

第五章 材料及管渠の構造

第一節 材料 (Materials)

下水道の用材には、セメント、砂、砂利、碎石、玉石、割栗石、陶管、煉瓦、石材、木材、モルター、混凝土、鐵筋混凝土、各種鐵材、アスファルト等あらゆる品物が必要であるが、就中管渠を構成すべき材料としては、生産豊富にして價格の低廉なるもの、製作施工の簡便なるもの、強度の大なるもの、表面の平滑なるもの、耐久性に富み破損磨滅又は腐蝕の憂なきもの、敷設容易にして完成の速かなるもの、洗掃維持修繕に便利なるもの等色々な條件を具備して居らねばならぬ、セメント工業の發達せざりし時代の下水管渠は、主として陶管煉瓦石材で作られて居たのであるが、今日では細管にこそ陶管を用ふるが其他は殆ど鐵筋混凝土管渠に壓倒された觀が頗る明瞭である。

セメント はモルター又は混凝土構成の主要材料で、管渠の構成は云ふ迄もなく下水道のあらゆる工作物に使用せらるゝもの故、其品質等は最も優良なるものを選び使用方法並びに保管に關し充分なる注意を拂ふことが肝腎である。

砂、砂利、碎石等 は専らモルター又は混凝土の骨材として用ひらるゝものなれば其品質に就ては清淨堅牢を期すべきは勿論、工作物の種類や厚薄等に應じて其大きさを加減する必要がある、其他の應用は主に基礎用或は路面復舊用に使用せらるる程度に過ぎぬ。

玉石、割栗石等 は基礎用として用ひらるゝ場合が多い、従て品質の堅實が最も肝要である。

煉瓦 は元來水管渠築造の主要材であつたが、現今では人孔並びに各種柵類の側壁用、或は勾配の急な管渠の底部張立用、又は唧筒場其他の建築材として用ひらるゝに過ぎぬ、従て良質のものが一般に適用せらるゝが、特に底張用には磨

滅の少ない堅硬の良材を選択する必要がある。

石材 は護岸用以外人孔燈孔柵類等の縁石各種工作物の笠石又は蓋石渠底の張石、排水口の卷石、其他建築物の飾石、石段、土臺石、捨石などに用ひらるゝを通例とする、従て雜割石間知石切石等種々な種類が必要であるが、畢竟堅實で細工の仕安い美觀的な意味合ひから、花崗石、相州石、石板石の類が最も愛用される様である。

木材 は基礎杭に用ひらるゝ以外、型枠又は土留材料足場材料等主として施工上の補助材に應用せらるゝ場合が多く、材質の如きも松杉檜など極めて堅確な木材のみが廣く採擇せられて居る。

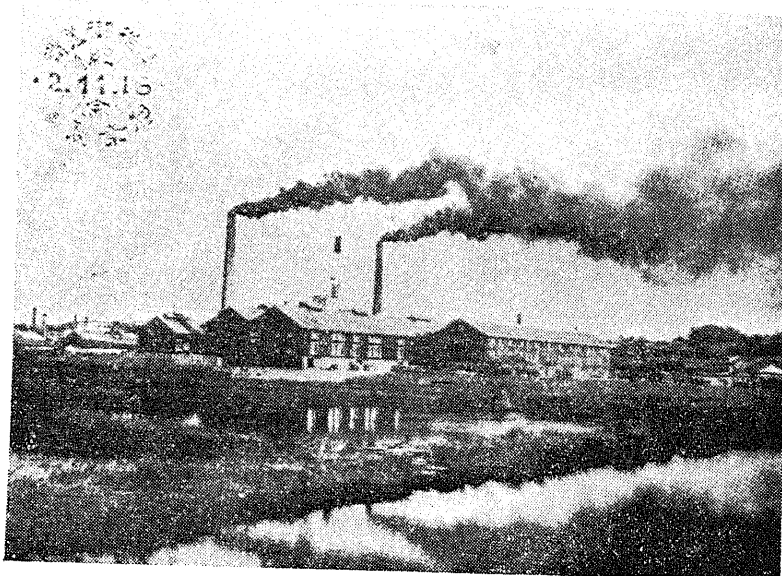
鐵材 の應用は相當に廣く、鐵筋用並びに各種工作物築造上必要缺く可からざる材料なれば、常に優良なる品質のものを選択し其使途に應じて、鋼又は鐵の種別を充分に審査し遺漏なきを期する必要がある、通常管渠又は附屬工作物用の鐵筋としては軟鋼線及軟鋼釘を用ふる場合が多く、人孔燈孔各種柵類の覆蓋、又は制水扉防潮扉等の工作には専ら鑄鐵を使用して居る。

以上の外伏越又は有壓管用として鐵管の類を、防水用にはアスファルトの類を、管渠の場合には楨肌やヤブンの類等、種々な材料が必要ではあるが何れにしても良質のものを採用するに吝かならざることが肝腎である。

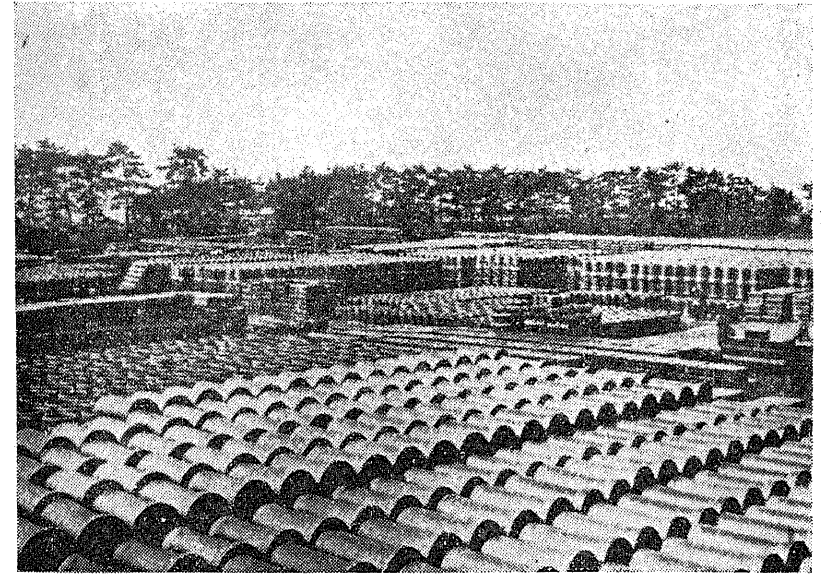
第二節 陶管 (Vitrified clay pipe)

陶管は粘土を主要原料として粘藥を施して焼上げた製品で我國では古來土管と稱して居たが、最近商工省の規格審査委員會で之を陶管と命名したのである。陶管の主産地は尾張の常滑町、三河の高濱町新川町及備前の伊部町等だが、現在では之が製作は已に各府縣及朝鮮に迄普及し、年産實に數百萬圓に及び有力なる國産品として多大の賞賛を受け、上下水道、耕地整理、道路、鐵道の諸工事は云ふ迄もなく、一般土木建築の用材には必要缺くべからざる製作品である。

沿革 現今の陶管即ち眞焼土管の元祖は常滑町の陶工鯉江方壽氏の創意に成つたもので、弘化四年(1847)美濃高須侯が江戸四谷の藩邸に導水せんとし、徑六寸及八寸の眞焼土管製作を依託せしに濫賜するのである、然し當時の陶管は全くの手作品故頗る粗雑なものであつたらしい、明治五年京濱間鐵道建設に際し初めて舶來陶管の輸入を見るや、方壽氏は其子高司氏と共に實物を視察して大に覺り苦心の結果漸く實用的陶管の製作に成功した、依て同六年には神奈川縣の命を受けて横濱市高島町上水用内徑四寸及六寸の陶管を製し、翌七年には京阪間鐵道敷設に要した内徑五寸、七寸及一尺の陶管を多數製作したのである、爾來高司氏専ら之が製作改善に盡瘁し遂に木型製法を案出したので、陶管の品質は其形態と共に著しく整備するに至つた、同十五年には東京市の註文で半土管を焼き、同十七年には内徑一尺五寸の大形品を、十八年には内徑二尺管を十九年には内徑二尺五寸管を作り、同三十年には遂に内徑三尺の大管製作に成功したのである、斯くして製品にも著しい進歩改良が施された爲め、陶管の名聲漸く高く需要も大に激増し



伊奈製陶株式会社第二工場



第二工場陶管置場の一部

た、現在常滑町及之に隣接する西浦町、鬼崎村、小鈴谷村、旭村、等の陶管工場三百に近く、陶管の年産額約七百五十萬本、此代價實に三百數十萬圓に及ぶと稱せられて居る。

常滑に次ぐ本邦第二の陶管産地は三河の高濱町及其隣接地なる新川町刈谷町等で、是等は明治十八年伊藤清吉氏常滑から移住し、高濱町神谷源之助氏と協力斯業を經營せしに由來し、次第に今日の發展を導いたもので工場も亦數十に達し、製造年額約二百萬本價格も百萬圓に近く主として東京方面に販賣して居る。

備前伊部町の斯業は明治十九年伊部商會の製作開始に創まり、陶管の年産額約五十萬本此價格二十萬圓に上り、兵庫縣明石町の斯業も亦年産額凡三十萬本價格十數萬圓に及ぶと傳へられて居る。

明治四十年以降は名古屋市、廣島市、明石市、大阪市、松山市、東京市等各地の下水道工事が相次いで起つたので、陶管の需要も益々激増して大量の註文が殺

到するに至つた、従て製品の改善は勿論製造能率の増進を促すこと頗る急なりし爲め、従來の手法は次第に機械製に改まり、燃料の騰貴と缺乏とは陶窯の改善を餘議なくし、當業者不斷の努力と奮勵とは愈々斯業を發展せしめ以て今日の盛運を導いた次第である。

明治四十年下水道工事實施の爲め著者の名古屋市に赴任した當時は、陶器に對する研究などは皆無で製作に一定した規格もなく、工場毎に寸法も形態も全々區々で更に統一がなかつた、依て第一に是等の重量吸水率強度等一切に關する試験を實行し、下水管としての所要荷重に基いた特定の寸法形状品質強度等を掲げ、新に定めた規格に依り註文を發したのが因で、同業者間に随分物議を醸したこともあつたが、幸にも當時常滑陶器同業組合長伊奈初之丞氏は、非常に熱心な斯業の先覺者であつたわけ最も克く著者の意見に共鳴し、仕様書通り無條件にて此の註文に應ずることを斡旋したのみならず、萬難を排して舊慣の打開に努め率先範を海外の先進國に求めて機械製作の新法を開始する等、著者に對する理解は勿論其奮發と盡力とは、斯業を今日の隆運に導いた大貢獻と認めねばならぬのである。

製造 原料に使用する陶土は産地に依り多少の相違はあるが、大體硅酸及礬土に富む良質の粘土で、採掘後充分に乾かし砂礫草根等の夾雜物を除き、粉碎機を用ひて完全に碎き篩別した細粉のみを、土練機に送り適度の水を加へて克く練り合せ、手作の場合は木型に詰め轆轤に掛けて成形すれども、近來は成形機を使用しスチーム・プレス又はロール・プレスに依り成形するものが多い、成形を終れば直に櫛目を入れて承口及挿口を仕上げ、窯の餘熱を利用した乾燥室に運んで充分に乾かすのである、乾燥土管に對しては入窯前嚴重な検査を行ひ、完全なものだけに釉薬を施して窯内に整然と積み重ね、小管は大管の中に容れて火焰の充實を圖り窯口も密閉して所謂窯詰を終る、窯詰を終れば即時點火し除々に熱度を高めて攝氏 1,200 度から 1,500 度に達せしめ、素地が完全に陶化する迄五晝夜位は連續して焼成するのである。

陶器の品質を向上せしむる爲め近來食鹽釉薬を施すことが流行し出した、之は焼成の終期即ち窯中の熱度が最高温度に達し、素地が十分に陶化した頃を見計らい、焚口から食鹽を投入する、食鹽は熱の爲め分解して鹽酸瓦斯と曹達分とに分離し、鹽酸瓦斯は煙突から逸散し曹達分は瓦斯狀に變じて陶土中の硅酸分と化合し、陶管の表面に暗褐色の硅酸ナトリウムが光澤強き硝子狀皮膜を作る、之れ即ち食鹽釉薬で陶土の焼締りが充分でなければ此作用が生じないのである。

焼成を終れば約七日乃至十日間注意して冷し窯口を開き、除々に陶管を搬出して茲に製造が完了するのである。

規格 昭和四年五月十三日商工省告示第二十二號を以て、政府は其購入し又は使用する陶管の規格を次の通り定めた。

陶 管 (日本標準規格第 59 號)

