

2025年10月21日

秋田県コンクリート製品協会

「インフラのパラダイムシフト」

秋田大学名誉教授
土木学会特別上級土木技術者 川上 洵

2017/10/25



1

平成30年度秋田県コンクリート製品協会講演会

2018年 平成30年10月17日 13:40～15:00

「ポリマーコンクリート国際会議にみる先端材料に関する研究開発動向」

at the Willard InterContinental Hotel in Washington D.C., USA.

ICPIC2018
16th International Congress on Polymers in Concrete 2018
"Polymers for Resilient and Sustainable Concrete Infrastructure"

April 29th - May 1st 2018

極東興和株式会社 江良 和徳様

2019年 令和元年10月16日

秋田県コンクリート製品協会技術講演会

「治水に関わる土木技術」

セメント・コンクリート技術の30年 & コンクリート劣化診断技術

(株)中研コンサルタント 小林哲夫様

内容

1. はじめに

2. 自然災害と国土の脆弱性

3. インフラのストックと寿命

4. メンテナンスについて

5. レジリエンス

6. ワシントンDC

7. ICPIC2018

8. USAの高速道路整備とその技術

9. まとめ

内容

1. はじめに

秋田戊辰戦争: 鍋島茂昌
佐賀藩の技術: 鍋島直正

2. 開拓使判/秋田権令官島 義勇:
札幌・創成川, 秋田・八郎潟開拓

3. 自然河川・石狩川と岡崎文吉

4. 治水に関わる技術

5. 大久保利通 の安積疏水

6. むすび

2

21世紀の課題

全人類の課題

環境 エネルギー
食料 核兵器

緊急不可否
の課題

大規模自然災害
新たな疫病の蔓延

地域社会
と地域産業再構築
の課題

過疎化 高齢化
地域産業の活力低下

2022.2.8.~
Russia's Military
Attack on Ukraine

2023.10.7~
Israel's invasion of
Gaza

2020年~2025年の主な出来事

2020年: コロナ(COVID-19)パンデミック
九州・球磨川水害

2021年: 熱海市土石流, 東京五輪,

2022年: 北京五輪, 安倍晋三暗殺事件
ロシアのウクライナ侵攻

2023年: トルコ・シリア地震,
COVID-19が2類から5類へ
秋田市冠水・浸水
イスラエルのガザ侵攻

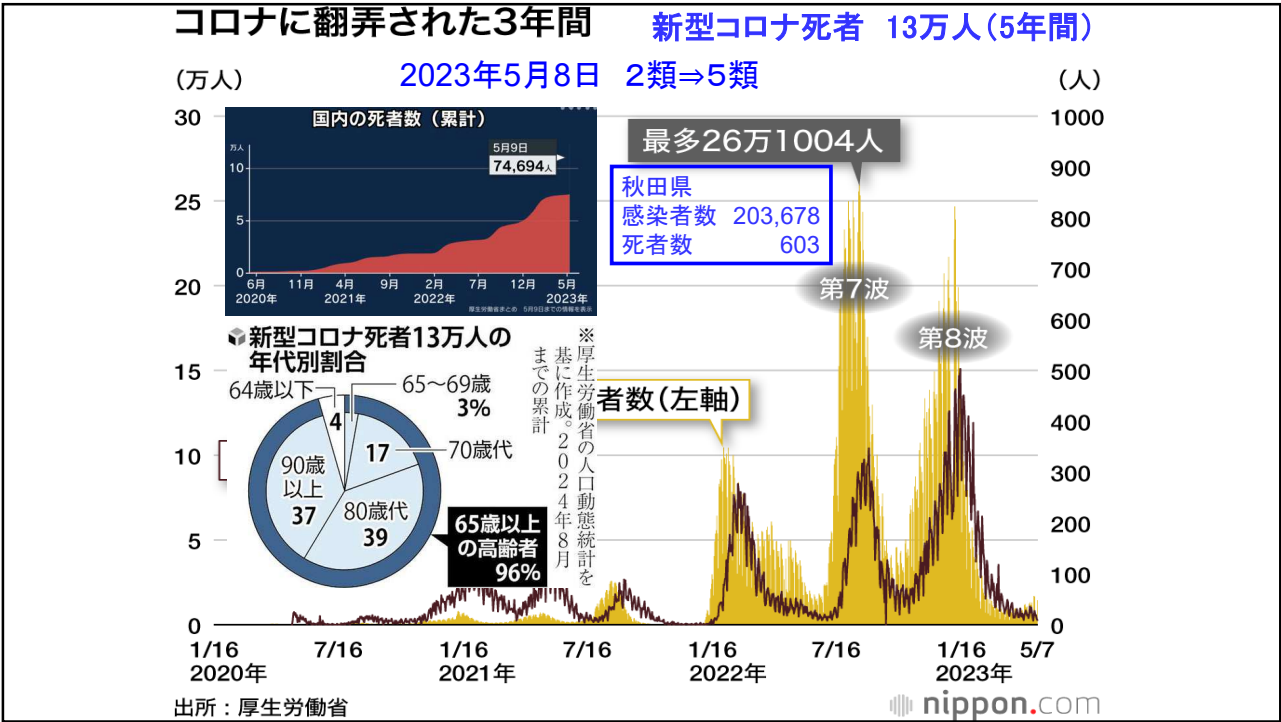
2024年: 能登半島地震/豪雨, パリ五輪
山形秋田豪雨災害

2025年: 大船渡市山林火災, 大阪万博
八潮市道路陥没

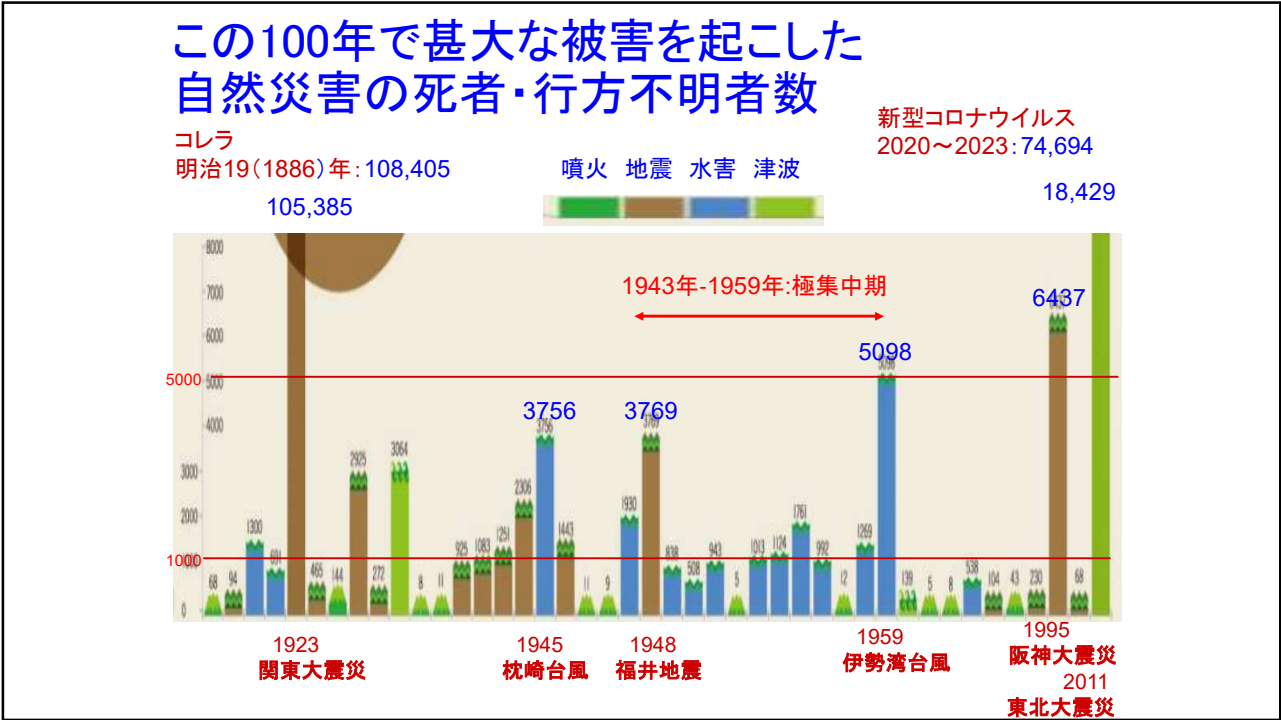
令和7年/昭和100年

2025年/21世紀・四半世紀

3



4



5

インフラストラクチャー アイコン

An icon set of infrastructure related items.

Force Majeure ;

自然災害: Natural disasters およびストライキ、戦争、内乱、暴動などを含む「不可抗力」のこと

Landslide	Flood
Forest fire	Fire
Earthquake	War
Avalanche	Tornado

6

内 容

1. はじめに
2. ICPIC2023/ワルシャワ
3. ポン・デュ・ガール/ミヨー橋/エッフェル塔
4. 地球温暖化と山林火災
5. インフラの老朽化:道路陥没事故
6. 2025年秋田におけるインフラ事故
7. むすび

7

第1 - 16回 ICPIC開催: The 17th Warsaw (Poland)
 ? 2021: COVID-19 pandemic
 ? 2022: Invasion of Ukraine
 2023: September 17 – 20th

1975	London(GB)	1st ICPIC
1978	Austin,TX (USA)	2nd
1981	Koriyama (JAPAN)	3rd
1984	Darmstadt (Germany)	4th
1987	Brighton (GB)	5th
1990	Shanghai (China)	6th
1992	Moscow (Russia)	7th
1995	Oostende (Belgium)	8th
1998	Bologna (Italy)	9th
2001	Honolulu (USA)	10th
2004	Berlin (Germany)	11th
2007	Chuncheon (Korea)	12th
2010	Funchal, Madeira isl. (Portugal)	13th
2013	Shanghai (China)	14th
2015	Singapore (Singapore)	15th
2018	Washington DC (USA)	16th



ICPIC 2023
 17TH INTERNATIONAL CONGRESS ON POLYMERS IN CONCRETE 2023
 Concrete-Polymer Composite in Circular Economy

Call for Papers & e-Posters

Warsaw University of Technology and Building Research Institute (ITB)
 invite to attend the:

17TH INTERNATIONAL CONGRESS ON POLYMERS IN CONCRETE ICPIC 2023

which will be held in
Warsaw, Poland on September 17 - 20th, 2023

8

ICPIC 2023

第17回コンクリート中のポリマーに関する国際会議

ポーランド、ワルシャワ、2023年9月17〜20日

ICPIC 2023会議の目的は、「コンクリート中」および「コンクリート上」のポリマーの適用に関する学際的な知識の交換です。

2023年にワルシャワでお会いしましょう!

今すぐ登録

特別シンポジウム

サーキュラーエコノミーにおけるC-PC:
新しいパラダイムを探る

ポーランド、ワルシャワ、2023年9月18日

ICPICコンGRESS2023の重要な部分は、レフ・チャルネツキ教授が議長を務める建築研究所(ITB)が主催する「循環経済におけるC-PC新しいパラダイムの探求」というタイトルの特設シンポジウムです。

観客を求めます >>>

Andrzej Gorbacz

アンタメイ・オルパツ
会議議長ワルシャワ
工科大学、ポーランド

登録（参加）費：

600 € = ¥ 96,852 (Face to Face)

300 € = ¥ 48,426 (ONLINE) (1 € = ¥ 161.421)

9

急がば回れ：
「もののふの矢橋(やばせ)の船は速けれど、急がば回れ瀬田の長橋」

日本-欧州直行便の航路：
ウクライナ戦争 ⇒
時間とエネルギーロス + ホテル代

ロシア上空を避けて欧州と日本を結ぶ

ANA 南回り

ANA・JAL 通常ルート

JAL 北回り

日本-欧州便は遠回りになる

ロシア上空を飛行できないと、日本-欧州便は遠回りになる

通常時 (飛行時間約 11~13時間)

全日空の成田-ブリュッセル線の中央アジアルート (同2~3時間半増)

日航の羽田-ロンドン線のアラスカ経由ルート (同3~4時間半増)

比叡山 琵琶湖 比叡おろし 矢橋 瀬田の唐橋

京都へ 東国から

Akita-Tokyo-Frankfurt-Warsaw

10

5



11

OPENING CEREMONY

Chairpersons:
A. Garbacz, R. Gengys

2023.9.18.

