



1

自己紹介

静岡理科大学 建築・都市デザイン学部 学部長
 建築・都市デザイン学科 学科長
 都市デザイン学系 教授
 環境・災害科学研究所 所長

静岡理科大学・静岡大学マリンインフォマティクス研究機構 教授
 高知大学 客員教授, 静岡大学 客員教授

【専門分野】
 土質力学, 地盤工学, 土質動力学, 地盤防災工学

【所属学協会・団体】
 地盤工学会, 国際地盤工学会, 土木学会, 日本建築学会, 日本地震工学会, 物理探査学会,
 地域防災計画学会, 日本防災士会, 日本UAS産業振興協議会, インフラメンテナンス国民会議,
 NPO法人橋守支援センター静岡

【研究テーマ】
 地盤の液状化対策, 地盤調査手法, 土構造物の耐震設計手法, 蛇籠の利活用, 災害調査

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

2

本講座のとりまとめ

- 過去の震災(地盤災害)
- 地震の特徴
- 2016年熊本地震と2024年能登半島地震
- 南海トラフ地震に備えた課題

本講義では、2016年熊本地震や2024年地震能登半島地震における各種インフラ被害と地震時の対応事例について概説します。地震による災害は、地盤条件によって異なり、そこにあるインフラ被害の様相も異なりますが、特に、上下水道や道路などの発災後対応や生活に不可欠なライフライン中心を対象としたとした話題を提供しますが、地震時から発災後の対応など、私たちの生活環境に直結する課題について考えてみましょう。

3

過去の震災(地盤災害)

1. 1964年新潟地震
2. 1995年兵庫県南部地震
3. 2000年鳥取県西部地震
4. 2004年新潟県中越地震
5. 2011年東北地方大平洋沖地震
6. 2016年熊本地震
7. 2018年北海道胆振東部地震
8. 2024年能登半島地震

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

4



5



6



7





9



10



11



12



13



14



15



16



17

過去の震災をまとめると

地形ごとに被害の特徴が異なる。

人命にかかわる事項	建物の倒壊(耐震性) 建物の倒壊(道路の閉塞) 道路の損壊・液状化の噴砂の影響
避難行動の妨げ	橋梁背面地盤の段差 地下埋設物の浮き上がり・陥没 擁壁・斜面崩壊
発災後対応	公共建物の損傷 周辺地盤の沈下に伴う杭基礎建物の浮き上がり 谷埋め盛土の破壊
復原に向けて	建物の不等沈下 護岸の側方流動 住宅地の大規模液状化 瓦礫・噴砂の後始末

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

18

過去の震災をまとめると

人命にかかわる事項: 住宅の倒壊(耐震性不足)

阪神大震災は早朝, 関東大震災はお昼時, 東日本大震災は昼下がり, 熊本地震は夜に地震が起こりました。

阪神大震災では、

- 耐震性不足の住宅のうち, 約64%が大きな被害

静岡県では, 東海地震に対し、

- 公共建築物は2,925棟のうち, 耐震化率90.0%(平成22年4月1日)
- 住宅の耐震化率は, 平成20年79.3%から平成25年で82.4%

静岡県における検死統計 (平成7年 / 兵庫県監察医)より作成

建物の倒壊による頭部損傷、内臓損傷、頸部損傷、窒息、外傷性ショック等 83.3%

12.8%

- 建物倒壊等によるもの
- 焼死等によるもの
- その他

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

19

過去の震災をまとめると

避難行動の妨げ: 生活道路の閉塞(道路の損傷, 瓦礫による閉塞)
地下埋設物の浮き上がり・陥没
橋梁の段差
液状化の噴砂の影響

地震動

加速度

時間

避難できますか?

建物の耐震性確保
生活道路・道路機能維持

液状化発生, いつまで継続?

地震後避難

第一波到達

第一波到達

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

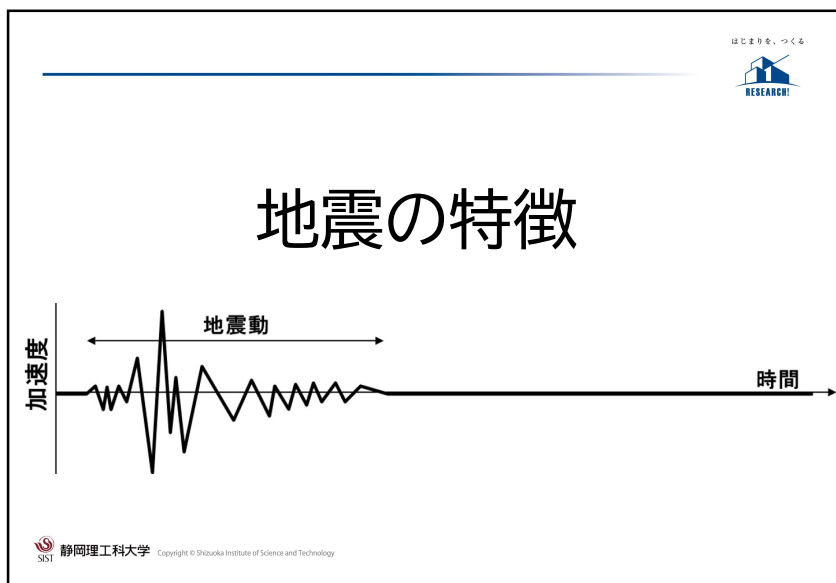
20



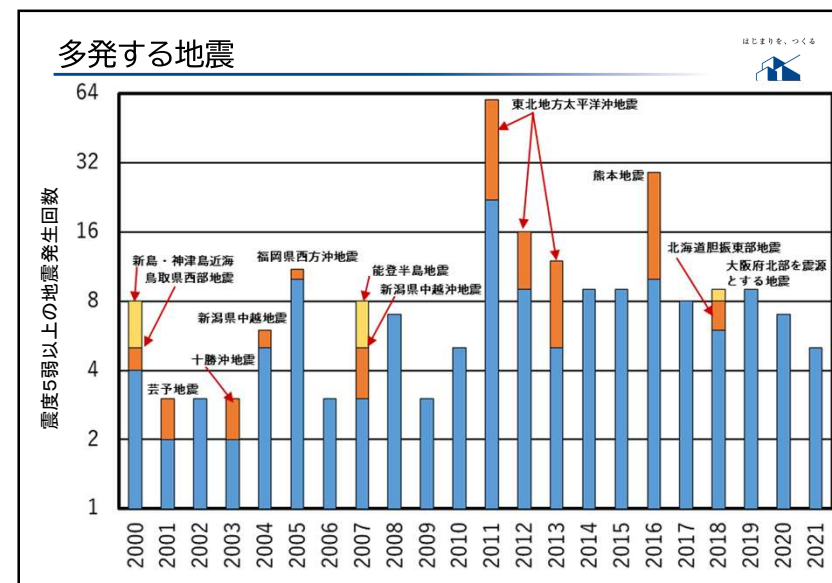
21



22



23



24

断層運動

地表面地震断層
断層運動によって地表に達した食い違い

地震は、断層運動により発生します。断層運動とは、ある面（断层面）を境にして両側の岩盤がすれ動く現象です。プレート運動により岩盤中に蓄積されたひずみのエネルギーは、急激な断層運動により地震波となって放出されます。

