

名稱	延長	水深下ノ深	掘削中内方ノ漏水	竣工完成後ノ漏水
Rondout	4.5哩	450*	3,600gal./min.	56gal./min.
Wallkill	4.5	300	1,100	75
Moodna	4.5	1,100	2,000	85

堅坑閉塞用注膠泥工

Catskillノ有壓疏水隧道完成ノ後多數ノ工用堅坑ハ水路ノ上部五十呎以上混凝土ニテ閉塞セラレ混凝土ノ量各四百五十乃至七百立方碼ニ上レリ混凝土ノ凝固ニ際シ其收縮ニヨリ混凝土ト岩石間ニ生スル間隙ヲ填充スル準備トシテ鋤板製ノ輪形皿ヲ岩石ニ接シテ或ル間隔ニ置キ填充シタル混凝土ノ凝固ヲ待チテ用意セル管ヲ通シ注膠泥工ヲ施工シ其間隙ヲ填充セリ此皿ハ二ノ目的ヲ達セリ(一)隣接セル岩石ヨリ滲出スル水ヲ集メテ混凝土ノ膠灰ヲ洗ヒ去ルヲ防キ(二)混凝土ノ收縮ニヨリ生セル龜裂及混凝土内ノ蜂窩ヲ填塞スルニ膠泥ノ溜場ノ用ヲナセリ皿ノ一ニ膠泥ヲ注射スルトキハ其皿ヨリ他ノ皿ニ空氣ノ泡沫ヲ吹き出シ其等皿ノ間ニハ既ニ空隙通路アルコトヲ示セリ是等ノ通路ハ注膠泥工ニヨリ完全ニ閉塞セラレタリ

堅坑ノ底ニハ概ネ驟雨ノ如ク其周圍ヨリノ漏水滴下セルヲ以テ混凝土ヲ保護シ注膠泥工ヲ有効ナラシムルニ皿及排水管ノ配置ニ頗ル苦心セリ斯クテ閉塞シタル堅坑ニ於テハ水路ノ通水後モ漏水ヲ認メス注膠泥工ノ完全ナルヲ證セリ(完)

水流ノ岩屑運搬

(Engineering July, 30, 1915.)

1806

河川ノ流動ハ甚々複雑ナル一現象ニシテ分壞セル岩石ノ不溶解性殘留物ヲ上流ヨリ下流ヘ運搬スル作用ハ多種多樣ナル方法ヲ以テ行ハレ之レヲ支配スヘキ原因饒多ナリト雖然モ此等ノ原因ハ皆自由ニ働ケルモノナラス其各影響ハ嚴密ナル解析ヲ行フニ於テハ自ラ明白トナルヘキモノナリ幅員河床ノ勾配水流ノ速度等ノ如キ河流其者ニ關スル或種ノ諸素因子カ其結果ニ影響ヲ及ホスコトハ容易ニ之レヲ窺知スルコトヲ得ルモ運搬スル岩屑 (Detrital material) ノ大サ重量及ヒ形狀ハ更ラニ別種ノ諸變數ヲ吾人ニ提供スヘク加之兩岸ノ地質其表面ノ曲度及ヒ摩擦ノ結果ハ又一影響ヲ與フヘク且ツ此等作用ノ各原因ハ他ノ原因ト相聯結シテ働キ爲メニ最終ノ成果ヲシテ益複雜ナラシム故ニ吾人ハ河川カ其源泉ヨリ出テ、豁谷及ヒ平原ヲ流過シ遂ニ遠隔ノ大洋ニ達シテ靜止スルニ至ル迄ノ經路ヲ追究シ其狀態ノ推進的變化ヲ見ルニ當リ必然的ニ發生スヘキ幾多ノ問題ニ對シ嚴密ナル解決ヲ與フルヲ得サルモ敢テ驚クニ足ラス勿論主要ナル事態ハ一般諸原理ニ依リテ之レヲ認識シ且ツ説明スルヲ得ヘシト雖トモ數量的諸關係ヲ有セル充分ノ解決ハ單ニ自然狀態ニ在ル河流ヲ其儘觀察スルノミニテハ到底不可能ナルコト明カナルヘク從テ種々ノ條件ヲ明確ニ取扱ヘル諸實驗ヲ以テ其觀察ノ補遺ト爲スノ必要アルヘシ然カモ如何ニ整備セル實驗ト雖短距離ニシテ且ツ機械的ニ模造シタル水路ニアリテハ實際ノ河川水路ノ長キ河床トノ間ニ物質的差異ノ存スルアリテ爲メニ實驗場ニ於テ得タル結果ヲ自然水路ニ適用スルハ極メテ危險ナルモノニシテ從テ現時ニ在リテハ一モ充分ナル學說ノ存スルモノ無シ然レトモ輓近造船學上ノ要求ハ實驗用水槽並ニ人工的河川ヲ設クルノ必要ヲ促カスニ至リ爲ニ今後學說ノ進歩ハ之レヲ豫期スルコトヲ得ヘシ

