

「長谷川家文書」による木橋の細部構造の考察

松村 博¹

¹正会員 (〒573-0013 枚方市星丘3-3-33)

E-mail:hmatsumura@leto.eonet.ne.jp

大坂・堂島の船大工棟梁家に伝えられた『長谷川眞通氏所蔵文書』に基づいて江戸後期から明治初期の大坂の木橋の復元を試み、約 30 橋の復元を行った。しかし、橋の全体像の復元を優先したため、その細部構造についてはあまり言及してこなかった。調査対象とした橋の見積書には木材の他にそれらを接合固定する金具類もかなり詳細に列挙されている。それらの使われ方を考察することによって当時の木橋の細部構造が明らかになると考えた。長谷川家の文書には「長谷川造船所文書」という一群があり、その中に 2 点の橋の絵図がある。その図も参考にして考察を行い、当時の木橋に使用された金具類の用途と細部構造をかなり解明することができた。また、この橋の図から現場工事において橋の勾配を設定する一定の方法についても明らかにできたと考えている。

Key Words : Documents belonging on the Hasegawas, Detail Structure of Timber Bridges, Late Edo era

1. 木橋の部材を接合する金具類

(1) 考察の対象

大坂・堂島の船大工棟梁家に伝えられた『長谷川眞道氏所蔵文書』に基づいて江戸後期から明治初期の大坂の木橋の復元を行ってきた。2011 年から 4 回にわたる土木史研究発表会において報告したように¹⁾²⁾³⁾⁴⁾、当文書から把握できる木橋の構造については、一定の仮定のもとではあるが、約 30 橋の復元が可能となった。

しかし、橋の全体像の復元を優先したため、その細部構造についてはほとんど言及してこなかった。調査対象とした橋の工事見積書には木材の他にそれらを接合固定する金具類についてもかなり詳細に列挙されている。それらの金具類の使われ方を考察することによって当時の木橋の細部構造がかなり明らかにできると考えた。

長谷川家に伝えられる文書には、長谷川真紀男氏所蔵の「長谷川造船所文書」と名付けられた一群がある²⁾。その中には多くの絵図が含まれ、その多くが船の図であるが、橋の絵図が 2 点ある(図-3、図-4)。これらの図も参考にしながら、これまで調査の対象にしてきた『長谷川眞道氏所蔵文書』に含まれる代表的な橋の見積書に挙げられている金具類に着目して、当時の木橋の細部構造について考察を進めることにした。

(2) 文書に挙げられた金具類

今回目的としたのは特定の橋の復元ではなく、一般的な木橋に使用された金具類の種類とその使われ方を把握することである。できるだけ共通項が見つけられるように、多くの橋の見積書の中から、比較的規模が大きい橋で、金具類の記述がかなり詳細なものを選び、考察の対象とした。

選定した 6 橋の 6 つの文書から使用される金具類を橋ごとに列記したのが、表-1 である。橋によって表現がかなり違っているが、表現を統一し、使用箇所を推定して整理したのが表-2 である。表-1 のように金具類の寸法は橋によってかなりバラつきがあり、請負業者による統一はなかった可能性が高い。古くから橋ごとに引き継がれてきた形状が優先されたものと考えられる。

2. 金具類の使用実例

これらの金具がどのような形で使われたのかを模式的に示したのが、図-1 と図-2 である。図-1 では、下部工と上部工の接合状態を示し、図-2 では高欄部に使われた金具類の名称などを後述の「橋割法之差図」(図-4)の上に書き入れたものである。これによって全ての金具が表現できたわけではないが、標準的な橋の標準的な金具は示し得たと考える。

次に各金具が一つの接合部にどれほどの数使われたかを考察する。使用された金具の数は橋の規模によって変わるので、対象とした橋の規模などを表-3 に示す。

表-1 橋に使用される金具類

安治川橋金物類 (安政 2 年 : 長谷川眞通氏所蔵文書 122)

	種類	寸法	重さ	数量	金額:銀匁
上部工	牛平銚	長 1 尺 巾 1.2 寸 厚 0.4 寸	180 匁	60 挺	98.2
	付木手違銚		70 匁	40 挺	56
	同 平銚			40 挺	
	桁手違銚	長 1 尺 0.7 寸角	180 匁	40 丁	65.7
	養生刷打釘		16 匁	700 本	112
	橋板釣手違		40 匁	凡 800 挺	320
	板縫釘			1200 本	216
下部工	牛鼻覆打釘 筋違打釘 杭くさび打釘 共		15 匁	400 本	60
高欄など	大立根からみ釘		25 匁	40 本	10
	小立根からみ釘		15 匁	230 本	34.5
	高欄馬乗鉄金物		1200 目	32 丁	680
	大立帯金物	長 3.2 尺 巾 2 寸 厚 0.25 寸		12 丁	120
	大立銅すきん金物		銅 1500 目	10 丁	780
	小立片爪金物			80 丁	96
	大立片爪金物			8 丁	44
	ちょうちん立金物			34 丁	23.8
	鉄丸鉋釘			1000 本	145
	鉄平鉋釘			700 本	80.5
	大立小立根本覆鍔金			50 枚	185
	高欄笠木横仕込巻銅延板				
	銅壺寸鉋釘			3000 本	36

