第　1　回　定　期　研　究　会

平成22年度SGST総会・第1回定期研究会　議事録

日時　：平成22年4月14日(水)　15：40～18：00
場所　：名城大学　名駅サテライト　多目的室
出席者：後藤，永田，奥村（名工大），舘石，北根，原田（名大），梶川（金沢大），木下（岐阜大），久保，宇佐美，葛，小塩（名城大），青木（愛工大），村瀬，中野（愛知県），森谷，加藤（海洋架橋）野田，山田健，長橋，納土（中日本HW.E），中田（日本工営），林（協和C），安藤，原田（創建），加藤，佐藤（中日本C），原田（玉野C），澤木（セントラルC），坂井田（大日C），佐光（維持工房），杉山（杉山設計事務所），片山，園部（JIP），穐山（コベルコ科研），山田（サクラダ），小枝（川田），神頭，吉嶺（日車），織田，加藤，森田，松村（瀧上）

43名(敬称略)

1．H22年度SGST総会（15：40～16：00）

織田幹事長の司会で以下の報告，承認が行われた.

(1) 代表挨拶および平成21年度の活動報告（後藤代表）
総会，定期研究会6回，現場見学会2回の活動に対する報告が行われた.

(2) 研究委員会（WG）の報告（織田幹事長）
研究会立ち上げの趣意から活動状況の報告が行われた.

(3) 平成21年度会計報告
加藤幹事による会計報告後，葛幹事による監査結果の報告が行われ,会員に承認された.

2．定期研究会（16:00～17:30）（後藤代表）

講演者：藤野陽三　教授　（東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻）
講演項目：「橋梁インフラストラクチャのマネジメント」
※土木学会CPD認定プログラム（JSCE10-0037）

講演内容
講演「橋梁インフラストラクチャのマネジメント」：

東京大学橋梁研究室での研究，委員会活動等のご紹介の後，現状における海外およびわが国でのインフラストラクチャーの点検・補修，更新に関する試みをご紹介頂いた.

また，日米の橋梁インフラストラクチャーのストックの状況と近年の橋梁に関する重大事故の経験を踏まえ，橋梁をマネジメントする上での診断の最新技術の紹介と，その持続再生を実現するためのマネジメント的な思考と技術の将来展望についてご紹介頂いた.

本発表については参加者の関心も高く，活発な質疑応答が行われた.

以上//

平成２２年度　ＳＧＳＴ会計報告

平成２３年 ３月３１日

平成２２年４月１日～平成２３年３月１８日現在

【収入】

会費収入	
・特別会員費	４２０，０００円
・個人会員費	１４０，０００円
合　計	５６０，０００円

【支出】

研究会講演謝礼および交通費	２３６，０００円
ホームページ使用費	３７，８００円
郵送費	５，２００円
ＣＰＤ認定料	４８，０００円
会議費および雑費(振込手数料など)	３５，０７０円
現場見学会(バス代など)	１２７，６００円
懇親会費	１５１，７３０円
印刷費（Ｈ２１年度活動報告集＋定期研究会資料）	２１４，４６３円
利息	(－) ９２４円
合計	８５４，９３９円

【次年度繰越金】

昨年度(Ｈ２１年度)繰越金	４，５９９，７５２円
収入合計(Ｈ２２年度)	５６０，０００円
支出合計(Ｈ２２年度)	(－) ８５４，９３９円
次年度(Ｈ２３年度)繰越金	４，３０４，８１３円

以上の報告に相違ありません。

会計監事　　葛　漢彬

平成 22 年 4 月 14 日　H22.SGST 第 1 回定期研究会

講演題目：「橋梁インフラストラクチャーのマネジメント」
※土木学会 CPD 認定プログラム（JSCE10-0037）
講演者：東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻　教授　藤野陽三　氏

会場：名城大学　名駅サテライト（愛知県名古屋市）
講演日時：平成 22 年 4 月 14 日（水）　16:00～17:30

講演要旨：
高度経済成長期から４０年以上が経過し，わが国のインフラストラクチャーも高齢化時代を迎えている．人口が減少するなか，膨大なインフラストラクチャーを点検・補修し，そして更新していかなければならない大変な時代がすぐ先に待っている．なかでも橋梁は，重要なものほど重交通を頻繁に受け，痛みが出やすく，その兆候はすでにところどころに見られる．
橋梁インフラストラクチャーを管理し，その持続再生を実現することは大きな課題である．橋梁の状態を保持し，更新していくためには，状態の把握，補修の時期・方法，長期的な状態予測などが重要であるが，個々の橋梁の条件がばらばらで不確定性が高く，高度なレベルの技術的判断が当然，必要となる．しかし，それだけでなく，必要な財源の見積もり，適切な運用の効果などの経営マネジメント的思考，広報，膨大な情報を扱うための技術などさまざまな学術がかかせない．
この講演では，日米の橋梁インフラストラクチャーのマネジメントの現状を紹介するとともに，マネジメントの技術と将来展望についてお話する．

