

中華民國二十四年九月出版

平綏技術彙刊



第二卷
第一期

平綏鐵路機務處編

本刊啓事

本刊定期每三個月發行一次每期除分發本路各部分外並分送 鐵道部及各路局暨其他技術機關藉資請益同人等學識謏陋才力有限綆短汲深愧無以饜讀者之望各路局及其他機關同志如有關於鐵道技術之譯著願就本刊發表者同人極端歡迎稿件請惠寄平綏路局工務處查收以便按期刊載用光篇幅而資觀摩惟本刊係非賣品惠稿刊載概免奉酬屬在同志當荷 亮鑒

平綏技術彙刊目錄

第二卷 第一期
中華民國二十四年九月出版

譯 叢

鋼軌長度問題

俄羅斯之新標準鋼軌

混凝土表面美術化之方法

調平機車彈簧架

高拉力建築鋼鉚釘說略

美國貨車機車最近之趨勢

胡佛壩建築時之祛熱設備

倫敦東北鐵路東北區養路工作規程

著 述

關於機煤之研究及其選擇

平綏技術彙刊 第二卷 第一期 目錄

頁數

唐 湘 一

劉天成 九

朱穎卓 一三

賈席珍 二一

劉天成 二五

金 濤 三三

馮宏殷 三七

郭懋誠 四五

楊天章 五一

一

K

鋼筋混凝土工作之雜述

馬容驥 五九

選 錄

機車加速度問題之檢討

陳允文 八一

鋼軌長度問題

譯自 Railway Engineering and Maintenance Vol. 31, No. 1.

唐湘譯

鋼軌究可銲接至若干長度，爲最近各鐵路工程專家所積極研究者。美國 D & H (Delaware & Hudson) 鐵路公司于本年(一九三五)正月號養路工程雜誌 (Railway Engineering and Maintenance, January, 1935)，中曾發表一文，公佈其在 M. (Mechanicville, N. Y.) 及 A. (Albany, N. Y.) 二地銲接長軌實驗之經過及結果。茲摘要譯述于後，以供參考。

(甲)銲接長軌之利：

- 一，養路費用減省，軌節處之維持費尤減。
- 二，軌節免去車輪撞擊，鋼軌使用年齡得以增加。
- 三，抽換鋼軌，可省人工。

- 四，減少軌節處軌枕之磨損，其壽命得以延長。
- 五，現用較大較貴之軌節墊板，可代以普通標準墊板。
- 六，軌節電阻減少，故電氣號誌較爲靈敏，並可省去特備之聯接綫。
- 七，行車平易而穩靜。
- 八，減省車輛修養費及機車拉力。

(乙) 鐸接長軌之顧慮：

鐸接長軌前，可顧慮之點有二：

- 一，經過劇烈之溫度變遷，鋼軌漲縮情形如何。
- 二，鋼軌鐸節之強度若何。是否可靠。

(丙) 實驗經過

地點，日期，長度。

實驗先後于 A 及 B 二地施行，皆係將合標準之幹線上，三十九呎軌條，用熱壓法

(Thermit Pressure Welding) 鐸接至二三千呎長度。

第一實驗，于一九三三年八月，在 Δ 地，鐸接約三千餘呎。因中部有數處轉轍間斷，南行軌道軌條鐸接最長者約爲一九〇〇呎，計有鐸節五十三處。北行軌道軌條最長者約爲二七〇〇呎，有鐸節六十八處，全段路線甚不規則，內含四度曲線二，五度曲線一，七度半曲線一。坡度最大之處爲百分之一。

第二實驗，于一九三四年五月，在 Σ 地，鐸接南北行幹線每段各約長二〇〇〇呎。共有二五四鐸節。全段皆係直線。平均坡度爲百分之〇，二五。

軌路狀況

此二處皆爲合標準之幹路。煉製完美之紅橡木軌枕，下鋪十四至十八吋碎石道渣，有二彈簧夾之大號雙肩墊板墊于每根枕木上，措住軌條，令不得移動。鋼軌長度均爲三十九呎，惟在 Δ 處者爲 R.E. 式，每碼重一百三十磅。 Σ 處者爲新 A.R.E.A. 式，每碼重一百三十一磅。

鐸接概略

各軌節皆係用熱壓法鐸接者。此法即係將熱鎔鐸法 (Thermit Fusion welding) 及壓力鐸法 (Pressure welding) 同時施用。——鋼軌底部及腰部之下半用熱鎔法鐸接，鋼軌頭部及腰部

上半用壓力法銲接。銲接前，二軌端各由上向內斜割至軌底計寬十六分之一吋，軌腰下半及軌底全寬更向內各割去四分之一吋，以便熱鎔銲料嵌入與軌鋼鎔合。

軌端之斜面及銲接後軌面之磨光，均用磨面機。軌端下部所去之較大部分，則用氧割機割去。

每一軌節之全部銲接費用約需美金八元。

(丁) 實驗結果

溫度升降軌條漲縮實況

在▷地實驗時曾經預計，如軌條全無外力之牽制，則經過華氏一百五十度之溫度變遷，其二七〇〇呎之長軌可伸縮二呎八吋。一九〇〇呎者可伸縮一呎十吋。今既有雙肩墊板，彈簧軌夾及各種設備，則其伸縮情形如何，殊難確定，惟預料必可大減。爲防備最劣情形起見，在一九〇〇呎長之一軌，距一端二八〇呎處，曾設置一特製伸縮軌節。嗣後旋即證明此種特製軌節，全不需用。蓋溫度變遷，最低嘗遠在零度以下，最高曾至一三〇度以上，而此伸縮節毫未移動。其餘三段長軌原擬配置之特製軌節，因

此亦中止裝設。

△地北行軌道長軌接口漲縮記錄如左：

紐約亞旁尼北上幹線鐸軌接口漲縮記錄

日期	北端		南端	
	東軌	西軌	東軌	西軌
	接口距離	接口距離	接口距離	接口距離
	鋼軌溫度	鋼軌溫度	鋼軌溫度	鋼軌溫度
Sept. 23, 1933	3/16"	無記錄	5/16"	無記錄
Oct. 13, 1933	1/4	62°F	7/32	62°F
Nov. 14, 1933	7/32	37	1/16	37
Nov. 16, 1933	1/4	26	1/4	26
Dec. 15, 1933	3/16	7-1/2	3/16	7-1/2
Dec. 29, 1933	5/16	5	3/8	5
Feb. 15, 1934	1/8	47	3/8	47
June. 11, 1934	0	95	3/16	95

由此表可察出在兩極端之溫度（五度及九十五度），各接口最大之漲縮爲十六分之五吋。而發現此十六分之五吋漲縮者，即爲在五度時原有最大距離十六分之五吋之接口。

此項鋼軌，經劇烈溫度變遷而不發生高度漲縮者，其功當歸于所採用之路軌建築方式，而尤得力于彈簧軌夾及雙肩墊板。前者能于每墊板上發生抵抗鋼軌移動之阻力四千至五千磅。再益以雙肩墊板拮持軌底之功能，即生此制止鋼軌移動之力。

爲考核軌線是否有橫向移動，曾在▷地各曲線及其切線上，選定測驗點五處。在軌道兩傍柵欄鋼柱之間，橫越軌道，繫鋼絲一條，以爲測驗軌條橫動之基本線。一九三三年十二月二十九日，一九三四年二月廿八日及同年六月十一日，五處皆曾測有記錄。據知溫度變遷雖大，軌條左右移動平均祇一時之十六分之幾。移動最甚之點，係在一曲線之一端，所經溫度變遷，爲華氏一百七度，其左右移動之總量，共爲八分之七吋。次多者，係在另一曲線中心之附近，溫度變遷一百二度，共移動半吋。

各鐸軌雖在極炎熱之季，亦無扭曲傾向。▷地鐸軌並曾于天熱時取出而復置原位，毫無困難。蓋因鐸接時，係在最熱氣候，鋼軌已漲至最長度。以後溫度降低，軌內部

惟發生拉力。冬日拉力最大，春夏秋季最小。必其氣溫超過鐸接時之溫度，軌條始發生內壓力而有扭曲之傾向也。

照通行之公式計算， \triangleright 地最長鐸軌，若溫度降至鐸接時溫度以下一百度（華氏）則軌內拉力應為每方吋一萬九千磅。在 \equiv 處之軌，則不能達此極端數量，因其鐸接時溫度較低也。惟在夏季高熱度時，軌內不免稍有壓力。

鐸節強度

全部鐸節之強度，皆已證明極為可靠。在 \equiv 地之鐸節二五四個無一損壞者。在 \triangleright 地之三一一鐸節，僅有五處損毀。此五處內，其二處顯係由于鐸接失宜，其餘三處則為最後合縫之鐸節，經過冷天氣所致。然 \cup 及 \square 鐵路初不因鐸節偶有一二破裂而慮鐸接軌道之敗壞，因所採用雙肩墊板及彈簧軌夾，極為可恃，能緊措軌條令不得逸出路線之外也。

若軌節或軌身他處發現斷裂時，須先暫用夾板將裂處聯好，隨後再用鐸法。或更加短軌一段，以期牢固。前述損壞之五處，其修復法，係先將斷裂點左右之軌共割去約二十呎，另將新軌一節嵌入，用熱壓法鐸固。因軌頭鐸接時需有相當壓力，此一段新軌係

于日中高溫度時切妥，較路軌割斷處稍長。至次日清晨溫度低時，嵌入斷隙。是時斷隙兩傍各二百呎之軌條，因預先將彈簧夾鬆開，已稍縮短。逮日中溫度漸升，鋼軌復漲，軌端相接處遂發生所需之壓力。為增強壓力起見，在軌縫嵌入厚半吋許之鋼片，其長僅及軌腰之中部，藉令軌底分開，以便填鐸，無須將鋼軌切短。

綜觀以上，鐸接長軌，頗獲成效。本路似可參考研究，擇地實驗。惟本路沿線各地氣候，冷暖變遷過烈（超過一五〇度），軌道狀況亦尚未臻完美，實際採用，尚需考慮也。

俄羅斯之新標準鋼軌

原文見英國 Railway Gazette 第六十二卷第
二十三期（一九三五年六月七日出版）

劉天成譯

實現第二次五年計劃所定革新運輸案內，採用適合于二十五公噸軸載之鋼軌，幾爲蘇俄鐵路當局之第一問題。嗣以詳察歐美情況，參以蘇俄之經驗，其原來志願遂稍有變更。乃發明一種最新式之鋼軌。此軌雖重僅每碼九一·五磅（即每公尺四五·三公斤），現能應用於二十三公噸之軸載。

蘇俄之「人民運輸委員會」，將全國鐵路系統，按照現有及將來之營業量數，分爲三等。以適應下列各項需要。

一等路：二十五公噸之軸載。

二等路：標準〇—十—〇機車，軸載十八公噸。嗣後或可增至二十公噸。

三等路：二—六—二，四—六—二，及四—八—〇式之機車，軸載至多十八公噸。

一等路中，有用每碼重八十八磅（即每公尺四三·六公斤）之鋼軌者。此項鋼軌已經使用二年有餘。惟以哩程計之，則鋪設此種鋼軌者，尙不及總數百分之二，故不能認爲標準。在蘇俄鐵路制度中，可認爲標準之最重鋼軌，乃每碼七十八磅者（即每公尺

三八·六公斤)。按照某種計算法，此項鋼軌，若將其枕木間之距離減至二一·五吋(即五十五公分)，即能勝二十公噸之軸載。

經過若干次學理上之探討，考知在蘇俄狀況之下，鋼軌能勝軸載之最高公噸之數，約爲每公尺軌重公斤之數之半。乃由 Ing. B. N. Sergaiev 指導，創製每碼重百零一磅(即每公尺五十公斤)之新軌，能勝最大軸載二十七公噸。一九三一年時，曾擬以此軌爲一等路之標準軌。第因二十七公噸之軸載，尙非急需，遂未實行。此種式樣，將來尙可用之。其各部之比例，如第一圖。

爲適合二十三公噸軸載之需要起見，蘇俄之「中央科學研究會」遂有第二圖中所示之設計。此種設計已採定爲標準軌，現在多用之。此軌與以前所用者之主要異點，即軌腰截面由直線形變爲曲線形，軌底之頂面及頭部之底一律用四分之一之直坡，以代從前二種或三種不同之斜面。此軌底頂面之單向坡度，由製軌及冶金之觀點言之，均屬有益，以其易于製造，而軌頭與軌底之鋼量兩相平均故也。採用此種單向坡度，即可將軌底之厚度稍爲減少，且因軌底與頭部底面之坡度相同，魚尾板之式樣亦可簡單。

當此種設計進行之初，曾採用德國之說，以爲軌頭底部寬于頂部，(如百零一磅鋼

軌設計之式)可以減少磨蝕，因鋼軌與輪邊接觸之面積較大也。然俄國之工程師，則以此說僅於靜重之情形下為有效。若鐵路則以活重為主要之因素，接觸面積之增加，徒使滑力加大。並引北美割去頭部底面之鋼軌所受磨蝕最小以為證。至於軌底寬度與鋼軌高度之比例，則新標準軌固與現代各國所採用式樣無大異也。

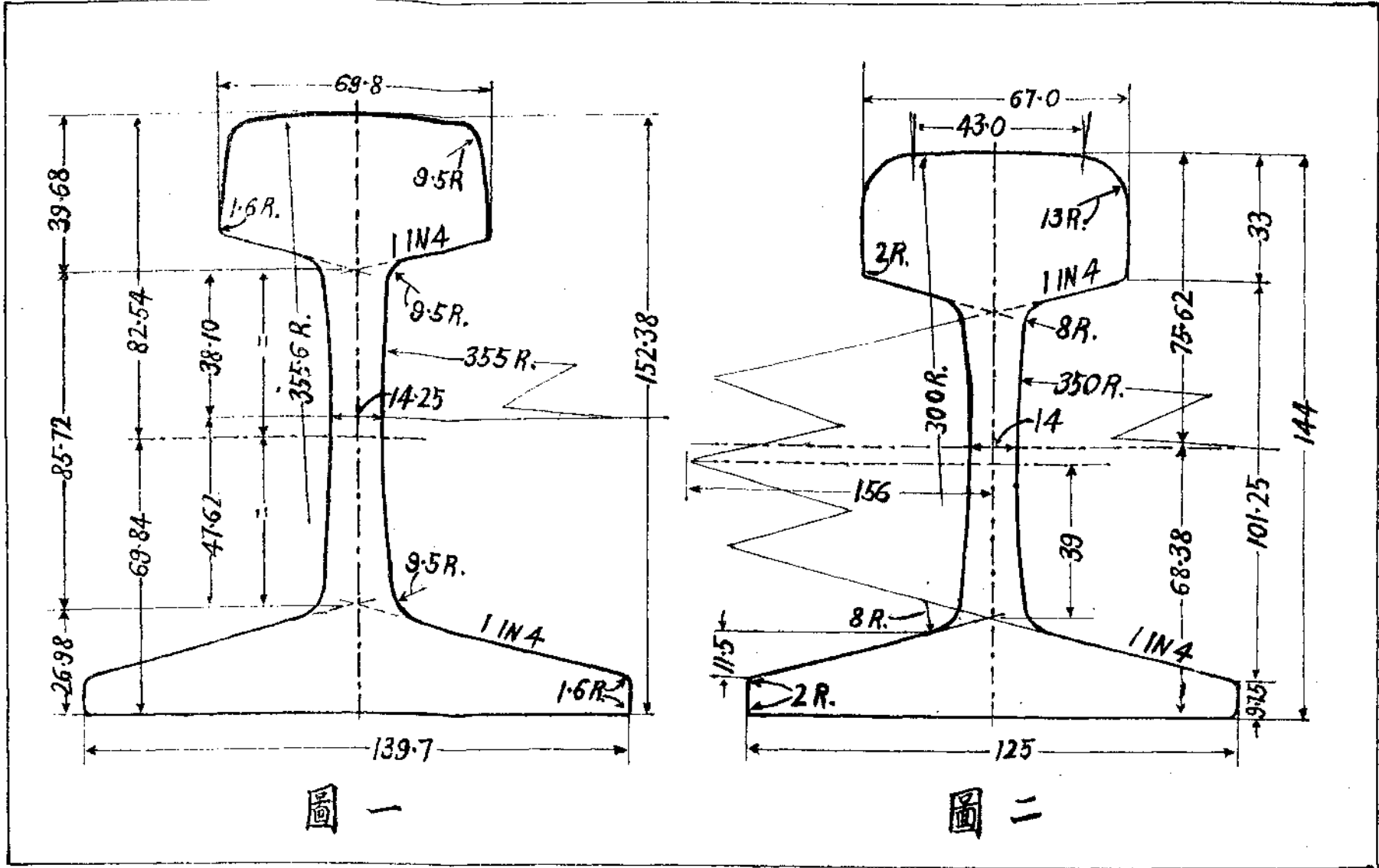


日光動力

郭懋誠譯

原文見英國 Eastern Engineering & Commerce 雜誌第二十六卷第二期（一九三五年二月出版）

近據施匿他底 Schenectady 電學研究室 General Electric Research Laboratory 宣示，用一種新式收光電池 Photoelectric Cell 收取日光所得之動力，足供運轉電動機之用。即熱燄燈 Incandescent lamp 之光，射于此種電池，亦可運轉電動機。若以此電池四具連合用之，則發動機所發之力，計可得一千萬分之四馬力。如以七十五瓦特熱燄燈一具，置于距電池八吋之處，則燈光所化成之電力，能以一萬分之三安培 ampere 之電流，供給電機，旋轉甚速。據紐約某氏著說，謂此項電池，係用銻 Selenium 製。其感光面之面積約二方吋。銻層外敷白金 Platinum 膜極薄，作半透明狀。此層薄膜，殊能增進電池之感光性。以二十許方呎之電池面積，收受直射日光，可得動力一瓦特。電池之收光功力，約百分之二十，越出紫光界外 in the ultra-violet region，其餘百分之八十，均係顯光 visible light。發動機係逕接于電池，其構造特異。用寶石承座 Jewel bearings 等項以減少磨力等損失。其旋轉速度，隨電池收光多寡為進退。直射日光，每分鐘能旋動此機四百轉。即陰雲時窗孔射入之天光，亦能令此機轉動頗速。此種日光發動機，尙未見有試用者，則以其一千萬分之四馬力，直可比諸蚤蟲之力，或且不及之，殊無濟于實用耳。第收光電池之功用，則未經發見者正多。質言之，近世電學之進步，固足驚奇，而其嘉惠人類者，尤為莫大。顧其涯涘則尙遙莫能及也。



混凝土表面美術化之方法

原文見構造工程師會
刊一九三四年八月號

朱穎卓述意

建築師鑒於混凝土在構造上之功用日見增加，常極力研究使其表面美術化之方法。近數年來，美國對於此研究，頗有長足之進步。已有多篇論文發表。英國之洋灰製造家，亦認洋灰之灰白色為美觀上之缺點，而力圖改良之。綜合各種方法，可分四類。茲分述如下。

(一) 改變混凝土之製法

(甲) 帶色洋灰

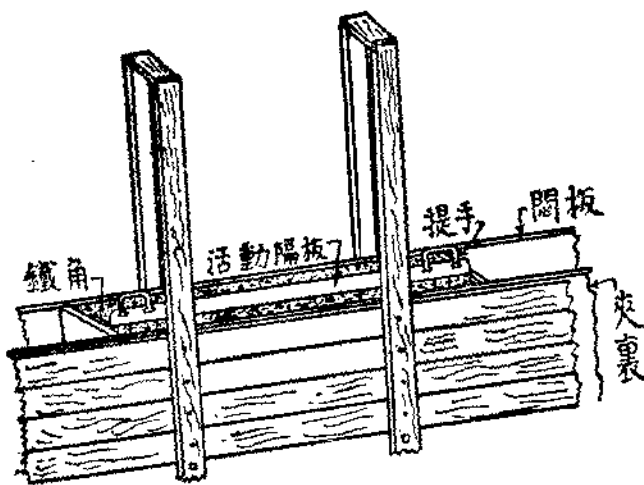
洋灰在混凝土中雖僅一小部分，惟表面一層，在凝固後恒為洋灰所覆蓋。故混凝土外部之顏色，亦即洋灰之顏色也。若不欲令其為灰色，則非用特製之白色或加有他種顏料之帶色洋灰不可。

欲求色彩鮮艷，必須用白色洋灰作底。洋灰之加顏料者，色欠鮮明。白色洋灰之價值，較普通之洋灰為貴，因其原料中僅可含極少之養化鐵也。帶色洋灰之由白色洋灰

製成者，價值尤巨。故僅於建築物之表面用之。英國近曾製出兩種帶色洋灰。價值尚不昂貴。可作築牆鋪路之用。

混凝土表面之顏色雖以洋灰之顏色為轉移，但其中所含之沙子與碎石之顏色，亦須加以配合。若以黃色沙子與白色洋灰相混合，則表面絕難成為白色也。故用白色或帶色之洋灰，其所用之沙子與碎石，亦多由製造洋灰之公司供給之。

