

河 口 処 理 に つ い て

建設省土木研究所河川部海岸研究室長 富 永 康 照

1. ま え が き

河口においては、一般に砂州の消長が著しく、渇水期には川幅が狭くなり、洪水期には砂州がフラッシュされて広くなる。また河口の位置も必ずしも一定ではなく、海岸線に沿うて移動する場合もある。このように河口が常に変動する状態では、河川を治め、またこれを利用する上に、種々困難な問題が生ずるであらうということは容易に想像される。

河口処理の内容としては、上述のような河口の不安定さを取り除くことの他に、河口部の全体計画と呼ばれるようなもの、例えば高潮防禦、塩水のそ上防止、水利用などのために河口堰をつくるとか、また治水上の問題と河口港としての機能維持の問題をどのように調和させるかということなども含まれると考えられるが、一般に河口処理というと、前者、すなわち、河口を安定化させることを意味するようである。

ここでも河口処理をそのよに解釈して、以下に河口の安定をはかるために実施されてきた工法、それに関連した模型実験、および具体的な施工例についてのべることにする。

2. 河口の変動

上述のように、自然河口は変動の著しいものであるが、その一例を図-1に示す。これは鳥取県日野川河口における砂州の昭和12年7月～13年10月間の実測平面図であるが、12～5月は砂州が右偏し、7～11月は左偏している。また河口幅についても変化が大きく、13年6月のように、雨期で出水があったと思われる時期には、河口幅が相当広がっている。

また図-2は福島県鮫川の場合であるが、河口付近で北に偏流し、約1.5 Km北上した後海に流入している。しかし、この河口の位置は固定したものではなく、大出水があると、前面の長しのびた砂州の

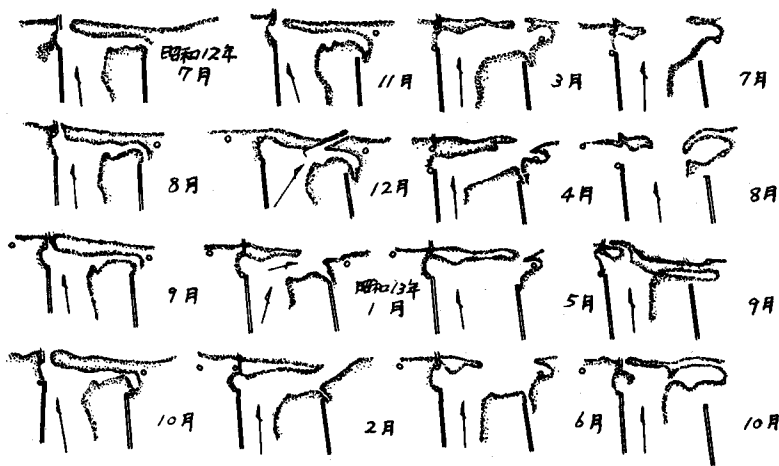


図-1 日野川河口における砂州の変動(豊原博士の調査による)

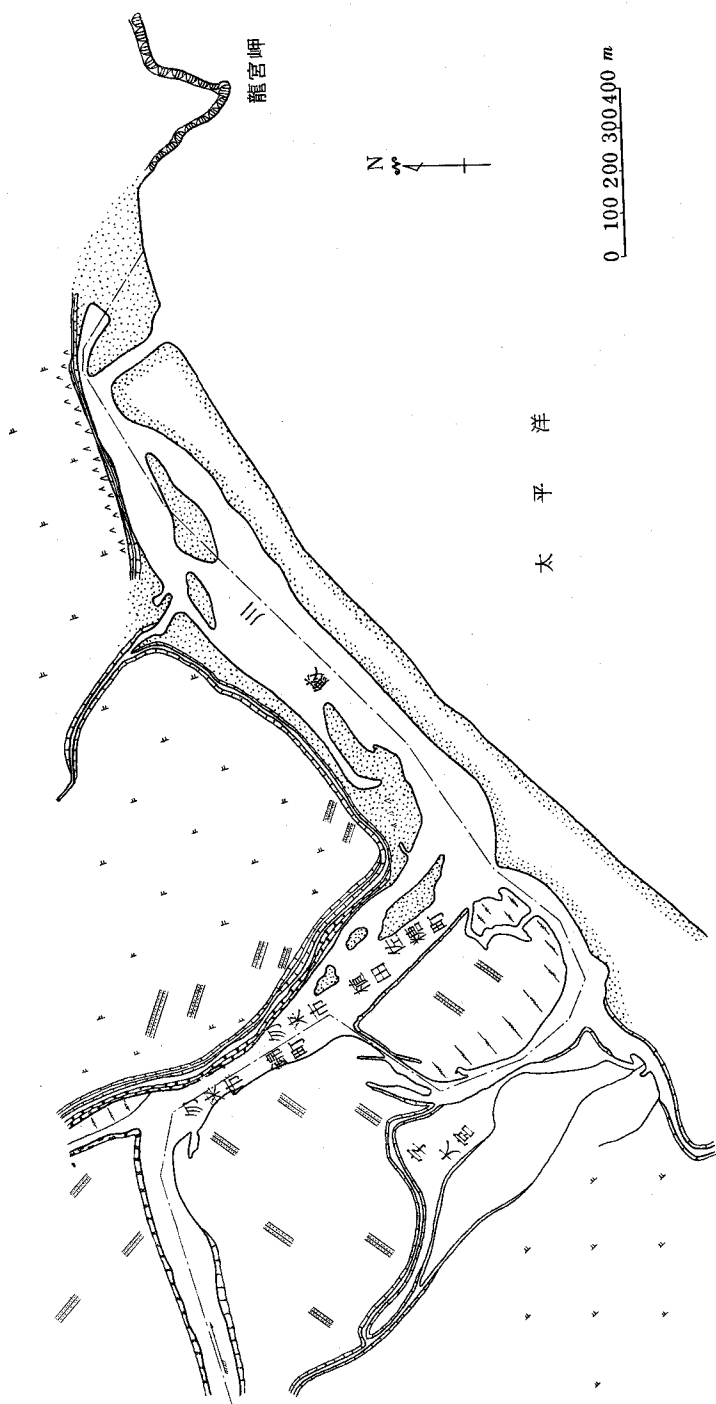


图-2 鰺川河口

一部を突破して、そこに新しい河口をつくる。しかし出水がなければ、河口はしだいに北に押され、ついには再び岬付近に開口するようになる。

このように河口の位置が移動したり、また河口全体の移動はなくても、季節により開口部の位置が移動する例は全国至るところにみられ、治水上、利水上の大きな障害となっている。

河口変動に影響する要素は多数あるが、主なものをあげるとつぎのとおりである。

(1) 河川流量

(2) 潮汐

(3) 波

水理的にみると、河川流と潮汐は河口の砂州をフラッシュして、河口を広げる作用をなすものである。河川の流量が大きければ掃流力が強く、また潮汐の影響を多く受ける河川、すなわち感潮区間の長い河川（例 利根川約70Km）では、潮汐による入退潮量が大きく、河口の維持が容易である。利根川下流部では、渇水期の固有流量は100 t/sec以下となるが、建設省土木研究所鹿島水理試験所で行なった模型実験⁽¹⁾によると、固有流量50 t/sec の場合、河口の最大流量は、大潮で2100 t/sec，中潮で1700 t/sec，小潮で1350 t/sec であり、潮汐の影響が非常に大きいことがわかる。

一方波は河口の埋没、移動を起す原動力となるものである。荒天時に海岸線から相当な範囲にわたって海がいちじるしく濁っている状況はしばしば見られるのであるが、これは波によって巻き上げられた土砂が、同じく波によって生ずる沿岸流（これには潮流、海流などの影響も加わるが、一般にもっとも大きな影響をもつのは波による流れである。）によって移動するためである。海浜における土砂の移動を一般に漂砂と呼ぶが、この波によって生ずる漂砂により、河口の埋没、移動が生ずるのである。しかしなかには風による飛砂のため相当な埋没を生ずることもある。

このように、砂州をフラッシュする力と、埋没させる力との相互関係により、河口の川幅の大小、移動方向などが決定される。河川流量および波については、季節的変動がはっきりしている場合が多いので、河口の変動にも一般に季節的变化が見られる。また大河川の場合は潮汐の影響が大きいので、河口の変化も比較的小さいが、中小河川の場合は、洪水量は大きくても渇水量は非常に小さく、しかも一般に急流で潮汐の作用がほとんどないから、河口の移動、埋没が相当に大きい。とくに波の大きい地方や、荒天の長く続く地方では、しばしば河口が完全に閉塞し、そのために洪水の疎通が阻害され、下流部一帯が浸水して大きな被害を受けるという状態が数多くみられた。

大河川の場合は河口の変動が比較的小さいので、治水上あまり障害はないが、河口に港あるいは漁港があつて、船の出入のため相当な水深を維持しなければならない場合には、やはり漂砂による埋没がかなり問題となる。

3. 処理工法

河口変動は河川流などの掃流力と波による漂砂などの埋没促進力との相互関係によって起ることを述べたが、もし河川による掃流力、波による漂砂量などが定量的に捉えられるならば、河川流量、波などの水理量を予測することにより、現在の河口がどのように変化するか推定できるであろう。したがってその対策も明確なものとなるわけであるが、実際はこのような推定を行なうことはほとんど不

可能で、その対策をきわめて不満足なものとならざるを得ない。

現在処理工法として一般に採用されているものはつぎのとおりである。

- (1) 導流堤
- (2) 暗キョ
- (3) 水門
- (4) 人工開削

以下順にこれらの工法について説明する。

(1) 導流堤

この工法は河口処理にもっとも広く用いられてきたが、場所毎に自然条件が異なり、またこれまでの工事の経験も十分に整備されていないので、実際に設計する場合、その長さ、高さなどをどのように決めるべきか判断できないことが多い。導流堤に対する基本的な考え方は、その工事目的により異なると考えられるので、つぎのように導流堤の目的をわけて考える。

さきに触れたように、河口処理は治水効果（内水排除も含める。）をねらって実施する場合と、舟運のために必要な水深を維持する目的で実施する場合とが考えられる。もちろん両方の目的を兼ねている場合もあろうが、おおよそ上述の二目的にしばられる。

