

土木学会関西支部助成事業

関西地区に存在する明治期の
トラス形式鉄橋に関する調査研究

報 告 書

令和 7 年 5 月

関西地区に存在する明治期の
トラス形式鉄橋に関する調査研究会

序 文

大阪市北区に浜中津橋というトラス形式鉄橋が供用されていた。その下流側主構は明治 7(1874)年に敷設・開業された大阪～神戸間の鉄道のためにイギリスから輸入された 70 フィート級錬鉄製ポニーワーレントラス桁を転用したものであること、上流側主構は明治 29(1896)年の複線化に際して追加されたものを転用していることが、すでに知られている。その価値が認められて、本橋は土木学会選奨土木遺産に認定されたところである。なお、現在は道路整備に伴う支障物件として撤去され、管理者である大阪市により保管されている。

一方、最近、大阪府泉南郡熊取町に、形状が浜中津橋に極めて近い大宮橋というトラス橋の存在が知られるようになった。土木学会関西支部選奨土木遺産推薦委員会では、寄せられた情報に基づき簡単な調査を行い、浜中津橋と同じルーツを持つ橋であると推察しているところである。

しかし、従来の知見は、主に外観の観察や計測により得られたものであって、それを示す直接的な物証に欠けると言わざるを得ない。そのため、本調査研究では、管理者の協力を得て両橋から鉄材の一部を採取してその成分分析を行った。これにより、両橋の異同を明らかにして大宮橋の土木遺産としての価値を明確にするとともに、浜中津橋についてもこれまでの知見を証することを意図して実施したのである。数少ないサンプルではあったが、本調査研究の結果、大宮橋は、浜中津橋の下流側主構と同じ仕様の錬鉄材を使用しており、明治 7(1874)年の鉄道橋を転用したものであることが示された。また、浜中津橋の上流側主構についてもその材質を調査し、複線化時に追加された桁であることを実証した。

本調査研究は令和 5 年度と 6 年度に土木学会関西支部の助成を受けており、報告に当たり改めて関西支部に感謝の意を表したい。

本調査研究の成果について、土木関係者はもとより広く市民と共有することにより、先人が取り組んだ土木事業に対する理解が広まり、併せて貴重な土木遺産の保存・活用が図られることを期待するものである。

令和 7 年 5 月

関西地区に存在する明治期のトラス形式鉄橋に関する調査研究会

代 表 坂 下 泰 幸

目 次

1. 調査研究に至る経緯	1
(1) 神戸～大阪間の鉄道の敷設・開業	
(2) 下十三川橋のトラス構の転用	
(3) 浜中津橋に関する既存の研究	
(4) 大宮橋の架設について	
(5) 大宮橋に関するこれまでの知見	
2. 本調査研究の目的	5
3. 錬鉄の特徴と成分分析の考え方	6
(1) 錬鉄の製法と特徴	
(2) 成分分析の考え方	
4. 試験片の採取	6
(1) 分析機関との調整	
(2) 管理者との協議	
(3) 採取作業	
5. 分析方法の検討	9
(1) 分析対象試験片の選定	
(2) 分析対象元素の選定	
(3) スパーク発光分光分析法の適用	
(4) スパーク発光分光分析法が適用できなかった試験片の分析方法	
6. 分析結果とその考察	10
(1) 分析結果	
(2) 分析結果の考察	
7. 今後の課題	11
8. 謝 辞	12
参考文献	12
(付録) 研究会の概要と活動記録	13

1. 調査研究に至る経緯

(1) 神戸～大阪間の鉄道の敷設・開業

わが国で最初に通じた鉄道は新橋～横浜間(明治 5(1872)年開通)であったが、このときは六郷川橋梁を含め橋梁はすべて木製であった。本格的な鉄道としては明治 7(1874)年に開通した神戸～大阪間の鉄道が最初であり、この区間に架かった下十三川橋、水戸川橋、下神崎川橋、武庫川橋は、いずれも 1873 年にイギリスのダーリントンアイアン(Darlington Iron)社で製作されスクリューパーイルとともに輸入されたと考えられている。橋長 70ft のワーレントラス橋で、武庫川橋の 12 連をはじめとして、合計 39 連が架設された。材質は錬鉄であった。最終的には複線用として使えるように設計されたが、当初は単線で開通させたので、側部用の一つと中央用との 2 列の主構で構成した。

開通時の途中停車駅は三ノ宮(現在の元町駅に近いところにあった)と西ノ宮で、神戸～三ノ宮間だけ複線だった。1 日に上下 8 本ずつの列車が 1 時間半おきに走り、所要時間は 1 時間 10 分だった。

鉄道輸送の増加に伴い、明治 29(1896)年に三ノ宮以東の複線化が行われている。複線化に際して、4 基の橋梁には 3 列目の側部用トラスが追加された。追加のトラス構は、ポーナル(Charles A. W. Pownall)が設計し、神戸工場で製作したとされている。



図 1.1 明治 7 年に架けられた鉄道橋のひとつ武庫川橋
(出典：参考文献 1)

