

## 築 堤 に 就 て

正 會 員 橋 内 徳 治 \*

## 内 容 目 次

## I. 堤防法線の決定

## II. 築堤高と法線間距離

## III. 築堤の断面

## IV. 築堤土積の計算

## V. 築堤工事

## VI. 築堤一立方メートルの單價

## I 堤防法線の決定

築堤をなすに先立ちまして堤防の位置の選定即ち法線の決定をなさねばなりませんこれは河川の生命を制する重大問題であるから極めて慎重なる考慮を拂ひて爲すべきであります。

堤防の位置を定むる要素は能ふ限り外界の破壊的作用を受けざらしむると同時に成るべく建設費及維持費を節約することでありませぬ。即ち

- i) 法線間隔は計置高水量を流下せしむるに必要な河積の計算から定まるが事情の許す限り間隔を増大して遊水作用を助長せしめ築堤高を低め且つ水深を小にして洗刷作用を減少せしむべきである。
- ii) 法線の方向は成るべく洪水の方向に倣ふ様築造し流勢の衝撃を輕少ならしめねばなりません。
- iii) 堤防は成可急激なる屈曲は之れを避くべく又現在の河成を無視する直線堤防をも之れは避けねばなりません低水路が甚だしい曲線であつても洪水は直流する傾向があるから低水路を横過して洪水が流下する時にはこの水路を埋没又は方向を著しく変更することが往々あります。かかる場合には堤防法線には曲率の小さい曲線を採用して出来るだけ洪水の低水路を横流することを避けねばなりません。
- iv) 地形上已むを得ず急灣曲となすべき所は多少河幅を擴大して流勢の緩和を圖る。
- v) 緩流河川に在つては或る程度の曲流は却つて安全であつて強ひて之を直流に改修することはその平衡を破り維持を困難ならしめる。

之れを要するに上流部では直線中下流部では流水の方向に倣つて曲線を採用したがよい。

- vi) 兩岸の法線は出来るだけ平行にし河幅の急激なる變化を避ける。河幅の急變する箇所に於ては河床の洗刷又は土砂の堆積が起り河状を惡化せしむる虞があります。
- vii) 法線はなるべく低水路から等距離にある處に之れを選定して兩岸とも堤防法先に充分の堤外地を存せしめ以て流水の侵蝕による堤防の危險を防止する。
- viii) 法線は敢て數學的曲線に據ることを要しない。
- xi) 適當なる位置に築堤が存する時は著しき不自然ならざる限り多少法線位置及方向を修正しても之れを利用すべきである。
- x) 堤防敷は可成地較高く堅固な場所を選び低地沼澤地等は之れをさけ、其の築造費維持費等の經濟を圖るのみならず、築堤後滲透水又は滑動沈下等を起さざる様注意すべきである。  
殊に局部的凹地又は舊河川等にして地盤砂質なる時は之れを堤外ならむる様定むべきである。
- xi) 附近に高台高地等がある場合狭小なる堤内地を保護すに止まるが如き堤防は之れを省略し適當なる法線方向に修正を加ふべきなり。
- xii) 河川上流部の勾配急なる箇所では堤防を連續堤とせず適當の延長毎に堰堤とすれば多少は洪水量を調節し河積の増大を緩和し得るのみならず堤防の安全度を増す。
- xiii) 河幅大にして亂流を恣にする河川にして治水上

却つて河幅を縮小する必要がある場合には適當に横堤を配置し縦堤は可成後退して簡單なる工法となすべきなり。

xiv) 本流の堤防と支流の堤防と相合する場所に於ては直角流下物の沈澱を生じ易き故鋭角で合流せしめ且洪水の流下を圓滑ならしむるために合流點以下に適當の長さの低い導流堤を設けるがよい。

xv) 大樹根は築堤に先ち之れを除去するに多額の費用を要するか故に大木の密叢地を避けたがよい。

以上は法線決定の一般的注意事項であります我が滿洲に於きましては河川の特性に依つて尙考慮を拂ふべき事項があります即ち

i) 我が國の河川の如く河況係數 $\left(\frac{\text{最小流量}}{\text{最大流量}}\right)$ の小にしてしかも緩流なる河川にありては低水路を與ふると共に相當の廣き高水敷を備ふる様に法線を選ばねばならぬ。

ii) 河は蛇行著しく河成に曲法線を挿入し得ざる時はこの蛇行性河道を包括する幅廣き直法線となすこと。

但河川廣きため河の亂流を誘發せしむるが如き場合には適當に横堤を設くる様豫め考慮して置かねばならぬ。

iii) 水源の涵養施設無く且河床河岸共に不安全なる現況の如き自然河川に於ては押送土砂多量なるを以て過大に川幅を取ることを慎まねばならぬ。

iv) 舊來河川沿岸農民の手に依り河川に接し築造せられた舊堤は成るべく本堤の副外堤となすこと。

v) 捷水路を開鑿することは能ふ限り避くべきも流水の期に彎曲部に流水果積し氷堰(アイスダム)を造り流水を閉塞して相當の災害を與ふることがあるかかる場合には地形河況又は氣象に對處し得る如く水路を迂回せしめ付替ふべきである

vi) 流水流水が堤防法先又は法腹に衝擊せざる様堤防法先に充分の堤外地を存せしめること。

vii) 廣漠たる砂礫地帯に法線を設くる場合は略恒風の方向と一致せしめること

viii) 長年月に亘る河川調査資料なくして堤防を築設

することを餘蘊なくせられる時は河況に急激なる變化を與へざるため出来るだけ遊水地又は霞堤を設けて現況を保持する様に努むること。

ix) 可航河川にありては舟運に便なる如く低水路を決定せしむる法線を採用すること。

x) 輪中堤を築造する場合は將來法線を豫想して設けること。

vi) 前に申し上げました通り我が國の河川はすべて原始河川でありますから流量が多く押送土砂亦多量なるを以て本川と支川との合流附近法線の設定に於いては細心の熟慮と慎重なる研究を拂はねばならず若し勾配急なる河川と勾配緩なる河川とを勾配の別りたる状態に於て合流せしむる時は緩勾配の河川に洪水時に壓迫せられて流水の疏通を不良ならしめ砂の沈澱を誘發せしめて河況を悪化せしむるの因なすのであるかかかる場合には合流點の法線を延長して瀾割堤となし急勾配の河川を漸次緩和して後合流せしむる様留意すべきであります。

其の他注意すべき事項はありませうが諸君にも尙研究して戴くこととし次に築堤の高と法線距離の話申し上げます。

## II 築堤高と法線距離

今迄廣き範圍に氾濫する流水を築堤によりて一定の路内に局限して其の區域外に氾濫せしめざる様になるのであるから洪水水位は築堤前より高くなることは理當然である洪水水位が高くなれば水壓は水位の二乗に例して増大するからそれだけ危険が増す。そればかりでは無く堤内の排水が遅れ悪水を停滞せしむることなる。茲に於て自ら經濟的な築堤高と法線距離とが在するわけであるこれを判斷するには

1. 河川の性質 2. 河川附近地の價值 3. 將來の維持等を考へて定めねばならぬ。

先づ河川の性質について云へば急流と緩流とによつて幅と高さの割合を異にする即ち急流河川にては洪水一度にとつと出るため比較的川幅狭く築堤高を高くするも危険は少きも緩流ともなれば高い水位が二日も日も續く、かかる場合には水が堤防内に浸潤してうま

めるのみならず排水管が閉けない、従つて堤内の排水が不能に陥り悪水の停滞を來すことになる、それで無暗に堤防を高くするわけには行かない、第二には河川附近地の價値である、附近地が畑や荒地である場合は法線距離を擴げても大した買収費や補償費が要らぬので堤防を低く築造した方が経済的であるが市街地や橋梁架設場所であつたら法線距離を擴げることは考へものである従つて築堤高を高くするか又は他の工法を應用することになる。

今築堤高と法線距離とは如何なる關係を有するかを示して見ますと

$h$  = 築堤高  $h'$  = 河川の正断面(normal section)

に於ける築堤高

$L$  = 法線距離  $L'$  = 河川の正断面(normal section)

に於ける法線距離

$b$  = 馬路  $n$  = 築堤法線勾配

$N$  = 1立米當單價

$M$  = 一平方米當土地買収及補償代價

$P$  = 1米當河川改修費(但し築堤のみ)