第一條 本規格ハ粘土ヲ主要原料トシテ燒成シタル陶管中釉薬ヲ施シタル直管ニ之ヲ適用ス

第二條 管ハ之ヲ次ノ三種ニ區分ス

- 一、並 管
- 二、厚 管
- 三、特 厚 管

第三條 管ハ機械製又ハ之ト同等ノ品位ヲ有スル手工製ノモノトス

第四條 管ハ良ク燒締メタルモノニシテ之ヲ打テハ金屬性ノ清音ヲ發シ其ノ内外面ニ適當ニ釉薬ヲ施シタルモノトス

第五條 管ハ實用的眞直且正圓ニシテ漏水ノ虞アルひびわれ又ハ疵ナキコトヲ要ス

第六條 承口及挿口ノ接合面ニハ櫛目ヲ附スルモノトス 但シ内徑 18 cm 以下ノ管ニ在リテハ之ヲ省略スルコトヲ得

第七條 管ノ稱呼、標準ノ形状及寸法、耐壓試験ノ荷重ハ附表ニ示ス通りトス

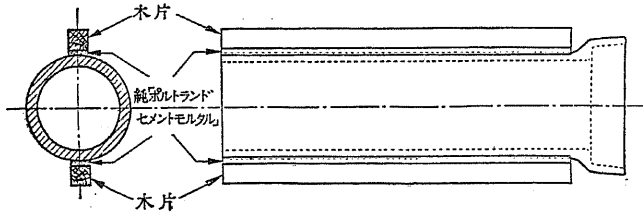
第八條 寸法ノ公差、曲り、ひびわれ及疵ノ許容ノ程度ハ次ノ各號ニ依ル

- 一、管ノ内徑ノ公差ハ厚管及特厚管ニ在リテハ標準寸法ノ $\pm 1/40$ 、並管ニ在リテハ $\pm 1/30$
- 二、有效長ノ公差ハ標準寸法ノ $\pm 1/50$
- 三、管ノ曲リハ承口部ヲ除キタル全長ニ於テ 10 mm 以内

四、承口及挿口ニ於ケルひびわれ又ハ疵ノ深ハ管厚ニ達セス且其ノ長ハ承口ノ深ノ 1/3 以内

第九條 耐壓試験ハ同種、同一寸法ノ管 100 本又ハ其ノ端數ナ 1 組ト爲シ各組ヨリ 1 本ノ供試管ヲ採リ次ノ方法ニ依リ之ヲ行フモノトス

管ヲ横ニ置キ下圖ニ示ス如ク 頂部並底部ニ幅 5 cm (内徑 23 cm 以下ノ管ニ在リテハ 2.5 cm) ノ木片ヲ當テ木片ト管トノ間ニ純「ホルトランド セメント モルタル」ヲ填充シ僅ニ壓力ヲ加ヘタルマ該「モルタル」ノ固結スルヲ待テテ承口部ヲ除キタル管ノ全長ニ亙リ垂直ニ等布荷重ヲ加フルモノトス 但シ賣買者双方ノ協定ニ依リ他ノ填充物ヲ以テ純「ホルトランド セメント モルタル」ニ代フルコトヲ得



第十條 供試管カ前條ノ試験ニ合格セサル場合註文者又ハ其ノ指定シタル検査員 (以下單ニ検査員ト稱ス) ニ於テ必要ト認メタルトキハ再試験ヲ行フコトヲ得

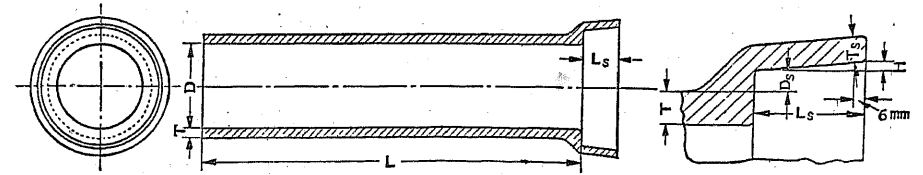
第十一條 第九條ノ試験ハ註文者又ハ検査員ノ指定又ハ承認アリタルトキハ之ヲ省略スルコトヲ得

第十二條 管ニハ其ノ種別及製造者ノ記號ヲ刻印スルモノトス

附 表

並 管

稱 呼	内 徑 D cm	有 效 長 L cm	承口ノ深 L _s 最小 mm	備 考
5 糶 管	5.0	50	30	厚(T _s)、承口ノ厚(T _s)、隙(D _s)及承口内側ノ勾配(H)ハ適宜トス
7.5 "	7.5	"	30	
10 "	10.0	"	45	
15 "	15.0	66	60	
18 "	18.0	"	60	
23 "	23.0	"	65	
35 "	30.0	"	70	
38 "	38.0	"	75	
45 "	45.0	"	80	
60 "	60.0	"	90	
75 "	75.0	"	100	
90 "	90.0	"	110	



厚 管

稱 呼	内徑 D cm	有效長 L cm	管ノ厚 T _s 最小 mm	承口ノ深 L _s 最小 mm	隙 D _s mm(約)	承口内側 ノ勾配H mm(約)	試験荷重 kg	備 考
10 糶厚管	10.0	50	14	50	9	5	680	承口ノ厚(T _s)ハ其ノ頂端ヨリ 6 mm ノ點迄ヲ除クノ外總テ管ノ厚(T _s)ノ 3/4 以上トス
15 "	15.0	66	18	60	11	6	1,100	
23 "	23.0	"	23	65	14	7	1,200	
30 "	30.0	"	27	70	16	7	1,300	
38 "	38.0	"	33	75	20	8	1,400	
45 "	45.0	"	38	80	22	8	1,500	
60 "	60.0	"	45	90	27	9	1,600	

特 厚 管

稱 呼	内徑 D cm	有效長 L cm	管ノ厚 T _s 最小 mm	承口ノ深 L _s 最小 mm	隙 D _s mm(約)	承口内側 ノ勾配H mm(約)	試験荷重 kg	備 考
15 糶特厚管	15.0	66	25	60	11	6	1,600	承口ノ厚(T _s)ハ其ノ頂端ヨリ 6 mm ノ點迄ヲ除クノ外總テ管ノ厚(T _s)ノ 3/4 以上トス
23 "	23.0	"	23	65	14	7	1,700	
30 "	30.0	"	35	70	16	7	1,800	
45 "	45.0	"	44	80	22	8	2,000	
60 "	60.0	"	50	90	27	9	2,200	

燒縮率 陶管ハ其燒成ノ爲メ數日に亙リ攝氏 1,200 度以上ノ高熱を以テ灼燒スルもの故、燒成品ハ素形に比すれば著しく其形態が收縮するのである、此燒縮率に就キ著者が大正四年六月伊奈初之丞氏に依頼して、耐伸強供試體 (セメント供試體と同一型) 及耐壓強供試體 (各片 2.784 吋ノ正立方體) を作り、總計 154 箇ノ供

試體に付調査したる結果は其厚さの大小に依り多少其率を異にするが如く、例へば厚約1吋の耐伸強供試體では、長さに対して12%、面積に対して24%、容積に対して35%（以上114箇平均）なるも、厚2.784吋の耐壓強供試體では、長さに対して14%、面積に対して26%、容積に対して36%（以上40箇平均）に相當し、厚さの増加に伴ひ其燒縮率は漸次増進するものゝ様である、然し大體に於て陶管の燒縮率は以上の總平均値を採り、先づ長さに対しては平均13%、面積に対しては平均25%、容積に対しては平均35%と看做せば大過はないと思ふ。

單位重量 著者が明治四十二年六月から大正四年八月に亘り調査した、常滑高濱武豊製陶管の單位重量は次の通りであつた。

内徑 0.75 ~ 1.50 尺直陶管 16 本平均	14.948 (1 立方尺に付)
耐伸強供試體 80 箇平均	15.150 (")
耐壓強供試體 43 箇平均	14.856 (")
内徑 0.50 ~ 1.50 尺直陶管 250 本平均	15.632 (")
内徑 0.40 ~ 1.50 尺異形陶管 100 本平均	15.252 (")
總 平 均	15.168

又東京市下水道用陶管に付殿谷技師の調査したる成績は次の數字を示して居る（工學大正三年七月號掲載同技師の報告に據る）

内徑 0.50 ~ 1.00 直陶管 30 本平均 15.972 (1 立方尺に付)

即ち我陶管1立方尺の重量は十五貫~十六貫（約56~60 砵又は約124~132 封度）と看做せば充分らしく、昭和二年八月施行の鐵道省研究所に於ける陶管試験成績（伊奈製陶株式會社型錄に據る）を見るも、陶管の比重として2.077~2.273の數字を掲げ、東京工業試験所中山技師の調査では1.84 2.02 平均1.944の比重を示して居る。

吸水率 陶管の吸水量は原料の精粗、練合の均不等、原形製作の巧拙、釉藥の

良否、燒成の度合等に依り相違し、一般に吸水率の最小なる程其良質を證するものなれば、此率の多少に依り最も簡便に陶管品質の大體を識別することが出来るのである、著者は明治四十二年中内徑1.50尺陶管六本に付實驗した成績は、浸水二時間後に於て平均3.2%、同十八時間後に於て平均3.2%、同二十四時間後に於て最大4.7 最小1.4 平均3.3%の吸水率を示したが、其後耐壓強供試體三十箇に付實驗した結果では、二十四時間浸水後に於て最大6.26 最小3.55 平均4.28%の吸水率を示し、更に内徑0.50~1.50尺直陶管合計250本の實驗では、二十四時間浸水後に於て平均4.07%の吸水率を示してゐる、又中山技師の實驗では内徑0.30~1.50尺管計十本の吸水率は、二十四時間浸水後に於て最大1.80 最小1.3 平均6.87%、鐵道省研究所の内徑0.50~1.00尺管計五本に對する實驗では、二十四時間浸水後に於ける吸水率は最大8.0 最小0.3 平均4.66%、昭和二年二月小倉市役所に於て内徑0.40~1.50尺管計二十二本の實驗では、二十四時間浸水後に於ける吸水率は最大8.2 最小1.3 平均3.14%に相當した由の報告がある、著者は名古屋市下水道用陶管規格として其吸水率を、管重量の十五分一即ち6.7%以内と定めたのが基で大阪市静岡市津市等は之を斷行したが、近來は東京市横濱市を初め十二分一即ち8.3%以内の規定も相當に多い様である。

耐伸強 陶管片の縮伸強を求めんが爲め著者はセメント耐伸強供試體と同型の供試體を作り、セメント試験と同一方法を以て其強度を實驗したが、其成績の大要は第36表に示す通りであつた。

即ち陶管片の耐伸強度は寧ろ其釉藥面積に逆比例するものゝ如く、一般に釉藥したる面積の小なるもの程強度の大を示して居るが、畢竟上下兩面又は側面に釉藥を施したものが最も陶管の實際に近い譯である、又濕體のものは一般に乾體のものよりも耐伸強少く、其割合は平均4%程度の減退を示すものゝ様である。

耐壓強 前述した陶管片耐壓強供試體に付著者の實驗した成績は第37表の如き結果を示して居る。

第 36 表 陶管片の耐伸強度 (毎平方時に付封度)

種別 状態 員数 強度	全面釉薬		上下両面釉薬		側面釉薬		素 焼		平 均	
	乾體	濕體	乾體	濕體	乾體	濕體	乾體	濕體	乾體	濕體
	18	10	18	10	18	10	18	10	72	40
最大	858.3	907.8	835.9	763.2	957.7	733.5	899.2	767.0		
最小	589.1	455.9	600.3	534.4	520.0	562.8	504.8	511.1		
平均	671.2	665.8	719.3	678.8	702.3	671.8	717.0	682.6	702.4	674.7
百分率	100.00	100.00	107.16	101.96	104.63	100.91	106.81	102.52	(100.00)	(96.06)
總平均	668.5		699.1		687.1		699.8		688.6	
百分率	100.00		104.57		102.78		104.68			

(備考) 濕體は供試體を 18 時間淡水中に浸漬したるもの

第 37 表 陶管片の耐壓強度 (毎平方時に付封度)

供試體 各種員数	強度	全面釉薬		上下両面釉薬		側方四面釉薬		素 焼		平 均	
		罅裂	破壊	罅裂	破壊	罅裂	破壊	罅裂	破壊	罅裂	破壊
10	最大	5052	6311	4430	6930	3807	5727	4446	6575		
	最小	2068	3086	2149	3444	2689	4102	1977	3340		
	平均	3374	4983	3168	5092	3242	4864	3063	4953	3212	4973
百分率	罅裂	100.00		93.90		96.09		90.78			
	破壊		100.00		102.19		97.61		99.40		

