



司公限有焊修方東

黎巴奈法行總

四六〇〇門話電第百二路滬家檢海上行分



THE EAST OXYGEN & ACETYLENE CO. LTD.
SOAEO
Head Office:
15 QUAI
d'ORSAY
PARIS

**COMPLETE OUTFITS
for
OXYACETYLENE WELDING**

OXYGEN GAS 氧氣

DISSOLVED ACETYLENE GAS 亞點塞尼

CARBONIC ACID GAS 炭酸

CALCIUM CARBIDE 水電石

WELDING & CUTTING MACHINES 電焊氣具

WELDING RODS 電焊鐵絲

WELDING FLUXES 電藥粉

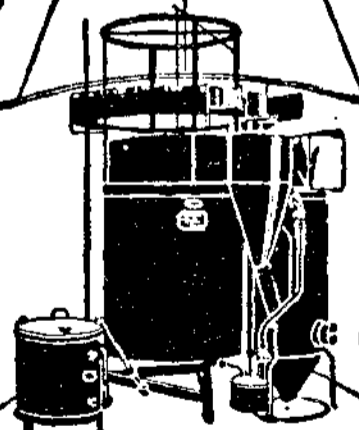
ELECTRODES 馬達電鐵絲

ELECTRIC WELDING PLANTS 電焊機具

WELDING & CUTTING BLOWPIPES 電焊吹管及水筒

Telephone Office & Factory: 80064
Telegraphic Address: OXYGENE

For all orders apply to
Mr. Jean Rocca
Shanghai Branch Manager



覆答即當詢垂蒙如
也務服之實忠極君子而
啟同 Mr. Jean Rocca 理經洋
崇瑞史 理經華

洋
行

Walter Dunn & Co.,

華
泰

569 Szechuen Road, near C. Y. M. CA.

Tel. 10805

本行經售中國及英國海軍部航海地
 圖，歐美名廠測量儀器，繪圖材料，航海
 用品，科學書籍等，如臘紙，臘布，繪圖紙，
 圖畫紙，籃晒紙，方格計算紙，算尺，丁字
 尺，英制及米突制各種尺等，將價特別
 低廉而貨色高人一等。
 如蒙惠購無甚歡迎。

一個好消息

電話購貨 一〇八〇五

華泰洋行	
特價券	
憑此券購貨	不拘多少有
特別折扣定	使君滿意
(理)	
索備本樣	

上海四川路五九號青年會南首

KOFA AMERICAN DRUG COMPANY

Federal Inc., U. S. A.

SHANGHAI

120 NANKIANG ROAD



**Manufacturing Chemists and Dealers in Drugs, Chemicals,
Pharmaceuticals, Hospital and Laboratory Supplies**

ANALYTICAL REAGENTS

manufactured by **Schering-Kalhbaum, A.-G., Berlin**

MICROSCOPIC STAINS, INDICATORS AND ANILINE DYES

manufactured by **Dr. K. Hollborn and Soehne, Leipzig**

(Original-Gruebler-Hollborn and Giemsa Preparations)

OUR LABORATORY SUPPLY DEPARTMENT

CARRIES IN STOCK:

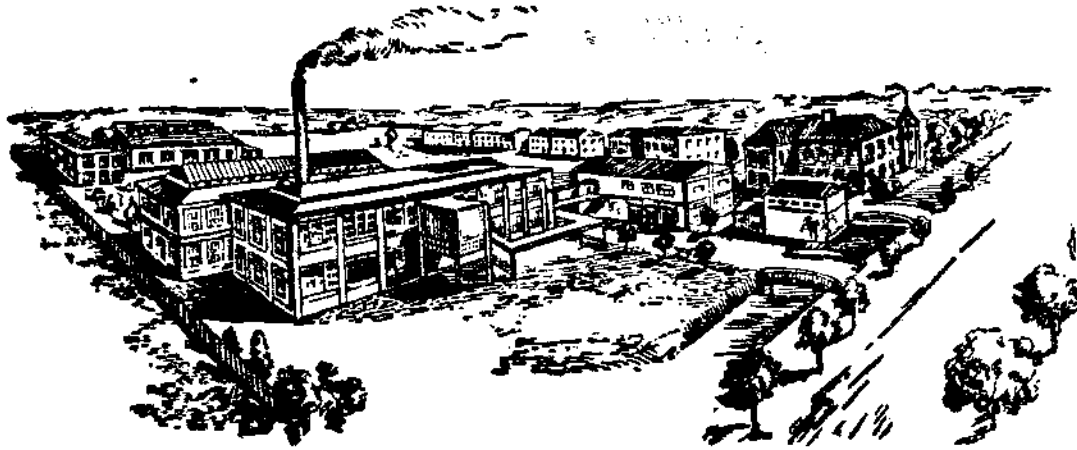
"Jena" Laboratory Glassware,

"Barlin" Porcelain Ware, Reichert's Microscopes,

"Schleicher & Schull" Filter Paper, Analytical Balances,
Scales and Weights, etc.

Please write for our Price Lists.

本藥房經售
歐美名廠良
藥沙濾缸橡
皮器具顯微
鏡醫院用品
化學用品化
學原料醫藥
器械天秤藥
衡玻璃器皿
藥棉紗布及
一切名貴自
粧用品並用
製各種家用
良藥效驗準
確價格公道
諸君惠顧請
認明科發商
標乃幸



KOFA LABORATORIES, SHANGHAI

瑞昌洋行機器陳列所

H. OLIVEIRA & SON

1 Seward Road, Shanghai

Telephone 40020

Machine Tools and Engineering Supplies
Small Tools a Speciality

Sole Agents for :

The L. S. Starrett Company, Athol, Mass — *Precision Tools*

J. Dampney & Co., Ltd., London, "Apexior" — *Boiler Compounds*

The F. E. Myers & Bro. Co., Ashland, Ohio. — *Hand and Power Pumps*

The Carborundum Company, Niagara Falls — *Grinding Wheels and
Abrasives*

Syracuse Smelting Works, Brooklyn — *Babbitt Metals and Autocrat
Bushing Bronze*

Schæffer & Budenburg, Magdeburg — *Steam Fittings*

American Metal Hose Company, Waterbury — *Flexible Metal Hose*

Albertson & Co., Inc., Sioux City — *Electrical Drills Grinders*

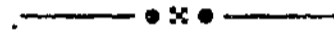
STOCKS CARRIED

德威洋行

經 售

SOCIÉTÉ RATEAU

STEAM TURBINES, PUMPS OF ALL DESCRIPTIONS.



**COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS
MONTROUGE.**

WATERMETERS — ELECTRICMETERS.



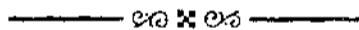
RENAULT C.L.M.

DIESEL ENGINES



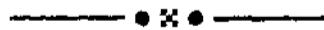
SPIROS

COMPRESSORS.



SOCIÉTÉ ALSACIENNE

TEXTILE MACHINERY — WATERWORKS. CHEMICAL — METALS.



HARDIVILLIERS et C^{ie}

668 Szechuan Road

Tél. 13044-5

新
雙
米
同

止痛

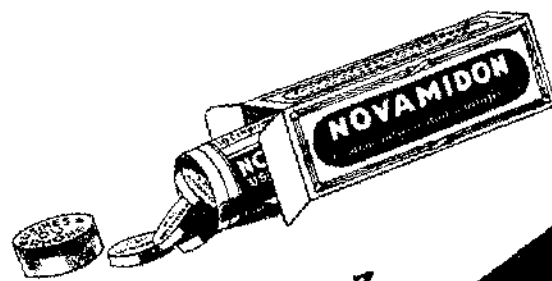
偏正頭痛 牙痛 腰背痠痛

各神經痛

退熱

傷寒 流行性感冒 各項發熱

每日三片 三次分服 溶少許溫水服下



售出有均房藥大各

NOVAMIDON

商法
行洋興立

中國總經理
上海北京路二號



潘定片

家用良藥

止痛退熱

各大藥房均有出售

中國總經理
法商立興洋行
上海北京路二號

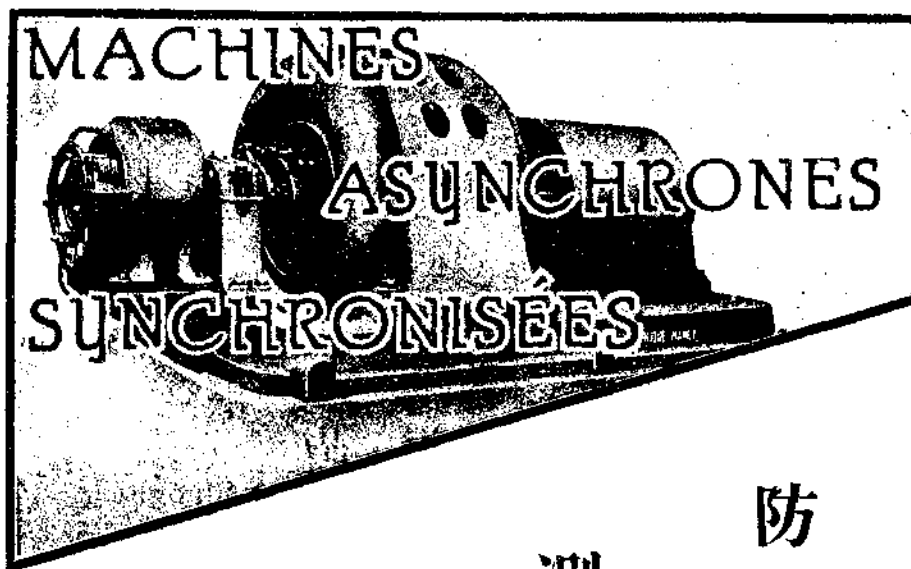


RHODINE

LONKOMAY

隆高麥洋行

上海西門路 230 號 電話 80544



擔
任
工
廠
設
計

供
給
機
器
材
料

防
空
設
備

測
繪
儀
器

各
式
引
擎

電
機
馬
達

本行備有各種樣本日錄承索即寄

LONKOMAY

隆高麥洋行

230 Rue Porte de l'Ouest—Chang-hai
上海西門路 230 號 電話 80454

本行總理下列法國名廠出品

工業機械

電氣機械
柴油煤汽油及火油引擎
渦爐
蒸汽引擎
紡織機器
水表

Cie Générale électrique, Nancy
Sté l'Aster
Etablissement Niclausse
Sté Larbodière
Ateliers Diederichs
Sté l'Aste

醫藥品

愛克司光電療器
外科醫具
開刀櫃及消毒器
無影燈
其他各項藥品及醫院設計

Cie Gle de Radiologie
P. Gentile et Cie
Ets Flicoteaux, Boutet et Fleurot
Ets Barbier Bénard et Turenne

教育用品

各種電表
測繪儀器
玻璃器具
醫科掛像及典型
天平秤光學用具及理化用具

Guerpillon et Sigogne
H. Morin; Deyrolle
Verreries de Folembray
Matériel du Dr. Auzous

工務機械

磨粉機軋石機和水泥機溶河機
汽鏟鋼軌車輛
築路機及汽鍋

Jules Weitz et Cie de Lyon.

Sté Leroux et Gatinois

建築材料

油漆
水汀衛生器具及鐵灶
電梯
其他各種材料

Ete Les Fils de Haguenhauer Aîné
Sté Gle de Fonderie
Ets Edoux Samain

他種材料

無線電機及零件
各種電光燈探海燈燈塔聽音防
空機噴射器 望多謨隔電灰

Sté Indépendante de Télégraphie
sans fil
Sté Barbier, Bénard et Turenne

啟行專代各界設計并備各種樣本及價目單如蒙 賜顧不勝歡迎

廿四
年度

震旦大學一覽

道林紙精印大本

正文二百二十餘頁
銅版插圖七十餘幅

內容

- 1. 總述
- 2. 醫學院概況
- 3. 特別班及附中
- 4. 法學院概況
- 5. 理工學院概況
- 6. 博物院附錄同學會

經售處

上海 呂班路本校圖書館
 上海 徐家匯土山灣印書館
 上海 四馬路作者書社
 北平 北池子妞妞房傳信書局

定價國幣壹圓

(郵費在內)

理工雜誌

第一卷 第二期 目錄

用撓度求樑之各部量大應力法	周念先
重力加速度之測量與雁何二氏權	張永立
支於四邊之鋼骨混凝土板設計圖表	陳善謨
感光片之感光與正色	丁 靈
洩水器	鄒立人譯
量近沙濾池之大改革與水之消毒研究	周賢偉譯
有聲電影攝製與放映之原理	王耆謀
溫度對於水泥凝結及硬化之影響	孫成基譯

理工矩俎

舊汽車之廢物再用
產錫工業現狀
一九三三年世界化學工業之烏瞰
固體觸媒與物理狀態之關係
鋼骨玻璃
探泉家之權與否 R. P. Weckbacher

理工雜誌

第一卷 第三期 目錄

對面	編者	洪青	頁數
編後	編者	洪青	頁數
插圖	編者	洪青	兩幅
磁場與磁電單位	費德朗教授著	劉晉鈺教授譯	1
代數方程式之基礎	張永立		14
鐵道平交道處安全保障方法之討論	張登義		24
荷蘭國須德灣大圍隄工程概要	周賢偉		29
空氣浮力對精確測重之影響(附圖表)	張樹之		74
開北水電公司發電廠之概觀	劉晉鈺		50
納氣放電管燈及其應用	聶光坡		73
光電瓶之研究	林存厚		95
空氣阻力和汽車的流線型	陳善謨		113
中學數理教師之缺乏	胡交耀先生		145

本期目錄

		頁數
封面	洪青	
船上鍋爐之新猷	林存厚	1
鋼工字樑及混凝土平板合成的 樓板的設計	關西滿	13
	費德郎教授著 盧劍岑譯	
半音階和音階		23
連續樑之新算法	方祖蔭	31
混凝土築路法概述	謝臨深	37
冶鋼鐵廠所適用之簡便化學分 析法	史寶鑑	43
分析拾零	林世謹	65
檢驗火車鐵軌之新器械	張伊耕	68
化學史料之一頁	王仁生	69
桁梁之研究	陳善謨	73



船 上 鍋 爐 之 新 猷

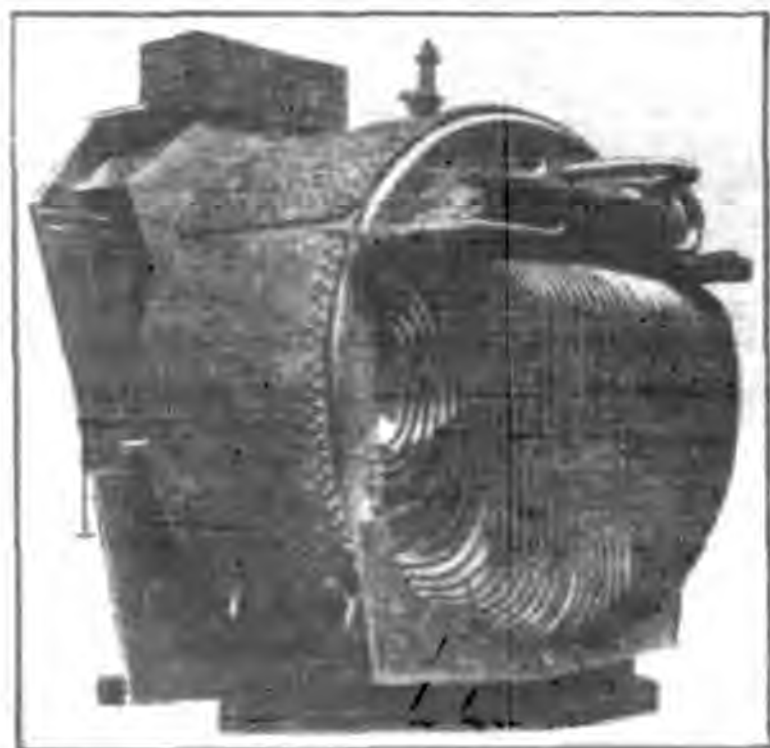
(Chaudières marines de types modernes)

林 存 厚

最近鍋爐之改進，無不在於汽壓與汽溫之提高，蓋鍋爐效率可因之增高。高壓及高溫的鍋爐，應用於發電廠者固甚夥矣；然應用於船上者則猶覺渺甚，蓋船上以安全為前提，鍋爐之重量及佔地須愈小愈佳，至若效率之高低猶在其次也。雖然以柴油內燃機之進步，大有於船上奪蒸汽機而代之勢，又以最近輪船無不以速度為競賽，須要汽輪或電動機之推進；凡此可使蒸汽機製造家努力於船上鍋爐之改進：既當提高效率，又須減小鍋爐之佔地及重量，而於安全方面又毫無所觸。於是種種新鍋爐之出現，茲特分述最新式的數種如下：

1) Howden-Johnson 式鍋爐。

此式鍋爐可云為火管式的，而加以水管，如圖一表之。其主要部分為圓筒式大水鍋，中為直式火管，水管位於火房之上部，兩端固著於水鍋後面的上下部；如此設置可使鍋內熱水及蒸汽之流動甚速，不致有沉滯之虞。且數個煤床可共配一個火房，因此煤床之數可不等於火管組之數，如三個煤床可配以四組火管。過熱器為直管式，置於水管之間，中部煤床之上。



(圖一)

Howden-Johnson 式鍋爐。

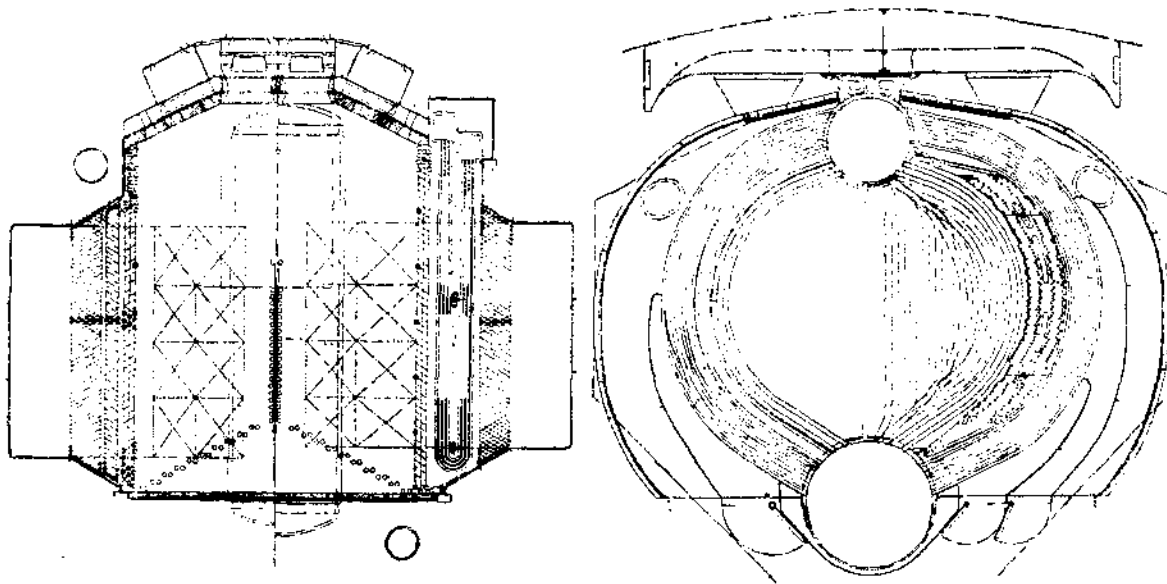
水鍋及火房皆圍以雙重的鐵壁，中空通以入爐助燃的空氣。

如此空氣既可預熱,而爐壁散失之熱量亦可減小.火管前又設可變位置的風門以調節熱氣之流動,因此過熱的蒸汽溫度的高低,亦可調節之;如若過熱器旁之火管前的風門全閉,則過熱器停止作用,鍋內所出的蒸汽為飽和的,鍋爐可以作為附屬鍋爐之用.

此式鍋爐內,汽壓可達 21 Kg/cm^2 (300 lbs), 汽溫為 400°C . 及 425°C . 之間,每小時出汽量可為平常火管式船上鍋爐的三倍.

2) Johnson 式鍋爐.

此式鍋爐全為水管式的,其特點即火房的四壁大部為水管所包圍,火磚佔地甚微.如圖二表之.



(圖二) Johnson 式爐鍋

聯絡水鍋及汽鍋的水管,中部的為直式的,兩旁的為曲線式的以成火房;前後兩面亦為水管,惟前面燃燒噴口 (brûleur) 處無之.過熱器為橫臥式的置於火房上部,空氣預熱器則置於水鍋之上.下乃一個此式鍋爐之各項數值:

汽壓 31 kg.5

汽溫 400°C .

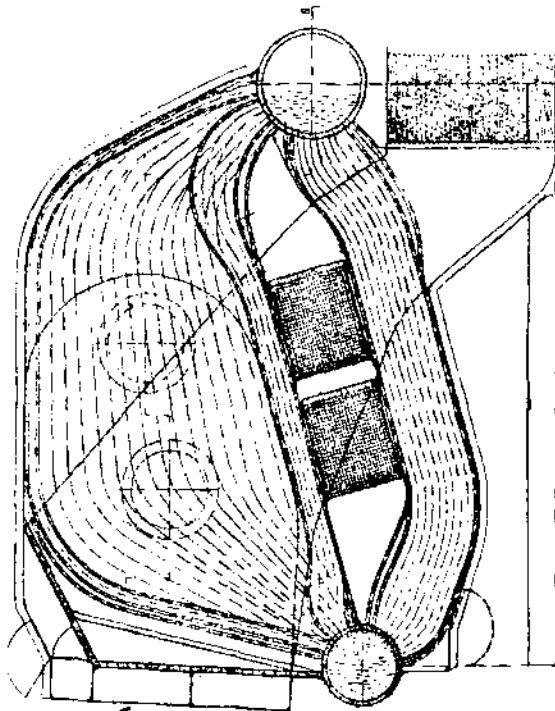
鍋爐本身受熱面積 773m^2

過熱器受熱面積 149m^2 .

水鍋及汽鍋皆為整個鐵塊製成的,其距離為 3.96m 左右.此三個鍋爐約可供 20000 匹馬力蒸汽機之用.

3) Wagner-Baner 式鍋爐.

此式鍋爐可為舊式水管式鍋爐及新水管式鍋爐(即爐內水鍋及汽鍋消去,只餘水管,管內熱水及蒸汽之流動,皆為加速度的)之代替的.水鍋及汽鍋猶保存,但其直徑縮至極低限度;熱水及蒸汽之強速度流動,則賴水管及過熱器之布置,可如圖(3)表之.水管可分為二部:一為上升部與高溫熱氣直接接觸,一為下降部與溫度較低的熱氣接觸;過熱器則介於此二部水管之間.因出過熱器後熱氣的溫度降下甚多,可使第二部水管內的水不至蒸發,如此熱水流動加速甚多.



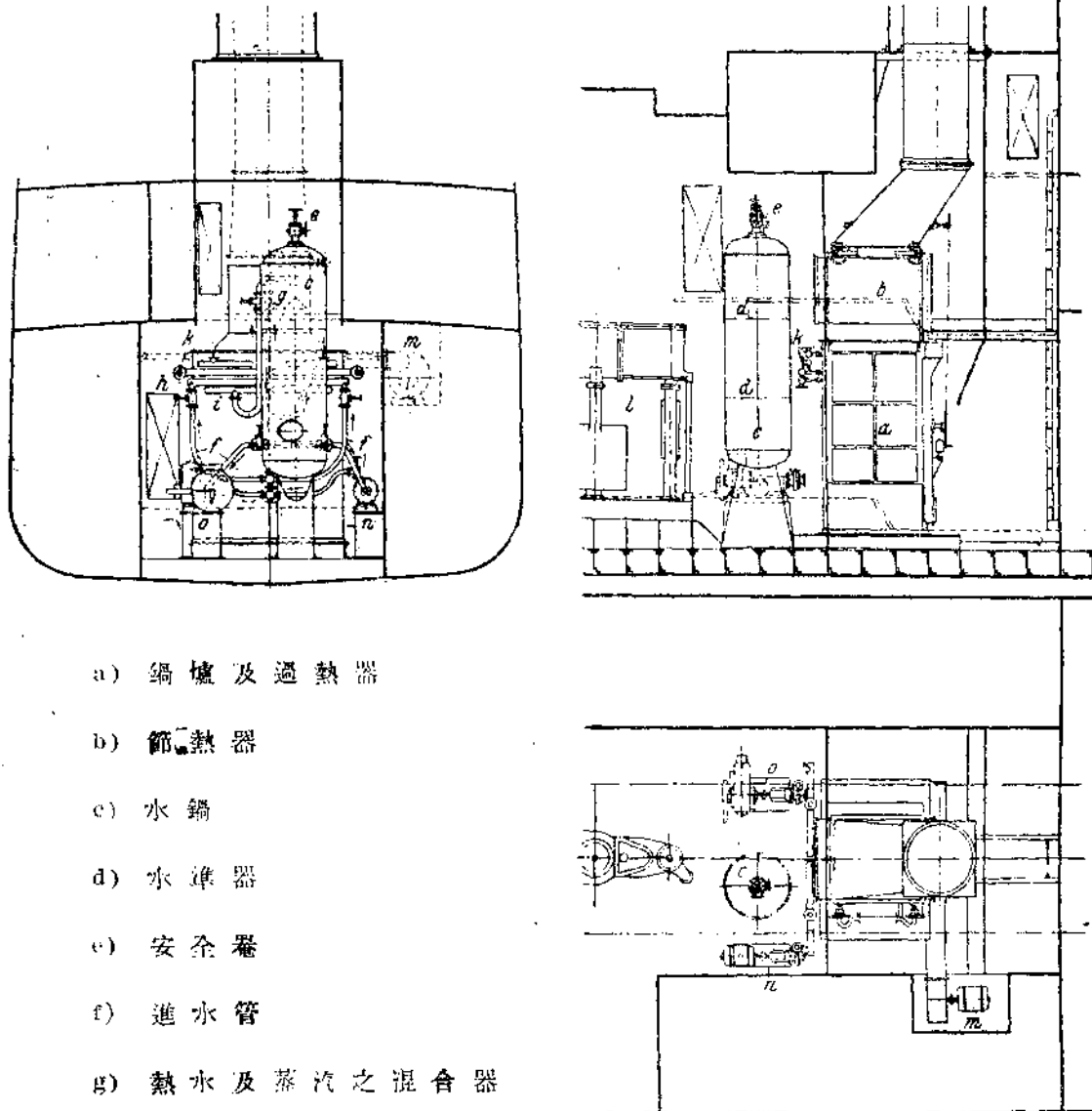
(圖三) Wagner-Baner 式鍋爐

下為一個此式鍋爐之數值:

汽壓	45 大氣壓 (atm.)
汽溫	480° C.
鍋爐本身受熱面積	50m ²
過熱器受熱面積	13m ²
每小時出汽量	4000 kg.

4) Le Mont 式鍋爐.

此為新式水管式鍋爐之一:即熱水及蒸汽之流動為加速度的.其各部安置可如圖四.水鍋 e 乃置於爐外,抽水機 n 抽出水鍋內將近沸騰的水,用壓力壓入爐內分佈於火床上部及其周圍的水管內;由水管所出飽和蒸汽再入爐外的水鍋 e,由水鍋入過熱器,後再入蒸汽機,或其他附屬機件.冷凝器所出的水先經一混合式預熱器,再入節熱器,最後始歸於水鍋 e.



(圖四) Le Mont 鍋爐

爐內熱氣的流動則賴於一鼓風機及一吸風機的推送。

高壓抽水機、鼓風機、吸風機等皆為電動的，電力之發生則賴一直流發電機。鍋爐的起動力則借於一柴油內燃機，此機亦為急救之用。

下為一個此式鍋爐的數值：

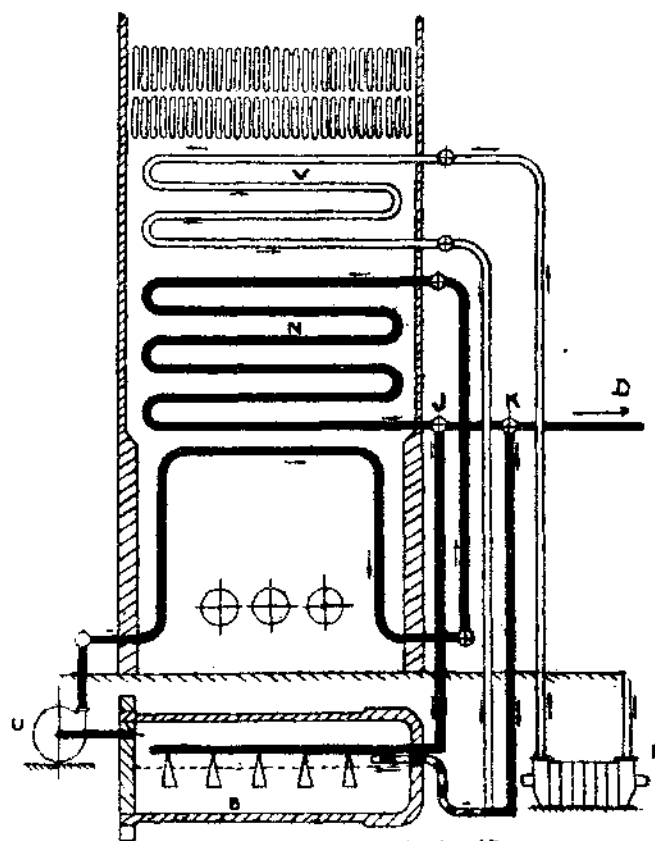
鍋爐本身受熱面積(由輻射的)	13.3 m ²
鍋爐本身受熱面積(由接觸的)	37.5 m ²
過熱器受熱面積	19 m ²
節熱器受熱面積	76.5 m ²
爐排面積	2.48 m ²
爐排負荷	117 kg/m ²
火房每小時每立方公尺所出的熱量	600000 kcal.

