

東京市施行震災復興橋梁群の型式配置の考え方*

Design Concept of Bridges Reconstructed by City of Tokyo after the Great Kanto Earthquake

白井 芳樹**

By Yoshiki SHIRAI

概 要

本論文は東京市施行復興橋梁群の型式配置に関し一つの仮説を提示するものである。そのため、①東京市橋梁課の技術者たちの橋梁型式配置についての考え方を把握し、②復興橋梁のアーチ橋、トラス橋、鉸桁橋等の分布を調べ、③それを総合することにより仮説を導き出した。すなわち、谷井陽之助と小池啓吉が中心となって、隅田川の両岸地域、都市内の各地区の性格、河川や道路、近接・先代橋との関係等を考慮し、それぞれの場所にふさわしい橋梁型式を配置する方針を立て、アーチ、トラス、鉸桁、木桁等さまざまな型式の橋梁を建設した可能性がある、というものである。

はじめに

(1) 研究の目的と方法

関東大震災後、東京市内において425橋の復興橋梁が建設された。筆者の関心は、この復興橋梁群の型式配置の考え方という点にある。国の復興局と東京市が統一的な型式配置方針の下に型式選定が行われたことを示す史料は見当たらない。そこで、本論文は、東京市施行による復興橋梁310橋を対象にその型式配置に関して一つの仮説を提示するものである。

そのため、①東京市橋梁課の技術者たちの橋梁型式についての考え方を把握し、②復興橋梁の型式ごとの分布状況を調べ、分布の説明要素を抽出し、その配置方針の仮説を導き出す。③さらに、復興橋梁全体の型式配置方針について仮説を提示することを試みる。

(2) 既往の研究

復興橋梁の型式配置に関する研究としては、伊東孝、中井祐、福島秀哉によるものがある。

伊東孝は、国及び東京市による復興橋梁の型式選定について次のように述べていて、ほぼ定説化している¹⁾。

- ①隅田川右岸地域は環境との調和、展望確保の観点から上路式アーチ橋を多く架設し、左岸地域は考慮すべき環境がなかったため下路式トラス橋を多く架設した
- ②環境や景観を考慮すべき地域は国の復興局が架設した
- ③隅田川と交差する河川の第一橋梁は、シンボル性、サイン機能の観点から下路橋とした

④中小河川の交差部は隅田右岸ではアーチ橋を、左岸ではトラス橋を架設した

⑤中小河川に架かる橋梁の多くは、河川・地域ごとにタイプを統一した

中井祐は、復興局の太田圓三、田中豊を取り上げ、彼らの設計デザイン思想を浮き彫りにしつつ、特に隅田川の復興橋梁6橋の型式配置を詳細に論じている²⁾。

福島秀哉は、中井との共同研究において、復興局による復興橋梁の型式配置計画について、街路、運河、公園の復興計画と関連させながら検討された可能性を指摘し、特にアーチ橋の分布状況を基に都市内の重要な街路、運河、公園と橋梁型式配置の関係を仮説的に論じている³⁾。

(3) 研究の前提と意義

本論文は、次のような限定的条件の下で東京市の復興橋梁の型式配置を考察しようとするものである。

①東京市の隅田川復興橋梁3橋は対象としない…大規模橋梁であること、3橋と少ないこと、復興橋梁の代表的な橋梁であるから、隅田川以外の橋梁群の型式配置との関係、また、復興局の6橋との関係を考慮する必要があると考えたためである

②橋梁の型式選定の条件のうち、地形・地質は原則として考慮しない…重要な条件ではあるが、盛土や基礎工により克服可能な場合もあるため、主として架橋地点の「環境」(中井の言葉では「場所性」)による型式選定を考察することとしたためである。

③個別橋梁の細部デザインは取り上げない…その手前の橋梁型式の配置をテーマとするためである。

復興橋梁の型式配置を考察するにあたり、さしあたり東京市のみを取り上げることの意義を次のように考えている。

*keyword：震災復興橋梁、型式配置方針、アーチ、トラス、鉸桁型式

**正会員 株式会社オオバ

(〒153-0042 東京都目黒区青葉台4-4-12-101)

- ・東京市は、復興局が1橋も建設しなかったトラス橋や木橋をも含めて様々な型式の復興橋梁を建設したこと
- ・復興局の3倍近くの数の橋梁を建設したこと
- ・従って、東京市の復興橋梁を対象とするのは、型式配置について幅広い考察が可能であると思われること
- ・東京市においては、復興橋梁以前に樺島正義を中心に架橋地点の場所性に依じて型式選定を行うという考え方があり⁴⁾、樺島に学んだ技術者たちが復興事業の中心となったこと等から、復興橋梁の型式配置の問題をより長い時間のスパンの中で捉えられる可能性があること⁵⁾

なお、東京市の復興橋梁の型式配置に関する研究はほとんどなされていない。

本論文の主要な参考文献は次のとおりである。以下「文献a」等と記す。

- a. 『帝都復興区画整理誌 第一編帝都復興事業概観』東京市役所、昭和7年
- b. 伊東孝『東京の橋 水辺の都市景観』鹿島出版会、1986年
- c. 中井祐『近代日本の橋梁デザイン思想 三人のエンジニアの生涯と仕事』東京大学出版会、2005年
- d. 福島秀哉・中井祐「街路・運河・公園の復興計画との関連性から見た帝都復興橋梁の型式配置計画に関する研究」土木史研究論文集第24巻、pp95-102、2005年
- e. 白井芳樹「東京市内の橋梁群並びに樺島正義及び東京市橋梁課の技術者たち」土木史研究講演集、第32巻、2012年

1. 橋梁の型式配置の一般的考え方

(1) 型式選定の条件

橋梁の型式選定に当たり考慮すべきもののうち物理的条件である地形地質以外の条件について、当時の東京市橋梁課の技術者たちは次のように考えていた⁶⁾。

- ①樺島正義；架橋地点の場所性、或いは都市空間の文脈（以上は中井祐の表現⁷⁾）、地域や都市の歴史
 - ②谷井陽之助；第一に背景との調和、第二に近隣の橋梁との関係、第三に住宅地、工場地等の地域性
 - ③小池啓吉；隣接橋梁、近接建築物、市街景観との関係
- 3人それぞれの言葉で述べているが、その考え方は共通していると言ってよい。

なお、樺島が指摘した「地域や都市の歴史」とは、②谷井の主張に対し、「橋梁の型式は其地域に相応はしきものでなければいけぬと云はれた事は真理であるが、私は更に歴史的に相応はしきものでなければいけぬと叫び度い」と述べているものである（下線部は引用者、以下同じ）⁸⁾。

一方、復興局は、地形、地質以外の条件を「環境」として挙げている⁹⁾。

(2) 橋梁の型式配置の一般的考え方

次に、橋梁の型式ごとに当時の市橋梁課の技術者たちの考え方を整理しておく。

- ①アーチ型式…都市の枢要街衢に架設すべき橋梁は[…]

理想の型式としては先づ拱橋に指を屈せねばならぬ／樺島正義¹⁰⁾（[]は引用者、以下同じ）

- ②トラス型式…市街橋として適当なる型式であると断定しかねる[…] 外観を余り尊重せざる公道橋もしくは鉄道橋に対して確かに実用向きの型式である／小池啓吉¹¹⁾

- ③鉸桁型式…鉄橋の寿命を二十五年乃至四十年と見て其の間市街の外観よりして鉸桁橋は不体裁と云はれる位変化するか否かは疑しいものである／小池啓吉¹²⁾

…東京市の如く市内を貫流してゐる河川幅員が大部分二、三十米前後で、之を横断する道路幅広く、水陸両方面の交通量が多い所で且つ、地質悪く河岸地低き場所では鉸桁橋が最も適応性に富んで居り、市街橋として重大な役割を演ずるものと云はねばならぬ[…] 市街橋としての鉸桁橋の美は簡素軽快なる点にある／徳善義光¹³⁾

- ④木橋…特徴は工事の簡易なる事と工費の低廉なる事であるが、剛度耐久性に乏しいと云ふ大なる欠点がある、故に市街橋の様に交通が頻繁で大きな荷重を通すものには最も不適当である／小池啓吉¹⁴⁾。[復興橋梁では]避けたいは山々であるが、さうも行かないだらう／同¹⁵⁾

- ⑤上路式…床部が橋梁の主要部分の上にあるもので市街橋として最も適切な型である／谷井陽之助¹⁶⁾

以上は、東京市の橋梁技術者たちの言であるが、中井によれば、市街橋はアーチ型式が好ましいことや上路橋とすべきことは、「大正期から復興期にかけて日本の橋梁技術者たちに一般的な考え方」であった¹⁷⁾。

2. 隅田川の左岸と右岸～大きく地域区分

復興橋梁の型式ごとの分布の前に、隅田川の両岸における橋梁型式の分布について述べる。このことについて伊東孝は、国と市の復興橋梁を対象に、右岸地域には守るべき景観、考慮すべき環境があったので上路式アーチ橋を多く架設し、左岸地域にはそれがなかったため下路式トラス橋を多く架設したと述べている¹⁸⁾。

表-1は東京市施行復興橋梁310橋のうち型式の不明なものを除く274橋を橋種・型式別に分類し、さらに隅田川の左右岸に分けてみたものである。一見明らかなように左右岸で型式分布が大きく異なっている。

右岸に多い型式	アーチ橋（鋼及びRC）	16/19
	RC 桁橋	18/19
左岸に多い型式	木橋	59/62
	鋼トラス橋	26/27
	RC ラーメン橋	7/10

アーチ型式とトラス型式について伊東の指摘を確認できるほか、木橋とRC桁橋、RCラーメン橋も左右岸で分布が大きく異なっていることが分かる。この両地域には次のような違いがあった。第一に、地質を見ると「本所深川の地盤は一般に軟弱である、始末に困る軟粘土或は砂混り粘土である」のに対し「日本橋京橋から山手方面にかけては江東よりは比較的良好である」¹⁹⁾。第二に、

