

# 論 說

土木學會誌 第一卷第四號 大正四年八月

## 隧道内ニ於ケル混凝土工事ニ就テ

工學士 八 田 嘉 明

### 緒言

輒近本邦ニ於ケル膠灰製造業ノ發達ニ伴ヒ混凝土ハ益其用途ヲ擴メ今日各種ノ事業ニシテ多少其應用ヲ見サルモノ殆ント之ナキカ如シ鐵道工事ニ在リテモ從來混凝土ノ使用ハ主トシテ基礎及鋪床ニ限ラレタルノ觀アリシカ爾來膠灰品質ノ改良ト價格ノ低廉トハ工法ノ熟練ト相俟チテ橋梁、擁壁其他諸種ノ重要ナル建造物ニ於ケル混凝土ノ適用ヲ促進シ且益其効果ヲ認メラル、ニ至レリ然レトモ隧道用トシテハ疏水路ノ如キ斷面小ナルモノ其他特種ノ場合ニ其例ヲ見ルノミニシテ未タ普ク鐵道隧道ニ於ケル覆工 (Lining) 材料トシテ施工セラル、ニ至ラサルカ如シ蓋シ之レ隧道内地質ノ變化豫知シ難ク土壓及湧水ノ虞アルノミナラス坑内狹隘ニシテ作業意ノ如クナラサル等煉化石又ハ石材ニ比シ不便ノ點多シト認メラレタルカ爲ナルヘシト雖幾分亦其經驗ヲ積ムコトナクシテ徒ニ不安ノ念ニ驅ラレタルノ嫌ヒナキニ非ス之ヲ事實ニ徵スルニ地質岩石乃至充實セル土砂ニシテ土壓少ク湧水亦多カラサル個所ニ在リテハ混凝土ハ極メテ適當ナル覆工材料ニシテ殊ニ石材ニ乏シク煉化石ノ供給亦不便ナルニ反シ砂利及砂ヲ得ルコト容易ナル地方ニ於テハ煉化石又ハ石材ニ比シ裕ニ工費ノ三割乃至六割ヲ節減シ得ヘシ

目下建設工事中ナル新庄線ハ其沿道良質ノ石材ニ乏シク亦地方氣候ノ關係上煉化石ノ製産少額ナルニ反シ線路ハ概ネ河川ニ近接シ宮城縣下ニ在リテハ荒雄川山形縣下ニ於テハ最上川ノ流域ニ在リ一般ニ砂利及砂ニ富ムヲ以テ全線隧道中地質堅實ニシテ土壓少ナク湧水亦甚シカラサル個所ニハ成ルヘク混凝土ヲ利用シテ工費ノ節約ヲ計リ今日迄竣功セル隧道總數十六個所延長一萬九千五百九十七呎餘ノ内混凝土ヲ施工セルモノ通計側壁約九千六百二十四呎拱約三千二百二十三尺立積合計約二千三百十八立坪ヲ算セリ而シテ當初ハ坑内混凝土ノ經驗ニ乏シキ爲メ工事請負者モ成ルヘク之カ施行ヲ避クルノ傾アリシモ漸次經驗ヲ重ネ職工熟練スルニ從ヒ施工上格別ノ不便ナキノミナラス却テ多クノ場合ニ煉化石又ハ石積ニ比シ作業簡易迅速ニシテ且土壓多キ個所ニハ不適當ナルモ湧水ノ個所ニハ相當ノ注意ト手段ヲ講スレハ全ク他ノ材料ト同様安全ニ施工シ得ルコトヲ認メ益其應用ノ範圍ヲ擴ムルニ至レリ尙此混凝土ノ使用ニ依リ多數煉化石ノ需要ヲ減シ自然其市價ヲ低下シ從テ間接ニ他ノ工事費ヲモ低廉ナラシムルノ利益ヲ得タリ該線ニ於ケル混凝土覆工ハ主ニ施工ニ便ナル側壁部ニ應用シ拱ニハ地質最モ良好ナル部分ヲ選ビ二三ノ個所ニ使用セルニ過キス且拱頂部ハ上部ニ掘鑿ノ餘裕ナク混凝土ノ填充及搗固メニ不便ナルノミナラス直接機關車烟筒ヨリ吐出スル惡瓦斯ニ曝露スルカ爲メ施工後日淺キ混凝土ニ惡影響ヲ及ホスノ虞ナキニアラサルヲ以テ拱部ノ混凝土ハ起拱點ヨリ約八呎十吋ノ高サニ止メ拱頂部ニハ良質ノ煉化石ヲ使用セリ又地方氣候ノ實況ニ鑑ミ嚴冬ノ候風雪激甚ニシテ混凝土ノ未タ充分堅硬ナラサルニ先チ自然其表面ヲ傷害セラル、ヲ慮リ坑門及附近一鎖乃至二鎖間ノ覆工ハ多ク煉化石又ハ石材ヲ以テ疊築セリ

前述ノ如ク該線ニ於テハ單ニ煉化石又ハ石材ノ代用トシテ平混凝土 (Plain concrete) ヲ施工セルモノニシテ全ク鐵材ヲ用ヒサリシモノナレトモ偏壓ヲ受クル個所ノ如キハ必スヤ鐵骨ノ使用ヲ要

スヘク又一般ニ鐵筋又ハ鐵網ヲ挿入シテ混凝土ノ強力ヲ増補シ覆工ノ厚サヲ減少スルノ利益ナル場合アルヘシ之ヲ要スルニ混凝土ハ隧道覆工材料トシテ將來益應用セラルヘキヲ信スルヲ以テ茲ニ左ノ數項ニ分チ新庄線ニ於ケル該工事ノ概況ト之ニ關スル私見トヲ記述シ聊カ記憶ニ供ヘ併テ高教ヲ乞ハントス

第一 混凝土ノ調合及強度

第二 遺形及模型ノ構造

第三 混凝土ノ練合及運搬

第四 混凝土ノ填充及搗固

第五 表面仕上並模型ノ除去

第六 一日ノ工程及仕事ノ始終

第七 混凝土ノ皸裂並伸縮接目

第八 湧水ニ對スル設備

第九 工費及煉化石積トノ比較

第一 混凝土ノ調合及強度

覆工用混凝土ノ調合ハ容積ノ割合ニ於テ拱ニ對シテハ膠灰一砂二砂利四側壁ニ對シテハ場所ニ依リ膠灰一砂三砂利六又ハ膠灰一砂二砂利四トシ砂ハ粗粒ノモノ砂利ハ徑四分ノ一吋乃至二吋ノモノ(空隙三割五分内外ヲ有ス)ヲ使用セリ練合セニ要スル水量ハ混成材ノ性質粗細乾濕ノ度等ニ依リ斟酌スヘキコト勿論ナレトモ一般ニ水分少ナケレハ硬化早クシテ短時日ニ一定ノ強度ニ達スレトモ搗固メノ煩多ク水分多ケレハ搗固メ容易ニシテ等質ノモノヲ得レトモ硬化遅キノ嫌アリ各得失相半ハスト雖坑内混凝土ハ搗固メ作業比較的困難ナルヲ以テ寧ロ稍軟キ練合ヲ選ム

方施工上安全ナルヘシ其程度ハ普通鐵筋混凝土ノ場合ニ用フルモノヨリ稍水分少ナキヲ以テ度トスヘク此程度ノモノ實驗上最モ良好ナル結果ヲ得ルカ如シ  
 混凝土ノ強度ハ混成材ノ性質練合ノ硬軟搗固メノ程度並氣候等ニ由テ大差アリ一概ニ論シ難キコト勿論ニシテ正確ナル數字ハ實際使用スヘキモノニ就キ其都度試驗ヲ經テ決定スルノ外ナキモていら、たむすん兩氏ノ計算ニ依レハ空隙三割五分ヲ有スル徑四分ノ一時乃至二時ノ砂利ヲ用ヒ中練 (Medium Consistency) トセル混凝土ノ平均抗壓強ハ凡ソ左ノ如クニシテ調合一三、六ノモノハ一、二、四ノモノ、約七割九分ノ強度ニ當レリ

調合 (容積ノ割合)	製 齡 一ケ月	製 齡 六ケ月
膠 灰	一平方吋ニ付 二、三八〇	一平方吋ニ付 三、二一〇
砂	二、二五〇	二、八三〇
砂利	四	二、八三〇
	五	二、八三〇
	六	二、五三〇
	一、八七〇	(二、一三〇)
		(二、六三〇)

明治四十五年三月中鐵道院試驗所ニ於テ多摩川砂利ヲ用ヒ硬練混凝土(敲キ込ミ製型セルモノ)調合一、二、四ノモノニ對スル試驗ノ結果ハ製齡一ケ月ニシテ一、八六七乃至二、一七八磅ヲ示セリ又軟練混凝土(流シ込ミ製型セルモノ)同一調合ノモノハ製齡一ケ月ニシテ九一四乃至九二三磅ヲ示シ略敲キ込ミ製型セルモノ、二分ノ一ノ強度ニ過キサレトモ流シ込ミ製型ノモノハ一般ニ敲キ込ミ製型ノモノニ比シ時日ノ經過ニ伴フ強度ノ増進割合ニ速カニシテ敲キ込ミノモノ即チ硬練製型ノモノハ三ケ月ヲ經過シ一ケ月ノモノ、強度ノ二割五分内外ヲ増加スルニ對シ流シ込ミノモノ即チ軟練製型ノモノニアリテハ二ケ月ニシテ其強度ヲ倍加シ三ケ月ヲ經過セルモノニ在リテハ敲キ込ミ製型ノモノト略同一ノ強度ヲ示スニ至ル乃チ該所ニ於ケル試驗ノ結果ハ調合一、二、四ノ

流シ込ミ製型ノモノニケ月ニシテ一、九四六磅三ケ月ニシテ二、二四〇磅ヲ示セリ而シテ該試驗ノ成績ニ依レハ調合一、三、六ノモノハ一、二、四ノモノ、七割弱ノ強度ヲ示セリ

礫ヲ煉化石ノ抗壓強 (Ultimate Compressive Strength) ヲ視ルニ新庄線ニ於テ使用セル東北地方諸工場ノ製作ニ係ル並形一等品ノ平均強度ハ每平方呎ニ付二〇二噸乃至三八九噸ニシテ三等品ニ至リテハ百噸ヲ下ルモノアリ又明治四十四年中鐵道院試驗所ニ於テ主ナル本邦煉化石工場ノ製品ニ就キ試驗セル成績ニ依レハ並形一等品ノ抗壓強ハ一六六噸乃至四〇四噸ヲ示セリ因ニ鐵道院現行煉化石規定ハ一等品ノ抗挫強 (Crushing Strength) ヲ一五〇噸以上二等品ヲ一三〇噸以上三等品ヲ一〇〇噸以上トセリ次ニ膠泥ノ抗壓強ヲ視ルニ同年中該試驗所ニ於テ本邦諸會社製ノ膠灰ニ就キ實驗セル成績ニ依レハ膠灰一砂三ノ調合ノモノ塑齡六ケ月ニシテ一平方吋ニ付二、五、三、三乃至五、一、七、九磅一平方呎ニ付一六三噸乃至三三三噸(塑齡一年六ケ月ニシテ一平方吋ニ付三、一、四、四乃至六、〇、九、〇磅一平方呎ニ付二〇二噸乃至三九二噸)ヲ示シ略前記一等品煉化石ノ抗壓強ニ等シ而シテ煉化石積トシテノ耐壓力 (Bearing Power) ハ施工法其他種々ノ事情ニ依リ大差アリテ甚捕捉シ難シト雖恐ラク普通ノ場合ニ於テ煉化石又ハ膠泥ノ強度ノ五割内外ヲ出テサルヘク乃チ前記ノ煉化石ヲ調合一、三ノ膠泥ヲ以テ築造セル煉化石積ノ耐壓力ハ概ネ一平方呎ニ付八〇噸乃至二〇〇噸ナリト想定シテ差支ナカルヘシ

