

我が国大正期の鉄筋コンクリート橋規準の成立過程について

The Process of Establishment on The Japanese Specifications
of Reinforced Concrete Bridge in Taisho Age.

山根 巖*

By Yamane Iwao

概要

我が国での鉄筋コンクリート橋設計施工の規準の始めは、鉄道院においては大正3(1914)年「鉄筋混凝土橋梁設計心得」であるが、道路関係では内務省が大正15(1926)年6月に鋼橋及び鉄筋コンクリート橋を統一した規準として「道路構造に関する細則」を法令化して、大変遅れたとされて来た。

明治末期以後大正初期までに内務省関係では、地方において独自の設計で可成の数の鉄筋コンクリート橋が設計施工されていたが、大正4(1915)年頃に「鉄筋混凝土橋梁仮取締規則」の案を作成して暫定的に施行した。この仮取締規則は各県で試行されたが、特に西日本の各県では鉄筋コンクリート橋が急激に増大して行った。

当時の道路が国策として鉄道の補助的交通機能しか果たしておらず、この規準は一部の県が試験的に採用しているが、全体の合意が得られず正式な法令化が遅れていた状況を調査した。

1. はじめに

オーストリアの技術者及び建築家連合は、1860年から93(明治23から26)年に掛て、メラン(J. Melan)を中心として、各種材料による実物大のアーチ系構造物の大規模かつ詳細な実験を行い、その結果に対して欧州のこの方面の技術者達は鉄筋コンクリート構造の優越性と、その設計方法について大方の合意を与えた。

スイスの技術者及び建築家連合は、この合意に基づき1903(明治36)年最初に鉄筋コンクリート構造の暫定規準を發表した。欧州各国の政府等もこれに続いて鉄筋コンクリート構造の基本的事項を定めた規準を制定した。(表-1参照)これは欧州各国で多くの鉄筋コンクリート構造物がばらばらの規準でまちまちに建設され、時には事故を起こした為に、規準の制

定の必要が注じた為であった。

我が国ではこうした欧米技術の状況は紹介されていたが、1903(明治36)年頃より広井勇を始め、直木倫太郎、石橋純彦等が、反対論を論破して利点の多い鉄筋コンクリート構造を国策として広く採用する事を強く主張した。

我が国での最初の鉄筋コンクリート構造の規定の作成は、1909(明治42)年の大阪市土木課の内部規定として「鉄筋混凝土計算規定」¹⁾の制定である。1906(明治39)年に岩田成實(東京帝大明治32年卒)が土木部長となり、明治40年代から始まる大阪港の港湾施設や、上下水道建設、都市計画に基づき道路拡築と市街電車開通等の建設にこの規定は大きな役割を果たした。

鉄道院においては1909(明治42)年の欧米留

keywords 大正期 鉄筋コンクリート橋 示方書

* 正会員 工博 (株)イビソク

(〒474-0026 大府市桃山町2-11-5、自宅)

表-1 欧州各国での最初の鉄筋コンクリート構造規準の制定年

	1903年 (明治36年)	1904年 (明治37年)	1906年 (明治39年)	1907年 (明治40年)	1909年 (明治42年)
制定主体別	スイス土木建築家連合	プロシヤ(ドイツ)土木建築家連合	フランス国政府	イギリス国政府 プロシヤ国政府 イタリア国政府 アーストリア国	スイス国政府
規定方式	暫定規準	暫定指導原則	国規定	各国規定	国規定

学後の大河戸宗治により作成された「鉄筋混凝土設計施工示方書案」を基にして、委員会を組織して調査研究が進められ、1914(大正3)年に「鉄筋混凝土橋梁設計心得」が制定された。²⁾

内務省関係では明治末期から大正初期に掛けて、地方において欧米技術に学んだ独自の設計で可成の数の鉄筋コンクリート橋が建設されたが、それ等が採用した規準は明らかでない。明治期には欧米の規準が準用されているが、大正期に建設された橋でも不明な場合が多い。

日本土木史(大正から昭和15年)でも明確にされておらず、正式には1926(大正15)年6月に、内務省土木主任官会議(各県の土木課長会議)の承認を得て、1919(大正8)年に制定された道路法に基づき「道路構造に関する細則」として法令化されて、鉄道院より大変遅れたとされている。³⁾

こうした鉄道院と内務省との大きな相違を生じた理由について、当時の技術や道路状況について調査した結果を述べる。

2. 鉄道院の鉄筋コンクリート橋規準の制定

(1) 大河戸宗治と鉄道院での規準化

鉄道院の大河戸宗治(東京帝大明治31年卒)は、欧米留学後の1909(明治42)年欧米の鉄筋コンクリート構造の規準を参考にして、「鉄筋混凝土設計施工示方書案」を作成した。鉄道院では鉄筋コンクリート構造の重要性を考慮して、委員会を設けてこれを基として調査研究を進め、1914(大正3)年に「鉄筋混凝土橋梁設計心得」を制定して施行した。

これは我が国で初めての鉄筋コンクリート構造についての設計から施工までの総合的な規準を示した規定である。この規準を解説した山田正隆の資料⁴⁾によれば、設計心得とした理由は、当時米独両国では鉄筋コンクリート構造が将来の公共施設の基本的構造となる事を考慮し、政府が委員会を組織して計画的にこの構造の大規模な試験研究に乗り出しており、この技術の大幅な研究の発展によりこれ等の規準の変更が見込まれるから、当面は心得としたものである。

(2) 規準の内容と特徴

鉄道院の「鉄筋混凝土橋梁設計心得」は当時の欧米の最新の研究や実績の成果を取り入れているが、鉄筋

コンクリート構造の設計施工上の基本的事項を規定しており、特に現場での施工に必要な具体的な事項も、我が国の実状に合わせて取り上げている。²⁾

a) 設計活荷重として鉄道車輛の活荷重の他に、公道橋についても市街道、国道、その他に分けて、活荷重を車道と歩道に分けて規定している。これは鉄道を越える公道橋の活荷重を規定したものであり、内務省との協議により定めたものと見られるが、内務省には大きな影響を与えたと考えられる。これについては別項で記述する。

b) コンクリートは容積配合で1:2:4を標準とし、28日圧縮許容値を42.2kg/cm²とする。更にせん断許容値は、肋筋及び折曲筋等の配筋状態に応じて別々に規定している。

c) コンクリートの容積配合1:3:6では、圧縮許容値は1:2:4の場合の75%とする。

d) 鉄筋とコンクリートの弾性係数比は1.5とする。

e) 鉄筋配置のかぶり、接合(継ぎ手)、定着方法等の細部構造について規定している。

f) 鉄筋コンクリート構造の構(トラス)拱(アーチ)交差拱(ヒンジアーチ)等の設計上の基本原則について定めている。これは欧米ではこれ等の形式の橋が多く架設されており、我が国でも今後架設される事を見越しての規定であるが、詳細構造については書かれていない。²⁾

