

## 鑄鐵管ノ流量ニ就キテ

工學士 小野基樹

## 第一 概 說

凡ソ管ノ流量若シクハ流速ノ算定ヲナスニハ之レヲ機械的實測ニ俟ツカ若シクハ實驗公式ニ據ラサル可カラス然ルニ現今ニ於テハ已ニ多數ノ水理學先覺者ニヨリテ周到ナル研究ト實驗トヲ積ミテ按出セラレタル夥多ノ實驗公式ノ存セルアリテ吾人ハ之レカ取捨撰擇ノ自由ヲ有セリ殊ニ管ニアリテハ天然河川ノ如ク尨大ナル幅員及ヒ複雑ナル形狀ノモノヲ一括シテ取り扱フノ煩無キヲ以テ實驗ヲ基礎トシテ攻究セラレタル諸大家ノ公式ハ略類似ノ結果ヲ生ス可キ理ナリマシテ茲ニ叙セント欲スルモノハ管壁ノ粗滑ノ度コソ多少ハ異ナレ壁質ヲ鑄鐵ト限レル管體ナルヲ以テ其ノ結果ニ於テ甚タシク差異ヲ生ス可キノ理ナキナリ斯クノ如キ推定ノ下ニ於テ著者ハ先ツ著名ナル實驗公式數種ヲ撰擇シ諸種ノ比較ヲ試ミタリ次キテ著者カ自ラ機械的實測ニヨリテ試ミタル一實驗ヲ基礎トシ此レカ諸公式ノ間ニ如何ナル關係ヲ保持スルヤヲ玩味セント欲スルモノナリ

凡ソ諸大家ノ實驗公式ヲ導キ出セル徑路ヲ視フニ其ノ最モ困難トセシ所ハ實驗ニ必要ナル裝置ヲ設備スルニアリシモノ、如シ即チ一ツノ實驗公式ヲ按出セント欲セハ各種口徑ノ管ヲ敷設シ

各種ノ水頭及ヒ各種ノ延長ニ對スル流量若シクハ流速ノ實測ヲナシ得ルノ裝置ヲ建設セサル可  
カラス小口徑ノ管ニ對スル實驗裝置ハ左程難事ニアラサランモ大口徑ノ管ニ對シテハ之レヲ一  
間敷設スルモ數百圓ノ經費ヲ要スルヲ以テ到底數百千圓ヲ敷設シテ之レヲ試驗ニ供スルハ不可  
能ノ事ナリトス之ノ點ニ關シテハ造化ノ主ニヨリテ各種異様ノ形態ニ創作セラレタル天然河川  
ノ寧ロ實驗者ニ與フルノ利便大ナルヲ想ハサルヲ得サルナリ

現今ニ至ルマテ管ノ實驗公式トシテ最モ古クヨリ信ヲ博シ廣ク吾人ノ間ニ使途セラレツ、アル  
最モ權威ヲ有スルだーしー氏公式ノ如キスラ口徑二十四吋ニ於ケル實驗ヲ最大ナリト云ハル而  
シテ之等ノ小ナル管ニヨリテ得タル數多ノ實驗ヲ基礎トシテ遞次敷延シ大口徑ノ管ニ及ホセリ  
ト云フニ至リテハ如何ニ大口徑ノ管ニ對スル實驗ノ容易ナラサリシヤヲ推知スルニ足ル  
然ルニ現時ニ於テハ都市給水若シクハ發電水力等ノ目的ヲ以テ大小口徑ノ送水管カ各都市ノ周  
邊ヲ圍繞スルニ至リタルヲ以テ之等ヲ利用シテ各種實驗ヲ行ヒ精巧ナル機械ヲ以テ實測ヲナシ  
之レヨリ得タル結果カ上記公式及ヒ其他ノ間ニ於ケル關係ヲ研究スルハ正ニ興味アリ且價値ア  
ル問題タルヲ失ハサルモノト信ス

著者ハ最近東京市水道ニ於テ是等ノ實驗ヲ行フ可キ多クノ便宜ヲ有セシヲ以テ先ツ實測上最モ  
便宜ニシテ且實驗ノ價値最モ多シト思料セラル、淀橋淨水場ヨリ芝及ヒ本郷給水場ニ至ル口徑  
千百耗(約四十三吋)送水管ニ就キテ之レヲ施行セリ本實驗ニ就キテ述フルニ先チ之レト對照審査  
セント欲スル以下ノ四公式ニ關シ少シク叙スル所アル可シ

## 第二 四種ノ實驗公式ニ就キテ

一 しゅみやー氏 (Schmeier) 公式

二 く。たー氏 (Kutter) 公式

三 だーしー氏 (Darcy) 公式  
 四 ぶらまん氏 (Blanchard) 公式

右記四公式ヲ殊ニ茲ニ撰擇シタル理由ハ即チ各種形態ノ數多ノ公式ハ大凡此ノ四公式ヲ多少變形シタルニ過キスト認メ得ラル、ヲ以テ徒ラニ多數ヲ並列シ結果ノ煩雜トナルヲ避ケンカ爲メナリ

一 し<sup>6</sup>みやー氏公式

$$V = \left\{ 66 \left( \frac{1}{r+m} \right)^{1/2} \sqrt{rs} \right\}^{1/2}$$

本公式ハ比較的新ラシク公表セラレタルモノニシテ千九百〇九年即チ今ヨリ十年前あめりかニ於テ刊行セラレタル The Flow of water. by Louis Schmeier ニ詳細記述セラレタリ即チ其形態ハ根本ヲ據典的公式ニ取り更ラニ指數公式ノ妙所ヲ加味セシ獨特ノモノト云フヲ得可シ本公式ノ由來及ヒ眞價ニ關スル事ハ茲ニ言及スルヲ避ケ唯管ノミニ適用セラル、公式ニシテ粗度係數ヲ引用セシ事ハ特記スルニ値ス可シ

ソレ鑄鐵管ハ通水年限ノ長短水質及ヒ流速等ニ從ヒテ其内面ニ疣狀凸起ノ鑄ヲ發生スルハ如何トシテモ免カレサルハ周知ノ事柄ニシテ新規鐵管ヲ設計スルニ當リ豫メ其程度ヲ推定シ古キ鐵管トシテ流量若シクハ流速ノ計算ヲナスノ準備ナカル可カラサルハ云フ迄モナシ新規鑄鐵管トシテノ計算ヲ行ヒ之レニ何割カノ餘裕ヲ見込ムカ如キ漫然タル方法ハ吾人ノ擇ハサル所ナリし<sup>6</sup>みやー氏ノ此ノ點ニ關スル研究ハ最モ眞摯ナルモノニシテ即チ數年乃至數十年ノ使用經過ヲ有セル各種口徑ノ鑄鐵管ニ就キテナシタル多數ノ實驗ヲ基礎トシ粗度係數  $m$  ヲ引用シ之レヲ〇九五乃至〇三〇間ノ六種ニ區分シ實用ニ適應セシメタル點ニ關シテハ殊ニ推賞ニ値ス可シ其ノ驚ク可キ多數ノ實驗ハ悉ク彼レカ著書中ニ羅列セラレタリ

斯クノ如キ特徴ヲ有スル本公式カ他ノ著名ナル諸公式ノ間ニ如何ナル面目ヲ有シ又著者自ラノ實驗ト對照シ如何ノ關係ヲ保持スルヤノ好奇心ハ特ニ本公式ヲ第一ニ茲ニ選擇シタル理由ナリトス又本公式ハ其形態如何ニモ複雑ノ觀アルモ初項ノ  $(64\sqrt{r+m})$  ハ簡單ナル表ヲ以テ示サレアルヲ以テ實際ノ計算ヲナスニ當リふらまん及ヒらんペーノ如キ純指數公式ト大差ナキモノナリ

### 二 くつたー氏公式

本公式ハ茲ニ殊更ラニ言及スル迄モナク著名ノモノナリ但シ本公式ハ開渠又ハ天然河川ニ於ケル實驗ヲ基礎トシテ按出セラレタルモノナレハ之レヲ管ノミニ適用スル公式ト同様ニ取リ扱ヒ又ハ之レト比較スル等ニ就キ異議ヲ稱フルモノアリ之レ本公式成立ノ根本ヨリ云フ時ハ一應ノ理ナレトモ抑モ管ト渠トハ同シ形式ヲ有スル公式ヲ以テハ全然解決シ得ストノ確タル論理ノ存スルニアラスシテ粗度係數ノ適切ナル引用ニヨリテ之レヲ管ニ供用スルモ支障ナキモノト信ス況ンヤ已ニ著名ナル實驗者ニヨリテ管ニ適應セシムル粗度係數ヲ査定セラレシ多クノ例證ノ存セルニ於テオヤ

之レ本公式ノ如キ最モ著名ニシテ且其用途廣汎ナルモノカ全ク其根源ヲ異ニセル管ノミニ公式及ヒ著者ノ一實驗トノ關係如何ヲ考查セント欲シテ特ニ茲ニ引用シタルモノナリトス

### 三 だーしー氏公式

管ノ公式中最モ古クヨリ著名ナルハ蓋シ本公式ヲ以テ嚆矢ナリト云フ可シ英單位ニ於ケル本公式ハ新管トシテ一般ニ

$$V = \frac{1}{\sqrt{a + \frac{b}{r^s}}}$$

ノ形式ヲ以テ表示セラル之レば、*g* 氏ノ開渠ニ對スル舊公式ナル

$$\alpha = 0.00007726$$

$$\beta = 0.00000647$$

$$V = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{r^3}}}$$

ト全然其形式ヲ同シクシ唯壁質ノ粗度ニヨリ變化スル  $\alpha$  及ヒ  $\beta$  ナル係數ヲ異ニスルノミナリだ  
 ーし、*g* 氏舊管ニ於ケル公式ハ上式中  $\alpha$  及ヒ  $\beta$  ヲ二倍トナシタル即チ

$$\alpha = 0.00015452$$

$$\beta = 0.00001294$$

ヲ元式ニ入レ換ヘタルモノナリだ、ーし、*g* 氏公式ヲ以テ實際ノ計算ヲナスニ當リ新舊管ノ兩式ヨ  
 リ得タル結果カ餘リニ懸隔ノ甚タシキニ驚キ終ニハ舊管トシテ中間値ヲ按出スルニ就キテ腐心  
 スル所ナルヘシ同氏カ實驗ニ供シタル舊管ハ如何ナル程度ノモノナリシヤ其實驗ノ詳細ヲ明ラ  
 カニ知ルヲ得サルハ甚タ遺憾トスル所ナリ