治水効果を目的とする場合には、一般に河口が完全に閉塞するような中小河川が対象とされる。大河川の場合は河口閉塞が相当にあっても、完全閉塞されることはなく、また出水も比較的緩かなので、あまり大きな水位上昇がないうちに砂州がフラッシュされる。また河口付近の堤防高にも余裕のあることが多い。したがって実際問題として河口処理を実施しなければならないケースはあまりないようである。そこでまず中小河川の治水または内水排除を目的とした場合を最初に取り上げ、つぎに航路維持の場合について考える。

中小河川で波による漂砂のために河口が完全に閉塞し、洪水時に河口部一帯の低地が大きな被害を受けたり、また平時河川水位が上昇して内水排除に困難をきたす事例は、全国的に相当数に達する。このような場合、導流堤の第一のねらいは、砂州の発生を押え、かつ、フラッシュ効果を強めて、出水時における河口水位を適当な限界値以下に下げることである。したがって、その計画に当っては、まず第一に導流堤内がどの程度に維持されていれば、ある出水に対し、河口水位をある限界値以下に押えうるかを知る必要がある。その場合、一般に計画洪水量および計画水位が考慮の対象となるが、内水排除の見地から、より小さな流量および限界水位についても検討しなければならない場合もあろう。

図-3は岩手県小本川河口処理の模型実験⁽²⁾においてえられた河口水位の変動を示したものである。小本川は三陸海岸の小本において太平洋に注ぐ中程度の河川で、流域面積および計画洪水量はつぎのとおりである。

流域面積	722 Km ²
計画洪水量	2900 t/sec

小本川の河口は閉塞がいちじるしく、しばしば完全閉塞を起すので、湛水による下流部低地の被害が大きな問題となっている。河口付近の砂州高は6 mに達し、来襲波が相当に大きいことを示している。

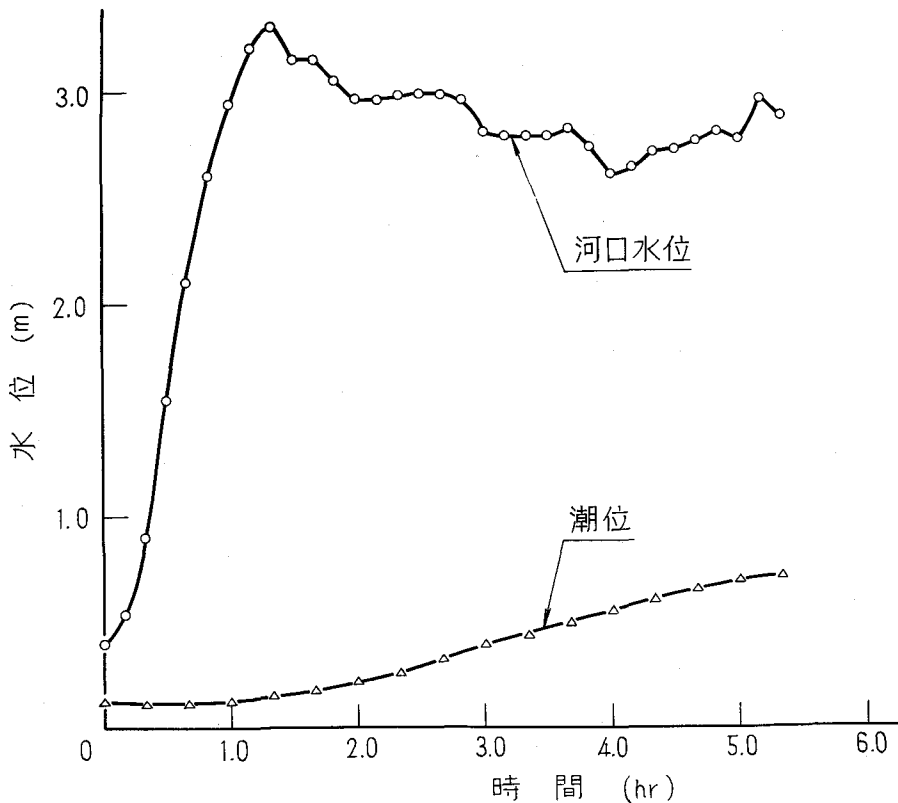
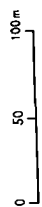


図-3 小本川模型実験において得られた河口水位の変化および実験に使用した河口潮位

実験では昭和39年12月の測量結果(図-4)を利用して河口付近の地形をつくり、これに図-3および図-5に示す潮位と洪水波形とを与えて河口水位を測定した。縮尺は $1/25$ 、砂の平均粒径は現地 $0.2 \sim 0.3 \text{ cm}$ 、模型 0.025 cm なので、土砂の移動については、完全に相似となっていないが、粒径の縮尺比が10程度なので、相当信頼できる模型と考えられる。

水位は流量の増加とともに上昇し、ある時刻でピークに達する。その後は漸次低下するが、その変動量は非常に小さい。水位がピークに達した時刻の流量は 550 t/sec であるから、比較的小さな流量で水位がピークになることがわかる。このような水位変化の形は、流量の増加率と、砂州がフラッシュされることによる河積の増加率との関係により決まるもので、前者が後者より大きければ水位が上昇し、逆に後者が前者より大きくなれば水位は下降する。

導流堤のある場合でも、堤内に砂州があれば、やはり同様な現象が起るものと考えられる。ただし、この場合には一般に砂州が低いし、またフラッシュ効果が大きいので、図-3のように閉塞のために生ずるピーク水位より、最大流量に達したときの水位の方が大きいかも知れないが、とにかく、ある河床状態と出水とに対し、水位がどのように変わるかをはっきりさせることが重要なのである。その手



数字はT.P.を基準とした
高さを示す
単位はm

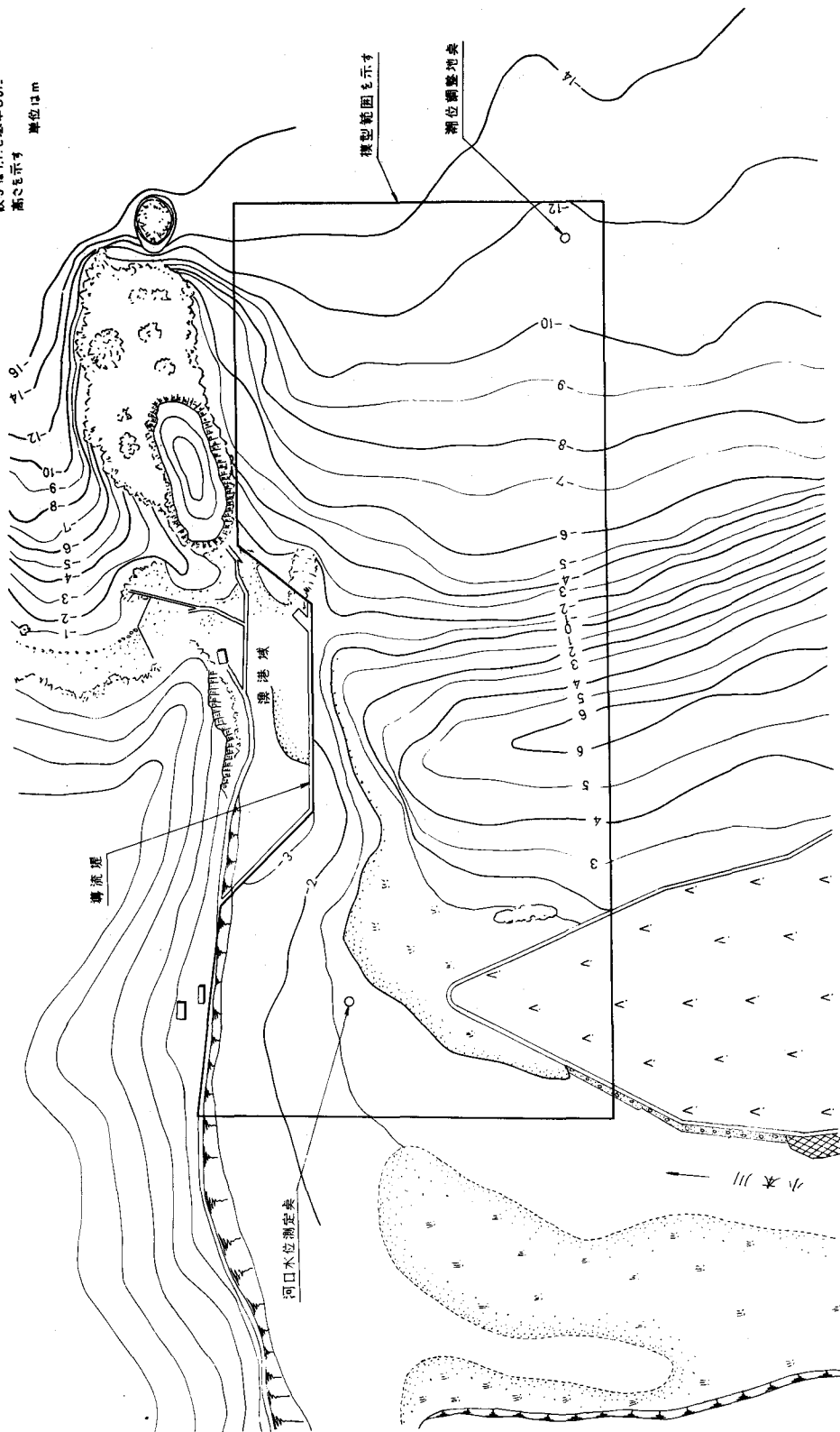


図-4 小本川の付近平面図および模範範囲

段としては、現在のところ上述のような模型実験によるか、現地の観測による以外、適当な推定方法はないようである。

つぎに導流堤内がどのように維持されるかの問題であるが、これは導流堤の長さ、向き、高さ、構造、自然条件などの多くの要素に支配され、特別な場合を除いて、その推定は非常に困難である。導流堤が高さも十分であり、完全に不透過で波の浸入もない場合には、ほぼ導流堤先端部程度の水深が維持できるものと推定される。しかしこのような導流堤をつくることは、中小河川の場合経済的に不可能なことが多い。また極端な場合を除いて、導流堤内の海底を、堤外の海底といちじるしく変えることは必ずしも必要でなく、汀線より陸側において、砂州の高さをある程度低くすれば十分である場合が多いと考えられる。したがって導流堤の機能としては、防砂堤に近いものとなり、堤内に入る波を小さくして、前における砂州の高さを下げればよいことになる。それではそのためにどの程度の導流堤を設置すればよいかという問題になると、やはり明確な指針を与えることは困難である。それゆえ、実際には導流堤を一度に長く施工することはなるべく避け、可能な限り段階的に実施し、その間観測により、堤内の砂州の高さ、海底の変化等を調べ、必要なさらに延長するとかまたはかさ上げするという方法をとって行くのが適当と思われる。

