



公益社団法人 **土木學會**

## 地震工学委員会

水循環施設の合理的な災害軽減対策研究小委員会  
平成27年度活動報告及び平成28年度活動計画

小委員会委員長 宮島昌克金沢大学教授

# 小委員会の構成

---

1. 活動期間:平成27年4月 ~ 平成29年3月 (2年間予定)
  2. 設立趣旨:前小委員会の活動を通じて解決できなかった課題や新たな問題について研究を行う。
  3. 委員長:宮島昌克金沢大学教授
  4. 副委員長:有賀義明弘前大学教授
  5. 幹事長:小西康彦(日水コン)
  6. 副幹事長:鍬田泰子神戸大学教授、小野祐輔鳥取大学准教授
  7. WG主査
    - wg1:堀 宗朗(東大教授)「免震・免波構造の性能開発」
    - wg2:飛田 哲男(関西大准教授)「液状化地盤における管路の対策」
    - wg3:池本 良子(金沢大教授)「輪島市をフィールドとした対策」
    - wg4:坂井 籐一(FS技術事務所)「給水タンク・配水タンクの地震被害軽減対策」
    - wg5:原田 賢治(静岡大教授)「直接被害+間接被害のリスク評価」
- 
- 

# 小委員会委員

番号	氏名	所属	役 割	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5
1	浅井光輝	九州大学大学院工学研究院建設デザイン部門		○				
2	石野好彦	静岡県伊豆の国市都市整備部	WG5幹事					○
3	鈴木一仁	静岡市上下水道局下水道部下水道計画課						○
4	有賀義明	弘前大学	副委員長	○				
5	有川太郎	港空研		○				
6	鈴木高二朗	港空研,海洋研究領域、耐波研究チームリーダー		○				
7	富田孝史	港空研、海洋情報・津波研究領域 領域長		○				
8	池本良子	金沢大学	WG3主査			○		
9	内山不二男	構造計画研究所		○				
10	小黒明	日水コン						○
11	小野祐輔	鳥取大学	幹事長代理		○			
12	鎌田泰子	神戸大学	幹事長代理		○			
13	小西康彦	日水コン	幹事長	○	○			
14	佐藤 清	大林組	WG2幹事		○			
15	瀬尾直樹	株式会社フジヤマ	WG5幹事					○
16	曹 増延	JPビジネスサービス		○				
17	砂坂善雄	鹿島建設			○			○
18	高橋 達	茅ヶ崎市下水道河川建設課			○			
19	竹内幹雄	日水コン	オブザーバー	○				
20	飛田哲男	京大・防災研	WG2主査		○			
21	西本安志	シバタ工業商品企画第2グループ	WG1幹事	○				
22	長谷川浩市	横須賀市上下水道局技術推進課						○
23	横田敏宏	国土技術政策総合研究所			○			
24	原田賢治	静岡大学防災総合センター	WG5主査					○
25	堀 宗朗	東大・地震研	WG1主査	○				
26	松本貴久	パシフィックコンサルタンツ(株)国土保全事業本部 上下水道部 マネージメント室						○
27	宮里直樹	群馬高等専門学校	WG3幹事			○		
28	宮島昌克	金沢大学	委員長			○	○	
29	宮本勝利	日水コン	WG2幹事		○			

