

明治末期における長崎での鉄筋コンクリート橋※

Reinforced Concrete Bridges at Nagasaki in the End Age of Meiji

山根 巖※※

BY Iwao YAMANE

概要

長崎は明治初期の鉄橋（くろがねばし）の架設に代表される様に、早くから鉄橋が架設され、その技術が進んでいた事が知られている。鉄筋コンクリート橋についても明治39（1906）年佐世保橋、明治40（1907）年梅香崎橋が架設され、これ等技術が受け継がれて、大正期だけで市の記録に残るものでも24橋も架設されて、他所に先駆けて早くも最盛期を迎えていた。明治末期の長崎での橋梁架設状況を調査した結果、長崎市の長崎港湾改良事務所での星野一太郎、原田碧を中心とする土木技術者達の活躍が明らかとなった。この報文では、明治末期における長崎での鉄筋コンクリート橋が建設された背景と、状況及びその影響について調査結果を報告する。

1. 明治末期の長崎での鉄筋コンクリート橋建設の背景

(1) 第二期長崎港湾改良工事の計画

長崎での「佐世保橋」及び「梅香崎橋」の建設は、原田碧の設計及び監督である事は、畑中健三の著書<sup>1)</sup>や、小沢久太郎の論文<sup>2)</sup>に明記されているが、詳しい事情については明らかでない。これ等の鉄筋コンクリート橋の建設については、その背景として長崎市が実施した「第二期長崎港湾改良工事」の橋梁関連事項を述べる必要がある。長崎市の職員であった原田碧が、県事業であった「佐世保橋」の担当者となったのは、長崎港湾改良事務所での橋梁工事等の実績が高く評価された為と考えられるからである。

明治維新後長崎港は日本の西の玄関口として、明治18（1885）年以降三期に渉る大規模な改良工事が行はれて、近代的な港湾都市として発展したが、この間の経緯については、長崎大学岡林隆敏教授等の一連の研究に詳しく述べられている。<sup>3) 4) 5)</sup>

第二期長崎港湾改良工事は、市会議員や地元有力者等より成る「長崎港湾改良及び浚渫期成同盟会」

（後に長崎港湾改良同志会と改称）の県市及び中央への活発な運動により、明治30（1897）年から5ヶ年計画で国や県の補助金と、市公債により実施する事で明治政府の認可を得た。当時の市助役小倉鎮之助が長崎港湾改良事務所長に任命され、工師長南部常次郎（明治20年、帝大土木科卒）工師沖一誠（明治21年、帝大土木科卒）工師星野一太郎（明治30年、東京帝大土木科卒）等を中心として実施設計が進められ、明治30（1897）年10月に起工式を行っている。

この事業は長崎市の事業ではあったが、国や長崎県の強力な指導監督の下に行はれ、工事進捗状況が逐次県から内務省土木局に報告されており、県の起案文書の一部が長崎県立図書館に残っている。

これによると、明治29（1896）年9月の内務省の事業承認事項<sup>6)</sup>としては、埋立地の市街地形成のための海岸に接する地域の橋梁として、鉄橋5橋、木橋21橋が認められている。出島前海には、長さ70間（127.4m）幅10間（18.2m）の木鉄混用の栈橋を3本設置する計画になっていた。

※Keyword : 明治末期 長崎 鉄筋コンクリート橋 星野一太郎 原田 碧

※※正会員 : 大日コンサルタント(株)

(〒500-8384 岐阜市 藪田南3-1-21)

(2) 第二期長崎港湾改良工事の実施

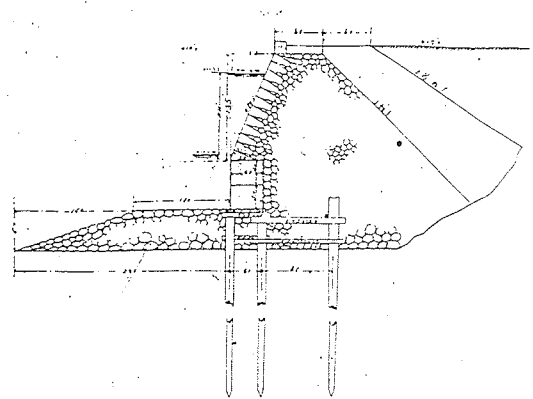
この工事の埋立地の海岸護岸の構造は、水深と地形から場所により5種類に分かれていた。最深部護岸の甲種標準横断図は図一1に示す通りであり、護岸基礎部には既成コンクリート・ブロックを沈設する計画になっていた。(図一1参照)

明治31(1898)年11月工師沖一誠が、長崎県内務部二課長白井倫直の求めに応じて、県会答弁のための工事説明資料を作成している。<sup>7)</sup>これによると、「ショー・チュウテイル」と呼ぶフランス製特許セメントと、カレー・エントマダム式混凝土塊製造器1台をフランスから輸入して、コンクリート・ブロック2475個を製造する予定となっている。「ショー」と略称されるフランス製セメントを採用した理由として、単位重量がポルトランド・セメントのコンクリートよりも約8割の重量であり、単位体積当たりの工費が安価であるためと説明されている。

原田碧は、調査の結果明治26(1893)年の攻玉社土木科の出身である事が明らかになった。彼は攻玉社土木科「同窓会誌」の明治33(1900)年1月号に、長崎通信<sup>8)</sup>として長崎在住の同窓生の消息を書き添えており、自身は長崎港湾改良事務所でコンクリート・ブロック製造を担当し、試験室を備えている事を記している。また、明治34(1901)年の上記「同窓会誌」<sup>9)</sup>には長崎港湾改良事務所の簡単な紹介を行い、フランスのドラワフルシュ商会の専売セメント「ショウ・デ・テイユル」(略称ショウ、chaux)により3尺、4尺、4尺の寸法で3屯のコンクリート・ブロックを製造している事を述べ、当時の大阪港築港工事の国産セメントによるコンクリート・ブロックとの比較を行っている。なお、この工事でフランス専売セメント「ショウ」は、一部現地での保管不備のため使用不能になり、代わりに国産セメントによるコンクリート・ブロックも製造して使用された事が、長崎県工師、東島権次郎(明治33年11月、京都帝大卒)の調査報告に記録されている。

経験の少ない海中工事であり、海底土質が粘土質等の難工事のため、明治35(1902)年になっても工事は予定の半分程度しか進んでおらず、更に明治35年7月18及び19日の暴風により、長崎

圖面断垣石護甲



図一1 長崎港湾改良工事甲種護岸標準横断図

港湾は波浪のため甚大なる被害が生じた。このため「長崎港湾改良工事設計変更並びに成功延期の義」<sup>10)</sup>が市議会に提出された。こうした工期の延長や予算の大幅な増大は、市議会や地元町民からの責任追求や、災害原因を工事の不良としての責任追求の運動となって盛り上がった。長崎市長は責任を取って一旦辞職したが、一ヶ月後に市議会により再選されている。<sup>11)</sup>

明治35(1902)年10月には長崎県より「工事監督及び取締委員」を任命して、毎月一回工事現場を巡回して工事を点検する事として、特別の手当が県から支給される事になった。

