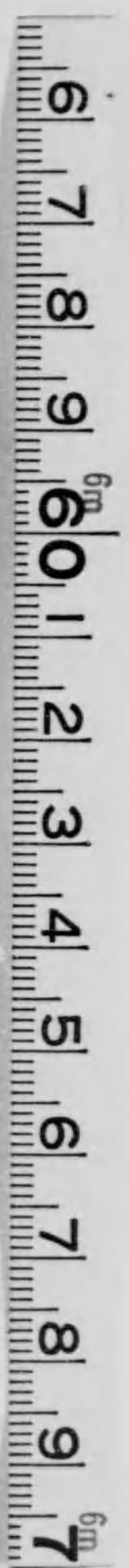
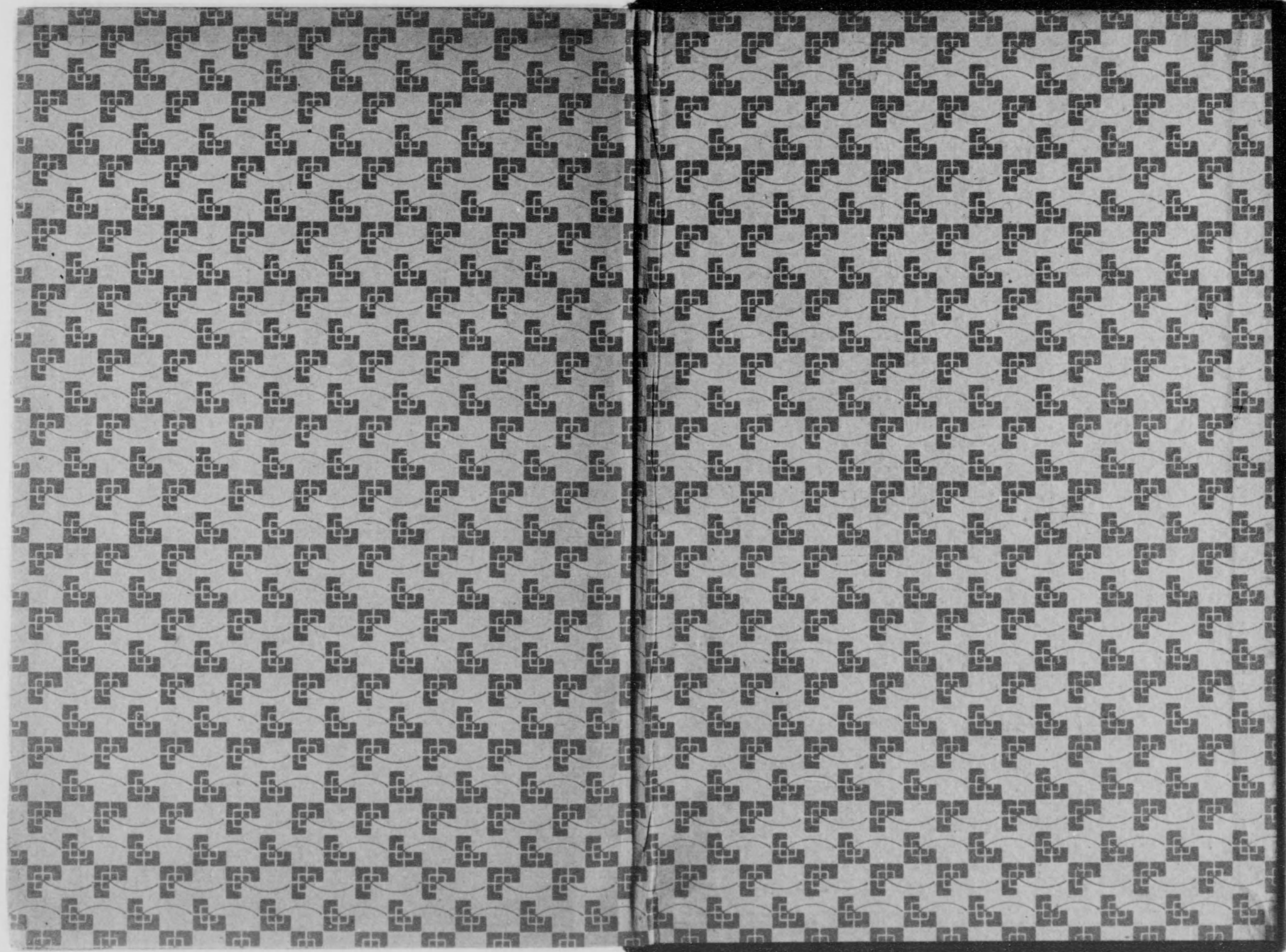


6565
Mo12



始





365-42

656.5
No12



砂防工法

山林局長岡本英太郎閣下題
山林技師松波秀實閣下序

工學士持田軍十郎著

大正
6. 7. 7
内交

與一刻不為條

一審

錄元禁材之語

大正丁巳之春

吳大澂

五

序

本邦ノ地勢ハ治水ノ必要ヲ感スルコト甚大ナルモノアリテ其ノ成功ヲ期スルカ爲年々歳々國帑ヲ費スモノ決シテ尠少ニアラス從テ治水ノ根本タルヘキ砂防ノ研究ハ忽諸ニ付ス可ラサルモ自ラ進ムテ之ニ當ル者甚寥々タルヲ憾ミトス持田軍十郎君夙ニ職ヲ山林局ニ奉シ會テ官命ニ依リ歐洲ニ留學シテ森林土木及砂防工事ヲ研究セラレ其ノ學識經驗ノ豊富ナル予ノ常ニ推服スル所ナリ君曩ニ公務ノ餘暇ヲ以テ森林土木學ヲ著シ私費ヲ擲テ之ヲ刊行シ當事者ニ頒付セラレ斯界ヲ益シタルコト少カラス今復砂防ノ事業ニ精通スルモノ寡キヲ慨シ平素ノ蘊蓄ヲ傾ケテ公暇本書ヲ編シ題シテ砂防工法ト云フ蓋シ學ニ篤ク職ニ忠ナルニ非スムハ何ソ如此ヲ得ムヤ此ノ書一タヒ出

序
ニ
テテ砂防ニ從事スル者始メテ津梁ヲ得ルノ感アルヘキヤ必セ
リ予君ト專問ノ學ヲ異ニスルヲ以テ卷首ニ序スルハ敢テ當ラ
スト雖日夕卓ヲ連ネテ共ニ公務ヲ見ルト且君ノ前著ニ序シタ
ルノ誼アルヲ以テ今復一言ヲ述フ

大正六年一月

林學士 松 波 秀 實

緒 言

往年予ノ海外ニ留學スルヤ官特ニ砂防工事ノ研究ヲ命セラル乃瑞西國ニ遊ヒ埃
甸國ニ入り之ニ關スル各種ノ工事ヲ視察シ尙ウキンナ高等農林學校ニ於テ「ワ
ン」教授ノ指導ヲ受クルコト約一年之ニ加フルニ前後實務ノ經驗ト相俟テ今ヤ聊
カ得ル所アリ蓋シ砂防ノ總テハ治水ニ關係アルモノニ非スト雖其ノ大部分ハ實
ニ治水ノ根本ヲ爲スモノニシテ我國ニ於テ之カ施行ヲ要スルモノ甚多ク近時國
有林ニ於テモ亦其ノ施設ヲ見ルニ至レリ砂防工事ハ其ノ施設ノ如何ニ依リ特ニ
巨額ノ經費ヲ要シ動モスレハ財政上之ヲ普及セシメ難キノ憾ナキニ非ス予ヤ職
トシテ國有林砂防事業ノ任ニ在リ依テ平素得ル所ノモノヲ編纂シ以テ當事者ノ
參考ニ資セムコトヲ欲シ茲ニ本書ヲ刊行シ山林局ニ寄附シテ斯業擔當者ニ願ツ
コトハセリ

現在我國ニ於ケル砂防ニ關スル著書ハ僅ニ二三ニ止マルヲ以テ往々當業者ノ不
便ヲ感スルコト尠カラス著者輩才加フルニ眇タル一書固ヨリ其ノ不便ヲ除クニ

足ラスト雖亦多少ノ裨益ナキニアラサルヲ信シ敢テ其ノ殘部ヲ世ニ公ニス倘當業者ノ參考トナルヲ得ハ予ノ本懐之ニ過キサレナリ
 從來書ヲ編スルモノ故ラニ歐洲學者ノ說ヲ引用シテ自家所論ノ根據ト爲スモノアリ世人亦如此ナラヌムハ其ノ所論ヲ尊重スルニ足ラスト爲ス然モ予ノ之ニ倣ハスシテ偶之ヲ引用スルモ只僅ニ參考ニ供スルニ止メタル所以ノモノハ畢竟我國ニ於ケル各種ノ事情カ歐洲諸國ト甚異ナレルモノアリテ之ヲ引用スルハ却テ實際ニ適合セサルヲ信シタレハナリ
 本書中須要ナル稱呼ニ獨逸語ヲ附記セリ是我國ニ於テハ未タ定義ニヨリ其ノ區分ヲ明ニシタル通話アラサルヲ以テ一見其ノ意義ヲ明ニスルノ便ヲ圖リタルニ過キス讀者諒焉

大正六年一月

著者識

砂防工法目次

第一章 總論

- 第一節 砂防工事ノ定義……………一
- 第二節 砂防工事ノ種類……………二
- 第三節 河川流域ノ區分……………四
- 第四節 野溪ノ定義及他ノ水路トノ區分……………六
- 第五節 野溪ノ分類……………九
- 第六節 治水ニ關スル砂防事業擔當區分……………一
- 第七節 降水量ト洪水ノ關係……………二
- 第八節 地上物及地質地形ガ治水ニ及ホス影響……………一七

第二章 土砂移動ノ原因

- 第一節 風化作用……………二四

第二節 侵蝕作用……………二七

第三節 滑落……………三〇

第四節 類雪……………三一

第五節 洗掘……………三三

第三章 土砂移動状態ノ種類

第一節 崩壊及欠壊……………四八

第二節 墜石及墜砂……………五八

第三節 導石……………六〇

第四節 土石推進……………六三

第五節 堆積扇……………六四

第六節 飛砂……………六六

第四章 土砂移動防止ノ施設

第一節 横斷工事……………六八

第二節 根圍ヒ工及土圍ヒ工……………八〇

第三節 水路工……………八三

第四節 階段工……………八五

第五節 被覆工……………八七

第六節 砂丘工……………八八

第七節 植栽……………九〇

目次終

砂防工法

持田軍十郎著



第一章 總論

第一節 砂防工事ノ定義

吾國ニ於テ普通砂防工事ト稱スル事業ハ其範圍不明ニシテ簡略ニ之ガ定義ヲ下
 ストモ困難ナリ之ヲ字義ヨリ解スルトキハ土砂ノ移動ヲ防止スル工事ヲ云
 フガ如キモ道路兩側ニ於ケル切取又ハ盛土ノ傾斜面ニ施設スル工事及邸宅地ノ
 土留ノ如キハ之ヲ砂防工事ト稱スルコトナシ故ニ字義ノ解釋ニノミ依ル能ハズ
 或ハ舊時ヨリ山留工事又ハ山シバリ工ト稱シ荒廢セル山岳地ニ施行セル工事ヲ
 云フカ如キモ此觀念ヲ以テ定義ヲ下ストキハ普通砂防工事トシテ取扱フ所ノ河
 川敷ニ施行スル工事及海岸砂防ノ如キ工事ヲ含マザルニ至ル又砂防法ニ於テ砂

防工事ト稱スルハ主務大臣ノ指定シタル土地ニ於テ治水上砂防ノ爲施設スル事業ヲ云ヒ治水上ノ目的ヲ有スルモノニ限ラレ尙砂防指定地ニ施行スルモノニ限ラル、ヲ以テ一般ノ砂防工事ノ定義ト爲スコトヲ得ズ或ハ野溪留工事 (Wildbach Verbanung) ト全ク一致スルガ如ク考フルモノアルモ野溪ニ關係ナキ荒蕪地植栽 (Oedland Bepflanzung) 飛砂防止 (Flugsand Verbanung) 墜石防止 (Steinschläge Verbanung) 等モ普通吾國ニ於テ砂防工事トシテ取扱ハル、ガ故ニ又適切ナル觀念ニアラザルベシ吾國ニ於テ實際砂防ト稱スル事業ハ各種ノ目的ヲ以テ土砂石礫ノ移動ヲ防止スル事業ヲ包含シ其土砂ノ移動ノ爲ニ起ル被害ハ特定物又ハ特定區域ニ限ラレスシテ被害區域ハ益々擴大スル場合ニ施行スルモノヲ云フカ如シ故ニ砂防事業トハ廣ク公衆ニ被害ヲ及ボスヘキ土砂石礫ノ移動ヲ防止スル事業ナリト云フトキハ略其要ヲ得タルモノナルベシ

第二節 砂防工事ノ種類

砂防工事トハ其定義ヨリ廣ク公衆ニ被害ヲ及ボスベキ土砂石礫ノ移動ヲ防止ス

ル工事ナルコトヲ知ル然ルニ其公衆ニ被害ヲ及ボス狀況及土砂石礫ノ移動ヲ誘起スル原因ニ於テ甚シク異ナルモノアリ其異ナルニ從ヒ之ガ防備ニ付テモ亦異なる所ナカルベカラズ之ニ對シ若シ千偏一律ノ施設ヲ爲ストキハ經費ヲ膨脹セシムルノミニシテ効果ノ之ニ伴ハザルモノアルベシ故ニ效果ノ擧ラザルヲ見ルヤ直ニ之ヲ不可抗力ニ歸セズシテ其種類ヲ考究シ之ニ適應シタル設計ヲ爲サルベカラズ砂防工事ノ最モ主ナルモノハ治水ニ關スルモノ及海岸飛砂防止トス其治水ニ關スルモノハ一般ニ野溪留工事ナル語ヲ以テ總稱スルモ其施工區域ハ必ズシモ野溪ノミニ限ラル、コトナク野溪以外ノ水路及水路ニ關係ナキ地區ニモ施工スルコトヲ要ス水路ニアラザル地區ニ於テ全ク工事ヲ施工スルコトナク單ニ樹木ノ植栽ニ依リ砂防ノ目的ヲ達スルコトアリ海岸飛砂地ニ於テ亦然リ若シ全ク工事ヲ要セザルモノトセバ之ヲ砂防工事ト稱スルハ穩當ナラサルベク則純然タル林業ノ範圍ニ屬スヘシ其他荒蕪地植栽墜石防止ニ於テハ砂防ノ目的ヲ有セズシテ單ニ土地利用ノ改善或ハ特定物ノ保護等ヲ目的トスルモノアリ其砂防ノ目的ヲ有スルモノ、中ニモ亦純然タル林業ノ範圍ニ屬シ砂防工事ト認ムル

能ハザルモノアリ之等ノ場合ニ於テモ固ヨリ工事ニ依リ砂防ノ目的ヲ達シ得ザルニアラザルベキモ廣漠タル面積ニ對シ工事ヲ施行スルハ殆ント至難ニシテ却テ植栽ニ依ルトキハ容易ニ目的ヲ達シ得ベシ其他氷河及頽雪ノ防止ハ砂防工事ト殆ンド同様ノ方法ヲ要スルヲ以テ砂防工事ト共ニ取扱ハルハ普通トス吾國ニ於テハ氷河ハ存在セザルモ頽雪ハ往々成立シ普通土砂ノ移動ヲ伴フヲ以テ其常ニ起ルトコロノ地方ニ在リテハ砂防工事トシテ取扱フヲ常トス

第三節 河川流域ノ區分

河川 (Flüsse) ノ流域 (Niederschlagsgebiete) トハ他ノ河川ノ流域トノ境界ノ間ニアル分水嶺ヨリ河口ニ至ル凡テノ面積ヲ包含ス河川ハ下流ニ至リ派川ニ岐ルハコトアリ上流ハ多クノ支川ヲ爲シ支川ハ多クノ溪流 (Bäche) ヨリ成ル其溪流ナルモノハ各溪谷又ハ傾斜面ヨリ來ル所ノ水量ヲ收容ス其溪谷又ハ傾斜面ニ於テハ未タ水流ヲ形成セズシテ地表ニ沿フテ誘導セラレ漸次溪流ニ達ス其溪流ニ依リ降水量ノ收容セラルハ區域ヲ其水路ノ集水區域 (Sammelbecken) トス支川又ハ河川ニ依リ

平地モ亦流域内ニ屬スト雖其區域内ノ降水量ハ大部分ハ河川ノ流量ニ變ズルコトナク地中ニ浸潤シテ地下水トナリ或ハ蒸發ニ依リ消失スルヲ常トスルガ故ニ集水區域ニ算入セズ則チ集水區域ハ水路ニ向ヒ傾斜ヲ爲シタル面積ノ總計ヲ云フ集水區域ニ降下セル水量ハ地上物ノ有無或ハ地表ノ狀況ニ依リ遲速ノ別アリト雖漸次地表ニ沿フテ降下シ其少シク集合スルニ至ルトキハ侵蝕作用 (Erosion) ニ依リ溝形ヲ構成スルニ至ル然モ其初メハ其路線ニ沿フテ水ハ流下スルニアラズシテ單ニ誘導スルニ留リ路線ハ迂回屈曲殆ント一定ノ方向ナシ或ハ些少ノ故障ニ遭遇スルモ忽チ方向ヲ轉ジ或ハ地中ニ浸潤シテ其跡ヲ絶チ其狀恰カモ涙ノ類ヲ傳フガ如シ假リニ之ヲ涙路 (Erosionsrinne) ト名ツクルトキハ一言ニシテ其狀態ヲ想像スルコトヲ得ベシ涙路ガ溪谷ニ沿フテ成立スルトキハ溪底ヲ洗掘シテ漸次水路ノ狀ヲ呈スルニ至ル之ヲ肢溪 (Gießbach) 又ハ山溪 (Bergbach) ト稱ス肢溪ハ時トシテ水流ヲ絶ツコトアリ或ハ水流ヲ絶タザルモ岩盤上或ハ堆積セル轉石ノ間ヲ通過シ溪底ハ未ダ河敷ノ形狀ヲ爲ザサルモノヲ云フ即チ肢溪ハ集水區域内ニ於ケル水ノ通過スル路線ニ過キズシテ未タ流路ト稱スルニ足ラザルモノナリ

則チ肢溪ニ於ケル水ハ山岳水 (Gebirgsgewässer) ニシテ未ダ流水ノ法則ヲ適用スベキ河水 (Flussgewässer) ト見ルベカラザルモノナリ肢溪ガ合流スルトキハ漸次河川狀ヲ呈シテ溪流ト稱スルニ至リ溪流ハ後ニ河川ト稱スルニ至ル之ヲ土砂移動ノ關係ヨリ區別スルトキハ降水區域ヨリ支溪ニ至ルマデヲ集石區域 (Sammelbecken o. aufnahmsbecken) トシ溪流ヲ導石區域 (abfuhrkanal) トシ河川ヲ沈澱區域 (ablagerungsgebiete) トス

第四節 野溪ノ定義及他ノ水路トノ區分

野溪 (Wildbach) トハ延長短ク勾配急ナル水路ニシテ急激ナル増水ヲ爲シ河底及兩岸ヲ洗滌シ崩壞土砂石礫轉倒木等各種ノ含有物ヲ下流ニ導キ減水ノ際隨所ニ之ヲ放置シ治水ヲ攪亂スル水路ヲ云フ溪流ト稱スル能ハザル河川ニシテ時々暴流シ野溪ト同様ノ狀態ヲ呈スルモノアリ暴流ノ原因ハ其河川ガ野溪ノ合流セルモノナルニアリ然モ野溪ニ比シ大ナル溪谷ヲ流過シ延長長ク勾配緩ナリ只其狀態恰カモ野溪ト異ナル所ナキガ如シト雖野溪整理ノ際ニ於テハ其分界ニ付キ特ニ

注意スルコトヲ要ス野溪ト野溪的河川 (Bachartigen Flüsse) ト異ナル特徴ハ野溪ニ於テハ河底ハ水勢ニ依リ低下 (Kolk) スル傾向ヲ有シ野溪的河川ニ於テハ河底ハ高上スル傾向ヲ有スル點ニ存ス野溪ニ於テモ上流ノ崩壞土砂ガ下流ニ流下セザル間ニ減水シタル場合ニ於テハ沈澱ノ爲河底ノ高上スル場合アリト雖一般ニ云フトキハ河底ハ低下スル傾向ヲ有スルモノナリ又河川ニ於テモ上流ヨリ流過シ來ル崩壞土砂少量ナルトキハ河底ノ低下スルコトアリ然モ一般ニ云フトキハ河底ハ高上スル傾向ヲ有スルモノナリ故ニ地形ニ依リ河底ノ低下スル傾向ヲ有スル區域ト河底ノ高上スル傾向ヲ有スル區域トヲ區分シ野溪ト野溪的河川ノ分界トス河川ナルトキハ其狀態野溪ト異ナルコトナシト雖之ヲ整理スル事業ハ野溪ヲ整理スル事業ト其趣ヲ異ニスルモノアルヲ以テ其區分ヲ必要トス

野溪ハ又肢溪 (Gießbach) 又ハ山溪 (Bergbach) ト稱スルモノト區別スルコトヲ要ス肢溪ハ野溪ニ比シ一層短距離ニシテ勾配急ナリト雖堅硬ナル岩盤上ヲ流レ往々懸瀑ヲ爲シ土砂石礫ハ自己ノ重量ニ依リ滑落或ハ轉下スルモ水流ニ依リ流下セシムルコト稀ナリ又其水流ハ溪底ヲ潛行スルモノアリ轉石ノ間ヲ迂回スルモノアリ

リ懸瀑ヲ爲スモノアリテ一般水流ノ法則ニ依ル能ハズ換言スレバ水ヲ導過スルニ過ギズシテ流過スル状態ニアラザルモノナリ肢溪ハ野溪ニ變ズルコトナシト論ズルモノアルモ一般ニ認ムル所ニ依レバ現在野溪トシテ取扱フベキモノモ多クハ久シカラザル以前ニ於テ肢溪タリシコトヲ想像シ得ベク又今日野溪トシテ取扱フベキ溪流モ崩壊土石ヲ全部流出シ岩盤ノミトナリタルトキハ肢溪ノ状態ニ復歸スルモノアルベシ肢溪ハ未ダ害ヲ爲スコト小ナリト雖溪底ヲ爲セル岩盤ハ年月ヲ經ルニ從ヒ漸次洗掘セラレ其程度ノ進ムトキハ兩岸トモ絶壁ヲ爲シ或ル時期ニ達スルトキハ遂ニ崩落スルニ至ル而シテ其崩落シタル土石ハ溪底ニ沿ヒ漸次降下スルガ故ニ溪底ノ低下ヲ迅速ナラシメ欠壞崩壊ヲ惹起スベシ此ノ如キ状態ニ陥リタル肢溪ト野溪トノ區別ハ只水路ノ状態如何ニアリ野溪ニ於テハ水路ハ或ル幅員ニ於テ河敷ノ状態ヲ爲シ河岸ヲ爲ス兩側ノ土地トノ間ニ或ル區別ヲ認メ得ベキモ肢溪ニ於テハ未ダ河敷ノ状態ヲ爲サズ單ニ雨水ガ集合落下スルニ過ギザルモノヲ云フ故ニ野溪ノ敷地中ニハ民地ガ崩落シテ河敷ニ變ジタルガ如キ部分アルベシト雖原則トシテ官有地ニ屬スベク肢溪ニハ別ニ敷地ヲ認メ

ズ其兩側ノ土地ノ所有者ノ權利ニ包含セラル國有林ノ如キハ當然野溪トシテ取扱フベキ水路ノ敷地ヲモ包含シ肢溪ノ爲ニ施業シ能ハザル面積ト共ニ只施業除地トシテ取扱フノミナルガ故ニ所有權ノ存在ノミニ依リ區分スルコトヲ得ズ且ツ其區域ハ水路ノ合流點ニ於テ分界ヲ定メザルベカラザル關係ニ依リ判然タル分界ナシト雖砂防設備ノ施行上之ヲ區分スルノ必要アリ則野溪ハ一種ノ河川ニシテ肢溪ハ山林ノ地域内ニ屬スルモノナレバナリ佛埃諸國ニ於テモ學者ハ水路ノ分類ニ於テ其區分ヲ認ムルモノ多キモ事業上其區分ノ必要ナキヲ以テ之ヲ詳論モルモノナシ然モ吾國ニ於テハ之ヲ區分スルコト最モ必要ナリトス