湊橋金物類 (天保 7 年 : 長谷川眞通氏所蔵文書 30)

	種類	寸法	重さ	数量	金額:銀匁
上部工	牛平銚	長 1 尺 巾 1.5 寸 厚 0.4 寸	250 匁		100 目
	耳桁手違銚	長 1.8 尺 0.7 寸四方	300 目	80 挺	160 匁
	中桁手違銚			同断	160 匁
	板釣手違銚	長 6 寸 0.4 寸角	50 匁	800 挺	161 匁
	橋板縫釘	長 6 寸落手	40 匁	250 本	321.3 匁
下部工	牛鼻覆皆折釘	長 5 寸	25 匁	200 本	36 匁
	杭横きくさび留皆折釘	長 3 寸	15 匁	150 本	14.5 匁
	筋違横打チ皆折釘	長 5 寸	25 匁	200 本	34 匁
高欄など	大建根から釘	長 7 寸	40 匁	40 本	9.25 匁
	小立根からみ釘	長 5.5 寸 0.4 寸四方	20 匁	300 本	45.5 匁
	銅鉋釘	長 1 寸		3000 本	27 匁
	高欄馬乗鉄銅金物				260 匁
	大建小建根巻并ニ手摺エ仕込巻銅延板		100 目	60 枚	146 匁

玉江橋金物類 (嘉永 5 年 : 長谷川眞通氏所蔵文書 110)

	種類	寸法	重さ	数量	金額:銀匁
上部工	牛掛平銚	渡り 9 寸平銚	150 目	70 丁	
	ひじ木平銚	渡り 7 寸平銚	80 匁	60 挺	
	同断手違銚	渡り 8 寸手違銚	90 匁	52 挺	
	桁掛手違銚	渡り 1.3 尺	250 目	54 丁	
	同断耳桁掛	渡り 1.3 尺	250 目	52 丁	
	養生刷桁枕掛共 大小平銚				
	上刷養生打皆折釘	長サ 4~8 寸迄	平均 28 匁	1100 本	
	板釣銚	渡り 3~6 寸迄	平均 50 目	1200 挺	
	同ぬい釘	長サ 6 寸	20 匁	1000 本	
下部工	鼻覆筋違打替折	長サ 4 寸替折	15 匁	250 本	
	負物打皆折釘及び根包打釘	長サ 4 寸、5 寸	18 匁	350 本	
	除杭ぼうし留片爪銚	長サ 8 寸 巾 1.2 寸 厚 2 寸		26 挺	
高欄など	大建根からみ釘	長サ 7 寸四方釘	25 匁	50 本	
	小建根からみ釘	長サ 6 寸四方釘	16 匁	272 本	
	馬乗座金物			40 枚	
	片爪銚			100 挺	
	大建帯鉄物			20 挺	
	印大立根巻金				
	金物打鉄鉋				
	鍔銅延板		90 目	100 枚	
	同断銅鉋釘	長サ 1 寸		7000 本	

大江橋金物類(嘉永3年：長谷川眞通氏所蔵文書77)

	種類	寸法	重さ	数量	金額:銀匁
上部工	牛掛平銼	渡り9寸平銼	200目	90挺	
	ひし木平銼	長サ7寸平銼	80目	60挺	55.2匁
	同断手違銼	渡り8寸手違銼	90目	60挺	62.1匁
	桁掛手違銼	渡り1.3尺	250目	90挺	
	上刷養生打釘	長サ5寸替折釘	28匁	1000本	322匁
	板釣銼	渡り4寸5寸之手違銼	50匁	1400挺	805匁
	同断ぬい釘	長サ6寸縫釘	18匁	2000本	460匁
下部工	鼻覆筋違打釘	長サ4寸替釘	15匁	300本	51.75匁
高欄など	大建根柵釘	長サ6.4寸釘	20目	50本	11.5匁
	小建根柵釘	長サ5.4寸釘	16匁	300本	55.2匁
	高欄鉄物馬乗鉄物			44挺	
	同断座銅			44挺	
	同断片爪鉄物			8挺	
	高欄鋳銅延板		100目	53枚	198.75匁
	同断鋳銅鉋釘	銅0.8寸鉋		3000本	24匁
	鉋釘とも				
	頭巾銅			14	

西国橋金物類(安政3年：長谷川眞通氏所蔵文書132)

	種類	寸法	重さ	数量	金額:銀匁
上部工 など	牛銼	長サ1尺 爪2寸 巾1寸 厚0.25寸		24丁	39.84匁
	桁銼	長1尺～1.2尺 爪2.5寸 0.5寸角		52丁	114匁
	耳桁継手巻銅			18枚	
	六寸平銼			30丁	30匁
	養生刷打釘 横打釘 筋違打釘	5寸替折		1000本	200匁
	養生打釘	5寸替折釘		1200本	276匁
	板釣銼		40匁	1500挺	735匁
	合釘		14匁	1000本	180匁
高欄など	高らん根からみ釘	長6寸		230本	46匁
	高欄継手馬乗金物	長サ1.8尺 巾3.5寸 厚0.25寸	凡1500目	20挺	600目
	小立片つめ金物	長7.5寸 巾1.4寸 厚0.25寸			
	大立片つめ金物	長1.4尺 巾1.4寸 厚0.25寸			
	鉄丸鉋	2寸		500本	
	銅壺寸鉋			1500本	
	大立ひし座			4枚	
	大立 小立并ニ袖高らん根敷銅	6寸に5寸		76枚	