(乙)用活動隔板



用活動隔板築牆圖

用活動隔板，可築成一種混凝土牆。內部爲普通洋灰，而外部則爲白色或帶色之洋灰製成。但二者仍能凝爲一體。其方法係將長約六呎寬約二呎之鋼板置於距牆面一二吋之間。先將白色或帶色洋灰所製之混凝土注入夾縫中，復將普通混凝土注入後部，但較前者約矮一二吋。俟用鐵棍將混凝土中氣泡排出後，卽將鋼板徐徐提起，而使二者凝而爲一。此法每次可築十八吋左右。太高則恐隔板滑動。故必俟混凝土稍加凝固後，再行向上興築。

(丙) 悶工 (Formwork) 之改良

近來討論改良悶工以求混凝土表面之美觀者，約分兩種。第一種注重利用悶板而鑄成花紋。第二種則力求表面之平整。二者均尙在盡力研究中。

(二) 表面之着色

(甲) 混凝土之着色

混凝土表面着色，困難甚多。其失敗原因，大半由於潮濕。最近已有數種方法，可使普通顏料塗染於混凝土上，結果均屬滿意。

混凝土牆面又可先用洋灰摻沙子塗抹一層，再用特製之「克什統」(Keystone) 牌顏料着色

。結果亦極優良。

(乙) 洋灰漿刷牆

用潔淨之洋灰漿刷牆，極易裂爲薄片而脫落。近有一種特製之洋灰，在混凝土上之黏固力甚強。經其粉刷後，即可染着各種彩色。且此種洋灰漿，當混凝土取下悶子之後即可施用。至爲便利也。

用洋灰漿刷牆，在室外者，宜用白色或乳白色。在室內者，則任何顏色均可。其裏面一層，並可令其光澤而不透水。用於醫院及學校等建築上，最爲相宜。

(丙) 混凝土之點染 (Staining)

最近關於混凝土之點染法，雖已經過多種試驗，惟僅有少數道路曾用硫酸鐵或蒸木油 (Creosote) 點染。在建築上尙無用之者。結果如何，猶待證明。

(丁) 灰粉塗抹

石灰塗牆，歷史最久。古之埃及人即知用之。最近塗牆常用白色或帶色之洋灰而摻以適當之沙石等物，使成一層堅硬之混凝土。對於隔絕潮濕之作用，至爲優良。

灰粉塗牆之優美，在具有手工特質。各種民族常可依照其各個審美觀念與氣候情形

而產生不同之式樣。石，磚，及混凝土均可用灰粉塗抹。但於表面上應留相當之槽痕，俾灰粉易於黏附其上，而不致脫落。

(戊)塗粉之刮平

此法亦爲灰粉塗抹之一種。係先用普通之灰粉塗抹一層作底，再用摻就沙子之白色或帶色洋灰覆蓋其上。厚度最少爲四分之一吋。用木準條 (Screed) 大概找平一次。經過二十四小時後，以金屬長條用力將表面一層灰沙刮下，至尙餘十六分之一吋時爲止。刮時須向各種不同方向刮磨，以免留有痕跡。

(三)表面一層洋灰之除去，磨光，或鑽鑿。

(甲)除去表面洋灰

此法之原理，爲將美麗之石子與洋灰摻合，俟其凝固後，再將表面一層洋灰除去，俾石子顯露於外。石子亦可用各色碎玻璃陶器等物代替，而以一份半小塊火石，三份碎玻璃及一份白色洋灰所摻合者爲最滿意。

除去混凝土表面之洋灰而使石子顯露之方法，約有兩種。

(1) 閘子 (Forms) 上塗藥法

此法係將閘子之內部，塗上一層阻止洋灰凝結之藥液。俟將閘子拆去之後，表面一

層洋灰尙未凝結，極易刷去。

(2) 錘去法

此法係將表面一層洋灰用錘去，而將石子露出。多數建築師均喜用之。但須俟混凝土完全凝固後，始將石子連帶錘去之危險也。

(乙) 表面之磨平

混凝土之表面，可不用磨平者為佳。且為使表面平整之最經濟方法也。

(丙) 表面之鑽鑿

鑄成整塊之混凝土，亦應加以鑽鑿。所用之器具，亦與石匠所用者無異。此種混凝土應無氣孔存留其中。所含石塊最大不得過四分之一吋，以免被鑿子鑽去後遺一缺痕。施工之時，宜在混凝土凝固至相當程度之後。但不可太久。太久則變堅實，鑽鑿費工矣。

(四) 鑄成之石塊與長條

(甲)鑄成之石塊

用洋灰摻雜碎小石渣而鑄成之石塊，其美麗可與真石無異。依實際情形而論，此種石塊並非摹倣真石，乃將真石加以改造耳。

(乙)鑄成之長條

鑄成之混凝土長條，其表面美術化之方法，可依建築師之好尚而定。每條長二呎半寬一呎半。四邊有槽，可以互相接合。運用甚為便利。近來此種建築物日益增多。



調平機車彈簧架

譯自 Railway Mechanical Engineer,
September, 1934.

賈席珍譯

機車上之彈簧及彈簧架鐵等須設計正確，應用適當。如鐵拍及鐵套不磨偏，彈簧不鬆動，及軸輪之直徑不變更，則彈簧架將永保其平衡地位。故徹底調平彈簧架的方法，無論如何，應當尋覓所以使彈簧架不平衡的原因而較正之，不宜任意伸長或縮短彈簧吊鐵 (Spring Hanger)。

彈簧及彈簧架平衡的第一要件，即使彈簧平衡樑 (Equalizers) 及吊鐵 (Hangers) 等要設計正確，但為完成此種部分設計之正確，製造者必須十分明瞭彈簧所負機車上之重量及此重量之重心點。依此則可規定各個彈簧所擔負之重量及平衡樑之形式。

每個彈簧，在使用以前必須加一試驗，以證明在荷重之時能保持其規定之高度。機車每次修理，此種試驗須應舉行一次。彈簧荷重之後不能保持其應有之高度，應即廢棄不用，或將彈簧片再行淬火。

彈簧及彈簧架已設計正確而使用適當之後，其次的工作為保持彈簧架在平衡狀態，並尋覓各處損壞部份修理或改正之，及鏟修直徑不同的軸輪 (Wheels)。

改正損傷之指子 (Pins) 及鐵套 (Bushings) 等之最善方法爲更換新件。關於修鑲直徑不同之軸輪，磨壞之銅瓦，及磨偏之軸項等之最善方法，於機車之構造頗有關係。概括的討論，雖不能研究極詳，然在實際上有數個基本規律可以依從。其基本規律如下。

(甲) 視察車架與軸箱 (Driving Box) 頂之中間，及軸箱與托板 (Pedestal Binder) 之中間，是否保持其規定之最小空量。

(乙) 車鈎 (Coupler) 及車架在鋼軌面以上之高度，依車輪及輪圈之磨薄量，在所許限量內可以變更。故車鈎及車架僅於車輪及輪圈在其最大直徑時達最大之高度，否則在他種任何情形之下勿使機車車鈎及車架達最大之高度。

(丙) 如可能應避免較薄之引導輪及拖輪輪圈或直徑小之引導輪及拖輪，與最大直徑的主動輪同時用於一機車之上，或直徑小的主動輪與最大的引導輪及拖輪同用於一車之上。引導輪及拖輪之直徑與主動直徑不相合，若不能避免，亦勿庸將彈簧吊鐵伸長或縮短，只須在拖輪及主動輪彈簧之下應用臨時的彈簧墊鐵，此爲襯磨薄輪圈一種最方便的辦法。對於四輪式引導輪架，如在公母轉盤心子之中間加墊鐵板，可以較正直直徑磨小的引導輪。

(丁)當機車入廠修理時，應當有一次調整以修換磨傷之輪軸及銅瓦等件。此時每個彈簧座應當在與大軸中心平面平行所規定之平面上變更大軸彈簧馬鞍 (Driving Spring Saddle) 的高低，以完成此種調整，甚為方便。

(戊)因鐵套捎子吊鐵環 (Hanger sh.) 及彈簧碼 (Spring clips) 等磨壞，或有一部份彈簧力量薄弱，致使彈簧架漸變成彎曲形狀，此種損壞部份應更換新件，或加一適當的修理。

(己)勿更動已規好(定)的平衡樑支鐵捎子的位置，及平衡樑之長度。若更動捎子之位置及平衡樑之長度，將影響機車重量之分配，致使一部份彈簧及軸項荷重過量。為避免此種錯誤，最好的方法，要將平衡樑支鐵上之眼孔，除使用者外，塞住或堵死之。



高拉力建築鋼鉚釘說略

原文見英國建築工程雜誌(The Structural Engineer)
第十二卷第九號(一九三四年九月出版)

韋廉巴爾(William Barr A. R. T. C.)原著

劉天成譯

自高拉力鋼鐵用於建築事業以來，工程業及冶金業遂發生種種問題。而其中最為今日當務之急者，即研求一種最堅固有效之鉚接是也。

本篇之作，意在略論本題內屬於冶金範圍之各點，藉使工程家愈益明瞭製造合用鋼鐵之基本原則。篇中所述之試驗結果，至低限度，可指明工程家與冶金家之應密切合作，而在研究現代設計問題者，尤為有用。

在討論之先，吾人須略知應行鉚接之鋼鐵之性質。關於此點，作者曾於去年本會哥拉斯哥(Glasgow)分會開會時，有長篇討論，讀者可參看之。本篇之範圍，只限於平均拉力每平方吋四十噸之鋼鐵。此為英國最近之標準鉚鋼。在歐洲大陸，其鉚鋼之拉力常較低。大約每平方吋之噸數，有自二十三噸至二十九噸者。

第一表係以英國本地產鋼之拉力(每平方吋三十七至四十三噸)與普通柔鋼(B. S. S. No. 15)相較。表內各數，即實驗各種鋼所得之結果也。試從建築鋼鐵最要條款之軟化點

Yieldpoint 觀之，則高拉力之鋼鐵，其軟化點超過拉力之百分之六十，而柔鋼之軟化點，僅爲其拉力之百分之五十強。至於引長性及韌性，均爲建築材料應備之要件，儘可不必犧牲以求增高拉力，蓋今日已有此類鋼鐵，能充分應付此種需要也。

如欲儘量利用高拉力建築鋼之優點，須先嚴密考慮鉚接之利弊。吾人當知用普通柔鋼之鉚釘，即須增加鉚釘之數量，此除增加加工費外，且與減少重量之要旨相衝突，故可無庸置議。

然則欲解決此問題，必須採用高拉力之鉚釘。惟此亦非易事，因所需之材料，以必須具備數種特長之故，而難于選擇也。

欲明此意，先須研究鉚接工作，對於普通初製出時拉力每平方吋二十五至三十噸之柔鋼鉚釘之影響。當鉚接時，鉚釘之鋼，因與鉚釘孔周圍大量之冷鋼相接觸，故由高溫驟然變冷。吾人習知直條炭鋼，由高溫驟冷而變脆硬之程度，隨其所含炭質多少而異。在一定限度內，含炭愈多者其加硬程度愈甚。普通製鉚釘所用柔鋼，所含炭量甚少，鮮有超過萬分之十五者。其因驟冷而增加之硬度不甚顯，故其引長性及韌性之損耗亦微。此可以第二表中之實驗結果表明之。

此外，柔鋼尙有特性二種，自實際利益言之，亦頗重要。其一爲黏軟性，柔鋼鉚釘在高溫度時易于鉚接，且能充滿釘孔，俾達至有效接縫堅實程度。其二，柔鋼能抵抗高溫度而不至于鑠毀。

故知如用高拉力之鉚釘，其材料須選擇兼有加強之拉力，以及由實驗考知柔鋼所具之優點。

在未有合于鉚釘用之高拉力鋼鐵時，工程家所用之鉚釘，即以製鋼鉞鋼梁所用之鋼製造。所含炭質常爲萬分之二十五至三十。此種鋼，因其化學成分關係，當鉚接時，較之柔鋼，殊易變硬。故釘頭脫落及釘孔不能填實等弊，最易發現。此種高拉力鉚釘之試驗結果，如第三表。其變硬情形，最爲顯著。若以其延長之百分數度之，則其引長性實有相當之低減，此固必然之勢。尤不幸者，即爲相隨而至之韌性損失，此係用斷有缺口之鋼桿而以震擊力試驗得之。此點于建築工程所用鉚釘，或當有特殊影響也。

特種高拉力之鉚釘鋼：

爲適合工程家此種需要起見，作者曾從事發明一種特殊鋼料。茲略述其試驗之經過，諒亦足資參攷也。由此種試驗，可知高拉力鋼之鉚釘，無論鉚接方法，係用氣鎚或

水壓機，均可得到合度之引長性及韌性。且證知此類鋼料之工作性之優卓。

特種高拉力鉚釘鋼之力學性質 *Mechanical Properties*

最初鍊成時，此鋼之拉力為每平方吋三十至三十五噸。其最小伸長率，為八吋內百分之二十五。

鉚接之測驗：

以同寬而長厚不同之高拉力鋼板數塊，重重疊置，以螺釘旋固，然後鑽成大小不同之鉚釘孔，俾可試驗大小長短各異之鉚釘。（見圖）鉚釘孔先鑽成比鉚釘直徑小十六分之一吋，然後磨光，至比鉚釘直徑大三十二分之一吋為止。將鉚釘在半遮蔽式焦炭爐中燒熱，至攝氏表一千二百五十度左右。用氣鎚及水壓機各釘一半。釘時絕不感覺任何困難，且釘頭經猛力鎚擊數次後，亦絕無發脆之狀。

嗣復將釘妥之鉚釘取出。法以機械割去釘頭，然後以強力擊出釘孔。此則非數噸之壓力莫辦。是可見鉚釘確已堅實填滿孔內矣。此後更作拉力及剪力之試驗，所得結果略如第四表，其意義自明。

第一表

鋼之名稱

最高拉力 軟化點 伸長率
每平方吋若干噸 每平方吋若干噸 %

【達柯氏】(Ducol) 高拉力鋼鐵——

一吋鋼板——縱式測驗	40.6	25.0	23
一吋鋼板——橫式測驗	40.4	24.8	22
$\frac{3}{4}$ 吋鋼板——縱式測驗	40.8	25.5	22
$\frac{3}{4}$ 吋鋼板——橫式測驗	39.3	25.3	21

柔鋼・B.S.S. No. 15——

一吋鋼板——縱式測驗	29.0	16.0	27
一吋鋼板——橫式測驗	28.7	15.6	26
$\frac{3}{4}$ 吋鋼板——縱式測驗	30.8	16.4	28
$\frac{3}{4}$ 吋鋼板——橫式測驗	30.3	16.2	28

第 二 表

柔鋼(B.S.S. No. 15)鉚釘在鉚接前後之拉力

鉚釘直徑	鉚接方法	極 量 拉 力		伸 長 率	
		未釘以前	既釘之後	未釘以前	既釘之後
一 吋	—	25.6	—	42.0	—
一 吋	氣 鎚	—	28.8	—	39.0
一 吋	水壓機	—	28.1	—	37.0
八分之五吋	—	24.9	—	41.0	—
八分之五吋	氣 鎚	—	31.5	—	34.0
八分之五吋	水壓機	—	30.2	—	36.5

以每平方吋若干噸計

二吋內之百分數

第三表

含炭千分之三之高拉力鋼鉚釘在鉚接前後之拉力

鉚釘直徑	鉚接方法	極量		伸長率	
		拉力	伸長		
		以每平方吋若干噸計	二吋內之百分數		
		未釘以前	既釘之後	未釘之前	
				既釘之後	
一吋	—	40.2	—	29.0	—
一吋	氣錘	—	49.6	—	19
一吋	水壓機	—	50.1	—	18
八分之五吋	—	39.8	—	30.0	—
八分之五吋	氣錘	—	49.8	—	20
八分之五吋	水壓機	—	51.3	—	18

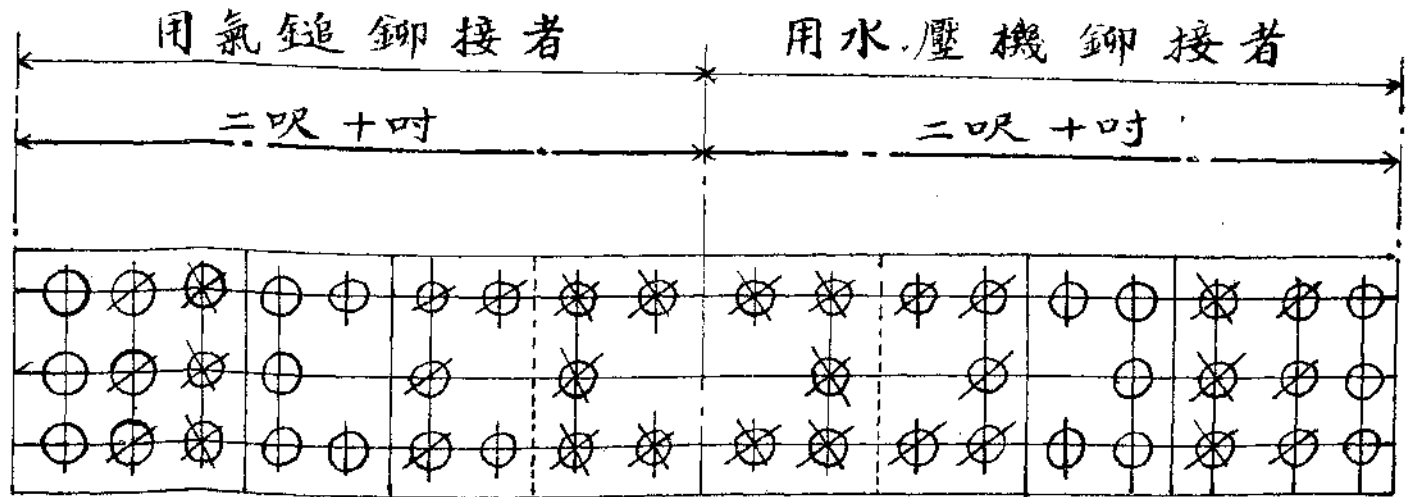
第四表

特種高拉力鉚釘鋼在鉚接前後之拉力及剪力——平均結果

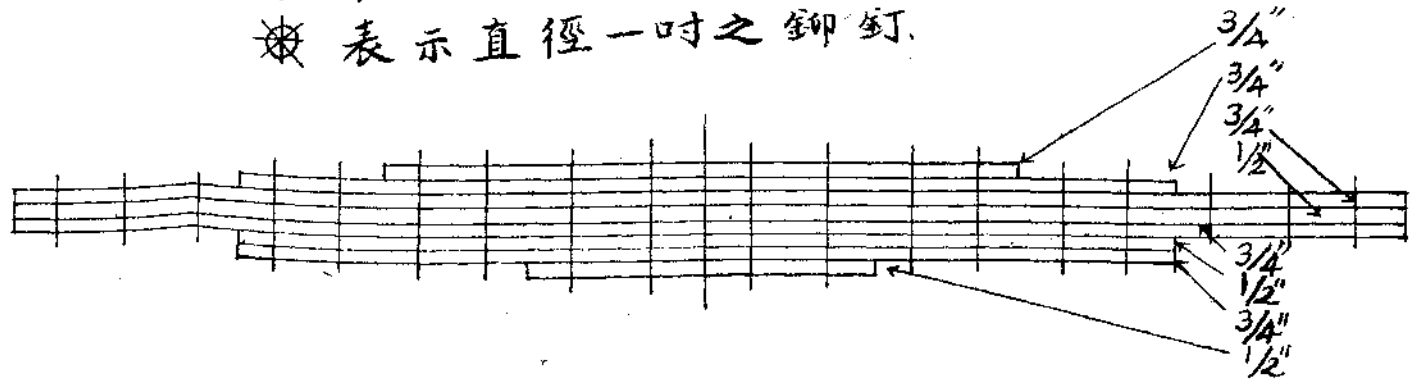
鉚釘直徑	鉚接方法	極量拉力		伸長率		剪力	
		未釘以前	既釘之後	未釘以前	既釘之後	未釘以前	既釘之後
一吋	—	32.5	—	38.0	—	24.5	—
一吋	氣鎚	—	36.3	—	32.0	—	26.5
一吋	水壓機	—	36.7	—	32.0	—	26.0
八分之七吋	—	32.8	—	37.0	—	26.0	—
八分之七吋	氣鎚	—	37.1	—	30.5	—	28.5
八分之七吋	水壓機	—	37.9	—	30.0	—	28.8
四分之三吋	—	33.3	—	38.0	—	25.7	—
四分之三吋	氣鎚	—	37.6	—	31.5	—	28.3
四分之三吋	水壓機	—	37.8	—	30.5	—	29.9

