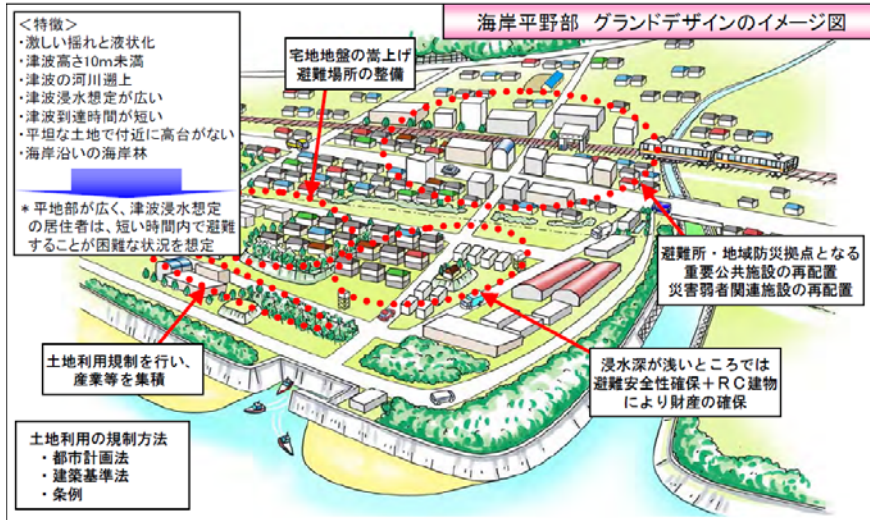


「建物の耐津波性の評価に関する研究」

名古屋大学大学院 工学研究科
教授 水谷法美

沿岸域のまちのイメージ(中部地方整備局)



中部地方整備局

堅牢な建物の背後の事例



鉄筋コンクリート構造化 高い家屋→屋上が避難場所
鉄筋コンクリート住宅群 →第二線の防御(設計の基準の明確化)

津波避難ビル

海岸平野における津波襲来時の緊急避難先



<http://www.asahi.com/special/10005/TKY201105090654.html>



津波避難ビル

役割

緊急時の住民の安全の確保

利点

既存のビルを利用可能
(別途耐震性の評価要)

研究の背景

--- 津波に対するRC構造の建物への期待 ---

- ・津波避難ビル
- ・群としての第2の防波堤効果(背後への津波作用の軽減)

課題

津波に強いRC構造物が
被災・転倒した例も多数報告

- ・津波による水平力
- ・浮力



津波外力の解明



http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1801T_Y2A110C1000000/

建物への津波作用に関する研究

Kerri Bridges et.al. (Oregon State University, submitted)

- ◆陸側構造物を保護する効果的な沿岸施設の配置を明らかにした
- ◆陸側構造物に作用する波力の評価方法等の低減機構が明らかとなっていない

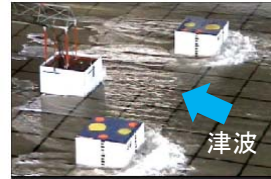


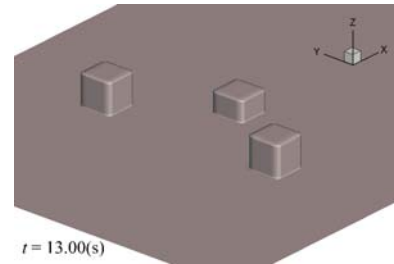
写真-1 実験の概略図



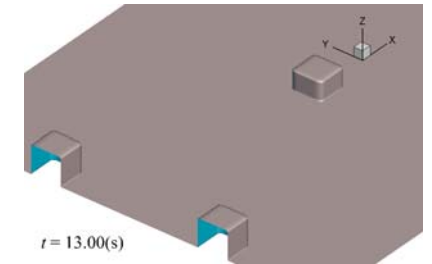
- ◆陸側構造物に作用する波圧特性の検討
- ◆陸側構造物に作用する波力の評価方法を検討
- ◆RC構造の耐津波性の検討

