第3班　頭首工班報告

狩野徳太郎　内藤利貞
山田伴次郎

頭首工災害について

目　　次

I 各説
1 惠利堰
2 大石堰
3 万年堰
4 惠良堰
5 玖珠堰
6 三隈堰
7 保木下堰
8 上河原堰
9 竹田堰
10 畑堰
11 下井手堰
II 総説

小生らは昭和28年12月14日より6日間にわたり，筑後川および白川水系における11ヶ所の頭首工すなわち惠利大石，万年，惠良，玖珠，三隈，保木下，上河原，竹田，畑，下井手の災害の現状を踏査した。これに県より得た資料を参酌して，下記の如き考察を行つた。まず，各説として踏査した堰堤について，破壊の原因と復旧に対する所見を述べ，次に総説において総括的な考察を加えることにする。

I 各説

1 惠利堰

所在地：福岡県三井郡大堰村大字三川

環境：堰の位置は筑後川の平野部にあり，山間部端末より約12Km下流に位し，流域面積約1,900Km^{2}を擁す。付近の河川幅210m，堤防の天端高は右岸においては河床上7.00m，左岸においては8.50mである。上下流を通じての河床勾配は詳かではないが，河床の石礫の大きさ（径2～10cm）等より推定してほぼ1,000分の1とみなされる。

締切地点においては河心はやゝ右折していて，その彎曲部にアーチ型に斜堰を設けてある。地元民は下流部に3ヶ所筑後川を短縮改修してから水叩趾部の河床の低下が起つたといつている。

（1）　旧堰の状況

惠利堰の初めて設けられたのは正徳2年（西暦1712年）であつた。この堰によつて右岸に30m^3/secの用水を取入れ，水田約3,000haを灌

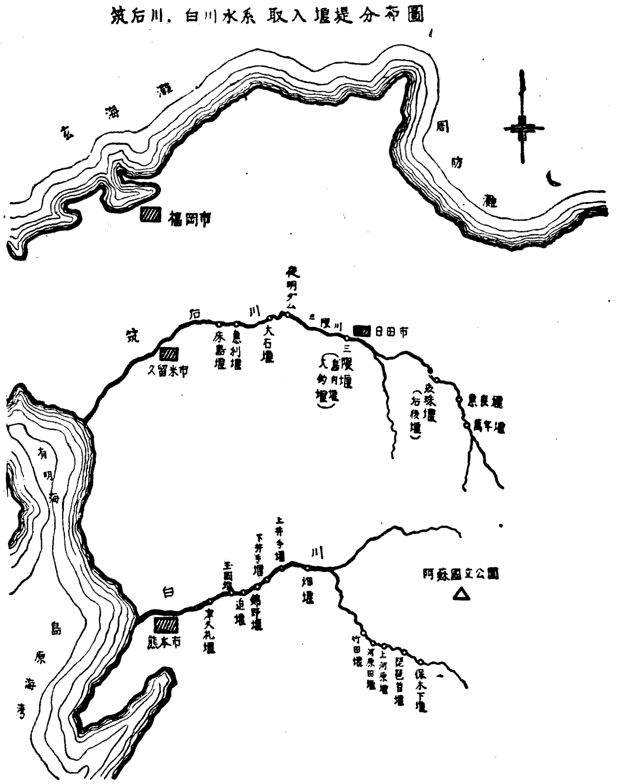

図　1　筑後川，白川水系取入堰分布図

瀕している。堰の型式は斜堰であつて河心にほぼ 44° の傾斜をなし，堰堤は中央において上流側に張出してアーチ型をなし，その延長は 315m に達する。河心が彎曲しているから流心は左岸に偏しているが，洪水時には直流して砂礫が取入口に流入するので，これを防ぐため図の如きいわゆる象の鼻と称する突堤を設けている。堰体の縦断形状を見るに堰頂は下流水叩趾までの延長右岸側において 150m，左岸側において 340m に達する。

水叩床版の勾配は平均 1/60 なるも，その下流部約1/3区間はほとんど水平にして法尻の河床の侵蝕は著しい。構造は元来は玉石（平均25～30cm）空積洗堰型にして堰堤下には河床約2.50mの阻水壁を設けてあつた模様である。

取入に支障なからしむるための堰上げ水位は堤頂上 32cm にして特に渇水時は堰頂上に土俵を並列している。

（2） 今次洪水の状況

洪水時最大流量は9,000～10,000m³/secと推定せられる。水位は堰の上流側において右岸堤防の天端下 1 mに達し，堰頂上 4.50m に達した。従つて左岸堤防に対しては天端上 50cm の水深をもつて，溢流せざるを得なかつた。出水時の目撃者の言によれば「流心は斜堰によつて偏曲されず，また堰頂の上下流は堰によつて水位差はほとんど生ぜず，水叩上を流下する間においても砕波を生ぜず，遠望する時はほとんど堰の存在を認められなかつた」という。

写真 1　惠利堰被害状況

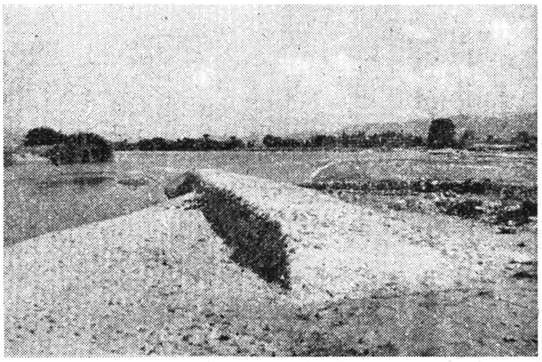

写真 2　惠利堰象ノ鼻

（3） 堰の破壊の原因および状況

堰の位置は河心の彎曲点にあり上流右岸の砂州と相俟つて，洪水の流水は左岸に衝突し，加うるに左岸堤は右岸側より1.50m低きため左岸 2 ケ所で破堤した。堤体においては最高水位の時は上下流にほとんど落差を認めないが，減水と共に次第に落差を生じ，遂にこれに因る揚圧力の増加および洪水時の河床流速が床端部の安全流速を超えたため床版下面に侵蝕を生じ，これに加うるに転動流下する玉石の衝撃等により床版の破壊を生ずるに至つた。既往昭和2‥,26,27年の洪水においても連年同一の破壊状況を呈していた。