難波小橋金物類(弘化2年：長谷川眞通氏所蔵文書71)

	種類	寸法	重さ	数量	金額:銀匁
上部工	牛掛ケ平銼 九寸平銼	渡り9寸	200目	24挺	
	ひじき外掛ケ七寸平銼	渡り7寸	80目	16挺	16.89匁
	同断内掛ケ八寸手違銼	渡り8寸	100匁	16挺	20.12匁
	桁掛銼 壺尺六寸手違	渡り1.65尺	300匁	32挺	117.12匁
	上刷養生打 五寸五七寸八寸迄皆折	長サ5寸～8寸迄	30目	200本	79.2匁
	橋板釣手違銼	渡り5寸～6寸迄	50匁	400挺	264匁
	板剝釘 縫釘	長サ6寸	30匁	650本	257.5匁
	橋板剝寄せ釘 三寸皆桁釘	長サ3寸	12匁	100本	15.84匁
下部工	筋違打并ニ鼻覆留メ 五寸皆折	長サ5寸	16匁	100本	21.12匁
高欄など	同断大建柵釘 七寸四方釘	長サ7寸	30匁	30本	11.82匁
	高欄小立根からみ釘 五寸四方釘	長サ5寸	16匁	130本	27.45匁
	高欄大建小建根鋳 笠木取付際者鋳共一式 銅延板		100目	47枚	181.33匁
	同断鋳打鉋 銅船手八部鉋釘	0.8寸		3300本	36.55匁

(1) 上部工の接合部材

ここでは牛梁から上を上部工とした。牛梁は杭頭に作られた柄に組み合わせられ、牛掛銼によって杭に固定される。6橋に使われた牛掛銼の数を橋の杭本数で割るとほぼ2本となり、平均して杭頭に2本ずつ使われたことになる。

肘木(ひじ木、付木)は、互いに切込を作って牛梁に

はめ込まれ、銼で固定される。肘木銼を見ると、平銼と手違銼の両方がほぼ同数使われているものが多いが、どちらか一方しか挙げられていないものもある。通常は、耳桁と肘木の結合には手違銼が、枕木には平銼が使われたと考えられ、1箇所あたりほぼ2本の銼が使用されたことになる。ただ、湊橋ではこの金具は挙げられていない。

表-2 木橋金物類一覧

	名称	形状	寸法	重量	使用箇所	備考
上部工	牛掛銼	平銼	渡り 9 寸～1 尺, 爪 2 寸, 巾 1～1.5 寸, 厚 0.25～0.4 寸	150～ 250 匁	牛梁を杭頭に固定	杭頭に柄加工
	肘木銼	手違銼	渡り 8 寸	90 匁	肘木(ひじ木、付木)を牛梁に固定	双方に切欠き加工
		平銼	渡り 7 寸	80 匁	枕木を牛梁に固定	カ
	桁掛銼	手違銼	渡り 1～1.8 尺, 爪 2.5 寸, 0.5～0.7 寸角	250～ 300 匁	桁と牛梁を直接繋結 桁と枕木と結ぶ場合も考えられる	
	養生刷打釘	皆折釘	長さ 4～8 寸	16～30 匁	桁の上に入れて勾配を 滑らかにする板を桁に固定	
	板釘銼	手違銼	渡り 3～6 寸, 0.4 寸角	15～50 匁	橋板を桁に固定	板側面は摺合わせ
下部工	板釘縫釘	皆折釘	長さ 6 寸	20～40 匁	橋板表面から桁へ打つ	
	牛鼻覆板釘	皆折釘	長さ 4～5 寸	15 匁	牛鼻覆、雨覆などを牛梁に固定	
	筋違打釘	皆折釘	長さ 4～5 寸	15～25 匁	筋違を杭貫に連結	
	杭くさび打釘	皆折釘	長さ 3 寸	15 匁	杭貫を固定する楔を留める	
高欄 など	根包打釘	皆折釘	長さ 4～5 寸	15～18 匁	杭の水際を補強する板を留める	
	大建根からみ釘	四方釘	長さ 6～7 寸	20～40 匁	大建柱を耳桁横に固定	固定部分は細く加工
	小建根からみ釘	四方釘	長さ 5～6 寸	15～20 匁	小建柱を耳桁横に固定	固定部分は細く加工
	高欄馬乗金物	平鉄	長さ 1.8 尺, 巾 3.5 寸, 厚 0.25 寸	1200～ 1500 匁	笠木の上を廻して小建に固定	主に笠木の継ぎ目に 設置
	高欄片爪金物	片爪銼カ	長さ 0.75～1.4 尺, 巾 1.4 寸, 厚 0.25 寸		笠木を小建、大建に固定	片爪銼と同じカ
	大建銅頭巾金物	銅薄板			大建の頂部を飾る	四角錐形に成形
	大建小建根鰐	銅延板			柱根元の腐食防止と装飾	
	銅鉋釘	丸鉋釘、 平鉋釘	長さ 1 寸ほど		高欄金具類を留める	
	大建帯金物	带状薄鉄板			大建を横方向に笠木などと連結	
除杭帽子留銼	片爪銼				芥除杭の頂部の板を留める	

