	3.0	石巻市	D-22						
	防災緑地2号	2.7	4.5	3.5	石巻市	D-22						
東松島市	(市)立沼浜市線	4.2	4.5	3.5	東松島市	D-1						
	(市)石巻工業港線	1.3	3.5	2.5	東松島市	D-1						
	北上運河防災林	0.8	6.2	5.5	東松島市	その他						
	松ヶ島防災林	2.7	10	7.8	東松島市	その他						
	矢本防災盛土	1.1	3.5	2.5	東松島市	その他						
多賀城市	仙台塩釜港仙台港区 津波漂流物対策施設	2.9	4.5	-	県	その他						
仙台市							(主)塩釜巨理線	10.2	7.0	6.0	仙台市	D-1
							緑地	1.4	5.0	2.0	仙台市	未定
名取市	(市)関上南北線	1.5	5.0	4.0	名取市	D-1						
	(市)増田川線	1.3	5.0	1.3	名取市	D-1						
	(市)川内沢川線	1.9	5.0	2.4	名取市	D-1						
	(市)北釜線	2.1	5.0	1.3	名取市	D-1						
岩沼市	(市)空港三軒茶屋線	4.6	4.0	3.0	岩沼市	D-1						
	(市)藤曾根線	0.8	4.0~5.0	3.0~4.0	岩沼市	D-1						
	(市)相野釜線	2.7	5.0	4.0	岩沼市	D-1						
亶理町	(一)荒浜港今泉線	0.7	5.0	4.0	県	D-1						
	(町)橋本堀沿線	4.2	5.0	4.0	亶理町	D-1						
山元町	(主)相馬亶理線	11.2	4.0~5.0	2.0~3.5	県	D-1						

※事業種類について

D-1, D-2	復興交付金基幹事業・道路
D-22	復興交付金基幹事業・都市公園(津波防災緑地)
その他	復興交付金効果促進事業, 社会資本整備総合交付金事業等

※多賀城市について

多賀城市内では、多重防御施設の整備計画はないが、多賀城市は、前面海側（仙台市内）の多重防御施設を前提にまちづくりを進めており、県において「仙台塩釜港仙台港区・津波漂流物対策施設」の整備を進めている。

第1章
「災害に強い
まちづくり」宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「道路」・「港湾」・
「空港」等

