

第十二章 隧道工 (Tunneling)

總説

沿革

凡ソ路線ガ其交通及ビ流下ニ當テ山岳又ハ高地ニ遭遇シ其掘鑿ノ深サ大トナリ又ハ之等路線ノ地表ニ露ル、ヲ嫌フ時ノ如キハ地下道即チ隧道ヲ設ルモノナリ此工ハ地下ニ位スルヲ以テ其周圍ノ土壤岩石ノタメ線路ノ故障ヲ來サバルガ如キ安全ヲ保持スルモノタルヲ要ス抑モ隧道掘鑿ノ如キハ特殊ナル工事ナルモ其起源頗ル古キモノニシテ古代「バビロン」人及ビ「アッシリヤ」人ハ排水及ビ交通ノタメ隧道ヲ穿テルモノアリ即チ「ニムルッド」ニ於ケル排水隧道及ビ「ネブカトネザール」ノ盛代ニ於テ紀元前五百八十年頃「ユーフラチス」河底ニ穿テタル通路用有拱隧道ノ如キ之ナリ又紀元前一千年ノ頃「エルサレム」市ニ給水スルタメ卷立工ヲ有スル隧道ヲ穿テルアリ其他希臘羅馬等ノ諸國ニ於テモ此工法ヲ用ヒタルモノアリ古代ハ多クハ水路及ビ道路用ニ供セシガ鐵道用隧道トシテハ千八百二十六年ヨリ同三十年ニ至ル間英人「スチーヴ

選擇

ンソン氏ニヨリ「マンチエスター」市ノ近傍ニ穿タレタルヲ嚙矢トナス凡ソ堀鑿ヲナスニ當リ切り開キト隧道トノ撰擇ニ就テハ頗ル慎重ナル思慮ヲ要スベキモノニシテ單ニ施工費ノミヲ考フルニ止ラズ商工業上ノ影響維持費ノ如何工用材ヲ得ルノ難易路線築造ノ期限等汎百ノ方面ニ付テ綿密ナル比較攻究ヲ要スルモノナレドモ極メテ概括的ニ通常鐵道ニ於テハ切り取り高六十呎以上ニ達スル場合ニハ隧道ヲ穿ツノ方針ヲ採ルモノ、如シ隧道堀鑿ニ先チテ地質測量及ビ中心線設置ノ測量タル豫備作業ヲ行ハザルベカラズ隧道中心線ハ道路鐵道等ノ如ク多クハ直線ナレドモ間々曲線ナルコトアリ其設置法ハ測量學ノ部署ニ屬スベキモノナルガ故ニ茲ニ説明セズ隧道工ニ於テハ地質調査ナル事ハ極メテ必要ニシテ漫然堀鑿ニ着手シ大ナル失敗ヲ招致セルノ例ハ往々吾人ノ耳ニスル所ナリ抑モ地質測量トハ路線ヲ堀鑿スベキ部分ノ岩質地層ノ方向地下水ノ有無等ヲ知ルヲ目的トシ又土地ノ地滑リヲ起シツ、アル形跡アリヤ否ヤヲモ調査スルニアリ之等ノ條件ニヨリテ隧道ノ形狀支保工ノ構成法卷立工ノ形狀其厚サ工事費及ビ建築期

路線測量

地質測量

限等ヲ定ムルヲ得ルナリ若シ夫レ堀鑿地質ノ岩石ニシテ堅硬ニ失セズ且ツ崩壞シ難キモノニ至リテハ最良質トナス堅硬ナル岩石ハ崩壞ノ患少シト雖ドモ堀鑿ノタメニ施工期限ヲ遷延セシムルノ恐アルヲ以テ之ヲ不適當ナル地質ト做スモノアレドモ硬岩ハ軟土ニ比シテ反テ工用上非常ノ困難ヲ感ゼズシテ支保材其他ノ工費ヲ省キ最モ安全ニシテ其目的ヲ達シ得ルノミナラズ卷立工ヲ有スルモノ、如キ困難ナシニ隨時適當ナル形狀ニ擴大スベク堀鑿シ得ルノ便アリ

地質鑑別

地質調査ニハ穿孔ヲナシ地質圖ヲ作成スルモノニシテ其判定ノ困難ナル時ニハ須ク地質學者ヲ招キテ之ガ鑑定ヲ受クベシト雖ドモ土木學者タルモノモ亦大略之ヲ知悉スルノ要アリ故ニ簡單ナル地質鑑別法ヲ左ニ記サン

山岳ハ内部岩石ヨリナルモ永キ星霜ヲ閱シ地表ハ内部ト異ル地質ヲ表ハスモノナルヲ以テ表面ノミヲ見以テ内部地質ヲ豫想シ得ザルガ如シト雖ドモ一般ニ外圍ノ圓滿ナル山ハ軟岩又ハ疎土ヨリ成リ峻峰聳立セルモノハ硬岩ノ存在ヲ示スモノナリ又山腹ノ樹木草葉ノ光澤ヲ缺ケル場合ニハ内部ニ岩

地質種別

石ノ伏在スルノ兆候ニシテ濶葉樹木鬱蒼トシテ滿山ヲ被覆繁茂シ生々タル如キハ多ク軟土ヨリ成ル山岳ナルヲ知ルベク廣原中ニ處々ニ起伏スル皿狀丘ノ如キハ岩石ノ存在セザルモノタルヲ知り得ベシ此ノ如クニシテ其掘鑿スベキ山岳ハ岩質タルヤ將タ土質タルヤヲ調査シ若シ岩石ナリト豫想セル時ニハ其近傍ノ河川山腹採石場等ニ散在セル岩質ヲ檢シ地質ノ概略ヲ知ルヲ得斯クテ地質測量ヲ終リ其結果地質ヲ大別シテ左ノ三種トナス

- 一、硬岩
- 二、軟岩
- 三、軟土

硬岩トハ其岩中ニ或深サ迄垂直ニ切り開クモ崩壞セザル程大ナル共着性ヲ有スルモノヲ云フ例ヘバ花崗岩片麻岩長石玄武岩等ノ如シ硬岩中或者ハ風化作用ノタメ漸次分解スルモノアリ特ニ硫化礦質ノ岩石ニ於テ然リトス故ニ硬岩ヲ細別シテ左ノ二類トナス

硬岩ノ分類

- (イ) 風化ヤザル硬岩
- (ロ) 風化スル硬岩

第一類ハ卷立工ヲ施サバモ崩壞ノ憂ナシト雖ドモ第二類ニアリテハ之ヲ施シ風化作用ヲ受ケザラシムルヲ要ス

軟岩

軟岩トハ其共着力ノ硬岩ヨリ比較的弱少ニシテ崩壞シ易ク常ニ大氣ノ作用ヲ受クルモノヲ云フ砂岩粘板岩雲母片岩及ビ片岩類白堊及ビ凝灰岩等ハ其例ニシテ卷立工ヲ要スルヤ必セリ

軟土

軟土ハ爆發藥ヲ用ヒズシテ掘鑿シ得ル程ニ其共着力弱小ナル玉石交リ土砂ヨリ成ル地質ヲ云フ之等ノ地質ハ掘鑿中ハ支保工ヲ要シ勿論卷立工ヲモ要スルモノナリトス其之ニ屬スベキ地質ハ礫砂泥板岩火山灰粘土流砂及ビ泥炭等ニシテ其中礫及ビ乾砂ハ最モ強固且ツ堅硬ニシテ泥板岩火山灰岩ハ硬質ナレドモ一旦浸水ニ逢フカ又ハ外氣ニ曝露スルノミニテモ膨脹シ易キ危険性ヲ有ス流砂及ビ泥炭ハ共ニ良質ナラズ粘土ハ硬質ナルアリ粘質ナルアリ其板狀ヲナスモノハ最惡質ナリトス一度水ニ遭フヤ忽チ泥狀ニ化スルニ因ル板狀粘土ハ化學及ビ物理的兩作用ニヨリ變性セル粘土ニシテ滑脱シ易キ薄片ヨリ成リ普通ハ黒赤黃或ハ帶綠青色ヲ有シ屢々石灰質地質ト混在ス地質調査ト共ニ行フベキ作業ハ地層ノ傾斜走向及ヒ湧水又ハ沼氣ノ有無等ヲ知ルニアリ地層ノ傾斜トハ地層ガ地平線トナス角度走向トハ地層面ト地

傾斜走向

平面トノ交ハリノ線ノ方向ニシテ之ヲ知り以テ次ノ三項ヲ決定シ得

(イ) 掘鑿費 岩層ノ傾斜面ニ直角ノ方向ニ爆破ヲ行ハバ有効ニシテ之ニ平行セバ有効ナラズ故ニ爆破藥費用ヲ計算スルニハ地層ノ傾斜ヲ知ルノ必要アルモノナリ

(ニ) 支保工費 地層ノ堅ニ傾クヨリハ横斜ノ時ニ於テ岩石墜落ノ傾向ハ大ナリ故ニ傾斜度ヲ知ラバ要スベキ支保工ノ材料及ビ構成法等ヲ定メ以テ工費ノ豫算ヲ定ムルヲ得

(ハ) 卷立工費 横斜ノ地層ノ其下部ニ在ル岩石ヲ除キ去レバ上部ノ垂直土壓ニ對抗スル力最弱ナル位置トナルヲ以テ強厚ノ卷立工ヲ要シ堅斜地層ヲ貫通スル時ハ地層自ラガ穹拱ノ如キ作用ヲナシ上部ノ土壓荷重ヲ自ラ支持ス故ニ薄弱ノ卷立工ニテ足レリトス抑モ此ノ如キ作用ハ唯ニ硬軟岩ニノミ應用スルヲ得ベク碎塊ヲナス軟土地層ノ傾斜ハ不均一ノ土壓ヲ發生スルガ故ニ熟慮ヲ要ス偏壓ヲ受クル地層ニ隧道卷立工ヲ施スニハ強壓ヲ受クル側ノミ殊更ニ強厚ニ施工スベキモノナリ此ノ如ク卷立工費ト地層

ノ傾斜トハ密接ノ關係ヲ有スルモノナリ

次ニ坑内ニ湧水ヲ生ズルコトナキヤ否ヤヲ知ルノ必要アリ凡ソ坑内ニ於テハ湧水ノ少量ハ敢テ不便ヲ生ゼズ却テ其必要アリト雖ドモ若シ其量ノ多キ時ニハ之ガタメ工事上ニ障害ヲ醸スコト大ナルヲ以テ初メ其存否ヲ調査シ適當ナル施工法ヲ定ムルヲ要ス殊ニ急勾配ヲ有スル隧道ニ於テ其高處ヨリ低處ニ向テ掘進スル場合ニハ湧水處理ニ困難ナルモノトス

隧道内ニ於ケル湧水ノ在否ヲ確定スルニハ該地方ノ水脈層ヲ調査シテ泉及ビ細流等ノ水源及ビ方向水壓等ヲ考ヘ地質圖ニヨリ此含水地層ノ何處ガ隧道線ト遭會スルヤヲ見出シ豫メ之ニ備フルヲ要ス地表水及ビ地下水ハ透水性地層中ニ流レ不透水性地層ニ遭フテ其方向ヲ轉ジ又ハ其所ニ滯溜スルモノナリ岩石ハ一般ニ不透水性地層ニ屬ス故ニ岩石中ノ掘鑿ニ際シ多量ノ湧水ニ會スルコト稀ナレドモ若シ岩石中ニ罅裂及ビ斷層ノ存スル時ハ其間ニ水流ヲ通ゼシムルヲ以テ之ニ出遇フコトアリ殊ニ高山ノ地下ニハ岩石中ノ罅隙ヲ流過シ來ル所ノ氷雪ノ融水ヲ見ルハ殆ンド常例ナリトス礫砂ハ透水