第五節 野溪ノ分類

野溪ハ歐洲諸國ニ於テ學者ニ依リ各種ノ方面ヨリ分類セラル則野溪ノ成立ニ依リ湖水湧泉或ハ氷河等ニ水源ヲ發シ一年間水ノ絶ヘザルモノト夏期ニ於テ山中ニ於ケル積雪ノ溶解ニ依リ成立シ冬期ニ於テハ水ノ涸渴スルモノ及暴雨ノ際ニノミ成立スルモノトニ區別セルモノアリ又集水區域ノ位置ニ依リ鞍部ヨリ固有

ノ溪谷ニ沿フテ流ル、モノト峯嶺ヨリ最大勾配ニ沿フテ流下スルモノト峯嶺ヨリモ低クシテ傾斜面ヨリ上部ニ位スル集水區域ヲ有スルモノトニ區別セルモノアリ或ハ集水區域ノ廣袤ニ依リ大中小ニ區別シ或ハ單一野溪ト合成野溪トニ區別シ或ハ之ニ崩壊面ニ於ケル水路ヲ附加スルモノアリ或ハ土砂發生ノ原因ガ洗掘ニ依ルモノト風水化ニ依ルモノトニ區別セルモノアリ或ハ氷河ヨリ來ルモノト土砂ヲ保持スルモノ及土砂ヲ洗掘スルモノトニ區別セルモノアリ或ハ水路ノ性質ニ依リ常ニ多量ノ水量ヲ有シ常時ニ於テ野溪ノ性質ヲ有スルモノ、短距離ニシテ勾配強ク大雨ノ際ニ於テ野溪ノ狀ヲ呈スルモノ、河床ハ巨岩ヨリ成リ深クシテ且ツ勾配急ナル水路ヲ有スルモノ及非常ナル勾配ヲ有シ一部ハ幅員廣ク河床ハ土砂ノ堆積深ク崩壊地多キ水路ヲ有スルモノトニ區別セルモノアリ或ハ地形ニ依リ高山野溪、丘陵野溪及平地野溪ニ區別セルモノアリ此ノ如ク種々ノ分類法アリト雖歐洲ニ於テハ大陸的河川ノ外吾國ニ於テハ河川トシテ取扱フベキ狀態ニアル水路ヲモ溪流トシテ取扱ヒ且ツ溪流ヨリ區分スベキ肢溪又ハ山溪ト稱スルモノ、如キハ固ヨリ又溪流トシテ取扱フヲ以テ吾國ニ於ケル砂防工事ヲ取扱

フ上ニ於テハ前記ノ如キ區分ニ依ルコトヲ得ズ又吾國ニ於テハ氷河ノ如キハ全く存在セズ故ニ吾國ノ行政組織ニ於テハ野溪的河川及肢溪又ハ山溪ノ如キハ之ヲ野溪ヨリ區分スルコトヲ要シ野溪ノ分類トシテハ平水及洪水ノ際ニ於ケル水量ノ大小、流出土砂ノ細粗、土砂流出ノ原因及其狀態并ニ沿岸狀態等ニ依リ區分スルコトヲ要ス

第六節 治水ニ關スル砂防事業担当區分

治水ニ關スル砂防事業ハ吾國ノ行政組織ニ於テ土木局及山林局ニ管掌セラル其區分往々ニシテ不明ナルコトアリ砂防事業ノ發達セル佛國及奧匈國ニ於テハ砂防事業ノ全部ヲ舉テ農務省ノ主管トシ治水森林局或ハ林政局ノ所管ニ屬セシムルガ故ニ水路ノ性質ニ依リ區別スルガ如キ必要ナシト雖吾國ノ如キ行政組織ニ於テハ溪流ヲ河川ニ屬スルモノト林地ニ屬スルモノトニ區分シ其所屬ヲ定ムルヲ當然トスベシ則野溪ハ一種ノ河川ニシテ河敷及河岸ヲ具備シ河川ノ狀態ヲ爲シ其水流ハ河水 (Flussgewässer) トシテ考フベク涙路及肢溪ノ如キハ全ク河川ノ狀

態ヲ爲サズシテ其河敷ノ如キハ施業除地トシテ取扱フモ尙林地トシテ取扱フノ外ナク其水流ハ山上水 (Geliegewässer) ニシテ河水ト其趣ヲ異ニシ流速流量等ノ測定ニ付テモ一般流水ノ法則ヲ適用シ得ベカラザルガ故ニ野溪下流ハ河川ヲ取扱フベキ土木局ノ所管トシ肢溪以上ハ森林法ヲ適用シ林野ヲ管理スル山林局ノ所管ト爲スヲ當然トス或ハ土砂移動ノ關係ヨリ集石區域ニ於ケル事業ハ山林局ニ於テ管理シ導石區域下流ハ土木局ニ於テ管理スルヲ當然トス肢溪ト野溪ノ中間ニ於テ其何レニ屬スベキヤ明ナラザルモノアリ或ハ河川ノ河岸ガ林地ナル場合ニ於テ河岸工事ナルヤ林地經營ナルヤ不明ナルモノアリ是レ蓋シ已ムヲ得ザルモノナリト雖事業ノ實質ニ依ルトキハ區分ニ困難スルコトナカルベシ

第七節 降水量ト洪水ノ關係

降水量 (Niederschlagsmenge) トハ雨又ハ雪ノ形ヲ爲シテ地上ニ降下スル水量ヲ云フ雪ヲ特ニ固形降水 (festeniederschläge) ト云フ降水量ハ氣中ノ濕氣カ凝結シテ降下スルモノナルガ故ニ場所及地形ニ依リ差違アリ則チ海岸ニ於テハ多量ニシテ乾燥

セル陸地ヲ經過スルニ從ヒ漸次其量ヲ減ジ高山ニ遮斷セラレハトキハ濕氣ガ集合スルガ故ニ降水量ヲ増シ高山ヲ過グルトキハ其量ヲ減ズ故ニ海面ヨリ濕氣ヲ送致スル風ノ方向ニ依リ降水量ヲ異ニス森林ハ氣中ノ濕氣ヲ保持スル力ニ富ムガ故ニ森林多キ地方ニ於テハ降水量多シト云フ說アルモ之ヲ確證スルコトヲ得ズ事實ハ往々ニシテ之ガ反證ヲ示スコトアリ然モ一般ニ高所ハ低地ニ比シ降水量ノ大ナルコト明ナリ又熱帶暖帶ハ溫帶寒帶ニ比シ一般ニ降水量多シ降水量ハ地方ニ依リテ異ナルノミナラズ時ニ依リ亦大差アリ則チ一年內ノ降水總量ハ年毎ニ差違アリ一年間ノ分賦モ亦一定セズ故ニ降水量ヲ示スニハ一年或ハ一ヶ月ノ總量ヲ測リ或ハ一日或ハ毎時毎ニ測リ普通「ミリメートル」耗ヲ以テ表ス則チ一定面積內ニ降下セル水量ノ深サヲ示スモノナリ降水量ハ概シテ夏期ニ於テ多ク冬期ニ於テ少シ然モ降雪アル地方ニ於テハ冬期固形降水量多クシテ夏期以上ニ上ルコトアリ又一年間ノ最大日量ハ必ズシモ降水量ノ多キ時期ニ限ラズシテ不時ニ起ルコトアリ一日ノ內ニ於テモ時間ニ依リ強弱アリ吾國ニ於テハ概シテ臺灣琉球九州四國ニ降水量多ク北海道ニ少シ朝鮮及關東州ニ於テハ降水總量少キ

モ最多日量ニ於テハ内地ニ劣ラズ今大正四年ニ於ケル各地測候所百十一ヶ所ノ
観測ニ依ルトキハ總量ハ臺灣基隆ノ三、四八三耗ヲ最大トシ別子ノ三、三三九耗及
琉球名瀬ノ三、一七四耗之ニ次ギ其他二、〇〇〇耗ヲ超ユルモノ廿四ヶ所ニシテ一、
〇〇〇耗以下ニ下ルモノ廿一ヶ所ナリ内朝鮮及關東州方面ニ屬スルモノ十二ヶ
所ニシテ内地及北海道ニ屬スルモノ九ヶ所ニ過ギズ故ニ吾國ニ於ケル一年間ノ
降水量ハ千耗乃至二千耗ヲ普通トシ降水量ノ多キ地方ニ於テハ二千耗乃至三千
耗ニ達シ稀ニ三千耗ヲ超ユルモノアリト概説スルコトヲ得ベシ最小ハ旅順ノ四
五七耗ニシテ朝鮮方面ヲ除クトキハ樺太眞岡ノ七五九耗ヲ最小トシ本土ニ於
テハ長野ノ八七三耗ヲ最小トス蓋シ別子ノ如キハ土豫國境ニ位シ高峻ニシテ太
平洋方面ヨリ來ル所ノ濕氣ヲ集中スル位置ニアルヲ以テ降水量多ク長野ノ如キ
ハ四圍高山ヲ以テ限ラレ濕氣ヲ遮斷セラル、ガ爲降水量少キモノナルベシ又最
多日量ニ於テハ名瀬ノ三六五耗ヲ最大トシ多クハ五〇耗以上一五〇耗ノ間ニア
リ然キ一五〇耗以上ニ達スルモノ亦少カラズ百十一箇所中二十箇所ニ達ス只三
〇〇耗以上ニ達スルモノ稀ナリ朝鮮方面ノ如キハ降水總量ノ小ナルニ比シ最多

日量ハ比較的大ナリ則チ仁川ノ如キハ總量一三五二耗ニ對シ二三〇耗ノ最多日
量ヲ示シ京城ニ於テハ一、五七八耗ニ對シ二五五耗ヲ示セリ長野及樺太眞岡ニ於
ケル最多日量ノ二九耗ハ他ノ地方ニ比シ最モ小ナリ降水量ハ年ニ依リテ異ナリ
ト雖砂防工事ノ計畫ニ用ユル數字ノ如キハ只大體ヲ考フルヲ以テ足ルベシ然
ルニ山中ニ於テハ平地ニ比シ降水總量及最多日量共ニ大ナルヲ常トス則森林測
候所ノ如キハ山間ニ設置シタルモノ多キヲ以テ其附近ニ於ケル平地ノ測候所ニ
於ケル觀測ト比較スルトキハ總量及最多日量共ニ大ナルヲ常トシ特殊ノ現象ニ
依ルノ外小ナルコトナシ其差違ニ至リテハ海岸ヨリノ距離及地形ノ差違ニ依リ
異ナリ

各河川ニ於ケル流量ノ大小ハ常ニ集水區域ニ於ケル降水量ノ大小ニ歸シ集水
區域廣キトキハ降水量小ナルモ流量大ナリ集水區域ニ降下スル降水量ハ一タビ
地上物ニ依リ支ヘラレ或ハ停滞シテ蒸發ニ依リ空中ニ飛散シ或ハ漸次地上ニ達
シ其地上ニ達シタルモノハ一部地中ニ浸潤シ一部ハ地表ニ沿フテ漸次集合シ河
水トナルモノナリ其地中ニ浸潤シタルモノハ再ビ湧水トナリテ地上ニ表ハレ河

水トナルモノアリ或ハ地下水トナリ直ニ海ニ注グモノアリ降水量ガ河水トナルマデニ於テモ一部ハ蒸發シテ消失スルヲ常トス故ニ河水トナルモノハ降水量ノ一部ニ過ギズシテ其比例ハ降雨ノ狀況地上物ノ有無地形及地質等ニ依リ各異ナリト雖其最モ多キトキニ於テモ七〇%内外ニ過ギズ或ハ二〇%内外ニ下ルコトアリ尤モ集水區域ノ局部ニ付テ考フルトキハ降水量ノ殆ンド全部ガ河水ニ變ズルコトアルベシト雖流量ヲ考フルトキニ於テハ此ノ如キ局部ニ付テ考フルノ要ナシ而シテ集水區域ノ各局部ヨリ河川ノ一定断面ニ達スルマデノ時間ハ傳導ノ狀態及距離ノ遠近ニ依リ種々ナルヲ以テ一定断面ニ於ケル流量ハ降雨ノ時間ヨリ遅延スルノミナラズ長時間ニ分配ナルハ常トス故ニ大雨ナラザルモ長時間ニ亘ル降雨アリタルトキハ河水ニ變ズル比例ノ大ナルノミナラズ前後ノ降水量ガ河川ノ一定断面ニ同時ニ達スルガ故ニ比較的大ナル流量ヲ示スモノナリ固形降水量ノ如キハ冬期間ヲ通ジテ蓄積セラレ春期温度ノ高キトキニ至リ流出スルモノナルガ故ニ温度ニ依リ流量ヲ増スモノナリ故ニ洪水量ヲ考フルニハ降水量ヨリ河水ニ變ズベキ比例ヲ考ヘ地上物ノ有無地質及地形ニ依リ同時ノ降水量ガ

何日又ハ何時間ニ分賦流過スルモノナルヤヲ考ヘ其日ノ前後數日間ノ降水量ニ付キ同様ノ考究ヲ爲シ其加ヲ取リテ流量ヲ考フルコトヲ要ス

第八節 地上物及地質地形力治水ニ及ホス響影

降水量ガ地上ニ達シタル場合ニ於テ直ニ地面ニ接スルトキハ其時ヨリ浸潤又ハ流下ヲ始ムルモ地上物アルトキハ一たび之ニ依リ沮止セラレ次ニ地面ニ接スベシ故ニ裸地ニ於テハ降水量ガ河水トナルマデノ時間短カク且ツ其分量大ナルモ地上ニ森林ノ如キモノアルトキハ降水量ハ樹冠ニ依リ沮止セラレ樹冠上ニ停滯シタル水ガ葉端ヨリ點滴トナリテ落下シ或ハ樹幹ニ沿フテ漸次地上ニ達スルモノナルガ故ニ其間ニ時間ヲ費シ小雨ノ際ノ如キハ全部葉面ヨリ蒸發シ了ルコトアリ大雨トナルニ及ビ漸次地上ニ達スルニ至ルモ其量ハ總量ヨリ小ナルコト明ナリ今各森林測候所ニ於ケル大正四年内ノ觀測ニ依ルトキハ森林内外ニ於テ降水量ニ左表ノ如キ差違アルヲ見ル

百分率	林内總量	林外總量	妙義縣	群馬縣	栃木縣	滋賀縣	京都府	奈良縣	福岡縣	熊本縣	大分縣	岩手縣	福井縣
八七、九	一八、六、二	二〇、五、五	伊香保	日光	大箕山	周山	松山	小石原	北小國	森町	沼宮内	勝山	
針 六五、六 圓 八八、六	針 二六三、三 圓 三〇五、三	針 二四〇、一 圓 二七九、九											
七四、三	一七、七、〇	二五、一、五											
八七、四	三三、八、四	二五、一、五											
九六、〇	一七、七、四	一八、四、三											
六、三	一三、九、三	一八、三、六											
九〇、一	二七、五、八	三〇、四、九											
六、三	三三、二、三	一七、三、一											
七四、四	一六、四、九	三〇、四、一											
七三、三	八五、一	一一五、八											
八、七	三三、六、五	二五、七、九											

則其差額ハ樹冠ニ依リ沮止セラレタルモノナリ尙各森林測候所ニ於ケル林内測候ハ多クハ幼齡ニシテ僅カニ閉鎖シタル程度ノ森林内ニ於テセルモノニシテ鬱蒼タル森林内ニ於テハ沮止セラレベキ分量ハ遙カニ大ナルモノアルベシ樹冠ヨリノ蒸發量ニ付各國ニ於テ實驗セル結果降水量ニ對シ左ノ如キ%ヲ示セルモノアリ

瑞西 ブナー〇 落葉松一五 唐檜二三
 ブルシヤ ブナ二四 唐檜 二二 松 二七
 バイエルン ブナ二二 唐檜 二七 松 三四
 又埃甸國ニ於テ樹冠ニ依リ降水量ヲ停滯セシムル分量ヲ實驗セル結果左ノ如キ

%ヲ示セルモノアリ

ブナ三四、六 カシワ二六、四 山楓二八、五 唐檜六〇、二

之等ノ水量ハ皆樹冠ヨリ蒸發シ去ルモノナリ又地上ニ落下シタル後林地内ニ於テハ小柴、下草、落葉等ニ依リ水量ヲ停滯セシムルコト多ク河水ニ變スルマデノ時間ヲ長カラシメ從テ蒸發ニ依リ林内濕氣トナリ或ハ地中ニ浸潤スル時間ヲ與ヘ或ハ樹木ノ生育ニ費消シ河水トナルベキ分量ヲ減スベシ故ニ集水區域内ニ森林多キ河川ニアリテハ四時水量豊富ニシテ又洪水ナキヲ原則トス則降水量多キモ森林ハ之ヲ蓄積シテ平均ニ流下セシムルガ故ナリ此ノ如ク森林ハ洪水量ヲ緩和スル力ニ富ムガ故ニ治水ノ要ハ森林ヲ養成スルニアリト云フコトヲ得ベク洪水ノ原因ハ集水區域内ニ於ケル森林ノ排除 (Entforstung) ニアリト云フコトヲ得ベシ然ルニ森林ノ排除ト伐木トハ混同スベカラズ則伐木ハ森林施業ニシテ合理ノ伐木ハ營林ノ一端ヲ爲スモノナリ然モ濫伐ノ弊ニ陥ルトキハ漸次林地ヲ荒廢セシメ延テ森林排除ノ結果ヲ來スベシ濫伐及開墾ノ如キ人爲的ノ森林排除ハ所有關係ニ原因シ小面積毎ニ所有者ヲ異ニスルトキハ各自ノ所有林面積ハ合理的ノ

施業ヲ爲スニ適セザルヲ以テ濫伐ニ陥リ或ハ強テ開墾ヲ爲シ森林減少ノ因ヲ爲スモノナリ保安林制度及公有林整理、森林組合ノ獎勵ハ此點ニ於テ最モ必要アルモノナリ又森林ハ單ニ洪水量ヲ緩和スルノミナラズ土地ヲ乾燥セシメザルヲ以テ粗鬆ナラシメザルノ利アリ且ツ地盤上ニ被覆物アルトキハ雨水ガ浸潤ノ状態ヲ以テ流下スルノミニシテ涙路ヲ生ズルコト少シ又森林外ニ涙路ヲ生ズルモ森林内ニ入ルトキハ雨水ヲ散ジテ涙路ヲ消失セシメ地盤保護上非常ニ有益ナリトス又森林ハ樹根ニ依リテ地盤ヲ緊束スルノ利アリ然ルニ樹根ハ其生長ノ爲ニ土地ヲ輕鬆ナラシムルノ不利アルヲ以テ樹根ノ作用ハ不利ヨリモ利益ノ大ナル場合多シト云フベキノミ

吾國ニ於テ森林ヲ荒廢セシムル原因ノ大ナルモノハ鑛山及牧畜ナリトス鑛山ハ採掘ノ爲ニ地盤ヲ破壞スルノミナラズ精煉ヲ爲スニ方リテ亞硫酸瓦斯ヲ放散シ風向ニ依リ各方面ニ亘リ植物生育ニ有害ナル煤煙ヲ送り樹木ノ生育ヲ害シ甚シキハ全ク枯死セシメ遂ニ森林ヲ荒廢セシムルニ至ル烟突ヲ高クスルトキハ鑛烟ヲ稀薄ナラシメ以テ各部ニ於ケル烟害ヲ減ズベシト雖烟害區域擴大セラレ總量

ニ於テハ異ナルコトナキヲ以テ却テ被害ニ對スル防備ヲ困難ナラシム寧ロ烟害區域ヲ局限シ其區域内ヲ犧牲ニ供シ其荒廢ニ對シテハ相當ノ設備ヲ爲シ之ヲ補充ガ爲同流域内ニ於テ新ニ林地ヲ養成スルトキハ治水ニ對シ容易ニ鑛山ニ依ル森林荒廢ノ害ヲ防禦シ得ベシ牧畜ハ牧草養成ノ爲ニ林地ヲ奪フノミナラズ牧場及放牧地ハ蹄趾ニ依リ土地ヲ硬固ナラシメ地中浸潤ヲ害シ漸次牧草養成ニモ適セザルニ至ラシメ營ニ森林ヲ荒廢セシムルノミナラズ土地ヲ不毛ニ歸セシム故ニ牧畜業ノ如キハ地形ノ關係ヨリ到ルトコロ治水上重大ナル關係アル吾國ニ於テハ成ベク制限ヲ加ヘ最小限度ニ止ムベキモノトス彼ノアルブス牧畜業ノ如キモ「ドナウ」河洪水ノ因ヲ爲スモノニシテ埃匈國ニ於テハ其處理ニ付常ニ苦心スル所ニシテ因襲ノ久シキト一時ニ多數人民ノ生業ヲ奪フ能ハザルトニ依リ漸次衰退セシムルノ策ヲ講ジツ、アルガ如シ其他往々木材運搬及水力發電等ノ工事ガ森林荒廢ノ原因トナルコトアリ又吾國ニ於テハ地震及洪水ノ爲ニ森林ヲ荒廢セシメタル事實少カラズ森林ノ荒廢ハ洪水ヲ大ナラシメ其洪水ニ依リテ更ニ森林ノ荒廢ヲ來シ益々治水ヲ攪亂スルモノナリ

草生地ハ森林ニ比シ治水ニ對スル效力微弱ナリト雖裸地ニ比スルトキハ非常ニ有益ナリトス則雜草ト雖多少雨量ヲ蓄積スル能力ヲ有シ從フテ地中ニ浸潤スル時間ヲ與ヘ且ツ地上ニ涙路ヲ生ズルコトナク又土地ヲ乾燥セシメザルヲ以テ土地ヲ輕鬆ナラシメザルノ利アリ其他湖沼ハ大雨ノ際ニ於テ周圍ノ集水區域ニ於ケル雨量ヲ一度廣大ナル面積ニ收容シ除々ニ河川ニ流出スルガ故ニ洪水量緩和ニ非常ニ效力アリ故ニ湖沼ノ疏水ノ如キハ最も考慮セザルベカラズ瑞西國ニ於テハ湖沼ノ疏水ヲ以テ洪水原因ノ主ナルモノトセリ吾國ニ於テモ集水區域ニ於ケル湖沼ニ富ミ地形瑞西ニ似タルモノアルモ水力發電或ハ耕地ヲ得ンガ爲ニ疏水ヲ企ツルコト少カラズ然モ洪水アル河川ノ上流ニ於ケル湖沼ノ如キハ治水上疏水スベキモノニアラザルベシ

集水區域ノ地質ニ依リ降水量ト河川水量トノ比ヲ異ニスベシ則地質ニ依リ浸透性アルトキハ降雨ノ際地中ニ浸潤シ直ニ河水ニ變セシメズシテ久シク停滯セシメ漸次河川ニ達セシムルヲ以テ洪水量ヲ緩和シ且ツ其一部ハ其停滯期間内ニ蒸發ニ依リ消失シ一部ハ深ク浸潤シテ地下水トナリ河水ニ變ズルコトナカラシム

地質ハ基岩及表土ニ區分シ考フルコトヲ要ス集水區域中ニハ基岩ノ露出セル箇所少カラズ又表土ニモ箇所ニ依リ厚薄アリ基岩ニモ水ヲ浸透スルモノアリ又岩石ノ最も硬キモノニテモ決裂等ニ依リ水ヲ浸透シ降水量ノ幾分ハ保持セララルモノナリ表土ハ粘土、埴土、壤土、砂土、礫土、埴土等ニ區分シ砂土及礫土ノ如キハ最も浸透性ニ富ミ埴土ハ最も保持力ニ富ム地質ニ依リ水量カ加減セラル、ノミナラズ基岩ノ軟弱ナルモノ及分解シ易キモノハ各種ノ原因ニ依リ粉碎セラレ河川ニ流出シ治水攪亂ノ因ヲ爲スモノナリ

地形モ亦河川ノ水量ニ影響ス則地形急峻ナルトキハ降水量カ地表ニ沿フテ水路ニ達スルコト速ナルガ故ニ其間ニ於ケル浸潤及蒸發ニ依リ消失スルコト少ク且ツ集水區域ノ各局部ニ降下セル雨量ガ水路ノ一定断面ニ集中スルモ地形緩ナルトキハ水路ニ達スルマデニ於テ浸潤及蒸發ニ依リ消失スルコト多ク且ツ集水區域ノ各局部ヨリ水路ニ達スルマデノ時間ニ大差アルガ故ニ其差以上ニ降雨ガ繼續スルニアラサレバ同時ニ河水トナルコトナク從フテ洪水量小ナリ地形ハ勾配ノミナラズ起伏ノ多少モ亦河川ノ水量ニ影響ス則地形起伏多キトキハ雨量ヲ停

