

第5回CAESAR 講演会 基調講演

地域の元気化と インフラの整備・維持・活用

2012.8.30

筑波大学 社会工学域

教授 石田 東生



話の概要



- 多重苦の中の日本
- 社会資本整備 ―― 政策と評価の現状
- 社会資本整備と十全な維持更新の必要性和効果
 - ― 安全・安心な国土
 - ― 超高齢社会への対応
 - ― 痩せ細るコミュニティの回復
 - ― アジアとの連携
- 終わりに 動かすために

いきなり暗い話ですみませんが、・・・ 多重苦の中の日本

- ・ 経済成長しない
- ・ 超高齢社会
- ・ 公的債務
- ・ 巨大災害
 - － 地震・津波 首都直下、東海・東南海・南海、十勝沖、
 - － 洪水
- ・ CO2削減
- ・ エネルギー戦略
- ・ 迷走する政治
 - － ビジョンがない
 - － 評価をはじめ重苦しい雰囲気

本日の主張

この閉塞感を地域と社会資本政策から打破しよう
東京モデルにNOといおう

経済成長しない国 日本

日米中経済比較(1990年度・1995年度・2000年度・2005年度)

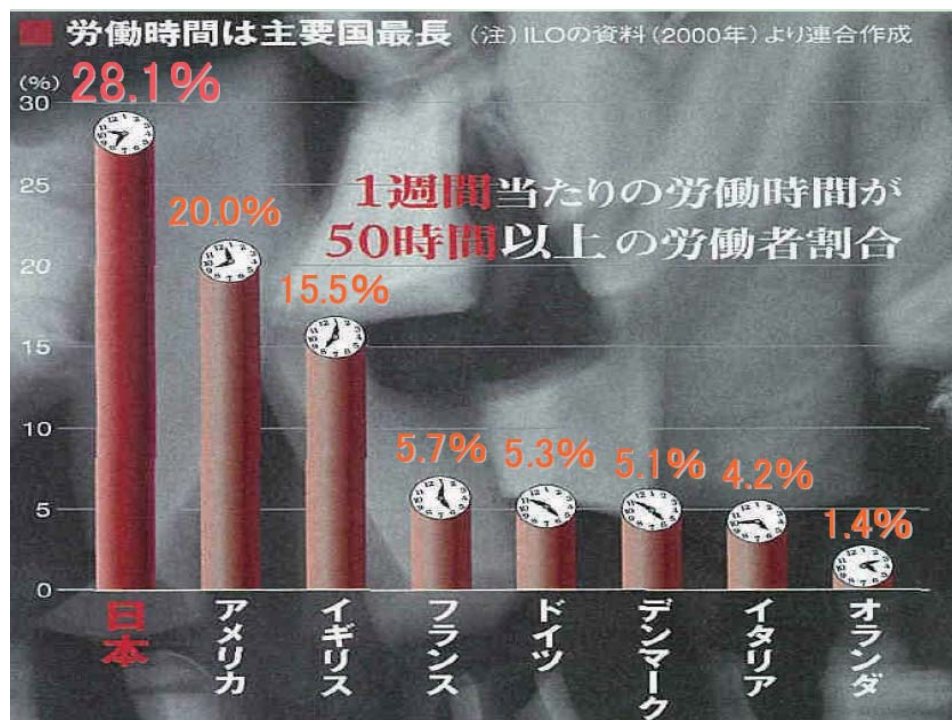
		1990年度 (平成2年度)	1995年度 (平成7年度)	2000年度 (平成12年度)	2005年度 (平成17年度)	2005年度 90年度比	GDP成長率 (%)
日本 (10億円)	歳入 (公債金除く)	64,391	59,310	60,357	57,731	0.90	
	歳出	69,269	75,939	89,321	85,520	1.23	
	GDP(名目)	449,997	495,735	502,783	505,498	1.12	0.78
米国 (10億ドル)	歳入	1,032	1,352	2,025	2,154	2.09	
	歳出	1,253	1,516	1,789	2,472	1.97	
	GDP(名目)	5,803	7,398	9,817	12,487	2.15	5.24
中国 (10億ドル)	GDP(名目)	383	701	1,193	2,278	5.95	12.62
世界 (10億ドル)	GDP(名目)	21,147	29,466	32,171	43,557	2.06	4.94

注) 歳入・歳出－1 米国「世界の統計2007」「世界の統計2004」「財政金融統計月報」日本「財務省HP」

JICE 大石理事長作成

しかし、短くならない労働時間

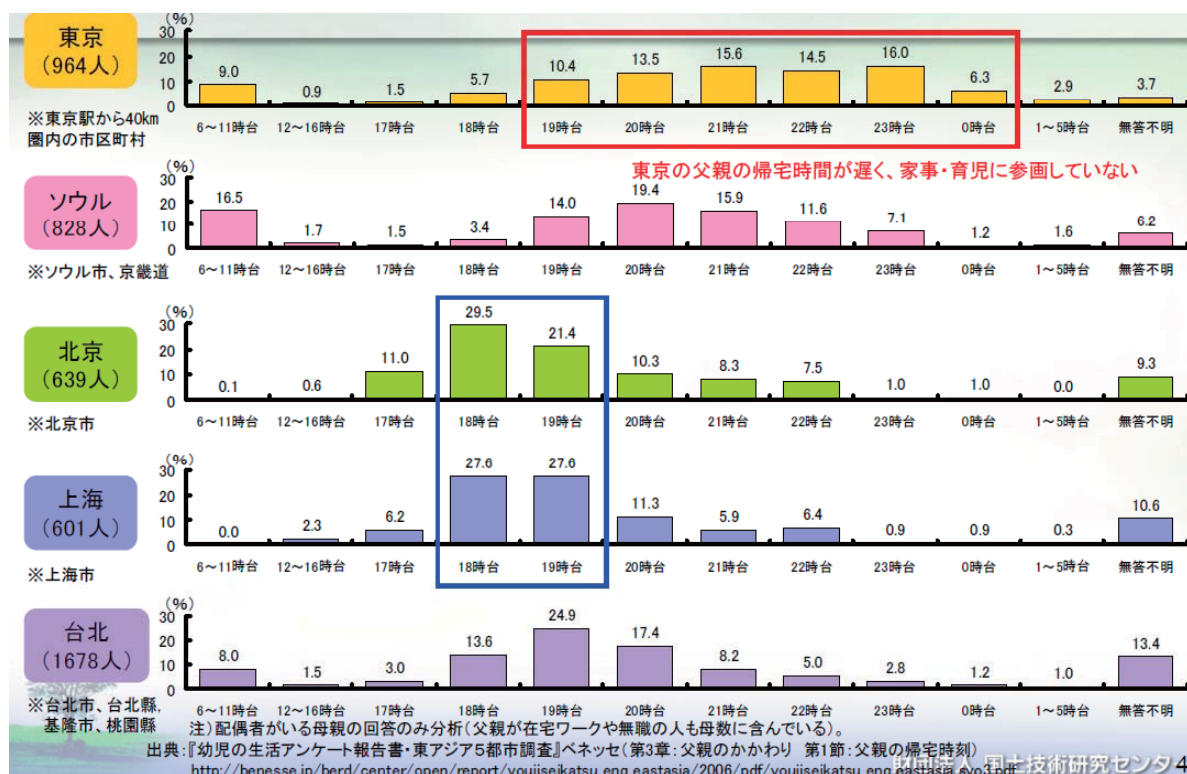
評価・コンプライアンスなど後ろ向きの仕事？



JICE 大石理事長作成

極端に遅い東京の父親の帰宅時間

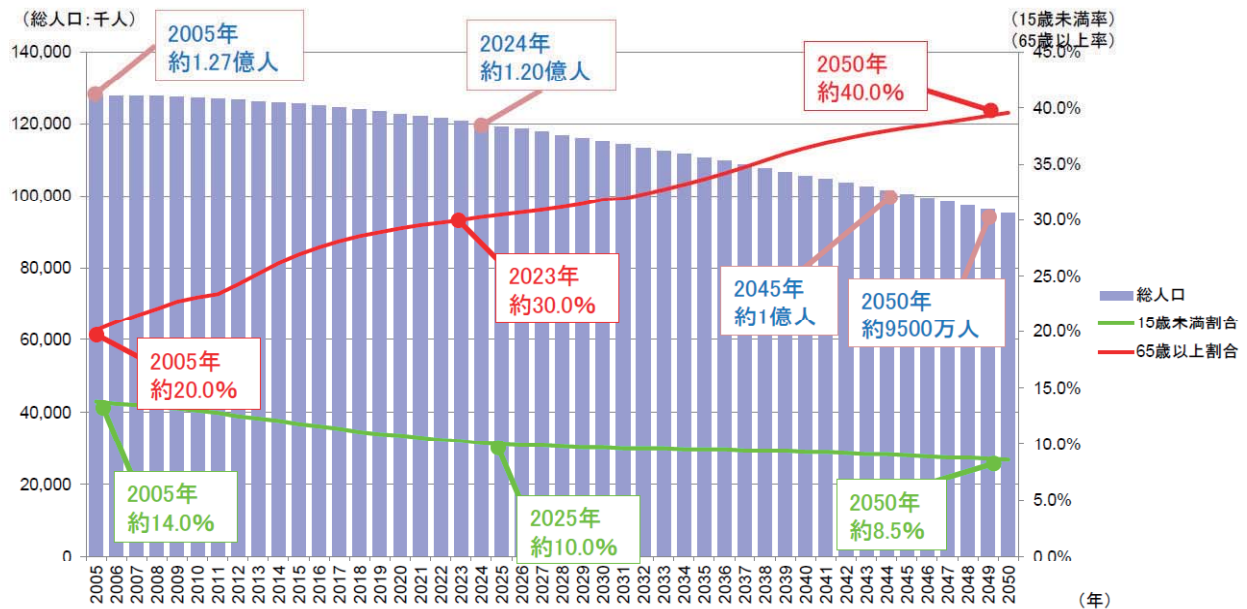
東京の父親は疲れている



JICE 大石理事長作成

超少子・高齢社会の急速な進行

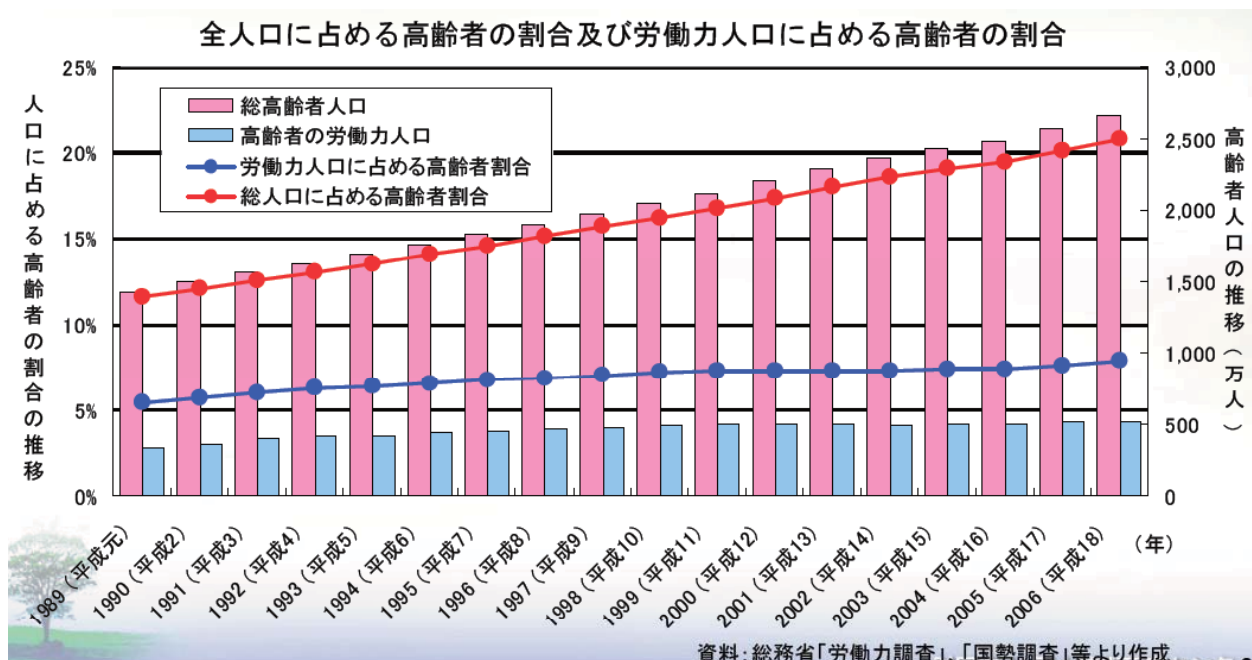
2050年には、65歳以上人口比率 40.0%
100歳以上人口 60万人以上



(2005～2009年：総務省「人口推計」、2010～2050年：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(中位推計))

増加する高齢者と増加しない高齢者労働者

働きたいが、働けない。 定年、職場、交通(モビリティ)



JICE 大石理事長作成に加筆

人口減少・少子高齢化の中で、
我が国の活力を維持する上で不可欠



社会を支える側として
参加・参画する必要

意欲と能力のある

- ・女性・高齢者
- ・身体に障害を持つ方々
- ・大学生
- ・遠隔地の方々
- ・外国人



社会活動への
誇りある
参加・参画

- ・オープンな社会
- ・誇りある暮らし

制度インフラ(法・習慣)と装置インフラ

なかでも、人・地域・コミュニティの強さ **Social Capital**

地域と人の連携、生き生きした参画

そのための交通システムとモビリティディバイドの解消

特性と制約を考えた地域独自モデルとそのための基盤整備

JICE 大石理事長作成に加筆

豊になるためには、新しい大きなビジョンに基づく社会インフラ

制度インフラと装置インフラ

豊かなくらしの実現 = 社会システム「公」



制度インフラ

- ・法律
- ・条例
- ・商習慣
- ・Social Capital

安全保障
治安
etc



住宅・社会資本の役割

装置インフラ

- ・水資源
- ・道路
- ・上下水道
- ・空港・港湾
- etc

Social Capital も資本である以上、投資が必要

地域活動への支援(風景街道、ボランティアサポートプログラム、川の楽校、...)

JICE 大石理事長作成に加筆

社会資本整備

～政策と評価制度の現状～

累増する公債残高

財務省HPより

公債残高の対GDP比

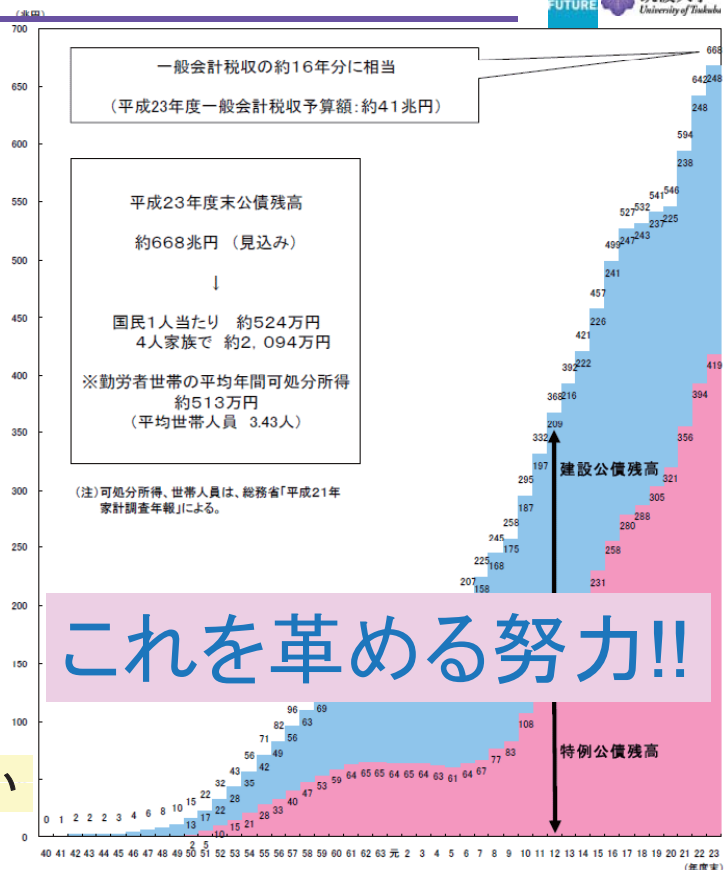
1965	0.6%
1975	9.8%
1985	40.7%
1993	39.9%
2003	92.6%
2008	110.9%
2011	140.7%

公債残高が巨額だから、
「無駄な公共投資は
やめよう」という主張

二重の間違い

建設公債 公共事業
(住宅ローン)
特例公債 赤字補填
(サラ金)

デフレ経済下では正しくない

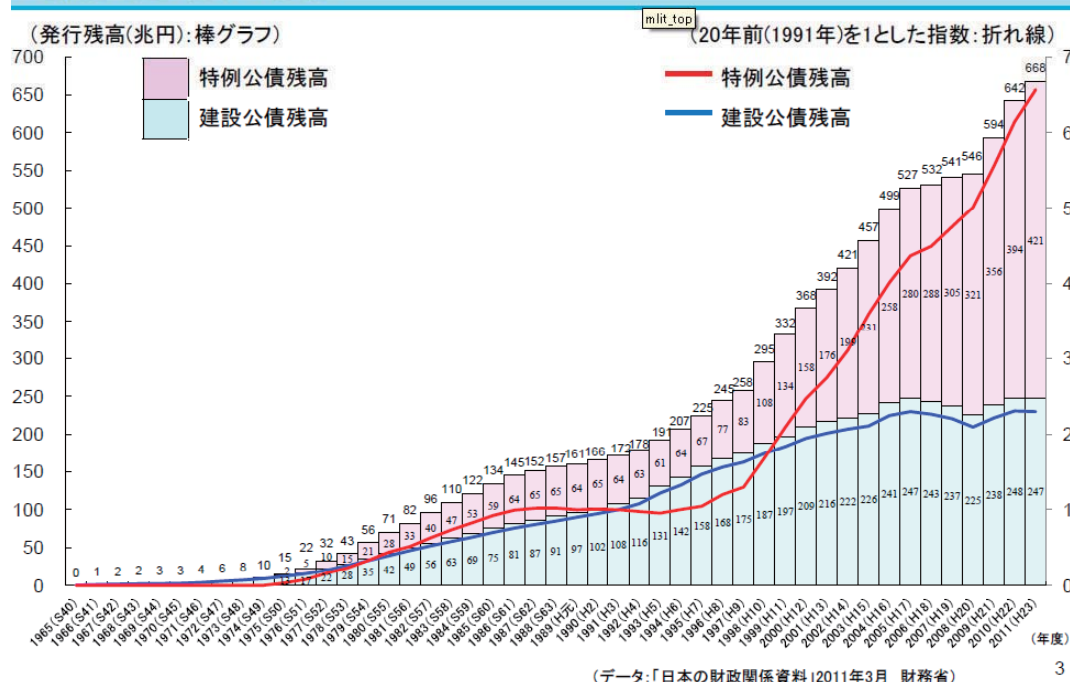


グラフの書き方を変えてみると 国土交通省HP

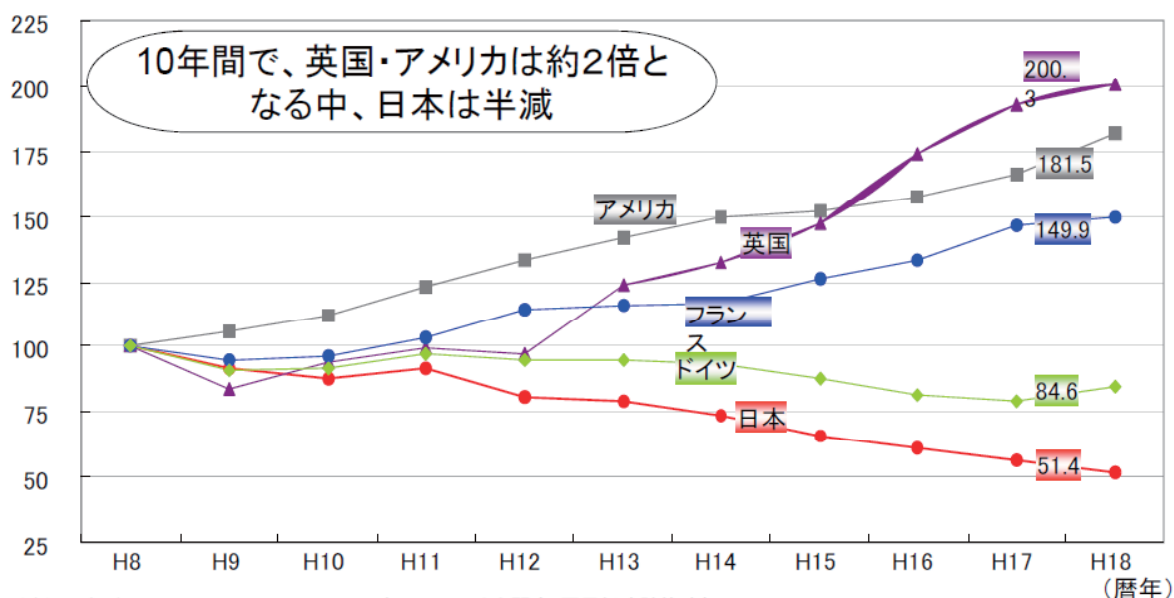
最近の残高の急増は特例公債による。社会補償費、国債費(サラ金の金利)の急増
建設公債の残高は増えていない。返還分に見合う投資しかしていない

公債発行残高の推移

国土交通省



その結果、国別の社会資本投資Igの推移(平成8年を100とした指数)

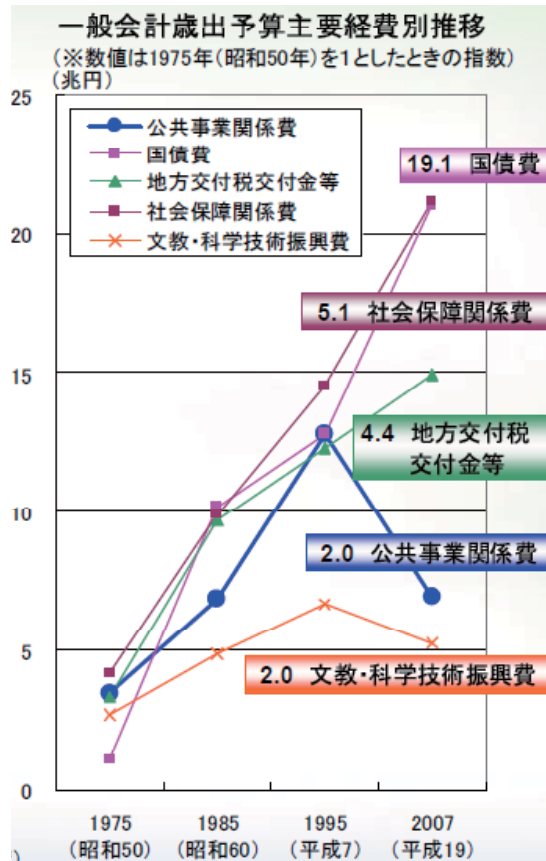


(注) 1. 出所: OECD・National Accounts、日本については内閣府・国民経済計算確報。
ただし、日本のH19・20は財政制度等審議会資料より(年度ベースの推計値)
2. 英国のH17については、英国原子燃料会社(BNFL)の資産・債務の中央政府への承継(約145億ポンド)の影響を除いている。

出典:「真に必要な社会資本整備と公共投資改革の推進」(冬柴臨時議員提出資料) 平成20年6月17日

JICE 大石理事長作成に加筆

さらに、一般会計歳出予算の経費別推移



将来への投資へのしわ寄せ

公共事業
教育

現役世代による食いつぶし

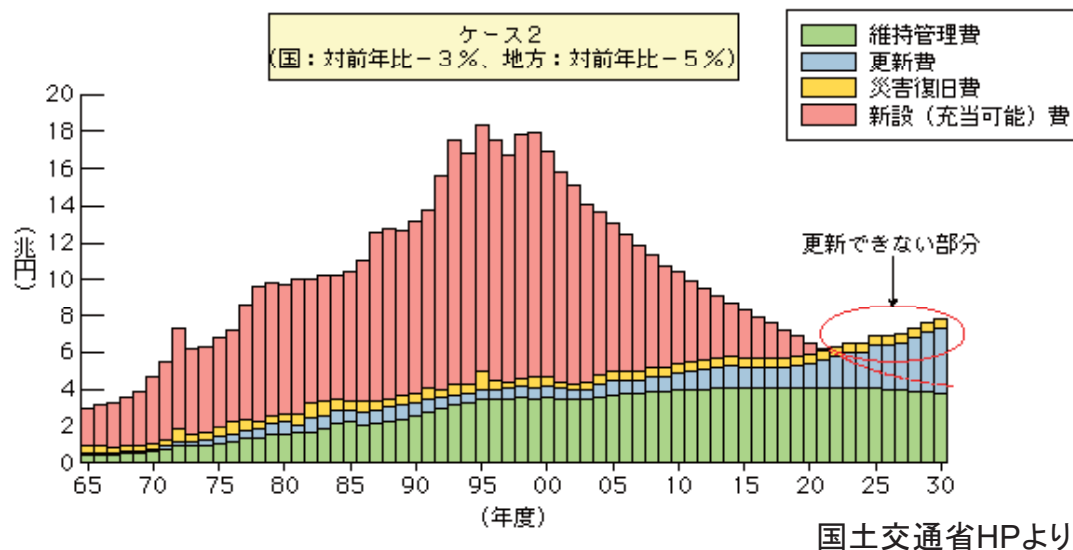
社会保障関係費
その結果としての、国債費

必要なものは必要と主張する

高速道路あり方委員会
交通検討会の一部の委員

JICE 大石理事長作成に加筆

不足する社会資本投資



趨勢によるとこの通りだが、社会の活力を維持するためにも、
安全安心の国土形成のためにも、超高齢社会への備えからも
必要なものは必要

社会資本整備と 十全な維持・更新の必要性和効果



- 安全・安心な国土とその強靱化
- 超高齢社会への対応 モビリティを中心に
- 痩せ細るコミュニティの回復 田舎モデル再考
- グローバル化 アジア連携のために