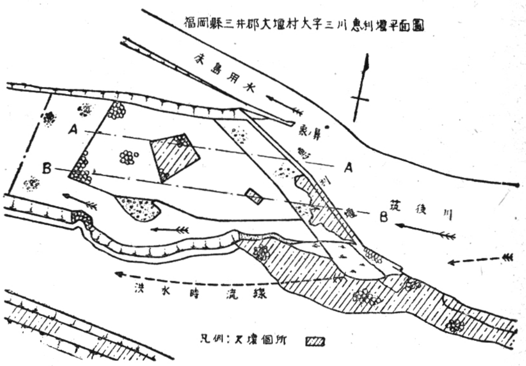

図 2　惠利堰平面図

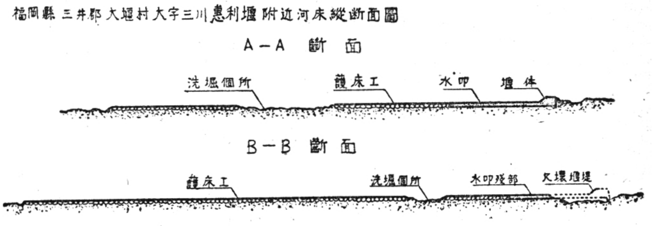

図 3　惠利堰河床縦断面図

（4） 復旧に対する所見

本堰においては堰の一部が決潰したるに止まり且つ元の堰の型式，位置共に適当と考えるので，復旧としては一部の改装修理に止めるべきである。なお今回の災害の状況を見るに床版趾部の洗掘が著しいからこの部分には充分の深さに達する止水壁を入れ，穿掘が床版下に進行するのを阻止することが望ましい。この止水壁には水抜孔を設けて揚圧を防ぐようにする。なお揚圧の軽減のためには止水壁を堤の上流側においても深く設けることが必要である。また前床の厚さはその重量をもつて揚圧力に抵抗するに充分な厚さを与えると共に堰堤を超えて落下する転石の衝撃力に対しても耐え得るものでなければならない。揚圧力については上下流の水位差を基礎として算出すべきことは勿論であるが，これは洪水時の流水関係より算出すべきものと考える。なお各堰の共通事項については総論にて述べる。

2 大 石 堰

所在地：福岡県浮羽郡浮羽町大字古川字水道

環 境：本堰位置は筑後川の山間部終末点より約3km下流の平野部にあるが，両岸部はなお台地をなし，流域は 1,487km^2 を擁しており，平水量約 50m^3/sec に対し流水量は比較的豊富である。締切地点を境としてその上下流は河況著しく相異する。すなわち上流部は約1km上流において右折した真直な流心（幅約200m）を受け，堰位置下流において2川に分れている。その左川は放水路をなし洪水時のみ流水をみる。右川は筑後川本流にして放水路に比し河床は著しく低い。河床状況について見るに堰上流部は湛水状態1km に及び，河床には細砂より石礫に至るまでの砂礫を交えて堆積するも，下流部においては河幅が急激に拡大するため，洪水時の堆積多く水深は浅くなり，常に瀬をなして急流をなすため粒径大なるもののみが残り，径20～40cm の玉石をもつて覆われ，荒川をなしている。両岸は台地をなすため時に築堤はない。

（1） 旧堰の状況

大石堰の初めて設計せられたのは寛文4年（西紀1664年）であつて，左岸より12m^3/secを取水して2,241haを灌漑している。堰の型式は斜堰をなし，その堰頂高は河床より約2mである。堰堤総延長213mにして，その間3流の流筏路があつて放水路を兼ねている。平時においては水は取水路と放水路のみを流下して堰頂を溢流することはない。

堰堤線上流側河床1m前後堰堤より低い。ただ左岸末端においては堆砂多く，砂洲が水面上に現われている。しかしこの砂礫の流入を防ぐため取入口右側に導流壁約30mを上流に延ばしてあるため年間を通じて取入水門前に堆砂することは全くないという。堰体は総べて巨大な転石を集めて張り並べてあるが，その玉石の大きさは下流恵利堰に比し遥かに大であつて，径50～60cm であり，特に堰頂部においては1mに及ぶものを採つている。下流水叩部は緩かにして1/70～1/90となり，特にその末端に至つ

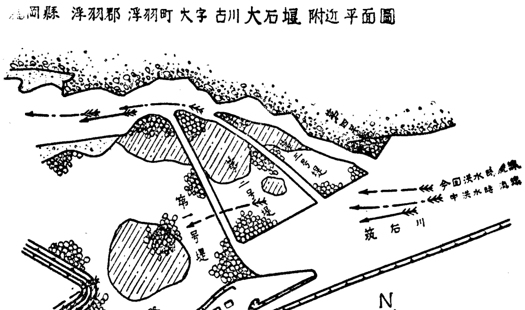

図 4 大石堰平面図

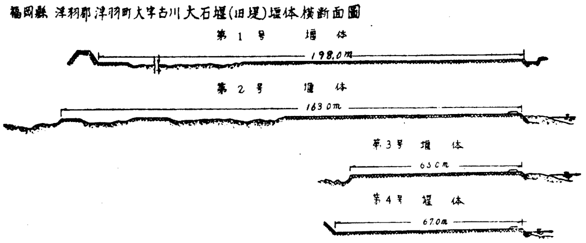

図 5 大石堰（旧堰）堰体横断面図

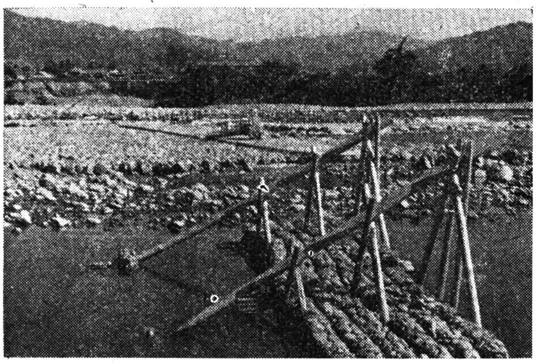
写真　3　大石堰被害状況

てはほとんど水平をなし，水叩上下流の延長は 200m に及んでいる。放水路よりの夏期灌漑期の調節は土俵によつて行われている。

（2）　今次洪水の状況

今次洪水量は詳かでないが，当地点においても 9,000～10,000m³/sec と称せられる。上流部両岸は台地をなすため，取入口左岸土堤の溢流決壊まで水位は上昇し，その最高水位は堰頂上7.50mに達した。この時は堰のための流心の偏曲あるいは上下流水位の差はほとんど認められず，堰より約 500m 下流鉄橋上水位と堰上流側水位との差は僅かに 30cm であつたという。平時の洪水流心は図の如く屈折して堰堤線斜めに左岸側より右岸に衝突するも，今次洪水においては流勢の増大のために流心の屈折角度を減じ，且つ各屈折点を下流にずらすために堰堤線上においては流心はこれに左右されることなく河心に平行して流下し，筑後川本流および放水路を分岐する中洲を掃流流失せしめ洪水期間中本流は放水路を通過するに至つた。

（3）　堰の損傷の状況およびその原因

本堰においては張石に用いられている転石大なるためその床版が揚圧により破壊されたとは認められないが，各流筏路の側面張石が流下する転石の衝撃により法崩れをなし，次第に水叩の床張り面を侵蝕して破壊面を拡大するに至つた。また水叩下流端末はこれに接続していた中洲の護岸が流失したため引続き侵蝕されるに至つた。故に水叩床版の破堤は揚圧力によるものでなく，すべて端末から崩壊が進行拡大されたものと推定される。

（4）　復旧に対する所見

現在の堰堤位置は河川幅の急激な拡大部にあり，上流側は洪水時流速大にして河床の浸蝕を受けて相当の水深を維持するも，下流側においては流速の低下のため堆積が行われる。これがため堰頂は比較的低くとも，よく取水に支障を感じない好適な位置である。