(2) 下十三川橋のトラス構の転用

ところがここで下十三川橋には思わぬ転機が訪れる。明治 29(1896)年から淀川改修工事が始まったのだ。この改修によって下十三川橋が架かっていた中津川は廃川となり、新たに新淀川が開削された。下十三川橋の 9 連(主構数 27)は明治 33(1900)年頃撤去されて大阪府に払い下げられ、道路用に改修の上、新淀川に架かる長柄橋へ 11 連(主構数 22)、新淀川に並行する長柄運河

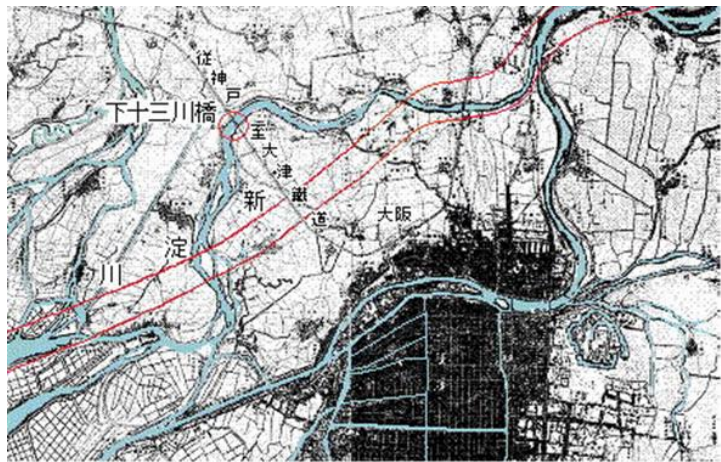


図 1.2 新淀川が開削される前の淀川水系と下十三川橋の位置(明治 18 年測図の旧版地図に水面の着色及び新淀川の計画線の補入を行った)

に架かる十三小橋へ 1 連(主構数 2)が転用された(明治 42(1909)年)。

その後、大阪市は目覚ましい経済的発展を遂げ、それに対応する街路の整備が強く求められるようになった。この一環として、昭和 5(1930)年に十三大橋が架け替えられることになり、これに伴って、十三小橋に転用されていた主構は、すぐ近くの道路橋に再転用された(昭和 10(1935)年)。これが浜中津橋である。架け替えられた十三大橋、十三小橋に続く国道 176 号や十三筋は、連続し

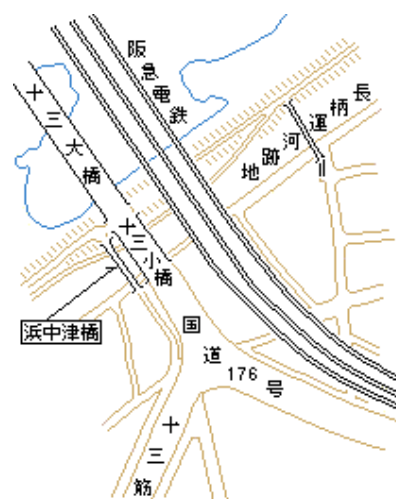
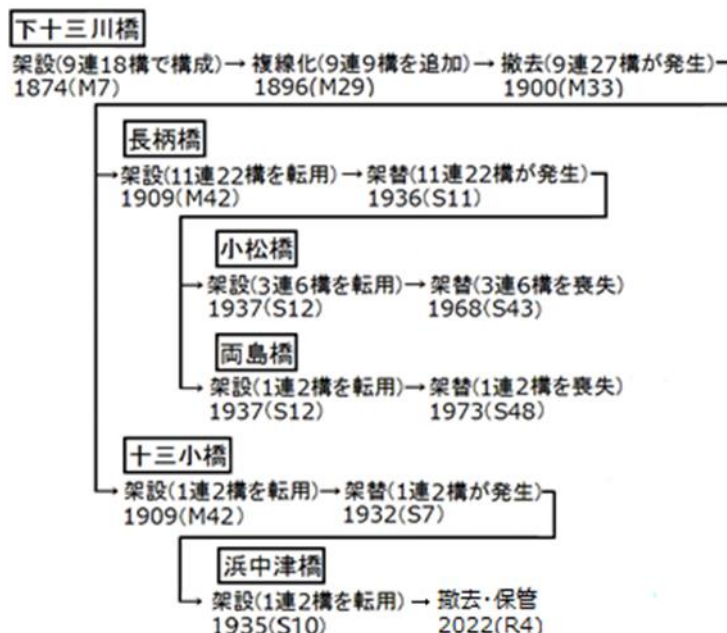


図 1.3 浜中津橋の位置

図 1.2 撤去された下十三川橋のトラス部材の転用(すでに判明しているもの)(参考文献3より作成)



図 1.4 供用時の浜中津橋の側景(下流側より撮影)



図 1.5 供用時の浜中津橋の橋面(左岸側より撮影)

た高架橋になっているため、沿道からのアクセスができない。よって、周辺の市街地から淀川の対岸に向かうには、この浜中津橋を通して十三大橋にアプローチするのである。

浜中津橋は、橋長 22.4m、橋幅 4.5m で、参考文献 2 によると、再転用に際して長さが不足したため継ぎ足し延長を行ったほか若干の補強を施しているが、主構のトラス部分の形態は大きくは

