

# 論 說 報 告

第 21 卷 第 4 號 昭和 10 年 4 月

## 鑄 鐵 管 の 強 さ に 就 て

### 第 1 編

#### 鑄 鐵 管 試 験 片 の 強 さ

會 員 工 學 士 池 田 篤 三 郎\*

On the Strength of Cast Iron Pipes (Part I)

By Tokusaburo Ikeda, C. E., Member.

#### 内 容 梗 概

本文は鑄鐵管試験片の大きさに依る強さの相違、鐵管自體の強さ、試験片と管實體の強さとの關係等に就て行ひたる各種實驗に就て述べ、その結果より現今施行の試験方法、管の寸法等を吟味し、管の安全度に論及せるものであるが、之を 2 編に分ち先づ第 1 編として鑄鐵管試験片の強さに就て述べたものである。

#### 目 次

	頁
第 1 編 鑄鐵管試験片の強さ	2
第 1 章 總 論	2
第 1 節 緒 言	2
第 2 節 水道協會型鑄鐵管の管厚及有效長	2
第 3 節 鑄鐵管の厚さに關する諸公式	4
第 4 節 高級鑄鐵管と大徑鑄鐵管	6
第 5 節 管の検査成績	7
第 2 章 試験片の強さ	8
第 1 節 試験片の大きさと強さ	8
第 2 節 鐵管より切り出した試験片の各種強度	18
第 3 節 同湯を以て製作せる試験片と鐵管より切取りたる試験片の強さ	22
第 4 節 抗張打撃試験	27
第 5 節 顯微鏡試験	28
第 6 節 原料の配合と強さ	38
第 2 編 鑄鐵管の各種試験及強さ (次號へ掲載の豫定)	
第 3 章 管の強さ	
第 1 節 水壓に依る破壊試験, 第 2 節 水壓以外の外力に依る破壊試験,	
第 3 節 口徑 1700 mm 乙種高級鑄鐵管全管及切管の撓度並に破壊試験,	
第 4 節 口徑 1700 mm 鋼鐵管の撓度試験,	
第 5 節 路面下に布設されたる鐵管の撓度試験, 第 6 節 管の安定度	
第 4 章 結 論	
第 1 節 試験片の大きさに並に試験方法, 第 2 節 管の強さ, 第 3 節 鐵管の長さ重量,	
第 4 節 管の安全度	

\* 名古屋市水道部長

## 第1章 總論

### 第1節 緒言

水道に使用せられてゐる管の大部分は今尙鑄鐵管でありまして水道工作物の經費の主要部分を占めて居ます、而して鑄鐵管は我國水道創設當時は大體外國の例に依る寸法のものを用ひてゐましたが各地にて種々の型のものを用ふる事は經濟上からも技術上からも感心出來ないのと需要の激増に鑑み上水協會は大正3年規格を制定致しました。而して其の後は單に一部寸法に改正を加へたのみで管質そのものに就ては特別の考慮が拂はれずに最近まで使用されて來ました。

然るに最近水道鋼管の出現は鑄鐵管の改造を促し業者の間にも種々研究が行はれ新に高級鑄鐵管が生れ、又水道協會に於きましては昭和8年にこれが規格が制定されました。

著者は當時規格制定委員の1員として其の末席を穢しました關係上管の原料配合に依る強さの相違、管と試験片の強さの關係、試験片の大きさによる強さの相違或は管布設の際又は其の後に受くる外力に對する抵抗等に就ては尙研究の餘地あるものと考へ。

甲種高級鑄鐵管 (抗張強度 25 kg/mm <sup>2</sup> を標準とするもの)	
乙種 " ( " 18.75 " " )	
普通鑄鐵管 ( " 12.5 " " )	

に付各種實驗を行ひましたのでここにそれ等の結果を發表する次第でありまして多少でも參考となれば誠に欣快とするものであります。

### 第2節 水道協會型鑄鐵管の管厚及有效長

#### (1) 管厚

現在使用してゐる水道協會型普通鑄鐵管(以下單に普通鑄鐵管と稱す)は過去2,3回の變遷を経て現在の型となつたのであつて、始は内徑10吋以上の管厚は Fanning 氏公式に従ひ夫以下の管厚は同公式より稍薄くなる公式を採用しました。

$$\text{即ち Fanning 氏公式は } T = \frac{(p+100)d}{1.68 S} + 0.333 \left(1 - \frac{d}{100}\right)$$

式中  $T$ : 管厚(in),  $p$ : 使用壓力 (lbs/in<sup>2</sup>)

$d$ : 管の内徑(in),  $S$ : 3 200~3 600 (lbs/in<sup>2</sup>)

でありますから

$$T = \frac{(p+p')d}{7 200} + 0.374 + \frac{d^2}{21 000}, \quad p' = \frac{500}{\sqrt{d+8.8}}$$

但し  $p'$ : 水の衝擊力 (lbs/in<sup>2</sup>)

なる式を作製しました。

之は大正3年でありまして現在使用してゐる直線式と異り小徑管の厚さを減少してゐるため厚さと管徑との關係は曲線的變化をなすものであります。

其の後大正15年に在來の規格を meter 式に改正し同時に從來使用の結果に徴し小徑管の厚さを幾分厚くするため次の如き直線式に改めました。

$$T = \frac{(p+p')d}{500} + 8.5 \left(1 - \frac{d}{2 125}\right)$$

而して實際管厚の計算には上式より求めた次式を用ひてゐます。

普通壓管  $T=0.022d+8.5$ , 低壓管  $T=0.016d+8.5$

但し  $T$ : 管厚 (mm),  $d$ : 管徑 (mm)

尙高級鑄鐵管の規格は昭和8年水道協會にて制定せられたもので上記の meter 式に改正せられた公式の形を使用し實際管厚の計算は之より導かれた次の式を用ひてゐます。

普通壓管  $T=0.013d+7.5$ , 低壓管  $T=0.009d+7.5$ .

但し  $T$ : 管厚 (mm);  $d$ : 管徑 (mm)

之等を圖示致しますと第1圖の様になります。

而して之等の算出は何れも外國に於ける諸公式を基礎として色々研究の結果選定されたものでありますが鑄鐵管の如く原料配合, 製法等により著しく強度を異にするものゝ寸法は出來得る限り實驗を基礎とせねばならぬと考へます。之の事に就ては試験片による試験は之迄にも行はれましたが試験片と鐵管自體との冷却速度の相違に依る強さの關係等に就ての研究は高級鑄鐵管規格制定の際一部研究發表があつた外比較的少いのであります。

鐵管實物の強度の試験に至つては殆んど未だ發表されたものがありませんが, 現在使用の前記の管厚が果して充分であるか, 又は一部にもつと薄く出來るものがないか等更に研究を要するものと考へます。

(口) 管 長

管長は製作並に運搬上から制限を受けますが又一面布設費に影響することが大であります。普通鑄鐵管にありましては規格制定の當初は次の如き有效長でありました。

管 徑 (in)	3~5	6~42
有效長 (ft)	10	12

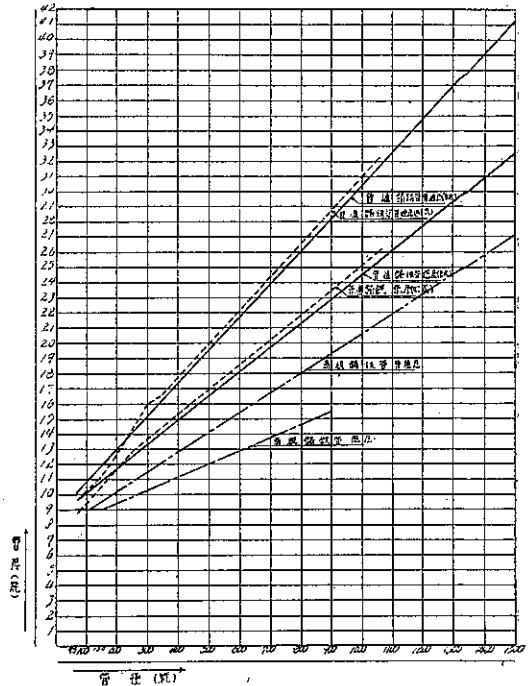
其の後 meter 式に改正の結果第1表の如くなりました。

尙最近制定の高級鑄鐵管規格では第2表の様になつてゐます。

此の變遷を通覽するに1本の長さは次第に長く, 又長いものゝ數が順次増して居ります。これは製作, 使用何れの側から見ても長い方が有利であります。果して此の長さが拵として力を受けたとき又は運搬中の

衝擊等に對して強さの點から見て支障なきや, 又1本の長さを更に増すことは出來ないか, 又運搬取扱ひの點に於

第 1 圖 水道協會型鑄鐵管々厚



第 1 表

	直 管		鑄 管	
	管 徑 (mm)	有效長 (m)	管 徑 (mm)	有效長 (m)
直 管	75~150	3	200~1500	4
鑄 管	75~350	3	400~1500	4

第 2 表

	直 管		鑄 管	
	管 徑 (mm)	有效長 (m)	管 徑 (mm)	有效長 (m)
直 管	75~100	3	125~1500	4
鑄 管	75~150	3	200~1500	4

て大徑のものゝ重量が過大に過ぎはしないか等之又考究の餘地あるものと考へます。

### 第3節 鑄鐵管の厚さに関する諸公式

1. Fanning 氏 
$$t = \frac{(p+100)d}{1.68S} + 0.333 \left(1 - \frac{d}{100}\right)$$

式中  $t$ : 管厚 (in)  $p$ : 使用壓力 (lbs/in<sup>2</sup>)  
 $d$ : 管の内徑 (in)  $S$ : 3 200~3 600 (lbs/in<sup>2</sup>)

本公式は前節で述べました日本水道協會型公式の基礎をなせるものであります。

2. Allen Hazen 氏 
$$t = 0.1 + \frac{d}{27\,000} (h + \sqrt{54\,000 P + h^2}) \dots \text{for country work}$$

$$t = 0.25 + \frac{d}{27\,000} (h + \sqrt{54\,000 P + h^2}) \dots \text{for city work}$$

式中  $F$ : 土被り (ft)  $h$ : 水頭 (ft) 他は 1 式と同じ

3. Thomas Box 氏 
$$t = \left(\frac{\sqrt{d}}{10} + 0.15\right) + \frac{hd}{25\,000}$$
 式中  $d, t$ : (in),  $h$ : (ft)

4. Thomas Howksley 氏 
$$t = 0.18\sqrt{d}$$

5. J. F. D. Aubuisson 氏 
$$t = 0.15d + 0.395$$

6. Rhankine 氏 
$$t = \sqrt{\frac{d}{48}}$$

本式は最小厚を與ふるもので  $t, d$  は共に inch であります。

7. Moles Worth 氏 
$$t = 0.00125pd + x$$
 式中  $t, d$ : (in),  $P$ : (lbs/in<sup>2</sup>)

尙  $x$  の値は第 3 表の様であります。

第 3 表

$d$ (in)	0~12	12~30	30~50
$x$ (in)	0.37	0.50	0.60

8. Baldwin Latham 氏 
$$t = \frac{whd}{28.8S} + 0.25$$

式中  $w = 62.5$  lbs/ft<sup>3</sup>: 水 1ft<sup>3</sup> の重量

9. James. B. Francis 氏 
$$t = (0.000058hd) + 0.0152d + 0.312$$

式中  $t, d$ : (in),  $h$ : 水頭 (ft)

10. Unwin 氏 
$$t = 0.11\sqrt{d} + 0.10$$

本式は最小厚を與ふるものであります。

11. Fair Child 氏 
$$t = \frac{fd(p+p_1)}{25} + \frac{0.3}{d^{0.3}} \dots \text{for centrifugally cast iron pipe}$$

式中  $t$ : 管厚 (in),  $d$ : 内徑 (in),  $f$ : 安全率=4

$S$ : 破壊強度=20 000 (lbs/in<sup>2</sup>),  $p$ : 静水壓 (lbs/in<sup>2</sup>),  $p_1$ : 衝撃壓力 (lbs/in<sup>2</sup>)

12. Burton 氏 
$$t = \frac{(p+100)rf}{S} + 0.3$$

式中  $S$ : 破壊強度=18 000 (lbs/in<sup>2</sup>)  $r$ : 半徑 (in) 他は 11 式と同じ

13. Boston City, New England water works Association

$$t = \frac{(p+p')r}{3300} + 0.25, \quad p' = \frac{550}{\sqrt{d+8.8}}$$

式中  $t$ : 管厚 (in),  $r$ : 管の内半径 (in)

$p$ : 静水圧 (lbs/in<sup>2</sup>)

$p'$ : 水の衝撃に對する餘裕 (lbs/in<sup>2</sup>)

本式中の 3300 は鑄鐵の破壊抗張強度を 16500 (lbs/in<sup>2</sup>)

とし安全率を 5 としたもので 0.25 は製作其他に對す

る餘裕であります。尚水の衝撃に對する餘裕は徑の大となる程小となつてゐます(第4表参照)。

14. 巴里  $t = 0.008 + 0.016d$  式中  $t$ : 管厚 (m),  $d$ : 管内徑 (m)

本式は日本の普通鑄鐵管低壓管の管厚公式より少し薄いものとなります。

15. 獨逸  $t = \frac{d}{60} + 7 \dots$  for casted vertically

$$t = \frac{d}{50} + 9 \dots$$
 for casted horizontally

式中  $t, d$  は共に mm

16. ヒラデルヒヤ市ウウド商會  $t = \frac{(p+100)d}{7200} + 0.333 \left(1 - \frac{d}{100}\right)$

$$t = \frac{(p+76)d}{7200} + 0.333$$

17. American water works Association 1908 (第5表)

18. New England water works Association の規格による管

厚(第6表)

尚 Whitman, Peput, Meggs 等の公式がありますが大部分は理論公式  $t = \frac{(p+p')d}{f} + t_1$  を基礎とし導かれたもので水壓と管徑の函數となつてゐます。而して之等式中には水壓は大體一定と見る事が出來ますから之を係數中に含ませ管徑のみの函數となつてゐるものもあります。尚鑄造方法に依つて異なるもの、埋設深を考慮に入れたもの、使用場所によつて異なるもの等がありますが、特に使用場所

に依つて管厚を異にするは有意義と考へます、即ち小都市では管徑も小さく且つ小管は内壓に對する抵抗比較的大であり内壓に依つて破壊する虞も少く又路面荷重も小でありますから現在水道協會規格の低壓管を以て小都市のあらゆる場合に使用し得るに非ざるかとも考へられます。尚各公式に依り使用水壓 75 lbs/in<sup>2</sup> とし特に規定なき外、衝撃水壓を 100 lbs/in<sup>2</sup> とし管厚を求め之を水道協會型の管厚と比較しますと第7表の通りであります。尚之等を圖示致しますと第2圖の通りで水道協會型普通壓普通鑄鐵管は Francis に次で厚く、低壓管は大體中位に位し低壓高級鑄鐵管は最少となつて

います。

第4表

$d$ (in)	$p'$ (lbs/in <sup>2</sup> )	$d$ (in)	$p'$ (lbs/in <sup>2</sup> )
3~10	120	24	85
12~14	110	30	80
16~18	100	36	75
20	90	42~60	70

第5表 管厚 (in)

管徑 (in)	100	200	300	400
4	0.42	0.45	0.48	0.52
6	0.44	0.49	0.51	0.55
8	0.46	0.51	0.56	0.60
10	0.50	0.57	0.62	0.68
12	0.54	0.62	0.68	0.75
14	0.57	0.65	0.74	0.82
16	0.60	0.70	0.80	0.89
18	0.64	0.75	0.87	0.96
20	0.67	0.80	0.92	1.03
24	0.76	0.89	1.04	1.16
30	0.88	1.03	1.20	1.37
36	0.99	1.15	1.36	1.58
42	1.10	1.28	1.51	1.78
48	1.26	1.42	1.71	1.96
54	1.35	1.55	1.91	2.23
60	1.39	1.67	2.00	2.38
72	1.62	1.95	2.39	—
84	1.72	2.22	—	—

第6表 管厚 (in)

管徑 (in)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
4	0.24	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	—	—	—	—
6	0.28	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	—	—	—	—
8	0.42	0.48	0.53	0.58	0.63	0.68	—	—	—	—
10	0.47	0.50	0.53	0.56	0.60	0.63	0.67	0.70	—	—
12	0.49	0.53	0.57	0.61	0.65	0.69	0.73	0.77	—	—
14	0.53	0.57	0.61	0.66	0.70	0.75	0.79	0.83	—	—
16	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	—	—
18	0.57	0.63	0.69	0.75	0.80	0.86	—	—	—	—
20	0.60	0.66	0.72	0.79	0.85	0.92	—	—	—	—
24	0.64	0.72	0.80	0.88	0.95	1.03	—	—	—	—
30	0.71	0.81	0.91	1.01	1.10	1.20	—	—	—	—
36	0.79	0.90	1.02	1.13	1.25	1.37	—	—	—	—
42	0.87	1.00	1.12	1.27	1.40	1.53	—	—	—	—
48	0.95	1.10	1.25	1.40	1.55	1.70	—	—	—	—
54	1.03	1.20	1.37	1.54	1.72	1.90	—	—	—	—
60	1.10	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10	—	—	—	—

第4節 高級鑄鐵管と大徑鑄鐵管

從來鑄鐵管の缺點と考へられてゐた點は比較的脆弱な事、單位長重量の大なる事、大徑管製作の困難及管1本の長さの短き事等でありまして水道協會型の最大口徑も 1500 mm であり、最近迄我國で使用せられました最大口徑の鑄鐵管は東京市の 60 in でありました。

米國に於ては 84 in の口徑のものがありますが我國では未だ斯る大口徑の鑄鐵管の製造せられたことはありません。

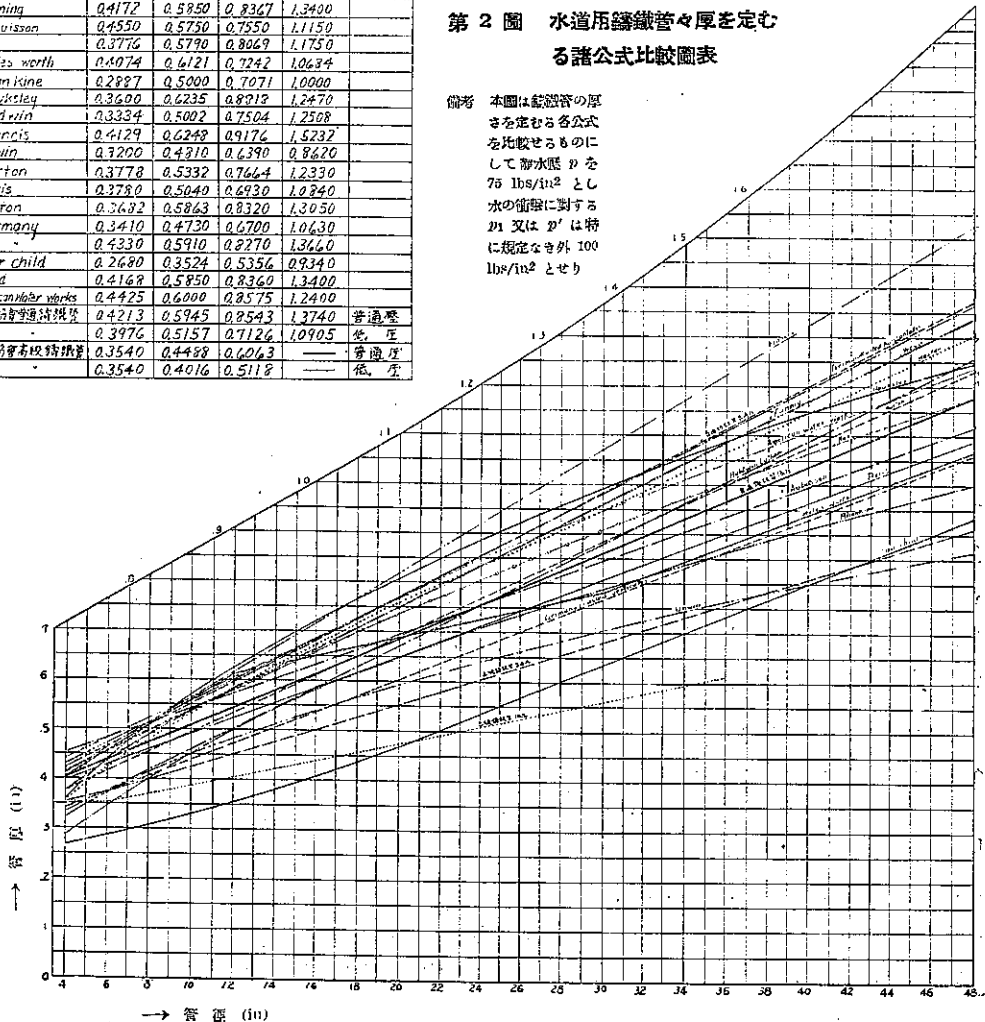
偶々昭和4年頃我國6大都市に於て特に大口徑管に鋼管、鑄鐵管何れを採用すべきかに就て種々優劣が比較せられました。そして之が動機となり鑄鐵管製造業者は將來鋼鐵管と對抗するには強力なる鑄鐵管を作り管厚を減ずるより外に道はないと考へ専らその研究を致しました結果新に高級鑄鐵管と名付くる鐵管の製造が開始されました。