(3) 鉄道院の公道橋に関する規定

鉄道院は上記の設計心得において、公道橋の活荷重についての規定を設けた。内務省は公道橋の設計活荷重として、等分布荷重だけを規定したのに対して、鉄道院は欧米を範とした近代的な集中荷重と等分布荷重を組み合わせた活荷重を規定した。(表-4参照)

内務省の定めた設計活荷重は、1886(明治19)年内務省令第13号での歩車道区別なしの坪当たり400貫(453kg/m²)で、当時地方道の橋の多くはこの荷重で設計されたと見られるが、都市部の欧米製の鉄橋は、注文して製作した国の規準を準用して設計されたものが多く多様であった。

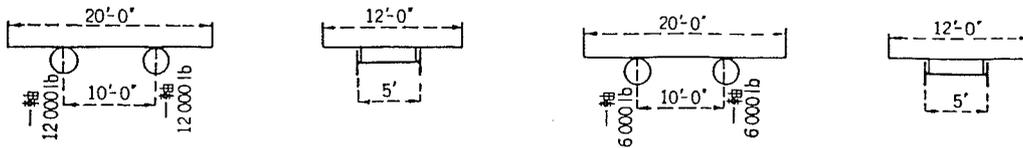
大正期には既に都市部や一部の主要な地方道では、蒸気自動車、ガソリン車等の自動車が走行しており、内務省の等分布荷重は時代の交通状況に適合しなくなっていた。

図-1 鉄道院「鉄筋混凝土橋梁設計心得」の中の公道橋の自動車設計活荷重²⁾

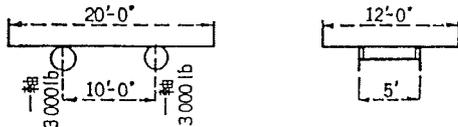
甲 市街公道橋へ適用 24000lb=10886kg

乙 国道へ適用 12000lb=5443kg

12000lb=5443kg



丙 其ノ他ノ公道橋へ適用 6000lb=2721kg



鉄道院の公道橋の活荷重の規定は図-1の様であり、甲(市街ノ公道橋)乙(国道ノ公道橋)丙(其ノ他ノ公道橋)²⁾と分類して、各々総荷重と輪荷重が定められ、歩車道の活荷重も区別した實交通に適合する近代的なものであった。(図-1参照)

また、公道橋にも鉄道橋と同形式の衝撃荷重を下記のように規定しているのは注目される。

衝撃係数 $i = a / (L + 300)$ $L = \text{支間 (ft)}$

鉄道橋	$a = 300$
市街電車線橋	$a = 200$
其他道路橋	$a = 150$

(4) 鉄道院での鉄筋コンクリート構造の最初の採用は、1904(明治37)年の山陰線米子～安来間の島田川アーチ暗渠であり、橋梁下部工では1909(明治42)年の日豊線での橋梁であった。⁵⁾

直接欄間車荷重を支える上部構造での採用は、遅れて1918(大正7)年の東北線東京神田外濠高架橋にアーチ橋とラーメン橋が始めて架設された。⁵⁾

鉄道院では橋梁下部工等には、早くから煉瓦に代り鉄筋コンクリート構造が多く採用されたが、上部工への採用は遅れていた。巨大な動荷重に直接対応する上部構造での採用は、現場施工の容易な開末式の鋼橋が多用され、鉄筋コンクリート橋の採用には慎重であったと見られる。

この「鉄筋混凝土橋梁設計心得」は大正末期までに、米独両国の大規模な実験結果を参考にして改訂されている。²⁾

3. 明治、大正期の道路交通と道路法の成立

(1) 明治、大正期の道路と道路交通

明治初期の道路の状況は都市部を除いて、地方では江戸末期と余り変わらず、街道でも幅2間(3.6m)程度の曲がりくねった狭い砂又は砂利道を、徒歩、籠や牛馬が往来していた。

1886(明治19)年には「道路築造標準」が制定されて、都市部の道路は急速に近代化に向かい、荷車、荷馬車や、乗合馬車、人力車の交通から、一部の地域では馬車鉄道、蒸気鉄道へ発展した。1895(明治28)年の京都遷都1100年を記念した第4回内国勸業博覧会では、始めて京都駅と岡崎会場間を市街電車が運行された。⁶⁾

明治期の道路として特記される実例は、関東、東北地方の三県の県令を務めた三島通庸(みちたね)

が、道路の必要を説いて政府の補助金を出させて、1874(明治7)年から1884(明治17)年まで、前後10年間に、山形、福島、栃木の3県を貫く「三県道路」を開通させた事である。⁸⁾

もう1つの実例として、讃岐国(香川県)三野羽田村戸長(村長)の久保基之丞が、「四国新道」の構想を打ち出し同志を募ったが、1883(明治16)年高知県知事に着任した田辺良助が県会を説得してこの構想の実現に動き、愛媛、徳島、香川の3県知事も歩調を合わせ、政府の補助を得て1886(明治19)年に着工し、丸亀～須崎、佐川～松山ルート(明治27)年に完成させた。延長280.4kmで、幅員は市街部を除き2間程度の道路であるが、四国4県の道路交通が確保され、後世の国道の基となった意義は大きい。⁹⁾

アメリカではT型フォード車に代表される大衆車が1909(明治42)年に発売され、1920(大正9)年頃には爆発的に販売が伸びて大衆車時代が到来し、我が国にもこの自動車が輸入された。我が国では1897(明治31)年頃より外国人や、一部華族等の乗物として各種自動車が輸入されて、都市内を走行し始めていた。自動車の普及の始めは、1903(明治36)年の3月から9月まで大阪天王寺公園で開催された、第5回内国勸業博覧会からの様である。

