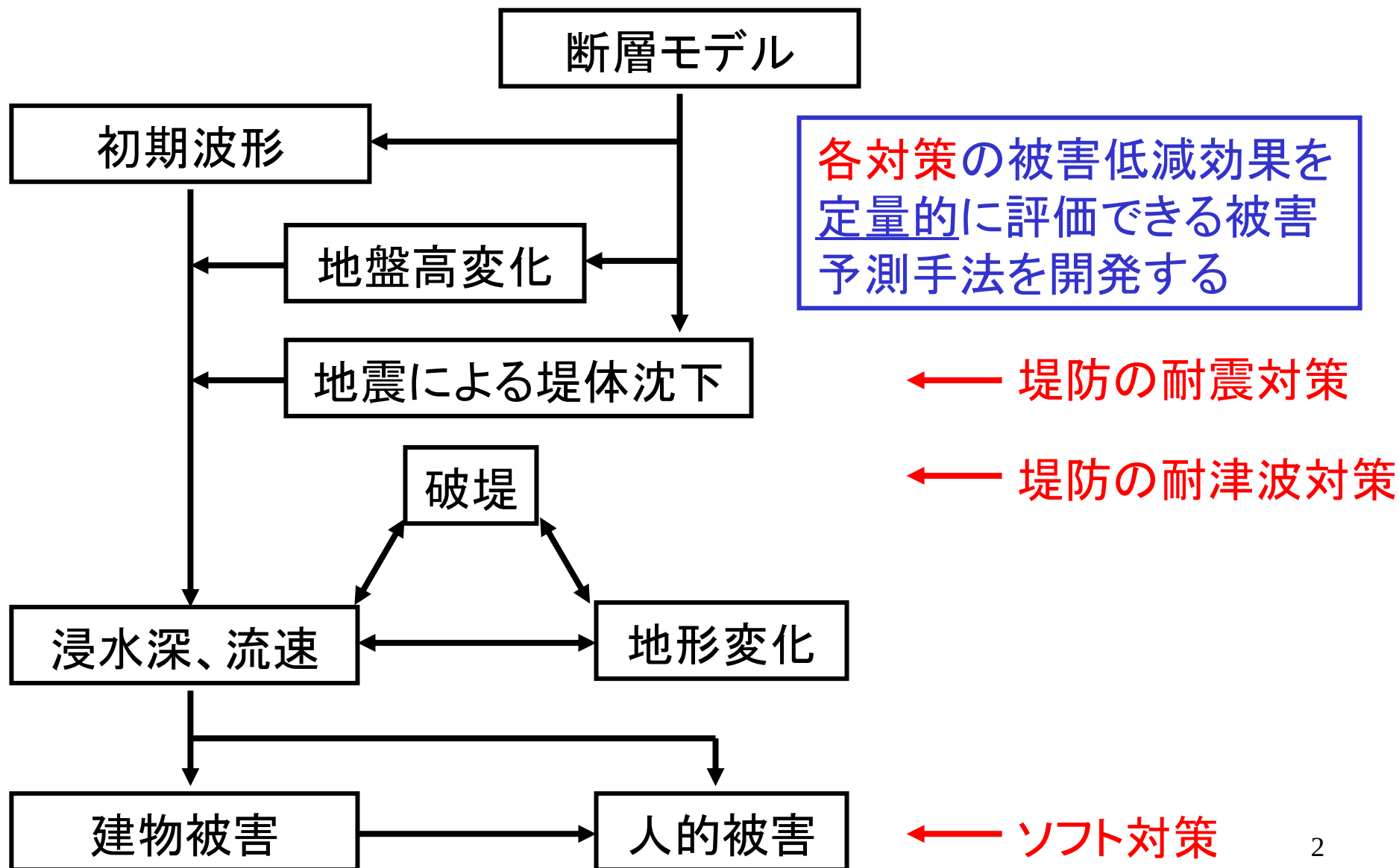


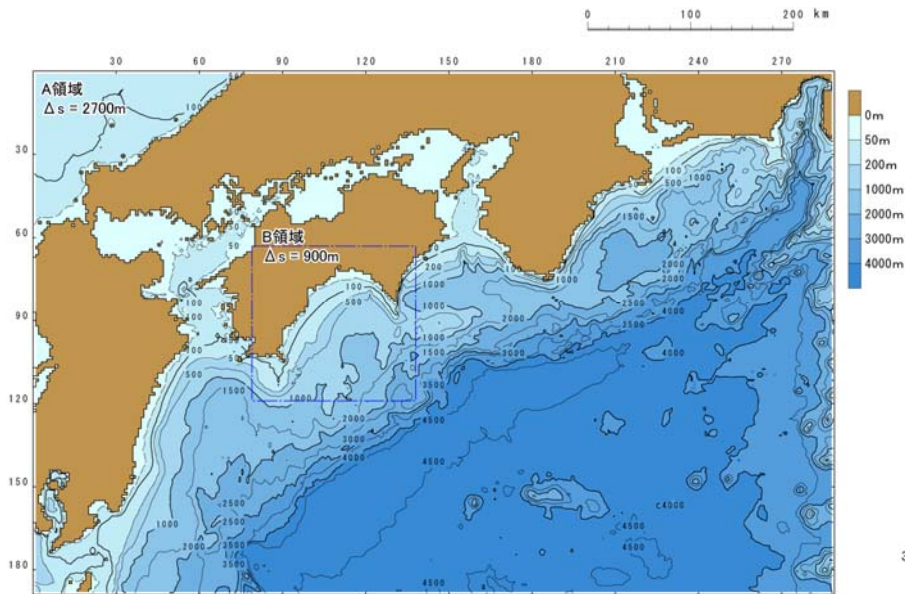
津波被害予測手法について

国土技術政策総合研究所
海岸研究室

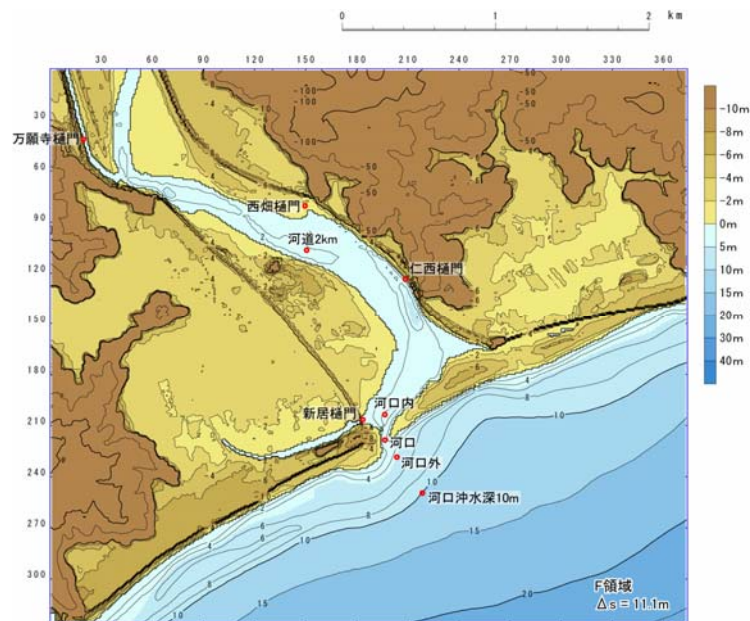
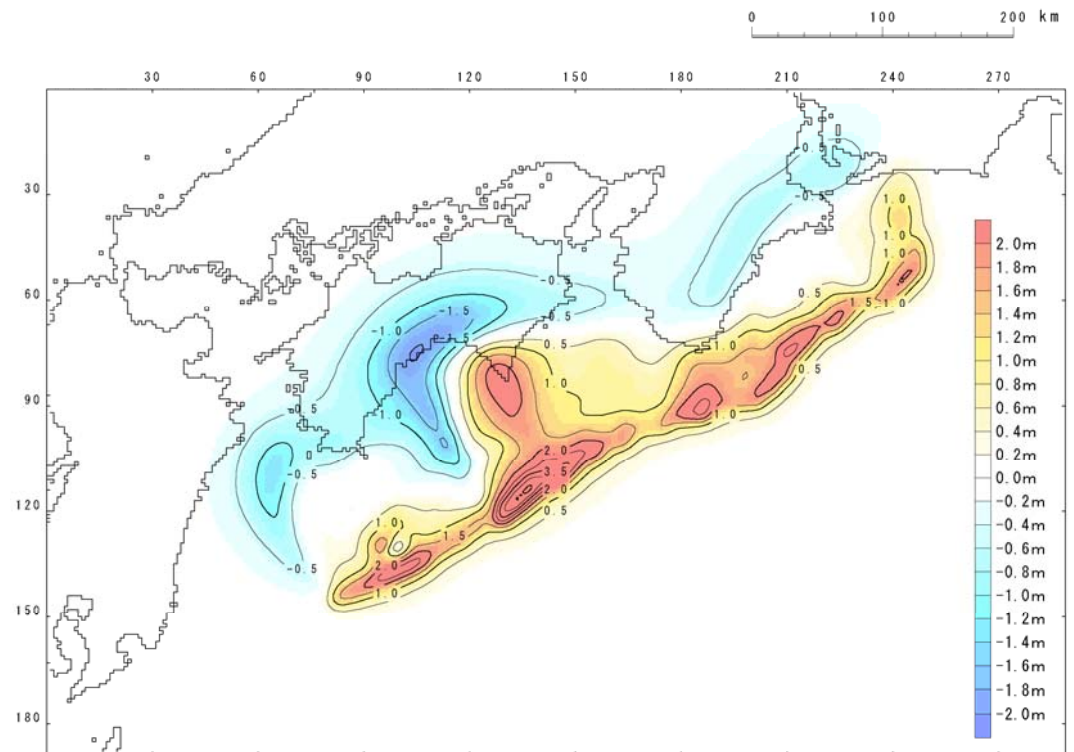
津波被害予測手法の検討