以上要するに、導流堤内の河床の維持高と河口水位および流量との関係を調べて、堤内の必要な河床高を明確に把握し、その条件が得られるよう段階的な施工と観測とを実施して行くことがたいせつである。

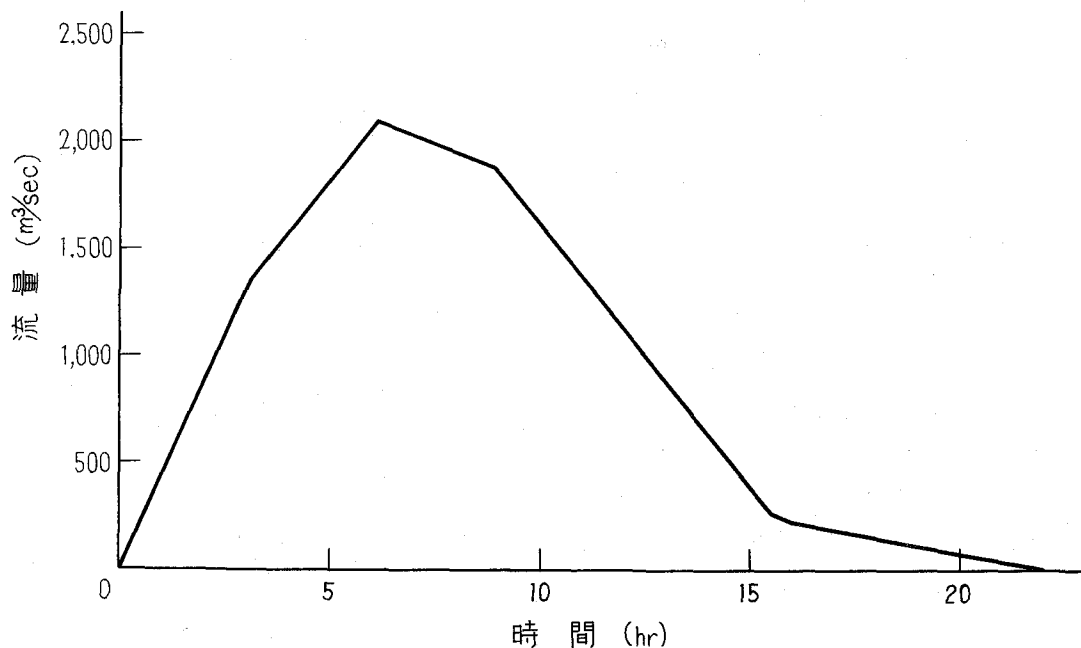


図-5 小本川模型実験に使用した洪水波形

導流堤工法のもう一つの問題点は、その突出により海浜の安定が乱れ、大きな汀線変動をもたらす場合があることである。この汀線変化は、ある場合には隣接海岸に浸食を起して問題になることもあろうし、また堆積により導流堤そのものの機能が減殺される場合もあろう。したがって、計画時に導流堤による汀線変動についても、ある程度量的に予知したいわけであるが、実際にはこれも非常に困難である。大規模な工事であれば、試験堤を出してみるのもよい方法であるが、小規模の場合は調査にあまり費用をかけることもできないと思われるので、海浜の状態から、汀線変動が問題となりそうな場合は、導流堤を避けて別の工法を考慮してゆくことも必要であろう。

つぎに舟運のため水深の維持をはかる場合について考える。この場合には、その目的上堤内の状態と堤外の海底地形と相当に変しななければならないので、導流堤は波の浸入、漂砂の浸入をほとんど完全に防止しうるものでなければならない。その長さについては、堤内で維持すべき水深にほぼ等しいところまで出す必要があると考えられる。しかしこのことはだいたいの目安であって、局所的な自然条件に相当左右されると思われるので、過去の実例を十分に調べて計画することがたいせつである。航路維持のための導流堤は全国的に相当数の例があり、一般に規模も大きく、また建設後の測量などもよく行なわれているようである。

(2) 暗キヨ

この工法は海浜の砂州を暗キヨで抜くもので、通常陸側には水門を設置し、その先端は平常潮位の汀線付近に止めて、しかも波が直接暗キヨ内に浸入しないように、図-6に例示する曲りを設ける。これまでの実施例は比較的少ないが、この工法の利点は、波の力で前面が塌れるので、入口が波の卓越方向に向いていたり、敷高をいちじるしく下げたりしなければ、閉塞の防止に非常に有効なことである。また海中にはほとんど突出せずすむので、海浜の安定をそこなうおそれがない。欠点としては、先端部の基礎をとくに強固にせねばならない事情もあって、一般に工費が高いことである。また流量の大きい場合も工費の点で採用しにくいであろう。

(3) 水門

一般に波が堅い構造物に当たった場合には、前面洗堀がいちじるしいが、この工法はその点を利用したもので、海浜に設けた水門により波を反射し、その前面を維持しようというものである。水理的には可能と考えられるが、維持面で、また工費の面で難点があるように思われる。実際の施工例は農林省関係で二三あるようである。

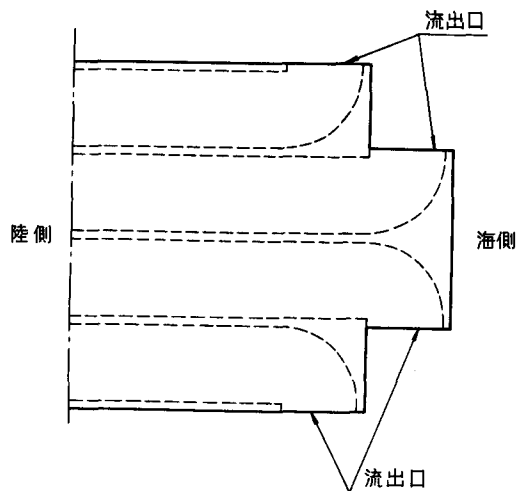


図-6 暗キヨ開口部平面形の1例

(4) 人工開削

ブルドーザーなどの機械力で人工的に砂州を切り開く方法で、もっとも簡単で安価な方法と考えられるが、機械力の常備と人員に問題があり、また閉塞直後に出水があった場合に、大きな被害を受けるおそれがある。

4. 河口処理に関する模型実験

前章でのべた各処理工法の効果、水理的特性などについては、これまであまり調べられておらず、不明確なところが非常に多いので、建設省土木研究所鹿島水理試験所で行なった模型実験⁽³⁾の結果を

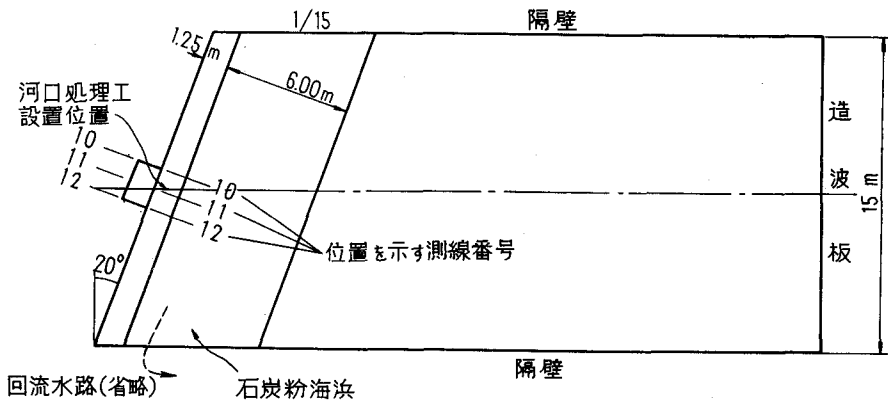


図-7.1 大谷川模型平面図

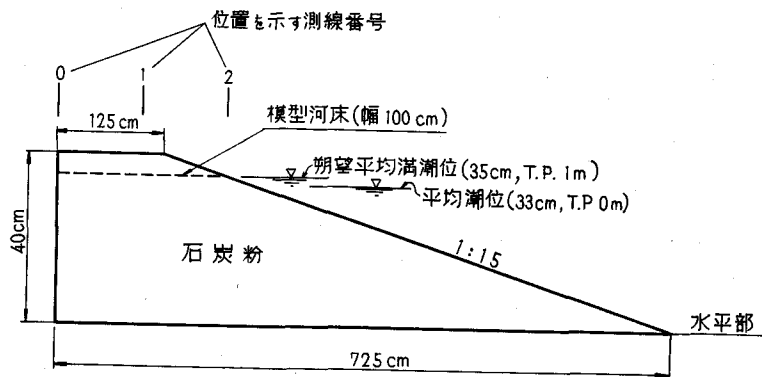


图-7.2 大谷川模型断面图

以下に紹介する。この種の実験は正確に実施することが非常に困難であり、また時間が限られていた関係もあって、種々問題点を含んでいると考えられるが、各種の処理工法について定性的な知識をうるためには非常に参考となろう。

模型実験は静岡県の大谷川河口の処理を対象としたものである。大谷川は流域面積 8.1 Km^2 、計画高水流量約 $50 \text{ m}^3/\text{sec}$ の排水河川であるが、清水市において駿河湾に注いでいる巴川の放水路として利用する計画があつて、その河口処理工法を検討することが必要となった。