以每平方吋若干噸計 二吋內之百分數 以每平方吋若干噸計

特種高拉力鉚釘之鉚接試驗



註：
 ⊕ 表示直徑四分之三吋之鉚釘。
 ⊗ 表示直徑八分之七吋之鉚釘。
 ⊗ 表示直徑一吋之鉚釘。



美國貨車機車最近之趨勢

金濤節譯

此篇取材於英國雜誌 Railway Engineer 第五十五卷第

九期（一九三四年九月出版）之社論讀者可參閱之

式樣

最近美國所造貨車機車，大都可歸納爲二式，一爲4-8-4式，一爲2-10-4式，餘式則漸趨淘汰。

汽笛數

復漲機車，例如採用四個汽笛者，從前頗多製造，近頃尤以用三個汽笛者較爲新穎，然最近美國新出運貨機車，仍以採用雙汽笛者占大多數。推原其故，當由於（一）機件之易於接近，（二）底架中間之免去動件，Moving Parts 例如曲拐軸等類，Cranked Axles, etc.。

樞接式 Articulated Type of Locomotive

平綏技術彙刊 第二卷 第一期 美國貨車機車最近之趨勢

牽引力較大之機車，應否採用樞接式，抑或仍用固定軸盤，Fixed wheelbase 迄今尙無定論。有原用樞接式馬力機車，Mallet Locomotives 近改用 2-10-4 式機車之具有固定軸盤者。亦有新造馬力機車，用代原有之固定軸盤式機車者。此二種大抵優劣參半。默察最近趨勢，似以樞接式較爲通行，其原因當由於（一）機車外面之聯結，可以照舊保持，（二）往復部份較輕，與旋轉部份之均衡，較易適合。

底架

採用整個鑄鋼底架，似已成爲一致之辦法。其原因不一，要以其抵抗耐力較大爲主因。此項底架，大抵與汽笛合鑄而成，故尤爲各路所樂用。

球式軸承 Roller Bearings

最新製造之機車，其導輪動輪後輪，多已試用球式軸承，結果均稱優善云。

汽壓 Boiler Pressure

現在因有特種鍋爐，不用焰管而採用水管，Water tube 並以合金（如鑲鋼等類）構成爐身，俾能任受汽壓，每方英寸高至五百磅。但此等機車，尚不多見。美國最新機車之汽壓，每方英寸自二百五十至二百七十五磅（我國各路現有機車之汽壓，除平綏路大馬力機車外，無逾二百磅者）。

其他

他若採用（一）巨型之煤水車，（二）甚大之爐篋，（三）廻熱虹吸，Thermic Siphons（四）水之加熱設備，（五）機械添煤等等，無不日求精進，而其主要目的，均不外使機車每日行程加長，藉以減少行車費用而已。

百年後猶堪利用之廢橋木料

莊以臨譯

烏海握 Ohio 公路分局 E. J. Salsinger 著原文載于 Engineering News-Record 1113 卷第一期 (1934 年七月十二日出版)

美國烏海握第四十國道內，有一木橋，建設後，已歷九十五載。是橋之設計，原係供應當時輕便運輸之用。近因運輸之量，日增繁重，遂致橋力不勝負荷，危險堪虞。為安全計，於去歲，不得不將是項木橋廢棄，而另建鋼筋混凝土之新橋以代之。

舊橋建於西歷一八三七年，橋址在克拉喀縣 Clark County 司匹靈啤 Springfield 之西一英里。橋身純係木質。大部木料，經檢查後，覺尚完好，堪以利用。全橋用木約計十三萬板尺，多係黃楊 (Poplar) 與橡 (Oak) 木。橋之跨度，係一百八十英尺，其構造，計有格子架 Latticed Trusses 三副，料用四英寸厚十二英寸寬之黃楊。銜接處，用胡桃木 (Hickory) 為栓。梁桁之屬，則用橡木。中央格子架，分全橋為八英尺寬之小道二。實為此橋最不便之一點。

是橋經慎重拆卸後，其木料細為區別，除橋頂蓋板，與防禦風雨之護板，廢棄不堪再用外，餘惟安置胡桃木栓處，間或稍有破裂，其他部分之木料，皆紋理細密，平直無疵。此項舊料，凡可利用者，均經運抵國道工程區削成板料三萬板尺，作為製造公事房几案，食櫃，案卷櫃，以及他項器具之用。而其他木橋之柵欄支柱，乃至次要各路小木橋，亦有利用此項舊料，以構成者。總計此橋所有將及百年之木料，約十分之八，均已復用於今日。

本年烏海握州展覽品中，曾有用此項舊木料，製成此橋三百分之一之縮小模型一座。現已贈與克拉喀縣歷史學會。

胡佛壩建築時之祛熱設備

馮宏殷節譯

二十三年十一月三十一

原著者 Lawrence P. Sowles, Compressed Air Magazine, Nov. 1933. vol. 38. NO. 11.

按胡佛蓄水壩係築于美國 Nevada 省 Las Vegas, 長一千一百八十呎, 頂寬四十五呎, 腳寬六百五十呎, 高七百三十呎, 約需洋灰混凝土四百五十萬立方碼, 爲世界最高之蓄水壩, 可蓄水三千零五十萬噸, 使該處河水增高五百八十二呎, 經美國前總統胡佛于一千九百二十八年十二月批准, 交內政部籌建。全部工程用款, 包括 Colorado 河及各項臨時工作在內, 以不超過美金一萬六千五百萬元爲限。

美國墾殖局, 因籌建胡佛蓄水壩, 預定計畫及章程, 以便投標者知所遵守, 規定建築該壩之混凝土, 須於每次增築時, 即以冰凍機祛其內熱。夫建築巨壩, 所用機械甚多, 要不過剗鑽之類, 今乃竟用冰凍機, 實爲創見。且以前所築之混凝土巨壩, 初未嘗借助于人力之加冷, 而迄今存在, 尙能蓄巨量之水。今胡佛壩雖較前爲大, 亦何至竟需此特別設備乎。此則本篇亟欲答復之問題也。

吾人皆知物受熱而漲, 感冷而縮矣, 亦習見街道混凝土之接縫, 在夏令時有瀝青受軋而溢出, 冬令時又冷縮而開裂矣。凡百建築物, 當寒熱遞變之時, 莫不發生變化, 雖有時其變化甚微, 非目力所能察見, 而其存在固無可疑也。彼街道混凝土之漲縮, 特變動其外形, 以減免內部之牽迫者也。故凡建築物, 若不于初建時預施救濟之法, 感受寒熱變遷之影響, 即發生內部牽迫, 其牽迫力之大小, 系乎溫度增減之數與物體自能漲縮之量。若物體中漲縮之牽迫與所受他種外力之總和, 超過其抵抗量, 即發生裂痕, 此蓋以內部所受之牽迫, 不能消納于內則必發現于外也。裂痕之能否害及此物之效用, 則視其用途以爲斷, 其嚴重者則足以致全部于崩潰。

今胡佛壩將用以蓄巨量之水，其體積必須龐大，方足以資穩固。唯所用之混凝土，數量極鉅，每當節季氣候變異之時，其內部必生絕大壓力，而變動最甚，則在方建築以及建築未久之際。此種變動之發生，係由于洋灰凝結之作用。蓋洋灰所含質點，為各種養化質與矽酸鹽碳酸鹽之類，與水和合而發生化學作用，名曰濕化。各種質點，因濕而結晶，互相聯鎖，與混凝土之沙石結合而成固體，足以受重大壓力及剪力。此項濕化作用，既產生混凝土之強力，同時復發出巨量之熱。不設法以祛除之，則混凝土體中熱度，將因而增高。在較小之壩，體積不大，此熱尚能速散于空中，壩之本體，可免受傷。亦有以鋼筋增加混凝土之力，以免內部受壓太甚而致壩面破裂者，是則漲縮變動，可由內部自行消解。至若無鋼筋之混凝土所建體積較大之壩，其凝結時所生之熱，僅籍壩面以散佈于空中，或由基礎以傳于山石，既無鋼筋，則混凝土自不能抵抗牽力，其結果將必因冷而縮，裂痕遂呈現于外面矣。除極小之壩裂痕較少外，尋常各壩，均須在相當期間以洋灰調漿灌塞裂縫。又因混凝土退熱頗遲，壩成後須閱時甚久始可施行灌漿，其歷時之長短，則係乎壩之體積與式樣，而附近各物之傳熱性，亦有關係焉。若混凝土退熱未盡而施行灌漿，則當其繼續冷化以趨熱度平衡時，必再發生裂痕，不復可以灌漿填塞，斯有害於此壩之安全矣。此種裂痕皆不雅觀，而耗費亦多。以胡佛壩體積之巨，其混凝土內所生之熱，須流散甚遠，始能達于壩面，若待其完全退熱，勢必歷時甚久，始可以灌漿塞縫。以常例律之，此壩之裂縫，須灌漿于一百二十五年之後，始可保無再裂，為免長期久待及亟保安全起見，遂有下列之決定：（一）分全壩為多段，各段分層築成，而互相銜結以成固體，俾凝結時所生之熱，易于消散。（二）以冰凍機祛除全壩熱量之大部分，俾其餘量繼續減低時不致再有縮裂之患。如此則混凝土之冷化可以加速，即于完工時舉行灌漿，可無他慮，而壩身各分立部分，可團結而成永固之磐石矣。舉殖局曾詳查混凝土之感熱性，以決定必須祛除之熱量，經查明其凝結時，所生之熱平均約華氏表四十度。而減

低每立方碼混凝土一度之熱，約須祛除九百六十五熱位(BTU)。此項數字，隨所用洋灰之成分與沙石之重率之不同，而稍有出入。約略計之，全壩混凝土共三百三十二萬五千立方碼，(原定計劃四百五十萬立方碼)欲祛此凝結時四十度之熱，則每立方碼須祛去三萬八千六百熱位。其招標章程規定之計劃，係于混凝土中逐層裝置二吋或二吋半徑之管，以經冷之水迴環流轉于其中以祛熱，每兩管中心距離約十呎，在混凝土中排列成六角形，並組成迴環綫，由壩身中央八呎徑之大槽，以達于兩邊混凝土與山石接縫之處。每層合組之水管，係由中央大槽中各橫頭管，按照每組之高度供給冷水。此項工程規範公布之後，曾乘 Owyhee 壩正在施工之便，將上項混凝土祛熱法，繼續致驗完畢，同時胡佛壩之式樣及佈置，亦略有更改，故原定計劃須加修正。於是決定採用一吋徑 O.C. 式冷水管，放平安裝，中心距離約五呎，仍組成六角形。照此計之，埋于壩中之管，共約三百五十萬呎，合六百六十二英里。其祛熱標準，係將上游壩面冷至華氏表四十五度，下游壩面冷至六十五度，而壩內熱度，則在此兩數之間，以次遞差。

墾殖局僅規定壩中冷水管之裝置，其餘安設冰凍機與冷管等諸計畫，則由承包者酌定，由該局核准。原定工程規範，規定所用之冰凍機，須有六百噸之冷化量，每分鐘能輸水二千一百加侖于壩內，其溫度由華氏表四十七度冷至四十度。厥後為應付全部計畫進展之需要，每分鐘須增備凉水三千加侖。此水之由河中或其他適宜水源提取則由承包者自擇。蓋先以此水流轉于混凝土中諸管，然後再以冷却之水灌入，俾混凝土之原有溫度超過規定溫度之數，減却一半，再用冷水以完成祛熱工作。依據上述各項修正規定，承包者須設置灌輸凉水與冷水設備各一部，分別運用，而其相同各部分則可互相通用，以求極端之省費。兩項設備之各種設置方法及預算，經審核後各選定其一種，然後進行最後之設計。

由河中提取之水，先輸于涼塔，由涼塔落下後，流入機器房，乃以抽水機輸送壩中，迴環流轉于壩中之橫頭管

與迴水管，以祛混凝土之熱。然後回歸涼塔上，以消散其在壩中所收之熱，遂注于塔下池內，開始再度之流轉。至于冷却水之流轉則係循環式，初藉阿摩尼亞之作用而冷化。既冷之後，則激而輸于壩中之橫頭管，轉入混凝土中諸迴管，最後復返于冰凍機以清其所受之熱，而再流轉焉。其冷却之法，係用壓製阿摩尼亞之工具，大致與尋常製冰所用者無異。阿摩尼亞當氣壓低時，則需較低溫度即能化氣。設氣壓加重，而溫度較高，亦能化氣，故在其感熱性限度之內，用調節氣壓之法，即可在各種溫度之下，令其化氣，而得冷化之功用。製冰之法係變易阿摩尼亞之氣壓，令在結冰點下化氣，至若築壩工程之取冷，則並不須達至結冰點，是以施行氣壓之設備，僅令阿摩尼亞在華氏表三十七度時化氣，即足以冷化流轉之水，使適合于需要之溫度。當阿摩尼亞在相當高壓下，保持其液體之際，令其經一氣弁 (valve) 以發漲，俾其氣壓減少約至每方吋五十磅之數，即可令其在華氏表三十七度由液體而化為氣體。其化氣時能吸收巨量之熱，故令化氣于一儲水器中。由壩中復返之水，以適宜速率經此儲水器，其所挾四十七度之溫度受其吸收，即降至四十度。經此冷化工作之後，此氣體之阿摩尼亞復經過壓力與冷化而成液體，以備再度之發漲。

聯接冰凍機與涼塔及壩身三處之大管綫，延亘甚長，其中有二十吋徑水管二百二十呎，用以輸送預冷與凝凍之水，由涼塔以達機器房。預冷之水，係由一十四吋徑之管以達壩身，再由另一十四吋徑之管，流回涼塔之下，復由兩道十吋徑上行管，以達塔上之分配橫頭管。更有十四吋徑管綫兩道設于機器房與壩身之間，以備冰凍水之往來流轉。其水管以二吋厚軟木皮圍護之，在夏季可以減少熱度，在冬季則可以防止結冰。以上各主要管綫，皆埋于土中，而以河中細沙厚墮之。機器房之排列，如U字式，近在壩身之下，其兩端如翼，沿澗壁以延長。為免由機器房引四道十四吋徑管綫于壩上之困難，特于壩身無妨碍處挖槽以安放之。壩身下部祛熱工作完竣，即以混凝土

填塞此槽，而水管綫即埋于壩中。聯接於此管綫之各項裝置，由壩內達于機器房頂上之下游壩面，即由此處緣壩面而上升。槽內兩端，各有一六吋橫頭管，用以分輸十四吋徑總管之水，以達于一吋徑之祛熱水管，復有橫頭管二道供給預冷水。又二道，供給冰凍水。各組祛熱管進水口，係用大管與一時徑軟管接于橫頭管，其洩水口，亦用同樣裝置，接于兩道六吋徑橫頭管，以輸送由壩內流回之水。其六吋徑給水橫頭管，係由八吋徑之共同橫頭管，接受各十四吋徑總管之水，此總水管，備有多種作用，可以機弁節制之，使供給預冷之水，或供給冰凍之水。其由六吋徑橫頭管流回之水，亦由同式八吋徑橫頭管接受，而藉機弁之節制各歸其所屬之回流管。當混凝土建築漸次增高，須有多數六吋徑橫頭管安置于各層，以應各組祛熱管之需要。間于壩頂與壩腳之處，其海拔高度約在六百呎與九百呎之間，每十呎距離，須設此項橫頭管一組。最初約須安裝橫頭管共十組，俾同時流動之各組水管，得有供給。此十組中，其安于下面之四組，用以輸送冰凍水，而安于上面之六組則用以輸送預冷水。各層水管祛熱工作完畢時，各組橫頭管，由下端起以次拆除，而安于最高層橫頭管之上，以冷化新築之混凝土。每次裝置既畢，即先以預冷之水流轉於其中，及此項預冷工作如法辦竣後，其十四吋徑給水管或迴水管之變動機弁，遂截斷預冷水之來源，改送冰凍水。以上依次遞換之工作，輪流繼續，以迄全壩之完成。因此項祛熱工作地點，以次升高，故各組橫頭管須拆而再安者，約六次。計共需六吋徑橫頭管約二萬呎，均由壩下圍堰上之鋼管廠配製，所有給水管綫與迴水管綫之各項裝置亦均于此處銜接。各橫頭管之外面，均護以二吋厚之軟木皮。該管每截長度約二十呎，係以車運至壩下，再視高度之所宜，以高綫車或其他種方法送至應用之處。此項橫頭管係以鋼架承之而安于壩面之槽中，其支拄鋼架之鐵檣，則曾用以掛混凝土之模板者也。壩身每層均備有人行小徑以便裝管，並于每層裝管時，設有頂棚以護工人，免為下墜之物所傷。

墾殖局所訂混凝土祛熱之試行辦法，現已成立而施行，惟當工作進行時，尙當隨宜修改。今將其主要辦法所括程序列下：(一)測驗混凝土初築時之熱度。(二)調節水管給水之流量。(三)查驗冷化之進程(四)確驗冷化之完成。墾殖局並訂立各種方法測驗混凝土及出入各組管中之水之溫度。當初築時，每層混凝土內各處均裝有合組驗熱器(Thermo-Couples)及反應溫度表(Resistance Thermometer)以直接察知其熱度。另繪製各種圖表，俾攷驗者得以極簡單之算法，量驗各組管中出入之水，而察知冷化之程度：欲知祛熱工作所需之時期，須考定以下各數。(一)已經進行之日數(二)混凝土最初時之熱度。(三)水由各組水管流入時與流出時熱度之差數。(四)完成冷化工作所需之日數。(五)混凝土之規定最後熱度。此各項數字內如有爲章程所規定，或由實驗得知者，則其餘未知各數皆可用該局之圖表推算。混凝土初築時之熱度，係于未祛熱之前，以反應溫度表裝置在兩涼水管中間之混凝土內並插入水管中淺深不同各處測驗得之。俟各組水管區域內均經測驗後始進行祛熱工作。墾殖局又規定各祛熱水管中最適宜之流量爲每分鐘四加侖，唯以各迴環管綫長度不齊，水之由每組管中經其所屬之分送管以流轉者，須加調節以抵補其流量之差數。故每迴環綫均設置水表直接量取其流量。在每層水管始經安設備用之時，即調節各迴環綫之流量，俾適合于每分鐘四加侖之數。當祛熱工作進行時，冷化進程之試驗，係由每組管出入口之活塞，以量熱瓶提取水樣，直接以溫度表探入而得其溫度，再以所得之數，計算混凝土之平均熱度。或令任一迴環管綫之水停流四十八小時，使混凝土之熱度得以均平，然後以溫度表探驗管中之水，水停管中所受混凝土之平均熱度，可察知矣。故每層水管之祛熱工作，是否完成，既可由埋于混凝土中之溫度表直接得之，復可驗每組管中出入流水之溫度而知之。設有一組水管，其冷化工作已達到最後需要之溫度，管中流轉之水，即可停止矣。至由機器房供給壩內之預冷水與冰凍水，其總數量可由全部迴環綫數而知之，蓋每組迴環管之流量，爲每分鐘四加侖故也。

當壩身每段高度五十呎祛熱已畢，即可灌漿。凡混凝土因抽縮而發生之裂縫，有由內及外而四射者，有沿外面而作環形者，均以洋灰漿填實之。已祛熱各段之壩身所掛橫頭管與腳手板等，亦可由槽內移去，而此八呎之槽，亦乘灌漿之便，以混凝土填之。以上祛熱與灌漿工作，既于壩身之寒熱漲縮，特加注意，因能結合各段五十呎之混凝土共成固體。祛熱既畢，灌漿適宜，此壩之設計者乃可確信此壩受蓄水之重壓，其抵抗力量，必能恰符預計矣。



倫敦東北鐵路東北區養路工作規程

郭懋誠譯

原文見英國鐵路公報 Railway Gazette 第六十二卷第八期一九三五年二月二十二日出版

倫敦東北鐵路東北區新訂養路工作規程，已由一九三二年一月一日起實行。其一九三五年發給全區各總監工監工之工作日歷，係用夫士急紙五頁，每頁各有正副，共爲十紙，外加紙皮，製成簿冊。第一頁係通則，其文如下。

- 一 日歷內所列每週工作，須切實遵行。惟遇有意外事變或由總監工指派他項工作時，不在此例。
- 二 遇有事變時，所有必須舉辦之護路工作，應即舉行，不必候示，亦不必拘于日歷。
- 三 凡日歷所列工作，總監工不另頒訓示，各監工應尅期逐項舉行。惟另有訓示者不在此例。
- 四 遇有下列情形時，得由總監工頒發訓示，指派他項工作。(甲)日歷所列各項工作，在定期以前完竣。(乙)日歷所列某期工作，某段不須舉辦。