# 小委員会委員

番号	氏名	所属	役 割	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5
30	森崎 啓	パシフィックコンサルタンツ(株)交通基盤本部構造部				○		
31	安田誠宏	京大・防災研				○		
32	山中明彦	パシフィックコンサルタンツ(株)大阪本社大阪国土保全事業部 水工室(上下水道担当)	WG3幹事			○		
33	西村学	パシフィックコンサルタンツ(株)大阪本社交通基盤事業部 耐 震・保全企画室					○	
34	牧野倫明	静岡県交通基盤部都市局生活排水課						○
35	坂下克之	大成建設 技術センター		○				
36	渡辺高志	構造計画研究所	WG1幹事	○				
37	鳴原良典	防衛大学校建設環境工学科						○
38	大峯秀一	日水コン	WG4幹事				○	
39	坂井藤一	(有)FS技術事務所	WG4主査				○	
40	井上凉介	茨城大学	WG4幹事				○	
41	平野廣和	中央大学総合政策学部					○	
42	鈴木森昌	愛知工業大学工学部都市環境学科					○	
43	箕輪親宏	元(独)防災科学技術研究所					○	
44	井田剛史	(株)十川ゴム研究開発部開発課課長					○	
45	石丸和良	(株)NYK					○	
46	川口周作	日鉄住金P&E(株)					○	
47	小澤利彦	森松工業(株)					○	
48	青木大祐	森松総合研究所					○	
49	河村春彦	(株)ベルテクノ					○	
50	清須美健治	積水アクアシステム(株)					○	
51	野村泰生	三菱樹脂インフラテック(株)					○	
52	中澤博志	防災科学技術研究所減災実験研究領域			○			
53	藪口 貴啓	JFEエンジニアリング(株)					○	
特別委員	佐藤紘志	防衛大学校名誉教授						
オブザーバ	嶋 直子	(株)NYK					○	
オブザーバ	石川友樹	(株)NYK					○	
オブザーバ	増井 龍也	森松総合研究所					○	
オブザーバ	猪狩 茂則	JFEエンジニアリング(株)					○	

# 第3回地震・津波に関するシンポジウム（11月27日）

## i n O S A K A

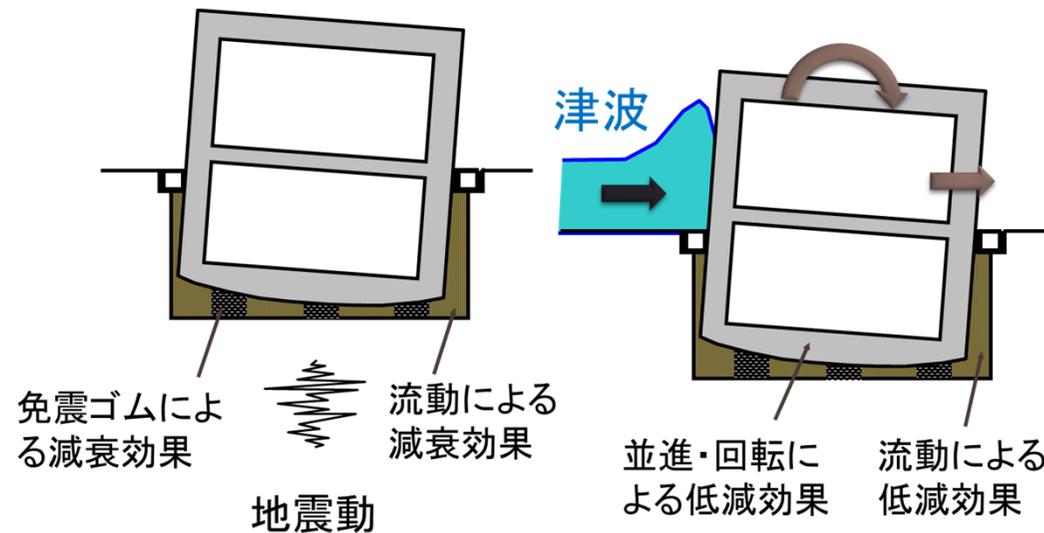
	プログラム名	時 間	講 師
1	開会挨拶	13:00~13:10	有賀義明（弘前大学教授・小委員会副委員長）
2	小委員会活動概要の報告	13:10~13:20	宮島昌克（小委員会委員長・金沢大学教授）
3	関西ライフライン研究会（後援）座長挨拶	13:20~13:30	澤田純男（地震工学委員会委員長・関西ライフライン研究会座長・京都大学教授）
4	関西ライフライン研究会の活動概要について	13:30~13:40	鯨田泰子（関西ライフライン幹事長・神戸大学准教授）
5	WG1の成果報告： 「流動性を有するアスファルト系免震材を用いた免震・免波構造の適用性に関する基礎的考察」	13:40~14:10	西本安志（シバタ工業株式会社・WG1幹事）
6	WG2の成果報告： 「液状化に起因する上下水道管路の被害特性などに関する調査」（その1 下水道）	14:10~14:25	小西康彦（株式会社 日水コン 小委員会幹事長）
7	WG2の成果報告： 「液状化に起因する上下水道管路の被害特性などに関する調査」（その2 上水道）	14:25~14:45	宮本勝利（株式会社 日水コン WG2幹事）
8	休憩	14:45~14:55	
9	WG3及びWG6の成果報告： 「戦略的な水循環ネットワーク確保のための基礎研究」	14:55~15:25	安田誠宏（京都大学助教・WG6幹事）
10	WG4の成果報告： 「釧路市街地域における河川津波遡上・氾濫の減災支援に関する提案」	15:25~15:55	阿部孝章（寒地土木研究所寒地水圏研究グループ・WG4幹事）・ 吉川泰弘（北見工業大学）
11	WG5の成果報告： 「下水道施設における地震・津波対策の効果的な対策規模の基礎的検討」	15:55~16:25	原田賢治（静岡大学准教授・WG5主査）
12	TFの成果報告： 「2011年東北地方太平洋沖地震における水槽の広域被害及び地震動特性との関連の分析」	16:25~16:55	井上涼介（茨城大学准教授・TF幹事）
13	閉会挨拶	16:55~17:00	宮島委員長