Grove Karl Gilbert 氏ハ此問題ヲ調査セリ氏カ攻究ノ結果ハ頃者合衆國地質測量ノ補助ヲ得テ合衆國政府ヨリ出版セラレタリ氏カ採リタル方法ハ原因トナルヘキ數多ノ素因子ノ中ヨリ其幾分ヲ

取リテ他ノモノヲ除外シ素因子ノ影響ト作用トヲ決定スルモノニシテ其諸結果ハ格段ナル條件ノ下ニ於テハ著大ナル成功ヲ以テ之レヲ適用スルヲ得ヘキモノナリ本問題ニ關スル歴史ハ今日迄蒐集セラレアル知識カ不確定不精細ノモノタルヲ示スヲ以テ之レカ慎重ナル研究ヲ爲スヘキ値アリ例ヘハ河川カ運搬スル物質ノ量ハ其勾配ノ自乘ニ正比例スルノ一説ハ從來一般ニ唱道セラレ又水流ニ依リテ運ヒ去ラル、岩屑ノ量ハ水流ノ速度ノ六乗ニ正比例スルモノナルコトハ更ニ屢指示セラレアルカ如シ後者ノ根源ニ就キテハ些ノ疑ヲ容ルハ所無キモ Deaconハ自己ノ實驗ヨリシテ其量カ六乗ヨリモ一層適確ニ五乗ニ正比例スルモノナルコトヲ決定セリ斯ノ如ク漫然タル諸定則ヲ想見スル時ハ茲ニ嚴密ニ施行セル實驗並ニ精確ナル學說ヲ案出スルノ必要アルヲ知ルヘシ

今微細物カ下流ニ運搬セラル、場合ニ絶エス河床ト接觸ヲ保ツコト無キ時ハ其進行ノ方法ヲ跳躍 (Saltation) ト云ヒ微細物カ微小ナルカ若クハ流速カ迅速ナル場合ニハ此狀態ハ無限ニ續行セラル可ク之レヲ稱シテ浮遊 (Suspension) ト云フ後者ハ其名稱自ラ其狀態ヲ示セリ而シテ浮遊ト跳躍トハ其間明確ナル境界線ノ存スルコト無シト雖トモ各場合ニ於テ作用セル機械的ノ力ハ相異レリ即チ前者ニ於テハ之レニ働ク有力ナル分子ハ複雑ナル河流中ニ於ケル運動ノ向上分力ニシテ後者ニ於テハ之レヲ支配スヘキ力ハ河床ニ並行シ且ツ之レト相接觸セル運動ナリ而シテ又牽引轉動ノ運動 (Drugging rolling motion) カ發生セラル、時ハ便宜上之レヲ牽引 (Traction) ナル名稱ヲ以テ示ス次ニ再言センニ河床ノ形態並ニ性質ハ運搬ノ差異ヲ生ス今人工水路橋及ヒ水管ニ在リテハ其床面ハ比較的剛堅ニシテ屈讓セサルモノナルモ之レニ反シ自然ノ河流ニ在リテハ性質トシテ河床ハ運搬スル物質ニ近似シ水流ノ爲メ形成セラル、カ故ニ床面ハ甚タ變形シ易ク且ツ不規則ナルモノト爲ルヘシ此ニ於テ實驗上ノ見地ヨリ河床カ運搬物質ノ速度及ヒ分量ノ上ニ及ホス