五 一切工作，各當事人均須繼續努力進行，俾全段能于限定期內全工告竣。

第二頁爲一九三五年分每週工作日歷，其式見後。

末三頁載各項規則如下。

一 檢驗軌座釘楔及軌尖轍叉之螺栓並校正軌距。

本期應遵總監工指示，將軌座釘楔悉行釘緊，如有壞者應即更換，並將軌距重行校正。

所有各整飭栓楔期內發而未用之栓楔，應于每期之末，立即繳還總段料廠。

* 注 按英國各路係用牛頭鋼軌故有軌座及楔等設備

二 抽換軌枕

抽換軌枕期開始時各處所存軌枕，應于期內悉數換入軌道。其鋪設之距離，應聽總監工指示。

新軌枕不得施用於岔道上。

抽換軌枕所需之軌枕，係隨時撥發，不限于規定之兩星期。應于整理軌道期及視察週內鋪設。

三 視察週

此各星期內應行之工作，應由總監工頒發訓示，指派進行。各段所存軌尖轆叉及圍欄料件，應于本期內敷設。

四 整理軌道

本期內先將全段情形迅速查驗後，將最惡劣各處首先修整，然後進行改正軌向，提高軌面，填實道渣，調正軌座，改正超高及交叉水平，及除草工作。如全段工作，不能于期內完成，應于以後各期，由前期已竣工地點起，繼續進行。

填實道渣 填渣時，所有軌枕，應以重力擣擊，試其承托是否穩固，并于列車經過時察其是否下陷。凡兩端嵌緊 *and bound* 之軌枕尤宜注意。如軌枕承托不固，應即妥慎填實，鋼軌兩側約各填一呎寬。遇有兩端嵌緊之軌枕，須先將兩端下道渣鬆動，然後填實。

調正軌座 如鋼軌在軌座上承托不固，應取出其楔，用搖桿 *sway lever* 將軌枕軌座提高，令緊貼鋼軌，然後加楔。如軌座係英國標準式，須將楔倒轉釘之，或改換新楔，然後填實軌枕。曲線超高及直線上交叉水平，應用水平儀及測標

the spirit level & blocks，在密距各點，詳細測驗。超高如有不合，即照超高表改正。如交叉水平不合，即將雙軌取平。除草及修治溝坡，應與整理軌道同時辦理。抽換軌枕條下所列應換之軌枕，應于本期內敷設。

五 焚草

鐵路兩傍枯草，均應燒淨。瓦礫渣滓應盡力除清，令地面光平，以資割草時期之便利。此項工作，須于三月十六日以前完竣。

六 糾正爬行鋼軌改正漲隙及油潤魚尾鉸

如有爬行鋼軌須加糾正及漲隙須改正者，應由總監工籌畫辦理。

油潤魚尾鉸時，應將每對魚尾鉸完全摘卸。其貼附鋼軌之邊緣以及螺絲均加油後，仍照原狀安妥。未安魚尾鉸前，應詳細檢驗軌端有無損壞。如有裂損之魚尾鉸，即須更換。

七 清換道渣除草及修治溝坡

(甲) 石渣 用人工清理石渣，各軌道應照下法分次舉辦。先將一枕隙內石渣完全取出，次將鄰隙用鋤掘鬆，深至枕底之下約五吋。枕下石渣，除兩端下六

時長應掘鬆外，除均勿動。已掘鬆之石渣，用渣叉攪令淨潔後，填入騰空之枕隙。遺下碎渣塵屑，用鏟清除，以深至枕底下約五吋爲度。其除出之渣塵，應勻平攤敷于路台。其餘枕隙均照此處理。

(乙)灰渣 *ash ballast* 在各清渣期內，所有污廢灰渣應以新料盡量更換。軌節處如有積水，尤宜注意其洩水。

(丙)各處應除之草及應修治之溝坡，應隨地同時辦理。

(丁)溝坡外邊草類，應用鏟刀割平，自溝坡頂向外展至二呎。溝坡上叢生野草，均須芟淨。

八 割草及焚草

每段應割草若干，應由總監工頒示飭辦。總監工監工須早日籌備應用器具，如鏟刀叉耙之類，俾割草工作能尅期舉行。所割之草，如有乾燥能燃者，應卽耙聚成堆而焚之。耙時須注意，勿令坡面上有所遺留。每值天氣乾燥之日，即乘時焚草。

九 清潔暗溝明溝

凡設管之邊溝橫溝，須用長桿疏治。凡路側明溝須完全清潔。此項工作應由各段之一端起，循序進行，以迄全段完竣。

十 修治藩籬及圍欄

所有藩籬均應修治潔淨。芟割之草，聚而焚之。惟籬根不可掘動。自生叢樹，亦應芟聚焚毀。路坡如有缺損，並應修平。立柱應令直立而穩固。鐵線應令緊飭。圍欄之橫桿遺失毀損者補換，鬆者釘緊。

十一 全段釘楔工作

自四月以至九月，每星期六日之晨，全段工人應舉行釘楔工作。各楔均須緊固。必要時，可于楔後加置墊片。 *Shims*

十二 油潤軌尖

油潤軌尖工作，應于指定日時舉行。大率均在日間最後數小時，須于極短期內完竣。

一九三五年 倫敦東北鐵路東北區養路分週工作日程

六星期	號訓示	應行工作	各工作週
	1	尖軌及楔釘座軌驗檢 距軌正校栓螺之又轍	日1月1 日7 "
	2	道軌入換數悉枕軌之換備處各	日14 "
	3	及又轍尖軌存所 週察視 設安數悉內期本于應件料欄圍	日21 "
	4	天氣適宜時焚燒 (訓示第5號) 向軌改並實填高提(甲) 平水又交及高超正 草除(丁)座軌正調(丙) 道軌入換數悉枕軌之換備處各(戊)	日28 " 日4月2 日11 " 日18 "
	6	並隙漲正改行爬正糾 飯尾魚潤油	日25 " 日4月3 日11 "
	3	及又轍尖軌存所 週察視 設安數悉內期本于應件料欄圍	日18 "
		尖軌及楔釘座軌驗檢 距軌正校栓螺之又轍	日25 "
	4	道軌理整 改(乙)向軌改並實填高提(甲) 平水又交及高超正 草除(丁)座軌正調(丙) 道軌入換數悉枕軌之換備處各(戊)	日1月4 日8 " 日15 " 日22 " 日29 "
	7	渣道換清 坡溝治修並草除 穢蕪邊路割芟	日6月5 日13 " 日20 " 日27 "
	3	及又轍尖軌存所 週察視 設安數悉內期本于應件料欄圍	日27 "
	4	道軌理整 改(乙)向軌改並實填高提(甲) 平水又交及高超正 草除(丁)座軌正調(丙) 道軌入換數悉枕軌之換備處各(戊)	日3月6 日10 " 日17 " 日24 "

按照總監工訓示工作

全段釘楔工作

六星期	號訓示	應行工作	各工作週
	8	草焚草割 草除道軌段全	日1月7 日8 " 日15 " 日22 " 日29 "
	1	尖軌及楔釘座軌驗檢 距軌正校栓螺之又轍	日5月8 日12 " 日19 " 日26 "
	4	道軌理整 改(乙)向軌改並實填高提(甲) 平水又交及高超正 草除(丁)座軌正調(丙) 道軌入換數悉枕軌之換備處各(戊)	日2月9 日9 " 日16 " 日23 " 日30 "
	3	及又轍尖軌存所 週察視 設安數悉內期本于應件料欄圍	日7月10 日14 " 日21 " 日28 " 日4月11 日11 "
	7	渣道換清 並樹叢生自及草雜籬藩 欄圍理修	日18 " 日25 "
	3	尖軌及楔釘座軌驗檢 距軌正校栓螺之又轍	日2月12 日9 " 日16 " 日23 "
	4	道軌理整 正改(乙)向軌改並實填高提(甲) 平水又交及高超正 草除(丁)座軌正調(丙) 道軌入換數悉枕軌之換備處各(戊)	
	2	道軌入換數悉枕軌之換備處各	
	3	及又轍尖軌存所 週察視 設安數悉內期本于應件料欄圍	
	4	道軌理整 改(乙)向軌改並實填高提(甲) 平水又交及高超正 草除(丁)座軌正調(丙) 道軌入換數悉枕軌之換備處各(戊)	

全段釘楔工作

按照總監工訓示工作

著 述

關於機煤之研究及其選擇

楊天章

機車用煤，(一)要發熱量大，(二)要容易燃燒，(三)要灰分及爐渣少，(四)要少含硫黃。茲將適合於此四要件之煤，分別種類，略記於下。

褐色煤(褐炭)

此煤之礦化程度最淺。曝露於空氣中，吸收空氣中之氧氣，風化最速。其品質低劣，有固定炭素缺乏，發熱量甚少，水分含量，超過百分之十六，灰分含量，超過百分之二十五者。故此種煤不適於機車之用。下列褐色煤數種，以資參考。

水分	揮發分	固定炭素	灰分	硫黃	焦結性質	發熱量
五·四八	四二·〇八	三四·八四	一七·六〇	一·一九	不粘結	六一一四加里
四·二二	三八·一八	四五·三二	一二·二八	二·一九	全上	六三四〇加里
一五·九四	三〇·七六	三〇·九四	二二·三六	四·五七	全上	四三〇六加里
一〇·四四	三五·四〇	三三·三〇	二〇·九五	〇·六〇	全上	五二一五加里

青焰煤（又名瀝青炭）

此煤之碳化程度，較褐色煤稍深。乾溜時能剩多量炭油，故有瀝青之名。正太路井陘煤，山西大同煤，東省撫順煤，日本北海道附近之煤均屬此類。此種煤可分（1）長焰不粘結，（2）長焰粘結，（3）普通粘結，（4）短焰粘結四種。其中長焰不粘結煤最適用於機車。長焰粘結煤如粘結性稍少者，機車用亦可。惟因其當燃燒時，發生多量煤氣，並能融結，故最適用於製造煤氣之用。普通粘結煤，火焰不長，粘結性強，粉煤亦能煉結成塊。因其能發高熱，故最適用於鍛冶之用。短焰粘結煤為火焰最短之粘結性煤。因其煉成之焦炭質最硬，且呈光輝，故最適用於製造焦炭。

粘結性煤之化學的組成及其粘結理由

煤之粘結，係煤當燃燒之際，成流動體後，復結合為塊狀。其粘結理由，為煤中生成炭油之碳化氫之化合物，由分解作用而生成難熔性物之結果，或關於其中所含氧氣之量，或與灰之成分，多少相關。如燃粘結性煤，供給充分空氣，則失其粘結矣。惟煤當粘結之際，有噴發多量煤氣而膨脹者，亦有噴發少量煤氣而不膨脹者。此種煤之固定炭素含有量，普通百分之四十至百分之六十。茲舉數例列左。

產地	水分	揮發分	固定炭素	灰分	硫黃	焦結性質	發熱量
日本北海道	二·一四	三六·八四	五二·七四	八·二八	〇·五八	粘結	七一六一加里
	六·一〇	三六·七〇	五〇·九二	六·二八	〇·二四	全	六八二〇加里
	一·一四	二九·四二	五〇·四〇	一九·〇〇	〇·四二	膨脹粘結	六七五二加里
東省撫順	二·八二	三六·二八	五四·三二	六·五八	〇·三二	全	六九六〇加里

山西大同	三·六八	二七·九五	六四·六六	三·七一				不粘結	八二六六	加里
全上	三·六九	二八·四六	六〇·九六	六·八九				全	七九二五	加里
全上	三·二七	二九·九一	五八·三九	八·四三	一·一〇			全	七一三六	加里
全上	三·二二	二九·四八	五九·〇〇	八·三九	一·五五			全	七一四〇	加里

無焰煤及半無焰煤

此煤之碳化程度最深。炭面有光輝。燃燒時發生高熱，揮發分甚少，固定炭素最多，普通在百分之六十以上。平壤，烟台，本溪湖，開平，陽泉等處煤，均屬此類。舉數例於左。

產地	水分	揮發分	固定炭素	灰分	硫黃	焦結性質	發熱量
本溪湖	〇·八三	一三·七九	六七·五六	二七·八二	一·五五	膨脹粘結	六八二四加里
開平	〇·八三	一九·四六	五三·〇九	二六·六二	一·二六	全上	六〇一三加里
烟台	一·〇三	八·二八	八〇·六五	一〇·〇四	一·五七	稍結	七三七三加里

煤中灰分及爐渣對於機車鍋爐之影響

煤灰及爐渣為完全無用物。灰量如多，不僅阻碍燃燒，且搬移投棄，亦甚費事。爐渣亦係同樣之害，並有時粘結於火床側部，阻碍通風及燃燒。冷後排除甚難。故灰及爐渣對於機煤之最多限度，灰須在百分之三十，爐渣須在百分之十以下。

上述之爐渣，雖屬有害，但完全不生爐渣之煤，以未燃狀態，從火床間隙落下，變為煤塵，飛散于煙室之量甚多。故有些少爐渣之煤，反為有利。

硫黃對於機煤之影響

含有多量硫黃之煤，燃燒時易成爐渣，且發生硫氧二氣。機車行駛長距離隧道，對於司機生火夫等鐵路服務員工，有害衛生，更不待言。故機煤中硫黃之含量最多限度，須在百分之五以下。

適於機煤之揮發物含量

機車之火床，每平方呎，每一小時，供給煤量，普通在六十磅以上，有時超過一百五十磅。故機煤以容易燃燒者為宜。欲容燃燒，非選擇揮發物含量多之煤不可。然揮發物過多，則固定炭素缺乏。固定炭素缺乏，則不能充分燃燒。燃燒不充分，則發生黑煙，減低鍋爐溫度，增加燃料消耗。徵之實驗，適於機煤之揮發物含量，宜在百分之三十五內外。

煤之重量及引火點

普通機煤之重量，為一立方尺四十一斤至四十二斤。如撫順煤僅重三十九斤。開平及本溪湖煤，有重四十六七斤者。機煤之引火點，以攝氏四百度至四百五十度為宜。最高青焰煤約攝氏三百七十度（合華氏七百度）。普通青焰煤約攝氏四百度至四百二十五度（合華氏七百五十度至八百度）。無焰煤之引火點，約攝氏五百度。

煤之分析及其組織成分

煤之分析，有原素與工業分析二種。原素分析，用於學術研究，並據以計算煤之發熱量。惟現今 Berthelot Mahler-Cook Bomb Calorimeter 精密發熱量測定器發明以來，檢查煤之品質，多用工業分析。用工業分析法分析煤中之水分，灰分，及揮發分等手續，於第四期刊中已經略述。茲將各該物質之組織成分，分記于次。

(甲)揮發物之組織成分 揮發物爲氫氣，碳氫氣，氮氣化合物，及硫黃化合物等組織而成。惟其組織成分，雖同種煤，如產地不同，成分即異。故其發熱量及物理性質，因以各異。大略言之，其中所含氫氣及碳氫氣之量，恒較多於氮硫等化合物。普通揮發分含量少者爲無烟煤。揮發分含量多者爲褐色煤。某學者謂含有百分之二十揮發物之煤，發熱量最多。但實際上，機車要急速燃燒，其揮發分之含量，以百分之三十五內外爲最宜。如煙台煤揮發分約百分之八，本溪湖煤揮發分約百分之十三，雖其發熱量十分充足，究不適於機車之用。

(乙)灰分之組織成分 灰之主要成分爲矽酸礬土，氧化鐵，碳酸鈣，碳酸鎂，碳酸鉀，及硫酸磷酸等。煤當燃燒後，爐渣之生成，及灰帶赤色，即灰中含有多量氧化鐵之表証。如灰中之氧化鐵，變爲硫化鐵，則証明煤中有硫黃存在。但煤中之硫黃亦有變爲他種硫化化合物者，爲其例外。

(丙)煤中所含固定炭素及焦結性質 由百分中減去水分，揮發分及灰分之和，餘即爲固定炭素之百分率。固定炭素量，在褐色煤中約百分之二十至四十。在青焰煤中約百分之四十至六十。在無焰煤約百分之六十以上。至煤之焦結性質，是否膨脹及粘結，恆以肉眼視察之。

(丁)煤中所含硫黃分之測定 稱一定粉末煤樣(普通一格拉母)置於白金坩堝中，混入氧化合劑(氧化鎂二格拉母及碳酸曹達一格拉母)。最初以極微火熱十五分鐘至廿分鐘後，再灼熱一時間，至於碳素分全消失爲止。(坩堝底無黑色物剩餘)次用冷蒸溜水溶化移於六百cc之玻璃杯中，加入約十cc臭素水(Bromine water)，稍溫熱後濾過。其濾液中，加十cc稀鹽酸水，令該液變爲酸性，再行煮沸。後加二十cc之滾鹽化銀液十cc，以沈淀其硫酸銀，然後用常法定硫黃量。

煤之發熱量 現今專用 Berthelet Mahler-Cook Bomb calorimeter (馬拉氏測熱器)，將其中通入壓縮氧氣及電流

，令燃燒該器內裝入之末煤，以熱其周圍之水。依據此水之溫度上昇，測定煤之發熱量。

煤之實際蒸發量計算法

依據煤之發熱量及蒸汽潛熱，雖能求得理論上之蒸發量，然與實際之蒸發量，稍有差異。今將機車置於特種試驗裝置上，令機車運轉，以計算其試驗中消耗之煤水。又另外測定蒸汽壓力，空氣壓力，蒸汽乾燥度，給水溫度，從給水器洩漏之水量，及其溫度，則可算出對於煤一磅，水之相當蒸發量。依此法所得結果，非煤之理論上之蒸發量，是理論上之蒸發量乘以鍋爐效率之相當數也。其算法如左。

假定 γ 為試驗中送入給水器之水量(磅)

C 為試驗中從給水器漏出之水量(磅)

T₁ 為給水之平均溫度(華氏)

T₀ 為從給水器漏出水之平均溫度(華氏)

H_p 為試驗始終鍋爐水之差異(磅)

L_b 在試驗中平均鍋爐壓力之蒸汽一磅之潛熱(BTU)

S_b 為一磅水從 320°(華氏)在試驗中令鍋爐壓力昇至相當時所需顯熱(BTU)

W 為試驗中消耗之煤(磅)

γ 為試煤之水分

\times 為蒸汽之平均乾燥度

$$\text{煤一磅相當之蒸發量} = \frac{\{A(\pm b) - C\}xLb + (A - C)(Sb - Tf + 32) + C(T_o - Tf)}{965.8 \times W \times (1 - y)}$$

二百十二度(華氏)水一磅，化爲二百十二度之蒸汽，所要熱量，假定爲九六五·八 BTU。下舉一例

A = 12,037 磅, C = 50 磅 Tf = 58.4, T_o = 131°

蒸汽平均壓力 = 161.4 磅, 消費煤量 W = 2.274 磅

蒸汽乾燥度 x = 0.979 煤之水分 y = 0.0894

鍋爐之水準 b, 假定試驗前後不變, 由蒸汽壓力及空氣壓力算知其 (Lb) 蒸汽潛熱 = 852.4, 及 (Sb) 蒸汽顯熱 = 343.7

代入上列方程式如下

$$\begin{aligned} \text{煤一磅相當蒸發量} &= \frac{(12,037 - 50) \times 0.979 \times 852.4 + (12,037 - 50) \times (343.7 - 58.4 + 32) + 50 \times (131 - 58.4)}{965.8 \times 2.274(1 - 0.0894)} \\ &= 6.90 \text{ 磅} \end{aligned}$$



鋼筋混凝土工作之雜述

馬容驥 二十三年
十二月

本路綫包段最近應建橋梁甚多，洋灰混凝土工作，實居大部。惟西北工人多愚拙呆惰，指導匪易。各工頭對此種工作，復乏經驗。監督無方。著者爲利明年工事計，試就工地之觀察，平素所涉獵，草述此篇。擬贈各監工資爲借鏡。敬請指正。是幸。

一，材料之考驗

(一) 淨洋灰

本路橋工所用者，皆爲唐山啓新公司之馬牌洋灰。製造之法，係以唐山所產石灰石軋碎成塊，再加粘土，依正確比例，透徹混合。入窯烘燒，經華氏二七〇〇度上下之高熱。直至開始熔融，取其燼塊，磨爲粗粒。加入適量石膏（按其作用爲減緩凝結速度），再磨成細粉，是爲淨洋灰。本路所用者，皆用袋裝。每袋重百九十二磅。此灰推行華北，成績尙佳。茲照錄該廠洋灰試驗報告單一紙附後，以備參考。

