

# 漢江改修工事に就て

(土木講習會講義録第8年1月)

中 島 強

## 目 次

### (一) 漢江の概要

朝鮮の地形及地勢一般—漢江の流域等

### (二) 洪水被害

### (三) 計畫の概要

- (1) 長安坪地區、(2) 靈島地區、(3) 龍山地區  
(4) 麻浦地區、(5) 永登浦地區、(6) 陽東、陽川  
富平、金浦地區等

### (四) 計畫豫算

### (五) 計畫洪水量

### (六) 計畫洪水位

### (七) 計畫河幅

### (八) 堤 防

### (九) 施工の實績

土工—石材採取運搬等

### (十) 改修の效果

### (一) 漢江の概要

漢江改修工事に就いて述ぶるに當り先づ朝鮮の地形及地勢の概要に就いて述ぶる事とする。

朝鮮は御承知の通亞細亞大陸の東南に突出して居る一大半島であつて、地勢は南南北に長く東西に短く東は日本海に西は黃海に面し、南は朝鮮海峡を隔てて中國及九州に對し、北は鴨綠江、豆滿江を以て大部分を滿洲國に亘して居り、其面積は内地の本州より稍少く約220,000方呎である。

地勢は國境の長白山脈から妙香山脈、大白山脈と東北から東南に山脈が走り更に其南端は西南に折れ小白山脈となり、此等の山脈が東海岸寄りに横走し半島の脊梁を形成して居るのである。

従而この脊梁山脈以東は急峻で大川平野に乏しいのであるが、この山脈以西は比較的傾斜が緩慢であり平野も廣く、鴨綠江を始め大同江、獻寧江、漢江、錦江、洛東江等の大河川があり、何れも灌溉の利に富み此等の平野にして朝鮮否日本の主要食糧の供給地たらしめて居るのである。

就中漢江には朝鮮中部の平野を貫流し下流に朝鮮の首都京城を瀕して居る重要な河川である。

この漢江は其源を大白山脈中の五台山に發し、西北流して途中高安に於て北から流れて來た北漢江を合流し京城を貫流して更に西北流して黃海に匯いで居るのであつて其流域面積 26,219方呎、流路延長 470 呎で流域内の耕地面積は 43 万町歩となつて居り内水田が 16 万歩に達し、流域内の農畜物の生産量は莫大なものである。

本江の河口から約 300 呎位の地處迄舟楫の便があり、殊に京城を中心として相當の貨物が船舶に依り輸送されて居るのである。

尙河口に於ける潮汐干満の差は最大 10 米で、其影響は遠く京城に及び滿潮時には相當大型の船舶も航行し得るのである。

### (二) 洪水被害

北漢江合流點から上流は山地が多く毎年の洪水による被害は比較的僅少であるが、合流點より下流は平野部が多く例年洪水は沿岸平野に氾濫し人畜の死傷、家屋耕地の流失多く、農作物、工作物の被害は年々驚くべき巨額に達するのであり、大正十四年の大洪水による被害状況を調べて見ると。

氾濫面積	59,100町歩
人の溺死	404名

農作物の被害面積	45,200町歩
家屋の流失倒壊	12,370戸

となつて居り、其被害額は其當時の價格で4,600萬圓に達したのである。尙この中大部分の4,000萬圓は京城から下流の被害であつたのである。

之に繼ぎ翌大正15年度から9ヶ年の繼續事業として總工費980萬圓を以て漢江改修工事が着工されたのであるが、其後財政上の理由其他災害等により總豫算は約1,000萬圓に改められ繼續年限も15ヶ年に延長され本昭和15年度を以て竣功の豫定で現在工事施工中なのである。

### (三) 計畫の概要

漢江の流域は其面積が廣大なるに加へ、流域内の降雨が極めて猛烈であるのと且流域の形状が扇状形である爲に洪水量が甚だ大きなものであるので、改修計畫樹立當初計畫に就て色々な意見が提唱されたのである。即貯水池による最大洪水量の調節とか、或は河川の分流問題であるとか、又は洪水調節地の設置等につき、色々研究されたのであるが、不幸にして本江の地形はかかる計畫を経済的に遂行すべき素質を供へてゐないのであつて、唯貯水池による最大洪水量の調節は、その計畫如何によつては相當効果があることが認めらるゝのであるが、之は將來の餘備として存置して置くこととし、差當り成立した豫算との關係上、京城の市街地乃特に大きな耕地即ち既成水利組合、農場等の如きもので被害の最も甚しい區域に對し防水工事を施すことを主眼として計畫が樹立されたのである。