ケーススタディの計算領域(仁淀川河口周辺)



東南海・南海地震同時発生モデル(中央防災会議)



検討1：地形変化・破堤を考慮した津波予測

津波来襲前



地震発生から
4時間後



スリランカ・カル川(土木学会、2004年12月
インド洋大津波スリランカ被害調査報告書)

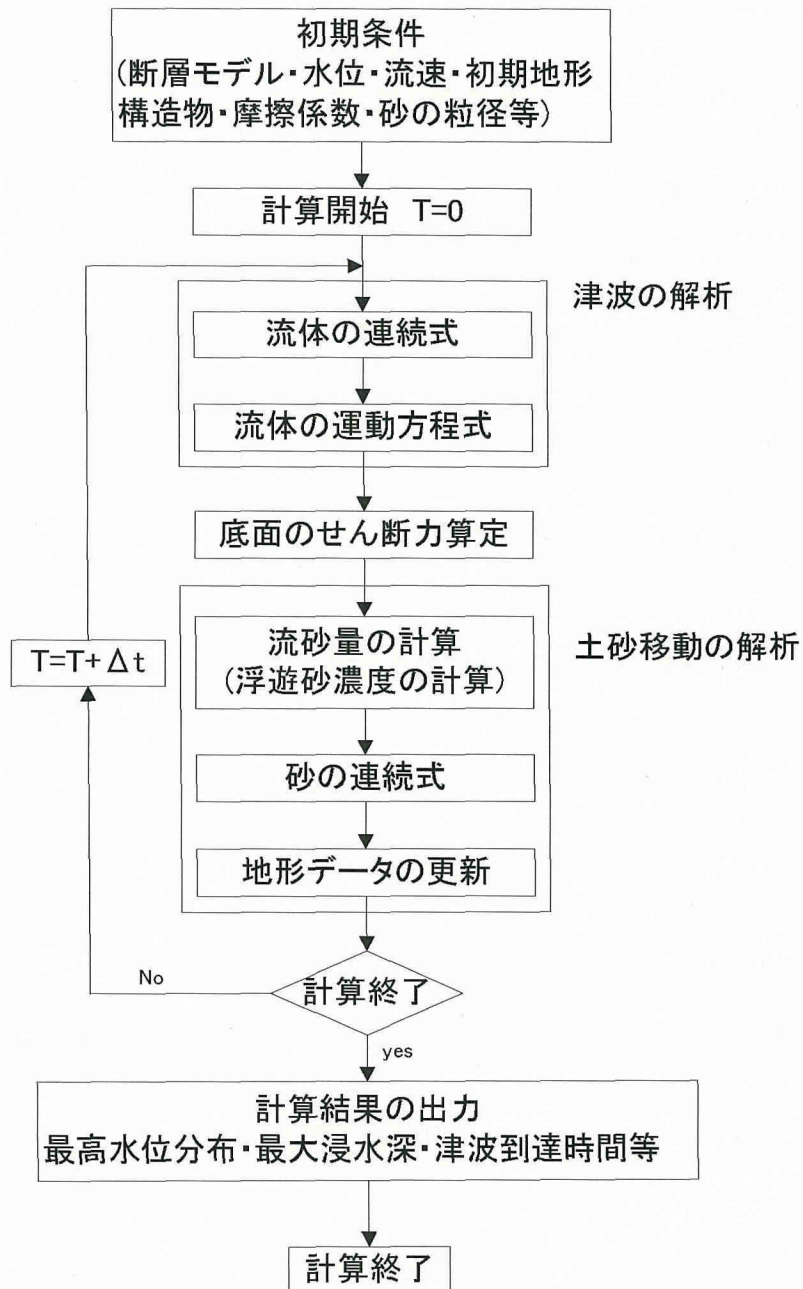
ラグーン



スリランカ・ハンバントータでの砂丘背
後の侵食(土木学会、2004年12月イン
ド洋大津波スリランカ被害調査報告書)

- ・掃流力による土砂移動
- ・水塊の鉛直落下による洗掘
- ・河岸浸食

地形変化計算の流れ



津波の計算条件:

- ・非線形長波方程式、粗度係数: $n=0.03$
- ・潮位 朔望平均満潮位 (T.P.+0.945m)
- ・河川流量: なし、水門・樋門: すべて閉じた状態

流砂量公式:

Brown式にマニング則による海底摩擦力を与えたものを用いる(高橋ら、1992)

$$Q_s = \frac{u_*^5}{(\sigma/\rho - 1)^2 g^2} \frac{10}{d}$$

$$u_* = \sqrt{\tau/\rho} \quad \tau = \rho g n^2 (u^2 + v^2) / D^{1/3}$$

D : 全水深、 u, v : x,y方向の流速

n : マニングの粗度係数 (=0.03)

ρ : 水の密度 (= 1.0)

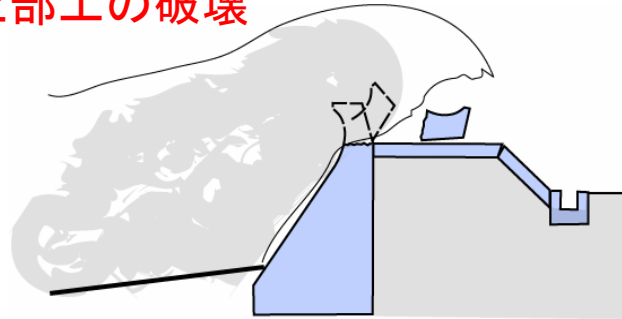
σ : 砂の比重 (= 2.65)

d : 砂の粒径 (2.0mm)

津波による海岸堤防の被災機構

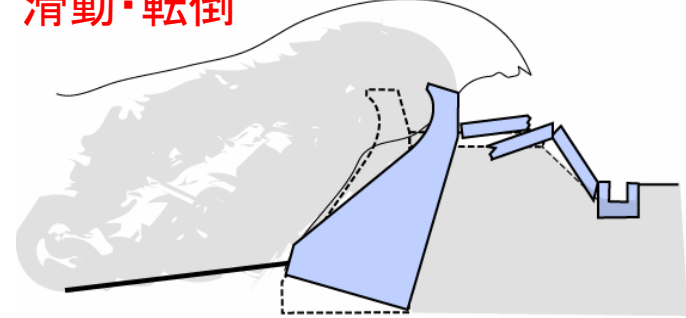
押し波

上部工の破壊



(北海道南西沖地震・北海道大成町など)

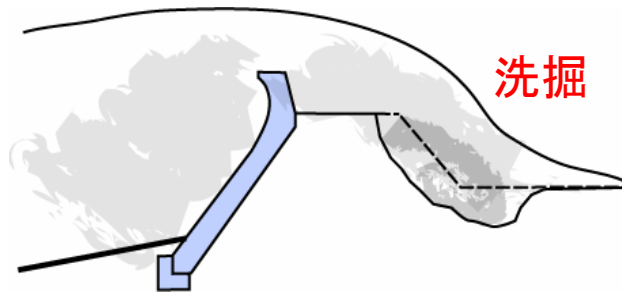
滑動・転倒



(北海道南西沖地震・北海道北檜山町など)

