

昭和初期コンクリート橋梁 親柱・高欄の製作技術に関する調査研究

川原 佑太¹、下 優作¹、園田 晃志郎¹、永吉 勇輝¹、羽野 暁²

¹第一工業大学 学部学生 自然環境工学科 (〒899-4395 鹿児島県霧島市国分中央1-10-2)

²第一工業大学 助教 自然環境工学科 (〒899-4395 鹿児島県霧島市国分中央1-10-2)

E-mail:s-hano@daiichi-koudai.ac.jp

RESEARCH OF HISTORICAL CONCRETE STRUCTURE IN THE EARLY SHYOWA ERA

Yuta KAWAHARA¹, Yusaku SHIMO¹, Koshiro SONODA¹,
Yuki NAGAYOSHI¹, Satoshi HANO²

Abstract : The purpose of this study is elucidation of fabrication method of concrete bridge post and handrail which were constructed in early Showa era. The result of this paper shows arrangement characteristic of reinforcement of 3bridges ,Yamada bridge, Aira bridge, Nagase bridge, which were constructed in early Showa era. And in this study public awareness for historical concrete structure is established.

Key Words : bridge design, post, fence, historical concrete structure, molding box

1. 研究の目的と背景

近年、土木事業の推進においては、石積み護岸や煉瓦橋梁、石橋など歴史的な土木構造物を保存・利活用することで、地域の風景に歴史的な重なりを残し均一化された風景から脱却する試みが各地で進められている。

我が国では、関東大震災以降、大正～昭和初期に多くの鉄筋コンクリート橋が地域に建設された。これらの橋梁は、先行する中央都市圏の著名橋に追随して建設され、特に、親柱、燈柱、袖柱、中柱、高欄等には、当時の時代気分を受けた設計者の思想が反映され多様な造形が存在する。これらのいわゆる地域橋梁は、我が国の貴重な産業遺産であるとともに、地域活性化に資する大きな資産であると言える。

現在、隅田川橋梁群など中央都市圏に建設された近代化橋梁については、設計思想や施工方法に関する研究が多く実施されている。しかし、同じく戦前期に建設された地域橋梁に関しては、その製作技術や設計思想、意匠特性を明らかにした研究は非常に少なく今後

の研究の進展が望まれる。本調査研究は、大正～昭和初期に建設された鉄筋コンクリート橋梁親柱・高欄の製作技術の解明を目的としている。

2. 親柱・高欄の配筋特性

2.1 概説

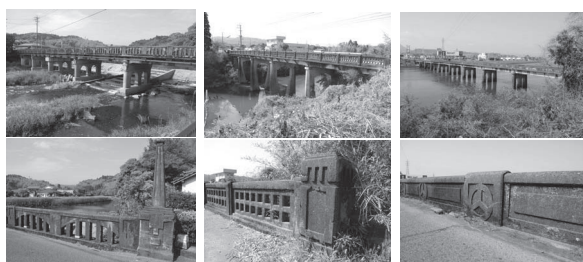
大正昭和初期に建設された地域の鉄筋コンクリート橋梁親柱・高欄において、現存する設計図書は希少であり、配筋が分かる資料は皆無に等しい。本章では、大正～昭和初期に建設された橋梁の親柱・高欄の配筋を明らかにすることを目的として、鹿児島県内に現存する山田橋、永瀬橋、始良橋を対象に鉄筋探査調査を実施した(表-1、写真-1)。

2.2 調査方法

本調査は、橋梁点検等で一般的に用いられている鉄筋探査機(BOSH社製 D-TECT 150CNT)を使用した。使用した鉄筋探査機は、コンクリート表面から最大探知深さ150mmまで内部の鉄筋位置を探査できるものである。

表-1 対象橋梁一覧

	橋梁名	竣工年	橋長 (m)	架橋位置	橋梁 形式
①	山田橋	S4	60.5	始良郡始良町下名	6連RC桁
②	永瀬橋	S3	50.4	始良市下久徳	5連RC桁
③	始良橋	S7	150.0	始良町東餅田	9連RC桁



① 山田橋

② 永瀬橋

③ 始良橋

写真-1 対象橋梁の現況写真

2.3 調査結果

調査した3橋の親柱と高欄には鉄筋が配筋されており、山田橋、永瀬橋の高欄は柱形状に合わせて配筋されていることが分かった。山田橋の高欄など曲線形状を有する箇所に曲線加工を施した配筋は見当たらなかった(図-2)。