汽壓	12,05 大氣壓
汽溫	284° C.
每小時出汽量	2441 kg.
每方公尺受熱面積的每小時所出汽量	472 kg.
入節熱器前給水的溫度	63°,4 C.
出節熱器後給水的溫度	141° C.
入節熱器前熱氣的溫度	400° C.
出節熱器後熱氣的溫度	236° C.
入過熱器前 CO ² 的成分	11,8%
煙囪中 CO ² 的成分	12%
若抽水機,打風機等所費工率皆計之,鍋爐的總效率約為 77%。	

總之此式鍋爐的優點即:重量及佔地較小,起壓(mise sous pression)快速(30分鐘至40分鐘),給水不必特別純粹,效率頗高。

5) Loeffler 式鍋爐.

此式鍋爐的原理與 Le Mont 式可為同樣的,其構造可如



圖五表之。水鍋 B 亦置爐外,所異者即用過熱蒸汽,蒸發水於此水鍋中。所生飽和蒸汽由抽汽機送入過熱器 S 及 N。自 J 處過熱蒸汽一部(約 $\frac{1}{3}$)入汽機,一部再回水鍋內以蒸發鍋內的水如上述。

凝汽機所出的水由抽水機壓入節熱器 V。進入爐內;助燃空氣亦由預熱器 L 熱之。

此式鍋爐之優點即蒸發水鍋可在爐外,爐內只含過熱器,故不純粹的水亦可用之。

(圖五) Loeffler 式鍋爐

1927年捷克 Vitkovic 採煤公司 Caroline 煤礦的發電廠即安置此式四個鍋爐,每小時出汽量共40噸至60噸,汽壓為130大氣壓,汽溫為480°C。

1932年 Trébovice 發電廠安置三個此式鍋爐,每小時出汽量共180噸至225噸,汽壓為130大氣壓,汽溫為500°C。

此式鍋爐設置於船上者,已有多種設計,然尙未至於完備之景,不久將來必實行之。

汽壓既達130大氣壓,蒸汽體積自甚縮小,故抽汽機雖抽送此多量蒸汽,消耗工率亦不過大,蒸汽流動速度,負荷最大時為每秒20公尺。

是式鍋爐安置於船上的最大障礙,即船上汽機工率不能劃一的,時起甚大變化,如是有各式調節器以除此障礙。

4) Sulzer 式鍋爐

此式鍋爐之特點即無水鍋及汽鍋,只有整個甚長的水管。(水管的長約合水管的直徑30000倍,例如管長為750公尺,管的直徑為25公厘)可如圖六。

鍋爐本身,過熱器,節熱器等皆在此管中,不過因所佔位置而異,熱水,蒸汽受一抽水機高壓,高速度地穿過鍋爐的各部,水管雖一個的,因各部作用不同,故各部的直徑亦不同,且各部水管,可以隨時更換。

過熱器內溫度之調節,乃於其入口處注射入相當水量,此水量約合鍋爐給水的10%。

此式鍋爐最初安置於一發電廠,汽壓為250 kg,汽溫為400°C。船上設置此式鍋爐者 Kertosano 郵船為第一;汽壓為60大氣壓,汽



(圖六) Sulzer 式鍋爐

溫為 360°C ；鍋爐佔地比舊式的同樣工率者不及其五分之一。

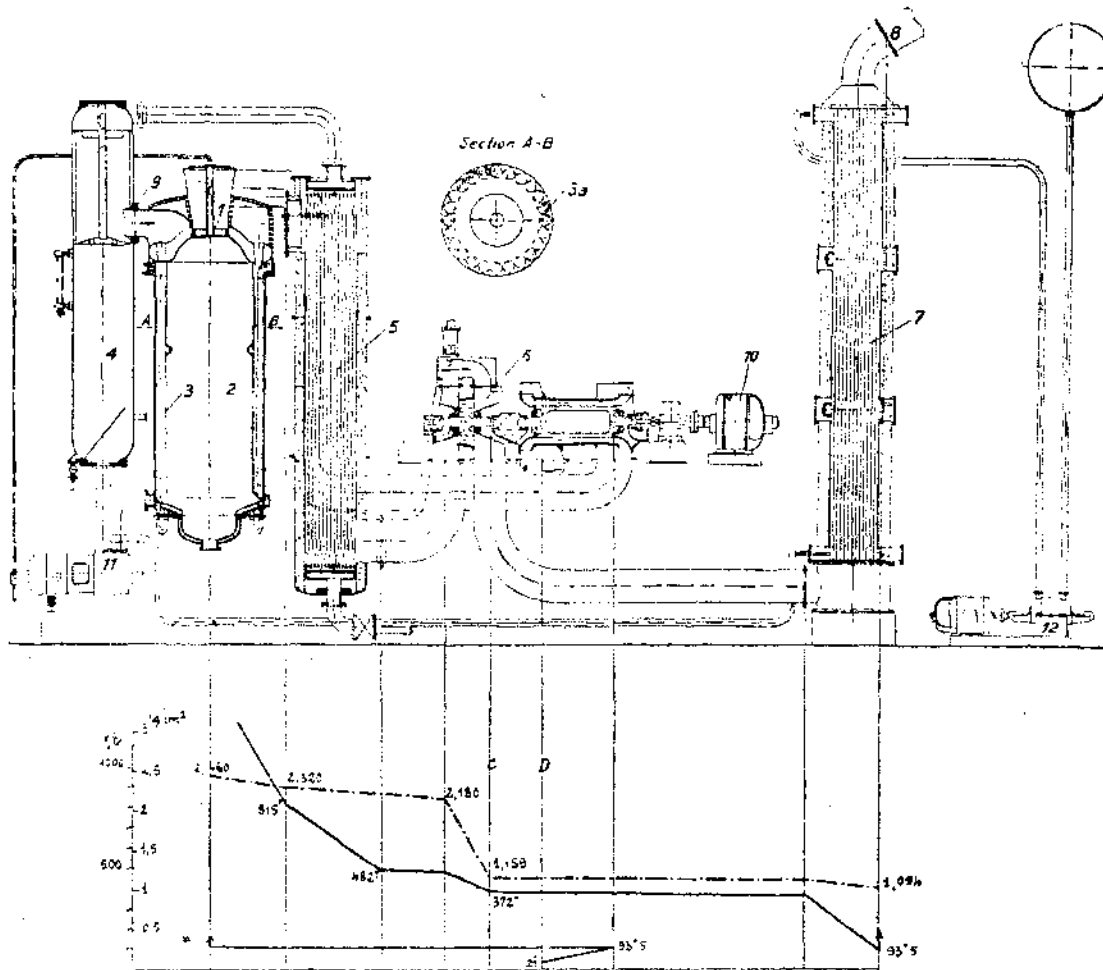
7) Benson 式鍋爐

此式鍋爐約與 Sulzer 的相似，無水鍋及汽鍋，只有甚長的水管，因各部作用不同，管的直徑不一，所異者即汽壓及汽溫皆達於臨界的 (225 公斤/平方公分 375°C)。

此式鍋爐安置於船上者以 Ueckermark 號貨船為第一，已有四年餘，甚為安全，尚有正在製造中的兩個 18000 噸郵船亦將安置此式鍋爐。

8) Velox 式鍋爐

上述各式鍋爐改進之處或為汽壓及汽溫之提高，或為熱水及蒸汽流動速度之增加；總之不出發生蒸汽部分，而於爐內發熱部分，熱氣流動及傳熱率等則毫未改進。Velox 式即在此數點上大



(圖七) Velox 式鍋爐 Velox 鍋爐之汽壓及溫度

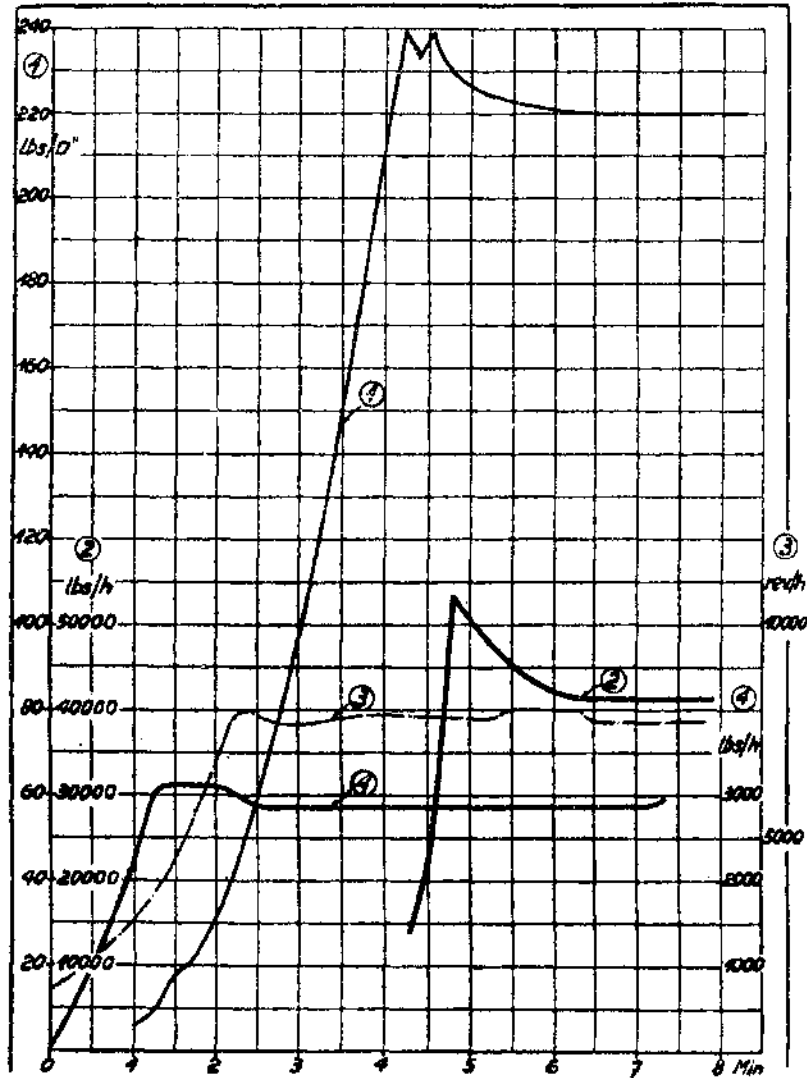
加以改進，可云別開一面。其特點即在熱氣流動之加速（300 m/sec，約各平常鍋爐內熱氣流動速度20倍），因此傳熱率增大，受熱面積亦增多，結果即鍋爐佔地及重量減小甚多，效率亦提高，且負荷劇變時，效率並無如何影響，此數點者無不極合於理想的船上鍋爐的條件，故此式鍋爐之發展誠不可限量，故特頗詳述之。

圖七可表此式鍋爐各部及其作用，欲達上述熱氣的高速度流動及此式的燃燒，空氣及燃料各由壓力送入火房(2)中於燃燒噴口 (brûleur) (1) 燃燒；空氣的壓力為 2.46 公斤，燃料的壓力為 21 公斤，火床之周圍為水管(3)（火床及水管的截面可如圖七的附圖表之）收納燃燒所生大部熱量，熱氣出火床入過熱器(5)將溫度降至 815°C，壓力為 2 kg. 319；出過熱器後，溫度降低至 480°，壓力為 2 kg. 179；再入氣輪 (turbine à gaz) (6) 出氣輪時溫度為 370°，壓力為 1 kg. 16；最後入預熱器(7)，出煙囪時(8)溫度降至 94°。氣輪者即利用熱氣的高速度以轉動壓送空氣入爐內的打氣機；熱氣在氣輪時，由傳導及輻射散失的熱量極微，故大量熱能皆變為動能；故實際上打氣機的工率即由鍋爐供給之，可云無消耗而得也；又氣輪在過熱器及預熱器之間，冷凝器可不必設備，凡此數點皆可提高鍋爐效率不少。

熱氣經過鍋爐各部時的壓力及溫度，如圖七所附曲線表之。

熱水及蒸汽的流動亦為加速的，由抽水機(12)壓水入預熱器後入分離器(4) (séparateur)；分離器位於蒸發水管及過熱器之間，水管所出蒸汽為飽和的，以高速度由孔(9)進入分離器生高速旋轉運動，因此關係水點可與蒸汽完全分離，水點下墜與由預熱器進入的水會合，蒸汽上升進入過熱器，分離器的水再由抽水機用高壓送入水管內，熱水及蒸汽的流動，因此為加速的，大約於全負荷時進入水量合蒸發的 10 倍。

鍋爐受熱面積既甚大，而水管中的水為少量的，故鍋爐的起壓極為迅速（不及五分鐘）；不特此也，負荷變化亦可甚速，如從全負荷，降至半負荷須時不過 20 秒左右；即由全負荷降至無負荷時，鍋爐不至因之停止作用，圖八的曲線即表汽壓，出汽量，燃料消耗量，及氣輪速度等與時間的變化。



(圖八) (1) 汽壓 lbs/sq in. (3) 汽輪速度 rev/min.
(2) 出汽量 lbs/h. (4) 燃料消耗量 lbs/h.

下為一個此式鍋爐試驗結果的各項數值。

每小時出汽量	24947 kg.
汽壓	19,965 kg/cm ²
汽溫	370° C.
蒸發水管發熱面積	57,9676 m ²
過熱器發熱面積	59,9185 m ²
預熱器發熱面積	159,783 m ²
總量發熱面積	<u>277,6691 m²</u>
火房體積	3m ³ ,511
水管出汽率	488 kg.26/m ²
全鍋爐出汽率	146 kg.478/m ²

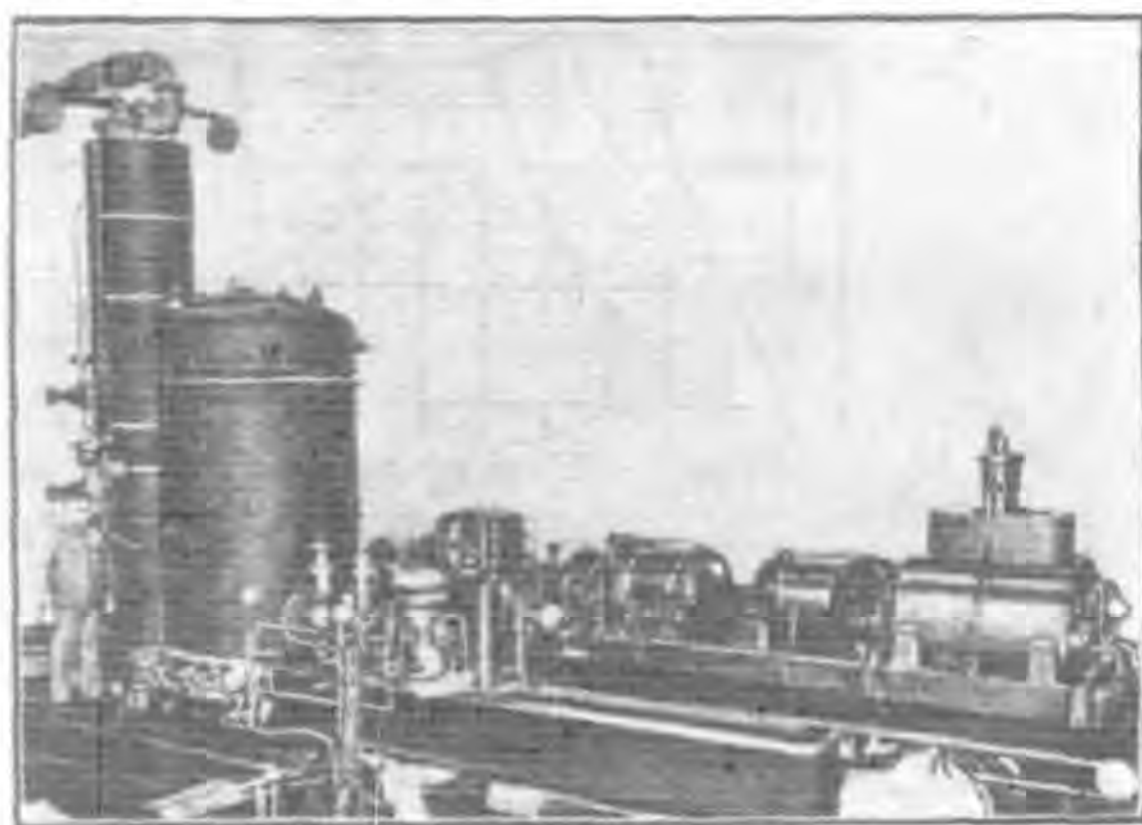
全負荷時給水抽水機工率不計外，鍋爐效率為 90.85%。因此個鍋爐出氣管過長，直徑過低故效率因稍降低，若稍加改進出氣管，則效率可提高至 92.5%。

此式鍋爐與平常船上水管式的較之，若工率相同而前者的佔地及重量不及後者八分之一；效率方面觀之，前者只除給水抽水機工率不計外，效率為 92%，而後者即各項附屬機件，如打風機，抽水機等等皆不計外，效率不過為 87%。Velox 式鍋爐佔地既小，汽輪可同置一處，如此管理上既簡且周，而水管及汽管等，亦省去不少。

此式鍋爐若應用於戰艦更為合式，其優點即：

a) 鍋爐的作用全可自動調節，管理方面不必須要多人，可於一室之中照視一切； b) 速度可在短時間內劇烈變化如由平常速度變為巡洋速度，不過 30 秒鐘；由升火而達起壓 (mise sous pression) 6 分鐘或 8 分鐘即可； c) 鍋爐構造無複雜之處，故機件的

修理可在短期內完畢； d) 熱氣的流動既為加速的，煙囪之高可以減小，即除去亦可，如此被擊的目標可以減小，而船面上空位又充出不少； e) 煙囪所出熱氣溫度較低 (79°)，且黑煙可以絕跡，故駕駛及射擊等手續省易不少；圖九為英國正在



(圖九)

試驗中 Velox 式鍋爐，以備安置於 Amiranti 號戰艦。

此外 Velox 式鍋爐猶有一特別便益之處，即若輪船的推動為電動的，各項發動機可分若干組，每組各配以一個 Velox 式鍋爐；如是各組發動機的工作可各自獨立，不相關聯，且甚長的水管及汽管等穿鑿全船各處可以免去之。

Velox 式鍋爐用於船上的各優點已如上述；然以其佔地及重

量之小,效率之高即用以發生他種機械的原動力亦甚佳,猶以高速度火車的機頭爲合宜;至若設置於發電廠發生大量工率者,以燃料須液體或氣體故,不甚經濟,若利用煤粉之射入,則正在研究及試驗中,其效果如何,正有待也。

本文參考書

La chaudière Velox à suralimentation (Adolphe Meyer)
Bulletin technique du bureau Veritas Octobre
1934 p. 209-213.

Nouveaux types de Chaudières marines.
Bulletin technique du bureau Veritas Avril
1935 p. 65-69.

介紹新刊 (一)

名稱	期性	出版處	全年定價	現出卷	至期
國際貿易導報	月刊	上海商品檢驗局 國際貿易局	3.00	VII	11
工業安全	月刊	上海菜市路176號 天廚味精廠	2.70	III	3
中和燈泡月刊	月刊	上海福州路漢密爾登大廈 中和燈泡公司		III	5
殖邊月刊	月刊	上海辣斐德路辣斐坊二號 中國殖邊社		III	3
科學	月刊	上海亞爾培路533號 中國科學社	3.00	XIX	11
貿易	旬刊	上海地豐路六號 中國國際貿易協會	3.00		63
中華郵工	月刊	上海靶子路五三八弄九號 中國郵工編輯委員會	1.00	I	7
教育與職業	月刊	上海華龍路環龍路11 中華職業教育社	1.00		170
同濟工學院季刊	季刊	上海吳淞同濟大學 同濟工學會			3
社會經濟月報	月刊	上海南洋路四四號 社會經濟調查所	3.00	II	10
射電	月刊	上海西門路西湖坊三十號 青年無線電研究社		I	3
飛利浦無線電雜誌	月刊	上海四川路一三三號 飛利浦洋行	1.50	II	4
航海雜誌	月刊	上海小西門泰安街156號 航海雜誌社	1.00	I	9
出版週刊	週刊	上海商務印書館推廣科	1.00		158
上海物價月報	月刊	上海江海關二樓 國定稅則委員會	2.00	XI	5
道路月刊	月刊	上海古拔路七十號 道路月刊社	2.00	XLVII	3
復旦土木工程學會會刊		上海江灣復旦大學土木工程 學會			5
復興月刊	月刊	上海市中心區政府路 新中國建設學會	2.00	IV	4
電信雜誌	季刊	上海呂班路一六三弄四號 交通部電政同人公益會	1.20	III	4
肇和月刊	月刊	上海勞勃生路一零六號 肇和中學			13

鋼工字樑及混凝土平板合成的樓板的設計

關 西 滿

(一) 緒 論

在普通的鋼鐵樑的樓板設計上,各欄柵當中的空間是常常填以磚土,或空心磚等.這種敷土 (hourdis) 的存在是用以:

- (1) 承受欄柵和天花板.
- (2) 隔離聲浪與熱流的傳播.

這類煤屑混凝土(圖一)或磚拱(圖二)做成的敷土,它的靜重

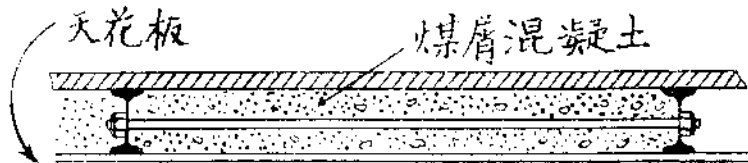


圖 一



圖 二

是很顯著的.那麼,倘使我們能够利用這些敷土來分受各樑所載的載重,我們不是將會得到很大的利益嗎?因此,我們就想出了用鋼筋混凝土板來製這類敷土的設計.這混凝土和各欄柵,用一種相當的構做聯接着,使它等在

載重下,不能互相滑脫為限.如此,混凝土將會和工字鋼樑構成一種鋼筋混凝土大料 (poutre en béton armé). 在其中,各工字鋼樑將應用作抗拉鋼條.

對於混凝土板如何和工字鋼樑聯接方能使它等,在適當的

載重下,不能互相滑脫,人們曾經試用過很多種的方法,但經過嚴密的試驗後,其中大部份的方法,雖然結構是如何地複雜,其應用效能反不能令人滿

意.本文只將其中構造,最簡而効力最大的,兩種提出來討論.

甲種:——只將工字鋼樑一部份填在混凝土板內.(圖三)

根據法國工務局房屋建築實驗所 (Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics) 多次試驗結果所得,我們知悉,欲使,例如高

十二公分的工字鋼樑和混凝土聯接而不互相滑脫,我們只需將鋼樑的上部二公分填入混凝土板內.



(圖三)

乙種:——在樑處將混凝土加厚,把整條鋼樑(除底翼外)填入混凝土內.(圖四)

這種聯接,不但鋼樑和混凝土絕對不會有滑脫的危險;它且能增加兩鋼樑間的混凝土板抗彎能率.

(二) 計算

這類樓板,在計算上,和普通的鋼筋混凝土板,並沒有什麼多大的出入.而且,混凝土板的一部份可作為大料的一部份計算,它的寬度是看樓板的厚度而定的.我們大家都知悉,在普通建築上,兩鋼樑的距離是不能超過一公尺,而混凝土板的厚度又很少在四公分以下.那麼在這類樓板的計算上,我們簡直可以把整個混凝土板算作大料的一部份計算.如此,這類樓板的計算不是很簡單地變為丁形大料的計算嗎?我們只需分別中和軸 (axe neutre) 在混凝土板內或在板外兩種計算.

現在且先把下文所應用的符號列出。

h = 大料的總高度。

y = 由中和軸至最上纖維的距離。

b = 混凝土板算作大料一部份的寬度。

e = 混凝土板的厚度。

S_a = 工字鋼樑的剖面面積。

h_m = 由 S_a 重心至混凝土板最上纖維的距離。

I_b = 中和軸上部的混凝土面積對於中和軸的安幾。

I_a = S_a 對於經過它的重心的平軸的安幾。

I_s = S_a 對於中和軸的安幾。

I = 混凝土和鋼樑的等質面積 (section homogénéisée), 對於中和軸的安幾。

$m = \frac{E_a}{E_b}$ 鋼樑彈限和混凝土彈限的比。

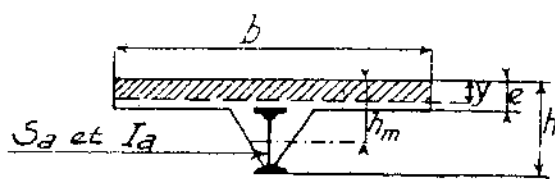
M = 在某剖面上的撓幾。

r_b = 混凝土所受的最大單位纖維應力。

r_a = 鋼樑所受的最大單位纖維應力。

(1) 中和軸在混凝土板內。(圖五)

$$y < e.$$



(圖五)

剖面等質面積, 對於中和軸所生的靜幾 (moments statiques) 可寫作:

$$\frac{by^2}{2} - m S_a (h - y) = 0$$

由此求得 y 的數值. 而且我們知得.

$$I = I_b + m I_s$$

其中 $I_b = \frac{by^3}{3}$ $I_s = I_a + S_a (h_m - y)^2$

因此: $I = \frac{by^3}{3} + m I_a + m S_a (h_m - y)^2$

因此:
$$r_b = \frac{My}{I}$$

$$r_a = m r_b \frac{h-y}{y} = \frac{m M (h-y)}{I}$$

(2) 中和軸在混凝土板外。(圖六)

$$y > e$$

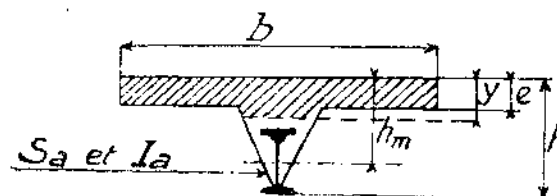
這裡在中和軸上,混凝土板下的混凝土面積不過很微小,我們,爲方便計算起見,可以略去它對於中和軸所生的靜幾。

因此,剖面等質面積,對於中和軸所生的靜幾可寫作,

$$be \left(y - \frac{e}{2} \right) + m S_a (h_m - y)$$

因此得:

$$y = \frac{m S_a h_m + \frac{be^2}{2}}{be + m S_a}$$



(圖六)

剖面等質面積,對於中和軸的安幾

$$I = \frac{by^3 - b(y-e)^3}{3} + m I_a + m S_a (h_m - y)^2$$

$$r_b = \frac{My}{I}$$

$$r_a = \frac{m M (h-y)}{I}$$

例: 在一這類樓板,它所用的工字鋼樑的高度爲十公分,兩樑的的距離爲八十公分,混凝土板的厚度爲四公分半。

(圖四). $S_a = 10.6 \text{ cm}^2$ $I_a = 170 \text{ cm}^4$ $h_m = 4.5 + 5 = 9.5$

$b = 80 \text{ cm}$. 求在 M 撓幾下的 r_b 和 r_a .