ICIPIC 2023

OPENING SESSION

Chairpersons:
J. Aguiar, M. Frigione, M. Kawakami

Gold Partners:

OPENING SESSION		Conference Room 4.01/4.02
Chairpersons: J. Aguiar, M. Frigione, M. Kawakami		
1	A. Garbacz, P. Łukowski, B. Chmielewska	KEYNOTE 1: Sustainable C-PC in research and practical applications. Polish experiences
2	J. H. Yeon, Y. G. Choi, K. S. Yeon	KEYNOTE 2: Applications of Concrete-Polymer Composites: Where Are We Now?
3	M. Kaszyńska, Sz. Skibicki	KEYNOTE 3: Sustainable development approach for 3D concrete printing

12

2023

When the story begins?

Polymer

The first plastic material was based on nitrocellulose and was obtained by Parkes in 1862 and Hyatt in 1866.



The first synthetic thermoset polymer (aphenol-formaldehyde PF), known as Bakelite, was obtained in 1907 by Baekeland through the polycondensation of phenol with formaldehyde.

ALEXANDER PARKES

1813-1900

INVENTOR OF THE FIRST PLASTIC, NITROCELLULOSE, WHICH WAS THE FIRST STEP TOWARDS THE INVENTION OF CELLULOSE NITRATE, THE FIRST SYNTHETIC PLASTIC.


CIRCA 1860-1865



Alexander Parkes は1856年
さまざまな溶剤で処理されたニ
トロセルロースをベースにした
セルロイドであるParkesine
(最初の熱可塑性プラスチック)
の特許を取得。
1862年のロンドン国際展示会
に展示されたこの材料は、プ
ラスチックの現代的な美的およ
び実用性の多くを予想していた。

1868 年のハイアットビリヤード ボール

(建築仕上げ技術,
Vol. 48, No. 572,
p. 36, 2023.3.)



John Wesley Hyatt's Celluloid billiard ball

第3・4の世代の材料の中心にあるプラスチックの出
自を尋ねると、十代田・難波共著の「材料：彰国社」によ
れば熱可塑性のセルロイドにある；19世紀アメリカで
ビリヤードが大流行し、プレイに使う球は象牙であり、
その調達に難しく、高騰した。そこで1863年にメーカー
側が、象牙のビリヤード球の代替の材料を求めて1万ドル
の懸賞金を提示した。1869年にJ. W. ハイアットが
ニトロセルロースに樟脳を加えて熱可塑性のセルロイド
(ピンポン玉の材料)を発明したのがプラスチックの始ま
りである。つづいて1910年ベークランドにより熱硬化
性のフェノール樹脂が発明された。

13

発表論文(74編)のキーワード			
Opening Session:	KEYNOTE 1-3;	3	サステナビリティ, 3D プリンター, リサイクル骨材, 持続可能な開発
Session 1:	Challenges for C-PC in Circular Economy;	6	サーキュラーエコノミー, ポリマー廃棄物, 鋳造廃棄物, カーボンフットプリント, CO ₂ 排出量, ポリマーカーボンフットプリント
Session 2 & KEYNOTE 4:	Alternative Binders;	8	石膏モルタル, メラミン廃棄物, ジオポリマー, フライアッシュ, フライアッシュ / スラグ混合, セラミック廃棄物, レンガ, アルカリ活性材料
Session 3 & KEYNOTE 5:	Reinforcement and Strengthening;	10	疲労挙動, パッチ修復, CFRP, BFRP, GFRP, ナツメヤシ繊維, ポリプロピレン繊維, 中間き裂, 耐摩耗性
Session 4 & KEYNOTE 6:	Repair and Protection of Concrete Structures;	6	接着, 表面処理, 樹脂塗装, 塩害, 水平き裂, ウォータージェット, 湿気硬化樹脂
Session 5 & KEYNOTE 7:	Improvement of the C-PC Properties;	6	カーボンナノファイバー, センサー, マンホール, 熱影響, 均質化解析, アルカリ活性材料, 相変化材料
Session 6:	Admixtures and Additives;	7	炭素繊維複合材, 鉱物含浸, ジオポリマー, 電気抵抗率, 亜硝酸リチウム, セルロースエーテル, トリエタノールアミン
Session 7:	Special Properties of Concrete;	6	ゴムコンクリート, サンドイッチ構造複合材, カプセル化, 受動絶縁, グリーン強度, 3D プリンター, 重量モルタル
Young Researcher Poster Session;		15	ジオポリマー, 塩化物イオン, フライアッシュ, フロアコーティング, 熱衝撃, 撥水剤, カーボンナノチューブ, リン酸塩, リサイクル骨材, エココンクリート
Special Symposium:	C-PC Circular Economy, Searching for a New Paradigm;	7	ナノ改質樹脂, 樹脂骨材, 樹脂繊維, 使用済みプラスチック, サプライチェーン, 原材料, マイクロスケール, ナノスケール, 高吸水性樹脂

14

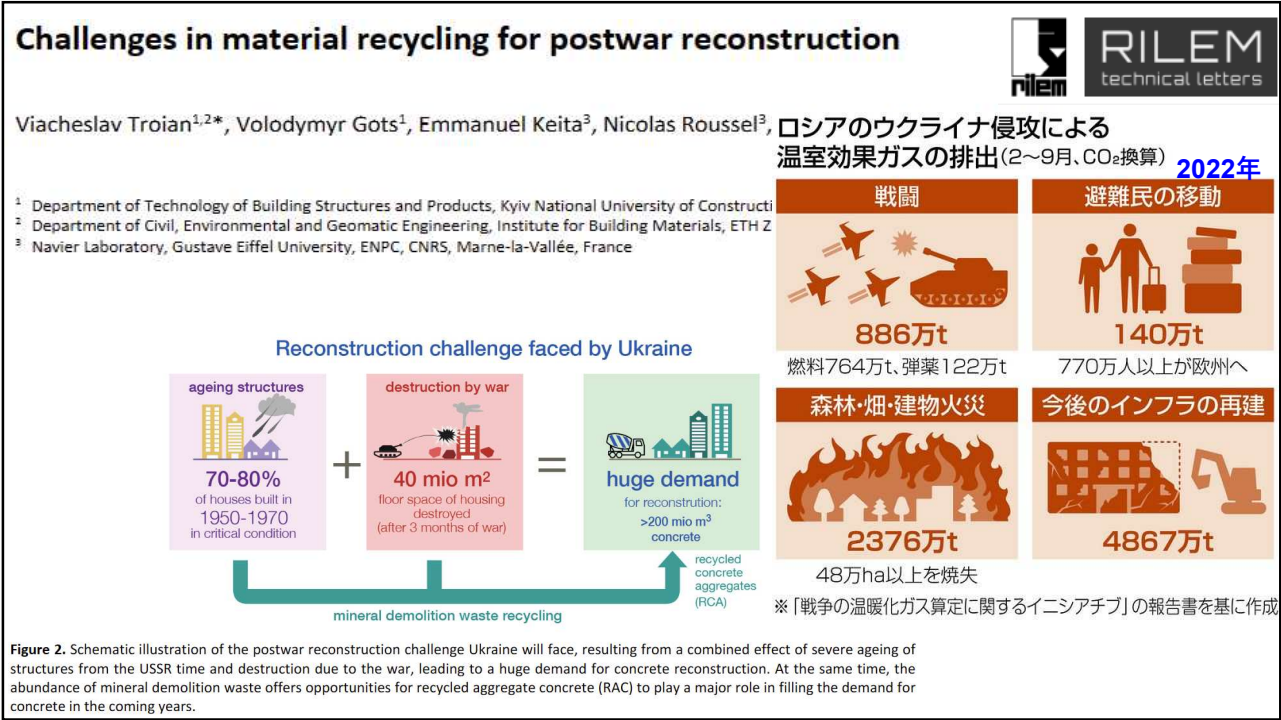
7

Preface
Opening Session: KEYNOTE 1-3
Keywords; C-PC, C-PC properties, sustainability, waste utilization, Polymer-Modified Concrete(PMC), Polymer Concrete(PC), Repair and Overlay, Precast Products, 3D printing, additive manufacturing, buildability, green strength, recycling aggregate calcined clay, sustainable development

Session 1 : Challenges for C-PC in Circular Economy

Keywords; Mixed plastics, Fine aggregate replacement, Leachate (浸出水) , Microplastic, Cement mortar cobblestones (玉石) , lightweight prefabricated products, polyurethane waste, Phase Change Material(PCM), Poly-Ethylene Glycol(PEG), Circular Economy(CE), Energy efficiency, Graphene, Polymer Waste, Mechanical Properties, Foundry Waste, Freeze-thaw tests, Carbon Footprint, CO2 Emission, Polymer Carbon Footprint

15



がれき処理; Disposal of Debris, Waste Processing (瓦礫, 震災廃棄物)

地震ガレキ: Earth quake Debris

津波ガレキ: Tsunami Debris

戦争ガレキ: War Debris --Gaza War(2023.10.7.-)



Pancake Collapse, 2023.2.6.
Turkey/Syria Earthquake



2011.3.11. Ofunato



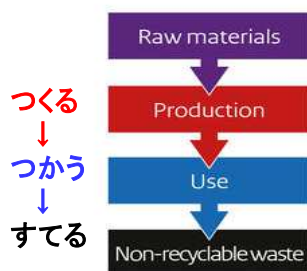
Russia's invasion of Ukraine,
22.2.24. ~

17

From a linear to a circular economy

直線型経済

Linear economy

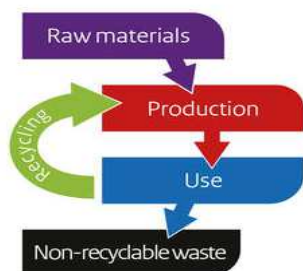


Take(資源を採掘して)
Make(作って)
Waste(捨てる)

⇒
環境・社会の両面から考えて
持続可能な経済モデルではない

リユース経済

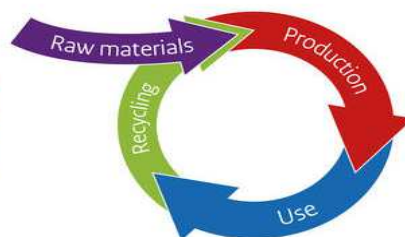
Reuse economy



3R(Reduce・Reuse・Recycle)の考え方を
ベースに、廃棄物の
一部を再資源化

環型経済 (多数の定義)

Circular economy



- ・Eliminate waste and pollution
(廃棄や汚染を取り除く)
- ・Circulate products & materials
(at their highest value)
(製品と原材料を高い価値を保った
まま循環させつづける)
- ・Regenerate nature(自然を再生する)

18

17th ICPIIC 2023 : 議長報告

Prof. Andrzej Garbacz, Chairman of ICPIIC 2023 Organizing Committee, reports that for **the first time the Congress was held in a hybrid manner**. This way, more people were able to participate. Everything is going well during the Congress and the results are very good:

78 people took part in the Congress in person and **26 online**. This hybrid method has been well accepted by the ICPIIC community and **it can be adopted again in the future**.

