

## 講演

土木學會誌 第五卷第四號 大正八年八月

### 米國見聞雜話（土堰堤ノ築造法其ノ他二三ノ事項ニ就テ）

會員 工學士 白石多士良

今日御話致ス事ハ昨春渡米ノ際見聞シタル事トテ些カ舊聞デハアリマスガ當時新シイト感ジマシタ事ヲ略述シマス

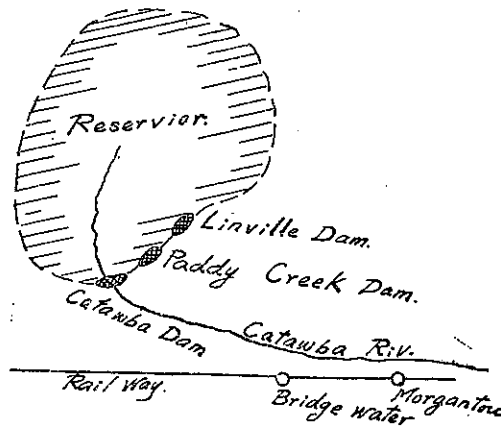
#### 土堰堤ノ築造法

(A) 場所ハのーすかるらゝいな (North Carolina) 州ノ遊覽地 Asheville へ參ル鐵道ノ Asheville ヨリ五十哩程手前ノ Bridge-water ト申ス小驛ノ附近ニテ施工中ノモノデアリマス  
此工事ハ私ノ前ニ鶴田會員ガ御見物ニナリ私ノ後ニモ阜山工學士ガ訪問サレタトノ事デアリマス

(B) 方法 Semi-hydraulic process ヲ用ヒマシタ  
(C) 工事ノ目的ト計畫ノ大要

Catawba 河ノ水源ニ三個處ノ土堰堤ヲ築造シ其ノ下流ニ散在セル既設ノ大發電所ニ對シ渴水時ニ備フル貯水池ヲ得テ其ノ Load factor ヲ改善スルノデアリマス  
日本ニテモ渴水時ニハ各水力電氣共ニ難義ヲ致シテ居リマスカラ水力電氣ノ一般ニ布及シタ上ハ斯ノ如キ改良工事カ第二ノ問題トシテ現ハレ來ル事ト存ジマス

Western Carolina Power Co. ノ有スルモノデ多年ノ統計上本工事ヲ施工スルトキハ數十萬匹馬ノ出力ヲ増シ得ルトノ結論ヲ得テ工費約一千萬圓ヲ投ジタノデス  
設計ハにゅーよーく市ニ本社ヲ有スル J. Q. White Engineering Corporation ノ Crane 氏ガ顧問技師トシテ本設計ヲ立テ其ノ部下ノ Holmes 氏監督ノ任ニ當テ居ラレマシタ私ハ Holmes 氏ニ就テ親シク現場ノ模様ヲ見聞致シマシタ  
(D) 堰堤ノ位置及構造



堰堤ハ三個處アリマシテ Linville 及 Paddy Creek Dam ハ谷ヲ堰クノ  
デ土堰堤ノミデアリマス Catawba Dam ハ本川ヲ堰クノデ洪水時  
ノ餘水ヲ放流スルタメニ Crest ノ長サ 300 Ft. ノ混凝土堰堤ガ土堰  
堤ト接続シテ居リマス  
三者共ニ高サハ百七十呎内外デアリマス  
一 尙ホ貯水ノ深サガ 120 呎モ御座イマスカラ其ノ水頭ヲ利用スル  
爲メニ Linville Dam ノ直下ニ發電所ヲ設ケテ居リマス  
第  
之ハ本工事ニ付タリノ仕事デアリマスガ電氣ノ方面カラ見テ  
新シイ點ガアリマスカラ一寸附加シマス  
發電所ノ特點ハ  
(I) 發電機ノゆにっとノ大ナルコト