更ニ石材ニ就テ視ルニ新庄線沿道ハ一般ニ良質ノ石材ニ乏シク或種ノモノハ安山岩ニシテ七百噸乃至一千噸ニ達スルモノナキニアラサレトモ多クハ凝灰岩ニシテ試驗ノ成績ハ一平方呎ニ付二九七噸乃至四八三噸ノ抗壓強ヲ示スニ過キス之ヲ用ヒテ築造セル粗石積ノ耐壓力モ亦恐ラク煉化石積ト大差ナカルヘシ

次ニ混凝土ノ耐伸強ハ從來實驗ノ成績ニ乏シキモ二三ノ記錄ニ徴スレハ抗壓強ノ十二分ノ一内

外ニシテ略膠泥ノ耐伸強ニ同シク之ニ對シ煉化石積又ハ石積ノ耐伸強ハ膠泥ノ煉化石又ハ石材ニ對スル附着力 (Adhesion) ナルヲ以テ材質及ヒ築積ノ方法ニ由リ大差アリト雖モ二三ノ實驗ノ成績ニ依レハ此附着力ハ凡ソ膠泥ノ耐伸強ノ六分ノ一乃至四分ノ一ニ過キササルヲ以テ結局混凝土ノ耐伸強ハ多クノ場合ニ於テ煉化石積又ハ石積ノ夫レニ比シテ大ナリト見做シ得ヘシ

之ヲ要スルニ適當ニ施工セラレタル混凝土ノ強度ハ耐壓並ニ耐伸ノ兩方面ニ於テ普通ノ煉化石積又ハ粗石積ニ比シ劣ルコトナキモノト斷定シ得ヘク從テ混凝土覆工ノ厚サハ實用上煉化石積ノ場合ニ準シテ差支ナカルヘシ然レトモ茲ニ最モ注意ヲ要スルコトハ混凝土ハ施工法ノ巧拙如何ニ由リ強度ノ上ニ大ナル差等ヲ生スルコト煉化石又ハ石積ノ場合ノ比ニ非ス又不幸ニシテ一朝外力ニ耐ヘス破壊ノ場合ニ際會セハ混凝土ハ亂雜ナル龜裂破碎ノ状態ヲ呈シ忽チ危險ニ瀕スルニ反シ煉化石又ハ石積ハ龜裂ヲ生スレトモ混凝土ノ如ク直ニ亂雜ノ状態ニ至ラス例ヘハ空積ニテモ或程度迄ハ覆工トシテ形狀ヲ保持シ得ルカ如シ混凝土ノ此缺點ヲ補ハンカ爲ニハ適當ナル鐵筋又ハ鐵網ヲ挿入スルコトモ一法ナルヘシト雖モ膠灰其他混成材ノ精選及其施工ノ萬般ニ涉レル細密ナル注意ハ混凝土ノ使用上缺クヘカラサル條件ナリトス

而シテ又混凝土カ覆工材料トシテ大ナル缺點ノ一ツハ混凝土其モノカ施工後相當ノ時日ヲ經過セサレハ一定ノ強度ニ達セサルコトニシテ此ハ膠灰ヲ使用スル工作物ニアリテハ常ニ避クヘカラサル弱點ニシテ煉化石又ハ石積ノ場合ニモ幾分共通ノ缺點ナレトモ特ニ混凝土ノ場合ニ於テ最モ著シク蓋シ混凝土カ土壓多キ個所ノ覆工トシテ不適當ナル唯一ノ理由ナリトス

普通中練ノ混凝土ハ練合後一週間ニシテ最大強度ノ約二分ノ一ニ達シ一ヶ月ニシテ其約三分ノ二ニ達スルヲ以テ適當ニ施工セラレタル混凝土ノ施工後短時日ノ抗壓強及ヒ其最大強度ハ略左ノ如クナルヘシ

調合(容積ノ割合)

調合	容積ノ割合	型齡一週間	型齡一ヶ月	最大強度
膠灰	砂	砂	砂	砂
一	二	一、七八〇 (二一五)	二、三八〇 (二五三)	三、五七〇 (二三〇)
一	二、五	一、五七〇 (二〇二)	二、一〇〇 (二三五)	三、一五〇 (二〇二)
一	三	一、四〇〇 (九〇)	一、八七〇 (二二〇)	二、八〇〇 (二八〇)

しんぷろん其他二三ノ隧道ニ於テ覆工材料トシテ混凝土塊ヲ用フルニ當リ指定セル抗壓強ハ使用ノ際一平方吋ニ付一、二〇〇磅乃至二、〇〇〇磅ナルニ照シ覆工ニ用フル平混凝土ハ少ナクトモ其調合一、三、六以上ノモノタルヲ要スヘク普通側壁部ニハ一、三、六拱並ニ特ニ重要ナル部分及湧水多キ個所ニハ調合一、二、四ノモノヲ使用スルヲ以テ適當且實用上安全ナリト思惟ス掘鑿當時全ク湧水ナク坑内殆ント乾燥セル隧道ト雖モ掘鑿後相當ノ時日ヲ經過スルニ從ヒ自然地盤ニ弛解ヲ來シ掘鑿面ニ水分ヲ集メ多少ノ湧水ヲ生スルニ至ルコトアルハ吾人ノ屢々實驗スル處ニシテ材料ノ石又ハ煉化石ナルト混凝土ナルトヲ問ハス總テ覆工ハ掘鑿後速カニ施工スルヲ以テ得策ナリトスレトモ貧弱ナル混凝土ハ密度ニ乏シキヲ以テ施工後相當ノ時日ヲ經過シタル後ニ於テモ此湧水ヲ漏出シ覆工表面ニ膠灰ノ浮渣ヲ生シ甚シク外觀ヲ汚損スルノミナラス長日月ノ間ニ自然混凝土ニ惡影響ヲ來スノ虞アルヲ以テ覆工用混凝土ハ強力ヲ要スルト同時ニ充分密實ナルコト即チ膠灰ニ富ム調合タルヲ要スルモノニシテ適量ノ火山灰ヲ混和スルカ如キハ混凝土ヲ密實ナラシムル適當ナル一法ナランカ

第二 造形及模型ノ構造

坑内混凝土ノ造形及模型ハ掘鑿支保工ノ有無並ニ覆工施行ノ順序ニ由リ自然其構造及形式ヲ異ニスルモノニシテ既ニ述ヘタルカ如ク覆工混凝土ヲ施工スル個所ハ一般ニ地質良好ナルヘキヲ

以テ多クノ場合ニ岩石乃至充實セル土砂ニシテ掘鑿ニ際シ全然支保工ヲ要セサルカ乃至ハ拱部ニ多少ノ支保工ヲ要スルモ側壁部ニハ殆ント支保工ヲ有セサル場合ニ限ラルヘク又其覆工施行ニ當リ仕事ノ順序トシテ拱架据付以前ニ側壁ニ着手スル場合ト拱架据付後側壁ヲ施工スル場合トアリ是等支保工ノ有無ト覆工施工ノ順序トニ依リ混凝土ノ遣形及模型ヲ區別セハ凡ソ左ノ四種トナスヘク其形式及構造ノ大略ハ第一圖乃至第四圖ニ示スカ如シ

第一種 全ク支保工ヲ有セス拱架据付以前側壁ヲ施工スル場合(第一圖)

第二種 全ク支保工ヲ有セス拱架据付以後側壁ヲ施工スル場合(第二圖)

第三種 拱部ニ支保工ヲ有シ拱架据付以前側壁ヲ施工スル場合(第三圖)

第四種 拱部ニ支保工ヲ有シ拱架据付以後側壁ヲ施工スル場合(第四圖)

第一圖ハ坑内地質岩石ノ類ニシテ墜落ノ虞ナク全ク支保工ヲ要セス仕事ノ都合上先ツ側壁混凝土ニ着手シ其一部施工ヲ俟テ漸次拱架ヲ裝置シテ拱部覆工ノ準備ヲナス場合ニ適用セリ

第二圖ハ第一ト同様全ク支保工ヲ要セサルモ仕事ノ都合上側壁遣形裝置ト同時ニ拱架ヲモ据付ケ側壁ノ施工ニ伴ヒ漸次拱覆工ヲ追進セシムル場合ニ適用セルモノニシテ實驗上斯種ノ地質ニ對シ最モ簡易ニシテ且經濟ナル方法ナリトス

第三圖ハ地質堅緻ニシテ側壁部ハ支保工ヲ要セサルモ拱部ハ岩石ノ罅隙又ハ地層ノ狀況ニ因リ多少ノ支保工ヲ要スルトキ仕事ノ都合上先ツ側壁ヲ施工シ後拱架ヲ裝置シ拱部煉化石捲立ニ着手スル場合ニ適用セリ

第四圖ハ第三ト同シク一部ノ支保工ヲ要スルモ仕事ノ都合上先ツ拱架ヲ据付ケタル後側壁混凝土ヲ施行シ之ニ伴ヒ順次拱煉化石捲立ヲ進ムル場合ニ適用セルモノニシテ側壁部ノ遣形及模型ノ構造ハ全ク第三ノ場合ニ同シ



以上ハ主トシテ側壁混凝土ニ就キ述ヘタルモノニシテ拱混凝土施工ノ場合ハ常ニ拱部ノ地質堅實ニシテ全ク支保工ヲ要セサル所タルヘキヲ以テ前記第一又ハ第二圖ノ場合ニ屬シ何レモ側壁混凝土ノ凝固ヲ待チテ着手スヘク其拱架ノ構造ハ第二圖ニ示ス如ク普通煉化石捲立ニ使用スルモノト全ク同一ニシテ只型模ウツギ(Tracing)ハ角物ノ代リニ拱ノ弧形ニ適合スル様削上ケタル板形ヲ用ヒテ互ニ相密着セシメ混凝土施工ニ際シ膠泥ノ漏出セサル様特ニ注意ヲ要スルヲ異ニスルノミ