地域として次のように認識されていた。「商業地域たる京橋、日本橋方面及工業地域たる本所深川方面」²⁰⁾、「本所深川の如き市の中心を去った二流地」²¹⁾。

無論、個々の架橋地点でみれば一概に言えないのであるが、大きな傾向として表-2のように、両地域の性格の違いが橋梁型式分布の違いになっていると言える。

以上のことから、東京市の復興橋梁の型式配置の考え方には、隅田川の左右岸という大きな地域区分があったものと考えられる。

表-1 東京市施行復興橋梁の隅田川兩岸の分布

出典：筆者作成

橋種・型式		右岸	左岸	小計	隅田川	全体
木 桁		3	59	62	0	62
鋼トラス		1	26	27	0	27
桁 橋	鋼桁橋	9	6	15	0	15
	鋼鈑桁橋	41	77	118	1	119
	RC桁橋	18	1	19	0	19
	小計	68	84	152	1	153
アーチ	鋼アーチ	7	2	9	2	11
	RCアーチ	9	1	10	0	10
	小計	16	3	19	2	21
ラーメン	鋼ラーメン	1	0	1	0	1
	RCラーメン	3	7	10	0	10
	小計	4	7	11	0	11
合 計		92	179	271	3	274

注)東京市施行のうち改築的復旧橋梁36橋は除いてある

表-2 隅田川兩岸の特性と橋梁型式 出典：筆者作成

	右岸		左岸	
	高	低	型式選定条件	型式選定傾向
地盤	良好	不良	上路式困難	下路橋多い
地質	良好	不良	アーチ橋不向き	アーチ橋少ない
地域	中心地	非中心地	景観重視箇所 限定的	アーチ橋限定的 トラス橋多い
用途地域	商業	工業		
歴史	長	浅		
小池の評	中心	二流地		
小河川	少	多	小規模橋梁多用	木橋多い

注)兩岸の比較はあくまで総体的／相対的なものである

小池啓吉の評は「橋梁と災害」土木建築雑誌第2巻第10号
p387,大正12年10月にある

3. アーチ型式の配置

表-3は、東京市復興橋梁のアーチ橋 19 橋（1～19）について主として河川別に整理したものである。型式選定の条件となったと考えられるものとして、街路、河川及び河川の交差、街路前後の橋梁、河川上下流の橋梁、地域性（近隣施設等を含む）、先代橋を取り上げた。また、震災直前のアーチ橋 16 橋（A～S）を併記した。図-1は、その分布状況を示したものである。

アーチ型式配置の基本は「都市内の重要な地域にはアーチ型式が理想的である」という考え方である。以下、「都市内の重要な地域」となる要素を抽出し、実際のアーチ橋の分布を調べてみる。

(1) 枢要地域と重要河川

表及び図に基づき、まず、地域と河川を組み合わせる4つにグルーピングしてみる。

グループ①は、河岸が並ぶ神田川、金融・ビジネス・

商業中心を流れる日本橋川、宮城の濠であり中央官庁・府庁・市役所、東京駅、有楽町駅、さらに銀座を控える外濠川で、復興橋梁の左右衛門橋、万世橋、船河原橋（江戸川）、湊橋、錦橋、竹橋、新有楽橋の7橋が架かり、旧来のアーチ橋の浅草橋、柳原橋（浜町川）、和泉橋、昌平橋、江戸橋、日本橋、一石橋、常磐橋、新常磐橋、呉服橋、鍛冶橋の11橋が架かっている²²⁾。また、復興橋梁の万世橋は旧来のアーチ形式を継承したものである²³⁾。

河川を見ると、神田川、日本橋川、外濠川は右岸地域で年間取扱貨物量が上位3位を占める物流幹線であり²⁴⁾、復興計画においても（繋留2船＋航行4～3船）の幅員に拡幅が計画されている²⁵⁾。地域性を見ると、政治、行政、金融、ビジネス、商業等の我が国の中心をなす地域で、文字どおり帝都の都心である。

そして、この地域・河川には、明治初年から震災まで最も早く、最も多くアーチ橋が架設されてきたところである²⁶⁾。従って、「都市内の重要な地域にはアーチ型式」という基本方針が最もあてはまる地域・河川である。

グループ②は、隅田川と日本橋、京橋、銀座方面を連絡する箱崎川や桜川、京橋川、銀座を控える三十間堀川で、新永久橋、稲荷橋、水谷橋、八通八橋の4橋が架かり、旧来のアーチ橋の高橋、京橋、三原橋が架かっている。河川は、取扱貨物量はグループ①ほどではないが、京橋、銀座等の商業地を控えているため（繋留2船＋航行3～2船）の川幅を備えていた。地域性では、日本橋、京橋、銀座に隣接する商業地域である。

この地域も明治初期からアーチ橋が架けられていたが、復興事業により地域全体にアーチ橋の分布が見られるようになったことが分かる。グループ①に接するこの地域は「都市内の重要な地域」になっていたと見ることができよう。

グループ③は、汐留駅を控える汐留川、築地中央卸売市場を控える築地川及びその支川で、新橋、築地橋、采女橋、小田原橋、海幸橋の5橋が架かる。新橋は旧来のアーチ形式を継承したものである。汐留川は年間貨物取扱量が日本橋川に次いで多い河川で、築地川は幅員47～33mに拡幅し、さらに北部の楓川との連絡運河（33m）の新設が計画されていた。汐留駅は、日本最初の鉄道の起点新橋駅として明治5年に開業、大正3年東京駅開業後は旅客ターミナル機能がなくなり、汐留駅と改称し貨物駅の機能に変わったものであり、中央卸市場は、復興事業により日本橋の魚河岸、神田の青物市場が移転してくることとなったものである。以上のようにこの地域は、鉄道貨物駅と中央卸市場という一大物流拠点を抑える地域であり、また築地は外国人居留地、築地ホテル等幕末以来、近代化の出発点となった地域でもある。

新たに「都市内の重要な地域」となりつつあったこの地域の築地川一帯にアーチ型式が架設されたのは頷けるものである。

グループ④は、工業地域たる左岸の本所・深川地域の仙台堀川、小名木川、源森川を一括りにしたもので、上

表-3 東京市施行ア一子橋 出典;筆者作成

R	番号	施行	橋名	構造形式	橋種	橋長	幅員	街路との関係				河川との関係				地域性	先代橋				
								サイズ	街路	市区改正道路	前後橋*	河川名	X	W	交差河川等			上下流橋*			
①	A	M31	浅草橋●	鋼	A	24.5	14.5	他	2等第4	—	—	神田川	1,728	47	—	—	商業(河岸), 秋葉原駅	M34鉄トラス			
	1	復興	左衛門橋	鋼	A	35.5	15.0	H13	—	—	—	神田川	—	—	—	美倉橋, 浅草橋		M34鉄トラス			
	B	T12	柳原橋→	RC	A	12.7	18.2	他	3等第2	—	—	浜町川	121	14	神田川	—		—	—		
	C	M25	和泉橋●	鉄	A	—	—	他	2等第6, 3等第5	—	—	神田川	—	—	—	—		—	—		
	2	復興	萬世橋	RC	A	26.0	36.0	他	1等1類第2● 1等2類第2●	K46経て今川橋, 日本橋, 京橋, 新橋	—	神田川	1,728	47	—	—		昌平橋, 和泉橋	M36鉄アーチ		
	D	T12	昌平橋●	RC	A	22.7	18.2	他	1等2類第1	—	—	神田川	—	—	—	—		—	—		
	3	復興	船河原橋	RC	A	21.0	22.0	他	2等第15●	—	—	江戸川	16	—	外濠川	白鳥橋, 飯田橋		—	—		
	4	復興	浅橋	RC	A	49.0	18.0	H2	4等第6	一之橋	—	日本橋川	—	—	箱崎川, 亀島川	平場橋, 浮海橋		—	M28鉄鉄トラス		
	E	M34	江戸橋→	鋼	A	36.4	14.5	他	旧設計3等路線	—	—	日本橋川	597	47	—	—		—	—	金融, 業務, 商業	
	F	M44	日本橋→	石	A	49.1	27.3	他	1等2類第1	—	—	日本橋川	—	—	—	—		—	—		
②	G	T11	一石橋→	鋼	A	13.6	27.3	他	2等第5	—	—	日本橋川	—	—	外濠川	—	—	宮城, 東京駅, 有楽町駅, 銀座	新架		
	H	M10	常磐橋→	石	A	32.4	11.5	他	—	—	—	—	—	外濠川	—	—	—				
	K	T09	所斎整橋●	C	A	29.6	18.2	他	2等第4	—	—	外濠川	825	40	日本橋川	—	—			—	
	5	復興	錦橋	RC	A	33.0	22.0	H8	4等第10	御茶ノ水橋	—	外濠川	27	—	—	一ツ橋, 神田橋	—			—	
	L	復興	竹橋	RC	A	50.0	12.0	他	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
	6	T03	呉服橋→	鋼	A	31.8	21.8	他	1等1類第3	—	—	内濠	—	—	—	—	—			—	
	M	T03	股橋→	RC	A	30.9	21.8	他	1等1類第1	—	—	外濠川	825	40	日本橋川	—	—			—	
	7	復興	新有楽橋	鋼	AF	37.2	15.0	H17	—	豊玉橋	—	外濠川	27	京橋川	有楽橋, 丸ノ内橋	—	—			—	
	8	復興	新永久橋	鋼	A	37.5	13.0	H59	2等第6	—	—	箱崎川	399	43	日本橋川	女橋, 箱崎橋	—			—	日本橋, 京橋, 銀座を 跨える
	N	T08	高橋●	RC	A	32.7	21.8	他	3等第1	—	—	亀島川	416	48	日本橋川	—	—			—	
③	9	復興	稲荷橋	鋼	AT	39.3	15.0	H25	—	—	—	櫻川	176	33	亀島川	八丁堀橋	—	—	M34鋼アーチ		
	P	T11	京橋→	鋼	A	18.2	27.3	他	1等2類第1	—	—	京橋川	30	33	三十三間堀川	—	—	—			
	10	復興	水谷橋	鋼	A	27.2	15.0	H20	旧設計3等路線	新金橋	—	三十三間堀川	58	32	京橋川, 桜川	炭谷橋, 紀伊國橋	—	—	—		
	O	T05	三原橋▲	C	A	30.0	16.4	他	3等第4	—	—	三十三間堀川	—	—	—	—	—	—	新架		
	11	復興	八通八橋	RC	A	40.0	11.0	区画	—	新橋	—	三十三間堀川	—	—	—	—	—	—			
	12	復興	新橋	RC	A	25.0	27.0	他	1等2類第1●	—	—	汐留川	472	33	三十三間堀川	出雲橋	—	—	—		
	13	復興	築地橋	鋼	AF	34.5	18.2	他	3等第9●	—	—	築地川	70	33	築地川	土樋ノ蔵菜橋	汐留駅	—	M32鋼アーチ		
	14	復興	采女橋	RC	A	42.0	15.0	H23	旧設計4等路線	本橋橋, 市場橋	—	築地川	—	—	築地川横川連絡運河	入船橋, 三吉橋	—	—	中央市場, 汐留駅		
	15	復興	小田原橋	RC	A	24.5	15.0	他	旧設計4等路線	市場橋, 萬壽橋	—	築地川南支川	—	—	築地川東支川	万年橋, 千代橋	—	—			
	④	16	復興	海幸橋	鋼	AT	27.5	15.0	H24	旧設計4等路線	南明橋, 小田原橋	—	築地川南支川	—	—	築地川東支川	門跡橋	—	—	新架	
17		復興	上之橋	鋼	AT	36.0	15.0	H99	旧設計2等路線	万年橋, 仲之橋	—	仙台堀川	804	29	隅田川	清川橋	—	—			
18		復興	萬年橋	鋼	AT	56.6	15.0	H140	旧設計2等路線	一之橋, 清川橋	—	小名木川	1,420	53	隅田川	高橋	—	—			
R		M33	高橋●	鋼	A	27.5	12.7	他	3等第18	—	—	小名木川	—	—	—	—	—	—			
S		T09	二之橋●	C	A	16.4	5.5	他	3等第18	—	—	琴川	662	35	隅田川	—	—	—			
19		復興	枕橋	RC	A	25.4	18.0	他	—	—	—	源登川	56	22	隅田川	源登橋	隅田公園	—	—		
	20	復興	鷹橋	鋼	AT	152.0	22.0	K51●	3等第18●	横川橋	—	荒川	—	—	—	駒形橋, 鷹前橋	—	—	M26鉄鉄トラス		
	21	復興	表土橋	鋼	A	150.0	20.0	他	4等第20	—	—	荒川	—	—	—	江間橋, 駒形橋	隅田公園	—	M20鉄鉄トラス		

