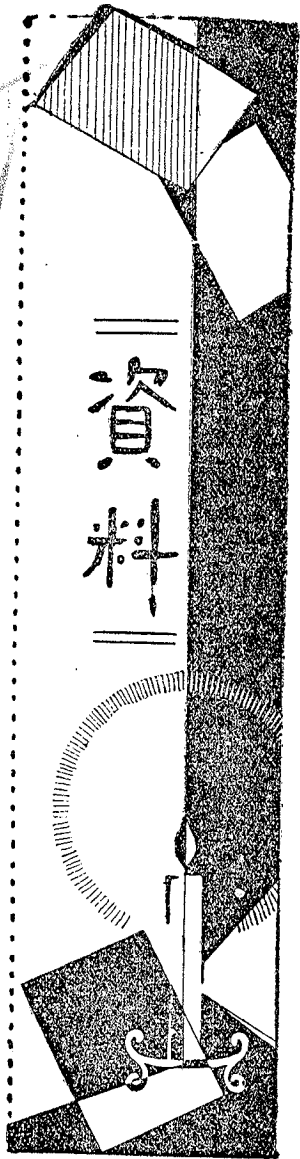


水力電氣の引用水に供するため特種の構造等、何れを見ても成程溪流工事とは斯くする物か、之てこそ工事も確であり、且其効果が直接現れる筈だと合點できる。日本アルプスの上で小便すると東を向けば信濃川、西を向くと神通川の源泉となると同様に、歐洲大陸の國境など全く日本内地の國界の様なもので、上述の諸工事を見て高さ二、五〇〇米突のブライトボンの秀峰が夕陽で紅色に輝く頃、二人連れの登山服にリュックサックの學生が山の麓を迷っているのをハンス君が又關所破りと云ふ、其理由は此地から獨逸バイエルンの境界までは二里位で彼のブライトホンの背面は獨逸であるが、國境と云つても山の上には關所がない、其で近頃の様に獨逸は國外に出る者に對し五〇〇ゴールドクローネを徴収するから、彼の絶壁の高山を越えて他國に出るので、先日も五人の學生が失張りスルフェルデン村に山降りをしたとの事だ。セントヨハンの工事を見てイン河に沿ひ、數時間も行けばインスブルックに着く、インスブルック監督區内エッチュタールにはエッチュタール驛から入るのだが驛前には前日の約束で馬車が迎に來て居る、ボコルニー技師と二人だが、同君は奥國産業の現状を語つて奥國の將來

は獨逸と合併するか、或は瑞西の如く觀光客を引き入るか何れかによらざる可らざるを説き、官吏の俸給も戦前の二分の一、乃至三分の一に減じた事など戦争の悲惨を説き、レーベンスフェルド村に入ると、村の入口に鐵道の踏切り同様に道路を横切つて棒が垂けられ、馬車が近づくや道側の番小屋から老番人が出て通行料を要求する、之は徒歩者荷車、馬車、自動車等に應じ村外の人々には一定の入村料を徴収し、其金で村道の改良維持に充つるとの事だが、日本の村道も此方法で改良資金を取られては如何。レーベンスフェルドのフィシュバハは溪口部に一大堰堤を築造中、此堰堤は水車の取入口にも兼用するもので、施行中如何に嚴重に注意するかは驚くばかり、青年技師エミル、スタウベ君が工夫と共に築石の洗滌人夫の靴底の汚水の驗査までし、又築石間の僅の間隙にも一一、針金を突込でモルタル詰め方の良否を喧しく云つている、一般に外國の工作物が我國の物より堅固で、破壊など殆ど無いのは、單に科學が進歩しているよりは寧ろ施行上斯る注意の有無に歸する處が大なりと云はねばならん。(未完)



信濃川大河津自在堰の
破壊と補習工事に就て (二)