この会場では蒸気自動車6台、電気自動車1台、ガソリン車1台が参考品として出品され実演された。

また官営鉄道の梅田駅から会場入り口の恵比須町ま

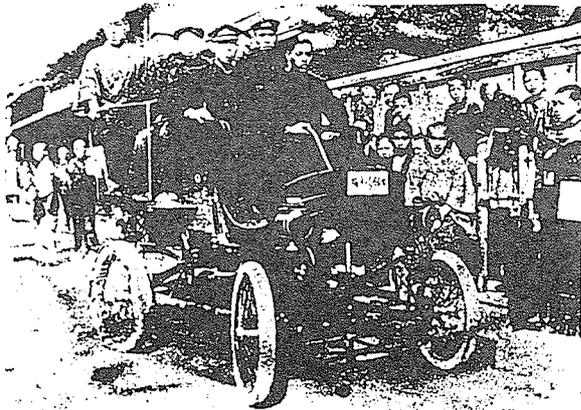


写真-1 京都二井（じせい）商会の乗合自動車
ロコモビル車（蒸気自動車）1903年⁶⁾

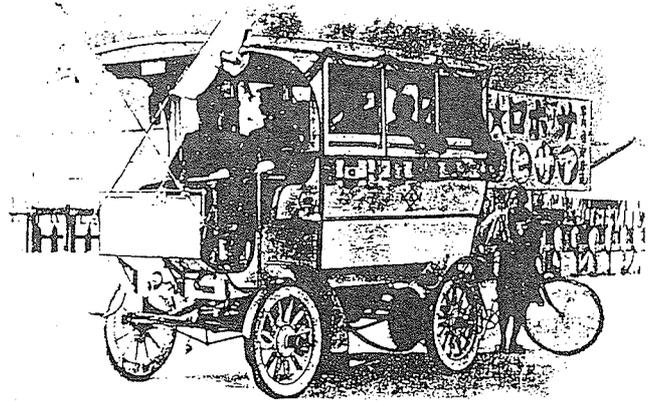


写真-2 内山駒之介製作の乗合バス（1907年）
エンジンはアメリカ製¹⁰⁾

で、2台のシャトルバスが運行された。1台はロコモビル社の蒸気自動車で、他の1台は電気自動車であったと言われる。⁶⁾

この博覧会を見学した冒険的事業者が、西日本各地で乗合バス事業を企画した様であるが、実際の運行開始は1904（明治37）年の京都の二井（じせい）商会が始めてであった。多くの乗合バス事業は日本の悪路では、自動車の故障や、特にタイヤの破損で定時運行が不能となり、事業に失敗した様である。僅かに大阪、東京の業者が都市内で不定期運行の乗合タクシーを運行していた。⁶⁾（写真-1及び2参照）

国産車の製造は最初は1904（明治37）年岡山の山羽虎夫の蒸気自動車であった。成功した国産車としては1907（明治40）年の東京自動車製作所だけであり、大部分の自動車は輸入車であり、主に大都市内の道路交通に利用されたが、安価な市街電車には対抗できなかった。⁶⁾（写真-3及び4参照）

乗合自動車の効用が認められたのは、1923（大正12）年の関東大震災で、破壊された鉄道に代わって輸入自動車が活躍した以後といわれる。¹⁰⁾

（2）道路法の成立と道路の改良

明治末期以後都市内での各種の自動車が普及して来ると、荷馬車、馬車、人力車等との混合交通で狭い道路が混雑して、道路交通の取締が必要になり、1902（明治35）年最初に愛知県で営業用車の「乗合自動車営業取締規則」が制定され、京都府でも「自動車取締規則」が制定される等、地方でまちまちの規則が定められた。大正に入ると自動車が都市部で可成普及して一般的な自動車交通の取締の必要が生じ、1919（大正8）年全国統一の自動車取締法令として、「自動車取締令」が制定された。また、道路通行の一般的規則（左側通行や車道、歩道の区別等）について定めた「道路取締令」も制定された。⁷⁾

1919（大正8）年には明治19年の道路法令を改正して「道路法」「都市計画法」が制定され、それと関連して「道路法施行令」「道路構造令」等を含めて

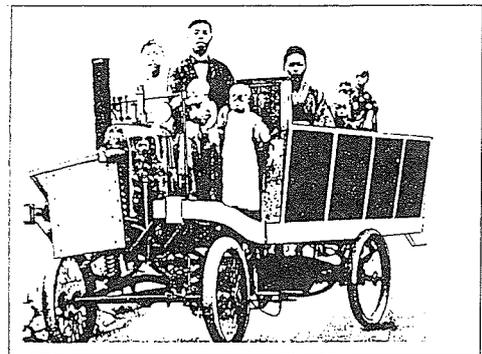


写真-3 山羽式蒸気乗合自動車（1904年）⁶⁾

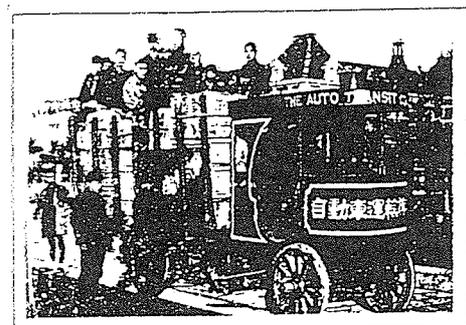


写真-4 内山駒之介製作の自動車運輸会社の
5トントラック（1907年）¹⁰⁾

、1920（大正9）年4月から施行された。これ等は道路の格付け分類、管理権限と費用負担、道路構造や、設計活荷重等が定められて、近代的道路交通に対応する交通管理や構造の基本を定めたものである。¹¹⁾

1919年当時の我が国の自動車の台数は、約一万台に達していたと言われる。¹²⁾

1919（大正8）年には内務省の外郭団体として「道路改良会」が発足して、機関紙「道路の改良」が発刊された。我が国道路の改良の促進の為の道路知識の普及、向上や宣伝の仕事を開始している。⁸⁾

我が国の道路構造の發達としては、1876（明治9）年東京銀座に最初の煉瓦舗装が採用され、1878（明治11）年には京都で最初のマカダム道路が築造

された。横浜、神戸等の外国人居留地内の道路では、明治初年頃から石材や、煉瓦の舗装が行なわれていた。都市部では交通車輛の發達の状況に対応して、マカダム道路やテルフォード道路が施工されたが、地方道路には余り普及しなかった。⁸⁾

1907(明治40)年には東京市で天然アスファルトを用いた瀝青舗装(タービヤ・コンクリート舗装)が始まり、都市部の主要道路に普及して行った。道路の構造や舗装の種類は、交通機関の普及状況に対応して変遷するものであり、新技術は常にモダン・ロードと呼ばれて導入された。⁹⁾