表-3 対象橋の規模

橋名	橋長: 尺	幅員: 尺	橋脚数	杭本数	桁本数
安治川橋	254	13.5	10	3×10=30	4×11=44
湊橋	234.5	12	10	3×10=30	4×11=44
玉江橋	298.3	13	13	3×13=39	4×14=56
大江橋	344.5	13	15	3×15=45	4×16=64
西国橋	141	12	4	3×2 4×2=14	4×2 5×3=23
難波小橋	100	12	4	3×4=12	4×5=20

耳桁は角度調整をした肘木の上に直接置かれ、中桁は高さ調整のために肘木よりかなり高い枕木の上に置かれたと考えられる。桁掛銼は短いもので 1 尺（安治川橋、西国橋）、他の橋では 1.3 尺以上の長いものが使われている。湊橋では 1.8 尺と長い。これらが耳桁に使われた場合、桁と牛梁を直接繋ぐことができるはずである。桁と牛梁は直交しているから手違銼の方が使い易い。中桁は弁甲材（丸太の両面をはつった木材）が使われることが

多く、耳桁に比べて高さが低いので、桁と牛梁は直接繋かれず、枕木を介して固定された可能性はある。

使用本数は、耳桁は肘木の上で付き合せて継がれることがほとんどであったと考えられるから 1 箇所あたり 2 本が必要となる。中桁にはほとんどの場合、台持継ぎのような重ね継ぎが用いられたと考えられるから、銼は 1 本でも良いことになる。

各橋の桁掛銼の数を見ると、玉江橋、難波小橋では桁と牛梁の交点に 2 本ずつ、大江橋では耳桁には 2 本、中桁へは 1 本が使われたと考えられる。安治川橋では各交点に 1 本ずつとなり、少ない。一方、西国橋では交点あたり 3 本ほどになる。湊橋ではおよそ 4 本になるが、一部が肘木と牛梁の接合にも使われた可能性がある。

養生刷板は橋面が滑らかな曲線になるように桁の上に入れられる板で、皆折釘（一方の先端が曲げられた四角断面の釘、替折釘、貝折釘とも書く）によって桁に留められる。用意される板材は長さ 2 間（12 尺または 13 尺）の物がほとんどである。この板 1 枚単位、つまり 2 間あたりでみると、釘の使用本数は 5 橋では 6～11 本となっているが、西国橋の場合は 22 本と非常に多くなっている。

橋板は手違銼と縫釘で桁にしっかりと留められる。板の接合面には摺鋸（すりのこ）を入れ、水密性を高める手間が加えられるのが一般的であった。

橋板は幅 1 尺程度であるから銼の本数を桁の総延長で割ると 5 橋では 1 に近いので桁との交点ごとに 1 本ずつ手違銼が打たれることになる。ただ、西国橋の場合は 2 本以上で非常に多くなっている。

橋板表面から打ち込まれる縫釘の数はかなりバラつきが有るものの、桁との交点あたり 1 本強の橋がほとんどである。湊橋の場合は非常に少なくなっているが、その理由はわからない。

(2) 下部工の接合

橋脚部分では、牛梁の木口を保護するために牛鼻覆板

が付けられるが、丁寧なものでは屋根状の雨覆が付けられる場合もある。

橋杭を一体化してしっかりした橋脚にするために貫を貫通させ、楔で固定される。そして貫には筋違が付けられ、横方向の抵抗力が高められる。これらは皆折釘によって留められる。

湊橋ではこれらの箇所ごとに分けて、使用される釘の数が書き上げられている。このときの湊橋の仕様では梁鼻には屋根状の雨覆とその継ぎ目に棟木が付けられることになっており、ここに平均 10 本の五寸釘が使われる。湊橋は 10 橋脚からなっており、3 列の橋杭に 2 列の貫が入れているから交点は 60 箇所となる。交点の両側から楔が打たれたとすると 120 本の楔が打たれ、釘が 1 本ずつで止められたとすると 120 本の釘が必要となる。

