

## 歴史的道路橋設計図の史料性に関する試験調査

研究予算：一般勘定

研究期間：平 19～平 20

担当チーム：橋梁構造研究グループ

研究担当者：吉岡淳

### 【要旨】

近年、既設土木構造物の高齢化に伴い、その維持管理の必要性が高まっている。これらの検討には、当該構造物の設計・施工に関する資料が必要不可欠である。また、既設構造物の資料そのものの史料性についても、その重要性が認識され始めている。本調査は、土木研究所構造物研究グループ(当時)にて発見された昭和初期の橋梁等の設計図面を既設橋梁の性能評価の検討に活用することを目的に、整理、および分類目録・複製を作成するものである。また、代表的な橋梁について図面を詳細に調査し、当時の設計方法について考察するとともに、現存する橋梁の維持管理について提案する。

キーワード：既設橋梁，橋梁図面

### 1. はじめに

土木の分野においては、既設橋梁が増加しており、耐久性・耐荷力性の観点からの性能評価を行い、維持管理を適切に行っていくことが求められている。既設橋梁の性能評価・維持管理のためには、当該橋梁の諸元や地盤条件を把握する必要があり、非破壊検査等が実施される。ただし、これらの手法は必ずしも確立されておらず、諸元や地盤条件を正確に把握するためには、設計図面が必要である。

また、設計図面は設計当時の設計思想・技術を調べる上でも非常に重要であり、詳細な分析を行うことによって、設計の課題・改善点が明らかになり、現行の設計法の改善に寄与することができる。そして、同様の形式を有する橋梁の維持管理についての知見を得ることが期待できる。近年では、それらの資料性を調査する研究も進められている<sup>1)2)</sup>。

ただし、古い構造物の設計図書は既に紛失している場合も多い。仮に現存している場合にも、古い時代には紙面のみで電子化されていないため、時間の経過とともに劣化していくことが懸念される。さらに、調査資料として整理されている状態であれば、研究資料として活用することは難しい。

2002年秋に、土木研究所において、昭和初期に設計・施工された構造物の図面が多数発見された。これらの図書は一切の整理がなされていない状態であり、また、それらの図書の多くは良好な保存状態を保っていたものの、紙面に手書きで記されたもので

あったため、今後の劣化が懸念される。そこで、本調査では、これらの資料を研究資料として活用できる状態にすることを目的とし、資料を整理して目録を作成するとともに、複製を作成するものである。そして、代表的な橋梁について図面を詳細に調査し、これらの資料を橋梁の維持管理へ活用する方法について、提案を行う。

### 2. 土木研究所構造物研究グループで発見された資料の概要

今回発見された資料のほとんどは、増田淳氏が設計・施工に携わったものである。増田淳氏(1883～1947)は、大正末から昭和初期にかけて米国および日本各地で多数の道路橋を設計した設計技術者である<sup>3)</sup>。氏は、東京帝国大学工科大学にて広井勇氏の元で橋梁工学を学び、1907年に卒業した。卒業後渡米し、設計事務所に約15年間勤務し、少なくとも12の州で30橋の設計・施工に携わった。そして、1922年に帰国し、東京で設計事務所を立ち上げ、1931年までの約10年間に55橋もの橋梁の設計を行った。1931年以降の実績については、明確な資料が残っていない。この要因としては、満州事変が勃発するなど、当時の社会情勢に戦時色が強くなったことなどが考えられる。後述するように、氏が設計した橋梁は、没後60年経過した現在でも供用され、高い評価を受けているものが多い。さらに、橋梁の設計の他にも、橋梁の専門書(例えば、文献<sup>4)</sup>)を出版するな

ど、非常に優秀な橋梁技術者であったといえよう。

その一方で、氏が手掛けた設計計算書・設計図面等の資料については、氏が没後、遺族の生活費に当てるために橋を管理する自治体で買い取られ、その後四散したとされていた。そのため、後世の技術者がその技術の詳細を調査することはほぼ不可能であった。2002 年秋に土木研究所構造物研究グループ(当時)において発見された資料は、四散したと言われていた資料の一部であると思われる。

