

震災復興橋梁の構造形式と 架設の経過に関する考察

正会員 埼玉大学助手 窪田陽一
正会員 法政大学兼任講師 伊東 孝

Investigations into the Structural Forms and Process of Construction
of the Kanto Earthquake Reconstruction Bridges

by Yoichi Kubota
Takashi Itoh

Abstract

Focusing on the group of bridges constructed by the Reconstruction Bureau after the Kanto Earthquake Disaster in 1923, their structural forms and process of construction were investigated. Considering the temporal and areal distribution of the bridges constructed successively, several historical factors underlying these works were discussed.

[キーワード：震災復興、橋梁、構造形式]

1. 緒言

関東大震災の後に実施された震災復興事業の中で建設された一群の橋梁(震災復興橋梁)は、総数425橋に及び、しかも大正12年から昭和6年までの僅か8年の間に着工され完成されている。単純に平均しても1年当たり53橋という数に上る、空前の橋梁建設ラッシュの時代を生み出したわけである。本研究はこれらの震災復興橋梁の主として構造形式と架設の経過の側面に焦点を当てながら、それらの設計と建設に関わる歴史的・技術的背景を構成する諸要因について考察を加えるものである。尚、構造形式の選定並びにその配置についての議論は既発表論文^{(*)1}を参照されたい。

2. 震災前の橋梁技術

(1) 近代橋梁技術の導入過程^{(*)2}

明治維新の開国により、初期には御雇い外国人を中心とした欧米近代科学技術の導入が行われ、土木技術の一環として近代橋梁技術も導入されたわけである。しかし、いわゆる近代橋梁が普及するまでにはかなりの時間を必要とした。全国的に見れば、明治初期から中期にかけての我が国の橋梁の大半は、江戸時代に架設された木橋・土橋・石橋のいずれかであり、架け替えられた場合でも在来の技術によるものがほとんどであった。鉄橋・コンクリート橋の類は極めて限られた地域に数える程しかなかったのが実情であり、しかもその材料の大半は輸入に依存していた。

明治中期以降になると、鉄道の延伸や国県道の整備の進展と共に、近代的な橋梁建設の実績も次第に増えてくる。これは、鉄やセメント等の橋梁建設材料の国産化が進められ、欧米に留学していた技術者の帰朝が相次ぎ、また国内でも専門教育制度の充実により優秀な技術者が養成できるようになり、日本独自の橋梁建設技術の基礎が固まってきたことによる。特に、日露戦争後の満州への経済進出により、国内産業の規模は倍増し、製鉄業の生産力も飛躍的に増大した。明治末期の5年間だけで全国の鉄橋の数は3倍に近い増加を示している^{(*)3}。但し、その大半は鉄道橋であり、道路橋については大都市の一部に限られていた。これは

人や物の中・遠距離の主たる輸送手段が鉄道を主体とするものになりつつあった、当時の交通体系の状況に呼応するものであり、橋梁建設技術の水準も鉄道橋を中心として高められていくことになった。

(2) 鉄道橋における標準設計の確立

1906(明治39)年の鉄道国有法により、以後鉄道建設は民間にかわって国の手によって進められることとなり、構造物等の設計基準を一元化する必要が生じた。このために、鉄道調査所を中心として、橋梁に関する設計荷重の設定、設計示方書の制定等、設計規格の統一が行われた(*4)。これは、従来地方毎あるいは路線毎に任意に構造形式や設計条件が設定されていたものを、全国的な路線網の整備のために、今日で言う標準設計の形に統一化が図られたものであると言える。

明治中期までは主として英国式の鉄橋が建設され、近代橋梁技術の花形となっていたが、明治後期には市街高架線に独逸式が取り入れられるようになった。更にその頃から、当時既に大陸横断鉄道を完成して次々に技術革新を起こしていた米国の方式が採用され始め、大規模橋梁群の建設が推進された(*5)。これらの各設計方式は、御雇い外国人や帰朝留学生、外遊した技術者達によって、その妥当性が確信され、導入されたものに他ならないが、単路線毎の個別的な運営の時代から、面的な路線網の形成を図るに至って、全国的な標準化が必要となったものである。

この設計基準は1912(明治45)年に「鋼鉄道橋設計示方書」として発布されているが、その中のE33設計荷重に対応する形式の橋梁を1909(明治42)年に設計し発表した技術者が、後に復興局の橋梁建設の中心的人物となる太田園三であった(*6)。彼が設計したものは「達 680号(E33)」と呼ばれ、基本的には米国式に準ずる上路鋼版桁橋であったが、日本人技術者の手による標準型式としては、1902(明治35)年に杉文三が設計した「作35年鉄作7号」と呼ばれるものに並ぶ、代表的なものと言われている。

(3) 先進技術開拓への蓄積

大正に入って間もなく、第1次世界大戦が勃発し、空前の軍需景気を迎える。この好況下に国内の重要産業はその基盤を確立し、設備投資を行って施設の拡充を図った。特に建設業界は都市建設の急速な近代化の浪に乗って着々と業績を伸ばしていき、新技術の開拓への蓄積を重ねていった(*7)。これは1919(大正8)年に都市計画法及び同法施行令が制定され、姉妹法と言われる市街地建築物法と共に、近代都市整備が行政の手で制御されつつ進められるようになったことと関係している。