必要性和機能の主張 1

安全・安心な国土とその強靱化



- 東日本大震災の教訓
 - 櫛の歯作戦のバックボーンとしての高速道路
 - 避難路・復旧道路としての高速道路
 - 耐震補強の有効性
- 高速道路あり方検討有識者委員会の活動
 - 今後の道路政策への緊急提言(2011.7.14)

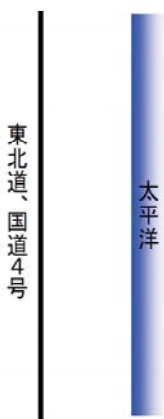
「くしの歯」作戦

第1ステップ 東北道、国道4号の**縦軸ライン**確保

第2ステップ 東北道、国道4号からの**横軸ライン**を確保
地元建設会社の協力により一夜にして
52チームを結成
3/12: 16本のうち、11ルート啓開
3/15: 15ルート啓開

第3ステップ 3/18: 国道45号、6号の97%啓開(作戦終了)

＜第1ステップ＞



＜第2ステップ＞



＜第3ステップ＞



くしの歯作戦図



三陸縦貫道(釜石山田道路)の利用

- 釜石市両石地区の国道45号で道路が流出し、鵜住居地区で浸水。
- 三陸縦貫道を人・物流が通行できたことで、**地域の孤立を回避**。
- 歩行者・自転車も利用。

至 仙
台



道路流出

三陸縦貫道を利用する自動車・歩行者

耐震補強の効果

【耐震補強済み(鋼板巻立補強)】(震度6弱)

・地震動により損傷なし

【落橋防止装置が機能】(震度5弱)

- ・落橋防止装置(写真中央)の一部破壊
- ・桁を支えるゴム支承(黒い部分)は健全



国道13号福島西道路吾妻高架橋



国道45号釜石高架橋

維持更新費の欠如で耐震改修の今後は？

高速道路あり方検討有識者委員会の議論

・ ミッション

- － 将来にわたって維持される高速道路ネットワーク、高速道路料金制度を含めた「今後の高速道路のあり方」を議論

・ 活動

- － 2011.7.14 東日本大震災を踏まえた緊急提言

新たな二段構え(防災＋減災)の耐災思想に基づく取り組み
レベル1とレベル2

戦略的かつ効果的なネットワーク強化

幹線道路ネットワークの弱点解消

復興高速道路

大震災が想定される地域の再点検

その他

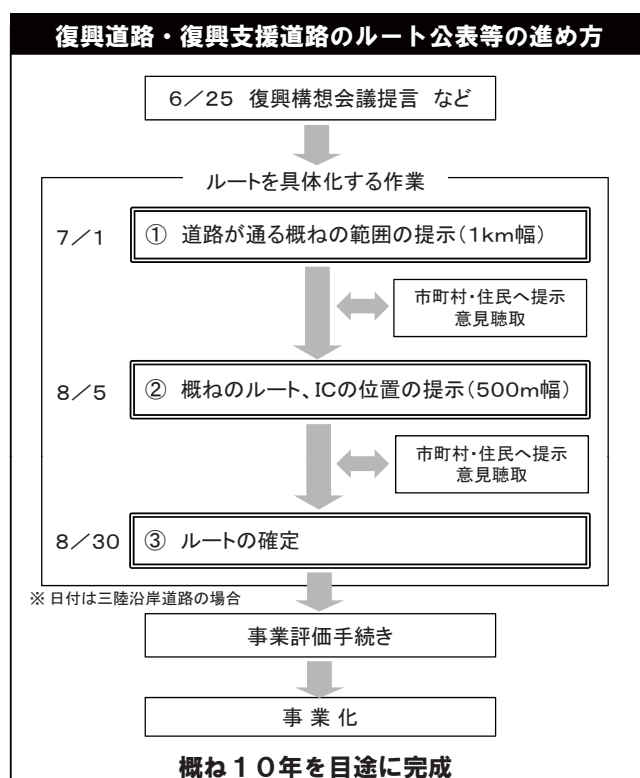
事業評価の充実(便益＋安全性)

- － 2011.12.9 今後の高速道路のあり方 中間とりまとめ

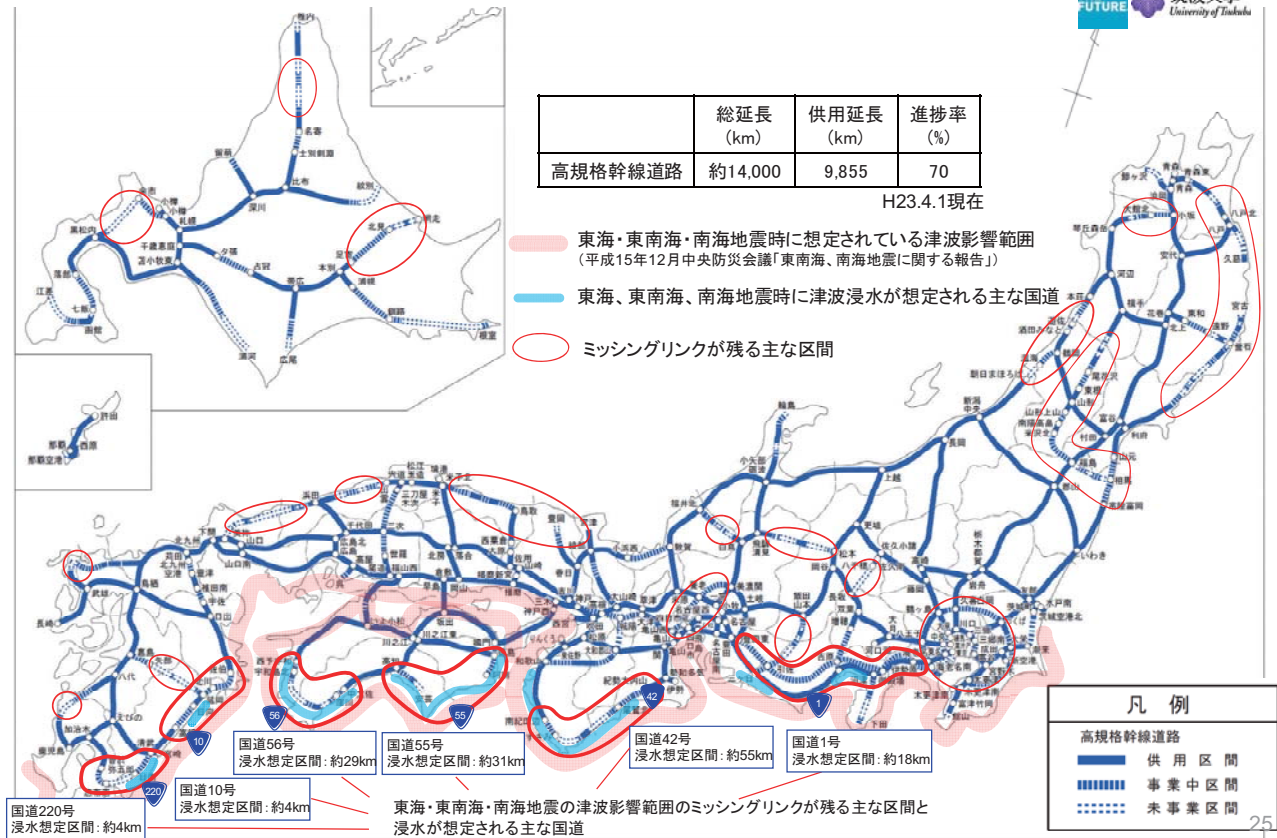
道路事業評価の新しい試み

- 新しい評価方法の提案
 - － 高速道路あり方検討有識者委員会と道路分科会事業評価部会の連携
 - － 防災機能の評価の考え方
 - ・ 必要性の評価 救助活動・住民生活・経済社会
 - ・ 有効性の評価
 - － ネットワーク評価 ネットワーク全体と拠点連結
 - － 当該事業毎に必要性評価項目の有効性を評価
 - ・ 効率性 過去や類似事例との費用比較による評価
- 復興道路・復興支援道路への適用
 - － 三陸沿岸道路・東北中央自動車道・東北横断自動車道等への適用と事業評価部会での承認
 - ・ 事業の一部はB/Cが1未満
 - ・ 便益計算時の事業区間の考え方(ネットワーク効果の重視)
 - － 三次補正予算への計上
- 事業費の確保とスピード感のある事業実施が課題
 - － 全国には危ない箇所、事業が効果的な場所が目白押し

復興道路・復興支援道路の緊急整備 三陸縦貫道と横断道路

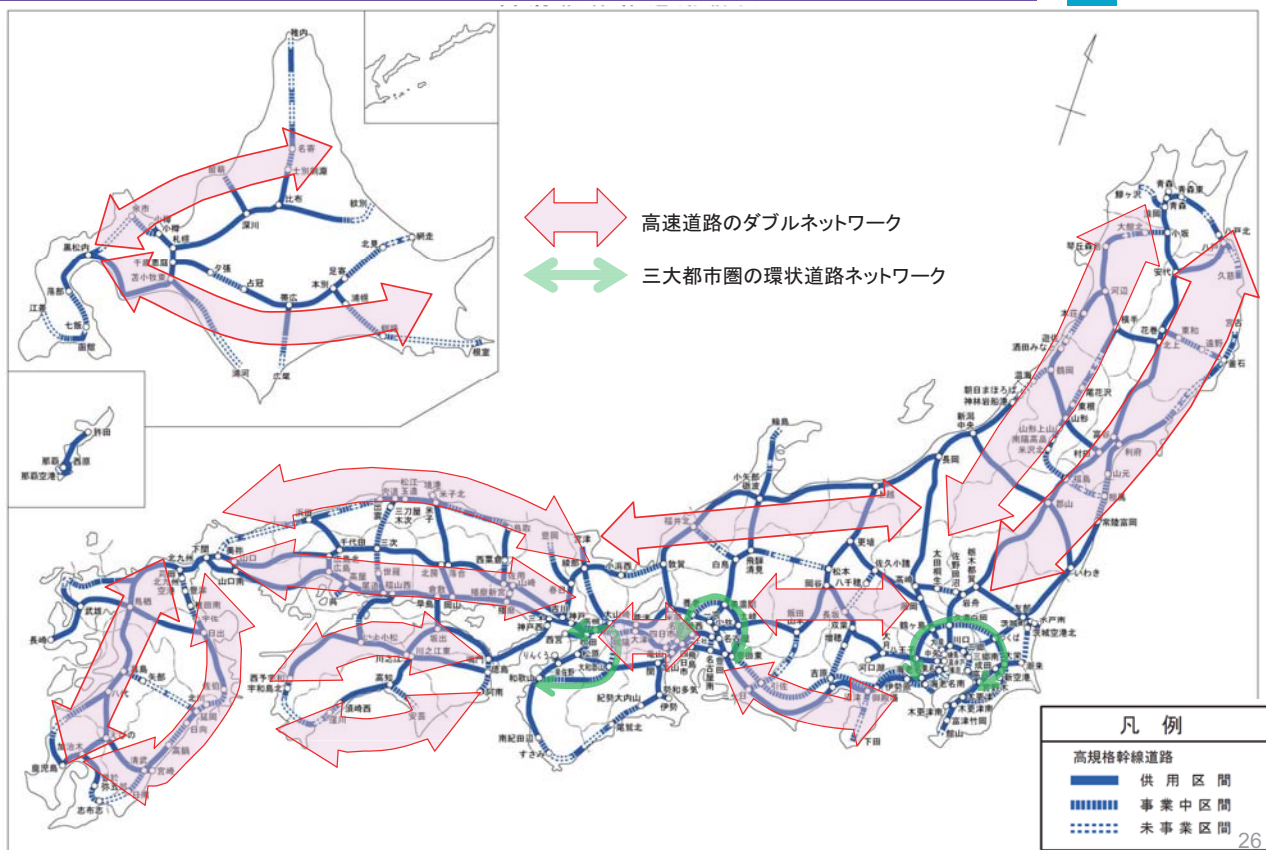


東海、東南海、南海地震の津波影響範囲とミッシングリンク



25

ダブルネットワーク 災害に強い高速道路



26

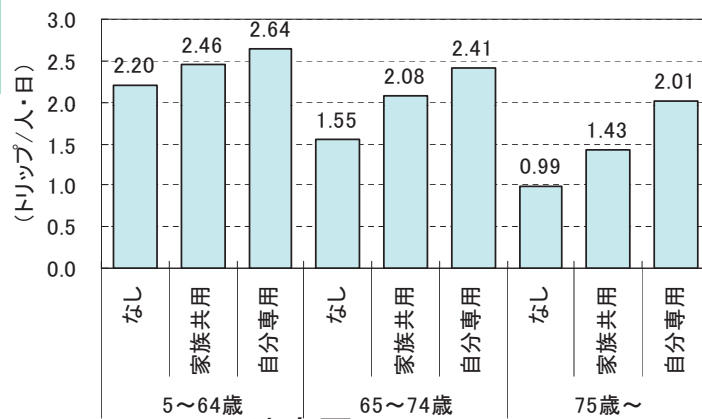
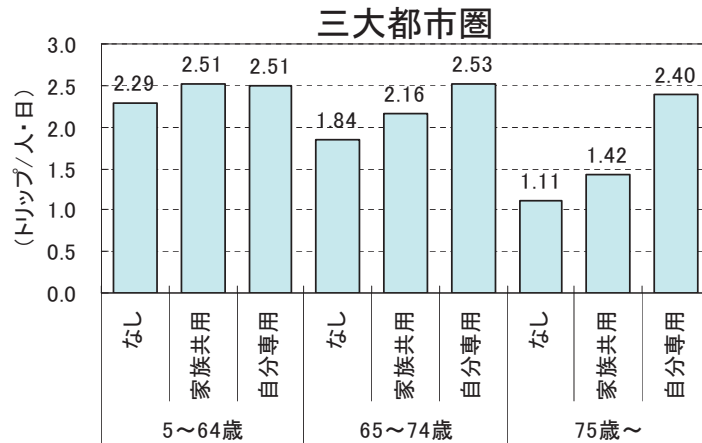
必要性和機能の主張 2 超高齢社会の モビリティ

自動車の有無が
交通行動に与える影響
(トリップの変化)

自分専用の自動車がある方が
活発

若年層では差は小さいが、高
齢者、特に後期高齢者で差が
拡大

地方圏の方が差が大きい
(公共交通のサービスの差)



地方圏

データ:H17全国都市交通特性調査

新しい交通システム



交通システムへの期待と貢献

活力と魅力にあふれるまち
環境負荷がほとんどないまち
モビリティ・ディバイドのない社会
世界のリーディングモデルに
地域産業にも貢献

EVとまちづくり・社会インフラ整備と
産業創生のドッキング

イギリスに学ぶ

Blacknell City Center

Old new town

1949年に計画策定

現在人口 5万人

月曜日の昼にも関わらずたくさんの人出

完全バリアフリー

シニアカーの活躍



Blacknell City Center のシニアカー・ショップ



純民間で商売が成立している
品揃え多数



英国のシニアカーの例

more than Mobility社
(2011年6月現在)



製品名	Sovereign 4	Neo 4	Maxima	TGA Mystere
製品価格(円)	101,473	101,473	317,500	278,765
最高速度(km/h)	6.4	6.4	6.4	12.8
航続距離(km)	32	32	32	32
運転者重量(kg)	114.3	114.3	226.7	117.8



製品名	TGA SuperSport	Royale 4	TGA Breeze 4	Traveso
製品価格(円)	405,765	443,865	456,565	622,173
最高速度(km/h)	12.8	12.8	12.8	12.8
航続距離(km)	32	51.2	48	32
運転者重量(kg)	158.75	203.2	193.75	222.25

1 £ = 127円, 1 mile = 1.6km, 1 stone = 6.35kgで計算

英国シニアカーの大手製造会社



in UK



Sunrise Medical



Pride



Electric Mobility



Easi Care Mobility



Drive Medical



NHC



Mercury



Invacare



Days Healthcare



TGA



Roma Medical



Shoprider

in USA

英国のシニアカーの製造会社

Google Map ヘルリンク

<http://g.co/maps/2q6h4>



新しい移動手段(超小型モビリティ)



現在



アテック

どこをどう走るのか

走行空間の整備
交通ルールと法規
社会的受容性

未来(!?)



航続距離
走行速度
公道では

新しい輸出戦略モデルとしての
超小型モビリティと
まちづくり・道づくり

RDYNE HP
ワーアシスト・リハビリ
としては?

ゆったり流れる時間
楽しい行事・遊び
友達つきあい
美味しく、安く、安全な食物
美しい故郷

住んでみたいな...

仕事があれば

田舎が疲弊している
東京モデルの先行きが不透明



田舎モデルを真剣に考える

坂本龍馬 脱藩の道の途中でみた

茶堂 高知県檮原町 茶屋谷部落

遍路のおもてなし
旅人とのコミュニケーション



2009年9月撮影



1958年の茶当番 36名



2000年の茶当番 23名

人口減少と高齢化
やせ細るコミュニティ

佐渡國しま街道： 長安寺
地域が支える古刹
しかし、現在檀家は13戸



神仏混淆の配置

阿弥陀如来(重要文化財)
最北の朝鮮渡りの鐘
「街道を行く」にも紹介



歴史・文化の安全保障は？

農村の疲弊：耕作放棄地の増加



離農畑が急速に進んでいる美瑛町 01



地方都市中心部の疲弊： バイパス沿いの看板と中心市街地の衰退

バイパス



旧道



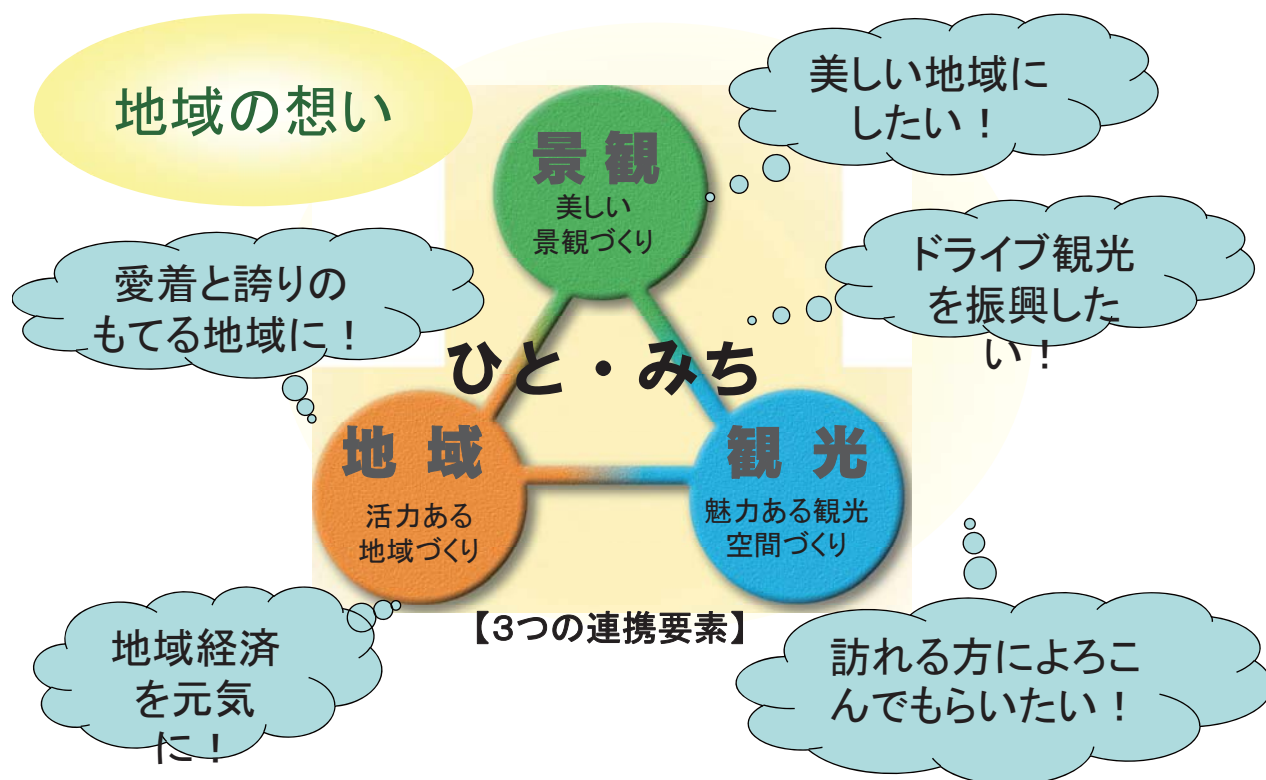
実は風景そのものでなく、風景に映り込む

- まち・地域の活気
- 人々の生活・元気・誇り
- 農業・林業
- 山・川・自然
- . . .

の衰えが課題

ここに、日本風景街道への期待

シーニックバイウェイ北海道(2003～) 地域の想い と 3つの連携要素



日本風景街道の実現に向けて
～ 美しい国土景観の形成を目指した
国民的運動を ～

日本風景街道戦略会議

日本風景街道、その後

- 地域の元気化・Social Capital 醸成に着実な効果
 - 自治体を越えた広域連携
 - ビジネス化による経済的自立が現在の地域も
 - 担当者の意識改革——草の根からの行政改革
- しかし、道路国会以来、国の支援は急減
 - 熱心なルート・地域は引き続き活発に活動
- 新たなステージでの再活性化
 - 地域主導による活性化・ビジョン共有とインフラ活用の兆し
 - 全国組織化も

今こそ、田舎モデルの実践と挑戦

考える視点

グローカル＝グローバル＋ローカル

世界との連携・直結

空港・港湾、ICTの活用と人のつながり

地域の強さ・魅力を最大限活用する

風景、自然、遊び、温泉・・・

おいしくて安全な食材

おもてなしの心と進取の精神

弱点を強みに転換する

高齢社会— 語り部としての老人の社会貢献

密度が低い— ゆったり・ゆっくり

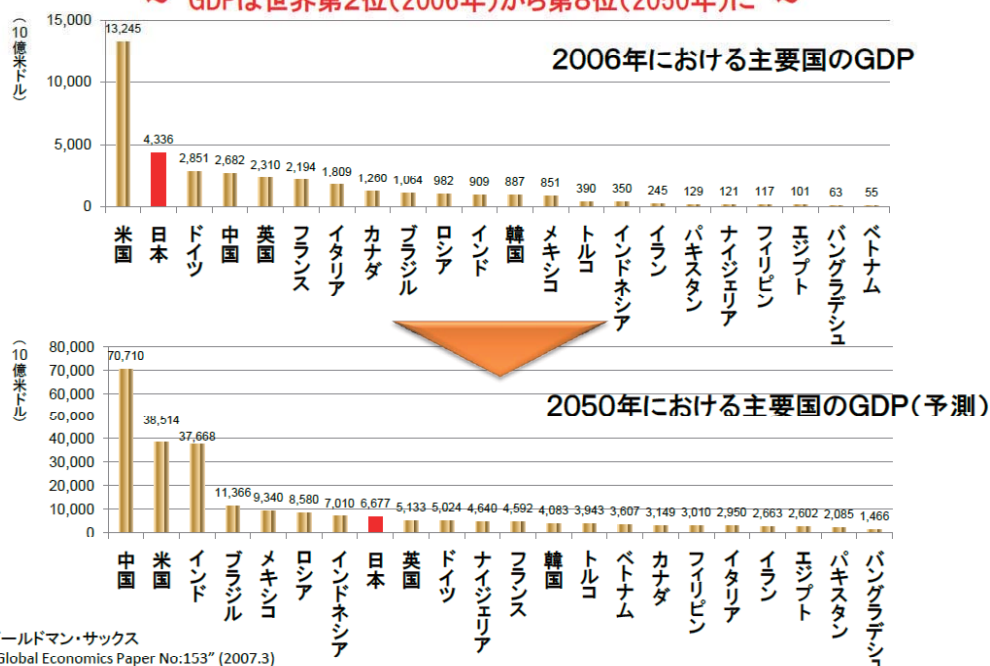
	2003年	2030年
アジア	3823	4887
アフリカ	851	1398
欧州	726	685
南アメリカ	543	711
北アメリカ	326	408
オセアニア	32	41
合計	63億人 (47億人)	81億人 (60億人) アジア・太平洋地域

単位: 百万人 2030年は推計

出所: World Urbanization Prospects 2003 UN

2050年の主要国のGDP予測

日本は、2050年には「経済大国」の地位を失うおそれ
～ GDPは世界第2位(2006年)から第8位(2050年)に ～



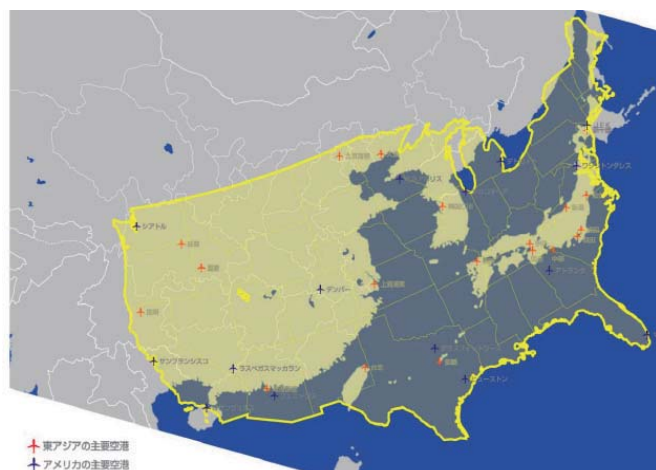
アジアとの関係が重要

世界に目を向けるとマーケットは
広がっている

2050年までに日本の人口は3000万人減少

でも
世界の人口は30億人増加

東アジアの空間スケール



インドまで入れると
さらに巨大に

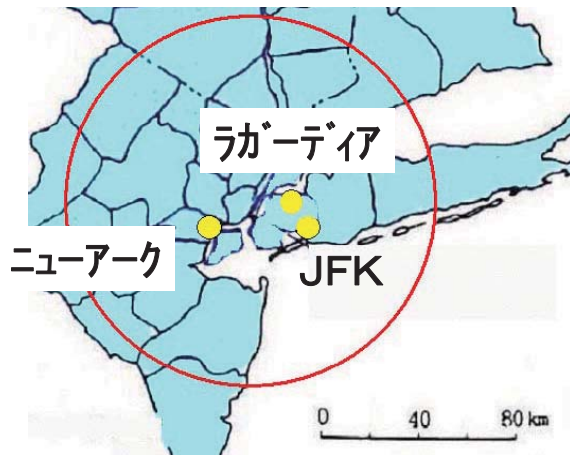
域内航空旅客数(2004年) (百万)			
	日中韓	米国	EU25
人口	1,493	294	457
域内航空旅客数	269	630	429