4. 内務省の鉄筋コンクリート橋規準と道路橋の設計活荷重の変遷

(1) 内務省関連の鉄筋コンクリート橋の急増と大正期に準用の欧米示方書

内務省関連の鉄筋コンクリート橋は、「明治工業史」によれば、明治末期には43橋と記録されているが、内務省の統計資料¹³⁾を見ても、鉄筋コンクリート橋の数は極めて少なく、木橋、土橋、石橋が圧倒的である。鉄橋数は別項目に取上げられているが、鉄筋コンクリート橋は、大正末期までその他か、又は船橋と一緒に数か記録されており、一般的な橋とは認められていない様である。¹³⁾(表-2参照)

各府県の「統計書」により、1913(大正2)年~1916(大正5)年の4年間について、鉄筋コンクリート橋数の変化を調べると、表-3の通であり、東京、京都、長崎の府県を除いた西日本の各県で1915(大正4)年、又は1916(大正5)年から、急激に鉄筋コンクリート橋数が増大しておる事が認められる。また、東京、京都、長崎の各府県では、明治末期から既に可成の数の鉄筋コンクリート橋が架設され、その技術が發展していた事が窺える。(表-3参照)

明治末期の内務省関連の鉄筋コンクリート橋は、欧米の規準を準用していたが、最初は仏国系で次第に日本に馴染みの深い米、独系に変わって行った。

東京市では東京帝大教授であった米人ワデル(Waddell)の定めた示方書(De Pontibus)を採用しており、1914(大正3)年に架設した呉服橋(二交鋼拱加橋)では、設計活荷重として第1級荷重(A-class)を使用し、15米屯のロード・ローラーで鉄筋コンクリート床版の設計を行なっている。¹⁴⁾(図-2参照)

また、東京市の橋梁では、キッチイム(M. Ketchum)の著書に言及しており、キッチイムの示方書類も参考にして見られる。¹⁴⁾

高知県の土木技術者丸山新蔵(政玉社工学校、大正2年卒)の記録¹⁵⁾によれば、大正期の高知県下の橋梁設計計算書にも、キッチイム示方書(ketchums' Specification)¹⁵⁾が度々使用されている。このキッチイムはMILO S, KETCHUMであり、

表-2 内務省土木局「土木局第24回及び27回統計年表」(大正4年及び大正13年)の(一部)¹³⁾

道路橋梁	大正4年					大正13年				
	神奈川	大阪	京都	北海道	地方	神奈川	大阪	京都	北海道	地方
鉄橋
石橋
木橋
土橋及其他ノ橋梁
合計

イリノイ大学工学研究所長、ペンシルバニア大学土木工学科主任教授や、コロラド工科大学学長を務めた優れた学者であった。¹⁶⁾

(2) 田上為巳の「鉄筋混泥土橋梁仮取締規則」の入手とその考察

田上為巳(熊本高等工業土木科、大正7年卒)の著書「鉄筋コンクリート橋の歴史 - 福岡県の古き橋の調査報告」¹⁷⁾によると、「鉄筋混泥土橋梁仮取締規則」と言う内務省作成の鉄筋コンクリート橋の設計、施工に関する規準を、北九州市の「遠賀川橋」(大正13年竣工、橋長373m、有効幅員6.4m、支間31@11.5m+2@7.2m)の担当者であった大浦正次から入手して記録している。

この「仮取締規則」は遠賀川橋の設計施工に適用されたものであるが、田上為巳によると、床版の設計に適用される道路舗装の転圧機(ロード・ローラー)を「踏轆(ろろく)」と呼んでおり、1919

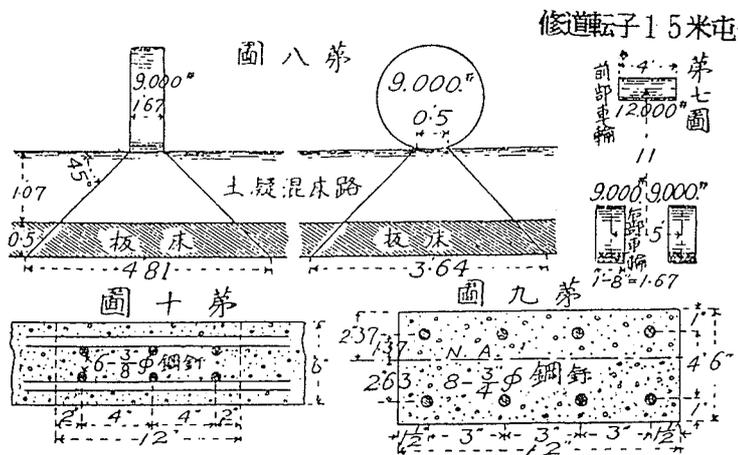


図-2 東京市呉服橋の鉄筋混凝土床版の設計活荷重 (ワデル氏示方書第1級)¹⁴⁾

(大正8)年の内務省制定の「道路構造令」及びその後の法令では「輾圧機」又は「転圧機」と書かれておるので、それ以前の1916 (大正5) 年頃に作成されて、暫定試行されていたものと考察している。¹⁷⁾ (図-3参照)

東京市が1914 (大正3) 年に架設した呉服橋拱橋の床版の設計において、¹³⁾ 転圧機を修道転子 (Road Roller) と呼んでおり、「この転子が路床混凝土に伝わり、床版上に其重量を分布する方向を45度と見積りて、此れが路面上に転輾して如何なる危険なる状態に……」と書いている。(図-2参照) ロード・ローラーでアスファルト舗装を輾輳 (てんろく) すると記述しており、転圧機は「路輾」(ろろく) とも呼ばれていたと見られる。¹⁴⁾

(3) 内務省の鉄筋コンクリート橋規準作成と物部長穂の参加

物部長穂 (東京帝大土木科、明治44年卒) の博士録¹⁸⁾ に書かれた自筆経歴書によると、「大正5年内務省鉄筋混凝土工法調査委員として、故柴田睦作博士の下にて規程の原案作成に従事し、大正7、8両年に於て内務省道路橋設計細則の原案作成に当たれり。」と記されている。1914 (大正3) 年から内務省で河川関係の調査、計画に従事していたが1916 (大正5) 年から鉄筋コンクリート工法の規準の原案作成に関与していた事が明らかである。