建物群への津波作用の計算例

Setup4 $d/a=1$



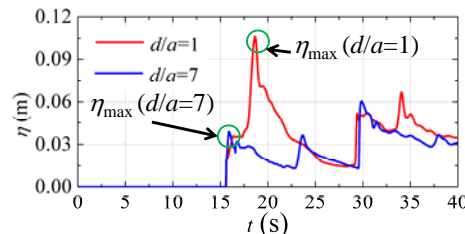
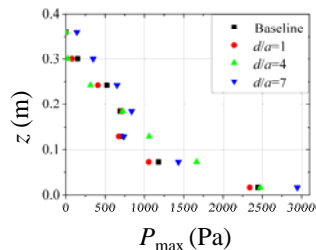
Setup4 $d/a=7$



沿岸構造物の配置によって津波の浸水過程が異なる

建物への作用波圧

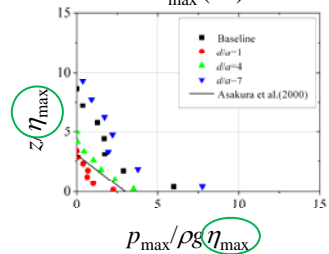
条件 Setup4



陸側構造物が無い状態における浸水深(WG7)

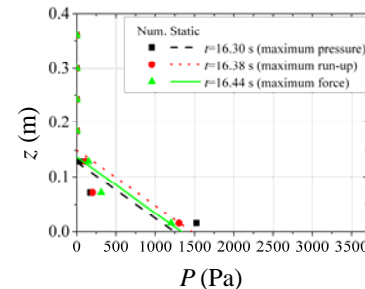
- ✓朝倉式と同様に静水圧分布に近い分布
- ✓朝倉式では過小評価となる場合がある

η_{max} が沿岸構造物の配置によって大きく異なる

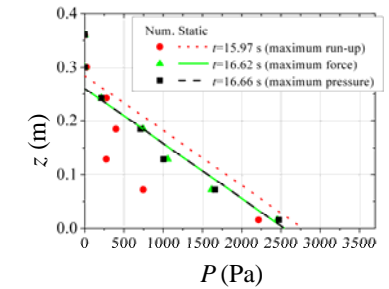


建物への作用波圧の特性

条件 Setup2, Setup4



(a) Setup2
陸側構造物の沖側面の中央断面に作用する波圧の鉛直分布($d/a=4$)

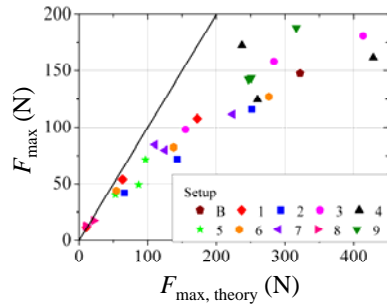


- ✓ p_{max} 発生時静水圧分布を上回る
- ✓水位上昇→ η_{max} 発生
- ✓水位低下→底面付近での波圧増大→ F_{max} 発生

- ✓前面で波が打ち上がる→ η_{max} 発生
- ✓水位低下→全体的に波圧増加→ F_{max} 発生
- ✓水位低下→ p_{max} 発生

$\eta_{max}, p_{max}, F_{max}$ 発生時刻の順序が異なり、非線形な波圧分布が発生

建物への作用津波力(既存式との比較)



最大津波力の理論式

$$F_{max,theory} = \frac{1}{2} \rho g \eta_{max}^2$$

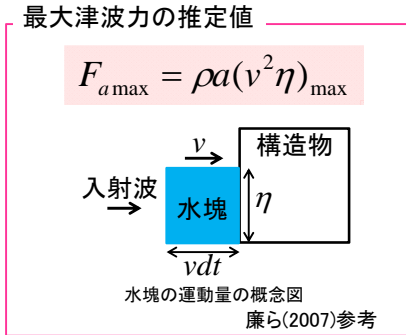
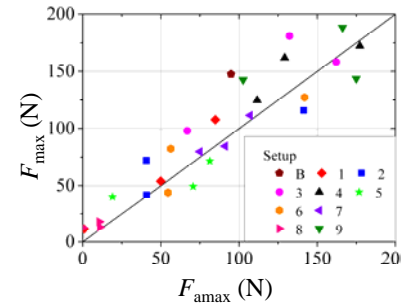
α : 構造物幅(0.6m), η_{max} : 最大打上高, ρ : 水の密度, g : 重力加速度

