

言

演

土木學會誌 第十一卷第一號 大正十四年二月

米國に於ける隧道工事に就て (大正十三年十一月十五日
土木學會第三十六回講演會に於て)

會員 工學士 堀 越 清 六

内 容 梗 概

米國に於ける隧道工事の一般即ち掘鑿、穿孔、爆破、礫石の處分、支
堡工、壘築及換氣法等に就き見聞する所を述べたるものなり。

私が米國で見學致しました、隧道工事に就きまして氣附きましたことを是から
概略申し上げます。

先づ第一に掘鑿方法から申し上げます。掘鑿断面が小さい場合には、普通全断面
を導坑と見做しまして一度に掘鑿致しますが、積面が大きくなりました場合即ち
普通鐵道の單線隧道型位のものになりますと頂部導坑階段法 (ドップ・ヘッチング・
アンド・ベンチ・メソッド) を用ゐてあります (附圖第一) 此の頂部導坑階段法は御承
知の通り最初に導坑を掘り之れに引續いてベンチを掘鑿して行くのであります。
そうして導坑の礫はベンチに落としベンチの礫は鏟機械を使用して土運車に積込む
様になつて居ります。次に導坑の幅であります、是は普通斷面積の幅と同じで
ありまして、丸形は一般にやつて居りません。導坑の高さは普通従來の導坑と同
じ様に機械の据附作業の邪魔にならぬ程度に7尺乃至10尺の高さにして居ります。
頂部導坑階段法には附圖第一に示す様にワン・ベンチ・システムとツー・ベン
チ・システムとありまして、隧道斷面の高さが低い場合はワン・ベンチであり
ますが、高い場合はワン・ベンチとツー・ベンチと兩方採用して居るやうでありま
す。此のワン・ベンチでやる場合は最初導坑 H_1 を穿孔爆破し次に導坑 H_2 とベン
チ B とを同時に穿孔爆破致します。そして導坑二回爆破の進行とベンチ一回爆破
の進行とは略同じであります。ツー・ベンチの場合には導坑 H とベンチ B_1, B_2 の二

ツを同時に穿孔爆破致します。

それで、ワン・ベンチの場合に於ける礮出量は第一回爆破と第二回爆破とは相違して居りますが、ツー・ベンチの場合には毎回爆破に對する礮の量は常に略同一であります。次にベンチの孔の方向はどうするかと云ふと、ワン・ベンチに於てはベンチの高さが普通10呎以上になつて導坑の高さよりは高く豎孔を穿る事が不可能であります爲に水平に穿孔いたします。水平孔を穿つと爆破後導坑及ベンチの礮を大部分搬出しないと鑿岩機を取附ける譯に行きませぬから穿孔と礮出とを同時にやるには出来難いのであります。所がツー・ベンチに於ては豎に穿孔いたしますと導坑と第一ベンチ B_1 の礮を施工基面に搔落せば第二ベンチ B_2 の處にマッキングをして居つても各部の穿孔を行ふとが出来るのであります。故に隧道の掘進を早めると云ふ點から言ふとツー・ベンチの方が得策だと思ひます。然し之が缺點としては導坑の礮をベンチの終端に運搬する際第二ベンチ B_2 の穿孔の邪魔になります。

扱て此頂部導坑階段法は附圖第一で御覽の通りに導坑とベンチとを極く接近させまして殆ど同時に全断面を掘鑿し壘築は作業に支障のない限り成るべくベンチに接近させて施工を進める方針を採つて居り。導坑と壘築との距離は普通60尺乃至200尺であります。此導坑と壘築との距離を短縮する事は大變良い事で掘鑿の儘放置して地山を緩め爲めに事故を起す様な憂が少くないので之れは此階段法の大きな利益な點ではないかと思ひます。

それから又壘築と掘鑿部分とが接近してゐる爲に導坑貫通後の竣工期が早まる譯であります。兩者が離れて居ると貫通後竣工迄に多大の時日を要します。併し此の方法で最も缺點とする所は礮出に重力を全然使はないと云ふ缺點であると思ひます。

第二に穿孔爆破に就て申し上げますが、米國現今使用の鑿岩機は一般に大型のものが多いうであります。硬岩で孔の深い處は勿論大型が良いのでインガソール二百四十八型、サリバン DX 六十一型又は之れ以上の大型のものを使つて居ります。軟岩の場合又は孔深の浅い際はインガソール・ジャック・ハンマー BCRW四百三十型位のものを使つて居ります。

それから孔の方向と深さであります。導坑の孔は普通 V カットとピラミッド・カットを使ひますが、米國では一般に V カットを多く使つてゐるやうであります。導坑爆破の順序は最初が V 孔、次は左右上部孔、最終に下部孔と云ふ順に多少

爆破時間に差を付けて居りますが、一般に眞拔はやつて居りません。

ベンチの穿孔法は前に申したやうにワンベンチの際は水平に穿孔し、ツー・ベンチの際は豎孔を穿りますが、此の際に施工基面が非常に凹凸を生じて困ります場合は水平にリフターを穿孔いたします。それから爆破後穿孔に取掛る際に米國では先づ技術者が入坑して導坑の中心線、孔の位置及び深さをペイントで印しを附けて置きます。さうして鑿岩夫は夫れに従つて穿孔いたしますので鑿岩夫に勝手に變更する事を許してありません。従來日本では随分坑夫が勝手に孔の位置、方向及深さを決めて居りはせぬかと私は思ふのでありますが、是等の者は多年の経験があるとは言へ學理に乏しい人達でありますし、穿孔の決定は重大なる事ですから矢張り技術者が岩質に適當した孔の位置、數、方向及深さを研究の上決定して鑿岩夫はそれに従つて穿孔するやうにしたならば仕事の上に支障なく無駄な孔を穿らないで結果は良好であらうと私は思ふので、將來の隧道工事には此の方針を執つて頂きたいと考へて居ります。