築堤單價は築堤高に依り變ること即ち築堤單價は築堤高の函數なることは諸氏によく熟知せる所でありますが一應これは無關係なるものとして取扱ひます。

然る時には  $P = 2N(b+nh)h + ML$  (1)

正断面を通る洪水量 $Q'$ は $Q' = CL'h^{\frac{3}{2}} I'^{\frac{1}{2}}$

又今考へて居る断面を通る洪水量 $Q$ は

$$Q = CLN^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$I, I'$  = 水面勾配を示す 然るに $Q' = Q$ なるを以て

$$L'h^{\frac{3}{2}} I'^{\frac{1}{2}} = L.N^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

水面勾配に變化なきものとすれば  $I'^{\frac{1}{2}} = I^{\frac{1}{2}}$

故に(2)式は  $L = L' \left(\frac{h'}{h}\right)^{\frac{3}{2}}$  (3)

この關係を(1)式に代入すれば。

$$P = 2N(b+nh)h + ML' \left(\frac{h'}{h}\right)^{\frac{3}{2}} \quad (4)$$

$P$ を最小になすため $P$ を $h$ につき微分し零とし置けばよし

$$\frac{dP}{dh} = 2N(b+2nh) - \frac{3}{2} ML' \left(\frac{h'}{h}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{1}{h} = 0 \quad (5)$$

上式中に(3)の關係を代入し整理すれば

$$2nh^2 + bh - \frac{3}{4} \frac{M}{N} \cdot L = 0 \quad (6)$$

此の(6)式を満足する様な $h$ と $L$ を見出せばよいことになる

築堤の高と法線距離とを決定する第三要素に河川の維持があります。

河川の堤防が河川の監視員等によりて常に巡視せられ又河川工夫又は防水組員等によりてよく維持せられて居る時には比較的築堤高は法線距離に比して高くともよいのであります。維持が悪い場合には法線距離を廣くとり堤幅を大にし築堤高を低くすべきであります。以上で大體築堤高法線距離の關係が御了知出來たと思はれますが更にこれを要約すれば我が滿洲に於ける河川の如く河川の特異性多きに不尙未だ調査が不充分にして且長年月に亘る調査資料乏しきものにありましては處々に遊水地を築り法線距離を廣くとり築堤高を低く設けた方が安全であり又経済的であります。

而して數十年後河川沿岸の土地の値騰りと河川調査資料の整備せられしを俟て法線距離と築堤高に修整を加へ先に築造せられし舊堤をば堤内地の副堤として取り残して置くのが賢策である様に思考せらるるのであります。

### III 築堤の断面

法線と築堤高が以上の如くして決定せられますと次に堤防の断面を定めるのですがこれには水深、水面勾配、築堤箇所の地質、築堤材料の性質、維持の良否等を考慮して適當に定めねばなりません。

以下此れ等断面決定の各要素につき概説致しませう。

#### 1. 断面決定の要素

##### i 水 壓

水深は即ち水壓となりまして堤防に作用致しますからこれに充分對抗し得る様に築設する必要があり、ます換言すれば水壓による堤體への水の滲透のため、崩壞を來さざること並に水壓による堤體の滑動及び沈下を來さざること等を觀察して断面を設計すること

とであります、従つて次の如き條件に叶ふ断面となさねばなりません。

(イ)水壓のため生ずる滲透水に對し對抗し得る堤防たらしむること堤防の滲透水は水深即ち水壓の大小に依りて増減するの外、築堤土の分子間に存在する空隙分量の大小によりて著しく其の量を異にするものであります。砂礫の如く滲透性の材料を以て築堤する時には水壓大となるにつれて滲透は益々増加し堤體は全く飽和状態に陥入り、遂に裏法より水を噴出するに至りませよ。

此の噴出が甚しくなると其の範圍の土砂は漸次流失して孔を生じ遂に破壊をなすに至るのであります、又水が裏法の方に噴出せざるに至らなくても、滲透水、のために全く飽和せられた堤防内の土砂は次第に安息角を減少して、法腹が滑落して遂に破壊するのであります。

それで築堤の断面を大にして法を緩にし且堤内を通過する滲透水に對しては可成多く抵抗を與へ浸潤線(浸潤線とは洪水時に際し河水が堤内に滲透したる場合に於ける水流の水位限界を示す線を云ふ)を堤體内に在らしむる様に留意すべであります。然らば水の堤體に滲透する狀況はどうかと云ふと、次に示す如く水平軸を有する拋物線として表はされるのであります。

今堤防が圖-1の如く不透水性水平地盤上に築造せられたものとすれば水面勾配

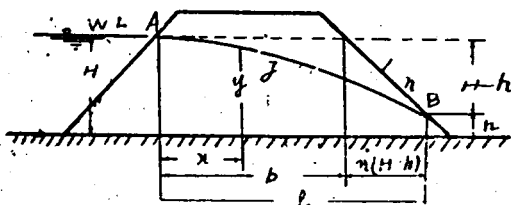
$$J \text{ は } J = -\frac{dy}{dx} \text{ で示さる}$$

滲透速度  $V$  は Darcy 氏の法則に従へば

$$V = KJ \text{ であるから}$$

$$V = -K \frac{dy}{dx} \text{ (1)}$$

圖-1



茲に  $K$  は主として土砂の空隙率により異なる係数である。

堤防單位長に就ての滲透量  $Q$  を求むれば

$$Q = v \cdot y = -ky \frac{dy}{dx} \quad Qx = -\frac{k}{2} y^2 + C \text{ (2)}$$

之れに  $x=0$  の時  $y=H$  なる環境條件を入れるれ  $C = \frac{k}{2} H^2$  となり (2) 式は  $Q = \frac{k}{2x} (H^2 - y^2)$  (即ち浸潤線  $AB$  は水平軸を有する拋物線として表さる。

上式に依れば  $Q, x, y$  三つの未知數があつて堤内の水位を計算することが出来ない、然しチエウ スロバキヤの水理學者 Schoklitsch 氏は堤體内に透した水の水位は滲透量が最大となる様な位置をるものとして次の式を得て居ります。

$$h = H + \frac{b}{n} - \sqrt{\left(H + \frac{b}{n}\right)^2 - H^2} \text{ (4)}$$

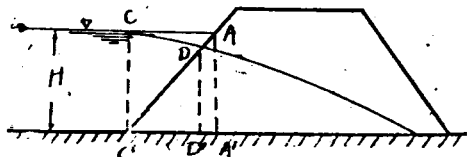
$h$  が定まれば従つて滲透水の水位が計算出來ま

$$x = l \left( \frac{H^2 - y^2}{H^2 - h^2} \right) \text{ (5)}$$

茲に  $l = b + n(H-h)$

堤防が不透水性地盤上に造られず地盤下或る深所に不透性地盤が存在する時は  $H, y$  は此の地盤から測る(3)式は堤防の  $A$  點以下が垂直であると云定の下に算式を求めたのであるが、 $AA'$  線の下の三角形の部分を滲透する爲の損失水頭がある、實際の浸潤線は圖-2に示く如く少しく低下 Schmieid 氏は實驗の結果から浸潤曲線は表法面との交點  $A$  から始まらず、表法尻  $C'$  に於ける直線  $CC'$  を頂點として、 $DD' = \frac{1}{7} AA'$  且浸潤線はを縦軸とする橢圓又は拋物線として表す方が實際結果と符合すると結論して居ます。

圖-2



又浸潤線は外水位の上昇するに従ひ亦洪水曲線

の増大するに従つて前進する Schmiel 氏の實驗に依れば、外水面を一定に保ち不透過層上水深Hなる場合なる時刻に於けるx點の浸潤高Sを次式に依つて表して居ます。

$$x = \frac{H^2 - Z^2}{\sqrt{H^2 - Z^2}} \sqrt{\alpha t}$$

従つて前進距離LはZ=0に對するxなるを以て

$$L = (\alpha H t)^{\frac{1}{2}} = C' (H t)^{\frac{1}{2}}$$

圖-3

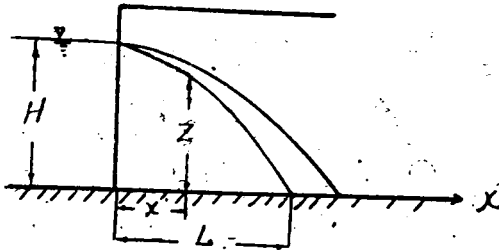
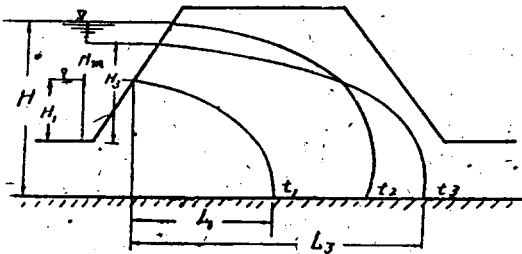