$F_{theory,max} = 1.5 F_{max}$ → 過大評価

最大津波力の理論値と計測値の比較

- ✓ η_{max} と F_{max} が同時に発生しない
- ✓ 陸側構造物に作用する圧力分布が非線形

作用津波力のモデル化

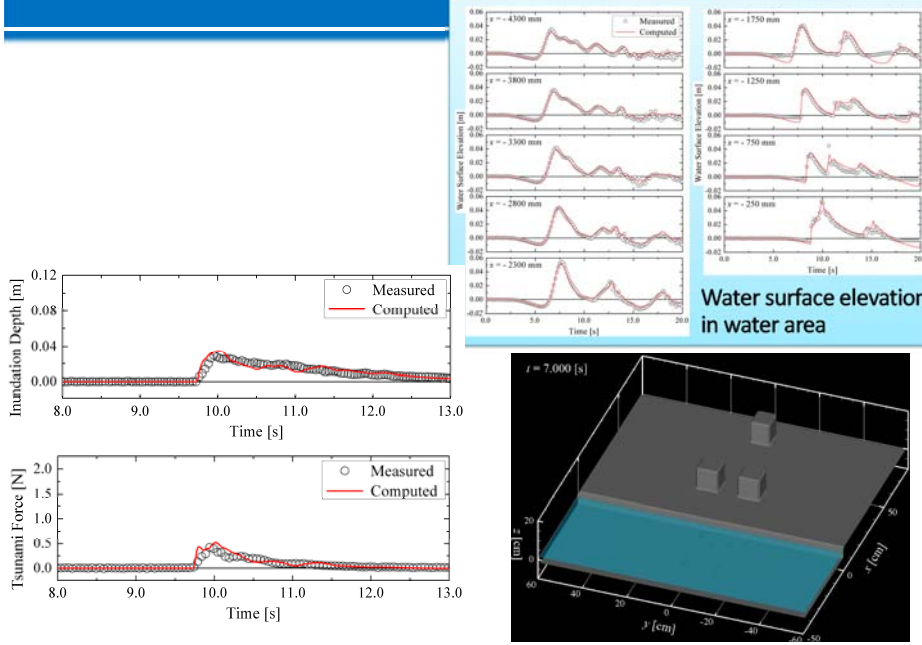


陸側構造物が無い状態における最大津波力の推定値と最大津波力の関係

算定式は計算値をほぼ再現

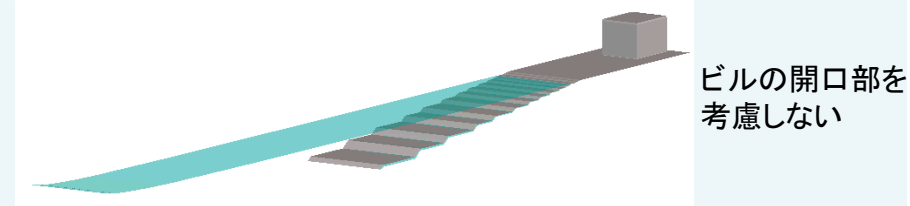
陸側構造物に作用する最大津波力を陸側構造物がない状態から推定可能(数値シミュレーション)

数値シミュレーションによる評価



建物の開口部の効果の検討

既往の研究

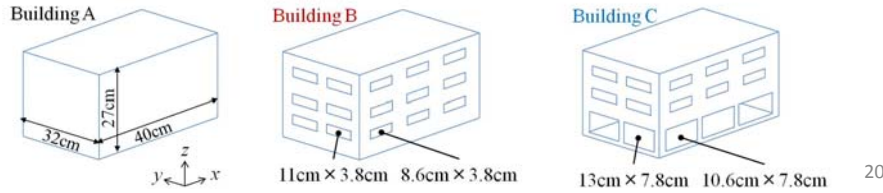
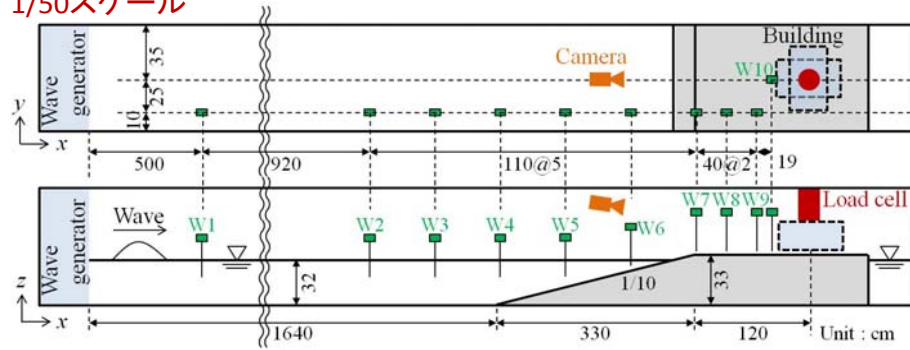