県の起案文書<sup>12)</sup>により、金額及び主な監督や担当者名を挙げれば次の表一1の通り。

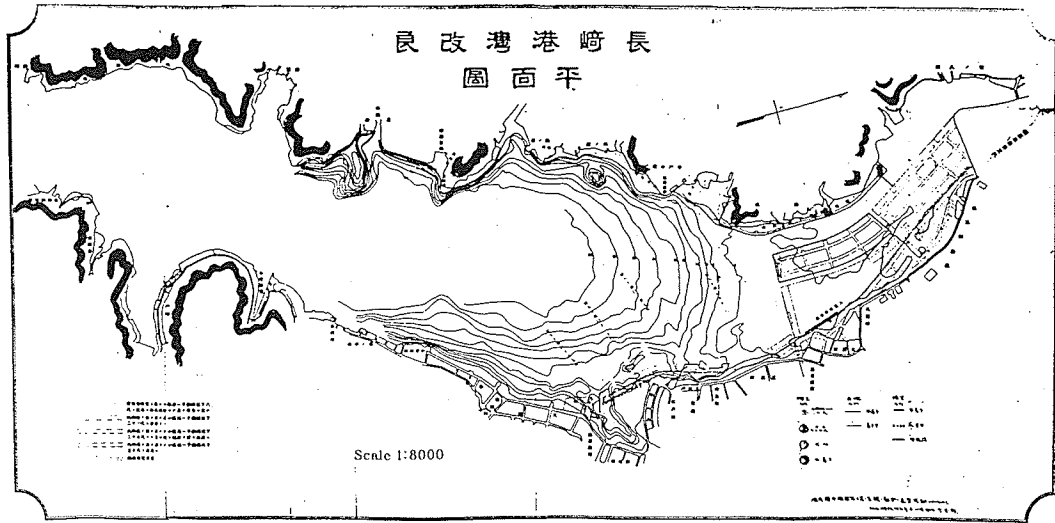
表一1 長崎港湾改良工事、工事監督等の手当

年250円	監督	工師	南部常次郎
年200円	々	工師	星野一太郎
年200円	々	々	中島四万三郎
年200円	事務長		小倉鎮之助
年150円		工手	原田 碧
年125円		々	坂田時和
年120円		々	富岡幸輔

(以下省略)

ここで原田碧が長崎港湾改良事務所に、工師(課長)に次ぐ主要技術者として勤務していた事が明らかとなった。

明治35年10月の「長崎港湾改良工事設計変更並びに成功延期の義」によれば、工期は明治37(1904)年12月までとし、事業費を極力減少す



図一 長崎港湾改良平面図 (明治36年11月製作) 工事報告図

るため非常手段が取られ、埋立地の大きな部分は九州鉄道K. K. に売却し、橋梁は鉄橋を3橋とし、木橋を16橋に減じ、棧橋もすべて設置が取り止められている。(図一 長崎港湾改良平面図参照)

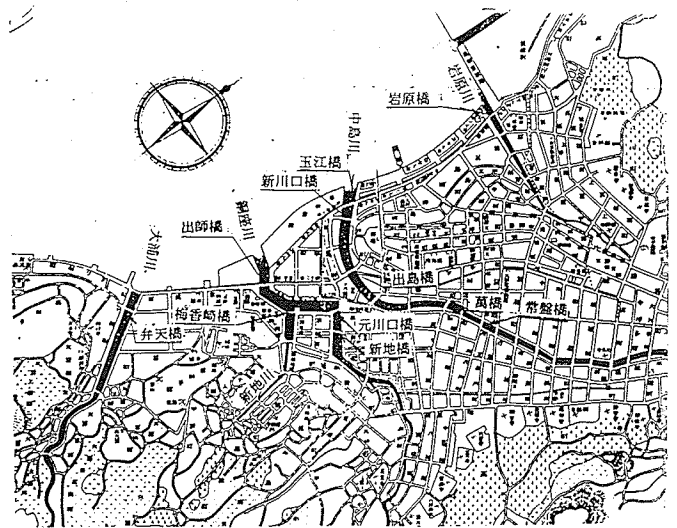
明治35年4月の工事状況報告<sup>13)</sup>によれば、計画されている鉄橋の内126呎(38.4m)と50呎(15m)は、既に検収済で税関脇に保管され、120呎(36.6m)は「高田商会」と供給契約済であり、近日中に到着の予定とされている。

126呎橋の橋台石垣の基礎コンクリート・ブロックは既に製作済であり、木橋の橋脚は海虫の害を受けるため、鑄鉄柱に変更して、直営で製造中と報告されている。

これ等から考察すると、埋立地の海岸に沿った道路(大黒町から松ヶ枝町)に計画されていた鉄橋は、5橋から3橋となり、最終的には無しになった事が、「長崎市制六十五年史」<sup>14)</sup>の橋梁一覧表に鉄橋名が記されていない事からも窺える。

長崎港湾改良事務所が設計した3橋の鉄橋(プラット・トラス橋)は、県に譲渡されて126呎鉄橋は中島川の玉江橋(38.4m)、120呎鉄橋は浦上川の下大橋(36.6m)、50呎鉄橋は岩原川の岩原橋(15m)にそれぞれ転用架設されたものと考えられる。(図一 3参照)

玉江橋に近接した位置に明治23(1890)年の第一期港湾改良工事で「新川口橋」(新川橋とも呼ぶ。吉村長策設計監督、プラット・トラス鉄橋)が架設されていたが、資料によれば、<sup>15)</sup>明治43(1904)年に長崎県に譲渡されて、市が請け



図一 3 長崎港湾平面図(長崎港中心部分図、橋名は筆者記入)「長崎県郷土誌」(長崎市小学校職員会著、大正7年)

負って現在の「出島橋」に移設された事でも分かる通り、県の協力を得てこうした非常手段が取られている。

明治37(1904)年11月に第二期長崎港湾改良工事は二年遅れで完成し、出島埋立地で竣工式が行はれたが、事業費は491万8231円で、当初の予算310万円を大幅に超過していた。これ等の市債の償還が、後年大変な市財政上の苦勞となったとの事である。<sup>15)</sup>

### (3) 港湾改良工事後の新地橋の建設

長崎港湾改良事務所は、港湾工事完了後も市街地の形成や橋梁の建設を行っており、(図一 3参照)銅座川の「新地橋」や、新地川の「梅香崎橋」の架設もその一部であり、明治41(1908)年4月の長崎市の機構改革により廃止されて港湾課となっ

た。<sup>11)</sup>

資料によれば、<sup>16)</sup>新地は江戸時代に長崎内浦に中国貿易の倉庫として埋立て形成されたが、中国人居留地として変遷して発展し、銅座川に架設された「新地橋」は文化元(1804)年には、木橋が2径間石橋(石造アーチ)に架替えられている。<sup>14)</sup>

この橋は資料によれば、<sup>14)</sup>明治18(1885)年の第一期港湾改良工事(中島川変流)で撤去されたが、明治34(1901)年には橋長7.15間(13m)幅2.8間(5m)の鉄製プレート・ガーダー橋が架設されている。(図-8参照)

これが明治38(1905)年には橋長19.5m、幅5.1mの鉄筋コンクリート橋に架替えられている。鉄橋が4年で改築されているが、この理由は、長崎港の舳等の小船の船溜が必要であり、銅座川の河口に設けるため河川の拡幅が行われ、橋長増大により架替えられたと見られる。この事は明治37(1904)年銅座川河口に県が建設した出師橋(鉄トラス橋、橋長44m)<sup>5)</sup>が、市が当初設計した橋長120呎(36.6m)の鉄橋の代わりに架設されている事でも裏付けられている。(図-3)

新地橋を誰が設計し、施工監督したかは記録に残っていないが、前掲の表-1の長崎港湾改良事務所の技術者名の記録から、星野一太郎や原田碧が中心となって担当したと見られるが、これについては後の考察において述べる事にする。

新地橋は昭和63(1988)年、旧橋と同じく19.5mの橋長と、5.0mの幅員で、2径間の連続RCT桁に架替えられている。

## 2. 佐世保橋建設の背景とその建設

### (1) 佐世保橋建設の経緯

佐世保橋は佐世保湾の最奥部に注ぐ佐世保川の河口近くに架かる橋で、江戸時代は長崎から平戸へ通ずる街道にあったが、飛び石程度のものであった。

明治19(1886)年佐世保村に海軍鎮守府の設置が決定されて、翌年佐世保村から鎮守府正門に通ずる木橋が架設されて「佐世保橋」と名付けられたが、通称「海軍橋」と呼ばれた。<sup>17)</sup>(図-4参照)