即ち陶管片の破壊耐壓強に就ては釉薬の施工により格別の影響を生ぜざれども其罅裂耐壓強は釉薬面積の大小に比例し相當の増減を示すものゝ如く、其關係は次式を以て表示し得る様である。

$$y = a \left(1 - \frac{x}{10}\right) \quad \text{式中 } y = \text{陶管片の任意耐壓強度}$$

a = 全面釉薬陶管片の耐壓強度

x = 釉薬面積の百分比例

耐壓強と耐伸強との比 陶管片の破壊耐壓強度に對する破壊耐伸強度の比は、陶管の應力算定上肝要な資料であるが前記の實驗成績に依れば、第 38 表に示す通り 7 を最高とする様である。

第 38 表 陶管片の耐壓強と耐伸強との比

種別 強度	全面釉薬	上下両面釉薬	側面釉薬	素 焼	平 均
破壊耐壓強度	4,983	5,092	4,864	4,953	4,973
破壊耐伸強度	671	719	702	717	702
同上比例	7.42	7.08	6.93	6.92	7.08

外壓力 明治四十二年六月以降著者が名古屋市に於て我が陶管に對する外壓試驗を舉行し、其成績を發表したる結果次第に世間の注目を惹き、爾來東京市を始め各所に於て同様の實驗が行はれ出したが、是等の成績は單に陶管の外壓力を傳ふるのみに止まらず、品質改良の沿革等時代の變遷を察するに充分なるものあるを以て、之を第 39 表に掲げて参照に供することとした。

第 39 表 陶管の外壓強度

産地	試験期	載荷方法	供試體	公稱 内徑 尺	公稱 有効長 尺	重量 貫	平均厚		破壊荷重		施行 場所	品質
							耗	寸	圧	封度		
常滑	明治42年 6~7月	集合荷重 $\alpha = \beta = 0$	3本平均	0.60	2.00	4.800	19.5	0.59	1,122	2,473	名古屋市	
"	"	"	"	0.80	"	6.400	20.1	0.61	1,135	2,503	"	
"	"	"	"	"	"	8.800	37.7	0.96	1,755	3,870	"	
"	"	"	4本平均	1.00	"	10.700	25.1	0.76	1,120	2,469	"	
"	"	"	"	"	"	16.700	35.6	1.08	1,730	3,815	"	
"	"	"	3本平均	1.20	"	14.300	28.4	0.86	940	2,073	"	

産地	試験期	集荷重 $\alpha=\beta=0$	供試體	公稱 内徑 尺	公稱 有効長 尺	重量 貫	平均厚		破壊荷重		施行 場所	品質
							耗	寸	恥	封度		
常滑	治42年 6~7月	$\alpha=\beta=0$	3本平均	1.20	2.00	18.600	38.0	1.15	1,933	4,305	名古屋市	在來手製品 (但し×印は機械製)
"	"		"	1.50	"	20.300	37.7	0.96	1,234	2,720	"	
"	"		4本平均	"	"	27.200	41.6	1.26	1,807	3,984	"	
"	"		"	2.00	"	32.500	37.8	1.14	1,076	2,373	"	
"	"		3本平均	"	"	40.900	50.5	1.53	1,544	3,404	"	
高濱	"		"	0.60	"	3.500	14.2	0.43	719	1,585	"	
"	"		"	0.80	"	6.100	20.5	0.62	1,114	2,455	"	
"	"		"	"	"	8.200	24.4	0.74	1,359	2,996	"	
"	"		"	1.00	"	8.000	17.5	0.53	587	1,295	"	
"	"		"	"	"	17.700	42.2	1.28	2,359	5,201	"	
"	"		"	1.20	"	12.700	26.1	0.79	815	1,797	"	
"	"		"	"	"	17.500	33.7	1.02	1,733	3,820	"	
"	"		"	1.50	"	18.600	29.4	0.89	891	1,967	"	
"	"		"	"	"	31.900	53.5	1.62	2,546	5,636	"	
"	"		"	2.00	"	23.800	26.4	0.80	751	1,655	"	
"	"	"	"	"	41.600	52.1	1.58	1,711	3,773	"		
武豊	"	1本	×0.75	"	10.100	33.0	1.00	1,513	3,336	"		
"	"	"	0.80	"	8.000	24.8	0.75	852	1,879	"		
"	"	"	×1.00	"	11.700	31.4	0.95	1,335	2,944	"		
"	"	"	×	"	16.500	38.6	1.17	1,828	4,030	"		
常滑	大正3年	$\alpha=\beta=0$	5本平均	0.50	2.00	5.422	26.9	0.815	1,693	3,740	東京市	下水道用 手作特製品
"	"		"	0.75	"	9.893	32.2	0.975	1,537	3,388	"	
"	"		"	1.00	"	16.160	38.2	1.159	1,776	3,916	"	
"	"		"	1.50	"	27.750	42.8	1.297	1,716	3,784	"	
"	"		"	2.00	"	42.550	51.6	1.563	2,056	4,532	"	
高濱	"		"	0.50	"	5.670	26.5	0.804	1,696	3,740	"	

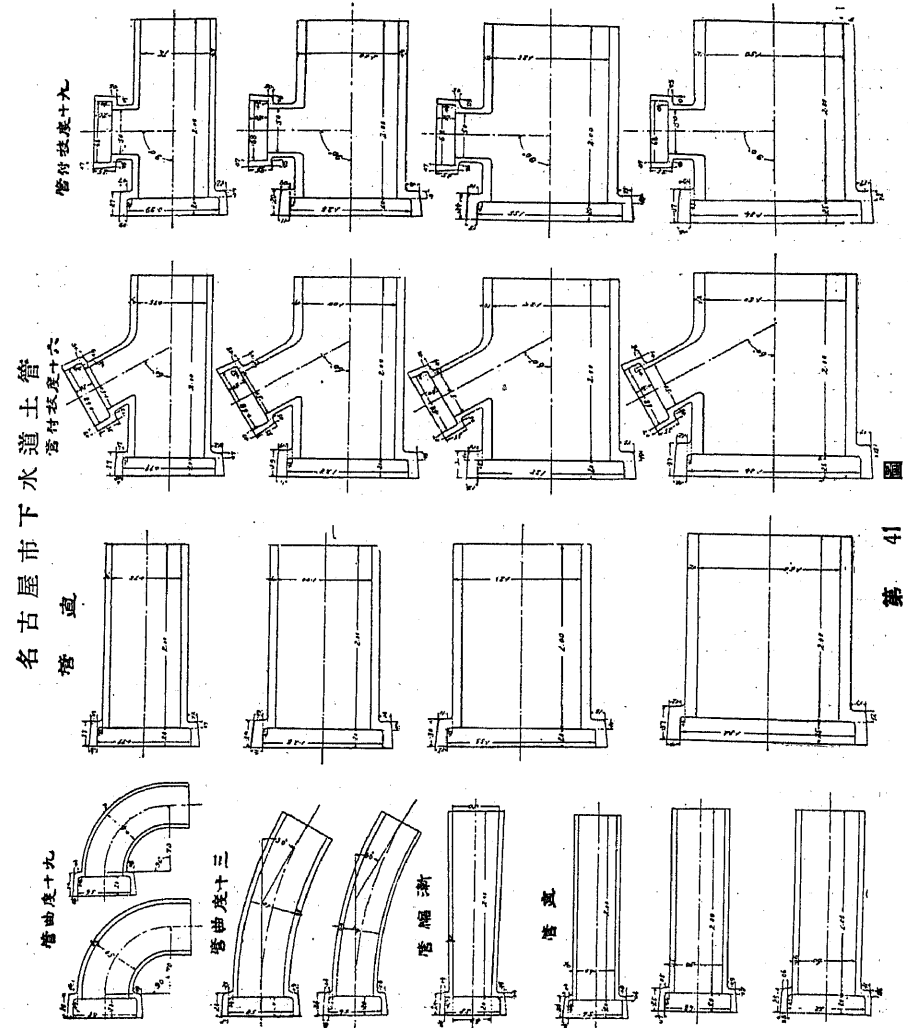
産地	試験期	集荷重 $\alpha=\beta=0$	供試體	公稱 内徑 尺	公稱 有効長 尺	重量 貫	平均厚		破壊荷重		施行 場所	品質
							耗	寸	恥	封度		
高濱	大正3年	$\alpha=\beta=0$	5本平均	0.75	"	9.986	31.9	0.938	1,517	3,344	"	東京市
"	"		"	1.00	"	15.660	36.4	1.104	1,597	3,520	"	
"	"		"	1.50	2.00	28.490	46.9	1.422	1,896	4,180	"	
"	"		"	2.00	"	42.910	56.4	1.710	2,327	5,148	"	
常滑	大正13年	$\alpha=\beta=0$	4本平均	0.30	1.50	0.820	10	0.303	716	1,578	東京工 業試験 所	手製品
"	"		"	0.40	2.00	2.090	14	0.424	1,035	2,282	"	
"	"		"	0.50	"	2.875	"	"	916	2,019	"	
"	"		"	0.60	"	3.712	16	0.485	995	2,194	"	
"	"		"	0.70	"	5.688	20	0.606	1,071	2,361	"	
"	"		"	0.80	"	6.138	"	"	698	1,539	"	
"	"		"	1.00	"	9.050	21	0.636	669	1,475	"	
"	"		"	1.30	"	13.638	24.5	0.743	774	1,706	"	
"	"		"	1.50	"	18.675	29.7	0.900	959	2,114	"	
"	"		"	0.50	"	3.905	19.5	0.591	930	2,050	"	
"	"		"	1.00	"	12.150	30	0.909	1,072	2,363	"	
"	"		"	3本平均	1.50	"	22.647	38	1.152	904	1,993	
伊奈製陶	昭和2年 2月	$\alpha=\beta=0$	3本平均	0.50	2.00	4.584	22	0.726	1,700	3,748	小倉 市役所	機械製品
"	"		1本	0.75	"	9.879	30	0.939	2,350	5,181	"	
"	"		2本平均	1.00	"	12.950	31	1.023	1,630	3,593	"	
"	"		1本	1.50	"	22.700	36	1.188	1,700	3,748	"	
日本陶管	"		2本平均	1.00	"	12.680	30	0.909	1,525	3,362	"	
"	"		1本	1.25	"	17.620	35	1.155	1,440	3,175	"	
三河土管	"	"	0.60	"	4.800	25	0.825	1,150	2,535	"		
"	"	"	2本平均	0.80	"	8.280	24	0.792	1,125	2,480	"	
"	"	"	1本	1.00	"	14.950	30	0.909	1,450	3,196	"	

産地	試験期	載荷方法	供試體	公稱 内徑 尺	公稱 有効長 尺	重量 貫	平均厚		破壊荷重		施行 場所	品質
							耗	寸	距	封度		
伊奈製陶	昭和2年 8月	集合荷重 $\alpha=\beta=0$	3本平均	0.50	2.00	—	24.2	0.733	2,550	5,622	鐵道省 研究所	機械製品
"	"	"	"	0.75	"	—	28.9	0.876	2,323	5,081	"	
"	"	"	"	1.00	"	—	31.5	0.955	2,106	4,643	"	
"	"	"	"	1.25	"	—	37.2	1.127	2,580	5,688	"	
常滑土管	昭和2年 8月	集合荷重 $\alpha=\beta=0$	3本平均	0.75	2.00	—	28.2	0.855	1,437	3,168	鐵道省 研究所	機械製品
"	"	"	"	1.00	"	—	40.4	1.224	2,080	4,586	"	
三河土管	"	"	"	0.50	"	—	28.4	0.861	2,413	5,320	"	
伊奈製陶	昭和6年 5月	集合荷重 $\alpha=\beta=0$	4本平均	1.00	2.00	—	31.1	0.943	1,115	2,459	某所	機械製品
"	"	"	"	1.50	"	—	41.5	1.257	1,536	3,387	"	

