

論說報告

土木學會誌 第五卷第一號 大正八年二月

碓氷線あぶと式軌道改造案及ヒ改造實驗ニ就キテ

會員 工學士 平 井 喜 久 松

目次

第一章 碓氷線あぶと式線路ノ沿革及現狀	二
第一節 總說	二
第二節 事故	三
第三節 あぶと式軌道ノ現狀	六
第二章 碓氷線あぶと式軌道改造案	一
第三章 改造實驗	一
第一節 實驗ノ目的及實驗用軌道設備	一
第二節 實驗方法及狀況	四
第三節 實驗ノ結果	一四
第四章 碓氷線あぶと式軌道隧道内道床改造案ノ研究	一七
附 錄	一八
第一表 碓氷線あぶと式軌道狀態一覽表	二〇

目次終

第一章 碓氷線あぶと式線路ノ沿革及現狀

第一節 總説

信越線横川輕井澤間六哩七十五鎖ノ内丸山矢ヶ崎兩信號所間五哩十九鎖ハ中間熊ノ平停車場構内十六鎖十八節ノ水平勾配ヲ除キテハ殆ント全部十五分ノ一ノ急勾配ヲ有シ(第一圖參照)從ツテ機關車働輪ノ軌條上ニ於ケル粘着力ニヨル牽引力ハ甚タシク制限セラル、ヲ以テあぶと式齒軌條三枚ヲ軌條中心ニ取付ケ機關車ニハ之レト啮合フ齒輪二個ヲ各一臺ノ機關車ニ取付ケ以テ牽引力並ニ制動力ヲ増大スルノ方法ヲ採リタリ

齒軌條ヲ備ヘタル鐵道ハ世界ニ於テモ其例餘リ多カラズ然モ其多クハ遊覽登山鐵道ニシテ客車自身ノ車輪ニ發動機ヲ連結セル軌道車カ然ラサルモ僅々一二輛ノ車輛ヲ牽引スル荷重極メテ少ナキ列車ニ限ラレ我信越線ニ於ケルカ如キ荷重相當ニ大ナル列車ヲ間斷ナク運轉スルカ如キ區間ニ使用シタル例ハ甚タ稀ナリ僅カニ獨國はるつ(Harz)ニ四呎八吋半ノ軌間ニ於テ信越線ト同シク三枚ノ齒軌條ヲ有スルあぶと式軌道ヲ敷キ十七分ノ一ノ勾配上ニ働輪上ノ重量四十三噸半ノ蒸氣機關車ヲ用ヒタル區間アリト雖木材搬出ノ側線ニシテ最急勾配ノ連續延長約二哩半(第二圖參照)列車運轉回數モ少ナク運輸保安上並ニ軌道保存上ノ困難我ニ比シ遙カニ輕易ナリ

横川輕井澤間あぶと式線路ハ明治二十六年ノ開通ニシテ開業當時ハ働輪上ノ重量三十六噸ノ蒸

第二表 あぶと線改造實驗各回ノ取扱材料品目及數量表 二三

第三表 改造實驗成績對照表 二四

第四表 改造實驗更換單位作業ニ對スル所要時間表 二五

碓氷線あぶと式齒軌條ノ強度計算書 二七

氣機關車ヲ使用セリ其後運輸狀態ノ進歩ニ從ヒ働輪上ニ於ケル機關車重量ヲ四十二噸半ニ増加シ且重連ヲ以テ牽引力ノ増加ニ努メタルカ該區間ハ線路延長五哩十九鎖ニ對シ隧道延長二哩六十二鎖ニ達シ全延長ノ半以上ヲ占メ速力遅キ上リ勾配ノ運轉ニ際シテハ蒸氣機關車ノ噴出スル烟煙隧道内ニ充溢シ爲メニ乗務員ノ窒息死ニ至レルコトアリ窒息セサル迄モ乗務員ノ作業ハ完全ヲ期シ難ク運轉上ノ危害他線ニ比シ遙カニ大ナルノ不利アリ故ヲ以テ大正元年該區間ノ電化工事ヲ施工シ現時ニ於テハ働輪上ノ重量四十五噸ノ電氣機關車第三圖參照十二臺ヲ使用シ旅客列車ノ全部及貨物列車ノ一部ノ運轉ニ資シツ、アリ

第二節 事故

あぶと式線路ニ於テハ線路勾配急ナル爲一度列車カ制動機能ヲ失フカ又ハ其働作不充分ノ爲事故ヲ惹起シタル時ニ於テハ其結果タルヤ實ニ寒心スヘキモノアリ最近大正七年三月七日熊ノ平停車場ヲ距ル一哩五十鎖ノ地點ニ於テ本務電氣機關車ノ電氣制動機ニ故障ヲ生シ電氣機關車二輛貨車十輛びふ齒輪一個ヲ備ヘコレニ手働制動機ヲ備ヘタル貨車一輛逆行シ急速度ヲ以テ熊ノ平停車場構内突込線ニ突入シタルトキノ如キ岩壁ニ衝突シテ全列車ハ破碎シ乗務員八人中二名即死二名重傷後死亡一名重傷他三名輕傷ノ慘事ヲ見タリ幸ニ該列車ハ貨物列車ナリシカ爲メニ人命ノ死傷其數ニ於テ少ナカリシト雖全列車粉碎ノ跡ヲ見テハ其慘禍轉々膽ヲ寒カラシム而シテ其軌道ニ及ホシタル損害モ亦頗ル大ニシテ其當時ニ於ケル更換材料ハ枕木百二十挺齒軌條三百五十枚齒軌條座百個ニ達シ其他ニ轉轍器轍又二個及番小屋ヲ破壊シ去レリ

一方あぶと式軌道ニ於テハ列車通過ニ際シ線路沈下ノ爲及其他ノ原因ニヨリ齒軌條及齒輪ノ啮合ハ時ニ狂ヒヲ生シ齒輪ハ齒軌條ノ上ニ乗上クルコト間々アリ而シテ其結果ハ時ニ齒軌條ノ折損ヲ生シ一ノ齒軌條ノ折損ハ更ニ又次ノ齒軌條ノ折損ヲ來タシ遂ニハ全列車ノ墜降ヲ見タルカ

如キ例少シトセスコレあぶと式軌道ニ於テ特ニ軌道保存ノ状態ヲ良好ニ保ツ必要アルト同時ニ機關車ノ齒輪及齒軌條ノ状態モ亦正確ナル形及正確ナル位置ニ保ツ必要アル所以ナリトスあぶと式軌道ニ於ケル事故ニ就イテハ東部鐵道管理局ニ於テ大正六年中實地該線ニツキ調査ヲナシ次ノ如キ結論ヲ得タリ

(一) あぶと線ノ事故ハ夏期ニ最モ多シ

コレ蓋シ夏期ニ於テハ現業員ノ精神状態不健全ニシテ細密ナル業務上ノ注意ヲ缺クカ爲ナラン

(二) 事故ハ寧ロ晝間ニ多シ

コレ一見奇異ノ感アルカ該線ニ於テハ隧道ノ延長全延長ノ半以上ニ達シ列車運轉上ノ狀況ニ就イテハ晝夜ニ於テ難易ノ別立テ難キ状態ニアル爲ナランカ夜間ハ曉方ニ多シ

(三) 中間事故ハ増加シ入口事故ハ減少シツ、アリ

コレ、ニ入口事故トハ齒軌條區間ノ入口ニ於テ機關車ノ齒輪カ齒狀軌條ト容易ニ嚙合フ様枕木數挺ニ亘リ齒軌條ノ下部枕木トノ間ニ彈機ヲ附シタル部分ニ於ケル事故ニシテ中間事故トハ入口ヲ除キタル他ノ齒軌條敷設區間ニ於ケル事故ヲ云フモノナリ

中間事故増加ノ原因トシテハ次ノ二項ヲ擧ケ得ヘシ

一 線路ノ状態不良トナレルコト

二 運輸ノ状態繁劇トナレルコト

入口事故減少ノ原因トシテハ又次ノ二項ヲ擧ケ得ヘシ

一 入口齒軌條ノ長サヲ三、三六〇耗ヨリ五、一二〇耗ニ増大シタルコト

二 入口ニ於ケル列車ノ速度ヲ檢速機ヲ置キ一時間五哩ヲ超エ得サルコトニ制限シタルコト

入口齒軌條ノ長サノ變更時期ハ次ノ如シ

丸山

大正四年八月十七日
大正六年九月廿六日

熊ノ平

(横川方面)
大正四年十一月廿日
(輕井澤方面)
大正四年九月廿七日

矢ヶ崎

大正四年十一月廿六日

三、三六〇耗ヨリ四、二四〇耗ニ伸長
四、二四〇耗ヨリ五、一〇〇耗ニ伸長
三、三六〇耗ヨリ五、一〇〇耗ニ伸長

同

(四) 入口伸長ノ爲事故ハ約半減セラレ殊ニ電氣機關車ニ於テハ殆ント七割減トナレリ

齒軌條中間乗上事故ハ隧道内ニ多シ

隧道延長ハ線路總延長五哩十九鎖ニ對シ二哩六十二鎖ニシテ約五割五分ニ當ルコレカ原因

ハ線路ノ狀態殊ニ隧道内ニ於テ不良ナルカ爲ナルヘシ

(五) 中間乗上事故ハ大體上リ列車(勾配ヲ下ル列車)ニ限ル

中間乗上事故ハ旅客列車ヨリ貨物列車ニ多ク電氣機關車ヨリ蒸氣機關車ニ多シ

貨物列車事故ハ旅客列車事故ニ比シ約六割五分多シコレ旅客列車ハ貫通制動機ヲ使用スル

ニ對シ貨物列車ハ其備ナキニヨルモノ、如シ

蒸氣機關車事故ハ電氣機關車事故ニ比シ約五割多シコレ前者ノ齒輪後者ニ比シ齒軌條トノ

啮合淺キニヨルナランカ

(七) 中間乗上事故ハ或期間ニ限リ續出ス

コレ軌條齒軌條、鐵枕木等ノ磨損更換及道床改良ノ如キ比較的大規模ノ修繕工事ヲ施工シタル時ニハ線路ノ諸寸法ニ新タナル狂ヲ生シ又ハ所々馴染惡シキ所ヲ生スルカ爲メナルヘシ手働制動機ヲ備ヘタル貨車(本制動車)ヲ略稱シビト云フニ最モ多シコレビハ齒輪一軸ニ

(八) テ軸重大ナラサルニヨルナルヘシ
中間乗上事故ハ電氣機關車ヨリ蒸氣機關車ニ多シ

コレ二個ノ齒輪ハ電氣機關車ニ於テハ二軸間ニ連絡アルモ蒸氣機關車ニ於テハ個々別々トナリ居レルヲ以テナリ

第三節 あぶと式軌道ノ現狀

イ 道床

あぶと式軌道區間ニ於テハ線路勾配急ナルヲ以テ機關車ハ滑走ヲ防クカ爲メニ常ニ多量ノ砂ヲ撒布シ大正五年度ニ於テハ横川機關庫三十五立坪、輕井澤機關庫十立坪合計一箇年四十五立坪ヲ使用セリ而シテ撒砂ハ隧道内ニ於テ殊ニ激シク第五第六隧道内ノ如キハ十日間ニ軌條ヲ埋沒スルノ有様ナリ該線ニ於テハ前述ノ如ク隧道ノ延長ハ五割五分ヲ占メ隧道内ノ漏水ハ制動機冷却ノ撒水ト合シテ軌條上ニ更ニ多量ノ撒砂ヲ要求シ撒布セラレタル砂ハ軌條上ニ於テ粉碎セラレ撒水ト合シテ糊狀ヲ呈シ精選ばらすと中ニ浸入シ石炭焚殻ノ粉末及搗固メニヨルばらすと破片ト相俟チ二、三箇年ニシテ精選ばらすとハ切込ノ狀態トナル故ニ是等隧道内ニ於テハ毎月一日及十五日ノ兩日撒布セラレタル砂ヲばらすと中ニ浸入セサルニ先ツテ隧道外ニ運ヒ去ルノ方法ヲ採レリト雖道床狀態ハ尙他線ニ比シ不良ナルヲ免レスシテ常ニ多數ノ勞力ヲ要シ然カモ良好ナル道床狀態ハ極短時日ヲ保タサルノ狀況ナリ又隧道内下水ノ設備モ先年電化工事ニ際シ第三軌條取付用枕木挿入ノ爲下水蓋石ヲ取除キタル箇所多クばらすとハ下水中ニ落チテ通水不完全ナルノ狀態ニアリ

ロ 軌條 (第四圖參照)

本區間ニ使用セル軌條ハ六十封度第一種型ニシテ枕木上軌條取付面ハ二十分ノ一ノ勾配ヲ附シ

内方ニ傾斜セシメタルヲ以テ軌條磨滅ノ形狀ハ割合他線ニ比シ均等ナリト雖線路勾配急ニシテ加フルニ隧道多ク多量ノ撒砂ヲナスヲ以テ磨滅ノ速度ハ頗ル迅速ナリ然ルニ六十封度第一種型ハ現時ニ於テハ基本型ニアラサルヲ以テ新タニ製造スルコトハ經濟上不利アリ故ニ一度他線ニ於テ使用セルモノ、中磨損ノ程度比較的輕少ナルモノヲ選ヒテ再用スルノ状態ナルヲ以テ軌條ノ状態ハ常ニ不良ナルヲ免レス且近時運輸數量激増シ列車回數並ニ其重量又激増シタルノ結果軌條ノ磨損速カニシテ再用軌條ハ數年ナラスシテ更ニ更換ヲ要スルノ狀況ニアリ大正二年ヨリ大正四年ニ亘リ英國ヨリしりこん軌條(しりこん軌條賣込ノ爲メ特ニ第一種型製作ヲ諾セリ)ヲ購入シコレヲ以テ約二哩ヲ更換シタルモ其耐久年限ハ通常鋼軌條ト選フ所ナク既ニ磨損四分ノ一時ニ達セルモノアリ一般ニ全線ニ亘リ兩三年ヲ出テスシテ更換ヲ必要トスルカ如キ狀況ニアリハ 齒軌條 (第四圖參照)

齒軌條ハ從來外國品ヲ用ヒタルモ歐洲戰爭勃發後ハ輸入ノ途絶エタルカ爲メニ止ムナク大正五年末製鐵所ノ材料ヲ以テ製作シ之レヲ併用シタルカ硬度甚タシク不充分ニシテ使用後僅カニ八九箇月ニシテ齒軌條節線ニ於ケル磨滅限度(齒幅六十耗ノ中二十耗減ヲ以テ磨滅限度トス)ニ達スルモノ比々トシテ起リ甚タシキニ至リテハ使用後四十八時間ニシテ三耗ノ磨滅ヲ生セルモノアリ(第五圖參照)外國品ノ耐久年限平均七、八年ナルニ對シ同品ハ僅カニ一、二年ニ過キササルノ不結果ヲ示セリ因リテ大正七年度以降購入ノ分ハ其鋼質外國品ト相似タル製鐵所製半硬鋼ヲ使用スルコト、セリ

ニ 鐵枕木及附屬品 (第四圖參照)

今明治四十四年ヨリ大正六年ニ亘ル七箇年間に於ケル鐵枕木及附屬品ノ一箇年平均使用數ヲ表示スレハ次ノ如シ

鐵 枕 木	齒 軌 條 壓	か っ ぶ り ん ぐ	く ら ん ぶ	げ ー じ、ぶ る っ く	ふ ら っ し、は、ぶ れ ー と	す ぶ り ん ぐ、わ っ し や	べ ー す、ぼ ー る と	す ぐ り ゆ ー、ぼ ー る と	と つ ぶ、ぼ ー る と
總 數	九、一四〇	一八、二八〇	九、一四〇	三六、五六〇	三六、五六〇	七三、一二〇	一八、二八〇	三六、五六〇	一八、二八〇
一箇年平均使用數	一、〇九〇	一、八〇〇	一、〇六〇	六、三一〇	六、三二〇	五、三九〇	三、一六〇	六、八一〇	六、六一〇
百分率	一一・九	九・八	一一・六	一七・三	一七・三	一〇・四	一七・三	一八・六	三五・一

