

ISSN1347・751X  
河川環境総合研究所資料第15号

河川環境総合研究所資料  
第15号

多摩川下流水制の配置構造と技術史上の意義

平成17年10月

(財)河川環境管理財団  
河川環境総合研究所

# 多摩川下流水制の配置構造と技術史上の意義

(財) 河川環境管理財団  
河川環境総合研究所

山本 晃一

## 目 次

---

はじめに .....	1
1. 水制設置の目的と時期 .....	1
2. 多摩川感潮域の河道特性の変遷と水制 および護岸 .....	5
3. 水制および護岸の構造形式 .....	20
4. 多摩川下流水制の技術史上の位置 .....	32
5. 多摩川感潮域の今後 .....	36
あとがき .....	40

## はじめに

多摩川左岸 8 km 付近の堤防強化のため、堤防に接近している低水路河岸位置を河身側に寄せ高水敷を造成し、かつ堤防の腹付けと緩傾斜化工事が実施されることになった。そのため既設護岸の取り壊しが必要となったが、地域を守ってきた既存構造物、特に護岸前面に設置された水制の調査を行い、多摩川の治水構造物の歴史と伝統を記録として残すことにした。

工事のために鋼矢板で河岸前面の締め切りがなされ、河水をポンプで吐き出した段階で、地域の人たちを対象として存置水制の現地見学会が、2005年2月8日、実施された。筆者は見学会に水制の説明講師として参画した。

水制の構造は、筆者が文献調査や現地調査で見たものとは構造形式が異なり、かなり特異なものであった。水制の設置意図およびその技術的特長を記載記述し、記録に残しておくことの必要性を感じ、その後の京浜河川事務所との打ち合わせにおいて水制を掘り起こし構造形式を調査しておくことの重要性を説いた。

本報告は、京浜河川事務所で行き続き実施した水制構造調査とその後筆者等が行った周辺構造物調査をもとに、水制の技術史として取りまとめたものである。

### 1. 水制設置の目的と時期

1936年の航空写真、1947年（昭和22）7月9日の米軍撮影の航空写真に本地点の水制が写っていることより、戦前に建設されたものである。写真1.1、写真1.2、写真1.3を見ると本水制のほかにも3.8km左岸にも水制が存在する。また設置されている護岸（導流水制）の法線を見るに、これらの構造物は一連の計画に基づいて建設されたように見える。一定の計画意図に基づいて実施されたものであれば、これらの構造物総体として技術的分析を行い、その技術史上の位置付けを図る必要がある。

多摩川において一定の計画思想に基づいて実施

された工事は、1919年度（大正7年）から1933年度（昭和8）に至る16ヶ年の継続工事である多摩川改修工事である。内務省東京土木出張所作成の「多摩川改修工事概要」（1935a）の「河状及改修計画」によると、

- ・改修区域は左岸東京府北多摩郡砧村、右岸神奈川県橋樹郡高津町以下、海に至る約22kmである。
- ・計画高水流量は既往の洪水を参考として4,170m<sup>3</sup>/sと定め、川幅（堤防間幅）は上流で383m、河口で540mとし、その両岸に堤防を築造する。堤防は計画高水位上1.5m、馬踏5.5m、両法2割とし、川裏に天端より1.8m下に小段を付す。一部旧堤を広築するところがあるが、おおむね新堤を築造する。
- ・低水路（舟運用航路幅）は、底幅73mから146mにして、深さを平均干潮位以下1.5mから3.6mとし、海中滯筋は水深3.6m、底幅109mを保持せしめる。
- ・このほか樋門および水路附替等の付帯工事ならびに水あたりの強い箇所に必要な護岸水制を、状況に応じて施工する。

とある。

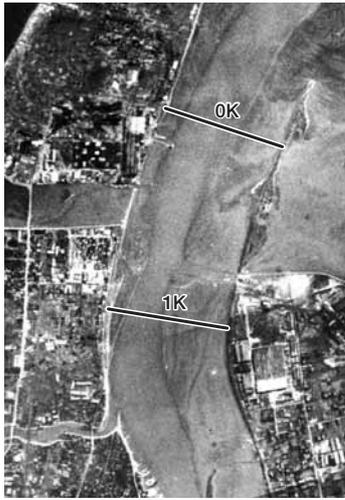
「護岸」の項には

…超えて昭和五年度に至り、古川・八幡滯の両護岸工事を起工せしが、前者は同年竣工し、後者は翌六年七月竣工せり。…

とある。ここで古川が当該水制構造調査地点左岸8kmであり、八幡滯は、現羽田飛行所である左岸0.5kmの河口干潟を流れる滯の一つである。なお多摩川改修概要には「水制」の項がない。ただし本工事概要の工事工費表に「護岸水制」として5.752mと記載されている。8km地点の水制は1930年度（昭和5）に建設された可能性が高い。なお陸地測量部の地図（1908、1922、1928、1937）には、いずれも当該地点において水制の記号は存在しないが、地図に存在しないからといって水制が設置されていなかったということではない。水制は満潮時には浸かってしまうような高さであり、また大きな構造物でなく見過ごされてしまう可能性がある。

下流3.8km右岸の水制は、1908年（明治41）に

1936年



1944年空中写真



写真1.1 多摩川河口地形、1936年（空中写真）



写真1.2 多摩川5.5K~8.5K地点の護岸と水制 (1947年)



写真1.3 多摩川2.5K~4.5K地点の護岸と水制（1947年）

は地図上に描かれておらず、1922年（大正11）には描かれている。直轄工事年報によると護岸水制の竣工状況を見ると1919年度（大正7）、1920年度、（大正8）、1924年度（大正12）に工事費の記載がある。下流3.8kmの水制は改修工事初期に建設された可能性が高い。1922年度（大正10）左岸六郷、1925年（大正13）羽田町地先の人力掘削の開始、同年羽田地先、大師地先で機械浚渫が始まっている。人力掘削および機械浚渫（六郷橋4.5km付近より高水敷を削って低水路幅を拡大する計画）に先立って航路維持のために既存の河岸位置に護岸（縦工水制）と侵食防止のために横工水制を設置したのではないかと考える。その根拠は、改修概要報告書における・・・水運にありては、特に河口に工業都市川崎を有するを以って、船舶の出入り頗る多し。・・・の記載、改修計画における低水路計画、および護岸水制工の配置形状である。なお六郷橋下流の高水敷は計画掘削面（図2.21参照）より低い標高で掘削され、水路幅（今日いう低水路幅）が広がった。

本検討の対象とする護岸・水制群は、河岸侵食防止のための護岸・水制の設置、高水敷の掘削による水路幅の拡大という制約下での航路維持のための導流水制（ここでは、航路維持の為に、航路に沿って縦工として設置した表法と裏法の両側に石張りした水制とする）による感潮域の航路維持という二つの目的を持つものであり、他に例がなく技術史上取り上げておくべき、また記録しておくべきものといえる。

## 2. 多摩川感潮域の河道特性の変遷と水制および護岸

本章では、明治以降、多摩川感潮域の河道特性の変化に及ぼした人為作用とその影響を平面形状と河床高に注目して記載する。

### 2.1 多摩川の概要

多摩川の概要を「多摩川改修計画概要」より記載しよう。

多摩川は源を山梨県東山梨郡神金村笠取山の本谷に発し、東南に流れ、丹波山村に入り丹波川と

称す。これより流路は東に変じ、断崖屏立に間を過ぎ、小河内において右支川小菅川を容れ、氷川に至り左支川日原川を合わせ、青梅町より下流は平野に間を流下する。これより東秋留村にて秋川を呑み、日野町にて浅川を容れて川幅が広くなり、以下東京府と神奈川県との境を流れ、六郷橋付近（5.7km付近）においては六郷川と称し、海老取川（左1.6km）、八幡濑（左0.8km付近）等を分派し、ついに東京都鎌田区と川崎市大師河原との間において東京湾に注ぐ。その流路延長は126km、流域面積1,214km<sup>2</sup>、水害面積10,300haであり、山地面積は流域面積の68%を占め、分水嶺には雲取山、大洞山、午王院山、笠取山、大菩薩峰等、海拔2,000m余の高峰が屹立する。

### 2.2 明治以降の多摩川下流域河道地形の変化に影響を与えた人為作用

明治以降の多摩川下流域河道地形の変化に影響を与えた人為作用は以下のようなものである。

#### ① 河川改修

多摩川下流部の河道地形変化に影響を与えた人為作用のうち最も大きなものは、多摩川改修工事（1919～1933）である。これにより高水敷の高さが設計面以下に掘削浚渫され、築堤材料の一部となると同時に周辺低地の埋め立て材料として使用され土地改良に資した。航路維持のための低水路掘削は、古市場（約8km地点）までなされた。掘削浚渫総土量7,523,737m<sup>3</sup>のうち、堤防材料に2,695,089m<sup>3</sup>、高水敷に516,465m<sup>3</sup>、民地に4,279,283m<sup>3</sup>に処分した。

護岸水制は5,752m設置した。下流の舟運路として整備した区間は「多摩川改修工事概要」に記載がないが、低水路掘削が8km地点まで実施されていることにより、この地点より下流において意識的に計画に則って低水路幅（今日の低水路幅ではなく航路用川幅）を整備したものと判断しえる。航路維持のためと判断される導流水制（護岸）は7.8kmより下流で設置されている。

なお1933年度（昭和8）、総工費110万円を持って、1942年度（昭和17）までの10ヵ年継続事業として、多摩川維持工事が起工されてい

る。目的は改修された河川の現状を維持し、所期の効果を保持するものである。維持工事は一定不変の計画に基づいて施工したものでなく、堤防補修、護岸水制、高水敷地均、芝植栽、低水路浚渫などの諸工事を逐次施工したものである。なおこの維持工事は2ヵ年延長され総工費142万1千円となった（多摩川誌編集委員会、1986a）。この維持工事により5.5km以下の高水敷はさらに掘削・浚渫され大部分民地に捨て土された。

## ② 掘削浚渫

多摩川砂利掘削に関する状況（内務省土木出張所、1935b）によれば、多摩川改修工事の始まった1919年（大正8）から終了した1933年（昭和8）における改修区間22kmの河積を比較すると、19,319,000m<sup>3</sup>の増加となっている。改修工事による7,651,600m<sup>3</sup>との差11,667,000m<sup>3</sup>と過去15年間に改修区間上流から流下した土砂量の和は、砂利・砂採取業者により採取され河川区域から持ち出されたものである。流下し堆積した土砂量は、小河内ダムの比堆砂量が1961～1988年の平均で250～300m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/年であるので山地面積1kmあたり年250m<sup>3</sup>の土砂が生産され、25%が砂、15%が砂利とすると両者合わせて80,000m<sup>3</sup>程度が生産される。砂利は22kmより上流の河道にも堆積するので22km地点を通過する砂は2万m<sup>3</sup>程度、砂利0.2～0.7万m<sup>3</sup>程度であろう。シルト・粘土は10～12万m<sup>3</sup>程度と推定される。堆積した土砂量を零としても年平均778,000m<sup>3</sup>が採取されたことになる。

新多摩川誌（新多摩川誌編集委員会、2001）によると、多摩川での砂利採取は、江戸時代は、細々としたものであり河道特性に影響を与えるものでなかったが、首都が東京に移りセメント工業の発達と近代化に当たっての建設材料として明治10年代から本格的な砂利採取業者による採取が多摩川の矢口、平間の六郷川で始まった。東京市は1900年（明治33）に多摩川での砂利採取直営事業に乗り出し下野毛、等々力より下流で砂利採取を行い道路等の官需用に供給した。図2.1に示す堤防地盤層序図に見るように河口6km付近まで砂利が存在したのである。

多摩川改修事業を始めた1919年（大正8）時点において多摩川下流部は砂利採取によりすでに河道変化を受けていたのであるが、砂利の需要が急増したのは1923年（大正12）の関東大震災後の帝都復興事業による需要増である。図2.2は東京への砂利到着量の推移（多摩川以外の河川からの供給を含む）を示した（多摩川誌編集委員会、1986b）。多摩川改修区間においては砂利採取（盗掘）により高水敷の表土をはがしその下の有用骨材を採取する、堤防付近まで採掘する、改修で作った護岸裏付近を掘り下げ護岸を破損する、砂利運搬のために堤防を切り裂く、などの不法行為が横行し、砂利採取の取り締まり、規制禁止が必要とされた。関係機関との取り締まりの協議が続けられ、その結果1934年（昭和9）2月12日から取り締まりを実施することとなった。なお同時に盗掘禁止により生じる砂利採取事業者及び労働者の失業者の援助・救済方法が告示された（内務省東京土木出張所、1935b）。

これにより漸く多摩川下流部の盗掘が急減した。

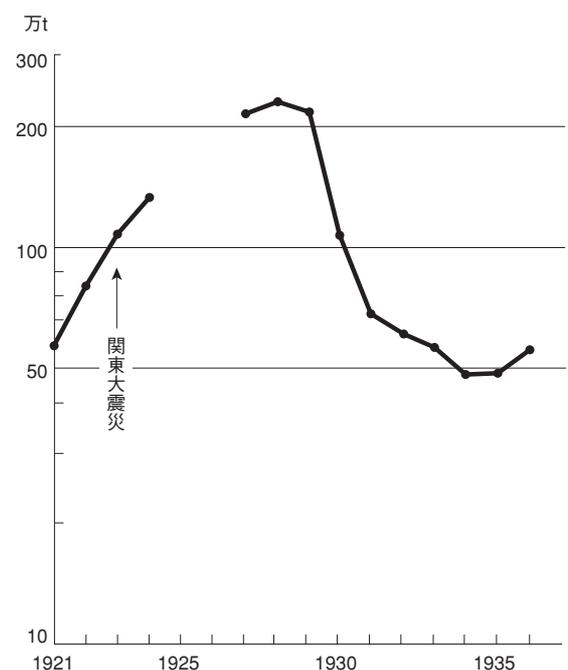


図2.2 東京への砂利到着量の推移（1921～1936年）（「砂利に関する調査」「6大都市鉄道貨物発着量調査」より作成）（新多摩川誌編集委員会、2001）

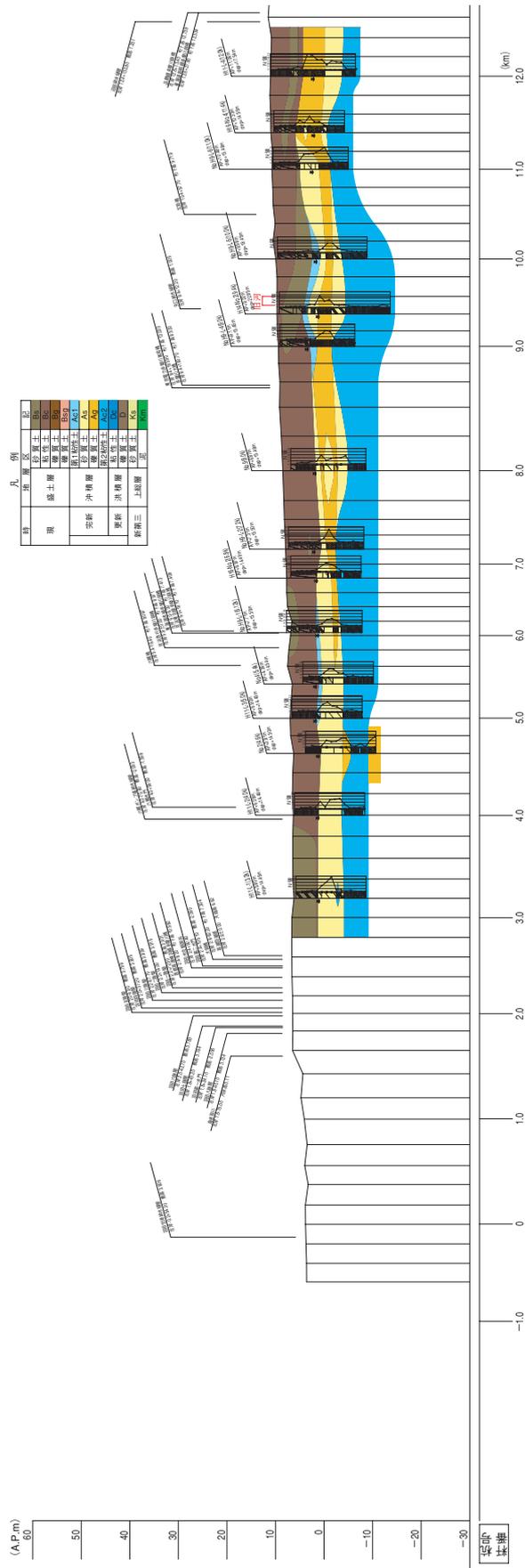


図2.1 多摩川河口郡堤防および堤防下の地盤土質図 (京浜河川事務所資料微修正)