1. 岩盤に力が加わる
2. 岩盤にひずみが蓄積する
3. 震源から断層運動が始まり、地震が発生する
4. 断層運動によりひずみが解消される

断層運動のタイプ:

- 逆断層型: 上盤（上側の岩盤）が下盤（下側の岩盤）に対しの上がる
- 正断層型: 上盤が下盤に対し下がる
- 横ずれ断層型: 断層面を境に水平方向にずれる
 - 右横ずれ断層: 断層に向かい相手側のブロックが右に動く
 - 左横ずれ断層: 断層に向かい相手側のブロックが左に動く

震源断層: 地震を起こした地下の断層

2024年能登半島地震 → 隆起4m → 津波・港湾変形

2016年熊本地震 → 水平2m → 都市直下の強震動

29

2024年能登半島地震

水田に生じた南側上がりの落差(地点1)
南東に向かって撮影。人物の身長は約180 cm。(若山町中)

断層変位
(地表地震断層)

<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/noto2024/noto2024-09.html>

31

2016年熊本地震

2016年熊本地震に伴う地表地震断層調査結果

産業技術総合研究所:2016年熊本地震に伴って出現した地表地震断層

布田川断層帯・西原村大 切畑ダム
堂園付近から大切畑ダム付近に至る約10 km の範囲では、全体として2 m 前後の右横ずれ変位量を持つと推定

30

マグニチュードと地震を表す指標

「モーメントマグニチュード」
断层面積(断層長×断層幅)、平均変位量(すべり量)、剛性率(地震基盤の硬さ)から、断層運動による地震モーメント(断層運動のモーメント) M_0 (N・m)とモーメントマグニチュード M_w を計算する

$$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$$

$$M_0 = \mu \times D \times S$$

S=震源断层面積, D=平均変位量, μ =剛性率

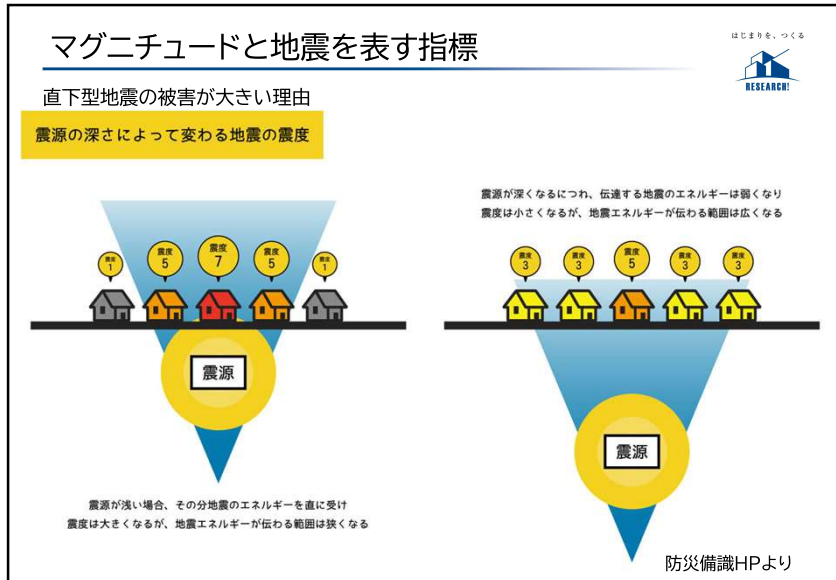
「マグニチュードのエネルギー」
 $\log_{10} E = 4.8 + 1.5M$
マグニチュードが1つ増えるとエネルギーは3.2倍($10^{1.5} = 10\sqrt{10} \approx 31.62$)

震度～最大加速度～SI値関係表

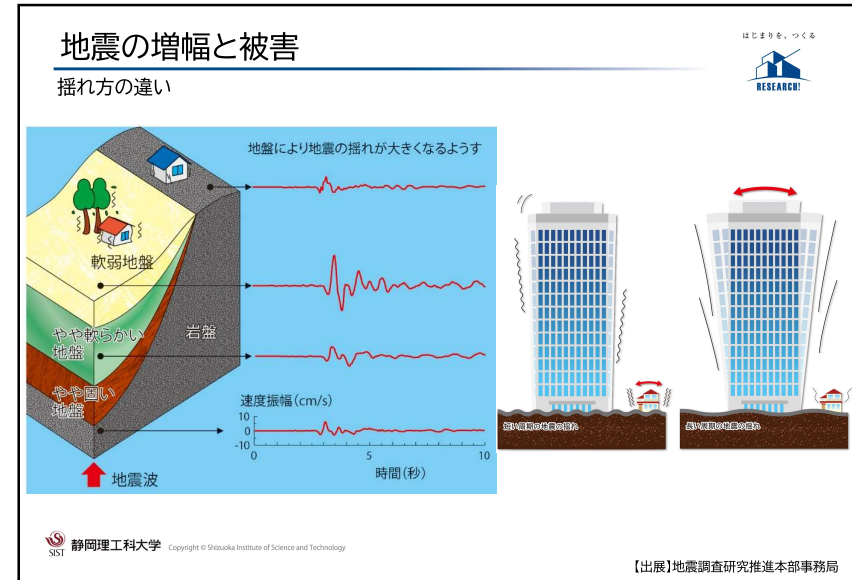
震度階級	最大加速度(gal)*	SI値(kine)**
震度4	40～110程度	4～10程度
震度5弱	110～240程度	11～20程度
震度5強	240～520程度	20～40程度
震度6弱	520～830程度	41～70程度
震度6強	830～1,500程度	71～99程度
震度7	1,500程度～	

震度: 揺れの強さを体感上の判断から分類→計測震度(10段階)
欧米では、改正メルカリ震度階級(I～XII)
最大加速度: 破壊現象は、周波数、継続時間が支配的要素
防災上の指標としては向いていない、耐震設計に使われる。
最大速度: 地震動の運動エネルギーに関係し、地震動の強さに関係。
SI値(G. W. Housner, 1961): 構造物の被害程度を数値化したもの、構造物の破壊に直結する速度最大値に関係した指標