この佐世保村も鎮守府の整備と共に発展して、明治35(1902)年には市制を敷き街道も県道と

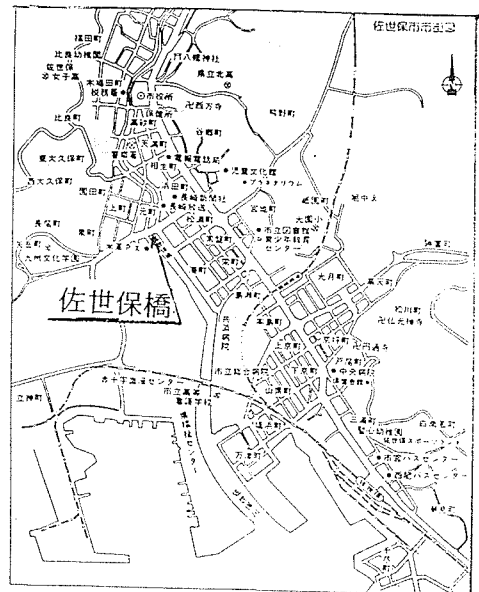


図-4 佐世保橋位置図(長崎県大百科辞典、長崎新聞社)

して整備された。佐世保橋は明治37(1904)年6月26日の大洪水で他の橋と共に流失した。佐世保第一のこの橋は、県の補助金を得て直ちに復旧されたが、翌7月に入り二度もの洪水を受けて再度流失し、大災害を受けた佐世保市では到底力及ばず、県が乗りだして堅固な鉄筋コンクリート橋を架設する事になった。<sup>18)</sup>

この橋は明治39(1906)年6月に橋長49.4m、幅員7.3m(車道4.6m、歩道1.1m×2)の4径間の鉄筋コンクリートT桁橋として竣工したが、(写真-1参照)昭和13(1938)年同形式で幅員が両側に拡幅されて18mとなった。(写真-2参照)昭和60(1985)年には橋長44m、幅員36mの鋼床版単純箱桁橋に架け替えられた。

### (2) 佐世保橋の建設

佐世保橋は名前の通り佐世保を代表する橋であり、鉄筋コンクリート橋の採用に当たっては、当時日露戦争の勝利に湧く佐世保鎮守府の意向が強く働いたと考えられる。当時鎮守府には、建築科長吉村長策(工部大学校明治18年卒、元長崎県工師、後土木学会長)土木主任として広井勇の元助手で、コンクリート専門技師真島健三郎(札幌農学校、明治29年卒)<sup>19)</sup>が勤務していた。

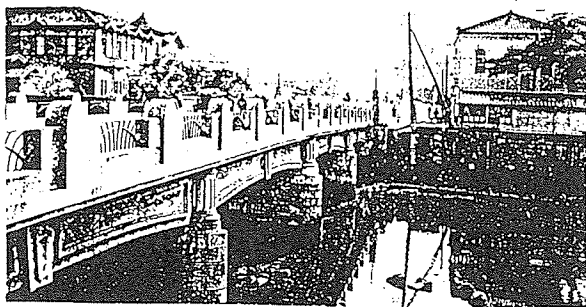
佐世保橋の設計及び監督者の名前は、畑中健三の著書<sup>1)</sup>及び小沢久太郎の論文<sup>2)</sup>では「原田碧」と書

かされている。昭和初期の別の資料によれば、<sup>20)</sup> 鎮守府からの照会に対する長崎県からの回答として「設計及び監督者、手島技師」と書かれているが、調査の結果当時の県庁職員録には手島技師の記録は見られない。長崎大学岡林隆敏教授の意見では「真島技師」の間違いと指摘されており、技術面では真島健三郎の協力があったと考えるのが自然であろう。

上記資料には工事は直営と書かれており、真島健三郎が工事監督するのでは矛盾している事になる。

真島技師は明治38（1905）年佐世保海軍工廠の鉄筋コンクリート造りの煙突や建屋を建設しており、<sup>21)</sup> 佐世保橋に対する技術協力の可能性は高いと見られる。<sup>17)</sup>

佐世保橋は当時としては大規模な橋であり、しかも実例の少ないコンクリート橋であるので、県の事業であっても長崎市の新地橋での実績が高く評価されて、原田碧が担当者として選ばれたと考えられる。ただし、写真一1で見る通り、外国海軍との交際の多い鎮守府の正門前にある橋であり、この場所に相応しい欧米風の近代的意匠が求められ、この方面では建築家に依頼したものと見られる。主桁に縁取りを付けた当時の欧米風の意匠が取り入れられている。高欄は華麗ではあるが外桁の意匠とややバラ

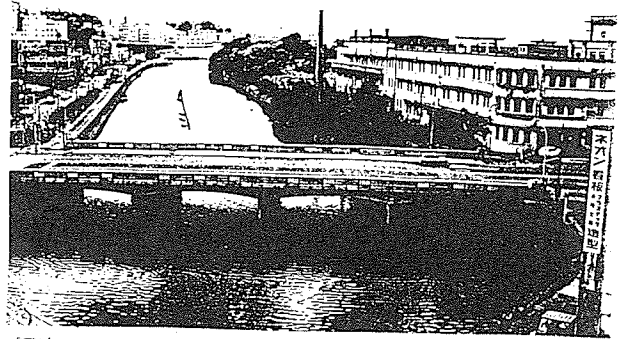


写真一1 佐世保橋（明治39年竣工）  
長崎大学岡林隆敏教授提供

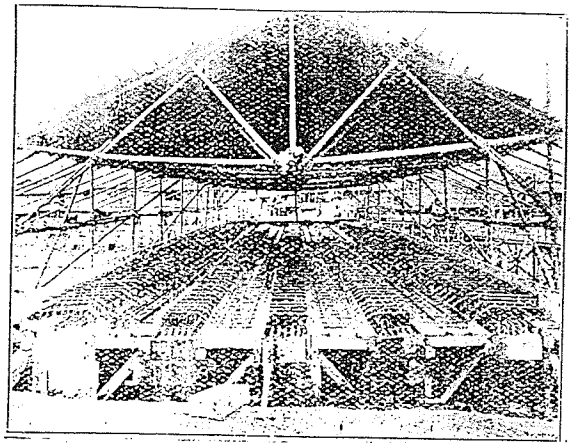
スを欠くためか、昭和13（1938）年の拡幅時に変えられている。（写真一2参照）

原田碧は明治41（1908）年京都府に転勤してから、田辺朔郎の監修と長崎での上司星野一郎の校訂で、大正元（1912）年に「実用鉄筋コンクリート構法」<sup>22)</sup> という編纂書を出版している。

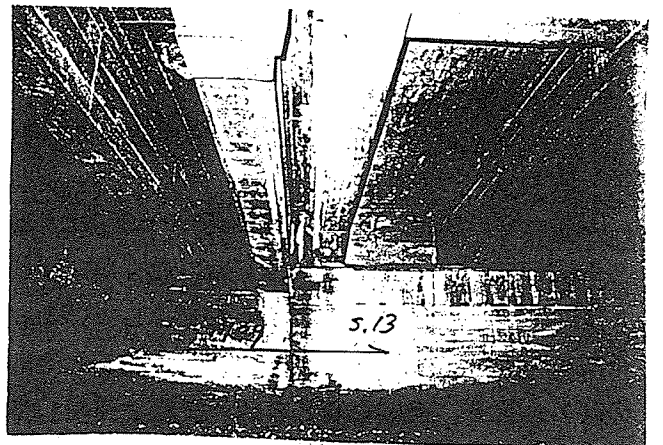
（図一5参照）これには工事担当者でなければ得られない写真一3の佐世保橋の工事写真を掲載してい