模型は試験所の扇形水槽内に図-7のように製作した。移動床材料には砂の代りに石炭粉を利用した。石炭粉の比重はほぼ1.5で、砂に比べると3倍くらい動きやすい。平均粒径は 0.4 mm で、海底こう配は $1/15$ 、水平部の水深は 35 cm とした。現地の沖波は非常に大きく、波高 8 m 、周期 15 sec 程度と推定されるので、 $1/50$ の縮尺として模型波高を 16 cm 、周期を 2 sec とした。もちろんこのような移動床実験では相似律が成立していないので、実験結果は定性的なものである。また 35 cm の水深に相当する水位は朔望平均満潮位 (T. P. 1m) で、平均潮位 (T. P. 0) に相当する水深は約 33 cm となる。波の入射角は図-7.1に示すように 20° とした。

実験ケースは表-1のとおりで、初めに処理工法のない場合、ついで導流堤、水門および暗キヨを設けた場合について実験した。

(実験1) 河口処理工法のない場合

後の実験との比較のために実施したもので、模型の中央部付近に幅 1 m で河床高 35 cm の河道を設けて波を当てた。その結果は当然のことであるが、図-8のように河道内は漂砂で埋めもどされ、高さ $38 \sim 40 \text{ cm}$ 程度の砂州を生じた。これに要した時間は $18 \text{ 分 } 40 \text{ 秒}$ で、この間上流側より石炭粉を 15 sec に 20 g の割合で補給したが、実験中に約 1.4 m の汀線の後退をみた。

(実験2) 漂砂に対し上流側に導流堤を設けた場合

導流堤の高さは T. P. 6 m (45 cm)、延長は漏潮位汀線までとした。また前の実験と同様に河道内を高さ 35 cm に均した。写真-1は実験前の状態を示す。

図-9は実験結果を示すものである。波は屈折、回折により河道内に浸入し、(実験1)の場合とほぼ同様な砂州を生じ、導流堤の効果はほとんど認められなかった。

第 1 表

実験番号	実験条件
1	河口処理工のない場合
2	漂砂に対し上流側に導流堤を設けた場合
3	(実験2)の導流堤の先端部を曲げて遮蔽度を大きくした場合
4	水門を設けた場合
6	暗キヨを設けた場合
8	暗キヨの開口部をすべて波の入射方向と反対に向けた場合
9	暗キヨの開口部を波の入射方向と同方向に向けた場合

屈折、回折により河道内に浸入し、（実験 1）の場合とほぼ同様な砂州を生じ、導流堤の効果はほとんど認められなかった。

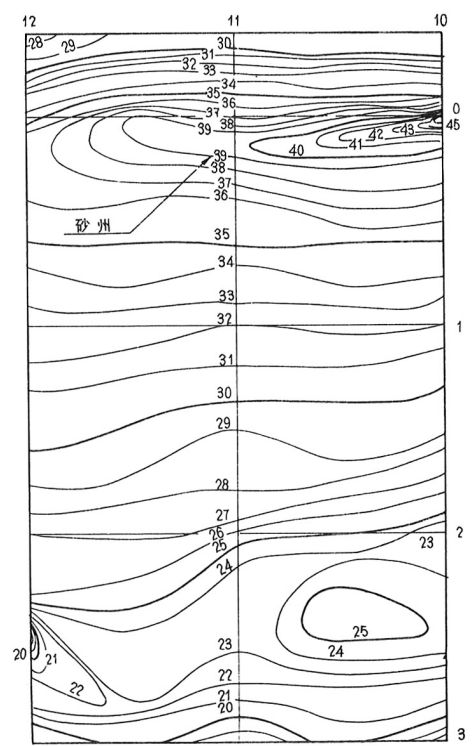
（実験 3） （実験 2）の導流堤の先端部を曲げて遮蔽の度合を大きくした場合

（実験 2）の導流堤を汀線より 80 cm の位置から、図-10 に示すように 15° ずつ 3 区間曲げて、遮蔽度を大きくしたが、その効果は十分でなく、やはり（実験 1，2）の場合とほぼ同様な砂州を生じた。

（実験 4） 水門を設けた場合

水門の高さはほぼ 7 m（47 cm），位置は汀線の後退を考慮して汀線より 1 m 陸側とした。

図-11 に示すように、全般的に波力により前面を維持しようとする所期の目的は達成されているようである。ただし、前面両端はいちじるしく洗掘されるから注意しなければならない。



等高線図上の数字の単位 cm, 0, 1, 2, 3, } 位置
10, 11, 12 }
を示す測線番号, 測線間隔 1 m

図- 8 （実験 1）において河道内に生じた砂州

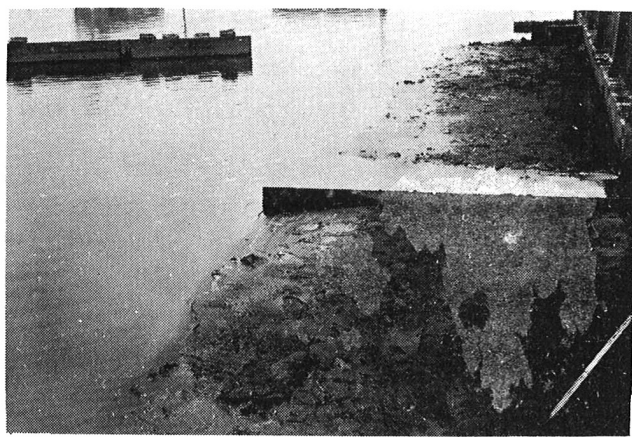


写真- 1 実験前の状況（実験 2）

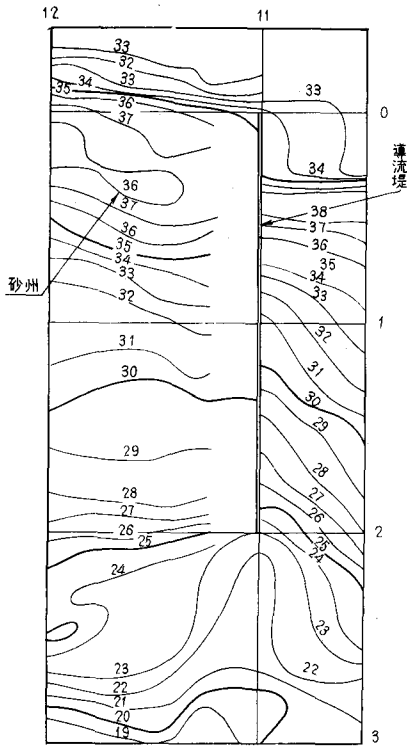


図-9 (実験2)において
河道内に生じた砂州

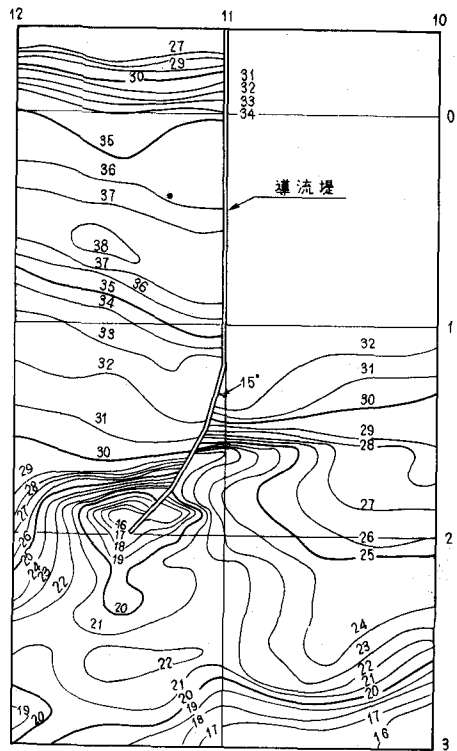


図-10 (実験3)において
河道内に生じた砂州

(実験6) 暗キヨを設けた場合

図-12に示すような平面形状を有する暗キヨを設置した。暗キヨは4連で、一連の断面は $3\text{ m} \times 12.5\text{ m}$ ($6\text{ cm} \times 25\text{ cm}$)である。敷高はT.P. 0 m (35 cm)とし、先端部の位置は通常平均潮位汀線付近とするが、ここでは汀線の後退を考慮して、満潮位汀線より 25 m (50 cm)陸側の位置に先端をおくことにした。写真-2は実験前の状況を示す。

実験の結果は図-12のように、波の入射方向に開口した2連は閉塞がいちじるしく、反対側の2連のうち中央寄りのものは堆砂がみられなかったが、一番端の一連は予想外にいちじるしい堆砂を示した。また写真-3からわかるように、前面洗堀がいちじるしい。

(実験8) 暗キヨの開口部をすべて波の入射方向と反対に向けた場合

写真-4のように、開口部を波の入射方向と逆に向けたが、その他の条件は(実験6)の場合と同様である。実験結果は写真-4のように、左岸側の2連はほとんど堆砂せず、右岸側の2連に相当の堆砂をみた。とくにもつとも右岸側の1連はほぼ完全に閉塞している。(実験6)の場合にもこの1連はいちじるしく閉塞したが、このように陸側にあるものほど暗キヨ内の堆砂がいちじるしいということには、十分注意すべきである。また写真-4では水があつてよく見えないが、写真-3と同様に、

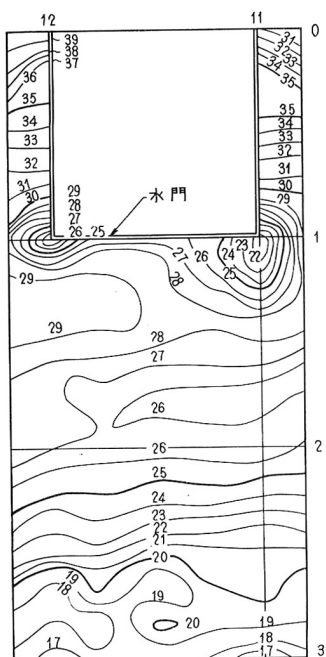


図- 1 1 水門前面の洗堀状況

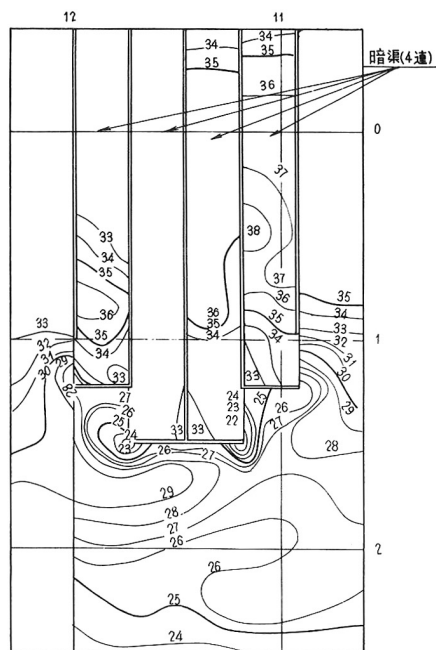


図- 1 2 暗キヨ内の堆砂状況(実験6)