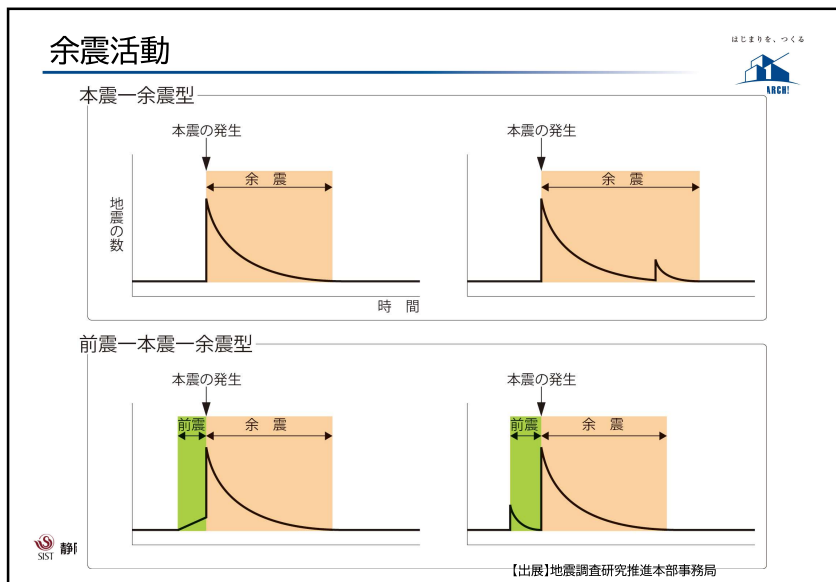
32



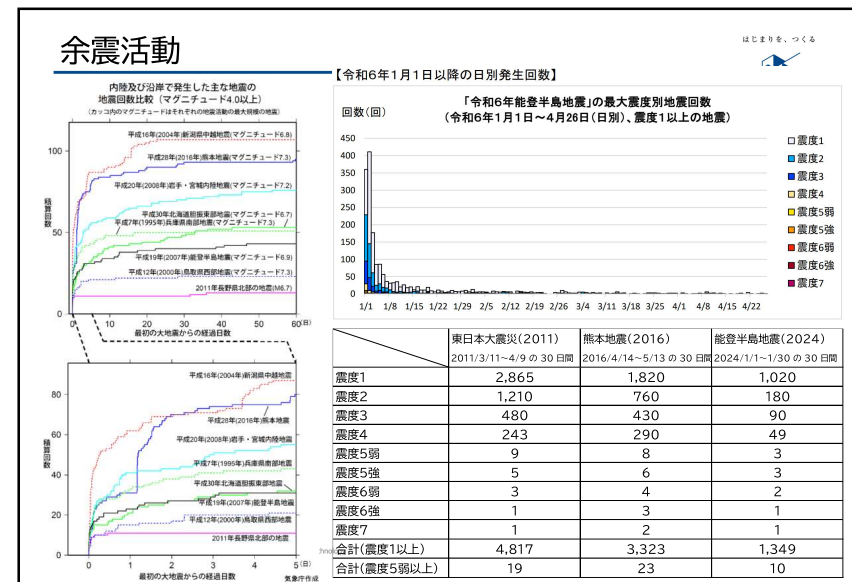
33



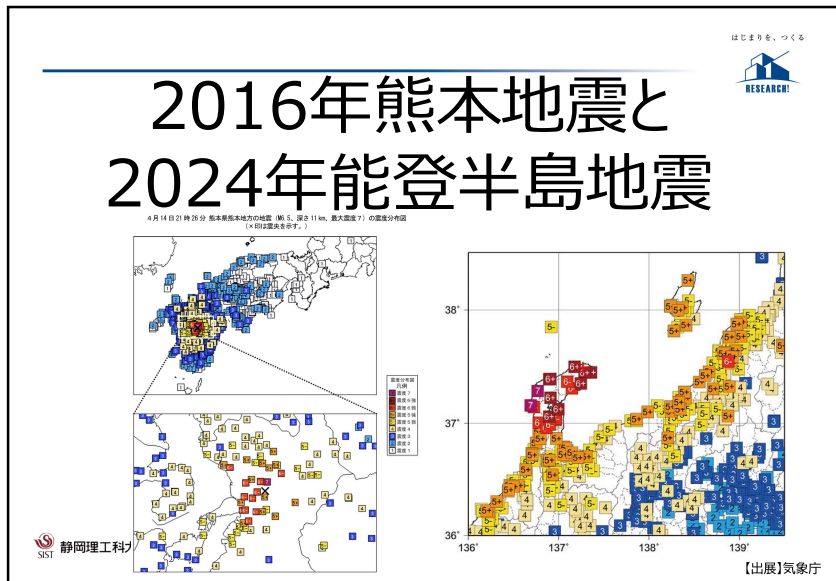
34



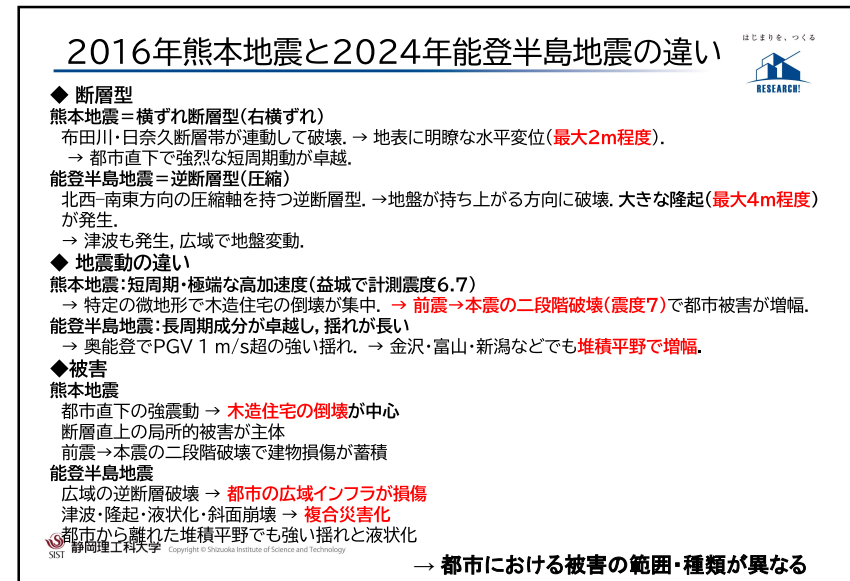
35



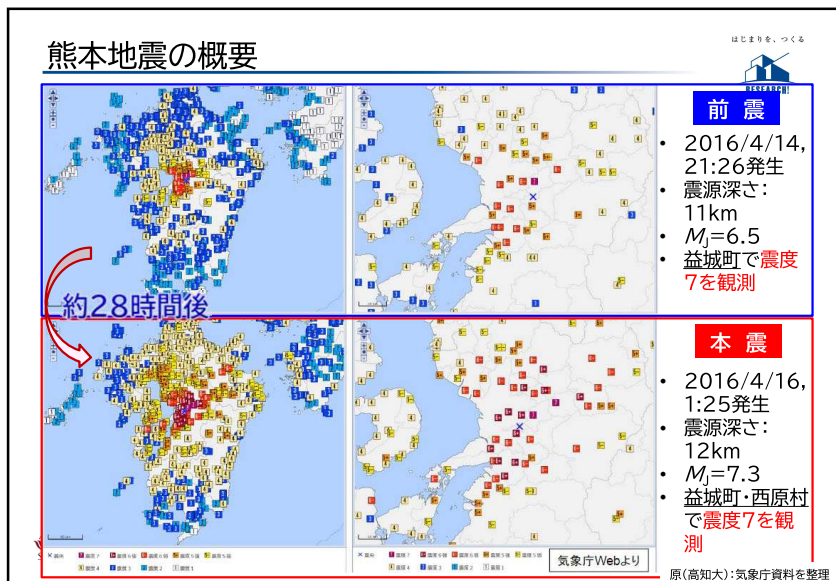
36



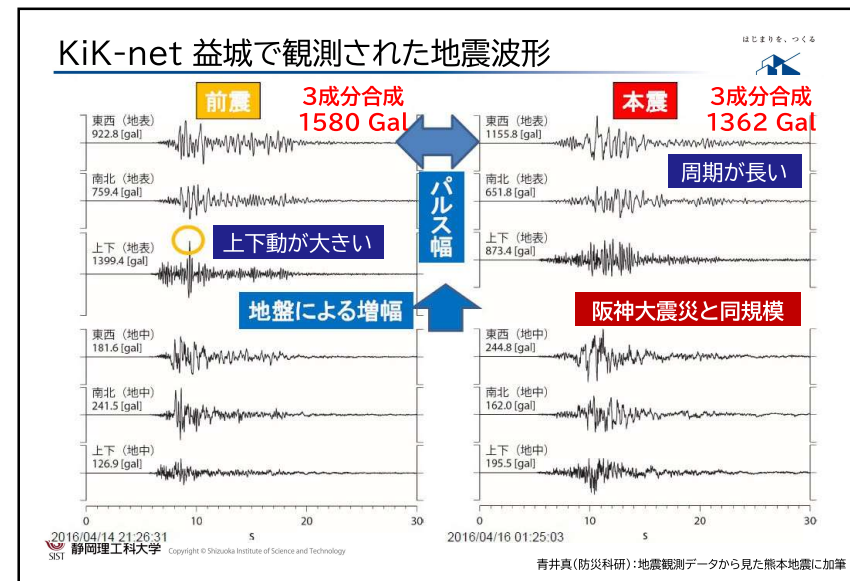
37



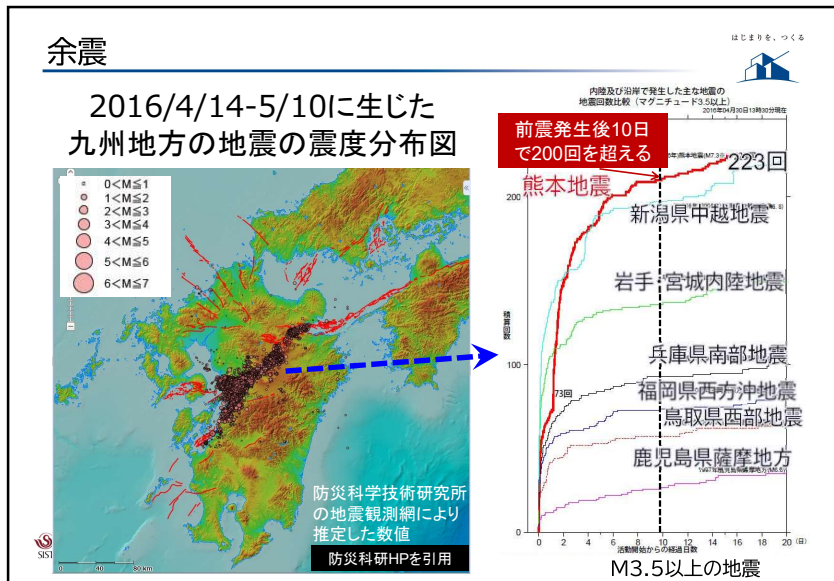
38



39



40



41

熊本地震の被害概要

人的被害	死者: 274名 (直接死:50名, 関連死:219名, その他:5名) <small>(内閣府・警察庁・熊本県・国交省の確定値)</small>
建物被害	全壊: 8,667棟 半壊: 34,719棟 一部破損: 約155,000棟 <small>(熊本県など)</small>
避難者数	18,883名 183,882名, 仮設住宅:4万戸規模 <small>(1か月後, 熊本県公表) (ピーク時) ⇒災害関連死の増加要因として「避難生活の長期化」</small>
ライフライン被害	停電: 最大47.7万戸 断水: 最大44.6万戸 都市ガス停止: 最大10.1万戸 復旧: 電気3~4日, 水道1~2週間, ガス約2週間