しかし、大戦直後に日本は突如として大不況に見舞われ、先進技術を現実に適用する機会は著しく狭められた。この不景気は長く尾を引いたが、鉄道建設や地方の国県道整備は不景気対策の公共事業として継続され、低調ながらも橋梁建設は進められた(*8)。帝都東京においても、木造から近代的な鉄骨や鉄筋入りのコンクリート造への改築等、建築ブームが続いており、鉄鋼関連産業は下町に工場を次々に増設していった。

この頃には鋼鉄道橋の標準設計は完全に定着しており、指定制により指名された鉄鋼大手6社が製作に従事していた。この制度は橋梁技術の継承と安定を目指したものと考えられ、昭和初期まで続いている。(表-1参照) 道路橋については他にも製作会社があったが、当時の慣習として橋台及び床版の施工請負人が橋梁本体の架設まで含めて受注していたので、土木部門を持たない所は、大手建設会社や表記の各社の下請けの立場で製作または架設に当たった。

3. 橋梁の震害被災状況と設計方針

(1) 市内橋梁の震害被災の状況

震災後直ちに震害調査が行われた(*9)。これは復旧費の見積もり、復旧工事の検討材料を得ることを目的

表-1 指定製作会社一覧

鉄道橋製作指定6社 (KK=株式会社)
汽車製造KK
日本橋梁KK
KK川崎造船所
KK石川島造船所
KK大阪鉄工所
KK横河橋梁製作所
道路橋製作業者 (上記6社の他)
浦賀船渠KK
横浜船渠KK
KK浅野造船所
KK三菱造船所
KK播磨造船所
KK桜田機械製作所

(KK宮地鉄工所、「50年の歩み」、昭和53年、p.44より)

として、被害を受けたほぼ全橋について行われている。震災前の被災地域内の橋梁のうちで鋼または鉄筋コンクリートを用いたいわゆる永久橋は20%程しかなく、大半は木橋か小規模の石橋であった。最も被害が多かったのは桁橋であるが、この中には鋼橋が多く含まれている。それは、床版が木製であったために火災で焼け落ちた場合と、地震動によって橋台や橋脚が傾き、支承部がはずれて落橋した場合である。木橋は焼失し、石橋は崩壊した^(※10)。鉄筋コンクリート橋は亀裂が入った程度のものがほとんどであった。しかし被害数及び被害率では、木橋91箇所25.3%、石橋23箇所 1.9%、桁橋 114箇所 6.9%となっており^(※11)、東京府内に限ってみても大半の橋は残っていたことがわかる。

(2) 復興橋梁の永久橋化の方針

後藤新平による当初の帝都復興構想では、道路橋は全て永久橋とし、特に市内は鋼橋にするという方針が打ち出されている。これは、地震発生と同時に発生した火災に追われた数万人の市民が、焼け落ちた木橋や崩れ落ちた石橋あるいはコンクリート橋の所へ押し寄せて対岸に渡れず逃げ場を失い、次々に織り重なって運河や水路を埋めて流れを堰止めたという悲惨な状況を二度と現出させないため、と言われている^(※12)。

後藤が鋼橋に着目したのは、勿論その耐震性・耐火性を評価してのことであろうが、満鉄総裁や鉄道院総裁を歴任した彼の経歴を考えれば、その他に、鉄道を軸とした鉄鋼関連産業の十分な基盤と、高水準に達しつつあった鉄道橋梁技術の状況とを踏まえての判断も当然入っていたことと思われる。しかし実際には、経費的な問題も絡んで、隅田川左岸の特に南部では多数の木橋が架設されることとなった。鉄筋コンクリート橋よりも鋼を本体に用いた型式を主に選定したのは施工期間の短縮化と大いに関係があるものと思われる。また、「復興式」と呼ばれるラーメン橋台や、永代橋の基礎にニューマチック・ケーソン工法を用いたのは震害が主として軟弱地盤上の橋台・橋脚の動揺に起因するという調査結果に基づいている^(※13)。

4. 復興橋梁の構造型式と施工体制

(1) 橋梁型式と構造設計

構造型式は橋梁デザインの中でも重要な位置を占めるが、その選定に際しては、地盤・地質・地形等を中心とした技術的条件が大きく関与してくる。殊に施工性の問題は無視することができない。特に、震災復興直後のように、時間的・経済的に制約が極めて厳しく、しかも同時的に多数の橋梁を建設しなければならない状況においては、個々の橋梁毎に個別の設計を行う自由度は著しく限定される。しかしながら、一方では帝都復興という大計の中で行われる事業であるが故に、画一的な粗製乱造もまた許されることではない。