だ、ーし、*g* 氏公式ヲ甚タシク推賞セル Edmund B. Weston 氏ニ於テスラ其著書 “Friction of Water Pipe”  
 ニ於テハ舊管ノ公式ニ言及セスシテ自ラ多數ノ實驗ノ結果ナリト稱シテ經過年數ニ應スル乘率  
 ヲ按出スルニ至レリ而モ其乘率ナルモノハ口徑年次ノ如何ニ關セス終始同率ナルハ著者ノ首肯  
 スルニ苦シム所ナリ

四 ふらま *g* 氏公式

本公式ハ管ニ於ケル純指數公式中最モ著名ナルモノナリ即チ新管トシテハ(英單位)

舊管トシテハ

$$86.38 d^{\frac{5}{2}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$76.28 d^{\frac{5}{2}} S^{\frac{1}{2}}$$

斯クノ如キ指數公式ハ凡テ形式ノ簡單實用ノ便宜ヲ以テ賞讃セラレ多クノ學者ニヨリテ其ノ係數及ヒ指數ヲ推舉セラル、モノ數フルニ違アラヌ即チ Lampé, Foss, Unwin, Boston, Box, Lang, William and Hazen, Manning 等ヲ其主ナルモノトス

ふらまん氏公式ハ米國ノ著名ナル水理學者ナル Turnear and Russel 兩氏ノ著書ニヨリテ多大ノ賞讃ヲ受ケ各種ノ口徑及ヒ流速ニ對シテ最モヨク適合スルモノナリト稱セラル只本公式ヲ實地ニ適用スルニ當リテ考慮ヲ要ス可キハ舊管ニ於ケル公式ナリトス即チ之レハ四五年ノ使用經過ヲ有セル管ニ於ケル實驗ヲ標準トシテ按出セラレタリト稱セラル、モノナリ然ルニ實地設計ニ當リテハ鑄鐵管ノ生命等ヨリ考慮シテ二十年乃至二十五年位ヲ經過セルモノヲ標準トスルヲ適當トセラル、ヲ以テ直チニ此ノ舊管ノ公式ヲ適用スルハ些カ不安ノ感ナキ能ハスサリトテ之レカ爲メ係數ノミヲ適度ニ減少シ指數ヲ其儘ニ放置センカ各種ノ口徑及ヒ勾配ニ對シ均衡ヲ失スルニ至ラン更ラニ指數ニモ手加減ヲ加エンカ全ク原形ヲ見失フニ至リ實驗ヲ基礎トシタル本公式ノ眞價ヲ減却シ去ルニ至ル可シ

斯ル點ヨリ改究スルトキハ形式ハ多少複雑ナルモ前記シ、みや、氏若クハく、た、氏兩公式ノ如ク單一ノ粗度係數ヲ引用シタルモノヲ以テ最モ合理的形式トナス可キモノト信ス

### 第三 四公式ニ於ケル平均流速ト動水勾配トノ關係

一般ニ平均流速ヲ現ハス公式ハ次ノ形式ヲ以テ總括スルヲ得可シ

$$V = C r^m S^n$$

右ニ於テ「平均流速」ハ單ニ常數ナルカ又ハ徑深及ヒ流速其他ニ關スル複雜ナル函數「ハ管ノ徑深」ハ動水勾配 $m$ 及ヒ $H$ ハ常數ナリトス

平均流速ハ勿論徑深及ヒ動水勾配ノ變化ニ從ヒテ複雜ニ變化スルモノナレバ茲ニハ問題ヲ簡單ニセン爲メ先ツ「 $m$ 」ヲ定數トシ即チ大中小ノ特殊ナル口径ニ就キテノ「 $m$ 」考ヘ各種ノ動水勾配ニ關スル平均流速ノ變化ニ就キテ考査セントス計算ノ結果ヲ簡明ナラシメン爲メ以下凡テ圖表ヲ以テ現ハス事トセリ即チ以下ニ説カント欲スル圖表ハ「 $m$ 」ノ距離ヲ以テ動水勾配ヲ表ハシ「 $m$ 」ノ距離ヲ以テ平均流速ヲ現ハスモノナリ動水勾配ニ就キテハ圖表ノ製作上吾人ノ普通ニ取り扱フ範圍ナル一萬分ノ一乃至千分ノ六約百六十七分ノ二ニ限定セリ

第一圖表ハ小口径ヲ代表セシムル所ノ内徑八吋管ニ對スル平均流速ト動水勾配トノ關係ヲ表ハセル曲線ナリ

第二圖表ハ中口径ヲ代表セシムル所ノ内徑約四十三吋(千百みりめ)とる管ニ對スル平均流速ト動水勾配トノ關係ヲ表ハセル曲線ナリ

第三圖表ハ大口徑ヲ代表セシムル所ノ内徑六十吋管ニ對スル平均流速ト動水勾配トノ關係ヲ表ハセル曲線ナリ

但シ此等ノ圖表ニ於テ「 $m$ 」みや「 $H$ 」氏公式ニアリテハ「 $m$ 」ノ價カ〇九五ヲ以テ新管ヲ表ハシ「 $H$ 」氏公式ニアリテハ「 $m$ 」ノ價カ〇一〇一ヲ以テ同シク新管ヲ表ハシ鑄鐵管内面ノ腐蝕ノ増加ノ程度ニ應シ前者ニアリテハ「 $m$ 」ニ各〇八三、〇六八、〇五三及ヒ〇四五等ノ數值ヲ與ヘ後者ニアリテハ「 $m$ 」ニ各〇〇一三、〇〇一四及ヒ〇〇一五等ノ數值ヲ與フルモノトス「 $H$ 」氏及ヒ「 $m$ 」氏兩公式ニアリテハ已述ノ如ク只新舊管二種ノ公式ヲ存スルノミナリ

第一圖表即チ小口径管ニ於テ明ラカニ覺知セラル、コトハ新管トシテハ大體ニ於テ「 $m$ 」みや「 $H$ 」

ヲ平均流速最大トシ以下だし、ふらまんとしたノ順序トナルト雖各平均流速間ニ甚タシキ差異ヲ認めサルモノナリ舊管トシテハ腐蝕ノ程度ニヨリ如何ナルモノヲ標準ト定ム可キヤハ甚タ困難ナル問題ナルモ大體ニ於テし、みや、 $m=0.53$ トくった、 $n=0.13$ ト一三ト及びだし、舊管ト略同一程度ノモノナルハ察知スルニ難カラズ獨りふらまんと舊管ハ飛ヒ離レテ流速最大ヲ表ハセルモノナレハ前三者ヲ十數年經過セル程度ノ舊管ニ適用スルモノトセハ後者ハ僅カニ數年ヲ經過セル程度ノ舊管ニ適用セラル、モノニシテ之レふらまんと氏カ自己ノ實驗ニ就キテ説明セル所ト合致シ合理的ノモノト云フヲ得可シ

之レヲ要スルニ第一圖表ニ示セルカ如キ小口徑ノ管ニアリテハ四公式間ニ新舊管共大ナル不一致ヲ認めサルモノトス

第二圖表即チ中口徑新管ノ場合ニ於テ顯著ナル點ハし、みや、 $m=0.45$ ト及びふらまんと三者ハ動水勾配ノ増加ト共ニ漸次其差異ヲ増スト雖概シテ大ナル不一致ヲ見ス獨りだし、 $n=0.13$ ト至リテハ飛ヒ離レテ小ナル流速ヲ示シ到底之レヲ同日ニ論スル能ハス而シテ偶然ニモだし、 $n=0.13$ ト新管ニ對スルモノハし、みや、 $m=0.53$ ト、 $n=0.13$ トノ舊管ニ對スルモノ ( $m=0.53$ ;  $n=0.13$ ) ノ中間ニ位置スルノ奇ナル結果ニ到着セリ舊管トシテハだし、 $n=0.13$ ト除クノ外三者ハ殆ント同様ナル關係ニアリト雖だし、 $n=0.13$ ト途方モナク小ナル流速ヲ表ハシ到底同班ニ伍スル能ハス

第三圖表即チ大口徑ノ場合ニ於テハ新舊管共前述中口徑ノ關係ヲ益々擴大セルノミニシテ四公式間相互ノ關係ハ更ラニ異ルナシ只一ツ注意ス可キ點ハだし、 $n=0.13$ ト新管ノ流速カ中口徑ニ於テハくった ( $m=0.13$ ) トし、みや、 $m=0.53$  トノ中間ニアリシモノカ更ラニ減少シテくった ( $m=0.13$ ) 及ヒし、みや、 $m=0.45$  ト殆ント同一値ヲ取ルニ至レル事ナリ此ノ場合ニ於テ試ミニ新管ニテ最モ大ナル流速ヲ與フルふらまんと最モ小ナル流速ヲ與フルだし、 $n=0.13$ トヲ對比センニ平均三割



強ノ磨ヲ生シ千分ノ六勾配ニ於テハ實ニ五割強ノ差ヲ生スルニ至レリ更シニ之レヲ具體的ニ云ヘハ勾配千分ノ六新管ノ場合ニ於テダ一七一氏公式ヨリ計算シタル六十時管ノ流量トふらまん氏公式ヨリ計算シタル五十時管ノ流量トハ略相等シト云フ意外ナル結果ヲ生スルニ至レリ之レ概説ニ於テ述ヘタル著者ノ推定ハ大ナル誤リナリシヲ認定セサルヲ得サルナリ

抑モ斯クノ如キ大ナル錯誤ヲ生セシ原因ヲ探究スルニ此ノ兩者共實驗ニ資セル管ノ口徑ハ比較的小ナルモノニシテ小口徑ノ實驗ヲ基礎トシテ一般口徑ニ適スル形態ノ公式トナセルカ如キ無理ヲ敢テシタル結果ニ外ナラス

故ニアル公式ヲ用ヒテ必要ナル鐵管ノ口徑ヲ定メント欲セハ先ツ該公式カ如何ナル基礎ノ上ニ成リ立チタルヤヲ攻究シ其レカ安心シテ適用セラル、範圍ニ就キテ慎重考慮ヲ要ス可キモノニシテ殊ニ大口徑ノ管ニ於テ然リトナス

最後ニ於テ述ヘント欲スル中口徑(竝ロ大口徑ニ近キ)ノ管ニ於テナセル著者ノ實驗ハ此等ノ點ニ於テ或ハ參考ノ一資料トナランカ

#### 第四 四公式ニ於ケル平均流速ト各種口徑トノ關係

茲ニ述ヘント欲スルモノハ動水勾配ヲ一定シ之レニ相當スル平均流速カ管ノ口徑ヲ小ヨリ大ニ増スコトニヨリテ如何様ニ變化ス可キヤヲ攻究スルニアリ之レカ爲メニハ動水勾配ヲ各種トナシ其ノ各ニ就キテ攻究ヲ要ス可キナレトモ茲ニハ複雑ヲ避ケンカ爲メ最モ普通ニ起リ易キト思ハル、動水勾配二種即チ千分ノ一ト千分ノ二(五百分ノ一)ノミニ關シテ調製シタル圖表ニ就キテ述ヘントスルモノナリ口徑ハ四吋、八吋、十二吋、二十四吋、三十六吋、四十八吋及ヒ六十吋ノ七種ヲ撰擇セリ但シ新舊管ノ粗度係數ニ就キテハ第三ニ於テ説明セシト同様ナリ