種別 現今市場に販賣せらるゝ陶管の種類は可なり多種多様の様であるが、普通外圧用の直管には前掲の標準規格に示す通り其肉厚に應じて、承口及挿口を備へた並管、厚管、特厚管の區別があり其内徑も三寸位から三尺位迄製造して居る様である、又内圧用として特製さるゝ水壓管も作られて居る、外圧用の普通陶管でも製造方法さへ完全なれば二三十封度位の水壓には耐ふるのである、依て原料を精選し釉藥並びに焼成に注意したものなれば相當の水壓に抗し得る筈であるが、何分にも陶管は其品質が脆弱なと水密的な継手の構造が容易に出來ない爲め、水壓用としては簡易上水道又は温泉の様な水壓の小なるもの、或は特別工場の用液輸送管及排水管位に使用せらるゝのが關の山故、其應用範圍は極めて微々でしか小徑のもの丈に限らるゝ様である、此他側溝用又は私設下水道用等に用ひらるゝ口徑一尺前後の半圓陶管及溝形陶管などが市場に行はれて居る。

下水道用の陶管は大概内徑四寸から一尺五寸位が普通で、四寸乃至六寸位の細管は主として私設下水又は枮類取付用に、内徑七寸五分以上は下水道本管即ち公設下水道用に使用せらるゝのである、公設下水道用陶管の有効長は二尺が通例で

あるが、施工上の便宜から云へば特に地下埋設物などの障害がない限り長い方が都合がよい、著者は名古屋で豫め二本継ぎ又は三本継として實地に用ひたが、現在の完備した製造方法では長尺物の焼上げは左程至難ではない筈故、少くも直陶管の有効長を一米位に改むることが製造家使用家双方の便利と信する、而して特別の事情が存在せぬ限り下水道用陶管の管種は標準規格中の厚管を最も適當とす



下水道用直管

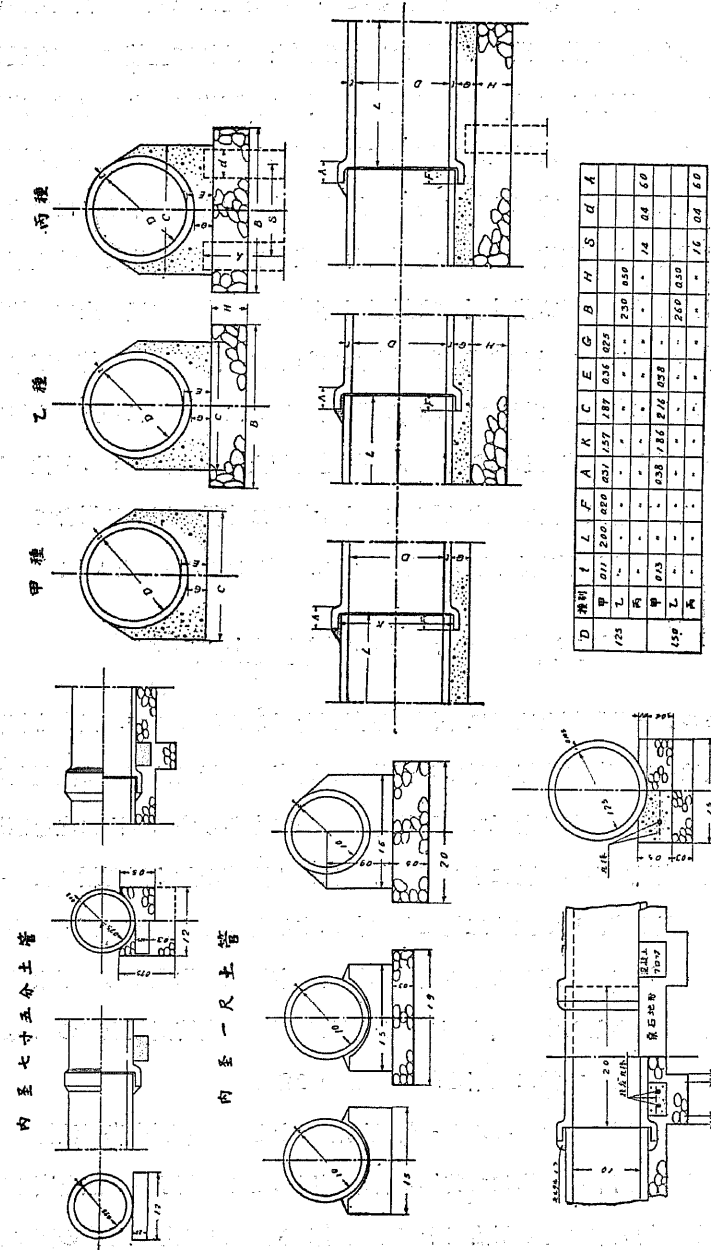
る様に思ふ。

下水道には直陶管の外種々なる異形陶管が必要である、即ち、60度及90度片枝管、同上兩枝管、各種漸縮管、T字管又はY字管、30度45度90度等各種曲管、トラツプ管等であるが、就中内徑七寸五分以上各管種に對する60度及90度の口徑五寸の片枝管、内徑六寸未満の各種漸縮管、及曲管は施工上缺く能はざる品種である、第41圖は明治四十二年中著者が名古屋市下水道用陶管として、實際覆土より生ずる土壓並びに其上を通行する活荷重の影響等を斟酌し、肉厚及寸法形態等を定めたものであるが、商工省で標準規格を制定する迄専ら下水道に廣く應用された陶管である。

特長 原料を精選し完全に焼き締め充分に釉藥を施した陶管は、相當の強度を具備し耐酸及耐アルカリ性に富み、平滑なる内面を保ち腐蝕、磨滅等の憂も少なく施工も亦簡便なるを以て、品質の脆弱なると産地が殆ど特定せらるゝ爲め價格の廉ならざる缺點は免れざるも、下水道は主として交通頻繁なる街路に敷設するものなれば、阻めて施工の容易なるもの及完成期の速かなるものを必要とする關係上、陶管の如き製作品の小徑管として最も適應するは勿論のことで、殊更管渠勾配の急峻なる個所又は工場地帯等多少でも、酸又はアルカリ性の廢液を流出する場所等には無類の適材である。

構造 陶管の継手は挿承接合となし承口を上流に向け、モルタル、アスファルト、粘土又は硫黄松脂等を用ひて接合を行ふのであるが、是等継手材料を内側に漏出せしめざる爲めには豫め楨肌又はヤアンの類を詰める必要がある、アスファルト硫黄松脂等は水壓に抗せしむる如き特種の場合に用ふるのみ、又粘土は水に洗はれ易く尙木の根蚯蚓鼠などの害を蒙る憂ひある爲め永久的ではない、即ち下水道には通常モルタル接合を施すのであるが配合は1:3程度のものならば充分である、陶管の敷設は完全なる土臺の上に注意して施工すべきで、周圍の埋戻には

陶管構造圖



第 42 圖

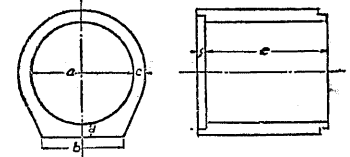
最も留意し荷重の等布を期することが肝要である、基礎は地盤の硬軟及荷重の程度に随従するもの故無論様には往かない、尙覆土浅ければ直接に荷重を受け深きに過ぐれば土壓増大して破壊の憂が生ずる、特に寒國等では冬季氷結の虞れあるを以て少くも地下五、六尺位には埋設する必要がある、即ち地盤が最も堅固な場合は格別ではあるが、普通地盤に於て公道内に敷設する公設下水道には成るべく混凝土基礎を施し、陶管の底部相當面積を包擁することが安全で、地盤不良の場合は更に抗打地形を行ひ荒砂利又は割栗石を敷き詰め完全な混凝土工を施行することが肝要である、混凝土基礎の施工方法は前章に詳述した通り管の下半部全體を包擁する方が、應力に對しても地下水防禦の爲めにも又施工の上にも便宜な場合が多い、湧水等の甚だしからざる限り基礎混凝土の配合は 1:4:8 位で結構故成る丈け此構造を採りたい、之は陶管に限らず他の管種を用ふる場合でも凡て同様である、第 42 圖に陶管構造の實例を示して参考に供することとした。

第三節 モルター及混凝土管渠

良質のモルター及混凝土は常に平滑なる表面を得るのみならず、強度も相應に強く其形状は一に型枠の格好に準ずるが故に、隨意の曲折又は極めて錯雜なる形態を作ること頗る容易なるを以て、下水工事に於てもあらゆる方面に之を應用し其用途は最も廣汎である、特に小口径の管渠は恰も陶管の如く所要通りに、モルター管又は混凝土管として豫め工場に於て製作するを得可く、大口径の管渠も亦其構造の簡易と施工の迅速とは専ら交通頻繁なる市街地に作業する、下水道工事に於て便宜多きのみならず工費も極めて低廉なる爲め、鐵筋混凝土工の勃興以前は管渠築造の適材として常に重用されて居たのである。

モルター管 我國に於けるモルター管は明治二十七、八年頃中島銳治博士が淀橋淨水場に於て、若干を製作して其排水管に應用したるに創まり、之を廣く下水道に應用せしは仙臺市に於て明治三十二年四月から同三十五年九月迄の間に、内

徑 1.50 ~ 2.50 尺のモルター管四千三百餘本を自製し下水管として埋設したるを嚆矢とするのである、而かも其成績頗る良好なりしを以て爾來東京市に使用せられ、尙廣島市松山市等の下水道工事に於ても相當に其應用を見た、是等のモルター管は内側は凡て眞圓なれども、外側は据附に便ならしむる爲め底部を平にした馬蹄形のものが多く、長さは凡て三尺とし厚さは普通其内徑の八分一に採り、印籠挿承継手となし配合 1:3 のモルターを用ひて製作したものが多し、モルター管は多少脆弱の憾みがあり運搬又は施工に際し破損率稍々多きを以て、鐵筋混凝土管の發達以來は次第に其用途を減じたが、細管又は半圓管溝形管等には今尙依然として相應に應用せらるゝ様で第 43 圖は仙臺市で使用したモルター管を示した



寸法表

a	b	c	d	e	f
1.5	1.2	0.19	0.19	3.00	0.12
1.7	1.4	0.215	0.215	.	0.13
2.0	1.6	0.25	0.25	.	0.16
2.5	2.0	0.31	0.31	.	0.20

第 43 圖

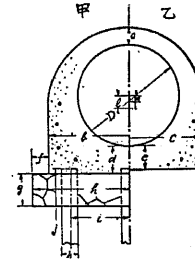
第一種コンクリート管(A) 圓形管

ものであ
る。

混凝土
管渠 明
治三十
二年頃
は東京
市

で第44
圖に示
す様な
圓形混
凝土管
を相當
に用

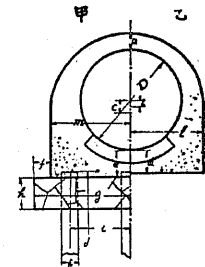
第一種コンクリート管(A)



D	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
2.50	0.44	0.40	0.370	0.60	0.4	0.80	1.50	0.40	0.31	0.26			
2.75	0.47	0.43	0.40	0.65		0.85	1.60		0.33	0.27			
3.00	0.50	0.46	0.43	0.70		0.90	1.70		0.35	0.29			
3.50	0.56	0.50	0.46	0.75		1.00	1.80		0.37	0.31			
4.00	0.62	0.54	0.50	0.80		1.10	1.90		0.39	0.33			
4.50	0.67	0.58	0.54	0.85		1.20	2.00		0.41	0.35			
5.00	0.72	0.62	0.58	0.90		1.30	2.10		0.43	0.37			
5.50	0.77	0.66	0.62	0.95		1.40	2.20		0.45	0.39			
6.00	0.82	0.70	0.66	1.00		1.50	2.30		0.47	0.41			

備考 甲、D=4.5以下基礎杭3本使用
D=5.0以上基礎杭4本使用
a=木口7表ハ

第二種コンクリート管(A)



D	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
2.50	0.44	0.40	0.370	0.60	0.4	0.80	1.50	0.40	0.31	0.26			
2.75	0.47	0.43	0.40	0.65		0.85	1.60		0.33	0.27			
3.00	0.50	0.46	0.43	0.70		0.90	1.70		0.35	0.29			
3.50	0.56	0.50	0.46	0.75		1.00	1.80		0.37	0.31			
4.00	0.62	0.54	0.50	0.80		1.10	1.90		0.39	0.33			
4.50	0.67	0.58	0.54	0.85		1.20	2.00		0.41	0.35			
5.00	0.72	0.62	0.58	0.90		1.30	2.10		0.43	0.37			
5.50	0.77	0.66	0.62	0.95		1.40	2.20		0.45	0.39			
6.00	0.82	0.70	0.66	1.00		1.50	2.30		0.47	0.41			

備考 甲、D=4.5以下基礎杭3本使用
D=5.0以上基礎杭4本使用
a=木口7表ス

第 44 圖

第40表 混凝土管の強度 (管長3尺に付)