第7表

品名	4	12	24	48	備考
Fanning	0.4172	0.5880	0.8367	1.3400	
Aubuisson	0.4550	0.5750	0.7550	1.1150	
Box	0.3776	0.5790	0.8069	1.1750	
Metcalf & Eddy	0.4074	0.6121	0.7242	1.0634	
Rhone & Co.	0.2827	0.5000	0.7071	1.0000	
Hawthornley	0.3600	0.5235	0.8212	1.2470	
Baldwin	0.3334	0.5002	0.7504	1.2508	
Francis	0.4129	0.6248	0.9176	1.5232	
Unwin	0.3200	0.4310	0.6390	0.8620	
Burton	0.3778	0.5332	0.7664	1.2330	
Paris	0.3780	0.5040	0.6930	1.0240	
Boston	0.3632	0.5863	0.8320	1.3050	
Germany	0.3410	0.4730	0.6700	1.0630	
Fairchild	0.4330	0.5910	0.8270	1.3660	
Wood	0.4168	0.5850	0.8360	1.3400	
Schenck & Co.	0.4425	0.6000	0.8575	1.2400	
水道協會普通鑄鐵管	0.4213	0.5945	0.8543	1.3740	普通管
	0.3976	0.5157	0.7126	1.0905	先立
水道協會高級鑄鐵管	0.3540	0.4488	0.6063	—	普通管
	0.3540	0.4016	0.5118	—	低厚

第2圖 水道用鑄鐵管々厚を定むる諸公式比較圖表

備考 本圖は鑄鐵管の厚さを定むる各公式を比較せるものにして静水壓力を 70 lbs/in<sup>2</sup> とし水の衝程に對する R1 又は R' は特に規定なき外 100 lbs/in<sup>2</sup> とせり



其の製法及設備は従來のもの大差なきも原料配合に鋼片其の他を加ふる事、爐の温度を高める事、其の他製造各般に細心の注意を拂ふ事等工場の技術的研究が鑄鐵の強さ、ねばり、撓み等各種の性能を向上せしむるものでありまして業者は當初より何れもその製作したる管の強さに就ては確信を持つてゐた様でありましたが之を使用する側には尙幾分の疑念がありました。

然して本品が製造せらるゝに至りまして需要者側にも單位長の價格の低廉なるため之が使用を希望する向も漸次多くなつたので、水道協會では此規格制定の必要を認め規格制定委員會が設けられ、著者も亦その一員となりまして關係から規格制定の基礎となるべき各般の調査をなすと共に鑄鐵管の強さに就て専ら研究を致しました。そして其の後名古屋市は本調査の一部が完了した結果大徑鑄鐵管の使用可能なことが判明致しましたので送水用として内徑 1700 mm 管を鑄鐵管と同一延長だけ使用致しました。

本管は現在我國に於ける鑄鐵管の最大口徑でありまして管の寸法は第 3 圖の通りで 1 本の重量が運搬の關係から過大に失するため長さ

を特に縮めその有效長を 3.7 m と致しました。又水壓の殆んどない點から特別薄いものを作つたため(厚 30 mm) 輪としての變形

を少くするため挿口部の長 320 mm, 厚を 37 mm としました。

斯の如く薄い管であります但し運搬布設其他にも支障なく完全に竣工し其の後今日迄何等の事故をも起して居りません。此の點から見て水壓の少い導水管で外壓もあまりかゝらぬ處ならば大管でも現在高級鑄鐵管よりもつと薄く出来る事が證明された譯であります。然し壓力管として又市内或は交通頻繁な所等で外壓衝擊を受くる所では現在規格が果して必要にして充分なる寸法なりや否やは輕々に斷ずる事は出来ません。以下項を逐つて之等に就て記述致します。

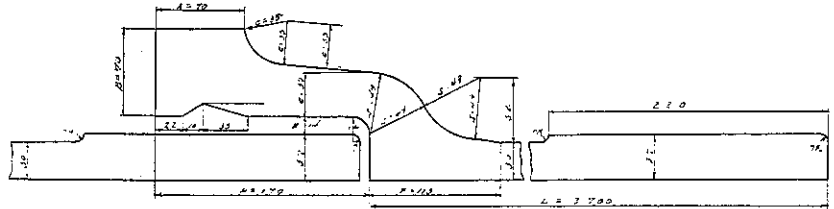
第 5 節 管の検査成績

大正 14 年より昭和 7 年に至る間に名古屋市鐵管検査所で下記規格に依り検査した水道協會型鑄鐵管約 72.632ton (1250 mm を除き他は總て普通鑄鐵管規格によるもの)の検査成績は第 8 表の通りであります。而して之等の管は既に一度工場に於て工場自身が検査を行つたものであります、又検査所より現場への運搬途中の破損は之の中に入つてゐません。

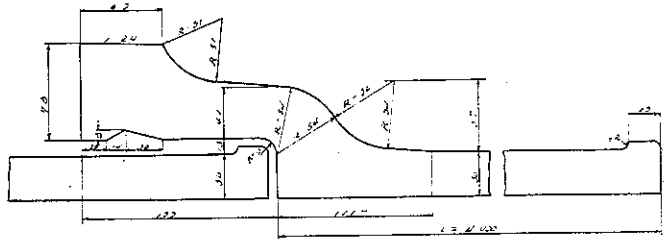
上水協議會普通鑄鐵管規格中検査要領

1. 重量検査(第 9 表)

第 3 圖 (其の 1) 内徑 1700 mm 鑄鐵管



(其の 2) 内徑 1250 mm 管 (管厚普通型用)



第 8 表 鐵管検査成績表

管径	本数	不合格内訳											
		管厚不足	管径不足	管径超過	管径不均	管径不明	管径不明	管径不明	管径不明	管径不明	管径不明		
75	19147	3	0012	08	0108	11	0116	11	0016	04	0120	167	0022
100	22261	16	0021	02	0116	12	0120	10	0122	08	0124	560	0028
150	22262	19	0026	00	0122	11	0126	11	0128	08	0132	207	0032
200	22263	6	0016	1	0128	05	0132	11	0136	11	0140	27	0036
250	22264	7	0022	1	0132	10	0136	11	0140	10	0144	46	0040
300	22265	11	0028	1	0136	11	0140	11	0144	11	0148	116	0044
350	22266	11	0034	1	0140	11	0144	11	0148	11	0152	116	0048
400	22267	11	0040	1	0144	11	0148	11	0152	11	0156	116	0052
450	22268	11	0046	1	0148	11	0152	11	0156	11	0160	116	0056
500	22269	11	0052	1	0152	11	0156	11	0160	11	0164	116	0060
550	22270	11	0058	1	0156	11	0160	11	0164	11	0168	116	0064
600	22271	11	0064	1	0160	11	0164	11	0168	11	0172	116	0068
650	22272	11	0070	1	0164	11	0168	11	0172	11	0176	116	0072
700	22273	11	0076	1	0168	11	0172	11	0176	11	0180	116	0076
750	22274	11	0082	1	0172	11	0176	11	0180	11	0184	116	0080
800	22275	11	0088	1	0176	11	0180	11	0184	11	0188	116	0084
850	22276	11	0094	1	0180	11	0184	11	0188	11	0192	116	0088
900	22277	11	0100	1	0184	11	0188	11	0192	11	0196	116	0092
950	22278	11	0106	1	0188	11	0192	11	0196	11	0200	116	0096
1000	22279	11	0112	1	0192	11	0196	11	0200	11	0204	116	0100
1050	22280	11	0118	1	0196	11	0200	11	0204	11	0208	116	0104
1100	22281	11	0124	1	0200	11	0204	11	0208	11	0212	116	0108
1150	22282	11	0130	1	0204	11	0208	11	0212	11	0216	116	0112
1200	22283	11	0136	1	0208	11	0212	11	0216	11	0220	116	0116
1250	22284	11	0142	1	0212	11	0216	11	0220	11	0224	116	0120
1300	22285	11	0148	1	0216	11	0220	11	0224	11	0228	116	0124
1350	22286	11	0154	1	0220	11	0224	11	0228	11	0232	116	0128
1400	22287	11	0160	1	0224	11	0228	11	0232	11	0236	116	0132
1450	22288	11	0166	1	0228	11	0232	11	0236	11	0240	116	0136
1500	22289	11	0172	1	0232	11	0236	11	0240	11	0244	116	0140
1550	22290	11	0178	1	0236	11	0240	11	0244	11	0248	116	0144
1600	22291	11	0184	1	0240	11	0244	11	0248	11	0252	116	0148
1650	22292	11	0190	1	0244	11	0248	11	0252	11	0256	116	0152
1700	22293	11	0196	1	0248	11	0252	11	0256	11	0260	116	0156
1750	22294	11	0202	1	0252	11	0256	11	0260	11	0264	116	0160
1800	22295	11	0208	1	0256	11	0260	11	0264	11	0268	116	0164
1850	22296	11	0214	1	0260	11	0264	11	0268	11	0272	116	0168
1900	22297	11	0220	1	0264	11	0268	11	0272	11	0276	116	0172
1950	22298	11	0226	1	0268	11	0272	11	0276	11	0280	116	0176
2000	22299	11	0232	1	0272	11	0276	11	0280	11	0284	116	0180
2050	22300	11	0238	1	0276	11	0280	11	0284	11	0288	116	0184
2100	22301	11	0244	1	0280	11	0284	11	0288	11	0292	116	0188
2150	22302	11	0250	1	0284	11	0288	11	0292	11	0296	116	0192
2200	22303	11	0256	1	0288	11	0292	11	0296	11	0300	116	0196
2250	22304	11	0262	1	0292	11	0296	11	0300	11	0304	116	0200
2300	22305	11	0268	1	0296	11	0300	11	0304	11	0308	116	0204
2350	22306	11	0274	1	0300	11	0304	11	0308	11	0312	116	0208
2400	22307	11	0280	1	0304	11	0308	11	0312	11	0316	116	0212
2450	22308	11	0286	1	0308	11	0312	11	0316	11	0320	116	0216
2500	22309	11	0292	1	0312	11	0316	11	0320	11	0324	116	0220
2550	22310	11	0298	1	0316	11	0320	11	0324	11	0328	116	0224
2600	22311	11	0304	1	0320	11	0324	11	0328	11	0332	116	0228
2650	22312	11	0310	1	0324	11	0328	11	0332	11	0336	116	0232
2700	22313	11	0316	1	0328	11	0332	11	0336	11	0340	116	0236
2750	22314	11	0322	1	0332	11	0336	11	0340	11	0344	116	0240
2800	22315	11	0328	1	0336	11	0340	11	0344	11	0348	116	0244
2850	22316	11	0334	1	0340	11	0344	11	0348	11	0352	116	0248
2900	22317	11	0340	1	0344	11	0348	11	0352	11	0356	116	0252
2950	22318	11	0346	1	0348	11	0352	11	0356	11	0360	116	0256
3000	22319	11	0352	1	0352	11	0356	11	0360	11	0364	116	0260
3050	22320	11	0358	1	0356	11	0360	11	0364	11	0368	116	0264
3100	22321	11	0364	1	0360	11	0364	11	0368	11	0372	116	0268
3150	22322	11	0370	1	0364	11	0368	11	0372	11	0376	116	0272
3200	22323	11	0376	1	0368	11	0372	11	0376	11	0380	116	0276
3250	22324	11	0382	1	0372	11	0376	11	0380	11	0384	116	0280
3300	22325	11	0388	1	0376	11	0380	11	0384	11	0388	116	0284
3350	22326	11	0394	1	0380	11	0384	11	0388	11	0392	116	0288
3400	22327	11	0400	1	0384	11	0388	11	0392	11	0396	116	0292
3450	22328	11	0406	1	0388	11	0392	11	0396	11	0400	116	0296
3500	22329	11	0412	1	0392	11	0396	11	0400	11	0404	116	0300
3550	22330	11	0418	1	0396	11	0400	11	0404	11	0408	116	0304
3600	22331	11	0424	1	0400	11	0404	11	0408	11	0412	116	0308
3650	22332	11	0430	1	0404	11	0408	11	0412	11	0416	116	0312
3700	22333	11	0436	1	0408	11	0412	11	0416	11	0420	116	0316
3750	22334	11	0442	1	0412	11	0416	11	0420	11	0424	116	0320
3800	22335	11	0448	1	0416	11	0420	11	0424	11	0428	116	0324
3850	22336	11	0454	1	0420	11	0424	11	0428	11	0432	116	0328
3900	22337	11	0460	1	0424	11	0428	11	0432	11	0436	116	0332
3950	22338	11	0466	1	0428								

第 9 表

公稱内徑 (mm)	公差 (%)	
	直 管	異 形 管
350 以下	-4	-8
400~900	-3	-6
1000 以上	-2	-4

2. 鑄質 巢穴, 龜裂, 夾雜物等

3. 形狀

(イ) 承口, 挿口の形狀 (第 10 表)

第 10 表

公稱内徑 (mm)	公差 (mm)			
	直 管		異 形 管	
	承 口	挿 口	承 口	挿 口
350 以下	+3	-3	+4.5	-4.5
400~900	+4	-4	+6	-6
1000 以上	+5	-5	+7.5	-7.5

(ロ) 厚: 公差は直管に在りては負は 10% とし, 正は挿口寸法に影響なき限り制限を附せず, 但し公差の最小値は 1.5mm, 最大値は 3mm とす。

(ハ) 長: 負 20mm 迄とし正には制限を附せず。

(ニ) 圓形の正否

4. 水 壓 (第 11 表)

第 11 表

種 別	公稱内徑 (mm)	水壓 (kg/cm <sup>2</sup> )	種 別	公稱内徑 (mm)	水壓 (kg/cm <sup>2</sup> )
低 壓 管	500 以上	10.5	普通壓管及異形管	500 以上	14.0
	450 以下	17.5		450 以下	17.5

第 8 表を圖示すれば第 4 圖の如く不合格率は全體にて 1.56% となり口径 300~700mm の間が多く内巢穴及漏水に依る不合格率が最も高く検査數の約 0.5% となつてゐます。

之等不合格となつたものは工場に於ける 工場自身検査の見落とし及び検査の立場の相違に依つて生ずるもの等が含まれてゐます。

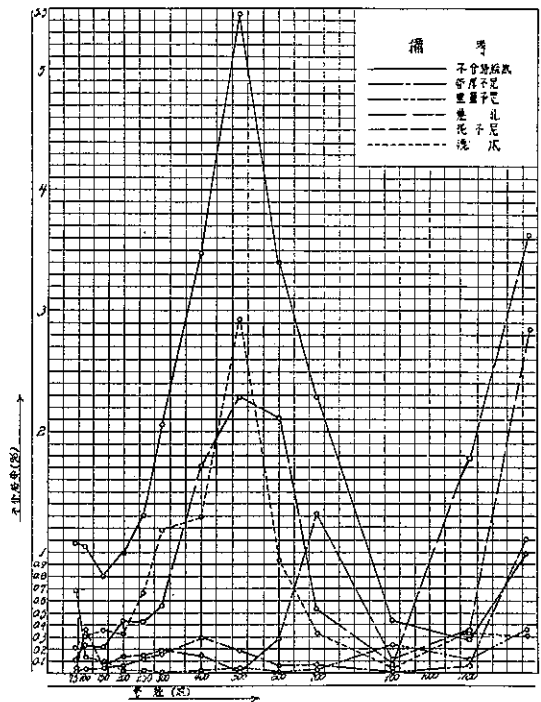
## 第 2 章 試験片の強さ

鑄鐵管の強さは原料の配合, 鑄造方法, 冷却の狀況等に依つて大なる相違があります。水道協會鑄鐵管規格にも之等に就て夫々規定してありますが名古屋市が大徑普通鑄鐵管を使用するに當り強度の出来るだけ高いものを得るため, 試験片と鑄鐵管の強さの關係等に就て研究致しました。本章では之等の結果に就て述べます。

### 第 1 節 試験片の大きさと強さ

鑄鐵の一般の性質と致しましてその組成, 成分は同一でありまして冷却の狀態に依り強さに非常な相違を來し

第 4 圖 管徑と不合格率の關係





ますから、鐵管實體の強さを試験片の強さから推知するには鐵管自體と同一の強さを有する試験片の寸法、即ち實體と同様な冷却速度を有する試験鑄物(以下鑄造體と稱す)並に之より仕上ぐべき試験片の寸法を知ること、或は鑄造體又は試験片の寸法と強さとの關係を知ることが必要であります。一般に鑄造體が大きくなれば冷却速度は遅くなり従つて強度を減少します。又同一徑の鑄造體から異つた徑の試験片を仕上ぐる場合には鑄物の内外の強さの差の影響が現はれることが豫想されますが之等の間には如何なる關係があるかを知るため抗張、抗折、硬度、衝擊、抗張打擊等の試験を行いました。

1. 抗張試験

本實驗に於きましては最初管體と同様な形状のものから試験片を取り出すが適當であると考へ當時鑄造の 1250 mm 管の管厚は 36 mm となつてゐましたから 36×72 mm の鑄造體から 25 mm 及び 30 mm 徑の試験片を仕上げ抗張試験を行いました處第 12 表の如くなり 30 mm 徑鑄造體から 25 mm に仕上げたもの(第 13 表)とは甚だ相違致しました。