圖-4



物部氏の説に従へば圖-4の如く不透過層が堤底に前近く存在する場合は水位が最高 Hm を超えて  $H_3 = \frac{3}{4} H_m$  迄下りたる時に浸潤線の先端が最大に前進して外水面が外法先に達した時より時間tを計りますと最大前進長さ L<sub>3</sub> は略次の如く表はし得るとのことです。

$$L_3 = C \sqrt{\frac{k}{\lambda} H m t} \quad C \approx 2 (\text{m-hour})$$

實際に應用するには築堤土に對して實驗によりまして k, C, λ を定むるのであります以上述べました處によりまして大體浸潤度と断面との關係が解りましたと思ひますが、この浸潤度を小にし従つて断面を小にする事は如何にすべきかと云ひますと先づ。

1. 川表に小段を付すること
2. 川表に法置工を施すこと
3. 堤内に心壁(Core)を設くること(圖-5)
4. 川裏法先に排水設備を設くること
5. 築堤に際しては雜草腐蝕土其他雜物の混入を許さざること勿論なれども尙充分搗固めを行ひて土砂の空隙率を小にすること。
6. 洪水の繼續時間を短くすること即ち洪水を快疏せしむること
7. 河水の滲透は堤體と在來地盤との接觸面に起ること最も多きを以て築堤にあたりては舊地盤と充分密着する様に施工することこのためには地盤に根切をなし堤體の一部を喰込ましめるか又は遮水壁を設くること(圖-6, 7)等の方法を講ずればよい

圖-5

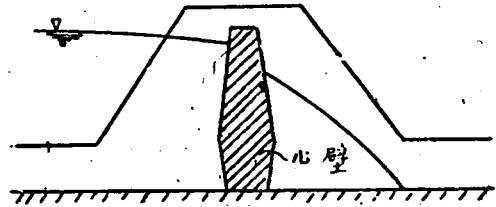


圖-6

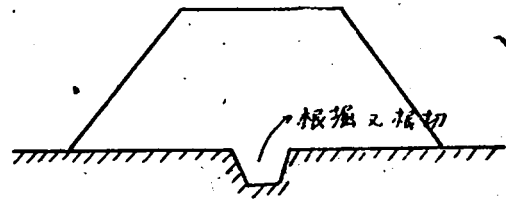
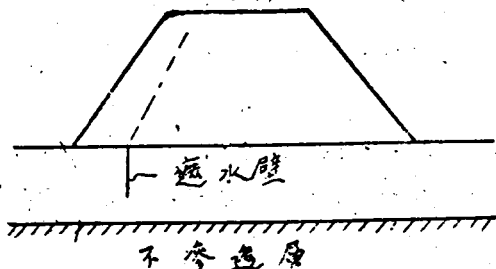


圖-7



わけであります。

一般に浸潤線は前に述べました如く物線であり

ますが實地上は之れを直線と見做しても大差なく Schmieid 氏の實驗によれば1:3~1:5 Koppv 氏の實驗に依れば1:5~1:8實在の堤防にてはポー河 1:4 ミシシッピー河の1:7日本に於ては普通1:5~1:6と標準して居ります然し我が國の河川の如く洪水が數ヶ月に亘つて繼續する様なものにありますは此の勾配を極めて緩にとつて堤防の浸潤を防止せねばなりません。

今動水勾配を1:mとすれば浸潤線を裏法に現はさしめないためには圖-1より

$$mH < (b+nH)$$

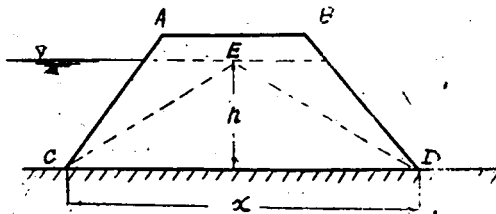
なる關係が必要とす

次に水壓に對抗する第二の條件としては

(ロ) 堤防は水壓の爲在來地盤上に滑動せざることであります。

- 圖-8に於て
- x = 堤敷幅
  - n = 水 深
  - r = 水の單位重量
  - re = 堤土の單位重量
  - f = 堤土及地盤間の摩擦係數

圖-8



とすれば滑動に對し安全なるためには

$$f \frac{hx}{2} (re-r) \leq \frac{\alpha n^2}{2} \quad x \leq \frac{r h}{f(re-r)}$$

若し re=1 ra=1.5 f=0.5 とすれば  $x \geq 4h$

即ち堤防の敷幅は堤防高の四倍以上であれば水壓の爲め堤防が地盤に添ふて滑動することがありません換言すれば築堤兩法を二割以上とすればよろしいであります尙更にこの滑動を防止するために

1. 堤敷となるべき地盤の草根及表皮を剝取り舊地盤と充分密着せしむること

2. 堤敷内地盤を根切して堤體の一部を溝狀に喰込ましておくこと、又は地盤に多數の凸凹を附しておくこと

3. 法勾配を可成緩にしておくこと

4. 川の表裏に小段を設けること

5. 築堤材料には比重の大なるものを用ふること等の方法があります

水壓に對する第三の條件

(ハ) 地盤軟弱による堤防の沈下を來さざることとであります。

堤防が基礎地盤上に及ぼす壓力は堤體重量の外に洪水時に於ては堤腹上に来る水壓重量が負荷されますから地盤軟弱なる時は其の壓力に耐へかねて沈下又は陥没し遂には堤體の破壊又は越流を招くこととなります之れを防止するには法勾配を可及的緩にし堤防敷幅を擴大し以て單位面積の壓力を減少せしむべきであります尙沈下の恐れある泥炭地又は沖積泥土地等に於ては基礎工として土砂の置換を設したり粗朶單床若しくは沈床を沈定せしむる事があります。

上に述べましたことは水壓と築堤断面との相互關係であります次に断面決定の第二要素たる水面勾配についてお話しを致しませう。

ii 水面勾配

水面勾配の急緩によりて流勢が鋭鈍になることは水理學上明なることは既に諸氏も御存じのこととせうそれで急流河川に於てはこの流勢のため法面を洗掘せられ或は其の根部を侵蝕せられ又は流水流木等の衝擊によりて堤防を破壊に導くことが往々ありますから一般に出水時間が短くとも相當の断面を與ふるのみならず適當なる法施工又は根止工或は腰固工等を施行する必要があります。

緩流河川即ち平原地域を流れる水面勾配の緩慢な河川に於きましては概ね洪水繼續時間が著しく長いので前述の如く浸潤線と時間との關係性より断面を大なるものとなさねばなりません。

iii 築堤箇所の地質

水壓の(ハ)に於て述べたるを以て時間無き關係上詳しくは申しあげませんが要するに地盤の悪き基礎上に築堤をなすか如き場合には法勾配を緩にし堤防敷幅を擴くとり以て單位面積上に来る壓力を減少せしむべきでせう。

iv) 築堤材料

築堤用土としては比重、安息角共に大にして且滲透性少きものが理想的なもので斯る築堤材料を用ふる時には築堤断面はかなり小さくともよいことになります。

尙築堤用土につきては後に詳細致しませう。

v) 維持の良否

築堤を施行せし後維持を行はずして其の儘放置せば風雨の作用により或は動植物其他他人爲の行動によりて損傷を與へらる結果次第に瘦せ衰へ堤防の強度に甚しく影響を與ふるものでありますから維持の良否は堤防の生命に重大なる關係を有するのみならず断面の大小にも相互關係の存することは言を俟ちません。

尙築堤の維持に就きましては更に後述に譲りませう

2. 築堤断面の形状

以上の築堤断面決定の諸要素より考量して断面の形状が大體計定して來ます。即ち單一梯形となすものあり表小段を省略して裏小段のみを設くるもの又は裏小段を省きて表小段のみとなすもの或は表裏兩小段を附するもの、この小段も築堤の高きものにありては二段三段と階段狀に設くるもの等が案出せられます。