土木研究所構造物研究グループで発見された資料は、大きく分けて四種類の形態で保管されていた。一つ目は、厚紙のファイルに閉じられた計算書、二つめは、ボール紙性の箱に保管されていた計算書・計図等の資料、三つ目は封筒に入れられた設計書、四つ目は丸めて紙に包んであった設計図である。発見当時は、**写真-1**に示すように未整理のまま放置されており、その数量や内容は不明であった。なお、これらの資料が土木研究所構造物研究グループ(当時)に保存された経緯については、文献<sup>5)</sup>にて元土木研究所長の青木楠男氏(所長在職期間: 1942-1946年)、もしくは村上永一氏(同: 1963-1967年)が関与している可能性を示唆されているものの、明らかではない。

資料を確認した結果、ほとんどは紙面に手書きで記されたものであった(**写真-2**)。現在は比較的良好な状態を保っているが、今後の劣化が懸念される。増田氏の業績については文献<sup>3)</sup>に詳しいが、今回はそれに記載されていない構造物に関する資料も発見された。中には、**写真-3**に示すように、岸壁・格納庫などの計算書も含まれていた。氏が橋梁以外の構造物の設計に携わっていたことは今まで知られておらず、新たな発見である。また、計算書には、一般図の他、高欄等付属物の設計書も含まれていた。さらに、氏がアメリカ滞在中に携わったと思われる、アメリカの橋梁の設計図も存在した。一方で、資料の中には、氏の名前が入っていないものも存在した。これらは他者の実績によるものである可能性があるため、氏の名前が記載されている資料とは分別して整理した。

### 3. 資料整理

前述のように、資料は、比較的損傷の少ない状態であったものの、今後の劣化が懸念される。研究資料として活用する場合には、原本を用いるのは好ましくないため、これらの資料の複製を作製した。複



写真-1 発見当時の資料の状況



写真-2 発見された資料の例



写真-3 ドックの設計図面(神奈川第二船渠)

写の作製にあたっては、一度トレーシングペーパーに起こしてから、青焼きにした(**写真-4**)。そして、青焼きにした資料を**表-1**に示すように分類し、10冊の資料にまとめた(**写真-5**)。表紙には、番号を記しており、No. I-VIIには東北・関東地方(岩手・福島・群馬・埼玉)から九州(熊本・宮城)および韓国・台湾の橋梁と、橋梁以外の構造物(ドック、繫船岸壁、水門)の資料を収集した。前述の増田淳氏の氏名が記述されていない資料については、No. VIIIにまとめた。No. IXには、氏が米国滞在中に携わったものと思われる米国の橋梁の資料を、No. Xには、上海高速鉄道に関する資料をまとめた。

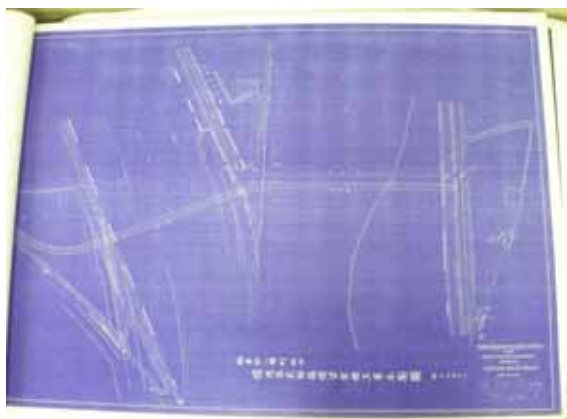


写真4 青焼きにした資料の例(京都府御幸橋)



写真6 各図面の右下に記された図面名の例(京都府御幸橋)



写真5 製本した資料集の状況

各資料集では、表紙に示されている地域・構造物の順番に図面を綴じている。そして、図面一枚ごとに、図面の右下に、各資料を通してページ番号を付した。写真6に示すように、各図面の右下には、橋梁名や構造物名、設計者の他、Location Map of Bridge等の図面名が記されていた。そこで、10部の資料集を作成する際に、各資料集の冒頭に、それぞれの図面について、図面名とその図面のページ番号を示した目次をつけた。