(II) 直立軸式ナルコト  
(III) 變壓機ト發電機トヲ全ク別ノ建物ニナシタルコト  
デ之ハ米國近來ノ水力ノ新傾向デアリマス

即チ發電機ハ 12,000 K. W. ノゆに。とデ其ノ同型ノ豫備ヲ有シテ居リマス

直立軸式ノ電氣及水車ノ方面カラノ利益ハ別トシテ之ヲ土木ノ方面ヨリスルトキハ建物ノ小ニテ濟ム事ハ發電所ノ位置ノ撰定上及工費ノ節約上大ナル利益アルコトト思ヒマス

Catawba River Dam ガ最大デ殊ニ混凝土ノおばいふるいだむト土堰堤トノ接觸部ノ構造ハ橋梁ノ袖ノ如ク又混凝土ノ心壁ハ長ク土堰堤ノ中ニ入レテアリマシタ

#### (E) 土取り場

三堤共ニ隣接セル山丘ハ風化セル砂岩又ハ土砂ヲ含メル粘土デスカラ比較的ニ容易ニ土取りガ出來マス勿論すていむしよべるヲ用ヒ廣軌ノ土運車デ60噸位ノ機關車ヲ以テ12立碼ノ Air dump car ヲ十車位連結シテ居マシタ

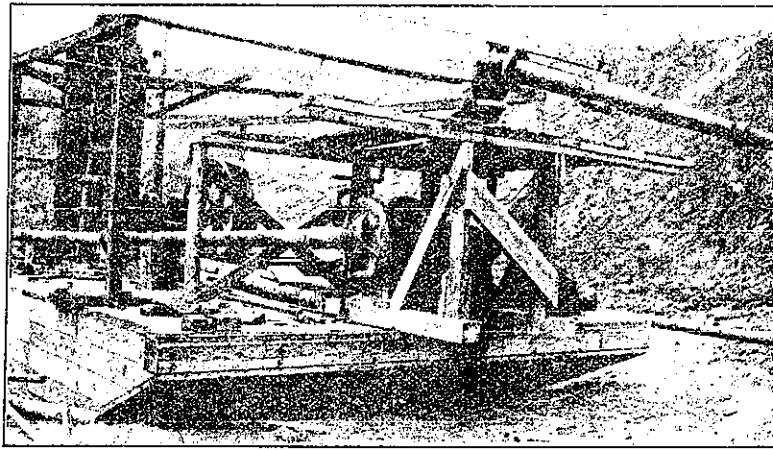
但シ Catawba River Dam ニハ一部土取ニ Hydraulic process ヲ用ヒテ居リマシタ

土取り場ノ土ノ性質ハ次ニ述ベル分析 (Mechanical analysis) デ研究致シソノ爲メニ澤山さんぷるヲ取ツタ試掘孔 (Pie) ガアリマシテ深キハ數十呎ノモノモアリマシタ

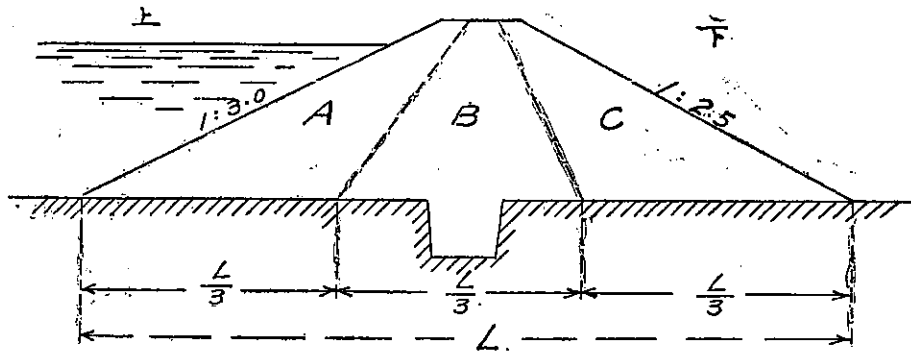
#### (F) 工事方法

扱テ本工事ニテ土堰堤ヲ築造スルニ用ヒタル方法ハ

Semi-hydraulic process ト稱シマシテ Hydraulic process ノ進化シタモノデアリマス



第 二 圖



第三圖

Hydraulic process ハ埋立ニ日本ニテモ用ヒタル例ガアリマス  
 Hydraulic-fill process ハ Monitor (第二圖)ト申ス消火栓ノ如キ Nozzle カラ  
 10-15 cub. ft./sec. ノ水量ヲ 100-150 #/sq. ノ壓力デ噴出サセ其ノ水力ニテ土  
 取ノ土ヲ溶解シ其ノ泥流ヲ目的ノ箇處ニ懸樋又ハ鐵管ニテ導キ之ヲ  
 沈澱セシメルノデス

