

「大阪市の市電事業で建設された橋梁図面の  
評価・活用研究会」報告会  
平成30年11月1日、大阪市立大学文化交流センター

# 大阪市電の橋に関する 図面等調査の意義

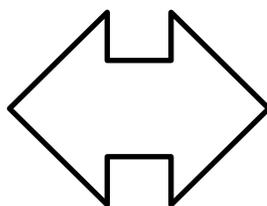
～大阪市電建設の時代と  
その図面等の史料的价值～

五十畑 弘

# 話の順序

大阪市電の橋  
が建設された  
時代背景

当時の橋梁技  
術の状況



今回の  
調査結果

図面・計算書等  
の史料性

# 大阪市電路線

# 大阪市路面電車案内図 (昭和32年)

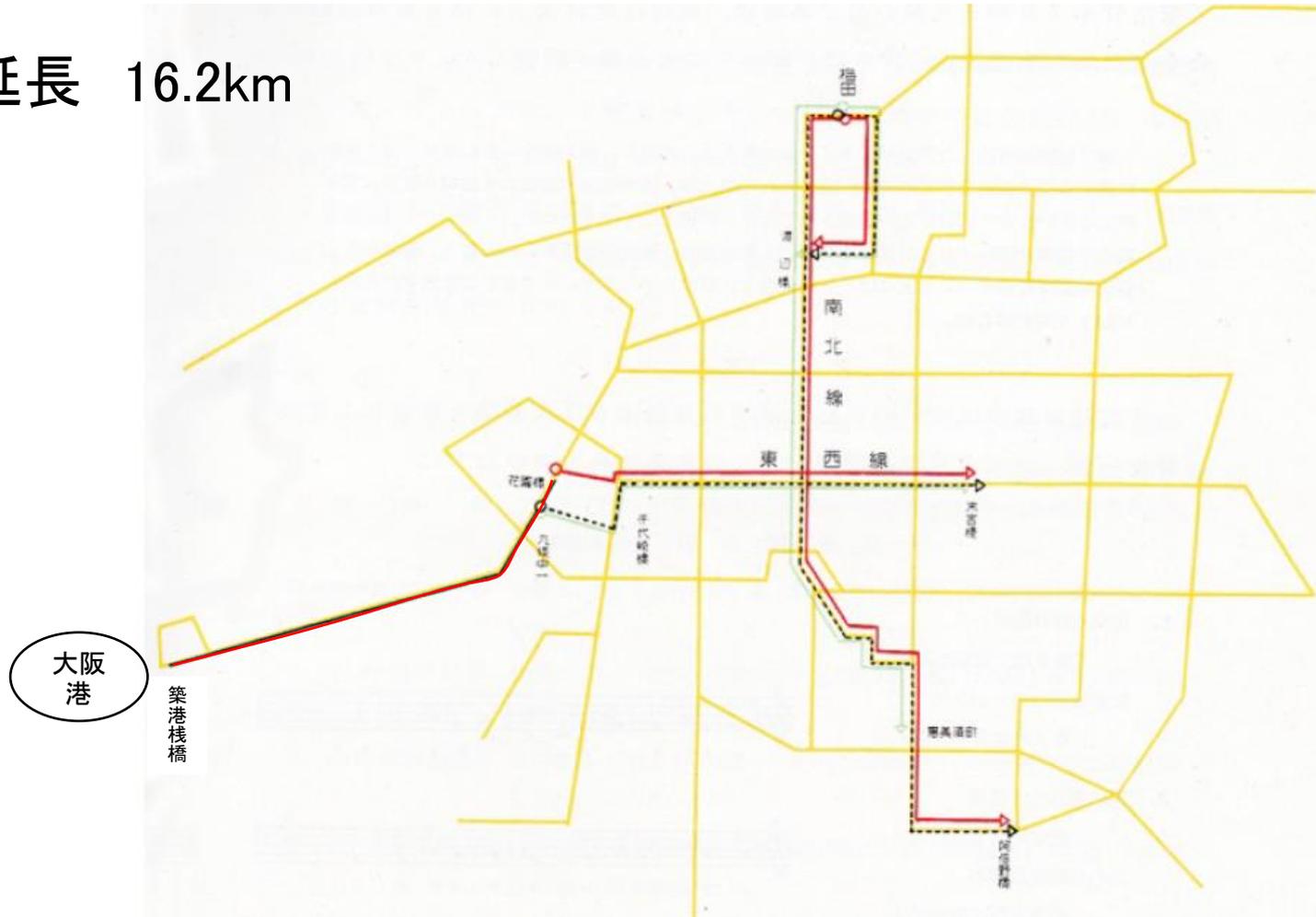
開業: 1903(明治36)年9月  
廃止: 1966(昭和41)年  
最盛期: 約118km



(大阪市交通局 昭和32年)

第 I・II 期 1900(明治33)年頃～10(明治43)年

延長 16.2km

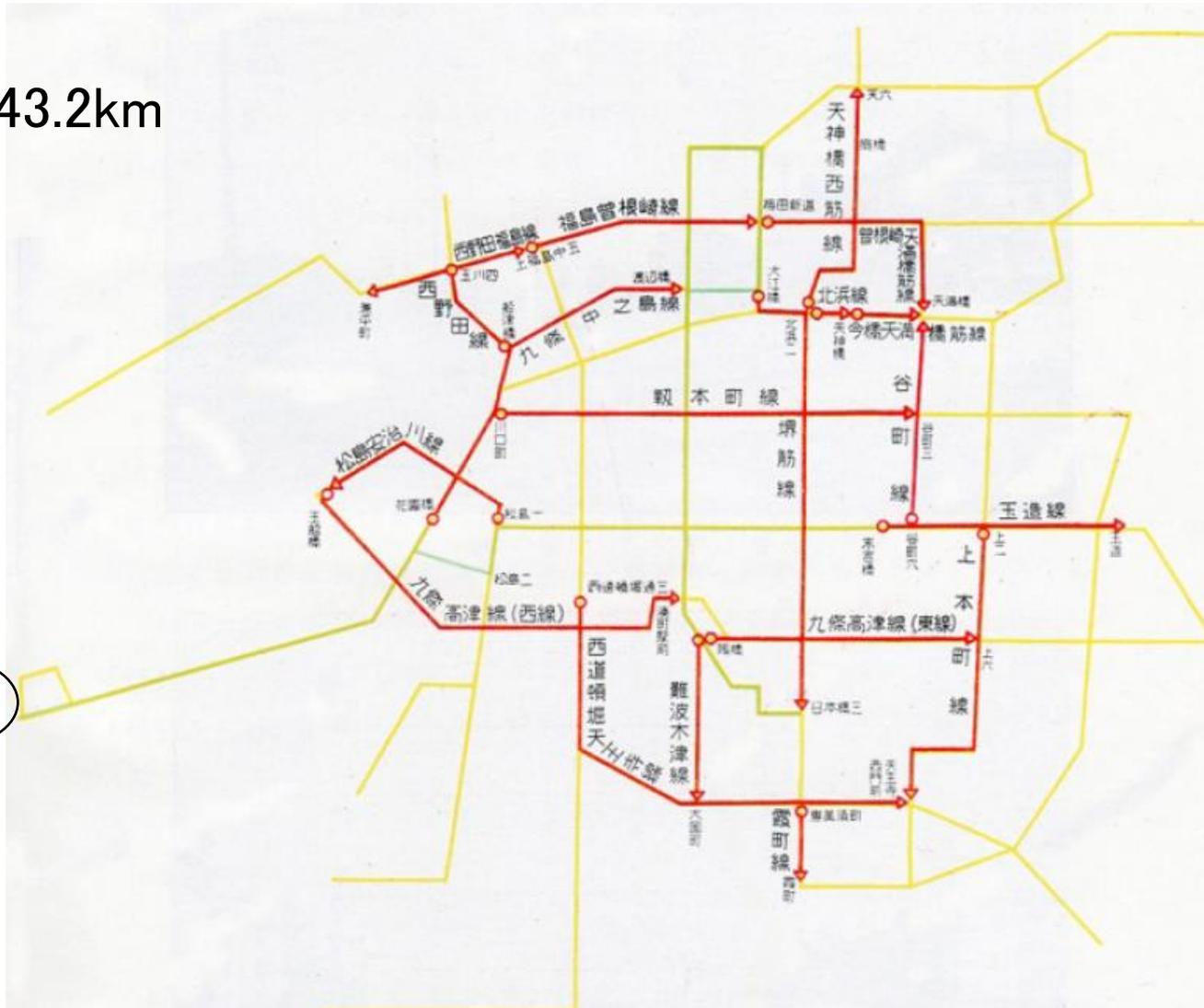


第Ⅲ期

1909(明治42)年~16(大正5)年

延長 43.2km

大阪港

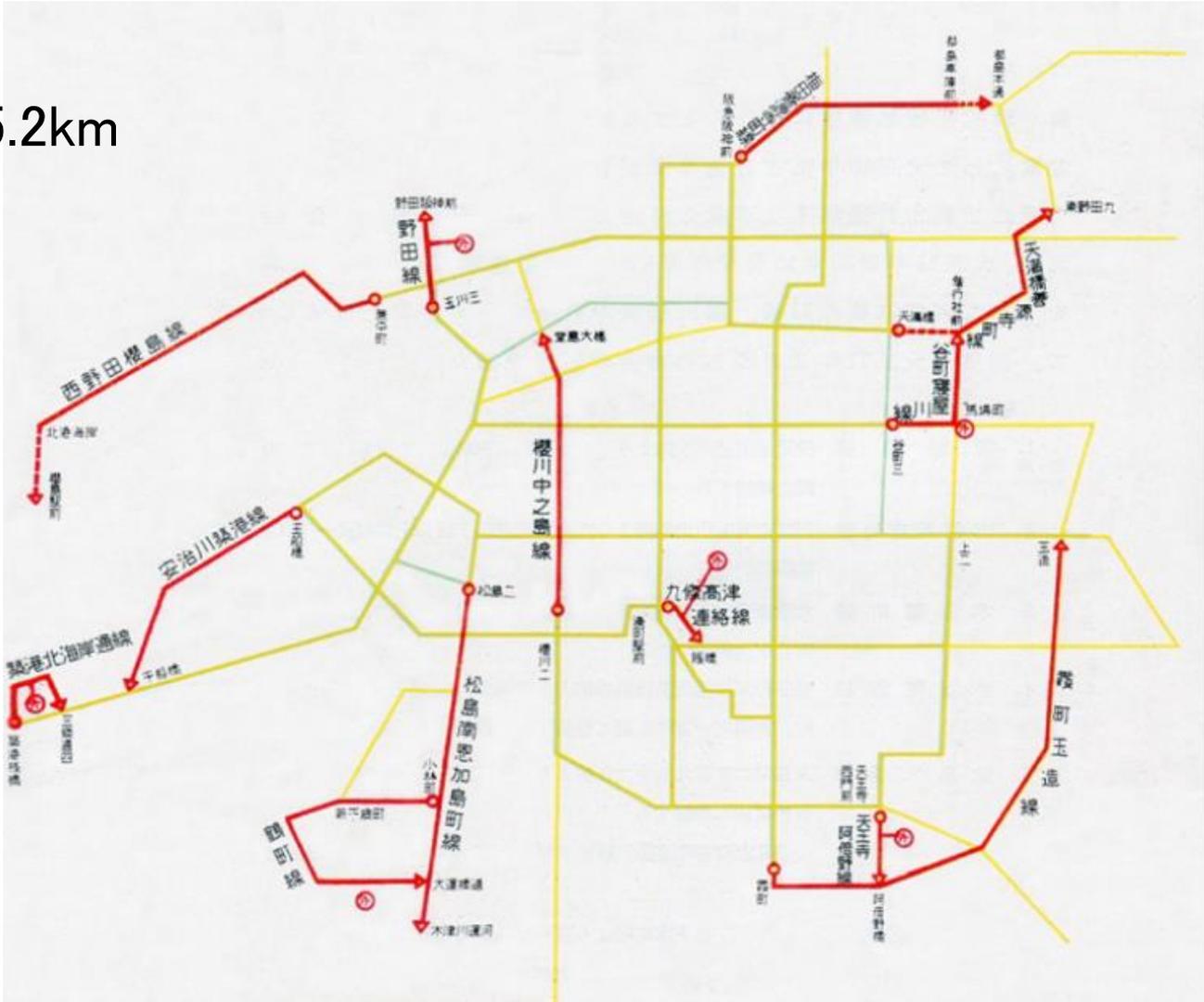


第Ⅳ期

1918(大正7)年~32(昭和7)年

延長 25.2km

大阪港



# 大阪市電の橋の建設時期

1903(M36)年開業

第Ⅰ期線 築港線 5.1km

玉藻橋、夕凧橋ほか

1908(M41)  
～10(M43)年

第Ⅱ期線 東西線・南北線 11.1km

伯楽橋、花宮橋、深里橋ほか

1909(M42)  
～16(T5)年

第Ⅲ期線九条中之島線ほか13路線43.2km

長堀橋、木津川橋、本町橋、大正橋ほか

1918(T7)年  
～32(S7)年

第Ⅳ期線 桜川中之島線ほか 25.2km

白髭橋、霞町玉造線陸橋、ほか

第4期線以降

期外線

九条高津連絡専用橋、城東線跨線橋ほか



伯楽橋(明治41年)  
Ⅱ期 東西線  
(架設中?)

