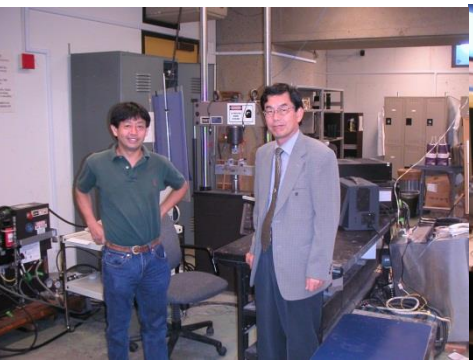




# 鋼橋の維持管理に関する研究の 過去・現在・未来

京橋ブリッジ 並木宏徳



# 鋼橋の維持管理に関する研究の 過去・現在・未来

現・京橋ブリッジ(株)は70年以上前から鋼橋の修繕業務に携わってきました。この会社が鋼橋の維持管理に関する研究を始めた事情などの過去の経緯を中心の話題として、現在の研究状況と未来の見通しについて述べさせていただきたいと思います。

## 過去

40年ほど前の橋梁検査事始めから、成岡昌夫・伊藤鉦一両先生のご指導で当時既に高いレベルに到達していた米国の事情に接した経験。橋梁資料室を設置し、本研究会の前身である橋梁リハビリテーション技術研修会を始めた経緯。

## 現在

小さな会社が橋梁補修・補強技術の研究開発をしている実情

## 未来

鋼橋の維持管理に関する研究に係る組織・会社と、そこに在籍している技術者の未来像について。

# 過去



## 1983年 初めて鉄道橋梁 の検査業務を受注(26橋)



一般的な外観検査に加えて、超音波厚さ計による板厚計測を実施して耐荷力評価をする。

更に鋼材の5成分分析、引張・衝撃・硬さおよび顕微鏡組織観察を行いました。一部の橋梁では応力測定も実施。他に橋脚の振動検査も実施。

驚いた事に、橋桁中央部の鋼部材の板厚は建設から100年近く経過しているにも拘わらず設計図記載の厚さと殆ど変わりが無かった。このことや鋼材の強度評価結果から適切な維持管理が実施されれば耐用年数は会計上の耐用年数を遥かに超えると推定された。

もともと、塗装替え工事が不可能な構造では左の写真のように全面的に腐食していた。原設計の良否が寿命に大きく影響する。



塗装替え工事の施工が難しいトラス垂直材では下端に孔食が見られる箇所もあった。  
また、桁ウェブ端部においては殆どの箇所で下部に孔食が見られた。  
しかし何れも、孔食位置から少し離れると原板厚を保っていた。腐食は局部電池作用によるものであることが多い。よって、殆どの孔食はそのまま放置しても強度的に問題が無いことが判った。

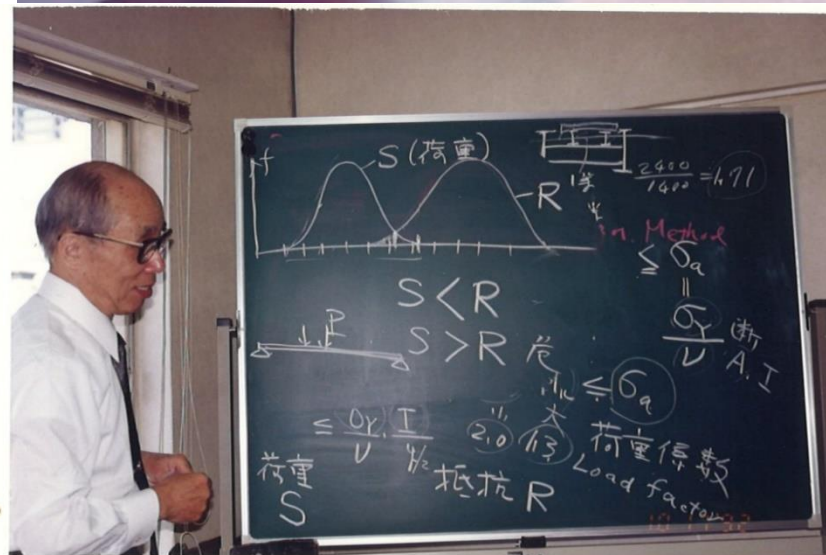
# 1990年頃

成岡 昌弘 先生

京都大学から、名古屋大学土木工学科教授、退職後、京橋工業(株)を技術指導いただいた



伊藤 鉰一 先生  
三菱重工業から、  
立命館大学土木工  
学科教授停年退職  
後、京橋工業(株)を  
技術指導いただいた



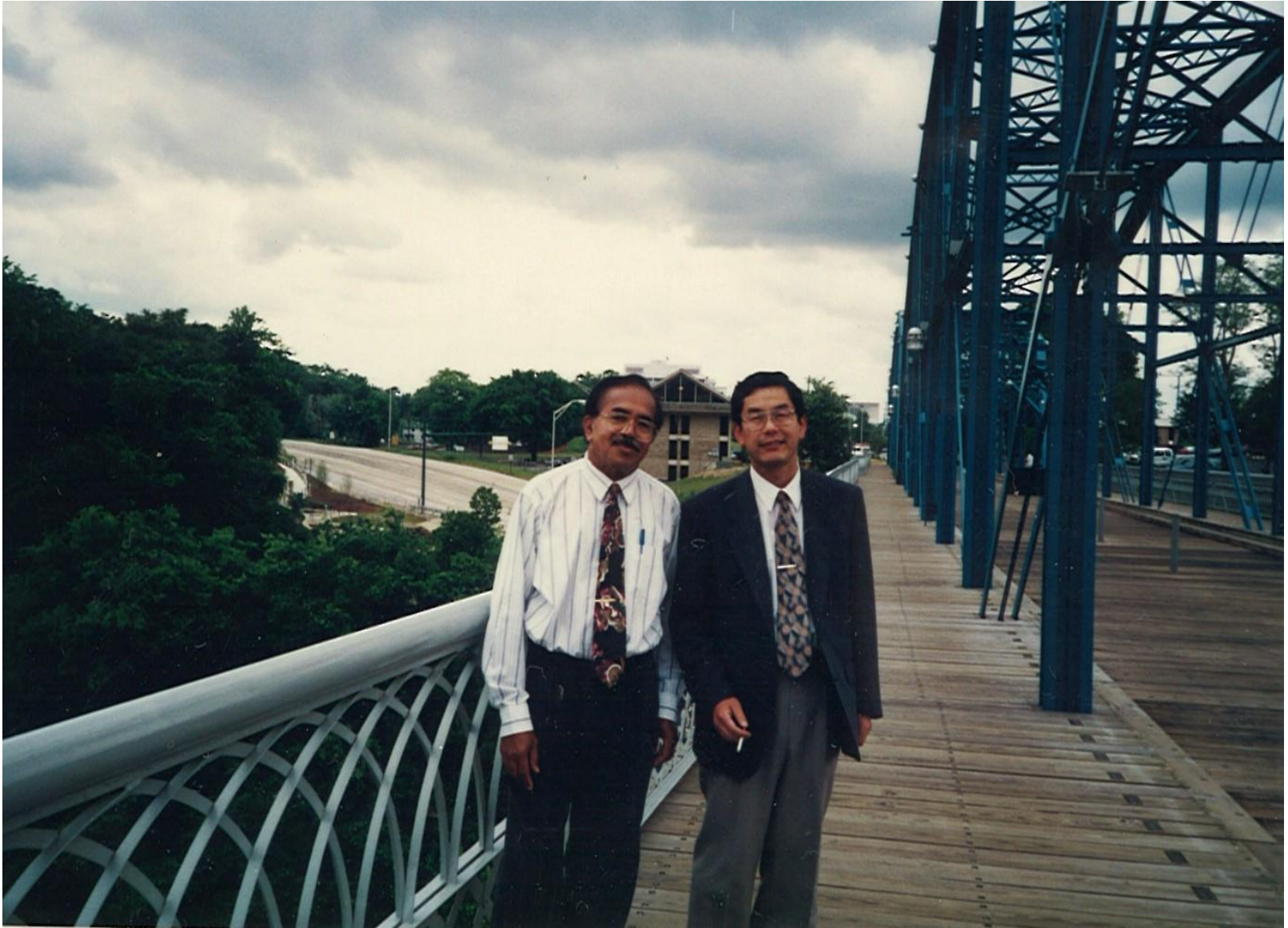
関 護雄 先生

京都大学機械工学科河本研究室OB

立命館大学機械工学科教授退職後、京橋工業(株)技術部長。成岡先生とは京大の工学研究所時代から旧知。

成岡先生、伊藤 先生ともに定年退職後は摂南大学教授をしておられた。その頃から技術指導をいただいた。

成岡先生から「米国でこんな橋梁リハビリテーション工事例があるよ」とお教え  
いただいて、1994年5月 米国Chattanooga市を訪問。副技師長の Janardanan  
氏に Walnut street bridge を案内いただいた。





