

わが国における第二次世界大戦以前のコンクリートアーチ道路橋の変遷*

The Historical Transition of Concrete Arch Highway Bridges in Japan before World War II

紅林 章央** 前田 研一*** 伊東 孝****

By Akio KUREBAYASHI, Ken-ichi MAEDA and Takashi ITOH

ABSTRACT : In this study, the authors listed the concrete arch highway bridges that were built in Japan before World War II. And we classified them into the three types of arch bridges, single span, multi span deck types and through type, in addition, arranged chronologically and classified them into the areas, the structures, the designs and the designers. Next we analyzed characteristics of ages, areas, structures and designs of them. Based on this study, we found that those were built in Nagasaki, Kobe, Kyoto and Tokyo City in Meiji Era at first, Aichi and Ehime in Taisho Era, and next, those had made rapid progress though Reconstruction Program in Tokyo after Kanto-Earthquake and Urban Planning in Osaka City, and after that, the techniques of building spread in Kanto and Tohoku. And we made clear that most of spandrel-filled arch bridges were built below about 30m, and about 40 Melan-arches were built, and arch-rib structure as many as arch-ring structure were built, almost arches were built the fixed arch, most arcade-structure of arch-spandrel had been built for 10 years since 1927, and fixed arch-spandrel pediment changed to pasting stones then changed to concrete walls.

1 まえがき

歴史的土木構造物の評価を正確に行うためには、客観的な判断が可能となるデータの整理が重要となる。橋梁について言えば、鋼橋は、「歴史的鋼橋調査小委員会(1990-1902、成瀬輝男委員長、小西純一委員長)」により、膨大なデータのデータベース化が図られたことで適切な評価が行え、「日本近代化土木遺産2000選(土木学会)」を選定する上でも重要な役割を担った。

しかし、製作が概ね大都市の橋梁・鉄工・造船会社に限られていた鋼橋に対し、コンクリート橋は、地元の中土木業者の施工に負うものが多かったことも影響し、施工実績などの全国レベルでの把握が困難とされてきた。

コンクリート橋の中でも、その魅力的な景観から最も研究がなされてきたコンクリートアーチ橋についても、過去に、山根巖の学位論文『我がへの鉄筋コンクリート橋導入の技術史的研究』¹⁾をはじめとするコンクリート橋に関する研究や、戸塚誠司らによる『熊本県における歴史的コンクリートアーチ橋の評価』²⁾、小西純一らによる『長野県における鉄筋コンクリート・ローゼ桁』³⁾、馬場俊介『黄柳橋のこれら保存・再生への事前調査』⁴⁾などの研究により、その変遷などが解明されてきたが、施工地域や年代の面で、局所的範囲を超えたものではな

*Keyword : コンクリートアーチ橋 メラン構造

**正会員 東京都建設局

(〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1)

***正会員 工博 東京都立大学大学院教授 工学研究科

土木工学専攻

****正会員 工博 日本大学教授 理工学部社会交通工学科

かった。

本論文では、第二次世界大戦以前に、国内及び日本人の設計により外地(満州・朝鮮・台湾)で架設されたコンクリートアーチ橋のうち、鉄道橋や水路橋に比べ施工数がはるかに多く、地域性や構造の特徴が顕著にあらわれる道路橋について、施工例を①単径間、②多径間、③下路式について、各々年代、地域、構造、デザインなどで分類しリストを作成し、これをもとに、年代、地域、構造、デザインについて分析を行った。

構造の分析では、コンクリートアーチ橋特有の細目である、アーチ本体やアーチスパンドレル構造、有筋・無筋構造、固定・有ヒンジ構造などの分類も行い、時代的変遷や施工実績などについても記した。

また、デザインの分析では、開腹・充腹アーチ橋それについて、コンクリートアーチ橋特有のアーチスパンドレルの仕様について分類を行い、時代的変遷や特徴を記した。

これらにより、わが国の第二次世界大戦以前のコンクリートアーチ道路橋の特徴や変遷を明らかにするものである。

2 コンクリートアーチ橋の分類と一覧表

表-1~3に示すように、単径間、多径間、下路式の各形式について、架設年、所在地、橋長、最大アーチ支間長、支間数などにより分類を行い、設計者名も記した。

構造については、①アーチスパンドレル(拱腹)の充腹or開腹構造、②無筋or鉄筋or鉄骨(メラン)構造、③アーチリブorアーチリング(版)構造、④固定or有

表-2 多径間道路コンクリートアーチ橋一覧表

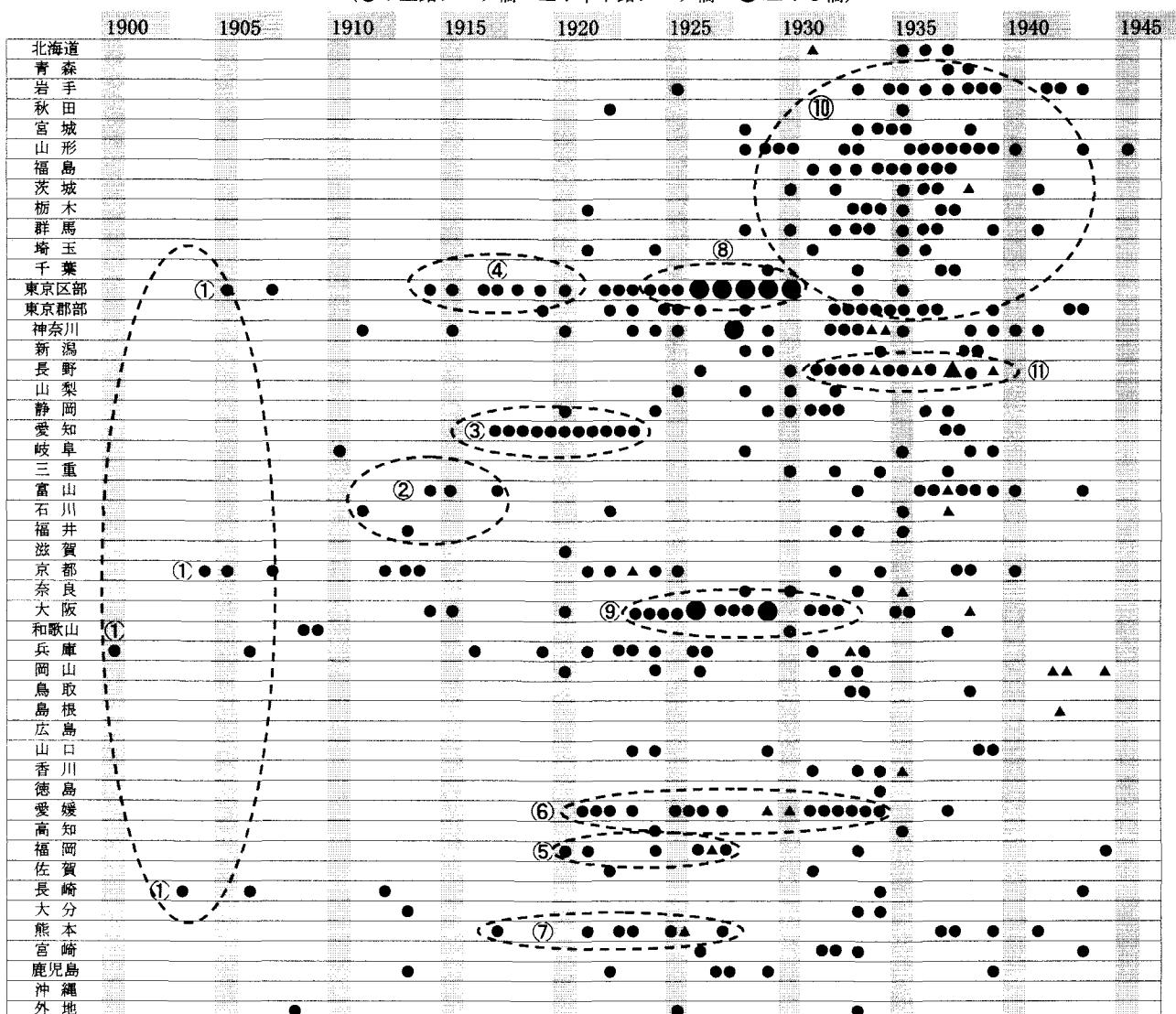
架設年 現存	橋名	所在地	橋長	支承間数	支承間長	支承構造	鉄筋	アーチ断面材	側面	設計者	備考
1908 ○ 日本橋	溝州天皇橋	97.0	22.6	5	无腹	RC				○ 太田圓三	
1909 ○ 日本橋											
1910 × 吉田橋	神奈川県横浜市	36.3	18.3	3	无腹	RC					
1911 × 吉田橋	長崎県長崎市	17.6	2	无腹	RC						
1912 × 常磐橋	京都府京都市	8.9	14.9	6	无腹	RC					
1913 × 四条大橋	京都府京都市	9.0	14.9	5	无腹	RC					
1914 ○ 鹿児島橋	鹿児島県八尾町	22.0	9.0	2	无腹	RC					
1915 ○ 鹿児島橋	大阪府大坂市	187.1	4	无腹	RC						
1916 ○ 鹿児島橋	東京都中央区	29.3	7.8	3	无腹	RC					
1917 × 新幹線橋	東京都中央区	30.0	9.1	3	无腹	RC					
1918 × 三原橋	東京都中央区	32.7	15.5	3	无腹	RC					
1919 × 高橋	東京都中央区	54.5	18.2	3	无腹	RC					
1920 × 白鳥橋	愛知県名古屋市	約75.6	17.2	4	无腹	RC					
1921 ○ 眼鏡橋	東京都中央区	75.6	17.2	4	无腹	RC					
1922 ○ 桜橋	東京都中央区	26.7	3	无腹	RC						
1923 ○ 桜橋	石川県金沢市	55.0	16.7	3	无腹	RC					
1924 ○ 佐竹橋	佐賀県唐津市	40.9	12.1	3	无腹	RC					
1925 ○ 佐竹橋	東京都千代田区	43.6	11.0	2	无腹	RC					
1926 ○ 佐竹橋	東京都千代田区	5.5	1.8	2	无腹	RC					
1927 ○ 佐竹橋	山口県美祢市	28.7	12.0	2	无腹	RC					
1928 ○ 佐竹橋	京都府京都市	22.6	11.0	2	无腹	RC					
1929 ○ 佐竹橋	兵庫県神戸市	56.6	17.6	3	无腹	RC					
1930 ○ 南門橋	東京都港区	46.0	21.0	2	无腹	RC					
1931 ○ 竹橋	東京都千代田区	50.0	19.0	3	无腹	RC					
1932 ○ 竹橋	東京都千代田区	33.8	16.7	3	无腹	RC					
1933 ○ 常磐橋	東京都中央区	39.0	17.3	3	无腹	RC					
1934 ○ 大手橋	大阪府大阪市	49.6	21.9	3	无腹	RC					
1935 ○ 田中橋	兵庫県尼崎市	33.1	16.1	2	无腹	RC					
1936 ○ 武庫大橋	東京都千代田市	207.4	20.0	6	无腹	RC					
1937 × 眼鏡橋	大阪府立川市	約16.8	4	无腹	RC						
1938 × 御塔坂橋	大阪府大阪市	39.8	18.2	3	无腹	RC					
1939 ○ 万代橋	大阪府大阪市	41.5	25.5	3	无腹	RC					
1940 × 人橋	静岡県新居町	309.1	42.4	6	无腹	RC					
1941 × 人橋	静岡県新居町	181.0	21.5	9	无腹	RC					
1942 ○ 人橋	大阪府大阪市	72.3	15.2	4	无腹	RC					
1943 ○ 人橋	大阪府大阪市	63.0	25.7	3	无腹	RC					
1944 ○ 人橋	東京都中央区	31.8	15.0	2	无腹	RC					
1945 ○ 人橋	東京都中央区	38.0	18.3	2	无腹	RC					
1946 ○ 人橋	千葉県印旛郡	21.6	8.0	2	无腹	RC					
1947 ○ 人橋	東京都中央区	39.5	18.3	2	无腹	RC					
1948 ○ 人橋	大阪府大阪市	181.0	21.5	9	无腹	RC					
1949 ○ 人橋	大阪府大阪市	50.0	17.6	2	无腹	RC					
1950 ○ 人橋	東京都中央区	42.0	18.9	2	无腹	RC					
1951 ○ 人橋	三重県伊勢市	41.1	20.3	3	无腹	RC					
1952 ○ 人橋	東京都中央区	196.5	50.0	4	无腹	RC					
1953 ○ 人橋	東京都中央区	40.5	17.6	2	无腹	RC					
1954 ○ 人橋	静岡県御殿場市	134.6	26.7	4	无腹	RC					
1955 ○ 人橋	静岡県御殿場市	48.0	16.0	3	无腹	RC					
1956 ○ 人橋	福岡県福岡市	55.3	15.0	4	无腹	RC					
1957 ○ 人橋	福岡県福岡市	306.0	22.0	13	无腹	RC					
1958 ○ 人橋	福岡県福岡市	484.0	36.8	13	无腹	RC					
1959 ○ 人橋	京都府京都市	115.8	17.8	6	无腹	RC					
1960 ○ 人橋	宮崎県宮崎市	27.2	13.6	2	无腹	RC					
1961 ○ 人橋	香川県高松市	35.0	36.0	13	无腹	RC					
1962 ○ 人橋	福岡県福岡市	91.5	22.5	3	无腹	RC					
1963 ○ 人橋	福岡県福岡市	204.0	24.2	2	无腹	RC					
1964 ○ 人橋	福岡県福岡市	185.0	27.0	7	无腹	RC					
1965 ○ 人橋	福岡県福岡市	18.6	30.4	14.5	2	无腹	RC				
1966 ○ 人橋	千葉県千葉市	20.9	3	无腹	RC						
1967 ○ 人橋	神奈川県横浜市	51.6	25.8	2	无腹	RC					