現在の堰頂部の張石は径 1 m 前後の大なる転石を選んでいるため直接破壊を受けなかつた。若し流筏路法面の崩壊がなかつたならば堰堤線は完全に維持できたであろう。改装に当つて井筒等の完全な基礎の上に近代型のコンクリート堰を用い，張石をもつてその肌を覆うたならば，下流部の水叩は短縮しても，今回の如き洪水に対し充分耐え得たであろう。

3　万　年　堰

所在地：大分県玖珠郡南山田村字引治釣

環　境：筑後川の支流玖珠川の山間端末部に位して 197.8km² の流域を擁している。堰位置の河幅は 70m にして河床勾配は 1/50 に達する急流をなし，床河に散在する転石は径0.50～1.00m である。図に見る如く上流約 700m 地点において 3 川が合流し，さらに旧堤上流 40m において発電所の放水を加えている。以上の如き河状なるため，洪水時の出水は極めて急である。且つ平水時の流心は左岸に片寄り右岸は大径の転石堆積して，その河床横断面形は左岸寄りに低く右岸寄りに著しく高くその差 3 m に達している。但し洪水時には右岸寄りも相当の流路となるべく，右岸に沿う河床に流路の跡を残している。両岸は山地であるが堰より下流は開らけて耕地となつている。

（1） 旧堰の状況

堰体はコンクリート重力式0 gee 型であつて，天端より止水壁下端まで高さ3.40m，河床上天端までの高さは約 70cm である。堰の延長は50mにしてその方向は流心に直角とし左岸に取付け，右岸端は堆砂中に止めてあり，河川の右岸迄約20mの間隙を残している。堰頂線は全長水平なる固定堰のみにして流筏路等の欠口はない。取入口は左岸にあり，扉門等はなく暗渠により1.24m³/sec を導入し 280 町歩を灌漑していた。堰体の水叩部は天端より曲線をもつて水平となり，水平部延長は14mにして床の厚さは最小 60cm である。堰体に続く下流部 10m 区間は約 70cm 角のコンクリート・ブロツクにて2m×2m形の桝を囲み中は玉石をもつて練り詰めしてあつた。河水は渇水時においても 3.1m³/sec を維持しているから取水中常に堰頂を溢流していた。流水は合流3川の内右側の河川が最大であることと，発電所の放水が左岸に導びかれていたため，常に堰の右岸を通じていて取水には支障なかつた。

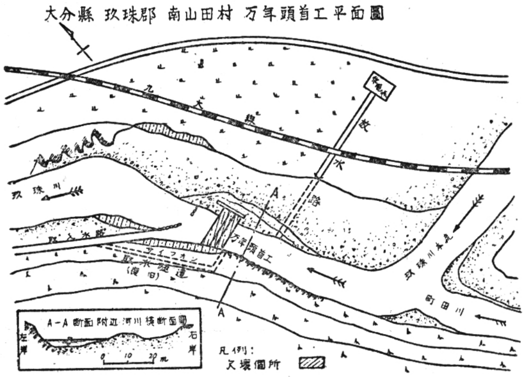

図 6 万年堰平面図

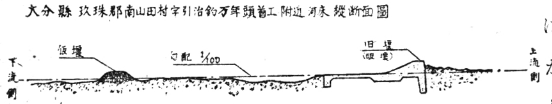

図 7 万年堰河床縦断面図

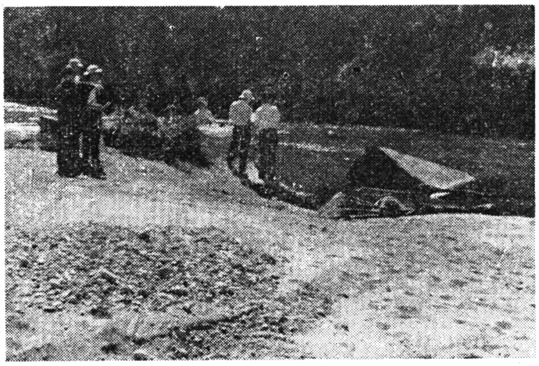
写真 4 万年堰被害状況（右岸袖の残骸）

（2） 今次の洪水の状況

堰堤地点は3川が1ケ所に合流しているため出水急激にして洪水量は流域に比して大であつて2,500m³/secに達し，流速7m/sec を超え，堰頂上水深6.8m と推定されている。地形上堰の下流部は急に開らけているため両岸の耕地を流出せしめ河幅を倍加している。

（3） 堰の決壊の状況および原因

当堰は洪水3ケ月前に完成したばかりのものであつた。現在においては水叩部は完全に流失し堰体は僅かに右岸河床下に没する部分のみを残している。水叩の床版は相当の厚さを有していたため直接の破壊はなかつたが，水平にして且つ急流部にあるものとしては短小であり，下流部洗掘に対して何らの処置が施してなかつたために床趾部の洗掘が激しく順次下流より上流に向かつて水叩床版の破壊と流失が行われたものと認められる。

（4） 復旧に対する所見

当堰は決壊の主原因が水叩下端趾部の洗掘にあつたことは，堰の工事中すでにその兆候が発生していたといわれていることからも明らかである。堰頂下の止水壁をさらに深くすること，水叩部の床版を厚く，その趾部に至つて殊に厚みを増加せしめ止水壁をここにも設けること，水叩の下流端延長15mはむしろ逆勾配となし河床の洗掘部を水叩より下流に引離すことを要する。

4 恵 良 堰

所在地：大分県玖珠郡東飯田村大字石田字物見塚

環　境：玖珠川本流にあり，万年堰より約800m 下流に位し流域 235.6km² を擁する。河床勾配は 1/100 と推定せられ転石の径は 30〜50cm を主とする。堰地点の河幅にして河心は左岸に張り出して彎曲しているため洪水の流心は左岸寄りにあつた。両岸は台地をなしている。

（1） 旧堰の状況

ほぼ梯形をなす堰体（河床より高さ 2 m，止水壁の深さ 1 m）は河心を直角に横断していて，下流側水叩は延長7.40m（堰堤より趾部まで）あつて水平にして床版の厚さは45～70cm である。水叩下流側は木枠沈床をもつて河床を被覆してあつた。取入口は右岸にあつてその量は0.39m³/sec であつた。

（2） 今次の洪水の状況

2,500m³/sec の洪水量は堰地点の彎曲部を直流して左岸に衝突し左岸台地を流失せしめた。堰体は相当容積を有するコンクリート・ブロツクであり，上流側は堰頂まで石礫が堆積して転石の激突を免かれたために洪水の最盛期には堰頂上水深 6 m に達したが決壊しなかつた。

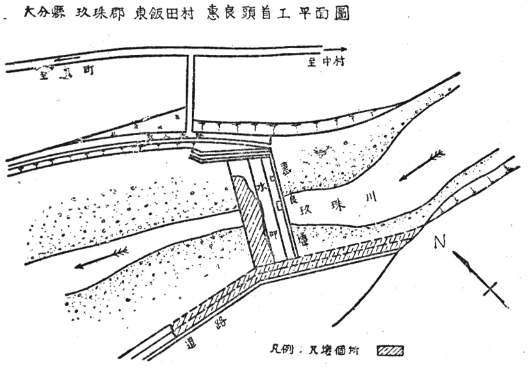

図　8　惠良堰平面図

（3） 水叩流失の状況および原因

以上の如く堰体は流失を免かれたけれども水叩は完全に破壊するに至つた。まず木工沈床が流失し，次いで水叩趾部における洗掘が次第に床版基礎部に波及してこの部分を侵蝕流失せしめ，併せて天端を超えて落下した転石の衝撃により破壊したものと思われる。