設 $m = 10$

由
$$\frac{by^3}{2} - m S_a (h_m - y) = 0$$

求得 $\frac{80y^2}{2} - 10 \times 10.6 (9.5 - y) = 0$

$$40y^2 + 106y - 106 \times 9.5 = 0$$

$$y = 3.86 < e$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{by^3}{3} + m I_a + m S_a (h_m - y)^2 \\ &= \frac{80 \times 3.86^3}{3} + 10 \times 170 + 10 \times 10.6 (9.5 - 3.86)^2 \\ &= 6607 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

因此: $r_b = \frac{M \times 3.86}{6607} = 0.000583M \text{ kgs/cm}^2$

$$r_a = \frac{10 \times M (14.5 - 3.86)}{6607} = 0.0161M \text{ kgs/cm}^2$$

設 $m = 15$, 同法, 我們求得:

$$y = 4.47 > e \quad I = 8930$$

$$r_b = 0.0005 M \text{ kg/cm}^2$$

$$r_a = 0.01685 M \text{ kg/cm}^2$$

倘使鋼樑單獨抵抗同樣的載重, 我們將得到:

$$r'_a = \frac{M}{\frac{I_a}{V}}$$

$$\frac{I_a}{V} = \frac{170}{5} = 34 \text{ cm}^3$$

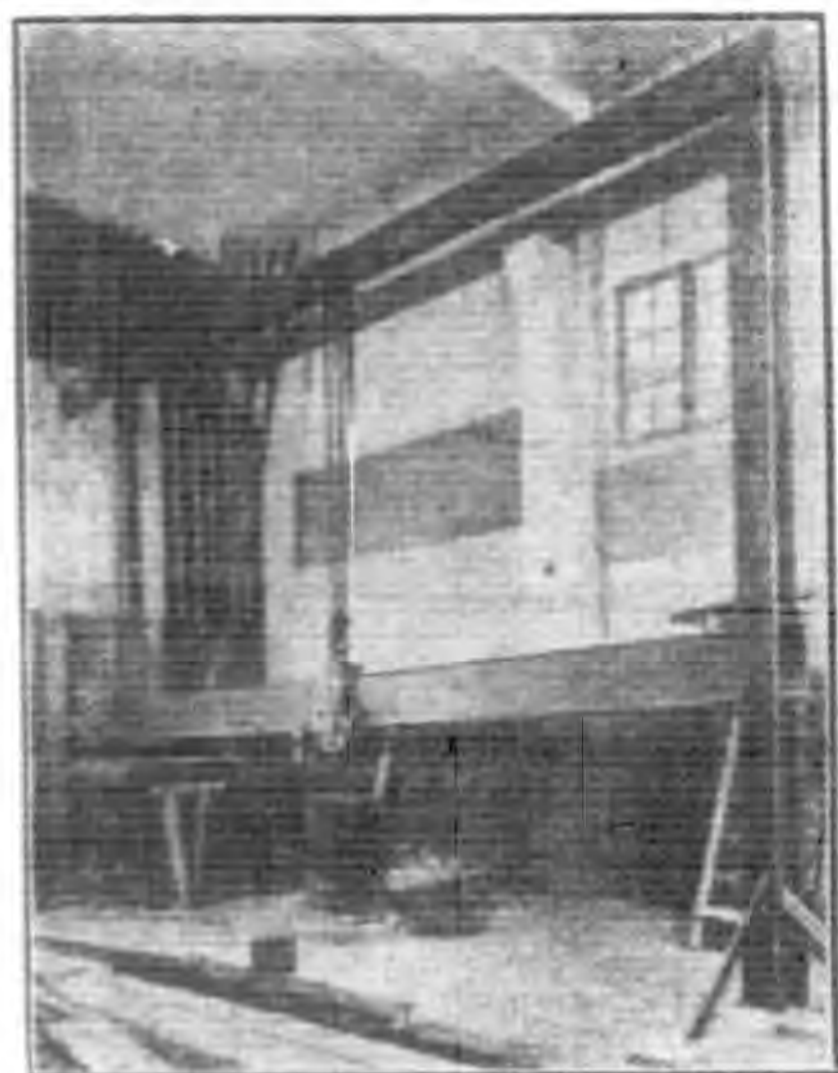
因此: $r'_a = \frac{M}{34} = 0.029 M > r_a$

(三) 試驗

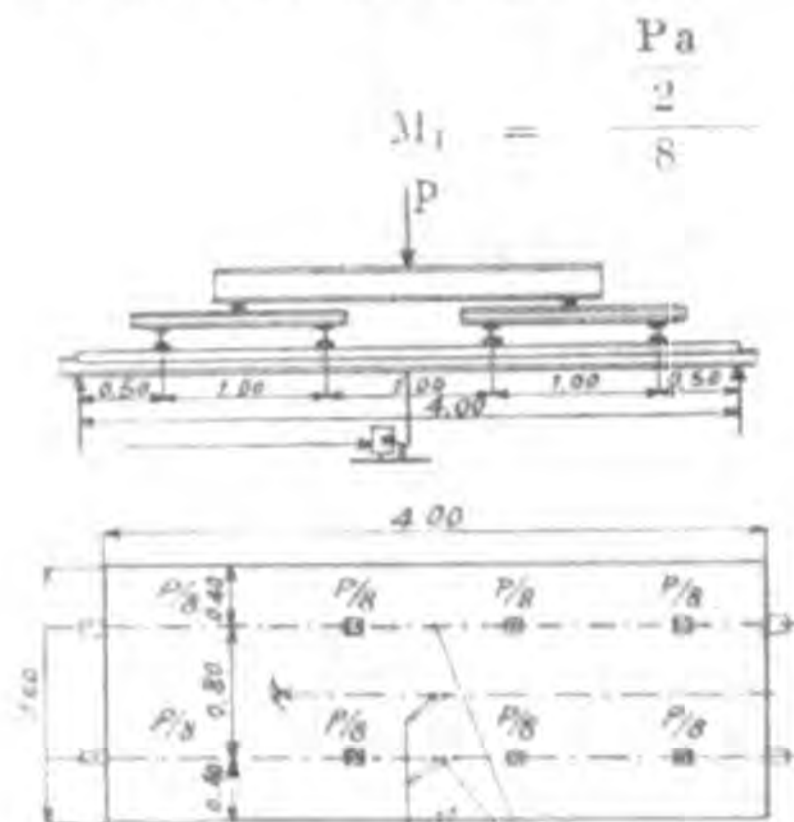
(A) 抗彎試驗.

這種試驗,是施行於跨度為四公尺的樓板上.所取樓板的闊度是一公尺六公寸.兩樑的距離為八十公分.樑的大小及混凝土的厚度,則一如圖三及圖四上表出的.載重是利用一種特製的槓杆來施行(圖七).所施的載重務需平均分佈於兩樑為目標.假設所施的載重為 P 公斤如此,每樑所受的載重,將為 $\frac{P}{2}$ 公斤了.這 $\frac{P}{2}$ 公斤,又利用一種相當的安置(圖八)將它平分為四載重,每載重為 $\frac{P}{8}$ 各集中於

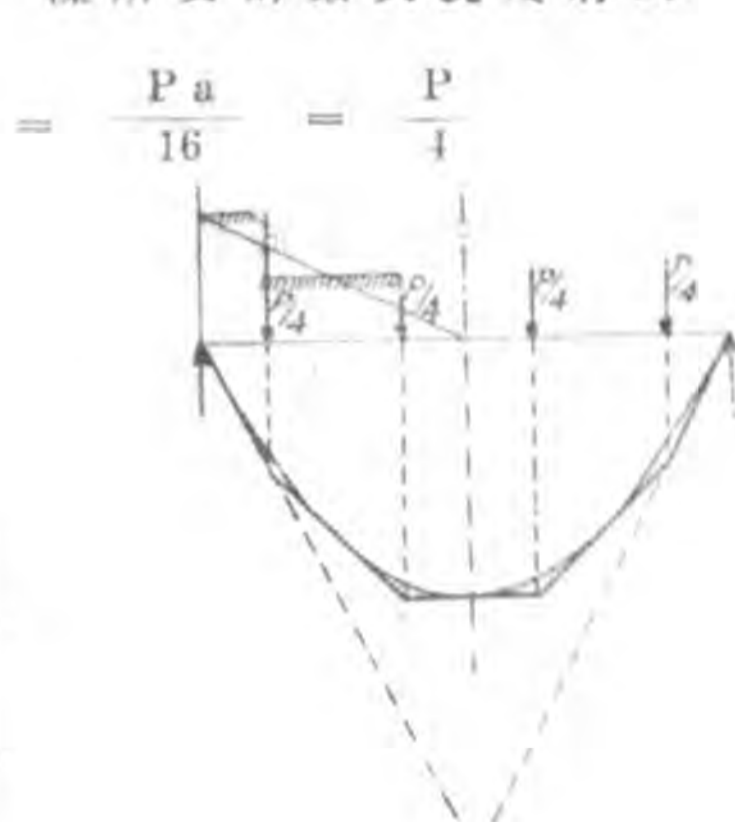
$\frac{a}{8}, \frac{a}{4}, \frac{a}{4}, \frac{a}{8}$ ($a =$ 四公尺)各點上.這般分佈法, $\frac{P}{2}$ 載重簡直與平均分佈於樑上無多大的分別了.(圖九)因此,每樑所受的最大撓幾將為:



(圖七) 用作抗撓試驗的槓杆



(圖八)



(圖九)

$$M_1 = \frac{Pa}{2} = \frac{Pa}{8} = \frac{Pa}{16} = \frac{P}{4}$$

除 $\frac{P}{2}$ 所生的撓幾外,樓板本身重量,亦生出相當的撓幾,設它的重量為 P' 公斤,它所生的撓幾將為:

$$M_2 = \frac{P'a}{8} = \frac{P' \times 4}{8} = \frac{P'}{2} \text{ Kgms.}$$

因此,這樓板所受的最大撓幾應是: $M = M_1 + M_2$.

試驗告訴我們,如圖四那一種樓板可以抗 $\frac{P}{2}$ 公斤載重直至 $M = 2915 \text{ Kg m}$ 時方行破裂.至於圖三那一種更可以抗 $\frac{P}{2}$ 公斤載重直至 $M = 3330 \text{ Kgms}$ 時,方發生破裂.

試驗又告訴我們,鋼樑與混凝土,在未發生破裂前,絕未發現過有互相滑脫的現象.混凝土板的破裂是因為鋼樑受過量的拉力而漸漸發生顯著的伸長.因此,中和軸漸漸移近混凝土板的最外纖維,混凝土因受過量的壓力而破裂.

由 $f_s = \frac{m M (h - y)}{I}$ 一式,我們算得,欲使鋼樑受到每平方公厘十二公斤拉應力時,(在安全極限內鋼鐵所能接受的最大拉應力),所需的撓幾為 750 Kgms . 因此,這類樓板的安全係數可達到: $\frac{2915}{750} = 3.9$.

在試驗抗彎進行中,我們亦同時進行試驗撓度的變化.所用的器具為 Morin 式撓度器,安放在每樑的當中(圖十),由漸漸增大載重下所量得的各撓度,使我們很容易求得,在什麼載重下,材料



(圖十)

方達到它的彈限,在多次精細的試驗和計算後,我們知得如圖四那一類樓板,當最大撓幾達 1550 Kgms 時,材料方顯出達到它的彈性極限.在這撓幾下,我們由 $r_a = 0.0161$ 一式算得 $r_a = 0.0161 \times 155000 = 2500 \text{ Kg/cm}^2$.

由上列所得的結果,我們很容易看得到,在鋼樑未達到它的彈性極限前,這類樓板,我們可以說,是幾乎絕對彈性的.

接一:-----

上文我們已經提出過,欲使每鋼樑受到(在安全極限內),最大的拉應力($r_a = 12 \text{ Kg/mm}^2$),所需的撓幾為 750 Kgms.由 $M = M_1 + M_2 = 750 \text{ Kgms}$ 一式我們求得 $\frac{P}{2} = 1500 \text{ Kgs}$. 每樑所載的混凝土板靜載重大約為 400 Kg. 那麼樓板所能接受的有效活載重應是 $1500 - 400 = 900 \text{ Kg}$: 了. 因此,樓板每平方公尺所能接受的活載重是

$$\frac{900}{4 \times 0.80} = 280 \text{ Kgs/m}^2.$$

倘使混凝土只築在樑上而並不互相聯接,在安全極限內,每鋼樑所能接受的最大撓幾應變為:

$$r_a = \frac{M}{I} = 1200 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\begin{aligned} \text{由此求得: } M &= 12 \frac{I}{V} = 1200 \times \frac{170}{5} = 41000 \text{ Kg cms} \\ &= 410 \text{ Kg ms.} \end{aligned}$$

由 $M = M_1 + M_2 = 410$ 一式求得 $\frac{P}{2} = 820 \text{ Kgs}$. 混凝土板的靜載既仍然是 400 Kgs, 樓板每平方公尺所能接受的活載重只得:

$$\frac{820 - 400}{4 \times 0.80} = 130 \text{ Kgs/m}^2.$$

因此,如圖四那一類樓板,可比平常的,每平方公尺,能多載 $280 - 130 = 150 \text{ Kgs}$.

按二：——

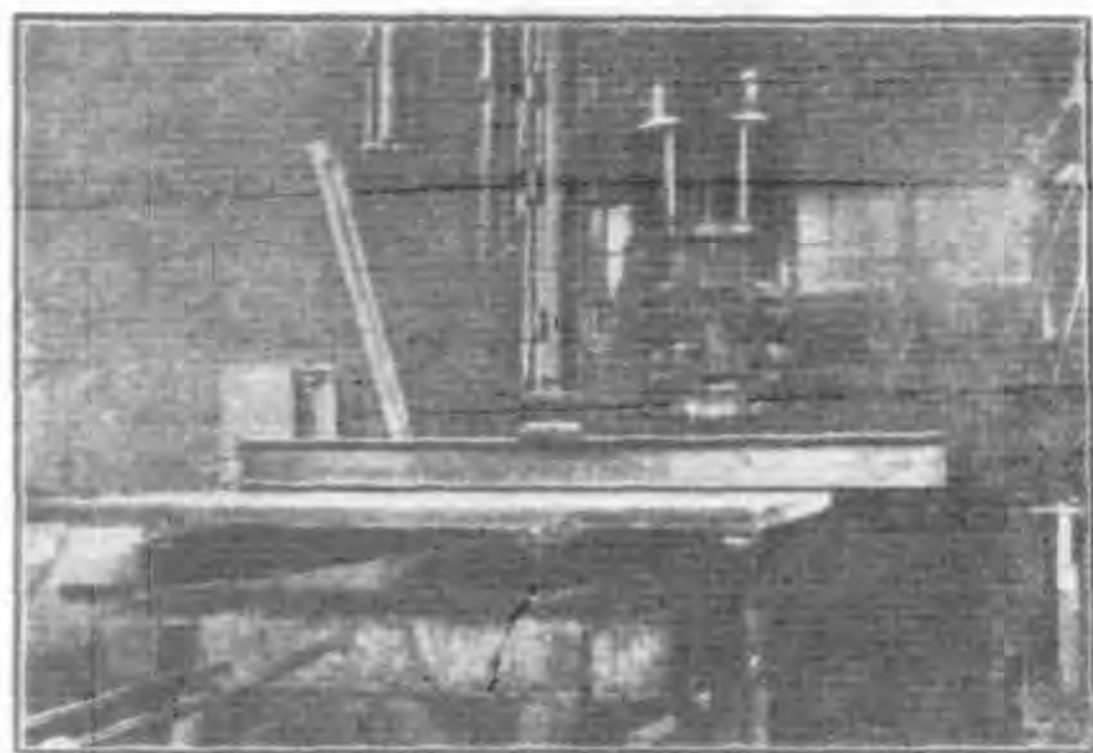
當鋼樑在安全極限內，受到最大許可的應力時，混凝土所受到的最大應力可由 $r_a = \frac{m r_b (h - y)}{y}$ 一式求得。

$$r_b = \frac{r_a}{m} \cdot \frac{y}{h - y} = \frac{1200}{10} \times \frac{3.86}{14.5 - 3.86} = 43.5 \text{ Kg/cm}^2$$

在實際上 r_b 是每比由理論上的公式，算得來的為大，但它總不至超過在安全極限內，每平方公分混凝土所能接受的應力 ($R_b = 50 \text{ Kg/cm}^2$)。

(B) 抗剪試驗

這種試驗的主要目標是求：當樓板在傍近支持點處，受到相當集中載重而至發生破裂的原因，是否因混凝土和鋼樑互相滑脫所致，抑或因混凝土板和樑脫離所致。



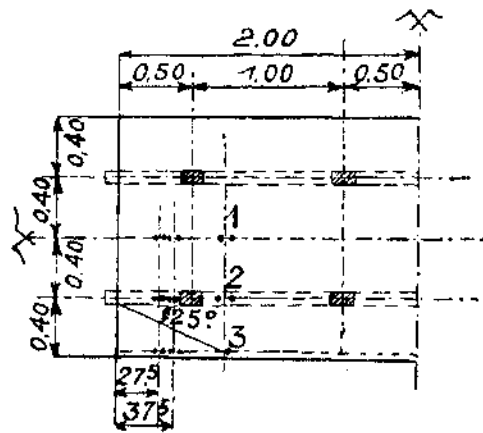
(圖十一)

所試驗的樓板的跨度為二公尺，集中載重是利用一種特製的施重及起重機械（圖十一）來施行於離支持點五十公分處，對於如圖四那一類樓板，我們求得，剪力達 8450 Kgs 時樓板方行破裂，同時，因同樣的載重而生的撓度則為 2175 Kgms。

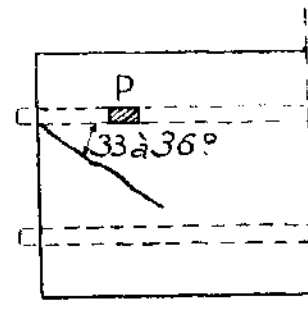
對於圖三那一類樓板，則剪力達 10500 Kgs，樓板方行破裂，同時所生的撓度為 26200 Kgm。

經多次的試驗後，我們知悉樓板破裂的主要原因，不外是因鋼樑過度的伸長所至，而絕不是因鋼樑與混凝土互相滑脫所發生的，試驗告訴我們，混凝土板是沿垂直方向和鋼樑脫離的，那麼，由試驗抗剪力上所得的最大結案，就是應當要盡可能地，利用鐵箍壓固地聯接着鋼樑和混凝土板。

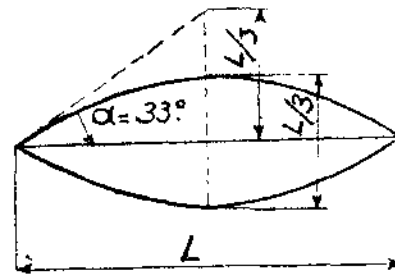
在抗剪試驗中,我們發覺出一種很有趣味的現象.在試驗進行中,我們發覺大部份的裂痕和各樑成 30° 至 36° 的角度(圖十二).這種現象的發覺,暗視我們應該如何限制樓板可算作大料一部份的面積.有些工程師主張取用如圖十三,包在兩拋物線內的面積,爲大料抗壓的一部份計算.



(圖十二)



(圖十二)



(圖十三)

(四) 優點

這類樓板的最大優點,就是經濟和構做簡便.它不但比普通鋼鐵樓板堅硬和不易屈撓,建築費亦可便宜百分之十之多.和普通的鋼筋混凝土板比較.它的優點就是不需要複雜的木壳模型及繁雜的安置鋼條手續.

半音諧和音階

費德郎教授著

盧劍岑譯

近世音樂之受制於 Bach 氏等程音階久也，乃精於音者，每以是而顰眉，周郎屢顧，誤豈拂絃；良以於此輩，鋼琴之音即乖，樂曲之神趣亦因律調之移易而譌。等程音階外，自另有一理想音階，凡不為音律固定之樂器所限者，如歌人，提琴師皆趨之於不覺。

人聲之變調，可毫不損及自然音階。近代之複式樂器亦可因馬達速度之加減，使振動器頻率於同比例間變化而變調，然以其受制於等程音階故，大為其拍頻所累。

於柔和之音，非定音之樂器，及善聽者若能畧詳補 Zarlino (或 Aristoxène) 氏音階缺陷之半音音階，亦非無用。

此音階於諧和之獨特超絕，人無異詞。若能用之於近代非定音之樂器，則為益於音樂藝術，必非淺鮮。

Zarlino 氏音程為

ut	ré	mi	fa	sol	la	si	ut'
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

亦可書如下式

$$\frac{16}{16} \quad \frac{18}{16} \quad \frac{20}{16} \quad \equiv \quad \frac{15}{12} \quad \frac{16}{12} \quad \frac{18}{12} \quad \frac{20}{12} \quad 2 \times \frac{15}{16} \quad 2 \times \frac{16}{16}$$

由此導出下列之中間值：

$$\frac{17}{16} \quad \frac{19}{16} \qquad \frac{17}{12} \quad \frac{19}{12} \quad \frac{21}{12}$$

此即完成半音音階之五半音是。

若留意及 $\frac{21}{12} = 2 \times \frac{14}{16}$, 自低半音 Si 起, 此音階可書為:

si _b	ut	ré	mi	fa	sol	la	si _b
$\frac{14}{16}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{18}{16}$	$\frac{19}{16}$	$\frac{20}{16}$	$\frac{21}{16}$
			$\frac{15}{12}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{17}{12}$	$\frac{18}{12}$	$\frac{19}{12}$
			$\frac{20}{12}$	$\frac{21}{12}$	$\frac{22}{12}$	$\frac{23}{12}$	$\frac{24}{12}$

由是可見此音程乃由二旋律組成, 其一自 $\frac{14}{16}$ 至 $\frac{20}{16}$, 逐次增 $1/16$, 其一則自 $15/12$ 至 $21/12$, 增 $1/12$. 二旋律以其各具之低半音 Si 及 mi 之二承轉音 (notes de transition) 相聯合.

此二旋律之順序音程, 組成兩幾相等之數列, 即諸不相同之半音是, 今以其比率示之如次:

$\frac{15}{14}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{18}{17}$	$\frac{19}{18}$	$\frac{20}{19}$	$\frac{21}{20}$
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

其中間值為 $\frac{18}{17} = 1,0588$ 與等程半音 $2^{1/12} = 1,0592$ 實際相等.

旋律漸高時, 半音亦變, 最鉅之值 $\frac{15}{14} = 1,0714$ 在乎初; 而最微者 $\frac{21}{20} = 1,0500$ 則居乎末.

如以 savarts 計此音程, 可得

30	28	26,3	24,8	23,5	22,3	21,2
----	----	------	------	------	------	------

於等程音階中, 半音為 25 savarts (千分之三差)

故在第一旋律中, 順序之音程為

si _b	Si	ut	ut ₂	ré	mi _b	mi
$\frac{15}{14}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{18}{17}$	$\frac{19}{18}$	$\frac{20}{19}$	$\frac{21}{20}$
30σ	28σ	26σ	25σ	23σ	22σ	21σ

而於第二旋律中, 則為

mi	fa	fa ₂	sol	sol ₂	la	si _b
$\frac{16}{15}$	$\frac{17}{16}$	$\frac{18}{17}$	$\frac{19}{18}$	$\frac{20}{19}$	$\frac{21}{20}$	$\frac{22}{21}$
28σ	26σ	25σ	23σ	22σ	21σ	20σ

二旋律不相等,此殊非人為,蓋半音之音階為自然音階彌補缺陷所必需也:

試計正則音階 ($ut_3 = 256 = 2^8$) 之頻率,於第一旋律得:

Si_b	si	ut	ut_{\sharp}	ré	mi_b	mi
224	240	256	272	288	304	320

於第二旋律則為:

mi	fa	fa_{\sharp}	sol	Sol_{\sharp}	la	si_b
320	$341\frac{1}{3}$	$362\frac{2}{3}$	384	$405\frac{1}{3}$	$426\frac{2}{3}$	448

由是可見第一旋律中之頻率每秒增 16 振動 (ut_1), 而第二旋律中則增 $21\frac{1}{3} = fa_1$, 於高一調中, 增強率為 $32 = ut_0$ 及 $42\frac{2}{3} = fa_0$. 低一調中則為 8 及 $10\frac{2}{3}$. 故可竟謂半音音階中, 每旋律中之音差皆為常數至於等程音階中, 則音差之對數方為常數.

高低半音間之爭論於此亦可得簡切之解決. 兩音之間, 僅有一半音, 而無高半音及低半音二半音存在也.

若諸分數, 乃由時間單位而來, 殊無足重視. 試以一分, 三秒或一秒半為時間單位以計振動次數, 諸頻率即盡成整數.

故若欲以齒輪或轉動盤如驗音盤而實用此音階, 但於盤上設置與下列數字相當之齒或穴.

si_b	si	ut	ut_{\sharp}	ré	mi_b	mi	fa	fa_{\sharp}	sol	sol_{\sharp}	la
42	45	48	51	54	57	60	64	68	72	76	80

更令其每分鐘各轉動 20, 40, 80, 160, 320, 640... 次即可. 以 $48 \times \frac{320}{60}$

$= 8 \times 32 = 256 = ut_3$ 之故, 每分鐘 320 轉之速度可發 ut_3 之正則音階.

今試詳察 mi 及低半音 Si_b 二承轉音. 十六分之一之旋律始於 $ré_b$ 而終乎 mi, 十二分之一之旋律則終於 Si_b 而始於 mi. 二音之分子皆於第一旋律中為偶, 於第二中為奇. 二音皆殿將終之旋律而冠初發軔者. 然此二承轉音, 實非相等: 蓋 mi 處 $\frac{20}{19} = 22,3$ savarts 及 $\frac{16}{15} = 28$ savarts 二音發之間, si_b 則介乎 $\frac{21}{20} = 21,2$ savarts 及 $\frac{15}{14} = 30$

savarts. si_b 之承轉實較 mi 爲清晰,且 si_b 前後之音程亦未重複於他處.

復次,低半音 Si 尤有一爲樂人所共知之特點,即其隸於完全和音 (accord parfait) 是也.此特點於拍頻叢夥之等程音階中不易察見 (以其和音都誤故),而於 Zarlino 氏自然音階中則甚爲明晰.

蓋	ut	mi	sol	ut'
	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2
或	4	5	6	8

於正則音階中相當之頻率爲

256 320 384 512

其差音爲

$ut - mi = 64 = ut_1$ $mi - sol = 64$ $sol - ut = 128 = ut_2$

故	ut_1	ut_2	ut_3	mi_3	sol_3	ut_4
	1	2	4	5	6	8

然於半音音階中 $si_b = \frac{21}{12} = \frac{7}{4}$, $si_{3b} = 448 = 7 \times 64 = 7ut_1$

今將此 si_b 引入完全和音中,可得音差如次:

$ut_3 - si_{3b} = 448 - 256 = 192 = sol_2 = 3 \times 64 = 3ut_1$

$mi_3 - si_{3b} = 128 = ut_2$ $sol_3 - si_{3b} = 64 = ut_1$

和音與其差音 (Son de différence) 遂造成如下之連續列數

ut_1	ut_2	sol_2	ut_3	mi_3	sol_3	si_{3b}	ut_4
1	2	3	4	5	6	7	8

藉 sol_2 , 因他音而生之 ut_1 , ut_2 之助,及本身之功, si_b 遂使和聲益爲圓滿.

概言之,半音諧和音階之長,在於同旋律之差音能形成準確之樂音.例若上文已嘗論及之旋律中:

si_{2b}	si_2	ut_3	$ut_{3\sharp}$	$ré_3$	mi_{3b}	mi_3
224	240	256	272	288	304	320.

其差若如十六及十六之倍數,即 ut_1 及其諧音是於第二旋律中

mi_3	fa_3	$fa_{3\sharp}$	sol_3	$sol_{3\sharp}$	la_3	si_{3b}
320	341	$362\frac{2}{3}$	384	$405\frac{1}{3}$	$426\frac{2}{3}$	448

其差爲 $21\frac{1}{3} = fa_1$ 及其諧音。由是和諧益形圓滿，而頻拍發生之機遂減也。

至若於移宮換羽（變調），半音音階於一般情況中，殊難適用。以其半音既不等，則主音之移換遂使音程亦爲之轉易。例若 $Si_b - ut$ 音差爲 58 savarts, $sol_{\sharp} - si_b$ 爲 43 savarts, 而 $la - si$ 爲 51, $sol - la$ 爲 46 savarts.