## Walnut street bridge

### 橋の建設

橋銘板によると、橋のチーフエンジニアはエドウィン・タッチャーでした。19世紀後半にオハイオ州トレドのスミスブリッジカンパニーによって架設されました。下部構造はチャタヌーガのニーリー、スミス社によって建設されました。橋の部品のほとんどは、ジョージア州ダルトンのマンリー刑務所工場によって製造され、その後、鉄道で出荷されました。

### 橋のリハビリテーション

橋は1978年に老朽化のため閉鎖され、当初市は撤去する予定でした。地元の有志が橋の保存を訴えて募金を集めリハビリテーション設計をリヒテンシュタイン設計事務所に依頼しました。チャタヌーガ市を工業都市から環境都市として再生させるプロジェクトを進めていた行政府は、この計画に賛同して公園歩道橋として保存することを決定しました。ミシシッピ河沿いに水族館なども建設されて環境都市チャタヌーガのウォーターフロントと位置付けられ、様々なイベントが行われる地域となり第一回ゼロエミッション国際会議もここで開かれました。

ウォルナットストリートブリッジ基金は、コミュニティグループのチャタヌーガベンチャーが、橋の修復に向けて市が使用する資金を受け取るために開始されました。キャンペーンが終了すると、残りの資金は橋の追加改善に使われました。これらの資金は、損傷、破壊、または盗まれた橋銘板の交換につながりました。オリジナルのプラークは、すべての公園と公共スペースの利用を最も多くの人々に拡大するための機能強化、改善、プログラミングに取り組む組織であるパークス財団に改名されました。

### 橋の付近で行われるイベント

ワイン・オーバー・ウォーター1994年に始まりました。世界中から150以上のワインが味わわれています。地域のミュージシャンやバンドがジャズやクラシックブルーグラスを演奏しに来ます。夏には、カントリーミュージックやロックバンドが街のために演奏するリバーバンドフェスティバルが開催されます。祭りの最後の夜、は花火大会があります。橋からは下の川に落ちる花火の明るい滝を見物する人達で賑わいます。アイアンマンは、世界中で年間を通して予定されているイベントで世界的に有名なトライアスロンでウォルナットストリートブリッジ付近で行われます。チャタヌーガは2014年、2015年にアイアンマンを主催し、2017年にはアイアンマン世界選手権を開催しました。

# リヒテンシュタイン設計事務所

## A.G.Lichtenstein & Associates, Inc.

- 米国では「荒廃するアメリカ」で知られるように1970年代から橋梁の老朽化が顕在化し、リハビリテーション技術の研究開発も早くから手掛けられていた。
- A.G.Lichtenstein博士はこの分野の先駆者で博士が開設した設計事務所は様々な技術基準の整備をあたった。
- 橋梁検査マニュアルの整備にも尽力し、AASHTOの点検要領はリヒテンシュタイン設計事務所の手によって作成されている。この時、検査を「On hands」で行う事が推奨され、以後の検査マニュアルのベースとなった。

1994年米国ニュージャージー州の本社を訪問し、鋼構造担当PE.のJ.Pullaro氏に技術協力を依頼する。



Founded in 1963, Lichtenstein Consulting Engineers, Inc. (formerly A.G. Lichtenstein & Associates, Inc.) provides complete services on transportation projects from each of its offices. Lichtenstein has been ranked in the Engineering News Record listing of the top 500 Design Firms for the last 12 years, and was recently ranked number eight of all firms in the nation specializing in bridges. The firm presently maintains a permanent diversified experienced staff of over 200, including more than 70 licensed professional engineers.

**Historic Structures**



**Highways**

**Bridges**



**Codes &  
Standards**



**Construction**



**Rail  
Transit**

# Manuals for Bridge Maintenance

The **Lichtenstein** firm has authored several industry standards

- the AASHTO *Manual for Condition Evaluation of Bridges*
- the *Manual for Inspection,*
- *the Evaluation and Maintenance of Movable Bridges*
- the *Manual for Load Rating Through Nondestructive Load Testing,*

all products of TRB/NCHRP sponsored research programs.

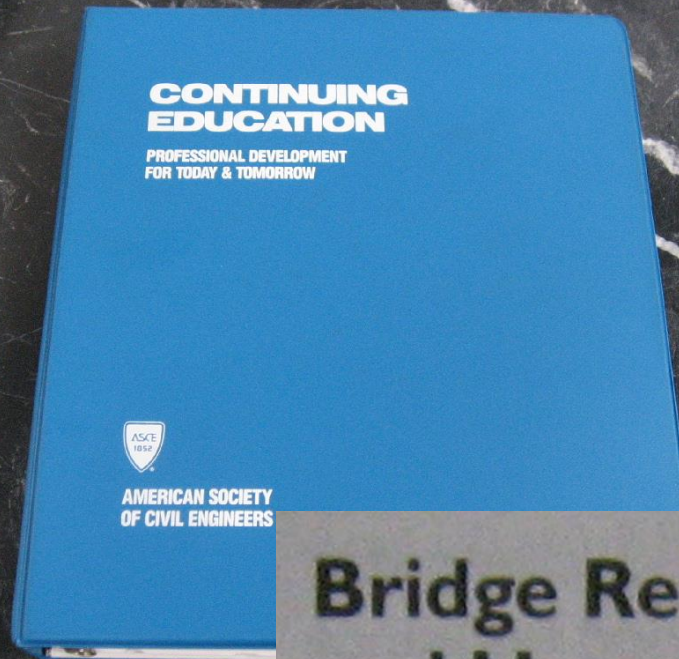
TRB/NCHRP : Transportation Research Board /The National Cooperative  
Highway Research Program

# Bridge Inspector



# Bridge Inspection Team Leader

- General Qualifications - Inspection Team Leader with **5-10 years experience** in inspection and rating of highway and railroad bridges. Inspection of other structures, including sign structures, walls, marine structures, etc. desirable. **Engineering degree required, PE license strongly preferred. Excellent computer and communications skills required.** Responsibilities include development of all aspects of inspection program, including scheduling, traffic control, access, etc., team supervision and training, and analysis and preparation of ratings and reports.