性ニシテ粘土及ビ粘板岩ハ不透水性ナリ粘土上ニ透水性地層ノ存在スル時ハ粘土層ノ直上ニ殆ンド常ニ流水ヲ停溜ス却説先ニ坑内水ノ少許ハ必要ナリト稱セルハ次ノ理由ニ基クモノナリ即チ岩石内ノ穿孔ニ當リ孔内ニ注水スルタメ爆發藥裝填用ニ供スルタメ或ハ坑内汚氣及ビ汚物ヲ溶解シ坑外ヘ排出シ又氣流ヲ促進スル等ノ諸作用ヲナサシムルニハ工事ノ障害ヲ來サザル程度ノ湧水ハ又必要ナルモノナリ若シ多量ノ湧水アラバ坑門、豎坑、橫坑等ヨリ自然流下法若クハ揚水器ヲ用ヒテ排除ス

次ニ坑内瓦斯ノ存否ヲ調査スルモ必要ノ事タリ吾人ハ石炭坑内ニ於テ往々瓦斯爆發ノタメ大慘事ヲ惹起スルヲ耳ニスルガ如ク隧道掘鑿中ニ於テモ之ト同様ナル瓦斯ノ坑内ニ存在スルコトアリ間々坑夫用燈火ヨリ受熱シ大爆發ヲ現出ス其瓦斯ハ專ラ沼氣ニシテ輕キ瓦斯ナルヲ以テ多量ニ發生スル時ハ危險ニシテ安全燈モ使用シ得ザルコトアリ其場合ニハ通風機ニヨリ換氣ヲ十分ナラシムルヲ要ス終リニ地滑リヲ起シツツアル山内ニ隧道ヲ穿ツコトハ絶對ニ行フベカラザルコトトス

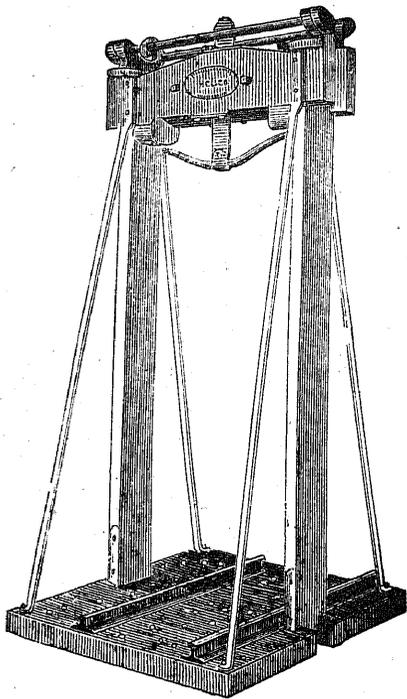
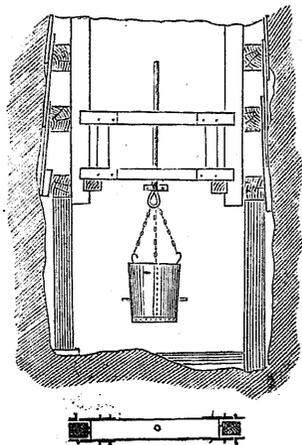
物品運搬

隧道及ビ附屬ノ坑道内ニ於ケル掘鑿物料及ビ工事用材ノ運搬(Railing)ハ工

費ノ重要部ヲ占ム蓋シ隧道ノ如キ狹隘ナル小坑内ニ於テハ運搬ニ不便ナルガ故ナリ而シテ其運搬通路ハ全テ隧道ト外部トヲ通ズル門口ヨリ行ハルルナリ又或特別ナル場合ニハ既成隧道ト新鑿隧道トヲ橫坑ヲ以テ連絡シ運搬ニ便ズルコトアリ之單線隧道ヲ平行シテ穿鑿スルトキノ如キ場合ニ行ヒ得ベキ方法ナリ又排水用隧道ノ如キ短距離ヲ距テテ平行スル場合多キヲ以テ此方法ヲ採用セララル凡ソ坑内ニ於テ掘鑿物及ビ材料ノ蓄積ヲナスハ空氣ノ流通ヲ妨害スルノミナラズ又掘鑿スベキ箇所ヲ擁塞シ爲メニ工事ノ進捗ヲ妨グルコト尠少ナラズ殊ニ進工ニ伴ヒ運搬法ニ關スル設備ノ完全ヲ期セザルベカラザルノ必要益大ナリ要スルニ運搬器トシテノ條件及ビ使用法、運搬法等ハ土工ノ章ニ説ケルガ如シ唯茲ニ注意スベキハ狹小ナル坑内ニ於テ空氣ヲ汚スコトナキモノタルヲ要ス運搬車トシテハ箱車、傾卸車、臺車等使用セラレ又時ニ電車ヲ用フ箱車、傾卸車ハ共ニ土運車ニシテ先ニ第四章ニ説明セル所ノ如シ臺車ハ材料運搬用ニ供セラレ電車ハ其何レノ目的ニモ使用セラ

運搬器

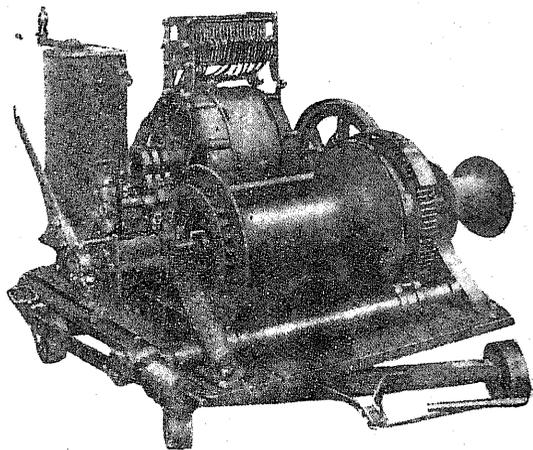
圖 十 七 百 第



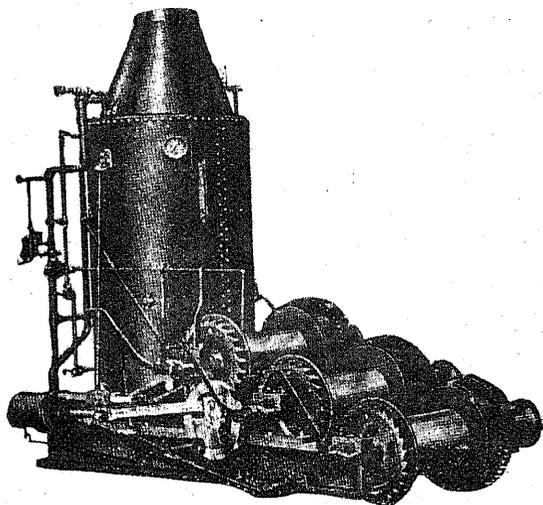
ル又水路隧道ニ於テ既鑿隧道ノ航
行ヲナシ得ル場合ニハ新鑿隧道ト
之ヲ横坑ニテ連絡シ船ヲ用テ材料
及ビ掘鑿物料ノ運搬ニ供スルコト
アリ

其動力ハ電力ヲ利用スルハ最モ有
効ニシテ或ハ牛馬
力又ハ人力ニヨル
牛馬力ヲ使用スル
ハ人力ニヨルヨリ
モ効果大ナリ堅坑
又ハ急斜ノ横坑内
ヲ通路トスルニハ
捲揚機械ヲ用フル

(C)



(D)



モノナリ土運車ヲ坑内軌條ト連絡スル軌條ヲ有スル箱即チ「ゲ」内ニ入レ
テ之ヲ引キ揚ゲ地表ノ軌條ト連絡セシムルガ如クセルモノアリ(第百七十圖
B 参照)或ハ箱ヲ車臺ヨリ取外シ箱丈ヲ揚卸スルアリ材料ヲ搬入スルニハ長

排水

大ニ失スルモノハ取扱フヲ得ズ故ニ坑内ニ於テ長大ナルモノニ組ミ立ツルガ如ク細分シテ運搬セザルベカラズ捲揚ノ動力トシテハ人力牛馬力或ハ蒸氣力電氣力等ヲ使用シテ轆轤ヲ廻轉セシムルナリ(第七十圖C及D参照之ヲ行フタメ坑口ニ於テ地表ニ機械及ビ動力装置ヲ具備ス。又揚水唧筒ハ堅坑内ノ適宜ノ場處ニ据付ケラレ堅坑底ニ設ケタル水溜所ニ隧道及ビ堅坑ノ湧水ヲ導キ地表迄送り排水ニ便ス

土砂ノ堀鑿ニハ手堀リナラバ坑外ト同様ノ機具ヲ用フ機械トシテハ桶付堀鑿機蒸氣鏟等ヲ用ヒタルコトアリ岩石ヲ堀鑿スルニハ爆破ヲ行フ其方法坑外ト異ナラズ

断面形状

硬岩中ニ設クル隧道ハ其側壁ヲ直立セシメ天井ハ穹拱ニナスヲ普通トス岩質軟弱トナルニ從ヒ側壁ヲ曲線トナシ一層惡質岩石ノ際ニハ仰拱ヲ用フ普通土砂内ニ設クル隧道ハ理論上楕圓形ヲ可トシ水分多キ地中ニテハ圓形ヲ用フベキモノナリ其大サハ用途ニ從テ定ムベキモノニシテ一定セズ然レドモ少クトモ坑夫一人ハ作業シ得ベキ大サタラザルベカラズ其大サヲ定ムル

断面區分

導坑

ニ當テ考フベキ條項ハ要求スル所ノ空間、卷立工ノ厚サ及ビ卷立工ノ歪ヨリ生ズル游間ノ減縮等トス此内歪ノ額ヲ幾許ニナスベキカハ地質ニヨリテ異レドモ約三吋トナスベシト云フ

隧道ヲ堀鑿スルニハ全断面ニ涉リテ一時ニ著手スルモノニ非ズ断面ヲ數多ノ部分ニ分割シテ其部分毎ニ堀鑿、支保工、卷立工等ヲ施スナリ此各區分ニ劃スル方法ハ諸堀鑿方式ニヨリ異レリ

導坑 (Heading) 又ハ引立トハ全断面ノ頂部ニ設クル小坑ニシテ此部ハ他ノ堀鑿部ヨリ遙ニ前方ニ進ミ居ル工ナリ之ハ往々断面ノ下部ニ設ケラルルコトアリ此小坑ヲ設置スル理由ハ左ノ如シ

- (イ) 隧軸ヲ正シク定ムルタメ
- (ロ) 工夫ハ混雜セズニ諸處ニ工事ヲ行ヒ得ルタメ
- (ハ) 隧道ノ遭遇スベキ地質ヲ精知シ進テ如何ナル困難ニ遭フベキヤヲ知り豫メ之ガ設備ヲナシ得ルタメ

(ニ) 湧水ヲ集合シ土質ヲ固結セシムルタメ

堅坑

別隧道ノ種

堅坑 (Shaft) トハ隧道中心線或ハ其ノ附近ニ於テ垂直又ハ傾斜セル坑道ヲ造リ隧道中心線ト會シ此處ヨリ兩坑門ニ向テ工事ヲ進ムルタメニ造リ竣工後取壊ツモノヲ一時的堅坑或ハ作業用堅坑 (Working shaft) ト云ヒ永久ニ保存シ竣工後モ隧道内ノ空氣流通ノ用ニ供スルモノヲ永久的堅坑 (Permanent shaft) ト云フ後者ハ硬岩ニ非ザル外ハ之ニ卷立工ヲ施シ周壁ノ崩壊スルヲ防ギ其横斷形ハ多ク圓ニシテ時ニ楕圓ナルアリ作業用堅坑ハ其斷面大ニシテ多ク矩形ヲナシ其周壁ニハ木材支保工ヲ施シ之ヲ多クノ室即チ通路ニ區別シ人及ビ材料ノ出入等各混雜ヲ來サザル様ニス堅坑ヲ中心線上ニ設クルト側傍ニ設クルトノ可否ニ就テハ各得失アリ堅坑ト同様ナル目的ノタメニ山側ヨリ横坑ヲ穿チ短距離ヲ以テ中心線ニ遭遇シ此處ヨリ隧軸ニ沿フテ施工スルコトアリ之亦便利ナリト稱セラレ屢々行ハルル方法ナリ

