

土木研究所資料

圧力式下水道システム技術指針（案）

平成2年3月

建設省土木研究所
下水道部下水道研究室

「Copyright © (1990) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

圧力式下水道システム技術指針（案） 正誤表

頁	行	誤	正
中扉	上 2	第 2 8 4 6 号 平 1 9 9 0 年 3 月	第 2 8 4 6 号 1 9 9 0 年 3 月
前書	上 5	下水道	下水
〃	上 1 0	真空式下水道	真空式下水道
〃	下 1 0	圧力下水道システム	圧力式下水道システム
〃	下 5	圧力式水道システム	圧力式下水道システム
1	上 7	破砕機	破碎機
9	上 7, 8	土破り	土被り
1 7	上 1 6	1. 2 m	1. 2 m / s
2 1	上 1	揚水量	吐出量
〃	下 6	極端な	急勾配の
2 8	図 2-2-2	①浴槽排水ボタン	(削除)
4 0	図 3-1-3	揚程 H	全揚程 H
4 8	上 1 4	(付加)	このうち、ユニット内の接続管と逆止弁の損失水頭及び残留速度水頭の和については 1. 0 m としてよいこととする（§ 8 参照）。
〃	下 5	1 の条件	①の条件
6 8	下 1 4	giff	Giff
7 0	下 8	総揚程	全揚程
7 2	下 1 2	総揚程	全揚程

圧力式下水道システム技術指針（案）

下水道部下水道研究室

要 旨

本技術指針（案）は従来の研究の成果をふまえ、新しい下水収集システムとして期待される圧力式下水道システムの技術的な考え方を取りまとめたものであり、今後日本における同方式の適用に際し、技術的な参考とするものである。

キーワード：圧力式下水道システム，技術指針，下水の圧送，グライNDERポンプ

まえがき

我国の総人口に対する下水道普及率は昭和 63 年度末で 40%となっている。これを都市規模別にみると人口規模が 100 万人以上の都市は 86%であるのに対し、人口規模が 5 万人以下の都市はわずか 7%という状況である。そこで、今後はこれら地方中小都市や農山漁村においてより一層下水道の整備を促進する必要があるがこのような地域においては大都市に比べ人口密度が低いために下水道を収集する費用が高くなる傾向があり、下水輸送システムの費用を軽減することが特に望まれている。これについては従来の自然流下方式の下水道布設工法においても多くの工夫がこらされてきている。例えば最小管径を 100 mm としたことなどがその例であるが、これに加え、圧力式下水道システム、真空式下水道システム等の自然流下方式以外の下水の輸送システムについても目が向けられてきた。しかしながら圧力式下水道システム、真空式下水道システムは海外では実績のあるものの、日本においてはほとんど実績の無いシステムであった。

そこで、これらの新しい下水輸送方式の日本への適用を検討するため、昭和 63 年 9 月「新下水輸送システム技術検討会」が設置され、土木研究所がその事務局を努めることとなった。この検討会は、新しい下水輸送システムである圧力式下水道システム、真空式下水システム等を我が国の下水道に適用するに際して、主として技術面より検討を行うこととし、当面、圧力式下水道システム、真空式下水道システムを取り上げ、これらに関し、基礎的なデータ、設計数値等の収集、整理、情報交換、検討等を行なって、両システムの我が国の下水道への適用に関する技術的検討を行なうことを目的としている。

本技術指針(案)は新下水輸送システム技術検討会の数度の検討を経て作成されたものであり、今後圧力式下水道システムの適用を考え、設計する上で貴重な資料となるものと考えている。しかしながら先述したように、わが国における圧力下水道システムの適用の事例は非常に少なく、現時点(平成 2 年 3 月)においては、建設省土木研究所が民間企業との共同研究の一環として茨城県つくば市に設置した実証プラントおよび横浜博覧会会場において実施されただけである。従って、本技術指針(案)の内容も現時点では標準的と考えられるものとなるよう心がけたものの、未だ不確実な事項も多く、今後、圧力式下水道システムの採用事例が増加してさらに調査が進んだ時点で書き改められるべきものである。その意味で、圧力式水道システムを実際に設計する担当者においては、本技術指針(案)を参考としつつも、より合理的な、また、より簡略な設計としていただくことを希望するものである。

平成 2 年 3 月

建設省土木研究所下水道部長

松 井 大 悟

目 次

第1編 基本計画	1
第1節 総 論	1
圧力式下水道システムの概要	1
第2節 計画の基本的事項	3
§ 1. 圧力式下水道システムの計画	3
§ 2. 計画諸元の考え方	4
§ 3. GP ユニット、中継ポンプユニットの設置についての基本的な考え方	6
§ 4. 圧送本管の路線、埋設深さ等に関する基本的考え方	8
§ 5. その他の基本計画	10
§ 6. 圧力式下水道システムの設計手順	10
第2編 GP ユニット選定方針	13
第1節 GP の選定	13
§ 7. GP を選定する際の基礎となる吐出量（GP 選定基礎吐出量）の算定	13
§ 8. GP を選定する際の基礎となる全揚程（GP 選定基礎全揚程）の算定	16
§ 9. GP の選定	18
§ 10. 中継ポンプユニットの選定	25
第2節 GP ユニットの選定	26
§ 11. GP ユニットの設置	26
§ 12. 貯水タンク容量及び水位の設定	27
§ 13. 流入管底等	29
§ 14. ユニットの構造	29
§ 15. 貯水タンクの径、深さ等	31
§ 16. 機器及び材料	35
§ 17. GP ユニットの電気設備	35
第3編 管路設計	37
第1節 管径の決定	37
§ 18. 管径決定の手順	37
§ 19. 管路の設計流量の算定	38
§ 20. 設計同時運転台数の算定	42
§ 21. 最小流速と管径の決定	45
§ 22. 全揚程の算定	47
§ 23. GP の能力チェック	48
第2節 配管設計と付帯設備	49

§ 24. 管材の選定	49
§ 25. 洗浄口及びバイパス接続口	50
§ 26. 空気弁	51
§ 27. 明示シート	52
第3節 その他の留意点	53
§ 28. その他の留意点	53
第4編 試験	54
第1節 管路の試験	54
§ 29. 管路の試験	54
第2節 GPユニットの試験	55
§ 30. GPユニットの試験	55
第5編 維持管理	56
第1節 維持管理	56
§ 31. 管路施設の維持管理	56
§ 32. GPユニットの維持管理	57
第2節 記録	66
§ 33. 維持管理及び事後処理記録	60
索引	61
新下水輸送システム技術検討会会員名簿	63
(付 録)	
設計例	65

第1編 基本計画

第1節 総 論

圧力式下水道システムの概要

圧力式下水道システムには GP システムと STEP システム（参考参照）があり、本指針では GP システムについての技術指針・解説を示している。

以下本指針でいう圧力式下水道システムとは GP システムを指す。

圧力式下水道システム（GP システム）は、図 1-1-1 に示すように破砕機付小型水中ポンプ（グライダerpump；以下 GP と略す）を用いた圧送システムである。家庭等から排出された汚水を貯水タンクに溜め、水位スイッチによるポンプの自動運転により、処理場もしくは自然流下管まで圧送する汚水収集・輸送システムである。この為、自然流下式に比べ小口径管を用いることができ、かつ本管を地形に沿って浅く埋設することが可能となる。貯水タンクの標準的な構造は図 1-1-2 に示すとおりであり、貯水タンク及び GP、電気設備等をひとまとめにして GP ユニットと呼ばれる。GP が故障した際には、予備の GP を持参して交換するだけであるので、保守の面においても比較的簡便なシステムである。

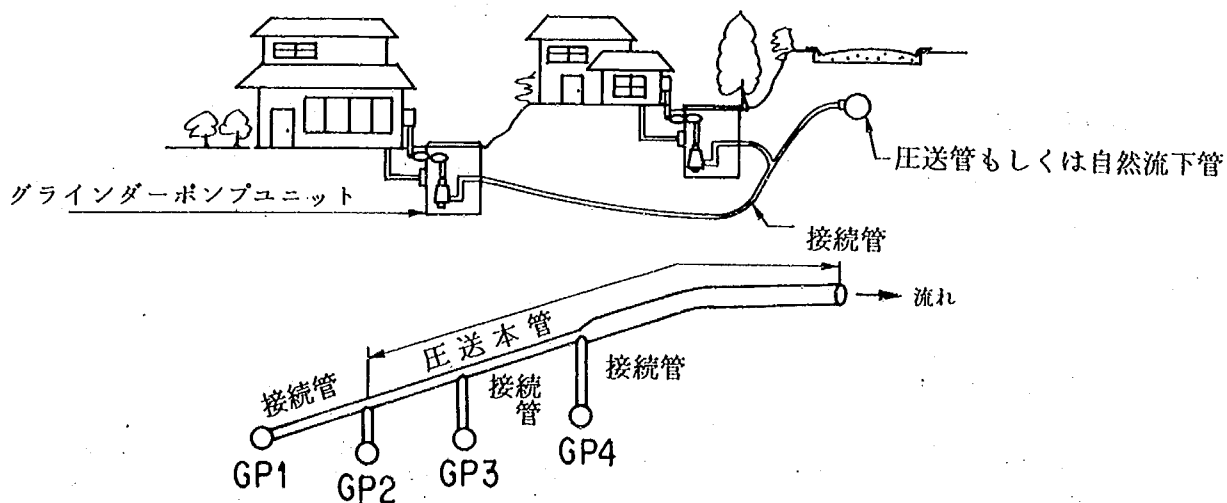


図 1-1-1 圧力式下水道システム概略図

なお、GP の吐出し口より第一分岐点までを「接続管」、その先を「圧送本管」とし、圧送本管と接続管をあわせて「圧送管」と総称する。

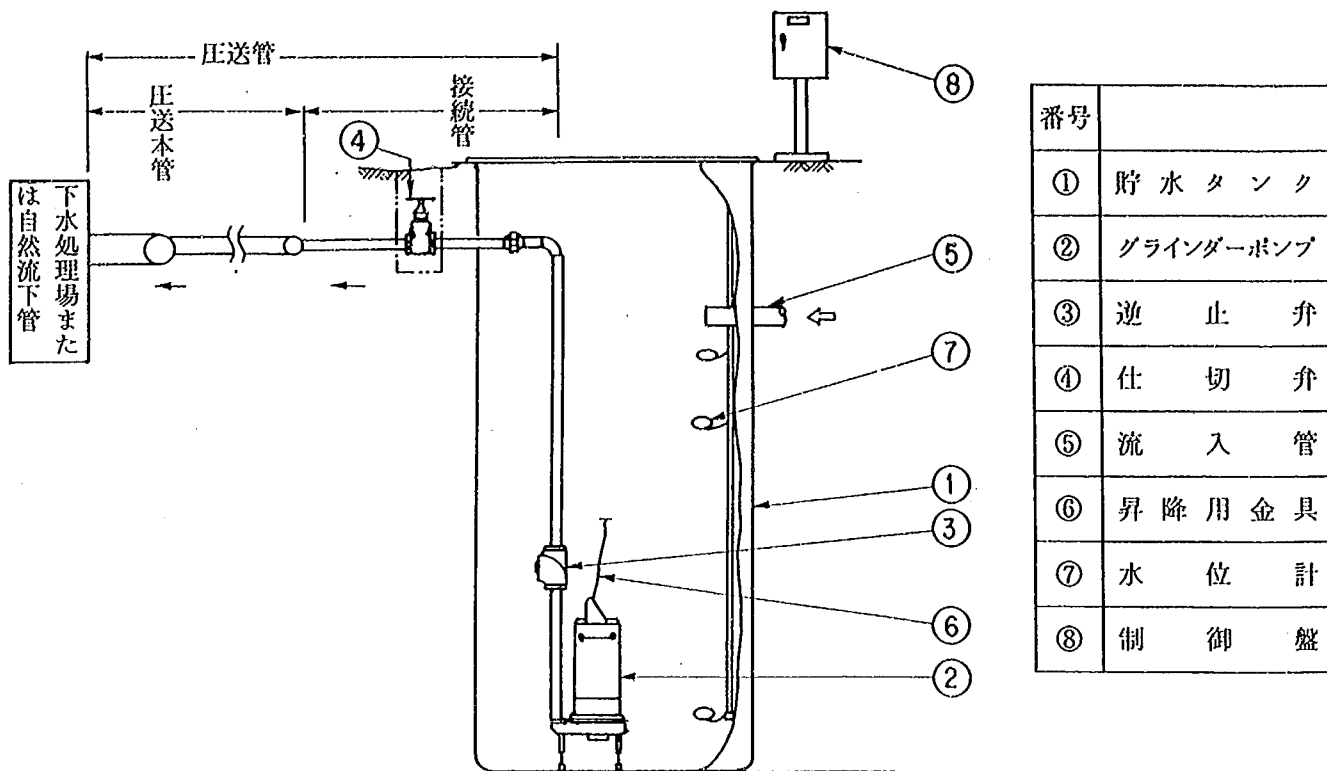
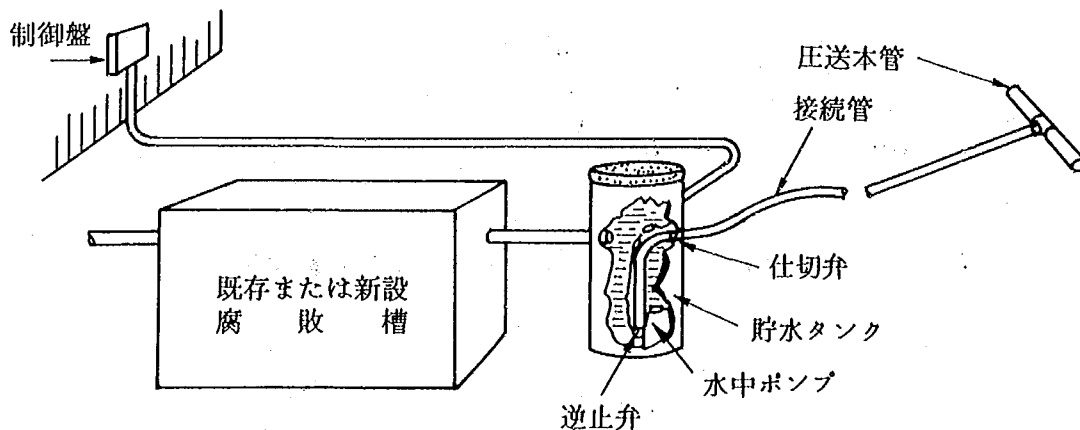


図1-1-2 GPユニットの構成

（参 考） STEP システム

STEP システムとは、腐敗槽流水ポンプシステムのことであり、家庭汚水中の固形物を腐敗槽により除去した上でその流出水を通常の（グライNDERのついていない）小型水中ポンプにより圧送するシステムである。



参考図1-1-1 一般的なSTEPシステム

第2節 計画の基本的事項

§1. 圧力式下水道システムの計画

- (1) 基本計画の策定にあたっては、対象とする地域の規模、形態、密度、地形、地盤条件、気象等を十分勘案して計画するものとし、必要に応じ、他の代替手法と比較検討する。
- (2) 比較検討については、他の代替手法との比較検討のみならず、圧力式下水道システム自体についても、必要に応じ、数種の代替案を設定して比較検討し、最も経済的となるものを採用する。

〔解説〕

(1) について

圧力式下水道システムの適用範囲は農山漁村のような集落ばかりでなく、都市部やその周辺の住宅地にも見出すことができる。例えば、次のような状況下にある地区では、圧力式下水道システムの適用について検討をすべきであるし、メリットを生かせる可能性は大きい。

1. 地形的・地理的条件、地盤、土質特性のため下水道整備の遅れているところ
2. 急激な人口増加により、設計流量以上の水量が発生し、管渠が能力不足となったところ
3. 地下埋設物等が輻湊しており、自然流下管の布設が難しいか、布設できても建設費が多額となるところ
4. リゾートのような季節的人口変動の激しいところ
5. 景観、自然保護のために大口径の管を埋設できないところ
6. 初期投資を押さえ、段階的な建設計画を立てるところ
7. 下水道の早期供用開始を望むところ
8. 人口密度の低いところ
9. 合流式下水道を分流化する必要がある所

また、圧力式下水道システムは数戸からなる小システムから数百戸に及ぶ大システムまで幅広くシステムを組むことができる。この為、町全体をカバーするものから、自然流下式下水道の補助的なシステムとしても適用可能であり、他集水システムとの組み合わせによる柔軟な下水道計画を策定することができる。そして、初期投資を押さえ、段階的な建設計画を立てることにより、地区全体の開発計画に対応したり、人口増加や水量の伸びに対処することもできる。

このような圧力式下水道システムのメリットを十分生かすためにも、地勢、人口、人口密度、地形などの条件について、定性的、定量的な検討を十分に行うとともに、必要に応じ他の代替手法とも比較検討を行うものとする。

(2) について

ある地区において圧力式下水道システムを設計する場合でも、GPユニットの配置や圧送管ルート等により、さまざまな形態の圧力式下水道システムが考えられる。計画に際しては、これらの

うち、まず経済的となると考えられるものを数種代替案として採用する。そして、それぞれ § 6 に示す手順及び第 2 編、第 3 編に示す各内容に従って概略の設計を行ったうえで建設費、維持管理費を含めて比較検討し、最も経済的となるものを採用するものとする。特に、§ 3 に示すように中継ポンプを設置することにより、建設費、維持管理費の低減を図ることも可能であるので、中継ポンプの設置についても十分検討をおこなう必要がある。

§ 2. 計画諸元の考え方

- (1) 計画対象水量は、原則として現状の水量とする。
- (2) 現状水量のうち、一般家庭の汚水量は定住人口に一人当たりの排水量原単位を乗じたものとする。また、原則として地下水、雨水の流入は考慮しない。
商業（観光を含む）、工業、農畜産業の排水については、現状の実態を調査したうえで決定する。
- (3) 人口増加等により汚水量が増加した場合、管内流速が極端に大きくなりえない範囲でユニットの増設により対処するものとし、管内流速が極端に大きくなった場合には、2 条目の圧送本管の建設により対処する。

〔解 説〕

(1) について

圧力式下水道システムの特長の一つが、増設が容易であるということである。すなわち、後述 (§ 21) するように、このシステムは最小流速 (0.6 m/sec) がある頻度で出現するように設計されるが、人口増加により、ユニットの接続数が増えて汚水量が増加しても、圧送管内の流速を増加させることで対処できる。ただし、流速が極端に増加した場合 ((3) 参照) に 2 条目の圧送管を建設するが、その建設は、掘削深、掘削幅とも自然流下式に比べ小さく、また工期も短いため、建設が容易である。さらには、2 条管とすることにより、より安全性の高いシステムとなる。逆に、計画対象水量に将来の増加分を見込んだ場合には、供用開始当初にそれだけの数のユニットが接続されず、最小流速を確保できないこととなる。

以上のことより、圧力式下水道システムの計画対象水量は、原則として現状の水量とする。ただし、圧力式下水道システムが供用開始して概ね 1 年以内に、当該区域で大幅な人口の増加が確実視される場合には、それによる水量の増加分についても計画対象水量に算入し、供用開始当初に管内流速が最小流速に達しない間は、洗浄をおこなう (§ 31 参照) ことで対処するものとする。

(2) について

家庭排水の排水量原単位は、上水道の使用水量等を参考とし、地域特性を十分に考慮して、過大なものにならないよう決定する。家庭排水は、水洗排水とその他の雑排水とを加えたものと考えることができる。後者については、処理区域の実態から 1 人 1 日当たりの排水量原単位を推定

する。「小規模下水道計画・設計指針(案) (社団法人 日本下水道協会)」によると、参考として、1人1日当たりの雑排水の量は、表1-2-1のとおりである。また、水洗排水については、1人1日15~40ℓといわれており、昼間人口が小さい場合や節水型便器が普及するような場合は、過大な見積もりとならないよう留意する。

また、圧力式下水道システムは汚水を圧送するので、地下水、雨水の流入は考慮しない。ただし、宅地内のますやユニットの蓋等より雨水が浸入する恐れもあるので、これらの構造、施工には十分注意を払う必要がある (§ 11, § 14 参照)。

商業(観光を含む)、工業、農畜産業の排水については、現状を十分調査して決定する。

(3) について

人口増加等により GP ユニットの接続数が増加し、圧送管内の流速が増加すれば同時に摩擦損失も増加して、最上流部のポンプ等最も不利な状態のポンプが無排水、あるいはそれに近い状態となる。このような状態となっても、それが短時間であれば GP ユニット内の予備容量 (§ 12 参照) で対処することができる。

しかしながら、その時間が長くなると GP ユニット内の水面が上昇し、ついには GP ユニットより汚水が溢れることになる。2条目の管は、このような状態とならないうちに増設されなければならないが、その時期を判断する一つの目安としては、GP ユニット内の水面が上昇した結果 HHWL (§ 12 参照) に達し、GP が正常に作動していても警報が出ることとなるので、このような警報が頻繁に出るようになれば増設時期であると判断することもできる。

また、当初より2条管目の建設が確実である場合には、1条管目にあらかじめ連絡口を設けておく等、2条管目の増設が容易となるよう配慮するものとする。

表 1-2-1 雑排水量の比較

項 目	水 量 (ℓ/人・日)	備 考
吉 田 ら	140~150	秋田県大潟村等 (1976)
山 根 ら	182	住宅団地 (1980)
堂 々 ら	258	住宅団地 (大阪・神奈川) (1970)
兼 子 ら	113	名古屋市とその近郊 (1977)
畑 中 ら	203	調査地不明 (1979)
大 森	154	千葉市近郊 (1979)
土木研究所	198	茨城県大穂町 (1982)

§ 3. GP ユニット, 中継ポンプユニットの設置についての基本的な考え方

- (1) GP ユニットは, 経済性を考慮した上で, 1 ユニット当りの収集戸数を決定する。
- (2) 中継ポンプユニットは, 維持管理性及び経済性を考慮した上で, その設置の可否または設置場所を決定する。

〔解 説〕

(1) について

GP ユニットの価格, 設置費用は, システム全体の工事費の中で大きな割合を占めている。このため, この GP ユニットの数を減らし, 工事費のみならず, 維持管理費 (電力料金, 修理, 部品交換費用) を小さくすることが, 経済性を高めることになる。しかし, 1 ユニット当りの接続戸数を多くすると, 流入管の延長や深さを大きくし, 工事費の増大, GP の大型化を招き, 経済性は低下する。

1 ユニット当りの戸数については地形, 立地条件, 地盤の状況等を考慮し, 最適な接続戸数を選定するものとする。

(2) について

中継ポンプユニットとは, 図 1-2-1 に示すように, 主として他の GP からの汚水をうけて, この汚水をさらに圧送するために圧送管の途中に設置されるポンプユニットのことであり, 他の GP の揚程が足りない場合に用いられるものである。ただし, 中継ポンプユニットにおいては, 汚水を一時大気圧に開放することとし, 中継ポンプの吸込口に圧送管を直接接続して中継ポンプを押し込み運転にすることはおこなわないものとする。

中継ポンプを設置することのメリットの主なものとしては, 主として以下の 2 点が考えられる。

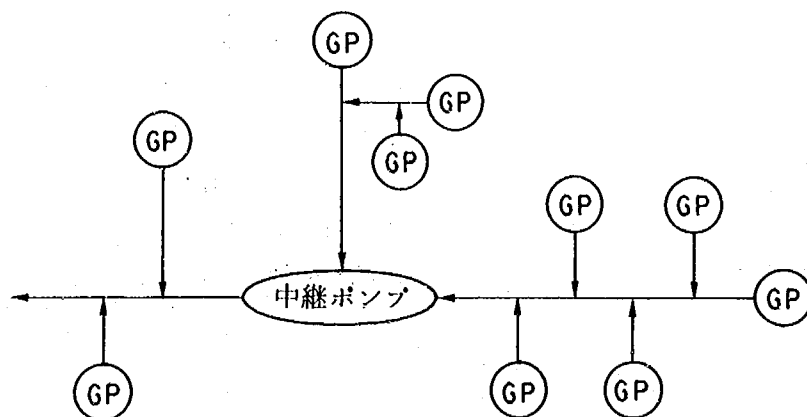
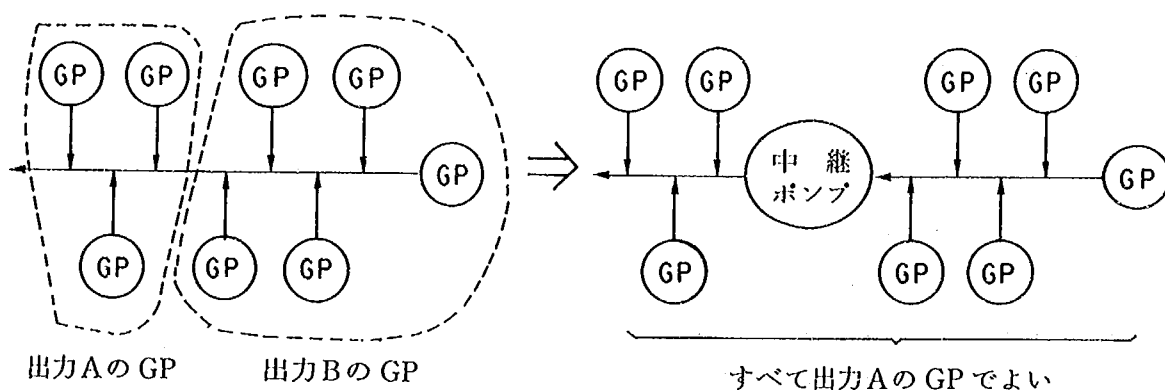


図 1-2-1 中継ポンプ

① 他の GP の出力を統一することができ、維持管理上有利となる。

一般的に、図 1-2-2 に示すように 1 つのシステム内には、主としてシステムの吐出口からの距離及び高低差により、複数の出力の GP が存在することとなる。この場合には、予備の GP 及びそのパーツについても複数の出力の GP の分を所持することになり、また、故障等の発生した GP がどの出力の GP かを特定することも必要となり、維持管理上好ましくない場合もある。そこで、システム内の GP の出力を統一する場合には、図 1-2-3 に示すように圧送管の途中に中継ポンプユニットを設置すればよい。



出力Aの GP の揚程 < 出力Bの GP の揚程

(ただし中継ポンプは異なる出力のものとなることもある。)

図 1-2-2 中継ポンプを設置しない場合
(その 1)

図 1-2-3 中継ポンプのメリット (その 1)

② 全体として GP の設置台数を減らせる可能性がある。

GP に遠心型ポンプを用いた時には、ポンプの特性上低揚程で吐出量が大きくなるので (§ 9 参照)、図 1-2-4 に示すような場合、図 1-2-5 のように中継ポンプを設置して各 GP の揚程を小さくすれば、1 台の GP ユニットに接続できる家庭数が増加し、その分全体として GP の設置台数を減らせる可能性がある。