一般に單断面形堤防は主として小河川又は急流河川或は築堤高の小なる場合の堤防に用ひられ複断面形堤防は概ね大河川の堤防高さの大なる堤防及出水長期に亘る河川の堤防等に使用せられます、これより断面各部の形状寸法に就きまして説明を致しませう。

i) 堤防の高

堤防の高さは河川の最大洪水水位を基準として此れに幾分の餘裕を見込むものと致します普通この餘裕高は小河川に於きましては六十釐乃至一米、大河川にありましては一米五十釐乃至二米となして居ますが

其中最も多く用ひられますのは一米乃至一米五十釐であります、日本國に於てはこの餘裕高につき水災防止協議會で規定して居りますが、我が國の如く河川の調査年數少く従つて調査資料乏しきものにあつては餘裕高は工費の許す範圍に於て成るべく多く附する方が安全策であります。

ii) 天端幅(馬路幅)

堤防の天端幅は築堤高の大小及築堤に使用する材料の性質等を考慮して安全なる幅員を決定するのでありますがこの外に洪水に際し水防の爲充分發活なる備をなし得るだけの幅員を與ふる事も考慮に入れて置かねばなりません、我が國の如く未だ道路網の發達せざる現状に於て、堤防は道路として兼用することが屢行されるのでありましてかかる場合には馬路幅は當然道路幅員に合致する様に設計せらるべきであります。

尙天端幅Bは屢次式に依り大體定めらるることがあります。

$$B = n + \sqrt{\frac{Q}{m}}$$

B = 天端幅    n, m = 定數    Q = 洪水流量

n, m に就きましては我が國の特種土壌につき更に調査研究する必要があります。

日本(内地)に於ては概つて n = 3-4, m = 25-40 位に取つて居ます今後滿洲河川に於ても諸君と共に研究することに致しませう。

一般に天端の幅員は小河川に於ては二米乃至四米大河川にありましては、特別なる場合を除きましては五米乃至八米位に定めます、天端には排水を良好ならしめる爲と將來の沈下に備へて蒲鋒形に横斷勾配を付けます。

iii) 法勾配

法勾配は築堤の材料、洗勢の緩急堤防高の大小出水時間の長短基礎地盤等を考慮して現場に適當なる値に定むるのであります。それで基礎地盤が悪く築堤用土が不良にして洪水の滯留時間長き河川に高くしかも護岸を施さざる築堤を施す場合には表裏兩法

共緩となさねばならないのであります又流水に接する表法はなるべく緩勾配となる様設計せねばなりません大體緩流河川又は大河川に於ては表法は二割乃至四割が最も普通で裏法は二割乃至三割五分となしますが前にも申し上げました如く我が國の河川の如く洪水が長期に亘るものにありましては工費の許す範圍に於て出来る限り緩勾配となすべきでありませう尙小段を設くる場合は小段上下の法勾配を異にし下を緩勾配、上を急勾配となすを普通と致します。

IV) 小 段

小段は表法に附するも裏法に附するも堤防の強度を増加せしむるためには勿論なれども表法小段は更に堤防本體の根部保護の使命を有し裏法小段は長溝線の堤體外に出ずるを防止する働をなし又水防の際の材料運搬の便宜に供するのであります土質良好ならざる高堤防を築く場合には堤體の安定のために更に二段三段と階級狀に小段を設けることがあります。何れにもせよ小段を附すに當りましては排水を良好ならしむるために外側に向つて十分の一乃至十五分の一程度の勾配を與ふることを忘れてはなりません。一般に小段の幅員は二米乃至五米を普通とし天端より二米乃至四米低き箇所に設けます特に粒度微細なる土砂にて築堤をなさねばならぬ滿洲の如きにありましては洪水長期に亘らざる場合と雖も堤體內粒子間の毛細管現象著しきために堤體內は滲透水にて飽和せられ堤防をうましめ築堤の安全を脅しますから出来る限り小段を設けることを慫慂する次第であります。

I' 築堤土量の計算

土量計算は所要工費を算出するため又作業計畫を立てるために必要なものである、それで其の目的に應じ錯誤を來さない程度の精確さに實測計算をなすべきであります實測を如何に精密にやりましたも計算方法が粗雑であれば凡り意味のないこととなりますこれより簡單に土量の算出方法をお話致します。

1) 兩端断面面積平均法:

これは皆様のよく行はれて居る方法でありまして、

横断面面積 $A_1, A_2$ とし此の間の距離を $l$ とせば土量 $V$ は

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} l$$

此の計算法によりますと實際の土量より稍過大なる結果を示すものでありますが一様に概算法には簡單でありますから廣く用ひられて居ります。

ii) 増形體法

$$V = \frac{1}{6} (A_1 + 4A_m + A_2)$$

$A_m$ は中央に於ける断面面積を示します此の式は大體正しき體積を與へますか計算が複雑なるために普通は用ひません。

iii) 比例中項法

$$V = \frac{r}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2})$$

此の式を使用する場合も少く、且結果は實際よりも少し。

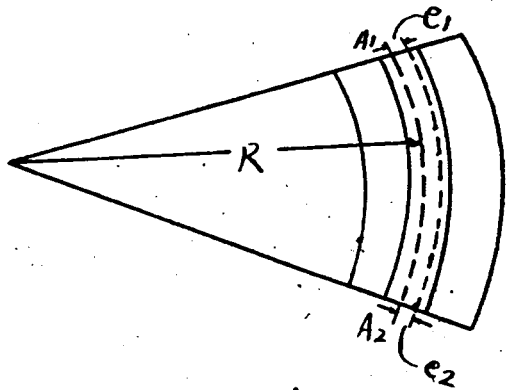
iv) 土工中心線が曲線なる場合

中心線の半径を $R$ これが圓弧長を $l$ とし断面面積を $A_1, A_2$ とし $e_1, e_2$ は

各中心線より断面の重心點の距離即ち偏倚なりといたします、然る時には

$$V = \frac{1}{6} (A_1 + 4A_m + A_2) + \frac{l}{6R} \{ (A_1 + 2A_m) e_1 + (2A_m + A_2) e_2 \}$$

圖-9



以上の如くして計算せし土量に壓縮と沈下に依る餘裕を幾分見込みて仕上り土量と致しますこの盛土の壓縮及び沈下を幾何にとるべきかを次にお話し致し



ませう。

v) 盛土の壓縮沈下による餘裕土量

工事中に起る土積の減少即ち壓縮の程度は盛土の高さ盛土の方法運搬の方法盛土工事中の天候工事日數等に依り異り下層の土は自然に上層の重量に壓せられ、其の容積減少するを以て盛土の高さの大なるときは小なる場合に比し減少の度は大であります。

又盛土の際に薄き層を一層毎に搗固むる場合と一舉に所定の高さに盛上ぐる場合とに依り其の減少度を異に致します。或は運搬の方法に於きましては籃子一輪車ト等を用ひて運搬する毎に運搬者及び運搬機が既成盛土の上を直接往來するが如き場合には減少の度は大でありまして之れに反し棧橋を架設して其の上から捨土するが如き場合には減少の度は小であります。

又工事中新に盛りたる土が降雨のために緊縮すれば晴天續きにて竣工せる場合よりも多く減少致します。又一定の盛土をなすのに長年月を要すれば其間に減少の種々の原因に遭遇する機會が多き故に短日目に竣工する場合とくらべて其の減少の度は大であります。

次に盛土工事竣工後に起る土積の減少即ち沈下の程度は年月を経るに従ひ次第に減少致します。又土質に依りまして多少異に致しますが大體に於て工事中壓縮の度が大きであると竣工後の沈下は小なく反

對に壓縮の度が小でありまれば沈下の度は大であります。此の沈下の原因は降雨のために土は益々緊縮せらるゝこと及上層の土が絶へず下層の土を壓迫すること等であります。

此外道路に兼用する場合に於ては其の上往來する荷重によりまして壓迫せられ且其の振動のために土が揺り縮められます。

又前述の壓縮沈下の外に土運搬の際多少の土の零れること及び工事中降雨ある時に盛土表面を洗ひ流されて減少致すものであります従つて盛土の土積の計算には幾分の餘裕を見込むものであります。