橋梁インフラストラクチャのマネジメント

SGST研究会
2010年4月14日

東京大学　工学系研究科
社会基盤学専攻　教授
藤野陽三

Bridge & Structure Laboratory

1

環境の変化の中での構造工学の今後の展開

ー　研究，実務とそのブリッジ　ー

SGST　25周年記念シンポジウム

2003年6月27日　名古屋

東京大学　社会基盤工学専攻

藤野陽三

2

モニタリングデータから見えてくる構造物の真の挙動

Understanding of real performance of structures by monitoring

構造工学フロンティア　ワークショップ
2006年9月29日

東京大学
工学系研究科　社会基盤学専攻

藤野 陽三
Yozo FUJINO

3

これからの構造工学研究のあり方　（？）

4

鋼橋技術研究会　発足25年強

5

基盤技術と設計G

橋梁研究室
石原教授
長山講師

橋を中心に、インフラ施設の計画、設計、維持管理、監視、災害低減・事故防止　　振動など動的現象が軸

6

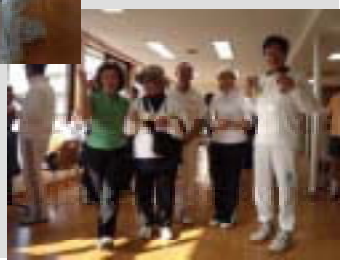
日本鋼構造協会
常務理事　計良さん

佐賀ローンテニス
クラブ

2009.9 土木学会
年次大会

大森テニスクラブ
（大森山王）
日本で二番目に
古いテニスクラブ

親睦団体戦
2010.4.11



グローバルCOE「都市の持続再生学・・」

記事 in "Nature Asia-Pacific"版

12

橋梁　　工学
アート
「技芸」

橋梁研究室（東大）
橋の関係学

構造系外乱学　社会基盤構造学　社会基盤構造安全学
橋梁学

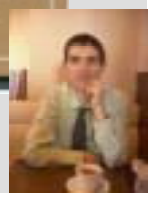
橋のこと、構造物のことなら、何でも

13

Modeling Dynamics from
Only Output Data
By Evan, Aihara, Fujino

アメリカ物理学会論文集
2009年4月

構造工学論文集　ニーズ側
建築学会論文報告集
土木学会論文集
ASCE



エヴァンくん

Physical Review　シーズ側

留学生を中心に
博士50名　修士100名
英文学術誌　150編

広島原爆記念公園　橋梁設計　コンペ

16

17

日本学術振興会学術システム研究センター 歓送迎会 2009. 11.5

19

2009グッドデザイン大賞
日本建築学会。。。

JICA FS 2003年
から
ADB DD 2009.1
PoE会議（8名）

石原名誉教授
堀田先生
藤野

Maunsell AECOM
〔コンサルタント〕案

20

at BUET

PoE 会議のメンバー

第二回スマート構造
サマースクール
2009夏 3週間

イリノイ大学
アーバンシャンペーン校

第三回スマート構造
サマースクール
7.15-8.4
東大で 50名
日本、アメリカ、韓国、中国、台湾
ヨーロッパ

香港
ストーンカッターズ橋
同済大学 孫教授と

国際共同研究

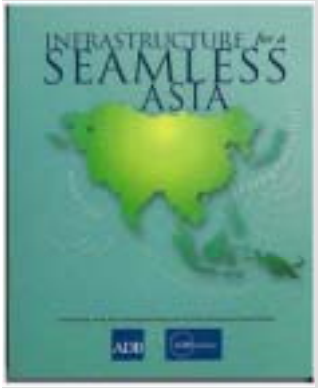
広州

珍道
韓国

ADB（アジア開発銀行）
2010年2月
玉川局長
ADBには
「エンジニア」
がもっと必要

ものを設計，製作，
実際のプロジェクト
を動かした経験がある。

24



アジア

インフラ整備
交通路
エネルギー施設

目白押し

25

自分のフィールド

橋　中でも長大橋の計画・設計・構造，
風，地震，人や車による振動，モニタリング
保全，防災．．．．．．

日本のエンジニアの競争力を高めたい

国内
海外　JICA　ODAがほとんど

国内の仕事の進め方
海外での….

