

これからの維持管理

高木 千太郎

東京都道路整備保全公社
首都高速道路技術センター

01152014

これからの維持管理

Future Desirable Maintenance

公益財団法人 東京都道路整備保全公社
一般財団法人 首都高速道路技術センター

高木 千太郎
Sentaro Takagi

土木学会・第26回鋼構造基礎講座

これからの維持管理

1

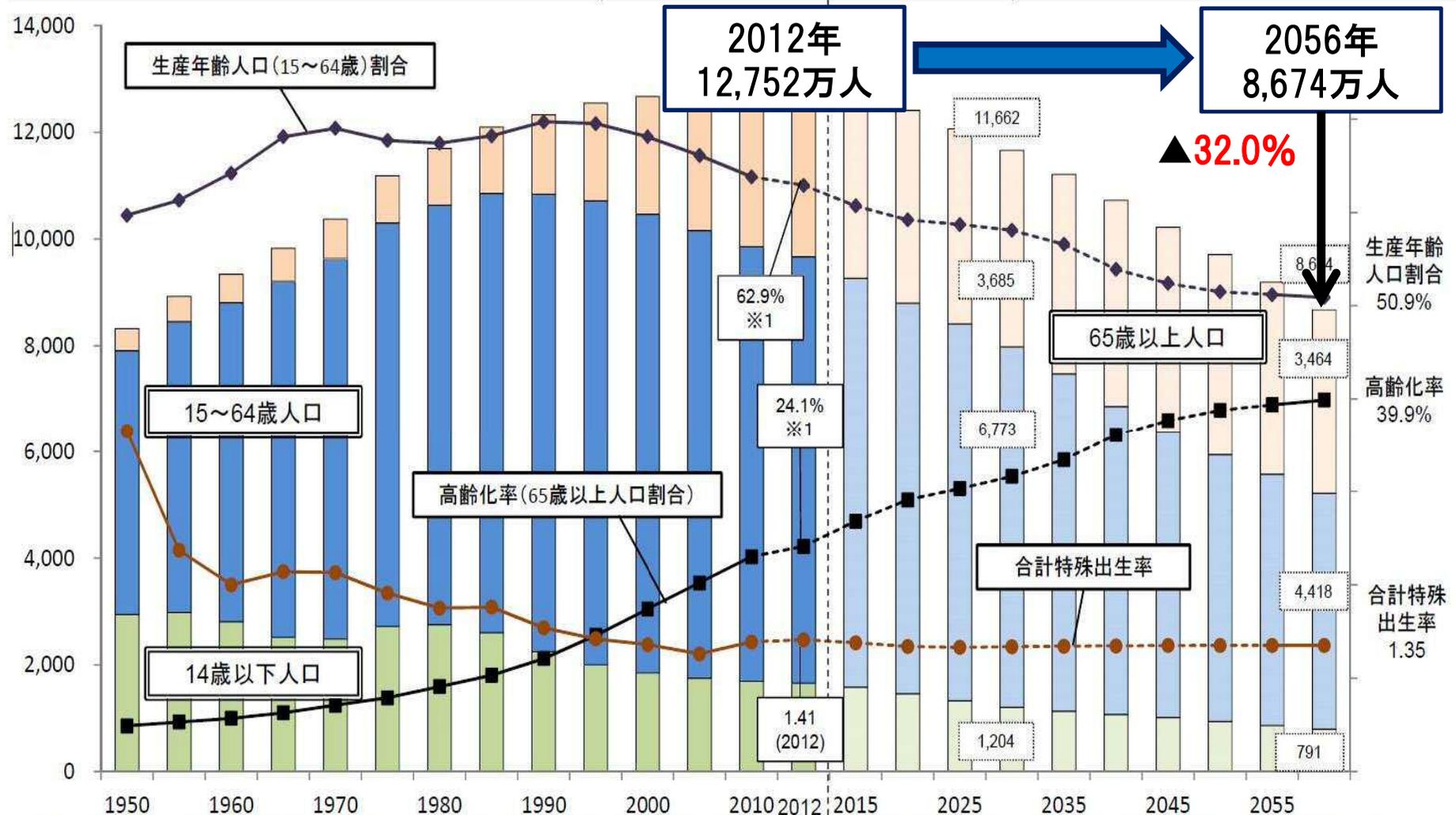
- ◆ インフラを取り巻く環境と国民の要求
- ◆ 人とインフラのメンテナンス（維持管理）
- ◆ 維持管理とマネジメント
- ◆ これからの維持管理

インフラを取り巻く社会環境

∞ 1 ∞

日本の人口の推移

総務省人口推計より引用

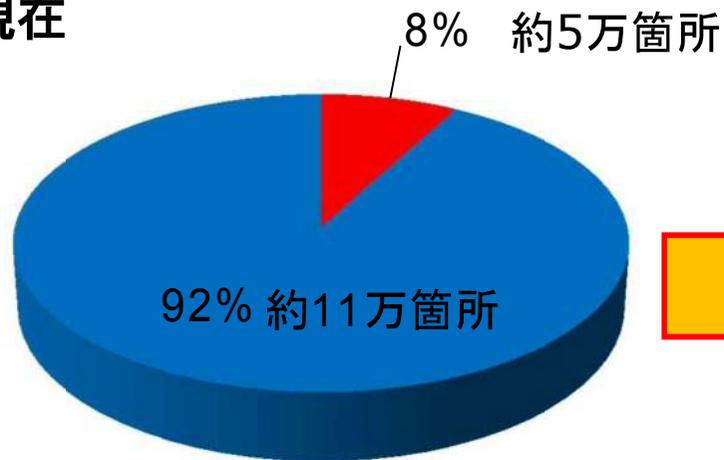


(出所) 総務省「国勢調査」及び「人口推計」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成24年1月推計):出生中位・死亡中位推計」(各年10月1日現在人口) 厚生労働省「人口動態統計」