長堀橋(明治45年)  
Ⅲ期 堺筋線  
(昭和12年頃)



(出所:報告書資料編)



木津川橋(大正2年)  
Ⅲ期 靱本町線  
(撮影時期不詳)



本町橋(大正2年)  
Ⅲ期 靱本町線  
(昭和12年頃)

(出所:報告書資料編)



大正橋(大正4年)  
Ⅲ期 九条高津線  
(昭和12年8月)

白髭橋(大正10年)  
Ⅳ期 桜川中之島線  
(昭和12年頃)

(出所:報告書資料編)

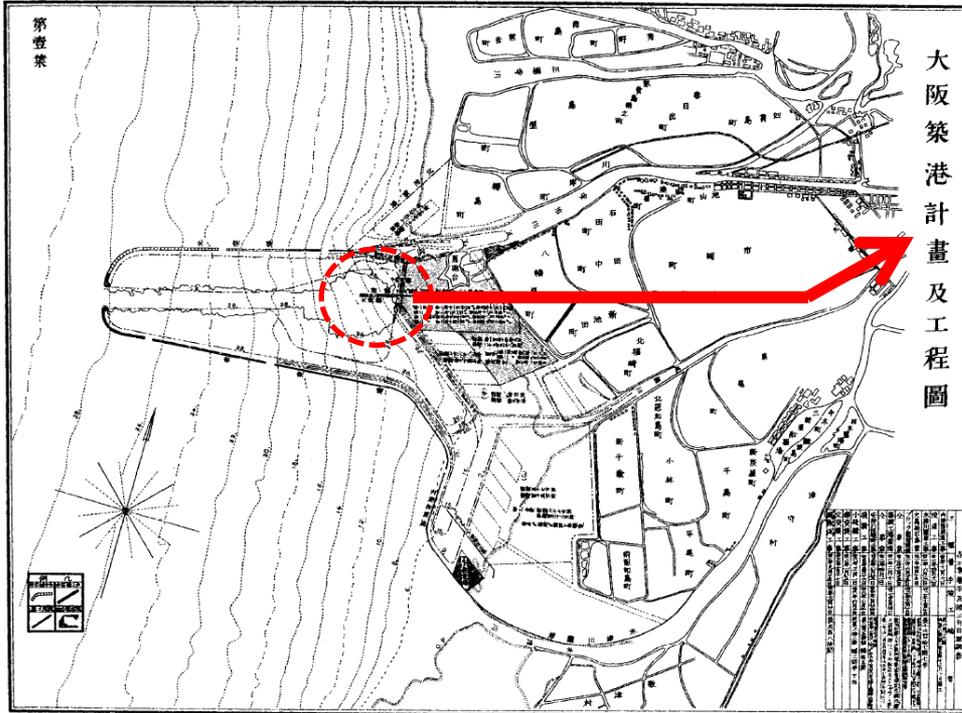


# 大阪市電の主な橋は20世紀初頭 のおよそ30年間で建設された

西暦	00	~	05	~	10	~	15	~	20	~	25	~	30	~	35
年号	明治33		明治38		明治43		大正4		大正9		大正14		昭和5		昭和10
第1期線	M36		M41												
第2期線			M41		M43										
第3期線			M42		T5										
第4期線							T10		S7						
期外線															

# 大阪市電が建設された時代

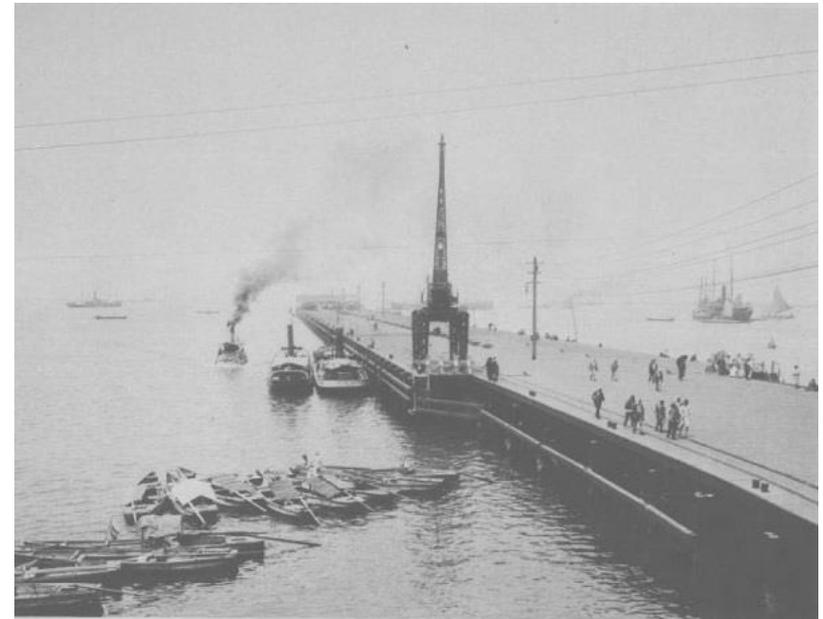
## ○大阪港修築（明治36年8月）



(明治37年3月工学会誌)

安治川、木津川河口から直線的に築堤、堤内;約8.5mまで掘削、および埋立造成

## 築港大棧橋



# ○第5回内国勸業博覧会(明治36年3～7月)



Bird's-eye View of The Fifth National Industrial Exhibition.

景全會覽博業勸國內

(国会図書館蔵)

会場：  
天王寺公園

第1回(M10)～第3回 東京上野 第4回 京都

## ○戦争に明け暮れた時代

日清(明治27年)、日露(明治37年)の2度の戦争を経て第1次大戦(大正3年)参戦

## ○一般の人々の生活の急速な変化

富国強兵、技術導入から生活にも変化

# ○明治末～大正は 都市文化の開花・モダニズムの時代

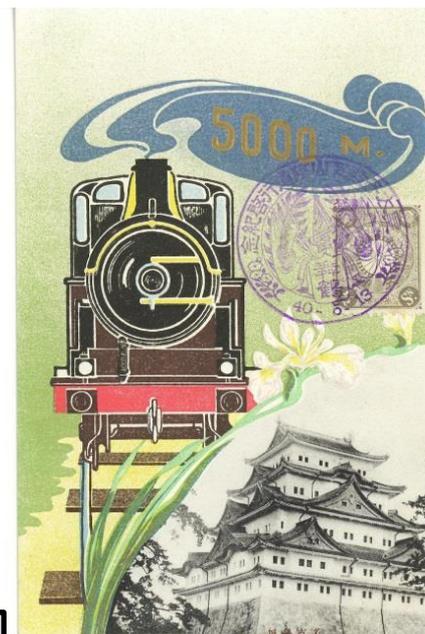


- ◆ 東京銀座にカフェオープン(明治44年)
- ◆ 「今日は帝劇、明日は三越」(大正元年～)
- ◆ 中之島界隈の煉瓦建築
  - 大阪府立中之島図書館(明治37年)
  - 大阪市中央公会堂(大正7年)



## ○近代技術導入開始から半世紀

- ◆ 1872(明治5)年に新橋・横浜間に開通  
その後35年間に8000km達成。ほぼ全国へ
- ◆ 長いスパンの鉄道トラス桁は明治年間を通じて欧米から輸入
- ◆ 国産化は明治末～大正前半
- ◆ 鋼材も輸入に依存から国産化へ  
(八幡製鉄創業1901)



鉄道5000マイル達成記念はがき  
祝賀会を名古屋にて開催

## ○解かれた西欧技術からの呪縛

### ◆ 明治前半

- 近代化第一世代技術者
- 一刻も早い技術近代化 「和魂洋才」



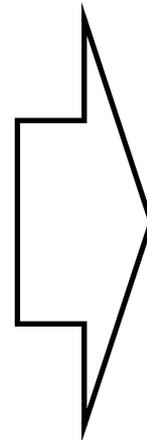
### ◆ 明治後半～大正

- 西欧技術に対する借り物意識の薄れ
- 技術にする実質的な見方
- 近代化達成という呪縛から解放

# ○橋梁建設技術の完全自立への移行期

明治中期まで修得されてきた橋梁設計、施工のソフト技術

民間橋梁メーカー、鉄鋼メーカーの創業開始による鉄材加工、材料の国産化などハード技術(=産業力)



明治末～  
大正、昭和  
初期の  
橋梁技術

大阪市電の時代

# 産業力としての国内民間橋梁メーカーの創業

	年	企業名
14社	1876 (明治9)年	平野造船所(IHI)
	1878 (明治11)年	川崎造船(川重)
	1881 (明治14)年	田中製造所(芝浦製作所)
	1883 (明治16)年	函館造船所 (明治28年函館船渠)
	1884 (明治17)年	三菱長崎造船所 東京石川島造船所
	1885 (明治18)年	藤永田造船所(日立)
	1893 (明治26)年	横浜船渠(三菱)
	1896 (明治29)年	汽車製造(川重)
	1900 (明治33)年	浦賀船渠(住重)
	1901 (明治34)年	櫻田機械
	1904 (明治37)年	酒井鉄工所
	1905 (明治38)年	三菱神戸造船所
	1906 (明治39)年	横河橋梁製作所
	1908 (明治41)年	宮地鉄工所
5社	1914 (大正3)年	清水組鉄工部(東京鉄骨)
	1916 (大正5)年	浅野造船所(日本鋼管)
	1919 (大正8)年	日本橋梁
	1922 (大正11)年	高田機工
	1926 (大正15)年	駒井喜商店(駒井鉄工)
1社	1930 (昭和5)年	松尾鉄管橋梁(松尾橋梁)

20社

# トラスからアーチへの傾向

19世紀後半～  
トラスは鉄橋の代名詞



20世紀に入り、より長いスパンの要請  
親柱や照明燈、などデザイン性の高まり



明治末から大正・昭和へ  
アーチ構造の増加

# 明治末～大正に架けられたアーチ20橋

西暦（元号）	橋名	所在地	スパン
1907（明治40）	万年橋	東京	89.0 m
1910（明治43）	鹿乗橋	愛知	72.7 m
1912（明治44）	日本橋	東京	49.1 m
1912（明治45）	山家橋	京都	83.6 m
1913（大正2）	納屋橋	愛知	26.3 m
	本町橋	大阪	14.0 m
	四谷見附橋	東京	34.0 m
1914（大正3）	難波橋	大阪	21.9 m
	八ツ山橋	東京	42.0 m
	呉服橋	東京	31.8 m