それから鑿岩機の取付けであります。是は横柱式と豎柱式の二つを採用して居ります。横柱の場合は先づ導坑爆破の際リフターの爆薬を充分に裝入して爆破後の礪の形狀を山形となし導坑面よりなるべく礪を遠ざけるやうに致します。さうして礪の一部分を、掻除けて横柱も裝置しそれに鑿岩機を取付け穿孔に従事するので此際は穿孔と礪出とが同時に行はれる譯であります。豎柱の場合は礪の大部分が片付かないと穿孔に取りかかりにくいのであります。此の點から考へまして礪出と穿孔を同時に行ひ掘進を早める爲めには出来る限りは横柱式を用ゐたいと思ひます。

隧道に使用するダイナマイトは一般に 40 %乃至 80 %のものを二、三種類用ひるので V 又はピラミッド・ホールには最強力のものを用ひ、周圍の孔及ベンチの孔には弱いものを使つて居ります。それは周圍にダイナマイトの強いものを用ゆると爆薬の損失を來たすばかりでなく、掘り過ぎの爲めに掘鑿断面が過大になります。それですからダイナマイトは二、三種類を取交せて使用するのがよいと思ひます。

米國では一般に爆薬の量は充分に使つてゐるやうであります。それは爆薬の不足の爲に孔尻が残るよりは多少の爆薬を過量に使つても充分に破壊して掘鑿の進行を早めると云ふ考でやつて居る譯であります。

それから發火の事ではありますが、是は昨今電氣發火を主として使つて居ります。普通の電氣發火を使ひますと發破面を一度に發火するのでありますが、それを適當に早いものと、遅いものと、全穿孔を數段に爆破さす爲にデレーアクション・デトネーターを使つて居ります。此のデトネーターは電流を通じまして爆破する迄の時間が各差がある様に製作してありますから是等を二、三種取交ぜて使ひますと掘鑿面の孔を勝手な順序に爆破をすることが出来るのでありますから大變都合のよいものだと思います。

それから第三に礮の運搬に就て申し上げますが、斷面積の小さい隧道の礮出しは人力でやるか、又は小型の鏟機械を使つてゐるのであります。小型の鏟機械の代表的のものはマイヤー・フオーレー・ショベル、ホワー・ショベル、ショベル・ローダーの三種ありますが、之等の事に就ては昨年の土木學會誌上に平山工學士が精しく記載されて居りますから此處には略します。隧道斷面が普通鐵道單線型以上の大きいものになりますと、鐵道型スチーム・ショベルを用ひます。實際に導坑の礮出しは人力で掻出すなり、ホイール・バローを使つてベンチ附近迄搬出致します。此の出した礮とベンチの礮とをスチーム・ショベルで積込みます。此時のショベルの動力は壓搾空氣を使用して居ります。スチーム・ショベルの如き容積の大きいものを隧道に入れて使ふと云ふことは餘程困難であらうと思はれますが、實際行つて見ますとなかなか上手に使用致しまして、礮出しを有効にやつてゐるのを見受けました。ベンチ・メソットのやうに全斷面を殆ど一度に爆破して其礮を短時間に搬出し様と云ふのにはどうしてもショベルの機械は頑強で容量の大きい且つ取扱ひの容易なものでなくてはならんと思ひます。此點から申しますとスチーム・ショベルは目下の所では最も適當したものではないかと思はれます。

次に礮を運搬する土運車であります。是はスチーム・ショベルを使ひますればそれに相當した大きいものを使はなければ效力がないので、普通4乃至10立方ヤードの大きいものを用ひて2輛乃至5輛を連結して居ります。此の土運車を牽く機關車は一般に電氣機關車を使つて居ります。電氣機關車には架線式と蓄電池式と二種類ありますが、蓄電池式のものは架線式のやうに作業者に對しては感電の危険が無いので機關車費及運轉費は高くなりますけれども小斷面の隧道及鑛山には之を使つて居ります。併し斷面積の大きい隧道になると架線式を盛に使つて居ります。此の架線式ですと壘築完成部附近迄しか電力線を延ばすことが出来ませ

ぬから此所より坑奥に機關車を進めることが出来ません。此不便を補ふ爲に架線式と蓄電式の兩者を併用した式のものを使つて居ります。此方式ですと壘築の完成した場所迄は架線式に依り、それから坑奥は蓄電池式に依つてベンチ迄土運車を出し入れする事が出来て大變に稍運搬の能率を擧げることになります。殊にショベリングにスチーム・ショベルを用ひ、土運車の大きいものを使用する際は一層有效であると思ひます。

今スチーム・ショベルを使ひまして礫を出す方法の一例を申し上げます附圖第二圖はフロレンス・レーキ隧道に於ける礫出方法の略圖であります。此隧道はサウサン・キャリホルニヤ・エジソン・カンパニーがシーラマウンテン附近で水力電氣工事を起して居ります其水路用隧道の一つであります。本隧道の斷面積は我國鐵道の單線隧道型と略同じでありまして、高さ幅共に 15 尺であります。掘鑿法は頂部導坑及一階段式でありましてショベリングにマリオン二十五番型スチーム・ショベルを使つて居ります。此型は普通土工用に使つてゐるものよりは稍小さくて特別型ですから 3 臺以上でないといふと會社で注文に應じないそうです。圖面に示す S はスチーム・ショベル、L は電氣機關車、C は土運車でありまして土運車の軌道は軌間 3 呎、35 封度軌條を用ひ、スチーム・ショベル用軌道は軌間 4 呎 8 吋半、軌條は 60 封度であります。此軌道はベンチに接近した一部分丈に敷設してある丈であります。運轉方法は最初機關車が坑外より 4 立方ヤード容量の土運車 5 輛を推進で左側線のスチーム・ショベルの後部に押込んで直ぐ 1 輛だけ連結の儘後戻りして右側線に這入つて來ます。さうするとスチーム・ショベルが運轉して土運車に礫を積込みます満載すれば機關車は此土運車を後進させ、次にスチーム・ショベルの後部にある空車一輛を右側線に移し、再び積込みを始めます。斯くして 5 輛共満載すれば機關車の牽引で是等を坑外に運び出すのでありますが、土運車を左側線より右側に移すにはどう云ふ方法にやるかと云うと、スチーム・ショベルのフレームを取外づして新たに角材で長方形の枠を取付け、其枠の後部に 4 吋鐵管とチェーンとで圖面の如き装置を作りブームの中間にタガー・ホイストを取付けてあります。此ホイストで空車を釣上げブームを廻して側線に空車を移すのであります。

