

隧道及豎坑ノ漏水防止ニ有効ナル注膠泥工

(Eng. Record April 15, 22, 29, 1916.)

第一章 Castelli 水路ニ於ケル經驗ノ略述

Castelli ノ夥シキ隧道工事ニ於テ注膠泥工ハ建造物ノ水密ヲ確保スルニ用ヒタル主ナル方法ニシテ數百呎ノ水壓ヲ受クル隧道ニ於テハ殆ト皆之レニ據レリ Storm King ニテ Hudson 川ヲ横斷セル吸彎疏水隧道ハ水面下千五百呎ニシテ斯ル異常ノ水壓アルニモ係ハラス岩層又ハ混凝土裝工ノ繼目ニ於ケル罅隙ニ注膠泥工ヲ施シタルニ非常ニ有效ナルヲ示セリ

吾人ハ往々注膠泥工ハ其結果不確實ナルヲ以テ信賴シテ工事ニ適用スル能ハストノ評論ヲ聞ケリ然リ實ニ此ノ方法ハ不完全ナル工事ヲ修覆スルトキ或ル場合ニ最後ノ手段トセラレ然モ屢不成功ニ了レリ石工ノ内部又ハ岩石ノ見エサル間隙ニ管又ハ孔ヲ通シテ膠泥ヲ注入スル方法ナレハ其作業ハ恰モ暗中ニ施サル、カ如ク思ハレテ斯ル評論ヲ生シタルナラン注膠泥工ニテ好結果ヲ得ルニハ非常ナル努力ト細密ナル注意トヲ要シ且其工事ノ性質ヲ完全ニ了解セサルヘカラス

Castelli ニテ成功セル注膠泥工

Castelli 水路ノ高壓ヲ受クル隧道ニテ注膠泥工ニヨリ其目的ヲ達シタルハ主ニ不透性ニシテ良好ナル混凝土裝工ノ外側ニ適用セラレタル場合ナルハ注意ヲ要ス而シテ Castelli 水路工事ニ於テハ總テノ狀況此ノ方法ヲ應用スルニ適シ其作業モ亦充分用意シテ施行セラレタリ

注膠泥工ハ又隧道及堅坑掘鑿ノ際岩石ノ罅隙ヨリ湧出スル水ヲ阻止スルニ用ヒラレ膠泥ノ普及ニ適セサル場合ニモ著大ノ好果ヲ來セリ然レトモ斯ノ如キ場合ハ掘鑿作業ニ多大ノ便利ヲ與ヘタルモ混凝土裝工ノ背部ニ施シタル際ノ如ク全ク漏水ヲ阻止スル能ハサリキ此ノ方法ハ又堰堤基礎ノ岩石ニ存在スル間隙ヲ填充スルニ著シキ好結果ヲ呈セリ

高壓ヲ受クル隧道又ハ堰堤ノ永久工事ニ於テハ注膠泥工ニヨリテ漏水ヲ閉止スルニ其施工方法ヲ其狀況ニ適切ナラシムル爲メ岩石並罅隙ノ性質及分布ニ就テ地質學上ヨリ周到ニ熟慮セラレタリ例ヘハ水ヲ含メル有孔質ノ砂岩ニ於ケル罅隙ノ不規則ナル性質ハ或ル線ニ沿ヒテ古生ノ片麻岩及花崗岩ニ能ク見出サル、如キ岩石ノ移動及壓潰ノ爲メニ生スル斷層面ニアルモノト全ク異レルモノナリキ又殆ト斷層ヲナサ、ル *Carthage* 地方ノ青石ニ存在スル平坦ニシテ劃然タル岩層ハ *Walden* 谷ノ非常ニ攪亂セル古生頁岩ノモノト全ク別方法ニテ處理セラレタリ高壓ノ下ニアル濕地ニ注膠泥工ヲ施スニ當リテハ先工事ノ始メニ於テ應用シ得ヘキ總テノ經驗ヲ集ムルニ努力セリ是レ高壓ノ下ニアル隧道ノ成否ハ主ニ外方ヘノ漏水ニ對シ隧道ヲシテ水密ナラシムルノ可不能ニ起因スレハナリ

岩石掘鑿ノ方法、膠泥ヲ注入スル孔ノ位置、膠泥ノ密度、使用スル膠灰ノ良否、注射用壓力ノ高度、膠泥ヲ注射スル方法及其注射スル膠泥ノ取扱方法等ハ作業ノ成否ノ要件タリキ

#### 注膠泥工ノ裝置

注膠泥工ハ填充スヘキ場所ニ向ヒ砂膠灰及水ノ混合物ヲ壓送スルモノナルカ故ニ一般ニ適用シテ好結果ヲ得ル裝置ハ主トシテ膠泥ヲ流動セシムルニ必要ナル壓力及填充スヘキ罅隙ノ性質ニ能ク適應セル膠泥ノ密度ニ關係ヲ有ス多量ノ膠泥ヲ注入スルトキハ大仕掛ノ裝置ヲ要シ少量ノ膠泥ヲ徐々ト高壓ノ下ニ注入スルニハ他ノ裝置ニ據ラサレハ好結果ヲ得ル能ハス

或場合ニハ單ニ流動スルニ必要ナルノモノノ壓力ヲ與フル裝置ノ管ヲ通シテ膠泥ヲ注入スルコトアリ然レトモ普通ニハ膠泥ノ有スル壓頭以上ノ壓力ヲ用フ通例用ヒラル、裝置ノ種類左ノ如シ

- 一 膠泥ノ混合作業ト分離シ膠泥ヲシテ不斷ノ流通ヲナサシムル往復鋤唧筒
- 二 膠泥槽 之レニ二種アリ(イ)用篋混合法ニ用氣注射法(ロ)用氣混合法ニ用氣注射法
- (ロ)式ノ *Caminth* 槽ハ紐育ノ水道局工事ニ盛ニ用ヒラレ殊ニ堅坑及高壓隧道ノ膠泥注入ニ使用サレタリ

*Douglas* 手働唧筒ハ新 *Oregon* 水路橋ノ裏詰空積ニ低壓注膠泥工ヲ施ス際ニ用ヒラレ膠泥ハ桶ノ内ニテ手練ニセラレタリ此唧筒ハ又 *Torresdale* 隧道ノ高壓注膠泥工ニモ用ヒラレ五人ノ勞力ヲ要セリ用氣運轉ノ小形 *Canneson* 唧筒ハ紐育地下道ノ *Battery* 隧道ノ注膠泥工ニ使用セラレタリ以上記述シタル唧筒ハ凡テ注入スヘキ膠泥小量ナル際主ニ使用セラレタリ盾構ヲ用ヒタル三四ノ隧道ニ於テ採用セル注膠泥工用唧筒ハ大圓筒ニシテ其一端ニ混合シタル膠泥ヲ滿シ之ヲ壓氣運轉ノ唧筒ニテ壓出セリ紐育水道局設計課ニ於テ以上各種ノ唧筒ニツキ研究セラレシモ遂ニ實地ノ工事ニ用ヒサリキ而シテ是等ノ圓筒及容器ハ磨損頗ル大ナリ

膠泥槽ヲ用フル用篋混合法ニ用氣注射法ハ盾構ヲ用ヒタル隧道其他ニ廣ク用ヒラレタリ此方法ハ裏詰空積ニ注膠泥工ヲ施ス場合ノ如ク多量ノ膠泥ヲ使用スル際ニハ經濟的ニシテ利點多シ然レトモ機械ノ動部及膠泥容器ハ磨損甚タシク篋ト軸ハ膠泥ニテ被包セラル而シテ隧道内ノ作業ハ一般ニ機械ニ注意スルコト少ナキ爲メ破損尙速カナリ