第 12 表 36×72 mm 矩形鑄造體より仕上げた試験片の抗張力

試験片番号	原 料	配 合 (%)	抗 張 力 $\frac{kg}{cm^2}$	備 考	
乙	鞍山 石灰	22- 鑄鐵 細片	最大 最小 平均		
1	20	20	250	1417	
2	20	20	250	1506	
3	20	20	250	1516	
4	20	20	250	1516	
5	20	20	250	1516	
6	20	20	250	1516	
7	20	20	250	1516	
8	20	20	250	1516	
9	20	20	250	1516	
10	20	20	250	1516	
11	20	20	250	1516	
12	20	20	250	1516	
13	20	20	250	1516	
14	20	20	250	1516	
15	20	20	250	1516	
16	20	20	250	1516	
17	20	20	250	1516	
18	20	20	250	1516	
19	20	20	250	1516	
20	20	20	250	1516	
21	20	20	250	1516	
22	20	20	250	1516	
23	20	20	250	1516	
24	20	20	250	1516	
25	20	20	250	1516	
26	20	20	250	1516	
27	20	20	250	1516	
28	20	20	250	1516	
29	20	20	250	1516	
30	20	20	250	1516	
31	20	20	250	1516	
32	20	20	250	1516	
33	20	20	250	1516	
34	20	20	250	1516	
35	20	20	250	1516	
36	20	20	250	1516	
37	20	20	250	1516	
38	20	20	250	1516	
39	20	20	250	1516	
40	20	20	250	1516	
41	20	20	250	1516	
42	20	20	250	1516	
43	20	20	250	1516	
44	20	20	250	1516	
45	20	20	250	1516	
46	20	20	250	1516	
47	20	20	250	1516	
48	20	20	250	1516	
49	20	20	250	1516	
50	20	20	250	1516	
51	20	20	250	1516	
52	20	20	250	1516	
53	20	20	250	1516	
54	20	20	250	1516	
55	20	20	250	1516	
56	20	20	250	1516	
57	20	20	250	1516	
58	20	20	250	1516	
59	20	20	250	1516	
60	20	20	250	1516	
61	20	20	250	1516	
62	20	20	250	1516	
63	20	20	250	1516	
64	20	20	250	1516	
65	20	20	250	1516	
66	20	20	250	1516	
67	20	20	250	1516	
68	20	20	250	1516	
69	20	20	250	1516	
70	20	20	250	1516	
71	20	20	250	1516	
72	20	20	250	1516	
73	20	20	250	1516	
74	20	20	250	1516	
75	20	20	250	1516	
76	20	20	250	1516	
77	20	20	250	1516	
78	20	20	250	1516	
79	20	20	250	1516	
80	20	20	250	1516	
81	20	20	250	1516	
82	20	20	250	1516	
83	20	20	250	1516	
84	20	20	250	1516	
85	20	20	250	1516	
86	20	20	250	1516	
87	20	20	250	1516	
88	20	20	250	1516	
89	20	20	250	1516	
90	20	20	250	1516	
91	20	20	250	1516	
92	20	20	250	1516	
93	20	20	250	1516	
94	20	20	250	1516	
95	20	20	250	1516	
96	20	20	250	1516	
97	20	20	250	1516	
98	20	20	250	1516	
99	20	20	250	1516	
100	20	20	250	1516	

第 13 表 徑 30 mm 丸棒鑄造體より徑 25 mm 丸棒に仕上げた試験片の抗張力

試験片番号	原 料	配 合 (%)	抗 張 力 $\frac{kg}{cm^2}$	備 考	
乙	鞍山 石灰	22- 鑄鐵 細片	最大 最小 平均		
1	20	20	19.89	1206	18.50
2	20	20	16.97	1219	16.25
3	20	20	22.61	1511	18.27
4	20	20	22.61	1511	18.27
5	20	20	22.61	1511	18.27
6	20	20	22.61	1511	18.27
7	20	20	22.61	1511	18.27
8	20	20	22.61	1511	18.27
9	20	20	22.61	1511	18.27
10	20	20	22.61	1511	18.27
11	20	20	22.61	1511	18.27
12	20	20	22.61	1511	18.27
13	20	20	22.61	1511	18.27
14	20	20	22.61	1511	18.27
15	20	20	22.61	1511	18.27
16	20	20	22.61	1511	18.27
17	20	20	22.61	1511	18.27
18	20	20	22.61	1511	18.27
19	20	20	22.61	1511	18.27
20	20	20	22.61	1511	18.27
21	20	20	22.61	1511	18.27
22	20	20	22.61	1511	18.27
23	20	20	22.61	1511	18.27
24	20	20	22.61	1511	18.27
25	20	20	22.61	1511	18.27
26	20	20	22.61	1511	18.27
27	20	20	22.61	1511	18.27
28	20	20	22.61	1511	18.27
29	20	20	22.61	1511	18.27
30	20	20	22.61	1511	18.27
31	20	20	22.61	1511	18.27
32	20	20	22.61	1511	18.27
33	20	20	22.61	1511	18.27
34	20	20	22.61	1511	18.27
35	20	20	22.61	1511	18.27
36	20	20	22.61	1511	18.27
37	20	20	22.61	1511	18.27
38	20	20	22.61	1511	18.27
39	20	20	22.61	1511	18.27
40	20	20	22.61	1511	18.27
41	20	20	22.61	1511	18.27
42	20	20	22.61	1511	18.27
43	20	20	22.61	1511	18.27
44	20	20	22.61	1511	18.27
45	20	20	22.61	1511	18.27
46	20	20	22.61	1511	18.27
47	20	20	22.61	1511	18.27
48	20	20	22.61	1511	18.27
49	20	20	22.61	1511	18.27
50	20	20	22.61	1511	18.27
51	20	20	22.61	1511	18.27
52	20	20	22.61	1511	18.27
53	20	20	22.61	1511	18.27
54	20	20	22.61	1511	18.27
55	20	20	22.61	1511	18.27
56	20	20	22.61	1511	18.27
57	20	20	22.61	1511	18.27
58	20	20	22.61	1511	18.27
59	20	20	22.61	1511	18.27
60	20	20	22.61	1511	18.27
61	20	20	22.61	1511	18.27
62	20	20	22.61	1511	18.27
63	20	20	22.61	1511	18.27
64	20	20	22.61	1511	18.27
65	20	20	22.61	1511	18.27
66	20	20	22.61	1511	18.27
67	20	20	22.61	1511	18.27
68	20	20	22.61	1511	18.27
69	20	20	22.61	1511	18.27
70	20	20	22.61	1511	18.27
71	20	20	22.61	1511	18.27
72	20	20	22.61	1511	18.27
73	20	20	22.61	1511	18.27
74	20	20	22.61	1511	18.27
75	20	20	22.61	1511	18.27
76	20	20	22.61	1511	18.27
77	20	20	22.61	1511	18.27
78	20	20	22.61	1511	18.27
79	20	20	22.61	1511	18.27
80	20	20	22.61	1511	18.27
81	20	20	22.61	1511	18.27
82	20	20	22.61	1511	18.27
83	20	20	22.61	1511	18.27
84	20	20	22.61	1511	18.27
85	20	20	22.61	1511	18.27
86	20	20	22.61	1511	18.27
87	20	20	22.61	1511	18.27
88	20	20	22.61	1511	18.27
89	20	20	22.61	1511	18.27
90	20	20	22.61	1511	18.27
91	20	20	22.61	1511	18.27
92	20	20	22.61	1511	18.27
93	20	20	22.61	1511	18.27
94	20	20	22.61	1511	18.27
95	20	20	22.61	1511	18.27
96	20	20	22.61	1511	18.27
97	20	20	22.61	1511	18.27
98	20	20	22.61	1511	18.27
99	20	20	22.61	1511	18.27
100	20	20	22.61	1511	18.27

第 14 表 各種徑の鑄造體より仕上げた徑 25 mm 試験片の抗張試験成績表 (其の 1, 於甲工場)

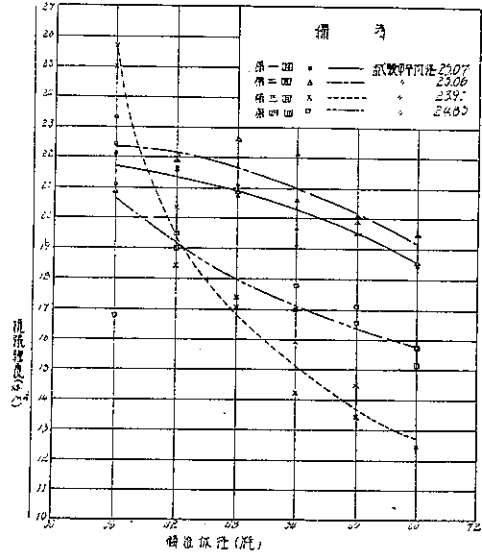
試験片番号	原 料	配 合 (%)	抗 張 力 $\frac{kg}{cm^2}$	備 考	原 料 配 合 (%)							
					鞍山 石灰	22- 鑄鐵 細片	20%	10%				
1	20	20	25.09	10.900	22.10	100	1	26	23.88	11.200	25.00	100
2	20	20	24.97	10.300	21.10	100	2	26	23.88	11.500	25.68	100
3	20	20	25.09	10.700	21.70	100	3	42	24.61	8.320	19.92	75
4	20	20	25.12	10.750	21.60	100	4	26	24.07	7.200	20.24	68
5	20	20	25.16	10.450	21.10	97	5	48	23.72	2.820	17.20	48
6	20	20	25.10	10.470	20.90	97	6	26	23.73	2.250	17.10	48
7	20	20	25.08	9.950	19.10	97	7	42	23.88	7.150	17.96	60
8	20	20	25.05	9.600	18.65	97	8	26</				

第15表 各種径の鑄造體より仕上げたる  
径25mm 試験片の抗張試験成  
績表(其の2, 於乙工場)

原料配合  
 釜石(金) 鞍山, パンツ, 道吳鉄, 鋼片  
 18% 27% 27% 18% 10%

試験片番号	鑄造体径 (mm)	試験片径 (mm)	最大荷重 (kg)	最大抗張力 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	36mm/抗張力100セルの百分率
1	36	25.22	9.030	18.05	100
2	"	25.18	9.130	18.30	"
3	42	25.17	8.500	17.00	92
4	"	25.21	8.250	16.53	"
5	48	25.22	7.220	14.45	80
6	"	25.23	7.160	14.34	"
7	54	25.23	7.020	14.04	72
8	60	25.24	6.750	13.49	"
9	60	25.20	6.420	12.83	"
10	66	25.22	6.050	12.11	66
11	66	25.23	5.980	11.95	"

第5圖 鑄造體径を異にせる場合の抗張力の關係圖  
(第14表より, 於甲工場)

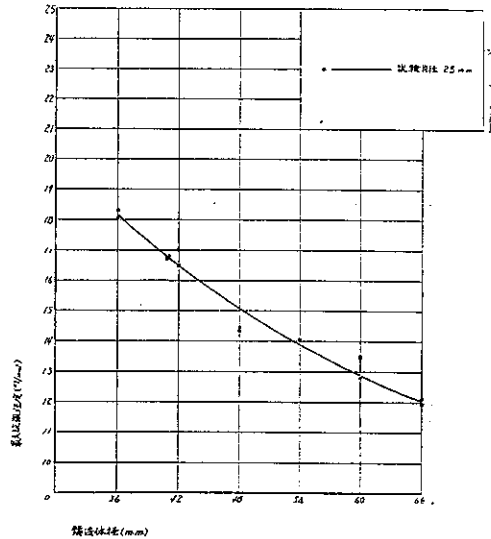


第16表 第14表及第15表の試験片と同湯を用  
ひた鐵管より切り取りしもの抗張試験  
成績表 (其の3)

工場名	試験片番号	切り寸法 (mm)	試験片径 (mm)	最大荷重 (kg)	最大抗張力 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	摘要
甲	1	36x72	25.15	8.600	17.3	略管体同等ノ強サヲ示ス
	2	"	25.04	8.700	17.7	
	3	"	25.12	7.700	15.5	
	4	36x	24.91	10.730	22.02	第14表第一回第二回ノ36x径ノ25.17%ニ同様
	5	"	24.92	7.820	20.12	
乙	1	36x	25.23	10.750	21.40	
	2	"	25.23	11.600	23.20	
	3	"	25.23	11.400	22.80	

擴張圖第4圖は第14表と訂正

第6圖 鑄造體径と抗張力との關係圖  
(第15表より, 於乙工場)



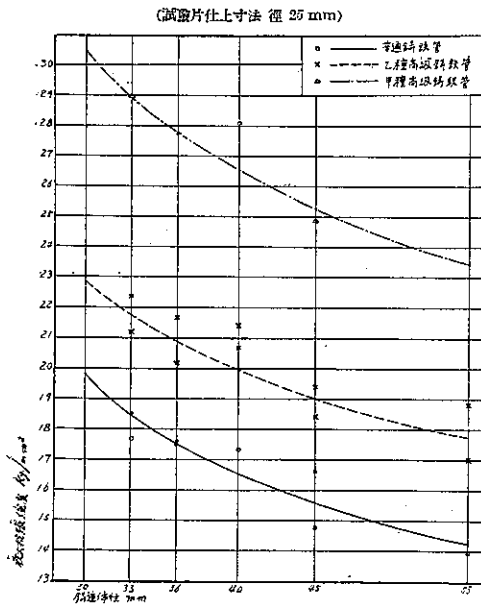
第17表 各種径の鑄造體より仕上げたる  
径25mm試験片の抗張試験成績表 (其の4, 於甲工場)

普通鋼管用		原材成分 (%)		ハン	第一層	第二層	進具鉄	鋼片	鋼片
径	長さ	炭素	マンガン	40	15	15	20	20	45
33	250	2.10	18.50	1330	1250				
-	2472	2.650	17.70	1360	1260				
36	2504	2.650	17.50	1330	1250				
-	2505	2.650	17.55	1360	1260				
40	2500	2.510	17.30	1330	1250				
-	2500	2.660	17.00	1360	1260				
45	2496	2.200	14.75	1475	1250				
-	2500	2.170	16.60	1360	1260				
55	2494	2.780	13.90	1340	1260				
平均									
30	1999	2.250	17.90	1350	1280				
-	1998	2.100	17.00	-	-				
-	1996	2.180	17.65	-	-				
-	2001	2.200	17.90	1340	1270				
-	2000	2.450	20.50	-	-				
-	2000	2.740	21.00	-	-				
乙種高級鋼管用									
径	長さ	炭素	マンガン	第一層	第二層	進具鉄	鋼片	鋼片	鋼片
33	2491	10.900	22.80	1340	1300				
-	2492	10.900	21.20	1360	1310				
36	2492	10.360	20.20	1360	1300				
-	2500	9.850	21.70	1360	1310				
40	2490	10.660	21.60	1340	1300				
-	2492	10.110	20.70	1360	1310				
45	2493	9.000	18.40	1360	1300				
-	2493	9.500	18.60	1360	1310				
55	2496	8.290	17.00	1360	1300				
-	2497	2.250	18.90	1360	1310				
平均									
30	1998	7.890	25.20	1360	1320				
-	2001	8.330	-	-	-				
-	1992	7.850	-	-	-				
-	2005	7.950	-	-	1370				
-	2001	8.100	25.70	-	-				
甲種高級鋼管用									
径	長さ	炭素	マンガン	第一層	第二層	進具鉄	鋼片	鋼片	鋼片
33	2495	14.150	29.00	1390	1300				
36	2491	13.960	27.90	-	-				
40	2490	13.700	28.70	-	-				
45	2494	12.750	28.70	-	1280				
平均									
30	1996	8.700	31.00	1390	1320				

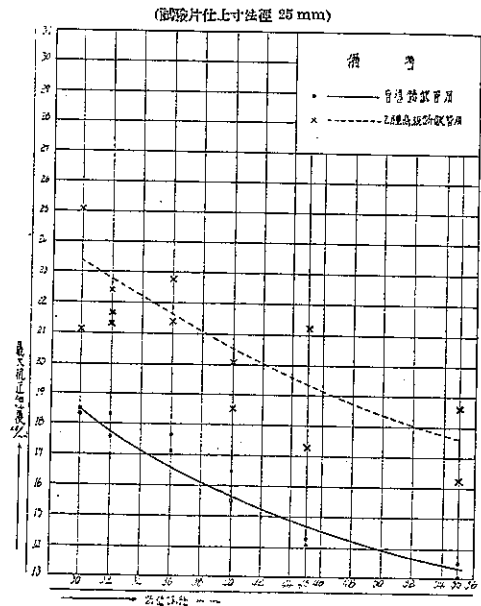
第18表 各種鑄造體より仕上げたる  
径25mm試験片の抗張試験成績表(其の5, 於乙工場)

普通鋼管用鉄(原材成分%)		炭素		ハン	進具鉄	鋼片
径	長さ	20	30	40	20	40
30	2525	2.155	17.35			
-	-	2.150	18.50			
36	-	2.180	17.16			
-	-	2.850	17.70			
40	2520	2.230	16.50			
-	-	2.800	15.60			
45	2525	2.050	16.10			
-	-	2.150	16.30			
55	-	2.575	15.05			
-	-	2.500	15.00			
平均						
32	2525	2.000	16.00			
-	-	2.225	12.65			
-	-	2.800	17.60			
乙種高級鋼管用鉄(原材成分%)						
径	長さ	炭素	マンガン	進具鉄	鋼片	鋼片
30	2525	10.575	21.15			
-	2520	12.475	25.10			
36	-	11.320	23.80			
-	-	10.700	21.65			
40	2525	9.775	18.55			
-	2520	10.770	20.50			
45	2525	8.660	17.20			
-	-	10.625	17.25			
55	-	8.100	16.80			
-	2520	9.300	18.65			
平均						
32	2525	10.860	22.68			
-	-	11.200	22.60			
-	2520	10.625	23.71			
甲種高級鋼管用鉄(原材成分%)						
径	長さ	炭素	マンガン	進具鉄	鋼片	鋼片
32	2525	16.410	32.52			
-	-	15.260	30.69			
-	-	16.500	33.00			

第7圖 鑄造體径と抗張強度との關係  
(第17表より, 於甲工場)



第8圖 鑄造體径と抗張強度との關係  
(第18表より, 於乙工場)



第19表 徑を異にせる試験片の抗張試験成績表 (其の1, 於甲工場)

Table with 7 columns: 原形寸法 (寸), 試験片寸法 (寸), 最大荷重 (kg), 破断寸法 (寸), 破断位置 (mm), 備考. Rows include data for diameters 3.6, 4.2, 4.8, 5.4, 6.0, 6.6, 7.2, 7.8, 8.4, 9.0, 9.6, 10.2, 10.8, 11.4, 12.0.

第20表 徑を異にせる試験片の抗張試験成績表 (其の2, 於乙工場)

Table with 7 columns: 原形寸法 (寸), 試験片寸法 (寸), 最大荷重 (kg), 破断寸法 (寸), 破断位置 (mm), 備考. Rows include data for diameters 3.6, 4.2, 4.8, 5.4, 6.0, 6.6, 7.2, 7.8, 8.4, 9.0, 9.6, 10.2, 10.8, 11.4, 12.0.

第21表 徑を異にせる試験片の抗張試験成績表 (其の3, 於甲工場)

Table with 7 columns: 原形寸法 (寸), 試験片寸法 (寸), 最大荷重 (kg), 破断寸法 (寸), 破断位置 (mm), 備考. Rows include data for diameters 3.0, 3.6, 4.2, 4.8, 5.4, 6.0, 6.6, 7.2, 7.8, 8.4, 9.0, 9.6, 10.2, 10.8, 11.4, 12.0.

第22表 徑を異にせる試験片の抗張試験成績表 (其の4, 於乙工場)

Table with 7 columns: 原形寸法 (寸), 試験片寸法 (寸), 最大荷重 (kg), 破断寸法 (寸), 破断位置 (mm), 備考. Rows include data for diameters 3.0, 3.6, 4.2, 4.8, 5.4, 6.0, 6.6, 7.2, 7.8, 8.4, 9.0, 9.6, 10.2, 10.8, 11.4, 12.0.