即ち本計畫にあつては京城附近より下流に就て地形により自然に區分された各地域毎に防水施設をなすを主眼としたのである。

その地域は京城府から下流に於て大體十數ヶ所あるのであるが其中九ヶ所に就て施工する事としたのである。

即ち(1)長安坪地區、(2)靈島地區、(3)龍山地區、(4)麻浦地區、(5)永登浦地區、(6)陽東地區、(7)陽川地區、(8)富平地區、(9)金浦地區であつてこの外に一山地區に就ても補強程度の施工をなす事としたのである。

#### (1) 長安坪地區

本地域は京城府と隣接して居る地域であり、將來京城

府の發展地ともなるべき區域であるので、支川の中流を付替へて、京城府と一體にして防水堤を施工する事としたのである。尙本地域内は現在は水田であり東拓部の農場地域であるので、區所には用排水門を設置し其には漢岸を要所に施工するのである。

#### (2) 靈島地區

本地域は中浪川と漢江に圍繞された地形となつて居るので、夫々に沿ふた堤防を施工するのである。

尙江岸には上流から木材、稻稈等の荷揚が相當あるで江岸には物揚場を施工し之が堤内との連絡の爲に其には數ヶ所陸橋を設置するのである。

尙又本地域は蔬菜の栽培地で京城府の野菜の供給地も云ふべき地域である。

#### (3) 龍山地區

本地域内には支流の旭川が流れ府内の排水路となつて居るので本流沿の堤防を築造すると共に、この支川を修し要所に排水門を設置するのであるが、堤内地域は都市街地であり且低地であるので、この合流點附近に水地を設け150馬力4吋のポンプ8台を備へ、本流は之の洪水時により挽水する設備としたのである。

#### (4) 麻浦地區

江岸に沿ひ堤防を計畫すると同時に、この地區は別に奥が深く内水が多いので種種の排水路を之を別箇にネルを以て導き下流に放水する計畫としたのである。又江岸は下流からの荷揚があるので物揚場を施設し其には陸橋を設置するのである。

#### (5) 永登浦地區

本流と支流の安養川と又其支流の九老川に取圍まれた地形であるので本支流に沿ひ夫々堤防を築造するのである。尙安養川の合流點附近は之を下流付替へ流水の良好ならしむるのである。

本地域は計畫當時は單に農耕地として利用さるゝに過ぎなかつたが、堤防の完成と共に各種の工場が出來在に於ては、京城府内の工業地帯として素晴らしいを遂げて居る地域である。

#### (6) 陽東、陽川、富平、金浦地區

此等の地區は何れも既成水利組合又は農場の地區

り、既設の堤防を補強高上し、用排水門の放棄をなすのである。

(四) 計 畫 費 算

改修計費概算の大意を示すと。

漢江改修計費概算表

一金千四百五十六万四千六百八拾八錢也

事務費 996,307.380  
内 工事費 9,060,339.900

工 事 費 内 容

費 目	数 量	金 額	%
用 地 費	1,100,000坪	1,220,500.00	14
築 堤 費	10,500,000立米	3,023,000.00	34
護岸及水防費	55軒	971,000.00	11
水 門 費	—	550,000.00	6
水路付替費	—	729,000.00	8
橋梁、陸開 橋物場其他費	—	879,500.00	9
器 械 費	—	915,339.00	10
雜 費	—	762,000.00	8
合 計	—	9,060,339.00	100

地域別工事費内訳

地 域	金 額	%
長 安 埠	831,000.00	9
灘 島	1,424,000.00	16
龍 山	2,498,000.00	27
麻 浦	1,659,000.00	18
永 登 浦	1,522,000.00	17
陽 東	597,000.00	6
陽 川	201,000.00	2
富 平	88,000.00	1
金 浦	561,000.00	6
一 山	384,339.00	4
計	9,060,339.00	100