# WG1の活動

## ▶ 研究目的: 免震・免波構造の有用性について検討

- ①免震・免波構造のバリエーションの体系化
- ②津波波力の調査研究
- ③免震・免波効果の解析評価

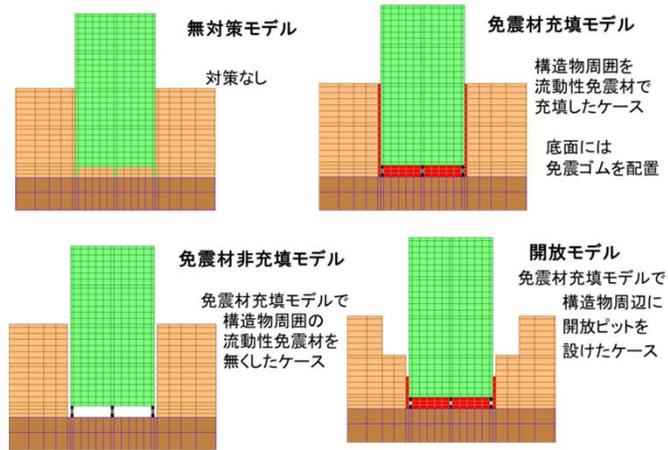
H27年度の活動成果: ③免震・免波効果の解析評価について検証



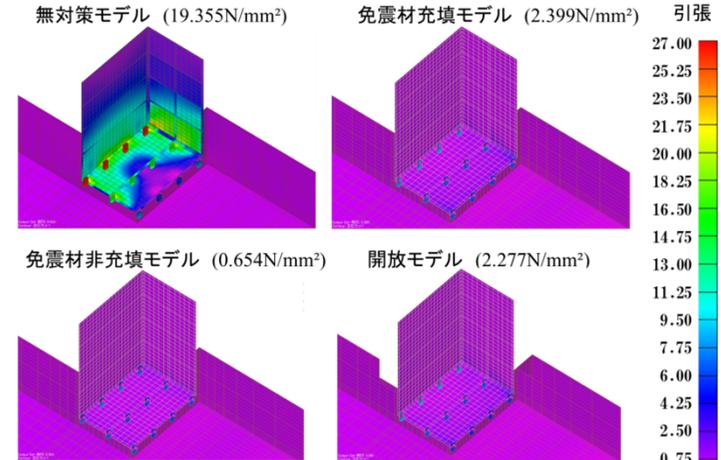
- ①免震効果: 免震ゴムと免震材による地震時応力の低減効果
- ②免波効果: 構造物の並進・回転による津波波力の低減効果
- ③免震材: 流動性を有するアスファルト系免震材