此ノ方法ハ鑛山ニ用ヒラレタノガ始マリデ次デ Northern Pacific 及 Can-  
 adian Pacific Rwy. ノ大築堤ニ應用サレソレカラ堰堤ニ利用サルルニ至  
 ヲタノデス 1900 年前後ニ盛ニ米國西部即チ太平洋沿岸諸州ニ行ハレ  
 マシタ

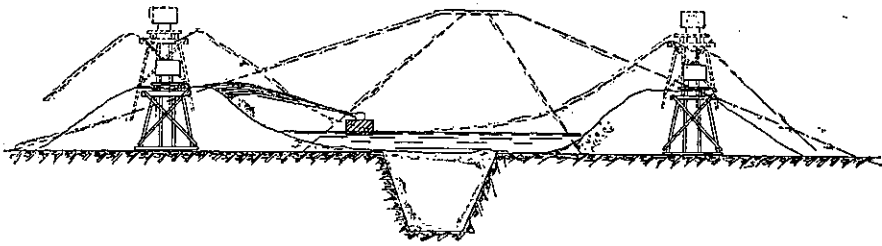
此ノ方法ノ大家ハ James D. Schulyer 氏デ往年日英水電デ大井川ノ土堰  
 堤ヲ計畫サレタトキ前申シタ Crane 氏ガ Schulyer 氏ヲ伴ヒ日本ニ來テ此  
 ノ方法ニ依ルベキヲ主張サレタトノコトデス Schulyer 氏ハ Semi-hydraulic  
 process ヲ見ズシテ逝カレ Crane, Holmes 氏等ガ Semi-hydraulic process ヲ盛ニ  
 用ヒラレルニ至ツタノデ Holmes 氏ノ如キハ近キ數年間之レニ依ル堰  
 堤ノ工事ノミニ關係サレテ居リマス

土堰堤ノ原理 前述ノ兩法共ニ完成後ノ作用ハ全く同シ原理ニ依ル  
 ノデ第三圖ノ如ク ABC ニ三等分シテ

B ハ水ヲ通サヌ密ナルモノ

AC ノ外側ノ半分ヅ、ハ水ヲ通ス粗ナルモノ

AC ノ内側ノ半分ヅ、ハ粗密混合デ B ノ密ナルモノハ流出ヲ防止スル様ふゝるたゝノ作用ヲナ



第 四 圖

ス程度ノモノヲ用フルノデアリマス之ハ根本ノ原理デ之レニ大體適應ス  
ルモノヲ實際ニハ築造スルノデス

Semi-hydraulic process ト申シマスノハ土取ヨリ土運車デ A C ノ外側部ニア  
ル  
棧橋ノ上カラ土ヲ撒キ出シ兩側ノ二小堤ノ間ニ水ヲ張りテ池トシテ池ニ  
ぽんつらんヲ浮かセ Monitor ヲ設ケ之ヨリ噴出スル水勢ニヨリテ撒出シタ  
土砂ヲ溶解スルノデス