表-3 下・中路式道路コンクリートアーチ橋一覧表

架設年 現存	橋名	所在地	橋長	支承間数	支承間長	支承構造	接頭	接高	アーチ断面材	側面	設計者	備考
1934 ○ 芦野橋	三重県白山町	32.0	15.0	2	无腹	RC						
1935 ○ 芦野橋	鳥取県若桜町	83.3	28.0	3	无腹	RC						
1936 ○ 芦野橋	新潟県南魚沼市	212.4	24.0	9	无腹	RC						
1937 ○ 芦野橋	新潟県南魚沼市	65.5	30.0	2	无腹	RC						
1938 ○ 芦野橋	埼玉県皆野町	105.3	34.0	3	无腹	RC						
1939 ○ 芦野橋	大阪府大阪市	81.8	26.0	4	无腹	RC						
1940 ○ 芦野橋	大阪府大阪市	54.5	28.0	3	无腹	RC						
1941 ○ 芦野橋	北海道八云町	37.3	24.7	3	无腹	RC						
1942 ○ 芦野橋	東京都大田区	397.3	24.0	10	无腹	RC						
1943 ○ 芦野橋	東京都大田区	60.0	27.7	3	无腹	RC						
1944 ○ 芦野橋	東京都大田区	72.5	36.0	3	无腹	RC						
1945 ○ 芦野橋	栃木県宇都宮市	112.7	38.0	3	无腹	RC						
1946 ○ 芦野橋	栃木県宇都宮市	72.0	24.0	3	无腹	RC						
1947 ○ 芦野橋	栃木県宇都宮市	160.8	32.0	5	无腹	RC						
1948 ○ 芦野橋	岩手県奥州市	73.0	16.0	2	无腹	RC						
1949 ○ 芦野橋	岩手県奥州市	66.5	36.5	3	无腹	RC						
1950 ○ 芦野橋	岩手県奥州市	115.8	41.0	3	无腹	RC						
1951 ○ 芦野橋	栃木県宇都宮市	176.6	36.8	4	无腹	RC						
1952 ○ 芦野橋	岩手県一関市	112.0	25.0	2	无腹	RC						
1953 ○ 芦野橋	岩手県一関市	61.2	18.4	2	无腹	RC						
1954 ○ 芦野橋	岩手県一関市	149.8	24.8	5	无腹	RC						
1955 ○ 芦野橋	岩手県一关市	97.6	32.8	3	无腹	RC						
1956 ○ 芦野橋	岩手県一关市	41.8	13.0	3	无腹	RC						
1957 ○ 芦野橋	岩手県一关市	45.1	7.1	1	无腹	RC						
1958 ○ 芦野橋	岩手県一关市	25.0	8.0	2	无腹	RC						
1959 ○ 芦野橋	岩手県一关市	31.0	10.0	3	无腹	RC						
1960 ○ 芦野橋	岩手県一关市	85.6	14.9	4	无腹	RC						
1961 ○ 芦野橋	岩手県一关市	161.4	47.0	3	无腹	RC						
1962 ○ 芦野橋	岩手県一关市	103	1	1	RC	タブレット						
1963 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	25.4	24.4	1	RC	タブレット						
1964 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	27	1	1	RC	タブレット						
1965 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	18.2	17.2	1	RC	タブレット						
1966 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	39.5	38.4	1	RC	タブレット						
1967 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	139.1	30.7	2	RC	タブレット						
1968 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	56	25	1	RC	ラグバー						
1969 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	25	25	1	RC	ラグバー						
1970 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	52.2	33.8	1	RC	カーブレバー						
1971 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	93.1	31.1	3	RC	カーブレバー						
1972 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	25.5	25	1	RC	カーブレバー						
1973 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	23.5	23	1	RC	カーブレバー						
1974 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	23.5	23	1	RC	カーブレバー						
1975 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	34.1	34	1	RC	カーブレバー						
1976 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	29.5	28.5	1	RC	カーブレバー						
1977 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	36.1	35	3	RC	カーブレバー						
1978 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	75	20	3	RC	カーブレバー						
1979 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	86.6	45	1	RC	カーブレバー						
1980 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	37.4	36.4	1	RC	カーブレバー						
1981 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	34	34	1	RC	カーブレバー						
1982 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	79	34	1	RC	カーブレバー						
1983 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	29.5	28.5	1	RC	カーブレバー						
1984 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	34.1	34	1	RC	カーブレバー						
1985 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	36.1	35	3	RC	カーブレバー						
1986 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	75	20	3	RC	カーブレバー						
1987 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	86.6	45	1	RC	カーブレバー						
1988 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	37.4	36.4	1	RC	カーブレバー						
1989 ○ 芦野橋	岩手県八幡平市	34	34									

表—4 コンクリートアーチ道路橋県別施工状況表

(●：上路アーチ橋 ▲：中下路アーチ橋 ●▲：5橋)



*表中の番号①～⑪は3章の説明文の番号に対応

には、京都の琵琶湖疏水関連で山ノ谷橋が、また、1905年には東京市の下大水建設に関連して雑三橋が、1906年には神戸市の布引ダムの管理用施設として、布引ダム付属橋が架設された。

これらが架設された、明治末（1900年～1912年）は、架設数も箇所も限定され、まさしくわが国のコンクリートアーチ橋の黎明期といえる時期であった。

また、これらの事業は、道路事業ではなく、いずれも水道事業の関連施設として行われたものであった（東京の下水事業は、この当時東京市水道課が施行）。このように、道路として、本格的に架設されたものでなかったことが、上記地域に限定された散発的使用にとどまり、広く全国に浸透しなかった一因であったと思われる。

これ以後、大正時代になると、東京市の樺島正義、愛知県の和田清三郎、愛媛県の坂本一平らの設計により、施工数は増えるものの、これら先駆者の在職する地域に限定されていたことは、表—4からも十分、把握することができる。

この時期に、福岡県では河内貯水池関連で、八幡製鉄

ヒンジ構造、デザインについては、①開腹アーチ橋の鉛直材頂部と桁の接合形状が直角（「直」表示）or 曲線（「R」表示、アーケード状）、②主に充腹アーチ橋のアーチスパンドレルの仕様について、石・れんが貼り（「石」表示）or 三角形の模様（ペディメント）などが施されているか（「模様」表示）or コンクリート打ち放し（記載無し）に各々分類を試みた。また、下路式道路橋についてはローゼ形式or タイド形式の違いも明記した。

3 コンクリートアーチ道路橋の年代分析

(1) 架設年からみたコンクリートアーチ橋の普及

表—1～3のコンクリートアーチ橋の施工状況を、架設年、都道府県別に分類したのが表—4である。

わが国初のコンクリートアーチ橋は、1899年に神戸市の市街地に架設された道路橋である、山ノ後土橋と言われている。

鉄筋コンクリートアーチ橋は、これに、わずかに遅れて、1903年に長崎市の本河内ダムの放水路上に、ダムの管理用橋梁として架設されたものが最初である。1904年

によって多くのメラン式アーチ橋が架設された。3ヒンジアーチやシャイベ式アーチなど、独創的な構造であったが、以後、同形式の施工例はほとんどなく、汎用性に乏しいものであった。

また、愛知県の、木組みを思わせる華奢な形状も、東京市の無筋アーチ橋も、後の構造を考えると、特殊なものであったと言わざるをえない。

このように、まだ、設計法を模索している段階で、十分確立していなかったことが、この時期に地方へ大きく拡がらなかつた理由の一つと考えられる。

しかし、この大正時代中期は、日比忠彦の『鉄筋混凝土の理論及応用』や、二見鏡三郎の『鋼拱橋及鉄筋混凝土拱』などが発行され、これを介して、鉄筋コンクリートの浸透が図られ、以後設計法が統一されていく下地が築かれた時代であった。

大正末～昭和初期（1930年頃）にかけて、東京・横浜の震災復興事業と、大阪都市計画事業において、多くの鉄筋コンクリートアーチ橋が架設されたことは、よく知られるところである。この時期においても、施工は、この2地域に集中し、全国に浸透していなかつた様子は、同様に表-4から読み取ることができる。

これらから、大正時代以前に、前記の地域以外で架設されたものは、希少性が高いと言える。

全国に施工が広く拡大するのは、上記の2大プロジェクトが収束する1930年頃以降である。特に関東地方と東北地方、長野県などで大量の施工がなされている。この時期に、技術的進歩がなされ、支間長が一気に増大したことは、表-1からも読み取ることができる。これに伴い、市街地の橋梁から、地方の山間部の橋梁へと、施工範囲を拡げたことが、この施工数増大につながつたと思われる。

また、地方の平野部では、万代橋6径間（写真1）、中浜名橋9径間、正条橋13径間、西浜名橋13径間、橋橋13径間など、多径間の長大橋が相次いで架設された。

戦後、昭和30年代以降では、P C橋の発達で鉄筋コンクリートアーチ橋の施工は激減することから、この1930年～1940年が、わが国における鉄筋コンクリートアーチ橋の最盛期であったと言える。

（2）最大支間長の推移

図-1に充腹アーチ橋と開腹アーチ橋別に、最大支間長の推移を示した。

充腹アーチ橋で技術的な革新となつた橋梁としては、まず1908年の日本橋があげられる。これは、旧満州の大連駅を跨いで架設されたものであるが、支間長22mとそれ以前に比べ約2倍の長さに延伸した。この橋の記録は1920年の伝馬橋（同24.5m）まで12年間破られることはなく、橋長は3径間で97mもあり、コンクリート橋の黎明期であった当時、国内では突出した国際的規模の橋梁であったことがうかがえる。

次に1929年に新潟市に架設された万代橋（写真1）があげられる。架設時、支間長42.4mは充腹アーチ橋だけ

でなく、開腹アーチ橋を含めた中にあっても国内最長であった。さらに、充腹アーチ橋としては、今まで約80年間、国内で最長支間長を維持している。

開腹アーチ橋で技術的な革新となつた橋梁としては、まず、1914年架設の市原橋が挙げられる。支間長は初めて20mを超えて、同じ京都で同時期に架設された充腹アーチ橋の四条大橋、七条大橋と共に、それ以前の試験的意味合いの濃いものから、実用橋へと大きく踏み出したも

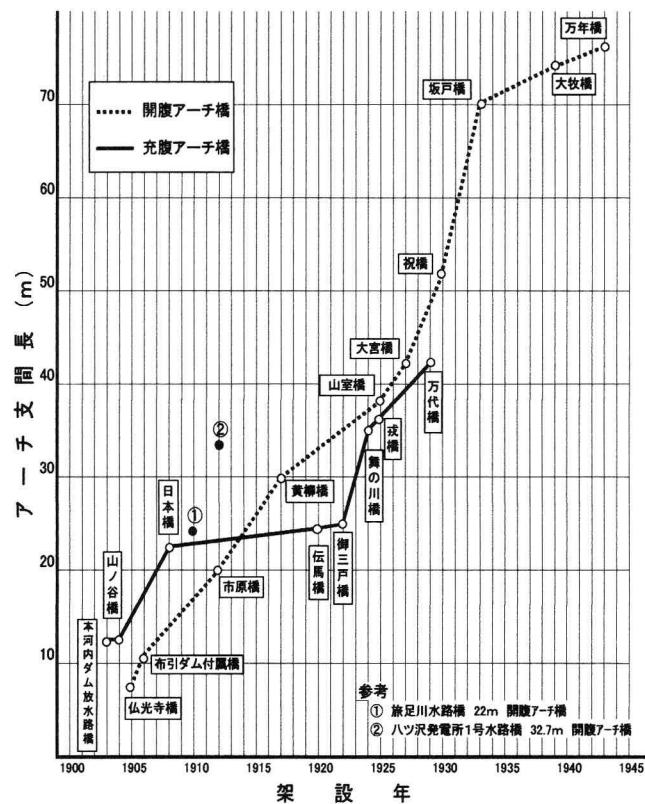


図-1 最大支間長の推移

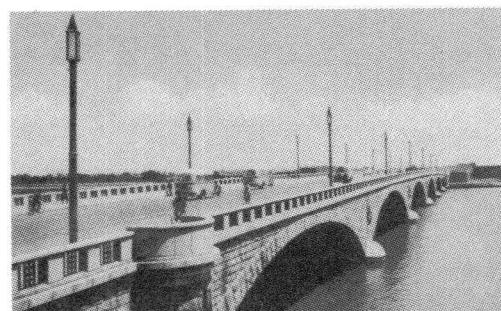


写真1 万代橋（絵葉書 筆者蔵）

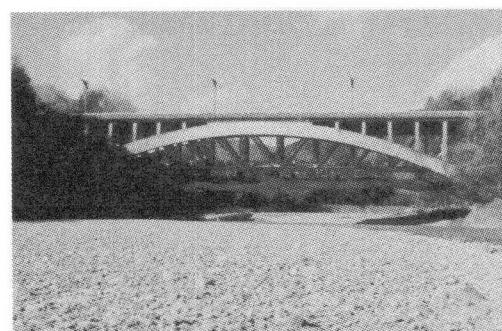


写真2 万年橋（撮影：筆者 2002）

のとなった。

しかし、明治末のコンクリートアーチ橋の導入期にあっては、本河内ダム放水路橋、山ノ谷橋、布引ダム付属橋などに見られるように、道路より水道や電力開発が先導役をつとめていた。これら関連施設だけではなく、水路橋も大型橋梁が架設され、特に1912年の山梨県の八ツ沢発電所1号水路橋は支間長32.7mで、開腹アーチ橋として、1925年に岩手県の山室橋（同38.0m）が架設されるまで、ほぼ大正時代を通じて最長を誇っていた。