## 免震・免波構造の概念

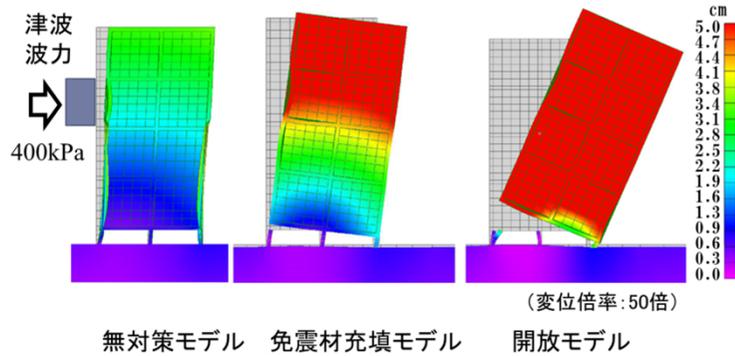
# WG1の活動 (H27年度)



免震・免波効果の比較検討用解析モデルの概要

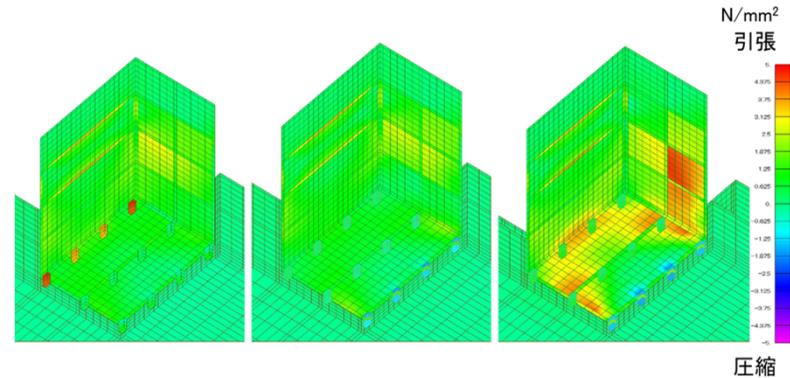


三次元動的解析による免震効果の検討例 (地震時の最大主応力分布)



免震材充填モデルと開放モデル: 構造物の回転・並進

三次元静的解析による免波効果の検討例 (地震時の変位挙動)



免震材充填モデルでの応力低減効果

三次元静的解析による免波効果の検討例 (地震時の最大主応力分布)

## WG1の今後の課題

---

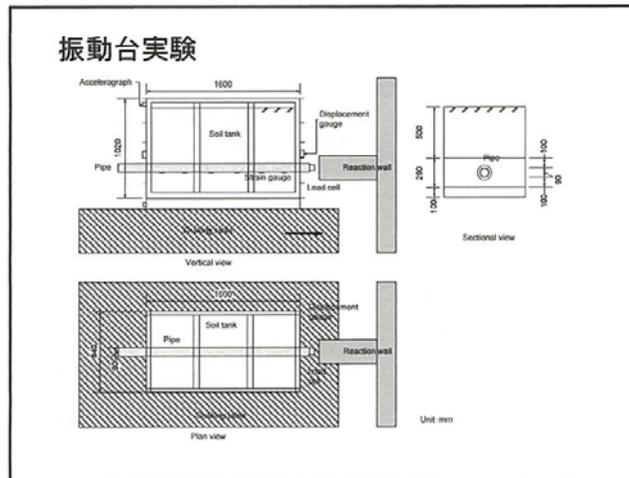
- ▶ 免震効果の解析法の検討
  - 免震ゴムのモデル化(異方性・物性値)
  - 流動性免震材のモデル化(物性値)
  - 構造物の回転、並進(接触面の剥離・滑動)
  
- ▶ 免波効果の解析法の検討
  - 津波波力の大きさ
  - 津波波力の分布形
  - 津波波力の作用方法(静的・動的)
  
- ▶ 構造物の形状の最適化
  - 底面形状(曲面・平面)