*Cassell* 水路ノ堅坑及高壓隧道ニ用ヒタル注膠泥裝置ハ *Caminth* 式ノ槽ニシテ膠泥ハ必要ニ應シ一皮分ツ、其内ニテ練合セ丈夫ニ針金ヲ卷ケル高壓用蛇管ヲ通シ壓搾空氣ニテ射出ス蛇管ハ豫メ膠泥ヲ注入スヘキ場所ニ裝置セル管ニ接續管ヲ用ヒテ連結セラル一般ニ管ノ大ハ二吋以下ニシ

ヲ蛇管ハ三時ナリ

### 壓搾空氣ノ供給方法

注膠泥工用ノ壓搾空氣ヲ造ルニハ重ニ隧道鑿岩用ノ能力大ナル壓搾機ヲ併用シ其壓力一平方呎八十封度乃至百封度ナリ請負人ノ二者ハ隧道内ニ電氣動力ノ小形壓搾機ヲ裝置シ之ニヨリテ注膠泥工用壓搾空氣ヲ供給セリ其壓搾機ハ膠泥槽ト同一車上ニ裝置セラレタルコトアリ或ハ附隨セル他ノ車ニ設置セラレタルコトアリ動力ニハ材料牽引用ノ電氣發動機ヲ用ヒタリ此機ハ一分間常壓空氣百二十九立方呎ノ能力ヲ有スル *Ingersoll* 壓搾機ニシテ高壓注膠泥工ノ際三百封度ノ壓搾空氣ヲ供給スルコトヲ得タリ該請負人ハ以前ノ請負工事ニ於テ使用シタル *Westinghouse* 昇壓機ヲ用ヒタルカ遲鈍ニシテ浪費多キニ苦ミタリ一請負人ノ實驗ニヨリ一分間常壓空氣百立方呎以下ノ能力ヲ有スル壓搾機ハ注膠泥工ノ際一平方呎三百封度ノ高壓空氣ヲ充分供給スルニ不適當ナルコトヲ知レリ

*Canniff* 膠泥槽ノ優レタル點ハ壓軋及漏氣ノ爲メ取換ヲ要スル動部ナキコトナリ從テ唧筒ノ場合ニ屢起ルカ如ク修繕ノ爲メニ工事ノ遲滯ヲ來スコトナシ此利點ハ主ニ膠泥槽使用ニヨル殊ニ隧道工事ノ如ク暗クシテ工場及材料倉庫ニ遠キ爲メ修繕ニ多クノ時日ト費用ヲ要スル場合ニ其效著シ此槽ノ修繕ニ費シタル時間ハ極少ニシテ只巨ノ填隙環及弁ノミハ磨損シ易キ爲メ修繕ヲ要セリ此機ノ簡單ニシテ輕量ナルハ又大ナル利點ナリ而シテ槽ノ占ムル面積モ小ニシテ四平方呎ニ上ラス急速ニ膠泥ヲ處理スルニ適シ千五百度分即百十五立方碼ノ注膠泥工ヲ一日三交代ニテ一對ノ槽ヲ用ヒ施行シタリ小動力ニテ此槽ヲ運用シ得ヘク修繕又ハ運用ニ高賃ノ人ヲ要セス膠灰ノ多少ニ係ハラス如何ナル膠泥ヲモ使用シ得ヘク高低何レノ壓力ニモ適用スルコトヲ得

*Canniff* 槽ノ不利ナル點ハ高壓運轉ノ際微細ナル間隙ニ徐々タル注射ヲ施ス場合長時間ヲ要スル

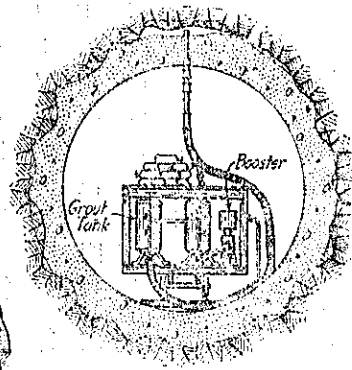
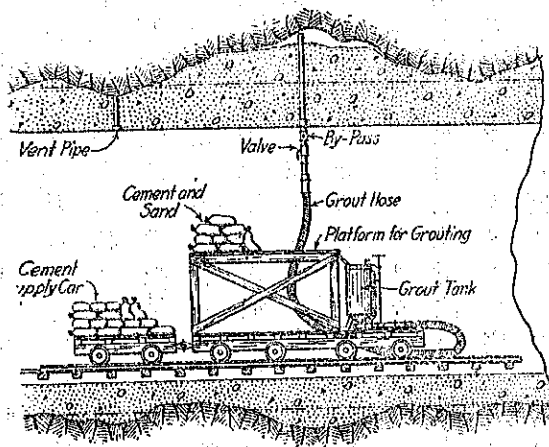
爲メ膠灰ハ凝結シ目ヲ塞ク惧レアルコトナリ然レトモ斯ル際ニハ稀薄ナル膠泥ヲ用フルヲ以テ實際ニ於テハ甚タシキ困難ヲ來サス

何レノ型ニテモ槽ノ射出弁ヲ閉鎖スルニハ大ニ注意ヲ要ス膠泥盡クレハ直ニ壓氣ノ衝風之ニ從ヒ膠泥ヲ攪拌シテ惡結果ヲ生ス即其空氣ハ膠泥ヲ填充スヘキ場所ニ集合シテ膠泥ノ充實ヲ妨ク然レトモ槽ノ運轉者ハ直ニ其呼吸ヲ覺エ射出ノ制禦ニ熟達ス

用氣混合槽及用筥入混合槽ハ何レモ膠泥ヲ詰メ易キ大空隙ノ如キ場合ニ短時間ニ多量ノ膠泥ヲ混合シ之ヲ注射スルニ適ス高壓ヲ要スル作業ニ於テ稀薄ナル純膠灰水ヲ用フル場合ニ Cement 槽ハ又非常ニ好結果ヲ示ス膠泥ハ普通ニ對一ノ調合用ヒラレシモ時トシテ膠灰一砂二ノ調合用ヒラレ困難ヲ生セサリキ

用氣混合及用氣注射法ハ理論的尤モ不満足ノモノナルヲ以テ Cement 水路工事ノ最初ノ示方書ニハ獎勵セラレサリシモ盛ニ用ヒラレ遂ニハ隧道内ノ注膠泥工ニハ最モ經濟的方法トシテ認メラレタリ Cement 槽ノ用氣混合式ハ僅ニ一局部ノミ成功セリ是砂及膠灰ヲ攪拌スルニ筥ヲ用フル必要アリシヲ以テナリ即膠泥ヲ作ルニハ先ツ槽ニ水ヲ入レ次ニ各一袋ノ膠灰及砂ヲ投シ底ニ裝置セル混合用弁ヲ僅ニ開キテ空氣ヲ注入シ泡沫ヲ生セシメテ混合作用ヲナサシム尙之ヲ鐵筥ニテ數回搔キ混セタル後口ヲ固ク締メ混合用弁ヲ閉チ射出用弁ヲ開キテ注射ス

或ル場合ニ附隨シ來ル衝風ヲ避クル爲メ膠泥ノ將ニ盡キントスル際空氣供給弁ヲ閉鎖シ槽内ノ空氣ノ膨脹ニヨリ蛇管ヲ通シテ膠泥ヲ壓送シタルコトアリ然レトモ此方法ハ普通用ヒラレサリキ衝風ハ動力ノ損失ノミナラス既ニ注射シタル膠泥ニ害ヲ與フルヲ以テ其惡結果ヲ避ケンカタメニハ衝風ヲシテ蛇管ヲ通過セシメサル様射出用壓力ノ低下ニ注意シテ弁ヲ警戒シ尙蛇管ノ反衝ニ注目ヲ要ス