住宅の耐震性能に関する最新知見	耐震等級3の住宅: 倒壊ゼロ 新耐震 (1981~2000): 倒壊率6.9% 旧耐震 (1981以前): 倒壊率28.2% 2000年以降の現行基準でも倒壊例あり(地盤・施工不良・局所的強震動)
被害額	住宅・公共施設・企業被害などを含め 総額は4.6兆円規模 土木関連被害: 約1,700億円超 <small>(橋梁, 道路, 公園, 重要文化財, 下水道施設等)</small> 農林水産関係被害: 約1,085億円超 <small>(農地の損壊, 農業用施設等の損壊, 林地の荒廃等)</small>

42

住宅の耐震性能

耐震等級と耐震基準の違い

耐震等級1 震度6~7で即時倒壊しない強度を有する一般的な住宅
耐震等級2 耐震等級1の1.25倍の強度, 病院や学校に求められるランク
耐震等級3 耐震等級1の1.5倍の強度, 消防署, 警察署などに求められるランク

一般住宅では震度6~7程度でも即倒壊しない, 公共機関になるほどその基準値のハードルが高く設定。

旧耐震・新耐震 (耐震基準)

1950年に建築基準法の制定, その後, 1971年, 1981年, 2000年にそれぞれ改正

「旧耐震」
震度5程度で家屋が倒壊しないというベースライン。建物自重の20%に相当する震度でも建材が損傷を受けないことを条件。(1950年から1981年の抜本的改正以前)

「新耐震」
1981年の改正以降で震度基準を震度6~7に引き上げたガイドライン。旧耐震に震度6以上の定義がなく, 1978年宮城県沖地震(震度5)で7400戸の家屋が倒壊したことから耐震規定が厳格化。