西暦（元号）	橋名	所在地	スパン
1915（大正4）	十綱橋	福島	50.6 m
	大正橋	大阪	91.4 m
	桜橋	三重	81.8 m
1924（大正13）	豊平橋	札幌	39.0 m
1925（大正14）	六郷橋	神奈川	67.0 m
1926（昭和元）	永代橋	東京	100.6 m
1927（昭和2）	駒形橋	東京	74.7 m
	蔵前橋	東京	50.9 m
	長六橋	熊本	73.0 m
	千住大橋	東京	89.4 m

# 万年橋 1907(明治40)年、東京青梅



橋長 : 81.9m

スパン : 75.8m

橋鋼重 : 120t

1943(昭和18)年  
コンタリート巻き立  
て補強(メラン式)

土木学会歴史的鋼橋集覧

旧橋アーチヒンジ部



# 山家橋 1912(明治45)年、京都



スパン: 83.6m(明治期最長)  
橋鋼重: 120t

施工(上部): 横河橋梁  
設計: 關場茂樹ほか

(出所: 横河橋梁80年史)

# 本町橋、1913(大正2年)5月、大阪

市電の橋

大阪現役最古

スパン: 14.02m

ライズ: 1.37m

幅員: 22.9m



施工(上部): 汽車製造会社

# 四ツ谷見附橋、1913(大正2年)5月、東京



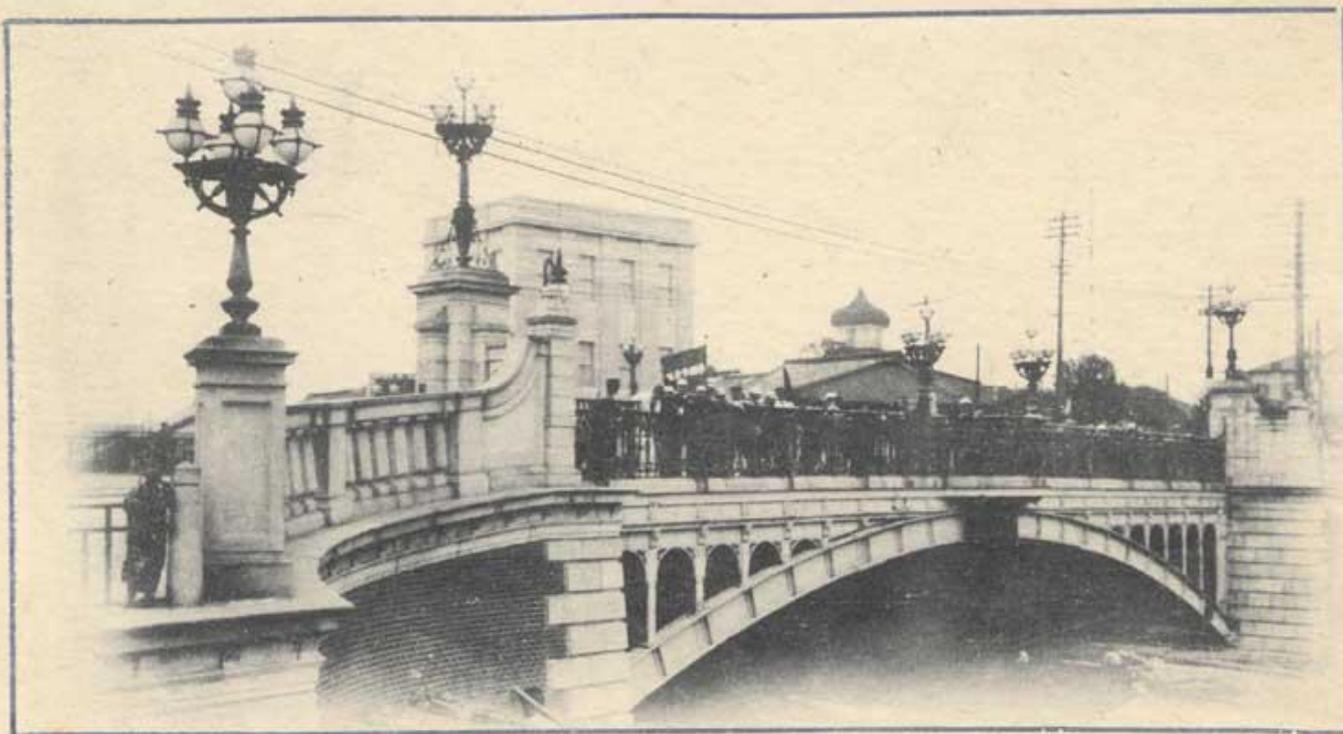
鋼材：アメリカ カーネギー

(設計：樺島正義)

(土木学会デジタルアーカイブより)<sup>6</sup>

# 納屋橋、1913(大正2年)5月、名古屋

スパン : 26.3 m 鋼重 ; 243t

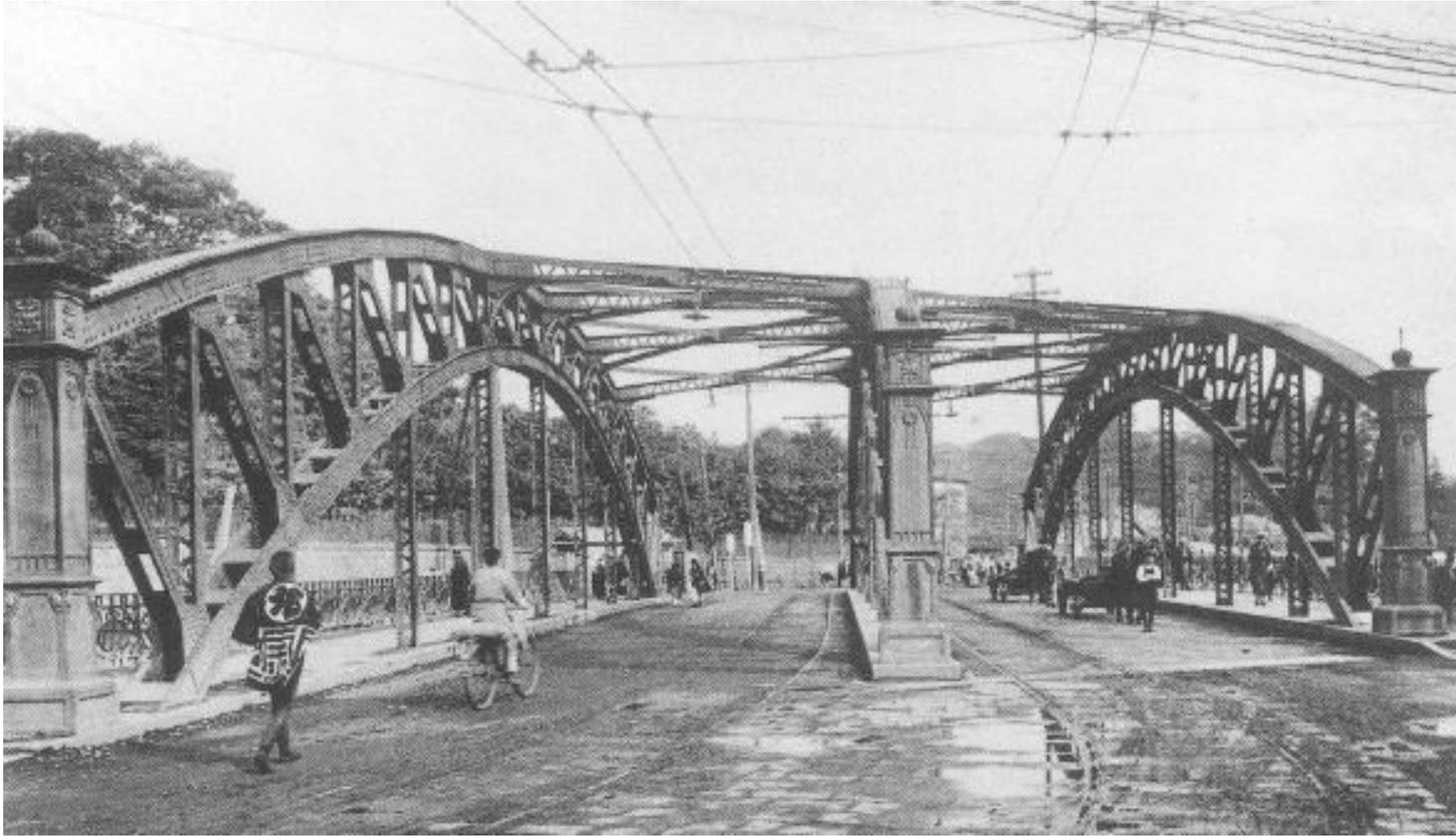


納 屋 橋

(名古屋名所)

(土木学会デジタルアーカイブより)

# ハツ山橋、1914(大正3)年、東京



最初のブレーストリブアーチ

(出所:横河橋梁80年史)

スパン42m、幅員19m、350t  
、イギリス製鋼材使用

施工(上部):横河橋梁  
設計:關場茂樹ほか

# 難波橋1914(大正3)年、大阪

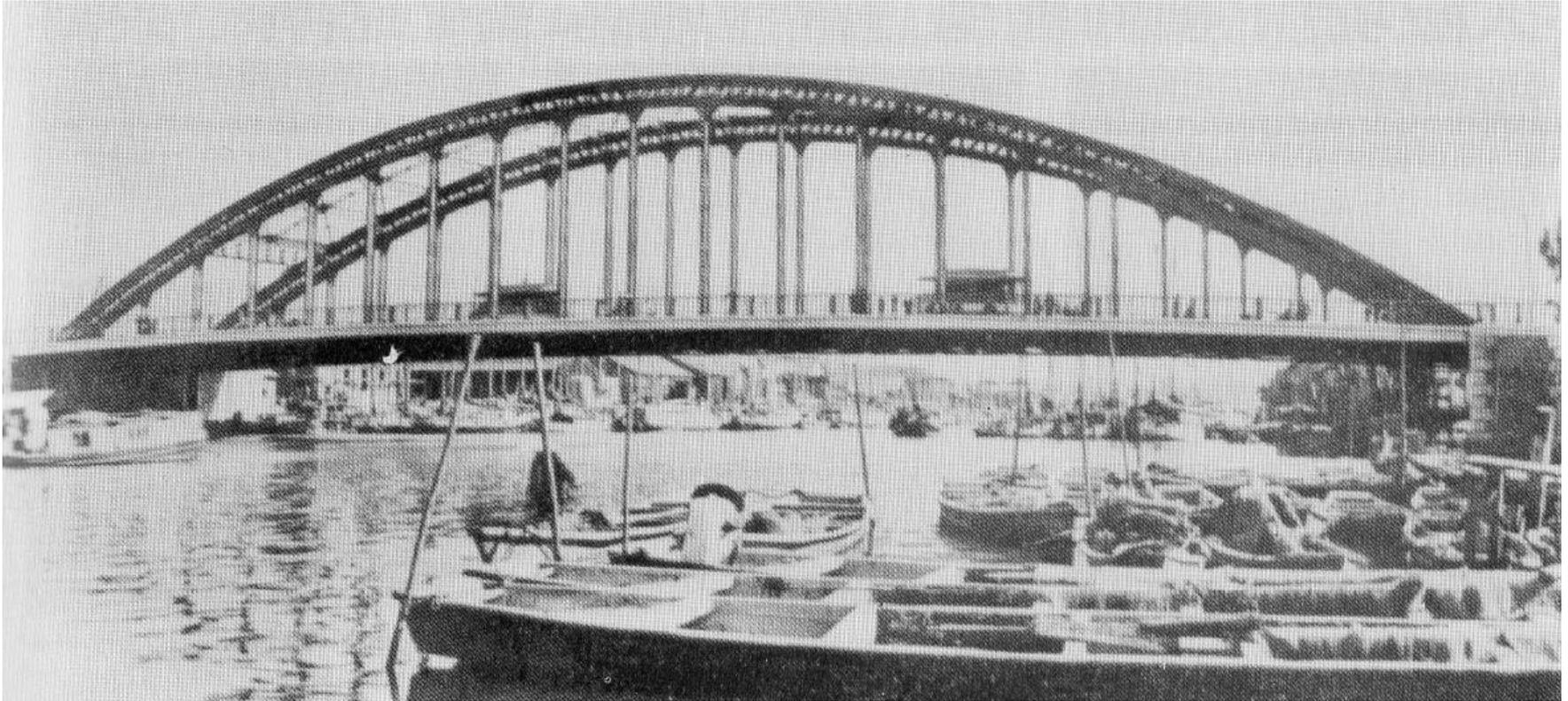


全長190m,幅員19m

(土木学会デジタルアーカイブより)