第四に支堡工に就て申し上げますが、支堡工は米國では殆ど全部が拱型支堡工を使ふて居ります。其の材質は木材を主として居るが、時には鐵材も使つて居ります。米國では木材の安價なのと市場にある在庫品の關係上總て角材で支堡工を施

して居ります。拱型支堡工は一度組立てると隧道断面全部を自由に利用することが出来ますから、壘築に際してブロー・ホームを用ゐてコンクリート・ガンで施工する場合には最も適當した支堡工の方法であります。支堡工は一般に埋殺しにして居るやうであります。そして空隙には礫を詰めますが礫が充分に詰らぬ處には特にガンを使ひ、モルタル又はコンクリートを詰めてゐる處もあるのであります。前にも述べました様に米國では角材を使つて非常に丈夫な支堡工を造つて居りはせぬかと私は考へるのでありますが、此の方法を日本で適用する際には無理に角材でなくても丸太でよいと思ひます。尙ほ支堡工を施して置く期間であります。掘鑿して壘築をする迄の期間は、前に申上げたやうに階段法では極く短かいのでありますから、其の期間を頭に置いて支堡工の大きさを決めなければならぬと思ひます。

第五は壘築に就て申上げます。米國では地質の良い處では全部壘築を省略して居るものが可成りあります。又側壁を掘放しにして拱部だけ壘築して居る處も相當見受けました。勿論此の壘築を施さないで開通後に壘築するのは大變厄介な事で感心しませんが、何處でも彼處でも構はず壘築するのは考へものであります。相當良好な岩質ならば側壁の壘築を省くと云ふ方法を探つてもよいと思ひます。それから壘築する迄に行かないでも將來風化する虞ある處はモルタル・コーチングをやつて居る處も相當見受けました。此の方法も亦面白い方法だと思ひます。壘築材料としては一般に場所詰コンクリートを使つて居りまして、切石やコンクリート・ブロック積は餘り見受けませんでした。場所詰コンクリートを打つ方法はどうかと云うと、側壁は人力でやつてゐる處もありましたが、拱部は一般にニューマチック・コンクリート・プレースメントに依つて居ります。

此のニューマチック・コンクリート・プレースメントに一般使用されてゐる機械はランサム・カニフ・タイプとウェブ・アンド・コックス・コンクリート・ガンの二種類でありまして、前者はバーチカル・タイプで、後者はホリゾンタル・タイプであります。断面積の小さい隧道の中で使用するには後者が便利のやうに思はれます。

今コンクリート・ガンを使用して壘築を施工しました一例を申上げます。附圖第一はシャンダーケン・トンネルに於ける壘築法の略圖でありまして断面に示す様に前後に動く移動式足場があつて、其一端にインクラインが連結されてありま

す。坑口から運搬して來ましたコンクリート車を一輛づゝ捲揚機で此インクラインの上に引揚げ、コンクリート受箱にあけます。次に壓搾空気を送りますと、コンクリート・ガン中のコンクリートは6吋鐵管を通つて壘築を施工せんとする拱部に行く様になつて居ります。此のインクラインは礮運搬車が通る際には邪魔になりますから圖面に示す様に捲揚機で釣り上げる仕掛になつて居ります。此の方法で施行の際特に注意すべきは鐵管の曲部が早く摩損しますから特に堅いマンガニース・スチール・パイプを用ふるがよろしい。又中間のジョイントに注意しませぬと其の附近が急に摩損の爲め穴があくやうなことがあります。

それからスチール・フォームを使つてコンクリートを打つ際に此スチール・フォームの上部に於てコンクリートを搔均す必要があります。然るに壘築の厚さが薄い時には人が這入つて仕事をする事は困難でありますから所々にマン・ホールを設けて、其處から手を入れて中を搔均すやうにしたらよいと思ひます。次にスチール・フォームの終端に於てコンクリートを止めるには其の終端にアングルを備へ、之れに適當な板を取付け其隙間に新聞紙等でパッキングしてコンクリートの流出を防いで居ります。それからスチール・フォームの据置期間は大變短い様でありまして短いのでは10時間、普通で24時間乃至48時間であります。それは施工の關係もありますが、併しコンクリート・ガンを用ひますれば50尺なり60尺なりを一回に打てるのでありますからさう早くホームを取外しコンクリートの強さを減ずる必要はないかと思ふのであります。

第六に換氣法に就て申し上げますが、長い隧道に於て換氣の必要は今更申上げる迄もありません。此の換氣に使ふ機械には、ファンとブロアーとありますが、米國では普通ターボ・ブロアーを使つて居ります。換氣の方法は私が視ました半數以上の處では爆破後20分乃至40分間は吸出法に依り大部分の煙を坑外に吸出し然る後は常に送入法を行ふて居ります。此の方法は非常に良い方法であると思ひます。

それから通風用の管であります。是は普通鐵管と木管を用ゐて居ります。米國では木管が安價であり、且つ掘鑿面に極く接近した處迄敷設する事が出来、又取扱が鐵管に比し手軽く便利であると云ふ關係から之を盛に使つてゐるやうであります。併し日本のやうに木管、鐵管共に高價な國では薄い鐵板で製作したものを用ひ、隧道掘鑿面に接近した部分には一部木管なり、又はワイヤー入りのカンバス管を使つたらよいと思ひます。