鐵枕木ハ從來外國品ヲ使用シタルカ其更換數ハ一年約一千挺ノ多數ニ騰リ大正四年歐洲戰爭突發後ハ輸入ノ途絶エタルカ爲メニ漸次準備品ノ涸渴ヲ來タシ大正六年末ニ至リテハ剩ス所僅カニ一千餘挺ニ過キササルニ至レリ而シテ内地ニ於テコレヲ製作セントスルモ鐵價暴騰ノ現時ニ於テハ經濟上甚タシキ不利アルヲ以テコレカ代用品トシテ何等カノ方法ヲ用フルヲ得策トセリ鐵枕木附屬品中摩擦軌條取付くらんぶハ使用中底面ハ漸次磨滅シ又すくるゝぼーると頭及枕木腐蝕ノ爲げーじ、ぶろっくハ枕木面ヨリ離レくらんぶヲ押上ケ軌條取付ノ效用ヲナサ、ルモノ多々アリ(第六圖參照)第六圖甲ニ示ス如ク鐵片ヲ枕木下面ニ挿入スルカ又ハ近時獨逸國有鐵道ニ於テ採用シ居ル方式ニ改良スルヲ可トス第六圖乙ハ同式ニ據リ六十封度第一種軌條ニ適スヘク鐵道院設計課ニ於テ設計セルモノナリ

ホ 第三軌條 (第七圖參照)

第三軌條ハ下面接觸式ニシテ特ニ導電率大ナル鋼ヲ以テ製造セル長三十呎―九十封度双頂軌條

ヲ用ヒタリ軌條支持ノ方法トシテハ直線部分ニ於テハ鐵枕木四挺跨キ曲線部分ニ於テハ三挺跨
 キニ中間ニ接手ヲ有スル長サ九呎ノ木枕木ヲ挾入シコレニぶらっけつとヲ付シ軌條ヲ垂下セリ
 然レトモ木枕木ハ中間ニ接手ヲ有スルカ爲メニ充分ノ硬性ナク第三軌條ト本軌條トノ關係ハ常
 ニ狂ヒヲ生シ易シ

へ 軌隔

大正六年中東部鐵道管理局ニ於テ碓氷線現狀ノ調査ヲナシタルカ其結果ハ第一表ニ示スカ如ク
 ニシテ調査箇所五十二箇所ノ内軌隔ノ規定通りナルモノ十箇所規定ヨリ狭キモノ十四箇所規定
 ヨリ廣キモノ二十九箇所アリ軌隔ノ廣キニ過クル結果トシテ特ニあぶと式軌道ニ於テハ齒輪カ
 二枚ノ齒軌條ノ遊間ニ墜落スルノ危險ヲ醸スヲ以テ軌隔ハ特ニ保守ニ注意ヲ要スヘキモノニシ
 テ一方機關車車輪磨滅ノ限度モ相當減縮ヲ要スヘキモノナリ

ト 軌條及齒軌條上面ノ水平差

齒軌條上面ハ軌條面ヨリ七十耗高キヲ規定トス而シテ調査箇所五十二箇所ノ内規定ニ合格スル
 モノ僅カニ四箇所ニ過キスシテ規定ヨリ高キモノ十四箇所規定ヨリ低キモノ三十四箇所アリ而
 シテ其差ノ最大寸法ハ十耗ニ達ス齒輪ト齒軌條トノ嚙合ヒハ電氣機關車ニ於テハ四十耗蒸氣機
 關車ニ於テハ三十五耗ナルカ上記ノ如ク規定ヨリ十耗低キカ如キ箇所ニ於テハ嚙合ヒハ各二十
 五耗及三十耗ニ減少ス上記調査箇所ハ何レモ鐵枕木上ニ於ケルモノナルカ列車通過ニ際シテハ
 枕木中間ニ於テハ齒軌條ノ沈下本軌條ニ比シ大抵五耗内外大ニシテ之レニ齒輪ノ磨損及磨損ノ
 爲メニ本軌條ヲ更換シ軌條面高マリタルカ如キ場合ヲ考フルトキハコノ嚙合ハ益々減少スヘシ
 而シテ齒軌條ト齒輪トノ嚙合ヒ減少シタル結果トシテハ齒輪乗上ケヲ容易ナラシムルヲ以テ延
 イテハ事故ヲ誘發スル恐アリ

ニ於ケル齟齬ハ相當大ナルモノアリ機關車齒輪ニハきりすぶりんぐヲ入レ約三耗ハ前後ニ移動シ得ト雖齒輪ハ二軸ニシテ互ニ連結セルヲ以テ其軸間距離内ニ於テ大ナル齟齬ヲ有スルコトハ好マシカラズ繼目ニ於テ大ナル齟齬ヲ有スル原因トシテハ

- 一 再用品齒軌條ヲ工場ニテ修繕ノ際其側面ヲ叩キ厚ミヲ減スル爲締付不完全ニシテ列車通過ノ際鎚擊作用ヲ受ケば一ると孔ハ擴大セラル、コト
- 二 機關車齒輪ヨリノ荷重ノ爲及軌條爬動ノ爲メニとつぷぼ一るとハ變形シぼ一ると孔モ擴大セラル、コト

ヲ舉ケ得ヘシ

第二章 碓氷線あぶと式軌道改造案

第一章第三節あぶと式軌道ノ現狀ノ項ニ於テ述ヘタル如ク同線ニ於ケル鐵枕木使用數ハ年額平均事故ニヨルモノ五百九十挺磨滅ニヨルモノ五百挺合セテ一千九十挺ノ多額ニ達ス大正四年歐洲戰爭突發後ハ之レカ輸入ノ途絶エ又内國ニ於テ製作セントスルモ鐵價暴騰ノ現時ニ於テハ莫大ノ費額ヲ要シ實行不可能ナルカ爲メニ漸次準備品ノ涸渴ヲ來タシ鐵枕木代用品トシテ何等カノ材質ヲ選フノ必要ヲ感スルニ至レリ而シテコレカ代用品トシテハ木枕木、鐵筋混凝土枕木、混凝土道床等ヲ舉ケ得ヘシト雖改造實行ハ一日ヲ忽ニスヘカラサルモノアルヲ以テ先ツ木枕木ヲ使用スルモノトシ研究ノ步ヲ進メ大正七年五月木枕木カ機關車齒輪ニヨリ加ヘラル、壓力ニ對シ幾何ノ抵抗力ヲ有スルカヲ知ラシカ爲メニ第八圖ニ示ス如キ假定齒軌條座ヲ設計シコレヲ木曾産檜枕木ニ取付ケ現行鐵枕木及齒軌條座ト共ニ鐵道院總裁官房研究所ニ於テコレカ強度ノ試驗ヲ施行シ第九圖ニ示スカ如キ結果ヲ得タリ而シテ何レノ場合ニ於テモ木枕木ハ齒輪ヨリノ水平荷重四噸ニ於テ破壊セラレ其值ハ木材ノ剪斷強度ヲ每平方吋七百封度ト假定セル場合ニ相當ス

ルヲ知レリ
現時使用中ノ電気機關車ノ齒輪發動機一臺分ノ牽引力ハ四千九百さるぐらむニシテ新造電気機
關車ニ於テハ速度十哩ニ於テ五千三百さるぐらむニ當レリ木枕木ノ剪斷強度ヲ每平方吋七百封
度ト假定シ齒軌條前覆ノ形ヲ第十圖ノ如ク設計スルニ於テハ枕木ノ抵抗力ハ十噸ニシテ新造機
關車ヨリノ水平荷重ニ對シテモ充分抵抗シ得ルコトヲ知リ得タルヲ以テ進ンテ他ノ部分ノ改良
研究ニ步ヲ進ムルニ至レリ
齒軌條ハ現行ノモノニ於テ機關車重量増大スルニ從ヒ其強度ハ漸次貧弱トナリ斷面ハ齒狀部分
ニ比シ胴體殊ニ小ニ過クルノ嫌アリ由リテ新斷面ニ於テハ胴體齒狀部分共ニ略同一ノ強度ヲ有
シ然カモ荷重ニ對スル安全率ヲ二〇以上ニ止ムルコトニ留意シ幅二十五耗高百四十耗ナル斷面
ヲ採用セリ次ニ軌條ニ就イテ云ハンニ碓氷線ハ線路勾配急ニシテ多量ノ撒砂ヲナシ軌條磨滅ノ
速度頗ル迅速ニシテ列車速度ハ大ナラサルモ列車回數及一軸重量ハ他線ニ比シ割合ニ大ナルヲ
以テ六十封度軌條ハ其負擔力小ニ過クルノ嫌アリ況ンヤ隧道延長ハ線路延長ノ半ヲ超エ軌條ノ
更換甚タ困難ナル同線ノ如キニ於テ再用軌條ノ外得難キ第一種型ヲ使用スルカ如キハ甚タ不得
策ナルヲ免レス故ニコレカ改良ニ際シテハ能フル限り重量大ナル軌條ヲ用ヒ且更換ニ際シテハ
新規品ヲ用ブルノ策ヲ立テサルヘカラス最初ハ百封度軌條ヲ用フルノ可ナルヲ認メタルモ輸入
ノ途困難ナル現狀ニ於テハ製鐵所製品ヲ選フノ外ナク且急速ニ改造ヲ必要トスル關係上他線ニ
於テ一般ニ使用シ居ル七十五封度軌條ヲ使用スルコト、セリ軌條ヲ用ふるニ傾斜セシムルノ可
否ニ就テハ技術者間ニ於テモ未ダ意見ノ一致ヲ見スコレ線路ノ狀況軌條ノ重量列車ノ速度及荷
重ノ輕重ニヨリテ一般的斷案ヲ下シ難キカ爲ナルヘシ而シテ現あぶと式區間ニ於テハ軌條磨滅
ノ形狀他線ニ比シ割合均一ナルヲ見レハ少クモ同線ニ於テハ傾斜セシメ置クヲ可トスルモノハ

如クナルヲ以テ改良案ニ於テハ從來通り軌條ヲ傾斜セシムルコト、シ木枕木ノ上ニ床板ヲ用ヒ現存軌條ト同シク二十分ノ一内方ニ傾斜セシメタリ

床板ノ大サ及厚サニ就イテハ米國ペンしるべにあ鐵道ニ於テ數年ニ亘リ調査シ其報告ハ擧ケテ Bulletin of the American Railway Engineering Association Vol. 19, No. 200, (Oct. 1917) ニアリ其結果ニヨリテ見レハ從來使用セル厚サ二分ノ一時以下總面積ト軌條接面トノ比二〇以下ノモノハ其效果甚タ疑ハシク厚サハ四分ノ三吋以上面積ハ軌條ノ一側ニ於テすばいさ二列ヲ打チ得ルモノナルヲ可トセリコレ床板ノ厚サ薄キ時ニ於テハ軌條ヨリノ荷重分布ハ床板ノ有無ニヨリテ殆ント大差ホク又床板面積小ニシテすばいさ一列ヲ打ツ時ニ於テハ軌條接觸面以外ノ床板ハ遊離端トナリテ荷重分布上效果ヲ顯ハサルノ缺點アレハナリ由リテ新設計ニ於テハコノ二ツノ條件ニ適合スルノ形トセリ(第十圖參照)

現存軌道ニ於テハ枕木ノ間隔ハ八百八十耗ナルカ第一章ニ於テ述ヘタルカ如クコノ間隔ハ大ニ過キ齒軌條ハ其長サノ中間ニ於テ彎曲セリ現時鐵道院ニ於テ三十三呎相對式枕木配置中最モ密ナルモノハ十七挺ニシテ兩枕木心々ノ間隔ハ二呎ナリ由リテ新設計ニ於テハコレニ近クシテ三枚齒軌條ノ繼手カ各枕木上ニ於テ互接トナリ且コノ繼手カ齒狀形ノ谷ニ於テ起ルヘキ數ヲ選ヒ六百四十耗(二一呎)トセリ

斯クノ如クシテ改造案ハ鐵枕木ニ代フルニ木枕木ヲ以テシ其間隔ヲ六百四十耗ニ短縮シ軌條重量ヲ七十五封度軌條ニ増シ重量一六四封度ノ床板ヲ入レ齒軌條斷面ヲ高サ百四十耗幅二十五耗ニ變更シ其他ノ附屬品モコレニ適合スヘク變更シタルモノナルカ現在軌道ノ軌條繼手ト齒軌條繼手トカ改造軌道ノ軌條繼手ト齒軌條繼手トニ同時ニ合一スル長サハ第十一圖ニ示ス如ク一〇五六〇〇耗(五鎖二十五節)ニシテ長三一五呎新軌條十一本分ニ當レリ現時確水線あぶと式區間ニ

於ケル最長列車間合ハ平均四十分ニシテ今夜間ニ於テ一貨物列車ヲ取消シ列車間合ヲ延長スル
トスルモ一時間ヲ得ルニ過キス而シテ改造工事ハ大體コノ營業列車運轉間合ニ於テ完成スル必
要アルヲ以テ前記五鎖二十五節區間ヲ同時ニ更換スルコトハ到底不可能ナリ由リテ更換中新舊
軌道ノ接合點ニ於テ軌條及齒軌條ニハ特種長ヲ有スルモノヲ一時使用スルコト、シテ全長ヲ三
區間ニ別テ工事ヲ施工スルモノトシ一區間ノ更換ニ要スル時間ヲ第十二圖ニ示ス如ク算定シ六
十二分ト豫定セリ然レトモコノ豫定時間タルヤ更換各工事ニ要スル時間ヲ豫想シ其上ニ立テラ
レタルモノナルヲ以テ果シテコノ時間中ニ工事ヲ完成シ得ルヤ否ヤニ就イテハ確タル信念ナク
一方更換工事ヲ豫定時間中ニ完成シ得ルヤ否ヤハ掛リテコノ設計ノ成否ヲ決スヘキ條件ナルヲ
以テコレヲ實際ニ徵スルコト、シ更換工事ノ實驗ヲ施行スルコト、ナレリ

第三章 改造實驗

第一節 實驗ノ目的及實驗用軌道設備

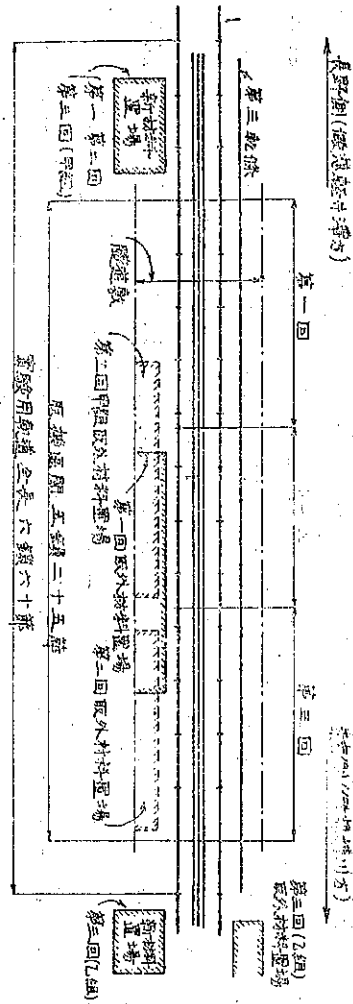
第二章ニ於テ述ヘタル如ク本實驗ニ於テハあぶと式軌道改築實施ニ於ケル大體ノ標準ヲ豫知シ
又列車間合幾分ヲ以テ一區間改築ヲ施行シ得ヘキカヲ知ルヲ目的トスルヲ以テ線路狀況ハ能フ
ル限り碓氷線ニ於ケルモノト同一ニセサルヘカラス同線ニ於テハ線路ノ過半ハ狹隘ナル隧道内
ニアリテ軌道ノ中央ニハ齒軌條ヲ有シ其一側ニハ第三軌條ヲ有スルカ故ニ作業上障害甚タ多ク
且改築ニ際シテハ列車通過後現在軌道用材料全部ヲ撤去シ新材料ト更換シ列車運轉ニ支障ナカ
ラシムルヲ要スルヲ以テ作業ハ完全ニシテ些カノ狂ヒナキ程度ニ仕上クルヲ要ス
實驗用軌道ハ能フル限り實際ノ狀況ニ近カラシムル上ヨリハ碓氷線ノ一部ヲ使用スルヲ可トセ
ルモ同線中ニハ適當ノ箇所ナキヲ以テ東北本線大宮驛ニ於テ施行スルコト、シ同驛構内西北隅
車輛検査番詰所前車輛修繕線ヲ撤去シコレニ約六鎖六十節ノ間現行あぶと式軌道ヲ敷設シ隧道

