

水理模型實驗に對する所見

(土木講習會講義 康徳8年1月)

横 田 周 平*

1. 日滿支に於ける水理模型實驗の現況

今世紀に入りまして河川港灣關係の水理模型實驗は世界的に流行を見るに到り我國に於きましても此の10年程の間に著しく普及發展致しました。水理模型實驗の考へは誰でもが思ひ付く事であつて誰が創始者であつたとか云ふ事を穿鑿致しましても大して價值のない事と思はれますので水理實驗の歴史的な事には觸れずに現況からお話ししようと思ひます。現在の處境に於てもそう目新しい事はやつて居らず大體我國と似たり寄つたりと見て宜い様であります。

日本滿洲支那に於きまして最近どの様な水理實驗が行はれて來たかを地域的に東の方から順々に申し述べて見ませう。

先づ札幌の北海道帝國大學でありますか此處で大坪助教授が次々と實驗をやつて居られます。最近には段落ち河床に就ての實驗をされました。此れは土木學會誌にも發表せられて居りますので御承知の方も多しと思ひます。石狩川の大きな支流である夕張川をショートカットしました處が河床勾配は計畫通りにならないで大きな段が2ヶ所に出來て仕舞ひました。此の段が時間と共に後退しつゝあるのであります。大坪先生は此の問題に關聯して詳細な實驗をされたのであります。

仙台の東北帝國大學には土木教室はありませんが機械教室では最近三角堰の溢流量に關する實驗をされ新しい公式を發表されてあります。仙台高等工業學校に於ては現在校長をされてゐる鶴岡先生が沈降速度に就て實驗され又今野助教授は跳水現象其の他に就て實驗的に研究されて居ます。

東京帝國大學に於きましては本間助教授が低溢流量の流量係數に關する實驗を完了され此の結果は先達の土木學會誌に發表されました。現在は學生を指導され溢流堤頂の形狀と流量係數の關係に就て實驗されてあります。本間助教授は昭和5年より10年迄土木試験所に於て河川關係の實驗を擔當され私がその後を引継いだのであります。土木試験所に於て現在やつて居ります實驗は従少しく御紹介する事と致しまして京都帝國大學に移ります。

京都帝國大學に於きましては石原助教授が擺脚の洗刷に就て長期に亘り綿密な實驗を實施され此の結果は矢張り土木學會誌に詳細に報告されて居ります。

福岡の九州帝國大學には來年度より洗滌研究所が創設される事になりましたので河川港灣關係の實驗も行はれる様になる事と期待されます。

内地に於て水理實驗設備を有する機關は大體以上の様りであります。各工事現場に於きましても可成り實驗され又されつゝあるのであります。例へば北海道の旭川市に近い聖台貯水池の餘水吐、鐵道省信濃川發電所、ヲ龍川の泰阜堰堤木曾川の笠置堰堤、兼山堰堤等に關する實驗があります。

特殊なものとしては石井一郎氏の調壓水槽に關する實驗があります。水力發電關係の實驗は未だ此の他に知られないものが随分ある様です。

尙日本發送電會社に於ては最近水力研究所が設けられ既にスタッフ、敷地も定まり間もなく活潑な活動が期待される様な状態であります。

朝鮮に於きましては内務局長山土木出張所に於て洛東江の支流である南江の放水路計畫に關して實驗されて

ます。

又近く京城帝國大學に於て土木教室が設けられる由であります。朝鮮に於ける最近の土木工事の莫大な量から申しまして、此處に水理實驗室は當然設けられなければならないと思ひます。

支那に於きましては天津に立派な水理試驗所があり可成り實驗をやつて居たのであります。日支事變以來設備は取はづされ只今は倉庫となつてゐる相であります。南京上海にも小規模の水理試驗所があつた様であります。現在どうなつてゐるか良く存じません。

滿洲國に於かれましたは大陸科學院に於て實際の工事に關係のある模型實驗を次々に實施されて居ます。又第二松花江の豐滿堰堤工事に關しては吉林に於て可成り大規模な模型實驗を實施せられました。私は鴨綠江の水壙堰堤に關する模型實驗を擔當したのであります。水壙堰堤に水叩の決定に當つては吉林に於ける實驗結果に負ふ處すぶる大であつたのであります。又大東港の工事に關しましては現地に於て實驗の浦をれてゐる處に承つて居ります。