溶ケタル土砂ノ内粗ナモノハ早ク密ナモノ程永ク水ニ支ヘラレテ堰堤ノ  
中心ニ至テ始メテ沈澱スル斯様ニシテ前述ノ原理ニ合スルモノヲ築造ス  
ルノデス

而シテ池ノ面ノ上ニ昇ルニ從テ棧橋ヲ一段ヅ、高クシテ次第ニ堰堤ノ上  
部ニ及ブノデアリマス

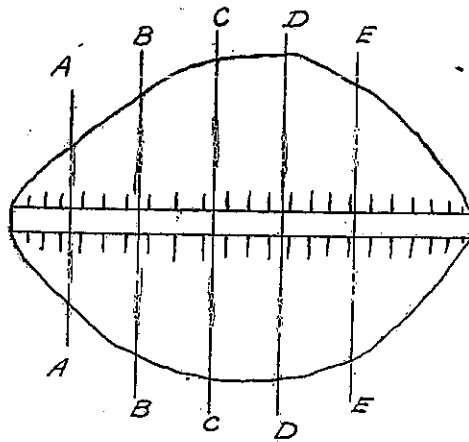
Monitor ハ噴出孔ノ直徑 2' 壓力 100-170 #/sq. 噴出水量 2.5-3.5 sec.-ft. デア  
リマシテ Hydraulic process ニ比スルト水量ハ 1 位デアリマス  
之ヲ最近ニ大破損ヲナシタル世界第一ノ土堰堤 Calaveras dam 係 Hydraulic  
process ニ用ヒタルモノト比較スルト

噴出水量 1 sec.-ft. 壓力 80-120 #/sq. 噴出孔ノ直徑 4'-5"  
土取ニテ溶ケタル水ト土トノ%ハ

水 85% 土 15%

デアリマス 參照書目 Eng. News-Record. Vol. 72. No. 14. P. 694.  
土砂組成ノ分析 (Mechanical Analysis of soil).

之カ本施工法ノ骨子トナルベキモノデアリマス  
 之レヲ現場技師自カラ行フノテ工事ノ進行上ノ羅針盤トナルベキモノデス  
 此ノ結果ニヨリテモ土砂ノ撒出方 Monitor ノ水壓等ヲ調節スルノデス AA, BB, CC, ……ノ如ク數個  
 處ノ斷面ニテ六七個處ヨリ見本ノ土ヲ取ル(圖略ス)其ノ土ノ量ハ一個處ニ付約二分ノ一ぼんど位  
 デアリマス



第五圖

之ヲ暖爐ニテ乾カシ一吋ニ 10, 20, 30, 40, 50, 80, 100, 及 200 ノ目  
 アル篩ニ掛ケ各殘量ノ重量ヲ測定シ 100 目ヲ通り 200 目ノ上  
 ニ留マリタルモノノ重量ヲ總重量ノ百分率ニテ現ハシタル數  
 字ヲ見本ノ位置ニ記入スルノデス之ガ 90% 以上トナルトキハ  
 殆ンド水ヲ通シマセス  
 尙ホ斯 10, 20, ……ト詳細ニ測定スルハ Hazen 氏ノ土ノ Perme-  
 ability ニ關スル研究ノ結果ヲ應用スル爲メデス  
 即チ主ナ目的ハ Effective size 及 Uniform coefficient ヲ知ル爲メデア  
 リマス

Uniform coefficient トハ例ヘシ 60% ガ 0.62 m.m. ヨリ細カク 10% ガ 0.25  
 m.m. ヨリ細カケレバ  $\frac{0.62}{0.25} = 2.5$  ヲ Uniform coefficient ト申スノデアリマス Hazen ノ實驗ノ結果上記ノ  
 Uniform coefficient ガ 5 以内ナレバ細カキ Grain 10% 他ノ 90% ト水ヲ滲ス事ニ對スル抵抗ガ比敵  
 スルト云フ様ナ結果ガ得ラレテ居ルノデアリマス  
 斯様ニ本試験法カ施工上ノ根本トナルノテ技師ノ重キヲ置ク處デアリマス  
 勿論工事ヲ始ムル前ニ土取ノ見本ニ付テモ本試験法ヲ以テ充分ニ調査シテアリマス

## Calaveras Dam.

Bridge water カラ紐育ニ歸テ Burr 教授ニ Semi-Hyd. p.ヲ見タト申タラ先生モ近日 San Francisco カラ約三六哩南東ノ Calaveras creek ニ Hyd-HI p.デ築造サレタル世界一ノ Earth dam 高サ 240 ft.ノ缺潰シタノガ之ヲ再築スルニ當リ會社側ト下流住民トノ間ニ争ガ生ジ其ノ鑑定人ニ撰バレテ西へ行クト云ハレ其ノ歸ラレテ後ノ御話ニハ主トシテ施工ノ不注意カラデアアルカラ再築可能ト鑑定シテ來タト申サレマシタ