### ③ 埋め立て

多摩川改修工事概要における「機械浚渫」の項に

…近年本川上流部に於ける砂利、砂の採取甚しき為、自然下流の浚渫区域に流下し来るべき土砂少量となり、為に河底は予期以上の低下を示し、浚渫の要なきに至りたるものにして、之を以て打ち切り竣工となせり。然るに断面零丁以下約二千米の水路は、返って土砂堆積し洪水の疎通の障害するのみならず、平水に於いても水深極めて浅く、船舶の出入りは満潮を利用し、辛うじて航行するの状況となりしが、偶々昭和7年四月羽田競馬場（現羽田飛行場）埋め立てに際し、東京湾埋立株式会社より之に必要な土砂採取の出願あり。当初に於いては河口実測の結果、其願意を容れ、零里零丁以下九百米の間に於いて土砂の採取を許可し、当所監督の下にポンプ船を以て浚渫せしめたり。是土量十三万二千立米にして之により航路を著しく改善し得たり。…

の記述がある。戦前、多摩川河口0 km以下の河口干潟の埋め立てに伴う浚渫は、これのみであるようである。1947年（昭和22）の空撮写真には、多摩川河口付近の浅瀬を浚渫し、羽田飛行場整備（羽田競馬場の跡地。進駐軍に接収されていた。1958年全面返還）のための埋立てを行っているのが写っている。戦前に於いて計画された京浜運河とそれに伴う工場用地用の埋立ては県営事業として戦前に実施されていたが、現在多摩川河口右岸側の埋立て地である浮島町、千鳥町は埋立てが実施されておらず、戦後の経済復興期に実施され、それぞれ1963年、1958年に完成した。多摩川河口干潟は埋立地として、また埋立材料として使用された。

### ④ 横断構造物の建設

多摩川下流部では、掘削浚渫により河床が下がり、河川感潮域が長くなった。改修開始当時（1919）における干潮区域は小向付近（河口より8km）であったのが1935年には宮内渡船場（河口より14km）までに遡上した。多摩川より取水していた玉川水道は、取水口を上流1800米に移動させ仮取水口とした。なお玉川水道株式会社は1935年（昭和10）に市（都）営水道

に統合された。取水障害に対して1936年（昭和11）に調布取水堰（河口より13.4km）が建設され、塩水遡上の防止と取水の安定化を図った。この取水堰は多摩川に対して水位を保つ、すなわち侵食基準面となり河道変化のコントロールポイントとなった。

### ⑤ ダムの建設

戦前着工した第二次水道事業の根幹となる小河内貯水池建設工事は、1938年（昭和13）11月工事着手したが戦争の影響で工事が中断し、1948年（昭和23）再開し1957年（昭和32）に竣工した。ダム上流の流域面積は262.9km<sup>2</sup>であり全流域面積の21%を占める。

このダムの建設により洪水流量・流況および土砂供給量が変化したが、それが多摩川下流部の河道特性に与えた影響については明確でないが、少なくとも土砂については20%程度の土砂供給量は減少し、平均年最大流量は1～2割り低下したものと判断される（小河内ダム貯水池には治水容量の義務がないので、洪水前の貯水位によって洪水流量の低減率が変化する。渇水年は洪水をためるが。豊水年では洪水をためる機能は小さい）。

### ⑥ 地下水のくみ上げによる地盤沈下

川崎市の地盤沈下は川崎の工業地帯化とともに始まり、昭和の初めから終戦まで、その後の沈下の一時停止、昭和30年代の高度経済成長における2度目の沈下が生じ、昭和40年代の地下水くみ上げの停止により地盤沈下が沈静化した。

地盤沈下は河道内の地盤高と護岸水制構造物の天端高を低下させた。

## 2.3 平面形状と河床高の変化

多摩川下流域の河道平面形については、航路維持が重要な改修目的であった9 kmより下流の河道平面形状の変遷を地形図、航空写真より分析する。河床高の変化については改修区間22kmの変化を、多摩川改修工事概要（1935a）および多摩川砂利採掘に関する状況（1935b）に提示されている図表を用いて分析する。