普通洋灰試驗計有五項。（一）成分。（二）細度（三）凝結時間。（四）一比三灰沙之引力。（五）健全性。洋灰之成分，係用化學分析測定。最應注意者，（照美國標準）爲燒蝕（即燃燒損失量）應不逾四·〇〇%。不溶解質不得逾〇·八五%。三養化硫不得逾二·〇〇%。養化鎂不得逾五·〇〇%。此與啓新公司報告單所列之英國標準相差無多。啓新試得之數，亦與此二種標準相合。

洋灰之細度愈高，則其分子之活動性愈強，製成膠沙之程度愈高，而其和沙量亦愈大。考驗法係以篩法測定。

按美國標準第二百號之篩餘，不得逾全重之二二%。普通洋灰第二百號之篩餘，約在五至一〇%之間。啓新灰第一百七十號之英國篩餘，僅及六·九%，頗稱相宜。

洋灰凝結時間之長短，隨其用途而各有所宜。例如澆製混凝土，不可在未澆製前即已凝結，亦不可在澆置後久不凝結。如用於水下之建築，則利在速凝。測定之法，皆用維卡針 Vicat Needle。按美國標準，始凝不得少於四十五分鐘。終凝應在十小時以內。均與啓新試驗數目約略相符。

洋灰膠沙之引力，可無需測試。惟試驗較易，可以表示洋灰之抗壓力。按美國材料試驗協會標準，一比三膠沙樣品，先置在空氣中一日，後置在水中六日，應有每方吋二〇〇磅之引力。又先置在空氣中一日，後置在水中二十七日，應有每方吋二七五磅之引力。與啓新試驗數目亦合。

洋灰之健全性，即其強度不易減退之性也。凡洋灰在凝結後，或因寒暑裂脹而起破裂者，即為不健全之表示。著者曾依美國標準試法，將正則稠度之洋灰糊攤在玻璃片上，作一圓餅。直徑約三英寸，中心厚約半英寸，由中心向外逐漸減少，成為薄邊。此餅置在潤濕空氣中（將餅置於籠屨內，屨架鍋上，鍋中有水微溫。）歷二十四小時後，置在沸水上方（仍置屨內，惟使水沸。）歷五小時而觀察之，尚無破碎裂縫崩解等現象。

(二) 沙

欲選擇最優美之沙，當注意三點，即（一）清潔，（二）尖銳（三）粗糙。

清潔為選沙最要之條件，但觀察之法，不能全憑目力，必須有精確之試驗。最可靠之試驗法，莫如用所選沙料合灰作成蜂腰形灰磚樣 Bricks 而試其引力及抗壓力，更同時在相同環境下，用標準沙料合灰作成等式之磚樣，而與前者比較其引力及抗壓力。如前者較佳，或與後者相等，即可採用。著者因段內無試驗之設備，乃用下述方

法，先將沙樣用水淹覆而透徹混合之，使沙中之一部細末見水溶解，少停再將水澄出。如是反復爲之，直至洗沙之水清淨爲止。繼令淨沙乾透而試其重量，與沙樣之重量相比，即可算知所含雜質之百分率。茲將試驗結果表列於下。

沙之清潔試驗單

沙別	沙樣重量	洗淨後重量	雜質重量	雜質與沙樣之比重
畢克齊沙	2.5 兩	2.47 兩	0.03 兩	1.2 %
703 橋下沙	3.0 兩	2.96 兩	0.04 兩	1.33 %
包頭站內沙	2.94 兩	2.90 兩	0.04 兩	1.36 %

註：上述雜質僅限於可以溶解洗去之泥污穢質

按美國標準雜質不得逾全重 3%

比較沙質尖銳之法，可憑目力之觀察，或置沙兩掌間，合而搓擦，聽其聲響而審定之。

沙之粗細，例應過篩以求篩餘之百分率。惟段內無此設備，故未得試驗。總言之，段用三種沙料，按粒狀之粗細分配，以畢克齊沙爲最佳。703 橋下沙次之。至包頭站內之沙，稍嫌太細，不宜用作混凝土。如在工作前將沙料沖洗一次，亦可勉強應用。究以採用畢克齊或 703 橋下者爲相宜。

石渣 製良好之混凝土，用碎石或圓石皆可。但須質地緻密，不易分解，強韌耐久，不含雜質（如鹼及有機物等）其顆粒應略作圓形或方形。至於平扁或成長條者，則以不能攢聚密實，故不能用。顆粒大小，不可一律，須粗細參雜得宜，方克聚結嚴密。顆粒之小於四分之一英寸者，應篩去。其最大限度，隨混凝土之用途而定。如用於

龐大建築類基座寬牆橋墩等，可以二英寸半爲限。如用作鋼筋混凝土或薄牆細柱及小件構造物等，常以一英寸爲限。石渣爲混凝土之中堅成分，顆粒大則用灰之面積小，故以少量之洋灰，可得相等之強度。包頭段橋工所用石渣，大部皆爲沙石（係由河光石砸碎者）。皮面白亮，質地堅硬。試以純鹽酸少許滴石面上，不現分化作用。其石質堅密，可見一斑。所餘少部，即爲石灰石。有黑綠淺綠及紅黃等色。加鹽酸數滴於石面則起白沫。其石質雖不若前者之堅硬，亦緻密可用。按沙石及石灰石用作混凝土，均爲上中之材料。

水 製混凝土所用之水，應新鮮清潔，不含油質酸質及各種有機質之類，且須能作飲料。若水中含有油質，則水面浮現油層。若水爲酸性及鹼性，可用紅藍試紙 Litmus Paper 驗之。如紅色試紙變藍色，則水含強烈鹼性。如藍色試紙變紅色，則水含強烈酸性。如試紙不生變化或變化不顯著，則尙可取用。若水經試驗不合于用而勉強用之，其影響混凝土之強度必甚大。考水對混凝土之功用有四。（一）與洋灰化合爲膠漿以資粘固石沙。（二）使膠漿易於流動，得入石沙空隙，膠密周到。（三）使混凝土易於流動，便於澆置工作。（四）水之本身，在混凝土中，亦自佔地位。包頭段橋工用水，爲取求便利計，皆傍橋挖井，就地取水。水中雖含泥沙少許，但尙新鮮，不含油酸等質。以紅色試紙試之，尙無變色情形。

鋼筋 以鋼面粗糙不光者爲最佳。普通建築用鋼，多屬柔鋼。mild steel 至硬鋼則多含炭質，其性較脆。但用於龐大寬厚混凝土中，尙無危險，因鋼外之混凝土，足以抵禦震動而爲之維護也。

本段橋工所用鋼筋似嫌稍脆。爲慎重計，曾請唐山大學試驗，其結果如附表。

模板 多用松板爲之。包段各橋，灰梁厚重，採用三吋板，頗爲合宜。普通房屋梁柱及牆飾小件構造等，以用二吋板爲省費而便利。

二，原料之初步處理

洋灰 如非桶裝而為袋裝，運到工地時，不可久置不用，致有受潮變性之弊。灰堆下應墊以枕木，以透空氣。上覆蘆蓆，或加蓋枕木，上抹草泥，或用其他防雨材料。應特別留意者，為最下層近地之洋灰。

石渣沙子 須防其含有泥污及其他雜質。應在工作之前，先用篩篩過，去其碎末，再用水洗滌。洗滌之法不一。包頭段所用者，將石渣放入柳筐中，繫筐入水而左右震盪搖動，使其中泥污隨水漏出筐下。此法簡單易行。惟工人厭煩，往往筐一入水，即時提出，致有洗滌不淨之弊。如能將石筐放置斜槽內，自上向下用水沖洗，槽之下方有網，污水挾雜質由此漏去，似為較妥，惟少費工耳。更有將石渣置入螺旋式運送器中，自下上升，與下流之水相遇而洗滌之。此法須有特備之器具。冬季用筐洗渣，須將筐中水漏淨而後堆置一邊。否則洗後之渣含水過多，必有凍結之弊。

鋼筋 鋼筋宜有糙面，既如上述，故鋼面微附薄銹，實利於粘灰沙而無傷於鋼筋。若生銹過厚，則用鋼絲刷刷之。或用極薄鹽酸沖洗，再以清水沖淨。惟鋼上塗有油質者，萬不能取用。按實際言之，鋼筋細綁就緒後，或因落雨及其他原因而生銹，即用鋼絲刷刷之，或鹽酸沖洗，亦不能除淨其銹，故鋼筋綁妥後應即澆打混凝土，似為愈也。

模板 模板在釘模之先，應用鉤鉋光一面，使其平滑。以免工成拆除模板時，有粘帶灰皮之虞。

三，材料之運送與放置之法則

開拌混凝土之前，須先運送材料。其數量之多寡，應由工程司預計準確。甯令有餘，勿令不足。若值工作緊急之際，有一種材料不能供給，則全班工作勢須停頓。造混凝土工作，最忌中斷悞時。

鋼筋之尺度，每根長四十英尺。運發時每由中部彎成兩股，以便裝車。但彎曲處特應注意，務令彎成平緩之半徑。否則用時再向外彎回，易有折斷之虞。運送及裝卸鋼筋時，應注意放置，不可任意拋擲，以致傷折。至裝卸彎成之鋼筋，尤不宜揮擲，以免改變其形式。放置石沙時，應先審度拌灰之地點。務使石沙堆集灰盤之左右。俾開盤拌灰時，可免挑擔遠取之煩。

彎綁鋼筋與釘造模型

彎曲鋼筋之要點有三。(一)工作敏速有序。(二)鋼筋彎成後，須直斜合度，尺碼準確。(三)不傷鋼筋。欲工作之敏速，彎曲鋼筋時，應分別樣式。每一種尺碼應一次作完。然後再作他種。若截取材料，須遵工程師之指示，不可任意截取，致剩無用之短鋼。求鋼筋之合度，須巧用器具，嚴守尺度。本段彎鋼之法，在木案上裝釘二鐵槓，將鋼筋夾置二槓間。再用一鐵拉桿，桿端有槽，可以關套鋼筋，向前後拉動。此法頗迅速簡易，成績甚佳。彎時須緩和用力，不可猛動，以免傷及鋼筋。尤不可將鋼加熱而後彎之。

彎半吋徑以下之鋼筋，在案上釘裝二短柱(鐵槓)。一柱上套置角鐵一根，可以繞柱旋轉。角鐵之他端有柄，可以手持推動。將鋼筋夾置案上一柱間，其一部置於角鐵槽內。推動角鐵則鋼筋即隨之彎動。此法頗簡易靈便。

綁置鋼筋 (一)鋼須潔淨無厚鏽(輕微之薄鏽尚無妨)。(二)鋼筋交接處須注意綁牢。所用鐵絲，應在事前截成適宜長度。綁時用一鐵環鈎扭結鐵絲，關住鋼筋。法頗敏速。鐵環鈎一端有環，以便持轉。他端有鈎以利扭結。(三)墊鐵方法，鋼筋離模板之尺寸，若憑手工擺放，則勢難準確。且擺好之後，在澆混凝土時，因灰壓棍觸之力，亦有移動之虞。妥善之法，在國外有在鐵下加置 Bar spacer 距規者，其樣式不一。茲擇述三種，以備

將來採用。(甲)距鎖 Locking spacer，用一條扁鐵，橫墊鋼筋下。在放鋼筋處作成下垂突緣，與鋼筋距模板尺寸等高。鋼筋左右伸出二鐵邊拴，堅抱鋼筋不少動。(乙)距鞍 Adjustable saddle 爲鐵葉所製，其形如鞍，鞍腿與鋼筋距模板尺寸等高。鞍槽可以拴放鋼筋。(丙)距椅 (saddle chairs)，用硬鐵一方，剪成四尖葉。二葉向上彎，二葉向下彎，如椅。椅腿釘入模板。但所入不深，拆除模板時尙無困難。

四，模板之設計

當注意三點，(一)結構穩固，支撐牢實(二)接縫嚴密，不容滲漏。(三)構造簡單，易於拆除。偶有損壞，易于修理。

第一點應注意模板厚度之選擇。段內橋工因形體高厚，重量過大，又值初冬開工，新混凝土內含水不易發散，故採用三吋松板，頗爲適當。至普通輕微之構造，則以二吋松板爲輕便經濟。至於結構，必求精細，勿使地位參差。須用相當之支柱及斜柱支撐結實，務能承受濕潤混凝土之下壓力及旁壓力，不致改變形勢而後可。在受風之處，更須加用禦風撐條，以防危險。第二點，採取板料，應求經過適度之暴露者。不宜過乾，亦不宜過濕。過乾則見水膨脹，致有改變形式之弊，過濕則遇風抽縮，接縫露隙，必致滲漏灰漿之弊。故板型造就之後，應用麻絲密塞縫隙，速灌洋灰。若浮置日久，則不論風雨，皆足改變板型之形式。第三點，當籌製板型時，務令構造簡單，便於拆卸，而不受大傷。如此則板型可反復使用多次。其費用由前後工作分攤，自當經濟。板上用釘之處，愈少愈妙。作板型之木匠，爲省事故，往往用釘甚多。其實不用釘而只用支柱夾條與木楔，亦可夾實。縱在必須用釘之處，亦不可將釘全行釘入板內，須留釘頭突出板面少許。如此則起釘之時，一撬便出，可免挖傷板面之弊。模板之一面，須匏成平滑。澆放混凝土前，須將板內一切木屑灰渣除去。再用白灰薄漿或軟胰皂塗刷模板裏面，

使其不與混凝土黏合，以期便於拆卸。

五，混凝土之配料

混凝土應隨其用途而定配料之標準。如供造路面作台階者，則當能耐磨蝕。如供建築橋梁及房屋者，則當求堅固。如作水池水管者，則當求不透水。欲求上述諸種優良性質，不應專恃多用洋灰，而當注意於配料法。否則徒耗洋灰，亦無濟於事也。

配料法之最普通應用者，為任意選配法。

此法乃由工程家根據經驗，審查混凝土之用途，斟酌材料情形而定配料之比例。其原則在求得最大實度之混凝土。按混凝土，若所含洋灰量相同，製法亦同，則其實度愈高者，其強度，不透水性，及耐磨力均較佳。假定不含過細顆粒之粗粒料，需用百分之四十至百分之六十之細料以填滿之，平均為百分之五十，即用石渣二斗需沙一斗也。故一二四，一四八，一三六，一五〇之配比，均常用於本路。至普通鋼筋混凝土工作，如包站票房房頂屋柱及洋灰板梁，以用一二四配比為最宜。此外其他較新之配料法甚夥，惟不若前者之簡單易行。茲不贅述。

配料之量法 普通量灰一立方呎（按平常鬆度），重計八十三磅，而啓新洋灰每袋重百九十二磅，故每袋洋灰可用于兩盤而餘三分之一立方呎。但量沙石之時，均須按照同等之鬆度量之。本路量石沙之法，向用荊條筐量度。計三筐之容積，約合二立方呎。工人將石沙盛入筐中，點合數目，即可傾倒灰盤中，開始拌灰。法雖敏捷簡易，但工人之勤惰不一，裝筐之盈虧不均，故所得之配比，亦難一律。擬於明年施工時，特製無底木箱，高度定為十吋，寬一尺六吋，長為一尺七又五分之一吋；則容積適為二立方呎。再製一箱，高為十吋，寬為一尺八吋，長二尺十又二分之一吋，則容積適為四立方呎。先將此無底木箱平置盤上，再將石或沙傾入箱內，使其上面與邊框

齊平。所得體量，當較準確。

六，水量之研究

據書報之討論，多謂混合混凝土時，用水愈少，所得之強度愈大。故多數工程家寧在混合時使其少乾，不使太濕。惟過乾則洋灰不能完全與水化合而成適度之膠漿，其膠結石沙之黏力必自減低。如混合過濕，則膠漿又稀薄無力。蓋以洋灰凝結時，即成結晶體，因晶形之交相結固，乃生強度。惟須混合洋灰時，用水適在飽和狀態，乃可發展結晶。若用水過當，則能影響其強度，至百分之四十之多。又查水之功用，可以濕潤石沙，使膠漿得以填注縫隙而成嚴密之結合。若用水過多，則多餘之水恒在混凝土凝結後而蒸發離散，以致混凝土中發生細孔而有體質疏松之弊。但據美人 J. W. Sussex 所試驗混合濕度與成品強度之比較，則其結果又有不同。茲表列於下。

凝固時間	每方吋之最大強度之磅數		
	乾	少濕	濕
七 日	1200	1340	1280 1330 1040
一 月	1750	1960	2290 2560 2230
三 月	2500	2600	2150 2590 3040

試驗時以一三六配比之混凝土為準。用三等不同之濕度及輕重之搗觸，作成四十五個六吋立方體。表內各數，係以同法試驗三次所得之平均數。按表中所示，凝結三月之混凝土，以混合最濕者之強度為最高。凝固七日或一月者則以混合濕度居中者為最高。又查美教授亞布藍斯氏 D. A. Abrams 試驗用水率與成品強度之關係而得曲線

圖(甲)所示之結果。所試驗者，爲六英吋徑十二英吋高之圓柱。其配料比量，自淨洋灰糊至一：十五不等。所試驗之材料，自能穿過每英寸十四線之篩者起至穿過一英寸半孔之篩者爲止。所試驗之用水率，亦復大小懸殊。察所得曲線，則見強度與所用洋灰與石沙之比量無關，而繫於用水率之大小。且用水率愈小則強度愈大。惟實際上工作時用水率亦不能過小，必以混合物乾濕合度，洋灰得竟其膠化功用爲準則。如水合石沙洋灰後，可以攪拌均勻，無灰乾缺水處，亦無過量水分流出石沙之外，則用水即爲適度。據亞布藍斯氏試驗混凝土擠壓強度與含水量之關係，又得曲線如圖(乙)。由此曲線，可見 AB 一段，強度隨含水量而增加甚多。過此則含水量增加而強度反減少。其減少由速而緩。如 $BCDEF$ 一段所示含水量過少之混凝土，如 AB 一段者，用於尋常建築工程，多嫌過乾。但在製造混凝土磚洩水管等項須用較乾混凝土者，則頗相宜。造路所用混凝土之含水量，如 C 點所示。建築工程所用混凝土含水量，則常與圖中 D 至 F 一段相當。用此種潤濕之混凝土，其強度僅能得最大強度之百分之三十。由此可見鋼筋混凝土中之水量，以能令混凝土在板型中緩緩流動爲宜。

由亞布藍斯氏之試驗與用水率之原則，又得用水數量與混凝土強度之關係曲線如圖(丙)。照此曲線所示，如欲求強度二千磅之混凝土，每立方呎洋灰當用水六·五加侖，即每一立方呎洋灰，當用·九立方呎之水也。

七，混凝土之混合

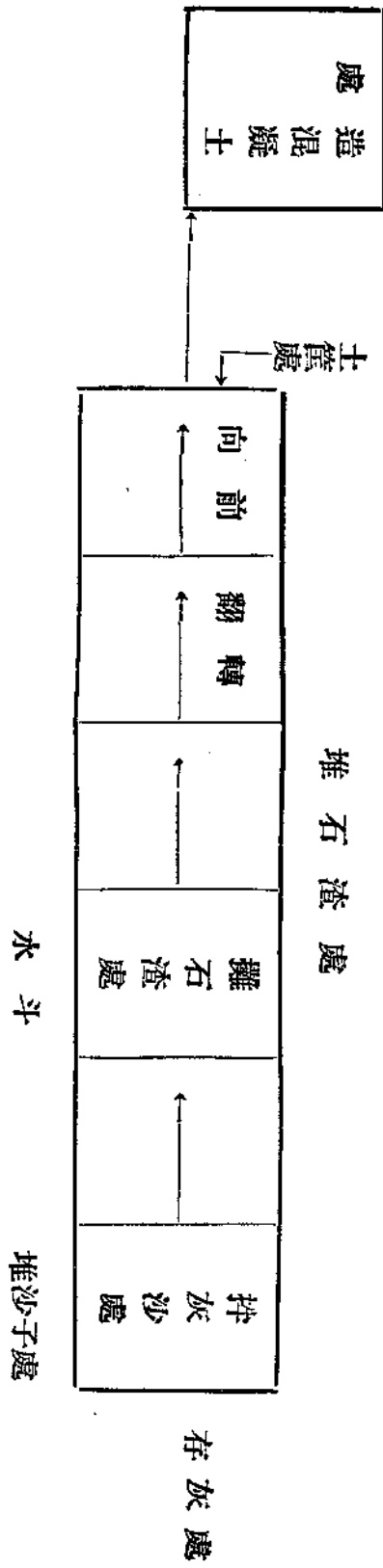
混合混凝土最當注意者，(一)量度精確。(二)混合透徹均勻。(三)用水合宜。量計石沙，可用上述定製之無底木箱。量灰即用一立方呎木斗。量水亦應特製定量之水斗。如是則工作敏速，配合準確，且全部成品亦可一律。若用機器混合，則混合機應附水箱，並安水表，以記進水之數量。如欲於最短時間內將各種材料混合透徹，成爲全部稠度均勻之混合物，則無論採取何種混合方法，均須將洋灰與沙子先行乾拌均勻，如此可免結成灰球之