越流

洗掘

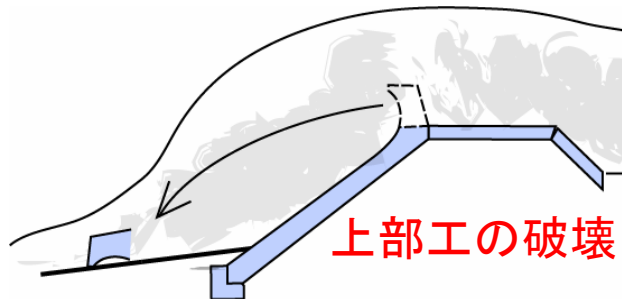


(チリ地震・岩手県大槌町など)

堤防の構造により
被災機構は異なる

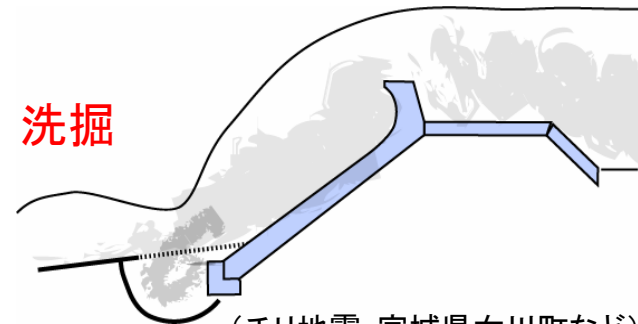
引き波

上部工の破壊



(南海地震・和歌山県由良村など)

洗掘



(チリ地震・宮城県女川町など)

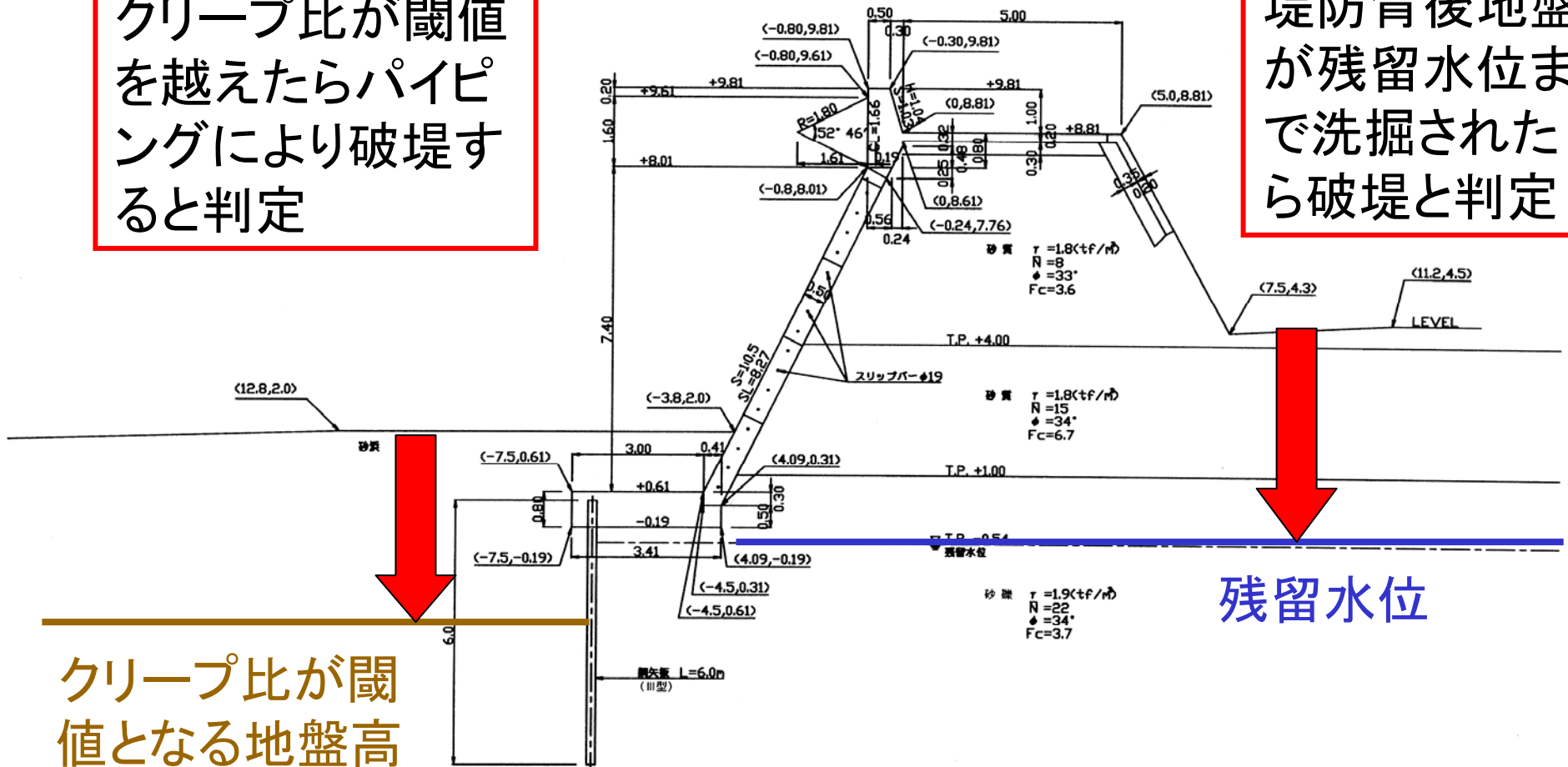
津波による堤防破堤の条件

←引き波

クリープ比が閾値
を越えたらパイピ
ングにより破堤す
ると判定

押し波→

堤防背後地盤
が残留水位ま
で洗掘された
ら破堤と判定



残留水位

クリープ比が閾値となる地盤高

破堤を考慮した津波・地形変化の計算

破堤しない条件で海水流動・地形変化を計算

越流量の時系列

堤防近傍の地形変化

実験式

洗掘深の時系列

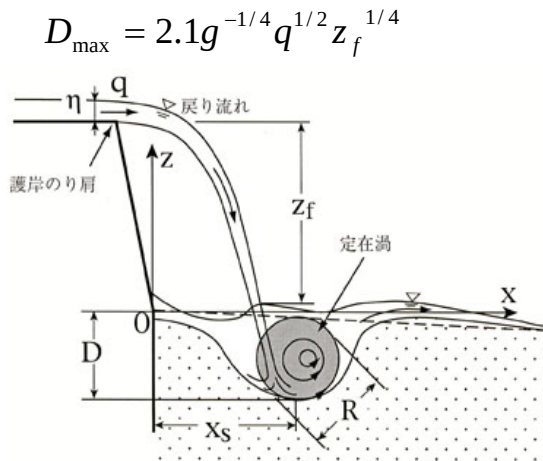
足し合わせ

総洗掘深の時系列

破堤条件

破堤時刻

破堤を考慮して海水流動・地形変化を再計算

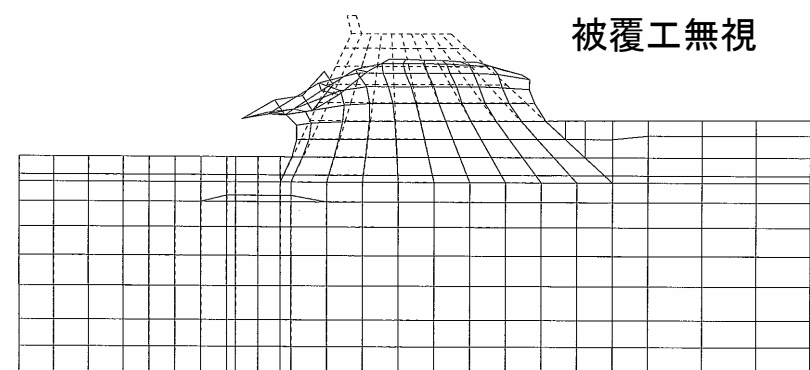
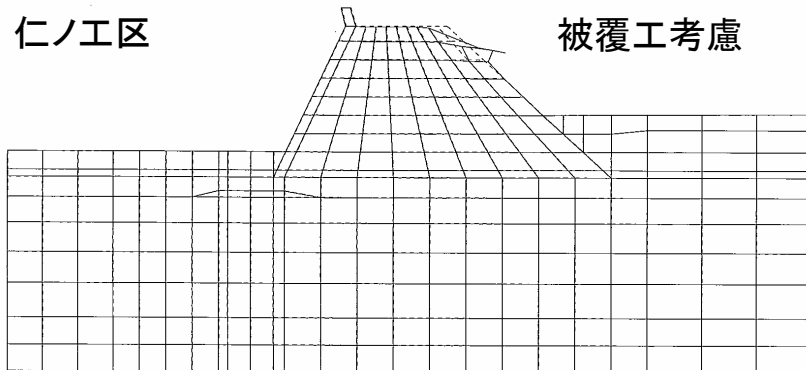