1995年9月22～23日  
Pullaro技師に誘われて、  
橋梁リハビリ研修を米国  
Las Vegas にて受講

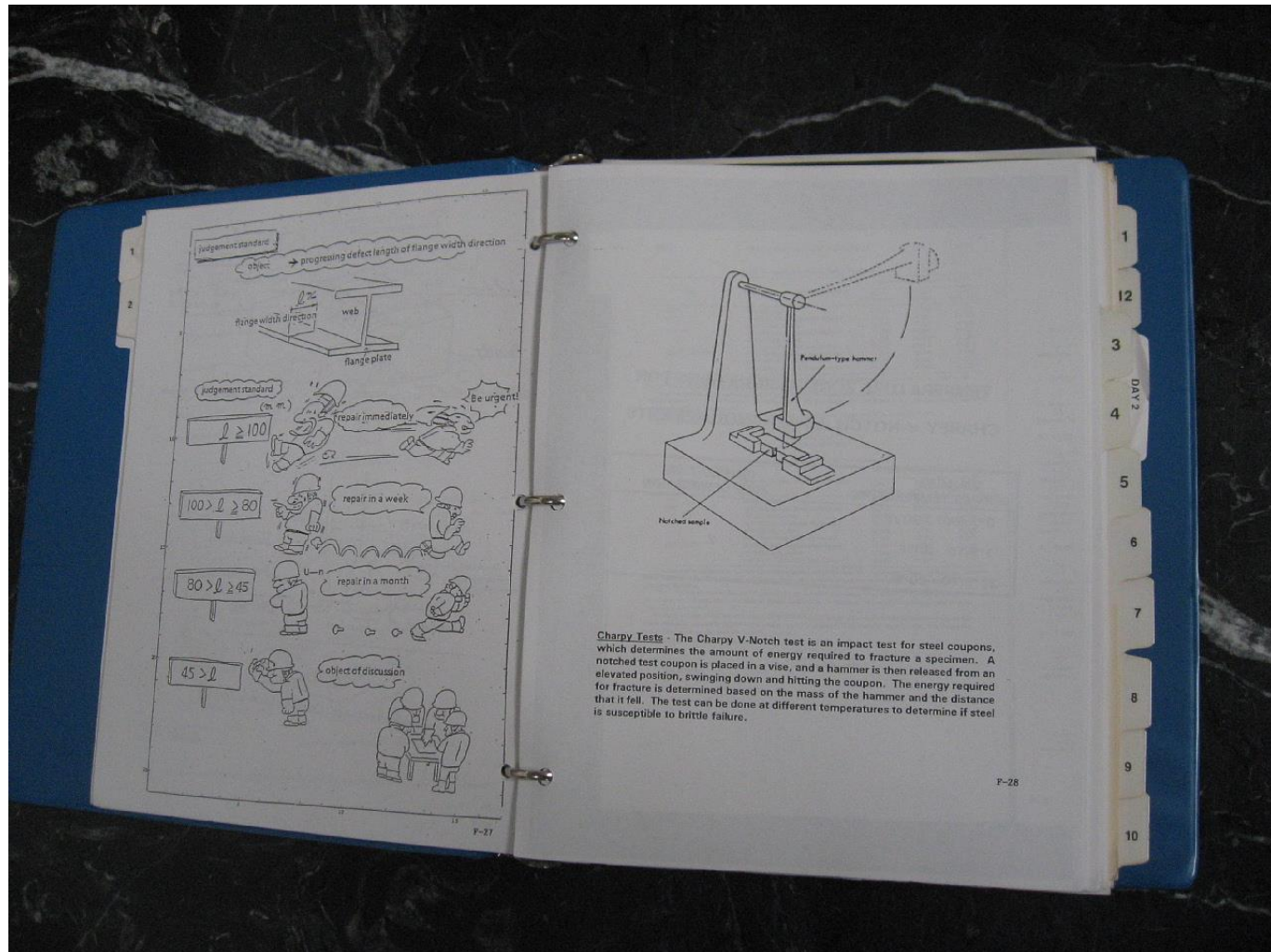
## **Bridge Rehabilitation: Evaluation and Upgrading**

Learn the latest methods of inspecting, rating, repairing and upgrading highway bridges and techniques for testing and evaluating materials. Review latest AASHTO, DOT and FHWA requirements for inspection and rating. Two days. \$595 Member/\$695 Non-Member. 1.4 CEUs.

**Sept. 22-23**

**Las Vegas, NV**

# 基礎的な解説からCASE STUDY まで 含んだ実務者向けの講習内容



# BRIDGE REHABILITATION: EVALUATION AND UPGRADING

2日間講習の  
コンテンツで  
す

## TABLE OF CONTENTS

|        |                                                    |
|--------|----------------------------------------------------|
| TAB 1  | INSPECTION                                         |
| TAB 2  | FATIGUE AND FRACTURE                               |
| TAB 3  | CASE STUDY: FATIGUE REPAIR                         |
| TAB 4  | STRUCTURAL STEEL REPAIR                            |
| TAB 5  | CASE STUDIES: STRUCTURAL STEEL REPAIRS             |
| TAB 6  | STEEL TRUSS REPAIR                                 |
| TAB 7  | CONCRETE SUPERSTRUCTURES AND<br>SUBSTRUCTURES      |
| TAB 8  | TIMBER SUPERSTRUCTURES AND SUBSTRUCTURES           |
| TAB 9  | MASONRY SUPERSTRUCTURES AND<br>SUBSTRUCTURES       |
| TAB 10 | STEEL SUBSTRUCTURES                                |
| TAB 11 | LOAD RATING CALCULATIONS                           |
| TAB 12 | REPAIR AND UPGRADING PRESTRESSED CONCRETE<br>BEAM  |
| TAB 13 | BRIDGE RATING THRU NON DESTRUCTIVE LOAD<br>TESTING |
| TAB 14 | CASE STUDY: SUSPENSION BRIDGE                      |
| TAB 15 | CASE STUDY: CONCRETE TIED ARCH                     |

## ACOUSTIC EMISSION

TAB1

Inspection には  
A/Eまで含んでい  
ます

- A/E PRODUCED BY SUDDEN RELEASE OF STORED ELASTIC ENERGY DUE TO GROWTH OF CRACK
- ENERGY CAN BE DETECTED BY ONE OR MORE SENSITIVE TRANSDUCERS
- CAN MONITOR A BRIDGE SUBJECTED ONLY TO TRAFFIC LOADING
- CAN DETERMINE IF CRACK IS ACTIVELY GROWING
- STRESS WAVES FROM SOURCES OTHER THAN DEFECTS MUST BE FILTERED OUT
- ACOUSTIC CRACK RATE DEPENDENT ON VALUE OF  $\Delta K$

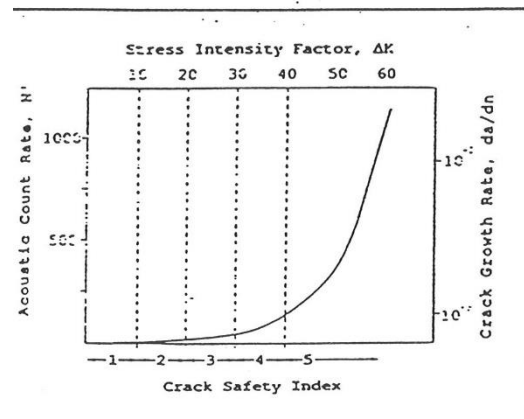


TABLE 1 - Fatigue-Crack Characterization for Bridge Steels

| Range of $\Delta K$     | Crack Safety Index | Crack Description |
|-------------------------|--------------------|-------------------|
| $0 < \Delta K < 10$     | 1                  | Minor defect      |
| $10 \leq \Delta K < 20$ | 2                  | Slow crack growth |
| $20 \leq \Delta K < 30$ | 3                  | Requires repair   |
| $30 \leq \Delta K < 40$ | 4                  | Dangerous         |
| $40 \leq \Delta K$      | 5                  | Imminent failure  |

A/Eにより損傷を検出するのは困難なんでしょう。使用例には入っていませんでした。

# CAPABILITY OF NONDESTRUCTIVE EXAMINATION TECHNIQUES FOR DETECTING DEFECTS IN STEEL STRUCTURES IN FIELD USE

| Technique                |            | Capability of Defect Detection <sup>a</sup> |                       |                 |                |                |                            |           |                  |            |                |
|--------------------------|------------|---------------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------------|-----------|------------------|------------|----------------|
|                          |            | Minute Surface Cracks                       | Deeper Surface Cracks | Internal Cracks | Fatigue Cracks | Internal Voids | Porosity and Slag in Welds | Thickness | Stress Corrosion | Blistering | Corrosion Pits |
| Radiation                |            | N                                           | F <sup>b</sup>        | F <sup>b</sup>  | P              | G              | G                          | F         | F                | P          | G              |
| Magnetic Particle (A.C.) | Wet<br>Dry | G<br>F                                      | G<br>G                | N<br>N          | G<br>G         | N<br>N         | N<br>N                     | N<br>N    | G<br>F           | N<br>N     | N<br>P         |
| Eddy Current             |            | F                                           | G                     | N               | N              | N              | P                          | P         | N                | N          | N              |
| Dye Penetrants           |            | F                                           | G                     | N               | G              | N              | N                          | N         | G                | N          | F              |
| Ultrasonics <sup>c</sup> |            | P                                           | G                     | G               | G              | G              | F                          | G         | F                | F          | P              |

<sup>a</sup>G = good; F = fair; P = poor; N = not suitable.

<sup>b</sup>If beam is parallel to cracks.

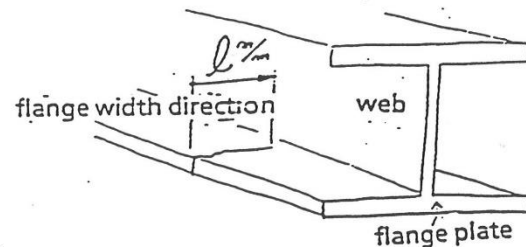
<sup>c</sup>Capability varies with equipment and operating mode.