資料の目次については、土木学会にも情報を提供しており、その一部がHPで公開されている<sup>6)</sup>。

#### 4. 資料の分析

図1・表2に、表1に示した橋梁を、上部構造の構造形式別に分類したものを示す。構造形式は非常に多種にわたっている一方で、コンクリート橋・鋼橋にかかわらず、アーチ系の橋梁が比較的多く、増田淳氏はこれらの構造形式が得意であったようである。また、前述のように、表1に示した図面には、橋梁一般図だけでなく、上部構造・下部構造等の各

部位や、親柱・高欄・照明灯等の付属物の設計図も含まれており、さらに、施工計画や当該工法を使用する際の特許に関する注意書き等、多くの情報が記載されている。現在の設計実務体系とは異なり、当時は一人の技術者が担当する範囲が広く、主構造から付属物まで、設計から施工まで一括で管理されていたことがわかる。例えば、1930年に設計された尾張大橋の図面には、19φリベット用に対して、通常20.5φの孔をあけるところ、現場で生じる施工誤差を考慮して、23.5φにするよう、指示されている。このように、設計段階から、施工に配慮していた形跡が確認される。

基礎の形式としては、欧米では19世紀後半からニューマチックケーソン工法が多用されていた。その後、日本においても多用されるようになり、表2に示した橋梁の中でも、尾張大橋、伊勢大橋、美々津橋などにニューマチックケーソンが採用されている。ただし、現在ではコンクリートを用いて作製されるのが一般的であるのに対し、これらのケーソンは木製である。木製部材は、現在では新規の構造物に対して用いられることはほとんどなく、常時・地震時における耐荷性能も不明である。また、木製部材特有の劣化状態のひとつに腐食がある。腐食は、酸素・水・バクテリア菌が繁殖する適度な温度の3つの条件がそろうと発生すると言われており、木製部材が多用されていた時代の設計指針には、木製部材を常時水面下に位置することで酸素の供給を遮断し、腐食を防ぐよう工夫されていた<sup>8)</sup>。増田氏も当該地盤のL.W.L.以深にケーソンを設置するように設計していた。ただし、地下水位は、周囲の環境の変化に伴い、設計当時とは異なる位置にある可能性もあるため、木製部材を使用している構造物については、注



意が必要である。

杭体材料としてコンクリートが使用されているものもある。国内でコンクリート杭が使用され始めたのは、明示前から大正初期にかけてである。1932年に宮崎県で施工された美々津橋においても、橋台基礎に鉄筋コンクリート杭が使用された。写真-7に、美々津橋の杭の設計図を示す。使用された鉄筋コンクリート杭の緒元は、有効長4.5m、余長0.2mであり、杭径(対称軸の長さ)は杭頭部分で0.25m、杭先端で0.18mであり、先細りの形状となっている。現在の設計では、杭断面は円形であるのが一般的であるのに対し、美々津橋の場合は八角形断面である。杭の余長0.2mについては、設計図書中に、「此ノ部分ハ杭打チテ後混凝土ヲ切取り主鉄筋ヲ真直グニ伸バン橋台内ニ埋メ込ミノコト」とある。現在の設計法でも、杭とフーチングの結合度を確保するために、杭頭部分はフーチングにある程度埋め込むことが求められている<sup>7)</sup>。このときの、埋め込み方法は、杭を杭径程度以上埋め込むA方法と、杭の埋め込みを最小限にし、杭頭部分からフーチング側に突出させた鉄筋のみを埋め込むB方法がある。美々津橋の場合は、A方法に近いものであるが、一部の杭には、さらに鉄筋を突出させている。ただし、設計図書に記された記述によれば、埋め込みの目的は、「フーチングの施工にかかわること」とされており、施工性に配慮したものであると推察される。当時の設計でフーチングとの結合についてどの程度の知見を有し