此ノ話カラシテモ Holmes 氏ガ自身ニ如何ニ注意シテ Mechanical Analysis ヲ行テ居ラレタカト云フコトヲ御察シニナルコトガ出來ルト思ヒマス

尙ホ Calaveras dam ノ缺潰ノコトハ Eng. News ニ詳シク出テ居テ Burr 教授ノ再築ニ關スル意見ガ出テアリマス參考書ノ内ニ入レテ置キマシタ

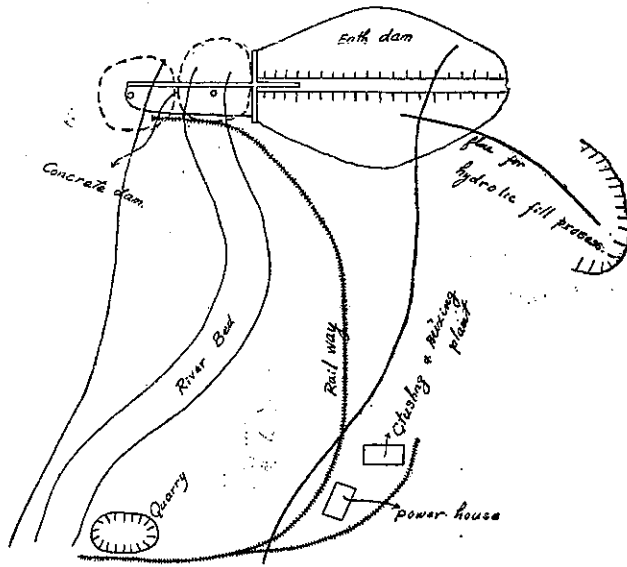
(G) 機械的ノ設備 機械的ノ設備ノ大體ヲ一寸申述ベマス

Sluicing. Sluicing ノ設備ハもゝとる (300馬力)ぼんぶ及 Monitor (噴出口ニ於ケル壓力 170# 口ノ徑 24") 等デ Monitor 及ぼんぶハ大概堰堤ノ下流ニ小屋掛ケヲナシ其ノ内ニ設備シ Monitor ダケぼんぶニ設備シテアリマシタ但シもゝとる及ぼんぶモぼんぶニ備ヘタルモノモアリマシタ

Catawba River dam ノ混泥土工設備 蒸氣機關 (50馬力)混合機 (64立呎ノモノニ基)碎石機大一基、小四基、運搬車、機關車、修繕工場、木工場、起重機(一七臺)空氣壓縮設備等ヲ備ヘテ居リマス 壓氣裝置ハ一個所ニ集中統一シテアリマシテ之デ起重機、碎石機、混合機等凡テノ機械ヲ運轉シテ居リマシテ一哩以上モ送氣致シテ居リマス 蒸氣機關ハ壓氣機ヲ運轉スルモノデアリマス

混合機ト碎石機トハ壓氣機ノ直ク隣接セル所ニ設ケテアリマシテ混合シタル混泥土ヲばけつとニ入レ車テ堰堤ノ處マデ運搬シ Derrick テばけつとヲ持チ上ゲテ器底ヲ開キテ混泥土ヲ施工スル

ノデス車ヲ以テ運ブ距離ハ約一哩程デス  
 混泥土用ノ車ヲ引クニハ Dinky ト云ヒマスル機關車ヲ用テ居リマス  
 鑽孔錐ノ刃附ケニモ壓搾空氣ヲ用ヒテ居リマシタ



第 六 圖

製造設備、混合機、碎石機、混泥土打込機、動力設備、其他ヲ  
 具備シテ居リマシテ發電所及水路建設用ノモノデス  
 此所ハ Catawba ノ方面トハ數哩ノ距離ガアルノデ全ク  
 別個ノ設備ヲ致シマシタ  
 機械力ノ應用 前述ノ如ク機械力ヲ非常ニ應用シテ  
 居ルガ就中