弊。故所用沙子應取乾燥淨潔者，而石渣則不可全乾，否則吸取灰漿中之水分而令成品之結合硬化性減低。為害殊大。

石沙內常見有草棍泥渣，此應在事先洗濯石沙之時，及早除盡。彼司裝沙裝石之工人亦須隨時揀除。如至混合時仍有草泥，則開盤之工人不暇挑揀，其成品之結合必大受影響。至用水之多寡，可依上節之討論而規定之。

多量之混凝土，以採用機器混合法為最宜。且上述三要點均易作到。徒恃人工，其成品終難完善。

手工混合法應在混和盤上行之。最好用六張八呎長四呎寬之鐵板，並列平鋪，須不漏水。混合之時，先將沙平鋪盤面之後端，加洋灰於上。次將洋灰與沙乾拌之，反復翻動約三次，直至沙灰混為一色為止。另在盤面中部，將石渣攤平，加水少許，使其濕潤。即將混成之灰沙鏟起，加石渣上而拌合之。拌合後在中心作一淺穴，再加適量之水，乃鏟起四邊，向中心翻進。俟水全被吸收，再向前翻轉三次，乃翻至灰盤之前端。是時之石沙灰，即可混合透徹。



灰盤地位之佈置，應求其後端兩旁面一方靠近石渣堆，一方則靠近沙堆。盤之後端，宜堆積洋灰。灰盤之旁應置一水箱或水斗。灰盤之前端可用枕木一根緊鑲邊部。一可稍防灰漿外注，二可墊支灰筐或灰斗。灰盤之前端應直接用灰處以便運送。

用手工混合法，則工人之分佈，實為重要。按本路工作之情形言之，用一盤拌灰，工作七小時，可成六百立方呎之混凝土。其所需工人人數及分配情形，表示如下。

人	3	2	1	1	2	1	2	1	2	6	2	14	2	3	1
子子渣沙	沙	水	水	灰	灰	灰	筐	筐	筐	灰	盤				
渣渣															
裝抗倒裝	拾担	攪拌	裝拾	和	上	拾	倒	插	押						
共計	44人														

按上列人數計，每一百立方尺之混凝土，用工人七八名，每日工作七小時，即可竟事。上述情形，以地位不甚高之建築物為限（普通橋工及一層房屋之建築）。其他運送材料，洗濯石沙，安置板架，修正工作場地所需之工人，皆不在內。

人工混合與機器混合之比較

用機器混合，其利有五（一）混合透徹均勻。（二）用水適度，易於量計。（三）每次混合時間，可以隨意規定，可使前後一致。（四）機器之轉動，可始終一致，不似人工恒有疲乏之虞。（五）不須嚴密之監督。

用人工混合法，其利有三。（一）可免機器之設備與機師之僱用。（二）可省機器用油之消耗。（三）可免運

送及安置機器之煩。就本路言之，現時混凝土工作，尙不甚多。若設置混和機一具，用時固稱便利。事後閒置則大不合算。況本路工價素稱低廉，用人工混合法而嚴其監制，亦甚便也。

美工程師用一分洋灰一〇·一八分粒料試驗之結果，表列於下。

拉力試驗表

凝 結 七 日	
機器混合	人工混合
260	159
243	113
253	134
結果之比率	100
53	
凝 結 二 十 八 日	
294	231
249	197
274	211
結果之比率	100
77	
凝 結 六 月 後	
441	355
345	298
388	324
結果之比率	100
84	
凝 結 一 年 後	
435	369
367	312
391	343
結果之比率	100
88	

由上表觀之，機器混合者，其三種結果，皆相差不多。人工混合者，三種結果則相差甚遠。在凝結七日後，人工混合之成品強度，僅及機器混合者之百分五十三，及一年後可及百分之八十八。此頗堪注意者也。

混合之時間與成品之關係

混凝土之強度，實與混合時間有極大之關係。蓋以時間較大，則每粒石沙皆被灰漿包結，所成之混合物自必均

勻透徹。

Clarence Coleman 氏試驗之結果，頗足資借鏡。其試驗係用手工作成一比三灰沙之蜂腰形洋灰沙磚塊，混合時用一分鐘至十分鐘不同之時間。俟其凝結至七日及至二年後而試驗之。其結果如下。

強度與混合時間之影響

一比三灰沙膠塊

混合時間	水佔乾料	平均	拉力	之	磅	數
分鐘	百分之幾	七	日	二十八	日	三月
		六	月	一年	二年	
1	8.25	231.6	317	397	437	435
2	"	274.4	366	425	447	468
3	"	288.2	396	454	516	521
4	"	306.8	418	466	534	536
5	"	324.6	436	495	546	532
6	"	335.0	446	528	554	559
7	8.37	344.8	446	500	509	585
8	8.50	387.2	471	530	571	563
9	8.75	362.2	469	538	603	601
10	8.87	368.6	488	564	612	615

524

惟據經驗言之，如用間歇式混合機，須歷時一分半鐘，方爲透徹而得強度充足之製品。至其準確時間，則隨其機械式樣而略異。據亞布藍斯氏試驗，用間歇式混合機混合混凝土，其製品強度，隨混合時間而增加。在二分鐘以內，增加甚速。過此以後，則增加甚緩。又據H. H. Soffield教授試驗之結果，製圖如（丁）。

由上觀之，混合之時間，千萬不可忽視。用人工混合，自拌灰起至裝筐止，據個人之經驗，每盤一·二·四之混凝土，當以二分三十秒爲至少之限度。並須乾拌灰沙與混合石渣同時工作。

八，混凝土之運送

照本路習慣，挑灰皆用荊條筐。條筐多隙，易於漏漿。若澆製地點與混合處相距不遠，尙無大碍。如距離較遠，則宜改用小木桶或小鐵桶。木桶之弊在重量太大。鐵桶之弊在易受撞擊而變形狀。上述方法，皆在運送小量混凝土時用之。大規模之混凝土工作，可用獨輪手車或雙輪小車運送。若仍嫌過遲，則宜敷設輕便鐵路，用大車輸運。如用灰之地點特高，亦有用繩索提引與起重機等類者。

運送新成之混凝土須注意五點。（一）混凝土一經混成，應即運送至建造地點而澆製之。決不可遲緩。否則易致石渣與灰漿分離，或致混凝土在澆製之前開始凝結。（二）運送器具，須嚴密無隙。否則一路行動，必有滲漏灰漿之患。（三）運送之方式，必使石渣與灰漿不至因浮沉而分離。（四）運送須連續不斷。否則一經停頓，混凝土易至混合不均，凝固不勻。（五）運送須敏速而省費。

九，混凝土之澆製

澆製之先，須用水將模板澆濕，以免其吸收灰漿，或黏着灰沙，致混凝土之外皮不光。既澆之後，應不時查視各面模板有無漏漿及變形處。如見有漏漿走形，即須及早彌縫修補，不可大意。

打澆洋灰，應先澆製接近運送新材料所經道口之部位。否則新材料往反經過其處，難免灰漿漏入模中，以致內中鋼筋附着灰沙而自凝固，將來新灰之結合，必受影響。

鋪堆之初，應以沙灰漿一層薄敷模板上，則拆板後可有光滑之表皮。鋪堆混凝土之要點有八。(一)宜鋪成六英寸或八英寸之平層，搗實後，再鋪上層。(二)不可專在一處鋪堆，致稀漿向旁平流而有石渣與灰漿分離之患。(三)較乾之混凝土，不可自過高之處倒下。否則石渣膠沙分離。較濕之混凝土，如從高度垂直倒下，亦有此弊，但不甚顯。(四)近板型處，應用鋼條上下搗之，使粗粒料與模板略為隔離，其間祇留有膠沙。如此則拆去模板後，表皮可以平滑完美。(五)混凝土鋪定後，應用適當工具槌搗，以逐去其中氣泡，令其質地密實。較乾之混凝土，可用下端連有一吋餘平面之鐵條搗之。較濕之混凝土，如用槌擊，有使膠沙浮升上部之弊。故宜用狹面輕槌搗之。(六)鋼筋混凝土建築物，須令混凝土在板型中到處填實，而鋼條鋼網之間，尤不宜有空虛之處，此點頗為重要。用鋼條上下搗實，可免此弊。(七)澆打混凝土應令結成一體，毫無縫隙。故堆鋪混凝土時，必須繼續工作，不可休息或停工，致先後堆鋪之混凝土間，生有界線。如不得已必須休息時，則須將先凝結之混凝土表面洗刷淨潔，並使其粗糙。用水潤溼，以淨洋灰漿。然後再放新混凝土。若混凝土祇受擠壓力又無須防止透水者，則對於先成混凝土之聯合，即勿需十分加工處理，僅將先成部分之表面洗刷清淨足矣。(八)堆鋪混凝土，須按層平均灌打。如面積較大，一部工作而他部暫停，少久即有微白沫質浮現灰面。此種白沫含有灰沫泥污及渣滓。因用水過當，乃浮於表面。在鋼筋混凝土中尤為顯著。此層白沫凝固極慢。強度頗小。如不設法除去，即成弱層。故停置少久之新混凝土，亟應注意除去此層白沫後，再行繼續加打上層。

十，最近用震動器澆製混凝土法

近閱工程雜誌，載有使用震動器 *Vibrator* 澆製混凝土者，法將每一震動器與一四吋長角鐵連合，將此角鐵釘在一條木板上，而令木條與模板緊相貼附。為便利工作計，最好用鐵板條與模板連結，在進行澆製工作時，僅使震動器可以上下活動。照此法澆成之混凝土，成品密實。且澆後不久即可拆卸模板。惟現在採用者尙少。用時必注意下列四點。(一)特別加固模板，必使堅牢無隙縫。尤須多用支帶。(二)震動時間與混凝土之用水率，*Water Ratio* 大有關係。故工作時須設法令已澆之混凝土易於觀察。例如澆打牆柱，須令模內光線充足，可以查視新澆混凝土之乾濕黏度及密度，方可節制震動之時間。(三)澆打時應特別注意混凝土之連合處及低窪處。(四)各種各式之震動器均須置備。例如澆打地板則須平式震動器 *Plate-type vibrator* 如澆打重柱帽則須內部震動器 (*Internal vibrator* 及模外震動器 *Vibrator on the Forms*。

十一，水下放置混凝土之方法

有時須將混凝土送入水下放置，一切程序須特別注意。最要者，不可將混凝土倒於水面，使其沉下。如是則一部灰漿被水沖散。欲免此弊，有下列各法。

(一)用起重機懸吊，厚內盛混凝土，上面蓋實，送入水下，至放置之處，則厚下之活門自開，放出混凝土。

(二)用一長鐵管，以船支持，深入水中。管之上端露出水面，與漏斗一具相接。管內滿貯混凝土，下端則接觸水底之放灰處。將混凝土由漏斗繼續裝入，令其常滿。工作時將管提起少許，則混凝土由下端繼續放出，而次第落於應填之處。

(三)在工作處造成臨時圍堰，用抽水機抽出堰中之水，然後照常法安模堆鋪。

(四)在陸地造成混凝土大方塊，俟水底造成平整之基面後，用起重機將混凝土塊放入適當地位，再由泅水者

將各塊在基面上排列整齊，求其結合牢固。一層造成，再造上層。層疊而上，出於水面。

(五) 在陸地造成混凝土之潛室 Caisson 下水以後，浮至工作之處，沉入水底，安置於造成之基面上。橋頭碼頭之支墩，多有用此法者。

(六) 將碎石倒入水中，造成堤形，再用管伸入水底石隙之中，注射灰膠，則灰膠與碎石聯合，亦能成混凝土。

十二，凝固時期之注意

(一) 不可凝乾太速。否則其強度低減。故新混凝土打就後，應時時潑水其上，以防早乾。但在夏日，隨潑隨乾，此法殊不易見功效。故有用濕沙或濕麻袋覆於其上，以期常保有相當之濕度之法。若在冬初，沙中含水易於凍結，則不若上覆麻袋，俟日午天暖時潑水其上，以求濕潤。在晚間天涼時，麻袋又有禦寒之功。

據試驗所得，凝結時間，對溫度保持之久暫與其強度，大有關係。參閱線圖戊可見一斑。

又查用濕沙調養新造之混凝土，如在適宜之天氣行之，其效用極大。據美國伊里諾斯 Illinois 大學試驗調養混凝土之方法，對於成品強度之影響，得線圖己之結果。圖中五種樣品之配料比量，以重量計，同為一比二·五比三·五。(甲)線所示之樣品稍乾。含水百分之八·四。造後藏在濕沙中。(乙)線所示之樣品，具正則之稠度，含水百分之九·三。藏在濕沙中。(丙)線所示樣品，具正則稠度，含水百分之九·三。表面用石蠟塗抹一過，藏在濕沙中。(丁)樣品稍濕，含水百分之一〇·二。藏在濕沙中。(戊)樣品具正則稠度，含水百分之九·三。藏在空氣中。觀此線圖，可知藏在空氣中之樣品，雖年月遞進，而其強度之增加頗微。至藏於濕沙中之樣品，則隨年月而增其強度。製成後已歷五年之樣品，在濕沙中者，較藏在空氣中者約強一倍。最可注意者，藏在空氣中之

樣品，如戊線所示，經過二年三月後，又藏在濕沙中，其強度亦可特別增進。

低溫度之影響。

初造成之混凝土，或造成未逾數日者，遇低溫度，則其強度之增進將大減。蓋以洋灰在低溫度下，與水化合作用及硬化作用，不能盡量發展。甚且永遠受傷。據 A. B. M. Daniel 氏在美伊里諾斯大學試驗之結果，得圖庚。按庚圖所示，在低溫度中放置之混凝土，其強度之增進極慢。換言之，凡混凝土造就後，幾時可以除却板型，幾時可以加重，須以其凝固時間所遇溫度之高下定之。詳察庚圖，當自領會。

又據美國混凝土學會最近發表在華氏五十度中凝固之混凝土試驗，其強度結果，得圖線辛。

十三，氣溫在冰點上下時對於澆放混凝土之影響

當氣溫在華氏三十九度時，即足變更混凝土之混化作用。如達冰點時，則尤為顯著。其原因有二。(一)混凝土所需終凝 Final set 時間，必較平時增加數倍(已如上述)。時間既長，一遇乾燥天氣，則新成混凝土之水分，不俟終凝，其大部已受蒸發而分散。故所餘水分乃不足應洋灰之水化作用。(二)在冰凍時，混凝土所含之水分亦必凍漲。即此漲力，已足破壞所成混凝土之膠合力而有餘。

惟冰凍之弊，恒自減輕。其原因有二。(一)混凝土為不傳熱體，故厚大之建築，其內部之強度可保無傷。所受之影響，僅及於表皮下一二吋。查本路混凝土橋墩，多有在冬十一月時建築，其所以完好無傷者，則墩身寬厚之力也。至若單薄梁板，則不宜於冬季工作。(二)新混凝土之混化作用與硬化作用，皆可發生熱力，減輕冰凍之弊。

冬季造混凝土之救濟方法

(一) 提高用料之溫度 用料加熱法之簡而易行者，可用大水櫃一個，上口開敞，可容二荆筐之同時探入。噴

射蒸氣，或在櫃下加火，使櫃中水常保高熱。將石渣筐探入水中約數分鐘，再提出倒於盤上。繼拌灰沙。直至澆放時，仍可保持相當之溫度。惟混合盤下須繼續加火。所用水，亦必預先燒熱，乃可相輔濟事。至噴氣法詳情，請參閱金處長節譯之「嚴寒修築公路」一文。

(二) 參合化學品以緩凍結法 止凍物品之最通用者莫如食鹽 NaCl 及綠化鈣 CaCl_2 。至甘油及酒精，亦有利用之者。惟於混凝土之強度，頗有妨害。用食鹽不得超過水重之 2% 至 10%。綠化鈣則不得超過灰重之 2%。又食鹽頗有侵蝕鋼筋之弊，非在不得已時不宜試用也。

(三) 新澆混凝土之溫度保持法 初冬天氣不甚嚴寒時，可用稻草鋸末包捆嚴密，或覆以麻袋，皆不無小補。至嚴寒時，則須在建築物四周設立包圍物，如建築木架；外罩布棚之類。棚內若裝安汽管，或設置火爐，則雖在嚴寒地帶，亦可照常工作。

(四) 人工加熱速凝法 用蒸氣設備，令混凝土四圍之空氣，高熱潮濕，常在飽和氣壓下，則其凝固之期間必加速。噴氣時，必將混凝土四周包圍嚴密，不令透氣。惟在混凝土初凝之前，不可驟施氣壓。按試驗之結果，每方吋如加八十磅之氣壓，繼續二十四小時，則二日內終凝之混凝土，較在空氣中二十八日內終凝之混凝土，強度大一倍。此種辦法，僅適用於細小零件之製造，如混凝土塊灰瓦灰管等。蓋以佔地較小，易於包圍也。

十四，板型之拆除

拆除板型之時間，並無定例可循。須視氣候溫度與建築受力情形及新製混凝土凝固之性質而定之。大概言之，如天氣較冷，或在多雨之時，混凝土之凝結與硬化較緩。反之，若值天氣燥熱，則凝固極速。若建築物頗厚重（如本段新製混凝土橋梁），則因中心難以硬化，故拆板宜遲。受彎壓力之模板（如梁底模板），拆卸亦遲，而立

柱之模板則可稍早。蓋柱中混凝土雖未完全凝結，亦可自支其本身重量。至混凝土本身凝結之遲速，恒以洋灰性質，配合比例，及粒料之清潔與否爲進退。約言之，若灰多質佳，石沙潔淨，則混凝土凝固較速。拆板亦可少早。

拆除板型，須按次序爲之。在溫和天氣中，柱之邊板，可於澆後一星期外拆除。但須將大梁小梁樓板等分別支撐安妥。次爲小梁之邊板及樓板之底板，可於澆後半月外拆除。復次爲大梁之邊板，再次爲小梁之底板及支柱，可於澆後三星期以外拆除。更次爲大梁之底板及支柱。至牆之模板，常獨立而與他種板型無關，故可在澆製後四日至十日拆除。包站票房大廳屋頂之各種模板，爲慎重計，皆在二十一日後始拆去。惟立柱模板乃最先拆下者。至新造之洋灰橋梁，皆在二十八日後始拆除板型。

拆除板型，須以熟手工人爲之，而由監工督責。須注意，不可亂敲重擊，致使新成之混凝土因震而受傷。又當顧惜模板，留存備用。



啟新洋灰公司唐山工廠

報告日期 23年11月4日

化驗室

水泥試驗報告單

月 日 由 送來公函第 號

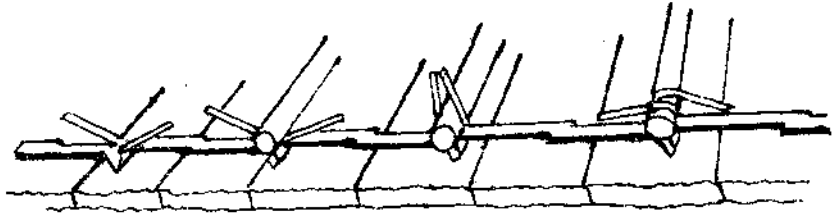
細度一篩餘		凝結時間		雷其爾氏 漲率, 公厘	試驗室 溫度、 攝氏	水 %重量計		引 力 (六塊平均數)			化 學 分 析							
第170號英國 篩子 %	第72號英國 篩子 %	始 凝	終 凝			淨水泥	水泥及沙	七日淨水泥 每平方英寸磅 數	一份水泥三份沙		燒蝕 %	不溶解 質 %	砂養二 %	鉛二養三 %	鐵二養三 %	鈣 養 %	鎂 養 %	硫 養三 %
*最高 100%	*最高 1%	*最低 30分	*最高 10點	*最高 10公厘	*14.4度至 35度	* P.	* 1/2 P+	* 600	* 300	* 375								
6.9	0.1	3	04	2	18.5	20.8	7.7	—	532	578	2.7	0.1	21.3	6.3	2.4	64.4	1.3	1.6

一九三一年英國標準

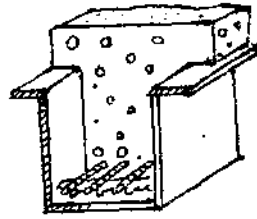
備註 表內數目係二十三年九月二十一日至十月二十日灌水泥試驗平均結果並係用英國標準沙子按照1931年英國標準試驗者