このような制約条件下では、隅田川に架かる長大橋梁群等の特殊な例を除いて、同等の架橋条件を有する橋梁群については、質の補償された同一の設計を基本として採用し、ディテール等に関しては個別に現場条件に合わせて調整するという、標準設計に相当する方針をとる方が、人手と時間、経費、そして材料の調達等の面から考えても極めて効率的である。しかし、道路橋に関する標準設計示方書に相当するものは震災前には確立されておらず、震災後の1926（大正15）年の「道路構造に関する細則（案）第二章橋梁」が最初であり、独立した体裁のものとしては1939（昭和14）年の「道路橋設計示方書案」まで待たねばならない。

復興事業の中では、検討中の内務省案の「道路構造に関する細則（案）」に準拠しつつ、同細則に規定のない事項も加えて「復興局街路橋設計仕様書」を作っている^(※14)。既に1919（大正8）年には内務省令として「道路構造令」及び「街路構造令」が出されてはいたが、橋梁設計に関する規定は荷重条件等の大略的なものに留まっており、「細則（案）」もまた同様であった。寸法や材料に関する細かな規定にまで及んでいる復興局の仕様書は、標準型式の設計案こそ掲げてはいないが、技術的な思想としては明らかに標準設計への展開の萌芽と見ることができる。この趨勢は1926（大正15）年の「細則（案）」が1939（昭和14）年に「示方書案」として形を成すに至った要因として大きく作用しているものと考えられる。

太田園三を中心とする鉄道技術者が後藤新平によって復興局に抜擢された背景の一つとして、鉄道橋における標準設計に関する実績を買われたことが推測される。先述の通り、「鋼鉄道橋設計示方書」は既に1912

(明治45)年に発布されているのである。

復興の当初に、「復興式」と称されるラーメン橋台橋が出現しているが、これは橋台用地確保の問題解決の他に、他所で用いる予定で既に製作されていた橋桁を転用する場合にスパン長の不足分を橋台を前面に出すことによって調整するという考え方の存在を示唆しているとも受け取れる。実際、鉄道橋においては、橋本体の移動をレール上で行うため転用が比較的容易であり、災害復旧等の際に、他所で建設中の新線用の橋桁や、架け替えによって取りはずされた旧橋の橋桁を条件が合う限り罹災現場で利用することが少なくないと言われている。鉄道橋の荷重条件の方が道路橋のそれよりも厳しいため、鉄道の復旧に支障をきたさない範囲で道路の方に転用することは十分に可能であったと思われる。完成品の転用があったかどうか、また部材等の寸法・規格にどの程度の共通性が認められるかは未だ明らかではないが、少なくとも鋼鉄道橋に関して標準設計が確立されていたことの影響は無視し得ぬものがあつたのではないかと推測されよう。即ち、設計・製作・施工の一貫した流れを構成する効率的な作業体制の確立は、十分な経験的裏付けを必要とするからである。

永久橋化を意図した鋼橋を中心とする構造形式の選定は、夥しい数のプレートまたはボックス・ガーター橋梁の建設に端的に現れている。これらは最も標準設計の対象として取り上げ易く、また製作・施工も容易な形式と言えるものである。清洲橋にデュコール鋼を用いるといった技術的先進性への着眼も、上述のような技術体制の確立を背景として初めて実現する発想である。

東京の復興道路橋建設において、標準設計的な発想が採用されたと推察する一つの根拠に、一定区間においてはほぼ同一の幅員を有する河川や運河が多い点が挙げられる。即ち同等の架橋条件を有する地点がいくつかの群として存在することである。「震災復興橋梁構造形式別施工期間年表」(表-2①~④)及び「着工年別橋梁架設地点分布図」(図-1①~④)を見ると、ある地域あるいは河川・堀等毎に、ある期間に同一構造形式の橋梁がほぼ同時に着工されていることが多く、また場合によっては完成も同時期となっている例が見られる。このような事態は、製作・施工の体制・方法とも関連する問題である。

(2) 製作・施工の体制

罹災直後の復旧には陸軍工兵隊が活躍し(*15)、治安維持上も人心の安定に寄与したことが後々まで評価されることとなった。復旧資材の輸送には海軍も協力しており(*16)、これらのことが二つの軍部の信頼度と発言力を高からしめる要因となつたとされている。