## TAB2

Fatigue and Fractureでは  
鋼橋で亀裂を発見した時  
の対応は亀裂長さによっ  
て4段階に区分していま  
した。

judgement standard

object → progressing defect length of flange width direction



judgement standard

(mm)

$l \geq 100$

repair immediately

Be urgent

$100 > l \geq 80$

repair in a week

$80 > l \geq 45$

repair in a month

$45 > l$

object of discussion

鋼橋で亀裂を発見した時  
脆性破壊を防止する対  
応は3種類。

多荷重経路構造物として  
リダンダンシーを増す

疲労亀裂の進展を止め  
るクラック・アレスターを  
設ける

道路規格を下げる

## **DESIGN METHODS MINIMIZE SUSCEPTIBILITY OF BRITTLE FRACTURE**

- **MULTIPLE LOAD PATH**
- **CRACK ARRESTERS**
- **SLOW LOADING RATE**

# RETROFIT METHODS

NOTATION NOT SHOWN, SEE SPECIAL P.  
PLATE WELDS."

## GRINDING

WELD CRACKS

LIMITED TO 1/8" DEPTH

## PEENING

SINGLE POINT

SHOT

COLD WORKS SURFACE - ADDS SURFACE COMPRESSIVE STRESS

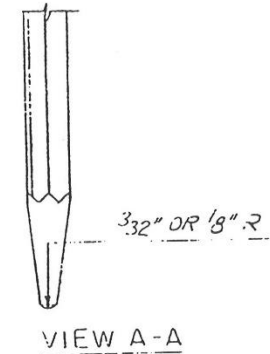
## TIG REMELTING - GAS TUNGSTEN ARC

REMELT WELDS TO ELIMINATE FLAWS

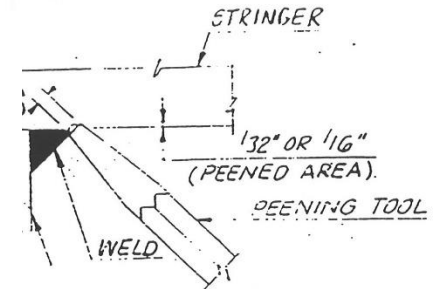
## DRILLING HOLES

0.5" TO 1.0" DIAMETER

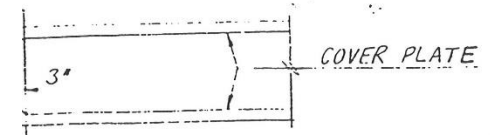
## REPLACE RIVETS WITH HS BOLTS



G TOOL  
N. S.



AT A PEENED WELD TOE  
N. T. S.



# TAB3

Case study では疲労亀裂の  
具体的な補修方向を説明

## CASE STUDY

## FATIGUE REPAIR

## ROUTE 295 BRIDGE, RHODE ISLAND

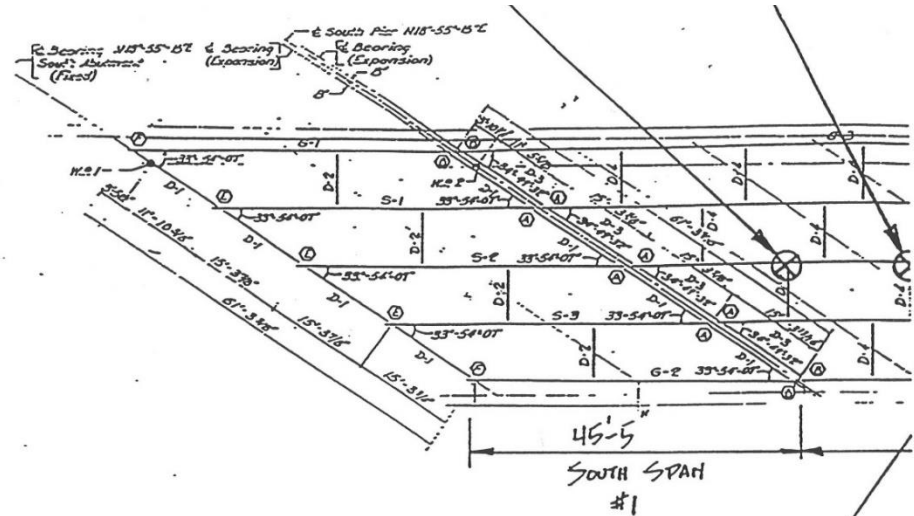
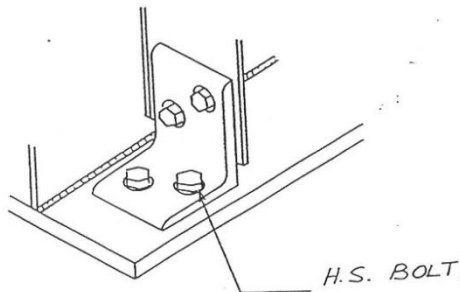
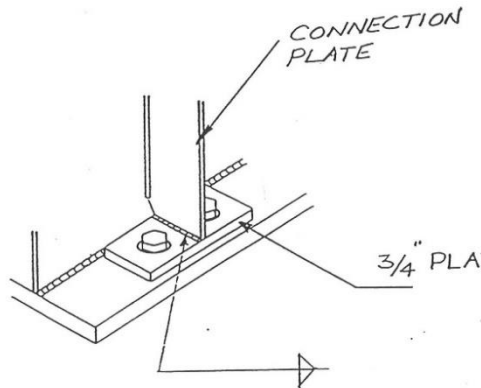
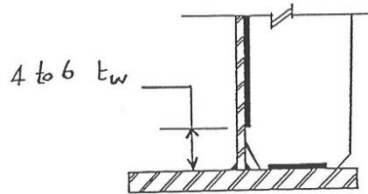
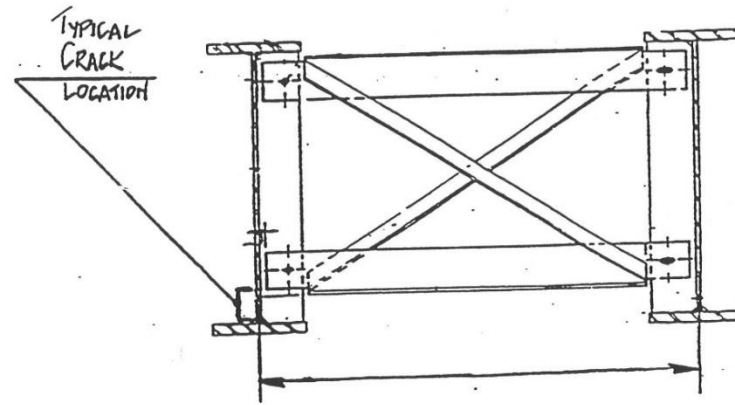


PHOTO 3



SEC A-A

# ASCE認定の終了証明書





1996年6月3日 橋梁資料室に伊藤文庫を開設。(伊藤先生の研究資料)



関 護雄  
京都大学工学博士  
材料力学専攻

並木 宏徳  
京都大学工学博士  
材料力学専攻



山本俊二  
京都大学工学博士冶金工学  
専攻

1997年、米国での研修会を参考にして、この当時会社に在籍していた三人の博士を講師として橋梁リハビリテーション技術研修会を始める。当時こうした研修会が少なかったので、外部の講師にもお願いして幅広い分野をカバーすることになった。