# 大正橋(1915(大正4)年8月、大阪)

市電の橋

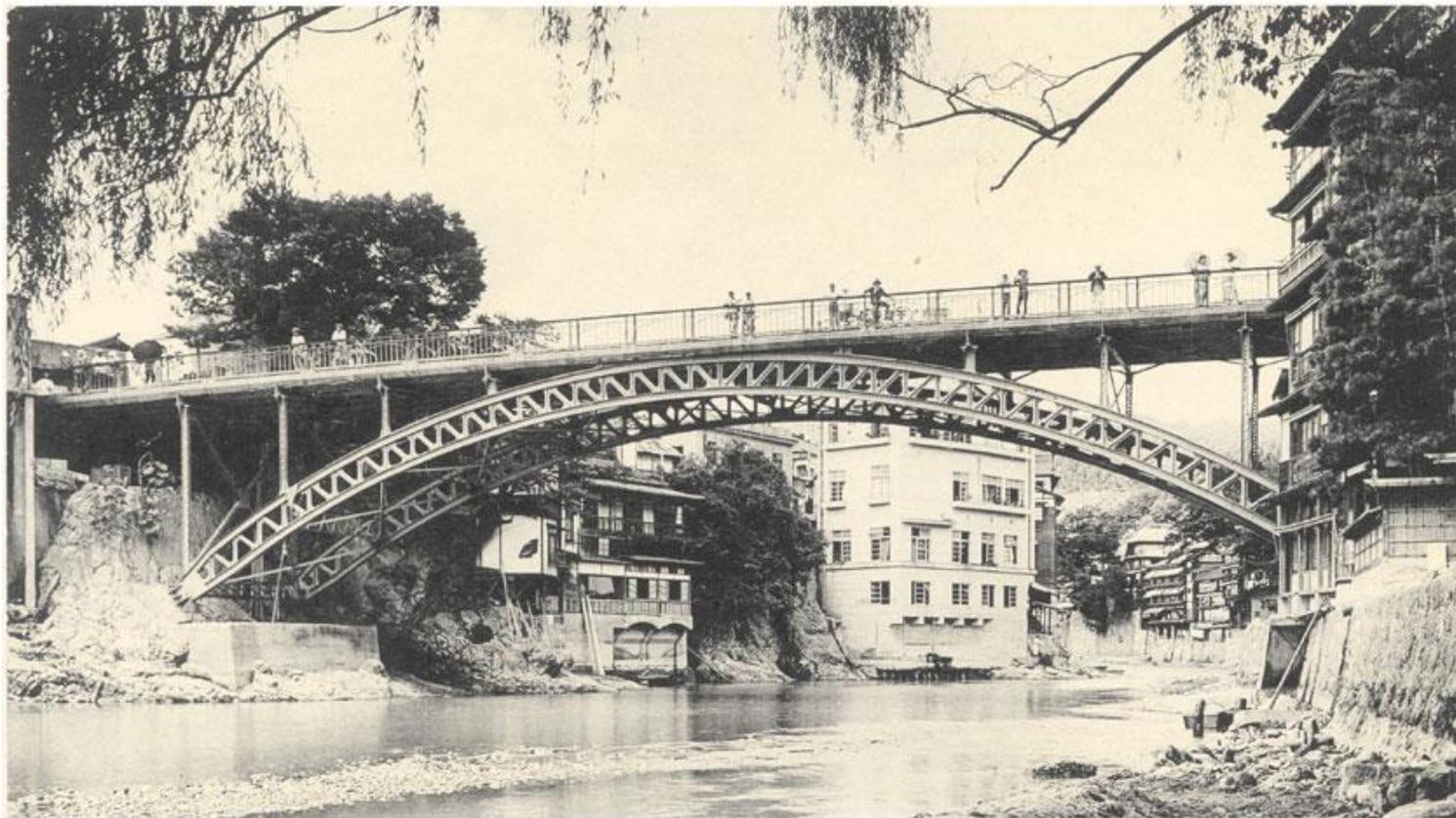


出所:横河橋梁80年史

スパン90m, 905t

施工(上部):横河橋梁  
設計:關場茂樹ほか

# 十綱橋、1915(大正4) 9月、福島県



虹の如く架る

*Beautiful sight of  
Tosuna Bridge, Ozaka Spa.*

な泉温両野湯、坂飯てしに橋鐵る架に川上摺  
。す品を觀盛べ並を軒館旅各はに畔川、ぐ絡

橋 綱 十・泉温坂飯

スパン50.6m

(土木学会デジタルアーカイブより)

# 現在の十綱橋

現橋のアーチリブは補強されているが、オリジナルは大正橋の断面と類似



# ヘルゲート橋1914(大正3)年～16(大正5年) アメリカ ニューヨーク



当時世界最長  
スパン:310mの  
鉄道橋  
アメリカンブリッ  
ジCo.施工



# 1926(昭和元)年、永代橋(東京) スパン:106m



2007年重要文化財

《昭和初年の震災復興橋梁のアーチ》

永代、駒形、蔵前、千住大橋、厩橋、吾妻橋、白髭橋 34

# オーストラリア シドニーハーバー橋 (1932(昭和7年))

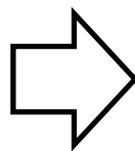


スパン: 503m

# 構造解析技術

(アーチ断面力の解析)

大正橋 (1915(大正5)年)
図解法による アーチ解析



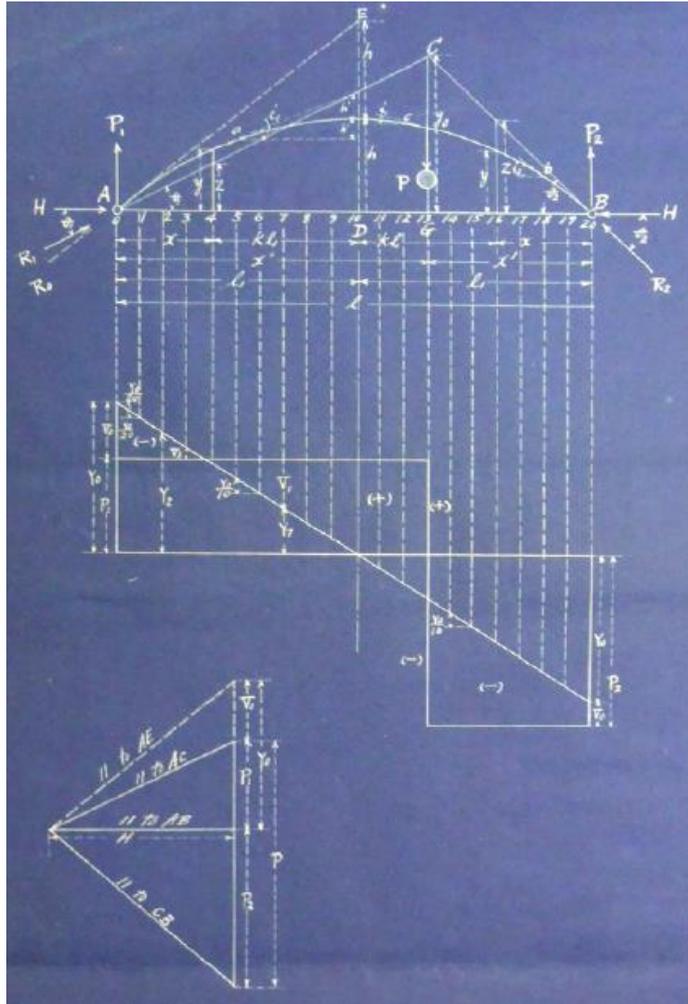
約20年後

十三大橋 (1932(昭和7)年)
カスティリアノの最少 仕事の定理適用 ⇒ 影響線

鷹部屋福平  
「架構新論」1928

三. 拱環応力の計算方法「アグイン」氏の図式方法を基礎として  
 石楚トシタルモノナリ

アーチ環応力の計算方法は「アグイン」氏の図式解法を基礎としたものなり



大正橋の断面力算出で示された図式解法

(報告書p.29)

THE  
DESIGN OF STRUCTURES:

A Practical Treatise

ON

THE BUILDING OF BRIDGES, ROOFS, &c.

BY

S. ANGLIN, C.E.,

MASTER OF ENGINEERING, ROYAL UNIVERSITY OF IRELAND,  
LATE WHITWORTH SCHOLAR, ETC.

THIRD EDITION, REVISED AND ENLARGED.

With Numerous Diagrams, Examples, and Tables.



LONDON:  
CHARLES GRIFFIN AND COMPANY, LIMITED;  
EXETER STREET, STRAND.

1902.

[All Rights Reserved.]

## 構造物の設計

橋、屋根構造の建設の実務編

S. Anglin, C.E. 著  
王立アイルランド大学修士

改訂第3版  
図表、事例掲載

London:  
Charles Griffin and Company, Limited;  
Exeter Street, Strand  
1902発行

1902年(初版1891年)にロンドンで発行された構造設計の実務基礎を示した教科書(約500頁)

# 目次

- 第1章 応力とひずみ
- 第2章 材料の弾性と疲労
- 第3章 部材としての構造性能
- 第4章 機械的性質
- 第5章 固定荷重による曲げモーメント
- 第6章 移動荷重による曲げモーメント
- 第7章 梁のせん断力
- 第8章 図心と断面二次モーメント
- 第9章 はりの内部応力
- 第10章 柱
- 第11～14章 ブレースされた桁、各種トラス
- 第15章 クレーン

- 第16章 アーチ
- 第17～18章 屋根構造
- 第19章 桁のたわみとキャンバー
- 第20章 継手(リベット)
- 第21章 パンチング(穴明、リベット)
- 第22章 橋 作用応力
- 第23章 橋 下部工
- 第24章 橋 上部工
- 第25章 橋 吊橋
- 第26章 橋 可動橋
- 第27章 橋 自重(仮定鋼重)
- 第28章 風荷重
- 第29章 橋の架設
- 第30章 鉄・鋼橋の標準仕様書

(約500頁)

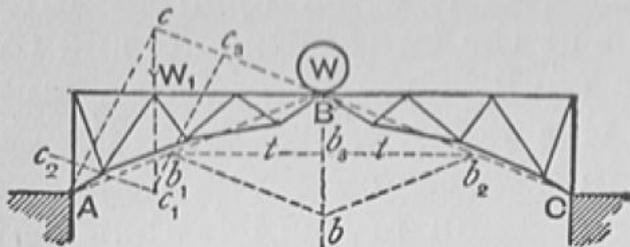


Fig. 161.