# WG2の活動

## ▶ 研究目的：建物と管路の接合部の液状化による被害軽減

- ① 現行設計基準のまとめ
- ② 既往の実験結果、記録の収集
- ③ 大林組にて実施した遠心载荷模型実験の詳細な分析
- ④ その他実大実験及び数値解析

## H27年度の活動成果：④ 振動台を用いた埋設管に働く摩擦力の速度依存性の検証

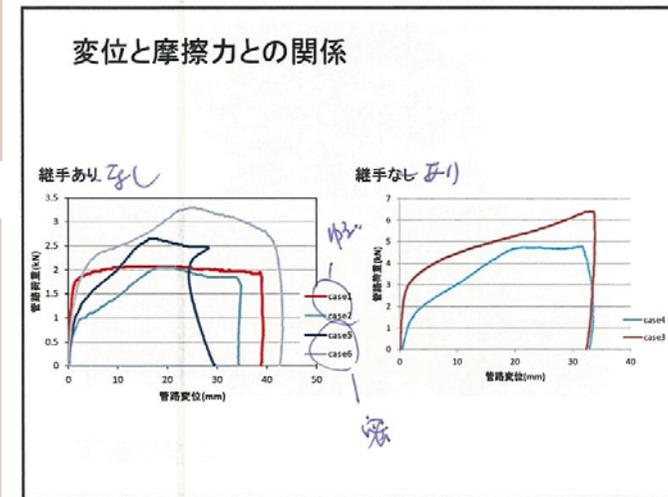


### 実験の目的

管と地盤間に働く摩擦力に速度依存性があることを実験にて明らかにする。

### 考察

- ・緩詰めの場合、管路の移動速度が速くなると摩擦力がかかなくなる。
- ・ある変位になると管路の移動速度によらず一定の摩擦力に収束する。



## WG2の今後の予定

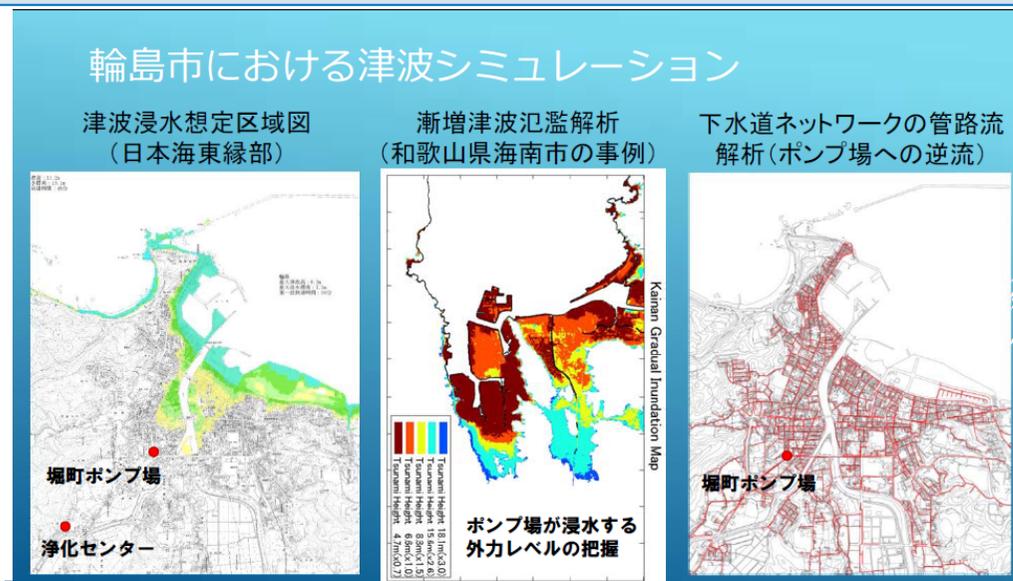
---

1. 現行設計基準のまとめ+総括アドバイス(担当:小西)
2. 既往の実験結果、記録の収集(担当:飛田主査、佐藤、砂坂)
3. 大林組にてH26に実施した遠心载荷模型実験についての更なる分析(担当:飛田主査)
4. 管軸方向の変形挙動の実大実験(担当:鍬田、宮本、飛田)
5. 数値解析(担当:小野、飛田)