§ 1 において圧力式下水道システムとしての代替案を作成する場合には、中継ポンプユニットを設置することによるこれらのメリットも十分考慮して実施するものとする。

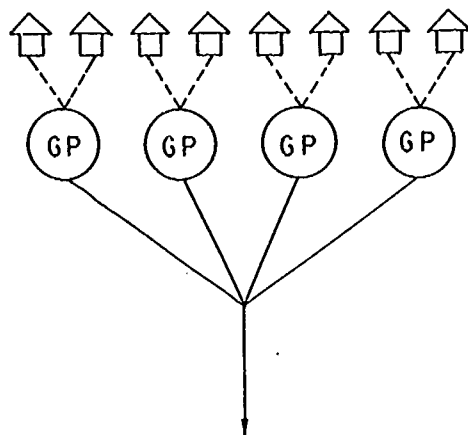


図 1-2-4 中継ポンプを設置しない場合

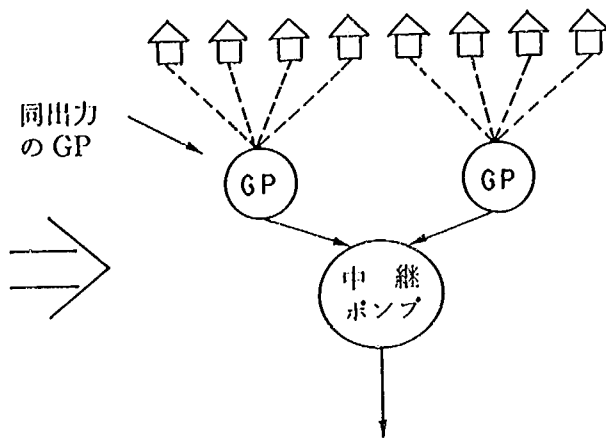


図 1-2-5 中継ポンプのメリット (その 2)

(その 2)

§ 4. 圧送本管の路線、埋設深さ等に関する基本的考え方

- (1) 圧送本管は樹枝状配管とする。
- (2) 圧送本管は可能な限り浅く埋設するよう考慮する。
- (3) 圧送本管の路線及び布設位置は、経済性を考慮して選定する。
- (4) 次のような状況下では、2 条管による配管を検討する。
 - (i) 人口増加が供用開始後に見込まれる場合。
 - (ii) 建設が 2 期以上にわかれて段階施工される場合。
 - (iii) 別荘地のように季節的に大きな水量変動がある場合。

〔解 説〕

(1) について

配管形状については全体を樹枝状に配管するものとループの部分を組み込んだもの（2 条管における連絡管とは根本的に異なる）の 2 種類が考えられる。この内、樹枝状配管（図 1-2-6）は、管内流速を設定値以上に確保することが容易であり、システム内でのループの部分を取り除くことで、滞留時間の短縮、固形物沈殿と悪臭発生の防止、流れ方向の急な変化の減少、分岐の数を減らすことによる損失水頭の低下等さまざまなメリットがもたらされる。したがって、圧送本管は樹枝状配管とするものとする。

(2) について

圧力式下水道システムを採用する最も大きい効果は、勾配に因われず地形条件に応じて管路を浅く埋設できるところにあり、これによって自然流下方式で建設費の大きな部分を占める土工・土留費用の削減を図ることが可能となる。

従って、このような特徴を最大限に生かすため、埋設深さの設定に当っては可能な限り浅く埋

設するよう考慮する。

(3) について

前述のように、圧力式下水道システムを採用する最も大きい効果は、管路を浅く埋設できることである。圧送本管の路線及び布設位置の選定にあたっては、このことも十分考慮するものとする。すなわち、たとえば、一般的な場合には圧力式下水道システムの吐出口（自然流下管もしくは終末処理場）までの最短距離の路線が最も経済的となるものと思われるが、この路線が国道などで土破りを深く取らなければならない場合には、他の最短距離でない路線を選定して土破りを浅く取るほうが総合的に経済的となることも考えられる。また、車道下に埋設する場合は土破りを深くとることを求められたり、管種が限定されたりして建設費が割高となることもあるので十分注意する。このように、圧送本管の路線及び布設位置の選定にあたっては、圧力式下水道システムの特徴を十分考慮し、最も経済的となるよう配慮するものとする。

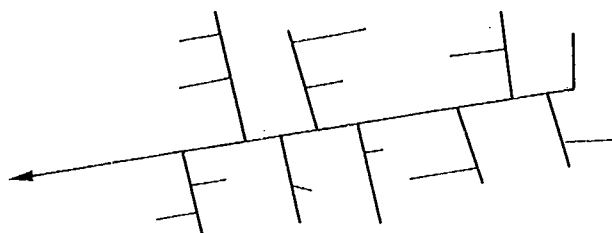


図 1-2-6 樹枝状配管

(4) について

圧力式下水道システムにおいては、管路の増設は自然流下式の場合に比べれば大きな費用を必要とせず、短期間で行うことができる。このため、将来にあわせた設計を行うより、2条管方式を採用することが効果的である。

2条管には連結管を設けておき（図 1-2-7）、バイパス用、または、仮ルート*として利用し、システムの機能を保つ。

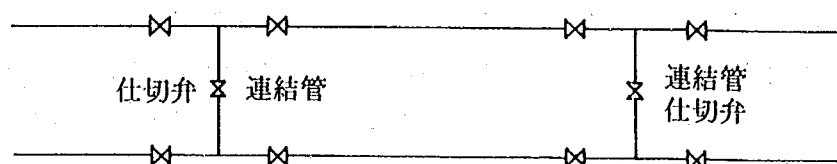


図 1-2-7 2条管の連結管概念図

- * 仮ルートは、上流側の水量が少ないため、設計流量になるまで下流側の管を使わず、隣の管へ流す時に使用する（図1-2-8）。

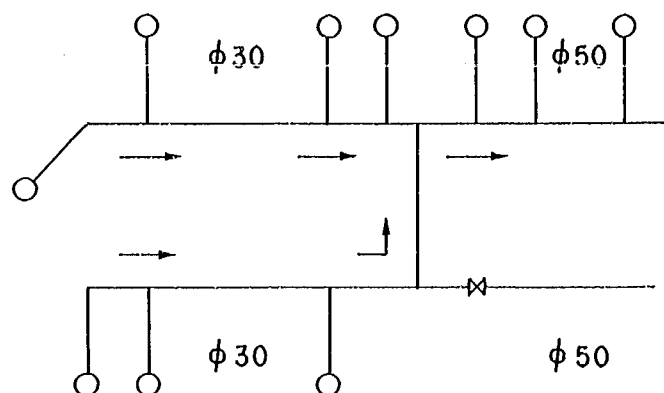


図1-2-8 仮ルートの概念図

§5. その他の基本計画

本指針に示す以外の基本計画に関する事項については、「小規模下水道計画・設計指針（案）」（（社）日本下水道協会，昭和59年10月）を参照するものとする。

§6. 圧力式下水道システムの設計手順

§3，§4等によりGPユニット，中継ポンプユニットの配置，圧送管の路線等の基本的な事項を設定したうえで，原則として以下の解説に示す手順により圧力式下水道システムの設計（GPの選定，管径の決定等）を行うものとする。

〔解説〕

圧力式下水道システムの設計は以下の図1-2-10のフローチャートに従っておこなうものとする。なお，設計をおこなう代替案に図1-2-9の図-Aのように中継ポンプが含まれる場合には，図-Bに示すように，中継ポンプを区切りとしてそれぞれのブロックに分割し，それぞれのブロックごとに図1-2-10のフローチャートを適用して設計をすすめるものとする。また，中継ポンプユニットの設計については§10に従うものとする。

図-A

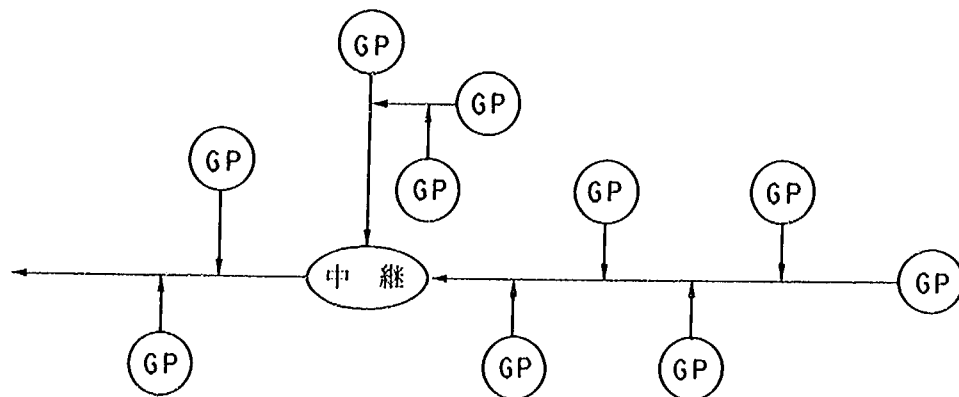


図-B

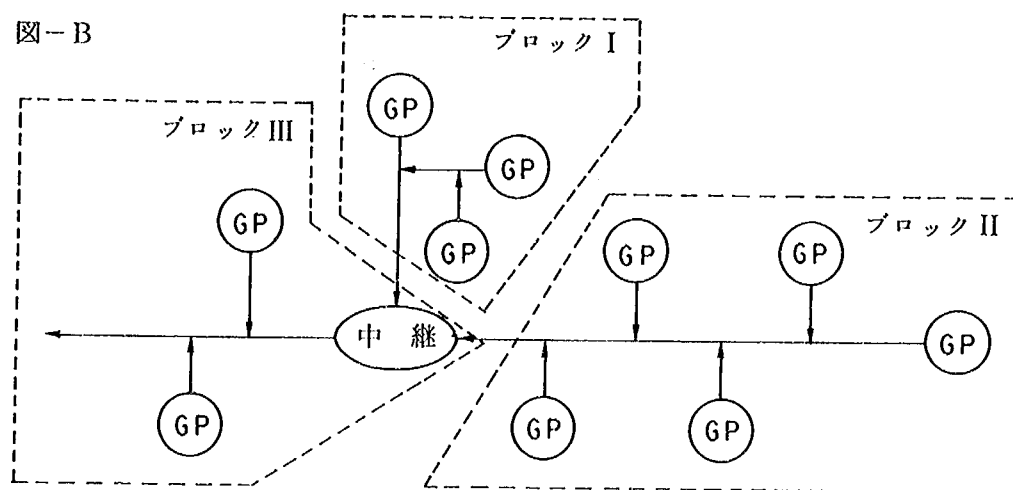


図 1-2-9 ブロックの分割

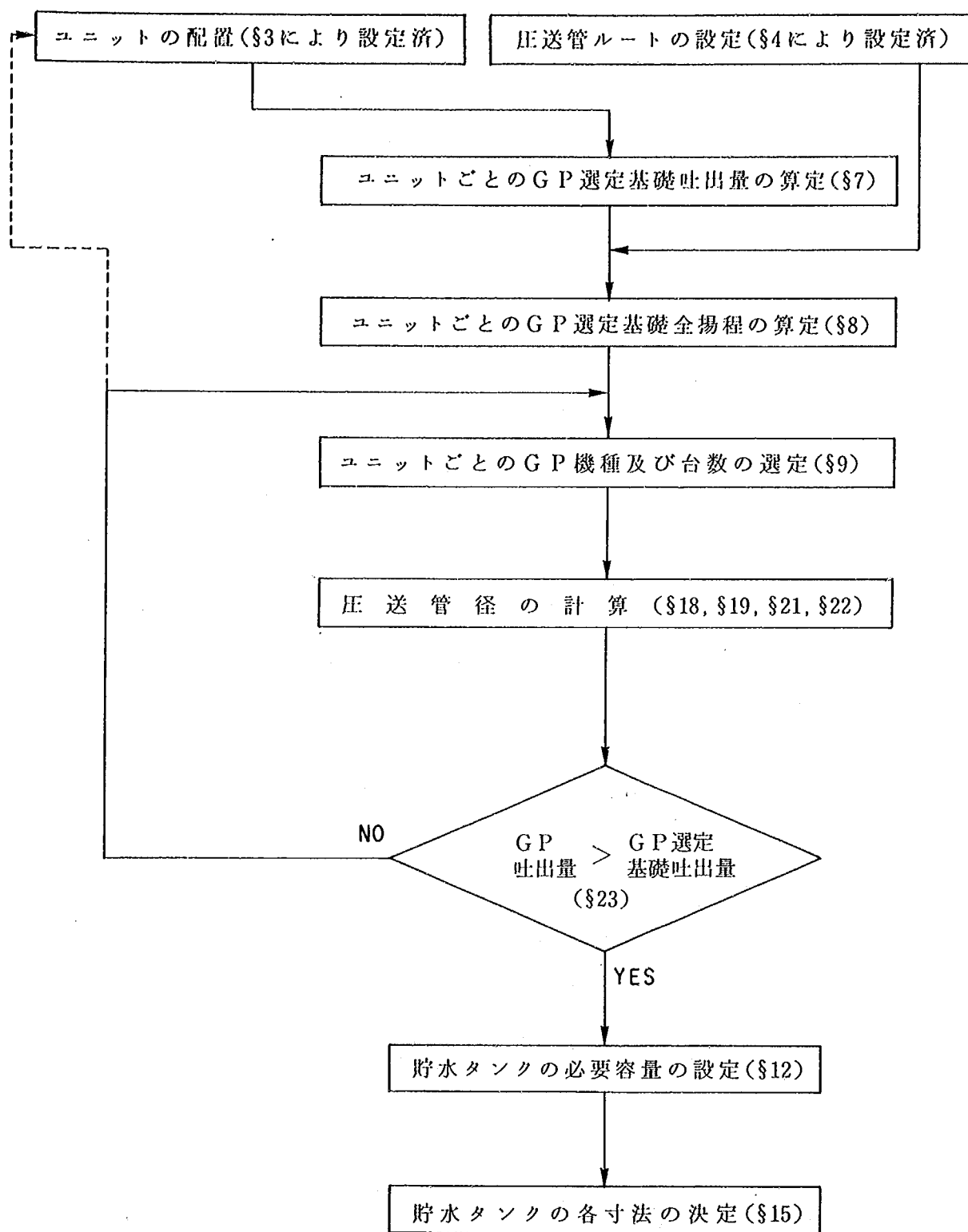


図1-2-10 設計フローチャート

第2編 GP ユニット選定方針

第1節 GPの選定

§7. GPを選定する際の基礎となる吐出量（GP選定基礎吐出量）の算定

(1) GP選定基礎吐出量は各々のGPユニットにつき、次式により算定する。

$$Q'_p = Q_{hm} / 10 / (2 \sim 3)$$

Q'_p : GP選定基礎吐出量 (ℓ/min)

Q_{hm} : 当該ユニットに流入する1時間当りの最大汚水量 (ℓ/hr)

(2) 当該ユニットに流入する1時間当りの最大汚水量 (Q_{hm}) は、§2で求めた汚水量より1時間当りの最大汚水量を算定してこれを用いる。

〔解説〕

(1) について

GPは、頻繁にON-OFFを繰返すとその耐久性に大きな影響がでるため、1時間当り10回程度の起動を最大とするものとする。すなわち、1時間当りの最大汚水量が流入したときに、1時間に平均10回程度起動するように考慮する。また、1回当り2～3分の運転時間となるように選定の基礎となる吐出量を設定する。すなわち、GP選定基礎吐出量 Q'_p は、

$$Q'_p = Q_{hm} / 10 / (2 \sim 3)$$

Q'_p : GP選定基礎吐出量 (ℓ/min)

Q_{hm} : 当該ユニットに流入する1時間当りの最大汚水量 (ℓ/hr)

となる。

(2) について

1時間当りの最大汚水量は、その区域及び家庭の水使用状態に大きく影響されると思われるため、実測により決定することが望ましいが、最大値の把握が難しいこと、また、ユニットに接続する家庭数によりこの値が異なることより、一般家庭については、§2で求めた汚水量 (ℓ/日) より計算により求めてもよいものとする。

(参考)

「下水道施設設計指針」((社)日本下水道協会、1984年)によれば、計画時間最大汚水量は計画1日最大汚水量の1時間当りの量の1.3～1.8倍、計画1日最大汚水量は計画1日平均汚水量の1.25～1.43倍であるとしている。これから単純に計算すれば、計画時間最大汚水量は、計画1日平均汚水量の1時間当たりの量の1.6～2.6倍であることになる。しかしながら、圧力式下水道システムの1つのユニットが対象とするのは1家庭からたかだか10家庭程度であることを考えれば、この値は大きく異なってくるものと考えられる。参考図2-1-1は、延べ家庭数(家庭数×1家庭当たり

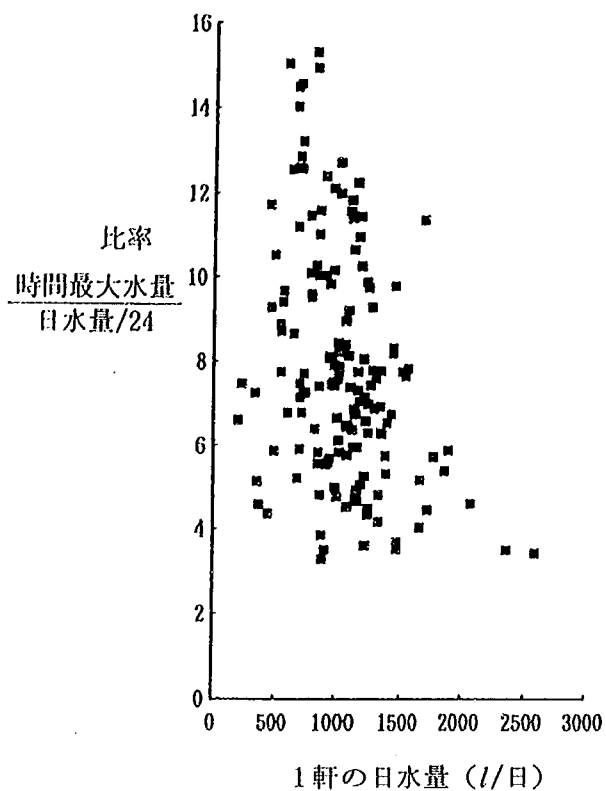
観測日数) 150 の家庭の 1 日当たりの排水量と比率 (その日の時間最大水量を日水量の 24 分の 1 の数値で割ったもの) の関係を示したものである (データは東京理科大学, 日本下水道事業団, 建設省による)。この図によると, 比率の最大値は 15 倍程度に達することがわかる。また参考図 2-1-2 は, 8 軒の家庭から排出される 1 日当りの排出量の比率を延べ 56 日間にわたって調査した結果である。この図によると, 比率の最大値は 7 倍程度に達することがわかる。また, 参考図 2-1-3 は, 参考図 2-1-1 と同じデータを用いて, 日水量と時間最大水量との関係を調べたものである。この図によれば, 時間最大水量の最大値は 600 ℓ 程度となっているが, それは, 必ずしも日水量の多い日に出現しているわけではないことがわかる。すなわち, これらのことから, 時間最大水量を求める手法として, 日最大水量に参考図 2-1-1 等より得られる比率の最大値を乗じたのでは, 過大な設計となる恐れがあるので, 注意を要する。海外においては, 平均水量よりピーク水量を求める比率を推定する手法として, 人口を変数としていくつかの式が提示されている。それらは, Giffit の式, Harman の式として知られている。(参考図 2-1-4 参照)

Giffit の式, $Q_{\max}/Q_{\text{ave}} = 5.0/P^{1/6}$

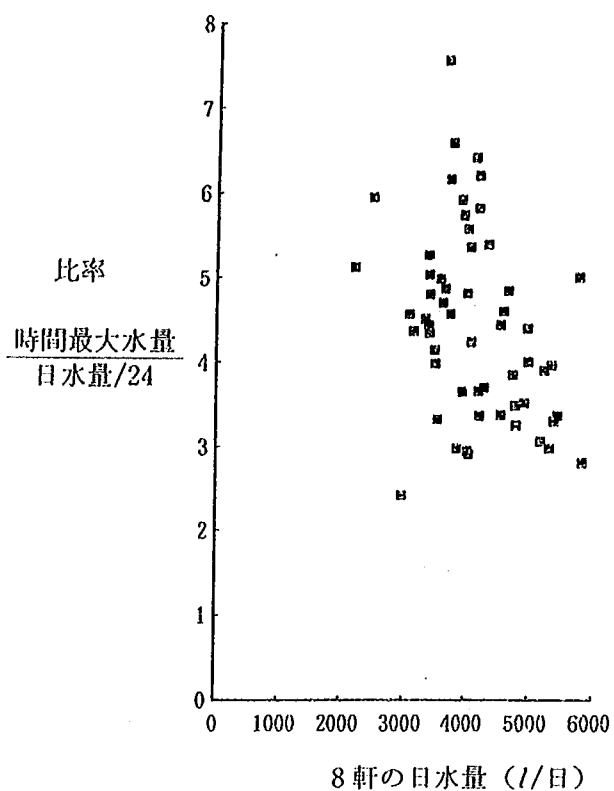
Harman の式 $Q_{\max}/Q_{\text{ave}} = (18 + \sqrt{P})/(4 + \sqrt{P})$

$$\begin{cases} Q_{\max} = \text{時間最大汚水量} \\ Q_{\text{ave}} = \text{平均汚水量} \\ P = 1000 \text{ 人当りの人口} \end{cases}$$

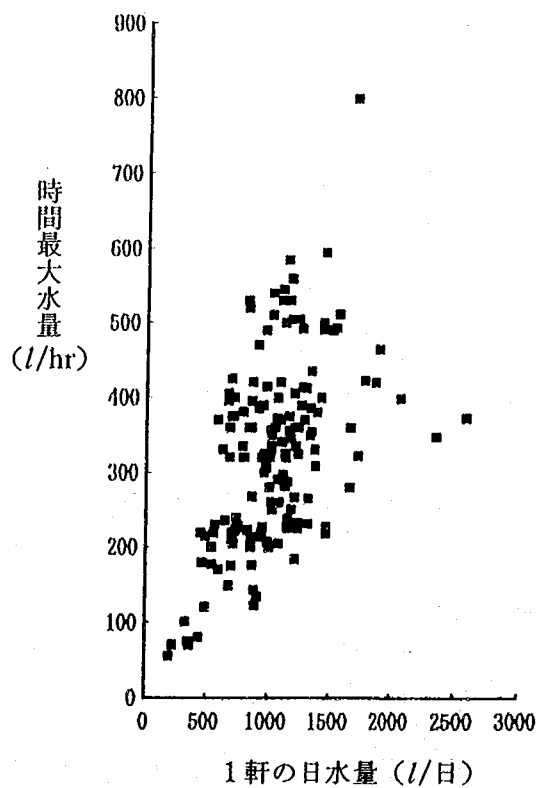
これらの式は主として人口が 100 人以上の場合に用いられることが多いと考えられるが, ここでは便宜的に人口が少ない場合 (1~100 人) についても適用できるものと考えた。参考図 2-1-4 に示すように, 人口が少ない場合, 2 つの式の与える値は大きく異なるが, 参考図 2-1-1, 参考図 2-1-2 の結果より我国においては, ユニットへの接続戸数が少ない場合には Giffit の式があてはまり, 接続戸数が多くなるにつれて Harman の式が当てはまるようになるものと考えられる。



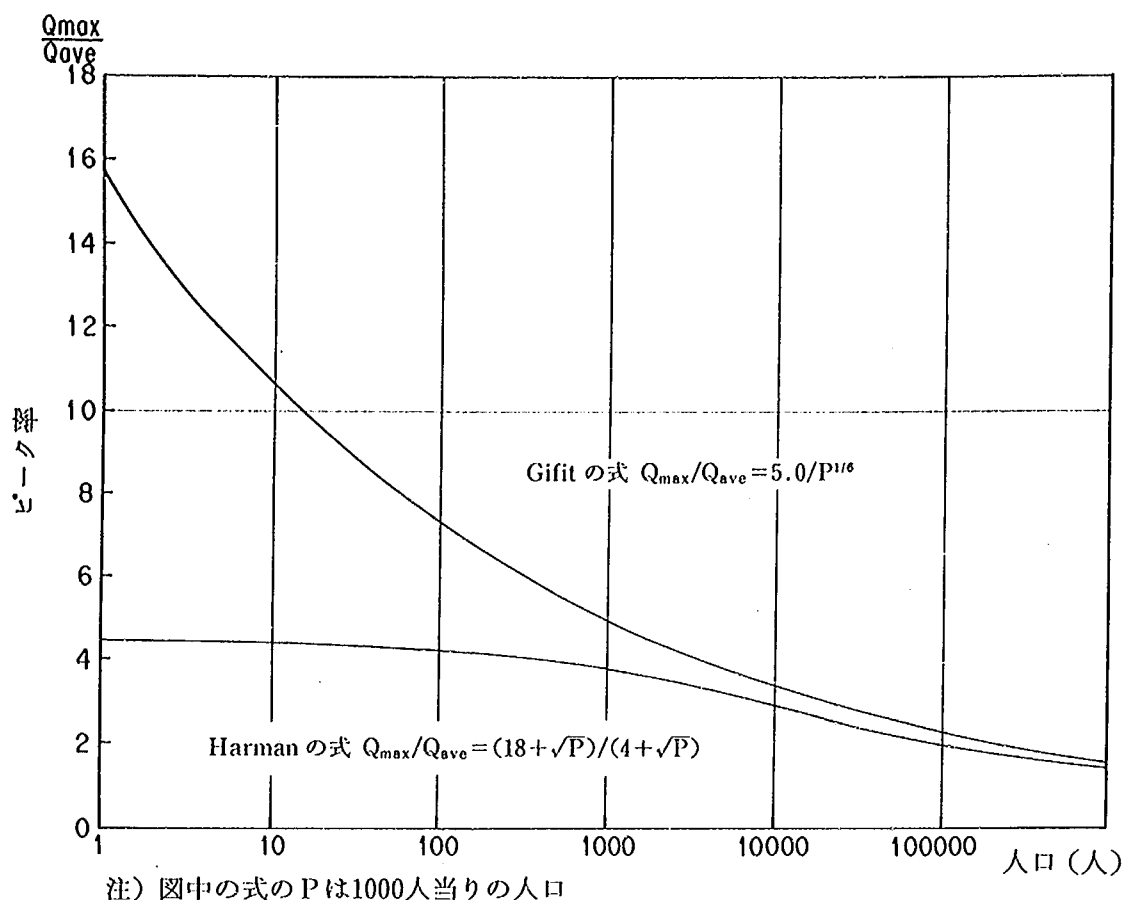
参考図 2-1-1 ピーク比と 1 軒当り日水量



参考図 2-1-2 ピーク比と 8 軒当り日水量



参考図 2-1-3 時間最大水量と日水量



参考図 2-1-4 ピーク比算定式の比較

§ 8. GP を選定する際の基礎となる全揚程 (GP 選定基礎全揚程) の算定

GP 選定基礎全揚程は各々の GP ユニットにつき、次式により算定する。

$$H'_a = H'_s + H'_L + H_0$$

H'_a : GP 選定基礎全揚程 (m)

H'_s : 当該 GP ユニットの LWL (§ 12 参照) とシステムの吐出口の仮定実揚程 (m)

H'_L : 仮定摩擦損失 (仮定単位長さ当り摩擦損失 (m/m) に管路長を乗じたもの) (m)

H_0 : その他の損失 (m)

〔解 説〕

GP 選定基礎全揚程 (H'_a) は、当該 GP ユニットの LWL (§ 12 参照) とシステムの吐出口の実揚程 (H'_s) 及び仮定摩擦損失 (H'_L) 及びその他の損失 (H_0) の和として求める。それぞれにおいて仮定すべき項目及びその範囲は以下のとおりである。