第4章
早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組

第5章
震災教訓の伝承
プロジェクト

第6章
「復旧・復興事業に
よる課題

第7章
「復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集

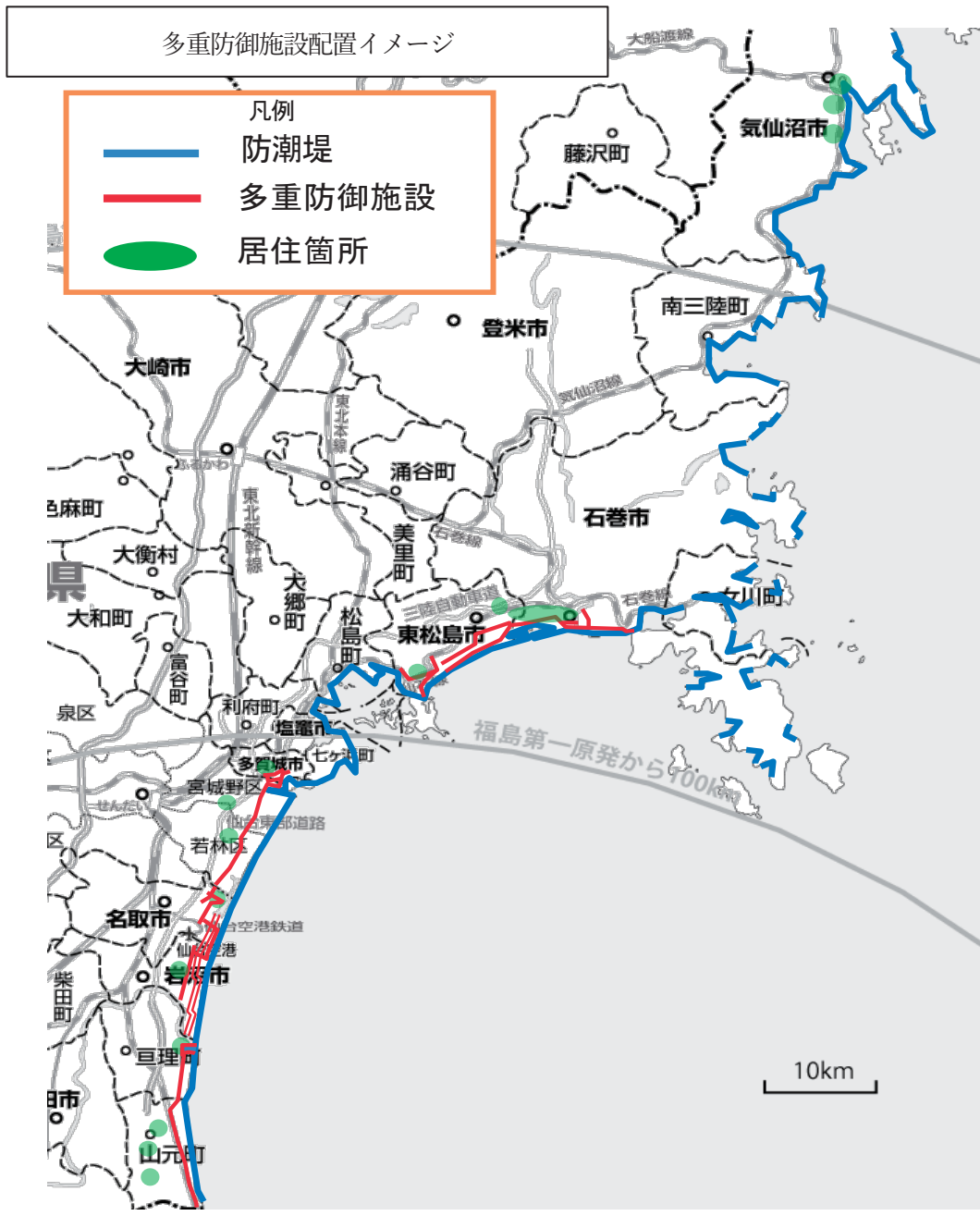


図 2-66 宮城県内の多重防御施設計画位置図

沿岸被災市町の復興まちづくり計画(多重防御施設)