抜萃 隧道及堅坑ノ漏水防止ニ有効ナル注膠泥工

低壓施工

低壓施工ニハ二個ノ膠泥槽ヲ備ヘタル車ヲ用ヒ其車上ニ膠灰及砂ヲ取扱フ壇ヲ設ク膠灰及砂ハ袋ヨリ直接其槽ニ入レ一度分ノ膠泥トシテ砂膠灰各一袋ヲ用フ空積填充ニハ一袋ノ膠灰ニ對シ砂二袋ヲ用フ水ヲ供給スルニ請負人ハ指定ノ高ニ溢路ヲ有スル水槽ヲ用意セリ然レトモ普通ハ車上ニ備ヘタル桶又ハ隧道ノ仰拱ヨリ手桶ニテ供給セリ請負人ノ用意セル水槽ハ薄鋼板製ニシテ膠泥槽ノ上ニ載セ三孔弁ニテ給水ス水槽ニ水ヲ供給スルニハ調帶ニテ運轉スル廻旋唧筒ヲ用ヒタルモ壓氣運轉ノ小形往復働唧筒ノ確實ナルニ及ハサルヲ認メ後ニハ後者ノミ使用セリ砂ト膠灰ハ騾馬又ハ觸輪發動機ノ牽引セル臺車ニテ運搬シ揚ケ卸ハ人力ヲ用ヒタリ低壓注膠泥工ノ急速作業ニハ注膠泥臺ニ豐富ナル材料ヲ備フル必要アリ然モ尙斷ニス之ヲ補充セサレハ材料ハ直ニ空乏ヲ來シ作業中止ノ已ムナキニ至ルヘシ

高壓施工

低壓注膠泥工ノ際壓搾機ニテ供給セル空氣ノ壓力ハ單ニ膠泥ヲ射出スルニ必要ナル高度ナリシモ高壓注膠泥工ニハ一平方吋三百封度ノ高壓空氣ヲ使用セリ是地下水ノ壓力ハ屢一平方吋百封度以上ニ達スルモノアリシヲ以テナリ

高壓注膠泥工裝置ハ低壓用裝置ニ比シ小形ナル車ト其車上ニ積載セル一個若クハ二個ノ膠泥槽ヨリナル高壓作業ニ用フル膠泥ノ量ハ低壓作業ニ比シ僅ニ十分ノ一ニ過キサルモ然モ一度分ノ膠泥ヲ注射シ了ルニ却テ長時間ヲ要ス

十二呎疏水隧道ニ用ヒタル膠泥量(標準工程)

工種

注膠泥工ヲ施セル隧道延長

施工度數

交代度數

使用膠泥量

低壓注膠泥工\* 一〇、一一三

一七〇

六九

一、七四四

高壓注膠泥工† 一〇、一一三

一六七〇

一一三

一五〇

\* 重ニ隧道ノ混凝土拱脊填充ニ行ハレタルモノナリ

† 多クハ岩石内ノ間層ヨリ湧出スル水ヲ阻止シ或ハ水承ヲ填充スルニ行ヒタルモノナリ

膠泥槽ノ外ニ尙 Westinghouse 空氣唧筒即昇壓機ヲ要ス此空氣唧筒ハ隧道掘鑿用動力裝置ヨリ分派セル百封度ノ壓搾空氣ニテ運轉シ膠泥槽ニ三百封度ノ壓力ヲ有スル空氣ヲ供給ス普通尙一槽ヲ車上ニ準備シ高壓空氣ノ氣槽ノ用ニ供ス低壓施工ニ於ケルカ如ク針金ヲ捲ケル蛇管ヲ混凝土又ハ岩石内ニ設置セル管ニ接続シ其管ヲ通シテ膠泥ヲ注射ス此管ニハ乳嘴ト特種ノ栓嘴ヲ備ヘ繼手ニテ蛇管ニ連結ス

Hudson 川ノ吸彎水路ニ於テハ膠泥ヲ注射スルニ一平方吋七百封度ノ壓力ヲ要セリ斯ノ如キ高壓空氣ヲ供給スルハ頗ル難事ナルヲ以テ水端ニ小形ノ嚙形唧子ヲ備ヘタル壓氣運轉ノ Cameron 唧筒ヲ用ヒ七百封度ノ壓力ヲ有スル水ヲ膠泥ヲ入レタル Cameron 槽ニ壓入セリ水位下一千百呎ナル Hudson 川吸彎水路ニ於テ一平方吋四百七十五封度ノ壓力ヲ有スル地下水ニ對シ此方法ヲ用ヒテ注膠泥工ヲ施シ好結果ヲ得タリ此隧道約三千呎間ハ此方法ヲ用ヒテ注膠泥工ヲ施シ東堅坑附近ノ Hudson 吸彎水路ニテ掘鑿作業中遭遇セル有名ナル含水間層ニ施セル注膠泥工ニモ同様ノ裝置

ヲ用ヒタリ膠泥ヲ注射スル爲メニ槽ノ上部ニ壓入スル水ハ膠泥ト混シ著シク其密度ヲ稀薄ナラシメタリ

高壓水使用ノ際誤テ器具ヲ吹き飛ハサレタルコトアリ其結果工事ノ困難ヲ來サ、リシモ慘事ヲ惹起セリ初メ従事者ノ一人カ蛇管ノ爲メ其顎ヲ挫カレタルヲ以テ従事者ヲ安全ナラシムルニ努力セルニモ係ハラヌ工夫長ノ一人ハ其顔ニ管ヨリ放射セル膠泥ノ激衝ヲ受ケ一眼ヲ失ヒタリ槽ノ材料詰込ニ従事セル人ハ膠灰ノ爲メニ手足ヲ爛シ大ニ困難セリ是レ注膠泥工裝置ノ附近ハ一般ニ濕潤セルヲ以テナリ

堅坑及隧道掘進ノ際遭遇スル湧水ヲ阻止スルニ能ク注膠泥工ヲ施シタルカ最初多クハ混凝土裝工ノ背部ニ於ケル間隙及廣ク用ヒラレタル鋼製屋根ノ背部ニ於ケル空積裏栗石ノ空隙ヲ填充スルニ用ヒ次ニ岩石ノ間層ヨリ隧道内へ出ツル湧水及隧道外へ出ツル漏水アル際此等ヲ遮斷スルニ適當ナル裝置ヲ施セル管ニテ膠灰ヲ其等ノ間層ニ填充スルニ用ヒタリ

隧道ニ關係スル工事中ニテ進行遅ク危險多ク且掘鑿單價ノ高價ナルハ恐ク堅坑ニ優ルモノナカ  
ルヘシ殊ニ湧水多キトキハ其湧水ハ底ニ流下シテ著シキ深ニ達シ岩層ヲ處理スルニ非常ナル困難ヲ來スノミナラス鑽孔シテ爆破シタル後唧筒ヲ取付クルニ多大ノ時間ヲ要シ其間ニ水ハ集積シテ底ニ漲溢ス故ニ水ヲ抱擁セル罅隙ニ膠泥ヲ注射シテ湧水ヲ阻止シ堅坑ヲ乾涸ナラシムルハ堅坑掘進ニ非常ニ便利ヲ與フルモノナリ其方法トシテ堅坑ノ底ニ約二十呎ヲ越エサル長普通ハ五呎乃至十呎ノ孔ヲ掘鑿セラルヘキ部分ノ外方ニ穿ツ多大ノ湧水ヲ豫期スルトキハ竝ヲ裝置セ  
ル管ヲ其孔ニ挿入シ其管ヲ通シテ鑽孔ス湧水ニ遭遇スレハ急速ニ竝ヲ閉テ用意シタル膠泥ヲ鑽孔ト連結セル管ヲ通シテ岩石ノ間層罅隙ニ注入ス

凡テ注膠泥工ニ於テ大ナル間隙ヲ填充スルニハ濃厚ナルモノヲ用ヒ微細ナル罅隙ニハ其罅隙ニ



可及的廣ク膠灰ヲ普及セシメ且鑽孔ヲ閉塞セシメサルタメ稀薄(初ニハ膠灰五封度ニ水二十五が  
ろん位ノ割合)ノモノヲ用フ此割合割合ハ堅坑ノ掘進作業ノ成功ヲ期スルニ最重要ナル事件ナリ  
湧水ヲ阻止シタル後掘鑿ヲ進ムルニハ膠泥ニテ填充セル岩石ノ罅隙ヲ破ラサル様小爆破ヲ行フ  
湧水甚シク唧筒ノミヲ用フルトキハ多大ノ經費ヲ要スルカ或ハ作業不可能ト認メラレタル場合  
ニ此注膠泥工ヲ施シテ成功シタル堅坑少ヲラス中ニハ一分間三千がろんノ湧水ヲ阻止シタルコ  
トアリ