43



44



45



46

市中の液状化被害

液状化発生の基本的な3つの条件

- ① 均質な砂
- ② 緩く堆積した地盤
- ③ 地下水が高い

液状化の条件が揃っている典型的な地形

- 沿岸部の埋立地
- 旧河道・旧池沼
- 大河川の沿岸(特に氾濫常襲地)
- 砂丘・自然堤防
- 沢埋め盛土による造成地
- 過去に液状化が起こった土地

熊本市南区孫代町付近
 宅地の液状化被害、住宅地に不等沈下被害、段差被害多数

国土地理院HPから引用

旧河道・自然堤防沿いに被害

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

47



48

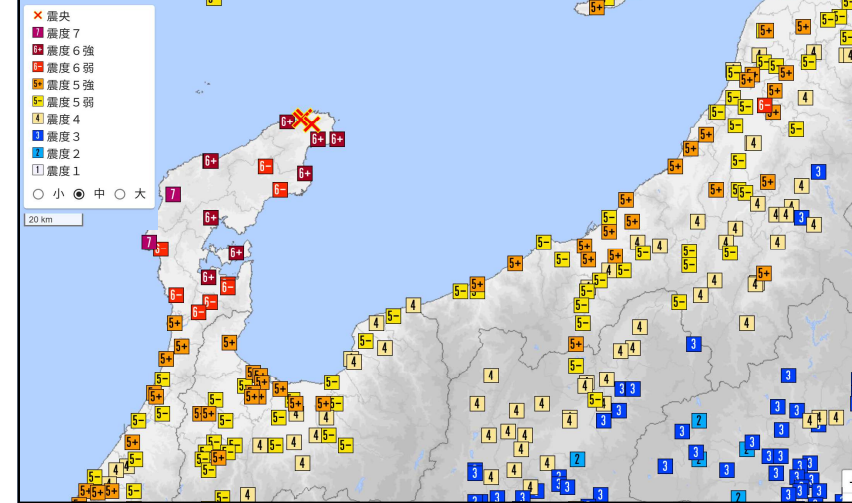
熊本地震まとめ



1. 内陸型(活断層)地震の典型的な被害が確認された。**2度の強振動**で特に木造建物の被害が拡大した。
2. 活断層沿いの**旧耐震家屋の倒壊**が顕著であった。
3. 土木構造物への被害も目立った。**橋梁の被害**は発災直後の迅速避難の妨げとなり復旧段階に支障をきたす。
4. 液状化は、**自然堆積の若齢な地盤**に被害が集中。
5. 自治体庁舎等の被災は、**住民サービス・教育の維持、迅速な復旧活動の妨げ**となる。**至急解決すべき問題**。
6. 熊本市近傍の液状化被害は、旧河道部や自然堆積の若齢な軟弱地盤に集中していた。新興住宅地や中心市街地、河川近傍で付近では特に**不同沈下**が顕著。
7. 医療施設などの重要施設は、構造物本体に加えライフラインの液状化対策が必要。

49

能登半島地震の概要



50

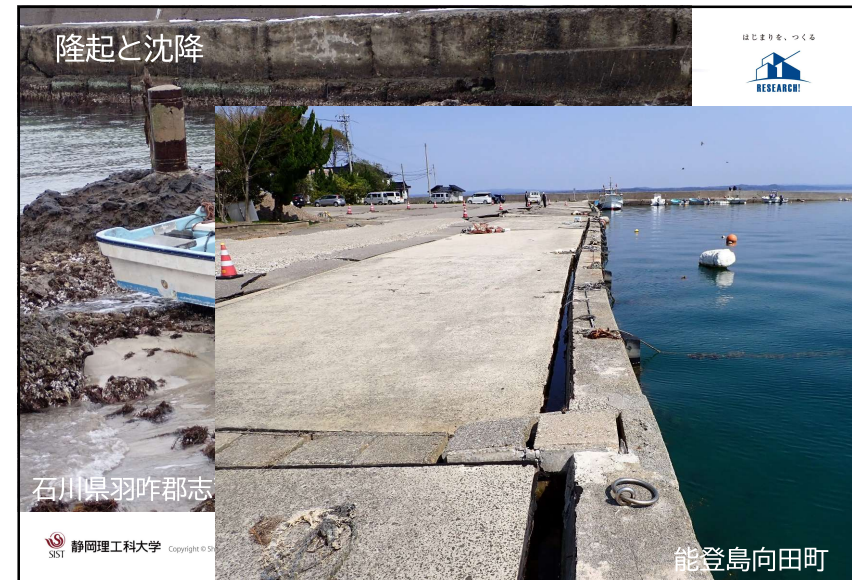
輪島市野田町



国土地理院(2024年1月2日)

51

隆起と沈降



石川県羽咋郡志

52

能登半島地震の概要



人的被害	死者: 245名 , 負傷者: 1,100人前後 (直接死: 100名, 関連死: 145名(避難生活・医療アクセス困難)) (内閣府・警察庁・石川県・国交省など)
建物被害	全壊: 13,000棟超 半壊: 20,000棟 一部破損: 約50,000棟 (石川県(県災害対策本部))
避難者数	約30,000名 (ピーク時) 1か月後: 10,000名, 仮設住宅: 1万戸規模 ⇒避難所の寒冷環境・断水が長期化
ライフライン被害	停電: 最大3.5万戸 断水: 最大10万戸 復旧: 道路は数か月~1年規模
被害額	住宅・公共施設・企業被害などを含め 総額は2.3~2.8兆円規模 (国交省など)

53

被災状況(令和6年6月25日14:00国土交通省)

<https://www.mlit.go.jp/common/001751574.pdf>



道路 能越自動車道、北陸自動車道、国道249号(石川県管理)、国道8号等で**被災通行止め**
(北陸自動車道は1/2、国道8号は1/27に通行止め解除。能越自動車道は3/15に全区間で北向き通行確保(のと三井IC~のと里山空港では対面通行可))

上水道 5月31日時点において、早期復旧が困難な地区を除いて、**断水解消**。

下水道 処理場33施設(石川県・新潟県・富山県)、ポンプ場14箇所(石川県)、管路施設(石川、新潟、富山、福井県の62市町村のうち32市町村で被害無、**30市町村で応急対応により流下機能確保済み**)

河川 4水系4河川16箇所施設損傷等(国管理)、66水系113河川で施設損傷等(県管理)、河原田川、山田川等で**土砂崩れによる河道閉塞が発生**

海岸 22海岸で**堤防護岸の損傷等を確認**(石川県管理の宝立正院海岸、三崎海岸等)

土砂災害 **455件**(新潟県18、富山県13、石川県424)

港湾 22港(石川県・富山県・新潟県・福井県)で**防波堤や岸壁、碼頭用地等に被害が発生**

空港 能登空港(滑走路上に深さ10センチ長さ約10メートル以上のひび割れ4~5箇所)

鉄道 運転を見合わせている路線:なし

54

4 その他の状況

(1) ライフラインの状況

①上水道(国土交通省情報:4月23日14:00現在)

○水道の被害状況

・石川県内の3事業者において約4,570戸が断水中。一部は断水解消済み。

県・市町村 ・事業者名	断水戸数(戸)		断水 期間	被害等の状況
	最大	現在		
断水未解消				
【石川県】				
わじまし 輪島市	約11,400	約1,490	1/1~	・管路、配水池破損 ・応急給水
すずし 珠洲市	約4,800	約2,830	1/1~	・管路破損、停電 ・応急給水
のとちよう 能登町	約6,200	約250	1/1~	・道路崩落による管路破損 ・応急給水
合計※	約22,400	約4,570		
断水解消済み				

55

能登半島地震の特徴



被災された方のことばから
体験談A(ヒアリング):