1808

ヘキ諸影響ノ區別ヲ立ツルノ必要アリ Gilbert 氏ハ此剛堅性ナル表面ト屈讓性ナル表面ノ上ニ於テスル兩運動ヲ分別シ前者ニ樋渠運搬 (Flume transportation) 後者ニ河流運搬 (Stream transportation) ナル名稱ヲ附セリ故ニ若シ一微細物カ河床ト接觸セサル場合ニ於テハ河流ニ於ケル浮遊ト樋渠ニ於ケル浮遊トハ如何ニシテ之レヲ分ツヘキヤヲ見ルコト困難ナリト雖合セテ四狀態ト認ムルヲ得ヘシ即河流浮遊及ヒ河流牽引 (Stream suspension and stream traction) 並ニ樋渠浮遊及ヒ樋渠牽引 (Flume suspension and flume traction) 即チ之レナリサレト此事タルヤ既ニ定義ヨリ河床トノ接觸ヲ必要條件ト爲セル河流牽引及ヒ樋渠牽引ノミヨリ得タル運搬諸法則ノ調査ヲ目的トシテ合衆國カリフォルニア州 Berkeley 大學ニ於テ施行セルカ如キ一實驗ニ在リテハ多ク必要ナルモノニ非ラス研究ノ道程ハ河流カ種々ノ條件ノ下ニ一種ノ岩屑ヲ支持シ得ヘキ容量即チ最大荷重 (Capacity or max. load) ヲ決定セントスルニ在リキ單位時間ニ河流ノ橫斷面ヲ通過スヘキ流量ハ増減スヘキモノニシテ同様ニ勾配幅員及ヒ河床ノ水深等ヲ變化スレハ其組合セノ數ハ非常ニ多クモノニシテ到底其全體ヲ充分ニ試驗スルヲ得サルナリ實際之レヲ取扱ヒタル數ハ百三十三ニ上リ各種觀測ノ數ハ從テ莫大ナルモノアリキ實ニ Gilbert 氏ハ大ナル熱心ヲ以テ其攻究ニ從事シタリ而シテ巖岩 (Conglomerate rock) ヲ剝脱スヘキ壓力ノ下ニ在ル水ノ取扱ニ關シ河海工學ノ本部門並ニ堅固ナル河床ノ上ニ於ケル粘着性有機物 (Colloids) ノ運動ヲ支配スヘキ諸法則ノ上ニ大ナル注意ヲ呼ビタルハ最近數年以來ノ事ニ屬スルモ特ニ上述所求ノ目的ニ應セル纏リタル測定ハ未タ是レ無キコトヲ吾人ハ信スルナリ且ツ氏ハ又地球形成ノ作用ニ屬セル河川並ニ河川カ運搬スル浮遊物體ノ部門ニ於テ之レヲ考究スヘキ地質學者ノ要求スル所ノモノヲ其見界中ニ持シタリキ而シテ其案出セル諸結果ハ必ス河川ノ作用ヨリモ寧ロ水力學ニ一層適切ニ應用シ得ルモノナリ凡テ深淵ト淺瀬トヲ有シ左右ニ曲折シタル一河川ノ性質ハ Berkeley 實驗場ノ當然的制限有ル狀態ノ下ニ於テ

ハ之レヲ模倣スルコト能ハサリキ而シテ其差異ノ諸點ハ是レ實驗者カ完全ニ識レル所ニシテ今  
敢言スルノ要ヲ見サルカ其注意ニ至リテハ以下ニ之レヲ示スヘシ

實驗進行中該裝置ハ特別ナル要求ニ應ゼンカ爲メト測定ノ精度ヲ増進セシメンカ爲メトニ因リ  
時々之レヲ改造セリト雖トモ觀測ノ大部分ハ長サ三十一呎半幅二呎ノ木樋ヨリ成リ木樋ハ其斷  
面ヲ増縮シ得ル様ニ製作シ側板ハ之レヲ兩側共垂直ト爲シ上端ニ於テ高サ一呎八寸漸次階段ニ  
テ高サヲ減シ下端ニ於テ一呎トセリ又觀測ニ便ナラシメンカ爲メ木樋ノ兩側面ニ硝子板ヲ嵌入  
シタリ而シテ跳躍セル岩粒ノ常角軌道 (Trajectory) ト水ノ渦流及ヒ水流カ之レニ働ク狀態トニ就  
キ數多ノ要件ヲ蒐集スルニ適セシメンカ爲メ其緊要ナル附屬物トシテ撰定ノ微細物ト同一ナル  
割合ヲ以テ進行スル如ク製作シタル一個ノ可動的窓戶 (Moving shutter) ニ穿チタル小孔ヨリ成レ  
ル一裝置ヲ据付ク又木樋ノ終端ハ之レヲ開放シ流量ヲ適宜加減シテ測定シ得ル如クセリ先ツ河  
流運搬ノ實驗ニ對シテハ樋ハ水平ヨリ之レヲ傾斜セシメ略ホ均一ナル大サノ砂粒ヲ流水ニ投入  
シタリ砂粒ハ當初樋ノ上端ニ堆積シタリシカ漸次時ヲ經ルニ從ヒ水流ノ爲メニ先端ニ向ヒ緩和  
ナル勾配ヲ爲シテ一種ノ特徵ヲ有スル沈澱物ノ形態ヲ現出シ而シテ此沈澱物ハ樋ノ全長ヲ通シ  
テ擴散シ遂ニ落口ノ端ヨリ排出セラレタリ觀測ノ目的ハ樋中堆積ノ終止セル時若クハ落口ヨリ  
ノ漏泄カ上端ヨリ投入セル砂量ト相等シク爲レル時ヲ決定スルニ在リ而シテ此瞬間ニ示シタル  
狀態ノ下ニ自ラ定マリタル砂ノ安定勾配ハ即チ明カニ格段ナル流量ヲシテ既知ノ量及ヒ種類ノ  
砂ヲ運搬セシムルニ充分適當ナル勾配ナリトス次テ他ノ條件ヲ同一ニ保持セシメ砂粒ノ大サ若  
クハ砂ヲ投入スヘキ割合ノ如キ任意ノ一素因子ヲ變シ其結果ノ勾配及ヒ深サヲ他ノ既知諸量ト  
關聯シテ測定シ荷重勾配流量等ノ間ノ數量的諸關係ヲ研究シテ要件ヲ供シ延ヒテ諸條件ノ方程  
式若クハ之レト同等ナルモノト見做スヘキモノ、論究ヲ遂ケテ變化ノ法則ヲ案出シ以テ河流ノ