注) 橋名等の右の●は復興局改築でアーチ橋に、▲は同新橋に、一は復興後も残存、×は同廃橋を表す。橋等の斜体は復興局施行を、ゴシック体はアーチ橋を示す。街道のKは幹線道路を、Hは補助幹線道路を表す。

市街・市区改正道路名等の●は市内主要幹道の敷設を示す／河川名右端のNは沿岸の年間貨物取扱量(単位1千トン)、Wは河川改修計画による改修後の幅員(m)を表す(但し斜体は正10年の平均幅員)

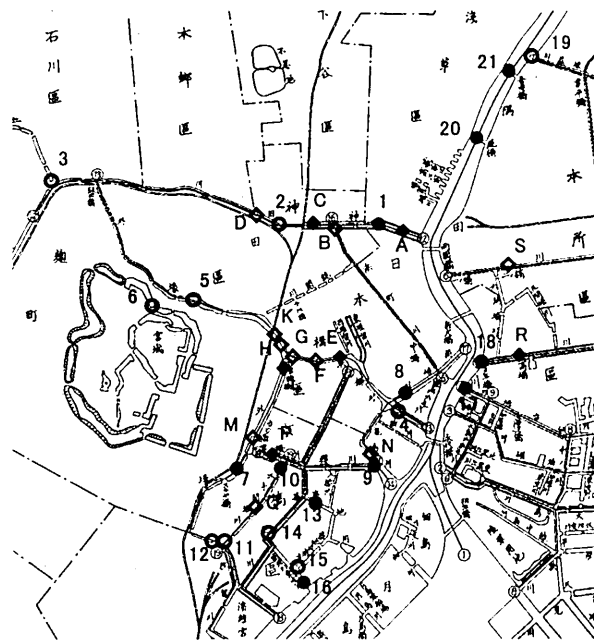


図-1 アーチ橋の分布

- 鋼アーチ橋 11 橋 ◆ 震災前の鋼, 鉄アーチ橋 6 橋
○ RC アーチ橋 10 橋 ◇ 震災前の RC, 石造アーチ橋

出典：『帝都復興事業誌土木篇下卷』東京市運河

系統図をベースに、文献 e を参考に筆者作成

之橋、萬年橋、枕橋の3橋が架かり、旧来のアーチ橋の高橋、二之橋が架かっている。小名木川は年間取扱貨物量が神田川に次いで多く、郡部や千葉・埼玉等の周辺各県と通ずる重要な河川で、改修計画中最大の幅員55m（繫留2船＋航行5船）となっていた。仙台東川も大島川に

次いで貨物取扱量の多い河川である。この地域は、市街中心を離れた「二流の地」であったため、アーチ3橋は「都市内の重要な地」以外の要素により架設されたと見るべきである。

以上のように、神田川、外濠川をはじめ物流の盛んな重要河川にアーチ型式が用いられるという点は、福島らが復興局のアーチ橋について指摘したのと同様である。

(2) 河川交差部

次に、河川との位置の関係を見ると、各グループ共、十字乃至T字に交差する河川が多い事に気づく。両河川の船舶が行き交う河川交差部では航行に注意する必要がある。「都市内の重要な地域」であり、かつ河川の交差を知らせる必要から、景観上理想的でかつシンボル性の高いアーチ型式が配置されたものと考えられる。

交差箇所から直近の地点に架かるもの（広義の第一橋梁）が19橋中13橋あり、特にグループ③及び④のアーチ橋は全て第一橋梁である。伊東が『東京の橋』で述べていることが確認できるのである。

(3) 主要街路

東京市は、復興計画の補助線街路及び区画街路に架かる橋梁を分担したことから、この2種類の街路に架かるものを見ると、補助線33号の左右衛門橋、同2号の湊橋、同8号の錦橋、同17号の新有楽橋、同59号の新永久橋、同25号の稲荷橋、同20号の水谷橋、同23号の采女橋、同24号の海幸橋、左岸で同99号の上之橋、同40号の萬年橋、また区画整理街路（幅員11m）に架かる八通八橋の12橋である。これらは、幅員11m以上の補助線街路及

び区画街路であり、復興計画の街路網を構成する主要な街路の一部である。

他のアーチ橋は補助線等に位置づけられなかった街路に架かるものである。震災以前の幹線街路は市区改正によるもので、このうち復興計画で改築対象にならなかったものは補助線等の位置づけがなされなかった。この市区改正による幹線道路等に架かるアーチ橋として、第1等第1類第2（御成道）及び第1等第2類第1道路に架かる萬世橋、第2等第15の船河原橋、第1等第2類第1（中央通）の新橋、第3等第9の築地橋、旧設計第4等路線に架かる小田原橋の5橋がある。以上のいずれの街路にも該当しない街路に架かるものは、宮城内濠に架かる竹橋及び左岸源森川第一橋梁の枕橋の2橋である。この2橋は他の観点からアーチ型式が採用されたものと考えられるべきである。

また、同一街路に架かるアーチ橋として、市区改正第1等第2類第1道路（中央通）に架かる旧来の昌平橋（萬世橋西新架、復興局により拡幅）、同日本橋、同京橋及び復興による新橋、旧設計4等路線に架かる采女橋と小田原橋、同2等道路に架かる上之橋と萬年橋がある。

震災の前後に市街電車が走っていたのは、萬世橋、船河原橋、新橋、築地橋の4橋である。市内の要所を結ぶ市街電車が走る路線は、その分街路及び沿道地域が主要な路線・地域であることを意味している。

橋梁は街路の一部であり、格の高い街路や市電の通る街路は、裏返せば沿道地域や起終点に都市内の重要な地域をもつことを意味し、従ってかかる街路にアーチ型式が配置されるのは宜なるかなである。

街路との関係から見たアーチ型式についても、福島らが復興局橋梁について述べたところと同様である。

(4) 近接橋がアーチ型式

復興橋梁を架設する場合、近隣橋相互の関係は特に考慮すべき点であることを谷井陽之助が述べている²⁷⁾。こうした考え方により、同一街路の前後橋（旧来または復興局橋梁を含む）乃至同一河川の上下流橋（同前）がアーチ橋である場合は、その街路や河川が重要なものであることに通ずるから、復興橋梁もアーチ型式を検討することが十分考えられる。

かかる条件を有する復興橋梁は、右岸の左右衛門橋、萬世橋、錦橋、八通八橋、新橋、采女橋、小田原橋、左岸では萬年橋、枕橋の9橋である。

(5) 先代橋がアーチ型式

復興橋梁に先行する橋梁がアーチ型式である場合は、その地域や河川・街路の重要性を意味しており、また先輩技術者に敬意を表する意味でもアーチ型式を継承するのは十分合理的である。