Castelli 水路ニハ深八十呎乃至千百呎ノ隧道工用堅坑約五十ヲ算ス岩石ノ分解甚シク湧水夥多  
ナルタメ非常ニ困難ヲ來シタル二、三ノ箇所ヲ除キテハ一般ニ古生層ノ強キ岩石ヨリ成リ其質緻  
密ナリシヲ以テ甚シキ困難ニ遭遇セサリキ二、三ノ堅坑ニテハ一分間二百がろん以上ノ漏水アリ  
タルカ中ニハ湧水非常ニ多量ニシテ之ヲ阻止又ハ低減スルタメ堅坑掘進中ニ注膠泥工ヲ施シタ  
ルモノアリ例ヘハ Fish Falls ノ四號堅坑(後ニ記載ス)ハ非常ニ濕潤ニシテ湧水ノタメ六回漏水セリ  
掘進中一時ハ十個以上唧筒ヲ坑内ニ据付ケ輸氣管排水管等複雜シテ掘鑿作業ヲ行フ能ハサリシ  
モ注膠泥工施工ニヨリ好結果ヲ得テ工事ヲ進捗スルコトヲ得タリ

#### 工費ノ節約

坑内ノ湧水量一分間十五乃至二十がろん以上ナルトキハ唧筒ヲ使用スル必要アリ二百乃至三百  
がろんヲ超過スルトキハ唧筒排水作業ハ其助力、勞苦、空氣管及排水管等敷設物ノ錯雜ノタメニ生  
スル工事ノ滯滯等ニヨリ多大ノ損失ヲ來ス殊ニ湧水其他ノタメニ生スル汚穢ハ最モ工事ノ滯滯  
ヲ來スモノナリ是從事者ハ底ヲ透視スル能ハス且水中ニテハ其動作遲鈍ナルヲ以テナリ Castelli  
水路ノ High fall 四號堅坑ハ掘鑿前ニ注膠泥工ヲ施シタル木造裝工ノ一例ニシテ湧水ハ凡テ遮斷  
スルコトナク唧筒ヲ用ヒテ排水シ掘鑿ヲ進メタリ紐育市内ノ四、二十、二十一、二十二及二十四號堅

坑ハ完全ナル混凝土裝工ヲ有シ堅坑完成ノ後ハ殆ト漏水ヲ認メス是等ノ諸坑カ木造裝工ナリシナランカ湧水ハ蓋シ非常ノモノナリシナラン是等諸坑ニ於テ遭遇セル多數ノ含水間層ハ其間層ニ穿テル孔ニ挿入セル管ヲ通シ壓搾空氣ニテ膠泥ヲ注射セラレタリ其施工ノ完否ヲ試験スルタメ多數ノ穿孔ニ順次膠泥ヲ注入シ或ハ同一孔ニ數回注入シタルコトアリ是湧水ノ逆流ニヨリ凝結セサル内ニ膠泥ヲ洗ヒ去ルカ如ク思考セラレタルヲ以テナリ

## 第二章 Catskill 水路用堅坑ニ施シタル注膠泥工ノ困難ト成功

紐育州 High Falls 及 Catskill 水路用トシテ深約五百呎ノ堅坑掘鑿セラレタリ此堅坑ハ十呎ニ二十呎ノ太ヲ有スル普通ノ矩形木造ニシテ貫通シタル岩層ハ六呎ノ水河漂積層二百六十呎ノ Helderberg 石灰岩三十九呎ノ Pinnacle 砂岩三十九呎ノ High Falls 頁岩及百三十四呎ノ Shawangunk 砂石ナリ

爆破用鑽孔ハ初メ直徑四吋ノ太ニ Shawangunk 砂石ヲ穿テ其後小孔ニ變シテ金剛鑽穿ヲ進メ堅砂石ヲ貫キテ豫定ノ底ニ達シタリ Pinnacle 砂岩ニ於テ突然壓力ヲ有スル湧水ニ遭遇セリ此砂岩ハ微粒ヨリ成リ一般ニ有孔質ニシテ多數ノ開罅ヲ有セリ High Falls 頁岩ハ寧軟岩ニ屬シ堅坑附近ニ於テハ多ク破潰セラレ居レリ Shawangunk 砂石ハ非常ニ堅クシテ脆ク且水ヲ保留スル無數ノ狹キ線隙縱横ニ交叉セリ堅坑ヲ進ムル前唧筒揚水ノ實驗ヲナセルカ其結果ニヨレハ多量ノ水ニ遭遇スヘキ豫想ナリシ故請負人ハ一分間一千八百ガロンノ揚水能力ヲ有スル唧筒ノ準備ヲナセリ石灰岩内ノ堅坑掘進中ハ餘リ困難ニ遭遇セザリシモ八十呎ノ深ニ至リテ四吋徑ノ鑽孔ヨリ一分間六百乃至八百ガロンノ湧水ヲ生シ堅坑ニ充滿セリ依テ唧筒ヲ増加シ排水シ了リテ深三百六十呎ノ巖岩ニ達スル孔ヲ鑽穿シ一時管ヲ挿入シ之ヲ通シテ注膠泥工ヲ施シタリ其注膠泥工ニ先チ堅坑ニ滿水シテ水ノ壓力ヲ平均セシメ依テ以テ入り來ル水ノ爲メ膠泥ノ洗ヒ去ラルハヲ防止セリ

二百十五呎ノ深ニ達スルヤ *Brinewater* 砂岩内ニテ湧水噴出セリ二百六十呎ニ至リテ一分間三百二十五がろんノ湧水ヲ生セリ此深ニ於テ又鑽孔ヲ一ヨリ一分間約六百がろんノ新湧水ニ遭遇シ再ヒ堅坑ハ湧水スルニ至レリ仍テ徐々ト揚水シ水ヲ含ム間層ニ膠泥ヲ注入セシト試ミシモ唧筒中途ニテ破損セシタメ又々堅坑ハ湧水セリ鑽孔ニ突然噴出スル湧水ヲ閉止セシカタメ弁ヲ有スル管ヲ孔ニ嵌メ込ミ其管ヲ通シテ鑽孔ヲナセリ其管ノ周圍並ニ堅坑ノ側方ヨリノ漏水ハ一分間四百五十がろんニ上レリ排水スルコト約三週間ノ後鑽孔作業漸ク再開セラレタリ此際雖ニヨリテ次ノ八呎間ノ地質ハ非常ニ軟弱多孔性ニシテ中ニハ最大幅員八吋ノ罅隙存在セルヲ發見セリ此大罅隙ハ底ノ一點ヲ距ル僅ニ十八吋ノ内ニアリテ裂目ヨリ漏水シ若シ岩石爆破セラレトキハ非常ニ多量ナル湧水ヲ生スヘク而モ唧筒ニテハ之ヲ處分シ能ハサルモノナルコトヲ表ハセリ此ニ於テ岩石内ノ水ヲ含メル總テノ間層ヲ膠泥ニテ填塞スル企畫ヲナセリ成層ハ水平ニシテ其厚モ限界内ナリシヲ以テ間層ニ注膠泥工ヲ施セハ水ハ工事ニ附隨セス且掘鑿ノ進行ニ伴ヒ再ヒ底部ニ湧水スルコトヲカラント期待セリ地表ニ置ケル六個ノ *Caulking* 槽ヨリ二時半ノ管ニテ堅坑ヲ降り底ニテ管端ニ接續セル蛇管ヲ通シテ膠泥ヲ注射セリ初メ膠泥ハ管ノ周圍並ニ底ノ間層ヨリ漏出セルヲ以テ膠泥注射ヲ有效ナラシムルニハ混凝土被覆ノ必要ヲ認メタレトモ内方ヘノ漏水ニ對シ水密ナル混凝土ヲ施工スルニハ非常ノ困難ヲ來シタルナラン種々ノ實驗ノ後搗ケル馬糞ヲ膠泥ト共ニ射出シ遂ニ罅隙ヲ閉塞シテ底部ノ間層ヲ全ク水密ナラシメ三日間ニ膠灰二千九百袋ヲ使用シタリ注膠泥工了リテ更ニ追加ノ孔ヲ穿チ十四呎ニ達シテ又湧水ニ遭遇セリ此等ノ孔ハ膠泥ヲ注射シ膠灰六十袋ヲ使用シテ閉塞スルヲ得タリ