⇒「1回目の地震で皆びっくりして家から出てきた。いつも地震があると建物
がどうかする(壊れる)家の前に見に集まった。ひと話して皆、**一旦家に
片づけをしに戻ったら、2回目の揺れがきた。2回目の揺れで家が倒れて、
人も亡くなった。。。」: 珠洲市**
⇒「**2回目が大きかった!**」: 輪島市

2回目の地震動が致命的に

被災された方のことばから
体験談B(内灘町鶴ヶ丘におけるヒアリング):

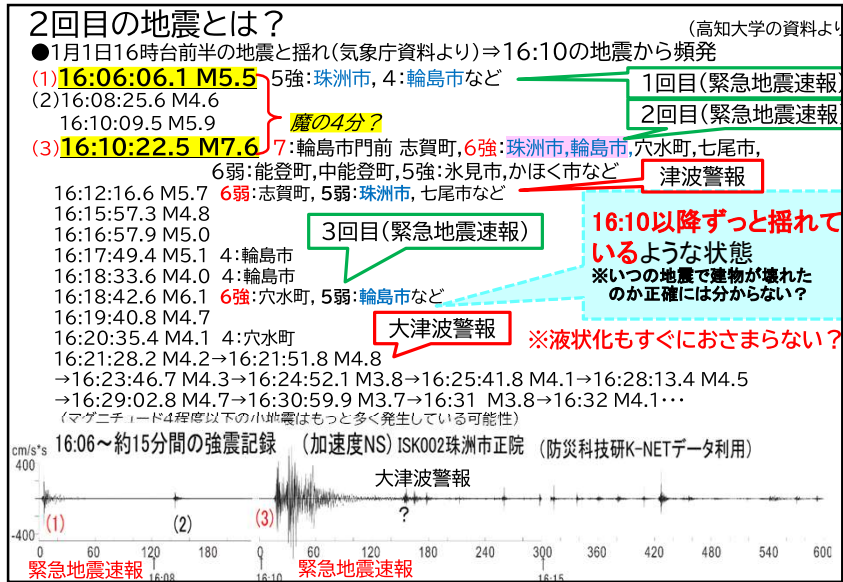
⇒1回目の地震で、庭にちよろちよろと水が出ていたと思う。
⇒**2回目の地震で、土砂が吹き上げて、外出が困難だと思った。**
⇒**余震の度に車が埋まっていった気がする。**

体験談C(内灘町西荒屋におけるヒアリング):

⇒津波避難しようとしたが、道路が壊れていて、マンホールも浮き上がっていた。砂や
水も吹いている状態だった。
⇒**近くの公民館に行くにも、恐くて移動できなかった。**

2回以降の地震で液状化による被害拡大

56



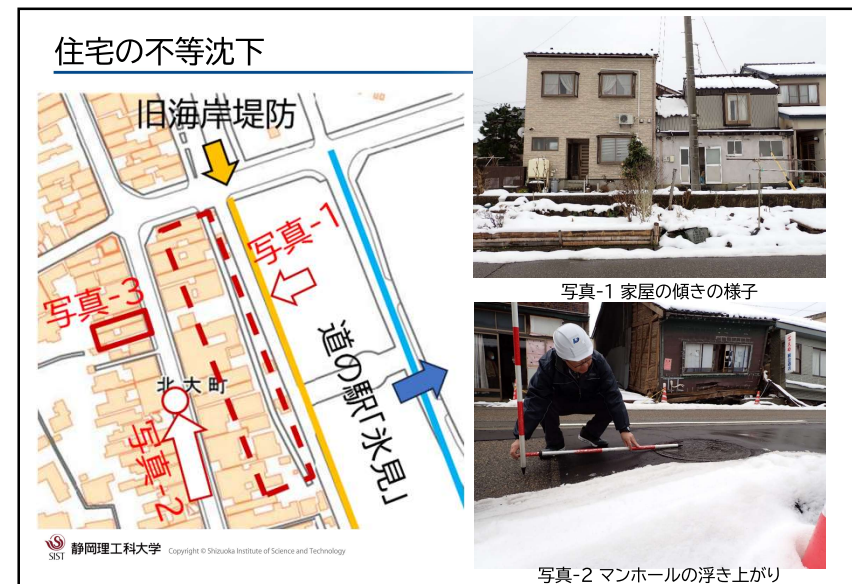
57



58



59



60



61

液状化の発生条件と住宅の被害

傾斜角と健康被害

【地震発生後】
液状化した地盤は建物の重さが加わり、砂つぶと水が噴き出し（噴砂・噴水）、地盤が沈下します。

傾斜角	健康被害	文献
0.29° 5/1000 (=1/200)	傾斜を感じる。	藤井ほか (1998)
0.34° 6/1000 (=1/167)	不同沈下を認識する。	藤井ほか (1998)
0.46° 8/1000 (=1/125)	傾斜に対して強い意識、苦情の多発。	藤井ほか (1998)
0.6°程度 1/100程度	めまいや頭痛が生じて水平復元工事を行わざるを得ない。	安田・橋本 (2002) 安田 (2004)
~1° ~1/60	頭重感、浮動感を訴える人がある。	北原・宇野 (1965)
1.3° 1/44	牽引感、ふらふら感、浮動感などの自覚症状が見られる。	宇野・遠藤 (1996)
1.7° 1/34	半数の人に牽引感。	宇野・遠藤 (1996)
2°~3° 1/30~1/20	めまい、頭痛、ほきけ、食欲不調などの比較的重い症状。	北原・宇野 (1965)
4°~6° 1/15~1/10	強い牽引感、疲労感、睡眠障害が現れ、正常な環境でものこ続いて見ることがある。	北原・宇野 (1965)
7°~9° 1/8~1/6	牽引感、めまい、吐き気、頭痛、疲労感が強くなり、半数以上で睡眠障害。	北原・宇野 (1965)

健康被害

静岡理工科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology
AJI日本建築学会 住まい・まちづくり支援建築会議 情報事業部会 復旧・復興支援WG
「液状化被害の基礎知識」 (<http://news-sv.aj.or.jp/shien/s2/ekijouka/health/>)

62



63

上水道施設の被害状況

浄水場や送水管の破損等により、6県38事業者で最大13.7万户の断水が発生
 ○調査日時点(4/16時点)で、95.3%解消済みとなっていたもの、珠洲市、輪島市、能登町では5,240戸が未解消の状況
 ○過去の地震と比較して被害率が高かったことに加え、浄水施設や送水管など上流域の重要施設や管路が被災し未域で断水が発生。
 ○上流施設の被災により通水できず、漏水調査が遅延し復旧に時間を要している。

水道の断水解消状況 (R6.4.16時点)

事業者	断水率 (断水戸数/総戸数)	備考	事業者	断水率 (断水戸数/総戸数)	備考
七尾市	0.26	断水4箇所 総戸数10300戸 断水戸数2678.34m	志賀町	0.33	断水7箇所 総戸数14000戸 断水戸数4620.00m
輪島市	1.03	断水7箇所 総戸数69500戸 断水戸数716.50m	穴水町	0.89	断水4箇所 総戸数12000戸 断水戸数10700.00m
珠洲市	2.09	断水4箇所 総戸数95000戸 断水戸数199.00m	能登町	0.62	断水4箇所 総戸数25000戸 断水戸数1572.00m