ナル文字ハ少シク専門上ノ意味ヲ有ス適當勾配即チ牽引開始勾配トハ當サニ牽引ヲ開始スルニ充分適當ナルヘキ瞬間ニ於ケル勾配ヲ云フ今前述ノ影響ヲ及ホスヘキ諸素因子カ格段ナル條件ト下ニ在ル場合ニ於テハ容量ハ零トナルヘシト雖恰度正符號ノ容量ヲ出サシムルニ於テハ必ラスヤ一素因子ヲ變セシムヘク其新條件ノ素因子ハ之レヲ牽引開始的ノモノト稱ス例ヘハ一河流ハ毫モ容量ヲ生スルコト無キ程ノ緩ナル勾配ヲ有セルモ假リニ此勾配ヨリ少許ニテモ急激ナル勾配ヲ與フルニ於テハ恰モ岩屑ヲ運動セシムル如キ場合アルヘク其少シク急激ナル勾配ハ即チ牽引開始勾配ニシテ之ヲ以テ之レヲ表示スルモノトス如何ナル素因子ニテモ之レヲ正確ニ取扱バントスル計畫ニハ大ナル疑問ノ存スルアルヘク就中牽引開始ナル素因子ノ極限度ノ附近ニ於テ特ニ然リトス Gilbert 氏ハ從前ノ實驗者カ爲シタル研究ニモ亦從事セシカ之レヨリ補益セル所殆ント無ク實ニ當初實驗ノ着手ニ當リテハ本問題ノ複雜ナル到底之レニ論斷ヲ下スコトヲ得ザリシカ如シ各種ノ條件ニ對スル値ニ一層大ナル範圍ヲ有セシメ之レト實驗的法則トヲ比較センカ爲メ所求ノ結果ヲ生スヘキ各種條件ニ一層大ナル變化ヲ設定セハ可ナルヘカリシコトハ容易ニ之レヲ想見シ得ヘシト雖トモ勿論此ハ實際上大ナル困難ノ存スルモノアリタリ觀測ハ極メテ複雜ナル者ニシテ其大部分ハ之レヲ無用ノモノナリトシテ棄却セラレタルノ觀アリキ而シテ論究ノ形ヨリ見ルニ諸素因子ニ伴ヘル或是の誤謬ノ精度ヲ見積ルハ容易ナラサルナリ

一河流ノ勾配ト流量トノ變化岩屑ノ性質若クハ細微ノ度及ヒ其他二三ノ諸素因子カ眞直ナル河流ノ中ニ運搬セラル、荷重ノ數量ニ對スル結果ヲ簡單ナル形ノ一方程式ノ手段ヲ以テ表示シ得ヘキ正確ナル結論ヲ其研究ヨリ論述セルハ Gilbert 氏ノ稱讚セラル、所ナル可シ勾配ニ關シテハ諸觀測カ