第四圖表ハ動水勾配千分ノ一ニ對スル平均流速ト口徑トノ關係ヲ表ハセル曲線ナリ

又第五圖表ハ動水勾配二千ノ一ニ對スル平均流速ト口徑トノ關係ヲ表ハセル曲線ナリ

ナテ兩圖表ニ於テ直チニ認定セラル、コトハダ一し一ヲ除ク他ノ三者ハ新舊管共殆ント其方向一様ナルコトナリ而シテ獨リダ一し一ニ至リテハ他ノ三者ノ曲線ト急角度ニ交叉スルコトナリ第四圖表新管ニ於テダ一し一ヲ除ク三曲線ハ殆ント相合致シ殊ニ中口徑(二十吋乃至四十四吋)ニ於テ然リトナス小口徑ノ部分ニ於テハダ一し一モ略其ノ方向ヲ一ツニセリ舊管ニ於テハダ一し一カ小口徑ノ僅カナル範圍ニ於テノミ略ホ他ノ三者ト合致スルモノニシテ三者相互ノ關係ニ至リテハ第三ニ於テ述ヘシ所ト大同小異ナリトス第五圖表新管ニ於テハダ一し一ヲ除ク三曲線ハ第四圖表ノ如キ近接ヲ見スト雖概シテ一致スルモノト云フヲ得可シ又前ト同様ニ小口徑ニ於テハダ一し一モ略其ノ方向ヲ一ツニセリ舊管ニ於テモ亦略前ト同様ニシテ三者間相互ノ關係ハふらまん最大クッタ一(§110013)中位しゅみや一(§110013)最小ノ順序ニ於テハ前圖表ト變ルナシト雖動水勾配ノ増加ト共ニ前二者ハ次第ニ遠サカリ後二者ハ次第ニ近接スルノ傾向ヲ示スモノナリ以上ノ兩圖表ヨリ得タル結果ヲ總合スルトキハ次ノ如シ

一 小口徑ノ管ニアリテハ四公式ノ中何レモ略同様ノ結果ヲ與フ  
二 中口徑及ヒ大口徑ノ管ニアリテハダ一し一ハ甚タ小ナル結果ヲ生シ到底他ノ三者ト相容レサルノ程度ノモノナリ

三 だ一し一ヲ除ク他ノ三者ハ略類似ノ結果ヲ生ス可シト雖動水勾配ノ増加ト共ニ漸次其ノ差異ヲ増加ス(以上新管)

四 舊管ニ於テ動水勾配千分ノ一ヨリ小ナル場合ハふらまんハ他ノ二者即チしゅみや一(§110013)若クハ0.68)及ヒくッタ一(§110013)ト大ナル差ヲ生セサルモ動水勾配ノ増加ト共ニ漸次其差異ヲ増加ス

第五 係數 C 二就キテ

茲ニ係數 C ト稱スルハ第三ニ於テ記載シタル一般公式ナル

$$V = C r^m s^q$$

ニ於ケル C ノコトナリ第三及ヒ第四ニ於テハ r 及ヒ s ノ各ノ變化カ V ニ與フル影響ニ就キテ改究セルモノニシテ最後ニハ C ニ關シテ些カ述ヘント欲スルモノナリ  
上記四公式ノ形式ヲ便宜上一般公式ノ形式ノ如クニ書キナホストキハ左ノ如シ

$$(1) \quad V = \{66(\sqrt{r+m})\sqrt{rs}\}^{\frac{15}{11}} = [66(\sqrt{r+m})]^{\frac{15}{11}} r^{\frac{9}{11}} s^{\frac{9}{11}}$$

$$(2) \quad V = \left[ \frac{\alpha + \frac{l}{n} + \frac{m}{s}}{1 + \left(\alpha + \frac{m}{s}\right)\frac{1}{\sqrt{r}}} \right]^{\frac{1}{r^{\frac{1}{2}} s^{\frac{1}{2}}}}$$

$$(3) \quad V = \left[ \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{d}}} \right]^{\frac{1}{r^{\frac{1}{2}} s^{\frac{1}{2}}}}$$

$$(4) \quad V = 86.38 d^{\frac{5}{4}} s^{\frac{5}{4}} = [86.38 \times 4^{\frac{5}{4}}]^{\frac{5}{4}}$$

右ニ於テ單ニ形式ノミヨリ觀察スルトキハ此ノ第一項ノ各カ一般公式ニ於ケル C ノ値ト同シ性質ヲ享有スルモノ、如クニ解セラル、ナリ然レトモ各公式ノ C ニ就キテ比較研究ヲナサンカ爲メニハ此ノ形式ニテハ煩雜ニ陥リ短簡適切ニ解決スル能ハサルナリ故ニ之レヲ同一意味ノ下ニ分離シテ考フルヲ得ル如クセン爲メニ更ラニ左ノ形式ニ書キ換フルヲ便トスルモノナリ即チ

$$(1) \quad [66(\sqrt{r+m})]^{\frac{15}{11}} r^{\frac{9}{11}} s^{\frac{9}{11}}$$

$$[86.38 \times 4^{\frac{5}{4}}]^{\frac{5}{4}}$$

$$(2) \quad \left[ \frac{0.66(\sqrt{r+m})}{17} \frac{1}{r^{0.25}} \frac{1}{s^{0.25}} \right] r^{0.25} s^{0.25}$$

(3)

四 節

(4)

$$[86.33 \times 4^{\frac{1}{2}} \times r^{\frac{5}{12}} s^{\frac{1}{12}}] r^{\frac{1}{2}} s^{\frac{1}{2}}$$

以下ハ斯クノ如クニ書キ換ヘタル第一項即チCニ就キテ比較考査セント欲スルモノナリ  
 第六圖表ハ動水勾配千分ノ一ト千分ノ二トノ範圍内ニ於テ算出シタル各種口徑ニ於ケルCノ値  
 ヲ表ハス曲線ナリ即チ各種口徑ヲ横距トシ之レニ相當スルCノ値ヲ縦距トナシタルモノナリ  
 今各形式ニ就キテ見ルトキハ(1)(2)及ヒ(4)ニ於ケルCハ徑深及ヒ動水勾配ノ増スト共ニ大トナル  
 モ(3)ニ於テハCハ徑深ノ増加ニヨリテ大トナルノミニシテ動水勾配ニハ無關係ナルコト明ラカ  
 ナリ

又圖表ニヨリ動水勾配ノ増減ニ就キテ影響スル所ヲ見ルニ(3)ハ無關係(2)ハ最小(1)ハ中位(4)ハ最  
 大ナリトス而シテ陰影線ノ最モ重疊シタルハ中口徑ノ二十四吋ヨリ四十八吋ニ至ル間ニシテ(3)  
 即チだーしーハ小口徑ノ僅カナル部分ニ於テノミ各陰影線ヲ横斷セリ

本形式ニ於ケル各公式ノCノ關係ニ就キテハ即チ第三及ヒ第四ノ各圖表ヲ一括シタル結果ト同  
 一視シテ差支ナキモノニシテ已述ノ結果ト照合スルトキハ各公式ノ特徴ヲ代表セル事ヲ發見シ  
 興味アル連繫ヲ示スモノナリトス尙此ノ詳細ニ涉リテ説明ヲ加フルハ煩雜ヲ増スノ虞レアルヲ  
 以テ茲ニハ之レヲ省略スルコト、セリ尙同様ノ圖表ヲ舊管ニ就キテ調製シ對照研究スルヲ必要  
 トナスモノナレトモ之レモ亦茲ニハ省略スルコト、ナセリ

### 第六 實驗ニ就キテ

管ノ流速ノ實驗ヲ施行スルニ當リ最モ必要ナル設備ハ動水勾配ヲ各種ニ變化セシメ之レニ相當

スル平均流速ヲ精確ニ測定シ得可キモノトス而シテ動水勾配ノ變化ハ實驗ニ供セント欲スル管ノ兩端ニ於ケル水頭ヲ最モ精確ニ測定セサル可カラス之レカ爲メニハ管ノ兩端ニ相當スル水位ヲ直接ニ測定セサル可カラサルモノニシテ壓力計ノ如キモノヲ以テハ到底其ノ精確ヲ期スル能ハス次キニ平均流速ニ就キテハべんちりめ一タ一若シクハびとめ一タ一ヲ以テ先ツ流量ヲ測定シ之レヨリ平均流速ヲ算出スルニアリ

本實驗ニ供シタル管ハ東京市水道ノ淀橋淨水場ヨリ芝給水場ニ至ル内徑千百みり約四十三吋延長三千五百〇五間三三ノモノナリ而シテ管ノ發端ニ近キ所ニべんちりめ一タ一ノ設備アリ其外びとめ一タ一ヲモ任意ニ取り付ケ得ルモノニシテ相當流量即チ相當平均流速ハ最モ精確ニ測定シ得ルモノナリべんちりめ一タ一トびとめ一タ一ニ關シテハ本實驗施行前ニ於テ何レニヨルカ精確ニシテ便利ナルヤヲ比較研究シタルモノニシテ其ノ結果本實驗ニ於テハ前者ヲ選擇セリ管ノ發端ニアル淨水井(甲)ハ滿水ノ深サ九尺滿水面ハ標高百二十四尺五寸ニシテ濾過池ヨリ連絡スル管ノ阻水瓣ヲ開閉スルコトニヨリテ自由ニ其水位ヲ増減シ得ルナリ又管ノ終端ニアル給水池(乙)ハ滿水面ニ溢水管アリテ水位ヲ常ニ滿水位ナル標高九十尺ニ存置セシムルヲ得ルモノナリ今兩井滿水位ニアル場合ニハ其水面勾配ハ

$$\frac{124.5 - 90.0}{34.5} = 1.64$$

$$\frac{3,505.33 \times 6}{21,031.98} = 1000$$

即チ約千分ノ六一四ナリ

甲井ノ水深九尺ハ最高九尺一寸ヨリ最低四尺迄即チ五尺一寸ノ範圍ヲ上下セシムルコトヲ得ルナリ然ルニ乙井ノ水位ハ更ラニ變化セサルヲ以テ簡單ニ其ノ動水勾配ノ變化ヲ算出シ得ルナリ斯クノ如クニシテ水位ヲ變化セシメ各水位ニ相當スルべんちりめ一タ一ノ流量ヲ調査シタルニ

