

論 說 報 告

土木學會誌 第十四卷第二號 昭和三年四月

水道用鑄鐵管の接合方法に就て

會員 工學士 小 野 基 樹

On Joints of Cast-Iron Water Pipes.

By Motoki Ono, C.E., Member.

内 容 梗 概

水道用標準鑄鐵管内徑 4'~24' の各種のものを 2 本宛接合して實用水壓を保ちつつ其の接合部を試験機に依り屈撓せしめ或は反覆之を屈撓せしめ各撓度に應ずる漏水量を精密に測定し尙接合部破壊の状況を精査し最後に夫等の實績を基礎とし外力に對し屈撓し易くして漏水を少なからしむる接合方法に就て攻究せるものなり。

Synopsis

This paper presents the results of tests made on pipe joints. The pipes used for the tests ranged from 4 to 24 in. of the standard form. Two pipes of each kind were joined, and while under full working pressure were subjected to bending and counter-bending in a testing machine. The amount of leakage produced was carefully measured, and the modes of fracture accurately observed. Based on the results thus obtained, studies have been made on methods of minimizing leakages, when acted on by external forces after being put to service.

目 次

1. 緒 言	1
2. 鑄鐵管破損の原因に關する考察	2
3. 實驗の方法	3
4. 實驗の成績	5
5. 結 論	10

1. 緒 言

鑄鐵管は獨り我邦水道のみならず世界各國の水道用配水管として甚だ博く使用せらるゝに

至り、殊に都會は勿論農村に於ても水道普及の顯著なる現下の趨勢より推すときは、大多數の人類は其の萬般の用途に充つる良水を鑄鐵管に依りて導き來りて生計を營んで居ると稱しても敢て過言では無いのである。

斯様に鑄鐵管の使命は重要なるものであるが、抑も鑄鐵管が上水導引の目的を完全に遂ぐる爲には之を最も適當なる方法に依つて堅實に接合しなければならないのである、従つて鑄鐵管接合方法を研究し之を改善進歩せしむることは實に緊切缺く可からざる問題であると云ふことは言を俟たないのである、然るに従來其の方面の研究は比較的閑却せられ只永年の慣行を踏襲するに止まり、實驗の成績等を發表せられたるものを殆んど見ることが出來ぬのは誠に遺憾至極の次第である、翻つて既往の經驗に倣するに鑄鐵管に頻々として起る故障は殆んど大部分は接合箇所其の缺陷を見出すの状態であるから従來慣行の接合方法に就ては尙研究改善を爲すの餘地が多々存することを認めざるを得ないのである、之即ち今回鑄鐵管接合方法に關する實驗上の研究を爲さんとしたる所以であつて、其の實驗の方法及成績等に就ては逐次以下に述ぶることゝなす。

因に従來我邦に於て一般的に使用せられ居る鑄鐵管は大正 3 年 10 月上水協議會に於て決定せられたる標準型であつて、其の後右標準型は米突單位に改正の必要上大正 14 年 10 月上水協議會に於て別の標準型に改正せられたるも、現今未だ之を博く使用するの運びに至らぬ故此の實驗に於ては舊標準承口及挿口型を採りて之を行ふことにしたのである。

2. 鑄鐵管破損の原因に關する考察

鑄鐵管は一旦地下に埋設せらるゝや内部水壓の増減あるを除くの外は常に靜止の状態に置かれてある様に見做されるのである、而して既設鐵管は水壓の増減のみに依りて破損を生ずるが如きことは殆んど皆無と云ふて宜しいのであつて、夫れは云ふ迄もなく實際に使用する鐵管は其の内部に起るべき最高水壓の約 2 倍の試験水壓にて検査し之に合格せるものを採用し、尙強度の安全率の如きも約 5 乃至 6 を採用し居る關係上内壓が破損の直接原因となることは到底想像し得られないのである。上述の如く果して内壓が鐵管破損の直接原因とならずとせば靜止の状態に安置せられたるものが破損すると云ふことは理論上甚だ不可解の次第であるが、實際問題としては地下に埋設せられたる鐵管は終始靜止の状態にあらずして、絶えず地盤の動搖の影響を蒙りて或は震動し或は屈撓するが如き作用を受けつゝあるのである、而して地盤の動搖は何に起因するやと云ふに大凡次の 4 種の現象に歸着するものと考へらるゝのである。

1. 地震
2. 路上に重量物の通過
3. 地盤の沈下

4. 附近地下埋設物の掘返しに依る側壓

以上 4 種に就て簡短に述べれば

(1) 地震 稀に起る現象であつて地盤の急激なる動搖に伴ひ地下の鐵管線路を衝撃的に屈曲せしむる如き作用を與ふる特殊の性質を有す。

(2) 路上に重量物の通過 鐵管線路が主として路面下に位置せる關係上、重量自動車等の疾走に依り直接其の影響を蒙り特に地盤軟弱の箇所にて其の影響著しく其の性質は稍 (1) と類似す。

(3) 地盤の沈下 地質の軟弱なる箇所には免かれざる現象にて殊に街路に在りては鐵管の埋設しある直上に他の埋設物の掘上げ土を推積する場合は頻繁に起り、不均衡なる重量に依り地盤に沈下を來し其の中に埋藏せらるゝ鐵管線路は弓なりに下方に屈曲を生ずるに至り、其の性質は (1) 及 (2) と異り徐々に影響を及ぼす。

(4) 附近地下埋設物の掘り返しに依る側壓 街路に在りては多數の地下埋設物の掘返し作業が頻繁に行はるゝは止むを得ざる處であつて、鐵管線路の側方が掘鑿せらるゝに當つては勢ひ土壓の爲に側方に押し出さるゝ傾向を生じ、其の結果は線路が左右に屈曲するに至り其の性質は (3) と同じく徐々に影響を及ぼす。

以上の現象は性質上緩急の差はあるが何れも鐵管線路を上下左右に屈撓せしむるが如き作用を與へるのであつて、斯くの如き作用が主として鑄鐵管に對し破損の原因を爲すに至るものと考へらるゝのである。鐵鑄管の一般的接合方法なる承口及挿口型は其の填充材なる鉛の彈性に依り或程度迄屈撓に對する自在性を有して居るのであるから上記の如き外力を受くるも其の接合部は容易に故障を生ぜざるの理であるけれども實驗に徴するに鐵管故障は殆んど凡ての場合に於て其の接合部分に原因を醸して居る様に見做さるゝのである。尤も凡ての物體は何等かの原因で破損する場合には中央部よりも端末が壞れ易いのは當然であつて、鑄鐵管にありても其の 1 本の端末は即ち接合部に該當して居るのであるから上述の現象は蓋し避け得られぬ處であらう。

本實驗は上述の如き外力を豫め接合せる鑄鐵管に對して與へ即ち接合せる鐵管を屈撓せしめて其の撓度と接合箇所の破損狀況との關係を精査し、併せて撓度に伴ひて生ずる漏水量を測定するに重きを置いたのである。因に本實驗に在りては極めて徐々に荷重を増加し緩慢に屈撓せしむる働きを與へたのであるから、衝激性の震動が鑄鐵管の接合部に與ふる様な實驗裝置は容易に之を設備することが出來難い次第であるから、斯くの如き性質の作用に對しては本實驗は單に大體の推定を與ふるに過ぎないのである。

3. 實驗の方法

(イ) 接合 先づ同口径の 2 本の鑄鐵直管(上水協議會型低壓管)を取り來つて一方の挿

口を他方の承口に嵌入し麻及鉛を填充し普通の方法にて接合を爲し、而して承口底と挿口先端と相突き合ふ箇所は其の間隙を次の 3 通りとした。

1. 間隙無し (試験 A と名く)
2. 間隙 $1/4''$ (試験 B と名く)
3. 間隙 $1/2''$ (試験 C と名く)