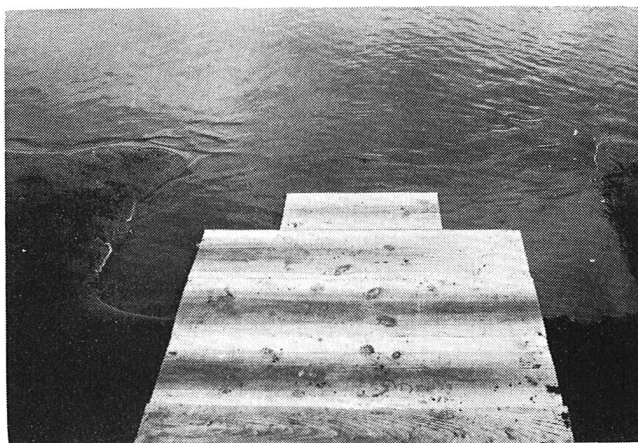


写真- 2 実験前の状況(実験6)



写真- 3 暗渠前面の洗堀状況（実験 6）

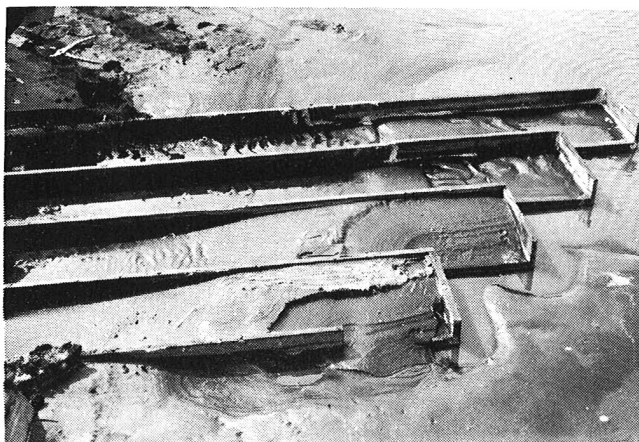


写真- 4 暗渠内の堆積状況（実験 8）

前面が非常に深く洗堀されている。

（実験 9） 暗キヨの開口部を波の入射方向と同方向にした場合

暗キヨの形は（実験 8）と同じであるが、波の入射方向に開口部を向けた。敷高、先端部の位置などは前と同様であるが、波は相当に小さく、波高 10 cm、周期 1.5 sec 程度のものを作用させた。これは中程度の波が、計画波の入射方向と反対方向から来た場合について調べるために行なったものであ

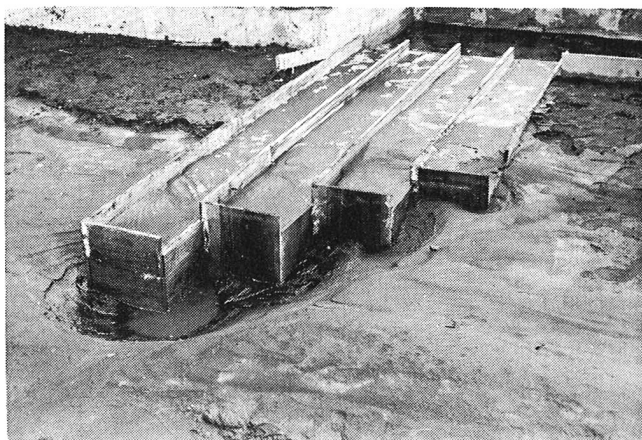


写真- 5 暗渠内の堆砂状況（実験 9）

る。

その結果は写真- 5 に示すように、突出した 2 連は比較的堆砂が少なく、開口部が陸側になるほど相当な堆砂がみられる。この現象は（実験 6）の左岸側 2 連とほぼ同様であるが、開口部が比較的海に出ていると、入射波の方向に開口していても堆砂は少ないという興味ある結果が得られた。

以上の結果をまとめるとつぎのとおりである。

- (1) 導流堤を汀線付近で止めた場合、河口閉塞の防止効果はほとんど期待できないと考えられる。実験では片側のみであったが、両側の場合もほぼ同じであると推定される。
- (2) 水門を設けた場合は、波が当たっている限り洗堀による維持は期待できよう。とくに両側の先端部の洗堀がいちじるしいから注意すべきである。
- (3) 暗キョの場合、開口部の方向がたいせつで、卓越波または計画波の来襲方向に開口部を向けなようにすべきである。また開口部の相対的位置において、海側にあるものの方が陸側にあるものより堆砂の面で有利である。さらに先端部はいちじるしく洗堀されるから十分に注意すべきである。

5. 日本における河口処理の概要と実例

日本では多くの河川で、治水、内水排除、航路維持などのために、河口処理が行なわれてきた。表- 2 は現在までに処理が実施されてきた河川名、その目的などを示したものである。この表は完全なものでなく、もれている河川もあると思われるが、河口処理の大要を知ることにはできよう。この表によると、一般に大河川の場合は、舟運のための水深維持、中小河川の場合は、閉塞を防止して洪水の疎通をはかることを目的としている。工法としてはほとんどが導流堤で、暗キョによるものは数例にすぎない。

つぎに河口処理のいくつかの実例をあげて説明する。

(i) 利根川⁽⁴⁾

利根川河口左岸は、過去において砂州の消長がいちじるしく、港としての機能が極度に損われてきた。また河積が狭くなるため、洪水の疎通にも支障があるように考えられた。そこで昭和24年に河口処理に着手することになり、昭和30年までに約1,000 mの導流堤を建設した。その後若干の延長、根固補強工事などを続け、昭和38年度までに総延長は1,177 mとなり、総工事費は1億9,000万円に達した。

写真-6は利根川河口部の航空写真で、左岸側の導流堤により、砂州の発達が阻止されている状況が認められる。導流堤の標準断面は図-13のとおりで、包柴と杭によってcoreをつくり、その周囲に100 Kgと200 Kgの栗石を捨てて堤体とし、これをコンクリートブロックと現場打コンクリートでカバーしている。図-14は導流堤の効果を示すもので、昭和25年8月と39年7月の深浅測量の結果を比較したものである。これによると25年の測量では、左岸側に-1 mの浅瀬があるが、39年にはその部分が-3 m程度まで深くなっている。

第 2 表

県 名	河川名	目的	工 法
北 海 道	武佐川	治水	導流堤
	紋別川	"	"
青 森 県	岩木川	"	"
	北上川	航路維持	"
山 形 県	名取川	"	"
	最上川	"	"
福 島 県	地蔵川	治水	"
	旧信濃川	航路維持	"
新 潟 県	鶴川	治水	"
	鯖石川	"	"
	胎内川	"	"
	加治川	"	"
富 山 県	神通川	航路維持	"
	小矢部川	"	"
石 川 県	犀川	"	"
	利根川	治水, 航路維持	"
千 葉 県	一宮川	治水	"
	茨城川	"	"
千 葉 県	狩野川	航路維持	"
	馬込川	治水	"
三 重 県	木曾川	治水, 航路維持	"
	長良川	"	"
	五十鈴川	航路維持	"
	市来川	治水	暗キ
	志原川	"	導流堤
	井戸川	"	暗キ
和 歌 山 県	紀川	航路維持	導流堤
	千代川	"	"
徳 島 県	由良川	治水	"
	海部川	"	"
高 知 県	仁淀川	"	"
	和食川	"	暗キ
	蟬瀬川	"	導流堤
	山国川	航路維持	"
大 分 県	肝属川	治水	"

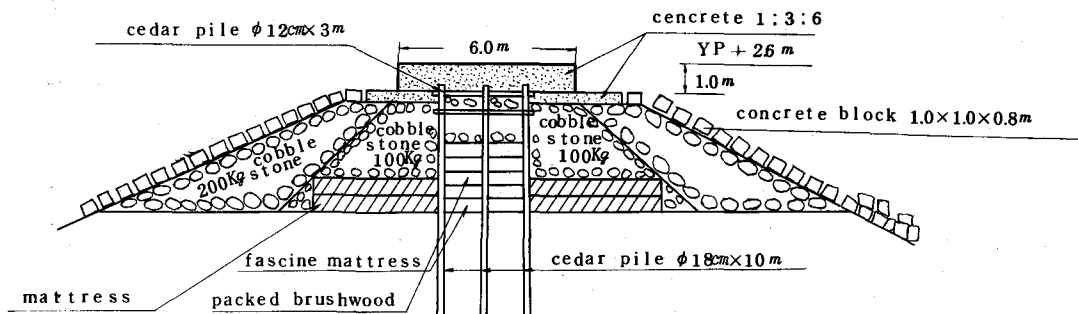


図-13 利根川河口導流堤標準断面図

(2) 井戸川⁽⁵⁾

井戸川は三重県熊野市を貫流して、熊野灘に注ぐ急流小河川で、流域面積 18.7Km^2 ，流路延長 9.5Km ，計画洪水量 300 t/sec である。河口部は波の荒いことで有名な熊野灘に面し、太平洋の波を直接受けるので、台風毎に河口が完全に閉塞してきた。なかでも伊勢湾台風の際には、沖波波高が 8 m に達し、河口砂州高は、 $\text{T.P. } 7\text{ m}$ となったが、一方現河川の堤防高は、 $\text{T.P. } 4.4\text{ m}$ なので、洪水が下流部一帯にはんらんし多くの被害を受けた。