(注) 日中韓(香港、台湾を含む。)及びEU25はそれぞれの国内線及び域内国際線旅客数の合計値
出典: 世界国勢図会、米国統計局、EU統計局、ICAO統計等

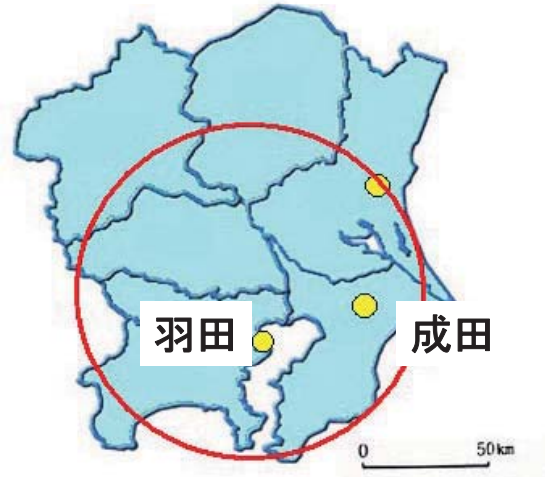


こういう中での国際交通 特に航空

ニューヨーク



東京



圏域人口	1,970万人 1/2	4,040万人 1
圏域面積	約33,000km ²	約37,000km ²
航空旅客数	8,388万人 1	10,079万人 1
空港数	3	2
発着回数	117.1万回 3	47.0万回 1

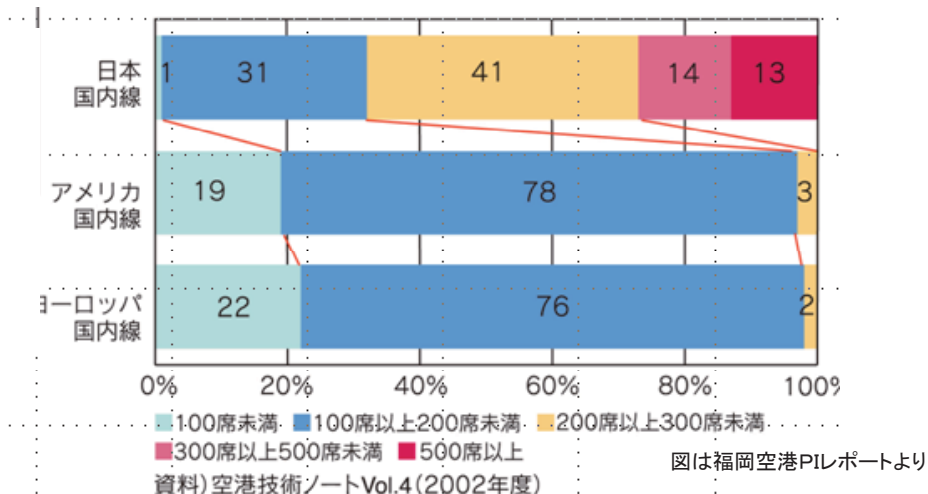
航空需要の比較

	東京	NY/Paris/ London
一人あたりの 航空需要	1	2~3
一人あたりの 発着回数	1	5~6

飛行機をたくさん使う(経済圏・交流圏が大きい(EU, 北米))
発着回数が多い(小型機による高頻度サービス)
→都市の総合的アクセシビリティ確保(都市経営戦略)

アジアとの距離の短さを考えるとハブ空港・港湾経由より
直結サービス。東京依存からの脱却

国内線の使用機材構成



日本 70%が200席以上
北米・欧州 95%が200席未満

大都市空港の混雑問題のため地域空港の最大活用ができない。
であれば、東京抜きで世界と直接つながる。
そのための地域の空港は重要な資産。

グローバル時代の空港・港湾

- お荷物だといわれている地域の空港・港湾の活用
- 地域経済のアジアとの直結
 - 観光、農業、ICTの活用
- 地域空港・港湾の利便性向上
 - 高速道路との直結
- かつて、加工貿易・臨海開発は港湾政策からの国土計画の重要モデルだった。
- 新たな地域モデル(田舎モデル)の追求と提案

終わりに ～動かすために～



- 動かすのは人、社会資本を維持活用するの人も人
 - 想像以上にコミュニティは痩せ細っている
 - Social Capital は資本である以上、投資が必要
- 新しい社会資本政策モデルを考え、提案しよう。かつては、
 - 港湾 加工貿易・臨海開発モデル
 - 鉄道 新幹線、都市開発と鉄道整備の一体化(民鉄モデル)
 - 道路 高速道路と財源制度
- 新しいモデルのキーワード: 強靱、安全・安心、超高齢社会、アジア連携、Social Capital
- そのための技術開発
 - 活用の前提としての維持・管理・更新
 - コスト意識、ニーズの把握、効果(アウトカム)の計測
 - セクター分断型から総合的活用方策への転換
 - 行財政制度への切り込み 古い法律の改正

ご静聴、ありがとうございました
質問・批判 大歓迎

連絡先

ishida@sk.tsukuba.ac.jp



京都府北部の橋梁管理の現状 と技術者育成への取り組み

舞鶴工業高等専門学校
建設システム工学科
玉田 和也

目 次

- はじめに
- 京都府北部の橋梁管理の現状
- 京都府北部の技術者育成
- 市町村における問題点



はじめに

- 自己紹介
- 橋の長寿命化修繕計画の策定をサポートする目的で，市町村の技術者を対象とした橋梁維持管理研修会を実施
- 研修会の内容：座学(CAESAR)，点検実習，計画策定演習，学び直し講座
- 直轄，都道府県の実施している橋の長寿命化修繕計画との相違点～問題点

京都府北部の橋梁管理の現状



建造から59年経過



建造から37年経過 F11Tを使用



建造から37年経過 耐候性鋼材を使用

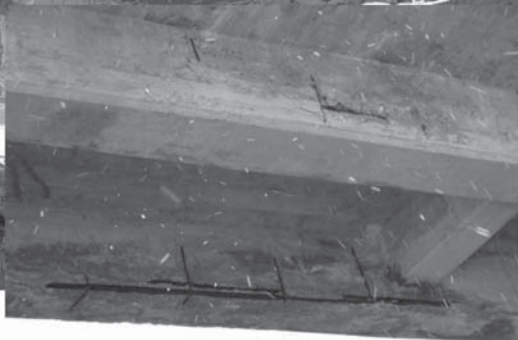




建造から71年経過 昭和16年



建造から76年経過 昭和11年



市町村が管理する橋梁の現状

- うすうす気づいていた⇒客観性をもって認識せざるを得ない状況，点検はほぼ完了
- 舗装と高欄以外の維持修繕は皆無
 - ⇒鋼橋の塗替はなし
 - ⇒RC橋，PC橋とも維持修繕はなし
- 耐震補強は一部橋梁で実施済み
- 移管橋梁の行き着く先としての市町村管理
- 私設橋梁？も管理対象

市町村における長寿命化修繕計画の策定

- 市町村合併の影響⇒橋梁台帳の統合，地域特性の把握
- 対象橋梁の絞り込み⇒リストアップの範囲
- 設計資料が皆無
- 計画策定の業務委託と通常業務との相違点
 - ⇒道路管理者としてポリシーが必要
- 点検および計画策定の委託先の技術力
- 移管された特殊橋梁の対応

京都府北部の技術者育成への取り組み

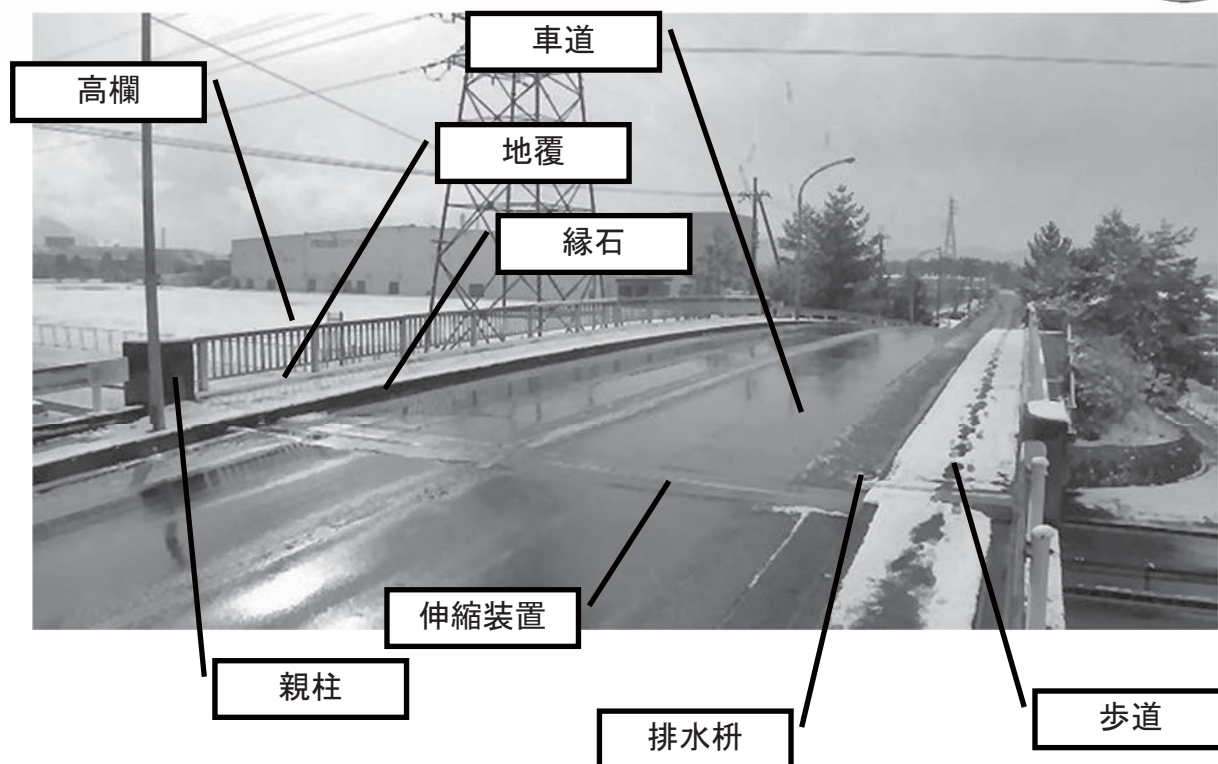
市町村の技術者の現状

- 市町村合併の影響⇒技術者心理
- 街路樹の害虫駆除や溝蓋の交換から橋梁の維持修繕までは無理！との声
⇒補助金制度の変更により意識は変化
- 通常の委託業務では無いことに戸惑い
⇒道路管理者としてのポリシーを発揮
- 若手技術者は将来を考えて非常にやる気に満ちている⇒部課長レベルは財政当局との折衝があるため、様子伺い状態。

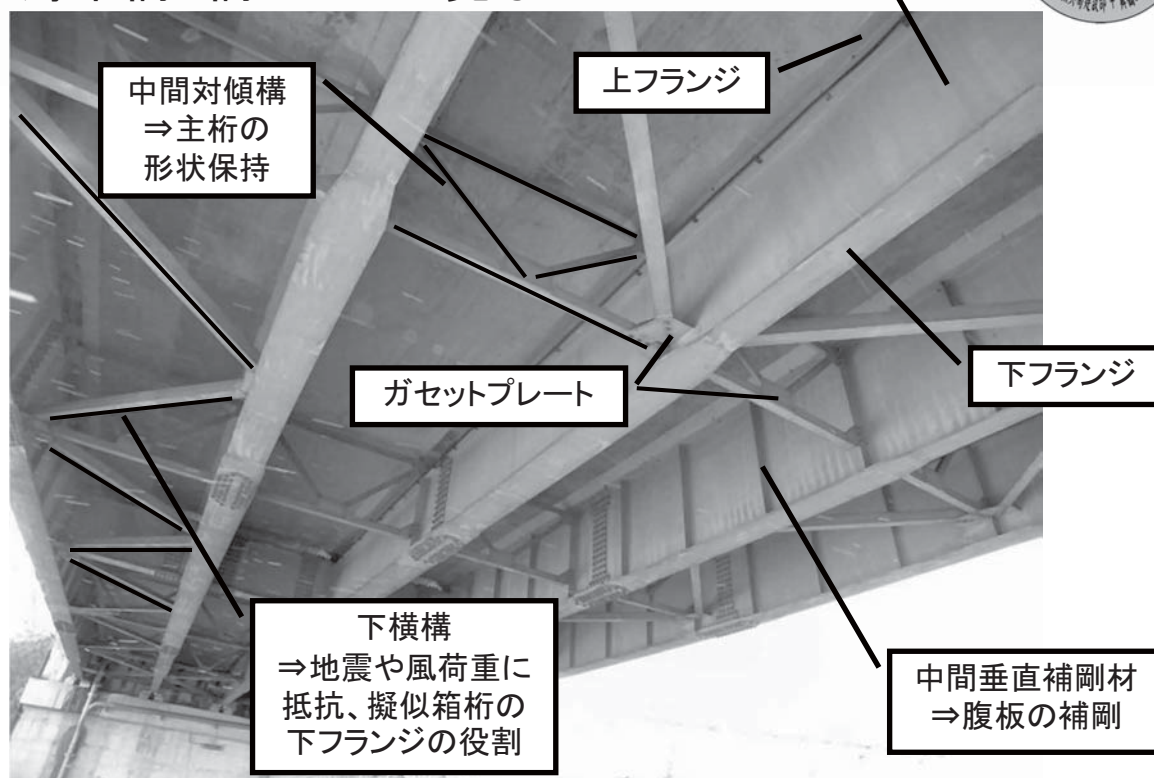




長田野中橋 橋面を見ましょう



長田野中橋 橋は下から見ないと



技術者育成への取り組み

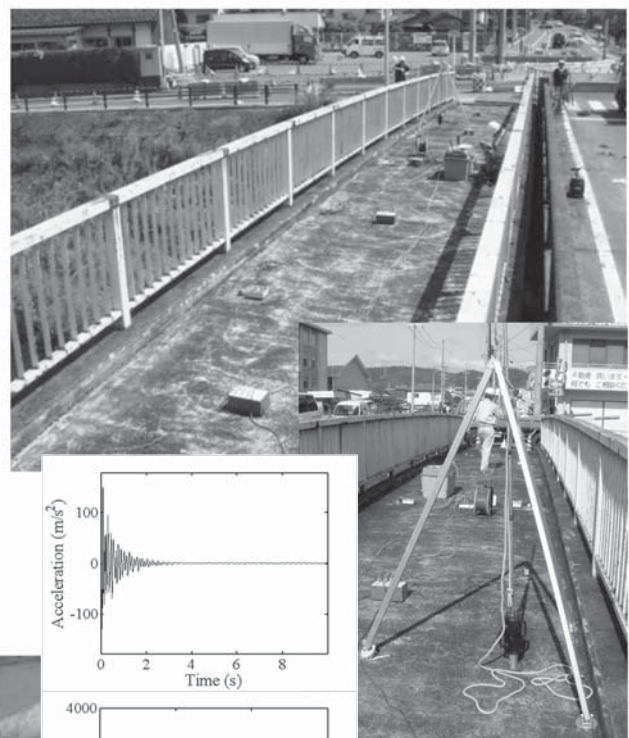
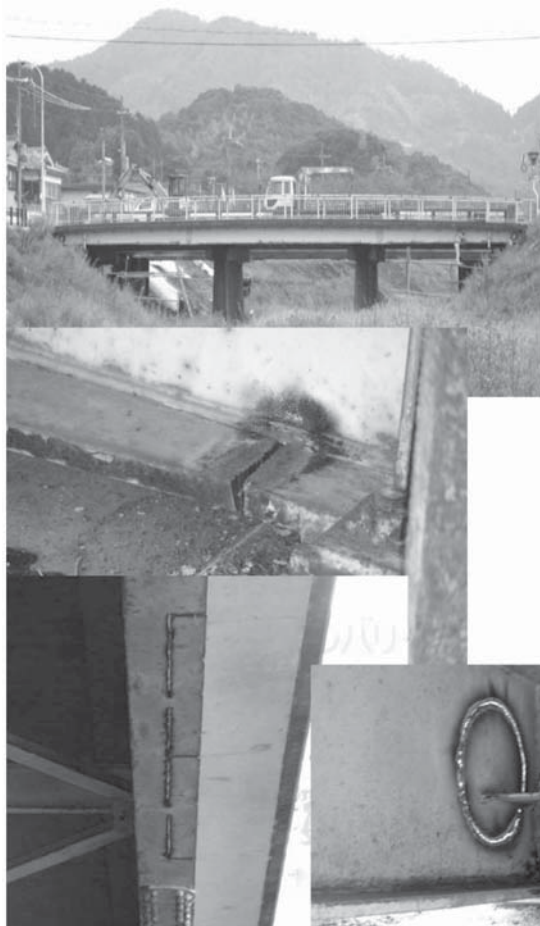
- 市町村の土木技術者に対し、橋梁の維持管理に関する技術講習会を実施
- 橋の長寿命化修繕計画の意義，全体の流れ
- 橋梁点検・補修（CAESAR，大学の先生，橋建，P C建協による座学と現場実習）
- 点検結果の分析とプレゼン
- 修繕計画策定の実習⇒委託業務対応
- 学び直し講座の開設
- 計画策定済みの市町村による事例報告

市町村における問題点

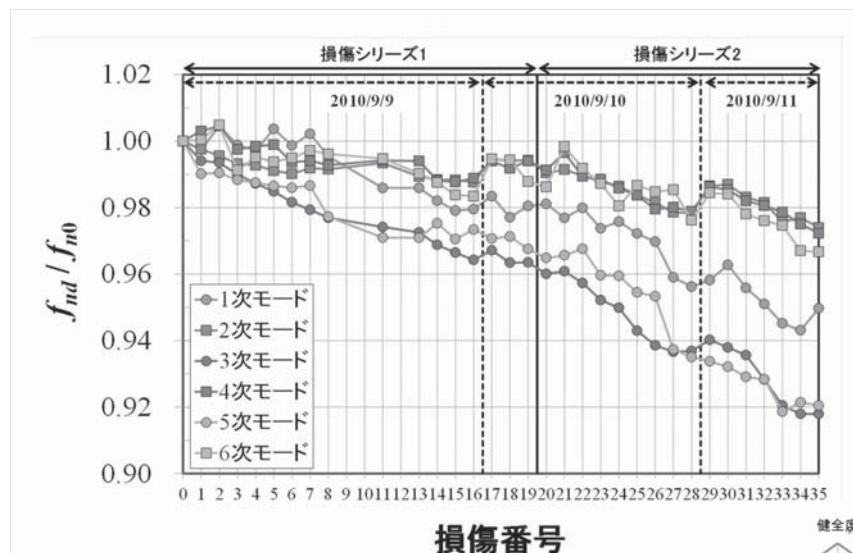
- 橋の長寿命化修繕計画は予算的な裏付けが明確では無いため，財政当局との折衝が毎年必要となる。
⇒理想との乖離，補助金制度
- 議会や財政当局への説明にあたり，
「落橋か否か」から「修復限界か否か」への変換が必要で，その宣教活動が重要
- 担当者の移動による管理ポリシーの断絶
- 地元の橋は自分たちで守る
⇒地元のコンサルやゼネコン

市町村における技術的問題点

- 市町村版長寿命計画実施の廉価化
5年に一度の定期点検の内容
地域特性を反映した劣化曲線の策定
補修工法の廉価版の開発
- 特殊橋梁の維持管理（経済的，技術的に困難）⇒ケーブル系橋梁の維持管理
⇒分散支承，免震支承を用いた橋梁の健全度評価
- 振動特性を利用した単純桁の健全度診断

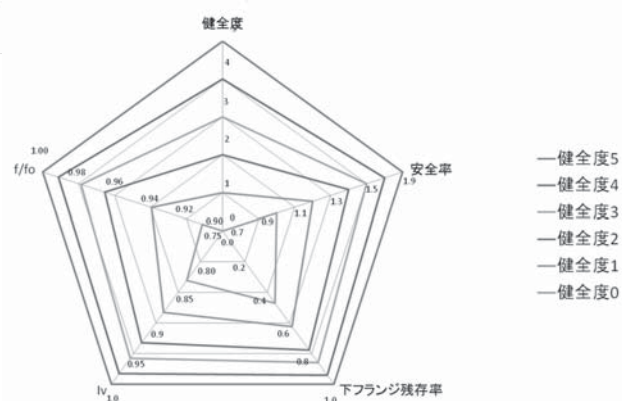


昭和60年建造
23年経過後撤去



一例として、固有振動数の減少と健全度(耐荷力)の関連付けを行った。健全度は、発生応力に対する下フランジ鋼板の降伏応力に対する安全率から設定した。

$\gamma=1.7 \rightarrow$ 健全度5
 $\gamma=1.6 \rightarrow$ 健全度4
 $\gamma=1.5 \rightarrow$ 健全度3
 $\gamma=1.4 \rightarrow$ 健全度2
 $\gamma=1.2 \rightarrow$ 健全度1
 $\gamma=0.0 \rightarrow$ 健全度0(落橋)



ご清聴ありがとうございました。
 m(. .)m

第5回CAESAR講演会

平成24年8月30日

中部地方整備局の地域支援



中部地方整備局 道路部
道路保全企画官 内藤 幸美

— 目 次 —

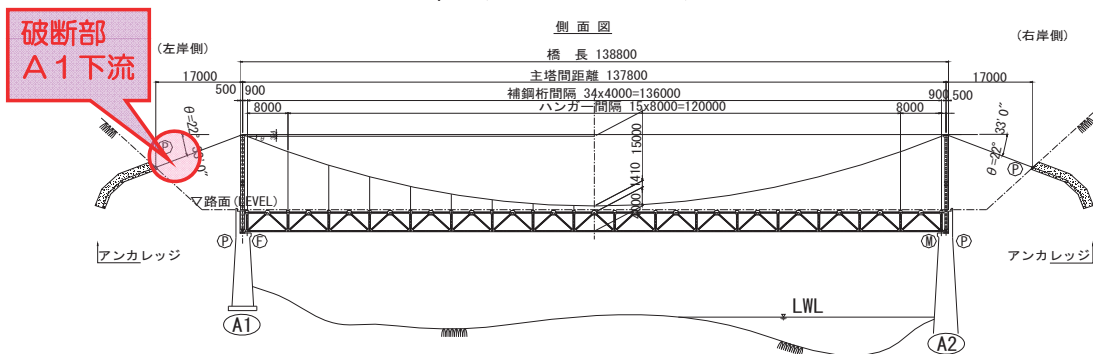
1. 原田橋の概要
2. 技術支援体制
3. 技術支援内容
4. 補修・補強イメージ
5. 補修・補強工事の実施
6. 監視体制の構築
7. 積極的な情報発信（広報の充実）
8. 技術力を結集、即応力を発揮



1. 原田橋の概要

1. 1 橋梁規格等

橋 格：2等橋（T-9）
 管理者：浜松市（2007年政令指定都市となり
 静岡県より管理を移管）
 竣 工：昭和31年（1956年）
 適用基準：鋼道路橋設計示方書（昭和14年）
 橋 長：138.8m 幅 員：5.5m
 上部構造：単径間補剛吊橋
 メインケーブル：6×65φ（6×37共芯）



1. 原田橋の概要

1. 2 原田橋通行止めまでの主な経緯

- ・1956年（S31年）：佐久間ダム開発用道路として架設（電源開発）
- ・1993年（H5年）：TL-20対応床版補強工事（縦桁増設・横桁補強）
 ・高欄嵩上げ工事
- ・1995年（H7年）：橋梁塗装工事（約17年経過）
- ・2005年（H17年）：ハンガー取替（破断部1箇所）
- ・2011年（H23年9月）**主ケーブル破断発見（通報）**

- ・橋梁点検
- ・耐力照査
- ・破断ストランドロープ引張試験
- ・動的載荷試験

浜松市対応

- ・2012年（H24年4月）破断以外にケーブルのずれを発見

- ・2012年（H24年4月）浜松市より浜松河川国道へ**技術支援要請**

- ・2012年（H24年4月）原田橋**全面通行止め**

1. 原田橋の概要

1. 3 損傷状況（ケーブル関係）

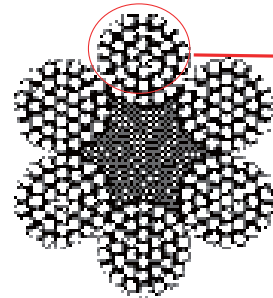
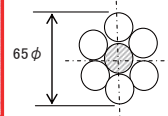


ラッピングワイヤーの状況

ケーブル破断状況

メインケーブル 1×37 ×6本(共心)

ロープの明細		
JISロープ(現在)		施工当時
構成	6×37	6×37(共心)
公称径	φ65	φ65
表面	亜鉛メッキ	亜鉛メッキ
ロープの特性		
破断荷重	229t(A種)	224t(種別不明)
断面積	1670mm ²	—
標準質量	15.2 kg/m	—