窓を有するビルとピロティ形式のビルへの津波力
上記ビル1階に内壁を設置した場合の津波力の変化

- 開口部による作用津波力の低減効果
- ビルの内部形状と作用津波力の関係
- 津波に有効なビルの内部構造の検討

水理模型実験

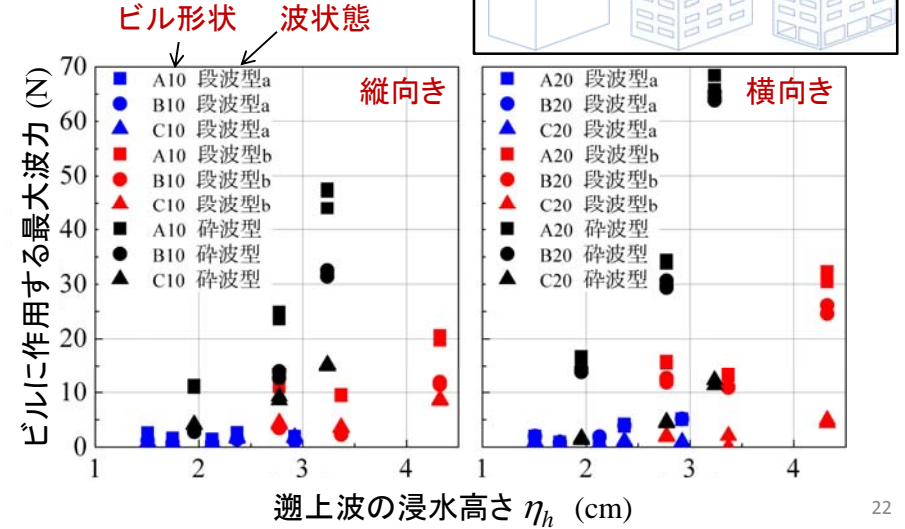
1/50スケール



20

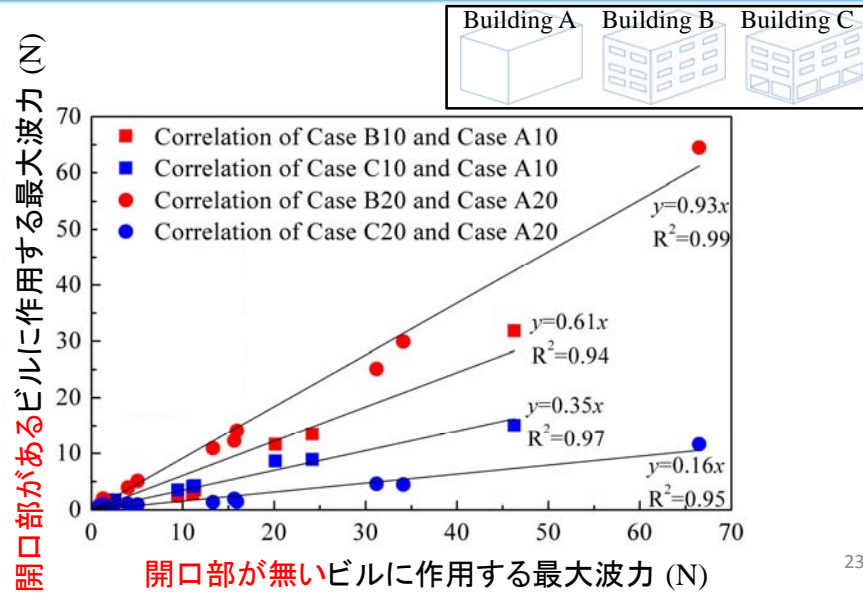
最大水平波力

各条件での最大水平波力



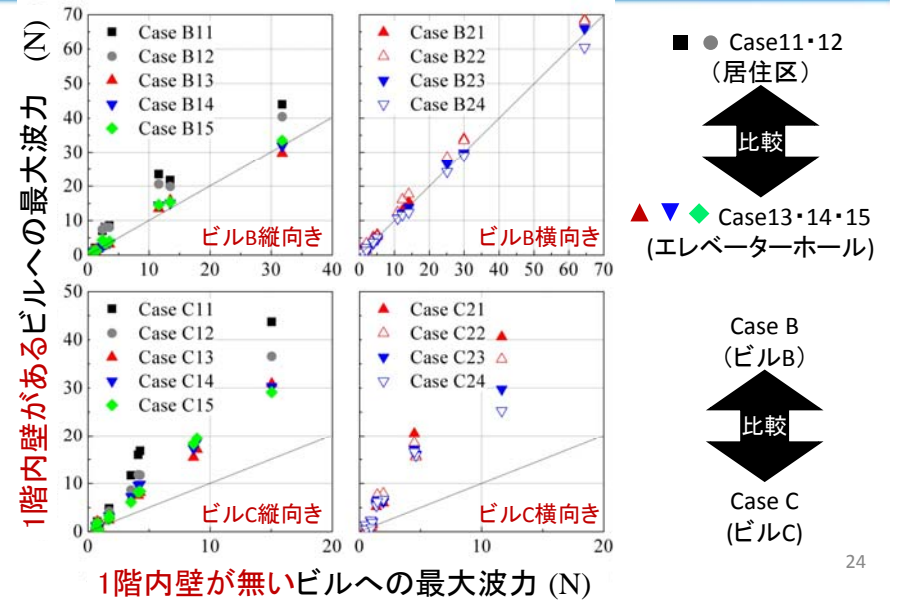