宮本武之輔

舊自在堰水叩

大河津分水路に床固がなかつたがために河床が著しく洗掘せられた事が、自在堰破壊の最大原因の一であると前

號に記した通りであるが、果して然らば自在堰下流約八杆の水路に數箇所の床固が施されてあつたならば、自在堰はその破壊を見なかつたであらうか。——否。

床固工事のために分水路の一般水路勾配が當初計畫のま

第二卷 第二號

まに維持せられたとしても、水叩の構造が彼が如く薄弱であつては、少くとも自在堰直下の洗掘の程度にはさしたる相違があらうとも思はれない。唯下流水路が平衡状態を保つてゐる場合には、堰直下で洗掘せられた土砂が最も近い床固の上流に沈澱して、遙かに日本海迄運び去られる様な事はなかつたであらう。事實、補修工事で施行した五千石床留（自在堰下流約六〇〇米）の上流には既に著しく土砂の沈澱を見、砂洲が低水面上に現はれてゐる様な有様である。但し單にそれだけの差違はあつても、堰直下の洗掘は専ら堰流下水の流勢に起因するものである限り、水叩直下の異常なる洗掘は、到底之を免れ難い。従つて自在堰の運命には殆んど變化の認む可きものがなかつたであらう。

茲で舊自在堰水叩の説明をするのが順序である。水叩を上流部と下流部とに分つ。上流水叩は幅三米六、混凝土厚七六種、上流端に長二米三の松木板を打込んで透水を防止する設計になつてゐるが、堰堤上流土砂の攪亂せられる事を防止する意味の水叩としては、その構造が餘りに薄弱で

はないか。殊にその矢板に至つては殆んど透水防止の効用を有せず、且つその長さ餘りに短小なるがために上流部洗掘の結果、自ら浮揚流失した證據さへも認められるのである。

自在堰純徑間一八米八〇種、八聯。その一徑間の扉を伏臥せしむれば固定堰全長五四五米五に亘る一五種の溢流を停止せしめる事が出来たと言はれてゐる。以て洪水放流に對する自在堰の偉力を察す可きであるが、それと同時に自在堰上流の横流が如何に激しいものであつたかも知像せられるであらう。若し此の横流が豫想せられたならば、上流水叩は必ずや一層堅牢なる構造に改められたであらうけれども惜しいかな、設計當時にあつては横流に對して何等特別の考慮が拂はれてゐなかつたのである。

外國の先例などを調べて見ても水流を横断して固定堰と可動堰とを造る場合には、兩者の限介に標高計劃洪水面上に達する隔壁を設け、その延長は可動堰全長の一——二倍として以て固定堰よりする直接の横流を遮断するが、否らら、下流河床の洗掘を遏うせしめざる程度に之を減殺するがためには、理論の上からは水叩の幅員は巨大なる寸法を必要とするであらう。大河津分水路の如き地質の河床に於て特に然り。

此の場合に處するの對策は如何。これに對する卑見は後に譲り、茲には舊自在堰水叩の構造が如何にも薄弱に失した事を指摘するに止める。

舊自在堰基礎

分水路が適當なる床固を施されて居り、且つ水叩が充分堅牢であつた場合には、果して自在堰は無窮の生命を保ち得たであらうか。——否。

分水路床固も堰堤水叩も要するに第一陣、第二陣の前哨たり前衛たるに止まつて第三陣の本隊は依然とし堰堤基礎を固めなければならぬのは更めて説明を要せず。既に第一陣、第二陣を缺ぐ。第三陣亦弧影悄然たるの感なき能はず、自在堰基礎混凝土幅員一九米七、その四周を長四米

ある場合には相當に長い幅員の堅牢なる水叩を設けて横流による洗掘に抵抗せしめるのが普通であるが、此の點は正に舊自在堰設計上、千慮の一失と言はなければならぬ。次に下流水叩は幅一七米、厚七六種の混凝土であつて、之に面三六種、控四五種の間知石を植込み、その下流端は長さ三米六の松木板の上に築造せられた幅一米、高二米七の混凝土遮水壁を以て限り、更に之に接続して下流に幅員五米九の木工洗床工、幅員五米五の捨石工を施したものであるが、その構造は上流のそれに比すれば一層の注意が拂はれてゐるに拘らず、幅員狭小の憾みに至つては依然として此處にも感ぜられる。

凡そ堰堤前面に反方向曲線を採用した所謂オデー型又は之に準すべき構造の堰にあつては、下流水叩に加はせ落下水の激衝は之を軽減する事が出来るが何時までも流水勢力を減殺し能はぬ不利益がある。之がオデー型の最大欠點であつて、何處まで水叩を延長して行つても流水勢力は單に水叩の摩擦抵抗によつてのみ減殺せられるに過ぎないか