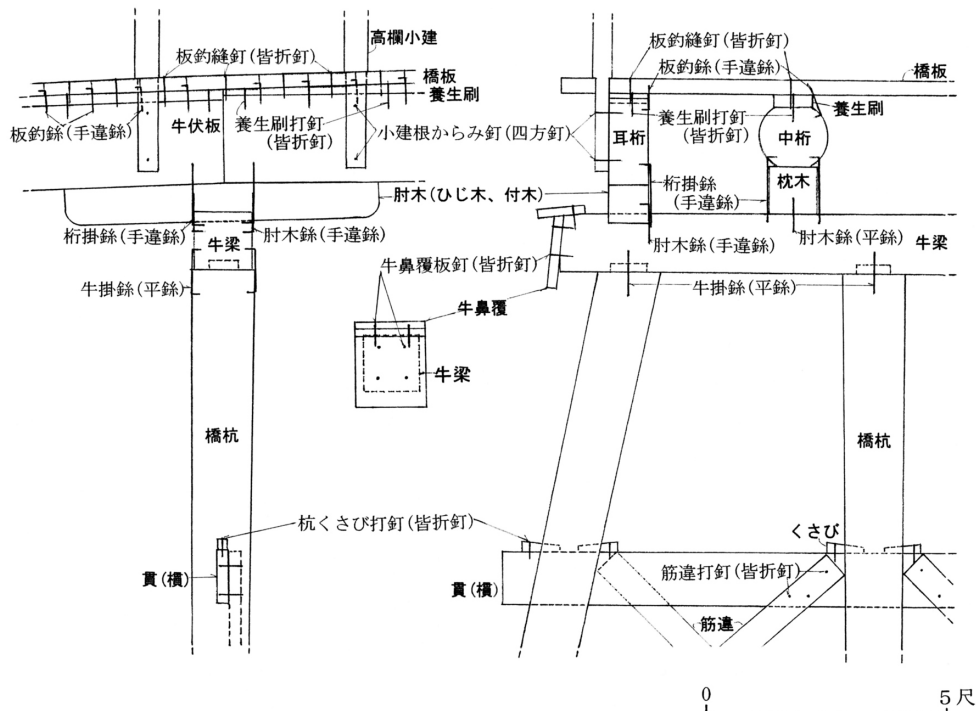


図-1 上部工と下部工に使用された金具類

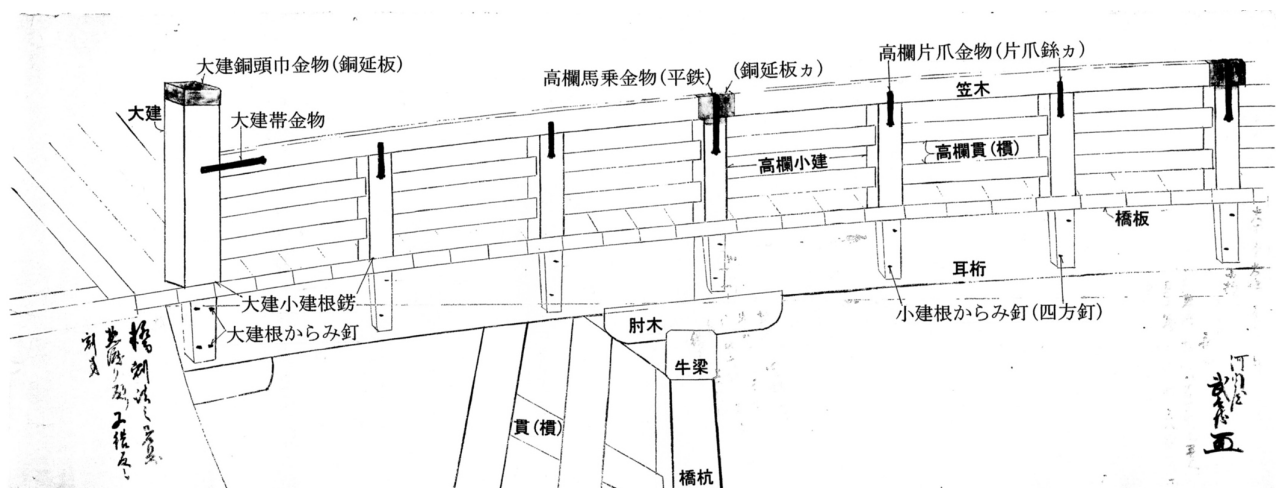


図-2 高欄の接合に用いられた金具類 (図-4「橋割法之差図」に加筆)

150本の釘がどのように使われたかは不明であるが、楔を貫通させるか、楔が抜け出ないように外側に接して打たれたと考えられる。楔はほとんど場合、釘1本で留められたことになる。

3本の杭が並べられた橋脚では通常4本の筋違が入れる。上下の貫に釘で留められたとすると、湊橋では80ヶ所に200本が使われ、1箇所あたり2.5本の釘が打たれたことになる。

当時の絵図には筋違が多く、の銼によって止められているように描かれているものもあるが、文書を見る限りでは、の銼が使われた例は見当たらない。

他の橋では使用箇所ごとに釘の本数が挙げられていないが、同じような配置で使われたと考えられる。ただ、西国橋では他の橋より多くの釘が使われたことになる。

(3) 高欄の接合

高欄は大建（大立）と小建（小立）で支えられ、両部材ともほとんどのものが、橋板を貫通させて耳桁の側面に釘で固定される。桁に留められる部分は、釘が打ちやすいようにかなり薄く削られたと考えられる。6橋の例では小建には五～六寸釘が使われており、小建は厚さ4～6寸のものが3寸ほどに削られたと考えられる。小建は2間あたり3～4本建てられたから、各箇所に使われた釘の本数は2～3本である。大建を留めた釘は1箇所あたり4本程度となる。