# WG3の活動

- ▶ 研究目的: 上下水道施設の被災時における地域住民の効果的な災害軽減対策の提案(輪島市)
  - ①津波シミュレーションによる被害範囲の設定
  - ②上下水道施設の被害状況及び復旧時間の把握
  - ③ハード対策とソフト対策の検討
  - ④人命最優先の観点における地域住民の求める最適な対策
  - ⑤対策効果の検証

H27年度の活動成果: ①津波シミュレーションによる被害範囲の設定



# 災害時に適切な水利用が特に必要となる地域

特徴

漁業対策のため下水処理場が市街地よりも上流部に位置する

ポンプ場が被災した場合、市街地の下水を排除することが不可能

観光への影響

漁業への影響

住民の適切な水利用が必要

石川県輪島市輪島地区

輪島市の津波ハザードマップによる津波浸水想定区域

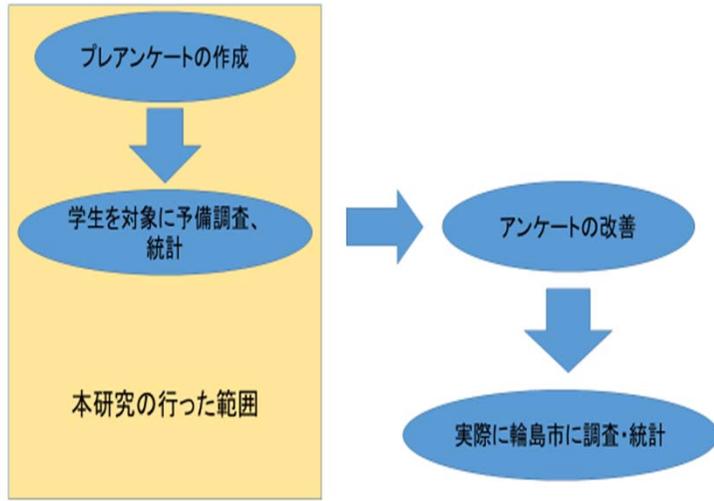
堀町ポンプ場

輪島浄化センター



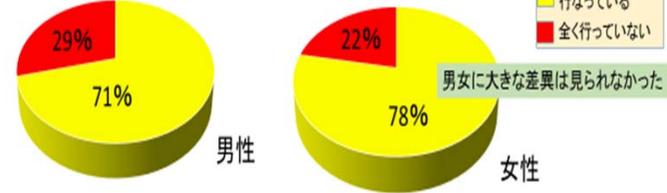
# 地震対策におけるアンケート結果

## アンケート調査の手順

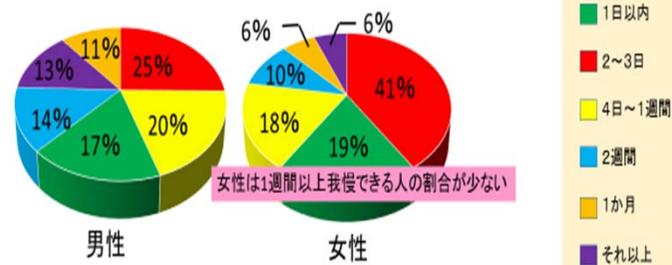


## 属性別の解析(男女別)

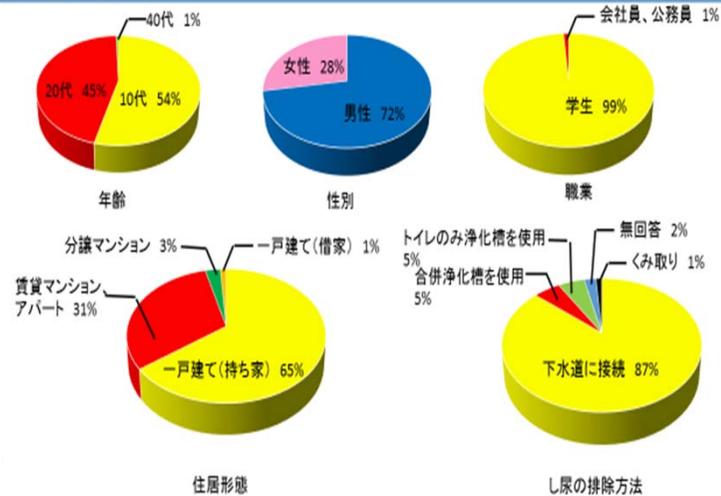
防災対策を行なっている人の割合



簡易トイレや仮設トイレの使用を我慢できる日数