此外時トシテ側壁部ハ堅實ニシテ混凝土ノ施工ニ適スルモ拱部ハ地層薄弱ニシテ充分ナル支保工ヲ要スル時例ヘハ坑門ニ近キ部分ニシテ拱上ノ地盤薄ク且ツ軟弱ナルモ下層ノ地質ハ堅實ナル場合ノ如キ往々側壁部ノ掘鑿ニ先チ拱煉化石捲立ヲ施シ其固定ヲ俟チテ後側壁部ヲ小部分ツソ所謂拔掘ヌキガキヲナシ順次側壁混凝土ヲ施工スルコトアリ此場合ハ第五圖甲ニ示ス如ク掘鑿ニ際シ丸形切攢ケヲ起拱線上約一呎ノ處ニ止メ其以上ノ拱ヲ普通所謂逆捲サカマキト同様ニ捲立テ相當ノ時日ヲ經過シ充分膠泥ノ硬化スルヲ俟チテ其下部ノ拔掘ヲナシ相當ノ長サツ、側壁混凝土ヲ施行シテ起拱線ニ達シ起拱線以上曩ニ積初メタル拱ノ下端迄約一呎ノ間ハ煉化石ヲ用ヒテ拱ノ弧形ニ倣ヒ追メ上クヘシ此方法カ普通ノ煉化石側壁ノ場合ニ行フ逆捲ト異ル點ハ混凝土搗固メノ便宜上最初拱ノ捲立ニ際シ此起拱線附近約一呎ノ高サヲ殘シ置クコトニシテ其他ハ全ク異ナル處ナシ此場合ニ於テ拱ハ普通ノ如ク起拱線ヨリ捲キ初メ反テ側壁混凝土ヲ起拱線以下約一呎ノ處ニ止メ其以上ハ煉化石ヲ用ヒテ側壁ノ弧形ニ倣ヒ積上ルコトモ一法ナルヘシ曾テ逆捲施工ノ場合ニ於テ丸形掘鑿ハ普通ノ如ク起拱線迄切下ケ唯拱煉化石ノ積初メニ當リ第五圖乙ニ示ス如ク起拱線上裏面ニ於テ一段前面ニ於テ五段若クハ六段ノ煉化石ヲ空積トナシ置キ拔掘ニ際シ自然此部分ノ煉化石ヲ取除キ側壁上部ノ混凝土施工ニ支障ナカラシメ最後ニ此部分ヲ更ニ煉化石ヲ以

テ追上ルコトヲ試ミタルニ前法ト同様ノ結果ヲ得タリ然レトモ普通拱ヲ逆捲キニセサルヘカラサル場合ニ側壁混凝土ヲ施工スルカ如キハ甚タ稀ナルノミナラス施工不便ニシテ從テ良好ナル結果ヲ得ルコト難キヲ以テ成ルヘク之ヲ避クヘキモノトス

以上何レノ場合ヲ問ハス遺形及模型ハ(一)施工中混凝土ノ重量及搗固メノ衝動ニ耐ヘ(二)足場職工及器具ノ荷重ヲ支フルノ強度ヲ有シ(三)作業中容易ニ動搖ヲ來サ、ル様堅固ナルヲ要シ(四)移轉運搬保存等容易ナル形狀材質タルヘク(五)組立及取除簡易ニシテ作業ニ適シ且(六)點檢ニ便ニシテ異動アレハ直ニ發見シ得ルニ便ナル構造タルヲ要ス而シテ是等要件ノ具備如何ハ混凝土ノ施工上ニ多大ナル影響ヲ來スヘキモノナルヲ以テ勉メテ其完全ヲ期セサルヘカラス

側壁遺形及拱架ノ距離ハ地質ノ狀態、支保工ノ有無等ニ依リ適當ニ定ムヘキモノナレトモ普通拱架ハ四呎側壁遺形ハ稀ニ三呎トナセルコトアルモ四呎乃至六呎ヲ標準トシ拱架ノ構造ハ普通ノ煉化石捲立用ノモノト全ク同一ニシテ側壁遺形ノ橢形ハ凡ソ幅一呎長十一呎六吋厚二吋半乃至三吋ノ板材ノ一側ヲ側壁半徑ニ倣ヒ弧形ニ拵ヘタルモノヲ使用シ下端ハ土臺木ニ納入トシ上端ハ遺形材ノ一部ニ納入レ若クハ鍔止トナシ何レモ松材ヲ使用セリ

型棧又ハ幕板ノ厚サハ拱架又ハ橢形ノ間隔ニ比例シテ定ムト雖モ餘リ薄キ板ハ自然歪曲ヲ來シ又甚厚キモノハ取扱不便ナルヲ以テ普通拱ニ在リテハ三吋側壁ニ對シテハ二吋又ハ二吋二分ノ一トセリ又此厚サハ混凝土練合セノ硬軟並覆工ノ厚薄ニ從ヒ加減スヘク混凝土カ軟練ニシテ覆工厚ケレハ大ナル壓力ヲ受ケ硬練ニシテ覆工薄ケレハ其壓力小ナリサレト軟練ノモノハ硬練ノモノニ比シ搗固メラル、コト少ナキヲ以テ之ニ由テ受クル衝動ハ小ナルヘシ次ニ型棧及幕板ノ幅ハ拱ニアリテハ五吋乃至六吋側壁ニアリテハ六吋乃至八吋トシ長サハ拱ニ在リテハ普通四呎側壁ニ在リテハ六呎乃至十二呎ノモノヲ使用セリ短カキモノハ板ノ繼目多クシテ面白カラス又

長キモノハ自然歪曲ヲ生シ易シ

型棧及幕板ハ成ルヘク歪曲ヲ來サ、ル様木理素直ナル松材ヲ選ミ正確ニ木造リヲナシ表面飽削リヲ施セリ拱ニ用フルモノハ弧形ヲナシ常ニ片面ノミヲ使用スルモノナルヲ以テ内面及拱架ノ楕形ニ接スル外面ノ一部ノミヲ飽削リトセハ足ルヘキモ側壁ニ用フルモノハ弧形ヲ附セサルヲ以テ兩面ヲ使用シ得ル様拵ヘ置クヲ便トス而シテ兩面飽削リヲナストキハ幕板ニ歪曲ヲ生シタル時外部ヨリ一見直ニ發見シ得ルノ利アリ總テ板面ヲ良ク削ルコトハ混凝土表面ヲ平滑ニ仕上クル上ニ於テ必要ナルノミナラス使用後板面ニ附着セル膠泥ノ掃除容易ナルノ利アリ而シテ型棧及幕板ノ合端ハ上下密着シ施工ニ際シ膠泥ノ漏出セサル様仕上クレトモ時日ヲ經過スルニ從ヒ自然歪ヒヲ生スルヲ以テ使用ノ度毎ニ整正ヲ要スヘシ或場合ニ於テ砂小砂利等カ合端ニ挾マリ不密着ヲ來スコトアルヲ避ケンカ爲メ側壁幕板ノ合端ヲ矩形(第六圖甲)ノ代リニ第六圖乙ノ如ク矢筈形ニ削リ片面ノミヲ使用シタルニ比較的良好ノ結果ヲ得タリ

型棧又ハ幕板ノ内面ハ使用ニ際シ特ニ鑛油其他ヲ塗抹スルヲ要セス唯新シキ板ハ豫メ水ニ浸スヲ以テ足レリトス而シテ一度使用シタル型棧又ハ幕板ハ之ヲ日光ニ曝ス時ハ忽チ歪曲ヲ生スルヲ以テ取外シタル板類ハ勿論模型材ハ總テ次回ノ使用迄坑内ニ積置クヲ要ス

型棧及幕板ハ何レモ混凝土ノ築造ニ伴ヒ下段ヨリ漸次繼足スヲ普通トナスカ故ニ拱架ニ在リテハ何等ノ工夫ヲ要セサルモ側壁ノ場合ニ於テハ幕板ノ脱落ヲ防クカ爲メニ各層ノ混凝土施工中小形手違ヒ鯨ノ類ヲ以テ假リニ幕板ノ上端ヲ楕形ニ引キ懸ケ支フルノ必要アリ

一回ノ仕事乃チ或長サツ、覆工混凝土ヲ施工スルニ當リ多クノ場合ニ其一端ハ既設ノ區間ニ接續スルヲ以テ別ニ幕板ヲ要セサルモ他ノ一端ハ持放シトナルヘキヲ以テ其部分ニ對シテハ第七圖ニ示ス如ク別ニ幕板ヲ設ケ押へ木及支材ヲ施シ混凝土施工ニ際シ異動セサル様堅固ナル裝置

ヲ要ス往々此設備ヲ輕視シタルカ爲メニ搦固メニ際シテ混凝土壓出シ著シキ失敗ヲ來スコトナキニアラス

側壁櫛形ノ下端ヲ支フル土臺木ハ造形ノ基本トナルヘキ重要ノモノナレハ正確ニ地盤面上ニ据付クルヲ要ス其地質堅硬ニシテ土臺木異動ノ虞ナキ時ハ別ニ支材ヲ要セサレトモ然ラズンハ兩側壁ヲ通シテ施工基面上ニ適當ノ丸太材ヲ横ヘ互ニ異動ナカラシムルノ工夫ヲ要ス或時此裝置ニ注意ヲ拂フコトナクシテ軟練ノ混凝土ヲ填充シ殆ント起拱點ニ達シタル時土臺木ハ荷重ニ耐ヘスシテ俄然前方ニ沁リ出シ大ナル失敗ヲ來シタルコトアリ

### 第三 混凝土ノ練合及運搬

混凝土ノ練場ハ現場ノ狀況ニ依リ坑外ニ設クルヲ適當トナス場合ト坑内ニ置クヲ便宜トナス場合トアレトモ實驗上多クハ膠灰砂及砂利等ノ置場ト共ニ坑門ニ近キ坑外ニ設クルヲ以テ最モ便利トナスカ如シ坑内現場ニ近ク練場ヲ置クトキハ練合後最モ速カニ混凝土ヲ使用スルノ利益アレトモ各混成材ヲ別々ニ坑内ニ運搬スルノ煩雜ト狹隘ナル坑内ニ於テ練合ノ作業ヲ要シ且工事ノ進捗ニ伴ヒ隨時練場ヲ移轉セサルヘカラサルノ不便アリ但長大ナル隧道ニシテ支保工ナク坑内作業不便ナラサル場合ニハ側壁造形足場ヲ利用シ起拱點附近ノ高サニ練臺ヲ置キ練合セタル混凝土ハ直ニ側壁ニ投入シ工事ノ進捗ニ伴ヒ順次練臺ヲ移動スルノ甚便利ナルコトアリ坑外ニ設クルモノハ周圍廣濶ニシテ場所一定セルヲ以テ作業便利ニシテ練合セタル混凝土ハ之ヲ半樽ニ移シ手押車ニテ坑内ニ運搬スルノミナレハ敢テ混雜ヲ來サス只長大ナル隧道ニアリテハ練場ヨリ現場迄遠キヲ以テ練合後使用迄ニ多クノ時間ヲ經過セサル様特ニ運搬ヲ迅速ナラシムルコト緊要ナリ之カ爲メニハ坑内ニ通スル材料運搬線ヲ完備シ練場附近ニ於テ少ナクトモ二條トナシ手押車ノ待避並ニ積込ニ支障ナカラシムヘシ(第八圖)