主ケーブル構成

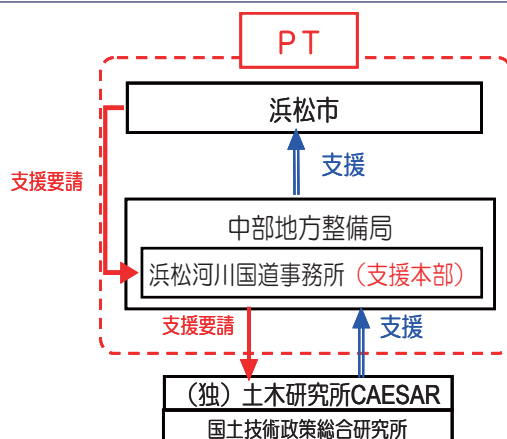
中心	1
2層目	6
3層目	12
4層目	18
合計	37

5

2. 技術支援体制

2. 1 支援本部を設置/対策PTを設立

- 浜松河川国道事務所内に**支援対策本部**を設立
- 中部地方整備局**TEC-FORCE**(道路部・河川部・中部技術・浜松計12名)を派遣
- 天竜川**原田橋対策プロジェクトチーム(PT)**を設立
- 河川内緊急通路を**即時許可**(河川部特段の配慮)



河川内緊急通路



6

2. 技術支援体制

2. 2 技術的専門集団を派遣

- 国土技術政策総合研究所の橋梁専門家を派遣
- 土木研究所CAESERの橋梁専門家を派遣
- 現地調査及び今後のアドバイスを実施



2. 技術支援体制

2. 3 専門的企業集団を派遣

- (社)日本橋梁建設協会の社会貢献事業として調査検討を実施
 - ・橋梁の詳細調査(5/7～5/8)
 - ・ケーブル端末部の詳細調査(5/15)
 - ・ラッピングケーブルを外しての端末部の局部調査(5/17)
 - ・全磁束法による非破壊検査(5/24～5/26)
 - ・3D測量による主塔の傾き、床版位置の確認(5/26)
 - ・耐荷力検証のための立体フレーム計算(5/27～6/12)



3. 技術支援内容

3. 1 支援内容の検討

原田橋の利用の不可が、地域内交通を遮断しているため地元佐久間地区の日常生活に大きく関わっている。何を支援の主眼におくのか？何が必要か？を浜松市において地元ニーズを把握しながら原田橋対策PT会議で検討

【通行止めに伴う地元への影響】

- ・ 迂回路は自動車でも2時間半
- ・ 地域が分断→3000人と1700人に分断
- ・ 病院へ車で行けない
- ・ 河川内緊急通路は出水期に非常に不安定
→学校給食等は中止
- ・ 自転車・二輪車は通行不可
(河川内緊急通路は未舗装)

【技術支援検討経緯】

- 5月 1日 原田橋支援対策支援本部設立
- 5月 2日 現地にTEC-FORCE派遣
◎天竜川原田橋対策PT設立
- 5月10日 国総研・土研(CAESER)の現地派遣
◎天竜川原田橋対策PT第2回会議
- 5月23日◎天竜川原田橋対策PT第3回会議
- 6月12日◎天竜川原田橋対策PT第4回会議
- 6月25日◎天竜川原田橋対策PT第5回会議

【ニーズを把握し支援内容の検討】

- 迅速な補修・補強法の提案→現橋利用の可能性検証(構造計算による安全性の確認等)
- 監視体制の提案(センサー・カメラの設置、通報体制等の計画)
- 重車両の通行制限の提案(荷重制限、通行方法、制限方法等)

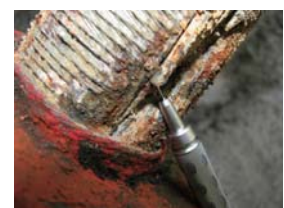
9

3. 技術支援内容

3. 2 ケーブル端末部の詳細・局部点検結果

全体の素線の断面の損傷を把握するために、全断面(24箇所)の詳細点検を実施。

A 2 橋 台 側 (愛知・東栄町側)						
	写真	コメント	断線の有無	表面状態	腐食状態	備 考
A 2 上 流 側	19	NO.19 表面に錆が発生。乾燥状態である。	無し	さび 有り 乾燥状態	★★	一部下段側の 上流側で素線の 1本の断線を確認。全般的にケーブル 下側の腐食が局所的であることから、A1 側と同様に湿気環境にあると予想できる。
	20	NO.20 下面側のケーブルは断面が部分的に膨れ、劣化状態にあると推定される	無し	さび 有り 乾燥状態	★★★★ 腐食の劣化 顕著	
	21	NO.21 上面側は比較的健全であるが下面側のケーブルは表面に錆が確認できる	無し	さび 有り 乾燥状態	★★★★ 腐食の劣化 顕著	
	22	NO.22 一般部は健全であるが根元部で腐食が進行している。	無し	さび 有り 乾燥状態	★★★★ 腐食の劣化 顕著	
	23	NO.23 下面側の表面に錆が顕著に発生している。素線1本の破断を確認	有り(素線1本)	さび 有り 乾燥状態	★★★★★ 要注意	
	24	NO.24 下面側が部分的に腐食しており、素線2本の破断を確認	有り(素線2本)	さび 有り 乾燥状態	★★★★★ 要注意	



A2上流側の素線破断



下流側NO. 11 先端が細く脆性的な破断状態である

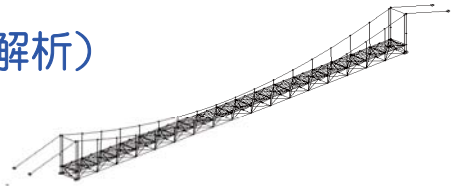
【結果】A2側上流部に2箇所素線破断を確認
(素線1本破断1箇所、素線2本破断1箇所)

10

3. 技術支援内容

3. 4 安全性の検証（立体フレーム解析）

3D測量成果により、実形状で立体フレーム解析を実施。安全性の検証、荷重検証を実施した。



項 目		(断面欠損後)		下流部補強					上下流部補強		
		CASE-3	CASE-4	CASE-5	CASE-6	CASE-7	CASE-8	CASE-9	CASE-10	CASE-11	CASE-12
			(現状)	(現状)	【応急対策後】	【応急対策後】	【応急対策後】	【応急対策後】	【応急対策後】	【応急対策後】	【応急対策後】
内 容		【現状モデル・当初設計形状】 6本中2本無効	【(実モデル)・3D測量反映形状】 6本中2本無効	(実モデル) 通行規制(4T車通行)	(実モデル) 通行規制(4T車通行)	(実モデル) 通行規制(20T車)	(実モデル) 緊急車輛走行時 8T車単独走行	(実モデル) 通行規制(4T車通行)	CASE-6の上流側へも追加ケーブル 通行規制(4T車通行)	CASE-9から上流側ケーブル2本破断を想定 (下流側と同じ症状が起きると想定)	CASE-6の上流側へも追加ケーブル
荷重条件		TL-20	TL-20	10台,14m通行荷重	10台,14m通行荷重	TL-20	大型車1台(8T車)	10台,14m通行荷重	10台,14m通行荷重	10台,14m通行荷重	TL-20
断面概要(下流)		●有効断面 ○無効断面	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●
断面概要(上流)		●セフティケーブル	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●
結 果	安全率	△	△	△	○	△	○	△	○	△	△

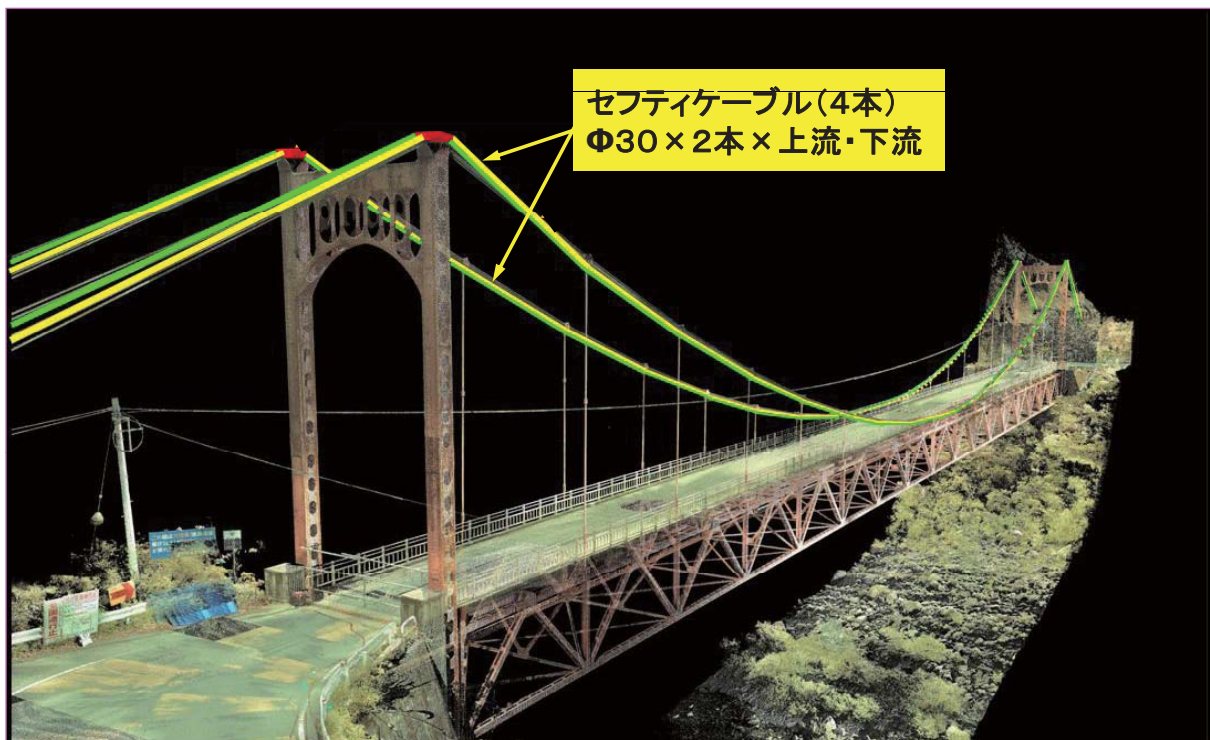
【結果】大型車の通行を制限し、セフティケーブルを設置することで、所定の安全率を確保することが出来ることを検証した。

【凡例】

△・・・所定の安全率を確保できない(3以下)

○・・・所定の安全率を確保できる(3以上)

4. 補修・補強イメージ



5. 補修・補強工事の実施

5. 1 補修・補強工事の実施



15

5. 補修・補強工事の実施

5. 2 補修・補強工事の実施



16

5. 補修・補強工事の実施

5. 3 セーフティケーブルの設置完了



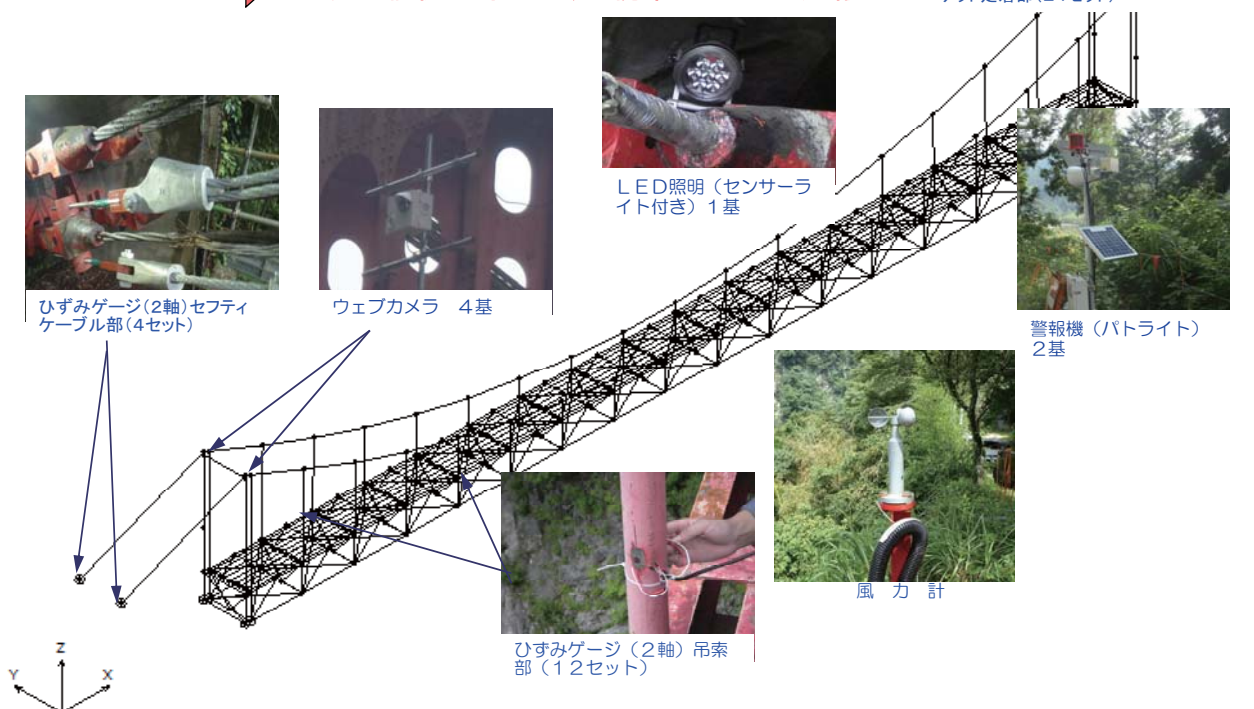
17

6. 監視体制の構築

載荷試験の最大発生軸力と温度経時計測により管理値を設定



異常値検出時は自動で携帯にメールで通報



7. 情報の発信（広報充実）

原田橋は、地元佐久間地区の生活環境に大きく関与している課題なので地元の方々が情報を入手し易いように広報の充実を図った。具体にはプロジェクト会議の後に、マスコミ（テレビ・新聞）に対して積極的にプリーフィングを実施。



19

8. 技術力を結集、即応力を発揮



台風4号の出水により河川内緊急通路は
6月19日に全面通行止め



6月25日正午に通行開始

夜間土日も返上しての工事実施



施工11日目にして工事完了



浜松市と国土交通省の合同確認

高度な技術力により『命の橋』を短期間で開通→地域の生命線を確保

20



ご清聴ありがとうございました

21

維持管理の時代の技術基準

2012. 8. 30

国土技術政策総合研究所
道路構造物管理研究室長
玉越 隆史



1

道路橋の現状

道路橋ストックの現状

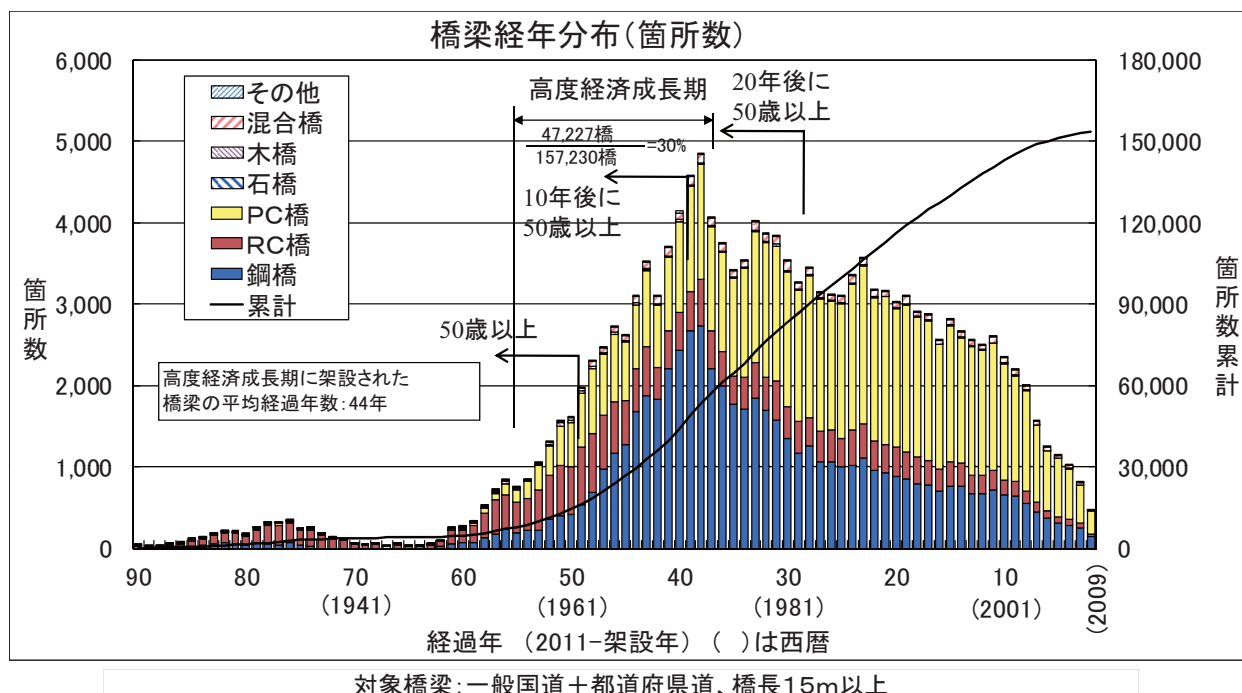
(単位:橋)

	全橋梁数	うち、15m以上
高速自動車国道	7, 084	6, 912
一般国道指定区間	20, 837	12, 393
一般国道指定区間外	30, 173	13, 300
都道府県道	100, 372	34, 001
市町村道	521, 423	90, 835
計	679, 889	157, 441

出典:道路統計年報2011

3

道路橋ストックの現状



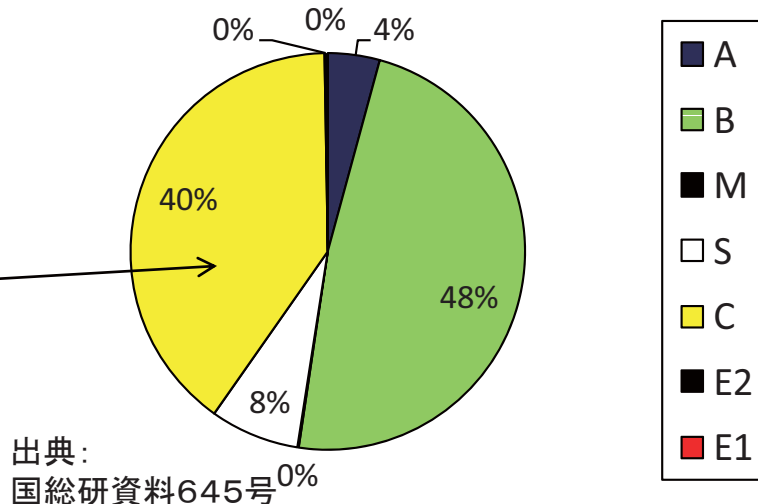
出典:国総研資料第645号

4

直轄道路橋 の実態

C：速やかに補修等を行う必要がある。

対策区分別橋梁数比率

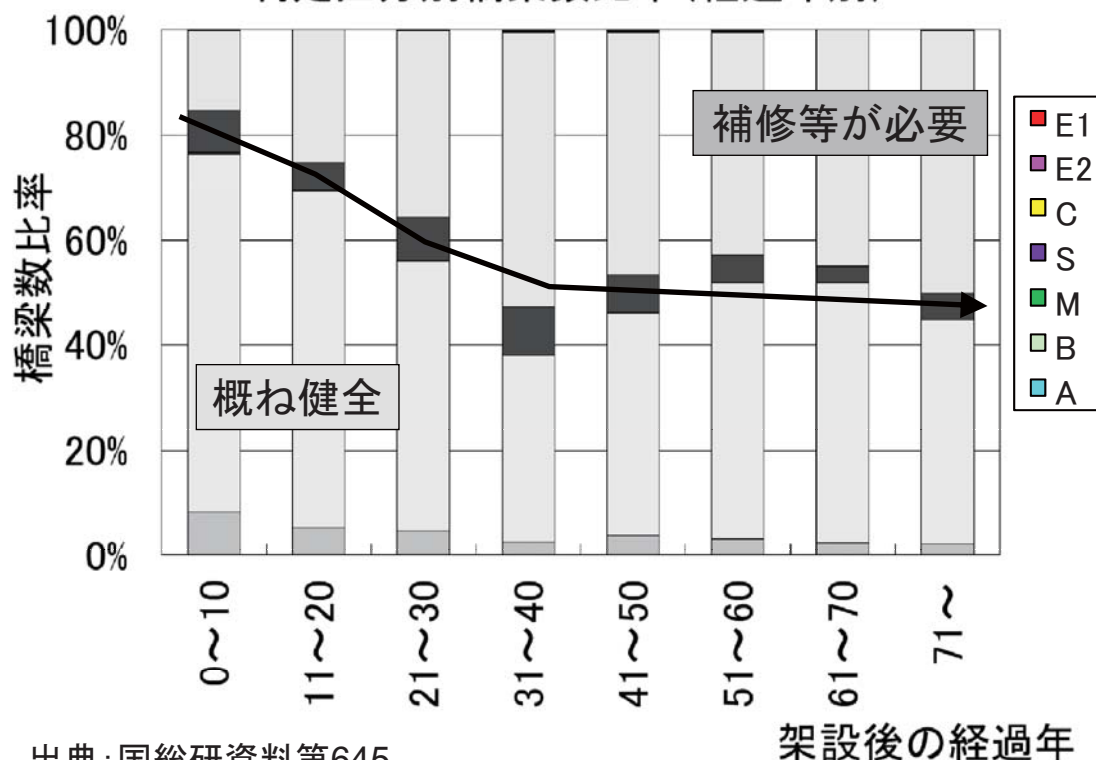


対策判定区分	判定の内容
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。
E2	その他、緊急対応の必要がある。
C	速やかに補修等を行う必要がある。
S	詳細調査の必要がある。
M	維持工事で対応する必要がある。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
A	補修を行う必要がない。

5

直轄道路橋の実態

判定区分別橋梁数比率（経過年別）



6

維持管理から見た これまでの整備と課題

フェーズ1：画一化・規格化

■一定水準の品質を満たすための技術・方法論の標準化。
（品質を維持しつつ経済的に大量の資産整備の実現へ）

→ 設計基準類・規格類の整備

- ・道路橋示方書
 - ・許容応力度設計法
 - ・構造細目規定
 - ・JIS等の材料規格との連動
- ・学協会の各種技術資料や規格類
 - ・設計技術や施工方法の一般化・標準的方法の提示（標準示方書）
- ・JIS、JSSC、JCI

フェーズ2:性能規定化

■要求性能を満足すれば具体の手法には自由度を許容する。
(多様なニーズや条件に対する「画一的手法」の弊害をなくす)

→ 設計基準類・規格類の整備

・道路橋示方書

・H14 性能規定型への転換

(在来手法を、要求性能を満たす標準解と位置づけ)

(可能な限り、要求性能を規定として明文化)

→ 技術提案型調達手法の採用

9

維持管理からみた整備の実態

■フェーズ1の結果

① 最新の知見による標準解は将来も万全？ ……No !

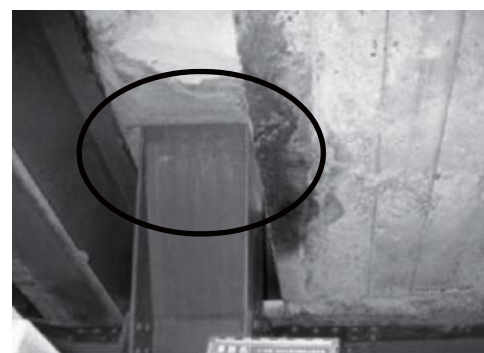
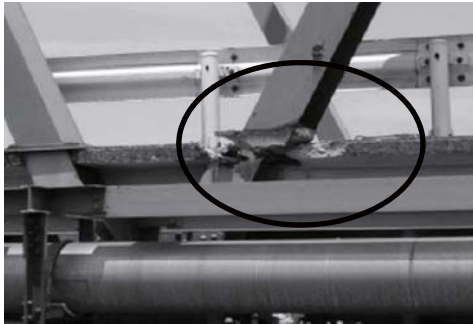
■フェーズ2の結果

② 要求性能が明確なら検証は何とかなる？ ……No !

③ 理念や定性的要求でも性能は保証される？ ……No !