滯セシムルガ故ニ洪水量小ナリ

第二章 土砂移動ノ原因

土砂移動ノ基因ハ土地ノ荒廢并風及水ノ作用ニ依ルモノナリト雖之等ノ基因ガ種々ノ状態ニ於テ土砂移動ノ原因ヲ爲スモノナリ其原因ノ異ナルニ從ヒ土砂移動ノ状態ヲ異ニシ或ハ土砂移動ノ状態同ジクシテ全ク原因ヲ異ニスルコトアリ之ヲ考フルニアラザレバ適當ナル防止ノ方法ヲ案出スルコトヲ得ズ土砂移動ノ原因ハ單獨ニ働クコトアリ或ハ二種以上ノ原因ガ複雑シテ働クコトアリ

第一節 風化作用 (Verwitterung)

土地荒廢スルトキハ風化侵蝕及洗掘等ノ作用ニ依リ基岩ガ變質破碎セラレ遂ニ各種ノ状態ニ於テ土砂移動ヲ始ムベシ風化作用トハ水并ニ空氣中ノ酸素及炭酸ノ作用ニ依リ化學的ニ岩石ノ變質ヲ促シ或ハ物理的ニ水ガ浸潤シテ岩石ノ硬度ヲ減ジ又ハ岩石ノ決裂ニ浸入シタル水ガ氷結スル爲其他樹根及岩石ヲ侵蝕スル

微菌ノ爲岩石ヲ破碎セシムル等ノ作用ヲ總稱ス

空氣中ノ酸素ハ岩石ノ成分ヲ爲ス所ノ各原素ヲ酸化セシメ炭酸ハ岩石中ノ硅酸化合物ヲ分解セシメ且ツ水ト共ニ働クトキハ之ヲ溶解セシム又水ハ岩石ニ浸潤シ溫度ノ變化ニ從ヒ膨脹或ハ收縮シテ岩石ノ凝集力ヲ減ジ遂ニ破碎セシムルニ至ル或ハ軟弱トナリタル爲重量又ハ壓力ノ爲ニ破碎スルモノアリ又浸潤性ナキ岩石ニテモ空隙又ハ割目等アルトキハ水ガ浸入シ溫度ガ氷點以下ニ下ルトキハ氷結シ其際俄ニ膨脹スルガ爲岩石ヲ破碎スベシ氷結ノ際ニ於ケル膨脹ハ原容積ノ十二分ノ一ヲ増スモノニシテ一平方糎ニ付千五百瓦ノ壓力ヲ起スト云フ此ノ如キ壓力ニ對シテハ如何ナル硬岩ト雖破碎ヲ免レザルモ狹隘ナル空隙ニ於ケル氷點ハ普通ノ氷點ヨリ低ク且ツ壓力ヲ加フルトキハ氷結シ難キヲ以テ深ク氷結セザルモノトス又植物ハ其成長ノ際根ヲ深ク岩石中ニ侵入シ爲ニ岩石ヲ輕鬆ナラシメ且ツ腐植物ヲ産出シ風化物ト共ニ墟土ヲ構成シ其間ニ化學的作用ヲ起スベシ植物ノ根ハ地水ニ溶解セル養分ヲ吸收スルノミナラズ毛根ニ接スル部分ニ於テハ不溶解質ノ岩石ヲモ溶解セシム又根ハ養分ヲ吸收スルノ外炭酸ヲ發散シ

テ風化ヲ助クルモノナリ故ニ植物ニ依ル風化ハ生長力盛ナルニ從ツテ其害多シ
 植物ハ被覆トシテ地盤ニ對シ各種ノ利益アリト雖地表以下ニ於テハ害ヲ爲スモ
 ノナリ又微菌ニシテ空氣中ノ窒素ヲ吸收シテ窒素化合物ヲ放散シ或ハ炭酸ヲ發
 散シテ岩石ノ成分ニ化學的作用ヲ起シ岩石ヲ風化セシムルモノアリ
 前記各種ノ風化作用ハ地質地形氣候位置曝露及被覆物ノ有無等ニ依リ程度ヲ異
 ニス地質ハ風化ニ影響スルコト最モ甚シク石灰石ノ如キハ水中ノ炭酸ニ依リ溶
 解スルガ故ニ石灰岩地方ハ溪容錯雜シ破碎シタル大塊ノ流出スルコト多シ又岩
 石ノ組織ガ層ヲ爲スヤ片ヲ爲スヤ或ハ粗密ナルヤニ依リテ風化ノ程度ヲ異ニシ
 雲母及輝石ノ多量ヲ含ムモノハ物理的作用多ク鐵分ノ多量ナルモノハ化學的作
 用多シ一般ニ水成岩ハ晶質岩ニ比シ風化シ易シ片麻岩(Gneiss)ハ花崗岩(Granite)ヨ
 リ風化シ易ク火山碎屑岩頁岩及粘板岩ノ如キハ水ニ遇フトキハ浸潤性ニ富ミ或
 ハ溶解スルモノアリ風化作用ハ地質ニ依ルノミナラス地形ニ依リ亦程度ヲ異ニ
 ス則地表カ平面ナルヤ盆形ナルヤ且ツ傾斜及峻嶮ノ度ニ依リ程度ヲ異ニス岩石
 ノ浸潤性ノ爲ニ風化ヲ受クル場合ニ於テハ平面又ハ盆形ナルトキニ甚シク其他

ノ作用及空氣作用ニ依ル場合ニ於テハ峻嶮ナルトキニ甚シ其他降雨ノ度數及量
 固形降水量ノ多少風雷雹溫度ノ急變等ハ空氣及水ノ風化作用ニ影響ス位置ノ高
 低方向及曝露ノ程度等ハ氣候ガ風化ニ及ホス關係ニ影響ス則位置高キトキハ降
 水量多キモ固形降水量ナルトキハ地盤ヲ被覆スルニ依リ日光及風ニ曝露サルハ
 コトヲ防ギ又氷點以下ニ溫度ノ降ルコト稀ニシテ且ツ急變ナシ方向ニ依リテモ
 日光ニ曝露セラルハ程度ヲ異ニシ南向ノ地ニ於テハ溫度ノ變化甚シク春期ニ於
 テハ融雪ヲ早メ結霜ニ便ナラシム實例ニ於テ陽光カ一日ニ五〇乃至七〇糎ノ積
 雪ヲ溶融シ南風ハ十二時間ニ七五糎ヲ溶解セリト云フ又植物被覆ハ地盤ヲ曝露
 セザラシメ日光ニ依ル乾燥蒸發ヲ防ギ空氣ノ風化作用溫度ノ變化風雷雨雹霜等
 ニ對シ保護スルモノナリ尙風化物ノ移動ヲ防ギ地表ニ沿フ流水ヲ沮止スルガ故
 ニ其點ヨリモ風化ノ進行ヲ防止スルノ功アリ

第二節 侵蝕作用 (Erosion)

侵蝕作用ハ普通融蝕(Corrosion)削磨(Abrasion)削剝(Denudation)等ト區別セズシテ水流

ニ依リ河岸又ハ河底ヲ磨滅消失セシムル作用ヲ總稱ス詳説スルトキハ縦斷ニ對スル磨滅則河底ヲ漸次低下スル作用ヲ侵蝕ト云ヒ横斷ニ對スル磨滅則河岸ヲ漸次缺壞スル作用ヲ融蝕ト云フ侵蝕作用ハ水及水中ニ混ズル土砂石礫ノ物理的作用及化學的作用ヲモ含ムモノナリ

侵蝕作用ハ地質ニ依リ程度ヲ異ニス溪底或ハ河岸ヲ爲ス地盤ガ抵抗アル地質ナルトキハ侵蝕作用少シ概シテ花崗岩 (Granit) 黑花崗岩 (Syenit) 閃綠岩 (Diorit) 玢岩 (Porphyr) 等ノ如キ晶質塊狀岩ハ侵蝕少シ安山岩 (Andesit) ハ吾國ニ於ケル分賦頗ル廣シト雖組織ニ依リ強弱常ナラズ變成岩中ニハ片麻岩 (Gneiss) ノ如キハ著シキ抵抗力アルモ雲母片岩 (Glimmerschist) 綠泥岩 (Chlorit) 滑石片岩 (Talkschist) ノ如キハ侵蝕シ易シ粘土板岩 (Thonschiefer) 石灰岩 (Kalkstein) 砂岩 (Sandstein) 稜礫岩 (Breccien) ノ如キ水成岩ハ最モ侵蝕シ易シ特ニ石灰岩ノ如キハ水中ノ炭酸ノ爲ニ溶解シ或ハ地下ニ潛流ヲ生ズルモノアルニ至ル其他土砂ノ堆積シタル地盤ハ侵蝕ニ對シ最モ危險多シ地盤ガ同質ナルトキハ其岩石ノ粗密硬軟風化ノ程度等ニ依リ侵蝕作用ニ差違アリ晶質塊狀岩ノ如キハ多少風化作用ヲ受ケタルトキニ於テ始メテ侵蝕ヲ

受ク又割レ易キモノハ侵蝕作用ヲ受ケ易シ溶岩トナリテ流出セル玄武岩 (Basalt) 上ニ侵蝕ニ依リ二百四十年間ニ深サ十二米乃至十五米幅員百米ニ達スル水路ヲ構成セル實例アリ則一年間ニ五種以上ヲ侵蝕シタルモノナリ土砂ノ堆積シタル地層ノ侵蝕ニ付テハ長距離ニ亘リ貝殻狀ノ欠壞ヲ起シ湧水又ハ降水ノ爲其欠壞面ノ柔キ物質ハ溶解シテ坭渣狀トナリ本流ニ流出シ或ハ一度坭渣狀トナリタルモノガ乾燥スルトキハ割レ易ク凝集力ヲ減ズルガ故ニ傾斜面ニ留ルコト能ハザルニ至リ落下流出シ益々溪底ヲ侵蝕スルガ故ニ漸次欠壞ヲ増シ其高サ百米ニ達スルコトアリ侵蝕作用ハ風化作用ト共ニ數千年來繼續シ來リタルモノニシテ溪谷ノ形狀ハ多ク侵蝕ニ歸スルモノナリト謂フベク各地ニ現存セル洞窟及岩峽ノ如キハ凡テ侵蝕ニ依リ生ジタルモノニシテ其力ノ恐ルベキコトヲ證スルモノナリ侵蝕作用ハ水勢ニ依ルモノニシテ水勢ハ勾配及水量ニ依ルモノナルガ故ニ勾配及水量ハ侵蝕ニ影響ス又水位ノ高低變更甚シキトキハ侵蝕作用大ナリ故ニ水位ノ高低ニ影響スベキ氣候及風化作用ニ影響ノ大ナル植物被覆ノ有無并氷塊ノ流下等ニ依リ侵蝕作用ヲ異ニス其他地盤ヲ破壞シテ水流中ニ流出シテ混和物ヲ

増加セシメ或ハ水勢ヲ攪亂シテ水ノ衝突投下等ヲ増スベキ人爲ノ作用モ亦侵蝕作用ヲ大ナラシム則木材運搬ニ際シ流材流筏ヲ爲シ或ハ落シヲ爲シ或ハ開閉堰等ヲ作リテ水流ニ變化ヲ起シ河底内ニ土砂ヲ堆積シテ積ヲ構成セシメ又下流ニ水ヲ投下セシムル等ノ作用ハ凡テ侵蝕ヲ増サシムルモノナリ

第三節 滑 落 (Unterwühlung)

滑落トハ弛解セル地層或ハ盤岩ノ洗滌ニ依リ又ハ下層又ハ交互ニ挿入セル粘土其他弛解シ易キ地層ノ軟化ニ伴ヒ起ル所ノ水ノ作用ヲ云フ故ニ滑落ハ普通弛緩セル浸潤性ノ上層ガ多少不浸潤性ナル下層ノ上ヲ滑動スルモノナリ滑落ハ上下兩層ノ結合ノ状態凝集性及滑路面ニ於ケル摩擦ニ依リ差違アリ濕氣ノ飽和量多キトキハ容積及重量ヲ増加シ凝集性ヲ減ズルモノナリ雨水ガ地表ニ停滯セザルトキハ地中ニ浸潤スルコト少キモ地表ニ抵抗多キトキハ雨水ハ深ク地中ニ浸潤スルモノナリ其浸潤シタル雨水ガ不浸潤性ナル地層ニ遭過スルトキハ雨水ノ一部ハ地盤ノ剝離面ニ沿フテ流下シ摩擦ヲ減ズベシ一部ハ毛細管引力ニ依リ上方

ニ浸潤シ容積及重量ヲ増加シ凝集性ヲ減ズベシ故ニ飽和量ノ増加ト共ニ遼ニ上層ガ安定シ能ハザルニ至ル則重量ガ摩擦抵抗及凝集力ニ依リ支フル能ハザルニ至ルモノナリ重量及摩擦抵抗ハ上下兩層間ノ傾斜角ニ依リ差違アリ一般ニ粘土及粘土質ナルトキハ乾燥セルトキニ於テ凝集力大ナルモ水ノ浸潤ニ依リ著シク凝集力ヲ減ジ甚シキハ坭渣狀ニ變形セシム風化モ亦滑落ノ原因ヲ爲スコトアリ灌溉又ハ飲用水ノ水路及畜類ノ通路ハ水ノ浸潤ヲ甚シカラシメ滑落ヲ起スコトアリ又傾斜面ノ脚部ヲ融蝕セラレタル爲滑落ヲ起スコトアリ植物ノ根ハ地盤ヲ繫留スルヲ以テ滑落ヲ防グノ功アリ然ルニ根ノ淺キ喬木ハ却テ風ノ爲ニ表土ヲ震動セシメ滑落ヲ誘致スル傾向ヲ増スモノナリ

第四節 類 雪 (Lawinnen)

氷河及類雪ハ土砂移動ノ原因ヲ爲ス吾國ニ於テハ僅ニ長野縣下ニ氷河ノ痕ヲ認ムルノミニシラ氷河ヲ存在セズト雖類雪ハ各地ニ成立シ雷ニ高山ニ於テノミナラズ降雪地方ニ於テハ部落附近ニ於テモ成立スルモノナリ降雪中ニ溪谷ノ兩側

ヨリ落下シテ積雪中ニ混在シ又ハ積雪ノ底部ニ存在スル風化ニ依リ生ジタル碎片ハ類雪ノ際雪ト共ニ降下シ融雪ノ後石片ハ殘留シテ堆積ヲ構成ス類雪ハ其地ノ傾斜及積雪ノ状態並量其他氣候關係ニ依リ成立ス類雪ハ吹雪塊雪及崩雪ニ區別シ得ヘシ吹雪(Starblawinnen)ハ風ニ原因シ粉狀ヲ爲シタル雪ヲ飛散シ之ニ伴ヒ氣壓ヲ生シ局部ヲ埋没ス塊雪トハ樹枝ヨリ落下シタル雪塊ガ偶然積雪上ヲ轉行シ漸次大塊トナリ幾多ノ小塊ヲ伴ヒ落下スルモノヲ云ヒ崩雪トハ地盤ト積雪トノ間ノ結合破レテ一面ニ積雪ガ滑落スルモノヲ云フ或ハ表面類雪(Oberlawinnen)及地上類雪(Grundlawinnen)ト稱シ固結セル積雪上ニ新ニ降雪アリタルトキ其上層ヲ落下スルモノト全部落下スルモノトニ區別セルモノアリ吹雪ハ寒中積雪ガ粉狀ヲ爲シタルトキニ多ク崩雪ハ融雪ニ近キトキニ起リ塊雪ハ降雪ノ後氣温ノ少シク昇リタルトキニ多シ吹雪及塊雪ハ崩雪ヲ誘フコトアルモ單純ナル吹雪及塊雪ハ雪中ニ混在セル風化物ヲ移動スルニ過ギズ崩雪ニ至リテハ地上ノ風化物ノミナラズ時トシテ地表及側面ノ脚部ヲ崩壞セシメ雪ト共ニ土石ヲ運搬スルコトアリ崩雪ノ成立ハ地質及地上被覆物ノ有無等ニ依リ差違アリ一般ニ森林ハ崩雪防

止ノ效アルモ牧草ノ如キハ却テ崩雪ノ成立ニ便ナリ

第五節 洗掘(Kolkung)

水流ニ依リ河底ヲ爲ス岩盤或ハ土石ヲ移動シ河底ヲ低下スル作用ヲ洗掘ト稱ス水中ニテモ水流ナキトキハ水ヨリ比重ノ大ナル物質ハ凡テ沈定シ居ルベキモ水流アルトキハ河底ヲ爲ス物質ハ凡テ下流ニ移動セムトスル傾向ヲ有ス爲ニ河底ハ水流ニ依リ洗掘サルハヲ常トス

表スコトヲ得

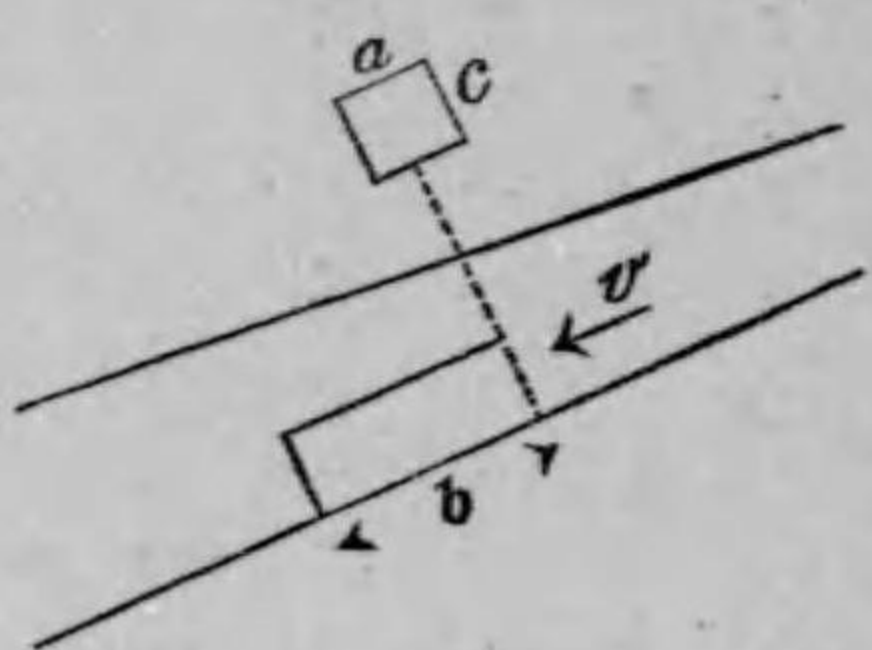
$$p = (k + k_1) \gamma \frac{F v^2}{2g} \dots\dots\dots (1)$$

式中 p = 物體ニ對スル水流ノ壓力

$k + k_1$ = 物體ノ形狀ニ依ル係數

γ = 流水ノ比重

F = 物體ノ水流ニ衝突スル面積則 $a \times b$



$$ac = F$$

$$abc = V$$

v = 水流ノ流速
g = 地球引力ノ加速度

水壓ノ係數ハ正面ニ衝突スル壓力ト水カ衝突シテ物體ノ左右ニ分流シ後方ニ於テ再ビ合流スル爲ニ起ル壓力トニ區分シテ考フルコトヲ要ス板立方體及錐體ヲ以テ試験シタル結果ニ於テ甲ハ何レモ一、一九ナル係數ヲ示シ乙ハ板ニ於テ〇、六七立方體ニ於テ〇、二七錐體ニ於テ〇、一五ナル係數ヲ示シタリ水流ニ沿フテ長キ物體ナルトキハ乙ヲ減ズベシ一般ニ云フトキハ甲乙合計平均一、五ナル數ヲ用キ得ベシ球形ニ於テハ其合計〇、五内外ニ下リ長徑ガ短徑ノ二倍ナル橢圓體ニテ〇、八ナル結果ヲ得タルモノアリ

水平線ヨリ相當傾キタル平面ノ河底ニ於テ水中ニ静止セル物體ガ水流ノ壓力ニ對スル抵抗ハ左式ニ依リ表スコトヲ得

$$r = (d - \gamma) V \mu \cos \alpha \dots\dots\dots (2)$$

式中 r = 水中ノ物體ガ移動ニ對スル抵抗
d = 其物體ノ比重

γ = 流水ノ比重

V = 其物體ノ容積

μ = 其物體ノ底部ト河底トノ間ノ摩擦率

α = 河底ガ水平線トノ間ニ爲ス角

此抵抗ハ静止物體ノ形狀及河底ノ狀況ニ依リ異ナリ則粗糙ナル河底ニ於ケル尖角アル石塊ハ抵抗大ニシテ平滑ナル河底ニ於ケル圓形ノ石塊ハ抵抗小ナリ今水壓ト抵抗ノ二式ヲ等視スルトキハ河底上ニアル物體ノ移動ヲ初ムル限界ヲ知り得ベシ則左式ノ如シ

$$(k_1 + k_2) \gamma F \frac{v^2}{2g} = (d - \gamma) V \mu \cos \alpha$$

$$v = \sqrt{\frac{2g}{k_1 + k_2} \frac{d - \gamma}{\gamma} \frac{V}{F} \mu \cos \alpha \dots\dots\dots (3)}$$

「ワング」氏ハ $(k_1 + k_2)$ ナル係數ヲ平均一、五ト假定シ $\frac{V}{F}$ ニ代フルニ物體ノ水流ニ沿フテノ長サヲ置キ左ノ形トセリ

$$v = \sqrt{\frac{B(d - \gamma) b \mu \cos \alpha}{\gamma}}$$

$$\text{式中 } \beta = \frac{2a}{k+k_1} = \frac{2 \times 9.81}{1.5} = \frac{1}{0.076} \text{ (米單位)}$$

b = 河底上ノ物體ノ水流ニ沿フヲノ長

尙其式中水流ノ流速ニ對シ

$$v = c \sqrt{Rj} = c \sqrt{R \sin \alpha}$$

式中 c = 流速乘數

R = 流水平均水深

J = 流水勾配

ヲ代入レ代ヘ左式ヲ得

$$c^2 R \sin \alpha = \frac{\beta(d-\gamma) h \cos \alpha}{\gamma}$$

$$\tan \alpha = \frac{\beta(d-\gamma) h b}{c^2 R \gamma} \dots \dots \dots (4)$$

之ヲ以テ「ワング」氏ハ河底ノ安定勾配 (Ausgleichungsfälle od. Compensationsgefälle) ナリトセリ

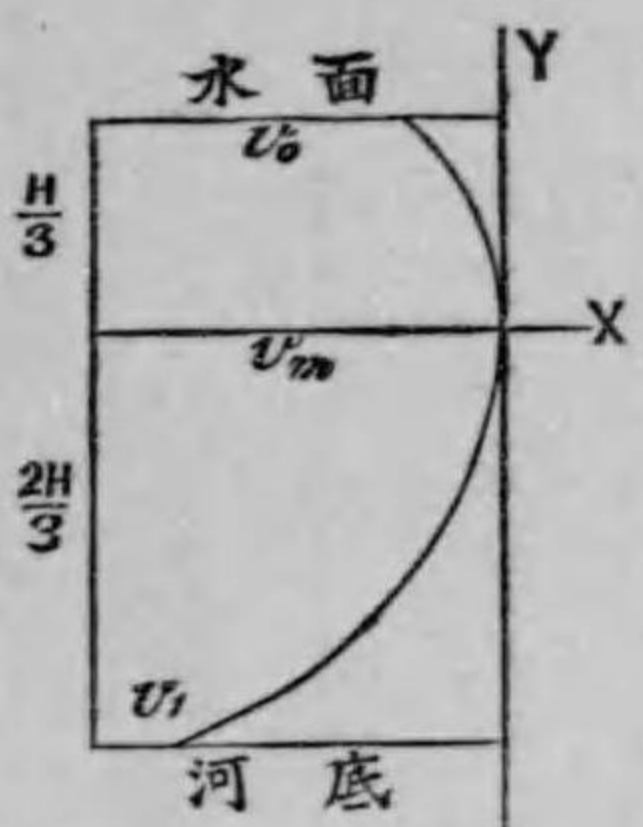
チエリ「氏」ハ之ヲ簡約シテ左式ヲ用キタリ

$$\tan \alpha = \frac{d-1000}{100} \frac{b}{c^2 R} \text{ (米單位)}$$

然ルニ之等ノ式ハ河底上ニ於ケル物體ノ安定ニ對スル河底ノ勾配ヲ示シタルモノニシテ洗掘ニ對シ河底ノ安全ナル勾配ナリト考フベカラズ河底ヲ爲ス所 (eingebetteten) 石礫ハ河底上ニ放置セラルモノ (auflagern) トハ大ニ其趣ヲ異ニシ河底ヲ爲ストコロノ石礫ニ對シテハ (1) 式ノ如キ水壓ノ起ルモノニアラズ又其移動ニ對スル抵抗モ決シテ (2) 式ノ如キモノニアラザルベシ則河底ヲ爲ス所ノ石礫ハ水流ニ對シ前面全部ニ衝突ヲ受クルモノニアラズ假ニ全部ニ衝突ヲ受クル場合アリトスルモ其面ハ必ず不整ニシテ「ワング」氏ノ說ノ如キ大ナル係數ヲ示スモノニアラズシテ球形ナルトキハ 〇.五ナル實驗數アルヲ以テ之ヨリ稍大ナル係數ヲ用ユルヲ至當トス又流速ニ對シ全水流ノ平均流速ヲ用キタルハ不當ノ甚シキモノナリト云フベシ流速ハ水面ヨリ深サノ三分ノ一内外ノ所ニ於テ最大ニシテ水面ニ近ツクニ從ヒ流速ヲ減シ又河底ニ近ツクニ從ヒ流速ヲ減シ河底ニ沿フテ最小ナルモノナリ今最大流速ハ深サノ三分ノ一ノ點ニ存シ水面流速ハ最大流速ノ五分ノ四ナリトシ流速ヲ示ス曲線カ拋物線ヲ爲スモノトセバ最大流速ト平均流速ト