此固足變易一樂曲之風格。然新式樂器殊可因速度之加減，一舉而正確變調，故可無有罣礙。是則能因飛輪或槓杆作用而正確變易全部頻率於同比率中之鋼琴，又豈痴人說夢哉？

至實用此音階之樂曲，能否更悅耳怡神，則有待乎藝人，樂師輩之批判也。

附表一

半音譜和音階之音程

律名 音	階名 音	音程及主音		連續音程		
		自然 音階	半音階音	分數	小數	savarts
H	si ^b		$\frac{14}{16}$			
B	si		$\frac{15}{16}$	15 : 14	1,0714	30
C	ut	1	$\frac{16}{16}$	16 : 15	1,0667	28
	ut [#]		$\frac{17}{16}$	17 : 16	1,0625	26,4
D	ré	$\frac{9}{8}$	$\frac{18}{16}$	18 : 17	1,0588	24,8
	mi ^b		$\frac{19}{16}$	19 : 18	1,0556	23,5
E	mi	$\frac{5}{4}$	$\frac{20}{16} = \frac{15}{12}$	20 : 19	1,0526	22,3
F	fa	$\frac{4}{3}$	$\frac{16}{12}$	16 : 15	1,0667	28
	fa [#]		$\frac{17}{12}$	17 : 16	1,0625	26,3
G	sol	$\frac{3}{2}$	$\frac{18}{12}$	18 : 17	1,0588	24,8
	sol [#]		$\frac{19}{12}$	19 : 18	1,0556	23,5
A	la	$\frac{5}{3}$	$\frac{20}{12}$	20 : 19	1,0526	22,3
H	si ^b		$2 \times \frac{14}{16} = \frac{7}{4} = \frac{21}{12}$	21 : 20	1,0500	21,2
B	si	$\frac{15}{8}$	$2 \times \frac{15}{16}$	15 : 14	1,0714	30
C	ut	2	$2 \times \frac{16}{16}$	16 : 15	1,0667	28

附表二

半音譜和音階中異音階各音之頻率
發生此頻率振動器之數目與速度

音階 音名	-1	0	1	2	3	4	5	6	振動器 數
si _{n-1b}	14								42
si _{n-1}	15								45
ut _n	16	32	64	128	256	512	1024	2048	48
	17	34	68	136	272	544	1088	2176	51
ré	18	36	72	144	288	576	1152	2304	54
	19	38	76	152	304	608	1216	2432	57
mi	20	40	80	160	320	640	1280	2560	60
fa	21 $\frac{1}{3}$	42 $\frac{2}{3}$	85 $\frac{1}{3}$	170 $\frac{2}{3}$	341 $\frac{1}{3}$	682 $\frac{2}{3}$	1365 $\frac{1}{3}$	2730 $\frac{2}{3}$	64
	22 $\frac{2}{3}$	45 $\frac{1}{3}$	90 $\frac{2}{3}$	181 $\frac{1}{3}$	362 $\frac{2}{3}$	725 $\frac{1}{3}$	1450 $\frac{2}{3}$	2901 $\frac{1}{3}$	68
sol	24	58	96	192	384	768	1536	3072	72
	25 $\frac{1}{3}$	50 $\frac{2}{3}$	101 $\frac{1}{3}$	202 $\frac{2}{3}$	405 $\frac{1}{3}$	810 $\frac{2}{3}$	1621 $\frac{1}{3}$	3242 $\frac{2}{3}$	76
la	26 $\frac{2}{3}$	53 $\frac{1}{3}$	106 $\frac{2}{3}$	213 $\frac{1}{3}$	426 $\frac{2}{3}$	853 $\frac{1}{3}$	1706 $\frac{2}{3}$	3413 $\frac{1}{3}$	80
si ^b	28	56	112	224	448	896	1792	3584	84
si	30	60	120	240	480	960	1920	3840	90
ut _{n+1}	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	96
每轉數 分鐘次	20	40	80	160	320	640	1280	2560	振動器 速度

介紹新刊 (二)

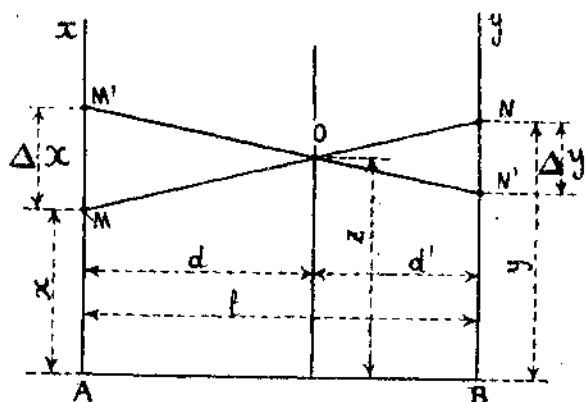
名稱	期性	出版處	全年定價	現出卷期
機聯會刊	半月刊	上海寧波路石路東三八三號 上海機器工廠聯合會	1.20	132
國術聲	月刊	上海民國路新開河 上海市國術館	非賣品	III 9
電工	兩月刊	上海靜安寺路四一一號 中國電機工程師學會	1.50	VI 5
工業中心	月刊	南京下浮橋 實業部中央工業試驗所	2.20	IV 11
正論	週刊	南京紫金坊五號正論社	1.60	50
時事類編	半月刊	南京中山文化教育館	3.20	III 21
宇宙	月刊	南京紫金山中國天文學會	.60	VI 6
中國經濟	月刊	南京將軍廟龍倉巷二號 中國經濟研究會	2.00	III 12
科學世界	月刊	南京四牌樓菜巷四號 中華自然科學社	1.50	IV 10
全國學術工作諮詢處月刊	月刊	南京北平路五十號 全國學術工作諮詢處	.50	I 10
海軍雜誌	月刊	南京海軍部海軍編譯處	3.00	VIII 3
康藏前鋒	月刊	南京和平門外曉莊 康藏前鋒社	1.20	III 1
農報	旬刊	南京中山門外老陵衛實業部 中央農業實驗所	1.00	II 33
農情報告	月刊	南京中山門外孝陵衛 實業部中央農業實驗所	1.00	III 10
邊事研究	月刊	南京牯嶺路六號邊事研究會	2.40	II 6
新青海	月刊	南京和平門外曉莊新青海社	1.00	III 10
中央軍校圖書館月報	月刊	南京黃埔路中央軍校圖書館		25

連續樑之新算法

方祖蔭

連續樑為重要樑之一種，用於橋樑者為最多；昔日皆用 (Berthot 或 Clapeyron) 三撓幾公式 (formule des trois moments) 以計算之。但支點過多或各支點間跨度不等時，其計算很為複雜，故有簡化之必要。

下法為半圖解法，僅用簡單算式以求出各跨度中之撓幾線



理工作誌

軸點而後得知撓幾線，法至簡也，名之曰「軸點法」

1) 軸點不變之原理。

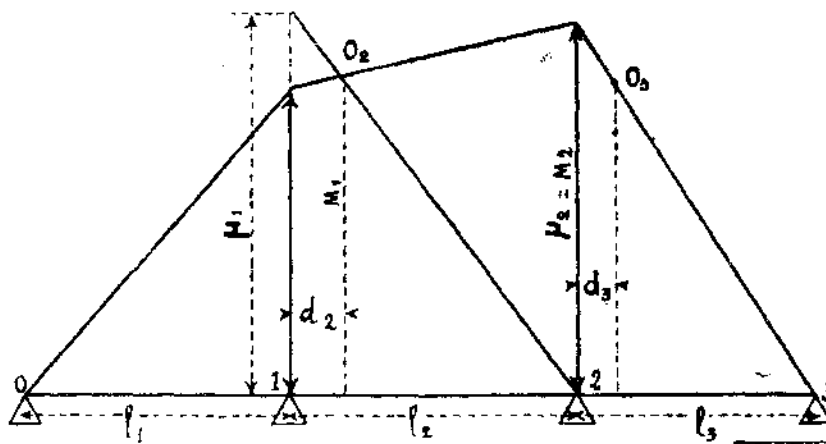
設有二平行線 Ax, By ，其距離為 l 。在此二軸上，各取線段 AM, BN ，使其方程式為 $ax + by = c \dots (1)$

a, b, c 皆為常數。
無論 x, y 為任何二數，直線 MN 必經過一定點或軸點。

證明：

給 x 與 y 二微差 (accroissement) Δx 及 Δy 。

方程式 (1) 變為 $a(x + \Delta x) + b(y + \Delta y) = c$ 。



(圖一)

理工作誌

因 e 之數值未變,故 Δx 與 Δy 之符號相反.

展開此方程式及減去 (1) 式,得 $a \cdot \Delta x - b \cdot \Delta y = 0$.

$$\text{即 } \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{b}{a} = \text{常數}$$

又由二相似三角形 OMM' 及 ONN' : 得 $\frac{d}{d'} = \frac{\Delta x}{\Delta y}$ 或 $\frac{b}{a}$ (2)

$$\text{及 } \frac{d}{d+d'} \text{ 或 } \frac{d}{l} = \frac{b}{b+a} = \text{常數} \dots\dots\dots (3)$$

故知軸 O 在一與 Δx 相距 d 且與 Δx 平行之一直線上. 現設 a 及 b 爲二水平虛像力 (forces horizontales fictives), 其合力爲 $a+b$; 由上列方程式 (2) 及 (3), 知 O 點爲合力之作用點矣.

由力學定理,知分力撓幾之和等於合力之撓幾. 求各力對於 AB 之撓幾; 得等式如下 $ax + by = (a+b)z$

$$\text{既 } ax + by = e, \quad \text{故 } z = \frac{e}{a+b} = \text{常數 (因 } a, b, e \text{ 皆爲常數)}$$

故軸點 O 之位置不變明矣.

2) 軸點法—求撓幾線之原理

從 Clapeyron 三撓幾公式

$$M_0 l_1 + 2M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = 6 (S_1 \frac{g_1}{l_1} + S_2 \frac{g_2}{l_2})$$

在此方程式第二邊內, S_1, S_2 爲二跨度 l_1, l_2 之撓幾圖面積 (Surfaces des moments fléchissants); 設此二面積爲二個虛像力, 其重心與最外二支點之距離各爲 g_1 及 g_2 .

因樑之最外二支點爲單支點 (appuis Simples), 故其上撓幾爲零. 今方程式之第二邊以 R 表之, 且 R 爲樑上荷重之函數. 應用此公式於二相連跨度上, 得:

$$2M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = R_1, \text{ (在首端二跨度上)}$$

$M_{m-1} \cdot l_m + 2M_m (l_m + l_{m+1}) + M_{m+1} \cdot l_{m+1} = R_m, \text{ (在 } m \text{ 列及 } m+1 \text{ 列之二跨度上)}$

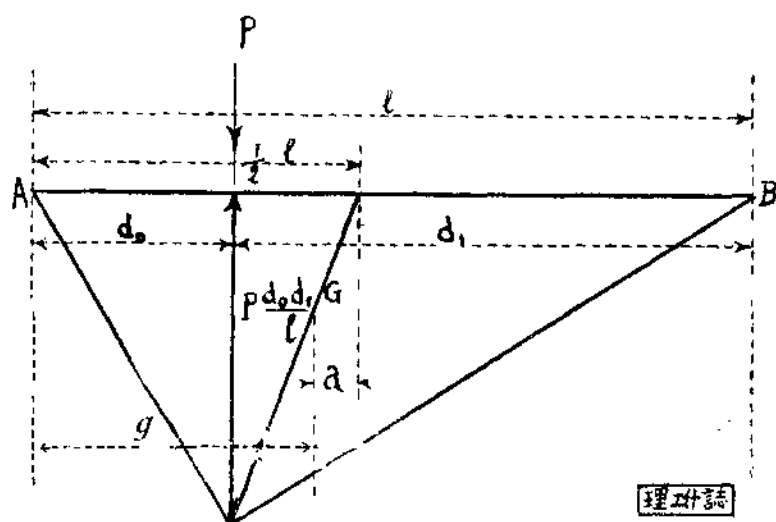
移項得.

$$\left. \begin{aligned} 2M_1 (l_1 + l_2) &= R_1 - M_2 l_2 \\ 2M_m (l_m + l_{m+1}) + M_{m+1} \cdot l_{m+1} &= R_m - M_{m-1} \cdot l_m \end{aligned} \right\} (a)$$

又第二方程式之形與 $ax + by = c$ 相當,故上節定理可應用於此方程式.

由此可知,在各跨度中,除第一跨度而外,皆有一軸 O 存在,其

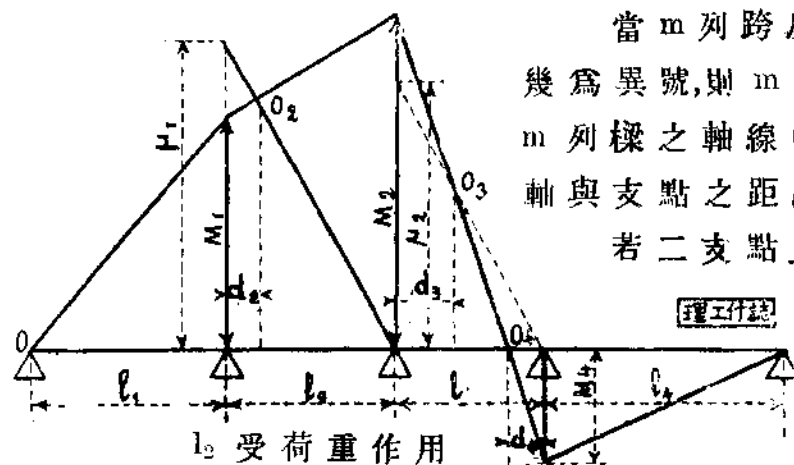
坐標為
$$d_m = \frac{l_m^2}{2l_{m-1} + 3l_m} \dots\dots\dots (4)$$



撓幾線必經過此點. 現在於各跨度中(第一不計外),使其右各支點上撓幾為零. 在此情形下之撓幾以 μ 表之; 方程式(a)變為

$$2\mu_1(l_1 + l_2) = R_1 \dots (5)$$

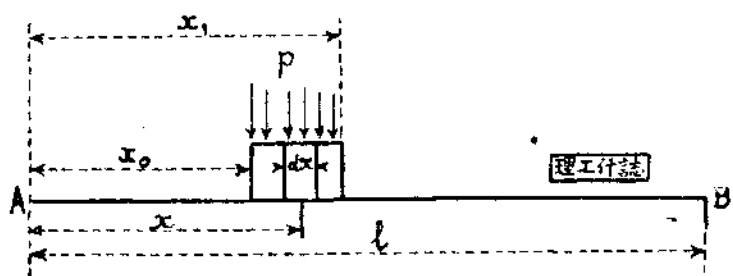
$$\mu_m = \frac{R_m - \mu_{m-1} \cdot l_m}{2(l_m + l_{m+1})} \dots (6)$$



當 m 列跨度之二連續支點上撓幾為異號,則 $m + 1$ 列跨度之軸點在 m 列樑之軸線中,可由方程式(4)求此軸與支點之距離.

若二支點上之撓幾為同號,則軸

點在一垂線上.此垂線與左支點相距 d_m . 假定右支點撓幾為零之 μ_m 撓幾線,與上述垂線交於 O 點,此 O 點即為軸點.



今作各邊經過軸點之多邊形,其每邊均為各支點上之垂線所限制.又其各頂點之縱坐標,為此支點之撓幾,則此折線即撓幾線.

Sg

3) 撓幾面積之反應力 l 為便於明瞭起見,請舉二例如下:

1) 集中荷重作用於樑之一點撓幾面積為一三角形,其底邊

為 l . 其高度為 $P \frac{d_0 d_1}{l}$ (最大撓幾) 得 $S = P \frac{d_0 d_1}{l} \cdot \frac{l}{2} = P \frac{d_0 d_1}{2}$.

又重心 G 與支點之距離為: $g = \frac{l}{2} - a (= AG)$

別一方面,得 $a = \frac{1}{3} \left(\frac{l}{2} - d_0 \right) = \frac{l - 2d_0}{6}$; 故 $g = \frac{l}{2} - \frac{l - 2d_0}{6} = \frac{l + d_0}{3}$

故撓幾面積對於支點 B 之反應力為

$$S \cdot \frac{g}{l} = P \left[\frac{d_0 d_1 (l + d_0)}{6 l} \right] \dots \dots \dots (7)$$

設有二補助式: $d_0 = ml$, $d_1 = (1-m)l$.

$$\text{上式變為 } S \cdot \frac{g}{l} = \frac{P l^2}{6} \left[m (1-m^2) \right] \dots \dots \dots (7')$$

2) 每公尺為 p 之均佈荷重—設此荷重作用於樑之一部分 (x_0 至 x_1), 其兩極限之坐標為 x_0 及 x_1 , 一極小荷重 pdx 對於 B 點引起之撓幾面積之反應力為

$$d \left(S \frac{g}{l} \right) = \frac{pdx}{6l} \left[x (l-x) (l+x) \right]$$

$$\text{或 } d \left(S \frac{g}{l} \right) = \frac{pdx}{6l} \left[x (l^2 - x^2) \right] = \frac{pdx}{6l} (l^2 x - x^3)$$

在界限 (x_0, x_1) 內積分之, 得反應力為:

$$\int_{x_0}^{x_1} d \left(S \frac{g}{l} \right) = S \cdot \frac{g}{l} = \frac{p}{6l} \left[\left(\frac{x_1^2 l^2}{2} - \frac{x_1^4}{4} \right) - \left(\frac{x_0^2 l^2}{2} - \frac{x_0^4}{4} \right) \right]$$

設 $x_0 = m_0 l$ $x_1 = m_1 l$

$$S \frac{g}{l} = pl^3 \left[\frac{m_1^2 (2 - m_1^2) - m_0^2 (2 - m_0^2)}{24} \right] \dots \dots \dots (8)$$

今算二表如下

1) 集中荷重

m	$m(1-m^2)$	
	6	差數
0,10	$165 \cdot 10^{-4}$	
0,20	320 —	$155 \cdot 10^4$
0,30	455 —	135 —
0,40	560 —	105 —
0,50	625 —	65 —
0,60	640 —	15 —
0,70	595 —	45 —
0,80	480 —	115 —
0,90	285 —	195 —
1,00	0	285 —

Pl^2 之係數

2) 均佈荷重

m =	$\frac{m^2(2-m^2)}{24}$	
	24	差數
0,10	$81 \cdot 10^{-5}$	
0,20	327 —	$246 \cdot 10^{-5}$
0,30	715 —	388 —
0,40	1227 —	512 —
0,50	1824 —	597 —
0,60	2460 —	636 —
0,70	3181 —	721 —
0,80	3576 —	395 —
0,90	4016 —	440 —
1,00	4164 —	150 —

pl^3 之係數

在特別情形中,即均佈荷重作用于樑之全部即 $m_0=0$. $m_1=1$

得
$$S \frac{g}{l} = \frac{pl^3}{24}$$

上表為公式(7')中之 Pl^2 之係數,及公式(8)中之 pl^3 之係數,以便計算如 m 不在表中(中間數值):如 0,15, 0,25; 等;則用差數及比例加添法 (interpolation proportionnelle) 求之,似用對數表然。

介 紹 新 刊 (三)

名 稱	期 性	出 版 處	全 年 定 價	現 出 至 卷 期
國立北平圖書館館刊	兩月刊	北平文津街一號 國立北平圖書館	2.40	VIII 6
氣象月刊	月 刊	鎮江北固山 江蘇省建設廳省會測候所		I 5
中國營造學社彙刊		北平中山公園內 中國營造學社		V 3
科學時報	月 刊	北平後門北河沿三四號 世界科學社	1.00	II 11
北平大學工學院半月刊	半月刊	國立北平大學工學院		18
海 事 月 刊	月 刊	北平東四頭條十一號 海事編譯局	2.40	IX 6
清 華 學 報	季 刊	北平清華園國立清華大學	2.00	X 4
清 華 理 科 報 告		北平清華園國立清華大學	每期 1.00	III 2
新 蒙 古	月 刊	北平旌壇寺西大街前當鋪胡同二號 新蒙古月刊社	1.50	IV 5
輔 仁 學 誌	半年刊	北平定阜大街 輔仁大學圖書館	1.00	IV 2
磐 石 雜 誌	月 刊	北平迺茲府甲六號 中華公教進行會總監督處	1.00	III 9
工 商 學 誌		天津工商學院		
改 進 專 刊	月 刊	北寧鐵路局改進委員會	2.00	11
華 北 水 利 月 刊	月 刊	天津意租界五馬路十一號 華北水利委員會	3.50	VIII 10
農 村 合 作 月 報	月 刊	武昌烈士街廿一號 農村合作出版部	2.00	I 3
化 學 工 業	月 刊	廣州國立中山大學 化學工程學會	.50	I 5
之 江 學 報		杭州之江文理學院		4
我 存 雜 誌	月 刊	杭州倉橋天主堂我存雜誌社	1.00	III 10
化 工	半年刊	杭州浙江大學化學工程學會	.70	II 2

混 凝 土 築 路 法 概 述

謝 臨 深

現代交通之進展，一日千里；車輛之多，載重之大，遂使路面之抵抗力及耐久性，成爲今日急待解決之問題。多數道路學家均會建議以混凝土築路。故各國亦早從事於此項試驗；其中尤以美國爲最力。至此法之利弊，當非創行時所敢斷言，然自經數載之改良以來，確已臻美善之境地，蓋合法配和之混凝土，受適當搥擊後可成爲牢不可破之路面，且在排水良好，土壤優良之土基上，單層或雙層之混凝土路面，可以直接鋪築，毋須另加路基。凡此經濟耐用諸特點，已爲人所共見；於是混凝土築路之實施方法，亦由是鞏基矣。

在法國，混凝土之地面已展至三百萬平方公尺之廣，其中二百萬平方公尺爲鄉間之公路，六十萬平方公尺爲城市之道路，（尤多屬於巴黎城中）其他則爲工廠用地，車站，碼頭，及飛機場等等。據云爲經濟起見，法國之道路，多爲兩層混凝土重疊而成。下層爲普通混凝土；其成分爲一立方公尺之石子，配以半立方公尺之砂，及二百五十公斤之水泥。其厚度約在十公分至十五公分之間。此項下層極重要，蓋面層之基礎也。面層厚約六公分至八公分。原料須屬上等，尤須多用水泥，所用石塊之直徑，均須在四公分至六公分之間，不可雜有小石子。施工時必使石塊互相緊貼，並盡力減少用以填補石塊間空隙之水泥漿。至於所用水泥漿成分，爲每百公斤之水泥，和以八十至一百五十公斤之砂。調漿之水量，尤應勿使每百公斤水泥所用者超過二十六公升。

欲求此項複層路面抗力強大，必先求上層與下層之黏接，十分緊密。其法祇須施以小心之人工搥打，若能用機器振擊則更佳。如施工時能悉將上列諸條件切實履行，則結果必令人滿意。但在

德國，築法稍有不同：德國之公路網，大抵為單層混凝土所築成者，其厚度隨路基土質之鬆硬而異；大約總在十五至廿五公分之間，若土質甚鬆軟者，必要時且加鋼筋焉。

意國之混凝土公路，為單層而無鋼筋者，瑞士國則反之，一切路面，均為具有鋼筋者；所用鋼筋，或為鋼條，或鋼絲網，頃聞吾國亦有創築混凝土公路者，但以竹桿代鋼骨，而每兩竹之距離為十五公分至二十公分，苟能成功，則經濟一點，將駕乎歐美之上矣！

有時地殼之細微振動，及氣候之變更，均能使路面起裂紋，為預防計，築路時應每隔二十公尺左右，留一“橫伸縮縫”；其距離不可恒等，以免車行時車身受有規律之顛動，而生損壞，所留隙縫，則以瀝青製之膏類塗沒之，若路面闊至五公尺以上，則路之中央，必留一“縱伸縮縫”，勿慮此類隙縫足使路面易於損壞也。

尋常混凝土路面，並不過於滑利，因黏貼石塊之水泥漿，必較石塊易於擦去，於是露出之石面，成為一種適可之糙面，但為新築之路求精面計，可用一種旋轉之刷子，當混凝土未凝結之前，行施於其



上面，再以一種吸氣器吸取剔下之水泥末。

在日本及瑞士，頗多傾斜之道路，如欲增高路面糙度，可於混凝土未硬以前，將鐵條鋪置路面，再以滾筒將其壓入路面；待混凝土稍乾後，再將鐵條取出，若不用鐵條，而以手持器作紋路，亦無不可。

由經驗上測得，緩結之混凝土較速結之水泥漿為優良，築成之路，所需經常養路費極省，若能利用適當之機械，以代人工之調和及鋪打工作，則混凝土築成之道路，並不昂於普通方法所築成者。

美國所築之混凝土道路，佔世界全數之大半，故美國工程師之經驗亦最宏博，其言曰：欲得抗力強大之路面；必使混凝土凝結時，路面時時保持潮潤。通常有二法：或將濕布張於路面，或將泥土薄舖路面，而時時灑水其上，但混凝土之凝結約須十五日，方可告成；然則在此十五日中，當須時時灑水，豈不麻煩乎？乃代以一簡易方法，即不用濕布及泥土，而以「瀝青水混液」註一澆於路面，使成一種薄膜以阻混凝土中水分之蒸發，此法可減去灑水及揭去濕布之麻煩，但亦有一小弊，據謂混凝土之抗力每因之稍遜云，且此薄膜日久每易剝去，路面呈白色斑點，殊失雅觀（見上海菜市路一帶）。

我 國 之 混 凝 土 築 路

民國二十一年全國經濟委員會公路處，曾在首都築一實驗路，因為時尙短，其整個結果今日尙難判定。該路長八百公尺，計有十四種路面築法，可以大別為二：

甲. 浸 入 法

浸入式又可分為乾式，濕式，及夾層式三種。

1) 乾 式.

乃先將石子舖上，並無水泥及沙，用輾路機壓平，然後加上水泥沙，加後澆水，更用輾路機壓平，直至水泥漿上昇乃止。上昇之水泥漿必須掃去，以免結成表面薄層。

所用之水泥沙之比為 1:3，惟因浸入不良，路面剝蝕極易，結果不良。

2) 濕 式.

先將石子舖上，用輾路機乾壓，然後將製就之水泥沙漿澆上，再用輾路機輾壓，直至水泥漿上昇路面而止，此時並不再澆水。

此式因浸入較易，成績較優，所用之水泥沙漿為便於浸入計，自當較濕，故水泥含量亦當較富，以免沙與水泥之分離，此項試驗用之水泥沙漿之成份之比為 1:2，後在漢口亦用此法築路，所用之水泥沙漿之比竟達 1:1，所得結果聞甚為滿意云。

3) 夾 層 式.

在路基上先舖石子一層，其上澆 1:3 或 1:3½ 水泥沙漿一層，再舖第二層石子，厚約五公分，然後用輾路機壓之，直至水泥漿上昇而後止，所得結果，亦甚良好。

註一. 西名 Asphalt Emulsion 為瀝青因一皂質之助，得呈微粒狀混於水中。

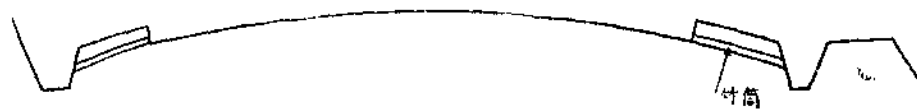
乙. 混和法

此法乃將水泥沙及石子潤濕混和以輾路機壓之。

路基必須乾燥,故須善爲排水;此試驗中乃用竹筒排水,竹筒置於欲築之路面底部,以排路中之水。

混凝土板

實驗路面之闊約五公尺半,中凸



(圖一)

部高起路闊之 1:50. 混凝土板計分三式:

1) 單層等厚式.

厚度計 18 公分,備有縱伸縮縫,或無之.混凝土板或有筋或無筋.有筋者有用單面用筋者,亦有雙面用筋者.混合比有用 1:2:3 者或 1:2:4 者.

2) 單層厚邊式.

邊厚 18 公分,中厚 13 公分,漢口所築之路,邊厚 17 公分,中厚 12 公分,竹筋置於厚處,有用單面或雙面筋者,或有縱伸縮縫或無之.

3) 雙層式.

上層厚 8 公分 材料比例 1:2:4.

下層厚 10 公分 材料比例 1:3:6.

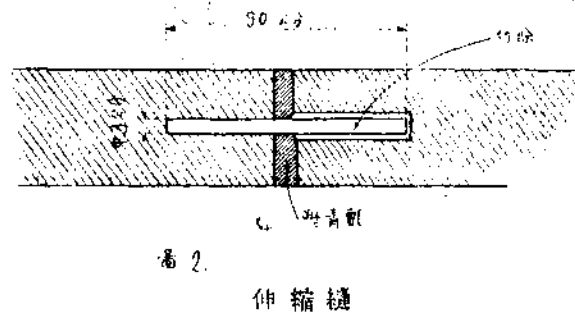
總厚仍爲 18 公分.

每層上下面所受溫度變化不同,故伸縮亦異,例如日間上面溫度較下面者爲高,晚間適反之.又因上下各層組成之材料比例亦不全同,故因伸張率亦異,故上下層必有彼此移滑之勢,以減少此動作之磨擦阻力,乃將上下層之間,隔以油紙,以利移滑,而消免因伸縮被阻所生之墟裂.