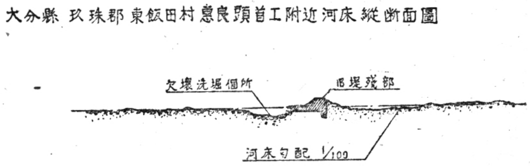

図　9　惠良堰河床縦断面図

（4） 復旧に対する所見

前記万年堰の場合と同様であるが，なおこの場合について付加すべきことは以下の如くである。すなわち堰体は全長固定堰であり，加うるに取入口は流心の反対側にあるために河床は堰の上流側堰頂まで全断面を通じて上昇し取入口の流入は極めて困難を感ずると共に導水路に流入する砂礫の量も甚だしい。これに対する処置としては取入口に隣接する堰の一部を少くとも15m 以上可動堰とすることである。これによつて次の洪水により堰体の破損を招くことを憂うるむきもあるが，これはむしろ逆に被害を軽減するであろう。下流水叩部の復旧処理については，万年堰の項に記したところと同一の考慮を払うべきであろう。

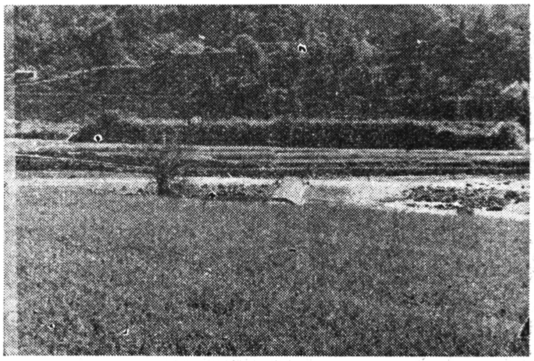

写真　5　惠良堰被害状況（左岸欠潰）

5 玖 珠 堰

所在地：大分県玖珠郡南山田村大字栗野

環　境：玖珠川本流にあり，惠良堰下流1,200mの地点に位置している。流域 236km² を擁し，河幅80m，河床転石は径 50～70cm を主とし，勾配 1/100 に達する急流河川である。左岸は凝灰岩の絶壁をなし，右岸は流失して詳かではないが台地をなし耕地を展開していた。河川は堰より上流 1,000m にて左折して以下堰下流に至るまでほぼ直線である。流心は上流彎曲部において右岸寄りであつたものが堰上流 200m 地点橋梁下にて左岸に転じて流下し約 1,000m にて再び左岸に転ずる。

（1）旧堰の状況

旧堰は全長固定溢流堰にて全河幅を横断し，ただ左岸約半分は河心に対して斜方向となり，右岸半分は直角方

向となつている。堰体は重力式 0 gee 型コンクリート構造であつて堰高1.55m，阻水壁深さ 2.50m，下流側水叩延長4.67mにして，さらに木工沈床がこれに続いて設けてある。取入口は左岸に設け取水量 1.68m³/sec は平時支障なく流入していた。

（2） 今次洪水の状況

最大洪水量推定3,000m³/secにして堰頂上水深 4.50m に達した。河川の右岸は流失して現在河幅は倍加している。洪水後における流心は依然左岸に沿うて流れている。右岸部の堆砂は著しく嵩み，左右河床の高低差は 3 m に及んでいる。流心が堰を横断後右岸に移ることも洪水前と同様である。

（3） 堰の破壊の状況および原因

阻水壁比較的浅く，水叩部延長短く，洪水量が異常に大きいため下流側の洗掘を発端として順次上流側に向つて工作物の破壊流失が行われた。

（4） 復旧に対する所見

復旧について今後の洪水に対する設計上の考慮は前記万年堰の場合と同様である。ただ堰の新設の位置については左岸に沿う流心の不変の位置を求めなければならない。

堰の上流相当区間流心の左岸に沿うことは前記の通りであるが，橋梁位置より上流においては左岸は砂礫洲をもつて覆われ，その下流先端は下流に向つて移動していることは明らかである。殊に今回の洪水により従前の河幅 80m を 120m に拡張する改修計画であるとのことであるから，さらにその下流への移動速度を増す憂いがある。堰の下流側は直ちに左岸に砂洲を見るが，これは斜堰による流心の偏曲のためとも考えられるから旧堰の撤廃により左側の洲は下流に退下する可能性が多い。これらの点を考慮して若し新堰の位置を変更するとしてもあまり上流に移すべきではない。さらに流心の固定のためには左岸より現在の流水幅 30～40m を可動堰としてそれより右側を固定堰とすべきではないか。この時流木に対して可動堰の幅は考慮すべきである。

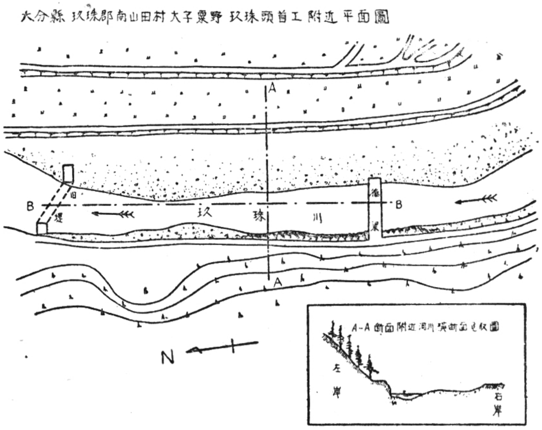

図 10 玖珠堰平面図

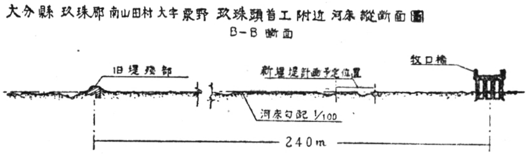

図 11 玖珠堰河床縦断面図

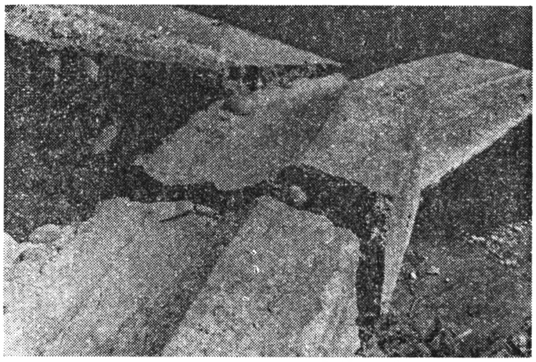

写真 6 玖珠堰被害状況（左岸袖の欠潰状況）

6 **三 隈 堰**

所在地：大分県日田市大字高瀬今市

環 境：日田市内筑後川の支流三隈川に設けられ三隈川は締切地点付近においてはやゝ緩流をなすけれども，その上下流はいずれも山間の峡谷を流れ河床勾配は 1/100 以上の急流をなし，締切地点は図の如き彎曲部に位し流域 1,010km²（内津江川，160km²，杖立川260km² 大山川90km²，玖珠川500km²）を擁している。また本川は三隈堰地点において俄に河幅拡大して 300m に達し 3 川に分流している。河幅が急激に拡大された彎曲部の特徴として流水は平時外側部に偏曲するから左岸の河床が