22

開口部による波力の低減効果



23

1階の内壁が波力に及ぼす影響

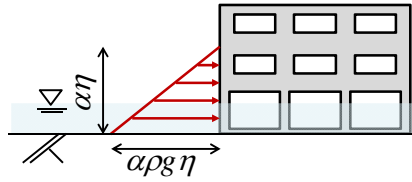


24

波力の算定

水深係数 α の算定方法

1. 作用波圧は浸水深の α 倍の水面を基準とした静水圧分布となる
2. 波圧を作用面積(投影面)で積分し波力を求める
3. 算定値と測定値から α を逆算する

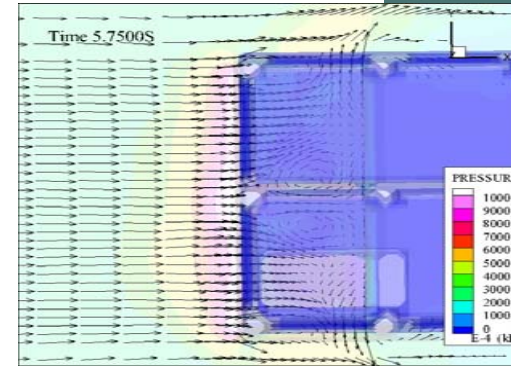
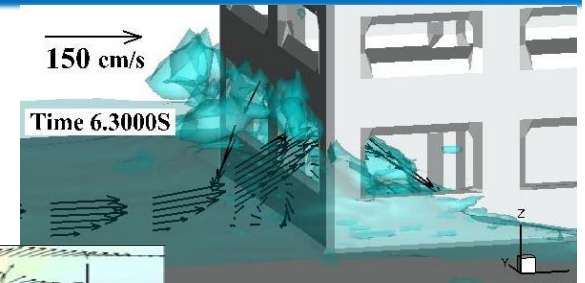