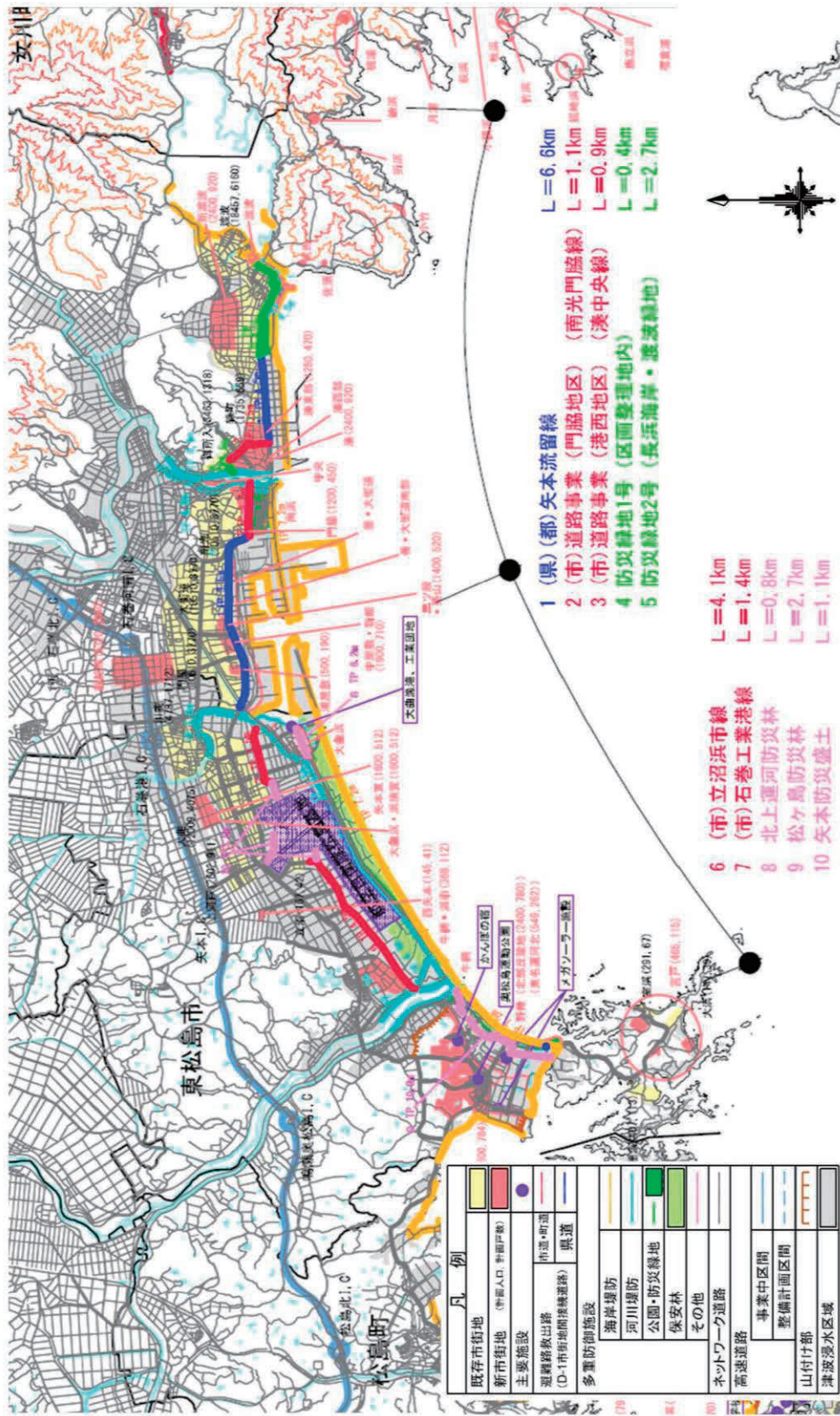


図 2-67 沿岸被災市町の復興まちづくり計画①

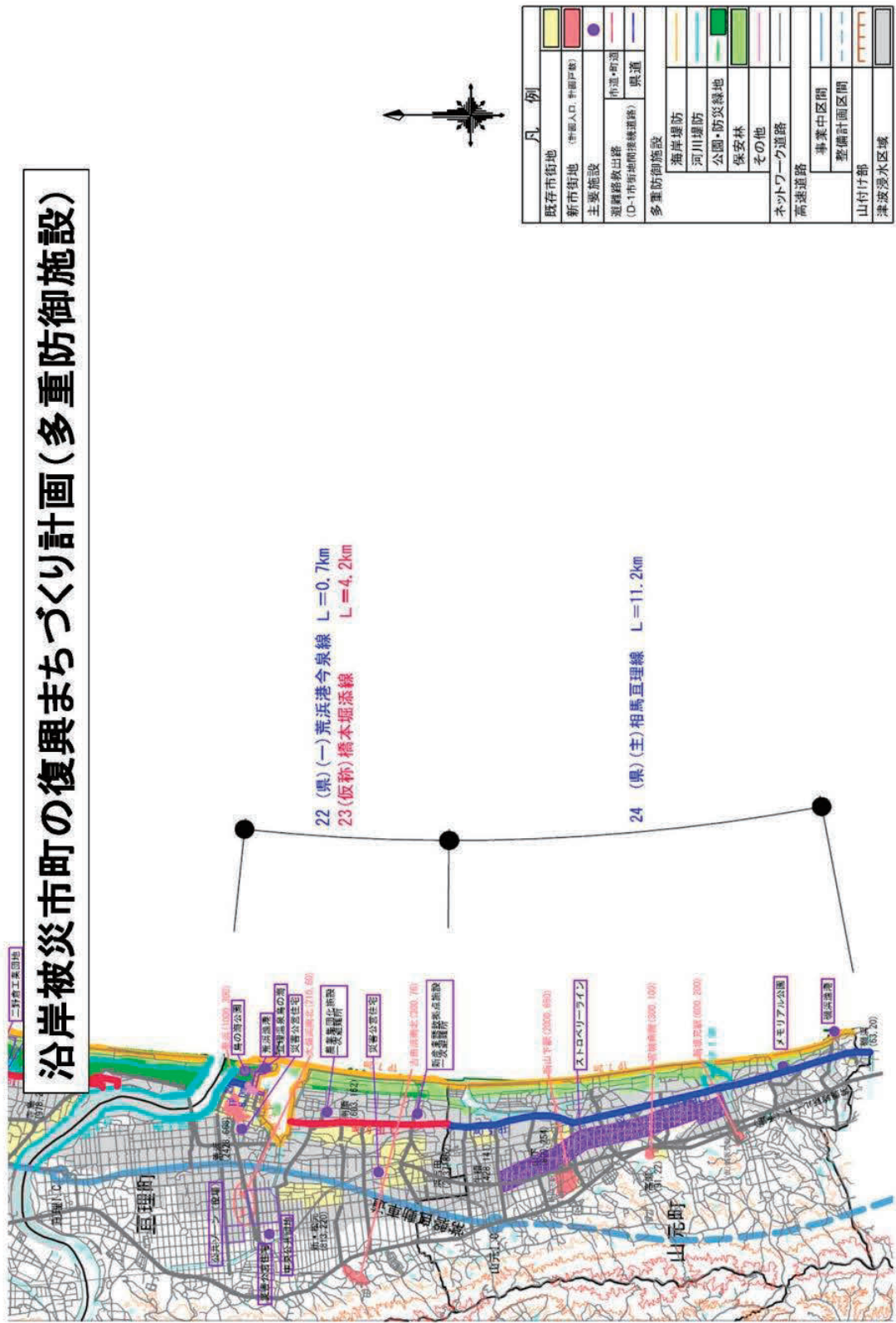


図 2-69 沿岸被災市町の復興まちづくり計画③

(2) 個別施設の状況（市町別）

1) 石巻市

石巻市では、都市計画道路3路線（門脇流留線・南光門脇線・湊中央線）、防災緑地1号・2号の整備により、今次津波と同等の大津波襲来時には、越流はするものの、背後浸水深を2m未満に低減して、新市街地や既存市街地の安全性を確保することとしている。



図 2-70 復興計画図



図 2-71 （都）門脇流留線 令和2（2020）年9月



図 2-72 （都）門脇流留線 令和2（2020）年9月

第1章
「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「道路」・「港湾」・
「空港」等

第4章
「早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組

第5章
「震災教訓の伝承
プロジェクト」

第6章
「復旧・復興事業に
よる課題

第7章
「復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集

2) 東松島市

東松島市では、市道2路線（立沼浜市線・石巻工業港線）のほか、防災林に多重防御機能を付与することにより、今次津波と同等の大津波襲来時には、越流はするものの、背後浸水深を2m未満に低減して、新市街地や既存集落の安全性を確保することとしている。