(野口ら, 1997)

地震動による堤防沈下

東南海・南海地震が同時発生した場合の地震外力(M8.6)をレベル2の地震動と位置づけ、動的FEM解析を実施

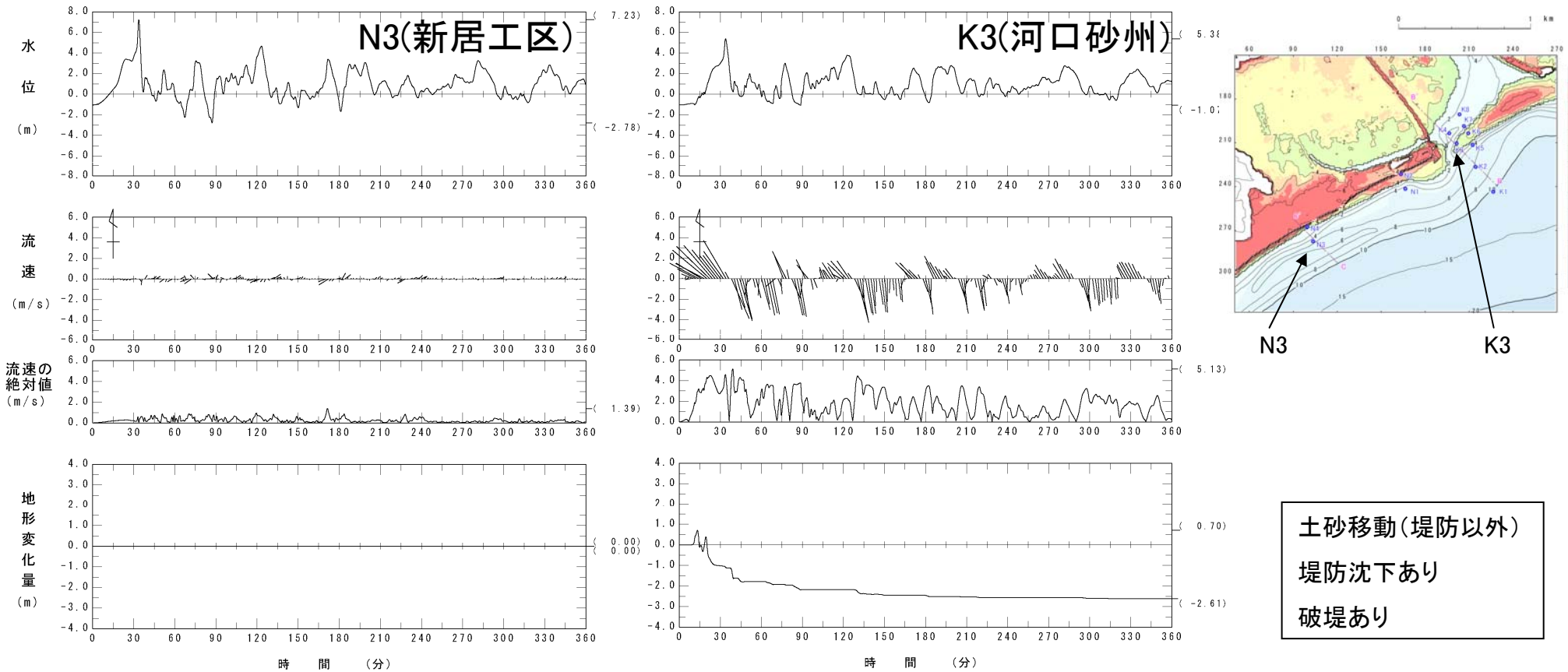
	仁ノ工区		新居工区
被覆コンクリート	考慮の場合	無視の場合	考慮の場合
現況堤防高	T. P. +9.81m		T. P. +10.13m
地震による堤体沈下量	-0.13m	-3.44m	-0.09m
地震による地殻変動量	-1.98m		-2.02m
地震後の推定天端高	T. P. +7.70m	T. P. +4.39m	T. P. +8.02m



(高知河川国道事務所「平成15年度高知海岸堤防耐震調査業務委託報告書」)

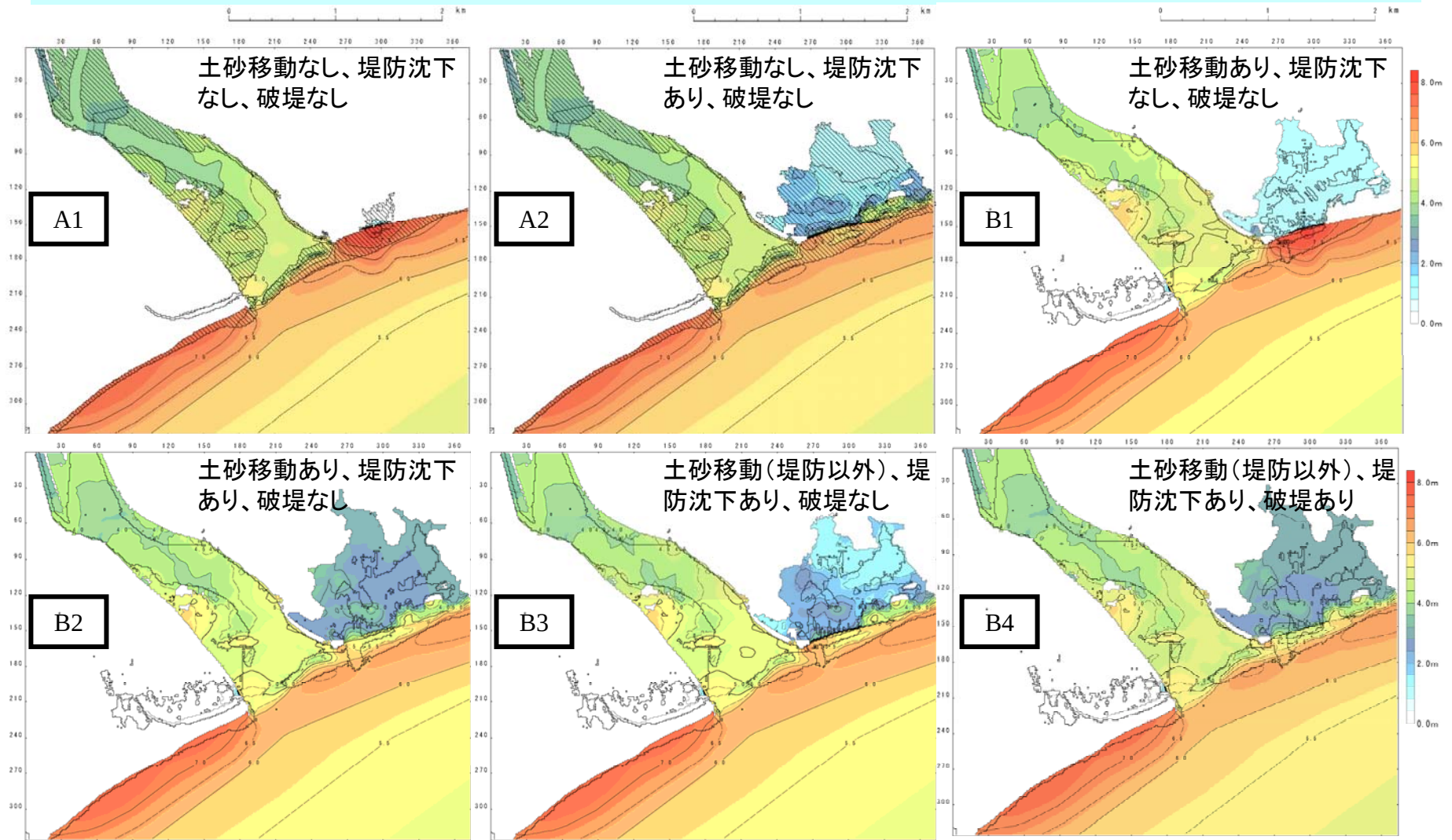
仁ノ工区では、地震動で被覆コンクリートに変状が生じると、津波来襲前に著しく天端高が低下する恐れがある