① 当該 GP ユニットの LWL とシステムの吐出口の假定実揚程

設計のこの段階では、§ 3, § 4 により各々の GP の配置とシステムの吐出口の位置が決まっている。従って、それぞれの場所の GL の標高は簡単に求めることができる。

また、システムの吐出口の GL よりの深度も放流すべき先の施設が既にある場合には簡単に假定することができる。各々の GP ユニットの LWL の GL よりの深度については、図 2-1-1 に示すように、GP ユニットを道路下に埋設する場合には流入管の最低土被り及び転倒式水位計の最低間隔 (§ 12 参照) より、最小でも -1.6 m となる。

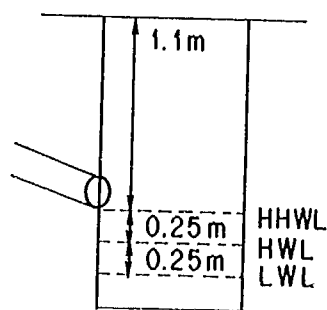


図 2-1-1 流入管、水位計の深さと間隔

また、この値は当該ユニットが何家庭を対象とするかによっても変わってくる。

従って、各々の GP ユニットの LWL をとりあえず $\text{GL}-2.0\text{ m}$ ~ 3.0 m と假定するものとする。ただし、個人の敷地内に設置する GP ユニット及びエアバージ式の水位計 (§ 14) を設置した場合にはこの限りでない。

② 假定摩擦損失

假定単位長さ当り摩擦損失を 0.01 m/m ~ 0.015 m/m と假定する。§ 21 図 3-1-8 は、流速を $0.6\sim 1.2\text{ m}$ の範囲とした時の管径の選定図であるが、この図によると、その場合の摩擦損失は概ね 0.01 m/m 近辺であることがわかる。従って、ここでは假定単位長さ当り摩擦損失を 0.01 m/m ~ 0.015 m/m の範囲で假定するものとする。図 3-1-8 より、接続家庭数が少ない場合には高めの値を、接続家庭数が多くなれば低めの値を使用すればよいことがわかる。ただし、多くの家庭を対象とする非常に大きなシステムでは、このように假定単位長さ当り摩擦損失を全管路一律に同じ値で假定すると、システムの吐出口に近いユニットについては摩擦損失を大きくとりすぎる事となるので、この場合には別途の検討が必要であると考えられる。

③ その他の損失

その他の損失は、ユニット内の接続管、逆止弁、接続管の仕切弁、圧送本管の仕切弁、曲り、合流及び吐出口の残留速度水頭を考慮するものとする。

このうち、ユニット内の接続管と逆止弁の損失水頭及び吐出口の残留速度水頭の和については、「小規模下水道計画・設計指針(案)」((社)日本下水道協会, 昭和 59 年 10 月) により 1.0 m としてよいこととする。

これら以外のその他の損失については、圧送本管の仕切弁の間隔等を考慮し、適切な値を見込むものとする。

§ 9. GP の選定

- (1) GP は、GP 選定基礎全揚程 (§ 8) における吐出力が GP 選定基礎吐出力 (§ 7) を下回らないものを選定する。
- (2) GP の選定にあたっては、1つの貯水タンク内に2台のGPを設置し、並列運転をおこなういわゆるデュプレックス型についても検討する。
- (3) GP ユニット内には、GP の予備は設置しないものとする。GP の予備はシステム全体として適当な数の予備を適切な場所に所有するものとする。
- (4) GP は、その出力 (kw) により、契約電力の基本料金が異なる。基本料金は、電気料金のおお半を占めると考えられるので、GP の選定に当ってはこのことも十分検討し、容量の過大な GP を選定しないよう配慮する。

〔解 説〕

(1) について

GP には一般的に遠心型と容積型がある。GP の性能は、一般には特性曲線によって示されるが図 2-1-2 に示すように遠心型と容積型の特性曲線には大きな違いがある。GP のタイプの選定にあたっては両者の特徴を充分検討するものとするが、当初の計画時においては1つのシステム内にこのような特性の全く異なるポンプを混在させることは避けた方がよい。以下では遠心型 GP を例にして説明を行う。図 2-1-2 に示すように特性曲線は揚程 H と吐出力 Q によって示されるので、GP 選定基礎全揚程及び GP 選定基礎吐出力が求まれば、これらにより図上に1点が定まる。GP の選定に当っては、この点を基本とし、GP 選定基礎全揚程における吐出力が GP 選定基礎吐出力を下回らないものを選定するものとする。たとえば、図 2-1-3 の場合には、原則として出力 B の GP が選定されることとなる。

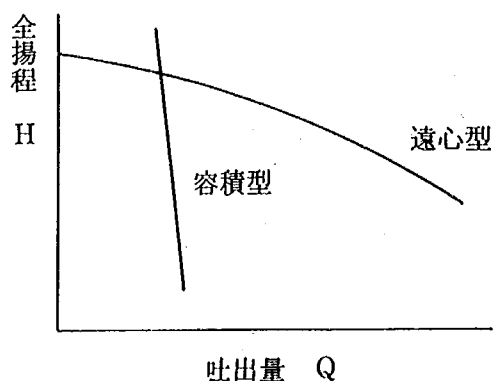


図 2-1-2 GP の特性曲線

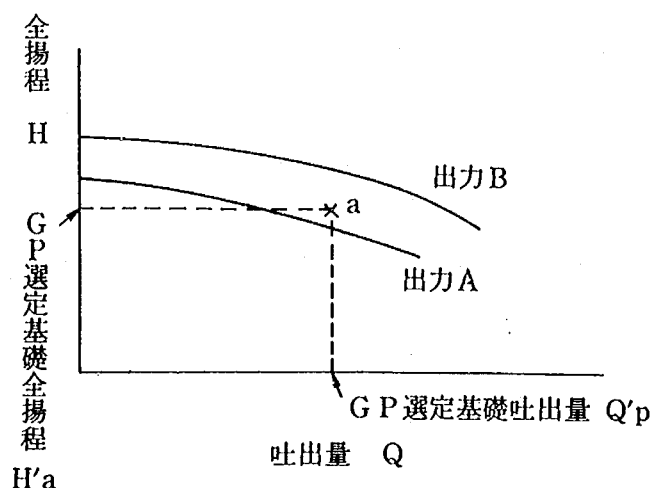


図 2-1-3 GP の選定 (1)

(2) について

一般的に GP は複数台を組み合わせて使用することができる。デュプレックス型の GP ユニットとは、1つの貯水タンク内に2台の GP を設置し、並列運転をおこなって吐出量を増加させるものである（これに対し、1つの貯水タンク内に1台の GP を設置するものをシンプレックス型 GP ユニットと呼ぶ）。例えば、図 2-1-4 に示すような場合には、この GP ユニットに設置する GP として、〔出力 B の GP×1 台〕を選ぶこともできるし、〔出力 A の GP×2 台並列運転〕を選ぶこともできる。

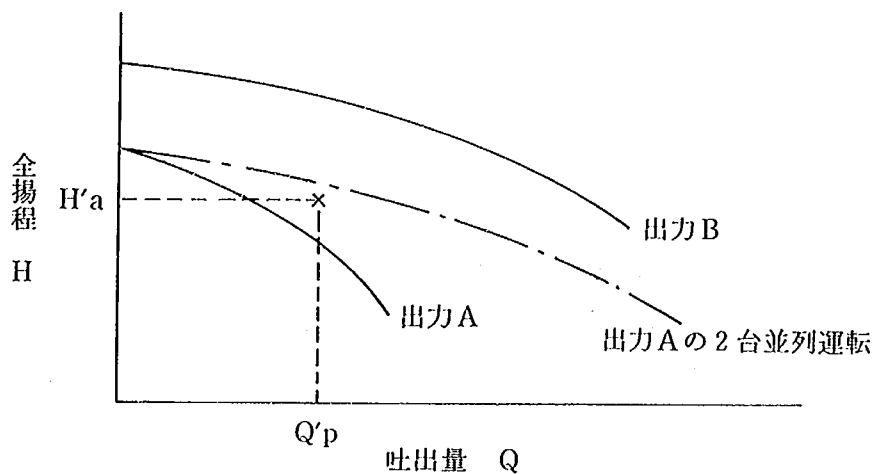


図 2-1-4 GP の選定 (2)

ただし、デュプレックス型が2台同時運転した場合には、参考図 2-1-8 に示すように一般的に GP 1 台運転の場合の吐出量の 2 倍とはならないので注意する必要がある。デュプレックス型が2台同時運転した場合に、1 台運転の場合に比べてどの程度吐出量が増加するかについては、全体のシステムの大きさやデュプレックス型ユニットが接続する圧送管の口径にもよるので、個々のケースで検討が必要である。定性的には、図 2-1-5 に示すように比較的大口径の圧送管に直接接続される場合には、GP 2 台同時運転時でもそれ程揚程が変化せず、従って GP 1 台運転時の吐出量の 2 倍に近い吐出量が確保されると考えられる。

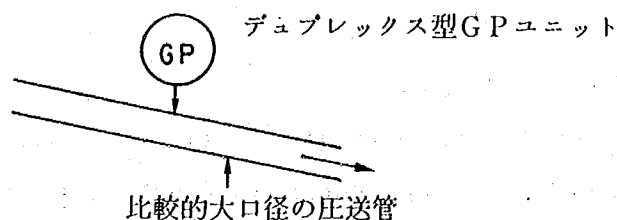


図 2-1-5 比較的大口径の圧送管に接続されたデュプレックス型 GP ユニット

一方図2-1-6に示すように、デュプレックス型ユニットの接続管が長い場合（特にシステムの最上流部のユニットにこのような場合が多い。）には、GP 2 台同時運転時に接続管部分の摩擦損失が大きく変化し、従って揚程も大巾に増加する結果、GP 1 台運転時の吐出量の2倍より大巾に吐出量が減少する。

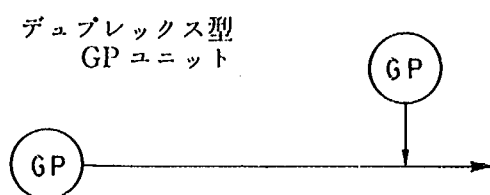


図2-1-6 接続管の長いデュプレックス型 GP ユニット

このようにデュプレックス型については条件によりその能力が大きく変化と思われるので、その設置の検討にあたっては、このことを十分に考慮するものとする。

また、デュプレックス型を採用するかどうかについては、経済性、維持管理性等についても検討し、総合的に判断するものとする。

なお、デュプレックス型にあつては、通常は2台のポンプの交互運転をおこない、流入水量が増加した場合に2台同時に運転となる制御をおこなうものとする。（§12 参照）

(3) について

本システムには多数の GP ユニットがあるため、GP ユニットごとに GP の予備機を設置すると多大の費用がかかることとなる。このため、GP ユニット内には予備機は設置せず、システム全体として適当な場所に予備機を保有し、GP の故障等の際には通報を受けて、現場において予備機との交換を行うものとする。

(4) について

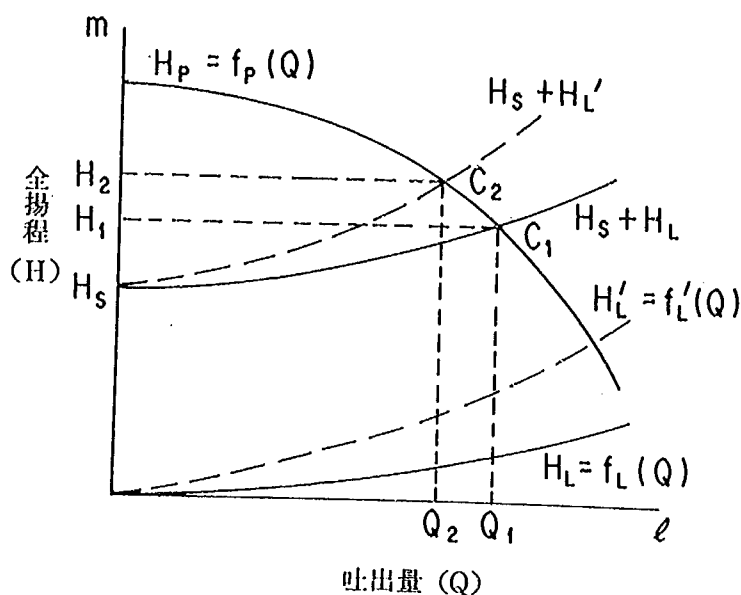
GP は、基本的には1ユニットごとの電力契約となり、それぞれに基本料金が必要となる。基本料金は電気料金のお大半を占めると考えられるが、その額は GP の出力 (kW) によって異なる。GP の選定に当ってはこのことも十分検討し、容量の過大な GP を選定しないよう配慮する。

(参考-1)

◎ ポンプの運転交点について ◎

参考図2-1-5のポンプの特性は $H_p = f_p(Q)$ で与えられるとする。ここで、 H_p はポンプの揚程であり、 Q はその吐出量である。管路またはシステムの特性は、 $H_L = f_L(Q)$ の曲線で与えられる。ここで、 H_L は管路の損失水頭である。 H_s は管路システムと結びついている静水頭である。ポンプの運転ポイント C_1 は実揚程 H_s を含むポンプ特性とシステム特性の交点と定義される。揚程 H_1 にお

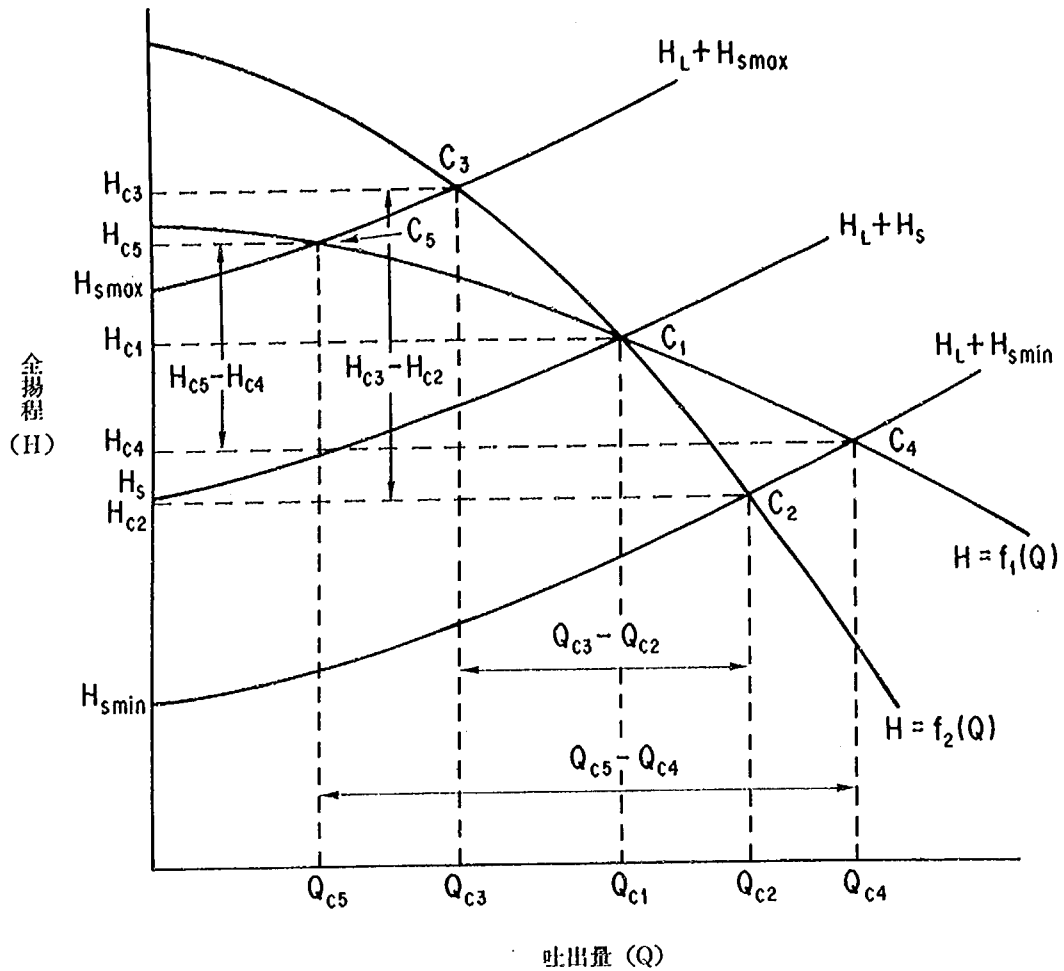
けるポンプ揚水量は Q_1 である。システムの特徴が $H_L' = f_L'(Q)$ [バルブを絞めることによって] の曲線に変化するならば、運転ポイントは C_2 に変化し、ポンプの揚程 H_2 において、吐出量は自動的に Q_2 に減少する。



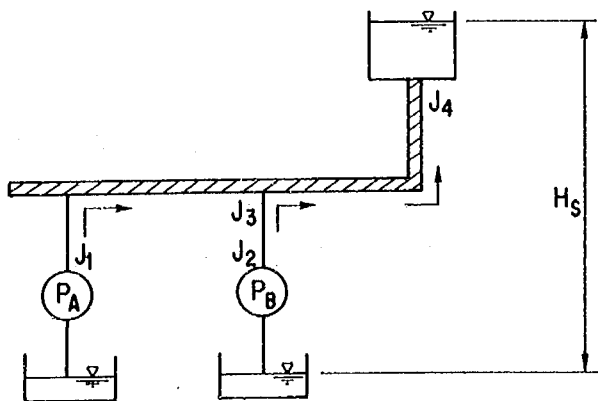
参考図 2-1-5 特性 $H=f(Q)$ のポンプと特性 H_s と H_L の管路の運転ポイント

参考図 2-1-6 においては、揚程-吐出量特性が平坦な遠心ポンプと急勾配の遠心ポンプの運転を比較している。実揚程を含めてのシステムの特徴は、 $H_s + H_L$ で与えられる。実揚程が $H_{s\max}$ から $H_{s\min}$ に変化することによって応答するポンプ運転の相違が示されている。勾配のゆるやかな特性曲線を有するポンプでは、小さな水頭変化は大きな流量変動をもたらす。極端な特性曲線を有するポンプでは、大きな水頭変化でも流量の変動は小さい。

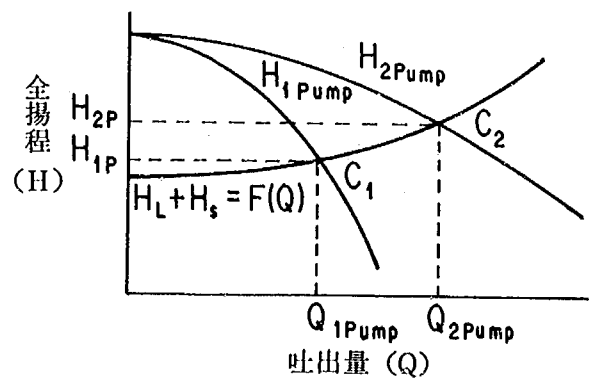
参考図 2-1-7, 参考図 2-1-8 は、2 台の GP の標高が同じ場合 (デュプレックス型) の並列運転の特性曲線を示している。 P_A の特性曲線から $J_1 \sim J_3$ 間の各損失水頭を差し引いた修正特性曲線と P_B の特性曲線から $J_2 \sim J_3$ 間の各損失水頭を差し引いて得られた修正特性曲線と合成する。この合成特性曲線と $J_3 \sim J_4$ 間の損失水頭曲線 $F(Q)$ との交点 C_2 が全体吐出量を与える運転交点である。



参考図 2-1-6 平坦な特性 $H_1 = f_1(Q)$ と急勾配の特性 $H_2 = f_2(Q)$ を有するポンプの運転比較

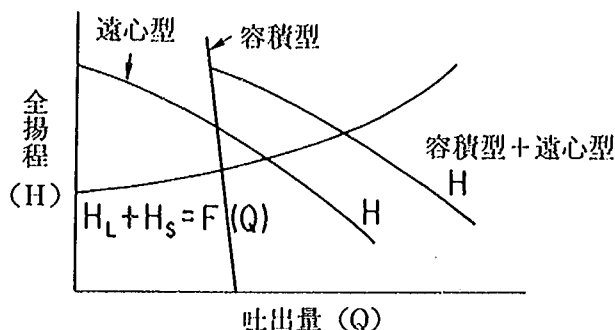


参考図 2-1-7 GP 並列運転模式図
—デュプレックス型—



参考図 2-1-8 急勾配の特性を有する
遠心ポンプの並列運転

参考図 2-1-9 は、遠心型 GP と容積型 GP との並列運転の特性曲線である。
 基本的な考え方は、遠心型同士を並列にしたものと同じである。



参考図 2-1-9 遠心型と容積型の並列運転

(原出典 Pressur Sewer System Design L. J. Flanigan, C. A. Cadmik, 1979, 抜粋)

(参考-2)

電気供給規程（平成元年 4 月 1 日実施，東京電力株式会社，抜粋）

19 低圧電力

(1) 適用範囲

低圧で電気の供給を受けて動力を使用する需要で，契約電力が原則として 50 キロワット未満であるものに適用いたします。

(2) 供給電気方式，供給電圧および周波数

供給電気方式および供給電圧は，交流 3 相 3 線式標準電圧 200 ボルトとし，周波数は，標準周波数 50 ヘルツ*といたします。ただし，供給電気方式および供給電圧については，お客さまに特別の事情がある場合には，交流単相 2 線式標準電圧 100 ボルトもしくは 200 ボルトまたは交流単相 3 線式標準電圧 100 ボルトおよび 200 ボルトとすることがあります。

(3) 契約負荷設備

契約負荷設備をあらかじめ設定していただきます。

(4) 契約電力

契約電力は，契約負荷設備の各入力（出力で表示されている場合は，別表 1〔契約負荷設備入力換算率表〕の換算率によって入力に換算するものといたします。）についてそれぞれ次のイの係数を乗じてえた値の合計にロの係数を乗じてえた値といたします。

イ 契約負荷設備のうち

最大の入力 のものから	最初の 2 台の入力につき	100 パーセント
	次の 2 台の入力につき	95 パーセント
	上記以外のものの入力につき	90 パーセント

ロ イによってえた値の合計のうち

最初の 6 キロワットにつき	100 パーセント
次の 14 キロワットにつき	90 パーセント
次の 30 キロワットにつき	80 パーセント
50 キロワットをこえる部分につき	70 パーセント

(5) 早収料金

早収料金は基本料金および電力量料金の合計といたします。ただし、基本料金は、ハによって力率割引または割増しをする場合は、力率割引または割増しをしたものといたします。

イ 基本料金**

基本料金は、1 月につき次のとおりといたします。ただし、契約電力が 0.5 キロワットの場合の基本料金は、契約電力が 1 キロワットの場合の基本料金の半額といたします。また、まったく電気を使用しない場合の基本料金は、半額といたします。

契約電力 1 キロワットにつき	1,020 円 00 銭
-----------------	--------------

ロ 電力量料金

電力量料金は、その 1 月の使用電力量によって算定することとし、夏季に使用された電力量には夏季料金を、その他季に使用された電力量にはその他季料金をそれぞれ適用いたします。

なお、その 1 月に夏季およびその他季がともに含まれる場合には、その 1 月の使用電力量をその 1 月に含まれる夏季およびその他季の日数の比であん分してえた値をそれぞれの使用電力量といたします。

	夏 季 料 金	その他季料金
1 キロワット時につき	12 円 28 銭	11 円 16 銭

ハ 力率割引および割増し

電気機器の力率をそれぞれの入力によって加重平均してえた値が、85 パーセントを上回る場合は、基本料金を 5 パーセント割引し、85 パーセントを下回る場合は、基本料金を 5 パーセント割増しいたします。この場合、電気機器の力率は、別表 2（進相用コンデンサ取付容量規準表）の規準により所要の進相用コンデンサが取り付けられているものについては 90 パーセント、取り付けられていないものについては 80 パーセント、電熱器については 100 パーセントといたします。

なお、まったく電気を使用しないその 1 月の力率は、85 パーセントとみなします。

ニ その他

時報用または警報用のみに使用する場合は、基本料金のみといたします。この場合の力率は、85 パーセントとみなします。

* 標準周波数

50 Hz …… 北海道, 東北, 東京, 各電力会社

60 Hz …… 中部, 北陸, 関西, 中国, 四国, 九州, 沖縄, 各電力会社

** 各料金は, 電力会社により異なる。

§ 10. 中継ポンプユニットの選定

- (1) 中継ポンプユニットの選定は, 原則として GP ユニットの選定 (§ 9 等) と同様とするが, デュプレックス型を標準とする。
- (2) 中継ポンプユニットに設置するポンプは, 必ずしも GP でなくても良いものとする。
- (3) 中継ポンプユニットの貯水タンク容量は, 原則として, § 12 により算定するが, 非常時容量は解説に示す方法により設定する。

〔解 説〕

(1) について

中継ポンプユニットのポンプの選定は通常の GP と同様に § 7, § 8, § 9 に従う。すなわち, 中継ポンプユニットが対象とする全家庭より自然流下により汚水が中継ポンプユニットに流入する場合を仮定し, 通常の GP の選定手順と同じ手順をふむことになる。ただし, 中継ポンプにあっては安全のため, デュプレックス型を採用することを標準とするものとする。

(2) について

中継ポンプユニットに流入する汚水がすべて一度 GP を経由したものであれば, 特に中継ポンプに GP を用いる必要はないものと考えられる。ただし, 中継ポンプユニットに直接家庭下水が流入するような場合には GP を設置するものとする。

(3) について

非常時容量については通常の GP ユニットの貯水タンクについての考え方をそのまま適用すると非常に大きなものとなる恐れがあるので, 十分な通報システムや管理システムを採用することを前提にできる限り小さな容量とする。(「マンホール形式ポンプ場・設計指針(案)」(日本下水道事業団, 昭和 62 年 3 月)を参考とするとよい。)

第2節 GPユニットの選定

§ 11. GPユニットの設置

- (1) 貯水タンクの設置場所は経済性、集水のしやすさ、維持管理の作業性を考慮して決定する。
- (2) 制御盤は、電源がとりやすく、警報用ランプが点灯した場合に住民が気づきやすい位置に設ける。

〔解 説〕

(1) について

GPユニットの設置場所は、維持管理の際の立入の問題、異常時の通報などの問題がからむため、住民との協議の上決定する。

設置場所として、凹地では降雨時に雨水が貯まり、タンク内への浸入や維持管理のアクセス及び蓋の開閉の不便さ、貯まった雨水の流入が起こるため、設置しないようにする。交通量の多い所、重車輛の通る所では、蓋やタンクが傷みやすく、浸入水や漏水がおこる恐れがあり、維持管理もしにくくなるので避ける。積雪地域では、積雪のためユニットへのアクセスが不可能となったりするため、積雪がなく、外からのアクセスのしやすい所を選んで設置する。汚水発生源から貯水タンクまでの距離が長くなると流入管の埋設深が大きくなり、貯水タンクも深いものが必要となるため、経済面、維持管理面からの適切な距離、深さを決定する。また、維持管理の際、外から貯水タンクへのアクセスやそこでの修理、運搬等の作業性も考慮する。