ダブルスタンダード

国内での仕事の進め方をよい方向に
変えるべき

26

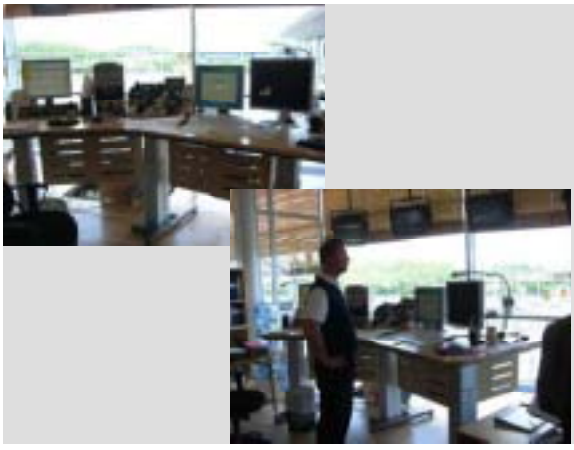
1987年

Oresund Bridge

Storebælt East Bridge

•Height 65 m
•Main Span 1624 m
•Pylons 254 m

30



34

37

39

デンマークの橋
技術者にとっても感激を与える橋
問題意識、課題意識の大切さ

38

桁　塔　内のさびの進行を見る

どちらがさびの進行が速いか？

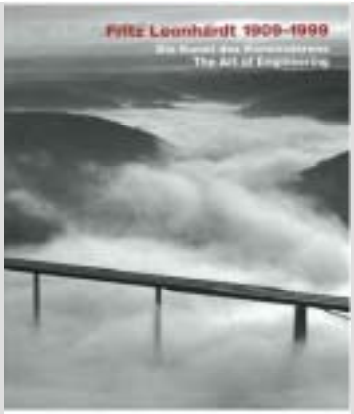
40

1990年ごろ　帯広　白鳥橋

除湿器設置　日本一号

レオンハルトの設計

2重合成桁
高速鉄道橋



巨匠

繊細な配慮
水処理

感銘！

49

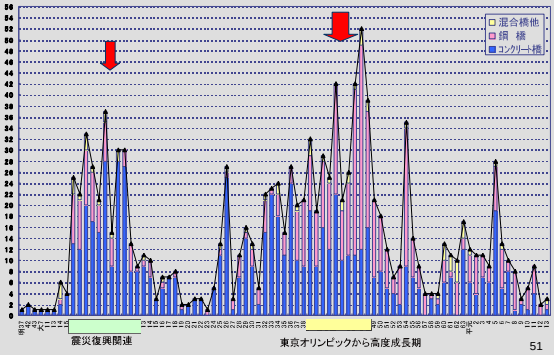
良い橋とは？
構造物としての社会基盤

- わかっているようで難しい.
- 社会的要請や価値観は，10～20年程度で大きく変わる.
  - 高度成長期：量
  - 安定成長期：質
  - 低成長期：コストダウン
  - 昨今の事故・災害・安全神話の崩壊：安全性
  - 環境問題・持続可能性
- 技術基準も5～10年程度で変わる.
- 社会基盤の寿命＞50年
- 厳然として「良いもの」「悪いもの」は存在する.
- ライフスパン全体にわたる，変化する，あるいは多様なステークホルダーの要請にどうこたえるか.
- 100年後を予想するのは難しいが，100年前のことはわかる.
- ライフサイクルを考えるにあたって，歴史に学ぶ意義は深い.

50

東京都の一般橋架設年次別表

（東京都　高木氏）

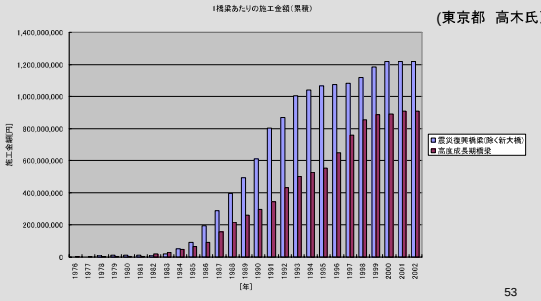


51

52

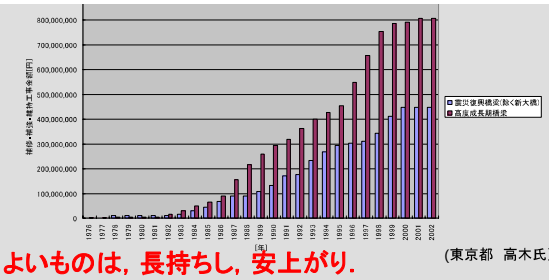
震災復興期と高度経済成長期の橋梁補修費の比較

(東京都　高木氏)



53

震災復興期と高度経済成長期の橋梁補修費の比較（修景除く）



(東京都　高木氏)