第 23 表 徑を異にせる試験片の抗張試験成績表 (其の 5, 於乙工場)

A (甲種高級鑄鐵管片)

原料配合  
砂 53% 焦炭 15% 錳 32% 矽 0.67% 磷 0.8%

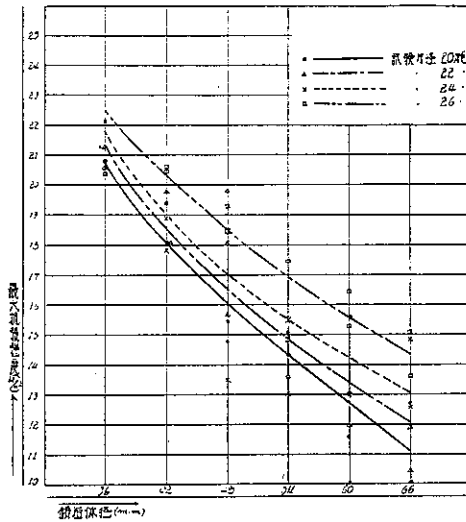
36	23.20	13.750	27.50
•	25.20	13.920	27.60
•	20.00	8.300	27.00
•	•	8.300	26.60
•	10.00	3.970	22.50
•	•	4.000	22.70

B (乙種高級鑄鐵管片)

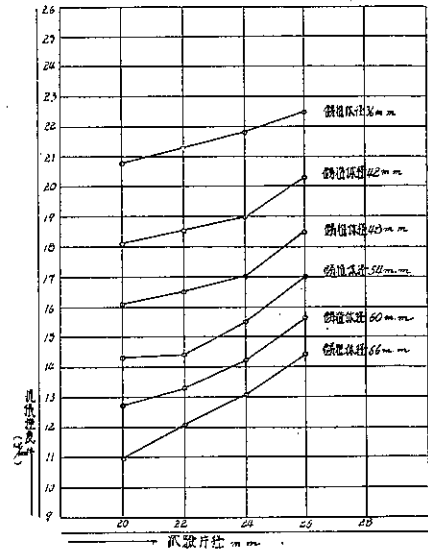
原料配合  
砂 40% 焦炭 30% 錳 20% 矽 10%

36	22.20	10.850	21.7
•	•	11.350	22.7
•	20.00	6.025	21.1
•	•	6.740	21.5
•	10.00	3.360	19.1
•	•	3.860	21.9

第 9 圖 鑄造體徑及試験片徑と抗張強度との關係 (第 19 表より, 於乙工場)



第 10 圖 試験片仕上寸法と抗張強度との關係 (第 9 圖より)



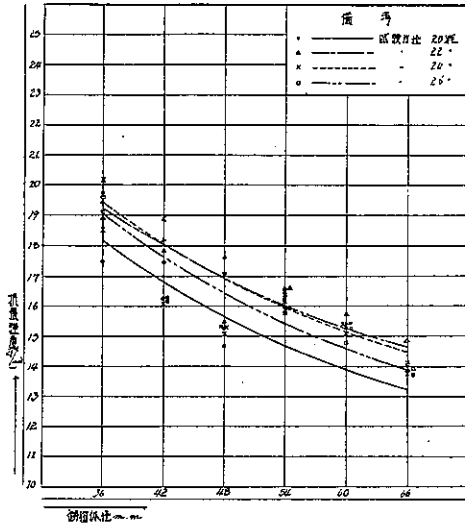
の 6 種類の徑の鑄造體から 20, 22, 24 及 26 mm 徑の試験片を仕上げ試験致しました處第 19 表乃至第 23 表の如くで更に之を圖示致しますと第 9 圖乃至第 15 圖の如く種々の鑄造體から一定の寸法の試験片を仕上げた場合の強度の變化は大體前記と同様な傾向を示し又同徑の鑄造體から異つた徑に仕上げた試験片の強度は大體仕上げ寸法の大なる程強度を増してゐます。之は仕上げ寸法の大なるものは鑄物の外部の強度の大なる部分が多く含まれるためであります。

試験の一部には之と多少傾向を異にしてゐるものもありますが之は鋼片を多量に含んだため湯足が短くなつたこと, 少量の鑄込みに生型を使用したこと, 或は仕上げの際に中心部の一部強度の大なるものが含まれたこと等がその原因の様で大體に於ては仕上げ徑の大なるもの程強度が大であることが云はれます。

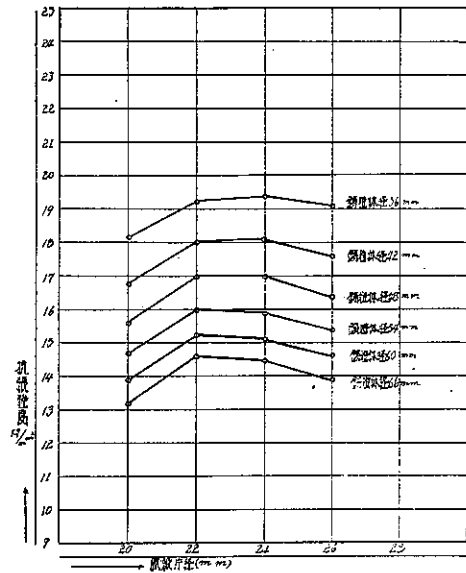
2. 抗折試験

試験片の形狀寸法が抗折強度に及ぼす影響を知るため本試験を行つたのでありますが抗折試験に於ては巢穴が試験片の張力側にある場合には抗折力, 撓度共に減少し壓力側にある場合は抗折力には影響せず撓度は却つて増加致しますが矩形試験片は横型で鑄造致しますため, 巢穴は常に上部に生じ而も之を壓力側に置く場合が多く従つて抗折力で不合格となることは殆んどありません。

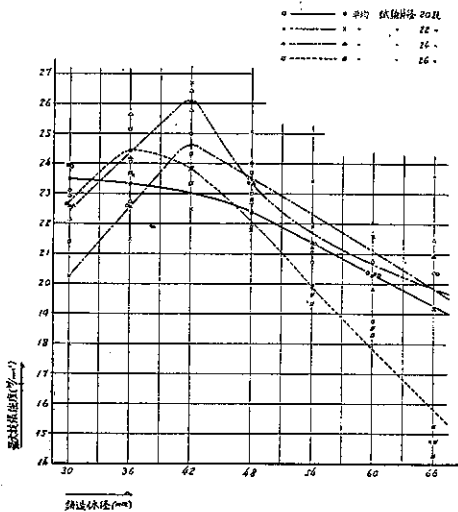
第 11 圖 鑄造體徑及試験片徑と抗張強度との  
關係 (第 20 表より, 於乙工場)



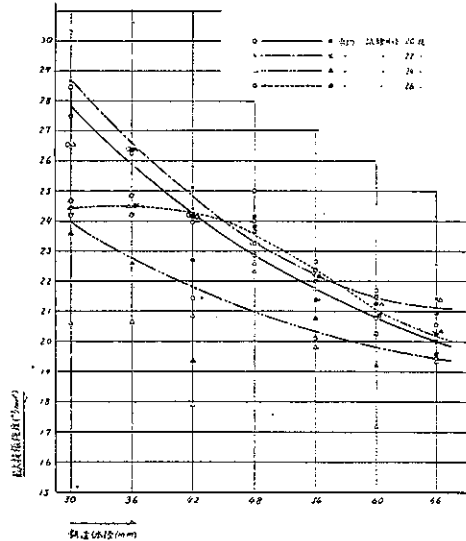
第 12 圖 試験片仕上寸法と抗張強度との  
關係 (第 11 圖より)



第 13 圖 鑄造體徑及試験片徑と抗張強度との  
關係 (第 21 表より, 於甲工場)



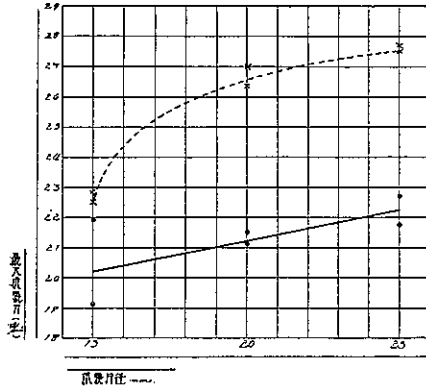
第 14 圖 鑄造體徑及試験片徑と抗張強度との  
關係 (第 22 表より, 於乙工場)



依つて之等の不合理を除くため丸棒を縦込みと鑄造する事としました。又外皮の影響することも大でありますから之を削り取り同時に径の測定を容易に致しました。本試験中に於て商工省にても抗折試験は丸棒で行ふ様規格が改正されました。

試験片は 38, 41, 45, 50 及び 60 mm 径の鑄造體から 30 mm 径に仕上げたものを用ひ同時に又之と比較するため 25×50 mm 矩形の鑄込みのままのものに就ても試験を行ひました。

第 15 圖 試験片仕上寸法と抗張強度との関係 (第 23 表より)



第 24 表 普通鑄鐵管抗折試験成績表 (於甲工場)

原料配合  
バーン 40% 盤石 10% 第二消 15% 通気鉄 30%

備考 (1)(2)共7系統試験片材使用ス

(1) 短形断面 寸法 600 耗

断面 mm x mm	荷重 kg	最大応力 kg/cm <sup>2</sup>	沈下 mm	溶解温度 (C)	注湯温度 (C)
26.4x49.5	1,000	26.10	9.25	1,350	1,200
26.2x49.5	1,030	27.30	9.00	1,350	1,200
25.9x49.5	920	23.00	8.00	1,340	1,270

(2) 円形断面 寸法 300 耗

試験片仕上寸法 mm x mm	断面 mm	荷重 kg	最大応力 (kg/cm <sup>2</sup> )	沈下 (mm)	溶解温度 (C)	注湯温度 (C)	抗折強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
30	30.0	1,300	36.6	4.5	1,340	1,270	18.50
"	30.1	1,300	36.4	"	1,330	1,260	17.90
41	"	1,290	36.2	3.0	1,340	1,270	17.30
"	"	1,360	38.1	"	1,330	1,260	17.00
45	30.0	1,200	33.7	4.5	1,340	1,270	16.75
"	30.1	1,150	32.2	"	1,330	1,260	15.60
50	"	1,120	31.8	"	1,340	1,270	"
"	"	1,130	31.6	3.0	1,330	1,260	"
60	"	970	25.5	4.0	1,340	1,270	"
"	30.0	970	26.7	"	1,330	1,260	"

第 25 表 乙種高級鑄鐵管抗折試験成績表 (於甲工場)

原料配合  
バーン 40% 盤石 10% 第二消 15% 通気鉄 30% 銅片 10%

備考 (1)(2)共7系統試験片材使用ス

(1) 短形断面 寸法 600 耗

断面 mm x mm	荷重 kg	最大応力 kg/cm <sup>2</sup>	沈下 mm	溶解温度 C	注湯温度 C
27.1x50.0	1,220	34.7	12.0	1,360	1,300
27.2x51.5	1,340	36.2	12.3	"	"

(2) 円形断面 寸法 300 耗

試験片仕上寸法 mm	断面 mm	荷重 kg	最大応力 (kg/cm <sup>2</sup> )	沈下 (mm)	溶解温度 C	注湯温度 C	抗折強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
30	30.0	1,710	48.4	6.0	1,340	1,300	"
"	"	1,730	49.0	6.0	1,370	"	"
41	"	1,710	48.4	5.5	"	"	"
45	"	1,590	45.0	5.0	1,300	"	"
"	30.1	1,600	44.8	3.7	1,290	"	"
50	"	1,520	42.5	6.0	"	"	"
60	30.0	1,430	40.4	6.3	"	1,260	"
"	"	1,400	39.6	5.5	"	"	"

第 26 表 甲種高級鑄鐵管抗折試験成績表

原料配合  
第二消 40% 盤石 10% 通気鉄 15% 銅片 15% 溶花鉄 0.5%

備考 (1)(2)共7系統試験片材使用ス

(1) 短形断面 寸法 600 耗

断面 mm	荷重 kg	最大応力 kg/cm <sup>2</sup>	沈下 mm	溶解温度 C	注湯温度 C
25.5x49.5	1,590	44.5	12.5	1,390	1,320
25.0x49.0	1,530	45.0	13.0	1,390	1,320

(2) 円形断面 寸法 300 耗

試験片仕上寸法 mm	断面 mm	荷重 kg	最大応力 (kg/cm <sup>2</sup> )	沈下 (mm)	溶解温度 C	注湯温度 C	抗折強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
30	30.0	2,000	56.6	6.13	1,370	1,270	"
45	30.1	1,750	54.6	6.00	"	"	"
50	30.0	1,860	52.8	6.25	"	1,260	"
60	"	1,700	49.8	6.13	"	"	"
"	"	1,980	56.0	5.50	1,360	1,290	"

其の結果は第 24 表, 第 25 表, 第 26 表及第 16 圖に示した通りでありまして、之から見ますと鑄造體の大きさの相違に依る強度變化の狀況は大體抗張試験の場合と類似の傾向を示し唯直線變化と曲線變化との相違あるのみであります。

尙短形断面と圓形断面との抗折強度は可成り相違し短形断面の強度は普通鑄鐵に於ては 60 mm 徑の鑄造體と大體同値を示し乙種高級鑄鐵に於ては 60 mm 徑の鑄造體より稍小さく甲種高級鑄鐵に於ては 60 mm 徑の鑄造體より可成り小さくなつてゐます。

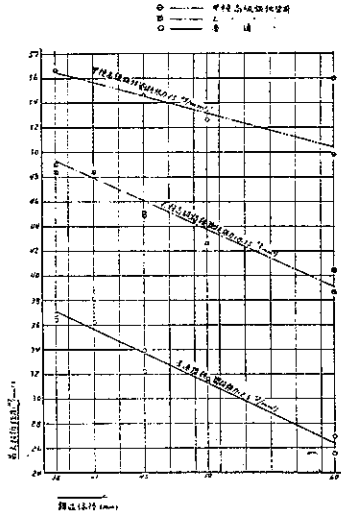
之等の結果から見ますと抗折試験片は丸形とすべきか角形とすべきかは相當に考慮する必要がありまして外皮の影響を除くためには丸型に仕上げたものの方が良く尙寸法の測定も正確に出來ます。水道協會高級鑄鐵管の規格は普通鑄鐵管の規格と異なり丸型に改正されてゐます。

尙徑間は長い程撓度が大きく測定に便利でありますから水道協會普通鑄鐵管規格の 600 mm の方が高級鑄鐵管

規格の 300 mm より良いと考へます。

従来の普通鑄鐵管の規格に於きましては材質の検査は主として抗折試験に依つて居りますが、實際抗折試験に依つて其の材質を知ることは困難であります。何となれば破壊荷重は相當に大きくなりますが衝撃には強くないものもあり、又撓度の大小のみでは材料の強弱を決定することは出来ないからであります。

第 16 圖 九型の試験片徑と抗折強度との關係 (第 24, 25, 26 表より)



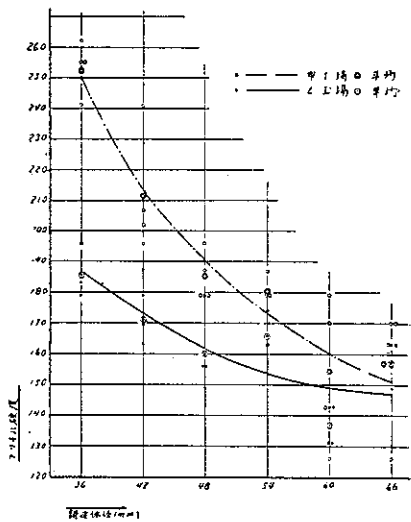
第 27 表 徑 36 mm 試験片のブリネル硬度試験成績表

試験片	試験番号	原形配合 (%)					最大抗折力	ブリネル硬度
		砂	粘土	灰	水	その他		
乙	1	20	30	—	—	20	21.3	207
	2	20	30	—	—	20	21.9	187
	3	20	30	—	—	22	20.9	217
丙	1	—	20	20	—	20	21.10	179
	2	—	20	20	—	20	21.10	196
	3	—	20	20	—	20	21.10	196
甲	1	20	30	—	25	20	14.58	185-185
	2	—	—	—	—	—	15.35	168-168
	3	—	—	—	—	—	13.25	145
	4	20	30	—	22	20	14.93	152-152
	5	—	—	—	—	—	14.55	145-145
	6	—	—	—	—	—	14.65	153-153
	7	20	30	—	22	20	14.93	194
	8	—	—	—	—	—	14.57	158
	9	—	—	—	—	—	14.75	179

第 28 表 36~66 mm に鑄造せる試験片のブリネル硬度 (第 17 表, 第 18 表と同一試験片)

厚さ	試験片径 (mm)	ブリネル硬度				平均	抗折強度 (kg/cm²)
		1	2	3	4		
甲	36	262	241	255	255	253.25	20.80
	42	202	207	241	196	211.50	18.75
	48	196	179	179	187	185.25	15.15
	54	187	179	179	176	179.75	14.73
	60	179	126	170	163	154.50	13.60
	66	126	170	170	163	157.25	11.35
乙	36	196	187	179	183	186.25	18.63
	42	179	187	170	163	174.50	16.74
	48	179	156	169	156	160.00	14.75
	54	170	163	170	163	164.50	16.38
	60	151	151	143	143	147.00	15.62
	66	149	163	163	156	157.75	13.85

第 17 圖 鑄造體徑とブリネル硬度との關係 (第 28 表より)



第 29 表 33~35 mm に鑄造せる試験片の内外に於ける硬度 (松村式硬度試験機, 於甲工場) (第 17 表, 第 18 表と同一試験片)

厚さ	種類	中心		中間		外側	
30	C	121	123	123	123	126	126
33	標準片径	118	117	118	118	122	122
36	115% 製	116	116	122	121	122	121
40	112% 製	112	112	118	118	119	119
45	110% 製	116	119	119	119	119	119
55		109	112	113	119	117	117
30	E	137	158	165	139	136	141
33	標準片径	133	133	135	143	143	143
36	125% 製	138	146	132	139	142	142
40	122% 製	147	130	138	136	136	141
45	120% 製	135	137	136	142	142	136
55		128	141	130	138	145	137



要するに抗折試験は抗張試験と並行して行ふ場合に其の強靱性を大略知るに役立つ位で之のみを主として材質を知ることは出来ないの  
 あります。

水道協會の規格では兩者並行して行ふ様になつてゐますが抗折試験の方は寧ろ検査員の任意とする方が適當と思ひます。

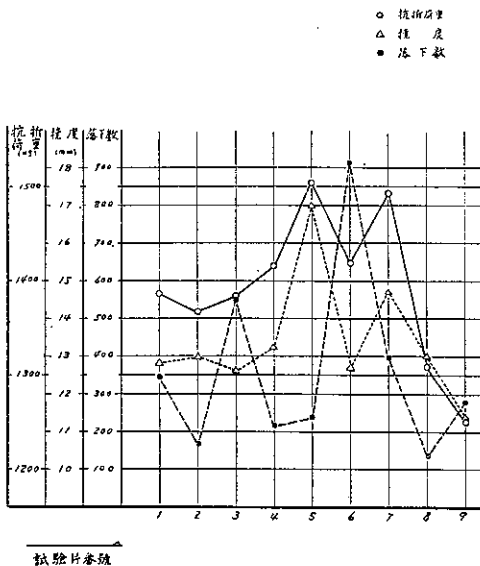
3. 硬度試験

硬度試験は之のみでは鑄鐵としての特別な性質を知る事は出来ませんが試験方法が簡單で試験片の仕上も容易で抗張力又は其の組織の推定には適當な試験方法と考へられます。

硬度試験方法には Brinell test, Shore test, Rock-well test 等がありますが、本試験では主として Brinell test に依り抗張試験を終つたものに就き時々その硬度を調査し同時に試験片の寸法の變化に依る影響をも調べました。而して試験に當つては試験片の縁の崩れ落ちることの影響を防ぐため試験片の中央にて試験の出来る様に切り取りました。