水位・流速・地形の時系列変化

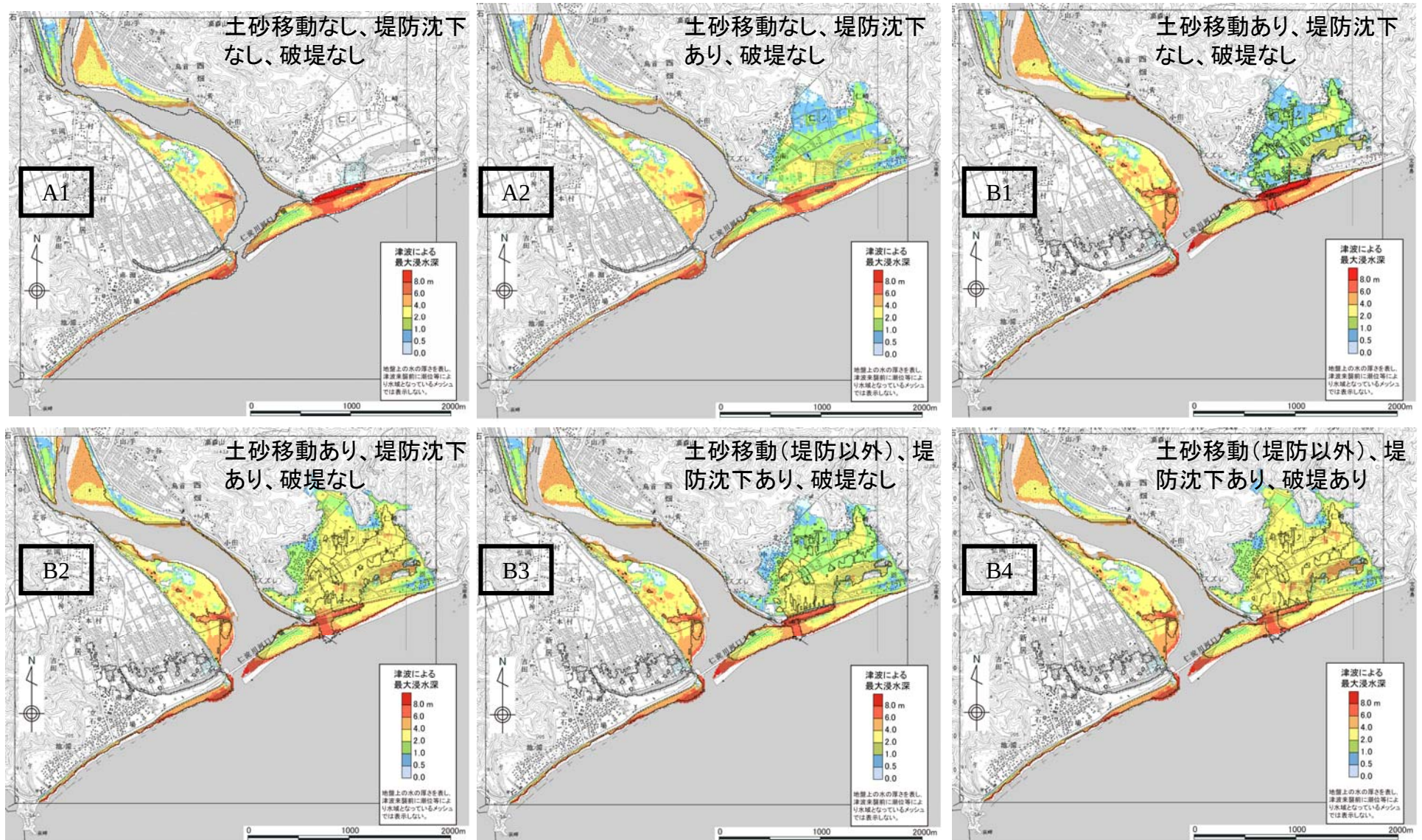


- ・津波の高さは、新居工区で8m程度、仁淀川河口で7m程度
- ・河口砂州や破堤箇所周辺では、流速が5m/sを上回り、地形変化が顕著

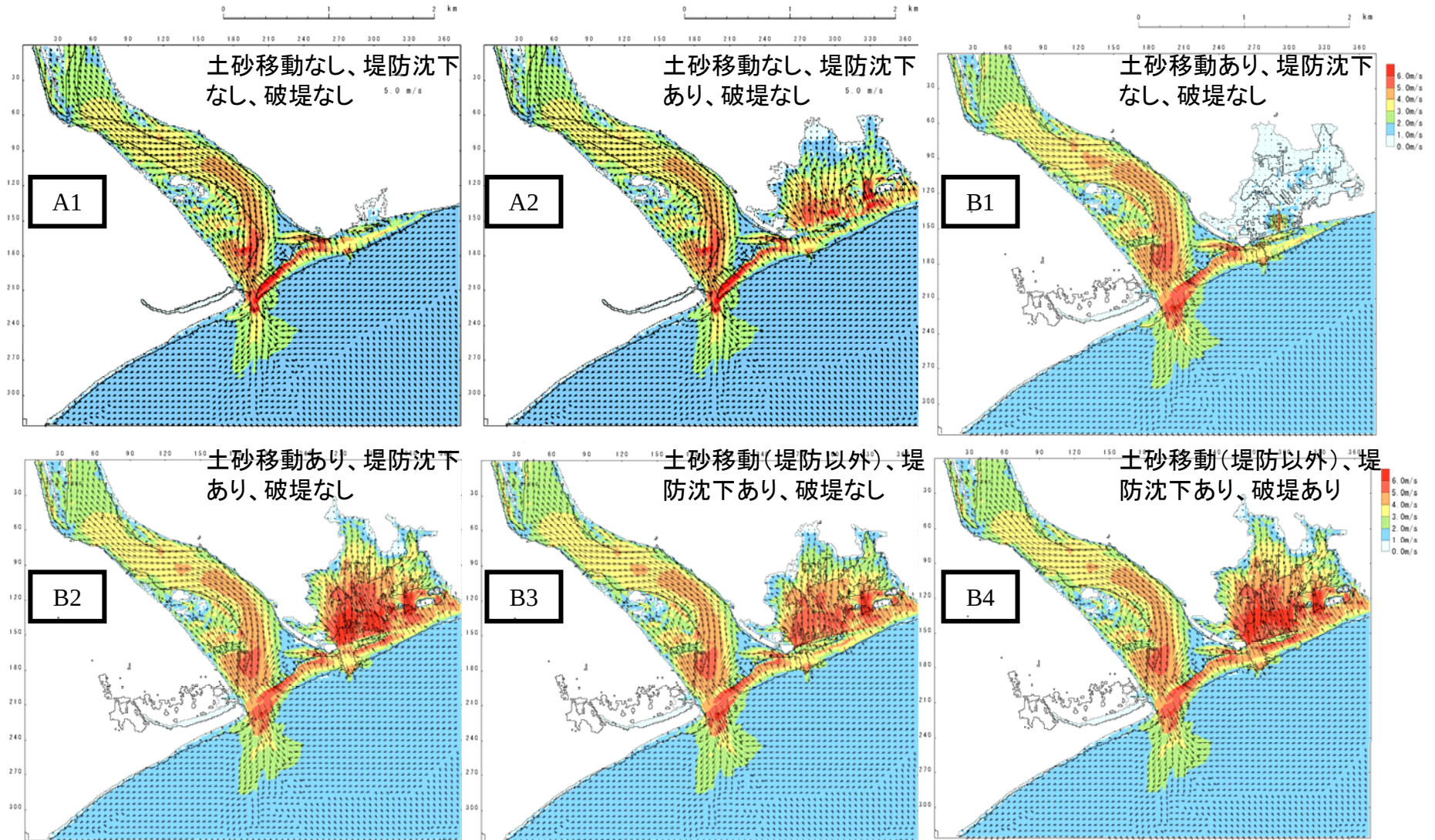
最高水位



最大浸水深(最高水位と最終地盤高との差)