第1回1997年4月～第21回1998年12月までの技術研修会資料を資料集としてまとめた。  
これは京橋工業創業50周年記念事業として行ったものである。

橋梁リハビリテーション技術研修会  
資 料 集

1999

京 橋 工 業 株 式 会 社

# 技術研修会資料目次

## 上巻 目次

|                                                            |                     |        |
|------------------------------------------------------------|---------------------|--------|
| 序 .....                                                    | 成岡 昌夫               |        |
| はじめに .....                                                 | 並木 宏徳               |        |
| 第1回 火災を受けた鋼製橋梁の強度評価<br>平成9年4月9日(水)                         | 山本 俊二 .....         | 1-1ページ |
| 第2回 衝突事故で変形した鋼橋桁の強度評価と補修工法<br>平成9年5月14日(水)                 | 並木 宏徳 .....         | 2-1    |
| 第3回 橋梁リハビリテーション技術の歴史<br>平成9年6月11日(水)                       | 関 護雄 .....          | 3-1    |
| 第4回 橋梁の腐食メカニズムとその対策<br>平成9年7月9日(水)                         | 山本 俊二 .....         | 4-1    |
| 第5回 落橋防止工設置方法と施工例<br>平成9年8月6日(水)                           | 並木 宏徳 .....         | 5-1    |
| 第6回 コンクリート構造物の調査<br>平成9年9月10日(水) ｼｮｯﾌﾟﾝﾄﾞ建設大阪支店技術部長        | 藤田 幸朗 .....         | 6-1    |
| 第7回 鋼橋補修溶接における問題点と施工管理<br>平成9年10月8日(水)                     | 山本 俊二 .....         | 7-1    |
| 第8回 J Rにおける土木構造物の維持管理について<br>平成9年11月12日(水) JR西日本構造物検査センター長 | 藤原幹男 .....          | 8-1    |
| 第9回 橋梁に用いられる杓の種類・機能と損傷例<br>平成9年12月10日(水)                   | 並木 宏徳 .....         | 9-1    |
| 第10回 特殊防食技術<br>平成10年1月14日(水) (株)ｶｰﾎｰﾅｯｸ 事業推進部課長            | 小熊 文雄 .....         | 10-1   |
| 第11回 現場施工(後施工)アンカーの設計施工<br>平成10年2月18日(水)                   | 山本 俊二 .....         | 11-1   |
| 第12回 構造物維持管理データベース構築について<br>平成10年3月11日(水) 昭和工事(株)情報技術部 部長  | 吉原 信義 .....         | 12-1   |
| 第13回 歴史的橋梁の保存<br>平成10年4月8日(水)                              | 成岡昌夫／関護雄／並木宏徳 ..... | 13-1   |

## 下巻 目次

|                                                             |                       |      |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|------|
| 第14回 橋脚の耐震補強工法<br>平成10年5月13日(水) JR西日本コンサルタンツ 部長             | 北後征雄 .....            | 14-1 |
| 第15回 溶接工程から見た溶接構造物の品質管理<br>平成10年6月10日(水)                    | 山本 俊二 .....           | 15-1 |
| 第16回 鉄筋コンクリート構造物に関する補修工法の現状<br>平成10年7月8日(水) JR西日本コンサルタンツ 部長 | 北後征雄 .....            | 16-1 |
| 第17回 橋梁のヘルスマニタリング<br>平成10年8月5日(水)                           | 名古屋大学名誉教授 成岡 昌夫 ..... | 17-1 |
| 第18回 コンクリート構造物の変状例<br>平成10年9月9日(水) JR西日本コンサルタンツ 部長          | 北後征雄 .....            | 18-1 |
| 第19回 疲労き裂発生・成長の微視的過程と疲労損傷した橋梁の補修補強について<br>平成10年10月14日(水)    | 山本 俊二 .....           | 19-1 |
| 第20回 鋼鉄道橋の健全度評価手法<br>平成10年11月11日(水) JR西日本コンサルタンツ 次長         | 矢島秀治 .....            | 20-1 |
| 第21回 橋梁支承部の補修<br>平成10年12月9日(水)                              | 並木 宏徳 .....           | 21-1 |

橋梁リハビリテーション技術研修会は京橋工業(株)が主催する私的な研修会であった。  
この頃から橋梁維持管理技術の重要性が一般にも認識されるようになったので、平成15(2003)年  
から関西大学坂野教授のご指導による鋼橋マネジメント研究会に引き継いでいただいた。

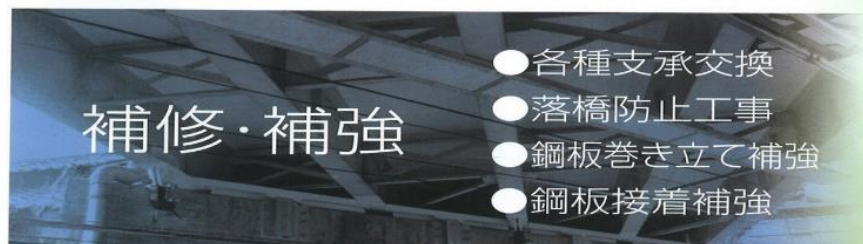
# 現在

## 京橋ブリッジ株式会社

所在地  
大阪市城東区嶋野西2-2-21  
Tel 06-6961-6173  
代表取締役 並木宏徳

通常、鋼橋の維持管理においてはオーナーが検査会社に検査業務を発注し、その結果を受けて設計コンサルタントが補修・補強設計、場合によっては積算までを行い、工事請負入札の結果施工会社を決定するという分業体制が整備されています。

京橋ブリッジは主要顧客が鉄道会社であるので、公共工事と異なり経済性を優先できる、これらの業務を一括した形態で安定的に受注することができました。その結果、継続的な研究・開発が可能となりました。



# 研究開発

2019年4月～2022年3月

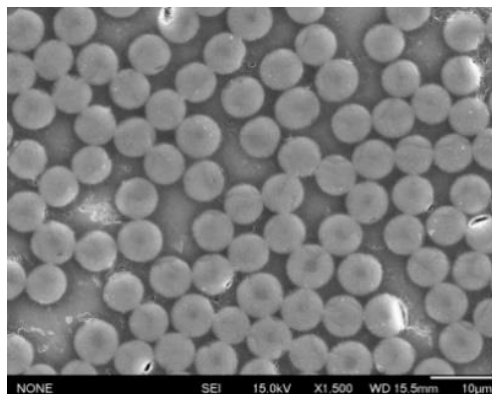
経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業

「リサイクル炭素繊維を活用した高剛性CFRP

遠心抄造法及び CFRP補修工法の研究開発」



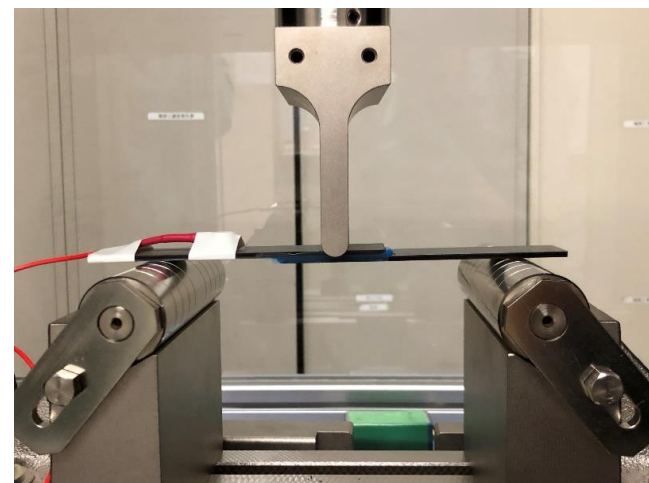
ワメンテクノ社  
遠心抄造装置



公益財団法人  
応用科学研究所による分析



関西大学による  
CFRP補強鋼桁  
の疲労試験  
(坂野教授・石  
川准教授の研究  
室)



京橋ブリッジに於いての接着層の  
アコースティック・エミッション計測

# 研究開発 京橋ブリッジが開発した橋梁補修用沓

中小スパンの鉄道橋にしばしば用いられている鑄鉄製の線支承は経年劣化が激しく、これに代わる耐久性の高い沓が市場にないため開発したもの。金属製の沓の寿命は累積滑り長さで数Km程度しかないことが背景にある。