注膠泥工ノ成功ニ鑑ミ金剛鑽孔ヲ穿チテ約百呎ノ深ニアル礫岩ノ上面ニ達セシメ其深ニ膠泥ヲ注射セントシ六孔ヲ穿テリ其直徑上部五呎間ハ三吋ニシテ管ヲ挿入定著シ頂部ニ弁ヲ裝置セリ

此等ノ弁ヲ通シテ三個ハ直徑一時三個ハ直徑二時ノ金剛鑽孔ヲ進メ五十呎ノ深ニテ水ニ遭遇セリ仍テ一平方吋二百七十五封度ノ壓力ノ下ニ膠灰百七十五袋ヲ使用シテ注膠泥工ヲ施セリ全四箇月ノ遅滯ノ後掘進作業ヲ再開スルヲ得タリ初メ十五呎間ニハ膠泥ニテ能ク填充セラレタル無數ノ間層ヲ認メタリ其大ナルモノハ幅八吋ニ達セリ之レヨリ以下ハ甚タシキ湧水ニ遭遇セリサリシモ周圍ヨリノ滲漏ハ増進セリ深二百八十呎ニ達シテ一分間三百五十がろんノ漏水アリ三百二十呎ニ至リテハ一分間六百がろん以上ニ達セリ

Caniff 氏ノ記者ニ話セシ意見ニヨレハ一度ニ孔ノ全長ニ注膠泥工ヲ施スヲ止メ先ツ孔ヲ二十呎鑽進シテ之レニ膠泥ヲ注射シ次ニ更ニ二十呎ノ鑽孔ヲ穿テ之ニ注膠泥工ヲ施セハ恐ク金剛鑽孔ニテ貫通セル地ヨリ滲出スル多數ノ小漏水ハ阻止シ得タルナラント然レトモ四號堅坑ニ穿テル孔ハ小ニシテ掘鑿ノタメニ大キクセサリシヲ以テ鑽孔ヲ完成スル前ニ施ス注膠泥工ヲ利トスル論ハ確實ナラス

四號堅坑ノ工事中水ヲ汲揚スルノ困難ニ加フルニ其水ニ含有スル硫化水素瓦斯ノ發散ハ工事ニ從事セル人ヲシテ非常ニ不快ヲ感セシメ目ニ痲衝ヲ起シテ三時間毎ニ交代スルヲ必要ヲ生セリ内ニハ數日ノ休業ヲ已ムナキニ至レル者ヲ生セリ

三百二十呎ノ深ニテ堅坑ノ側方ニ掘鑿セル唧筒室ヨリ多大ノ湧水ヲ生シ一分間七百二十五がろんノ揚水ヲナセリ其湧水ノ場所ハ直ニ注膠泥工ヲ施サレタリ此地點ヨリ以下ハ先導鑽孔ヲ以テ常ニ堅坑ノ底ノ下位ニアラシメ間層ハ凡テ膠泥ヲ注射シタルカ何レモ膠灰五寸袋以上ヲ要スルモノナカリキ多少ノ水ヲ有スル鑽孔ハ皆注膠泥工ヲ施シ滲水ヲ阻止スルニ好結果ヲ得タリ

Dehoff 鹽坑ニ於テ普通行ハルノ如ク注膠泥工用繼管ヲ挿入前ニふらねるニテ捲キタルコトアリ注膠泥管ヲ固定スルニ木楔填絮及膠灰ヲ用ヒタルコトアリ馬糞ハ多クノ場合ニ用ヒラレ膠泥

混入セラレタリ  
 鑽孔ニ膠泥ヲ注入スルニハ初メ稀薄ナル膠泥ヲ用ヒ漸次膠灰ヲ増加シ尙易ク流動スルトキハ管  
 ノ閉塞セラレントスル迄砂ヲ順次混和ス岩石内ニ注入シタル膠泥ハ其凝結頗ル遅緩ニシテ只間  
 層ヲ填充スルニ止マリ強度ハ殆ト發展セサルカ如シ注膠泥工ニ使用シタル膠灰ノ總數ハ九百七  
 十一樽ニ達セリ初メ注膠泥工ニヨリテ完全ニ漏水ヲ阻止スル能ハス唧筒ヲ用ヒテ滯水ヲ汲揚ス  
 ルニ多大ノ經費ヲ要セシモ漸次遭遇スル狀況ニ習熟スルニ從ヒ注膠泥工其功ヲ奏シ堅坑ノ進捗  
 ニ著シキ効果ヲ與ヘタリ  
 契約第六十三號ニ係ル紐育市内 Canal 水路ノ四號堅坑ハ混凝土裝工ニシテ普通堅固ナル Fordham  
 片麻岩内ニ二百四十呎ノ深ニ掘進セラレタリ初メ漏水ナカリシモ深百五十呎ニ至リテ鑽孔内ニ  
 一分間百五十がろんノ湧水ヲ發生セリ數時ノ後此湧水ハ一分間五十がろンニ遞減シ爾後一定ヲ  
 保テリ堅坑ヲ滿セシ水ヲ汲ミ出シタル後鑽坑ヲ塞キ底ヨリ數呎ノ點マテノ混凝土裝工ヲ施シ水  
 一がろンニ膠灰約十五封度ノ調合ヲ有スル純膠灰泥ヲ一平方吋百封度乃至二百二十五封度ノ壓  
 搾空氣ニテ Cement 槽ニヨリ鑽孔ニ注入セリ所要膠灰ハ四十六袋ニシテ漏水ハ殆ト阻止セラレタ  
 リ  
 堅坑ノ進捗ハ其後障害ヲ受ケサリシモ百八十一呎ノ深ニ至リ一平方吋七十封度ノ壓力ヲ有スル  
 湧水ニ遭遇セリ鑽孔ハ直ニ栓ニテ塞キ以前ノ方法ニテ注膠泥工ヲ施シ漏水ヲ阻止シタルヲ以テ  
 其最大湧水量ハ知ルコト能ハサリキ次ニ深十四呎ノ數個先導孔ヲ穿チタルニ皆湧水ニ遭遇シ内  
 ニハ直徑二吋ノ岩片ヲ吐出セルモノアリ其出テタル物質ニヨリテ檢スルニ水ハ非常ニ分解碎潰  
 ヲ來セル間層ヨリ湧水スルモノナルヲ知レリ此ニ於テ其先導坑ニ膠泥ヲ注射セシニ膠灰ノ所要  
 量僅少ニシテ膠泥ノ普ク分布填充セラレシヤ否ヤ疑ヲ起セシモ爾後五呎間ハ湧水増加セス二吋