最後に土木試驗所に於て現在やつて居ります水理實驗を御紹介致します。

先づ河川關係では東京府と神奈川縣を隔てゐる多摩川の河口に就て實驗して居ります。御承知の如く多摩川は京濱運河と平面交叉をする處でありますから、京濱運河を深く掘つたと致しましても多摩川の河床が現在の儘であつては交叉點に於てたちまち埋つて仕舞ふ事は必定であります。

之に對しては河床を下げ河幅を縮小して水深を維持する様な手段が考へられます。此の様な問題に關聯して佐藤技師擔當で實驗を行つて居ります。

次に溢流堰堤に關する實驗をやつて居ります。水壙堰堤の水叩の問題は一題のけりをつけ、現在は流量係數の問題をやつて居ります。此れがすみまされたならば再び水叩の問題に立歸り基本的な問題を検討する筈であります。此れは私の擔當であります。此の外に大陸に關係する問題であります。石炭を水と一緒に流し送る可能性に就て研究を進めて居ります。尙黄土に關する研究も進め

てめて居ります。

港灣關係では松尾技師が滄河の河口の問題を實驗されて居ります事はこちらでは良く御承知の事と存じます。此の外港口を通つて港内に入る波がどう云ふ風に傳播するかと云ふ實驗もされてゐます。又防波堤に對する波の壓力に就ても實驗されてゐます。滄河河口の實驗は大體終りましたので引續き塘沽港の實驗を行ふ順序になつて居ります。

先日土木局長以下本省の事務官連が赤羽の試驗所を見學に來られました。研究が殆ど全て大陸關係であるので此れは内務省土木試驗所ではなく興亞土木試驗所だねと云つてゐられました。

日本滿洲支那に於ける水理實驗の現況は大體以上の如くでありまして將來益々活況を呈するに到るであらうと豫想されるのであります。然らば之等の水理模型實驗はどれだけの基礎の上に立つて行はれるものであらうか、云ひ換へればどの程度實物に似るであらうか即ち模型實驗の信頼性と云ふ問題に就て次に突込んで考へて見ようと思ひます。

2. 水理模型實驗の信頼性に關する問題

日本滿洲に於きましては今申し上げました様に可成り方々で水理實驗が行はれる様になつたのであります。然しどれだけの根據があつて之等の實驗が行はれて來たのであるかと謂ふ點に就ては未だ餘り掘り下げられてゐないのであります。一般には實物の模型を作つてそれに相等する流量を流してやるのだから多分似るであらう位に漠然と考へられてゐる方が多ひと思はれます。然し實驗者として良心的に細かく考へて行くとそうあつさりとはいへない問題が續々と出て來るのであります。一方には小數であります。模型實驗を全く信用しない様な人も居ります。“そんな事を云つて全く實際と逆の結果が導かないとも限らないではないが”と云はれたこともあります。模型實驗には随分困難な問題が續はつて居ります。然しこゝ迄はつきりと見下げられたものでもない私は自信を持つて居ります。

米國では此の10年程水理實驗が非常な勢で流行した様

であります。最近になつて此の様な問題に就て多少内省的に考へる人が出て來た様であります。

以下専門的な事には立入らずに模型實驗と云ふものをどう云ふ風に見て載けば良いかを常識的に述べ様と思ひます。

土木技術者の直面する實際の水理現象はどれもこれも皆複雑なものばかりであります。此れを模型實驗に移す場合には多くの場合どうしても現象を簡單化しなければなりません。例へば模型で河底をモルタルで固めて作つたとします。そうしますと此の實驗は既に河床の變化はないものと假定した事になります。實際の河川では昨日の淵は今日の瀬となるで河床は變遷極まりないのであります。此の状態を模型で再現せんとする事は非常に難かしいのであります。従つて場合に依つては河床をモルタルで固めて條件を簡易化して行きます。然しながら此の様に條件を簡易化するに従つて實驗結果の實物への適用性は益々力が弱くなつて來るのであります。従つて水理模型實驗の結果を批判する場合には此の實驗ではどの様な假定を設けてあるかを良く見抜かなければなりません。此の假定はまあ此れで良いであらうとか此の假定は少し大膽すぎるとか云ふ判断は土木技術者の一般的な常識で大體下せるのであります。此の事から實驗結果の實際への適用性に就て考へる一つの基準が得られるのであります。實驗技術者の側から云ひますと實驗を綺麗にまとめる爲には條件が簡單であつて欲しいのです。イメージ・ゴーイングの一般的な流れに従つてもすれば實際への適用性を多少犠牲に供して迄條件を簡易化しようとしてします。此の傾向は水理實驗に限らず全ての實驗的研究にあてはまる事でありまして實驗技術者に對しては此の點を良く監視・確認しなければならぬのであります。

