

東京市街線鉄道高架橋の設計

正会員	JR東日本	開発事業本部	市原久義
”	”	施設電気部工事課	片寄紀雄
”	”	東京構造物検査センター	賢田秀世

The Design of Railway Viaduct in Tokyo City Line

H. Ichihara, N. Katayose and H. Nieda

概 要

JR山手線及び京浜東北線の走っている新橋駅の浜松町方汐留橋架道橋と東京駅の神田方銭瓶橋高架橋間(延長約2.8km)は1900(明治33)年から1910(明治43)年にかけて建設された日本で最初の市街地における鉄道高架橋である。その構造は煉瓦造の連続アーチ橋と道路交差部の有道床鉄桁で構成されている。

最近、これらの設計図の一部が確認され、これを整理分析した結果、記されているサイン等から設計者、設計年月等が明かになった。架道橋の設計図に残されているサインは当時逓信省の高等技術顧問であったドイツ人フランツ・バルツァーと山中新太郎外5人の日本人技術者との連署であることから各種文献に記述されているフランツ・バルツァーによる設計・審査であることが裏付けられた。しかし、煉瓦造連続アーチ橋の設計図には設計者のサインはなく鉄桁と同様フランツ・バルツァーによる設計なのか否か明らかにできなかった。

(明治後期 鉄道 設計)

1 まえがき

明治20年現在の東京付近の鉄道網は、図-1に示すとおり新橋(汐留)を起点に東海道本線が西へ、また上野を起点に東北本線が北へ延び、山手線が品川と赤羽とを結んでいた。すなわち、新橋(汐留)と上野はまだつながっていなかった。

この区間に鉄道を建設する計画は1889(明治22)年の「帝都市区改正設計」(現在の都市計画)から始まった。新橋・上野市内貫通高架鉄道は1897(明治30)年に新橋・東京間の工事計画を決定し、1900(明治33)年9月に工事着工、10年の歳月を経て1910(明治43)年9月に完成した。その後東京御茶ノ水間が1919(大正8)年、東京・上野間が1925(大正14)年に開通し、市内貫通高架鉄道は完成することになる。

この高架鉄道は建設以来80年の長きにわたり東海道本線、山手線、京浜東北線の幹線輸送を担い、今なお現役として活躍している。

図-1 1887(明治20)年現在の市街鉄道図

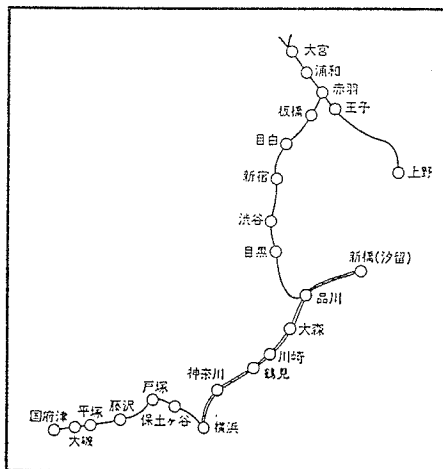


表-1 汐留橋架道橋～銭瓶町橋高架橋間 構造概要一覧表

(1) 架道橋

No	架道橋名称	延長 (m)	単複別	斜 角
1	汐留橋 B	25.6	複×2	39° 48'
2	源助橋 C	27.2	"	42°
3	芝口橋 D	21.9	"	48° 54'
4	烏森橋 F	12.6	単×4	59° 50'
5	二葉橋 H	29.0	"	69° 52'
6	幸橋 J	22.3	"	78° 10'
7	内幸橋 K	18.2	複×2	—
8	山下橋 L	18.2	"	—
9	第一有楽橋 M	18.2	単×4	—
10	第二有楽橋 N	47.9	"	31° 24'
11	第三有楽橋 O	21.2	"	59° 15'
12	鍛冶橋 P	36.4	複×2	87° 50'
13	呉服橋 Q	36.4	"	87° 50'