(2) について

制御盤には、通常、異常の発生を知らせる警報用ランプが合わせて設置されている。従って、制御盤は異常の発生がすみやかに発見されるよう、人目につきやすい位置に設置する必要がある。また、複数戸に1ユニットを設置する場合、電源の位置も考慮して設置位置を定める。

§ 12. 貯水タンク容量及び水位の設定

- (1) 貯水タンク内の水位の設定は、LWL (ポンプ OFF), HWL (ポンプ ON), HHWL (警報用) を原則とする。
- (2) LWL は GP の吸込口より上部に設定する。
- (3) LWL～HWL (「常時運転容量」という) は一般に 1 回の運転時間が 2～3 分程度になるように定める。デュプレックス型では、2 台運転時に 2～3 分程度の運転時間となるように定める。
- (4) HWL～HHWL (「予備容量」という) は、想定されるピーク汚水量が流入したとき、GP で吐き出せない差分量を貯水できるように定める。
- (5) HHWL 以上 (「非常時容量」という) は、停電時間またはポンプ交換等に要する時間分の汚水量を貯留できるように定める。
- (6) 上記 (3), (4) の水位の設定の際には水位計の間隔も考慮するものとする。

〔解 説〕

(1) について

貯水タンク内の水位の設定は、原則として図 2-2-1 の通りとする。

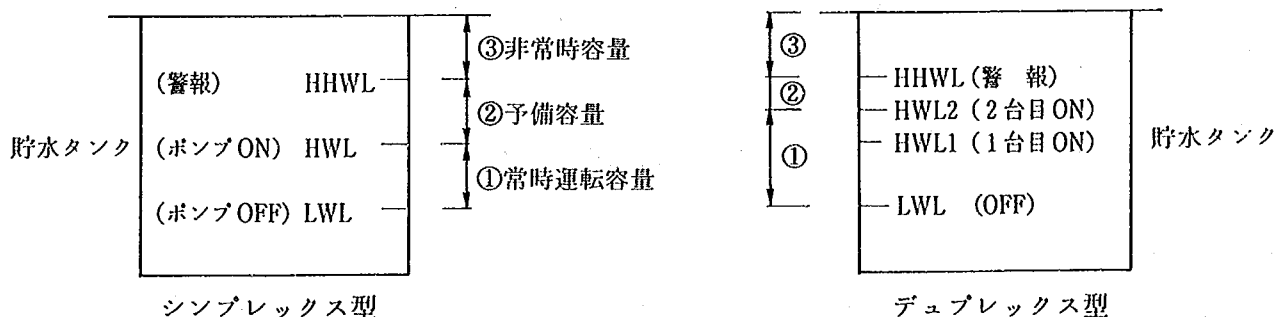


図 2-2-1 貯水タンクの水位と各容量

(2) について

圧力管内に空気が圧入されるのを防ぐため、LWL (ポンプ OFF) は GP の吸込口より上部に設定する。しかしながら、スカム対策としては LWL を GP の吸込口にできる限り近づけた方が有効であると考えられるので、LWL は GP の運転可能な範囲でできる限り吸込口に近く設定することとする。

(3) について

常時運転容量はあまり小さいとポンプの運転回数が多くなり、故障の原因となることが懸念さ

れる。しかしながら、大きすぎると貯水タンク容量が大きくなり、不経済となるので、1回の運転時間が2～3分程度となるように定めるものとする。また、デュプレックス型の場合には、2台運転時に2～3分程度の運転時間となるように常時運転容量を定め（図2-2-1のLWLからHWL2）、1台目起動の水位設定（図2-2-1のHWL1）は、その中間に設けるものとする。

(4) について

予備容量は、想定されるピーク汚水量とGP吐出力との差分量を貯水できる容量を有するものとする。

想定されるピーク汚水としては、浴槽排水が一般的である。1家庭1回当りの浴槽内の残り湯排水量は「小規模下水道に適した施設の開発に関する調査」（日本下水道事業団，昭和59年度）によれば総排水量は約170ℓ，排水時間約3分間である（図2-2-2）。

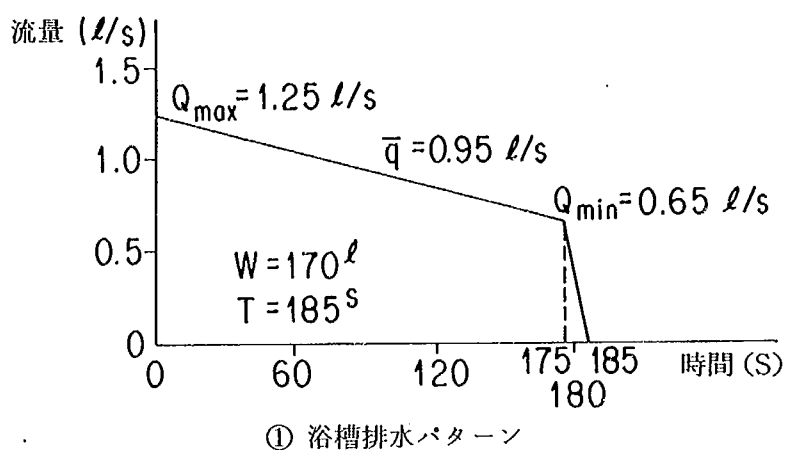


図2-2-2 浴槽排水パターン

(5) について

非常時容量については、停電時間及びGP等の故障による修理（交換）に要する時間のうち、予想される流入量が大いの方をもとに決定するものとする。

すなわち、停電時に予想される流入量から、予備容量を減じた量を水量(1)とし、警報が発生し、担当部所に通報があってから当該GPが予備品と交換されるまでの時間（故障対応時間）に発生すると考えられる水量を水量(2)として、水量(1)もしくは水量(2)の多い方をもって非常時容量とするものとする。

なお、我国では、計画停電は3時間以内、事故停電は2時間以内で回復（ただしいづれも東京電力の場合）しており、またその間に発生する水量については通常より少ないものと考えられる。

また、故障対応時間については、通報体制、予備品の保管場所、休日の維持管理体制等の維持管理体制を、また故障対応時間内に発生する水量については、住民の協力体制等を総合的に判断して定めるものとする。

(6) について

転倒式水位計を使用する場合は水位計同士がからみ合わないよう、適当な間隔（25 cm 程度）をおくものとする。この間隔より決定される容量が(3)、(4)で決定される容量より大きい場合には、水位計の間隔により決定される容量の方を用いて水位を設定するものとする。

§ 13. 流入管底等

流入管底は HHWL より上にあるようにする。また、流入管の管径及び勾配は、「小規模下水道計画・設計指針（案）」（（社）日本下水道協会，昭和 59 年 10 月）によるものとする。

〔解 説〕

流入管底が HHWL より下にあるとピーク時に汚水が流入管内に逆流し、沈殿や付着をおこし、流入管の流下能力が低下するおそれがあるので、これを避けるようにすべきである。流入管の管径及び勾配は次の各項により決定する。（「小規模下水道計画・設計指針（案）」（（社）日本下水道協会，昭和 59 年 10 月）参照）

- (1) 管径は原則として内径 100 mm とする。
- (2) 勾配は流入する排水設備からの最大汚水量を十分流下できるよう定める。最小勾配は 3‰ とする。

§ 14. ユニットの構造

- (1) ユニットの構造は、維持管理性を考慮して決定する。
- (2) 貯水タンクの底部には、テーバーをつけて、沈殿物が少なくなるような構造とし、GP の位置はなるべく貯水タンクの中心にくるように設置する。
- (3) ユニット内に設置する水位計は転倒式もしくはエアバージ式等とする。
- (4) 貯水タンク内の接続管にジョイント部を備ける等、故障時の GP の交換が簡単におこなえるような構造とする。
- (5) 貯水タンクの構造は上載荷重及び土圧、水圧にたいして安全であり、水密性を有するものとするが、できるだけ簡易なものとする。
- (6) ゲート、スクリーン設備、及び沈砂池は原則として設置しない。
- (7) 蓋の形状、構造は必要な強度、大きさを有するとともに、維持管理における取り扱いやすさを十分考慮したものとする。

〔解 説〕

- (1), (2), (3) について

ユニット内へ流入する固形物が沈殿し、腐敗することを避けるために、貯水タンクの底部にはテーバーをつけて沈殿物が少なくなるような構造とすることが必要である。ただし、GP による破砕や吸い込みが不可能な物質まで流入する可能性が考えられるので、ある程度は沈殿するようにし、維持管理の際に取り除くことも考慮する。

ユニットに付属して設置される弁類等は次のとおりである（参考図 2-2-1 等参照）。

逆止弁 ネジ込み又はフランジ接続式ボール弁型（無閉塞型）とする。逆止弁口径はポンプ口径以上のものを付けることとする。ボールの材質はゴム製とする。

仕切弁 ネジ込み又はフランジ接続式のスルース弁またはボール弁とする。仕切弁口径はポンプ口径以上のものを付けることとする。

水位計（GP 運転、停止、警報用）

(1) 転倒式

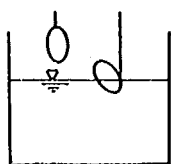


図 2-2-3 転倒式水位計

中空のボール状の密閉容器のなかに水銀スイッチを設け、液中において浮力によって水銀スイッチの姿勢が変化し、接点信号を出す方式である。原理が単純で、取り付けも容易であるが、油脂の多い汚水やスカムの発生しやすいところなどは不向きであるので、使用場所には注意する。

(2) エアバージ式

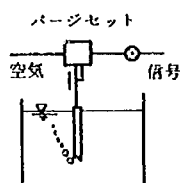


図 2-2-4 エアバージ式
水位計

測定液体中にバージ管を挿入し、常時、これに一定流量の空気又は境界面上に接するガスを挿入し、バージ管の先端から気泡を放出させると管内の内圧は先端の水頭圧に等しくなるので、その背圧を測定する方法である。ただし、バージ管の先端がつまることもあるので注意する必要がある。

(4) について

GP の故障時には貯水タンクより GP を引き上げ、予備機と交換することとなるので、GP をすみやかに接続管より切り離せる構造とすることが重要である。このため、貯水タンク内の接続管にジョイント部を設け、GP の交換時にはこのジョイントをはずして GP を引き上げる構造とするものとする。また、貯水タンクが深い場合には、ガイドレール及び自動着脱装置等の設置も有効である。

(5) について

貯水タンクの構造用材料としては、コンクリート、FRP がある。構造は設置する条件に応じた十分な強度・水密性を有するとともに、できるだけ簡易な構造とすることがのぞましい。

(6) について

ゲート設備は下記の理由により原則として設置しないものとする。

- ① ユニット内が冠水した場合でも機器等への支障は生じない。
- ② 流入汚水を止水せずに GP の補修・点検等が行なえる。
- ③ 万一、流入汚水を止水する必要がある場合でも小規模施設であるため、止水栓等に対応が可能である。

スクリーン設備は GP が破砕機付の水中ポンプであることから著しい異物の流入が予想される場合を除き、設置しないものとする。

また沈砂池は設けず、ユニット内の堆積物についてはバキュームカー等により定期的に清掃及び除去を行うこととする。

(7) について

蓋については十分な強度が必要であることは言うまでもないが、あわせて開閉作業の容易な形状、構造とすることが望ましい。

§ 15. 貯水タンクの径、深さ等

貯水タンクの径は、GP の取り出しが容易で、貯水タンク内の点検がしやすい大きさを有するものとする。深さは流入管の管底高、各必要容量を満たす水位を考慮して設定する。また、交換時、点検時を考慮して、あまり深くならないようにする。

貯水タンクの取扱い上の注意点等は次のとおりである。

(1) 浮上防止

貯水タンクは浮力による損傷を受けないよう、必要に応じて浮上防止を施すものとする。

(2) 凍結防止

寒冷地においては貯水タンク内の水が凍結しないように、必要な処置を講ずる。

(3) 荷重

貯水タンクの運搬、設置、埋戻しの際には、偏心荷重、過荷重がかからないように注意する。

〔解 説〕

GP の外径は 3.7 Kw 以下では 500 mm 以内であるため、貯水タンクの蓋の径は最小 60 cm あれば維持管理の際、GP の取り出しが可能であると考えられる。ただし、4.4 kw 以上のものについては、GP 寸法に応じて、決定するものとする。貯水タンク本体の内径については、配管、水位計等をユニット内に納めるために、GP の外径にさらに 30 cm を加えた寸法を最小内径とする。

(1) について

浮力によりユニットと流入管、接続管の接続部が破損したり、地表面より浮き上がり、事故の原因となるため、コンクリート基礎にユニットを固定したり、コンクリート製の蓋枠をのせる等

により浮力防止を行うものとする。

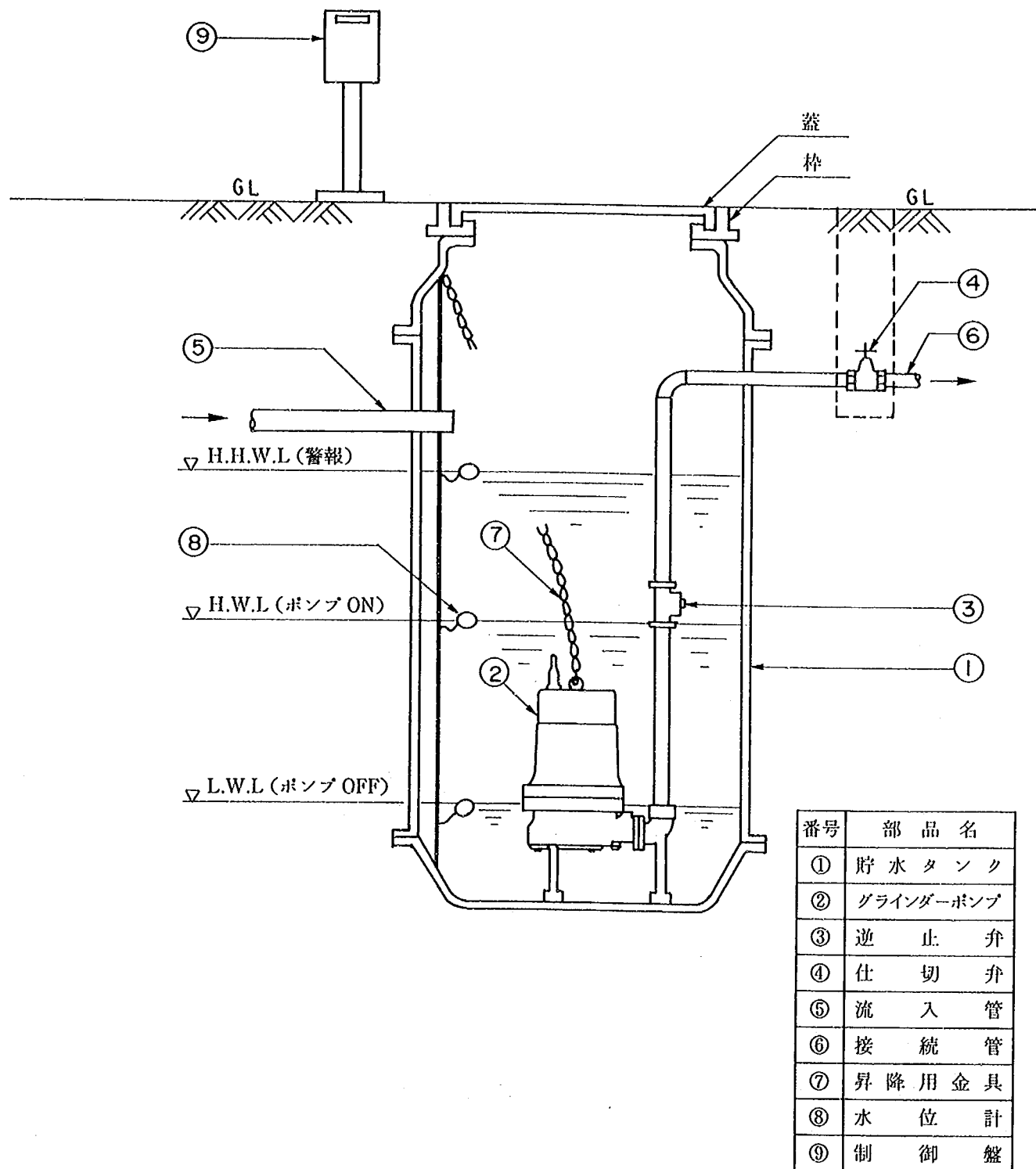
(2) について

寒冷地では、貯水タンク内に貯まった汚水が凍結し、機器に損傷を与える恐れがあるので貯水タンクの埋設深を大きくする等の凍結防止を施す。

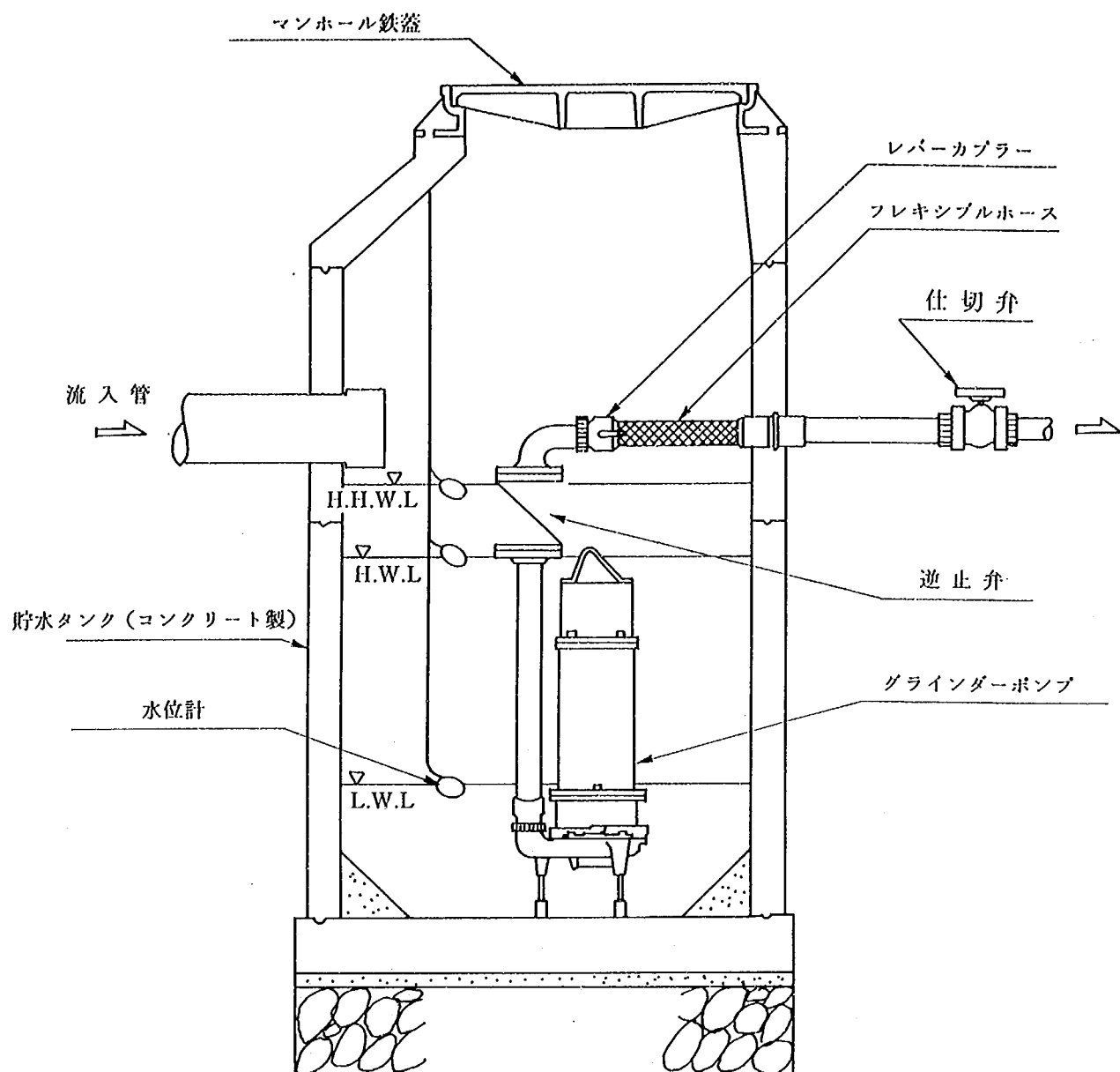
(3) について

貯水タンクに偏心荷重や過荷重がかかると、変形や亀裂をおこしたり脆弱になったりするので注意する。

(参 考) 製 品 例



参考図2-2-1 FRPのGPユニットの例



参考図 2-2-2 組立マンホールを使用した例

§ 16. 機器及び材料

GP は信頼性のあるものを選定するものとする。また、貯水タンクは鉄筋コンクリート製、または FRP 製を標準とする。

〔解 説〕

GP は本システムの重要な構成要素であるため、十分信頼性のあるものを選定することが重要である。例えば、軸封装置はポンプ側とモーター側に二重のメカニカルシールを設けたものを採用するなど、その選定には十分な検討が必要である。また、グライNDER は高硬度の材料により、夾雑物を確実に破砕する能力を有する必要がある。

貯水タンクは汚水による腐食等に対して安全で、上載荷重、土圧等の外圧に耐えられる強度を有するものでなくてはならない。材料は主としてコンクリートと FRP であり強度面でも信頼性があるが、他にメリットを持ちこれらに替わるものがあれば適宜使用するものとする。

§ 17. GP ユニットの電気設備

電気設備については、次の各項を考慮して決定すること。尚、電気事業法及び関係法令*を遵守するものとする。

- (1) 受電設備は必要最小限な設備としてモーターの定格に応じたものとする。
- (2) GP の制御盤等の盤類は原則として屋外形とする。
- (3) 必要に応じ GP 1 台につき 1 基の運転時間計を設置する。
- (4) 保護機器は、できるだけ簡素なものとし、盤の小型化を図る。
- (5) 外部への異常通報ができる構造とする。

〔解 説〕

(1) について

電源引き込みのための諸条件については電力供給会社との協議が必要である。

(2) について

御制盤はシンプレックス用とデュプレックス用とに分かれ、デュプレックス用では自動交互運転とする。制御装置は制御盤側に組み込むものと、GP の電動機側に組み込み一体型にしたものがある。付近の状況により、屋外自立形、屋外壁掛形、柱上設置盤等とする。特に交通障害にならないように設置位置および形式を考慮する。

(3) について

運転時間計は、GP の運転時間の積算を行うもので維持管理上、部品の交換の目安として利用する。

(4) について

設備の簡素化と屋外設置による盤の小型化を図るために、原則として漏電しゃ断器は地絡保護とし、サーマルは過負荷保護として使用する。特にポンプ内部のオートカットによる異常を検出する必要がある場合には、サーマルを2E要素付とする。また、サーマルの代りに2E、又は、3Eリレーにより保護としても良い。

(5) について

外部への異常通報は、盤上部の回転灯等によることを標準とする。また、非常通報装置により外部通報を行う場合には、非常通報装置の電源がAC 100 Vであるため、その電源を確保する必要がある。

* 電気技術規程，使用設備編 内線規程

社団法人 日本電気協会 電気技術基準調査委員会編

第3編 管路設計

第1節 管径の決定

§ 18. 管径決定の手順

管径決定は原則として以下の解説に示す手順により行うものとする。

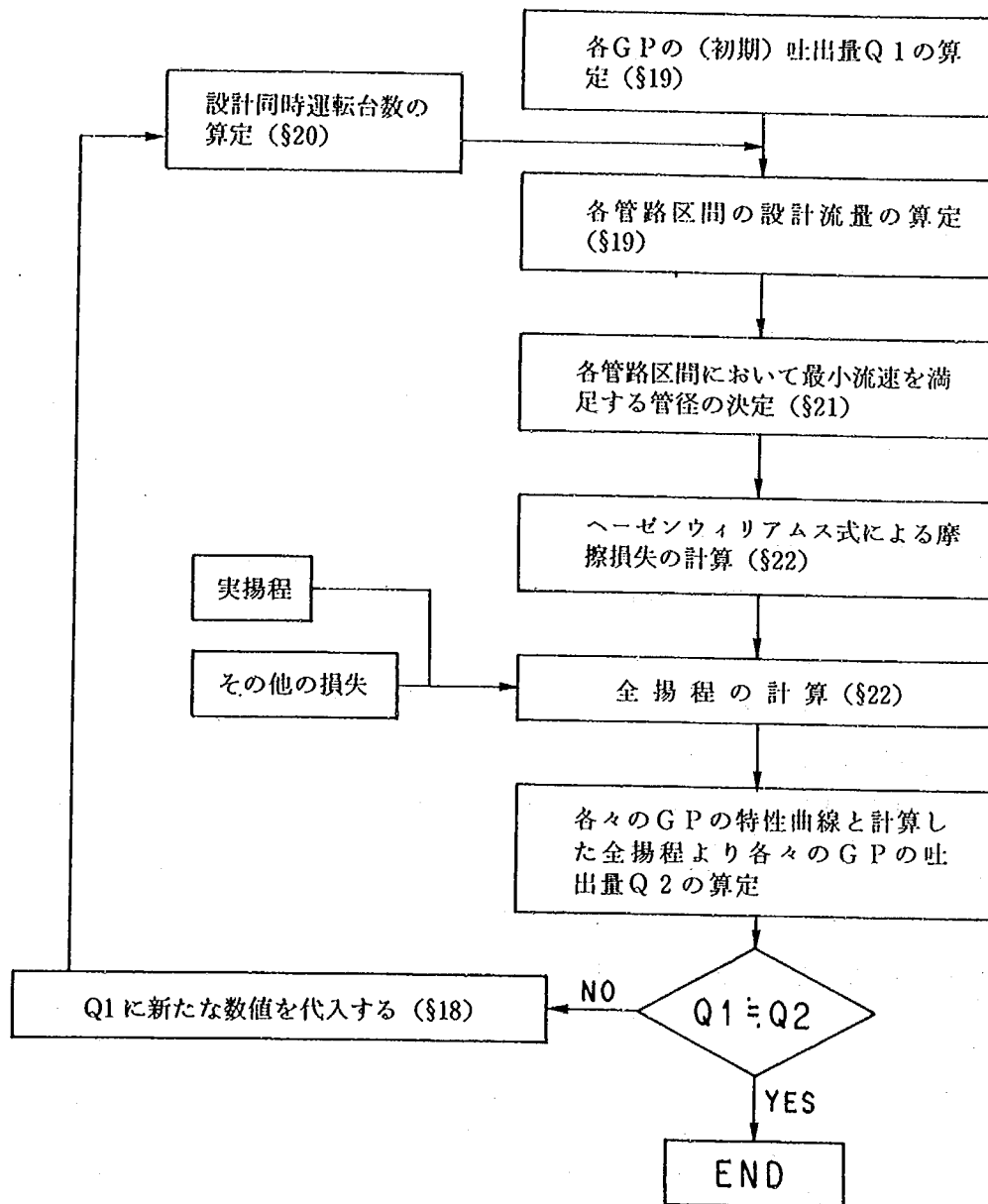


図3-1-1 管径決定手順フローチャート

(解 説)

管径決定においては、各管路区間の設計流量において最小流速が § 21 の値を満足し、かつ、摩擦損失が最小になるように管径を選定していくものとする。

また、管径計算はくり返し計算となり、各 GP の吐出量 Q_1 と、その吐出量をもとに計算された全揚程 H_a に対応する各 GP の吐出量 Q_2 とが近い値となるまで続けられなければならない。