10

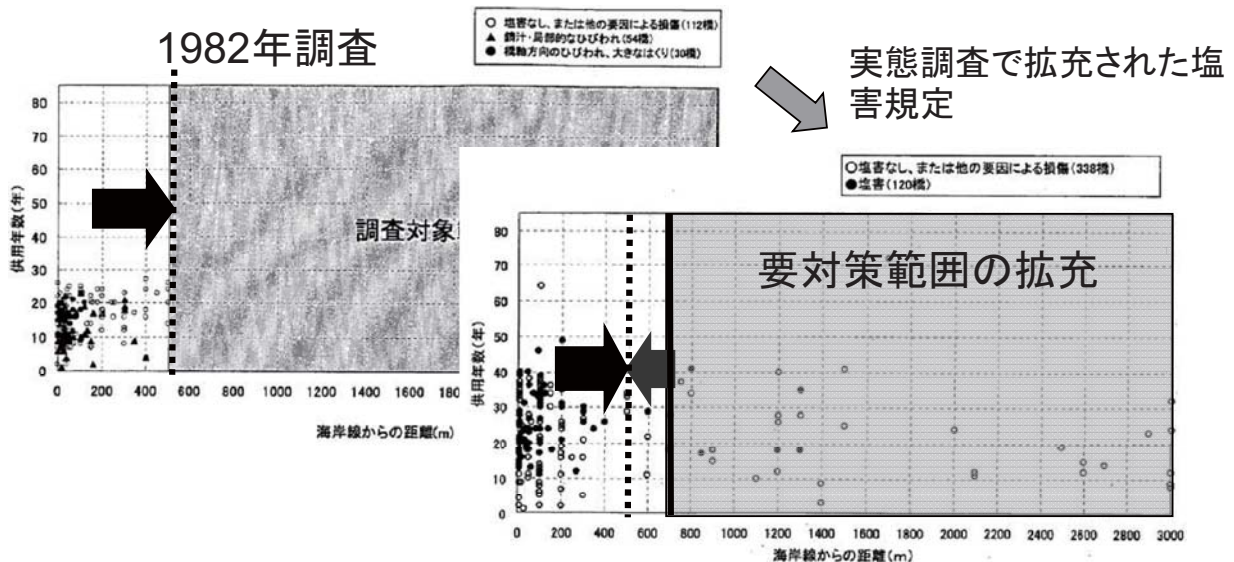
①最新の知見による標準解は将来も万全？



未経験の劣化に対する過去理解の限界
→ 標準解による最新の知見の限界

11

①最新の知見による標準解は将来も万全？



出典: 国総研資料第55号

→ 既存不適格・不十分は不可避
(過去の劣化対策が不十分と判明することもある)

12

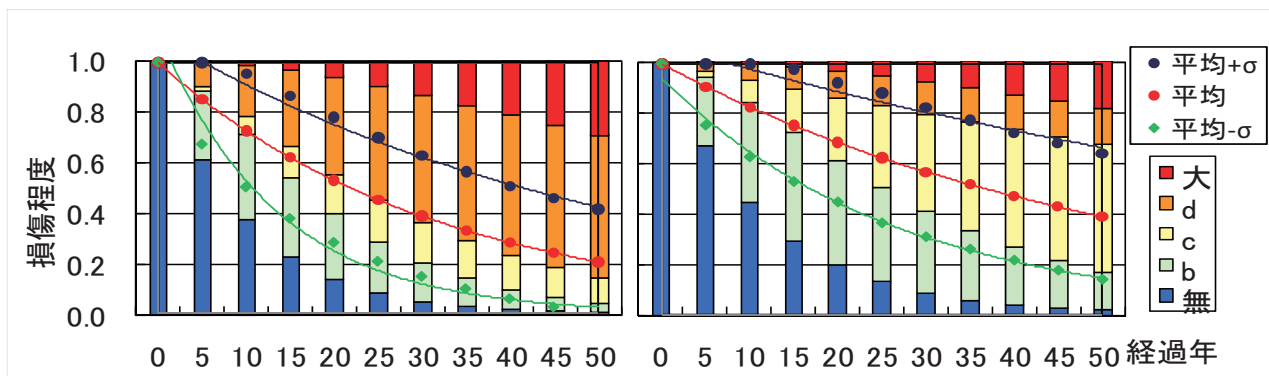
② 要求性能が明確なら検証は何とかなる？



→ それぞれが極めて特殊な個別条件
(耐久性の信頼性に対する課題)

13

② 要求性能が明確なら検証は何とかなる？



桁端部

桁中間部

鋼鈑桁橋 主桁腐食 (A、B塗装系) の劣化曲線

→ 劣化予測には限界
(耐久性には圧倒的に大きな「ばらつき」)

14

③理念や定性的要求でも性能は保証される？



隙間部の変状確認は？



点検、塗装の維持は？

→ 具体性に乏しい定性的性能要求に課題

15

維持管理からみた整備の課題への対応

【実態から浮かび上がる課題】

①標準解による最新の知見の限界

- 挽回可能な構造とする必要性
- 維持管理に必要な各種の記録と保存の必要性

②既存不適格・不十分は不可避

③耐久性には圧倒的なばらつき

- 定期的に状態を把握する必要性

④具体性に乏しい定性的要求への課題

- 維持管理に対する要求の充実の必要性



維持管理の確実性と容易さ の改善

16

維持管理の確実性と容易さ の改善

■定期的に状態を把握する必要性

→維持管理の計画と必要な維持管理設備の配置

→維持管理が困難となる構造の回避

■挽回可能な構造とする必要性

→更新が必要な部材の維持管理方法の想定

→補完性、代替性の確保による致命的な損傷の回避

■維持管理に必要な各種の記録と保存の必要性

→橋の完成後に調査から設計、施工までの維持管理に必要な各種情報を記録し、保存

■維持管理に対する要求の充実の必要性

17

平成24年道路橋示方書における 維持管理に関する規定の充実

設計の基本理念における 「維持管理の確実性及び容易さ」

1章 総則

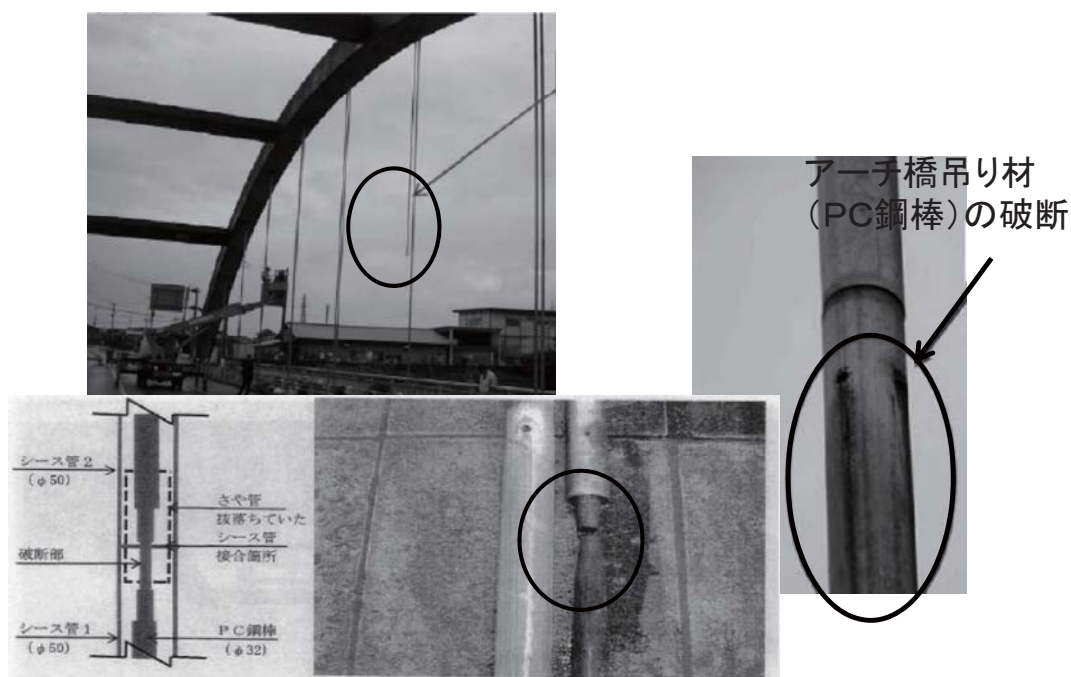
1.3 設計の基本理念

橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。

➡ 将来の劣化や損傷、被災なども念頭において、維持管理できない箇所や部位構造を避けたうえで、さらに容易に点検・調査・補修などの維持管理行為ができるように配慮する。

19

維持管理が困難となる構造の回避



「保護管」の存在による、不測の悪影響(局部腐食)

20

定期的に状態を把握する必要性

1章 総則

1.6 設計

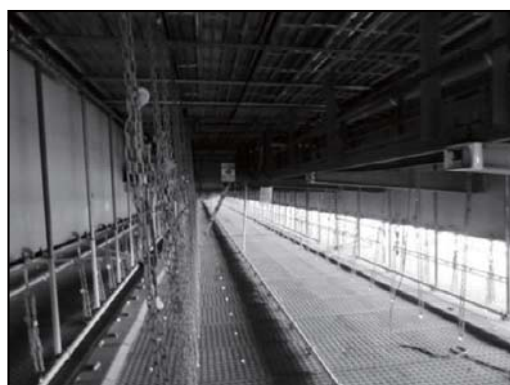
1.6.2 構造設計上の配慮事項 ※新規追加

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

- (2) 供用期間中の点検及び事故や災害時における橋の状態を評価するために行う調査並びに計画的な維持管理を適切に行うために必要な維持管理設備の設置。点検施設等を設置する場合においては、5.4の規定による。

21

維持管理の計画と必要な維持管理設備の配置



22

挽回可能な構造とする必要性

1章 総則

1.6 設計

1.6.2 構造設計上の配慮事項 ※新規追加

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

- (3) 供用期間中に更新することが想定される部材については、維持管理の方法等の計画において、あらかじめ更新が確実かつ容易に行えるよう考慮しなければならない。

23

橋本体と同等の耐久性の確保が困難な部位への配慮

4.1 支承部

- (2) 支承部の設計にあたっては、塵埃、水の滞留等の劣化要因に対する耐久性や施工、維持管理及び補修の確実性や容易さに配慮しなければならない。

4.2 伸縮装置

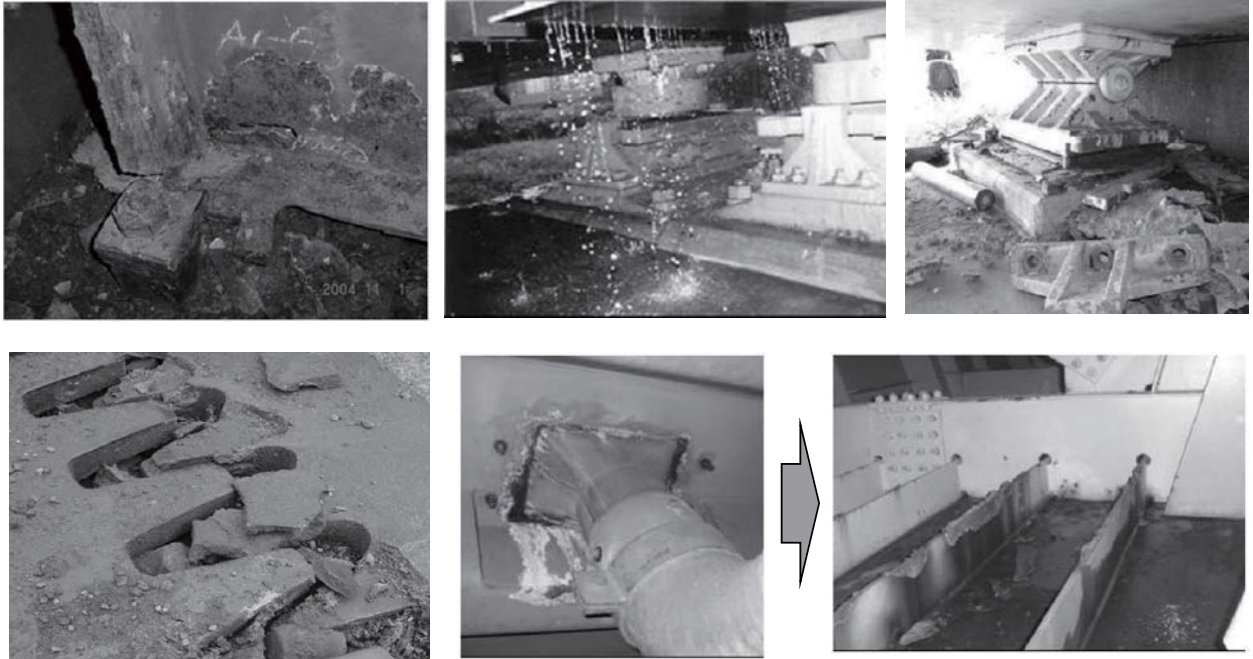
- (1) 伸縮装置は次の性能を確保するよう、適切な型式、構造及び材料を選定しなければならない。
- 5) 施工、維持管理及び補修の確実性や容易さに配慮した構造であること。

5章 付属物等 5.2 排水

- (3) 排水施設は、橋の供用期間中に確実に機能が維持されるよう、維持管理の方法等の計画と整合し、かつ、必要な耐久性を有する構造としなければならない。

24

更新が必要な部材の維持管理方法の想定 (例えば、橋の主構造と同等の耐久性の確保が困難な部材)



25

挽回可能な構造とする必要性 →補完性又は代替性の確保

1. 6 設計

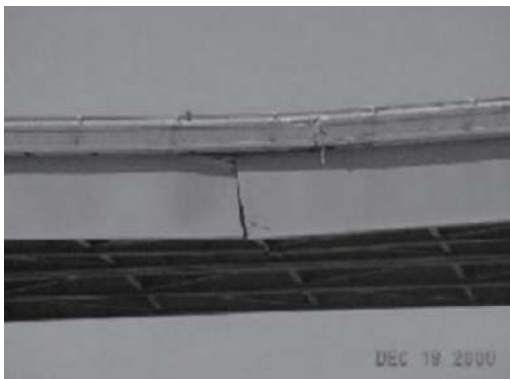
1. 6. 2 構造設計上の配慮事項 ※新規追加

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

- (1) 橋の一部の部材の損傷等が原因となって、崩壊などの橋の致命的な状態となる可能性。

26

補完性、代替性の確保による致命的な損傷の回避



27

維持管理に必要な各種の記録と保存の必要性

6章 記録

6.3 設計・施工に関する事項 ※新規追加

橋の完成後には、少なくとも設計や施工に関する次に定める事項について、記録を作成し、供用期間中の維持管理に用いることが可能となるよう保存しなければならない。

- (1) 1.4に規定する調査に関する記録
- (2) 1.5に規定する計画に関する記録
- (3) 1.6.1に規定する設計の手法に関する記録
- (4) 1.6.2に規定する構造設計上の配慮事項に関する記録
- (5) 1.7に規定する設計図等
- (6) 施工に関する記録

28

供用期間中の維持管理に必要な各種の記録

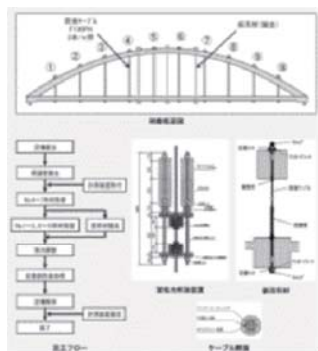


損傷発生

工事記録や施工記録



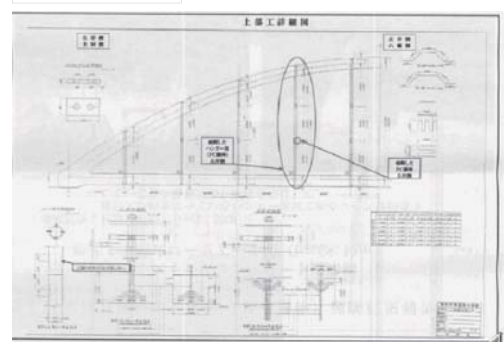
合理的な補修計画の立案につながる



関連文献



関連図面



29

今後の方向性と維持管理の時代の技術基準に向けて

■機能制御

→ 損傷の制御(ダメージコントロール)と損傷した部材の更新

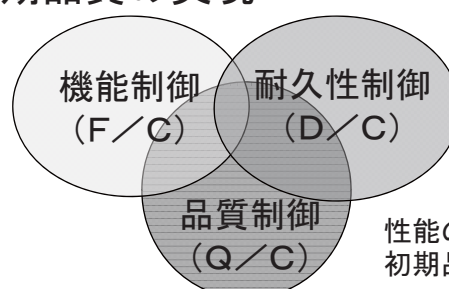
■耐久性制御

→ 高い信頼性で耐久性を制御

■品質制御

→ 安定した初期品質の実現

定量的に機能的性能の保証

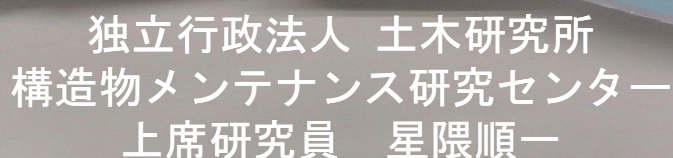


耐久性の信頼性向上

性能の前提となる
初期品質の向上

30

道路橋示方書改定に活かされた調査研究



道路管理者
国交省地方整備局
県、市町村
道路会社

国民

産

海外

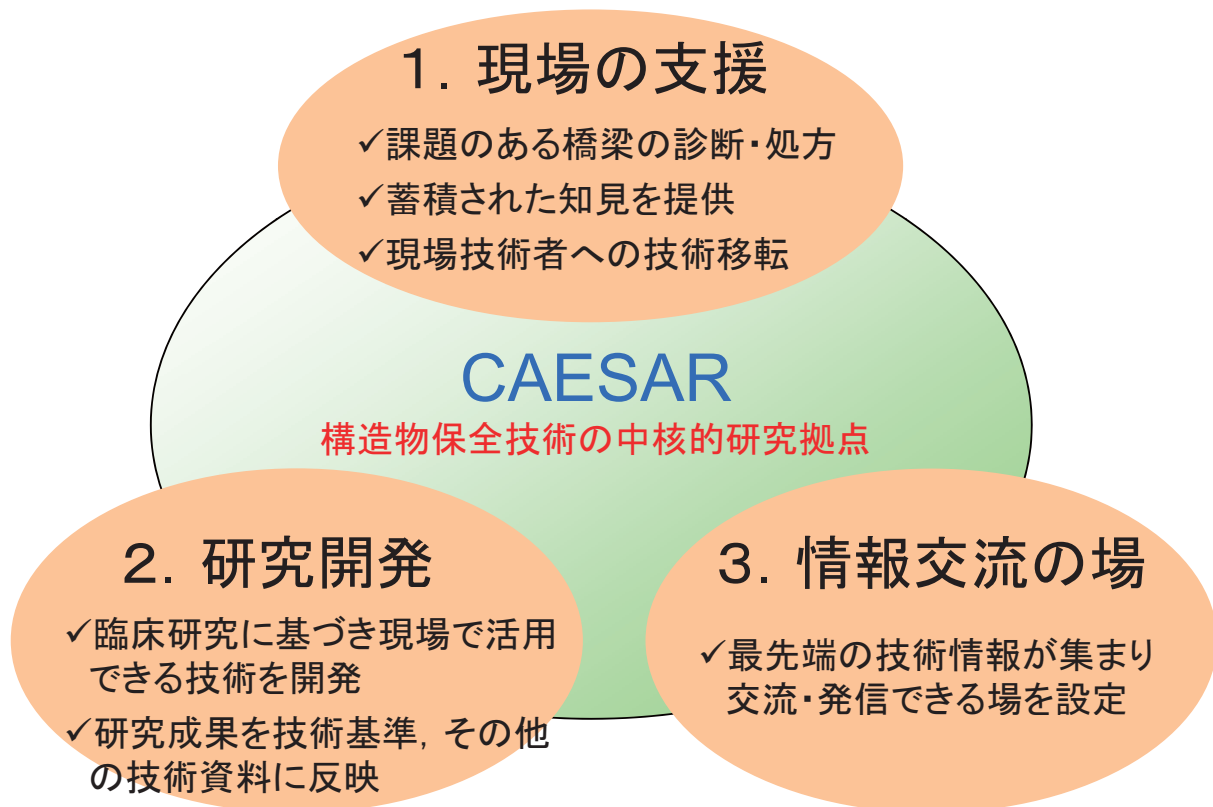
学
大学、研究機関

政策・技術

国交省本省
国総研
CAESAR
基準 (外力、水準)
検証技術 (材料、構造)

構造物の長寿命化、安全の確保を通じたサービスの提供

CAESARの3つの使命



CAESARの研究開発の視点

●ニーズ研究の最先端

全国の現場で発生している橋に関する技術的課題、基準化のニーズの掌握

- ・橋の設計、施工、管理に関するデータ、不具合情報の収集
- ・全国から寄せられる技術相談
- ・災害時等における道路管理者からの技術支援要請

●課題解決型の研究

課題解決のための研究と技術基準への反映

- ・撤去橋梁を活用した臨床研究
- ・不具合の原因、災害による被災原因の中立、公正な分析と今後の対策に向けた研究の推進と検証
- ・研究成果を速やかに現場へフィードバック（技術基準への反映等）

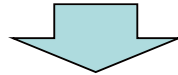
H24道路橋示方書改定の経緯

H13(H14)道示改定以降

部分係数化設計への移行と並行し、最新の知見や道路橋を取り巻く課題の解決に向けた規定の検討を進めてきた

そのような中、

- ・平成23年3月11日 東北地方太平洋沖地震の発生
- ・東海・東南海・南海地震などの巨大地震による被害想定の見直し



近年の地震被害の分析による知見や

前回改定以降進められてきた研究の成果の反映を優先



平成24年2月(平成24年3月) 道路橋示方書改定

※従来の許容応力度設計体系を踏襲

CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実
3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応
4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化
5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

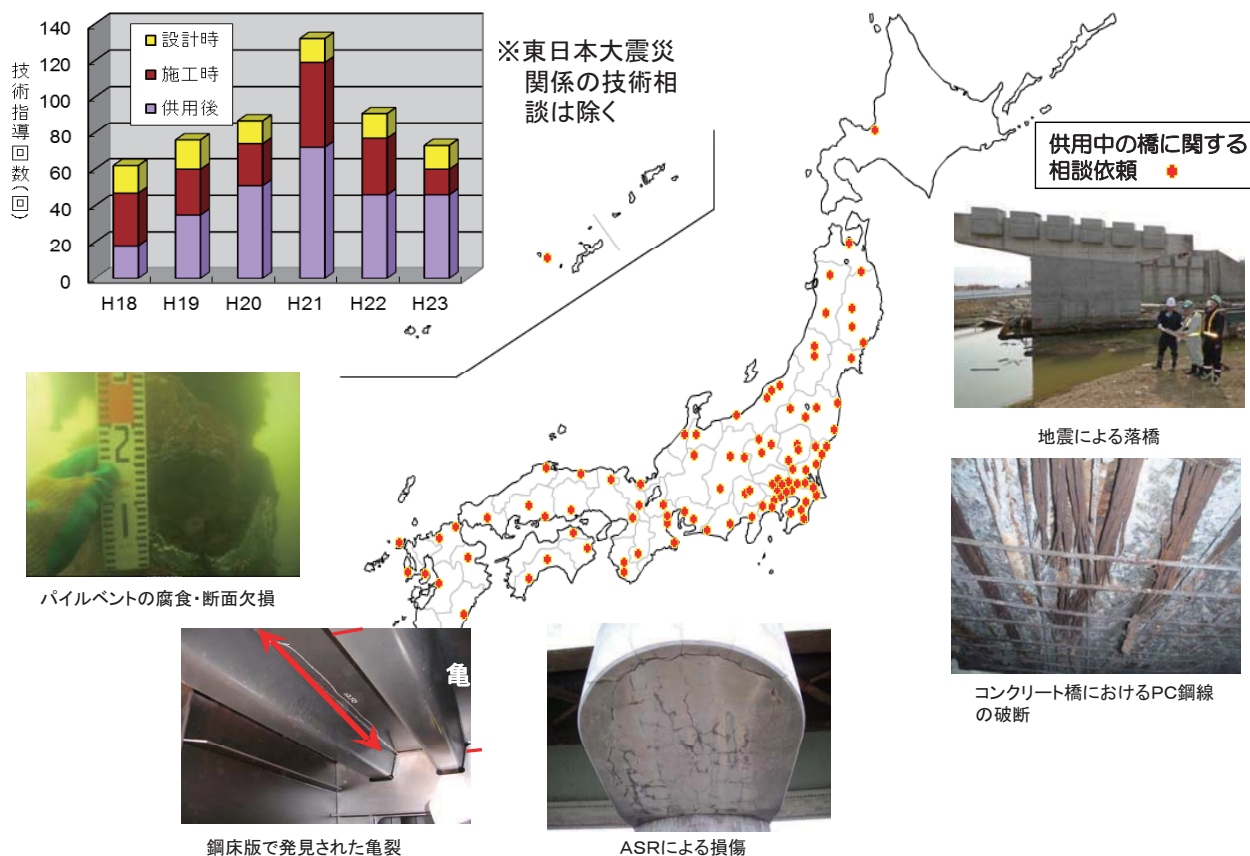
CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応

- 例 (1) 鋼床版デッキプレート最小板厚の見直し
(2) 橋台の側方移動への対応
(3) 壁厚を薄くした中空断面RC橋脚の耐震設計
(4) 鉄筋コンクリート部材の施工性向上
(5) 基礎施工時の不具合への対応
(6) 従来規定よりも降伏点の高い鉄筋の採用

2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実
3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応
4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化
5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

全国からの技術相談への対応



現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜鋼床版の疲労耐久性の向上＞

【背景】

- ・閉断面縦リブを有する鋼床版デッキ貫通亀裂の事例に対し、当面の措置として輪荷重常時載荷位置のデッキ最小板厚を16mmに増厚（H21 事務連絡）

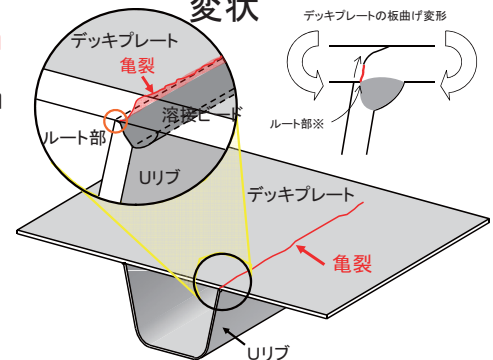
【改定内容】

9.4.5 デッキプレートの最小版厚

- ・その後の損傷実態や研究成果等を踏まえ、デッキを厚板化
- ・**Uリブの場合、大型車の輪荷重が常時載荷される位置直下のデッキ板厚を16mm以上を標準**
- ・デッキの板厚以外の構造細目は道示及び疲労指針を標準
- ・バルブプレート、平板リブ等を使用する場合は、車道部分のデッキの板厚は従来どおり



亀裂上の舗装に生じた変状



現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜鋼床版の疲労耐久性の向上＞

【土研・国総研での研究内容等】

- ✓ 損傷事例の現地調査・分析による**実態把握**
- ✓ 土研が保有する実験施設を活用した疲労試験結果等を踏まえ、耐久性を確保できる構造細目の検討を実施
 - 1) **損傷メカニズムの解明**
 - ・実大試験体による輪荷重走行試験によるき裂の再現
 - ・解析による損傷メカニズムの解明
 - 2) **疲労耐久性改善構造(デッキ厚板化)の提案**
 - ・解析による構造諸元の耐久性への影響の検討
 - ・実大試験体等による疲労試験による耐久性向上効果の検証
- ✓ 既設鋼床版の安全性確保のための**点検手法、非破壊調査手法及び対策工法を開発**