又土木關係の水理實驗と云つても可成り範圍も廣く多種多用でありまして實驗のやり難いもの即ち實驗結果の實際への適用性が疑はしくなるものからやり易いものへの諸多階級があります。之等は實驗の數を重なる内に次第に明らかになつて行く事でありませうが大體の標準は次の様にして置ければ宜しいと思はれます。

落差の大きい現象程實驗が容易であります。水の動きを

支配する力には色々ありますが土木關係では何と云つても重力の影響が最も大きいのであります。之に對しては内部摩擦力とか表面張力とか謂ふ様な力の影響が無視出来る場合には實驗は全く簡單となるのである。此の意味で水力發電關係の模型實驗はやり易い部類に屬するのであります。まして、落差の多い河川改修港灣修築に關する問題實驗が困難となつて來るのであります。此の様に多方に亘る水理實驗の信頼性はどうしたならば確められるであらうかと謂ふ事に就て次に述べて見ようと思ひます。

模型實驗と實際とを關係づけるには大體3つの行きがあります。其の1つは相似率に依る方法であります。相似率は力學的に嚴正な考へ方から導かれるものであります。ニュートンの力學が適用せられる限り間違ひのないものであります。然しながら此れは唯一つの力系に於てのみ導かれ得るものであつて相異なる力系の相関する現象は同じ水を用ひて實驗する以上相似率に依つ縮小或は擴大する事が出來ないのであります。具體的に申しますと重力と内部摩擦力とが同程度に影響してゐる様な流動状態は縮尺を換へて此れを再現する事は絶対に不可能なのであります。

何れかの力系が卓越してゐる時に限つて相似率に關する事が出來るのであります。落差の大きい水理現象の場合には水の内部摩擦力は重力の大きな影響に掻き消され問題とならなくなり、従つて相似率を適用して實物と係付ける事が出來ます。

河川改修或は港灣修築に關する水理現象となりまして水平の流に對して落差が非常に僅かになつて來ます。そうなりますと水の動きは大體重力に依存してはありますが、内部摩擦力或は渦邊に於ける摩擦力の影響が可成りの割合で入つて來る様になります。此うなと重力に關する相似率にばかり頼ると云ふ譯には行かなくなります。又此の様な實驗では水平と鉛直の縮尺を同じに採る事が出來なくなるのが通常でありまして、模で適當な水深(少くとも4-5層以上)を持たせる爲にはどうしても鉛直方向を引き延さなければなりません。こする事は相似率に殆ど收捨する事の出來ない混亂を實事になります。かゝる場合の模型と實際との關係の活

方を次に述べで見ます。

問題が段々と複雑となつて解析的な方法では手に負へなくなつた時には總括的な方法を探る事にします。即ち現在の状態に就て模型實驗を行ひ現實の状態が其處に再現し得られるか否かを驗證します。現實の状態が得られなかつたならば其の原因を究明し現實の状態が模型に於ても充分再現し得られる迄模型に手を加へて行きます。然る後に實際の計畫に應じた模型に改造して實驗し現在の状態との差を求めます。現實の状態に就て既に驗證してあるのでありますから此の實驗結果は可成り信頼してよいと思はれます。此れが第二の方法であります。

第三の方法は縮尺を變へて幾度も實驗する方法であります。縮尺を變へて實驗しても同じ様な結果が出来ればそれは實物に引伸しても大丈夫であらうと謂ふ論法であります。土木試驗所に於ける水理實驗には此の論法のもつ多いのであります。物部先生の模型實驗に對する態度は主として此の流儀であつた様に思ひます。

模型と實物とを關聯せしむる手段としましては大體以上の三つで盡きると思はれます。一つの實驗に對しても往の三つの見地から實物と關係づけて行きますと可成り正確な結果を得ると思はれます。

3. 測定手段と測定精度の問題

狭い範圍内で正確な測定が出来ると言ふ事は水理模型實驗の一つの大きな強味なのであります。そして又新しい測定手段が見出されるとそれにつれて水理實驗の新しい分野が開かれて來るのであります。此の意味で實驗測定手段とは重大な關係があります。次に通常水理實驗に用ひられる測定手段のあらましを述べませう。