橋梁の現況と対策費用

全国管理橋梁：67万1,621箇所、1万1,137km

● 現在



■ 50年以上 ■ 50年未満

● 20年後



■ 50年以上 ■ 50年未満

今後60年間メンテナンス・更新に必要な費用：約190兆円

道路・港湾・空港・公共賃貸住宅等



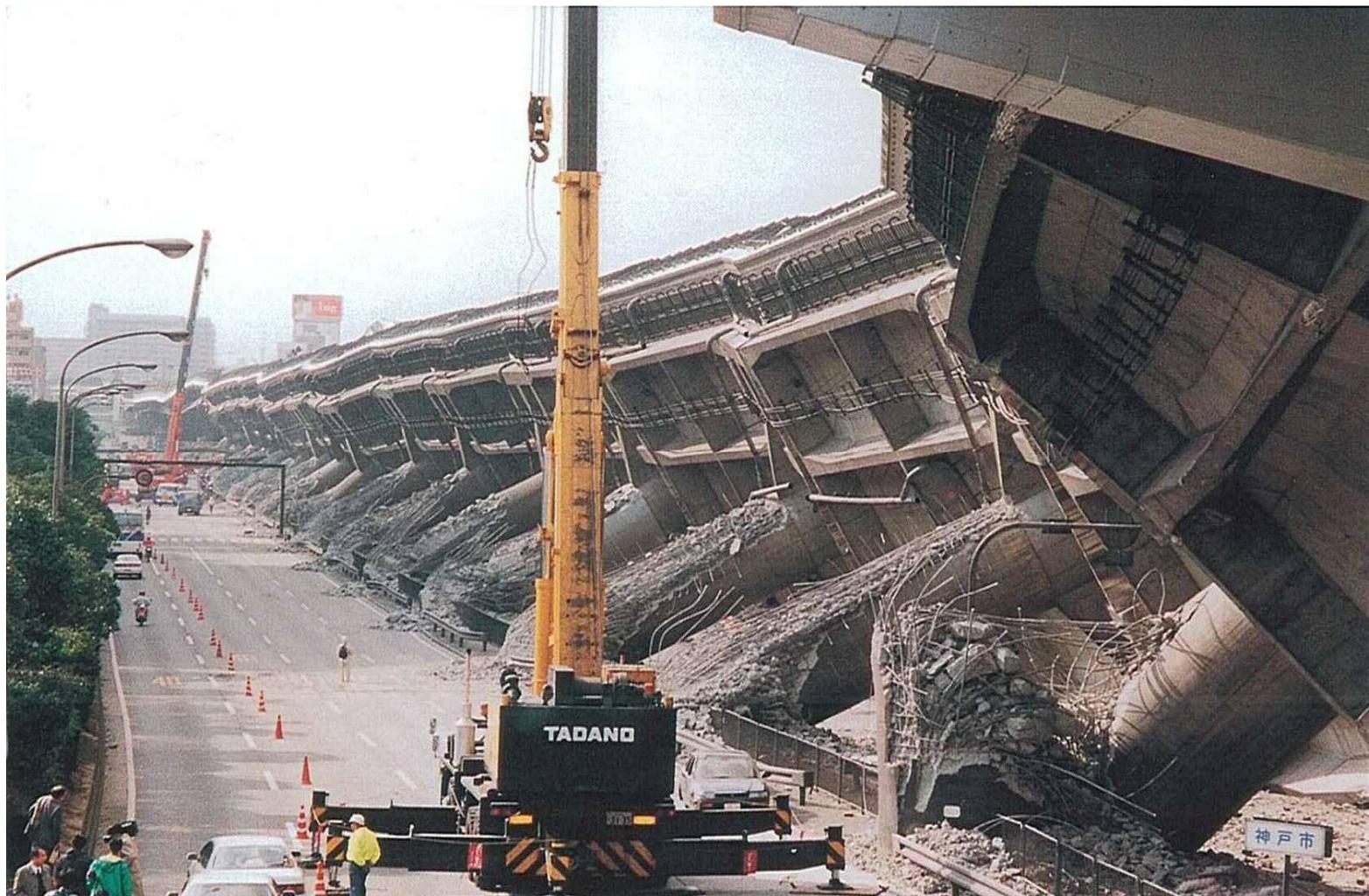
ニューヨーク(アメリカ):ブルックリンブリッジ

1883年【130年経過】

インフラに関する国民の要求

2

想定を超えた巨大地震による被害



高齢化施設？の事故



インフラに対する国民の要求



人とインフラのメンテナンス

∞ 3 ∞

人のメンテナンスは、健康管理

12

人に例えると、健康管理

- 目標・・・健康で長生きすること

① 定期検診

② 人間ドック（壮年から老年になると）

③ **医師**の診察

問診、視診、触診、聴診、検査

④ 治療

インフラのメンテナンスは？

13

- インフラの目標・性能保持

- ① 日常点検、定期点検

- ② 詳細調査

- ③ **専門技術者の診断**

諸元の確認、目視点検、ひび割れ・剥離等調査

打音点検、非破壊検査

- ④ 補修・補強等対策を行うこと

メンテナンス（**維持管理**）とは？

14

- 人の目標・・・健康で長生き

- ① 定期検診
- ② 人間ドック
- ③ **医師**の診察

問診

視診

触診

聴診

検査

- ④ 治療

- インフラの目標・・・性能保持

- ① 日常・定期点検
- ② 詳細調査
- ③ **専門技術者**の診断

諸元の確認

目視点検

ひび割れ、剥離等調査

打音点検

非破壊検査

- ④ 補修・補強対策

維持管理とマネジメント

∞ 4 ∞

橋梁管理の種類

管理の種類は、維持・更新の方針、財政、職員の数と質、住民ニーズ等によって異なっている。

- 更新型(放置型)管理
- 対症療法型管理
- 予防保全型管理

管型療法新更

性能

高い

その

経年曲線

点検

その都度

経年



管理イメージ



補強(長寿命化) 新たな橋に更新

補修

当初要求性能

性能-経年予測曲線

目標性能限界

高い
↑

性能-経年予測曲線

用(管理)限



点検・診断が「要」のマネジメント

19

定期点検等

点検・診断

緊急対応

制処置



施設

整備

写真台帳				橋梁番号	01110080	橋梁名	一ツ橋
径間番号	1	写真番号	5	径間番号	1	写真番号	6
部材名	A1 橋台躯体	損傷の種類	鉄筋露出	部材名	A1 橋台躯体	損傷の種類	鉄筋露出
状況	鉄筋露出 小	判定	c	状況	鉄筋露出 小	判定	c
							
径間番号	1	写真番号	7	径間番号	1	写真番号	8
部材名	A1 橋台躯体	損傷の種類	ひびわれ 遊離石灰	部材名	A2 橋台躯体	損傷の種類	(状況)
状況	200mm以上	判定	c	状況		判定	a
							
径間番号	1	写真番号	9	径間番号	1	写真番号	10
部材名	A2 橋台躯体	損傷の種類	遊離石灰	部材名	A2 橋台躯体	損傷の種類	剝離
状況	あり	判定	b	状況	規模 小	判定	c
							