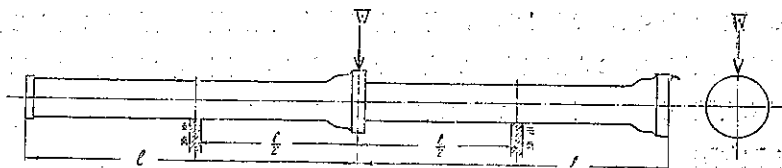
上の如く承口底と挿口先端との間隙 (以下單に間隙と云ふ) を 3 通りと爲したるは此の間隙の程度が接合部の屈撓に對する自在性に大なる影響を及ぼすものと認めたる故である。從來迄は此の間隙を如何程に爲せば適當なるやは殆んど閉却せられた問題であつて、多くの場合は鐵管職工の手加減に任せ勝ちであつた結果或は大に、或は小に、或は全く間隙を存して居らぬ場合も往々實驗したのである、而して右の間隙は上り勾配の線路に鐵管を敷設する場合は小になり易く、之に反し下り勾配の線路に於ては大になり易い傾向をもつて居るのである。

鑄鐵管接合に際しては永年繼續して實地に其の作業に従事して居つた堪能なる熟練職工をして平素實施せると同程度に於て手がしめに依りて極めて注意して接合を爲さしめたり。

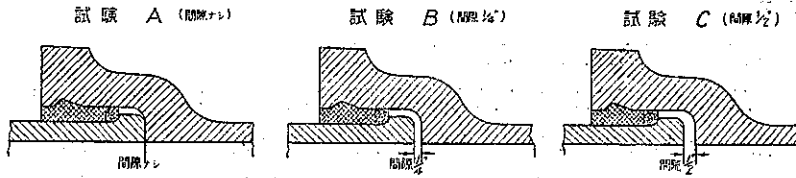
(ロ) 鑄鐵管の兩端末装置 右の如く接合せる 2 本の鑄鐵管の兩端末の一方には帽を被せ水密となし、他の一方には水壓試験機より連絡せる管を結合せる鐵蓋を堅く締め付けたのである。

(ハ) 試験装置 鑄鐵管に屈撓を與ふる試験機は手働注油壓力機 (Koenen machine) であつて、總荷重 30 佛噸迄を與ふる能力を有するものである、而して此の機械の中心線に沿ふて各鐵管の中央を支持する様に枕を置き接合部の中央が上方からピストンの先端にて壓下せらるゝ様に試験鐵管を水平に配置す、尙ピストン先端の下降の尺度が極めて精密に讀み得る様に準備をなした。因に此の機械は土管又は鐵筋混凝土管を破碎する目的のものなる故斯くの如き試験には多少の不便はあつたが、本試験の目的とする荷重と撓度との關係を精密に測定するには何等の支障をも見出さなかつた。(寫眞第一及第一圖試験方法参照)。

第 一 圖
試 験 方 法



接 合 方 法



(二) 漏水の測定 漏水の測定は接合部より漏水の始まりたる瞬間から之を開始し荷重 1 噸宛を増加する毎に 3 分乃至 5 分間同一荷重に静止せしめて、メートル・ガラスに之を受け容れて其の重量を成る可く精密に瓦にて測ることにした。此の漏水量測定中ピストンを静止せしめたる關係から其の測定時間中に荷重が數々減少するの傾向を示し圖表作製上多少の修正を施さねばならぬ事情となつたが、此の點は精密さに於て多少の影響を生じたと思はるゝ遺憾の點であつた。

(ホ) 試験の順序 先づ定位置に 2 本の鑄鐵直管を成る可く水平に据え付け前述の枕の外接合部直下に假りに枕を置き接合を了し、兩端末を覆ひ水を注入し水壓每平方時に付 80 封度を保たしむ(此の壓力は東京市水道配水管の常用水壓である)。次に中央枕を取り去り再び水平を検し接合箇所上部の高さを精密に讀む、次に徐々に荷重を加へ各荷重に應ずるピストン先端の下降の尺度を記帳し漏水が始まりたらば其の量を精密に測定す。荷重が漸次増加するに従ひ鉛の突出及陥入の狀況を寫生し接合箇所に罅裂が生ずるか否かを細心の注意を以て凝視す。

接合部に罅裂を發見したらば試験を中止す、又或程度の撓度以上に達したらば罅裂を生ぜざる以前に試験を中止し接合部の下降せる位置を上下顛倒し再び同様の試験を繰返す。

(ヘ) 試験鐵管の種類 大正 3 年 10 月決定せる上水協議會型低壓にして口徑 4 吋、6 吋、12 吋、14 吋、及 24 吋、耐震型 4 吋及 6 吋(耐震型に就ては後述す)、以上 7 種。

(ト) 試験の時日及場所 大正 14 年 12 月 17 日より同 21 日及大正 15 年 5 月 24 日より同 6 月 3 日の 2 回。

東京市京橋區月島 東京市經理課製管工場に於て施行。

4. 實驗の成績

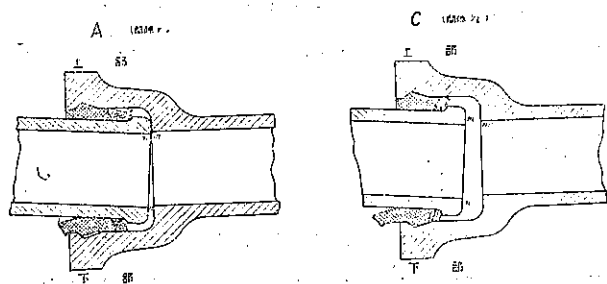
實驗の成績を茲に一々詳述することは徒に煩雜を來し其の要領を諒解し易からざるに依り以下に於ては其の成績を圖表に示し凡て夫れに説明を加ふることにする。圖表は凡て水平軸に荷重を取り、垂直軸に撓度若は漏水量を取り、荷重及撓度の曲線は太線にて現はし、荷重及漏水量の曲線は細線にて現はす。又試験 A(間隙無し)、試験 B(間隙 1/4") 及試験 C(間隙 1/2") 毎に線種を區別し圖表中に記入す、而して本實驗は先づ以上の 3 種の間隙に就て

各特性を比較研究し次で夫等の結果より推して接合部形状等の改善に關する攻究を爲さんとするのである。

(イ) 24 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水

附圖第一は試験 A (間隙無し) と試験 C (間隙 1/2") との 2 種を 1 組として其の實驗の結果を曲線に現はしたもので先づ撓度曲線に就て見るに荷重 17 噸迄は A 及 C 双方共大同小異であるが荷重 17 噸、撓度約 58 耗に達すると試験 A の方は承口上部に罅裂を生じ、(寫眞第二 参照) 夫れ以上の撓度には堪へぬことなり、又試験 C の方は荷重 21 噸、撓度約 91 耗に至るも未だ罅裂を生ぜず夫れより漸次荷重を減ずるの試験を爲したるに荷重を減ずるも撓度は幾何も回復せずして荷重皆無となるも撓度は尙約 80 耗を存して居るの結果となつた、次に漏水曲線に就て見るに試験 A に於ては漏水は荷重 6 噸に始まり 15 噸に至りて皆無となり最大漏水量 10 分間に付 40 滴を示し居るか試験 C に於ては漏水は荷重 9 噸に始まり 14 噸に至り皆無となり最大漏水量は 10 分間に付 140 滴を示して居る、右試験の結果を比較攻究するに撓度に就ては比較的大なる撓度にて罅裂を生ぜざる C (間隙 1/2") の方が A (間隙無し) に比し遙かに優り又漏水に就ては其の最大量に於ては C の方が劣るも漏水の開始より終結に至る範圍に就ては C の方が勝る故に結局漏水に就ては A、C 兩者の間に殆んど優劣の差を見ないと云ふ方が適當であらう、而して漏水量の多少の問題は承口罅裂の問題と比較して重要さが甚だ軽い譯であるから本試験の結果は無論 A (間隙なし) よりも C (間隙 1/2") の方が遙かに優れて居ると斷定せらるゝのである。本實驗を終りたる後屈撓せる接合部の關係位置を精密に調査せるに第二圖 に示す通りで接合に用ひた鉛は上部に於て承口に陥入し下部に於ては突出するの状態を現はす。