ノ比ハ左ノ如クナルベシ

$$y^2 = kx$$



$$\left(\frac{H}{3}\right)^2 = k(v_m - v_0) = k\left(v_m - \frac{4}{5}v_m\right) = k\frac{v_m}{5}$$

$$k = \frac{5H^2}{9v_m}$$

$$\left(\frac{2H}{3}\right)^2 = k(v_m - v_1) = \frac{5H^2}{9v_m}(v_m - v_1)$$

$$v_1 = \frac{1}{5}v_m$$

$$2ydy = kdx \quad dy = \frac{kdx}{2y}$$

$$x dy = \frac{kx}{2y} dx = \frac{kx}{2\sqrt{kx}} dx = \frac{\sqrt{kx}}{2} dx$$

$$v_0 = \frac{1}{H} \left\{ v_m H - \int_0^{\frac{4}{5}v_m} \frac{\sqrt{kx}}{2} dx - \int_0^{\frac{1}{5}v_m} \frac{\sqrt{kx}}{2} dx \right\}$$

$$= \frac{1}{H} \left\{ v_m H - \left[\frac{\sqrt{k}}{3} x^{\frac{3}{2}} \right]_0^{\frac{4}{5}v_m} - \left[\frac{\sqrt{k}}{3} x^{\frac{3}{2}} \right]_0^{\frac{1}{5}v_m} \right\}$$

$$= \frac{1}{H} \left\{ v_m H - \frac{\sqrt{5}H}{3 \times 3 \sqrt{v_m}} \left(\frac{4}{5}v_m \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{\sqrt{5}H}{3 \times 3 \sqrt{v_m}} \left(\frac{1}{5}v_m \right)^{\frac{3}{2}} \right\}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{H} \left\{ v_m H - \frac{8}{9 \times 5} v_m H - \frac{1}{9 \times 5} v_m H \right\} \\ &= v_m \left(1 - \frac{8}{45} - \frac{1}{45} \right) \\ &= v_m \times \frac{4}{5} \end{aligned}$$

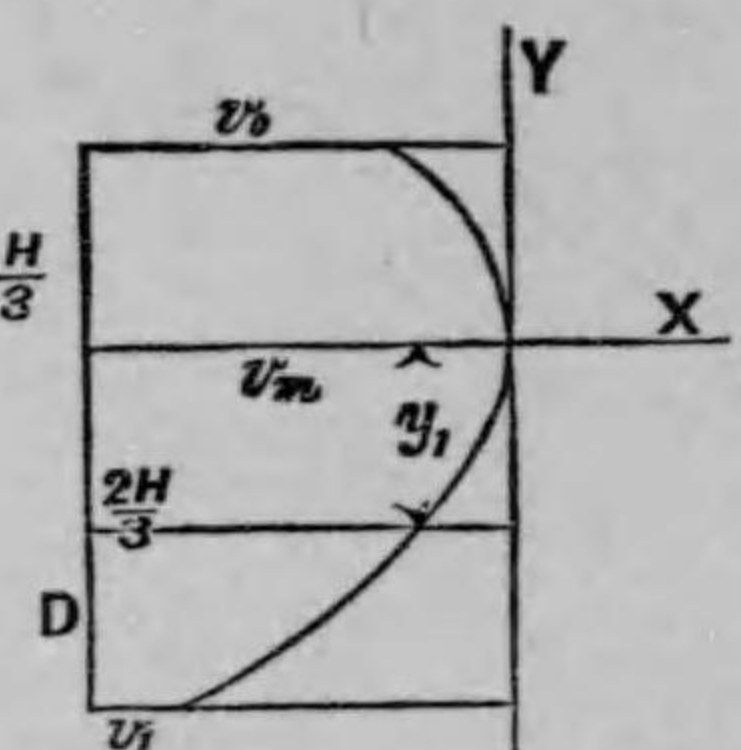
式中 v_m = 最大流速

v_0 = 水面流速

v_1 = 河底ノ流速

H = 水深

v_a = 平均速度



次ニ河底上ニアル物體ノ一邊ヲDナリトセハ其物體ニ衝突スル水ノ平均流速ハ左ノ如クナルベシ

$$D < \frac{2}{3}H$$

$$y_1 = \frac{2}{3}H - D$$

$$a_1 = \frac{y_1^2}{k} = \left(\frac{2}{3}H - D \right)^2 \times \frac{9v_m}{5H^2} = \left(\frac{2H - 3D}{H} \right)^2 \frac{v_m}{5} = \left(2 - 3\frac{D}{H} \right)^2 \frac{v_m}{5}$$

$$\begin{aligned}
 v_D &= \frac{1}{D} \left\{ D v_m - \int_0^{\frac{4}{5} v_m} \frac{\sqrt{kx}}{2} dx + \int_0^{\left(2 - \frac{3}{5} \frac{D}{H}\right) \frac{4}{5} v_m} \frac{\sqrt{kx}}{2} dx \right\} \\
 &= \frac{1}{D} \left\{ D v_m - \left[\frac{\sqrt{k}}{3} x^{\frac{3}{2}} \right]_0^{\frac{4}{5} v_m} + \left[\frac{\sqrt{k}}{3} x^{\frac{3}{2}} \right]_0^{\left(2 - \frac{3}{5} \frac{D}{H}\right) \frac{4}{5} v_m} \right\} \\
 &= \frac{1}{D} \left\{ D v_m - \frac{\sqrt{5} H}{3 \times 3 \sqrt{v_m}} \left(\frac{4}{5} v_m \right)^{\frac{3}{2}} + \frac{\sqrt{5} H}{3 \times 3 \sqrt{v_m}} \left(2 - \frac{3}{5} \frac{D}{H} \right)^3 \frac{v_m^{\frac{3}{2}}}{(\sqrt{5})^{\frac{3}{2}}} \right\} \\
 &= \frac{1}{D} \left\{ D v_m - \frac{8}{45} H v_m + \frac{1}{45} H \left(2 - \frac{3}{5} \frac{D}{H} \right)^3 v_m \right\} \\
 &= v_m \left(\frac{1}{5} + \frac{6}{5} \frac{D}{H} - \frac{3}{5} \frac{D^2}{H^2} \right) = \frac{1}{5} \left(1 + 6 \frac{D}{H} - 3 \frac{D^2}{H^2} \right) v_m
 \end{aligned}$$

$H > D > \frac{2}{3} H$ ノトキモ同様ノ結果ヲ得ベシ故ニ河底上ノ物體ニ衝突スル水ノ平均流速ト全水流ノ平均流速ノ比ハ左ノ如クナルベシ

$$\begin{aligned}
 v_D &= \frac{1}{5} \left(1 + 6 \frac{D}{H} - 3 \frac{D^2}{H^2} \right) v_m \\
 &= \frac{1}{5} \left(1 + 6 \frac{D}{H} - 3 \frac{D^2}{H^2} \right) \frac{5}{4} v_a
 \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{D}{H} - \frac{3}{4} \frac{D^2}{H^2} \right) v_a$$

式中 $v_D = D$ ナル大サノ物體ニ衝突スル水ノ平均流速

$v_a =$ 全水流ノ平均流速

$H =$ 水深

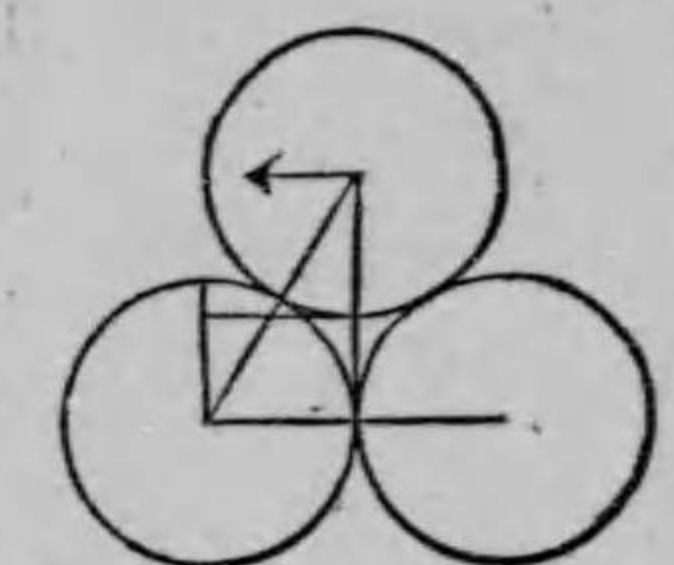
$D =$ 物體ノ一邊

今全水流ノ平均流速ニ對シ

$$v_a = c \sqrt{HJ} = c \sqrt{H \sin \alpha}$$

ヲ置クトキハ

$$v_D = \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{D}{H} - \frac{3}{4} \frac{D^2}{H^2} \right) c \sqrt{H \sin \alpha} \dots \dots \dots (5)$$



トナルベシ之ヲ(1)式中ノ平均流速ニ置クトキハ幾分正鵠ヲ得タルモノトナルヘシ尙河底ヲ爲ス石礫ハ必ず不整形ナルヲ以テ移動ニ對スル抵抗ハ(2)式ノ如ク摩擦ニ依ルモノ、ミニアラズシテ其下部ノ凹凸ニ依ル抵抗ヲ生ズベシ今假ニ球形ニ近キモノトシ

同径ノ球形ナル石礫ガ並列シタル上ヲ移動スルモノトセハ半徑ニ等シキ距離ヲ進行スル間ニ

$$\frac{D}{2} - \left(\frac{\sqrt{3}}{2} D - \frac{D}{2} \right) = D - \frac{\sqrt{3}}{2} D$$

ノ上昇ヲ要シ全體ニαナル傾斜ヲ爲スヲ以テ其抵抗ハ左式ノ如クナルベシ

$$w = (d - \gamma) V \frac{D - \frac{\sqrt{3}}{2} D}{\frac{D}{2} \cos \alpha}$$

$$= (d - \gamma) \frac{\pi}{6} D^3 (2 - \sqrt{3}) \cos \alpha \dots \dots \dots (6)$$

式中w=河底ノ凹凸ニ依ル抵抗

d=石礫ノ比重

γ=流水ノ比重

V=石礫ノ容積

α=河底ノ勾配

D=石礫ノ直徑

此ノ如キ假定ニ依リ左式ノ如ク等視スルトキハ河底ノ洗掘ニ對スル勾配ヲ計算スルニ略正鶴ヲ得ベシ

$$p = r + w$$

$$p = (k + k_1) \gamma \frac{\pi}{4} D^2 \frac{1}{2g} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{D}{H} - \frac{3}{4} \frac{D^2}{H^2} \right) c^2 H \sin \alpha$$

$$r = (d - \gamma) \frac{\pi}{6} D^3 \mu \cos \alpha$$

$$w = (d - \gamma) \frac{\pi}{6} D^3 (2 - \sqrt{3}) \cos \alpha$$

$$(k + k_1) \gamma \frac{1}{4} \frac{1}{2g} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{D}{H} - \frac{3}{4} \frac{D^2}{H^2} \right) c^2 H \sin \alpha = (d - \gamma) \frac{1}{6} D (\mu + 2 - \sqrt{3}) \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{4(d - \gamma) D (\mu + 2 - \sqrt{3}) 2g}{6(k + k_1) \gamma \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{D}{H} - \frac{3}{4} \frac{D^2}{H^2} \right) c^2 H}$$

$$= \frac{4}{3} \frac{d - \gamma}{\gamma} \frac{g(\mu + 2 - \sqrt{3})}{(k + k_1) c^2} \frac{D}{H} \frac{1}{\left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{D}{H} - \frac{3}{4} \frac{D^2}{H^2} \right) \dots \dots \dots (7)}$$

式中 d ハ石礫ノ比重ニシテ地質ニ依リ異ナリ「グッター」ニ依ルトキハ左表ノ如シ
 g ハ地球引力ノ加速度ニシテ米單位ニテ九、八米、英單位ニテ三二、二呎ナリトスル
 ハ摩擦係數ニシテ石礫ノ形狀及摩擦面ノ精粗ニ依リ異ナルベキモ〇、六乃至一、〇
 フ普通ナリトス故ニ

$$\frac{1}{2} + 2 - \sqrt{3} = 1$$

岩石類

玄武岩 Basalt	2.7-3.2
白雲石 Dolomit	2.9
燧石 Feuerstein	2.6-2.8
片麻岩 Gneiss	2.4-2.7
花崗岩 Granit	2.51-3.01
綠岩 Grünstein	2.9-3.0
石灰岩 Kalkstein	2.46-2.84
熔岩 Lava	
玄武岩質	2.8-3.0
粗面岩質	2.0-2.7
玢岩 Porphyr	2.6-2.9
石英岩 Quarz	2.5-2.8
砂岩 Sandstein	2.2-2.5
蛇紋岩 Serpentin	2.4-2.7
黑花崗岩 Syenit	2.6-2.8
滑石 Talk	2.7

土砂類

坭土 Erde	
壤土質、固結、新堀	2.0
同上乾燥	1.6-1.9
乾燥、瘠土	1.34
壤土 Lehm	
乾燥	1.52
新堀	1.67-2.85
肥土 Mergel	
粘土質	2.3
固結	2.5
砂 Sand	
細粒、乾燥	1.40-1.65
細粒、濕	1.90-2.05
粗粒	1.4-1.5
粘土 Thon	1.8-2.6

ト看倣スモ大差ナカルベシ、 $\frac{1}{2} + 2 - \sqrt{3}$ ハ前述セル如ク石礫ガ球形ナルトキハ〇、五ニ下
 ルベシト雖石礫ハ常ニ正形ニアラザルヲ以テ少シク大ニ取ルヲ適當ナリトス、然
 モ板又ハ立方體ノ如ク水流ト直角ニ衝突スルモノニアラザルヲ以テ平均一、五ヲ
 取ルトキハ大ニ過グベシ故ニ左ノ如ク

$$\frac{g(\mu + 2 - \sqrt{3})}{k + k_1} = 10 \text{ (米單位)}$$

ト看倣スコトヲ得ベシ各數字ヲ此ノ如ク假定スルトキハ洗掘ニ對スル河底ノ安
 定勾配ハ左ノ如クナルベシ

$$\tan \alpha = \frac{4}{3} \times 1.5 \times 10 \times \frac{D}{H} \frac{D}{H} = \frac{20D}{H} \frac{D}{H} \frac{D}{H} \dots (8)$$

式中cハ流速計算式ノ係數ニシテ米單位ニ於テハ五五英單位ニ於テハ一〇〇ヲ最大トシ濕潤周界ノ性狀ニ依リ減ズルモノトス然ルニ河底上水深内ニ石礫ノ存在ヲ前提トシテ計算シタルガ故ニ石礫ノ大サガ水深ニ比シ大ナルニ從ヒcノ係數ヲ小サク取ラザルベカラズ今米單位ヲ用キ石礫ノ直徑ガ水深ト同ジキトキニ於テcヲ一〇トシ石礫ノ直徑ガ水深ノ半ニ同ジキトキニ於テ二五ナリトシ計算スルトキハ安定勾配ハ略實地ニ適合スル結果ヲ得ベシ則河底ノ平滑ナルトキニ於ケルcヲ五五トシ右ノ假定ヲ加ヘテ其間ノ變化カ拋物線ヲ爲スモノトセバ水深及石礫ノ大サヨリ左式ニ依リcヲ算出スルコトヲ得ベシ

$$c = 62.5 - 30 \sqrt{\frac{1}{15} + \frac{3}{H} \frac{D}{H}}$$

此ノ如クシテcヲ豫定スルトキハ(8)式ニ依リ假定ノ水深ト石礫ノ大サノ比ヨリ

安定勾配ヲ算出シ得ベシ今石礫ノ大サヲ水深ノ廿分ノ一毎ニ取り安定勾配ヲ計算スルトキハ左表ノ如シ

D/H	c	tan α
1/20	48.67	1
2/20	44.44	247.32
3/20	41.02	1
4/20	38.08	152.13
5/20	35.47	1
6/20	33.07	117.72
7/20	30.85	1
8/20	28.78	98.03
9/20	26.86	1
10/20	25.00	84.10
11/20	23.23	1
12/20	21.55	72.92
13/20	19.93	1
14/20	18.37	63.45
15/20	16.87	1
16/20	15.40	55.18
17/20	14.02	1
18/20	12.64	47.80
19/20	11.23	1
20/20	10.00	41.26
20/20		35.29
20/20		29.97
20/20		25.20
20/20		20.96
20/20		17.24
20/20		13.95
20/20		11.18
20/20		8.74
20/20		6.61
20/20		5

前表ニ依リ前記種々ノ假定ヲ爲シタルモ其結果ハ略實地ニ適合スルヲ見ル然ルニ水深ハ假定ノ如キ石礫ノ散在スル水流ニ於テ測定シ得ベキモノニアラズシテ水量ヨリ想像スルノ外ナク且ツ河底ハ同大ノ石礫ヲ以テ成立スルガ如キコトナク常ニ大小輕重混在スルモノナルヲ以テ此ノ如キ計算ニ依リ直ニ安定勾配ヲ知ラムトスルガ如キハ殆ンド困難ニシテ只之ニ依リテ安定勾配ガ石礫ノ大サニ依リ變化スル度ヲ知り得ルニ過ギズ則緩キ勾配ニテモ輕小ナル石礫動搖シ之ニ伴

フテ巨大ノ石礫ガ移動ヲ始ムルコト少カラズ之ニ反シ久シク安定シ居ルトキハ石礫ノ間ニ凝集力ヲ生ジ小形ノ石礫モ移動セザルニ至ル又洗掘ニ對スル安定勾配ハ事實現存スル河底ノ勾配ニ比シ普通急ナルモノナルガ故ニ河底ノ動搖ヲ防止スルトキハ洗掘ヲ防止スルコトヲ得ベク却テ小形ノ石礫ヲ流失シ大石ノミ殘存スルトキハ現在ノ河底ヨリ遙ニ急ナル勾配ヲ維持シ得ルニ至ルベシ

第三章 土砂移動狀態ノ種類

土砂移動原因ノ異ナルニ從ヒ土砂ハ各種ノ狀態ニ於テ移動スルモノナリ其狀態ノ異ナルニ從ヒ防止ノ方法ヲ講セザルベカラズ然ルニ二種以上ノ移動ガ同時ニ起ルコトアリ又ハ區域ニ依リ移動ノ種類ヲ異ニスルコトアリ故ニ防止ノ方法ヲ講ズルニ方リテハ先ヅ移動ノ種類ニ付區分シテ考フルコトヲ要ス

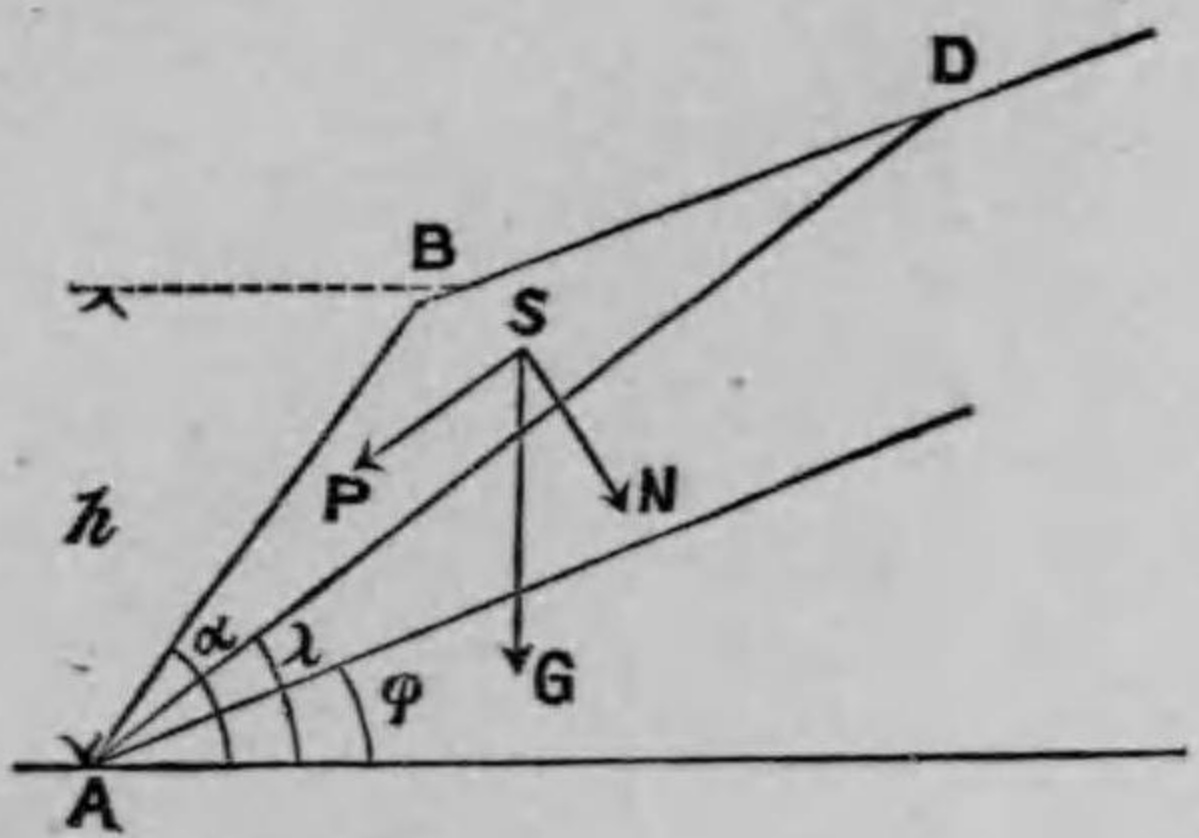
第一節 崩 壞 Bergstürze 及 欠壞 Rutschungen

崩壞及欠壞ハ共ニ傾斜地ニ於ケル上部ノ土石ガ一時ニ落下シ來ル現象ヲ云フ崩

壞ハ水路ヲ離レテ起ルモノヲ云ヒ欠壞トハ水路ニ沿フテ起ルモノヲ云フ故ニ欠壞ガ稍擴大スルトキハ其上部ニ於テ崩壞ヲ起シ崩壞大ナルトキハ其崩壞面ニ水路ヲ生ジ水路稍大ナルニ至ルトキハ之ニ沿フテ欠壞ヲ起スモノニシテ兩者相伴フヲ常トシ往々區分シ能ハザルコトアリ崩壞ノ原因ハ滑落ニ依ルモノアリ或ハ風化ノ爲傾斜面ノ土石ガ自己ノ凝集力ヲ減ジ又ハ自己ノ重量ヲ増シ傾斜ヲ維持スル能ハサルニ至リタルモノアリ或ハ傾斜面ニ生ジタル涙路ガ漸次傾斜面ノ風化物ヲ流出スル爲傾斜ヲ急ナラシメ遂ニ維持スル能ハザルニ至ラシムルモノアリ欠壞ノ原因ハ河底ノ洗掘又ハ侵蝕ニ依リ漸次河底ヲ低下シ其兩岸ノ傾斜ヲ漸次急ナラシメタルニ依ルモノアリ或ハ侵蝕ニ依リ兩岸ノ脚部ヲ洗滌シタルニ依ルモノアリ