鉄道橋では支承に活荷重による橋軸方向の微小な変位繰り返しが作用し、とりわけ活荷重による変位繰り返しが多い中小スパンの橋梁では沓に作用する累積滑り長

さが温度変化に起因するその10倍以上となるケースが多いため損傷が激しい。

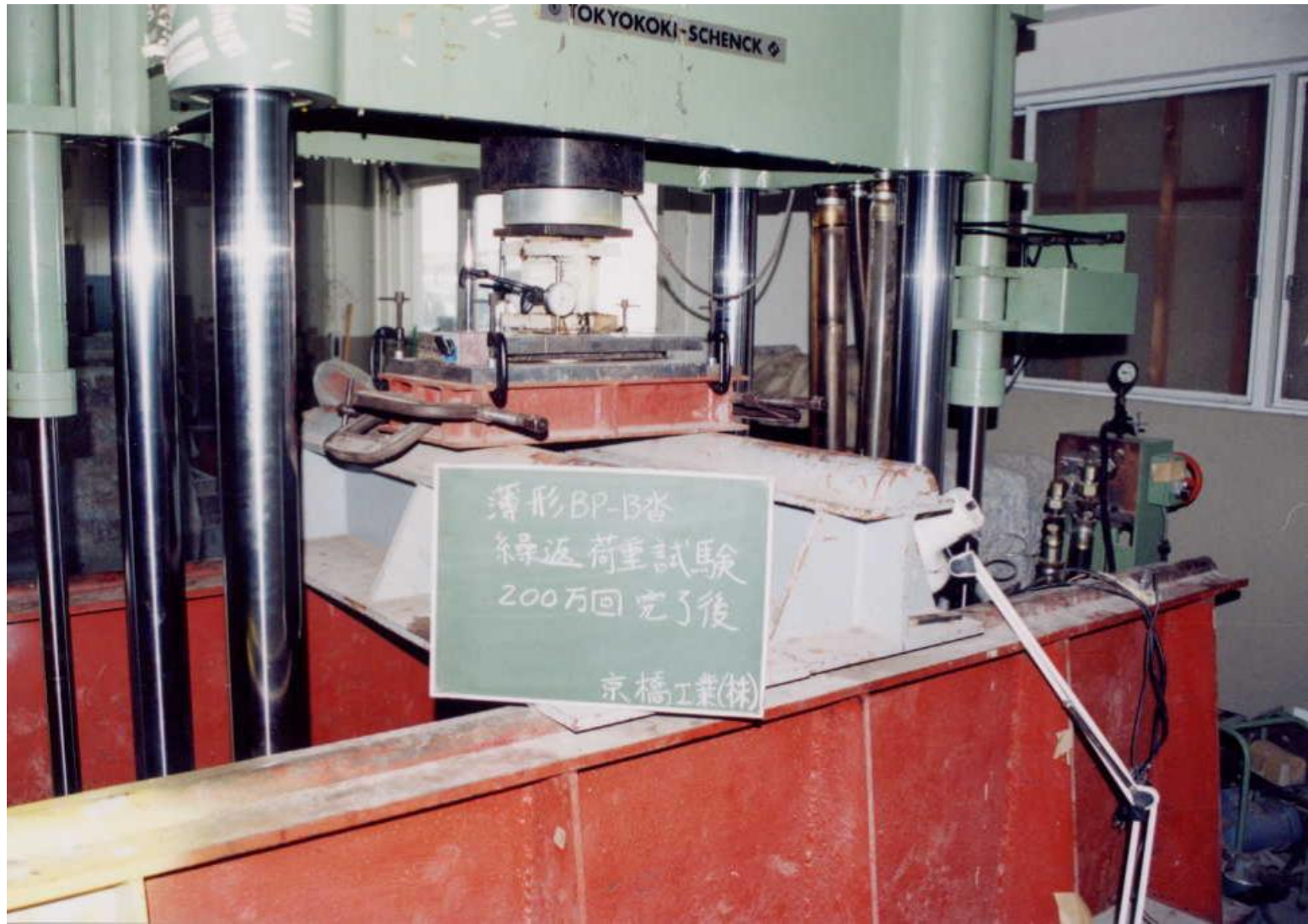
この沓は微小変位の繰り返しに対して高い耐久性を有することが実証されている。

## 薄型BPP沓



# 薄型BPB沓の耐久試験

200万回の繰り返し荷重試験を関西大学坂野研究室にて実施していただきました。(列車本数が多い路線では10年前後に相当)



# 鉄道橋の薄型BPB沓に取り替えた工事例



薄型BPB沓は沓高さが小さく、鑄物製線  
支承の高さ程度に収まります。  
現場寸法に合わせた一品生産品にもか  
かわらず市販材料の組み合わせなので短  
納期です。

鉛直負荷に対する剛性が高く、小さな回  
転・水平変位の繰り返しにはゴムの変形  
により追従する。そのため摩耗が殆ど無く  
供用寿命が長い特徴があり、中小スパン  
鉄道橋に適した沓です。



# 未来

## いくつかのエピソードから未来を占う

橋梁建設会社 鋼橋の建設を担ってきた業界の未来  
日本より数十年先行している米国の状況から

橋梁管理者 イタリアのモランディ橋の落橋事故  
維持管理を民間委託したためにこのような事故が起きた？

橋梁検査技術者 ミネアポリス I-35W トラス橋の落橋事故  
老朽化対策工事中の落橋事故はなぜ防げなかったのか？

研究者、技術者 福島原発事故は他山の石  
事故を防げなかった技術者の責任を問うべきか？

# 日本より数十年先行している米国の状況から

## サウスランドホールディングス、アメリカン・ブリッジ・カンパニーを買収

テキサス州グレープバインに本拠を置くサウスランド・ホールディングスLLCは、ジョンソン・ブラザーズ・コーポレーション、アメリカン・ブリッジ・カンパニー、オスカー・レンダ・コンティスリング、サウスランド・コンティスティング、モグラ・コンストラクターズ、ヘリテージ・マテリアルズの親会社です。これらの6つの子会社の能力を組み合わせることで、サウスランドはインフラ建設分野で最大かつ最も多様な業界リーダーの1つとなっています。

当社グループは、輸送、トンネル、重い土木、橋梁、輸送施設、代替配達、エンジニアリング市場にサービスを提供しています。

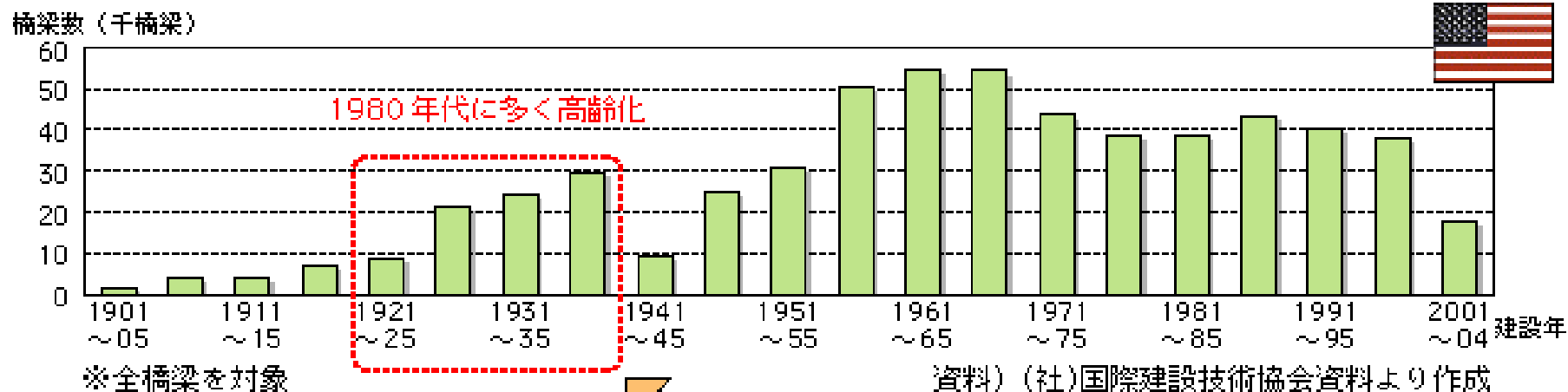
**サウスランドホールディングス LLCは2020年10月1日、アメリカンブリッジカンパニーの買収を発表しました。**この買収は、トンネル、パイプライン、高速道路、橋、海洋建設を含むサウスランドホールディングスの多様なポートフォリオを補完します。サウスランドホールディングスファミリーは、60カ国で50,000以上のプロジェクトを実行してきました。サウスランド・ホールディングスは30年間の外国所有の後、アメリカンブリッジを米国所有の会社にもどしました。

アメリカンブリッジの追加により、サウスランドホールディングスは60カ国で経験を積んだ家族経営の組織として継続し、契約に基づく年間収入は \$1.5B\$（その内 American Bridge 0.19B\$）、contract \$8.4Bです。サウスランド・ホールディングスの詳細については、[www.southlandholdings.com](http://www.southlandholdings.com)を参照してください。