最後に頂部導坑階段法に就て申し上げますが、是は前に申しましたやうに全断面を殆ど一度に掘鑿して引續き疊築を早く進めて行かうと云ふ方法であります。地質が悪くて支堡工を盛に施して行かなければならぬ場合に遭遇すると、本法は思ふやうに進行致しません。故に此の方法を應用するには岩石の硬い隧道で支堡工を施工する區間が少なく又施工するも合掌式で濟む程度のものに用ゐれば最も有效であると思ひます。それから此の方法を用ゐますれば、どうしても一度に多量の礫を取出す必要がありますから之に相當した容量の大きい丈夫で取扱の容易な鏟機械を使はないと、折角本法を採用した効果が無いぢやないかと私は思ふのであります。次に掲げました附圖第二乃至第四及寫眞はシャンドーケン・トンネル工事の模様を示したものであります、甚だ詰らぬ事を長々と申上げて御清聴を煩はしまして恐縮に存じます。(拍手)

右講演後次の質問應答ありたり。

- 丹羽副會長 唯今の御講演に付きまして御質問があらば此の際御發言を願ひます。
- 山本 潔君 コンクリートの施工中、非常に水が出る時にはどう云ふ手當をするのですか。
- 堀越清六君 掘鑿断面の上部から澤山出るのですか。
- 山本 潔君 上部及側面から出た時の手當はどう云ふ風にするのですか。
- 堀越清六君 それは餘り私は見たことはありませぬが非常に出ます場合はそこにセメント・ガンでモルタルを注入して一時其の水を止めて疊築をしたらどうかと思ふ。
- 山本 潔君 實際に御覽になりましたか。
- 堀越清六君 それは私は見ませぬ。
- 橋本敬之君 ブロー・ホームの一端のコンクリートはどう云ふ風に打つのですか。
- 堀越清六君 それは私が視ました地下鐵道工事では6吋位のステップをつけて喰違ふやうにしてありました。
- 橋本敬之君 私の伺ふのはブロー・ホームのコンクリートの端にある處はアンが出ませぬか。
- 堀越清六君 ブロー・ホームの終端にアングルがあつて、これに板をボルトで

取付けコンクリートの流出を防ぐことになつて居ります。併し拱部に於てはどうしても長い板は使ひませんで短小な板を繼張にしてやつてゐるのであります。さうして其の隙間々々には矢張り小さい三角なり四角なりの板を打付けて居ります。

- 橋本敬之君 上越南線でやつた場合にそれに1時間も2時間も掛つて困つた。何か良い方法はないかと思つたのでありました。どうも岩盤とのなじみが悪いので其の間に小さい木を箆めるとか或は新聞紙を押込むなりしました。
- 堀越清六君 米國でも同様でありますが拱頂部丈は硬練コンクリートで押へたら何うかと思ひます。
- 小田川全之君 爆發物としては獨逸では戦争中から液體酸素を鑛山又は隧道に使つて居りまして、米國でも近來使ひ始めた様で、鐵道省でも上越線の隧道で御試験になつたそうですが、米國の隧道工事を御視察中どちらかで御覧になりましたか、伺ひます。
- 堀越清六君 不幸にして其の使用は見せませんでした。
- 那波光雄君 第一ベンチと第二ベンチとドリリングを一緒にやりますか或は別別になると大變手間取るやうですが。
- 堀越清六君 両者はオーバー・ラップして同時にドリリング致します。
- 那波光雄君 ワンベンチのドリリングはどうですか。
- 堀越清六君 導坑 H_1 を初めやりますそれから H_2 と B とを同時にやりますから前のは2時間後のは6時間かゝることになります。
- 那波光雄君 上のワンベンチは三組でやりますか。
- 堀越清六君 是は導坑組、ベンチ組と二組でやつて居ります。
- 相馬龍雄君 唯今のコンクリート・ライニングの方でありますがアレはブロー・ホームでやつて居るか知れませぬが今の話では50何尺位の一と組になつて居りますか。
- 堀越清六君 是は約50尺になつて居ります。
- 相馬龍雄君 さうすると1日の掘鑿の長さコンクリートの長さが同じと云ふ譯ですか。
- 堀越清六君 1日の掘鑿進行10尺から15尺と假定すると3日乃至5日目に1回コンクリートを施工する事になります。

- 相馬龍雄君 次回のコンクリートを打つホームは……………。
- 堀越清六君 此のホームを外したら次に持つて行くことになつて居ります。故に仕事の關係上ホームを早く外すと云ふ必要が起るのであります。
- 相馬龍雄君 今テレスコピップがあると云ふことでありますが……………。
- 堀越清六君 それはありますが實際使つてゐるのは視ませんでした。
- 相馬龍雄君 鑿岩機の百四十八、二百四十八と云ふものを使つて居るやうに思ひますが二百四十八以上の場合或は2倍半のものを使つて居るやうに見えますが……………。
- 堀越清六君 さう云ふ大きいのを使つて居るかも知れませんが私の視ました隧道ではソナ大きいのは見なかつたやうに思ひます。
- 相馬龍雄君 穴の深さは何尺位ですか。
- 堀越清六君 それは勿論岩質に依ることではありますが私の視ましたので導坑は八、九尺位それで一度の進行が七、八尺と云ふのが多うございます、併しベンチの方になりますと、深いのは十八、九尺の穴を掘るのであります。
- 相馬龍雄君 電氣雷管は澤山使つて居りますか。
- 堀越清六君 其の統計は取つて居りませぬが最近多く使ふやうになつたのであります。
- 相馬龍雄君 御覽になりましたか。
- 堀越清六君 私が見ました隧道は殆ど全部電氣雷管を使つて居ります。
- 相馬龍雄君 デレーは……………。
- 堀越清六君 西部で盛に使つて居ります。
- 相馬龍雄君 1回でやつて居りますか2回、3回ですか。
- 堀越清六君 電氣發火するのは1回であります但しデレー・アクション・デトネーターを用ひますから爆破する時間に相違がありましてセンターのカット・ホールは早くリフターは多少遅くなるのであります。
- 相馬龍雄君 さうすると盛に使つて居るのでありますか。
- 堀越清六君 そうであります。
- 相馬龍雄君 マッキングにショベル・ローダーを使つてゐるのはどんなものですか。
- 堀越清六君 ショベル・ローダーは鑛山では可成使つて居りますそれから断面