写真-6 利根川河口

このような河口閉塞を防止するため、昭和37～38年にかけて、図-15のような暗キヨが建設された。暗キヨは4連で、入口にはゲートがあり、出口は直接波が浸入するのを阻止するため、曲りを設けている。出口付近の波を直接受ける部分は、洗堀がいちじるしいので、ケーソンによって -10 m まで根入れしている。

写真-7は井戸川下流部の航空写真で、写真-8は河口閉塞による洪水のはんらん状態を示したものである。また写真-9は暗キヨ施工前の砂州の状態、写真-10は暗キヨ完成後の状況である。

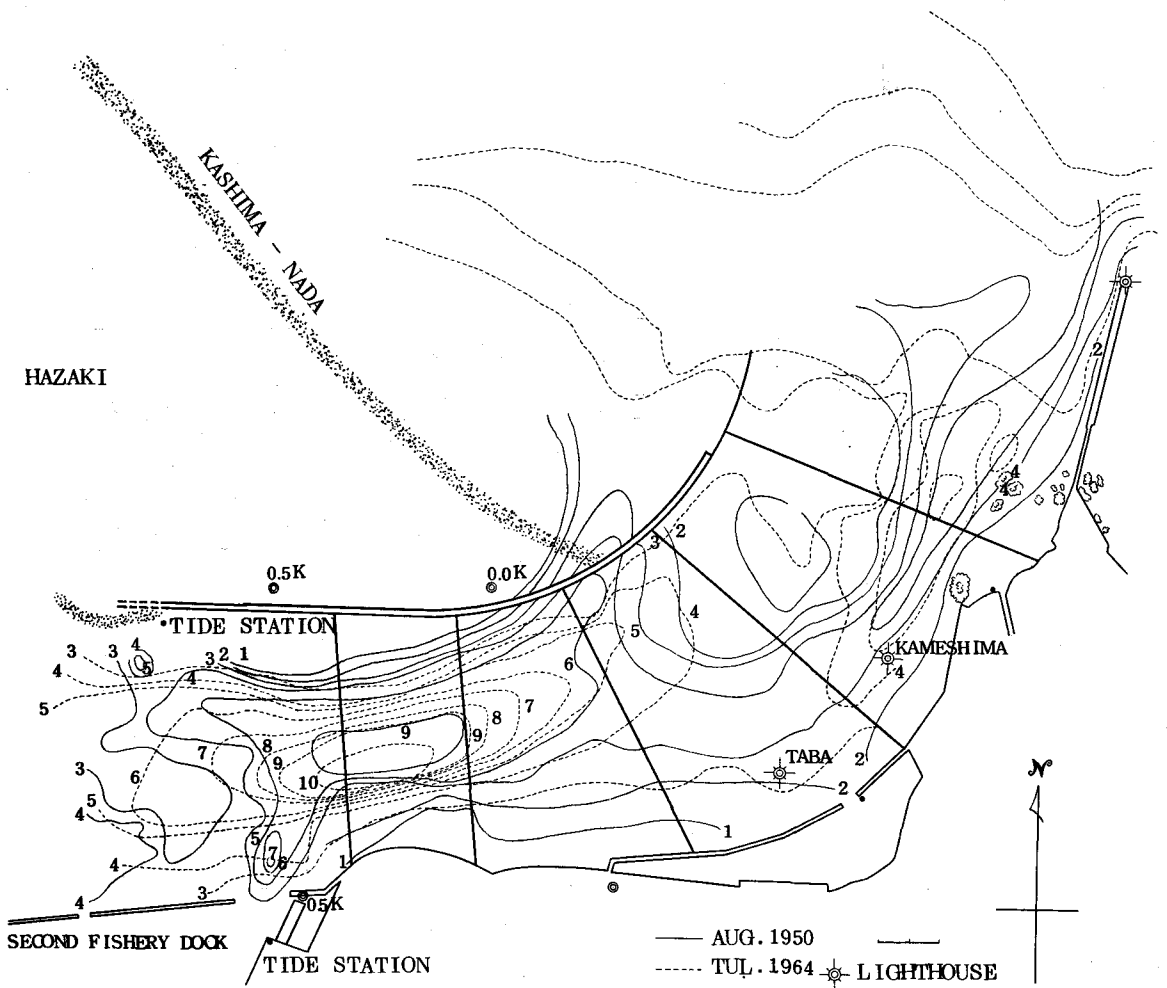


図-14 利根川河口導流堤による河道変化

暗キ＝完成後は完全閉塞することではなく、非常に良好な結果を得ているようである。

(3) 由良川⁽⁶⁾

由良川は鳥取県由良付近で日本海に注ぐ小河川で、流域面積 63.5Km^2 、流路延長 11.5Km 、計画洪水量 250t/sec である。この川の上流は急こう配であるが、下流部は緩こう配で、下流域の平野は標高 $1.0\sim 1.5\text{m}$ の低地となっており、しかも両岸とも無堤状態である。また河口部は波による漂砂のため、しばしば完全閉塞する状態であった。砂州高は $0.5\sim 3\text{m}$ で、 2.5m 以上に達することが、年数回にも及んだ。このような悪条件のため、河口閉塞と洪水とが同時に起きた場合には、そのはんらんにより多くの被害を受けてきた。

このため昭和25年より導流堤工事に着手し、35年に現在の導流堤が完成した。写真-11は由良川下流部の航空写真で、写真-12は導流堤の状況を示す。また図-16は導流堤の平面形状を、図-17は

