

## 橋の話 橋とは何か

教授 大学院都市イノベーション研究院  
都市科学部都市基盤学科  
山田 均

橋の話ですが、都市内の交通システムを構成する重要なパートである橋について、最近の自然災害、都市内の橋、維持管理更新について、いくつかのトピックをお話します

### まずは自己紹介

- ・出身は辻堂。現在も辻堂、中学、高校は大船、東京の大学、大学院まで自宅通学
- ・横浜国大赴任は、1981年4月で25歳。以来40年目
- ・専門は、橋梁工学
  - ・長大橋
  - ・横浜ベイブリッジ
  - ・鶴見つばさ橋
  - ・レインボーブリッジ
  - ・名港三大橋
  - ・木四架橋
  - ・江戸川橋、多々羅大橋、東島海峡大橋 ←木四架橋プロジェクトからの後半

横浜国大に着任して40年目になります。大分長くなりました。専門は長大橋、強風災害です。

1

2

### 都市基盤＝土木の由来

- ・淮南子(えなんじ)、中国古典前漢紀元前2世紀)
  - ・聖人がなした
  - ・茅土構木
  - ・上様下牢
  - ・そして、人々は安心して暮らした
    - ・>茅土構木が都市(社会)基盤。
- ・Civil engineering
  - ・Military engineering
  - ・市政工学と訳す人もいるけど
- ・主として、安心して暮らせる日常の維持とすれば、それを実現すること
- ・都市基盤、土木とは、安心して暮らせる日常を作ること
- ・例：気候・防火、自然災害
- ・往来

土木工学は、土+木+工学の世界ですが、なかなか意味がわかりません。中国前漢の古文書に根拠があり、「人々の安心した暮らし」を作ることを目的に「安心して暮らせる日常」あるいは単に「なにげない日常」を作ることが目的だと思います

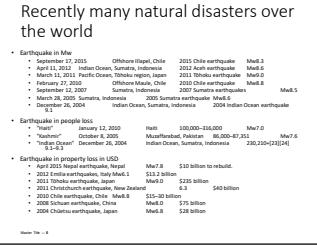
### 自然災害

- ・地震
    - ・地震動
    - ・津波
    - ・地滑り
    - ・液状化
  - ・スーパー台風、竜巻
  - ・豪雨
  - ・洪水
  - ・Land slide
  - ・高潮
- ・我が国の危険な災害事例フレーズ
    - 地震→Earthquake
    - 雷→Thunder
    - 火事→Fire
    - 聖父→父親、お父さん？？
      - ・Oyaji→Ojisan→Ojaa→大旦那
      - ・大風→台風、豪風、竜巻
    - 竜巻でしうね
    - 聖父つまひは、竜巻

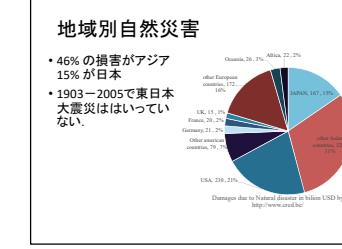
最近自然災害が多いと思いませんか？「disaster」(「災害」と「hazard」(「危機」、「現象」)とに同様に使われています。リストされている自然現象で損害が出たら自然災害。自然災害に対する脆弱性が原因。この脆弱性を保証するのが、安心する日常を作る土木工学の役目。区別してくださいね。

3

4



2010年のハイチ地震の30万人の死亡は歴史的に見てもかなり大きい。2004年のスマトラ島沖23万人、少し前で1976年中国唐山地震24万人。1923年の大正関東大地震(死者10万人)以来耐震設計が適用されてきて死者数は激減している



少し古い資料だけどアジアとくに日本で災害被害は大きい。OECD諸国で「世界の富の有意な部分が日本で災害にされされている」といわれている

5

6

## 日本の最近の事例

Master Title - 7

最近日本で災害が多いと思いませんか。台風とか。。地震とか。。



地震の被害例はたくさんありますが、2016年の熊本地震の例を紹介します。ネットで調べると様々な情報が得られますが、一つ目のなかぐろのようないわゆる地震学的なメカニズムの説明があります。これは設計レベルを決めるために重要です。が、我々の仕事は二つ目中黒の被害とその普及です。熊本城の城壁崩壊は有名ですし、中の道路のすれのような目視で詳細がわかるところは対応しやすいものです。熊本地震だけではありませんが、発震時に崩壊する構造も時間をおいて徐々に崩壊する構造もあり、二回続けて振動7の地震動は致命的です。右の写真は益城町付近の九州自動車道の対策工事ですが、緊急車両を通しながら、軟弱地盤(周りは水田)で地上からは普通見えない地下の基礎対策は掘削調査後の大工事です。