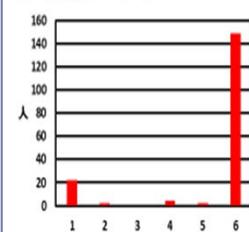


## 回答者属性



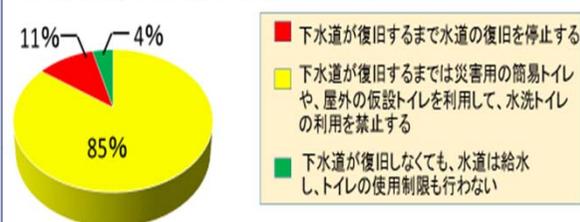
## 全体の解析

水の備蓄について



1. ペットボトル水を備蓄している
2. 水道水を飲料用に空きペットボトルなどに備蓄している
3. 水道水をトイレ洗濯、洗面用にポリタンクなどに備蓄している
4. 風呂桶に水をためている
5. その他
6. 備蓄していない。

災害時の水道の給水の考え方として最も適当なのはどれか？



## WG3の今後の予定

---

1. 上下水道施設の被害状況の把握  
⇒輪島市へのヒアリング調査の実施
2. 上下水道施設のハード・ソフト対策  
⇒輪島市へのヒアリング調査の実施・効果的な被害軽減対策の提案
3. 地域住民の求める最適な災害軽減対策  
⇒輪島市地域住民へのアンケート調査の実施
4. 対策効果の検証  
⇒輪島市として最適な地震被害軽減対策の提案

## WG4の活動

### 給水タンク・配水タンクの地震被害軽減対策

- ・ 前期(H25/6~H27/3)の活動において、東日本大震災における給水タンク被災に関する広域アンケート調査を実施、合計163基の顕著な被害例を分析し、バルジングによる側板等の破壊がスロッシングによる天端破壊より圧倒的に多いことが分った。バルジング及びスロッシング被害地点は、1249点の地震記録から得られる短周期・長周期応答スペクトル卓越地点とよく対応している。