$$Q = k_1(S - \sigma)^n$$





ト其ノ増ス限リハ容量ハ勾配ノ變化ニ對シテハ影響ヲ多ク受ケルコト  
 リ更ニ其ノ傾カヨリモ小ナルコトハ即チ岩石碎片ノ細微ノ度カ容量ニ及ホスヘキ影響ハ流量  
 若クハ勾配ノ變化カ容量ニ及ホスヘキ影響ヨリモ少ナキコトヲ指示ス又該指數ノ數量ハ勾配及  
 ビ流量ノ増加ト相待テ増スヘシニ定則トシテ略同大ノ粒末ヨリ成ル岩石碎片ヲ使用シタリシモ  
 大小不同ナル粒末ヲ混和シタル試驗ニ於テハ運搬物質ハ一層自由ニ動クヲ見ダリ之レヲ詳言ス  
 ヲハ細微ナル物質ヲ粗大ナル物質ニ附加スル時ハ全荷重ヲ増加シテ一層多クノ分量ヲ運搬セリ  
 茲ニ考查シタル勾配流量及ヒ物質ノ細微ノ度ノ三素因子ハ最モ肝要ノモノト爲サレタリ而シテ  
 河流ノ速度水深及ヒ Gilbert 氏カ形狀比 (Form ratio) ナル名ヲ附シタル水路ノ幅員ニ對スル河流ノ  
 水深ノ比ノ如キ容量ヲ支配スヘキ他ノ諸素因子ハ凡テ個々獨立ノモノニ非ラス而シテ其中一ノ  
 ミヲ取り上述ノ三個ノ主要素因子ニ附加シテ之レヲ論スルハ至當ノコトナリ故ニ「形狀比」一ツヲ  
 選出シ之レヲ R 以テ表ハスモノトス R ノ影響ヲ表示スルニ選ビタル方程式ハ形ニ於テハ指數  
 函數ナルモ如上ノ三式トハ異ナレリ此場合ニ零ナル容量ハ河流カ甚タ廣クシテ且淺キカ又甚タ  
 狭クシテ且ツ深キカノ二條件ノ下ニ成立スヘシ而シテ此等兩極限ノ間ニハ最大容量ニ對應スヘ  
 キ R ナル幅員ニ對スル水深ノ特別ナル一ツノ比アルヘシ故ニ其函數ハ最大量ヲ示スコトアルト  
 共ニ又零ト爲ルコトアルヘシ其選定ノ形ハ次ノ如シ

$$C = R^m \left( 1 - \frac{m}{m+1} \cdot \frac{R}{\rho} \right) R^{m+1}$$

實驗場ノ試驗ニ見ルニ R ノ値ハ〇・五六乃至〇・四ノ間ニ跨リ勾配流量及ヒ微細ノ度カ減少スル  
 ニ從ヒ増加セリ今諸單位ニ注意ヲ拂ヒ各結果ヲ總合スルニ容量ヲ表示スヘキ最終ノ方程式ハ次  
 ノ如ク之レヲ定ムルヲ得ヘシ

$$C = b(S - \sigma)^m (Q - k)^p (F - \phi)^q \left(1 - \frac{m}{m+1} \cdot \frac{R}{\rho}\right) R^m$$

容量ニ對スル影響カ最も多大ナルヘキ河床近接箇所ニ於ケル流速ノ測定ハ諸困難ヲ伴ハサルニ非ラサリシカ故ニ平均速度ヲ以テ之レニ置換フルノ便ナルヲ發見セリ容量ト平均速度トノ間ノ諸關係ヲ調査スルニハ同時ニ起ルヘキ上述ノ諸條件ノ中ノ一ヲ不變ト假定スルヲ必要トス平均速度ノ變化ニ依リテ容量カ受クヘキ影響ノ度ヲ表示スヘキ指數ハ廣濶ナル範圍ノ値ヲ有スレトモ如何ナル場合ニ於テモ平均六乗ニ達スルコト無シ吾人ハ撰定セル不變條件ニ對シ夫々事實上左ノ諸結果ヲ得ルナリ

左ノモノヲ常數トスル時ハ容量ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 流量ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 勾配ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 流速ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 即チ容量ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 流速ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 勾配ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 流速ハ左ノモノト共ニ變化ス  
 勾配及ビ流量ハ左ノモノト共ニ變化ス

勾配流量及ヒ岩石碎片ノ微細ノ度ガ減少スルニ從ヒ容量カ影響ヲ受クルノ度ハ増加スルモノナルヲ發見サレタガハ諸物質ノ岩層其者ノ諸物質ヨリ形成セラレヘキ變形質ノ河床ニ代フルニ唯人  
 次ニ河川ノ侵蝕力並ニ運搬力ヲ論究シ絶エス地殼ヲ毀壞改造シツ、アル作用ノ上ニ有力ナル説  
 明ヲ賦與スルモノトシテ價値アルモノナルモ亦種運搬ノ實驗ハ河海工學ニ於テ鮮ナカラス要  
 用ナルモノトシテ可ク又一層直接ナル適用ヲ施スヲ得ルノ利便ヲ有スヘシ吾人ハ岩層運搬ニ  
 對スル種々床面ノ諸種組織及ヒ形狀ノ影響ヲ調査シ以テ粉礫トシテ現出スル分壞岩石並ニ同様  
 ナル諸問題ヲ最も捷徑ナル論究方法ヲ以テ決定スルヲ得ベシ是レ如上所説ノ如ク種運搬引カ河  
 流牽引ト異ナル所ナキモノハ岩層其者ノ諸物質ヨリ形成セラレヘキ變形質ノ河床ニ代フルニ唯人