土塔 (Erdpyramid) 又ハ土柱 (Erdpfeil) ト稱シ水路ニ沿フテ突兀タル劍狀ノ土塊ニシテ其頂上ニ巨大ノ石塊ヲ冠スルモノヲ生ズルコトアリ石塊ヲ包含シ水平層ヲ爲セル地質ノ所ニ於テ侵蝕ニ依リ四邊トモ欠壞シタル場合ニ生ズルモノナリ其高サ往々數十間ニ達スルコトアリ

△Bナル傾斜アリテ其傾斜急ナルトキハ△B Dナル部分ガ△Dナル面ニ沿フテ落下スベシ今其分離面ヲ平面ナリト假定シ幅ヲ長サノ單位ニ取り考フルトキハ



h = 傾斜面△Bノ直高

l = 分離面ノ長サ

α = 傾斜面ノ傾斜角

λ = 分離面ノ傾斜角

φ = 摩擦系数則休止角

γ = 落下セムトスル部分ノ單位容積ノ重量

$$= \frac{1}{2} \gamma \frac{AB}{AD} \sin(\alpha - \lambda)$$

G = 落下セムトスル部分△B Dノ重量

$$= \frac{1}{2} \gamma l \frac{\sin(\alpha - \lambda)}{\sin \alpha}$$

N = 分離面ニ直角ニ働ク重量ノ分力

$$= G \cos \lambda$$

P = 分離面ニ平行ニ働ク重量ノ分力

$$= G \sin \lambda$$

C = 分離面ニ於ケル單位面積ニ對スル凝集力

f = 摩擦系数數 = $\tan \varphi$

ナルトキハ P = 依リ△B Dガ落下セムトスルモノナリ之ニ對スル抵抗ハ

$$Q = fN + C l = fG \cos \lambda + C l$$

式中 Q = 土砂ノ落下ニ對スル抵抗

今 P ト Q トヲ等視スルトキハ落下セザル局限ヲ知り得ヘシ

$$\frac{P}{Q} = \frac{G \sin \lambda}{fG \cos \lambda + C l} = \frac{\gamma l \sin(\alpha - \lambda) \sin \lambda}{\gamma l \sin(\alpha - \lambda) \cos \lambda \tan \varphi + 2C \sin \alpha} = 1 \dots \dots \dots (1)$$

傾斜ヲ最モ急ナラシムルガ爲次ノ方程式ヲ得ヘシ

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dQ} &= \frac{\sin \lambda \cos(\alpha - \lambda) - \cos \lambda \sin(\alpha - \lambda)}{\tan \varphi \{ \sin \lambda \sin(\alpha - \lambda) + \cos \lambda \cos(\alpha - \lambda) \}} \\ &= \frac{\sin(2\lambda - \alpha)}{\tan \varphi \sin(2\lambda - \alpha)} = 1 \\ 2\lambda - \alpha = \varphi \quad \lambda &= \frac{\varphi + \alpha}{2} \quad \lambda - \varphi = \frac{\alpha - \varphi}{2} \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

即落下セザル最モ急ナル傾斜ノ場合ニ於ケル分離面ハ傾斜ト休止角ノ間ヲ二等分スルモノナリ今(1)及(2)ヨリ

$$h = \frac{2C \sin \alpha}{\gamma \sin(\alpha - \lambda)(\sin \lambda - \cos \lambda \tan \varphi)}$$

ヲ得之ニ $\tan \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}$ ヲ入レ換フルトキハ

$$\begin{aligned}
 h &= \frac{2C \sin \alpha \cos \varphi}{\gamma \sin(\alpha - \lambda) \sin(\lambda \cos \varphi - \sin \varphi \cos \lambda)} \\
 &= \frac{2C \sin \alpha \cos \varphi}{\gamma \sin(\alpha - \lambda) \sin(\lambda - \varphi)} \\
 &= \frac{2C \sin \alpha \cos \varphi}{\gamma \sin^2 \frac{\alpha - \varphi}{2}} \\
 &= \frac{2C \sin \alpha \cos \varphi}{\sin^2 \frac{\alpha - \varphi}{2}} \dots \dots \dots (3)
 \end{aligned}$$

式中 $c = \frac{C}{\gamma} =$ 凝集率

之ニ依リテ局限ニ於ケル傾斜ノ高サヲ知り得ベシ安全ナル傾斜ノ高サハ傾斜面

以上ノ部分ニ關係ナキヲ知ル(3)式ヨリ又次ノ關係ヲ知り得ベシ

$$\sin^2 \frac{\alpha - \varphi}{2} = \frac{2c \sin \alpha \cos \varphi}{h}$$

$$\left(\sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\varphi}{2} - \cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\varphi}{2} \right)^2 = \frac{4c}{h} \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} \left(\cos^2 \frac{\varphi}{2} - \sin^2 \frac{\varphi}{2} \right)$$

兩項トモ $\sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \frac{\varphi}{2}$ ヲ以テ除シ $\cot \frac{\varphi}{2} = a$ ヲ置クトキハ

$$\cot^2 \frac{\alpha}{2} - 2 \left[a + \frac{2c}{h} (a^2 - 1) \right] \cot \frac{\alpha}{2} = -a^2 \dots \dots \dots (4)$$

之ニ依リテ凝集率及休止角ヨリ高サニ對スル安全傾斜ヲ知り得ベシ又(3)式中 α ニ對シ九十度ヲ入レ換フルトキハ直立ノ安全高ヲ知り得ベシ

$$\begin{aligned}
 h_0 &= \frac{2c \cos \varphi}{\sin^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \\
 &= \frac{2c \left(\cos^2 \frac{\varphi}{2} - \sin^2 \frac{\varphi}{2} \right)}{\left(\sin 45^\circ \cos \frac{\varphi}{2} - \cos 45^\circ \sin \frac{\varphi}{2} \right)^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2c \left(\cos \frac{\varphi}{2} + \sin \frac{\varphi}{2} \right) \left(\cos \frac{\varphi}{2} - \sin \frac{\varphi}{2} \right)}{\left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\cos \frac{\varphi}{2} - \sin \frac{\varphi}{2} \right) \right\}^2} \\
 &= \frac{4c \left(\cos \frac{\varphi}{2} + \sin \frac{\varphi}{2} \right)}{\cos \frac{\varphi}{2} - \sin \frac{\varphi}{2}}
 \end{aligned}$$

式中休止角 φ ハ地質ニ關係シ普通三十度乃至四十五度ノ間ニアリ只濕氣アル粘土ノ如キ場合ニ三十度以下二十度内外マデ下ルモノナリ又凝集率 c ハ單位面積ニ對スル凝集力ヲ單位容積ニ對スル重量ニテ除シタル數ニシテ單位容積ニ對スル重量ハ地質ニ關係シ普通土砂ハ一立方米ニ付千四百瓦乃至二千瓦トス岩石ナルトキハ輕鬆ナル熔岩ノ場合ノ外二千五百瓦内外ヲ下ラズ砂利層ニ於テハ之ヲ構成スル礫質及空隙ノ多少ニ依リ異ナルモ二千瓦内外ヲ普通トス單位面積ニ對スル凝集力ハ砂又ハ砂利ノ如キ場合ハ全クナキガ如キモ崩壊又ハ欠壊地ニ於ケル地盤ノ如キハ非常ノ壓力ヲ受ケテ成立セルモノナルガ故ニ少クトモ一平方米ニ付三百瓦乃至五百瓦ノ凝集力ヲ有シ其他ノ土壤ナルトキハ凡テ五百瓦以上ナ

リトス只粘土又ハ壤土ガ濕氣ヲ含ムトキハ漸次凝集力ヲ減ズベシ岩石ニ至リテハ如何ナル軟岩又ハ缺裂多キモノト雖二萬瓦ヲ下ルコトナシ此ノ如ク考フルトキハ直立ニテモ安全ニ維持シ得ベキ高サハ相當ノ高サニ達シ尙多少ノ傾斜アルトキハ益々其高サヲ増シ得ベシ故ニ普通現在ノ地形ハ安全程度ニアルモノニシテ更ニ原因ヲ加フルニアラザレバ崩壊又ハ欠壊ハ起ルモノニアラザルナリ特ニ崩壊又ハ欠壊ニ際シ崩壊面又ハ欠壊面ハ安全傾斜以上ニ崩壊又ハ欠壊スルモノナルガ故ニ其崩壊面又ハ欠壊面ハ安全ナル程度ニアルモノナリ事實ニ於テハ一度崩壊又ハ欠壊シタルトキハ益々擴大スルモノナルモ是レ崩壊面又ハ欠壊面ノ傾斜急ニ過グルノ故ニアラズシテ崩壊又ハ欠壊後ニ於テ更ニ崩壊面又ハ欠壊面ニ於ケル凝集力ヲ減ジ或ハ其脚部ニ於テ堆積セル土砂ノ流失スル爲一度成立シタル傾斜ヲ急ナラシメ或ハ崩壊面又ハ欠壊面ニ涙路ヲ生ズルニ依ルモノナリ崩壊及欠壊ハ一時ニ土石ヲ落下スルモノナルガ故ニ甚シキハ全ク水流ヲ沮止シ其上流ニ湖水ヲ形成シ滯水量大ニシテ支フル能ハザルニ至ルトキハ一時ニ欠潰シ下流ニ大洪水ヲ起スコトアリ水流急ナルトキハ落下セル土石ハ水流ヲ沮止ス

ルニ至ラズシテ一時其附近ノ河底ヲ高メ上流ヲ緩ナラシムルモ下流ヲ急ナラシムルガ故ニ落下セル土石ハ漸次下流ニ流出シ侵蝕作用ヲ盛ナラシメ下流ニ於ケル崩壊欠壞ノ原因ヲ爲シ尙下流ニ至ルトキハ沈澱堆積シ河底ヲ高メ洪水ノ因ヲ爲スモノナリ

崩壊及欠壞ヲ防止スルニハ各其實況ニ依リ原因タル滑落、河底ノ低下、脚部ノ侵蝕、涙路ノ成立等ヲ防止スルトキハ崩壊欠壞ハ自然ニ安定スルモノナリ滑落ニ依ルモノハ融解シ易キ地層ヲシテ融解ヲ受ケシメザル爲水路ヲ設ケテ排水ヲ能クシ地上水ノ浸潤ヲ減ゼシムルコト及傾斜ニ依リテハ山腹工ニ依リ上層ノ落下ヲ防グノ外地層ノ關係ニ依ルモノナルガ故ニ殆ンド防止ノ方法ナシ河底ノ低下ノミニ依リ崩壊欠壞ヲ惹起スルハ多クハ肢溪ニ於テ起ル現象ニシテ幅員狭ク溪底ハ藥研狀ヲ呈シ導石ノ爲溪底ハ益々侵蝕セラレ溪側ノ勾配ハ漸次急ナルニ依リ遂ニ崩壊スルニ至ルモノナリ之ヲ防止スルニハ横斷工事ヲ以テ水路ノ導石ヲ防止スルヲ要ス或ハ堰堤ヲ以テ水路ノ勾配ヲ緩和スルヲ要ス然ルニ此ノ如キ水路ニ於テ高キ堰堤ヲ作ルトキハ堰堤ノ長サヲ増シ非常ナル經費ヲ要ス之ニ反シ其低

キモノハ經費ヲ要スルコト少ク且ツ水叩キトナルベキ岩盤各所ニ露出スルヲ常トスルヲ以テ施工及維持困難ナラズ故ニ低キ堰堤ヲ作り必要ニ應ジ箇所數ヲ多クスルコトヲ要ス溪側ノ勾配已ニ急ニシテ漸次涙路ヲ成立シ已ニ維持スル能ハザル状態ニアルモノハ階段工又ハ被覆工ヲ以テ之ヲ防止セザルベカラズ崩壊欠壞ノ單ニ脚部ノ侵蝕ニ依ルモノハ根圍ヒ工ヲ以テ防止スルヲ要ス然ルニ脚部ノ侵蝕ハ多クハ河底ノ低下ニ伴フモノニシテ根圍ヒ工事ヲ施工スルモ河底ノ低下ニ依リ維持困難ナル場合多シ故ニ先ヅ河底ノ低下ヲ防止セザルベカラズ河底ノ低下ハ横斷工事ニ依リ防止シ得ベシ水路幅員大ナルトキキハ堰堤ノ如キ横斷工事ハ多額ノ經費ヲ要シ又水叩キトナルベキ岩盤ナキ場合多キヲ以テ高キモノヲ施工スルコトヲ得ズ或ハ現在ノ河底ノ高サニ留ムルコトアリ河底ノ低下ヲ防止シ得ルトキハ其上流ニ於ケル導石ヲ防止シ得ル爲侵蝕作用ヲ減ジ且ツ其附近ニ於テハ幾分急勾配ヲ維持シ崩壊欠壞ノ脚部ニ土砂ヲ沈澱セシメ或ハ落下堆積セル土砂ヲ流出セシメズシテ停滞セシムルヲ以テ脚部ヲ保護シ他ニ施設ヲ要セザルニ至ル或ハ脚部ノ保護ヲ爲スニ至ラザルモ根圍ヒ工ヲ施行スルトキハ安全ニ

維持シ得ルニ至ルベシ然ラザレバ根圍ヒ工事ハ深キ根掘ヲ爲シテ施工スルモ漸次不安全ニ近ツキ遂ニ破壊スルニ至ルベシ横斷工事ヲ施工スルモ上流ニ溢流アリテ水勢岸壁ニ沿ヒ或ハ衝突スル侵蝕作用アル場合ニ於テハ水勢ヲ調整セザルベカラズ則各種ノ制水工事ヲ施工シ流身ヲ中央ニ向ハシメ岸壁ニ向ハシメザルコトヲ要ス制水工事モ下流ニ横斷工事ヲ施工シ河底ノ低下ヲ防止スルニアラザレバ維持困難ナリトス故ニ侵蝕作用ニ歸因スル崩壊欠壞ヲ防止スルニハ横斷工事ヲ主トシ之ニ伴ヒ侵蝕狀況ニ依リ護岸又ハ制水等ノ工事ヲ要ス傾斜面ニ於ケル涙路ノ成立ニ依リ漸次侵蝕セラレ崩壊欠壞ヲ來スモノニ付テハ涙路ニ水路工事ヲ施行シ擴大ヲ防止シ或ハ傾斜面ニ階段工或ハ被覆工ヲ施行シ水量ヲ散送セシムルコトヲ要ス

第二節 墜石 (Steinschläge) 及墜砂

墜石トハ時々石片カ傾斜面ヲ落下シ來リ脚部ニアル各種ノ構造物ヲ破壊シ或ハ人畜ニ被害ヲ與ヘ或ハ崩壞ヲ惹起シ又其瀕繁ナルモノハ脚部ニ石塊ノ堆積ヲ生

シテ耕地ヲ埋没シ或ハ水路ニ流出シテ治水ヲ攪亂スルモノヲ云フ墜石ニアラズシテ細砂ガ傾斜面ヲ落下シ來リ墜石ト同様ナル害ヲ爲スモノアリ其甚シキモノハ天候ニ關セズ恰カモ小瀑布ノ如ク殆シド絶ヘザルモノアリ墜石及墜砂ハ崩壊面又ハ欠壞面ニ於テハ常ニ起ルモノニシテ其他露出セル岩石又ハ表土ノ風化ニ依リ起ルモノナリ墜石ハ一時ニ偉大ナル害ヲ與フルモノニアラザルモ崩壞ヲ惹起シ或ハ土砂流出ノ因ヲ爲スモノニ付テハ其害ノ恐ルベキモノアリ花崗岩質又ハ坭質砂岩等ノ林地ガ荒廢シテ風化作用ニ曝露セラレトキハ一面ニ風化物ヲ生ジ絶ヘズ細砂ヲ落下シ其水流ニ達スルニ及ビテハ一層移動シ易キヲ以テ漸次流下シ下流ニ至リテ沈澱シ河底ヲ高メ遂ニ河底ヲ兩岸ヨリ高カラシムルニ至リ堤防ヲ築キテ水路ヲ保護スルニアラザレバ河水ハ土砂ト共ニ兩岸ニ氾濫シ一定シタル水路ヲ有セズシテ其間ヲ溢流スベク又一旦堤防ヲ築キテ水路ヲ保護スルトキハ河底ハ益々高ク平地ニ於ケル水流ニシテ耕地地ヨリ十數間ノ高サヲ流ルハモノアルニ至ル此ノ如キ水路ハ一旦堤防ヲ欠潰センカ水流ハ全部耕地地ニ落下シ非常ナル慘害ヲ惹起スベク完全ニ堤防ヲ保護スルモ流水斷面積ハ河底ノ上

昇ニ依リ漸次縮小スベキヲ以テ常ニ氾濫ヲ起シ且ツ其水路ガ港灣内ニ注グトキハ港灣ヲ埋没スル等各種ノ害ヲ與フルモノナリ

崩壊面及欠壊面ニ於ケル墜石ハ崩壊又ハ欠壊ヲ防止スルニ依リ自然ニ停止スベク殆ンド害ナキガ故ニ別ニ防止ノ方法ヲ講ズルノ要ナシ但シ墜石ノ爲ニ崩壊ヲ惹起スル虞アルトキハ之ヲ防止セザルベカラズ其單純ナルモノハ落下スベキ岩石ヲ無害ニ取除ク方簡易ナル場合多シ落下スベキ岩石ノ多キトキハ落下ノ際長ク傾斜面ヲ轉行セザラシムルヲ要ス則山腹工ヲ以テ階段ヲ設ケ或ハ脚部ニ於テ落下物ヲ無害ニ堆積セシムル爲枿又ハ石垣等ヲ施工スルヲ要ス墜砂ヲ防止スルニハ積苗工筋工又ハ被覆工ニ依リ地表ノ風化物ヲ遠ク移動セザラシメ植栽ニ依リ風化ヲ防止スルノ方法ヲ講ズルヲ要ス此ノ如ク墜石及墜砂ニ對スル防止ハ崩壊及欠壊ニ對スル防止ト全ク其趣ヲ異ニスルモノナリ

第三節 導石 (Geschiebeabfluss)

導石ハ洗掘作用ノ繼續シタルモノニシテ水量、勾配及石礫ノ大小ニ關係スルモノ

ナリ洪水ノ際ニ於テ洗掘作用ニ依リ石礫ガ移動ヲ始メ其移動ヲ繼續スルトキハ石礫ノ衝突ニ依リ河底及兩岸ノ侵蝕ヲ甚シカラシメ又移動スル石礫相互ノ衝突ニ依リ漸次割裂シテ小形トナリ益々導石ニ便ナラシムル水位ノ高キトキニ於テ移動シタル石礫ノ大形ナルモノハ減水ニ從ヒ移動セシムルコトヲ得ザルニ至リ漸次小形ノモノ、ミヲ移動セシメ河流緩ナルニ至リテ全ク靜止スルモノナリ故ニ上流ニ至ルニ從ヒ石礫大ナリ下流ニ於テモ河底ノ上層ハ小形ニシテ下層ニ於テ大ナリ導石ハ下流ニ於ケル沈澱ニ依リ河底ヲ高メ其結果トシテ流水斷面積ヲ小ナラシメ洪水ノ際ニ於ケル水位ヲ高メ氾濫ヲ惹起スルモノナリ又減水ニ從ヒ河敷内ニ於テ水勢ノ弱キ部分ニ沈澱シ水位ヨリ高ク堆積スルガ故ニ河敷ニ於テ濫流ヲ起シ濫流ノ結果ハ絶ヘズ堆積ヲ欠壊セシメ其結果又水勢ヲ兩岸ニ激衝セシメ崩壊欠壊ノ因ヲ爲スモノナリ

導石ヲ防止スルニハ横斷工事ニ依リ石礫ノ動搖ヲ防止スルヲ要ス石礫ハ普通其箇所ニ對シ相當ナル大サヲ有スルガ故ニ石礫ヲ移動セシメザルトキハ洗掘サルハコトナク遂ニ導石ヲ停止スベク横斷工事ハ其高サニ依リ勾配ヲ緩ナラシメ又

其間ニ土砂ヲ停滯セシムル目的ヲ以テ築造スルモノ、如ク考フルモノアルモ大ナル誤ナルガ如シ急勾配ノ水流ニ於テ堰堤ノ高サガ勾配ヲ緩ナラシムルモ其影響ハ實ニ鮮少ナルモノニシテ殆ンド考フルニ足ラザルベシ例ヘバ十分ノ一ノ急勾配アル水路ニ於テ近ク百間ヲ隔テ、現河底ヨリ高二間ノ堰堤ヲ築クトスルモ十二、五分ノ一トナルニ過ギズ十分ノ一ノ勾配アルトキハ導石盛ナル場合ニ於テ十二、五分ノ一トナルトキハ導石ナキニ至ルベシトハ想像シ能ハザルベシ又其堰堤ニ依リ沮止スル土砂ノ量ハ實ニ少量ニシテ是亦考フルニ足ラズ寧ろ堰堤ヲ築クトキハ河底ノ動搖ヲ防止スルモノナルガ故ニ從テ導石ヲ防止シ得ルモノナリ則堰堤ノ上流ハ漸次埋没セラレ一時ハ堰堤上流ニ於テ短距離間緩勾配ノ部分ヲ生ズベシ故ニ少シク大ナル石礫ハ其緩勾配ノ上部ニ至リテ停止スベシ其動搖セザル石礫ハ其上流ニアル石礫ノ移動ヲ妨ゲ其部分ニ於テ一層急勾配ナル動搖セザル河底ヲ形成スベシ然モ流出土石多量ナルトキハ動搖セザル部分ヲ越ヘテ大石ヲ流出シ急勾配ノ部分ガ漸次堰堤ニ近ヅキ終ニ堰堤ヲ超ユルニ至ルベシ其時ニ至ルマデハ河底ノ動搖ヲ防止シ導石ヲ防止スルモノナリ然ルニ其間ニ於テ

堰堤上流ニ急勾配ノ部分ヲ生ズルヲ以テ其影響ハ遠ク上流ニ導石防止ノ影響ヲ及ボスモノナリ

第四節 土石推進 (Murgänge)

土石ガ導石ノ如ク水流ニ依リ流下スルニアラズ又崩壊ノ如ク落下スルニアラズシテ或ル深サヲ有スル土石ガ溪底ニ沿テ推進スルコトアリ則水流ハ土石ノ上面ニ於テ僅カニ流下シ或ハ水量ノ大部又ハ全部ガ土中ニ浸入スル場合ニ於テ土石ハ水ニ依リ其周圍トノ凝集力ヲ失ヒ下部ノ土石ニ向ヒ壓力ヲ起スガ故ニ一面ニ或ル深サヲ以テ下方ニ推進スルモノナリ地震其他ノ原因ニ依リ弛ミタル地盤ニ雨水ノ浸潤シタルトキ崩壊ニ依リ一時ニ多量ノ土砂ガ水流中ニ落下シタルトキ及推積層カ水分ヲ含ミテ現狀ヲ維持スル能ハザルトキ等ニ起ル現象ニシテ其局部ニ於テハ恐ルベキ慘害ヲ呈シ森林ノ樹木ヲ全部根ヨリ抜き去リテ土石ト共ニ遠ク數百間ヲ運ビ家屋其他ノ構造物アルトキハ之ヲ破壊シ殆ンド一物ヲ留メズ又往々人畜ノ生命ヲ害シ其屍體ノ如キモ土石ト混ジテ數百間ヲ運ビ去ルガ故

ニ深ク埋没シテ搜索ノ途ナキコトアリ土石推進ハ恰カモ導石ノ如キ觀ヲ呈スルコトアルモ導石ハ水流ニ原因シ土石推進ハ上部ノ壓力ニ依ルモノナルガ故ニ全ク異ナリタル現象ナリトス土石推進ハ漸次下流ニ至リテ導石ニ變ジ水流ニ依リテ移動スルニ至ル