(18 countries participated, 74 papers: 59+15poster

⇔ 日本から 6 papers)

19

ポーランドの天文学スーパースター * コペルニクス生誕550周年

上司が「カラスは白い」と言った場合

「白のカラスもいるのですね」

ズキンカラス/ハイイロガラス: Corvus Cornix

コペルニクス: Nicolaus Copernicus
(1473–1543)

フレデリックショパン博物館

ワジェンキ水上宮殿の庭園の
ショパン像
Frédéric François Chopin(1810–1849)


20




21



22

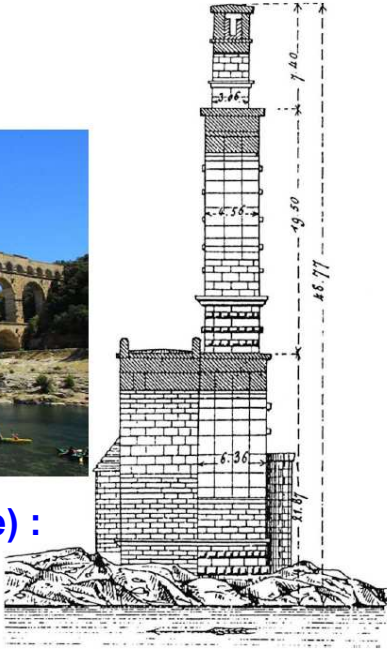


上段には石板で蓋をした
幅1.2m、深さ1.7m
の水路が組み込まれている

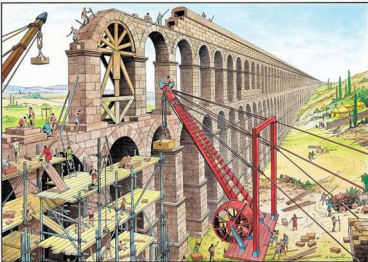


	支間 数 N	橋長 L(m)	幅員 B(m)	高さ H(m)	H/L/ N
上層	35	275	3.06	7.40	0.942
中層	11	242.55	4.56	19.50	0.884
下層	6	142.35	6.36	21.87	0.922


Pont du Gard(France) :
B.C.19




23

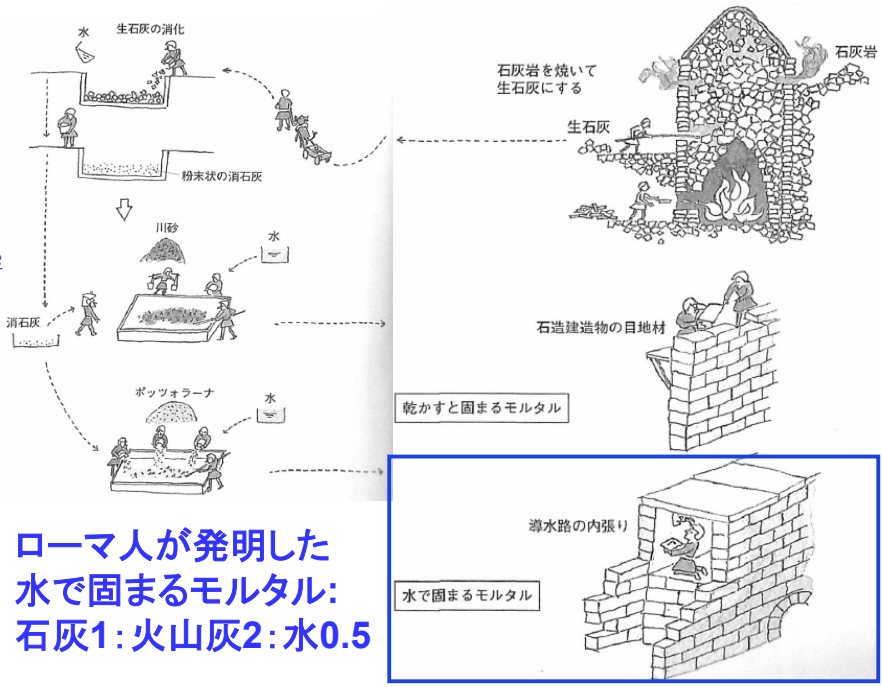


polypaston : Ancient Roman Crane





ローマ人が発明した
水で固まるモルタル:
石灰1:火山灰2:水0.5



石灰岩を焼いて
生石灰にする

生石灰

石造建造物の目地材

乾かすと固まるモルタル

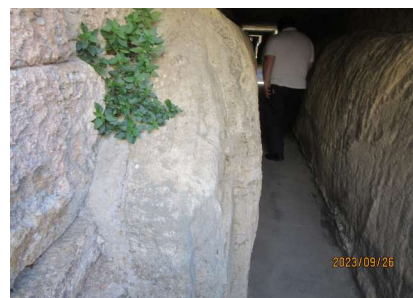
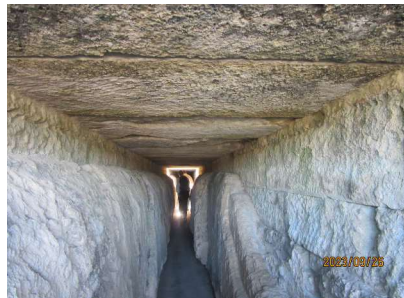
導水路の内張り

水で固まるモルタル

24

廃れゆく遺物

ローマの技術者:「石は味方で水は大敵」
「腐っても鯛」 いまは世界遺産:観光客



ニーム水道の水には大量の炭酸カルシウムを含む。水に溶け込んでいるカルシウムが水路の壁谷底に付着する。そのため水路は次第にせばめられて通水能力が低下。AD400年頃までは定期的に付着物を除去。しかし、800年頃には付着物が47cmまでに成長。

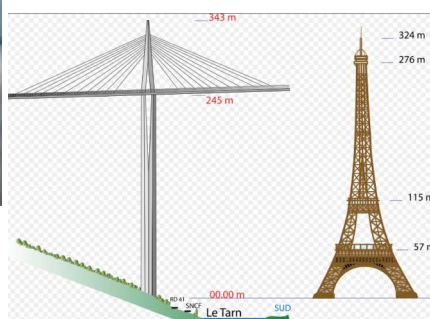
水路の通水能力が当初の四分の一以下に → 水道の役割停止

25

Le Viaduc de Millau(ミヨ一橋); (2460m, 2004年)



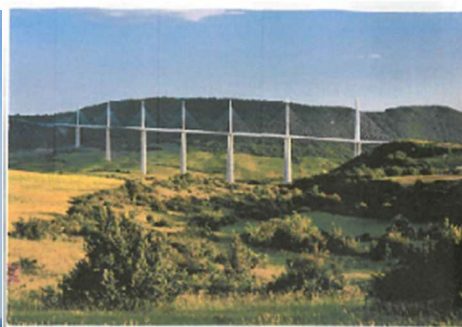
8径間連続鋼斜張橋
最大支間長:342m
主塔高:343m



雲の上のミヨ一高架橋:
世界で最も高い橋脚の橋
(コマーシャル:MAZDA アテンザ)

26

タルン溪谷のミヨー高架橋



27

主桁は押し出し架設工法によって架設

2004年1月、工事中的ミヨー橋。左から橋桁が押し出される



風の影響を考慮した橋脚の断面

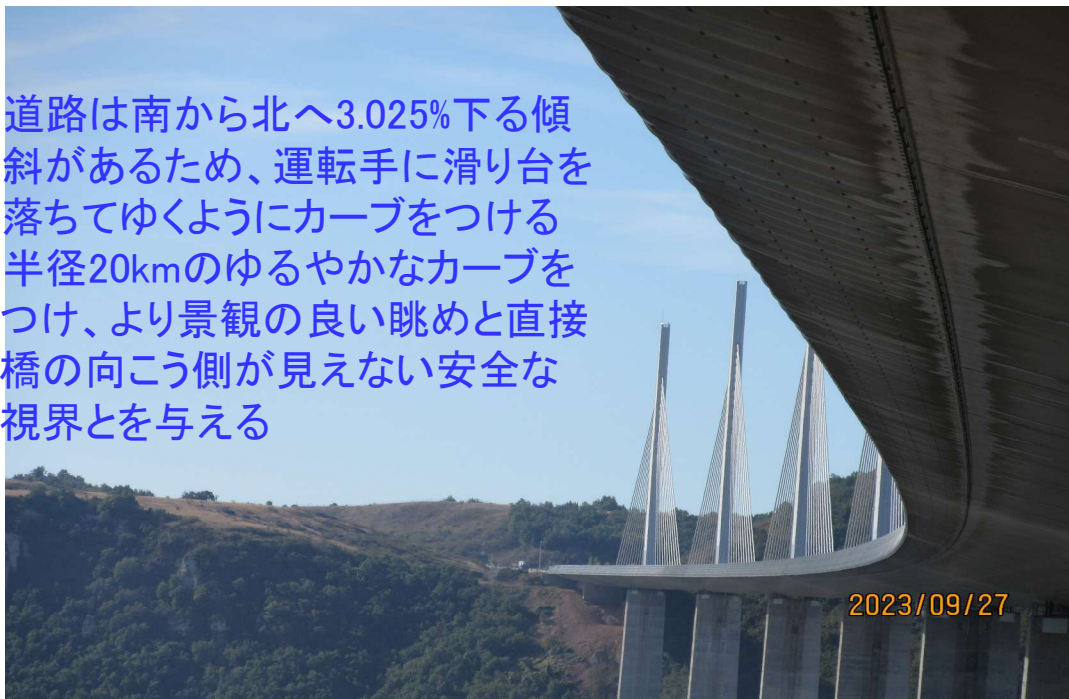


工事中的ミヨー橋と、仮設支柱



28

- 道路は南から北へ3.025%下る傾斜があるため、運転手に滑り台を落ちてゆくようにカーブをつける
- 半径20kmのゆるやかなカーブをつけ、より景観の良い眺めと直接橋の向こう側が見えない安全な視界とを与える



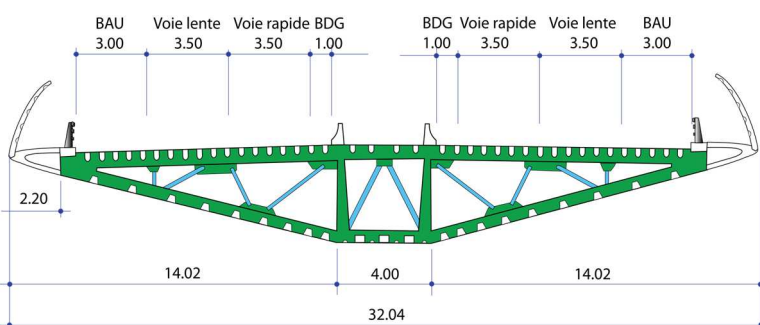
29

橋桁断面と防風壁

渓谷を流れる風の影響で橋にどのような力がかかるか？
落橋や振動が課題。

⇒

風洞実験が行われ、風を受け流すように橋桁の下部断面形状を逆三角形から現行の台形に変更するなど、フォスターの設計も変更



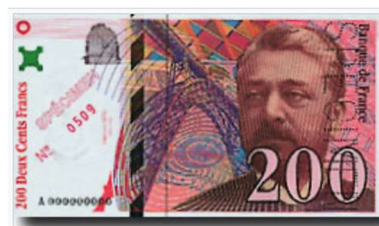
30

どこも悩みは,水掛り

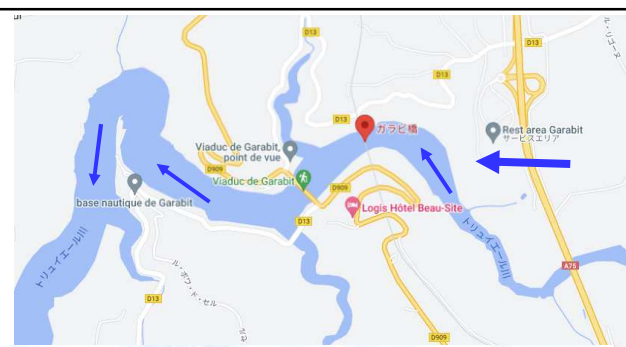


31

ガラビ橋: 1884年
 全長 565m
 アーチスパン 165m
 最大橋脚高さ 80m
 設計: ギュスタフ・
 エッフェル



200フラン紙幣



32



鉄橋の幅 6m(上部), 20m(アーチ基部)
主桁のラチストラスの部分 6m

レンガ製橋脚部 20m(アーチ基部)
プレート: 着工-竣工までの期間 1880-1884



33

D. Maria Pia Bridge(1877, span =160m), and length of bridge = 280m)



1877年9月エッフェルの愛妻マリーの死
⇒ その1ヶ月後に、ポルトに出向き、ドナ・マリア・ピア橋を建設

34

エッフェル塔 (Paris, France: 1889)