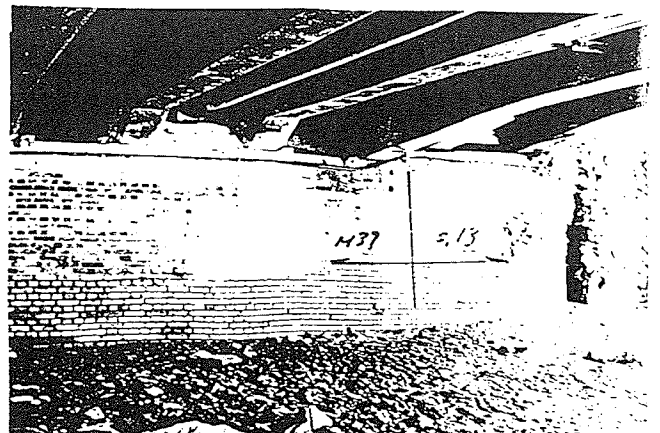
写真一2 拡幅された佐世保橋（昭和13年竣工）  
昭和60年解体直前の写真、長崎県技師梅崎吉明氏提供



写真一3 佐世保橋工事中の状況<sup>22)</sup>（明治39年竣工）



写真一4 佐世保橋解体直前の状況（明治と昭和の橋桁の状況）



写真一5 佐世保橋解体直前の状況（橋台の状況）  
長崎県技師梅崎吉明氏提供

る。これによればR C T桁端部の曲げ上鉄筋の定着の様子が見られて、床版の主鉄筋の折り曲げも合理的で、今日の床版配筋に近いものである。主桁の高さ91cm、幅46cmの5本主桁で、床版厚さが30.5cmと大きい。

昭和60(1985)年頃佐世保橋の架替工事を担当された長崎県の技師によれば、配筋は略今日と同様であり、鉄筋も特別なものでなく気付かなかったと言われており、丸棒が使用されていたと見られる。原田碧の前述の編纂書<sup>22)</sup>によれば、エネビック(Hennebique)工法という名称は紹介されていないが、フランスの技術者エネビックが1892年に特許を得たT桁の肋筋<sup>23)</sup>に帯鉄を使用した図-6が示され、剪断力にたいする曲げ上げ鉄筋の図解法<sup>22)</sup>が、図-7の様に昭和40年頃まで使用されたと略同様の方法が示されている。

この橋の解体前の写真-5によると、昭和13(1938)年の拡幅時の外形は明治の外形と同様に、連続桁の反りに見せる様に桁高を変化させ、桁の外面に縁取りを施して類似の意匠としている。写真-4によると、明治の旧橋では中間及び端横桁がなく、代わりに床版厚さが30.5cmもあり、これが当時の設計方針と考えられる。因みにコンクリートは、大約1:2:4の容積配合が採用されている事が記されている。

写真-4によると、外桁は連続桁の様に見えるが、内桁の桁高は一定であり、支点の近くだけが約45度のハウチを付けて桁高を大きくしている。外桁だけを見ると連続桁であり、内桁を見ると単純桁の様でもあり、桁は密着しており舗装は連続している。写真-3では施工中の日除け及び降雨対策として、仮設屋根が設けられているが、その支柱の間隔は約2mであり(梅香崎橋の施工中写真-8参照)支柱の数からして、施工されているのは1径間分の13.4mの写真と見られる。仮設屋根は1径間ずつ転用されている様であり、橋梁は4径間の単純桁であったと見られる。

前述の原田碧の「実用鉄筋コンクリート構法」<sup>22)</sup>にも連続桁の配筋方法図はなく、床版のみが連続構造となっていて、単純梁の曲げモーメントでの設計例が示されている。

下部工については、写真-5で見る通り橋台は煉

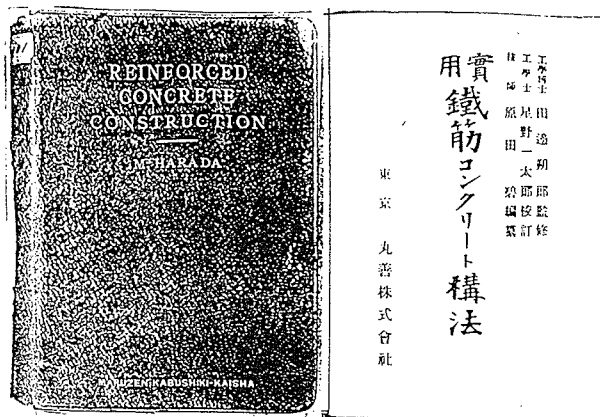


図-5 「実用鉄筋コンクリート構法」表紙と表題<sup>22)</sup>

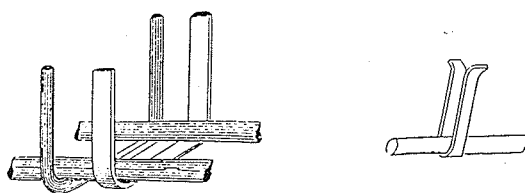


図-6 エネビック(Hennebique)工法の肋筋図<sup>22)</sup>

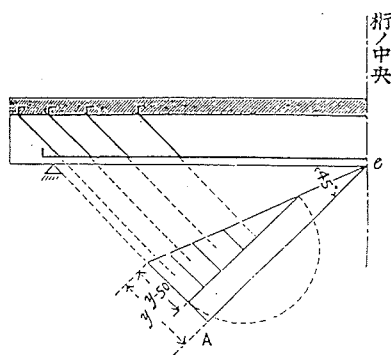


図-7 鉄筋コンクリートT桁、折曲げ鉄筋設計図<sup>22)</sup>

瓦積みで、橋脚は切石練り積みとなっており、<sup>20)</sup>感潮河川での下部工へのコンクリートの使用には慎重な事が窺える。

### 3. 梅香崎橋の建設とその後の鉄筋コンクリート橋

#### (1) 梅香崎橋の建設の背景

安政6(1859)年英仏を始め欧米各国との修好条約締結後に、外国人居留地として梅香崎から下り松海岸までが埋立てられることになり、翌年10月に竣工した。<sup>16)</sup> 慶応3(1867)年これ等領事より出島から下り松まで、海岸沿いに幅4間(7.3m)の遊歩道建設の要望が出て、明治2(1869)年中島川に新大橋、新地川に梅香崎橋(橋長27.3m、幅5.3m)等の木橋が完成した。<sup>5)</sup>

図-8参照)

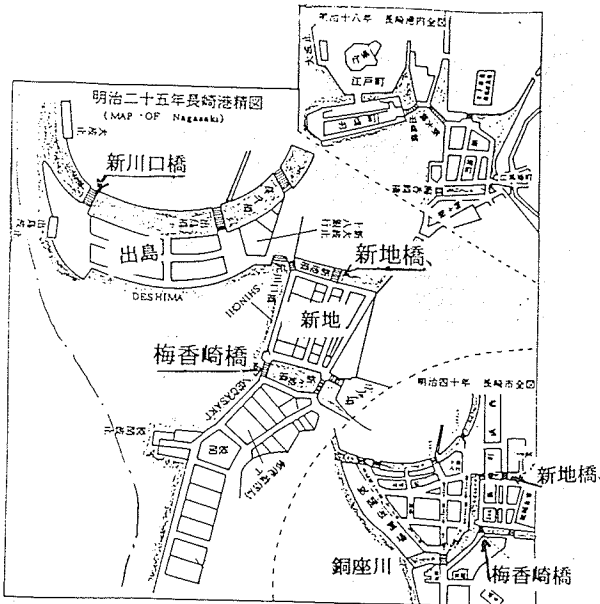


図-8 明治後半の長崎港内浦の変遷概略図<sup>16)</sup>

第一期長崎港湾改良工事（中島川変流工事）により、梅香崎橋は新地川が銅座川に入る船溜まりの入口に変わっており、外国人居留地の中心部に当たる所に位置していた。（図-8参照）