其の結果は第 27 表乃至第 29 表の如くで抗張力との關係

第 18 圖 抗折試験の撓度と衝擊試験との關係 (第 30 表より)



第 30 表 抗折試験の撓度と衝擊試験との關係(於丙工場)

原形配合  
 粗山 發行 パーン 磁北鉄 20%  
 20% 30% 20% 20% 10%

ONE blow energy = 20 吋

試片番号	撓度 (mm)	衝擊 (落下数)
1	1,307	12.0
2	1,350	12.0
3	1,302	12.8
4	1,415	13.2
5	1,303	15.0
6	1,417	12.7
7	1,407	14.7
8	1,210	13.0
9	1,221	11.4

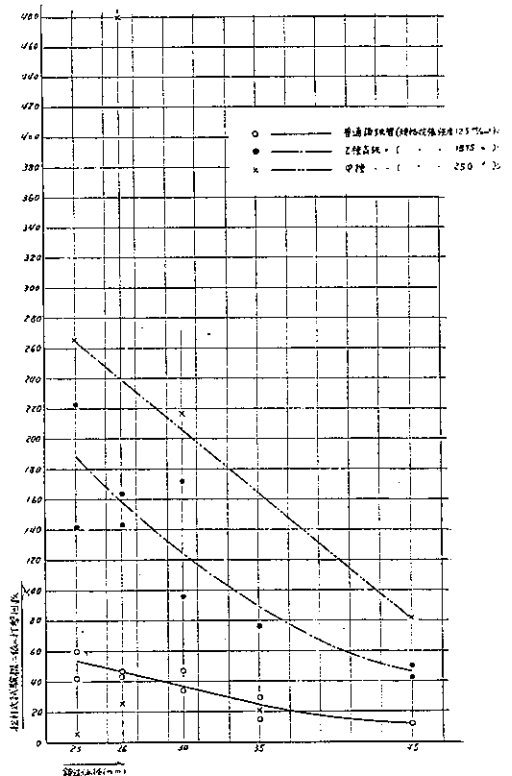
第 31 表 衝擊強度と供試體の大きさとの關係 (於甲工場)

種別及原料配合(第 17 表と同様鉄)

種別	原形配合	粗山	發行	パーン	磁北鉄	20%	30%	20%	20%	10%
C	14.3%	30%	25%	1.2%	—	30%	—	—	—	—
D	10.7%	40%	—	1.5%	1.2%	20%	10%	—	—	—
A	23.0%	—	—	0.0%	10%	12%	25%	2.2%	—	—

種別	撓度 (mm)	強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	落下数
C	23	60	30
	25	82	—
	25	47	—
	—	25	—
	30	24	—
B	35	87	—
	—	29	—
	45	12	—
	25	22.3	30
	—	14.2	—
A	28	14.3	—
	—	14.3	—
	30	16	—
	—	17.2	—
	35	7.6	—

第 19 圖 鑄造體徑と衝擊抵抗との關係 (第 31 表より, 於甲工場)



をみますと大體抗張強度の大きなものほど硬度高く、鑄造體徑と硬度との關係も第 17 圖に示す如く大體抗張強度の場合と同じ傾向を示してゐるのみならず試験片の中心部ほど硬度は低くなつて居ります。

之等何れの關係からも抗張力と硬度とは大體並行してゐることが分ります。勿論鋼の場合の如く正確に硬度から抗張力を見出すことは出来ませんが抗張試験の結果を確めるには充分で抗折試験の荷重或は撓度より以上に信頼し得るものと考へます。

4. 衝擊試験

衝擊に對する強さに就ては規格にもなく一般に抗折試験に於ける撓度で凡そ判定される様に考へられてゐましたが果して之が正しきものであるか又抗張力と同様試験片の大きさと關係があるか等に就て調べるため松村式衝擊試験機を用ひて衝擊試験を行ひました。

松村式衝擊試験機は試験片を 1 回毎に 180 度宛回轉し反對方向の衝擊を受くる様にし一定の重さの錘を一定の高さから落し破壊する迄の落下回數を以つて材料の強靱性を表はすものであります。

試験に用ひた試験片は徑 15 mm の丸棒で其の長さを 160 mm としまづ抗折試験の撓度と衝擊試験に依る強度との關係を見るために兩者を同時に行ひました處第 30 表及び第 18 圖の通りで抗折強度と衝擊に對する強度とは必ずしも一致しない事が分りました。

次に 23, 26, 30, 35, 45 mm 徑のものを鑄造し之を 15 mm 徑の丸棒に仕上げ試験した結果は第 31 表並に第

19 圖の通りで鑄造體寸

法の影響は大體抗張強度

と同様の傾向を示して居

りますが抗張力に比し同一

材料でもその變化は極めて

大でありますから實際

の材質検査に用ふるには

確實なる方法と云ふ事は

出来ません。

又一面抗張力では何等

の差を見ないものでも強

靱性に相違のあることは

面白い現象であります。

第 2 節 鐵管より切り出した試験片の各種強度

從來の試験は多く鐵管と同湯を以つて別に鑄造體を造り之から仕上げた試験片に就て行はれ特別に管から試験片を切り出して各種の試験を行つたのは稀であります。

而して試験片として特に鑄造したものと管體から切り取つたものとの強度は必ずしも一致するものでないことは容易に想像することが出来ます。

依つて更に管自體より切取つた試験片の強度は如何なるものであるか

第 32 表 普通鑄鐵管の抗張強度試験成績表(於甲工場)

試片番号	管寸	断面寸法	最大管型	孔徑	規格	原料配合
1	75	10.38x10.30	1.325	14.12	---	バーン 30% 炭二浦 2.0% 炭目 2.0% 塊長鉄 3.0%
		10.47x10.31	1.650	15.30	---	
		10.70x10.40	1.730	15.15	---	
		平均	---	14.97	17.7%	
		14.45x14.4	2.990	15.00	---	
2	200	13.90x13.3	2.700	15.85	---	全 L
		14.05x13.5	2.650	13.95	---	
		14.25x13.5	2.570	13.20	---	
		15.2x13.3	2.890	14.20	---	
		平均	---	14.48	11.6%	
3	200	14.8x13.7	3.090	15.10	---	全 L
		14.5x13.6	3.190	16.20	---	
		14.9x13.9	2.640	12.95	---	
		13.7x13.3	2.910	16.15	---	
		平均	---	15.02	12.0%	
4	250	15.4x14.0	3.570	13.90	---	バーン 30% 炭二浦 2.0% 炭目 1.5% 塊長鉄 3.0%
		15.6x14.9	3.750	10.10	---	
		15.6x17.1	---	15.30	---	
		平均	---	14.43	11.5%	
		14.8x13.7	---	14.23	11.5%	

第 33 表 乙種高級鑄鐵管の抗張強度試験成績表(於甲工場)

試片番号	管寸	断面寸法	最大管型	孔徑	規格	原料配合
1	100	8.70x8.10	1.125	14.20	---	バーン 40% 炭二浦 2.0% 炭目 2.0% 塊長鉄 3.0%
		8.77x8.20	1.000	15.05	---	
		8.6x8.00	8.50	14.88	---	
		10.33x10.05	2.700	14.70	---	
		平均	---	14.34	7.4%	
2	200	12.0x12.5	2.620	15.20	---	全上
		12.47x12.5	2.700	14.20	---	
		12.2x12.6	2.670	15.20	---	
		12.1x12.6	2.650	15.70	---	
		平均	---	15.00	15.0%	
3	150	12.2x12.6	2.520	15.25	---	全上
		12.40x12.6	2.400	15.60	---	
		12.25x12.5	2.800	15.00	---	
		12.5x12.45	2.600	15.60	---	
		平均	---	15.26	22.2%	
4	180	11.6x11.20	1.910	16.60	---	全上
		11.75x11.25	2.100	17.20	---	
		11.5x11.25	2.225	17.25	---	
		平均	---	17.27	22.2%	
		11.6x11.20	---	17.27	22.2%	
5	150	11.4x11.2	1.890	15.30	---	バーン 40% 炭二浦 2.0% 炭目 2.0% 塊長鉄 3.0%
		11.5x11.2	2.150	15.30	---	
		12.47x12.2	2.260	16.20	---	
		11.6x11.5	1.970	16.50	---	
		平均	---	16.20	20.0%	
6	300	12.2x12.0	1.950	15.20	---	全上
		12.2x12.0	1.950	15.20	---	
		12.2x12.0	1.950	15.20	---	
		12.2x12.0	1.950	15.20	---	
		平均	---	15.20	22.2%	
7	400	12.8x12.3	2.660	16.20	---	炭二浦 2.0% 炭目 2.0% 塊長鉄 3.0%
		12.8x12.5	2.910	16.50	---	
		12.7x12.0	2.820	17.10	---	
		12.4x12.7	2.820	21.10	---	
		平均	---	20.38	11.0%	
8	400	12.97x12.0	1.940	23.70	---	炭二浦 2.0% 炭目 2.0% 塊長鉄 3.0%
		12.8x12.0	1.920	21.70	---	
		12.9x12.0	2.120	26.50	---	
		平均	---	24.03	12.5%	
		12.1x12.1	3.760	20.85	---	
9	300	12.1x12.7	2.900	19.21	---	バーン 40% 炭二浦 2.0% 炭目 2.0% 塊長鉄 3.0%
		12.2x12.6	2.960	19.50	---	
		12.1x12.0	3.900	18.10	---	
		12.0x12.1	4.300	18.20	---	
		平均	---	19.37	22.2%	

を知るために各種類の管に付強度試験を行いました。

1. 管徑と種類を異にせる抗張試験

各種類の熔銑を用ひて 徑別に管を鑄造し之より試験片を切り取り抗張力に就てのみ試験を致しました處第 32

第 34 表 乙種高級鑄鐵管の抗張試験成績表 (於乙工場)

原料配合

鞍山 50%  
 パーソ 30%  
 道尾鉄 10%  
 鋼片 10%

試片番号	管径 mm	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	90° 傾斜引張試験結果 kg/mm <sup>2</sup>	試験片破断位置 %	
1	75	105x67	2820	2302	22.02		
		75x80	2820	2200	2		
		87x95	2820	2265	2		
		102x90	2820	2210	2		
		102x90	2820	2265	2		
平均		2820	2242	22.2%			
2	75	110x110	2820	2270	22.54		
		110x110	2820	2270	22.54		
		110x110	2820	2270	22.54		
		平均		2820	2270	22.54	
		平均		2820	2270	22.54	97%
3	75	102x110	2820	2022	20.22		
		102x110	2820	2022	20.22		
		102x110	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	53%
4	100	102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	80.2%
5	100	102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	80.2%
6	100	102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	80.2%
7	100	102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		102x140	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	80.2%
8	150	110x110	2820	2022	20.22		
		110x110	2820	2022	20.22		
		110x110	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	80.2%
9	150	110x110	2820	2022	20.22		
		110x110	2820	2022	20.22		
		110x110	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	80.2%
10	150	110x110	2820	2022	20.22		
		110x110	2820	2022	20.22		
		110x110	2820	2022	20.22		
		平均		2820	2022	20.22	
		平均		2820	2022	20.22	80.2%

第 35 表 甲種高級鑄鐵管の抗張強度試験成績表 (於乙工場)

原料配合

鞍山 53%  
 道尾鉄 15%  
 鋼片 32%  
 錳鉄 0.67%  
 海廢鉄 0.8%

試片番号	管径 mm	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	90° 傾斜引張試験結果 kg/mm <sup>2</sup>	試験片破断位置 %
1	200	134x140	2860	1512	22.54	
		130x140	2500	13.75		
		130x145	4410	23.45		
		120x145	4000	22.00		
		140x135	3850	19.92		
平均		2860	21.90	22.54	97%	
2	300	162x162	4450	16.95	32.78	
		160x160	5000	19.51		
		150x145	3355	15.40		
		150x140	3400	16.20		
		平均		4450	18.28	32.78
3	400	178x178	5920	18.86	24.78	
		170x175	5900	19.85		
		160x170	5800	21.30		
		170x178	6400	21.18		
		160x175	4400	15.30		
平均		5920	19.30	24.78	73%	

表乃至第 35 表の通りでありますして試験片は何れも矩形断面のものを用ひました。

第 32 表は普通鑄鐵管に就ての試験で各種管徑のもの凡てが水道協會規格抗張力 12.5 kg/mm<sup>2</sup> 以上となつてゐます。第 33 表及第 34 表は乙種鑄鐵管に就ての試験の結果でありまして之に依りますと管徑より切り取つた試験片の強度は標準抗

張力 18.75 kg/mm<sup>2</sup> の 70~80% 位に相當し、又試験片として鑄造したものと強度も大體 18.75 kg/mm<sup>2</sup> 以上となつてゐますから管實體より切り取つた試験片の抗張力は別に鑄造した試験片の抗張力の 70~80% 位と云ふことになります。

尙甲種高級鑄鐵管に就ても第 35 表に示す如く大體乙種高級鑄鐵管と同じことが云はれます。

而して本試験施行當時は高級鑄鐵管の研究時代であつて今日では或は別に取つた試験片と同一強度のものが得られてゐるかも考へます。以上の試験の結果ではその程度は多少異つてゐますが大體各種類の鑄鐵管を通じ管徑と共に強度を減じてゐます。

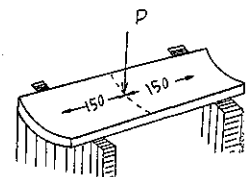
之は管厚の相違、管徑の大きさが冷却速度に影響するため理論上からも考へ得ることとあります。

2. 管徑と種類を異にせる抗折試験

管體の一部を縦に切り取り之を 300 mm 支間に置き内側に荷重を加へ破壊荷重と撓度を測定致しました。(第 20 圖参照) 其の結果は第 36 表乃至第 39 表に示した通りでありまして、第 1 節の試験片として鑄造せるものゝ強度と比較して見ますと第 40 表の如くなり、試験片と管とは同湯でありませんが大體抗張力と同じく普通鑄鐵は試験片として鑄造せるものゝ強度より大となり高級鑄鐵では試験片として鑄造せるものゝ強度より小さくなるものと思はれます。

而して管種別による強度の變化は區々でありますが大體抗張強度と同様に管徑を増すと共に減少してゐます。

第 20 圖



第36表 普通鑄鐵管抗折試驗成績表(於甲工場)

原料配合 礫石 20% 灰 20% 沙 20% 鐵屑 30%

Table with 6 columns: 管径 mm, 試験番号, 断面寸法 mm, 最大荷重 kg, 抗折力 kg/cm², 現度 mm. Rows include data for diameters 75, 150, 200, and 250.

第37表 乙種高級鑄鐵管抗折試驗成績表(於甲工場)

原料番号

Small table with 4 columns: 試驗管径, 重量, 断面寸法, 現度. Rows 1-4.

Large table with 12 columns: 管径 mm, 試験番号, 断面寸法 mm, 最大荷重 kg, 抗折力 kg/cm², 現度 mm, and 4 columns for material composition (礫石, 灰, 沙, 鐵屑).

第38表 乙種高級鑄鐵管抗折試驗成績表(於乙工場)

原料配合 礫石 30% 灰 10% 沙 10% 鐵屑 50%

Table with 6 columns: 管径 mm, 試験番号, 断面寸法 mm, 最大荷重 kg, 抗折力 kg/cm², 現度 mm. Rows include data for diameters 80, 100, 150, and 200.

第39表 甲種高級及鑄鐵管抗折試驗成績表(於乙工場)

原料配合

礫石 53% 鐵屑 30% 灰 15% 沙 2%

Table with 6 columns: 管径 mm, 試験番号, 断面寸法 mm, 最大荷重 kg, 抗折力 kg/cm², 現度 mm. Rows include data for diameters 200, 250, 300, and 400.

3. 口径 1.250 mm 乙種高級鑄鐵管より切り出した試験片の各種強度

第 40 表

Table with 4 columns: Material type (普通鑄鐵, 乙種高級鑄鐵, 甲種同上), Average strength of test piece (kg/mm²), Average strength of pipe cut from test piece (kg/mm²), and Ratio to standard (%) (131, 95, 91).

本試験は鑄管各部の強度を主として試験したものでその結果は第 41 表に示す如く之

によれば抗折試験では試験片の大きさは多少異なりますが大體 25×50 mm, 支間 600 mm ので最大荷重は 1300~1500 kg となり, 撓度は 10~15 mm となつて居ます。

次に同湯を用ひて鑄造した試験片の抗張強度は第 41 表に見る如く各試験片大體標準抗張強度の 18.75 kg/mm² 以上となつてゐますが, 管實體より切り取つた丸型試験片 (36 mm に切り出し徑 25 mm 仕上げ) の抗張強度は (I) (II) 試験では夫々 14.60 kg/mm² 及び 14.88 kg/mm² を示し, 試験片として鑄造したものの抗張強度並に標準抗張力の大體 80~90% に當り (III) 及び (IV) の試験では抗張力は夫々 20.76 kg/mm² 及び 20.04 kg/mm² で試験片として鑄造したものと殆んど同一強度を示し標準抗張力より約 10% 大となつてゐます。即ち試験片として鑄造したものの強度は等しくても製品の強度には大なる相違を生じ如何に鑄造方法が製品の強度を支配するか

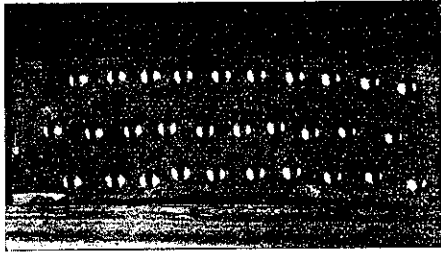
第 41 表 鐵管より切り出したる試験片の強さ (口径 1.250 mm)

Large table with multiple columns and rows detailing material composition (原料配合), mechanical properties (抗折試験, 抗張試験), and pipe characteristics (管各部の強度) for different grades of cast iron pipes.