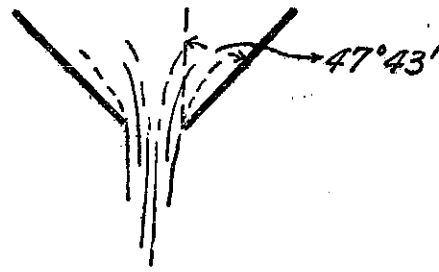
- (1) 動力ノ中央統一
  - (2) 壓搾空氣ヲ蒸氣ニ代用セルコト
- ハ大ニ私ノ注意ヲ引キマシタ

前者ハ石炭ノ節約トナリ後者ハ長距離ヲ鐵管ニテ送  
 リ得且ツ冬モ溫度ノ爲メニ蒸氣ナレバ凝結氷ノ惧ガアルガ Compressed air ナラバソレガ無イ  
 尙ホ Catawba River work ノ略圖ヲ掲ゲマスガ之レデ堰堤ノ Crushing plant, Mixing plant, Power plant, Quarry  
 トノ位置ノ關係ヲ示シマス(第六圖參照)  
 Bridge water ノ話ハ之レデ止メ混泥土施工ノ事ヲ申シタカラツイデニ今少シク混泥土施工ノ事ヲ



申シマス

Philadelphia ノ近郊ニテ Delaware River ノ岸テ其ノ對岸ノ Fog Island ship building yard ニ送電スルト云  
フ七十萬さるわ。とノ火力發電所ヲ見物シタ時ニ Pneumatic concreting ヲ見マシタ其ノ一部ニ重力



第七圖

混合機ヲ用ヒテ居リマシタガ其ノ落口ノ錐形ノ角度ニ付テ實驗上鋼板製  
ノ時ハ  $47^{\circ}43'$  トスルガ最モ良ク混合シ得ト申シテ居リマシタ之ハ砂、砂利  
ガ錐ノ内面ヲ滑落セズニ中央ヨリ次第ニ落ル故ダソウデス又ソノ大建築  
ハ鐵骨鐵筋コンクリートデシタガ外面ニハ豫メ製造シ置キタル鐵筋混凝  
土版ヲ以テ枰板ニ代用シテ居リマシタ

之ハ仕上ノ面ヲ下ニシテ施工スルカラあばたノ出來ヌコト及之ノミヲ極  
メテ良キ調合トナシ得ルコト枰板ノ節約ナド數個ノ利益アリトノコトデ  
シタ又紐育ノ有名ナル建築請負 Turner Company ノ建築場ニ參リマシタ時  
輕便軌條ハ少シモ用ヒス板ヲ棧木ニ取付ケ二人シテ持チ運ビ得ル程度ノ  
敷板ヲ敷キ其ノ上ヲ手押車ニテコンクリート其ノ他砂、砂利又基礎掘ノ