工的ニ造設セル剛堅性ノ床面ヲ有スルカ如キ性質ノ相違ノ點ニ在レハナリ  
 樋渠牽引ノ試験ニ對シテハ樋ハ木造ニシテ長サ六十呎垂直ナル兩側板ヲ有シ幅員ヲ二呎ト爲セ  
 リ然レトモ實驗ニ於テハ概ネ幅員ハ一呎ノ有效幅員ニ之レヲ縮減シタリ床面ハ水平面ト約三度  
 ニ至ル迄ノ諸種ノ角度ニ之レヲ傾斜セシムルコトヲ得セシメ五種ノ粗度ヲ具ヘシム第一平ニ鉤  
 削リヲ爲シ塗料ヲ塗布シタル木板第二鋸挽ニテ鉤ヲ掛ケサル木板第三垂直ナル木理ヲ具フル木  
 塊張第四膠灰ヲ以テ凝結セシメタル砂ノ敷石並ニ第五小石造リノ敷石即チ是レナリ岩層ハ河流  
 牽引ノ場合ニ於ケルモノヨリモ一層多ク其大サヲ變化セシメタルモノヲ使用セシカ例ヘハ一實  
 驗ニ於テハ長サニ於テ一吋以上ニ渉ル小石ヲ用ヒタルカ如シ又岩石ノ碎片ハ其大サ及ヒ性質ノ  
 何タルニ拘ハラズ搔器ヲ使用シ人手ヲ以テ之レヲ水流ニ投入セシカ其割合ハ繼續試驗ノ結果水  
 流ノ容量ニ適應セル度合迄之レヲ加減セシムル如クセリ而シテ物質ヲ水ニ投入セル時水流ハ運  
 搬路ノ投入端ニ於テ泥濘ノ状態ヲ示シテ遲滯シ其一部ニ於テ沈澱ヲ生シ岩石碎片ヲシテ上流部  
 ニテハ同一物質ノ河床ノ上ヲ移動セシメタリ下流部ニ於テハ岩石碎片ハ樋ノ底部ニ直接々觸セ  
 シメタリタリ從テ運動ハ下流部ニ於テハ自由ナリシモ樋ノ上端部ニ於テハ阻止サレタリ而シテ  
 此状態カ觀察サレタル時落口ニ於テ排出セラレタル荷重ハ河流ノ容量ヲ表示スルモノト假定セ  
 リ今一層多大ノ報告無クシテ此方法ヲ批評スルハ少シク輕卒ナルヘシト雖研究ノ方法ト結論ト  
 シテ撰定セル判準トヲ知ルハ當サニ必要ナルヘシ本觀測ノ精度ハ此記載カ示スヨリモ一層精密  
 カルモズアルヘキハ明カナリ永年月ノ經驗ハ此實驗者ヲシテ著大ノ正確度ヲ以テ其撰定セル狀  
 態ヲ認識セシムルニ至レリ精度ハ河流牽引ノ諸實驗ニ於テ得タルモノノ二倍以上ナリトス勾配  
 ヲ不變ナルモノトスルコトハ本實驗ニ對シ幾分ノ補助ヲ與ヘ且ツ河流牽引ノ場合ニ存シタリシ  
 調律的昇降 (Rhythmic fluctuation) ヲ多少回避シ得タルコトヲ說示シアリ