三回ノ實驗ニ於テ第一表ノ結果ヲ得タリ

第

表

甲井ノ水位ヲ低下セシメテ得タルべんちリメートル一流量表

第一回實驗 (大正六年十月三日施行)		第二回實驗 (大正六年十月六日施行)		第三回實驗 (大正六年十月六日施行)	
甲井水位	流量	甲井水位	流量	甲井水位	流量
(尺) —	(毎時立方尺) —	(尺) 9.1	(毎時立方尺) 161,500	(尺) 9.1	(毎時立方尺) 151,500
8.00	160,200	8.6	160,500	8.7	161,000
6.75	156,000	8.0	159,500	8.3	160,400
6.00	153,800	7.5	158,000	8.1	160,000
5.50	152,030	7.3	157,500	7.8	159,600
5.00	151,000	6.9	157,000	7.7	159,200
4.00	135,200	6.6	155,200	7.5	158,700
—	—	6.4	154,800	7.2	157,900
—	—	6.2	154,300	7.0	157,000
—	—	6.1	154,000	6.8	156,800
—	—	5.8	153,200	6.4	155,700
—	—	5.6	152,700	6.2	154,900
—	—	5.5	152,300	—	—
—	—	5.2	151,500	—	—
—	—	5.0	151,000	—	—

即チ第一表ヨリ各水深ニ對スル管ノ平均流速ヲ算出スルヲ得可シ從ツテ此ノ平均流速ニ對スル

(1) 速度水頭 (2) 曲管ノ摩擦損失水頭 (3) べんちりめーたーノ摩擦損失水頭 (4) 甲井ヨリ管ニ流入スル入口ノ摩擦損失水頭等ヲ算出スルヲ得可シ

而シテ甲乙兩井ノ水面ノ差ヨリ此等ノ相當各損失水頭ノ和ヲ減シタルモノハ明ラカニ此ノ流量即チ平均流速ヲ起ス爲メノ有効水頭ナルモノナリ此ノ有効水頭ヲ兩井間ノ距離即チ管ノ長サニテ除シタルモノハ即チ管ノ全延長カ直線ニシテシカモ其ノ中間ニ何ノ障害物モ無キト考ヘタル場合ノ動水勾配若シクハ摩擦水頭減管壁ノミニ起因スルノ割合ヲ示スモノナリ之ノ動水勾配コソハ第三及ヒ第四ニ於テ論シタル四公式ノ動水勾配ト同様ニ取り扱フヲ得ルモノナリ

右記ノ曲管ノ摩擦損失水頭ニ關シテハ同線ニ存在スル半徑一萬二千耗ノ曲管六個所半徑八千耗ノ曲管十九個所及ヒ半徑千百三十耗ノ曲管一個所ニ就キテ Weisbach 氏ノ實驗公式ヲ用ヒテ算出セリ又べんちりめーたーノ損失ニ就キテハ機械固有ノモノニシテ各平均流速ニ相當スル損失ヲ圖表ヨリ摘出セリ

第二表ハ此等ノ計算ノ結果ヲ一括セルモノナリ

第 二 表 水位流速並ニ動水勾配ノ表

第一回 實驗 (大正六年十二月三日施行)

甲井水位	流速	速度水頭	曲管ノ總損失	べんちりめーたーノ損失	引入口ノ損失	損失ノ和	有効水頭	動水勾配
(尺)	( $\frac{cm}{sec}$ )	( $\frac{cm}{sec^2}$ )	( $\frac{cm}{sec}$ )	( $\frac{cm}{sec}$ )	( $\frac{cm}{sec}$ )	( $\frac{cm}{sec}$ )	( $\frac{cm}{sec}$ )	( $\frac{cm}{sec}$ )
8.00	4.275	0.2822	0.936	0.39	0.043	1.6853	31.82	1.513
6.75	4.163	0.2606	0.913	0.38	0.042	1.636	30.65	1.457
6.00	4.104	0.2621	0.883	0.37	0.041	1.5611	29.94	1.424

論 說 報 告 鑄鐵管ノ流量ニ就キテ

鐵道用水管線の損失率

712

第二回實驗 (大正六年十二月六日施行)

甲井水位	流速	速度水頭	曲管ノ總損失	彎曲ノ損失	入口ノ損失	損失ノ和	有効水頭	動水勾配
5.30	(每分) 4.056	(尺) 0.2553	(尺) 0.855	(尺) 0.36	(尺) 0.041	(尺) 1.5218	(尺) 29.48	1.402
5.00	4.030	0.2522	0.854	0.35	0.040	1.4962	29.00	1.379
4.00	3.603	0.2020	0.633	0.29	0.036	1.2110	28.29	1.315
9.1	(每分) 4.310	(尺) 0.2888	(尺) 0.978	(尺) 0.42	(尺) 0.043	(尺) 1.7298	(尺) 32.87	1.563
8.6	4.282	0.2850	0.965	0.42	0.043	1.7130	32.39	1.540
8.0	4.255	0.2778	0.940	0.41	0.043	1.6708	31.83	1.513
7.5	4.216	0.2760	0.935	0.41	0.042	1.6630	31.34	1.490
7.3	4.203	0.2750	0.930	0.41	0.042	1.6570	31.14	1.481
6.9	4.190	0.2730	0.925	0.40	0.042	1.6400	30.76	1.463
6.6	4.142	0.2668	0.904	0.40	0.041	1.6118	30.49	1.450
6.4	4.130	0.2653	0.894	0.40	0.041	1.6048	30.30	1.441
6.2	4.118	0.2635	0.892	0.39	0.041	1.5865	30.11	1.432
6.1	4.110	0.2623	0.888	0.39	0.041	1.5813	30.02	1.427
5.8	4.082	0.2593	0.878	0.38	0.041	1.5583	29.74	1.414
5.6	4.075	0.2581	0.874	0.38	0.041	1.5531	29.55	1.405
5.5	4.063	0.2562	0.868	0.38	0.041	1.5452	29.46	1.401



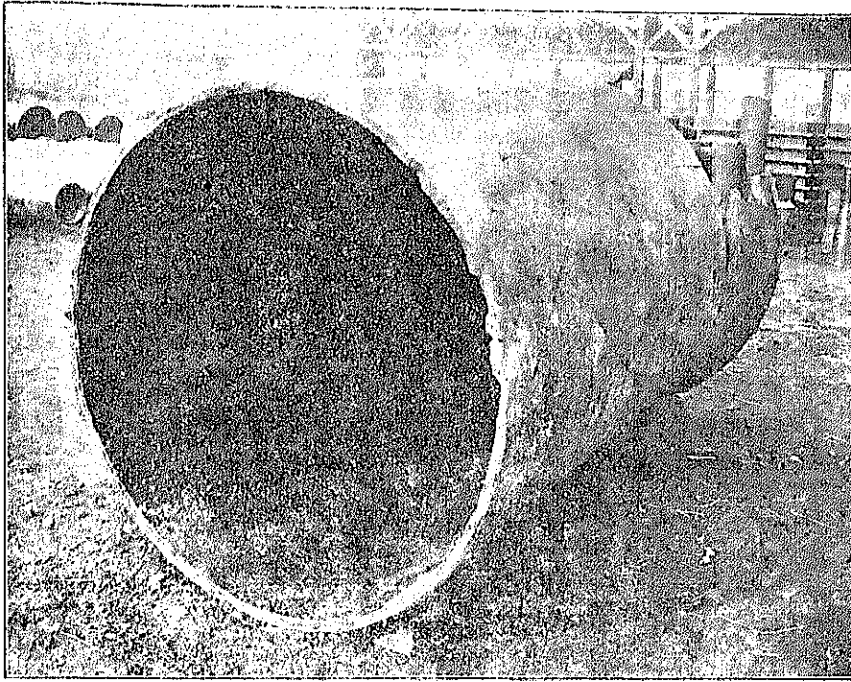
第三回實驗 (大正六年十二月六日施行)

甲井水位	流速	速度水頭	血管ノ總損失	入口ノ損失	損失ノ和	有効水頭	動水勾配
(P)	(V)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	( $\frac{V^2}{2g}$ )	( $\frac{V^2}{2g}$ )	( $\frac{V^2}{2g}$ )	( $\frac{V^2}{2g}$ )	(1)+(2)+(3)+(4)	(P)-(5)	$\frac{1}{1000}$
9.1	4.310	0.28386	0.978	0.42	0.13	1.7216	1.5629
8.7	4.296	0.2836	0.972	0.42	0.43	1.7216	1.5443
8.3	4.275	0.2841	0.962	0.42	0.43	1.7091	1.5258
8.1	4.270	0.2835	0.958	0.42	0.43	1.7045	1.5162
7.8	4.258	0.2820	0.954	0.41	0.43	1.6890	1.5030
7.7	4.248	0.2802	0.948	0.41	0.43	1.6812	1.4939
7.5	4.235	0.2788	0.943	0.41	0.42	1.6738	1.4897
7.2	4.213	0.2760	0.935	0.41	0.42	1.6630	1.4759
7.0	4.190	0.2728	0.923	0.40	0.42	1.6578	1.4673
6.8	4.174	0.2708	0.918	0.40	0.42	1.6508	1.4583
6.4	4.155	0.2682	0.908	0.40	0.42	1.6482	1.4537
6.2	4.134	0.2658	0.899	0.40	0.41	1.6358	1.4397

第二表ノ數字ヲ一目睹然タラシムル爲メ第二圖表ニ大體ヲ記入シ更ラニ識別ヲ明ラカニスル爲メ第二圖表ノ小輪廓ノ部ヲ十倍ノ尺度ヲ以テ擴大シタルモノハ第七圖表ナリ

第七 實驗ノ結果ニ就キテ

實驗ノ結果ニ就キテ述フルニ先チ特ニ明記セント欲スルハ實驗ニ供シタル管壁ノ内面ノ狀態ナ



リトス此ノ實驗ニ供シタル鐵管ハ明治三十二年ノ敷設ニ係リ同年十二月通水ヲ開始セシヨリ本

實驗ヲ行ヒタル大正六年十二月ニ至ル迄滿十八箇年ヲ經過セルモノナリ而シテ本實驗ヲ行フ約一箇年前即チ大正六年一月十五日ニ於テ此ノ千百耗鐵管線ノ中間ナル麻布區六本木ニ於テ何等カノ原因ニヨリテ破裂ヲナシ全市ノ約三分ノ一ヲ斷水セシメタル事件ノ起リシ事アリ此ノ破裂鐵管ヲ引キ上ケ管壁ノ内面ノ狀態ヲ精査シタルニ平均四分ノ一時最大十六分ノ三時程ノ疝狀突起カ一面ニ散在シ居レリ