図2.2～図2.9、写真1.1および写真2.1～写真2.4



图2.2 多摩川河口地形、1881年（明治14年）

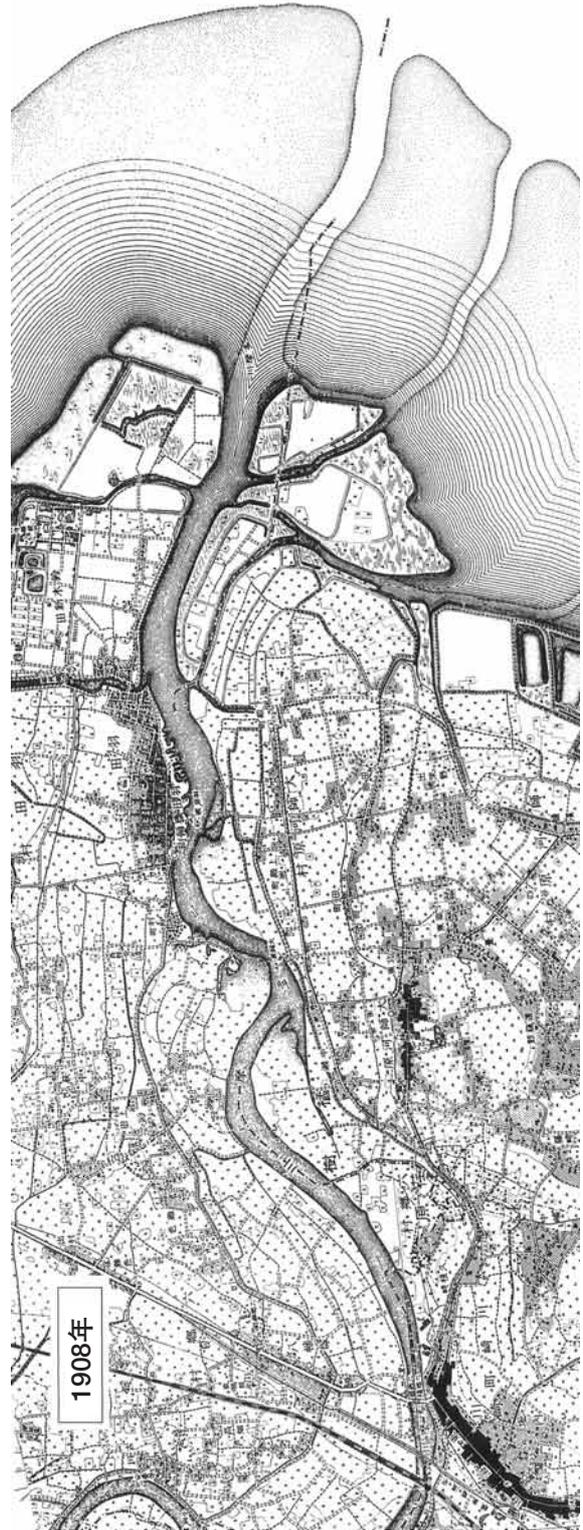


图2.3 多摩川河口地形、1908年（明治41年）



图2.4 多摩川河口地形、1923年（大正11年）



图2.5 多摩川河口地形、1928年（昭和3年）

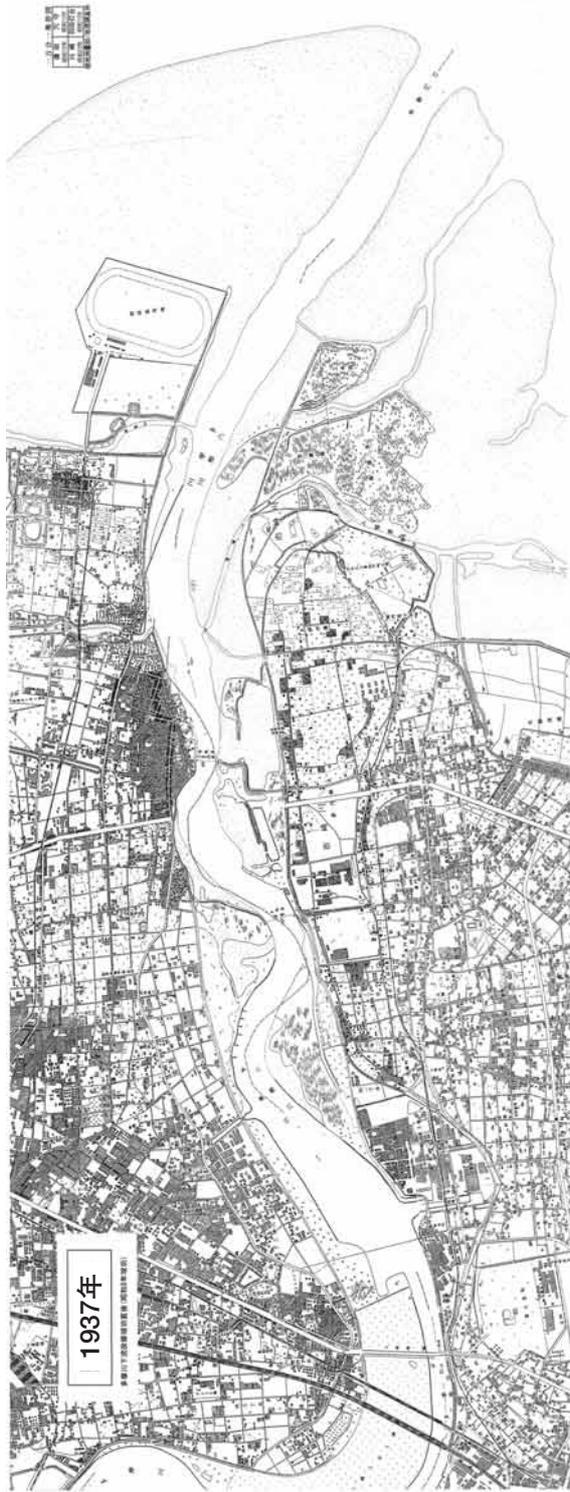


図2.6 多摩川河口地形、1937年（昭和12年）

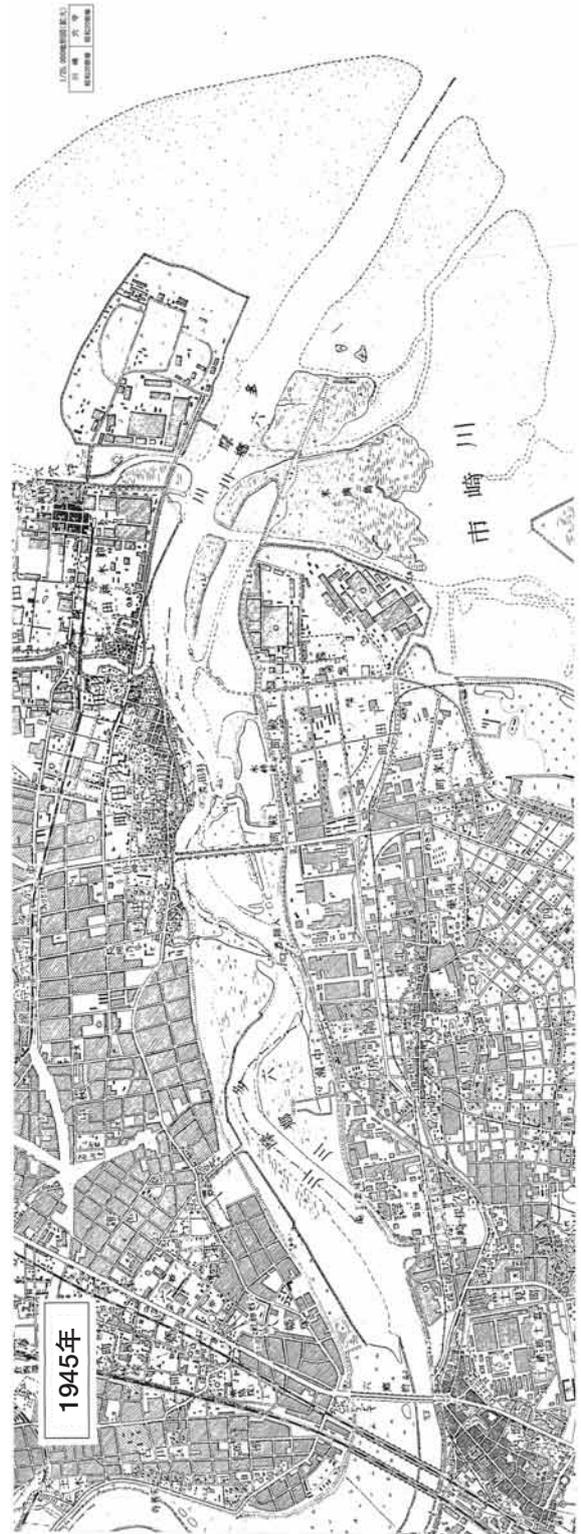


図2.7 多摩川河口地形、1945年（昭和20年）

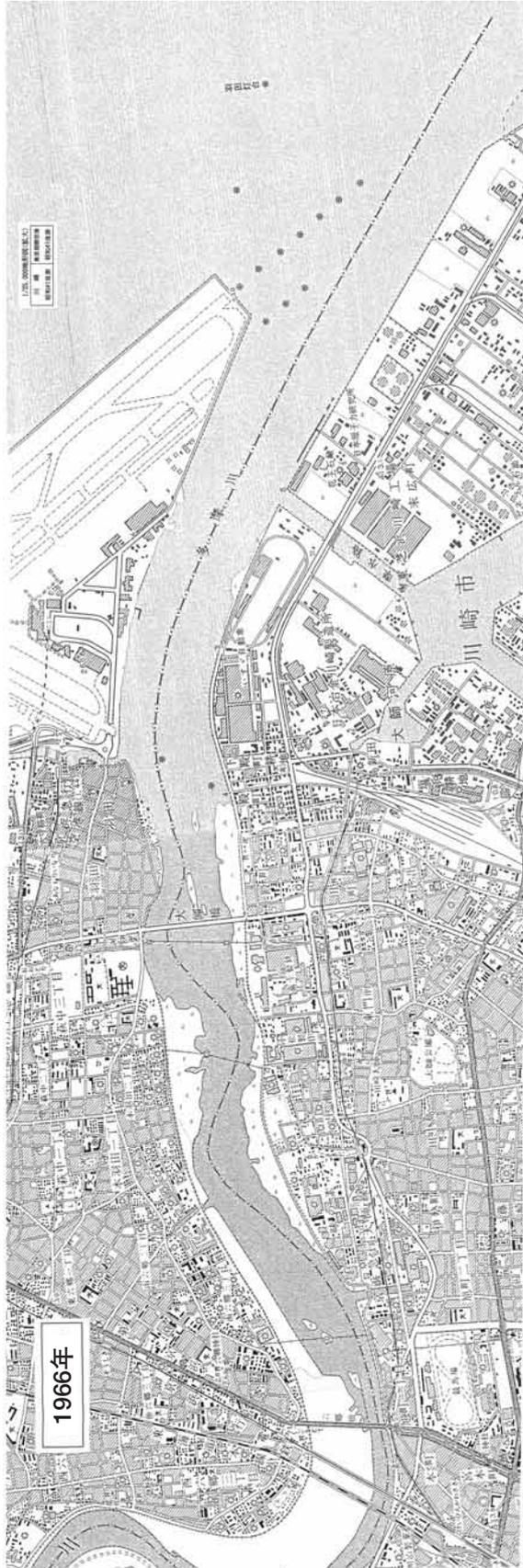


図2.8 多摩川河口地形、1966年（昭和41年）

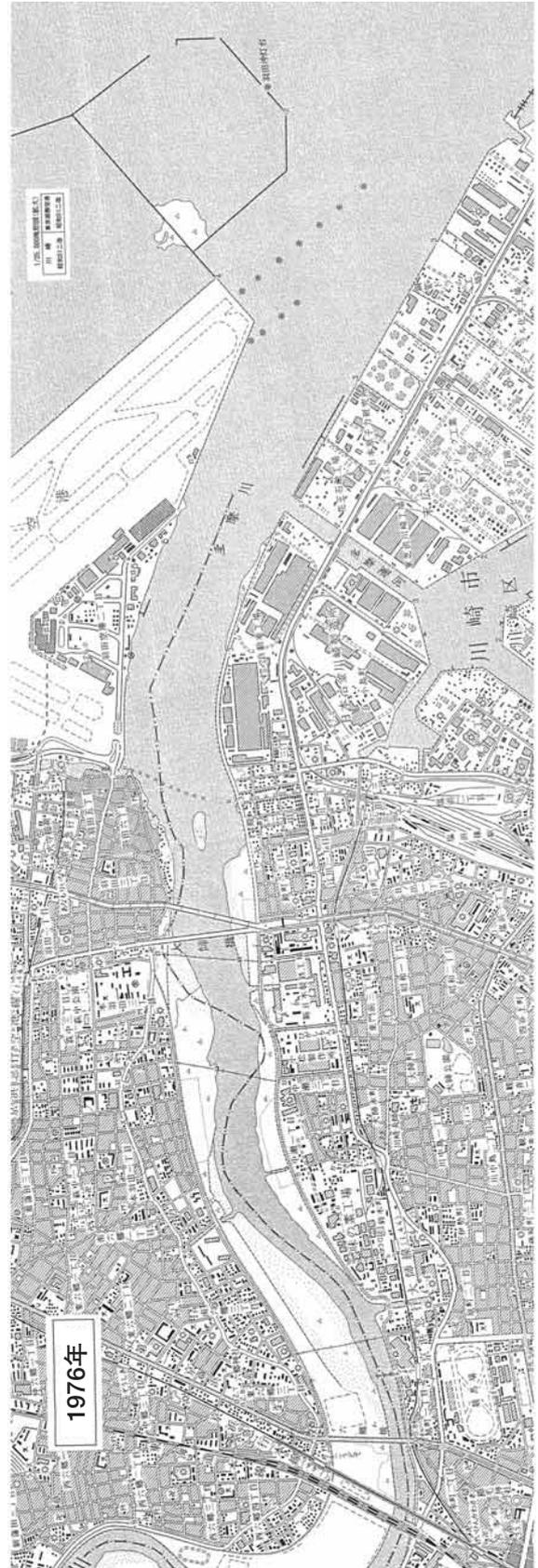


図2.9 多摩川河口地形、1976年（昭和51年）

1944年



写真2.1 多摩川河口写真、1944年（昭和19年）

1947年



写真2.2 多摩川河口写真、1947年（昭和22年）

1955年



写真2.3 多摩川河口写真、1955年（昭和30年）

1963年



写真2.4 多摩川河口写真、1963年（昭和38年）

に多摩川下流部の平面形状の変遷を示す。また図2.10に多摩川改修計画平面図、図2.11に多摩川の縦断面図と改修計画縦断面図を示す。

まず多摩川下流部の原像（明治中期）を復元しよう。河道の平面形状は図2.2に示す1881年（明治14）および図2.3に示す1908年（明治41）のようである。両者を比較すると多摩川河口域の湿地および干潟の開発が多少進んだが、多摩川本体に大きな変化はない。ただし羽田村の多摩川左岸が短冊状に地形となっている。これは変化と見るのではなく地図作成における見落としとするべきである。近世以来、羽田が河港であり海港であったことより停泊荷上施設とみなされる。この施設の存置形態が1936年（昭和11）の航空写真にも認知される。なお「東京府統計書」によると1906年（明治39）蒸気船1艘、日本型船舶40艘、小船150艘、1916年（大正5）にはそれぞれ0艘、36艘、164艘、1931年（昭和6）にはそれぞれ、1艘、6艘、51艘とされ、港としての機能は低下していった。河道内には干潟は少ないが、河口前面には広大な前浜干潟が広がっていた。

次に河川河床高縦断形を復元しよう。図2.11には改修前の1919年（大正8）の河川濬部の河床高縦断面図が図示されている（多摩川の基準高は荒川ペイルA.P.である）。1919年以前に於いても多摩川では砂利採取がなされていたので、これが明治中期の河床高であるとは言えない。多摩川砂利採掘に関する状況（1935）に、1905年（明治26）、1918年（大正7）、1927年（昭和2）、1933年（昭和8）測定の横断面よりこれを各区間に区割りし、その区間の濬筋（最深河床高）の平均河床高を求めたものが、表2.1のように示されている。これによると1905年から1918年の間に河口—羽田で0.25mの低下、羽田—川崎で2.22mの低下、川崎—古川で1.59m低下、古川—上平間で0.02mの低下、上平間—調布で0.01mの低下、調布—玉川で1.8mの低下、玉川—二子で1.4mの低下となっている。この低下量を1919年の河床高縦断面図に嵩上げすることにより、多摩川下流部は、玉川—調布間（6.5km）が礫川である河床勾配1/640のセグメント2-1-①の河道、調布—川崎（7.6km）が小礫川である河床勾配（1/2050）のセグメン

ト2-1-②の河道、川崎—河口間が砂川であるセグメント2-2の河道、の3つ小セグメントに区分できる。

改修中の河床高は計画による掘削浚渫、民間による採取や盗掘により、計画された河床より低下し、その様子は図2.12および図2.13の平均低水位変化図、平均低水位縦断面図の変化および図2.14に示す改修前後代表断面の横断形状変化図より読み取ることができる。なお図2.11、図2.14に示す計画掘削面は改修計画によりそれ以上標高の高い部分を掘削するものであるが、8.1kmより上流は計画掘削面よりかなり低いところまで掘り下げられている。また高水敷の部分に凹地がある（これは盗掘穴である）。なお計画掘削面を見ると河口より4.5km地点で掘削面と昭和6・7年平均朔望満潮面（0kmで1.978m）と交差し掘削面が満潮面より低くなり、河口0kmで干潮面の0.612mとほぼ近い値となっている。この計画に従うと4.5km下流は満潮時、川幅間は水面下となってしまう。

改修工事の終了時点に於いては、4.5kmより下流の高水敷の浚渫・掘削は5.3～4.0km左岸が図2.14のようになされたが、そのほかは実施されず、その後の維持工事で掘削・浚渫された。戦後も浚渫と高水敷掘削は続けられ1945年（昭和20）、1947年（昭和22）、1966年（昭和41）、1976年（昭和51）と低水路幅は広がっている。上流に向けては1961年（昭和36）に左岸5.6kmの新六郷橋下まで高水敷の掘削が進んだが、それ以降上流に向かっての高水敷掘削は見られない。掘削すべき必然性がなくなったのである。その後5.3～4.0km付近左岸を浚渫したところには土砂が堆積し干潟そしてヨシ原に変わって、陸域化されつつあり、掘削依然の河道平面形状に戻りつつある。

改修計画及びその後の浚渫により多摩川は従来あったセグメント2-1-②の区間がほぼなくなりセグメント2-2の区間が上流に延伸した。また5.5kmより下流はセグメント3の河道特性を持つようになった。

## 2.4 改修による護岸水制の配置

改修直後の護岸・水制の配置は1928年（昭和3）および1937年（昭和12）の地形図、1936（昭和



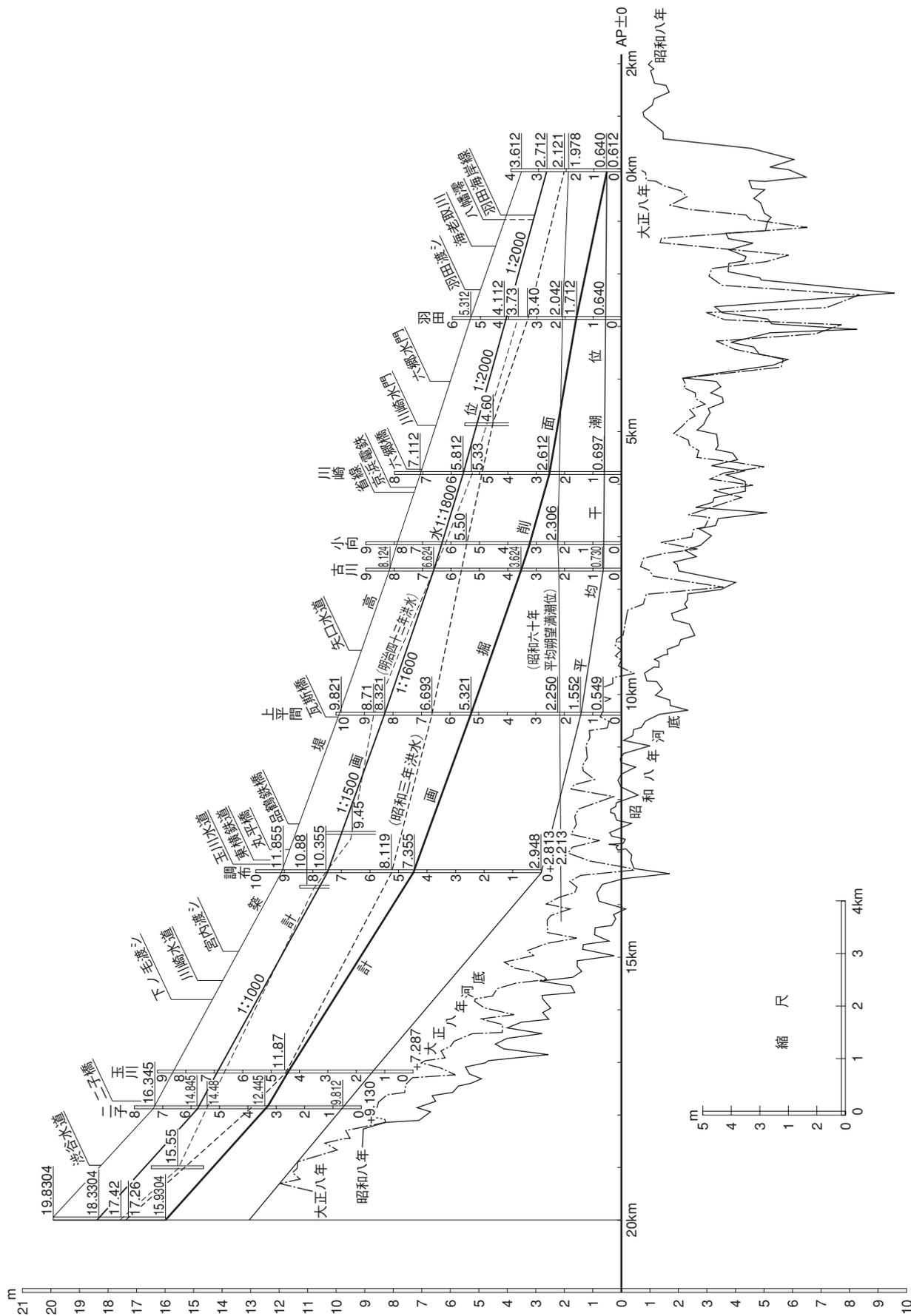


図2.11 多摩川縦断面図

表2.1 滞筋（最深河床高）の区間平均高の変化

測量年	河口－羽田	羽田－川崎	川崎－古川	古川－上平間	上平間－調布	調布－玉川	玉川－二子
1905年	-3.19	-1.24	-0.70	-0.16	1.25	5.64	9.11
1918年（改修着手）	-3.44	-2.40	-2.29	-0.18	1.24	3.84	7.70
1927年	-3.45	-2.52	-2.82	-1.58	0.26	3.43	7.09
1933年	-4.82	-2.89	-2.04	-1.90	0.16	2.03	5.95
低下 1906年に比し 改修当時に比し	1.64	2.65	2.14	1.74	1.41	3.62	3.16
	1.39	0.94	0.75	1.72	1.40	1.81	1.75