図-1 鉄筋探査機 (BOSH 社カタログ)

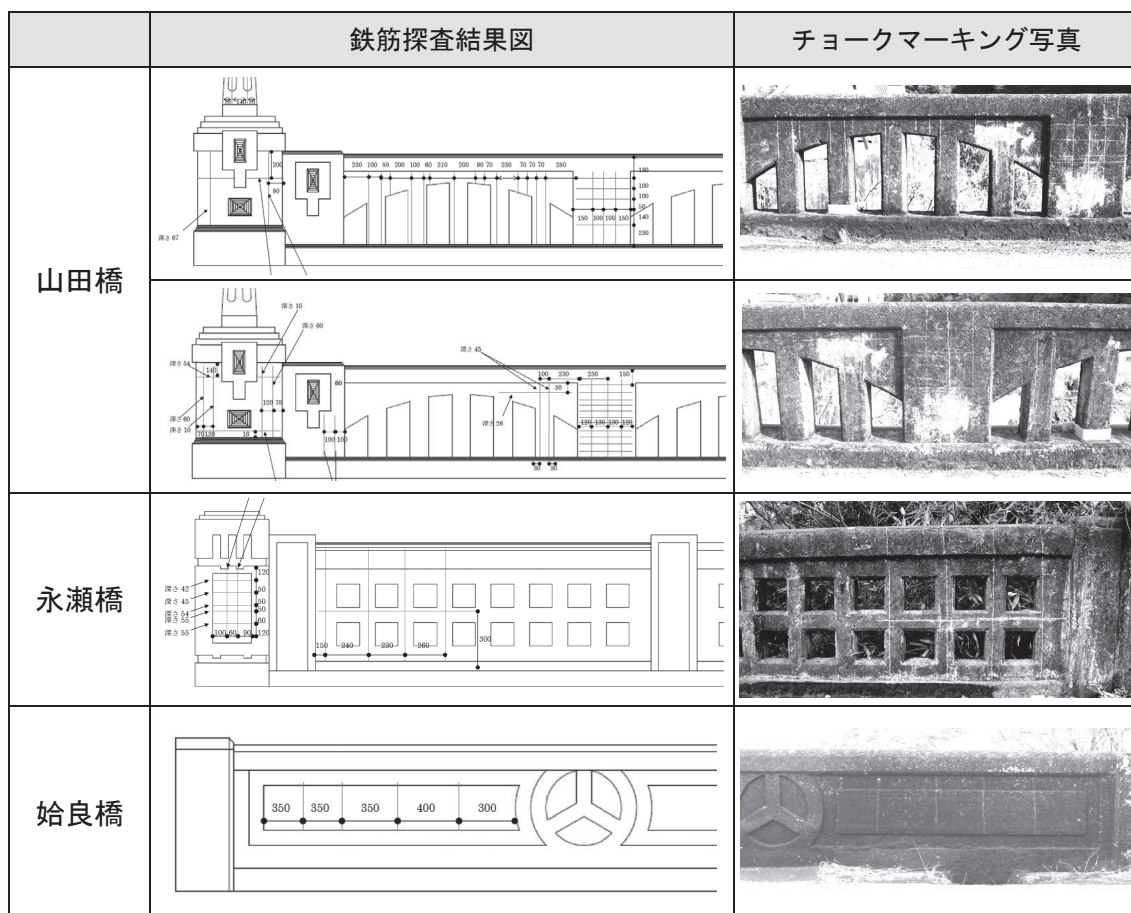


図-2 鉄筋探査結果

3. 親柱・高欄の型枠製作方法と表面仕上げ方法

3.1 概説

大正～昭和初期に建設された鉄筋コンクリート製の親柱・高欄は非常に丁寧な造形が施されているが、これらの造形は設計者の意匠図案発案とともに、型枠大工や左官職人による手仕事その実現において重要な役割を担っていたと考えられる。本章では、戦前に発行された文献をもとに、大正～昭和初期における鉄筋コンクリートの型枠製作方法と表面

仕上げ方法を明らかにした。

3.2 調査方法

本調査では、鹿児島県内にて閲覧可能である文献を対象として、戦前に発行された鉄筋コンクリートに関連する全文献36件を調査し（表-2）、そのうち型枠製作方法、表面仕上げ方法について記載がある文献10件について、詳細な記述文調査を実施し、その特徴を総論、使用木材、型枠材、型枠の組み立て方、型枠の継手・継目、塗油、表面仕上げ（加工仕上げ、モルタル仕上げ、着色仕上げ）の9項目に整理した（図-3）。

