

近世東海道の橋梁について*

A study on the bridges constructed on the trunk road "Tokaido" in the Edo era

伊東孝**・斎藤司***・伊東孝祐****

by Takashi ITOH, Tsukasa SAITO , Kousuke ITOH

概要

本論は、『東海道宿村大概帳』や『東海道分間延絵図』を用いて近世東海道に架設された橋梁の実態等（架設数、橋種、橋長、施工者）を数量的に明らかにしたものである。また現存する石橋（芦川橋）をケーススタディとして耐荷力を検証した。その結果、神奈川県内には 160 橋があり、そのうち 59.4%が石橋であったこと、普請は基本的には幕府もしくは領主が行っていたが、橋長が 3 間を越える場合は幕府が行なうことが多かつたこと等が明らかになった。

1. はじめに

東海道は、その名のとおり海に面した行程が多く、神奈川県内においては、江戸（東京）湾や相模湾に面している地勢のため、大小河川の河口や下流部を横切ることが多かつた。このうち多摩川等の大河川については渡船が主流であったが、それ以外の場合は橋による渡河が普通であった。そのような橋の姿は、錦絵や浮世絵などに描かれていることがあり、現代においても概念的にはその状況を把握することが可能である。

また、近世橋梁の構造については『堤防橋梁積方大綱』や『堤防橋梁組立絵図』等があり、当時の標準設計を把握することは可能である。また、村松の研究¹⁾から木造橋の構造やデザインについては明らかにされている。しかし、架設された橋の規模や施工者といった具体的な点については不明な部分が多い。

本論は、神奈川県内を対象に、既存資料を用いて近世東海道に架設された橋の実態等を数量的な見地から明らかにすることを目的としたものである。

2. 架設状況

（1）調査方法

江戸時代後期の東海道における橋の架設状況は、東海道の宿駅とその往還に関わる村々を調査したデータ報告書である『東海道宿村大概帳』⁽¹⁾（以下、大概帳）や、実測結果を絵図としてまとめた『東海道分間延絵図』⁽²⁾

（以下、分間延絵図）等を用いることにより把握することができる。本章では、これら資料を用いて、橋の架設状況を明らかにする。対象区間は川崎宿から箱根宿までとした。

（2）『大概帳』にみる架設状況

『大概帳』には、宿場および東海道が通過する村ごとに、橋の名前、普請方法、材料による橋の種類（板橋、石橋、土橋の 3 種類）、橋の長さおよび幅員等が記されている。橋は基本的には桁橋である。『大概帳』に記載されている橋に関するデータのうち、橋の種類および橋の長さについて整理した結果を表-1 に示す。これによると川崎宿から箱根宿までは全部で 160 もの橋が架設されていたことがわかった。そのうち、95 橋（59.4%）が石橋で占められていた。橋長別に見てみると橋長 1 間未満の橋では 87.0%が石橋であり、4 間以上になると石橋は用いられていなかった。『大概帳』によると川崎宿から箱根宿までの宿間距離は 20 里 17 町であることから 1 里あたり板橋は 0.73（橋/里）、石橋は 4.64（橋/里）、土橋は 2.44（橋/里）架設されていたことになる。

板橋は基本的には 5 間以上必要な場合に架設されていたようであり、当該区間では橋長 25 間（45.5m）の

表-1 橋種別橋長別架設数（大概帳）⁽²⁾

	板橋	石橋	土橋
1 間未満	4	67	6
1 間以上 2 間未満		17	13
2 間以上 3 間未満	1	8	9
3 間以上 4 間未満		3	1
4 間以上 5 間未満			3
5 間以上	10		17
合計	15	95	50

*keywords : 近世、東海道、橋梁、普請、東海道宿村大概帳

**正会員 工博 日本大学理工学部社会交通工学科

（〒274-8501 船橋市習志野台 7-24-1）

***非会員 博（文学） 横浜市歴史博物館

****正会員 博（都科） 財団法人国士技術研究センター

橋も架設されていた。5間以上の橋長では1径間ではなく、3本ないし4本立ての橋杭(幅員によって異なる)によって2~11組の橋脚を有していた。

土橋については最大で橋長22間(40.00m)の橋が架設されていた。板橋とは異なり、1間以上の橋長において2本~4本立ての橋杭による橋脚(2~9組)を有していた。