第 二 圖
試験後の接合箇所



(ロ) 24 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水

附圖第二は試験 B (間隙 1/4") と試験 C (間隙 1/2") との 2 種を 1 組として實驗の結果を曲線に現はしたもので先づ撓度曲線に就て見るに概して撓度は試験 B より試験 C の方が少く即ち之は B の方が C よりも同じ荷重に對しては

屈撓し易しと云ふことを意味するのである、因に以上の結果は理論上より考ふれば寧ろ反對にて承口中に深く接合せられたる C は B よりも屈撓に對する自在性を有する譯であるが承口深 4 吋に對し B 及 C の差僅に 1/4 吋なる故實驗上多少の不合理的を生ずるは免かれぬ所で

あらう。

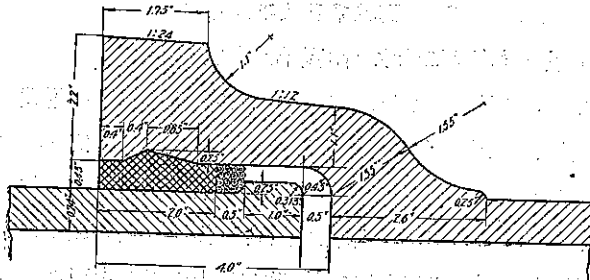
次に試験 B では荷重 16 噸、撓度 105 耗に於て曲線は著しく異状を呈し肉眼にては罅裂を發見し得ざるも此の場合接合部には既に弱點を生じたることを明らかに推察することが出来るのである、之に反し試験 C では前者より遙かに大なる荷重に對しても曲線には何等異状をも呈せず、即ち荷重 20.6 噸、撓度 135 耗迄(附圖第一中荷重 21 噸、撓度 91 耗参照)は抵抗し得て夫れより以上は前述と同様に肉眼にて罅裂を發見し得ざるも曲線の急激なる變化より推察して明らかに接合部に缺點を生じたるものと推察し得るのである。

次に漏水に就て試験 B 及 C の兩者を比較するに次表の如くにして試験 B の方稍勝ると思はるゝも殆んど大同小異である。

種別	漏水開始に對する荷重	漏水終結に對する荷重	同上範圍	最大漏水量(1分間)
試験 B	4.0 噸	16.5 噸	12.5 噸	72 滴
試験 C	4.5 噸	14.0 噸	9.5 噸	92 滴

而して附圖第一に就ても述べたるが如く漏水量の多少の問題は接合部に罅裂等の問題に比して重要さが甚だ軽い譯であるから本試験の結果は勿論試験 C (間隙 1/2") の方が遙かに優れて居ると斷定するを憚らないのである、以上 2 回の試験に於て 24 吋鑄鐵管接合部に對しては間隙 1/2" を最も勝れりと斷定するを得るのであるが此の斷定を一般的のものとして考ふることは些か早計に失する嫌があり尙數回の試験を繰り返して始めて一般的斷定を下すことを得るのであるが試験費用の関係もありて本實驗を數回反覆實施することが出来る事情にあるから以上 2 回の實驗を以て此の口徑の管に對する大凡の斷定を下すに立ち至ることは實に止むを得ぬ次第なのである、尙間隙 1/2" をより大きくする試験に就ては承口深さ及鉛止め位置に制限があるので夫れを變更せぬ限り出來難いのである、其の關係に就ては第三

第三圖 24 吋鑄鐵管接合部斷面圖



圖を見れば大凡判斷せらるゝのであらう。以上の實驗に依つて試験 A (間隙無し) は最も不合理なる接合であることが略判明したから以後各種小口徑の管種に就て其の接合部の實驗を爲すに當つて試験 A は之を省き試験 B (間隙 1/4") 及試験 C (間隙 1/2") の兩者に

就き其の優劣の比較研究を試むることゝす。尙茲に附言すべきは承口深さの關係であるが上水協議會型では次表の通りであるから間隙 1/4" と 1/2" との兩者に對する撓度の關係

口 徑	承 口 深	は 24 吋管に對しては承口の深さが大なる關係上其の影響
4 吋	3 $\frac{1}{2}$ "	少きも、4 吋及 6 吋の小口径管に對して承口深さが小なる關係上其の影響は比較的著しく表はれて來るものと豫想せらるゝのである。
6 吋	3 $\frac{1}{2}$ "	
12 吋	3 $\frac{3}{4}$ "	
14 吋	3 $\frac{3}{4}$ "	
24 吋	4.0"	

(ハ) 4 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水

附圖第三から一般的傾向として大凡次の事柄が判明する。

(a) 試験 C は試験 B に比して同荷重に對し多く屈撓を爲す、換言すれば C の方が屈撓に對する自在性を有す。

(b) 試験 B は荷重 2 噸、撓度 115 耗に達すると寫眞第三の如く承口後部に於て切斷するも試験 C は屈撓自在なる爲破壊するに至らず、因に C に就ては 200 耗以上の撓度は試験の必要少き故中止す。

(c) 漏水の開始及終結に相當する荷重は兩試験共略同じ。

(d) 漏水の最大量は C 試験の方遙かに大である。

以上の結果から判斷するときは 24 吋鑄鐵管に就て述べたと同様に試験 C の方が試験 B よりも勝ることになる。

(ニ) 6 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水 (附圖第四參照)

本試験の結果は前掲 (ハ) と殆んど同様に付説明を省略す。(寫眞第四參照)

(ホ) 12 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水 (附圖第五參照)

本試験の結果も亦前掲 (ハ) と殆んど同様に付説明を省略す、因に試験 C₁ は試験 C に供したる其の儘の管 (接合部に於て約 200 耗の撓度を有し即ち V 状を呈す) を上下顛倒しハ状ならしめて原形に復する迄徐々に荷重を與へ屈撓に對する抵抗と漏水とを調査せしものであつて其の結果は圖表の示す通り屈撓に對する抵抗は豫想外に弱く又漏水も著しく大となり此の顛倒の試験は甚だ成績が宜しくなかつたのである。(寫眞第五及第六參照)

(ヘ) 14 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水 (附圖第六參照)

本試験の結果も亦前掲 (ハ) と殆んど同様に付説明を省略す、因に試験 B₁ 及 C₁ は附圖第五に就て説明したると同様に之を第二回試験と名づけ又試験 C₂ は試験 C₁ に依りハ状のものが原形なる水平に復したるを尙其の儘の位置に於て荷重を零とし漸次に荷重を増加し屈撓に對する抵抗と漏水とを調査せしものであつて之を第三回試験と名づけ其の結果は本圖表上部 C₂ に示す通り荷重約 4 噸、撓度 20 耗迄は屈撓に對し豫想以上の抵抗を現はし即ち試験 B と殆んど同程度にて嘗て一度屈撓せしめた接合とも思へぬ位強力のものであることが判る又漏水に對しても其の荷重及撓度迄は試験 B と殆んど變り無く此の結果は前回 12