土石推進ノ小ナルモノハ地杭ヲ打チテ地盤ヲ緊束シ或ハ根圍ヒヲ爲ス等ニ依リ防止シ得ベシト雖其大ナルモノニ至リテハ殆ンド直接ニ之ヲ防止スルノ方法ナシ只土石ノ推進シ來ル下端ニ於テ圍障ヲ設ケテ被害ヲ防備シ或ハ水量ヲ除去スルノ方法ヲ講ジテ推進力ヲ減ズルノ外良法ナシ或ハ山腹石垣ヲ築キテ其上部ノ移動ヲ防止セムトスルモ地盤全部ノ移動スルモノナルガ故ニ工事モ共ニ移動ヲ始メテ却リテ被害ヲ大ナラシムルコトアリ或ハ推進土石上ノ水路ニ堰堤ヲ築キテ却リテ浸潤ヲ甚シカラシムルコトアリ故ニ土石推進ハ崩壞又ハ導石ト區分シテ考フルコトヲ要ス

第五節 堆積扇(Schutzkegel)

堆積扇トハ導石ノ盛ナル水路ガ峡谷ヲ出デ、平坦ナル低地ニ流出スルトキ扇狀ニ堆積スル土砂ヲ云フ堆積扇ヲ形成スル土砂ハ導石ニ依リ流出シ來リタルモノナルガ故ニ凝集力ニ依リ緊着ナク從ツテ其上ニ存在スル水路ノ爲洗掘サルルコト甚シク現在ノ堆積扇ヨリ下流ニ土砂ヲ流出シ漸次堆積扇ヲ擴張スルモノナリ堆積扇上ノ水路ハ洗掘甚シク其兩側ノ土砂ハ全ク緊着ナキガ故ニ水路ニ沿フ兩岸ハ平水ニ於テモ尙缺壞シ水流ニ落下ス其土砂ハ下流ニ流出シテ堆積扇ヲ擴大セシムルノミナラズ其補充トシテ土砂ノ流出ヲ容易ナラシメ延テ上流ニ於ケル崩壞缺壞等土砂流出ノ原因ヲ繼續進行セシム又上流ヨリノ土砂流出多キトキハ其土砂ハ堆積扇上ノ水路ヲ埋没シテ水ハ水路以外ノ堆積面上ヲ流ル、ニ至リ水路ハ全ク變更シ或ハ分岐シテ二條トナリ流ルルニ至ルベシ其結果堆積扇上ノ水路ハ合流分流甚シク一定シタル水路ヲ有セズシテ堆積扇上一面ニ流水ノ作用ヲ受クルモノナリ故ニ堆積扇ハ上流ニ於ケル崩壞欠壞等ヲ繼續進行セシメ下流ニ對シテハ堆積扇ヲ漸次擴大シテ耕宅地ヲ埋没シ尙下流ニ於テハ土砂流出ノ爲ニ河底ヲ高メ洪水ノ際氾濫ヲ惹起セシムルモノナリ

堆積扇ヲ生ジタルトキハ上流ニ於ケル土砂流出ヲ防止スルノミナラズ堆積扇ニ對シテモ防備ヲ爲サ、ルベカラズ堆積土砂ハ時トシテハ堆進ヲ起シ又其外廓ニ於テ漸次擴大スルモノナルガ故ニ之ヲ防止スル爲外廓ニ根圍ヒ工事ヲ施行スルコトヲ要ス外廓ニ於テ土砂移動ヲ防止スルトキハ其外廓ニ於ケル石礫ノ爲ニ其上部ノ石礫モ移動スルコトヲ得ズ其影響ハ漸次上方ニ及ビ普通堆積扇ノ現勾配ヨリ急ナル勾配ヲ保チ得ルニ至ルベシ以テ上流ニ於ケル土砂流出ノ原因タル崩壞缺壞等ノ進行ヲ防止シ得ベシ又堆積扇上ニ於ケル水路ハ成ベク一定セシメ且ツ洗掘導石ヲ減ゼザルベカラズ其目的ノ爲ニハ水路ノ各所ニ底留工事ヲ施行スルコトヲ要ス又上流ヨリノ土砂流出ハ其狀況ニ從ヒ各種ノ方法ニ依リ之ヲ防止セザルベカズ

第六節 飛砂 (Flugsand)

飛砂トハ河川ニ依リ海中ニ流出セル細砂ヲ潮流ニ依リ海濱ニ打テ上グ水際ヨリ風ニ依リ漸次陸上ニ吹キ送ル作用ヲ云フ飛砂ノ甚シキモノニアリテハ樹木ノ海

上ニ向ヘル面ノ樹皮ヲ剝離シテ終ニ枯死スルニ至ラシメ草ノ生育ニモ適セザルニ至リ一面砂漠ニ變ジ砂ハ漸次内地ニ向ヒ耕宅地ヲ埋没シテ荒蕪ニ歸セシメ其廣キモノハ海濱ヨリ遠ク一里以上ニ及ブ飛砂ハ海底ノ地形潮流及風ニ原因シ潮流ガ海底ノ地形ニ依リ砂ヲ海濱ニ打テ上グル地方ニノミ起ルモノナリ然ルニ砂ガ海濱ニ於テ堆積シ打テ上グル余地ナキトキハ砂ハ潮流ニ依リ再ビ運ビ去ラル、モノナルモ海濱ニ打テ上ゲタル砂ガ風ニ依リ運ビ去ラル、トキハ其跡ヲ追フテ絶ヘズ砂ヲ打テ上グルモノナリ

海濱ニ防風林アルトキハ砂ハ海濱ヨリ内地ニ侵入セズシテ凡テ海濱ニ留ルガ故ニ一定ノ程度以上ニ砂ヲ打テ上グルコトナク飛砂ヲ起スコトナシ然ルニ飛砂地方ニ於テ直ニ海濱ニ防風林ヲ作ルコトヲ得ズ故ニ之ガ防止ノ方法トシテハ只海濱ニ簾立藁立又ハ柵立等ニ依リ砂丘ヲ構成セシメ植栽ヲ施行スルヲ要ス則海濱ニ簾立又ハ柵立等ヲ爲ストキハ飛砂ハ之ニ依リ沮止セラレ漸次埋没スルガ故ニ其上ニ再ビ簾立又ハ柵立等ヲ爲シ砂ヲ漸次堆積セシム之ヲ砂丘ト稱ス砂丘ハ風向ヲ遮斷スルガ故ニ其裏面ニアリテハ植物ノ生育ニ適ス或ハ二重ニ砂丘ヲ構成

セシメ其裏面ハ直ニ畑ニ變更スルヲ得ルコトアリ籬立又ハ柵立ニ代フルニ石積ヲ以テスルトキハ最モ有効ナルベシト雖經費ヲ要スルコト多キヲ以テ普通簡易ナル籬立柵立又ハ藁立等ノ工事ヲ施行シ砂丘ヲ構成セシム

第四章 土砂移動防止ノ施設

第一節 横斷工事

水路ヲ横斷シテ施行スル各種ノ工事ヲ云フ其河底ヲ動搖セシメザル爲河底ニ準ジテ施工スルモノヲ床固メ工ト云ヒ河底ヨリ或ル高サヲ持タシムルモノヲ堰堤ト云フ又水流全部ヲ横斷セズシテ制水ノ爲一部ヲ横斷スル工事ヲ施工スルコトアリ之ヲ制水工ト云フ床固メ、堰堤又ハ制水ノ工事ハ材料ニヨリ種々ノ構造アリ又之等ノ目的ノ爲杭柵、枠及粗朶等ヲ用ユルコトアリ

床固メ工ノ最モ普通ナルモノハ沈床トス沈床ニハ木工沈床及粗朶沈床ノ二種アリ木工沈床ハ木材ヲ以テ枠形ニ組ミ立テ成木ヲ置キ石礫ヲ積ミテ沈下セシムルモノナリ故ニ木工沈床ハ枠ノ面積廣クシテ淺キモノト見ルモ可ナリ粗朶沈床ト

ハ粗朶ヲ長ク結束シタル連束ト稱スルモノヲ縦横ニ置キ連束ニ敷粗朶ヲ架シ連束ニ沿フテ杭ヲ打チ杭ノ間ニ帶梢ヲ用キテ柵ヲ編ミ恰カモ柵ヲ以テ碁盤目ニ分割シ敷粗朶ヲ底ト爲セルガ如キ構造ヲナシ其間ニ石礫ヲ積ミテ沈下セシムルモノナリ床固メノ爲枠ヲ用ユルコトアリ枠ヲ連續シテ高ク水路ヲ横斷スルトキハ堰堤ノ作用ヲ爲ス只堰堤ハ全長ニ亘リ一體ナルモ枠ハ分離シタルモノヲ繋ギタルモノナルノ差アリ枠ヲ河岸ヨリ水流ヲ横ギリ一部施工シタルトキハ水制ノ作用ヲ爲シ其高サヲ河床ニ留ムルトキハ床固メノ作用ヲ爲スモノナリ枠ニハ堅枠又ハ三又枠等種々アリ堅枠トハ方形ニ柱ヲ立テ其上下兩端ニ於テ横木ヲ以テ連結シ立成木及敷成木ヲ横木ノ内方ニ取付ケテ周圍及底ト爲シ其内ニ石材ヲ詰込ミタルモノヲ云ヒ三又枠トハ三又シタル底部ヲ三角形ニ横木ヲ取付ケ敷成木ヲ置キ石材ヲ詰込ミタルモノヲ云フ堅枠ニハ大サニヨリ大中小ニ區別スルコトアリ又其表裏ニ法ヲ附シタルモノヲ辨慶枠ト云ヒ裏面ニノミ法ヲ附シタルモノヲ片法枠ト云ヒ三又枠ヲ連結シタルモノヲ繋枠ト稱ス繋枠ノ表面ノ柱ヲ二本ヅ、交叉セシメズシテ横木ニ直角ニ取付ケタルモノ則表裏ノ柱ヲ交叉セシメタルモノヲ

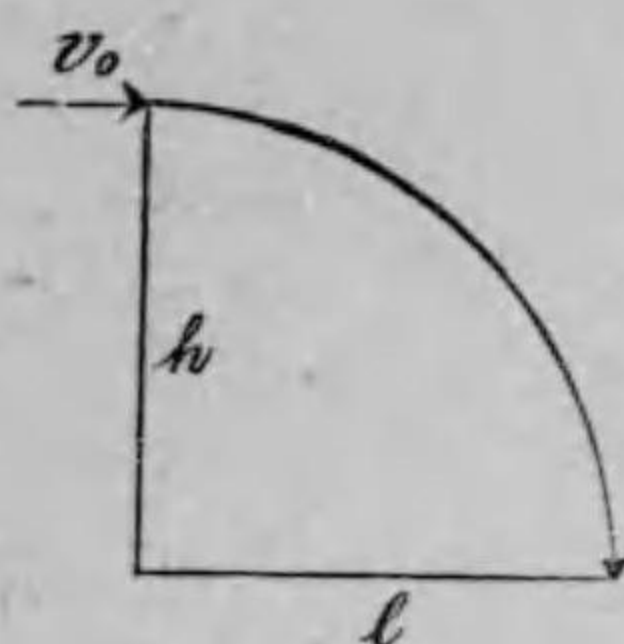
合掌棒ト云フ棒ノ組方及名稱等各地ニ於テ異ナリト雖凡テ重量ニ依リ河底又ハ地盤上ニ安定セシムル構造物ニ外ナラス床固メノ爲棒ヲ用ユルトキハ幾分河床ヨリ高ク敷設スルモ其目的ハ單ニ床固メニアルモノナリ土砂川ニ於テ水流ヲ横キリテ杭打ヲ爲シ杭頭ヲ河底ヨリ二尺乃至三尺ノ高サトシ粗朶ヲ以テ柵ヲ編ミ河底ノ低下ヲ防クコトアリ杭ハ送り三本又ハ四本トシ其下流ニハ水ノ落下ニ依ル洗掘ナキ爲蛇籠又ハ連束ヲ置クモノアリ柵ヲ二重乃至三重ニ施工シ下流ノモノヲ低クシ其間ニ連束ヲ置キ洗掘ヲ防グコトアリ又杭打ヲ爲シ横木ヲ以テ連結シ其横木ニ粗朶ノ元口ヲ緊縛シ末口ヲ上流ニ向ハシメ石ヲ以テ壓スルモノアリ何レモ水流ヲ沮止スル作用アルモ床固メヲ目的トスルモノナリ其他河底ニ張石ヲ爲シ或ハ河底ヲ掘リ下ゲ其中ニ石積工事ヲ施工スルコトアリ勾配ノ急ナル水路ニ於テ下流ヨリ見ルトキハ恰カモ堰堤ノ如ク其上流ニ於テ卷クコトヲ要セザルモノハ又床固メ工ナリトス

堰堤ハ河底上或ル高サヲ有シ水流ヲ沮止シ其上流ニ土砂ヲ堆積セシムルモノナルガ故ニ其壓力ニ耐ユル爲堅牢ナル構造ヲ要ス堰堤ニハ其材料ニ依リ木堰堤土

堰堤及石堰堤ノ別アリ木堰堤ハ歐洲諸國ニ於テ多ク用キラレ、所ナルモ吾國ノ如キ木材ノ腐敗迅速ナル地方ニ於テハ單ニ臨時ニ用ユベキコトアルニ過ギズ臨時用トシテハ棒ヲ用ユルヲ以テ足ルガ故ニ殆ンド木堰堤トシテ築造スベキ場合ナシ土堰堤ハ水流ナキ土砂推進ノ根留メ等ニ用ユベキノミニシテ石張ヲ爲スモ吾國ノ如キ雨量ノ大ナル地方ニ於テハ水流アル場合ニ適セザルモノトス故ニ吾國ニ於テ堰堤トシテ用ユベキモノハ殆ンド石堰堤ニ限ラル、モノトス

石堰堤ハ河底及兩岸ノ堅牢ナル場所ヲ選定スルコトヲ要ス石堰堤ノ下流ニ於テ水量ハ瀑布ヲ爲スモノナルガ故ニ河底ハ激シキ洗掘作用ヲ受クベシ特ニ洪水ノ際ニ於ケル水量ハ常ニ土砂ヲ包含シ又導石ニ依リ石塊ヲモ落下スルガ故ニ水叩キハ最も破壊シ易シ河底ニ堅固ナル岩盤アルトキハ他ノ條件ニ於テ多少ノ不利益アルモ其場所ヲ選ブヲ可トス又根掘ヲ爲シテ岩盤アルトキハ其岩盤マデ根掘ヲ爲スヲ要ス若シ堅固ナル岩盤ナキトキハ人工ニ依リ水叩キヲ作ラザルベカラズ其場合ニ於テハ堰堤ノ根掘リヲ充分ニシ堰堤ノ下流或ル距離ノ間ニ棒ヲ置キ棒ノ下流ニ沈床ヲ敷設シ或ハ張石ヲ爲ス等ニ依リ堅固ナル河底ト爲スコトヲ要

ス然ルニ堰堤ヲ越ヘテ落下シ來ル石塊ニハ大サノ制限ナキガ故ニ時トシテハ巨大ナル石塊落下シ破壊シ易シ或ハ堰堤ノ脚部ニ捨石ヲ爲シ水叩キヲ保護スルノ方法アリト雖堰堤ヲ築造スル場合ハ普通急勾配ニシテ捨石ハ皆破壊セラレ直ニ流下シ去ルコト多シ故ニ多クノ場合ニ於テ捨石ニ依リ保護スルコトヲ得ズ又水叩キトシテ混凝土ヲ施工スルコトアルモ混凝土ハ導石アル場合ニ於テハ直ニ破壊スベシ故ニ人工ノ水叩ニ依ルベキ場合ニ於テハ堰堤ノ傾斜ヲ緩クスルカ或ハ衝撃ヲ小ナラシムル爲堰堤ノ高サヲ局限スルコトヲ要ス水叩キノ長ニ付テハ圖ノ如ク堰堤ノ高サヲ h トシ v_0 ノ流速ニテ流下シ來ル水ガ落下スル距離ヲ l トスルトキハ左ノ如シ



$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$l = v_0 t \quad t = \frac{l}{v_0}$$

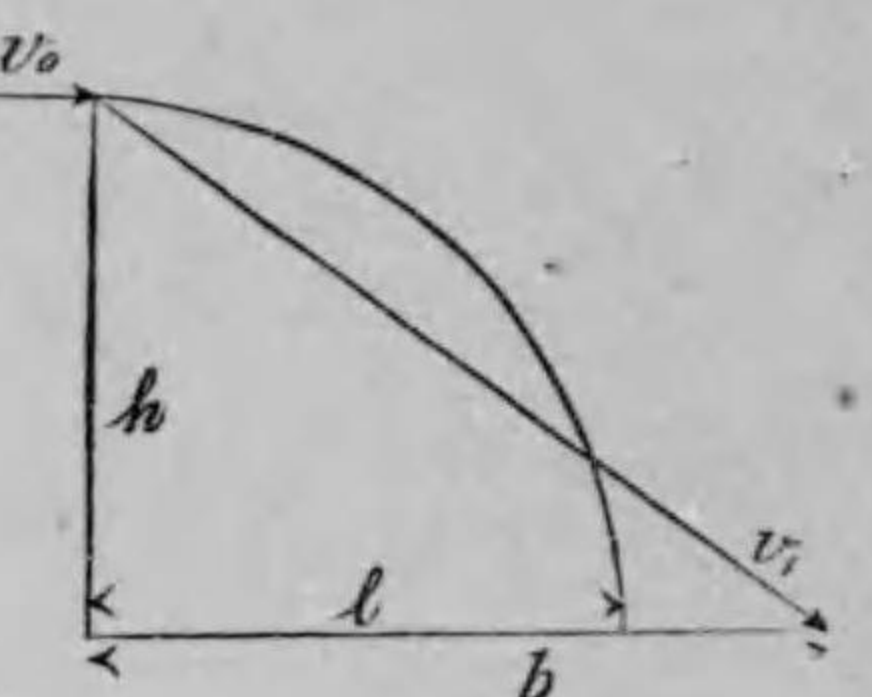
$g = \text{地球ノ引力} = \text{依ル加速度}$

$t = \text{落下ニ對スル時間}$

$$\frac{l}{v_0} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$l = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

堰堤天場ノ下流ノ角端ヨリ l 以上幾分ノ餘裕ヲ見積リタル長サナラザルベカラズ然ルニ流速非常ニ大ニシテ高サノ小ナル場合ノ外 l ハ高サニ比シ小ナルガ故ニ堰堤ノ表面ニ法リヲ附スルトキハ圖ノ如ク b ハ l ヨリ大ナルニ至ルベシ其場合ニ於テ堰堤脚部ニ於ケル流速ハ



$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

式中 $v_1 = \text{堰堤面ニ於ケル水流ニ對スル抵抗}$

ニシテ普通 v_0 ヨリ大ナリ故ニ v_0 ニ適合セル河底ナルトキハ洗掘セラル、ヲ以テ水叩キノ工事ヲ要スルモ其流速ガ其河底ニテ耐ヘ得ル流速マデ減速スル距離ハ河底ノ状態ニ依ルヲ以テ水叩キノ長サハ實際ニ於テ計算ニ

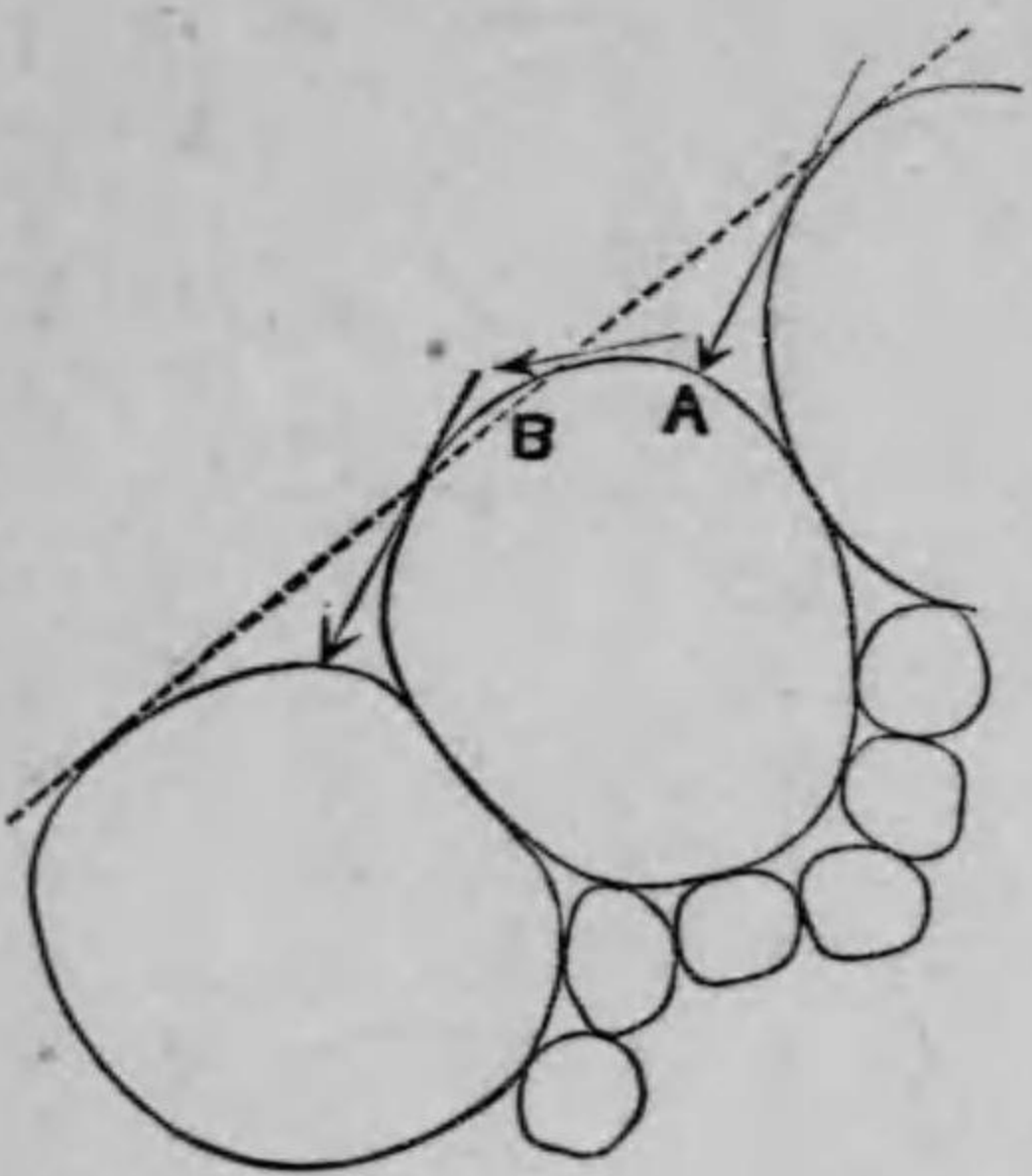
依ルコトヲ得ズ只水勢、水量及河底ノ状態ヲ參酌シテ適宜ニ定ムルコトヲ要ス
堰堤兩側ノ付根ハ水叩キニ次ギ破壊シ易キヲ以テ岩盤ヲ選ブヲ可トス岩盤ナラ
ザルトキハ漏水ニ依リ洗滌セラレ堰堤ノ兩側ヨリ破壊セラレ、コトアリ又堰堤
ヲ超越シタル水量ガ落下スルニ方リ堰堤兩側ニ於ケル下流ノ側壁ニ衝突シ之ヲ
破壊スルガ爲漸次堰堤ノ積石ヲ動搖セシムルニ至ルコトアリ故ニ側壁ト積石ト
ノ連絡ニ付テハ十分注意ヲ要ス尙兩側ノ水勢ヲ緩和セシムル爲堰堤ノ天場ヲ兩
端ニ於テ少シク高ク築造スルコトヲ要ス水量少キトキハ堰堤ノ中央ニ於テ天場
ヲ少シク低ク築造スルトキハ堰堤上流ニ於テ兩側ハ土石ノ堆積ニ依リ埋没セラ
レ水流ハ全ク中央ニノミ限ラレ兩側ハ安全ナルニ至ルベシ吾國ノ如キハ雨量大
ニシテ水量ノ變化甚シキガ故ニ洪水ノ際多少兩側ニ於テ堰堤天場ヲ高クスルモ
全ク水流ナキニ至ルコトヲ期スベカラザルモ水深小ナルガ故ニ水勢ハ常ニ中心
ニ向ヒ兩側ニ於テハ安全ナルニ至ルベシ
堰堤ノ天場ハ水平ナラシムルヲ原則トス則水量ヲ全幅員ニ分賦落下セシメ水叩
キニ於ケル衝擊ヲ緩和スルヲ目的トス但シ其兩側ノ付根ニ於テハ兩側ニ沿ヘル