工八段鐵筋料樣兩次試驗之結果

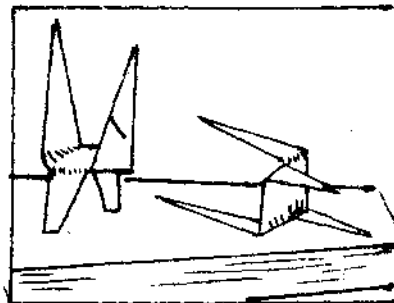
Spec. No		Yield Point Stress $\frac{\#}{\text{sq}}\%$		Ultimate Tensile $\frac{\#}{\text{sq}}\%$		Elongation in 8%		Reduction Area%		Remarks
第一次 試驗號數	第二次 試驗號數	第一次結果	第二次結果	第一次結果	第二次結果	一次結果	二次結果	一次結果	二次結果	
2	2	40400	35100	56600	52300	20.0	31.3	60.4	64.5	一寸四丈圓竹節鐵
1	3	38100	34500	52500	50600	24.0	32.5	65.0	62.5	一寸四丈圓竹節鐵
3	6	34900	35400	59600	51500	30.0	32.5	65.2	65.8	一寸四丈圓竹節鐵
5	8	41000	38600	61000	53800	27.5	33.8	60.0	66.2	六分四丈方竹節鐵
4	10	42000	38600	56600	54500	23.8	32.5	63.4	70.0	六分四丈方竹節鐵
6	12	44800	45100	55200	59200	19.5	22.0	63.8	65.2	四分四丈圓竹節鐵
7	13	43750	45200	66400	68600	20.6	23.8	54.0	60.5	" 圓 鐵
8	15	47400	45100	73100	68600	21.2	25.0	55.8	61.0	四分四丈圓 鐵
無	17	無	49600	無	71600	無	25.0	無	66.0	三分四丈圓 鐵
10	20	50500	47000	70200	69000	17.5	28.2	51.6	65.8	" "
9	22	45700	41500	59400	58600	21.2	28.2	68.0	67.8	三分一丈八圓鐵



Locking Spacer



Adjustable Saddle



Staple Chairs

圖 甲

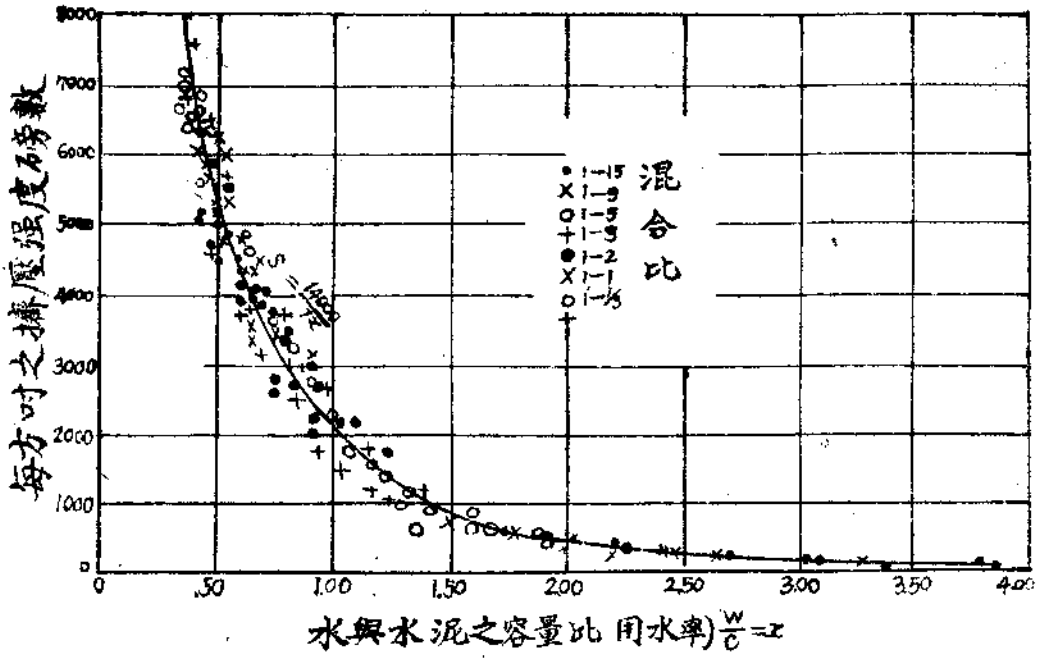
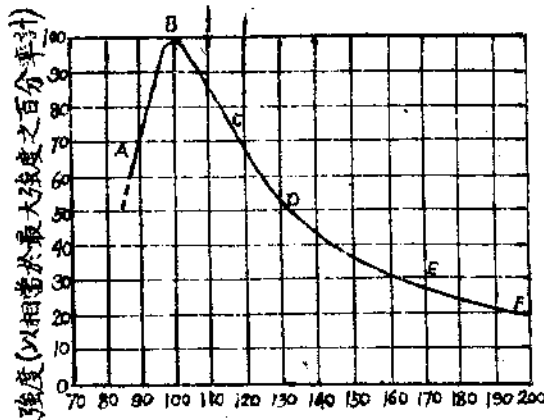


圖 乙



含水量(以相當於得最大強度之含水量之百分率計)

三和土擠壓強度與含水量之關係

圖 丙

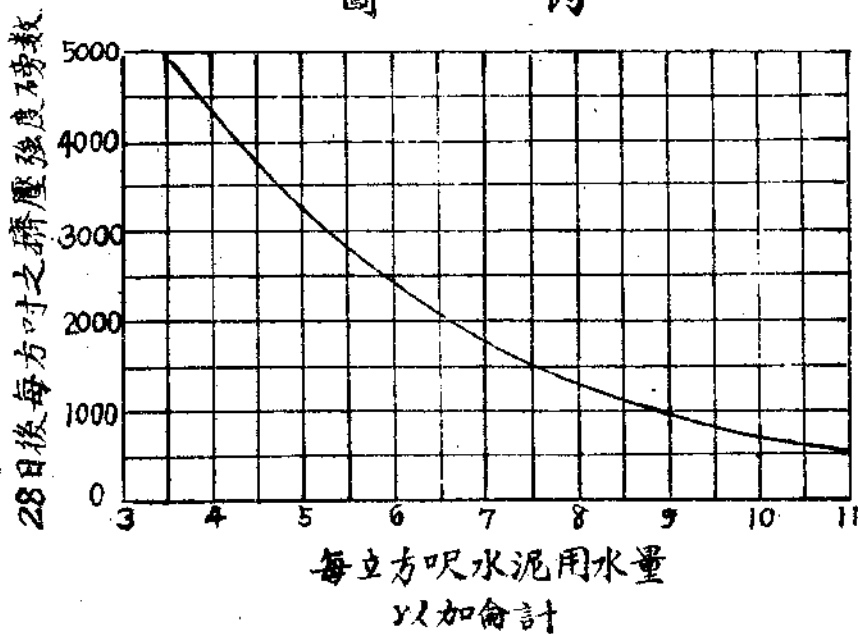


圖 丁

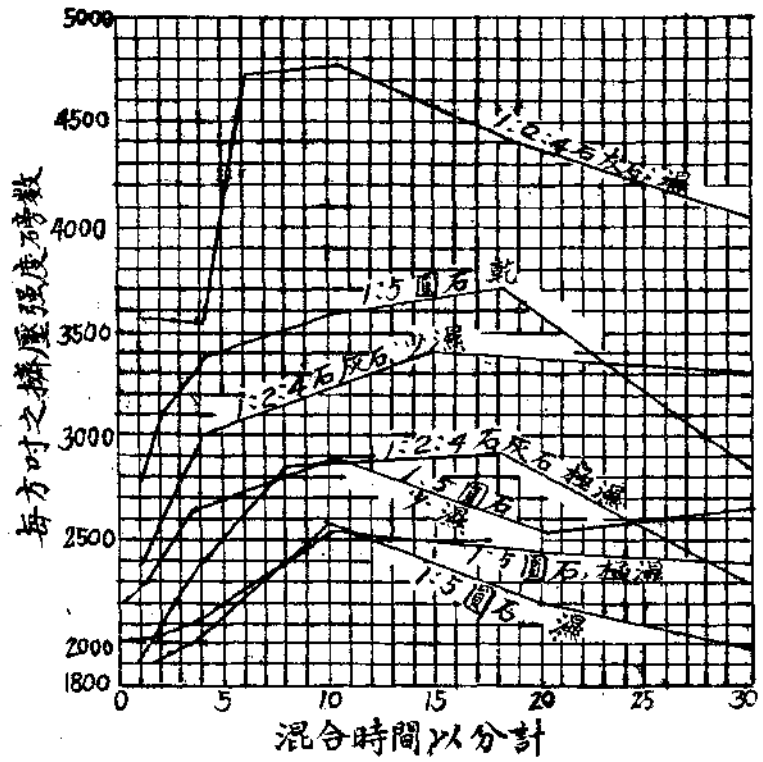
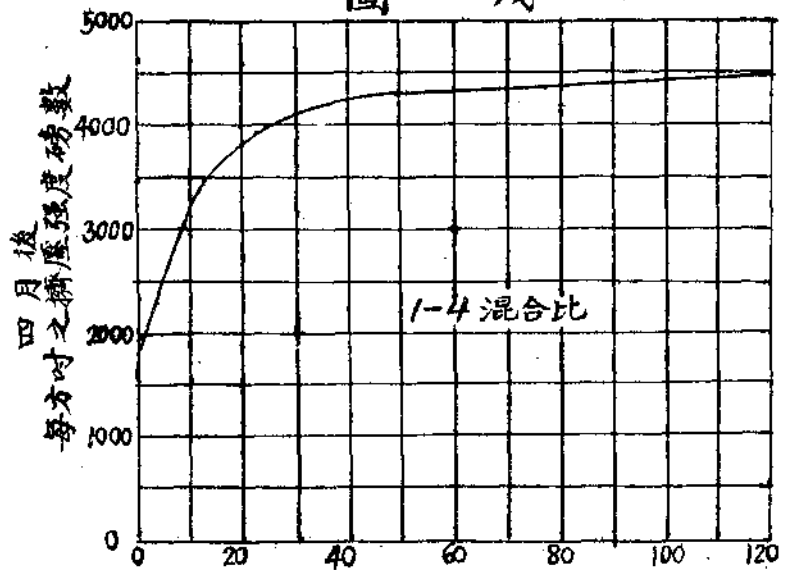
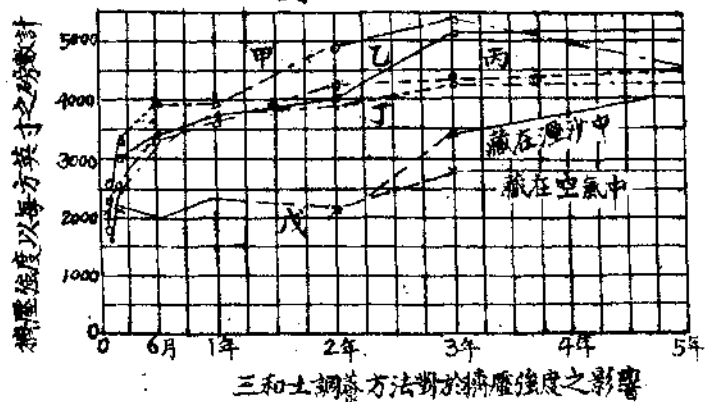


圖 戊



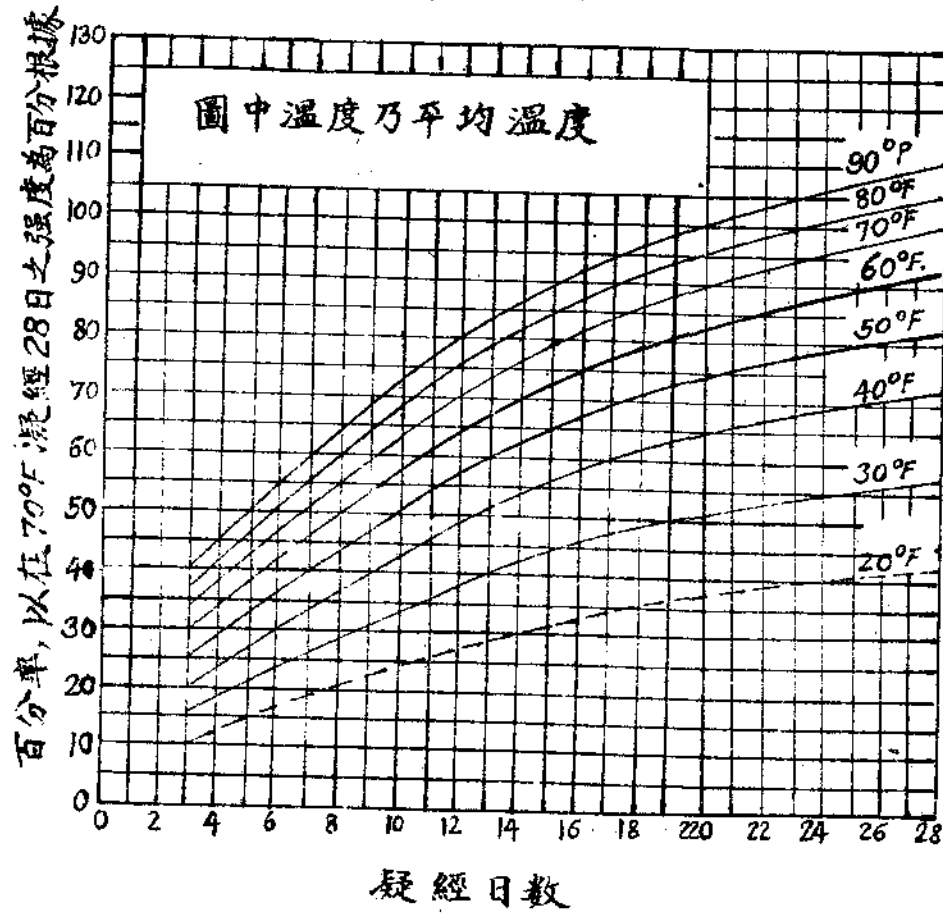
新澆三合土藏在濕沙中日數

圖 乙



三和土調養方法對於磅壓強度之影響

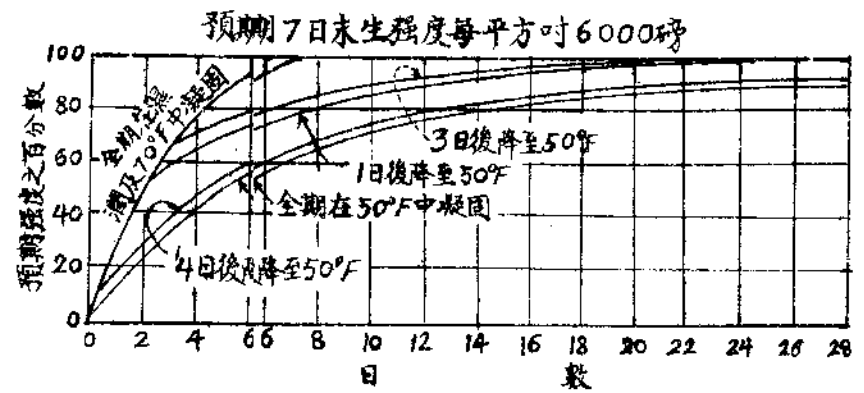
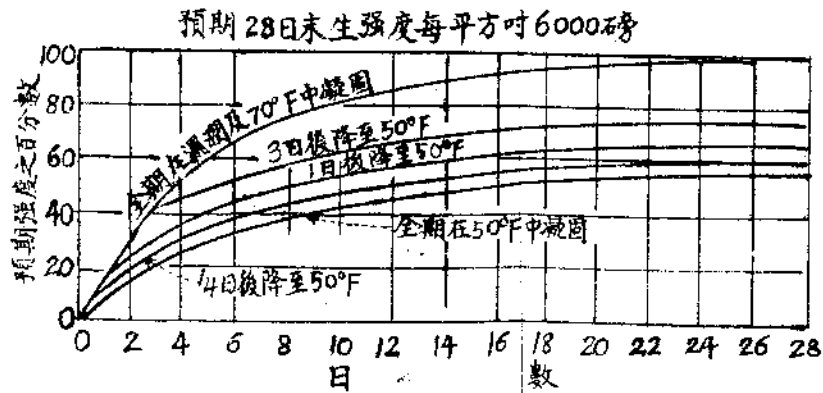
圖 庚



辛

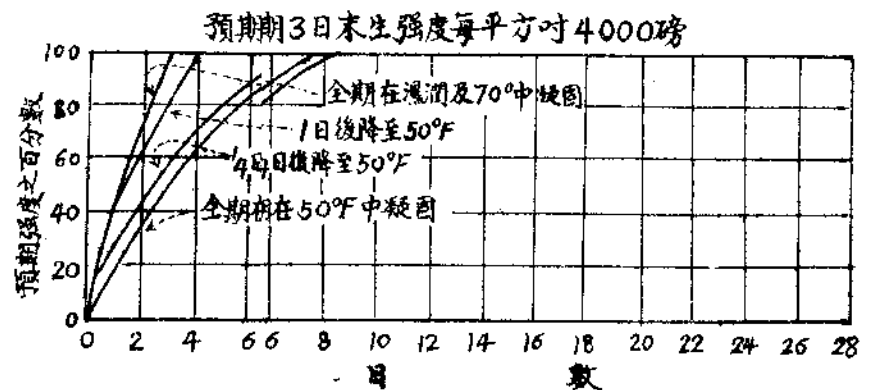
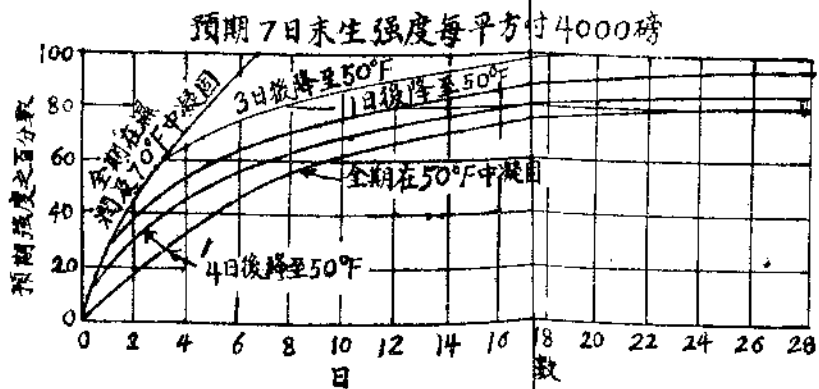
第一圖
普通水泥

第三圖
快燥水泥



第二圖
普通水泥

第四圖
快燥水泥



選 錄

機車加速度問題之檢討

陳允文譯述
年七月二十四

原文載：「土木工程」第四卷第四號（Civil Engineering, April 1934）原著者 A. C. Barrow.

普通蒸氣機車，其引力之大小，常爲下列數種因子所限制：

- (1) 製造蒸氣所用之鍋爐之容量。
- (2) 將蒸氣力化爲運動所需之機械能力，此能力之大小依汽缸 (Cylinder) 及飛輪 (Driving wheel) 之直徑大小而異。
- (3) 鋼軌與飛輪間之黏着力。其力量之大小常隨飛輪所承之重而變更之。

機車在低速度行駛時，其引力之大或小常爲鋼軌與車輪間之黏着力所限制；至黏着之力量約等於飛輪所承之重之 $\frac{1}{2}$ 至 $\frac{1}{3}$ 倍。若在高速時，則並不如此，其引力之巨細，乃爲鍋爐容量之大小所支配矣。

無論何種機車，在起行時，其所發揮之 $\frac{1}{2}$ 能 $\frac{1}{3}$ 爲最大，嗣後乃逐漸減低，以至於達到臨界速度 (Critical Speed) 爲止。然經過臨界速度後，機車之能力降落甚速，此蓋由鍋爐內飽滿之氣壓力，俟導至汽缸中，在氣門全閉時，不

易仍保存其原來之飽滿壓力故也。至機車之能力與速度之關係，可在試驗場作實地試驗，用檢力車(Dynamometer Car)以記錄之，或即用計算法亦可。

第一圖所示之2-1輪單式機車之引力與速度關係曲線，係應用普通方法所測定，該式機車之特質，已於圖中註明，可以參考。機車如在臨界速度以上行駛時，其引力與速度之關係，可用下式表示：

$$T = \frac{C}{S} + K$$

或， $ST = C + SK \dots\dots\dots (1)$

式中之T代表引力，S為速度，C及K均係常數。

應用下述方法，吾人可得一經驗公式，(姑以第一圖所示之機車為例，)即自圖中之總引力曲線將T與S之相當數值摘出，列成表式，(如第一表)，嗣用其三種不同速度，以列出下面兩個方程式：

$$772 = 3C + 45K$$

與 $928 = 3C + 90K$

$$156 = 45K$$

兩者相減，可得

簡之，得 $K = 3.47$

又， $C = 205.3$

將此等常數值代入第(1)式，則可得該2-1輪單式機車之引力公式如下：

$$T = \frac{205.3}{S} + 3.47 \dots\dots\dots (2)$$

第一表——第一圖所示之機車，其總引力之章本及計算法

S	T	ST	Tc	相差數
10	22.10	221.00	24.0	+1.90
15	17.40	261.00	17.15	-0.25
20	14.50	290.00	13.72	-0.78
總計	45	772.00		

25	12.2	305.0	11.69	-0.51
30	10.5	315.0	10.31	-0.19
35	8.8	308.0	9.34	+0.54
總計	90	928.0		

將第一表內所列之「值與由方程式所算出之 T_c 數值相較，吾人當可知其精度。兩者相差之數，即如最後一行所示者；除第一項為例外($S=10$)，可知由計算方法所算出之數值與由圖上看出者，實多吻合，所差無幾也。

觀第一圖： S 在將過臨界速度時，曲線之方向變化甚速；由斯可知上面所示之方程式，在迫近臨界速度時，不必如在高速時之精確。 C 與 K 兩常數如用最自乘法(Method of least square)計算，其結果當更可靠精確。

凡一列車在直且平之道上及靜空氣中駛行時，其所受之阻力，(Train Resistance) R ，必包含下列諸項：

1 軸承之行程阻力 Friction on journal bearing.