管径計算手順を図 3-1-1 に示す。また、流量表の例については設計例を参照されたい。

§ 19. 管路の設計流量の算定

ある区間の管路の設計流量は、各 GP の吐出量 Q_1 と設計同時運転台数より算出する。その手順は以下の通りである。

- (1) 各 GP の吐出量 Q_1 の初期値は、§ 8 において計算した GP 選定基礎全揚程 H'_a に対応する当該 GP の吐出量とする。
- (2) ある区間の管路の設計流量 Q_L は、当該区間に関する全 GP の吐出量 Q_1 の平均に § 20 で求める設計同時運転台数 NR を乗じて求めるものとする。

$$Q_L = NR \times \frac{\sum_{i=1}^N Q_1(i)}{N}$$

Q_L : 当該区間の管路の設計流量

NR : 当該区間の管路の設計同時運転台数

N : 当該区間に関する GP 数 (ただしデュプレックス型ユニットの場合には同じ GP が 1 台だけ設置されていると仮定するものとする。)

$Q_1(i)$: i 番目の GP の吐出量

なお、 N は当該区間に関する全 GP 数のことであるが、デュプレックス型ユニットについては、上記のように GP が 1 台だけ設置されているものと仮定するので、システム内にデュプレックス型のユニットを含む場合には実際に設置されている GP 数より少ないため注意する必要がある。(この場合には N はユニット数と一致する。)

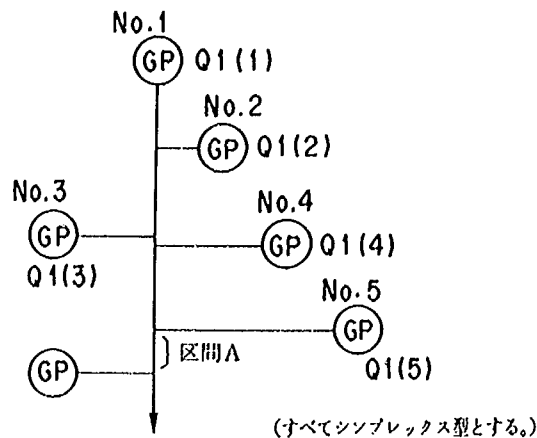


図 3-1-2 配管モデル (1)

〔解 説〕

一般に管渠を設計する場合にはその管渠を流下する総流量により管径を決定する。例えば図 3-1-2 の区間 A の管路を設計する場合は、当該管路に関する全ての GP (図 3-1-2 では No. 1~No. 5 の GP) の吐出量の合計が区間 A を流下する総流量となる。しかしながら、圧力式下水道システムにおいては、個々の GP の稼働時間は比較的短く、すべての GP が同時に稼働する確率は非常に小さい。すなわち、図の区間 A の管路を設計する際に No. 1~No. 5 のすべての GP の吐出量の合計を基にしたのでは、過大な設計になるどころか、管内堆積防止に必要な最低流速 (§ 21 参照) が確保できないことにもなる。そこで、何度かの GP の運転回数のうち、ある程度の頻度で起こりうる GP の同時運転台数を設計同時運転台数 NR として、これを基に管路の設計を行うものとする。すなわち、設計同時運転台数分の GP が同時に稼働した時に当該管路内に § 21 に規定する最小流速が発生するよう管径を決定するものとする。設計同時運転台数の求め方は § 20 に別途説明している。

(1) について

管路の設計流量を計算するには、まず、各々の GP の吐出量を仮定する必要がある。図 3-1-1 のフローチャートに示すように、GP の吐出量 Q_1 は、基本的には繰り返し計算により求めることとなる。そこで、GP の吐出量 Q_1 の初期値として、§ 8 で求めた GP 選定基礎全揚程 H'_a と各 GP の特性曲線より、 H'_a に対応する各 GP の吐出量を求め、これを用いるものとする。例えば、図 3-1-3 の場合には、点 a に対応する流量が各 GP の吐出量 Q_1 の初期値となる。この値を初期値として以下管径計算を行い、全揚程を算出して、再び各 GP の特性曲線と算出した全揚程より、対応する吐出量 Q_2 を求め、 Q_1 と比較することとなる。その結果、 Q_1 と Q_2 の差が大きければ、 Q_1 にあらたな数値を代入して再び管径計算を行う。 Q_1 に代入する数値としては、各設計者の判断によるが、一応の目安として Q_1 と Q_2 の平均値を用いることもできる。

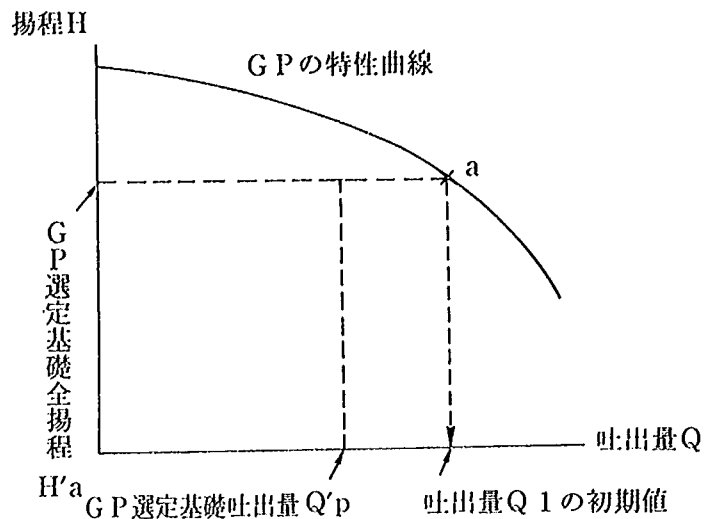


図 3-1-3 設計流量（初期値）の設定

(2) について

当該区間に関する GP の設計流量 Q_1 と設計同時運転台数が求まれば、これらより当該管路区間の設計流量 Q_L が計算できる。しかしながら一般に各 GP の吐出量 Q_1 はそれぞれ異なるので、これらの平均値を用いるものとする。

すなわち、

$$Q_L = NR \times \frac{\sum_{i=1}^N Q_1(i)}{N}$$

Q_L : 当該区間の管路の設計流量

NR : 当該区間の管路の設計同時運転台数

N : 当該区間に関する GP 数（ただしデュプレックス型ユニットの場合には同じ能力の GP が 1 台だけ設置されているものと仮定するものとする。）

$Q_1(i)$: 各 GP の吐出量

ただし、各 GP の吐出量 Q_1 に非常に大きな差がある場合には、このようにして求めたある区間の管路の設計流量が上流の区間の管路の設計流量より小さくなる場合がある。この場合にはその上流の区間の管路の設計流量を当該管路の設計流量とするものとする。

また、図 3-1-4 のように当該区間に関する GP ユニットにデュプレックス型のユニットがある場合には、図 3-1-5 に示すようにそのユニットには、同じ GP を 1 台だけ設置したものとして（例えば出力 $A \times 2$ 台のデュプレックス型の場合には出力 A の GP を 1 台設置したものとする。）管径計算を進める。

すなわち、図 3-1-4 の場合には、区間 A に関する GP 数は 5 台となる。

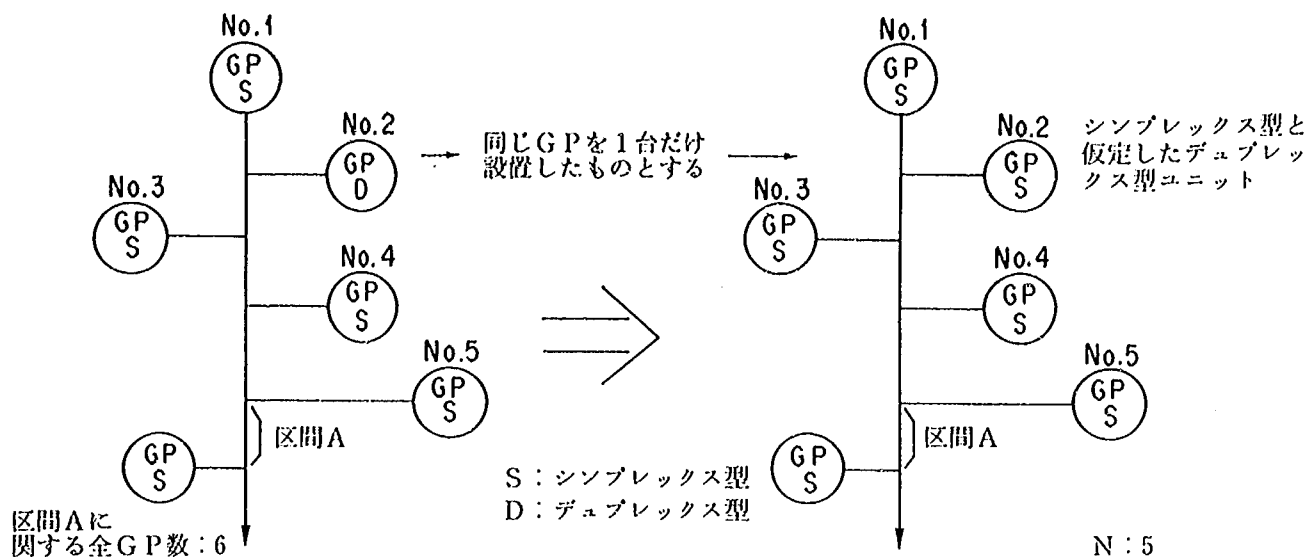


図 3-1-4 デュプレックス型の GP ユニ
ットを含む配管モデル

図 3-1-5 デュプレックス型をシンプレ
ックス型と仮定した配管モデル

デュプレックス型については、§9に示すように、通常は2台のポンプの交互運転をおこない、流入水量が増加した場合に2台同時に運転となる制御をおこなうこととしている。従って2台同時運転はごくまれにしか生じず、かつその時間も短く、通常は2台のポンプの交互運転の状態である。一方、上述したように§21に規定する最小流速を満足する管径は何度かのGPの稼働台数のうち、ある程度の頻度でおこりうる同時運転台数をもとに決定されるので、デュプレックス型のユニットにおいても、通常の状態、すなわち、2台交互運転の状態を仮定しなければならない。2台交互運転の状態は、ユニット内に同じGPを1台だけ設置した状態と同じであるので、管径計算にあたっては、上述のように、デュプレックス型を便宜的にユニット内に同じGPを1台だけ設置したシンプレックス型と仮定するものである。

なお、営業用水等を扱うデュプレックス型ユニットの場合で、ピーク水量が年間を通じて安定しており、それに伴ってGP2台運転が日常的に生じるユニットの場合にはこの限りではない。

§ 20. 設計同時運転台数の算定

設計同時運転台数は以下により算定する。

- (1) 各々の GP につき, GP の運転時間割合 ($P_r(i)$) を次の式により算定する。

$$P_r(i) = \frac{Q_{ave}(i)}{360 \times Q1(i)}$$

$P_r(i)$: i 番目の GP の運転時間割合

$Q_{ave}(i)$: i 番目の GP が設置されているユニットへ流入する日平均水量 (ℓ /日)

$Q1(i)$: i 番目の GP の吐出量 (§ 19 参照)(ℓ /分)

- (2) ある管路区間の GP 運転時間割合 P_r は, 当該区間に関する全ての GP の運転時間割合 $P_r(i)$ の平均値として算定する。

$$P_r = \frac{\sum_{i=1}^N P_r(i)}{N}$$

N : 当該管路区間に関係する GP 数

尚, デュプレックス型の GP ユニットの取扱いについては § 19 と同様とする。

- (3) P_r , N , 及び解説に示す図 3-1-7 により設計同時運転台数 NR を決定する。

〔解 説〕

(1) について

設計同時運転台数 NR は, 各々の GP の運転時間割合 ($P_r(i)$) により決定する。各々の GP の運転時間割合は, 個々の GP ユニットの流入する日平均汚水量の半分の量が 3 時間の間に流入するものと仮定し, この 3 時間のうちに GP が稼働する総時間数の割合とするものとする。すなわち, i 番目の GP ユニットの流入する日平均汚水量を $Q_{ave}(i)$ (ℓ /日), i 番目の GP ユニットの GP の吐出量を $Q1(i)$ (ℓ /分) とすると, i 番目の GP ユニットの運転時間割合 $P_r(i)$ は,

$$\begin{aligned} P_r(i) &= \frac{\frac{Q_{ave}(i) \times 0.5}{Q1(i)}}{3 \times 60} \\ &= \frac{Q_{ave}(i)}{360 \times Q1(i)} \end{aligned}$$

$P_r(i)$: i 番目の GP ユニットの運転時間割合

$Q_{ave}(i)$: i 番目の GP ユニットの流入する日平均汚水量 (ℓ /日)

$Q1(i)$: i 番目の GP ユニットの GP の吐出量 (ℓ /分)

(2) について

設計同時運転台数は、管路の各々の区間毎に算定されなければならない。ある管路区間における設計同時運転台数は、当該管路区間の GP 運転時間割合 P_r より決定される。当該管路区間の GP 運転時間割合 P_r は、当該区間に関する全ての GP の運転時間割合 $P_r(i)$ の平均値として算定する。例えば、図 3-1-6 の管路区間 A における GP 運転時間割合 P_r は、

$$P_r = \frac{\sum_{i=1}^5 P_r(i)}{5}$$

である。

(3) について

(2) で求めた P_r 、当該管路区間に関する GP 数 N により、図 3-1-7 を用いて設計同時運転台数 N_R を求める。

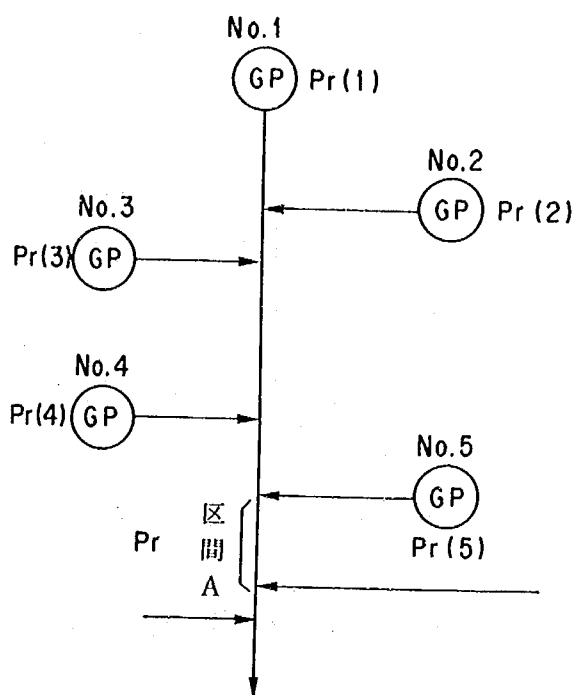


図 3-1-6 配管モデル (2)

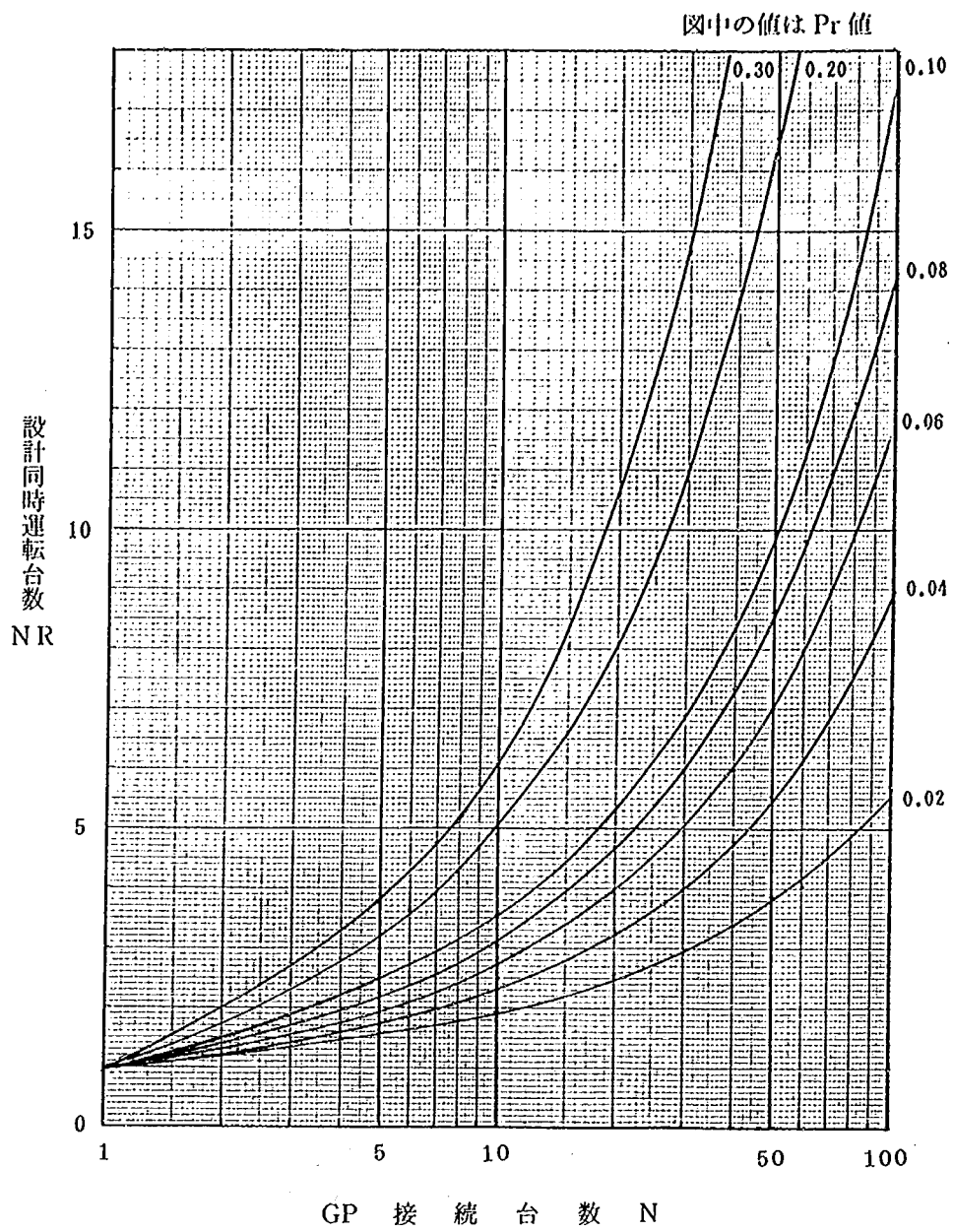


図 3-1-7 設計同時運転台数

§ 21. 最小流速と管径の決定

§ 19 で算定した管路の設計流量 Q_L が流下したときに流速が 0.6 m/s 以上となるように管径を決定する。

〔解 説〕

圧送管内では沈殿、付着が恒常的に発生しないように設計流量において十分な流速を確保する必要がある。そこで、§ 19 で算定した管路の設計流量 Q_L が流下したときに流速が 0.6 m/s 以上となるように管径を決定するものとする。

なお、管径の決定には表 3-1-1、図 3-1-8 を用いれば便利である。なお、これらの図表は § 22 (2) に示す式及び数値により作成されている。

表 3-1-1 H-W 式による流量と単位長さ当り摩擦損失 (I), 流速 (V)

管径 mm		流 量 liter/分												
		30	60	90	120	240	300	400	500	600	700	800	900	1000
30	V	0.71	1.41	2.12	2.83									
	I	0.02329	0.08396	0.17777	0.30268									
40	V		0.80	1.19	1.59									
	I		0.02068	0.04379	0.07457									
50	V			0.76	1.02	2.04	2.55							
	I			0.01477	0.02515	0.09068	0.13702							
65	V				0.60	1.21	1.51	2.01	2.51					
	I				0.00701	0.02527	0.03818	0.06501	0.09824					
75	V					0.91	1.13	1.51	1.89	2.26	2.64			
	I					0.01259	0.01902	0.03239	0.04894	0.06857	0.09119			
100	V						0.64	0.85	1.06	1.27	1.49	1.70	1.91	2.12
	I						0.00469	0.00798	0.01206	0.01689	0.02247	0.02876	0.03576	0.04346
125	V								0.68	0.81	0.95	1.09	1.22	1.36
	I								0.00407	0.00570	0.00758	0.00970	0.01206	0.01466
150	V										0.66	0.75	0.85	0.94
	I										0.00312	0.00399	0.00496	0.00603

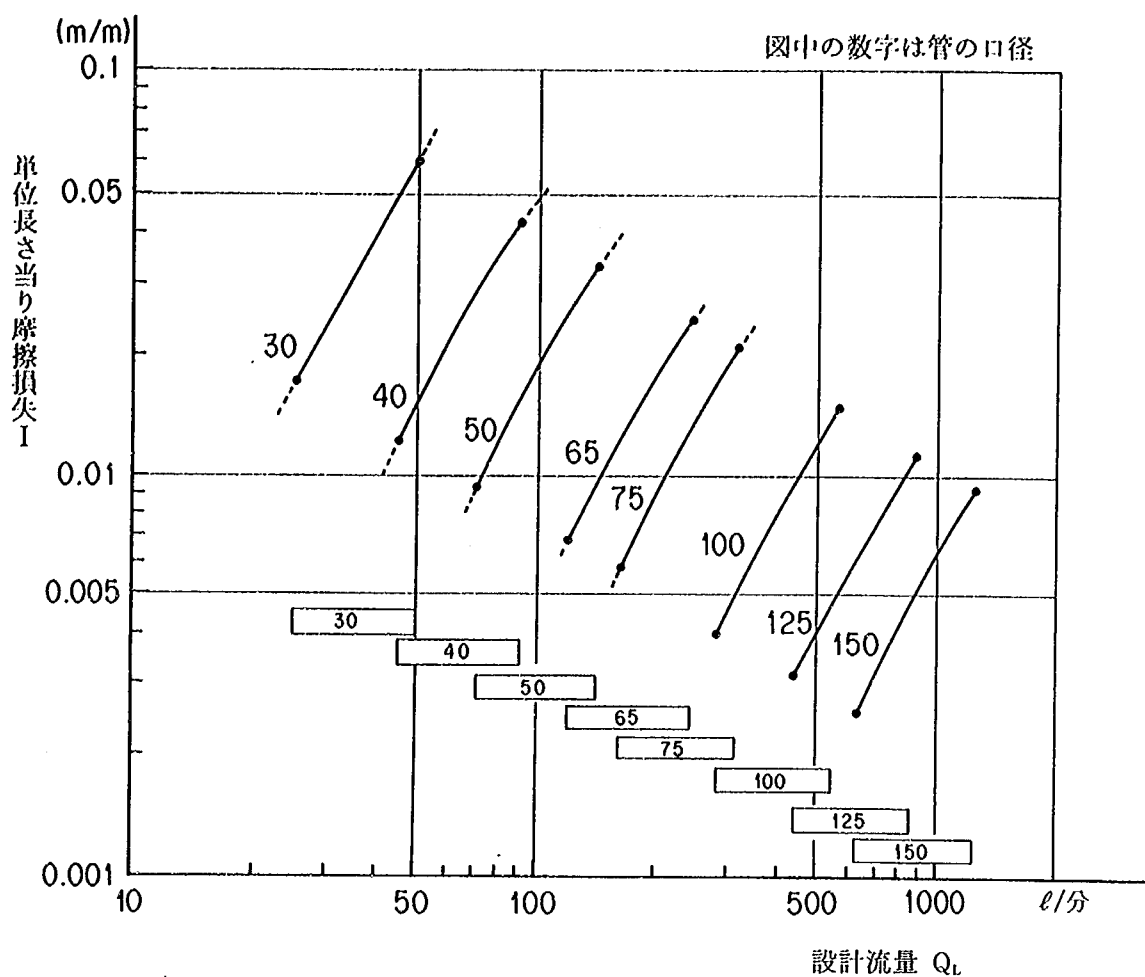


図3-1-8 管径選定図

図3-1-8は、管径を選定するために用いる図表で流速が0.6 m/s～1.2 m/sの範囲内で該当する管径を選定できるようになっている。例えば、設計流量が80 ℓ/分の管路区間で、流速を0.6 m/s～1.2 m/sの範囲にしようとするとき40 mmと50 mmの管径が該当する。そして摩擦損失の小さい50 mmの管径が選定される。このとき単位長さ当り摩擦損失は0.013 m/mとなる。

§ 22. 全揚程の算定

全揚程 H_a は次式により算定するものとする。

$$(1) \quad H_a = H_s + H_L + H_0$$

H_a : 全揚程 (m)

H_s : 当該 GP ユニットの LWL (§ 12 参照) とシステムの吐出口の実揚程 (m)

H_L : 摩擦損失 (m)

H_0 : その他の損失 (m)

(2) 摩擦損失 H_L は次式により算定するものとする。

$$H_L = \Sigma(L \times I)$$

H_L : 摩擦損失 (m)

L : ある管路区間の管延長 (m)

I : 当該管路区間の単位長さ当り摩擦損失 (m/m)

また、単位長さ当り摩擦損失 I は Hazen-Williams の式を用い、次式により算定するものとする。

$$I = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q_L^{1.85}$$

I : 単位長さ当り摩擦損失 (m/m)

C : 係数 (140 を用いるものとする)

D : 当該管路区間の管の内径 (m)

Q_L : § 19 により算定される管路の設計流量 (m^3/s)

(3) その他の損失 H_0

その他の損失はユニット内の接続管の逆止弁、接続管の仕切弁、圧送本管の仕切弁、曲り、合流及び吐出口の残留速度水頭を考慮し、加算するものとする。

〔解 説〕

(1) について

§ 8 参照のこと。なお、実揚程 (H_s) は GP ユニットの L.W.L とシステムの吐出口との標高差のことであるが、この時点で GP ユニットの設計がなされていない場合には、実揚程を § 8 で仮定した値のままとしておき、最終的に GP ユニットの設計が終了した段階でその実揚程が仮定した実揚程よりも小さければよいものとする。

(2) について

Hazen-Williams 式の係数 C は種々の値が提案されている。米国においては、種々の実験から、プラスチック管路では C が 155~165 の範囲にあり、ひかえ目の数値 150 を使うことが推奨されている。一方、Flanigan と Cudnik は $C=150$ が清水への適用には妥当であるが、下水ではグリース、その他の妨害物質のため 140 が適しているとしている (「圧力式下水道と真空式下水道」, 昭和 60

年 12 月，日本下水道事業団）。

本技術指針においては，設計上の簡便さを考慮し， $C=140$ を用いることとする。単位長さ当り摩擦損失の算定には § 21 図 3-1-8 を用いれば便利である。また，設計者の判断において 140 以外の数値を用いることも可能であるが，その場合には， $C=140$ を適用して作成されている表 3-1-1，図 3-1-8 及びこれら図表をもとに決定されている § 8 の仮定単位長さ当り摩擦損失の値が変わる可能性があるので注意を要する。

(3) について

弁と付属品，流出による損失は次式を用いて計算する。

$$HF_2 = k \frac{V^2}{2g}$$

ここで HF_2 = 附属部品による摩擦損失 (m)

g = 重力加速度 (9.8 m/s^2)

k = 摩擦損失係数 (水理公式集等参照のこと)

V = 流速 (m/s)