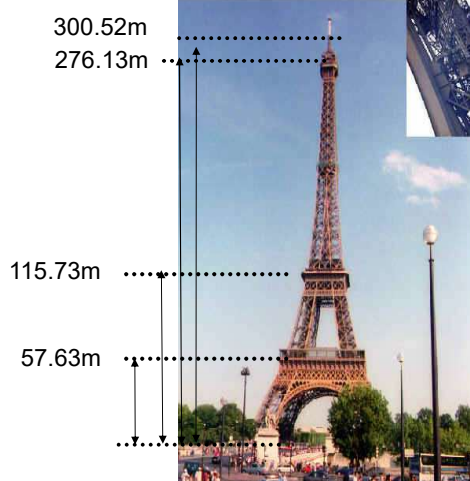
ギュスタフ・エッフェル: 鉄の魔術師

錬鉄製

高さ 320m

鉄の重量 9700t

接合: リベット



35

「エッフェル塔は7年ごとにお色直し」 錆や大気汚染から錬鉄を守るための塗装で、 約130年間に20回の塗り替え

1887～88年：完成前のアトリエでは部品のすべてがベネチアンレッド（鮮やかな赤）に塗られていました。

1889年：完成当時は「Brun-rouge（赤茶色）」

1892年の塗り替え：「Ocre-brun（黄土色と茶色の中間）」

1899年の塗り替え：一番下のオレンジ黄色から一番上の薄い黄色まで5色のグラデーションに。この年から7年おきの塗り替えが決まりました。

1907、1917、1924、1932、1939、1947年の塗り替え：「Jaune-brun（黄茶色）」

1954、61年の塗り替え：「Rouge-brun（赤茶色）」

1968年の塗り替え～：Brun Tour Eiffel（エッフェル塔ブラウン）一番下は最も濃く、一番上は最も薄い、3つのトーンのグラデーションになっています。

2021年の塗り替え～：「Jaune-brun（黄茶色）」が復活。

今までの「エッフェル塔ブラウン」茶色から
2024年のパリ五輪ではゴールドに変身



36

桶の理論(Barrel Theory)

the strength of a chain is in the weakest link
(鎖の強度は最も弱い環で決まる)

社会環境
睡眠

身体活動

100歳
85歳
50歳

遺伝

+ 橋梁の供用環境
たとえばこれが
栄養・食生活の板

50歳

桶の破損

= 他がいくら良くても健康長寿は叶わない

○ポンデュガール:メタボ ⇒ 長期供用・機能不全

○ミヨー橋:渓谷・水掛り ⇒ 橋梁の供用環境

○ガラビ橋・エッフェル塔:錬鉄・リベット ⇒ 供用:エンドレスの塗装

37

2022年1月28日 米ペンシルベニア州ピッツバーグ市で 橋長136mの道路橋が崩落。

As board member Michael Graham put it: "This bridge didn't collapse by an act of God. It collapsed from a lack of maintenance."

The bridge opened to traffic in 1973

1973年開通

Westbound

Eastbound

447 feet

January 28, 2022, 6:37 am

老朽化した橋が崩落

現地視察のバイデン大統領
「(修繕が必要な橋は)全国
に4万3000カ所。これを全て
補修する」と宣言。

West Abutment

East Abutment

Northwest

Northeast

Southwest

Southeast

60 feet

Frame girders

Inspection photo of southwest leg in year 2013

38

フランシス・スコット・キー橋: 1977年 2024年3月26日: 鋼製アーチ形連続トラス橋・落橋

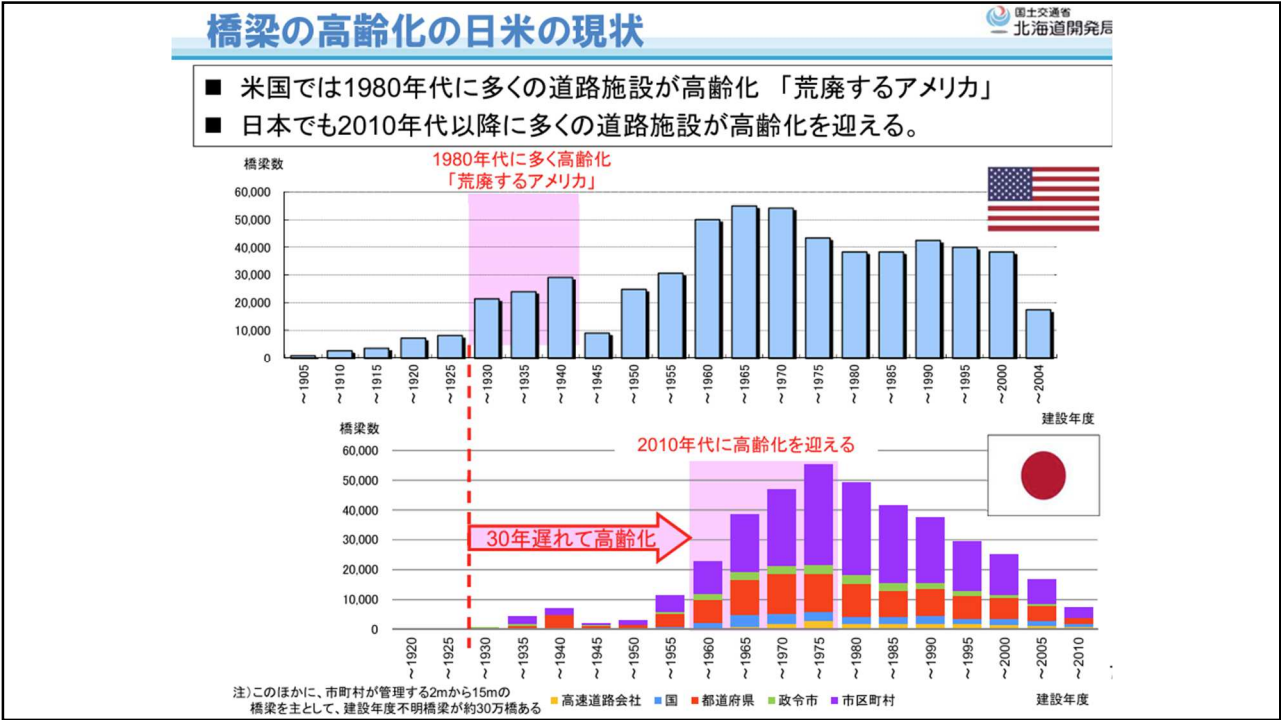


39

2024年9月11日 ドイツ・DresdenでElbe川に 架かるカローラ橋 (Carola Bridge) 一部崩落 旧東独時代の1971年建設 (築53年): ヒンジ?



40



America in Ruins(荒廃するアメリカ)

1980年以前、米国では道路の維持管理に十分な予算が投入されず、1980年代初頭には米国の道路施設の多くが老朽化し、「荒廃するアメリカ」と呼ばれるほど、劣悪な状態に陥っていた。1980年代になって、財源を増強し、維持修繕に力を入れたことにより、欠陥橋梁の数は減少してきたが、2004年(平成16年)の時点でも全体の30%弱に当たる約17万橋の欠陥橋梁が全米に存在し、「荒廃するアメリカ」から抜け出せないでいた。

1929年
世界恐慌

⇒

ニューディール政策

農産物価格の調整

公共事業

⇒

雇用創出

アメリカでは、1930年代のニューディール政策により大量に建設された道路構造物に、その50年後、1980年代になると、老朽化による崩落、損傷、通行止めが相次ぎ、「荒廃するアメリカ」に

America in Ruins: The Decaying Infrastructure (Duke Univ. Press Paperbacks, 1983.1)
by Pat Choate & Susan Walter



43

世界恐慌が起きたいきさつとアメリカの対応

○背景

第一次世界大戦でアメリカは戦場とならず、ヨーロッパなどへの輸出を増やし、第一次世界大戦後、世界経済の中心となる。しかし、やがてヨーロッパの経済は復調したためアメリカの輸出量は減少、生産過剰となり製品が大量に売れ残り、経済不安。

○株価大暴落

1929年10月24日、アメリカの株式市場で株価が大暴落し、アメリカはいっきに不景気に。銀行や工場が倒産し、農産物の価格も下落、多数の失業者が出ました。

○世界のほかの国への影響

アメリカは、第一次世界大戦後、ヨーロッパ諸国に復興のための資金を貸していた。貸し手であるアメリカが不景気に陥ったことで、借り手であったヨーロッパ諸国などにも大きな影響が及ぶ。また、アメリカと貿易を行っていた日本などの資本主義国にも影響。

○アメリカの対応

アメリカではルーズベルト大統領が「ニューディール(新規まき直し)政策」を打ち出し、政府が行うダム建設などの公共事業で失業者を雇うことにより、経済を安定。

○ニューディールの3R； **Relief(救済)**：失業者や貧困層の救済、**Recovery(景気回復)**：公共事業などによる経済の立て直し、**Reform(改革)**：再発防止のための経済システムの改革。

44

米国では、1930年代のニューディール政策以降、大規模にインフラの整備が進められた。日本に先んじてインフラ整備が行われた米国では、インフラの老朽化問題も早くに顕在化。1980年代の米国では、インフラの老朽化問題が深刻化し、それが経済や生活の様々な面に影響。ニューディール政策；1929年の世界恐慌を受け、1933年に就任したルーズベルト大統領は経済を立て直すために、公共事業の実施等、様々な政策を打ち出す。

多数の橋梁により周辺地域とつながるマンハッタン島では、1980年代に複数の橋梁で損傷事故が起こり、いたるところで大規模補修。1981年にはパット・チョートとスーザン・ウォルターにより「荒廃するアメリカ」が出版され、劣化するインフラの状況について警鐘が鳴らされた。 ”America in Ruins” by Pat Choate, Susan Walter



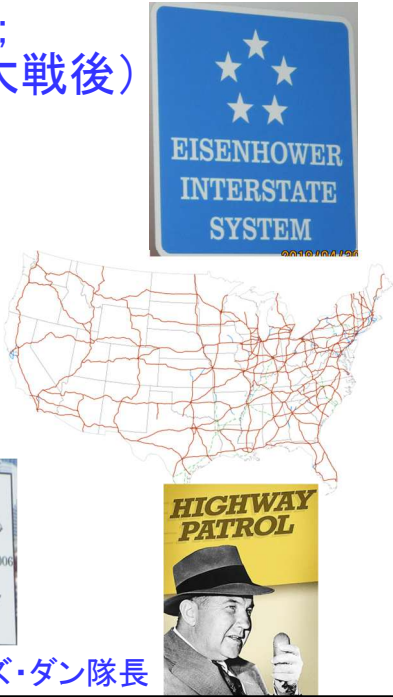
1956-91年州間高速道路網；
（1939-45年の第2次世界大戦後）

- About 47,000 miles of highways
- Nearly 60,000 bridges
- Carries approximately 75% of traffic

1991年の高速自動車網
（43,000マイル
≒68,500km）の完了
50周年記念；
1956年～2006年：
47,000マイル



1955～59年 アメリカのTVシリーズ・ダン隊長



戦争は最大の人権と環境の破壊ー

- 人道的危機; 多数の死亡、負傷、避難
- インフラの破壊; 建物、工場、道路
- 生態系の破壊・環境汚染: 有害物質⇒大気・水・土地

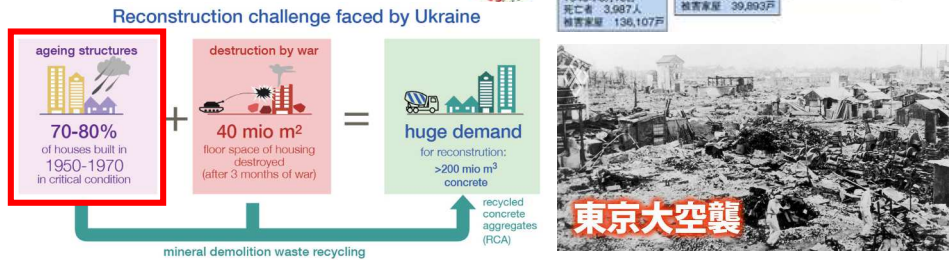
⇔

- 被害を受けた工業・エネルギー施設からの化学物質の放出・汚染リスク
- 街や都市の破壊による大気や廃棄物管理
- 耕作地や自然地の被害がもたらす経済的・生態的影響
- 水資源の汚染や水インフラの破壊
- 沿岸・海洋地域に汚染・生態系のかく乱
- 温室効果ガスの排出や気候変動への影響