隧道ハ貫通スベキ土質ニ從テ其工法ヲ異ニス今之ヲ便宜次ノ如ク種別ス

- 一、硬岩中ニ掘鑿スルモノ
- 二、普通軟土中ニ掘鑿スルモノ
- 三、流砂中ニ掘鑿スルモノ
- 四、切り開キ隧道
- 五、水底隧道

硬岩隧道

一、硬岩隧道 (Tunnels in hard rock) 往時硬岩ヲ掘鑿スルニ大ナル困難ヲ感ゼシ時代ハ今ヤ既ニ去リ種々ノ勞力ヲ輕減スル機械ハ日ニ月ニ發達シテ硬岩ハ吾人隧道掘鑿者ノ容易ニシテ且ツ安全ナル地質ト承認セララルルニ至レリ然レドモ此等ノ機ヲ運用スルハ大ナル動力ヲ要シ動力ハ長距離ニ之ヲ傳達

第三百七十一圖



シ掘鑿機械ヲ有効ニ運轉セシメ得ルモノタルヲ要ス最モ有効ナル岩石掘鑿法ハ動力穿孔機 (Power drill) ヲ用フルニ在リ其動力トシテハ空氣力又ハ水力ヲ利用ス蒸氣力ハ直接ニ穿孔機ヲ運轉スルニ用ヒ得レドモ狭キ坑道内ニ於テ熱濕氣煤煙ヲ發スル等ノ種々ノ不便有ルヲ以テ直接ニ動力トシテ用ヒラルルコト稀ナリ電

力ハ頗ル便ナリト雖ドモ現今迄電氣穿孔機ヲ應用セル例ハ未甚多カラズ多クハ水力蒸氣力又ハ電力ニテ造レル壓搾空氣又ハ壓搾水等ヲ穿孔機ニ應用ス水力蒸氣力又ハ電力ノ何レヲ以テ動力ヲ發生スベキカハ利用シ得ベキ程

度價格地方的狀況タル各種ノ特別ナル理由ニ據ルベキモノナリ第百七十一

圖ハ動力穿孔機ヲ坑内ニ於テ運用スル光景ノ一例ナリ

以テ區別スルトキニハ之ヲ二トナスヲ得曰ク圓形

掘鑿法(Circular cut)曰ク中心掘鑿法(Center cut)之ナリ圓

形掘鑿法ニ於テハ先ヅ岩

石ノ圓錐ヲ包圍スルガ如

ク前面ノ中心附近ニ穿孔

ス此等ノ孔ハ圓錐ノ底ノ

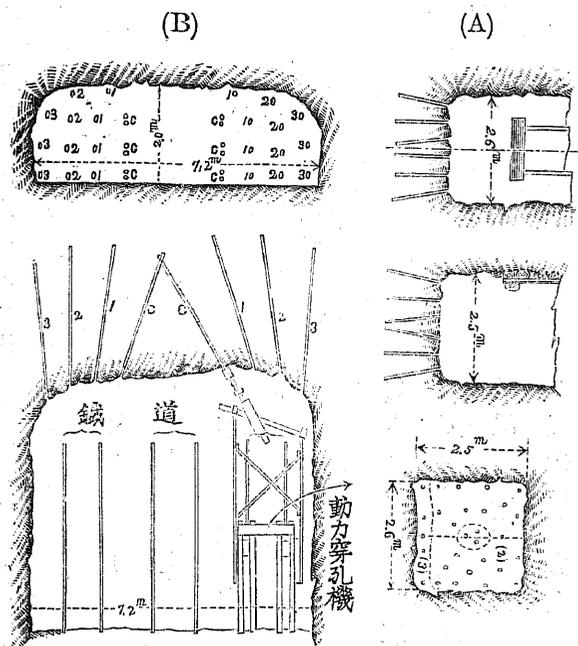
周圍ヨリ其頂點ニ集合ス

ルガ如ク向ケラル此孔數

ハ四乃至六ヲ超ユルコト

圓形掘鑿法

第百七十二圖



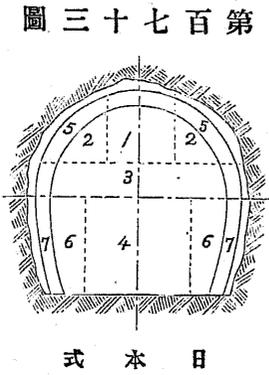
稀ナリ之ヲ孔ノ第一組トナス次テ一組ノ孔ノ周圍ニ岩石ノ圓筒ヲ包圍スル
 ガ如キ孔環ヲ穿ツ而シテ必要アラバ此環ノ周圍更ニ一孔環ヲ加フ此等ノ孔
 ハ其穿タレタル組ノ順ニ爆破セラル即チ最初ニ圓錐形ノ岩石ヲ破リ次テ圓
 錐ヲ圓筒ニ廣メ第三ニ此圓筒ヲ擴大ス此等ノ孔深ハ約四五尺ヲ最深トナス
 (第百七十二圖A參照)

中心掘鑿法ハ普通米國ニテ用ヒラレ孔ハ整然タル縱橫線中ニ穿タレ其孔深
 ハ約十五乃至二十呎トシ中央二列ノ縱線中ノ孔ハ互ニ相集ル故ニ岩石ノ楔
 形ヲ破ル他ノ孔ハ各之ヲ擴大スベク周圍ニ向テ傾斜穿孔セラルルナリ
 爆破藥ニ付テハ既ニ説明セル故ニ茲ニ贅セズ

二、普通軟土隧道(Tunnels in soft soils) 普通軟土隧道ヲ穿鑿スル方法ニ種々
 アリ日本式白耳義式獨逸式英國式塊太利式伊太利式等之レナリ
 本邦ノ掘鑿式ハ各國ノ方法ヲ參酌シテ本邦ニ適當ナル方式ヲ撰ビ之ヲ析衷
 應用セルモノニシテ其施工法最モ適切ノモノタリ本法ハ主トシテ範ヲ白耳
 義式ニ採リタルモノナリトス而シテ掘鑿順序ハ第百七十三圖ノ如ク中央頂

普通軟土
隧道

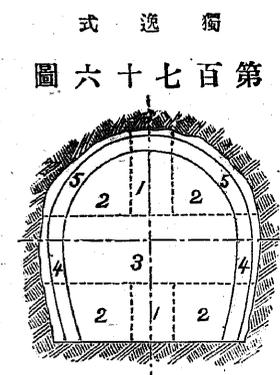
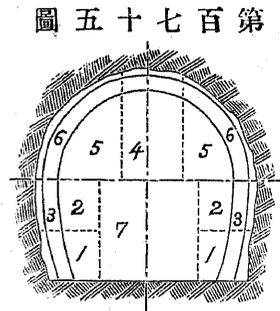
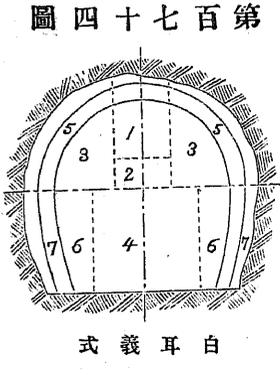
日本式



部ニ引立(1)ヲ掘リ其進工ノ約百呎ニ及バハ後部ヨリ第一段ノ兩袖丸形(2)ヲ切り擴グ此擴工約百呎モ進マバ又後部ヨリ第二段ノ中背打(3)ヲ掘鑿シ其後方ヨリ約百呎ヲ隔テテ第三段ノ大背打(4)ヲ掘下リテ後卷立工ニ掘鑿部ノ爆破影響ヲ受ケザル充分ノ距離即チ三百呎乃至

五百呎ヲ離レタル後部ヨリ始メテ拱環ノ卷上ゲニ著手ス此拱環ハ一時下部ノ未ダ掘鑿ヲナサザル土平(6)上ニ支持セラレ其進工ニ伴ヒ土平中ノ處々ニ堅溝ヲ穿鑿シ其中ニ柱形ノ側壁ヲ積立テ又ハ支柱ニヨリテ拱環ヲ支持セシメ次テ其柱形間ニ殘レル土平ヲ落シ盡シ終ニ柱形ヲ連續スル如ク側壁工ヲナシ以テ側壁全部ヲ完成スルナリ仰拱築設ノ必要アルトキハ側壁積疊後ニ於テ之ヲ行フ本邦掘鑿式ノ卷立工ヲ施行スル順序ハ前述ノ如ク先ヅ拱環ヲ土平上ニ築造シ次テ側壁ヲ造リ終リニ仰拱ニ及ボスモノナリ故ニ仰拱ノ築設前ニ於テ兩側壁ノ壓シ出サルルノ虞アルハ本式ノ一缺點ナリトス之ヲ以

テ近來ハ往々卷立工施行ノ順序ヲ變更シ坑外工事ノ如ク仰拱ヨリ順次上方ニ積疊スルコトアリ
白耳義式或ハ頂部掘鑿式ハ現今歐州ニ於テ軟土中ニ隧道ヲ掘鑿スル普通ノ方法ニシテ其順序ハ第百七十四圖ノ如ク最初ニ上部ヲ掘鑿シテ下部ノ未掘



鑿部上ニ支持サル、拱環ヲ卷キ上ゲ次ヅ下部ヲ掘鑿シテ側壁及ド仰拱ヲ築設ス
獨乙式或ハ側部掘鑿式ハ中央ニ土塊ヲ殘留シ最初ニ兩側壁ヲ建築スベキ形狀ニ相應シテ其底部ヨリ掘鑿ヲ初メ漸次上部ニ及ボシテ卷立工ハ兩側同時

英國式

ニ下部ノ掘鑿後上部ニ向テ積ミ始メ拱環ヲ卷キ終リ後支保工及拱架ノ支持ニ供セル中央ノ土塊(7)ヲ取り除キ最後ニ仰拱ヲ建設ス(第七十五圖參照)

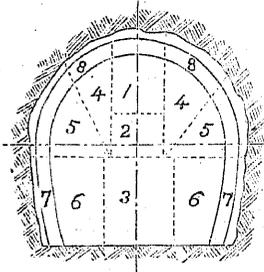
英國式即チ全形掘鑿式(第七十六圖參照)ハ卷立工ヲ建設スベキ前方ニ於テ十呎乃至二十五呎ノ短距離間ニ全形ヲ掘鑿ス其卷立工ノ築造順序ハ最初ニ仰拱ヨリ着手シ側壁ニ及ビ終ニ拱環ヲ卷キ上グルナリ而シテ掘鑿ト卷立ノ兩工ハ各交ル