内径 (尺)	厚さ (尺)		配 (容重比)	重 (貫)	荷重方法 (集荷重)	養生 (日)	荷重 (英噸)		損傷	要
	規定	最大					破裂	破壊		
2.00	0.19	0.22	1:2:4	68.00	$\alpha = \beta = \frac{\pi}{4}$	30	1.6	1.6	破裂發生と同時に破壊せり	
"	"	0.23	"	68.10	"	56	2.7	2.7	"	
"	"	0.22	"	69.00	"	78	1.6	1.6	"	
"	"	0.20	"	67.20	"	111	2.2	2.2	"	
"	"	0.22	"	67.20	"	147	1.6	1.6	"	
"	"	0.21	"	67.40	"	185	3.0	3.0	"	
2.25	0.21	0.21	"	78.90	"	30	1.9	1.9	"	
"	"	0.22	"	80.70	"	41	2.5	2.5	"	
"	"	0.22	"	79.60	"	41	1.2	1.2	"	
"	"	0.21	"	78.00	"	55	2.5	2.5	"	
"	"	0.22	"	80.00	"	82	1.5	1.5	"	
"	"	0.20	"	79.00	"	117	2.6	2.6	"	
"	"	0.22	"	78.60	"	153	2.3	2.3	"	
"	"	0.23	"	81.00	"	183	2.3	2.3	"	
2.75	0.25	0.25	"	116.50	"	180	2.8	2.8	2.8噸の時管頂管底及左右兩側に破裂を生じ3.2噸に達して破壊せり	
3.00	0.27	0.29	"	144.00	"	160	3.0	3.0	3.0噸の時破裂を生じ4.0噸に達して破壊せり	

ひて居た、配合 1:3:6 程度の混凝土を使用した内径二尺五寸以上の場所詰管で、勾配の急な個所に敷設するものは底部に焼燧瓦を張立てたものが多い、明治三十七、八年頃砲兵工廠の東側水道橋通りに、此形で内径六尺の大暗渠が敷設された様に記憶して居る。其他仙臺市、廣島市、松山市、大阪市、大分市、若松市、明石市、岡山市、神戸市、福島市、函館市、千住町等の主要幹線は大低混凝土造で、單に圓形渠のみならず卵形渠、截頭卵形渠、馬蹄形渠、矩形渠、船形渠、開渠等種々なる形狀を有し、多くは場所詰なれども時には管又はブロックとして豫め製作し現場で組立つる構造のものも少なくはない、混凝土の配合は通常 1:3:6 で中には煉瓦又は石材を混用するものあり、口径の大なるものにはモルター塗を施す事が普通である。尚著者は明治四十一年名古屋市に於て鐵筋混凝土管と比較研究の爲め、無鐵筋の混凝土管數十本に付外壓試験を行つたが、茲に其成績の一部を掲げて讀者の参照に供することとした第40表が夫れである。

第四節 鐵筋混凝土管渠

鐵筋混凝土工法の發明程土木建築兩界に大貢獻を齎らし其發展を促進せしめたものは蓋し稀である、其材料の簡易、施工の迅速、強度の大及工費の低廉とは優に從來の諸材料を壓倒し、家屋、橋梁、擁壁、護岸、水槽、貯水池、上下水道管渠等其應用の廣汎にして其効果の顯著なるは一般に認識せられて居る、鐵筋混凝土はモルター又は混凝土中に鋼材を挿入して其強度を増進せしむるものなれば、之が下水管渠の應用は其表面の平滑なること任意の形態を作るに容易なること等は、モルター又は混凝土のみの場合と異なることなく、而して其強度の甚大なる點に於て到底普通混凝土の匹敵する所ではない、同一工費額を以て少くも數倍の強管を製作することが容易である、強度の大は其厚さの減少に歸着し重量を著しく軽減し得るを以て運搬施工の便加はるのみならず他に對する抵抗力も亦大に増加する譯である、鐵筋混凝土の耐震力の強大なるは彼の桑港大地震及我が關東大

震災に於て明に實證した、我國の如き地震國に在ては其効果の頗る著大なるを確信せねばならぬ。

鐵筋モルター管 我國に於ける鐵筋モルター管は明治三十八年著者が東京市下水道基本計畫の用材として、内徑 1.75 ~ 2.5 尺のものを設計したるに創まり、之が實施は同四十年著者の設計を踏襲して横濱税關埋立地排水工事に使用せし内徑 2.0 ~ 2.5 尺管を嚙矢とし、同四十一年には著者が之を名古屋市下水道に應用して内徑 1.75 及 2.0 尺管を盛に製作し、同四十三年には大阪市下水道に於て内徑 1.8 ~ 2.75 尺管を使用し、其實益を流布してより以來各地の下水道工事に於て殆ど之が應用を見ざるもなく忽ちの間に普及したのである。

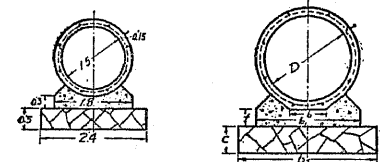
モルターを使用したる理由は内徑の小なるものは其肉厚も從て薄く、砂利を混する時は製作上の不便大なるべきを考慮したる爲めなるも、今日では豆砂利を使用すれば格別支障なきを以て内徑 1.50 尺管位迄は鐵筋混凝土管に作るものが多い、當時名古屋市下水道では鐵筋モルター管の範圍を内徑 1.75 及 2.0 尺の兩種に限定し、配合 1:3 のモルターを使用し管厚を内徑の約十分一弱と定め、鐵筋を略其中央に適宜挿入し長さは凡て三尺芋繼々手となし眞圓に製作したるものを、現場に移し完全なる基礎上にモルター目地を施して敷設したのである、大阪市下水道に於ては内徑 1.8 ~ 2.75 尺の圓形管全部をモルター管となし、配合 1:3 のモルターを使用し鐵筋を螺旋狀に組み合わせ、管厚を内徑の $\frac{9}{100} \sim \frac{7}{100}$ 内外に採り管長を凡て三尺としカラー・ジョイントを用ひ實地に於てモルター目地を施したのである、兩者共に其成績良好なりし爲め是等を其儘踏襲したるもの多く特に名古屋市管に於て然りと思ふ、其他稍々趣きを異にした設計なきに非ざるも其内容は皆是等と大同小異の様である。

鐵筋混凝土管 鐵筋混凝土管も亦東京市下水道基本計畫に設計せられしに創まり、明治四十一年以降名古屋市下水道に最も廣く應用せられ、次で大阪市下水道に使用せられたるを嚙矢とし、爾後明石市、仙臺市、東京市、津市、千住町、大

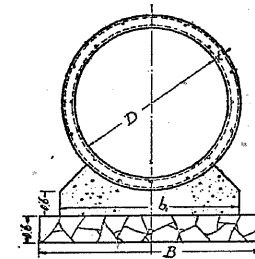
崎町、富洲原町、長岡市、静岡市、尾久町、大分市、岡崎市、小倉市、巢鴨町、王子町、大久保町等に於ては皆之を主要管渠として採用したのである、著者は東京市の基本計畫に於て内徑 2.75 ~ 4.5 尺迄の圓形管及横徑四尺未満の卵形渠を總て工場製管又は同ブロック組立管に設計し、名古屋市に於ては當初内徑 2.25 ~ 3.0 尺の圓形管を工場製管となし、内徑 3.5 ~ 4.5 尺のものを工場製ブロック組立管に設計して施行したのであるが、後之を改めて内徑 2.25 ~ 4.5 尺圓形管全部を工場製管に變更した、鐵筋混凝土ブロック組立管は運搬の不便を察し、中央に鐵筋

を有する幅一尺の四分一圓片塊を製作し之を現場で組立つる構造と爲したのであるが、實施の結果は内徑 4.5 尺迄は完全なる圓形管として製作するも、運搬並びに施行上格別の支障なきを以て斯く變更したのである、當時未だ歐米に於ても内徑三尺を過ぎた圓管を製作した事實はなかつた様である、蓋し内徑四尺五寸の工場製圓形管の製作は名古屋市に於て世界

東京市 鐵筋混凝土管

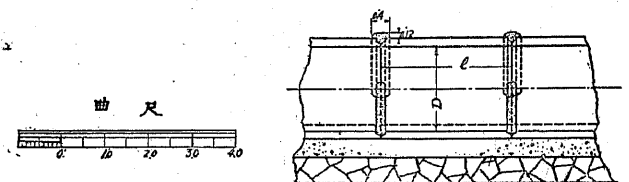


D	t	ℓ	b	b ₁	b ₂	c	f	鋼筋	鋼筋
1.75	0.17	3.0	0.8	2.2	2.8	0.5	0.4	N08	φ1/2
2.00	0.19	•	0.9	2.4	3.2	0.6	•	•	•
2.25	0.22	•	1.05	2.8	3.6	•	•	•	•
2.50	0.24	•	1.2	3.1	3.9	•	0.5	N06	•
2.75	0.26	•	1.3	3.4	4.2	•	0.6	•	•
3.00	0.27	•	1.4	3.6	4.6	•	•	N03	•

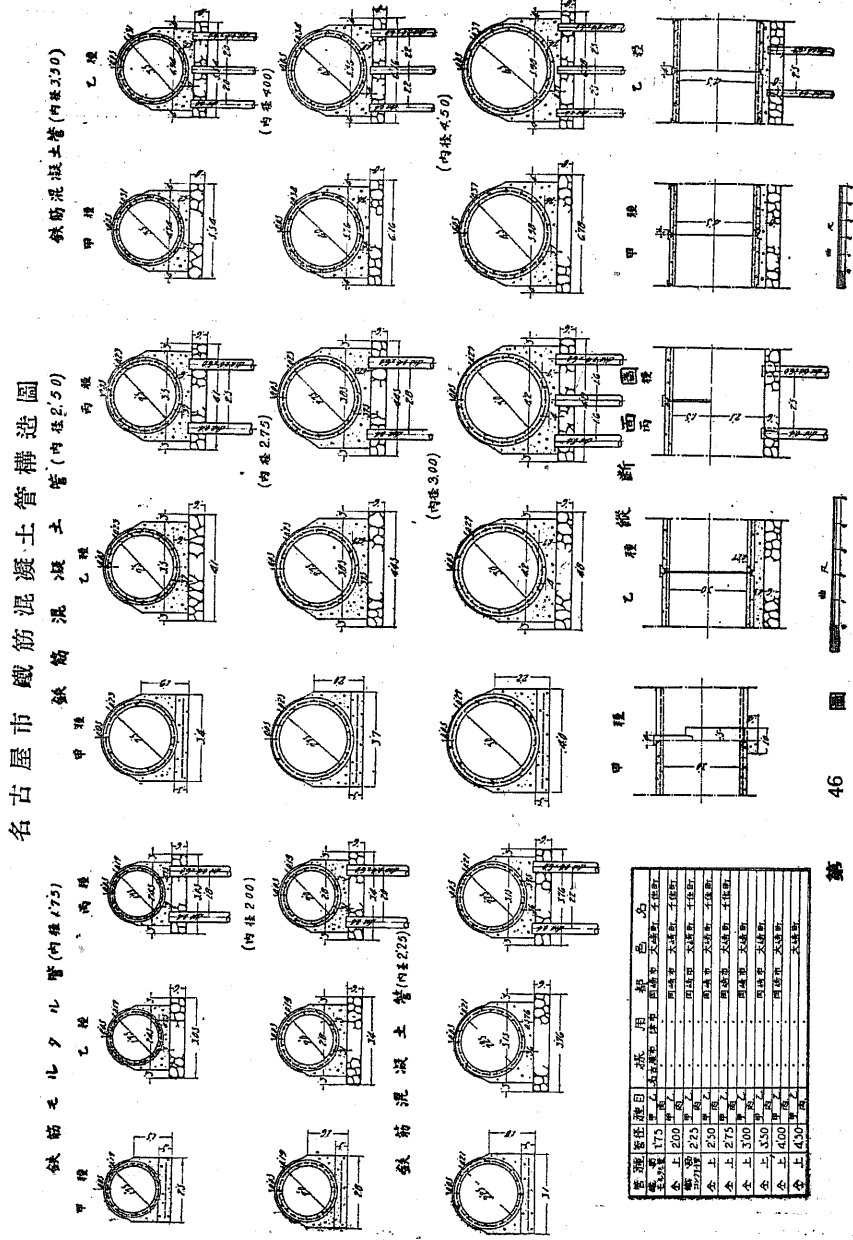


D	t	ℓ	B	b ₁	鋼筋	鋼筋
3.50	0.30	2.0	5.1	4.1	N03	φ1/2
4.00	0.34	•	5.7	4.7	N02	•
4.50	0.38	•	6.3	5.7	N01	•