容量半立方碼ノめ。せんと式混合機第十圖ヲ使用セルニ十時間ノ能力八立坪ヲ有スレトモ工程之ニ伴ハス稍不經濟ナル狀態ヲ示セリ

第四 混凝土ノ填充及搗固

側壁混凝土ノ施工ハ地盤ヨリ三四呎ノ高サ迄ハ何等ノ足場ヲ要セス混凝土ヲ小筵ノ類ニテ直ニ模型内ニ投入シ得レトモ相當ノ高サニ達シ投入困難トナルニ至ラハ側壁模型ニ沿ヒ簡單ナル階段又ハ足場ヲ設ケ投入ニ便スルカ或ハ拱架又ハ堅牢ナル遣形足場アル時ハ之ヲ利用シテ起拱線ノ高サニ踏板ヲ設ケ一旦混凝土ヲ此上ニ運ヒ此處ヨリ投入スルヲ要ス投入シタル混凝土ハ絶エス側壁部ニ立チテ一層毎ニ敷均シ充分搗固ムルモノトス拱混凝土施工ニ當リテハ普通煉化石積ノ場合ニ同シク拱架臺梁上ニ踏板ヲ置キ一旦此處ニ小筵又ハ半樽ニテ混凝土ヲ運ヒ更ニ模型内ニ投入シ且搗固ムルモノトス何レノ場合ニ於テモ混凝土ハ普通型棧又ハ幕板ノ幅乃チ五吋乃至八吋ヲ一段トシ掻キ均シ一層毎ニ搗固ムルヲ便トス層薄ケレハ搗固メ容易ニシテ稍硬練ノモノニアリテモ搗固メ徹底シ等質ノモノヲ得ルノ利益アリ

混凝土搗固メノ程度並ニ用具ハ混凝土練方ノ硬軟ニ從ヒ自然異ナルモノニシテ一般ニ硬練ノモ

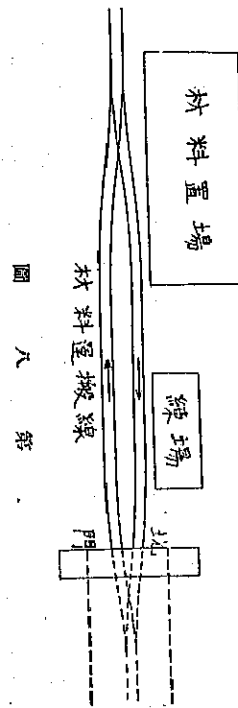


圖 八 式

坑内混凝土ノ工程ハ普通一日十時間作業

ニ付片口二坪乃至三坪ニ過キサリシヲ以テ幅九呎長十二呎内外ノ練臺二個ヲ備ヘ交代ニ使用スルヲ以テ便利トセリ又容量五立方呎ノすみす式小型混合機第九圖ヲ使用セルニ一臺ニテ十時間能ク三立坪ノ練合ヲナシ最モ良好ナル成績ヲ得タリ又

ノハ重キ木蝟又ハ鐵槌ヲ用ヒテ充分搗固メ軟練ノモノハ稍輕キ鐵具又ハ木蝟ヲ以テ徐々ニ搗固

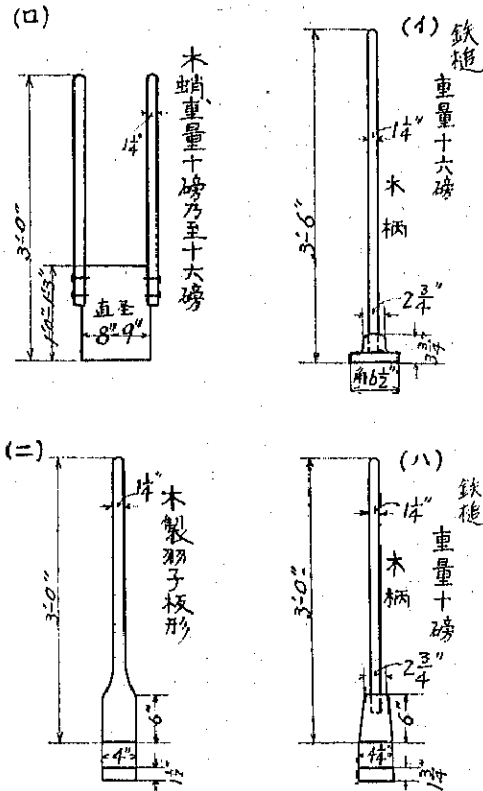


圖 一 十 第

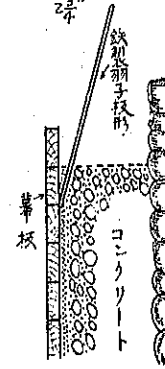
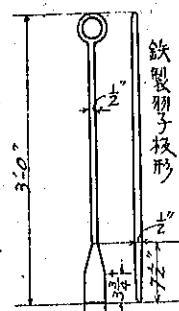
ムルヲ適當トス而シテ其用具ハ普通ノ個所ヲ搗固ムルニ使用スルモノト模型ニ接スル部分ニ適合スルモノトヲ要シ其種類凡ソ第十一圖ニ示スカ如シ普通(イ)ハ硬練ノモノ(ロ)ハ其大小輕重ニ從ヒ硬練又軟練ノモノニ(ハ)ハ硬軟兩様及模型ニ接スル個所ヲ搗固ムルニ使用シ(ニ)ハ軟練ノモノ、模型ニ接スル個所ヲ撞キ込ムニ適ス

特ニ表面ヲ濕潤ナラシムルノ要ナキモ施工後岩屑土砂ノ類ノ混入スルヲ防ク爲メ濡莖ヲ以テ混凝土ノ上面ヲ蔽フヲ要ス又燈火用ノ種油ノ類ハ混凝土ノ硬化ヲ妨グルノ傾向アルヲ以テ施工ニ際シ是等油類ヲ混凝土上ニ落サヌ様注意スヘシ又覆工混凝土ハ煉化石積ト異リ工事中一見其何枚卷ノ厚サナルヤヲ知リ難ク往々誤謬ヲ來スコトアルヲ以テ壁ノ厚サヲ示ス相當ノ記標ヲ遣形ニ附スルハ施工上便益多シ

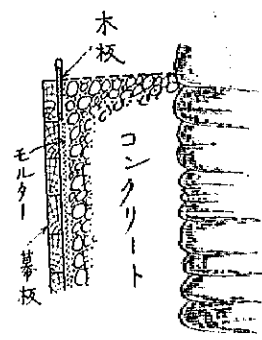
第五 表面仕上並模型ノ除去

坑内混凝土ハ外觀ノ美ヲ要セス實用ヲ主トスルヲ以テ表面仕上ケノ爲メニ多クノ工費ヲ投スル

コト能ハス唯表面ノ耐久力ヲ以テ足レリトスルモ單ニ普通ノ打込ミノミニヨルトキハ砂利中ノ礫片覆工表面ニ露出シ其間ニ窩隙ヲ生シ甚醜キノミナラス保存上ニモ不利ナルヲ以テ表面ヲ平滑ニ仕上クル工夫ヲ要ス之カ爲メニハ豫メ混凝土施工ニ際シ左ノ諸法ヲ行フ



圖二



圖三

**板ノ内面ニ沿ヒ長サハ略幕板ニ同シク幅ハ之ヨリ稍廣キ厚サハ下端**

ニテ四分ノ三吋上端ニテ一時内外ノ薄キ木板ヲ挟ミ一段ノ混凝土ヲ投入シ一應搗固メタル後此板ヲ引抜ク時ハ幕板ト混凝土トノ間ニ薄キ空隙ヲ生スヘシ此間ニ別ニ調製シタル膠泥ヲ木鋸ノ類ニテ充分ニ撞キ込ミタル後裏ノ混凝土ト共ニ上ヨリ搗固ムル時ハ表面ニ相當ノ厚サノ膠泥面ヲ得ルト同時ニ混凝土内ノ砂利ハ幾分此膠泥面ニ喰込ミ決シテ剝落ノ虞ナキヲ得

然レトモ此方法ハ稍軟練ノモノニ對シテハ不適當ナルヲ以テ第三ノ方法トシテハ前記木板ノ代

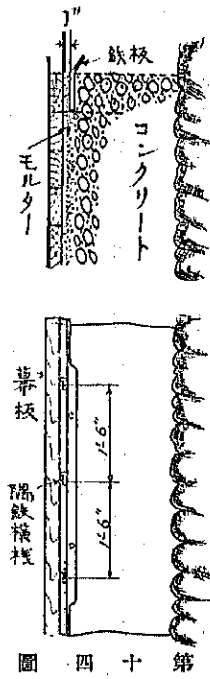


圖 四 十 第

横棧ニテ幕板ト鐵板トノ間ニ約一時ノ間隙ヲ設クルノ裝置トナシ後部ニ混凝土ヲ投入スルト同時ニ此間隙ニ膠泥ヲ填充シ徐ロニ此面板ヲ引キ抜キ共ニ上ヨリ搗固ムルコト第二ノ方法ト異ナラス

以上三種ノ内第一ノ方法ヲ行ヒ得ル程度ノ軟練ノモノハ膠泥軟弱ニ過キ幕板ノ間隙ヨリ漏出スルノ虞アルノミナラス之ヲ不注意ニ行フ時ハ羽

子板金具ヲ突き込ミ押開ク際誤テ幕板ヲ彎曲セシメ爲ニ混凝土ノ表面ニ歪曲ヲ生スルコトアリ又第二ノ方法ハ膠泥挿入ニ際シ兎角混凝土ニ引キ懸リ膠泥行渡ラス表面ニ凹處ヲ生スルノ嫌アレトモ第三ノ方法ハ之等ノ缺點ナキノミナラス施工最モ迅速ニシテ且ツ覆工ニ適スル湿度ノ混凝土ニ對シ實驗上最モ良好ナル結果ヲ得タリ

表面ニ用フル膠泥ノ調合ハ混凝土中ノ膠泥ト同一トシ混凝土練合セノ間合ヲ利用シ練場ニ於テ練合セ稍硬練トナシ現場ニ運ヒ來リ多少ノ水分ヲ加ヘテ適當ノ湿度トナシ充分攪拌シタルモノヲシユベるニテ面板ノ間ニ挿入スヘク其硬軟ノ程度ハ餘リ軟キモノハ幕板ノ間隙ヨリ漏出スルノ虞アルノミナラス出來上リ平滑ニ過キ仇光リヲナシ自然斑ラニナルノ嫌アリ又硬キニ失スルモノハ搗固メ徹底セス不完全ナルモノヲ生シ易キヲ以テ表面用膠泥ノ湿度ハ混凝土中ノ膠泥ト略相同シキヲ適當トスヘク出來上リ表面混凝土ト同質ナル砂氣勝ニシテ幕板ノ木理現ハレ雅致アルト同時ニ耐久力ニ富ムモノヲ得ヘシ總テ是等表面ノ仕上ハ方法ノ如何ヲ問ハス專ラ職工ノ熟練ニ從ヒ存外巧妙ナルモノヲ得ルニ至ルヘシ