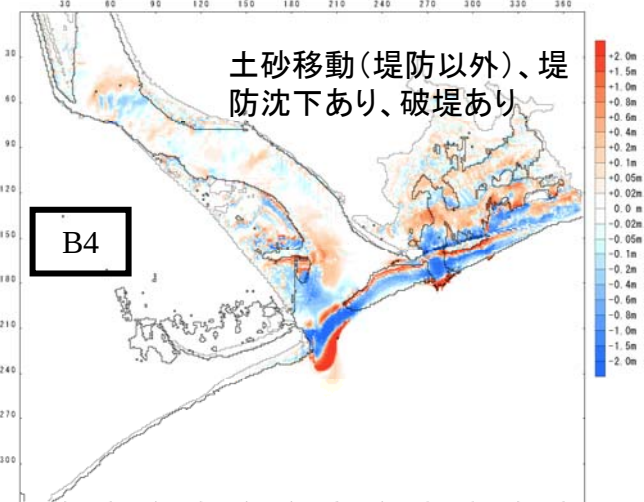
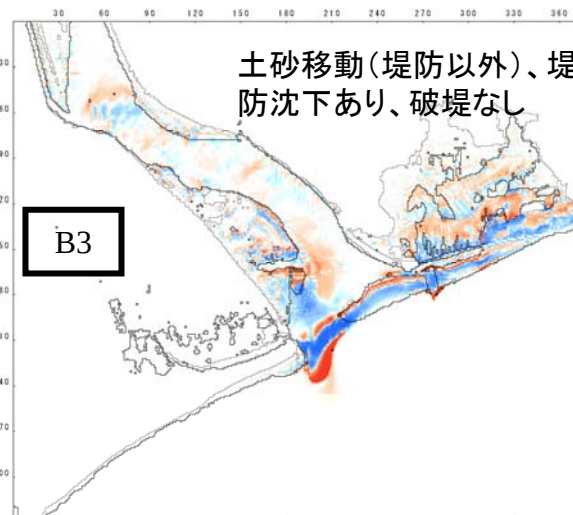
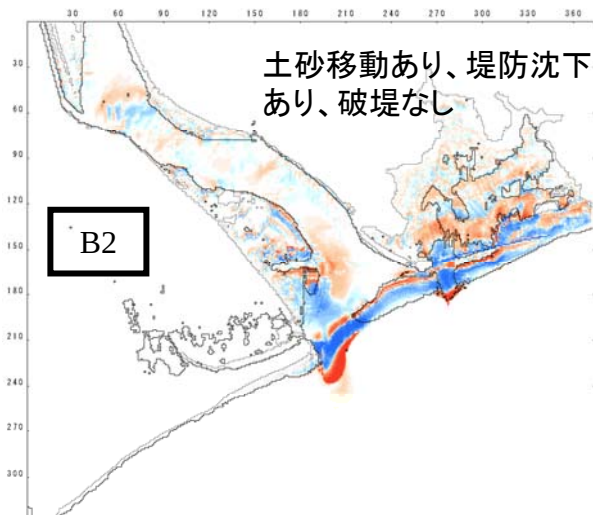
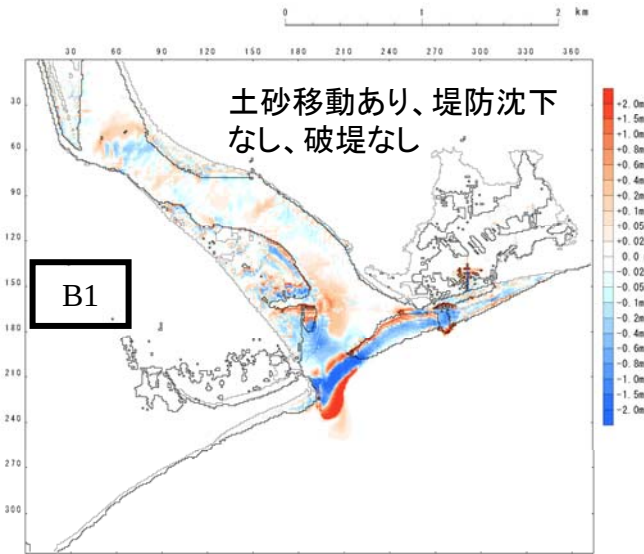


最大流速

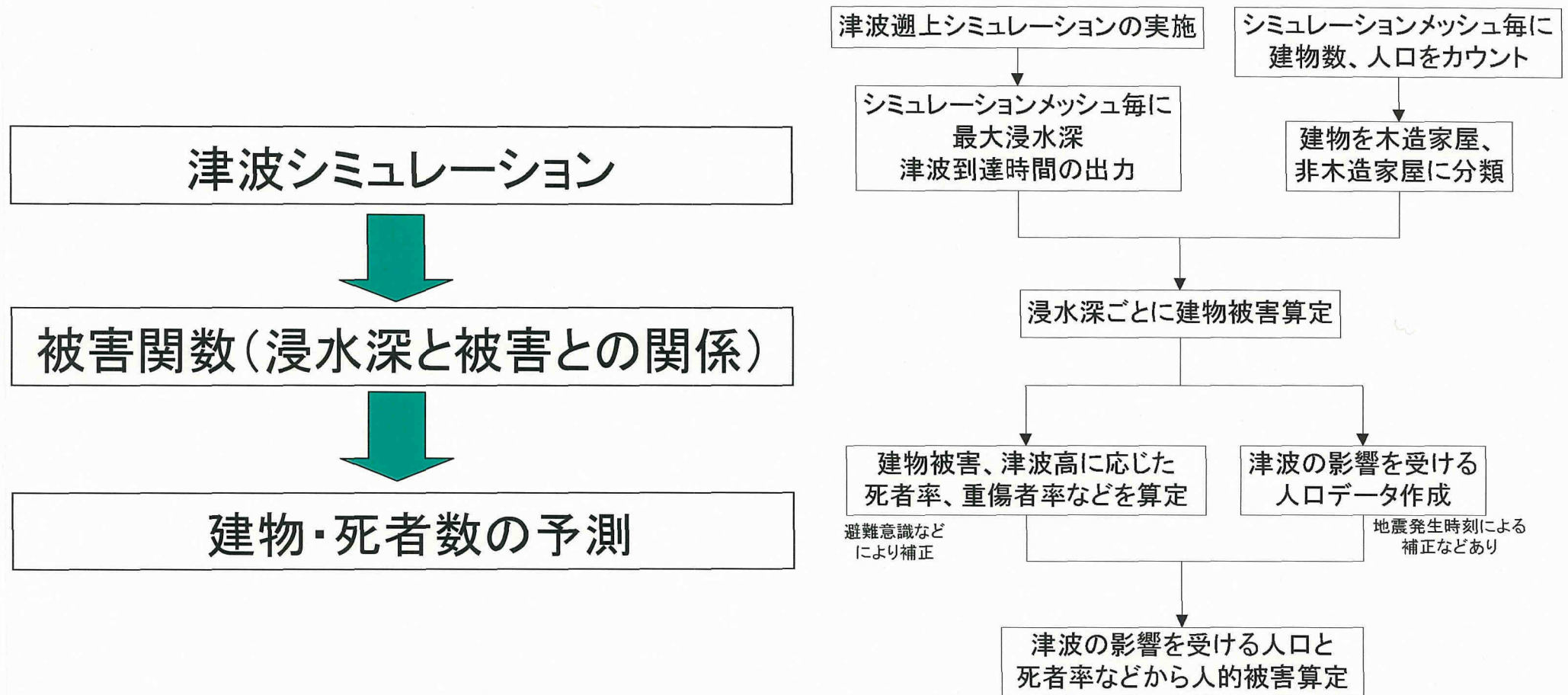


地形変化量

- ・堤防の近傍では侵食
- ・背後地では、地盤高が低いところに堆積している傾向
- ・押し波により河口砂州が陸側へ移動
- ・引き波により砂州の切れ目や堤防越流箇所での堆積



検討2: 津波による堤内地被害の予測



津波による建物被害の基準

・神奈川県の木造建物被害基準

浸水深	被害
4m以上	大破
2～4m	中破

・中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」の建物被害基準（首藤(1988)に基づく、岩手県等も採用）

大破：壁はもちろん、柱のかなりの部分が折れるか失われている

中破：柱は残っている。壁の一部は残っている

小破：窓などは破壊されても、壁は残っている

浸水：機械的損傷はない

被害区分	浸水深(H)	
	木造	非木造
床上（大破）	$2.0\text{m} \leq H$	—
床上（中破）	$1.0\text{m} \leq H < 2.0\text{m}$	—
床上（軽微）	$0.5\text{m} \leq H < 1.0\text{m}$	$2.0\text{m} \leq H$
床下浸水	$H < 0.5\text{m}$	$H < 0.5\text{m}$