(3)『分間延絵図』にみる架設状況

『分間延絵図』に描かれた橋は、板橋、石橋、土橋の3つに大別することができる。描かれている橋の例を図-1に示す。『大概帳』のデータをもとに『分間延絵図』から拾い上げた結果を表-2に示す。これによると、全部で141橋が描かれていた。時期の違いがあるにせよ、『大概帳』と比較すると19橋少ない。その差は1間未満の石橋に大きく見られ、1間未満(主に5尺未満のものが多い)ということから省略されていた橋があったのではないかと推察される。

(4)まとめ

以上、当該区間においては石橋が最も多く架設されており、特に橋長が1間未満の場合は、9割近くが石橋で占められていたことがわかった。なぜ、石橋が多く用いられていたのだろうか。橋長が1間を越えるところが少なかったということもあるが、石橋は板橋や土橋と比較して耐久性もあることから維持管理の手間が少なく、そのための費用も他と比較して低いと思われる。また相模国は小松石をはじめとする石の産地でもあった。これら維持管理の優位性、費用的な優位性、資材調達の優位性から石橋が多く見られたのではないかと考えられる。

3. 普請について

(1) 調査方法等

橋の普請は、御普請、自普請、領主普請の3種類がある。御普請とは幕府が、自普請とは自宿村が、領主普請とは領主(大名や旗本等)が橋の架設を行うものである。川崎宿から箱根宿間に架設された160橋について、『大概帳』のデータから普請状況を明らかにする。

(2) 普請別橋種および橋長

普請別の割合を示したものが図-2である。御普請が全体の約半分を占めており、残りの半分を自普請、領主普請がほぼ同じ割合で占めていた。

図-3は橋が架設されている箇所の支配状況と普請との関係を表したものである。御料とは幕府直轄地である。橋の普請は基本的に幕府もしくは領主が行っていたことが分かる。

次に、普請の種類と橋の種類との関連性についてみてみる(図-4)。これによると、板橋、石橋とも御普請によるものが多く、それぞれ80.0%、58.9%と高い値になっていた。土橋については46.0%が自普請によって

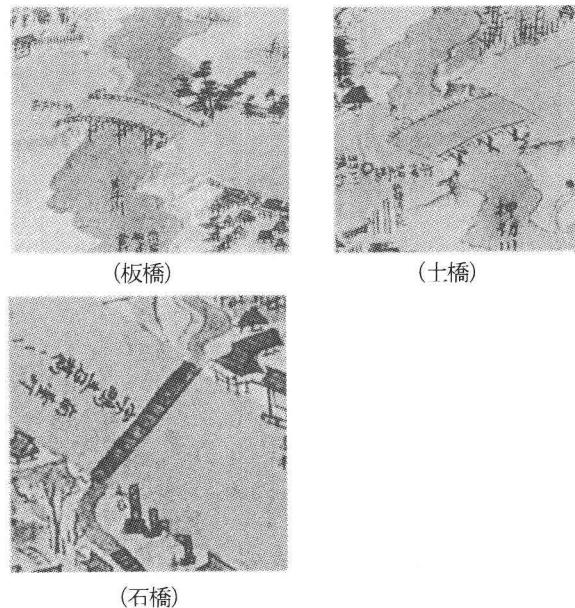


図-1 『分間延絵図』に描かれた橋³⁾

表-2 橋種別橋長別架設状況(分間延絵図)⁴⁾

	板橋	石橋	土橋
1間未満	4	53	5
1間以上2間未満		15	11
2間以上3間未満	1	8	9
3間以上4間未満		3	1
4間以上5間未満			3
5間以上	10		18
合計	15	79	47