(2) 高架橋

NO	高架橋名称	延長 (m)	径 間 (m)	壁 面 デザイン
1	第一源助町橋	61.7	8 5	円形飾り
2	第二源助町橋	39.2	8 4	"
3	日陰町橋	71.4	8 7	"
4	烏森町橋	195.7	8 20	"
5	二葉町橋	49.0	8 5	"
6	内幸町橋	140.4	12 10	小アーチ
7	内山下町橋	299.2	12 21	小アーチ
8	第一有楽町橋	192.4	12 14	小アーチ
9	第二有楽町橋	67.8	8 6	円形飾り
10	第三有楽町橋	170.5	8 17	"
11	第四有楽町橋	235.5	8 24	"
12	銭瓶町橋	200.1	8 20	"

架道橋の径間は東京市区改正設計道路の幅員に合わせ、高架線全体の高さの低下と桁下空高確保のため小径間のNo4を除き中間に鉄柱を建設するとともに鉄桁を半下路形式としている。さらに、大径間のNo10、12、13は中央スパンにゲルバー桁を用い、R.L から桁下までの高さを低く抑えて桁下空高を確保している。また桁は市街通過のためすべて有道床式であり駅部はホーム建設のため単線式×4（電車線×2、汽車線×2）となっている。角度は道路と斜めに交差するため斜角桁が多い。

高架橋は8mまたは12m 径間の欠円形の煉瓦造連続アーチで、基礎は地盤が悪いためすべて木杭を打ち込み、フーチングはコンクリートである。アーチの背面にはコンクリートを充填し、全面にアスファルト・フェルトを包被して雨水の進入を防止する施策を講じている。またアーチ壁面のデザインはアーチ脚部の中央上方にモルタル等による円形の飾りを付けたものと3～4個の連続した小アーチの飾りを付けたものがある。円形の飾りはフランツ・バルツァーの東京駅計画案〔文献(1)〕、1912（明治45）年建設の万世橋高架橋〔文献(2)〕にも用いられているのに対して、小アーチのデザインは帝国ホテルに近接した区間でありかつ支持地盤が悪いこの3高架橋のみに用いられている。

3 東京高架橋の設計図

東京付近の鉄道の構造物の設計図は戦災等で焼失したものが多く、戦後、実態調査によって一般図だけを作成して保守管理に用いているのが一般的である。

この地区を保守管理しているJR東日本・新橋保線区もこの実態調査の一般図と設計図の一部を複写したマイクロ図を用いているが、今回これら図面に混じって建設当初のものと思われる設計図48枚があるのが分かった。図面は青焼きでかなり損傷しており、一部には省外極秘の赤印が押されており、また、加筆されているものもあるため、戦後実態調査図ができるまではこの図面を保守管理に使用していたものと思われる。

(1) 架道橋

a) 図面種別・番号

図面は表-2に示すとおりすべての構造物について合計30枚ある。架道橋の名称は新橋(汐留)方から英文のアルファベット名が付けられており(図-2参照)、日本語の呼称もある。

表-2 汐留橋架道橋～銭瓶町橋高架橋間 設計図一覧表(架道橋)