7

8

### 阿蘇大橋の崩壊 2016/4/16

- 地滑り、土石流、崩落流れ
- 崩落流れ、土石流、崩落流れが多い水位をもたらす場合も多い
- 崩落流れ
- アーチ式支間橋にて、アーチ上部の地盤がひびきと移動
- 推定地滑り土砂量
- 約50万立方メートル。当時不安定な土石が崩落約10万立方メートル
- 二次災害防止のため崩落物の撤去作業で砂防、斜面の変化
- 東海大学阿蘇キャンパスに隣接 農学部及び農学研究科



### 火山活動の活発化

- カメラによる24時間観測
- 噴火警報 [http://www.dain.jma.go.jp/volc/dm/dm01.htm?\\_mpj.php](http://www.dain.jma.go.jp/volc/dm/dm01.htm?_mpj.php)



警戒すべき多くの火山がある。噴火の場合、火山灰、火山礫の噴出物、火碎流や火山泥流、溶岩流の対応をするが、土木工学的にはできることは、砂防ダム、砂防施設で火碎流や火山泥流をとどめる

9

10

### 阿蘇山の噴火 最近では2015/9/14, 2016/10/8さらに2019/4/16

- 噴煙の大きさは大きいが、噴煙が大きめの噴煙は少ない



この前年2014年、御嶽山の噴火で58名の登山者がほかに亡くなっている

### 北関東の豪雨 2015年9月9, 10, 11日

- 極端な豪雨
  - 647mm：日光での総観測雨量
  - 639mm：日光での72時間観測雨量
  - 551mm：日光での24時間観測雨量
  - 700mm：日光での24時間推定雨量
  - 164.5mm：日光での3時間観測雨量
  - 62mm/90mm：日光での(総測定/推定)1時間雨量
  - 65mm/90mm：日光での(72時間観測雨量/推定)1時間雨量
- 一方で、1時間雨量の設計値/推定値
  - 通常 50mm：時間雨量
  - 堆積、下水etc.

被害の状況は深刻で大雨に対する脆弱性を議論すべきだが、工学者として冷徹に言うと、設計値と実現値との関係で、実現値が上回れば災害が起きる。設計値をどう決めているか、安全性をどう考えているかが、そこでの技術者の説明責任になる

11

12



台風 1521 Dujuan, 最近のスーパー台風

- 最大瞬間風速で81.1m/s を先島群島と那国島で2015／9／29 15:41観測
- 明石海峡大橋の設計風速を超える
- ひまわりの画像(9月28日午後4時)では明確な目が見える
- 非常に強い台風であることを示す

従来規模を超える台風としてスーパー台風の名前が定着してきた。80m/sを超える最大種雲間風速は全く想像を超える。

### 最近自然災害が多い

- 熊本地震
  - 震度 7級が続いて二回
  - 統一して起こった非常に多くの地震
- スーパー台風
  - 2018年8月21号 チューピー/Typhoon, 命名:韓国  
2018年8月28日に発生し、9月4日に日本に上陸した台風。25年ぶりに「非常に強い」勢力で日本に上陸。大阪府、13時38分
  - 2019の関東に来襲の台風。スーパー台風ではないが
  - 台風15号(フランク)  
台風15号(フランク)、令和元年第10回台風
  - 台風15号(フランク)  
台風15号(フランク)は、2019年8月10日(火) : 平成(千葉県、9時45分28分)
  - 台風19号(ハリビン)  
台風19号(ハリビン)、令和元年第13回台風
  - 中心気圧980hPa、最高風速40m/sの強烈な台風。伊豆諸島沖で暴風、伊豆半島に上陸
  - 台風19号(ハリビン)は、東京、神奈川、静岡、山梨、長野など1000km以上の範囲で影響
- 竜巻
  - 震度7クラスが続けて起ることは議論はされていても具体的な対策は打っていない。台風時に地震が起きることも同様。2019年の二つは最大級の台風がつづいた。竜巻は日本でもたくさん起きる。中国でも起きる。非常に破壊的な一方で、被害を受ける範囲はかなり限定期で設計に持ち込みにくく。車両の転倒を含めてドップラーレーダーでの監視は増えている。
  - 震度7クラスが続けて起ることは議論はされていても具体的な対策は打っていない。台風時に地震が起きることも同様。2019年の二つは最大級の台風がつづいた。竜巻は日本でもたくさん起きる。中国でも起きる。非常に破壊的な一方で、被害を受ける範囲はかなり限定期で設計に持ち込みにくく。車両の転倒を含めてドップラーレーダーでの監視は増えている。
- 日本も竜巻事例は世界的に見て極端に多い