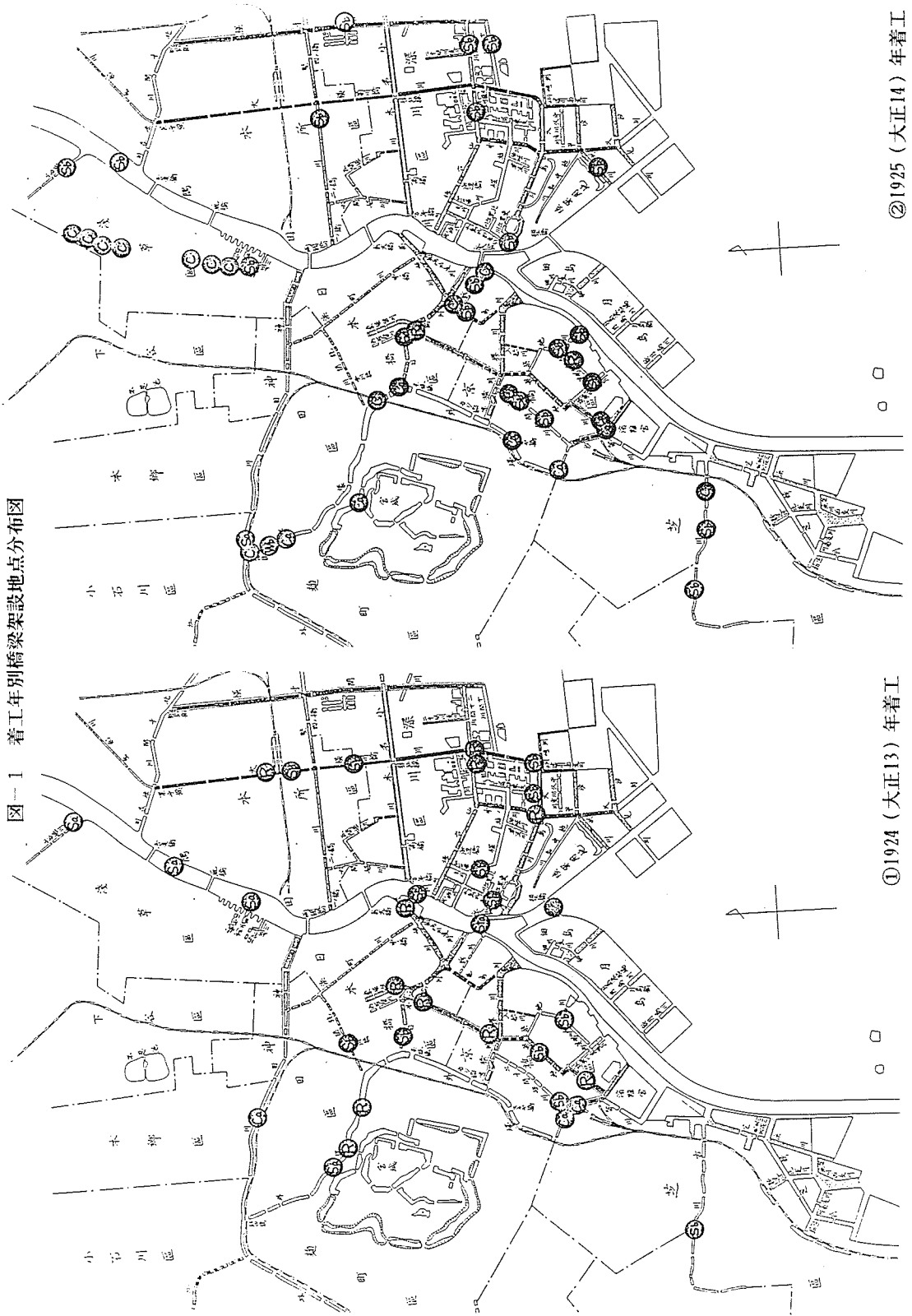
政府による関税の減免措置もとられ、鋼材等の海外からの援助物資の受け入れも容易となつた(*17)。

関東地方の橋梁製作会社や建設会社は多大の損害を被つた所が少なくなかつたが、工場や事務所が比較的分散していた所もあり、必ずしも壊滅的な状態には至らず、地方の出先機関や関連会社の応援によって立直しを図っている。元々鉄鋼関連企業は関西方面に基盤を持つ所が多く、東京の工場を再建する間にも、復興事業の受注品の一部を大阪等の工場で作成していた例も少なからず見られる。

また、国家予算としても帝都復興へのシフトを余儀なくされたために、地方における事業もやむなく停滞した所もあつたと思われ、建設作業員や技術者の需要の点からも、東京に進出して復旧事業に参加した例も少なくなかつたことと考えられる(*18)。震災後の東京の人口の回復が比較的速かつたと言われるのも、一つにはこうした出張者達が復興事業を契機に定着を図つたためとも考えられよう。それらの人々の移動には当然物資移動も伴つていたと思われる。建設関連産業が震災復興を機に大きく成長したのも、こうした背景によるものであろう。

鉄道網の発達に押されてはいたが、舟運が未だ存続していたことも復興の早期実現に大きく寄与したと考えられる。特に、河川・運河を単位として一定範囲の地域内で構造形式や材料にある程度の共通性を持たせたことは、支保工等の仮設構造物の移設や資材の一括輸送による並行建設をも想定していたことを窺わせるものがあると言えよう。先述したように、一つの水路でほぼ同時にいくつかの橋梁が着工されているのは、その現れであると考えられる。