深く侵蝕を受けて，大部分の水は左岸を流下し，3川分流の内主流は最左翼の河川となり，しかもさらにその左岸に偏曲して，右岸に砂洲を形成している。その他の2川の分流頭首工部はいずれも浅く流入水量は自然に放置すれば僅かなものとなる。河床は堰地点の河幅の拡大のため，砂礫の堆積により浅瀬となりこれにより上流約600mに達するまでの背水の影響区間は常に河床においては逆勾配となり，約径50cm内外の玉石より細砂に至るまでの砂礫を混合して堆積している。鉄橋より上流は1/70の急流をなし径50〜70cmの玉石をもつて覆われている。

（1） 旧堰の状況

3川分流後3ケ所の井堰により0.453m³/sec（大鈞井堰0.1089m³/sec，島内井堰0.2601m³/sec，中之島井堰0.084m³/sec）を取水せしめ，170ha（大鈞井堰20ha，島内井堰100ha，中之島井堰50ha）を灌漑しているが，これらの井堰への流入を円滑ならしめるため前記三隈川左岸低河床部を堰上げたものが三隈堰である。三隈堰は図の如く三隈川の左岸に取付けややアーチ型をなして右岸の砂洲につないである。堰高2.00m，延長158.20mにして，延長約10m，厚さ1.20mの水平の水叩がこれに接続し，上流側阻水壁は河床下2.50mに達している。

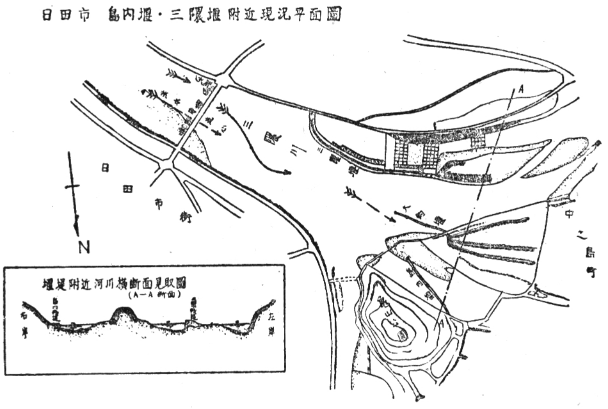

図 12 三隈堰平面図

（2） 今次洪水の状況

今回の洪水量は 5,500m³/sec と推定せられ，堰頂上水深は5mに達したという。流心は平時および洪水中においては堰より上流3,000mにある発電所橋梁下において左岸に激突し屈折して右岸を直流し，日田市鉄橋より上流500m地点にて左岸に移り，岩礁より橋の下流において右岸に変り，彎曲して堰位置においては分流3川の最左翼川を流下する。今回の洪水においては発電所橋梁下より直流した流心は日田市鉄橋上流500m地点の右岸の突出部を流失せしめ，直流は方向を変えずそのまま流下して堰地点の中洲を正面より流失せしめた。

（3） 堰の破損の状況および原因

以上の洪水流況であつたので堰位置においては主流は河幅の中央にあつたために三隈堰は正面よりその全衝撃力を受けることを免かれた。且つこの河幅拡大部分は流速もやや緩和せられていた。堰体も重力式であり，築造も新しい（昭和23年完成）ものであつたことも有利な条件となり堰体は破壊を免かれた。しかしながら転石の衝撃による水叩部の崩壊個所の点在，水叩趾部の河床侵蝕が認められる。築造年代の新しいことに比しコンクリート肌の著しい摩滅を見たがこれは石張りすることにより免かれたであろう。

写真7 三隈堰被害状況

（4） 復旧に対する所見

本堰堤は著しい破壊をしていないためにほとんど復旧の要はないと思われるが，若し改築するならば万年堰に述べたと同様な注意を要する。

7　保木下堰

所在地：熊本県阿蘇郡久木野村大字久石

環　境：本堰は白川を横断して設けられ，その流域は73.4km²にして，河幅50mに及ぶ。図に見る如く堰は河心の彎曲点に設けられている。河床勾配 1/90 と称せられ，径50cm 内外の転石が散在している。両岸は台地をなし無堤である。河心は堰地点において右折するために流心は左岸に沿い河床断面は左岸に低く右岸に高い。普通の洪水は直流してその主流は堰の左側を突いている。

（1）旧堰の状況

堰は河心の方向に約18度の角度をもつて斜めに横断して設置されていた。堰頂高約3mにして流筏路等はなく，左岸に門扉なき取入水門を有していた。堰体は木枠を数層重ね，これを数十cm厚のコンクリート床板をもつて被覆していた。これによつて0.73m³/secを取水し，120ha の水田を灌漑していた。

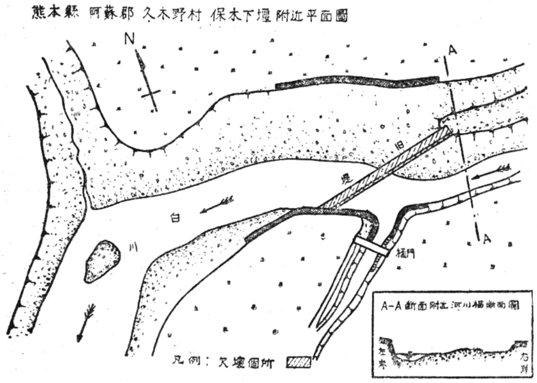

図　13　保木下堰平面図

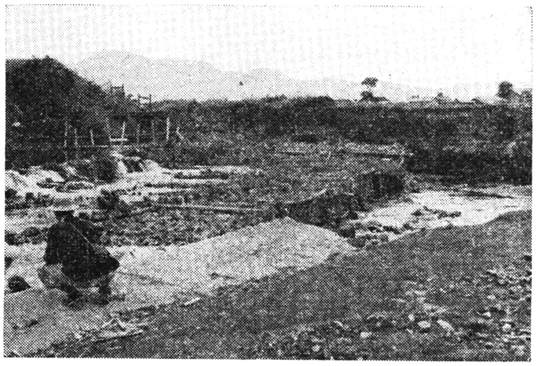
写真　8　保木下堰被害状況

（2）今次洪水の状況

洪水量 1,400m³/sec と推定せられ，堰頂上水深は6.00mに達した。今回の洪水は上流彎曲部右岸耕地を侵蝕流失せしめ，直流して堰の左岸を突き堰の決壊の原因となつた。

右岸においても耕地を流失せしめ，現在は河幅を倍加し，河床石礫面上は黒色火山灰をもつて覆われている。

（3）堰の決壊の原因および状況

上記の如き堰体にして築造も古く（明治25年頃），早晩改築を要する時期にあつたものと考えられるが，直接の原因は直流する洪水の流心が堰の左岸袖を破り，水叩下流部河床を洗掘して堰体は下流側より順次崩壊流失したものと認められる。