過去の主要地震における管路施設の被害との比較

事業者	断水率 (断水戸数/総戸数)	事業者	断水率 (断水戸数/総戸数)
神戸市	0.32	長門市	0.30
伊藤市	1.61	小千谷市	0.31
西宮市	0.72	東原市	0.24
		蒲谷町	0.36
		西原村	0.43

参考資料
 ●兵庫県南部地震 ●新潟県中越地震 ●東北地方太平洋沖地震 ●熊本地震

国土交通省HP 令和6年能登半島地震における被害と対応より抜粋
 第2回 上下水道地震対策検討委員会資料(2024/5/10)より抜粋

64

給水支援(飲料水)

水資源機構

ため池の水を可搬式浄水装置で浄水処理し、飲料水等として給水支援実施。(1/9~4/19)
 ・浄水装置 2,000ℓ/h×2ユニット(海水にも対応)
 ・当初は浄水処理後、直接給水していたため、給水量の減少する夜間は運転ができなかったが、貯水タンク(5000ℓ)を設置したことにより、夜間も運転も可能となり処理能力を最大限活かした給水が可能となった。

区分	1号機	2号機
保管場所	愛知県水産総合事務所 (愛知県東海市)	科振済水産総合事務所 (埼玉県行田市)
処理能力	約2,000ℓ/h/1時間	約2,000ℓ/h/1時間
処理方式	一段式逆浸透膜方式 (前処理:砂ろ過)	一段式逆浸透膜方式 (前処理:砂ろ過)
運転方式	8ユニット増設3台	8ユニット増設2台

取水設備

浄水装置2,000ℓ/h×2ユニット

取水設備

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

65

下水道施設の被害

○停電等により最大で下水道処理場9箇所、ポンプ場4箇所が一時稼働停止。(処理場1/15、ポンプ場3/5機能確保済み)
 ○管路でも多くの被害が発生し、調査時点(4/16時点)で、珠洲市では流下機能確保できている割合が85%に留まっていた。
 ○能登地方6市町では二次(詳細)調査を実施した管路のうち、被害が確認された延長が約3割と過去の震災に比べ被災率が高かった。
 ○一方で被害を受けたほとんどの管路で流下機能は確保されており、応急工事が必要となった延長はわずかであった。

下水道の管路流下機能確保状況(R6.4.16時点)

過去の主要地域における管路施設の被害との比較

自治体	最大震度	下水道管全延長 (km)	被災延長 (km)	被災率 (%)
福井県	-	334	0.8	0.2
新潟県	-	5,227	14.8	0.3
富山県	-	5,539	31.8	0.6
石川県	-	6,334	353	5.6
七尾市	6強	231.1	59.4	25.7
輪島市	7	171.6	44.2	25.8
珠洲市	6強	104.3	74.6※	71.5※
志賀町	7	148.2	9.2	6.2
穴水町	6強	39.0	23.2	59.5
能登町	6弱	78.5	19.6	25.0

【参考】熊本地震H28.4.16

自治体	最大震度	下水道管全延長 (km)	被災延長 (km)	被災率 (%)
熊本県	-	3,195.9	85.8	2.6
益城町	7	166.4	22.2	13.3

※汚水処理施設の早期復旧に向けて、集落排水施設(敷水省)、浄化槽(環状省)と連携

※既往の震度(7)未満半壊地震における被害と対応より抜粋

※既往の震度(7)未満半壊地震における被害と対応より抜粋

66

下水道被災状況(マンホール浮上)【珠洲市野々江町】

・珠洲市では市内のいたる所で、液状化によるマンホールの浮上が見られ、交通被害となっていた。

マンホール浮上約50cm

マンホール浮上約20cm

液状化による噴砂

67

宅内汚水ますの被災状況【富山県氷見市】

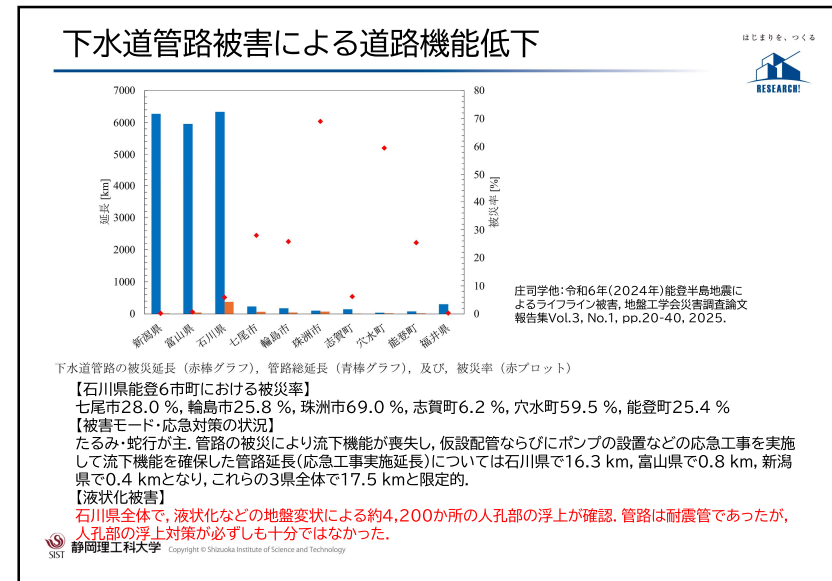
下水道本管の被害は少なくとも、宅内配管等への被害があるとトイレ等の利用ができなくなる

富山県氷見市

68



69



70

能登の被害率の高さ

- ① 地形・地盤の脆弱性(自然条件)

液状化・側方流動・斜面変動が起きやすい地形が多い。海岸沿いの砂質地盤, 谷埋め造成地, 地下水位が高い扇状地末端の緩斜面軟弱地盤上の集落。

➔ 自然条件として、液状化・地盤変状に弱い
- ② インフラの構造的脆弱性(設計・材料・年代)

古い管路・軽量管・継手の弱い構造が多い。耐震継手の普及率が低い1970~90年代敷設の老朽管が多い。

➔ 液状化+軽量管+弱い継手= 浮き上がり → 抜け → 破断
- ③ 上流施設の一点依存

長大送水管の単独ルート依存。浄水場が1か所に送水ルートが1本。代替ルートが無いケース。末端が復旧しても“水が来ない”構造は、上流が倒れたら全域が止まる可能性が高い。

➔ 部分復旧ができず、断水が長期化した。
- ④ 地震動の特性(能登特有の揺れ方)