水勢ヲ減ズルガ爲少シク高ク築造スルヲ要ス水量小ニシテ河幅大ナルトキ水流
ヲ調整シ或ル方向ニ局限セムトスルトキハ天場ノ一部ヲ低ク築造シテ水通シト
爲スコトアリ天場ノ幅ハ必要アルニアラザルモ施工上六尺以上ナルコトヲ普通
トス水流ヲ超越セシメザル部分ニ於テハ六尺以下ナルモ支障ナシ天場ハ幅ノ方
向ニ亦水平ナラシムルヲ要ス則石礫ガ天場上ニ來ルモ流水ノ壓力ニ依ルニアラ
ザレバ轉行セザラシムルガ爲ナリ又天場ノ各部ハ尖角ナラザルコトヲ要ス石礫
ノ轉行スルニ方リ衝突セシメザルガ爲ナリ

堰堤裏面ノ傾斜ハ水路ガ急勾配ナルトキハ堰堤中心高ニ比シ低クシテ漸次土砂
ヲ以テ埋没セラレ、モノナルガ故ニ緩急ヲ選ハズト雖水路緩勾配ナル場合ニ於
テ緩傾斜ニ築造スルトキハ石積面積ヲ増シ急ニ過グルトキハ石積施工困難ナル
ガ故ニ五分内外ノ傾斜ヲ爲サシムルヲ普通トス堰堤ノ表面則下流ニ面スル傾斜
ハ緩急二説アリテ急傾斜説ヲ爲スモノハ流石ガ堰堤ヲ超越スルトキ堰堤積石ヲ
離レテ落下セシメ傾斜面ヲ破損セザラシムルヲ要シ若シ緩傾斜ナルトキハ堰堤傾
斜面ヲ磨滅シ終ニ堰堤ヲ破壊スルニ至ルベシト云フ歐洲諸國ニ於テハ多ク木堰

堤ヲ用キ表面ハ常ニ直立ナラシム其目的ハ上流ヨリ一定ノ流速ヲ以テ來ルトコロノ水量ヲシテ堰堤ヲ落下スルニ際シ垂直ニ河底ニ衝擊セシメ以テ流速ヲ消失セシメ下流ニ於ケル流速ハ新ニ下流ノ勾配ノ爲生ジタルモノノミニ留メントスルモノナリ然ルニ吾國ノ如キ雨量ノ大ナル地方ニ於テハ流速ヲ減ゼシムルヨリモ寧ロ水叩キノ安全ヲ期スルノ必要ナルヲ以テ集水區域ハ極メテ小面積ナル水路ニ於テ堰堤低ク水叩キトシテハ極メテ堅固ナル岩盤ヲ有スルガ如キ場合ノ外垂直ニ落下セシムルガ如キ方法ニ出ツルコトヲ得ズ又堰堤傾斜面ヲ磨滅スベシト云フモ單ニ傾斜面上ヲ轉行スルノミニシテ傾斜面ヲ磨滅スルモノトセバ其石礫ガ堰堤ノ高サヲ落下スルトキハ水叩キノ破壊ハ免ルベカラザルベシ尤モ急傾斜説ヲ爲スモノハ水叩キハ保護及修覆ヲ爲シ易ク傾斜面ハ保護ノ途ナク又修覆シ難シト云フ然ルニ石礫ガ水ト共ニ傾斜面ヲ轉行スルモ水ニ依リ比重ヲ減ジ落下スルモノナルガ故ニ絶ヘズ修覆ヲ要スルガ如キ程度ニ磨滅スルモノニアラズ水叩キハ保護又ハ修覆シ易シト云フモ捨石ヲ爲スモ水勢ニ依リ直ニ捨石ハ流下セラレ尙其巨大ナルモノヲ用ユルモ落下シ來ル石礫トノ衝突ニ依リ破碎セラレ

ベク粹ノ如キモノヲ用ユルモ亦同様ニシテ保護ハ容易ノ業ニアラサルベシ修覆容易ナリト云フガ如キハ水叩キハ人工ニ依リ容易ニ築造シ得ベシト云フニ同ジク石礫ノ流下スル野溪ニ於テ此ノ如キ論議ハ首肯シ能ハザル所ナリ然ルニ傾斜面ノ磨滅モ實ニ甚シキモノニシテ一割ノ傾斜面ヲ有スル溪流ノ堰堤ニ於テ一年間ニ二寸ノ磨滅アリタル實例アリト云フ若シ此ノ如キ磨滅アルモノトセバ五年ヲ經過セバ一尺ノ磨滅ヲ來スモノニシテ數年ナラズシテ破壊ヲ免レザルモ其實例ナルモノヲ實見シタルニ傾斜面ノ石積ニ經三尺内外ノ石材ヲ用キタル場合ニシテ其一段毎ニ落下シタル石礫ニ依リ圖ノ如クA B間ニ磨滅シタル四所ヲ生ジタルモノナリ此ノ如キ磨滅ハ患フルニ足ラザルモノニシテ寧ロ緩傾斜ヲ利益トスルノ實證トスベシ則三尺内外ノ落下ニ對シ尙且ツ此ノ如キ磨滅ヲ生ズルモノトセバ堰堤ノ高サヲ落下スル場合ニ於テハ水叩キノ破壊ハ免ルベカラザルコトヲ想像シ得ベケレバナリ故ニ傾斜面ノ破損ヲ防止スルガ爲成ベク傾斜面ヲ平滑ナラシムルコトヲ要スルモ傾斜面ハ特種ノ事情アル場合ノ外成ベク緩傾斜ナルヲ可トス古來用水引入等ノ爲山間溪流ニ設ケザル堰堤ノ如キハ常ニ緩傾斜ヲ用キ



永ク維持セラル、ヲ見ル但シ緩傾斜ヲ選ブトキハ傾斜面長クシテ經費ヲ増加スベク水流急勾配ナルトキハ特ニ然リトス故ニ傾斜ハ經費ノ關係ヨリ制限ヲ受クベシ普通溪流ニ於テ一割乃至一割五分ノ傾斜ヲ選ブトキハ流下シ來ル石礫ヲ轉行セシムルニ適シ落下ノ衝擊ヲ免ルベシ水流急勾配ニシテ其傾斜ヲ附スル能ハザルガ如キトキハ集水區域狭小ニシテ水量モ亦小ナル場合ナルベキニ依リ石礫ノ水ト共ニ落下スルコトモ稀ナルベク傾斜ヲ急ニスルモ支障ナシ梓ヲ以テ木堰堤ヲ作ルトキノ如キハ傾斜ヲ附スルコト能ハザルニ依リ前面ヲ階段トシ數段ニ築造シ石礫ノ高キ落下ヲ避クベシ

堰堤工事ハ砂防工事中經費ヲ要スルコト最モ大ナリ堰堤工事ノ經費ハ同一箇所ニ於テハ略高サノ三乗ニ比例スベシ堰堤ハ其上流ニ土砂ヲ包擁シ或ハ水流ノ勾配ヲ緩和セシムル目的ナリトセバ成ベク高ク築造スルヲ要スルモ土砂ノ動搖ヲ

留メ或ハ上流ニ於ケル脚部ノ侵蝕ヲ保護スル目的ヲ有スルモノトセバ必ズシモ高キヲ要セザルベシ高キモノハ低キモノニ比シ効力大ナルハ疑ナシト雖四分ノ一ノ高サヲ増スガ爲ニ經費ハ約二倍シ二分ノ一ノ高サヲ増ストキハ經費ハ三倍以上ニ達シ高サヲ倍スルトキハ經費ハ略八倍ニ増加スルモノナルヲ以テ箇所數ヲ増加スルモ高サハ成ベク低ク設計スルヲ利益ナリトス只横斷面ニ於テ河底ニ高低アルニ依リ之ニ適合スルマデノ高サヲ保タシメザルベカラズ

堰堤ノ築造ニ方リ根石ノ据付積石ノ繋ギ及合羽ニ付テハ普通ノ石積ヨリモ一層注意ヲ要ス尙中詰石ハ土砂ヲ混ゼザルコトヲ要ス土砂ヲ混ズルトキハ水ガ積石内ヲ通過スルニ方リ洗滌セラル、ガ故ナリ堰堤ハ水ノ通過ヲ許スコトヲ要ス則水ガ自由ニ構造内ヲ通過シ得ルトキハ上流ヨリノ壓力ハ土壓トナルベキモ水ノ通過ヲ許サルトキハ土石ヲ混ジ比重ノ大ナル水ノ水壓ニ變ズベキガ故ナリ爲ニ混凝土或ハ濕式積石ナルトキハ水拔ヲ設計スルコトヲ要ス其他傾斜面ハ石礫ノ轉下ニ際シ衝突ナキ様成ベク平滑ナラシムルコトヲ要ス

制水工モ横斷工事ノ一種ニシテ只全水流ヲ横斷セズシテ一部ニ留ムルノ差アリ

制水工事トシテ粗朶工、杵又ハ積石等ヲ施工ス水制工ハ水勢ヲ調整スル爲施設スルモノニシテ河岸ニ沿ヒ施工スルトキハ水勢ハ沮止セラレ其上流ニ渦卷ヲ生ジ流速ヲ減ズルガ故ニ土砂ヲ沈澱スベシ然ルニ水量多キトキハ水面ニ於テ渦卷ヲ生ズルモ底流ハ制水工ノ爲ニ激シテ一層河底ヲ洗掘ス故ニ制水工ハ水流ニ直角ニ築造シ尙洗掘セラル、トキハ制水工ヲ長クスルコトヲ要ス頭部ニ於テハ洗掘アルヲ免レズ制水工事ハ付根ヲ高クシ頭部ヲ低ク築造シ頭部ニ於テ最モ堅牢ナルコトヲ要ス制水工ニヨリ水流ガ沮止セララル、トキハ下流ニモ亦渦卷ヲ生ジ土砂ヲ沈澱スベシ然モ水量多キトキハ却テ下流ヲ洗掘シ更ニ水勢急ナルトキハ水ハ制水ノ下流ニ於テ岸ニ衝突スベシ又水位ガ制水工ヲ超越スルトキハ其上下ニ水位ノ差ヲ生ジ下流ハ洗掘セラルベシ故ニ制水工事ハ欠壞ノ脚部ヲ保護スル爲水勢ヲ調整スルガ如キ場合ニ最モ必要ナル工事ナルモ之ガ施行ニ付テハ十分ノ注意ヲ拂ハザルベカラズ

第二節 根圍ヒ工及土圍ヒ工

崩壞又ハ欠壞ノ脚部ヲ保護シ或ハ其中腹ニ於テ上部ノ崩壞ヲ防止スルガ爲施工スルモノニシテ水路ニ沿ヒ侵蝕ニ對シ施設スルモノハ横斷工事ニ對シ縦斷工事ト稱スルコトヲ得ベシ水路ノ侵蝕ニ對シ河岸ニ施工スルモノニハ石垣、杭打、杵、粗朶工、蛇籠等アリ何レモ洗掘ニ依ル河底ノ低下アル場合ニ於テハ維持困難ナリ石垣ニ付テハ裏込ニ注意シ土砂洗滌ヲ防止スルコトヲ要ス又河底ガ一體ニ低下セザルモ水勢ニ依リ河底ノ變化アル場合ニ於テハ石垣ノ外ニ捨石ヲ施工スルコトアリ杭打ハ二重ニ杭ヲ打チ縦横ニ繋ギヲ取り石材ヲ以テ填充ス杭打又ハ杵ノ如キ工事ハ常ニ水面以下ニアル場合ニ於テハ木材ノ腐敗遲キガ故ニ永ク維持スルコトヲ得ベシ杭打又ハ杵ニ依リ脚部ヲ保護スルトキハ必ズシモ洪水位ヨリ高クスルコトヲ要セズ則杭打又ハ杵ヲ施工スルトキハ水深小ナルガ故ニ洪水ノ際流速小ニシテ侵蝕作用ヲ減ズルガ故ナリ柵ハ河岸ノ稍堅牢ナルトキニ用ユ粗朶工ハ沈床トシテ脚部ニ於テ洗掘ノ爲河底ノ低下スルヲ防ギ或ハ脚部ヲ被覆セシム蛇籠ハ普通竹ヲ以テ編ミタル籠ニ石材ヲ填充セルモノニシテ時トシテ竹ニ代フルニ藤蔓又ハ鐵線ヲ用ユルコトアリ一時ノ防備ニ際シ最モ簡便ナル工事ナル

モ重量大ナルニ比シ包装弱キガ故ニ短期ニシテ用ヲ爲ササルニ至ルベシ石垣、杵又ハ柵等ノ工事ヲ傾斜面ニ施行シ其上部ヨリ來ル土石ヲ包容シ以テ其上部ノ崩壊ヲ防止スルコトアリ山腹石垣ハ重量ノ爲ニ却テ害ヲ爲スコトアリ故ニ其下方ノ堅牢ニシテ基礎トナルベキ基岩ノ露出セル場合ノ外危険多シ山腹ニ杵ヲ施工シ上方ヨリ落下シ來ル土石ヲ包容スルモ數年ノ後杵ノ腐敗シタル際修繕復舊ヲ爲スコトヲ得ズ則其破壊シタルトキハ崩壊ハ原形ニ復スルモノナルガ故ニ杵ハ臨時ノ用ニ供スベキノミ然ルニ大石ノ落下スルガ如キ場合ニ於テハ杵ハ堅牢ニシテ能ク衝擊ニ耐ユルヲ以テ利益ナリトス柵ハ表土厚キ傾斜面ニ於テ表土ノ落下ヲ防止スルガ如キ場合ニ必要ナリ柵モ亦腐敗シ易シト雖更ニ其下方ニ柵ヲ組ムトキハ維持シ得ベク重量小ナルヲ以テ地盤ノ脆弱ナルトキノ如キ最モ便利ナル工事ナリトス

石垣、杵及柵ノ如キ土圍ヒ工事ヲ數重ニ連續シテ施工スルトキハ階段工事トナルベキモ土圍ヒヲ要スルガ如キ地盤ニ於テハ石垣又ハ杵ノ如キハ重量大ナルニ依リ數重ニ施行スルトキハ却テ危険ヲ増スベキヲ以テ此ノ如キ階段工事ヲ施工ス

ルコトナシ只柵ハ時トシテハ階段工事ニ用キラル、モ積苗等ノ階段工事ニ比シ多額ノ經費ヲ要スルヲ以テ特殊ノ必要アル場合ニアラザレバ數重ニ連續シテ施工スルガ如キコトナシ

第三節 水路工

荒廢地又ハ崩壊面ニ降下セル雨量ノ地中ニ浸潤セルモノ、殘部ハ凡テ傾斜面ニ沿フテ溪谷ニ達ス其間地表ノ形狀ニ從ヒ多少集聚スルヲ免レズ其集聚シタル水量ハ漸次溝形ヲ爲セル水路ヲ形成シ降雨毎ニ洗掘サル、ヲ以テ終ニ荒廢地ノ崩壊ヲ來シ又ハ崩壊ヲ大ナラシム荒廢地ニアラザルモ褶襞ノ凹部ニ沿フテ水量集聚スルトキハ水路ヲ形成シ勾配緩キトキハ階段ナル害ヲ爲サルモ其急ナルトキハ侵蝕洗掘甚シク終ニ崩壊欠壞ヲ惹起スルコト多シ傾斜面ノ溪流ニ沿ヘル脚部ニ於テ特ニ多キヲ見ル是等ノ水路ハ之ヲ保護シテ安全ニ水量ヲ溪流ニ導クコトヲ要ス

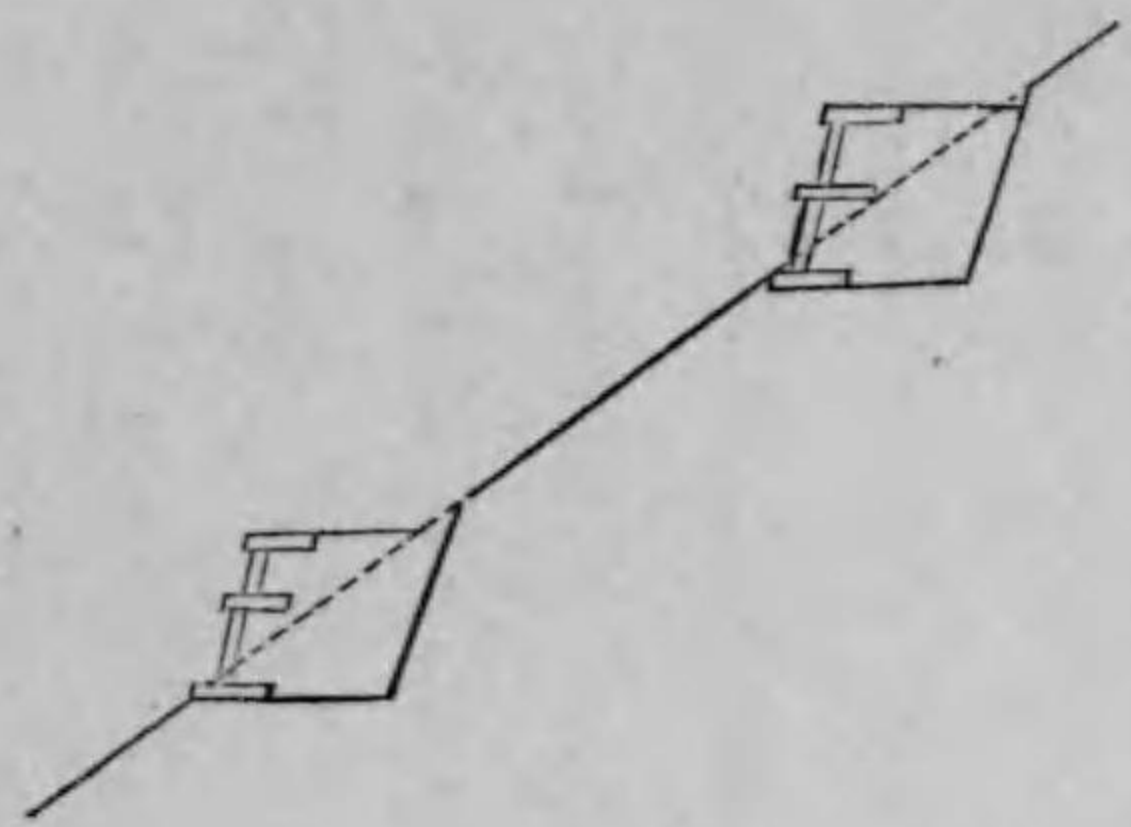
此ノ如キ水路カ侵蝕及洗掘ニ依リ漸次深ク且ツ大ナルニ及ビ水量益々多キトキ

ハ終ニ肢溪ト稱スルニ至ル故ニ其少シク大ナルモノニアリテハ谷留メ工ヲ施シ或ハ堰堤ヲ築キ兩岸ニ根留メ工ヲ施ス等普通ノ工法ナリト雖其小ナルモノニアリテハ只水路ニ張石ヲ爲スヲ以テ足ルベシ張石ハ急勾配ナルトキハ滑落シ易ク又裏ヲ洗滌サル、患アルヲ以テ注意シテ施工スルヲ要ス又水路ニ張石ヲ爲ストキハ水量ハ其水路内ニ集聚セズシテ更ニ張石外ニ水路ヲ生ジ洗掘サル、ガ爲張石ガ用ヲ爲サルノミナラズ終ニ滑落スルニ至リ却リテ害ヲ爲スコトアリ故ニ其路線ヲ選ブニ注意セザルベカラズ水量小ニシテ水路ノ勾配急ナラザルトキハ水路ニ石礫又ハ粗朶ヲ詰込ミ水量ヲシテ其間ヲ潜行セシメ以テ被害ヲ防止スルコトアリ則水量ガ自由ニ流ル、トキハ洗掘作用ヲ逞フスルモ粗朶又ハ石礫ノ間ヲ潜行セシムルトキハ水ハ石礫又ハ粗朶ニ沮止セラル、ヲ以テ無害ニ流レ去ルモノナリ又傾斜面ニ沿フテ數條ノ水路ヲ生ジ何レモ水量小ナルトキハ階段工事ニ依リ水量ヲ散逸セシメ其効ヲ奏スルコトアリ則階段工事ハ全高線ニ沿ヒ施行スルモノナルガ故ニ上段ヨリ浸潤漏出スル水量ハ下段ニ達スル間ニ多少集聚スベシト雖其距離短キガ故ニ未ダ害ヲ爲スニ至ラズシテ階段工事ニ依リテ沮止セ

ラレ分賦浸潤シ再ビ漏出スルモノナルガ故ニ水量ヲ散逸セシメ終ニ水路ヲ形成セズシテ流過セシムルコトヲ得ベシ

第四節 階段工

荒廢地復舊ハ終局ニ於テ植栽ヲ爲スヲ目的トス然ルニ荒廢地ニ於テハ降雨ノ際雨水ガ直ニ流レ去ルガ故ニ地表ハ常ニ乾燥状態ニアリテ植物ノ生育ニ適セズ又風化作用ノ烈シキ地質ナルトキハ風化物ハ絶ヘズ移動スルヲ以テ植栽ヲ爲スモ傾斜面ノ上部ニ於テハ苗木ノ根部ハ曝露セラレ山腹以下ニ於テハ根部ヲ埋没セラレ活着生長ノ暇ナクシテ終ニ枯死スルニ至ル涙路ノ形成瀕繁ナルトキ亦同ジ故ニ荒廢地ヲ植栽ニ適セシムルガ爲ニハ多クノ場合ニ於テ階段工ヲ施スヲ要ス石垣、柵又ハ柵等ノ土圍ヒ工事ヲ數段連續シテ施工スルトキハ階段工ニ屬スベシ階段工事ノ最モ普通ナルモノハ積苗工及筋工ナリトス積苗工ニハ芝ノ外葦、薄、笹等ノ根株ヲ用ユ就中積芝工最モ多ク用キラル積芝工ハ傾斜面ノ同高線ニ沿ヒ圖ノ如ク階段切ヲ爲シ幅六寸長サ二尺厚サ二寸内外ノ適宜ノ大サニ芝地ヲ剝ギ取



リタル芝苗ヲ以テ外方ヲ圍ヒ其内方ハ上段ヲ切取リタル土ヲ以テ埋メ其上ニ植栽ヲ爲スモノナリ芝苗ハ初メ敷芝ヲ置キ其上ニ堅芝ヲ立テ又敷芝ヲ置キ堅芝ヲ立テ最後ニ天芝ヲ置クモノナリ堅芝ノ數ニヨリ二段芝、三段芝等ノ稱アリ積芝ハ上方ニ至ルニ從ヒ少シク後方ニ引キ敷設スルモ急傾斜トナルヲ以テ積芝ノ上面ハ全傾斜面ニ對シ階段ヲ爲スモノナリ芝ニ代フルニ萱、薄、笹等ノ根株ヲ以テスルトキハ積芝ノ如ク整形ナラシムルコトヲ得ザルモ階段切ハ凡テ同高線ニ沿フテ爲スコトヲ要ス積苗ニアラザルモ羽口粗朶ト稱シ羽口ニ粗朶ヲ挾ミ土坡ヲ作ルコトアリ粗朶ニ柳ノ如キ發芽スルモノヲ用ユルコトアリ尤モ小面積ニ限リ施工スルモノナリ筋工トハ殆ンド階段切ヲ爲サズ之ニ粗朶、藁等ノ連束ヲ置キ小杭ヲ以テ之ヲ留メ階段ヲ作ルモノナリ筋工ニ芝ヲ用ユルコトアリ切芝一枚ヅ、恰カモ積芝工ノ敷芝ノミヲ用ユルガ如ク施工ス又挾芝ト稱シ同高線ニ沿ヒ芝ヲ植付クルモノアリ