ていたのか、どの程度の剛結度を期待して設計されていたのかは、定かではない。

このように、既設橋梁には、現在の設計法には記述されていない設計法が用いられており、それらの意図するところが不明であり、各橋梁の耐荷力・耐久性を評価する場合には、実験や解析を実施する必要がある。その際には、今回整理した図面が活用されることになるであろう。

### 5. 整理した資料の橋梁の維持管理への活用方法

今回整理した資料に含まれる橋梁が現存するか否かを確認するため、道路管理者に対してアンケート調査を実施した。調査の結果、現存していることが判明した橋梁27橋を、構造形式別に表2に示す。中には、供用開始後100年近く経過し、架替えが検討されているものもある。これらが撤去される際に、部材レベルや橋梁全体に対して載荷試験等を実施すれば、既設基礎の性能評価についての知見を得ることができる。また、撤去される予定の無いものについても、原位置で非破壊検査を実施するなど、橋梁点検手法の進展に寄与することができる。これらの試験や検査の実施において実験・計測計画を検討する等には、今回整理された図面により、供用後何年経過しているのか、設計基準は何かを調査しておくとともに、構造物の諸元や地盤条件、構造細目、使用されている部材の種類等を調査しておくことで、適切な実験計画、計測計画が立てられるものと考え

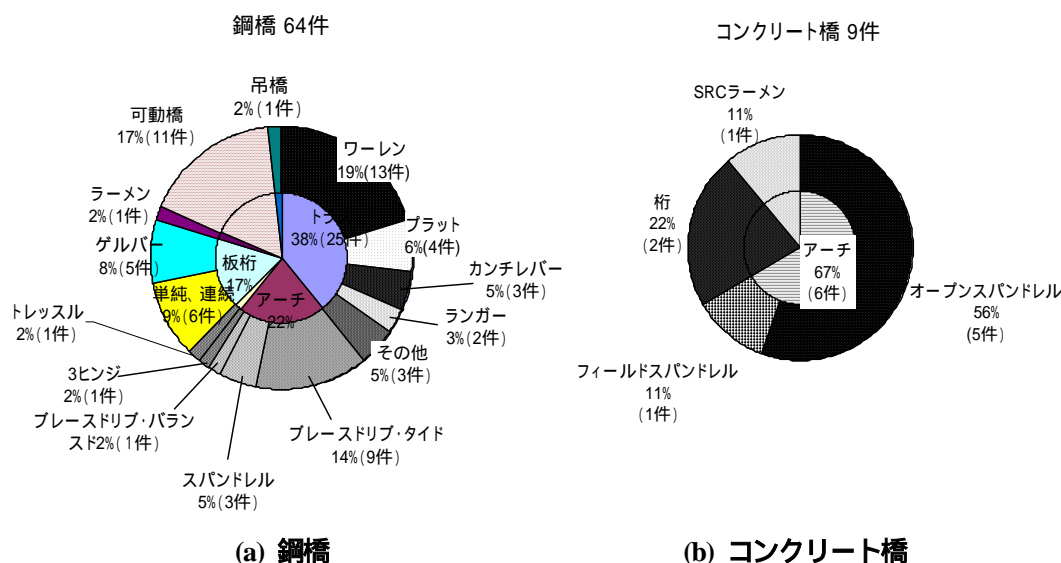
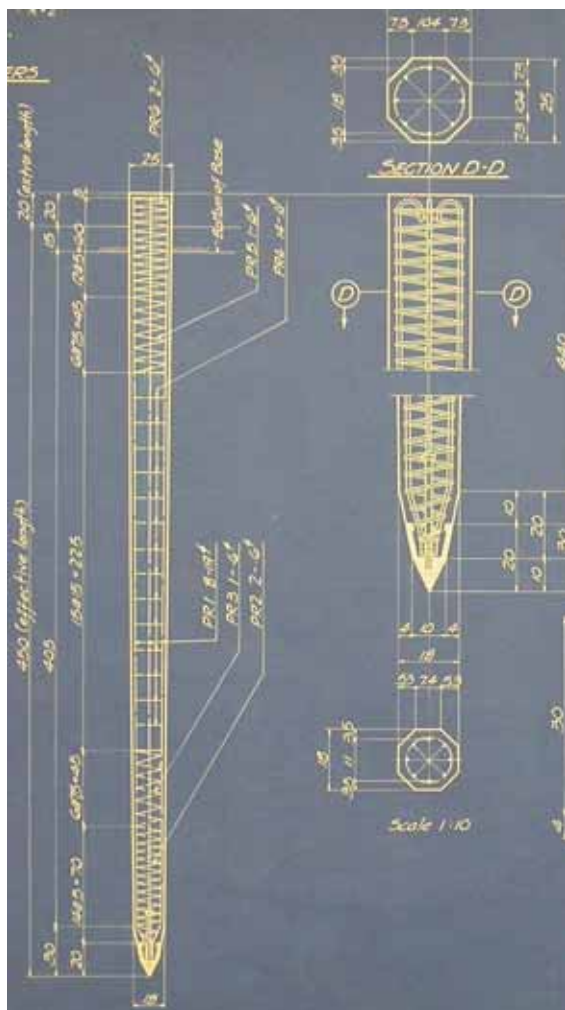