鉄道院の1914 (大正3) 年の「鉄筋混凝土橋梁設計心得」の制定の動きは、早くから内務省にも知られており、柴田睦作の指導で鉄筋コンクリート工法の調査、研究が行なはれていた。東京帝大大学院で鉄筋コンクリートの研究を行なった牧彦七 (東京帝大土木科、明治31年卒) も、1914 (大正3) 年にはフランス語の研修後に内務省に復帰している。¹⁸⁾ こうして内務省内でも土木技官の間で、鉄筋コンクリート工法についての調査研究が行なわれ、1915 (大正4) 年頃には原案が作成され、土木主任官会議に諮問されて、暫定試行が行われたと見られる。

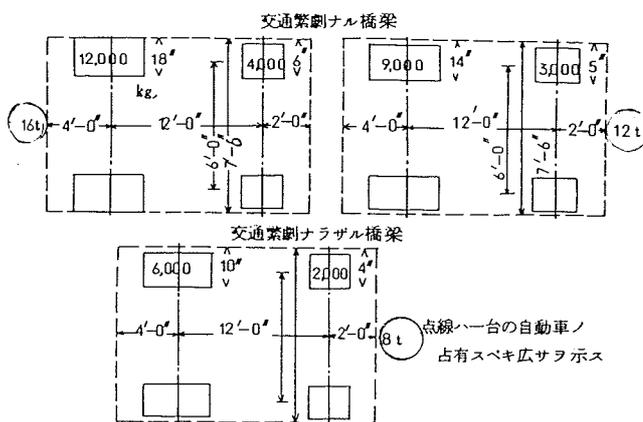


図-3 (1) 内務省「鉄筋混凝土橋梁取締規則」の設計自動車荷重¹⁷⁾

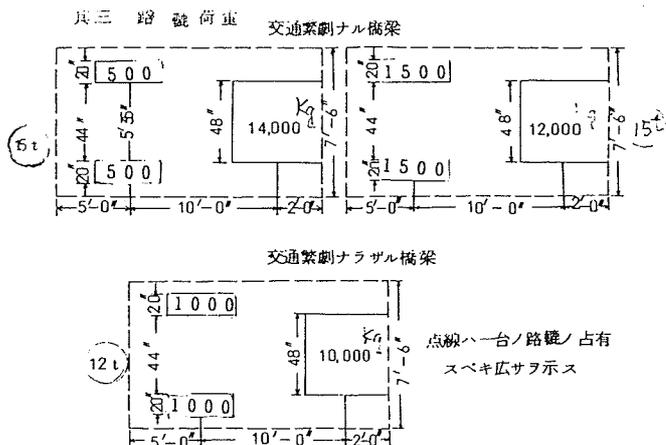


図-3 (2) 内務省「鉄筋混凝土橋梁取締規則」の設計路輾 (ろろく) 荷重¹⁷⁾

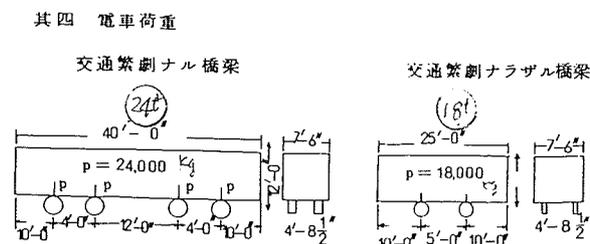


図-3 (3) 内務省 同上の設計市街軌道電車荷重¹⁷⁾

表-3 (1) 府県統計書による大正初期の鉄筋コンクリート橋数の変化

府県名	道路種別	大正2(1913)年		大正3(1914)年		大正4(1915)年		大正5(1916)年	
		1) 0	2) 0	1) 0	2) 0	1) 0	2) 0	1) 0	2) 0
兵庫県	国道	1) 0	2) 0	1) 0	2) 0	1) 0	2) 0	1) 0	2) 0
	府県道ほか	1	0	1	0	13	2	13	2
熊本県	国道	1	0	1	0	1	0	1	0
	府県道ほか	0	0	0	0	11	1	12	1
長崎県	国道	2	1	4	1	4	1	4	1
	府県道ほか	11	0	14	0	18	0	18	0
福岡県	国道	0	0	0	0	0	0	0	0
	府県道ほか	0	0	0	0	7	2	7	2
愛知県	国道	0	0	0	0	0	0	0	0
	府県道ほか	0	0	0	0	0	7	0	7
神奈川県	国道	0	0	0	0	3) —	3) —	0	0
	府県道ほか	0	1	0	1	3) —	3) —	13	1
高知県	国道	0	0	—	—	0	0	0	0
	府県道ほか	3	0	—	—	8	0	17	1 4)
千葉県	国道	0	0	0	0	0	0	—	—
	府県道ほか	1	0	1	0	8	0	—	—
滋賀県	国道	1	0	—	—	1	0	1	0
	府県道ほか	0	0	—	—	6	0	6	0

註
 1) 橋長10間未満
 2) 橋長10間以上30間未満
 3) 資料なし
 4) 鏡川橋

表-3 (2) 京都府及び京都市の統計書による明治末期の鉄筋コンクリート橋数の変化

	道路種別	明治43(1910)年		明治44(1911)年		大正元(1912)年		大正2(1913)年	
		1) 0	2) 0	1) 1	2) 0	1) 1	2) 0	3) —	3) —
京都府	国道	1) 0	2) 0	1) 1	2) 0	1) 1	2) 0	3) —	3) —
	府道ほか	1	0	4	0	6	2	—	—
京都市	市道	16	0	17	0	25	0	—	—

表-3 (3) 東京市の大正初期の鉄筋コンクリート橋数の変化

	道路種別	大正2(1913)年		大正3(1914)年		大正4(1915)年		大正5(1916)年	
		1) 5	2) 0	1) 5	2) 0	1) 10	2) 0	3) —	3) —
東京市	市道	1) 5	2) 0	1) 5	2) 0	1) 10	2) 0	3) —	3) —

(4) 内務省の道路橋設計活荷重の変遷

明治、大正期の公道橋の活荷重の規定を、非公式のものを含めて纏めると表-4に示す通りとなる。これには1914(大正3)年の鉄道院の「鉄筋混泥土橋梁設計心得」から、1926(大正15)年の「道路構造に関する細則」までが含まれる。これ等を比較すると

a) 「仮取締規則」の自動車荷重は、「設計心得」よりも5割増しと大きくなっているが、「道路構造細則」では逆に低く改訂されている。(表-4参照)