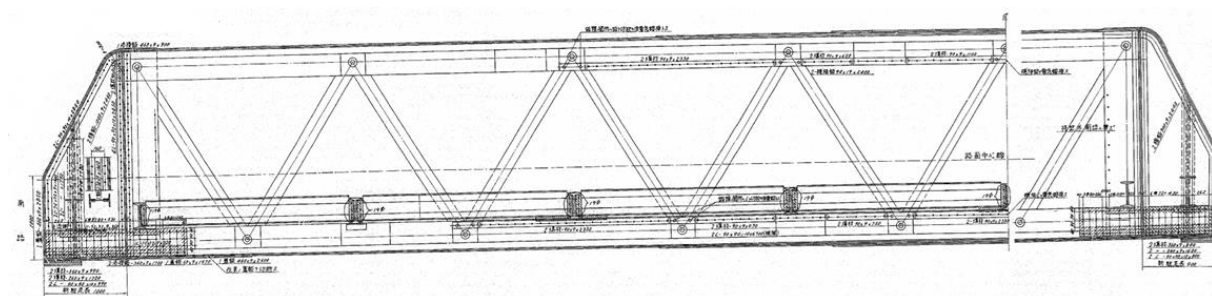


図 1.6 浜中津橋の主桁構造図(出典：参考文献2)

損なわれておらず、明治期の鉄道橋の雰囲気はよく伝えている。

なお、浜中津橋は、淀川左岸線(2期)事業に支障することから、現在は撤去されて西淀川区内で保管されている。

(3) 浜中津橋に関する既存の研究

浜中津橋が 1873 年に製作された鉄道橋を転用したものであることを発表したのは西野ら³⁾である。現地で寸法測定を行い、参考文献 4 に示された寸法とよく一致することを見出した。また、横桁を取り付けたリベットの跡などを観察している。これらから、下流側の主構は開通時の中央桁、上流側の主構は複線化時に追加された桁と推定している。上流側主構の材質について参考文献 3 は年代的に鋼鉄と推定しているが、鋤鉄製であるという推測も並立しており、まだ解明されていない。

(4) 大宮橋の架設について

大宮橋は、(旧)国道 170 号が見出川を渡る箇所に架かるもので、府の橋梁台帳では、昭和 6(1931)年に架設され橋長は 21.6m、幅員は 6.0m である。この道路についての最も古い記録の存在は大正 12(1923)年で、府道水間佐野線に認定されたとある。当時の幅員は 1.5 間(約 2.7m)であった。これが昭和 6(1931)年になって大阪府の十大放射と呼ばれる幹線道路を環状に連絡する道路のひとつとして改修することが決定され、翌年から予算を付けることとなった(「道路の改良」第 13 巻第 3 号)。

一方、熊取村では、昭和 5(1930)年に村の西端部に阪和電気鉄道(現在の JR 阪和線)の熊取駅が開業しており、村の

東西を横断する府道水間佐野線の重要性が著しく増大していた。そのため、村では翌年の府の予算化を待たず 6 年のうちに村の手で改修してしまった(「熊取町史」本文編 p701)。こうして



図 1.7 大宮橋の位置



図 1.8(1) 大宮橋架設以前には見出川を渡河する箇所には木橋が架かっていた(出典：国土地理院旧版地図(大正 11 年測図「樽井」1/25,000))



図 1.8(2) 改良された府道水間佐野線と鉄橋の記号で描かれた大宮橋(出典：国土地理院旧版地図(昭和 9 年第 2 回修正測図「樽井」1/25,000))



図 1.9 大宮橋の側景(上流側より撮影)



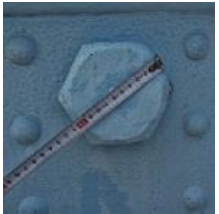
図 1.10 大宮橋の橋面(左岸側より撮影)

架けられたのが現在の大宮橋である。

(5) 大宮橋に関するこれまでの知見

市民からの情報提供を受けて、土木学会関西支部選奨土木遺産推薦委員会のメンバーが令和元(2019)年 12 月に現地で調査を行った。外観は図 1.9 のとおりで、上路橋に改築されているものの、

表 1.1 大宮橋と浜中津橋のピン、リベット等の比較

	大 宮 橋		浜中津(下流側)		<参考>浜中津橋(上流側)	
ピンの 直 径 (塗装を 含む)	108mm		106mm		135mm	
ナットの 座金	使用して いる		使用して いる		使用して いない	
上弦材 のリベ ットの 形状	平頭型		平頭型		丸頭型	
添接板 のリベ ット配 列(片 側)	上から 3 2 3 2 と配置		上から 3 2 3 2 と配置		上から 2 3 2 3 と配置	
上弦材 と端柱 との接 合部の リベッ ト配列	左から 3 3 3 2 と配置		左から 3 3 3 2 と配置		左から 3 3 3 3 と配置	

剛結された長方形の枠内にワーレン型に 8 対 16 本の斜材をピン結合で配置している主構が、浜中津橋と類似していることは一目瞭然である。また、ピンやリベットの形状や配置などを観察したところ、大宮橋には浜中津橋の下流側の主構と同じ特徴が見られた(表 1.1)。