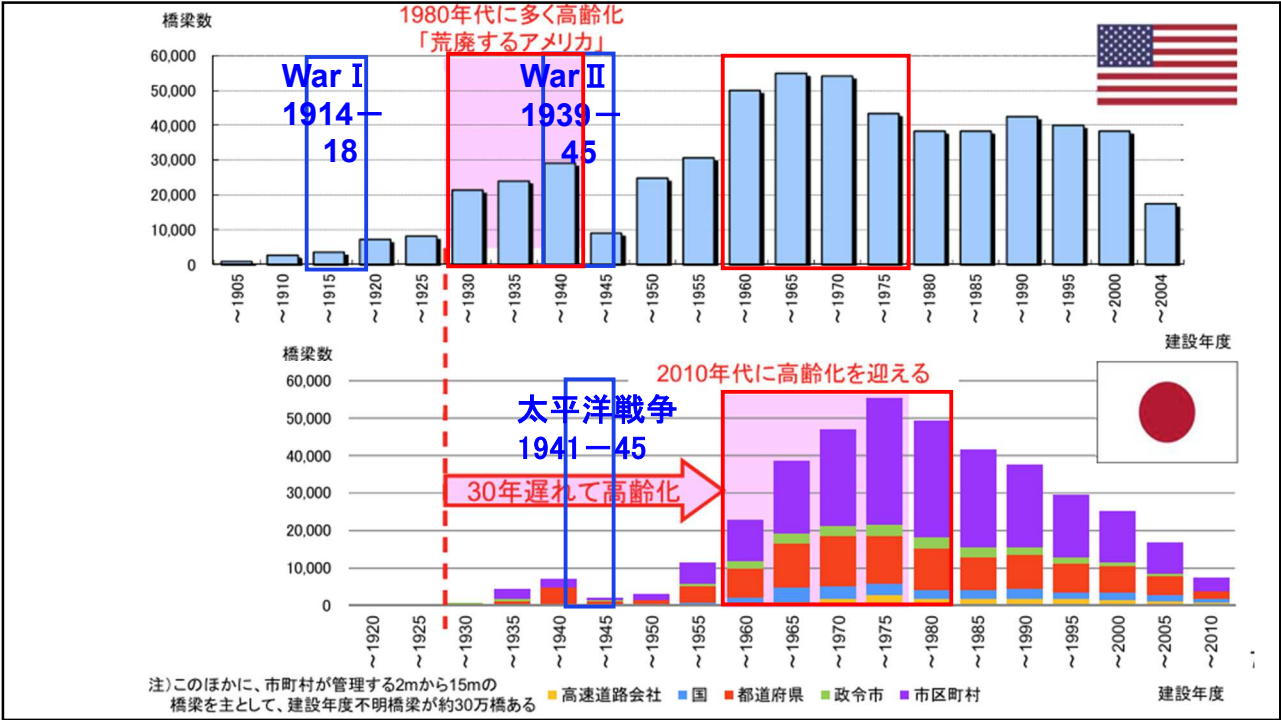
47

第2次世界大戦 ⇒
インフラの老朽化
ageing structures

わが国の土木構造物は、
1955～75年の高度成長期
に大量に建設された。



48



49

ロサンゼルス山火事の最新情報

2025年2月25日

2025年1月7日に発生したロサンゼルス山火事は、2月上旬までに完全な鎮火を迎えました。ロサンゼルス西部の高級住宅地で、太平洋沿岸に位置する地域で発生したパリセイブ火災とロサンゼルス郡東部の内陸部に位置する地域で発生したイートン火災を中心に、複数の火災が発生し、総焼失面積は50,000エーカー(202km²=20,200ha)以上、(東京ドーム約4300個に相当)に及びました。

この未曾有の災害により、少なくとも28名の尊い命が失われ、16,000以上の建造物が焼失。約20万人が避難を余儀なくされる事態となりました。経済的損失は2,500～2,750億ドルに達すると推計され、米国史上最も甚大な自然災害の一つとなっています。

米国
カリフォルニア州
ロサンゼルス

アルタデナ
ロサンゼルス国際空港
パリセイブ
バシフィック

10km

ロサンゼルス近郊で発生した山火事被害状況

	全体	バシフィック・パリセーヴ	アルタデナ
焼失面積(鎮火率)	162km ²	96km ² (14%)	57km ² (33%)
死者	24人	8人	16人
行方不明者	23人	6人	17人
被害建物数	1万2300棟以上	約5300棟	約7000棟
経済損失	推計40兆円前後		

※13日時点の現地当局の発表などに基づく

50



1964年以降で最大 大船渡山林火災、延焼面積3370ヘクタール 朝日新聞 2025年4月17日

大船渡市山林火災(おおふなとしさんりんかさい)は、2025年(令和7年)2月26日に岩手県大船渡市で発生した山林火災。4月7日に鎮火が宣言

岩手県大船渡市は2025年4月17日、延焼面積が約3370ヘクタールになったと発表した。

これまで焼失面積を約2900ヘクタールとしていたが、総務省消防庁や大船渡消防署が現地調査した結果、新たに集落周辺などで被害が確認されたことや、焼け残った場所が混在することから、延焼面積と改めた。消防庁によると、1964年以降で最大規模の山林火災となった。

53



2025年3月23日岡山市と今治市で山林火災発生

07レ

2025年3月24日 20:39



愛媛・今治市



岡山市

原因不明

緊迫 愛媛・今治市“大規模な山火事” 避難指示“集落に迫る炎” 岡山・愛媛 2つの県で

岡山市と愛媛県今治市で23日に発生した山林火災は、現在も燃え広がり、消火活動が続いています。岡山市では民家などが延焼する被害が出ています。

54

岡山・愛媛の山林火災、地表火でなく「樹冠火」で拡大か…

燃焼に伴う上昇気流で広範囲に飛び火 2025.4.21.



延焼が続き、煙が上がる山林(3月26日、岡山市南区で、読売ヘリから)© 読売新聞

岡山、愛媛両県で3月に発生した大規模な山林火災について、**樹木の上部や先端部の枝葉が燃える「樹冠火(じゅかんか)」**が発生し、乾燥した気候と油分の多いアカマツの林などで延焼が拡大した可能性があることが、専門家の分析でわかった。

国内の**山火事が多発するのは4月**で、引き続き警戒が必要だ。

通常の山火事は、**地表の枯れ草などが燃え広がる「地表火」**にとどまり、火の粉が飛ぶ距離も数十m程度と短い。

しかし火勢が増すと、樹冠火に発展。燃焼により上昇気流が生まれ、1～2km先まで飛び火するという。

ニュース映像から分析した東京科学大の鈴木佐夜香准教授は「**樹冠火によって広範囲に飛び火したことで、消火が追いつかなかったのでは**」と話す。愛媛大の江崎次夫名誉教授(森林科学)は「**山には可燃物がたくさんある状況だった**」と指摘する。

瀬戸内海沿岸には油分の多いアカマツが分布し、竹林も広がる。マツや竹の葉がたまり、燃えやすかったことも背景にあるとみる。岡山、松山両地方気象台によると、火災発生の1週間ほど前からまとまった雨が降らず、発生当日の最大瞬間風速は14メートル超だった。

延焼スピードが速まった理由②「樹冠火」の発生

地表火
たき火など人為的な火が燃え移り
地表の落ち葉などが燃える

樹冠火
地表火が大きくなり
木の葉の部分(樹冠)が燃焼

地表火と比べて
数倍延焼速度が速くなる

京都大学防災研究所
特定准教授 嘉蔵氏

韓国

43カ所「史上最悪」山火事

死者20人超 消火ヘリ墜落

文化遺産も焼失

2025年3月21日

焼失面積 東京ドーム 約3700個分(1万7500ha)

死者 24人 避難者 2万3000人 (25.3.27)

[20,200ha: ロスの山火事]

43カ所で同時発生

ソウル

慶尚北道

ANN NEWS

慶尚南道

慶尚北道

慶尚南道

ANN NEWS

今月21日以降
全国各地で山火事

NEWS DIG

消火活動のヘリが墜落 “史上最悪”の山火事が韓国各地で発生 火の手は世界遺産「安東河回村（アンドンハフェマウル）」にも迫る | TBS NEWS DIG

57

山火事が起こる仕組み

直接的な原因

落雷などの自然発火

たき火など人の失火

なぜ山火事に？

広島・三原市より

「草焼きを原因とする火災の多くは油断により発生します」

食事のために少し帰宅しよう

このくらいの風なら大丈夫だろう

来週以降は雨きょうしか実施する日がない

山火事の原因をつくった

地球規模の“悪循環”