よいものは，長持ちし，安上がり.
よいものを創るハード技術、採用できるソフト技術

54

橋梁・道路アセットマネジメント

ネットワークのライフサイクルコスト（LCC)ミニマム
　ライフ　50年？　100年？　無限

一般工業製品とは違い、
基本施設（橋など）代替がきかない
（舗装などは交換が前提）
首都高速をつくり変えられるか？

基本構造のLCC最適解：
維持管理コストが少なく
「永久」に使えるぐらいの品質

データから検証できるか？

55

道路橋のライフサイクルコスト評価のための実証的研究

藤野　陽三

56

目的

現場からの基礎データを利用することによる維持管理費の実証

- ■維持管理に対するヒアリングからの現状の把握
- ■現場における基礎データの整理及び問題点の指摘
- ■データからの分析

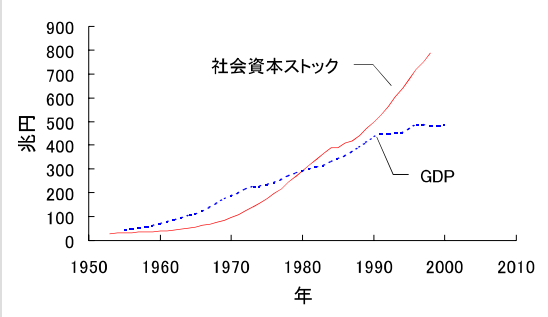
現場のデータ

構造物の状態を把握した担当者の存在

JH御殿場事務所へ
（約1ヶ月の調査）
鋼橋桁橋を調査対象へ
（52橋，約30年経過）

57

増える続ける社会基盤ストック　メンテの時代



59

高速道路ネットワークの長期保全計画に関する検討会

（中日本高速道路（株））

平成２１年

58

社会基盤の安全性は，経済社会に大きな影響を及ぼす

＜参考＞「高速道路ネットワーク長期保全計画に関する検討会」メンバー

委員長	藤野 陽三	東京大学 工学系研究科 社会基盤学専攻　教授
委　員	小川　光	名古屋大学 大学院 経済学研究科　准教授
	岸　利治	東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門　教授
	舘石 和雄	名古屋大学 エコトピア科学研究所 環境システム・リサイクル科学研究部門　教授
	西澤　辰男	石川工業高等専門学校 環境都市工学科　教授
	根本　敏則	一橋大学 大学院 商学研究科　教授
	八嶋　厚	岐阜大学 工学部 社会基盤工学科　教授

（敬称略、50音順）

中日本高速道路株式会社　委員
企画本部 技術開発部長、保全・サービス事業本部担当部長、
東京、八王子、名古屋、金沢支社　保全・サービス事業部長等
株式会社高速道路総合技術研究所　委員
研究担当部長

61

＜参考＞【各種システム】計画保全を実施していくためのシステム

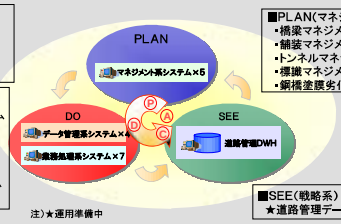
RIMS　NEXCO中日本では、保全業務を効果的、効率的に実践するためのシステムとして、道路保全情報システム（Road maintenance Information Management System）を整備

（RIMSの構成）　RIMSの基本的な役割部分は、DWH×1＋個別システム×16より構成

- PLAN　道路構築物の維持管理計画策定等に必要な5つのマネジメントシステムを整備
- DO　保全管理事業の業務遂行に必要な11の個別業務システムを整備
- SEE　現状把握・実績評価、モニタリングを実施する道路管理DWHを整備

■DO（データ処理系）
- ・道路資産管理システム
- ・工事記録収集システム
- ・資機材管理システム
- ・図面画像管理システム

■DO（業務処理系）
- ・点検データ管理システム
- ・保全作業システム
- ・雪氷作業システム
- ・雪氷管理システム
- ・工事規制システム
- ★事業予算管理システム
- ★防災情報システム



注）★運用準備中

■PLAN（マネジメント系）
- ・橋梁マネジメントシステム
- ・舗装マネジメントシステム
- ・トンネルマネジメントシステム
- ・標識マネジメントシステム
- ・鋼橋塗膜劣化度診断システム