復興橋梁の先代橋がアーチ橋だったものは萬世橋及び新橋の2橋で、いずれも樺島正義が橋梁課長だった時期に架設されたアーチ橋である²⁸⁾。

(6) アーチ型式の配置

アーチ橋19橋について、以上の要素に該当する場合、

表-3に網掛けを施し、さらにそれを取り出したものが表-4である。同表によれば、竹橋を除く18橋は3～7要素に該当していることが分かる。アーチ型式の配置は、架橋地点の地域性や河川、街路、近接橋梁等さまざまな条件を総合的に勘案して行われたものと考えられる。竹橋は、他の要素はともかく宮城の内濠に架かる橋梁として重厚なRCアーチ型式が選ばれたものと考えられる。

以下、先述のグループ毎にいくつかの橋梁を取り出してアーチ型式配置の考え方について述べる。

表-4 アーチ型式配置の条件 出典：筆者作成

番号	橋名	構造型式		地域	景観重視	重要河川	交差河川	主要街路	電車軌道	近接橋梁	先代橋梁
		橋種	型式								
1	左衛門橋	鋼	A	左岸市街地中心及びその隣接地域	○	○		○		○	
2	萬世橋	RC	A		○	○		○	○	○	○
3	船河原橋	RC	A		○		○	○	○		
4	湊橋	RC	A		○	○	○	○			
5	錦橋	RC	A		○	○		○		○	
6	竹橋	RC	A		○						
7	新有楽橋	鋼	AF		○	○		○			
8	新永久橋	鋼	A		○	○		○			
9	稲荷橋	鋼	AT		○	○	○	○			
10	水谷橋	鋼	A		○	○	○	○			
11	八通八橋	RC	A		○	○	○	○		○	
12	新橋	RC	A	右岸	○	○	○	○	○	○	○
13	築地橋	鋼	AF		○	○	○	○	○		
14	采女橋	RC	A		○	○	○	○		○	
15	小田原橋	RC	A		○	○	○	○		○	
16	海幸橋	鋼	AT		○	○	○	○		○	
17	上之橋	鋼	AT			○	○	○		○	
18	萬年橋	鋼	AT			○	○	○		○	
19	枕橋	RC	A		○	○	○			○	

【萬世橋】上落式 RC アーチ（26m×36m）

市内で最も大量の貨物輸送を担う神田川に架かる橋で、沿川に柳原河岸、佐久間河岸等があり、街路は、新橋、京橋、日本橋等を経由する市内随一の目抜き通りの中央通りから上野公園を結び、市電も走る路線で、上下流にはアーチ型式の昌平橋、和泉橋があり、先代もアーチ橋であった。アーチ型式以外に考えられなかったのではないと思われる。

神田川に復興橋梁は全体で13橋あるが、最下流から外濠川と交差する箇所までの11橋は御茶の水橋と水道橋を除き全てアーチ型式である。鉸桁型式の水道橋は、耳桁を鉸拱としてアーチ型式を擬装して、これをアーチ型式と見なせば、鋼ラーメン型式の御茶ノ水橋を除く全橋がアーチ型式になっている²⁹⁾。

【湊橋】上落式 RC アーチ（49m×18m）

右岸地域では3番目に貨物量の多い日本橋川が箱崎川・亀島川と十字に交差するすぐ下流に架かる橋で、沿川に北新堀河岸、鰐河岸があり、補助線2号街路は、八重洲橋、呉服橋、和泉橋から東南に延びる街路（それぞれ現在の八重洲通り、永代通り、人形町通り）を横断的に連絡している。下流の豊海橋は下落式トラスにも見えるフィーレンディール橋であり、湊橋は先代の鍊鉄製トラス橋を上落式 RC アーチ橋に改築したものである。

日本橋川に復興橋梁は全体で5桥架けられ、アーチ2橋（湊橋、江戸橋）、鉸桁2橋（茅場橋、西河岸橋）フィ

ーレンディール 1 橋（豊海橋）である。旧来の橋は鎧橋（明治 21 年、大正 4 年拡幅）、日本橋（明治 44 年石造アーチ）、一石橋（大正 11 年 RC アーチ）の 3 橋である。

なお、右岸の復興橋梁でトラス型式は南高橋のみであるが、鎧橋は昭和 28 年に撤去されるまで都心部のトラス橋として機能していたのは驚きであった³⁰⁾。

【新有楽橋】上路式鋼アーチ（37m×15m）

水運上重要な外濠川の有楽橋と数寄屋橋（RC アーチ橋）の間に新架された 2 橋の一つで、補助線 17 号街路は、日比谷公園北東角、有楽町駅南口から銀座二丁目・三丁目を経て（現在のマロニエ通り）築地明石町に連絡する補助線 18 号街路につながる路線である。もう一つの新架丸ノ内橋（区画街路に架かる）を RC 連続桁橋（38m×11m）としたのに対し、新有楽橋は鋼アーチ型式としたものと思われる。

外濠川に復興橋梁は全体で 22 橋（型式不明の 2 橋を除く）架けられ、内訳は RC アーチ 9 橋、鋼アーチ 2 橋、RC ラーメン 1 橋、RC 桁 4 橋、鉄桁 3 橋、鋼桁 2 橋、木桁 1 橋である。半数がアーチ型式でなかでも RC アーチ型式が卓越している³¹⁾。東京市は外濠川に多い RC アーチ型式を竹橋に、2 橋しかない鋼アーチ型式のうち 1 橋を新有楽橋に採用したことになる。

なお、新有楽橋の橋台は、外濠川に張り出したラーメン構造（復興局型と言われる）であるが、架橋地点の地質に関係があるのかなどその理由は詳らかではない。

【水谷橋】上路式鋼アーチ（27m×15m）

京橋川・桜川から分かれた三十間堀川は、銀座の南東部、中央通りと復興幹線 1 号線昭和通りの中間を流れる河川で、汐留川に合流する。この橋を通る補助線街路 20 号線は、銀座一丁目の京橋南詰めから京橋川・桜川沿いに新富町を経て河口部の湊河岸に至る路線である。水谷橋は、三十間堀川の最上流部で桜川・京橋川と T 字交差する地点に架かることもあり、アーチ型式を配置したものと考えられる。

なお、三十間堀川に架かる復興橋梁は全体で 8 橋あり、アーチ型式は水谷橋と、最下流部で汐留川への合流地点に架かる八通八橋の 2 橋である。

【海幸橋】下路式鋼アーチ（28m×15m）

海幸橋が架かる築地側東支川は、采女橋下流で本川から分かれて築地卸売市場の北側を下り、小田原橋下で南支川を合わせて隅田川に注ぐ河川である。また、海幸橋を通る補助線街路 24 号線は、築地市場から南小田原町（現築地 6, 7 丁目）を貫き聖路加病院まで、その先は補助線 54 号を経て鍛冶橋通りに通ずる路線である。近接橋梁には、RC アーチの小田原橋、鉄桁の市場橋、桁橋の安芸橋がある。新設の中央卸売市場へのアプローチ橋として、南支川との交差箇所にかかる橋梁として、さらに、東支川の第一橋梁安芸橋（復興橋梁ではない）が桁橋ということもあり、海幸橋は下路式のアーチ型式が採られたものと考えられる。

築地川及び同支川には復興橋梁が 21 桥架けられ、アー

チ型式は RC4 橋、鋼 2 橋で、うち 4 橋を東京市が架けた。

アーチ橋の配置を見ると、築地川と連絡運河との交点付近（築地橋）、東支川の起終点附近（采女橋、海幸橋）、南支川の終点部（小田原橋）、復興局による尾張橋、南門橋（浜離宮正門での屈曲部）を含めて、これまで述べたことに合致していることが分かる。

【左岸 3 橋】上之橋、萬年橋（以上鋼アーチ）、枕橋（RC アーチ）

最後に左岸部の 3 アーチ橋を見ると、隅田川から分流する附近に架かる第一橋梁であることは 3 橋に共通している。上之橋は重要河川の仙台堀川、越中島橋から永代橋を経て清洲橋袂まで連絡する補助線街路 99 号線に架かり、萬年橋は最重要河川小名木川、左岸沿いを清洲橋から新大橋袂まで結ぶ補助線街路 40 号線に架かっている。これに比べて枕橋が架かる河川と街路にはさほど重要性は窺えないが、復興大公園の一つ隅田公園に隣接していて景観上の配慮が求められたものと考えられる。この点は、福島らが同じ隅田公園との関係において指摘した源森橋、今戸橋の場合と同じである。

地域全体として景観上の配慮が求められない左岸にあって、この 3 橋は、第一橋梁、主要な街路、公園に隣接という点でアーチ型式が配置されたものと考えられる。

【復興アーチ橋の見方】

筆者は別稿において、震災以前のアーチ橋の震災後の変化について述べた（文献 e の表-3）。これら旧来のアーチ橋と復興によるアーチ橋の関係に着目すると、次のことが分かる。

東京市施行のアーチ橋 19 橋、うち 2 橋は旧来のアーチ型式を継承…新たにアーチ型式採用は 17 橋

復興局施行のアーチ橋 33 橋、うち 11 橋は旧来のアーチ型式を継承…新たなアーチ型式採用は 22 橋

従って、復興橋梁のアーチ橋を取り上げる場合は特に震災以前のアーチ橋との関係を考慮することが必要であり重要である。

(7) アーチ型式配置の方針（仮説）

伊東、中井、福島らによる先行研究を参考にしつつ、本研究で得られた知見を基に、東京市のアーチ型式配置の方針は次のようなものであったと考えられる。

- ①桁が優美な曲線のアーチ型式は、景観を重視する都市内の重要な地域には理想的な型式である
- ②特に下路式のアーチ型式は、遠くからでも視認可能でシンボリックな形態である
- ③隅田川右岸地域は宮城、東京駅、銀座、日本橋等帝都の重要な地域を抱えている
- ④沿川や沿道の活発な都市活動を支えるため水陸交通の繁華な重要河川や主要街路に明治期からアーチ型式が架けられてきた（神田川、日本橋川、外濠川、中央通り等）
- ⑤近年の市街地の動向及び復興計画に位置づけられた新たな主要街路、中央卸売市場や復興公園を控える地域も今後都市の重要な地域となるであろう
- ⑥架橋地点に近接する橋梁や先代の橋梁との関係を考慮