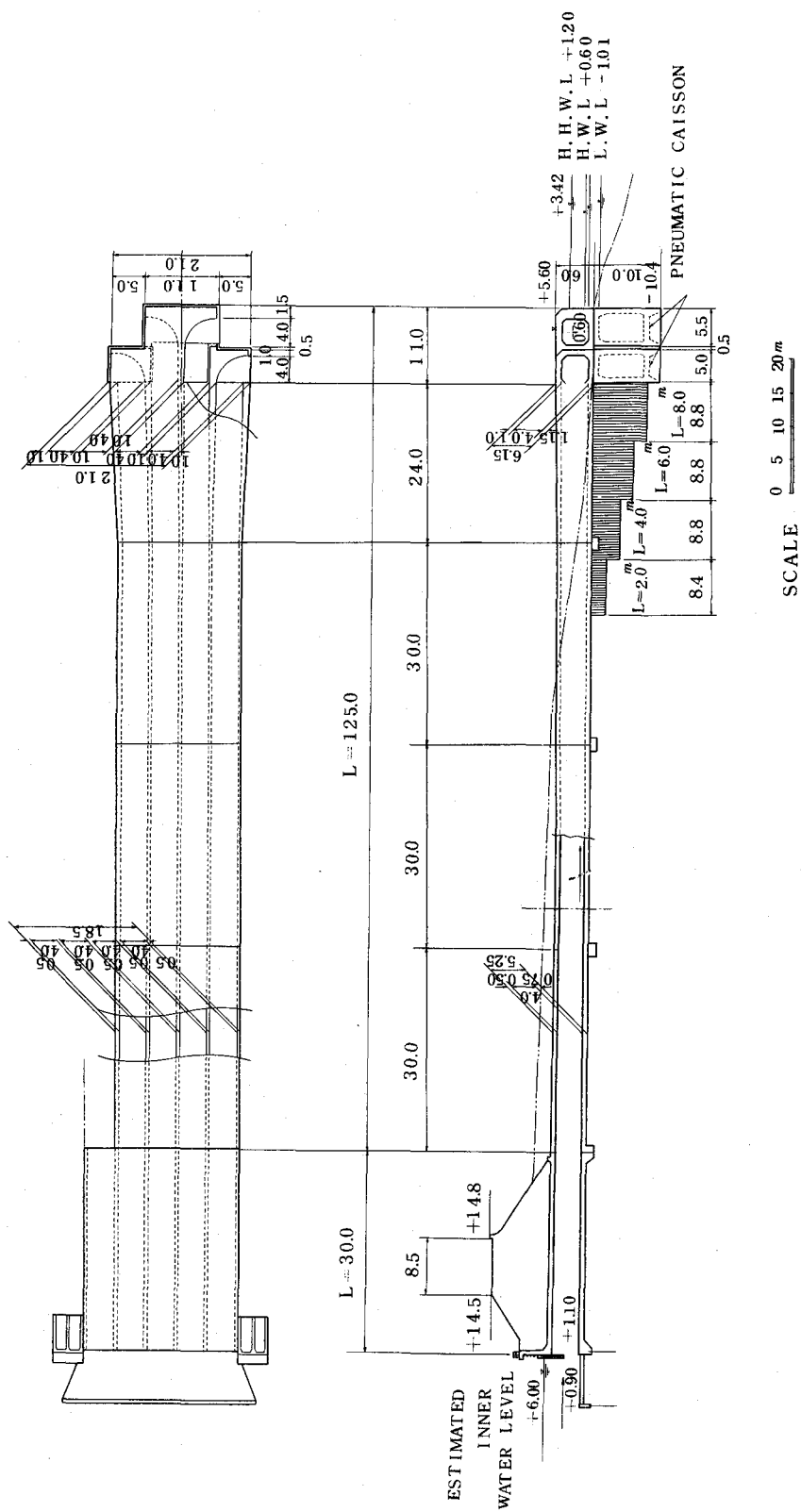


図-15 井戸川河口暗きヨ

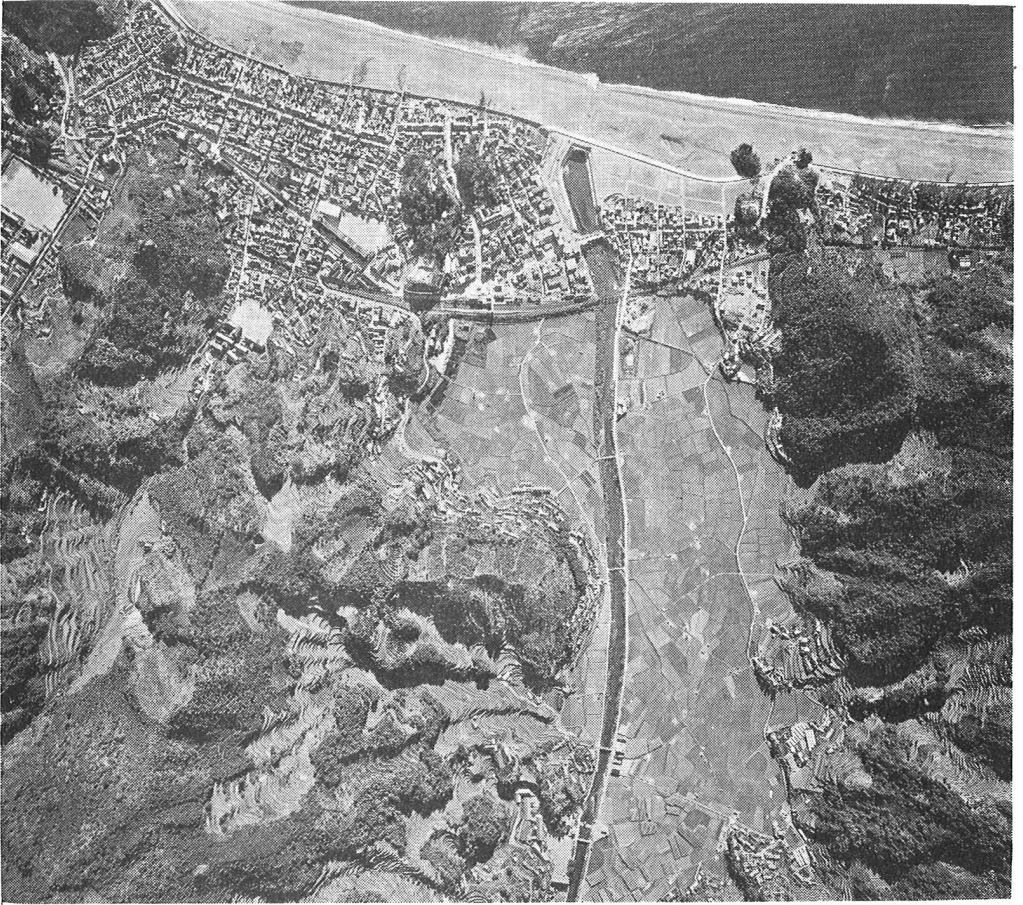


写真-7 井戸川下流部

その標準断面を示すものである。平面形状はフラッシュ力を強めるために、先端に行くほど絞ってある。構造は鋼矢板と場所打コンクリートで堤体をつくり、波の当る部分はコンクリートブロックを捨てて保護している。工費は試験工事費も含めて約1億円であった。

完成後の状況は砂州高がかなり低くなり、完全閉塞することも年1回程度になったとのことで、相当な効果をあげているようである。

(4) 千代川⁽⁷⁾

千代川は鳥取市付近において日本海に流入しており、流域面積1,182Km²、本川延長53Km、計画洪水量3,300 t/secの比較的大きな河川である。河口には鳥取港（賀露港）があって、往時は400～500

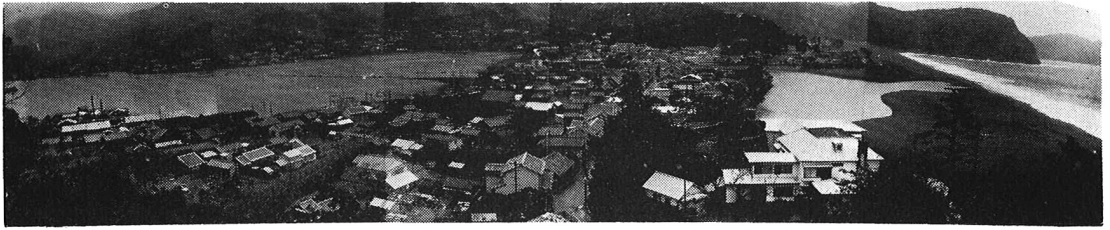


写真-8 井戸川下流部のはんらん状況(昭和37年7月26日台風7号による)

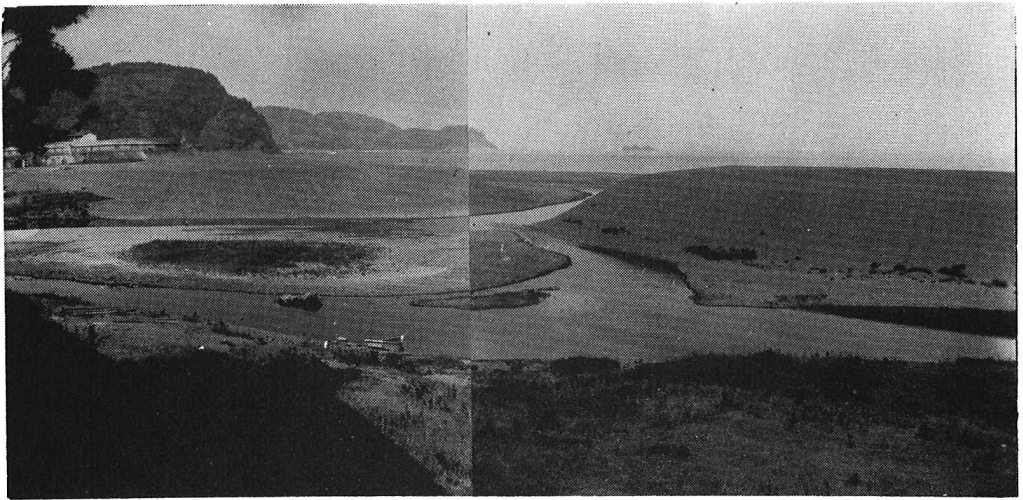


写真-9 井戸川河口における砂州の状況(暗キヨ施工前)