表-2 詳細調査文献一覧（発行年順）

	文献名	著者・発行者	発行年	所蔵機関
①	鉄筋混凝土施工法	友松 仙蔵	1912	鹿児島県立図書館
②	実地応用鉄筋コンクリート工学	瓜生 康一	1916	鹿児島県立図書館
③	鉄筋混凝土之設計及施工法	小川 敬次郎	1917	鹿児島県立図書館
④	鐵筋混凝土工學	阿部美樹志・丸善	1922	鹿大中央図書館
⑤	鉄筋コンクリート建築構造	篠原 太郎	1929	鹿児島県立図書館
⑥	鐵筋コンクリート標準示方書	土木學會	1932	鹿大中央図書館
⑦	材料及施工	宮本武之助著・アルス	1938	鹿大中央図書館
⑧	鐵筋コンクリートハンドブック	傍島 湊・工業圖書	1939	鹿大中央図書館
⑨	コンクリート及鐵筋コンクリート施工法	吉田徳次郎・丸善	1942	鹿大中央図書館
⑩	コンクリート型枠	八木原 万吉	1954	鹿大中央図書館

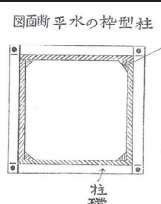
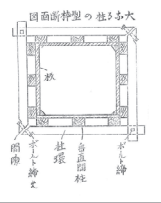
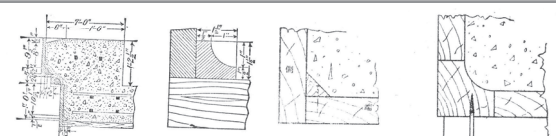
項目	記述文	掲載文献
1 型枠総論	型枠は、強硬であること、築造が簡単であること、容易に組み立て・解体ができること、水密性が高いこと。 型枠は、繰り返し使用ができること。	①⑤⑦⑧⑨ ①⑤⑦⑨
2 使用木材	型枠材料は、生木材ではなく、よく枯れた木材を使用する。 型枠材料は、安価な松材を用いる。 型枠材料は、杉材と松材。杉材は素性がよく表面仕上げが容易で乾燥による狂いを生じない。松材は劣る。	①⑦ ②④ ⑩
3 型枠材	堰板は、死に節のない平滑なものでなければならない。 堰板は、コンクリートに接する面は平滑に鉋仕上げしなければならない。	①⑤⑥⑦⑨ ①④⑥⑦⑧ ⑨⑩
4 型枠の組み立て方	柱の型枠は、垂直に立てた堰板と周囲を囲む柱環とで構成する。（図）  大きな寸法の柱型枠は、柱環に釘打ちをしない場合はボルト締めして使用する。（図）  型枠を取り外す際のコンクリートの破損を避けるため、三角形の木片で面取りを施して角を取る。（図） 	①⑤⑥⑨⑩ ①⑤⑥⑨⑩ ①③⑥⑦⑨