第五節 被覆工

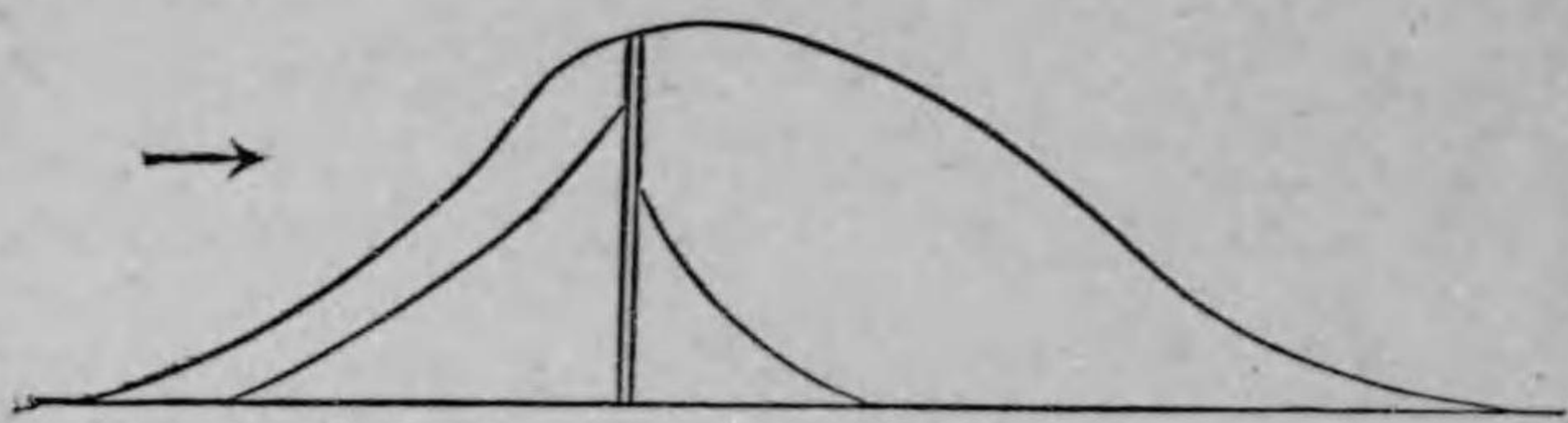
被覆工モ亦階段工ト同シク荒廢地植栽ノ準備ニ過ギズ傾斜急ニシテ階段切ヲ爲ス能ハザル程度ナルトキハ網狀工ヲ施工ス網狀工トハ粗朶連束、藁連束又ハ萱連束等ヲ傾斜面ニ沿ヒ斜メニ敷設シ次ニ反對ノ方向ニ亦斜メニ敷設シ其交叉スル點及必要ニ應ジ中間點ニ於テ小杭ヲ以テ地盤ニ取り付ケ地盤ヲ網狀ニ張ルモノナリ材料ノ種類ニヨリ粗朶網狀工、藁網狀工又ハ萱網狀工ト稱ス被覆工ヲ施行スルトキハ傾斜面ニ沿フテ落下スル風化物及水分ハ網狀工ニ依リ沮止セラレ水ハ連束ニ沿フテ交叉點ニ集中シ再ビ漏出スルモ大部ハ連束ニ沿フテ流下スベシ故ニ其交叉點ニ於テ水分最多ク其點ニ植栽ヲ爲スモノナリ又一面ニ張芝ヲ爲スコトアリ張芝ハ適宜ノ大サニ芝地ヲ剝キ取りタル芝苗ヲ以テ地表ヲ張リ小杭ヲ以テ地盤ニ取り付クルモノナリ小杭ニハ竹ヲ以テ作りタル串ヲ用ユルコト簡便ナリ或ハ發芽シ易キ柳枝ヲ用ユルコトアリ串ノ腐敗スルマデニ芝ハ根ヲ張リ地盤ニ緊着ス芝ノ生長惡キトキハ張芝ハ永ク地盤ニ緊着セザルヲ以テ其間ニ滑落

スルヲ免レズ故ニ張芝ハ大面積ニ施工スルコトヲ得ズ又地盤惡キトキハ良結果ヲ得ルコト難シ尙局部ニ對シテハ張石ヲ以テ被覆スルモ可ナリ然ルニ張石ハ重量大ナルガ故ニ急勾配ノ場合ニ於テハ滑落ノ患アルヲ以テ施工スルコトヲ得ズ且ツ多額ノ經費ヲ要シ植栽ヲ目的トスルニアラザルガ故ニ其維持ノ爲ニモ費用ヲ要ス故ニ小面積ニシテ特殊ノ必要アル場合ニアラザレバ用ユルコトヲ得ザルモノトス

積苗工又ハ張芝等ニ用ユル芝ハ所要數量多キニ上リ芝ヲ剝キ取ルガ爲ニ新ニ荒廢セシムルニ至ルコトアリ故ニ芝ヲ剝キ取ルニ方リ幅三尺位ニ制限シ帶狀ニ剝ギ取り幅六尺内外ヲ殘シテ又帶狀ニ剝ギ取ルコト、ナスベシ故ニ砂防ニ芝ヲ使用セムトスルトキハ所要數量ヲ豫定シ其數量ニ相當スル面積ノ三倍以上ノ芝地ヲ準備セザルベカラズ

第六節 砂丘工

飛砂ニ對シ砂丘ヲ形成セシムルガ爲海岸ニ簾立柵立等ノ工事ヲ施行ス簾立ハ或



ル間隔ニ杭ヲ立テ横木ヲ以テ杭頭ヲ連結シ葎又ハ萱ヲ以テ編ミタル簾ヲ立テ飛

砂ヲ沮止スルモノナリ或ハ簾ニ代フルニ藁又ハ粗朶ヲ用ユルトキハ立藁又ハ立粗朶ト稱ス或ハ杭ノ間ニ粗朶ヲ以テ柵ヲ組ムトキハ柵立工ト稱ス材料ハ其地方ニ於テ得易キモノヲ用ユ之等ノ工事ヲ施工スルトキハ其表面ニ飛砂ハ沮止セラレ其裏面ニ於テモ漏出シタルモノ及超越シタルモノガ堆積シ漸次高マリテ終ニ埋没スベシ此ノ如クシテ砂丘ヲ形成セシメ其裏面ニ於ケル砂ノ動搖ヲ防止ス或ハ其工事ヲ二重乃至三重ニ施工スルコトアリ或ハ此ノ如クシテ形成セル堆積ノ上ニ再ビ工事ヲ施行シ漸次砂丘ヲ高クスルコトアリ砂丘ノ方向ハ飛砂ノ起ル時期ニ於テ最も多キ風向ニ四十五度ノ方向ニ施工スルヲ可トスト云フ說アルモ風向ニ直角ノ方向ニ施工スルヲ最も有効ナリトス然ルニ飛砂ノ起ル地方ニ於テハ海岸ハ風ノ方向ニ直角ナルヲ常トスルガ故ニ海濱ニ並行シテ施工スルヲ以テ足レリトス地形ノ關係ヨリ自然施

工ノ方向ヲ制限セラル、コトアリ然モ風向ニ對シ直角ヨリ四十五度マデノ間ナルトキハ支障ナク四十五度以下ナルトキハ切斷シテ鷹行セシムベシ風向ニ並行スルトキハ全ク飛砂ヲ沮止セザルモノトス

局部ニ對シテハ伏粗朶又ハ伏藁ト稱シ粗朶又ハ藁ノ元口ヲ砂中ニ埋込ミ末口ヲ風向ニ從ヒ砂上ニ伏セシムルトキハ粗朶又ハ藁ノ間ヲ砂ニテ填充シ尙其上ニ砂ヲ堆積ス飛砂ノ甚シカラザル場合及植栽シタル苗木ノ根ヲ保護スルガ如キ場合ニ局部ニ對シテ施工スルモノナリ

第七節 植栽

荒廢地ノ風化作用ヲ減ジ涙路ノ成立ヲ防止シ終ニ降水量ノ流出ヲ遲滯セシムル作用ヲ爲サシムルガ爲植栽ヲ施行スルハ砂防工事終局ノ目的ナリトス荒廢ノ程度及復舊ノ難易ニ依リ尙經濟的ノ施業ヲ爲シ得ベキ間ハ當然林業ニ屬スベシ然ルニ荒廢ノ程度甚シキハ植栽ヲ爲スモ或ハ特殊ノ樹種ヲ選定スルコトヲ要シ或ハ施肥ヲ爲シ或ハ各種ノ工事ヲ要シ最早經濟的ナラザルニ至ルベシ此場合ニ於

テ其林地ニ施行スルモノハ林野經營ナリト雖已ニ林業ノ範圍ヲ脱シテ砂防事業ニ屬スベキモノトス

砂防事業ニ屬スル植栽ニ於テ樹種ヲ選定スルニハ第一活着容易ニシテ目的地ニ於テ能ク生育シ得ルモノ第二生長速ニシテ生命長ク其地被覆ノ目的ニ適合セルモノ第三苗木養成ノ容易ナルモノナルコトヲ要件トス此等ノ要件ニ最モ能ク適合スルモノナルトキハ樹種ヲ選バザルノミナラズ草又ハ灌木ニテモ可ナリトス草又ハ灌木ヲ繁茂セシムルコトヲ得バ第二次ニ於テ生命長キ樹木ヲ植栽シ目的ヲ達シ得ベシ然ルニ目的地ハ石礫地ノ如キ全ク養分ナキモノアリ或ハ植栽後表土ノ移動アリテ苗木ノ根部ヲ曝露シ或ハ埋没スルモノアリ或ハ排水ノ不良ナルモノアリ或ハ水分欠乏シ乾燥甚シキモノアリ或ハ冬期積雪アリテ寒氣甚シキモノアリ或ハ飛砂地ノ如ク潮風ニ曝露セラル、モノアリ又表土淺クシテ風化甚シキガ故ニ單ニ之ヲ防クガ爲被覆セムトスルモノアリ或ハ漸次森林ヲ養成セムトスルモノアリ故ニ之等ノ場合ニ應ジテ適合スベキ樹種ヲ選定セザルベカラズ今普通吾國ニ於テ砂防事業ニ用キラル、各樹種ニ付テ説明スベシ

「ヒメヤシヤブシ」(*Alnus firma* var. *multinervis* Regel) ハ又山楡、イヌシデ、カハラシデ、白山ミネバリ、ハゲシバリ、ヤマシバリ、ガケシバリ、ツチシバリ等ノ稱アリ樺木科ハンノキ屬ニ屬シ葉ハ長楕圓形ニシテ支脈多ク廿以上ヲ有ス表面ハ凹ミ裏面ハ突出ス實ハ一所ニ多數生ジ其柄長ク垂ル根ニハ、根瘤バクテリアヲ附シ窒素養分ヲ給スルヲ以テ石礫地ニ於テモ能ク生育シ風化セル花崗岩質ノ瘠地ノ植栽ニ用キラル苗木ハ一年生ノトキ根瘤バクテリアヲ附スルコト最モ多キヲ以テ苗木養成ニ方リテハ年々苗圃地ヲ取り換ヘ發生ノ後生長ニ從ヒ極度ノ間引ヲ行ヒ二年目ニ山行ニ適セシムベシ植栽ノ際ハ苗木ノ幹及根ヲ四五寸ニ切り植栽スルヲ可トス幹及根ヲ切り植栽スルトキハ生長少シク遅ル、ガ如キモ枯損歩合少ク且ツ勞力ヲ減ジ得ルヲ以テ利益ナリトス山楡ハ根部ヲ一部埋没又ハ曝露スルコトアルモ枯死セザルヲ以テ乾燥セル瘠地植栽ニ適ス只吾國中部ニテハ低地ニノミ適シ九州地方ニテハ高山ニテモ適スベキモ東北地方ニテハ低地ニテモ適セザルニ至ル、ヤシヤブシ」(*Alnus firma*, Set Z.) ハ葉實共ニ前者ニ比シ粗大ナリ砂防ニ用キ前者ニ似タリト雖結實少キヲ以テ苗木ヲ得ルニ便利ナル特殊ノ場合ノ外「ヒメヤシヤブシ」

ヲ用ユ「ミヤマヤシヤブシ」(*Alnus firma* var. *hirtella*) ハ葉柄及葉裏ニ毛ヲ生ジ高山ニ於テ生育スルニ適ス

「ハンノキ」(*Alnus maritima* var. *japonica* Regel) ハ樺木科ニ屬シ喬木ニシテ葉ハ長楕圓形ヲ爲シ鋸齒アリ瘠地ニ生育シ水濕地ニ於テモ好適ス「ヤマハンノキ」(*Alnus incana* Willd. var. *Sibirica* spach) ハ又「マルバハンノキ」ト稱シ葉形稍圓ク葉邊裂刻狀ヲ爲シ鋸齒アリ根ニ根瘤バクテリアヲ附シ「ハンノキ」ニ比シ一層瘠地ニ生育シ乾燥シタル石礫地及濕潤ナル崩壞面共ニ好適スルヲ以テ砂防樹種トシテ廣ク用キラル分賦モ亦「ヒメヤシヤブシ」ノ三千尺内外ニ比シ遙ニ廣ク五千尺以上ニ及フ結實多キヲ以テ苗木ヲ得ルモ亦容易ナリ「ミヤマハンノキ」(*Alnus viridis*, D.C. var. *sibirica* Regel) ハ葉形圓味ヲ帯ビ基部稍心臟形ヲ爲シ細小鋸齒ヲ有ス根ニハ多クノ根瘤バクテリアヲ附シ高山ニ偃松ト混生シ森林ノ上部界ヲ爲ス樹種ニシテ吾國中部ニテハ四五千尺以上ニ繁茂シ東北地方ニテハ平地ニ於テモ繁茂ス結實多ク苗木ヲ得ルモ容易ナルヲ以テ高山及寒地ニ於ケル砂防ニ好適ス「ハンノキ」類ノ植栽ニハ又幹及根ヲ切斷シ植栽スルヲ安全ナリトス苗木ハ二年生又ハ三年生ヲ適度トス

「ニセアカチヤ」(*Rabinia pseudacacia*)ハ荳科ニ屬シ奇數二回羽狀複葉ヲ爲シ小葉楕圓形ニシテ全縁又ハ上部ニ細小鋸齒アリ葉頭ハ圓ク又ハ微凹形ヲ爲ス葉ノ本ニ二本ノ短刺アルモノト全クナキモノトアリ花ハ白色ニシテ總狀ヲ爲シ樹皮ニ縱裂アリ根ニハ亦根瘤バクテリヤヲ附シ歐洲ニ於テハ「ヤマハンノキ」ト共ニ砂防樹種トシテ廣ク用キラル植栽法亦「ヤマハンノキ」ニ同ジ

「ヤナギ屬」(*Salix*)及「ヤナラシ屬」(*Populus*)ニ屬ス樹種ハ凡テ乾燥地ニ於テ生育シ得ルモ濕地ヲ好ミ生長早クシテ砂防ニ適ス共ニ楊柳科ニ屬シ落葉喬木ト灌木トアリ葉ハ多クハ互生ニシテ花ハ單生雌雄木ヲ異ニス「ヤナギ屬」ハ挿木植栽ヲ爲シ得ベキヲ以テ便ナリ

赤松 (*Pinus densiflora*)ハ喬木ニシテ強度ノ陽性ナルヲ以テ能ク乾燥地ニ生育シ生命長ク生長ノ後ハ能ク風ニ耐ヘ用材トナルヲ以テ砂防ニ用キラル、コト多シ、然ルニ裸地ニ植栽スルトキハ地表ノ熾熱ノ爲漸次萎縮シテ生長セズ又根部ノ曝露又ハ埋沒セララル、トキハ終ニ枯死スルニ至ル故ニ砂防地ニ赤松ヲ植栽スルニハ山楡ト混植スルヲ可トス則當初ハ夏期ニ於テ山楡ハ被蔭ヲ爲シ土地ヲ熾熱セシ

メズ數年ノ後赤松ガ山楡ヲ凌駕スルニ至ルトキハ漸次山楡ハ消失シ赤松林ヲ形成スルニ至ルベシ然ルニ地形急峻ニシテ強風多キ地方ニ於テハ赤松ハ喬木ナルヲ以テ適合セズ又地味瘠惡ナルトキハ生長遲緩ナルガ故ニ他ノ樹種ヲ植栽シテ地味ヲ回復シタル後ニアラザレバ適合セザルモノトス黒松 (*Pinus Thunbergii*)ハ赤松ニ比シ稍暖地ヲ好ムモ砂防用トシテ大體ニ於テ赤松ニ異ナルコトナシ只潮風潮水ニ堪ユルヲ以テ海岸砂防用トシテ唯一ノ樹種ナリトス「カラマツ」(*Tarix leptocarpa*)ハ松科ニ屬シ葉ハ輪狀ニ群生シ落葉ス寒氣ニ強キヲ以テ高山又ハ寒地ニ適ス活着容易ニシテ生長早キヲ以テ砂防ニ用キラル、コト多シ然ルニ喬木ナルヲ以テ強風地方ニ適セズ又直根長キヲ以テ表土深カラザレバ或ル期間ノ後生長ヲ停止スベシ

灌木ニシテ能ク瘠地ニ生育スルモノ多シ播種又ハ挿木ニ依リ繁殖セシムルトキハ以テ荒廢地ヲ被覆シ得ベシ只灌木及草ハ夏期ノ被覆ニノミ用ヲ爲スモノトス然ルニ被覆ノ必要ハ夏期ニ於テ大ナルヲ以テ灌木及草モ砂防事業ニ用キラル、コト多シ「ヒギ」(*Lespedeza bicolor*)ハ荳科ニ屬シ灌木ニシテ三小葉ヲ爲シ小葉橢圓形

ニシテ平滑ナリ「キハギ」(*Lespedeza Buergeri* Miq.) ハ小葉長ク裏面ニ毛アリ高サ一二丈ニ達ス共ニ根ニハ荳科特性ノ根瘤バクテリアヲ附スルヲ以テ瘠地ニ於テ生育ニ適シ地味ヲ回復ス「ミヤマハギ」(*Lespedeza cyrtobotrya* Miq.) ハ同種屬ニシテ高山ニ適ス其他薔薇科植物ニシテ「ノイバラ」(*Rosa multiflora*, Thunb.) ハ挿木ニ適シ「ハマナス」(*Rosa rugosa*, Thunb.) ハ東北地方ニ於テ海岸砂防ニ用キラル又「キイチク」(*Rubus palmatus*, Thunb.) ハ乾燥セル石礫地ニ能ク生長ス又「ドクウツギ」(*Coriaria japonica*) ハ毒空木科ニ屬シ葉ハ對生ニシテ卵形又ハ披針形ヲ爲シ「ウツギ」屬(*Doutzia*) ニ似タリト雖全ク別種ニシテ葉及果實共ニ有毒ナリ能ク結實シ能ク瘠地ニ叢生スルヲ以テ砂防用ニ適ス「ヤマグミ」(*Elaeagnus longipes*) ハ他ノ同屬ト共ニ荒蕪地ニ叢生ス其他「フホバコ」
「ヨモギ」イタドリ等ノ草類モ亦 覆ニ適シ特ニ笹、芝、萱等ハ最モ能ク被覆ニ適ス積苗工被覆工ニ之等ノ根ヲ用ユルハ以テ被覆ヲ圖ルニ外ナラズ則植栽ノ一部ナリトス

植栽ハ直接荒蕪地ニ施行スルコトアリ苗木ニ相當セル穴ヲ穿テ苗木ヲ挿シ土ヲ入レ能ク押へ置クベシ或ハ階段工ヲ施工シタルトキハ階段上ニ或ル間隔ヲ以テ

シ又ハ網狀工ノ連束交叉點ノ上部ニ植栽ス腐敗スベキ藁萱ノ如キハ植栽樹ノ肥料トナルモノナリ尙別ニ植栽ニ方リ施肥ヲ爲スコトアリ藁萱、草又ハ藁灰等ヲ用ユ植栽ノ際根ノ周圍ニ置キ少シク土ヲ掛ケ押ユルヲ可トス植栽セル樹種ノ落葉ハ自然ニ肥料トナル灌木及草ノ如キモ其枯レタルモノハ皆次年度生育ノ肥料トナルモノナリ或ハ市街地ニ近キ飛砂地ヲ塵芥捨場ト爲シ別ニ植栽セザルモ能ク奏功セルモノアリ

砂防工法終

大正六年七月十日印刷
大正六年七月十日發行



不許
複製

砂防工法奥付

定價壹圓貳拾錢

著者 東京府下豊多摩郡西大久保三七一
持田軍十郎

發行者 東京市麴町區富士見町五ノ十七
立平 衡

印刷者 東京市牛込區市谷加賀町一丁目十二番地
窪政 鈇

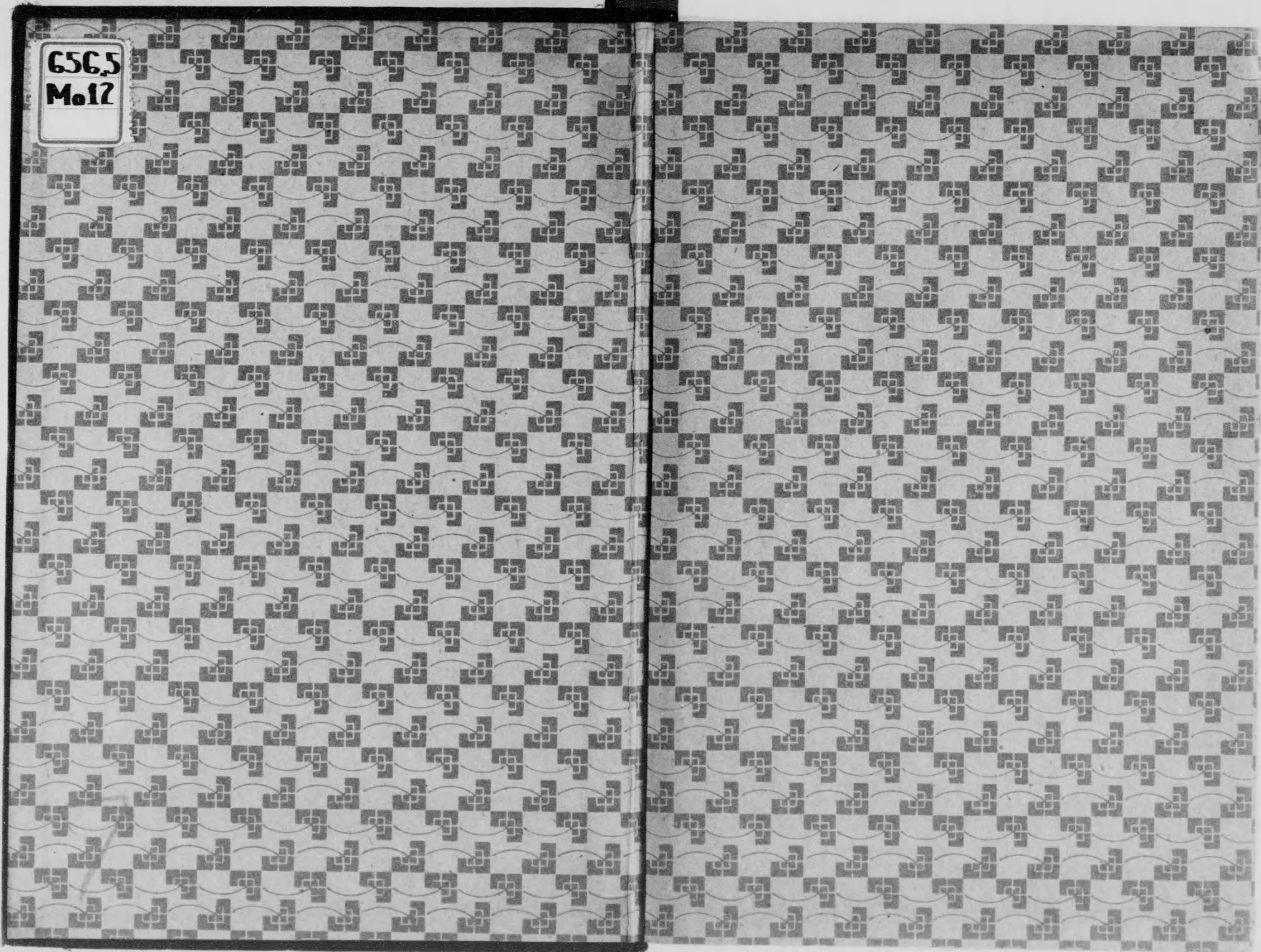
印刷所 東京市牛込區市谷加賀町一丁目十二番地
株式會社 秀英舎第一工場

東京市神田區駿河臺袋町一番地

發行所 益友社

電話本局 二九九九番
振替口座東京 七〇二三番

6565
Mo 12



終