平綫技術彙刊 第二卷 第一期 機車加速度問題之檢討

2 輪在軌上滾行時，所發生之阻力 (Rolling resistance of wheels on rails).

3 列車因顛簸而生之阻力 (Resistance due to oscillation and concussion).

4 大氣阻力 (Atmospheric resistance).

關於上述諸種阻力對於行車速度所發生之關係，嚴格論之，則不能以一簡單公式，全包括之，雖然如是，而吾人平日所用者，固比比也，姑舉數例如下：

1. 工程新聞雜誌 (Engineering News) 公式：

$$R = 2 + \frac{S}{4}$$

2. 包爾丁機車廠 (Baldwin Locomotive Works) 公式：

$$R = 3 + \frac{S}{6}$$

3. 美國機車公司 (American Locomotive Co.) 公式：

$$R = 5.4 + 0.002(S - 15)^2 + \frac{100}{(S + 2)^3}$$

4. 本雪文尼亞鐵路公司 (Pennsylvania R.R.) 公式：

$$R = 3 + 0.1315S$$

及 5. 吾人習用之公式：

$$R = 3.5 + 0.0055S^2 \dots \dots \dots (3)$$

計算坡度阻力(Grade resistance)之法係按所載每噸重物駛行於1%坡上所受之阻力而言，普通為30磅。如是，則吾人可確知在各種坡度上，必有一種速度，能令引力之大小恰等於列車與氣車二者阻力之合，觀第一圖，可知該式機車如在1%坡上行駛，若加以相當載重，則可以達到每小時30.8哩之速度，如欲求該列車改在0.50%坡上行駛，其應有之速度時，則可列一方程式，即令機車之引力等於列車與坡行二阻力之合數。但須記住；機車引力之單位，係為每噸若干磅，而坡度阻擊減去，因而，

$$\frac{205.3}{S} + 3.47 - (0.5 \times 20) = 3.5 + 0.0055S^2 \dots\dots\dots (4)$$

在解此三次方程式時，有兩種方法可為用，較之史特姆氏法(Sturm's method)或卡登氏法(Cardan's method)固簡便多多也。兩法為何？其一，即為圖解法，第二則需變曲線函數表以為之助。

將第(4)式稍變化之，得，

$$0.0055S^2 + 10.03S - 205.3 = 0 \dots\dots\dots (5)$$

或，

$$S^2 + 1,828S = 37,700 \dots\dots\dots (6)$$

若用圖解法，可令第(5)式等於Y，即，

$$0.0055S^2 + 10.03S - 205.3 = Y$$

現假設一合理S值，便可求Y，圖在方格紙(Cross-section Paper)上，用適宜比例尺，將S之數值畫在x軸上，同樣，將算得之Y值畫於y軸上。同上步驟，再另假設其他S值，再將算得之Y值畫在y軸上，但於畫時，須注意Y值符號之正負。如此行之，可得諸點；若皆與x軸相距不甚遠時，可畫一線將諸點聯繫；必要時並可引長。則此

線必可交於 x 軸上之某一點，此點即所欲求之最大速度也，即如本篇所舉之例而言，依法求之，則該載重列車在 0.50% 坡上行駛時，其最大速度已求得為每小時 17.6 哩。

上面所述之法，係為圖解法，(Graphic Method)，至於用雙曲線函數表 (Hyperbolic function Table) 幫助計算時，則第(6)式必須化為下列形式：

$$\text{即，} \quad S^2 + 3bS = 2c$$

式中之 D 與 c 為常數。如 D 為正號時，則，

$$S = 2b^{0.5} \sin h \left(\frac{1}{3} \sinh^{-1} \frac{c}{b^{1.5}} \right)$$

D 為負號時，則，

$$S = 2b^{0.5} \cos h \left(\frac{1}{3} \cosh^{-1} \frac{c}{b^{1.5}} \right)$$

如就本篇所舉之例言，

$$b = 601$$

$$b^{0.5} = 24.5$$

$$c = 18,606$$

$$b^{1.5} = 14,706$$

故 S 可求出為每小時 17.5 哩，此數與由圖解法所得者，甚相吻合，所差無多也。

在機車駛行加速時，苟欲求其所需之時間及里程，須用一種公式。由該公式所算得之引力，勢必為已克服列車，坡度，及彎道諸阻力後之餘數，該公式之求法，可根據第一圖所示之淨引力曲線 (Curve of net tractive power) 仿照由該圖之總引力曲線 (Curve of gross tractive power) 演算第(2)式之方法，以演算之，結果當如第(1)式所示者。

第一圖中之上面曲線，係表示總引力，下面者則為淨引力曲線。普通言之，在列車初起行時，其所受之阻力，尋常皆假定為每拖載一噸之重物，則所受之阻力即為20磅。此阻力初降落甚速，迨車行至每小時2.3哩時，降落乃轉緩；直至臨界速度為止。以上各種情形可於第一圖中下面註有w字之曲線明顯看出。雖然如是，而在處理列車加速問題時，乃有甚多之工程權威者，皆作一種假定：即機車自靜止(0)以至每小時3.4哩速度時：該列車所受之阻力，適等於同一列車由高速逐漸減低至每小時3.4哩所發生之阻力。此種情形，已在曲線(1)及(2)之左部明示之矣。

如欲求列車自零速度至某速度(大於臨界速度)加速期間所行之里程及時間，須分兩步來計算。第一，即自靜止至臨界速度為一階段；其二，即自臨界速度至所欲求之速度為另一階段；計算方法如下：

第一步：假設機車之引力在靜止至臨界速度之一段，其降低率甚為平勻，可取其平均值用以計算：

$$L = 70 \frac{W}{T} (S_2^2 - S_1^2) \quad (\text{呎數})$$

$$t = \frac{15}{11} \left(\frac{L}{S_1 + S_2} \right) \quad (\text{秒數})$$

並

上式中之 Σ 係列車拖重之噸數， t 為所需時間。

第二步：機車在臨界速度以上行駛時，可改用下法計算，將力學上之基本公式， $\Sigma \frac{dV}{dt}$ ，稍為變化之，可得：

$$a = \frac{F}{M} = \frac{F}{\frac{W}{32.2}} = \frac{32.2F}{W}$$

式中之 F 代表所用之力， Σ 為質量， a 為加速度， W 為重量，今將 Σ 之單位以每噸折合之磅數（ $\parallel 2,000$ 磅）表示之，再將 a 以每小時 21.95 哩以代每秒 32.2 呎，上式可化為：

$$a = \frac{21.95F}{2,000} \dots\dots\dots (7)$$

今以 $\frac{dV}{dt}$ 代 a ，再以第(二)式中機車之引力， $\frac{C+SK}{S}$ ，代 F ，則，

$$\frac{dV}{dt} = \frac{21.95}{2,000} \left(\frac{C+SK}{S} \right) \dots\dots\dots (8)$$

以是，

$$dt = \frac{2,000}{21.95} \left(\frac{S}{C+SK} \right) dV \dots\dots\dots (9)$$

再 (秒數)

$$t = \frac{91.11}{K^2} [C+SK - C \log_e(C+SK)] \frac{V^2}{V_1} \dots\dots\dots (10)$$

解上式時，必須用積分法，其兩極即為兩種不同速度，而積分式中之常數可不必論及。如欲將第(10)式中之單位每時若干哩化為每秒若干呎時，則式中之 91.11 以 62.2 代之即可矣。

苟欲計算列車加速期間所需之行程，L，可將第(9)式中之 $\frac{dv}{dt}$ 代入 $\frac{dL}{dt} = v \frac{dv}{dt}$ 式中，或，

$$dL = 91.11 \frac{v^2 dv}{C + SK} \dots\dots\dots (11)$$

作積分法，

$$\therefore L = \frac{91.11}{(K^3)} \left[\frac{(C + SK)^2}{2} - 2C(C + SK) + C^2 \log_e (C + SK) \right] \frac{v^2}{v_1} \dots\dots\dots (12)$$

故吾人可演出一總式如下；式中之 a, b, c, d ，皆為常數...

$$T = \frac{S + c}{a + bS + dS^2} \dots\dots\dots (13)$$

此式恰與單式機車之淨引力曲線相吻合，(然在離近臨界速度時則否，因彼處曲線漸漸上升卒至超過正線(true curve)也)，分母中之常數 a ，及分子中之常數 c ，在 $S = 0$ 時(即機車靜止)，可用之以求機車之淨引力，姑將 a, c 常數取消，則第(13)式可化為，

$$T = \frac{1}{b + dS^2}$$

或，

$$b + dS^2 = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (14)$$

上式中之常數， b 與 d ，就第一圖所示之機車而論，其數值可按前作第一表之方法求之。

吾儕可自第(14)式演出行程與時間之方程式如下：

平綏技術彙刊 第二卷 第一期 機車加速度問題之檢討

$$t = 30.34(3bS + dS^3) \dots\dots\dots (15)$$

$$L = 7.59(6bS^2 + dS^4) \dots\dots\dots (16)$$

應用此法，可求出 b 與 d 兩常數之數值：

$$b = 0.037$$

$$d = 0.000087$$

代入第(15)式，故，

$$T = \frac{1}{0.037 + 0.000087S^2} \dots\dots\dots (17)$$

上式係專用於本篇所舉之例(2.輪單式機車)，再觀第二表，可知計算所得之數與由圖讀得者相吻合之程度矣。

第二表——由計算所得及由曲線所讀出之淨引力之比較(第一圖所示之機車)

呎/每秒 哩/每小時	S	T	T ₀	相差數
14.7	10	17.9	17.9	0.0
17.6	12	15.6	15.6	0.0
20.6	14	13.6	13.6	0.0
23.5	16	11.8	11.8	0.0
26.4	18	10.2	10.2	0.0
29.4	20	8.8	8.9	0.1

爲使引力曲線適用於其他機車，且使其更爲精確起見，則可利用下面所示之方程式來計算：

$$T = \frac{S}{a + bS + dS^2}$$

或，
$$\frac{S}{T} = a + bS + dS^2 \dots\dots\dots (18)$$

自以上諸式，吾人可以演出加速期間所需之時間及行程之簡單方程式二：

(1) 應需時間， t ：

$$t = 91.11 \left(a \log_e S + bS + \frac{dS^3}{3} \right) \dots\dots\dots (19)$$

(2) 所行距離， L ：

$$L = 91.11 \left[a \left(\frac{S^2}{2} \log_e S - \frac{S^4}{4} \right) + \frac{bS^2}{2} + \frac{dS^4}{12} \right] \dots\dots\dots (20)$$

第(18)式中之常數 a, b, d 之數值，爲欲使之適合於第一圖中之淨引力曲線，則可按照前作第一表之方法，依樣求之可矣。

現將以上諸章本聚在一起，列爲第三表，便可得出三個方程式；由此三式，仍用前法，可求出各常數之值如下：

$$a = 0.75$$

$$b = -0.113$$

$$d=0.00945$$

故本篇所舉之機車，其引力公式當爲：

$$T = \frac{S}{0.75 - 0.113S + 0.00945S^2} \dots\dots\dots (21)$$

由上式所求出之引力，T，（在臨界速度時），較由第(2)式所求得者爲準確，尤其在速度自0至每小時20哩之間，所求出之引力值與用表所計算者，極爲相近；縱稍有差異，亦必趨於安全方面，不庸慮也。

第三表——第一圖所示之機車，其淨引力之章本及計算法

S	T	$\frac{S}{T}$	S ²	T ₀	相差數
10	17.9	0.558	100	17.6	-0.3
總計	$\frac{12}{22}$	$\frac{15.6}{1.326}$	$\frac{144}{244}$	16.2	+0.6
14	13.5	1.038	196	13.2	-0.3
總計	$\frac{16}{30}$	$\frac{1.345}{2.383}$	$\frac{256}{452}$	11.7	-0.1
18	10.2	1.765	324	10.0	-0.2
總計	$\frac{20}{38}$	$\frac{2.270}{4.035}$	$\frac{400}{724}$	8.7	-0.1

在速度每小時20—30哩期間，如第一圖所示，該式機車之淨引力線與一直線甚爲相近，此種現象，余嘗計算甚

多公式，結果，其他種單式機車，亦莫不如是也。

其應注意者，厥為適應於半徑變更甚驟之曲線之方程式，則必不適用於直線，是可斷言。由此可知於處理此等問題時，最好將機車之總引力及淨引力之曲線，由觀察而繪於紙上，以便規定方程式之應用之界限也。

舉一十汽缸之複式機車研究之，吾人可尋得其總引力曲線為一直線（在臨界速度至每小時 20 哩期間），過此則向下彎折成曲線矣。

當機車在臨界速度以下行駛時，第(15)及(16)兩式亦能與引力曲線適合；不但如此，即就帶“Booster”之機車而言，其於臨起行時所發生之引力，亦可由該兩式計算之。

第(1)式（即 $ST = C + SK$ ）之優點；係能由機車在平道上行駛時所得之引力曲線以演算之，並同一機車在坡道上行駛時，該式亦可照樣應用；其法蓋僅將坡度阻力加於常數 C 內即可矣。雖然，在應用第(1)式以求機車之引力時，每變更一坡度，則勢須重算一次，殊屬麻煩；除非加一常數於中，即如下面所示者：

$$T = \frac{1}{b + dS^2} - K \dots\dots\dots (22)$$

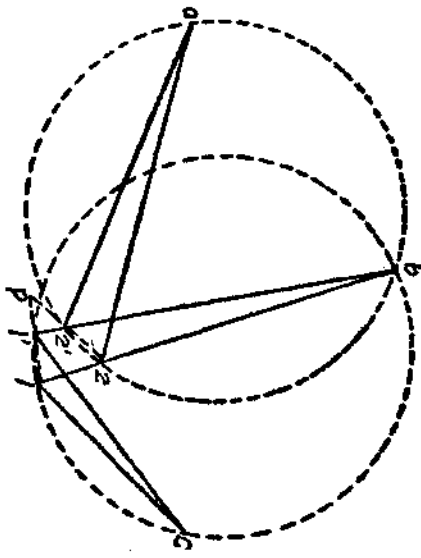
此式雖亦可用之以計算 T 與 L 然據原著者以積分法演算之結果，則謂太為繁複，已不切於實用矣。

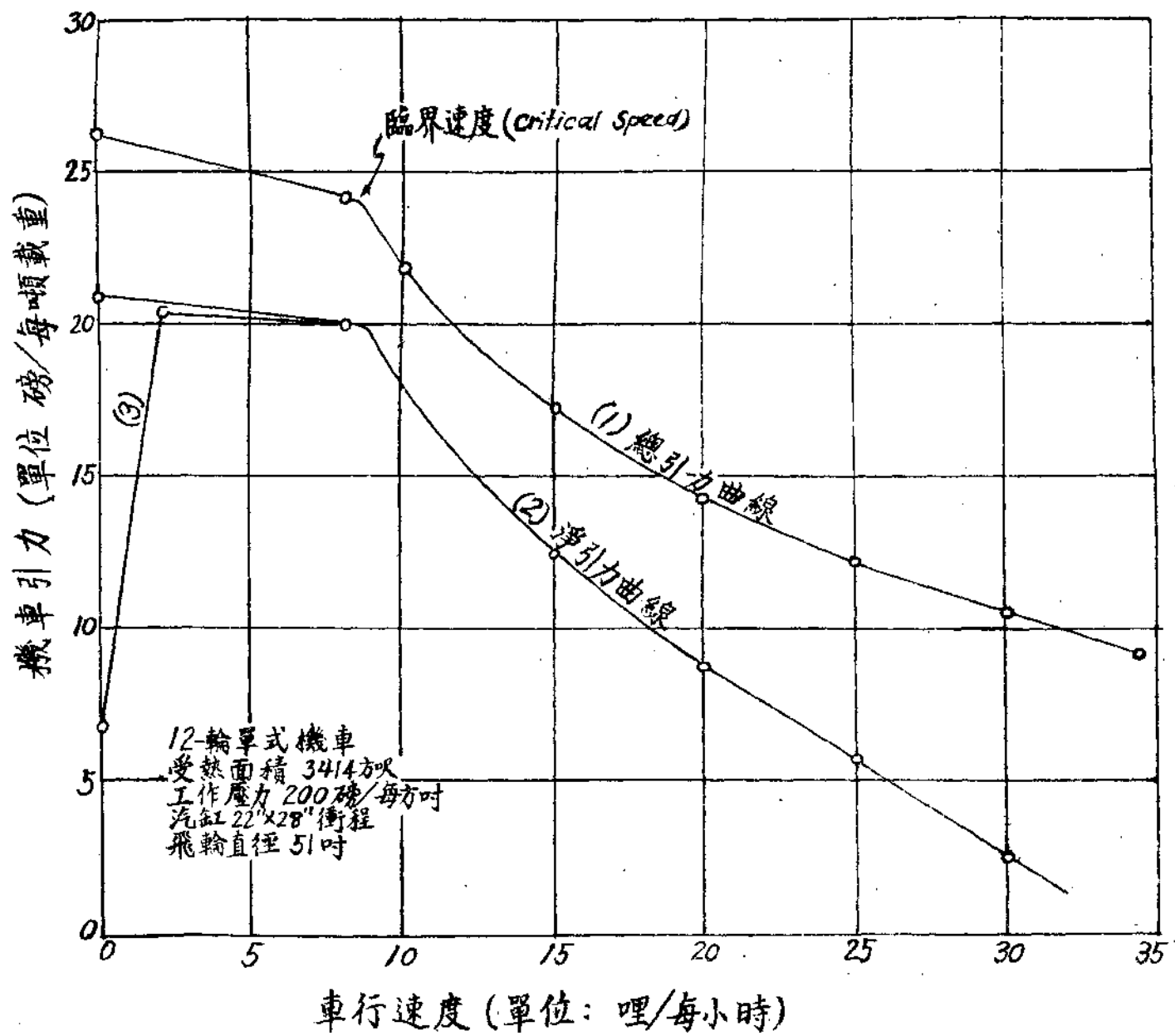
庫庫努替氏解決三點問題法

劉天成譯

著者 South Dakota 大學土木工程教授 J. Maugh's Brown
原文見 Engineering News-Record 第一一四卷第一期一九三五年一月十日出版

一五九二年，墨西哥軍中連長庫庫努替氏 Sergeant Cucumuth 創一簡便方法以解決三點問題。Three Point Problem 此法因係以直線代替短弧線，故不完全精確。然在野外用之，可簡捷求得精確合用之結果。如能將測板 (Plane table) 大約定準方位，則用此法一次所得結果，即能準確。如測板初次試定方位，所差太遠，則須連用此法二次。但此係簡明方法，如欲力求精密，則須繪畫垂直線並以圓規繪圓周以求得之。試定測板方位不準，且在經過三點之圓周上，則此三線不能交於一點。設令 abc 三點，各繪線一條。如測板方位不準，且在經過三點之圓周上，則此三線不能交於一點。再照上法，求得兩交點，命之為 $1'2'$ 。繪 $1-1'$ 及 $2-2'$ 線。此兩短線之交點即為所求點 D 。因所求點 D 須在經過該點及 abc 之圓周上，並須在經過該點及 bc 之圓周上，故所求點即為兩圓之交點，明矣。且因改變測板之方位，不能變更平儀 (alidade) 所定各角度，故由 abc 所繪任何二線之交點，必皆在 abc 圓周上。據此理由，凡由 abc 所繪任何二線之交點，亦必皆在 abc 圓周上。求得此項交點二個，即求得 D 也。如能以目力測定二圓周圓轉之方向，即可得一極近所求點之交點。如用繪圖室之曲線板亦可，然非必要。





第一圖