茲ニ掲載ノ寫眞ハ其ノ内面ノ狀態ヲ示セルモノナリ尙現物ハ東京市水道課ニ於テ保管シアレハ何時ニテモ參考ニ資スルヲ得可シ本實驗ハ斯クノ如ク管ノ内面狀態カ明ラカニ手ニ取リテ知ルヲ得ルカ如キ管壁ニ就キ然モ大凡設計ノ標準ト考フヘキ年數ヲ經過セル舊管ニ就キテ施行セラレタルノ特徴ヲ有スルコトヲ特ニ明記スルモノナリ而シテ本實驗ハ三回反覆シテ施行シタルモノニシ

テ其ノ各回ノ結果ハ略相一致シタルヲ以テ比較的成績良好ナリト認メ得可キモノナリトス  
サテコレヨリ第七圖表ニ就キテ四公式ト實驗ノ結果トノ關係ヲ研究セン

一 本實驗ノ結果ハしゅみやー氏  $m=0.68$  ト  $m=0.53$  トノ中間ニ相當ス

二 本實驗ノ結果ハくったー氏  $m=0.13$  ト殆ント相合致ス

三 本實驗ノ結果ハだーしー氏新管ヨリ稍大ナリ

四 本實驗ノ結果ハふらまん氏舊管ヨリ甚タ小ナリ

之レヲ大體ニ就キテ見ルニ以上ニ於テ已ニ論シタル所ヨリ一、二及ヒ四ノ結果ハ豫想ト甚タシク相違セサルモ三ノ結果ニ至リテハ些カ意外ノ感ナキ能ハサルナリ即チ三ノ結果ハ新ラシキ滑ラカナル管ノ流速ハ同シ口徑ノ古クシテ粗雜ナル管ノ流速ヨリモ小ナリトノコトニシテ斯クノ如キハ矛盾ト云ハサラント欲シテ得サルナリ更ラニ簡單ニ各ニ就キテ所見ヲ述フル所アルヘシ

一 しゅみやー氏ハ  $m=0.68$  ニ就キテハ或ル期間使用シタル稍清潔ナル鑄鐵管又ハ鍊鐵管ナリトシ  $m=0.53$  ニツキテハ内徑三呎ヨリ大ナル塗粧シタル新ラシキ銲接管ナリトス本實驗ノ結果カ  $m$  ノ此ノ兩値ノ中間ニ來リ然モ  $0.68$  ノ方ニ近接セルハ寧ろ合理的ニシテ斯ル程度ノ管壁ニ對シテハ  $0.63$  乃至  $0.65$  ヲ選定スルコトヲ適當ナリトナスモノナリ之レヲ以テしゅみやー氏公式ハ本實驗ト對照スルトキハヨク適應シ且合理的ノモノト云フヲ得可シ

二 くったー氏ハ  $m=0.13$  ニ就キテハ塗粧セル稍錆ツキタル鑄鐵管ナリトナス本實驗ノ結果カ此ノ値ニ對シテヨク合致シタルハ全ク偶然ニシテ然モ兩者ノ方向亦略一致ヲ見タル點ヨリ推定スルトキハ本公式ハ實驗ト對照シテヨク適應シ且合理的ノモノト云フヲ得可シ

三 だーしー氏公式ハ先キニ論シタルカ如ク終始他ノ三者ト步調ヲ一ニセサリシカ尙不幸ニシテ本實驗トモ甚タシキ懸隔ヲ見ルニ至レリ即チ新管スラ舊管ニ於ケル本實驗ノ下位ニアリ同氏

ノ舊管ノ公式ニ至リテハ之レヲ論スルノ限リニアラス今試ミニ同氏公式ノ爲メニラズとん氏ノ推舉セル舊管ニ對スル乘率ナルモノヲ以テ本實驗ニ最モ近キ二十年ヲ經過セル舊管ニアテハメテ計算ヲナシ其レヲ第二圖表ニ記入セシニ之レ又甚タシキ懸隔ヲ生スルニ驚愕セシメラレタリ之レヲ以テ見レハ本實驗ノ如キ割合ニ大ナル口徑ノ管ニ對シテハ同氏公式ハ全然合理的ノモノナリト云フヲ得サルナリ尙同氏公式ニ就キテハ結論ニ於テ些カ補足スル所アルヘシ

四 ふらまん氏舊管ノ公式ハ已ニ述ヘタルカ如ク四五年ヲ經過セル管ニ就キテノ實驗ナルヲ以テ本實驗トノ關係カ第七圖表ノ如キニアルハ合理的ナリ但シ此ノ場合ニ於テハ兩者ノ間隔カ比較的遠キニアルト一及ヒ二ノ如ク粗度係數ヲ表ハセルモノナキヲ以テ本實驗ト適切ナル比較ヲ試ムルハ難事ナリトス

若シ本實驗ノ如キヲ新管ニ於ケル時代ニ施行シタル記錄アラシカ是彼對照スルヲ得ルノミナラス四公式間ノ關係ヲモ一層興味ヲ以テ研究スルヲ得タランニ今ニ於テハ已ニ之レヲナシ能ハサルハ甚タ遺憾ノ事ナリトス

#### 第八 結 論

以上述ヘ來リタル所ヨリ是等代表的形式ヲ有スル著名ナル四公式相互ノ關係及ヒ是等ト著者ノ一實驗トノ關係ハ明了トナリタリ

サテ著者ノ極メテ範圍小ナル一實驗ヲ基礎トシ著名ナル諸大家ノ實驗公式ト比較シ且ツ之レヲ批判シ去ルハ如何ニモ無謀ナリトノ譏リヲ免カレサル所ナリ著者モ亦元ヨリ之レヲ識リ最初ヨリ本實驗ヲシテ此ノ一小範圍ニ止メシム可シトハ思ハサリシ之レヲ各種口徑及ヒ各種ノ動水勾配ノ廣キ範圍ニ就キテ施行スルハ少ナカラサル便宜ト容易ナラサル努力ヲ要スルモノニシテ只除ロニ時機ト便宜ヲ視ヒテ他日之レヲ敢行セント欲スルモノナリ

凡ソ此種ノ實驗ハ口徑ノ大ナル程實驗ニ伴フ困難ノ度ハ大ナルモノニシテ茲ハ記載シタルカ如

キ比較的大口徑ニシテ且長距離ノ實驗ハ蓋シ他ニ於テ容易ニ求メ得ラレサル所ナリ然モ本實驗ニハ今日ニ於テ達シ得可キアラユル精度ノ器械ノ附隨セルアルヲ以テ著者ノ試ミタル此ノ算法ニシテ誤ナカラシカ本實驗ハ此ノ口徑及ヒ之レニ近キ大小口徑ニ於ケル信憑スルニ足ルヘキ據點ヲ與フルモノナランカ

茲ニ更ラニ附言シタキハダ―シ―氏公式ナリトス同氏公式ハ已ニ述ヘタルカ如ク古クヨリ最モヨク尊重セラレ又最モ廣ク使途セラレツ、アルモノナレトモ其起因ハ小口徑ノミノ實驗ニ求メタルモノナリ而シテ斯クノ如キ由來ノモノヲ茲ニ引用シテ比較的大口徑ノ本實驗ト併立セシムルノミナラス更ラニ六十吋大口徑ニ及ホシテ他ノ諸公式ト比較スルナトハ些カ無謀ノ企テナルヲ感知セサルニハアラサリシナリ然モ著者ヲシテ之レヲ敢テセシメタル所以ハ已述ノ Edmund B. Weston 氏ノ如キイタク本公式ヲ激賞シテ六十吋迄モ之レヲ適用シ得可シトナシ六十吋管ニ對スル詳細ナル流速表ヲ掲出セシ程ニ本公式ノ熱心ナル推賞者アリシニ牽制セラレタルニ外ナラサリシナリ然ルニ之レハ他ノ諸公式並ニ本實驗ノ結果ト相容レサルノ程度ハ已述ノ如シコ、ニ於テうす<sup>不</sup>とん氏ノ如キ一家ノ所説ト雖迂濶ニ信憑ス可カラサルヲ想ヒ心外ニ堪エサルナリ今茲ニ本實驗ニ供シタルカ如キ管ヲ新タニ設計スルニ當リ公式ノ由來ヲ窮メスシテ小膽ナル甲設計者ハダ―シ―氏舊管ニヨリ又大膽ナル乙設計者ハふらまん氏新管ニヨリタルカ如キ極端ナル場合ヲ想像センニ平均流速ハ甲者ノ三呎ニ對シテ乙者ハ五四呎トナリ乙者ハ甲者ノ一八倍即チ八割ノ差ヲ生スル意外ナル結果トナル從ツテ一定ノ流量ニ對シテ必要ナル管ノ斷面積ノ如キモ甚タシキ差異ヲ生スルコト、ナルニ至ルヘシ

此ニ於テカ著者ノ第一概説ニ於ケル推定ハ終ニ誤レルモノナルヲ認定セサルヲ得スシテ管ニ於

ケル公式ト雖其ノ由來及ヒ適用ノ範圍ヲ慎重ニ攻究セサル可カラサルヲ知リ若シ其ノ撰擇ヲ誤ランカ設計上豫想外ノ缺陷ヲ招致スルニ至ル可シ

諸大家ノ管ニ於ケル流量公式ハ多様多種アリテ各其ノ特徴ヲ有スルナラン然リト雖著者ハ各種特徴ノ中ニ就キテモ單一ノ粗度係數ヲ引用シタル形式ノモノヲ以テ最モ合理的ト認メ最モ尊重セント欲スルモノナリコレ管壁ハ鑄鐵ニ限ラス終始一貫同一ノ粗度ヲ保持スル能ハスシテ漸次滑ヨリ粗ニ變化スルモノナレハナリ