(五) 計 畫 流 量 量

計費洪水量に就て記するに當り、之と關係ある朝鮮の

降雨状況の特異性に就て述ぶる事とする。

朝鮮に於ける年雨量は滿洲に於てもさうであると思ふのであるが、内地の夫に較べて約半量といふ量であるが、年雨量の大半が夏季降雨期に降つてしまひ、他の期間に雨量が極端に少く、降雨期と乾燥期が判然として居るのである。

即ち7月より9月に至る間を大雨期とし其他は雨量が少く乾燥期となつて居るのである。

年雨量は大體北に少く南に多いのであつて北に於て大體600耗、南部に於て約1,500耗、中部に於て大體1,200耗となつて居る。

この年雨量の大部分が雨期殊に七八月に降るのであつて昨年の京城附近に於ける例の如きは、記録破り的なものではあつたが7月の一ヶ月間に1,350耗といふ年平均雨量を遙に突破した雨が1ヶ月間に降つたのである。

要するに朝鮮に於ける降雨の量は殊に強烈であると云ふ事になるのである。

從而洪水量と洪水量の差が甚しく、洪水量は内地の一方里當り10個内外であるに反し朝鮮に於ては1個内外にすぎず、洪水量は内地の一方里當り500~3,000個に對し朝鮮では1,000~6,000個であつて、即ち洪水量は $\frac{1}{10}$ 洪水量は2倍といふ譯で洪水量と洪水量の比は内地の夫に較べて約倍であるといふ事になるのである。

次に漢江の計費洪水量に就て述ぶる事とする。

漢江の計費洪水量は水位流量曲線式に依り算出したものである。

北漢江との合流點から下流で流量測定の記事を有するのは高安と京城府内の漢江橋の2ヶ所であつて既往幾多の記事から低水位高水に位對し水位對流量曲線式を作製してあつたのであるが、漢江橋に於ては

$$Q = 150h^{2.133}(h > 5)$$

ところで既往の大洪水に就てその最大洪水位を調べて見ると

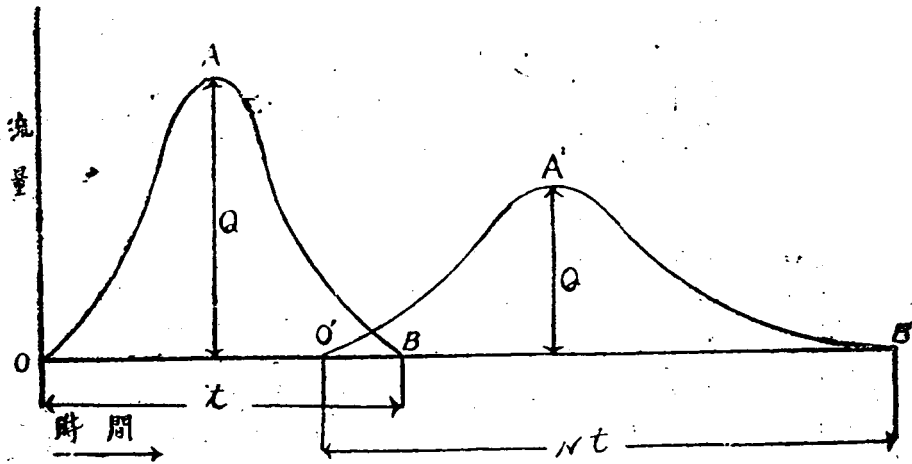
慶應元年	11.21米
明治12年	10.61米
大正9年	10.76米
大正14年	12.74米

であつて、大正14年の洪水は未曾有の大洪水であつた事が判る。之に仍り本江の計量洪水量は大正14年の最大洪水量を標準として決定することとし、先づ前述の曲線式により計算すると

$$Q=32,861(m^3/sec)$$

となるのである。

併しかゝる異常な高水位に對しこの曲線式を適用する事が妥當であるか否かと云ふ問題があるので次の方法を以て検討したのである。



第一の方法は上流高安に於ける其の時最大洪水量との關係が合理的であるか否か、即ち高安を通過した其時の洪水が流下中に氾濫地帯に於て調節され或は通過中に流入した量を併ひ漢江橋に於て何程の量となり、今計算して得られた量と一致するかどうかを確めてみたのである。