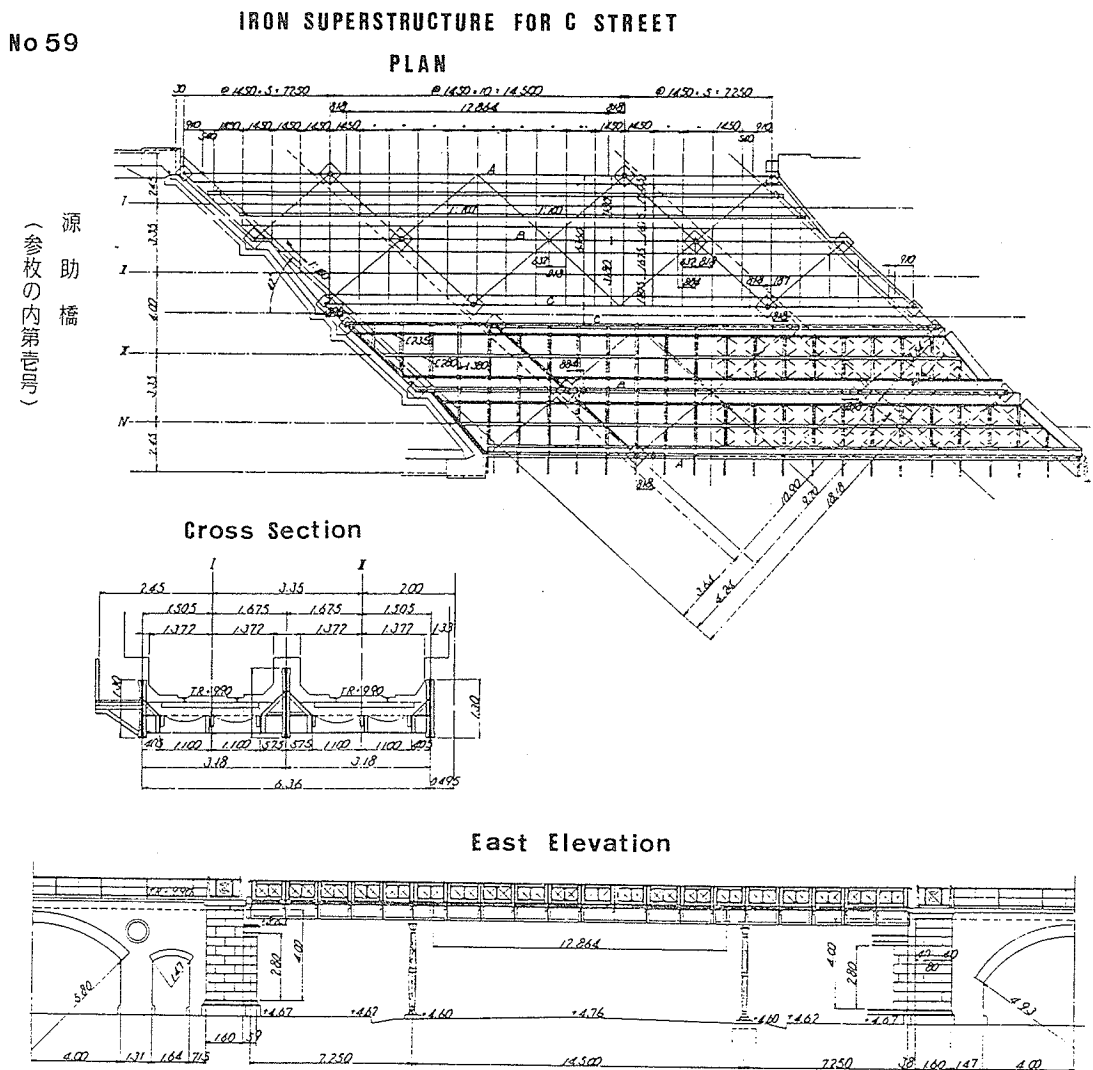
No	架道橋名称		図面種別・番号	設計者(サイン)	年月日(サイン)
	欧文呼称	日本文呼称			
1 2 3 4	B Street	汐留橋	架道橋一般図 63 橋台図 100 鉄桁詳細図 111 橋柱基礎図 -	F.Baltzer S.Yamanaka F.Baltzer K.Takahasi S.Yamanaka F.Baltzer	1901.10.31 1902. 4. 1 1902. 5.21
5 6	C Street	源助橋	架道橋一般図 59 橋柱基礎図 -	F.Baltzer R.Watanabe S.Yamanaka	1901. 6.17
7 8	D Street	芝口橋	架道橋一般図 - 鉄桁詳細図 121	R.Watanabe F.Baltzer	1902. 7.30
9	F Street	烏森橋	鉄桁詳細図 117	F.Baltzer S.Kudo	1902. 4.18
10 11 12	H Street	二葉橋	架道橋一般図 62 鉄桁詳細図 120 橋柱基礎図 -	S.Yamanaka/R.Watanabe F.Baltzer S.Yamanaka F.Baltzer	1901. 6/1902. 6 1902. 6. 5
13 14 15	J Street	幸橋	架道橋一般図 101 鉄桁詳細図 116 橋柱基礎図 -	T.Hozumi/F.Baltzer T.Hozumi F.Baltzer	1902. 1. 7/ 4. 7 1902. 6.20
16 17	K & L Street	内幸橋・山下橋	架道橋一般図 50 橋柱基礎図 -	S.Yamanaka F.Baltzer	1901. 3.16
18	M Street	第一有楽橋	鉄桁詳細図 325	S.Yamanouchi/R.Watanabe	1904.10.24/10.25
19 20 21 22	N Street	第二有楽橋	架道橋一般図 102 鉄桁詳細図 128 鉄桁詳細図 129 橋柱基礎図 -	S.Yamanaka/F.Baltzer S.Yamanaka/F.Baltzer S.Yamanaka/F.Baltzer	1902. 4.30/12.12 1902.10. 7/12.12 1902.10.28/12.12
23 24 25 26	O Street	第三有楽橋	架道橋一般図 鉄桁詳細図 鉄桁詳細図 橋柱基礎図 -	S.Kudo/F.Baltzer S.Kudo/F.Baltzer S.Kudo/F.Baltzer	1902. 4.11/12.12 1902.10.27/12.12 1902.11.19/12.12
27 28 29	P & Q Street	鍛冶橋・呉服橋	架道橋一般図 - 鉄桁詳細図 橋柱基礎図 -	F.Baltzer/R.Watanabe F.Baltzer R.Watanabe	1902. 4. 8/10.29 1902.10. 8
30	Q Street	呉服橋	橋台図 203	R.Watanabe	1903. 7. 9