図 1 着工年別橋梁架設地点分布図

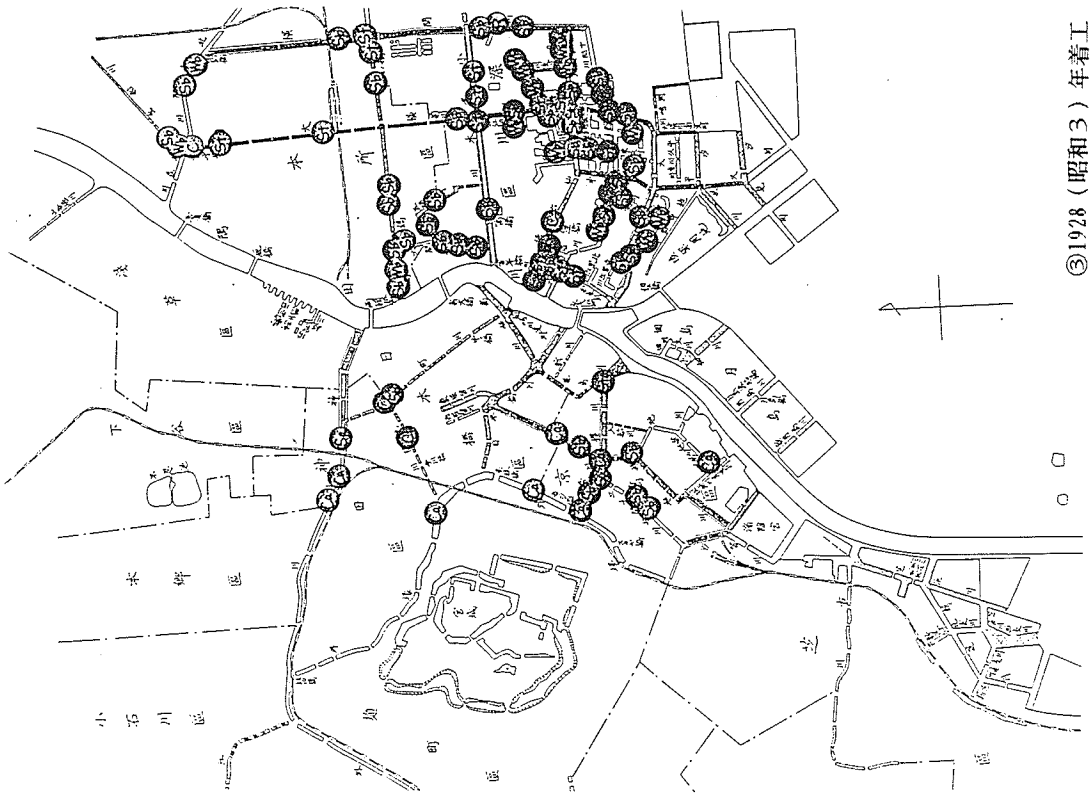


①1924 (大正13) 年着工

②1925 (大正14) 年着工