開腹アーチ橋は昭和になると、1930年に山梨県の祝橋（同51.5m）、1933年に長野県の坂戸橋（同70.0m）と飛躍的に支間長を伸ばしていく、支間長の延伸には架設工法の進歩も大きな要因となるが、これらの橋や戦前最長の万年橋（東京都写真2）などは、いずれも全支保工で施工されており、その影響は少なかったと思われる。

なお、万年橋の支間長（同75.8m）の記録は、1965年に架設された新山清路橋（長野県生坂村 同100m）まで、20年以上に渡り更新されることはない。さらに戦前のコンクリート桁橋での最大支間長は、ゲルバー橋の十勝大橋（北海道帯広市・音更町）の41mであったことも勘案すると、この万年橋や坂戸橋、大牧橋（岐阜県 同74m）などが、コンクリート形式として、いかに突出した長大橋であったかということを理解できる。

4 コンクリートアーチ道路橋の地域的分析

表一4から、地域的傾向としては、明治末までは、神戸、長崎、京都、東京の4地域に限定されていたことがわかる。大正時代になっても、愛知県、愛媛県など一部の地域に架設が限定されていた。大正末～昭和初期にかけて、関東大震災復興と大阪都市計画事業で、東京・横浜、大阪に集中して架設されたこと、1930年以後、全国に広く架設が拡がり、特に東北、関東などで施工数が飛躍的に伸びたことなどがわかる。

これら、傾向が顕著にあらわれる①～⑪の地域に関する特徴を以下に、歴史的順序を考慮しながら述べる。

①東京市、京都市、神戸市、長崎県

これらの4地域が、わが国のコンクリートアーチ橋の先進地域であったことがうかがえる。

これらの構造的特色は、メラン構造が多いことにある。また、デザイン的特徴は、アーチスパンドレルのペディメント模様（写真3）など、ヨーロッパの影響を受けたものが多いことである。

また、前述したように、1908年大連に後に復興局土木部長に就任する太田圓三の設計によって、当時の規模の橋長97mの日本橋（写真4）が架設された。当時の最先端をいく構造に加え、意匠も以後の国内の橋を加えても比するものがないほど凝っており、日本の国威を誇示する目的で架設されたであろうという当時の国策を強く感じる。

②富山県、石川県、福井県

意外な感があるが、①の各地域に続き、明治末～大正

初期にかけて、北陸地方に5橋の施工が確認されている。また橋名が不明のため記載しなかったが、明治45年の土木局統計⁵⁾によると、富山県にさらに1橋のコンクリートアーチ橋が記録されている。

金沢市の石川橋、敦賀市の大正橋は前記①の地域と同様にアーチスパンドレルにペディメント模様を持つが、富山県の眼鏡橋（写真5）や雪見橋は意匠性が全くないことから、別の設計者によるものと推定される。

③愛知県

奥三河地方稻武町を中心としたRCアーチ橋群である。

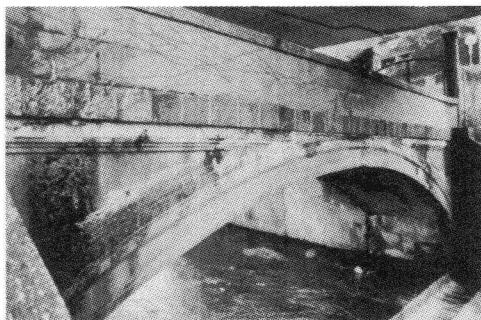


写真3 本河内ダム放水路橋（長崎県 撮影：筆者 2004）

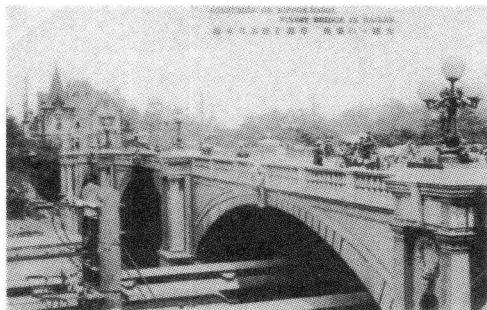


写真4 日本橋（大連 絵葉書 筆者蔵）

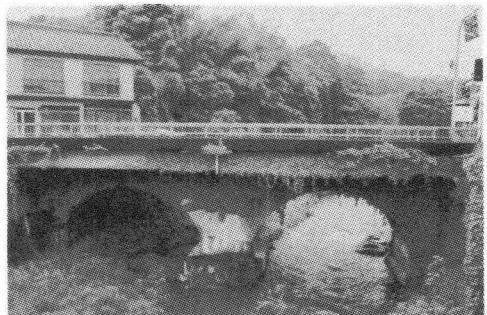


写真5 眼鏡橋（富山県 撮影：筆者 2001）

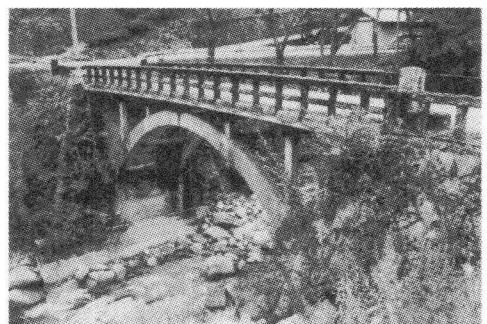


写真6 前橋（愛知県 撮影：筆者 2002）

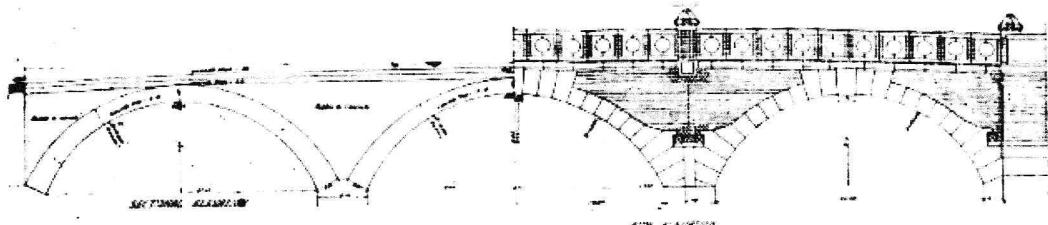


図-2 新常盤橋設計側面図（東京都建設局蔵）

規模としては、当時国内最長支間長であった黄柳橋が代表されるが、アーチがリング（版）構造であるなど、この地域の他の橋梁と大きく異なり、構造的にはむしろ例外と言える。

他の橋梁に共通して見られる構造的特徴としては、木橋を思わせる華奢なアーチリブや鉛直材にある。このような形状は、この時期のこの地方に限定されるもので、他地域へ波及しなかった。

漆瀬橋、常盤橋の2橋は、県技師の和田清三郎の設計によるもので、二見鏡三郎の『鋼拱橋』をもとに設計されている。形状が似ている中橋、前橋（写真6）、真弓橋も彼の設計と推測される。

④東京市

東京では1914年に、東京市橋梁課長の樺島正義の設計で、内地では最長支間長の鍛冶橋が架設された。この橋は鉄筋構造であるが、この時期架設された新常盤橋（図-2）、二の橋、三原橋の3橋は、いずれも無筋アーチ橋であった。これは第一次世界大戦の影響による資材不足のためと言われている。

デザインは、ヨーロッパ風の石橋を模した、切り石貼りの重厚なものが多かった。

⑤北九州市

大正時代に架設された5橋のうち、旧八幡市中心部に架設された五条橋を除く4橋は、八幡製鉄所によって建設された、河内貯水池に関連する橋梁である。この事業では他にコンクリートアーチ水路橋も2橋架設された。

河内貯水池の橋梁といえば、レンズ型トラス橋の南河内橋が名高いが、鋼橋はこの1橋だけで、橋梁群としては、むしろコンクリートアーチ橋に大きな特徴がある。

構造的には、水路橋を含めた6橋のうちメラン構造でしかも有ヒンジ構造が4橋と多いこと、北河内橋は、国内最初のカンチレバー式シャイベアーチ橋であること、内ヶ畠歩道橋と太鼓橋（写真7）は、他に例を見ないアーチスパンドレルを有しないスレンダーな版構造であることなど、バラエティーに富んだ構造が特徴である。

⑥愛媛県

愛媛県は、上浮穴郡を中心とする山間部に多く架設された。愛知県奥三河地方と並ぶ大正期の2大地域をなしている。現在、美しいRCアーチ橋としてイメージする、鉛直材頂部がR状のスパンドレルがアーケード状のスタイルを本格的に採用した。初期の設計は県技師の坂本一平である。アーケードリブ構造という「愛媛型」とも言えるスタイルを造りだした。鉛直材の上部に迫持石風

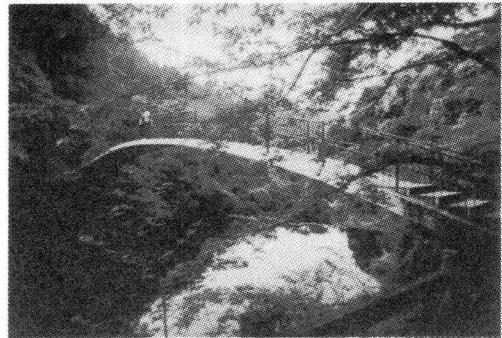


写真7 太鼓橋（福岡県 撮影：筆者 2000）

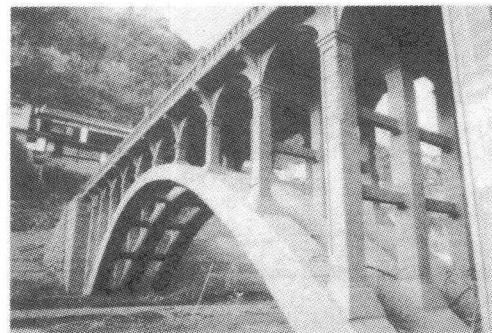


写真8 舟戸川橋（愛媛県 撮影：岡崎直司氏）

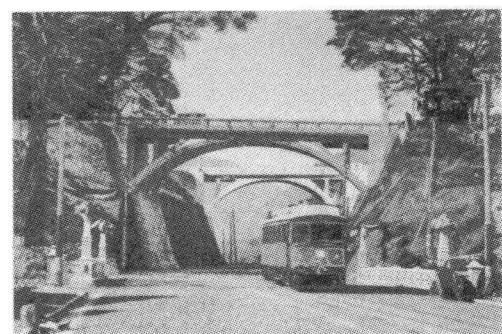


写真9 磐根橋・新堀橋（熊本県 絵葉書 筆者蔵）



写真10 万世橋（東京都 撮影：筆者 2000）

のデザインもされるなど、ディティールも凝っている。この流れの頂点に位置するのが舟戸川橋（写真8）で

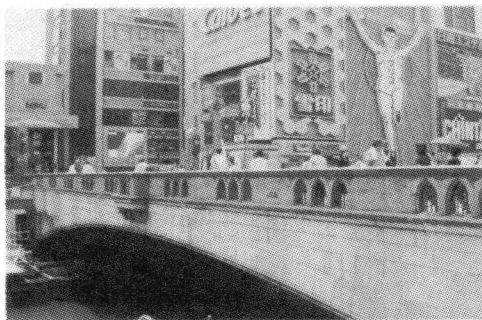


写真 11 戎橋 (大阪府 撮影: 筆者 2004)

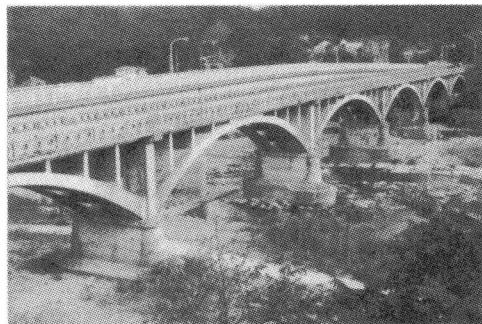


写真 12 東秋留橋 (東京都 撮影: 筆者 1998)



写真 13 神子内橋⁶⁾ (栃木県)



写真 14 明鏡橋 (山形県 撮影: 筆者 2004)

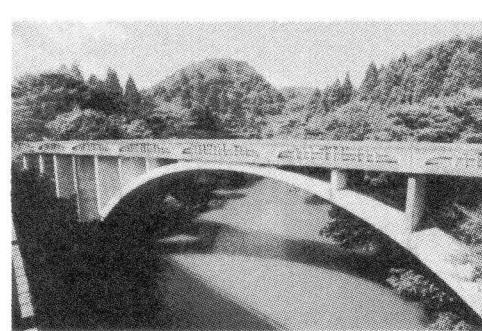


写真 15 菱内橋 (岩手県 撮影: 筆者 2001)

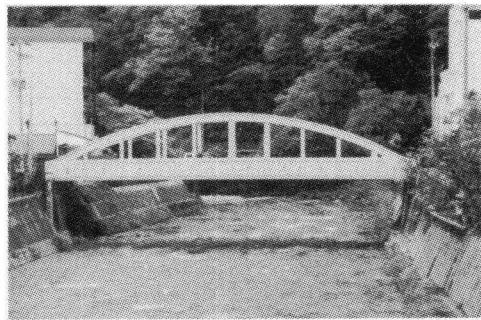


写真 16 大手橋 (長野県 撮影: 筆者 1999)

ある。鹿野川ダムに水没（昭和 34 年）しているが、渴水期には姿をあらわす。国内では最も優美なアーチ橋ではないだろうか。

⑦熊本県

熊本県のこの時期の最大の特徴は、以後、他の地域でも見られない、ラーメン橋にも分類される磐根橋と新堀橋の 2 橋が架設されたことである（写真 9）。設計は県技師の重富潔と伝えられており、独自性が際立つ。

⑧東京市

関東大震災の復興橋梁群として、25 橋が架設された。大半が千代田・中央区の運河を中心に架設されているが、これは都心部の景観性に配慮したためといわれている。

この中でも御茶ノ水の聖橋が最も有名であるが、このような開腹アーチ橋はむしろ少数派（2 橋）で、万世橋（写真 10）のようにスパンドレルが切り石で飾られた重厚なデザインの橋が多く見られた。