先づ水位をはかるには通常ポイントゲイジを用ひます。先きが水面に接觸させて讀みを取るのであります。

水位を讀むことが出来る様に作れますが普通は $\frac{1}{10}$ 耗迄讀める様になつてゐれば充分であります。

流量を測るには通常鉛錐の三角堰又は矩形堰を用ひます。

此の溢流量は從來提出されてゐる諸公式に依つて計算しても2-3%の誤差の範圍で納まる様であります。嚴

密には各場合に應じて溜枿を作つて檢定すべきでもあります。此の他ベンチュリーメーターに依る方法もありませんが精度は測定罐より劣る様に思はれます。

流速を測るにはピトー管を用ひます。なるべく流れを亂さない様に細く作る方がよいと思ひます。壓力水頭もピトー管と同様な原理で測定出来る筈でもありますが流速水頭の影響が入つて來ない様に測ることは仲々難かしい事であります。壁に作用する水壓は壓力計に依つて簡単に測れます。

定常状態の水の動きを翻測する場合には以上の様に水位、流量、流速、水壓等を測定すればよいのであります。比較的簡單であります。時間的に變化する場合には道具立てが可成り複雑になつて參ります。此の様な場合には時間と水位の變化或は時間と壓力の變化と云ふ様なものを記録させて記録する様な装置を考案しなければなりません。試驗所に於きましては波の動水壓を測定して居りますが此れにはオスシログラフを使用して居ります。

時間的變化を翻測する手段としてはもう一つ高速度の活動寫眞に依る方法があります。後から一コマ毎の變化を調べて行けば時間的變化が明らかになります。此の様な方法は水理實驗には未だあまり使用されて居りませんが私共も一回やつて見たいと思つて居ります。

實驗を記録する手段としての寫眞の價值には大なるものがあります。圖面にして出すよりは寫眞にして出す方が見る人への訴へ方に格段の差があります。實驗の要點を何んとかしてうまく寫眞に撮る様に心掛ければなりません。

次に測定精度の問題であります。各實驗に於きましては其の實驗の目的に従つて何程度の測定精度が要求されるか大體見當が着くのであります。全ての測定は此の精度に一樣に擔へる事が肝要であります。一方では非常に精しい測定をしてゐても片方で粗雑な測定をしてゐるは何の役にも立ちません。

此處で測定精度の見地から實物と模型との關係に就て一言述べて置きますと問題に依つては實物に就て充分翻測し得る様な場合があります。例へば堰堤の溢流量の問題等は溢流梁と流量を測ればよいのでありますから實物

でも翻刻出来るのであります。此の問題を實物に就て研究した方が良いか或は模型に就て研究した方が良いかはどちらが正確に測れるかと謂ふ見地から判断されなければなりません。實物の堰堤でありますと溢流深は充分正確に測れますが流量は仲々正確には参りません、普通に考へられる方法は堰堤下流で流速計を以て測るのであります。流量が仲々定常状態にならず、河の断面が多の場合不規則であり、流速三のものも仲々正確には測れないのでありますから可成りの誤差が起つて來ると見なければなりません、我國に於きましては庄川の祖山堰堤に於て貴重な實測資料が残されてゐるのであります。グラフにすると點は可成り散ります。模型で實測しますと溢流深流量共に充分正確に測水します。然し此の結果を相似率に依つて實物に換算する時に誤差が入つて参ります。結局どちらかがより正しい結果を出すかと云ふ問題となります。

或る問題を模型實驗に移す場合にはこう云ふ事も考へて見る必要があります。

大體に於て實物に就て實測する事は可成りの時間と努力と費用とを要する事である爲に模型實驗が重寶がられてゐるものと考へられます。條件を任意に變へられる點に到つては模型實驗の獨擅場であります。然しながら研究としましては實物と模型の兩方から進んで行くのが最も理想的な形であります。

4. 水理模型實驗に於ける諸難點堰堤下流の

洗濯に關する水理實驗の場合に就て

第2の項目に於きまして模型と實物とを關係づける手段に就て申し上げました、その論法で行けば何んでも處理出來そうに申しましたが、實際問題となりますと色々な障壁に行き當ります爲に條件の簡易化を行はなければなくなり、その爲に實驗結果の實際への適用性はそれだけ割引きされなければならなくなるのであります。此の間の事情を堰堤下流の洗濯に關する水理實驗の場合に就て詳しく述べて見ようと思ひます。

溢流堰堤に關する水理實驗は落差の大きい場合でありますから實驗としてはやり易い部類に屬するものであり

ますが、實際には色々と條件の簡易化をしなければなりませんので實驗結果の適用性に就ては慎重なる考慮を要するのであります。模型實驗は良く合ふものと漠然と極め込んで居りますと、此の様な條件の簡易化の爲にどれだけかの誤差が導入されるかと云ふ事を見ごし勝であります、此の點はしつかり見極める必要あると思ひます。次に此の條件の簡易化は通常どう云ふ點に就て行はれるかを述べて見ませう。