③ 損傷

橋梁の点検・健全度診断

∞ 5 ∞

点検の目的

目的

安全性の確保

重大な損傷の早期発見と適切な処置

計画的・効率的メンテナンスの推進

損傷状態評価・予測につながる情報収集

点検とは？

- ⑧ 損傷の有無、程度を確認
- ⑧ 損傷の進行度を判断
- ⑧ 損傷発生の原因を推定
- ⑧ 周辺環境の調査と情報収集

損傷の有無と程度を確認



健全度診断とは？

点検時及び次回点検時における

各種要求性能の保有状態を定量的に診断

- ① 安全性、② 使用性、③ 耐久性、
- ④ 維持管理性、⑤ 景観・美観性

損傷と評価ランク

部材区分		損 傷	損 傷 ラ ン ク				
			a	b	c	d	e
鋼	主 桁 構	腐 食	なし	表面積 中	表面積 大	断面欠損 小	断面欠損 大
		亀 裂	なし	—	—	—	あり
		ゆ る み	なし	—	規 模 小	規 模 中	規 模 大
		脱 落	なし	—	規 模 小	規 模 中	規 模 大
		破 断	なし	—	—	—	あり
		塗 装 劣 化	なし	規 模 中	規 模 大	—	—
		異 常 音	なし	—	—	あり	—
		異 常 振 動	なし	—	—	あり	—
		異 常 た わ み	なし	—	—	あり	—
		変 形	なし	—	規 模 小	—	規 模 大