の小さい隧道でも使つて居りますが成績は一様で無く未だ研究の餘地がある様に思ひます。

○相馬龍雄君 手でやつてゐるのは殆ど無いのですか。

○堀越清六君 私の視た隧道で手でやつて居たのもありました。

○相馬龍雄君 スクレーパーを用ひて掘出する方法が何か雑誌に出て居りますか

○堀越清六君 それは昨年のエンジニアリング・アンド・コンストラクテングの
レールウェイ部で鳥渡見ましたが之れは鑛山に使つてゐるやうに書いてありま
した。普通の隧道に使つてゐるのではない様に思ひました。

○相馬龍雄君 普通の隧道には餘り使つて居りませぬか。

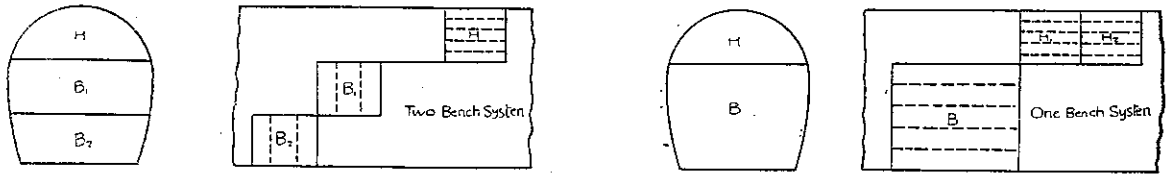
○堀越清六君 私は見たことはございませぬ。

○丹羽副會長 モウ御質問もございませぬか——それでは講演に對する御挨拶は
後にして時間の都合上休憩を廢めまして第二席の谷井君に歐米に於ける市街橋
雜感の御講演を願ふことに致します。

附圖第一

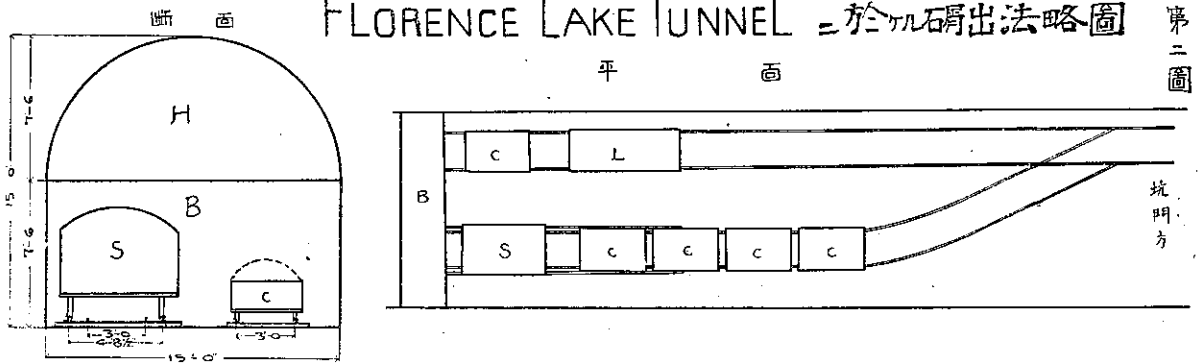
TOP HEADING BENCH METHOD
(頂部導坑階段法)