黒山ら⁵⁾は、管理者から提供を受けた橋梁台帳の概略図と参考文献 4 の記録とを比較するなどして、大宮橋が明治初期に東海道本線の橋梁に適用された 70ft 桁と寸法等がほぼ一致することを示した。よって、大宮橋も、浜中津橋下流側主構と同様に、明治 7 年に架設された神戸～大阪間の鉄橋を転用したものであると推定されるが、道路管理者には本橋の建設の記録が残っておらずそれを示す資料等は存在しない。

図 1.2 によれば、昭和 6(1931)年に架けられた本橋が長柄橋からの再転用である可能性はなく、長柄橋にも十三小橋にも転用されなかった下十三川橋の 3 主構が大阪府に残されていて、そのうちの 2 主構がここで使用されたと考えられる。本橋は上路橋であるので、サイズの異なる中央用の主構と側部用の主構を混用することは不都合なことから、中央用の主構が 2 つ使われたのであろう。

以上により、大宮橋のトラス構は錬鉄製であると推定される。

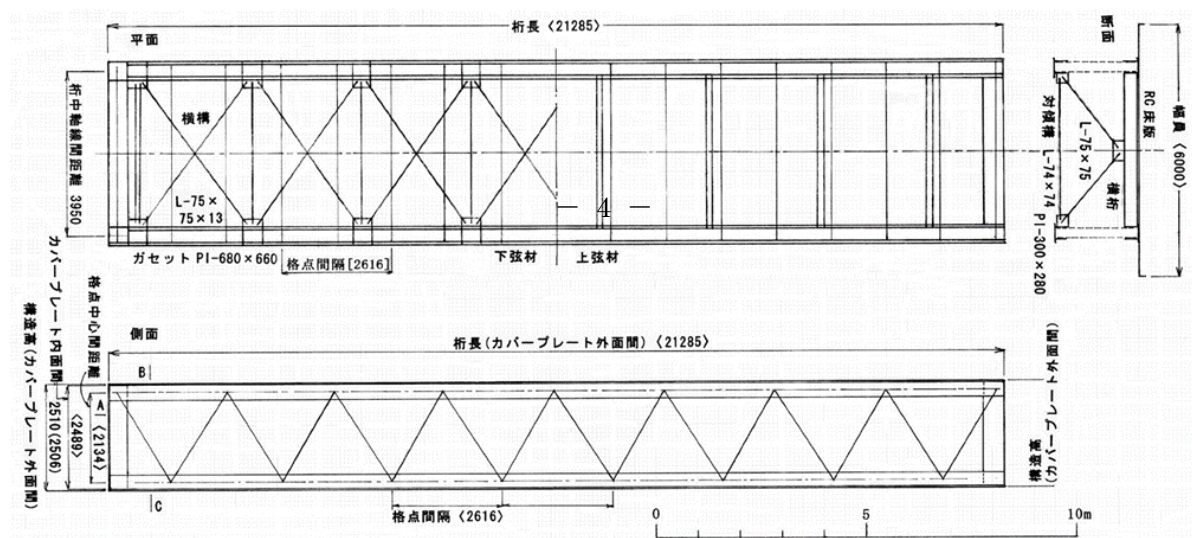


図 1.11 大宮橋の概略図(岸和田土木事務所提供)

2. 本調査研究の目的

以上のように、大宮橋は浜中津橋下流側主構と同様に明治 7(1874)に架けられた錬鉄橋を転用したもの、浜中津橋上流側主構は明治 29(1896)年の複線化時のトラス桁を転用したものと、それぞれ推定されているが、いずれも観察や計測に基づくものであって、物証に欠けると言わざるを得ない。そこで、本研究会においては、大宮橋及び浜中津橋から鉄材を採取して成分分析を行うことによって、上記の推定を裏付けることを目指す。すなわち、

- ① 大宮橋の主構が浜中津橋下流側主構と同様に錬鉄製であることを実証する
- ② 材質が明らかになっていない浜中津橋上流側主構の鉄材の性状を明らかにすることを目的とする。

3. 鍊鉄の特徴と成分分析の考え方

(1) 鍊鉄の製法と特徴

鉄と人類のかかわりの歴史は長く、紀元前 1500 年ころから製鉄が行われた。鉄は炭素の含有量で性質が大きく変化する。鉄鉱石を溶かして得た銑鉄は炭素が 4～5%ほど含まれており、脆くて壊れやすい。製鉄の歴史とは、強靱な鉄材を得るために炭素量をコントロールする方法がさまざまに研究されてきた歴史である。

1855 年にヘンリー・ベッセマー(Henry Bessemer、1813～1898 年)により鋼鉄の大量生産の手法が開発される以前は、パドル法(攪拌精鍊法)により鍊鉄を製造していた。パドル法とは、反射炉にあけた小窓から鉄の棒を差し込んでかき回しながら製鉄する方法である。炭素が減ると鉄の融点上がるが、当時の技術では炭素の少ない鉄を熔融するほどの高温が得られなかったため、半熔融状態になった鉄をかき回して反応を継続させる作業が必要になるのである。