實驗設備の關係上溢流堰堤の全幅を模型に取入れるは仲々難かしく、強ひて取入れ線としますと縮尺が小さくなり過ぎます。それで堰堤の一部分を切取つて實驗する事が多いのであります。此れは堰堤下流の流れを次的であると假定して仕舞つた事になります。然しどんな實際の堰堤に於ても水叩部に於ける流水が2次元である様な事はありません、特に日本内地の様にV字形の谷に堰堤を造ります場合には兩袖の斜面に沿つて流下る水は流心に斜に突込むのでありますから此んな場合も2次元的に考へ線とします事は全く大膽な假定の下出發してゐる事になるのであります。私は内地の様な河谷に造る溢流堰堤の水叩に關する實驗はどうして全幅を入れて行はなければ意味がないと考へて居ります。下流の流路に大きな曲折のある様な時には尙更らあります。

水叩の實驗では下流に手頃な粒徑の小砂利を詰めて振させるのが通常であります。此の小砂利の大きさどうして決めるべきでありませうか、此は非常に難しい問題であります。堰堤下流の地質状態は各々の堰で全く千差萬別で、これを模型では小砂利の粒徑一つ表はさうとするのであります、良く考へて見れば此は全く無理な注文であります。堰堤の下流の床が石塊ばかりから出來て居る様な場合でありますれば模型に用小砂利の粒徑を相似的に求める手掛りは見出し得るの込みがあります。大體幾何學的相似で良いと考へて居ります。然し溢流堰の下流が石塊ばかりであると云ふ例は餘り聞いた事がありません、大體岩盤が出て居る合が多いと思はれます。岩盤の上に多小の堆積がある合、岩盤を洗濯されないものと假定すれば模型で之を

そらへる事は比較的容易であります。然しながら岩盤が洗掘される事はないと確信されるならば實驗をする必要も減じて仕舞ひます。

水叩の實際には多かれ少かれ岩盤の洗掘の問題が入つて來ると思はれます。それでは岩盤の洗掘を模型實驗でどう表現しようかと謂ふ事は私自身考へあぐんでゐるのであります。此れに就て一寸お話しして見ませう。先づ考へられる事は岩盤の強度を相似的に模型に取り入れる事でありませう。材料の強度の縮尺は力學的に元解析(Dimension Analysis)を行へば長さの縮尺と同じになります。即ち $\frac{1}{60}$ の模型ならば材料の強度も實物の $\frac{1}{60}$ にすればよいのであります。非常に弱い粘板岩の場合等でありませうと、此の手段で成功し相にも思はれますが、然しながら硬質の岩盤の洗掘される過程を考へますと又新しい問題が提起されるのであります。硬質の岩盤は材料としての強度はコンクリート等の強度よりずつと強いののでありますから、洗掘される場合は層毎にうけて行くのだと思はれます。此の様な洗掘され方になりますと、模型で真似る事は全く困難となります。結局強度の弱い岩盤に等値する様な事にでもしなければなるまいと考へて居りますが合理的な等値方法が又極めて難問であります。洗掘の問題も此の邊を考へて來るとすつかり行詰つて參ります。

此の様に色々の問題があるにも拘らず模型では通常手頃な小砂利を詰めて洗掘させてゐるのであります。此れは非常に問題を單純化して仕舞つた事になります。粒徑の選定の仕方は洗掘形が手頃に得られる事を標準として居りますが、多くの場合實物との幾何學的相似から求めても大體手頃な所が得られるのであります。

水叩の實際に小砂利を詰めて洗掘させる事は可成り亂暴であると申しましたが、一方に於きましては實驗結果が良く實際と合つたと謂はれてゐる例が非常に多いのであります。水叩の直く下で洗掘され其の下流に推積される模様は模型と實際とで全く良く似ます。又水叩の形状の變化に伴ふ洗掘状態の變化を比較研究します上には、實物との關係に於て多少缺ける處がありませうと、此の種の模型實驗で大いに役立つ事を認めなければなりませ