備考: 上部...スピット附近, 中部...管中央, 下部...ワレット附近

第 21 圖 ブリネル硬度試験の寫眞

(1) 第 41 表 I の鐵管



が現はれます。

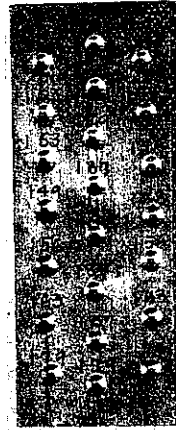
尙同表で見る如く挿口の強度が承口の強度より小なる事は挿湯の影響によるものであります。次に管厚の各部に於ける抗張強度に就て見るに各試験共何れも丸棒の強度より著しく小さく之は薄板に仕上げたる影響と考へられ又各部に於ける抗張強度が甚だ區々

であることから管厚の中心が必ずしも弱いと云ふことは出来ません。硬度に就ては第 21 圖並に第 41 表に示す如く大體抗張力と平行の硬さを保つてゐます。

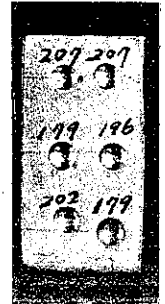
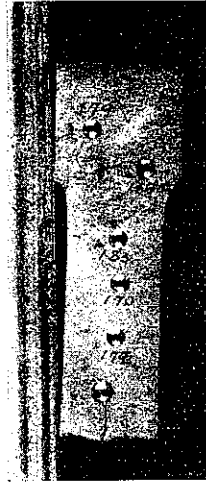
第 3 節 同湯を以て製作せる試験片と鐵管より切り取りたる試験片の強さ

第 1 節に於ては試験片の大いさと強さとの關係第 2 節にては鐵管から切り取つた試験片の強さに就て述べましたが、之等に用ひた熔鉄の間には何等關係なく單に個々の性質に就てのみ調べたものであります。更に同湯を用ひ試験片として鑄造したものの強さと鐵管自體より切り取つた試験片の強さとの關係を調べるため第 42 表に示せる配合による甲、乙兩高級鑄鐵管及普通鑄鐵管に就て抗張並に抗折試験を

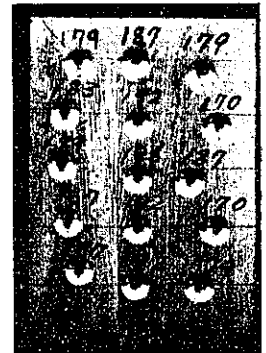
(2) 第 41 表 II の鐵管



(3) 第 41 表 III の鐵管



(4) 第 41 表 IV の鐵管



第 42 表 鉄の配合及鑄造體並之と同湯を以て製作したる鐵管

品名	種類	配合	標準硬度	管径及製法	鑄造条件
乙	高級鑄鐵管 同鉄	軟山 - 40%	18.75% (B)	500 <sup>2</sup> - 1本	32% 3.88 11.5 30.36 20 44 14 B=2本
		バーン - 40%		300 - 2	
		道草鉄 - 12%		100 - 3	
	甲種 高級鑄鐵管 同鉄	軟山 - 53%	25.0% (A)	600 - 1本	32% 3.88 11.5 30.36 20 44 14 B=2本
		道草鉄 - 32%		300 - 2	
		銅片 - 15%		100 - 3	
普通鑄鐵管 同鉄	軟山 - 50%	12.5% (C)	600 - 1	32% 3.88 11.5 30.36 20 44 14 B=2本	
	バーン - 30%		300 - 2		
	道草鉄 - 20%		100 - 3		
甲	高級鑄鐵管 同鉄	軟山 - 30%	17.5% (C)	200 - 3	30% 4.88 13.25 30.36 20 44 14 B=1本
		バーン - 25%		450 - 2	
		道草鉄 - 15%		600 - 2	
	乙種 高級鑄鐵管 同鉄	軟山 - 40%	18.75% (B)	200 - 2	30% 4.88 13.25 30.36 20 44 14 B=1本
		道草鉄 - 15%		450 - 2	
		銅片 - 10%		800 - 1	
甲種 高級鑄鐵管 同鉄	軟山 - 40%	25.0% (A)	200 - 2	30% 4.88 13.25 30.36 20 44 14 B=1本	
	道草鉄 - 10%		450 - 2		
	銅片 - 35%		800 - 1		

第 43 表 試験片に依る抗張試験成績表 (於甲工場)

(試験片寸上後25%)

試験片寸上後25%	抗張力 (% <sub>mm<sup>2</sup></sub> )				
	33 mm	36 mm	40 mm	45 mm	53 mm
抗張力 12.5% (C)	16.46	17.55	16.55	13.75	—
	15.80	17.15	14.55	13.40	—
	—	—	—	—	—
平均	16.20	17.35	14.55	13.37	—
抗張力 18.75% (B)	25.50	22.90	23.70	22.80	20.80
	24.40	24.10	20.30	18.65	18.50
	25.40	24.30	23.10	—	16.85
平均	23.90	24.50	23.20	21.10	21.36
抗張力 25.0% (A)	24.80	23.90	22.60	21.00	18.35
	24.60	30.10	33.16	30.00	22.29
	31.00	31.30	—	28.50	—
平均	32.10	26.10	29.70	26.50	18.10
平均	30.90	29.65	29.95	28.30	20.96

第44表 試験片に依る抗張試験成績表 (於乙工場)

(試験片仕上径25耗)

Table with columns for pipe diameter (33mm, 36mm, 40mm, 45mm, 55mm) and tensile strength (% of nominal) for different pipe types (A, B, C).

第45表 甲種高級鑄鐵管抗張試験成績表 (於甲工場)

原料配合: 兼=浦 釜石 道具鉄 鋼片 滿庵鉄 (40%, 10%, 15%, 33%, 4%)

Table with columns for pipe diameter (200mm, 450mm), pipe type (2, 8-6, 11-1), and tensile strength (kg, % of nominal).

第46表 乙種高級鑄鐵管抗張試験成績表 (於甲工場)

原料配合: パン 釜石 兼二浦 道具鉄 鋼片 (40%, 15%, 15%, 20%, 10%)

Table with columns for pipe diameter (200mm, 450mm), pipe type (2, 8, 11), and tensile strength (kg, % of nominal).

第47表 普通鑄鐵管抗張試験成績表 (於甲工場)

原料配合: パン 釜石 兼二浦 道具鉄 (30%, 25%, 15%, 30%)

Table with columns for pipe diameter (200mm, 450mm), pipe type (2, 8, 11), and tensile strength (kg, % of nominal).

第48表 甲種高級鑄鐵管抗張試驗成績表  
(於乙工場)

原料配合

鞍山 道具鉄 鋼片 粒素鉄 滿徳鉄  
53% 15% 32% 0.677% 0.0%

管径 mm	管号	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	管径 mm	管号	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>
100	1	96 x 9.5	1460	16.00	300	3	1005 x 10.0	1820	17.35
		96 x 9.5	1370	15.46			118 x 10.7	2820	20.27
		97 x 9.5	1790	20.13			1075 x 10.9	2270	19.90
		97 x 9.5	1450	16.79			1011 x 10.7	2120	19.62
		98 x 10.5	1680	16.40			1000 x 10.75	2150	20.00
		98 x 9.5	1890	16.60			1000 x 10.15	2300	22.65
		99 x 10.5	1720	16.80			1101 x 11.6	2220	17.46
		99 x 9.5	1850	16.05			1111 x 10.8	2640	23.00
		99 x 9.5	1550	16.30			1076 x 10.25	2300	22.00
		99 x 9.5	1620	18.76			1115 x 12.1	2400	17.22
		100 x 10.0	1700	19.00			1111 x 10.5	2100	18.70
		99 x 10.8	2120	20.37			115 x 12.0	2190	18.07
		98 x 9.0	1110	17.35			平均	平均	17.95
		80 x 5.2	1170	17.85			157 x 14.5	4150	18.00
		82 x 5.3	1350	17.75			1645 x 10.7	4650	21.60
		100 x 10.0	1740	17.40			1611 x 10.28	4600	18.80
		平均		17.32			1618 x 10.8	3610	17.20
		300	3	1075 x 12.5			2750	21.10	182 x 12.3
110 x 11.1	2780			22.80	180 x 11.3	4710	21.90		
1075 x 12.5	2770			19.75	160 x 10.0	5610	21.20		
1075 x 10.5	2970			18.28	163 x 12.2	5330	17.00		
110 x 10.5	2900			20.70	157 x 12.85	3390	22.60		
103 x 10.3	2740			21.10	130 x 10.4	4000	18.52		
110 x 11.5	2750			23.32	132 x 12.5	3320	18.55		
					1435 x 10.75	4800	20.27		
					平均	平均	17.53		

第49表 乙種高級鑄鐵管抗張試驗成績表  
(於乙工場)

原料配合

鞍山 道具鉄 鋼片  
40% 40% 12% 8%

管径 mm	管号	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	管径 mm	管号	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>
100	7-1	95 x 9.4	1000	11.20	平均	7-6	1276 x 10.1	1850	12.09
		85 x 8.5	840	11.62			122 x 10.25	2420	13.93
		105 x 11.0	1670	13.60			120 x 10.26	2000	11.58
		98 x 10.6	1480	14.80			125 x 12.0	1870	12.45
		98 x 9.5	1220	14.30			132 x 10.5	2540	14.25
		100 x 10.0	1620	14.20			115 x 11.0	2200	13.08
		92 x 9.0	1120	13.50			平均	平均	17.53
		92 x 9.2	1120	13.08			102 x 10.8	4050	11.25
		92 x 10.0	1450	15.76			102 x 10.9	4310	12.50
		90 x 9.5	1090	12.75			102 x 10.6	4230	12.50
		106 x 11.6	1680	14.90			100 x 10.2	3600	12.63
		88 x 8.8	1280	14.83			105 x 10.5	4000	12.20
		102 x 11.0	1450	14.70			100 x 10.0	4620	12.20
		105 x 10.0	1960	18.70			102 x 10.5	4240	12.20
		106 x 11.6	1630	15.00			105 x 12.0	4510	7.220
		100 x 10.0	1300	13.00			100 x 10.7	4660	12.82
		100 x 9.5	1290	13.60			100 x 10.5	4000	12.86
		平均		14.12			106 x 10.6	4620	12.15
300	7-3	135 x 13.5	2620	19.44	100 x 10.5	4620	12.15		
		118 x 10.5	1830	13.37	100 x 10.5	4520	12.66		
		135 x 13.5	2600	14.00	100 x 10.5	4370	12.23		
		120 x 11.5	1800	12.22	100 x 10.5	4400	12.72		
		135 x 13.5	2420	13.52	100 x 10.5	4760	12.86		
		135 x 13.5	2420	13.52	100 x 10.5	4200	13.10		
		136 x 13.3	2160	13.69	100 x 10.5	4200	12.35		
		135 x 13.5	2560	14.16	100 x 10.5	4620	12.74		
		135 x 13.5	2900	15.56	平均	平均	12.67		

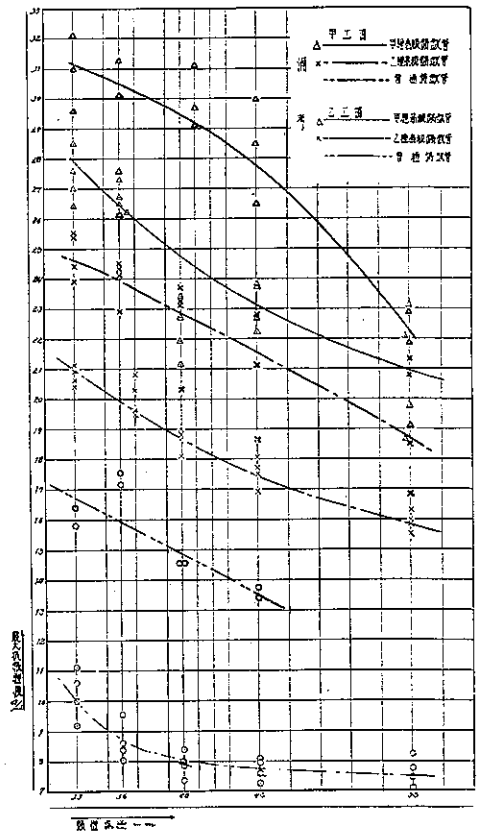
第50表 普通鑄鐵管抗張試驗成績表  
(於乙工場)

原料配合

鞍山 ハーソ 道具鉄  
50% 30% 20%

管径 mm	管号	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	管径 mm	管号	断面寸法 mm x mm	最大荷重 kg	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>		
100	1	110 x 11.2	1710	12.77	300	3	1625 x 12.1	3700	13.32		
		100 x 10.5	1600	13.35			166 x 16.3	3090	14.10		
		100 x 11.0	1300	10.65			167 x 17.1	3690	12.60		
		110 x 11.5	1610	12.72			1675 x 16.2	3850	12.37		
		110 x 11.6	1600	12.75			149 x 15.3	2800	12.28		
		110 x 11.3	1570	12.63			160 x 16.75	3230	13.68		
		106 x 10.2	1350	12.50			1475 x 12.25	4730	13.95		
		108 x 11.0	1590	12.60			平均	平均	12.97		
		110 x 11.5	1660	12.95			200 x 20.3	4750	11.70		
		115 x 12.0	1660	12.57			205 x 20.8	4800	11.32		
		100 x 10.0	1460	14.45			178 x 20.6	5000	12.25		
		113 x 11.9	1730	12.76			200 x 20.0	4700	10.25		
		110 x 11.0	1670	13.80			178 x 20.2	4400	11.75		
		平均		13.43			200 x 20.5	4520	11.03		
		300	3	142 x 14.7			2830	13.55	213 x 20.8	4910	11.10
				147 x 15.8			2600	11.18	204 x 20.2	5060	12.64
				160 x 19.0			3200	11.10	220 x 21.2	5010	10.75
				160 x 17.6			3370	11.71	218 x 21.6	4920	10.54
161 x 17.4	3230			11.54	204 x 21.0	5850	12.94				
152 x 15.5	3050			12.94	215 x 21.5	5300	11.66				
163 x 16.9	4100			14.72	200 x 20.5	4980	12.15				
162 x 16.5	3720			11.10	平均	平均	11.56				

第22圖 鑄造管径と抗張強度との關係  
(第43表及び44表より)





行いました。

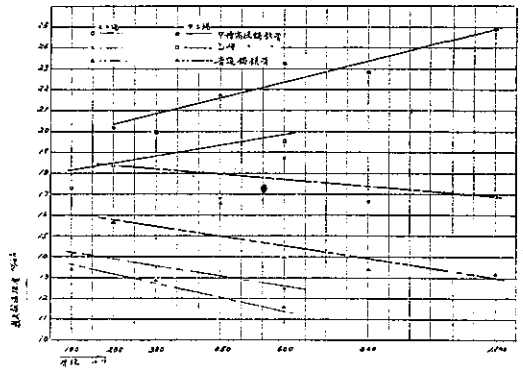
1. 抗張試験

同湯を用ひ徑 33, 36, 40, 45 及 55 mm の鑄造體及び各種徑の鐵管を鑄造し、鑄造體からは 25 mm 徑の試験片を仕上げ鐵管からは矩形片を切り取り黒皮のままのものを試験に供しました。

試験片の強さは第 43 表, 第 44 表並に第 22 圖の通りで鑄造體徑と強度との關係は多少第 1 節のものとは變化の狀況は異つてゐますが徑を増すと共に強度を減じてゐるのは同様であります。

次に鐵管から切り取つたものゝ強さは第 45 表乃至第 50 表及び第 23 圖の如く甲種高級鑄鐵管は管徑を増すと共に強度を増し乙種高級鑄鐵管は大體變化なく普通鑄鐵管は管徑を増すと共に減少してゐます。以上の如く試験片の強度は鑄造體徑によつて強度を異にし管實體より切り取つたものは管徑に依つて強度を異にして居りますから試験片として鑄造したものゝ強度が鐵管自體の強度を示す様にするには管徑に應じて異なる寸法の試験片を鑄造する必要があります。

第 23 圖 管徑と抗張強度との關係(第 45~50 表より)



けれども實際問題としては各種管徑に應じて鑄造體徑を變化せしむる事は極めて煩雜でありますから、出來得る限り少い鑄造體を以て各種管徑の強度を比較的正確に知る様にするのが便利と考へます。

今前記の結果を基として試験片の仕上げ徑を 25 mm とする場合鐵管自體と同一強度を示す鑄造體徑を求めて見ます、これは各徑毎に求む可きですが、煩雜を避けるためには各徑の管を代表する管徑を定むる必要があります。

第 22 圖に於て甲種高級鑄鐵管は管徑を増すに従ひ強度を増して居ますが、乙工場のもが甲工場のものより弱くなつてゐるのは小管に就て試験した爲 管厚薄く爲に薄板試験となつたと原料配合上滿備は簡単に挿入出來ますが、珪素は高溫度にて挿入困難なため小管には所要量の珪素が含有せられなかつた爲であらうと考へられます。

従つて製作に注意さへすれば大管同様の強度が得られるものと考へられますから 甲種高級鑄鐵管の試験に際しては大管、小管の區別する必要なく口径 1100 mm を以て各種管徑の強度を代表せしむることとし、乙種高級鑄鐵管に於ては大體管徑に依つて變化なく何れの徑のものを選ぶも大差ないと考へられますから 200 mm を以つて代表せしむることとし、普通鑄鐵管は管徑を増すと反對に強度が減少しますから大管と小管とを區別して試験しなければならぬと考へられ、その區分點は便宜上管厚によるものとし水道協會規格のものは最大厚は約 40 mm でありますから之を 2 分し 20 mm 厚にて區分するが適當で即ち管徑 600 mm 以上、500 mm 以下のものに就て試験すればよいと考へられます。

依つて今 500 mm 及び 1250 mm を以て代表せしむることに致します。

次に以上の代表管の實際強度を第 23 圖に求め之と同一強度を有する鑄造體及試験

片の寸法を第 22 圖の夫々に對應する線に依り求めその平均値をとりますと第 51 表の様になります。

第 51 表

種 類	試験片鑄込徑	試験片徑
甲種高級鑄鐵管	50	25
乙種高級鑄鐵管	50	25
普通鑄鐵管(600 mm 以上)	45	25
普通鑄鐵管(500 mm 以下)	30	25

3. 抗折試験

第2節と同様の形状の試験片を鐵管より切り取り抗折試験を致しました結果は第52表乃至第57表の通りであります、之を圖示すれば第24圖の如く大體抗張力と同様の傾向を示してありますがその變化は抗張力程大ではありません。

第52表 甲種高級鑄鐵管抗折試験成績表(於乙工場) (第48表と同一鐵管より切り取りしもの)

Table with columns for pipe size, test number, and bending strength results. Includes sub-headers for '断面寸法' and '抗折力'. Rows are grouped by diameter (100, 300, 600).

第53表 乙種高級鑄鐵管の抗折試験成績表(於乙工場) (第49表と同一鐵管より切り取りしもの)

Table with columns for pipe size, test number, and bending strength results. Includes sub-headers for '断面寸法' and '抗折力'. Rows are grouped by diameter (100, 300, 600).

第54表 普通鑄鐵管の抗折試験成績表(於乙工場) (第50表と同一鐵管より切り取りしもの)

Table with columns for pipe size, test number, and bending strength results. Includes sub-headers for '断面寸法' and '抗折力'. Rows are grouped by diameter (100, 300, 600).

第55表 甲種高級鑄鐵管の抗折試験成績表(於甲工場) (第45表と同一鐵管より切り取りしもの)

Table with columns for pipe size, test number, and bending strength results. Includes sub-headers for '断面寸法' and '抗折力'. Rows are grouped by diameter (200, 450, 1100).