以上ハ何レモ表面直接仕上ケノ方法ナレトモ是等ノ方法ニ依ラス單ニ打込ミノミニヨリ混凝土ヲ施工シ幕板除去後其表面ニ膠泥ヲ塗ルコトハ徒ラニ手數ヲ要シ最モ不經濟ニシテ良好ナルモノヲ得難シ殊ニ充分硬化セル混凝土ノ表面ニ膠泥ヲ塗着セシムルコトハ頗ル困難ニシテ後日全面ニ亘リ小龜裂ヲ生シ易ク且自然剝落スル虞レアリ殊ニ覆工裏面ニ湧水アル場合ニハ混凝土ヲ滲透セル水分ハ膠泥表面ニ醜キ斑紋ヲ呈シ又嚴寒ノ候該水分凍結ニ際シ不完全ナル膠泥面ヲ脱落セシムル等總テノ點ニ於テ實用ニ適セス混凝土ノ表面ハ前述ノ方法ニ從ヒ充分ニ施工スルモ尙往々幕板除去後諸處ニ膠泥ノ行渡リ不完全ナル部分ヲ發見スヘシ是等ノ窩隙ハ猶豫ナク同質ノ膠泥ヲ用ヒテ填充シ木鋸ノ類ニテ平カニ仕上クヘシ此時膠灰ノ強キ膠泥ヲ用フルカ又ハ金鋸ニテ仕上クル時ハ表面滑ニ過キ白色ヲ呈シ仇光リシテ面白カラス又幕板ノ繼手ニヨリ混凝土ノ表面ニ現ハル、筋目ハ勿論何等差支ナキノミナラス趣味アレトモ其不密着ノ爲ニ甚シキ喰違ヒヲ生セサル豫メ注意スヘク若シ之ヲ生シタル時ハ其隆起ヲ鋸ニテ搔キ取ルヘシ

模型除去ノ期ハ壁ノ厚サ混凝土ノ調合並ニ濕度膠灰ノ性質及氣候ニ由リ異ニスヘク實地ノ狀況ト事情ニ從ヒテ考究シ適當ニ定ムヘキモノナレトモ普通覆工ニアリテハ施工後五晝夜ヲ標準トシ仕事ノ都合ニ依リ早クモ三日遅クモ七日トセリ成ルヘク長ク放置スルハ勿論安全ナルニ相違ナキモ多數ノ模型ヲ準備セサルヘカラサルノ不利アリ遺形及模型取除ニ際シテハ若キ混凝土ヲ損傷シ又ハ隣接セル遺形ニ異動ヲ起サ、ル様注意スヘク除去シタル模型ハ直チニ掃除シ膠泥ノ附着セルモノヲ搔キ落シ歪曲損傷セルモノハ排却又ハ修正シ次回ノ使用ニ備フヘシ

#### 第六 一日ノ工程及仕事ノ始終

覆工混凝土ハ長サ約五十節宛ヲ一區トシ拱ニ在リテハ兩側起拱點ヨリ同時ニ側壁ニ在リテハ片側ツ、交々施行シ厚一呎六吋乃至二呎三吋ノモノ一鎖ヲ終ルニ拱ハ三日乃至四日側壁ハ四日乃

至五日ヲ要セリ乃チ隧道片口ニ對シ一日十時間ノ工程各二立坪乃至三立坪ニ當レリ職工ヲ増加シ一時ニ長區域ヲ施工セハ工程ヲ増進シ得ルノ理ナルモ實際稍長キ隧道ニ在リテハ坑内一條ノ運搬線ニヨリ多大ノ材料ヲ運フハ徒ニ混雜ヲ來シ且ツ坑内狹隘ニシテ動作充分ナラス普通ノ狀態ニ於テ同時ニ拱及側壁ヲ施工スル場合ニ在リテハ略此程度ヲ出テサルカ如シ

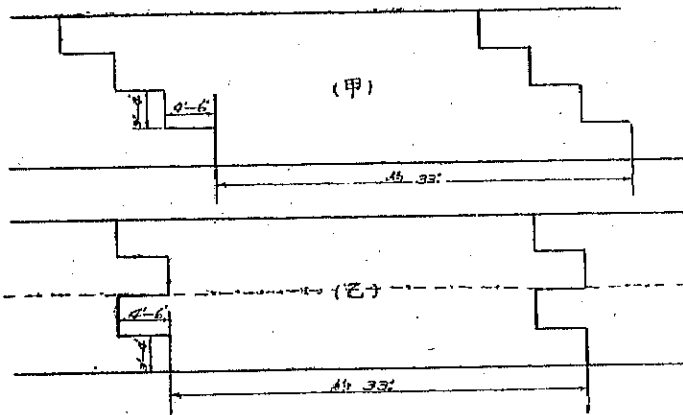


圖 五 十 第

混凝土施工ノ高サハ三呎乃至四呎ヲ一段トシ遺形ノ間隔ニ應シ相當ノ段階ヲ設ケ施工スルヲ便利トス第十五圖甲又ハ乙ノ如シ

一部混凝土施工ノ後翌日直ニ連續施工スル場合ハ單ニ表面ヲ掃除シ之ヲ潤シタルノミニテ混凝土ヲ施工シテ差支ナキモ時日ヲ經過シ充分硬化シタルモノニ接續セシムル場合ニハ混凝土填充ニ先チ既設ノ表面ヲ洗滌シ混凝土中ノ膠泥ヨリ稍強キ膠泥ヲ薄ク敷均スヲ安全トス此場合ニ既設ノ混凝土面ヲ叩キ起スカ如キハ徒ラニ手數ヲ要シ決シテ適當ナルモノナラス水平接目不完全ニシテ密着セサル時掘鑿面ニ湧水アレハ絶エス此隙ヨリ水分滲出シ覆工表面ニ灰白色ノ浮渣ヲ生シ頗ル醜狀ヲ呈ス總テ接目ハ幕板ノ繼手ヲ利用シ垂直ニ又ハ水平ニ設ケ斜ニ設ケサルヲ要ス之レ後ニ述フルカ如ク仕事ノ接目ハ後日混凝土ノ收縮ノ爲メ裂目トナルノ機會多キヲ以テ垂直又ハ水平ノ裂目ハ耐壓的構造トシテ危險少ナキモ斜ニ生シタルモノハ

甚タ危險ニシテ覆工ノ形狀ヲ保持シ難ケレハナリ管テ混凝土ノ一端ニ於ケル幕板ノ裝置ヲ省略セシカ爲メ最端部ニ勾配ヲ附シテ搗固メ斜メノ接目ヲ設ケタルコトアリシカ後日此個處ニ罅裂ヲ生シ不都合ノ結果ヲ來シタルコトアリ

### 第七 混凝土ノ罅裂並伸縮接目

坑内ハ外界ニ比シ四季温度ノ變化比較的少ナキモ覆工ハ其厚サ薄キヲ以テ混凝土ニ伸縮ノ影響ヲ來スヲ免カレズ伸縮接目ヲ有セサル多クノ混凝土覆工ハ施工後數ケ月ヲ經過シテ多少ノ微細ナル罅裂ヲ生スルヲ認ム此罅裂ノ大小多少ハ壁ノ厚サ混凝土ノ調合硬軟氣候地質ノ狀態並ニ乾濕ノ如何ニ因テ異ルモノナリ即チ實驗上其影響壁ノ厚キモノハ薄キモノヨリ少ナク貧弱ナル混凝土ハ強キモノヨリ少ナク軟練ノモノハ硬練ノモノヨリ少ナク常ニ濕氣ヲ受クルモノハ常ニ乾燥セルモノヨリ少ナク冬季施工シタルモノハ夏季施工シタルモノヨリ少ナク又地質岩石ニシテ混凝土之ニ接着スル時ハ其伸縮ヲ妨ケ地質土砂ナルカ混凝土接着セサル時ハ伸縮自由ナルヘク又坑門附近ハ温度ノ變化多キヲ以テ坑内奥深キ部分ニ比シ罅裂多キカ如シ

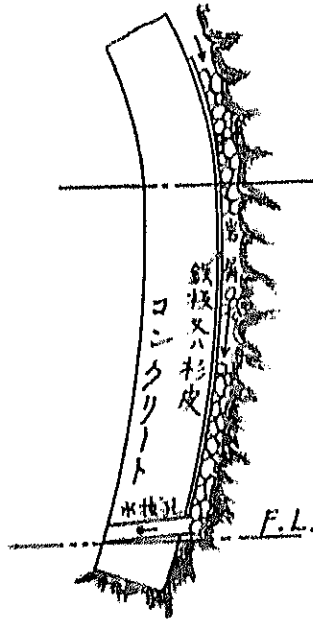
今坑内温度ノ變化華氏二十度トシ例ヘハ施工當時六十度ニシテ最低温度四十度ナリトセハ混凝土ノ膨脹率ハ華氏一度ニ付約〇・〇〇〇五ナルヲ以テ長サ一鎖ニ對スル收縮ハ〇・〇〇八七吋ニシテ三十二分ノ三吋弱ニ當ルヘシ然レトモ之ヲ事實ニ徵スルニ斯ル温度ノ變化ニ對シテモ伸縮左程大ナラス或モノハ全ク罅裂ヲ來サス其最モ著シキモノニテモ一鎖ニ對シ三十二分ノ一時ニ達セス之レ前記諸種ノ抵抗ニ因リ混凝土ノ伸縮ヲ妨ケ從テ罅裂ヲ減スルカ故ナルヘシ又空中ニ於ケル混凝土ハ其硬化ニ伴ヒ收縮スルノ性ヲ有スルカ故ニ温度ノ變化極メテ少ナキ場合ニ於テモ微細ナル罅裂ヲ生スルコトアリ

之ヲ要スルニ坑内ニ在リテモ混凝土ノ收縮ニ因ル罅裂ハ免カレ難キコトナルヲ以テ相當ノ距離

ニ伸縮接目ヲ設クルヲ至當トス此距離ハ前記ノ事情ヲ斟酌シ現場ニ就キ適當ニ定ムヘキモノナ  
 ルモ普通ニ鎖内外トシ特別ノ裝置ヲ要セス唯該距離毎ニ仕事ヲ區劃シ隧道ニ直角ナル面ニすと  
 れトトじょいんとヲ設ケ接目ニ膠泥ヲ用フルコトナク既設ノ硬化セル混凝土ノ斷面ニ直接新シ  
 キ混凝土ヲ施スヲ以テ足レリトス然ラハ此接目ハ最も粘着力ヲ缺クヲ以テ後日混凝土收縮ヲ起  
 ス時ハ此接目ニ罅裂ヲ生シ自然ニ伸縮接目ノ效用ヲナスヘシ但此方法ニ依ル時ハ罅裂ハ此接目  
 ニ沿ヒ不規則ナル波狀ヲ呈スレトモ外觀ヲ要セサル隧道坑内ニテハ實用上差支ナカルヘク殊更  
 ニ接目ニ不粘着物ヲ挿入シテ規則正シキ接目ヲ設ケ置クノ手數ヲ要セサルヘシト思惟ス