伸縮縫

伸縮縫用醃瀝青氈填之，縱伸縮縫用橫竹條置於離底面五公分處，每公尺置三條。

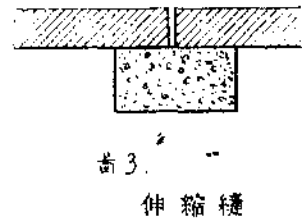
此竹條計長90公分直徑3公分，一端固接，他端有油紙套可資活動。（圖二）



橫伸縮縫每隔25公尺設一，中復間以建築接縫，亦有填於混凝土枕條上者。（圖三）

竹筋

此為由大竹條上截下之方片，截面積約1至2平方公分，置兩面竹筋者，橫筋相距各20公分，縱筋相距各8公分，在18公分混凝土板上，竹筋置於離底五公分處。



竹筋之用於混凝土中，以代鋼筋實頗饒趣味，非惟其價廉於鋼條者不可勝計，抑且竹亦具有極佳之抗壓力。

倘此竹筋試驗成績良好，則將來竹之應用於抗撓混凝土工程建築上者，正不可勝計也。

按竹之應用於我國工程建築者，固不僅此而已也。

浙江奉化產竹甚豐，自古以來多有用竹以砌牆者，名之曰「龍骨牆」。其時遠在今日鋼骨混凝土及鋼筋磚發明之前，砌「龍骨牆」必有特殊製造之磚，有凹穴以藏「龍骨」。名此磚曰「龍骨磚」，不亦近乎今日新式之鋼骨混凝土磚乎？此竹筋將磚串就，兩端固接；亦有用兩面竹筋者（縱橫互疊）恰似今之兩面鋼骨混凝土牆，築成之「龍骨牆」堅固無比，且能抗風，固不負其「龍骨」之美名也。

再竹又可代瓦，以蓋房屋，在宋朝曾盛行一時，王禹偁竹樓記有云：「黃岡之地多竹，大者如椽，竹工破之，剝去其節，用代陶瓦；此屋皆然，以其價廉而工省也。...吾聞竹工云：竹之為瓦僅十稔；若重覆之，得二十稔。」按王禹偁在宋太宗時舉進士，距今適約一千年。

竹之應用於工程建築,初既有築牆蓋屋於前,今復有築路試驗於後,將來之改進擴大應實堪注意也。

今將竹之特性擇要列表如下,以供研究,且並列其他木材特性以供比較。

材料 性質	竹	榆	松
	公斤/每平方公分	公斤/每平方公分	公斤/每平方公分
極限抗壓	388	160	70
極限抗拉	986	400 至 800	400 至 800
極限抗撓	915		
極限抗剪	31,7		
彈率	116900	80000 至 120000	50000

鋼之極限抗拉之相當值為4400至4500約大於竹之4倍,然其價則昂於竹者約數十百倍矣。

結 論

夫築路之法,不僅用混凝土而已;通行者尚有馬加當(Macadam)法及用瀝青法。二者築造費雖似較廉,顧築成之後,所須經常養路費甚大,否則甚易損壞。非僅此也,馬加當法所築之路,遇天晴則風起塵揚,遇天雨則泥漿四射,車輛行人無不苦之。至於瀝青路,瀝青稀濕則夏日溶軟,路面多成波狀;瀝青乾,則易生龜裂。凡此缺點,絕少見於混凝土道路。且混凝土道路平坦堅固,可供高速車輛之行駛,非惟行旅稱便,即軍事國防莫不大有裨益。再瀝青為工業副產品,我國尙無大量出產,必求之於國外,而水泥廠則國內已有大規模之設立,故為節省費用杜塞漏卮,鞏固國防計,在在均有實施混凝土築路之必要。當今厲行建設,羣言築路之時,幸國內工程家作精確之研究,共擇一完美之築路方法,俾精神財力不致多費,此亦鄙人之所以不自揣淺陋,妄性是篇之動機也。

冶鋼鐵廠所適用之簡便 化學分析法

史寶鑑

目次

- 一. 引言
- 二. 第一編 焦炭及煤分析
- 三. 第二編 鐵鑛苗分析
- 四. 第三編 溶鑛爐(又名鼓風爐 Blast furnace)流出之鑛渣分析
- 五. 第四編 生鐵分析
- 六. 第五編 鋼之分析
- 七. 第六編 特種鋼之分析

(一) 引言

冶鐵廠內化學分析地位,極為重要.廠內各種分析,亦甚繁夥.依陋舊之法,或全照書本所指實驗則時間多廢;化驗師亦勢必增加.所以於此種種情形之下,必須具有簡便之方法,俾可事半功倍.

滴定 (titration) 化驗較之定量分析,便捷殊多.故為人樂取.然滴定法不能應用時,則不得不用量定法以化驗.

廠內分析物.

- 甲. 原料: 鑛苗,燃物,石灰質,白雲石質(dolomia),鐵質碎塊等.
- 乙. 製造物: 生鋼,各種鑛鐵.
- 丙. 冶溶鑛苗後之淨滓,(laitiers et scories)散發之氣體及煙屑.
- 丁. 各應用材科 油類,脂肪,耐熱磚等.

(二) 焦炭及煤分析

分析物類: 濕量, 揮發物質 (Matières volatiles)
灰, 硫, 熱量能 (pouvoir calorifique)

濕量 (Humidité)

取一百克之原樣(焦炭或煤)搗碎成小塊, 烘灼至 100°C 至重量不變為止, 冷卻後秤之. 濕量即 100 克減去此重量之餘

揮發物質 (Matières volatiles)

取一克已乾燥之碎末原樣; 置於鉑質坩鍋內, 閉之以蓋以煤氣火(本生燈)烘燒; 火應紅色, 焰應長過十七厘, 待揮發物質相繼發出, 置於蒸發器 (dessiccateur) 內, 使原有溫度逐漸降低, 然後秤量. 揮發物質之重, 等於一克減去此重量之重.

灰

以一克無揮發之餘滓, 置瓷器爐內使成灰燼然後秤量.

硫質 Escka 氏法

於鉑質坩鍋內置一克之原樣, 一克之 $\text{Co}_3 \text{Na}_2$, 1 gr 50 之 MgO (magnésia), 0 gr 30 $\text{Co}_3 \text{K}_2$. 互相雜和, 然後移置於有小孔之石綿 (amiante) 片上, 烘灼至混合物之灰白色相繼脫盡, 燃時以鉑絲翻振之使全部受同等之燃燒熱, 燒後, 注以溴水, 原樣之硫化物, 則被溴水水解化, 再過濾之, 濾液中除硫化物及溴水外無他物質, 於是加 HCl , BaCl_2 加火煮沸, 後於 60°C 溫度之下, 安置十二小時, 得一沉澱即 $\text{So}_4 \text{Ba}$. 過濾而秤量之.

$$\text{硫重} = \text{So}_4 \text{Ba 重} \times 0,1373$$

熱量能

熱量能由馬來 (Mabler) 氏測熱量器測量之。

(三) 鐵鑛苗

分析物類: 濕量, 燃燒後之損失, CO_2 化合水, 有機物質, 沙質 (SiO_2) 礬土 (Al_2O_3) 石灰 (CaO) MgO 鹼 (alcalis) 硫, 磷, 錳, 鐵。

濕量

一百克細末之鑛苗, 烘至 $100\text{C} - 110\text{C}$ 間待重量不再減少時, 秤所得, 一百克減去此重量, 即為濕度之重。

燃燒後之損失

一克已去濕之鑛苗, 置無蓋坩鍋內, 又置於瓷爐中, 烘燬至原樣呈深紅色, CO_2 , 化合水, 及有機物質, 皆因此散去。後將餘滓置蒸發器內, 冷卻即秤。

燃燒後之損失, 即燒後減去之重量。

 CO_2

以 HCl , 化和一克之原樣, 同時散放之 CO_2 , 則被藏有 KOH 之 U 瓶吸去; U 瓶增加之重, 即 CO_2 之重。

化合水

以一克乾燥鑛苗, 置乾燥瓷管中, 灼烘發散之水份, 則被藏有 CaCl_2 或 P_2O_5 或 SO_4H_2 之 U 形瓶吸去。 U 瓶增加之重即化合水之重。

有機物質

一克原樣內, 燃後損失之重減去 CO_2 及化合水重即為有機物質之重量

SiO₂

以 5 gr 之碳酸鈉鉀, 1 gr 之原樣置鉑質坩鍋內; 燃之, 使融解。注以水及 HCl; 蒸烘至乾。又加 HCl + H₂O。過濾用和少許鹽酸之水沖洗煨燒後得 SiO₂ 之重。

礬土 (Alumina)

於上述濾去沙質之液中, 加數滴之硝酸, 5 gr 之 NH₄Cl, 數滴之溴, 少許之 NH₄OH。煮沸後, 即得一沉澱, 用沸水洗後, 即煨燒。所秤得重即:

Al₂O₃ + Fe₂O₃ + P₂O₅ + Mn₂O₄ 之合重

Al₂O₃ 重, 即所得重, 減去 Fe₂O₃ + P₂O₅ + Mn₂O₄ 之重 (見後)

此法求 Al₂O₃ 於鑛苗之成份, 殊為便利。然 P₂O₅, Mn₂O₄, Fe₂O₃ 三者中, 或有不知其確重, Al₂O₃ 之重亦不可得, 如是則宜用別法, 第較為繁雜, 此法之初步, 與沙質分析法無異。

於取出沙質留下之濾液中, 加 NH₄OH, 使液中和 (neutralisation); 4 cm³ 之鹽酸, 使變為酸性; 20 cm³ 之次亞硫酸鈉液 (一坩液含 100 gr 之次亞硫酸鈉) 15 cm³ 之醋酸 (CH₃ - COOH) 煮沸半小時, 後速濾出中之磷酸鋁, 煨燒後即秤。

Al₂O₃ 重 = 所得重量 × 0.4197

注意一 有時磷酸鋁沉澱時, 磷酸鐵亦為沉澱, 因磷酸鐵是黃色, 非白色, 故能斷定。於此情形之下, 為分離大部磷酸鐵計, 再濾之, 再加 HCl 以融化, 然後速濾去大部 (PO₄)₂ Fe₃。

石灰質

於上述濾餘液中, (Al₂O₃ 分析篇內) 已取去 (PO₄)₂ Fe₃, PO₄Al 後, 加數滴醋酸, 草酸銨; 煮沸後得一沉澱; 放却十分鐘, 以焚後無灰之濾紙過濾, 用沸水洗滌所得之沉澱, 煨燒秤量之; 即得 CaO 重。

此法手續較長, 必須經過取沙及礬土等手續。為便利計可用下法 滴定分析。

以 HCl 溶一克之原樣鑛苗, 蒸乾後, 加 HCl 濾去脈石, (gangue) 加 NH₄OH, 使濾液得適當之中和; 加數滴醋酸, 數克之草酸銨, 熱後即,

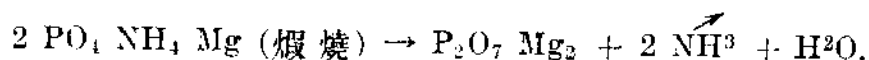
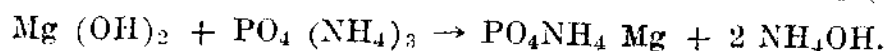
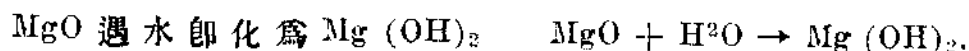
有 CaO 沉澱產生,以火煮沸,以二層濾紙過濾,用沸水沖洗,後繼以含有數厘硫酸之沸水,使沉澱溶化隨即流下.後加約五百 cm^3 之水稀釋液汁,烘燒至 70°C - 80°C 以 KMnO_4 滴定 CaO 之量.

$$\text{CaO 之滴定量} = \frac{1}{2} \text{Fe 之滴定量. (見後)}$$

MgO (Magnesia)

於上述稍含砷精之濾液中,加一克之磷酸銨;稍振動,即有 MgO 安置廿四小時.過濾,用含有砷精水洗滌,煨燒;秤 $\text{P}_2\text{O}_7 \text{Mg}_2$ 之重.

$$\text{MgO 重} = \text{P}_2\text{O}_7 \text{Mg}_2 \text{ 重} \times 0,3602.$$



鹼 (alkalis)

將取出 MgO 之濾液燒乾,稍和 HCl , 加多量之 FeCl_3 及 NH_4OH . MgO 分析時,所餘之磷酸銨,遇此液體即產生 $\text{PO}_4 \text{Fe}$ 沉澱,燒沸即濾;並用水沖洗;將濾液烘乾;所餘重即 $\text{NaCl} + \text{KCl}$ 之共重.

將 NaCl 及 KCl , 共溶水中,加多量之 PtCl_4 微火蒸乾;加酒精;以一已知重量之濾紙,濾此液體.以 130°C 之溫度使之乾燥,再加酒精,再以 130°C 之溫度烘乾之.然後即秤 PtCl_6K_2 重內有 $0,3036 \text{KCl}$ 重.

NaCl 重由於二重之差.

磷

以王水 ($\text{NO}_3\text{H} + \text{HCl}$) 融解一克之鑽苗.全溶後,烘乾,注以 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$ 濾去脈石,濾液中加 NH_4OH 使之中和,隨生沉澱,再加硝酸使此沉澱溶解.於此沉澱溶液中燒灼至 80°C ,注以 50°cm^3 之鉬酸銨液配合如下:

MoO_3NH_4	150 gr
H_2O	1000 cm^3
$\text{CH}_3 - \text{COOH} \frac{\text{N}}{2}$	1000 cm^3

其他配合法

M_0O_3H	100 gr
H_2O	800 gr
NH_4OH	200 cm^3
三液相和後加	
H_2O	1000 cm^3
$CH^3 - COOH \frac{N}{2}$	1000 cm^3

此液加後，即有黃色沉澱即磷鉬酸銨 ($20 M_0O_3, 2 PO_4 (NH_4)_3 + 12 H_2O$)。放却片刻，過濾，用有醋酸水沖洗，用 NH_4OH 溶濾紙上之沉澱。於溶液中，加數厘之檸檬酸，並 $MgCl_2$ ；振調後，即得 $PO_4 MgNH_4$ 沉澱。過濾，以含有碘精水沖洗，煨燒秤量。

$$\text{磷重} = PO_4 Mg (NH_4) \text{重} \times 0,2795$$

錳

秤量法：

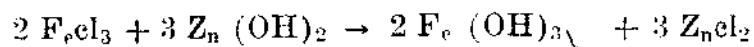
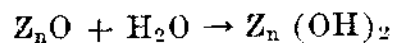
以 HCl 融解一克之鑛苗，燒乾；注以 $HCl + H_2O$ ，濾去脈石，加硝酸，氯化濾液，加 NH_4OH ，使有適當之中和，至微有棕色或咖啡色時，加醋酸銨使鋁鐵二鹽質化為沉澱，煮沸，過濾，用沸水沖洗。

於濾液中，加數滴之溴，並 NH_4OH ，約使煮沸十五分鐘，即有沉澱凝結，過濾，用沸水沖洗，煨燒秤 Mn_3O_4 重。

$$M_n \text{重} = Mn_3O_4 \text{重} \times 0,72$$

滴定法：

以 HCl, HNO_3 及一克之 K_2O^8 液體，溶解一克之鑛苗，焚驅液內氯氣，加 500 cm^3 之沸水；後加，與 $KMnO_4$ 不起化學作用之氧化鋅 ZnO ，使液內鐵質化為沉澱。



以玻璃桿振調全液；然後用 $KMnO_4$ 滴定，使液呈玫瑰色。

鐵

來乃特 (Reinhardt) 法:

以 HCl 融一克之鑛苗, 加和含 $S_n Cl_2$ 之液汁, (成份 $S_n Cl_2$ 100 gr 和 750 gr H_2O , 150 gr HCl) 使液氯化微弱, 放置全部冷卻, 加 30 cm^3 之過氯化銻, (成份一坩含 50 gr 之過氯化銻) 及少許 $CO_3 NaH$. 別於瓷盆中, 置二坩之蒸餾水, 60 cm^3 之硫酸錳液, (成份 200 gr 之硫酸錳溶和 600 cm^3 之水) 待 $SO_3 Mn$ 完全溶化, 即加 400 cm^3 之硫酸 (50%), 及 200 cm^3 之磷酸 (比重 1.70), 後滴數滴之 $KMnO_4$ 於此液中, 使微呈紅色, 作為指示劑, 然後以此液滴定上液之鐵量.

用銻分析法:

以 HCl 溶一克之鑛苗, 後加數哩之硫酸, 灼熱溶液, 至 HCl 之濃煙盡去為止, 加少許無鐵鉛之銻片, 使 $FeCl_3$ 變為 $FeCl_2$; (Fe^{+++} 變為 Fe^{++}). 用棉玻璃濾此液至容積一坩之卵形蒸餾器 (matras) 中; 器內已藏有 50 cm^3 之 $SO_4 Mn$ 液, 50 cm^3 之 $SO_4 H_2$ (50%), 及一克之 $CO_3 NaH$. 因上列三物相和, 即起化學作用, CO_2 即刻散出, 後用多量之冷水, 注洗, 用 $KMnO_4$ 滴定, 使呈微紅玫瑰止.

(四) 溶鑛爐流出之鑛渣

折碎凝結之生鐵, 或溶鑛爐流出之鑛渣, 察其內面, 即能斷定熔鑛爐管理之情形, 並藉此可更定爐內負載, 助燃風力, 助燃風之溫度, 故冶鐵廠欲求改良其出品, 必須每日化驗偵察生鐵及鑛渣之性質成份, 分析生鐵較分析鑛渣為繁雜, 且費時較久, 所以鑄冶鐵廠每多化驗鑛渣之成份.

分析物類 SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe , Mn , MgO , S , 磷酸
磷酸於檸檬酸內之溶解度

SiO_2

於瓷質蒸發皿上, 以 20 cm^3 之 HCl (50%) 融化 0 gr 50 之鑛渣 (鑛渣宜先研成細屑) 烘乾加 $HCl + H_2O$, 濾去 SiO_2 煨燒, 秤其重量.



此三者之分析與鑛苗篇內所指之法同

鐵

以 200 cm³ 水 20 cm³, $\text{SO}_4 \text{H}_2$ (50%) 溶 1 gr 之鑛渣加熱煮沸置無大氣處冷卻,待全部溶化以 MnO_4K 滴定鐵量.

磷酸 華氏 (wagner) 法

用 25 cm³ 之濃硫酸,溶 5 gr 之鑛渣於一容積 150 cm³ 之錐瓶內,錐瓶宜極乾燥;烘熱至液呈白色,並見有 SO_4Ca 沉澱;即全移注至有 250 cm³ 表記之玻璃瓶,後注水瓶中,便湊成 250 cm³ 液汁.振搖多時,放置冷卻,後以硬燥之濾紙過濾,取 50 cm³ 濾液,(約含 1 gr 之鑛渣樣)和以 100 cm³ 之檸檬酸銨液(成份 100 cm³ 液中,含有 200 gr 之檸檬酸,餘為 NH_4OH 比重 0,95)使鑛渣內鐵質勿凝為沉澱.加 35 cm³ 之 Mgcl_2 液(成份 1300 cm³ 液中; Mgcl_2 100 gr; NH_4cl , 140 gr; 比重 0,967 之 NH_4OH , 700 cm³; 餘為水).

放却二小時,過濾.用含碓精水(10%碓精)沖洗約十次 PO_4MgNH_4 沉澱,置坩鍋中,煨燒即秤

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ 重} = \text{PO}_4 \text{ Mg NH}_4 \text{ 沉澱燒後重} \times 0,6397$$

鑛苗之磷酸於檸檬酸內之溶解度

於有 500 cm³ 表記之錐瓶中置 5 gr 之鑛渣, 5 cm³ 淨酒精,再 100 cm³ 之華氏 (wagner) 反應液(成份檸檬酸 100 gr; H_2O 1000 gr; 水楊酸 (salicylic acid) 0, gr 5) 再加水湊至 500 cm³, 以手振搖玻璃瓶,即速過濾.取 50 cm³ 濾液,加 100 cm³ 之檸檬酸銨及 35 cm³ 之 Mg cl_2 液.振動後,即有磷酸溶於華氏反應液;放却片刻,過濾.用碓精水沖洗.煨燒即秤.

$$\frac{\text{溶解之 } \text{P}_2\text{O}_5}{\text{P}_2\text{O}_5 \text{ 之全重}} = \text{溶解度}$$

(五) 生鐵分析

分析物類: 錳 矽 硫 磷 砷 銅 全部碳質 石墨
碳 化合碳.

採樣

鑒於生鐵內之成份，較為恒常不變；故日常分析祇求生鐵內之錳砂及硫之成份。又因生鐵內錳砂硫成份非多，故採樣發生二難題。

一. 熔鐵爐早晚流出之生鐵其成份非完全相同，約以五十噸為一段落，如是則須採多種化驗樣品。（例第一次採爐內初流出之生鐵，次約過一小時採取，後再過一小時採取）以各生鐵化驗所得之結果作一平均；即以此平均數普定生鐵內之各種成份。多次實驗後，得察最相近此平均數者為中流之生鐵。

二. 生鐵流出後，非短時間即能凝結。因此內部多真空小孔，孔之四周，常含穢物（硫質類）採取樣品時故必不可採小孔四周之生鐵。

錳

以亞氏 (Abich) 之瓷臼，細研一克之生鐵，置蓋有薄玻璃片之瓷質坩鍋內，加 $20 \text{ cm}^3 \text{ NO}_3\text{H}$ (59%) 10 cm^3 之濃鹽酸，再加約一克之 KClO_3 氯化之，以沙浴微火烘乾，後將本生燈灼烘，使所有鹽酸根完全分離，冷却後，加 20 cm^3 之濃鹽酸，微火烘灼，熱後即將全部移注容積一呎之玻璃瓶，加沸水 500 cm^3 ，加乳色之氯化鋅使鐵質化為沉澱，隨即以 MnO_4K 液（成份 1 呎液內含 30 gr 之淨 MnO_4K ）滴定之。

砂

於瓷質平底蒸發皿中用 40 cm^3 之硫酸硝酸合液

硝酸 (50%) 3200 cm^3

硫酸 (50%) 1600 cm^3

溶 2 gr 之生鐵，烘乾至白煙盡出。冷後加 $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$ ；灼熱使，液內能溶化者盡溶化，以燃後無灰之濾紙過濾後，先以沸水沖洗繼用 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$ 及多量蒸餾水，沙質及石墨則留存於濾紙上，以大火煨燒後，秤所得 SiO_2 重。

$$\text{砂重} = \text{SiO}_2 \text{ 重} \times 0.47202$$

硫

(甲) 秤量法

於玻璃瓶內以 5 gr 之生鐵加和 100 cm³ 之 Hcl (50 %) 煮沸用 100 cm³ 之醋酸鋅鈣液 (成份醋酸鋅 25 gr 醋酸鈣; 5 gr H₂O; 800 cm³ 醋酸 200 cm³) 吸收瓶內發出之 H₂S 醋質液內得 H₂S 即產生 CaS 及 ZnS 加 5 cm³ 之硫酸銅液 (硫酸 120 cm³; H₂O 800 cm³; 硫酸銅 120 gr) 即得 CaS 沉澱過濾用水沖洗後於大氣中用低溫度煨燒秤量. CaO 重.

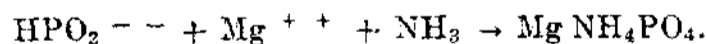
$$\text{硫重} = \text{CaO 重} \times 0,4041$$

(乙) 滴定法

於玻璃瓶內,以 5 gr 之原樣,加 100 cm³ 之 Hcl. (50 %) 煮沸以 50 cm³ 之 NaOH 液 (100 gr 之 NaOH 和 100 gr 之水) 吸收發出之 H₂S, H₂S 吸完後,於此含有鈉質液中,加 30 cm³ 之 Hcl, (50 %) 使液呈酸性;和數滴澱粉液 (10 gr 澱粉溶一呷之水),以碘化鉀液 (1000 cm³ 液中,碘 7 gr 94, 碘化鉀 25 gr, 餘為水) 滴定硫化物至呈藍色. 碘液之滴度 (titre) 用 S₂O₃ Na₂ 液 (1000 cm³ 液, S₂O₃ Na₂ 15 gr 48, 餘為水). 1 cm³ 之此液,應中和 1 cm³ 之碘液. 由是 1 cm³ 之碘液,抵 0,gr 001 之硫.

磷

以 50 cm³ 之 NO₃H (50 %), 溶 5 gr 之生鐵煮沸,全部溶解後,加 5 cm³ 之 MnO₄K, 烘乾,加 Hcl (50 %), 濾去沙質及石墨. 以 NH₄OH 中和濾液,加濃 NO₃H, 然後烘液約至 70°C; 加 50 cm³ 之鉬酸鉍 (MoO₃Am) 液, (MoO₃Am 150 gr; 和沸水 1000 cm³, 比重 1,20 之硝酸, 1000 cm³). 於 40°C 溫度下放却一小時,過濾,用有硝酸水沖洗,後用礮精水溶化此黃色沉澱, (20 MoO₃, 2 PO₄ Am₃ + 12 H₂O): 於此溶濾液中,加數滴之檸檬酸鉍, 25 cm³ NH₄cl 及 Mgcl₂ 之混合液,振搖即有 PO₄ Mg NH₄ 沉澱產生.



放却六小時,過濾用礮精水沖洗,煨燒即秤.

$$\text{磷重} = \text{所得重} \times 0,2795.$$

砷 As

以 100 cm³ 之硝酸,硫酸混合液,溶 10 gr 之生鐵,溶後,以火蒸乾,

使分解 (décomposer) 所有硝酸根物,然後將留餘之硫酸根物,移置於藏有 15 gr 之 $\text{SO}_4 \text{Fe}_2$, 150 cm^3 HCl 之玻璃瓶內,微火煮沸,以 300 cm^3 之冷水吸收煮時發出之 $\text{As}_2 \text{Cl}_3$. 後將此液蒸餾,三分之二水份,蒸出時,全部砷質留存在水中,然後加 H_2S 使之沉澱,放却多時;以已知重之濾紙,濾出黃色之三硫化砷 As_2S_3 沉澱,用水,酒精及醚,沖洗;再用淨 CS_2 , 溶化混和 As_2S_3 之硫質,再以醚及酒精洗滌,烘乾,至 100°C . 稱 As_2S_3 之重.

$$\text{As}_2 \text{之重} = \text{As}_2 \text{S}_3 \times 0,6097$$

或得 $\text{As}_2 \text{S}_3$ 後,使溶於 NH_4OH 中,加 $\text{NH}_4 \text{Cl}$ 及 Mg Cl_2 之混合液 (mixture magnésien). 使砷質沉澱,用酒精水沖洗,煅燒即秤.

$$\text{砷重} = \text{所得重} \times 0,7986$$

銅

以 HCl 溶 5 gr 或 10 gr 之生鐵,過濾;用 AmOH 中和濾液,加 HCl 使呈酸性,吸入 H_2S , 過濾,用 $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S}$ 沖洗,微微燃燒,稱 $\text{Cu}_2 \text{O}$.

$$\text{Cu}_2 \text{O 重} \times 0,7986 = \text{Cu 重}.$$

全部碳質 (carbone total)

於高氏 (corless) 玻璃瓶內,以 20 cc 之鉻酸液 (800 cc 水和 960 gr 鉻酸) 150 cc 之硫酸銅液 (1000 cc 水和 411 gr 之 $\text{SO}_4 \text{Cu}$), 100 cc 之濃硫酸溶 1 gr 之生鐵,微火煮沸,以壓力吹入 (souffrer avec pression) 乾燥,大氣,使瓶內發出之 CO_2 , 盡被含藏 KOH 之 U 形瓶吸收, U 瓶增加之重,即 CO_2 之重.

$$\text{C 重} = \text{CO}_2 \text{ 重} \times 0,2727$$

石墨碳 carbone graphitique

以硝酸溶 1 gr 之生鐵,溶化後以棉玻璃, (verre de coton) 濾出沙質及石墨. (SiO_2 及石墨不溶化於硝酸) 於二物中,以高氏 (corless) 瓶取求石墨中之碳重. (法如上述)

$$\text{化合碳重 (carbone combiné)} = \text{全部碳重} - \text{石墨碳重}$$

(六) 鋼

由鋼內之錳質硫質成份,可審定此鋼之性質.各鋼內錳硫二質,時受變動,故必須日常化驗錳硫,俾使隨時得改良鋼質.

分析物質: 錳 磷 碳

錳質分析

(一) 瓦氏法 (Volhardt's method)

以 HCl 溶 2 gr 之鋼,加 $KClO_3$ 氟化之,煮沸,使氯氣盡行散放,加 500 cc 之沸水,及氟化鋅,後以 $KMnO_4$ 滴定之.

(二) 用過氟化氫 (H_2O_2) 法

以 25 cc 之硝酸 (比重 1.2),溶 1 gr 之鋼,溶化後,放置冷卻,加 1 gr 之 B_2O_3 ,五分鐘後,全部溶化,即於經過煨燒之石棉 (amiante calciné) 片上,用吸氣機 (trompe) 助濾,先以硝酸及水沖洗,後以冷水,然後用過氟化氫液 (H_2O_2 , 40 cc; H_2O 1000 cc; 避光之淨硝酸 10cc) 滴定之.