- するのは、都市内の橋梁群として見ることに同時に先輩技術者に対する挨拶・敬意の表明でもある
- ⑦以上の考えに基づき、右岸の麹町、神田、日本橋、京橋区等ではアーチを橋梁型式の一つとして配置を考える
- ⑧アーチ型式の配置は、河川では旧来の神田川、日本橋川、外濠川に加えて三十間堀川や築地川等を対象とし、その場合、特に河川の交差部近辺に配置する
- ⑨街路では、復興計画による補助線街路等主要な路線、御成道や中央通り等市区改正における格付けの高い街路や市内電車の通る街路を対象にアーチ型式を配置する
- ⑩近接橋梁や先代橋梁がアーチ型式の場合、当該橋梁もまずはアーチ型式を考えてみる

4. トラス型式の配置

トラス型式は市街橋として適当でないため、復興局は一切用いなかったが、東京市は27橋に採用し、しかも大半が隅田左岸地域である(表-1)。復興局が採用しなかった理由について、中井は、最初から想定すらしていなかったと見るべきであると述べている³²⁾。また、東京市の場合について、伊東は、左岸の河川交差箇所にトラス橋を架設したことを指摘している。

表-5は、東京市によるトラス橋を街路、河川との関係で見たものであり、図-2にその分布状況を示す。

表-5 東京市施行トラス橋 出典：筆者作成

番号	橋名	橋長	幅員	街路	河川との関係			
					河川名	交差河川	交差点	関係橋梁
1	南高橋	63.1	11.0	区画	亀島川	隅田川	十 左	
2	松本橋	35.9	11.0	区画	堅川	横十間川	十 左	T旅所橋、P清水橋
3	西深川橋	56.4	11.0	H108	小名木川	五間堀川	十 左	P東元橋、P東深川橋
4	新高橋	56.4	11.0	H109	小名木川	大横川	十 左	P旅所橋、T新堀橋、P新橋*
5	新田橋	57.3	15.0	H142	小名木川	大横川	十 右	P旅所橋、P新橋*、T新橋
6	小松橋	56.4	11.0	H117	小名木川	—	—	—
7	亀久橋	31.3	15.0	H11	仙台堀川	中ノ川	十 左	P大和橋*
8	崎川橋	36.2	11.0	H109	仙台堀川	大横川	十 左	T大栄橋、P石住橋、P茂森橋*
9	旅所橋	40.6	11.0	H106	横十間川	堅川	十 上	P清水橋、T松本橋
10	大栄橋	38.0	11.0	他	大横川	仙台堀川	十 上	P石住橋、P茂森橋*、T崎川橋
11	福富橋	40.1	11.0	H119	大横川	福富川	十 上	—
12	横本橋	37.9	11.0	H106	大横川	堅川	十 上	P新辻橋、P南辻橋、W菊花橋
13	長崎橋	39.0	11.0	他	大横川	—	—	—
14	平川橋	28.4	11.0	H103	大横川	—	—	—
15	東富橋	40.6	15.0	H11	大島川	中ノ川	十 左	P汐見橋*、W平野橋、T平久橋
16	緑橋	23.0	11.0	他	大島川西支川	油堀川	十 上	T元木橋、T千鳥橋
17	元木橋	26.4	11.0	H114	大島川西支川	油堀川	十 上	T緑橋、T千鳥橋
18	松永橋	26.7	11.0	区画	大島川西支川	油堀川	十 下	W清川橋
19	本場橋	27.2	11.0	H120	大島川東支川	油堀川	十 上	P築島橋、T鶴島橋
20	下之橋	25.8	15.0	H99	油堀川	隅田川	十 右	—
21	千鳥橋	28.3	8.0	他	油堀川	大島川西支川	十 左	T元木橋、T緑橋
22	一本橋	27.3	11.0	H89	油堀川	仙台堀川支川	十 ？	P丸太橋
23	島田橋	25.0	8.0	区画	油堀川	中ノ川	十 右	T鶴歩橋、P水居橋
24	鶴島橋	26.5	8.0	区画	油堀川	大島川東支川	十 左	T本場橋、P築島橋
25	八幡橋	15.7	2.5	区画	入堀	(富岡八幡宮)	—	—
26	平久橋	31.8	11.0	H122	平久川	平野川	十 下	P汐見橋*、W平野橋、T東富橋
27	鶴歩橋	40.1	11.0	H120	中ノ川	油堀川	十 上	T島田橋、P水居橋

(注) 交差点の記号は交差形状を、上下等は当該橋の交差点における位置を表す
関係橋梁のTはトラスを、Pは鉸桁を、Hは復興局型を表す、ゴシックはトラス橋を表す

まず分布状況を見ると、左岸地域26橋のトラス橋のうち22橋が河川交差箇所に架けられたことが分かる。右岸で隅田川と交差する亀島川に架かる南高橋も合わせると23橋(85%)になり、伊東の指摘が確認できる。

次に、橋梁寸法を見ると、橋長は、八幡橋以外の26橋が23m以上、幅員は全て15m以下となっている。この点については、当時市橋梁課に在籍した徳善義光が「低い河岸地と水陸の交通に対応するために床部を薄くする必要があるが、幅員が18m未満の場合はトラス型式の方

が鉸桁型式よりも床部を薄くできかつ経済的である」と述べ³³⁾、また当時鋼トラス橋の「最も適当とする径間長は25米乃至100米」であるとされていた³⁴⁾。復興橋梁のトラス橋はこの条件に対応していることが分かる。

(1) 右岸の南高橋

南高橋は、亀島川の第一橋梁として架設された、曲弦・下路式のプラット・トラス型式である。

この橋は、旧両国橋(明治37年)の中央径間を補強・狭幅して架設したもので、当初の復興計画に含まれていなかったが、何らかの事情で架橋に至ったものと思われる³⁵⁾。架設に至った事情は不明であるが、右岸の重要河川である亀島川が市を代表する隅田川に合流する地点に下路式・トラス橋が架設されたことは、トラス橋の配置を考える上で十分示唆的である。

(2) 左岸のトラス橋群

【河川別】

左岸のトラス橋について河川別に架設数を見ると、多い順に大横川、油堀川、大島川及び同支川(各5橋)、小名木川(4)、仙台堀川(2)、堅川、横十間川、中ノ川、平久川、入堀(各1)となっている。ほぼ取扱貨物量を反映した順になっているようだが、油堀川の貨物量はさほど多くないし、市街橋に適当でないトラス橋が単に河川の重要性に応じて架設されたとは考えにくい。

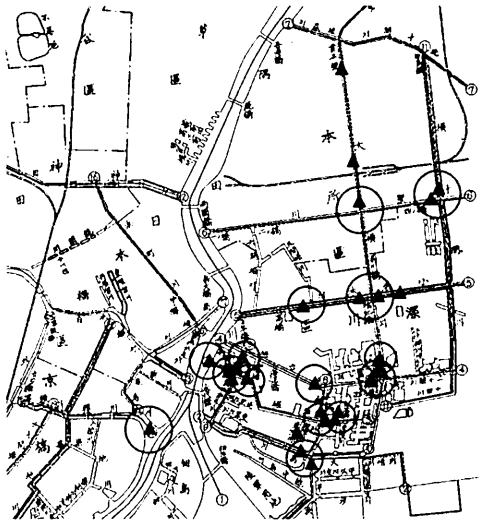


図-2 東京市施行トラス橋の分布

出典：『帝都復興事業誌土木篇下巻』東京市
運河系統図をベースに筆者作成

【河川交差箇所】

そこで、上述のトラス型式配置の第一の特徴である、河川交差箇所について詳しく見るため表-6を作成した。同表によりトラス橋が多く架設された上位3つは、油堀川、大横川、中ノ川と交差する箇所であることが分かる。

南北方向の大河川大横川は、堅川、小名木川、仙台堀川という東西の大河川及び木場を横断する福富川との交差箇所にトラス橋が6橋架けられた。油堀川は、隅田川から大島川東支川までの短い区間で隅田川、大島川西支

表-6 トラス橋と河川交差箇所 出典；筆者作成

	年間取扱貨物量	隅田川	大島川西支川	仙台堀川支川	五間堀川	中ノ川	大島川東支川	大横川	横十間川	交差箇所に架橋	左側の河川に架橋
年間取扱貨物量	千トン		230	152	36	537	816	1,091	462		
北十間川	212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
～		-	-	-	-	-	-	2	-	0	2
堅川	662	-	-	-	-	-	-	1	2	3	3
小名木川	1,421	-	-	1	-	-	-	1	3	3	4
福富川	1,085	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
仙台堀川	804	-	1	-	-	1	-	2	-	4	4
油堀川	79	1	3	1	-	2	2	-	-	9	9
～		-	-	-	1	-	-	-	-	0	1
大島川	446	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2
交差箇所に架橋		1	4	1	1	0	5	2	6	0	22
上欄の河川に架橋		1	4	1	1	1	5	2	8	1	26