幅員ノ間隙ハ能ク膠泥ニテ填充セラレ居ルヲ認メタリ  
 分解ヲ來セル岩石内ニ於テハ堅坑ノ底ニ注膠泥工ヲ施シタリ即堅坑ノ周縁ニ十八吋ノ間隔ヲ保  
 チ一孔ヲ穿チテハ直ニ膠泥ヲ注入シ順次々孔ニ移リ作業セリ各孔ニ要セシ膠泥ハ二度分ノ容量  
 ニ達セルモ堅坑ノ一側ハ遂ニ漏水ヲ阻止スル能ハス一分間百がろんノ湧水アリタリ幸ニ此ノ時  
 動力室ヨリ壓搾空氣ヲ配給セラレタルヲ以テ之ヲ以テ唧筒ヲ働カシメ揚水ニ努力シ爾後注膠泥  
 工ヲ施サバ、リキ其後堅坑ノ掘進進捗シタレトモ漏水ノ増加ヲ來サバ、リキ斯クテ二百呎ノ深ニ至  
 リ堅固ナル岩石ニ達セリ  
 百八十一呎ノ深ニ於テ堅坑ニ出現セル含水地層ハ最大厚八呎ノ片麻岩ノ壤層ニシテ其下四呎間  
 ハ分解シ居レリ此斷層ハ南方ニ傾斜シ隧道掘鑿ノ際再遭遇セリ隧道ニテ遭遇セル際ハ拱脊百呎  
 以上破壊シ間層ヨリ盛ニ湧出セルヲ以テ混凝土裝工ヲ施シタル後其裝工ヲ貫ケル管ニテ湧水ヲ  
 導キ一平方吋三百封度ノ壓力ノ下ニ注膠泥工ヲ施シテ成功セリ其混凝土裝工作業ニ先チ隧道ヨ  
 リ間層ニ向ヒ數個ノ孔ヲ穿チ置キテ後ニ施セル注膠泥工ヲシテ可及的有効ナラシメタリ  
 四號堅坑ハ永存スヘキ水路ナルヲ以テ周圍ノ地層ニ注膠泥工ヲ施工シタルノミナラス尙混凝土  
 裝工ノ厚ヲ平均二十九吋ニ増加シ斷層ノ上下若干距離ハ水平及垂直ニ配列セラレタル鐵筋ヲ挿  
 入セリ分解セル地層ニ注膠泥工ヲ施シ膠泥能ク普及セルモ尙一分間百がろんノ湧水ヲ免レザリ  
 シハ注意スルノ値アリ然レトモ混凝土裝工ノ後導水管ニ注膠泥工ヲ施シタル後ハ僅ニ一分間三  
 がろんニ減シタリ  
 百五十呎ノ深ニ於テ遭遇セル間層掘鑿ノ後岩石ヲ検査セル結果ニヨレハ含水層ハ膠灰ニテ能ク  
 填塞セラレ湧水ハ其當時坑ノ他ノ部分ヨリ出ツルモノヲ加ヘテ一分間十五乃至五十がろんニ低  
 下セラレシヲ知レリ



罅裂多ク寧濕潤ニシテ厚六十呎乃至八十呎ノ含水帶數層ヲ有セリ此含水帶ニハ注膠泥工ヲ施工シ好結果ヲ得タリ内ニハ前述セル二十號堅坑ノ際ノ如ク間層ヲ蔽フ混凝土被覆ヲ造リテ膠泥注射ノ壓力ヲ保持セシメ能ク成功セリ混凝土裝工ハ掘鑿進捗ニ伴ヒ約五十呎ニ亘リテ築造セラレ其裝工ヨリ滲出スル水ハ凡テ注膠泥工ニヨリテ阻止シ可及的坑底ヲ乾涸カラシメタリ

Brooklynノ二十三號堅坑ハ片麻岩及閃綠岩内ニ在リ次ニ述ブル間層ヲ除キテハ僅少ナル湧水アリシノミ標點以下四百三十呎ニ於テ一分間二百がろん以上ノ湧水鑽孔ヨリ噴出セルヲ以テ直ニ弁ヲ裝置セル管ヲ插入シ湧水ヲ制禦セリ深五呎乃至二十呎ノ多數ノ孔ヲ穿テテ含水地帯ノ所在ヲ探索セルニ堅坑ノ一側ニ存在スルヲ知レリ岩石内ノ罅裂無數ナル爲メ最初ノ注膠泥工ハ失敗ニ了レリ此ニ於テ含水地帯内ニアルニ管ノ周圍ニ混凝土被覆ヲ築造シタル後一平方吋三百五十呎度ノ壓力ノ下ニ再ヒ膠泥ヲ注射シ湧水ヲ阻止シタリ作業ニ要セシ時日ハ僅ニ六日ナリキ爾後僅ニ一分間二十がろんノ湧水アリシヲ然モ此ノ湧水ハ混凝土裝工ノ後消失セリ或孔ニ於テ幅十呎分ノ一吋以内ノ間層ヲ膠灰ニテ全ク填塞シタルコトアリ此間層ハ硬岩内ノ限定的罅裂ニシテ膠泥ノ普及ニ都合ヨク交又セリ從テ注膠泥工作業ハ僅ニ數交代時間内ニテ完了セリ

疏水隧道ノ二十四號堅坑ハ水位下百呎間砂ニテ蔽ハレタル閃綠岩及片麻岩内ニ二百呎鑿穿セラズタリ此岩石ハ塊狀ヲ示シ罅裂多ク且多沙雜潰シ居レテ注膠泥工ヲ施シテ湧水ヲ一分間二十五がろんニ低下シタレドモ次週ニ至リ四十一がろんニ増加シ其次週ニ至リテハ凡テノ間層ヨリノ湧水一分間五十がろんニ達セリ其結果標點以下百九十六呎ニ存在スル間層附近ノ土地剝落シ始メ下ニ働ケル坑夫ハ危險ヲ來シ湧水ハ益増加セリ此湧水ノ増加並土地ノ剝落ハ注膠泥工施工ノ結果封鎖セラレタル地下水累積シ其壓力ヲ増加シタルニ起因ス混凝土裝工ヲ施シ注膠泥工ニ對シテ湧水承及管ヨリノ漏水ヲ阻止シタル後堅坑掘進作業ヲ復活セリ爾後膠泥注射ノ準備ヨリテ常



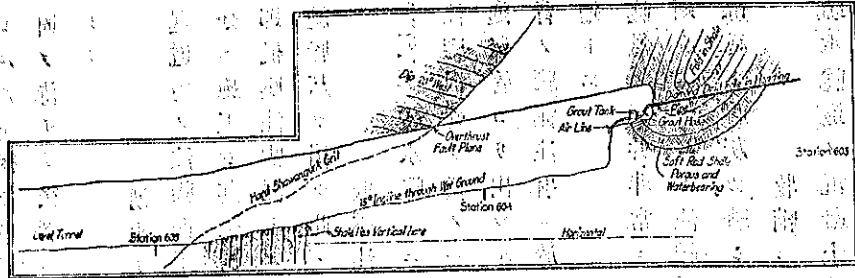
深三十呎先導孔ヲ穿テモ考慮ヲ要スル湧水ハ遂ニ出現セザリキ間測ニ試シテ水漏レ  
 其間精工第三章ニ隧道導坑ニ用ヒタル注膠泥工法ニ於テハ、四層ノ導坑ニ於テハ、  
**Catell** 疏水隧道ノ堅岩内ニ於ケル導坑掘鑿中鑽孔ニ一平方吋百封度以上ノ壓力ヲ有スル湧水屢  
 出現セリ一般ニ隧道内ニ湧水多ケレバ工事澁滞シ多大ノ經費ヲ要ス是濕潤ヲ避クルニ非常ニ困  
 難ニシテ湧水ヲ汲揚スルニ附帶ノ經費ヲ要スルヲ以テナリ **Catell** 水路ニ於テハ此等湧水ヲ阻止  
 スルニ注膠泥工ヲ適用シ堅坑ニ於テハ既ニ記述シタル如ク湧水ヲ全ク阻止シ或ハ低減セテ隧道  
 ニ於テ屢屢此ノ方法ヲ適用セルモ監督者ハ注膠泥工施工ノ爲メ鑽孔及爆破作業ヲ中止スルヲ厭  
 忌ス炭傾ケリタリ初メ導坑ニ施シタル注膠泥工ハ概シテ成功セザリシモ後ニ分間三百がろん  
 湧水ニ對シテハ成功セリ此湧水ヲ遮斷モサランカ恐ラク一箇年間以上千百呎ノ高ニ揚水作業ヲ  
 必要ト生シ其經費一箇月四千弗ヲ直接費用ヲ要シタルナラシメ、  
 四號堅坑ヨリ進メル **Roundout** 吸嚙水路ノ導坑掘進中 **Highgate** 頁岩ニ於ケル鑽孔ノ際一分間三百  
 五十がろんノ湧水ニ遭遇セリ頁岩軟弱ニシテ一平方吋二百五十封度ノ壓力ニ耐ヘザリシタリ最  
 初メ注膠泥工ハ失敗ニ終リシモ尙一分間七十五がろんノ湧水ヲ減スルコトヲ得タリ再ニ鑽孔ヲ  
 開始シ含水層ニ向ケ深約十四呎ノ二孔ヲ穿テタルニ一孔ハ一分間七十五がろん他ハ三百がろん  
 ノ湧水ヲ生ゼリ是等二孔ニ注膠泥工ヲ施シテ成功シ其年ノ末ニ於テ揚水量一分間九百七十五が  
 ろんヲ六百がろんニ低減セリ此ノ減少ハ注膠泥工ノ結果ノミニアラズ多少ハ地下水頭以低下ニ  
 起因セリ導坑ニ現ハレタル湧水ニ對シテハ其掘鑿ヲ再開スル前ニ注膠泥工ニテ之ヲ阻止スルヲ  
 便下認メタルモ唧筒ハ既ニ準備セラレ且請負人ハ揚水作業費ノ支拂ヲ受クルヲ以テ他ノ場所ニ  
 於ケルカ如ク注膠泥工ニヨリ漏水ヲ阻止スルニ努力セラレサリキ其頁岩ハ力弱ク注膠泥工ノ壓  
 力ニ耐ヘサルヲ以テ隔壁ヲ設ケテ高壓ヲ使用シ膠泥ヲ注射スレハ好結果ヲ得タルナラン