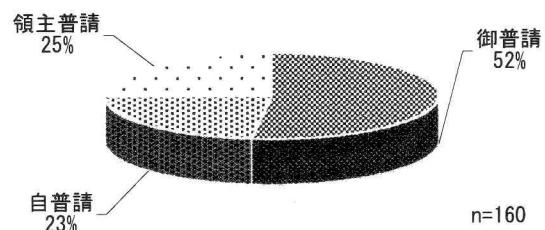


図-2 普請別割合

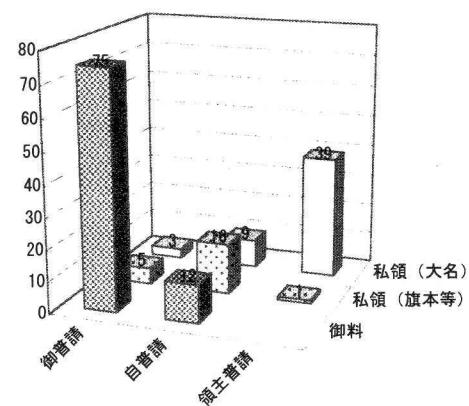


図-3 橋梁架設地の支配状況と普請状況

行なわれていた。領主普請においては石橋や土橋が多く見られた。

普請の種類と橋の長さに着目してみる(図-5)。これによると、橋長が3間を越える場合は御普請となる場合が多く(橋長3間以上の59.0%、領主を除くと91.0%)、自普請は橋長が3間未満の場合に多く見られた(自普請の95.0%は橋長が3間未満)。橋長が3間以上となる場合は土橋や板橋が多く、多径間になることから、費用もかかり、架設技術も要することから、技術者を抱えている幕府による御普請になったと考えられる。

(3) 普請と橋種および橋長との関連性

以上の結果より普請と橋種および橋長との関係を整理する(図-6)。自普請の場合は3間未満の場合が多く、橋種も土橋が多く用いられていた。このことから、比較的安価で架設が簡単な場合は自普請で行なわれていたと思われる。

領主普請の場合も石橋か土橋が多く用いられ、板橋は橋長が長い時に限られている。また橋長が1間未満の場合は石橋が、3間以上のは土橋と、橋長による橋種のすみ分けが見られる。

御普請の場合も橋長が1間未満の場合は石橋となることが多く、5間以上のは多径間の板橋もしくは土橋が用いられていた。このことから、御普請は橋長が長い場合や簡単に橋が壊れてはいけないような場所に架設する場合に行なわれていたと思われる。

これらの違いは建設費用の差や架設技術の差によるものではないかと考えられる。

4. 石桁橋の耐荷力の検証

(1) 現存石橋の現況

江戸時代に架設された石橋(芦川橋)が箱根町の恩賜公園に移築されて現存している。敷石の状況から桁は4本と推定していたが、実際はコンクリート桁が2本追加され、6本になっていた。本章ではこの石橋を用いて、近世石橋の耐荷力照査(曲げ応力度のみ)を試みた。照査を行うにあたり実測した結果を図-7に示す。また、『大概帳』に記載されたデータによると、芦川橋は高欄付石橋であり、橋長は3間(5.455m)、幅員は2間(3.636m)、御普請により架設された。大概帳と実測値とを比較してみると、橋長は大概帳5.455mに対して実測値3.650m、幅員は大概帳3.636mに対して実測値3.460m(高欄間)で、幅員はほぼ同じであったが、橋長が1.805m(約1間)の違いが見られた。