注) 地点名の河口からの距離は図2.11参照

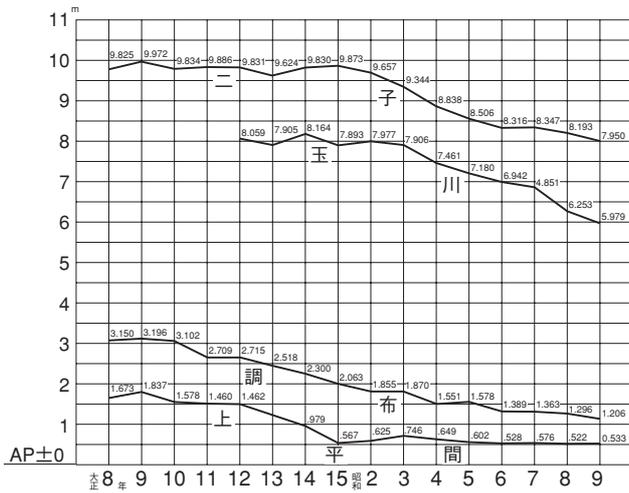


図2.12 自大正八年至昭和九年 多摩川筋平均低水位図表

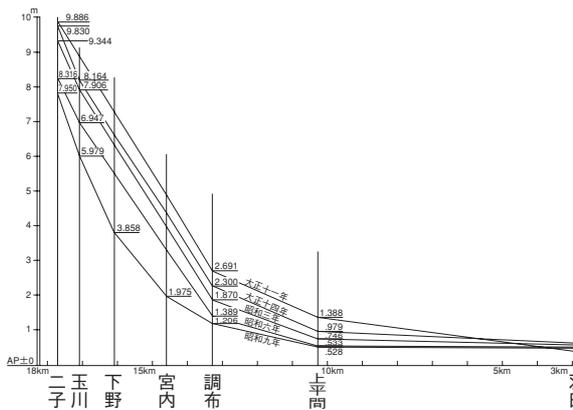


図2.13 多摩川縦断面図（平均低水位）

11) および1944年（昭和19）の航空写真より多摩川下流8 km区間の護岸・水制の配置は、図2.15のようである。護岸（導流水制状のものを含む。現地調査により確認された河身側のみ法覆い工のあるものは護岸とし、両側に法覆い工のある導流水制は白抜きとした。導流水制であつたらう

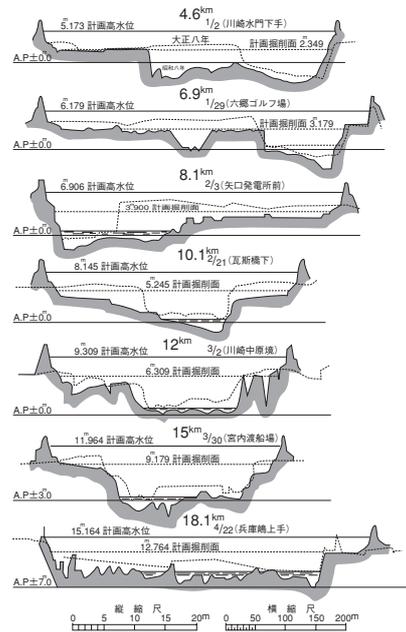


図2.14 自大正八年至昭和八年 多摩川横断面比較図

と推定されるものはハッチで示した) のほとんどは改修前の河岸位置に合わせるように設置されている。航路幅は改修前の低水路幅としたのである。例外は六郷橋下流5.2kmから六郷水門地点（4 km）右岸の水面幅拡大区間である。この地点は計画的に高水敷を掘削し、掘削土砂を築堤材料とし、残余は堤内地湿地の埋立てに使用されたと推定される。幅の広がった河岸側には石張り護岸が設置された。この高水敷の掘削は水面幅を広げ、低水路計画（航路維持）と矛盾するものであった。この掘削の必然性は、治水上の要請よりも多摩川左岸周辺の土地改良（埋立てによる都市・工場用地の造成）にあったように思われる。ちなみに六郷町と羽田町の民地捨て土面積は2146.442反(2.13km<sup>2</sup>)

1944年



図2.15 多摩川下流改修直後の護岸、水制推定配置図 (基図1944年)

であり埋め立て前に比べて地価は1,301,791円（現在価格にすると約65億円）上昇した。

なお7.6kmの左岸護岸、3.6kmの左岸護岸は、意図的に低水路幅を狭めるように配置されている。滯筋の深さは蛇行湾曲部で深くなりその横断形状は逆三角形に、転向点では台形上となり浅くなるので、意識的に川幅を狭め深さを確保しようとしたのでないかと推定される。事実、横断形状は図2.16に示すようであり、その意図は成功している。

左岸8km付近の四本の横工水制、3.8km付近の8本の水制は、そこが水衝部すなわち深掘れ部であるので、護岸の破壊を防ぐための根固め水制として設置されたものと考え、幅の広い水制は（⇒3章）、根固め水制にしては幅が広くまた天端が平場であるので、荷揚げ場機能を持たせたのかもしれない。護岸水制の配置、特に導流水制の配置は、航路維持を強く意識したものであった。

高水敷堆積土砂は湿地を都市的利用に変換させる貴重な資源であった。高水敷土砂に対する需要は強く改修工事後（1933年後）も4.6kmより下流の高水敷は護岸（導流水制）を取り残す形で背後が掘削されていった。そのようなところの護岸（導流水制）は徐々に破壊され、1967年（昭和42）撮影の航空写真によると左岸0.2kmの導流水制、左岸3.7km付近の導流水制しか確認されない。改修後の高水敷の掘削意図は京浜工業地帯として発展する工場群への物資輸送のための荷揚げ場（バース）に接近するための航路掘削、また工業地帯造成のための土砂採取である。

なお、改修計画において、改修後、護岸背後の高水敷が掘削されるという前提で護岸の構造形式

を計画していたのかは、高水敷の掘削によって導流水制の平面形態となった護岸のほとんどが破壊されてしまったので確認できない。ただし左岸3.4km付近の一部が護岸形式が導流水制としての機能を持つと判断される両法を持つ護岸であること、1.2km付近の護岸は導流水制であることより護岸背後が掘削される事を前提とした導流水制として施工した可能性は高い。

### 3. 水制および護岸の構造形式

#### 3.1 左岸8km地点の水制構造

図3.1に左岸8km地点付近の4つの水制位置（写真1.2参照）を、今回の掘削調査前の水制付近状況を写真3.1～3.4に示す。水制①の表層の割り石は乱積みのように乱れているが、水制②に見るように設置当時は石張りであった。護岸は戦前の改修計画で施工したものでなく、戦後1977年（昭和52年）堤防保護のため、既存護岸および水制の一部を破壊して設置したもので、基礎に鋼矢板を打ち込み法覆い工はコンクリートブロック張りとし、その前に異形ブロックを根固めとして施工したものである。すなわち水制の基部は破壊されている。

堤防の腹付けと高水敷幅の拡張工事に先立ち、水制工④および②の構造形式の調査が行われた。調査地点を鋼矢板および土嚢で締め切りし、ポンプでドライとし構造形式を調査したものである。

まず平面形状を測定し、次に数箇所トレンチカットし水制構造の調査をおこなった。調査者は、水制④が株木建設株式会社、水制②が西部建設株式会社である。

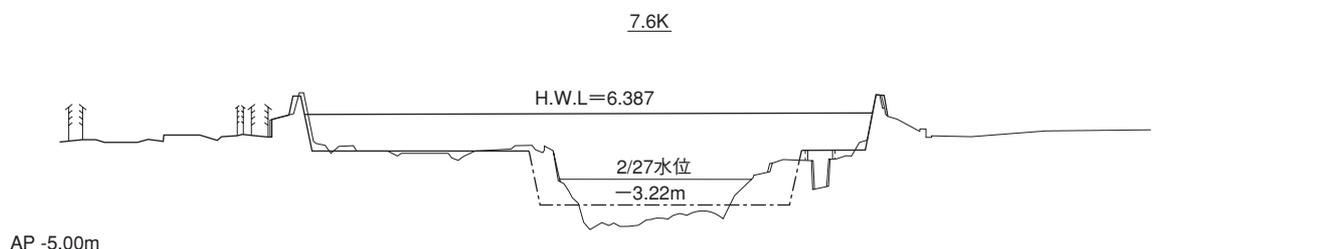


図2.16 1991年3月測量7.6km地点横断図（歪度10）

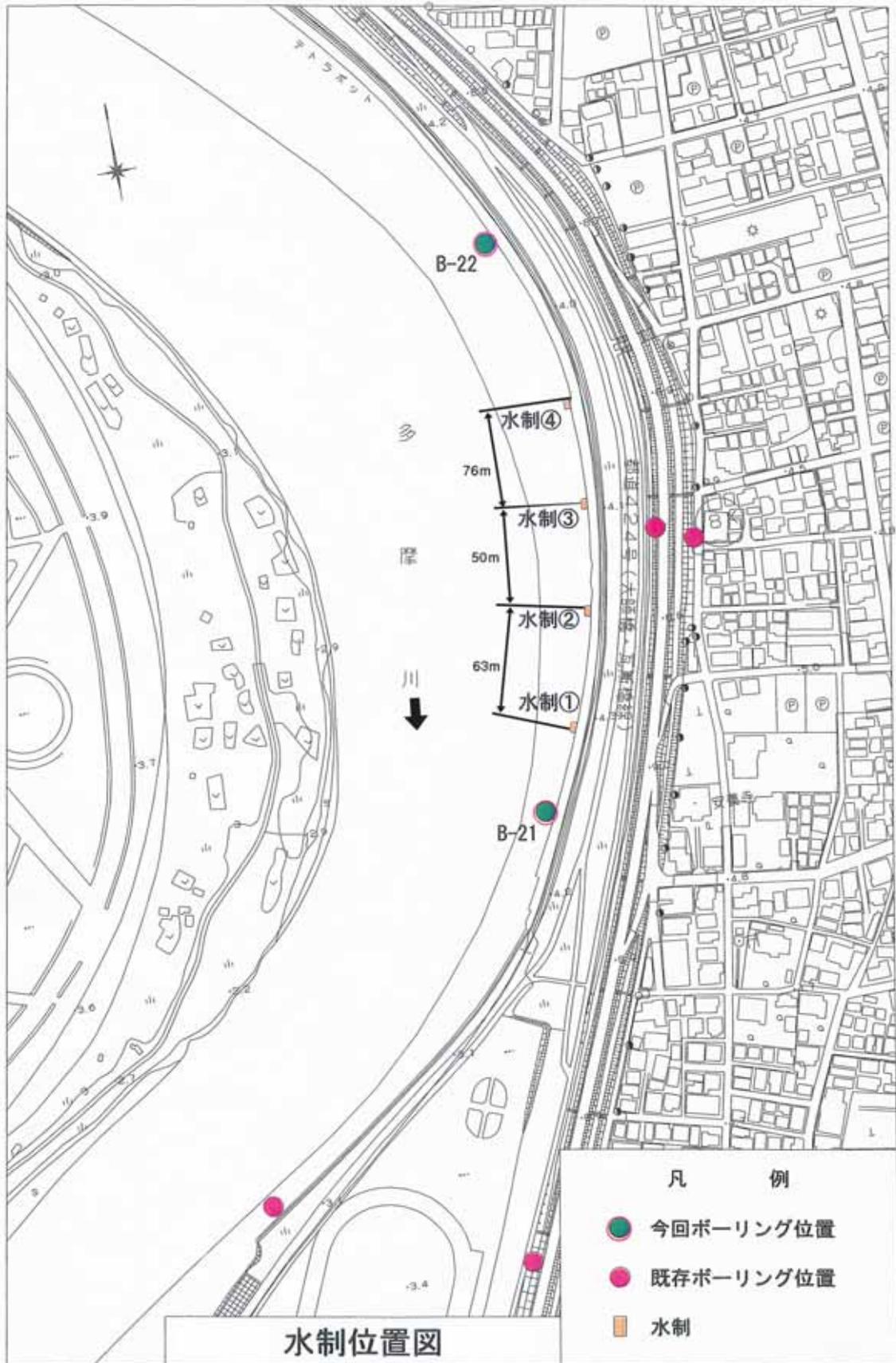


図3.1 左岸 8 km付近の水制①②③④の配置図



写真3.1 水制①工事前



写真3.3 水制③工事前



写真3.2 水制②工事前



写真3.4 水制④工事前

#### 1) 水制工④

写真3.5にドライアップした調査前の水制工の状況を示す。調査水制の平面形状を図3.2、A-A断面の横断面の状況を図3.3、B-Bの水制縦断面を図3.4に示す。また写真3.6、写真3.7、写真3.8に水制材料である上貫、木杭、粗朶材料の形状と状態を示す。なお写真3.5に見るように、水制天端部の割り石は動き、水制先端および側面の下方部分は破損されているので、元の形状がそのまま残っているものではない。

幹部水制の天端幅は9.15mで、天端の周囲は15cm角の上貫(枠)が設置され、その前面に径13~15cm、長さ3.6mの丸杭で杭止めされている。天端の両側面は幅4.9m程度の緩勾配の斜面で層序構造は天端と同じで表層は約50×40cm割り石を石張りし、まず目として3~5cmの玉砂利がすきこまれ、その下は45cm程度の粗朶沈床、その下が玉砂利となっている。上流側は補強のため木杭が

85~100cm間隔で打ち込まれている、その外側は河床にすり合わせて割り石を沈設したものと推定される。破損されているので設置当初の構造は推定の域をでないが、写真にみるように水制端部に割り石の下に粗朶が覗いているので沈床が設置され、その上に割り石を沈設した構造と推定される。