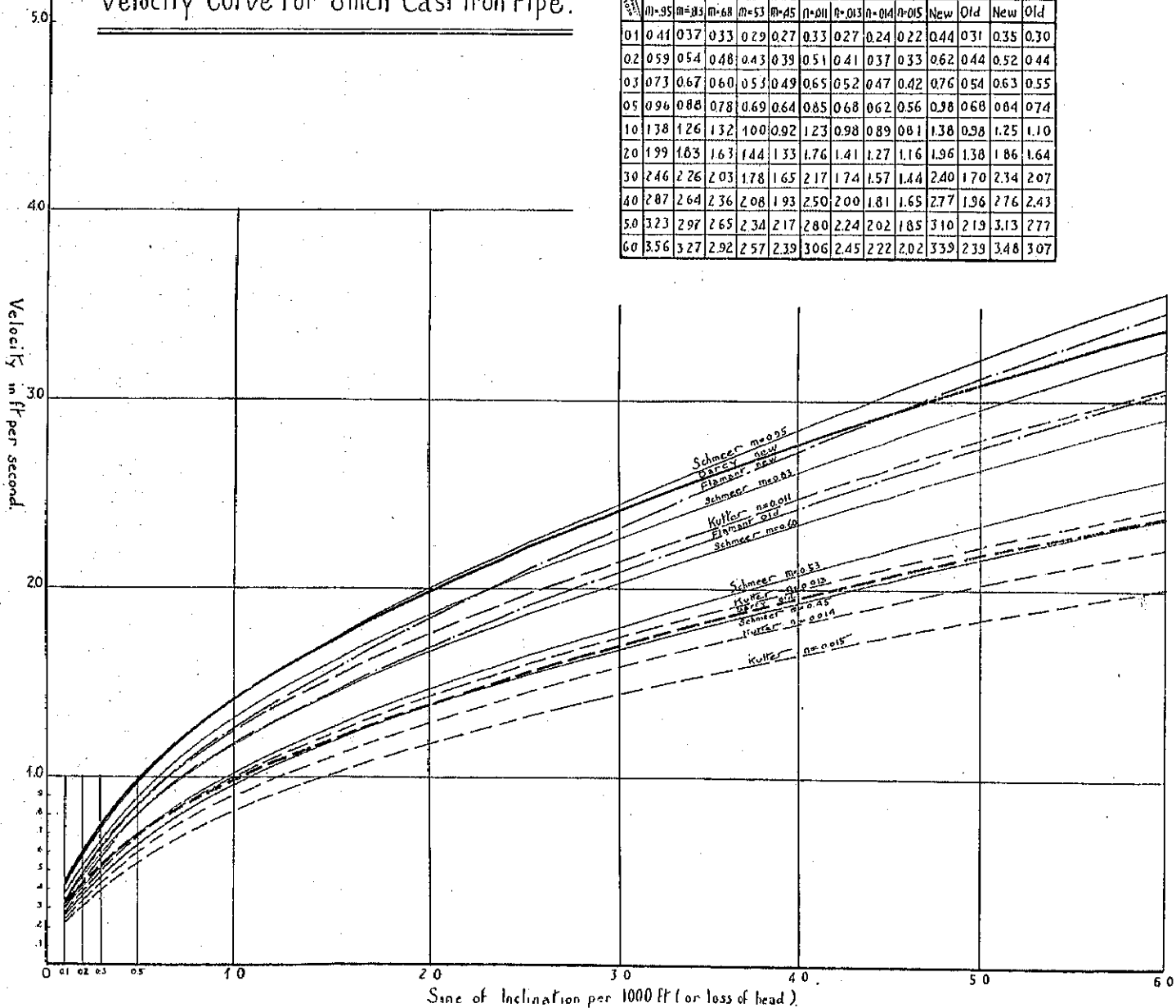
著者ハ此ノ理由ニヨリ用途廣汎ナルくったー氏公式若シクハ新ラシキ形式ナルしゅみやー氏公式ヲ最モ尊重スルモノニシテ範圍小ナリト雖本實驗ト最モ合理的關係ヲ保持スル點ヨリシテモ亦此ノ兩者ニ最モ信憑ヲ置クモノトス

終リニ本實驗ヲ行フニ當リ多大ノ援助ヲ給ハリシ西大條技師佐々木淨水所長及ヒ岩崎工學士ノ勞ヲ多謝スルモノナリ(完)

Velocity Table (in ft per sec).

Pipe Size	Schmeer				Kutter			Darcy		Flamant			
	$V = \{66(\sqrt{f} + m)\sqrt{S}\}^{1/2}$				$V = \frac{C\sqrt{R}}{\sqrt{f + D}}$			$V = \frac{C\sqrt{R}}{\sqrt{f + 2.45S}}$		$V = 85.76D^{1/2}S^{1/4}$			
	m=0.95	m=0.83	m=0.68	m=0.53	n=0.011	n=0.013	n=0.014	n=0.015	New	Old	New	Old	
01	0.41	0.37	0.33	0.29	0.27	0.33	0.27	0.24	0.22	0.44	0.31	0.35	0.30
02	0.59	0.54	0.48	0.43	0.39	0.51	0.41	0.37	0.33	0.62	0.44	0.52	0.44
03	0.73	0.67	0.60	0.53	0.49	0.65	0.52	0.47	0.42	0.76	0.54	0.63	0.55
05	0.96	0.88	0.78	0.69	0.64	0.85	0.68	0.62	0.56	0.98	0.68	0.84	0.74
10	1.38	1.26	1.12	1.00	0.92	1.23	0.98	0.89	0.81	1.38	0.98	1.25	1.10
20	1.99	1.83	1.63	1.44	1.33	1.76	1.41	1.27	1.16	1.96	1.38	1.86	1.64
30	2.46	2.26	2.03	1.78	1.65	2.17	1.74	1.57	1.44	2.40	1.70	2.34	2.07
40	2.87	2.64	2.36	2.08	1.93	2.50	2.00	1.81	1.65	2.77	1.96	2.76	2.43
50	3.23	2.97	2.65	2.34	2.17	2.80	2.24	2.02	1.85	3.10	2.19	3.13	2.77
60	3.56	3.27	2.92	2.57	2.39	3.06	2.45	2.22	2.02	3.39	2.39	3.48	3.07

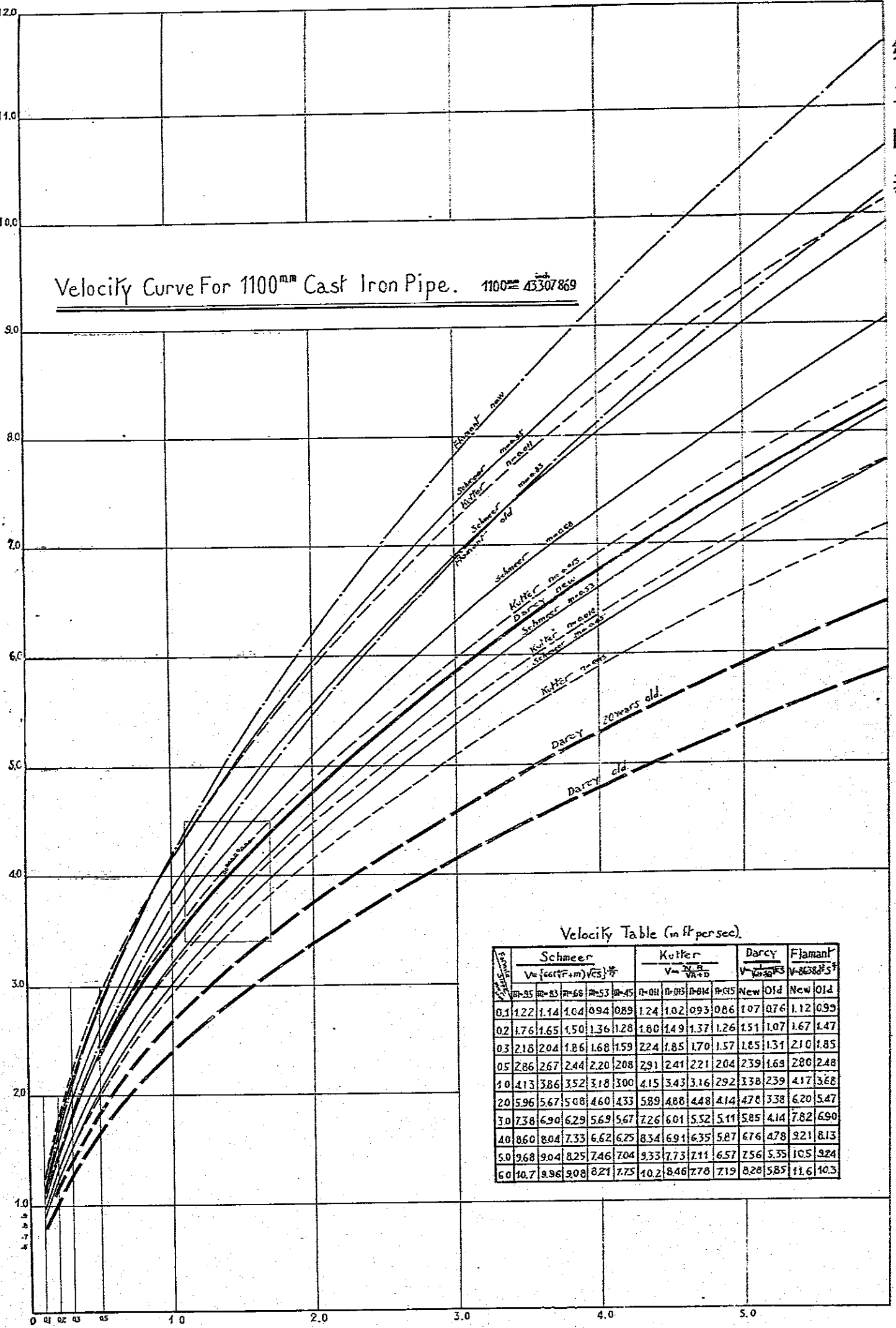
Velocity Curve For 8inch Cast iron Pipe.