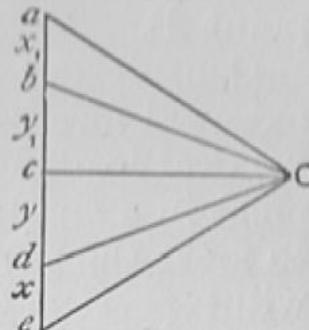
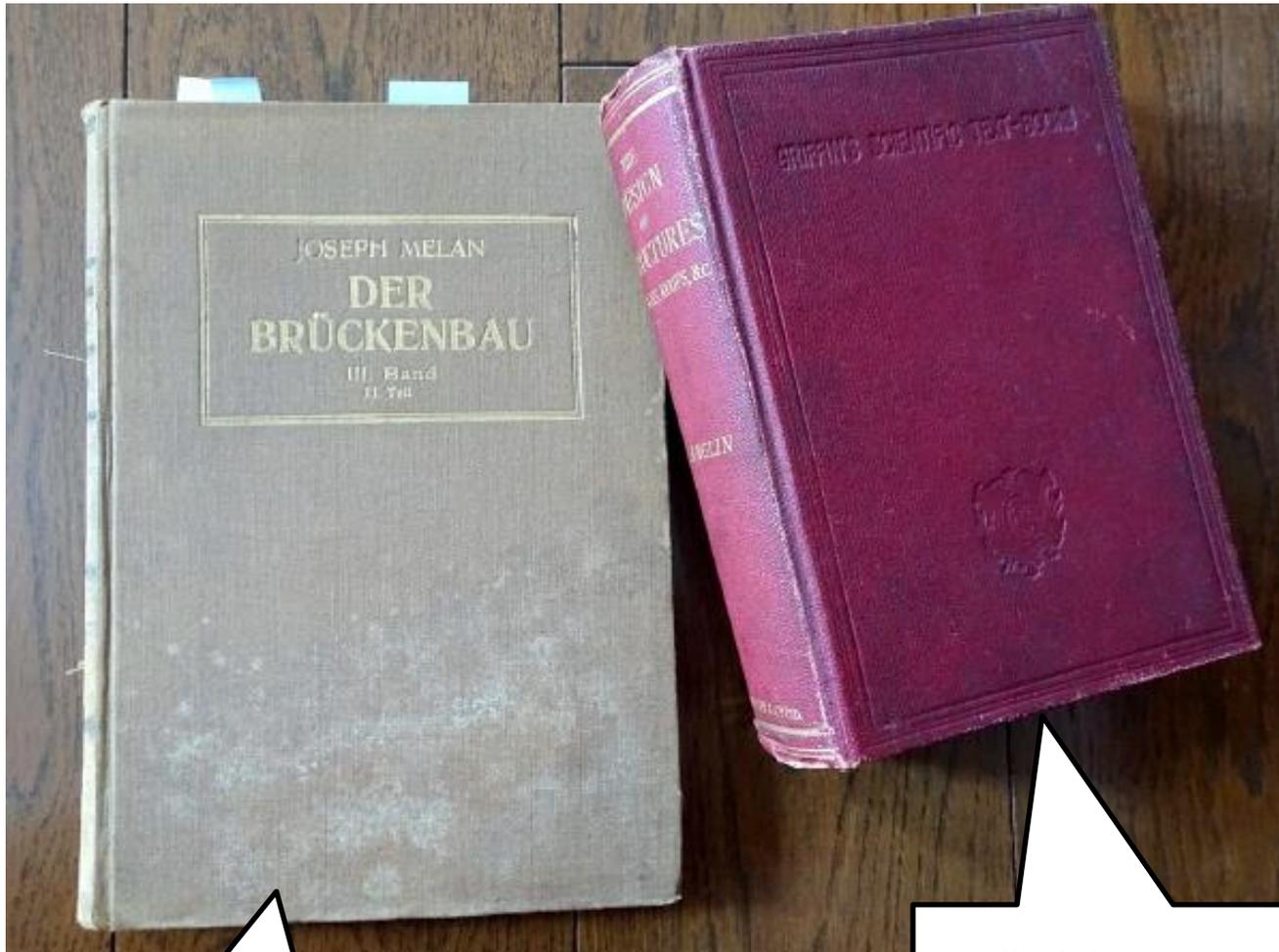


Fig. 162.

アーチの図式  
解法は、第16  
章.313～に解  
説されている。



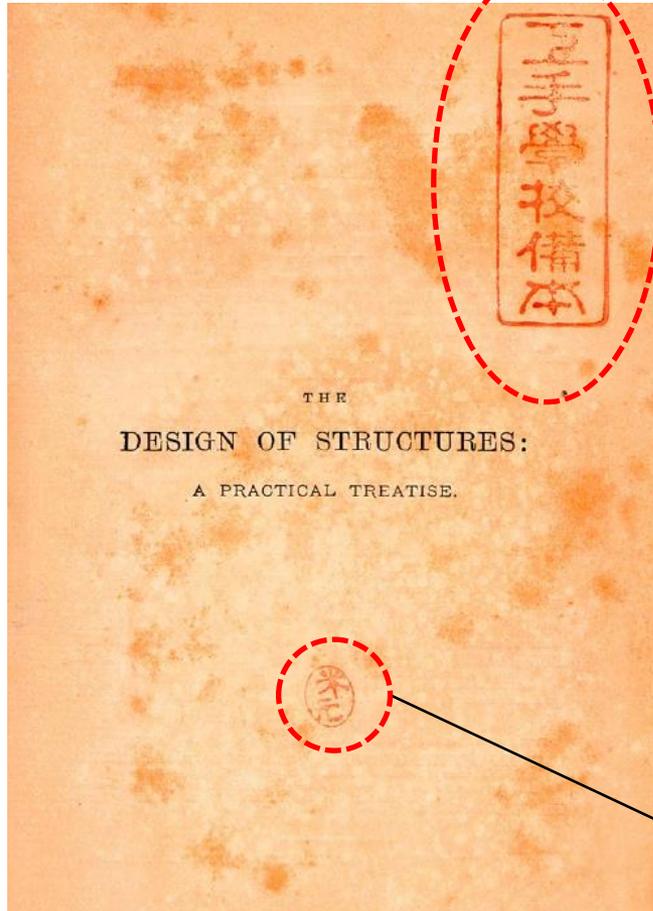
「橋梁建設」鉄橋  
ジョセフ・メラン 1923

構造物の設計:実務編  
S. アングリン著1902年発行  
(初版は1891年)

# 「構造物の設計：実務編」S. アングリン著 1902年発行

1908(明治41)年の工手学校における米元  
晋一担当の授業

・施工法 ・河川工学 ・橋梁 ・材料強弱



米元晋一(1878-1964)  
明治36年東大土木卒  
東京市水道課技師  
日本橋改築  
明治44年欧米視察  
上水道、下水道事業拡  
張に関与

# Der Brückenbau.

Nach Vorträgen,  
gehalten an der deutschen technischen Hochschule in Prag

von

Dr. Ing. e. h. Joseph Melan

Hofrat, o. B. Professor des Brückenbaues.

III. Band, 2. Hälfte.

Eiserne Brücken II. Teil.

Mit 339 Abbildungen im Text.

---

Zweite Auflage.

---

Leipzig und Wien.  
Franz Deuticke.  
1923.

「橋梁建設」

プラハ、チェコ工科大学  
講義録より

ジョセフ・メラン

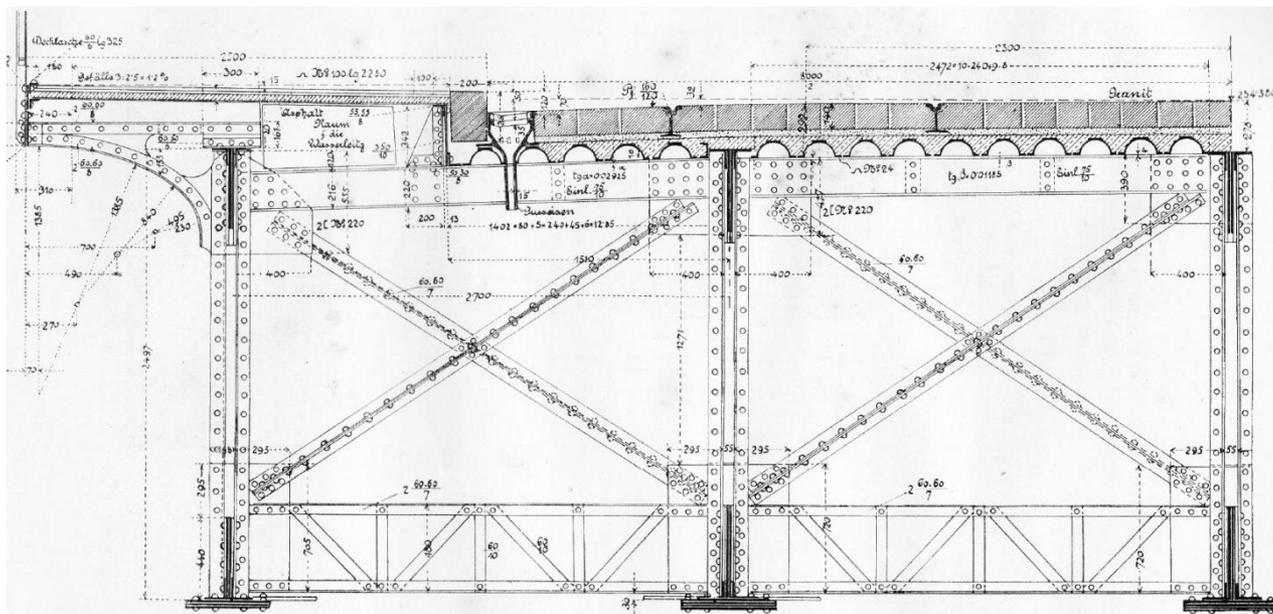
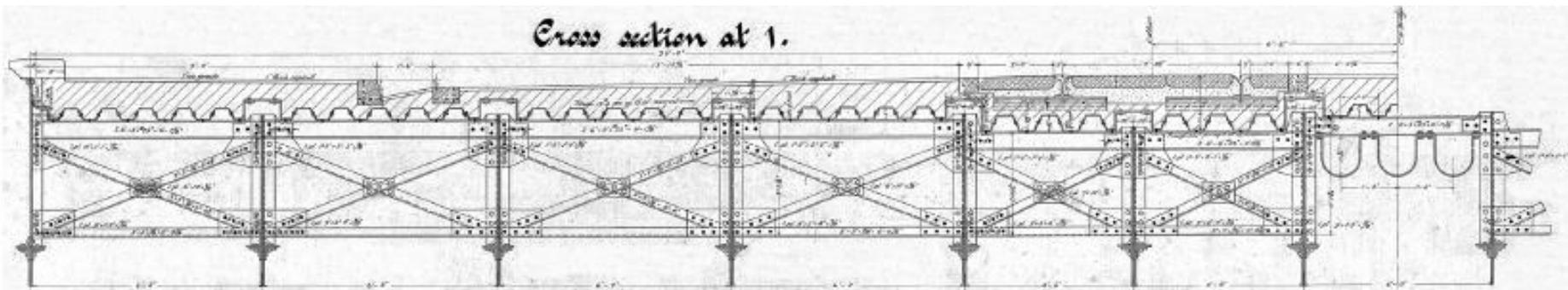
鉄橋