写真3.5 ドライアップ後の水制④

### 水制平面図

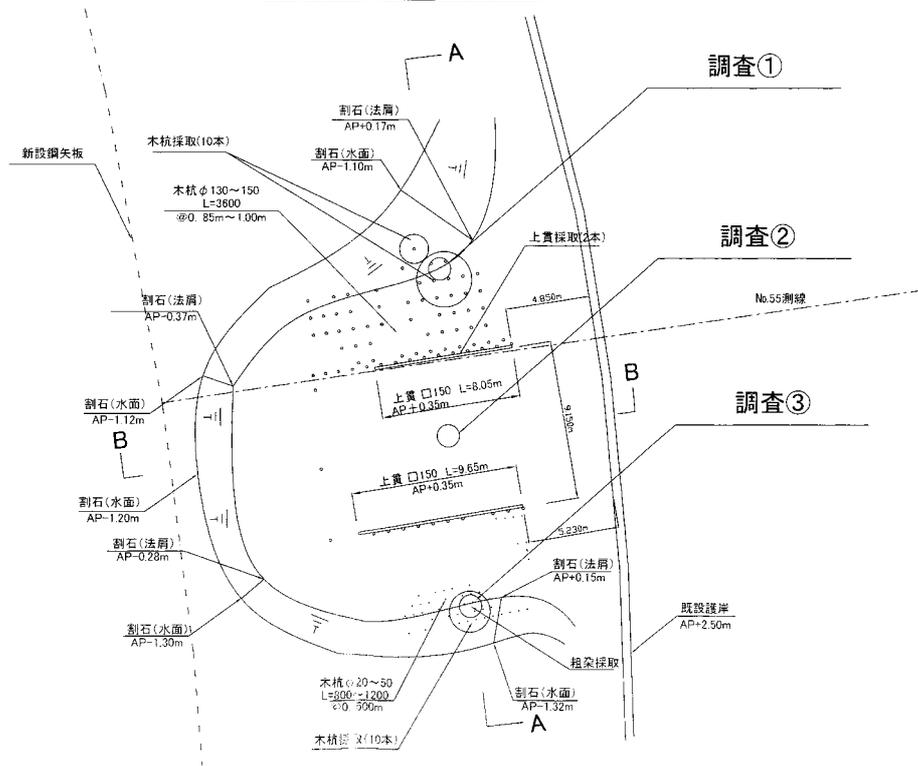
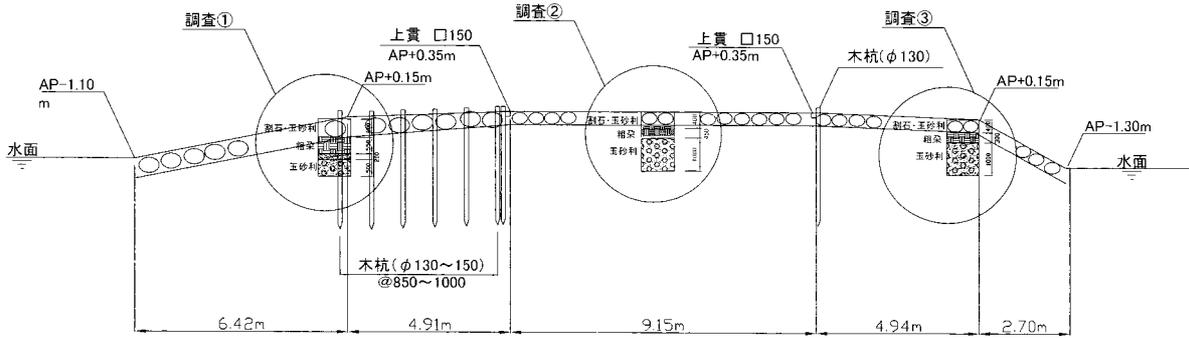


図3.2 水制④平面図

### 水制断面図

#### A-A断面



詳細断面 S=1.80

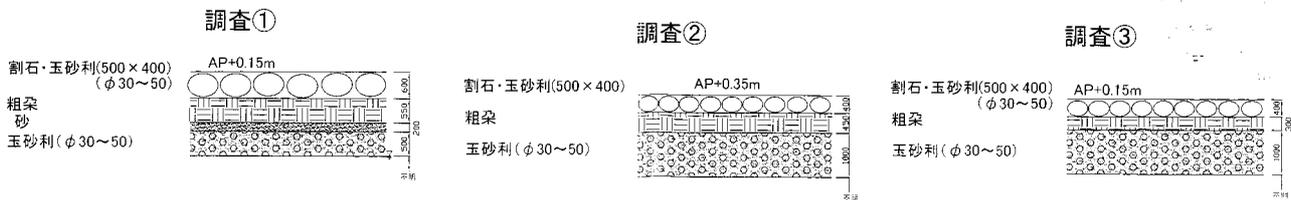


図3.3 水制④ A-A断面横断面

# 水制断面図

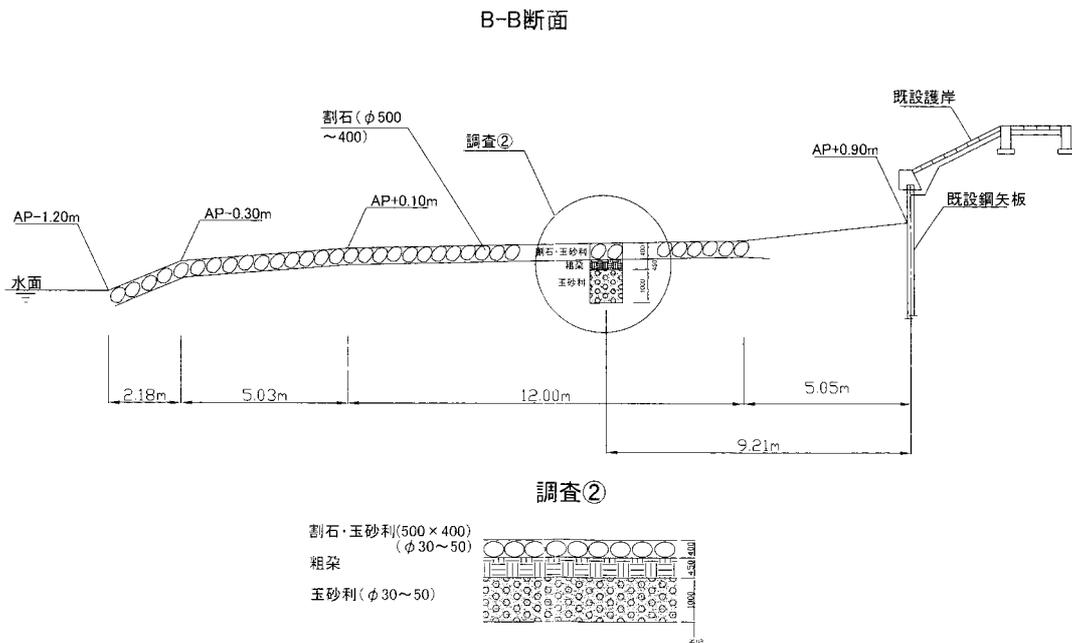


図3.4 水制④ B-B断面縦断面図



写真3.6 水制④上貫材料



写真3.8 水制④粗朶材料



写真3.7 水制④木杭

縦断方向には水制頭に向けて緩い勾配がついている。頭部の構造は破損されているので不明であるが、天端端に上貫とその前面への木杭の打ち込み、その前面は木杭で補強された上流側面の構造と似た構造であったと推定される。

## 2) 水制②

写真3.9にドライアップした調査前の水制工の状況を示す。水制工④に比較して水制天端部の保存状態は良い。調査水制の平面形状を図3.5、A-A断面の横断面の状況を図3.6、B-Bの水制縦断形を図3.7に示す。また写真3.10、写真3.11に調査



写真3.9 ドライアップ後の水制②

地点①、②の様子を示す。水制材料である上貫、木杭、粗朶材料は水制工④とはほぼ同様であるが木杭はその長さが2.8mと少し短い。なお水制先端および側面の下方部分は破損されており、元の形状がそのまま残っているものではない。

幹部水制の天端幅は14mで、天端の周囲は

15cm角の上貫（枠）が設置されその前面に径13～15cm、長さ2.8mの丸杭で杭止めされている。天端の層序構造は表層は約50×40cm割り石を石張りし、まず目として30cm強の程度の厚さに砂を含む玉砂利がすきこまれ、その下に40cm程度の粗朶沈床が敷設され、その下が水制①と異なり砂層となっている。天端の上流側面は上流幅8m程度の緩斜面であり、その層序構造は天端と同じで表層は約50×40cmの割り石を石張りし、その下が砂礫、粗朶、砂礫となっているがその合計厚が50cm程度であるので粗朶沈床の残骸である、その下は砂層となっている。木杭の補強はない。その外側には木杭が打たれていることにより、沈床を敷設し木杭を打ち、そこに割り石を沈設したものと推定される。下流は5.0m程度の緩勾配の斜面で層序構造は天端と同じで表層は約50×40cm割り石を石張りし、その下が厚さ1mの砂層であり、その下に粗朶沈床が存置する。

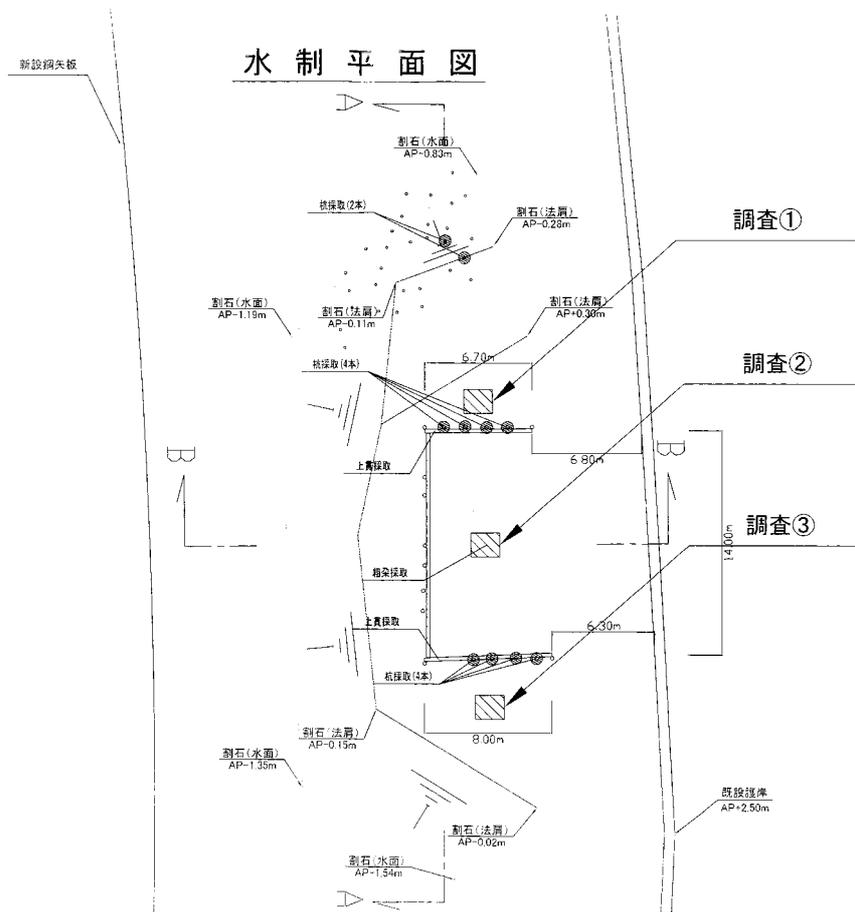


図3.5 水制②平面図

# 水制断面図

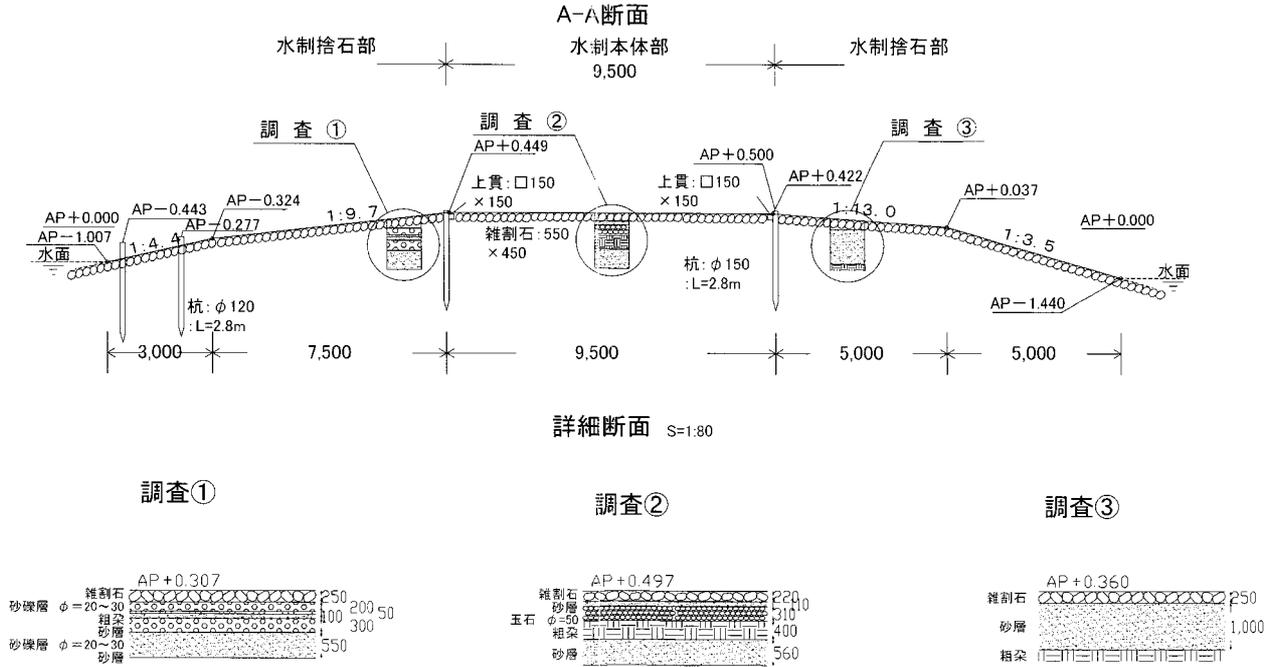


図3.6 水制②断面A-A横断面

# 水制断面図

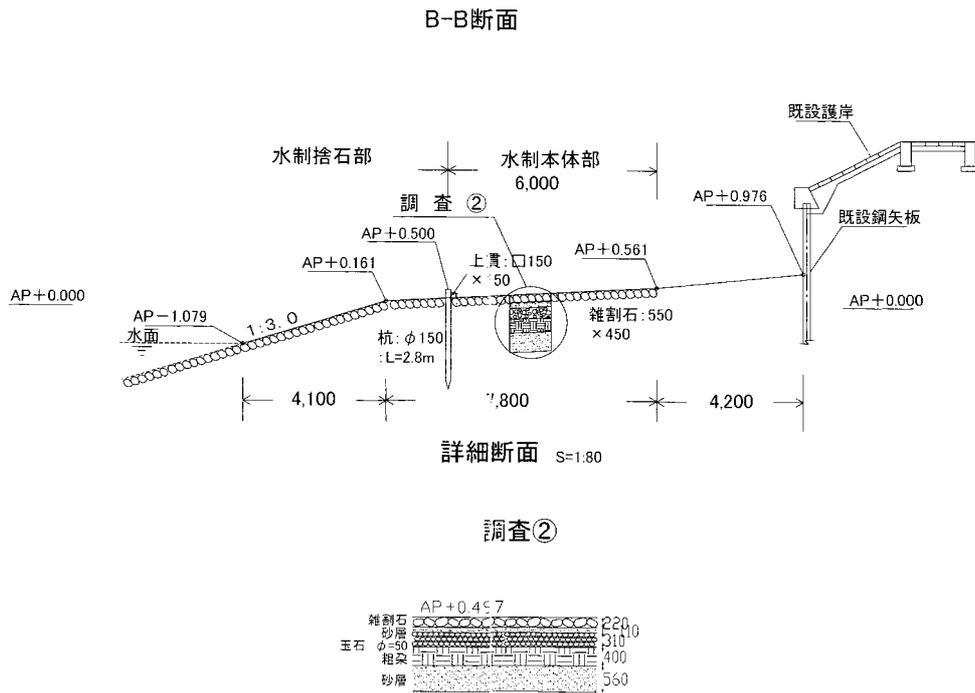


図3.7 水制②B-B断面縦断面



写真3.10 水制②調査地点①トレンチの様子



写真3.11 水制②調査地点②トレンチの様子

縦断方向には水制頭に向けて緩い勾配がついている。頭部の構造は15cm角の上貫が設置され前面は木杭で止められている。その前面の構造は上流側面の構造と似た木杭で補強された沈床上に割り石を沈設した構造であったろう。