注) サイン及び年月日の/はそれぞれ別の日付の入っているものを示す。

図面の種別は主桁・橋台・脚柱の平面、断面、側面等が表示されている架道橋一般図、鉄桁詳細図及び脚柱基礎図の3種類であり、汐留橋と呉服橋にのみ橋台図が残っている。一例として図-3に源助橋架道橋一般図の一部を示す。

図面番号はNo50から No325までが残されているが、番号は設計年月日順になっており、1901年のものは0番台、1902年は100番台、1903年は200番台、1904年は300番台になっている。このことから必ずしも連続して番号が付けられたわけではないと推測される。

図-3 架道橋一般図の例 (源助橋の一部抜粋)



b) 設計者

サインは架道橋一般図が9枚中8枚、鉄桁詳細図が11枚中11枚、橋台図が2枚中2枚の合計21枚に残されており、橋柱基礎図(8枚)にはすべてない。この21枚の図面の内、19枚にF.Baltzerのサインがあり、すべて日本人技術者との連署で、共同設計または設計照査が行われているものと考えられる。

サインの残っている日本人技術者は次のとおりである。()は関係する図面の枚数を示す。

S.Yamanaka(9) R.Watanabe(7) S.Kudo(4) T.Hozumi(2) K.Takahasi(1) S.Yamanouchi(1)

その内S.Yamanaka、R.Watanabe、K.Takahasiの3人は文献(3)等から山中新太郎、渡辺六蔵、高橋邦太郎と推定されるがS.Kudoほか2名についてはわからなかった

架道橋によっては複数の日本人技術者のサインがあるが、短期間に設計されていることからそれぞれの架道橋を分担設計したものと考えられる。特に山中新太郎と渡辺六蔵は大きいスパンを担当している。