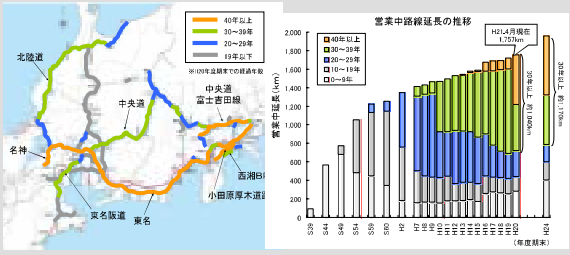
■SEE（戦略系）
- ★道路管理データウェアハウス

63

2. 高速道路における現状と課題（1）

（1）高速道路ネットワークの高齢化＜長期的な保全事業の計画立案＞

1）NEXCO中日本の管理する高速道路（1,757km、H21.4月現在）のうち、供用後40年を経過する東名・名神をはじめ、供用後30年を経過する道路が全体の約6割を占める。
2）5年後のH24年度には、経過30年以上の道路はさらに約130km増加することになる。高齢化する高速道路ネットワークの長期的な保全事業（適切な点検と集中的な補修・補強）の計画立案が急務。



62

722ページ　12600円定価　10000円特価

SOCRATES 470 – 399

PLATO 384 – 322 B.C.

ARISTOTLE 427 – 347

66

「橋梁マネジメント」翻訳出版記念講演会 プログラム
2009年10月23日(金)

1時　開会　藤野陽三
来賓挨拶　西川 和廣(国土交通省 国土技術政策総合研究所長)

1時15分～2時45分　講演　B・ヤネフ　(概要通訳付き)
橋梁マネジメントと技術との関係 —その難しさ—)

休憩
3時～3時40分　解説　序章, 第I編(2章—5章)
3時40分～4時20分　解説　第II編(6章—12章)
4時30分～5時20分　解説　第III編(13章—16章), 付録

講師:阿部雅人, 松本高志, 高森博之,
古田均, 宮本文穂, 矢吹信喜,
谷中 慎, 清水隆史
閉会　古田 均(関西大学)

68

1. 序論:工学とマネジメント and Management Introduction: Engineering

第1部: 要求:構造物からシステムへ Demand: from structures to system
2. 目的, 制約, ニーズ, 優先順位 Objectives, constraints, needs, priorities
3. 事故 Failures
4. 構造物と工程における脆弱性 Vulnerabilities in the product and the process
5. 破壊確率 Probability of failure

第2部: 評価:橋梁マネジメント支援システム(BMS) Assessments: Bridge Management Support S
6. システムと構造物 System and Structure
7. データマネジメント Data management
8. 台帳 Inventory
9. 評価:状態, ニーズ, 資源 Assessments: Conditions, Needs, and Resources
10. 構造物の状態 Structural Conditions
11. ニーズ Needs
12. 意思決定 Decision Making

第3部 実施: システムから構造物へ Execution: from System to Structures
13. 運用管理 Operations
14. 構造物の検査と評価 Structural Inspection & Evaluation

15. 新技術とBMS New Technologies and BMS

16. 結語 Conclusion
参考文献 References

70

マネジメント 難しい　エンジニアリングとの統合
最適化　コスト最小　LCC

様々な状況の変化　予算　価値観

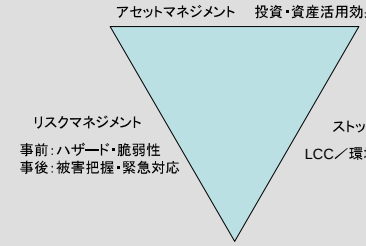
不確定な 不十分な情報

ネットワーク　一つの橋　から　路線全体

舗装、鋼、コンクリート、地盤基礎、耐震…
(村)

71

社会基盤マネジメントの考え方



- マネジメントの多様な側面を表す.
- 社会基盤は一つ.
  - 対策は, 多様な側面のバランスを考える必要がある.

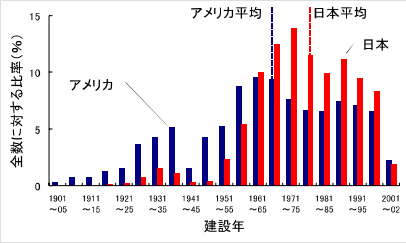
72

マネジメントとは：ドラッカー

- 組織をして高度の成果をあげさせること.
  - 現代社会＝組織社会 ⇔ 全体主義
- 公的機関における成功の条件
  - 「事業は何か，何であるべきか」を定義する.
  - その目的に関わる定義に従い，明確な目標を導き出す.
  - 活動の優先順位を決める.
  - 成果の尺度を定める.（指標化）
  - それらの尺度を用いて，自らの成果についてフィードバックを行う.
  - 目標に照らして成果を監査する.