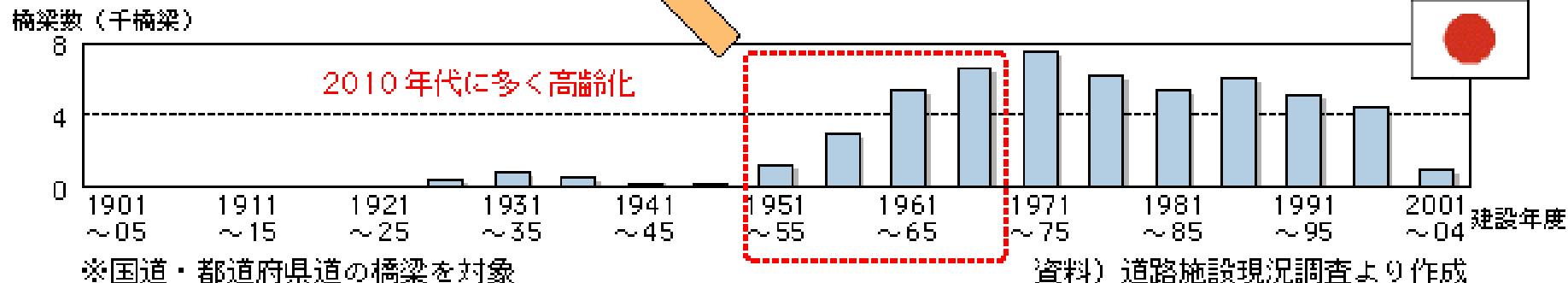
# 日米における橋の建設年代

日米の橋梁の建設年の比較

## 【米国の橋梁の建設年】



## 【日本の橋梁の建設年】



# 米国の橋梁を建設してきたアメリカン ブリッジ カンパニーについて

ペンシルベニア州コラオポリスに拠点を置くアメリカンブリッジカンパニーは、**20世紀初頭のアメリカの産業ルネッサンスの時代にJPモルガンが28の橋梁会社と鋼構造会社を合併して1900年に設立されました。それ以来アメリカンブリッジ社は、世界中で記録的な長スパン橋梁の建設と優れたエンジニアリング技術を通じて豊かな遺産を築いてきました。**

明治時代(1902年-1910年頃) 3人の日本人が、アメリカン・ブリッジ社で学んでいる。

樺島正義 - 日本で初めての橋梁コンサルタント。

関場茂樹 - 自身の事務所を開設、のちに松尾橋梁に迎えられ、澱川橋梁などを設計した。

増田淳 - 関東大震災後の復興計画に携わり、白鬚橋や吉野川橋など約80橋を設計した。

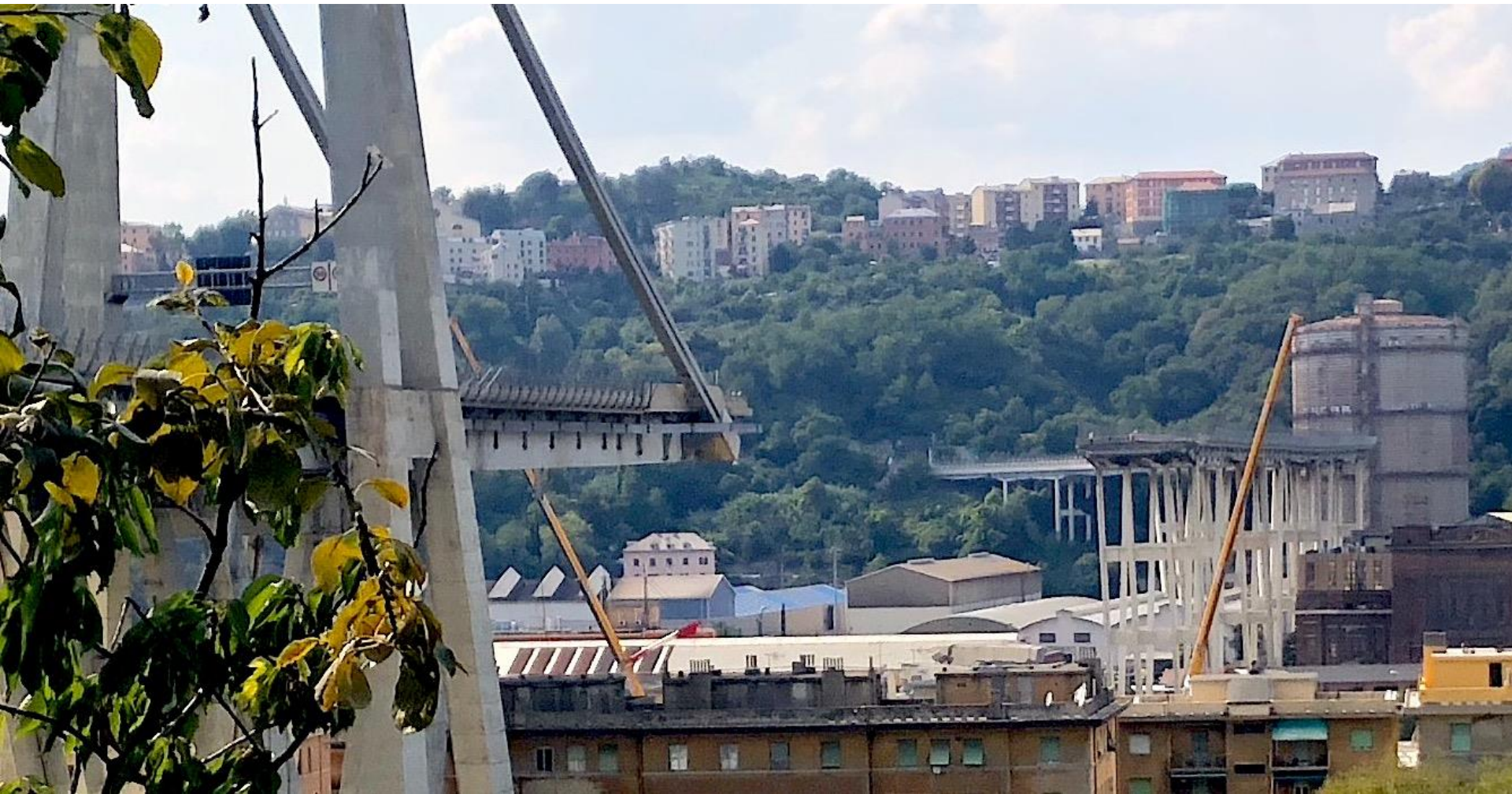
1990年代には高層ビル建設市場が冷え込む中で収入が3000万ドル程度にまで落ち込みファンドに買収され、1993年新しいCEOのもとで改革を図る。橋の修繕、海洋事業、コンクリート建築物などに参入することで企業の力を回復し、2007年の収入は4億3540万ドル(0.43 B\$)を記録した。しかしその後業績は再び低迷する中で2020年10月1日 サウスランドホールディングスの傘下に入った。

鋼橋の維持管理の市場は更に小さい。維持管理技術を保持できる企業の存続は可能なのか？ 更に研究開発ができるような企業は存続できるのだろうか？

企業存続さえが危ぶまれる中で、研究開発に携わる高級技術者は必要とされるのだろうか？

# イタリア ジェノバのモランディ橋の落橋

2018年8月14日午前11時30分頃激しい雷雨の中、西側の主塔を中心として210メートル(690フィート)に渡り崩れた。橋の下にはポルチェヴェーラ川(イタリア語版)が流れサンピエールダレーナ(イタリア語版)の工業地域がある。落雷により橋が崩れたとする証言がある。30台から35台の自動車と3台のトラックが崩落に巻き込まれ、38人が亡くなったと報じられている





イタリア政府では、民間企業が保有する高速道路の運営管理権を剥奪するかどうかの議論が2019年末から活発化している。焦点となっているのは、イタリア最大の高速道路運営管理会社である「アウトストラーデ・ペルリタリア(Aspi)」社。

発端は2018年8月14日に発生し、43人の犠牲者を出した北部リグーリア州ジェノヴァの高架橋落下事故だった。Aspiによる高速道路のずさんな点検・管理体制が浮き彫りとなった。以来、Aspi株の88%を保有する民間企業「アトランティア」社の運営管理権を剥奪すべきとの声が、政府内・国民双方から高まっていた。そのアトランティア社を、持株会社をはさんで実質的にコントロールしているのは、「エディツィオーネ」社である。エディツィオーネ社は、アパレル企業ベネトンの創業一族による持ち株会社。1965年に4人きょうだいによるニットウェア製造企業から出発したベネトン家にとって、1999年の高速道路ビジネスへ参入は、浮沈の激しいファッション事業の傍らで、安定した収益を生む貴重な財源であった。

現在イタリア政府内で最も積極的にアトランティア社からの剥奪を叫んでいるのは、外務大臣で、連立政権を支える「五つ星運動」の党首でもあるルイーギ・ディ・マイオ氏である。ジュゼッペ・コンテ首相は、目下アトランティア社からの剥奪は、反対こそ示していないものの慎重に議論すべきとの姿勢だ。いっぽう、マッテオ・レンツィ元首相が党首を務める野党「元気なイタリア」は、アトランティア社の責任を曖昧にするとの理由で、運営管理権の剥奪に反対の立場をとる。