五、断面一五厘角の松材又は竹筋混、土矢板を以て締切り、基礎杭は末口二厘、長さはビヤ下にて六米四、水路下に於て五米五、間階六〇厘、混泥土の厚さはビヤ下に於て一米五、扉下室に於て一米、堰上流に於て一米〇六。

ビヤと言はず、基礎版と言はず、殆んど鐵筋を使用せず、特殊の部分に僅小の丸鋼と古軌條とが挿入せられてゐるに過ぎない事は、目下ビヤを爆破しつゝあるその結果に徴しても明かであるが、何故に塊混泥土の代りに鐵筋混泥土構造として重量を軽減し、そして基礎杭の間階を今少しく疎らにならなかつたのであらうか。——かうした疑問も一應は尤もではあるが、その理由は、當時鐵材暴騰の折柄、鐵筋の使用は工費が之を許さなかつたのか、或は又當時内務省技術官の首脳部が鐵筋混泥土に對して猶ほ信頼を置かなかつたがためであるか、その何れにしても今日の場合そは殆んど問題にはならない。自在堰破壊の結果、水叩混泥土は勿論、基礎混泥土さへも滅茶々に破碎陥没して仕舞つたのは當然の事であるとは言へ、假令之が鐵筋混泥土で

あつたとしても結果は矢張り之と大同小異であらうから。唯私が不思議に思ふのはわが直轄工事の特殊工事では殆んど慣例の如く井筒基礎が採用せられてゐたのに、何故に斯の如き重要な工事に杭地形が許されたかと言ふ一事である。或は地盤が砂であると言ふ事が適當なる信頼の理由になつたのではあるまいかとも思はれるけれど、砂は充分に締つて居つて逃避する虞さへなければ良好なる基礎には相違ないが、水中工作物の基礎としては地下滲透水のために移動するを免れず、所謂流砂の状態になつて危険極りない事は古來公知の事實ではないか。最も信頼すべき味方は同時に又最も恐る可き敵である。

當時猶ほ今日の如き長大なる鋼矢板がわが土木事業界に使用せられなかつた事は是非もない次第とは言へ、舊自在堰に於て砂の移動流失を防ぐがための基礎四周の締切矢板は、長さ四米五であつて決して充分なる寸法とは言ひ難い。然しながら矢板寸法の如きは此の場合問題としては寧ろ小さきに過ぎる。普通松矢板を使用する寸法に於て長五米五

の矢板を使用するのは寧ろ例外に屬し、假令思ひ切つて六米四の矢板が使用してあつたとしても水叩直下の九米を超ゆる洗掘に對しては、直ちに自在堰基礎の安全を脅やかされたであらうから。唯矢板の長さの如何に拘らず此の締切に對する信頼を裏切らしむるものは、そのデヨイントが單なるバット、デヨイントであつて殆んど耐水性を有せざる事と、その施工に方り所謂水射工法を採用して矢板を建込んだ事とであらう。今日の特許鋼矢板は姑く問はず、松矢板にあつてはその断面を矢型に削つて相互に嚙合せて打込んだ場合と雖も、地下に於ては多くの場合、デヨイントの喰ひ違ひや開きを生じ、自由に地下水の滲透を許すのが通例である。況んや水射工法に依つて建込まれたバット、デヨイントの矢板に於てをや、斯の如き矢板に依つて砂の逃避を防止し得たりと考へるならば、それこそ所謂懸念上の首目に陥つたものと評せざるを得ない。

徒らに死兒の齡を數へる様なものではあるが、私は舊自在堰基礎に井筒か潜函が使用せられなかつた事を心から殘

念に思ふ。ビヤの下には深さ一五米位の井筒を用ひ、水路の下には深さ一〇——二米の井筒が用ひられるか、或はビヤからビヤに堅牢なる鐵骨混泥土の桁が架け渡されてあつたならば、自在堰今日の災厄は恐らく之を免れ得たであらう。水路の下にも井筒が沈められてゐた場合には自在堰の安全は恐らく萬代不易と言ひ得るであらうし、假令此の部分の井筒を缺ぎ、鐵筋混泥土の堰桁が扉を支へてゐたとしても、地下滲透水のために土砂が移動したゞけでは決して自在堰の致命的な破壊とはならなかつたであらうと信ぜられる。