・中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の建物被害基準

被害区分	浸水深(H)	
	通常地域	漂流物が多い地域
全壊	$2.0\text{m} \leq H$	$1.2\text{m} \leq H$
半壊	$1.0\text{m} \leq H < 2.0\text{m}$	$0.6\text{m} \leq H < 1.2\text{m}$

※漂流物が多い地点は国勢調査の結果から定められている人口集中地区

津波による人的被害の基準

・神奈川県・宮崎県の人的被害算定手法(宮野・呂(1992))

$$\text{死者数} = 0.072 \times (\text{大破建物数} + 1/2 \text{中破建物数})^{1.018}$$

← 東南海地震

$$\text{重傷者数} = 1.074 \times 10^{-4} \times (\text{大破建物数} + 1/2 \text{中破建物数})^{1.961}$$

← 日本海中部地震

$$\text{軽傷者数} = 4.510 \times 10^{-4} \times (\text{大破建物数} + 1/2 \text{中破建物数})^{1.961}$$

・静岡県、岩手県、愛媛県の人的被害算定手法

← 北海道南西沖地震

$$\text{死者数} = 0.0424 \times \exp\{0.1763 \times (\text{建物被害率})\} \times \text{人口}$$

$$\text{重傷者数} = 0.0340 \times \text{建物被害率} \times \text{人口}, \text{中等傷者数} = 0.0822 \times \text{建物被害率} \times \text{人口}$$

$$\text{建物被害率} = (\text{全壊戸数} + 0.5 \times \text{半壊戸数}) / \text{建物総数}$$

・高知県、中央防災会議の人的被害算定手法

← 北海道南西沖地震

$$\text{死者率} = 0.0282 \times \exp(0.2328 \times \text{津波高さ})$$

＜避難しようとする人＞

$$\text{死者数} = \text{津波影響人口} \times \text{避難未完了率} \times \text{浸水深別死者率}$$

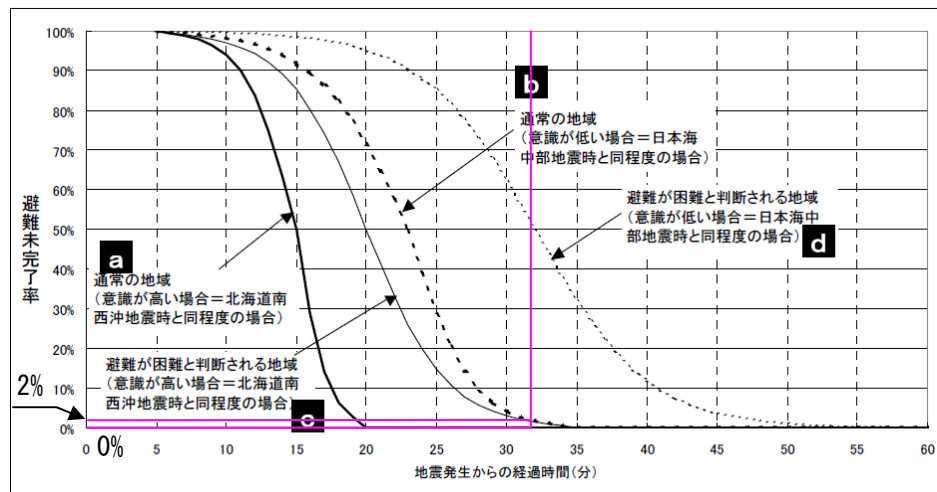
＜避難しない人＞

$$\text{死者数} = \text{津波影響人口} \times \text{浸水深別死者率}$$

意識の高さ		普通地震		津波地震	
		低い	高い	低い	高い
避難しようとする人	地震直後に避難しようとする人	20%	70%	5%	15%
	津波警報を入手したときに避難しようとする人	48%	28%	44%	80%
避難しない人	津波警報を入手できない人	12%	0%	11%	0%
	まったく避難しない人	20%	2%	40%	5%

津波到達時間による津波影響人口の補正(中央防災会議)

普通地震



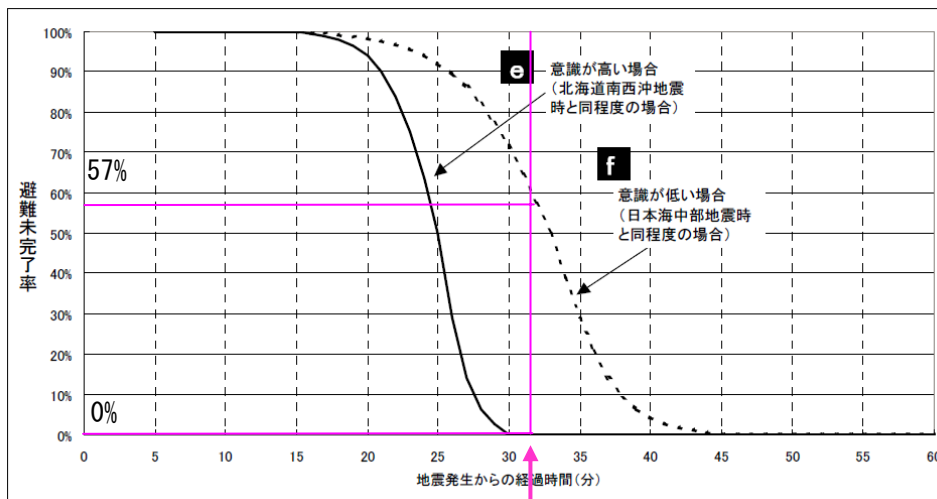
地震発生から32分後

避難未完了率は避難意識によらずほぼ0



「避難しようとする人」はほぼ全員助かる

津波地震



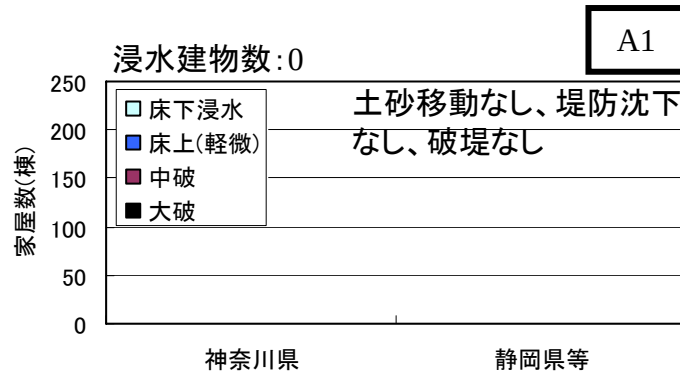
破堤開始時刻

避難意識が低いと避難未完了率は57%

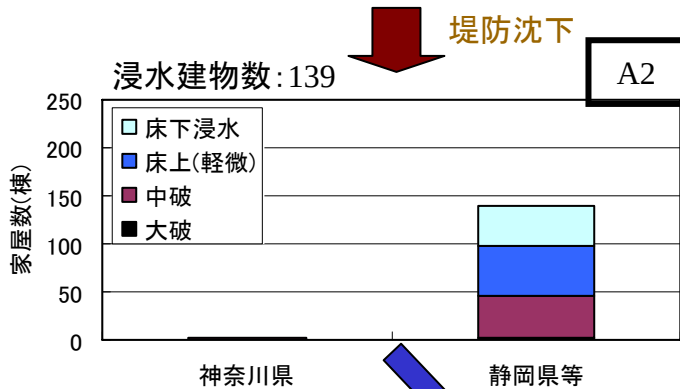
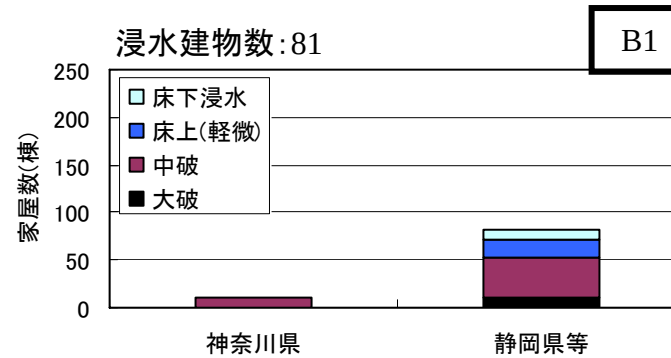