なお、反射炉とは、燃焼室で発生した熱を炉の天井や壁で反射させることにより高温を得る方式で、燃料と金属が接触しないので燃料からの不純物の混入がないという特徴を持つ。初期の鍊鉄は鉱石に含まれる成分が十分に除去されずにスラグとなって層状に混在するという弱点があったが、反射炉の改良とともに次第に減少した。

加工が容易な鍊鉄は、鋼鉄の大量生産方法の発明以前においては広く用いられた。パドルをかき回してからみついた鉄を取り出す方法だったので、一回に作る鍊鉄は人力で扱える程度の大きさだったが、赤熱して大きな塊にまとめこれを蒸気動力のローラーで圧延した。橋梁や塔などの構造物に使用される建設材料としての鉄材は、鍊鉄が最初である。

鍊鉄は炭素の含有量が少ないことが知られており、参考文献 6 は鋼鉄(炭素鋼)と比較しつつ表 3.1 のような成分分析値を示している。

表 3.1 鋼鉄(炭素鋼)と鍊鉄の化学成分(%) (参考文献 6 による)

	鉄(Fe)	炭素(C)	マンガン(Mn)	硫黄(S)	リン(P)	ケイ素(Si)
鋼鉄(炭素鋼)	98.1～99.5	0.07～1.3	0.3～1.0	0.02～0.06	0.002～0.1	0.005～0.5
鍊鉄	99～99.8	0.05～0.25	0.01～0.1	0.02～0.1	0.05～0.2	0.02～0.2

(2) 成分分析の考え方

パドル法においては、パドルの操作は人力によっていたので、鍊鉄は成分が炉の中で不均質になる恐れがある。よって、本調査研究において鉄材の異同を成分分析により判断しようとするときは、データがばらつくことが予想されることから、主要な元素の含有割合を比較するだけでは不十分で、微量な不純物の有無も含めて判定することが望まれる。

このような成分分析ができる機関として、地方独立行政法人大阪産業技術研究所に依頼した。

4. 試験片の採取

(1) 分析機関との調整

分析機関は、金属材料の成分の定量分析を行う装置として、スパーク放電発光分光分析装置、炭素・硫黄定量分析装置及び誘導結合プラズマ(IPC)発光分析装置を保有していた。このうちスパーク放電発光分光分析装置は塗装、錆等を除去した φ14mm 以上の金属面を必要とし、他の装置

は数 g の試料を必要とする。スパーク放電発光分光分析法が安価であることから、この方法で行うことを想定して、現場からは約 20mm×20mm の試験片を採取することとした。

(2) 管理者との協議

1) 大宮橋

大宮橋からの試験片採取については、大阪府都市整備部岸和田土木事務所と協議した。本橋は供用中であるため、橋梁の機能に影響を及ぼすような採取はすべきでない。

よって、橋梁としての機能を有しておらず構造上の影響がないアングル材から採取することで了解を得た。大宮橋の 2 つのトラス構が下十三川橋の中央用主構を転用したものとする場合、当該アングル材は鉄道橋であったときに横桁を受けていた部材であると思われる。採取する試験片は上流側及び下流側主構からそれぞれ 4 片とした。

必要以上に大きい試験片を採取して橋梁を損傷しないよう、切断長が約 20mm のディスクグラインダー(図 4.2)を使用し、作業中に反動で跳ねることも考えて刃の回転方向が桁と反対になるように機械を持って



図 4.2 作業に使用したディスクグラインダー



図 4.3 膜厚を測定するウェットゲージ

作業することとした。また、切断個所には、80 μ m の厚さで防錆塗料を 2 回塗りし、膜厚はウェットゲージ(図 4.3)で測定することで了承を得た。

また、管理者からは、通行者や周辺住民に周知の措置を取ること、防火バケツを備えることなどの条件が付された。

2) 浜中津橋

浜中津橋は、撤去後、トラス構を 2 つにガス溶断して西淀川区の高架下運び、2 段に積んで保管されていた。大阪市建設局の立会のもとに下見を行い、表 1.1 の特徴などをもとに、下段の 2 つが下流側主構、上段の 2 つが上流側主構であることを確認した。浜中津橋には、大宮橋で採取を予定しているアングル材に相当するものが見当たらなかった



図 4.4 浜中津橋主構の保管状況

め、使用するディスクグラインダーで切断可能な厚みの部材として、下流側、上流側ともトラスの斜材を構成するラティス部分から2片と他のアングル材から1片を採取することとした。

(3)採取作業

試験片の採取作業は、岸和田土木事務所の橋梁補修工事に従事する中川 博喜氏に依頼して、令和7(2025)年1月20日の午前に大宮橋から、午後に浜中津橋からの採取を行なった。採取した試験片は図4.6に示す14片であり、それぞれを大1～大8、浜1～浜6と呼ぶこととした。採取位置は図4.7及び図4.8のとおりである。