図-1 資料に含まれる橋梁の構造形式別分類



(a) 杭の諸元

(b) 杭頭結合部の設計図  
写真-7 美々津橋の杭の設計図

られる。また、実験や計測の結果のその他の構造物への適用性を調べる際には、設計図面による設計条件等を確認し、実験・計測を実施した橋梁との構造を比較することにより、実験結果・計測結果の適用性を判断することができる可能性がある。

有形登録文化財に指定された長濱大橋(愛媛県)、土木学会推奨土木遺産に指定された美々津橋(宮崎県)など、現在でも高い評価を受けている橋梁も存在している。このように、既設橋梁の中には、設計基準が古いものであるにもかかわらず、耐久性が高いものも存在する。今後、整理した資料について、さらに詳細な分析を実施することにより、既設橋梁が高い耐久性を有する理由を分析することができ、新橋の設計や、既設橋梁の維持管理に資することができると考えている。

## 6. まとめ

既設構造物の性能評価のためには、設計図面を整理し、構造を把握する必要がある。そこで、土木研究所で発見された、多数の構造物設計図面について複製を作成し、複製物について地域ごと・構造物ごとにまとめて資料集として整理した。古い橋梁の設計方法については、現行の設計法と比較してその根拠が不明瞭であり、性能が明らかでない構造物も存在した。今後、臨床研究等を実施し、古い橋梁の性能について、より詳細に検討していきたい。

なお、本研究は、前構造物研究グループ長福井次郎氏の努力によるところが大きい。ここに記し、謝辞とする。

## 参考文献

- 1) 鋼橋図面の史料性に関する調査研究部会報告書-I 図面分析および図面保管に関する調査(全体報告): 鋼橋技術研究会, 2008.
- 2) 鋼橋図面の史料性に関する調査研究部会報告書-II 現存する7鋼橋の図面、計算書の分析: 鋼橋技術研究会, 2008.
- 3) 増田橋梁事務所: Souvenir Bridge Catalogue, 1932.
- 4) 増田淳ほか[共著]: 桁の理論と其応用 橋梁詳論 第1巻, 1935.
- 5) 福井次郎: 橋梁設計技術者・増田淳の足跡, 土木史研究講演集, Vol. 23, 2003.
- 6) 土木学会ホームページ,  
[http://library.jsce.or.jp/jsce/lib/committee/lib\\_draw/2008/2\\_008repo/](http://library.jsce.or.jp/jsce/lib/committee/lib_draw/2008/2_008repo/)
- 7) 道路橋示方書 IV 下部構造編, (社)道路協会, 2002.
- 8) 日本道路協会; 下部構造設計指針 杭基礎設計篇, 1964.