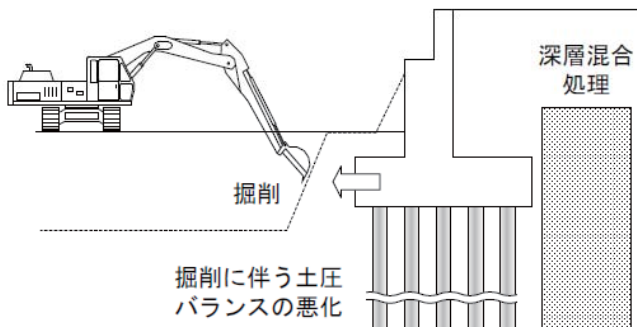
実大試験体を用いた輪荷重走行疲労試験

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜橋台の側方流動に対する対策＞

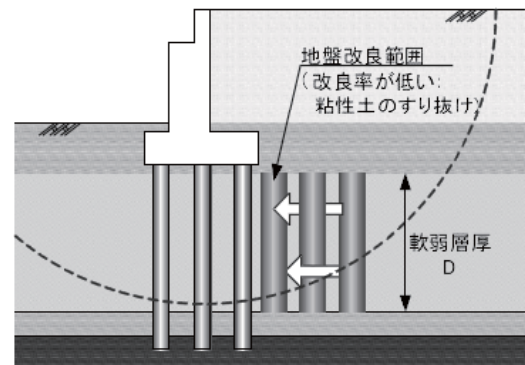
【背景】

・軟弱地盤上の橋台の側方移動の従来の判定手法(I値)

- 施工時の地盤面の変化等の影響, 不十分な対策, 判定式の不適切な適用等により, 側方移動の事例が多く発生
- 橋台の移動に伴い桁が損傷する例も発生



前面掘削による土圧バランスの悪化

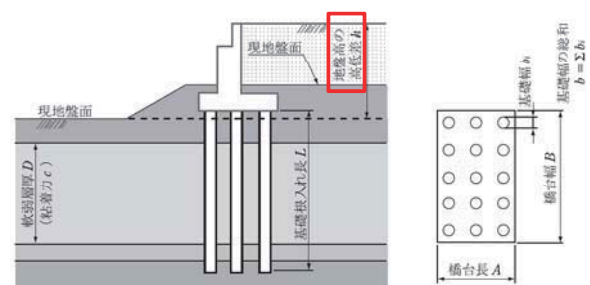


軟弱層の流動によるすり抜け

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜橋台の側方流動に対する対策＞

【改定内容】

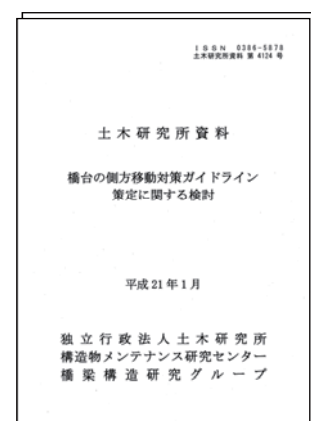
- ✓軟弱地盤上に橋台を設ける場合の側方移動判定値(I値)の適用について, **橋台前背面の地盤高の高低差による影響を考慮するパラメータの取り方や適用対象となる条件**など解説を充実
- ✓既往の側方流動を生じた事例の分析結果を踏まえて, **対策の考え方**に関する解説を充実



偏荷重を受ける基礎

【土研・国総研での研究内容等】

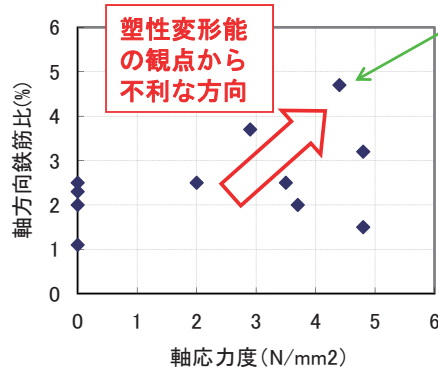
- ✓技術相談及び全国での事例調査結果を収集・分析
- ✓側方移動が生じる条件の明確化, 判定方法の見直し
- ✓有効な対策や実施上の留意点の整理
- ✓成果を「橋台の側方移動対策ガイドライン策定に関する検討」として**土研資料を発刊**



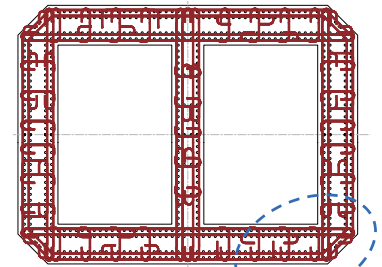
現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜壁厚を薄くした中空断面RC橋脚の耐震性＞

【背景】

- ・山間部等の高橋脚では、橋脚の自重を軽減させ、建設コストを抑えるために、中空断面の採用例多
- ・中空断面RC橋脚は、そもそも中空部内面の状況を点検することを前提とした構造になっていないため、地震後における内面の損傷状況の点検や補修の実施が極めて困難
- ・さらに、近年では、設計計算上可能な範囲で、中空部をより大きく確保した断面が検討される例もあり、施工性、塑性変形能の観点から不利な構造条件となっている懸念



中空RC橋脚を対象として正負交番載荷実験により地震時限界状態の検証がなされている構造条件

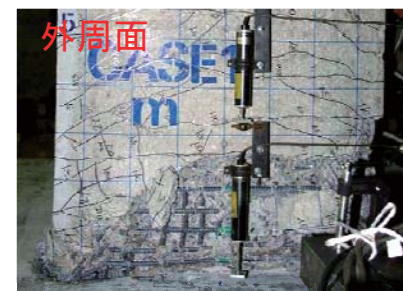


薄壁な中空RC橋脚における過密配筋の状態

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜壁厚を薄くした中空断面RC橋脚の耐震性＞

【土研・国総研での研究内容等】

- ✓耐震性能の観点から客観的に実験結果を評価
 - ・高軸力、高軸方向鉄筋比の条件になると、圧縮力を負担する壁部の損傷により最終的には軸耐荷力を失う致命的な損傷に至る可能性がある
 - ・中間帯鉄筋のフックのかけ方によっては、内周面の損傷が外周面の損傷よりも大きくなる場合がある
- ✓耐震性能の観点から今後必要な研究ニーズの提示
 - ・地震後における中空断面の内周面の損傷を把握するための点検方法、及び、損傷が生じた場合の補修方法
 - ・点検及び補修技術と連携した内周面に許容できる損傷状態の設定とその限界状態の工学的評価手法



高軸力、高軸方向鉄筋比の条件をもつ中空RC橋脚における地震時損傷状態の内外面比較

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜壁厚を薄くした中空断面RC橋脚の耐震性＞

【改定内容】

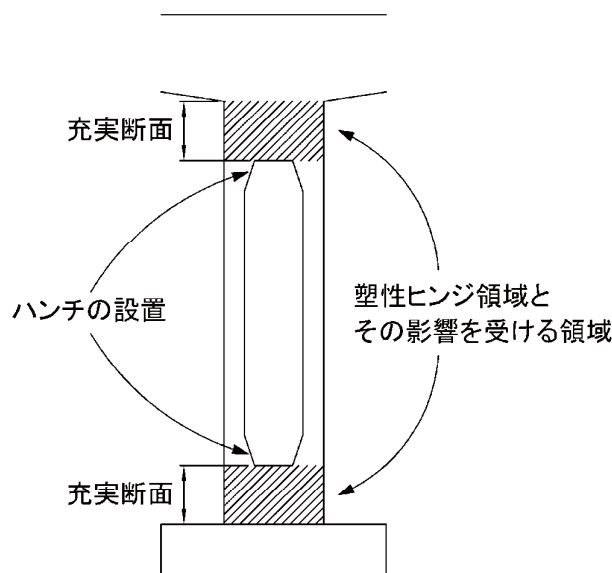
地震後の点検や補修のしやすさ等の耐震性能の観点から実験で得られた損傷特性を客観的に分析し、現時点における技術基準への導入方法を判断

- ✓塑性ヒンジが形成される領域とその影響を受ける領域

→ 充実断面

- ✓充実断面から中空断面へと変化する部位が新たな損傷箇所とならないように、ハンチ等を設置

- ✓中空断面部にも中間帯鉄筋を配置
一方が鋭角フック、他方が直角フックの中間帯鉄筋を用いる場合、直角フックの位置が外周面側と内面側で千鳥状になるように中間帯鉄筋を配筋



土木技術資料「現場に学ぶメンテナンス」

土木技術の総合情報誌

土木技術資料

CIVIL ENGINEERING JOURNAL

1. はじめに

鋼部材をコンクリートや地中に埋込んだ境界

特集 水域生態系の保

土木技術講座 社会基盤経済圏 マクロ経済上の

関係協力 国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人 土木研究所

発行 財団法人 土木研究センター

現場に学ぶメンテナンス

鋼トラス橋のコンクリート埋込み部材の腐食へ

現場に学ぶメンテナンス

【現場に学ぶメンテナンス】

鋼トラス橋のコンクリート埋込み部材の腐食	(H21.8)
鋼部材の疲労き裂(その1)主桁	(H21.10)
〃 (その2)鋼製橋脚	(H21.12)
吊材破断時の安全対策—PCアーチ橋—	(H22.7)
橋脚基礎の洗掘への対応	(H23.1)
橋台基礎の洗掘への対応	(H23.3)
軸方向鉄筋にSD490を用いる中空断面橋脚の耐震性	(H23.5)
鋼部材の疲労き裂(その3)鋼床版	(H23.8)
ASRにより劣化した橋台の補修	(H23.11)
橋台基礎の震災復旧対応	(H23.12)
地震により変形したゴム支承の震災復旧	(H24.2)
PC鋼材の腐食損傷への対応—妙高大橋—	(H24.5)
橋脚基礎の洗掘への緊急復旧対応事例	(H24.8)

CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応

2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実

例 (1) 橋台部ジョイントレス構造の規定化

(2) 疲労設計に関する規定の充実

(3) 施工品質確保のための規定の充実

(4) 外ケーブル構造の規定の充実

(5) 複合構造の接合部に関する規定の導入

3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応

4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化

5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

維持管理の改善に向けた改定、規定の充実 ＜橋台部ジョイントレス構造＞

【背景】

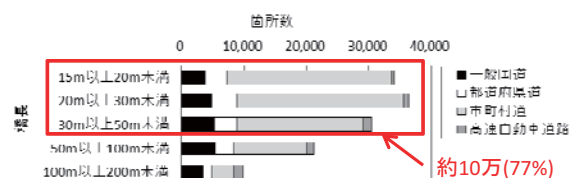
- ・既設橋の多くで桁端部や支承部での腐食等が生じ、維持管理上の大きな課題

【改定内容】

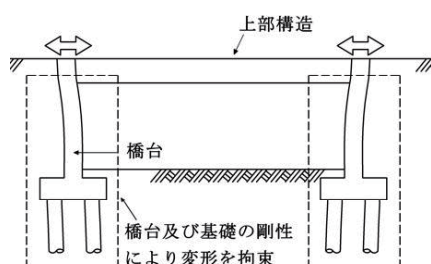
- ✓橋台と上部構造を剛結して支承と伸縮装置を省略す橋台部ジョイントレス構造(門型ラーメン構造, インテグラルアバット構造)の設計法について新たに規定



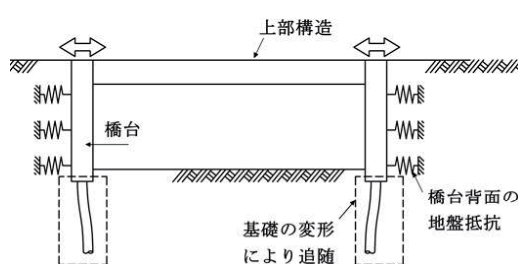
桁端部の腐食による断面欠損



橋長別の橋梁数 (15m以上)



(a) 門型ラーメン構造

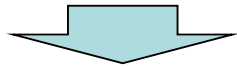


(b) インテグラルアバット構造

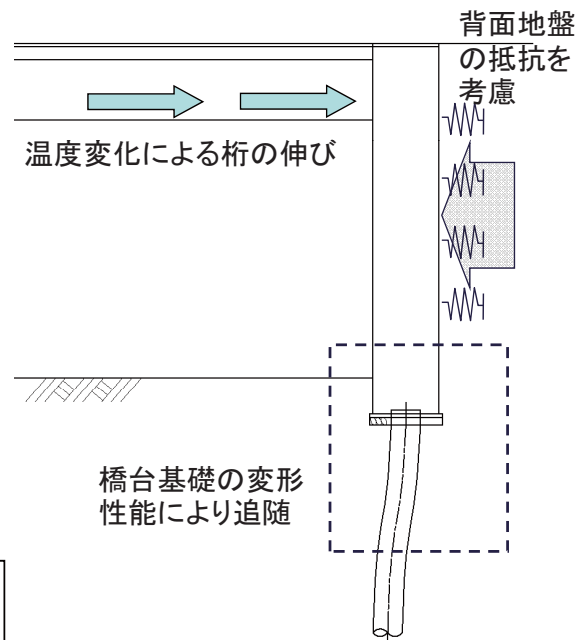
維持管理の改善に向けた改定、規定の充実 ＜橋台部ジョイントレス構造＞

【土研・国総研での研究内容等】

- ✓国内外における既往の研究や適用事例の検証結果等を踏まえ、**構造別の適用条件**，設計で考慮する荷重，解析モデルや抵抗要素の設定，接合部の構造等
- ✓インテグラルアバット構造では，**斜角**を有する条件，側方移動が生じるような**軟弱地盤**，**液状化地盤**では**適用困難**
- ✓成果を「橋台部ジョイントレス構造の設計法に関する共同研究報告書」として発刊



橋台部ジョイントレス同構造の採用により，地震時の落橋に至るリスクの軽減やコストの縮減も期待



CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実

3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応

- 例
- (1) 支承部及び落橋防止システムの要求事項の明確化及びこれを踏まえた合理化
 - (2) 支承部及び落橋防止構造の取付部の損傷への対応
 - (3) 地震時の橋台背面の変状への対応
 - (4) 地震時の斜面上の基礎の変状への対応
 - (5) 津波の影響への対応（→調査研究を推進中）

4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化
5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞

【背景】

- ・落橋防止システムに求められる性能と、落橋防止システムが機能すべき時の橋の状態との関係が不明確
- ・落橋防止システムを設置することが目的化してしまっている懸念

【改定内容】

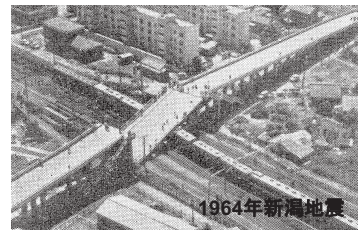
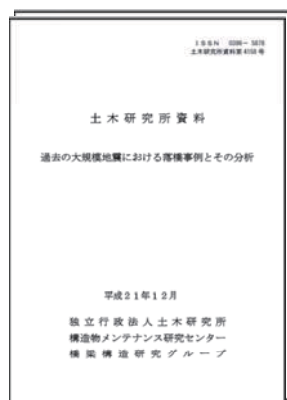
- ✓落橋のシナリオを適切に設定し、これに応じた対策の実施を規定
- ✓既往の大規模地震による落橋シナリオを分析し、構造特性に応じてより合理的に落橋を防止できるように規定の見直し

5.7 上部構造の落下防止対策

(1)橋の複雑な地震応答や流動化に伴う地盤変位等が原因による**支承部の破壊により、上部構造と下部構造との間に大きな相対変位が生じる状態に対して**、上部構造の落下を防止できるように、適切な対策を講じなければならない。

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞

1891年濃尾地震から2008年岩手・宮城内陸地震までの地震による落橋事例をDB化



既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞



シナリオA



シナリオB



シナリオC



シナリオD

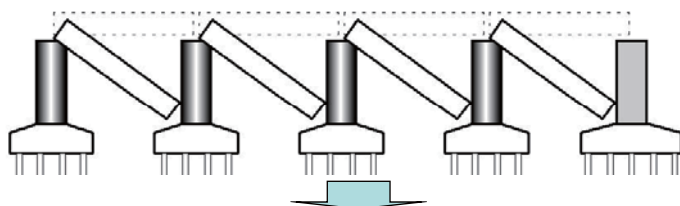
シナリオ	被害原因	橋数	径間数
A	下部構造が倒壊	23	200
B	下部構造が大変位	6	15
C	上部構造の橋軸方向への変位	7	11
D	上部構造の直角方向への変位	5	7

致命的な落橋を防止
するという観点からは

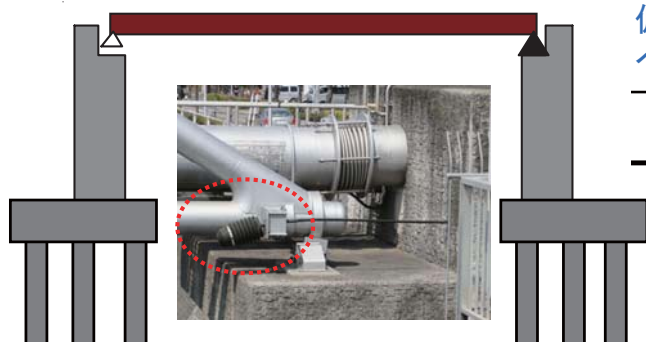
- ・上部構造を支持する部材（桁橋であれば一般に橋脚）の鉛直支持性能を確保
- ・支承破壊後の桁の下部構造天端からの逸脱を抑制

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞

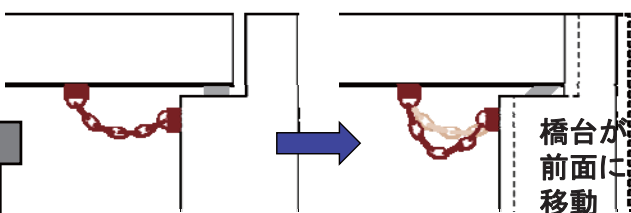
下部構造の倒壊を伴わない落橋は
全て複数径間の単純桁橋で生じた



支承部の破壊に対する補完性の高い多径間連続構造では落橋の事例が少ない。



仮に液状化が生じて、橋台間が狭まる方向
へ移動するため、落橋する可能性は低い。



シナリオを踏まえ、省略できる範囲を拡大

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜津波の影響に関する研究＞

【背景】

- ・東日本大震災において、津波による橋梁上部構造の流出が発生し、震災後の道路ネットワークの回復に大きな支障が発生
- ・一方で、津波により上部構造が浸水しても流出しなかった橋もあり、メカニズムの解明が急務

【改定内容】

- ✓津波に関する地域の防災計画等を考慮した上で構造を計画することを規定



橋桁が裏返しになった橋



橋桁が裏返しにならなかった橋



橋桁が流出しなかった橋

CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実
3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応

4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化

- 例
- (1) 高力ボルト摩擦接合継手の設計法の見直し
 - (2) 圧縮力を受ける部材（圧縮柱）の許容応力度の充実
 - (3) 圧縮力・曲げを受ける部材の強度照査式の見直し
 - (4) 合成桁橋における桁と床版の接合面設計の見直し
 - (5) 鉄筋コンクリート橋脚の地震時限界状態評価手法の高度化

5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜高力ボルト摩擦接合継手＞

■無機ジンク仕様の場合のボルト設計

【背景】

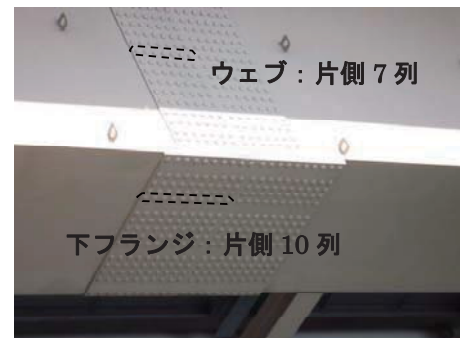
- ・構造の合理化，簡素化を図った鋼桁の普及により，厚板の適用事例が増加
- ・厚板・多列化した場合のボルト継手への従来設計の適用性について不明確な部分あり
- ・塗装仕様の場合のすべり係数について，最近の研究，塗膜管理値等を踏まえると合理化の余地あり

【改定内容】

- ・接合面を無機ジンク塗装する場合の設計法を一部見直し
 - ・すべり係数を従来の0.4から0.45に引き上げ（ボルト継手の許容力の見直し）
 - ・多列配置や，フィラーの配慮事項を規定



合理化構造(2主桁)



多列ボルト継手の適用事例

研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜高力ボルト摩擦接合継手＞

【土研・国総研での研究内容等】

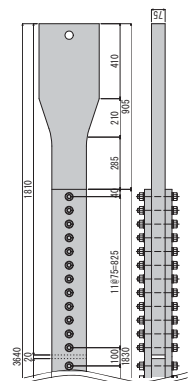
- ✓土研が保有する実験施設を活用した実大試験による検証結果，既往の実験結果との関係の分析，及び既往基準との整合性(所要の安全度の確保)の整理を実施し，**公平性・中立性の観点より設計法の見直しを実施**

1)厚板・多列ボルト継手に対する現行設計法の見直し

- ・継手試験体を用いた載荷試験(約50体)，解析による継手諸元のすべり耐力への影響を検証
- ・すべり係数に対する見直し案の提示

2)接合面の処理方法，管理値に応じた設計すべり係数の見直し

- ・すべり係数に与える要因の影響分析
- ・主要国内塗料メーカーの塗料によるすべり係数の確認試験，及び製作時の塗膜管理基準を踏まえた見直し案の提示

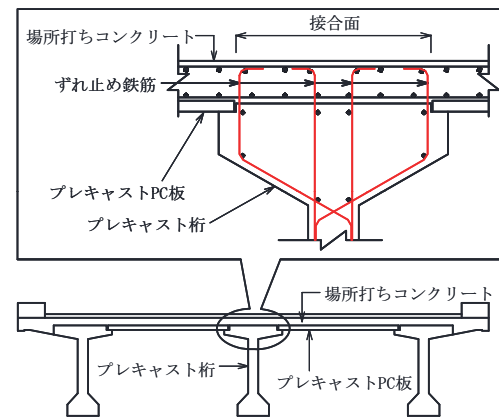


厚板鋼板高力ボルト摩擦接合
継手のすべり耐力試験

研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜合成桁橋における桁と床版の接合面設計の見直し＞

【背景】

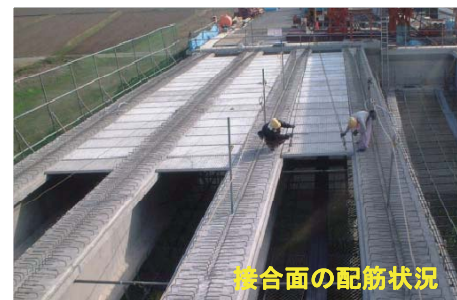
- ・従来規定は接合面に配置されたずれ止め鉄筋が付着切れに抵抗することを前提
- ・従来の最小鉄筋量規定が必ずしも接合面の抵抗特性を適切に評価した設計法ではないことなど設計合理化に課題
- ・過密な配筋によって、資材搬入路や足場の確保が困難な場合があり、施工合理化の観点からも課題



従来規定による合成桁接合面の配筋例

【改定内容】

- ✓接合面のせん断強度はずれ止め鉄筋よりコンクリートの付着に大きく依存すること等、
- 研究成果から得られた新たな知見を踏まえて、接合面の設計に関する規定を見直し



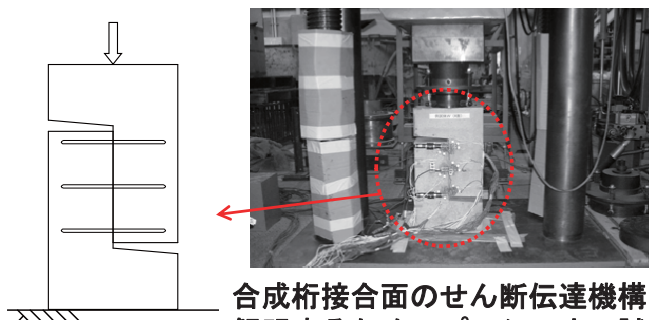
研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜合成桁橋における桁と床版の接合面設計の見直し＞

【土研・国総研での研究内容等】

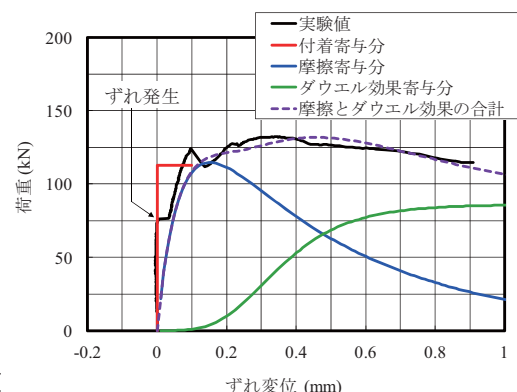
- ✓プッシュオフ試験ならびに合成はりの載荷試験による合成桁接合面のせん断伝達機構を解明
- ✓初期のずれ段階ではコンクリート間の付着に依存した挙動であることを踏まえ、**付着に基づいて許容せん断応力度を評価する手法を提案**
- ✓併せて、接合面を洗い出し仕上げやこれと同等以上の付着が確保できる方法により表面処理するという**前提条件を提示**



合成桁接合面のせん断伝達機構を解明するためのはりに対する試験



合成桁接合面のせん断伝達機構を解明するためのプッシュオフ試験



CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実
3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応
4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化

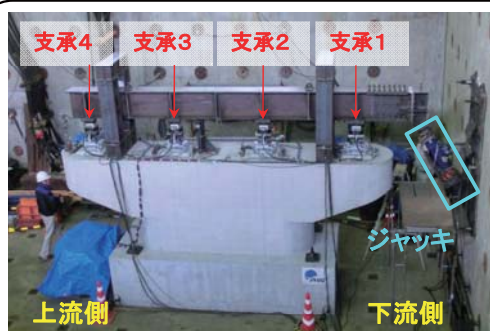
5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

例 津波の影響を受ける橋の挙動と抵抗特性に関する研究

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜津波の影響に関する研究＞

【研究の着眼点】

- ✓ 橋梁側の構造特性に着目し、津波の影響を受けにくくする構造的工夫、津波の影響に対して抵抗特性が高まる構造的工夫の方向性を実験的に研究
- ✓ 津波により上部構造が浸水しても流出しなかった橋の挙動メカニズムにも注目し、既設橋の合理的な評価手法構築に活用