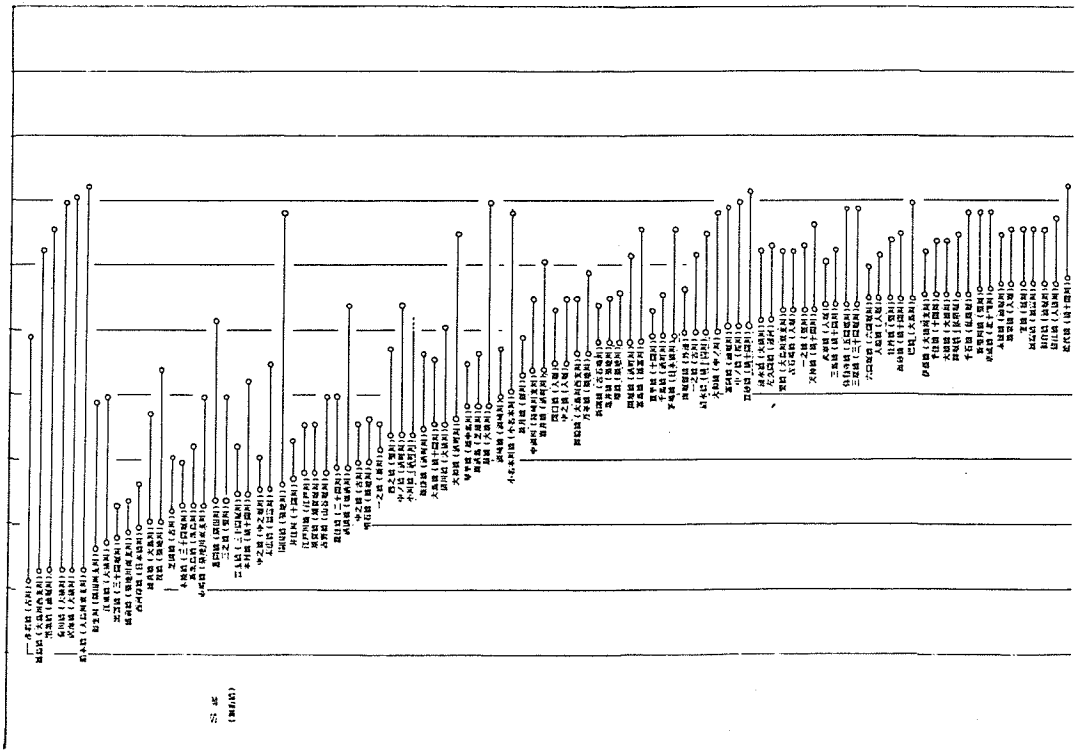
④1929（昭和4）年着工



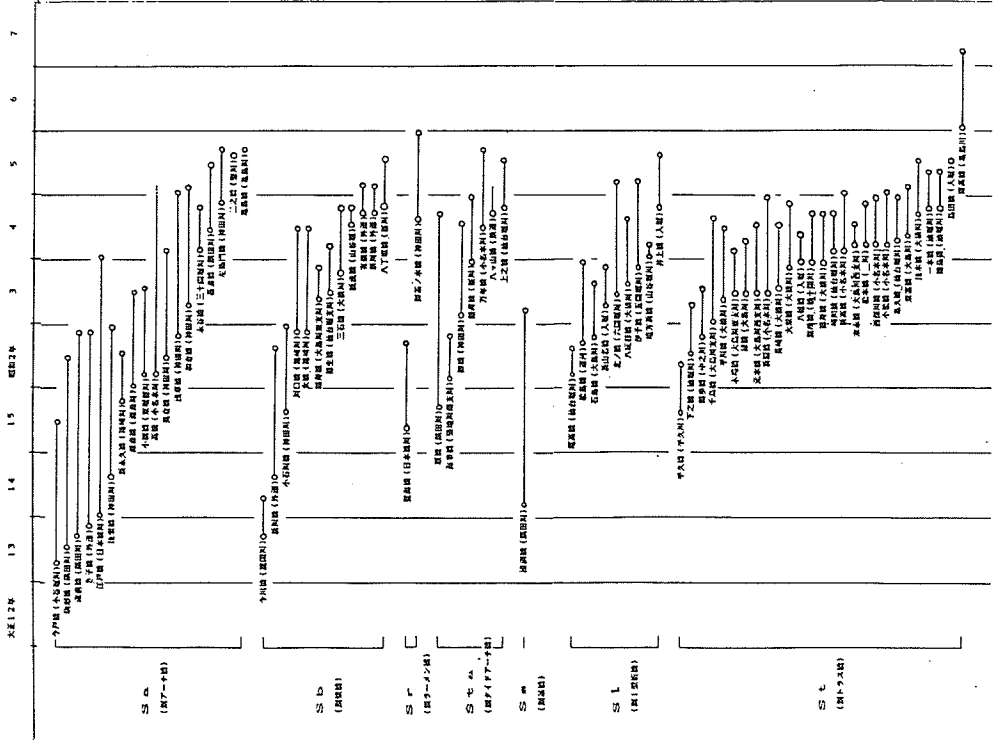
③1928（昭和3）年着工