土砂迄モ運ブヲ見マシタカラ何故ニ軌條ヲ用ヒザルカト問ヒマシタノニ軌條ハぼるとヲ用ヒル  
故ニ移轉ニ不便也ト申シマシタ

又 Elevator ノ塔モ此ノ會社デハ全々木デ鐵ハ用ヒヌ之ハ何時ニテモ勝手ニ切りテ取除クヲ得ル  
故デアルトノコトデス

色々ノ質問ニ對シ日本デハ教科書ヲ讀デ仕事ヲシテルカラ我々ノ五六年前ノ施行法ガ今日行ハ  
レテ居ルノダト評ヲ致シマシタ

次ニ Civil Engineering ト Scientific Management ノ話ヲ以テ終リト致シマス

之ハ私ガ兼ネテ疑問トシテ居テ會フ人毎ニ聞キマシタガ Machine shop デハ多少ノ相異ハアルガ殆ンド全部之ヲ實行シテ居リマシタ

土木技師ノ中ニハ私ノ問ニ對シ Too much book no good ナル奇妙ナル英語ヲ以テ答ヘタ人モアリマシタ

然ルニ Boston ノ Stone Webster ト云フ有名ナル請負業者ノ事務所デハカラズ科學的管理法ノ實行シテ居ルノヲ見マシタ

之ハ Stone Webster 社創案ノ方法ト稱シテ居リマシタガ大體ノ原理ハていらー法ト似テ居リマス私ノ説明ヲ聞キマシタノハ製圖方面ノ事ガ主デアリマシタガ製圖室ニハ技師長以下百四十人デ之ノ管理ノ爲メノカードヲ取扱フ爲メニ書記二人ト數人ノ女たいびすとトガ一室デ仕事ヲシテ居リマシタ

其ノ仕事ノ二三ヲ上テ見ルト

(イ) Drawing room ノ Time card ノ整理

(ロ) Tracing, blue print ヲ至ル迄ノ分掛リ例ヘバ Per square ft ニ時ハ何分カ、リテ金ハ何程ト云フガ如キ

(ハ) 設計進行ノ豫定表及實地施工ノ豫定表トヲ曲線表トシ設計施工ノ相共ニ進行スル様ニ調整スル事務

(ニ) Drawing ノ評價

之ハ Time-card ヨリ Man-hour ヲ算出シ其ノ他種々ノ材料ヨリ眞ニ近キモノヲ算出スル設計變更ノ時ハ更ニ其ノ Man-hour ヲ追加シテ評價格ヲ改ム  
等凡テ Card system ニテ之ヲ行テ居リマシタ

扱テ甚ダ雜然タル事ヲ申上マシタガ私ガ短時間ノ見物ノ間ニ米國ノ工業界ニ付テ何ヲ一番深ク感ジタカラ少々述ベテ終リト致シタイト思ヒマス

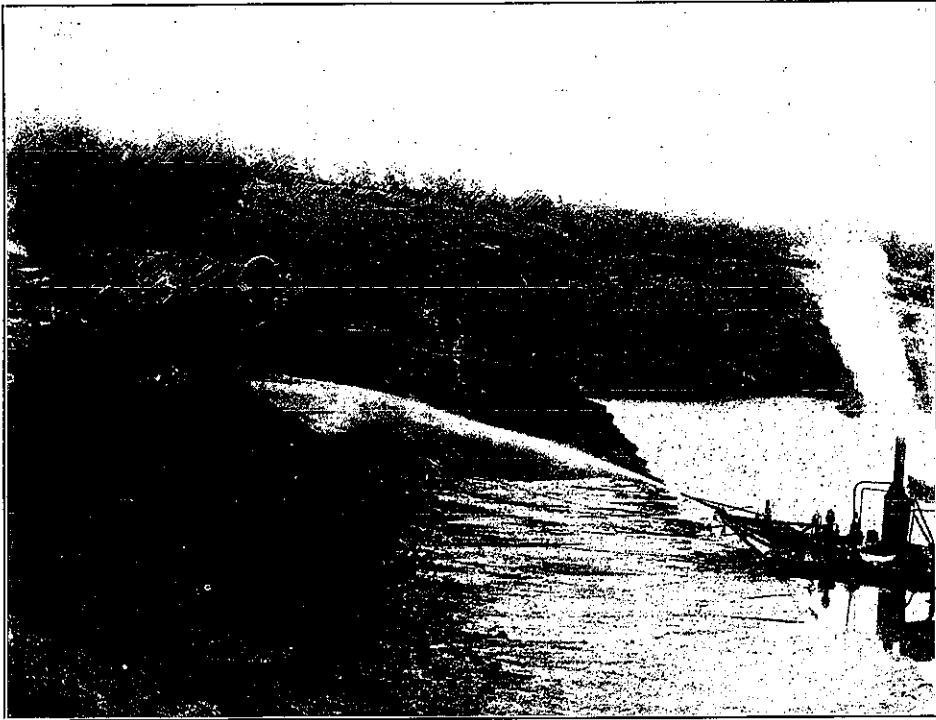
仕事ノ大仕掛ナルハ申ス迄モアリマセヌガソレヨリモ應用ノ才ノ活潑ナル點ガ大ニ學ブベキダト思ヒマス