諸實驗ヨリ明白ニ成立スヘキ事實ハ同一條件ノ下ニ於テ樋渠牽引ハ河流牽引ヨリモ多大ノ容量ヲ示スコトナリトス然レトモ其變化ノ諸法則ニ至リテハ相異ナレル者ナリ而シテ此後段ノ事實ハ種々ノ形態ヲ有スル河床ニヨル運搬量ノ種々ノ性質ヨリ之レヲ想見スルヲ得ヘシ平滑ナル河床ヲハ轉動及ヒ摺動ハ其進行ノ要用ナル方法タルヘシ又此平滑ナル際ハ廣潤ナル小面ヲ有セル微細物ハ摺動シ球狀ノ微細物ハ轉動スルノ傾アリト雖此ハ悉ク摩擦ヨリスル結果ニハアラス其運動ハ微細物ノ下部ヨリモ上部ニ大ナル力ヲ與フヘキ水流ニ依リテ進行スルナリ此微物ノ記錄速度ハ水ノ平均速度ノ平均七十五ば下せんとニシテ其割合ハ速度増加シ水深淺少ト爲ルニ從ヒ一層増加スルヲ見ル微細物ノ大サハ速度及ヒ進行ノ狀態ヲ決定シ其側面ノ最モ大ナル時ハ轉動ハ益少ナク且ツ跳躍量 (Jump) ハ最モ鮮少トナルヘシ速度ノ増加スル時ハ轉動ノ度ヲ減シテ跳躍ヲ増シ或ハ摺動ノ度ヲ減シテ轉動ヲ増加セシムルノ傾アリ其主要ナル運動ハ摺動及ヒ轉動ナルガ如キ諸條件ノ下ニ在リテハ水流ノ容量ハ運搬セラルル岩石碎片ノ粗大ノ度ト共ニ増スヘキコトヲ實驗ハ示セルモ跳躍ヲ主トスル運動ノ場合ニ在リテハ物質微細ノ度ノ小ナル丈ケ容量ハ一層増スヘシ總條件ノ下ニ於テハ容量ハ勾配ノ急峻ノ度並ニ流量ノ増加スルト共ニ増スヘキモ其増加ノ割合ハ河流牽引ニ於ケルモノヨリモ鮮少ナリ又平滑ナル水路ノ河床ハ運搬ヲ易カラシムルニ之レヲ想見シ得ヘキカ床面ガ粗度ヲ増ス時ハ其組織ガ運搬セル岩石碎片ヨリモ粗大ナル範圍ニ於テハ容量ハ減少スヘシ

尙ホ弛潰スヘキ物質ハ水流運搬ニ於ケル實驗上ノ必要ニ關シテハ矩形断面ノ樋ハ同大幅員ノ半圓溝狀ノ樋ヨリモ一層大ナル容量ヲ有シ又一制限内ニ於テハ水流ノ深サヲ減少シテ水路ノ幅員ヲ増加スルヲ利トスルヲ注意スヘシ茲ニ幅員ニ對スル水深ノ最モ有效ナル比ヲ決定スルガ實驗ヲ更ラニ行フハ必要ヲ見ルルキモ十分ノ一ヨリ大ナルニトテ稀ニニシテ又屢三十分ノ一ノ如ク

小ナルモノト信セラル而シテ大ナル工作ヲ施設スルニ當リテハ幅員ヲ決定スル場合ニ有効度ト構造及ヒ維持ノ費用ニ互ニ折レ合シテ普通トスル所ニシテハ其ノ結果ハ形態物理學及ヒ河海本實驗ヨリ論述セル重要ナル諸結果ハ悉ク之レヲニ括セラレ且ツ其結果ハ形態物理學及ヒ河海經濟 (Hydraulic economy) ノ諸部門ニ有用ナルヘキモノヲ含メルモ尙ホ且ツ此價值アル一篇ハ未ダ毫毛實用範圍ノ外ニ涉レル諸觀測ニ觸ルベカ如キコトヲキナリ微細物ヲ規則正シク導キタル水流ヲ力ニ委シタル場合ニ之レカ單獨若クハ堆積的ニ取ルヘキ作用ト關聯セル諸問題ハ如上ノ部門ニ附隨シテ存スルナルヘシ別ニ跳躍ヲ誘出シ若クハ殆ント浮遊ヲ起スヘキ諸力ニ對スル吾人ノ諸注意ヲ變改セシムルニ足ルカ如キ幾分有力ナル議論ハ存立セルモ然モ深奥ナル現象ニ在リテハ推稱スルニ足ルヘキ說明ト雖尙ホ屢正確ヲ缺ケルコトアリ又浮遊ノ分子ヲ支持スヘキ上向ノ微小ナル水流ノ存在ニ關スル一般認識ノ假說モ觀測ヨリ保證セラレタルモノ殆んど稀レナリ而シテ單一微細物ノ運動ヲ觀測スルニ Gilbert 氏ハ之レカ水流ニヨリ運搬セラル、速度ト同ニ速度ヲ以テ樋ノ硝子側面ヲ沿フテ進行スル隔膜 (Diaphragm) ヲ使用シ又水平分力ヲ消去セシメテ跳躍狀態ニ在ル粒末ノ垂直運動ヲ明瞭ニ認知シ得ル如ク爲シタリ且ツ此設備ハ之レヲ研究セシトスル樋ノ底部ヨリ種々ノ距離ヲ有セル箇所ニ於テ粒末ノ運動スルヲ得セシメアリ但シ其結果タルヤ跳躍帶 (Saltation zone) ハ其運動ノ上向分力ニ依リ粒末ヲ支持スルニ恰當ナル大流ノ渦流ニ依リ恒ニ襲ハレ居ルト云フカ如キ考ヘトハ全然異リテ却テ該方法ニ依リテ水路ノ全幅員ニ涉リ稍々均一ナル流レヲ有スルコト明白ト爲レリ彼ノ水流ガ沿岸ニ上昇スルノ現象ニ對シテハ確固タル學說カ要求スル如キ證明ハ實驗ニ顯レサルモ氏ハ之レカ學說トシテ各粒末ハ大砲ノ砲丸ノ彈道ニ類スル一彈道ヲ描クヘキ原始速度ヲ以テ床面ヨリ放出セラル、モノト說ケリ此ノ如ク水流中ニ於ケル細微ナル粒末ノ運動ヲ説明スルニ砲丸ヲ適用スルハ或ハ期待セラレサルヘキ所ナ