結果	ビルA			ビルB								ビルC								α Color Scale						
	A10	A20	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B20	B21	B22	B23	B24	C10	C11	C12	C13	C14	C15		C20	C21	C22	C23	C24	
段波型a	W1	1.36	1.24	1.07	1.10	1.41	0.98	1.02	0.96	1.44	1.84	1.55	1.33	1.56	1.26	1.71	1.69	1.97	1.52	1.77	0.83	1.00	0.95	1.33	1.33	0.00
	W2	1.18	1.74	0.93	1.24	1.14	0.91	0.90	0.87	1.78	1.90	1.81	1.67	1.77	1.62	1.89	1.78	1.85	1.74	1.83	0.89	1.13	1.09	1.22	1.29	0.50
	W3	1.78	1.21	1.29	1.39	1.37	1.37	1.27	1.30	1.18	1.76	1.52	1.05	1.15	1.37	1.56	1.73	1.51	1.78	1.36	1.07	0.94	0.98	1.10	0.95	1.00
段波型b	W4	1.71	1.90	1.25	1.34	1.30	1.35	1.23	1.21	1.90	2.18	2.10	1.77	1.84	1.98	2.13	2.01	1.91	2.25	1.97	1.20	1.24	1.32	1.47	1.41	1.50
	W5	2.65	1.69	1.85	1.42	2.03	1.97	1.77	1.80	2.10	1.79	2.74	1.42	1.73	1.94	2.08	1.81	2.10	1.86	1.02	1.78	1.47	1.61	1.71	1.43	2.00
	W6	2.30	2.44	1.15	1.98	2.03	1.20	1.18	1.60	2.43	2.42	2.43	2.40	2.39	2.28	2.56	2.20	2.34	2.43	2.22	1.01	1.69	1.96	1.83	1.72	2.50
碎波型	W7	3.06	3.22	1.72	2.65	2.59	1.62	1.73	1.85	3.16	3.01	3.38	3.15	3.05	3.11	3.61	3.11	3.14	3.47	3.19	1.56	2.20	2.55	2.25	2.34	3.00
	W8	2.62	2.92	2.24	2.83	2.65	1.65	1.87	2.52	2.94	2.87	2.89	3.02	2.89	2.80	3.23	3.09	2.76	2.92	2.99	1.79	2.33	2.32	2.36	2.34	3.50
	W9	4.30	4.61	2.16	3.68	3.68	2.35	2.30	2.41	4.84	4.69	5.03	4.78	4.50	4.32	5.15	4.44	4.27	4.87	4.48	1.82	3.16	3.56	3.29	3.20	4.00
W10	4.47	4.76	3.77	4.24	4.06	3.00	3.05	4.04	5.01	4.92	4.89	5.00	4.93	4.42	5.06	5.08	4.52	4.73	4.81	2.74	4.14	3.93	3.79	3.74	4.50	
W11	5.30	5.69	5.04	5.29	5.05	4.03	4.51	5.19	6.43	6.18	6.16	6.51	6.23	4.70	5.28	4.77	5.22	5.16	5.08	3.81	5.00	4.69	4.25	3.92	5.00	
																									5.50	
																									6.00	

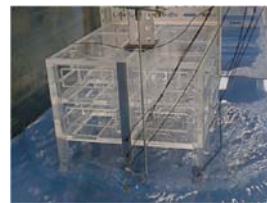
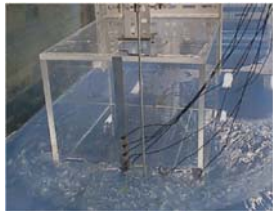
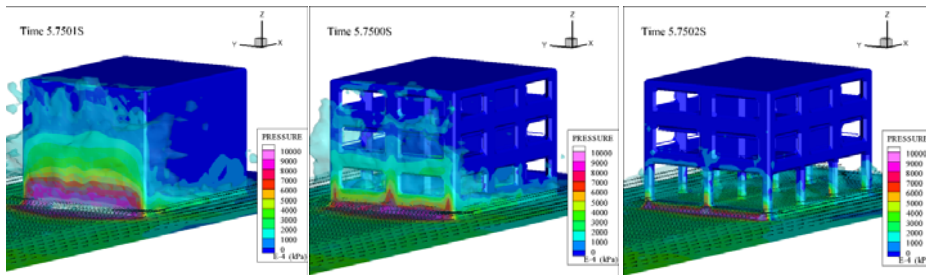
- 波状態に依存して α が決定する
 - 開口部や1階内壁の有無に関わらず α はおよそ一定となる
- 内部形状を有するビルに対しても波力が算定可能である

25

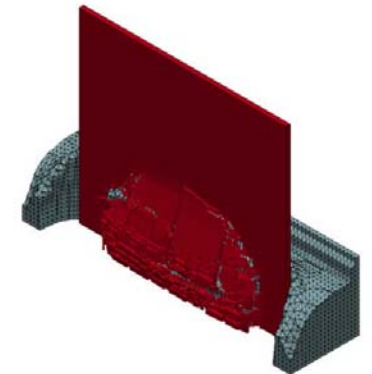
開口部からの流入



建物の形状と作用波圧



津波による建物の破壊シミュレーション



まとめ

- ・現状は様々な構造物について耐津波性の評価を検討中
- ・それぞれの効果を組み合わせた総合的な耐津波性の評価への拡張
- ・施策へ向けた検討