定期点検における診断結果

定期点検における評価

⌘ 支承付近に小さな亀裂発生

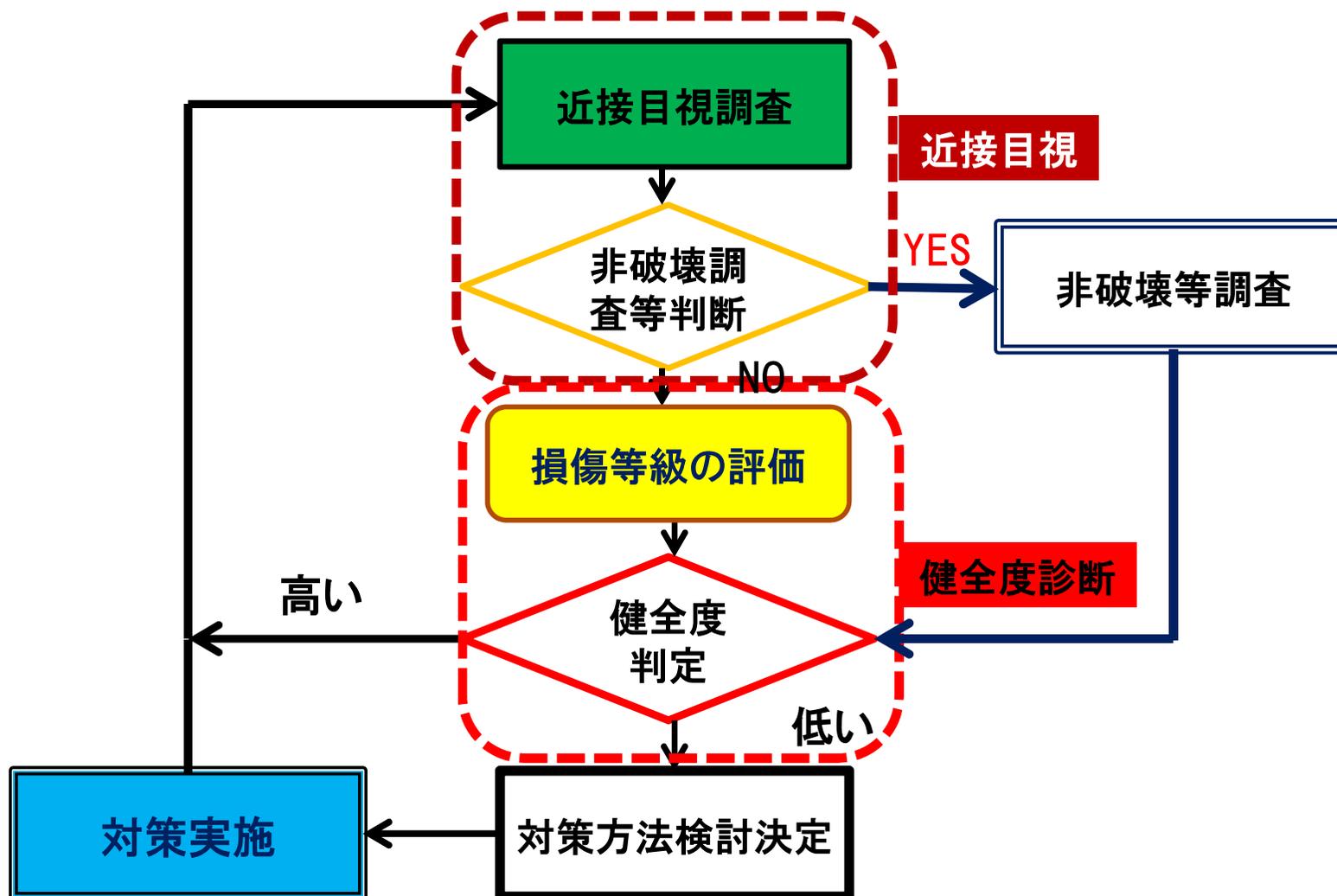
健全度診断結果

⌘ a、b、c、**d**、**e** どの評価が適切か？

対策を決定する詳細調査

❧ 6 ❧

詳細調査の流れと対策



鋼箱桁ウェブに発生した亀裂調査

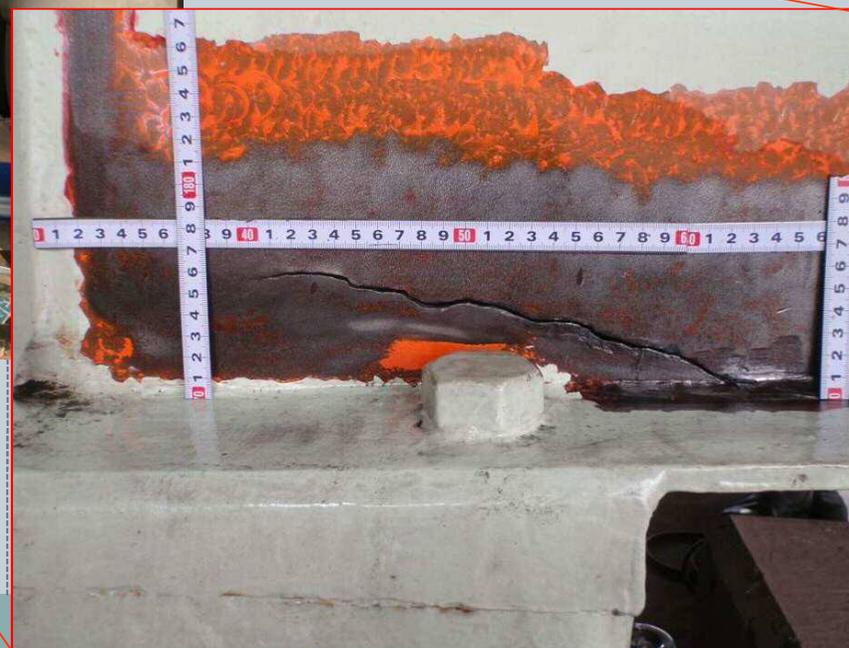


ウェブ板厚

$t=9$

下フランジ板厚 $t=10$

桁端方向に約 15° の角度で斜めに
上がる亀裂(L=240mm)について調査

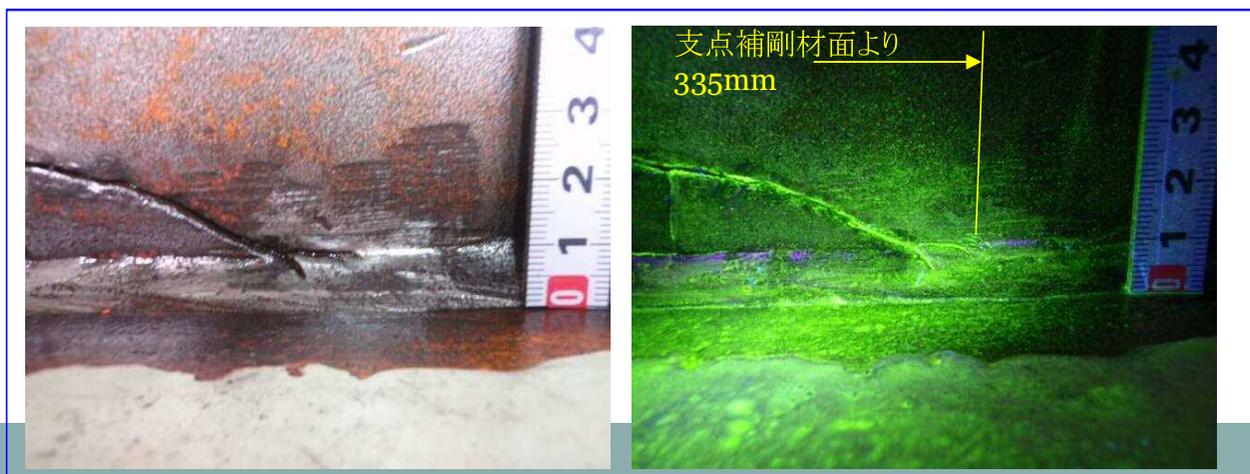
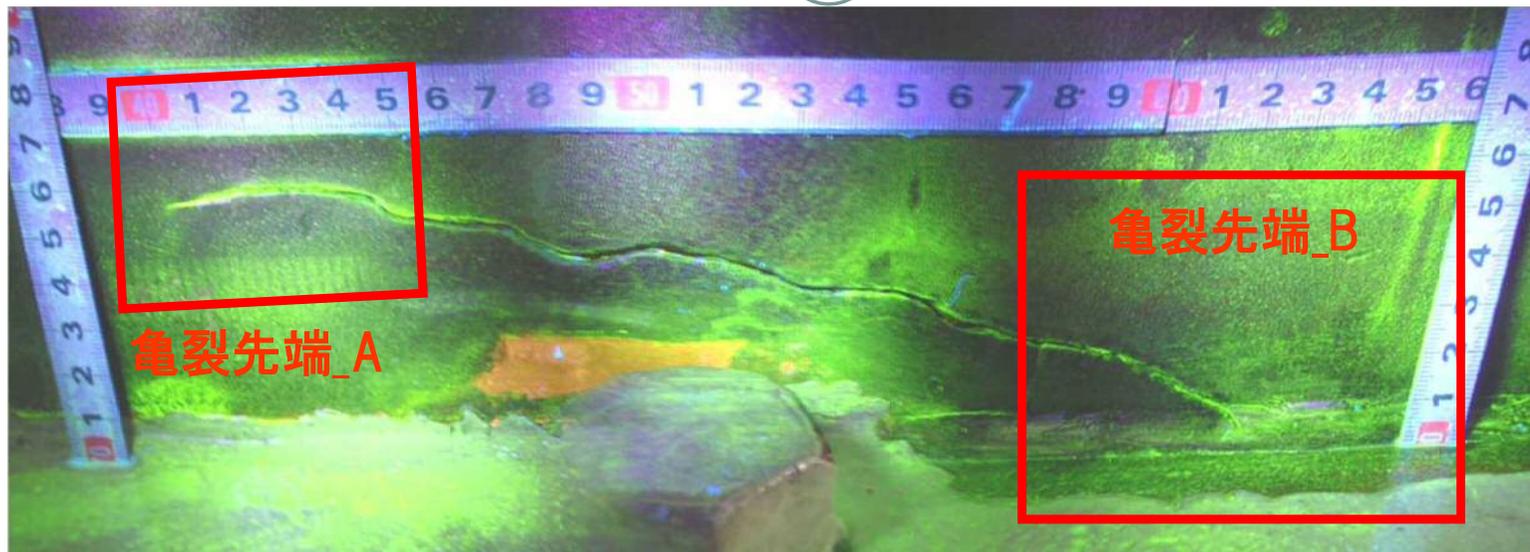