しかし、一方で、都心部にも竹橋のようなコンクリート打ち放しのものも見られるようになった。

構造的には聖橋、八重洲橋などメラン構造が多いのが特徴である。

⑨大阪市

大阪市都市計画事業として東京の震災復興橋梁と並び、RC アーチ橋の発展の契機になった事業である。戎橋（写真 11）や末吉橋など 20 橋が架設された。ゴシック風の意匠の戎橋や表現主義風の田蓑橋など、東京と並びデザインにも凝った橋梁が多く架設された。

大阪市ではこれ以後も、大江橋や水晶橋など大型橋梁が続いて架設された。

⑩北関東・東北地方

1930 年を過ぎると、北関東や東北地方で RC アーチ橋の架設が相次ぐ。震災復興や大阪市都市計画事業で培われた設計・架設の技術が開花した結果である。これらの地方は西日本に比べ、道路の整備が遅れており、これらの本格整備の時期と RC アーチ橋の普及時期が重なった結果といえるかも知れない。

これらの地域のうち特徴的なものを以下に列挙する。

- a) 東京の郡部では、橋長が短いため表一から省いたものも含めれば、西多摩地域だけで、このわずか 10 年間に東秋留橋（写真 12）など約 20 橋もの RC アーチ橋が架設された。

これは、多摩川上流の小河内ダム建設にあたっての道路整備と戦争の激化にともない西多摩地域に産する石灰、木材などの資源の輸送力向上を図る目的からであった。

b) 栃木県は足尾町に支間長30mを超える5橋が架設された。この時期に、このように多くの橋梁が架設されたのは、西多摩地域同様に戦時下、足尾銅山から産出される銅運搬の強化が背景にあった。

このうち神子内橋は、この時代には珍しく鉛直材が高く、しかもアーケード状のスパンドレルをもつ、他には見られない美しい優美な形状をしている（写真13）。

c) 山形県は質量とも豊富で、支間長50mを超える明鏡橋（写真14）と臥竜橋をはじめとして、最上橋、龍王橋など土木学会の推奨土木遺産にも選定された多くの名橋が架設された。

また、戦時中には資材不足から無筋で玉石コンクリートを用いた珍構造の朝日橋も架設された。

d) 岩手県も質量とも豊富で、特に荒瀬橋、菱内橋、八つ矢橋の連続アーチ橋が際立つ。菱内橋（写真15）は国内に3橋しか施工例のないバランスアーチの1橋である。これらの橋の設計の大半は、北上川に架かる珊瑚橋など多くの鋼橋の名橋の設計も手がけた、県技師の佐藤清治により行われている。また、戦時に架設された竹筋構造の長者滝橋も現存している。

⑪長野県

長野県といえば、県技師であった中島武設計による世界初のRCローゼ橋の大手橋（写真16）をはじめとする下路アーチ橋群が有名である。これは表一4の施工数の多さからも確認できる。これらに加え、架設時には国内最長支間長を誇った坂戸橋や山清路橋などの上路式アーチ橋群も山形県と並び国内屈指の規模を誇っている。

5 コンクリートアーチ道路橋の構造の分析

コンクリートアーチ橋の構造は、アーチ構造や、鉄筋の有無、アーチスパンドレルの仕様などから、図一3のように分類できる。このような構造の多様性を持つのは、コンクリートアーチ橋の大きな特色である。

しかし、近年のコンクリートアーチ橋は、道路公団の一部区間で充腹式のものが用いられているのを除けば、「アーチリング+開腹構造+垂直の鉛直材+固定式+鉄筋コンクリート構造」という画一化された構造が、大半を占めている。（図一3の太線で囲んだ箇所。）

今日、山間部の架設では、鉄骨のメラン材を先に斜吊りで架設する、ピロンメラン工法がよく用いられるが、このメラン材は、経済性から、本体断面とは分離して、あくまで仮設材として計算するのが一般的であり、このため、主構造は、メラン構造（SRC）でなく、これらも、あくまでも普通の鉄筋構造（RC）と分類されている。

一方、第二次世界大戦以前には、経済性や構造性の摸索から、各地で様々な構造のコンクリートアーチ橋が架設されてきた。

この章では、これら各構造を示すとともに、時代ごと

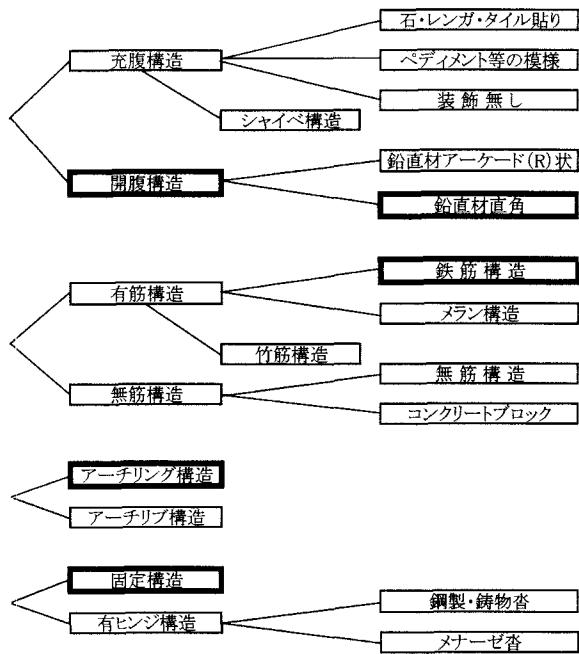


図-3 コンクリートアーチ橋の構造細目分類

の変遷を示すものである。

(1) 充腹構造と開腹構造

コンクリートアーチ橋の構造を大きく2つに分けると充腹構造と開腹構造に分類される。道路橋について架設橋数の年ごとの推移を表したのが図-4である。

1925年頃までは、充腹構造が開腹構造より、圧倒的に施工数が多い。これは、2者を比較した場合、充腹構造の方が、設計、施工の両面で容易であったことが挙げられる。

設計面では、この当時、開腹アーチ橋は、アーチ部分と鉛直材から上の桁部分を分離して計算を行うなど、二度手間であり、また、開腹アーチ橋で必要となるコンクリート床版構造自体、一般化していない状況にあった。

施工面では、アーチ構築後は、アーチスパンドレルの側壁を立ち上げるだけの充腹構造に比して、開腹構造では、鉛直材、桁、床版を支保工などを用いて施工するために、施工手間がかかるにかかった。

1925年～1930年頃も、充腹構造が開腹構造に施工数で勝っているが、これは、震災復興事業と大阪都市計画の2事業で、アーチスパンドレルに切り石を貼った、充腹構造を多く用いたことによるものである。

都市部に架設された充腹構造のアーチ橋では、側面に石を貼ったものが多く架設されたが、これは景観のための措置であった。

1930年以後、全国に展開されるようになると、開腹構造の施工数が、充腹構造に勝るようになる。これは、地方へ展開されるにあたり、架設地域が、それまでの市街地を中心とする地域から、丘陵部や山間部などの地域へ移っていったことが影響している。

開腹アーチの架設数が増えた理由としては、構造面では、渓谷部を渡るなど、支間長を伸ばす必要から、死荷重が少なく、経済的となること。設計法や施工法が定着

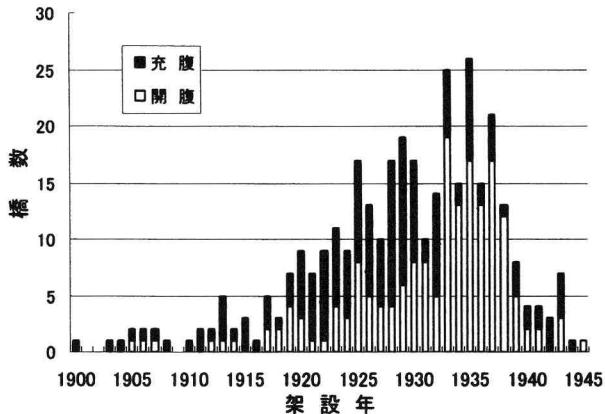


图-4 充腹アーチ橋と開腹アーチ橋の年次別架設橋数の推移

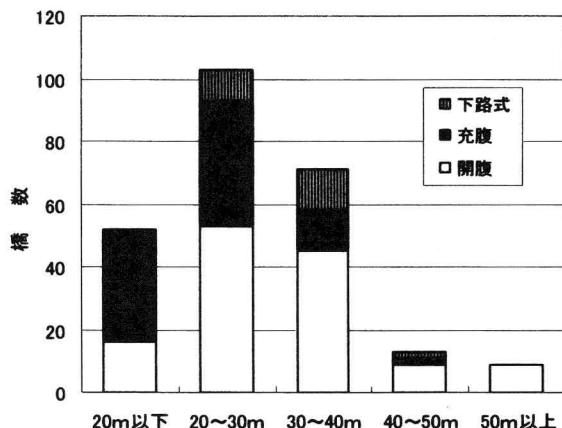


图-5 開腹・充腹・下路式アーチ橋の支間長別区分



写真17 北河内橋 (福岡県) 撮影:筆者 2000

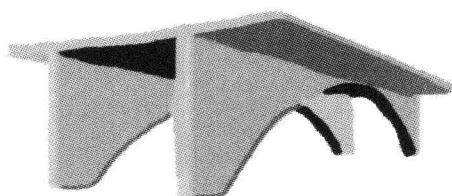


图-6 シャイベ式アーチ橋模式図

表-5 シャイベ式アーチ橋一覧

架設年	橋名	所在地	橋長	支間長	構造
1921	北河内橋	福岡県北九州市	19.1	15.9	カンチレバー 1ヒンジ
1929	鼓橋	岡山県湯原町	11.0	11.0	
1935	尻高橋	岩手県一戸町	20.0	15.0	バランストアーチ 2ヒンジ
1937	都橋	千葉県千葉市	15.4	15.0	バランストアーチ 2ヒンジ

* 末吉橋 (横浜 1929) は補修により開腹アーチをシャイベに変更

* 二雲橋 (三重 1934) は補修により開腹アーチをシャイベに変更の可能性大

してきたことなどが挙げられる。

図-5は構造が熟成し安定する昭和 (震災復興橋梁以後) 以後の橋梁について、下路式アーチ橋を加えて支間長ごとの割合を見たものであるが、充腹アーチ橋は支間長 30mまでが、開腹アーチ橋でも一般的には 40mまでが、また、下路式アーチ橋では 30m前後が適用範囲であったことがうかがえる。

戦後は、1985 年以降に高速道路で村木橋 (長崎県)などの多径間連続の充腹アーチ橋が架設されたことを除けば、圧倒的に開腹アーチが主流を占めている。

また特殊な構造として、側面からの外観は充腹アーチ橋であるが、北河内橋 (写真 17) のように中は空洞で、アーチ状の壁で支えられたシャイベ式アーチ橋 (図-6) も表-5に記した 4 橋が架設されている。

鼓橋以外は、いずれもヒンジを持つ。特に北河内橋は、アーチクラウン部のヒンジで突き合わせたカンチレバー構造である。戦後は、施工例が無かつたが、平成 15 年に福島県で雨沼橋が P C 構造で施工された。

(2) 有筋構造と無筋構造

現在のコンクリートアーチ橋は、前述したように棒鋼による、鉄筋コンクリート構造に概ね統一されている。

しかし、戦前には、鉄筋構造に加え、鉄骨を用いたメラン構造、竹筋、コンクリートブロック、全くの無筋構造など、様々な構造が用いられた。

この中でも、コンクリートブロック構造や、無筋構造は、圧縮力が支配的になるアーチ形式ならではのもので、当然のことながら、桁橋などではあり得ないことである。特に、鉄道橋では、昭和になると、支間長 10m程度の小支間のアーチ橋は、無筋や竹筋構造が標準化し、30 橋も施工されている。

一方道路橋では、鉄道橋に比べ無筋、竹筋コンクリート橋の数は少なく、表-6 の 12 橋が確認されているに過ぎない。時期的にも、概ね 2 度の世界大戦時に集中しており、これから、資材不足時のみに見られた特殊な構造であり、鉄道橋のように主流とならなかつたことが解る。道路橋の無筋構造の特徴は、鉄道橋の大半が鉄筋を使用しないだけの「単純な無筋構造」であるのに対し、単純な無筋構造から竹筋構造、コンクリートブロック、玉石コンクリートと構造が多岐にわたっていることにある。

朝日橋 (写真 18) は、玉石コンクリートだけで作られたという珍橋である。玉石コンクリートは、ダムの堰堤や橋の橋台などに用いられてきたが、橋の上部工に使用されたのは、国内でこの橋が唯一である。

石冰橋 (写真 19)、橋満橋、桜橋、宵待橋 (ダム湖に水没) は、アーチリングをコンクリートブロックで造ったコンクリートブロックアーチ橋である。これらは、コンクリートブロックを使用して石アーチ橋を架ける要領で架設したもので、強度が石に劣り、細かい加工など施工手間もかかることから、以後広く普及することはなかった。なお、桜橋は、表面に洗い出し加工を施した化粧ブロックを、対港橋は一部のアーチスパンドレルにコン

表-6 無筋コンクリート道路橋一覧

架設年	橋名	所在地	橋長	支間長	構造
1916	新常盤橋	東京市	29.3	7.8	無筋コンクリート
1917	三原橋	東京市	30	9.1	無筋コンクリート
1920	二の橋	東京市	16.4	16.0	無筋コンクリート
1930	桜橋	長崎県小浜町	7.9	7.0	コンクリートブロック
1939	長者滝橋	岩手県一関市	61.2	18.4	竹筋コンクリート
	朝日橋	山形県朝日町	30	20.0	玉石コンクリート
1940	宵待橋	京都府宇治田原町	31.8	30.0	コンクリートブロック
1943	対港橋	富山県高岡市	495.1	7.1	竹筋コンクリート+コンクリートブロック
	宿橋	長崎県波佐見町	31	10.0	無筋コンクリート
	石水橋	宮崎県小林市	25	8.0	コンクリートブロック
	橋満橋	宮崎県小林市	17	17.0	竹筋コンクリート+コンクリートブロック
1944	城井川橋	福岡県椎田町	85.6	14.9	無筋コンクリート