§ 23. GP の能力チェック

各々のユニットにつき，§ 18 のフローチャートにより算出した GP 吐出量 Q_1 が § 7 により算出した GP 選定基礎吐出量 Q'_p を上回っているかどうかチェックし，不足の場合は再度 GP の選定をおこなうこととする。ただし，デュプレックス型のユニットについては解説に示す方法により別途 2 台同時運転時の吐出量 Q_1 を算定し， Q'_p と比較するものとする。

〔解 説〕

§ 7 で算定した GP 選定基礎吐出量に対し，§ 9 で選定した GP が十分な能力を持つか否かをチェックする必要がある。これについては，§ 18 のフローチャートにより算出した GP 吐出量 Q_1 が GP 選定基礎吐出量を上回っていれば能力を持つと判定するものとする。ただし，デュプレックス型ユニットについては，2 台同時運転をした時の吐出量を以下の手順により算出するものとする。

① § 18 に示すフローチャートにより決定した管径を固定する。

② 1 の条件のもとで当該デュプレックス型ユニットについて，GP 2 台並列運転の場合の（合成した）特性曲線（図 2-1-4 参照）を用い，再度全 GP について § 18 のフローチャートに基づいて繰り返し計算をおこない，（ただし管径は固定したまま）当該 GP の吐出量を算定する。

このようにして算出した当該デュプレックス型ユニットの吐出量と GP 選定基礎吐出量を比較するものとする。

§ 24. 管材の選定

管材は、原則として硬質塩化ビニール管（VP管）、ポリエチレン管を使用するものとする。
ただし、露出配管を行う場合には鋼管を用いる。

〔解説〕

圧送管には、安価で施工性がよいことから、原則として硬質塩化ビニール管（VP管）、ポリエチレン管を用いるものとする。これらの管の特徴は以下のとおりであるが、選定にあたっては、布設場所の状況、内圧、外圧、継手方法、工事費等を考慮し、それぞれの特徴を生かすよう選択しなければならない。

1) 硬質塩化ビニール管（VP管）（JIS K 6741）

小規模下水道のような小口径の圧送管としては、耐食、耐アルカリ等に優れており、異形管が作りやすく、施工も容易であり、しかも、安価である等の特徴がある。継手部の柔軟性を確保するためにはゴム輪継手のものが適している。

なお、必要に応じて水道用硬質塩化ビニール管（JIS K 6742）、水道用耐衝撃性硬質塩化ビニール管（JWWA K 118）及び継手（JWWA K 119）の使用も検討する。

2) ポリエチレン管

現在、国内ではガス用、水道用、一般用の3種類があり、一般用は、圧力のあまりかからない所で、排水用、スラリーの輸送（硫酸バンドなど）などに用いられている。

継手は、ガス用では融着が主に用いられ、水道用、一般用ではメカニカル継手が用いられている。

ポリエチレン管の利点として、例えば軟弱地盤などに対処することができ、塩ビ管のように継手部の補強（抜け防止など）があまり必要とされないことがあげられる。

3) 鋼管

プラスチック製管との接合を行う場合、継手はJWWAの規格に従うものとする。

（参考）

管の継手について、水道用硬質塩化ビニール管継手、水道用ポリエチレン管継手、ガス用ポリエチレン継手等がある。詳細はJIS規格、JWWA規格を参照すること。

ポリエチレン管の継手について欧米ではエレクトリックフュージョンと呼ばれる接合方法が使われている。この方法は、継手用カップリングの内側にニクロム線が埋めこまれており、電気により発熱し、ポリエチレン管と継手を融着させるもので、作業性もよく、数分間～十数分間で完了し、漏水に対する信頼性が高い。

§ 25. 洗浄口及びバイパス接続口

- (1) 洗浄口は圧送管上流端、幹線の主要合流部に配置するとともにその他の管路区間では適度な間隔で配置する。
- (2) バイパス接続口はシステムの安全性を高めるための設備であり、非常時に対応できるように配置する。なお、経済性を考慮して洗浄口とバイパス接続口を兼用とすることとし、洗浄口の構造に配慮しておくものとする。

〔解 説〕

(1) について

洗浄口は管渠の清掃及び保守用のアクセス口となるものである。管内の堆積物を除去するためには水圧洗浄が有効である。

また洗浄口の配置については、バイパス接続口として利用する場合を考慮して、検討する必要がある。

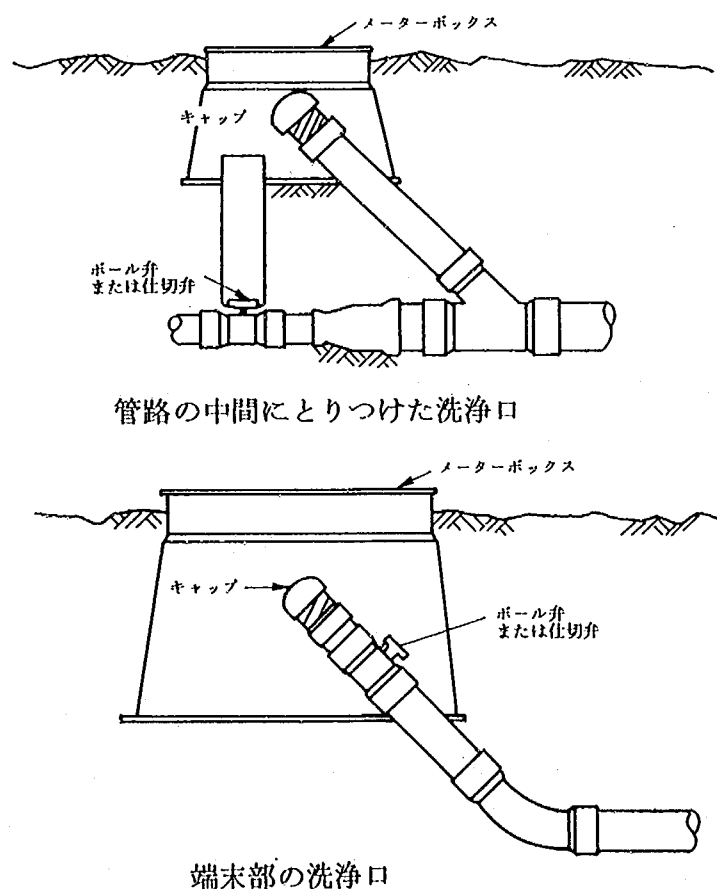


図 3-2-1 洗浄口の例

(2) について

バイパス接続口にはバイパス管を接続するため、消火栓に用いるカップリング等の部品を利用することができるように考慮しておくものとする。バイパス接続口は以下の事項を満足するように配置する。

- 1) 接続管でのトラブルに備えて、ユニットから直接圧送本管へ接続できるようにする。
- 2) 圧送本管でのトラブルに備えて、迂回路をとれるようなバイパスルートを確保できるように配置する。
- 3) バイパス口はあまり距離を隔さないように、かつ、バルブ等が多くならないように配慮する。設置間隔は、対応能力を考慮して 50～100 m 以内にするのが適当である。

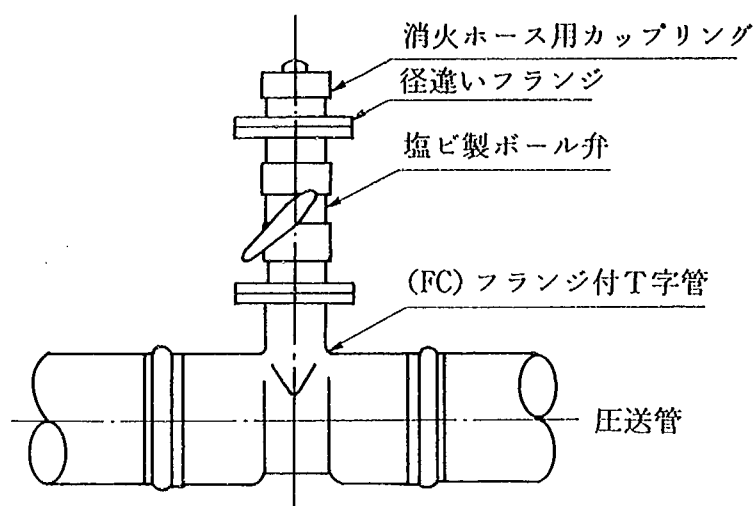


図 3-2-2 管路上のバイパス管連絡口取付詳細図の例
(消火栓設備用部品を利用した例)

§ 26. 空気弁

空気弁は、必要に応じて設置するものとし、設置にあたっては「水道施設設計指針・解説」(日本水道協会, 1977 年)を参考とする。

〔解 説〕

空気弁の役割は以下のとおりである。

- ① 管路の凸部に水中に溶解していた空気が遊離してたまるので、これを排除する。
- ② 管路布設時、断水修理後等、管に水を充満する際に、管内の空気を徐々に排除する。
- ③ 管内の水を排水する時、管内が真空状態にならないよう、空気を自動的に吸引する。

(参 考)

「水道施設設計指針・解説」(日本水道協会, 1977 年) 抜粋

1. 管路の凸部に設けるが, 制水弁の中間に凸部のない場合には, 高いほうの制水弁の直下に設けること。ただし, 配水支管で制水弁の中間部に凸部がないときは, 特に設けなくてよい。
2. 空気弁には必要に応じて, 補修用の制水弁を付けること。
3. 埋設管の場合, 空気弁には, 弁室を設けること。また, 空気弁室を地下水の高い所に設置することは, 空気弁に汚水が逆流しないように必要な高さの継ぎ足し管を取り付けること。

§ 27. 明示シート

管の誤認を避けるため, 埋設管は, 他埋設管と識別できるように着色するかマークをする等を行う。

また, 再掘削時等に, 管の埋没位置が明確になるように明示シートを埋設するものとする。

〔解 説〕

明示シートとは, 再掘削の場合に管に損傷を与えないように, ビニール製のシートを埋もどし時に埋設しておき, 再掘削時等に, その位置が判断されるようにするものである。

第3節 その他の留意点

§ 28. その他の留意点

その他の基本的な留意点は、以下の通りである。

- 1) 埋設位置、及び深さ
- 2) 基礎工
- 3) 異形管防護

それぞれ、「水道施設設計指針・解説」（日本水道協会，1977年）の該当する箇所を参考にして設計するものとする。

第4編 試 験

第1節 管路の試験

§ 29. 管路の試験

管路の布設後は、水密性、安全性を確認するため、原則として水圧試験を行うものとする。

〔解 説〕

水圧試験の手順については、原則として「水道施設設計指針・解説」（日本水道協会，1977年）に従うものとする。また、水圧試験の結果の判断基準についても原則として、水道管の場合に従うものとするが、独自で決める場合でも、水道管の場合よりゆるいものにならないようにするものとする。

既に供用開始している圧送本管に新たに接続管を増設するような場合にも接続部も含め、水圧試験を実施することが望ましいが、

- ① 既に供用開始している圧送管を長時間止めることは難しい。
- ② 増設の回数が多い場合には水圧試験を何回も行う必要が出てくる。

等の理由により、増設の毎に水圧試験を行うことは實際上困難である。このため、接続部の十分な施工を前提とし、この場合の水圧試験は実施しなくてもよいものとする。従って、増設時の接続部の施工には十分な注意を払う必要がある。

第2節 GPユニットの試験

§ 30. GPユニットの試験

GPユニットの試験は次の各項により行うものとする。

- (1) GPが水位の変動に応じて所定の動作を行うことを確認する。
- (2) 規定の吐出量が確保されていることを確認する。
- (3) 貯水タンクよりの漏水もしくは浸入水がないことを確認する。
- (4) GPの交換が正確に、かつ安全に行えるかを確認する。
- (5) 電気設備（警報装置を含む）に異常がないかを確認する。

〔解 説〕

(1) について

各ユニットでON-OFF水位でのGPの動作状態を必ずチェックする必要がある。

(2) について

吐出量の測定が可能な場合は、計測し、設計流量と大きな差がないことを確認する。計測が不可能な場合には貯水タンク内の水面の低下速度によりおおよその吐出量を測定するものとする。なお、このように吐出がおこなわれているかどうかを確認することは、合わせて、バルブを誤まって閉じたりしていないかという点についてもチェックすることができる。

(3) について

貯水タンクは、既製品や工場製作のものをを用いる場合、流入管との接合部やタンクの嵩上げを行った場合の接続部からの漏水や浸入水の発生が考えられる。また、現場打ちや組立てマンホールを利用する場合は、各継手等からの漏れ、浸入水がないかを確認する。

(4) について

GPの交換が正確にかつ安全に行なえることは、維持管理上非常に重要であるので、必ず確認を行う。

(5) について

電気系統は、電力供給、運転制御の両方をつかさどり、いずれが欠けても圧力式下水道システムは機能しなくなるため十分なチェックを行う。特に警報装置については確実に警報が発生されることを確認する。

第5編 維持管理

第1節 維持管理

§ 31. 管路施設の維持管理

- (1) 管路施設の維持管理においては、管路の破損、漏水、バルブの誤操作等がないかをチェックし、管路の送水能力を確保する。また、必要に応じて管路の清掃を実施する。
- (2) 長期間、管路を使用しない場合には、管路の清掃を実施した上で、清水を管路内に充填し、仕切弁を閉じておく。

〔解説〕

(1) について

管路の送水能力を確保するうえで管路施設の維持管理は重要である。管路の破損及び漏水を発見することは困難であると思われるが、圧送管路より汚水が漏出すれば地下水汚染等の原因ともなり、このようなことは極力避けなければならない。このためには、建設に際して十分な施工管理を行うことが基本原則であるが、維持管理において以下の方法で管路の破損及び漏水を発見することも可能であると思われる。

- ① 水圧試験を行う。
- ② 音聴による。
- ③ システムの吐出口に流量計を設置し、長期的な流量変動を計測する。

管の清掃については、洗浄口により高圧水を注入しフラッシングする方法が一般的である。管内の設計流速が確保されていれば管内に堆積がおこる可能性は少ないと考えられ、従って定期的な管の清掃は必要ではない。しかしながら何らかの理由で管内に堆積物が発生し、その量が多くなるとシステムの吐出口で硫化水素の発生や悪臭の発生をもたらす原因にもなる。そこで定期的にシステム吐出口で硫化水素濃度を測定し、その値の変化により管内の清掃を実施するかどうか判断することも1つの方法である。

(2) について

長期間、管路を使用しない場合には、管路内に貯った汚水が腐敗し、悪臭や硫化水素等が発生することが考えられるため、これを避けるよう、管路内を清掃し、清水を充填する。また使用しない管路については使用中の管路からの汚水の逆流が起きて上記のような状態にならないよう仕切弁を閉じておく。

§ 32. GP ユニットの維持管理

GP ユニットの各機器が正常に動作するように、必要に応じ機器の点検、タンク内の清掃を行う。

〔解 説〕

GP ユニットの維持管理項目の主なものは以下のとおりである。

① GP の運転状態の把握

GP を手動運転し、水面の低下速度、及び振動、異常音等から運転状態を把握する。

② 外観の点検

GP 制御盤及び貯水タンク内の状態を目視により異常の有無を点検する。

③ 非常通報及び各種保護装置の作動テスト

非常通報装置・回転灯及び漏電しゃ断器等の保護装置をテスト・ボタン及び強制作動により作動確認をする。

④ GP の着脱機能の確認

GP の着脱がスムーズにできることを確認する。

⑤ 水位計による GP の起動及び停止の確認

水位計を強制作動させることにより GP の起動及び停止の確認をする。特に、デュプレックス型ユニットでは HWL 2 (§ 12 参照) での GP の台数制御を確認する。

⑥ 電気工作物の絶縁抵抗値測定

GP 制御盤内の主回路及び制御回路の絶縁抵抗値を測定する。

⑦ 清 掃

GP ユニットの故障事例として最も多いものは、スカムが付着したり異物がからむことによる水位計の誤作動である。このため、水位計の清掃には特に留意する。

清掃の内容は次のとおりである。

ア. バキュームカーによるユニット内汚物の吸水、吸泥

イ. 高圧水洗浄車によるユニットの高圧水洗浄

ウ. バキュームカー又は、ポンプによる洗浄水の除去

万一、作業員が GP ユニット内に入る必要が生じた場合は酸欠防止対策に配慮する。

⑧ その他

ア. GP 制御盤及び協力お願い板の損傷の有無を確認する。

イ. 交通障害物の有無を確認する。

GP ユニットの維持管理については、住民の理解と協力が必要である。設備の簡素化の観点から、回転灯が点灯した場合の住民からの電話通報等、住民の協力を前提とすることが必要である。このため地域自治会、住民への協力依頼や協力お願い板等の設置を行う。協力お願い板の例を次に示す。

本施設は、周辺地域の下水の集水・送水施設です。
赤色回転灯が点灯の際は故障ですので、下記まで
御連絡下さい。

連絡先：〇〇〇市〇〇〇課

TEL：〇〇〇〇(〇〇)〇〇〇〇

ユニット番号：〇番

(参 考)

愛知県一宮市の公共下水道東部ポンプ場内で、昭和61年11月から62年4月まで、グライNDER
ポンプの性能テストが行われた。主な内容は運転経過による揚水能力、破砕能力の変化、管路、タ
ンク内の付着物、弁類の作動状態等である。

それらをまとめると以下のようになる。

参考表 5-1-1 相当年数(推定)

グライNDER ポンプ No.	耐 久 テ ス ト 延 べ 運 転 時 間 [Hr]	1 日 運 転 時 間 10 分 と し た 場 合 の 相 当 年 数 [年]	1 日 運 転 時 間 20 分 と し た 場 合 の 相 当 年 数 [年]
No. 3	2219.7	36.5	18.2
No. 4	1935.9	31.8	15.9
No. 5-1	1206.7	19.8	9.9
No. 5-2	1245.5	20.5	10.2

(注) 1 日 10 分 運 転 の 場 合、1 年 間 の 運 転 時 間 は 60.8 時 間 で あ る。

機械の作動状態及び付着物の付着状態

(1) 汚水槽の付着物の付着状態

a) 汚水槽の下部の方は、黒くスライムが付着し上部には薄く付着物が付いている。

又、底部には砂分が堆積していた。

b) 汚水槽の付着状態には(No.1~No.5 汚水槽)バラツキが見られた。

(2) 機器の作動状態及び付着物の付着状態

参考表 5-1-2 機器の作動状態及び付着物の付着状態

	作動状態	付 着 状 態
GP 本体	良好である	・付着物には GP によりバラツキはあるがそれほど多くはない ・吸込口, グラインダー部には付着物は付いていない
フロートスイッチ	良好である	・全体に付着物が付いている ・汚水槽により付着量にはバラツキがある

第2節 記 録

§ 33. 維持管理及び事後処理記録

GP ユニットについては、維持管理内容及び故障時の処理状況（事後処理）について記録を残すものとする。

〔解 説〕

維持管理及び事後処理記録は、システムの運転状態や能力を把握するうえで、また機器の交換時期を判断したり後の維持管理体制づくりに重要なデータとなるので、できる限り記録をつけるものとする。

特に GP はローテーションにより異なるユニット内に設置される場合もあるので、予備機も含め個々の GP の履歴がわかるような記録をつける必要がある。

索引

ページ

圧送管	2
圧送本管	2
圧力式下水道システム	1
HHWL	27
HWL	27
LWL	27
エレクトリックフュージョン	49
遠心型 GP	18
各管路区間の設計流量	38
仮ルート	10
逆止弁	30
空気弁	51
GP	1
GP システム	1
GP 選定基礎全揚程	16
GP 選定基礎吐出量	13
比率 (時間最大水量/(日水量÷24))	14
GP ユニット	1
仕切弁	30
樹枝状配管	9

ページ

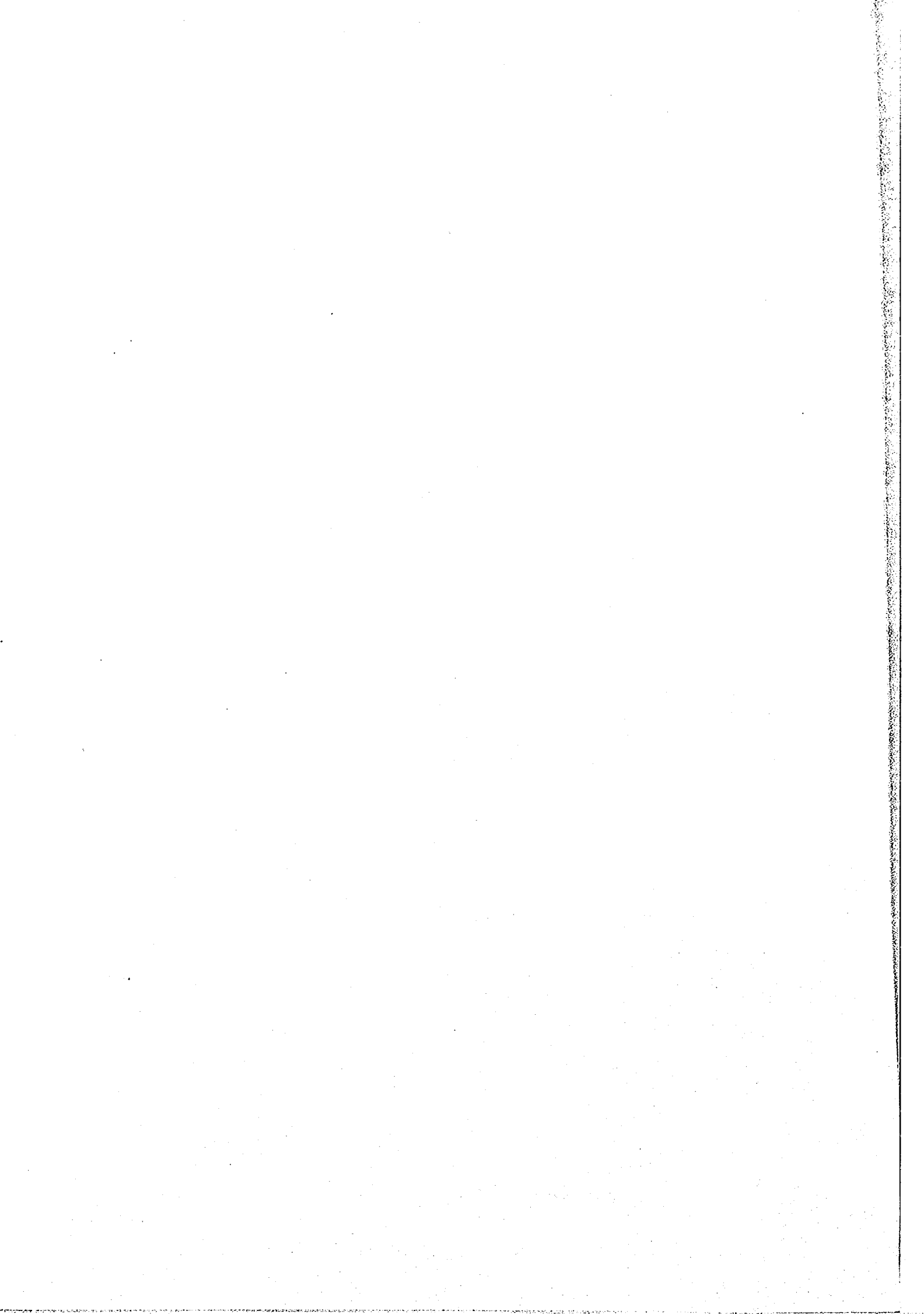
常時運転容量	27
シンプレックス型 GP ユニット	19
水位計	30
STEP システム	1
制御盤	35
接続管	2
設計同時運転台数	42
洗浄口	50
全揚程	47
中継ポンプ (ユニット)	6
貯水タンク	1
デュプレックス型 GP ユニット	19
2 条管	9
バイパス接続口	50
非常時容量	27
ヘーゼンウィリアムスの式	47
明示シート	52
容積型 GP	18
予備容量	27
流入管	2

新下水輸送システム技術検討会会員名簿

座 長	建設省土木研究所下水道部長	松 井 大 悟
	東京理科大学理工学部土木工学科教授	柏 谷 衛
	日本大学生産工学部土木工学科教授	永 田 伸 之
	建設省都市局下水道部公共下水道課補佐	小 林 一 朗
	住宅都市整備公団都市開発事業部都市施設課係長	朴 谷 孝 久
	住宅都市整備公団住宅都市試験研究所第一試験室主任研究員	天 本 真 一
	日本下水道事業団計画部設計課長	大 迫 健 一
	茨城県土木部下水道課係長	中 島 昇
	東京都下水道局計画部計画第一課主査	鳥 海 弘
	東京都下水道局計画部技術開発課主査	西 野 喬
	横浜市下水道局建設部設備課補佐	新 井 徹
	横浜市下水道局建設部中部設計課係長	石 北 正 道
事務局	建設省土木研究所下水道部下水道研究室長	竹 石 和 夫
	建設省土木研究所下水道部下水道研究室主任研究員	塩 路 勝 久
旧会員	日本下水道事業団東京支社調査役	宮 原 茂
	茨城県土木部都市施設課係長	増 子 悟

(付 録)

設 計 例



本設計例の構成と使用上の注意

本設計例は本文及び参考から成り、それぞれはさらに以下のような構成となっている。

本 文

1. 基本的な設計例

参 考

A. GP ユニットの配置の決定方法について

B. 中継ポンプユニットの配置の決定方法について

本設計例を使用するにあたってはまず本文 1. を十分検討，理解していただき，その上で実際の検討を実施する際には参考 A，B を検討していただければ幸いである。

また，本設計例中に用いた設計数値，単価等の諸数値はあくまで仮定のものであり，実際の検討に当たっては本設計例によらず個別に資料の収集，数値の検討に努められたい。

なお，以下で単に「本文」，「参考」と記したものは本設計例の本文，参考のことである。

1. 基本的な設計例

1-1. 基本的条件

- ① 図1-1に示す地区を対象とするものとする。ここでは既に圧送管ルート、GPユニットの設置位置及び各GPユニットが対象とする家庭が決定されているものとする。
- ② 本地区の一家庭当りの人数は4.0人であり、1つの建物には1家庭のみが暮らしているものとする。
- ③ 本地区の排水量原単位は一人一日当たり250リットル（日平均）である。
- ④ GPユニットはすべて公管理とし、道路下に埋設されるものとする。
- ⑤ 圧送管は土被り1mで埋設されるものとする。
- ⑥ 本地区においては遠心型のGPの1.2kW及び1.5kWを用いるものとする。その特性曲線は図1-2の通りであるものとする。
- ⑦ 本地区では圧力式下水道システムの維持管理体制を検討の結果、
 - ⑦-1 休日であっても異常通報より24時間以内にGP交換等の対応が可能である。
 - ⑦-2 異常の発生したユニットに接続する家庭には、復旧までの間（すなわち24時間以内）風呂、洗濯を行わないよう協力を求めるものとし、この間に発生する水量は1家庭当たり300リットルと見積られた。

1-2. GPの選定

(1) GP選定基礎吐出量の設定

GP選定基礎吐出量を表2-1の通り作成する。表中、時間最大水量を算定する基礎となる比率は、技術指針（案）§7の参考に示す g_{ifft} の式による。また、時間最大水量よりGP選定基礎吐出量を求めるのは技術指針（案）§7(1)の式によっているが、式中の2~3のうち2を用いている。