混凝土管接合部詳細圖



第 45 圖



46

圖

第 41 表 鐵筋混凝土管の強度 (管長三尺)

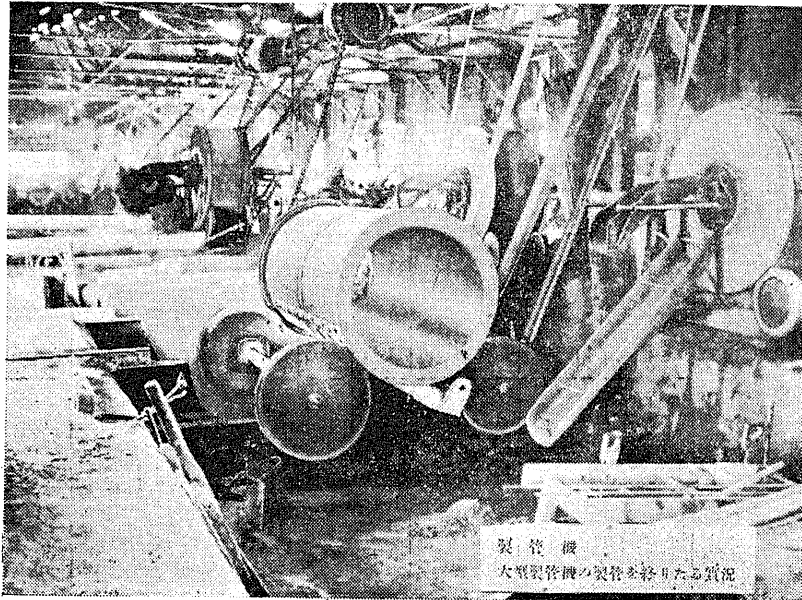
内徑 (尺)	規定厚 (尺)	配 合 (容量比)	重 量 (貫)	荷重方法 (集合荷重)	養生 (日)	荷重 (英噸)		應力 (自重共) (時封度)		
						破裂	破壊	混凝土の最大應力	混凝土の最大張力	鉄筋の平均應力
1.75	0.17	1:2:4	47.000	$\alpha = \beta = \frac{\pi}{4}$	55	1.9	5.5	852	122	18,616
"	"	"	48.400	"	80	1.5	3.0	689	98	15,055
"	"	"	46.100	"	123	"	3.7	"	"	"
"	"	"	50.600	"	150	1.8	6.2	811	116	17,720
"	"	"	46.400	"	178	2.2	3.9	975	139	21,304
2.00	0.19	"	66.100	"	61	2.4	6.8	981	140	22,171
"	"	"	68.500	"	88	2.0	4.8	832	119	18,803
"	"	"	69.400	"	124	2.3	5.7	944	135	21,334
"	"	"	67.900	"	150	2.0	6.0	832	119	18,803
"	"	"	68.000	"	178	3.3	7.3	1,316	188	29,742
"	"	"	69.600	"	401	5.0	10.1	1,948	278	44,025
2.25	0.21	"	79.300	"	63	2.7	7.3	1,053	150	24,451
"	"	"	80.000	"	94	2.5	6.4	983	140	22,825
"	"	"	"	"	124	4.3	8.3	1,617	231	37,547
"	"	"	80.300	"	168	2.8	7.5	1,089	156	25,287
"	"	"	80.000	"	183	2.5	7.5	983	140	22,825
2.75	0.25	"	116.000	"	60	3.0	9.3	984	141	21,176
"	"	"	116.600	"	95	2.5	9.0	841	120	18,098
"	"	"	126.000	"	127	4.0	11.2	1,271	182	27,352
"	"	"	117.000	"	157	3.3	10.4	1,070	153	23,026
"	"	"	117.400	"	180	4.0	10.5	1,271	182	24,275
3.00	0.27	"	144.100	"	61	3.3	11.7	1,085	155	23,686
"	"	"	146.500	"	97	4.0	9.6	1,135	162	24,777
"	"	"	154.600	"	128	5.5	13.4	1,513	216	33,029
"	"	"	144.000	"	168	3.5	11.0	1,009	144	22,026
"	"	"	145.500	"	183	5.0	12.1	1,387	198	30,278

的レコードを作れるものと云ふべきである。

名古屋市に於ける工場製鐵筋混凝土圓形管は、總て配合 1:2:4 の混凝土より成り管厚を内徑の約 $\frac{1}{11} \sim \frac{1}{12}$ に採り、鐵筋を略其中央に適宜挿入し管長は内徑 3.5 尺迄を三尺同 4.0 尺以上を二尺と定め、芋繼々手となし眞圓に製作したるものを現場に移し、モルター目地を施し完全なる基礎工事を行ひ敷設したのである、是等の成績も亦極めて良好なりしを以て爾來各市の下水道に其儘採用せられしもの甚だ多い、東京市に於ける工場製鐵筋混凝土管は内徑 1.5~4.5 尺で、繼手の具合ひ鐵筋の配置等に稍々其趣きを異にする點もあるが、大體に於て名古屋市のものと大した逕庭はない様である、第 45 圖は東京市の鐵筋混凝土管の構造を示し、第 46 圖は名古屋市の鐵筋モルター管及同混凝土管の構造圖である。

尙著者は明治四十一年中名古屋市に於て其鐵筋混凝土管に就き外壓試験を行つた、其成績の一部を茲に第 41 表に掲げて讀者の參考に供するのである。

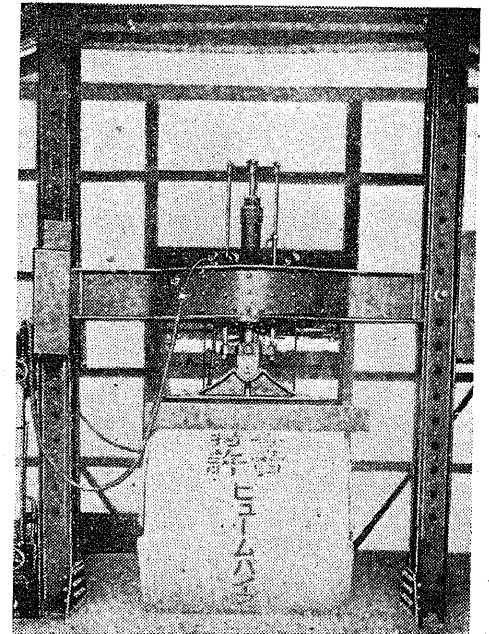
ヒューム管 鐵筋混凝土管の普及に伴ひ其製法も亦近來著しく進歩し、公共團



製管機
大型製管機の製管を終りたる状況

體の企畫に屬する下水道工事にして特に多數の製管を要するものは自製するを通常となせども、其他は一般に民間會社の製品に仰ぐの状態なるを以て其の需用も決して少くはない、現在營業する主要製管業者は、東京鐵筋コンクリート、東邦コンクリート、羽田コンクリート、昭和セメント工業、中國コンクリート等種々なる會社があるが、就中設備の整頓、製法の完全、製品の均一、生産の多額な點に於ては、日本ヒューム・コンクリート株式會社を以て其最上と認めねばならぬ。

ヒューム管は 1920 年濠洲ヒューム氏(W. R. Hume) 兄弟が多年の辛苦により發明した巧妙なる製管機を用ひ、鐵筋を仕組みたる外型を高速度に廻轉しつゝ混凝土を投入し遠心力の作用に依り緊縮せしむるもので、普通の鐵筋混凝土よりも比重に於て 6% 内外を増加し吸水率に於ては約三分一を減少し、茲に緻密堅牢なる鐵筋混凝土管が出来上るのである、日本ヒューム會社が此特許分權を得て現在の鶴見工場を開始したのは大正十四年十月であるが、今日では相應に信用を得各地の上下水道管、送電線導管、耕地整理用途排水管等を主として何れも好評を博してゐる、下水道用の外壓管は内徑 9 吋 ~ 60 吋迄は直に注文に應じ得る様で、特長としては表面の平滑、強度の大、長尺物並びに枝管取付けの自由、品質の均整、吸水率の僅少等が數へられて居る、下水道用ヒューム管の寸法規格等は大体第 42 表に示す通りで、荷重試験に依る是等の強度は第 43 表の様な成



外壓試験

績である、東京市、大阪市、横濱市の下水道を初め現に巢鴨町、尾久町、王子町等の下水道工事に広く採用されて居る様である。

第 42 表 ソケット附ヒューム管規格

内 径 (耗) (尺)	有 効 長 (米)	管 厚 (耗)	強 度 (三箇月) 集 中 荷 重 (#/ft)		備 考
			罅 裂	破 壊	
230 (0.75)	1.00	25	1,200	2,400	有効長約 2~8 尺迄註文に應ず ることを得
300 (1.00)	"	28	1,300	2,600	
380 (1.25)	"	32	1,400	2,900	
450 (1.50)	"	38	1,500	3,100	

大型ヒューム管寸法表

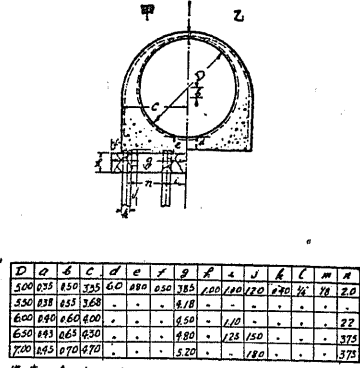
内 径	管 厚	有 効 長	内 径	管 厚	有 効 長	備 考
21 吋	1 $\frac{3}{4}$ 吋	4.00 呎	36 吋	3 吋	4.00 呎	有効長は 2~8 尺迄註文に應ず ることを得
24 "	2 $\frac{1}{8}$ "	"	42 "	3 $\frac{1}{4}$ "	"	
27 "	2 $\frac{1}{4}$ "	"	48 "	3 $\frac{1}{2}$ "	"	
30 "	2 $\frac{1}{2}$ "	"	54 "	4 "	"	
33 "	2 $\frac{3}{4}$ "	"	60 "	4 $\frac{1}{2}$ "	"	

鐵筋混凝土渠 著者は東京市下水道基本計畫に於て内徑五尺以上の管渠各種を總て場所詰鐵筋混凝土渠に設計したのであつたが、更に名古屋市に於ても同様内徑五尺以上のものを場所詰となしたのである、名古屋市に於ける場所詰管は、1:2:4 及 1:3:6 配合の混凝土を使用し、内側は圓形なれども外側は兩壁直立の馬蹄形となし二重鐵筋を挿入し、内面にはモルター上塗を行ひ完全なる基礎上に敷設したもので其大體は第 47 圖に示す如くである、大阪市に於ける鐵筋混凝土渠は馬蹄形及半圓形の二種で、馬蹄形は横徑六尺迄半圓形は同八尺迄に使用し、其強度を荷重に應じて設計し完全なる基礎上に敷設せられたもので其構造は第 49

第 43 表 ヒューム管耐壓試験成績 (自昭和四年八月至 " 六年四月)

内 徑 (吋)	管 厚 (吋)	管 長 (呎)	配 合 (容積比)	鐵 筋 配筋 B.W.G. ピッチ	荷 重 方 法 (集 合 荷 重)	養 生 (日)	員 數	試験荷重(封度)	
								罅 裂	破 壊
12	1 $\frac{1}{8}$	3.0	1:3	中央 No.12 3"	$\alpha=\beta=0$	51	2本平均	2,387	10184
"	"	"	"	" " "	"	90	"	3,098	9,653
"	"	"	1:3.5	" " "	"	51	"	3,183	9,207
"	"	"	"	" " "	"	90	"	3,540	9,122
"	"	"	1:4	" " "	"	51	"	3,183	9,651
"	"	"	"	" " "	"	90	"	3,099	9,210
"	"	"	1:2:2	" " "	"	51	"	3,584	9,384
"	"	"	"	" " "	"	90	"	3,717	9,653
"	"	"	1:2.5:2.5	" " "	"	51	"	3,009	9,210
"	"	"	"	" " "	"	90	"	2,919	9,165
"	"	"	1:3:1	" " "	"	51	"	3,540	10,272
"	"	"	"	" " "	"	90	"	2,831	9,918
18	1 $\frac{1}{2}$	4.0	1:3	中央 No.10 3"	"	44	"	4,767	10,249
"	"	"	"	" " "	"	91	"	7,420	13,600
"	"	"	"	" " "	"	180	"	6,198	14,260
"	"	"	1:3.5	" " "	"	44	"	5,477	11,184
"	"	"	"	" " "	"	91	"	5,560	12,025
"	"	"	"	" " "	"	180	"	5,756	14,612
"	"	"	1:2:2	" " "	"	43	"	6,539	12,549
"	"	"	"	" " "	"	90	"	7,250	13,350
"	"	"	"	" " "	"	180	"	6,196	15,144
"	"	"	1:2.5:2.5	" " "	"	43	"	6,009	11,514
"	"	"	"	" " "	"	90	"	5,060	11,825
"	"	"	"	" " "	"	180	"	6,552	14,348
54	4	4.0	1:2:2	中央 No.5 4"	"	68~143	"	12,360	中 止
"	"	"	"	橢圓 " "	"	"	"	13,640	"
"	"	"	"	二重 " 6"	"	"	"	15,900	"