（4）復旧に対する所見

復旧計画については阻水壁の深さ，両袖の設計，水叩床版面の逆勾配等には特に留意すべきである。特に本堰の場合は取入口の河心に対する位置の関係上土砂の流入堆積が多く，これを防ぐためにはその左岸堰体の相当部分を開らいて可動堰とし，なお取入前庭の河床面には土砂止壁を設くる等，特に留意すべきである。堰の全コンクリート面を割石張によつて保護すべきことも，本河川の如き転石の大きい急流河川においては欠くことができない。

8　上河原堰

所在地：熊本県久木野村大字上河原

環　境：堰の位置は白河本流にして保木下堰より下流2,000m の地点にある。流域113.6km² を擁し河幅100m

に達する。河心は堰位置より約 300m 上流の彎曲部においては狭窄しているが以下直流し，堰位置において開らけて約 100m の河幅となる。以上の如き河心の曲折のために彎曲部付近においては右岸河床は高く砂洲をなし，流心は左岸にあるも，堰位置においては流心は右岸にあり左岸取入口付近は浅く砂礫の堆積が多い。堰付近の河床勾配は 1/80～1/100 にして石礫の径は 50cm 内外である。両岸は洪積の台地をなし水田であつた。

（1）　旧堰の状況

堰は前記の如く河幅の拡大部に平時の流心に直角の方向に設けてある。堰体は保木下堰と同様数層の石詰木枠を玉石コンクリートで被覆したものである。堰高 2.7m にして取入口は左岸にあり，0.4m³/sec を取水して95ha を灌漑していた。取入口の位置の関係上その前庭に堆砂して取水に多少の支障があつた模様であり，導水路への土砂の流入が著しかつたものと思われる。

（2）　今次洪水の状況

その洪水量は 1,500m³/sec と称せられ，堰頂上の最大水深は 5 m に達したという。洪水は上流の狭窄彎曲部において右岸を削り，あるいは右岸耕地面を溢流し，直流して堰の左半分を流失せしめた。また洪水初期において彎曲部左岸に衝突して右折した流心は堰の右岸の袖を崩壊せしめた。

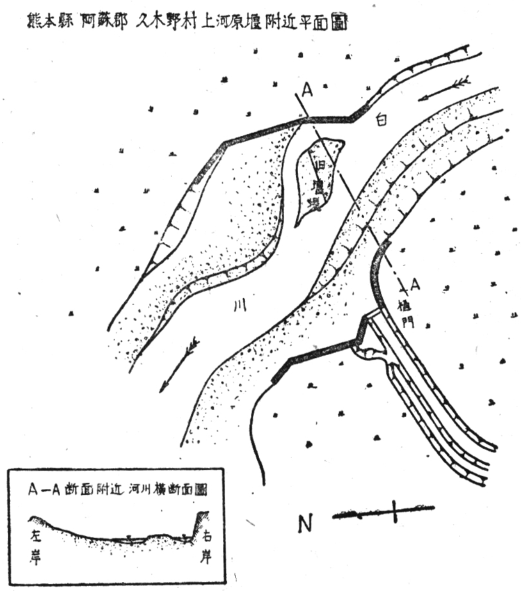

図　14　上河原堰平面図

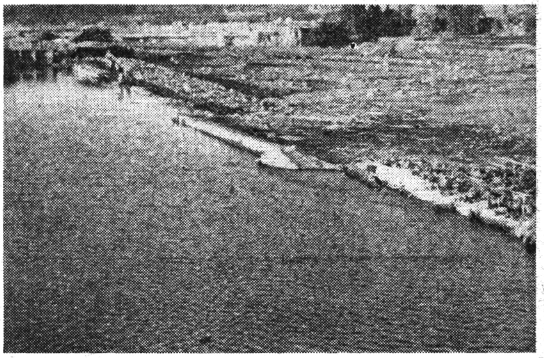

写真　9　上河原堰被害状況

（3）　復旧に対する所見

堰の位置は元の位置が適当と考えられる。但し左岸取入口前庭の堆砂と導水路への砂礫の流入を防ぐために取入口およびその上流数十mの左岸を流線に沿う如く河中に出し，取入口もその線に延ばし，この下流に接する締切堰の相当幅を放水用可動堰として欠口せしめることが良策と思われる。

9　竹　田　堰

所在地：熊本県阿蘇郡長湯村大字河陽

環　境：白川本流にあつて上河原堰より約 3 km 下流に位置する。流域 131km² を擁して河床勾配 1/100，河幅70m にして，河床の石礫は主として径 30～50cm である。河心は堰位置より約 300m 上流において左折後は約 500m 区間真直にして，堰より 200m 下流にてさらに左折する。以上の如き河状なるため堰位置においては流心は常に右岸に沿い，河床横断面は左岸は砂洲をなして高い。両岸は河床より 5 ～ 6 m 高い洪積の台地をなし，洪水前は水田であつた。

（1）　旧堰の状況

旧堰は河心の方向に約55°をなす斜堰にして延長100mに達し，放水門，土砂吐等の欠口はない。堰体は数層の石詰木枠を玉石コンクリートをもつて包んだものであつて，堰頂高2.3m，下流側水叩延長は14mである。取入口は右岸にあり，$0.24m^3/sec$ を導入して25haを灌漑していた。

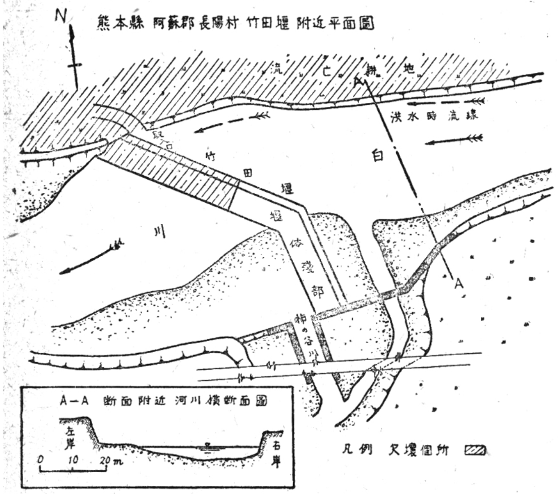

図 15 竹田堰平面図

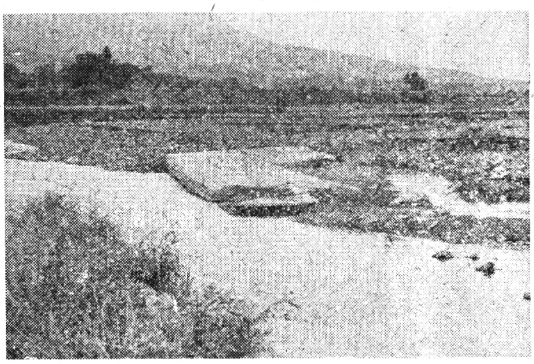

写真 10 竹田堰被害状況（左岸一部残る）

（2） 今次洪水の状況並びに堰の被害状況

洪水時は流出量 $1,600m^3/sec$ と推定せられ，堰頂上の水深は6mあつたといわれる。洪水の流心はその初期には既往の流心を流下するため，上流彎曲部右岸を侵蝕崩壊せしめ，さらに堰位置においても右岸部を突き堰の決壊を生ぜしめた。左岸には砂礫の堆積が行われ堰は半ば砂中に没し，左半部の堰体は崩壊を免かれた。洪水の最盛期には上流の彎曲部においては洪水は台地上を直流し耕地を流失せしめた。このために堰位置の流勢は衰えて堰の左半分はそのまま存置せられるに至つた。