(2) GP選定基礎全揚程の設定

各GPのGP選定基礎全揚程を図2-1の表中に示すとおり作成する。作成手順は以下の通りである。

- ① 圧送本管を、各GPユニットからの接続管の分岐点毎に区間に区切る（ただし最上流のユニットについてはユニットの出口までとする）。
- ② 区間毎の距離を求める（区間距離）。
- ③ 放流口とGPユニット設置場所のGL標高差（放流口のGL-GPユニット設置場所のGL）を求める。
- ④ 技術指針（案）§8を参考にし、単位長さ当り摩擦損失を0.01 m/mと仮定する。
- ⑤ 区間摩擦損失を求める。

$$\text{区間摩擦損失} = \text{区間距離} \times 0.01$$

- ⑥ 各GPユニットにつき放流口より接続管分岐部までの累積摩擦損失を求める。

累積摩擦損失＝Σ 下流部の区間摩擦損失

⑦ GP 選定基礎全揚程を求める。但し、以下を仮定している。

- * 放流口は GL-1.0 m
- * 各 GP ユニットの LWL は GL-2.0 m
- * 接続管の長さは 5.0 m
- * その他の損失は 2.0 m

$$\begin{aligned}\text{GP 選定基礎全揚程} &= \text{累積摩擦損失} + \text{実揚程} + \text{接続管損失} + \text{その他損失} \\ &= \text{累積摩擦損失} + (\text{GL 標高差} + 1.0) + (5.0 \times 0.015) + 2.0\end{aligned}$$

(3) GP の選定

図 1-2 及び上記 (1), (2) で算定した GP 選定基礎吐出量, GP 選定基礎全揚程により各 GP ユニットの GP の選定をおこなう。その結果を図 2-2 に示す。

1-3. 吐出量の計算と GP の能力チェック

(1) 準備

図 2-2 (前出) に示すように圧送管の分岐点間毎に管番号をふり、併せてそれに対応する GP にも番号をつける。

(2) 吐出量の計算 (1 回目)

技術指針 (案) § 18 及び § 19~22 に従い、表 3-1 に示すとおり吐出量計算 (1 回目) を行う。計算の結果得られた吐出量 Q2 (表の w 欄) が当初仮定した吐出量 Q1 (表の f 欄) とかなり異なる値となったので、Q1 に新たな値をいれて繰り返し計算を実施する。

(3) 吐出量の計算 (繰り返し計算)

何度かの繰り返し計算の結果、表 3-2 に示すとおりすべての GP の Q1 と Q2 とが近い値となったので計算を終了する。

(4) GP の能力チェック

表 3-2 の吐出量 Q1 (f 欄) と GP 選定基礎吐出量 (e 欄) とを比較する。この結果、GP 番号①番及び③番の GP については吐出量 Q1 の方が小さくなったので設置 GP の変更を検討することとなる。以下では、設置する GP を 1.5 kW とした場合 (1-4) 及び 1.2 kW の GP のデュプレックス型とした場合 (1-5) の 2 つのケースを示す。

1-4. 1.5 kW とした場合

(1) 吐出量の計算と GP の能力チェック

GP 番号①番及び③番の GP を 1.5 kW とし、1-3 (2), (3) と同様の計算を実施する。最終結果のみを表 4-1 に示す。この結果吐出量 Q1 (f 欄) が GP 選定基礎吐出量 (e 欄) をすべて上回ったので、c 欄のとおり各 GP 機種及び台数、f 欄のとおり吐出量、n 欄のとおり管径が決定される。

(2) 貯水タンクの設計

(1)で求めた GP の吐出量を基に表 4-2 の通り貯水タンクの設計を実施する。ただし、非常時容量の検討に当たっては本文 1-1. 基本的条件の⑦に示す通り非常時の 1 日 1 家庭当り排水量を 300 リットルと仮定している。設計の結果、LWL の GL より深さがいづれも当初仮定した -2 m 以内となっているので貯水タンクの設計が完了する。貯水タンクの各部寸法をまとめれば表 4-3 のとおりである。

1-5. デュプレックス型を採用した場合

(1) 吐出量の計算 (1 回目)

GP 番号①番及び③番の GP を 1.2 kW デュプレックス型とし、技術指針 (案) § 23 に従って表 5-1 に示すとおりデュプレックス型とした場合の吐出量計算 (1 回目) を行う。計算の結果得られた吐出量 Q_2 (表の w 欄) が当初仮定した吐出量 Q_1 (表の f 欄) とかなり異なる値となったので、 Q_1 に新たな値を入れて繰り返し計算を実施する。

(2) 吐出量の計算 (繰り返し計算) と GP の能力チェック

何度かの繰り返し計算の結果、表 5-2 に示すとおり Q_1 と Q_2 とが近い値となったので計算を終了する。この結果吐出量 Q_1 (f 欄) が GP 選定基礎吐出量 (e 欄) をすべて上回ったので、 c 欄のとおり各 GP 機種及び台数、 f 欄のとおり吐出量が決定される。なお、管径は表 3-2 の n 欄で設定した径である。

(3) 貯水タンクの設計

1-4 (2) と同様に貯水タンクの設計を実施する。この結果を表 5-3 に示す。また、貯水タンクの各部寸法をまとめれば表 5-4 のとおりである。

(参考 A) GP ユニットの配置の決定方法について

圧力式下水道システムの建設費、維持管理費の多くの部分は GP ユニットがしめている。従って、経済的なシステムとするためにはいかに GP ユニットの数を減らすかがポイントとなる。しかしながら GP ユニットの数を減らしすぎると流入管の土被りが深くなり、かえって不経済となりかねない。また、GP に遠心型ポンプを用いた場合には総揚程により吐出量が変化するので、その GP ユニットが何家庭を対象とすることができるかの判断もそれぞれのユニット毎に必要となってくる。

GP の設置位置に関しては経済性の他、設置スペースや電気の引き込みの問題等の要素が考えられるが、以下では主として経済性に着目して GP の設置位置と対象家庭数を決定する検討方法の考え方の 1 つを示すので、参考にされたい。

なお、ここでは 1.2 kW 及び 1.5 kW の GP を対象としている。

A-1. 条 件

図 A-1-1 に示す地区について検討するものとする (この地区は 1. で対象としたものと同じである)。

その他の条件についても1.と同様とする。また、各機器の建設費等が表A-1-1の通り得られているものとし（これらの単価はあくまで仮定のものであり、実際の検討に当たっては別途積算を行う等、十分な検討が必要である。）、また各々の耐用年数を考慮することにより1年当りの費用が求められているものとする。

A-2. 準 備

(1) GP 選定基礎全揚程の設定

図A-2-1に示すように、概略の圧送管ルートを設定し、このルートをいくつかのポイント（図中のa～n）によりいくつかの区間に分割する。ポイントは任意に設定するものとするが、管路の分岐点およびGPユニットを設置する可能性のある地点は必ず含めるものとする。このポイント毎に本文1-2(2)と同様にGP選定基礎全揚程を設定する（図A-2-1にあわせて示す）。

(2) GP 選定基礎吐出量の設定

GP選定基礎吐出量を本文1-2(1)と同様に設定する（表2-1）。

(3) 収集可能家庭数の設定

図A-2-1、表2-1および図1-2により各ポイント毎にGP出力（1.2 kW, 1.5 kW）毎の収集可能家庭数を設定する。この結果を図A-2-2に示す。

A-3. GP 設置位置および対象家庭数の決定

図A-2-2及び表A-1-1の単価を用い、いくつかのポイント毎に数種の場合を設定して簡単な費用比較を実施し、GP設置位置および対象家庭数を決定していく。その例としてポイントa, b, c, d及びポイントe, i, nについて示す。

(1) ポイント a, b, c, d の検討

ポイントa, b, c, dにつき図A-3-1に示すようにGPと収集家庭の組合せのいくつかの場合を設定し、各々について表A-3-1に示すように費用の比較を行う（表A-3-1の費用比較は、図A-3-1の基本図をベースに各案がどのくらいの費用を要するかを試算したものである。また、流入管は勾配3パーミルで設置されるものとし、従ってほとんど平坦なポイントa, b, d間の流入管は平均土被り1.25 mで、逆勾配となるポイントc, d間は1.75 mとして計算している）。この結果、案1が経済的となったので、経済性の観点からはこの案が採用されることとなる。

(2) ポイント e, i, n の検討

同様にポイントe, i, nにつき図A-3-2に各案を、表A-3-2に費用比較結果を示す（但しポイントeからnへは逆勾配となっているため、流入管の平均土被りを1.75 mとしている。）。この結果、どの案もそれほど差はなく、この検討の精度を考えれば、どれを採用することも可能であると考えられる。ただし案1、案2で流入管と圧送管の同時施工が可能であれば、これらの案はさらに経済的となることも考えられる。

(参考B) 中継ポンプユニットの配置の決定方法について

中継ポンプの役割については技術指針(案)§3に示す通りであり、適切に用いればシステムの経済性、維持管理性を向上させることができるものと思われる。中継ポンプを設置する場合にどの地点に中継ポンプユニットを設置するかについては様々な検討方法があるものと思われるが、以下では、主として維持管理性の観点からGPの能力をそろえる場合の検討方法の考え方の1つを示すので、参考にされたい。

B-1. 条 件

図B-1-1に示す地区について検討するものとする。その他の条件についても1.と同様とする。なお、対象とする地区内をすべて1.2kWのGPで整備することを考えるものとする(ただし中継ポンプはのぞく。)

B-2. GP選定基礎総揚程の設定

参考A-2(1)に従ってGP選定基礎全揚程を設定する。この結果を図B-2-1に示す。

B-3. 中継ポンプユニットの設置場所の検討

図B-2-1によれば最もGP選定基礎総揚程の大きい地点はポイントaの22.3mであり、図1-2によれば1.2kWのGPでは揚程が不足することとなる。そこで、管路の途中に中継ポンプを設置することとなる。さて、図1-2によれば1.2kWのGPは揚程が約12m以下であれば、4家庭までを対象とすることができる(表2-1より、4家庭の場合のGP選定基礎吐出量は83リットル/分)。そこで、ポイントaより揚程で12m程度の地点は $22.3 - 12 = 10.3$ m程度の地点(もしくはそれより上流側)となる。図B-2-1ではポイントk付近となるが、図B-2-1はLWL(GL-2.0mと仮定)同士の比較であり、実際には放流口の位置をGL-1.0m(土被り1.0m)とすれば、図B-2-1におけるGP選定基礎全揚程が $10.3 + 1.0 = 11.3$ m付近(もしくはそれより上流側)となる。ここでは、ポイントj, h付近の5家庭の排水を自然流下で中継ポンプユニットに流入させることとし、図B-3-1に示すようにポイントjに中継ポンプを設置することとする。さて、中継ポンプの位置が決定したので技術指針(案)§6に示す通り中継ポンプユニットを区切りとして全体を2つの区域に分け(図B-3-1)、各々について参考Aの手順に従ってGPユニットの設置位置と収集家庭数を決定してゆけばよい。

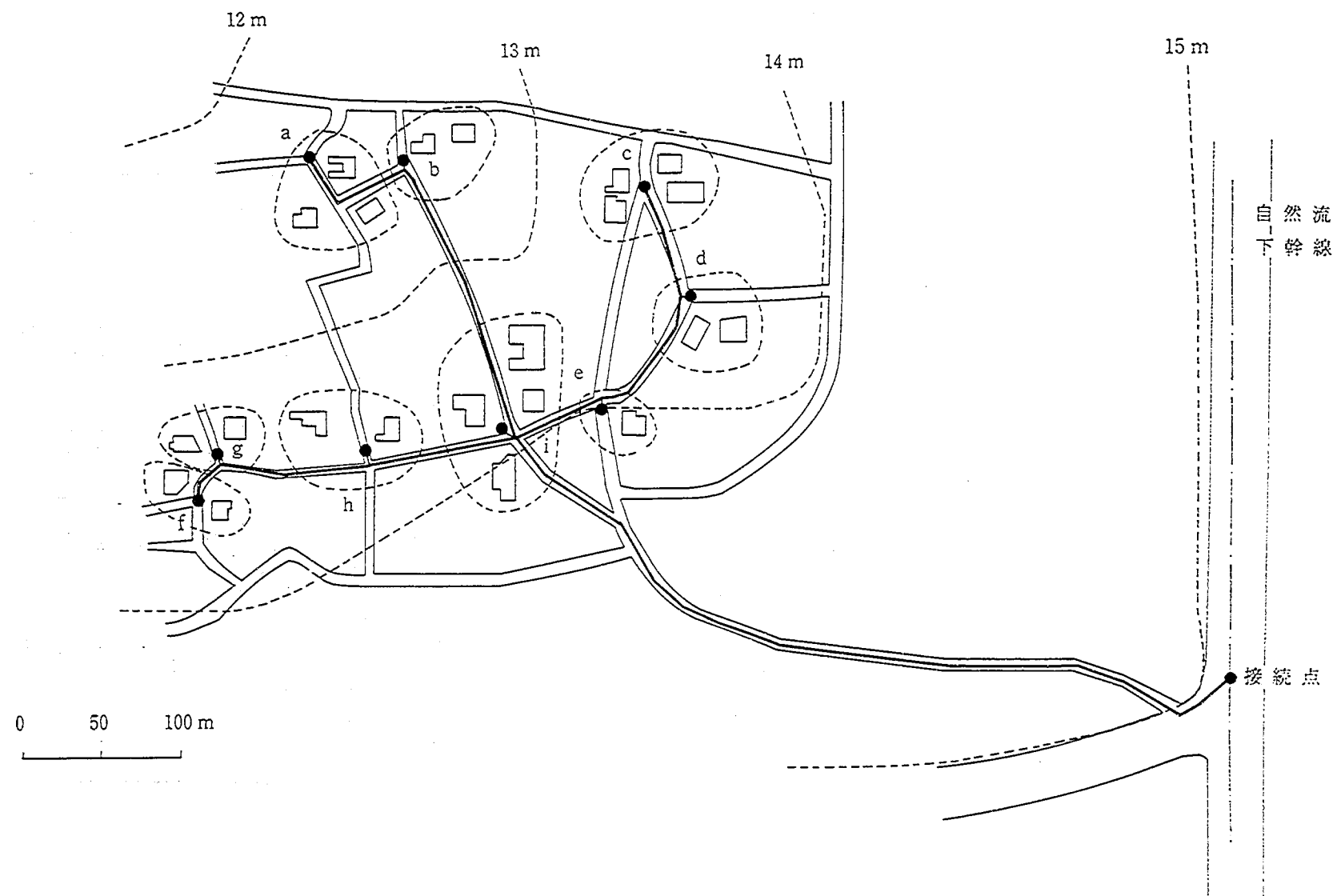


図1-1 本文1.の対象地区及び各 GP ユニットの配置, 圧送管ルート

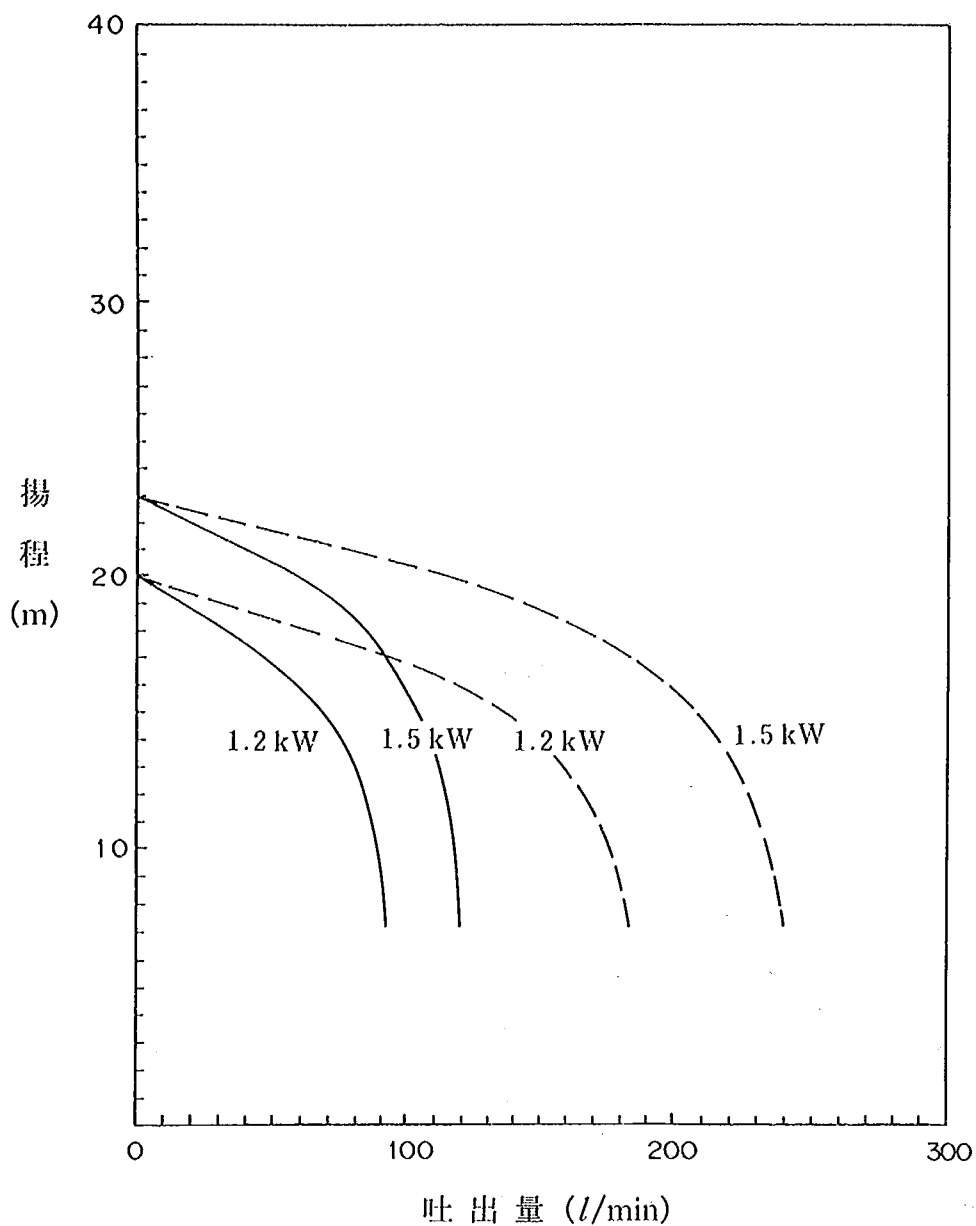


図1-2 1.2 kW 及び 1.5 kW の GP の特性曲線 (被線はデュプレックス型)

表 2-1 接続家庭数ごとの GP 選定基礎吐出量

接続 家庭数	日水量 ℓ/day	日水量/24 ℓ/hr	比	時間最大 水量 ℓ/hr	GP 選定 基礎吐出量 ℓ/min
1	1000	42	12.5	523	26
2	2000	83	11.2	932	47
3	3000	125	10.4	1306	65
4	4000	167	10.0	1660	83
5	5000	208	9.6	1999	100
6	6000	250	9.3	2327	116
7	7000	292	9.1	2646	132

日水量 = 接続家庭数 $\times$ 4 (人/家庭) $\times$ 250 (ℓ /人日)
(本文 1-1 参照)

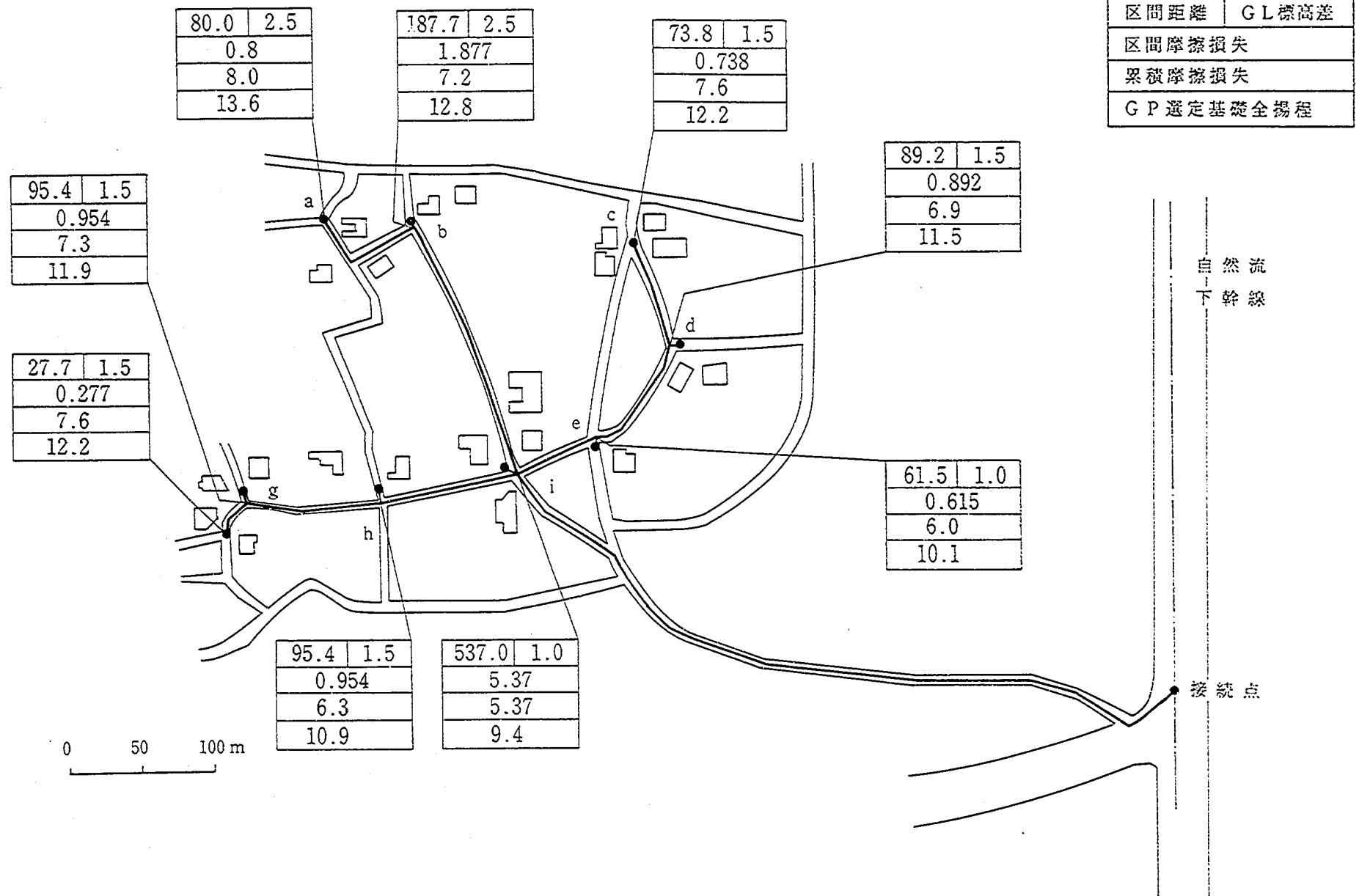


図 2-1 GP 選定基礎全揚程の設定 ($I=0.01 \text{ m/m}$)

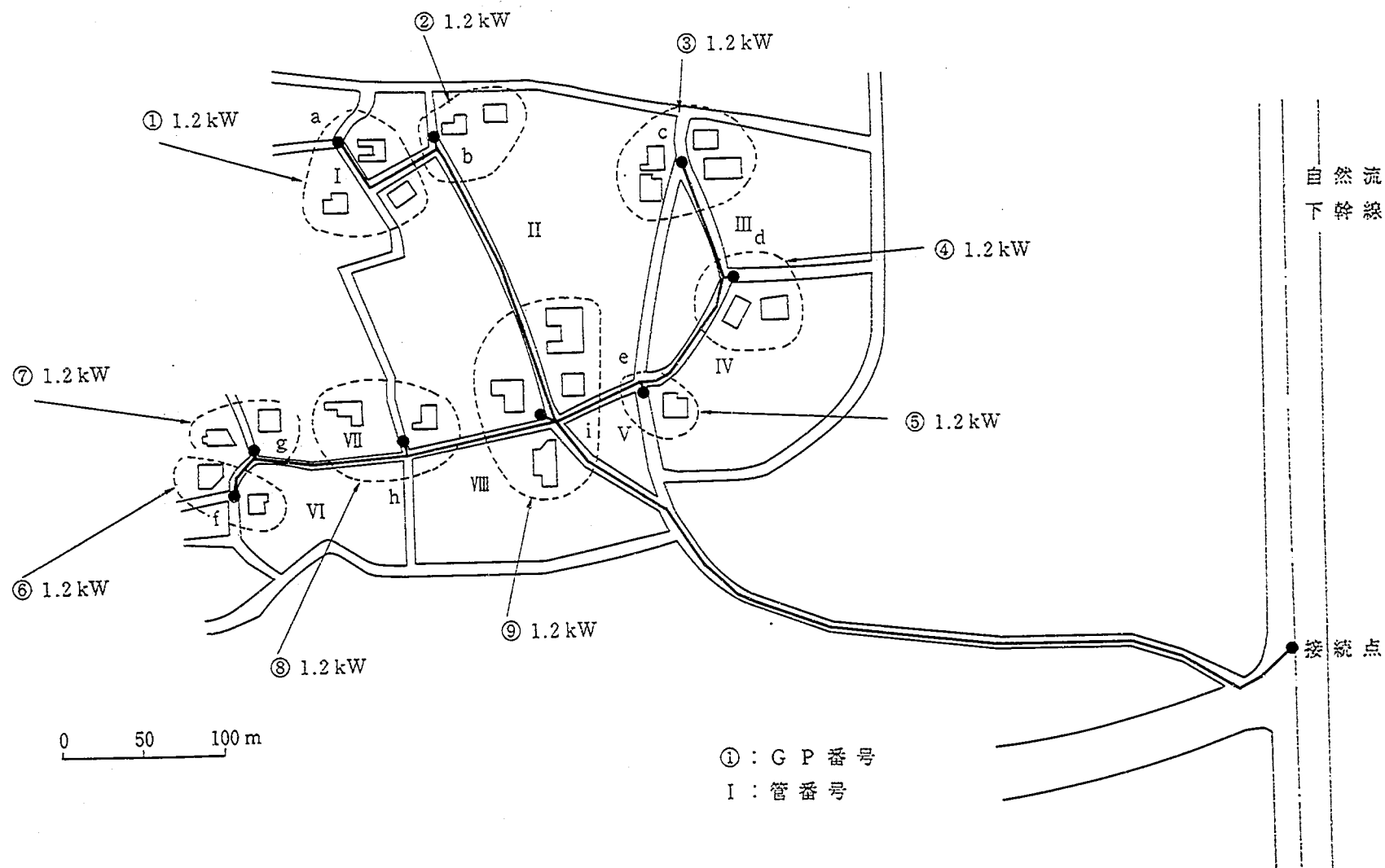


図2-2 GP選定結果

表 3-1 吐出量の計算 (1 回目)