(2) 構造照査における諸条件

現地調査の結果では、コンクリート桁が2本設置されていたが、状況から当初架設場所においては石桁4本であったと考えられるため、図-8の断面で計算を行な

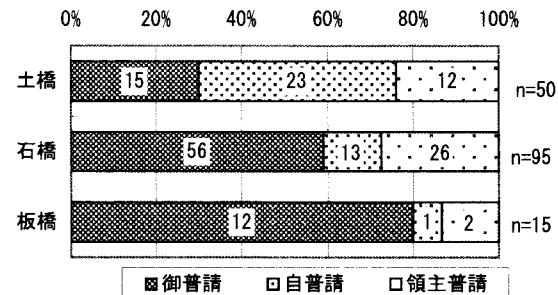


図-4 橋種別普請状況

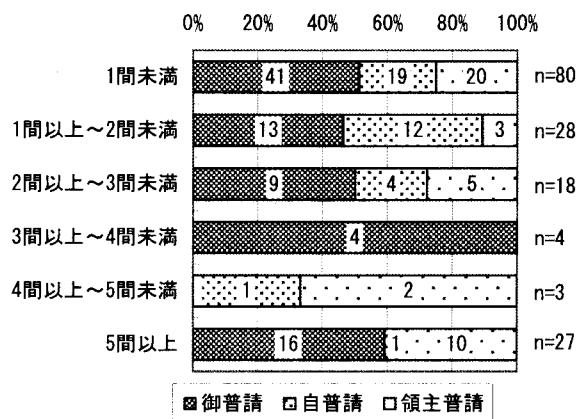


図-5 橋長別普請状況

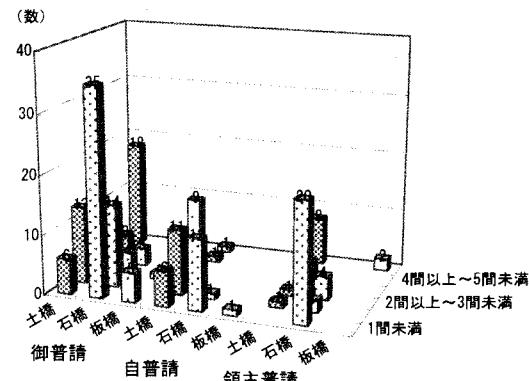


図-6 普請と橋種および橋長

うこととした。

材料の単位重量は、使用されている石を神奈川県産の小松石(安山岩)として 26kN/m^3 ($\approx 2,600\text{kg/m}^3$)とした⁵⁾。活荷重は、基本的に歩行者主体の橋と考え、群衆荷重として 5.0kN/m^2 の等分布荷重を載荷するものとした⁶⁾。石材の許容応力度は小松石として 86kg/cm^2 ($\approx 860\text{kN/m}^2$)とした⁷⁾。計算の対象部材は敷石、下部桁とした。

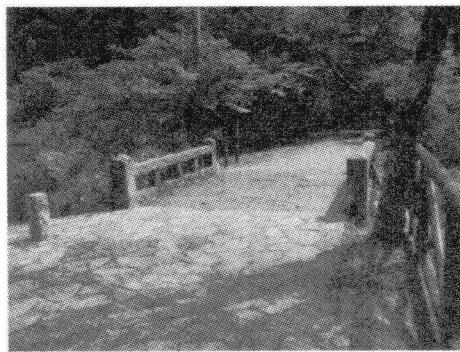


写真-1 芦川橋の現況 (撮影: 藤村万里子、2003.9.12)

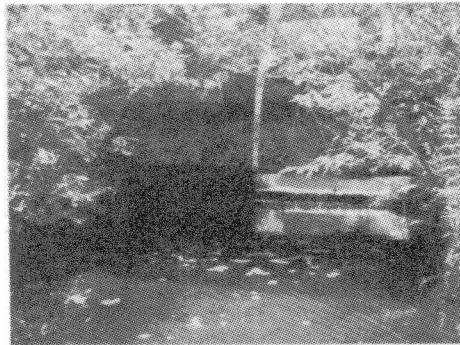


写真-2 芦川橋の現況 (撮影: 藤村万里子、2003.9.12)

(3) 構造照査計算

a) 敷石

分布荷重を W_1 とすると

$$\begin{aligned} W_1 &= (\text{群衆荷重}) + (\text{敷石の自重}) \\ &= 5.0 + 0.15 \times 0.6 \times 26.0 \\ &= 7.34 (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

このとき最大曲げモーメント M_{max} は

$$\begin{aligned} M_{max} &= W_1 l^2 / 8 = 7.34 \times (1.2)^2 / 8 \\ &= 1.32 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