應 急 工 事

自在堰ビヤ第六號——第八號は昭和二年六月二十四日に陥没し、第五號は七月六日、第四號は同七月、第三號は同八月に何れも傾斜陥没してベヤトラップ扉の完全に操作し得るものは、僅かに第一號及び第二號の二徑間に過ぎなくなつたのであるが、六月二十四日の陥没當時に於ける應

第二卷 第二號

急工の目的は先づ第一に急遽分水路を縮切つて本川下流の通水を計ると言ふ事である。なぜかと言へば當時農家の灌漑時期であつて用水の枯渇は正に農民の死活問題であつたのに、自在堰陥没の結果信濃川の全水量は分水路に放流せられ、洗堰下流の本川には一滴の水をも通ぜず廣漠たる積は自轉車の疾走するに委せる有様であつたが故である。従つて残存せる第一號から第五號までの扉を起立せるがまゝに放置して之に水壓をかけて置く事の危険は充分に認められながらも、之を伏臥せしめて水位を彌が上にも下降せしめる事は單に政策の上からでも到底之を許さなかつたのであつた。

従つて應急工事としては自在堰の線に於て分水路を縮切る事は極めて困難であるがために、その上流約二八〇米の位置に於て急速に縮切作業を完成して洗堰の水位を高めると同時に、西蒲原郡島上村字笈ヶ島地先に於て積の中に延長約七三〇米の低水路を開鑿する、所謂第一假縮切工事が第一に計畫せられ、縮切材料としては木工沈床、捨石、川

しめるがための假構造物と見做すの已むなきに至つたのであつた。それらの事情や工事施行上の困難などのために第二假縮切の設計は幾度か變更せられたのであるが、實際に施工せられた所は略次の通りである。

即ち右岸堤堰から第四號ビヤに至る迄は堰の上流にラルセン式長一二米の鋼矢板を河底まで打ち殺しとし、之と舊自在堰基礎との間には新たに混凝土を施工して上流よりする透水を防止すると共に、下流水叩の陥落した箇所は捨石や蛇籠で補填修理を加へ、此の四徑間で以て補修工事期間中の水位調節を司らしめる。その内第一號及第二號扉は故障なく閉閉せしめ得るし第三號及第四號扉は、扉そのものゝ損傷は輕微であつてもビヤが移動傾斜したため、その起伏運動が不可能に歸したが故に之を夫々ニードル堰及び角落堰に改造する事にしたのであつた。

次に第四號ビヤから第八號ビヤに至る四徑間の扉は到底修復の途がない迄に大破したので、此の區間は圍堰式の固定堰に改造する事とし、その上流に長一一一—一四米

資料

倉枠、鐵線蛇籠、土俵及び粗朶沈床を使用し、土俵堤六〇〇米、蛇籠堤一五〇米、石堤一五〇米、川倉枠縮切七〇米、計九七〇米の縮切堤を施行する事になつたが、之は單に焦眉の急に應ずるだけの假工事に過ぎないから、更に第二段の備へとして自在堰の線で低水路を縮切る、所謂第二假縮切工事なるものが計畫せられたのである。第二假縮切の目的は滔々として分水路に集中した水流を遮断せんとする意味以外に、残存せる第一號——第五號のベヤトラップを補強して、破壊を第六號——第八號徑間だけで喰ひ止めようとする企が含まれてゐたのは勿論で、若し第一號——第五號扉が破壊を免れ得るならば、陥没した三徑間は之を固定堰に改造しても残りの五徑間だけで、充分水位調節の機能を果さしめる見込があり、従つて所謂復舊工事のためには僅小なる工費で足る理屈であつたが、不幸にして程なく第三號——第五號ビヤの傾斜を見るに至つたがために、舊自在堰は之を以て復舊の主體とする事を得ず、全く之を放棄して單に復舊工事（即ち補修工事）中の水位調節に當ら

のラルセン式鋼矢板を二列に打込み、天端の高さは現固定堰よりも一五纏ばかり高くして砂及び砂利を以て中埋とし、上端は石張として洪水時には此の上を溢流せしめる事にしたのであつた。

應急工事のために支出した工費は約八六、七八〇圓であつたが、數次の設計變更のために工費の不足を訴へ、信濃川維持費から一〇〇、〇〇〇圓以上の融通を受けるの已むなきに至つたのである。