ハ卷立工ノ築設中障害トナラザル十分ノ距離丈其前方ニ於テ掘鑿シ卷立及

埃國式

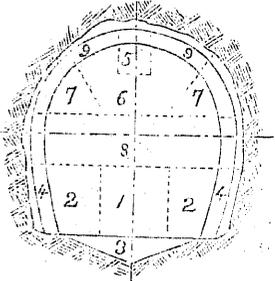
埃國式即チ全形掘鑿式(第七十七圖參照)ハ英國式ノ變法ニシテ唯タ異ル點

第百七十七圖



埃國式

第百七十八圖



伊國式

ビ掘鑿ノ兩工事ハ連續施工セシムルニ在リ而シテ本式ニ於ケル卷立ノ施工順序ハ其仰拱ノ築設前ニ側壁及ビ拱環ヲ積立ツルモノナリ

伊太利式

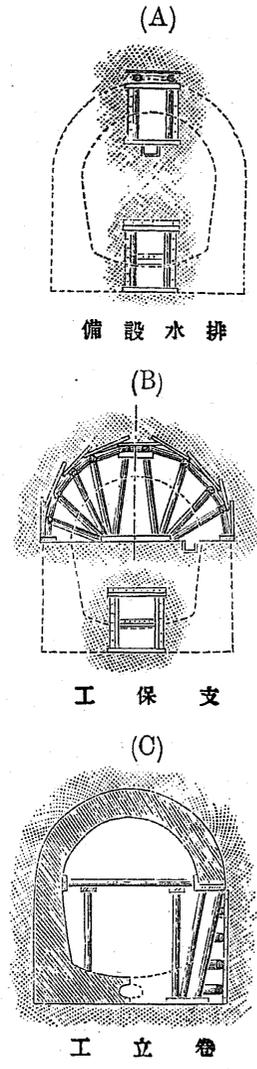
伊太利式或ハ半部掘鑿式(第七十八圖參照)巨額ノ工費ヲ要スルガ故ニ之ヲ應用スルコト極メテ稀ナリト雖ドモ他ノ方式ニテ成効セザル時ニ用ヒラル其順序ハ全形ノ下半部面ヲ掘鑿シテ仰拱及ビ側壁ヲ建設シ次テ運搬車ノ通路ノミヲ殘シ兩側壁間ノ掘鑿シタル部分ヲ一時埋充シ後白耳義式ノ如ク上部ノ掘鑿ヲナシ拱環ヲ卷上グ最終ニ先ニ埋充シタル部ヲ復ビ掘鑿スルモノナリ

流砂隧道

三、流砂隧道(Tunnels in quick sand) 地下水ノ流動セル砂層ヲ流砂地層(Quick sand)ト稱ス此現象タル砂粒ノ細粗水壓ノ強弱ニヨリ其作用ヲ異ニス抑モ砂

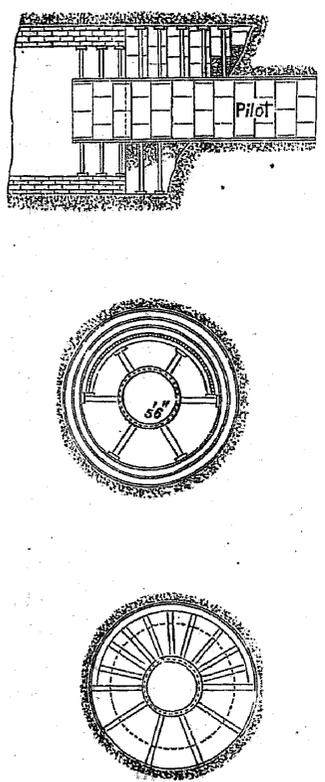
ハ之ヲ一處ニ抑留シ脱去セザラシムレバ善良ナル基礎ヲ成形スルモノタルコトハ既ニ基礎工ニ於テ吾人ノ知ル所タリ故ニ此性質ヲ利用セントセバ流砂内ノ水ヲ排除シ砂ヲ一處ニ抑制シテ逸出セザラシメザルニアリ之實ニ流砂中ニ隧道ヲ穿鑿スル工法ノ原理ナリ今此地層中ニ隧道斷面ノ底部ニ坑道ヲ穿チ之ニヨリ水ヲ排流セシメ砂ノ流動ヲ防禦スル爲メ透水セザル板圍ヒ即チ板壁ヲ以テ掘鑿部ノ周壁ヲ包圍スル時ハ砂ハ乾固シ以テ普通軟土中ノ

第百七十九圖



隧道ト同様ニ取扱フヲ得ルニ至ルナリ板壁ハ阻水スルタメ各木板ノ接處ニ目塞キトシテ藁ヲ用ヒ土壓ノタメ變形セシメラル、コトナキ爲メ堅固ナル支保工ヲ施スベシ此排水路ヲ造リタル後ハ之ト全ク別個ニ斷面中央頂部ノ導坑ヨリ掘鑿ヲ始メ次テ之ヲ擴鑿スルコト白耳義式ノ如クス(第百七十九圖A參照)故ニ此掘鑿部ニ於テ湧水アラバ之ハ下部ノ坑道トハ全ク別ニ排水シ軟土隧道ノ如ク卷立工ヲ施スモノナリ(B圖參照)白耳義式ノ外間々獨國式ヲモ應用セラル唯茲ニ少シク異リタル點ハ拱環ヲ土平上ニ築設シタル後下半部ノ掘鑿ヲ終ラバ仰拱ノ築造ヲ先ニシ次テ側壁ノ積疊ヲナシ工ヲ竣ルナリ

第百八十八圖



メ之ヲ打チ付ケタルモノアリ(第百八十圖參照)此器ヲ圓形隧道ノ軸ニ沿フテ

此一圓ヲ作ルニ約六個ノ片ヨリナルガ如ク設計セラレ尙ホT又ハL鐵ニテ其強度ヲ増サンガタ

中央ニ置キ筒ノ最前端ハ隧道竣工部ヨリ約三十呎前方ニ位セシム之ヲ設置シタル後排障器ノ周圍ノ砂ヲ掘鑿シ之ガ崩壞ヲ防グタメ放射狀ニ支保梁ヲ排障器ノ外面ト掘鑿地ノ内面トノ間ニ設置シ以テ支保工トナス又卷立工ノ内側ニ相當スル如ク曲ゲタルT鐵ノ帶狀物モ卷立工ノ相當ノ強度ヲ得ル迄ハ排障器ニテ支持セシムルタメ放射狀支保梁ニテ支持セラル此場合ニ於テ帶狀鐵ノ外卷立工ノ内側ニハ卷立工施工ニ際シ軸ニ沿フテ木板ヲ密ニ並列セラレアリ帶鐵ハ之ト直角ニ處々ニ設ケラル而シテ支保梁ノ排障器ト接スル面ハ木板ヲ挾ミ圓筒ノ變形スルコトナカラシムセメントモルタルノ相當ノ強度ヲ得ル迄通例二十四時後ニハ卷立工ノ支保ヲ取り外スナリ斯ノ如ク取り外シヲ了リタル部ノ排障器ハ之ヲ取り壊シ數片トナシ之ヲ最前方ニ送り先ヅ屋蓋部ノ片ヲ既成排障器ニ取り付ケ其蓋下ニアリテ掘鑿ニ從事シ進工ニ伴ヒ他ノ片ヲ順次之ニ取り付ケ遂ニ全圓ヲ完成スルモノニシテ爾後ノ作業ハ之ヲ繰リ返スニ過ギス

若シ地層ニシテ變幻常ナラズ頗ル惡質ナル場合ニハ別ニ水底隧道ノ如ク盾

構法ニヨルモノトス

開鑿隧道

縱溝式

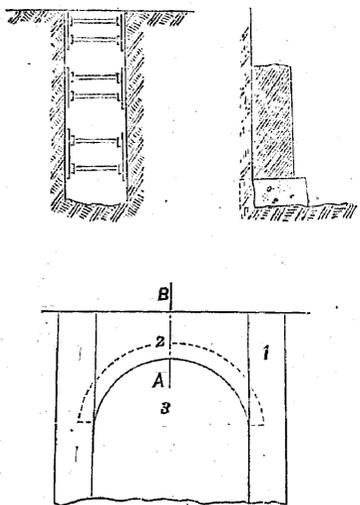
四、開鑿隧道(Open-cut tunneling)

此種ノ隧道ハ一旦地表ヨリ發道ノ底部迄掘鑿シ其處ニ卷立工ヲ施シ其上ニ土ヲ被覆スルナリ故ニ隧道ノ位置ハ地表以下深カラザル場合ニ行フ方法ナリ市街地下鐵道或ハ下水隧道ノ如キ場合ニ此工法ヲ應用ス然レドモ地表貨物ノ交通ニ障礙ヲ與フルハ此工法ノ大缺點ナリトス其施工法ニ貳種アリ曰ク縱溝式曰ク橫溝式之ナリ

縱溝式(Longitudinal trench method)ハ更ニ之ヲ單溝式(Single trench method) 及ビ複溝式(Parallel trench method) ノ二トナ

スヲ得單溝式トハ隧道ノ全幅員ニ該當スル幅ニ隧道軸ニ沿フテ溝ヲ掘鑿シ土留柵ヲ造リ其間ニ於テ卷立工ヲ施シ然ル後土ヲ被ヒ能ク撞キ固ム此工法ノ他法ニ比シ勝レルハ卷立工ハ一時ニ施

第百八十一圖



工シ得監督モ十分ニ行ハレ強固ニ施工シ得ルニアリト雖ドモ路面ノ交通ヲ全部遮断スルガ如キ状態ニ置カル、市民ノ損害亦小ナラザルノ缺點ヲ有ス復溝式ハ側壁ニ該當スル部ニ二個ノ平行セル狹溝ヲ穿テ此内ニ穹拱ヲ造ルベキモノナラバ起拱線迄側壁ヲ築造シ或ハ屋蓋トシテ鐵桁ヲ並列スル工法ニ於テハ其壁頂迄築造ス此後屋蓋部ヲ掘鑿シ該部ヲ築造シタル後全部土ヲ被ヒ路面ヲ原形ニ復シ次テ屋蓋下ノ土砂ハ普通隧道ノ如ク掘鑿スト雖ドモ此時ニハ既ニ卷立工ヲ竣リタル後ナルヲ以テ支保工ヲ全然要セザルナリ(第百八十一圖參照)

横溝式

横溝式(Transverse method)ハ隧道軸ヲ横切ツテ幅約十二呎ノ細溝ヲ數多掘鑿シ交通ノ障害ヲ醸生セザル様地表鐵道ハ其儘橋梁ヲ以テ之ヲ支持シ此下ニ於テ掘鑿及ビ卷立工ヲ施シテ之ヲ埋没シ路面ヲ復舊シ次テ之ニ隣ル横溝ヲ穿テ漸次此法ヲ繰返シ長隧道ヲ竣工セシム此方法ハ地表交通ノ障害ヲ來サザル點ニ於テ大ニ優レル工法ナリト稱セラル

水底隧道

五、水底隧道(Subaqueous tunneling) 海峽、河底、湖底等ヲ横切ツテ一岸ヨリ他岸

ニ又ハ中間點迄隧道ヲ掘鑿スル方法ハ此種ニ屬ス水底地質ノ不滲透性ナル時ハ通常地表ニ於テ採ル方法ト異ズシテ殊更ニ困難ヲ感ゼズ故ニ茲ニハ滲透性地質ノ場合ニ就テ説カン此場合ノ工法トシテ用ヒラルルハ壓搾空氣ヲ用フルモノアリ壓搾空氣ト盾構(Shield)トヲ用フルコトアリ盾構ノミヲ用フルコトアリ又恰モ地表ノ切開隧道ノ如ク圍堰ニテ防水シ又ハ潛函ヲ用ヒ全然外氣中ノ工事ノ如ク施工スルアリ此等ノ内特殊ナルハ盾構ヲ用フル方法ニシテ他ハ既ニ基礎工ニ於テ説ケル所ノモノノ應用ニ過ギザレバ特記スルノ要ナカラシ