其前に一般に上流の洪水が途中の氾濫地帯により如何に調節されるかを表す式を作製したのであるがそれを説明する事とする。

今上流に於ける流出量曲線 OAB が流下して下流で O'A'B' なる曲線に變化した場合を考ふると此變化の特徴は

- (1) 最大流量が減少す 即ち  $Q > Q'$
  - (2) 通過時間が延長す 即ち  $t < Nt$
- であつて、之は換言せば下流に至るに従ひ流量曲線が扁平となる事を意味するのである。

即ち下流へ移動するに従ひ N の値が漸次しより大となるのであつて、此變化は如何なる原因に基くかと云へ次の二項に歸する事が出来る。

- (1) 流下距離に比例して扁平となる
- (2) 途中の氾濫地帯が多い程扁平となる

のであつて此等の變化を假に直線的であると假定して示せば

$$N=1+aL+bfF$$

$$N=\text{伸延率}$$

L = 流下距離(杆)

$$F = \text{流域面積に對する氾濫面積の割合} = \frac{A'}{A}$$

a, b, 常數

となるのであるが、高安より下流に於て洪水流下途に於て流域よりの流入量が殆ど無く上流の量が比較的増え流して、下流に移動したと認めらるる例が澤山あるの此等により N, L, 及 F の値を測定して最小自乗法により a, b なる常數定めたのである。

$$\text{即ち } 1+aL_1+bfF_1-N_1=\Delta_1$$

$$1+aL_2+bfF_2-N_2=\Delta_2$$

.....

$$1+aL_n+bfF_n-N_n=\Delta_n$$

に於て最小自乗法により

$$\frac{\partial \sum \Delta_i^2}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial \sum \Delta_i^2}{\partial b} = 0$$

$$\text{により } \begin{cases} [L^2]a + [LF]b + [L(N-1)] = 0 \\ [LF]a + [F^2]b + [F(N-1)] = 0 \end{cases}$$

により a, b を求めた結果

$$a=0.0026, \quad b=6.8$$

を得  $N=1+0.0026L+6.8F$

なる式を得たのである。

尙下流地點に於ける最大洪水量は N に反比例するものとして  $Q'=Q/N$

が上流の最大洪水量が氾濫地帯により調節され下流地點に於て示すべき最大洪水量を表す式なのである。

尙この式は他の河川洛東江等に適用してみたのであるが、實際の値と良く一致するのであつて、このことは土木學會誌第十四卷一號に發表されて居る通である。さてこの式により大正十四年に於ける高安の最大洪水量が途中の氾濫地帯により調節されて漢江橋に於て如何なる量となるかを計算してみると。

高安に於ける其時の最大洪水量は同地の流量曲線式により  $Q=25.73h^2+1767.1h+6141.47(h=19.38)$

洪水	地點	總降雨量	總流出量	流出率
第一回洪水	高安	5,662.02(百萬立方厘米)	4,464.00(百萬立方厘米)	0.788
	漢江橋	5,862.55( " )	4,597.20( " )	0.784
第二回洪水 (最大)	高安	9,253.33( " )	8,097.00( " )	0.875
	漢江橋	9,488.35( " )	8,186.40( " )	0.863

$$=37,767.82(m^3/sec)$$

であり

$$A'=17.58, \quad A=25,045.5, \quad L=40$$

$$N=1,143.76$$

であるから

$$Q'=Q/N=33,021(m^3/sec)$$

となる。

尙此洪水時に於ては高安と漢江橋の間に於ける雨量は僅か 13 耗であるから、是による洪水量の増加は無視して先に計算した漢江橋の大正十四年の最大洪水量

$$Q=32,361(m^3/sec)$$

と比較し見ると其差は僅か 660  $m^3/sec$  即 206 にすぎず殆ど一致するのである。

更に第二の檢討方法として、その洪水時の高安及漢江橋に於ける總降雨量と總流出量とを算定し兩地點に於ける流出率を出して比較してみたのである。

であつて、兩地點の流出率は極く近似した位であり、且妥當な流出率となるので、以上二つの檢討により大正十四年の異常高水位を流量曲線式に適用しても差ないことを認め漢江橋に於ける大正十四年の最大洪水量は 32,361  $(m^3/sec)$  としたのである。