日本大学生物資源科学部 串田圭司教授

「山火事増加」と「地球温暖化」の悪循環

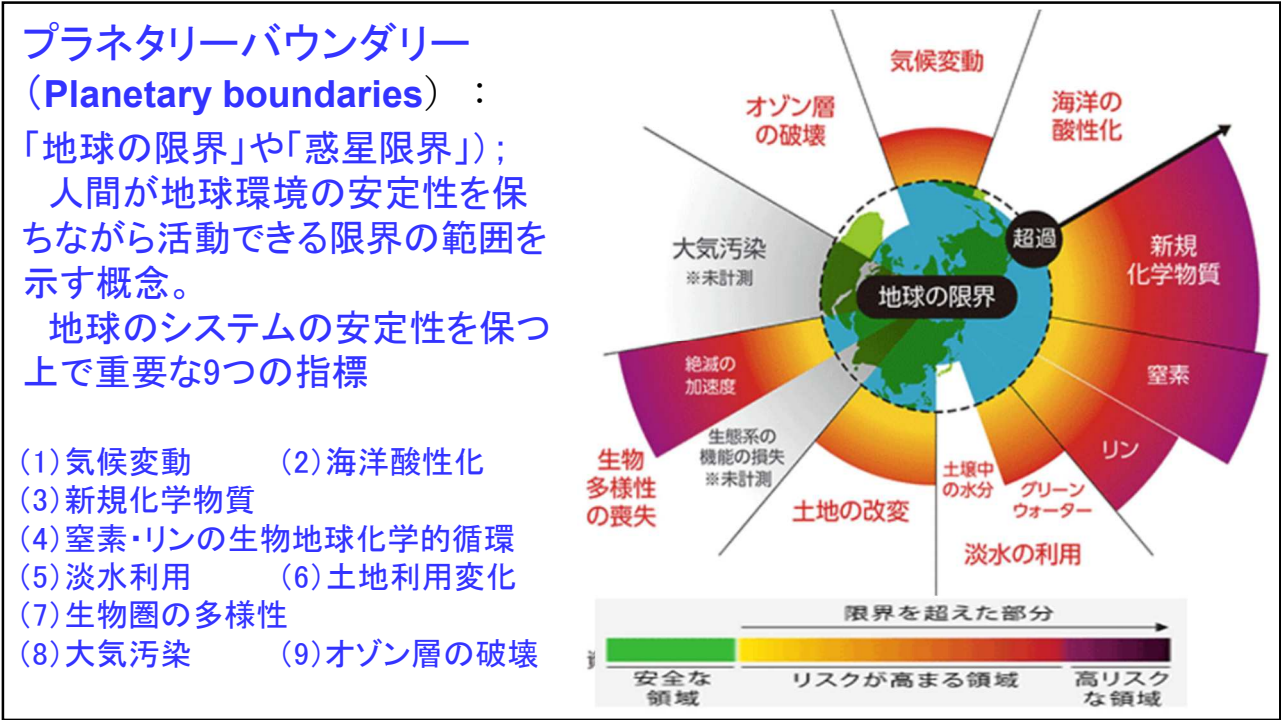
山火事(山林火災)の増大

大気中の二酸化炭素(CO₂)濃度の上昇

地球温暖化の進行

極端な乾燥の増大

58

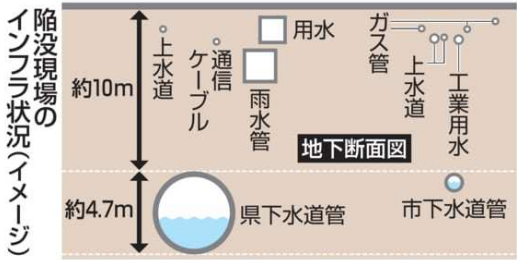


59

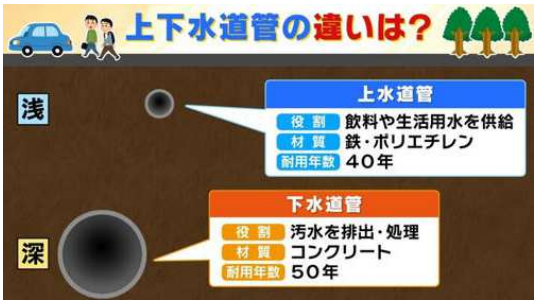


60

25.1.28.～ 埼玉県八潮市道路陥没



大規模な流域下水道



マンホールを見れば
上下水道管の位置関係
がわかる ⇒
○マンホールに水道局
→水道管
○マンホールに 汚水・
雨水・合流 →下水道管



61



2月1日撮影。陥没が広がってしまった後の状況



2月6日撮影。県道が陥没しトラックが転落した事故現場

62

破損した管は、1983年に供用を始めた。管理者の埼玉県によると、1次覆工は厚さ225mmの鉄筋コンクリート製セグメントで、2次覆工は厚さ250mmの無筋コンクリート。

コンクリートで2次覆工を構築する手法は、下水道管を大量に新設した当時、各地で採用された。2次覆工はセグメントの補強や劣化を防ぐ機能を持つ。

道路陥没の原因と見られる下水道管の穴は、硫化水素による腐食でセグメントが落下して生じた可能性がある。

建設当時のシールド工法ではセグメントを底部から設置し、最後に頂部のKセグメントをトンネルの内側から真上や斜め上方向にはめ込んでリング状の構造物を造る「半径挿入方式」が一般的だった。この方法で造ると上方向からの土圧でKセグメントが外れやすい。

63

コンクリート管の腐食

コンクリートの腐食劣化!!

硫酸酸化バクテリア

H_2SO_4 (硫酸)

好気性状態

H_2S (硫化水素)

嫌気性状態

SO_4^{2-} (硫酸塩)

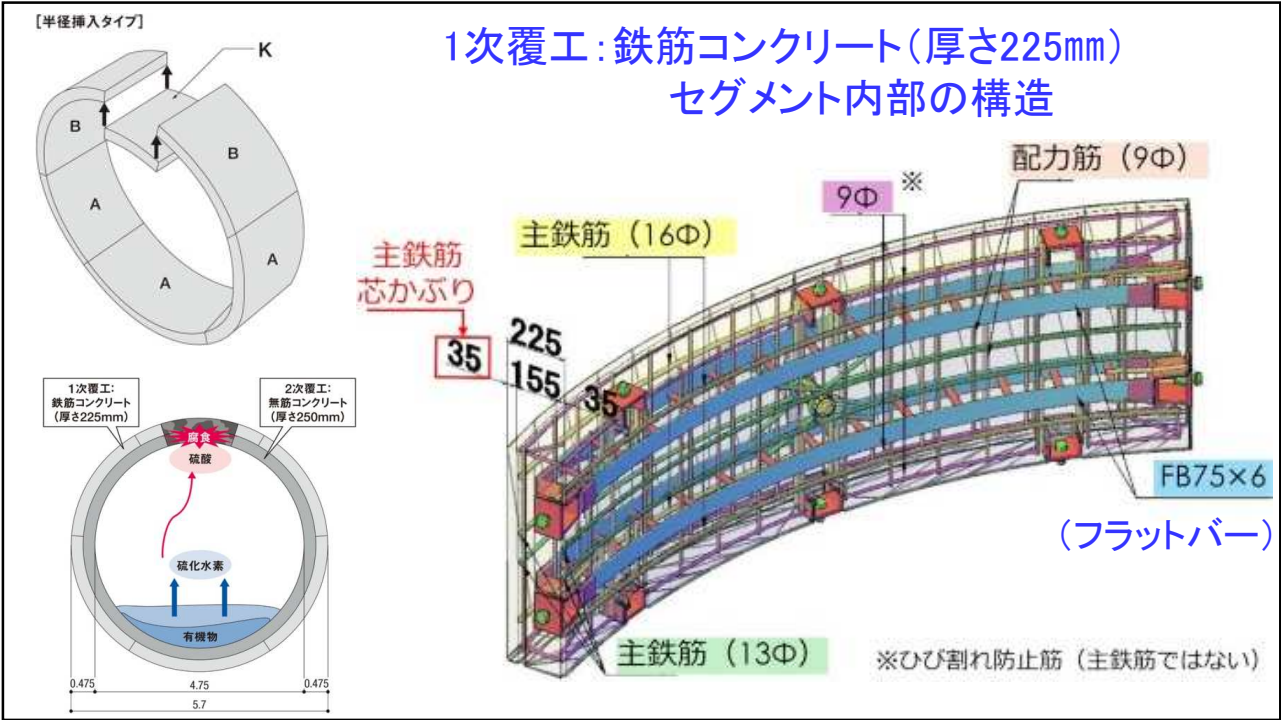
硫酸塩還元バクテリア

H_2S (硫化水素)

① 下水に含まれる有機物が、酸素の少ない環境(嫌気状態)で微生物によって分解されること、そして汚水が攪拌されることによる気化

② 発生した硫化水素は、細菌の作用によって硫酸に変化し、コンクリートを腐食させます。硫化水素は下水中の有機物が微生物により分解される過程で発生し、管壁の結露に溶解込み、酸素と細菌の働きで硫酸(H_2SO_4)に変化


64



65



66



土かぶり 約10m

マンホール

高さ10m

内径3m

内径4.75m

下水

破損箇所

現場写真: マンホール内部の様子。破損した管が見える。

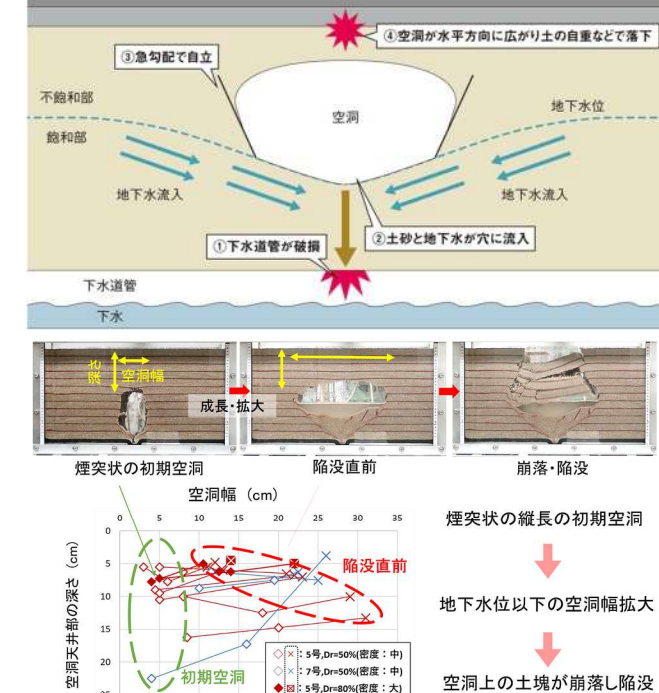
管の破損は、下水から発生した硫化水素を壁面にすむ微生物が酸化して生成する硫酸などによる腐食で生じた可能性が高い。

陥没箇所のすぐ上流には口径3mと4.75mの管をつなぐマンホールがあった。下水がマンホール内の段差で攪拌(かくはん)され、硫化水素が拡散しやすかった。

このマンホールはトンネル施工時に到達たて坑として使われており、幅12m、長さ11mとサイズが大きい。ここで下水が滞留していた可能性もある。滞留すると酸素の供給が減り、微生物の働きが活発になる。

現場の上流側で接する管路では、県が2021年の調査で鉄筋が露出していると判定していた。腐食が進み、無筋の2次覆工が消失した状態だった。硫化水素は空気よりも重く、下流部の破損箇所でも腐食が深刻化していたと推測できる。

67



①下水道管が破損

②土砂と地下水が穴に流入

③急勾配で自立

④空洞が水平方向に広がり土の自重などで落下

不飽和部

飽和部

地下水流入

地下水位

空洞

下水道管

下水

煙突状の初期空洞

成長・拡大

陥没直前

崩落・陥没

空洞幅 (cm)

煙突状の縦長の初期空洞

地下水位以下の空洞幅拡大

空洞上の土塊が崩落し陥没

空洞天井深さ (cm)

初期空洞

5号, Dr=50%(密度: 中)

7号, Dr=50%(密度: 中)

5号, Dr=80%(密度: 大)

①下水道管が破損

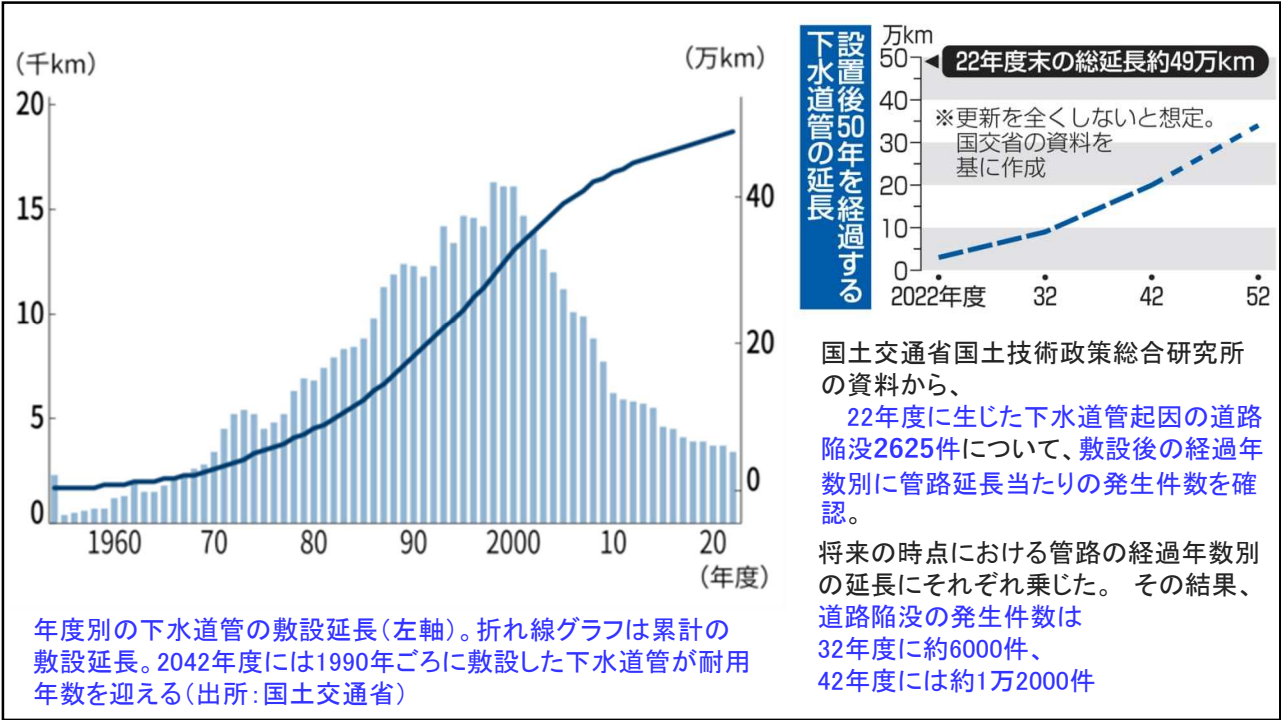
②埋設管に穴が開くと、土砂と地下水が吸い出されていく。現場付近は、地下水によって土砂流出が起こりやすい砂とシルトが主体の地質だった。「地下水位が高いほど水圧が大きく、土砂が流出しやすい」