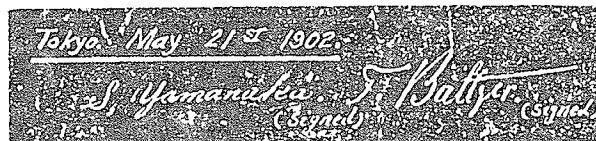
サインの位置は図面上部の標題「IRON SUPERSTRUCTURE FOR ○STREET」の右下がほとんどであるが、中には図面下部や上部と下部に分かれているものもある。

フランツ・バルツァー及び日本人技術者の経歴を表-3に、またサインの代表例を図-4に示す。

表-3 設計者経歴一覧表

設計者名	主 な 経 歴	引用文献
Franz Baltzer	1857 (安政4) ドイツに生れる。 学卒後プロシヤ國有鉄道でベルリン市街鉄道の建設に従事 1898 (明治31) 来日 逓信省工務顧問技師 新・永間(新橋・東京) 高架鉄道建設に従事 1903 (明治36) 帰國 1927 (昭和2) 没	文献(4) 文献(5)
山中新太郎	1871 (明治4) 茨城県に生れる。 1897 (明治30) 東京帝国大学工科大学卒業 1899 (明治32) 鉄道作業局設計掛 鉄道技師 1906 (明治39) 新・永間建設事務所で所長代理を務め、その後中部鉄道管理局工務課、経理局金属課等の要職を歴任 1923 (大正12) 退職	文献(6)
渡辺六蔵	1871 (明治4) 埼玉県に生れる。 1896 (明治29) 東京帝国大学工科大学卒業 鉄道技師 市内高架鉄道の設計に従事後実業界に転じ、磐城炭鉱専務取締役、平和海上火災、東京乗合自動車等の取締役を歴任	文献(7)
高橋邦太郎	1866 (慶応2) 青森県に生れる。 1893 (明治26) 東京帝国大学工科大学卒業 翌年九州鉄道会社技師 1896 (明治29) 逓信省 鉄道技師 1899 (明治32) 鉄道作業局建設部監査掛 1904 (明治37) ~1907 (明治40) 野戦鉄道運転班長兼保線長、大連建設事務所所長を歴任 1908 (明治41) 退職	文献(6)

図-4 設計者サイン例 (汐留橋架道橋一般図)



c) 設計時期と建設経緯

架道橋の設計時期と当該高架鉄道の建設経緯との関係を架道橋毎のサイン年月日及び文献(3)等から、年次順に一覧表にまとめたのが表-4である。この表から以下のことが分かる。

架道橋一般図の設計年月が比較的早いのは下部工の着工（第三工区が1900（明治33）年、第二工区が1901（明治34）年10月、第四・五工区が1902（明治35）年5月と11月）に必要なためと考えられる。また鉄桁詳細図の設計時期が1902年（明治35）年に集中しているのは、フランツ・バルツァーの在任期間〔1898（明治31）年2月～1903（明治36）年2月〕の期限が迫っていたためと推測される。

日本人技術者のみのサインがある2枚の図面の設計年月日は、No18が1904.10.24/10.25、No30が1903.7.9でいずれもフランツ・バルツァーの帰国後に設計されていることから、これらは日本人だけで設計したものと考えられる。

表-4 設計時期と建設経緯

年次	主な経緯	設計		施工		
		一般図	詳細図	基礎	く体	鉄桁
1889(M22) 1890(M23)	帝都市区改正設計 新橋・上野間高架線建設計画訓令					
1893(M26)	日本鉄道会社新橋・上野間免許出願					
1896(M29) 1897(M30) 1898(M31)	第九次帝国議会事業計画決定 路線、縦断、幅員等大略計画決定 フランツ・バルツァー来日					
1901(M34)	↑ 顧問在任期間 ↓	No16		M33.9 ↑		
1902(M35)		No 5,10 No 1				
1903(M36)		No 2,13	No 9 No 3,11,14 No 8,28,20 No21,24,25			M35.7 ↑
1904(M37)	フランツ・バルツァー帰国	No19,23,27 No30				
1905(M38)			No18	M37.12 ↓		
1909(M42) 1910(M43)	浜松町・新橋間開通 新橋・有楽町間開通				M40.4 ↓	M40.3 ↑
1914(T 3)	有楽町・呉服橋間（仮停車場）開通 東京駅開業					T3.12 ↑