尙改修に使用すべき計畫洪水量は、改修により氾濫面積が減少するので之による流量の増加を計算し

$$Q'=33,353(m^3/sec)$$

を漢江橋に於ける計畫洪水量としたのである。

尙改修區域内の主要地點の一帯洪水量は

$$\text{上流に於て} \quad 35,000(m^3/sec)$$

$$\text{中間に於て} \quad 33,000( " )$$

$$\text{下流に於て} \quad 30,000( " )$$

位となつて居るのである。

又各流は流域が狭長であり氾濫地帯が少く、前述の標準による必要がないので、昨年この講習會にも紹介があつた朝鮮の河川の最大洪水量公式に依り算定したのである。即ち

$$Q=CA^{0.877}-0.04 \log A$$

$$C=F(310+\gamma)(4+\frac{A}{L^2})$$

$$\gamma=\text{流域の最大日雨量平均(耗)}$$

$$L=\text{流路延長(軒)}$$

$$F=\text{流域の傾斜及林野状況に關する係數}$$

を適用したのである。

#### (六) 計畫洪水位

計畫洪水位は計畫洪水量を安全に流下し得る横断面

ング公式により算定したのであるが、この公式の粗度係数の既定は計算に重大な影響を與ふるのであるから、次の方法により決定したのである。

即ち高安と漢江橋間の流路の稍修正はな區間に16断面を測定し、此等の断面に於て大正14年の洪水量と洪水量と洪水位が適合する様なにの値を求めて最小自乗法により決定したのである。

$$\text{即ち } V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{ov } Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} A$$

$$R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} M \text{トシ}$$

$$Q = \frac{M}{n} \quad \text{ov } \frac{M}{n} - Q = 0$$

$$\frac{1}{n} = x \text{ トセバ}$$

$$Mx - Q = 0$$

$$M_1x - Q_1 = E_1$$

$$M_2x - Q_2 = E_2$$

.....

$$\frac{d}{dx} E^2 = 0 \quad x = \frac{[MQ]}{[M^2]}$$

$$\text{ov } n = \frac{[M^2]}{[MQ]}$$

によりに求めた結果

$$n = 0.02501$$

なる位を得たので

$n = 0.025$ としたのである。併し場所によつては尙之に検討を加へ多少變へた所もある。

この $n$ を用ひマンニング公式により下流地點の大正十四年の最高水位を推算洪水位として上流の洪水位を順次算定し計畫洪水位を定めたものである。

その句節は改修區域の上流で  $\frac{1}{2,850}$  下流で  $\frac{1}{5,800}$  となつて居る。

(七) 計畫河幅

河幅は特に一律とせず自然に形成せられた現在の河發に大體準ずることとし、在來の堤防及改修後の土地の利用等を考慮して適當に定めたものであつて、上流の730米を最小に下流の2,800米を最大とし大體に於て上流で1,900米 内外下流で2,500米内外としたのである。

(八) 堤防

堤防は其高さは原則として計畫洪水位より1.5~2.0mの餘幅を保たしめ夫端巾は5.50~7.0m特に市街地附近では11米とした。

その断面は表法は二割五分句節、裏法は小段迄二割下二割五分とし天端より直下り3米の個所に幅3米の小段を設くるのであるが、地盤低く堤防の直高度き所では裏小段として天端より直下り4米の個所に幅3米更に直下り7米の個所に幅4米の小段を設くるを標準としたのである。堤防直高は低いところで4米高、いところで10mとなつて居る。

堤防の平均断面積は約200平方メートルとなつて居り、總延長約65軒總土量は1,060萬立方メートルである。

(九) 施工の實績

本改修工事は昭和元年來内務局の京試土木出張所で施工中であつて、本年度を以て竣功することになつて居り現在の出來形は約75%である。

工事の中特殊の極く一部を除いては、殆ど直營で施工したのであるが昨年度迄に於ける勞働者の使役状況は下表の通である。

鮮人	3,640,000人	2,840,000圓	1人當 0.78圓
内地人	280,000人	560,000圓	2.00圓
計	3,920,000人	3,400,000圓	0.87圓

最近の二三年は勞銀の高騰によりこの實績より一人當賃金は騰貴して居る。

工事としては、大部分が築堤であり他は護岸、水門等であつて別に特記する工事もないのであるが、今直營の築堤土工の實績に就て昨年度迄の統計を述ぶると

工法別	土量 (立方メートル)	%	金額	百立方 米當
ガソリン機驅車	6,834,566	72	1,560,623	22.83
手押トロ	1,563,225	16	368,863	22.58
チゲ	1,142,909	12	239,866	20.12
其他(牛馬車等)	10,125	—	1,566	15.47
合計	9,550,816	100	2,160,917	平均 22.63