今  $S$  = 縮小率即ち單位容積の縮小

$W$  = 掘起後の容積の増大量が掘起前の原容積に對する比。

$K$  = 盛土工事中に起る容積の壓縮量が掘起したる際の容積に對する比。

$C$  = 盛土竣工後數年を経たる時の容積の壓縮量が竣工したる際の容積に對する比。

と致しますと土積の縮小は一般に次の如くなりま

$$S = 1 - (1 + W)(1 - K)(1 - C)$$

$W, K, C$  等の値に就ては種々なる條件によりまして異なり従つて諸大家の説も區々であります。

茲に  $(1 + W)$ 、 $(1 - K)$  及び  $(1 - C)$  の近似値を與へ大體の標準を示しますと表-1の如くなりま

表-1

掘起す前の材料の状態	$1 + W$	$1 - K$		$1 - C$		$S$	
				A	B	A	B
固リタル砂利	1.4	a	0.80	0.90	0.80	0.01	0.10
		b	0.72	0.94	0.88	0.05	0.11
		c	0.62	0.99	0.99	0.17	0.17
粘土及砂利の混合物	1.35	a	0.80	0.90	0.84	0.03	0.09
		b	0.73	0.94	0.89	0.07	0.12
		c	0.62	0.99	0.99	0.18	0.18
粘土砂及砂利混合物	1.30	a	0.80	0.91	0.84	0.05	0.13
		b	0.75	0.94	0.88	0.08	0.14
		c	0.65	0.99	0.99	0.17	0.17
固リタル砂及砂利の混合物	1.25	a	0.85	0.92	0.85	0.04	0.10
		b	0.80	0.95	0.89	0.05	0.11
		c	0.67	0.99	0.99	0.17	0.17
壤土	1.20	a	0.90	0.90	0.80	0.03	0.14
		b	0.80	0.94	0.87	0.10	0.17
		c	0.60	0.98	0.97	0.30	0.30

砂	又	は	砂	利	1.15	a	0.95	0.95	0.90	-0.03	0.02
						b	0.90	0.97	0.95	-0.01	0.01
						c	0.70	0.99	0.98	0.20	0.21

表中負符號は縮小にあらずして増大なることを示します。

又(1-K)の欄に於ける(a)は盛土の高さ小にして直接に既成盛土に壓縮を加ふることなき場合若しくは壓縮僅少なる運搬方法によりまして晴天續き施工する場合(b)は盛土の高さ中位にして運搬の爲に直接壓縮せられ且工事中多少の降雨ありたる場合(c)は盛土の高さ大にして一層毎に水を撒布し能く搗固めたる場合であります。(1-e)欄及びB欄に於けるAは盛土竣工後數年に亘りて降雨少なき場合Bは反對に多き場合であります。

要するに表にて明なる如くに大體に於きまして滿洲の疆土にて築堤せる場合は一割五分乃至二割五分の土積の餘裕を取る必要があると思ひます。

V 築堤工事

以上述べました處によりまして法線が決定し築堤の断面が定まり土量が計算せられますと次には堤防の施工即ち築堤工事に入ることになります。これから築堤工事につき大略申し上げます。

1. 準備工

先づ法線に従ひまして概ね直線部にては50米毎に曲線部にては20米毎に中心線を設置致しますこの中心線を通じ幅杭を設け次に丁張を掛けるのであります丁張に際し注意致しますことは盛土の壓縮沈下を豫想して充分餘幅餘高を見込みおくこと盛土の際丁張は動かされ易きを以て杭木の根入を充分にすると共に丁張板の打付を丈夫にし施工中は時々其の丁張勾配を檢査する様留意せねばなりません。

尙築堤敷地上の雜草樹木の根等をよく取り除き地盤を掻き起して築堤土との密着を助けるのであります

2. 築堤工事の種類

之れを大別して大體次の三種となします。

i) 堤防新設、之れは無堤地に新に堤防を築設する場合であります。

ii) 舊堤擴張之れは在來の堤防を大體元の位置に於て其の断面を擴張する場合を指す。

iii) 引堤、之れは流水断面積を擴大するため舊堤防を後方堤内地區に移轉せしめて築造する場合を云ふのであります満洲に於てはこの引堤をなす事が多いのであります。

以上の内新設及引堤の築造にきつましては後述致しますのでここには舊堤擴張のことについて一言致しませう。

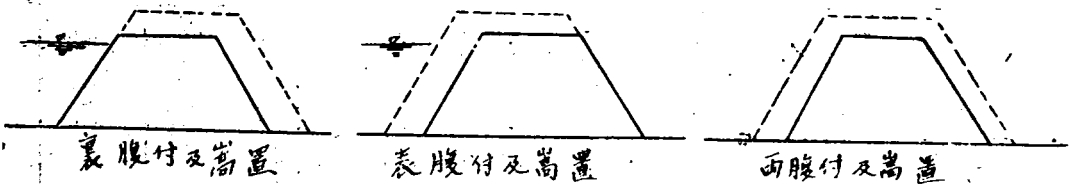
一般に姑息的な修善に於ては舊堤の高さを高むるため單に嵩置のみをなす場合又は薄弱なる堤防を補強するため單に表法或は裏法に應付する場合がありますが普通は應付嵩置同時に施工とすることが多く表腹付となすか裏腹付となすか又は兩腹付となすが舊堤の位置と新築法線との關係より定まるものであります。

しかし舊堤にして表法に法覆工あり相當強固なる場合は法線に多少の差異を生ずるも裏腹付となす方經濟的にして又堤内に敷地の餘裕なき場合は表腹付となし又舊堤が著しく貧弱なる場合は兩腹付となすことが多いのであります。

圖-10

圖-11

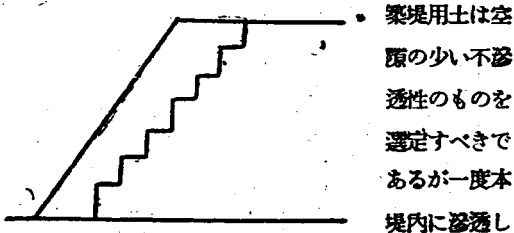
圖-12



舊堤は貧弱なからも長年月洪水と戦ひ相當洗練せられ居るものでありまして嵩置及踵付は舊堤を土台となす故洪水に對し比較的的安全なるも部分的引換は舊堤築築部に比し一時軟弱なる故に充分注意の上施工せねばなりません。踵付工事をなす場合は法芝を取除いて良質の土を露し、更に法面を二十匁乃至三十匁の階段状に切り取り然る後添土して新築築土の密着を計らなければなりません。

### 3. 材 料

圖—13



これより普通築堤用土とする粘土、眞土、土砂、砂砂利及礫の6種材料につき簡単に述べて見ませう。

#### i) 粘 土

純粹の粘土は適當なる水分を含めば良好なる築堤材料であります。乾燥すれば收縮して龜裂を生じ易く且多量の水分を含む時は安息角減少して崩れ易き缺點を有するものであります。それで單獨に築堤材料に適せざるを以て砂を混交せしめて使用すべきであります。

#### ii) 眞 土

これは壓縮又は搗固めを爲す時は相當緊密なる層と

なじ得べく又乾燥しても粘土の如く龜裂を生ずることなく相當水分を含むも滑落する傾向が少き故築堤土としては良好なる材料であります。しかしこれを多量に得ること困難なる所に於ては出來得る限り表法側に使用し、滲透水の侵入を防止すべきであります。

#### iii) 砂

砂は搗固め困難であるばかりでなく滲透性に富むを以て築堤材料としては適せず殊に砂の粒子の小なる程水を含む時は安息角が著しく小となり崩壊するものであります。

滿洲の所謂河床土はこと種の土壤でありますからかかる砂を築堤用土として使用する場合には法勾配を出來得る限り緩になし滲透水に對する抵抗を大になすべきであります。

#### iv) 土 砂

土砂は最も普通に使用せらるる材料にして眞土、砂粘土等を混合せるものであります。

砂を多量に含み且粒度小なる場合は前述砂と同様滲透量多く崩壊する虞れがありますから表法には良好の土を使用すると共に法勾配を緩に計畫施工すべきであります。

#### v) 砂 利

この砂利を使用する場合は搗固めをなし得ず且粒子間の空隙多きため滲透し易けれども崩壊する率は少いのであります。それで表法には良好なる土を用ひ被覆して置きますと比較的堅固な築堤が出來上ります。殊に洪水の回數が波重なりますと浮游粒子がその空隙を填充して漏水を防止するに至るを普通と致します。