箱桁内面に発生した亀裂

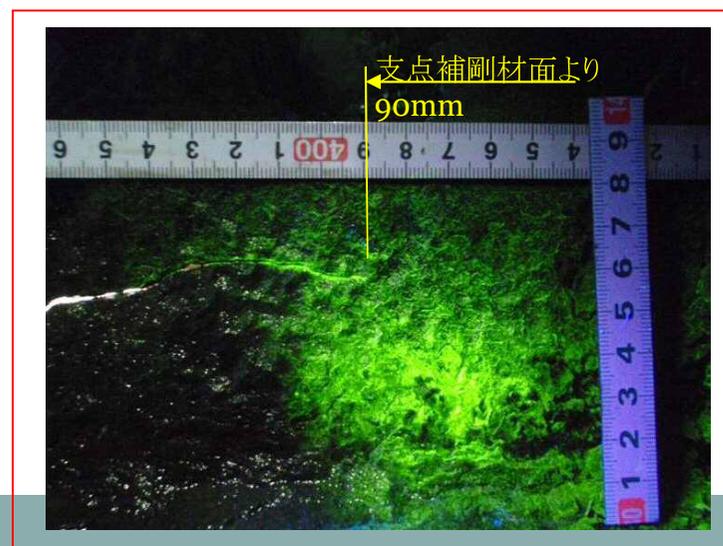
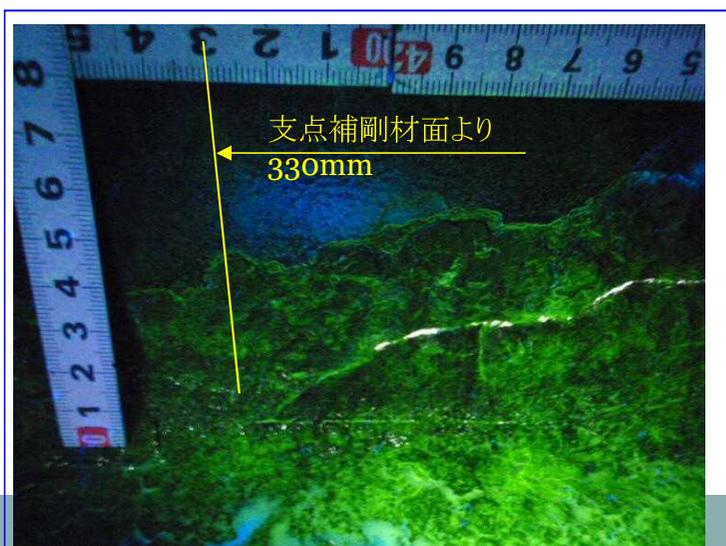
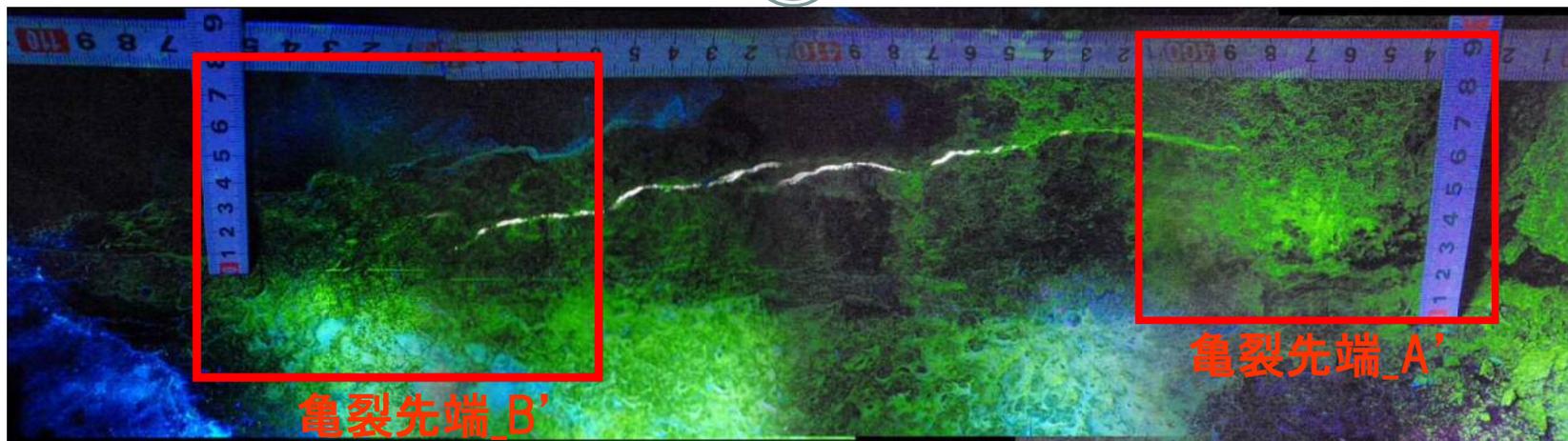


ウェブ($t=9\text{mm}$), フランジ($t=10\text{mm}$)が2~3mm程度に腐食で減厚
亀裂破面が腐食による欠損で, 亀裂部開口で外側の明かりが入る状態

磁粉探傷による亀裂調査（外面）



磁粉探傷による亀裂調査（内面）

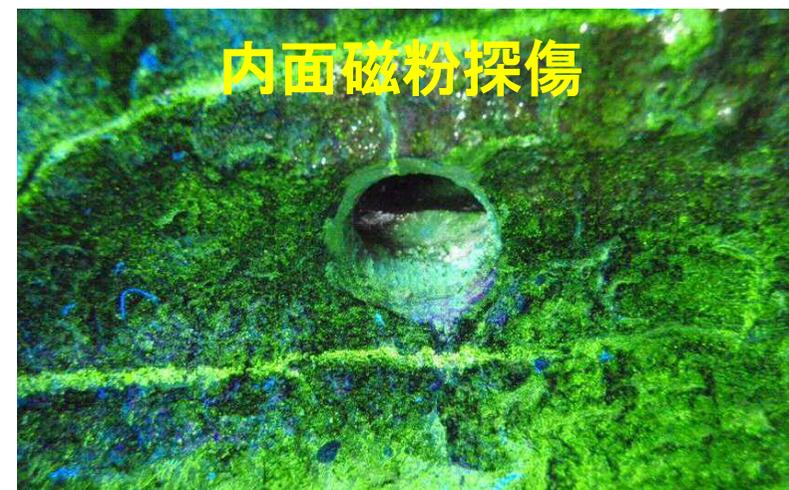
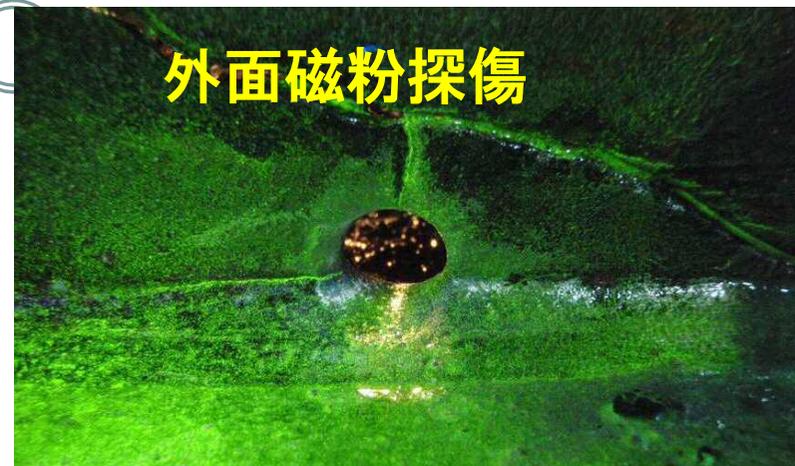


磁粉探傷による調査結果



- ① 軸方向圧縮力＋面外の板曲げによって、ウェブが内側にはらみ出し溶接止端部に亀裂が発生。
- ② ウェブフランジの止端から発生した亀裂が分岐し、ウェブ斜め上方向，腐食の激しい減肉部に進展。
- ③ 腐食によりウェブ($t=9\text{mm}$)、フランジ($t=10\text{mm}$)が2～3mm程度に減厚。