（3） 復旧に対する所見

現在の堰の位置において流心は常に右岸に固定しているからこの位置は適当と認められる。堰体の方向は前位置のように斜でよいと思われるが，取入口付近は右岸に直角となし放水樋門を付帯せしめ，取入水門は流心の方向に位置せしめることにより，在来の如く導水路への土砂の流入を防ぐとともに取入水門前庭の河床の土石の掃瀉をなすべきである。

10 畑 堰

所在地：熊本県阿蘇郡錦野村

環 境：黒川との合流点下6kmの白川にあり，流域 $390km^2$ を擁する急流部位に属し，河床には径1.00～2.00mの転石散在し，勾配 1/50～1/100 に達する。上流500mにおいて河心は右折するため流心は常に左岸に寄り右岸は巨石高く堆積する。畑堰下流に接して発電取入堰堤があるため堰位置では比較的緩流化している。この付近の河幅は100m，両岸は高き台地にして堤防はない。

（1） 旧堰の状況

旧堰は斜堰にして数層よりなる石詰木枠を玉石コンクリートに覆いたるものにして堰高3m，堰の延長144mである。用水は左岸より取入れ，$2.0m^3/sec$ を導水して145haを灌漑していた。

（2） 洪水状況および堰の破壊の状況

洪水は $4,000m^3/sec$ と称せられ，堰頂上の水深は5mに達したという。堰位置の河床は下流発電所の取入堰堤に支えられていたが，今回の洪水によつて完全に破壊されたことは，極めて旧式な構造であつたので止むを得なかつた。

（3） 復旧に対する所見

現位置よりやや上流は流心が常に左岸にあるため堰位置をその位置に移し，堰体を割石で巻立て，取入口に隣接する堰堤の一部を可動堰とすること等が必要と考えられる。

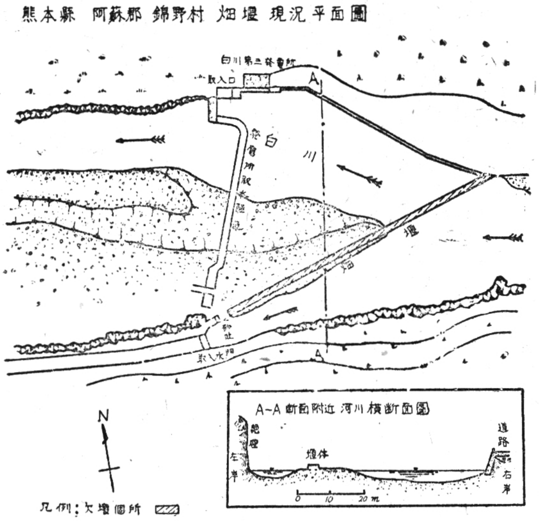

図 16 畑堰平面図

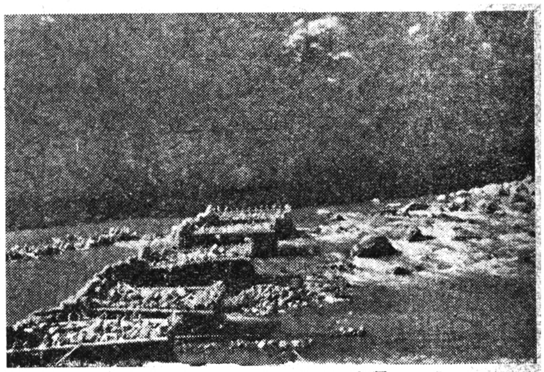
写真 11 畑堰被害状況

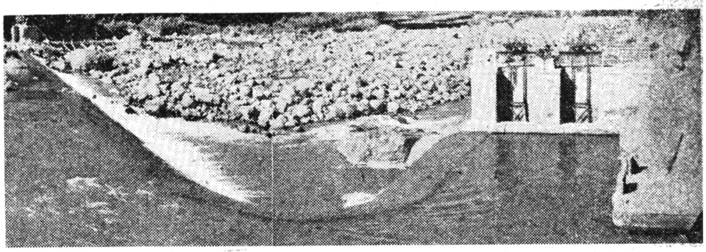
写真 12 畑堰発電所堰（本堰は安全であつた）

11 下井手堰

所在地：熊本県菊池郡瀬田村

環 境：白川本流発電所放水口直下に位し，上流畑堰（発電所取入締切堰堤）より約3,000m下流にある。約400 km² の流域を擁し，堰地点においては主として50～70cm の転石が堆積し，河床勾配は 1/80 をなす急流河川である。山間部末端に位するため両岸地盤は高いがすでにやや開らけて耕地をなしている。堰位置上流発電放水路付近で河心は左折し以下真直ぐとなり，河幅は大体 100m を保ち，河床断面は左岸に低く，右岸に高い。

（1） 旧堰の状況

堰体は本河川のほとんどすべての締切堰堤に共通な石詰の木枠数層に玉石コンクリートをもつて覆つたものであつて，右岸取入口より斜めに上流に延ばし，カブト岩に取りつけさらに延ばして河の彎曲部において左岸に達するまで横断している。その延長240m，堰高 3～4 mにして取水量 7 m³/secを導水して421 haを灌漑していた。

（2） 今次洪水の状況および堰の決壊の状況および復旧に対する所見

最大洪水量4,000m³/sec，堰頂上水深 6 mに達した。流心は著しく侵蝕を受け，

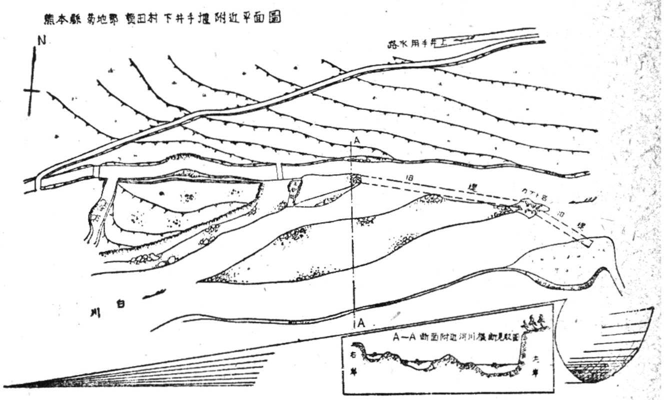

図 17 下井手堰平面図

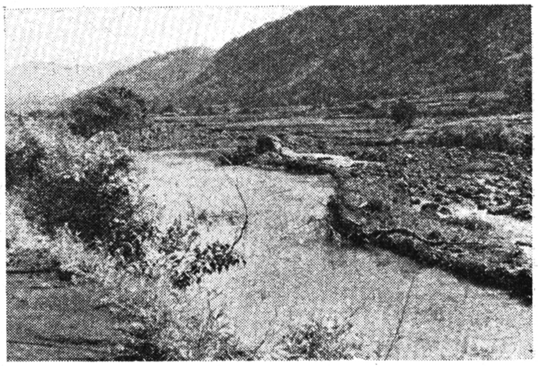

写真 13 下井手堰被害状況

河床横断面を見るに高低の変化ははなはだしく，その最高低位部の差は3mに達している。在来の堰の崩壊は以上の如き脆弱なる構造であるため当然であるが，復旧に当つていかなる設計工法を採るべきか。この頭首工は比較的小面積を灌漑するに過ぎないので，負担の関係上かくの如き荒川に対する施設として完全ならしめることは容易でないとすれば，むしろ間近にある発電放水口より直接取水すべきではないか。完全なる止水をなしている発電取入堰堤より下流3,000m，上井手堰より下流1,500mの間の僅かな流域を加えるために大なる工費をもつて締切堰堤を重複せしめることは考慮を要するものと思われる。