第二期長崎港湾改良工事は明治37（1904）年9月に竣工しているが、予算超過のため埋立地の道路や橋梁等の市街地形成が残されており、引続いて市費により工事が進められた。梅香崎橋はこうした市街地化の関連工事として、佐世保橋を完成した原田碧が設計及び監督を担当する事となったと見られる。

この橋は明治39（1906）年4月30日に起工し、翌年5月19日に竣工<sup>23)</sup>しているが、写真-6はその時の写真と見られる。なお、この橋は昭和12（1937）年頃船溜まりの利用が少なくなり、水質悪化で不衛生となったので、埋立てのため撤去された。<sup>15) 16)</sup>現在の湊公園の西端、バスターミナル付近にあったと考えられる。

## (2) 梅香崎橋の建設

梅香崎橋は写真-6に見られる様に、径間12.2m、幅員6.4m、拱矢3.05m、拱矢比1/4の閉側鉄筋コンクリート固定アーチ橋である。この橋は長崎港の中心街にあり、しかも当時は英米を始め9カ国もの領事館の集中している外国人居留地の中心にあるため、<sup>24)</sup>橋の意匠も国際的な感覚で行なわれ、佐世保橋と同様に桁に縁取りした欧米風の意匠を取入れており、佐世保橋と同様に建築家がデザインしたものと見られる。因みに、写真-7は

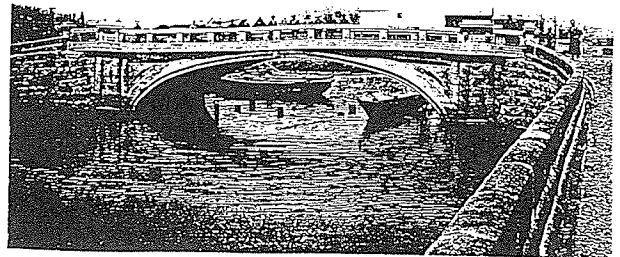


写真-6 梅香崎橋の完成時写真（明治40年頃）  
長崎大学岡林隆敏教授提供

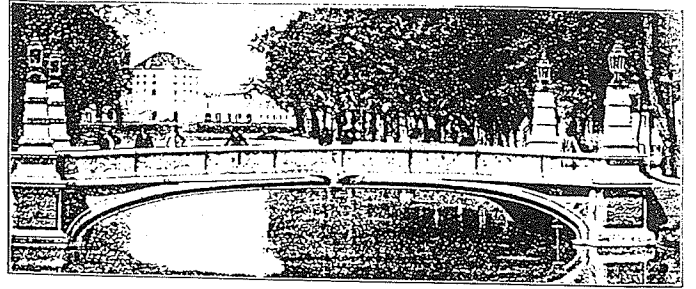
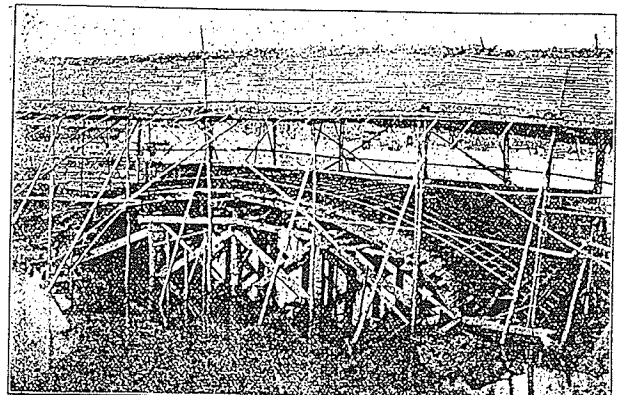


Abb. 180. Monierbrücke über den Nymphenburger Kanal.  
写真-7 ミュウヘンのNymphen-burger運河 モニエ式アーチ橋



長崎市梅香崎町ニ架設ス拱造路橋工事中ノモニエ式拱ノ橋脚断面径間四十呎 Rise 八十呎 Ringノ曲線長五十六呎、橋面手摺内幅員二十一呎手摺ノ高二呎七ノ全部鉄筋コンクリート橋

写真-8 梅香崎橋施工中の状況<sup>22)</sup>

ミュウヘンのNymphen-burger運河に、明治30（1897）年架設されたモニエ式アーチ橋であるが、<sup>25)</sup>その意匠として建築的な装飾が行われており、長崎のこれ等2橋もこうした意匠が参考にされたと見られる。

径間からすると佐世保橋と同じT桁が普通であるが、舟溜での通船のため桁下高が必要であり、更に橋の立地位置から景観を重視し、新形式の都市構造物としてアーチ橋が採用されたと考えられる。

原田碧の編纂書「実用鉄筋コンクリート構法」<sup>22)</sup>の中に出てくる梅香崎橋（楳は梅に同じ）の施工中の写真を写真-8に示す。これで見ると、拱軸線は楕円形であり、支保工上で施工されているが鉄骨

が使用されており、肋材もX型とW型の鉄骨でありメラン (Melan) 式工法で施工されていると見られる。メラン式工法の利点は、<sup>25)</sup>

- (a) 鉄筋の代わりに鉄骨を使用し、位置が確実に保たれる。鉄骨の施工が容易で早い。
- (b) 通常のアーチより桁高を小さく出来る。
- (c) 支保工無しで、型枠を鉄骨で支えて施工出来る。現場施工が容易で早い。

であるが、支保工を用いて施工する場合と、鉄骨に吊型枠で施工する場合がある。

梅香崎橋は舟運のため径間中央の桁下高を大きく取る必要があり、アーチ橋形式を採用して変断面の鉄骨をかなり多数使用しているのが見られる。

図-9はメラン式アーチ橋として有名な、北オーストリアSchwaza川に1901(明治34)年に架設されたPayerbach橋<sup>25)</sup>であるが、径間26m、幅員5.5m、拱矢2m、拱矢比1/13と言う極めて扁平なメラン教授の設計による鉄筋コンクリート・アーチ橋である。

桁高は高水位と路面高さから決まり、支点で1.66m、支間中央で0.45mと言う低桁高の厳しい条件で、山型鉄から成る鉄骨構造5本の主構を有している。鉄骨の形状は梅香崎橋と類似しており、支保工上で架設された。

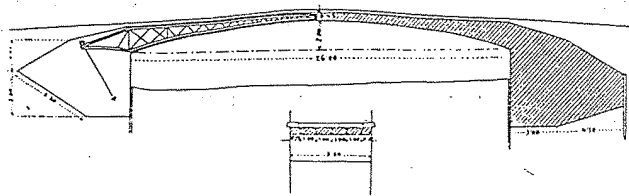


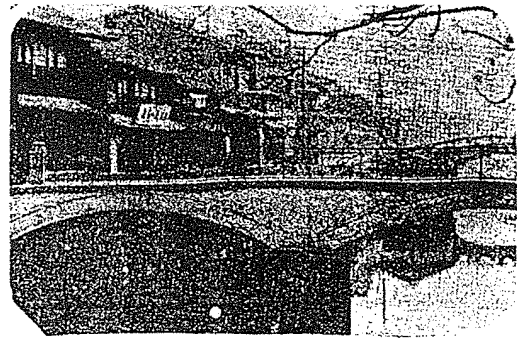
図-9 メラン (Melan) 式橋梁のPayerbach橋<sup>25)</sup>