(三) 用 $S_2O_8^{2-} (NH_4)^2$ 分析法

以 25 cc 之硝酸 (比重 1.10),溶 0.200 gr 之鋼樣,於容積 300cc 之玻璃瓶內,煮沸;待全部溶解後,加 10cc 之 $S_2O_8^{2-} (NH_4)^2$,飽和此液,再行灼沸,至液內氯氣完全散出止,加約 30cc 冷水,加 5 cc 之 $AgNO_3$ 液 (成份 1 litre 液含藏 17 gr 之 $AgNO_3$), 1 gr 之 $S_2O_8^{2-} (NH_4)^2$.

置於 $70^\circ C$ 之水蒸浴上,使液呈玫瑰色,再待三分鐘,即撤去,冷卻,加約 250 cc 之水,移注全液於玻璃杯內,以平均滴速度,用亞砷酸液 (3 gr 63 之亞砷酸和 9 gr 之 $Co_3 N_{12}$, 600 cc 之水) 滴定之.

注意 設使鋼內錳之成份,超過百份之 1.5; 滴定液內應多加 $AgNO_3$.

磷

用 25cc (50%) 之硝酸,溶 1 gr 之鋼樣,加 $KMnO_4$ 使過氟化之,五分鐘後,加 5cc 之 NH_4Cl 液 (1000 gr 之 NH_4Cl 和 3500cc 水; 50cc 之 Am^2CO_3 3N), 及 40 cc 之 $M_6O^{24} (NH_4)^6 + 2 H_2O$. 放置片刻,即有黃色沉澱 ($20 M_6O^3$).

2 $\text{PO}_4 \text{A}_{m3} + 12 \text{H}_2\text{O}$) 過濾,用 $\text{SO}_4 \text{Na}_2$ 液(一坩含 100 gr 之淨 $\text{SO}_4 \text{Na}_2$), 沖洗.然後以沉澱及濾紙,置於有 5 cc NaOH 液(10 坩水配合 150 gr 之 NaOH)之玻璃杯.稀釋液汁,沉澱即溶,加 100cc 冷水,數滴之煥醇試藥 (phénolphthalein 15 gr 和 1000 cc 之酒精),使呈紫色;然後以硫酸液(10 坩水和 100 cc 之硫酸) 滴定磷量.

鋼內矽硫分析,與生鐵篇內所述無異.

碳(化合碳 carbone combiné)

於刻有 $\frac{1}{10}$ cc 容量格之愛氏 (EGGÆRTZ) 玻管中,以 5cc HN O_3 (50%), 溶 0 gr 50 之鋼樣置於石蠟 (paraffin) 中烘灼,待其完全溶化;然後冷卻之,同時亦以此法,溶已知碳質成份之鋼於暗室中.藉半透明玻璃,偵察二溶液之顏色.(不計容積,因各溶液色之深淺由液量之多寡).覺二玻璃管顏色相同時,即記二玻璃管之液容積量.

$$\text{C 百分量} = \frac{\text{未知碳份鋼溶液之容量}}{\text{已知碳份鋼溶液之容量}} \times \text{已知碳份鋼之碳百分量}$$

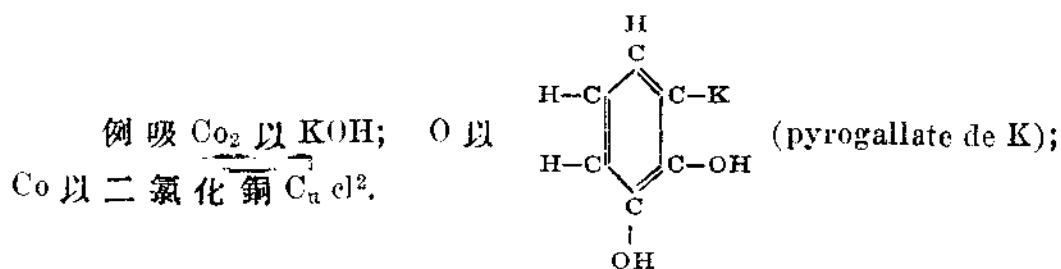
別法 以藏有鋼樣之瓷管,置於電爐內,漸漸壓送氟氣.遇鋼樣之碳,即發生 CO_2 . CO_2 則被藏有 KOH 之 U 形瓶吸去;瓶增加之重,即 CO_2 重.

$$\text{C (化合碳) 重} = \text{CO}_2 \text{ 重} \times 0,2727$$

溶燒後發散之氣煙

分析物類: CO_2 , O, Co, H, CH_4 , H_2O , 塵灰.

分析原則 使煙或氣經過能吸上列各氣之物體,吸後增加之重,即被吸氣之重.



H²O 及塵灰

使數百坩之煙，或氣盡入塞有乾棉花之濾器，玻璃管氣出玻璃管，又經過藏有 SO₄H₂ 之瓶，濾器玻璃管中，增加之重，即一部份水之重，後取此棉花烘至 100°，棉花烘後減去之重，即注留棉花上水之重。

(七) 特種鋼鐵 (Special steel; acier spéciale)

自 1875 年，勃羅司脫靈 (Brüstlein) 氏始造特種鋼後，降至今日，此鋼用途極廣；而製造愈趨夥多新穎。於德國，愛省 (Essen) 之克暖濶 (Krupp) 廠實驗室 (Kaiser Wilhelm Institut)，對於此項混合金屬研究甚博，貢獻甚多。於美國則有 Institut Carnegie，亦以研究此特種鋼鐵名著。

普通特種鋼內與鋼混合之金屬為：

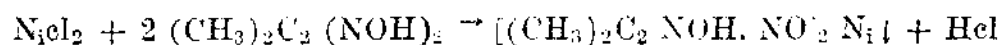
鎳 (Ni) 鈷 (Co) 鎢 (W) 鉻 (Cr) 釩 (V) 鉬 (Mo) 錳 (Ti)
銅 (Cu) 鋁 (Al) 鈾 (U) 等。

鎳質分析

原則：用 (CH₃)₂C₂(NOH)₂ diméthylglyoxime 和酒精液 (酒精百分之一)，使成鎳質沉澱 (Nickel oxime [(CH₃)₂C₂NOHNO]₂Ni)，0 gr 50 之鎳約須 20cc 之 diméthylglyoxime 酒精液。

用 NO₃H (比重 1.20)，溶 5 gr 之特種鋼鐵樣，溶化後，烘乾。加 HCL，分濾沙質。約以 250-300 cc 之水，稀釋濾液。約加 35 gr 之酒石酸 (tartaric acid)，阻止鐵質化為沉澱。

加 NH₄OH，使呈鹼性 (alcaliniser)，並使清皙；稍加 HCL，使微呈酸性。烘灼，約至 80°C。加 diméthylglyoxime，後加 NH₄OH，使與鹼金屬 (alcalis) 化合，同時鎳質沉澱叢生。



於 50°C-60°C 溫度下，放置半小時；後使之冷卻；以已知重量之濾紙過濾；以沸水沖洗；然後以 120°C 溫度乾燥之。秤所得。

鎳重 = 所得重 × 0.2023

滴定鎳質分析法:

以 20cc 之硝酸 (比重 1.20), 溶 1 gr 之特種鋼樣. 烘灼; 待全溶後, 加 50cc 冷水, 50cc 之檸檬酸液 (200 gr 之檸檬酸和 100cc H₂O; 100cc 之 So₄H₂ 比重為 1.84), 冷後, 加 5 cc 之碘化鉀液 (1000 cc 水和 60 gr KI). 然後以 KCN 液 (1000 cc 水; 1 gr 5 KCN, 50%, 15 gr KOH 又溶 3 gr 之 Ag₂No₃ 於此液, Ag₂No₃ 遇 KI 即發生 AgI 沉澱, 用時不必濾去此沉澱) 滴定.

於滴定時, 液即混雜. 加 KCN 使液再呈清哲, 同時停止滴定. 將液稍加振動; 滴定期時 Nickelocyanure 發生極緩, 故加 KCN 液必須滴注, 並振動溶液.

KCN 液之滴定量 (titre), 用已知滴量之液, 量定之. 普通用有鎳質之液 (1 gr 之淨鎳溶於 20 cc 之 HNO₃ 比重為 1.3 再以 NH³ 適當中和之, 冷却, 用水稀釋至 1000 cc).

鈷質分析

於有 500 cc 標記之玻璃瓶, 以 30 cc 之 So₄H₂ (比重 1.50), 及 50 cc 之水, 溶 2 gr 50 之鋼樣. 加數 cc 之 HNO₃ (比重 1.40), 使液氟化. 煮沸盡驅氮化氣體, 後加 100 cc 之熱水, 加適當之 Zn O. 冷却, 加水至 500 cc 之標記處; 過濾, 取 200 cm³ 之清淨濾液, 含有 1 gr 之鋼, 置於容積 750 cc 之錐瓶; 加 20 cc Hel (比重 1.2), 使液呈酸性. 加 200 cc 之沸水, 再後一次, 加新備之 nitro-β-naphtol 液 (0 gr 75 之 nitro-β naphtol 溶於 50 cc 之醋酸 (50 %)). 放置一小時; 過濾. 用 300 cc 之冷 Hel (10 %), 於玻璃片上洗滌沉澱. 然後再濾, 再用熱酸質液及熱水沖洗. 並紙於鉛質坩鍋內, 敷加一勻結晶之淨 COOH · COOH, 加上鉛質坩鍋蓋. 然後煨燒, 待濾紙燒完盡化為碳質氣時, 取去鍋蓋, 並煨燒至 700°C - 750°C, 秤所餘 C₂O³ 重.

$$\text{鈷重} = \text{C}_2\text{O}_3 \text{重} \times 0.7343$$

注意 遇鋼含多份之 Ni 質時, 所得沉澱 C₂O³, 宜再溶於 Hel. 然後再使. 作成沉澱.

錫質分析

(一) 錫成份稀少時(錫成份少於百分之三或四)

以成 50 cc 之 NO_3H (比重 1,20), 溶 2 gr 5 之鋼樣. 煮沸; 烘乾. 並以火煨燒, 使散發 NO_2 . 後加 1000 cc 之 Hel (比重 1,12), 烘乾. 再加 50 cc 之 Hel ; 並煮為濃液 (consistance sirupeuse). 加 200 cc 沸水煮沸, 使液再呈清哲. 以二層濾紙過濾; 用稀 Hel 沖洗沉澱; 煨燒後, 即秤所得重, 為錫酸及沙質之合重. 用 HF 0 cc 5 及 SO_4H_2 0 cc 5 除去 SiO_2 , 並濾去 SiO_2 . 然後作第二次之煨燒, 秤錫酸重.

$$\text{錫重} = \text{錫酸} (\text{WO}^+\text{H}^2) \text{重} \times 0,73156$$

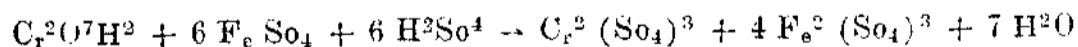
(二) 錫之成份大於百分之四

以 100 cc Hel (比重 1,19), 及 50 cc 水, 溶 2 gr 50 之鋼樣. 烘灼至全部溶化, 稍加 HNO_3 (比重 1,40), 使液氯化, 煮沸一小時半; 有水蒸發, 即補加. 使沸時, 水不間斷. 後過濾, 如上述錫質成份小於百分之三或四分分析手續. 煨燒後秤, 並用 HF 及數滴之硫酸去離 SiO_2 . 煨燒後即秤錫酸.

鉻質分析

(一) 鋼樣內無 W 及 V, 並 M. 之成份小於 2% 者, 可用 Fe_2SO_4 液滴定鉻酸量, 較為簡便.

用 50 cc 之 SO_4H_2 , 溶 3 gr 之鋼. 待全部溶化, 加適當之 KM_nO_4 , 使過氯化 (peroxyder), 鐵及鉻氯化物. 稍加濾紙, 使與過多之 KM_nO_4 化合, 煮沸五分鐘, 過濾, 冷卻, 加已知容積之 So_4F_e 液 (一研液由 14 gr 之 So_4F_e 及 NH_4OH 配合使 1 cc 之液抵化 1 cc 之 KM_nO_4). So_4F_e 液加時, 或有多加, 於是以前 KM_nO_4 滴定多加之 So_4F_e 液. 二數之差為 So_4F_e 液與溶液內之酪酸化合之容量.



$\text{F}_e \text{So}_4$ 液中之 $\text{F}_e \text{So}_4$ 為已知, 故可由上式求 $\text{H}^2\text{C}_r^2\text{O}^7$ 之重.

(二) 含 W; V 等之鋼, 必先分離取出 W.

以 100 cc 之 Hel (比重 1,19), 50 cc 之水, 溶 2 gr 50 之鋼. 後以氯化物氯化之. 以容積 500 cc 之玻璃瓶過濾, 濾去錫酸於玻璃瓶中. 加水至 500

cc, 取出 300 cc 作分析鉻及釩之用。於此 300 cc 液中加醚, 使液濃厚。並可分取鐵質(用蓋氏 Carnot 器或羅氏 Rothé 器實行此手續)。後再煮沸液汁, 趕散醚液。加一勻之 KClO_3 , 50 cc 之 SO_4H_2 , 使液氯化。烘乾, 置於有 250 cc 標記之玻璃瓶。加水至 250 cc, 取出 100 cc 作分析 V 之用, 100 cc 作分析 Cr 之用。

於此 100 cc 液中, 加一勻之 PO_4N_3 , 及少許 NH_4OH 。煮沸, 驅散未化合之 NH_4OH 。加熱水, 以稀釋液質。待沉澱完成, 即濾。後用熱水沖洗。加 SO_4H_2 作第二次之溶解。加 3 cc 之 KMnO_4 , 25 cc 之 NO_3Ag 液(一研溶 5 gr 之 NO_3Ag)。加結晶之 $\text{S}_2\text{O}_8\text{A}_m$ 及過硫酸銨。至 KMnO_4 之紫色盡退為止。使之沸騰, 驅盡多量無用之氯氣。加數滴 HCl (比重 1.12)。再烘灼, 使氯氣二氣盡行蒸發。同時 AgCl 亦獻呈為沉澱。

後將冷液移注於瓷質蒸發器, 加 40 cc 之 SO_4M_n 液(110 gr 之 SO_4M_n 和 720 cc 水; 150 cc 比重 1.70 之 H_3PO_4 ; 130 cc 比重 1.84 之 SO_4H_2), 25 cc 之 SO_4F_e 液(液宜稍和 NH_4OH , 並此液 SO_4F_e 之百分量宜為已知)。至此, 即可依上篇(錳質分析)第一節所述, 求錳之重。

釩質分析

以 100 cc HCl (比重 1.12), 溶 2 gr 之鋼樣, 冷後, 加過氯化氫 (30%), 至液完全氯化, (氯化完成與否用赤血鹽 $\text{K}^3\text{F}_e(\text{CN})^6$ 偵察)。烘灼使液蒸發, 使液量縮至 10—15 cm^3 。然後加醚, 並移注於高氏 (Carnot) 器或羅氏 (Rothé) 器, 使分離去鐵質。(高氏 Carnot 或羅氏 Rothé 器先用比重 1.12 之 HCl 洗滌, 後注 50 cc 之醚)。

冷卻振動。然後隔離醚, 鐵, 及 HCl 釩: 加 50 cc 之 HCl , 數滴之 H_2O_2 , 隨即振動液質。烘灼使液中之醚相繼蒸出。後加 KClO_3 氯化之。烘乾, 加 30 cc 之 HCl (比重 1.19), 稍待, 再加 30 cc HCl , (比重 1.12)。後烘乾(熱度不得過 125°C , 因氯化釩 V_2O_5 於 154°C 即揮發)。乾後, 稍加 HCl 及 30 cc 之 SO_4H_2 (比重 1.84)。再以大火烘乾, 乾後, 加沸蒸餾水, 50 cc 之 SO_4M_n 液 (110 gr 之 SO_4M_n 和 720 cc 之 H_2O , 150 cc 比重 1.70 之磷酸, 130 cc 比重 1.84 之 SO_4H_2), 後加水。於 60°C 溫度下, 以 KMnO_4 滴定至深紫色。

鉍質分析

於 250 cc 標記之錐瓶, 以 30 cc 之 SO_4H_2 (比重 1.50), 及 30 cc 之水,

溶 2 gr 50 之鋼，烘燒使全部溶化，並使液質濃厚，後加 2 gr 之 KH SO_4 ，灼燒時加蒸餾水，使不烘乾，冷卻，注水瓶中，湊滿 250 cc. 然後過濾。

移注 100 cc. 之濾液於耐受壓力之玻璃瓶，以 $\text{NH}_4 \text{OH}$ 中和液質，加 2 cc 之 $\text{SO}_4 \text{H}_2$ (比重 1.50)，使呈酸性；後注入 $\text{H}_2 \text{S}$ ，待呈飽和 $\text{H}_2 \text{S}$ 時，加 10 cc 飽和 $\text{H}_2 \text{S}$ 之水，緊閉玻璃瓶，繫於鐵架，以水浴灼二小時，待溶液中有沉澱產生時，以玻璃或瓷質濾片過濾，後用飽和 $\text{H}_2 \text{S}$ 之冷水沖洗，加 HCl ，使成酸性，後移置於潔淨玻璃片上，(verre de montre) 加數滴之熱硝酸，一部分之 $\text{M}_2 \text{S}_3$ 溶化，所餘者即化為鉬酸；此鉬酸用熱 KOH 液 (10%) 溶解，並用燒水沖洗；後於此液中，加 30 cc 之 $\text{SO}_4 \text{H}_2$ (比重 1.84)，猛火烘乾，後加水，及數厘之 KMnO_4 ，再加 10 gr 之淨 Zn ，使液還原 (réduction)，後待冷卻，以 laine de verre 過濾，濾液則注於藏有 CO_2 容量 500 cc 之錐瓶，後用 KMnO_4 滴定至深紅色。

錯質分析

以比重 1.20 之硝酸，溶 1 gr 之鋼樣，於瓷質蒸發器中，烘乾之，同時因火力較足，故能分解 (décomposition) 硝酸根鹽，溶液蒸發後，將所餘移置於鉑質坩鍋內，加 10—15 gr 之 KHSO_4 ，烘燒至完全化合，加 HCl ，再溶之，以水浴蒸燒至全部溶化，後以水稀釋至 500—600 cc；加 50—60 cc 之濃 NaHSO_4 ，微火烘燒，使鐵鹽之 Fe^{+++} 化為 Fe^{++} (用一滴之液及一滴之 KSCN 斷定之) 還原完成後，於 40°C 溫度之下，一次加 100 cc 之濃 $\text{NH}_4 \text{OH}$ 液，(此 100 cc 之濃 $\text{NH}_4 \text{OH}$ 液含 30 gr 之 KCN) 迅速灼燒，煮沸至所有沉澱變為白色，溶液呈淡青黃色為止。

待冷卻，過濾，先用 $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$ 及 $\text{Al}_m \text{OH}$ 液沖洗，後用熱水，以稀熱之 HCl ，溶未乾之沉澱，於清哲之液中，再使 TiO_2 沉澱，洗滌，煨燒即秤。所得重 $\times 0.6005$ 即為 Ti 之重。

設使鋼中同時含有鋁質，則化驗宜依下列手續。

以 KHSO_4 溶化上述沉澱 (TiO_2 及其他)，加 HCl ，用 Cupferron 或 nitrosophényl hydroxylamine d'Al_m 分離鋁質錯質，過濾沉澱 $\text{TiO}_2 + \text{Al}_2 \text{O}_3$ ，煨燒，後再以 KHSO_4 溶化，加 HCl 使液呈酸性，(HCl 於液中成份最多不過百分之五)。

加入 Cupferron 液(液中含 100 分之五之 Cupferron 餘為水少許之 NH_4OH 因此鹽祇能存在於硃精水中), Cupferron 液加入後,得黃色沉澱 $\text{T}_1(\text{C}_6\text{H}_5\text{N}^2\text{O}^2)_4$; 過濾,沖洗,煨燒,然後稱 T_1O_2 之重.

銅質分析

於生鐵與普通鋼內,銅之成份極微.依上述生鐵及普通鋼篇內之銅質分析,亦可應用於特種鋼.然至 Cu 成份較多時,用 H_2S 使銅化為沉澱,同時亦能產生許多鐵質沉澱.為取去鐵質沉澱計,過濾,濾去大部鐵質沉澱,煨燒,後於瓷盆中,加數滴比重 1.4 之 NO_3H 加 Hcl 使沉澱溶化,加 NH_4OH 使液中和;並可分濾鐵質.然後注 H_2S 於此液中,得沉澱,即過濾,煨燒稱量.

設使銅為特種鋼內之重要成份可用下法:

以 100 cc 之 Hcl (比重 1.19), 溶 10 gr 之鋼樣.加約 15 cc 之 H_2O_2 (30%), 使之氯化.證定氯化完成後,以 120°C 溫度,烘燥二小時,後再 40 cc 之 Hcl 及 100 cc 熱水,濾 SiO_2 及 T_1O_2 . 沖洗後煮沸濾液,使液濃厚.並加醚液,取去鐵質,如 V 分析篇所述,稍烘灼,驅盡醚液,加 KclO_3 使之氯化.後加 AmOH . 使餘留液中之鐵質化為沉澱,過濾;以數滴之稀 So_4H_2 , 再溶沉澱,後再使沉澱,如是二次過濾然後將上述二濾液相併和;加數滴之 So_4H_2 , 使液呈酸性;後加 $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$, 使 CuS 沉澱.過濾,用 Hcl 和 H_2S 沖洗,煨燒,稱量.

鋁質分析

特種鋼內鋁質分析,法與 Cu 分析法無大異.不過以 KclO_3 或 H_2O_2 氯化後,加 25 cc 之 Amcl 液(一研液含 300 gr 之 Amcl). 用過多之 NH_4OH , 使液生沉澱.煮沸過濾.再用 Hcl 溶化,後再作第二次之沉澱.再以熱 Hcl (10%) 溶化;用 NH_4OH 稀釋至 400 cc, 加 3 cc 比重 1.19 之 Hcl 及 20 cc 之 $\text{Po}_4\text{Na}_2\text{H} + 12\text{H}_2\text{O}$ (phosphate disodique). 振動全液,加 25 cc 之 $\text{S}^2\text{O}^3\text{Na}^2$ 及 15 cc 之醋酸.煮沸一刻鐘,速濾;用熱水沖洗. Po_4Al 磷酸鋁,即留為沉澱,煨燒,即稱.

注 設使鋼內含有 T_1 及 Al , 必須如上述用 Cupferron 分二質

鈾質分析

以 100 cc 比重 1.12 之 HCl , 溶 2 gr 之鋼樣加 H_2O_2 氟化之, 加醚分離鐵質, 如 V_a 分析篇內所述, 煮沸, 驅盡醚液, 後於液吸注 H_2S , 有沉澱即濾, 於濾液中, 加 Am_2CO_3 液, 數滴之 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, 液中小部之鐵, 錳, 鎳, 鈷等, 遇 S^{--} 即化為沉澱, 於玻璃片上放却, 用水瀝洗多次, 後加少許 Am_2S 及 Am_2CO_3 , 移沉澱於濾紙, 沖洗, 煮沸濾液, 加數滴之 HCl , 再煮沸十五分鐘, 加 HNO_3 氟化之, 保持液沸一刻鐘, 然後加稍多之 NH_4OH , 使沉澱鈾質, 過濾用含有 AmCl 之水沖洗, 烘乾於鉑質坩鍋內, 煅燒後, 秤 U_3O_8 重.

$$\text{U}_3\text{O}_8 \text{ 重} \times 0.8482 = \text{U 重.}$$

鋼內氮氣分析

鋼內所含之氮氣, 成份極微, 當與 Fe 及 Mn 化合為 Fe_3O , Mn_2O . 因 O 質量之寡少, 及極乾燥淨粹氮氣之難得, 故分析手續較為困難, 設使於 1000°C 溫度下, Fe_3O 之 O 則將分離 Fe , 而與氮氣化為 H_2O . Mn_2O 之 O , 則仍留存不被氮化, Mn_2O 之數量, 極為微小, 約 100 分之一之氮氣, 與 Mn 化為 Mn_2O .

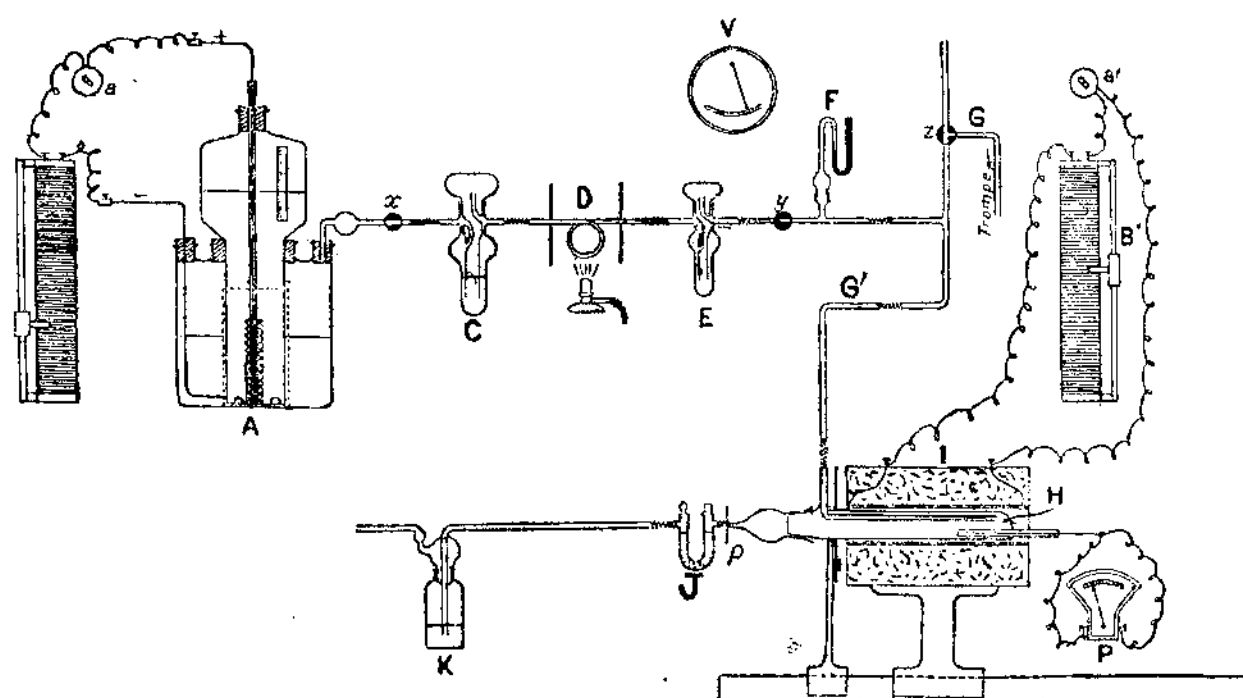
化驗手續

於 $a a'$ 二電門處, 將電流連接: a 處接連後即通電池 A , 使發出氮氣 (法由於 A 電池內電化 $\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$). a' 處接連後, 電爐 I 即發熱 (I 電爐用於烘燒石英管 H). 以 5 gr 極碎細之鋼放於 H 管內, 管用摩爾氏鉗 (Pince de Mohr) 關閉, 並先以抽氣機抽去氣管內之氣; 管內氣壓度, 由氣壓表 F 指示, 緊閉開關 $x y z$, 管得真空, 後開通 x, y , 電池 A 所發之氮氣, 因壓力關係, 將直注 H 內, 稍開摩爾氏鉗 (Pince de Mohr), 儘氮氣注射器內二小時 (溫度約 500°C 至 600°C), 使去盡鋼內之氮氣, 及器內之潮濕, 因 Fe_3O 於 1000°C 方能溶化; 故此時 Fe_3O 內之 O , 並未散出, 先秤藏有 P_2O_5 之 U 形管 J , 並使與 H 管及 K 瓶連接, 電阻 B' 規定電爐之溫度, 連接後, 氮氣則由 U 瓶管 J 散出; 同時必須

使A池內溶體容量不變約過四小時，F。O 完全溶化。然後秤U管所加之重。即 H_2O 之重。

例

鋼軌	O = 0,035 %	$Fe O = 0,159 %$
錫質鋼	O = 0,022 %	$Fe O = 0,085 %$



- A 電化 $KOH + H_2O$ 發散 H 之電池。
- B 用規定氫氣發散量之電阻。
- B' 用規定 H 溫度之電阻。
- C 藏有焦沒子酸 (pyrogallie acid) 之玻管用於吸收電池隨帶發出之氮氣。
- D 燒紅之石英管。
- E 藏有 SO_4H_2 之玻管。
- F 氣壓表。

- G 接連抽氣機之玻管。
G' 接連石英管之玻管。
H 藏化驗特種鋼質之石英管。
I 燒石英管 H 之電爐。
J 藏有 P_2O_5 之 U 瓶管。
K 藏有 SO_4H_2 之玻瓶管。
P 高溫計 (Pyrometer).
V 電壓計 Voltmeter.
aa' 電門。
p 緊閉 U 管之鉗。
x y z 開關 robinet.