一般的な高欄は図-2のように小建、笠木、高欄貫で構成される。馬乗金物は笠木の上を越えるようにして小建に留められる金具で、笠木の連結部に使われたと考えられる。笠木には通常2間長の木材が用意されたから、馬乗金物はその継ぎ目の数の分が用意されたことになる。

片爪金物、片爪銼と表された金具はどのような形状であったかはよくわからないが、片方に爪が付けられ、直接打ち込まれ、一方には穴が開けられ、釘や鉋が打たれたものと想像される。主に小建や大建と笠木を連結するような箇所に使われたものであろう。帯金物は薄い鉄板で、大建などに廻して笠木と連結するような箇所に使わ

れたものと考えられる。

大建は橋詰に4本ずつの他、橋長の長い橋では橋上にも複数箇所建てられた。橋詰のものは男柱、袖柱と呼ばれることもある。頂部は四角錐型に加工されるのが一般的であったようであるが、柱より少し大きめの板が付けられる場合もあった。その部分が銅板などで飾られることもあった。安治川橋で大立銅すきん金物、大江橋で頭巾銅とされているのがそれにあたると考えられる。擬宝珠は公儀橋などのような、いわゆる格式の高い橋以外では一般的に用いられていない。

その他、大建、小建の根元や笠木の継ぎ目などが銅板で補強されたと考えられるが、どのような形で使われたかはわからない。また、図-2（図-4）では笠木の継ぎ目が銅板で覆われているようにも見えるが、その上に鉄の馬乗金物が乗せられており、銅と鉄を接触させるように使われたどうかは疑問がある。

その他、これらの金具類を留めるために長さ1寸程度の鉄や銅の釘、鉋が多く使われた。

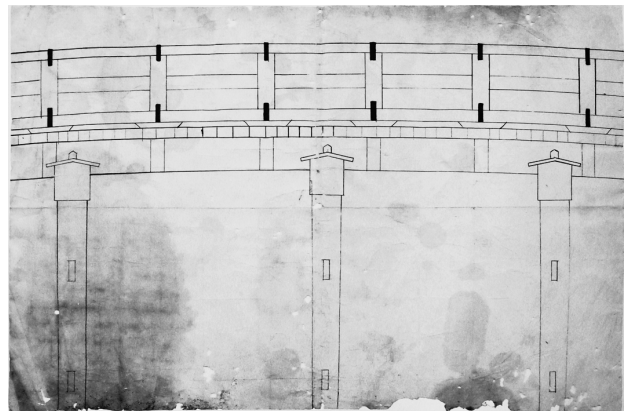


図-3 「橋図」（「長谷川造船所文書27」より、
元図 37.0×54.7 cm）

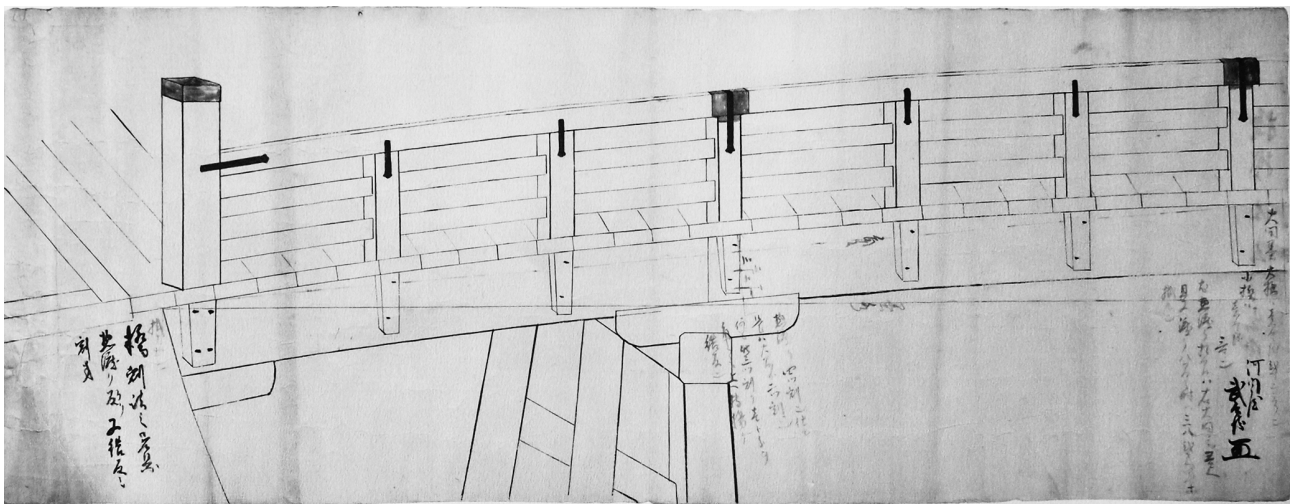


図-4 「橋割法之差図」（「長谷川造船所文書26」より、元図 32.0×83.6 cm）

3. 架橋現場における勾配の設定

(1) 「長谷川造船所文書」の橋図

長谷川真紀男氏所蔵の「長谷川造船所文書」には2つの橋の図がある。仮番号27、26と打たれた文書のコピーを図-3と図-4に示す。また、図-4には文字が書き込まれており、以下のように読める。