第二節 實驗方法及狀況

改築區間ハ前述ノ如ク五鎖二十五節ヲ三區間ニ別チ一日一區間宛三回ニ實驗ヲ施行セリ即第一回ハ長三十一呎五ノ新軌條四本分ニシテ第二回ハ同三本分第三回ハ同四本分ヲ更換セリ

第一回實驗ハ大正七年七月二十七日午前九時三分作業ニ着手シ午後零時二十五分ニ至リ晝食ノ爲一時作業ヲ中止シ更ニ午後一時三十五分ヨリ初メ午後二時四分ニ至リ全部ノ更換ヲ終了シ作業人員二十名ヲ以テ實驗時間實ニ三時間五十一分ノ長時間ヲ要セリ斯ク作業時間意外ニ長時間ニ亘リタル原因トシテハ

- 一 當日ハ酷暑無風ニシテ炎天ニ於ケル作業ハ甚タ困難ヲ極メ連續作業一時間後ニ於テハ其勞働能率ハ半減セララル、ノ有様ナリシコト
- 二 改築作業ニ對シ従事員ニ經驗ナク號令徹底セサリシコト
- 三 作業ノ種類多キ割合ニ作業員少ク爲メニ各員ノ分擔ハ區々ニ別レ統一ヲ缺キ又分擔量割合大ナル爲メニ疲勞甚シカリシコト



內線路ニ模擬セシムル爲其兩側ニ軌道中心ヨリ各五呎ヲ隔テ、古枕木及古鐵線ヲ以テ高サ約四呎ノ柵ヲ造レリ今實驗場ニ於ケル軌道略圖ヲ示セハ上圖ノ如シ

四 一作業ノ終了ヲ待タスシテ次ノ作業ニ移ラシメタル爲メ混雜ヲ極メ相互ニ他ノ作業ヲ妨害シタルコト

ヲ舉ケ得ヘク尙作業時間ヲ短縮シ得ルノ望充分ナリシヲ以テ多少方法ヲ變更シ第二回ノ實驗ヲ施行スルコト、セリ

第一回實驗ノ改築作業順序作業豫定時間並ニ其結果ハ第十三圖ニ示ス如シ
 第二回實驗ハ大正七年八月三日施行シ午前九時作業ニ着手シ同十時十八分終了シ實働時間一時間十八分ヲ費セリ第一回實驗ニ於テハ作業人員少ナク各作業員ハ同時ニ異ナル作業ニ從事セシカ爲メニ作業員交互ニ他ノ妨害ヲナシ又統一ヲ缺キ爲メニ作業時間ヲ延長シタルヲ以テ第二回ニ於テハ人員ヲ倍加シ四十名トシ二名ノ工夫長ヲ附シ各員ハ同時ニ同一ノ仕事ヲナシ總員ハ一ツノ仕事ヲ終了シタル後ニアラサレハ次ノ仕事ニ着手セサルニ努メタリ當日ハ曇天ニシテ涼風アリ勞働能率ハ前回ノ如キ低減ヲ受クルコトナク且作業員ノ半數ハ前回ニ於テ作業ノ經驗ヲ積ミタルヲ以テ豫定時間内ニ終業スルコトヲ得タリト雖一作業ヨリ次ノ作業ニ移ル間ニ於ケル混雜ハ尙全ク除去スルコトヲ得サリキ

第二回實驗ノ改築作業順序作業豫定時間並ニ其結果ハ第十四圖ニ示ス如シ

第三回實驗ニ於テハ改築順序ハ第二回實驗ト同一ナレトモ第二回實驗ニ於テハ一作業ヨリ次ノ作業ニ移ル間ニ於テ混雜尙絶エズ而シテコレカ原因ハ更換材料ノ運搬方向同一ナルカ爲メニ運搬距離遠ク又作業人員ノ一部カ全部ノ到着ヲ待チ得スシテ運搬ヲ初ムル弊アリシカ爲ナルヲ以テ今回ニ於テハ改築區間ヲ二分シ作業人員ヲ甲乙二組トシ一組二十名ニ工夫長各一名ヲ附シ各組別々ニ作業ニ從事シ各組運搬方向ヲ異ナラシメタリ且本回ハ隧道内ノ作業ニ擬スルカ爲メニ特ニ夜間ヲ選ヒ全長ニ亘リ石油松火十箇ヲ掲ケ又各員ニハかんでら燈ヲ交附シ大正七年八月九

日午後七時二十分作業ヲ初メ同九時三分終了實働時間一時間四十三分ヲ費セリ
 第三回實驗ノ改築作業順序作業豫定時間並ニ其結果ハ第十五圖ニ示ス如シ
 電氣關係ノ更換作業即第三軌條及れゝるぼんでいんぐノ取外シ取付ケハ第十四第十五圖ニ示ス
 如クニテ人員十六名ヲ使用シ何レモ軌道更換作業時間内ニ完了シタリ

第三節 實驗ノ結果

改築作業ニ於ケル各回ノ取扱材料品目及數量實驗ノ成績對照表更換單位作業ニ對スル所要時間
 表ハ卷末第二表第三表及ヒ第四表ニ示ス如クニテ今改築作業實驗ノ結果ヲ綜合スレハ次ノ如シ

作業	改築區間		
	第一回	第二回	第三回
豫定作業時間	二〇〇分	四〇分	四〇分
實際作業時間	九五分	八六分	一一〇分
新軌條一本長ニ對スル作業時間	二四二分	七八分	一〇二分
新軌條一本長ニ對スル從事員	六〇五分	二六分	二五五分
第一回實驗ハ前述ノ如ク種々ノ原因ニヨリテ不成績ニ終リタルモノナルヲ以テ今第二回第三回ノ實驗ノ結果ニ就イテ判スレハ更換作業ハ新軌條一本ニ付作業人員十名ヲ適當トシ作業時間ハ二十六分トナル改築作業ノ方法トシテハ第三回ノ實驗ニ於テ爲シタルカ如ク一改築區間ヲ兩分シ更換材料ノ置場ヲ區間ノ兩端ニ別チ各組別々ニ反對方向ニ運搬スル方法最モ作業中ノ混雜ヲ除キ可ナルカ如キモあぶと式線路ハ十五分ノ一勾配線ナルヲ以テ實地ニ於テハ或ハコノ勾配ヲ利用シ運搬方向ヲ一方ニスルヲ便トスルヤ測リ難ク又改築工事ハ列車運轉間合ニ於テナスモノ	五〇分	一三三分	一〇〇分

ナルヲ以テ更換新材料ノ置場ハ延長キ隧道内等ニ於テハ隧道内列車運轉ニ支障ナキ箇所ニ列車運轉間合ニ於テ配給スルヲ要スルヲ以テ之ヲ二箇所ニ區分スルコトハ配給ノ上ニ於テ混雜ヲ來タス不利アリトノ謗アリト雖更換材料配給ハ豫備工事ニシテ改築工事ノ死命ヲ制スルモノナラス即多少工費ノ嵩ムヲ許ストスレハ遺漏ナキ配給ハ爲シ得ルモノナルヲ以テ何レヲ可トスルカハ改築工事施行中更ニ研究ヲ要スヘキモノナリトス改築ニ要スル列車間合ハ實驗ニ於テハ軌條一雙ヲ更換スルニ二十六分ヲ要セシヲ以テ三雙ニ對シ約一時間二十分四雙ニ對シ一時間四分ナルモ實地施行ノ場合ニ於テハ軌道更換ノ外送電ノ停止及開始ニ關シ列車逆行ノ場合及途中停車ノ憂ヲ慮リ前列車次驛到着後改築ニ着手シ次列車隣驛出發後作業ヲ終了セシムルヲ可トスルヲ以テ前後約三十五分丸山熊ノ平間及熊ノ平矢ヶ崎間運轉時間三十四分ナリノ餘裕ヲ見込ミ軌條三雙ノ場合ハ約二時間四雙ノ場合ハ二時間二十分トスルヲ可トスヘシ而シテコレカ爲メニハ現在ノ列車運轉時間表ヲ改メ夜間ニ於テ三貨物列車ヲ取消スヲ要ス

第四章 碓氷線あぶと式軌道隧道内道床改造案ノ研究

第二章碓氷線あぶと式軌道改造案ノ項ニ於テ述ヘタル如ク改造實行ハ一日ヲ忽ニスル能ハサル事情上鐵枕木ニ代フルニ木枕木ヲ使用スルモノトシテ研究ヲ進メ遂ニ上記改造案ヲ立テコレヲ實施スルコト、セルカ同線ニ於テハ隧道延長全線ノ半ヲ超エ道床ノ状態ハ殊ニ隧道内ニ於テ不完ナリコレ隧道内ニ於テハ軌條面常ニ濕潤ニシテ爲メニ多量ノ撒砂ヲ要求スルコト、保線ノ作業隧道外ニ比シ甚タシク困難ナルカ爲メニシテ延長八百呎ヲ超ユル隧道ニ於テハ約二箇年其他ノ隧道ニ於テハ約三箇年ニシテ精選ばらすとハ撒砂ノ爲切込ノ状態ニ變ス故ニ軌道ヲ良好ナル状態ニ保存セント欲セハ道床ハ撒砂ノ爲メニ害ハレスシテ保存ニ多大ノ努力ヲ要セス且監査容易ナルモノヲ選ハサルヘカラス而シテコノ目的ノ爲メニ考察シタルモノヲ混凝土道床トス(第

十六圖參照)

混凝土道床ハ最初一九〇八年みしがんせんとらる鐵道でとりば、とんねるニ用ヒラレ其
 後紐育ニ於テ同市地下鐵道ノばってり、とんねる及停留場構内ノ一部又ペンしるべにあ鐵道ノ
 紐育大停車場構内同鐵道い、すと、りば、とんねるノ一部及紐育せんとらる鐵道ノ紐育ぐらんど
 せんとらる停車場構内であらう、え、あ、ら、か、わ、ん、な、え、ん、ど、う、え、す、た、い、ん、鐵道ノべるげんひる隧道
 等ニ用ヒラレタルカ何レモ列車速度速カナラスシテ清掃ヲ容易ナラシムル必要アル停車場構内
 又ハ隧道内ノ如ク保線ノ勞力ヲ少クスルヲ欲スル箇所ニ限ラレタリ只近時ノ「ざーん」ばしふ
 つく鐵道ニ於テ幹線上切取内ニ延長約二千呎三箇ノ考案ヨリ成ル混凝土道床ヲ用ヒ成績良好ナ
 リトノ報ヲナシ居ルモ (Engineering News Record, Dec. 12, 1918) 混凝土道床ノ缺點トシテ彈性ヲ缺ク
 トハ避ケ難キヲ以テ高速度列車ヲ運轉スル幹線上ニ於テハ通過車輛ノ保存費ヲ纏メテ考ヘタル
 トキコレカ經濟的價値ニ就イテハ結果未タ明ナラス
 確氷線あぶと式區間ニ於ケル列車速度ハ通常一時間十一哩内外ニシテ速度十八哩ヲ超ユルトキ
 ハ電氣機關車發動機ノあ、ま、ち、あ、わ、い、ん、で、い、ん、ぐ、ハ反撥セラレ制動作用ヲナス構造トナリ居
 ルヲ以テ彈性ニ乏シキ混凝土道床ヲ使用スルモ甚タシキ不便ナク且該線ハ所々ニ於テ磐谷ヲ横
 切レルヲ以テコノ水ヲ引用シ撒砂堆積セル時期ヲ見水洗スルニ於テハ軌道ハ直チニ清掃セラレ
 多數ノ勞力ヲ省キシカモ軌道ヲ良狀態ニ保チ得ヘキヲ以テ最も適當セル道床ト稱スルヲ得ン只
 確氷線ノ如キ營業線ニ於テ列車運轉ヲ休止セスシテ混凝土道床ニ更換ヲ爲シ得ヘキカ否カハ說
 ノ分ル、所ニシテ道床トシテハ最も適當セルモノト考ヘラレツ、モ直チニ改造案トシテ決定ヲ
 見サリシ點モコ、ニ存セリ只第十七圖ニ示スカ如キ順序ヲ以テ更換ヲ施行スルニ於テハ列車運
 轉ヲ休止セスシテ改造實施必スシモ不可能ナラサル如ク考ヘラル、モ尙研究ノ餘地アルモノト

234

K

碓氷線あぶと式軌道状態一覽表

第一 表

測定箇所 里程 (高崎起點)	橋梁 又ハ 隧道	勾配	直線 又ハ 曲線	(a) 軌間 ノ 寬度 (inch)	(b) 軌間 ノ 寬度 (m.m.)	(c) 軌高 ノ 高 (m.m.)	(d) 軌高 ノ 高 (m.m.)	(e) 軌間 ノ 寬度 (m.m.)	(f) 軌間 ノ 寬度 (m.m.)	(g) 軌間 ノ 寬度 (m.m.)	軌道ノ 種類	設年月	種類	概要
19. 20. 12.		1/10			+3 1/2	4 1/2	109	0	120	960	4. 10.	再用品		
19. 30. 20.		1/5			少狭	-4	105	1	120	962	4. 10.	再用品		
19. 42. 20.		"	R=20'		+1 1/2	0	108	0	123	963	4. 10.	新品		
19. 55. 03.		"	R=20'	1	+1 1/2	+2	108	1.5	120	980	5. 6.	新品		
19. 65. 00.		1/10	"	"	+1 1/2	+3	108	1	123	963	5. 6.	再用品		
20. 05. 60.		1/5	R=15'	1 1/2	"	0	108	1	119	959	2. 3.	新品		
20. 26. 00.	第二號隧道内	"	"	1 1/2	+1 1/2	0	109	6.5	115	955	2. 2.	新品		
20. 41. 00.	"	"	"	"	+1 1/2	-1	108	1	122	962	43. 3.	新品		
20. 49. 00.	"	"	"	"	+1 1/2	+2	110	4	127	967	44. 1.	新品		
20. 55. 00.	第三號隧道内	"	"		少狭	+1	109	0	120	960	43. 4.	再用品		
20. 61. 90.	第四號隧道内	"	"		0	-2	107	0	11. 5.	958	6. 5.	再用品		
20. 68. 30.	"	"	R=13'	1 1/2	+1	-3.5	108	1.5	120	961	45. 3.	新品		
20. 64. 50.	第五號隧道内	"	"	"	+1 1/2	-4	107	1	124	964	45. 3.	新品		
20. 71. 84.	第五號隧道内	"	"	"	+1 1/2	+2.5	108	2	120	962	2. 10.	新品		
21. 00. 00.	"	"	"	"	0	0	109	0	123	963	44. 1.	新品		
21. 13. 02.	第六號隧道内	"	"	"	0	-3	105	右 5 左 4.5	127.5	968	5. 9.	新品		