第 56 表 乙種高級鑄鐵管の抗折試験成績表 (於甲工場)

(第 46 表と同一鑄管より切り取りしもの)

寸法	管径	断面寸法	最大荷重	抗折力	管径	断面寸法	最大荷重	抗折力
2	400	200	300	12.5	6	200	300	12.5
		200	300	12.5		200	300	12.5
		200	300	12.5		200	300	12.5
		200	300	12.5		200	300	12.5
		200	300	12.5		200	300	12.5
		200	300	12.5		200	300	12.5
	500	250	350	15.0	8	250	350	15.0
		250	350	15.0		250	350	15.0
		250	350	15.0		250	350	15.0
		250	350	15.0		250	350	15.0
		250	350	15.0		250	350	15.0
		250	350	15.0		250	350	15.0
600	500	300	400	17.5	10	300	400	17.5
		300	400	17.5		300	400	17.5
		300	400	17.5		300	400	17.5
		300	400	17.5		300	400	17.5
		300	400	17.5		300	400	17.5
		300	400	17.5		300	400	17.5
	700	350	450	20.0	12	350	450	20.0
		350	450	20.0		350	450	20.0
		350	450	20.0		350	450	20.0
		350	450	20.0		350	450	20.0
		350	450	20.0		350	450	20.0
		350	450	20.0		350	450	20.0

表中抗張力は抗折力と訂正

第 4 節 抗張打撃試験

鐵管は水壓以外に衝撃に對する抵抗を必要と致しますから抗張力, 抗折力のみによつて鐵管自體の許容應力を定むることは出来ません。

即ち水壓を受けた上更に衝撃を受けた際充分に之に抵抗するだけの強さを有する事が必要であります, 之には單純な抗張力, 抗折力の試験のみでは不充分で更に出來得る限り鐵管が實際に受くる力の狀況と類似の方法を以て試験することが必要で之には抗張打撃試験が適當であると考えます。本試験に使用した名古屋市囑託井口博士考案の井口式抗張打撃試験機は第 25 圖の通りで, 試験片(徑 15 mm, 長 200 mm)を一定の力で引つ張り之に一定の重量のものを一定の高さより落下し破壊するまでの落下回数を以て其の強さを表はすもので一般衝撃試験と同様打撃回数を知つて材料の強度を比較するのであります。

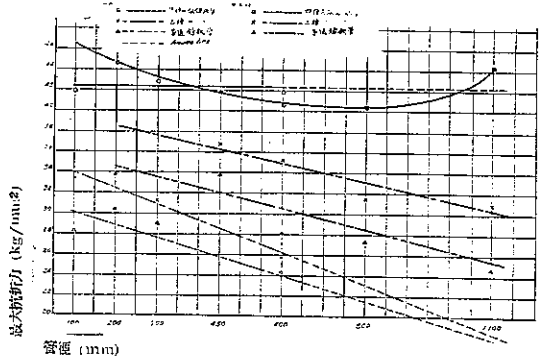
さて本機を用ひて甲, 乙兩高級鑄鐵管及普通鑄鐵管用の 3 種の熔銑を用ひ 33, 36, 40, 45 mm 徑の丸型棒

第 57 表 普通鑄鐵管の抗折試験成績表 (於甲工場)

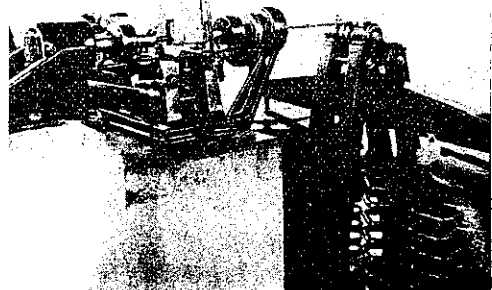
(第 47 表と同一鑄管より切り取りしもの)

寸法	管径	断面寸法	最大荷重	抗折力	寸法	管径	断面寸法	最大荷重	抗折力
2	200	100	150	6.0	6	100	150	6.0	
		100	150	6.0		100	150	6.0	
		100	150	6.0		100	150	6.0	
		100	150	6.0		100	150	6.0	
		100	150	6.0		100	150	6.0	
		100	150	6.0		100	150	6.0	
	300	150	225	9.0	8	150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
4	300	150	225	9.0	10	150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
		150	225	9.0		150	225	9.0	
	450	200	300	12.5	12	200	300	12.5	
		200	300	12.5		200	300	12.5	
		200	300	12.5		200	300	12.5	
		200	300	12.5		200	300	12.5	
		200	300	12.5		200	300	12.5	
		200	300	12.5		200	300	12.5	

第 24 圖 管徑と抗折強度との關係



第 25 圖 井口式抗張打撃試験機



を鑄込み之より 15 mm 徑の試験片を仕上げ試験を行ひました。而して打撃力は次の様に定めました。

即ち普通鑄鐵管の規格抗張力は  $1.25 \text{ kg/mm}^2$  で管厚計算の場合には許容應力として  $2.5 \text{ kg/mm}^2$  を用ひてゐますから  $2.5 \text{ kg/mm}^2$  以上の張力を受くるに至つたときに打撃回数が急に減ずる様に打撃のエネルギーを定め尙甲乙兩種の高級鑄鐵管に於てもやはり實際に外部より受くる衝撃力は普通鑄鐵管と同様と考へられますから之等に對しても前記の打撃力を用ひました。

其の結果は第 26 圖に示す通りで ABC 線は打撃數が急に變化する點を連結したものでこの點を甲、乙兩高級鑄鐵管に就て求めますと次の如くであります。

甲種高級鑄鐵管(鑄造體徑 33 mm)  $5 \text{ kg/mm}^2$   
乙種 " " " " )  $3 \text{ "}$

即ち普通鑄鐵管の許容應張力が正當なるものであれば各種高級鑄鐵管の許容應張力としては前記の數字を用ふる事が適當と考へます。而して反復衝擊に對する安全度は打撃回数を以て比較することが出来ます。

尙甲種高級鑄鐵管では打撃回数は大であります但し他のものは打撃數も少く破壊しますから、此點から見て前比較數字以上のあまり大きな許容應張力を取ることはよくないと考へます。

水道協會型高級鑄鐵管は甲種に屬するもので許容應張力として  $4 \text{ kg/mm}^2$  を用ひてゐますからこの張力を受けた時の破壊打撃數は第 26 圖から 33 mm 徑の鑄造體では約 1000 回となり相當強靱性を有し安全なものと考へます。

尙 15, 20, 25, 30  $\text{kg/mm}^2$  の抗張強度を有する材料を 33 mm 徑に鑄造し試験しました結果は第 27 圖の如く大體前記のものと同じ結果となりました。

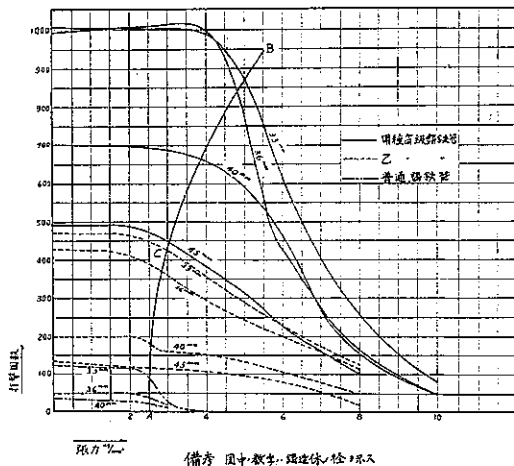
### 第 5 節 顯微鏡試驗

鑄鐵は同じ化學成分を有しながら其の成品は全く性質を異にする場合がありますから一層よくその性質を知るためには顯微鏡組織を調べる必要があります。

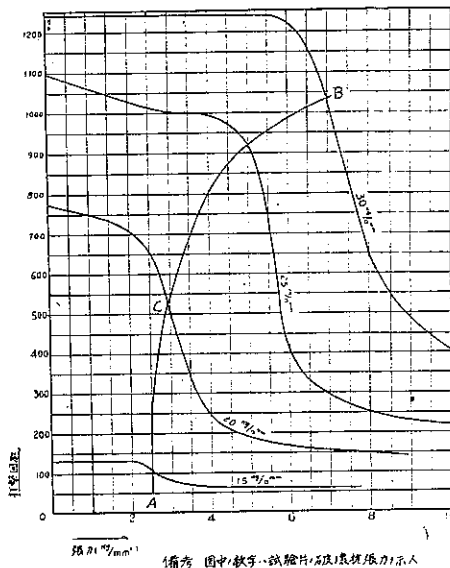
本顯微鏡試験は鑄鐵管の一般的組織を知るために試験體の表面を磨きピクリン酸溶液(ピクリン酸 5% のアルコール飽和溶液)で腐蝕し金屬顯微鏡を以て檢視し鐵と他元素との結合状態を見る方法を採用しました。

さて各成分が組織に現はれる一般的の形は次の様であります。即ち鐵が少しも不純物を含有しない場合は極めて單純な結晶をなし只其の結晶の結合が見られるだけであります。鑄鐵は 2 種の炭素と珪素、滿脛及磷を多量に含有し炭素の一部は游離炭素即ち黒鉛で單純な形をなしてゐますが他の諸成分は鐵又は他の元素と結合して存在します。

第 26 圖 抗張打撃試験成績圖(其の 1, 於乙工場)



第 27 圖 抗張打撃試験成績圖(其の 2, 於乙工場)



炭素の一部は炭化鐵或は炭化鐵と滿侖との複化合物となり、硫黄は硫化滿侖又は硫化鐵となり磷は磷酸鹽となり鐵と化合してゐます。

而して之等の化合物は顯微鏡にて適當の大いさに擴大すれば容易に見出すことが出来ますが珪素と鐵との化合物は今日の處尙明かに見出すことは困難であります。

次に鑄鐵に現はれる組織の名稱は大體次の様であります

graphite : 黒鉛(遊離炭素)	kish : 遊離炭素(極めて大なるもの)
annealing carbon : 遊離炭素(極めて細かき黒鉛)	ferrite : 純鐵
cementite : 結合炭素 ( $Fe_3C$ )	austenite : $\gamma$ 鐵と結合炭素との固熔體
martensite : $\alpha$ 鐵と結合炭素との固熔體	troostite : martensite が sorbeite に變化しつゝあるもの
sorbeite : troostite が pearlite に變化したもの	
pearlite : cementite と ferrite が密接に機械的に結合せるもの	

以上の如き多種の組織を有し之が顯微鏡試験の方法も多種ありますが本試験は前述の如くピクリン酸溶液による腐蝕を以て一般的組織を調べ其の有する機械的性質の參考に供したのであります。

即ち試験片の強度はその鑄造寸法と仕上寸法により異り鐵管實體の強度を示すためには相當大なる鑄造體を必要とすることは既に述べた通りであります。更に之を檢鏡結果と比較しました處之等の判断の正しい事が證されました。

以下之等檢鏡の結果を寫眞と對稱して述べて見ます。

### 1. 甲, 乙兩工場の管の一般組織

第 28 圖 乙工場 1250 mm 鐵管

ピクリン酸溶液により腐蝕 倍率 約 66 倍



第 29 圖 甲工場 1250 mm 鐵管

ピクリン酸溶液により腐蝕 倍率 約 66 倍



以上 2 寫眞中黒色の長く不定形をなせるものは黒鉛で諸所に散在する白色は磷であります。

鼠色はフェーライトとセメンタイトの緻密な混合層即ちパーライトで更に此のパーライト組織を精確に見るために倍率を約 225 倍にしたものは次の第 30 圖及び第 31 圖で外側及び中央を檢視したものであります。

第 30 圖及び第 31 圖を比較しますと黒鉛は前者より後者の方が大であります。フェーライトは前者の方が多くパーライトの目も粗大であります。寫眞中黒色の太き線状のものは黒鉛で指紋状部分はパーライトでその中の黒色の細きものはセメンタイトにて之と層をなす白線はフェーライトであります。

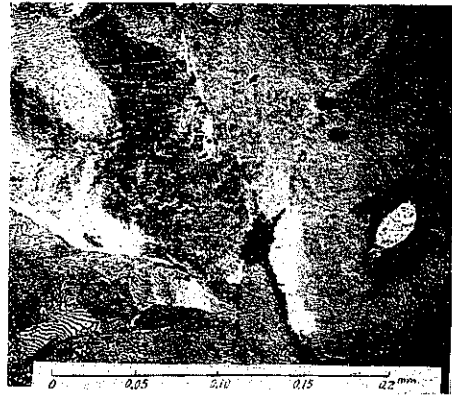
第 30 圖 1.250 mm 管の外側に近きもの  
(第 28 圖の擴大)

ピクリン酸にて腐蝕す 倍率 約 225 倍



第 31 圖 1.250 mm 管の中央部  
(第 29 圖の擴大)

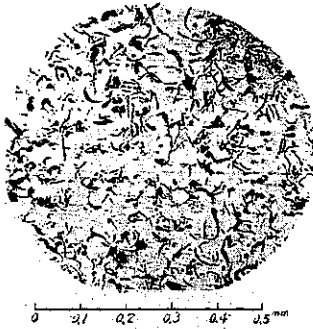
ピクリン酸にて腐蝕 倍率 約 225 倍



2. 水道協會型普通鑄鐵管と高級鑄鐵管の比較

第 32 圖 高級鑄鐵管

腐蝕せず 倍率 約 60 倍  
黒鉛の分布細く環狀をなす



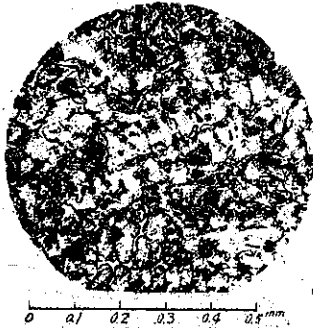
第 33 圖 普通鑄鐵管

腐蝕せず 倍率 約 60 倍  
黒鉛は太き線をなし其の量大なり



第 34 圖 高級鑄鐵管

第 32 圖をピクリン酸にて腐蝕 倍率 約 60 倍  
パーライト及び磷の存在が認めらる



第 35 圖 普通鑄鐵管

第 33 圖をピクリン酸にて腐蝕 倍率 約 60 倍



以上 4 個は試験片の組織でありますから之を以て直ちに大管の組織と考へることは出来ません。

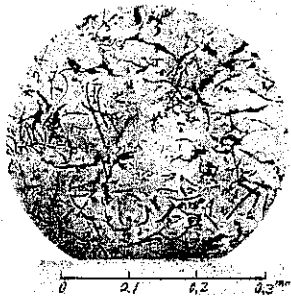
第 36 圖 高級鑄鐵管

ピクリン酸にて腐蝕  
倍率約 270 倍  
パーライト組織を示す



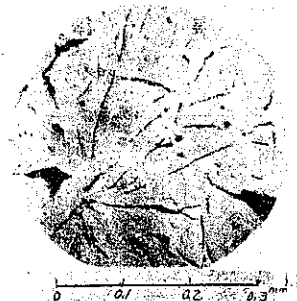
第 37 圖 徑 31 mm 丸棒の粗材

抗張力 24.46 kg/mm<sup>2</sup>  
倍率約 90 倍



第 38 圖 72×36 mm 矩形粗材

抗張力 16.23 kg/mm<sup>2</sup>  
倍率約 90 倍



### 3. 試験片の形状寸法の變化に依る組織の相違

同材料を以て徑 31 mm の丸棒及び 36×72 mm の矩形試験片を鑄造し檢視したものは第 37, 38 圖の如くで、之に依りますと丸棒は黒鉛の形状小さく、角型のは黒鉛の形状大きく所々に穴の様な場所があります。

これから見ても鑄造の寸法及び形状が如何にその性質に影響するかが分ります。尙抗張力に於ても大なる相違が認められ鐵管と同一強度を表はす様な鑄造體及び仕上寸法を見出すことが必要であります。

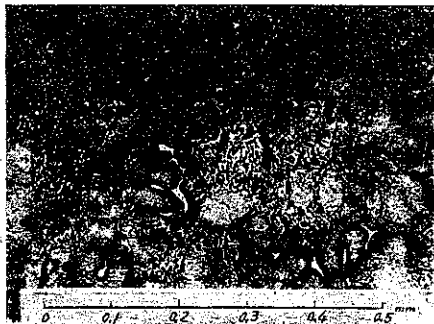
### 4. 第 19 表, 第 20 表試験(普通鑄鐵管用)に於ける試験片の組織と同湯の鐵管の組織

本試験は第 19 表及第 20 表試験を終つた徑 36~66 mm の鑄造體の中心部を檢鏡せるもので以下の寫眞並に説明に見る如く組織の變化は抗張試験の結果と一致し如何に冷却速度の影響が大なるかが分ります、又鑄造體の徑 60~66 mm のものゝ組織と管實體の組織とは甚だ類似してゐるのが見られます。之から見ても管と同等の強度を有する鑄造體の大きさを推定することが出来、大管のみに就ては大體前節の結果と一致して居ます。

#### (1) 甲工場に於ける試験片

第 39 圖 鑄造體徑 36 mm

ピクリン酸にて腐蝕 倍率約 90 倍  
黒鉛は普通の鑄鐵の如く線狀をなさずソルバイト組織をなす、之は急冷の結果なり



第 40 圖 鑄造體徑 42 mm

ピクリン酸にて腐蝕 倍率約 90 倍  
黒鉛は微細に分布し長き線狀をなさず地質には緻密なるパーライトとソルバイトが残存す



而して鐵管の中央部のみを考へ表皮の組織を考へないことは鐵管を弱く考へることになります。鐵管斷面積と表皮の割合は鑄造體斷面積と其の表皮の割合に較ぶれば著しく小さいものでありますから其の影響は少ないものと考へられます。

尙本試験は大管の組織と比較したものでありますがこの結果から現在の鑄鐵管規格の試験片の寸法では薄管の場合のみで大管を代表することは出来ないこととなります。

第 41 圖 鑄造體徑 48 mm  
ピクリン酸により腐蝕 倍率約 90 倍  
黒鉛は次第に發達し線狀をなす



第 42 圖 鑄造體徑 60 mm  
ピクリン酸にて腐蝕 倍率約 90 倍  
黒鉛發達し大鐵管の如き組織をなす



第 43 圖 鑄造體徑 66 mm  
ピクリン酸にて腐蝕す 倍率約 90 倍  
徑 60 mm の場合と同様大鐵管の管厚中心に於けると同様の組織を有す



## (2) 乙工場に於ける試験片

第 44 圖 鑄造體徑 36 mm  
ピクリン酸にて腐蝕 倍率約 90 倍  
甲工場のものゝ如く亞共晶はなけれども微細なる黒鉛及びパーライトより成る



第 45 圖 鑄造體徑 42 mm  
ピクリン酸にて腐蝕 倍率約 90 倍  
36 mm 徑のものより黒鉛大となり鐵管表皮の組織と類似す





第 46 圖 鑄造體徑 48 mm

ピクリン酸にて腐蝕 倍率 約 90 倍  
 黒鉛は全く線状となり鐵管表皮より 5~6 mm  
 の部分の組織に相當す。



第 47 圖 鑄造體徑 60 mm

ピクリン酸にて腐蝕 倍率 約 90 倍  
 黒鉛狀況は鐵管表皮より 8~9 mm の部分の  
 組織に相當す。



(3) 第 20 表 乙工場の試験片と同湯を以つて試作せる厚さ 36 mm (内徑 1250 mm) の鐵管の顯微鏡組織

第 48 圖 内面近くの組織

ピクリン酸により腐蝕 倍率 約 75 倍  
 鑄造體徑 60 mm 及び 66 mm の組織に類似す。



第 49 圖 中心部の組織

ピクリン酸にて腐蝕 倍率 約 75 倍  
 鑄造體徑 60 mm 及び 66 mm の組織に類似す。



### 5. 口徑 1250 mm 鐵管の表皮より中心迄の組織の變化

本試験材料は第 40 表に示せる 1250 mm 管に就き管厚の各部を檢鏡したもので其の結果は以下に示せる寫眞並に其の説明の通りで鐵管の外部より内部に至る間の變化を見ますに (I) の試験のものの表皮は特別な組織を有しパーライト以外に相當の廣さの白色の部分が出来てゐます之は機が入つた結果 マルテンサイトの結晶が残存したのではないと思はれます。之は高級鑄鐵管の強度を増すに特に考へねばならぬことで、之がために硅素の量を加減したり或は鑄型を或る程度まで加熱して作業する等の方法を講じてゐます。

かゝる變化は外皮から 1.5~20 mm までとそれより内部に進むに連れ次第に小さな黒鉛を生じ 6~7 mm では全く中心部と大差なく非常に大なる組織に變化しました。之等の點から考へますと 鐵管に於ては外皮の影響は大したことなく厚 36 mm 中僅かに表皮から 3 mm 位迄が變化してゐるに過ぎません。(II), (III), (IV) の試験のものの檢鏡結果も大體同様な傾向を示してゐます。