第2版

ライプツヒ&ウィーン  
フランツ・デューティケ  
1923

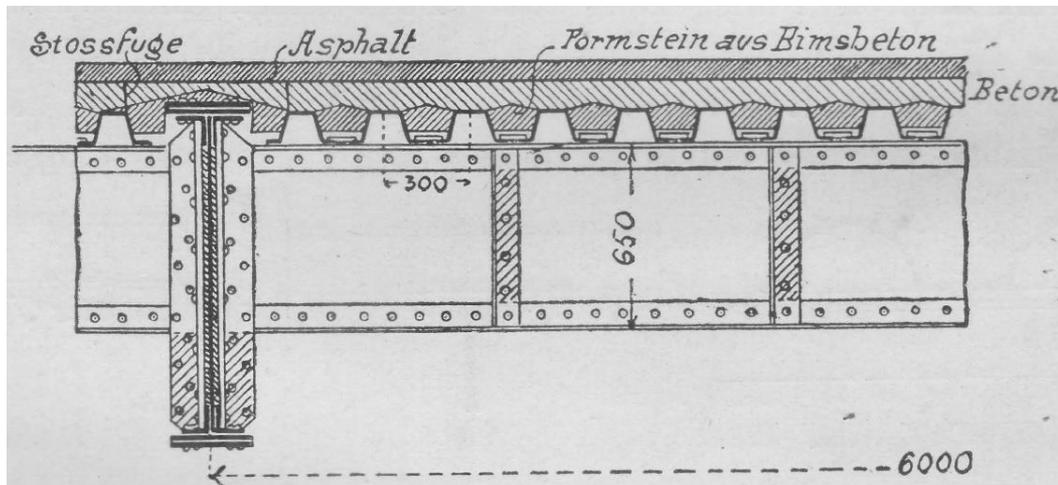
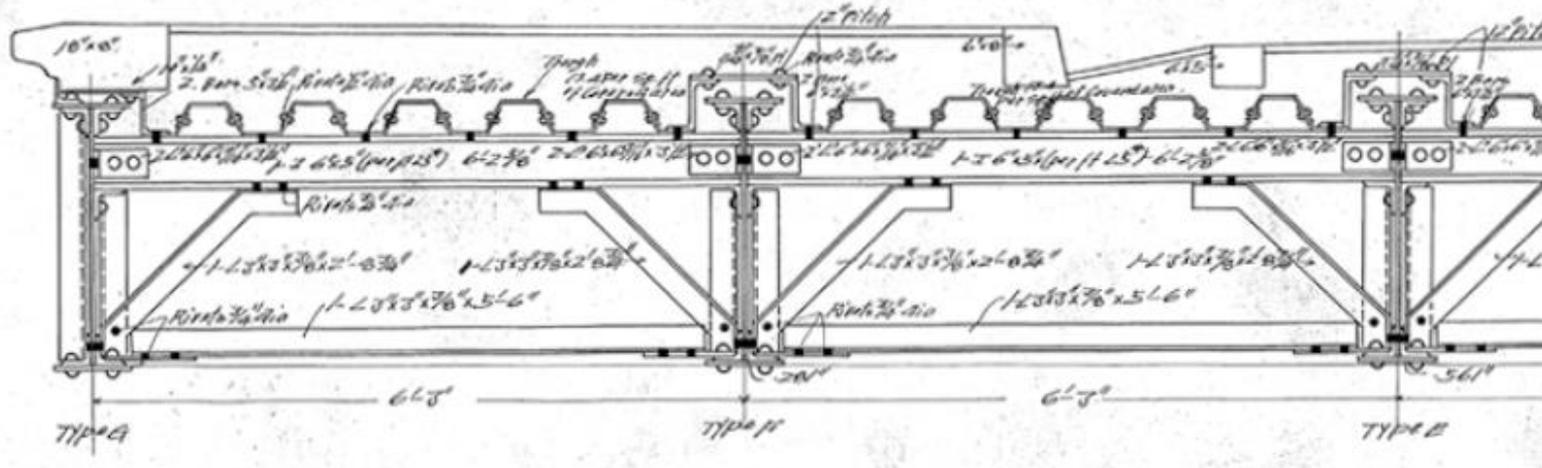
# 軌道のあるトラフ床版断面

木津川橋(大正2年)



プラハ、エルベ橋  
(1900年代初)  
メランの教科書掲載)

# 靱本町線江之子島橋(大正2年)



ベルリン トレスコフ橋  
(Treskow Brucke), 1905







# アメリカの影響

明治末から大正にかけてのアメリカ企業経験者の  
の実務技術を通じた影響

樺島正義(1878-1948)

明治34年～39年(アメリカンブリッジ\*ほか)

(四谷見附橋)

關場茂樹(1876-1942)

明治36年～41年(アメリカンブリッジ)

(山家橋、ハツ山橋、大正橋)

増田淳(1883-1947)

明治40年～大正13年(ワデル&ヘドリック)

(十三橋、荒川橋、六郷橋)

\* アメリカンブリッジCo.

1900年に国内28社を統合してJPモルガンにより設立

# 關場茂樹(1876-1942)について



大正5年  
(40歳)

明治36年東京帝大卒 アメリカンブリッジ入社

明治41年帰国 横河橋梁技師長(32歳)

工学会で「欧米における橋梁技術の進歩」の  
テーマで講演

明治45年 山家橋の設計(36歳)

大正 3年八ッ山橋の設計、橋梁標準仕様書策定(38歳)

大正 4年大正橋の設計(39歳)

大正 8年日本橋梁専務(設立時)

大正13年 關場設計事務所(大阪)

昭和 5年松尾橋梁取締役(設立時)

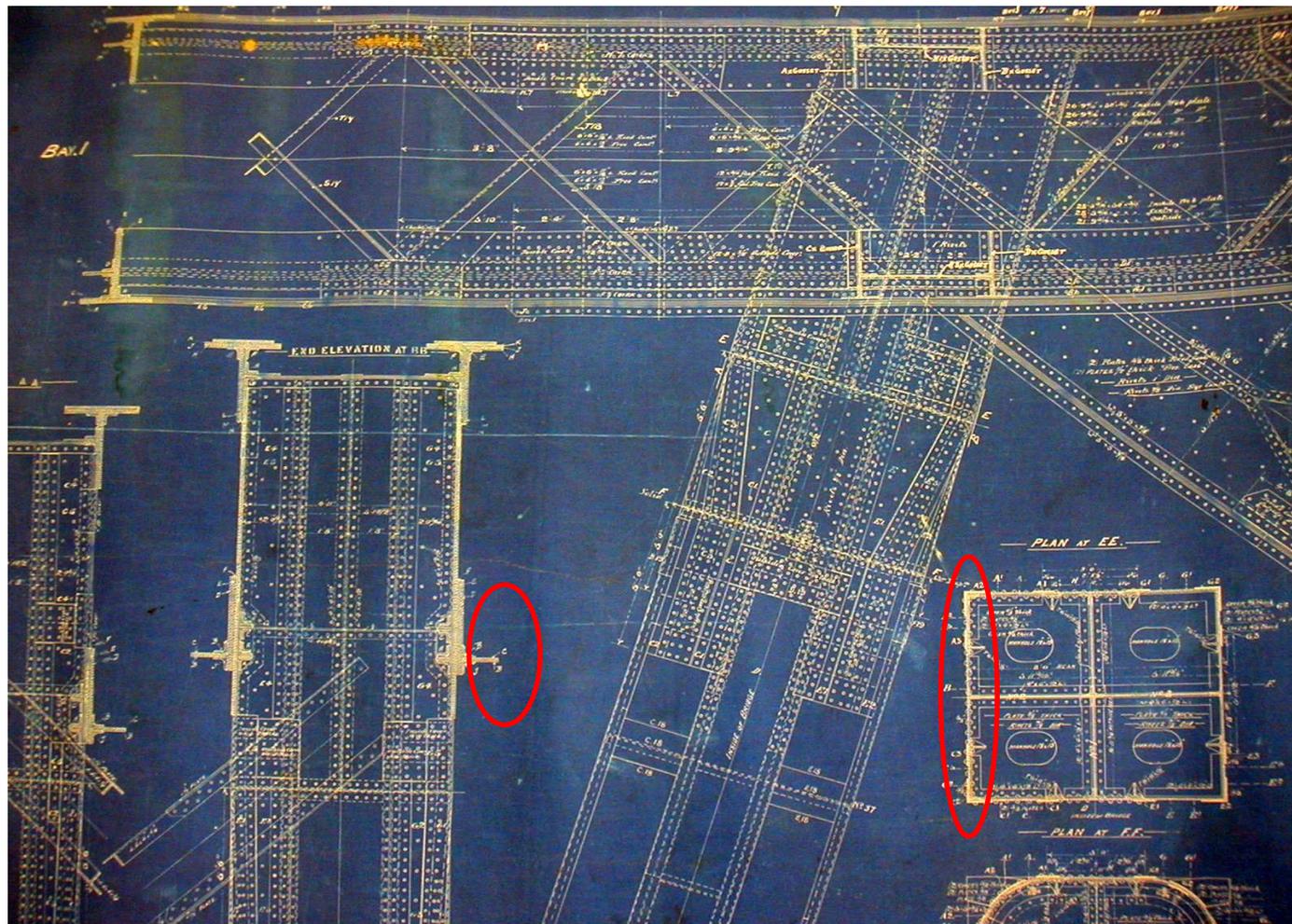
# 関場茂樹の図式解法への見解

「欧米における橋梁技術の進歩」  
(明治41年10月28日工学会にて講演、  
工学会誌第314巻(明治42年1月)掲載)

一般に橋梁設計者は**数学的精密なる数学をもって応力を出すまではしません。また全く必要がないのであります。**つまり馴れた設計者は応力を小数点以下まで計算するまでは決していたしません。～中略～ わざわざ手数をかけて車輪重から計算した応力も時間を省いた上、容易にできる等分布荷重から計算し得る応力と比較したならば結局差はないので、**図式的に出した応力は解析的に出したものより多くの場合において大で、また100ポンドないし500ポンドの余裕は十分にとれてあるから、構造物の安全という事に対しては、充分精密なるものであります、という訳でありますから今日では大抵の技術者は図式的計算法を用いて小部の計算を十分精密に計算している具合であります。**