第八 湧水ニ對スル設備

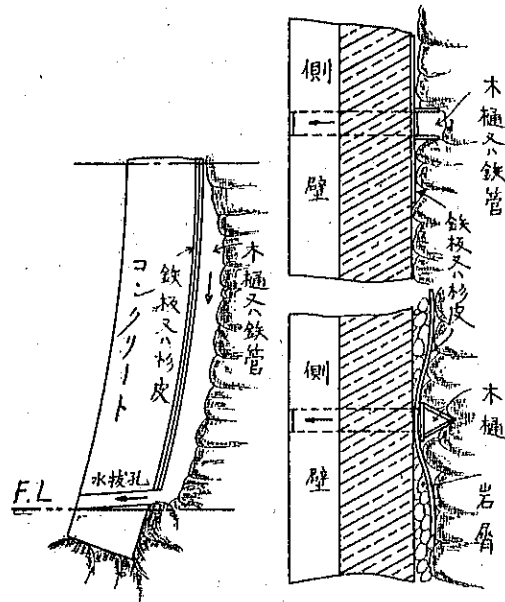
坑内全ク乾燥セルカ或ハ僅少ノ濕氣ニ過キサレハ覆工ハ成ルヘク掘鑿面ニ接シテ施工シ間隙ナ  
 カラシムルヲ最モ適當トナセトモ掘鑿面ヨリ滲水又ハ湧水アル時ハ相當防護ノ方法ヲ講スルヲ  
 要ス混凝土ハ硬化中滲水ヲ受クレハ水分過量トナリ膠灰ノ硬化ヲ阻害シ又湧水ニ出遭ヘハ膠泥



第十 第六圖

ヲ洗ヒ去リ全然硬化ヲ不能ナラシムヘキヲ以テ  
 施工ニ際シ少量ノ滲水アル時ハ覆工裏面ヲ掘鑿  
 面ヨリ數吋離シ其間隙ニ岩屑ヲ填充シツ、混凝土  
 土ヲ搗固ムルヲ以テ充分ナリトス然ルトキハ滲  
 水ハ岩層ノ間ヲ潜リテ次第ニ下方ニ垂レ混凝土  
 ニ浸潤スルコトナク水抜孔ヨリ浸出ス  
 次ニ滲水ノ量稍多キカ或ハ多少ノ湧水アル時ハ  
 第十六圖ニ示ス如ク豫メ混凝土ノ裏面ニ杉皮又  
 ハ薄キ鐵板ヲ當テ掘鑿面トノ間隙ニハ同シク岩

層ヲ填充シ尙長年月ノ間ニ岩層ノ空隙カ土砂ニテ自然閉塞スルコトナカラシメンカ爲ニ柳枝ノ



圖七十第

東ネタルモノヲ數ケ所ニ挿入シテ側壁下部ニ導  
 キ水抜孔ヨリ流出セシム  
 更ニ湧水多量ナル時ハ湧口ノ下部ヲ堅溝形ニ掘  
 取リ其水量ニ應シ三角又ハ四角形ノ木植ノ内ニ  
 柳枝ヲ挿入シタルモノカ或ハ薄鐵板ヲ曲ケテ相  
 當大サノ管形トナシタルモノヲ建込ミ側壁下部  
 ニ導キ水抜孔ヨリ流出セシムルコト第十七圖ニ  
 示スカ如シ

ヲ磨損スルノミナラス多量ノモノニアリテハ放射ヲ防ク爲相當ノ設備ヲ要スヘキヲ以テ拱部ニ  
 於ケル湧水ノ如キモ豫メ側壁部ニ相當ノ準備ヲナシ側壁下部ニ導クヲ可トス時トシテ側壁施工  
 ノ際ハ湧水ナク混泥土ヲ掘鑿面ニ密接シテ施工シタル後拱部ニ湧水ヲ生スル場合ノ如キハ止ム  
 ヲ得ス起拱線附近ニ水抜孔ヲ設ケサルヘカラス總テ水抜孔ハ混泥土施工ノ際木植又ハ薄鐵管ヲ  
 埋込ムカ或ハ煉化石ヲ函形ニ積ミ流水カ直接混泥土ヲ洗ハサル様施工スルヲ要ス  
 掘鑿面ノ滲水極メテ僅ナル場合ニアリテモ下部水抜孔ヲ缺ク時ハ未タ硬化セサル側壁下層ノ混

1306

混凝土ハ自然過分ノ水ヲ吸收シ硬化ヲ阻害シ蜂ノ巢ノ如キ狀ヲ呈スヘシ又普通ノ混凝土ハ少ナク  
トモ一割五分乃至二割ノ空隙ヲ有スルヲ以テ硬化シタル後ニ於テモ裏面ノ水路ヲ全ク阻害スル  
時ハ水ハ絶エヌ混凝土ノ體內ヲ潜リ恰カモ過量ノ水分ヲ以テ練合セタル混凝土ノ表面ニ現出ス  
ルレ一たんす (Leaking) 様ノ滓渣ヲ浮出シ甚シク覆工表面ヲ汚損ス

硬化後相當ノ時日ヲ經過セル混凝土ハ淡キ酸性ノ水ニ遭フモ其害ヲ受クルコトナキモ未タ硬化  
充分ナラサル時ハ之ニ侵害セラレ全ク硬化力ヲ失フヘシ隧道内ニ於ケル湧水中ニハ往々酸性ヲ  
帶フルモノアルヲ以テ必要ニ應シ之ヲ試験シ其虞アル時ハ相當ノ設備ヲ施シ施工後日淺キ混凝  
土ヲシテ絶體ニ之ニ觸レシメサルノ手段ヲ執ルコトハ坑内混凝土施工上緊要ナル條件ノ一ナリ  
トス

第九 工費及煉化石積トノ比較

覆工混凝土ノ費用ハ混成材ノ價格ト鑄造ノ工費トニ依テ定マルコト勿論ナルカ混成材ノ價格ハ  
地方ノ狀況、隧道現場ノ位置ニ因リ異ナリ鑄造ノ工費ハ一定ノ勞銀ノ下ニ於テモ仕事ノ分量、壁ノ  
厚サ工程ノ遲速、職工ノ熟練如何並ニ他ノ仕事トノ關係等ニ從ヒ差ヲ生スヘシ今新庄線ニ於ケル  
實例ヲ見ルニ凡ソ左ノ範圍ニ在リ

- 第一 膠灰ハ購買價格ニ鐵道運賃並ニ驛ヨリ現場倉庫迄ノ運送費ヲ合シテ一樽四〇五乃至四五  
ニヲ要シ更ニ倉庫ヨリ坑門口練場ニ至ル小運送ヲ加算シ四二〇乃至四七〇ニ當レリ
- 第二 砂及砂利ハ最寄川敷ニテ採集シ篩ヒ別ケ近距離ニハ人力又ハ輕便軌道ヲ用ヒ遠路ニハ馬  
背又馬車ニ依リ坑門附近置場迄運搬シ一立坪ニ付砂ハ六〇〇乃至一〇〇〇砂利ハ八〇〇乃至一  
二〇〇ヲ要セリ

第三 混凝土練合ノ費用ハ一日ノ工程片口ニ立坪乃至三立坪ニ對シ表面仕上用ノ膠泥ヲ含ミ混

成材ノ配給ヨリ練合セタル混凝土ヲ半樽ニ移入スルニ至ル迄一立坪ニ付五〇〇乃至六〇〇ヲ要シ混合機ヲ使用セルモノハ器機ノ償却ヲ除キ運轉手ノ給料燃料油代並ニ修繕料等ヲ合シテ一立坪ニ付二、二〇乃至三、三〇ヲ要セリ

第四 練合セタル混凝土ヲ手押車ニテ坑内現場迄運搬スルニ要スル費用ハ其距離即チ隧道ノ長短ニ依リ甚タ差アリ一立坪ニ付一五〇乃至四〇〇ヲ要セリ

第五 現場ニ於ケル混凝土投入詰込敷均シ及搗固メノ費用ハ幕板繼足表面膠泥仕上ケヲ合セテ一立坪ニ付側壁ハ一五〇乃至二、二〇拱ハ平均三、二五ヲ要セリ

第六 遣形及模型拱架並ニ足場ノ組立取除ニ要スル費用ハ掃除跡片付ニ至ル一切ヲ合セテ側壁一鎖ニ對シ最低約十二圓(橢形間隔六呎ノモノ)最高三十七圓(同三呎ノモノ)ヲ要シ一立坪ニ付一、一〇乃至二、七〇ニ當リ拱一鎖ニ對シ約二十九圓(拱架間隔四呎ノモノ)ヲ要シ一立坪ニ付四、五〇ニ當レリ

第七 側壁遣形及模型ノ價格ハ材料工費並ニ現場迄ノ運送費ヲ合セテ一鎖分最低二百二十四圓(橢形間隔六呎ノモノ)最高三百二十一圓(同三呎ノモノ)ヲ要セリ而シテ是等ノ所要數ハ一日ノ工程除去期間等ニ依リ差アリト雖モ概ネ側壁ニ對シテハ同一工區中混凝土ノ施工區域ノ延長ノ十分ノ一ニ相當スル分ヲ準備シ拱ニ對シテハ同シク五分ノ一ニ相當スル分ヲ準備セルヲ以テ混凝土一立坪ニ付側壁ニ對シテハ二、〇〇乃至三、〇〇拱ニ對シテハ一、一六〇ニ當ルモ拱架ハ幕板ヲ除キ同一工區内煉化石拱施工ノ個所ト共通ニ用ヒタルヲ以テ拱混凝土ノ費用トシテハ其共通ニ使用セル煉化石拱ノ延長ニ對スル割合ニ從ヒ此幾分ヲ分擔スヘク新庄線ニ於ケル實例ハ約其二分ノ一弱ニ當リ一立坪ニ付五、八〇ヲ出サルヘシ之ヲ要スルニ模型ノ費用ハ其利用率ノ大小ニ依リ大差アルハ當然ナリ

第八 右ノ外運搬用輕便軌條ノ損料、掘固メ用具、足場材並ニシヨべる、小策等ノ消耗品ヨリ湧水個所ニ於ケル設備等ニ至ル諸費一立坪ニ付平均〇、八五乃至一二五ヲ要セリ

今試ミニ是等ノ費用ヲ合算スレハ左表ノ如ク側壁一立坪ニ付最低五、五七乃至最高七、二五一平均六、四一三ニ當リ拱一立坪ニ付最低八、〇九八最高九、六一六平均八、八五七ニ當レリ此内混凝土ノ運搬費、模型ノ組立並ニ除去及模型ノ價格ヲ控除セルモノハ略ホ抗外ニ於ケル模型ヲ要セサル普通ノ混凝土ノ工費ニ當ルヘク本表ニ依レハ抗内ノ混凝土ノ費用ハ抗外ノモノニ比シ側壁ニ於テハ平均一割二分六厘拱ニ在リテハ一割七分三厘ノ増加ナルコトヲ示セリ因ニ新庄線各隧道ニ於ケル覆工混凝土ノ請負契約單價ニ官給膠灰ノ代價及之ニ要セル現場配給倉庫ニ至ル迄運賃ヲ加算スルニ側壁ハ一立坪ニ付最低四、九二五最高七、三二二平均六、二二八ニシテ拱ハ平均八、二七二ニ當レリ