③空洞周辺の土砂が急勾配で自立

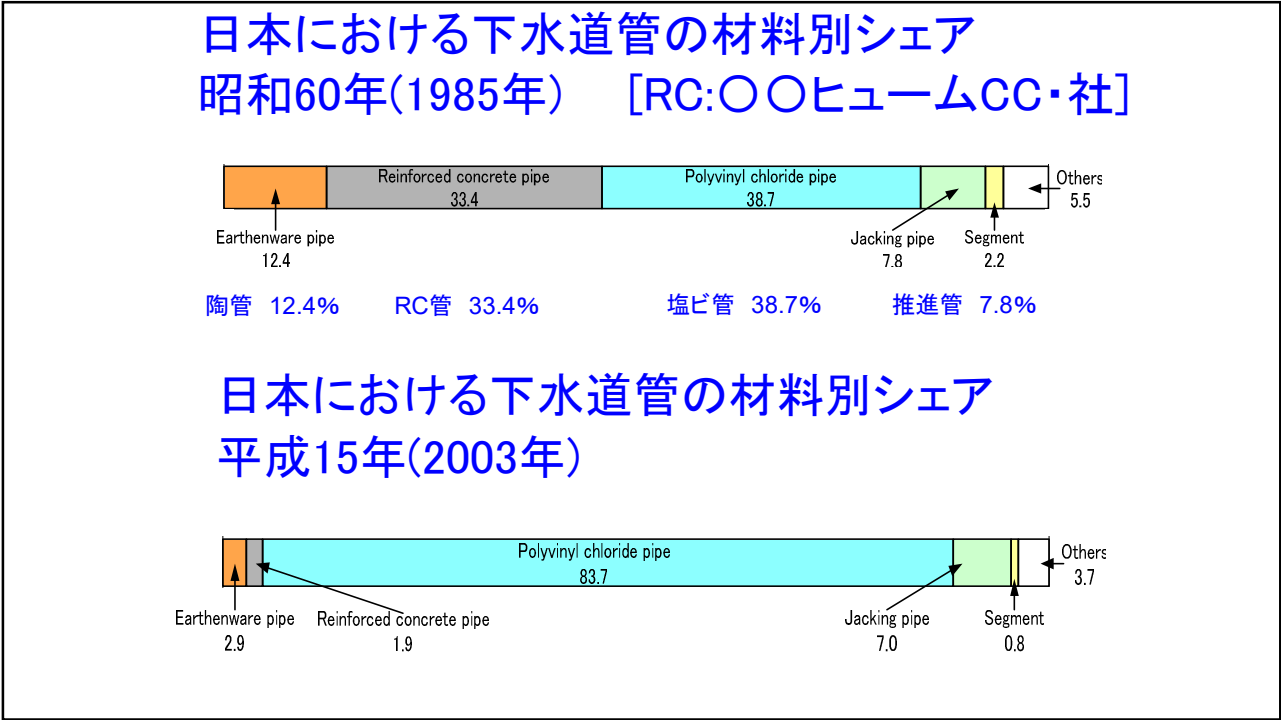
④空洞が水平方向に広がり土の自重などで落下

開口部直上に幅の狭い初期空洞ができ、底部の開口部から土砂流出が継続する、今回はこれが下水管破損部なわけですが、そうした場合、地下水位以下で空洞は主にスロープ状に水平方向に拡大し、空洞幅に対する空洞天井深さの比が1:5程度になった時、地表が崩落します。

68



69



70

① 下水道管の老朽化

② 下水道管の腐食

③ 地質地盤の影響

④ 交通荷重による影響

⑤ 地下埋設物や工事の影響

⑥ 気候変動による影響

上水道；

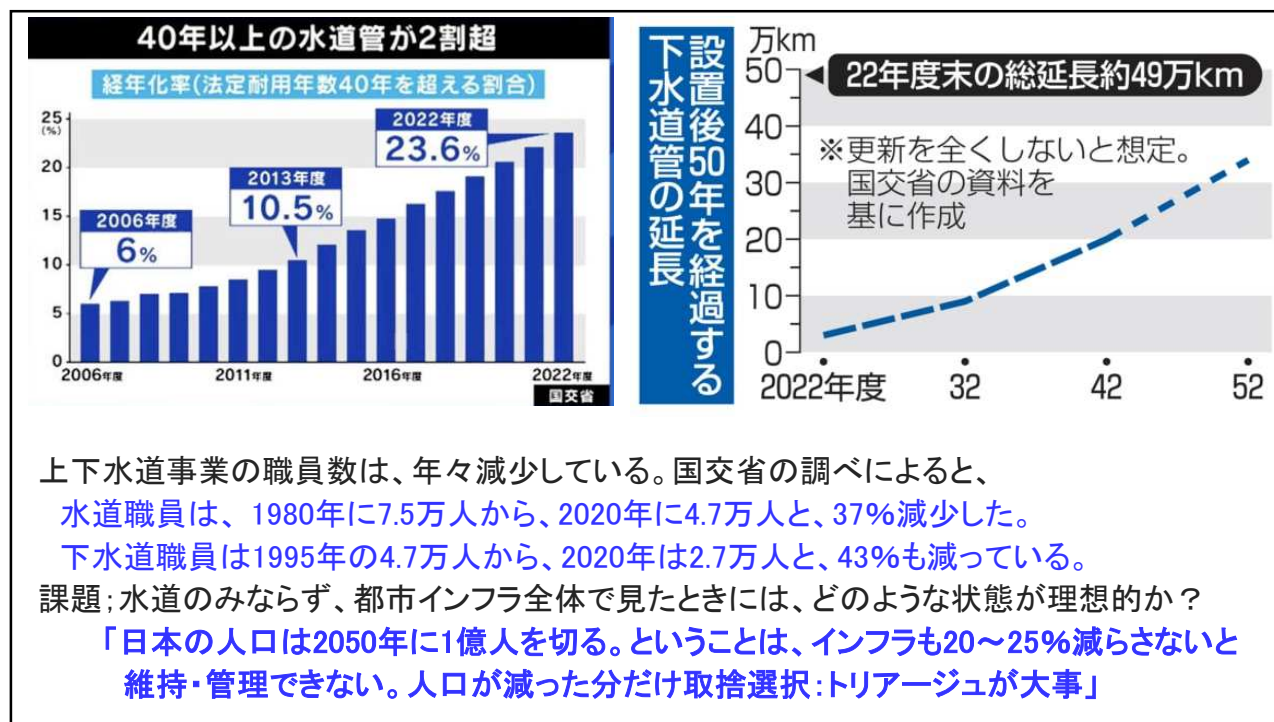
「地表面から1～1.5mの浅い位置に作るため、陥没は生じない」

下水道；

「10m程度の深い地中に、大きな径の管が走っている。管にクラック(ひび)が入り、土砂が落ちて、大きな空洞ができている可能性がある。その空洞が崩れれば、陥没事故になる」

「下水道管では硫化水素という有害ガスが発生して、人が直接助けに行けない問題もある」

71



72

改修後の管渠に要求される特性

1次覆工:
鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ
(厚さ225mm)

2次覆工:
無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ
(厚さ250mm)

腐食
硫酸

硫化水素

有機物

0.4754.750.4755.7

劣化したRC
管渠

- ・高耐食性
- ・高水密性
- ・低粗度係数
- ・複合管として高強度
- ・耐震性に優れている

73

2025年3月7日秋田県男鹿市の下水道工事で、マンホールに入っていた作業員3人が倒れて死亡した。下水道管交換後の漏水などを確認する通水試験の開始直後、本来は密閉している制水弁から硫化水素を含む水や空気がマンホール内に漏出。硫化水素中毒になったと見られる。

AB NEWS

直径約90cm

深さ約3.5m

3人

午前8時半ごろから作業

救出時

3人は重なるように倒れる

見つかったマンホールは蓋の内部の直径がおおよそ90cm深さはおよそ3.5mあり

取材をもとにしたイメージ

何が

下水管の補修工事中に…マンホールで3人倒れ死亡

酸欠やガスが原因の可能性

3.5m0.9m

有毒ガス

制水弁

下水管

事故

マンホール内で何がー3人死亡発生から1週間

接続部分から下水・空気・漏れ出たか

下水を止めるバルブ

硫化水素が発生か

下水管

深さ約3.5m

マンホールの中で何が 下水道工事の現場で3人が倒れ死亡した事故の発生から1週間 秋田・男鹿市 (2025/03/14 20:01)

74

37

○2025年8月2日埼玉県行田市のマンホールで作業員4人が転落・死亡事故；

下水道管は1981年に設置されたもので、1月八潮市の陥没事故を受け、下水道管の調査中だった。

下水道管内に硫化水素が充満し、事故につながった；

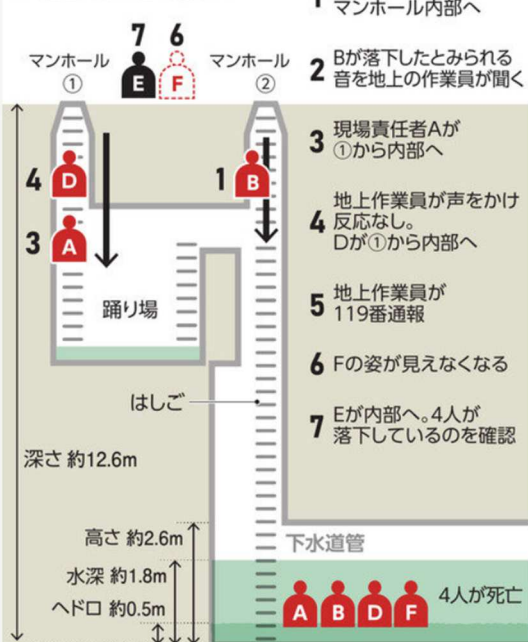
消防が到着後にマンホール内の濃度を測定すると 30ppmで、市が作業開始の基準とする 10ppm未満を上回っていた。

○2020年5月山口県岩国市の下水道埋設工事の現場で、男性作業員が死亡。硫化水素を含む地下水が流入。

○2020年10月茨城県土浦市の下水道マンホール内で汚泥の除去作業中の男性2人が死亡。現場から一酸化炭素と硫化水素が検出。

事故のイメージ

三栄管理興業の3日の発表から



75

2025年2月5日 秋田県由利本荘市 橋のボルトが車に落下

由利本荘市内を流れる子吉川にかかる吊り橋のケーブルを保護する管を固定するボルトが落下し、橋を通行していた乗用車に接触する事故
ボルトの落下があったのは、子吉川にかかる由利橋(愛称 由利タワー)



由利橋は橋長190.5m、主塔高さ(橋面から50m) 2つの支間長が約135mと約55mで異なる不等径間の2径間連続斜張橋。

供用開始は2013年1月29日



事故発生後の由利橋主塔とケーブルをつなぐ保護管。高さ約45mの最上段にある保護管のボルトが全て外れた(写真: 由利本荘市)

76

2月5日
午前6時
ごろ、
橋の周辺
では、強い
風が吹い
ていた

その後、市が調査したところ、吊り橋のケー
ブルを保護する管を固定する金属製のボルト16
本が落下し、このうち少なくとも2本が男性の
車にあたったということです。

強風と
飛来塩分

ボルト(15本回収) 長さ 約10cm 重さ 約180g

落下したボルトは16本
うち2本が走行中の乗用車を直撃

77

ケーブルの揺れが冬場に限られたこと
から、ケーブルへの積雪や北西から
吹く季節風が原因と見られる。

2025年2月5日(水)事故発生
当時の由利橋主塔とケー
ブルをつなぐ保護管。
高さ約45mの最上段にある
保護管のボルトが全て外れた

強風 影響は交通機関や橋にも…
今後は大雪にも十分注意を

由利本荘市提供

ボルト
長さ10センチ 直径15ミリ

78



79



80

機械(金属)の“失敗の三兄弟” (失敗百選:中山政之)

疲労 腐食 摩耗

◎ 経年劣化:時間軸と性能・機能の低下

完成直後には生じないで, 何年も
動かしているうちに大事故

81

橋梁崩壊の主たる3要因

1. 自然災害または人為的災害の両方に起因する
可能性のある予期せぬ外的作用;
地震,津波,洪水,衝突,...
2. 鉄筋の腐食,コンクリートの中性化や疲労などによる力
学的特性の劣化. ときに疲労の場合のように交通負荷
の増加に関して起きる.
3. 不十分な当初の設計または施工が未知の構造的影響
に関係している可能性があり,動的作用に関係すること
もある.