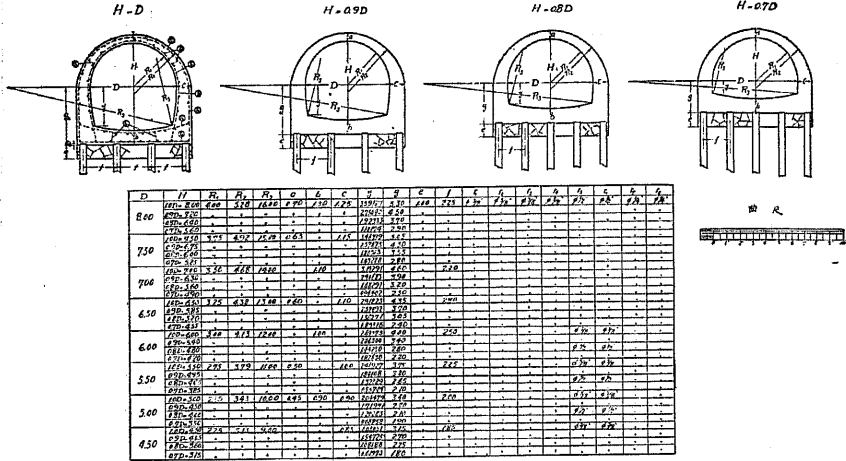
圖に示す通りである、東京市に於ける鐵筋
 混凝土渠は、圓形、卵形、矩形、馬蹄形、
 半圓形等種々なる形態を有し、其口径の如
 きも一層擴大したものが多し第48圖は其
 數例を示したものが尙、第49圖乃至第
 51圖に卵形渠矩形渠開渠等の實例を示して
 参考に供することとした。



備考 φ=口径を表す

第 47 圖

東京市



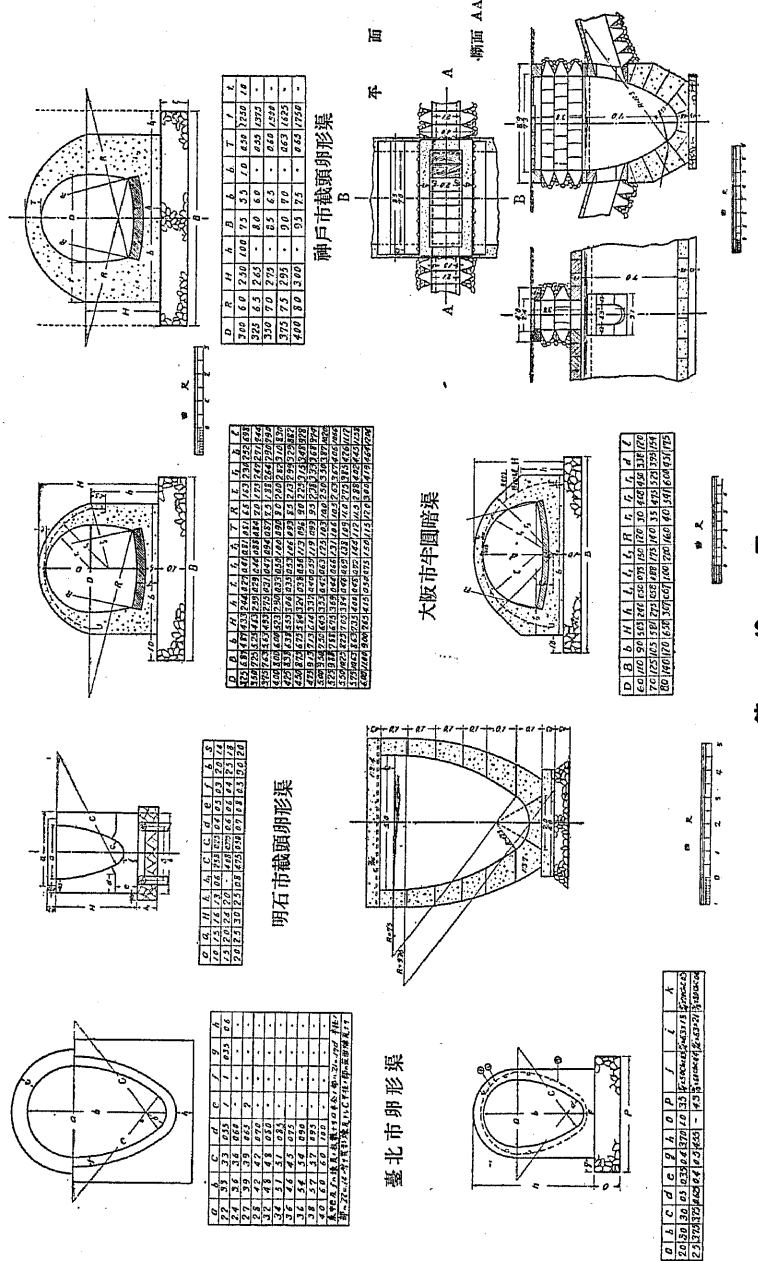
第 48 圖

下水道混凝土渠構造圖

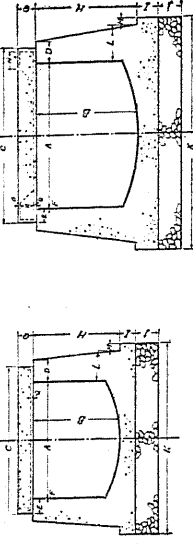
東京市鐵頭卵形渠

仙臺市卵形渠

大阪市馬蹄形暗渠



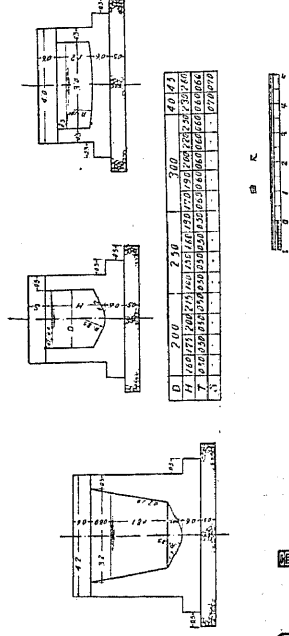
第 49 圖



寸法表 (A) Table with columns A through Q and rows for different channel types.

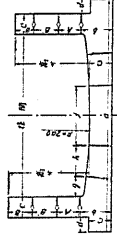
寸法表 (B) Table with columns A through Q and rows for different channel types.

廣島市



寸法表 Table with columns D through Q and rows for different channel types.

第 50 圖



第一種寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

第二種寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

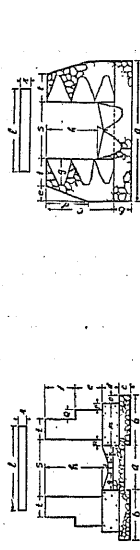
第三種寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

下水道矩形渠構造圖

若松市

第二種

第一種 松山市



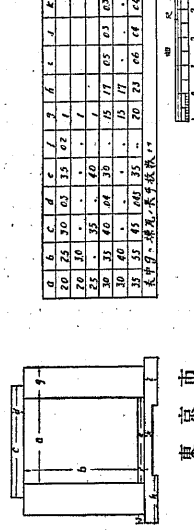
寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

備註 採用 60mm 厚板、鉄筋埋設、φφ 採用。

備註 5.40mm 厚、鋼筋、入、及鉄筋埋設、採用。

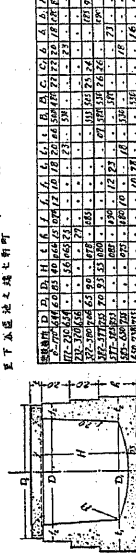
仙臺市



寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.



備註 仙臺市、松本市、下水道、φφ 採用。

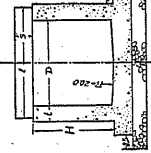


寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

第 51 圖

第一種寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

第三種



第三種寸法表 Table with columns A through Q and rows for different channel types.

備註 0.60以上、φφ、鋼筋埋設、採用。

第五節 煉瓦及石造管渠

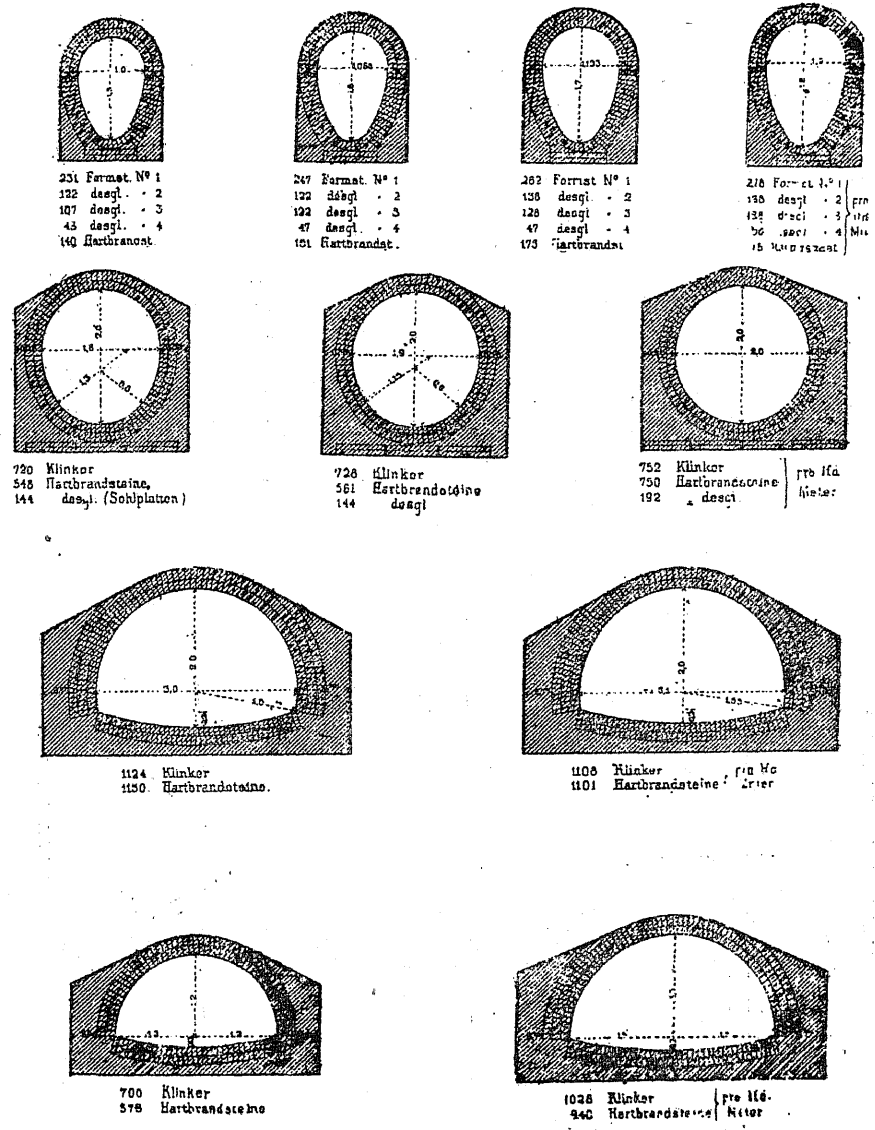
混凝土の未だ發達せざりし時代には、内徑二尺以上の管渠築造は殆ど煉瓦積を採用して居た、即ち精選せる焼過煉瓦は其面滑かにして磨損の度少く、強度も比較的大に酸又は鹽類の作用を受くること最小なるが故に、下水管渠の材料には至極適當である、然れど良質の煉瓦は其價高く特殊の職工を要するのみならず、内徑六尺未満の管渠築造には異形の煉瓦を必要とする爲め價格頗る増加し他の材料と比較し遙に高價となる、且つ其施工は主に場所詰なる故工期長く交通上の支障甚だしきを以て、鐵筋混凝土の發達したる今日に在りては殆ど管渠の築造に應用するものはない様である、我國に於て煉瓦渠は明治十七八年頃神田下水に使用したのと、仙臺及若松兩市に於て其下水道の一部に採用した位のもので、其他は何れも管渠の底張り、人孔、排出口、街渠、榊形、唧筒場等附屬工作物の築造に利用して居る程度に過ぎぬ様である。