注) 設計欄は架道橋の設計図番号と設計時期を示す。

(2) 高架橋

a) 図面種別・番号

図面は表-5に示すとおり全部で18枚残っているが第四有楽町橋と東京駅構内の鍛冶橋寄高架橋、本屋側高架橋及び呉服橋寄高架橋は残っていない。設計図の高架橋名称は日本語で縦書きされ、架道橋の〇〇橋に町を付け加えている。

図面は1枚を除きすべて高架橋一般図でその内容はコンクリート基礎平面、煉瓦造アーチスプリングライン投影図、同縦断図、側面図、断面図等である。残り1枚はNo12のアーチ脚詳細図で煉瓦造アーチの詳細なデザインが設計されており、標題の「12METER STANDARD VIADUCT」から径間12mの標準図として共通使用されたため1枚しか残っていないものと推測される。図-5に内山下町橋の設計図の一部を示す。

図面番号はNo1の第3号からNo18の第33号までほぼ連番になっており、当時、東海道本線の起点であった汐留方から順に番号を付けたものと考えられる。欠番になっている第5号は芝口町橋の図面だと考えられるが残っていない。同じく第15号、16号は第一有楽町橋の図面だと考えられるが、残存するのは2枚の内1枚(その2)だけであり、それも番号の判読が困難で確認できない。