(廿四年秋完稿於震旦)

分 析 拾 零

林 世 謹

1) 鎂之新分析

以新製成之次碘酸鉀或鈉, (KIO, NaIO) 滴入中性或弱鹼性之鎂鹽溶液中, 同時攪動之, 則有紅棕色之沉澱生成, 如鎂鹽溶液甚稀, 則祇得一棕色之溶液而已, 此反應甚為靈敏.

2) 鉀之定性

平時鉀甚不易檢查, 然如在鉀鹽溶液中, 加等量之醋酸鈉溶液, 再加酒石酸氫鉀, 攪動之則得白色晶體沉澱, (即酒石酸鉀鈉) 在此種情形下, 雖含鉀在百分之一當量時反應亦能生成.

3) 鈣 鋇 錳 之分離 (微量分析)

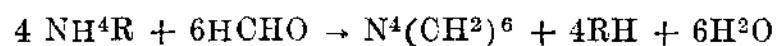
鈣 以十滴醋酸, 五滴之氫氧化銨, 及四五滴之氯化銨, 沸之再加十滴之黃血鹽 (即亞鐵精化鉀) 之飽和溶液, 則生白色沉澱, 不溶於醋酸, 此試驗雖有鋇錳同時存在, 亦無妨礙.

鋇 在溶液中加十滴之硫酸鈉, 則有白色沉澱生成, (即硫酸鋇) 此試驗雖鈣錳同時存在, 亦無妨.

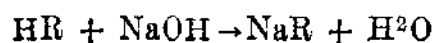
錳 將以上之沉澱濾去, 然後將溶液煮沸之, 如得白色沉澱, 是有錳之証.

4) 銨之容量分析 (NH⁴)

原理. 中性銨鹽溶液遇過量之甲醛 (HCHO 俗名福美林) 起作用而能遊離銨鹽中之酸基, 其反應如下.



所遊離之酸, 則可以十分之一當量鹼液滴定之, (可用熸醇試藥為指示劑)

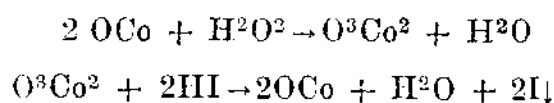


視所用鹼之容量,以計算鉍之量可也,反之可用以計算甲醛之量.

試驗手續. 取中性之鉍鹽約0.1至0.2克,加以百分之卅至四十之甲醛溶液40 cc,及等份之水,(甲醛需先中和而後用之,)攪置之則溶液轉成酸性,以十分之一當量鹼液中和之,今設所用鹼液為n cc,以 $n \times 0.0018$ 克則得鉍之量.

5) 鈷之容量分析. (如鎳同時存在)

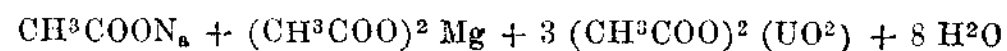
原理. OCo 在鹼性中,為過氧化氫 H_2O_2 所氧化,成 O^3Co^2 . 然 ON_3 則否,又在酸性中 O^3Co^2 能分解 (KI) 碘化鉀而使碘遊離.



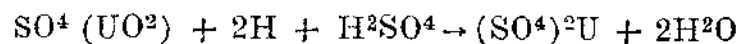
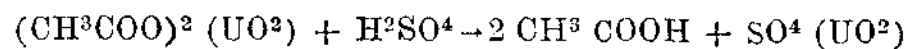
試驗手續. 以含有0.1至0.2克之試品約20 cc,加20 cc 百分之三之過氧化氫,及2 cc 之鹼液,沸之至過氧化氫完全分解,冷後加5 cc 十分之一當量碘化鉀液,及30 cc 十分之一當量鹽酸,然後以十分之一當量次亞硫酸鈉滴定之,(以澱粉液為指示劑)至藍色退去為止. 1 cc 之次亞硫酸鈉相當0.0059克之鈷.

6) 鈉之定量分析.

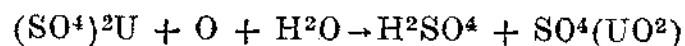
原理. 使鈉成醋酸鈉,鎂,鈾基,沉澱即



沉澱物洗滌後,使溶於水中再加硫酸及鋅,其反應如下,



所得之硫酸鈾復以過錳酸鉀氧化之.



試藥配法.

結晶之醋酸鈾基	32 克
醋酸鎂	100 克
醋酸	20 cc
百分九十之酒精	500 cc
水	加入上液使成1000 cc 為止

溶醋酸鹽於熱（酒精 + 醋酸 + 300 cc 水）混合液中，冷之，加水使成 1000 cc，攪置數小時，過濾後，以溶液保存於黃色瓶中。

試驗手續 以試品 0,01 至 0,02 克，加試藥 30 cc，（為沉澱 1 mgr 之鈉，至少需 2,5 cc 之試藥）攪動一二分鐘，放置半小時，濾之，以濾過之溶液，反覆洗滌三次，再以酒精洗滌三次，放於乾燥箱中，乾燥之，以去酒精，然後溶於蒸溜水中，加十分之一容量之濃硫酸，及數片純鋅，煮沸之，使還原作用完全，（務將鋅完全溶化，及氫氣完全驅盡後，）一小時後，以十分之一當量過錳酸鉀液滴定之至呈微紫色為止，1 cc 之過錳酸鉀相當 0,383 mgr 之鈉。

注意 在試驗前，務須將磷酸除去，因恐有 $\text{PO}_4\text{H}(\text{UO}_2)$ 生成，同時沉澱之虞。

檢 驗 火 車 鐵 軌 之 新 器 械

張 伊 耕

火車鐵軌時有破裂，若火車速率超過每小時百公里時，則危險更多，司機者苟能見而易以新軌其功非淺。尋覓破裂之法甚為簡便，且可預知軌之將碎與否，故頗饒興趣。此法發明已久，其器可專供火車行駛時檢驗軌道之用，頗似一電火車，但另有發動機一架，以驗車之行狀及供給電流之用，車樞下置二束金屬帶緊擦車軌，其一束中之二帶，貫以二千五百安培下之一瓦特電流，即於車軌上產生磁場，當車軌無疵時，磁場線並無變更。如軌形有異（輪齒之輾壓，甲板之損磨等...）或有其他內裂等，則磁線突起變化，藉一極靈敏之測驗器，而得其各種放大之記錄。記錄之法用一裝有三個金屬筆尖之測驗器，隨磁線之曲折縱橫而記錄紙上，紙為帶形捲繞於自轉之輪軸上，車行每公尺，此輪舒捲五公厘，如是車軌有失者，立見顏色一點染注軌上，適滴於軌之破壞處。站於火車後節之檢察員，當見色迹而停駛，前赴視之，即可知軌之損壞何如。苟係內裂，則藉另一可攜帶之電器及電流表依車軌上電阻之變換，察知裂痕之輕重，在昔已有如斯設備之器具，設於火車上，蓋能指示鐵路之情境也。惟速率達每小時百公里之火車，欲其猝然停駛以驗究紙上所錄者，殊非易事。是故特駛專車每時祇行十里，頃刻間即可供人正確之實驗。服務法國鐵路線中之（Sperry）車曾効大勞於法人，而從未有誤示者。故凡任何車軌之被該車指謫者，不論其損壞與否，一併換以新軌。雖常有施以最精細之檢討，而仍不獲最微隙之裂痕者，亦在棄用之例。而剖軌察之，必可見足以釀成斷軌之險之舊裂或泡孔。日本工程師（Suzuki）氏乃首思以磁鐵偵察鐵軌者，美國不過改良之耳。按美利堅及加拿大一歲之中重要裂軌用（Sperry）車所指出者共五千另十二條，用他機探得者亦不下五百以上。致需易新軌達六千噸。次要裂軌有一萬七千五百七十七條，破裂最大原因厥為軌條之內裂紋之故，此種內裂紋大抵感於軌條之高處，是故製軌者祇採用下端三分之二為佳，更於鐵路之交叉分線轉軌等處，尤屬緊要，以其載重較大故也。

化學史料之一頁

銅鐵時代

王仁生

黃帝(約紀元前 2697 年)採首山之銅,鑄三鼎於荆山之陽⁽¹⁾。(首山在今河南襄城縣南;荆山亦名覆釜山在今河南閩鄉縣南)首山銅鑛,荆山冶煉;可見我國有銅以來,至少已有四千六百餘年之歷史。

民國十七年八月中央研究院歷史語言所考古組派董作賓等到河南安陽縣小屯村發掘殷盤庚至武乙時代(約紀元前 1401-1198)遺蹟,得銅器不少:銅矛,銅刀,銅空頭鏃,銅錘,銅針,銅鏃,銅爵,銅觚,銅戈,銅範等;在遺址中遇有煉渣木灰與溶鑄的銅塊相雜;其時已知鑄銅;並有錫塊發現。(遺物現存北平海桑壇中央研究院歷史語言研究所考古組)。

民國十九年四月燕下都考古團馬衡等到河北易縣東南十八里練台村發掘戰國末年(約紀元前 240 年)遺蹟,得銅明刀甚多及銅鎖數件,又發現鐵斤一件。(遺物現存北平北海團城)⁽²⁾。

秦始皇(在位三十六年,約紀元前 246-210)統一天下,銷天下兵,鑄銅人十二立宮門前⁽³⁾。銅質不及鐵質堅硬,而兵器尙堅用銅,足見我國古時器具以銅質居多。

由上觀察,在中國似銅先於錫,而錫先於鐵。

文明古國,除中國外,尙有希臘埃及等國;故銅之發現,豈止在中國?況人類出於一原,各處應用金屬,諒無大異。

註 (1) 辭源荆字下荆山條。

(2) 衛聚賢:中國考古小史。

(3) 史記。

希臘及其隣國，當荷馬(Homère 約紀元前1000年)詩人時代，日用器具，概爲紫銅；鐵器則居極少數。荷馬曾云：“...他出聲如熱鐵入水⁽⁴⁾...”梅瑟(Moise)嘗囑義辣爾民(Israëlites)曰：“主引爾出厄日多國(Egypte)如出冶鐵之爐⁽⁵⁾”，可見當時除銅器外，尚有少數鐵器。

印度埃及，古墓極多；考古家至其地發掘，常得銅鐵器具。且墓前碑碣，多花岡石，質地堅硬；設無鐵器，則雕刻之成，似爲不解難題。從此可知，鐵之發現當亦甚早⁽⁶⁾。

銅器起於何代？據貝脫里(Petrie)在埃及所發掘之銅質古物推算，該起於紀元前3700年左右。格拉史頓(Glastone)曾將此古物作一化學分析報告：“物爲銅錫合金；成分銅爲90%，錫爲10%。⁽⁷⁾”

可是，埃人非埃及土民，乃亞細亞之漢米族人(Thamite)之後裔；(卽岡Chan之後代)，故未至尼羅(Nil)河畔，諒已能應用銅器。因是，依籃挪孟(Lenomant)之地層計算，自尼羅河有居民起至埃及第一王朝時，至少有三四千年。設此計算爲可靠，則金屬之發現該在紀元前八九千年⁽⁸⁾。

埃人遠祖出於亞細亞，而亞細亞之文明古國，當推加爾底。(Chaldée 卽 Babylone)數十年前，特撒才(de Sarzee)至該國發掘古代遺蹟，得小銅像一尊，經柏特羅(Berthelot)之化驗，知像質爲純銅；繼後奧卜爾(Apport)依像上刻劃推算：像當爲紀元前四千年物，而爲古民遺下最古之純銅⁽⁹⁾。

礦石礦岩，深藏高山，發掘開採，諒非平原居民；故居幼弗拉底(Euphrate)與尼羅河畔之住民，諒難成採冶金屬之始祖。致若亞細亞之阿爾泰山，(Altai)礦岩豐富，礦石隨地可取，推其麓之居民都郎族人(Touranians)爲冶金始祖，與理諒無不合。况據古來傳言，都郎族爲加音(Cain)後裔，而依語言學之考據，加音二字有冶煉之意；

註 (4) Odyssée IX 393.

(5) Deutéronome IV, 20.

(6) Delacre: histoire de la Chimie p. 10.

(7) Maspero: Histoire des peuples orientaux, t. I. p. 59.

(8) Lenormant: les civilisations primitives p. 18.

(9) Larousse: Cuivre.

且加音所居之黑諾克(Hénoch)城,即今亞細亞金屬商業隆盛之浩當城(Khotan).

綜上所論,金屬起源之遙古,亦可見其一斑.銅居最先,紫銅居次,鐵居最後.

歷史觀,考古觀是如此,化學觀,則依其性體,亦可定其發現之先後.

紫銅爲銅錫合金,純銅居紫銅之先,可不待言而明.

銅在自然界中,有大量之單體存在,其色赤紅,易惹人注意;且其礦物,如赤銅礦(Cu_2O)與藍銅礦($2\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$)以碳還原,較其他金屬更易冶煉;至若鐵,則除隕石少數外,在自然界中,無單體存在;且其礦物之冶煉,需高熱,亦較銅爲難,故鐵後於銅,與化學理甚臆合.

至於紫銅先於鐵,則與化學理論似難和合;蓋錫爲紫銅必要之原素,而其礦物提煉,未必較鐵礦爲易⁽¹⁰⁾.且鐵自然遊離者有之,至若自然遊離之錫,則不一見;再者錫礦色如土,難着人目;故其先鐵現世,質諸化學,似難解說,然則紫銅器多於鐵器其故何在?抑如梁起超所云:“金類的東西包括銅鐵兩項,而以銅爲主體,因爲鐵器容易壞,(氧化作用,著者誌)所以存者不多⁽¹¹⁾”抑另有他故,尙待諸哲人研究乎?

註 (10) Roberts Austan: Proc. of the Loc. of bibl. archeol., vol XIV, 1891-1892 p. 228.

(11) 中國考古學之過去及將來.

介 紹 新 刊 (四)

名 稱	期 性	出 版 處	全 年 定 價	現 出 至 卷 期
機 械 工 程	半 年 刊	杭州浙江大學機械工程學會	.60	I 1
藝 風	月 刊	杭州法院路仁德里十號 藝風雜誌社	2.00	III 11
宇 宙 旬 刊	旬 刊	香港銅鑼灣金龍台十三號 宇宙旬刊社	3.50	II 12
山 西 建 設	月 刊	太原東夾巷廿二號 山西省縣村十年建設促進會	.60	7
中山大學天文台兩月刊	兩 月 刊	廣州國立中山大學出版部	1.20	VI 3
民 間 意 識	週 刊	成都文殊院巷十二號 民間意識週刊社	.70	II 20
理 科 季 刊	季 刊	武昌國立武漢大學出版部	2.00	V 2
求 是 月 刊	月 刊	濟南緯二路經六路南路西 求是月刊社	1.60	I 8
河 南 大 學 校 刊	週 刊	開封河南大學出版委員會		88
青 島 畫 報	半 月 刊	青島湖南路三十一號 青島繁榮促進會	1.10	19
工 業	月 刊	東京市目黑區大岡山七一 中國牛頓社	1.20	IV 9

桁梁之研究

陳善謨

引言

設有一桁梁AB,梁中載集中重.普通求其桁梁各部之應力,常用應力圖 (Stress diagram) 以求之,或用「截面法」投影而求之.諸法皆先由支點之反力算起,更依次求毗連各桁條上之應力,由支點而迄於載重.然實際恰相反:力之傳受,乃由中間而迄於支點者也.載重傳力於直接受重之梁中部桁條上,此中部桁條因支在其旁桁條上,乃得傳力其上,(設此桁條力能任之),更依次傳至毗連桁條,而后中間載重之力乃得傳至兩端支點.普通應力求法(力圖法,截面法,鉗點法等),因其法係由支點而迄於載重,故不能代表載重實際傳力之行程,故在桁梁分析中不能予吾等以各桁條中傳力之意識.

本文第一節述桁條力之計算乃應用由載重而迄於支點之原則,而分析各桁條上之力,俾吾人於分析中得有各桁條受力及傳力實際情形之意識.

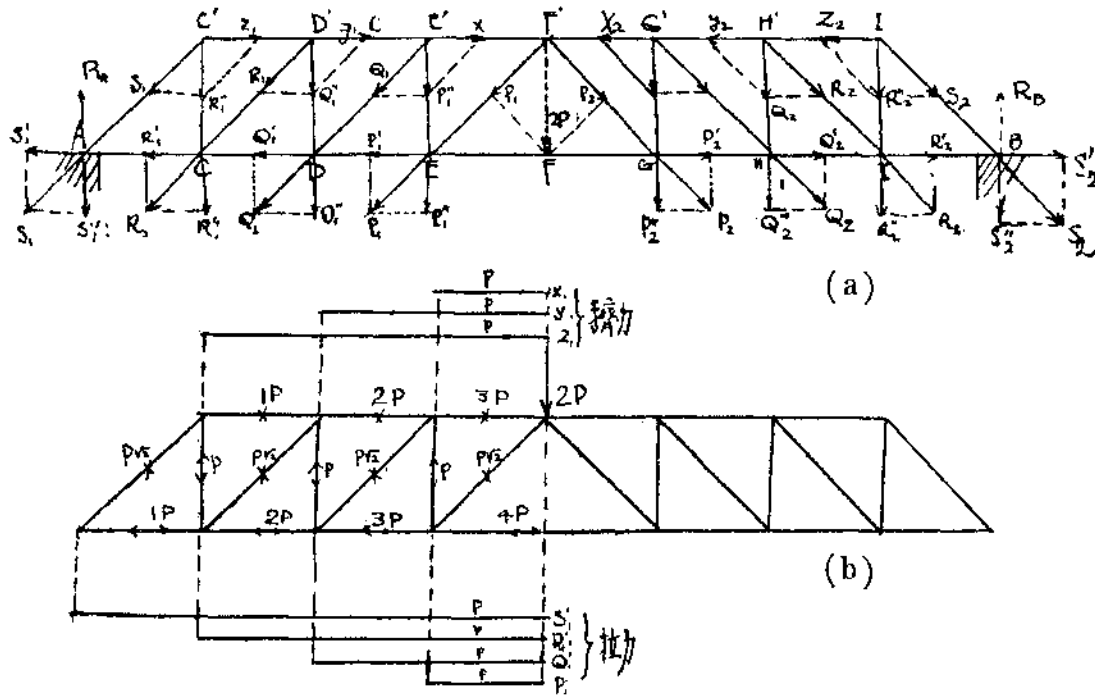
桁梁之構造,多用木鐵,或鋼骨混凝土:以鋼任拉力,以混凝土任擠力;本文所述之桁梁爲木及鐵之複合梁,以鋼任拉力,以木任擠力,蓋以木之任擠力實較混凝土爲善.

鋼骨混凝土梁中之鋼環(Stirrups, étriers)之效用,普通多以其爲任剪力視之,本文第三節乃將鋼環任剪效用加以評判.

第一節 桁梁力之分析

今取一Z形桁梁AB,斜桁條成 45° 角.

設共有八節,此梁中間垂條不受力故除去.集中重 $2P$,載於梁中.(見圖一).



(第一圖) 桁梁力之分析

1) F' 鈕點.

今試計算各垂條,斜條及上下弦中之力:

力 $2P$ 施於中間鈕點 F' 上,即沿左右二斜條, $\overline{F'E}$ et $\overline{FG'}$ 分爲二等力 $P_1 = P_2 = P\sqrt{2}$.

此二斜條因支於其端 E 及 G , 故受擠力 $= P\sqrt{2}$.

2) E, G 鈕點.

力 P_1 移至 E 鈕點而分爲二等力 $\begin{cases} P_1' = P \\ P_1'' = P \end{cases}$

同樣在 G 鈕點上,力 P_2 分爲二等力: $P_1' = P_2'' = P$

E, G 二鈕點互爲下弦 \overline{EG} 連結,其兩端皆受 P_1' 及 P_2' 力向外伸長,故此弦 EG 受拉力 $= P_1' = P$.

垂條 $E'E$ 及 $G'G$ 皆上結於上首 E', G' 兩鈕,而受向下 P_1'' 及 P_2'' 二拉力,故此二垂條任拉力 P . (因 $P_1'' = P_2'' = P$)

3) E' 鈕點.

P_1' 力移至 E' 鈕點分爲二力:

$$X_1 = P''_1 = P \text{ (方向沿上弦 } \overline{E'F'})$$

$$Q_1 = P''_1 \cdot \sqrt{2} = P\sqrt{2} \text{ (方向沿斜條 } \overline{E'D})$$

E' 鈕點上之 X_1 , 與 G_1 鈕點上之 X_2 二力合併而生上弦之擠力 P . 斜條 $\overline{E'D}$ 支於 D 鈕點上, 因 Q_1 力之推壓而任擠力: $Q_1 = P\sqrt{2}$ 同樣, 斜條 $\overline{G'H}$ 亦任擠力 $Q_2 = P\sqrt{2}$.

4) D', H 鈕點.

由 E 傳至 D 上之 Q_1 力分爲二等力 Q'_1, Q''_1 各等於 P . H 鈕點上 Q_2 力分爲二等力 Q'_2, Q''_2 各等於 P .

Q'_1 及 Q'_2 二力使拉力弦(下弦)之 DH 段任拉力 $= P$

Q''_1 使垂條 $\overline{D'D}$ 任拉力 $= P$

Q''_2 使垂條 $\overline{H'H}$ 任拉力 $= P$

5) D, H' 鈕點.

D 點之 Q''_1 力, 移至 D' 點分爲二力 Y_1 及 R_1 . Y_1 與其對稱力 Y_2 使上弦 $\overline{D'H'}$ 段任擠力 $= P$

R_1 及 R_2 使斜條 $\overline{D'C}$ 及 $\overline{H'I}$ 任擠力 $= P\sqrt{2}$

如斯逐步作之, 以漸漸達向支點. 最後至支點 A 上得一力 S_1 , 沿斜條 $\overline{C'A}$ 方向分爲二等力 ($= P$):

1) S'_1 與其左支點上之對稱力 S'_2 互拚使下弦之 AB 段均受拉力 P .

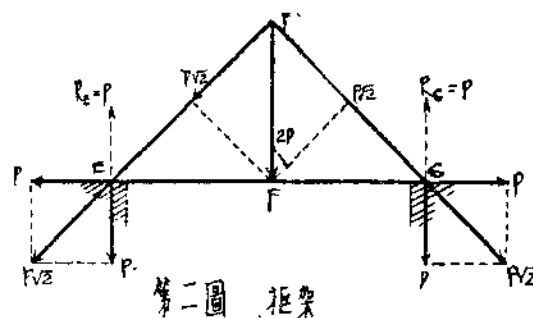
2) S''_1 垂力, 於支座上生反力 $R_A =$ 載重之半 $= P$. B 支點上亦同: $R_B = P$, 此即載重 $2P$ 影響於支點 A, B 之力. 桁梁各部應力可參見第一圖(b).

若桁梁節數增加至 n 節, 則垂條及斜條上之應力仍不變, 惟上下弦之應力則仍由支端遞增:

下弦則由 $1P$ 而至 nP

上弦則由 $1P$ 而至 $(n-1)P$.

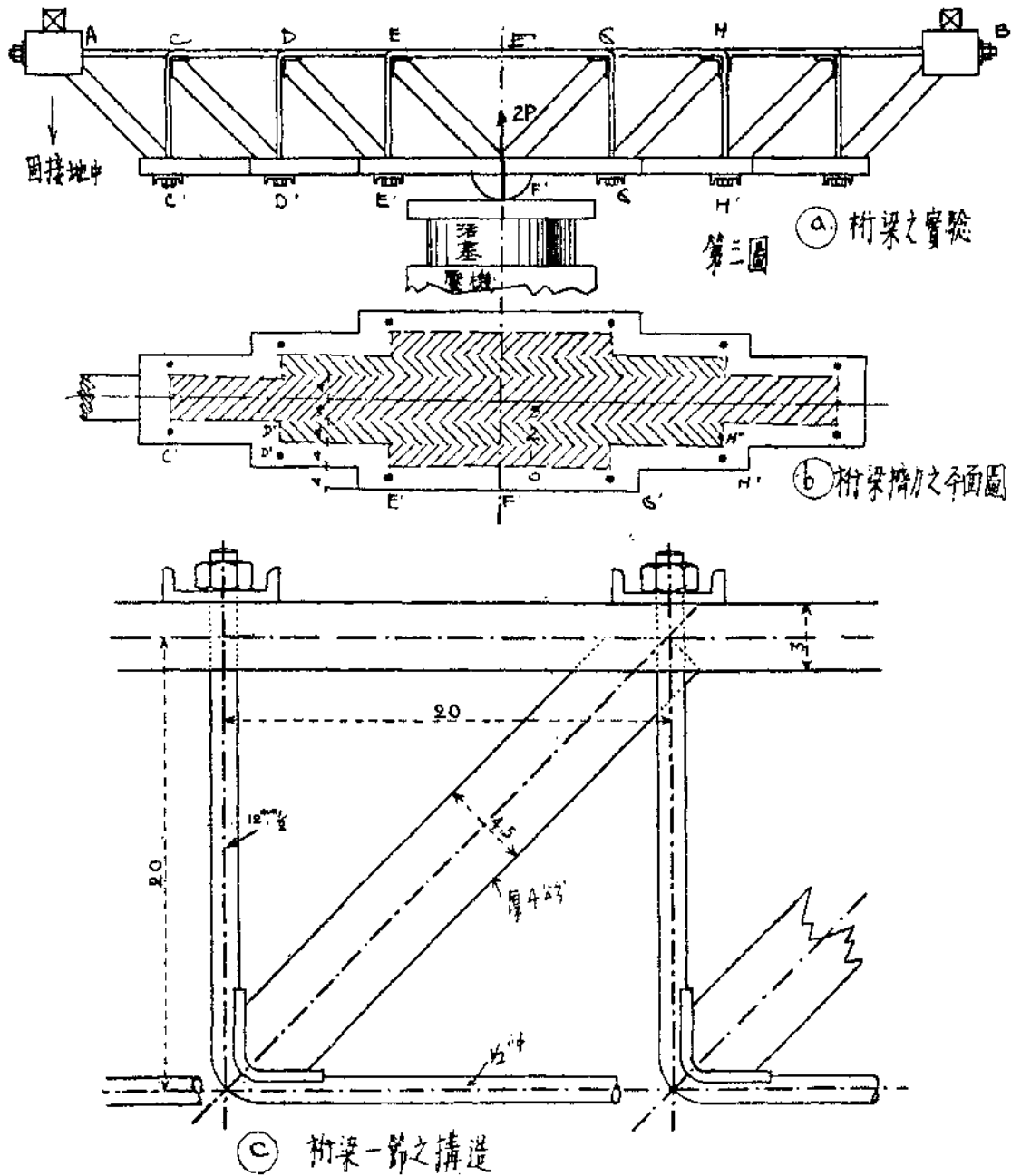
若桁梁止於 EG , 則成一簡單式框架, 僅二斜條將載重 $2P$ 傳至支座生反力 P .



第二節 實驗梁之構造

中間載重由壓力機之活塞爲之，兩端支點由二支架爲之；支架固定於地中，壓力機產生壓力 $4P = 3000$ 公斤，分加於梁之兩桁，（因本梁以左右兩桁成之，每桁受力 $2P$ 。見第三圖）。

梁之大小尺度概以適合本校實驗之便利，乃取梁高 20 公分（上下弦之中對中），八節長 1.60 公尺，中間闊 32 公分，兩端闊 8 公分。



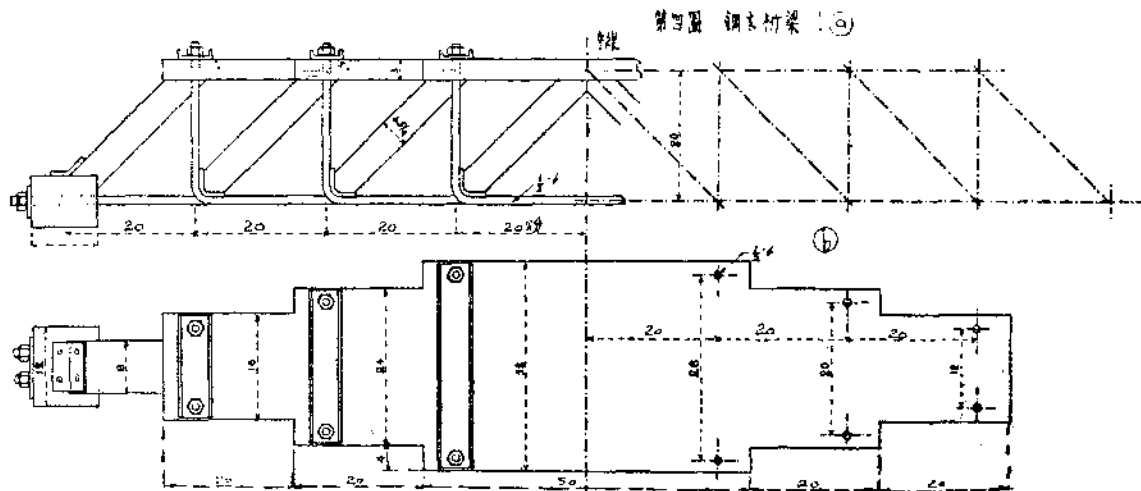
擠力部由木任之.拉力部由鋼條任之,鋼條為 $1/2''\phi$.上弦及垂條任力 P 或 nP ,概用 $1/2''\phi$ 鋼條1根或 n 根. ($n = 1, 2, 3, 4$) 下弦用3公分厚,4公分闊之木條,假定木之安全應力為70公斤/每平方公分,則每條能任力840公斤.若總重 $4P = 3000$ 公斤,則每桁上總載重為 $2P = 1500$ 斤,桁條有任力 $P (= 750$ 公斤)者,概可用上述木條一根組成之(每條安全載重可達840公斤).