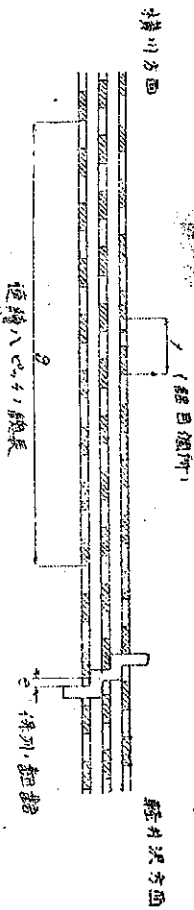
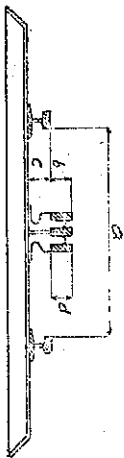
21. 20. 12.	第六號隧道內	"	$R=15$	$\frac{1}{16}$	$+\frac{5}{8}$	$+1$	$4\frac{3}{8}$	110	3	123	963	2. 10.	新品
21. 27. 20.	第六號隧道內	"	"	"	$+\frac{5}{8}$	-1	$4\frac{1}{2}$	106	0.5	128	958	6. 1.	新品 天野工場製
21. 34. 95.	第七號隧道內	"	"	"	$-\frac{1}{16}$	$+5$	$4\frac{3}{8}$	108	2	126	968	43. 11.	新品
21. 40. 40.	第八號隧道內	"	$R=15$	$\frac{1}{16}$	$+\frac{5}{8}$	$+3$	$3\frac{1}{2}$	107	1	119	959	4. 7.	新品
21. 49. 25.	第九號隧道內	"	"	"	$+\frac{5}{8}$	-1	$4\frac{1}{16}$	105	0	116	936	4. 7.	新品
21. 58. 15.	第十號隧道內	"	$R=15$	$\frac{1}{16}$	$+\frac{5}{8}$	$+5$	$4\frac{1}{16}$	109	4	127	971	4. 7.	新品
21. 77. 50.	第十一號隧道內	"	"	"	$-\frac{3}{32}$	-4	$4\frac{1}{8}$	107	1	118.5	958	4. 8.	新品
22. 01. 05.	第十二號隧道內	"	"	"	$-\frac{1}{16}$	-4	$4\frac{1}{8}$	108	2	118	955	5. 3.	新品
22. 03. 70.	確木第八橋梁上	"	$R=30$	$\frac{1}{32}$	$+\frac{3}{32}$	-7	$4\frac{3}{32}$	106	3.5	116.5	958	5. 3.	再用品
22. 06. 78.	"	"	"	"	$+\frac{1}{16}$	-6	$4\frac{1}{8}$	105	2	120	960	5. 3.	再用品
22. 12. 40.	"	"	"	"	$+\frac{3}{16}$	-4	$4\frac{1}{8}$	108	1	(總目=問) (總目=問) (總目=問) (總目=問) 120	962	5. 10.	新品
22. 15. 60.	第十三號隧道內	"	"	"	$+\frac{1}{8}$	$+2$	$4\frac{3}{8}$	109	1	120	961	5. 10.	新品 天野製
22. 22. 70.	第十四號隧道內	$\frac{1}{16}$	$R=30$	$\frac{3}{32}$	$+\frac{1}{16}$	-2	$4\frac{3}{32}$	109	2	120	959	3. 12.	再用品
22. 27. 80.	"	"	"	"	$-\frac{1}{32}$	$+2$	$4\frac{1}{8}$	109	2	121	961	3. 10.	新品
22. 30. 00.	第十五號隧道內	"	"	"	0	-4	$4\frac{3}{16}$	110	1	119	959	3. 10.	新品
22. 37. 20.	第十六號隧道內	"	"	"	$-\frac{3}{32}$	-4	$4\frac{1}{2}$	109	2	115	956	6. 2.	再用品
22. 41. 70.	確木第七橋梁上	"	"	"	0	-3	$4\frac{1}{2}$	107	1	119	958	4. 5.	新品
22. 55. 00.	第十七號隧道內	"	"	"	$-\frac{1}{32}$	-6	$4\frac{3}{8}$	107	2	122	962	2. 6.	新品
22. 60. 00.	第十八號隧道內	"	"	"	$+\frac{3}{8}$	-6	$4\frac{3}{8}$	109	2	120	960	2. 5.	新品
22. 70. 00.	第十九號隧道內	"	"	"	0	-3	$4\frac{3}{2}$	108	0	121	961	5. 10.	新品 天野製
22. 78. 00.	"	"	"	"	$+\frac{5}{16}$	-3	$4\frac{1}{8}$	110	2	123	962	40. 11.	新品
23. 0. 4. 00.	"	"	$R=15$	$\frac{1}{16}$	$+\frac{3}{16}$	-4	$4\frac{1}{16}$	108	1	123	963	5. 12.	新品 天野製
23. 07. 00.	第六號隧道內	"	"	"	$+\frac{1}{32}$	-10	$4\frac{3}{16}$	108	4	120	960	2. 11.	新品

鐵 鋼 半 確木線及石橋梁隧道架及石橋梁實線ニ關シテ

測定箇所 (高崎起點)	橋梁 又ハ 隧道	勾配	直線 又ハ 曲線	軌間 ノ 廣狭	本軌條 及舊狀 ノ 水平差	本軌條 ノ 高	齒狀軌 條 ノ 高	齒狀軌條 ノ 伊列ノ 間隔	齒狀軌條 ノ 總目ニ於 テ ノ 長	連續尺 ノ 長	齒狀軌 條ノ 數	齒狀軌 條 ノ 種類	摘要
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)			
28. 12. 00.	第九號隧道内	1%		+3	-2	4 $\frac{1}{8}$	109	1	127	967	5. 11.	新品	天野製
28. 20. 00.	第九號隧道内	"		+3 $\frac{1}{8}$	+4	4 $\frac{1}{16}$	109	1	122	963	4. 11.	新品	
28. 30. 00.	第十號隧道内	"	R=20'	+3	-2	4 $\frac{1}{8}$	108	1	120	960	4. 12.	新品	
28. 45. 00.	第十號隧道内	"		+3	-4	4 $\frac{1}{16}$	107	2	122	962	4. 12.	再用品	
28. 53. 70.	第十號隧道内	"		0	-3	4 $\frac{5}{16}$	108	2	121	960	4. 12.	新品	
28. 64. 00.	第十號隧道内	"		+3	-6	4 $\frac{3}{8}$	107	7	127	968	2. 4.	新品	
28. 68. 00.	"	"	R=15'	+4	+3	4 $\frac{3}{8}$	109	4	122	962	4. 3. 11.	新品	
28. 72. 00.	第十號隧道内	"		+3 $\frac{1}{2}$	-6	4 $\frac{1}{2}$	108	7	123.5	963.5	4. 1. 5.	新品	
28. 75. 00.	"	"		+3 $\frac{1}{2}$	-3	4 $\frac{5}{16}$	108	1	120	960	4. 1. 5.	新品	
28. 79. 60.	"	"		+3	-3	4 $\frac{3}{8}$	107	3	120	960	4. 1. 5.	新品	
24. 10. 04.	第十號隧道内	"		0	-5	4 $\frac{1}{16}$	108	6	122	962	2. 5.	新品	
24. 20. 00.	第十號隧道内	"		+3	-5	4 $\frac{5}{16}$	110	0	120	960	3. 12.	新品	
24. 25. 00.	"	"		-3 $\frac{1}{2}$	+1	4 $\frac{1}{4}$	110	4	125	967	4. 3.	新品	

説明書

- 1 表中 (a) ハ三呎六吋ヲ基準トシテ之レヨリ大ナルモノニハ (+) 小ナルモノニハ (-) ヲ附ス
- 2 (b) ハ規定七十箱ヲ標準トシテ之レヨリ大ナルモノニハ (+) 小ナルモノニハ (-) ヲ附ス
- 3 (d) ハ測定箇所ニ於ケル齒狀軌條三枚ノ中ニテ最モ磨損ノ大ナルモノヲ指ク
- 4 (e) ハ齒狀軌條ノ總目ヲ跨キ前後ニ四びつち宛ヲ取リテ測ル



第二表

表及數量取品各回改造實驗とあぶ

材料	品名	目	單位	第一回		第二回		第三回	
				甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
軌條	長サ 28/87	ノモノ板	本	10		6		4	
總軌	特種目	ノモノ板	本	0		2(18/37)		2(10/5)	
寸	目	板	枚	24		10		12	
總軌	目	板	枚	72		60		36	
寸	目	板	枚	200		148		84	
總軌	目	板	枚	48		33		23	
寸	目	板	枚	0		6		6	
總軌	目	板	枚	100		82		56	
寸	目	板	枚	45		34		24	
總軌	目	板	枚	16		10		7	
寸	目	板	枚	64		40		14	

撤去又ハキ酒材料

鐵道部 鐵道局 鐵道工程局 鐵道材料部 鐵道車輛部 鐵道建設部 鐵道運轉部 鐵道衛生部 鐵道保安部 鐵道測量部 鐵道試驗部 鐵道研究所

21

材 料 品 目	單位	第一回	第二回	第三回	
				甲 組	乙 組
軌條 75# 長さ 31.75 / モノ	本	8	6	4	4
60# 特殊長 / モノ	本	2	2, (10/0)	0	0
繼 目 ば ー ー と	枚	24	20	8	12
軌條 繼 目 ば ー ー と	本	72	60	24	36
す (リ) の ば ー ー と	本	32	16	0	4
齒 軌	本	57	45	31	20
特殊長齒軌條	本	12	6	0	6
と ば ー ー と	本	133	104	134	
つ ぶ、ば ー ー と	本	2	1	0	1
入口用鐵軌木	挺	60	45	30	30
木 批	本	240	180	60	60
大 釘	本				

第三回 第三 實績對照表

作業順序	作 業	第一回		第二回		第三回	
		人員	所要時間	人員	所要時間	人員	所要時間
1	軌道取崩	16	21	40	40	160	198
2	齒軌條搬出	4	17	40	80	45	27
3	軌條搬出	6	39	36	180	34	60
4	枕木搬出	6	48	40	40	64	32

5	道床搬出	2	54	108	40	5	200	18	7	123	17	3	51
6	枕木搬入	12	50	603	40	9	360	14	11	154	19	6	114
7	軌條搬入	4	36	144	16	6	96	18	4	72	18	4	72
8	道軌條搬入	6	98	588	40	7	280	8	3	24	19	3	57
9	軌道組立	10	182	1,820	40	36	1,440	20	39	780	23	50	1,000
10	通及高低直シ	16	54	864	20	10	200	2)	13	260	29	6	114
11	ばらちと挿入				20	12	240	9	26	234	9	16	144
12	抛固マ	20	20	400	20	11	220	12	9	108	18	8	144
	合 計			5,450			3,576			2,061			2,013
	新軌條一架ニ對スル平均			1,353			1,192						4,078
													1,018

第四表 改造實驗更換單位作業ニ對スル所要時間表

観測ノ結果

最後ノ結果ヨリ求メタル平均値

作業種類	第一回		第二回		甲組		乙組		平均	
	人員	仕事ノ量	人員	仕事ノ量	人員	仕事ノ量	人員	仕事ノ量	人員	仕事ノ量
とつぷ、ぼーると抜取	1	1本	1	1本	1	1本	1	1本	1	1本
軌條繼目ぼーると抜取	2	1箇所(6本)	"	"	"	"	"	"	1	1本
チクリ、ぼーると抜取	1	1箇所(2本)	"	"	"	"	"	"	1	1箇所(2本)
大 釘 抜 取	1	1箇所(2本)	"	"	1	1本	"	"	1	1箇所(2本)
齒 軌 條 搬 出	1	1本	1	1本	1	1本	1	1本	1	1本

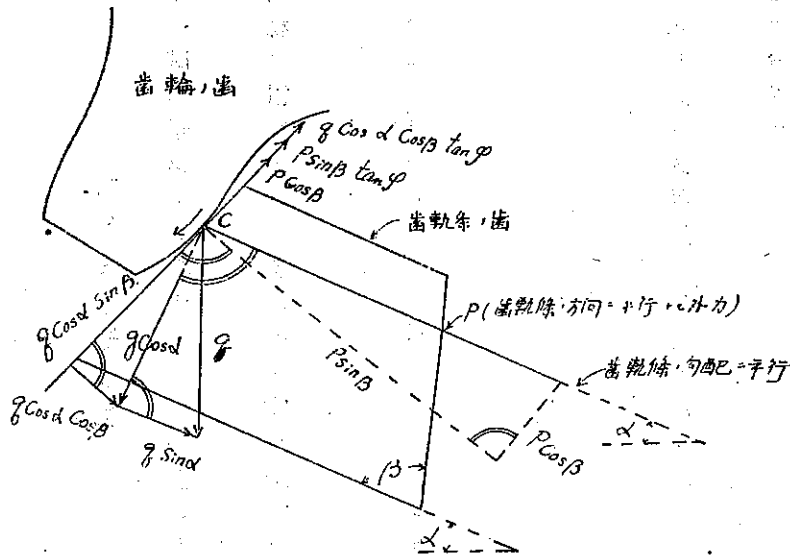
鐵 道 省 工 事 課 鐵 道 工 務 部 鐵 道 工 務 課 鐵 道 工 務 課 鐵 道 工 務 課

978

観測の結果

最後の結果ヨリ求ムタル平均値

作業種類	第一回		第二回		甲組		乙組		平均			
	人員	仕事ノ量 任事ノ量 距離 間	所要時間	人員	仕事ノ量 任事ノ量 距離 間	所要時間	人員	仕事ノ量 任事ノ量 距離 間	所要時間	人員	仕事ノ量 任事ノ量 距離 間	所要時間
軌條敷	6	1本25間 距離20-30	2.0-3.0	9	1本25間 距離25	2.5	8	1本25間 距離25	0.8	7	1本25間 距離25	1.6
枕木敷	1	1本25間 距離25	2.0-3.0	1	1本25間 距離25	0.9	1	1本25間 距離25	2.1	1	1本25間 距離25	1.4
道床	1	1本25間 距離25	2.5	1	1本25間 距離25	4.6	1	1本25間 距離25	5.3	1	1本25間 距離25	4.1
枕木敷	1	1本25間 距離25	2.0-4.0	1	1本25間 距離45	7.8	1	1本25間 距離55	5.0	1	1本25間 距離40	5.5
軌條敷	4	1本25間 距離25	2.2-2.6	4	1本25間 距離45	3.4	9	1本25間 距離55	2.0	9	1本25間 距離40	2.0
軌條敷	1	1本25間 距離25	2.2-3.5	1	1本25間 距離45	5.8	1	1本25間 距離55	0.7	1	1本25間 距離40	2.7
軌條敷	1	1本25間 距離25	1.2-2.0	3	1本25間 距離6	2.8	—	—	2.3	3	1本25間 距離6	2.7
ウレター、ばーと給付	1	1箇所(2本)	2.0	1	1箇所(2本)	4.0	—	—	—	1	1箇所(2本)	4.0
大釘打	3	1箇所(2本)	1.0	3	1箇所(2本)	0.8	2.3	1箇所(2本)	1.3	3	1箇所(2本)	1.7
とつと、ばーと給付	1	1箇所(2本)	0.5-1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鋼軌條假取付	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	1本分	4.5
通り及高低直シ	—	—	—	10	軌條1双分	6.7	—	—	—	10	軌條1双分	6.7
ばらすと挿入	—	—	—	1	1本分	5.3	—	—	—	1	1本分	5.3
換	5	1本分 片側平均 10回打	1.0-1.3	5	1本分 片側平均 10回打	1.0	4	1本分 片側平均 10回打	0.9	4	1本分 片側平均 10回打	1.0



第 一 圖

I 齒軌條ノ齒ニ作用スル垂直力Qノ大サ

碓氷線あぶと式齒軌條ノ強度計算書
(Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, Zahnbahnen 參照)

あぶと式齒軌條ト齒輪ノ齒トノ接觸面ニ於テハ常ニ摺動 (Sliding) ヲナシ居ルモノナルヲ以テ今C點ニ於テ第一圖ニ示ス如ク齒輪ノ齒カ下方ニ摺動セントスルトキノ力ノ平衡ヲ考フルトキハ之ニ抵抗スヘキ力ハ

$$P (\cos \beta + \sin \beta \tan \phi) = \frac{P \cos (\beta - \phi)}{\cos \phi} \dots \dots (1)$$

ナリ

但シ $\phi =$ 齒輪ノ齒ト齒軌條ノ齒トノ接觸面ノ息角 (Angle of repose) $\tan \phi =$ 摩擦係數 (Coef. of friction)

故ニ此抵抗力ニ打チ勝チテ齒輪ヲ下方ニ摺動セシムル爲メニ必要ナル力ヲQトスレバQノ面ニ添ヘル分力 $q \cos \alpha \sin \beta$ ハ次ノ條件ヲ満足セシムルコトヲ要ス

$$q \cos \alpha \sin \beta > q \cos \alpha \cos \beta \tan \phi + \frac{P \cos (\beta + \phi)}{\cos \phi}$$

$$\therefore \frac{q \sqrt{P \cot(\beta - \varphi)}}{\cos \alpha} \dots \dots \dots (2)$$

但シ φ ハ最大 14° $\therefore \tan \varphi \frac{1}{4}$ トス

第一圖ニ示ス q ノ分力 $q \sin \alpha$ ハ既ニ P ノ中ニ含マレ居ルヘキモノナルヲ以テ之ヲ考フル必要ナシ
 同様ノ計算ニヨリテ齒輪ノ齒カ上方ニ摺動セントスルトキノ q ハ

$$\frac{q \sqrt{P \cot(\beta + \varphi)}}{\cos \alpha} \dots \dots \dots (3)$$

然ルニ \cot ノ値ハ 0° ト 90° ニ在リテハ角ノ小ケル方大ナルヲ以テ

$$q_{max} = P \frac{\cot(\beta + \varphi)}{\cos \alpha} \quad \varphi = max.$$

$$q_{min} = P \frac{\cot(\beta - \varphi)}{\cos \alpha} \quad \varphi = min.$$

ナリ

碓氷あぶと式軌道ノ場合ニ於ケル β ノ値ハ約 76° ナルヲ以テ $\varphi = 14^\circ$ トスレバ

$$\beta - \varphi = 62^\circ \quad \beta + \varphi = 90^\circ$$

之ニヨリテ

$$\left. \begin{aligned} q_{max} &= 0.53 \frac{P}{\cos \alpha} \dots \dots \dots \\ q_{min} &= 0 \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (4)$$