断面係数 z は

$$\begin{aligned} z &= bh^2 / 6 \\ &= 0.6 \times (0.15)^2 / 6 \end{aligned}$$

となることから、曲げ引張応力 σ は

$$\begin{aligned} \sigma &= M_{max} / z \\ &= 1.32 / 0.021 = 62.4 (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

石材の許容応力度は $860 (\text{kN/m}^2)$ であることから、敷石の曲げ引張応力は許容応力度以下であった。

b) 桁

分布荷重を W_2 とすると

$$\begin{aligned} W_2 &= 7.34 \times (1.2 + 1.25) / 2 + 0.35 \times 0.6 \times 26 \\ &= 14.45 (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

このとき最大曲げモーメント M_{max} は

$$\begin{aligned} M_{max} &= W_2 l^2 / 8 = 14.45 \times (2.550)^2 / 8 \\ &= 11.745 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

断面係数 z は

$$z = bh^2 / 6$$

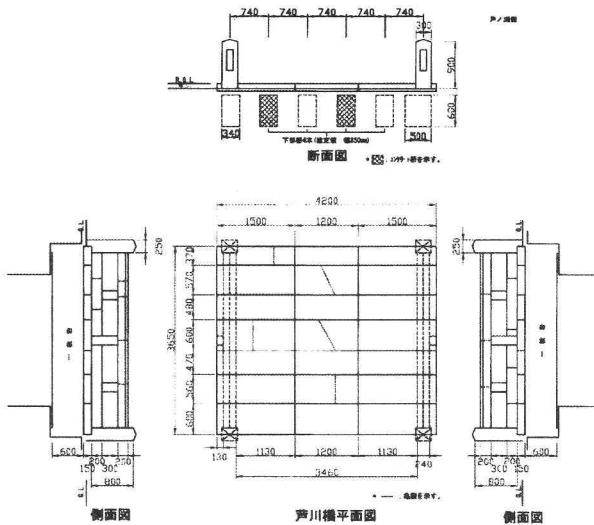


図-7 芦川橋実測図

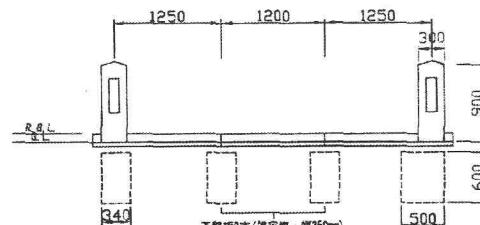


図-8 芦川橋の断面図 (計算で用いた断面)

$$= 0.35 \times (0.6)^2 / 6 = 0.021 (\text{m}^3)$$

となることから、曲げ引張応力 σ は

$$\begin{aligned} \sigma &= M_{max} / z \\ &= 11.745 / 0.021 = 559 (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

石材の許容応力度は $860 (\text{kN/m}^2)$ であることから、桁の曲げ引張応力は許容応力度以下であった。

(4) まとめ

照査の結果、敷石および桁の曲げ応力は、現在の構造基準の 1 つである群衆荷重に耐えることが分かった。ちなみに安全率は、

$$\text{敷石} = 860 / 586 = 1.47$$

$$\text{桁} = 860 / 559 = 1.54$$

で、敷石および桁ともほぼ 1.5 であった。

5. まとめ

本研究で得られた知見を整理すると、次のとおりである。

- ①神奈川県内の東海道には 160 橋あり、そのうち 59.4% が石桁橋であった。特に橋長が 1 間未満の場合は 87.0% が石橋で占められていた。その他に土橋が 50 橋 (31.3%)、板橋が 15 橋 (9.3%) 見られた。石橋が多く見られたのは維持管理の優位性、費用な優位性、資

材調達の優位性からだと考えられる。

②橋の普請は、幕府が行う御普請、その土地の支配者が行なう領主普請、地元住民が行なう自普請の3種類あり、基本的には幕府もしくは領主が普請を行っていた。ただし、橋長が3間以上の場合には架設に技術を要することから幕府になることが多かった。