第一圖

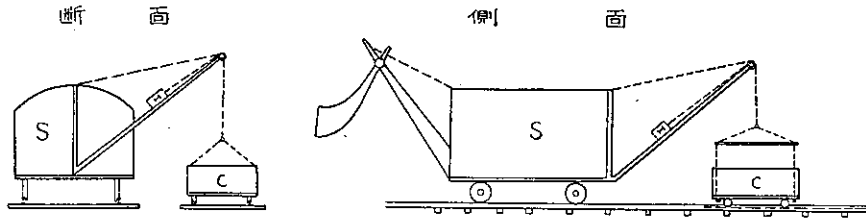


FLORENCE LAKE TUNNEL 二於ケル礪出法略圖

第二圖



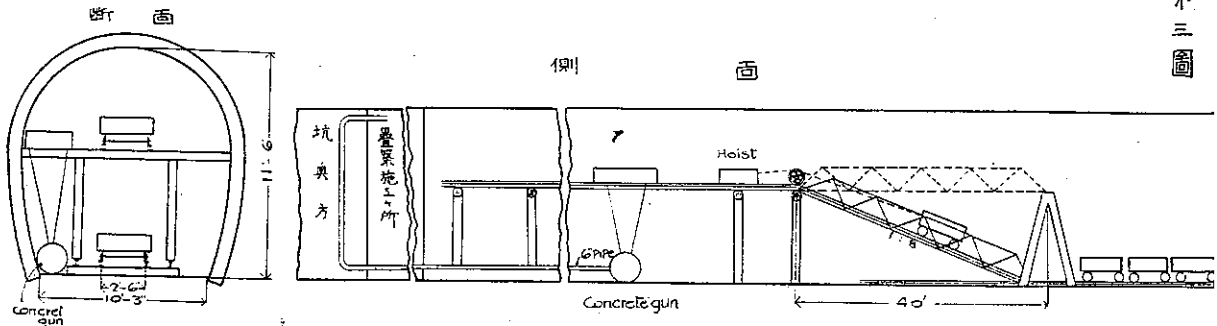
土運車ヲ側方ニ移動セシムル裝置圖



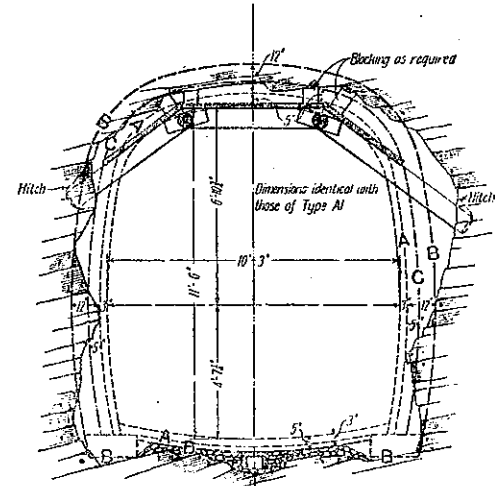
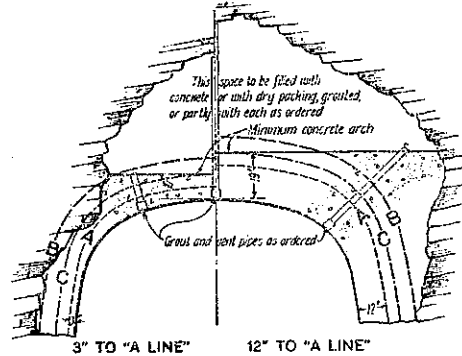
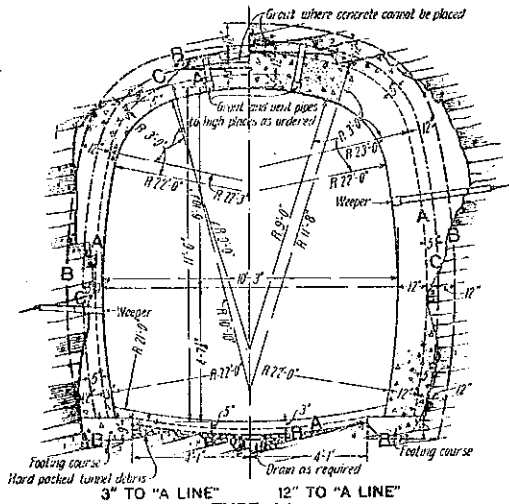
SHANDAKEN TUNNEL 二於ケル疊築法略圖

第三圖

(正木學會誌第十一卷第一號附圖)



附圖第三



3" TO "A LINE" 12" TO "A LINE"
DETAIL OF HIGH BREAKAGE

TYPE B1

Type B, "temporary timbering", invert 1.
Drawn 3" to "A line"; increased thickness, if ordered, to be made as in Type A1.

HYDRAULIC ELEMENTS

Depth of flow in feet	Types A1 to F1 inclusive				Types A2 to F2 inclusive			
	A	D	R	AVR	A	D	R	AVR
11.5	105.1	38.1	2.79	177	105.3	37.3	2.92	177
11.1	104.6	37.6	3.21	187	103.0	31.9	3.28	187
11.0	104.9	37.1	3.25	187	103.2	31.3	3.30	187
10.9	104.0	36.8	3.35	177	103.0	28.1	3.41	177
8.0	76.1	24.6	3.18	159	77.3	23.8	3.24	159
6.0	58.7	20.6	2.83	139.0	57.4	19.8	2.90	137
4.0	37.8	13.6	2.28	97.2	37.0	15.6	2.34	97.1
2.0	17.6	12.8	1.40	20.8	16.8	11.8	1.43	20.1
1.0	7.02	10.55	1.41	9.73	7.16	9.60	1.49	6.23
** .54	3.15	9.60	3.89	2.07	3.24	8.21	3.89	2.04

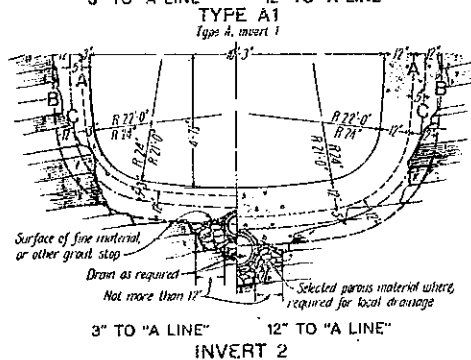
** Maximum ** Corner of invert 1 A = area, sq. ft. p = wetted perimeter, ft.
R = hydraulic radius, ft. Slope of invert = .001334 V5 = .0269

QUANTITIES PER LINEAR FOOT

	Type A1	Type A1	Type A2	Type A2	Type B1	Type B1
	3" to "A line"	12" to "A line"	3" to "A line"	12" to "A line"	3" to "A line"	12" to "A line"
Excavation	5.72	6.74	5.92	1.27	5.72	6.74
Concrete in footings, side walls and arch	1.64	2.66			1.64	2.66
" " invert	15	15			15	15
" " total	1.79	2.81	2.07	3.37	1.79	2.81
Dry packing	In high breakage arch, actual quantities by field measurement					
Grout	Actual quantities by field measurement					
Temporary timbering	M.F.B.M.					
Forms	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Drainage channels	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1 Excavation and concrete quantities computed to ideal average line of excavation, i.e. to "B line". In Type B1 all quantities but timber are identical with same quantities for Type A1.
2 Where the minimum concrete arch is built in sections of high breakage of either Type A or Type B, the quantity of concrete within the "B line" is 0.11 cu. yd. per lin. ft. less than the corresponding quantity in this table. Under certain conditions stated in Sect. 34 of the specifications, volumes of excavation and concrete outside the "B line", if sufficiently large, will be paid for.

3 Timber quantity in Type B1 is based on 8" x 8" timbers, 3'-0" center to center, lengths as shown, and 2" lagging over width shown, 2x6x8" splice blocks at joints, 6" diameter struts between bents, and blocking assumed to be equal to B.F.M. at each joint of the arch ring. Struts computed as inscribed square.



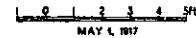
3" TO "A LINE" 12" TO "A LINE"
INVERT 2

Invert 2 may be substituted for invert 1 with any type of tunnel in rock, the section then being designated AR, B2, O2, etc.