図 4.5 大宮橋からの試験片採取作業状況



図 4.6 採取した試験片

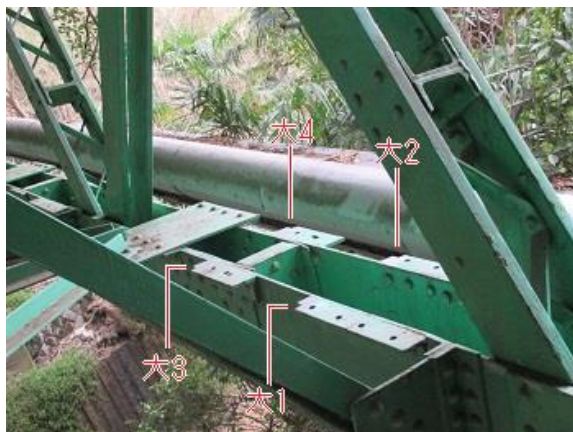


図 4.7 大宮橋からの試験片採取位置(上流側主構から大1～大4、下流側主構から大5～大8を採取)

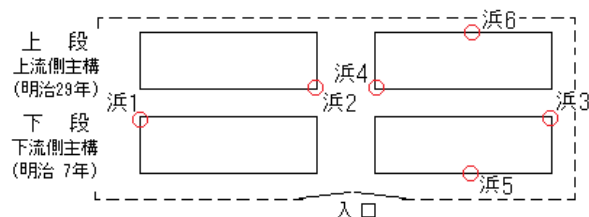


図 4.8 浜中津橋からの試験片採取位置(下流側主構から浜1、浜3、浜5、上流側主構から浜2、浜4、浜6を採取)

5. 分析方法の検討

(1) 分析対象試験片の選定

既述のとおり 14 片の試験片が採取できたのであるが、分析に係る時間及び費用的制約から、今回の調査研究においては、目的に対応して次の 6 片を分析対象とした。

① 大宮橋と浜中津橋下流側主構とを比較し、いずれも錬鉄製であることを実証するため

大宮橋上流側主構のアンクル材から採取した 1 片(大 1)、大宮橋下流側のアンクル材から採取した 1 片(大 5)及び浜中津橋の下流側主構の斜材のラティスから採取した 1 片(浜 1)の合計 3 片

② 浜中津橋上流側主構の鉄材の性状を明らかにするため

上流側主構の斜材のラティスから採取した 2 片(浜 2、浜 4)とアンクル材から採取した 1 片(浜 6)の合計 3 片

(2) 分析対象元素の選定

炭素(C)のほか、鉄に混在することの多いケイ素(Si)、マンガン(Mn)、リン(P)、硫黄(S)、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、銅(Cu)、スズ(Sn)、鉛(Pb)を選定し、合計 10 元素とした。

(3) スパーク発光分光分析法の適用

スパーク放電発光分光分析法とは、タングステン電極と試料との間にアルゴンガス雰囲気下でスパーク放電を発生させて、放電を受けた試料が蒸発して生じる各元素の発光スペクトルの波長と強度から試料に含まれる元素とその量を測定することにより定量分析を行う方法である。1 度の放電で複数の元素の定量分析が行えるため、分析費用が安価である。

これを試みたところ、浜 2 と浜 6 は問題なく分析できたが、他はスパークが放電しなかった。これらの試験片は、塗装を除去して研磨した表面に図 5.1 に示すようなスラッグがあり、これが放電を妨げたと考えられる。なお、参考文献 6 では、このスラッグは錬鉄に特有のものとしていることから、ここまでの調査で各橋梁に錬鉄またはこれに類似した鉄材が使用されている可能性が示唆される結果となった。



図 5.1 表面に錬鉄特有のスラッグが見られる試験片の例(浜 1)

(4) スパーク発光分光分析法が適用できなかった試験片の分析方法

スパーク発光分光分析法が適用できなかった 4 片に対しては、炭素及び硫黄は炭素・硫黄定量分析法、その他の元素は誘導結合プラズマ(IPC)発光分析法によることとした。炭素・硫黄定量分析法とは、試料をルツボに入れて酸素気流中で高温に加熱して燃焼させ、発生した CO_2 と SO_2 の量を赤外線で測定することにより試料中の炭素と硫黄の含有量を求める手法である。誘導結合プラズマ(ICP)発光分析法とは、試料を酸等に溶解して溶液化したのを霧状にして高周波誘導結合プラズマ(ICP)に導入し、プラズマの熱エネルギーによって試料中の原子を励起させて、励起された原子が基底状態に戻る際に放出される光を分光して得られた波長と強度から試料に含まれる元素とその量を測定する方法である。

6. 分析結果とその考察

(1) 分析結果

分析機関から報告のあった分析結果を表 6.1 に整理した。また、これをグラフ化したのが図 6.1 である。

表 6.1 試験片ごとの元素含有率

試験目的	試験法	試験片名	元 素 の 含 有 率 (%)									
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Sn	Pb
大宮橋と 浜中津橋 下流側主 構の比較	炭素・硫黄 定量分析法 +誘導結合 プラズマ (IPC) 発光 分析法	大 1	0.01	0.09	0.01	0.42	0.030	0.07	0.00	0.04	0.00	0.00
		大 5	0.01	0.17	0.11	0.19	0.024	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
		浜 1	0.01	0.17	0.07	0.25	0.022	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
浜中津橋 上流側主 構の鉄材 の特定	スパーク発 光分光分析 法	浜 4	0.02	0.04	0.35	0.15	0.052	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00
		浜 2	0.04	0.00	0.42	0.038	0.066	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00
		浜 6	0.18	0.01	0.68	0.045	0.065	0.11	0.08	0.04	0.00	0.00