Hudson 川吸漕水路ノ東堅坑ヨリ進メル隧道ノ約三百呎ニ達シタルトキ僅少ナル湧水頂部ノ穿孔ヨリ流出セルカ爆破ノ後ニハ一分間百八十がろンニ増加シ數日ノ後ニハ四百二十五がろンニ達シ湧水堅坑ニ漲溢セリ之ヲ汲揚シタル後導坑ノ先端ニ混凝土隔壁ヲ設ケテ湧水ヲ集メ之ヲ四吋管ニテ導キ唧筒ニテ八百呎ノ高ニ排出セリ其時湧水一分間二百十がろンヲ下ラサリキ導坑ノ鑽孔ヲ再開シテ深サ十呎乃至二十呎ノ先導孔八箇ヲ穿テタルカ其内五箇ヨリノ湧水一分間五百五十がろンニ達セリ識者一般ノ意見ハ此儘掘鑿ヲ進行スレハ非常ナル湧水ニ遭遇スヘシトシテナリシヲ以テ其含水間層ニ注膠泥工ヲ施スニ決セリ軌條ヲ鐵筋トセル混凝土隔壁ヲ導坑ノ先端ニ築キ其隔壁ヲ貫キテ膠泥注入管ヲ備ヘタリ初メ Carson 唧筒ニテ極微ノ膠灰泥ヲ注入シ四十ニ袋ノ膠灰ヲ使用シタル後唧筒ノ弁ヲ損シテ壓力ヲ維持スル能ハサルニ至レリ使用シタル壓力ハ四百五十封度ナリ

此ニ於テ膠泥ヲ混入セル Carson 槽ニ水ヲ壓入シ其水壓ニヨリ膠泥ヲ間層ニ注入セリ此方法ハ成功シテ鑽孔ヨリノ湧水ハ殆閉止セリ使用シタル唧筒水壓ハ一平方吋千封度ニ達セリ注射セル膠泥凝固シタル後導坑ノ爆破ヲ行ヒ掘進スルコト數回ニ及ヒシモ湧水ヲ生セサリキ間層ハ豫想ノ如ク北西ニ六十度傾斜シ膠泥ハ有效ニ普及シ居リテ其間層ヲ貫通セシモ湧水ヲ生セサリキ罅隙ノ幅ハ四分ノ一吋乃至二分ノ一吋ニシテ屋背ニ多少ノ點滴アリシモ他ニ漏水ヲ認メサリキ底部ノ間層ニ膠灰ヲ填充シタル後數日ヲ經テ階段ノ掘鑿ヲ開始シ前ニ湧水セシ罅隙ヲ通過シテ進捗スルコト十五呎ニ至リ鑽孔ノ一ヨリ一分間約百十がろンノ湧水ヲ生シタルモ爆破ノ後ニハ自ラ消失セリ恐ラク岩石移動シ岩層罅隙ヲ填塞シタルタメナラン

注膠泥工ハ主ニ次ノ二ノ目的ヲ用ヒラレタリ(一)混凝土ノ至ラサル間隙ヲ填充シテ水壓ノタメ混凝土裝工ヲ破壞セラルノヲ防キ(二)岩石内ノ罅隙並ニ混凝土裝工繼目ノ間隙ヲ填充シテ水密ナラ

抜 萃 隧道及堅坑ノ漏水防止ニ有効ナル注膠泥工



シテ漏水ノ際水ノ漏失ガカラシムル。此ノ時、  
 岩石内隧道ノ混凝土拱背ハ完全ニ填充スルニ能ハス。是レ柔キ混凝土ハ  
 自己重量ノ爲メ延ヒ流レ上部ニ高二、三吋ノ空隙ヲ生スルヲ以テナリ拱背  
 ハ空隙ハ装工ノ際勉メテ混凝土ヲ填充シ後膠泥ヲ注射シテ全ク閉塞セリ  
 注膠泥工ハ其成績非常ニ良好ニシテ殆ト指摘スヘキ間隙ヲ殘サズ鋼製助  
 材及型棧ノ基礎ニ空積栗石ヲ用フル際之ニ膠泥ヲ注入シ栗石ノ間隙ヲ填  
 充シテ一種ノ粗石工又ハ巨大ナル混凝土塊ニ化スルコトアリ  
 岩ノ混凝土装工ノ間ニ排水承及水承ヲ置キテ岩石ノ間隙ヨリ出ツル水ヲ  
 導キ柔キ裏装工混凝土ヲ保護スルコトアリ斯ル際ニハ其装工ノ外側ニ巨  
 大ノ空隙ヲ生シ濃厚ナル膠泥ノ注射填充ヲ要ス混凝土装工ノ際ハ其凝結  
 前ニ湧水屢高壓ヲ有スルコトアリノタメ混凝土ヲ洗ヒ去ラレ或ハ分解セ  
 ラルハヲ防止スルニ其混凝土内ニ埋設セル管ニテ湧水ヲ透導排出スルコ  
 トアリ湧水ヲ阻止スルニ必要アレハ混凝土凝固シタル後膠泥ヲ注入シ排水  
 承及水承ヲ全ク填塞スルニ要ス  
 巨大ナル間隙ニハ二吋管ヲ使用シテ注膠泥工ヲ施シ順次間隙ノ下部ヨリ  
 填充ス其間隙ノ頂部ニ通スル通氣管ヲ設ケテ空氣及水ノ排出ニ供シ兼テ  
 膠泥ノ完全ニ填充セラレシヤ否ヤノ表示器タラシム  
 大ナル間隙ノ填充用膠泥ハ膠灰一ト砂一ノ調合ヲ用ヒ稀薄ニ失セサル様  
 適度ノ水ヲ加フ  
 大ナル間隙ニ施ス注膠泥工ハ二種ニ大別ス即(一)湧水ナキ間隙ニ施シテ溜

レル水ト換置ス(二)湧水アル間隙ニ施シテ水ト換置ス兩者隣接スルトキハ初メ前者ニ施工シ其漏固ヲ待チテ後者ニ施スヲ良シトス之ニ反シテ後者ヲ先ニスレハ湧水ハ普通前者ニ移轉スルモノナリ