震度7クラスが続けて起ることは議論はされていても具体的な対策は打っていない。台風時に地震が起きることも同様。2019年の二つは最大級の台風がつづいた。竜巻は日本でもたくさん起きる。中国でも起きる。非常に破壊的な一方で、被害を受ける範囲はかなり限定期で設計に持ち込みにくく。車両の転倒を含めてドップラーレーダーでの監視は増えている。

風水害による保険金の支払い				
順位	被保険者(被災地)	地域	発生日	支払保険金(単位:億円)
1	保険会社未記載	大阪府・京都府・兵庫県	2019年8月20～25	700 350 25.675
2	保険会社未記載	全国	2019年8月20～25	5,225 260 5,680
3	保険会社未記載	全国	2019年8月20～25	3000 1500 15.000
4	保険会社未記載	福岡県	2019年8月20～25	2,964 241 3,224
5	保険会社未記載	福岡県	2019年8月20～25	2,847 212 3,147
6	保険会社未記載	福岡県	2019年8月20～25	2,715 178 3,037
7	保険会社未記載	福岡県・宮崎県・鹿児島県	2019年8月20～7月8日	2,672 280 3,956
8	保険会社未記載	全国	2019年8月20～25	1,561 81 1,642
9	保険会社未記載	福岡県	2019年8月20～25	1,471 74 1,592
10	保険会社未記載	福岡県	2019年8月20～25	1,112 570 40 1,103

一般社団法人 日本損害保険協会調べ  
資料は内閣府のデータをもとにしています。  
資料のため、実際の数字と多少の誤差がある場合が一時ないことあります。

災害被害の尺度の一つは損害保険支払額。風水害は被災範囲が広範囲なためもあり被害額は極めて多い。10位でも140億円

地震による保険金の支払い		
順位	被保険者(被災地)	支払保険金(単位:億円)
1	東日本大震災	11.757
2	熊本地震	5.0
3	静岡県御殿場地震	1.0
4	伊豆大島地震	0.5
5	伊豆大島地震	0.5
6	伊豆大島地震	0.5
7	伊豆大島地震	0.5
8	伊豆大島地震	0.5
9	伊豆大島地震	0.5
10	伊豆大島地震	0.5
11	伊豆大島地震	0.5
12	伊豆大島地震	0.5
13	伊豆大島地震	0.5
14	伊豆大島地震	0.5
15	伊豆大島地震	0.5
16	伊豆大島地震	0.5
17	伊豆大島地震	0.5
18	伊豆大島地震	0.5
19	伊豆大島地震	0.5
20	伊豆大島地震	0.5
21	伊豆大島地震	0.5
22	伊豆大島地震	0.5
23	伊豆大島地震	0.5
24	伊豆大島地震	0.5
25	伊豆大島地震	0.5
26	伊豆大島地震	0.5
27	伊豆大島地震	0.5
28	伊豆大島地震	0.5
29	伊豆大島地震	0.5
30	伊豆大島地震	0.5
31	伊豆大島地震	0.5
32	伊豆大島地震	0.5
33	伊豆大島地震	0.5
34	伊豆大島地震	0.5
35	伊豆大島地震	0.5
36	伊豆大島地震	0.5
37	伊豆大島地震	0.5
38	伊豆大島地震	0.5
39	伊豆大島地震	0.5
40	伊豆大島地震	0.5
41	伊豆大島地震	0.5
42	伊豆大島地震	0.5
43	伊豆大島地震	0.5
44	伊豆大島地震	0.5
45	伊豆大島地震	0.5
46	伊豆大島地震	0.5
47	伊豆大島地震	0.5
48	伊豆大島地震	0.5
49	伊豆大島地震	0.5
50	伊豆大島地震	0.5

資料:日本損害保険協会、2019年8月25日現在

地震は破壊的であると認識は広く認められているけど、損保支払額で見ると多くない。地震保険の特異性、被災範囲の狭さの影響はある。ただ、東日本大震災及び熊本地震ではかなりの保険支払いが行われている

**課題**

- ・災害について簡単にまとめてください
- ・最近の自然災害被害
- ・自然現象に対する脆弱性と設計の位置づけ