表-7 アーチスパンドレル石積み道路橋一覧

架設年	橋名	所在地	橋長	支間長	構造
1924	舞の川橋	高知県葉山町	35.3	35.3	アーチスパンドレル石積み
1939	境川橋	大分県久住町	13.4	9.6	アーチスパンドレル石積み
1943	青刈橋	岩手県一戸町	25.3	25.0	アーチスパンドレル石積み
1944	城井川橋	福岡県椎田町	85.6	14.9	アーチスパンドレル石積み

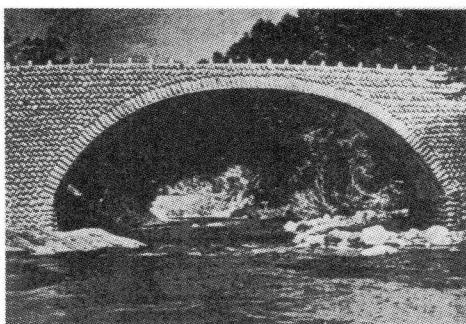
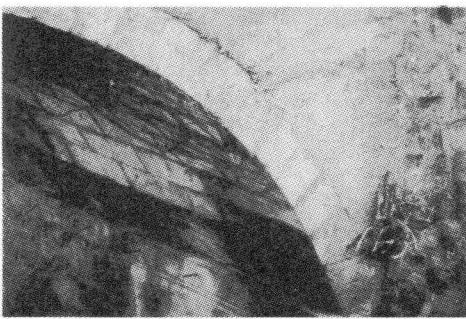
写真-18 朝日橋⁷⁾ (山形県)

写真-19 石水橋 (宮崎県 撮影:筆者 2002)

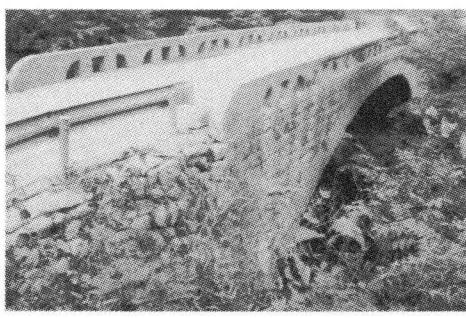


写真-20 青刈橋 (岩手県 撮影:筆者 1999)

クリートブロックを使用している。

長者滝橋は、鉄の代わりに竹を用いた竹筋コンクリート橋であることは広く知られているが、橋満橋のアーチスパンドレルや対港橋にも竹筋が使用されている。

また、アーチはコンクリート構造であるが、アーチス

表-8 メラン式アーチ橋一覧

架設年	橋名		
1903	本河内ダム放水路橋		
1904	山ノ谷橋		
1906	梅香崎橋		
1908	日本橋		
1912	市原橋	常盤橋	八ツ沢発電所一号水路橋*
1917	外堀橋梁**		
1920	多羅多羅橋	御三戸橋	伝馬橋
1921	北河内橋		
1924	南山の田橋*	大河原橋*	
1925	戎橋	姫井橋	
1926	掘留橋	五条橋	
1927	後曳水路橋*	聖橋	末吉橋 備前島橋
1929	水晶橋	鎌倉橋	数寄屋橋 八重洲橋 田蓑橋
1929	大黒橋 (道頓堀川可動堰)		
1931	錦橋		
1932	新立橋	神幸橋	
1933	氷川大橋	龍原橋	明治橋
1934	眼鏡橋梁**		
1935	大江橋	淀屋橋	渡良瀬橋
1939	大牧橋		
1940	笹津橋		
1943	万年橋		

*:水路橋 **:鉄道橋

○メラン材製作会社

多羅多羅橋、北河内橋、南山の田橋、大河原橋:八幡製鐵
後曳水路橋、水晶橋、笹津橋、明治橋:大阪鐵工所
聖橋:宮地鐵工所
錦橋:大阪鐵工所、川崎車両
氷川大橋:東京鐵骨橋梁
淀屋橋:浦賀船渠
大江橋:横河橋梁、浦賀船渠
田蓑橋:駒井鐵工
末吉橋:中松組

パンドレルは石積みで造られたものに青刈橋（写真20）など4橋（表-7）がある。いずれも石材が近傍で豊富に得やすい箇所にあり、資材と事業費を押さえようとする姿勢がうかがえる。また1947年の架設であるが、宮崎県高千穂町にある神橋（支間長30m）も同様の構造である。

(3) メラン構造

現在、コンクリートでメランと言えば、鉄骨構造（SRC）を指すし、コンクリートアーチ橋ではメラン工法（谷が深く支保工の設置が困難な場合などに、予め鉄骨でアーチを架設し、それを支えに型枠や足場を設置し、コンクリートを打設する工法）で、架設する際の仮設鉄骨を意味することが多い。

しかし、戦前においては単に鉄筋コンクリートの一種類として位置付けられていた。つまり、鉄筋断面を確保するのに鉄筋に代わり鉄骨を用いたにすぎなかつた。これは『鋼拱橋及鉄筋混泥土拱』⁸⁾など、当時の鉄筋コンクリートの専門書に、モニエ式やアンネビック式などと並列で紹介されていることからもうかがえる。

また『本邦道路橋輯覽』⁹⁾でもメラン式と記載されているのは、伝馬橋と御三戸橋の2橋だけで、戎橋、聖橋、氷川大橋、大江橋、日本橋の5橋はメラン式であるにもかかわらず、単に鉄筋コンクリートアーチ橋と記載されているのみである。

前述したように、今日では、鉄骨（メラン材）を本体利用したコンクリートアーチ橋は、国内では皆無であり、

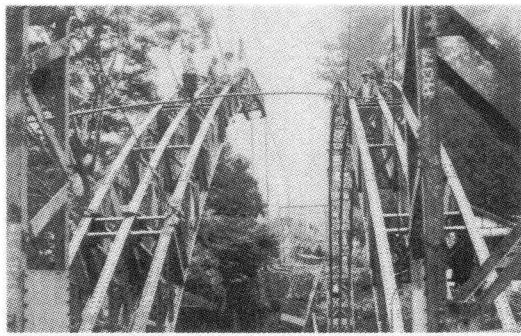
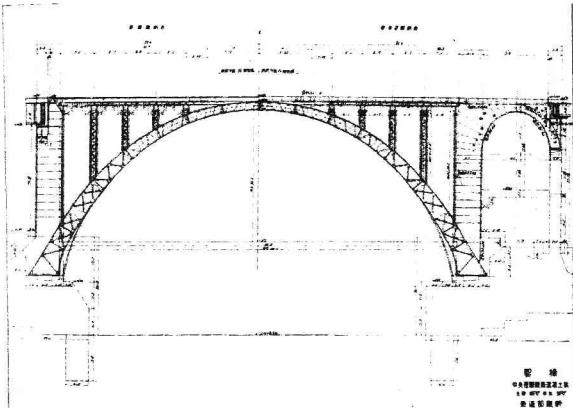


写真 21 氷川大橋メラン材架設 (東京都建設局蔵)



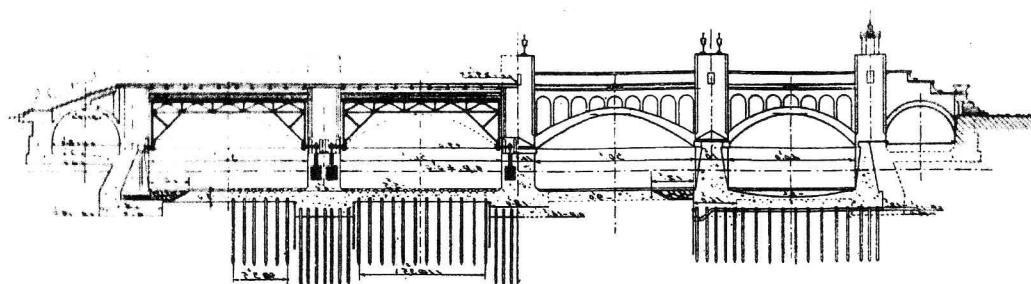
図一7 聖橋メラン材配置図 (東京都建設局蔵)



写真 22 渡良瀬橋 (栃木県 撮影:足尾町役場伊東氏 2004)



図一8 渡良瀬橋鉄アーチ橋骨格図¹¹⁾



図一9 水晶橋一般図¹²⁾

その点から、メラン構造のアーチ橋は、戦前特有の構造といえる。

このようなメラン構造が、比較的多く用いられたのは、表一8に示すように、本河内ダム放水路橋など明治末から大正初期にかけて、次いで、南河内貯水池関係の橋梁群、聖橋などの震災復興橋梁、大阪都市計画事業の橋梁などである。

現在、水路橋、鉄道橋を含め、国内では40橋のメラン式アーチ橋が確認されている。表の下にメラン材の製作会社を記したが、当時も橋梁や造船会社が製作していたことがわかる。これらは使用目的により、以下の5グループに分割することができる。

a) 明治・大正など、鉄筋コンクリート構造がわが国に導入された初期の段階で、メラン構造が多く用いられたのは、細い鉄筋に比べ設置（配筋）が容易、ラップ長がいらない、支保工が簡素化できるなどの理由からと推測できる。

b) 氷川大橋（写真 21）など表一8の太線で囲った9橋は、いずれも谷が深く支保工の設置が困難で、図面や写真、現場条件から架設材として使用したか、その可能性の高いもので、今日的意味での「メラン工法」を用いた橋梁である。

c) 聖橋など東京の震災復興橋梁も多く含まれるが、これは予算消化という世俗的な理由が隠されていた。当時復興局に在職した成瀬勝武は、自身の回顧録¹⁰⁾の中で次のように記している。「数寄屋橋、八重洲橋、聖橋のアーチ橋にはメラン式の鉄骨が使用されていた。その理由は、この当時、復興局では予算が使いきれないで、資材として多量の鋼材が購入されて、90×90×10の山形鋼を早く消化する関係によるものであった。」（図一7）

d) 渡良瀬橋（写真 22）は、戦時中の資材不足から、明治末に架設された鉄アーチ橋（図一8）をコンクリートで巻き立てたもので、鉄骨断面を鉄筋断面と見なし、コンクリートアーチ橋として蘇らせた構造である。

万年橋（東京都青梅市、明治40年→昭和18年改築）や鹿乗橋（愛知県春日井市、明治43年→昭和23年改築）も同様の工法が取られた。コンクリートで被覆されているものの、明治時代に架設された鋼アーチ橋では、車が通行可能な橋梁は鹿乗橋と渡良瀬橋の2橋しかなく、たいへん貴重な橋梁といえる。

e) 大阪市の水晶橋、錦橋、道頓堀川可動堰（大黒橋）の3橋は可動堰も兼ねており、主構造はトラスであるが、デザイン的配慮から外側だけアーチ形状にした擬似アーチ橋である。（図-9）

（4）アーチリング構造とアーチリブ構造

アーチリング（版）とアーチリブについて、年毎の架設数の変化を表したのが図-10である。多径間は圧倒的にアーチリング構造が多いために、ここでは単径間の道路橋に絞って比較した。

現在では、アーチリブ構造は、2002年に福岡県上陽町に架設された臥龍橋が、デザイン的理由から採用されたのを除けば、新規の建設はまず見ることはできない。

しかし、戦前ではアーチリブ構造も多く架設され、特に1920年前後は、愛知、愛媛両県の架設がピークを迎えた影響でアーチリブ構造が圧倒している。

その後、アーチリング構造が増加し、アーチリブ構造と均衡するのは、充腹・開腹構造の施工数が逆転したのと同様に1930年頃である。

図-11は、支間長毎の比較であるが、50m以上長大橋に属する区域でのみ、アーチリブ構造が優位という傾向が顕著に表れる。これは、長大化に伴う死荷重の軽減化と、メラン構造が多いということが影響しているのかも知れない。

（5）固定構造と有ヒンジ構造

鋼や鉄のアーチ橋は、兵庫県朝来町の羽淵橋など初期のアーチ橋を除けば、大多数が有ヒンジ構造である。し

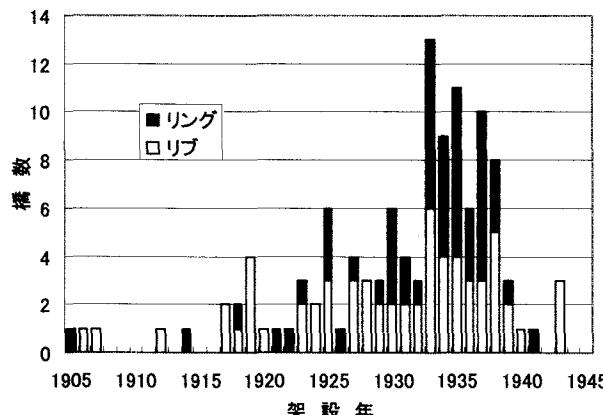


図-10 アーチリング・リブ構造の年次別架設橋数の推移

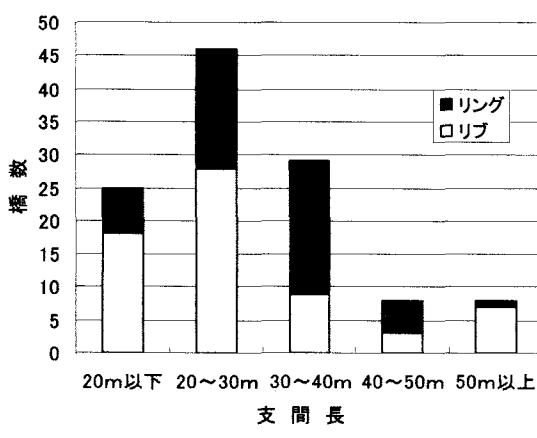


図-11 アーチリング・リブ構造の支間長分類

かし、コンクリートアーチ橋は反対に、固定アーチ橋が大半を占める有ヒンジアーチ橋は、施工時の仮設のもの。のを含めても表-9に示すわずか17橋しか確認できていない。

このように少なかった理由としては、鋼製沓の場合は、アーチスプリング部のコンクリートとの取り合いなど設置の困難さと価格の高さ、メナーゼヒンジの場合は、構造の複雑さからくる施工の困難さに加え、実際に沓としての実効性の問題などが考えられる。