③普請と橋長、橋種の関連性を見出した。すなわち、御普請の場合、橋長1間未満の場合は石橋、5間以上の場合には多径間の板橋もしくは土橋が用いられていた。領主普請の場合、橋長が3間未満の場合は石橋、3間以上の場合は土橋が用いられていた。自普請の場合には橋長が3間未満の場合はほとんどで、橋種も石橋か土橋が多く用いられていた。これらの違いは、建設費用の差や架設技術の差によるものと考えられる。

④現存する石桁橋を照査した結果、敷石および桁の曲げ応力は、現在の構造基準の1つである群衆荷重に耐えることが分かった。ちなみに安全率は、敷石ならびに桁とも1.5程度であった。

今回の調査研究を通し、近世東海道に架設されていた石橋が多少補強されているとはいえ、移設されて現存・利用されていることがわかった。当時の橋の構造は基本的には『堤防橋梁積方大概』や『堤防橋梁組立絵図』等の資料でしか伺い知ることは出来ない。その意味からも現存している石橋は貴重な歴史的遺産であるといえる。われわれは、このような先人達の知恵や苦労が詰まった歴史的遺産を、きちんと後世の人々に伝えていく義務がある。単なる見せ物としての遺産ではなく、われわれの生活に根差した形での遺産でなければ、社会基盤の一翼を担っていたことに対する意味を持たなくなってしまう。今回の調査を機に、あらためて歴史的遺産としての社会基盤というものを考えていくことも重要であると考える。

なお、本論は平成14年度から平成15年度にかけて行われた「東海道道路構造解析調査委員会（国土交通省横浜国道事務所の委託に基づき（財）国土技術研究センターにおいて実施）」での調査研究成果のうち、橋梁に関する部分をとりまとめたものである。

[謝辞]

構造計算について助言を頂きました日本大学理学部社会交通工学科 宮森建樹教授に感謝の意を表する次第である。

[補注]

(1) 江戸時代後期、天保改革にあわせ、東海道の宿駅とその往還にかかる村々を対象に調査したデータ報告である。本帳の記載項目を見ると、宿の領主、宿高、宿間距離、宿内人別・家数、本陣数・規模、旅籠屋数・規模、宿間駄賃、人馬継問屋の所在地・問屋場役人の構成員数、往還の掃除丁場の受持分担、次宿までの間の村や立場の領主名・村高、一里塚の所在、橋の規模や普請区分、宿内の寺社、往還の名所旧跡等が詳細に書き上げられている。

(2) 寛政年中（1789～1801）、幕府の命を受けて道中奉行が中心となって作成したもので、1806（文化3）年に完成している。全20冊よりなる手書きの絵図で、幕府の道中奉行が五街道との付属街道の道中行政のために作成された絵図は、実測した距離も方角も正確な図であり、それを絵師が風景画風に仕立てたが、紙幅内に描くために道路の形状等は改変されている。縮尺は1800分の1である。

[参考文献]

- 1) 村松博：日本の木造橋の構造とデザイン、土木史研究講演集、Vol. 23、pp. 75–82、2003
- 2) 児玉幸多校訂：『近世交通史料集四 東海道宿村大概帳』、吉川弘文館、pp. 1–182、1970
- 3) 児玉幸多監修：『東海道分間延絵図』、東京美術、1977
- 4) 文献3)
- 5) 大野隆司：『建築構法計画資料』、大谷出版社、1977
- 6) 日本道路協会：『道路示方書（I共通編・IV下部構造編）・同解説』、丸善、p. 13, 15、1997
- 7) 文献5)
- 8) 文献2)

付表 神奈川県内東海道架設橋梁一覧⁸⁾ (その1)