種 別	荷重に對する撓度			荷重に對する漏水量 (1 分間)			
	0.5噸	1.0噸	2.0噸	0.5噸	1.0噸	2.0噸	2.5噸
耐震型試験 A.	3.0%	10.0%	50.0%	1.0%	6.0%	0.5%	多量
普通型試験 B.	3.0	5.0	54.0	0.1	0	0.8	0.5%
普通型試験 C.	3.0	13.0	63.0	0	7.0	7.0	多量

荷重に對する撓度並に漏水量に就て特別に耐震型の利益を認められずして本試験に於ても亦耐震型の主要目的とする漏水量を少なからしむる點は普通型試験 B の方が寧ろ勝れることが判明したのである、因に耐震型と普通型とを茲に比較して前者は其の目的とする接合部の震動若は屈撓に依る漏水防止に對し効果少きことを述べたるは僅に試験回数が2回に過ぎず而も同一間隙のものを取りて對照した譯で無いから確實の判断は下し難い次第であり目下他の方面に於て研究中に在る此の耐震型の實験と相俟つて尙將來再び斯くの如き試験をも重ねて實施せんと思ふのである。

5. 結 論

以上各口径の鑄鐵管接合部間隙に關する各種試験に依り大凡次の數項が推定せらるゝのである。

1. 屈撓若は震動作用を受くる鑄鐵管接合部は承口及挿口に皸裂切斷等其の他の故障を生ぜざらしむる爲には兩者の接觸面に相當間隙を存せしむるを要す、而して右目的の爲には屈撓作用に對する抵抗が最も少き試験 C 即ち間隙 1/2" を最も有利とし試験 B 即ち間隙 1/4" 之れに次ぎ試験 A 即ち間隙無しを不利とす。
2. 屈撓若は震動に起因して接合部に漏水を生ずるは免れざる所なるも其の漏水量を最も少なからしむるには接合部接觸面に相當間隙を生ぜしむるを要す、而して試験の結果に依るに其の間隙は大體に於て試験 B 即ち間隙 1/4" を以て最も有利とし、試験 A 即ち間隙無し之に次ぎ試験 C 即ち間隙 1/2" を不利と認むるも其の間に大なる差異は生じない、但し 24 吋管の如き中口径管にありては承口深が増す關係上試験 A と試験 C との間には殆んど差異無く尚口径大となるに従ひて今回は試験を施行し得ざりしも試験 C の方が試験 A より有利の傾向となるものゝ如く推定せらるゝのである。
3. 接合部の屈撓が漸次進行するに従ひ一般に漏水量が増加するも尙撓度が増すときは暫く漏水は停止する範圍が存在し夫れより以上撓度が進行すれば接合部故障に起因して漏水量は激増す。
4. 耐震型(挿口の稍後方に三角溝を附したるもの)は接合部屈撓に對し漏水を少なからしむる爲にはさして有効なるものにあらずと想像せらる。
5. 接合部に反覆屈撓するも即ち震動性の作用を與ふるも接合部の屈撓に對する抵抗及漏

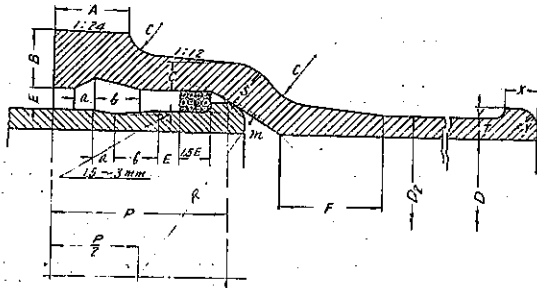
水量は新規接合のものに比しさして劣らずして鉛接合の優良なる特徴を示す。

6. 耐震上の考慮と漏水量を少なからしむる目的を以て承口深さを増加せしむるは屈撓若くは震動作用に對する自在性を失ひ従つて承口及挿口に罅裂等を生ぜしむる因をなすこととなり本實驗の結果より有利ならざるものと推定せらる。

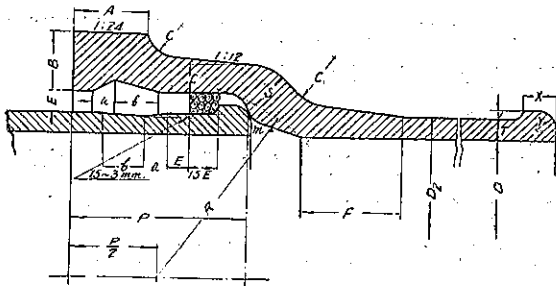
以上の推定は元より各種多數の實驗の結果を綜合したもので無く既述 16 種 8 組の僅かなる回数實驗を基礎となしたるに過ぎないのであるから斷定的のものでは無いと云ふことを特に斷つて置かねばならぬのである、而して前述の推定からして大凡判明する通り承口と挿口との間隙を大にすればする程屈撓に對する抵抗は少くなり従つて震動等に際會しても接合部に罅裂等の故障を生ずるの虞が少くなるが又其の反面に於ては此の間隙を多くする程漏水を増加するの傾向を生じ結局は一利一害と云ふ結果となるのである、然しながら接合部の罅裂と漏水と何れが配水管の全系統に不利益の影響を與ふるかと云へば云ふ迄もなく罅裂が致命的の故障であつて漏水などは其の量の多少にも依るけれども其の影響する處比較的輕微なるものと云ふても差支無いのである、右の様な譯であるからして鑄鐵管接合に當つては其の接合部の罅裂、切斷等を生ぜざるに最も重きを置き漏水は之を輕視する譯ではないが第二位に置くことが妥當である様に考へらるゝのである、即ち承口と挿口との間隙を許す限り大ならしめ屈撓に對する抵抗を成る可く小ならしむるに努むることが適當なる考へ方であらう、最後に一言すべきは若し茲に屈撓が比較的自在にして且漏水を少なからしむる接合方法を攻究し得たならば其れを以て最も理想的のものと云はなければならぬのである、然るに本試驗の施行中屈撓の進行するに伴ひ細心なる注意を以て接合部の罅裂若くは切斷等に到達する時期を窺ふに何れも挿口先端 m (第二圖試驗後の接合箇所参照) が屈撓の爲承口底 m' に突き當りせり合ひをなして其れが原因を爲して罅裂若くは切斷を惹起するに外ならぬのである、之れを確かむる爲に試験後に於て罅裂若くは切斷せる管を接合部分のみ短く切り離して内部より窺ふに何れも m と m' との箇所が堅くせり合ひをなして居ることを發見したのである、之に反し試験 C の如き間隙大なる接合部は屈撓の進行に伴ひ撓度大となるに及んで m が m' に突き當らずして挿口先端 m が承口底の内部に外れ込み其の結果撓度は遙かに大となりたるにも係らず最後迄接合部に罅裂若くは切斷等の現象を呈するに至らないのである、其の狀況は附圖第四及第五の試験 C の曲線に於て此の特徴を表はして居る、即ち其の圖表に依つて見るに C 曲線はある程度より以上の撓度に達すると (附圖第四にありては撓度 90 耗附近附圖第五に在りては撓度 100 耗附近) 荷重がさして増加せざるに撓度は著しく増すの現象を示して居るのである、此の様な實驗の現象から思ひ付いた事柄であるが承口底部を屈撓に依りせり合ひをなさぬ程度迄適當な直線若くは曲線に切り除き而も挿口を承口に挿入するの深さは試験 A 即ち間隙無しと同程度ならしめ大凡第五圖の形狀を保たしむれば屈撓が漸次増す

第五圖 考案せる耐震型鑄鐵管接合部断面圖

A 型 (承口底の部分ヲ直線ニテ切り除キシモノ)



B 型 (承口底の部分ヲ曲線ニテ切り除キシモノ)