#### vi) 礫

間島省及び熱河省の一部の急流河川の如き所に用ふる築堤材料としては優良なるものと思はれます。蓋し多少の漏水あるも缺點の恐れはなく相當強固であるからであります。

要するに築堤材料は滲透水を最も少く爲し得る緊密なるものを探るか又は滲透を當初より覺悟して滲透

により堤防の強度を弱むる事なき材料を使用するか  
の二途より外にはないのであります最も入念な土堤  
防を築造せんとするならば透水の最も少なき材料  
を用ひ表法を充分法覆し裏法尻附近には礫又は玉石  
の如きものを積んで透水を速に堤體外に排除する  
ものを採用すればよいわけであります。

尙以上の築堤材料には何れも草根、木皮、その他の  
有機物の混入を避ける、これは以上の雜物が腐敗し  
空洞を生じ或は鼠イタチ類の穿孔を促進する憂があ  
るためであります。

4 土 取 り

以上の如く築堤に適した土砂を考へ必要なる量を得  
らる土取場所を探す、滿洲の如く洪水期間の永きも  
のにありては堤内地の堤脚附近の畑地等から取る場  
合は最も工費が安く安全でありますけれどもこれは  
禁物であります、蓋し堤内地の土砂採取場は將來埋  
没する機会全く無く寧ろ透水を誘致し堤防を危険  
ならしむる恐れがあるからであります。

それで一般には堤外地より採取するものであります  
がなるべく堤脚に近き箇所は避けた方が安全であり  
ます。よく地方に参りますと築堤をなすために堤防  
近くの堤内外地を殊更に深く掘下げて築堤土に使用  
し堤防を危険ならしめて平然として居るものがあり  
ます。又堤外地の掘鑿に於きましても直接流水に曝  
露して居るにも不拘其の掘鑿方法を無視し却つて流

水を堤脚に誘致せしめたり又は流水に思はぬ障害を  
與へて居るものを屢見受けるのであります蓋し遺體  
至極と存じて居ます。それでよく土取場及び土取方  
法を考究して仕事に着手すべきと思はれます。

一般に堤外地の掘鑿を行ふ場合には下流から順次上  
流に向けて施工するを原則と致します。例へば14圖  
の(1)の様な場合即ち低水路が河の大體中央につい  
て居る場合には a-b と斜に上流に向つて掘り進む  
べきである反對に c-d と掘ると出水に當り下流側に  
残つて居る部分が氷削の役目をして對岸に障害を興  
へる又 a-b と直角に掘り進む時は掘鑿地に水を抱  
き込んで沈淤を見ることが多い左右兩岸共掘鑿すべ  
き時には出来れば同時に平行に施工すべきであります。

圖-14の(2)の場合に於ては a'-b' と掘らずに必ず  
a-b と掘る可きであつて

圖-14の(3)の様な場合には a-b、c-d と掘り進む  
河に沿ふて掘り真間に亘つて掘る時には全延長に亘  
つて河岸に平行に掘り進むべきであるが之れはなか  
なか實施困難でこの場合には圖-14の(4)の如く a、b  
o と同時に掘つて次に a'、b'、c' と掘る、よく滿洲に於て  
往々行つて居る堤外地堤脚附近より土取をなす場合  
には、流水を誘ひて河身となすことのない様に淺く  
掘り處々に「アバ」を残して施行すべきでありませ  
う。

圖-14.(1)

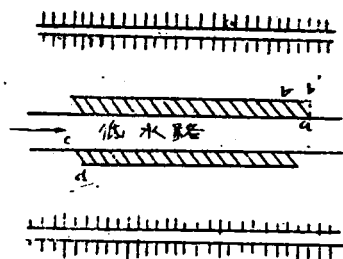


圖-14.(2)

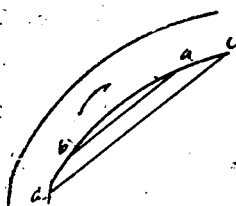
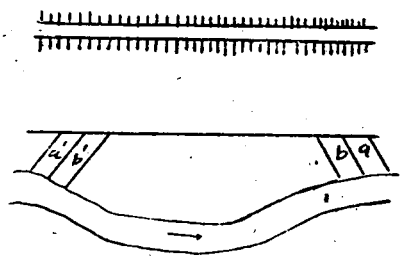


圖-14(3)

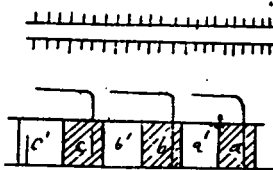


圖-14(4)

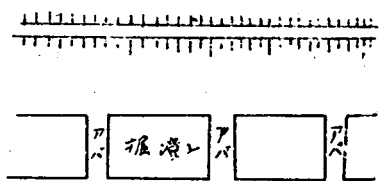


圖-14(5)

5. 土 運 搬

かくして掘鑿運搬すべき土量箇所及捨土箇所が定まった時は次に土運搬の方法を考へる一般に土運搬には人力に依るものに畚、籃子、一輪車、リヤカートロ等があり、トロは大體 0.3~0.6 立方メートルのものを使用する。

機械力に依るものには主として陸上に於てはエキスカベーター、ドラグライン、パワーシベル等で掘鑿し、2.7~20噸機關車にて0.6~3立方メートル運車を牽引せしめて運搬する、水中に於ては、バケツ波濺船、ディッパー波濺船又はポンプ波濺船に依つて居る。又場合に依つては掘鑿運搬の何れか一方を人力他を機械力に依ることあり或は水射式の如く土取場の土砂をジェットにて切り崩し水力によりて目的の土捨て運搬せしめて此處に於て放水沈澱せしめ築堤を設くる等のこともある、しかし最も普通に河川工事に於て今日滿洲にて行はれて居る人力掘鑿運搬に就てお話を致します。

i) 籃 子

最も滿洲で行はれて居る最も簡單な方法で大體柳枝で作つた容積0.012~0.03立方メートルのものを用ひ擔棒によつて一回宛0.025~0.04立方メートル運搬するこの籃子の特徴とする所は地盤の高低異なる所急勾配の箇所等にして軌道の敷設困難なる場合及び運搬距離近くして土捨、土取箇所區々にな場合土量少くして規模の大なる設備をなすことの不經濟なるものに用ふるのでありまして従來滿洲に於てこの籃子運搬の發達せし所以のものは勞働力が低廉にして且又地代が安價であり従つて機械力を用ひて遠方より運搬する必要なく、又線路敷設等の準備費を投ずることなしに直に多數の工人を一時に迅速に使役し得る特異性を有するからでありました、しかし漸次勞働力の不足を招致し、ために勞働價が高價になる傾向を有する今日以後に於ては諸機械を備へこれの俾力によつて工程を増進せしめ仕事の能率を擧ぐる決心掛けねばならぬと思ひます。

向籃子に依る運搬距離は120米以下にしてこれに依

る盛土の歩掛は土質天候足場の良否並に勞働者の熟練の程度等によりますが概ね次式を以て示します:

$$M = \frac{\left\{ \left( \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} \right) d + t \right\} n}{T} \dots\dots\dots (1)$$

式中M=土砂一立方メートルを運搬するに要する人数  
d=運搬距離米 T=一日の純勞働時間  
S=積荷ある時の速度 S'=積荷なきときの速度  
t=積込及土捨待ち合せ其の他の時間  
n=一立方メートルの土量を運搬する回数

又擔ひ上げの高さが相當高き場合は

$$M = (1+k) \left\{ a + b \left( \frac{d+h^2}{60} \right) \right\} \dots\dots\dots (2)$$

M=一立方メートルを運搬するに要する人数

K=諸掛率

a=掘鑿積込1立方メートル當所要人員に0.01~0.015人を加へたる數

b=擔ひ方歩掛、普通土砂0.1

d=運搬距離 h=擔ひ上げ高

以上の如くであります但し籃子運搬に於て特に注意を要することは運搬路は往路と復路を區別し特に往路は平坦にして路面の良好なるものを選び上り勾配 $\frac{1}{10}$ 以下を適當と致します多數工人を一ヶ所に使役するを以て各種作業に混雜や待合せの起らぬ様に準備段取をなさねばならぬ、或は亦積込と運搬とが混淆に按置せられない場合は徒に運搬待合せに運搬を來たし能率を擧ぐることに困難なるを以てこれが連絡共力をより密にし調協する様になさねばなりません。

ii) ト ロ

之れの場合は主として0.3~0.6立方メートルの木製又は鋼製土運車を用ひ軌條には4.5~6股の梯子線を用ふるのを普通とする、このトロの用ひるのは運搬距離100米以上に及ぶこと、土量が多きこと、勞働價の高き場合等にして此れが歩掛は運搬距離線路勾配、トロ台數、線路の良否、工人の強弱土砂の性質等によりて支配せらる。