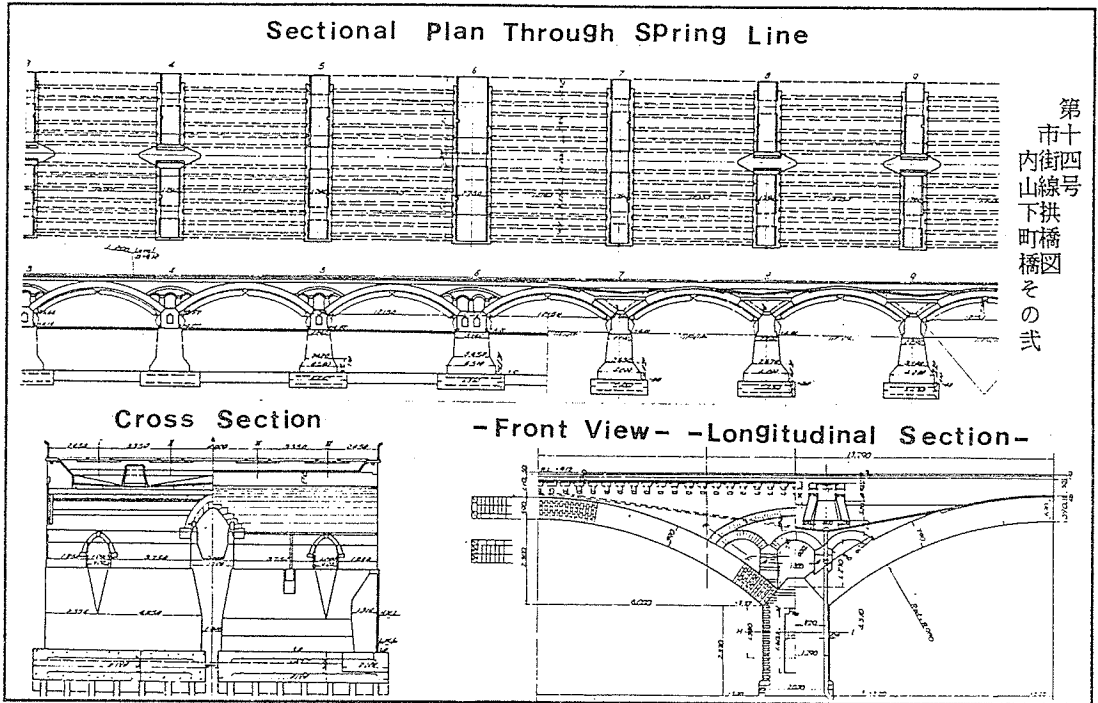
b) 設計者・設計年月

設計図には年月日の記載もなく、また架道橋にあるフランツ・バルツァー及び山中新太郎外の日本人技術者の名前もない。しかし、設計図のうち6枚には図面右下枠外には次の3名のサインがある。その位置からして恐らくトレースした者の名前だと推定される。 J.Kikai(3) Y.Tsuji(2) K.Iwamoto(1)

表-5 汐留橋架道橋～銭瓶町橋高架橋間 設計図一覧表(高架橋)

NO	高架橋名称	図面種別	番号	サイン	NO	高架橋名称	図面種別	番号	サイン
1	第一源助町橋	高架橋一般図	3号		13	第一有楽町橋	高架橋一般図		Y.Tsuji
2	第二源助町橋	"	4号	J.Kikai	14	第二有楽町橋	"	17号	K.Iwamoto
3	日陰町橋	"	6号	Y.T	15	第三有楽町橋	"	19号	
4	烏森町橋		7号			第四有楽町橋			
5		"	8号			東京駅構内			
6		"	9号						
7	二葉町橋	"	10号		16	銭瓶町橋	"	30号	
8	内幸町橋	"	11号	J.Kikai	17		"	31号	
9		"	12号	J.Kikai	18		"	33号	
10	内山下町橋	"	13号		注) 設計年月日は記載されていない。				
11		"	14号						
12		アーチ脚詳細図							

図-5 高架橋設計図の例（内山下町橋）



4 現在の高架橋との照合

東京高架橋の現状は表-6 に示すとおりである。

表-6 汐留橋架道橋～銭瓶町橋高架橋間 現状一覧表

(1) 架道橋（取替・現存連数）

(2) 高架橋（改築・修復箇所）

No	架道橋名称	取	替	現	存
1	汐留橋	4			
2	源助橋	4			
3	芝口橋	4			
4	烏森橋				4
5	二葉橋	1		3	
6	幸橋	2		2	
7	内幸橋	4			
8	山下橋	4			
9	第一有楽橋	4			
10	第二有楽橋	1		3	
11	第三有楽橋	1		3	
12	鍛冶橋				4
13	呉服橋				4

NO	高架橋名称	アーチ	橋台	壁面
1	第一源助町橋		○	○
2	第二源助町橋		○	○
3	日陰町橋			○
4	烏森町橋	①		○
5	二葉町橋			○
6	内幸町橋			
7	内山下町橋			
8	第一有楽町橋	②	○	
9	第二有楽町橋			
10	第三有楽町橋			
11	第四有楽町橋	③		
12	銭瓶町橋			

注) ○印は改築または修復歴のあるものを示し、
○内数字はアーチの改築径間数を示す。

架道橋は13箇所52連の内、10箇所29連が取替えられ、現在残っているのは7箇所23連である。これに対して高架橋は架道橋の径間拡巾等に伴うアーチの改築（6径間）及び橋台の改築（3箇所）、1912（大正12）年9月の関東大震災による煉瓦アーチ壁面損傷部の修復（No1～No5の山側）等が行われているが、いずれも部分的な改築・補修ではば当時の姿のまま残っている。この現存する架道橋及び高架橋と前述した図面を照合すると、架道橋は径間、スパン、斜角、鉸結構造及び脚柱構造等が、また、高架橋は径間、径間数、壁面デザイン（現在進めている高架橋修繕工事でより鮮明になった）が一致する。残念ながら歩道・高欄等の付帯設備は改築されて照合できるものが少ない。写真-1はNo13呉服橋架道橋を、写真-2はNo8第一有楽町橋高架橋を示す。