ヲ得

II Pノ値

列車カ勾配ヲ上ルトキ齒軌條ノ齒ニ作用スル外力P(第一圖ニ示ス)ハ次ノ如シ

$$P = \{aQ + bW^2 + (Q + W)^2 \sin \alpha\} m \dots \dots \dots (5)$$

但シ Q = 機關車ノ重量

W = 客貨車ノ重量

a = 軌道ノ勾配角

P = 外力

m = 齒軌條ノ負擔スルキ割合ニシテ約 $\frac{1}{2}$ トス

a = 機關車抵抗(曲線抵抗ヲ含ム) = 0.016 - 0.030 %/ton for 9 - 15 km/hr.

b = 車輛ニ對スル抵抗 = 0.004 - 0.008 %/ton

此ノ外列車カぶれノ作用ヲ受クル場合ニ在リテハPニ代フル次式ヲ以テスルコトヲ要ス

$$P = (Q + W)^2 \left[\frac{1.5 V_{m/sec}^2}{g_{m/sec^2}} + \sin \alpha \right] m_1 \dots \dots \dots (6)$$

但シ V = 列車ノ速度

1.5 = 安全率

g = 重力ニヨル加速度

t = 列車ヲ停止セシムルニ要スル時間

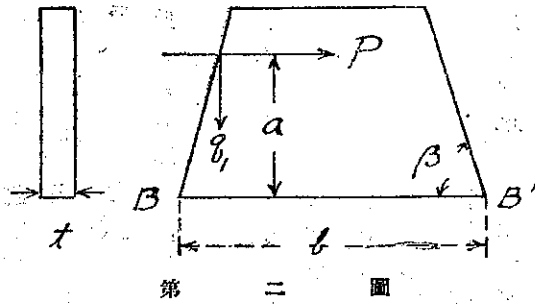
m₁ = 齒軌條ノ摩擦ニヨリテ齒軌條ニ作用スルキ力ノ殺減セララルキ割合 = $\frac{1}{5} - \frac{5}{7}$

從テ列車ヲ停止セシムルニ要スル距離ヲ求ムルニハ

$$S = \frac{v^2}{2g}$$

ノ假定スルコトニヨリテSノ與ヘラレタルトキ之ニヨリテtヲ求ムルコトヲ得

III 齒ノ強度



第 二 圖

(a) 齒ノ彎曲強

P ト q_1 トハ B B' 點ニ於テ夫レ夫レ相反スル應力ヲ生セシムルモノナルヲ以テ $\sigma = 0$ トシテ單ニ P ノミカ作用スルモノト假定ス即チ之ニヨリテ B B' 面ニ於ケル彎曲率ヲ M トスレハ

$$M = Pu$$

$$M_{max} = Pu_{(max)}$$

之ニヨリテ B B' 點ニ於ケル最大應力強度ヲ σ トスレハ

$$\sigma = + \frac{6 M_{max}}{b^2 t} = + \frac{6 a P}{b^2 t} \quad \sigma = max \quad \dots \dots \dots (7)$$

(b) 剪斷強

スヲ B B' 面ニ於ケル剪斷強トスレハ

$$s = \frac{3}{2} \frac{P}{bt} \quad b = min \quad \dots \dots \dots (8)$$

故ニ s ハ齒ノ頂部ニ於テ最大ナリ

IV 齒軌條ノ胴ノ強度

第三圖ニ於テ A ヨリ a ナル點ニ於ケル彎曲率ヲ M トスレハ

$$M = Ax - nPd + Pe$$

$$M = Ax + P(e - nd)$$

$$n = \cot(\beta - \phi)$$

$$A = \frac{P}{l} \{ (l - x + d)n - e \}$$

但シ

尚

I 假定

確氷線あぶと式改良齒軌條強度計算 (第五圖參照)

之ニヨリテ最大應力強度ヲ求ムルコトヲ得

$$f_o + f_a = \sigma = H \frac{6 M_{max}}{h^2} - \frac{P}{h} \dots \dots \dots (12)$$

故ニ(12)ナル點ニ於ケル合成最大應力ハ

$$f_a = -\frac{P}{h} \dots \dots \dots (11)$$

又(10)ナル所ニ於ケル直應力 (Direct stress) 強度ヲ f_o トスレハ

$$f_o = H \frac{6 M_{max}}{h^2} \dots \dots \dots (10)$$

之ノ最大彎曲率ニヨル應力ヲ f トスレハ

$$\therefore \alpha_0 = \frac{l+d}{2} - \frac{e}{2m} = \frac{1}{2m} \{(l+d)n - e\} \dots \dots \dots (9)$$

從テ M_{max} ニヨル應力ヲ計算スルコトヲ得

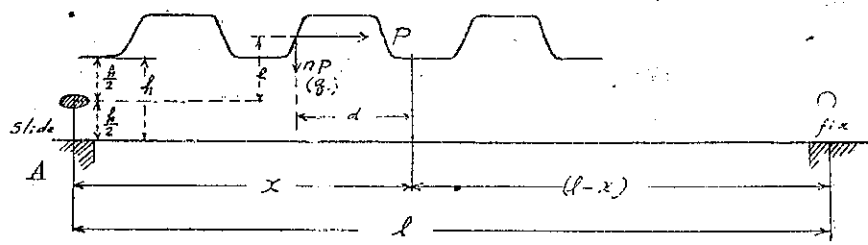
之ニヨリテ M_{max} ヲ求ムルコトヲ得

$$\frac{dM}{dx} = 0 \quad \text{即} \quad (l-2\alpha+d)n - e = 0$$

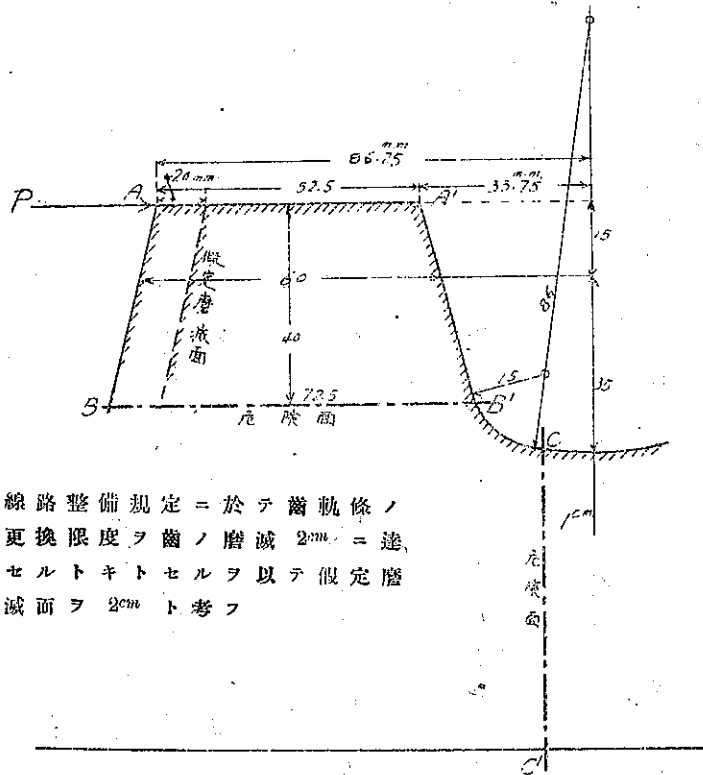
M_{max} タルハキスル

$$M = \frac{P}{l} \{(l-\alpha+d)n - e\} \alpha - n Pd + P e$$

之ニヨリテ



第三圖



線 路 整 備 規 定 に 於 テ 齒 軌 條 ノ
更 換 限 度 ヲ 齒 ノ 磨 滅 2mm に 達
セ ル ト キ ト セ ル ヲ 以 テ 假 定 磨
滅 面 ヲ 2cm ト 考 フ

第 四 圖
齒 軌 條 ノ 齒 ノ 危 險 面

A 磨滅セサルトキ

$$H = 14 \text{ cm}$$

$$t = 2.5 \text{ cm}$$

$$a = 4 \text{ cm}$$

$$b = 7.25 \text{ cm}$$

$$b' = 5.25 \text{ cm}$$

$$l = 9 \text{ cm}$$

$$l = 64 - 8 = 56 \text{ cm}$$

$$d = 7.63 \text{ cm}$$

$$e = \frac{h}{2} + 5 = 9.5 \text{ cm}$$

$$4.57 = \frac{6 \times 4}{7.25 \times 2.5} P$$

$$P = 25.0 \text{ kg}$$

齒ノ彎曲強

- (a) 齒軌條ノ方向ニ作用スル最大
推力ヲPトス
- (b) Pノ働點ハ齒ノ頂部トス
- (c) 齒軌條ノ有效徑間ハ齒軌條
座ニ取付ケアルばゝるとノ中
心間隔トス
- (d) 齒軌條危險面ヲ第四圖鎖線ノ
如ク假定ス

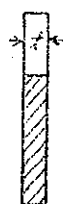
II 強度

鋼ノ破壊強度ヲ

$$\sigma = \sigma' = 65,000 \text{ kg/cm}^2 / \sigma'' = 4.57 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = 55,000 \text{ kg/cm}^2 / \sigma''' = 3.87 \text{ kg/cm}^2 \text{ ト考フ}$$

齒ノ彎曲強、齒ノ剪斷強及胴ノ強度ハ
(7), (8), (12)ノ各式ニヨリ求ムルコトヲ
得



齒ノ剪斷強

$$3.87 = \frac{3}{2} \times \frac{P}{5.25 \times 2.5} \quad P = 33.8'$$

胴ノ強度

$$\sigma_0 = \left\{ 0.53(56 + 7.63) - 9.5 \right\} \times \frac{1}{0.53 \times 2} = 22.85$$

$$A = \frac{P}{56} \left\{ (56 - 22.85 + 7.63) \times 0.53 - 9.5 \right\} = 0.216 P$$

$$M = P \left\{ 0.216 \times 22.85 + (9.5 - 0.53 \times 7.63) \right\} = 10.40 P$$

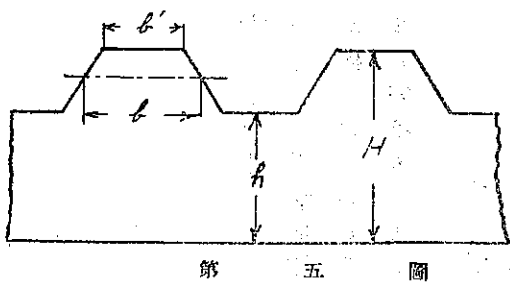
$$f_b = \pm \frac{6 \times 10.40 P}{9^2 \times 2.5} = \pm 0.308 P$$

$$f_a = - \frac{P}{9 \times 2.5} = -0.045 P$$

$$(-) \sigma_{max} = -(0.308 + 0.045) P = -0.353 P$$

$$(+) \sigma_{max} = +(0.308 - 0.045) P = +0.263 P$$

$$P = \frac{4.57}{0.353} \quad P = 13.0'$$



第五圖

B 第四圖ノ如ク 9mm 磨滅セルトキ

齒ノ彎曲強 $4.57 = \frac{6 \times 4}{5.25^2 \times 2.5} P \quad P = 13.0'$

齒ノ剪斷強 $3.87 = \frac{3}{2} \times \frac{P}{3.25 \times 2.5} \quad P = 21.0'$

胴ノ強度 $\sigma_0' = \left\{ 0.53(56 + 5.63) - 9.5 \right\} \times \frac{1}{0.53 \times 2} = 21.85$

$$A' = \frac{P}{56} \{ (56 - 21.85 + 5.63) \times 0.53 - 9.5 \} = 0.207 P$$

$$M = P \{ 0.207 \times 21.85 + (9.5 - 0.53 \times 5.63) \} = 11.04 P$$

$$f_3' = \pm \frac{6 \times 11.04 P}{9^2 \times 2.5} = \pm 0.327 P$$

$$f_4' = - \frac{P}{9 \times 2.5} = -0.044 P$$

$$(-) \sigma'_{max} = -(0.327 + 0.044) P = -0.371 P$$

$$(+) \sigma'_{max} = +(0.327 - 0.044) P = +0.283 P$$

$$P = \frac{4.57}{0.371} = 12.3'$$

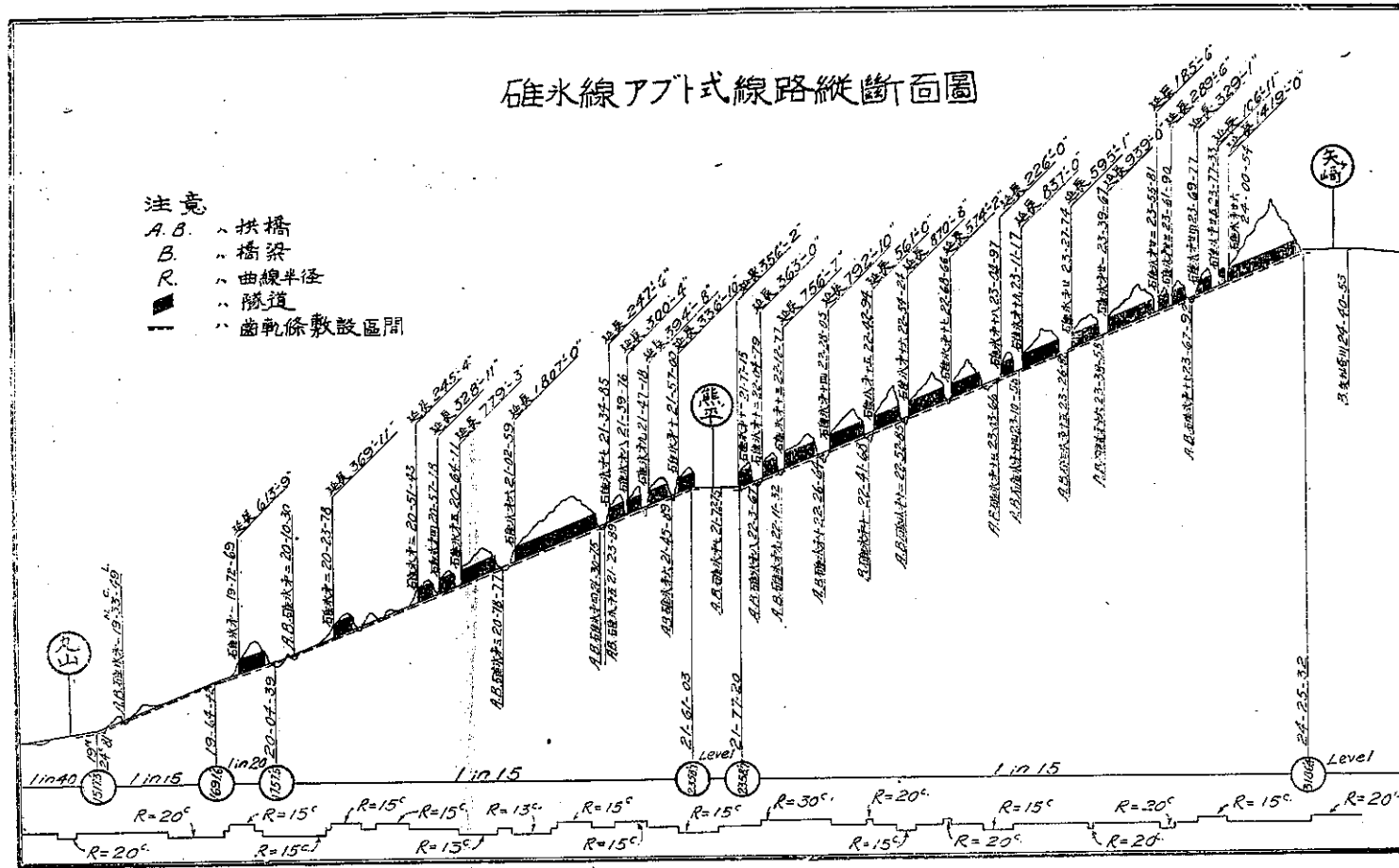
III 安全率

現存セル電気機關車 10000 型ニ於ケル齒輪一個ノ電働機ノ牽引力ハ 4.96 ニシテ現在設計中ノ電気機關車ニ對シテハ牽引力ハ 5.30 ナリ今後使用セラルヘキ現在設計中ノ電気機關車ニ對シ齒軌條ノ安全率ヲ求ムレハ次ノ如シ