水制④に比較して上流から3番目に水制であり、水制に当たる水衝たりが弱いので水制④に比較して周辺の木杭の数や長さが短くしたのでであろう。しかし天端幅が水制④に対して少し広い。下流側面の沈床上と雑割石の間の1m砂層の存在は常識的には考えられない構造である。一般には地均し地盤高を高くしその上に沈床を敷設するか、二重に沈床を敷設するのが普通であろう。雑割石に隙間から砂が吸い出されやすいからである。沈床を沈めたが、その標高が低いので、砂を入れて整形しその上に雑割石を敷設したと推定される

が、砂でなく小砂利を入れるのが妥当であろう。

### 3) 水制①

水制①は今回詳細な調査を実施しなかった。写真3.12にドライアップされた時点での水制工の残骸の様子を示す。天端工の下は小砂利である。上貫のつなぎ部の様子を写真3.13に示す。ホゾ結合している。

### 4) 周辺護岸の構造

水制工調査地点においては新しい護岸・根固め工が設置されているために水制設置場所の護岸と取り付け構造が調査できない。そこで水制工設置区間の少し下流の改修計画で設置された護岸形式を2月25日調査した。調査は写真撮影と簡単な形状測定のみである。

写真3.14に破損された護岸の法覆い工を示す。斜面勾配は2割程度で水制工で使用されたのと同



写真3.12 ドライアップ時の水制①



写真3.13 水制①上貫のつなぎ部



写真3.14 水制工設置地点下流の護岸法覆工

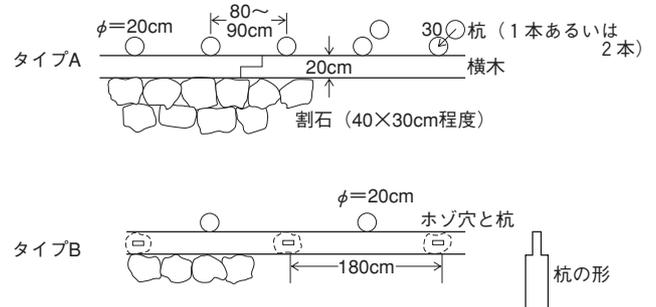


写真3.15 水制設置地点下流の天端工

様な割り石を使用した空石張り工である。割り石の下には小砂利が敷かれ、河岸材料の吸出し防止、割り石設置のための地ならしおよび間詰めとしている。護岸の天端には同様割り石を使用した幅2mの平場があり、その河川側には蛇籠（鉄線系4mm、胴径50～60cm、内部玉石20～25cm、さらに籠表層2～5cmにモルタルを吹き付けている⇒注1）を写真3.15のように肩止め工としている。法覆工の法止めは場所によって少し形式が異なるが、図3.8のような形式である。その外側は割り石の乱積みである（⇒注5）。その下に沈床が敷設されているか不明である。

### 5) 水制の高さと地盤変動

当時の航路用水制の構造設計の基準高は、平均低水位程度であった。当該地点は干潮区間であるので平均朔望干潮位である。多摩川改修工事概要には平均干潮位としてA.P.0.64mの値が記載されている。現在の川崎港の朔望平均干潮位はA.P.



注) 別の護岸の法止め工では、タイプAの間に杭を全面に打ち込んだ杭柵状のものや板柵としたものがあった。

図3.8 法止め工の構造

0.07mであり、0.5～0.6m多摩川改修工事概要に記載されたより低い。河道内でありまた河口干涸があった時代のころ記録であり、水位が高かった可能性がある。

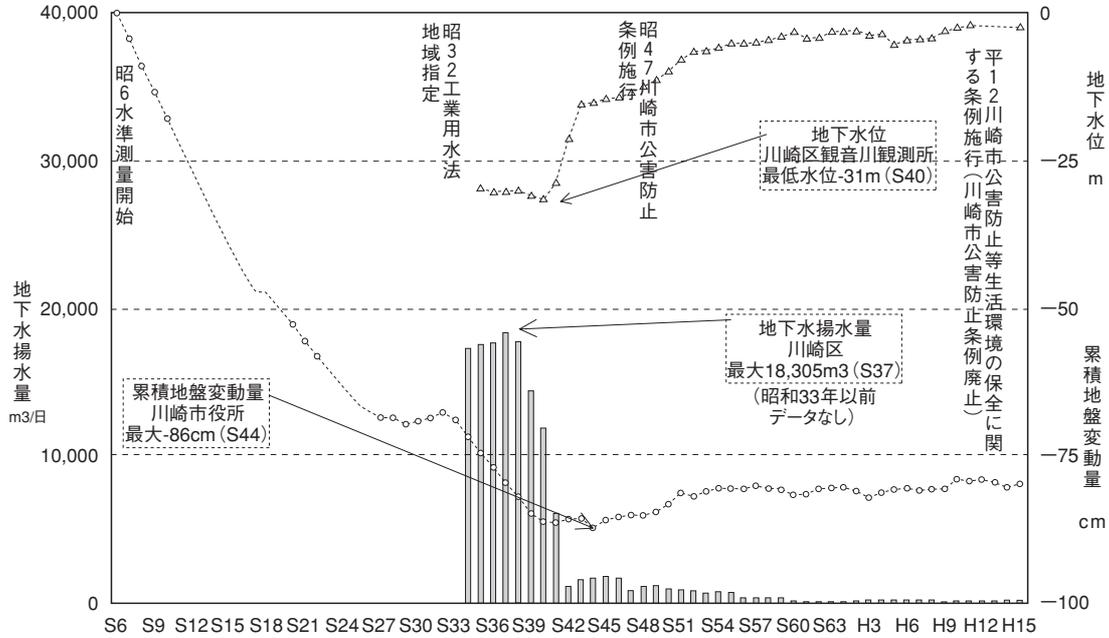
なお多摩川の干潮区間は地盤沈下が生じている。図3.9の川崎市役所地点における地盤変動累積値より、川崎市の地盤沈下は川崎の工業地帯化とともに始まり、昭和の初めから終戦まで、その後の沈下の一時停止、昭和30年代の高度経済成長時代における2度目の沈下、昭和40年代の地下水くみ上げの停止による地盤沈下の沈静化というパターンとなっている（川崎市環境局、2004）。多摩川沿いに於いても当然沈下があった。その沈下量は、1930年（昭和5）年より20～50cm程度でないかと推定される。今回調査された水制の高さは、地盤沈下量とその後の水制自体の圧縮変形や破損変形を受けた後の高さである。

天端工周辺に設置された上貫の上面高は、水制④でA.P.+0.35m、水制②でA.P.+0.42mである。上貫は木杭に接し、地盤沈下以外の変形は少ないと推定されるので、設計干潮水位とほぼ同高である。この高さは周辺護岸の根止め工の横木の高さと調和する。

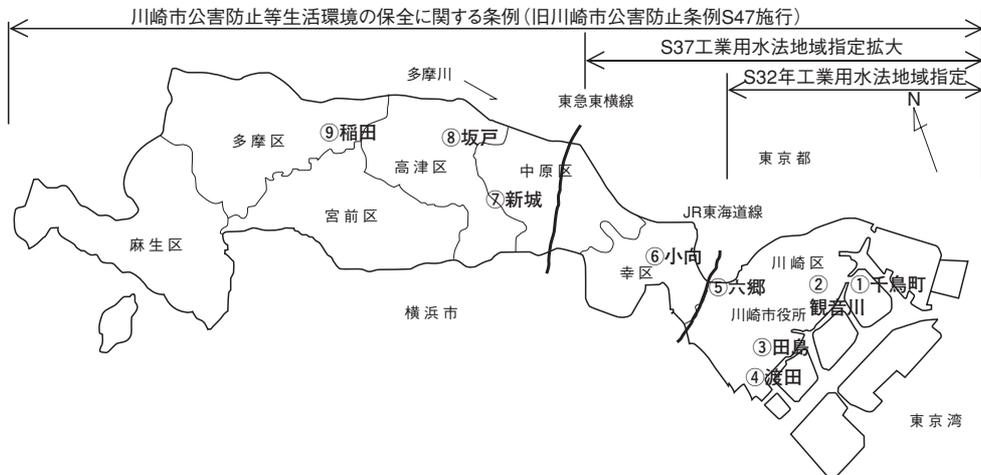
設置当時の当該水制頭部の天端高は、A.P.0.7m前後ではないかと推察される。水制は縦断方向に緩傾斜がついているので、根部では設計干潮水位A.P.0.64mより1m程度、高かったであろうと推定される。

### 6) 水制構造の復元

水制の構造諸元は水制④および③、周辺護岸の



観測所等位置図



川崎市地盤沈下報告書H16.8

図3.9 地盤沈下主要指標の推移（川崎市環境局、2004年）

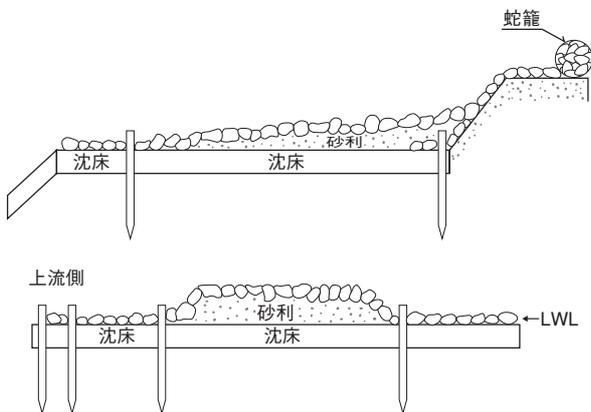


図3.10 水制構造のイメージ図

形状より図3.10のようであったと推定される。

### 3.2 7.7km付近左岸の護岸と導流水制の構造形式

8.0km左岸水制設置位置から下流の護岸形式については記述する。この護岸は、写真1.3に示すように、途中で導流水制となり、7.7km付近で途切れ、その下流は写真3.16に示す植石平張りブロック（横50cm×縦40cm）を用いた法覆い工に替わっている。両護岸形式は連続的に接続しておらず互いに食い違って設置されている。石張り導流水制の末端部は写真3.17のように破壊されその形状は不明であるが、残留している割り石や木杭お



写真3.16 8.0km付近植石石張ブロック法覆工



写真3.17 導流水制の残骸

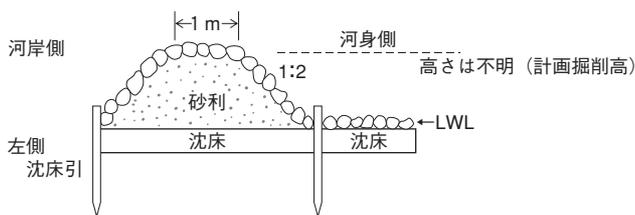


図3.11 復元された導流水制のイメージ図

よび横木よりこの食い違い部分は導流水制状であり、復元された水制構造は、図3.11のようであると推定される。

しかし、なぜここでわざわざ食い違い形式の護岸を設置したのだろうか。

蛇行の転向点であり水深が浅くなるので川幅を狭める導流水制を設置した。下流側の植石平張りブロック護岸は既存の河岸部に設置したので、両

者食い違いにし護岸を二重化し侵食に対して備えた、と考えるが、食い違いの部分は水路であり、洪水時高水敷に乗った水がここに流れ込み走ること、その基盤は砂礫質であるので侵食されやすく、導流水制は破壊され易い。事実破壊された。なおこの護岸水制の高水敷側に池状の洗掘穴がある。この穴は、盗掘による砂利採取跡である。この穴の一部は1928年(昭和3)の地形図上に存在する。

### 3.3 3.4km付近の水制と護岸

3.4km付近の護岸と水制の配置状況(写真1.3参照)とその構造を写真3.18、写真3.19、写真3.20(A)、写真3.21(B)、写真3.22(C)に示す。なお、A、B、Cは上流から下流に順に配置されている。

護岸は割り石張りである。護岸の高さが8.0km



写真3.18 水制B上流の護岸形状



写真3.19 水制B下流の導流水制形状



写真3.20 水制B上流の杭の残骸（A）



写真3.21 水制Bの天端形状



写真3.22 水制Cの天端形状

より低い、高水敷の標高が低くなるためである。本護岸の水制Bから少し下流は満潮時水面以下と  
なってしまうようで、写真3.19のような形となっ

ている。天端幅1.0mで高水敷側と川側の両側に  
法覆い工が設置されている。導流水制として設置  
されたのである。導流水制状の護岸の天端高は、  
改修計画における高水敷計画掘削面に対応した高  
さとした可能性が高い。

しかしながら水制Cの上流より護岸の天端高が  
高くなり、再び片法にしか護岸法覆い工のない形  
式となっている。

水制構造は以下のような構造形式である。

Aは木杭のみ残っており、縦工を持つ水制のよ  
うに見えるが、1947年の航空写真では確認でき  
ず水制でない可能性が高い。船の係船施設かもし  
れない。

Bの水制は、根部の天端幅（平場）が根部で7  
mもある大きな水制である。側面は1割ぐら  
いの勾配で急である。根部は護岸と同じ天端高  
であり、川側に緩く傾斜し、長さは検土杖で確  
認したところ19mであった。検土杖の感触では  
先端には沈床が敷設されていると推定された。

Cの水制は、緩い円弧状の形をした5mの部  
分とその側面に1mに平場を持つ幅7mの水  
制でケレップ型（上層工）の水制である。根部  
の天端高と護岸天端高の差が0.6mほどある。

下流には同様な水制が群として設置されてい  
るが、下流部の水制は基部背後の護岸が破損さ  
れ水面となり、水制が破損している。現在この  
部分は水衝部であるが、改修以前はB、Cの水  
制があるところが水衝部であった。上流の高水  
敷の掘削により水衝部が下流に移動し、元の  
水衝部は干潟に変わってしまった。

### 3.4 その他の護岸および導流水制

六郷橋下流5.3kmの護岸形式は写真3.23のよ  
うな天端幅約1mの平場を持つ法勾配2割の  
張り石法覆い工（隙間にはモルタルが詰めら  
れている）である。最下流端は写真3.24の  
様に堤防側に折り返ししてある。検土杖によ  
り裏法がないことが確認された。

右岸4.35kmに写真3.25に見るように割り石  
の護岸の残骸が存在する。天端は満潮時水面  
下となる。この護岸が導流水制状であったか  
どうかは確定しえないが、そうであったよう  
にも見える。