老朽化:点検・診断⇔レジリエンス:補修・補強⇒強靱化

82

2025年5月2日の風力発電羽根落下事故



おととい

秋田市の新屋海浜公園に設置された風力発電の風車から羽根が落下

点検翌日にな

さくら風力 盛高健太郎 社長

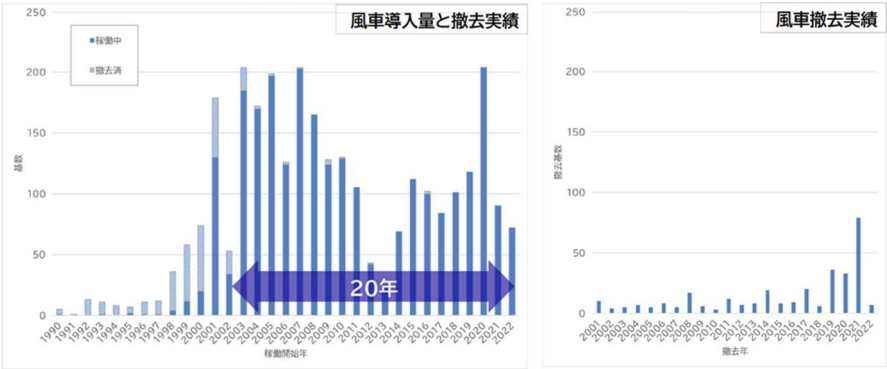
「点検が万全だという過信があった可能性が高い」

点検翌日に事故が発生

83

風力発電の新規導入量・撤去実績の推移

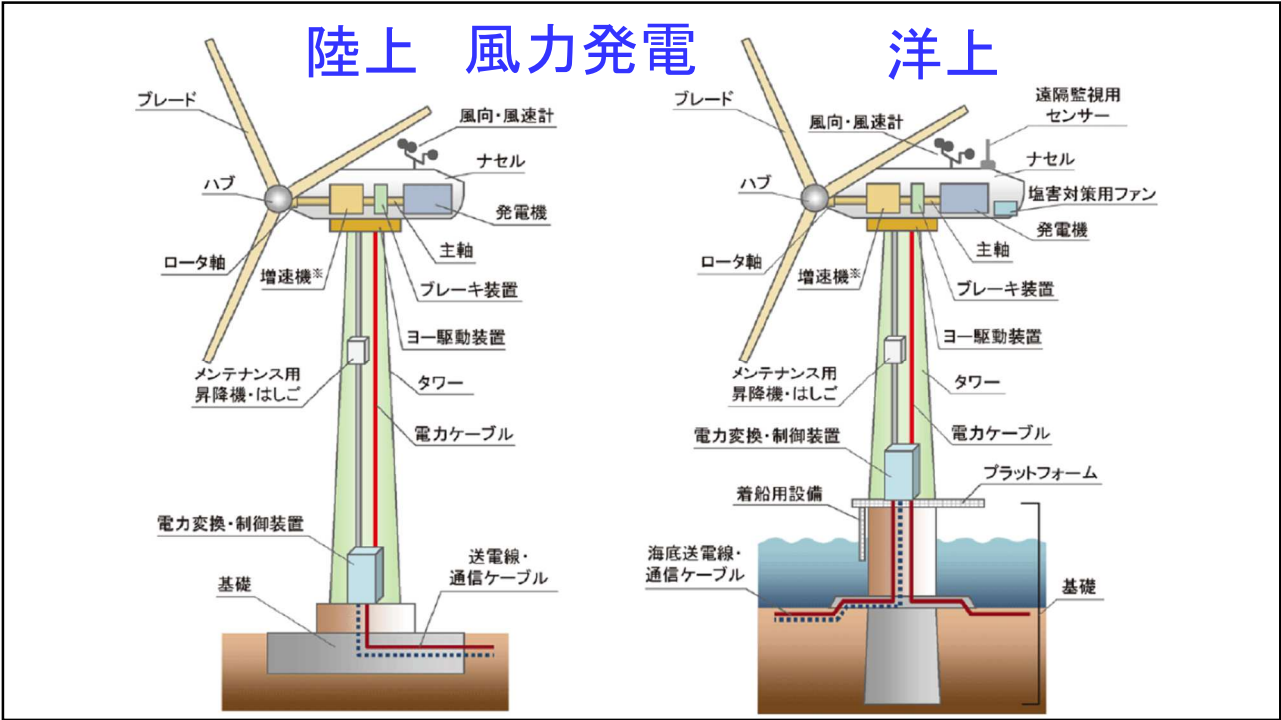
- FITが導入された後に爆発的に導入された太陽光と比較すると、風力は緩やかに推移している。
- 風車の設計耐用年数は20年のため、現時点から20年以上前に設置された風車が撤去対象となることから、新規導入時期から廃棄予定時期を推測することが可能。
- ただし、必ずしも20年で撤去することを定められているわけではなく、20年を超えて運転している風車も存在する。
- 2003年ごろから新設風車は100～200基で推移しており、今後は年間で100～200基の撤去が想定される。



風力発電の新規導入量(単年毎)の推移と撤去状況／撤去実績

7

84



85

三菱商事が洋上風力発電から撤退ショック

2025年8月27日、三菱商事は洋上風力発電事業からの撤退を発表した。2021年、同社は中部電力や米GE系のエネルギー企業とコンソーシアムを組み、3海域(秋田県能代市と三種町および男鹿市沖、由利本荘市沖、千葉県銚子市沖)の洋上風力案件を落札した。

しかしその後、ウクライナ戦争などによる想定外の資材高騰で、プロジェクトを予定通り履行することが困難になった。その結果、同社は多額の違約金を払ってでも、プロジェクトから撤退することを選択した。

三菱商事・中部電力系が落札した案件

2028年12月
秋田県能代市、三種町、男鹿市沖
発電出力 47.88万kW
FIT価格 13.26円

30年12月
秋田県由利本荘市沖
発電出力 81.9万kW
FIT価格 11.99円

28年9月
千葉県銚子市沖
発電出力 39.06万kW
FIT価格 16.49円

(注)資源エネルギー庁の資料に基づき作成。着床式が対象。年月は運転開始時期(計画段階)

逆風の洋上風力

ゼロベースでの見直し

銚子・秋田沖 3海域の大規模洋上風力

損失 522億円

「GoかNoGoか 判断を許さない」

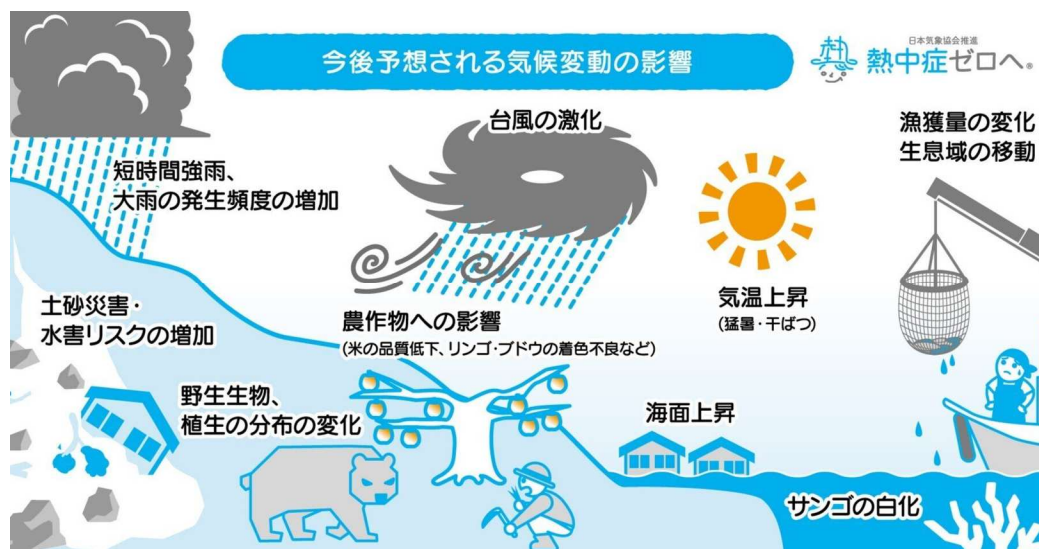
損失 179億円

世界的インフレ

円安

86

気候変動・インフラの老朽化・強靱化・働き手改革等に関する全般的な課題

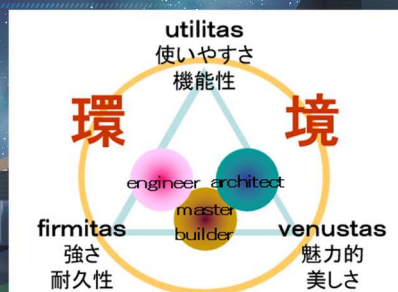


87

JCI 2025

JCI Annual Convention in Morioka

コンクリートが
イーハトーブ
ひらく未来社会



コンクリート工学年次大会 2025(盛岡)

2025
7.16 水 - 18 金

アイーナ (いわて市民情報交流センター)
マリオス (盛岡市民文化ホール)
JCI 公益社団法人
日本コンクリート工学会
2025 7.16-18 盛岡

イラスト: 秋田県コンクリート協会 若手研立展覧会

・環境配慮型コンクリート:
Environmentally Friendly Concrete
-材料一般、 -CCU材料:

Carbon Capture and Utilization
(炭素 回収・利用)

・ジオポリマー・アルカリ活性材料
・プレキャストコンクリート(構造)

生コンセミナー

カーボンニュートラル社会の実現に向けて
生コン業界への期待

88

21世紀の課題と2050年に向けて

多種多様な[X]：トランスフォーメーション・エクスペリエンス

◎ サステナビリティ；
○ 環境負荷低減：
 CN (脱炭素,低炭素化)
 CE (循環型経済・社会)
○ 環境配慮型コン: ジオポリマー,
 グリーン・・・, 代替材料

◎ レジリエンス・
 国土強靱化：
○ 維持管理；
 耐久性, 耐震性,
 補修・補強,長寿命化

◎ 気象予測・災害予測
◎ 先端デジタル技術：
 DX, ICT, IoT

全人類的課題
環境 エネルギー
食料 核兵器

**緊急不可否
の課題**
大規模自然災害
新たな疫病の蔓延

**地域社会と
産業再構築の課題**
過疎化 高齢化
地域産業の活力低下

(amazon)X

◎ 再生可能エネルギー
○ 風力・太陽光発電
◎ 農業の大規模化
○ 分散の農地集約
○ 大型機械の活用

◎ 都市機能分散化
◎ 輸送システムの自動化・無人化
○ ドローン・ロボット

89

ご静聴有難うございました

“Change is the only constant in life.”
-- Heraclitus



Equator

Pangaea

225 Million Years Ago

Equator

Laurasia

Gondwana

150 Million Years Ago

Equator

North America Europe Asia

South America Africa India Australia

Antarctica

100 Million Years Ago

Equator

North America Europe Asia

South America Africa India Australia

Antarctica

Earth Today

90