# 材料寸法、員数の記載

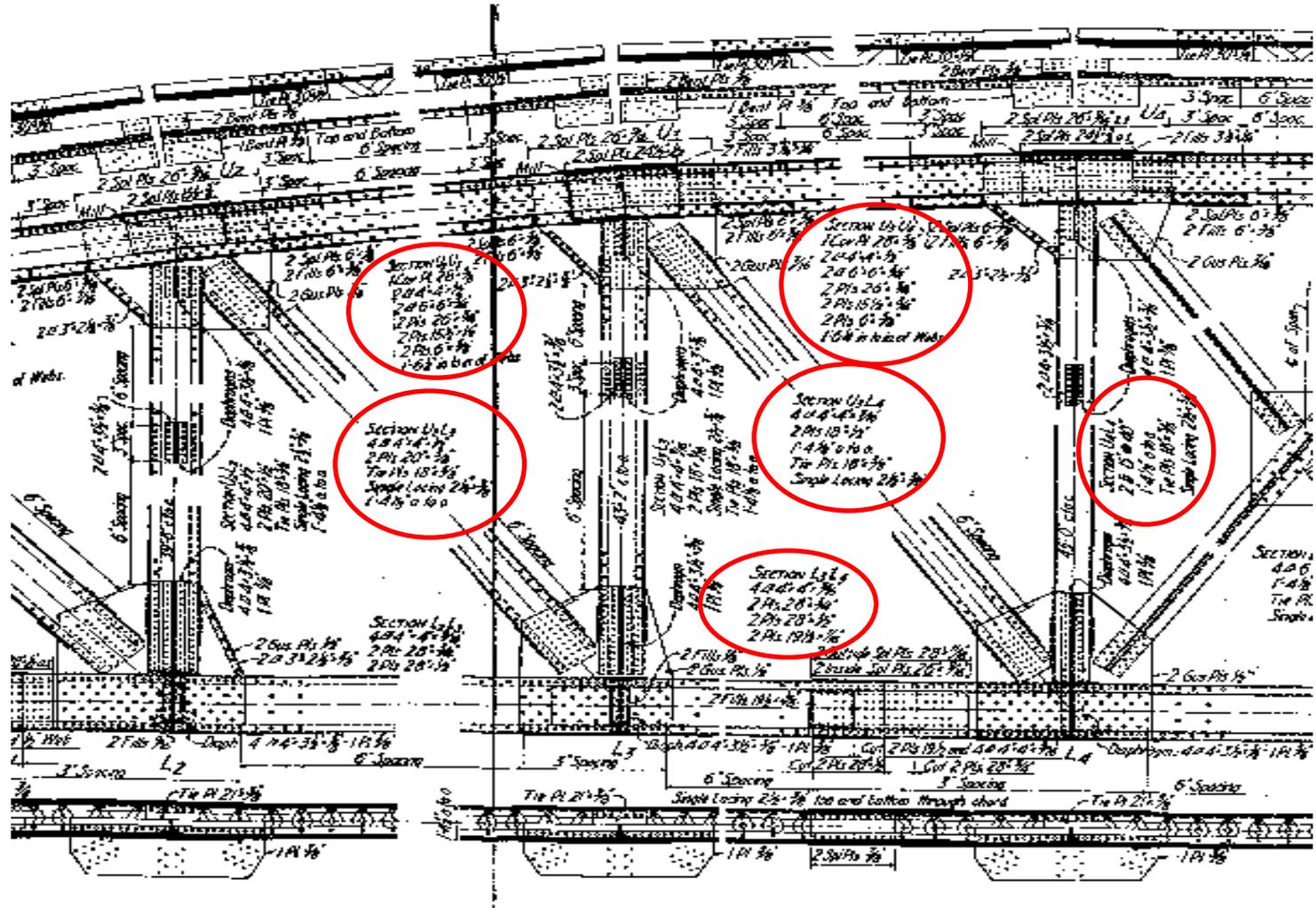
1880年代イギリス



フォース鉄道橋(1880年代初～半ばに設計、製作)

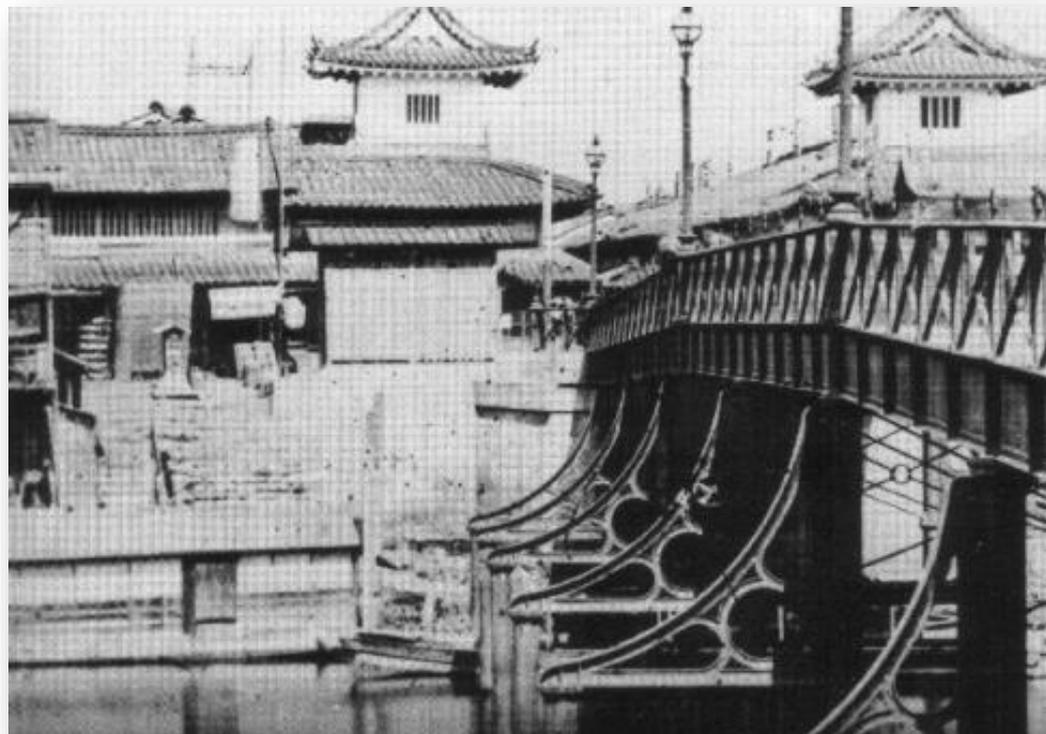
部材詳細図から引き出し記号を振り、原寸図作成時に別途材料を指示。図面上には材料の員数、寸法などの記載なし

## グレートノーザン鉄道 イエローリバー橋梁(1916)



出典: JAL. Waddell, Bridge Engineering Vo.1, New York, John Willy & Sons, 1916, p.503

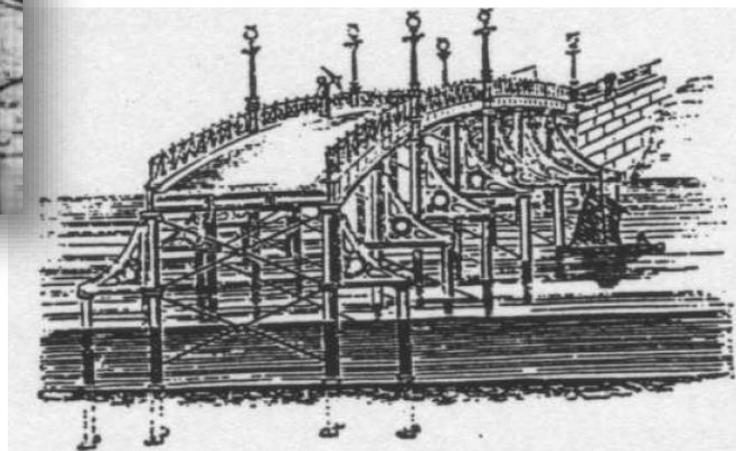
# スクリーパイルの橋脚基礎への採用



1860～70年代にイギリス国内でスクリーパイルのジェットー建設

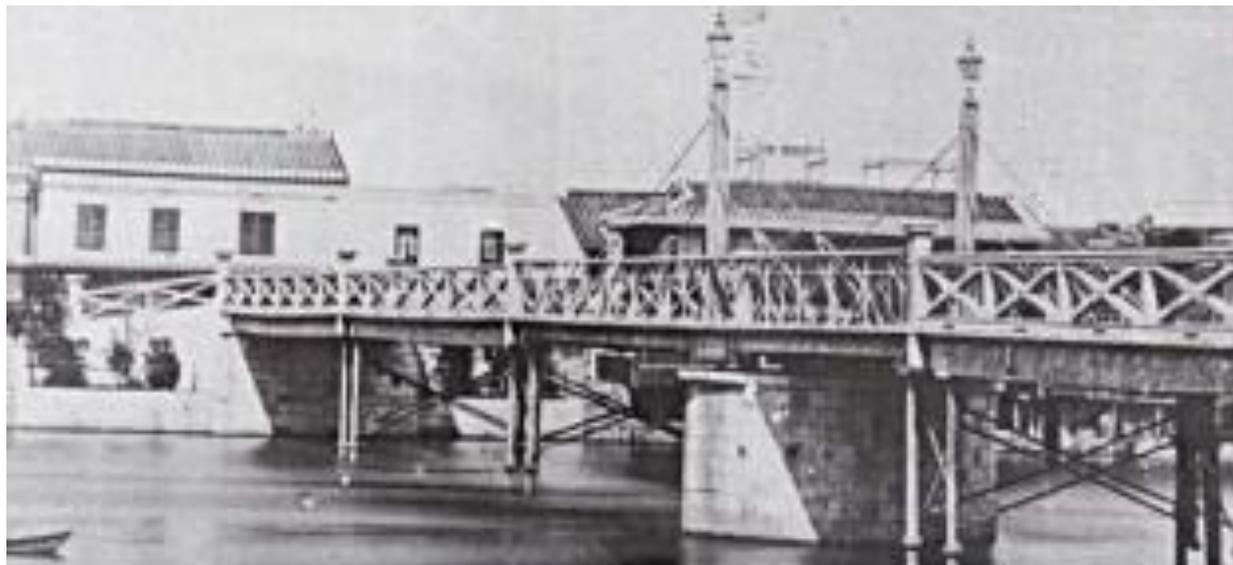
高麗橋  
(大阪、1870(明治3)年)

- スクリー杭の数量:28本 (7橋脚×4本)
- 杭の合計重量:39トン  
橋桁とともにイギリスから輸入



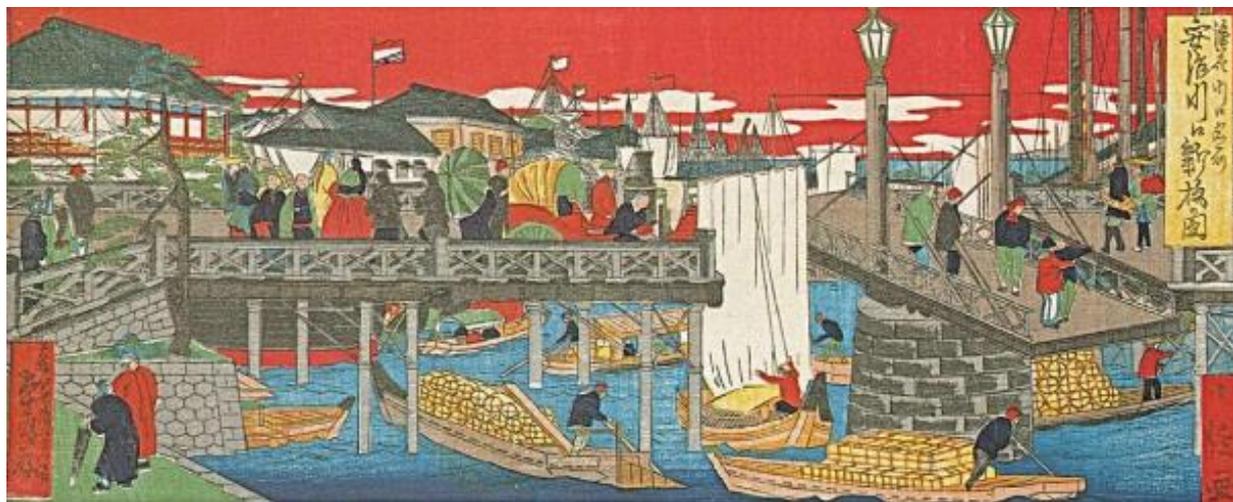
イギリス、A. ハンディー  
サイド社の記録

# 安治川橋(大阪、1873(明治6)年)



(大阪城天守閣蔵)

橋脚1基あたり4本の  
スクリー杭を使用



(神戸市立博物館蔵)