写真-8で施工中の状況を見ると、佐世保橋と同じ仮設屋根を使用しており、支柱の間隔は約2mである事が分かり、佐世保橋と同様に直営施工であった事を示している。

### (3) 梅香崎橋後の鉄筋コンクリート橋

新地橋が架設されて以後鉄筋コンクリート橋技術は、長崎県内に急速に伝播して行った。明治39(1906)年3月には長崎県下に岳下橋(橋長8m)<sup>26)</sup>が架設された。

長崎市においても明治40(1907)年2月、西山川で西山橋(橋長12.12m、幅員3.64m)が鉄筋コンクリート橋に架替られた。<sup>14)</sup>



紺屋町の常盤橋

写真-9 常盤橋(明治45年竣工)<sup>15)</sup>

佐世保市では大正元(1912)年に大洪水があり、佐世保川中流の高砂橋と相生橋が流失したが、<sup>18)</sup>翌年には市の技術者により鉄筋コンクリート橋に架替られている。

明治45(1912)年には、中島川の本紺屋町と西川町間の半円石橋の古川橋が、地元民の寄付金で2径間の鉄筋コンクリート・アーチ橋(橋長17.6m、幅員5.1m)に架替られて、常盤橋と改名された。<sup>15)</sup>(写真-9参照)(図-3参照)

その他中島川の萬橋(橋長8.63m、幅員2.56m)が大正4(1915)年に、岩原川の新橋(橋長7.7m、幅員2.26m)も同年に、「鉄筋コンクリート石橋」に架替られているが、<sup>14)</sup>これ等は拱環が自然石で、側壁や基礎等が鉄筋コンクリート構造と見られ、石橋に伝統技術のある長崎ならではの橋である。(図-3参照)

また、銅座川の本川口橋は大正4(1915)年「コンクリート吊橋」に架替と書かれているが、<sup>14)</sup>長崎では釣橋は鉄製トラス橋を意味するので、トラス橋全体をコンクリートで覆ったメラン式のコンクリート・トラス橋(京都市鞍馬街道の二之瀬橋の例がある。)か、又は鉄筋コンクリート床版の鉄トラス橋と見られるが、詳しくは今後の調査に待ちたい。

長崎市の河川は川幅は小さいが、急流で岩盤が比較的浅い所にあるので、鉄筋コンクリート橋に適しておる。大正年間に入り市の方針により、積極的に橋梁架替が行われ、<sup>15)</sup>記録に残るだけでも24橋もの橋が鉄筋コンクリート橋に架替られており、その他I字鉄桁鉄筋コンクリート橋の架替が、6橋にも及んでいる。<sup>14)</sup>

長崎では明治初期の鉄橋(くろがねばし)から、明治中期の木鉄混用の釣橋(トラス橋)へ、更に明



治後期の鉄橋（鉄製プラット・トラス橋）から、明治末期の鉄筋コンクリート橋へと変遷して、大正初期には早くも鉄筋コンクリート橋が最盛期を迎えていたと考えられる。

#### 4. 原田碧の略歴と土木技術

##### (1) 原田碧の略歴

原田碧 (M, HARADA) の出身や経歴は明らかでないが、調査結果によれば、その略歴は表一2の通りである。

明治26(1893)年7月「攻玉社土木科」を首席で卒業して、内務省採用となった様である。攻玉社の「同窓会誌」<sup>27)</sup>によれば、入校前に既に島根県庁で太田六郎(明治13年、工部大学校卒)の下で道路改築工事に従事していた。

明治26年卒業の年に「曲線測設法」と言う編纂書を出版している。(図一10参照)これは攻玉社教授「袖岡正身」の米国鉄道技師「ジョン・ビー・ヘンク」の「Field book for rail road engineers」に基ずく講義録を編纂したものとされる。<sup>28)</sup>

卒業後の所属は不明であるが、明治30(1897)には山口県萩町第4区土木出張所に所属しており、<sup>28)</sup>更に明治33(1900)年には長崎市長崎港湾改良事務所に所属していた。<sup>8)</sup>

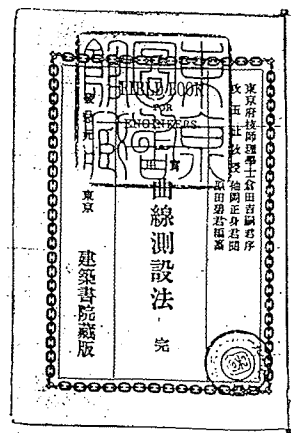
明治39(1906)年には佐世保橋、明治40年には梅香崎橋を完成させ、調査によれば明治41(1908)年頃には京都府内務部第二課の課長、寺崎新策(明治34年、京都帝大卒)に次ぐ技師として道路工事を担当している。この後前述の通り大正元(1912)年「実用鉄筋コンクリート構法」と言う編纂書を出版している。

大正2(1914)年頃山口県に転勤になり、大正7(1918)年2月岩国市の錦川の「臥龍橋」の担当者として准会員の「工学会誌」上で、予算の関係で鋼板桁が木鉄混用トラス橋になった事情を報告している。<sup>29)</sup>大正9(1920)年には海軍に転じて、佐世保鎮守府の「前畑火薬庫」の主任技師として設計監督に当たっているが、<sup>30)</sup>その後については不明である。

##### (2) 原田碧の土木技術

###### (a) 鉄筋コンクリート橋の設計技術

原田碧が大正元(1912)年に出版した「実用



図一10 「曲線測設法」表紙<sup>28)</sup>

表一2 原田碧の略歴

- 明治18年頃 (1885) 島根県庁で太田六郎の下で道路改築工事に従事
- 明治26年7月 (1893) 攻玉社土木科を首席で卒業「曲線測設法」の編纂書を出版
- 明治30年頃 山口県萩町第4区土木出張所勤務
- 明治33年1月 (1900) 長崎市長崎港湾改良事務所でコンクリート・ブロック製造担当
- 明治35年頃 (1902) 長崎港湾改良事務所で、課長に次ぐ工手として「特別手当」を受ける
- 明治38年 (1905) 星野一太郎の指導により、銅座川に新地橋を架設
- 明治39年 (1906) 長崎県事業の佐世保橋を担当し、直営で架設
- 明治40年 新地川の梅香崎橋を担当し、直営架設
- 明治41年 (1908) 京都府土木課へ道路担当主任技師として転勤、鉄筋コンクリート橋多数架設
- 明治44年頃 (1911) 鞍馬街道の「市原橋」「二之瀬橋」の計画や設計に深く関与
- 大正元年 (1912) 田辺朔郎監修、星野一太郎校訂で「実用鉄筋コンクリート構法」を出版
- 大正2年 山口県庁へ転勤
- 大正7年2月 (1913) 岩国市錦川の「臥龍橋」の工事報告を工学会誌上に発表
- 大正9年 (1920) 海軍佐世保鎮守府の前畑火薬庫を土木主任として担当

鉄筋コンクリート構法」<sup>22)</sup>を見ると、彼は学歴は低い、星野一太郎の指導で欧米技術を良く学んで習得し、並々ならぬ技術者であった事がわかる。

当時使用されていた鉄筋コンクリート工法や、設計法を自分なりに分かり易く図解説明している。

鉄筋コンクリートの設計法は今日と殆ど変わらず、「鉄筋コンクリートに於ける諸大家抵抗率公式比較表」としてMarsh, Johnson, Talbot等の諸大家の実験式の比較表を示しており、構造耐力が一様でない事を示している。