通過宿村名	宿村名	位置	橋種	長さ	幅員	橋脚	著請	支配形態
川崎宿	川崎宿	宇多夫橋	石橋	1間4尺	3間	橋杭3本立1組	御著請	御料
		宇渡田	石橋	1間	3間		御著請	御料
		宇元木	石橋	1間	3間		御著請	御料
		宇四貴橋	石橋	4尺	2間半		御著請	御料
		宇小土品橋	石橋	7尺	3間		御著請	御料
		宇妙子小土品町境	石橋 高欄付	3間	3間	橋杭3本立2組	御著請	御料
		宇善養寺前	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇高札前	石橋	3尺	3間		御著請	御料
	市場村	宇中嶋	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇大師河原	石橋	2間	3間	橋杭3本立1組	御著請	御料
		宇中之石橋	石橋 高欄付	2間	3間		御著請	御料
	鶴見村	宇綱廻り	石橋	3尺5寸	3間		御著請	御料
		宇下宿	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇上宿	石橋	6尺	3間		御著請	御料
		宇綱手	石橋	3尺	3間		御著請	御料
		宇三や	石橋	3尺	3間		御著請	御料
		宇綱町	石橋	3尺	3間		御著請	御料
		宇鶴見橋	板橋	25間	3間	橋杭4本立4組・3本立5組	御著請	御料
	生麦村	宇北町	石橋	2間	3間		御著請	御料
		宇原町	石橋	2間	3間		御著請	御料
		東子安村	石片原	3尺	5尺		御著請	御料
		西子安村	宇入江川	土橋	8間	2間半	橋杭3本立5組	御著請
神奈川宿	神奈川宿	宇瀬之橋	板橋	7間	2間半	橋杭2本立3組	御著請	御料
		宇荒宿橋	土橋	2間	2間半	橋杭3本立2組	御著請	御料
		宇之無	石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
			石橋	3~5尺	3間		御著請	御料
保土ヶ谷宿	保土ヶ谷宿	宇幡子橋	板橋 高欄付	15間	3間	橋杭4本立2組・3本立4組	御著請	御料
		宇幡子橋	板橋	5間	2間半	橋杭4本立3組	御著請	御料
		宇古町	土橋	9間	9尺	橋杭3本立5組	御著請	御料
		宇茶屋町	土橋	3間半	2間半	橋杭4本立2組	御著請	御料
		宇檜木坂下	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇元町	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇元町	土橋	6間	3間		御著請	御料
		宇松源寺下	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇大仙寺前	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇大久橋	石橋	5尺	3間		御著請	御料
	平戸村	宇原田	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇芝生村境	石橋	5尺	3間		御著請	御料
		宇谷宿	土橋	2間	2間		自著請	私領(旗本等)
		字品野坂下	土橋	1間	2間		自著請	私領(旗本等)
		宇油塙田	土橋	1間半	2間		自著請	私領(旗本等)
前山田村	前山田村	宇之無	土橋	1間	2間		自著請	私領(旗本等)
		宇橋	土橋	1間	2間		自著請	私領(旗本等)
		宇赤堀	土橋	5間	2間半	橋杭3本立4組	御著請	私領(旗本等)
		宇山中堀	土橋	1間	2間半	橋杭3本立4組	御著請	私領(旗本等)
		宇秋葉口	土橋	9尺	2間半		自著請	私領(旗本等)
		宇市場口	土橋	1間	2間半		自著請	私領(旗本等)
	下柏尾村	宇五大夫橋	土橋	2間	2間半		御著請	私領(旗本等)
		宇之無	土橋	7尺	2間半		自著請	私領(旗本等)
			土橋	2尺	2間半		自著請	私領(旗本等)
			土橋	2尺	2間半		自著請	私領(旗本等)
		宇坂上橋	板橋	4尺	2間		御著請	御料
戸塚宿	戸塚宿	宇第六橋	板橋	4尺	2間		御著請	御料
		宇西久保橋	板橋	4尺	2間		御著請	御料
		宇天王橋	土橋	1間	2間3尺		御著請	御料
		宇寺之前橋	土橋	2間	2間3尺	橋杭3本立2組	御著請	御料
		宇川橋	板橋	2間	2間3尺	橋杭3本立2組	御著請	御料
		宇大橋	板橋	10間	2間半	橋杭3本立5組	御著請	御料
		宇之無	板橋	4尺	2間半		自著請	御料
		宇下原	土橋	7尺	2間半		自著請	御料
	原宿村			2間	2間	橋杭2本立2組	自著請	私領(旗本等)
								越川能登守知行