# ASPI と IBM、社会インフラをリアルタイム監視・管理するIoTソリューションを発表

2020年、イタリアの高速道路(アウトストラダ)を管理運営する民間企業アウトストラダ・イタリア(ASPI)は、橋、道路、トンネルなどのインフラストラクチャをリアルタイムに監視し、ライフサイクル全体を通じて管理するIoTソリューションを、IBM Maximoを基に開発しました。

この新しいデジタルプラットフォームは、検査、構造モニタリング、および管理アクティビティを統合して、人びとの生活を支える社会インフラの継続的なモニタリングを可能とするものです。

検査を行う技術者は、システムから送られてくる検査対象に関する情報と洞察をモバイル機器で確認することができます。そして管理者には、いつどのように保守作業を行うべきか判断するための、プロジェクトデータへのアクセスを提供します。

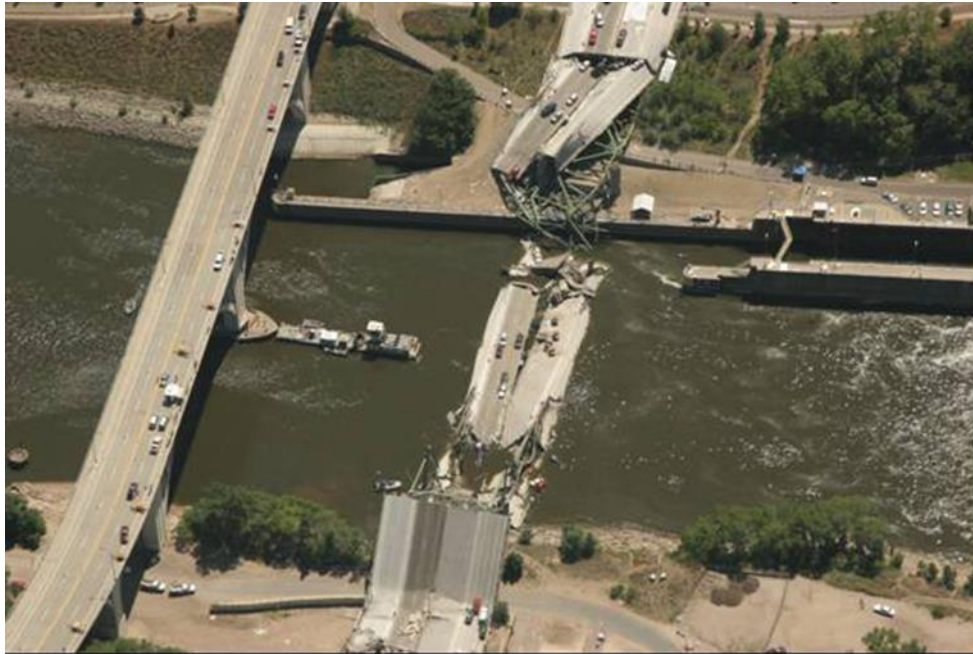
そしてこれらの必要作業への承認が適切に付与されているか、作業が正しく完了しているかを追跡する、自動ワークフロー・プロセスもセットアップ可能です。



検査や維持管理技術を高度化し最新技術を導入することは大切である。

しかし、それによって事故は防止できるのか？

## 米国ミネアポリス I-35W トラス橋の落橋事故



2007 年8 月1 日水曜日の午後6 時05 分（夏時間）頃、ミネソタ州のミネアポリス市のミシシッピ川に架かる橋長1,907 フィートのI-35W 高速道路橋（8-車線）で、中央径間の上路トラス部に、破滅的な損傷が発生した。この損傷により、上路トラスの1,000 フィートが破壊し、主径間のおよそ456 フィートは、幅108 フィート、深さ15 フィートのミシシッピ川に崩れ落ちた。崩壊した橋梁上には、合計111 台の車両がふくまれており、このうち、17 台は河川から回収された。橋梁崩壊の結果、死亡者は13 人、負傷者は145 人であった。

# I-35W落橋の原因

本委員会では、I-35W 橋の倒壊原因が設計会社（スベードルupp・パーセル社）の設計ミスに起因する節点U10 のガセットプレートの耐力不足であったと断定した。また、崩壊は、  
（1）これまでに実施された改修工事による橋梁自重の増加（2）崩壊当日の通行車両と集中配置された工事用荷重が、重なることで発生したもの断定した。



老朽化した橋梁を検査するのは検査員であり、その結果を橋梁技術者が判断し、リハビリ計画を策定する。そのリハビリ工事中に落橋したのである。この写真を見て危険であることを警告できる検査員、橋梁技術者が居なかった結果、大勢の犠牲者を出す落橋事故になってしまった。

鋼橋の維持管理に必要な知識は膨大であり、鋼橋設計・製作技術者の育成さえ困難となってきた現在の社会に橋梁リハビリの名医を養成する余裕があるのだろうか？

この研究会がそうした人材を育成することができる組織としなければならないのだが……

福島第1原発の建設計画は地震や津波の知識が乏しかった1960年代に決まった。1960年のチリ地震津波を考慮して津波の高さを約3・1mと想定した。

1号機の建設で高さ約35mの台地を約25m削って海拔10mの敷地を造り、敷地を14m掘り下げた海拔マイナス4mの地下に原子炉を置いた。地下の頑丈な岩盤に基礎を造り、原子炉の冷却用の海水をくみ上げることなどを考えた結果だったが、敷地が低いほど津波には弱くなる。港湾からのアクセスを考えて海沿いの敷地は一段低い4mの高さとし、海水を取り込むポンプを置いた。高さ10mの敷地には原子炉建屋が造られ、その海側に隣接して発電機を格納する「タービン建屋」を置いた。外部からの送電が止まった停電時に用いる非常用発電機はタービン建屋の地下に設置した。発電機は重く、その方が構造上安定するからだった。

東北電力女川原発(宮城県)が建設時に敷地を約15mへとかさ上げしたのとは対照的だ。江戸時代以降に再三、大津波が来た宮城や岩手に比べて、来なかった福島では津波への危機感は少なかったからだ。

## 「契りきな かたみに袖をしぼりつつ 末の松山波こさじとは」



宮城県仙台市の東の多賀城市に「百人一首」で清原元輔が歌ったと伝えられるこの歌の石碑がある。古来から869年の貞観地震・津波を歌ったのではないかと伝承されていたが、今回の震災の津波もその直前で止まった。東北電力が多賀城市の東に位置する女川原発の立地を検討した際、担当重役がこの句を引いて津波の恐れがあるので嵩上げすることを主張したと伝えられている。

# 福島原発事故調査した大前研一 天災ではなく人災と結論づける

しかし、事故を起こした福島第一原発1～4号機と同じ大津波に襲われながら、福島第一原発5、6号機、福島第二原発、女川原発、東海第二原発は事故にならなかった。ということは、大津波は事故のきっかけにすぎず、メルtdownに至った直接の原因は他にあることになる。

たとえば福島第一原発5・6号機の場合、1～4号機と同様に地震で変電所が壊れて外部交流電源を喪失したが、幸運にも6号機の非常用ディーゼル発電機が1台だけ動いたおかげで5号機にも電力を融通して冷却を行ない、2機とも冷温停止まで持っていくことができた。

一方、1～4号機は非常用ディーゼル発電機がすべてタービン建屋の地下1階に設置されていたため水没し、冷却用の海水を汲み上げるポンプも常用電源のポンプと同じく海側に並んでいたため津波によって壊滅した。外部電源を取り込むための電源盤も水没し、電源車を接続することができなかった。

ということは、非常用電源の冷却用ポンプが常用電源の冷却ポンプの隣に並んでいる「設計思想」そのものがおかしいのではないか、という疑問が出てきた。“たまたま設計時になかった設備”が、生き残った原子炉ではカギとなっていたからだ。そこで原子力安全委員会の「設計指針」を読み直してみたら、なんと、こんなことが書いてあった。

「長期間にわたる全交流動力電源喪失は、送電線の復旧または非常用交流電源設備の修復が期待できるので考慮する必要はない」

つまり、福島第一原発事故は大地震・大津波による「天災」ではなく、誤った設計思想による「人災」だったのだ。なぜ原子力安全委員会がこんなバカげた文章を入れたのかわからないが、その担当者を明確にして、きちんと責任を取ってもらわねばならない。

現在まで技術者の責任は問われていないが……

Fin