土木学会誌の資料によれば、19) 1921(大正10)年6月の道路改良会主催の講習会において、柴田工学博士の講演で示した設計活荷重に基づき、滋賀県の土

表-4 明治大正期の鉄筋混泥土橋規準の公道橋の設計活荷重の変遷比較表 (非公式も含む)

名称	道路の種類	等級	車道荷重				歩道荷重	衝撃係数
			車両荷重		等分布荷重 大正8、15年 まで群衆荷重	群衆荷重 昭和14年 等分布荷重		
			自動車(車軸重)	転圧機				
明治19年8月(1886) 国県道の築造標準(内務省令第13号)	国県道	規定なし	規定なし		車道、歩道の区分なし 400貫/坪(454kg/m ²)		規定なし	
大正3年7月(1914) 鉄筋混泥土橋梁設計心得(鉄道院達684号)	市街	なし	24000 ^{a)} (10886kg) (1.2万+1.2万) ^{b)}	なし	125lb/ft ² (610 ^{c)})	80lb/ft ² (391kg/m ²)	i = 150 /300 + 1 l = 支間 (ft)	
	国県道	なし	12000 ^{a)} (5443kg)	なし	100lb/ft ² (488 ^{c)})			
	その他	なし	6000 ^{a)} (2721kg)	なし	80lb/ft ² (391 ^{c)})			
大正4年(推定)(1915) 鉄筋混泥土橋梁仮取締規則(内務省)	交通頻繁橋梁	なし	16t(4t+12t) 12t(3t+9t)	路轆 15t	125lb/ft ² (610kg/m ²)		車両荷重 i = L ² / (L+D) < 1/4 L 車荷重	
	非交通頻繁橋	なし	8t(2t+6t)	12t	100lb/ft ² (488kg/m ²)			
大正8年12月(1919) 道路構造令及び街路構造令(内務省)	街路	なし	3000貫(11250kg)	15t	15貫/尺 ² (613kg/m ² 、支間対応)		規定なし	
	国道	なし	2100貫(7875kg)	12t	12貫/尺 ² (490kg/m ² 、支間対応)			
	府県道	なし	1700貫(6375kg)	なし	12貫/尺 ² (490kg/m ² 、支間対応)			
大正15年6月(1926) 道路構造に関する細則案(内務省土木局)	街路	一等橋	12t (3t+9t)	14t	³⁾ ≤ 600kg/m ² ⁵⁾ 600kg/m ²	⁴⁾ ≤ 500kg/m ² ⁶⁾ 400kg/m ²	車両荷重 i = 20 /60 + 1 ≤ 0.3 l: 支間m	
	国道	二等橋	8t (2t+6t)	11t	⁷⁾ ≤ 500kg/m ² ⁹⁾ 500kg/m ²	⁸⁾ ≤ 400kg/m ² ¹⁰⁾ 400kg/m ²		
	府県道	三等橋	6t(1.5t+4.5t)	8t	二等橋に同じ	二等橋に同じ		

1) 単位 kg/m² 2) 車輛荷重のみを対象とする。
 主桁、主構: 3) w=120,000/170+1 ≤ 600 4) w=100,000/170+1 ≤ 500
 主桁、主構以外: 5) 600 6) 400
 主桁、主構: 7) w=100,000/170+1 ≤ 500 8) w=80,000/170+1 ≤ 400
 主桁、主構以外: 9) 500 10) 400

木技術者が溝橋の標準設計を報告している。その活荷重を図-4に示す。これは1919(大正8)年の荷重とも異なり、フィート・ポンドで示されており、内務省の方針が時々変動していた事を示している。

(図-4及び5参照)

b) 等分布荷重(群衆荷重と呼んでいる。)では、1914(大正3)年の鉄道院の「設計心得」から、1926(大正15)年の規定まで略同程度の大きさであり、殆んど変化はないと言える。

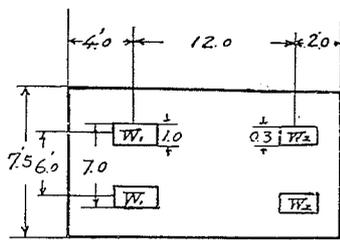
c) 歩道橋活荷重は当時歩車道を区別する公道橋が少ない為か、鉄道院の「設計心得」以外には規定がなかった。1926(大正15)年になって、初めて公道

橋の歩道の活荷重の規定が設けられた。当時の道路交通状況の変化を示すものであろう。

d) 衝撃荷重は鉄道院では鉄道と同じ考え方で、公道橋にも係数を変えて規定しているが、1919(大正8)年の道路構造令では活荷重を大きく取り、衝撃荷重は採用していない。当時の自動車交通の状況と、衝撃荷重の研究不足の為であろう。1926(大正15)年の「道路構造細則」では、欧米の規定に倣い、自動車交通の将来の発展を見越して衝撃荷重を考慮したものと考えられる。

全体として、1915(大正4)年頃に作成されたと見られる「仮取締規則」が、鉄道院の「設計心得」

(三) 衝撃 25% マス
等布荷重 100#/㎡ (488kg/㎡)

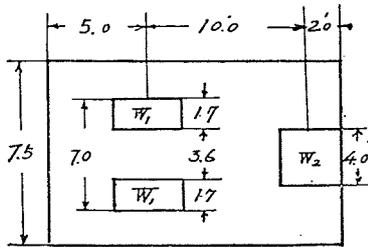


第一圖

$$W_1 = 6,600 \# (2994 \text{ kg})$$

$$W_2 = 2,200 \# (998 \text{ kg})$$

$$\text{全重量} = 2(W_1 + W_2) = 17,600 \# (7983 \text{ kg})$$



第二圖

$$W_1 = 6,600 \# (2994 \text{ kg})$$

$$W_2 = 11,000 \# (4990 \text{ kg})$$

$$\text{全重量} = 2W_1 + W_2 = 24,200 \# (10977 \text{ kg})$$

図-4 滋賀県鉄筋混凝土標準溝橋設計活荷重
1921 (大正10) 年¹⁹⁾

一 設計動荷重
(一) 自動車荷重
」と1919 (大正8)年の「道路構造令」との中間的な性格を持っているが、鉄道院に影響されながら、道路としての独自性を出して試行していた事分かる様である。