許容応力度と言う言葉は使用していないが、コンクリートの実用強度として、破壊強度から1ヶ月経

過で安全率5とし、6ヶ月経過で安全率3.5として計算している。鉄材としては錬鉄及び鋼鉄の両方を採用し、安全率は2.5を採用している。

橋桁としては単純桁、両端固定桁の配筋図が示され、床版の計算法や配筋図は示されているが、連続桁や、ラーメン構造については示されていない。アーチについては、図解法から断面力を求める計算法が示されている。鉄筋コンクリート螺旋鉄筋柱についてのフランスのコンシデー（*Considère*）の式も紹介され、橋台や擁壁の設計例ではランキンの土圧公式が使用されている。

この本の特徴は、鉄筋コンクリート構造物を実際に設計する人に役立つ鉄や、コンクリートの便利なデータを提供する事であり、実用的な図表や公式一覧表が多数掲載されている。

#### (b) 配合設計及び施工技術

コンクリートの配合設計については、明治30（1897）年にフランスの土木大学校（*École des Ponts et Chaussées*）の試験所長Rane Feret（フェレー）の発表したコンクリート強度のモルタル密度説を採用している。最終的には「コンクリートの強度は、同一材料で同一条件であればモルタルの密度により、それはセメントと砂の絶対容積（空隙を除いたもの）の比の2乗に比例する。」と言うものである。そのため砂と砂利の空隙を測定する方法を詳細に述べ、欧米大家のコンクリート強度を求める実験式や、コンクリート1立方ヤードを造るためのセメント、砂、砂利の空隙率から配合割合に応じた材料の容積計算法を詳しく述べている。<sup>22)</sup>

実施例としては、容積配合で強度を必要とするものは1:2:4、強度を要しないものは1:3:6の割合のコンクリートが推奨されている。「小樽築港試験成績表」での砂や砂利の空隙等の試験成績が示されているが、長崎で実施した工事の試験成績は示されていない。今日のコンクリートの配合設計から見ると、水量に関する記述が全く無く、水量は構造物の施工条件により、打設し易い様に適宜加減していた様である。<sup>20)</sup>

施工技術としては、型枠の形状とその設計荷重や、設計法について述べており、各種形状の構造物に対する支保工の形状や、その設計法についても述べている。（図-11参照）当時のコンクリート工事

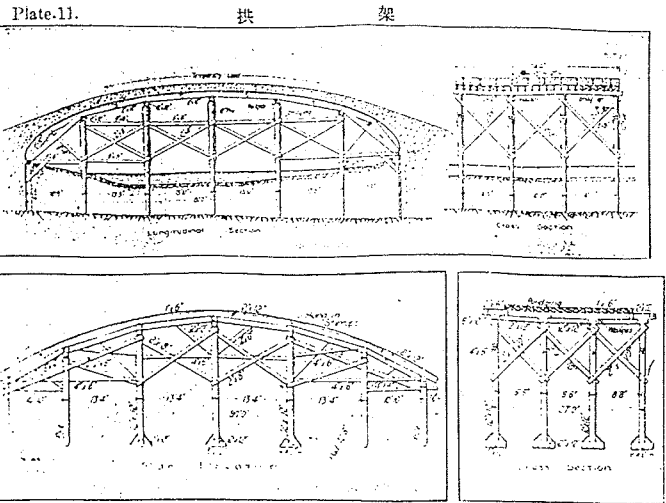


図-11 鉄筋コンクリート橋の支保工例<sup>22)</sup>

での施工用小道具も示されており興味深い。

#### 5. 長崎での鉄筋コンクリート橋についての考察

##### (1) 長崎でのコンクリート橋採用の理由

(a) 欧米の鉄橋やコンクリート技術が早くから入っていて、進取的性格が影響している。

言う迄もなく、長崎は明治維新以後も西洋技術導入の窓口として積極的な役割を果たしているが、鉄筋コンクリート構造についても19世紀末の欧米での急速な発展の情報は、英独仏等の文献や、交易等を通じて逐一長崎に伝えられていたと考えられる。

コンクリートが早くから使用されていた事は、明治30（1897）年頃の長崎県の「橋梁架替工事」の設計書にも、土橋、板橋の橋台石垣上置用均し材（枕梁の土台）として、厚さ18cmで配合1:3:6のコンクリートの使用が指定されているのが認められる。

(b) 高価な鉄橋に対し、安価で海風に耐久性のある鉄筋コンクリート橋の必要性があった。

長崎では明治中期に多くの鉄橋が架設されたが、大部分は輸入品で高価であり、地元で安価に出来る長支間でしかも潮風に強い鉄筋コンクリート橋が求められた。長崎港湾改良事務所では鉄トラス橋の設計や、フランス専売セメント「ショウ」の使用を通じてコンクリート技術を習得し、更に鉄筋コンクリート橋の必要性を認識して、その採用のため調査研究を行っていたと考えられる。

(c) 新技術の鉄筋コンクリート橋技術を習得出来る土木技術者が、地方に育っていた。

日本の鉄橋技術が、明治初期に欧米技術者の指導や、欧米に留学した技術者により導入され、鉄道から国道へと逐次普及して行った。これに対して、鉄筋コンクリート橋が導入された明治末期には、日本で土木教育を受けた技術者達が、地方に配属されており、現場に適合した形で鉄筋コンクリート橋を導入し、橋梁架設を始めていたと見られる。

(d) 広井勇や、直木倫太郎等が、我国に鉄筋コンクリート技術導入の必要を論じた。

明治36(1903)年の広井勇<sup>31)</sup>及び、明治38(1905)年の直木倫太郎<sup>32)</sup>の工学会誌上での論文等により、欧米での鉄筋コンクリート橋の現況や、その利点を論じて、我国における鉄筋コンクリート橋採用の必要性を強調した。

直接にはこうした土木の先達の意見が、コンクリート橋採用に影響していると考えられる。

(e) 長崎での鉄筋コンクリート橋の発展

新地橋等はこうした長崎での鉄筋コンクリート橋採用の好条件の下で実施に踏み切られ、星野一太郎の指導で原田碧が担当者に選ばれて、実績を通じて橋梁技術を発展させたと考えられる。

(2) 長崎の鉄筋コンクリート橋技術の評価

(a) 長崎の鉄筋コンクリート橋の技術は、世界的にも早期の採用である。

鉄筋コンクリートの技術は良く知られている様に、フランスのモニエにより1867(慶応3)年に植木鉢の製法として特許が認められ、その期限が切れた1892(明治25)年フランスのエネビックのT桁及び肋筋の特許、同年オーストリアのメランのメラン工法の特許、更に1893(明治26)年にはエネビックの折り曲げ鉄筋の工法の特許が欧米で認められていた。

長崎の新地橋(1905)や、梅香崎橋(1907)の新工法の採用は、世界的に見ても早期の採用である。フェレーのコンクリートの配合理論(1897)や、こうした新工法の導入が早い事は、当時の長崎の進取的性格を表したものと言えよう。

(b) 鉄橋やコンクリート・ブロックの製造の技術を通じて、直接実用橋を架設した。

長崎港湾改良工事は鉄橋の設計技術や、コンクリート技術の習熟の機会を与え、更に鉄筋コンクリート橋架設の技術へと発展した。新地橋の技術の詳細

は不明であるが、我国最初の鉄筋コンクリート橋である明治36(1903)年の若狭橋や、日の岡11号橋が試験的な小規模の橋であるのに対し、この橋は最初から本格的な実用道路橋であった。当時としては長大橋である佐世保橋への試験台であり、跳躍台であった。こうした事が出来たのも、現場に則した橋梁技術の集積があったからと考えられる。

(c) RCT桁や、アーチ橋の支保工技術は、石造アーチ橋の支保工技術が生かされた。

鉄筋コンクリート橋には支保工技術が必要であるが、直営であるため他所から人を集めず、地元の職人達を採用して施工された。長崎の石造アーチ橋の伝統的支保工技術が生かされていたと見られる。