図 2-73 復興計画図



図 2-74 (市) 立沼・浜市線 平成31 (2019) 年2月

3) 仙台市

仙台市では、主要地方道塩釜亘理線の整備などにより、今次津波と同等の大津波襲来時には、越流はするものの、背後浸水深を2m未満に低減して、仙台東部地区の居住地の安全性を確保することとしている。

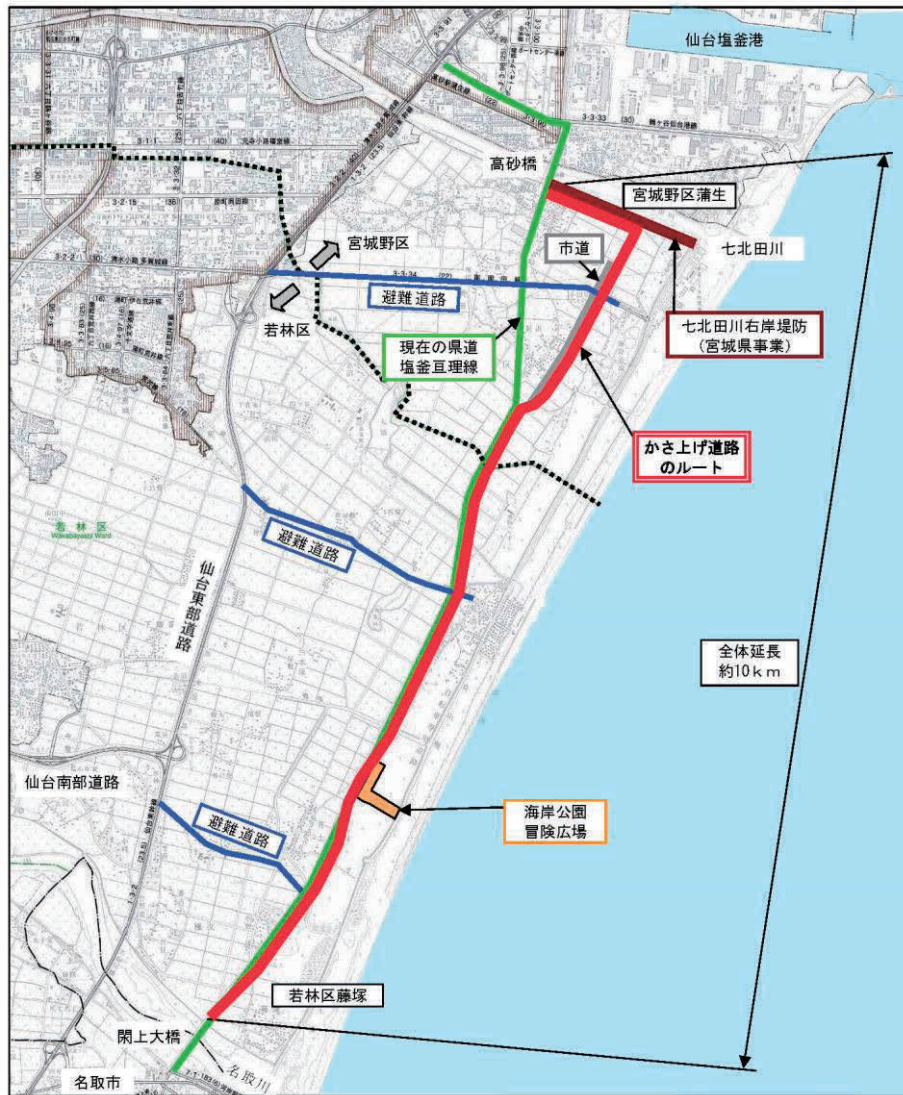


図 2-75 復興計画図



図 2-76 (主) 塩釜亘理線 令和2(2020)年3月



図 2-77 (主) 塩釜亘理線 令和2(2020)年3月

第1章
「災害に強い
まちづくり宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「道路」「港湾」
「空港」等