但し、田上為巳が記録している「仮取締規則」は1915 (大正4) 年頃の鉄筋コンクリート橋規準の原案とは可成異なるものと推定される。内務省の原案も鉄道院の「設計心得」と同程度の技術水準であったと見られる。

田上為巳の「仮取締規則」には、鉄筋コンクリート橋の細部構造で可成詳細な規定があり、これ等はその後米国の独国での、大規模な鉄筋コンクリート構造の試験結果が取り入れられている様である。¹⁷⁾ この「仮取締規則」は幾度も改訂され、土木主任官會議に諮問された様であるが、¹⁹⁾ その資料は建設省にも残っていない様である。

(5) 内務省の「鉄筋混凝土橋梁仮取締規則」の法令化の遅滞とその考察

内務省は道路改良会を通じて講習会を開催し、「鉄筋混凝土橋梁仮取締規則」の地方への普及に努力していた事は、先の資料¹⁹⁾でも窺える。しかしながら、先の自動車の設計活荷重の変遷に見られる様に、この規準の規定が、時々変動して法令化への決定に苦慮している様子が窺える。

それ等の理由として次の事が考えられる。

a) 大正期の自動車及び市街電車等の道路交通の状況が、大きく変化し始めていた。当時は蒸気自動車、電気自動車、ガソリン車、貨物自動車が走行し、

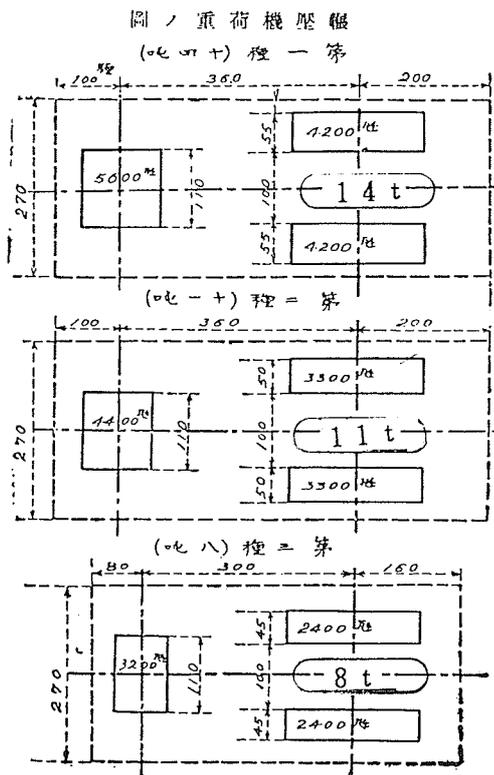
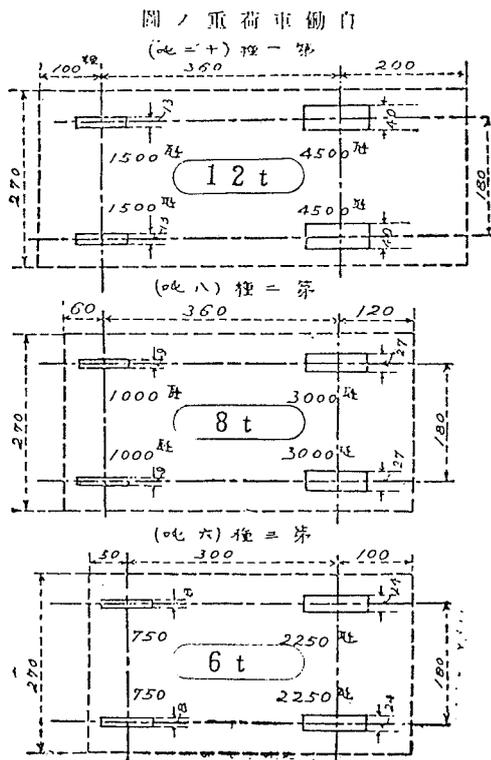


図-5 内務省土木局「道路構造に関する細則」の設計活荷重²¹⁾

荷馬車、乗合馬車との混合交通であり、それ等がどの様に変化するか見透せなかった。

b) 道路構造も変革期であり、マカダム道や砂利道アスファルト舗装道やセメントコンクリート舗装道が試験的に施工される状況であった。しかし、その為の衝撃荷重試験等の研究は行われていなかった。

c) 鉄道は国策により国費が投ぜられて、全国的な鉄道網が形成されつつあったが、道路は軍用道路(師団道路等)以外には国費の投入は少なかった。

富裕な大都市では自前の資金で道路の改良を行っていたが、地方では自前の資金に乏しく、災害の復旧がやっとならなかつた。道路は鉄道網を補う二次的な交通機関として位置付けられていた。

d) 内務省では道路政策の方針を示し、技術指導をしていても、資金は大部分地方の負担であり、方針の強制力は弱く、各県の自主性が強かった。

内務省土木主任官会議でも、道路の状況が各県で異なり、各県の方針や技術水準が異なり、活潑な議論が出て統一した規準に纏まり切らなかつた。

これ等は「道路の改良」²⁰⁾でも窺える。

内務省は1925(大正14)年7月に道路改良会を通じて各県担当技術者を集め「道路構造に関する細則」の道路講習会を開催した。この会の資料の緒言で、この細則については既に土木課長会議等や、各種の通達等の中で内容については御承知のはずだが、纏めて系統的に説明するのは始めてと言っている。²¹⁾

この会で物部長 穂は「道路橋の設計について」と題して、道路橋の設計規準の解説を講演している。これでは鋼橋と鉄筋コンクリート橋の両者の設計規準が統一的に解説されており、耐震設計についても簡単に言及している。²²⁾ (図-5参照)

従来の規準の原案が尺貫や、フィート・ポンドで表されていたのに対して度量衡法に基づきCGS単位で表記されて、内容的にも近代的な規準となっている。

こうして「鉄筋混凝土仮取締規則」は鋼橋と鉄筋コンクリート橋とを合わせて統一的な設計規準となり、1926(大正15)年6月の土木主任官会議の承認を得て、「道路構造に関する細則」として法令化された。

5. 内務省の鉄筋コンクリート橋設計施工規準化の意義とその普及

1915(大正4)年頃内務省が「鉄筋混凝土橋梁仮取締規則」を作成して、土木主任官会議に諮問し、暫定的に試行した意義は大きい。これ等を挙げれば次の通りである。

(1) 鉄筋コンクリート橋の設計施工の統一した規準が作成され、土木技術者がこの種の橋を採用する根拠が明確になり、この技術を理解して容易に採用出来る様になった。

また、この規準は他の鉄筋コンクリート構造物にも準用されて、この構造が社会基盤施設の基本構造として普及する様になった。

(2) 鉄筋コンクリート構造が近代的道路や、橋梁に対応する耐荷力や耐久性等を有する利点があり、社会一般に広く認められて、普及して行った。特に1923(大正12)年の関東大震災に際し、その耐震性が認められて、社会的な信頼性を獲得した。