第一圖表

土木學會雜誌第四卷第三頁附圖

Velocity Curve For 1100<sup>mm</sup> Cast Iron Pipe.  $1100 \approx 43307869$

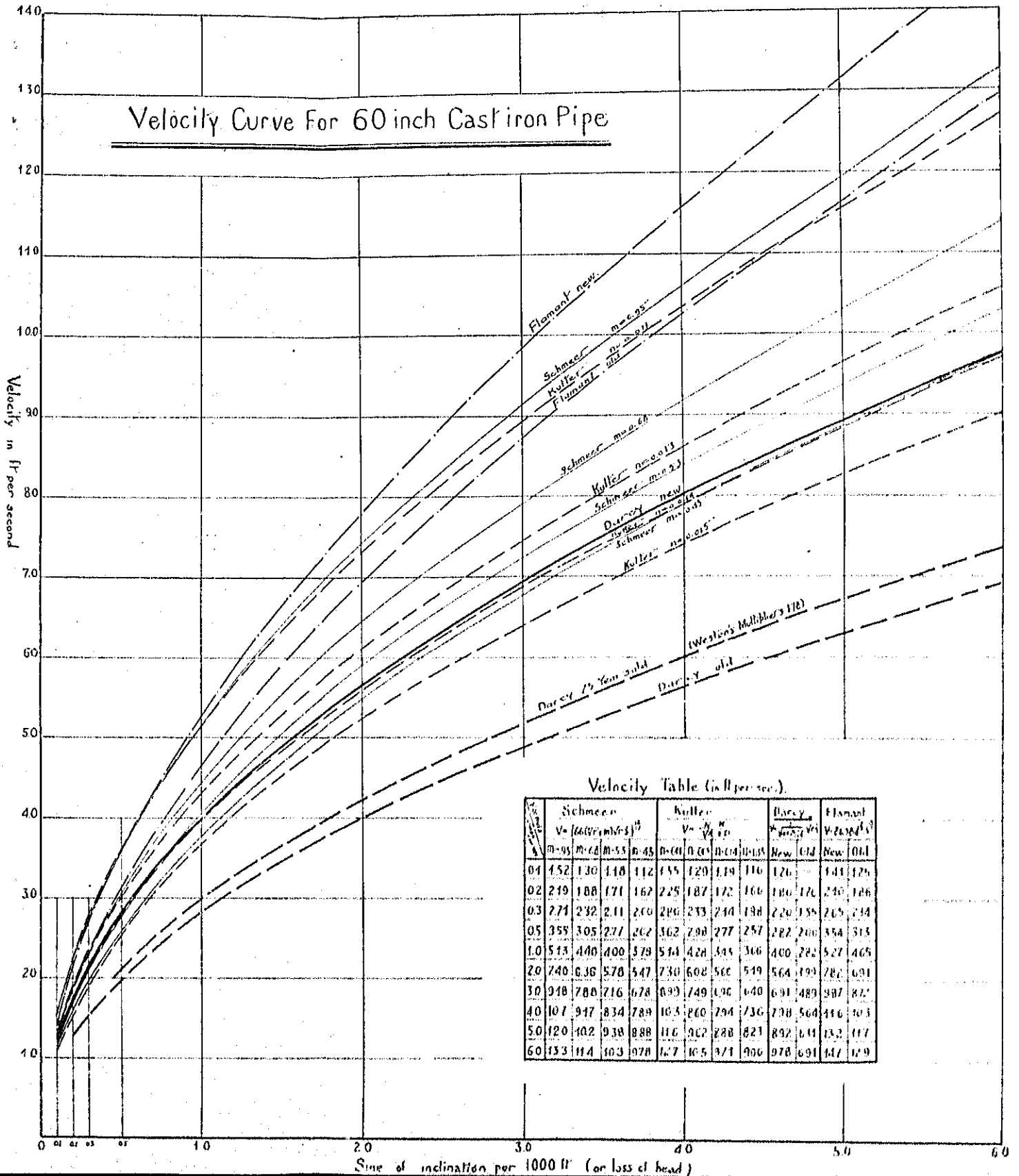


Velocity Table (m ft per sec.)

Friction Coefficient (1/1000)	Schmeer					Kutter					Darcy		Flamant	
	$V = \sqrt{c(F+M)}\sqrt{CS}$ 等					$V = \frac{C\sqrt{R}}{K+4.75}$					$V = \frac{C\sqrt{R}}{K+4.75}$		$V = \frac{C\sqrt{R}}{K+4.75}$	
	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	New	Old	New	Old
0.1	1.22	1.14	1.04	0.94	0.89	1.24	1.02	0.93	0.86	1.07	0.76	1.12	0.99	
0.2	1.76	1.65	1.50	1.36	1.28	1.60	1.49	1.37	1.26	1.51	1.07	1.67	1.47	
0.3	2.18	2.04	1.86	1.68	1.59	2.24	1.85	1.70	1.57	1.85	1.31	2.10	1.85	
0.5	2.86	2.67	2.44	2.20	2.08	2.91	2.41	2.21	2.04	2.39	1.69	2.80	2.48	
1.0	4.13	3.86	3.52	3.18	3.00	4.15	3.43	3.16	2.92	3.38	2.39	4.17	3.68	
2.0	5.96	5.67	5.08	4.60	4.33	5.89	4.88	4.48	4.14	4.78	3.38	6.20	5.47	
3.0	7.38	6.90	6.29	5.69	5.67	7.26	6.01	5.52	5.11	5.85	4.14	7.82	6.90	
4.0	8.60	8.04	7.33	6.62	6.25	8.34	6.91	6.35	5.87	6.76	4.78	9.21	8.13	
5.0	9.68	9.04	8.25	7.46	7.04	9.33	7.73	7.11	6.57	7.56	5.35	10.5	9.24	
6.0	10.7	9.96	9.08	8.21	7.75	10.2	8.46	7.78	7.19	8.28	5.85	11.6	10.3	



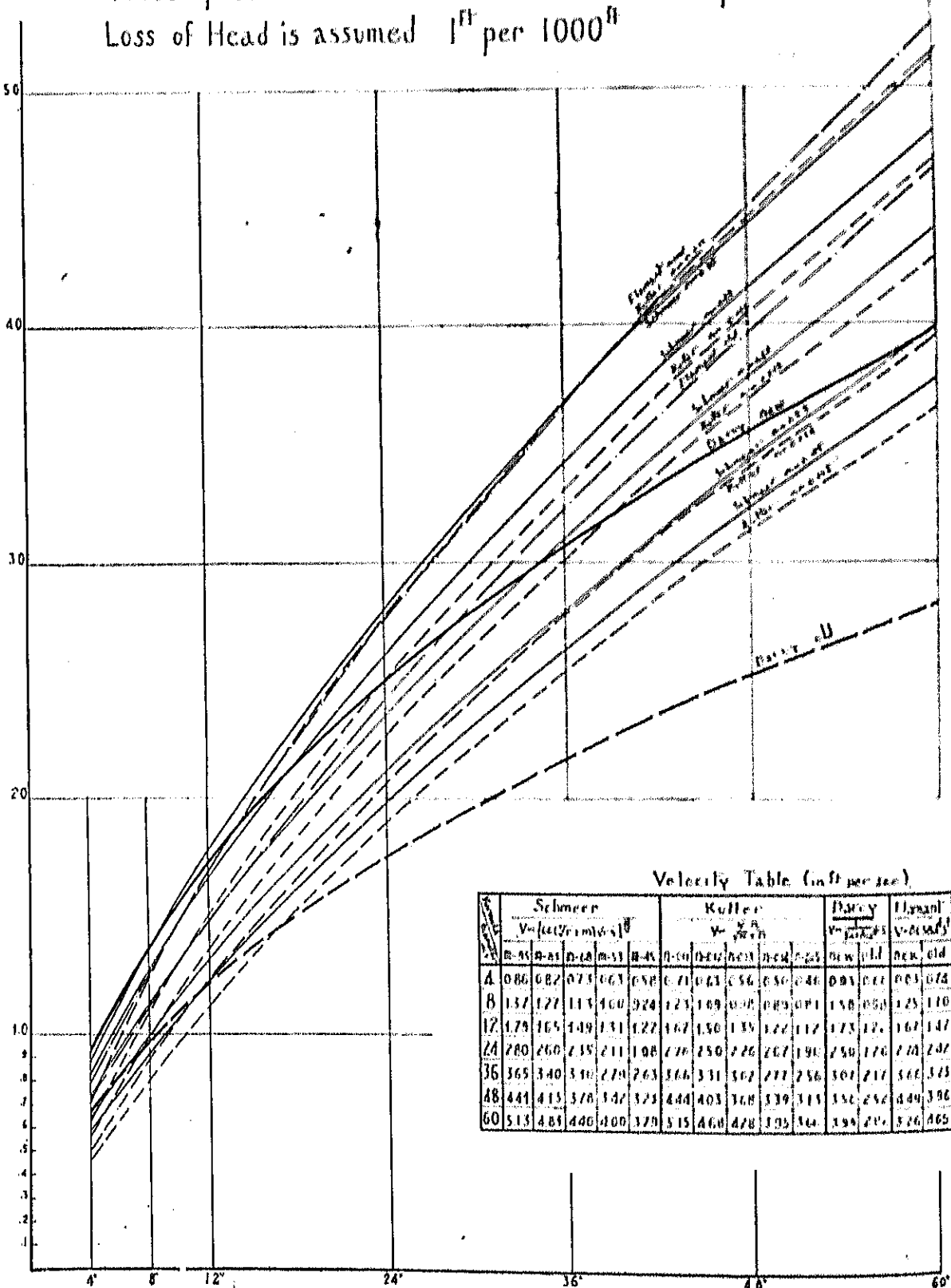
Velocity Curve For 60 inch Cast Iron Pipe



Velocity Table (Gall per sec.)

Inclination	Schmeer				Keller				Darcy		Flamant	
	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	$V = \frac{1000}{\sqrt{m \cdot S}}$	New	Old	New	Old
0.1	452	130	118	112	135	120	119	110	126		141	125
0.2	219	188	171	162	225	187	172	160	180	176	240	188
0.3	271	232	211	200	286	233	240	188	220	188	265	214
0.5	358	305	277	262	362	290	277	257	282	200	354	315
1.0	513	440	400	378	513	420	385	366	400	282	527	465
2.0	740	636	578	547	730	602	566	549	564	199	782	691
3.0	948	788	716	678	899	749	706	640	691	189	987	872
4.0	1071	947	834	789	1035	860	794	736	738	564	1146	1013
5.0	120	102	938	888	116	962	888	821	892	641	132	117
6.0	133	114	103	978	127	105	971	906	978	691	141	129

Velocity Curve For 4<sup>inch</sup> to 60<sup>inch</sup> Cast Iron Pipe  
 Loss of Head is assumed 1<sup>ft</sup> per 1000<sup>ft</sup>