4主桁橋における1支承線全体としての抵抗特性に関する静的載荷実験



上部構造の断面特性が津波を受けた時の支承部に及ぼす影響に関する水路実験



津波の影響を受けた橋の被災モードと構造特性

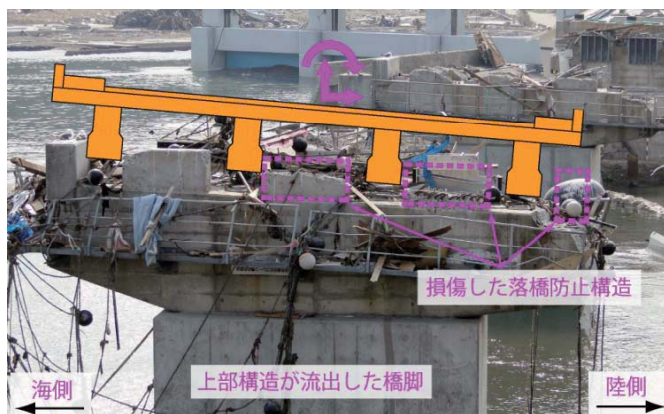
上部構造が裏返しになって流出した橋の例	 2連3径間連続鋼鈑桁	
	 5連単純PCポステンT桁橋	
上部構造が裏返しにならずに流出した橋の例	 5連単純PCプレテンT桁橋	
	 3径間連続鋼床版鈑桁橋	
上部構造の流出が生じなかった橋の例	 3径間連続鋼床版鈑桁橋	
	 3径間連続+2径間連続PCポステンT桁橋	

津波に対する1支承線全体としての抵抗特性の研究

裏返しになって流出した上部構造を支持していた橋脚の橋座部の状況

歌津大橋(ポステンPC桁の径間部)

小泉大橋(固定支承を支持する橋脚)

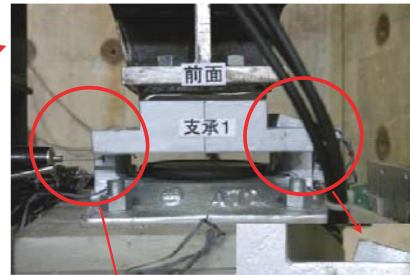
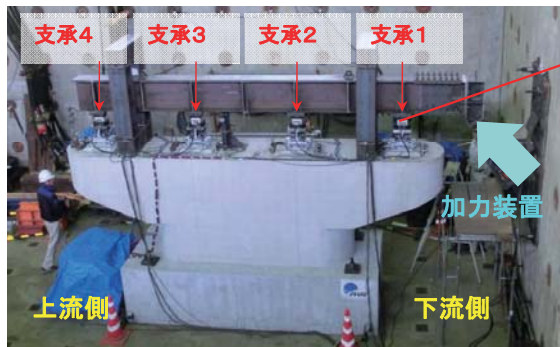


海側の耳桁が上向きに持ち上げられる方向に上部構造が回転をしながら流出した可能性を示す損傷痕跡

海側の耳桁を支持していた固定支承の損傷状況

津波に対する1支承線全体としての抵抗特性の研究

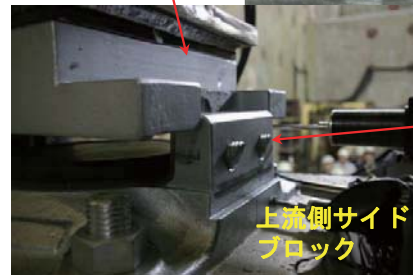
- ✓ 津波の影響により上部構造に上揚力と抗力が作用した場合に支承部が1支承線全体として抵抗する特性を載荷実験により検証



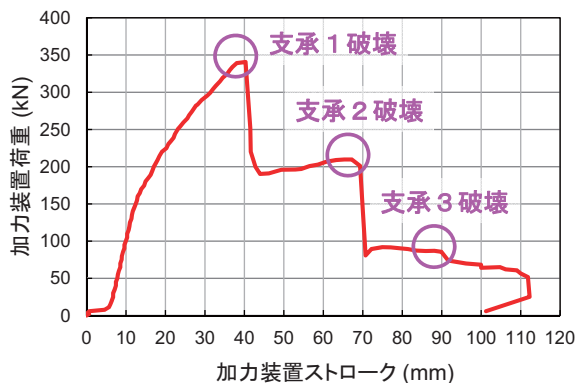
加力装置側
(下流側)の
耳杓を支持
する支承部
の破壊性状



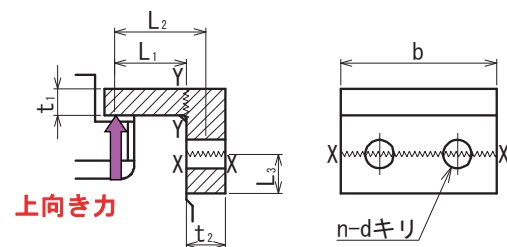
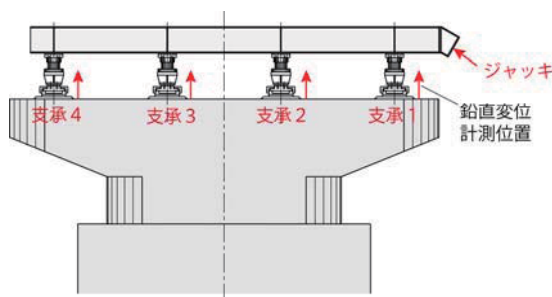
破断したサイド
ブロックの取付
けボルト



上流側サイド
ブロック

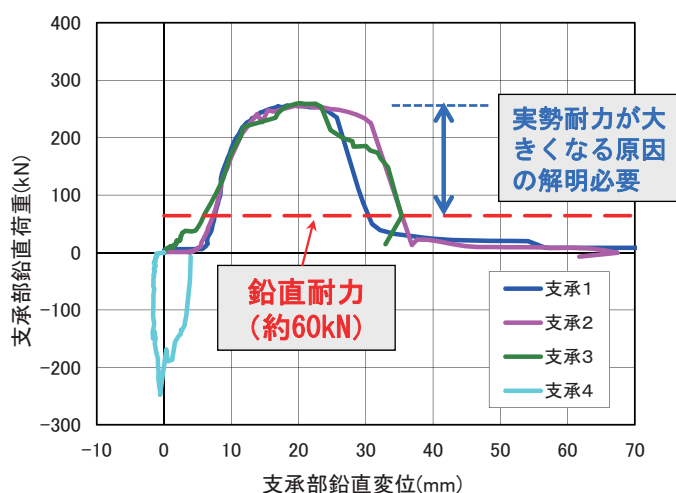


単一の支承本体が保有している鉛直耐力



鉛直耐力の計算上の条件, 仮定

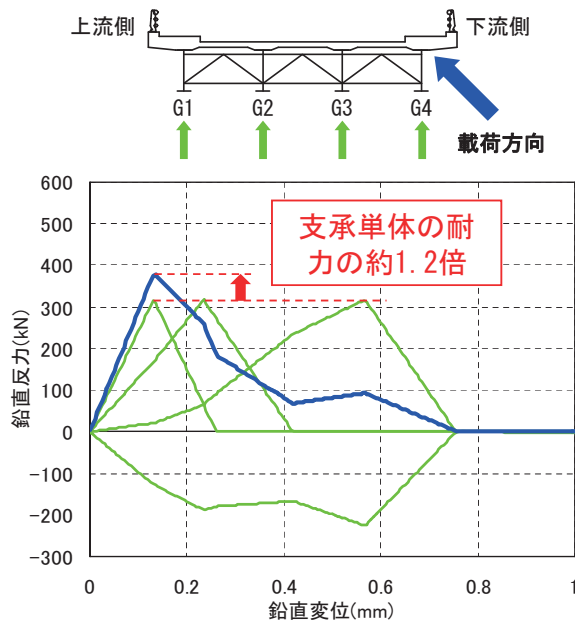
- 鉛直力が橋脚に伝達される経路上の全ての部位の中で抵抗力が最小となる部位で耐力を評価
→ 本実験で用いた鋼製支承の試験体ではサイドブロックのY-Y断面
- 許容応力度の割増係数1.5を考慮して耐力を算出
- 津波の影響を受ける前に、地震動によって支承部に損傷が生じていないという仮定の基での評価
- 支承部には腐食等による損傷が生じていないという仮定の基での評価



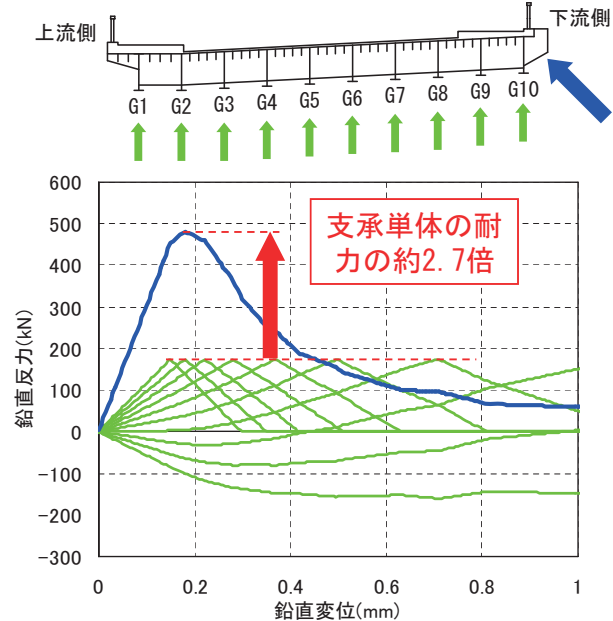
津波に対する1支承線全体としての抵抗特性の研究

- ✓ 上部構造の主桁間隔（主桁本数）が津波に対する1支承線全体としての抵抗特性に及ぼす影響の試算

小泉大橋：3径間連続鋼鈑桁橋(2連)
 <上部構造が流出した橋>



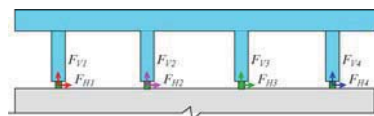
矢の浦橋：3径間連続鋼床版鈑桁橋
 <上部構造が流出しなかった橋>



津波の影響を受けた時の支承部の挙動

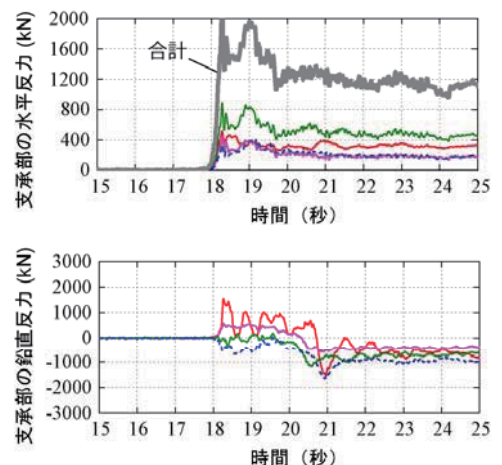
- ✓ 上部構造の断面形状が支承部に生じる反力特性に及ぼす影響を水路実験により検証

段波



<結果の例>

橋桁が浸水する相当の高さの碎波段波状の津波の影響を受けた時の支承部に生じる応答反力



津波の影響を受けた時の橋の挙動に関する課題

○数値解析シミュレーション

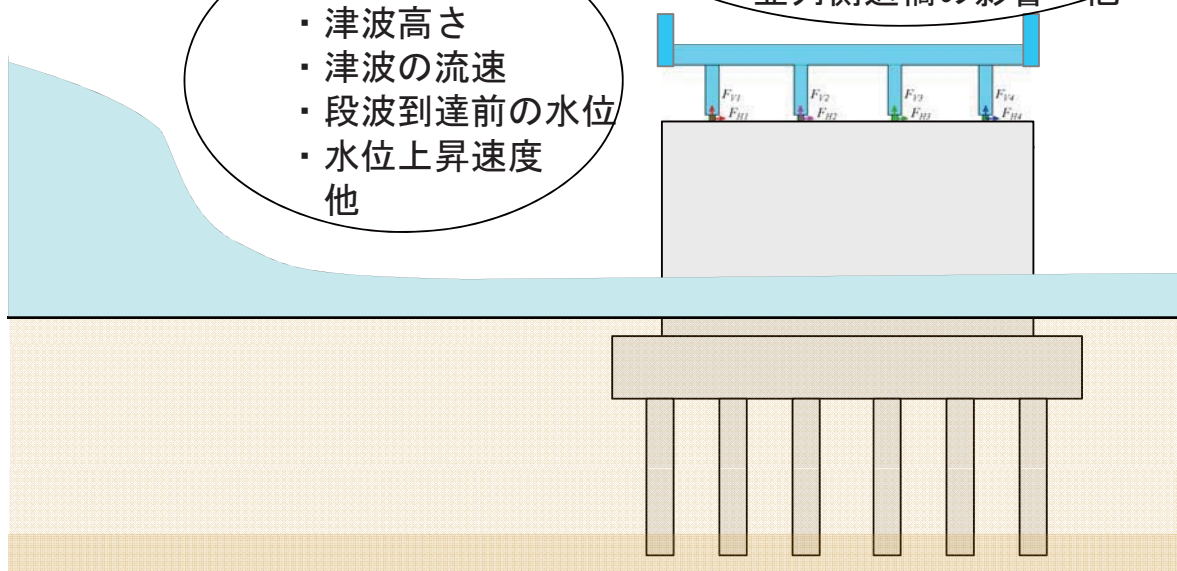
- ・ 橋梁構造への適用性

○津波の与え方

- ・ 津波高さ
- ・ 津波の流速
- ・ 段波到達前の水位
- ・ 水位上昇速度
- 他

○構造特性による影響

- ・ 桁高さと幅員、高欄
- ・ 耳桁からの床版張出し長
- ・ 主桁間隔（本数）
- ・ 桁間の空気溜まりの影響
- ・ 並列側道橋の影響 他



CAESARにおける研究方針

1. 「荒廃する日本」にしないための研究

実際の現場の損傷事例を対象とした臨床研究的なアプローチを継続

2. 「災害脆弱国家・日本」にしないための研究

東日本大震災において顕在化された課題への取組み

3. 要求性能の提示、評価と基準化

部分係数設計法に基づく
性能規定型技術基準への
本格的な移行を見据えた
技術開発

土木研究所構内に設けられた臨床
研究用撤去部材保管・展示施設



報告：CAESARメンテナンス技術 交流会活動

平成24年8月30日
第5回CAESAR講演会

独立行政法人 土木研究所
構造物メンテナンス研究センター
上席研究員 木村嘉富

CAESAR メンテナンス技術交流会

構造物メンテナンスに関する
各種技術開発を促進させるために、交流会を設立。

施設管理者

研究者

技術者

学

国

地方自治体

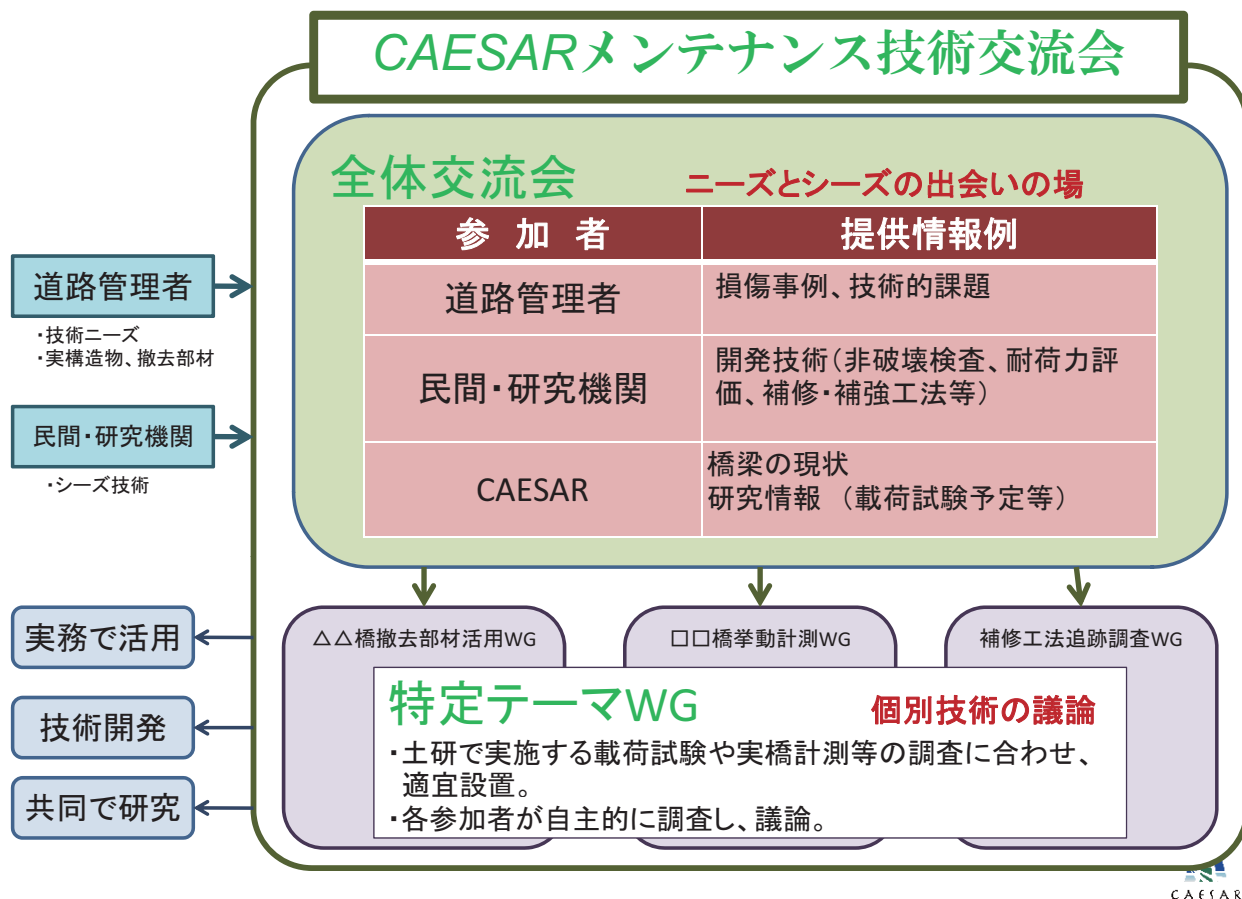
高速道路
会社

産

CAESAR

平成23年8月24日、道路管理者、大学、設計コンサルタント、建設会社、非破壊検査・計測機器関係会社等、幅広い分野から165名の参加を得て、CAESARメンテナンス技術交流会設立





第1回全体交流会

日 時：平成23年9月14日（水）

場 所：土木研究所

参加者：90名

議 事：

1. 道路管理者からのニーズ紹介

管理者：国交省関東地整、東京都、NEXCO東日本、首都高
各機関の管理橋梁の概要、損傷事例、技術ニーズ等

2. 技術交流会の進め方について

必要な技術：設計施工時データの活用、健全性診断・損傷発見のための非破壊検査技術、
補修後の劣化予測技術等

今後の活動：損傷橋梁の見学、非破壊検査技術の紹介←撤去橋梁部材を提供



全体交流会



撤去部材を用いた载荷試験結果を見学

技術フィールドの提供

会員が保有する各種技術の適用性検証の機会として、CAESARが実施する撤去部材の載荷試験、供用中の橋梁での計測機会を、技術フィールドとして提供。実施状況を、会員へ公開。

Field-1 塩害撤去PC桁の載荷試験

Field-2 軸方向ひび割れの生じたPC橋の調査

Field-3 津波により甚大な損傷を受けた橋梁の調査

Field-4 グラウト未充填が想定されるPC桁の調査



Field-1 塩害撤去PC桁の載荷試験

橋梁概要

橋梁名	相見川（あいみがわ）海浜自転車道橋
路線名	能登海浜自転車道（管理：石川県）
架橋位置	石川県羽咋市
橋長	44.0m（支間長 19.2m+23.24m）
橋梁形式	単純PCポステンT桁橋×2連
竣工年	昭和47年（1972年）38年経過



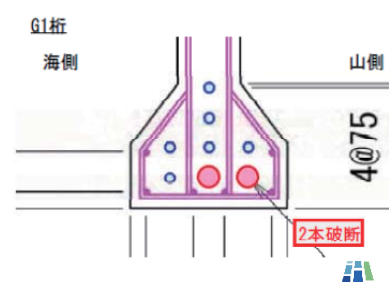
撤去前の損傷状況



塩害による鉄筋腐食により剥落



H21の調査で、PC鋼材の素線破断（8本のうち2本）



Field-1 塩害撤去PC桁の載荷試験

日 時:平成23年10月18日(火)、25日(火)、31日(月)

場 所:土木研究所構造物実験施設(30MN)

参加者:約50名(3日間合計)

1. 載荷試験見学会

塩害により鋼材腐食等の劣化が生じたPC橋の撤去桁を用いて、載荷試験(プレストレス量の評価検討を目的とした支間中央の曲げ載荷試験、損傷程度の異なる各桁端部の耐力力の確認を目的としたせん断載荷試験)を実施。各々の載荷試験で見学会。

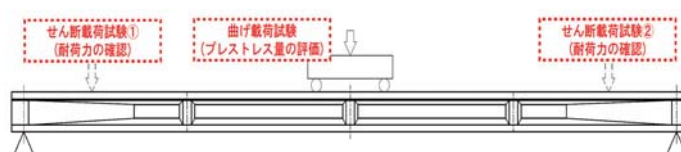
2. 非破壊検査技術・計測技術の検証の場

全視野ひずみ計測【長崎大・佐賀大】

振動計測【日本航空電子工業(株)】

レーザーを用いた変位計測【(株)ソーキ】

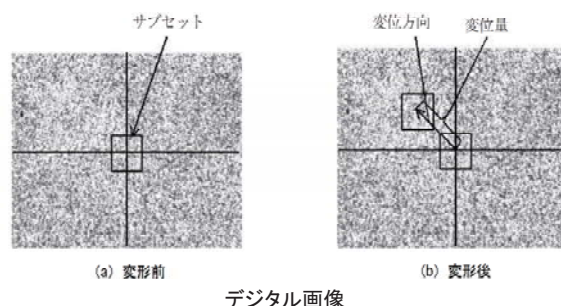
ひび割れ検知センサ【(株)東京測器研究所】



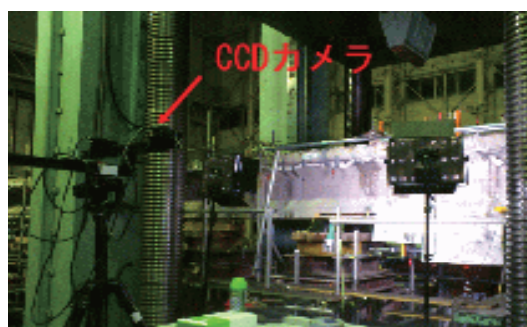
全視野ひずみ計測 【長崎大、佐賀大】

計測原理

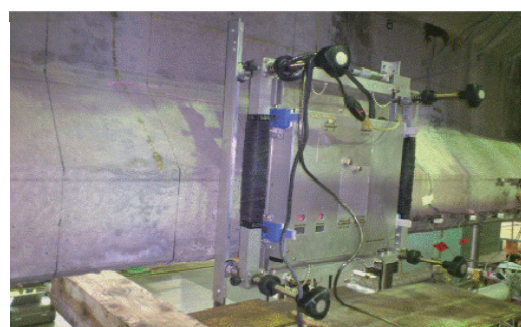
- ・計測対象物表面模様のランダム性を基にして、得られたデジタル画像の輝度値分布から、計測対象物表面の変位量と方向を分析
- ・変形後の2点間の長さの変化を求め、計測点のひずみとする解析手法



計測状況



カメラ型全視野ひずみ計測【長崎大】

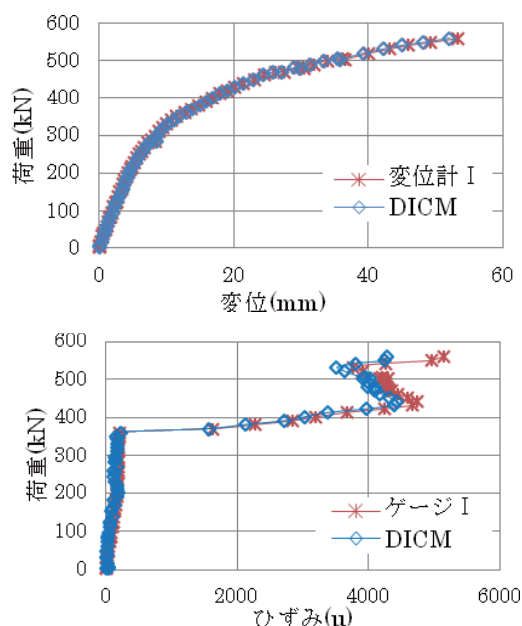


スキャナ型全視野ひずみ計測【佐賀大】

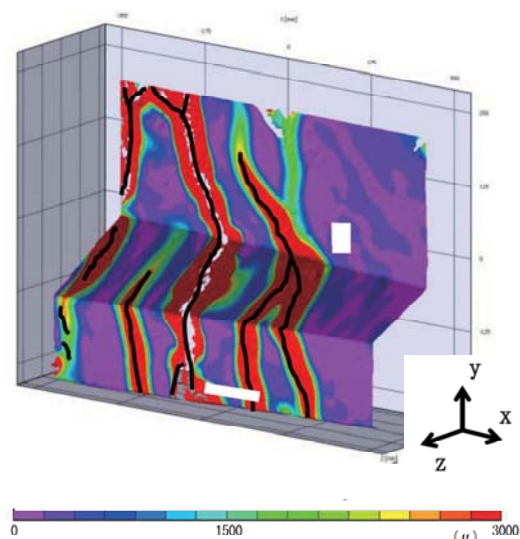


■全視野ひずみ計測結果（せん断载荷試験②）

- ・接触式変位計およびひずみゲージと概ね一致
- ・ひずみゲージではある点でしか計測できないひずみを面的に捉えることが可能



接触式変位計およびひずみゲージとの比較



ひずみ分布(载荷荷重:520kN)
※黒線:目視確認されたひび割れ



レーザーを用いた変位計測 【(株)ソーキ】

■計測状況

- ・供試体に設置したターゲットに、遠方からレーザーを照射し、変位を計測



計測状況



ターゲット



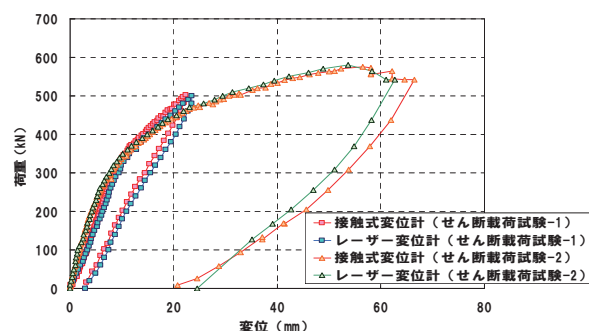
センサー

■計測原理

- ・センサーとターゲットまでの水平距離を測定し、鉛直方向変位を算出



■変位計測結果



ひび割れ検知センサ 【(株)東京測器研究所】

■概要

- ・コンクリート構造物表面に設置し、ひび割れを検知

■計測原理

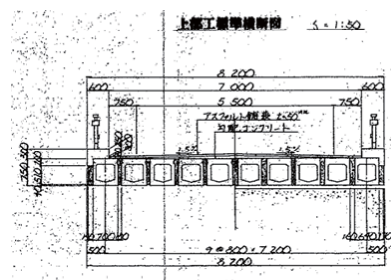
- ・ひび割れが発生した際に検出部の光ファイバーが断線し、光源の光が漏れて発光
- ・検知ひび割れ幅:0.1mm以上