(3) 鉄筋コンクリート橋は煉瓦や石橋より安価で耐久性もあり、木橋の杭を使用出来ない山地等に採用され、河川災害にも強い事が評価されて普及した。

但し、前述の通り各府県の財政事情もあり、鉄筋コンクリート橋の普及は遅々としており、1915(大正4)年以後の大正期の大きな橋としては、1916(大正5)年の高知県鏡川橋(橋長230m、大正9年流失)1918(大正7)年の滋賀県高宮橋(橋長117m)²³⁾1919(大正8)年の栃木県白旗橋(橋長88.3m)同年の石川県犀川大橋(橋長59m、大正11年流失)、1924(大正13)年の滋賀県野洲橋(橋長391.3m)²⁴⁾同年の福岡県遠賀川橋(橋長373.3m)²⁵⁾等がある。

6. まとめ

我が国の大正期における鉄筋コンクリート橋の設計施工の規準化について、特に鉄道院に比べて内務省関連が遅れた状況について、調査結果を述べた。

(1) 鉄道院では大正期に、国策として全国的鉄道網の建設が進められ、鉄筋コンクリート構造の導入も基本的構造として強力に進められた。

1914(大正3)年には我が国最初の設計及び施工の統合的規準として、「鉄筋混凝土橋梁設計心得」が中央で作成され、全国的に施行された。

これにより鉄道構造物は鉄筋コンクリート構造化が推進されたが、上部構造に付いての採用には慎重であった。

(2) 道路の鉄筋コンクリート橋の規準化は、鉄道院の規準化の影響を受けて内務省でも調査研究が進められ、1915(大正4)年頃に「鉄筋混凝土橋梁仮取締規則」の原案が作成されて、土木主任官会議に諮問され、全国的に暫定試行されたと推定される。

これは西日本各県での1915(大正4)年頃の鉄筋コンクリート橋の急増や、物部長穂や牧彦七の経歴から、また、田上為巳の「鉄筋混凝土橋梁仮取締規則」の記録と考察からも推定される。

(3) 内務省の鉄筋コンクリート橋の規準化の遅れた理由として、大正期が道路交通機関の変革期であり、自動車の發達の将来像が見えず、設計活荷重やその衝撃荷重の値が、時々変動して決定が遅れた。

更に、道路改良の資金は地方の自前が大部分であり、各県の道路状況や技術水準も異なり、内務省の方針も強制力が弱く、統一規準の取纏めが遅れた。

(4) 暫定規準の試行により、鉄筋コンクリート橋の利点が認められて、社会基盤施設の基本的構造として信頼を得て、西日本から広く普及し始めた。

(5) 「鉄筋混凝土橋梁仮取締規則」の当初の原案は鉄道院の「鉄筋混凝土橋梁設計心得」と同程度の技術水準と見られるが、1916（大正5）年頃の米、独の大規模かつ詳細な試験研究の結果を採用して、幾度か改訂された。

1926（大正15）年に鋼橋と鉄筋コンクリート橋とを統合した規準が「道路構造に関する細則」として法令化された。

参考資料

- 1) 大阪市役所土木課「鉄筋混凝土計算規定」明治42年4月
- 2) 田村浩一、近藤時夫「コンクリートの歴史」山海堂、59頁、昭和59年7月
- 3) 土木学会「日本土木史（大正から昭和15年）」昭和40年10月
- 4) 山田正隆「鉄筋混凝土橋梁設計心得」土木建築工学社、土木建築工学1巻7.8号、大正3年11、12月
- 5) 国有鉄道公社「鉄道技術發達史第2編施設三」1713頁、昭和34年
- 6) 中岡哲郎「自動車が走った－技術と日本人－」朝日選書、朝日新聞社、1999年1月
- 7) (社) 日本自動車工業会編集委員会「モーターサイクルの歴史」1995年10月
- 8) 牧彦七「道路の今昔」日本科学技術大系第16巻、土木技術、第一法規出版KK、1970年7月
- 9) 高知県土木史編纂委員会「高知県土木史」(社) 高知県建設業協会、1998年12月
- 10) 飯田賢一「20世紀フォトドキュメント、第5巻交通」(株) ぎょうせい、62頁、1992年5月
- 11) 土木学会「道路法及び関係法令」土木学会誌、第6巻彙報、大正8年5月
- 12) 日本道路協会「日本道路史」昭和52年10月
- 13) 内務省土木局「土木局第22回～27回総十年報」大正3年6月及び大正15年12月編
- 14) 花房周太郎「鋼拱橋設計例呉服橋、其五」土木建築工学社、土木建築工学2巻4号、大正4年4月
- 15) 丸山新蔵「丸山新蔵ノート－高知県下の橋梁設計々算書集」白川義和編、2000年7月
- 16) MILO S, KETCHUM "THE DESIGN OF HIGHWAY BRIDGES OF STEEL, TIMBER AND CONCRETE" McGRAW-HILL BOOK COMPANY 1920
- 17) 田上為巳「鉄筋コンクリート橋の歴史－福岡県の古き橋の調査報告」9頁、昭和54年5月
- 18) 井関九郎編「大日本博士録 5（工学）」發展社出版部、1930年9月
- 19) 竹内式郎「県道溝橋鉄筋混凝土版桁ノ設計々算ニ就テ」土木学会誌第8巻3号、大正11年6月
- 20) 道路改良会「道路法令の諮問」内務省土木局、道路の改良6巻6号、大正13年6月
- 21) 道路改良会（平山慶次郎編）「道路の設計」道路改良叢書第3号、大正14年7月
- 22) 物部長穂「道路橋の設計について」道路改良会、道路改良叢書第3号、大正14年7月
- 23) 藤井郁夫「橋梁史年表」海洋架橋調査会、平成4年9月
- 24) 渋谷武「二号国道遠賀川橋架設工事に就て」道路改良会、道路の改良6巻2号、大正13年2月
- 25) 栗原谷衛「野洲橋架設工事に就て」道路改良会、道路の改良6巻3号、大正13年3月