表-9の有ヒンジ橋梁を沓の種類で分類すると、鋼・铸物沓を用いたことが図面などで確認できるのは、郡界橋、多羅多羅橋、東新川橋、末吉橋（図-12）、氷川大橋、大牧橋、笹津橋の7橋である。

このうち、氷川大橋、笹津橋の2橋はメラン材の架設

表-9 有ヒンジコンクリート道路アーチ橋一覧

架設年	橋名	所在地	橋長	支間長	鉄筋	ヒンジ数	ヒンジ構造
1905	仏光寺橋	京都府京都市	7.3	メラン	2ヒンジ		
1917	郡界橋	愛知県稻武町	24.9	18.0	RC	2ヒンジ	鋼製
1920	多羅多羅橋	福岡県北九州市	29.3	18.0	メラン	3ヒンジ	鋼製
1921	北河内橋	福岡県北九州市	19.1	15.9	メラン	1ヒンジ	その他
1928	開運橋	宮城県名取市	30.7	30.4	RC	2ヒンジ	
	東新川橋	東京都中央区	18.5	18.0	RC	2ヒンジ	メナーゼ
1929	末吉橋	神奈川県横浜市	25.9	25.0	RC	2ヒンジ	鋼製
1932	渡川橋	宮崎県東郷村	31.1	28.1	RC	1ヒンジ	鋼製
1933	氷川大橋	東京都奥多摩町	83.5	50.0	メラン	施工時3ヒンジ	鋼製
1935	漢良瀬橋	栃木県足尾町	52.5	36.0	メラン	2ヒンジ	メナーゼ
	宝橋	岐阜県神岡町	45.4	44.0	RC	2ヒンジ	メナーゼ
1936	尻高橋	岩手県田部村	20.0	15.0	RC	2ヒンジ	メナーゼ
1937	馬門橋	熊本県中央町	62.6	45.7	RC	施工時3ヒンジ	メナーゼ
	都橋	千葉県千葉市	15.4	15.0	RC	2ヒンジ	メナーゼ
1939	大牧橋	岐阜県白川村	75.4	74.0	メラン	3ヒンジ	鋼製
1940	笹津橋	富山県大沢野町	85.0	65.0	メラン	施工時3ヒンジ	鋼製
1943	万年橋	東京都青梅市	89.1	75.8	メラン	2ヒンジ	メナーゼ

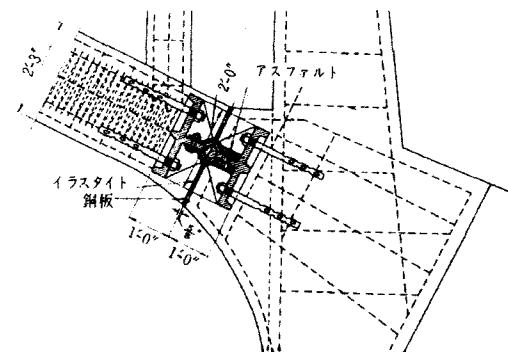


図-12 末吉橋鋼製沓構造図¹³⁾

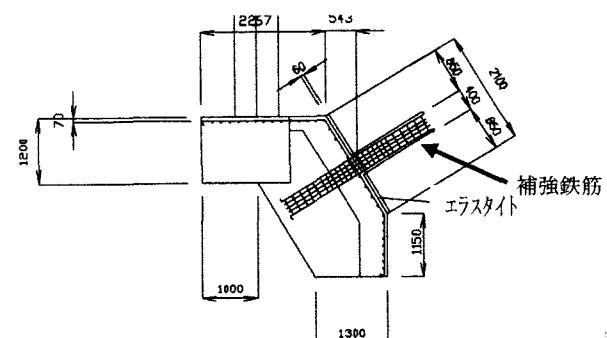


図-13 万年橋メナーゼヒンジ構造図¹⁴⁾

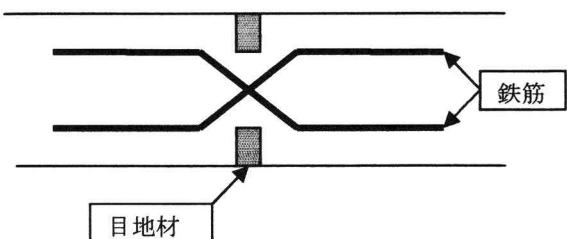


図-14 現在の一般的メナーゼヒンジ構造図

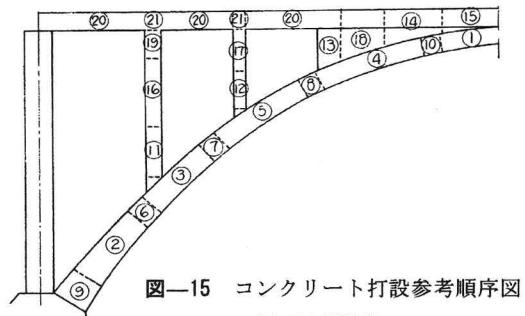


図-15 コンクリート打設参考順序図¹⁵
(大谷川橋梁)

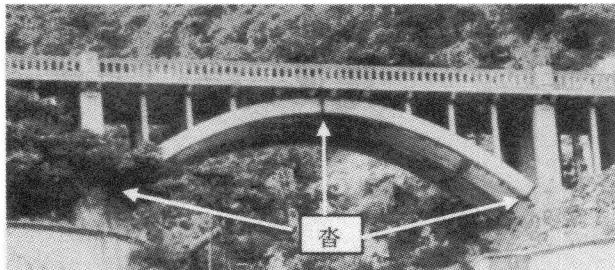


写真 23 多羅多羅橋メナーゼヒンジ（絵葉書加工 筆者蔵）

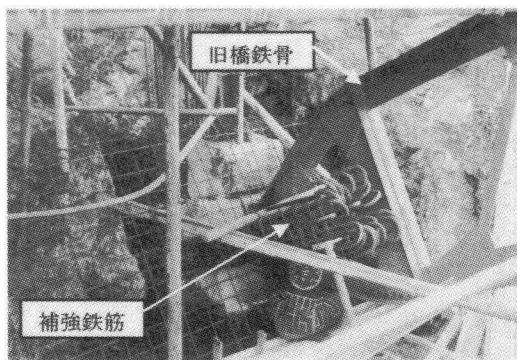


写真 24 万年橋メナーゼヒンジ施工写真（東京都蔵）

時のみに沓を用い、完成後はこれらをコンクリート内に埋め込み固定アーチ橋としている。これら2橋は、鋼アーチ橋と同様にケーブルエレクション工法でメラン材を架設しており、沓は架設工法上必要不可欠であったと思われる。

末吉橋の沓（図-12）は、接合面に銅板を設置し、銅板の間には可塑性のあるエラスタイトを設置している。

鋼製沓は、コンクリート躯体内に設置されることから、外観上は写真23の多羅多羅橋のようにアーチスプリング部とクラウン部（3ヒンジアーチのため）にエラスタイトの黒い線が1本入って見えるだけである。なお、戦前でも一部の連続桁やラーメン橋の橋脚に使用された、

鋼橋と同様な铸物沓を用いた例は見られなかった。

一方、メナーゼヒンジを用いたことが確認できるのは、東新川橋、宝橋、渡良瀬橋、尻高橋、馬門橋、都橋、万年橋（写真24、図-13）の7橋である。このうち、馬門橋は架設時にのみ使用し、完成後は氷川大橋などと同様にコンクリートの中に埋め込み固定アーチ橋としている。

現在のメナーゼヒンジ（図-14）は、鉄筋をエックス型に加工しているのが一般的であるが、上記の7橋は、いずれも図-13の万年橋に見られるような、端部を曲げ加工した太い補強鉄筋（万年橋は32mm）を中心配置している。これらは、架設時の仮設沓として用いられた馬門橋¹⁶も同様の構造であった。

かつてアーチ橋のコンクリート打設は、施工時のアーチの変形を防ぐために、片押しはせずに、左右のバランスを取りながら、また変形が起きた場合の調整しろを残しながら、例えば図-15のような順番で施工するのが基本であった。（スプリング部→クラウン部という逆の順番もある。）馬門橋は支間長が45.7mと規模が大きかったため、コンクリート打設時の不均などにより曲げが生じた時や、変形が生じた場合の最後の調整を考えて架設時にヒンジ構造にしたものと想定される。

6 コンクリートアーチ道路橋のデザイン分析

コンクリートアーチ橋のデザインを考える上で、全体イメージを左右する、最も重要な位置を占めるのが、アーチスパンドレルの処理である。

開腹アーチ橋では、鉛直材と桁との接点を直角に処理するか、曲線（以後R）に処理するか、充腹アーチ橋では、アーチスパンドレルに切り石やタイルを貼るか、模様を付けるか、そのままの打ち放しにするのか、などのバリエーションがあり、これらはコンクリートアーチ橋独特のもので、景観を決める大きな要素になる。

この形態により、古典主義風にも表現主義風にも、またマイヤール風のスレンダーな形状にも演出することが可能である。

（1）開腹アーチ橋のアーチスパンドレルのデザイン

開腹コンクリートアーチ橋は、アーチスパンドレルのデザインにより、イメージが大きく異なる。鉛直材の上部にRをとったアーケード状のデザインは、戦後は、ほとんど用いられなくなったことから、戦前の同形式の大きな特徴といえる。

R処理したアーチ橋は、優美で古典主義的趣きがある。一方、直で処理されたものは、現代的ですっきりした外観を創り出している。

このようなR処理は、一番外側の桁との接点のみで、内部の縦桁との処理は直角であるものが大半である。構造上は計算されておらず、つまり、景観上の処理ということになる。

国内で初めてR形状が取られたのは、表-1から、大阪市の毛馬閘門に設置された、長柄運河頭部橋梁（写真25参照）であることがわかるが、この橋は閘門管理用の

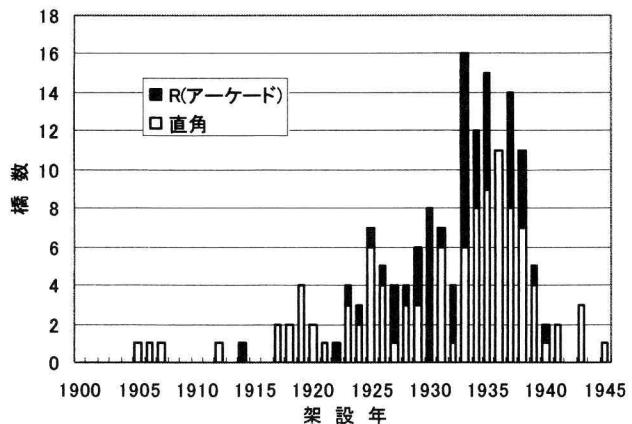


図-16 開腹アーチ橋のアーチスパンドレル仕様の推移



写真 25 長柄運河頭部橋梁（大阪府 撮影：筆者 2004）

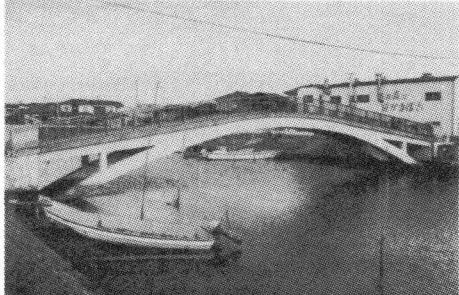


写真 26 深沼橋（宮城県 撮影：筆者 2003）

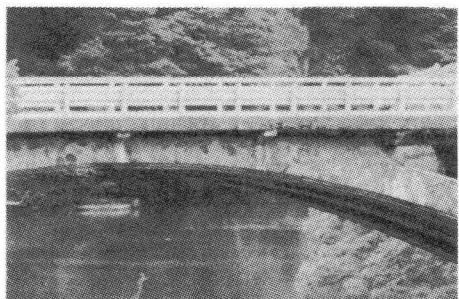


写真 27 久米路橋（長野県 撮影：筆者 1997）

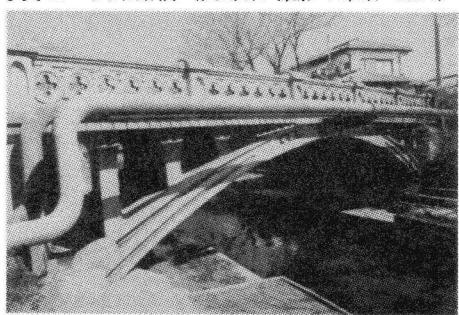


写真 28 新佐賀橋（埼玉県 撮影：筆者 2000）

人道橋で、本格的な道路橋としては、愛媛県の有枝橋が最初、2例目も同様に愛媛県の瀧渡瀬橋であった。

このようなR加工した橋が多く架設されるようになるのは、昭和になってからであり、図-11から、建設のピークは1927~37年の、ほぼ10年間に集中していることがわかる。また、これは基本構造ではなく、デザイン性のものであるから、例えば愛知県の和田清三郎設計と思われる橋梁は全て鉛直なのに対し、愛媛県の坂本一平設計の橋梁は全てアーケード状というように、設計者の意図が強く反映されたものであった。