写真3.23 六郷橋下流5.3km左岸の低水路護岸



写真3.25 右岸4.35kmの低水路護岸



写真3.24 六郷橋下流低水路護岸の最末端部の形状



写真3.26 左岸1.2kmの導流水制

写真3.26には1.2km左岸の導流水制の構造を示す。

#### 4. 多摩川下流水制の技術史上の位置

多摩川改修工事が実施された1919年度（大正7年）から1933年度（昭和8）に至る16ヶ年は、日本の産業が重化学工業化へ進み、都市の人口が増加した時代であった。

1918年（大正7年）7月、大戦景気の中、富山県魚津の米騒動をきっかけとした社会不安、1923年（大正12）の関東大震災、1929年（昭和4）10月24日のニューヨーク株式市場での株の大暴落をきっかけとした大恐慌の日本への波及（昭和恐慌）、1932年（昭和7）時局匡救事業の開始、同年満州国建国と続く激変は、多摩川改修計画の目論見を越え、当初8ヶ年継続事業は、関

東大震災に対する復興事業、景気変動による物価労賃の激変の影響を受け、2度の計画延長となり16ヶ年と2倍の工期となった。

多摩川下流域は、日本の資本主義化の前線となり、改修期間中に川崎の工業都市化、東京の郊外圏に組み込まれ、農業的土地利用が、工業的・都市的利用に急激に変わりつつあった。その変化に多摩川改修工事は前衛として対処した河川技術史として特筆すべき事例なのである。また、この工事は河川の景観と環境を大きく変え、それが現在の多摩川的环境基盤となっており、多摩川の将来を考える上でもその景観変化の分析は重要である。

多摩川下流（調布堰下流）の改修目的とその技術的対応の特徴は

- ① 治水（氾濫被害を防ぐ）
  - ・高水敷掘削土を用いて築堤する

### ・河道幅の拡大と河床の掘削

であるが、河口より8 kmより上流の河積の拡大は高水敷を計画掘削面まで掘り下げるもので、水路部を掘削するものでなかった。8 km下流は低水路計画（航路計画）に則り浚渫・掘削がなされ、また高水敷の掘削もなされたが、計画掘削面に従って掘削されたものではなく、状況に応じて掘削されたように思える。なお5 km以下の高水敷の計画掘削面は満潮位以下で干潮位以上であった（このような造成空間は浮遊砂が堆積し易く、河道維持管理の観点からは好ましいものとはいえない）。この間、民間による砂・砂利採取および盗掘により、改修計画に従わない採取が行われ、種々の問題が生じ、1934年（昭和9）、砂利採取の取り締まりとなった。また改修工事による掘削土量は築堤土量を大幅に上回るものであった。当初から残土の処理として周辺土地の土地改良をもくろんでいたか明確でないが、結果として都市化および工業都市化という時代の流れに乗り、その流れに棹を差し、かつ改修費用の一部となった（⇒注2）。

### ② 航路維持

- ・ 約8 kmより下流を浚渫し深さを確保する。
- ・ 5.5 kmより4 kmは水面幅を広げた（高水敷の掘削）が、旧流路河岸位置の掘削高を平均干潮位程度とし、航路部の水深を確保する。その他の地点は旧河道の水衝部側に護岸（導流水制）を設置し、航路水深を確保しようとした。しかしながら、改修工事後、5.5 km以下の高水敷は、徐々に掘削・浚渫され護岸（導流水制）は存置されたが、戦後は、浚渫効率の高度化と埋立て地の造成の圧力が強く、航路維持のための存置に対する意欲と必然性がなくなり、破損流出していった。

である。航路水深維持のみの目的であれば、高水敷掘削を実施しないほうがよいが、治水上の要請から高水敷の掘削が計画され、護岸（導流水制）が設置されたのであろう。なお高水敷の掘削の必然性がどれだけあったのか疑問とするところがある。改修計画期間中に於いては六郷橋左岸の5.5～4 km区間が掘削された。都市化の波が多摩川付近まで達し、また川崎の工業都市化が進展して



写真4.1 川崎河口水門

いる時であり、多摩川改修工事による掘削残余土砂の低地（湿地）埋立てに対する周辺地主および工業資本家の要望が強く、残余土砂を便益に応じ代金を取って運び出させていた。要望が強いところを掘削したと考えたほうが自然でなかろうか。

多摩川河口部右岸は新興の工業地帯であり、工場のために物資の輸送する荷揚げ設備が必要であった。当初、大師詣での電車の通っている桜土堤に囲まれた場所は、川沿いに味の素工場、二蓄工場、富士紡の荷揚げ設備などがあり、河沿いに堤防を築造すると種々の問題が生じるので、また堤防敷地の買収に工費も嵩むことより、背後を囲う計画であったが、工場を水害の危険にさらすものであり苦慮していたとき、川崎市長の助力により、土地所有者から河沿いの堤防敷きを無償提供という方法で工費を低下させ、川岸の利用には不便させないように堤防法線の変更がなされた。各工場と河との連絡にはできるだけ便宜を得られるようにした。残されたのはその他点々と散在した荷揚げ場の処理であった。

川崎市は予算約30万円で堤防を湾入させ、堤内とは陸間で結ぶ計画を持って、改修事務所所長金森誠之（⇒注3）に相談した。金森は横浜港と連絡する運河と多摩川の水門と川崎河港を作ることを進言した。結局運河は作られなかったが、4.8 km右岸の川崎河口水門（写真4.1）と川崎河港が1928年（昭和3）に完成した。この工事は多摩川改修工事の付帯工事で実施されたものではなく、川崎市が工事に要する機械器具、工事を施

工する人を内務省から借りたことにして、改修事務所が受託工事として実施したもので、改修計画と密接にリンクしていた。この工事の計画、設計、施工の実質的担い手は改修事務所の所長であった金森誠之である。

航路維持と荷揚げ場の整備は新興工業地帯にとって死活問題であったのである（味の素の10万円の寄付金を初めとして民間から資金を集めている）。改修工事はこれを意識化せざるを得なかったのである。

改修後の昭和10年代にも高水敷の掘削は進められたが、計画に則って進めたように見られない。戦後も高水敷の掘削・浚渫がなされたが、本格的に浚渫が進んだのは1950年代後半であった。

つぎに護岸水制技術について特筆すべき事に触れよう。

多摩川改修事務所は、内務省東京土木出張所の下部組織である。東京土木主張所管内では利根川第三期工事（明治43～昭和5）が終了間際であ

った。当然、第三期工事で実施された護岸・水制についての技術は、多摩川改修工事で応用されたと考えるのが自然であるが、利根川で改良され、また多用された杭打ち上置工が使われていない。この図4.1に示す杭打ち上置工は眞田秀吉によって、お雇い外人（オランダ、ファンドールン、ドレイケ）によりもたらされた図4.2に示す水刼ねケレップ水制を改良した図4.3および写真4.2に示

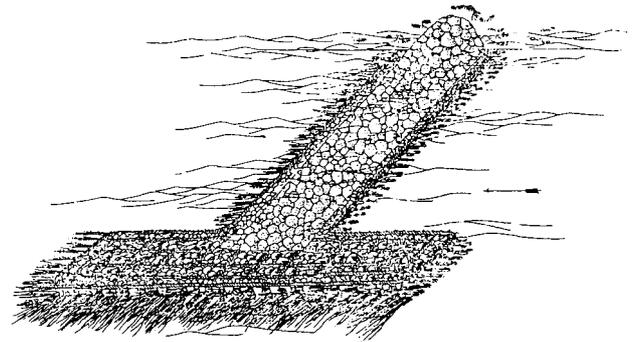


図4.2 柴工水制ケレップ全図（土木工要録）

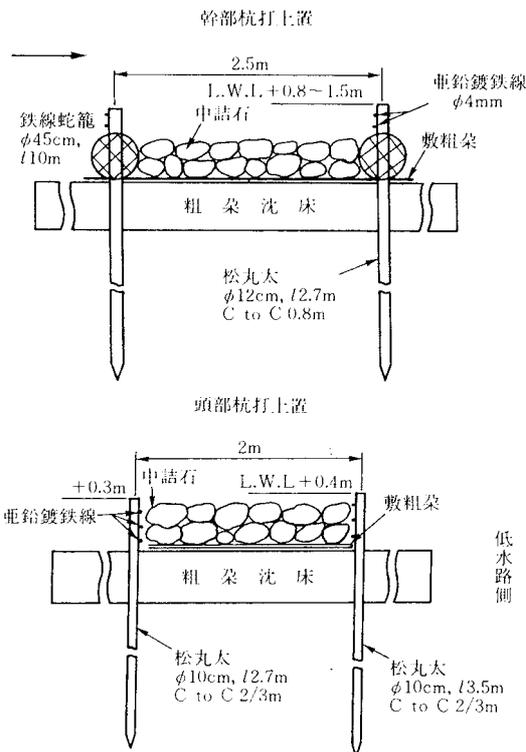


図4.1 杭打ち上置工構造図（富永、1960年）

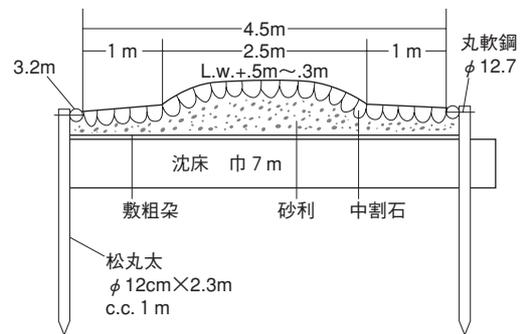


図4.3 上層工水制



写真4.2 利根川115km左岸における上層工の残骸（2004年）

す上層工水制と言われるものを改良したものである（⇒注4）。

多摩川は感潮区間であり、水位が潮位で規定され、また勾配の緩い（1/6200～1/2400）利根川中流部の砂川に比較して河床掘削の効果が維持され易いなど、低水路計画の境界条件が異なり、したがって設計概念、構造様式に差異が生じたと考える。その差異について記述しよう。

- ・航路水深維持のためには、航路部を流下する設計流量が必要である。通常は低水流量が使用され、設計流量時において航路水深が確保されるように低水路幅が評価される。多摩川は感潮河川であるので平均朔望干潮位において航路水深が確保されようとした。低水路幅の具体的設定法についての記載がないが、縦工が旧流路河岸位置とほぼ同位置に配置されていることより、旧流路幅を航路のための低水路幅としたと言える。多摩川は感潮域で勾配の緩いセグメント2-2の河道区間であり、干潮位に於いても水深があるので、それを尊重したのであろう。浚渫後の堆積土砂量が多い河川でもなく、維持しやすい河道区間といえる。

なお感潮域の計画低水位以下の水深は、計画低水流量、河床勾配、計画低水路幅で決ま

るものではなく、流水により運ばれる土砂の収支により定まる河床高に規定される。すなわち川幅を増大すると水深は浅くなる。航路維持という観点からは河口部の高水敷の掘削・浚渫は好ましいといえない。改修計画においては、このことを意識化された形ではなれていないと考える。

幸いその後河床堆積より浚渫量のほうが多く河床は維持されたが、河口部が堆積区間であることには変りはなく、維持浚渫は不可避である。

- ・利根川第三期工事の水制の配置例を図4.4に示す（明治改修に於いてすでに多数の水制が設置されている。第三期工事はそれに追加と補修、法線変更を実施）。水制によって低水路（航路部）を滑らかな法線形に改変するという意思が読み取れる。多摩川改修では、旧河道の河岸法線形に合わせ、旧河道の滯筋を保持しようと意図している。
- ・高水敷の掘削を実施している。治水上の要請と築堤材料の確保から計画とされたと考ええる。
- ・感潮域の航路維持という目的より旧河道の河岸線のうち水衝部側に護岸（縦工）が設置され、横工水制は護岸防御を目的とした根固め

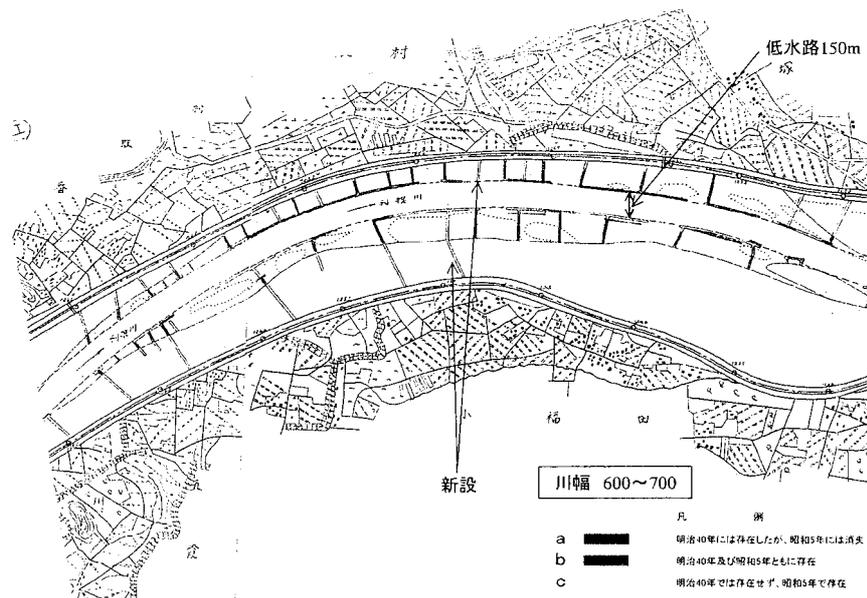


図4.4 利根川第三期工事の水制配置図（122km～127km）（利根川歴史研究会、2002年）

水制であった。高水敷の掘削を計画の前提として旧高水敷河岸に護岸（縦工）を設置したのか明確でないが、護岸跡が1944年および1947年の航空写真に見えることにより、その後の維持工事の浚渫・掘削に当たっては護岸（縦工）の存在とその存置を意識化していたと考える。

- ・ 5 kmより下流に設置された旧低水路河岸部に設置された護岸の多くは破損されてしまったので、構造形式は不明であるが、左岸7.7kmおよび写真3.19に示す3.6kmの護岸の一部が導流水制状の構造であること、さらに1.3～1.0kmの護岸が導流水制であることより、当初から導流水制状の構造であった可能性が残る。
- ・ 導流水制の天端高は計画掘削面を基準として計画されたものと考えられる。すなわち4.9km以下では計画掘削面は朔望満潮位以下の高さである。事実3.7～3.6km付近の導流水制は満潮時水面下となっている。なお右岸4.5～4.8kmの天端高は護岸位置が堤防に接近し堤防護岸となる区間および船の岸壁となる区間は満潮位より高い天端高となっている。ただしその下流は低く満潮時には水面下となっている。なお5 km～7.9kmの感潮区間の石積護岸天端高は1977年（昭和47）の横断測量結果を見るとA.P. 2 m前後しかなく1926年（昭和6年）の平均朔望満潮位より30cm程度低い。それより上流は護岸天端高が高くなり2.5～2.8mある。地盤沈下の影響を考慮すると改修計画当時の感潮域の護岸天端高は、1926年（昭和6年）の平均朔望満潮位より数10cm高い位置にあったよう推察される。

感潮域の導流水制でない通常護岸は1926年（昭和6年）の平均朔望満潮位を基準として天端高を設定し、背後高水敷の掘削計画がある導流水制は、計画掘削高を基準に天端高を設定した可能性は高い。ちなみに1.2kmの導流水制の天端高はA.P.0.8～0.9m（1977年測量）である。