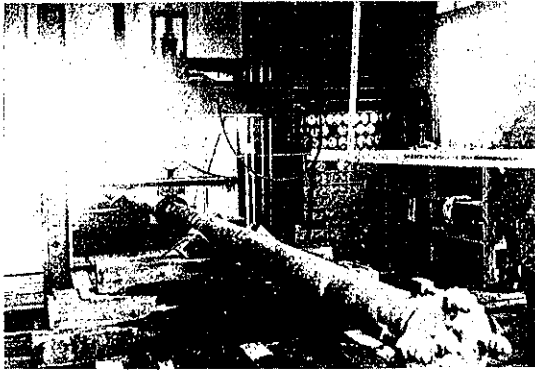


も接合部に罅裂若は切斷等を惹起せしめず且漏水も可及的少量に止めしむることを得る一舉兩得の考案であると思はるゝのである、圖中 A 型は直線状に加工したものであつて之を工作上から考へれば A 型の方が簡短で有利の様に見做される、而して接合部に右の如き加工を爲すの結果其の箇所に凹形の溝を生じ夫れが爲管内に渦巻水流を起し多少摩擦に依る水頭を損失するの影響を生ずるは免かれぬ處である、實は茲に考案せる特殊型承口を有する管を製作し之を接合の上再び本試験の經過を繰り返し其の成績を彼此比較攻究し其の優劣を確むるの必要あることは勿論であるけれども目下經費の關係上此實驗を施行するを得ざるは甚だ遺憾とする處であつて他日機會を得て之が

試験を行ひ其の成績を改めて掲載することにする。

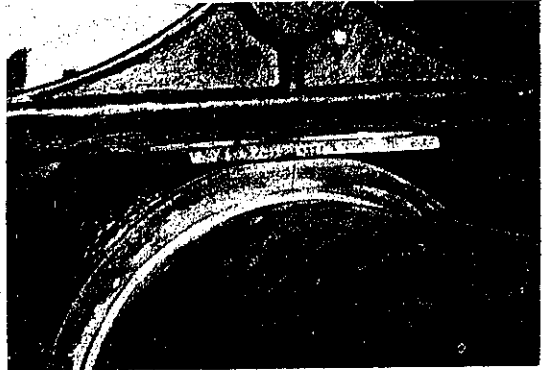
本試験施行に當り元東京市技師佐々木寅三郎君及東京市技手清川雅衛君は終始精密なる測定に就き非常の努力を拂はれ又記録の整理に就ても多大の盡力をせられたることを深く感謝するのである。

寫眞第一



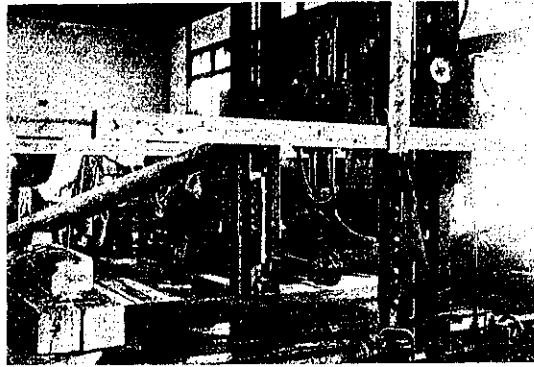
6吋鑄鐵管撓度試驗裝置

寫眞第二



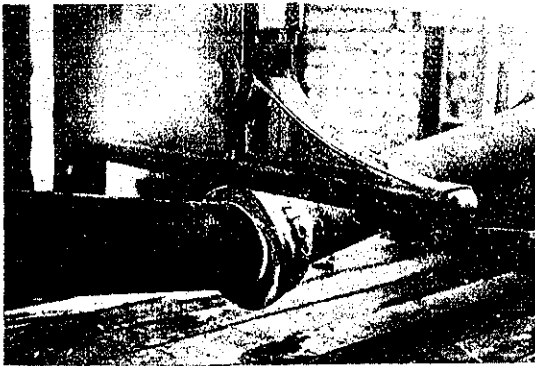
24吋鑄鐵管の承口上部に生じたる罅裂

寫眞第三



4吋鑄鐵管承口の切斷

寫眞第四



6吋鑄鐵管接合部の試験終期に於ける撓度

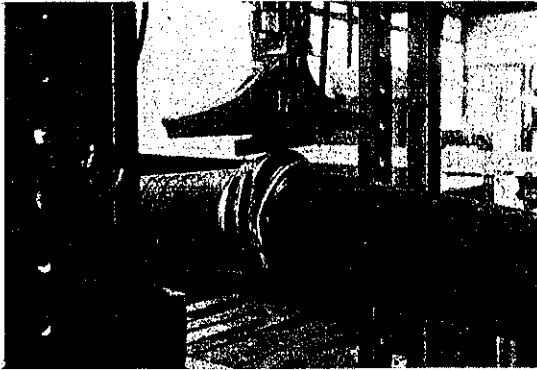
寫眞第五



12吋鑄鐵管接合部撓度試験を始めんとする狀況

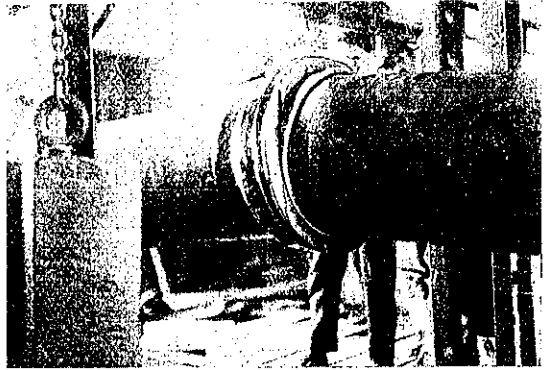
(土木學會誌第十四卷第三號附圖)