注)「～」は河川と河川との区間を、「-」は縦横の河川が交差しないことを示す

川、仙台堀川支川、中ノ川、大島川東支川と交差し、それぞれの箇所に9橋のトラス橋が架けられた。特に大島川西支川との交差箇所では架設された3橋全てがトラス型式になっている。中ノ川も短区間で仙台堀川、油堀川、大島川と交差し、トラス橋が5橋架設された。大横川の場合は、大河川同士の交差箇所に、油堀川と中ノ川の場合は、中小河川同士が短区間で交差する箇所にトラス橋が配置されていることが分かる。

河川交差箇所にトラス橋を配置することについて、東京市が明確な方針をもっていたことが今回新たに判明した。先述の徳善が鉸桁橋に関する論説の中で「河川の交差点等に於ては水運の必然的要求から構橋を採用しなければならない」と断言的に述べていることである³⁶⁾。

次に第二の特徴であるトラス橋の橋長・幅員についてであるが、筆者は先に左岸地域のトラス橋について、徳善の論説を手がかりに考察を行ったことがあり、その中で、他の条件が同じであれば、鉸桁橋と比較して、幅員18m以下かつ橋長25m以上の場合はトラス橋が用いられた可能性があることを指摘した³⁷⁾。そこで、河川交差箇所においてトラス橋と鉸桁橋が架設されている場合について調べてみる。

例えば大横川と小名木川の交差箇所ではトラスと鉸桁が2橋ずつ架けられた。橋長がより長く・かつ幅員がより小さい順に並べると、新扇橋(トラス57×15m)、新高橋(トラス56×11m)、扇橋(鉸桁41×22m；復興局)、猿江橋(鉸桁38×15m)となる。比較的長・狭な新扇橋と新高橋にトラス型式が用いられている。油堀川と中ノ川との交差箇所では、鶴歩橋(トラス40, 11m)、島田橋(トラス25, 8m)、永居橋(鉸桁24.5, 15m)の順になっている。他の交差箇所でもほぼ同様の傾向が見られる。

なお、河川交差箇所以外のトラス橋のうち、交差箇所から離れた区間に架設された3橋(大横川の平川橋、長崎橋、小名木川の小松橋)は、いずれも幅員が11mと比較的狭く、かつ橋長はトラス橋が適当な径間長25m以上であり、鉸桁橋との使い分けが考慮された可能性がある。

また、八幡橋(ボウストリング・トラス15.7×2.5m)

は、明治11年楓川に架けられた弾正橋が震災復興事業により深川富岡八幡宮境内に移設されたもので、現在国指定の重要文化財という特異な履歴をもつ橋梁である。

(3) トラス型式配置の方針(仮説)

先行する伊東の研究を参考にしつつ、本研究で得られた知見を基に、東京市のトラス型式配置の方針は、次のようなものであったと考えられる。

- ①トラス型式は、景観上市街橋としては適当でないが、外観を重んじない地域では実用的である
- ②下路式のトラス型式は、シンボリックな印象を与えるため交通要所等に配置することが考えられる
- ③交通及び経済性の観点から桁厚をより薄くするためにはトラス型式と鉸桁型式を使い分けることが望ましい
- ④本所深川地区は、右岸市街地と比べて橋梁外観を重視する程度が小さく、上記①の考えが適用可能である
- ⑤さらに本所深川地区は、地盤が低く水運が盛んであり、上記②、③の考えが当てはまる
- ⑥以上の考えに基づき、本所深川地区ではトラス型式を橋梁型式の一つとして配置を考える
- ⑦同地区において、特に河川交差箇所においてはトラス型式の配置を原則とする(配置しなければならぬ)
- ⑧隅田川と交差する箇所では、前章で述べたアーチ型式が基本であるが、アーチ型式によりがたい場合等はトラス型式を配置する(油堀川の下之橋の例)
- ⑨鉸桁型式との選択においては、橋長・幅員が比較的長・狭の場合はトラス型式を優先する
- ⑩右岸地域では、亀島川の隅田川との交差箇所には、両国橋の中央径間の下路式トラス桁を再利用する

5. 木桁、鉸桁その他の型式の配置

(1) 木桁型式の配置

木桁橋は東京市施行分にはのみ見られるもので、62橋が架設された。表-7は、架橋地(区名)、河川の種類、橋長・幅員について整理したものである。

表-7 木桁型式の分布 出典；筆者作成

両岸	区名	河川名	橋梁数	橋長	幅員	タイプ
左岸	本所	堅川、横十間川等	7	9.7-11.8	6.0-11.0	河川型
	深川	仙台堀川、古石堀川等	13	14.7-37.0	7.0-15.0	
		入堀	39	6.0 15.6	3.0-14.0	入堀型
右岸	芝	入堀(曾仙橋)	1	8.7	8.0	河川型
	麹町	外濠川(寶田橋)	1	26.7	7.0	
	日本橋	東掘留川(萬橋)	1	33.0	8.0	
合 計			62			

架橋地では大半が左岸に、それも木場を抱える深川に、河川では入堀に多くが架設された。また、入堀に架かる小規模橋梁(入堀型)と河川に架かる中規模橋梁(河川型)の2タイプに分かれている。

別途橋長と幅員の関係を調べてみると63%が橋長10m未満、89%が幅員11m未満の小規模橋であり、個別に見ると橋長大なるものは幅員が比較的狭く、幅員大なるものは橋長が比較的小であることが分かる。

筆者は先に、木橋架設の背景について、小池啓吉や濱本齊肅の言説等を基に復興橋梁全てを不燃化するの

「投資効果や施工性等の問題」があること(①), また「架設場所によっては木橋も悪くない」(②) という考え方があったことを指摘したが³⁸⁾, ①の考え方により入堀型が, ②の考え方により河川型が架設された可能性がある。

なお, 右岸の會仙橋は浜離宮入口の橋として木桁が選ばれたものであろう。外濠川の寶田橋, 東掘留川の萬橋はいずれも交通量の多くない地点の橋梁である。

以上の考察に基づき次の仮説を提示する。

【仮説】木桁型式配置の方針

①木橋は, 不燃化の観点から避けるべきではあるが, 深川の入堀等に架ける重要でない橋梁には「投資効果や施工性」の問題から比較的廉価で施工の容易な木桁型式を橋梁型式の一つとして配置を考える

②木橋は「最終強度は相当丈夫」「取替えは割に簡単」「木の暖かみのある感触は捨てがたい」ことから, 荷重のさほど大きくない橋梁には木桁型式を選択肢の一つとする

(2) RC 桁型式の配置

RC 桁橋 (RC 床版橋 2 橋を含む) は 19 橋架設された。表-8 により, 左岸は深川に 1 橋のみで大半が右岸の 7 区にわたり分布していることが分かる。深川, 浅草, 下谷の 10 橋は全て入堀等小河川に架かる入堀型で, 他は外濠川, 浜町川, 三十間堀川等に架かる河川型である。

この分布状況のみでは RC 桁型式の配置の方針が導き出せないが, 次の RC ラーメン橋が左右岸で逆の分布を示していることと関係があるのかも知れない。

表-8 RC 桁型式の分布 出典:筆者作成

両岸	区名	河川名	橋梁数	橋長	幅員	タイプ
左岸	深川	入堀	1	4.2	8.0	入堀型
	浅草	入谷堀	7	5.4-6.2	11.0-16.0	
	下谷	山谷堀	2	5.2-6.1	7.0-9.5	
右岸	小石川	千川	1	5.8	18.0	河川型
	生込	千川	1	9.3	15.2	
	麹町	外濠川	2	38.0-41.0	11.0	
	日本橋	龍閑川, 浜町川	2	12.2-15.4	8.0-15.0	
	京橋	外濠川, 三十間堀川, 新川	3	13.5-33.0	8.0-15.0	
合 計			19			

(3) RC ラーメン型式の配置

RC ラーメン橋は 10 橋架設された。左岸は 7 橋が深川区の東西平井町等の入堀に架かる入堀型で, 右岸は京橋区等 3 区の楓川築地川連絡運河等に架かる河川型である。

表-9 RC ラーメン型式の分布 出典:筆者作成

両岸	区名	河川名	橋梁数	橋長	幅員	タイプ
左岸	深川	入堀	7	4.2-5.3	2.5-14.6	入堀型
	神田	外濠川	1	27.0	8.0	
右岸	日本橋	浜町川	1	13.0	11.0	河川型
	京橋	楓川築地川連絡運河	1	33.1	15.0	
合 計			10			

ここで, 河川幅 10m 未満に架設する小規模橋梁を考え, 荷重の大小により木造か RC 造が選ばれ, 地質の良不良により桁橋かラーメン構造が選ばれるとする。木桁橋は自重小のため地質不良でも可, かつ剛度耐久性小なるも荷重小ならば可として, 先に見たように深川区等の入堀に多く配置された。河川幅が小さいが荷重大なる場合は RC 造が選ばれるが, 地質の良不良と桁型式・ラーメン型式

をどう判断するか, 例えば, 橋長が 4~5m の溝橋のような場合は, 上下部が一体となったラーメン型式の方が桁型式より安定的と判断した可能性はないだろうか。いずれにしても, 地質が「始末に困る」ほど悪い深川の入堀等では RC ラーメン橋が, 比較的地質が良い浅草・下谷では RC 桁橋が多く分布しているのである。

以上の考察から, 入堀等幅の小さな地点に架設する場合の型式配置は次のような考え方であったのではないかと推測する。

【仮説】木桁, RC 桁, RC ラーメン型式配置の方針

本所・深川等地質が不良な地域の入堀では荷重が大きくなければ木桁を, 荷重が大きければ RC ラーメンを, 浅草・下谷等地質が比較的良好で荷重が大きい場合は RC 桁橋を配置する。