- ・ 横工水制は割り石の石張り工法がであった。杭打ち上置工を使用しなかった理由は不明で

あるが、水制を荷揚げ施設として期待したのでなかろうか。天端幅の広い平場のある水制構造はその目的の現れであるように思える。

以上、日本の近代化の前衛であった京浜工業地帯の発展期における改修工事に伴う護岸・水制の技術的特異性について述べた。河川技術者の地位が高く、技術の適用において相対的自由度のあった時代、河川技術者が何を考えて計画・設計していたかを垣間見ることが出来た。

技術者にとって良い時代だったのである。

## 5. 多摩川感潮域の今後

多摩川感潮域の河道および環境特性は、近代に至り二度の大きな改変を受けた。一つは、1919年度（大正7年）から1933年度（昭和8年）に実施された多摩川改修工事であり、二つは戦後経済復興期から現在に続く河口前面に広がる河口干潟の埋立てと埋立てのための河口部の浚渫と航路維持およびのための浚渫である。前者は日本の資本主義の発展期における東京という都市の膨張と大資本による農地の工場用地への転換という産業構造の変換という圧力を強く受けた時代と言える。後者は戦争による総動員体制と敗戦と言う中断があったが、戦前からの産業構造の転換の仕上げといえるものである。京浜運河の建設と埋立ては戦前の計画である。その計画は戦後資金不足で白紙となったが、その計画を変更する形で埋立てが進められ多摩川河口域の地形と環境が改変されたのである。現在の多摩川感潮域にとっては前者が規定要因であり、後者はその後の社会条件の変化による変形と位置づけられよう。

さて今後の多摩川感潮域の河道および環境はどのように変り、またその社会的位置付けはどう変化するのだろうか。

多摩川感潮域周辺は、今急速に変わりつつある。日本の産業構造の再編に伴う都市構造の変化という圧力を受けている。資本の自由化と世界における労働力の質と賃金の差異に基づく日本の産業構造の変化を受け、生産コストに安い場所への工場の移転と生産拠点の集約化の中で工場跡地がマンション等の住宅へ、新しいオフィスのビル建設

とそこへ知的集約産業の集中化が始まっている。多摩川感潮域周辺の土地利用が変りだしたのである。すなわち多摩川に求められる景観が変りだしたのである。多摩川感潮域の景観と河川環境の改善という要求に答えざるを得ないのである。これを前向きに意識化して感潮域の今後を考えなければならぬであろう。

ところで感潮域の地形は今後どのように変わるのだろうか。調布堰地点の通過土砂量は年間、砂利で0.1~0.2万 $m^3$ 、砂で1.5~2万 $m^3$ 、シルト・粘土が10万 $m^3$ 程度であろう。このうち砂利は調布堰下流に堆積してしまう（調布堰下流は最近小砂利が堆積し始めた）。砂は12.5~6 kmで堆積しよう。シルト・粘土は洪水時氾濫原堆積物（高水敷に堆積する）として一部が堆積し、大部分は6 km以下の河道および海域に堆積しよう（塩水に触れフロキュレーションにより沈降速度が増大し沈降しやすくなる）。0~6 km区間の堆積量は年間2~3万 $m^3$ 程度であろう。6 km以下においても洪水時には細砂が輸送される。その一部は波に洗われ汀線付近の構成材料となる。いずれにしても供給土砂量に比し、感潮域空間が大きく堆積速度は大きなものではない。維持浚渫で対処しえよう。地球環境の変化により今後海水面の上昇が予測されている。5 km以下の自然堆積速度を上回る上昇速度となる可能性がある。

このような社会環境、堆積環境を踏まえ、当面、感潮域に対しては、次のような対応策をとるべきであろう。

#### ①河川汽水域環境の保全

多摩川感潮域および河口域においては河川改修および埋立て・浚渫によって河口および河川干潟域が減少した。干潟域は特殊な環境であり、汽水域独特の生態系を形成している。貴重な干潟域の保全と再生は、多摩川感潮域の環境改善、景観改善でもあり、周辺地域の需要であり要求となろう。

当面、右岸河口4.5km~0.2km（大師運河入り口）における干潟環境の保全と創生と自然河

岸化および左岸5.3km~2.5kmにおける干潟環境の保全と創生と自然河岸化を図るべきであろう。

早急に河岸の干潟化と汽水域植生の創生を図るなら、河道部から河岸部に土砂を移送させ、堤防・河岸沿いの陸域化とその前面の干潟化を図る。なお水衝部は無理に干潟化しても維持できないので存置する護岸・水制を極力活かし補修する。

新六郷橋（5.7km）より上流は、高水敷の利用も進んでいることもあり、河道法線形は現状のままとし、水衝部の裏側は自然河岸化を図る（護岸を創らず、自然に任せる）。河岸から10 m程度は生態系保全区間とする。

#### ② アクセスの確保

堤防沿いあるいは護岸沿いにおける散策路の確保する。

#### ③ 景観の改善

河川沿い工場跡地等のスーパー堤防化と連携した景観改善を行う。

#### ④ 川崎水門（右岸4.85km）、六郷水門（左岸4.05km）の保全と堤内水路および石張り護岸・水制の補修と保全し、歴史景観として残し、景観構成要素の一部とする。

#### ⑤ 航路維持

河川整備計画では動力船が通行可能な区間として河口から8.6kmの区間を設定している。そのうち河口より5.6kmの区間は幅30~70mを設定している。この区間は震災等の災害時に復旧等のための船舶の航路ともなる。維持管理河床としてA.P.-3.2mとしている。

多摩川改修計画における低水計画を踏襲している。結果的に改修工事の目論見が概ね成功したといえる。現在、浚渫により4.0km以下は低水路幅が広がり、また導流水制が破損あるいは撤去されてしまったため、河床は堆積傾向（推定堆積量1~2万 $m^3$ /年）にあり浚渫なしには維持できないが、その堆積速度は遅く維持管理に多大の費用を必要としないであろう。

注：

注1) 1924年(大正13)ドイツから吹き付けコンクリートの機械が導入された。インターナショナルセメント管株式会社で技師ノエマン、アベルが指導した。この機械で蛇籠にモルタルを吹き付けた(多摩川編集委員会;1986)。

注2) 上岳人の談…各工場の仕事は概ね高水敷の土砂を規定の高さに掘削してその土砂で新堤を築く作業でしたが、ばくだいな剰余土砂が生じまして処分先に苦慮したしだいでした。そこで池や沼、水田、湿地のあたりの民有地に異例ともいふべき有料の民地捨土を行って、1立坪3円から10円ぐらいで土地造成ということをしたのであります。そして、その金は提供したという名目で大規模銀行に運用させたんですね、これは会計法上違法であるとかどうかということが問題になりまして、末松さんもだいぶくろうしたことがあります。それで、会計検査にどういふように説明しましょうかと大変頭を痛めておったと聞いております。右岸は川崎市の一部、高津町・中原町・御幸町・大師河原、左岸は矢口・池上・六郷・鎌田・羽田・大森・田園調布等、湿地荒廢の地に投棄して、記録によればその総土量は441万1,280米、造成された成果面積は492町3反8畝1歩に及び、現在の住宅地、工場地として今日の繁栄を極める布石にもなったと記されております(多摩川史編纂委員会;1986)

注3) 多摩川改修工事の計画・設計は誰が主導したか推察しよう。多摩川改修工事事務の所長は以下の通りである。

- 1 辰馬鎌蔵 1914~1924 (大正3~13)
- 2 金森誠之 1934~1929 (大正13~昭和4)
- 3 末松栄 1929~1930 (昭和4~5)
- 4 金森誠之 1930~1931 (昭和5~6)
- 5 檜部保 1931~1937 (昭和6~12)

多摩川改修工事は大正7年度より始まり昭和8年で完了している。上記した歴代所長の就任年代より改修計画の基本計画は、辰馬鎌

蔵が作成したと考える。金森誠之は1221年(大正10)に多摩川改修事務所勤務となり辰馬の下で河川構造物の設計や監督に当たっている。護岸水制の配置、設計は辰馬の基本構想に則り金森が設計したのでないかと考える。

金森誠之(かなもりしげゆき)の略歴を示す。

1892年7月27日和歌山県に生まれ、1959年8月19日歿。1915年(大正4)東京帝国大学工科大学土木工学科を卒業し、内務省に入り、東京土木出張所に勤務し、利根川第二期改修工事に従事する。1918年(大正7)に内務技師に任ぜられる。1921年(大正13)に多摩川改修事務所勤務となり、1924年(大正13)から1929年(昭和4)と、一年間の欧米諸国出張後の1930年(昭和5)から1931年(昭和6)の二度にわたり所長となる。その後、国道改良第一部長、荒川上流改修及び下流維持工事事務所所長、東京土木出張工務部長を経て、1936年(昭和13)に仙台土木出張所所長、1941年(昭和16)名取川改修釜房堰堤工事事務所所長兼鉄道技師、下関土木出張所所長となり、1942年(昭和17)退官した(藤井;2000)。

また辰馬鎌蔵(たつまかまぞう)の略歴も示す。

1882年生まれ、1959年歿。大阪に生まれる。1907年(明治40)京都帝国大学工科大学土木工学科卒。内務省大阪土木出張所に入り、勢田川、宇治川の改修工事に従事、その後下関出張所に移り、遠賀川改修工事を担当。1916年(大正5)東京土木出張所に転じ、利根川第三時改修工事に従事、1918年(大正7)多摩川改修主任、1923年(昭和3)名古屋土木出張所所長、1934年東京土木出張所所長を務め、1936年内務技監、1939年退官した(藤井;2004)。

注4) 杭打ち上置工の開発経緯

眞田の部下であった富永正義は「眞田先生と利根川改修工事」の中で杭打ち上置き工の開発経緯について触れている。

田中工区の水制補修 ( $I_b=1/5500$ 、砂河床)

(1) 上層水制の欠点

水制の補修工事は重要性の高いものであったが、従来のケレップ水制には次のような隘路があった。

① 河床上昇により平均低水位が上昇したこと

利根川第三期工事は全区間を通じて高水工事が着手され捷水路工事、引堤工事及び大量の掘削工事が実施され、これによって河床の変化をきたし、栗橋および田中工区に於いては河床の上昇が生じ平均低水位の上昇をきたすものと判断された。したがって、水制の高さの決定をするのに困難を感じ、また水制補修も困難を生じた。

② 上層水制は不透過水制であること

上層水制は不透過工であり、改修工事施工中の一時的現象である平均低水位の上昇に対して水制の高さを呼応せしめることは、将来のことを考えると大きな問題となる（将来河床が低下すると突出高が高くなり洪水ごとに破損流出し、折角好結果を得たものが元の木阿弥となるおそれがある）。

上層水制の場合には低水路水位に対応して高さを呼応せしめることはほとんど不可能である。

③ 施工し得る日数が少ないこと

上層水制は常水路中に施工する張石水制であるので年間の施工日数が少なく（平均120日程度）、かつ施工中に増水に遭うと破損流出しやすい。

④ 上層水制に機能の欠点があること

不透過水制であるので附州が生じにくい。また一度附州を生じても洪水時には流出する傾向がある。

水制頭付近は平均低水位上0.3mの高さであるが、水制根に向かって適当な勾配を附すので根のところでは相当の高さになる。したがって、洪水時には之を超える水流により元付けの下流が洗掘さ

れ、ついに水制の破損流出の原因となる。

(2) 杭打ち上置工

これらの欠点を補うため眞田先生は苦心惨憺の結果新工法を案出された。

改善の第一は上層張石の修理やめて破損したままにして、粗朶沈床の上に長さ2.7m、径9cmの杭を列間1.8mに2列、各々0.45mに打つことを試験的に実施、好成績を収めた。そこで田中工区の水制補修は大部分この工法で施工し、これを杭打ち上置工と命名した。

杭打ち上置工が水制として好成績を収めた理由としては、

① 透過工となったこと

② 表面が平滑なる石張りが抵抗の多い捨石の上置に替わったこと

③ 水制の上を越流する水流の流速が減少し水制自体の安全が期せられるとともに、その上下流に生じる附州がおおくなったこと

欠点として杭の材料が木材であるので6～7年後には杭の腐朽が始まること、これに対しては昭和に入って鉄筋コンクリート杭を用いて耐用年数を高めたが、当初の工費が大きくなること、旧水制の沈床のため杭の打ち込みが容易でなく杭頭の破損が著しいという欠点があった。

注4) 最上川酒田河岸の護岸形式は写真T1のようである。法止め工の杭および横木の配置が多摩川と異なっており、横木が杭柵工の河身側に設置されている。



写真T1 最上川酒田河岸の護岸形式（2005年）

## 参考文献

- 川崎市環境局：川崎市地盤沈下調査報告書—平成15年度成果一、2004
- 金森誠之：大地に刻む（8）、河川、第2巻4号、1943.
- 金森誠之：大地に刻む（9）多摩川改修工事へ、河川、第2巻5号、1943.
- 金森誠之：大地に刻む（10）多摩川、河川、第2巻8号、1943
- 金森誠之：大地に刻む（5）多摩川、河川、第2巻9号、1943
- 金森誠之：大地に刻む（12）多摩川時代、河川、第2巻11号、1943
- 金森誠之：大地に刻む（14）多摩川、河川、第3巻3号、1944.
- 利根川歴史研究会：河川整備基金助成事業 利根川歴史研究（5）報告書、pp.139-163、2002.
- 富永正義：眞田先生と利根川改修工事、河川、昭和35年6月号、pp.29-38、1960.
- 内務省東京土木出張所：多摩川改修工事概要、1935a.
- 内務省東京土木出張所：多摩川砂利採掘に関する状況、1935b.
- 藤井肇男：金森誠之—技術軽視の社会に映画で抵抗した鬼才—、にほんのかわ、第89号、pp.45-50、2000.
- 藤井肇男：土木人物辞典、アテネ書房、p.189、2004.
- 山本晃一：日本の水制、山海堂、1996.
- 多摩川史編集委員会：多摩川史 第3編 治水 第4章 近代治水の登場、(財)河川環境管理財団、pp.350-351、1986.a
- 多摩川史編集委員会：多摩川史 第5編 治水 第3章 砂利採取、(財)河川環境管理財団、p.985、1986b.
- 多摩川史編集委員会：多摩川史 第10編 21世紀への課題 第2章旧職員座談会 多摩川の思い出、(財)河川環境管理財団、pp.1883-1884、p.1887、1986c.

## あとがき

思わぬことで多摩川汽水域の近代護岸水制の技術について検討することになった。強制された仕事でなかったこともあり、結構面白く、また改めて多摩川を見直すきっかけともなった。

現地調査には、河川環境総合研究所員、大手俊治、新清晃、鶴田康幸が参画した。図面の整理には大手俊治の手を煩わした。記して感謝する。

財団法人河川環境管理財団

河川環境総合研究所長 山本晃一

2005.8.12