前述した長柄運河頭部橋梁は、特徴的な形状をしているが、これと非常に似ている橋が、原田碧が大正2年に著した『実用鉄筋コンクリート構法』¹⁷⁾にNeunkirchenの跨線橋として載っており、これを参考にしたものと思われる。

これと同様に、鉛直材にRをとった橋で、最も美しいと思われる愛媛県の舟戸川橋(写真8参照)についても、大正14年に大河戸宗治が著した『世界橋梁写真集』¹⁸⁾に掲載された、アメリカカンサス州のセブリー橋とたいへん似ており、参考にしたことが想像される。このように、R形状のデザインも、海外の文献などを参考に、導入されてきたものと思われる。

また、表現主義などの影響から、Rをとった橋の中には、聖橋のように尖塔アーチ形状を取り入れたものも數例見られる。

鉛直材を直角にとったものでは、スイスのマイヤールの設計した橋梁を模した、スレンダーな形状のマイヤール風と呼ばれる橋梁も架設された。しかし、岐阜県の宝橋、宮城県の深沼橋(写真26)のわずか2橋にとどまり、広く普及することなく、大勢を占めることはなかった。

他に特殊な例としては、長野県の久米路橋(写真27)、山清路橋、姑射橋に見られた、開腹アーチにも関わらずアーチリブなど側面に鉄平石を貼ったものや、埼玉県吹上町の新佐賀橋(写真28)のようにアーチリブに模様を施したものがある。

前者は天竜峡などの景勝地であることから、景観へ配慮したものと思われる。後者は、陸軍演習を視察される皇族の経路にあたっていたことから、前後の橋とは異なり、特別な意匠が施されたと言われている¹⁹⁾。

しかし、両者とも地域的にも期間的にも一過性のもので、他の地方へ普及することはなかった。

(2) 充腹アーチ橋のアーチスパンドレルのデザイン

充腹アーチ橋のアーチスパンドレルの表面のデザイン処理は、開腹アーチ以上に、橋のイメージを大きく左右する景観上重要な要素となっている。

これを、切り石やレンガ、タイルなどが貼られたものと、ペディメント模様が描かれたもの、何も処理されないコンクリート打ち放しのものの3種類に分類したのが図-17である。

これから、時代的には、明治~大正初期では模様を施したものが多く見られるが、その後、石貼りが多くなり、

1930年を過ぎるあたりから、打ち放しが圧倒的に多くなる傾向にあったことがわかる。なお、橋によっては、大連の日本橋のように、石貼りと模様の両方が施されたものがあるが、全体イメージを強く決定付けると思われる方へ計上した。

a) 模様

アーチスパンドレルに描かれた模様は、山ノ谷橋（写真29）や、本河内ダム放水路橋、梅香崎橋、石川橋、大正橋などに見られるような、ペディメント模様が多い。

型枠などにより、このように凹凸をつけることで、変化の少ないアーチスパンドレルに、景観的变化を持たせるための措置であると思われる。

このような模様はヨーロッパの橋に多く見られ、技術の導入と相まって、外観のデザインについても模したものと思われる。これらを含めたヨーロッパ風の模様は、明治～大正前半の橋に多く用いられ、この時期の橋の大きな特徴になっている。

大連の日本橋（写真4）は石貼りであるが、同様に石でペディメント模様が施されている。また、この橋にはアーチクラウンに要石を模して設けられた彫刻や、橋台・橋脚に付けられたドーリア式の柱列やメダリオンなどの豪華な古典主義風装飾がされている。

また、他によく用いられた模様としては、京都の四条大橋（写真30）、七条大橋や熊本の祇園橋のように、充腹アーチであるにもかかわらず、鉛直材にあたる部分を強調したようなデザインも見られる。

その他、特殊な造形としては、奈良県の端駆橋があげられる。アーチクラウンにライオンの頭部の彫刻が設置され、古典主義風のデザインとなっている（写真31）。

この橋は、大阪と奈良・吉野などを結ぶ国道24号（旧道）に架設されている。このため、皇族などとの参詣の関係があったと推定される。

b) 石貼り

スパンドレルの側面に、切り石を貼った最初の橋は、1914年、東京市に架設された鍛冶橋である。設計者の樺島正義は自伝の中で、コンクリートは、色彩が安っぽいのが欠点で、その対策として、表面に鍛冶橋では花崗岩を、三原橋ではレンガタイルを貼ったと述べている²⁰⁾。

東京市では、大正時代に、この鍛冶橋をはじめ、一石橋、高橋、昌平橋など、架設した大半の橋に石を貼っている。この時期の切り石の模様は、図-18の鍛冶橋に見られるように、ヨーロッパの石橋を彷彿させる貼り方となっている。

その後、大正後期～昭和初期の震災復興や、大阪都市計画事業で架設された充腹アーチ橋の大半も、側面に石やタイルが貼られていた。図-17で、大正末から昭和初期において石貼りの施工数が多いのは、このためである。

しかし、この時期の一部の橋では、それ以前の時代に定型であったヨーロッパ風石橋の貼り方を脱し、東京では、数寄屋橋のようにインターナショナル派を思わせるデザイン、八重洲橋のピラミッド型に加工した切り石を

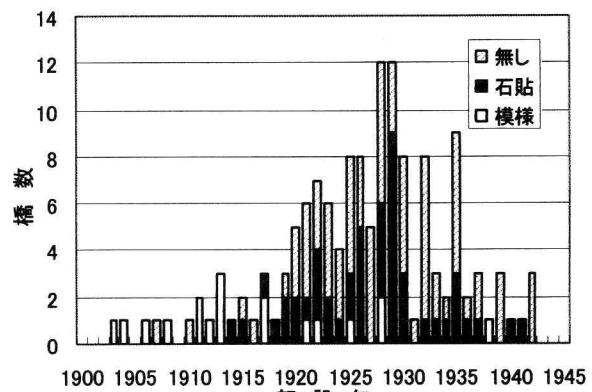


図-17 充腹アーチ橋のアーチスパンドレル仕様

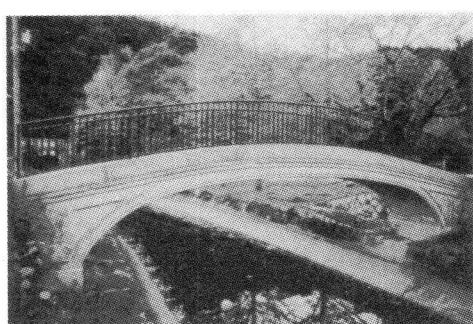


写真29 山ノ谷橋（京都府 撮影：筆者 1993）



写真30 四条大橋（京都府 絵葉書：筆者蔵）

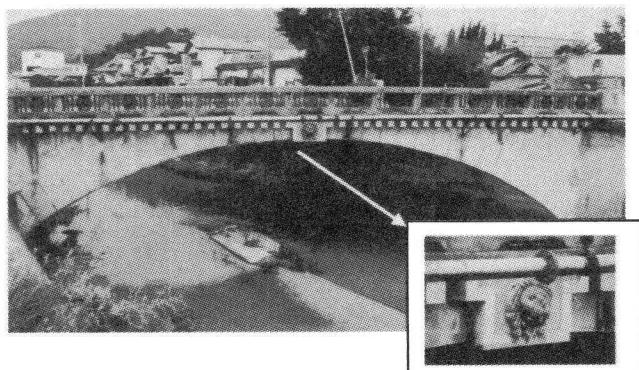


写真31 端駆橋（奈良県 撮影：筆者 2000）

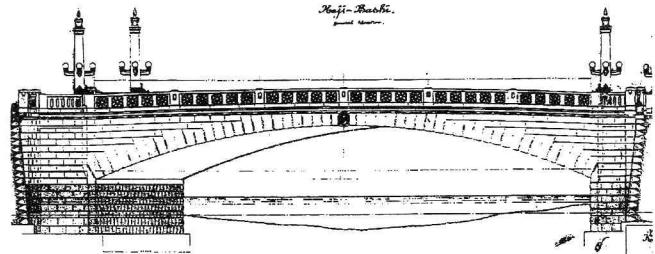


図-18 鍛冶橋側面図²¹⁾

用いたデザイン、采女橋（写真32）のアールデコ風の溝（スクラッチ）をつけた切り石を用いたデザイン、大阪では、田蓑橋の表現主義風（写真33）デザインなど、多彩なデザインが見られるようになる。

擬似石橋から、橋全体のデザインの一部として、設計者のデザインコンセプトを色濃く表現する場へ、変化したことが挙げられる。

東京や大阪で、切り石貼りの橋梁が多かったのは、景観性を重視したためであるが、地方でも、中心市街地に架設され、町のシンボルとなるような橋梁、例えば新潟市の万代橋、佐賀県唐津市の新大橋や、山形県鶴岡市の大泉橋など、さらには、大正天皇陵墓への連絡道に架設された八王子市（旧横山村）の南浅川橋など、景観的に重要視された箇所では、同様に切り石貼りが用いられた。

なお、切り石は、コンクリートの側壁に貼られた貼り構造で、石の厚さは、前記の鍛冶橋では15cm、南浅川橋では20cmであった。

c) 打ち放し

前述したように、アーチスパンドレルに石や模様を施さずに、そのままの「打ち放し」で使用することは、景観を重視する箇所では敬遠されてきた。

しかし、震災復興や大阪都市計画事業では、切り石貼りの構造が多かったものの、中心市街地にもかかわらず、竹橋、船河原橋などの、打ち放しや洗い出し処理だけの橋梁も架設されるようになった。

これは、それまでの、石橋の模倣でなく、コンクリートならではの構造特性を消化し、デザイン化したもの、コンクリートならではの良さを表現しようとする流れのあらわれであった。

また、それまで、地方の山間部などで見られた、造形・意匠に「何も配慮しないコンクリート打ち放し」ではなく、表現主義やインターナショナルなど、最新の建築様式の影響をうけ、その上でのデザインであった。

開腹アーチ橋では、聖橋が表現主義の影響を受けた橋として有名であるが、充腹アーチ橋でも、大阪の末吉橋（写真34）や安綿橋のデザインにもその影響が見られる。

他の橋梁形式では、表現主義風にデザインするとしても、高欄や親柱などの橋梁付属物のデザインに限られていたが、コンクリートアーチ橋は、型枠により造形の自由度が大きいため、橋本体と付属物の造形を一体となってデザイン・設計することが可能であった。

竹橋や湊橋のアールデコ風3心円アーチなど、この好例であるといえる。

1930年以降は、石貼りがほとんどなくなり、打ち放しが大半をしめるようになるが、これは、地方（特に山間部）へ施工範囲が拡大していく中で、景観性があまり重要視されなかつたためと思われる。これらの中に、表現主義の影響や必要性を多く見いだすことはできない。

7 コンクリートアーチ道路橋の標準形の変遷

3～6章を踏まえ、コンクリートアーチ橋の構造やデ

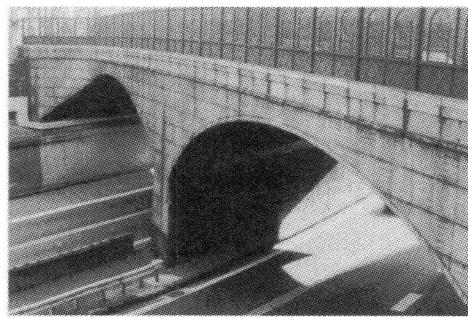


写真32 采女橋（東京都 撮影：筆者 1998）

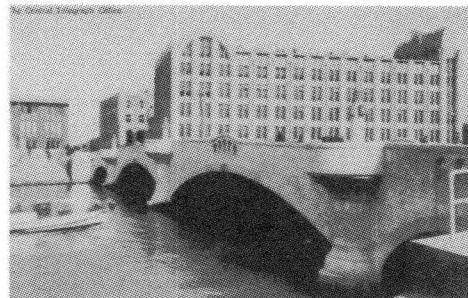


写真33 田蓑橋（大阪府 絵葉書：筆者蔵）

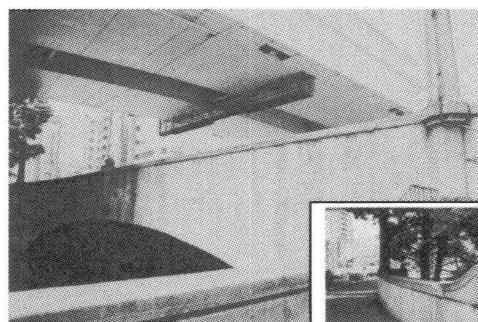


写真34 末吉橋（大阪府

撮影：筆者 2003）

表—10 コンクリートアーチ橋標準形の変遷

時 期	呼 称	充腹・開腹	鉄筋構造	アーチリ ング・リブ	ヒンジ	スパンドレル処理
明治末～ 大正初期	黎明期型	充腹	メラン式	—	固定	ペディメント模様
大正	東京市型	充腹	無筋	—	固定	古典主義風石貼り
	愛知型	開腹	鉄筋	リブ	固定	鉛直材直角
	愛媛型	開腹	鉄筋	リブ	固定	アーケード状
大正末～ 昭和初期	震災復興	充腹	メラン式	—	固定	古典主義風石貼り ↓ アールデコや表現主義等 の影響を受けた石貼り
	大阪都 市計画	充腹	メラン式	—	固定	コンクリート打ち放し
1930～ 1940年頃	地方型	開腹	鉄筋	リング or リブ	固定	鉛直材直角or アーケード状
1940～ 1945年頃	無筋型	充腹	無筋	—	固定	無し