なお, 木桁, RC 桁, RC ラーメン橋は, これ以外に比較的橋長が大きくなる河川でも架設されたことは表-7~9 で見たとおりである。

(4) 鋼ラーメン型式の配置

この型式は神田川に架かるお茶の水橋のみである。全復興橋梁中唯一の型式が選定された背景について, 筆者は先に考察を行い, 設計に当たった小池啓吉が直下流で復興局が建設中の聖橋 (RC アーチ橋) との対照および鉄道 (中央線) 上空での架設の容易性を考慮して鋼ラーメン型式を選定したことを明らかにした³⁹⁾。

この結果, 柳橋から後楽橋まで神田川復興橋梁 11 橋をアーチ型式で統一するという考えは貫かれなかった。お茶の水橋は「都市内の重要な地にはアーチ橋を」という従来の型式配置の基本方針に対するアンチテーゼとして生まれたと言ってもいいかもしれない。

(5) 鋼桁型式の配置

鋼桁型式は 15 橋架設され, 本所, 深川の 2 橋が入堀型で, 他は河川型で両岸の 7 区にわたり分布している (表-10)。この分布状況のみでは配置の考え方が分からない。

表-10 鋼桁型式の分布 出典:筆者作成

両岸	区名	河川名	橋梁数	橋長	幅員	タイプ
左岸	本所	入堀	1	9.4	14.0	入堀型
		入堀	1	6.6	14.0	
	深川	仙台東川支川, 大横川, 大島川東支川, 六間堀川	4	12.2-39.4	4.5-11.0	河川型
右岸	浅草	山谷堀	2	10.0-10.1	6.0-8.0	
	小石川	神田川	1	29.7	11.0	
	神田	外濠川	1	26.5	11.0	
	麹町	外濠川	1	39.8	13.0	
	日本橋	龍閑川, 箱崎川, 浜町川	3	11.0-35.3	8.0-27.3	
	京橋	新川	1	16.0	15.0	
合 計			15			

(6) 鈑桁型式の配置

鈑桁橋は 118 橋あって, 東京市施行の復興橋梁では最も多い橋種型式である (復興局施行分でも同様)。

1) 偏在なき分布

鈑桁型式の分布を見ると, 左岸 76 橋, 右岸 42 橋で, 左岸の方が 1.8 倍になっているが, 左右岸それぞれの全橋梁数に占める割合は 43.0%, 44.6% とほぼ同じである。架橋地及び橋長・幅員の分布は表-11, 河川別では表-12

のとおりで、いずれも特別の偏在は見られない。

鈑桁橋は、これまでに見たアーチ、トラス、木桁、RC 桁、RC ラーメン等と異なり地域、河川、橋長、幅員に偏りや特徴的なものが見当たらないのである。言い換えれば、鈑桁橋は他の型式と比べて汎用性のある橋梁型式であると言える。

表-11 鈑桁型式の分布(1) 出典:筆者作成

両岸	区名	橋梁数	橋長	幅員
左岸	本所	15	10.5-38.0	11.0-22.0
	深川	61	7.6-55.5	4.0-22.0
	計	76	7.6-55.5	4.0-22.0
右岸	浅草	3	11.7-16.7	8.0-15.0
	神田	2	14.4-26.4	11.0-22.0
	小石川	1	18.0	20.0
	日本橋	11	12.4-56.0	11.0-16.0
	京橋	18	10.3-40.0	8.0-18.0
	芝	5	16.3-54.4	13.0
	麻布	2	16.2-16.8	6.0-17.2
合 計		118	7.6-56.0	4.0-22.0

表-12 鈑桁型式の分布(2) 出典:筆者作成

地域	河川と橋梁数			
左岸	大横川/11	堅川/8	大島川/6	福富川/6
	横十間川/5	入堀/5	古石場川/4	十間川/4
	小名木川/3	仙台東川/3	二十間川/3	六間堀川/3
	五間堀川/2	私用堀/2	中ノ堀川/2	入船町堀/2
	油堀川/2	横綱町入堀/1	洲崎川/1	水路/1
	平久川支川/1	北十間川/1	22河川/76橋	
右岸	築地川/6	古川/5	三十間堀川/4	山谷堀川/3
	龍閑川/3	桜川/3	浜町川/3	佃川/2
	箱崎川/2	楓川/2	運河/1	外濠川/1
	亀島川/1	江戸川/1	芝浦川/1	新芝川/1
	新川/1	日本橋川/1	入堀/1	19河川/42橋
計	42河川／118橋			

2) 小池と徳善の鈑桁推奨論

この鈑桁型式の特長について、小池啓吉は大正 11 年の論説において次の 5 点を挙げている⁴⁰⁾。

- ①設計・計算に誤差が少ないこと
- ②製作が簡単なこと
- ③維持修繕が簡便なこと
- ④二次応力が余り生じないこと
- ⑤小径間に対しては廉価なこと

同論説で小池は、河川の通航と前後道路の交通からして桁下空間の制約が厳しい公道橋においても鈑桁橋は径間長と桁高を工夫すれば十分適応可能であると述べ、そのための経済的桁高や、応力、荷重の計算について、鉄道橋の場合と比較しながら述べている。公道橋に初めて鈑桁型式が用いられたのは明治 41 年の水道橋であり、鉄道橋に比べて遅かったためである。さらに鈑桁橋は市街橋として外観上不体裁ではないと述べるなど、鈑桁型式を推奨している。

徳善義光は、昭和 2 年の論説で鈑桁推奨論をさらに進めて、東京市の市街橋は鈑桁橋が最も適応性に富み、重大なる役割を演ずるものだと言いつけている⁴¹⁾。徳善は、地質、交通、施工、外観、橋齢(耐久性)、工費の

6 点から、トラス型式やアーチ型式と比較しながら鈑桁推奨論を繰り広げている。地質が決して良いと言えない東京(地質面)、河岸地が低く直に宅地になっている東京(交通面)、工事場の狭隘なる東京の市街地(施工面)、マッチ箱式建築物の多い東京(外観面)においては、鈑桁型式が最も適応性に富むと述べ、最後に工費が安く(工費面)構造簡単で設計計算と実際の隔たりが少なく第二応力も生じにくいことから長持ちすること(橋齢面)を挙げている。そうして、「同一架橋地に一径間の構橋又は拱橋を架するか、或は数径間の鈑桁橋を架するかの問題となると諸種の条件を基礎として比較研究しないとい軽々に断定出来ない」が、「東京市としての地方的条件下に於ては前述の諸理由によつて鈑桁橋が最も適応してゐる」と云ひ得る」と締めくくっている。

これは、復興橋梁の型式は鈑桁を基本とすると云っているのとほとんど同じように思える。実際、最も多くの鈑桁橋が地域全体に配置されたことを合わせ考えると、東京市には次のような橋梁型式配置の方針があったのではないと思われる。

3) 鈑桁型式配置の方針(仮説)

「一時に沢山の橋を架設する」⁴²⁾復興橋梁においては、地質、交通、施工、外観、耐久性、工費の面から鈑桁橋を基本型式として考える。

6. 東京市復興橋梁の型式配置の方針(仮説)

本論文では、隅田川両岸地域での型式配置の差違、アーチ、トラス、木桁、RC 桁、RC ラーメン、鋼ラーメン、鋼桁、鈑桁型式それぞれの配置方針を仮説的に述べてきた。では、それらを包含した全体的な型式配置の方針はあったのであろうか。別稿(文献 e)での考察結果も参照しながら述べてみる。

(1) 橋梁型式配置方針の有無

結論から言えば、東京市橋梁課の技術者たちは復興橋梁全体の型式配置方針を持っていたはずである。ただし「方針」であって「計画」として位置づけられたものではなかった。その状況証拠を挙げる。

・震災以前の 15 年間、東京市橋梁課長等を務めた樺島正義は、都市内の橋梁を群として捉え、橋梁同士、また周囲のさまざまな景物との関係において橋の型式やデザインを提唱し実践したこと⁴³⁾

・樺島の部下として彼に学んだ技術者谷井陽之助と小池啓吉が復興橋梁の中心であったこと⁴⁴⁾

・谷井は「今度東京市のように一時に沢山の橋を建設する場合」は、背景との調和、近隣の橋梁との関係、住宅地・工業地等の地域性を「考えなければならない」と述べていること⁴⁵⁾

・小池は震災前に橋梁の外観は市街景観との関係に「注意を費やすべき」と述べ、また震災直後に「木橋は今後避けたいきは山々であるがさうも行かないだらう」と、復興橋梁に木桁型式の採用を考えていたこと⁴⁶⁾

・震災の年に東京市に入り、小池らと復興橋梁に従事し

た徳善義光は、鉸桁橋が東京市の橋梁として最も適応性に富むことを主張しつつ、トラスやアーチ型式との比較分担を述べていること⁴⁷⁾

・震災前のアーチ橋のほとんど全てが復興後もアーチ型式を継続乃至は継承していること

・東京市の復興橋梁は、アーチ、トラス、木桁型式は地域的偏在性がみられる一方、これとは対比的に鉸桁型式には遍在性がみられるが、この分布状況は型式ごとの配置方針とともにそれを統べる全体的な方針があったためとしか思えないこと

・「一時に沢山の橋」を、それも短期間に限られた予算の範囲で建設しなければならないという課題に直面した東京市の技術者たちが、橋梁全体の型式配置をどうするかと考えたのは、樺島以来の設計思想があったことに加えて、設計を効率的に行う観点からも自然なものであったと考えられること

以上のようなことを考え合わせると、東京市の技術者たちは復興橋梁全体の型式配置方針をもっていたことを確信する。

(2) 橋梁型式配置方針の内容

本論文ではアーチ、トラス、木桁、鉸桁、RC 桁および RC ラーメンの分布状況を把握し、それぞれの型式配置方針を仮説的に述べた。これらを総合し、復興橋梁全体の型式配置方針を仮説として以下に述べる。