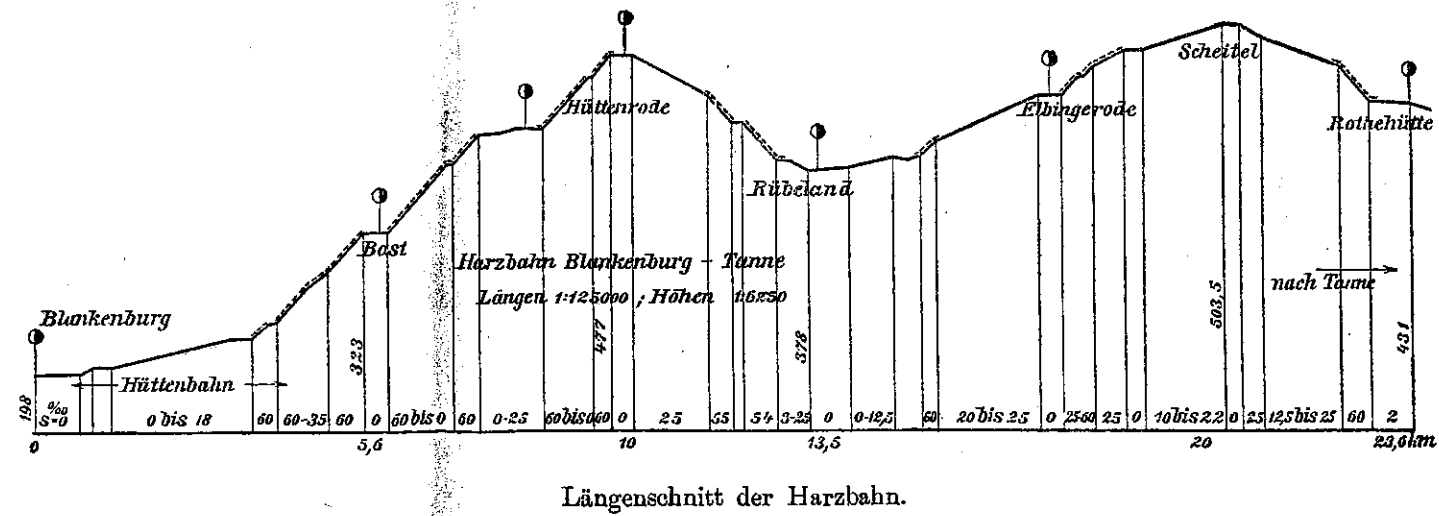
齒 軌 條 寸 法	齒ノ彎曲強		齒ノ剪斷強		圓ノ彎曲強	
	新	舊	新	舊	新	舊
14 × 2.5	4.7	2.5	6.4	4.0	2.5	2.3

(完)

第一圖

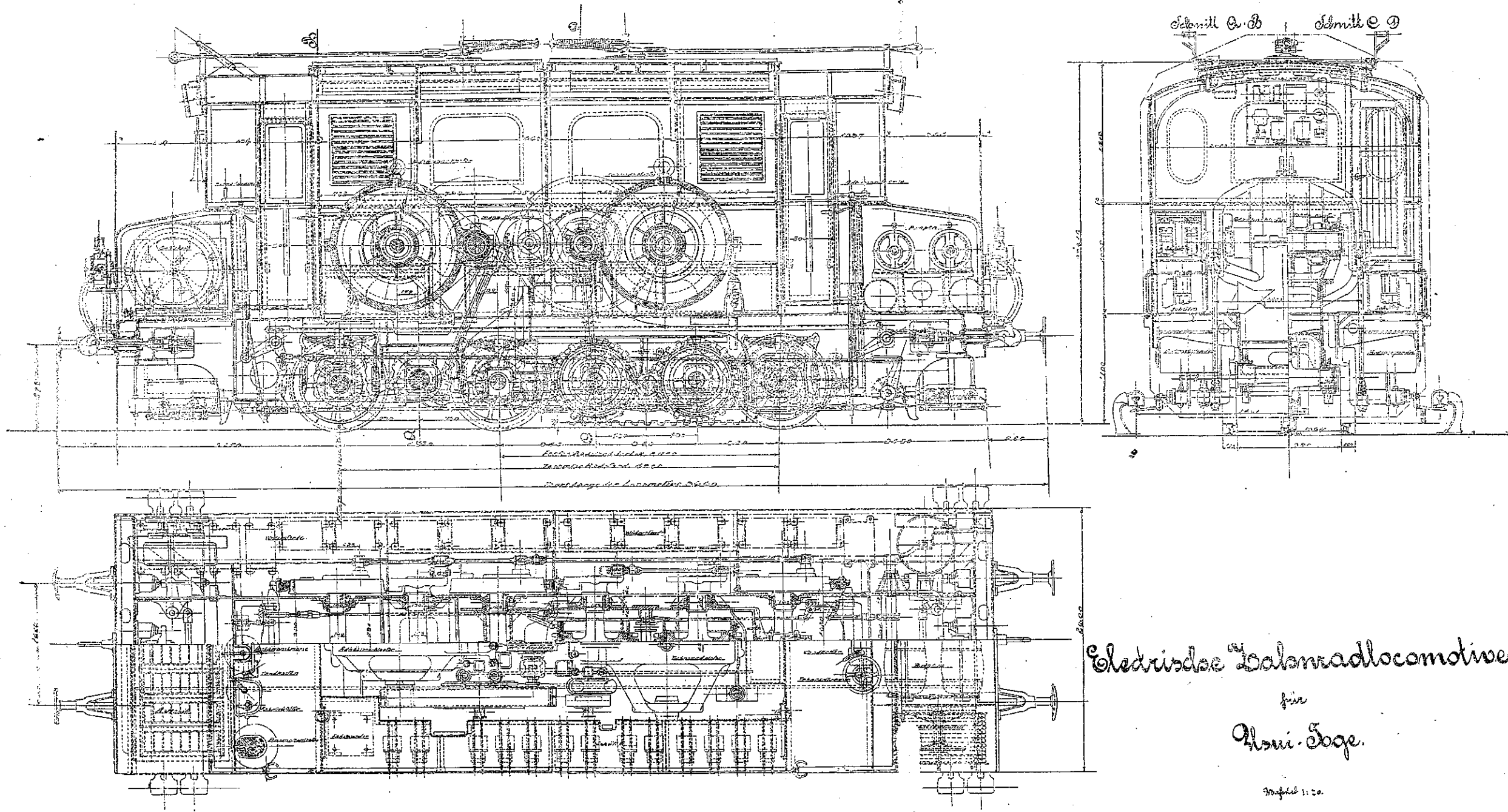


第二圖



測量部第一課

第三圖



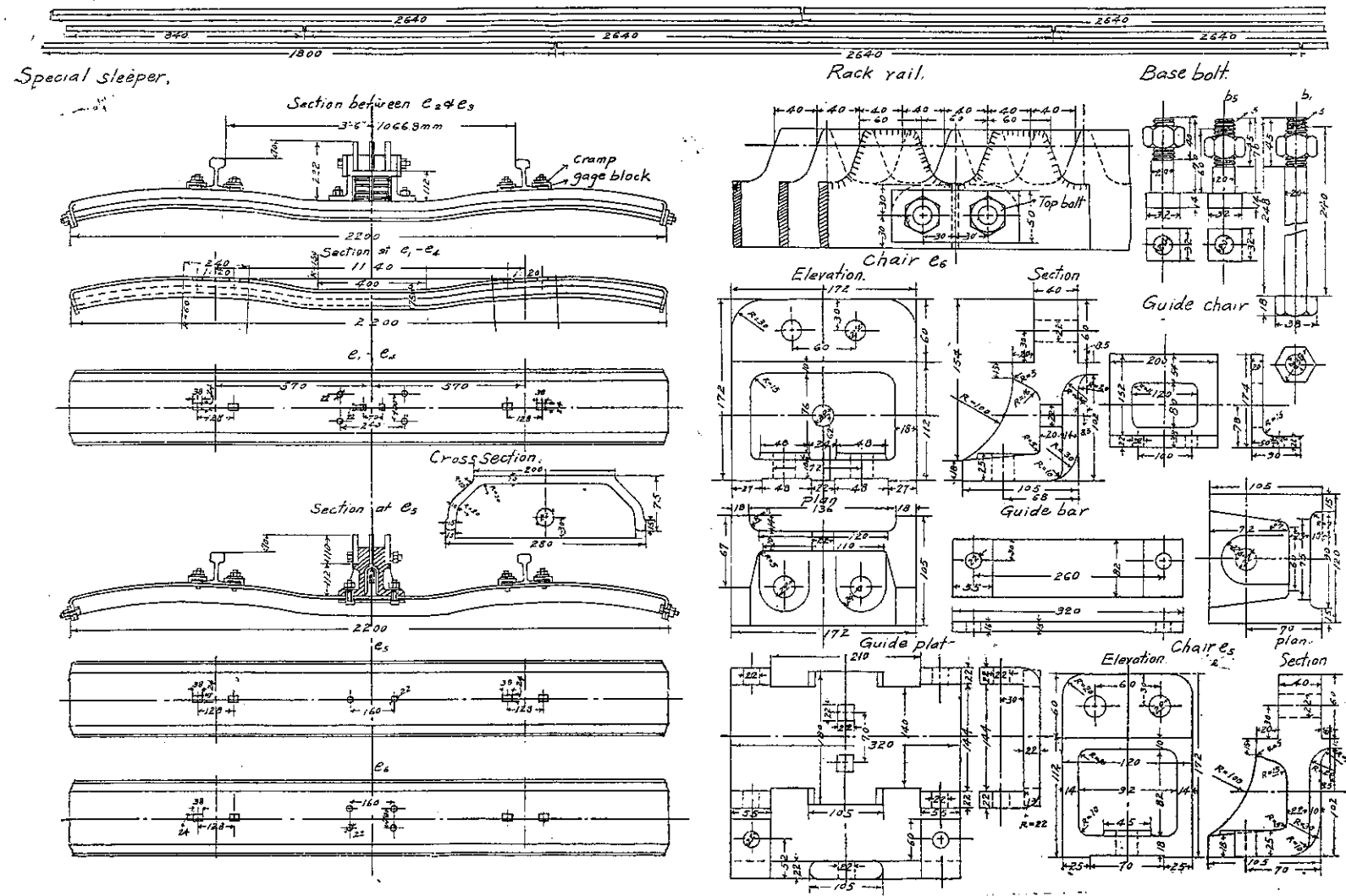
Elektrische Bahnrailocomotive
für
Herrn. Exze.

Maßstab 1:50

土木部會館正館第一號

あぶと式軌條及附屬品圖 (寸法耗)

Arrangement of rack rails at entrance.

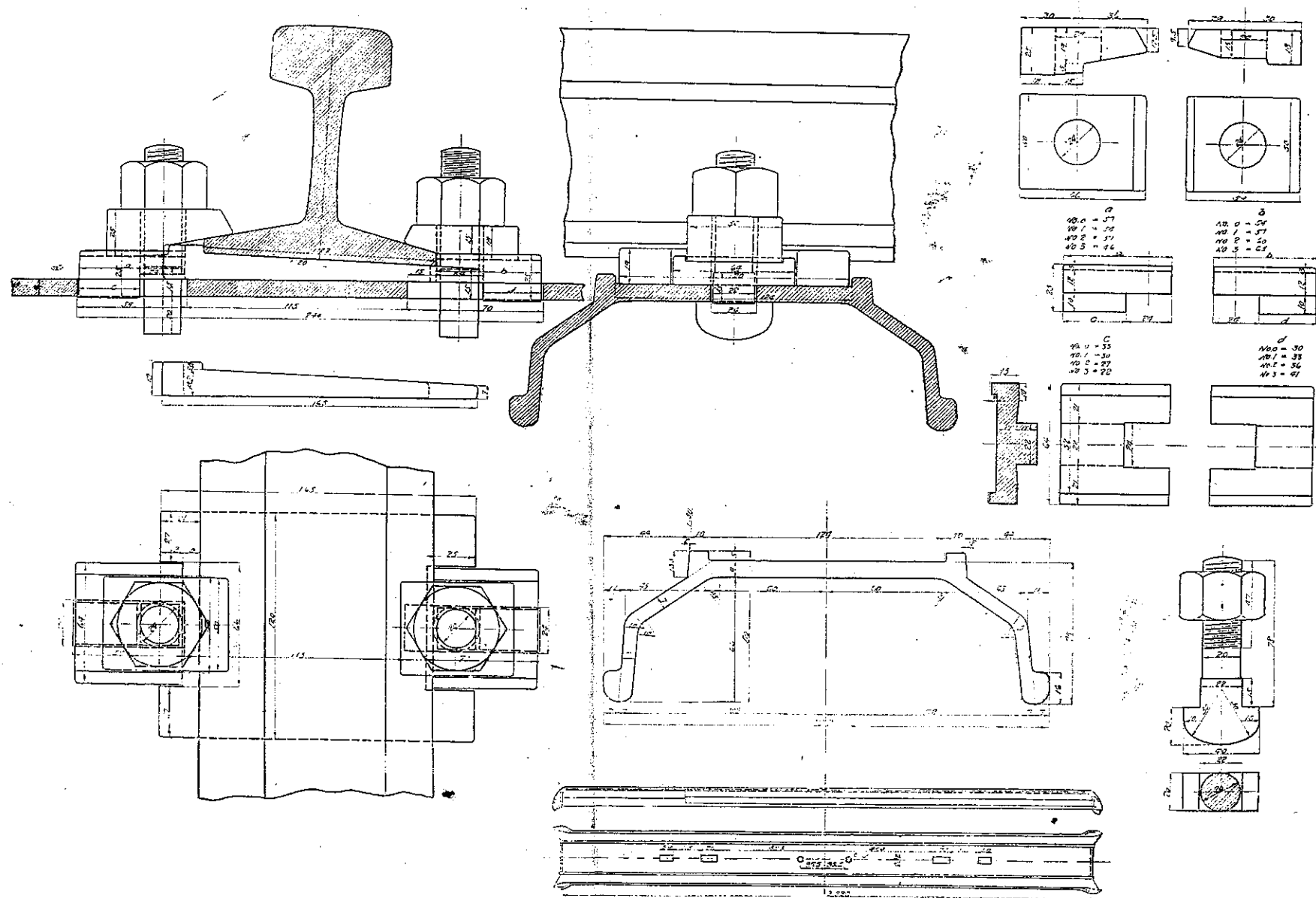


第四圖ノ一

土木部建築課設計課製圖

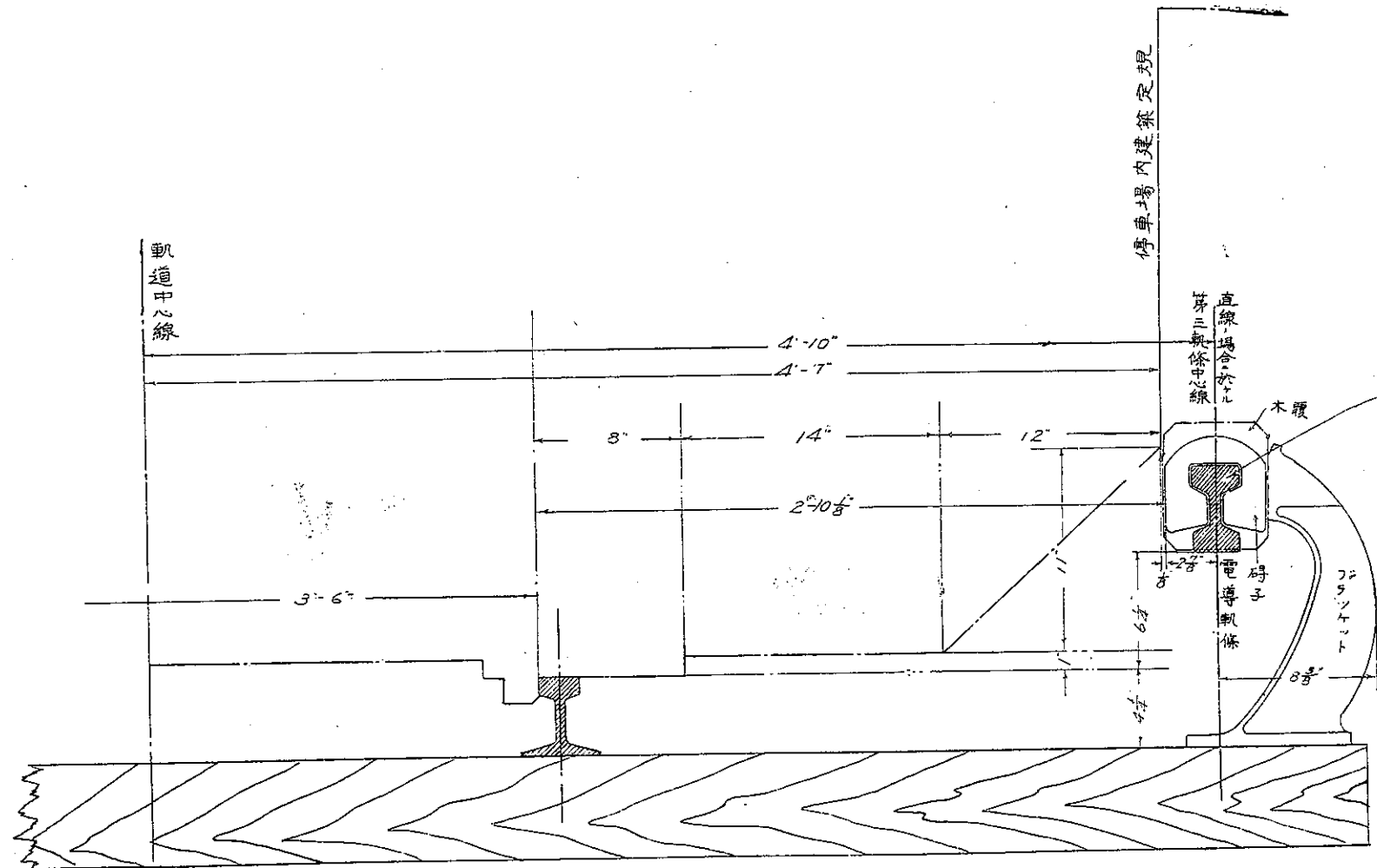
第 六 圖 (乙)