盾構法

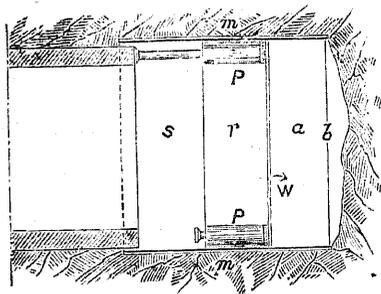
盾構法ハ西曆千八百十八年ブルンネル氏ノ英國ニ於テ特許ヲ得タル方法ニシテ其後千八百四十三年倫敦チームス河底隧道ヲ掘鑿スルニ應用セラレタリ爾來幾多ノ改良ヲ加ヘ各國ニテ各所ニ用ヒラレ各若干ノ差異アリト雖ドモ其原理ハ一ナリトス今之ヲ略記セシニ掘鑿地周壁ノ土壤ノ崩落スルヲ防グ所ノモノハ盾構ニシテ之ハ圓形、半圓形、橢圓形、卵形等ノ形狀ヲナセル鐵板製ノ筒ナリ(第百八十二圖A參照)此筒ヲ強固ナラシメ又水及ビ土砂ノ急ニ墜

道内ニ流入スルヲ防グタメ隔壁(W)ヲ有シ筒ノ前縁ハ尖及(b)ヲナシ之ヲ前進セシムルニハ後部ニ設ケタル「ジヤック」(P)ニ由ル盾構ノ外面ハ鋸頭ヲ除キ毫モ突起物ヲ有セザル絶對ノ平滑面タラシム故ニ筒板ノ接合ハ内面ヨリナス又板ハ外部ノ壓力ニ對シ十分安全ナル如キ厚ヲ有セシムベシ前縁ノ尖及ト隔壁トノ間(a)ハ成ルベク長ク造ルヲ可トス通例三呎乃至六呎半トス若シ水壓大ナル時ニハ此室ニ壓搾空氣ヲ送入シ扉ヲ閉チ氣閘室(B)圖ノe之ナリヲ隔壁部ニ設ケ此處ヨリ土砂ノ搬出ヲナス坑夫ノ出入ハPナル氣閘室ニヨル尖及ハ鑄鐵鑄鋼又ハ組立テ、造レル銳及ヲ有スルモノタルベシ又大ナル盾構ニテハ之ヲ數多ノ縱橫鐵材ニテ小室ニ區分シ水平ニ板ヲ張り平段ヲ造リ此上ニテ坑夫ヲ勞役セシム而シテ此水平段ニモ亦尖及ヲ具備セシムルコトアリ隔壁ハ時ニ之ヲ省略スルコトアレドモ通常之ヲ有ス隔壁ノ後部ハ盾構主部及ビ後尾ノ二部ヨリ成リ主部(r)ハ筒形タルハ言フ俟タズ其内部ニ「ジヤック」唧筒原動機等ヲ包藏スルニ足ル空間ヲ有シ兼テ盾構自身ノ重量ヲ大ナル面積ニ分布セシメンガ爲メナリ後尾(s)ハ卷立工ヲ施ス間土ヲ支持スルノ用ヲナス故ニ

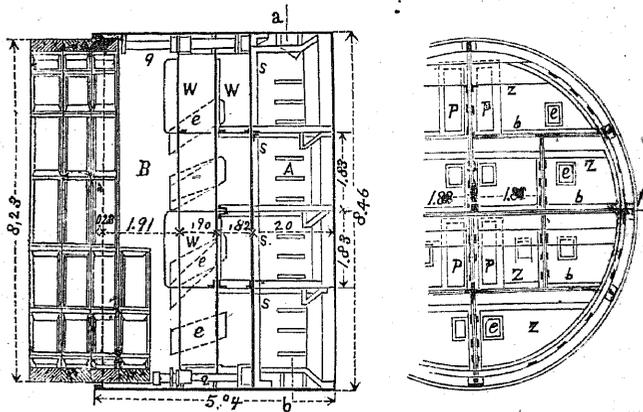
卷立工ノ外面ヲ被包スベキヲ以テ此部ノ筒ハ内外面共ニ平滑タラザルベカ

圖 二 十 八 百 第

(A)



(B)



ラズ此後部ハ短キハ五呎長キハ十九呎ニ到ルモ成ルベク短縮スルヲ以テ施工ニ便ナリト謂フ推進用「ジャック」ハ初メハ螺旋「ジャック」(Borew' Jack)ヲ用ヒシモ現今ハ水壓ニヨルモノヲ普通トス此機ハ盾構ノ後部ニ内側ニ於テ周ニ沿フテ等距離ニ圓筒形鑄造物ヲ極メテ安全ニ附シ之ニ「ジャック」ヲ取付ケ其塞子ハ卷立工ノ最前端面ヲ壓スベク水平ニ置カレ其間隔及ビ數ハ一定セズ少キハ六個多キハ二十四個ヲ用ヒタルコトアリ此「ジャック」ノ水壓ハ土質ニ因テ異ル故ニ唧筒ハ弱壓ノ場合ニハ人力ニヨリ強壓ヲ要スレバ他ノ動力ヲ利用ス卷立工ハ積疊工又ハ鑄鐵、鍊鐵、鋼鐵等ヲ用フ後法ニ於テハ「フランヂ」ヲ以テ接合セシムルナリ(B圖參照)

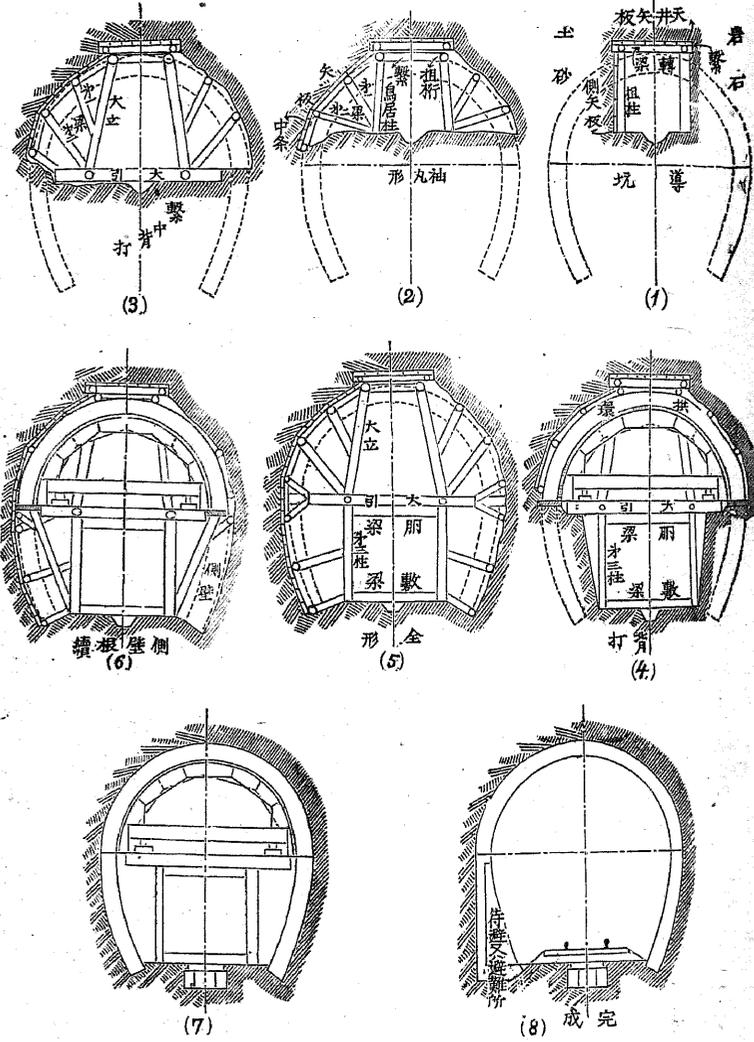
支保工

支保工 (Strutting or Timbering) 隧道支保工ノ目的ハ卷立工ヲ築設スルニ先チ掘鑿セル坑道ニ其周壁ヨリ岩石土砂ノ墜落スルヲ防禦スルニ在リ柔軟ノ地質ニ在テハ屋蓋及ビ側部ニ生ズル土壓ハ頗ル複雑ニシテ強大ナルヲ以テ之ヲ支持スベキ支保工ハ其設計及ビ築造ニ特別ノ注意ヲ要スベキモノナリ而シテ支保工ノ構造ハ掘鑿方式ニ從テ異ルト雖ドモ其要スベキ條件ハ單ニ土壓

木材支保工

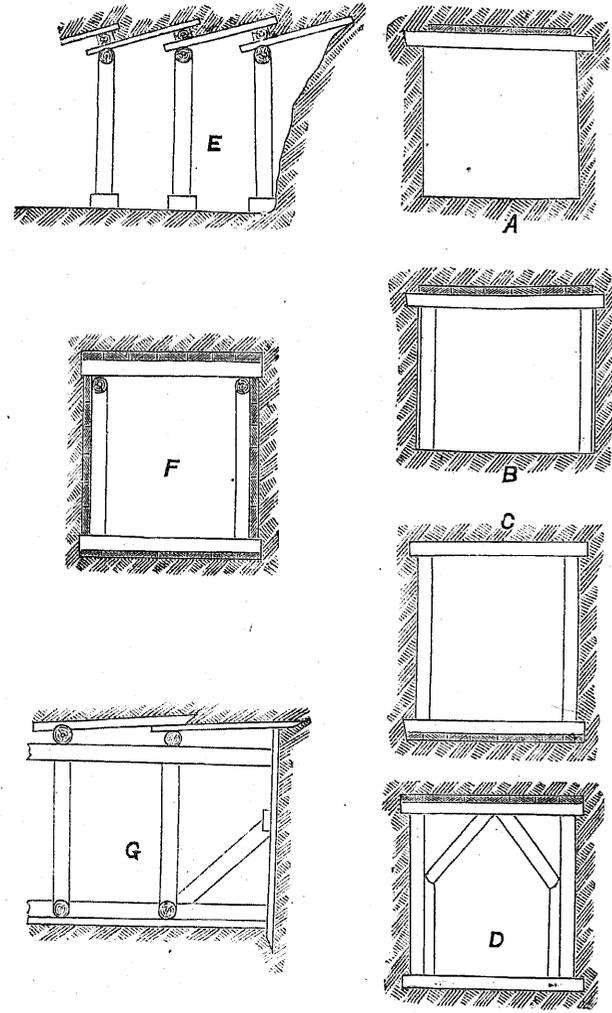
ニ抗スルモノタルノミナラズ成ルベク經濟的ニシテ且ツ進工上障害少キ組立テヲナスベク又坑夫ノ容易ニ組立テ得ルガ如クシテ接手ハ複雑ナラザルモノタルベク各材ニ於テ張力ヲ生ゼズ且ツ短材ニテ構成スベキモノトス之ニ使用スル材料ハ木材及ビ鐵材ニシテ主トシテ前者ヲ用フ木材支保工トシテ本邦ニ於テハ松ノ生丸太ノ皮付ノ儘ノモノヲ用フルヲ普通トス是松ハ得易クシテ廉ナルノミナラズ耐撓力強クシテ將ニ折レントスルヤ音ヲ發スルヲ以テ技術者ハ危險襲來ヲ豫知シ之ニ備フルヲ得レバナリ檜材ノ如キハ強度大ナルモ何等ノ表徵ヲ呈セズシテ急遽折撓サルヲ以テ松材ヲ用ルガ如キ利ナクシテ却テ危險ナリ各材ノ接手ハ主ニ鋸ニテ留メ釘ヲ打タズ導坑ノ支保工ニハ單ニ屋蓋ヲ設クルアリ側壁ヲモ設クルアリ惡地質ニ於テハ敷板ヲモ用フ即チ第百八十三圖ノ如シ圖示セルガ如ク約二乃至四尺ニ一ノ主材又ハ枳形ヲ置ク之ヲ組立ルニハ初メ枳ヲ設ケ次ニ矢板ノ一端ヲ尖ラシテ之ヲ挿入スルモノニシテ此屋蓋下ニテ掘鑿ニ從事シ進工ニ伴ヒ枳ヲ組立ツルモノナリ又掘鑿ヲ休止スルニ際シ前面ノ崩壞スルヲ防グニハ垂直矢板ヲ用