堅強なる石材は下水渠として亦適材なれども、彫工の困難と價格の不廉なるが爲め一般の需要に充つことが出来ない、我國では神戸市下水道の一部に使用せられたる外、仙臺市其他の下水道に於て流速の急なる部分の底部張立用に供したる程度で、一般には蓋石縁石笠石隅石等として附屬工作物の築造に使用するか、又は開渠の護岸及底張に應用せらるゝに過ぎぬのである。

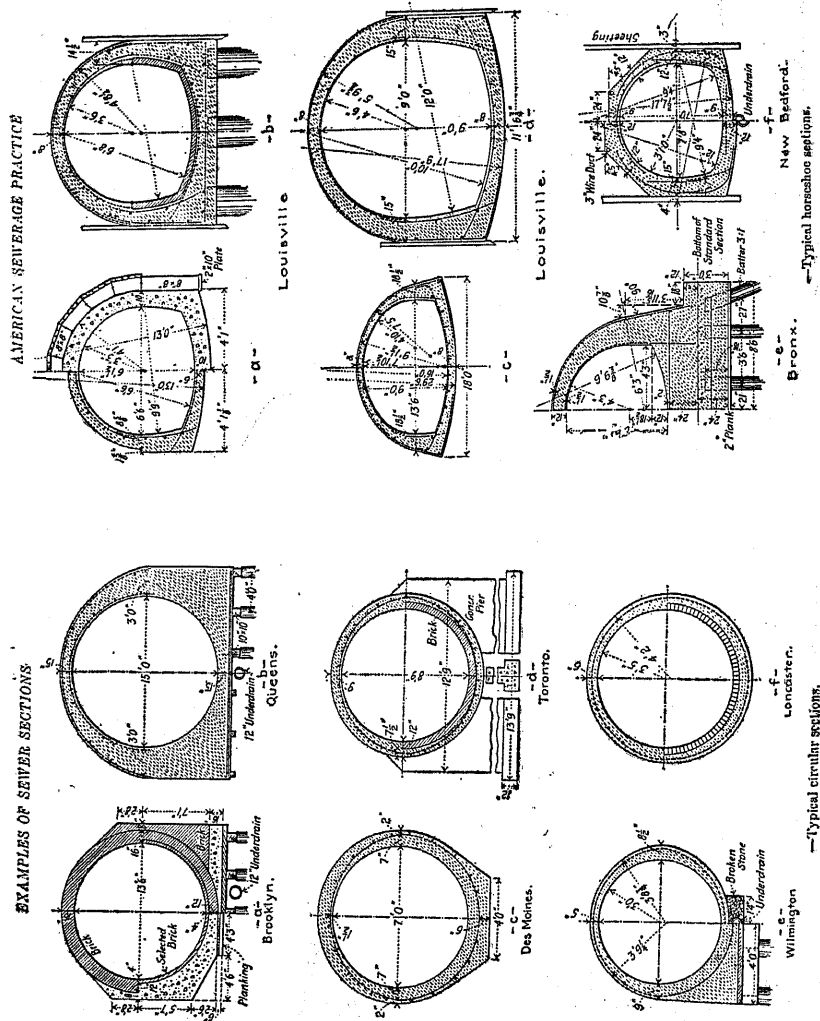
煉瓦渠又は石造渠の厚さは多くは經驗上から定められて居る様で頗る區々だが先づ内徑三尺未満の管渠で地盤が良好なる時は、管厚として煉瓦一枚卷即ち四吋前後、内徑五尺迄位は煉瓦二枚卷即ち八吋前後、内徑十尺迄位は煉瓦三枚卷即ち十二吋前後で充分だが、地盤が不良なる場合又は特別な荷重等に接する様な箇所には、更に厚さを増すか或は相當の補強を施すことが必要だと稱せられて居る、尙是等に関する實驗公式等は第四章第十節に掲記してある故参照せられ度い、第52圖は伯林市煉瓦管の例で第53圖乃至第56圖は主として米國に於ける管渠構

Canalisation von Berlin

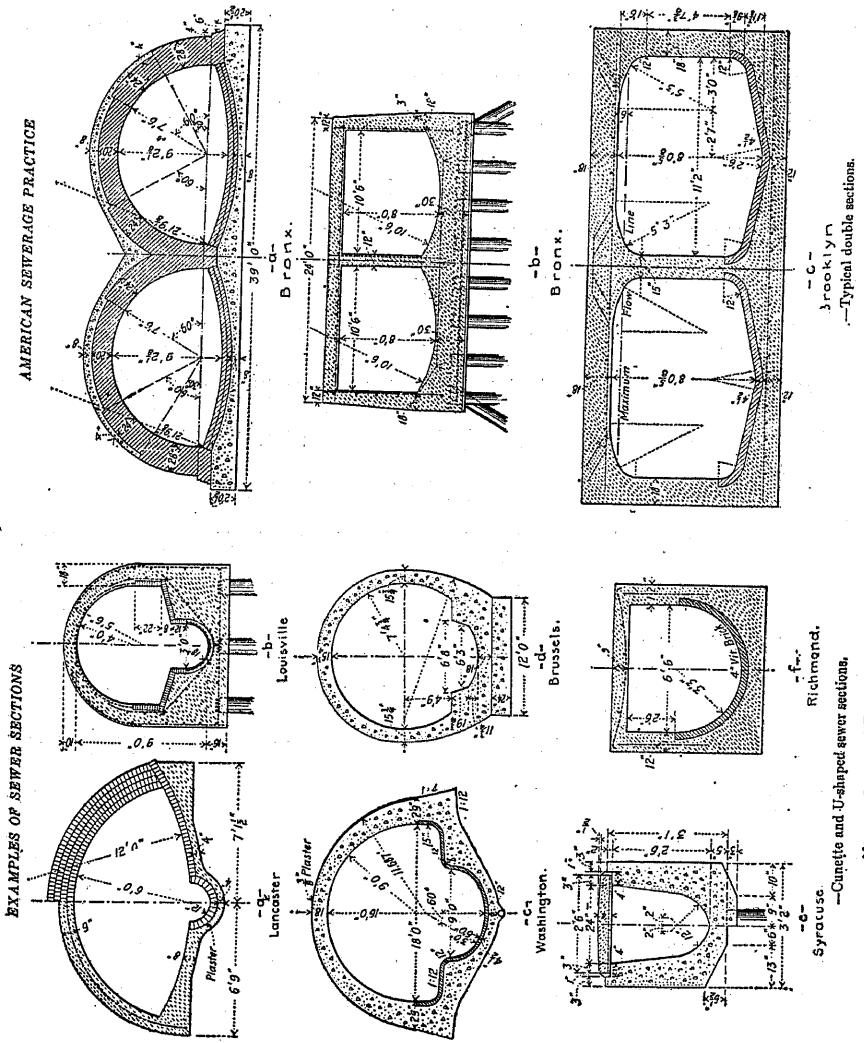
Canal-Profile



造の實例を示したものである。



第 53 圖
—Typical circular sections.



第 54 圖
—Typical horseshoe sections.

第六節 基礎

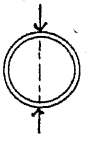
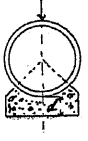
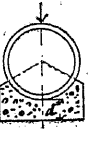
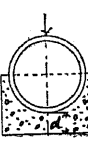
硬質の水成層即ち砂、砂利、赤土、黄色粘土、土丹又は岩盤の様な場合は、地

均しを行ひ砂礫又は割栗石、玉石の類を敷いて克く搗き固め管渠を敷設すれば充分だが、地盤が軟い粘土の様な場合又は湧水の多量なる場合等には、割栗石、玉石の類を少くも五寸厚以上填充し目潰を行ひ充分に搗き均し其上に基礎混凝土を施す必要がある、地盤が一層軟弱なる場合又は主要管渠の埋設箇所等に於ては、其支持力を増大せしむる爲め更に杭打地形を施し、尙梯子桐木或は捨算盤等を行ひ充分なる割栗石を填充し、基礎混凝土の厚さ又は幅員を擴大して耐力の充實を計り、地盤の沈下擁護に對する完全なる工法を採用して萬全を期することが肝要である、凡そ基礎の良否は其影響する所極めて大きく其沈下により管渠中に凹所を生じ又は罅裂發生等の爲め汚物の停滯漏洩を惹き起し、或は管渠を破損し路面を陥落せしむる等不測の失敗を招來した事例も決して少くはないのである、完全なる基礎工事の選擇は下水道の敷設上最も重要なりと云ふべく、特に大口徑の管渠に於て其影響の著大なるものあるに留意する必要がある。

殊更土質が極めて軽い細砂又は汚泥などの時には、工事中地下水を汲み出す爲めに是等は共に流れ出して、益々地盤を不良に導く結果を招來することが往々生ずるのである、斯かる場合は土砂止の爲めにも割栗地形が最も肝腎で、要は成るべく工事場附近の水面を移動せしめず又は攪亂せしめぬに限る、爲めに工期を相當に要する大管渠の敷設等には、初めから割栗地形中に少くも徑五寸以上の捨土管を施設して導水に備へ、常時唧筒を働かせて地下水位を工事完成迄、低下せしむることが安全でもあり又得策なのである、基礎混凝土の配合は普通 1:4:8 程度で充分だが、湧水量の激しき場合或は交通上急施を要する様な時には 1:3:6 程度にすることも往々ある、尙前述した通り陶管は勿論他の混凝土又は鐵筋混凝土管でも、混凝土を用ひて管の下半部を巻立つる事は理論上便利のみならず、地下水の高い場合浸透水を防ぐにも非常に得策である、又細管等で地盤が良好なる爲め其儘埋設する場合等でも、管の各継手の下に枕ブロックを据え管を支持せしめることは施工上にも又維持の上にも一般に便宜が多い様である。

管渠の基礎混凝土が其強度に及ぼす實効を確むる爲め、著者はヒューム管會社と圖り其工場に於て最近是等の荷重試験を遂行した、其成績は第 43 表に示す通り頗る會心の結果を收め、罅裂の發生個所即ち彎曲率の分布状態等に就ても相當面白き現象を呈して居るのであるが、詳論は研究の上他日發表することとし茲には單に其大要を掲げ讀者の參考に供する次第で、供試管は凡て内徑 13 吋の鐵筋混凝土ヒューム管で、長さは二呎、管厚は一寸半、混凝土配合は 1:2:2、鐵筋の配置等は皆會社の標準に従つたものである。

第 43 表 基礎混凝土に關する荷重試験成績

載荷法及基礎状態	基礎混凝土厚(d)3寸の時				4寸の時				總計百分率		
	管齡 (日)	混凝土 配合比 (容積)	荷重(封度)		管齡 (日)	混凝土 配合比 (容積)	荷重(封度)		龜裂	破壊	
			龜裂	破壊			龜裂	破壊			
	63 " 95 97 平均		2,073 1,934 2,516 2,250 2,211	4,112 4,112 4,730 6,082 4,754						100.0	100.0
	58 61 90 96 平均	1:3:6 1:4:8 1:3:6 1:4:8	5,264 4,555 3,757 4,289 4,466	7,569 7,747 8,101 6,771 7,547	62 " 97 96 平均	1:3:6 1:4:8 1:3:6 1:4:8	4,998 3,945 4,993 3,580 4,355	8,278 8,278 8,101 7,037 7,923		199.5	162.7
	61 62 98 " 平均	1:3:6 1:4:8 1:3:6 1:4:8	4,910 3,846 4,644 4,200 4,400	8,544 9,165 9,254 8,988 8,988	58 61 95 97 平均	1:3:6 1:4:8 1:3:6 1:4:8	5,974 5,176 3,668 4,466 4,821	8,633 8,458 7,835 8,278 8,300		208.5	181.8
	63 " 97 95 平均	1:3:6 1:4:8 1:3:6 1:4:8	6,328 6,151 5,264 6,860 6,151	12,554 12,711 10,229 10,406 11,475	58 61 96 90 平均	1:3:6 1:4:8 1:3:6 1:4:8	6,082 6,151 5,176 6,506 6,974	12,711 12,977 14,484 9,165 12,334		274.2	250.4