あぶと線七拾五封度軌條用鐵枕木及軌條固定附屬品



土木學會第五卷第一號附圖

第參軌條建築定規關係位置圖



第七圖

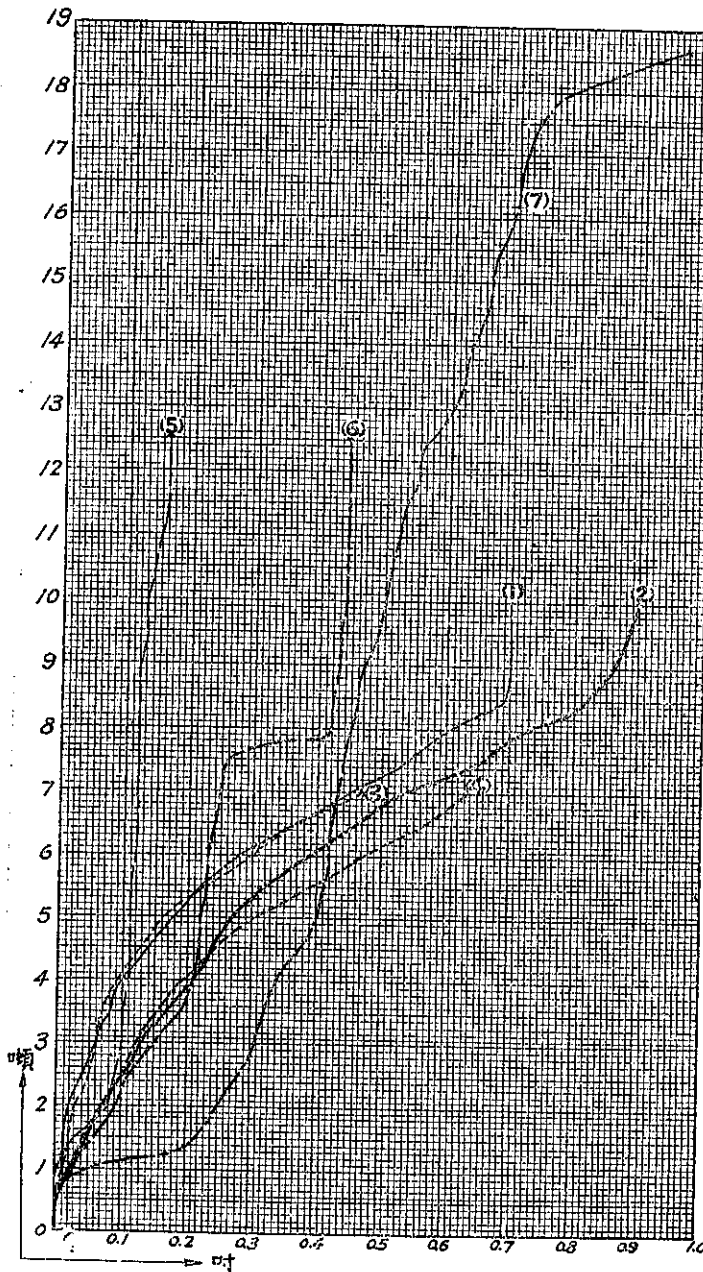
第三軌條重量一噸九十封度

土木學會雜誌五卷第一號附圖

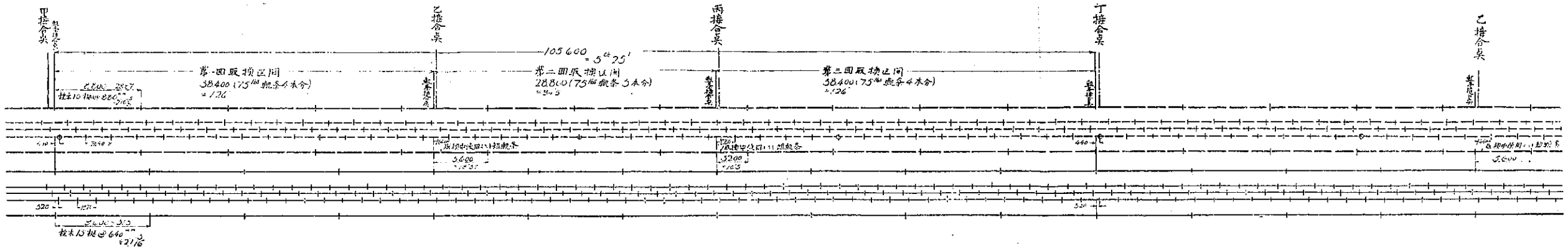
第九圖

齒軌條座試驗成績 (大正七年五月)

- | | | | | |
|---------------|-------|---------------|-------|-------|
| (1) ———— | 第一回 A | 枕木ト「チエーマー」ノ移動 | } 木枕木 | |
| (2) ———— | 全 上 | 枕木ト「ラックバー」ノ移動 | | |
| (3) - - - - - | 第一回 B | 枕木ト「チエーマー」ノ移動 | | |
| (4) - - - - - | 全 上 | 枕木ト「ラックバー」ノ移動 | | |
| (5) ———— | 第二回 A | 枕木ト「チエーマー」ノ移動 | | } 鐵枕木 |
| (6) - - - - - | 全 上 | 枕木ト「ラックバー」ノ移動 | | |
| (7) - - - - - | 第二回 B | 枕木ト「ラックバー」ノ移動 | | |



第十圖

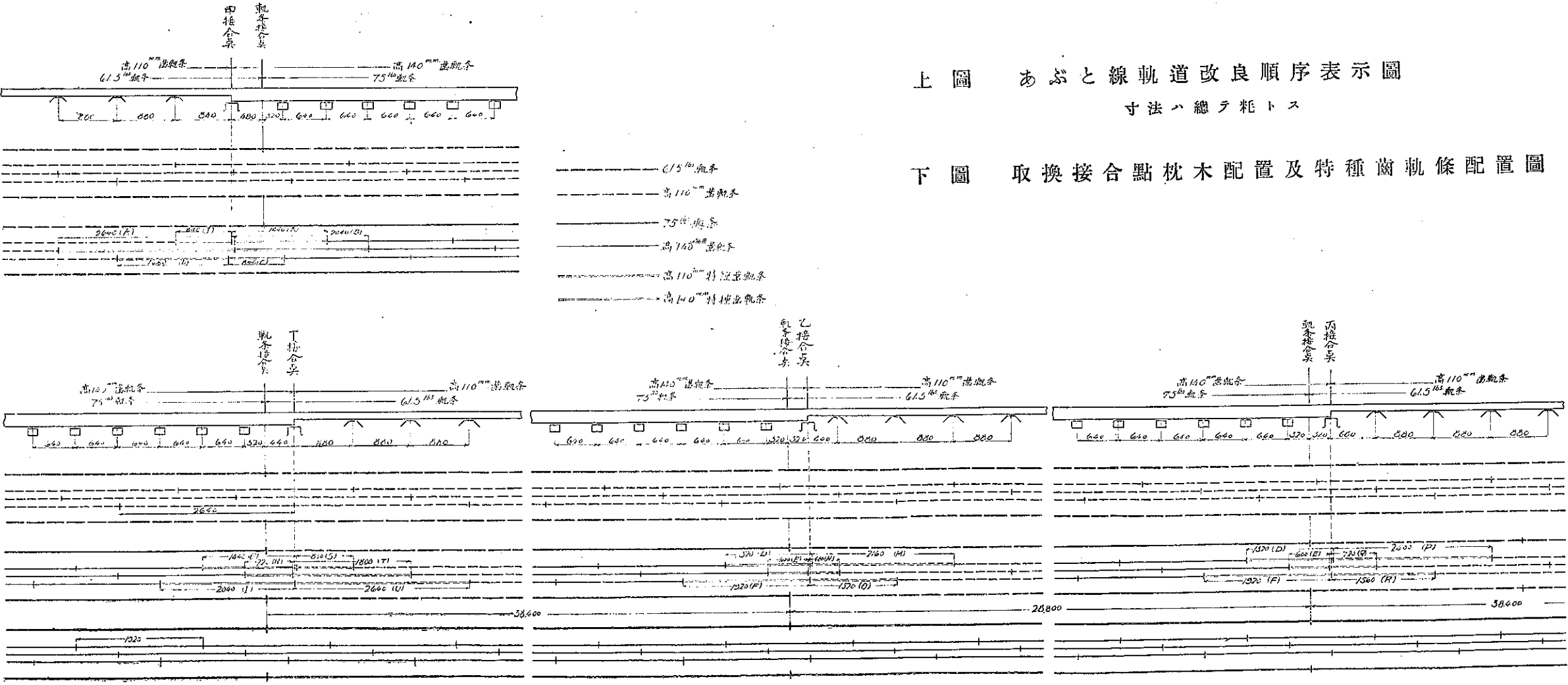


上圖 あぶと線軌道改良順序表示圖

寸法ハ總テ托トス

下圖 取換接合点枕木配置及特種齒軌條配置圖

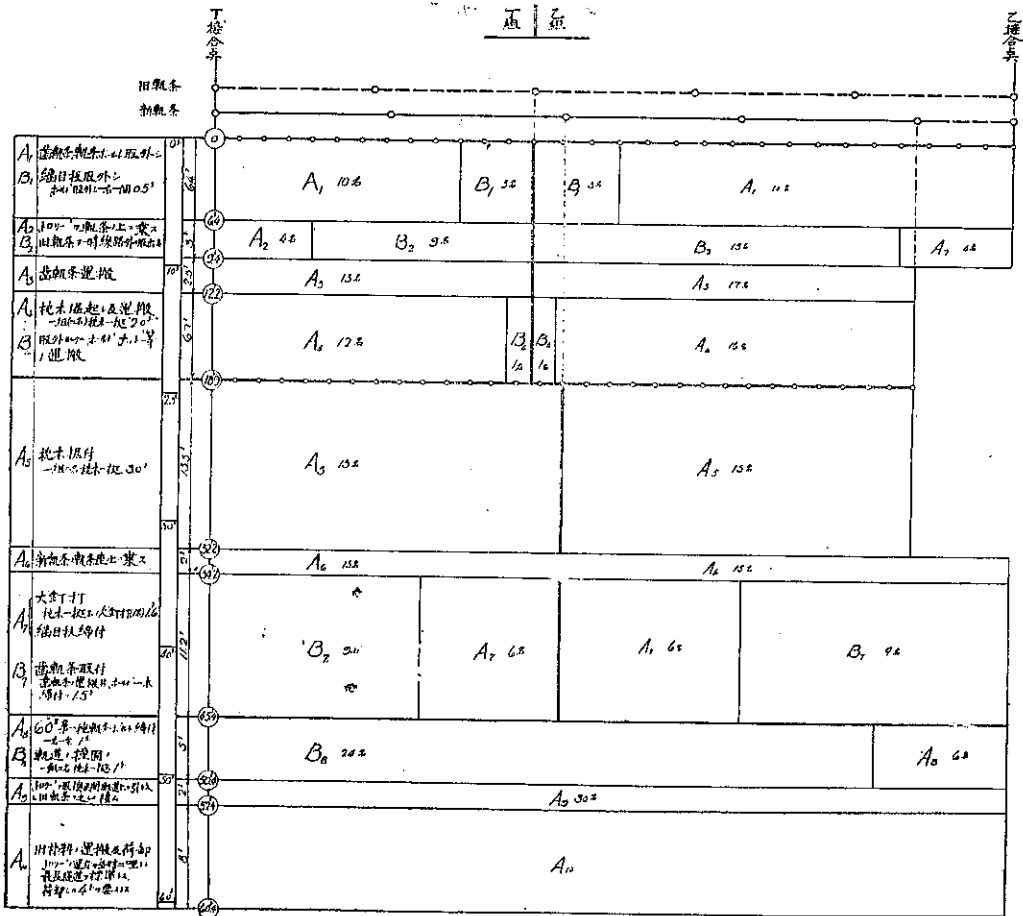
- 615^{mm} 軌条
- 高110^{mm} 齒軌条
- 75^{mm} 軌条
- 高148^{mm} 齒軌条
- 高110^{mm} 特種齒軌条
- 高140^{mm} 特種齒軌条



第十二圖

あぶと線軌道改良工事作業順序及時間表示圖

第一回



土木學會誌第五卷第一號附圖

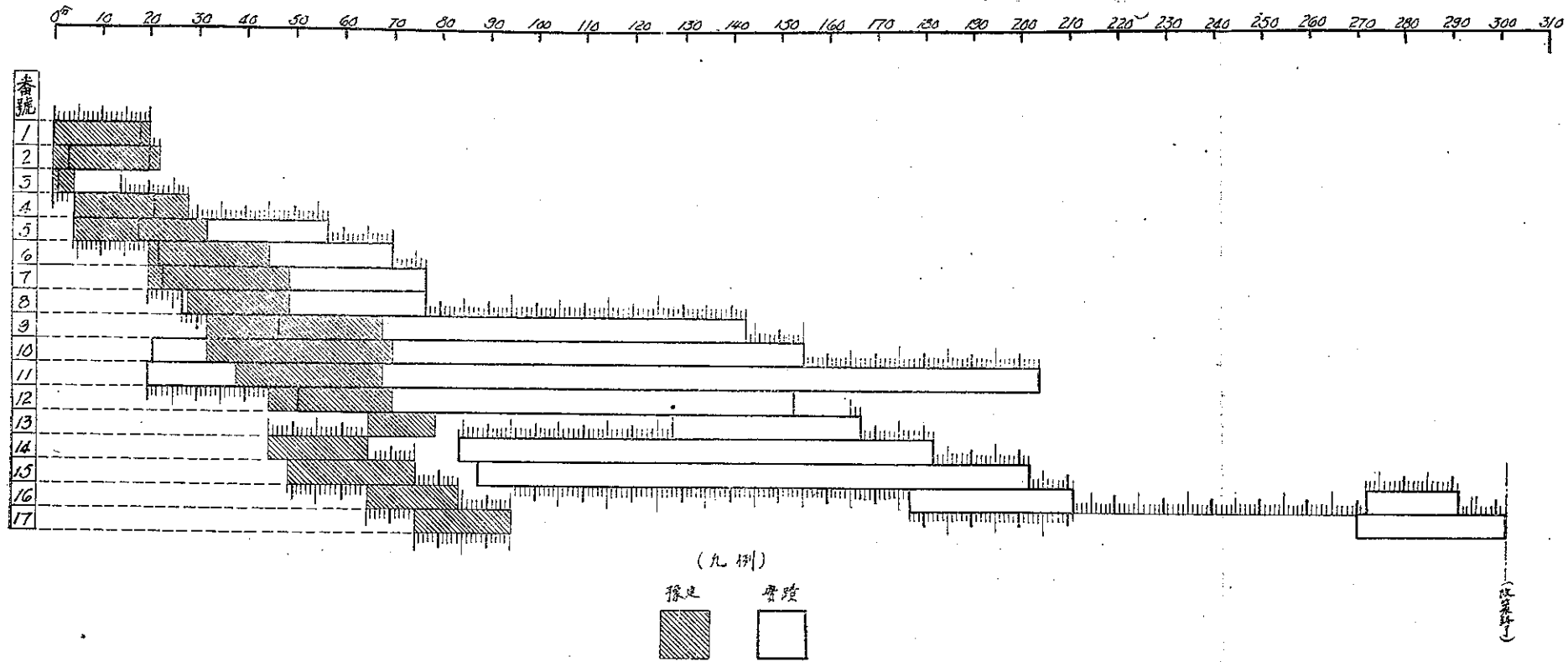
第十三圖

あぶと式線路改築實驗成績表 (第一回)