地形の關係上土工は主としてガソリン機驅車土工を主とし、従として手押トロ均場所により、朝鮮特有のチゲによる土工に依つたのである。

以上の通大部分がガソリン機驅車土工であるがこの土工の實績の内譯に就て述ぶると。

人力掘瓦斯倫鐵車運搬土工實積

摘 要		數量又は金額	百立方當	
總 日 數		43,356		
就 業 日 數		23,316		
純 運 轉 時 間		249,602.63		
土 砂 量 (寸米)		6,974,315.36		
掘鑿積込入夫	員數	498,034	7.140	
	金額	396,461	5.684	
運 轉 費	運 動力油	數量	1,699,461	
		金額	236,505.77	
	潤滑油	金額	44,133.32	
		其他	金額	10,152.36
	計		290,902.05	
	運轉方	員數	58,349	
		金額	72,415.22	
	小 計		363,317.67	
	搬 運 費	列車付入夫	員數	87,985
			金額	54,244.32
捨場入夫	員數	176,593		
	金額	142,119.11		
鐵路入夫	員數	236,604		
	金額	177,593.75		
土運車潤滑油其他		23,520.75		
合 計		760,790.36		
合計百立方當			10.908	
附 隨 工		203,586.44	3.779	
踏 掛 費		189,418.75	2.716	
總 計		1,610,243.68		
百 立 方 當 工 費			23.088	
掘鑿車一台純運轉時平均土量間に對し		27.94		
列車延回數		554,252		
土運車延臺數		7,533,392		
就業一日平均列車回數		19.22		
土運車一臺平均積發量		0.92		
平均運搬距離		1.618		

備考 一、築堤以外の土工をも含む。

一、昭和三年度より昭和十四年度の統計とす。

一、掘鑿車は「ホイストカム」ミルワーカー「溝井式」加藤式の主として6種車

次に漢岸用石材の大部分は陽川地區の江岸にある石山より採取し潮流を利用し船により運搬したものであるがその石材約 200,000 立方メートルにつき實積の内訳を示すと

石材採取運搬費内訳 (百立方當)

費 目	種 別	單位	數量	單價	金 額	
採 取 費	材 料	爆 藥	疋	9.0	1,300	11,700
		導 火 線	米	50.0	0.035	1,750
		雷 管	個	50.0	0.030	1,500
		八 角 鋼	本	1.0	2,000	2,000
		麻	疋	2.0	0.300	1,800
		石 清	”	75.0	0.020	1,500
		コークス	”	40.0	0.027	1,080
	勞 力 費	木 炭	”	10.0	0.065	650
		合 計				21,780
		石 工 人	人	20.0	1,300	45,000
費	鍛 冶 工	”	5.0	1,000	6,000	
	人 夫	”	100.0	0.600	65,000	
合 計					116,000	
雜 費					10,000	
合 計					147,780	
運 搬 費	船 夫	人	20.0	1,100	22,000	
	積 卸 人 夫	”	40.0	0.650	26,000	
	雜 材 料				2,000	
雜 費					10,000	
合 計					60,000	
總 計					207,780	

備考 1 總石材(經90圓内外の雜割石を主とす)

200,000立方メートルに對する統計とす。

2 運搬船は12立米積運搬船により潮流を利用し運搬するものとす

(十) 改修の效果

本改修工事は京城附近から下流の防水施設を施すに過ぎないのであるが、本江の流域に於ける最も重要な區域の防水施設が完成するのであり、本改修の完成に由り、沿岸住民は安心して其生業を営むことが出来るといふ精神的効果は勿論、例年の洪水による身命、財産の災害より完全に離脱出来るのであり、特に京城の市街地の發展に密與するところ莫大なものがあるのである。試に之を地價の點に就て見ても市街地防水區域 150 萬坪に對し平均 10 圓騰貴したとするも、事實は夫以上となつ居り思はれるのであるが、其總額は實に 1,500 萬圓に達するのであり、改修總費 1,000 萬圓を償つて餘りあるのであり、尙この外農耕地防水區域 8,000 餘町歩の地價の騰貴は別