第百八十四圖 (A)

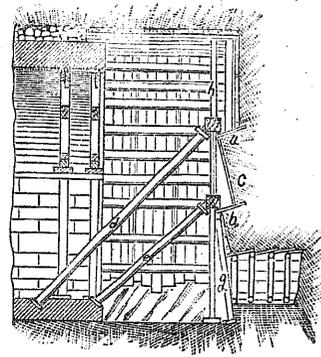


ト適宜ノ支桿ニテ之ヲ支保ス(G圖ノ如シ)
全断面ニ施ス所ノ全形支保工ニハ多角形式(Polygonal system) 及ビ沿軸式(Longi-

第百八十三圖



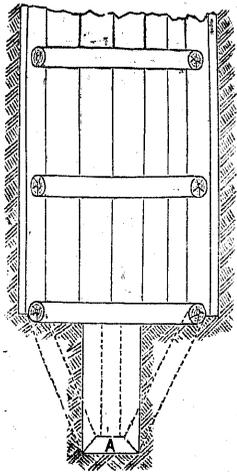
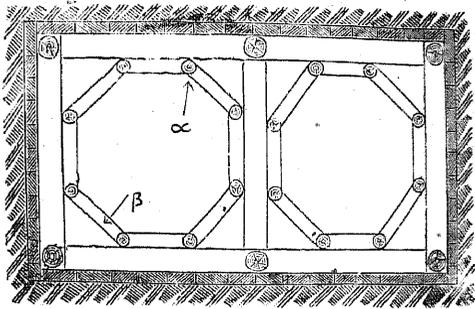
第百八十四圖(B)



radial system) ノニアリ本邦ニテハ多角形式ヲ用フ沿軸式ハ英埃式ニ行ハル多角形式トハ支保工ノ主要材ハ隧道軸ニ直角ナル面中ニアリテ多角形ヲ構成シ其各邊ハ掘鑿シタル斷面形ニ接近ス而シテ之等多角形ノ各枳形ハ三乃至六呎毎ニ設置セラル此各枍形ノ間ニハ軸ニ沿フテ置カレタル梁ヲ用ヒ之等

ヲ結合ス本邦ノ掘鑿式ニテハ導坑、袖丸形、中背打、大背打等順次ニ支保工ヲ擴大スルコト第百八十四圖Aノ如シ次ニ沿軸式トハ支保工ノ主要材ハ隧道軸ニ沿ヒタル方向ニ置カル、コト英國式ノ如シ第百八十四圖B之ナリ
堅坑ノ支保工モ亦丸太板材ニテ組立テ掘リ下ルニ從テ上部ノ支保工ヲ支持シツ、之ニ接續スル支保工ヲ組立ツ作業用堅坑ハ前述ノ如ク數多ノ區劃ニ區分セラル簡單ナル支保工ハ矩形ノ坑道ナレドモ堅固ナラシムルタメ更ニ其内側ニ枍ヲ組立ツルコトアルナリ(第百八十五圖參照)之ヲ掘リ下ル方法ハ

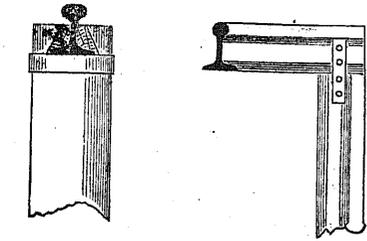
第百八十五圖



底面ニ土ノ崩壞セサル範圍内ニ深ク直立孔ヲ穿チAナル臺木ヲ置キ次ニ周壁ニ向テ細キ斜溝ヲ穿チ此内ニ破線ニテ示セル梁材ヲ久レ上部ノ支保工ヲ支持セシメ次テ殘部ヲ孔底迄掘鑿シ支保工ヲ續築シ支保梁ヲ取り外スモノナリ此方法ヲ繰リ返シテ深孔ヲ掘鑿スルモノトス

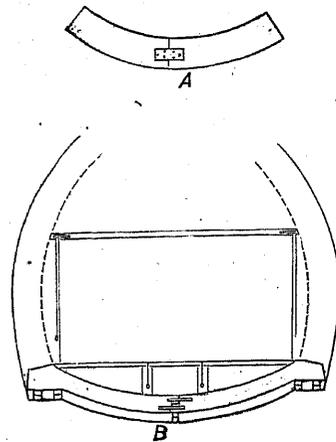
鐵材支保工ハ木材ノ缺乏セル地方ニテハ用ヒ得ル方法ニシテ矢板ハ木材支

圖六十八百第



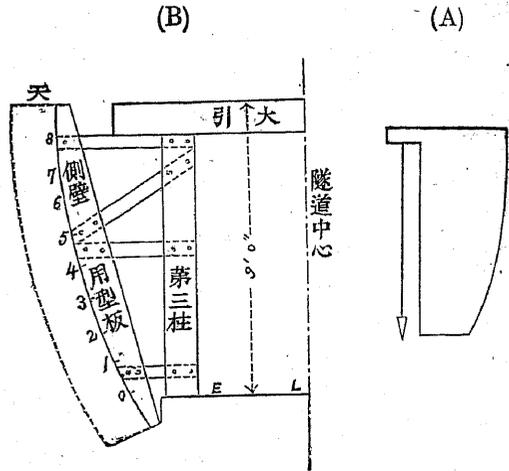
保工ニ於ケルガ如ク木板ヲ用ヒ柱横梁等ニハ古鐵軌ヲ用フルコトアリ(第百八十六圖參照)全形支保工トシテハ拱石ノ如キ形狀ヲ有スル多クノ扇形鑄鐵片ヲ「ボールト」ニテ連接セルモノヲ用フ堅坑支保工ニモ之ト同様ナル方法ヲ應用セラレタルコトアリ
卷立工(Lining) 卷立工ハ之ヲ三部ニ別ツテ考フ仰拱(Invert) 側壁(Side wall) 拱環(Arch ring)之ナリ各其所要ノ

圖七十八百第



形狀ニ適應スル型ヲ造リ之ニ該當スル如ク築造スルナリ此型ハ變形スルコトナキ様ニ造ルヲ要ス其構成材料トシテハ多ク木材ヲ用ヒ往々鐵材ニテ造レルモノアリ仰拱用型板(Ground mould) トシテハ第百八十七圖A及ビBノ如キモノヲ用ヒ側壁用トシテハ

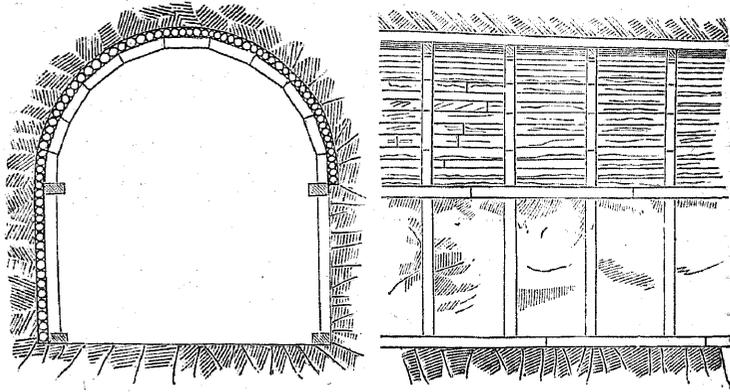
圖八十八百第



又第百八十八圖A及ビBノ如キ型板(Leading frame)ヲ用ヒ各十二乃至三十呎毎ニ測量者ノ指揮ノ下ニ精密ニ設置シ細キ絲ヲ其間ニ張り其卷立工ニ接スル弧面ニ沿フテ積疊工目地割ヲ劃シ之レニ準シテ積疊ス拱穹即チ拱環ハ既ニ前章ニ於テ説ケルガ如キ拱架(Center)ヲ用フト雖ドモ拱橋ノ如ク拱架上ニ於テ積疊施工ハ隧道ニ於テハ行フヲ得ザルヲ以テ拱石ヲ支

フベキ板ハ起拱石部ヨリ次第ニ架上ニ置キツ、積疊工ヲ續行スルモノナリ尙ホ茲ニ注意スベキハ拱冠部ノ型トナル板ハ隧道軸ト直角ニ置カルベキコトナリ第百九十圖ノ拱冠部ヲ見バ自ラ明ナラン卷立工ノ材料トシテハ木材石材鐵材煉瓦混凝土鐵筋混凝土等ニシテ普通煉瓦ヲ用フ混凝土ハ側壁築

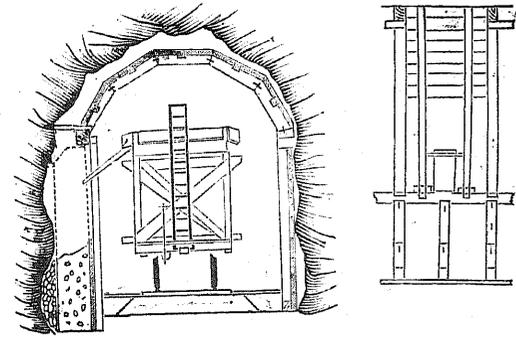
第百九十一圖



横断面 縦断面

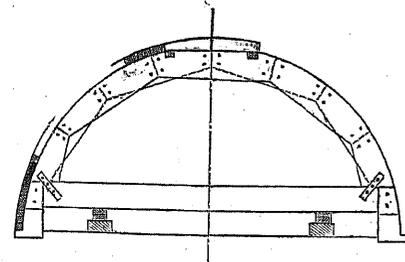
層弛緩シ滑落逸出スルニ際シ若シ此充填物料ナキトキニハ急遽卷立工ニ衝突スルヲ以テ忽如トシテ破壊サレ延テ大破損ヲ來スコトアリ故ニ工事監督者ハ此點ニ注意ヲ要ス』卷立工ハ一坑門ヨリ他坑門迄之ヲ全部一塊トナスガ如ク築造セズシテ所々ニ於テ連接スル數多ノ長壁ノ如ク造リ以テ此一節ノ長壁即チ長管ト之ガ隣節トノ間ニ連續セル堅目地ヲ有セシメ以テ萬一或一節ニ於テ破損スルコトアリトセンモ之ヲ起セシ一節ノミ損害ヲ受ケ隣節ニ其累ヲ及ボスコトナカラシム』木材卷立工第百九十一圖參照ハ極メテ稀ニ採用セラル、

第百八十九圖



土木施工法

第百九十九圖

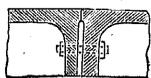
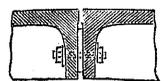


ヲ用フルコトアリ其拱環側壁仰拱等ノ施工順序ハ掘鑿方式ニヨリテ異リト雖ドモ掘鑿ノ周壁ト卷立工ノ外面トノ間ハ極メテ綿密ニ岩屑(所謂ヅリ)碎石砂利等ヲ以テ間隙ヲ殘ササル様充填スベシ此作業ハ往々ニシテ閉却セラレ或ハ坑夫ガ勞ヲ偷マンガタメ十分行ハレザルコトアリ爲メニ後日外部ノ地