第4章
早期復旧と復興の
加速化に向けた
取組

第5章
震災教訓の伝承
「311」伝承・減災
プロジェクト

第6章
復旧・復興事業に
よる課題

第7章
復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集

4) 名取市

名取市では、市道4路線（関上南北線・増田川線・川内沢川線・釜北線）の整備により、今次津波と同等の大津波襲来時には、越流はするものの、背後浸水深を2m未満に低減して、居住地の安全性を確保することとしている。



図 2-78 復興計画図

5) 岩沼市

岩沼市では、市道3路線（空港三軒茶屋線・藤曽根線・相野釜線）の整備により、今次津波と同等の大津波襲来時には、越流はするものの、背後浸水深を2m未満に低減して、玉浦西地区などの新市街地や既存集落の安全性を確保することとしている。

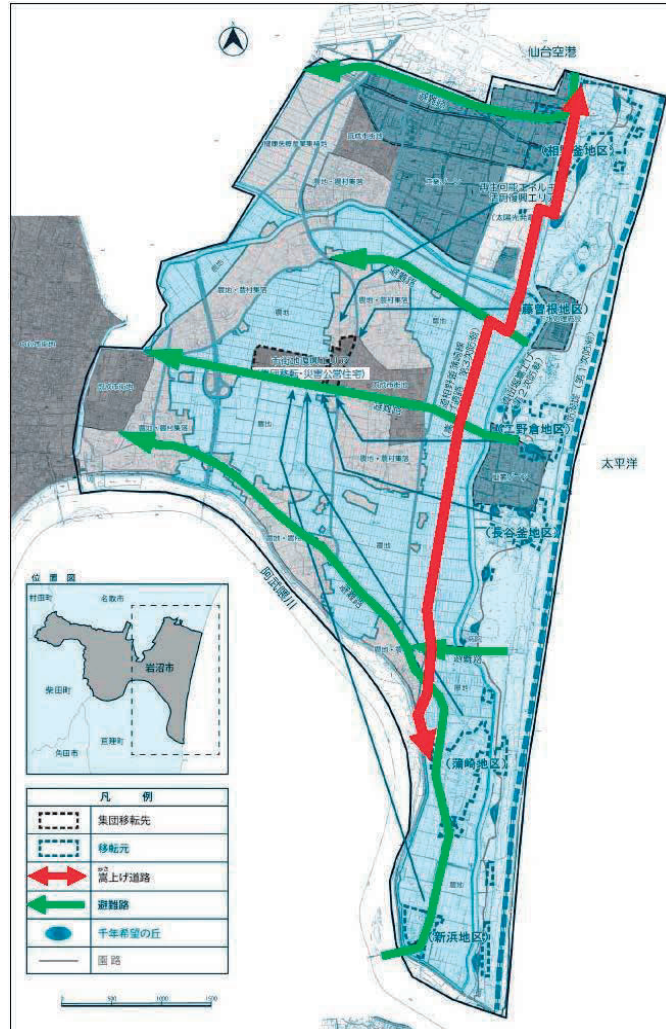


図 2-79 復興計画図

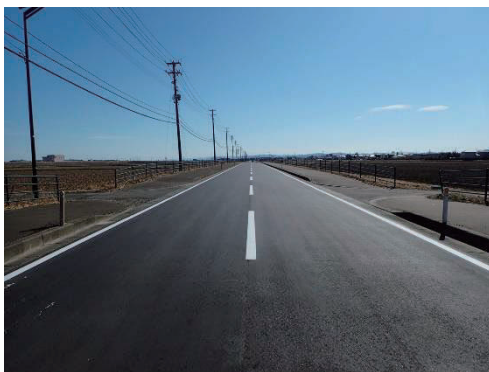