大間墨大橋ハ壱間ニ附式寸二三リ也

小橋ハ

壱間ニ附

河内屋

三寸也

武兵衛（花押）

尤惣渡り拾間ハ右大間ニ而三尺

且又渡り八間之時ハ三八式尺四寸等

掛ル也

一角々ー

一墨水ー

惣渡り四ツ割也仕ル

是ハ大間方ニツ割也

何も此三ツ割り壱ト分フ

角々も上へ持揚ゲ

結反也

掛ケ出シ

橋割法之差図

惣渡り^{そり}反 又結反之

割方

この図は、橋の工事現場で橋の勾配を割り付ける方法を記したものと考えられる。各々の語は以下のような意味を表すものと考えた。

- ・大間：橋の中央、通常は橋長の2分の1点
- ・墨水：両方の橋端を結んだ線、通常では水平線
- ・角々：橋端と中央点（通常は最高点）を結んだ直線
- ・反：橋端と最高点の高さの差
- ・結反：橋長の4分の1点の高さ

大間墨を反の大きさと考え、橋長1間（6尺）あたりの値を示すと解釈すると、大橋の場合は1間あたり2寸2,3リ（厘）で、勾配は6.7%強、小橋の場合は3寸で、約10%を目安にするということになる。そして、全長10間の橋において反は3尺を取り、8間の場合は2.4尺ほどを取ることにする。すなわち、勾配は10%となる。

また、4分の1点において、墨水と角々の間を3等分し、その1つ分を高くして勾配を調整する。この調整は橋面を滑らかな曲線にすることが目的である。図から見ると、この高さは現場では桁上面で管理したとも見えるが、桁上面では桁高が異なる場合も多いから滑らかな線にはならないことが多い。橋の縦断曲線は養生刷板を入れて調

整したはずであるから、その上の線で管理するのが適切であると考えられる。そして、この文書の名称は「橋割法之差図」とするのが適切であると考えた。

(2) 「橋割法之差図」の考察

この図の指示の基本は、4分の1点において、墨水と角々の高さの差を3等分して、その1つ分を高くした点を勾配調整の基準点とするということである。

これを図化すると下図のようになる。

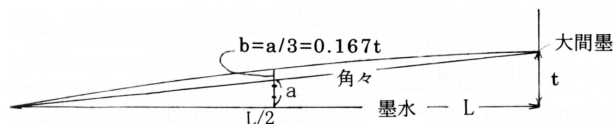


図-5 「長谷川造船所文書26」による縦断曲線の概念図

これを円曲線や放物線と比較してみる。

円曲線の場合、円曲線を $x^2 + (r-t+y)^2 = r^2$ とし、最高点の座標を(0, t)、最低点を(L, 0)、すなわち勾配(反の程度)を t/L とすると、曲線は、

$$2ty = t^2 - L^2 + ((t^2 + L^2)^2 - 4t^2x^2)^{1/2}$$

となる。「差図」にあるように勾配を10%とした場合、L/2点では、 $y = 0.752t$ すなわち、 $b = a/2 \approx t/4$ となる。この値は勾配が低くなるほど0.750tに近づく。

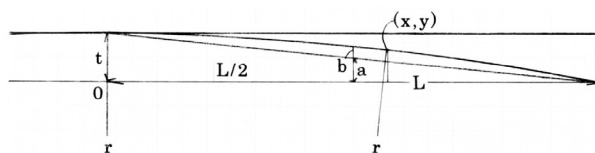


図-6 橋の縦断曲線の曲線近似の概念図

放物線の場合、4分の1点においては $y = 0.750t$ 、すなわち4分の1点において、墨水と角々の高さの差を2等分して、その1つ分を高くした値となる。また、橋端の最急勾配は $2t/L$ となる。通常では円曲線もこれに近い。

仮に、「差図」に示された曲線を

$$y = t - \alpha x^\beta$$

で近似し、4分の1点（L/2点）においての上げ越し量bが0.167tになるように α 、 β を決めると、

$$\beta = 1.58, \alpha = t/L^{1.58}$$

となる。この曲線は円曲線や放物線と比べるとかなり扁平な曲線となり、橋端での最急勾配は $1.58t/L$ となる。

つまり、円曲線などと比べると、橋端部では勾配がかなり緩やかになり、橋中央部では急になる。

(3) 反の実例

『長谷川真通氏所蔵文書』の橋の工事見積書の中で、反の数値が書かれているものを拾い出してみたのが表-4である。同時に『地方役手鑑』⁵⁾に記載されている公儀橋の反も挙げる。また、江戸の両国橋では平均勾配は3.7%、京橋では6.7%の勾配が取られていた記録がある⁶⁾。