(2) 分析結果の考察

分析を行った試験片の数が少ないが、分析結果から次のことが読み取れる。

1) 大宮橋と浜中津橋下流側の主構の比較について

大 1、大 5、浜 1 の 3 試験片は、いずれも炭素の含有量が 0.01% と少なく、浜中津橋下流側主構が錬鉄であることが確認できたとともに、大宮橋も錬鉄であることが明らかになった。

また、その他の元素の含有率を見ると、ばらつきはあるもの

の、マンガンが比較的少なくリンの含有量がやや多く硫黄の含有量はかなり少ないなどという共通の特徴が見られる。そのばらつきの程度を見るために、3 試験片の標準偏差を算出したところ(表 6.2)、同じ主構から採取した浜 2、浜 4、浜 6 のばらつきの程度と差はない(表 6.3、後述のように浜 6 は意図的に他とは異なる組成とした可能性もあるので浜 2、浜 4 の 2 試験片の標準偏差も算出している)と認められる。

錬鉄に含まれる元素の含有率は、もとの鉱石の成分、炉の温度及びかきまぜ作業の入念さなどにより変動するものと思われる。大宮橋と浜中津橋下流側主構の成分にこれほどの類似が見られることに、本研究会は、両橋の鉄材は同一の仕様により作られたものであると判断する。すなわ

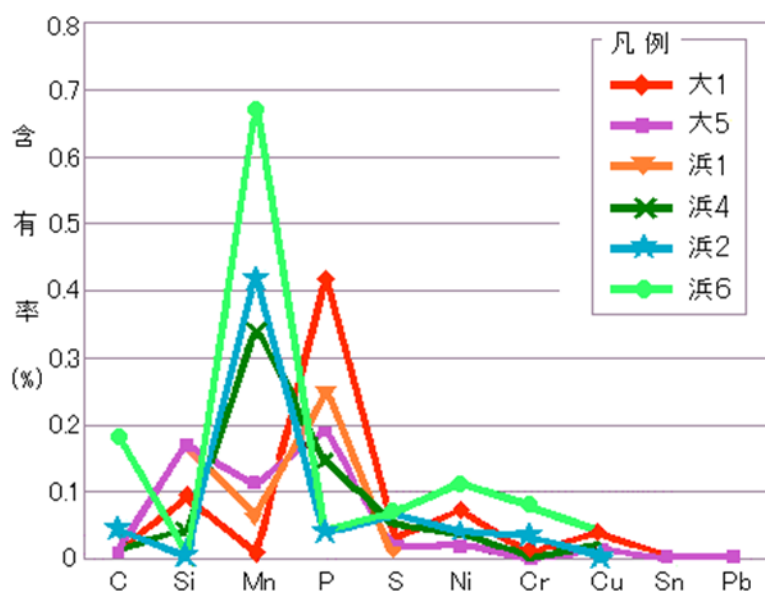


図 6.1 試験片ごとの元素含有率

表 6.2 大宮橋と浜中津橋下流側主構から採取した試験片の元素の含有率の標準偏差

	元 素 の 含 有 率 の 標 準 偏 差										10 元素 の平均
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Sn	Pb	
大 1、大 5、 浜 1 の 3 試 験片の標準 偏差	0	0.046	0.050	0.119	0.004	0.029	0	0.017	0	0	0.027

表 6.3 浜中津橋上流側主構から採取した試験片の元素の含有率の標準偏差

	元 素 の 含 有 率 の 標 準 偏 差										10 元素 の平均
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Sn	Pb	
浜 2、浜 4、浜 6 の 3 試験 片の標準偏 差	0.087	0.021	0.174	0.062	0.008	0.040	0.036	0.015	0	0	0.044
浜 2、浜 4 の 2 試験片の標 準偏差	0.014	0.028	0.049	0.079	0.010	0	0.014	0.007	0	0	0.020

ち、大宮橋は、浜中津橋下流側主構と同様に、明治 7(1874)年に開通した鉄道橋を転用したものであると結論づける。

2) 浜中津橋上流側主構の鉄材について

浜中津橋上流側主構から採取した浜 2、浜 4、浜 6 は、下流側主構から採取した浜 1 とは含有する元素が明らかに異なっており、このことから上流側主構は開通時のものではなく複線化時に追加されたものであることが実証された。

サンプル数が限定されている中での考察であるが、構造材である浜 2 及び浜 4 とアングル材から採取した浜 6 では、炭素量に相違が見られる。浜 2 及び浜 4 は、マンガンやリンの含有量は鋼鉄の領域にあるが、炭素の含有率が 0.02～0.04% と低く錬鉄に類似している。浜 6 の炭素量はそれらより多い。炭素量の差異が意図的なものであったとしたら、錬鉄製の下流側主構との物理的性状(ヤング率など)の相違に対する懸念から、このように炭素量の少ない鉄材が構造材に使用された可能性も推測できる。