73

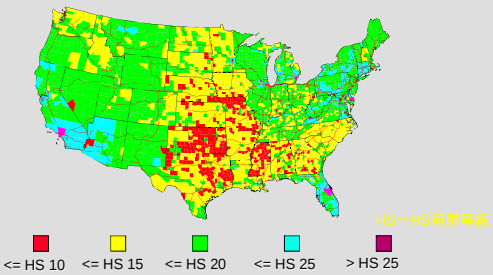
日米の道路橋ストックの比較



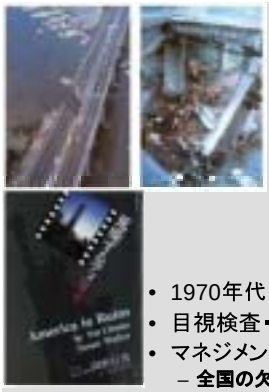
- 平均で10年遅れ. より集中.
- アメリカが「先輩」.

Average Inventory Rating

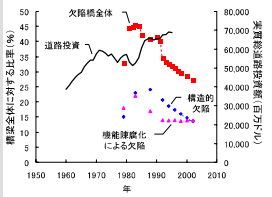
台帳の等級の平均値



78



アメリカの教訓



- 1970年代：度重なる社会基盤施設の事故
- 目視検査・統計データに基づく経験的
- マネジメントシステムの確立
  - 全国の欠陥橋比率が分かる(公開)!!
  - 日本は???

75

Reliability of Visual Inspection for Highway Bridges 報告書
（目視検査の信頼性　連邦道路局 2001）

Volume I: Final Report
FHWA-RD-01-020, June 2001

Volume II: Appendices
FHWA-RD-01-021, June 2001

他の分野での調査　視力の大事さ
比較実験

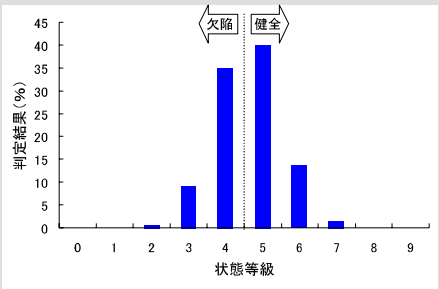
76

・点検員は低い評価、高い評価を与えることに躊躇する。その結果、平均的な評価値の落ち着いてしまう

→状態の良い部材に対しては低めに評価、悪い部材に対しては高めに評価してしまう。

・NBISの健全度評価システムは高い信頼性を与えるには十分でない。加えて言えば、ほとんどの健全度評価システムは合理的なアプローチによって作られてはいない。

77



目視検査の信頼性

79

アメリカの次のステップ
-長期橋梁性能プログラム(20年間)-

- 点検・検査の定量化
- 継続的モニタリング
  - センシングへの注目
- 廃棄時の解剖的検査

- 劣化・陳腐化を定量化
- 予測の高精度化
- ストックマネジメント効率化
- 新技術開発の基盤の確立
- 土木工学の国際競争力 強化-

Federal Highway Administration

Workshop Las Vegas 2007年1月

オープニングセッション:
S. Chase, H. Ghasemi, P. Balaguru, S. Larson, D. Frangopol, Y. Fujino, A. Mufti, and C. Richter

崩壊前の姿

- 競争設計時代の橋
  軽いことは合理的
- ヨーロッパでもこの時代のは問題が多い

崩壊の様子

- **徹底した情報公開　報告書　図面　他**

新聞での扱い

1967年12月17日

2007年8月2日
他にも，論説他

インフラの安全に対する社会の関心の違い

主な安心のための対策と追加安全対策

（単位 $ million）

	項目	小項目	概算額
安心のため	橋梁緊急点検	全米/類似橋，ﾐﾈｿﾀ/幹線橋	217.0
	連邦/追加的橋梁改築他	追加的橋梁改築（2年間）	2,000.0
		点検の厳格化	?（長期間）
安全	ﾐﾈｿﾀ州	改築費を増額（10年間）	600.0
	ﾍﾟﾝｼﾙﾊﾞﾆｱ州	改築費を増額（10年間）	2,000.0
	ﾒﾘｰﾗﾝﾄﾞ州	改築費を増額（5年間）	110.0

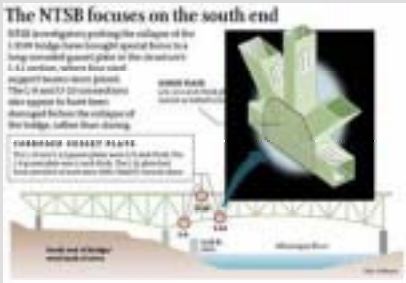
安心のための対策は，道路橋の全体システムを対象とする必要があり，直接損失（$318m）と比べて大きくなる

その後の調査U-10 ガセット　2003年撮影

面外変形していた

U10西側、U10東側両方とも同じ方向に面外変形した写真ありすべて同じ方向．前兆？ http://www.startribune.com/local/16927626.html