Drawn PROG. C.F.F. 2-36
Traced AAC
Checked PROG. C.F.F.
Theo. H. Wiggins
Designing Eng. BWS/1318

Hedden, Blumman
Dept. Eng. Hoare

City of New York
BOARD OF WATER SUPPLY
SHANDAKEN TUNNEL
TYPES A AND B, 11'-6" x 10'-3"
AND INVERTS 1 AND 2



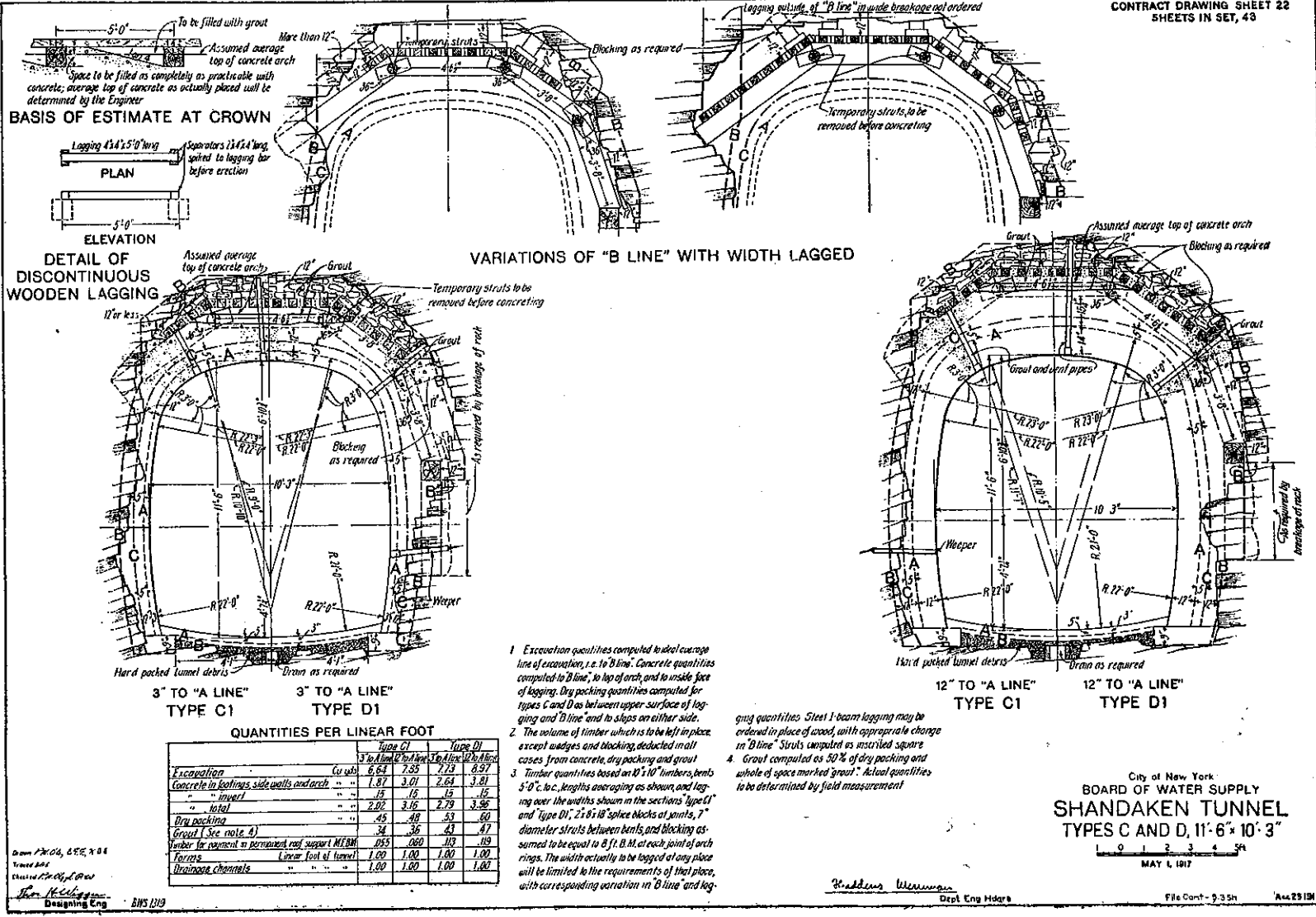
MAY 1, 1917

File Cont. 5.3.55h

Acc 22 117

附圖第四

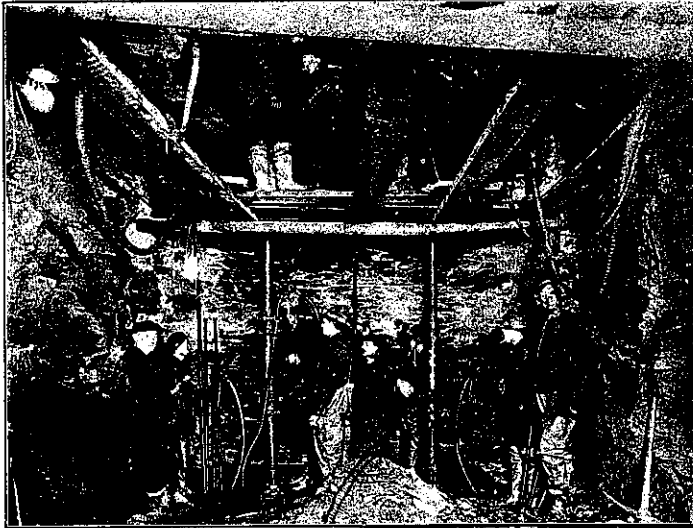
CONTRACT DRAWING SHEET 22
SHEETS IN SET, 43



(土木學會誌第十一卷第一號附圖)