図-3 文献調査結果

5	型枠の 継手、継目	堰板の継目は、突合せ継目は目地跡を残しやすく、相欠き継目は目地跡を残しにくい。実別継目はさらに重要な場合に用いる。(図)	⑩
		堰板の継目は、実別継目とする。(図) 堰板の端部は、片方に傾斜した加工を施しておけば、加湿により木材が膨張しても木材の先端が破損してコンクリートを損傷しない。	①⑨
		型枠の継目は堰板の継目と同様に重要。目地が一直線となるよう角材を設けて型枠を継ぐ。(図)	⑩
6	塗油	取り外しの際のコンクリート表面の円滑さを確保するため、型枠表面に鉱油を用いて塗油を行う。	②④⑥⑦⑧⑩
		塗油は鉱油のほか、石鹸水などを用いる。	②④⑧⑩
7	表面仕上げ (コンクリート表面加工仕上げ)	剥ぎ取り仕上げ(コンクリートの表皮を剥ぎ取る仕上げ法) 1) 塩酸仕上げ:コンクリート硬化後に塩酸を希釈して刷毛で表面に塗り、セメントを溶かして砂を露出させる工法 2) 洗い出し仕上げ:酸を混和しない清水をコンクリート表面に注ぎ、軟い刷毛でセメントの表皮を洗い流す工法 3) 刷毛仕上げ:コンクリート硬化後に水をかけながら刷毛を用いて表皮を擦り取る工法 4) 磨き出し仕上げ:コンクリートの表面を水で十分に浸して、砥石で表面を磨きセメントを擦り取る工法 5) 噴砂仕上げ:噴砂法によって圧縮空気とともに硬質の砂を吹き付け骨材が一様に露出するまで表皮を削る工法 6) 工具仕上げ:石工用のノミ、ピシヤンなどの工具をもって石材と同様に仕上げを行う工法	⑦
		1) 洗い出し仕上げ:コンクリートが十分固まらないうちに型枠を取り外し、その表面が生なうちに針金製ブラシにてセメントを洗い落とす工法 2) 表面叩き仕上げ:小叩き用玄翁にてコンクリート面に縞をつくる。コンクリートが十分に硬化した後におこなう。	④
		・コンクリートの表面をモルタル面として砂利が露出しないようにする場合: 羽根板(細長い板金)で型面を突き固め、砂利を内側に押しやってモルタルが型面に流れ出るようにする。 ・コンクリートの表面に砂利を露出させる場合: 羽根板(細長い板金)でコンクリートの内側を強く突いて砂利を型面に押しやるようにする。	
		1) 刷毛仕上げ(コンクリート硬化前):図の左側 針金製または竹根製の硬い毛のブラシで水をかけて摩擦して、セメント及び細かい砂を洗い落とすものである。この際、希塩酸を五六倍に薄めて用いると石灰質の部分が溶解し除かれて砂利面が綺麗に現れてきて天然石然のような表面が得られるものである。 2) 磨き出し仕上げ(コンクリート硬化後):図の右側 ブラシの代わりに軟らかい砥石で摩擦するとセメントの外表が取り除かれて美しい面が表れる。	②
8	表面仕上げ (モルタル仕上げ)	1) 磨き出し仕上げ:表面をぬらし砥石で磨き表面を一様に平らにする。コンクリート打ち込み後12~24時間がよい。 2) かき起し仕上げ:コンクリート打ち後、約48時間たってから堰板を取外し、十分水をかけながらブラシまたはワイヤーブラシで、モルタルの上皮がとれ粗骨材が一様に露出するまでコンクリート面をこすり、最後に水で洗い清める。 3) 砂吹きつけ仕上げ:十分養生したコンクリート面に、硬い尖った砂を圧縮空気吹きつけ、粗骨材が一様に露出するまで作業を行う。 4) 工具仕上げ:コンクリート打ち後2~4週間たってから、表面を石工用のノミ類、電気または圧縮空気を動力とする特殊工具で、所定のはだ合いに仕上げる。	⑥
		被覆仕上げ(コンクリートの表面を異物をもって被覆する仕上げ法) 1) グラノリシック法:仕上げ用モルタルをコンクリートと同時に施工する工法。堰板の面から少し離して仕切りの鉄板を置き、モルタルとコンクリートを打って施工が進むに従って鉄板を引き上げる工法。(左図) 2) セメントウォッシュ:コンクリート表面を掃除して水で浸し、油絵具程度の結度のセメントウォッシュまたはモルタルを木鏝で表面に擦り込む工法 3) 礫植込:堰板の内面に軟い粘土を塗り付け小礫を植込んで半分は露出させておき、粘土が乾燥してからコンクリートを打ち、型枠を取り外した後に粘土を洗い流して表面に礫を植込む工法(右図)	⑦
		1) モルタル塗り仕上げ:型を取り外して直ちに施工しないと剥れる恐れがある。安全に施工するには、コンクリートを型枠に入れるときに仕上げモルタルも同時に表面の方に入れて、同時に硬化させる。(グラノリシック法と同じ)	④
		1) モルタル塗装仕上げ:コンクリートの表面を浸しておいてモルタルを鏝で塗り上げる工法。鏝仕上げでは年月とともに脱落する可能性があるため、型板の方にセメント、モルタルを塗りつけておいて、コンクリートを打つ。また、コンクリートとモルタルを分ける面板を用いてコンクリートとモルタルを分けて流し込み、面板を抜いて施工する。(グラノリシック法と同じ)	②
9	表面仕上げ (着色仕上げ)	1) モルタル塗り仕上げ:コンクリートを打ち終わってから1時間以内に、モルタルを塗る。相当硬化したコンクリート面にモルタル塗り仕上げをする場合には、コンクリート面をワイヤーブラシ、砥石、ノミまたは機械で、少なくとも1.5mmの深さまで取り除き、粗骨材を露出させ、面を作らなければならない。その後、コンクリート面に十分水を吸収させ、その上にセメントペーストを塗りつけ、直ちにモルタルを塗る。モルタルはできるだけ薄い層に塗る。	⑥
		着色仕上げ(コンクリートを着色する仕上げ法) 1) 着色セメント法:着色セメントを使用したモルタルを用いて表面仕上げを行う工法。灰色・黒色は酸化マグネシウム等、褐色は褐色酸化鉄、黄色は黄色酸化鉄、藍色は青酸カリなど。 2) 着色骨材法:赤色砂岩、黄色大理石、紅色花崗岩その他の着色天然石を細骨材として使用し、剥ぎ取り仕上げを行う工法	②⑦