土の性質を無視すれば歩掛は

$$M = \frac{n}{N} = \frac{\frac{n}{T}}{2d + \frac{d^2}{v} + t} \dots\dots\dots (1)$$

M=一立方メートルの土量を運搬するに要する人数即ち歩

## 掛

$N$  = 一日の運搬回數

$n$  = 一立方メートルの土量を運搬する回數

$d$  = 運搬距離

$d'$  = 勾配を換算せる水平距離

$t$  = 積込及土捨待合せその他の時間

$v$  = 往復の平均速度

然るに  $d' = l(1 + 60.S)$  にて表はすを得

$l$  = 上り坂の水平距離  $S$  = 上り坂の勾配

眞田博士は前記  $N$  につき次式を與へて居ます。

$$N = \frac{13,500 + 6d}{d + 162 + 5.4m + 24h} \quad (2)$$

$$N = \frac{13,500 + 6d}{\left(d - \frac{1}{2} l'\right) + 162 + 5.4m + 24h} \quad (3)$$

(3) 式は下り勾配のある場合の式であります。

$m$  = 一線路上の車數  $h$  = 運搬の高

式中分母の 162 は土質が砂交り軟土の場合に使用し硬質の土又は粘土には此の數に 50% を増加し 243 と致します。

この眞田式を直に滿洲に適應することは困難でありましてこれより更に諸氏と共に研究を要する問題と思ふのであります。

以上お話し致しました人力運搬の外に牛馬による場合又は機械による場合等ありますが未だ滿洲には普及して居りませんので時間の關係上省略することに致します。

## 6. 盛立方法

盛立の方法は運搬土砂の撤出方法によりて異なる。

## i 水平撤出

之れは水平或は幾分傾斜して土を撤出し築堤が水平層になる如く施行する方法にして、盛土方法としては最良なるものであります。而して此の方法を薄層と厚層とに分つことが出来薄層は盛土を最も堅實に施工し得るものにして一層の厚さ 30-60cm であります。

何れも一層毎に充分搗き固め土が完全に縮少したる後に其の上に次の層を盛り上る方法であります。第

十五圖の(1)如く施行する時は運搬中充分踏固めらるゝを以て特に搗き固める必要がない、只兩法面近くは土砂積透するため踏固め充分ならざるを以て土羽付けの際充分切り返し搗き固める必要があります。

## ii) 前方撤出

第十五圖の(2)に示す如く前方へ土を撤出しながら進む方法にして土の層は垂直より稍傾斜して並び、兩側面は其の撤出される土の自然勾配に等しくなる此の撤出方法によるときは水平撤出しの如く緊密なる結果を得難きも土質良くなれば一般に盛土後滑落する處は少いのであります。

此の方法によるときは撤出と同時に搗固めを充分に行ふ事が不可能なるを以て法面仕上の際は搗固の幅を廣くして充分に搗固める必要があります。

## iii) 側方撤出

之れは築堤の長さに沿ひ片側より盛土をなす方法でありまして堤防の取付處の嵩置等の場合には特に有利であります(第15圖の3f)

此の方法によりますと土砂を一時に撤出し得るを以て工事の竣功早く従つて工費を減少し得る得策がありますが、しかし運搬中搗固めを充分に施行し得ざる處があります。

## iv) 足場撤出

土取場の關係上高所より土捨する場合等に用ひらる方法でありまして第十五圖の(4)に見る如く足場を設けてこれより土を放下し盛土をなす方法であります此の方法による時には土捨中に搗固めることが不可能でありますから盛土の適當なる層毎に土捨を一時中止して搗固める必考があります。

此の外に水射式撤出法などありますが餘り用ひられませんので詳述は致しません、要するに上の何れの方法をとるも大堤防を築造するが如きときは事實搗固めをなすこと容易ならざるを以て盛土後相當長期間放置し風雨によつて自然の沈下收縮を計りて後仕上をなすべきであります。

圖-15 (1)

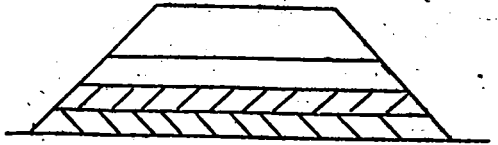


圖-15 (2)

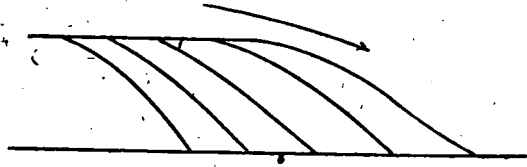


圖-15 (3)

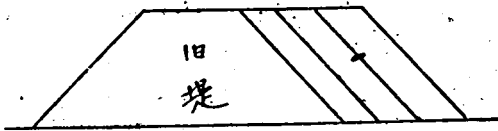
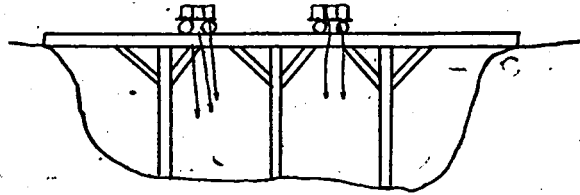


圖-15 (4)



7. 餘盛

堤防は築堤施行後沈下壓縮を來す事は免れ得ざる處でありまして沈下壓縮の程度は築堤材料の種類、搦固の良否、盛土施行の時期、工期の長短、工事中の天候及基礎地盤の性質等の條件によりて各異なるものであります。それで築堤をなす時は現地につき此等の條件を充分調査し、壓縮沈下の程度を豫想して堤防に此れ丈の餘盛をなさなければなりません。第六圖の(1)及び(2)の點線は計畫上必要なる堤防の

断面形とすれば實際に施工する断面形は施工中及竣工後の壓縮、沈下、收縮を豫想して實線の形に盛土致します。此の實線形の断面を普通施工断面と稱します。

天端面は排水良好ならしむるために蒲鋒形に仕上げらる。

餘盛は前に述べました種々な條件を考慮して加減するものであります。

大體の標準は築堤高の二割内外であります又蒲鋒形

圖-16 (1)

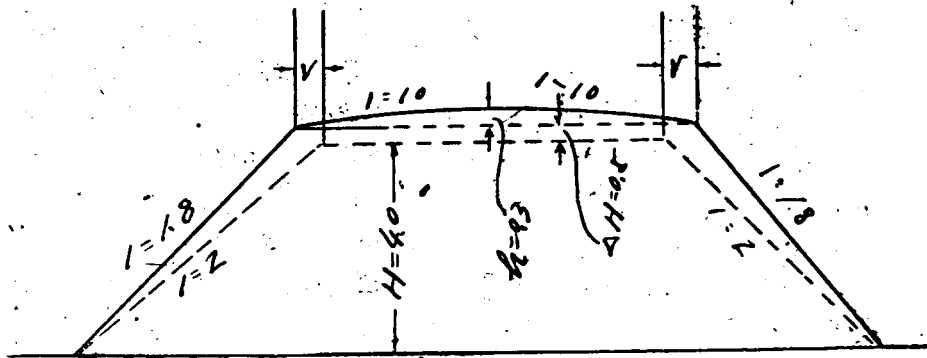
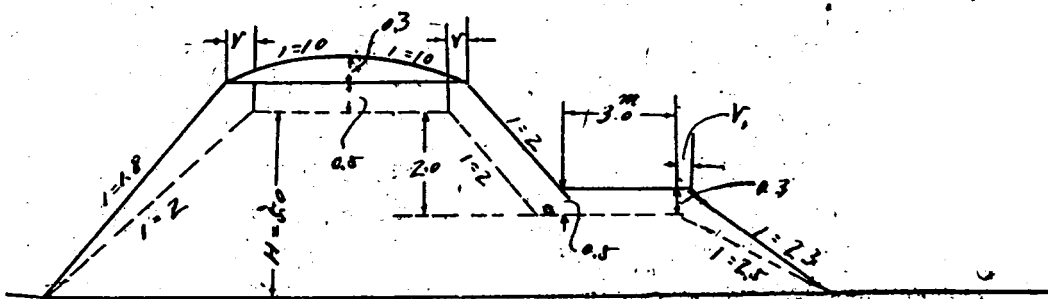