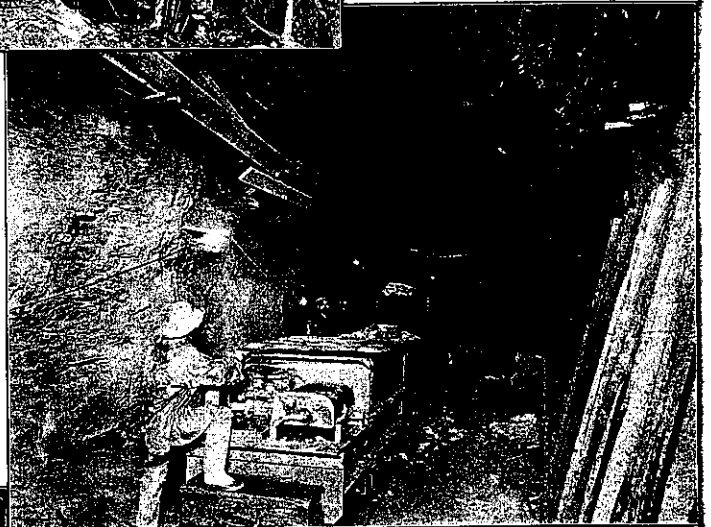
Drawn by M. G. L. S. & O. J.
Traced and
Checked by M. G. L. S. & O. J.
Designed by
Hudson Wimmerman
Designing Eng. BNS 1319

寫 真 第 一



5 臺の鑿岩機を2個の堅柱に乘駕し隧道の全断面を同時に掘鑿す。

寫 真 第 二



寫 真 第 三

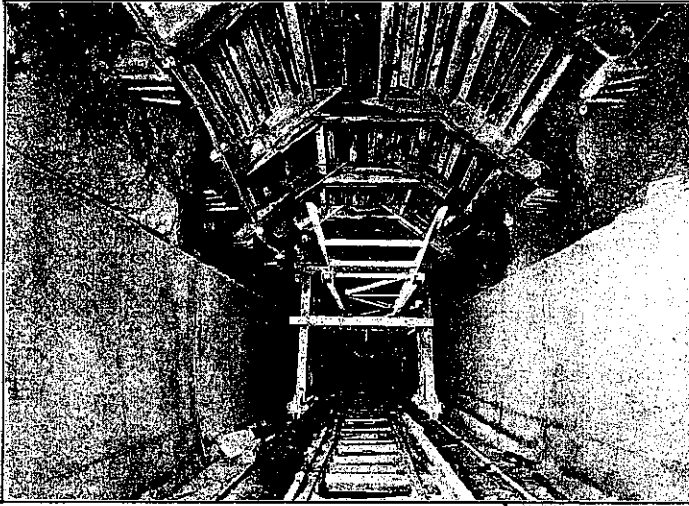


マイアース・フアーレイ・ショベリング機械を用ひ礪出作業中なり土運車の運轉に蓄電池機関車を使用す。

(土木學會誌第十二卷第一號附圖)

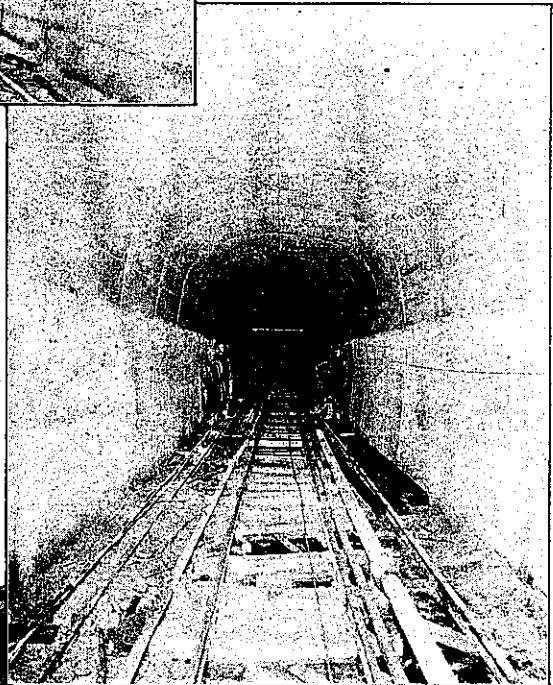
地質軟弱なる部分の支墜工を示す。木材は10吋角なり。

寫 真 第 四

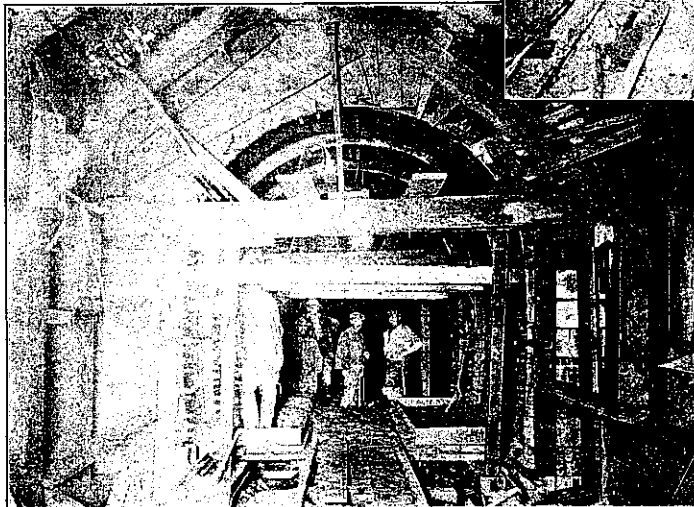


移動式の足場を用ひ側壁用混凝土を此の上に引き上げる装置なりインクラインは車輛の通過に差支へ無き様捲き揚げられたる狀況を示す。

寫 真 第 五



寫 真 第 六



混凝土施工用の鋼鐵製の模型を示す混凝土は人力に依りて施工せらる。

インクラインに依り拱の覆工材料を引き上げる装置なり。拱混凝土はユニヴァーサル・コンクリート・ガンを用ひ施工す。