ガセットプレート



- U10およびL11のガセットプレートが、特に薄い
  0.5インチ　他のは1インチかそれ以上

Helmut Wenzel 博士　VCEパートナー（オーストリア）

ヨーロッパ

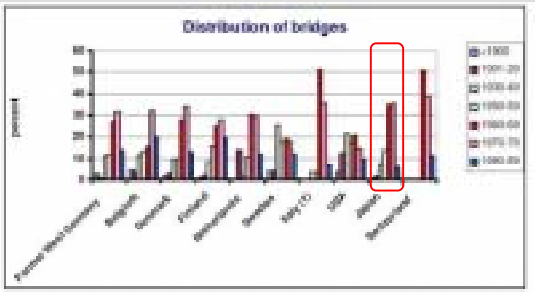


Fig. 6. Distribution of the age of road bridges (OECD, 1992), (Di Mascio et al, 1998).

S101 Bridge Destructive Test: Modal Survey & Response Analysis

Prepared by : Dionysius Siringoringo

91

ヨーロッパの橋　あまり状態はよろしくない

橋梁モニタリング・計測

東大からも参加

S101 Bridge Test

92

いずれも点検パス

設計上の問題（既存不適格）

93

課題

- 既存不適格ストックの対策
  - 量は膨大
  - 脆弱性評価・優先順位付けが必要
- 点検も「損傷検知から性能評価・診断へ」

95

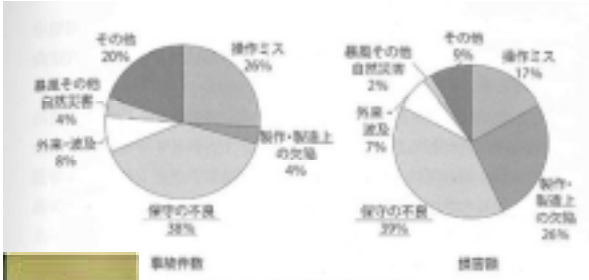


図1・11　発電設備の事故原因[10]

94

7. 事故災害を防ぐには

防災・保全投資の効果を計測する

:定量化
:可視化

高速道路と自動車
2006年3月号

96

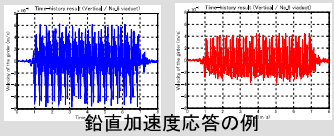
読売新聞 2008.3.27「論点」

高速鉄道高架橋の振動計測--

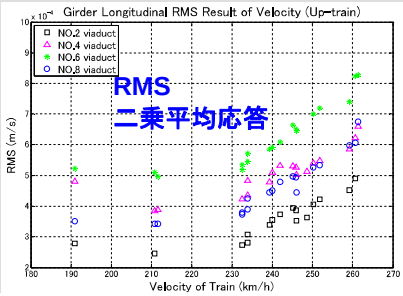
モニタリングシステムの例

- 「測る」技術は進んでいるが，「何を測るか」が課題. 98

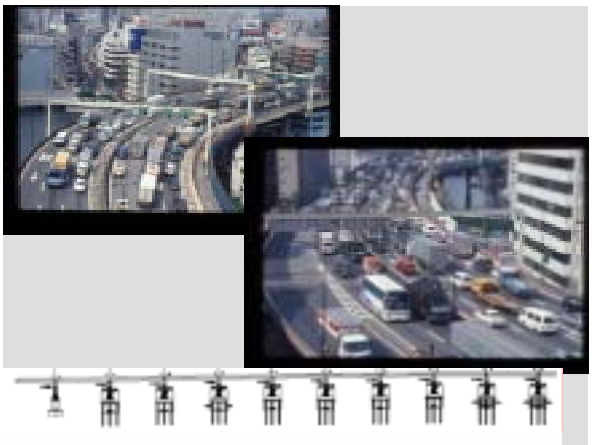
同じような高架橋--しかし，応答にはかなりの幅



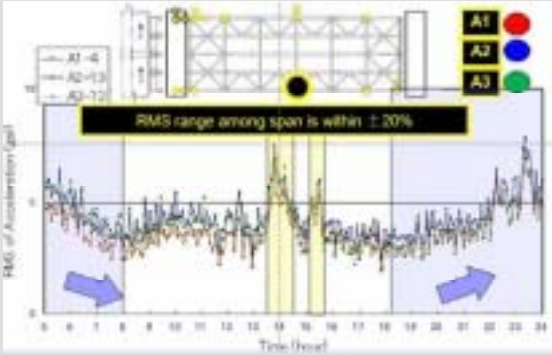
鉛直加速度応答の例



100

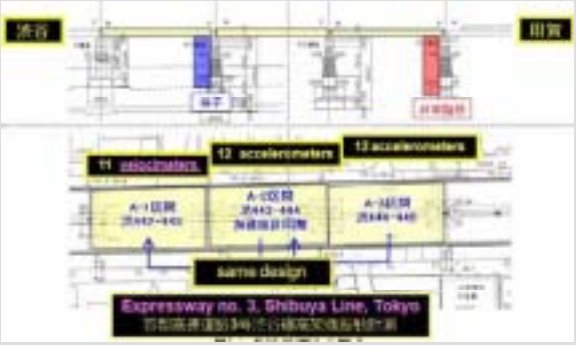


Filtered Mid-Nobori-V (A1, A2, A3)