湧水ナキ間隙ノ注膠泥工

隧道内ノ注膠泥工ヲ施スヘキ場所廣汎ナルハ壓力約四十封度ノ空氣ヲ以テ先ツ拱背及空積ノ部分ニ施工シ其凝固ヲ待チテ他ノ部分ニ及ホシ總テノ管及水承等ヲ填充セリ初メニ施工スルモノ即低壓注膠泥工ニハ一對一ノ含砂膠泥ヲ用ヒ後ノ施工ニハ普通一平方吋三百封度ノ壓力ノ下ニ純膠灰ヲ用フ此ノ兩法ハ其裝置作業全ク異レリ

低壓注膠泥工

疏水隧道ニ施シタル注膠泥工ノ九割ハ低壓注膠泥工ナリ其作業次ノ如シ  
Corkill 注膠泥管ヲ拱ノ一端ニ裝置シ順次膠泥ヲ注射スレハ水ハ通氣管ヨリ湧水ス填充作業進ミテ膠泥通氣管ヨリ出ツルニ至レバ作業ヲ停止シテ直ニ圓錐形ノ木栓ヲ嵌メ通氣管ヨリノ流出ヲ防ク拱背ノ膠泥注射ニ於テハ一回ニ裝置ニテ二三百呎間ニ膠泥ヲ普及セシメタル後裝置ヲ改ムルヲ普通トス

隧道ノ天井非常ニ高ク破開セラルトキハ通氣管ノ長往々十五呎乃至二十呎ニ達スルコトアリ斯ル場合ニモ注膠泥管ハ其長裝工ノ裏面ニ達スルノミナリ是レ注膠泥管長キトキハ膠泥通過ノ際砂ト膠灰カ著シク分離シ其儘空隙ニ向ヒ流ルヲ以テナリ

收縮ニ起因スル龜裂

疏水隧道ノ混凝土裝工ハ拱ノ上部四半圓ヲ除キ他ハ周圍ノ岩石ニ固著シ溫度ノ變化ニ從ヒ縱移動ヲナス能ハサルヲ以テ拱ノ縱目ニ不可避龜裂ヲ生セリ拱背ノ空隙ニ注入シタル膠泥ハ是等ノ

龜裂ニ流入シ多クハ夫等間隙ヲ完全ニ填塞セリ此際注意スヘキハ龜裂ニ流入セル柔膠泥ニ水壓ヲ被ラシメサルコトニシテ然ラサレハ其水壓ノタメニ未タ凝固セサル龜裂内ノ膠泥ヲ洗ヒ去ラシハ俱アリ地下水集積シタ際膠泥ニテ完全ニ填充セラレタル拱上部ノ龜裂ニハ漏水ヲ認メタルモ膠泥ヲ充分填充スル能ハサル拱下部ノ微細ナル龜裂ニハ僅ニ滲漏状態ヲ現ハセリ混泥土拱之蜂窩狀ヲナセル部分モ注膠泥工ニヨリ完全ニ填塞セラレ殆ト漏水ヲ認メサレキハ

二 湧水及漏水ノ防止  
 湧水烈シキ箇所ノ隧道拱  
 隧道掘進ノ際岩石間隙ヨリノ湧水烈シキトキハ其湧水ヲ水承ニ承ケ混泥土裝工ヲ貫ケル管ニテ排出セテ或時ハ岩石ノ罅隙廣汎ナルタメ湧水々承ヲ外レ不結果ニ了リタルコトアリ斯ク湧水夥シ等場所ニ施ス膠泥填充作業ハ初メ湧水ナキ部分ノ拱背ヲ填充シ了リタル後ニ施工スルノ方法ヲ探リタレトモ後湧水ノ有無ニ係ハラス順次ニ施工スルノ利ナルヲ知レリ是レ經驗ノ結果湧水ハ膠泥ト共ニ隣接區間ノ通氣管ニ向ヒテ流レ膠泥ハ比較的ヨク凝固スルヲ以テナリ低壓注膠泥ノ作業中ハ常ニ通氣管ニ開放シ置キテ新シク普及セル膠泥上ニ水ノ集積スルヲ防止セリ

三 岩石内ノ罅隙  
 裝工外ノ岩石ニ存スル罅隙ニ注膠泥工ヲ施スハ尤モ困難ナル作業ノ一ナリ先ツ膠泥ノ溜場タル孔ヲ穿ツニ困難ナリ其鑽孔作業中水ヲ含ム罅隙ニ遭遇スレハ雖ハ連打作用ニヨリテ岩粉ハ其罅隙ヲ閉塞シ易ク從テ膠泥注射ノ際膠泥ノ流通自由ナラス困難アルニモ係ハラヌ盛ニ施工セラレテ湧水又ハ漏水ヲ阻止スルニ著シク成功セリ挿入深キ管ニシテ後ニ高壓注膠泥工ヲ施スヘキモノナレハ隧道拱背ノ空隙並ニ空積裏栗石ノ低壓注膠泥ノ作業中ハ其管ヲ開放シテ湧水ノ迷目タラシメテ低壓注射ノ膠泥ヲシテ適當ナル凝固ヲナサシム

四 岩石ノ間隙ニ施セル高壓注膠泥工ハ湧水箇所ノ一端ヨリ順次他ニ及ホシ一般ニ先ツ仰拱附近

孔ニ施工シ側壁ヨリ拱ノ孔ニ移レリ壓搾空氣ノ壓力ハ一平方吋九十封度ニシテ間隙ノ湧水ヲ遣流セシメ岩層ヲ掃除スルニ充分ナリキ間隙ヲ通過スル壓氣ハ附近ノ管ニ一種ノ鼓動ヲ與フルヲ以テ此壓搾空氣ノ使用ニヨリ空隙填充ノ進度ヲ知ルコトヲ得

稀薄ナル膠泥ノ注射ニハ初メ水一槽ニ對シ膠灰四半分袋ノ調合ヲ用ヒ壓搾空氣ニテ施工シ約五

十度分ヲ注射シタル後尙槽内ノ壓力百封度以內ナルトキハ膠灰ノ量ヲ倍加シ注射ヲ續ケ尙五十度分ヲ了リテモ槽内ノ壓力増進セサル下キハ順次膠灰ノ量ヲ増加シ作業ヲ繼續ス壓力ノ増進ハ

岩石間隙ニ於ケル膠泥填充ノ開始ヲ示シ壓搾空氣ヲ膠泥ニ壓入スルノ必要ヲ生ス是レヨリ膠灰ノ量ヲ變セズ以上ノ方法ニヨレハ誤テ間隙ヲ早ク填充スル懼レナシ

此作業ハ公平方吋三百封度ノ壓力ニ於テ膠泥ヲ受附ケサルニ至リテ止メ管内ノ膠泥ヲ放出シ之レニ濃厚ナル膠泥ヲ填充ス

一般ニ坑内ノ漏水シ多少ニ注射シ得ル膠泥數量ノ表示ナリ

水分滲漏モル岩石甚タシキ湧水ナキニ膠泥ヲ注射スルニ三種ノ注射用管ノ配置ヲ試ミタリ

一 鑽孔ヲ施シテ充分深ク挿入セシ管内ニ水ヲ集メ膠泥ノ洗ヒ去ラルハヲ防クモノ

二 深ク挿入セシ管ト共ニ獨立シテ水承ヲ使用スルモノ

三 水承ヲミテ使用シ稀薄ナル膠泥ヲ注射シ後ニ水承ノ水ヲ排除シテ之ニ濃厚ナル膠泥ヲ填充ス

(三)ハ多クノ場合ニ於テ水ヲ閉止スルニ好結果ヲ與ヘタルモ經驗ニヨレハ(二)ノ方多少優レルカ如クシテ内方ノ漏水阻止並ニ拱背填充ニ有効ナリシモノヲ表ヲ掲ク

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 吸彎水路	4.5哩	450*	3,600gal./min.	56gal./min.
Wallkill 同	4.5	300	1,100	75
Moodna 同	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ハ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キ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.)