表-2 震災復興橋梁構造型式別施工期間年表

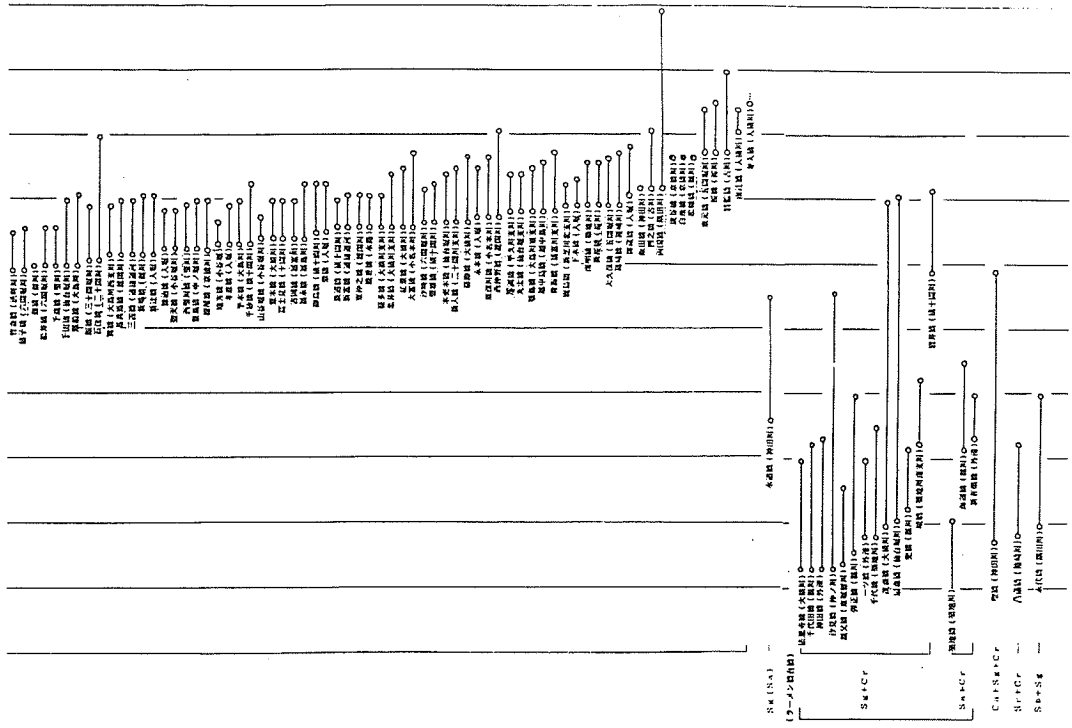
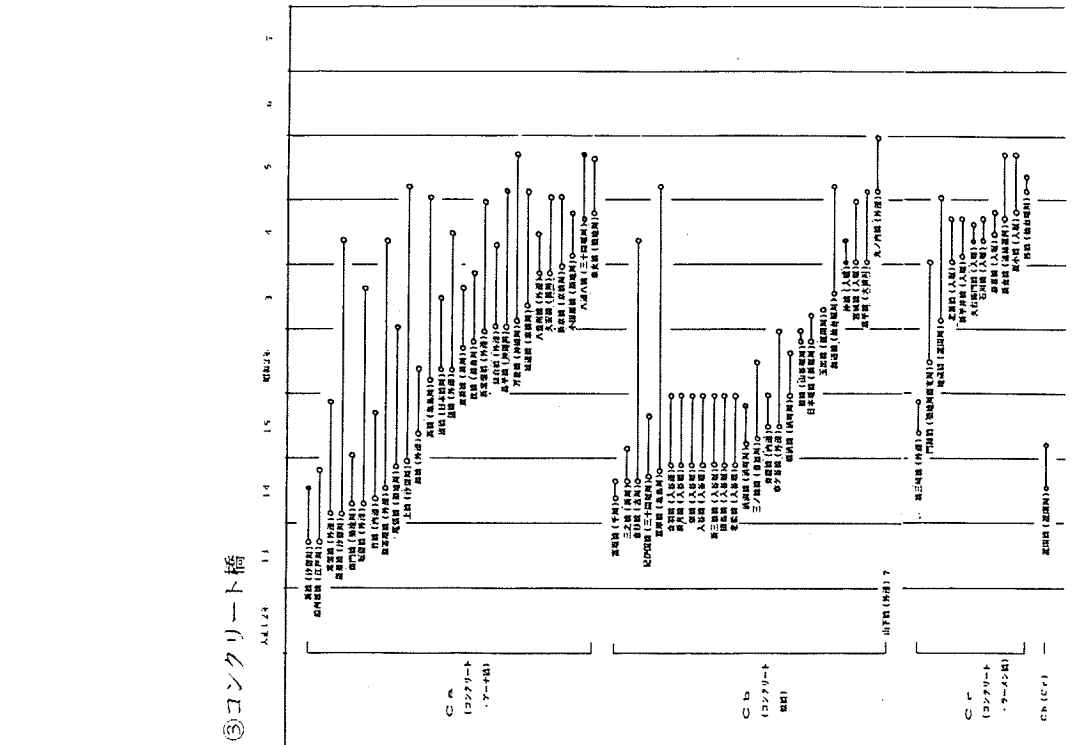
①鋼桁橋