Discussed Spans

4 Mar 2009, 5:00 AM – 24:00 PM



104

加速度(速度)，歪　100点以上　計4日

105

無線センサを利用した社会基盤センシング

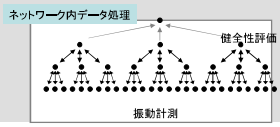
無線センサを利用して社会基盤の挙動・状態を容易に，詳細に，自律的に把握する試み

- 同期計測，パケット欠損補償通信，etc.

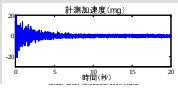
◆ 無線センサネットワーク要素技術の開発

◆ センサネットワークによる自律的モニタリング・健全性評価

階層的モニタリングシステムの構築



◆ 実橋梁の振動計測



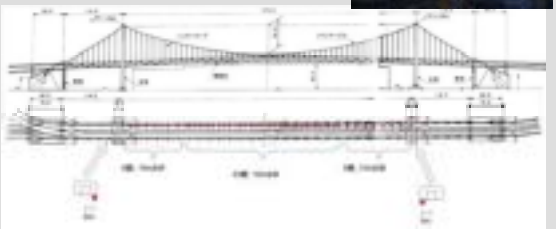
106

page107/15

レインボーブリッジ計測

- 主径間は570m
- 49個のノードを設置
- ノード設置・撤去時間

設置：90分、撤去：45分



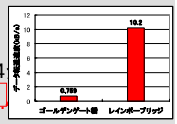
page108/15

計測の成果

- データ回収速度の大幅な改善

48ノードから432kBからデータ回収：34

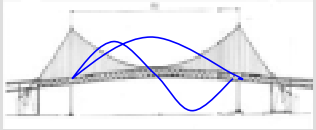
10.2kB/s: ゴールデンゲート橋計測の13.

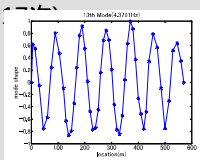


- 過去の計測との整合

	本計測	供用前強制加振実験	地震動観測
1次曲げモード	0.27Hz	0.26Hz	0.26Hz
2次ねじれモード	0.71Hz	0.68Hz	0.70Hz
5次曲げモード	0.86Hz	0.84Hz	0.88Hz

- 高次モード形の同定(最大で





槇木沢橋振動計測

- 無線センサ　計49台
  - 3軸加速度計
  - 路面上，アーチリブ状に設置
  - 6分30秒の計測
- 比較用有線センサ　計5台
- 変位計　計4個
  - 支承変位の計測

センサー配置図

計測の様子

- 解析は平成22年度に行う.

Long Term Bridge Performance – Reference Bridge Program

目視点検

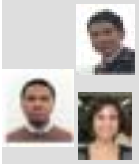
振動計測

Drexel University　A.Emin Aktan
University of Tokyo　Yozo Fujino
Vienna Consulting Engineers　Helmut Wenzel

112

Reference bridge location

- Structure No.1618-150
- US 202 & NJ 23 over Boonton Rd, Norfolk Southern Railroad, and Alps Rd Ramps Wayne Township, Passaic County, New Jersey



JIP
すぎもとさん
はねおかさん

113

Satellite photo of reference bridge

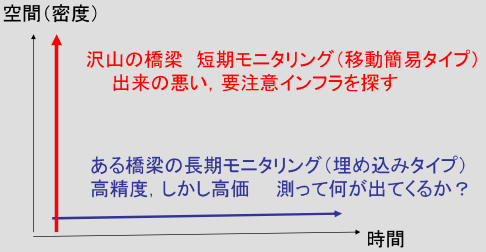
114

Bridge Photos

115

Bridge Ph

固定型の長期モニタリング　から　移動型による
短期多数モニタリング（一種の点検）へ



117

下記のURLにパスワードをかけました．
http://www.bridge.t.u-tokyo.ac.jp/SGST20100414/

以下のユーザー名とパスワードでアクセスしてください．
ユーザー名：guest
パスワード：　bridge2010

119