応急処置：ストップホール（分岐亀裂）

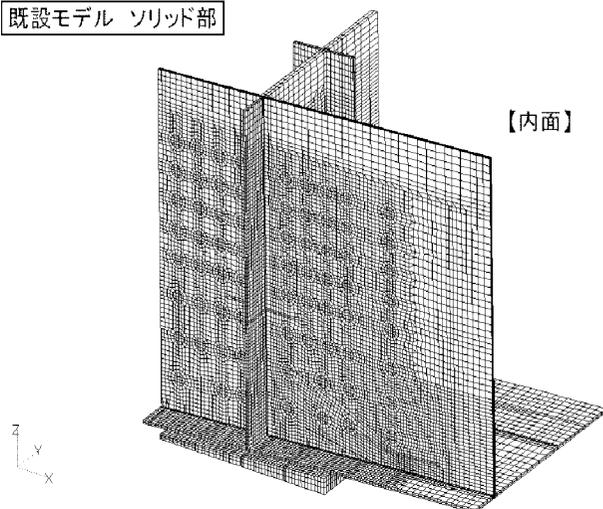


施工理由：箱桁内面より外面側切削部に亀裂が貫通

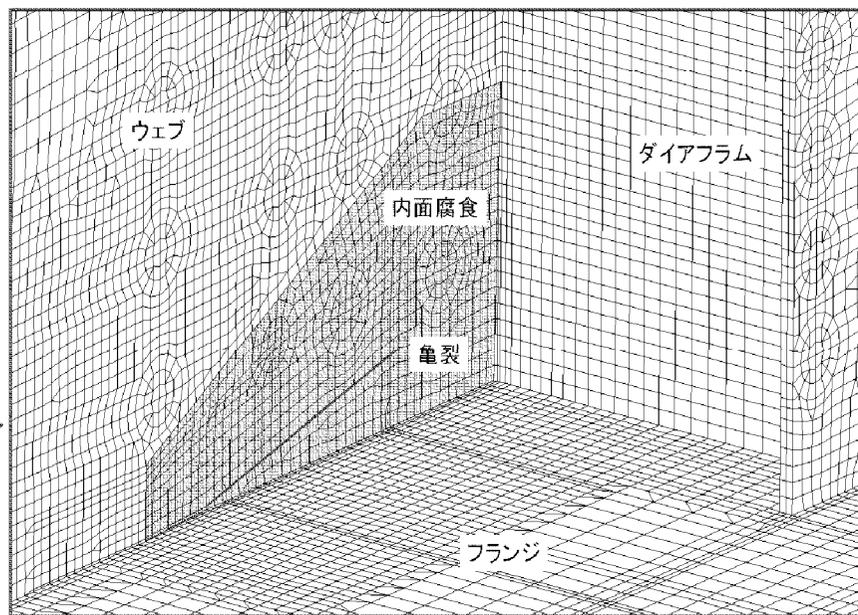
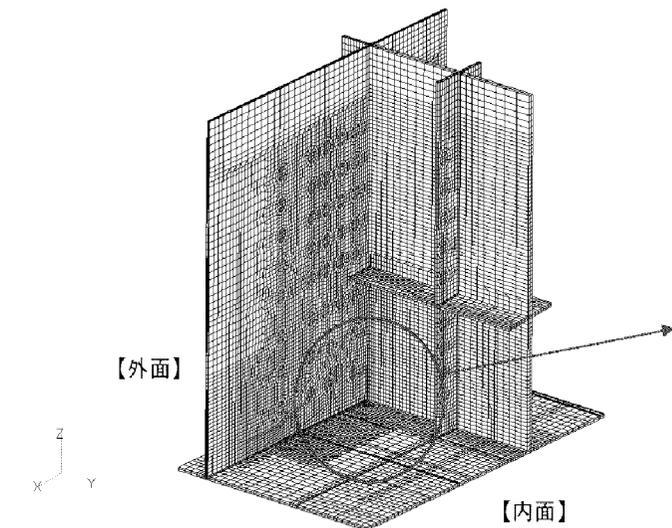
F E M解析等によって補強対策を決定