表-4 のように、見積書に挙げられた反には、勾配にして 10%を超えるものは見られないことや橋長の長い橋では橋脚数も多く、反を管理する基準点も多くなることから上記の「差図」が多くの橋にそのまま適用されたとは考えにくい。したがって、この「差図」の勾配の取り方はあくまでも目安を示したものであると考えられる。

明治以前の木橋の勾配の決定法については不明な点が

多い。今のところ勾配の決め方のルールを見いだせていない。また、一般的には円曲線が適用されたと考えているが、確証を得ているわけではない。これまでに報告してきた木橋の復元では勾配に円曲線を用いてきた。今回報告した「差図」から円曲線とは違った勾配の決定法が採られた可能性があることがわかった。しかし、これだけでは今までの作業を見直すには至らないと考えている。

表-4 反りの比較

『長谷川眞通氏所蔵文書』より

橋名(文書番号)	川名	長	尺	幅	尺	反	尺	勾配%	1間の換算
安治川橋(122)	安治川	42間2尺	254	1丈3尺5寸	13.5	1丈1尺5寸	11.5	9.1	1間=6尺
大黒橋(24)	道頓堀川	21間2尺	138.5	1丈	10	5尺	5	7.2	1間=6.5尺
末吉橋(209)	東横堀川	25間	162.5	1丈	10	4尺5寸	4.5	5.5	1間=6.5尺
九之助橋(129)	東横堀川	23間5尺	143	1丈1尺	11	4尺6寸	4.6	6.4	1間=6尺
瓦屋橋(159)	東横堀川	12丈3尺	123	1丈	10	5尺3寸	5.3	8.6	1間=6尺
湊橋(30.31)	土佐堀川	234.5尺	234.5	12尺	12	9尺5寸	9.5	8.1	1間=6尺
梅田橋(136)	曾根崎川	9間半	61.75	13尺	13	2尺5寸	2.5	8.1	1間=6.5尺
上ノ橋(52)	海部堀川カ	12間	72	12尺	12	1尺8寸	1.8	5	1間=6尺
幸橋(79)	阿波堀川	11間	66	1丈1尺	11	3尺	3	9.1	1間=6尺
船津橋(179)	堂島川	44間2尺	266	13尺	13	1丈1尺	11	8.3	1間=6尺
千代崎橋(209)	木津川	33間	214.5	2丈1尺	21	9尺	9	8.4	1間=6.5尺

『地方役手鑑』より (1間=6.5尺換算)

野田橋	鯉江川	15間5尺5寸	103	3間	19.5	2尺3寸	2.3	4.5	1間=6.5尺
備前島橋	〃	15間1尺	98.5	2間6尺	19	2尺1寸	2.1	4.3	
京橋	平野川	50間3尺8寸	328.8	4間	26	6尺2寸	6.2	3.8	
天満橋	淀川	115間5尺	752.5	4間	26	1丈3寸	10.3	2.7	
天神橋	〃	122間3尺8寸	796.8	3間3尺	22.5	1丈4尺5寸	14.5	3.6	
難波橋	〃	114間6尺	747	3間半	22.8	1丈2尺5寸	12.5	3.3	
高麗橋	東横堀川	36間1尺5寸	235.5	3間6尺	25.5	4尺5寸	4.5	3.8	
本町橋	〃	24間1尺6寸	157.6	3間6尺2寸	25.7	2尺5寸	2.5	3.2	
農人橋	〃	27間1尺4寸	176.9	2間6尺	19	3尺9寸	3.9	4.4	
長堀橋	長堀川	18間6寸	117.6	3間4尺7寸	24.2	2尺6寸	2.6	4.4	
日本橋	道頓堀川	20間3尺2寸5分	133.25	3間5尺5寸	25	2尺2寸	2.2	3.3	

課題と謝辞

長谷川家に伝えられる文書を用いて、主として江戸後期の橋の復元を行い、かなり正確な情報を得ることができた。しかし、筆者が現場の大工仕事に関する知識が乏しいため、推論に隔靴搔痒の感は免れない。古い木橋の構造や建設の考察を深めるためには現場に精通した専門家との共同作業が必要であることを痛感している。

文書の解釈などにあたっては、共同研究を続けている元神戸商船大学名誉教授・松木哲氏、大阪人間科学大学・植松清志氏、大阪市教育委員会生涯学習部・植木久氏、大阪歴史博物館・八木滋氏、各氏には多大のご援助をいただいている。感謝を申し上げたい。

参考文献

- 1) 松村博：『長谷川家文書』による安治川橋の構造復元，土木史研究講演集，Vol. 31，2011.
- 2) 松村博：『長谷川眞通氏所蔵文書』による大坂の橋の構造復元，土木史研究講演集，Vol. 32，2012.
- 3) 松村博：『長谷川眞通氏所蔵文書』による大坂の橋の構造復元(その2)，土木史研究講演集，Vol. 33，2013.
- 4) 松村博：『長谷川眞通氏所蔵文書』による大坂の橋の構造復元(その3)，土木史研究講演集，Vol. 34，2014.
- 5) 『地方役手鑑』，大阪市史史料第13輯，1985.
- 6) 松村博：江戸の橋，pp. 188-189，鹿島出版会，2007.

(2015.4.6 受付)