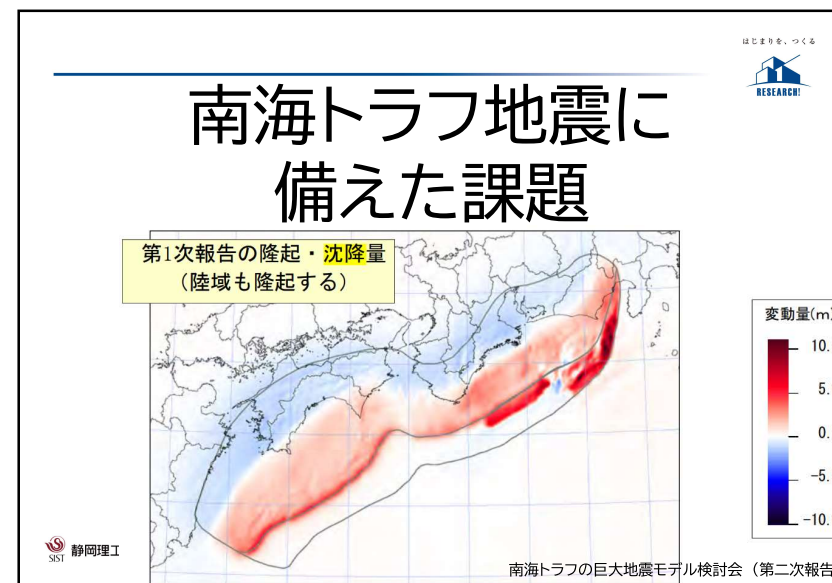
震源が浅く断層が近い。上下動が大きい長周期成分が混在。断層変位が地表に現れた上下動が大きい。

➔ 揺れ方, 地表変位が大きき影響。
- ⑤ 生活インフラの脆弱性

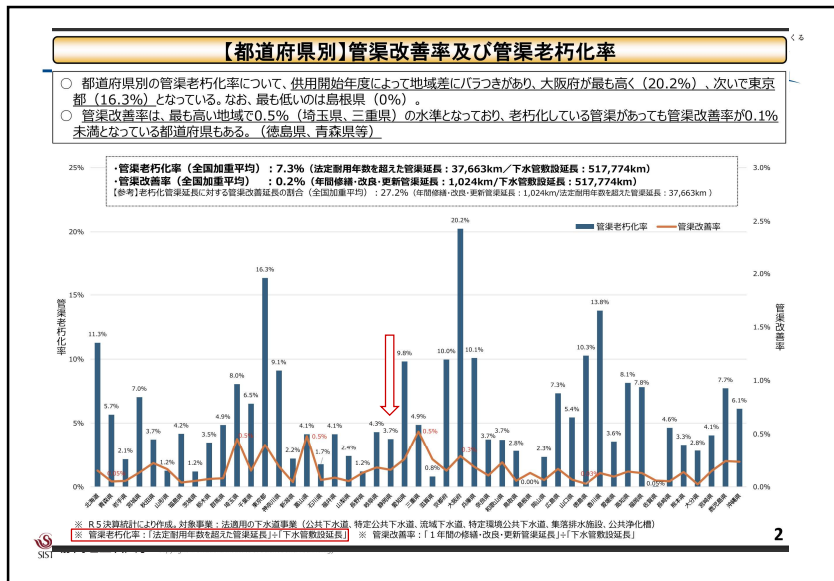
下水道本管の被害は問題なくとも、宅内桝の破損による宅地内の段差排水が逆流しトイレが使えない。生活再建が遅れる。

➔ 生活インフラの脆弱性が地域の復旧を遅らせた。

71



72



マンホール・下水道本管の液状化時浮き上がり

【課題】

- マンホールの浮上は管渠の破断など流下機能へ影響
- 被災時の救助活動や被災者支援(物資輸送)・復旧活動などに支障が生じている
- 車両避難を想定している地域では、避難行動への支障も想定される
- 本管の液状化対策工法が無い

【対応】

- 被災時の道路交通機能等を確保するためにも、マンホール浮上対策を重点的に進める必要がある
- 特に車道上のマンホールの対策が急務

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

マンホール突出による道路機能障害

施設	調査項目	被害程度		
		小	中	大
道路	路面とマンホールとの段差	車の走行で衝撃を感じる (段差 3cm 以下)	車の走行に支障有り (3~10cm)	車の走行不能 (10cm 以上)
	路面の沈下・隆起 (なめらかな路面高の上下変動)	車の走行で衝撃を感じる	車の走行に支障有り	車の走行不能
	路面の陥没・段差	車の走行で衝撃を感じる(陥没・段差 3cm 以下)	車の走行に支障有り (3~10cm)	車の走行不能 (10cm 以上)
緊急調査時の車両の走行		走行可	支障はあるが 走行可	走行不能

出典：「下水道の地震対策マニュアル 2006年版」(社団法人 日本下水道協会)に加筆(下線部分)。

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

まとめ

市民生活の基本となるインフラに被害。特に応急期～急性期において、ほとんどの機能がマヒ状態に。

- 各種施設の損傷
- 生活インフラ(水道・下水道等)の長期間の遅延と生活水準の低下
- 老朽インフラと各種ハザードへの対応遅れ
- 復旧人材と資機材の不足

【課題(道路機能)】

- 被災時の救助活動や被災者支援(物資輸送)・復旧活動などに支障が生じている
- 車両避難を想定している地域では、避難行動への支障も想定される

【課題(上下水道)】

- マンホールの浮上は管渠の破断など流下機能へ影響
- 上水が復旧しても、下水道が復旧しないと排水ができない
- 上下水一体の応急対応・復旧体制を整える
- 上下水の連携を意識したBCPへの見直し

⇒令和6年4月より、水道事業が厚生労働省から国土交通省に移管

【対応】

- 被災時の道路交通機能等を確保するためにも、マンホール・本管浮上対策を重点的に進める必要がある
- 特に車道上のマンホールの対策が急務

静岡理科大学 Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

2016年熊本地震と2024年能登半島地震の違い



◆ 断層型

熊本地震＝横ずれ断層型(右横ずれ) 明瞭な水平変位(最大2m程度).
能登半島地震＝逆断層型(圧縮) 大きな隆起(最大4m程度) 広域で地盤変動.

◆ 地震動の違い

熊本地震: 極端な高加速度
→ 前震→本震の二段階破壊(震度7)で都市被害が増幅.
能登半島地震: 長周期成分が卓越し, 揺れが長い
→ 金沢・富山・新潟などでも堆積平野で増幅.

◆ 被害

熊本地震

都市直下の強震動 → 木造住宅の倒壊が中心
断層直上の局所的被害, 前震→本震の二段階の破壊で建物損傷が蓄積

能登半島地震

広域の逆断層破壊 → 都市の広域インフラが損傷
津波・隆起・液状化・斜面崩壊 → 複合災害化
都市から離れた堆積平野でも強い揺れと液状化

最後に,



ご静聴, ありがとうございました.



熊本地震は観測史上初の震度7が2回. 能登半島地震も多数の余震と長時間継続地震動.

- 大きな揺れの後も油断せず, もう終わったと判断しない
- 命を守る行動を続けるための事前の準備は必要
- 住んでいる場所の特徴を知ろう