写真-1 呉服橋架道橋

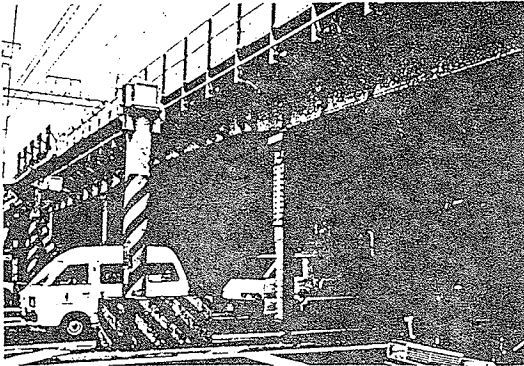
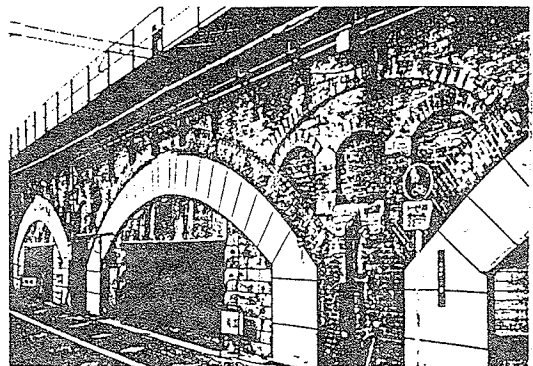


写真-2 第一有楽町橋高架橋



7 結論

今回確認された東京高架橋の設計図をもとに、これまでの各種資料を参考にしながら分析した結果架道橋の設計はフランツ・バルツァーと複数の日本人技術者によることが裏付けられた。また架道橋ごとの設計年月日、設計者が明らかになったことで、日本人技術者が外国人技術者の指導を受けて一人立ちしていく明治後期の日本人技術者像を僅かではあるが窺い知ることが出来た。

8 あとがき

この設計に携わった日本人は当時30才足らず、帝国大学を卒業したばかりの青年技術者達であった。彼らがドイツ人技術者の指導を受けながら日本初の市街地鉄道高架橋を設計し、その構造物が未だに東京都心に厳然と残っていることに深い感銘を覚える。しかもこれらの構造物はその設計思想、デザインの両面で現在でも十分に評価され得るものであり、今後これらの構造物を大切な遺産として十分な維持、補修に努めて行きたいと考えている。

本論文をまとめるにあたりご指導を頂いた東京工業大学中村良夫、埼玉大学窪田陽一の両先生並びに資料調査にご協力頂いた守田久盛氏に厚く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- (1) 堀内正昭「幻の東京駅計画F. バルツァーの第1案」建築文化 Vol.43 No.498 彰国社 P61 Apr.1988
- (2) 片寄紀雄「歴史的建造物とデザイン」日本鉄道協会誌 第27巻第10号 鉄道施設協会 P41
- (3) 東京市街高架鉄道建築概要 鉄道院東京改良事務所 帝国鉄道協会会報16-1
- (4) 「明治以降本邦土木と外人」土木学会
- (5) 「鉄道先人録」日本交通協会・日本停車場会社 1972. 10
- (6) 「日本国有鉄道職員録」JR東日本
- (7) 「帝国大学出身名鑑」校友調査会 1934.11
- (8) 守田久盛 高島 通 「続・鉄道路線変せん史探訪」集文社 1979.12
- (9) 守田久盛 大八木正夫 福田光雄 「鉄道路線変せん史探訪パートⅢ」集文社 1982.10
- (10) 「帝国鉄道大観」運輸日報社 1927.11
- (11) 久保田敬一「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」官房研究所業務研究資料22-2