現在のカテゴリーにおさまりにくい鉄材であり、今回の調査研究ではこれが錬鉄であるのか鋼鉄であるのかの判断は避けたい。今後、引張強度などの物理的性状でもって材質を特定すべきである。

7. 今後の課題

1) 大宮橋の顕彰

今回の調査により大宮橋が明治 7(1874)年に開通した鉄道橋を転用したことが示され、これがわが国に現存する最古の鉄橋であることが明らかになった。浜中津橋が撤去された現在では、唯一の遺構として貴重である。現状ではその事実是一般に知られていないので、今後、本橋の顕彰等を行い、地域のアイデンティティの向上や本橋の愛護につなげていくことが求められる。

2) 浜中津橋の錬鉄材の物理的材料特性の調査と大宮橋の管理への適用

浜中津橋の下流側主構と大宮橋の同一性が示されたので、浜中津橋の鍛鉄材について、引張強度、ヤング率、降伏点等の材料特性を調査し、大宮橋の合理的な管理に生かすことも可能である。

3) 浜中津橋上流側主構のさらなる調査

浜中津橋上流側主構については、部材により組成が異なる鉄材を使用している可能性が示された。今回の調査が及んでいない部材を含めて、さまざまな部材について、成分分析に加えて物理試験などを行って鉄材の材質を詳細に特定していくことが望まれる。

4) 浜中津橋の活用

浜中津橋は、土木学会選奨土木遺産に認定されるなどその重要性がすでに認識されているところであるが、今回の調査研究により鉄材の性状が判明してさらにそれが確実なものになった。現状では図 4.4 のように保管されている状況であり、今後、土木遺産としての活用に向けて関係者の努力が期待される。

8. 謝 辞

この研究が実施できたのは土木学会関西支部助成事業に選定されたからにはほかならず、助成いただいた土木学会関西支部には感謝に堪えない。大宮橋及び浜中津橋の管理者である大阪府都市整備部岸和田土木事務所及び大阪市建設局におかれては、本研究の意義にご理解をいただき試験片の採取に多大のご協力を賜った。試験片の採取は岸和田土木事務所の橋梁補修工事に従事する中川 博喜氏にお願いした。成分分析は地方独立行政法人大阪産業技術研究所金属表面処理研究部金属分析・表面改質研究室 森 隆志氏に担当いただいた。本研究の遂行に助力を惜しまれなかった各位に改めてお礼を申し上げる次第である。

(参考文献)

- 1 鉄道省：日本鉄道史 1921 年
- 2 大阪市土木局土木部橋梁課：主桁構造図 1981 年 6 月
- 3 西野保行、小西純一：現存するわが国最初の鉄道用鉄桁—70ft ポニーワーレントラス—、第 7 回日本土木史研究発表会論文集 1987 年 6 月
- 4 久保田敬一：本邦鐵道橋ノ沿革ニ就テ、土木学会誌第 3 巻第 1 号 1917 年 1 月
- 5 黒山泰弘、松村 博：大宮橋(推定明治初期の 70ft 桁)について、第 40 回日本土木史研究発表会論文集 2020 年 7 月
- 6 https://en.wikipedia.org/wiki/Wrought_iron

(付録)研究会の概要と活動記録

(1) 研究会の概要

本研究会は、大宮橋の材質特性などを浜中津橋下流側主構と比較することによりその価値を明らかにするとともに、浜中津橋上流側主構の性状を確認することを目的として、土木学会関西支部の助成を受けて設置したもので、概要はつぎのとおりである。

- ・ 助成を受けて活動した期間

令和 5 年度～6 年度

- ・ 構成員

助成を受けて活動する者

坂 下 泰 幸 (一財)近畿地域づくり研究所

五十畑 弘 元日本大学教授

山 口 隆 司 大阪公立大学工学研究科教授

松 村 博 元大阪市職員

黒 山 泰 弘 元大阪市職員

必要な場合に参加できる者

櫻 井 久 之 大阪市教育委員会(関連橋梁の歴史的調査を蓄積しているため参加いただく)

松 井 利 公 大阪府岸和田土木事務所維持保全課長(大宮橋管理者として参加いただく)
濱 田 隆 之

(2) 活動記録

令和 4(2022)年度

9 月 30 日 本研究会を設立し、土木学会関西支部に助成事業を申請

2 月 10 日 助成金交付決定の通知

令和 5(2023)年度

5 月 22 日 第 1 回研究会(既存資料の確認、研究の進め方・スケジュールの協議)

7 月 19 日 第 2 回研究会(大宮橋と浜中津橋の現況を現地で調査)

令和 6(2024)年度

4 月 17 日 第 3 回研究会(今年度のスケジュールについて協議)

7 月 22 日 第 4 回研究会(試験片採取と分析方法について協議)

12 月 16 日 大宮橋からの試験片採取に係る道路占用を申請

1 月 20 日 大宮橋及び浜中津橋から試験片を採取

2 月 20 日 第 5 回研究会(分析方法について協議)

3 月 28 日 大阪産業技術研究所より分析結果の報告を受領

令和 7(2025)年度

5 月 21 日 第 6 回研究会(土木学会関西支部への報告書の協議)

5 月 26 日 本報告書を提出