(d) 原田碧は橋梁の意匠にも充分配慮した。

原田碧は佐世保橋及び梅香崎橋では、両橋の立地条件を考慮して、その位置に相応しい近代的意匠を建築家に依頼して行っている。大正7(1918)年の岩国市の「臥龍橋」<sup>29)</sup>でも、自然環境に配慮して当時の京都高等工芸学校教授武田五一(後に京都帝大建築科教授)に依頼して、和風の意匠を施しており、橋梁景観にも充分配慮していた。

(e) 原田碧の鉄筋コンクリート橋の技術は、京都府に転勤して更に発展し、継承された。

原田碧はその後京都府に転勤し、田辺朔郎の指導を受け、更に京都の橋梁技術の影響を受けて、市原橋(メラン式鉄筋コンクリート・アーチ橋)や、二之瀬橋(メラン式鉄筋コンクリート・トラス橋)等に関与しており、長崎の技術は発展し継承された。

## 6. まとめ

以上明治末期における長崎での鉄筋コンクリート橋の状況について、調査結果の概要を纏めると次の通りである。

(1) 長崎港湾改良事務所で原田碧等は第二期工事を通じて、積極的にコンクリート技術や橋梁技術を学び、欧米の技術文献をよく調査研究していた。明治後期には長崎に多い鉄橋が、高価で海岸近くでは寿命が短く、中小河川での鉄筋コンクリート橋の利点と、その必要性を理解して調査研究をしていた。こうしたコンクリート技術と鉄橋の設計技術の習熟が、鉄筋コンクリート橋技術導入の基になった。

(2) 明治38(1905)年の長崎港湾改良事務所で新地橋の架替工事は、長崎での最初の鉄筋コンクリート橋であり、星野一太郎の指導で原田碧等の技術者が積極的に取り組んだ。この技術が評価さ

れて、原田碧は県の事業である佐世保橋の担当へと発展した。

(3) 明治39(1906)年完成の佐世保橋は、明治時代を代表する鉄筋コンクリート橋の一つである。原田碧が設計及び監督を担当して、直営で施工しているが、佐世保鎮守府の土木主任真島健三郎の技術協力があつたと見られる。佐世保鎮守府正門の側にあり「海軍橋」とも呼ばれたが、その位置に相応しい近代的な欧州風の意匠が施された。

(4) 明治40(1907)年完成の梅香崎橋は、原田碧の担当であり、鉄筋コンクリート・メラン式アーチ橋である。新地川の船溜に通船を考慮して桁下高を大きく取るためと、外国人居留地の中心にあり国際的都市美観が必要なため、鉄骨を利用したアーチ橋を採用し、主構に縁取りをした近代的欧州風のデザインとしている。

(5) 長崎では大正期に入って鉄筋コンクリート橋が最盛期を迎え、2径間鉄筋コンクリート・アーチ

参考資料

- 1) 畑中健三「各種橋梁の発達並びに戦時下の橋梁」理工図書株式会社、155頁 昭和19年、
- 2) 小沢久太郎「道路橋の変遷(その一)」道路 406頁 1961年6月、
- 3) 岡林隆敏、吉田優「長崎港の埋立と近代都市の形成」土木史研究 第12号、土木学会、1992年
- 4) 岡林隆敏、島田省三「出島橋の歴史的考察と建設年代の推定」土木史研究 第12号、土木学会 1992年6月
- 5) 岡林隆敏、島田省三「長崎市における近代橋梁建設に関する歴史的考察」土木史研究 第13号 1993年6月
- 6) 長崎県内務部第二課「長崎港湾改良工事計画説明書」明治29年9月
- 7) 沖一誠「長崎港湾改良工事情況報告」長崎港湾改良工事一班 明治31年11月18日
- 8) 原田碧「長崎通信」同窓会誌 第111号、攻玉社土木科同窓会、32頁 明治32年1月27日
- 9) 原田碧「混泥土ブロック」同窓会誌 第123号、攻玉社土木科同窓会、24頁 明治34年2月27日
- 10) 長崎県内務部第二課「長崎港湾改良工事設計変更並びに成功延期之義」明治35年7月
- 11) 長崎市史年表編纂委員会「長崎市史年表」長崎市役所、136頁 昭和56年3月、
- 12) 長崎県内務部第二課「長崎港湾改良工事ノ件」明治35年10月21日
- 13) 長崎県内務部第二課「長崎港湾改良工事現況調査」明治35年4月8日
- 14) 長崎市役所総務部調査統計課「長崎市制六十五年史(後編)」昭和31年3月31日
- 15) 長崎市役所「長崎市制五十年史(前編)」258頁、278頁 昭和14年11月10日、
- 16) 菱谷武平「長崎外国人居留地の研究」(財)九州大学出版会、309頁 1988年6月、
- 17) 木田三郎「佐世保ばなし(橋づくし)」長崎新聞、昭和49年
- 18) 佐世保市役所「佐世保市史(産業経済編)」622頁 1953年、
- 19) 原口征人、今尚之、佐藤馨一「札幌農学校の土木工学教育に関する研究」土木史研究 第18号、1998年6月
- 20) 中島敏雄編「昔のコンクリートを語る」日本ポルトランドセメント同業会、昭和11年10月31日
- 21) 田辺平学「鉄筋コンクリート」高等建築学 第9巻、昭和9年2月25日
- 22) 原田碧「実用鉄筋コンクリート構法」丸善株式会社、大正元年8月15日
- 23) 長崎県の郷土史料編纂委員会「長崎県の郷土史料」長崎県立図書館、26頁、昭和63年3月26日
- 24) 浜崎国男「長崎異人街誌」葦書房有限会社、120頁 昭和53年9月、
- 25) F.von EMPERGER「HANDBUCH für EISENBETONBAU」BAU AUSFÜHRUNGEN AUS DEN INGENIEURWESEN  
DRITTER TEIL WILHELM ERNST & SOHN seite 48、59、135、BERLIN 1908
- 26) (社)工学会「明治工業史(土木編)」工学会明治工業史発行所 48頁 昭和4年7月31日
- 27) 原田碧「同窓会誌」攻玉社土木科同窓会、第27号及び28号、明治25年12月及び26年1月
- 28) 原田碧「曲線測設法」建築書院、明治26年10月
- 29) 原田碧「山口県岩国錦川臥龍橋架設工事報告」工学会誌 37輯414巻、75頁 大正7年2月、
- 30) 土木学会「日本土木史(大正元年～昭和15年)」779頁 昭和40年12月、
- 31) 広井勇「鉄筋混泥土橋梁」工学会誌、第253巻、285頁 明治36年6月、
- 32) 直木倫太郎「鉄筋混泥土ノ価値」工学会誌、第272～277巻、明治38年3月～9月

橋の常盤橋や、鉄筋コンクリート橋脚の弁天橋等、大正期だけでも24橋以上の鉄筋コンクリート橋が架替られ、佐世保橋や梅香橋の技術は継承された。

(6) 長崎では明治初期の鉄橋(くろがねばし)から明治中期の木鉄混用釣橋(トラス橋)へ、更に鉄橋釣橋(プラット・トラス橋)へと変遷し、明治末期には早くも鉄筋コンクリート橋へと発展した。長崎では大正初期には、他県に先駆けて早くも「鉄筋コンクリート橋時代」の最盛期を迎えていたと言える。

## 7. 謝辞

この報告文の調査に当たり、長崎大学岡林隆敏教授及び東京鉄骨橋梁KK藤井都夫氏から、更に長崎県技師梅崎吉明氏から貴重な資料や助言を頂いた。

攻玉社工科短期大学の雨宮邦之氏には、原田碧について御教示頂いた。また長崎県立図書館及び、佐世保市立図書館の司書の方々には大変お世話になった。その他多数の方々に御協力をいただいた。これ等の方々には心からの御礼を申し上げます。