(改築區間延長約二鎖)

大正七年七月二十七日施行

材料運搬平均距離二十五間



番號	作業順序	材量	豫定 人員 單位	實際 單位(觀測)
1	トールホルト撤去	100本	4人/1人/1分	1人/1分 1-2分
2	舊軌條撤出	48本	4人/1人/1分	1人/1分 1-1.5分
3	軌條端目木撤去	72本	12人/1人/1分	2人/1分 2-4分
4	トールホルト撤去 第二軌條端目木撤去	200本 60本	6人/1人/1分 1人/1分	1人/1分 1-1.5分 1人/1分 1分
5	軌條撤出	10本	12人/1人/1分	1人/1分 2-3分
6	枕木撤出	61根	6人/1人/1分	1人/1分 2-3分
7	枕木下道床撤出	45根	2人/1人/1分	1人/1分 2.5分
8	枕木撤入並配置	62根	12人/1人/1分	1人/1分 2-4分
9	軌條撤入並配置	10本	4人/1人/1分	1人/1分 2-3分
10	枕木撤入並配置	24本	3人	
11	大釘打付	240本	24人/1人/1分	2人/1分 1.0分
12	軌條端目木撤去	48本	1人/1人/1分	1人/1分 1-2分
13	トールホルト撤去	32本	2人/1人/1分	1人/1分 2分
14	舊軌條撤入	69本	6人/1人/1分	1人/1分 2-3.5分
15	舊軌條取付	4人	1人/1人/1分	1人/1分 0.5-1.0分
16	通り及高低道止	16根	1人/1人/1分	1人/1分 0.5-1.0分
17	橋面	20根	1人/1人/1分	1人/1分 1-1.5分

土木學會雜誌第五卷第二期附錄

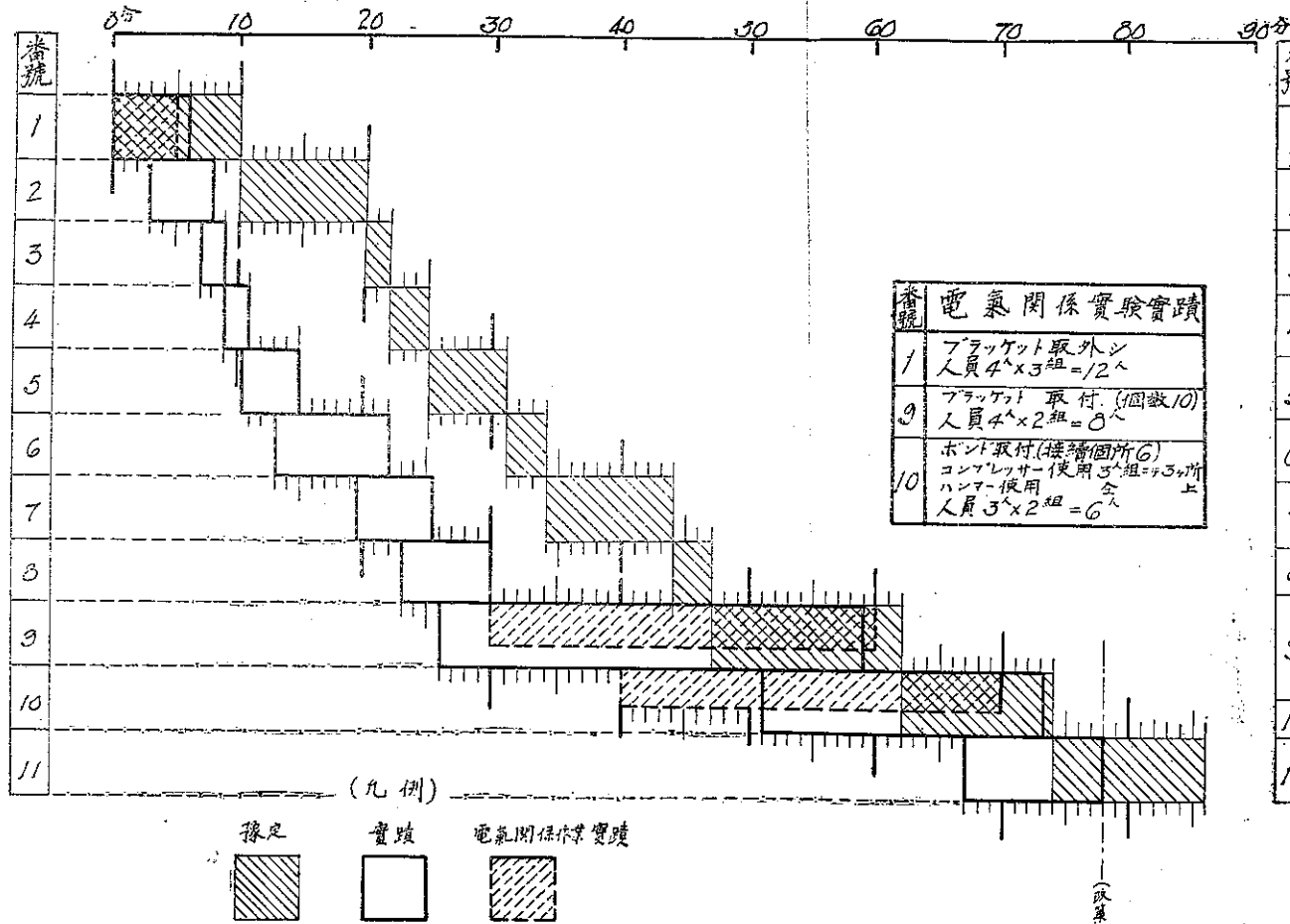
第十四圖

あぶと式線路改築實驗成績表 (第二回)

(改築區間延長約一鑽半)

大正七年八月三日施行

材料運搬平均距離 { 取外シタル舊材料二十五間
取付クヘキ新材料四十五間



番號	電氣関係實驗實蹟
1	フック取外シ 人員4 ^人 ×3 ^組 =12 ^人
9	フック取付(個數10) 人員4 ^人 ×2 ^組 =8 ^人
10	ボルト取付(接續箇所6) コンプレッサー使用3 ^組 ×3 ^所 ハンマー使用 人員3 ^人 ×2 ^組 =6 ^人

番號	作業順序	豫定		実績	
		材料 員數	人員 單位	人員 單位(平均)	人員 單位(平均)
1	軌道取崩シ <small>ボルト 取外 等334</small>	40 ^人	1 ^人 1 ^本 10 ^分	40 ^人	1 ^人 1 ^本 0.7 ^分
2	軌條搬出 (又ボルト類捨棄)	8 ^本 40 ^人	1 ^本 9 ^人 掛 3.5 ^分	36 ^本 9 ^人 掛 (4 ^人)	2.5 ^分
3	齒軌條搬出	39 ^本 40 ^人	1 ^本 1 ^人 20 ^分	40 ^人	1 ^本 20 ^分
4	鐵枕木搬出	44 ^根 40 ^人	1 ^根 1 ^人 3 ^分	40 ^人	1 ^根 0.9 ^分
5	道床掻出シ	40 ^人		40 ^人	1 ^人 0.46 ^分
6	枕木搬入	46 ^根 40 ^人	1 ^根 1 ^人 3 ^分	40 ^人	1 ^根 7.8 ^分
7	軌條搬入 (枕木位置修正)	8 ^本 16 ^人	1 ^本 4 ^人 掛 3.5 ^分	16 ^人 (2 ^人)	3.4 ^分
8	齒軌條搬入	48 ^本 40 ^人	1 ^本 1 ^人 2 ^分	40 ^人	1 ^本 3.8 ^分
9	軌道組立 <small>齒軌條取付 上ノ枕木取付 軌條接續 大釘打付 ボルト取付 ボルト分配</small>	48 ^本 104 ^本 10 ^本 25 ^本 8 ^本	40 ^人	8 ^人 掛 1 ^分 5 ^人 掛 1.5 ^分 8 ^人 掛 3 ^分 10 ^人 掛 3 ^分 2 ^人 掛 1.6 ^分 6 ^人	
10	通り及高低直シ	20 ^人		20 ^人	軌條 10 ^分 70 ^分
11	バラスト投入及 搗固	20 ^人		20 ^人	1 ^人 掛 3 ^分 1.0 ^分

土木會館圖書部蔵書第一號附圖

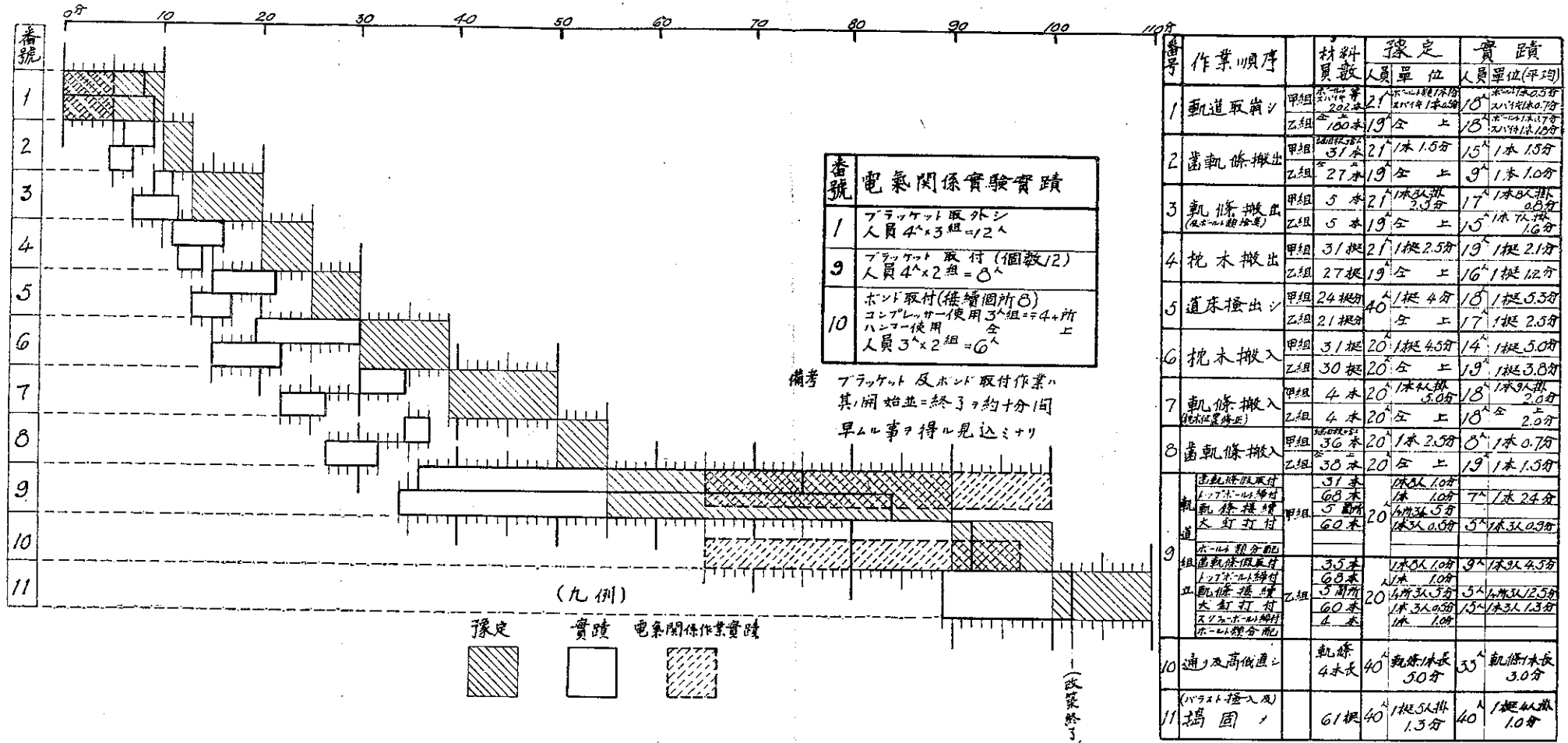
第十五圖

あぶと式線路改築實驗成績表 (第三回)

(改築區間延長約二鎖)

大正七年八月九日施行

材料運搬平均距離 { 取外シタル舊材料二十五間 (甲組)及(乙組)
取付クヘキ新材料五十五間 (甲組)二十五間(乙組)

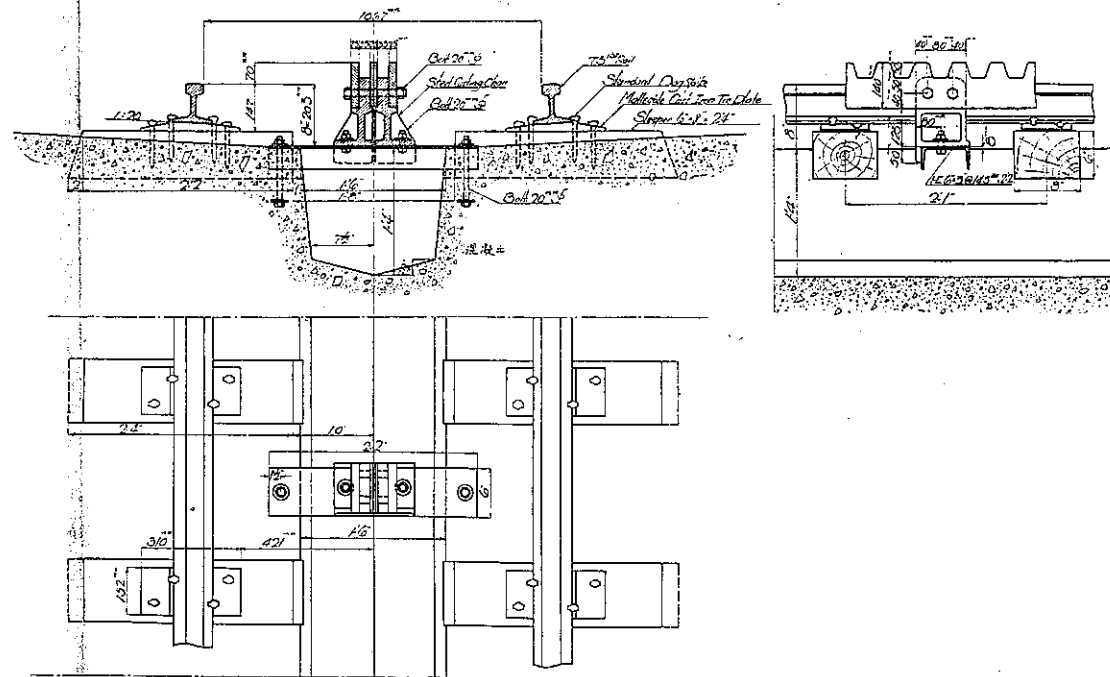


番號	電気関係實驗実績
1	フック取外シ 人員4×3組=12人
9	フック取付(個數12) 人員4×2組=8人
10	ホンド取付(連續箇所8) コンプレッサー使用3組=4箇所 ハンマー使用全上 人員3×2組=6人

備考 フック取付及ホンド取付作業ハ
其開始並ニ終了ヲ約十分間
早ムル事ヲ得ル見込ナリ

土木會館第五卷第一號附圖

第十六圖
あぶと線改良軌道圖



土木學會雜誌第五卷第一號附圖

あふと線混凝土軌道改良順序表示圖