激流を遮断して鋼矢板を打ち込む事の困難なるは言はずもがな。第五號——第八號徑間上流部の如きは、漸次河水を縮流する結果として河底の洗掘甚だしく且つ激流に直交するがために遂には矢板の建込を不可能ならしむるに至つたので、先づ無数の鐵線蛇籠を投下してビヤの線に石堤を作り水流を緩和してからその上流に漸くにして矢板を打ち込むと言ふ様な窮策をさへ巡らしたのであつた。

應急工事は昭和二年の七月から十一月まで五箇月を費やしたのであるが、その苦しい工事期間中新開前新潟土木出

張所長を始め、全新潟土木出張所職員の苦心慘憺たる努力は、之を何物にも比べ可きものを知らない。特に自在堰設計者たるの責任上、土木試験所から應急工事のための應援として出張を命ぜられ、専ら第二假締切工事の衝に當つた岡部君の心事に至つては、私は高等學校以來の友人として熱い同情を禁じ能はぬものがあつた。我々技術家は已が創造せる構造物に對して殆んどわが子に對すると同様の愛着を感じるのが常であるのに、無残にも破壊し去つた自在堰應急工事のために前後五箇月の久しきに亘つて甲斐なき努力を試み續けた胸中を推察しては、私な唯暗然として言ふべき言葉を知らない。

信濃川補修工事

補修工事と名づくるものは破壊した自在堰の復舊を主とし之に附隨して必要なる諸工事を施行するのであるが、若しも自在堰ビヤが第一回即ち六月二十四日の陥没當時のままに残存し第一號徑間から第五號徑間、否少くとも第四

號徑間までのベヤトラップ扉が何等の故障を起さないで起伏自在であつたならば、工事は單に陥没した三—四徑間分を潰して固定堰に改造するだけに止まるから、名も自在堰復舊工事と呼ばれて工費も五〇〇、〇〇〇圓内外を以て、當座の彌縫策が講せられるに過ぎなかつたであらう。従つて分水路に堅牢なる床固工事を施す事も、固定堰に對して徹底的な補強工事を加へる事も、まして洗堰下流の信濃川本川に低水工事を施行する事も、或は問題に上らなかつたかも知れない。従つて第二次、第三次の彌縫策の必要を招來する様な事になつたかも知れないのであるが、幸か不幸か自在堰は最早や永久的構造物として用に供する事が不可能に歸したがために、大河津分水工事そのものが根本的に検討せらる可き機縁に逢着したのであつた。

そのために私は信濃川閘門の改造の事まで立案して見たのであつたが、補修工事をそこ迄擴張する事は許されなかつたがために、閘門と洗堰とは全く今回の補修工事の圏外に残される事になつたとは言へ、現在の閘門が通航者に與

ふる不便と危険とは主として長岡市方面から高唱喧傳せられつゝあるから、何時かは閘門の改造が實際問題として實現する事があるかも知れない。

補修工事の内容は可動堰工事、固定堰工事、分水路床固工事及び附帯低水工事の四工事に大別する事が出来る。

舊自在堰が全く破壊して水位調節の機能を失つた以上、當然之に代る可き構造物が必要であつて、新可動堰は此の目的のために築造せられるのであつた。

次に固定堰の現状は如何と言ふに堰體そのものには未ださしたる損傷は認められないが、下水水叩に當る捨石や鐵筋混凝土沈床の如きは可なりの程度に破壊してゐる。此の破壊は固定堰溢流水の流勢に起因する事勿論ではあるが、低水路の洗掘が之を助成するに與つて力ある事を否む譯にはゆかない。元來計畫のまゝの断面に於ては洪水敷と低水敷との高低差は僅かに一米八に過ぎず、固定堰に溢流を始める時分には原則として自在堰八徑間全部が開放せられ、此の時の自在堰流量は洪水敷に冠水するに充分であるから

固定堰溢流水は水梅の上に落下する事となつて、水叩やその下流の洪水敷を荒らす事がない理屈であるが、低水路が甚しく洗掘せられた結果、固定堰に溢流を始める時には洪水敷には冠水してゐない事になり、洪水敷は縦横に荒らされると同時に溢流水は最短距離、最小抵抗の線を選び、此の線に集中して斜めに低水路に流下しようとするから、洪水敷は深く斷崖に削刻せられ期せずして數條の水路が固定堰水叩から斜めに低水路に向つて作られる事になつたのである。