ザインの変遷から、時代ごとの標準形を表すと、以下のようになる。（表—10）

(1) 明治末～大正初期

わが国のコンクリートアーチ橋の黎明期であり、構造、デザインとともに外国からのコピーの時代である。

構造は、メラン式充腹構造で、アーチスパンドレルの側面にはペディメント模様が施されているものが多い。

(2) 大正初期～中期

各地の先駆者により、独自の構造が提案された。

東京では充腹の無筋構造、愛知県では木組みを思わせる華奢な構造が、愛媛県ではアーケード状のスパンドレルを持つRCアーチ橋が架設された。

また、東京では、アーチスパンドレルの側面には、ヨーロッパの石橋を思わせる切り石を貼った、古典主義風のデザインがなされた。

(3) 大正末～昭和初期

東京では震災復興、大阪では都市計画事業で、大量の架設がなされた。

充腹構造で切り石貼りの橋が多かったが、それ以前の擬似石橋風ではなく、石貼りでもアールデコや表現主義などの建築様式をとりいたされたデザインが見られた。また、同様にこれらの影響から、中心市街地でもコンクリート打ち放しの橋も見られるようになった。

(4) 1930年～1940年頃

関東地方や、東北地方などの、地方へ急速に拡大していった。充腹型より開腹型の施工数が勝るようになり、アーチスパンドレルがアーケード状のものが多く見られるようになった。

山間部の架設では、支間長が大幅に延長され、平野部では、多径間化が図られるようになった。わが国のコンクリートアーチ橋の最盛期であった。

(5) 1940年頃～1945年

第二次世界大戦の激化に伴う資材不足から、施工数が減少する中、無筋のコンクリートアーチが数橋架設された。鉄道橋とは異なり、コンクリートブロック、竹筋など、バリエーションに富んだ構造の橋が架設された。

8 おわりに

本論文は、第二次世界大戦以前に架設された、わが国のコンクリート道路アーチ橋について、年代、地域、構造、デザインの特徴について分析を行うことで、変遷の解明を試みたものである。

年代分析については、以下のような特徴があることがわかった。

a) 1899年に国内初のコンクリートアーチ橋が架設された後、明治時代には、施工数も施工地域、用途も非常に限定されていた。わが国のコンクリートアーチ橋の黎明期と呼べる時期であったこと。

b) 大正時代においても、震災復興や大阪都市計画事業が収束するまでは、施工地域は大きくは拡がることはなく、これらの点から大正時代までに架設された橋梁は希少性が高いと言えること。

c) 昭和になると、東北・関東地方を中心に地方へ大きく拡大し、施工数も施工規模も大幅に増加し、戦後の同形式の衰退から勘案すると、1930年～1940年が最盛期であったこと。

地域別分析については、発展と地域の関係に以下のような大きな特徴があることがわかった。

a) 長崎、神戸、東京、京都がコンクリートアーチ橋導

入の先駆役をつとめたこと。意外にもこれらの地域に次いで北陸での架設が早かったこと。

b) 大正時代は、東京、愛知県奥三河地方、愛媛県など、局地的に施工事例が見られること。

c) 東京の震災復興と大阪の都市計画事業により、多くのコンクリートアーチ橋が架設されたこと。

d) 1930年頃から、関東や東北を中心とした施工範囲を急速に拡げていったこと。

構造の分析では、以下のような結論が得られた。

a) 充腹アーチ橋の支間長は概ね30m以下が、開腹アーチ橋は40m程度まで、下路式アーチ橋は30m前後が適用範囲であったこと。1930年を境に充腹アーチ橋より開腹アーチ橋の施工数が勝るようになったこと。

b) 道路橋の無筋構造は鉄道橋と異なり、2回の大戦時の資材不足の時のみの緊急避難的措置であり施工例は少ないが、その構造はバリエーションに富んでいたこと。

c) メラン構造は水路橋や鉄道橋を含めて約40橋確認でき、これらは使用目的により5つに分類できること。

d) 現在ではほぼ100%アーチリングが用いられるが、アーチリングとアーチリブの施工割合は、ほぼ均衡していたこと。支間長50mを超えると、リブ構造が圧倒的に多くなったこと。

e) 固定アーチが圧倒的に多く、有ヒンジアーチは17例しかなかったこと。ヒンジにはメナーゼヒンジと埋め込み式の鋼製杏の2タイプがあったこと。

デザインの分析では、以下のような結論が得られた。

a) 開腹アーチ橋のスパンドレルのアーケード状の構造は、特に1927～1937年の10年間に集中して見られる特徴的傾向であること。

b) 充腹アーチ橋のスパンドレルのデザインは、明治末～大正初期はペディメント模様が多く、その後、震災復興や大阪都市計画事業まで、切り石を貼ったものが多かったこと。前記2事業では、表現主義などの影響による、それ以前とは異なる石貼りや、コンクリート打ち放しのものもあったこと。

その後、地方部に架設された橋は、コンクリート打ち放しのものが大半を占めたこと。

道路コンクリートアーチ橋の施工事例や、構造、デザインの傾向については、本論文で概ね把握できたと考える。今後は、設計者などの人の流れを把握して、さらにデザインの詳細や架設工法などの解説も図ることで、全体像の把握に少しでも近づければと考える。

謝辞

コンクリートアーチ橋の施工リストの作成にあたっては、『日本の近代土木遺産（土木学会）』、藤井郁夫氏の『橋梁史年表改訂版CD-ROM版』、信州大学小西純一氏のRC下路アーチ橋の研究や山根巖氏のRC橋の研究にデータの多くの部分を依存している。これら先駆者の膨大な研究と資料の蓄積無しにはなし得なかつたことである。最後に改めて感謝の意を表します。

注

- 1)山根巖:我国への鉄筋コンクリート橋導入の技術史的研究, 2001年
- 2)戸塚誠司 et al:熊本県における歴史的コンクリートアーチ橋の評価, 土木史研究, 第16号, 土木学会, pp.61~76, 1996年
- 3)小西純一 et al:長野県における鉄筋コンクリート・ローゼ桁, 土木史研究, 第13号, 土木学会, pp.341~348, 1993年
- 4)馬場俊介:黄柳橋の保存・再生への事前調査, 土木史研究, 第12号, 土木学会, pp.203~212, 1992年
- 5)『土木局統計第二回統計年報』, 内務省土木局庶務課, p.141, 1912年
- 6)『とちぎの土木遺産』, 土木学会関東支部栃木会 栃木県土木遺産調査委員会, p.69, 2003年
- 7)西牧巧, 碓井直次:玉石拱橋朝日橋に就て, 土木技術, 第2巻第9号, 口絵, 1941年9月
- 8)二見鏡三郎:『鋼拱橋及鉄筋混擬土拱』, 工学社, pp.190~194, 1917年
- 9)『本邦道路橋輯覽』, 道路発行会, p.121, 135, 1926年
- 10)成瀬勝武:土木技術家の回想, 土木技術, 25巻4号, p.129, 1972年
- 11)足尾町役場資料
- 12)大阪市:『橋梁總攬』, 淀屋書店, p.110, 1933年
- 13)土木学会:『日本土木史大正元年~昭和15年』, p.711
- 14)土木学会, 東京都:『万年橋歴史的調査委員会報告書』, pp.7~13, 2004年
- 15)小田仁, 小林一郎:川口線大谷川拱橋工事, 工事画報, 1940年4月号, p.138
- 16)熊本県土木課:二つの鉄筋混擬土拱橋:工事画報, 1937年9月号, pp.134~137
- 17)原田碧:『実用鉄筋コンクリート構法』, 丸善, p.363, 1912年
- 18)大河戸宗治:『世界橋梁写真集』, シビル社, p.84, 1926年
- 19)『埼玉県近代化遺産調査報告書』, 埼玉県教育委員会, p.119, 1996年
- 20)樺島正義:『自伝(市役所編)』, pp.569~570
- 21)『中央区の橋・橋詰広場』, 東京都中央区教育委員会 社会教育課文化財係, p.234, 1998年

表1～3作成上の参考文献

- 1)藤井郁夫:『橋梁史年表改訂版CD-ROM版』, 海洋架橋調査会, 2000年
- 2)土木学会土木史研究委員会:『日本の近代土木遺産』, 土木学会, pp.258~261, 270, 277, 2001年
- 3)馬場俊介:近代土木遺産調査報告書 愛知・岐阜・三重・静岡・長野, pp.47~48, 1994年
- 4)伊藤学 et al:歴史的近代橋梁に関する集大成とそれに基づく近代橋梁技術の確立過程の分析, 1994年
- 5)岡林隆敏, 松田浩:九州の歴史的近代橋梁調査, 1994年
- 6)『秋田県の近代化遺産』, 秋田県教育委員会, p.148, 1992年
- 7)『宮城県の近代化遺産』, 宮城県教育委員会, pp.55~57, 59, 77~78, 2002年
- 8)『埼玉県の近代化遺産』, 埼玉県教育委員会, pp.113~116, 119, 121~124, 1996年
- 9)『山梨県の近代化遺産』, 山梨県教育委員会, pp.42~43, 105~107, 122~123, 156~157, 166, 1997年
- 10)『三重県の近代化遺産』, 三重県教育委員会, p.80, 86, 89, 1996年
- 11)『京都府の近代化遺産』, 京都府教育委員会, p.67, 2001年
- 12)『鳥取県の近代化遺産』, 鳥取県教育委員会, p.37, 139, 1998年
- 13)『広島県の近代化遺産』, 広島県教育委員会, pp.180~181, 1998年
- 14)『山口県の近代化遺産』, 山口県教育委員会, p.275, 280, 287, 1998年
- 15)『高知県の近代化遺産』, 高知県教育委員会, pp.36~42, 105~108, 117~119, 2002年
- 16)『熊本県の近代化遺産』, 熊本県教育委員会, pp.104~106, 112~114, 1999年
- 17)『長崎県の近代化遺産』, 長崎県教育委員会, pp.59~60, 1998年
- 18)『鹿児島県の近代化遺産』, 鹿児島県教育委員会, pp.109~111, 2004年
- 19)『とちぎの土木遺産』, 土木学会関東支部栃木会 栃木県土木遺産調査委員会, pp.69~73, 平成15年
- 20)静岡県建設業協会:『現代へのかけはし 静岡県の土木構造物』, p.33, 54, 88, 95, 107, 140, 148, 152, 157, 1996年
- 21)『愛媛温故紀行』, (財)えひめ地域政策研究センター, pp.19, pp.30~33, 2003年
- 22)日本道路協会:『日本道路史』, pp.945~946, pp.976~979, 1979年
- 23)『群馬の橋』, 群馬県土木部道路建設課, p.39, 47, 59, 81, 100, 126, 1995年
- 24)『茨城の橋』, 茨城県土木部道路建設課, 県央編p.37, 県北編pp.17~22
- 25)『中央区の橋・橋詰広場』, 東京都中央区教育委員会 社会教育課文化財係, 1998年
- 26)『京都府の橋』, 京都府道路建設課, p.30, 1993年
- 27)山口県ふるさとづくり県民会議:『ふるさとの橋』, 山口県企画部県民生活課, p.81, 1985年
- 28)『東京府史(土木編)』, 東京府, pp.226~257, 1931年
- 29)大阪市:『橋梁總攬』, 淀屋書店, 1933年
- 30)内務省土木試験所:『本邦道路橋輯覽』, 道路発行会, pp.116~138, 1926年
- 31)内務省土木試験所:『本邦道路橋輯覽(増補)』, 道路発行会, pp.52~57, 1928年
- 32)内務省土木試験所:『本邦道路橋輯覽』, 道路発行会, pp.160~184, 1935年
- 33)内務省土木試験所:『本邦道路橋輯覽』, 道路発行会, pp.180~202, 1939年
- 34)『復興局橋梁概要』, 復興局, 表一東京の部, 表一横浜の部
- 35)武田浩:『愛媛県の橋』, 勘定建設図書, pp.67~70, 橋梁と基礎1987年8月号
- 36)『豊前築上の橋』, 福岡県豊前土木事務所用地課, p.88, 1999年
- 37)建設省近畿地建:『淀川100年史』, 1974年, p.502
- 38)山根巖:我国への鉄筋コンクリート橋導入の技術史的研究, p.202, 2001年
- 39)山根巖:岐阜県白川村の「大牧橋」について, 土木史研究, 第14号, 土木学会, pp.237~244, 1994年
- 40)山根巖:明治末期における長崎での鉄筋コンクリート橋, 土木史研究, 第19号, 土木学会, pp.209~220, 1999年
- 41)山根巖:明治末期における京都での鉄筋コンクリート橋, 土木史研究, 第20号, 土木学会, pp.325~336, 2000年
- 42)山根巖:明治末期における神戸での鉄筋コンクリート橋, 土木史研究, 第21号, 土木学会, pp.285~294, 2001年
- 43)小西純一 et al:長野県の歴史的橋梁の現況について, 土木史研究, 第20号, 土木学会, 2000年
- 44)白井芳樹:大正12年竣工の東京神田川昌平橋, 土木史研究, 第24号, 土木学会, 2004年
- 45)愛知の道研究会:『愛知の歴史街道』, pp.238~240, 1997年
- 46)『橋梁設計図集第一輯』, 復興局土木部橋梁課, 1928年
- 47)『橋梁設計図集第三輯』, 復興局土木部橋梁課, 1929年
- 48)『橋梁設計図集第四輯』, 復興局土木部橋梁課, 1929年
- 49)『橋梁設計図集第六輯』, 復興局土木部橋梁課, 1930年
- 50)パンフレット『笹津橋』, 国土交通省北陸地方整備局, 富山工事事務所,
- 51)『橋梁』, 勘定大阪鉄工所, p.12, 1932年
- 52)『日立造船橋梁経歴書』, 公道橋アーチ橋
- 53)河内貯水池関連橋梁図集, 新日本製鉄
- 54)岩手県橋梁台帳
- 55)山形県橋梁台帳
- 56)福島県橋梁台帳
- 57)東京都橋梁台帳
- 58)東京市橋梁調査(1931年頃)
- 59)富山県橋梁台帳
- 60)岩手県湯田町橋梁台帳
- 61)栃木県足尾町橋梁台帳
- 62)岡山県備中町橋梁台帳
- 63)敦賀市教育委員会資料