次ニ右ノ費用ヲ煉化石積ニ對照スルニ新庄線ニ於ケル隧道側壁煉化石積ノ費額ハ請負契約單價ニ官給膠灰並ニ其運賃ヲ合セテ一立坪ニ付一一三、〇九乃至一五三、四九平均一二九、六一ニシテ側壁混凝土ノ工費ヨリ多キコト最低三、九八七最高九、〇〇〇平均六、七三三ニ當リ次ニ前掲拱混凝土ノ費額ハ第二圖ニ示ス如ク拱ノ兩側ニ用ヒタルモノ、平均ニシテ比較的施工困難ナル拱頂部ヲ含マサルモ今假リニ之ヲ新庄線ニ於ケル拱煉化石積ノ平均單價一一三、〇九ニ比スルニ三、〇三七低廉トナル換言スレハ覆工煉化石積ノ一部ヲ混凝土ニ變更スルコトニ依リ側壁ニ於テハ三割五分乃至六割二分拱ニ在リテハ平均二割七分ノ費用ヲ削減スルコトヲ得タリ

種 別	側壁混凝土(一、三、六〇)		拱混凝土(一、二、四〇)		記 事
	最 高	最 低	最 高	最 低	
	平均	平均	平均	平均	



一	せ	め	ん	と	三,七六〇〇	三,七六〇〇	三,七六〇〇	五,四〇〇〇	五,四〇〇〇	五,四〇〇〇	側壁ニ對シテハ八楯 拱ニ對シテハ十二楯
二	砂				四,六〇〇	三,七六〇	三,六六〇	四,四〇〇	二,六四〇	三,五三〇	側壁ニ對シテハ四合六勺 拱ニ對シテハ四合四勺
三	砂			利	一,一六〇	七,四〇〇	九,三〇〇	一〇,五〇〇	七,〇四〇	八,八〇〇	側壁ニ對シテハ九合三勺 拱ニ對シテハ八合八勺
四	練			合	六,〇〇〇	五,〇〇〇	五,五〇〇	六,〇〇〇	五,〇〇〇	五,五〇〇	
五	運			搬	四,〇〇〇	三,七〇〇	三,七〇〇	四,〇〇〇	三,七〇〇	三,七〇〇	
六	填	充	及	搗	二,三〇〇	一,五〇〇	一,八五〇	三,三三〇	三,三三〇	三,三三〇	
七	模	型	ノ	組	二,七〇〇	一,一〇〇	一,九〇〇	四,五〇〇	四,五〇〇	四,五〇〇	
八	模	型	ノ	代	三,〇〇〇	二,〇〇〇	二,五〇〇	五,八〇〇	五,八〇〇	五,八〇〇	
九	器	具	及	雜	一,三三〇	〇,八五〇	一,〇〇	一,三三〇	〇,八五〇	一,〇〇	
十	合			計	七,三三〇	五,五七〇	六,四二〇	九,六一〇	八,〇九〇	八,八五七〇	
十一	右	ノ	内	五,七,八ノ和	六,九八〇	五,三九〇	六,三三〇	九,三三〇	七,八八〇	八,八三〇	
十二	十	ト	十	一ノ差	六,三八〇	五,一五〇	五,九六〇	八,一八〇	六,九一〇	七,五三〇	坑外ニ於ケル混凝土ノ費用
十三	十	一	ト	十二ノ比	百分ノ一五,五	百分ノ九,〇	百分ノ一二,六	百分ノ一七,五	百分ノ一七,一	百分ノ一七,三	

(完)



圖 參 茅

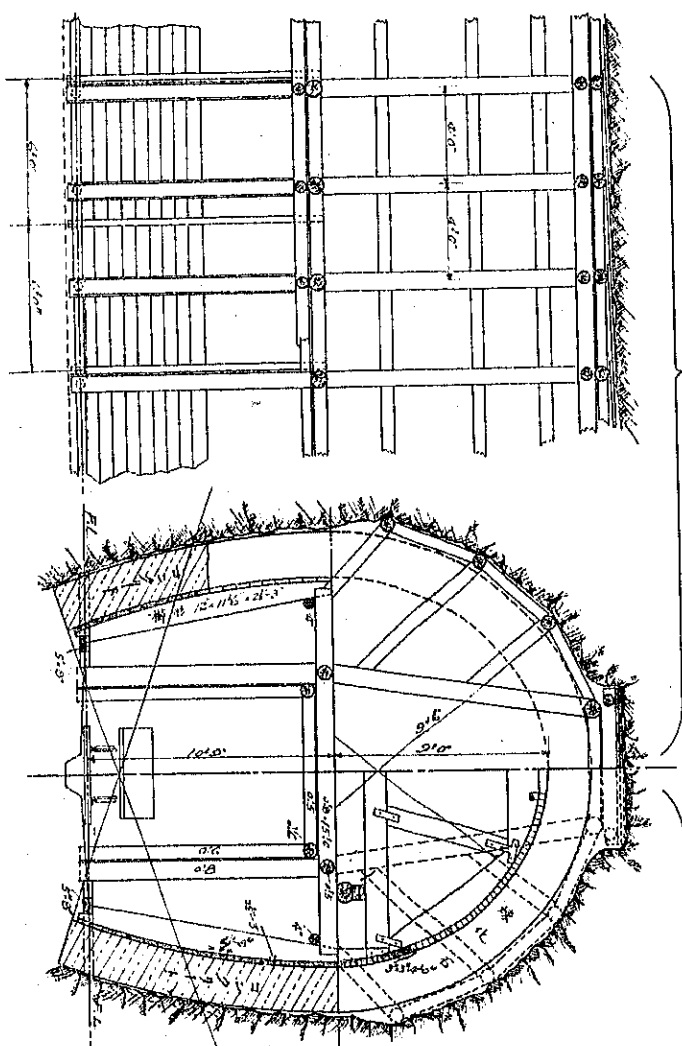
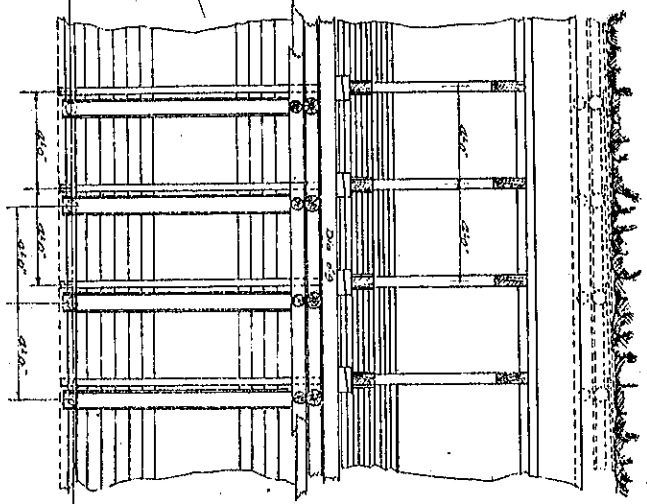
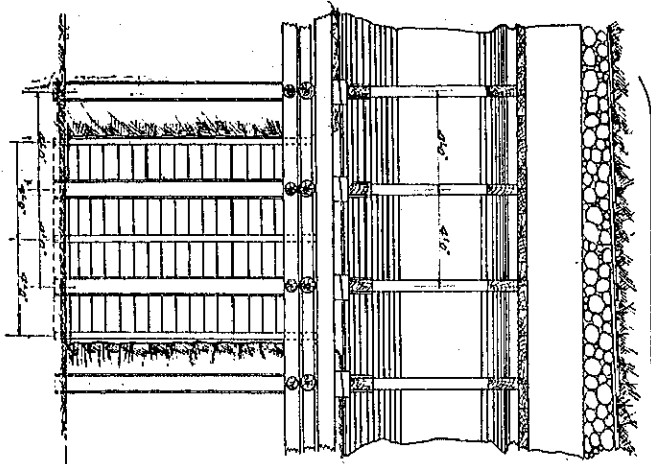