ん。

水叩の實際には水叩自身の破損する場合をも考慮しなければなりません。數十米を落下する水の力は非常に大きなものであります。餘り無理な水叩の形を取りますと模型實驗では持つても實際には持たない場合を生じます。此の様をおそれのある場合にはどうしても材料の強度の縮尺をへなければなりません。私は高さ100mの堰堤の $\frac{1}{60}$ 模型で水叩部を材料の強度の縮尺を考へて作つて見ました。コンクリートの強度を 200kg/cm^2 とすれば模型に要求される強度は $\frac{200}{60} = 3.3\text{kg/cm}^2$ となり、従つて手で、押せば凹込む程度の鋸屑モルタルで水叩部を作つたのであります。實物では半径15mの圓弧で水を斜上げる様な形でありましたので、飛ばされはしないかと心配しながら水を通したのであります。結果は少しも痛みませんでした。

此の模型は堰堤の一部を切取つて作つたものであります。従つて問題を2次的に考へたのであります。その爲に流れは良く水叩の形どほりに之に沿つて流れました。落下する水の層が水叩の形に全く沿つて居ります場合には水勢の水叩に及ぼす力はその遠心力に相當するものと、落下する水勢に依つて誘起される底渦に依るものとを2つを考へれば充分と思ひますが、此れはコンクリートを破壊する程の力には仲間なり得ません。此の實際の感じから申しますと現在のコンクリートの強さでも高さ100m以上の溢流堰堤も未だ未だ可能と思はれます。唯その爲には流れの状態を簡單にし出来る限り次元化する事が必要と思ひます。

今申上げた實驗では材料の強度迄考慮に入れて實驗したと申しましたが、使用しました鋸屑モルタルは時日と共に強度が可成り變化致しますのでそんなに厳密なものではありません。其の上模型に於ける下流面の粗さと實物に於ける粗さとの關係或は之れが流れの状態にどう影響して來てゐるであらうかと云ふ點になりますと、又難かしい問題となつて來ます。

比較的實驗し易い部類に屬する溢流堰堤の水叩の實際も仔細に考へて行きますと全く難かしい問題にぶつかるのであります。落差のもつと深い河川、港灣關係となり

ますと此の困難は加速されます。

此れまで模型實驗の難かしい事をお話しました、難かしいと謂ふ事強調し過ぎまして、皆幾はそんな面倒なものほうつかかり手出しが出来ないと或は感じられたかも知れませんが、模型實驗の効用を一言申述べて置きます。

此處に一つの問題があるとします。そして力學的な手段ではどうも解答が得られそうもありません、實物に就て調査する事も時間と費用の點で仲々うまく行きそうに思はれさせません、こう謂ふ様な場合には似るか似ないかは兎も角模型實驗でもやつて見るしか手がありません、模型實驗でその信頼性を高め度いと思へば相等の費用をかけて大きな模型を作れば宜しい。

又模型實驗にそう期待しない事にして片手間に小さな模型を作つて水を流して見るのも面白いと思ひます。模型がいくら小さくても此の水の動きをちつと眺めて居りますと實物に於てどう謂ふ問題がありはしないか等と色々示唆される處非常に大であると思ひます。水理實驗の原理は全く簡單なのでありますから現場でも気軽に大いにやつて敷き度いと思つて居ります、又實驗をやるからにはその實驗から何か引き出して見せると云ふ氣遣へも必要であります。

又模型が出来て實驗を始めますと次から次と色々な問題の起つて來るのが普通であります。そしてあれやこれやとやつて居る内に收拾が溜かなくなると云ふ様な事になり勝ちでもあります。實際問題に對しての判決をはつきり與へられるだけのものを掴み得ないと云ふ様な事にもなるのであります。それで適當な時機を見て果敢な斷を下さなければなりません、心配な點も色々残りますが頭のありたけを絞つてやりました以上、徒らに時日を遷延する事なく、決斷を下すのに躊躇してはなりません、人事を盡して天命を待つと云ふ態度で謙虛な氣持で大自然の正しい判決を仰がなければなりません、後から振り返つて見ると間違つた判斷を下した事がはつきり判る様な時があるかも知れませんが、實驗者として正直に判斷したのだと謂ふ良心的な確信がありましたならば人智の及ばざる處で誤まつたと致しましてもそれは許さるべき事だ

と思ひます。要はその過誤から大きなものを汲み取り將來に處すれば良いのであります。

5. 實驗技術者の立場と現場への要望

水理模型實驗の見方、考へ方に就きましては大體申し上げた通りであります。それで次に此の様な實驗専門に擔當する様な技術者、之を實驗技術者と呼ぶに致しまして此の様な實驗技術者の立場に就て私一個の考へを申し上げたいと思ひます。勿論實驗技術者ともなう水理實驗をやる者ばかりでなく、道路とか橋物とかコンクリートとかの實驗を専門とする技術者もひはもつと廣く全ての工業農業關係の實驗技術者にしてはめ得られる一般論であります。