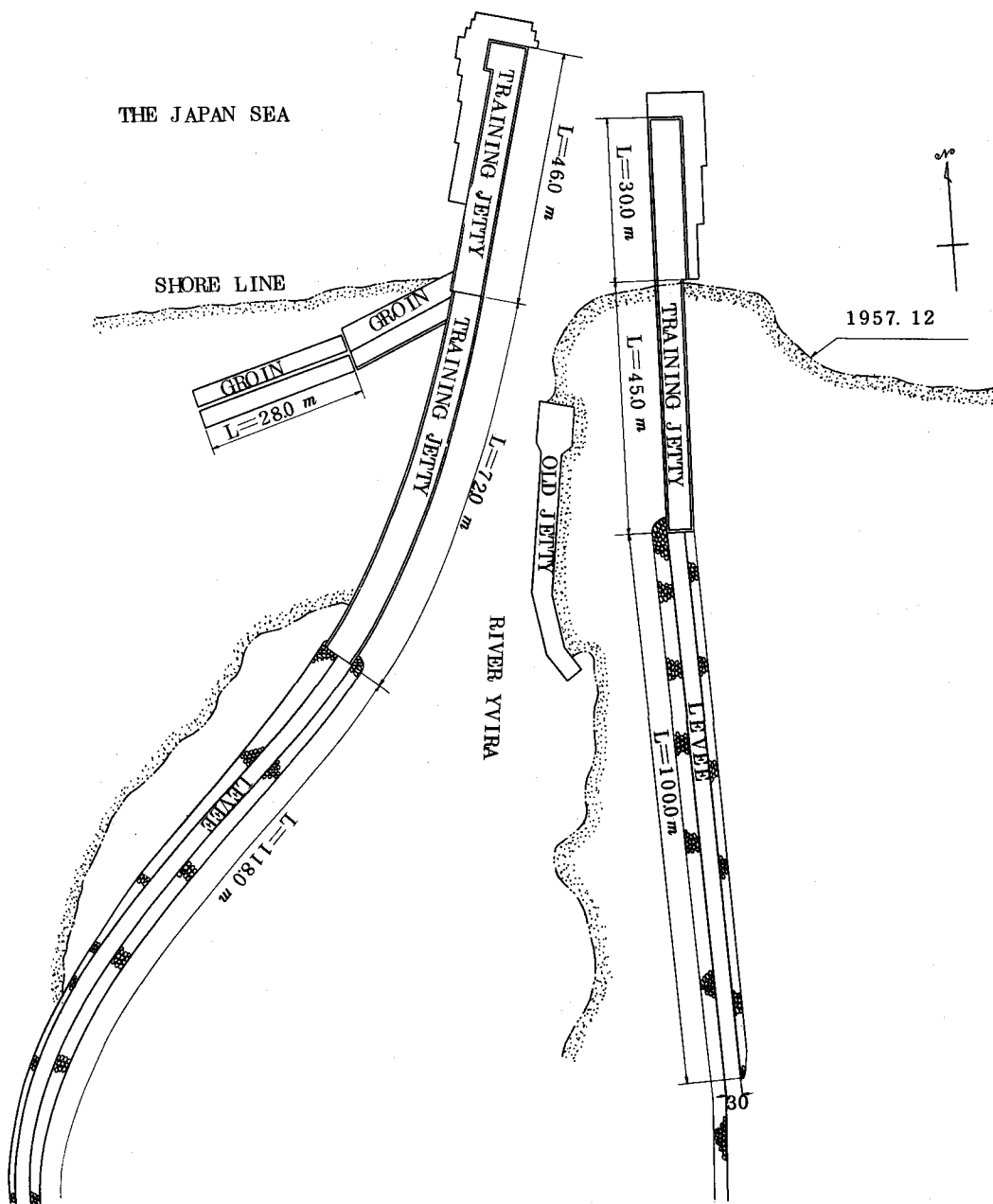


图 - 1 6 由良川河口導流堤平面图

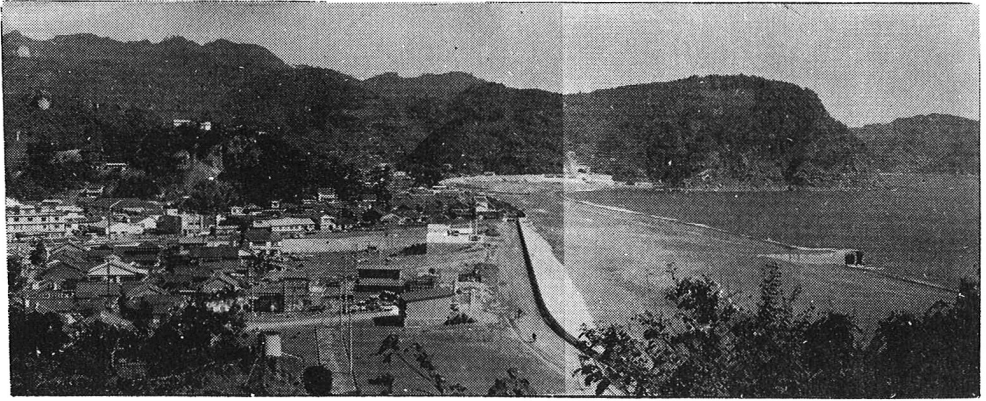


写真-10 井戸川河口暗キヨ

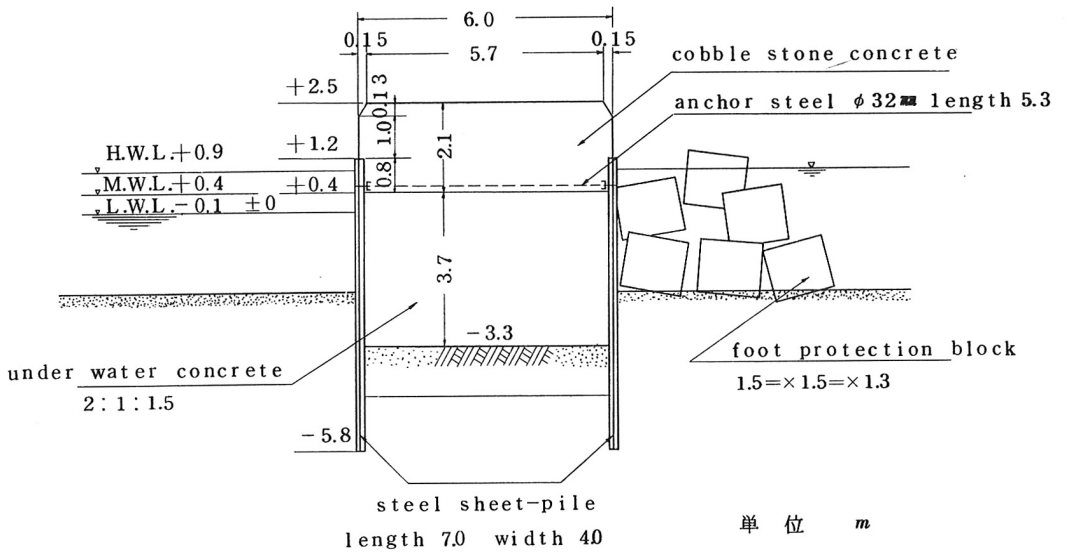


図-17 由良川河口導流堤標準断面図

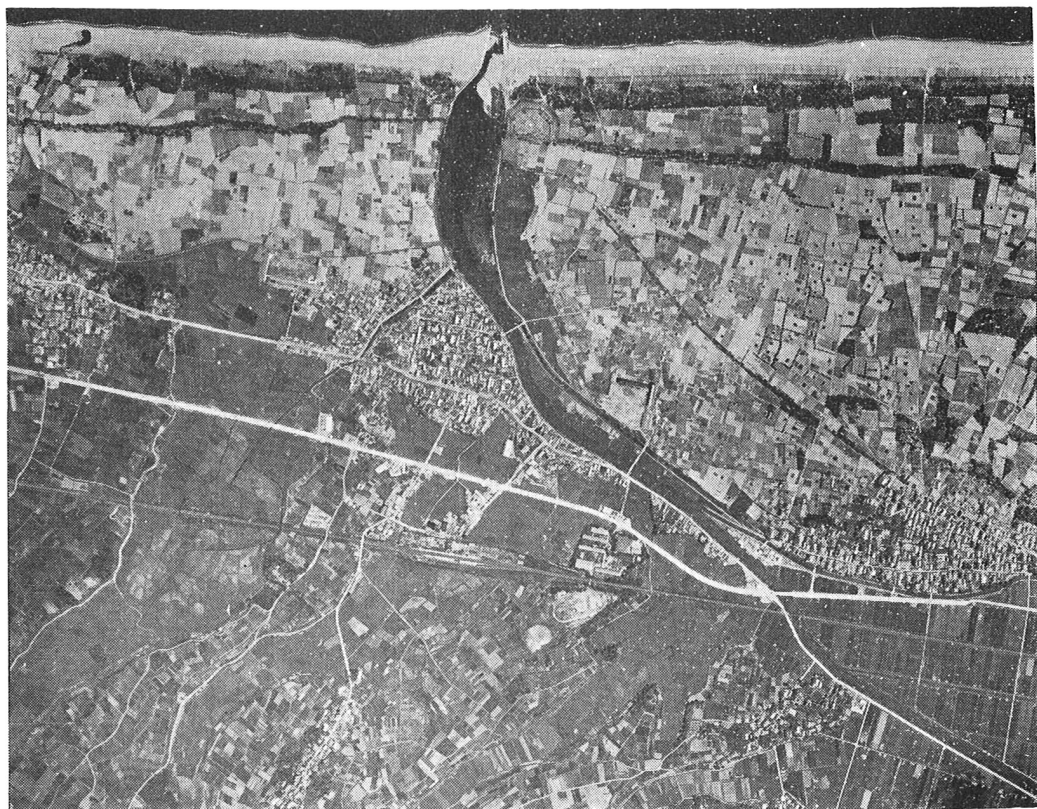


写真-11 由良川下流部

トンの汽船が出入していたが、近年河口水深がしだいに浅くなったため、貨物船の出入はなくなり、漁港となっている。

図-18は千代川河口付近の平面図である。2本の導流堤により漁船の出入に必要な水深の維持をはかっている。一方洪水に対しては、出水期前に砂州を人工的に掘さくして3本の誘導水路を掘り、洪水の初期の段階で砂州を越流させ、砂州のフラッシュを容易にして洪水位を低下させる方法をとっている。各誘導水路の幅は100m、敷高は1mで、800t/sec程度の流量で越流を開始させる。洪水によってつくられた河口は、冬期風浪によりふたたび閉塞してしまい、また洪水のなかった場合も、水路は飛砂などにより埋没するので、毎年出水期前には必ず新しく掘る必要がある。

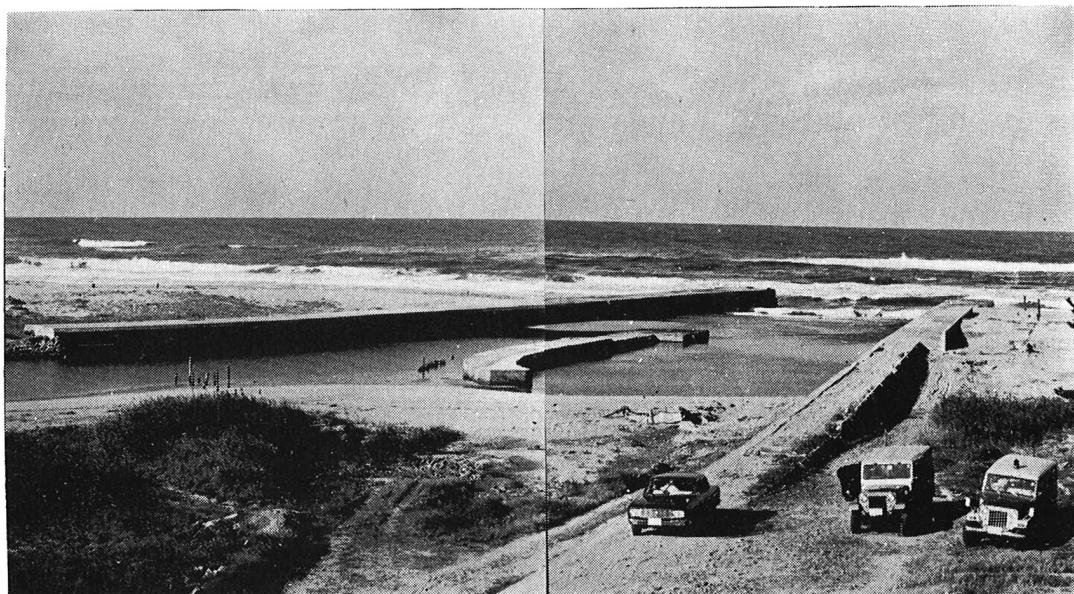


写真-12 由良川河口導流堤

6. む す び

以上のべたことから推察されるように、河口処理の問題では今後研究すべき面が非常に多い。河川の掃流力の面からいえば、側方浸食、砂州の急こう配斜面上の掃流など、また波の面からは、波による漂砂、さらに砂州の発生、海底地形の変化に及ぼす導流堤の効果、その他構造物の水理的特性などであるが、そのどれをとっても非常に複雑な問題ばかりで、その解決の道は遠いといつてよからう。したがって実際の設計、施工に当っては、基本的な事項、たとえば、潮位、波、沿岸流の卓越方向、河川流量などの水理的諸元、長期にわたる海底の変化状況を十分に把握し、ついで効果、経済性を考慮して工法を選定すべきである。さらに導流堤の場合には、すでに本文中に指摘したように、堤内の維持高を調べ、ついで導流堤の効果を測定しながら、工事を段階的に実施して行くことが必要であらう。また定性的な結果しか得られないが、模型実験を活用するのも良策と考えられる。

参 考 文 献

- | | | |
|--------------------------|-----------------|---------|
| (1) 利根川河口堰模型実験報告書 | 建設省土木研究所資料 ㍷ 94 | 昭和40年3月 |
| (2) 岩手県小本川河口処理に関する検討 | 同上 ㍷ 90 | 昭和40年3月 |
| (3) 静岡大谷川河口処理に関する模型実験〔I〕 | 同上 ㍷ 91 | 昭和40年3月 |
| (4) 利根川河口導流堤について | 建設省利根川下流工事事務所 | 昭和39年 |
| (5) 井戸川河口閉塞対策事業計画について | 三重県土木部河川課, “河川” | 昭和38年6月 |
| (6) 準用河川由良川の河口閉塞防止について | 池田七郎 “河川” | 昭和36年7月 |