今日申上マシタ *Semi-hydraulic process* ハ水道ノ水ト濾過ノ實驗カラ思イ付タ即チ砂ノ水ニ對スル *Permeability* ト云フ問題ニ含マルト云フ點カラ連絡シテ研究ノ歩ヲ進メタト *Holmes* 氏ガ云テ居リマシタ又最後ニ申上タ *Scientific management* ハ *Machine shop* ノソレカラ變化シテ土木ノ方面デ自家獨特ノ方法ヲ案出シタノデス

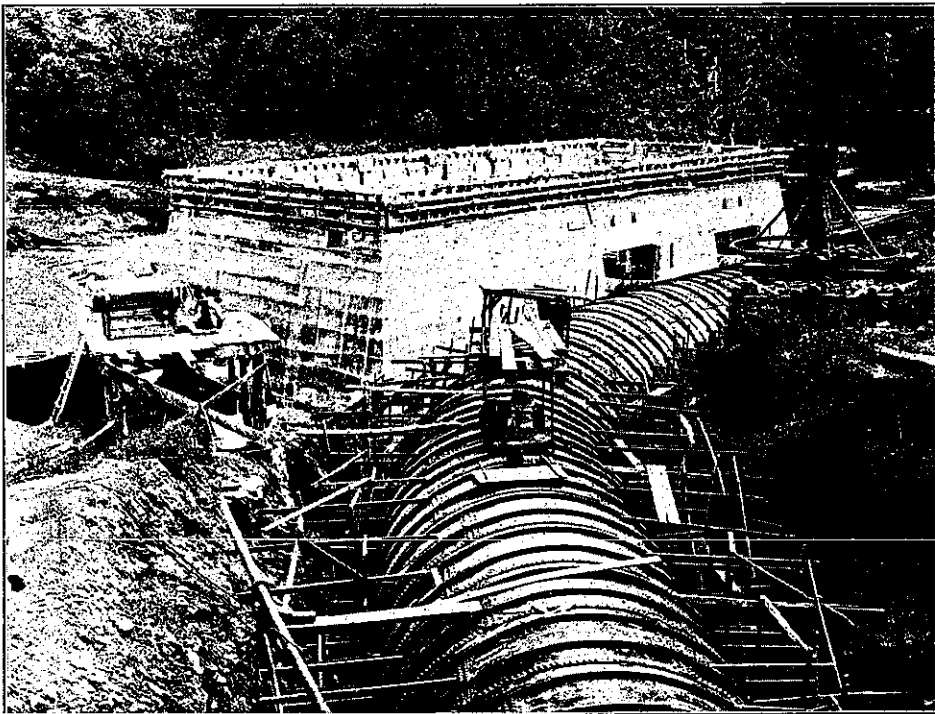
更ニ一例ヲ上ルトころんびや大學ノ土木ノ實驗室デせめんと鐵筋こんくりーとノ試驗ヲ行テ居ル教授ガ同時ニ飛行機ノえんぢんくらくし。ふとノ *Torsion* ノ實驗ヲ行テ居リマシタ

即チ之ハ材料強弱學ノ *Torsion* ト云フ問題ヲ研究シ出スト土木機械ノ界ヲ超越シテ横ニ *Torsion* ト云フ問題ニ廣ク擴ガル勿論縱ニモ深ク行ク前ニ申上タ *Holmes* 氏ノ土堰提ニ於ケル如ク十年一日一種ノ工事ノミデ押シ通ス

要スルニ場合ニ應ジテ縱横ノ何レノ方面ニモ研究シ應用ノ才ヲ活潑ニ働カセル氣風ハ特ニ應用ノ學問タル工學ニ於テ必要デアルト感ジマシタ (完)



土運車ヨリ撒キ出シタル土砂ヲ monitor ニテ溶流スル圖



發電所基礎工事ノ圖 (直立たーびンナルヲ以テ建物狭少ニテ足ル)

(土木學會誌第五卷第四號附圖)