先づ最初に我國に於きましては現場と實驗所とが充分分離して仕舞つてゐる現状を指摘しようと思ひます。これは私から云ふ迄もなく皆様も良く、御存知であらうと思ひ早い話しが土木關係の研究所であります處の内務の土木試験所、鐵道省の官房研究所第四科、各大學の實驗室、滿洲に於きましては滿鐵の研究所或は大連科の土木研究室と云ふ様なものが急になつたと、しつても現場の技術者は別に大した痛痒を感じられない思はれます。内務省土木試験所の例を上げますと以前所長時代の後年の事ではありますが、試験所の費用としては現場から貰つて居り、其れにも拘らずやつて居ります事は現場と餘り關聯がありませんでしたので、あの部先生の偉大さを以てしましても尙且つ非常な批難があり、あんな試験所はつぶして仕舞へと云ふ様な意見があつた様に聞いて居ります。

現場と實驗研究とが緊密に結び付いて始めて技術の進歩が齎されるであらう云ふ事は全ての技術の誰でも恐らく信じて疑はれない信條と思はれます。然しながら實際には此の勝機が仲々うまく行つてないのであります。それならば何處にその原因があるせうか、私は此の原因を大きく3つに分けてお話しようと思ひます。

第1の原因は日本が西洋文明を急速に取り入れ續けた時に理論は理論、實際と別々に修得した爲に此等の

がどうしてもしつくり行かない様になつて仕舞つたのではないかと考へて居ります。此れは理論と實際の分離のみならずその他の色々な部面に影響して居ると思はれます。急速に西洋文明に追付く爲には各専門毎に細かく分けて修得する事が最も効果的でありました、そして此れは外見上見事に成功して恰かも西洋文明の水準に到達してゐるかの様に夢くとも日本人には思へました。然しながら日本が東亞の盟主としてその新秩序建設に自分の国力を以て立上らうとした時、専門化されてお互ひにお隣りで何をやつてゐるかも良く知らないで居た爲に総合的な力が發揮し得ないで現在苦しんでゐるのではないでせうか、官廳に於ける割據主義も人性の弱點に基く原因も考えられますが、自分の分野だけ守つて行きさへすれば、よその事は構はないと云ふ様な風潮も亦非常に大きい影響を與へて居ると思はれます。我國に於ける現場と實驗研究の分離は此の風潮の一つの現れと見る事が出来、科學的に後進國であつた特殊な事情から由來する様に思はれます。新體制は舊來の割據主義を打破して綜合國力を發揮しようとしてゐるのでありますから、實驗技術者として新體制に側應する道は第一に現場の連絡を密にするに云ふ事ではなればなりません。即ち第一線の技術者の最も苦しんで居る問題に積極的に參與し此れが解決に努力しなればなりません。

現場と實驗研究とが分離し勝になる第2の原因は實驗技術者がイージーゴーイングに實驗を處理しようとする處に起因すると思はれます。前に申しました通り特に土木關係の實驗の問題は複雑多岐なのであります、實驗室に持込みまして研究するとしても仲々うまく研究がまとまらないのであります。實驗者の方から云ひますと實驗を手際良くやつてのけてのけて何處からもつまかれる類の無い様な報告書を書き度いのでありますから、難かしい實驗はどうしても敬遠し勝になります。實驗技術者の此のイージーゴーイング的傾向は實驗技術者の側に於きましては大いに良心的に反省しなればなりませんし、又現場の技術者は實驗技術者の此の動向を監視して樂な方向に迷さない様に鞭達される必要があります。難かしい問題を與へられ、此れに對して大膽な假定を設

けて問題を樂に處理しようとする道を塞がれますと實驗者としましては遠退此處に谷まりまして眞に苦しむのであります、然し苦しまなければ結局良いものは出来ないのでありますから此れは當然の事と云はなければなりません。

現場と實驗研究とが分離し勝になる第3の原因は實驗研究者をひきつける純粹理論の魅力であります。私共の場合でありますと水力学(水理学ではありません)とか彈性力学とかであります。

之等の純粹理論から導かれる結論は大體實際には縁遠い様な理想的な場合に就てであります、さもあらうと思はれる様な自然現象の調和の取れた美しさが基礎に現れて、此れは理論をやる人々の法悦境なのであります。従つて研究所と云ふ様な處に居る人々は多分に此の方向に流れて行く傾向が見られます。悪く云へば此れは遊樂であります。現場と實驗研究とが分離致します一つの原因であります。然しながら一方から考へますと力学を常に勉強して居る事は我々の様な實驗技術者の常に缺く事の出来ない素養でありまして、同じ實驗をやりましてもその實驗から多くのものを引出し得るか否かは一に懸つて此の力學的素養にあると思ひます。此の意味で理論への多少の隔りは大目に見て載き度いとお願ひする次第でもあります。簡単な理論は大抵昔しの方がやつて仕舞つて居りますので現今取扱つてゐる様なものは非常に難かしく決してイージーゴーイングな仕事ではないのであります。