「避難しようとする人」の57%は「避難しない人」と同じ扱いとなる

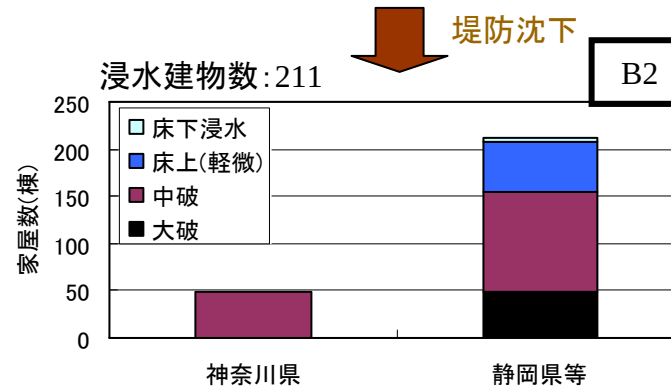
津波による建物被害の予測結果



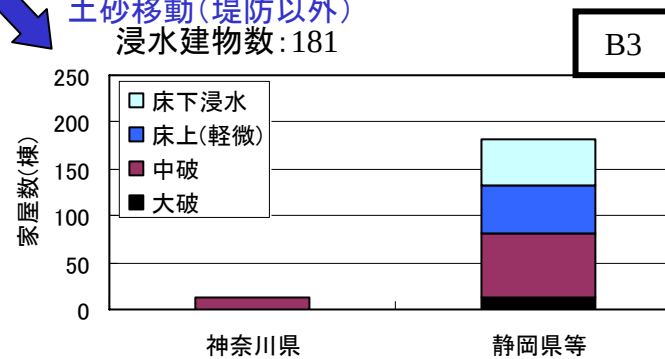
土砂移動



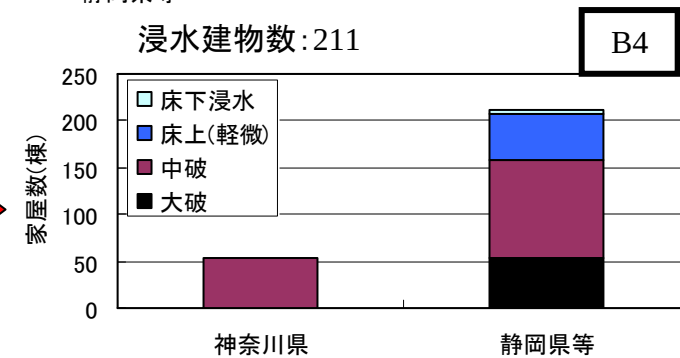
土砂移動



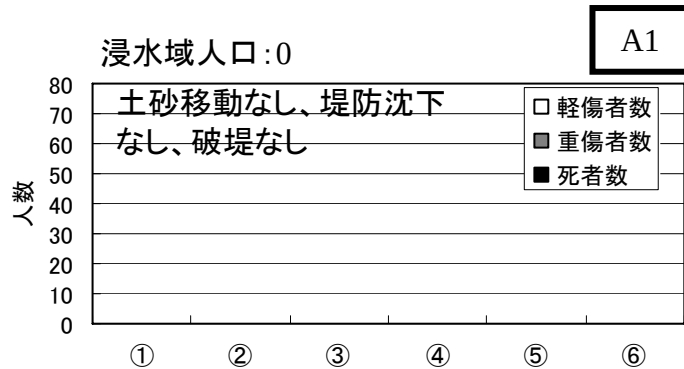
土砂移動(堤防以外)
浸水建物数: 181



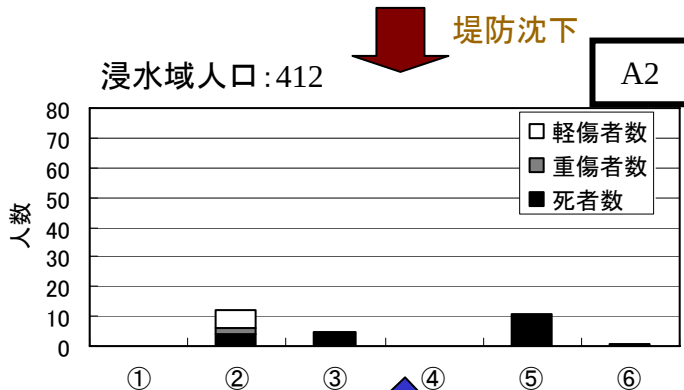
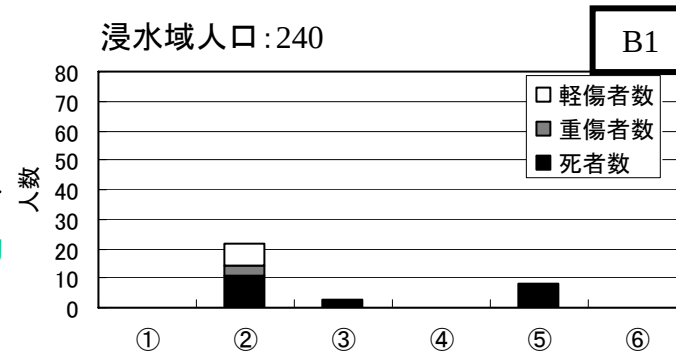
破堤



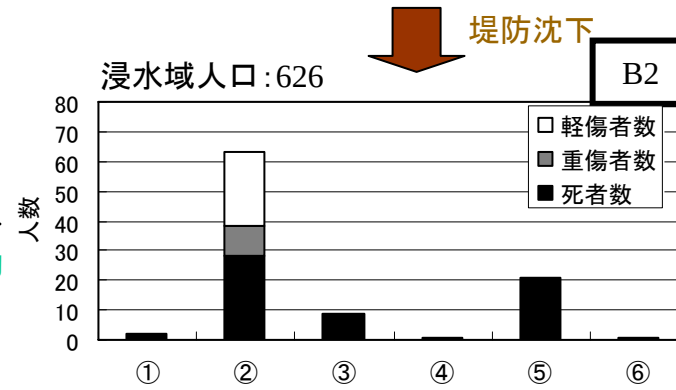
津波による人的被害の予測結果



土砂移動

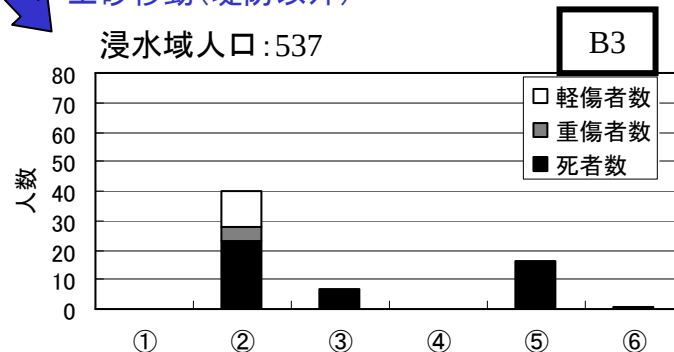


土砂移動

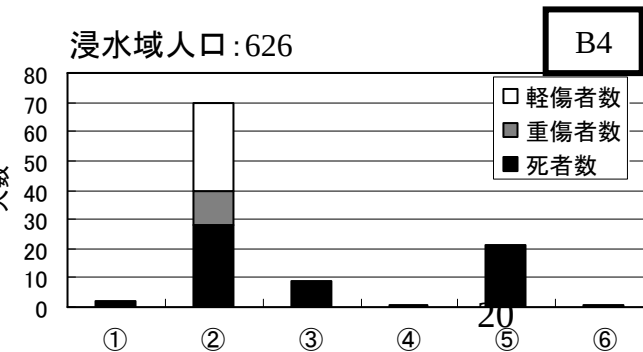


土砂移動(堤防以外)

- ①神奈川県他
- ②静岡県他
- ③中防(普通地震、避難意識低)
- ④中防(普通地震、避難意識高)
- ⑤中防(津波地震、避難意識低)
- ⑥中防(津波地震、避難意識高)



破堤



今後の検討事項

- ・地形変化予測手法の検証
模型実験等との対比
- ・破堤条件の再検討
波力を含めた破堤条件の総合的評価
- ・海岸における津波対策の被害軽減効果の検討
堤防の嵩上げ・耐震化・破堤防止策、避難意識向上等の効果
- ・津波対策計画立案マニュアルの検討
海岸、河川、道路、港湾の被災危険度評価手法に基づく総合的な津波対策の立案手法を整理(国総研4研究室)