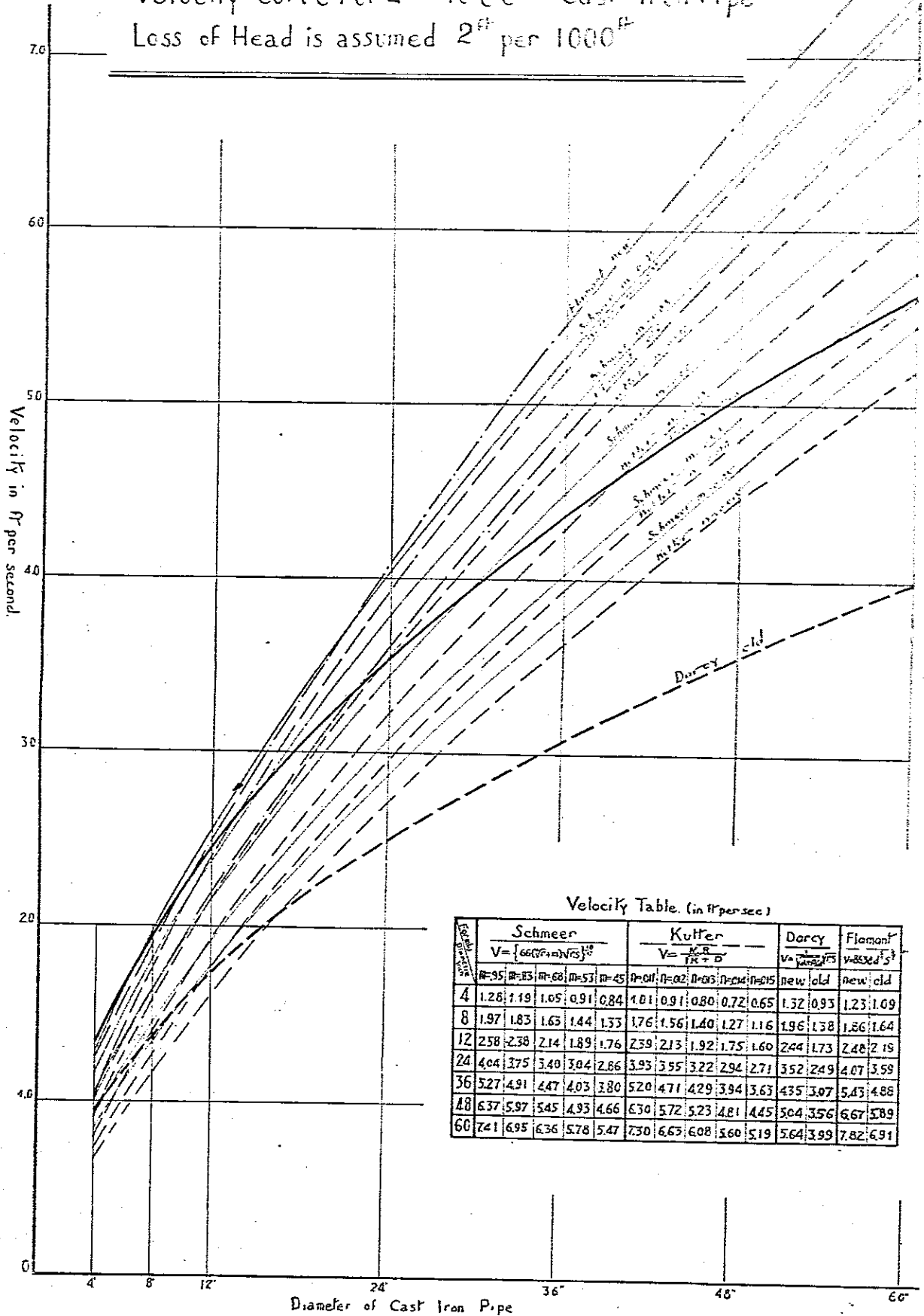


Velocity Table (in ft per sec)

Diameter (inches)	Schmeer					Kutter					Darcy		Dynam		
	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	0.67	0.63	0.60	0.57	0.54	new	old	new	old
4	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	0.54	0.83	0.81	0.63	0.75
8	1.37	1.27	1.18	1.09	1.00	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.77	1.58	1.55	1.25	1.10
12	1.78	1.65	1.49	1.31	1.22	1.22	1.15	1.07	1.02	0.97	0.92	2.15	2.12	1.67	1.47
24	2.80	2.60	2.35	2.11	1.98	1.98	1.87	1.76	1.67	1.60	1.54	3.50	3.46	2.70	2.47
36	3.65	3.40	3.10	2.79	2.63	2.63	2.49	2.35	2.24	2.17	2.09	4.61	4.56	3.60	3.33
48	4.41	4.15	3.76	3.42	3.23	3.23	3.05	2.88	2.75	2.67	2.57	5.58	5.52	4.40	3.96
60	5.13	4.85	4.40	4.00	3.79	3.79	3.57	3.36	3.21	3.12	3.01	6.54	6.47	5.20	4.65

Diameter of Cast Iron Pipe.

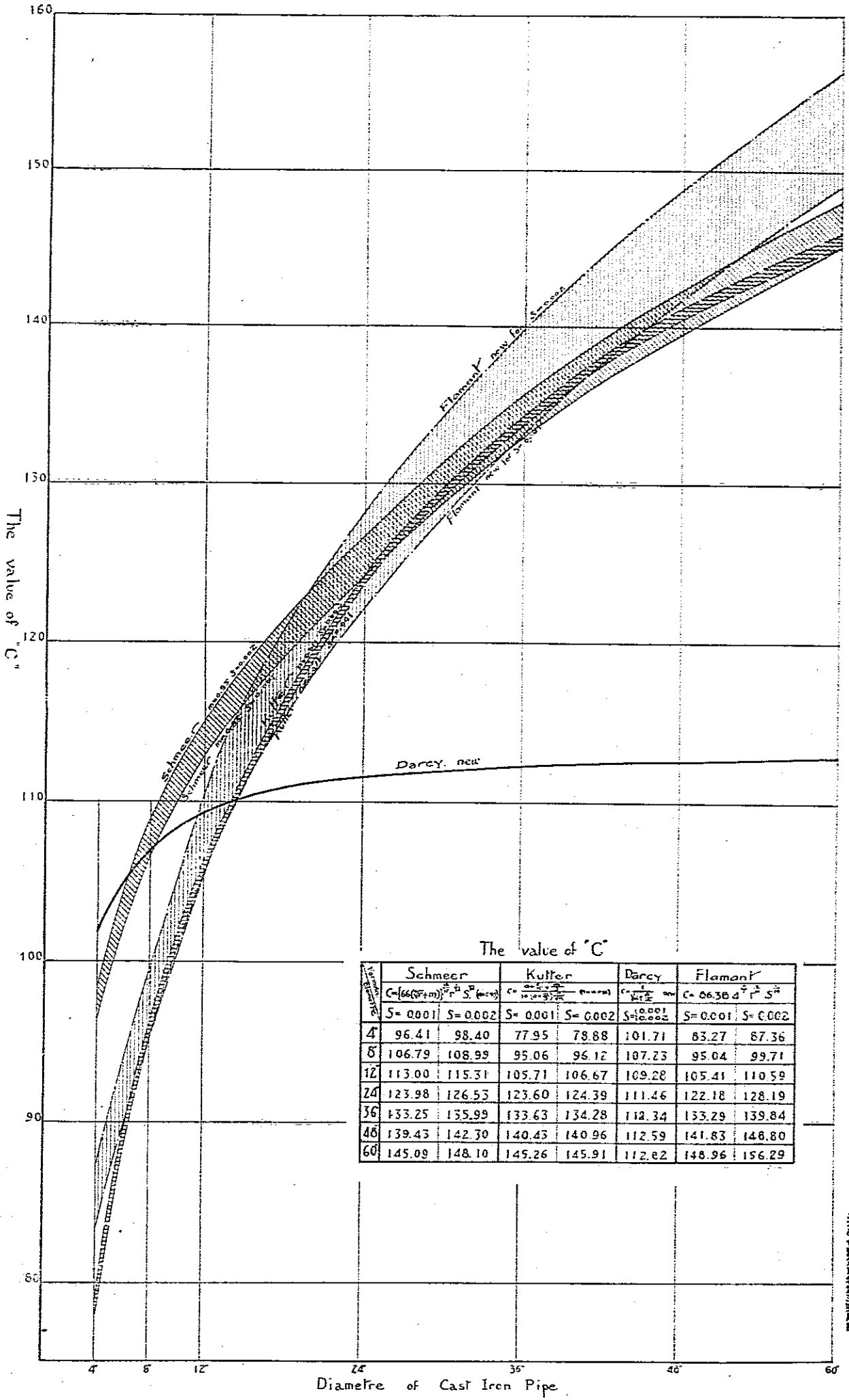
Velocity Curve For 4<sup>inch</sup> to 60<sup>inch</sup> Cast Iron Pipe  
 Loss of Head is assumed 2<sup>ft</sup> per 1000<sup>ft</sup>



Velocity Table. (in ft per sec)

Velocity ft per sec	Schmeer					Kutter					Darcy		Flanant	
	$V = \frac{1.486 C \sqrt{R}}{n}$					$V = \frac{C \sqrt{R}}{1.486 n}$					$V = \frac{C \sqrt{R}}{1.486 n}$		$V = \frac{C \sqrt{R}}{1.486 n}$	
	n=95	n=85	n=68	n=57	n=45	n=0.01	n=0.02	n=0.03	n=0.04	n=0.05	new	old	new	old
4	1.28	1.19	1.05	0.91	0.84	1.01	0.91	0.80	0.72	0.65	1.32	0.93	1.23	1.09
8	1.97	1.83	1.63	1.44	1.33	1.76	1.56	1.40	1.27	1.16	1.96	1.38	1.86	1.64
12	2.58	2.38	2.14	1.89	1.76	2.39	2.13	1.92	1.75	1.60	2.44	1.73	2.48	2.19
24	4.04	3.75	3.40	3.04	2.86	3.93	3.55	3.22	2.94	2.71	3.52	2.49	4.07	3.59
36	5.27	4.91	4.47	4.03	3.80	5.20	4.71	4.29	3.94	3.63	4.35	3.07	5.43	4.88
48	6.37	5.97	5.45	4.93	4.66	6.30	5.72	5.23	4.81	4.45	5.04	3.56	6.67	5.89
60	7.41	6.95	6.36	5.78	5.47	7.30	6.65	6.08	5.60	5.19	5.64	3.99	7.82	6.91

第六圖表 動水勾配千分之一及千分之二ニ對スルCノ曲線



The value of 'C'

Diameter of Pipe (inches)	Schmeer		Kutter		Darcy	Flamant	
	$C = \frac{1.49}{(K + 1.49 S^{1/2})} R^{2/3}$	$C = \frac{1.49}{(K + 1.49 S^{1/2})} R^{2/3}$	$C = \frac{1.49}{(K + 1.49 S^{1/2})} R^{2/3}$	$C = \frac{1.49}{(K + 1.49 S^{1/2})} R^{2/3}$	$C = \frac{1.49}{(K + 1.49 S^{1/2})} R^{2/3}$	$C = 0.638 d^{-1.49} R^{2/3} S^{1/2}$	$C = 0.638 d^{-1.49} R^{2/3} S^{1/2}$
	S = 0.001	S = 0.002	S = 0.001	S = 0.002	S = 0.001	S = 0.001	S = 0.002
4	96.41	98.40	77.95	78.88	101.71	83.27	87.36
8	106.79	108.99	95.06	96.12	107.23	95.04	99.71
12	113.00	115.31	105.71	106.67	109.28	105.41	110.59
24	123.98	126.53	123.60	124.39	111.46	122.18	128.19
36	133.25	135.99	133.63	134.28	112.34	133.29	139.84
48	139.43	142.30	140.43	140.96	112.59	141.83	148.80
60	145.09	148.10	145.26	145.91	112.62	148.96	156.29