以下寫眞説明中、表皮とは鐵管内外面の鑄肌を云ひ外皮とは鐵管外部の鑄肌、内皮とは鐵管内部の鑄肌を示してゐます。

## (1) 第41表(I)の檢驗試驗(1250mm管より切り取りたるもの)

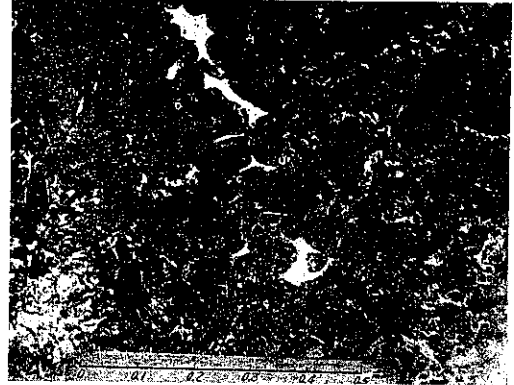
第50圖 外皮 倍率約75倍

パーライト質以外の白色の部分は焼が入つたためマルテンサイトが残存せるものならん。

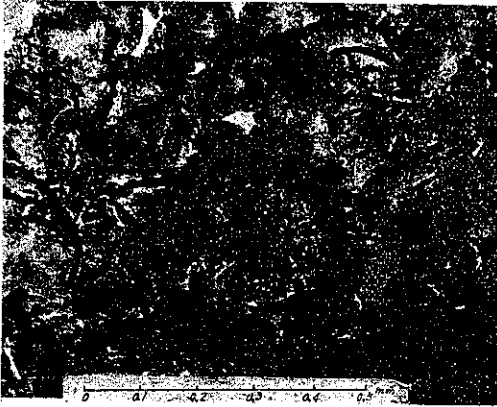


第51圖 外皮より1.5mm 倍率約75倍

第50圖の如き組織なく比較的小さき黒鉛とパーライトに區分せらる。中央部の數ヶ所の白點は隣にして外皮より1.5mm乃至2.0mmに至れば隣の結晶表はる。



第52圖 外皮より6mm 倍率約75倍



第53圖 中心部 倍率約75倍

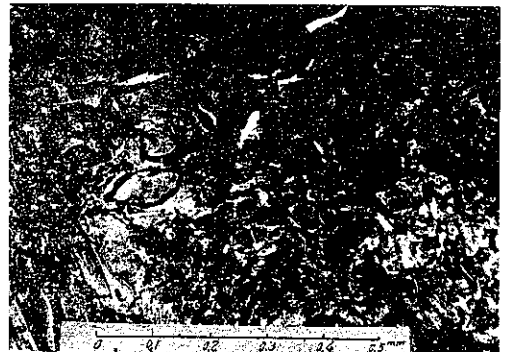
次第に組織は粗となり黒鉛は太長き線状をなし全面を横切り試験片と甚だ相違す。



第54圖 内皮より7mm 倍率約75倍



第55圖 内皮より2mm 倍率約75倍



第56圖 内皮 倍率約75倍



第57圖 Sulphur printing  
 硫黄の分布状態を抽出したるものにして  
 中央に於て多量なり。



## (2) 第41表(II)の檢驗試驗

第58圖 表皮の一部 倍率約60倍



第59圖 表皮より2mm 倍率約60倍



第60圖 表皮より8mm 倍率約60倍



第61圖 中心部 倍率約60倍



第 62 圖 表皮の一部 倍率約 330 倍



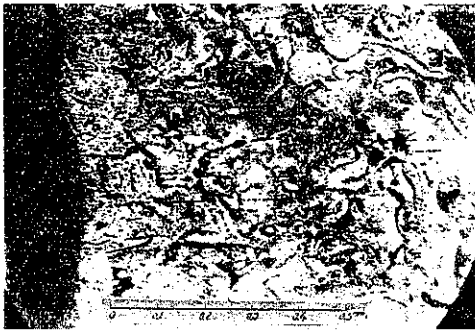
第 63 圖 中心部 倍率約 200 倍



第 62 圖及び第 63 圖はパーライトの状態を見る爲に 330 倍及び 200 倍にして調べたるもので表皮より中心に於てパーライトの目小さく、むしろパーライト質としては良好の様であります。

(3) 第 41 表 (III) の検鏡試験

第 64 圖 外皮 倍率約 60 倍



第 65 圖 外皮より 7mm 倍率約 60 倍



第 66 圖 中心 倍率約 60 倍



第 67 圖 内皮より 3mm 倍率約 60 倍



第 68 圖 内皮 倍率約 60 倍



第 69 圖 内皮 倍率約 60 倍



(4) 第 41 表 (IV) の檢鏡試験

第 70 圖 外皮 倍率約 60 倍



第 71 圖 外皮より 1.5 mm 倍率約 60 倍



第 72 圖 外皮より 4.5 mm 倍率約 60 倍



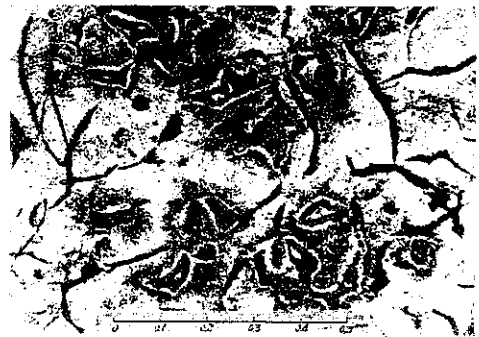
第 73 圖 外皮より 8 mm 倍率約 60 倍



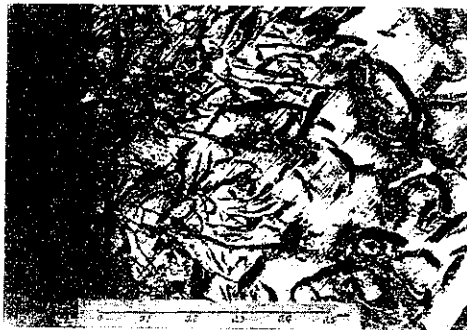
第74圖 中心 倍率約60倍



第75圖 内皮より8mm 倍率約60倍



第76圖 内皮 倍率約60倍



第77圖 Sulphur printing



## 第6節 原料の配合と強さ

### 1. 原料

#### (イ) 種別

現在鑄鐵管製造に使用する銑鐵は

釜石銑(砂型, 金型), 鞍山銑(砂型, 金型), 兼二浦銑(多硅質),  
バーン銑(砂型, 金型), タター銑(砂型, 金型)

で之等の適當量に更に鋼片と廢管を加へて居ります。

以上各銑の特徴を申しますと釜石銑は特に風銑鐵中に多量の磷を含有し鑄鐵管の成分に利用し得る點も多く鞍山鐵は砂型のものには多量に硅素を含む場合もありまして多硅質の原料を必要とする場合に屢々使用せられます。兼二浦は多量の硅素を必要とする場合に特に必要で此の銑は常時製煉せらるるものでないから量少く常に市場に求むることは困難なためあまり使用せられません。

印度バーン銑は大體鞍山銑と同様で時には多硅質のものもあり、又印度タター銑はバーン銑と大差ありません。

#### (ロ) 成分

前記の成分はその特徴を表すものですが其の他の成分は大同小異で大體次の範圍内にある様であります。

全炭素	硅素	滿侖	磷	硫黃
3.0~4.0%	1.0~2.5%	0.5~1.0%	0.1~0.4%	0.03~0.06%

一般に銑鐵の成分は製鍊所の分析表を基として居りますが更に其の成分を確める爲に行ひました分析の結果は第58表の通りであります。

第 58 表 各種鑄鐵の分析結果 (%)

種別	全炭素	硅素	硫黄	磷	酒倦
鞍山 <sup>3</sup>	3.501	2.284	0.046	0.0986	1.240
釜石 <sup>3</sup>	4.188	1.911	0.027	0.3854	0.942
バーン <sup>1</sup>	4.278	2.082	0.050	0.1521	1.368
バーン <sup>2</sup>	3.811	1.828	0.026	0.1338	1.185
99- <sup>4</sup>	4.391	1.443	0.048	0.2381	1.277

以上の結果によれば鞍山<sup>3</sup>は砂型のため硅素多くバーン<sup>1</sup>は特に多硅質の鉄鑄であります。

尙釜石<sup>3</sup>が特に他に比し磷分の多いのは釜石の原鑄が最も多量の磷分を含むためと思はれます。

(ハ) 溶解用炭

大阪瓦斯株式會社製炭の分析の結果は硫黄 0.4078%, 灰分 9.9933% となりましたが此の程度の硫黄は支障なきものと考へます。

2. 大徑鑄鐵管の成分と機械的性質

原料配合の割合及び成品の成分が管の機械的性質に及ぼす影響を調査致しました。

第 59 表 大徑管の化學成分と機械的性質(其の 1)

原料配合割合  
釜石 30% 鞍山 20% ハーン 20% 道具鉄 20% 鋼片 10%

成品の化學成分

鑄造番号	全炭素(%)	硅素(%)	酒倦(%)	磷(%)	硫黄(%)
1	3.70	1.32	1.17	0.187	0.067
2	3.80	1.10	1.05	0.252	0.060
3	3.77	1.15	1.07	0.207	0.067

試験片、最大抗張力  
試験片 30 粒 筋込 18 粒 仕上 9 粒

鑄造番号	最大抗張力 $\text{kg}/\text{mm}^2$					平均
1	18.60	18.72	18.70	20.47	20.10	20.26
2	22.45	19.60	18.57	18.26	18.56	19.51
3	20.50	20.34	20.60	22.41	21.62	21.15

抗折試験 支間 600 mm

管径	断面寸法(mm) 最大荷重(kg) 撓度(mm)					平均
	断面寸法	最大荷重	撓度	断面寸法	最大荷重	
1	断面寸法	50x260	50x255	50x250	50x250	50x250
	最大荷重	2410	1980	1830	1770	1820
	撓度	13.0	12.5	12.0	11.0	11.0
2	断面寸法	50x260	50x250	50x240	50x230	50x220
	最大荷重	1430	1340	1450	1500	1480
	撓度	12.0	14.0	13.5	14.0	14.0
3	断面寸法	50x260	50x250	50x240	50x230	50x225
	最大荷重	1410	1400	1470	1505	1450
	撓度	14.2	15.0	15.2	15.2	14.97

第 60 表 大徑管の化學成分と機械的性質(其の 2)

原料配合割合  
釜石 70% 道具鉄 25% 鋼片 5%

成品の化學成分 (%)

游離炭素	全炭素	硅素	酒倦	磷	硫黄
3.02	3.62	1.580	1.030	0.130	0.050

抗張力 (鋼線片筋込寸法 36 粒)

番号	25x5 粒(mm)	最大荷重(kg)	撓度(mm)
1	25.00	8600	17.5
2	25.04	8750	17.3
3	25.08	8700	17.6
4	24.95	8600	17.4
5	24.94	8150	18.8
6	24.94	8800	18.1
平均		8768	17.7

抗折試験 (支間 600 mm)

番号	断面寸法	最大荷重(kg)	撓度(mm)
1	25x50	1080	11.0
2	"	1080	12.0
3	"	1150	10.0
4	"	1110	11.0
5	"	1180	11.0
6	"	1160	10.0
平均		1123	10.8

之等の結果を個々に就て述べますと第 59 表にては大體全炭素 3.8%, 硅素 1.3%, 磷 0.26%, 硫黄 0.067% でその強度は抗張力平均 20  $\text{kg}/\text{mm}^2$ , 抗折力 1200~1400 kg (支間 600 mm), 撓度約 13 mm を示し普通鑄鐵管としては申分のない成分と考へます。

第 60 表にては炭素中、游離炭素と全炭素との割合は比較的良好で唯磷の特に多いのは釜石鉄を主としたことに起因するものであります。

第 61 表によれば、總體的には普通鑄鐵としては立派なものと思はれ第 62 表に依れば鑄造番號 1 のものは鑄造番號 2 のものに比し全炭素、磷、硫黄の含有量は少きに拘らず強度は總體的に低下して居ります。

之によつて單に成分のみにては鑄鐵の性質を強めるものではない事が分ります。

以上數回の分析試験と強度試験の結果に依れば鋼片 10% を配合して其の強度は相當増加しましたが化學成分には左程の變化はありませんでした。

従つて化学成分に於ても強度に於ても更に良質のものを得やうとするには更に良質の原料を用ふるか或は鋼片

第 61 表 大徑管の化學成分と機械的性質 (其の 3 於甲工場)

第1 原料配合

金屑	パーン	パーン	道長鉄	鋼屑
40%	20%	10%	20%	10%

化學成分(%)

鑄造番号	全炭素	硅素	滿佗	磷	硫黄
1	3.907	0.900	0.022	0.234	0.029
2	3.763	1.399	0.022	0.208	0.012

機械試験

鑄造番号	直徑取鉄 最大直徑(φ)	直徑取鉄		速度(---)
		前直徑(φ)	最大重量(Kg)	
1	19.92	25.5x27.5	1.270	0.2
2	19.93	25.5x27.5	1.220	0.0

第2 原料配合

金屑	パーン	パーン	道長鉄	鋼屑	矽石工屑
12%	12%	12%	12%	12%	

化學成分(%)

鑄造番号	全炭素	硅素	滿佗	磷	硫黄
1	3.904	1.137	0.022	0.192	0.037
2	3.992	1.305	0.023	0.235	0.025

機械試験

鑄造番号	直徑取鉄 最大直徑(φ)	直徑取鉄		速度(---)
		前直徑(φ)	最大重量(Kg)	
1	16.93	22.0x22.5	1.075	1.0
2	21.20	22.5x22.5	1.060	1.5

第3 原料配合(%)

金屑	矽石	パーン	道長鉄	鋼屑
1	19	27	27	19
2	19	27	27	19

化學成分(%)

鑄造番号	全炭素	硅素	滿佗	磷	硫黄
1	3.551	1.194	1.205	0.212	0.005
2	3.685	1.167	1.135	0.207	0.001

機械試験

鑄造番号	直徑取鉄 最大直徑(φ)	直徑取鉄		速度(---)
		前直徑(φ)	最大重量(Kg)	
1	25.19	1.175	2.350	0
2	25.23	2.95	1.940	0

機械試験

鑄造番号	前直徑(φ)	最大重量(Kg)	速度(---)
1	50.0x24.5	1.200	1.10
2	50.0x24.5	1.300	1.30

第 62 表 大徑管の化學成分と機械的性質 (其の 4 於甲工場)

原料配合(%)

鑄造番号	矽石	矽石	パーン	パーン	道長鉄	鋼屑
1	40		20	10	20	10
2	20	20		30	20	10

化學成分(%)

鑄造番号	全炭素	硅素	滿佗	磷	硫黄
1	3.525	1.257	0.9666	0.216	0.040
2	3.818	1.256	0.9010	0.300	0.055

抗張試験

鑄造番号	仕上径(mm)	径36mm=鋼径70mm	
		最大荷重(tg)	最大引張力(%)
1	25.01	10.650	21.25
2	25.07	12.860	26.10

抗折試験

鑄造番号	断面寸法(mm×mm)	支間 600mm	
		最大荷重(tg)	撓度(mm)
1	50.0x24.5	1.200	1.10
2	50.0x24.5	1.300	1.30

を多量に配合するより外ありません。然るに鋼片が多量に入りますと其の溶解温度を増し、冷却に於ける湯足を短縮し製作を困難ならしめます、要するに現在の普通鑄鐵管より以上高級なる成品を得るには炭素の含有量を 3.0% 以下に低下せしむる必要があります。

現在の高級鑄鐵管は普通鑄鐵管と大差なき鑄造方法に依つてゐますから今高級鑄鐵管を semi steel pipe の意味でなく普通鑄鐵管より幾分炭素を減じ現在の溶解爐で製作し得る範圍内で強度の大な組織の均一なものであると

しますと之に適當と思はれる成分は大體第 63 表に於ける如く 2 種であります。

更に之等は管の大きさ厚さ等により種々變化せしむる必要があります。

3. 鑄鐵管に及ぼす磷の影響

磷は常に鑄鐵中に存在し其の量は微量(痕跡より 3~4% まで)でその量の如何は種々の點に於て鑄鐵管の性質に影響を與へますが甲乙 2 工場に於ける實驗の結果は次の通りであります。

(1) 試料採取方法

鋼屑 12% を配合した抗張強度 22 kg/mm<sup>2</sup>、磷含有量 0.269% の高級鑄鐵管用熔銑 40 kx を小取鍋に取り更に之に 20% の燐鐵を投入し丸鐵にて攪拌し充分溶解したる後鑄込んだものを使用し燐鐵を投入せざるものも同様攪拌して鑄込んだものを使用しました。鑄造體の大きさは徑 32 mm、長 400 mm で焼型にて、縦注ぎとし上部を抗張に下部を衝擊試験に供し抗張片の断面に就てブリネル硬度を測定しました、又抗折試験片は 25×50×650 mm

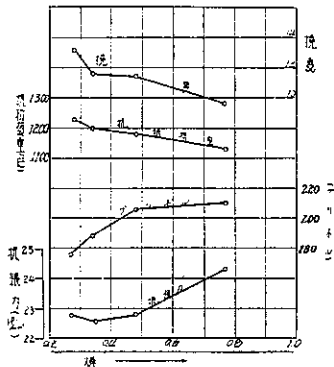
第 63 表

	全炭素	硅素	滿佗	磷	硫黄
1.	4.0 以下	2.5~1.0	1.0~0.5	0.45 以下	0.1 以下
2.	3.5 以下	1.5 以下	1.0 以下	0.45 以下	0.09 以下



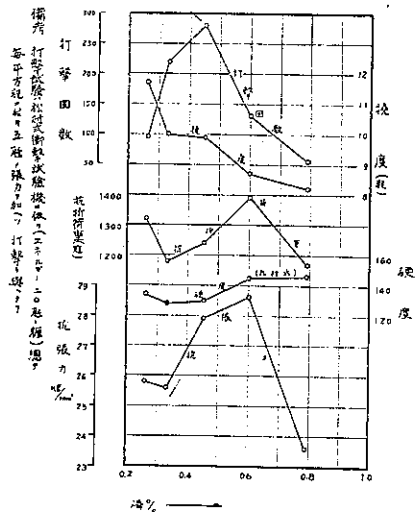
第 64 表 燐含有量と鑄鐵の機械的性質との關係

行	化学成分 (%)				抗張力		抗折試験		行
	炭素	錳	燐	硫	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
1	3.30	1.22	0.02	0.007	22.0	1.23	174	17.7	17.7
2	3.30	1.20	0.022	0.007	22.5	1.20	160	17.7	17.7
3	3.30	1.21	0.020	0.007	22.7	1.19	160	17.7	17.7
4	3.27	1.22	0.021	0.007	24.2	1.19	159	17.0	17.2



第 65 表 燐含有量と鑄鐵の機械的性質との關係

試験番号	化学成分 (%)				抗張力 kg/cm <sup>2</sup>	抗折試験		行
	炭素	錳	燐	硫		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
1	2.55	0.19	0.05	0.026	22.0	1.31	22.7	7.6
2	3.11	1.20	0.024	0.007	22.2	1.18	20.0	7.7
3	3.11	1.04	0.02	0.005	22.5	1.23	21.2	7.7
4	3.07	1.26	0.02	0.007	22.2	1.19	19.1	7.7
5	3.07	1.16	0.02	0.007	22.7	1.22	19.1	7.7



を焼型にて横注ぎとしたものであります。

(2) 試験方法

抗張試験片は前記の鑄造體を徑 25 mm に仕上げ抗折試験片は鑄造體の上型面を上支點距離を 600 mm とし黒皮のまま行ひ衝撃試験は松村式 30 ton 萬能試験機を用ひました。

(3) 結果

試験の結果は第 64 表及第 65 表の如くで之のみの結果によれば燐の含有量 0.45% 以下なれば製作上並に機械的性質に悪影響がないと考へます。(第 1 編終)