バルジングによる側板破壊



スロッシングによる天端破壊



# H27年度の活動

## 1) 東日本震災以外の調査

例: 阪神淡路大震災

スロッシング破壊の比率大

←高レベル長周期帯域の存在

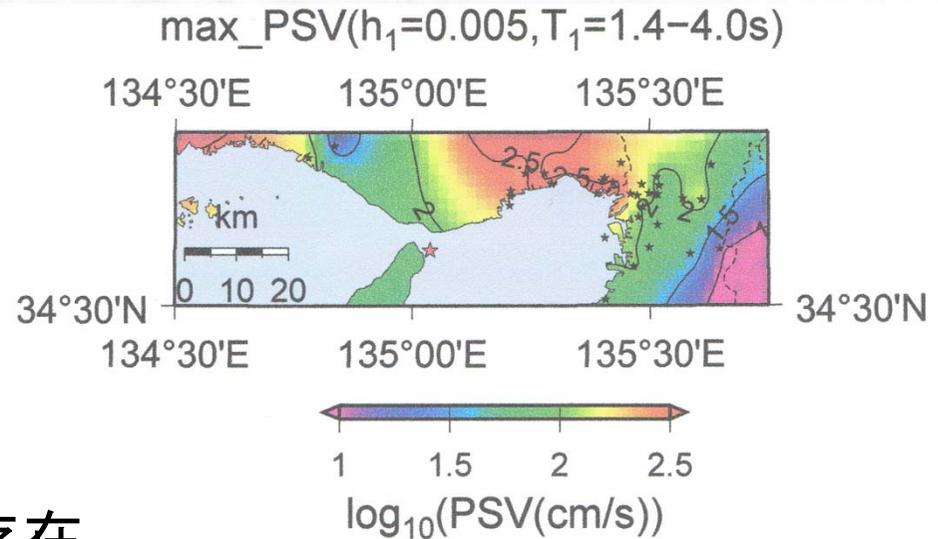
## 2) 給水タンクと同様に、配水タンクについても被害調査

現在までに14例を収集

## 3) バルジング破壊のメカニズムを実験・解析によって明らかにし、有効な被害軽減対策につなげる。

- 3m×3m×3mのFRP製実機タンクのバルジング実験
- 各種タンクにつて詳細なバルジング解析を実施するための専用ソフトを準備。

## 4) 各種タンクの耐震基準の地震外力や具体的な算定式の見直し検討



## H28年度の活動予定

- 1) 東日本震災以外の調査(能登地震・新潟中越地震)を継続し、地震動と被害の関係を検討
  - 2) 配水タンクについての被害調査を継続
  - 3) 各種タンクについてバルジング特性を詳細なFEM解析によって明らかにし、実験との対比を通じて、有効な補剛方法や接合方法等の被害軽減対策につなげる。
  - 4) 各種タンクの耐震基準について、今後想定される巨大地震を含めての地震外力や強度算定式等を見直し・検討する。
- ⇒ 給水タンク・配水タンクの耐震安全性・被害軽減対策について、具体的な提言を行う。



# WG5の活動

▷研究目的:下水道施設における時間軸を考慮した効果的な地震・津波対策の計画立案

- ①外力とする地震および津波に関する精度の向上
- ②直接被害の算定
- ③間接被害に関する定性的、定量的知見の収集
- ④対策案の検討

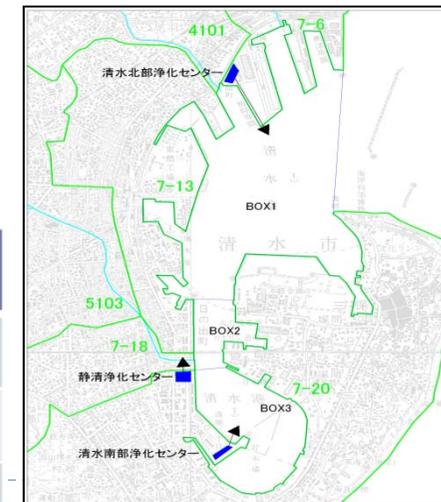
H27年度の活動成果:③間接被害に関する知見の収集、清水港内の水質予測

・汚水溢水⇒【被害額】大腸菌群数3,000個／m<sup>3</sup>の確保に必要な消毒剤による消毒費

・トイレの使用制限⇒【被害額】仮設トイレのレンタル料×設置基数+感染症等の罹患やトイレ不使用による体調不良に対する治療費

・機能停止による水質汚濁⇒⇒⇒⇒

地点	H22現況	未処理放流
BOX1	2.5mg/l	3.2mg/l
BOX2	2.7mg/l	5.1mg/l
BOX3	3.0mg/l	6.5mg/l



## WG5の今後の予定

1. 地震・津波に関する精度向上
  - ①津波の浸水分布解析（担当：原田・鳴原・瀬尾）
  - ②地震動・液状化（担当：砂坂）
2. 直接被害：人命被害（担当：瀬尾・石野）
3. 間接被害
  - ①汚水溢水による不衛生・トイレ使用制限  
（担当：長谷川・松本・小西・小黒）
  - ②未処理汚水放流（閉鎖性水域）  
（担当：石野・牧野・松本）
4. 人口動態、施設の耐用年等を考慮した対策立案（全員）

---

▶ ご清聴ありがとうございました