寫眞第六



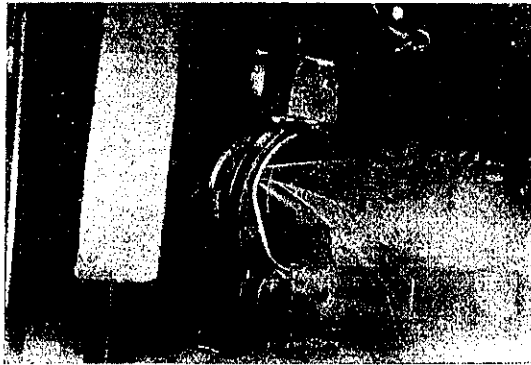
12吋鑄鐵管接合部の第二回撓度試験

寫眞第七



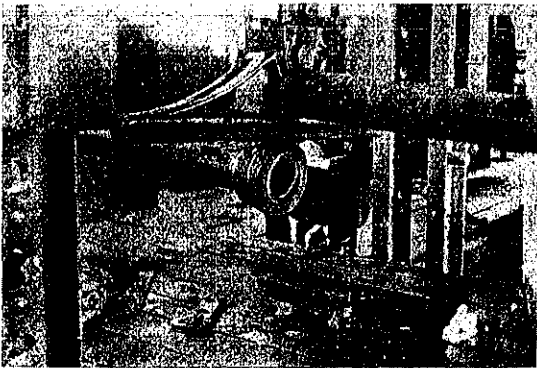
14吋鑄鐵管接合部の第二回撓度試験（試験B）

寫眞第八



14吋鑄鐵管接合部第二回撓度試験に於ける漏水並に鉛突出状況（試験B）

寫眞第九



耐震型4吋鑄鐵管接合部挿口の切斷狀況

寫眞第十

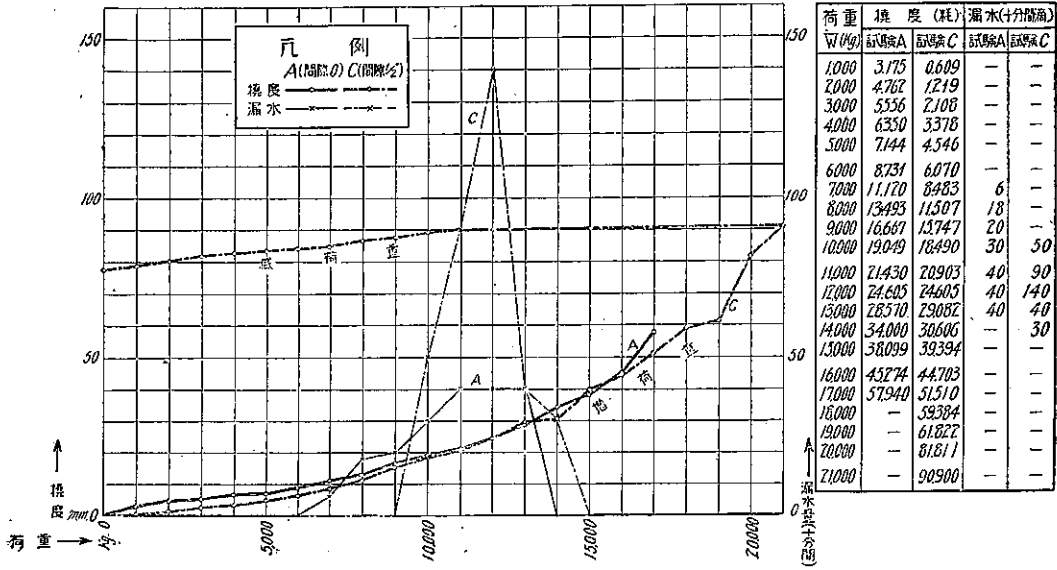


24吋鑄鐵管試験後に於ける接合部鉛の變形（試験A）

（土木學會誌第十四卷第三號附圖）

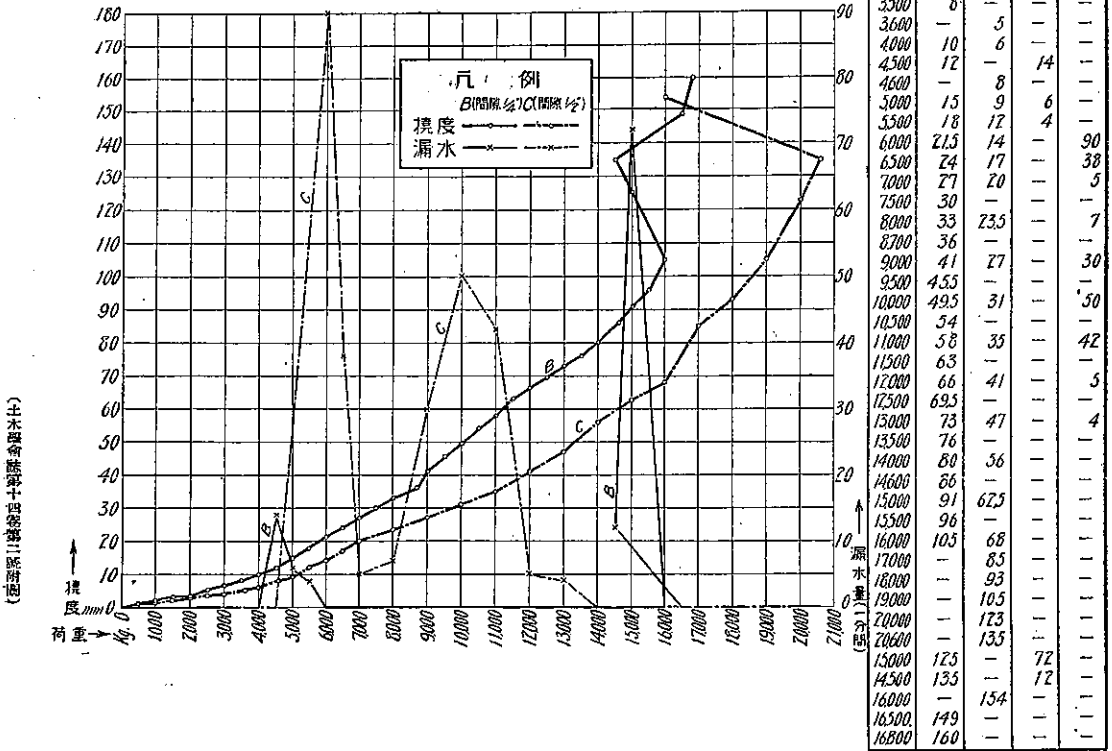
附圖第一 24吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表

大正14年12月17日……同年12月21日實驗



附圖第二 24吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表

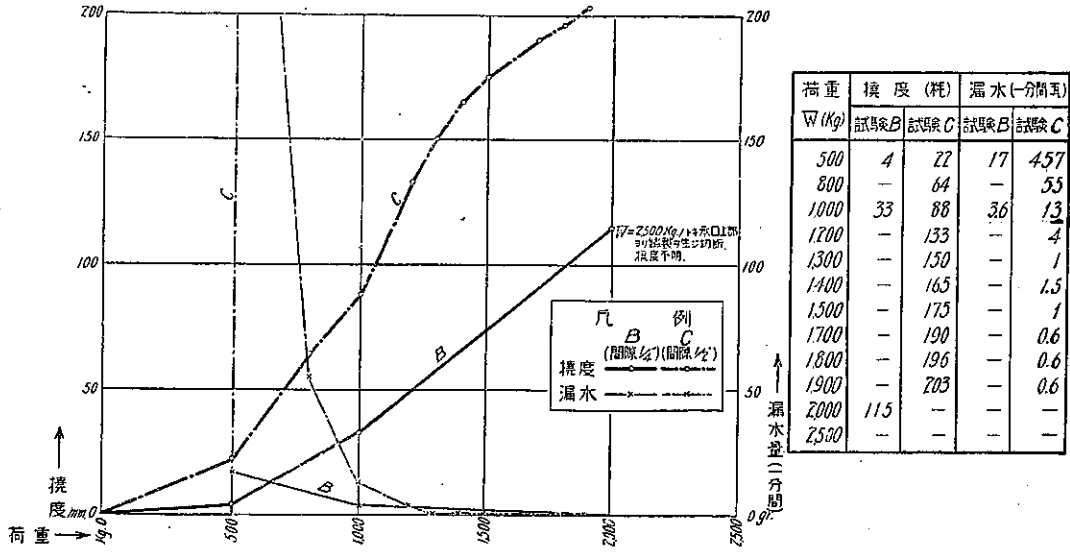
大正15年5月24日……同年6月3日實驗



(土) 本橋本橋第二區附圖

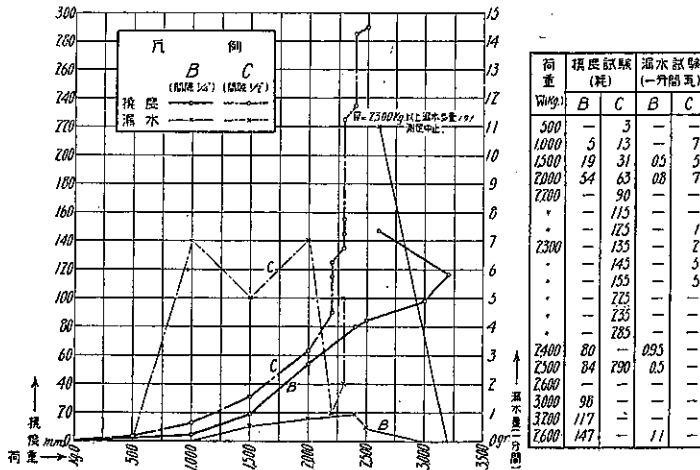
附圖第三 4吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表