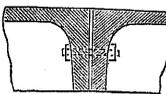
造ニハ特ニ困難ヲ感ゼズシテ第百八十九圖ノ如ク型板ヲ漸次高ク増加シツ、混凝土工ヲ施スベシト雖ドモ拱冠部ノ卷立ニ困難ナルヲ以テ往々拱環ノミ積疊工

ノミニシテ木材ノ豊富ナル地方ニテ極メテ一時的施設ニ築造費ヲ小ナラシメンガタメ應用セラルルニ過ギズ鐵道隧道ニ之ヲ應用シ火災ヲ惹起セル例多シト云フ積疊工卷立工及ビ混凝土鐵筋混凝土卷立工ハ共ニ永久的ノ工事ナリ鐵材卷立工モ亦永久的ニシテ多ク含水地層中ニ應用セラル鑄鍊鋼鐵共ニ使用セラルルナリ其接合ニハ「フランヂ」ヲ以テシ之ヲ「ボールド」ニテ緊着セシム(第百九十二圖參照)

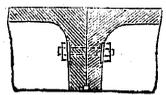
第百二十九圖



後縁ヲ平
滑ニシテ
「セメン
ト」ヲ充
填セルモ
ノ



接面ヲ平
滑ニシテ
木ヲ挟
モノ

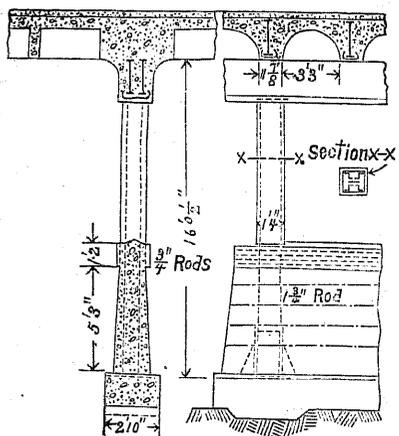


接面ヲ平
滑ニセル
モノ

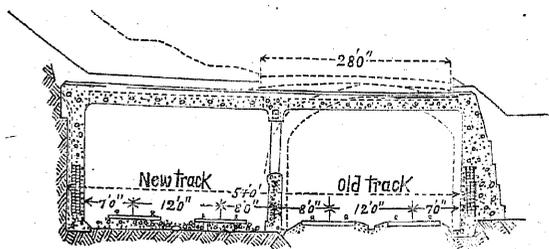
鐵筋混凝土卷立工(第百九十三圖參照)ハ市街地下鐵道及ビ水路用隧道トシテ多ク使用セラル之其性不滲透水性ナルニ因ル混凝土ノミヲ用フルトキニハ「アスファルト」ヲ挾用シテ不透水性ヲラシムルコト防水壁ニ於ケルガ如クス終リニ卷立工ノ厚サハ第十一章ニ與ヘタル公式ニヨリテ計算スルヲ得ベシ

第百九十三圖

(A)



(B)

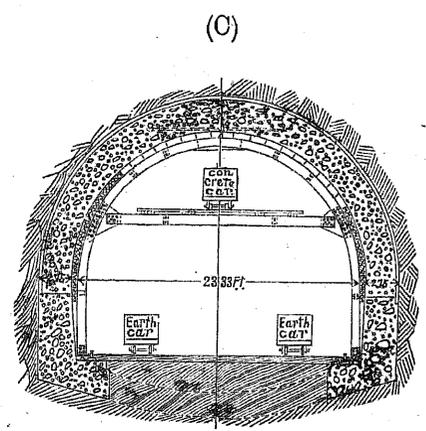


堅坑卷立施工ニ
二法アリ其一ハ
恰モ沈井法ト同
様ニ「カーブ」ヲ有
シ其上ニ積疊工
ヲ施シ重量ノタ
メ沈下セシムル
方法ニシテ若シ
隧道迄達セザル
ニ沈下ノ止ムト
キニハ其内側ニ

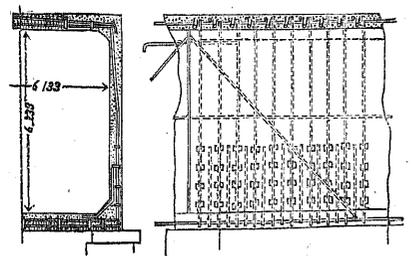
更ニ小徑ノ井筒ヲ沈下スルモノナリ第二法ハ支掘法 (Underpinning)ト稱シ先

ニ木材支保工ヲ堅坑内ニ次第ニ深ク施セシト同様ノ原理ニテ木材支保工ガ
此場合ニ卷立工ニ代レルニ過ギズ故ニ各一區ノ掘鑿ニ對シ一區ノ卷立工ヲ

圖三十九百第

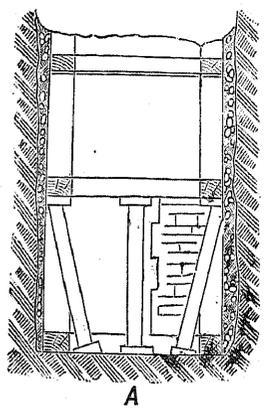


(D)

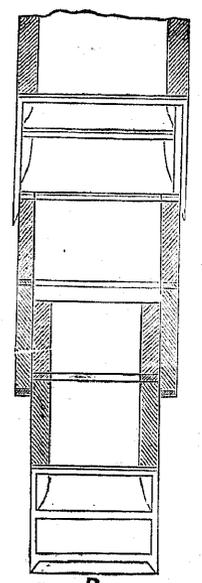


施シ各區ノ中間
ニハ最初ニ積疊
工ヲ施ス際ニ堀
鑿坑底ニ設置セ
ル木環ヲ有ス此
木環ハ厚三四吋
ニシテ柵ノ如キ
堅固ナル木片ヲ

圖四十九百第



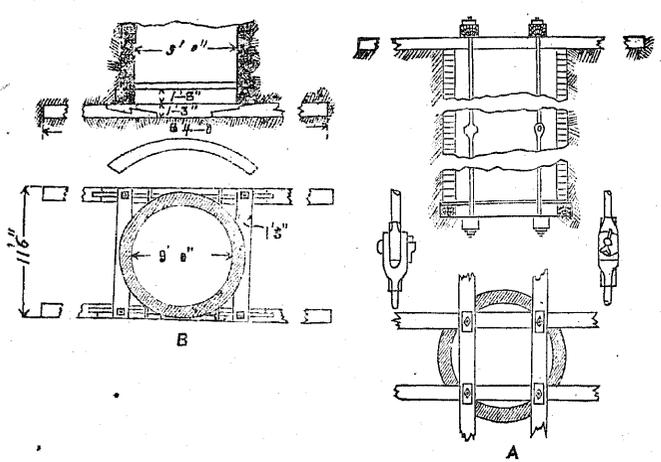
A



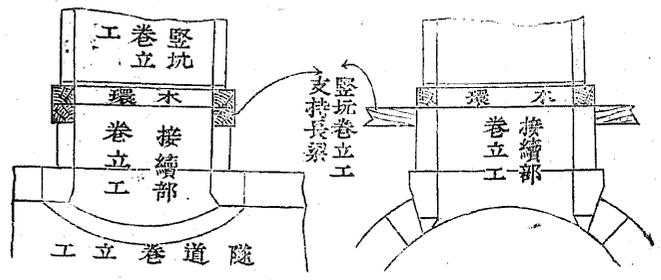
B

以テ卷立工ノ厚サト形状ニ從テ組立テラレ此上ニ卷立工ヲ施サル、モノト
ス茲ニ注意スベキハ(第百九十四圖A参照)堀鑿壁ト卷立工トノ間隙ハ十分ニ

圖五十九百第



A



(C)

岩層ヲ充填セ
シムベキモノ
トス時ニ此二
法ヲ混用シ或
區間ハ支堀法
ニヨリ次テ沈
井法ヲ行フ等
ノ場合モアリ
(第百九十四圖
B参照)
次ニ此堅坑卷
立工ヲ隧道ト

接續法

接續セシムルニ先チテ一時隧道卷立工ヲ施サザル間ハ之ヲ支持スベキ手段ヲ講ゼザレバ隧道ノ掘鑿ヲナスニ堅坑卷立工ノ滑蕪スルコトナキヲ保セズ依テ次ノ二法ノ何レカヲ採用ス、第九十五圖Aハ其一法ニシテ圖ノ如ク地表ヨリ之ヲ「ポールト」ニテ懸垂スルモノナリB圖ハ地耐力ニヨリテ重量ヲ支持セシムルタメ圖ノ如ク坑底ニテ長梁ヲ組立テ之ヲ堅坑ヨリ側傍ニ穿テル孔内ニ埋メ卷立工ノ底ノ木環ヲ此上ニ載セシムルナリ

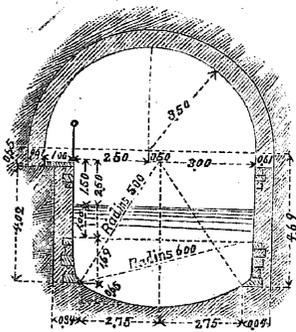
此等ノ工ヲ施セシ後ハ全ク別ニ支保工ヲ施シ隧道掘鑿ヲナシ卷立工ヲ施ス時〇圖ノ如ク連續スルモノトス而シテ卷立工ノ厚サハ通例七寸五分乃至一尺五寸トス

排水

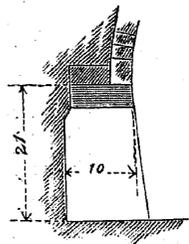
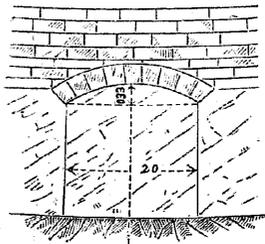
凡ソ隧道施工中及ビ竣工後共ニ湧水ノ排除ニ就テハ深キ注意ヲ要スルモノニシテ排水渠ハ多ク中心線ニ沿フテ路面下ニ設ケラレタル有蓋渠ナリ(第九十四圖A參照)時ニ硬岩地質ニ於テ之ヲ掘鑿セルノミノ水路モアリ暗渠トシテハ陶管函形又ハ拱形等ヲ應用シ側壁ニ水抜孔ヲ設ケタルモノハ之ヨリスル湧水ハ暗渠ニ入ルルニ先チ岩屑ヲ以テ造レル塵除ケヲ通シ浮游物ヲ抑

留ス暗渠ハ百五十乃至三百呎毎ニ土砂溜タル凹部ヲ設クベシ斯クシテ導流セル水ハ坑外ニ於テハ側溝ニ流シ次テ附近ノ水路ニ放流セラレ又市内地下鐵道隧道ニテハ特ニ揚水器ヲ以テ下水渠ニ水ヲ送ルコト有リ若シ排水用隧道ナラバ工事中ニ使用スル排水渠ノ外特ニ此渠ヲ要セザルコト自ラ明白ナリ運河隧道ニ於テ曳船ヲ要スルモノニアリテハ曳船路ヲ其側傍ニ付ス(第九十六圖參照)