図 2-80 (市) 空港三軒茶屋線 令和2(2020)年3月



図 2-81 (市) 藤曽根線 平成28(2016)年2月

第1章
「災害に強い
まちづくり」宮城
モデル」の構築

第2章
「安全安心な
まちづくり」

第3章
「災害に強い
「空港」等

第4章
「早期復旧と復興の
取組
加速化に向けた

第5章
「震災教訓の伝承
プロジェクト

第6章
「復旧・復興事業に
よる課題

第7章
「復旧・復興事業に
よる整備効果
事例集

6) 巨理町

巨理町では、一般県道荒浜港今泉線、町道橋本堀沿線の整備により、今次津波と同等の大津波襲来時には、越流はするものの、背後浸水深を2m未満に低減して、荒浜地区など新市街地の安全性を確保することとしている。

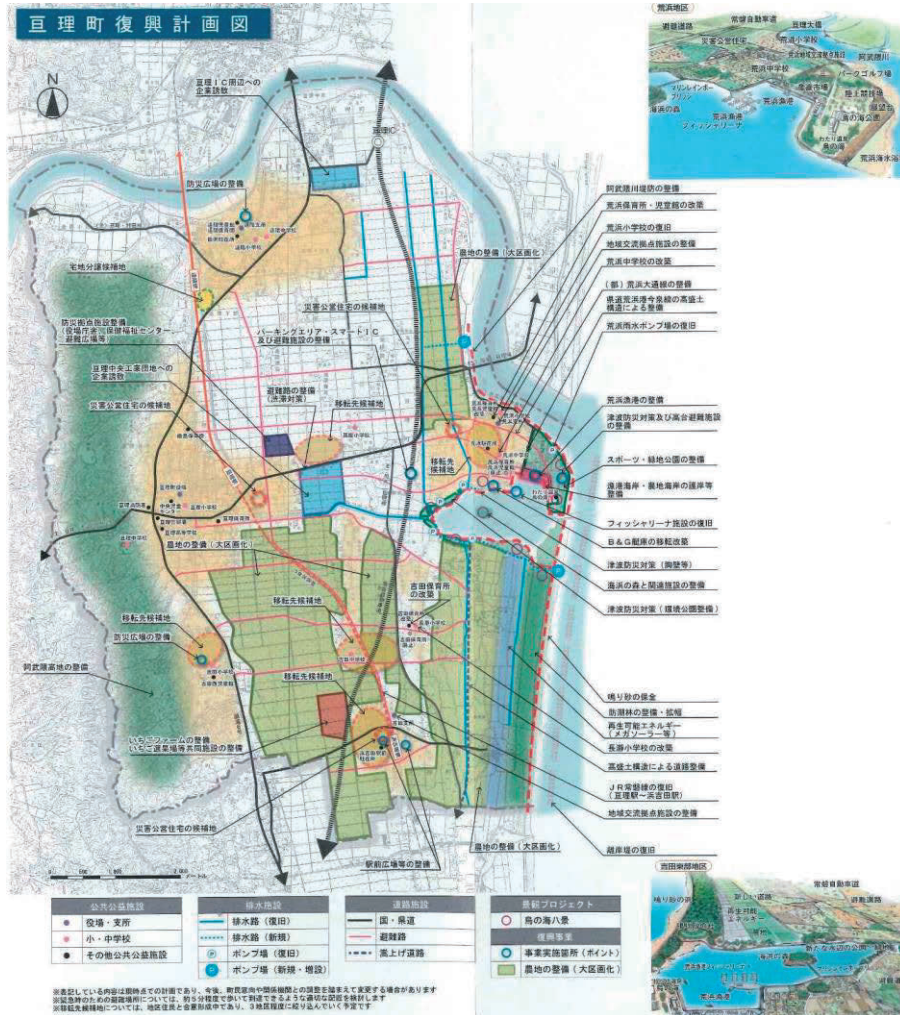


図 2-82 復興計画図



図 2-83 (一) 荒浜港今泉線 平成 30 (2018) 年 7 月



図 2-84 (町) 橋本堀沿線 平成 28 (2016) 年 2 月