大正15年5月24日...同年6月3日實驗



附圖第四 6吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表

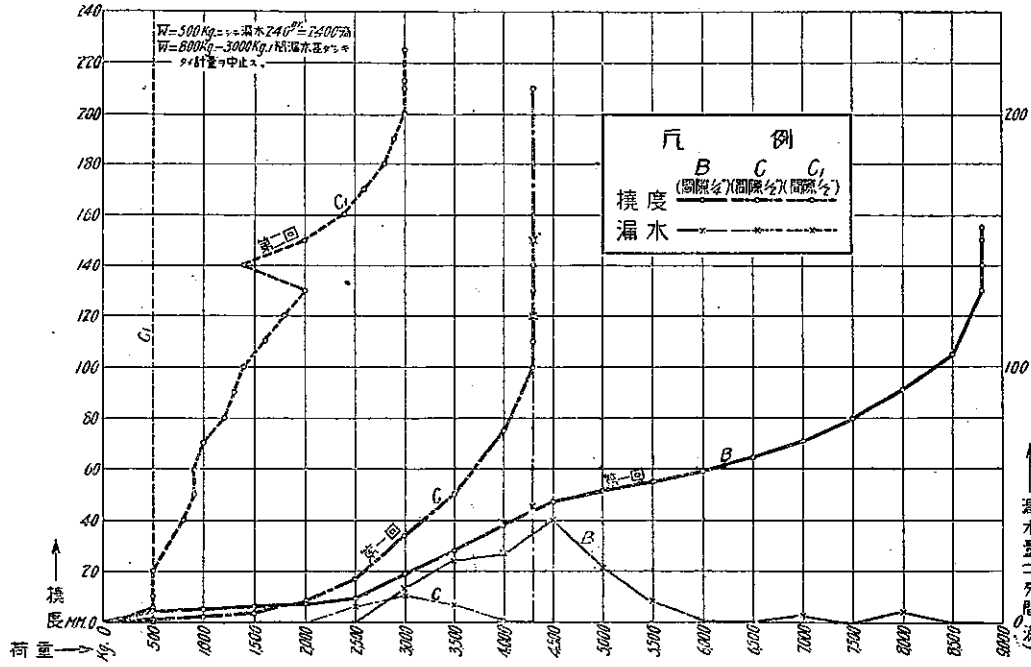
大正15年5月24日...同年6月3日實驗



(土木學會誌第十四卷第二號附圖)

附圖第五 12吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表

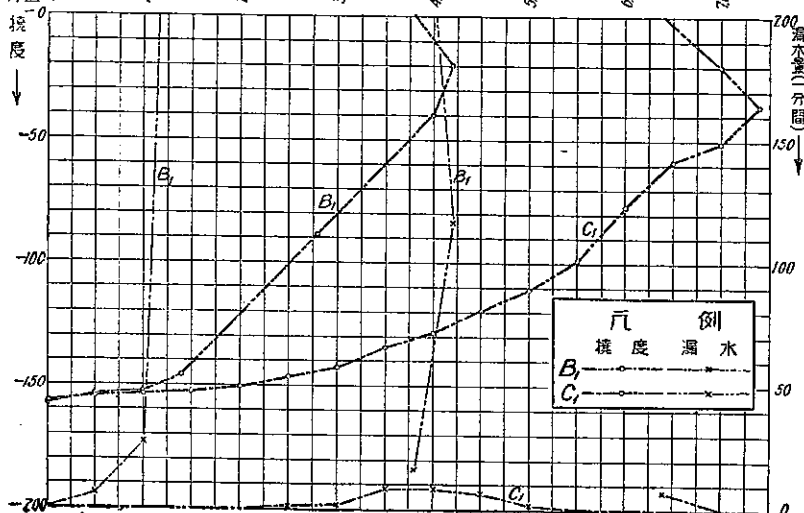
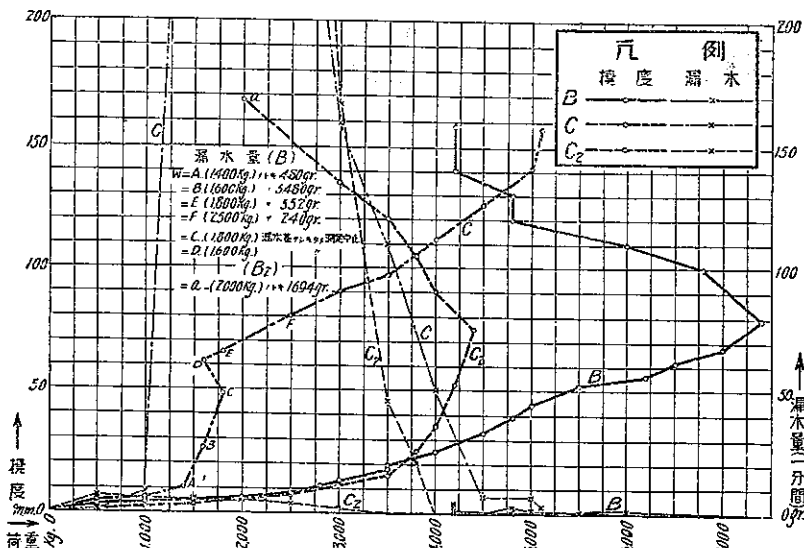
大正15年5月24日...同年6月3日實驗



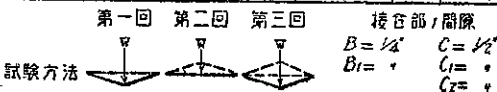
(土木學會誌第十四卷附圖二)

荷重 W (Kg)	撓度(耗)驗			漏水(一分間滴)驗		
	B	C	C ₁	B	C	C ₁
500	4	15	-5	-	-	2400
"	-	-	-10	-	-	-
"	-	-	-20	-	-	-
800	-	-	-40	-	-	-
900	-	-	-50	-	-	-
"	-	-	-60	-	-	-
1000	5	2	-70	-	-	-
1200	-	-	-80	-	-	-
1300	-	-	-90	-	-	-
1400	-	-	-100	-	-	-
1500	6	3.5	-	-	-	-
1600	-	-	-110	-	-	-
1800	-	-	-120	-	-	-
2000	7	8	-130	-	-	-
1400	-	-	-140	-	-	-
2000	-	-	-150	-	-	-
2400	-	-	-160	-	-	-
2500	9	17	-	-	-	6
2600	-	-	-170	-	-	-
2800	-	-	-180	-	-	-
2900	-	-	-190	-	-	-
3000	19	34	-200	13	10	-
"	-	-	-210	-	-	-
"	-	-	-213	-	-	-
"	-	-	-225	-	-	-
3500	28	50	-	24	7	-
4000	38	75	-	27	-	-
4300	-	100	-	-	-	-
"	-	110	-	-	-	-
"	-	120	-	-	-	-
"	-	130	-	-	-	-
"	-	140	-	-	-	45
"	-	150	-	-	-	120
"	-	210	-	-	-	150
4500	47	-	-	40	-	-
5000	51	-	-	21	-	-
5500	55	-	-	8	-	-
6000	59	-	-	-	-	-
6500	64	-	-	-	-	-
7000	71	-	-	2	-	-
7500	80	-	-	-	-	-
8000	91	-	-	3	-	-
8500	105	-	-	-	-	-
8800	130	-	-	-	-	-
"	140	-	-	-	-	-
"	150	-	-	-	-	-
"	155	-	-	-	-	-

附圖第六 14吋鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表 大正15年5月24日...同年6月3日實驗