Ⅱ 総　　説

今回小生らが調査した河川は筑後川および白川水系であつたが，いずれも急流河川であつてその下流部を除いては大部分は河床勾配1/100に達し，殊に大分県内の筑後川上流および黒川との合流前の白川においては1/50前後のものが多かつた。かくの如き急流であるから河床の転石も径50cm内外より100cm内外に至る範囲内のものが多く，河床の横断方向の高低差著しく一度洪水によつて堆積した巨石群は平常流にていかんともなし難い。かくの如き河川を巧みに締切取入を円滑となし，且つ洪水に対し安定せしめるためには相当の技術力を必要とするものと考える。今回の洪水においては以上の如き急勾配河川を下記表1の如き比流量の洪水が流下したのであるから，その流勢が堰および堤防に異常な作用をなしたことは当然である。

表 1　比 流 量 表

河川名	堰名	面積	流量	比流量
筑後川	惠利	1,906 km^2	9,000～10,000 m^3/sec	4.98 $m^3/sec/km^2$
〃	大石	1,487	9,000～10,000	6.39
（三隈川）	三隈	1,010	5,500	5.46
（玖珠川）	万年	197.8	2,500	12.6
〃	惠良	235.6	2,500	10.6
〃	玖珠	236.0	3,000	12.7
白川	保木下	73.4	1,400	19.1
〃	上河原	113.6	1,500	13.2
〃	竹田	131.4	1,600	12.2
（黒川合流後）	畑	390.0	4,000	10.3
〃	下井手	400.0	4,000	10.0

ほとんどすべての堰において堰頂上5～6mの水深に達し，5～7m/secの流速をもつて流れたことは事実である。かくの如くいずれの堰においても計画の洪水量を遙かに超過しているために，一般の水災の如く河川堤防の破堤による両袖の侵蝕破壊を原因とするもののほか，溢流深の過大のために下流水叩床版上を滑流することなく，溢流落下力が直接水叩法尻に作用して，河床の洗掘に始まり堰体の流失に及んだものが多く，主とし両河川の上流地域においてはこれが直接の原因となつていた。筑後川下流と黒川合流点下流白川とを比較すると，いずれも急流であり河幅も広いが，むしろ白川の方が急勾配荒川であつた。

しかるにこれら河川を横断する堰の規模は白川においては貧弱であり，数層の石詰木枠上を玉石コンクリートをもつて被覆したものであり，筑後川上流のものは玉石コンクリート造りであつた。ただ小規模の堰であるため

か，粗造であつて，玉石積をコンクリートで外装したに過ぎないという方が適当であるかも知れない。堰の破壊の原因については，計画に対して洪水が異常であつたから止むを得ないといえるが，今後ある限度の洪水に対して安定し得る堰を築造するならば，これ以上の洪水に対して安全であるということは理論上いえないことはない。換言すれば，ある最大の堰の上下流水位差を生ぜしめる洪水量より大なる洪水になれば次第にその水位差は減少する。実際の目撃者の言によれば「洪水の減水期に至つて始めて決壊をした」ということは今回の洪水の場合のみではない。この点は堤防の溢流の場合とは異なり，洗堰において殊にいえることである。但しコンクリート梯形堰の場合の落下水による法尻の洗掘および転石の衝撃による破壊についてはまた別の考慮を要する。

表 2 各堰の灌漑面積

水系	堰名	灌漑面積	備考
筑後川	惠利	2,987町歩	
〃	大石	2,241	
白川	畑	90	
〃	上井手	390	
〃	下井手	421	
〃	玉岡	53	
〃	迫	85	
〃	津久禮	136	

白川水系の堰は前記の如き脆弱な構造であるため容易に流失した。上流部においては洪水後の両岸が堰の両袖を離れて遙か彼方に退き，堰体のみが河原に孤立した形であるものもあつて，復旧はいずれも新設を要し，改装にて足るものはない。白川水系上流部の旧堰の位置であるが，これはいずれも河心の彎曲部から100 m 前後下流の流心の固定する地点を採つている。かような巨石の河床からなる荒川としては適切であると思う。

筑後川上流部においてコンクリート梯形堰の小規模のものが多くあつたが，これらはいずれも水叩法尻の洗掘を発端として床版の破壊，堰体の流失となつたものと考えられる。

今後の復旧計画に対して述べれば次の如きものである。

両川上流部の堰堤を築造するに際しては，阻水壁根入を深く，水叩床板を厚くすることはいうまでもないが，水叩法尻を木工沈床等に頼ることなく，水叩床版自体に下流部洗掘防止の処置をなすべきではないか。

またこの地方の堰の特徴として可動式放水樋門がないことであるが，新計画においては可動堰の設置によつて洪水時の安全を保持し，取入口の導水を円滑にすべきであると思う。またかような急流河川のコンクリート肌は控えの長い石張りとすることは是非必要である。

筑後川下流にある斜堰に対してはこの型式を捨てることなく，取入口およびその付近の堰堤部のみは近代的様式を採ることによつて用水の導入を円滑にすべきではないか。

黒川合流点下流部の白川の諸堰は統合してその数を減じ完全なる締切堰堤とすべきである。畑，上井手および下井手の各堰は発電の取水堰をも考慮して総合的に計画することにより軽易に安全に施設できると思う。白川上流部のように一面の河原となつて，今後新しく河心を自由に決定しうる所では取入計画をも考慮して，その両岸の位置を定めることが必要である。たとえば上河原堰取入口の如きは河岸の形状が不適当なために導入困難であつたから，新規に堰位置を移動するよりも岸の形状を少しく変形することの方が簡単ではないかと思う。筑後川上流部において洪水前の流心を考慮して新堰の位置を決定しようとする際，今回の河川改修によつて断面拡張のため砂洲の移動を予想しない時は取入に思わぬ支障を来すかも知れない。

たとえば玖珠堰の如く上流左岸の洲は漸次下流に発達の傾向があるが，改修によつて断面に余裕を生ずれば一層その速度を増すことと考えられる。

今回の復旧に当つては，再びかかる惨害を蒙らないよう計画することは勿論必要であるが，ただ決壊に対する安全のみを考えることなく，取水の円滑を図ることが頭首工の主目的であることを忘れないようにしたい。(完)

(1954.3.15提出)