表 -1 各資料集の目次 (1/4)

資料集 No.	収集した地域, および構造物	構造物名	ページ番号
I	岩手・福島・群馬・埼玉	釜石驛占用側線新設工事	1 - 82
		新川橋	83 - 86
		高田橋 福島県若松高田線	87 - 97
		榛名山索道陸橋	98 - 107
		佐久良橋設計図	108 - 117
		登龍橋設計図	118 - 121
		埼玉県荒川橋	122
		荒川橋設計図	123 - 152
II	東京・静岡・神奈川・長野	新架橋 (四二B) 大正十五年一月	1
		新架橋 四十二B 大正十四年七月	2
		新架橋 四二B 昭和二年九月	3 - 28
		新架橋四一〇	29
		新架橋 4 1 D 昭和三年二月	30 - 52
		新架橋一〇八A	53
		新架橋 108A 昭和二年十一月	54 - 66
		檜村橋	67 - 79
		音羽跨線橋	80 - 114
		六郷橋	115 - 116
		江ノ島空中電車	117 - 120
		清水港リフト	121 - 138
		奈川渡発電工事	139 - 145
		上田橋設計図	146 - 156
		村山橋設計図	157 - 174
立ヶ花設計図	155 - 178		
III	富山・岐阜・愛知・三重	常願寺川水路橋	1 - 33
		木曾川橋	34 - 53
		尾張大橋	54 - 90
		伊勢大橋	91 - 124
		伊勢大橋仮橋	125 - 129
		四日市港可動橋	130 - 171
		四日市港可動橋, 変更前図面	172 - 183
		江の浦バスキュール	184 - 189
IV	京都・大阪・兵庫	御幸橋	1 - 16
		烏羽大橋	17 - 29
		桂橋設計計画図	30 - 33
		桂橋	34 - 49
		十三橋	50 - 110
		十三橋	111 - 124

表 -1 各資料集の目次 (2/4)

		木津川運河可動橋	125 - 127
		加古川橋	128 - 139
		加古川橋	140 - 146
		武庫大橋	147 - 168
		武庫大橋	169
V	神戸市	神戸市跳上橋	1 - 14
		苅藻島可動橋	15 - 46
		神戸第一運河可動橋	47 - 62
		神戸第一運河可動橋	63 - 94
		神戸第一運河可動橋	95 - 96
		神戸第一運河可動橋	97 - 109
		神戸第一運河可動橋	110 - 120
		神戸第一運河可動橋	121 - 181
VI	鳥取・岡山・山口・徳島	千代橋	1 - 8
		永安橋	9 - 20
		常磐橋	21 - 36
		霞橋	37 - 47
		霞橋	48 - 58
		戸田橋	59 - 70
		周匝橋	71 - 78
		中川橋	79 - 85
		沖の山運河跳開橋	86 - 93
		彦島連絡可動橋	94 - 96
		吉野川橋	97 - 110
		大松川橋及勝浦川橋	111 - 112
		勝浦橋及大松川橋	113 - 126
		大松川橋	127 - 129
		勝浦川橋	130
		勝浦橋及大松川橋	131 - 139
		勝浦橋及大松川橋	140 - 148
VII	熊本・宮城・韓国・台湾・ドック・繋船岸壁，水門	坪井川可動橋	1 - 22
		坪井川可動橋	23 - 34
		萩原橋	35 - 47
		前川橋	48 - 54
		植柳橋	55 - 60
		鹿狩戸橋	61 - 66
		美々津橋	67 - 87

表 -1 各資料集の目次 (3/4)