一旦箇様な状態になるとその水路は洪水毎に深さと幅を増大し、特にその起點にあたる固定堰水叩は刻々として缺潰してゆくの自然の數である。特に應急工事以來自在堰は從來のもの、半分の延長に縮小せられ、而も工事の都合上洪水時も自在堰を伏臥せしめない事が多いから固定堰に殆んど間斷なく溢流を續け、益々水叩の破壊を促進するので茲に徹底的に固定堰の補強が必要とせられるに至つたのである。

次に分水路床固は假令補修工事に於て如何に堅牢なる堰堤が作られても、分水路が此のまゝに洗掘を續けて行つたのでは新堰堤そのものが幾許ならずして危険に瀕す可きを感つて計上せられたもので、六萬十菊の儲みがないでもないけれども此のために毫も將來に於けるその價値が減却せられるとは思はれない。

最後に洗堰下流本川の低水工事であるが、本川は洗堰に於て總幅一四五米五に縮流せられたものがその下流に於ては七〇〇—八〇〇米に擴がるのであるから、そこで水深と流速とを減じ夥しく土砂を沈澱するがために、洗堰下流島上村字笈ヶ島及び熊の森地先に於ては水路最も不良であつて、河床は年々上昇して通水量を減じ、灌漑と航行とに困難を感じ來つたのである。此の場合當然問題になるのは堰堤堰頂の標高を高めると言ふ事であつて、補修工事計畫の當初に方つても堰頂を六〇厘ばかり上げようかとの議があつて、私はその方面の調査もして見たのであるが堰頂を上げる事、即ち堰堤を高くする事は築造にも維持にも多大

なる工費を要するのが明かであり、假令 堰堤を高くして見ても洗堰下流の埋没は止まる所を知らないものであるから、數年ならずして再び堰堤の高さが低すぎると言ふ嘆聲を聞くであらう。元來洗堰下流に灌漑用水が不足したからと言つて堰堤が低きに失すると言ふのは謂はれなき非難であつて、私は此の點は飽く迄も原設計を支持しようと思ふ。罪は洗堰下流の本川の河狀整理が實現せられず、昔のまゝの川幅のまゝに放任して置いた事に存するのは明白である。而して該河狀整理の如き地方的問題は國家が直營すべき工事の範圍外であるとすれば、信濃川改修工事は此の點に關して全く無罪である。さりながら折角の補修工事に方つて出來得る限り地方開發の趣旨に副はんとする意味に於て、堰堤を高める事の代りに洗堰下流の低水工事が附帶工事として計上せられた事は、地方官民諸君が以て望外の幸としなくてはなるまい。(續く)

川 除 普 請 之 事 (二)

池 本 泰 兒

人足の内へ積入る。尤堤五百間或は千間も築立るときは遠方より芝取寄せるに付芝取人足別段に積なり。

芝取人足懸り定法左の如し。

一、筋芝法長一間に六枚づつにして幾通何百枚と積る。

芝一坪二千百六十枚 長一尺中五寸厚二寸

芝一坪一町の所は七人懸り 内 五人芝切 二人持運

同 一町半は八人 同二町は九人

同 二町半は十人 同三丁は十一人

右芝一坪に都て芝切は五人づつの定持運は一坪一町に二人宛の定なり。此積を以て道法遠近に准じ人足懸りを積るべし。

一、筋粗朶一通り長拾間に三束宛、但し一束は四尺打違

第二章 川除堤目論見の事

一、堤勾配通例は川表七寸五分勾配、川裏五寸勾配、あるひは川表曲尺勾配、川裏七寸五分勾配に築く。石堤砂堤等勾配早きもあり。

一、たとへば堤長百間高六尺敷三間馬踏六尺

此砂坪二百坪

人足六百人 但し砂取一町一坪三人懸り二百坪分

一、堤砂留は三尺程の笹あるひは卯の木柳など根付早き木を、長一尺四五寸程に伐取交へ兩法へ敷べし。土堤は筋芝葺など法の小口へ少し出し敷は早く生付て保よし。但し法高六尺に六通り敷なり。右兩法の敷木葺等の人足は、土取