圖 四 茅

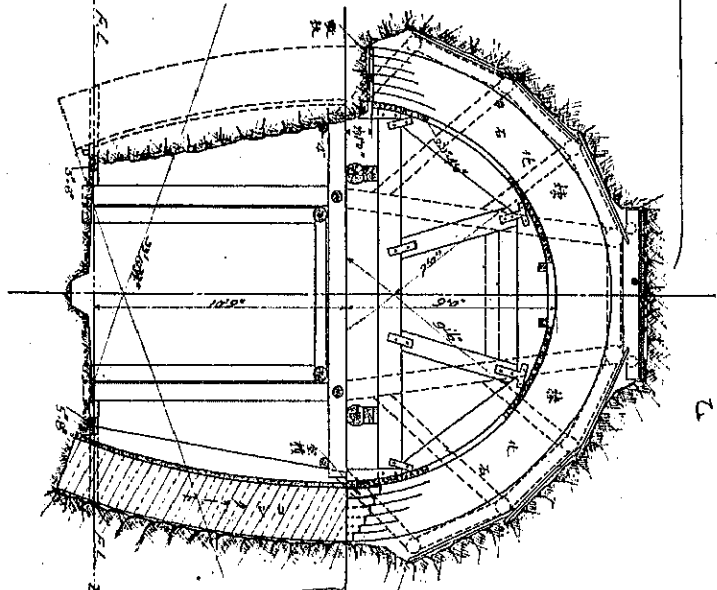


呎八吋一尺縮

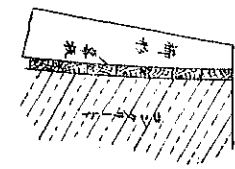
圖五甲



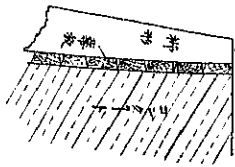
圖五乙



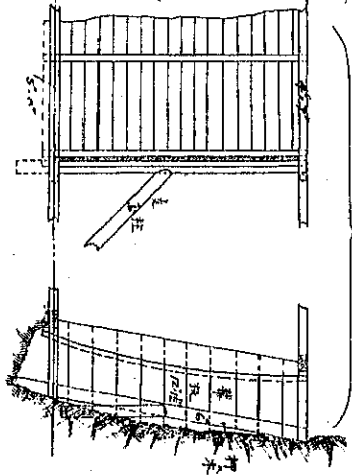
圖六甲



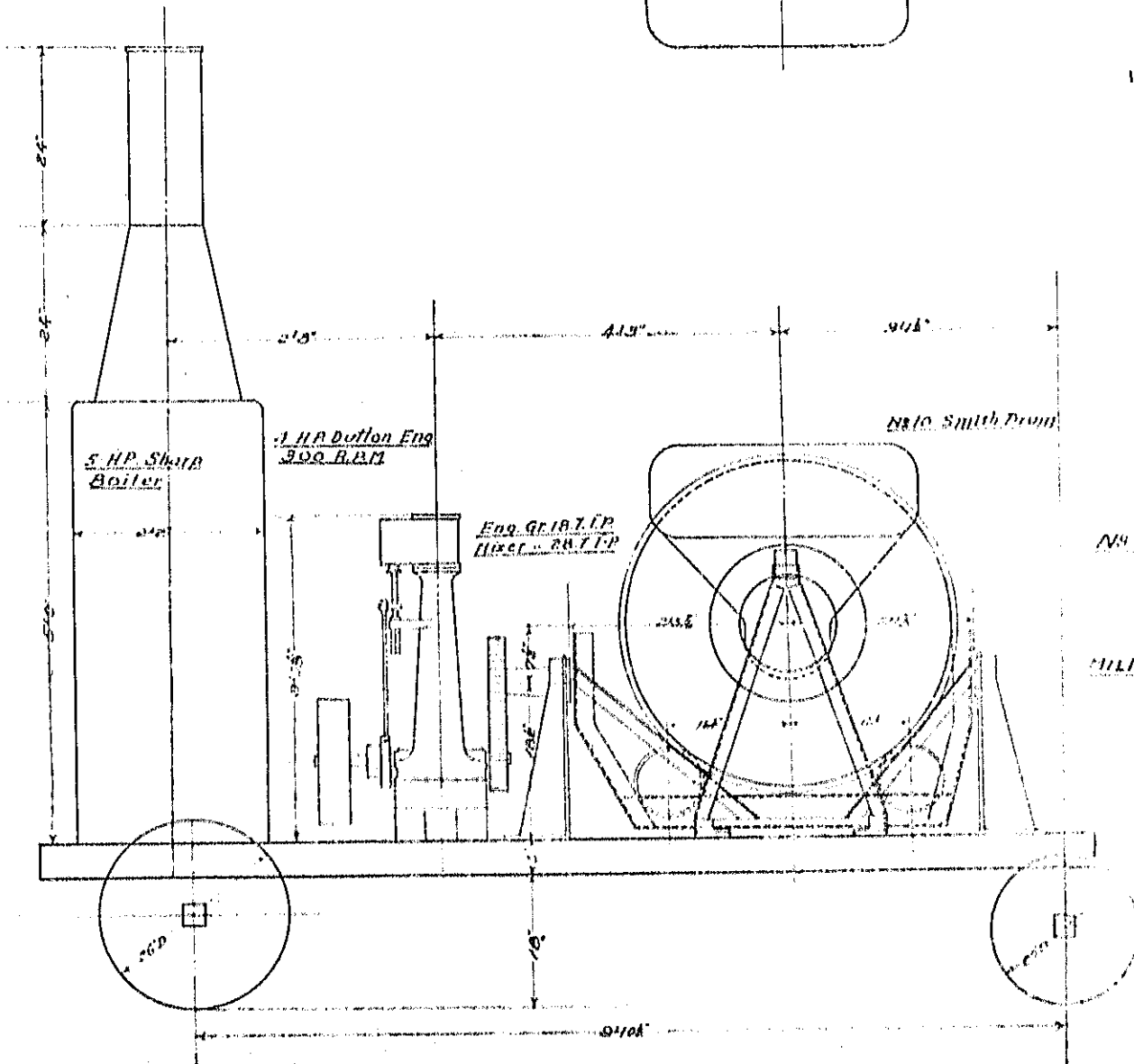
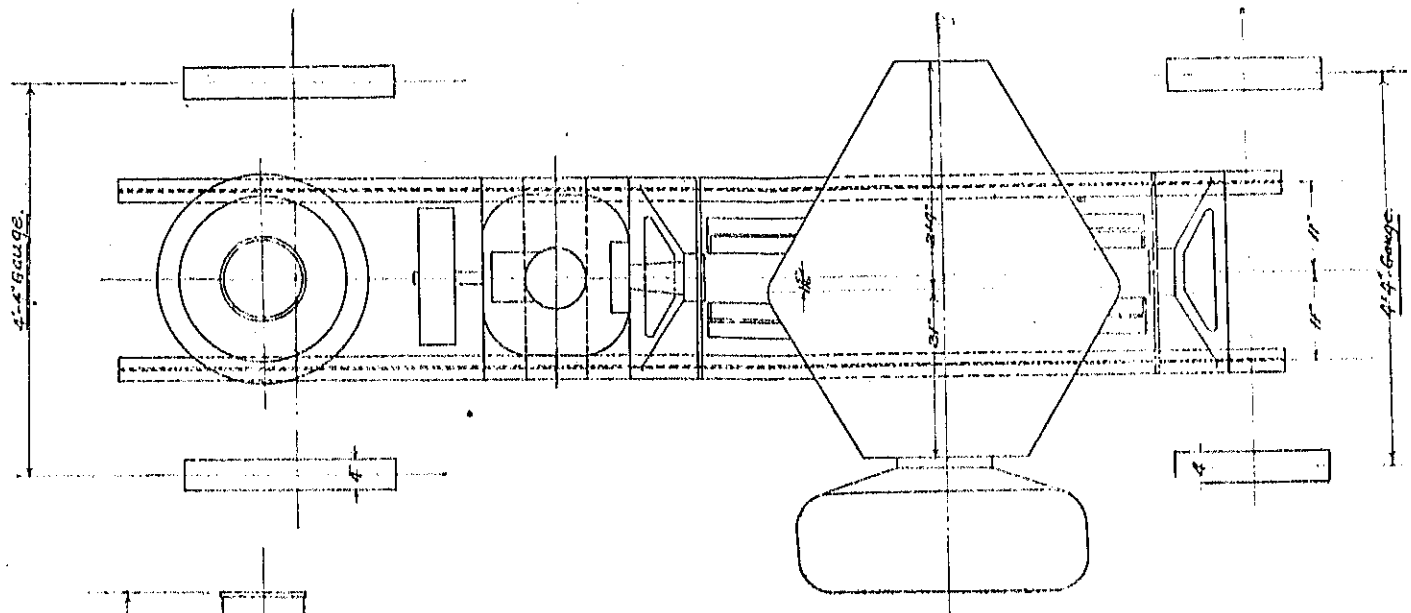
圖六乙



圖七甲



呎八吋一尺縮



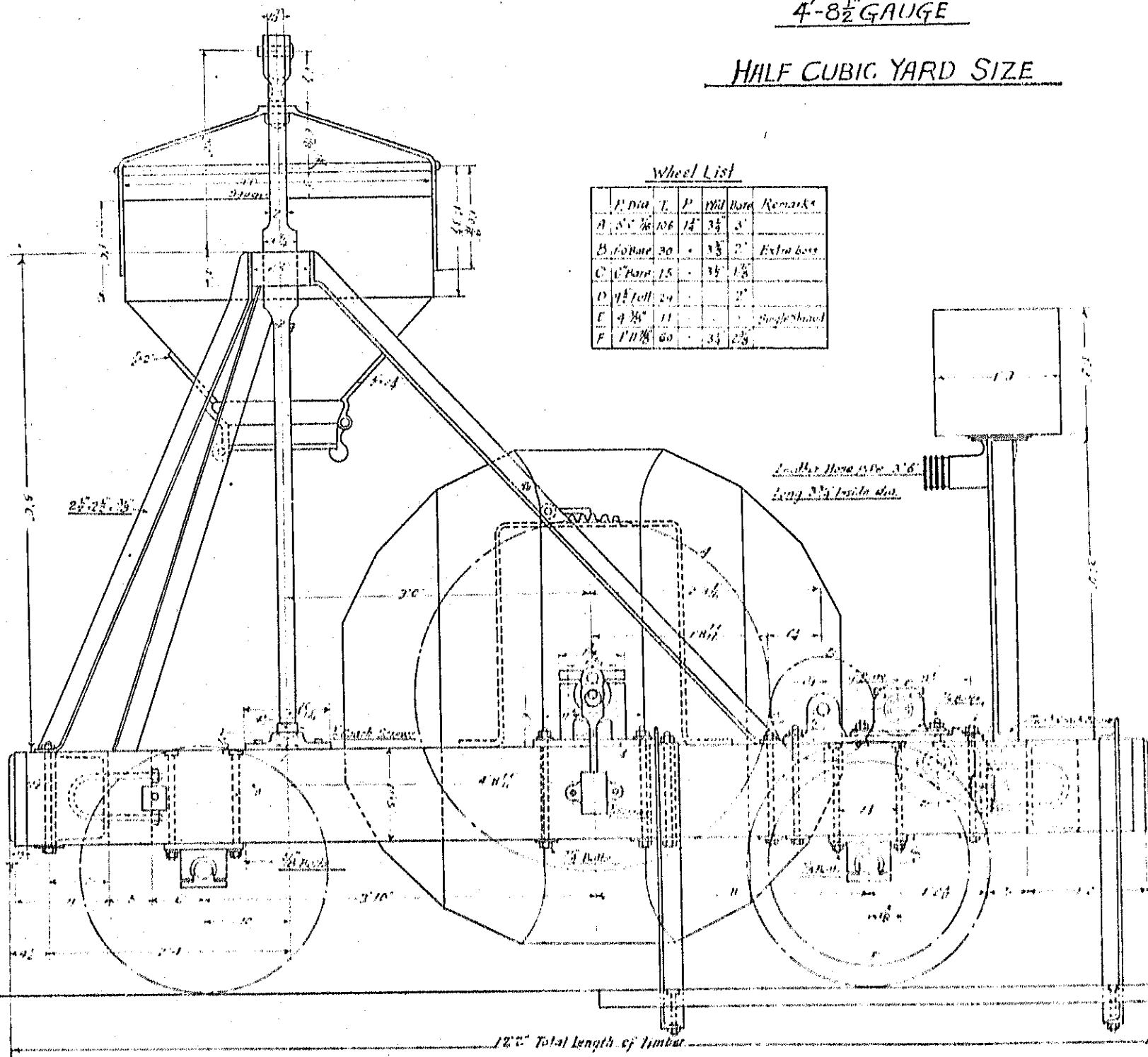
*No. 10. Smith Prom.*  
**No. 10. SMITH MIXER ON TRUCK**  
**WITH ENG. & BOILER**  
**1911 MODEL**  
**THE T. L. SMITH CO.**  
**MILWAUKEE WIS.**

# MESSENTS PATENT CONCRETE MIXER

4'-8½" GAUGE

HALF CUBIC YARD SIZE

第十圖



Wheel List

P. Dia	T.	P.	Wid	Base	Remarks
A 5' 1/2"	106	14'	3 1/2"	3'	
B 6" Base	30	•	1 1/2"	2"	Extra base
C 6" Base	15	•	1 1/2"	1 1/2"	
D 1 1/2" Off	24			2"	
E 4 3/8"	11				Single shaft
F 1 1/2"	60	•	3 1/2"	2 1/2"	

Leather hose 1 1/2" x 3' 6"  
 Long 3 1/2" inside dia.

12' 0" Total length of timber