既設モデル ソリッド部



【外面】



これからの維持管理

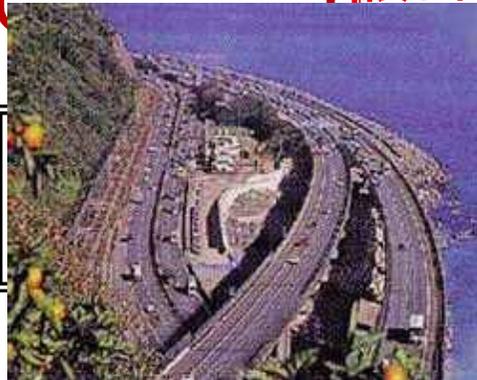
戦略的インフラマネジメント

7

戦略的インフラマネジメント

インフラ高齢化

限られた財源



説明

導入



ト

地球環境保護

工学的
アプローチ

劣化診断
耐震診断

経済学的
アプローチ

企業会計手法
資産価値算定

経営学的
アプローチ

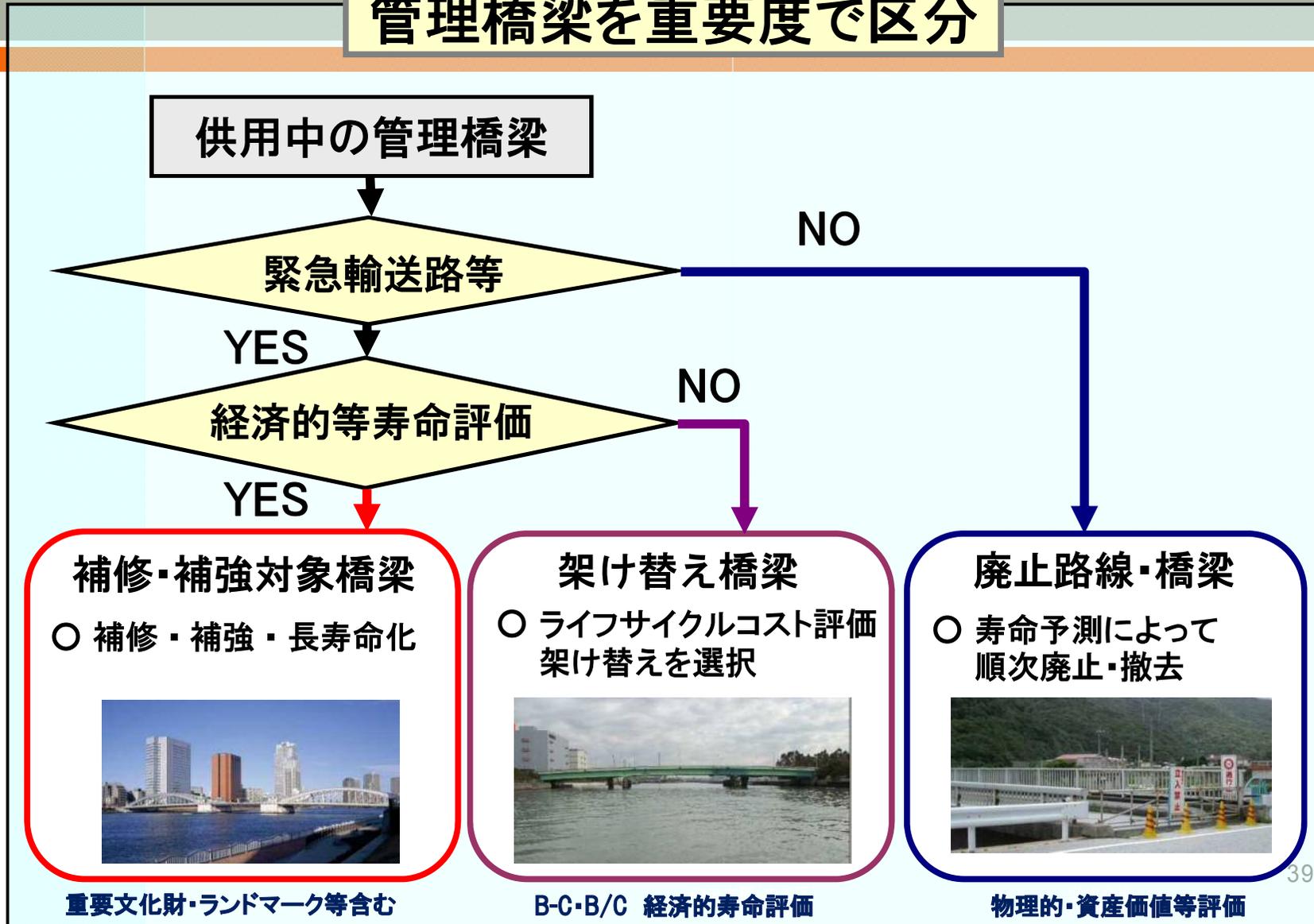
企業経営手法
リスク
マネジメント

- ・安全・安心の提供
- ・ニーズに適合した投資

計画策定

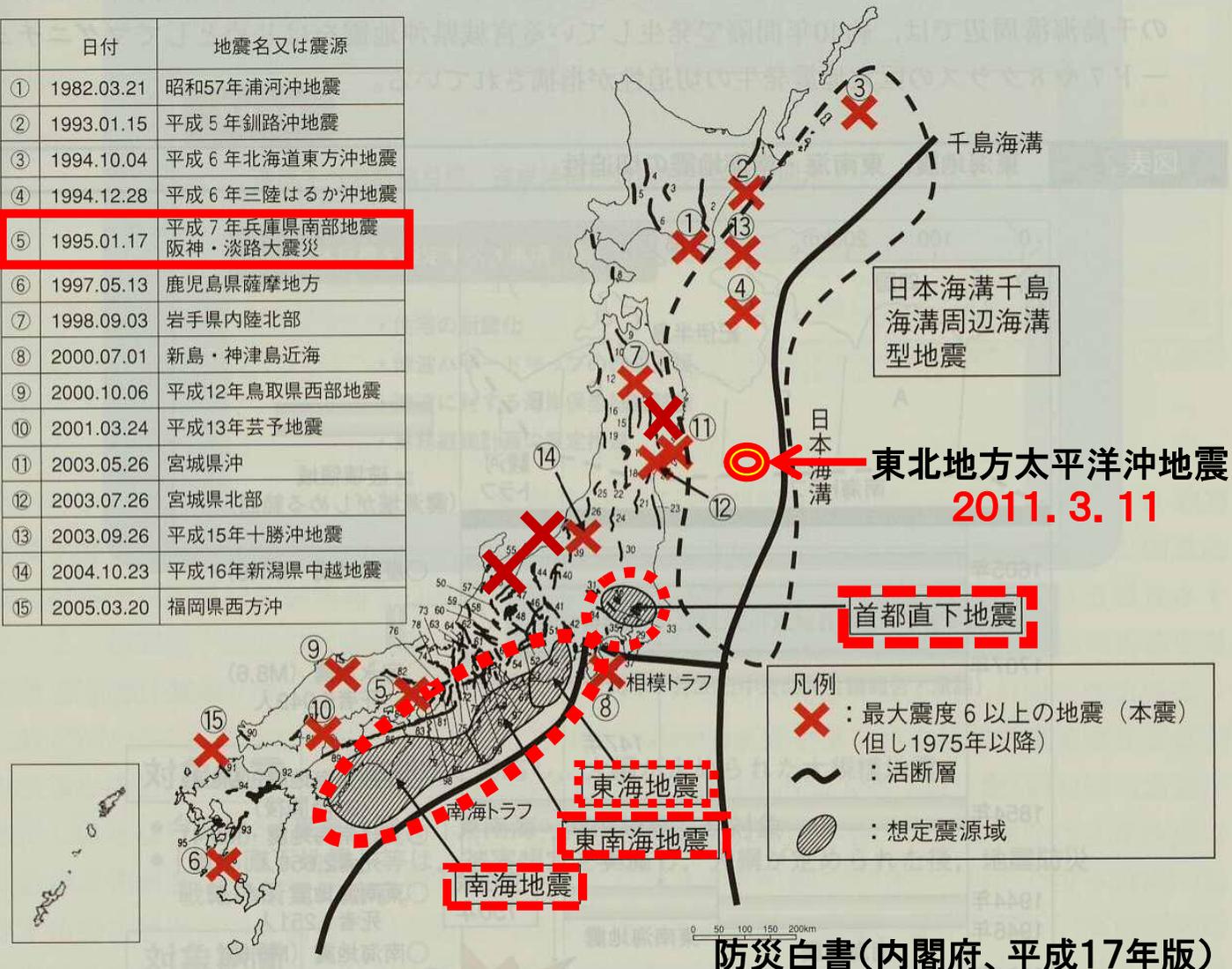
橋梁をリスクでマネジメント

管理橋梁を重要度で区分



発生が予測される巨大地震

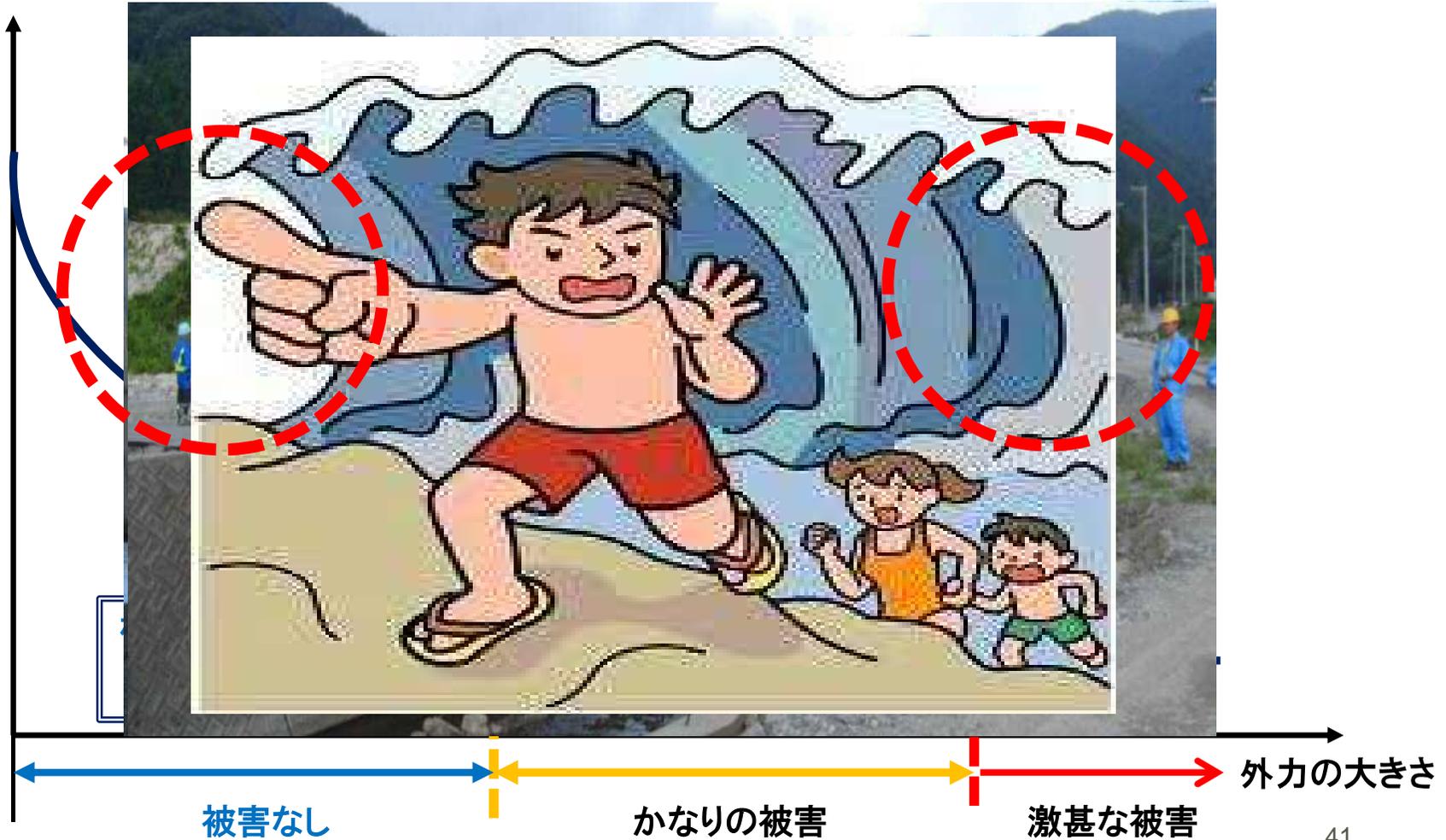
	日付	地震名又は震源
①	1982.03.21	昭和57年浦河沖地震
②	1993.01.15	平成5年釧路沖地震
③	1994.10.04	平成6年北海道東方沖地震
④	1994.12.28	平成6年三陸はるか沖地震
⑤	1995.01.17	平成7年兵庫県南部地震 阪神・淡路大震災
⑥	1997.05.13	鹿児島県薩摩地方
⑦	1998.09.03	岩手県内陸北部
⑧	2000.07.01	新島・神津島近海
⑨	2000.10.06	平成12年鳥取県西部地震
⑩	2001.03.24	平成13年芸予地震
⑪	2003.05.26	宮城県沖
⑫	2003.07.26	宮城県北部
⑬	2003.09.26	平成15年十勝沖地震