下弦上,各桁條有任力 P ,或 nP (見第一圖),可用木條一根或 n 根拚合任力($n = 1, 2, 3$);實際上則將該項木條聯合,並不鋸開,故成爲整塊木板,以利任重.

斜條任 $P\sqrt{2}$ 或1060公斤,以4公分 \times 4公分木條成之,其單位應力為 $r = \frac{1060}{4 \times 4} = 66$ 公斤/每平方公分.

各桁條之組織及接合概按上述(已見第一節)傳力情形爲之,可述之如下:

中間壓機生力 $2P$ 於桁梁 F' 點. F' 上有二斜條,傳力於 E 及 G ,而支於該二點上之彎鋼條上(見第三圖).彎鋼條 $E'E, GG'$ 接於木板上 E', G' 點.此二點爲橫木條 $E'G'$,及斜木條 $E'G$ 及 $G'H$ 所固定.此斜鋼又復支於彎鋼條 DD', HH' 上,諸此類推.....



此時有一難題矣:在下弦 C', D', E' ...等處各應有三桁條會合於一點;木橫條與木斜條用接筭互相接合;若在此接筭上,垂條再接其上,則此接合點勢必太弱.欲解此難,乃將垂條接點向外移四公分,(垂條接點應在 D'' ,今在 D' ,其他亦同,見第三圖),至右方橫木1之移長木上.

C' 點上垂條之接合當在橫條 2 之移長木上。

E' 點上垂條之接合當在另添之木橫條 0 上。

故實際下弦當較理論者為廣。

然此時仍有困難發生：即垂條移位後（移位自 D'' 至 D，4 公分），各力不能皆在同一施力面上，故有偶力發生，因而梁上有撓幾。任此撓幾乃有 U 字鐵橫置弦外接點之間，如第四圖 (b)。

第三節 鋼木桁梁與鋼骨混凝土之比較 鋼骨凝混梁之結構為桁梁說。

鋼木桁梁已如上述：為二種不同材料，複合而成之「異質梁」，使各材料各任其力，鋼骨混凝土梁亦似此梁之為一「異質梁」，以各材料各任其力，故鋼骨混凝土梁，實亦可謂類似此桁梁。

以混凝土梁之各部結構視之，實可謂似一桁梁之結構。今研究鋼骨混凝土梁結構與桁梁之比較，更以助成鋼骨混凝土梁之結構為桁梁說，後更於結論中，述此說給予鋼骨混凝土梁普通學說之影響。

- I. 鋼環之作用之研究。
- II. 鋼骨混凝土梁設計之比較。
- III. 結論。

I. 鋼環之作用之研究。

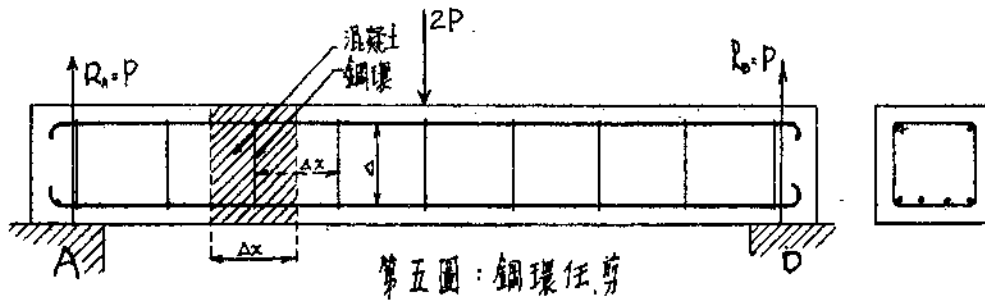
A. 鋼環任剪說。

在鋼骨混凝土梁中，在上面擠力鋼條（假設有擠力鋼條）及下面拉力鋼條間架有垂向之鋼環，通常皆設計其為任縱剪力。設計之原則乃使每一鋼環應能單獨（假定混凝土不任剪力）任梁段 Δx 闊之剪力。（見第五圖）其剪力之值為 $-\frac{T \Delta x}{\Delta}$ 。

- T: 剪力
- Δ 偶力臂距.
- Δx 鋼環距離.
- R_a' 鋼環之安全應力(剪應力).
- σ 鋼環面積.

鋼環之抵剪力應大於剪力:

$$R_a' \sigma \geq \frac{T \Delta x}{\Delta} \quad \text{或} \quad \Delta x \leq \frac{R_a' \sigma}{T} \quad (1)$$



若梁中心任集中重 $2P$ (似實驗桁梁載重) 則 T 為常數, 因而 Δx 亦為常數 $= \frac{R_a' \sigma \Delta}{T}$.

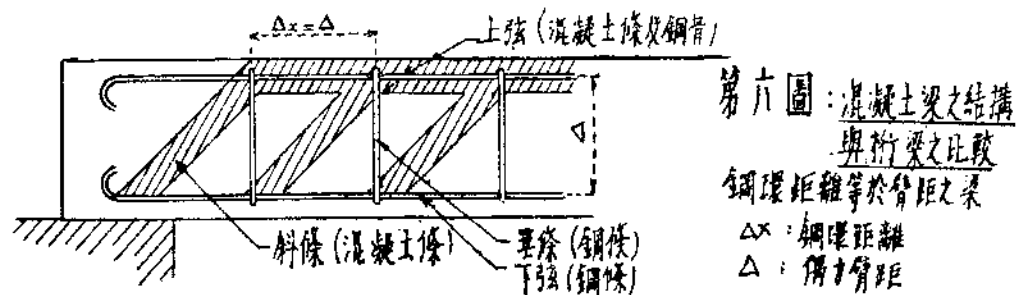
由此法設計, 後來所得結果甚佳, 然當初其假說似有欠善.

其當初假說謂「每一鋼環, 被圍此環之 Δx 闊之混凝土樑段所剪」, 不啻謂鋼被混凝土所剪也, 殊不能令人信之, (蓋混凝土剪刀不能剪鋼條也). 故有檢正鋼條之作用之必要.

B. 鋼環任拉說.

此說乃假定鋼骨混凝土梁為一 Z 形桁梁(見第六圖):

拉力弦為拉力鋼條 a.



擠力弦為一條混凝土 b , 及擠力鋼條 (若該梁有擠力鋼條).

上下弦之距離為偶力臂距 Δ

斜條為一條斜向混凝土 c .

垂條為鋼環 d .

在此假說中, 則鋼環不任剪力而任拉力, 而須固接於上下二弦.

C. 計算.

設 Δ 為二鋼環垂條之距離, 斜條之斜度為 45° .

T 為某點上之剪力之數值; 則垂條任拉力, 其值為 T , 斜條任擠力 $T\sqrt{2}$.

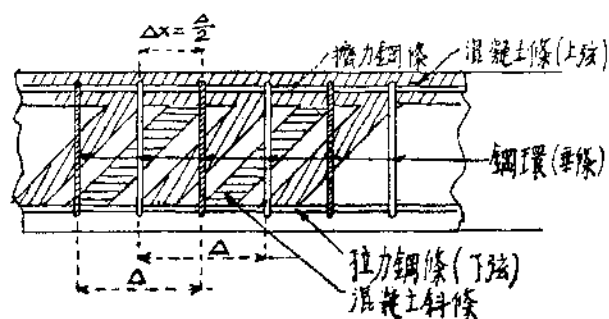
σ 為鋼條(鋼環)之截面積.

R_a 為垂條之單位安全應力, 則應使一根垂條之抵應力 $R_a \sigma$, 大於應力 T :

$$1 \times R_a \sigma \geq T$$

如是則在 Δ 距離內, 用一根鋼環以任拉力 T 足矣. 若不然, 如一根鋼環抵應力 $1 \times R_a \sigma$ 小於應力 T 時, 則必須在 Δ 距離內設置鋼環 n 箇, 以互分任此應力, 使其「合抵應力」能大於應力:

$$n \times R_a \sigma \geq T \quad \text{或} \quad \frac{1}{n} < \frac{R_a \sigma}{T}$$



第七圖: 混凝土梁之結構
與桁梁之比較:
鋼環距離小於臂距
($\Delta x = \frac{\Delta}{n}$)

Δ 距離中現有 n 箇鋼環則兩環距離成為

$$\Delta x = \frac{\Delta}{n} \quad (\text{見第七圖})$$

或

$$\Delta x < \frac{R_a \sigma \Delta}{T} \quad (2)$$

前式(1)之 R_a' , 在此式(2)已易以 R_a , 然以便利垂條之接合, 當使其任拉少, 故令 $R_a = R_a'$ 而本式(2)仍變為前式(1).

$$\Delta x_i = \frac{R_a' \sigma \Delta}{T} \quad (1)$$

由「鋼環任拉說」所得之鋼環公式既能滿意, 於此說之假說: “鋼骨混凝土梁為一桁梁”亦因而能滿意.

II. 鋼骨混凝土梁設計之比較

今試用普通鋼骨混凝土原理設計一鋼骨混凝土梁:

此梁能任中間集中重 $2P$ (似實驗桁梁然).

支點反力為: $R_A = P$

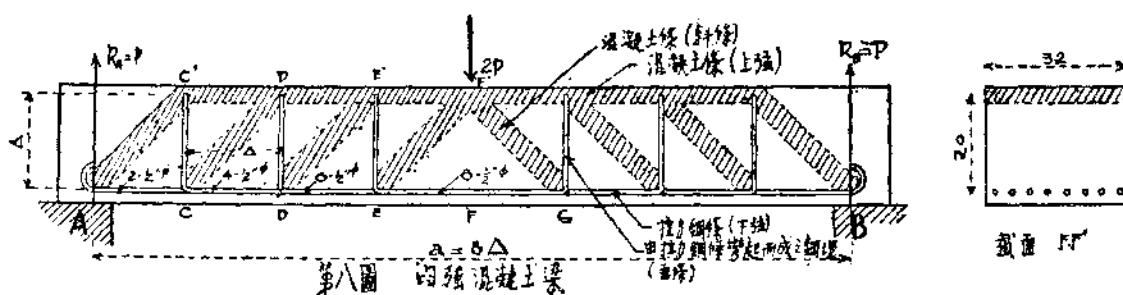
剪力為: $T = P$

故 垂條 (Δ 距離之鋼環) 任拉 $R_a \sigma = P$. $\sigma = \frac{P}{R_a}$

σ : 垂條截面積

R_a : 安全單位應力.

假定此梁為「均強梁」即梁中之拉力鋼環之數依撓幾之大小而變. 設此梁有八節, 每節長 Δ . 故跨度 $a = 8\Delta$ (見第八圖).



F 點: 距 A 支點 4Δ $M_F = R_A \times \frac{a}{2} = P \cdot 4\Delta$

抵撓幾應大於撓幾:

$$R_a \omega_1 \cdot \Delta \geq M_F \text{ 或 } P \cdot 4\Delta$$

鋼條面積

$$\omega_1 \geq 4 \frac{P}{R_a} \text{ 或 } 4\sigma$$

$$\begin{aligned} \text{E 點: 距 A 點 } 3\Delta & \quad R_a \omega_3 \Delta \geq P \cdot 3\Delta \\ & \quad \omega_3 \geq 3 \frac{P}{R_a} \text{ 或 } 3\sigma \\ \text{在 D 點得:} & \quad \omega_2 \geq 2 \frac{P}{R_a} \text{ 或 } 2\sigma \\ \text{在 C 點得:} & \quad \omega_1 \geq \frac{P}{R_a} \text{ 或 } \sigma \end{aligned}$$

若此混凝土梁載重與前桁梁相同,即 $P = 1500$ 公斤,則 $\sigma = \frac{P}{R_a} = \frac{1500}{1200} = 1.125$ 平方公分或 $1-\frac{1}{2}''\phi$.

結果 F 點 $4-\frac{1}{2}''\phi$ E 點 $3-\frac{1}{2}''\phi$ D 點 $3-\frac{1}{2}''\phi$ C 點 $1-\frac{1}{2}''\phi$
恰似桁梁拉力弦之佈置。

上述混凝土梁之拉力鋼條,按撓幾之不需要處,可彎上以成垂條鋼環而任剪力,(見圖十四);若鋼環距離 $\Delta x = \Delta = 20$ 公分,則梁跨度 $a = 8\Delta = 1.60$ 公尺。以圖八之鋼骨混凝土梁與圖四之鋼木桁梁兩相比較,則擠力部(擠力弦與斜條)一用混凝土,一用木而已,拉力部皆用鋼條;而鋼條之彎起而成垂條之佈置,兩梁皆同,且各部鋼條眾寡之分配,恰兩梁類同,故鋼骨混凝土梁之結構,實可視為桁梁也。

III. 結 論

以上種種比較多少能助證「鋼骨混凝土梁結構為桁梁之說,而鋼環亦為 Z 形桁梁中之垂條」:如是對於鋼骨混凝土普通學說有所影響,今述結果如下:

1. 在中性面下,拉力部之混凝土並非無用,既其成為虛像桁梁中之斜條矣(任力 $\sqrt{2} \times P$)。
2. 成為垂條之鋼環在梁之上部(擠力部)應得有良好之接點,而此接點並能抵抗相當之橫向撓幾;普通鋼環上部接連鋼環垂直部份之橫鐵可謂負斯任也。
3. 混凝土斜條應善支於鋼垂條上,其加於垂條之力應能安全分佈,故由抗拉鋼條彎起之垂條所成之支點恐為不足,故宜將抗拉鋼條仍續為伸長而於垂條部另加環鐵,如通常應用然。



理工新書介紹

本欄歡迎國內各大書店供給材料

作者書社出版新書



電氣專業年報空白表格	建設委員會編	\$ 0.50
實用電機試驗法	過文獻著	\$ 1.20
電動機原理	楊耀德著	\$ 2.5
現代實用電磁學	邱越九著	\$ 1.80
近世實用無線電學	何治堃著	\$ 3.60
無線電交流收音機設計及製作法	譚玉田新著	\$ 1.30
電工學題解	杜若城譯	\$ 2.50
電路工學	杜若城譯	\$ 1.50
線路工程手冊	李 湘著	\$ 1.50
電機工程簡易手冊	李 湘著	增訂再版 \$ 1.50
汽油發動機構造綱要	何乃民譯	\$ 0.6
汽車構造與修理	李嘉會著	\$ 1.5
實用汽車電學	李嘉會著	\$ 1.5
最新實用汽車學	王道達著	\$ 2.50
汽車修理工學	程雲五著	道林紙 \$ 2.5 新聞紙 \$ 2.0
鐵工機藝學	黃遠榮著	定價 \$ 1.20 特價 \$ 0.72
實業部工業施政概況	實業部工業司編	\$ 0.20
兒童科學玩具	吳 鼎著	\$ 0.35
種草實驗譚	余小鐵著	\$ 3.00
湘湖楊梅	李醒愚編	\$ 0.10
中國棉花改良法	陳燕山譯	\$ 0.50
糖果製造法	沈釗明著	\$ 0.40
攝影藥液之配製	高維祥著	\$ 1.00
實用化學	王義珏譯	上下二冊 \$ 2.60
趣味的化學實驗	劉世楷譯	\$ 1.00
三S平面幾何習題詳解	張兆雲著	\$ 1.40
三角難題詳解	王良驥著	\$ 1.80

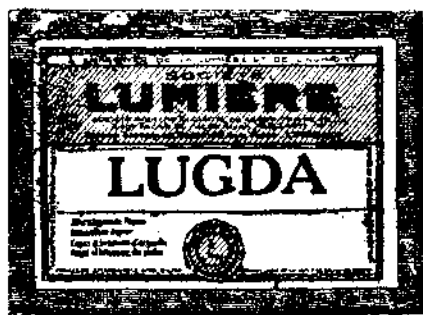
軍隊測量學	李瓊筆記	.....	\$ 0.80
步鎗騎鎗輕機關鎗手鎗射擊教範草案	林振雄編	.....	\$ 1.80
積極防空	周鐵鳴譯	.....	\$ 1.20
道路建築學	陳機棠著	.....	\$ 1.50
全國公路統計	中央統計處編	.....	\$ 0.80
鐵路公路實用曲線表	毛漱泉編	.....	\$ 2.50
營造算例	梁思成編	再版本	\$ 4.00
清式營造則例	梁思成著	.....	甲種 \$ 8.50 乙種 \$ 5.50
西班牙住宅圖案集	范文照著	.....	定價 \$ 2.00 特價 \$ 1.00
中國營造學社彙刊第五卷二期	中國營造學社編	.....	\$ 0.80
同治重修圓明園史科	中國營造學社編	.....	\$ 0.60
大同古建築調查報告	中國營造學社編	.....	甲種 \$ 1.60 乙種 \$ 1.00
現代店舖建築圖集	方圓社編	.....	\$ 2.00
經濟住宅	徐鑫堂著	.....	\$ 6.00
實用鋼骨混凝土學	徐鑫堂著	.....	\$ 4.00
鋼骨混凝土梁表及鋼環表 附使用法	徐鑫堂著	.....	定價 \$ 10.00 特價 \$ 5.00
鋼筋混凝土學	趙福靈著	.....	\$ 5.00
工程圖學	去非徐著	.....	\$ 4.50
華文打字法	周玉崐著	.....	\$ 1.00
實用記憶術	魯葆如著	.....	\$ 0.70
中國航業論	王 洸著	.....	\$ 1.00
航業政策	王 洸著	.....	\$ 1.00

LUMIÈRE

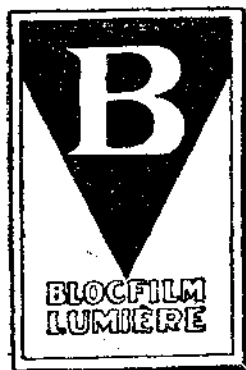
羅密之特異出品



麗大 Lugda 燈光紙, 有軟性, 中性, 硬性, 最硬四種。

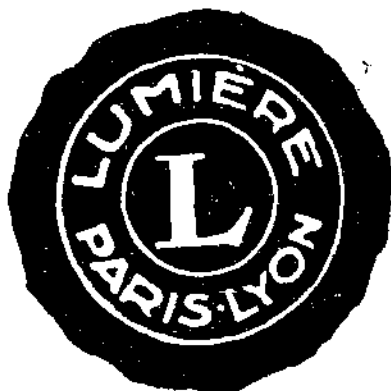


麗巴 Lypaluxe 溴紙, 專為放大及美術照相用, 祇面紋類有多種



羅密 軟片卷軟片包, 單頁軟片速度 700 H & D.

羅密固 Lumichrome 片, 速 1400 H & D. 為世界現有該項超級感光片之冠



中國總經理

百部洋行

上海廣東路一號

郵局信箱 635

電報掛號 Duobabchar-Shanghai

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits
et appareils de Laboratoire RHONE-POULENC

12, Rue Pelée-PARIS

化學藥品	礦石分重液
純質試劑	熱分析用藥劑
有機類藥品	試紙
芳香族烴化物	成組試劑
芳香族醇	法國標準鋼鐵分析樣品
芳香族醚	礦物學用藥劑
脂肪類酮	礦物學用鐵, 銑鐵, 鋼標本
芳香族酮	鑛物標本
分析用特別試液	結晶標本
毒物學用藥劑	鑛石吹焰分析用具全組
滴定試液	化石標本
指示劑	礦石標本
顏色分析標	練式分析天秤
微生物學血液學生物學	實驗室全付設備
用藥劑	

REPRESENTATIVE FOR CHINA & HONGKONG.

P. J. KLINK

3 EDWARD EZRA ROAD

SHANGHAI

海昌洋行

上海新康路三號

中法實業公司

MINUTTI & C^{IE}

土 木 工 程 師 建 築 師

四川路 668 號 九樓
電話 14282

專 門 工 程

鐵 筋 混 凝 土
鋼 鐵 建 築
工 業 建 築
給 水 工 程
棧 房 大 厦
橋 樑 碼 頭
房 基

信昌機器工程有限公司
The China Engineers Ltd., Shanghai.

經理英國名廠紡織染機器如下

拖依台而史莫萊公司

Tweedales & Smalley Ltd.

各種紡紗機器

赫脫斯萊公司

George Hattersley & Sons Ltd.

各種織布機

發麥諾登公司

Sir James Farmer Norton & Co., Ltd.

漂染印花及各種整理機器

司密司丹而公司

Prince-Smith & Stell Ltd.

毛絨紡織機器

如蒙賜顧

竭誠歡迎

上海博物院路八十八號

電話一一二六七至九

魯衛洋行

TOPOREALTY

朱葆三路廿五號

25 Rue Chu pao san

電話八三三〇六

Tel. { 83306
73308

Etudes et Travaux topographiques, Calculs pour
Batiments et Ouvrages d'art

主任 土木工程師 衛葆賚

地產部

測量地產 劃分經界
鑑地產糾葛及地產買賣

機械部

經售經緯儀器 三角測量儀器 及
準確鍍鋼尺等 并獨家經售法國雷
克斯電光晒圖機

建築部

設算鋼鐵建築 及鐵筋土建築
Agents du Service géographique de l'Armée française

患結核菌症者

請服

最有效

之

「劑療化鈣」

TRIDICAL

三鈣劑

法商百部洋行獨家經理

上海廣東路一號

克利金有安知必靈霹拉密藤
 阿斯匹靈之功效而無其副作用
 用治肺癆潮熱及傷寒溫熱最

為有效

詳細說明

函索即奉

退熱止痛 克利金

CRYOGENINE-LUMIERE

This is the Portable

MOST PEOPLE THINK OF FIRST

You can't get away from it... more people do think of UNDERWOOD of first when their thoughts turn to typewriters. They've heard more about UNDERWOOD. They feel confident of UNDERWOOD.



1935

THE
UNDERWOOD

STANDARD QUIET PORTABLES

ARE NOW HERE

DODWELL & CO., LTD.
1 CANTON ROAD
SHANGHAI

PHONE 13805

工程師
工業家

注意！！

君如需要化學品時請用

谷爾曼

KULHMANN

化學藥廠出品

質地最純淨

價格最相宜

中國經理售處

上海博物院路十六號
永興洋行進口部
電話六一八九五

震旦大學理工雜誌章程

- (一) 本雜誌定名「理工雜誌」每學期發行一次以砥礪學業發揚校譽為宗旨
- (二) 本雜誌於校長及理工學院教授指導主持下成立
- (三) 本雜誌為理工學院同學所公有故皆有愛護及投稿之義務
- (四) 投稿以關於物理數學化學工業工程者為限個人研究學術介紹及西文繙譯皆所歡迎惟譯文當附原本或註明著作人書名及出版處
- (五) 來稿以華文為限文題以簡明為主字句蹣跚者得請作者改正之
- (六) 本雜誌得徵作者同意而修改其作品
- (七) 稿件取否由校長及本院教授決定之
- (八) 投稿如經本雜誌編輯人認為甚有價值者由本校負責發行單行本
- (九) 稿件發載後版權仍歸著作人
- (十) 稿件一經發表後由本校畧致薄酬其成績優越者由校長親致名譽獎品以茲鼓勵

理 工 雜 誌

Revue Scientifique et Technique

廣告價目表

地位	全面	半面
底封面之外面	四十元	
前封面之內面	三十元	十五元
底封面之內面	二十五元	十三元
正文前及正文中	十五元	八元
正文後	十二元	六元

廣告如有圖畫需另行製板者每方英寸收製板費一角但如連登四期以上者則免收製板費

本刊照片文字
一概不准轉載

中華民國二十四年七月一日出版

每册實價大洋三角

郵費二分半

上海呂班路二二三

編輯者 震旦大學理工學院

發行者 震旦大學理工學院

上海徐家匯土山灣

印刷者 土山灣印書館

代售處

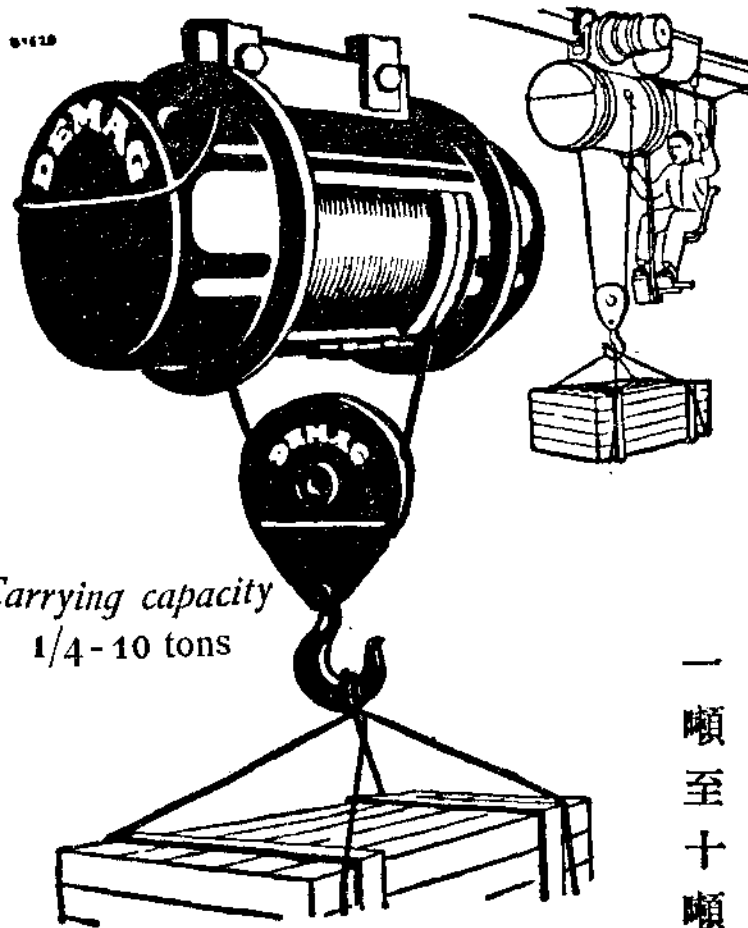
作者書社
上海雜誌公司
中華雜誌公司
現代書局
羣衆圖書公司
花牌樓書店
中國雜誌公司
上海雜誌公司分店

南京 杭州 廣州 濟南 天津 成都 昆明
南京 杭州 廣州 濟南 天津 成都 昆明
中國雜誌公司
上海雜誌公司分店
濟南雜誌社
全民書店
開明書店
文化書店

DEMAG

DUISBURG

台 麥 格



Carrying capacity
1/4 - 10 tons

Demag rapid lifting appliances for all required purposes of handling loads. Also to be installed as lifting organ in cranes. The cheapest modern lift in ideal godown winch Economise and modernise your working places.

一噸至十噸
起重能力自四分之
價格低廉式樣新穎
為起重機關
並可裝在吊車上作
各種起重均可應用

台麥格廠高速度起重機械

適合理想
之機房吊
車能使
貴處工
科經濟
學化

Sole agents in China.

CHIEN HSIN ENGINEERING CO., LTD.

138 Kiangse Road Shanghai

中國獨家經理 謙信機器有限公司

上海江西路一三八號

電話一三五九〇號

私立震旦大學

暨附屬高中初中招生部

(一) 法學院

政治
法律
經濟
系系

(二) 理工學院

土木
電力
機械
工程
系系系系

(三) 醫學院

普通
醫學
牙醫
系系

(四) 特別班

祇收高中已畢業
而未讀法文者
業一年升入大學

報名日期

即日起

二月三日 至 二月四日 開學 二月七日 上課 二月十一日

附屬中學

(一) 上海附中

高初中一二年級凡投
考高初中第一屆者免試
法文初中部僅收走讀生
考期與大學同
校址上海呂班路索章附
郵五分
本大學一覽售銀一元

(二) 揚州附中

高初中普通科一二年級
校址揚州闕城報名自即
日起章程可逕向
揚州本校函索

(三) 松江光啟中學

初中一二年級報名自即
日起章程可逕向松江本
校函索
校址松江西門外松滙路

(四) 南京附中

初中一二年級報名自即
日起章程可逕向南京本校
函索
校址 南京碑亭巷