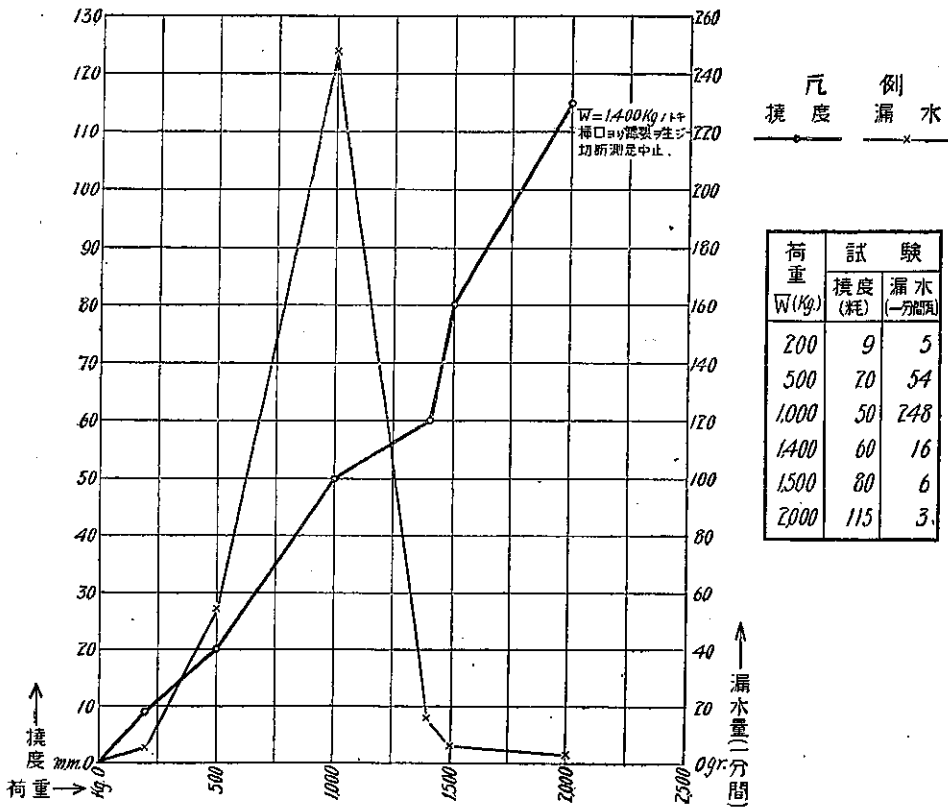
荷重 W (Kg.)	撓度 試驗(耗)			漏水 試驗(一分間)		
	第一回	第二回	第三回	第一回	第二回	第三回
	B	C	C ₁	B	C	C ₂
0	—	—	158	137	1	—
500	3	34	134	135	1	—
1000	4	6	133	134	2	—
1400	—	10	146	133	—	480
1500	5	—	—	—	3	—
1600	—	26	—	—	—	5489
1800	—	48	—	—	—	—
1600	—	61	—	—	—	—
1800	—	65	—	—	—	532
2000	6	—	—	151	5	—
2500	8	80	—	147	7	—
2800	11	—	89	—	—	240
3000	13	90	—	143	11	—
3500	18	97	—	135	15	—
3800	—	19	—	—	—	—
3800	—	—	—	—	—	—
4000	25	112	40	129	—	—
4200	—	—	20	—	—	—
4400	—	—	—	52	—	—
4600	—	—	—	75	—	—
4800	—	—	—	90	—	—
3800	—	—	0	—	—	16
3500	—	—	—	105	—	—
3000	—	—	—	120	—	—
2000	—	—	—	135	—	—
4500	32.5	126	—	120	—	—
4800	39	—	—	—	—	—
5000	44	141	—	111	—	—
5100	—	137	—	—	—	—
5500	52	—	—	99	—	—
6000	—	—	—	77	—	—
6200	56	—	—	—	—	—
6300	61.5	—	—	—	—	—
7000	67.5	—	—	59	—	—
6400	—	—	—	51	—	—
7400	79.5	—	—	—	—	—
6800	100	—	—	36	—	—
6000	110	—	—	—	—	—
4800	120	—	—	—	—	—
4800	130	—	—	—	—	—
4700	140	—	—	—	—	—
7000	158	—	—	—	—	—
6400	—	—	—	20	—	—
6400	—	—	—	0	—	—



(土木學會誌第十四卷第二圖附圖)

附圖第七 耐震型 4 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表

大正 15 年 5 月 24 日……同年 6 月 3 日實驗

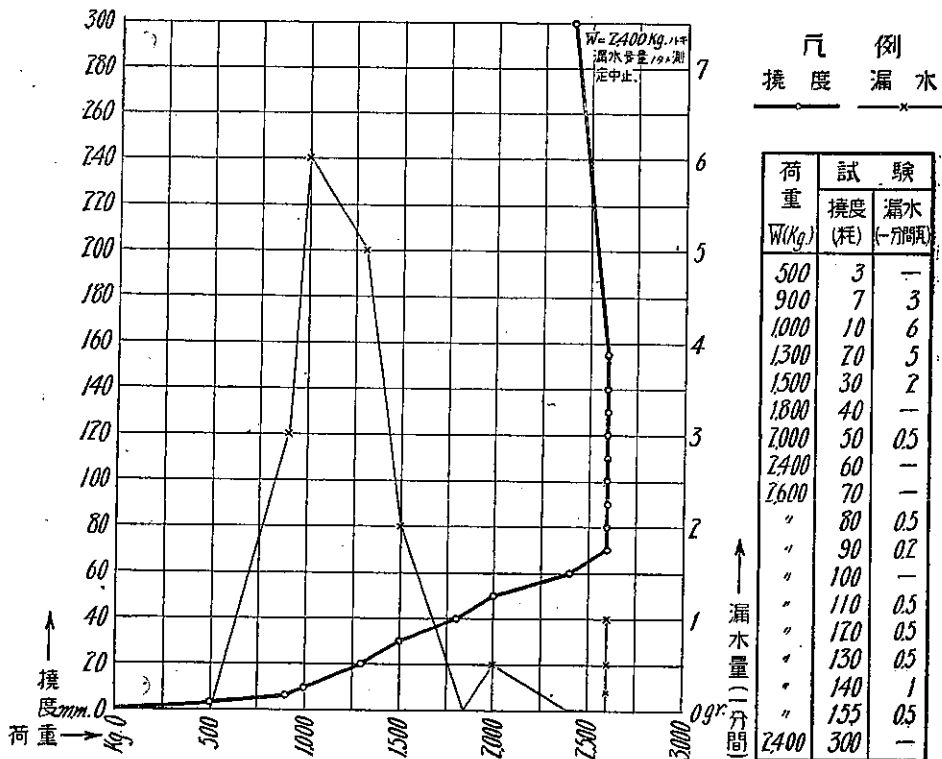


凡例
撓度 ○ 漏水 ×

荷重 W (kg)	試 験	
	撓度 (mm)	漏水 (cc/min)
200	9	5
500	20	54
1000	50	248
1400	60	16
1500	80	6
2000	115	3

附圖第八 耐震型 6 吋鑄鐵管接合部に於ける荷重と撓度並に漏水圖表

大正 15 年 5 月 24 日……同年 6 月 3 日實驗



凡例
撓度 ○ 漏水 ×

荷重 W (kg)	試 験	
	撓度 (mm)	漏水 (cc/min)
500	3	—
900	7	3
1000	10	6
1300	20	5
1500	30	2
1800	40	—
2000	50	0.5
2400	60	—
2600	70	—
"	80	0.5
"	90	0.2
"	100	—
"	110	0.5
"	120	0.5
"	130	0.5
"	140	1
"	155	0.5
2400	300	—

(土木學會誌第十四卷第三號附圖)