理論的な研究を單なる自己の道楽程度で終らしめずに物事を解決して行く場合の強固な基礎とする様に専ら努力する事が、實驗技術者としての肝要な心構へでなければなりません、此の様に心構へて居れば理論に走り過ぎは實際と縁遠くなる事はない筈であります。

以上で實際技術者の立場に就ての私の所見の大體を申し上げたのであります。之を要約致しますと、實驗技術者は理論と實際との中間に挟まれて永遠に苦しまなければならない存在であります。又今日迄我國に於きましては實驗技術者は實際と可成り遊離して居たのであります。此れをはずり認識して、此の障礙を越え良く連絡を保

つて東亞に於ける独自の技術の發展に寄與しなければならぬと思ひます。特に今日の如き重大時局に際會しまして私共の責任を痛感する次第であります。

實驗技術者としての私共の立場に就きまして正直な處を申し上げましたので、今度は實驗技術者として現場の技術者に要望する處を一言申述べさせて戴き度いと存じます。

研究所、試験所とか云ふ様な處が非常に有能な處で現場で何か難かしい問題が起つた時には此處に問題を持ち込みますと一定の時日の後に非常に良い答が自然に出て來ると云ふ状態でありまして眞に申分がないのであります。が現状は此れとは程遠いものであります。又將來かうなる見込みも先づないと思はれます。現場の方から見ますと研究所とか試験所に立籠る人間は何時でも七面倒くさい様な事柄をひねくり廻して居り何んとか頭が良さそうで頼み込めば直ぐに答へが出来るかと思へるかも知れませんが、新しく起つて來る問題を次々に御満足に行く様にてききとお答へ出来る様には仲々行かないのであります。キヤラメル自動販賣器の様に10銭玉を入れてガチャンと押すとキヤラメルが出て來ると云ふ様な機能を要求されますと、どんな偉い人が居られても到底駄目だと思はれます。

こう申しますと實驗を頼み込まれるのをいやがつてゐる様に見えるかも知れませんが、がそうでは有りません。但し申し込まれる時にその片棒を現場に於ても擔いで戴き度いと云ふ事でありまして。言葉を操へて申しますと現場の技術者も一面實驗技術者でもつて呉れと要望するのであります。現場の技術者は實物實驗を擔當する實驗技術者でなければなりません。實物が大自然の大きな力を受けてどうなつて行くか、之を見守つてその變化を観察

と之をまとめて新しい技術の基礎として行く實驗技術者であります。

私共實驗技術者も又何時でも現場に進出する覺悟をして仕事に従事して居なければならぬと思ひます。

我々土木技術者の現在ぶつて居ります問題はもう西洋の科書には書いて居ない事ばかりであります。過去半世紀以上に亘つて私達は西洋の教科書にお世話になつた此れからも或る部分はお世話にならなければならぬかも知れませんが、然し大部分はもう我々の自力で積上げて行かなければならぬのであります。

それには實際にたづさはる人と研究にたづさはる人が一心同體となつて新しい技術を作り上げなければなりません。研究に従事する人の數が非常に少い現状でありますから之を増員する事は現下の急務だと思ひます。然し充分な數の研究がふえても從來の様に實際問題と切離れてばらばらになつては駄目であります。此の間精神を流通させます爲にはどうしても實驗技術者は現場の技術者の心を持たなければなりません。又一方現場の技術者は實物實驗の實驗技術者であると思ふ氣持を持って戴かなければなりません。場合に依つては問題を持って研究機關に入るだけの氣構へを持つて戴き度いと思ひます。物さへ作ればそれで良いと云ふのではいけないと思ひます。

實驗と實際とが車の兩輪の如く揃つて始めて東亞の地に東亞の技術が生れるのであります。そして此の技術を持ちまして我々は此の大陸の天地に我々の努力を刻みつけなければなりません。東亞新秩序の建設、東亞共榮圈の確立は、我々土木技術者が新しい技術を持ちまして東亞の天地に刻みつけた基礎工事の上のみ築き上げる事出来るものであると私は信じて疑はない者であります。