⑭	2004.10.23	平成16年新潟県中越地震
⑮	2005.03.20	福岡県西方沖



防災白書(内閣府、平成17年版)

防災・減災対策とリスク

発生確率



被害なし

かなりの被害

激甚な被害

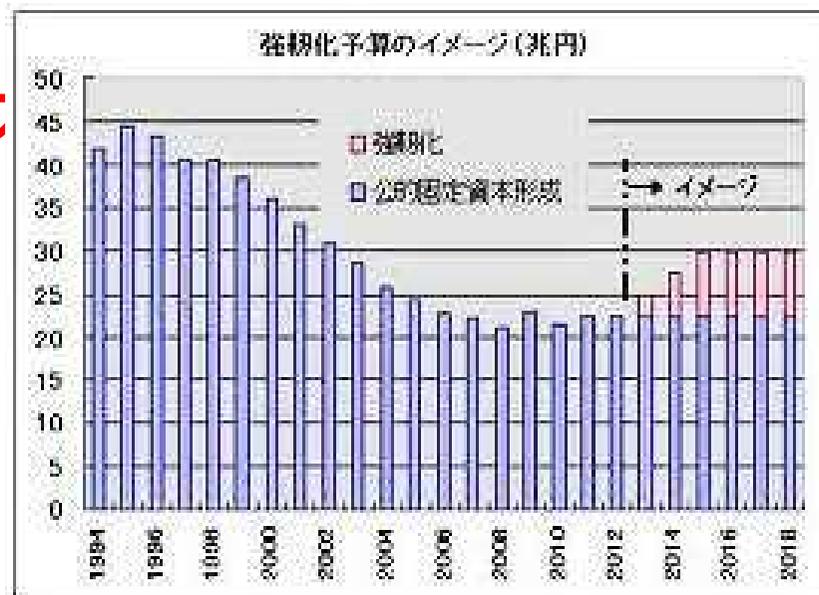
外力の大きさ

東海、東南海、関東直下型地震発災への 緊急対応

国土強靱化基本法案

大規模災害発生時における政治・経済・社会活動の持続可能性を確保

再び、関東
大災害となる



をもたらし

既設橋梁の耐震設計

□ 行うべきこと

設計荷重等の各種条件のもとで安全な構造物の形と詳細な諸元を決定する。

□ 耐震設計の特徴

● 構造物の挙動

- ・ い何時くる方向予測困難
- ・ かなどの程度の大きさか不明な揺れ方をする
- ・ 一般橋には揺れるとき変形や揺れ方が変化する
- ・ 自重が水平方向の慣性力になる揺れると変形は大きくなる

耐震設計に必要な事項

B) 構造物の重要性を決定する

- ・ 設計地震荷重に対応して構造物に要求される状態
場所による地震発生頻度の違い(地域特性)
- ・ 経済性、機能性に照らしあわせて構造物に要求される状態
- ・ 地盤程度の違い(地盤種別)
- ・ 構造物の揺れ方の違い(固有周期)
- ・ 構造物の重要性の違い
耐震性能 と 限界状態

架け替えの判断基準

耐用年

を判断

B(社

0

* Me
R

費用、



維持管理への提言

❧ 8 ❧

次世代の負荷を低減する維持管理

- インフラの新設・拡大 → 既存インフラの有効活用
- 費用の平準化・削減 → ニーズの把握と施設の減量
- 縦割りの経営・管理 → 横断的な経営・管理

ご清聴ありがとうございました！