圖-16 (2)

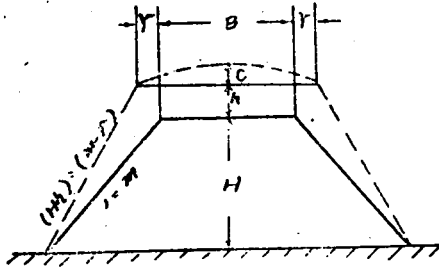


の中央高の大體の標準は天端幅の $\frac{1}{15} \sim \frac{1}{30}$ 又は $\frac{1}{10}$ 内外の横勾配を配することになって居ます。

餘盛についての Winkler 氏の示す標準は次の如くであります。

砂利	$V = \frac{1}{40}H$	$h = \frac{1}{40}H$
砂	$V = \frac{1}{15}H$	$h = \frac{1}{23}H$
眞土	$V = \frac{1}{9}H$	$h = \frac{1}{14}H$

圖-17 (1)



免れません、即ち1:mの法勾配に對し(1+h):(m-v)となる

8. 築 立

築堤を仕上げるために法切、天端均し及び之れに伴ふ土砂の小運搬、土羽付を行ふことを築立と申しますがこの内土羽付は法面の搦固め作業でありまして盛土後相當の期間を經過して土砂が十分に沈下收縮したる後に法切を行ひ土羽條又は土羽板を以て法面を叩いて仕上ぐべきであります。

築堤材料が砂や砂利の場合は土羽付も芝付も困難でありますから法面を厚 20~40cm の良質の衣土で仕上ぐべきは申す迄もありません。

9. 芝 付

法面保護の目的を以て通例芝を植付ける。これを芝付と稱しまして最も簡單なる法面の保護工であります。

芝付には張芝、筋芝、帯芝、市松芝等の種類があります。

張芝は土羽付完了せる法面全體に切芝を張り長さ15~20匁位の目串を差込み芝を法面に固定せしむる。

粘土  $V = \frac{1}{8}H$        $h = \frac{1}{12}H$

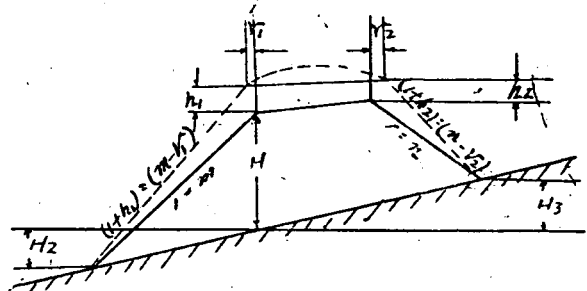
地盤が17圖の如く傾斜せる場合は上式のHの代は

に  $V_1, h_1$  の計算に對しては  $H_1 + \frac{1}{2}H_2$

$V_2, h_2$       ”       $H_1 - \frac{1}{2}H_2$

を用ふ、Hが5m以下のものにつきてはV=0とす餘盛をなす場合は餘盛の外特に堤防敷幅を増加することなき故に表裏の法面は多少急勾配となること

圖-17(2)



又筋芝は土羽付の1層毎に長30~40匁巾約10匁の芝を並べ其の大部分を土羽土に埋込み帯芝は法面一定間隔に水平に張付け目串にて芝を法面に固定するのであります。市松芝は約30匁角の切芝を一枚に法面に市松形に張り付くる方法でありまして従て法面積の半分の芝にて足ることとなります。

一般に張芝は法面保護の迅速なる効果を必要とす表法面に施し然らざる裏法面には筋芝帯芝又は市松芝を施します。

法肩の崩れを防止するために法肩に芝を埋込み或張付けるこれを耳芝と稱します。各地の築堤を視て見ますとこの耳芝が不充分なるため雨の流れ天端上の僅かの凹地に沿ひて流れこれが耳芝をおして法面に流下し甚しく法面の土砂を流し去り法面を損害致して居る實例を見受けます。かゝることなき様充分耳芝を埋込みおくことを要します。

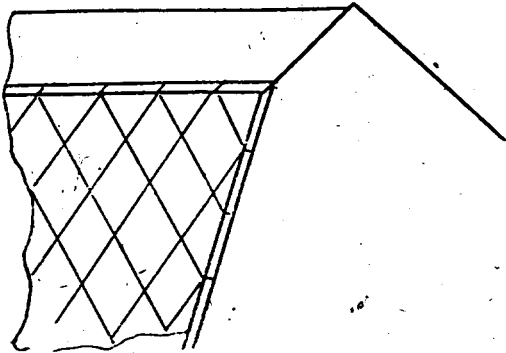
又法先保護のために芝を10匁~20匁内外地中に埋むことが必要であります。これは法面に沿ひ流下る雨溜が法先を洗ひ流すことなき様にすること、に芝の繁殖を圖る目的のためであります。



10. 葦粘土張

時々高潮の襲來を受くる箇所にして切芝を得難き場合には葦根を四角形又は長方形に切り取りたるものを張芝の如く張立つるものにして相當厚きものであります。切芝の如く滑落の虞無きを以て目串の必要はありません、之れは切取後粘土の硬化せざる内に

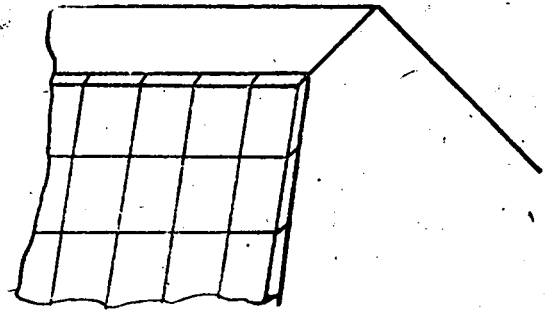
圖-18 (1)



張立つるべく硬化せるものは其の張上り極めて粗雑となります。

滿洲に於ては日本内地の如き芝を入手すること殆んど困難なる場合はこの葦粘土張りは非常に有効に法面保護工となるものと思料致します。

圖-18 (2)



11. 法覆工

堤防の法面缺裂防止のため施設する工作物でありまして河流の状況土質の硬軟法勾配の緩急等を考慮して現場に適する工法を採用すべきであります。其の工法は多種多様にして上に述べました芝付工葦粘土張工の外に法切柳樺工、法欄工、柳枝工、連柴付柳枝工、栗石護岸工、蛇籠工、鐵網張工、混凝土張工、混凝土方塊張工、屈撓性混凝土方塊張工、豆板混凝土張工、鐵筋混凝土張工、石張工、石積工、投掛工等あり此等特種工作物につきましては時間がありませんから省略致します。

VI 築堤一立方分の単價

これは勞力賃、施工方法、施工順序、土砂の種類、施工時期等によりまして異なることは述べる迄もありません、これ等の問題を研究し土工歩掛を定め更に次の如き種々なる要素を併せ考へて築堤の單價を算定せねばなりません。

- 1. 歩掛
  - i 土取場表面草根剝取
  - ii 土取場水替
  - iii 積込運搬及び捨土
  - iv 堤敷面草根剝取
- V 築立及芝付

- 2. 勞力賃
- 3. 土工用機器
- 4. 機器修理費
- 5. 準備費
- 6. 設備費
- 7. 資金利子
- 8. 請受會社業務費
- 9. 土建協會費
- 10. 利益

直營にて堤防を築造する場合は勿論7以下の項を考慮する必要はありません要は如何に經濟的に技術的に立派な築堤をなすべく詳細に亘り検討することを怠つてはなりません。假りに一立方分當り一錢の單價の開きがありましても百萬立方分の土工に對しては一萬圓の差異を生ずることになるのであります。土工だからと云つて簡単に考へる様では眞の技術者と云ひ得ないのであります。

大體以上をもちまして築堤についての講話を終りますが「治國の要諦は治水にあり」とふ標語を我等の腦裏に深く刻み込み職域忠實技術奉公の念を堅持し王道築土の礎を一步一步築き上ぐべく要望して止まないであります長時間御静聽を煩し恐縮に存じます。

以上