Field-2 軸方向ひび割れの生じたPC橋調査

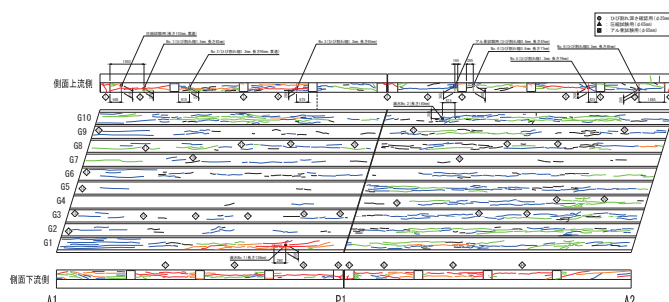
■橋梁概要

橋梁名	明（あきら）橋
路線名	市道1-0111号線（管理者：常総市）
架橋位置	常総市水海道橋本町
橋長	33.09m（支間 2×15.9m）
橋梁形式	単純PC7'レン中空床版橋（2連）
竣工年	1983年（昭和58年）11月 供用29年



※H22年までの調査まで補修点検履歴はなし(8t規制)

■橋梁の状況



Field-2 軸方向ひび割れの生じたPC橋調査

日 時:平成24年1月12日(木)、13日(金)

場 所:茨城県常総市

1. 橋梁調査

主桁全面に橋軸方向のひび割れが確認された単純プレテンPC床版橋において、ひび割れ調査、荷重車を用いた載荷試験を実施。

2. 非破壊検査技術・計測技術の検証の場

ひび割れ計測:衝撃弾性波法【ITECS技術協会】、広帯域超音波法【(株)H&B】

磁気法による鉄筋破断【(株)四国総研】

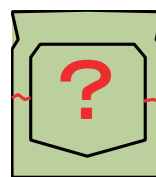
振動計測【日本航空電子工業(株)】

全視野ひずみ計測【長崎大】

デジタルカメラによるたわみ計測【佐賀大学】

サーモグラフィによる中空部滞水調査【日本赤外線サーモグラフィ協会】

* 調査について、2月11日の橋梁新聞に掲載

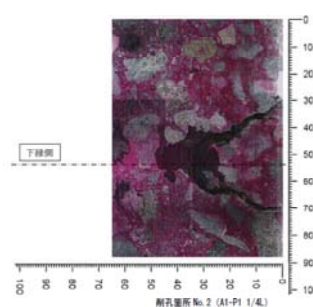
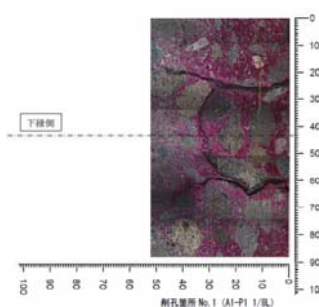


ひび割れ調査

■ コア削孔調査結果



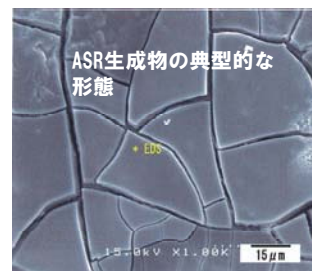
■ 棒状スキャナ撮影結果



■ SEMによるASR調査



コア観察

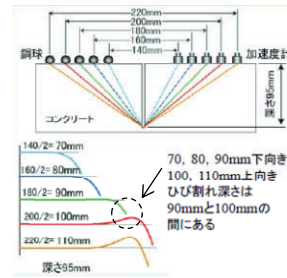
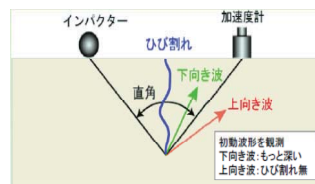


二次電子像

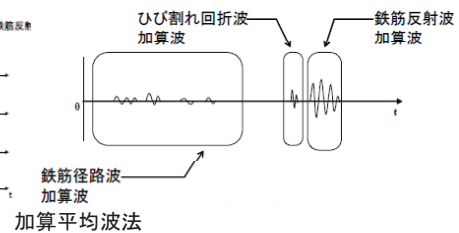
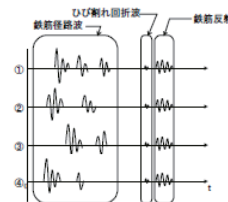
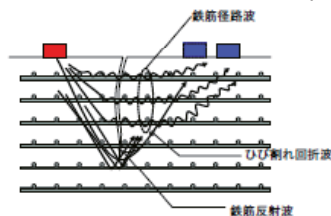


ひび割れ深さ検出【iTECS技術協会、(株)H&B】

■ iTECS（衝撃弾性波法）【iTECS技術協会】



■ UCM2000(広帯域超音波法)【(株)H&B】



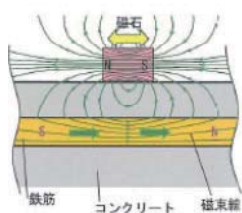
■ 調査結果（ひび割れ深さ 単位mm）

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
iTECS法	30	30	30	40	50	50
広帯域超音波法	47	38	56	42	62	60
コア削孔	52	43↑	49↑	58	47↑	52

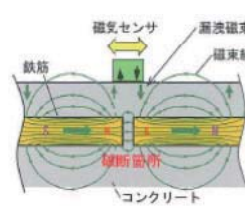


磁気法による鋼材破断調査【(株)四国総研】

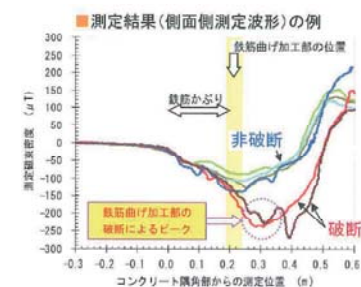
■ 検出原理



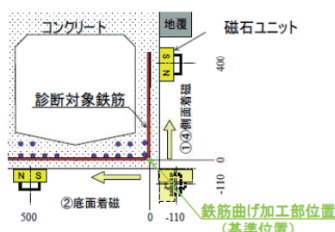
1.磁石で鉄筋を着磁



2.センサーで磁束密度測定

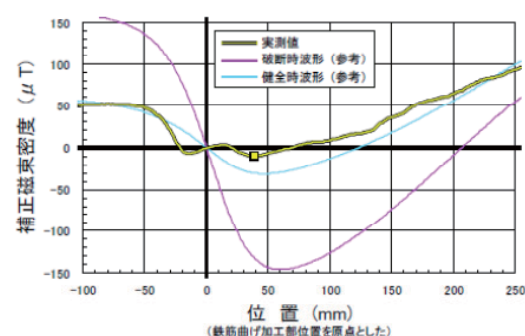


■ 調査方法



■ 調査結果

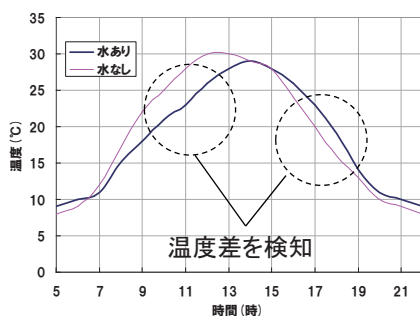
- ・調査位置での鉄筋破断は認められない。



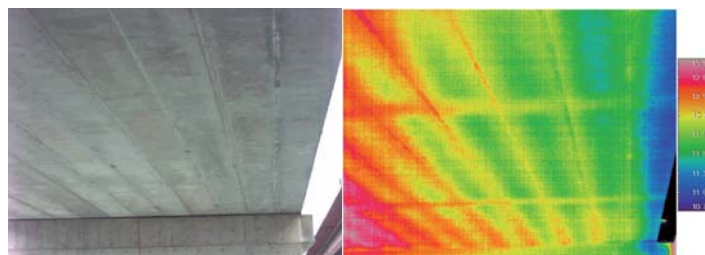
サーモグラフィ法による中空部滞水調査

【日本赤外線サーモグラフィ協会】

■調査方法



概念図



調査例

■調査状況・結果

・滞水が懸念される検査結果は認められない。

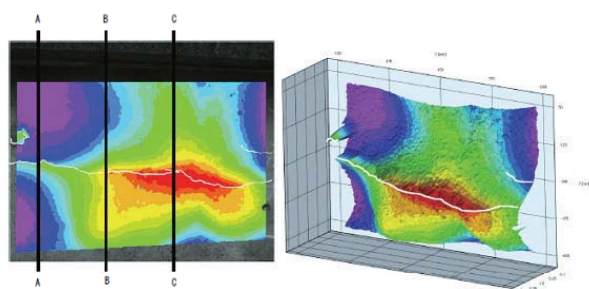


・ボイドまで貫通させたコアからは、滞水は確認できず(発泡スチロール入り)。



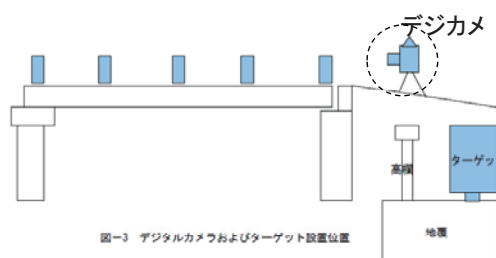
デジタルカメラによる計測

■全視野ひずみ計測（長崎大学）



桁表面のふくらみ

■たわみ計測（佐賀大学）



計測装置設置



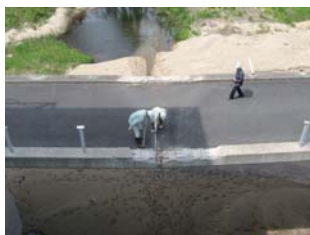
Field-3 津波により甚大な損傷を受けた PC橋の調査

■ 橋梁概要

橋梁名	普代水門管理橋
路線名	—
架橋位置	岩手県下閉伊郡普代村
橋長	100.05m（支間：22.0m×4）
橋梁形式	単純PCポストテンションT桁橋×4連
竣工年	普代水門：1984年3月（27年経過）



■ 橋梁の状況



地覆が圧壊



主桁に多くのひび割れ



Field-3 津波により甚大な損傷を受けた PC橋の調査

日 時：平成24年7月17日（火）

場 所：岩手県普代村

参加者：約50名

1. 橋梁調査

水門を越流した津波により甚大な損傷を受けたポステンPC橋において振動試験を実施し、振動性状により重篤損傷橋梁を評価する手法を検証。PC建協、日本航空電子工業(株)と共同で実施

2. 非破壊検査技術・計測技術の検証

振動計測（かけや打撃、跳躍加振）【愛媛大学】、【ITECS技術協会】

ひび割れ計測：光波測量機【関西工事測量(株)】、デジタルカメラ【首都高技術(株)】

内部欠陥探査（弾性波速度測定）【ITECS技術協会】 簡易型高所用打音検査システム【首都高技術(株)】

* 調査について、NHK、岩手朝日テレビ、読売新聞、岩手日報で取り上げられる。

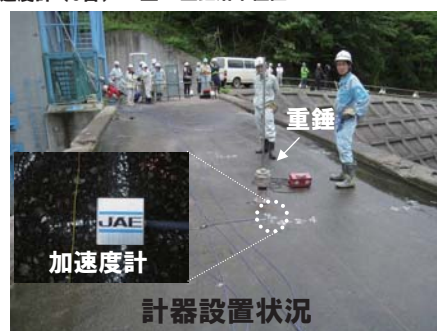
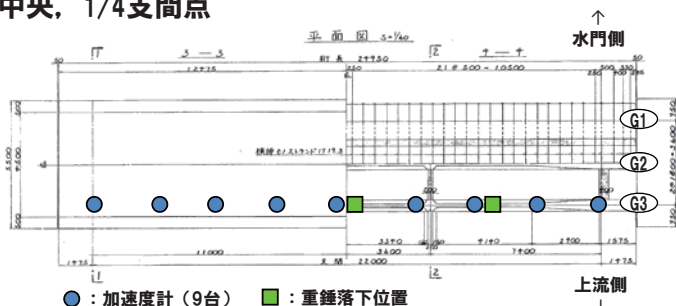


振動計測

■重錘落下法【土研、PC建協、日本航空電子工業(株)】

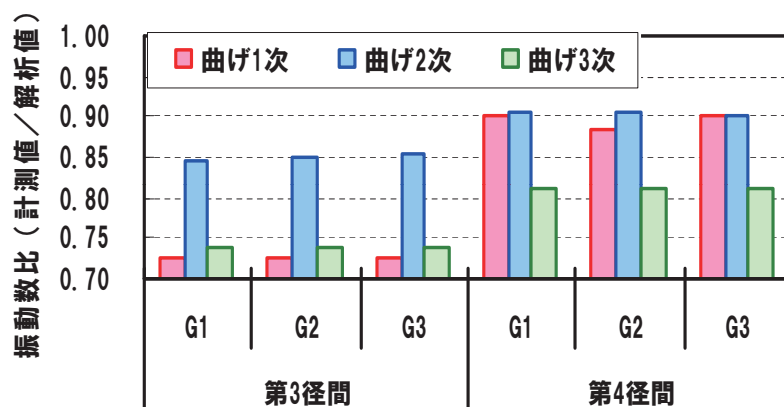
- ・ 加速度計設置位置：各主桁上8等分点に設置（曲げ3次モードを捉えるため）
- ・ 重錘落下位置：各主桁の支間中央，1/4支間点

径間	重錘落下位置	主桁番号		
		G1	G2	G3
第3径間	1/2点	●	●	●
	1/4点	●	●	●
第4径間	1/2点	●	●	●
	1/4点	●	●	●



■計測結果（速報）

- ・ 健全時の解析値（梁モデル）に対して，第3径間にて2～3割程度，第4径間にて1～2割程度の振動数の低下を確認
- ・ 第3径間の曲げ2次の低下度が曲げ1次および3次に比べ小さいのは，損傷位置が振動モードの節に該当するためと推測
- ・ 第4径間において，高次振動モードにて振動数の低下が顕著
- ・ 各主桁上の振動数にて若干差異が確認され，概ね残留曲率の大小関係との相関を確認



健全時の解析値に対する固有振動数比（振動モード：曲げ）
 （解析値（梁モデル）：1次 4.22Hz，2次 16.88Hz，3次 37.98Hz）



■ 振動計測（かけや打撃） 【愛媛大学】



■ 振動計測（跳躍加振） 【iTECS技術協会】



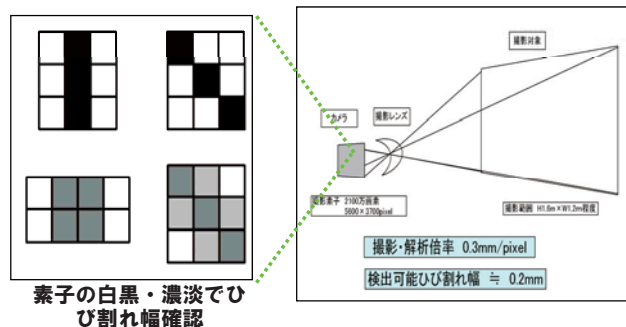
画像処理によるひび割れ計測 【首都高技術(株)】

■ 計測概要

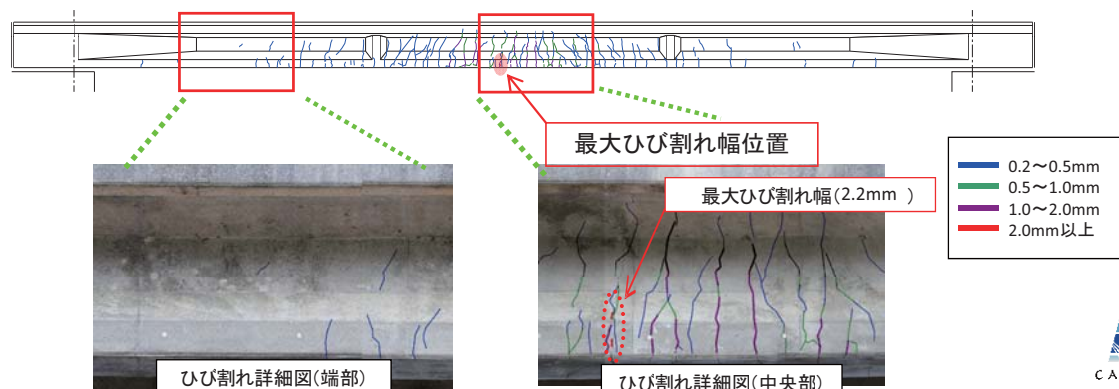
・デジタルカメラと望遠レンズを用い、
遠方よりひび割れ計測



■ 計測原理



■ ひび割れ計測結果（第3径間）



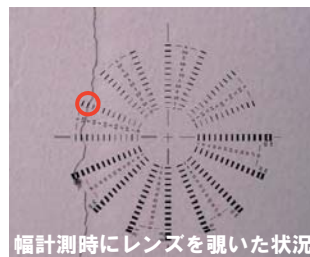
光波測量機によるひび割れ計測 (KUMONOS) 【関西工事測量(株)】

計測概要

- ・クラックスケールを内蔵した光波測量機によりひび割れ計測



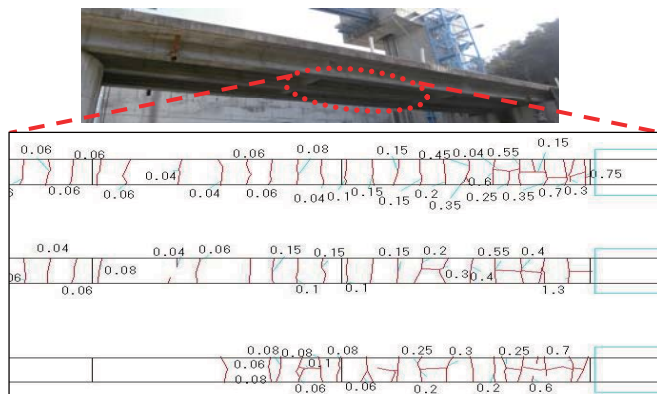
計測状況



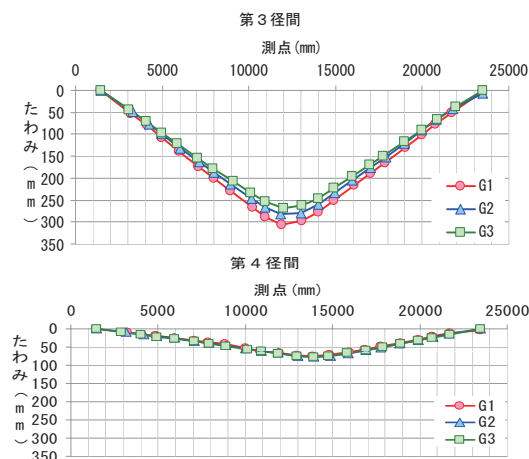
幅計測時にレンズを覗いた状況

計測結果

- ・KUMONOS設置箇所から計測対象までの距離が4m～5mと短かったため、0.04mmのひび割れを観測。ただし、視野角が狭くなることにより計測効率が低下



主桁下面ひび割れ状況(第4径間目支間中央部)



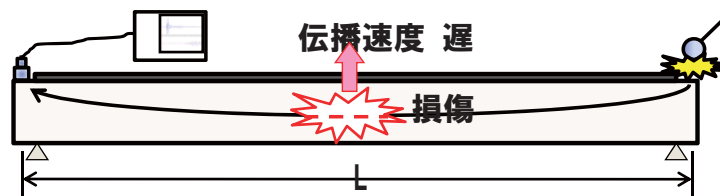
弾性波測定による内部欠陥探査 【iTECS技術協会】

計測概要

各主桁上にて弾性波速度・伝播時間を測定し、健全性（損傷範囲・程度）を確認

(1) 橋軸方向

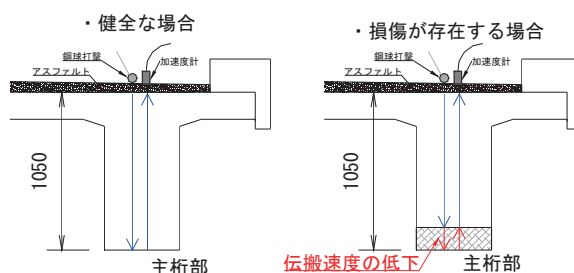
- ・桁上面（伸縮装置部コンクリート）を鉄球で打撃し、桁内部を橋軸方向に伝播する弾性波速度を測定



鉄球による打撃

(2) 鉛直方向

- ・橋面上にて鉄球で打撃し、桁内部・地覆部を鉛直方向に伝播する弾性波往復を測定



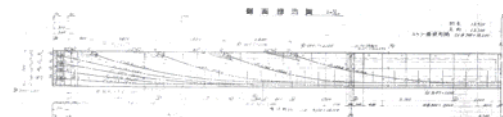
受信センサー

Field-4 グラウト未充填が想定される

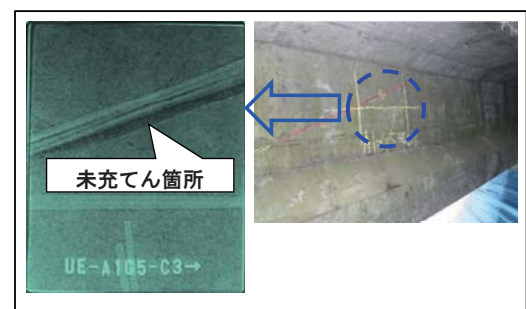
PC桁の調査

■ 橋梁概要

橋梁名	植苗橋
路線名	植苗停車場道線
橋長	38.0m
橋梁形式	2径間単純ポステンT桁橋 (プレキャストブロック工法)
支間長	18.3m+18.3m
竣工年	昭和36年(1961年)



■ 橋梁の状況



Field-4 グラウト未充填が想定される

PC桁の調査

日 時:平成24年8月、9月

場 所:土木研究所 臨床研究用撤去部材保管施設

1. 撤去桁解体調査

シースに沿ったひび割れ・遊離石灰が認められるポステンPC桁について、撤去部材を解体調査。グラウトの充填状況やPC鋼材の状況を確認。PC建協と共同で実施

2. 非破壊検査技術の検証

グラウト未充填:衝撃弾性波【(株)国際建設技術研究所】、【ITECS技術協会】

広帯域超音波法【(株)日本ピーエス、(株)H&B】

内部欠陥探査:局所振動計測定【東北大学】

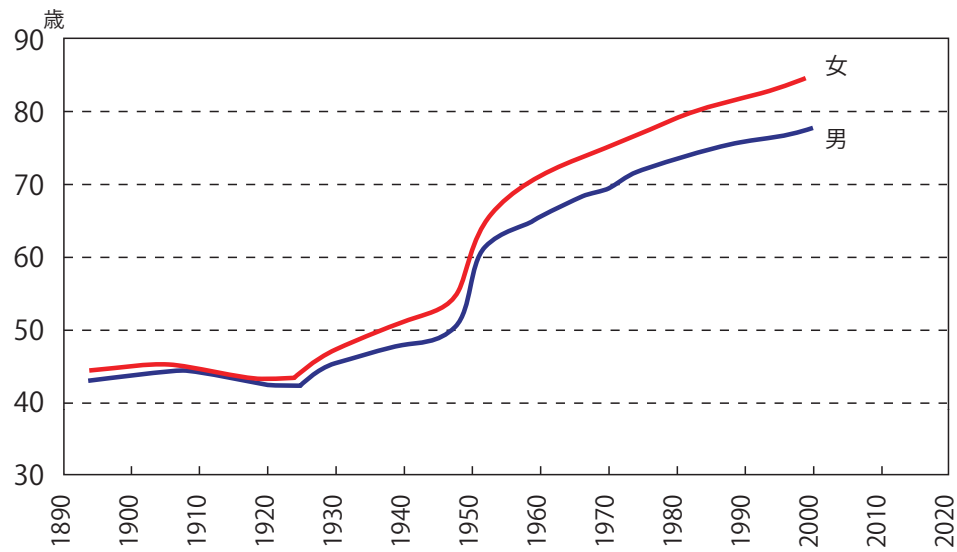
音響トモグラフィー【JFEシビル(株)】

電磁波レーダー【ジオ・サーチ(株)】

* 調査結果については、解体した桁の観察も併せ、10月に技術交流会を開催予定



日本人の平均寿命



(資料) 日銀「明治以降本邦主要経済統計」
 国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集」
 Statistical Abstract of the United States 2002 (1970 年～)
 Historical Statistics of the United States (～ 1965 年)

出典: 社会実情データ図録 (<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/index.html>) を加工