		釜山渡津橋	88 - 89
		曾文溪橋	90 - 106
		函館船渠株式会社室蘭工場	107 - 111
		第二號船渠計画図	112 - 116
		間組繫船設計	117 - 119
		大渚水門設計図	120 - 147
VIII	増田以外による橋梁	豊平橋	1 - 18
		下之橋	19 - 26
		竹森橋	27
		日本橋区千鳥橋	28
		四之橋	29 - 43
		大屋橋設計図	44 - 49
		梓橋設計図	50 - 63
		黒部橋	64 - 72
		黒部橋	73 - 75
		今橋	76 - 85
		大阪海陸連絡橋 下路鋼鈹桁可動橋	86 - 90
		大阪海陸連絡橋 可動橋	91 - 103
		第壹白川橋梁	104 - 107
		第壹白川橋梁	108 - 144
IX	米国	SHREVEPORT & SOSSIER CITY BRIDGE OVER RED RIVER AT SHREVEPORT, LA	1 - 10
		LOWER FREE BRIDGE OVER ILLINOIS RIVER AT BRIDGE ST. PEORIA ILLINOIS	11
		THE ST. LOUIS-KANSAS CITY ELECTRIC RY. CO 160FT. THROUGH RIVETED TRUSS SPAN DOUBLE TRACK	12
		ST. L. & I.B.RY.	13 - 15
		SHREVEPORT & RED RIVER VY. RY. BRIDGE OVER BAYOU DES GLAISES	16 - 26
		Red River Bridge S. & R.R.V.R.Y.	27 - 31
		STRAUSS TRUNNION BASCULE BRIDGE	32
		STANDARD GEARS	33
		K.C.V & T.R.R. SIXTH ST. VIADUCT / CANSAS CITY	34 - 36
		BASCULE BRIDGE OVER HOUSATONIC RIVER BETWEEN MILFORD AND STRATFORD	37 - 60
		BRIDGE ON LINE OF SOUTH STREET OVER SCHUYKILL RIVER	61 - 66



表 -1 各資料集の目次 (4/4)

		SEBASTIAN BRIDGE DISTRICT HIGHWAY BRIDGE ACROSS THE ARKANSAS RIVER AT THE FOOT OF GARRISON AVE.	67 - 80
		A TCHAFALAYA RIVER BRIDGE	81 - 90
		REINFORCED CONCRETE ARCH BRIDGE OVER BIG BLUE RIVER AT WASHINGTON PARK	91
		BRIDGE OVER THE COLUMBIA RIVER NEAR TRAIL B C	92 - 104
		BRIDGE OVER ARKANSAS RIVER	105 - 117
		BRIDGE OVER THE OHIO RIVER AT LOUIS VILLE. KY	118 - 132
		VERTICAL LIFT BRIDGE OVER THE SACRAMENTO RIVER TEHAMA. CALIFORNIA	133 - 144
		BRIDGE OVER CADDO LAKE AT MOORINGSPOINT, LA FOR CADDO PARISH	145 - 154
		PACIFIC HIGHWAY INTERSTATE BRIDGE OVER THE COLUMBIA RIVER	155 - 156
		VERTICAL LIFT BRIDGE OVER LAKE PEND OREILLE AT SANDPOINT IDAHO	157 - 159
		STATE OF CONNECTICUT HIGHWAY	160 - 161
X	上海高速鉄道		1 - 138

表-2 構造形式別分類および現存する橋梁

構造形式			橋数	現存橋梁
鋼橋	トラス	ワーレン	13	霞橋, 吉野川橋, 前川橋
		プラット	4	村山橋
		カンチレバー	3	
		ランガー	2	尾張大橋, 伊勢大橋
		その他	3	曾文溪橋
	アーチ	ブレースドリブ・タイド	9	千住大橋, 白髪橋, 千寿橋, 木曾川橋, 十三大橋
		スバンドレル	3	美々津橋
		ブレースドリブ・バランスド	1	荒川橋
		3 ヒンジ	1	
	トレススル		1	
	板桁	単純・連続	6	二子橋, 加古川橋, 千代橋
		ゲルバー	5	御幸橋, 淀大橋
	ラーメン		1	富士見橋
	可動橋		11	長濱橋
吊橋		1		
コンクリート橋	アーチ	オープンスバンドレル	5	信夫橋, 皆野橋, 鳥羽大橋, 武庫大橋
		フィンドスバンドレル	1	新川橋
	桁		2	大松川橋
	SRC ラーメン		1	

## Survey for historical highway bridge design drawings

**Abstract** : We have to maintenance of existing structures because of existing structures increasing. We need to have data of design and construction. And, we are growing increasingly aware of the need that there is important historical information in these data. This survey is arrangement of a lot of data, which was found at PWRI. And we inventoried these data, produce a copy to contribute to research for civil engineering history.

**Key words** :historical bridges, design drawings