①まず、東京という地方的条件の市街橋として最も適応性に富む鋼鉸桁型式を基本に考える

②都市内の重要な地を抱える右岸にあっては、従来アーチ橋が架設されてきた地点や今後重要になる地域にはアーチ型式を配置する。また、アーチのもつシンボル性を活かし河川交差箇所等に配置する

③河岸が低く水運が盛んな左岸にあっては、特に河川交差箇所を中心に水運の安全上から視認性の高い下路式トラス型式を配置する

④入堀等小河川で荷重が小なるときは木桁を、荷重が大なる時は地質の良し悪しにより RC 桁橋または RC ラーメン型式を配置する

⑤その他、架橋地の「諸種の条件を基礎として」鉸桁型式と「比較研究」し、鉸桁以外の型式の利点が優っている場合にはその型式を採用する

⑥以上の復興橋梁型式配置方針は、復興事業の中心となった谷井陽之助、小池啓吉が立て、それを小池や小池以後に入庁した徳善義光らが中心となって実践した。谷井、小池は市街橋の型式配置に特に意を用いた樺島正義の部下で樺島に学んだ橋梁技術者である。

(3) 橋梁型式配置方針の評価

最後に、谷井、小池らが考え、実践した復興橋梁の型式配置をどう評価するかについて述べる。

中井祐によれば、復興局の技術者たちが行った「復興橋梁群の設計は他に類を見ない極めてユニークなもの」であった。そして彼らがそれを為し得たのは、中心となった太田圓三や田中豊らが東京市における「樺島の 15

年にわたる実践を参照し、継承したからに違いあるまい」と述べている⁴⁸⁾。

ならば、況んや樺島から直接に学んだ谷井陽之助と小池啓吉においてをやである。帝都の中心部から江東の地域まで広範な被災地全体を対象に、ということは都市内のさほど重要でない地域を含め「一時に沢山の橋」を建設する必要から、最も適応性に富む鉸桁型式を基本に、アーチ、トラス、木桁等の「橋梁型式の配分」⁴⁹⁾を行ったのが、東京市の谷井、小池を中心とする技術者たちであった。小池等は、樺島から学んだ都市内の橋梁群の型式配置という考え方を継承し、さらに発展させたと言えるよう。

樺島は、東京市街の主に中心部で実践した橋梁群の設計思想を「延長して全市に及ぼし度いと思ふ」と述べているが⁵⁰⁾、樺島の弟子たちが復興橋梁においてそれを見事に果たした。

おわりに

(1) まとめ

本論文において、①東京市の橋梁技術者たちの型式配置の考え方を把握し、②東京市施行の復興橋梁について、アーチ型式、トラス型式、木桁、鉸桁等型式ごとの分布状況を調べ、分布を説明し得る要素を抽出し、③各型式の配置の考え方を仮説として述べ、それらを総合して東京市としての復興橋梁の型式配置方針を推測し、仮説として提示した。

本論文において得られた主な成果は次のとおりである。

・東京市橋梁課の技術者たちの橋梁の型式配置についての考え方を把握し、特に谷井、徳善の言説に復興橋梁の型式配置の方針に関わる点を見いだした

・隅田川の左岸、右岸地域の型式別分布状況を調べ、アーチとトラスに加えて、木橋、RC 桁、RC ラーメンの分布にも大きく異なっていることを指摘した

・アーチ型式 19 橋の分布状況を、都市内の枢要地域と重要河川、河川の交差部、主要街路、近接橋、先代橋等との関係から分析し、各アーチ橋はそれらの関係を総合的に勘案して選定されたものと考えられることを指摘した

・アーチ型式の場合、市、国を問わず、復興橋梁に先行する先代橋との関係が重要な要素となった可能性を指摘した

・以上の分析に基づき、右岸の麴町、神田、日本橋、京橋区において、神田川、日本橋川、外濠川、さらに三十間堀川、築地川等の河川交差部や、復興計画主要街路や市区改正道路を中心に、先代橋の型式を踏まえつつ、アーチ型式を配置したと考えられることを仮説として提示した

・トラス型式 27 橋の分布状況を、河川、橋長・幅員との関係で捉え、特に河川交差部はトラス橋を配置するという方針を東京市が持っていたことを明らかにした

・また鉸桁橋との関係について一定の選択方法があったことを示した

・以上の分析に基づき、左岸の本所、深川地区ではトラス型式を型式選定の一つの選択肢として考え、特に大河川の交差部や中小河川の間隔の短い交差部に、橋長と幅員により鉸下型式と比較しつつトラス型式を配置したと考えられることを仮説として提示した

・木桁、RC 桁、RC ラーメン型式について地域、河川、橋長・幅員の分布の特長を指摘し、それぞれの型式配置の考え方を仮説として述べた。

・鉸桁型式が地域、河川、橋長・幅員に偏った分布がないこと、小池、徳善の鉸桁推奨論を紹介した上で、鉸桁型式が復興橋梁の基本型式になった可能性を指摘した。

・本論文の締めくくりとして、東京市の復興橋梁の型式配置方針を仮説として提示した

(2) 今後の課題

本論文では、東京市施行の復興橋梁のうち景観を重視する地区のアーチ型式と、そうでない地区のトラス型式の配置についてかなり詳しく、他の木桁、鉸桁等の型式配置については概括的な分布状況を基に考察を行った。

今後は、①東京市の架設した木桁、鉸桁等の型式配置について詳しく分析を行うとともに、本論文で直接対象としなかった問題のうち、特に②隅田川に架かる復興橋梁並びに③復興局の架設した復興橋梁を対象に加えつつ復興橋梁全体の型式配置の方針について考察を行うこととしたい。

おわりに、その研究成果に学ぶことの多かった伊東孝、中井祐、福島秀哉氏に感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 伊東の言説①～⑤は、それぞれ文献 b の p140, 142, 129, 142 及び 145 に記述されている
- 2) 文献 c の第三章～第五章
- 3) 文献 d
- 4) 文献 c の第二章
- 5) 文献 e 参照
- 6) 文献 e 参照
- 7) 文献 c の p206
- 8) 樺島正義「討議 欧米に於ける市街橋雑感」土木学会誌第 11 巻第 4 号, p850, 大正 14 年 8 月
- 9) 復興事務局『帝都復興事業誌土木篇上巻』p335, 昭和 7 年
- 10) 樺島正義「鍛冶橋」工学第 2 巻第 1 号, pp10-11
- 11) 小池啓吉『小池橋梁工学第二巻』日本文化協会, p246, 昭和 8 年 6 月
- 12) 小池啓吉「鉸桁橋に就て」土木建築雑誌第 1 巻第 1 号, p18, 大正 11 年 1 月
- 13) 徳善義光「東京市の橋梁としての鉸桁橋」都市工学第 6 巻第 11 号, pp59-66, 昭和 2 年 11 月
- 14) 小池啓吉『小池橋梁工学第一巻』日本文化協会, p2, 昭和 7 年 6 月
- 15) 小池啓吉「橋梁と災害」土木建築雑誌第 2 巻第 10 号, p390, 大正 12 年 10 月
- 16) 谷井陽之助「橋梁」土木工学第 3 巻, 日本工人倶楽部, p7, 1926

年

- 17) 文献 c の p187
- 18) 文献 b の p140
- 19) 前掲 13) の p60
- 20) 文献 a の p380 この記述は、大正 14 年の東京都市計画用途地域指定と同じである
- 21) 前掲 15) の p387
- 22) 文献 e 参照。浅草橋、和泉橋等は復興局によりアーチ橋として架け替えられるのであるが、ここでは東京市が震災以前に架けたアーチ橋との関係をみるため敢えて旧来のアーチ橋を取り上げた
- 23) 文献 e の表-3 による
- 24) 太田四三「帝都復興事業に就て」土木学会誌第 10 巻第 5 号, pp945-947, 大正 13 年 10 月
- 25) 文献 a の p381, 397, 398
- 26) 文献 e 参照
- 27) 谷井陽之助「欧米市街橋雑感」土木学会誌第 11 巻第 1 号, p28, 大正 14 年 2 月
- 28) 文献 e 参照
- 29) 福島秀哉らは、右岸地域で水運上最も重要な神田川と外濠川を一連の重要運河とみなし特にアーチ型式を優先させたと述べている。文献 d の p101
- 30) 『中央区の橋・橋詰広場』中央区教育委員会, pp178-179, 1998 年
- 31) 福島秀哉らは、神田橋と一ツ橋は地盤不良のため鉸桁型式としたが、アーチ曲線を持つラーメン橋台を採用しているため準アーチ橋と見なしている。文献 d の pp100-101
- 32) 文献 c の p439
- 33) 前掲 13) の pp62-63
- 34) 前掲 11) の p245
- 35) 昭和 7 年 3 月発行の文献 a には、起工昭和 6 年 1 月 17 日、竣工欄には「工事中」と書かれている
- 36) 前掲 13) の p63
- 37) 白井芳樹「東京市施行隅田川左岸地域震災復興橋梁の橋種・型式選定の考え方」土木史研究講演集第 27 巻, pp7-10
- 38) 前掲 37) の p8
- 39) 白井芳樹「お茶の水橋の橋種・型式選定の考え方」土木史研究講演集 vol28, pp187-190, 2008 年
- 40) 前掲 12) の p18
- 41) 前掲 13)
- 42) 前掲 27)
- 43) 前掲 4) に同じ
- 44) 文献 e 参照
- 45) 前掲 27) に同じ
- 46) 前掲 12) 及び 15) に同じ
- 47) 前掲 13) に同じ
- 48) 中井祐「設計思想の成熟へ向けてー復興橋梁群の設計思想とその現代的意義ー」橋梁と基礎, p164, 2006 年 8 月号
- 49) 樺島正義「討議 橋梁の外観」土木学会誌第 15 巻第 10 号, p734, 昭和 4 年 10 月
- 50) 前掲 49) の p735