# 長良川鉄橋(岐阜、1888(明治)21年1月完成)

明治24年10月28日の濃尾地震で橋脚鑄鉄管の継手から破壊



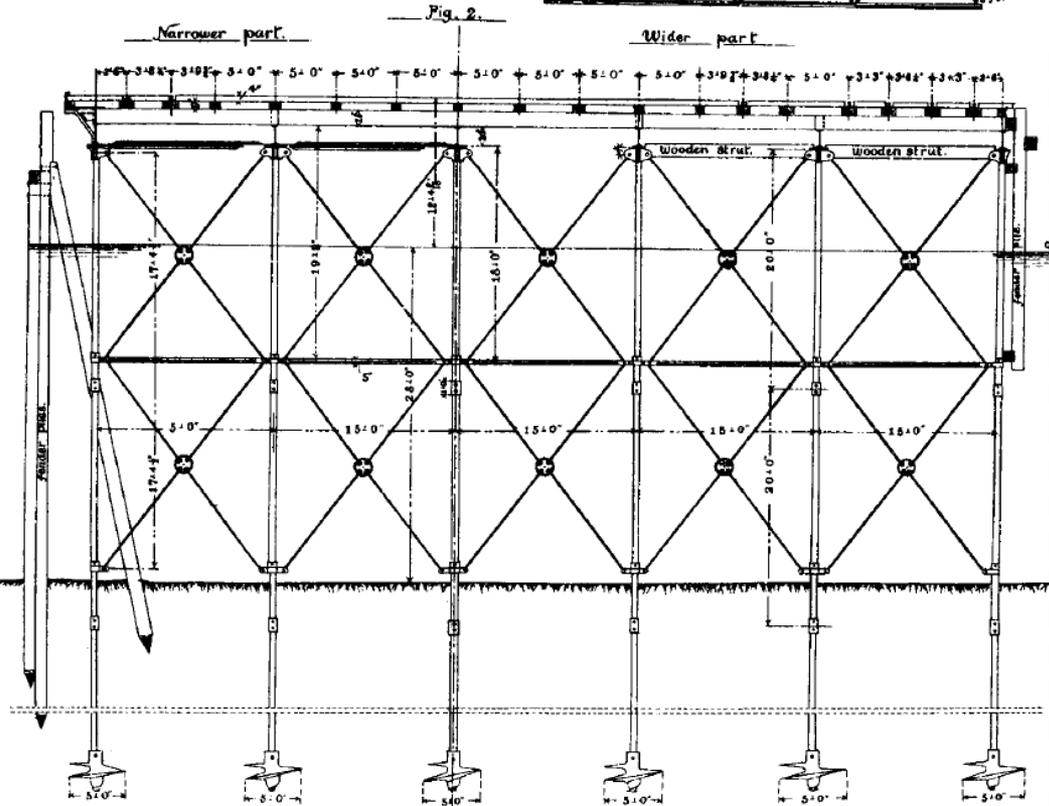
橋台: 径1m $\phi$  厚さ3cmの鑄鉄管 $\times$ 2本  
橋脚: 径76cm $\phi$  厚さ2.5cmの鑄鉄管 $\times$ 4~5本

# 大阪港鉄棧橋（明治35年3月～36年7月）

GENERAL ELEVATION.



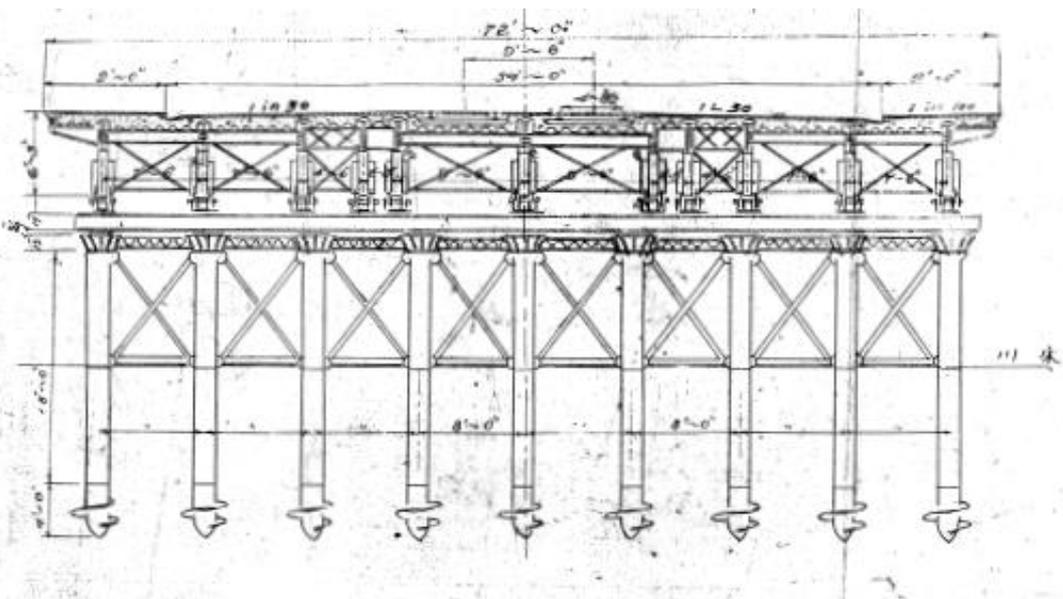
CROSS SECTION THRO. *Scale for Cross-Section.*



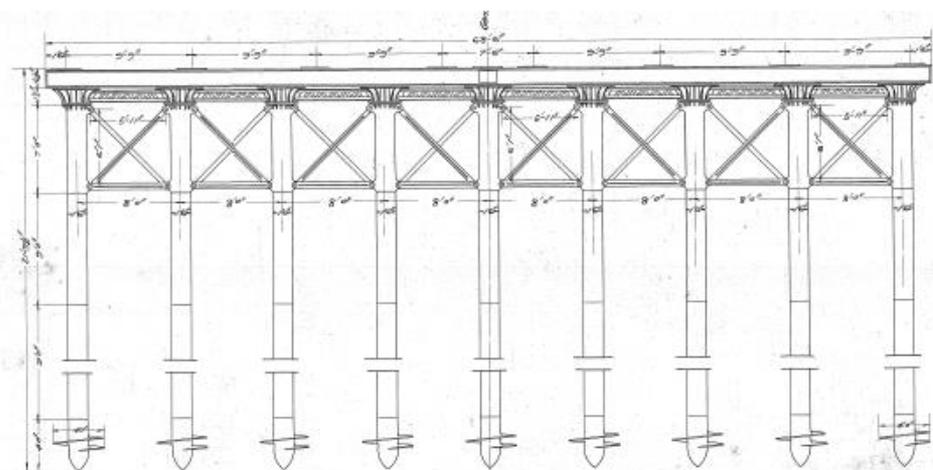
- 構造： スクリューパイル  
          ジェットイ棧橋
- 全長： 450m  
      幅員： 18～27m  
      工事： 明治35年3月  
              ～36年7月
- 鉄材料
  - ・支柱、スクリュー  
      鋳鉄1,000ton 汽車製造
  - ・棧橋(梁、綾材、ボルト他)  
      鋼材4,200ton、アメリカより輸入  
      (ピッツバーグ、ジョンソン&ラブリ  
      ン製)

工学会誌261号、明治37年2月 森垣亀一郎  
「大阪市築港鐵棧橋橋工事報告」

堺筋線日本橋(明治45年)



堺筋線長堀橋(明治45年)

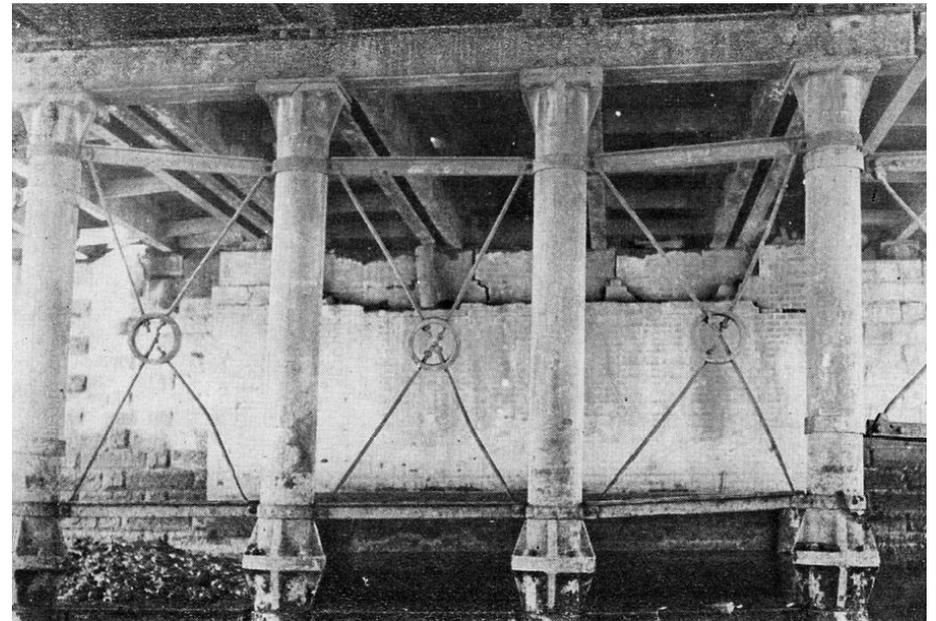


## 横浜のスクリーパイル杭橋脚の橋

横浜でも大栈橋の杭基礎の影響を受けて橋脚基礎にスクリーパイル橋脚が採用された。関東大震災で、すべてが大栈橋と同様に破壊された。



震災後の山吹橋(横浜市)



震災後の池下橋(横浜市)

(土木学会デジタルアーカイブ)

# 海中から撤去された明治26年施工のスクリー杭 (横浜港大棧橋、1994年6月23日)



(横浜みなと博物館)



# 大阪市電の橋に関する図面等調査の意義

「特定」を支える当時の共通的な技術環境、技術情報等  
＝技術的史実

史料性

特定構造物の設計図、設計計算書等

技術判断、考え方など

技術基準、標準、技術常識、慣習など

技術者教育、教科書、技術書、事例集

材料供給、生産技術などの産業力

欧米の技術動向

図面等は保存すべき史料対象としての認識は低い。

- ◆ ほとんど図書館等で図面は収蔵なし
  - 資料管理で「図面」という分類項目なし
  - 図面に関する知識をもつ学芸員、司書がいない
    - ⇒ 収蔵資料リスト上で「図面」は存在しない
    - ⇒ 質問への引っかかりがなく「なし」という回答
- ◆ 一部、長野県立歴史館のように、土木部などの現業部門より移管を受けた大量の図面を保管する一部の機関あり

(平成19年度 土木学会「歴史的近代土木構造物の設計図面の  
実態把握に関する調査(公立図書館+大学図書館より)

# 過去の公的行為の記録保存への意識

- 自衛隊イラク派遣の日報
- 森友学園を巡る決裁文書
- 加計学園の獣医学部新設に関わる文書

公文書とは、「国や行政が政策決定のプロセスを記録し、後世に残すためのもの」



公益に資するための公共施設の  
設計図面等の歴史的文化的価値と共通性

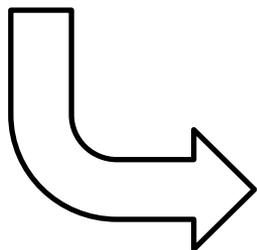
## ●行政文書・法人文書

- ・行政or 法人機関の職員が職務で作成・取得
- ・組織的に用いる図画、電磁的記録含む文書
- ・ただし歴史的文化的資料として管理されているものを除く

公文書

## ●特定歴史公文書等

歴史資料として重要な公文書その他の文書  
で**国立公文書館等に移管されたもの**



図面など公共物に関わる情報は公文書的意味を持つが、その価値が**公的に評価・認定されない限り**公文書、歴史文化資料の対象からすり抜けてしまう

設計図面等の史料性を具体的に示すこと  
が今後の図面保管管理に不可欠

「大阪市電の橋に関する図面等調査」の意義

# 大阪市電における設計図面等調査の意義

- 図面・設計計算書から読み取れる事柄を分析し、具体的に示すことは、高い専門性と労力を要するが、その**成果は史料価値を具体的に示している**
- 今回の調査研究の方法は、その**成果とともに、今後もありうる同種の事例へのあり方を示している**