ルヘント雖茲ニハ跳躍ノ彈道ニ就キ完全ニ之レヲ解説シ少ナクモ人ノ考慮ニ値ス  
 又調整セル諸條件ノ下ニ在ル砂ノ堆積的運動 (Collective movement) ハ著大ノ興味アルモノナリ今僅  
 少ノ砂粒ノミヲ僅ニ動搖セシムル程度ノ靜カナル流速ニテ深キ水流ヲ平坦ナル砂ノ表面上ヲ流  
 過セシメタルニ薄弱ナル牽引力ハ同時ニ全床面ニ作用スルコトナク却テ河床ハ正シキ波形ヲ呈  
 シ均一間距ヲ以テ隔レル凸凹部ヲ砂床上ニ生成セルヲ發見セリ水流ノ作用ヲ繼續セルニ恰モ風  
 ノ影響ノ下ニ生成スル砂丘若クハ飄砂丘ノ運動ニ類シテ波浪形成物ノ上流ニ向ヘル面ハ漸次侵  
 蝕セラレテ形ヲ變シ又下流ニ向ヘル面ハ其侵蝕セラレタル物質ノ沈澱ニヨリ一層急激ナル勾配  
 ヲ造リ恰モ河水ノ表面波ノ如キ形狀ヲ生セリ荷重ヲ増加セントシテ條件ノ變化ヲ行ヒタルニ砂  
 山ハ遂ニ消滅シ河床ノ表面ハ平滑ト爲レリ此狀態ハ經過シ次テ一連ノ砂丘カ上流ニ進行スルカ  
 如キ第一ノ調律的状態 (Rhythmic phase) ヲ示シ再ヒ Eolian 砂丘ノ相對物ノ如キモノヲ現出セリ  
 Dr. Vaughan Cornish ハ波面ノ觀察ヲ甚タ廣ク爲シタルノ人ナルカ自然狀態ノ下ニ屢同様ナル現象  
 カ海濱ニ起ルヲ記述セリ此ノ如キ砂粒ノ運動ハ砂丘ノ運動ト正反對ナル方向ニ侵蝕及ヒ堆積ヲ  
 爲スカ故ニ砂粒ノ變向砂丘 (Archimedes) トシテ往々記述セラル、ヲ見ル此等ノ物ハ其精細ナル機  
 械的生成ノ方法ニ至リテハ未タ熟知セラル、所無シト雖然モ砂丘ノ如ク調律的ノ水ノ運動ニ原  
 由スルヲ知ルヘシ而シテ此調律ナルモノハ多クノ疑問ヲ生シ實驗者ヲシテ困難ヲラシメ其疑ハ  
 シキ説述ハ未タ機械裝置カ全ク之レヲ除却シ得サル觀察ノ著シキ諸誤差ヲ誘導シ又其物理的説  
 明モ一層解析ヲ惑ハサシムルナリサレト其緊要ナル調律ハ岩屑投入ノ度ノ不規則若クハ供給材  
 料ノ大サ及ヒ組織ノ變化ニ基因スルモノナルコトハ之レヲ認ムルヲ得ヘシ茲ニ篩ノ使用ニ依リ  
 テ砂粒材料ハ比較的均一ニスルヲ得ヘク水流ハ其僅少ナル差異ヲモ一層能ク表示スルヲ得タリ  
 又不變ナル諸力ノ相互影響ニ基ツキ且ツ之レニ依リテ増加セラルヘキ運動ノ僅少ナル變差ハ各