図-3 文献調査結果

4. 市民意識の把握

4.1 概説

大正～昭和初期に建設された橋梁は、老朽化が進み更新の対象となる施設であると同時に、地域にとっては貴重な文化遺産であり、その保存・利活用に向けた方法論の構築が望まれる。本章では、戦前橋梁の保存・利活用に向けた基礎調査として、これらの橋梁高欄に対する市民の意識調査を実施した。

4.2 調査方法

10代未満～60代以上の各年代の一般市民を対象に、以下3タイプの橋梁高欄を示し、各々に対する印象について単一選択回答形式のアンケート調査を実施した(図-4)。

4.3 調査結果

戦前橋梁の高欄について、7～9割の回答者が趣きを感じる、あたたかみを感じる、周囲の自然と調和している、美しい、好きと回答した(図-5、図-6)。

5. 結論

本研究において、大正～昭和初期コンクリート橋梁親柱・高欄の配筋特性、型枠製作方法、および、表面仕上げ方法に関する基礎的事項を明らかにすることができた。本研究成果は、地域に残る同時期の橋梁の歴史的価値評価に向けた基礎資料となるものと考えられる。

A	B	C
		
戦前橋梁の高欄	現在、一般的に整備されている橋梁高欄(防護柵)	景観向上に配慮して整備された橋梁高欄(防護柵)

図-4 アンケート調査対象高欄

		A		B		C	
		人	(%)	人	(%)	人	(%)
Q1	① 趣きを感じる	48	(71)	19	(28)	24	(35)
	② 清潔感を感じる	6	(9)	18	(26)	44	(65)
	③ 汚さを感じる	14	(21)	30	(44)	0	(0)
Q2	① あたたかみを感じる	54	(79)	20	(29)	42	(62)
	② 殺風景に感じる	14	(21)	48	(71)	26	(38)
Q3	① 周囲の自然と調和している	62	(91)	12	(18)	30	(44)
	② 人工的に感じる	6	(9)	56	(82)	38	(56)
Q4	① 安心感がある	36	(53)	42	(62)	59	(87)
	② 不安を感じる	32	(47)	26	(38)	8	(12)
Q5	① 美しい	58	(85)	16	(24)	55	(81)
	② 美しくない	10	(15)	52	(76)	12	(18)
Q6	① 好き	62	(91)	27	(40)	54	(79)
	② 嫌い	6	(9)	40	(59)	14	(21)

図-5 アンケート調査結果表(有効回答数 68 人)

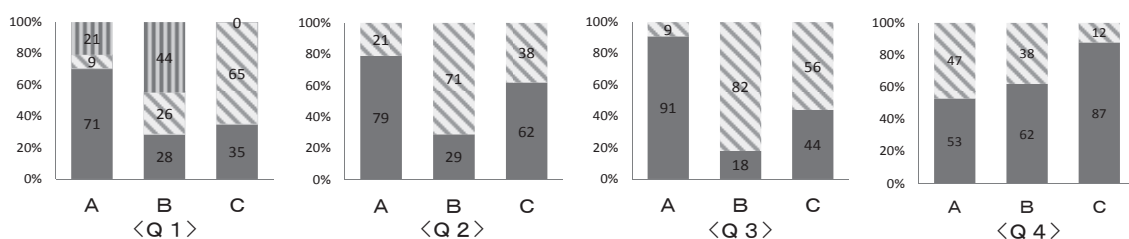


図-6 アンケート調査結果 (Q1, Q2, Q3, Q4)

■ ① ▨ ② ▨ ③