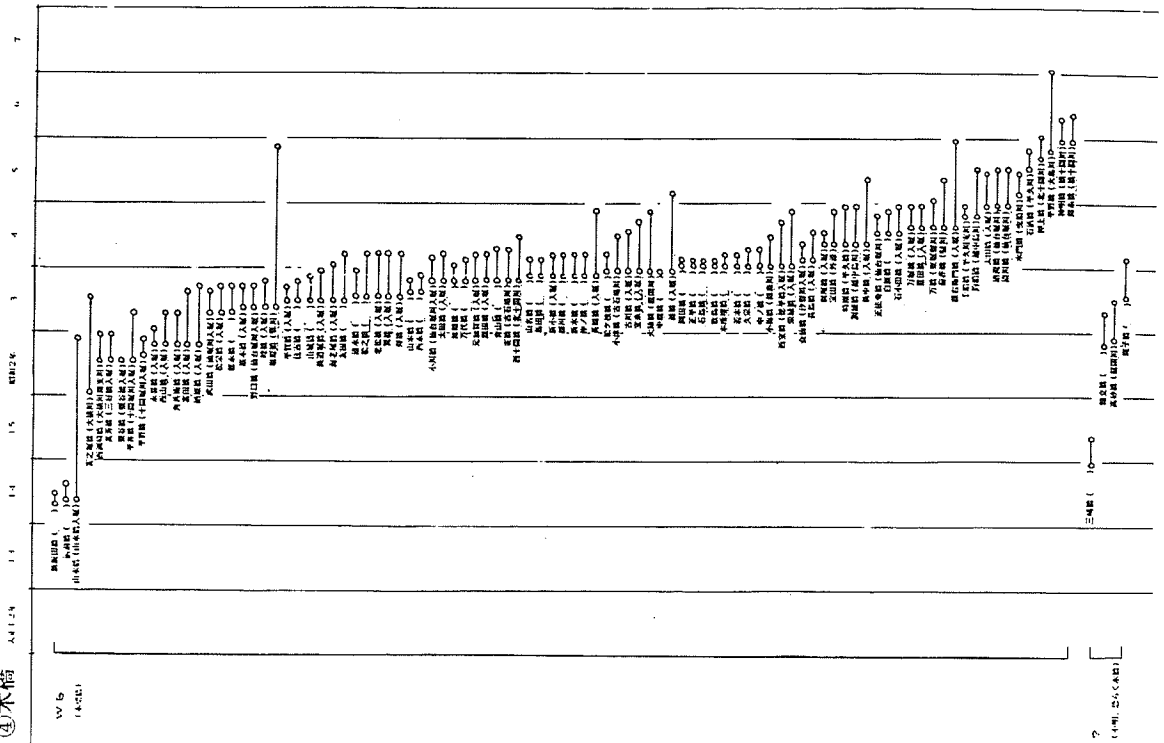
②鋼アーチ、ラーメン等



③コンクリート橋



④木橋



5. 結語

震災復興橋梁の建設を契機に、日本の道路橋に関する技術水準は飛躍的に高められたと言われている。その背景には、短期間に多数の橋梁を効率的に設計・施工するという厳しい条件があったからに他ならない。

今回は基礎的な資料の整理を中心としながら、震災復興橋梁の構造形式と架設の問題に関わる周辺的な要因群について定性的な考察を展開したに留まっている。今後更に資料的な充実を図り、より実証的な解明を進めたい。

〔謝辞〕

本研究を遂行するに当たっては、トヨタ財団昭和58年度研究助成金より援助を受けた。また田島二郎埼玉大学教授には数多くの資料の御紹介を頂き、更に一部資料の借用を御許し頂いたと共に様々な御示唆と御指導を賜った。昌子住江氏他の「東京の橋研究会」の諸氏には度々議論に参加して頂き、貴重な御意見を頂戴した。末文ながら、ここに記して感謝の意を表する次第である。

〔註〕

* 1 伊東 孝・岡田 孝、「震災復興橋梁の計画とデザインの特徴——旧東京市内における復興局架設橋梁を中心として」、第4回日本土木史研究発表会論文集、pp.59-70、1984年 6月。

尚、行政組織については、次の論文を参照した。

昌子住江、「震災復興計画の推進体制——帝都復興院をめぐって」、第4回日本土木史研究発表会論文集、pp.257-263、1984年 6月。

* 2 以下の文献による。

①社団法人土木学会、「四谷見附橋調査研究報告書――土木史調査編」、1983年。

②株式会社宮地鉄工所、「50年の歩み」、1958年。

③株式会社東京鉄骨橋梁製作所、「56年の歩み」、1971年。

④株式会社横河橋梁製作所、「横河橋梁50年史」、1960年。

⑤桜田機械工業株式会社、「桜田機械工業60年史」、1981年。

⑥日本橋梁、「ポケット社史――50年の技術で築く」、1969年。

⑦石川島播磨重工業株式会社、「108年史」、1961年。

⑧三菱重工業株式会社、「社史」、1956年。

⑨小沢久太郎、「道路橋の変遷(その1)」、道路、日本道路協会、pp.406-415、1961年。

⑩同前、「同前(その2)」、道路、日本道路協会、pp.523-533、1961年。

⑪日本鋼構造協会、「わが国のれい明期における鉄橋」、JSSC、日本鋼構造協会、Vol.7-No.69、pp.1-40、1971年。

⑫川崎重工業株式会社、「社史」、1959年。

⑬浅野造船所、「我社の生立」、1935年。

⑭日本鋼構造協会、「わが国の鉄骨構造の歴史」、JSSC、日本鋼構造協会、Vol.5-No.37、pp.57-72、1969年。

* 3 東京大学生産技術研究所村松研究室、「神子畑鉄橋調査報告――日本近代橋梁史の一環として」
JSSC、日本鋼構造協会、Vol.10-No.99、pp.33-40、1975年。

* 4 久保田慶一、「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就イテ」、鉄道省業務研究資料22-2、1934年。

* 5 * 1 ② p.27。

* 6 * 3 p.39。

* 7 関西系の鉄鋼関連企業が東京の下町へ工場を進出させ拡張を図っていくのがこの頃である。

* 8 軍需産業である造船や鉄道・機械系の製造会社が鉄鋼メーカーとして鋼橋部門に参入し、業務拡大・
転身を図った。

* 9 復興局、「大正12年関東大地震震害調査報告、(第三卷)橋梁・建築之部、道路之部」。

* 10 内務省社会局、「大正震災誌(上)」、pp.419-437、1926年。

* 11 * 9 p.2。

* 12 * 1 ② p.37。

* 13 * 9 p.50。

* 14 復興事務局、「帝都復興事業誌土木編上巻」、p.260、1931年。

* 15 * 9 p.439。

* 16 東京府、「東京府大正震災誌」、第五編、p.27、1926年。

* 17 勅令第417号(大正12年9月17日)。(内務省社会局、「大正震災誌(上)」、p.802、1926年)。

* 18 石橋である日本橋の復旧には大阪の石材会社があたっている。(「建築写真類輯――装飾塔・装飾
門」、洪洋社、p.9、1928年11月)。