第九百六十六圖



第九百七十七圖



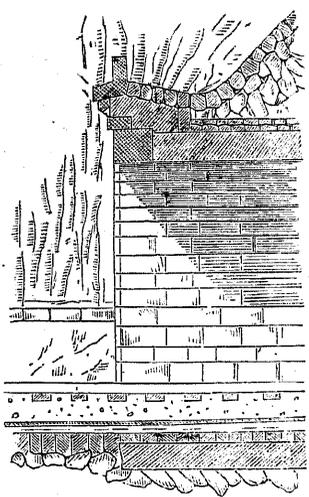
避待所

長隧道ニ於テハ側壁ニ龕室ヲ設ケ坑内ニ於テ作業セル工夫等ノ通行列車ヲ避クベキ避待所 (Refuge niche) (第九十七圖參照)トナシ或ハ龕室ヲ一層深く

土木施工法

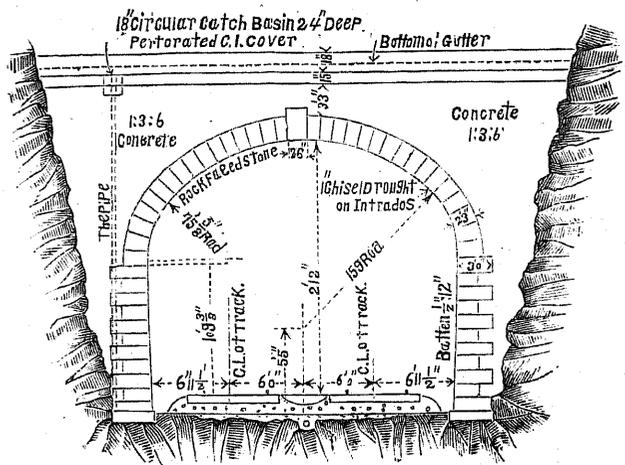
シ恰モ横坑ノ如クシ側壁ニ扉ヲ附シ器具材料ノ貯藏所ヲ築設セラル貯藏所 (Storage niche) ハ其距離三千呎毎ニ避難所ハ六十乃至二百呎毎ニ設置セラル

坑門 (Portal) ハ多少裝飾的ノ工事ヲ施サレ暗幽ナル工ニ接近シテ不安ノ念慮ヲ起サバラシム其壁ハ土壓



ノタメ轉倒滑動破壞等ノ憂ナキ様ニシ山上及ビ山腹ヨリハ岩石土砂ノ崩壞墜落スルコトナキ様斜面ノ

第百九十八圖



保護及ビ監督ヲナシ其斜面ニ降ル雨又ハ湧出スル水ニ對シ排水能力ノ十分ナル水路ヲ設ケザルベカラズ(第百九十八圖參照)往々大雨ニ際シ坑門附近ニ雨水ノ停滯スルコトアリ或ハ斜面ノ排水不十分ナルタメ地滑リヲ起スコトアリ爲メニ坑門ノ破損路線ノ閉塞等ノ危害ヲ被ルコトアルナリ

通風 (Ventilation) 隧道ノ掘鑿中ニ於テ通風坑ヲ設置セザル間又導坑ノ貫通セザル間ハ各坑道恰モ長キ囊ト異ラズ故ニ其換氣ノ不良ナル論ヲ俟タズ殊ニ硬岩中ニ掘鑿スル場合ニ於テ其度甚シク硫化礦岩石中又ハ瓦斯ヲ發生スル地質中ノ掘鑿ヲナス時ニハ一層換氣不十分ナル普通坑道ノ掘進約五百乃至六百呎或ハ堅坑ノ深サ概ネ百五十乃至二百呎ニ達セバ汚氣ハ坑内ニ充滿シ通風不十分ナレバ新鮮ナル空氣ニ缺乏ヲ來シ燈火ハ暗赤色トナリ遂ニハ滅シ坑夫ハ頭痛ヲ起シ眼ニ疼痛ヲ感シ呼吸困難トナリ嘔氣ヲ催ス等ノ病ヲ生ジ工事ノ進捗上大害ヲ醸生スルナリ其原因ハ人馬ノ呼氣火藥ノ爆發瓦斯ノ燈火ノ生ズル瓦斯汚物ノ腐敗岩石ノ分解ヨリ生ズル瓦斯等ノタメ酸素ノ缺乏ヲ來スニ歸因スルモノナリ純粹ナル空氣ハ二十二パーセントノ酸素ヲ有

シ〇、〇四「バーセント」ノ炭酸瓦斯ヲ有スレドモ炭酸瓦斯〇、一「バーセント」ニ至レバ惡臭ヲ感ジ〇、三「バーセント」トナレバ惡氣ト稱セラレ〇、五「バーセント」ニ至ラバ已ニ危險ナリ一般ニ其量〇、〇八「バーセント」ヲ以テ最大限ナリト稱セラル故ニ此ニ至ラザルニ先チテ通風ヲ要スベキモノナリ通風法ニニアリ人工及ビ自然通風之ナリ

自然通風

凡ソ溫度ノ異ルニ室ヲ連結スレバ一室ヨリ他室ニ氣流ヲ生ズ之自然通風ノ原理ナリ室ノ上部ニテハ暖氣ハ溫室ヨリ冷室ニ入り下部ニテハ之ニ反ス夏冬ハ坑ノ内外其差溫甚シキ故ニ自然ニ其坑門ヲ通シテ氣流ヲ生ズ又豎坑ト導坑トヲ連絡スレバ氣流ヲ生ジニツノ隧道ヲ横坑ニテ連絡スレバ其間ニ通風ヲ行フヲ得冬期ハ豎坑ヨリ坑内ノ汚氣流出シ夏期ハ豎坑ヨリ良質ノ空氣坑内ニ流入ス又往々豎坑ノ底ニ於テ火ヲ焚クコトアリ此場合ニハ通風ヲ促進スルコト恰モ煙筒ノ通風ヲ行フト同理ナリ

人工通風

長隧道殊ニ春秋ノ候ニハ坑ノ内外溫差少ナルヲ以テ通風十分ナラズ故ニ自然通風ノミニ倚賴スルヲ得ズシテ人工通風ヲ行フ此方法ニニアリ一ハ坑内

ノ空氣ヲ抽出スルタメ坑口ノ空氣ヲシテ稀薄ナラシムル所謂稀氣法 (Vacuum process) ニシテ他ハ壓氣ヲ坑内ニ送入スル所ノ高壓法 (Plenum process) ナリ各利害得失アリト雖ドモ一般ニ爆破ヲ頻繁ニ行フ場合ニハ稀氣法ヲ可トス壓搾空氣ヲ使用スル穿孔機ニ於テハ之ヨリ放出スル空氣モ亦通風ヲ促スト雖ドモ該氣ハ汚レ居ルヲ以テ健康ニ有害ナリトノ説ヲナスモノアリ稀氣法ヲ行フニ用フル機ハ唧筒又ハ扇風機ヲ坑口ニ設置シ管ヲ之ト連結シ之ヲ坑内ニ導キ吸氣排除セシムルモノナリ動力トシテハ人力、蒸汽力、電力等ヲ應用セラシムル高壓法ニテハ扇風機ニヨリ送入スルカ又ハ動水ノ高速力ヲ利用シテ空氣ヲ送入スルコトアリ

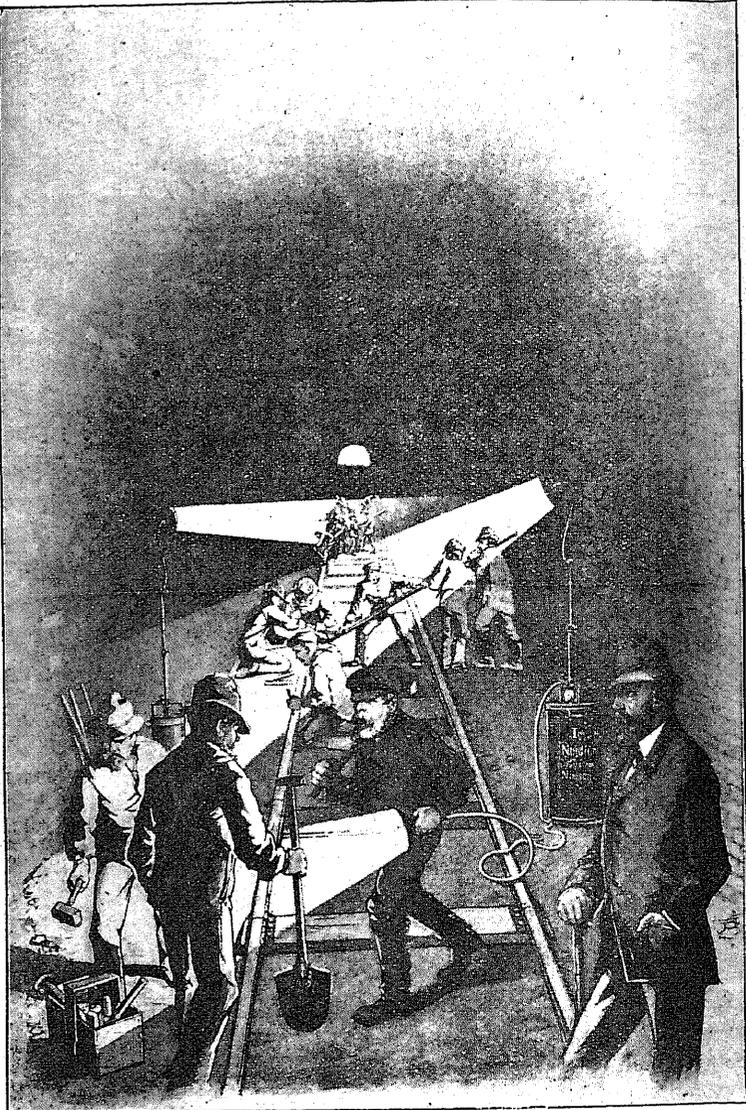
扱テ坑内ニ送入スベキ空氣量ハ幾許タルカラ示サンニ一坑夫ハ「ランブ」ヲ携帶シ一晝夜ニ新鮮ナル空氣ヲ二百四十立方碼ヲ要シ馬ハ八百五十立方碼煙硝一封度ノ爆破ニ對シ百立方碼ヲ要シ「ダイナマイト」一封度ノ爆破ニ對シテ百五十立方碼ヲ要スル比例ナリト云フ

隧道内ノ通風ノタメ築造セラル、通風用豎坑ハ前述セルコトアルガ如ク卷

立工ヲ施セル一種ノ井筒ナリ其工法ハ基礎工ニテ説ケル沈井法ヲ用フルモノナリ材料ハ石材煉瓦混泥土鐵材等トス

照燈(Lighting) 照燈ハ各個人ノ携帶スルモノ及ビ一般通路ヲ照スベキモノノ信號用燈測量用燈等アリ竣工後モ坑内照燈ヲナスモノアリ全ク之ヲ有セザルモノアリ工事中最モ普通ニ用ヒラル、燈ハ「ランプ」(Lamp)「カンテラ」(Candela)トナス火筒ヲ有セザル裸火ハ夥シク煤煙ヲ生ズルヲ以テ空氣ヲ汚スコト甚シ爆發性瓦斯ノ存在スル坑内ニテハ安全燈ヲ使用セザレバ危險ナリ「ランプ」「カンテラ」ニハ石油菜種油ヲ用フ強力ノ照燈用ニハ石炭瓦斯「アセチレン」瓦斯及ビ電燈等アリ瓦斯燈ハ白熱燈トナセバ其光輝強シ而シテ「アセチレン」瓦斯ハ發生機ト共ニ運搬シ隨處ヲ照スヲ得ルノ便アリト雖ドモ(百九十九圖參照)之等ハ皆酸素ヲ要スルガ故ニ坑内空氣ヲ不良ナラシムルノ缺點ヲ有ス此點ニ關シテハ電燈ヲ以テ最良トス然ルニ電燈ノ玻璃球ハ飛散岩石ノタメ破壊セラル、コトアルノ不利アリ凡ソ隧道内施工ノ不十分ナルハ坑内ノ不潔、空氣ノ不良等ノ原因ト共ニ燈火ノ光明度弱小ナルモ亦一因タラザルヲ得ズ故

第百九十九圖



土木施工法

三九〇

ニ坑内ニアリテモ愉快ニ従業スルヲ得セシノ明燈ノ下ニアリテ施工ヲ十分
遺憾ナカラシムルノ必要アルモノナリトス

土木施工法終