管 番 号	G P ユ ニ ッ ト							設計同時運転台数				管径の決定			全 揚 程 の 計 算										GP 吐 出 量 Q ₂ ℓ/min w
	GP 番号	1.5/ 1.2 S/D	対象 家庭	GP選 定基礎 吐出量 ℓ/min e	GP 吐出量 Q ₁ ℓ/min f	日平均 水量 Q _{ave} ℓ/day g	P _r h	平均 P _r i	接続 台数 N j	設計同 時運 転 台数 NR k	平均Q ₁ ℓ/min l	設計流 量 Q _L ℓ/min m	管径 mm n	摩 擦 損 失				実揚程 m s	接続管 損失 m t	その他 合計 m u	全揚程 m v				
														単位長 当り m/m o	管延長 m p	区 間 m q	累 積 m r								
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w			
I	①	1.2S	3	65	78	3000	0.106		0.106		1	1	78	78.0	50	0.011	80.0	0.906		9.189	3.5	0.05	1.50	14.24	74
II	②	1.2S	2	47	81	2000	0.068		0.087		2	1.5	80	119.3	65	0.007	187.7	1.300		8.282	3.5	0.05	1.45	13.28	79
III	③	1.2S	4	83	83	4000		0.133		0.133	1	1	83	83.0	50	0.013	73.8		0.938	9.217	2.5	0.05	1.47	13.24	79
IV	④	1.2S	2	47	85	2000		0.065		0.099	2	1.5	84	126.0	65	0.008	89.2		0.684	8.278	2.5	0.05	1.43	12.25	84
V	⑤	1.2S	1	26	88	1000		0.031		0.076	3	1.7	85	145.1	65	0.010	61.5		0.612	7.594	2	0.05	1.37	11.01	86
VI	⑥	1.2S	2	47	83	2000		0.066		0.066	1	1	83	83.0	50	0.013	27.7		0.352	10.45	2.5	0.05	1.47	14.47	73
VII	⑦	1.2S	2	47	84	2000		0.066		0.066	2	1.4	84	116.9	50	0.024	95.4		2.286	10.09	2.5	0.05	1.45	14.10	75
VIII	⑧	1.2S	2	47	86	2000		0.064		0.065	3	1.6	84	134.9	65	0.009	95.4		0.830	7.812	2.5	0.05	1.39	11.75	85
IX	⑨	1.2S	4	83	90	4000	0.123		0.080		9	2.9	84	244.2	75	0.013	537.0	6.982		6.982	2	0.05	1.33	10.36	88

(計算手順)

a-e 必要数値を記入する。

f 技術指針(案) §19 に従い GP 吐出量 (Q_1) の初期値を記入する。g $g=d \times 1000$ リットル/日軒 (本文 1-1 参照)h 技術指針(案) §20 に従い各々の GP の P_r 値を等定する。 $h=g/(360 \times f)$ i 技術指針(案) §20 に従い各管における平均の P_r 値を算定する。(例) No. II の管 $(0.106+0.068)/2=0.087$

j 当該管路に関係する GP 台数を記入

k i, j および技術指針(案) §20 により設計同時運転台数を決定する。

l 技術指針(案) §19 に従い、各管における平均の Q_1 値を算定する。(例) No. II の管 $(78+81)/2=80$ m 技術指針(案) §19 に従い、各管における設計流量 Q_L を算定する。 $m=k \times l$

なお、各管における設計流量算定後技術指針(案) §19 に従い、各管の設計流量が上流の管の設計流量よりも小さくなっていないかチェックする必要がある。

n-o m の値をもとに、技術指針(案) §21 の図 3-1-8 に従い管径 (n) と単位長さ当り損失水頭 (o) を決定する。

p 各々の管延長を記入する。

q $q=o \times p$

r 放流口より当該管路までの累積の摩擦損失を計算する。この場合、i や l と異なり、下流側より計算する事に注意。

(例) No. III の管 $(6.982+0.612+0.684+0.938)=9.217$

s 本文 1-2 (2) で仮定した実揚程を記入する。

t 接続管 (5 m と仮定) の摩擦損失を記入する。

u その他の損失を算定する。

本設計例ではその他の損失として仕切弁、曲りおよび吐出口の水頭による損失を考慮した。

仕切弁 1 個当りの損失は $k=0.17$ 、 $v=1.0$ として 8.67×10^{-3} 技術指針(案) §25 より 50 m に 1 個設置するとして、m 当りの損失水頭は 1.73×10^{-4} 曲り 1 箇所当りの損失は $k=0.88$ 、 $v=1.0$ として 4.49×10^{-2} 100 m に 1 箇所あるとして、m 当りの損失水頭は 4.49×10^{-4} 合計して $6.22 \times 10^{-4}/m$

また、技術指針(案) §8 に従って吐出口の水頭およびユニット内の弁の損失を 1.0 m と仮定する。

従って $u=6.22 \times 10^{-4} \times \text{下流の管延長} + 1.0$ v $v=r+s+t+u$ w v をもとに、図 1-2 より対応する吐出量 Q_2 を決定する。

表3-2 吐出量の計算(最終結果)

管 番 号	G P ニ ッ ト							設計同時運転台数				管 径 の 決 定			全 揚 程 の 計 算										GP 吐 出 量 Q ₂ ℓ/min w
	GP 番号 a	1.5/ S/D c	対象 家庭 d	GP選 定基礎 吐出量 Q ₁ ℓ/min e	GP 吐出量 Q ₁ ℓ/min f	日平均 水量 Q _{ave} ℓ/day g	P _r h	平均 P _r i	接続 台数 N j	設計同 時運転 台数 NR k	平均Q ₁ ℓ/min l	設計流 量 Q _L ℓ/min m	管径 mm n	摩 擦 損 失				実揚程 m s	接続管 損失 m t	その他 合計 m u	全揚程 m v				
														単位長 当り m/m o	管延長 m p	区 間 m q	累 積 m r								
I	①	1.2S	3	65	54	3000	0.154		0.154		1	1	54	54.0	40	0.017	80.0	1.361		11.41	3.5	0.05	1.50	16.46	55
II	②	1.2S	2	47	69	2000	0.080		0.117		2	1.6	62	98.4	50	0.017	187.7	3.270		10.05	3.5	0.05	1.45	15.05	69
III	③	1.2S	4	83	80	4000		0.138		0.138	1	1	80	80.0	50	0.012	73.8		0.876	8.898	2.5	0.05	1.47	12.92	81
IV	④	1.2S	2	47	84	2000		0.066		0.102	2	1.5	82	123.0	65	0.007	89.2		0.654	8.021	2.5	0.05	1.43	11.99	85
V	⑤	1.2S	1	26	86	1000		0.032		0.079	3	1.7	83	141.7	65	0.010	61.5		0.586	7.367	2	0.05	1.37	10.78	87
VI	⑥	1.2S	2	47	75	2000		0.074		0.074	1	1	75	75.0	50	0.011	27.7		0.292	9.730	2.5	0.05	1.47	13.75	77
VII	⑦	1.2S	2	47	77	2000		0.072		0.073	2	1.4	76	106.4	50	0.020	95.4		1.920	9.438	2.5	0.05	1.45	13.44	78
VIII	⑧	1.2S	2	47	85	2000		0.065		0.070	3	1.6	79	126.4	65	0.008	95.4		0.736	7.517	2.5	0.05	1.39	11.46	86
IX	⑨	1.2S	4	83	88	4000	0.126		0.090		9	3.1	78	240.4	75	0.013	537.0	6.781		6.781	2	0.05	1.33	10.16	89

表4-1 吐出量の計算(最終結果)

管 番 号	G P ニ ッ ト							設計同時運転台数				管 径 の 決 定			全 揚 程 の 計 算										GP 吐 出 量 Q ₂ ℓ/min w
	GP 番号 a	1.5/ 1.2 S/D c	対象 家庭 d	GP選 定基礎 吐出量 Q ₁ ℓ/min e	GP 吐出量 Q ₁ ℓ/min f	日平均 水量 Q _{ave} ℓ/day g	P _r h	平均 P _r i	接続 台数 N j	設計同 時運 転台 数 NR k	平均Q ₁ ℓ/min l	設計流 量 Q _L ℓ/min m	管径 mm n	摩 擦 損 失				実揚程 m s	接続管 損失 m t	その他 合計 m u	全揚程 m v				
														単位長 当り m/m o	管延長 m p	区 間 m q	累 積 m r								
I	①	1.5 S	3	65	90	3000	0.092		0.092		1	1	90	90.0	50	0.015	80.0	1.181		12.47	3.5	0.05	1.50	17.52	89
II	②	1.2 S	2	47	57	2000	0.097		0.095		2	1.5	74	110.3	50	0.022	187.7	4.036		11.28	3.5	0.05	1.45	16.29	57
III	③	1.5 S	4	83	108	4000		0.102		0.102	1	1	108	108.0	50	0.021	73.8		1.527	10.16	2.5	0.05	1.47	14.19	109
IV	④	1.2 S	2	47	82	2000		0.067		0.085	2	1.4	95	133.0	65	0.008	89.2		0.756	8.638	2.5	0.05	1.43	12.61	82
V	⑤	1.2 S	1	26	86	1000		0.032		0.067	3	1.6	92	147.2	65	0.010	61.5		0.629	7.382	2	0.05	1.37	11.30	86
VI	⑥	1.2 S	2	47	75	2000		0.074		0.074	1	1	75	75.0	50	0.011	27.7		0.292	10.20	2.5	0.05	1.47	14.22	74
VII	⑦	1.2 S	2	47	77	2000		0.072		0.073	2	1.4	76	106.4	50	0.020	95.4		1.920	9.910	2.5	0.05	1.45	13.91	76
VIII	⑧	1.2 S	2	47	85	2000		0.065		0.070	3	1.6	79	126.4	65	0.008	95.4		0.736	7.989	2.5	0.05	1.39	11.93	85
IX	⑨	1.2 S	4	83	88	4000	0.126		0.081		9	3	83	249.3	75	0.014	537.0	7.253		7.253	2	0.05	1.33	10.63	87

表4-2 貯水タンクの設計

ユニット 番号	接続戸数	設置GP	内 径 m	非 常 時 容 量			予 備 容 量						常 時 運 転 容 量			
				容 量 m ³	水 深 m	GLよりの 深さ HHWL	GP 吐出量 ℓ/min	想定 ピーク ℓ/3min	必要容量 m ³	水 深 m	設計水深 m	GLよりの 深さ HWL	容 量 m ³	水 深 m	設計水深 m	GLよりの 深さ LWL
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
①	3	1.5 S	1.2	0.9	0.80	1.10	90	255	-0.02	-0.01	0.25	1.35	0.18	0.16	0.25	1.60
②	2	1.2 S	0.9	0.6	0.94	1.24	57	170	0.00	0.00	0.25	1.49	0.11	0.18	0.25	1.74
③	4	1.5 S	1.2	1.2	1.06	1.36	108	340	0.02	0.01	0.25	1.61	0.22	0.19	0.25	1.86
④	2	1.2 S	0.9	0.6	0.94	1.24	82	170	-0.08	-0.12	0.25	1.49	0.16	0.26	0.26	1.75
⑤	1	1.2 S	0.75	0.3	0.68	1.10	86	170	-0.09	-0.20	0.25	1.35	0.17	0.39	0.39	1.74
⑥	2	1.2 S	0.9	0.6	0.94	1.24	75	170	-0.06	-0.09	0.25	1.49	0.15	0.24	0.25	1.74
⑦	2	1.2 S	0.9	0.6	0.94	1.24	77	170	-0.06	-0.10	0.25	1.49	0.15	0.24	0.25	1.74
⑧	2	1.2 S	0.9	0.6	0.94	1.24	85	170	-0.09	-0.13	0.25	1.49	0.17	0.27	0.27	1.76
⑨	4	1.2 S	1.2	1.2	1.06	1.36	88	340	0.08	0.07	0.25	1.61	0.18	0.16	0.25	1.86

(計算手順)

a-d 必要事項を記入する。

e 本文1-1. 基本的条件の⑦より、24時間分の貯留容量とする。e=b×0.3

f $f=e/(\pi(d/2)^2)$

g 技術指針(案) §13より流入管の流入管底はHHWLより上になるものとされており、流入管の最低土被りを1.0m、管径を0.1mとするとHHWLのGLよりの深さは最低でも1.1m。一方f欄は非常時容量の必要水深であり、これに組立マンホールの斜壁部分0.3m(この部分の容量は無視している)を加えるとf+0.3。従ってf+0.3と1.1mの大きい方をGLよりの深さとしている。

h 表4-1により求められたGPの吐出量

i 想定ピークを設定する事は難しいが、ここでは仮に接続家庭数の半分の1家庭(1家庭の場合は1家庭)が同時に風呂の排水を行った場合を想定した。すなわち技術指針(案) §12より1家庭当たり170リットル(3分間)であるので、 $i=170 \times b/2$ j $j=(i-h \times 3)/1000$ k $k=i/(\pi(d/2)^2)$

l 技術指針(案) §12より、水位計間の最小間隔を0.25mとした。従って、0.25とk欄の値の大きい方を設計水深とする。

m $m=g+l$ n 技術指針(案) §12に従い1回の運転時間を2分間とした。 $n=h \times 2$ o $o=n/(\pi(d/2)^2)$

p 1欄と同様

q $q=m+p$

表4-3 貯水タンクの各部寸法

GP=ユニット番号	接続戸数	設置GP	寸 法 (m)					
			D	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
①	3	1.5 S	1.2	0.30	0.80	0.25	0.25	0.20
②	2	1.2 S	0.9	0.30	0.94	0.25	0.25	0.20
③	4	1.5 S	1.2	0.30	1.06	0.25	0.25	0.20
④	2	1.2 S	0.9	0.30	0.94	0.25	0.26	0.20
⑤	1	1.2 S	0.75	0.30	0.80	0.25	0.39	0.20
⑥	2	1.2 S	0.9	0.30	0.94	0.25	0.25	0.20
⑦	2	1.2 S	0.9	0.30	0.94	0.25	0.25	0.20
⑧	2	1.2 S	0.9	0.30	0.94	0.25	0.27	0.20
⑨	4	1.2 S	1.2	0.30	1.06	0.25	0.25	0.20

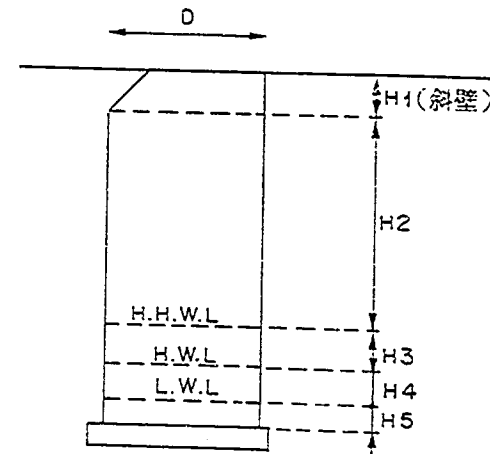


表5-1 吐出量の計算(1回目)

管 番 号	G P ニ ュ ー ト							設計同時運転台数				管径の決定			全 揚 程 の 計 算										GP 吐出量 Q ₂ ℓ/min w
	GP 番号	1.5/ 1.2 S/D	対象 家庭	GP選 定基礎 吐出量 Q _i ℓ/min e	GP 吐出量 Q _i ℓ/min f	日平均 水量 Q _{ave} ℓ/day g	P _r h	平均 P _r i	接続 台数 N j	設計同 時運 転 台数 NR k	平均Q _i ℓ/min l	設計流 量 Q _i ℓ/min m	管径 mm n	摩 擦 損 失				実揚程 m s	接続管 損失 m t	その他 合計 m u	全揚程 m v				
														単位長 当り m/m o	管延長 m p	区 間 m q	累 積 m r								
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w			
I	①	1.2D	3	65	156	3000	0.053		0.053		1	1	156	156.0	40	0.121	80.0	9.692		25.92	3.5	0.05	1.50	30.97	0
II	②	1.2S	2	47	81	2000	0.068		0.061		2	1.3	119	154.1	50	0.040	187.7	7.494		16.23	3.5	0.05	1.45	21.23	0
III	③	1.2D	4	83	166	4000		0.066		0.066	1	1	166	166.0	50	0.046	73.8		3.383	14.03	2.5	0.05	1.47	18.06	68
IV	④	1.2S	2	47	85	2000		0.065		0.066	2	1.3	126	163.2	65	0.012	89.2		1.103	10.65	2.5	0.05	1.43	14.63	72
V	⑤	1.2S	1	26	88	1000		0.031		0.054	3	1.5	113	169.5	65	0.013	61.5		0.816	9.552	2	0.05	1.37	12.97	81
VI	⑥	1.2S	2	47	83	2000		0.066		0.066	1	1	83	83.0	50	0.013	27.7		0.352	11.63	2.5	0.05	1.47	15.65	64
VII	⑦	1.2S	2	47	84	2000		0.066		0.066	2	1.2	84	100.2	50	0.018	95.4		1.718	11.28	2.5	0.05	1.45	15.28	67
VIII	⑧	1.2S	2	47	86	2000		0.064		0.065	3	1.6	84	134.9	65	0.009	95.4		0.830	9.566	2.5	0.05	1.39	13.51	78
IX	⑨	1.2S	4	83	90	4000	0.123		0.067		9	2.7	102	275.7	75	0.016	537.0	8.736		8.736	2	0.05	1.33	12.12	84

表5-2 吐出量の計算(最終結果)

管 番 号	G P ニ ュ ー ト							設計同時運転台数				管径の決定			全 揚 程 の 計 算										GP 吐出量 Q ₂ ℓ/min w
	GP 番号	1.5/ 1.2 S/D	対象 家庭	GP選 定基礎 吐出量 ℓ/min e	GP 吐出量 Q _i ℓ/min f	日平均 水量 Q _{ave} ℓ/day g	P _r h	平均 P _r i	接続 台数 N j	設計同時 運転 台数 NR k	平均Q _i ℓ/min l	設計流 量 Q _i ℓ/min m	管径 mm n	摩 擦 損 失				実揚程 m s	接続管 損失 m t	その他 合計 m u	全揚程 m v				
														単位長 当り m/m o	管延長 m p	区 間 m q	累 積 m r								
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w			
I	①	1.2D	3	65	73	3000	0.114		0.114		1	1	73	73.0	40	0.030	80.0	2.378		12.85	3.5	0.05	1.50	17.90	72
II	②	1.2S	2	47	66	2000	0.084		0.099		2	1.5	70	104.3	50	0.019	187.7	3.639		10.47	3.5	0.05	1.45	15.47	66
III	③	1.2D	4	83	139	4000		0.079		0.079	1	1	139	139.0	50	0.033	73.8		2.436	10.83	2.5	0.05	1.47	14.86	140
IV	④	1.2S	2	47	83	2000		0.066		0.073	2	1.3	111	144.3	65	0.010	89.2		0.879	8.401	2.5	0.05	1.43	12.37	83
V	⑤	1.2S	1	26	87	1000		0.031		0.059	3	1.5	103	154.5	65	0.011	61.5		0.688	7.521	2	0.05	1.37	10.94	87
VI	⑥	1.2S	2	47	77	2000		0.072		0.072	1	1	77	77.0	50	0.011	27.7		0.306	9.630	2.5	0.05	1.47	13.65	77
VII	⑦	1.2S	2	47	78	2000		0.071		0.071	2	1.3	78	100.8	50	0.018	95.4		1.736	9.323	2.5	0.05	1.45	13.32	79
VIII	⑧	1.2S	2	47	85	2000		0.065		0.069	3	1.6	80	128.0	65	0.008	95.4		0.753	7.587	2.5	0.05	1.39	11.53	85
IX	⑨	1.2S	4	83	88	4000	0.126		0.079		9	2.8	86	241.4	75	0.013	537.0	6.833		6.833	2	0.05	1.33	10.21	88

表5-3 貯水タンクの設計

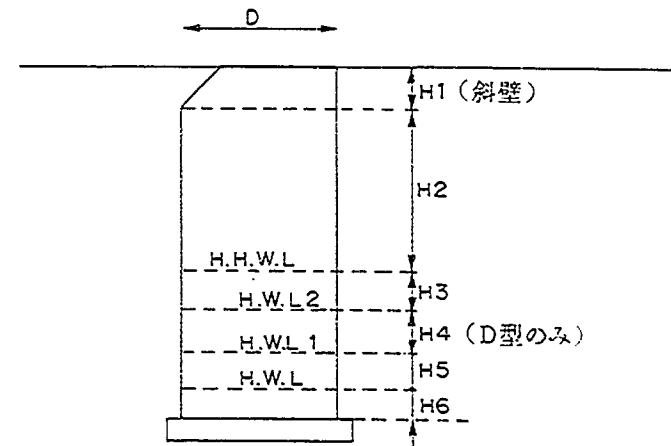
ユニット 番号 a	接続戸数 b	設置GP c	内 径 m d	非 常 時 容 量			予 備 容 量						常 時 運 転 容 量			
				容 量 m ³ e	水 深 m f	GLより の深さ HHWL g	GP 吐出量 ℓ/min h	想定 ピーク ℓ/3min i	必要容量 m ³ j	水 深 m k	設計水深 m l	GLより の深さ HWL m	容 量 m ³ n	水 深 m o	設計水深 m p	GLより の深さ LWL q
①	3	1.2D	1.2	0.9	0.80	1.10	73	255	0.04	0.03	0.25	1.35	0.15	0.13	0.50	1.85
②	2	1.2S	0.9	0.6	0.94	1.24	66	170	-0.03	-0.04	0.25	1.49	0.13	0.21	0.25	1.74
③	4	1.2D	1.2	1.2	1.06	1.36	139	340	-0.08	-0.07	0.25	1.61	0.28	0.25	0.50	2.11
④	2	1.2S	0.9	0.6	0.94	1.24	83	170	-0.08	-0.12	0.25	1.49	0.17	0.26	0.26	1.75
⑤	1	1.2S	0.75	0.3	0.68	1.10	87	170	-0.09	-0.21	0.25	1.35	0.17	0.39	0.39	1.74
⑥	2	1.2S	0.9	0.6	0.94	1.24	77	170	-0.06	-0.10	0.25	1.49	0.15	0.24	0.25	1.74
⑦	2	1.2S	0.9	0.6	0.94	1.24	78	170	-0.06	-0.10	0.25	1.49	0.16	0.25	0.25	1.74
⑧	2	1.2S	0.9	0.6	0.94	1.24	85	170	-0.09	-0.13	0.25	1.49	0.17	0.27	0.27	1.76
⑨	4	1.2S	1.2	1.2	1.06	1.36	88	340	0.08	0.07	0.25	1.61	0.18	0.16	0.25	1.86

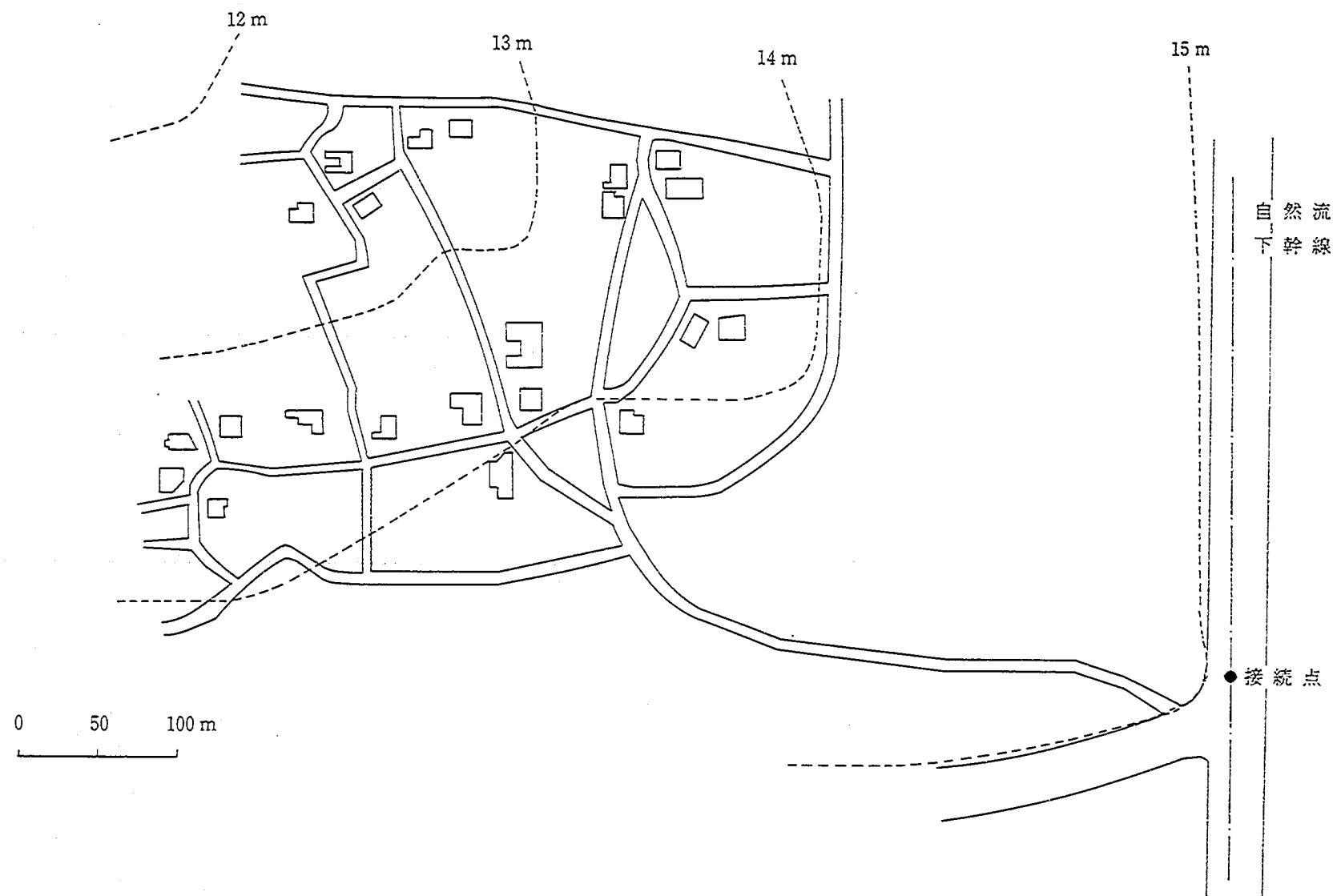
計算手順は表4-2に準じる。ただしユニット番号①番および③番ユニットはデュプレックス型であるのでHWLを2つ設定する必要がある。従って常時運転容量の設計水深は0.50m (0.25m×2) となっている。

なお、③番のユニットについてはLWLがGL-2mを超える結果となったが、その差が0.1m程度であり斜壁部分に0.3mの余裕があるので、表5-4に示すように非常時容量を減じてLWLを-0.2mとするようにしている。

表5-4 貯水タンクの各部寸法

GPユニット 番号	接続戸数	設置GP	寸 法 (m)						
			D	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆
①	3	1.2D	1.2	0.3	0.80	0.25	0.25	0.25	0.20
②	2	1.2S	0.9	0.3	0.94	0.25	—	0.25	0.20
③	4	1.2D	1.2	0.3	0.95	0.25	0.25	0.25	0.20
④	2	1.2S	0.9	0.3	0.94	0.25	—	0.26	0.20
⑤	1	1.2S	0.75	0.3	0.80	0.25	—	0.39	0.20
⑥	2	1.2S	0.9	0.3	0.94	0.25	—	0.25	0.20
⑦	2	1.2S	0.9	0.3	0.94	0.25	—	0.25	0.20
⑧	2	1.2S	0.9	0.3	0.94	0.25	—	0.27	0.20
⑨	4	1.2S	1.2	0.3	1.06	0.25	—	0.25	0.20

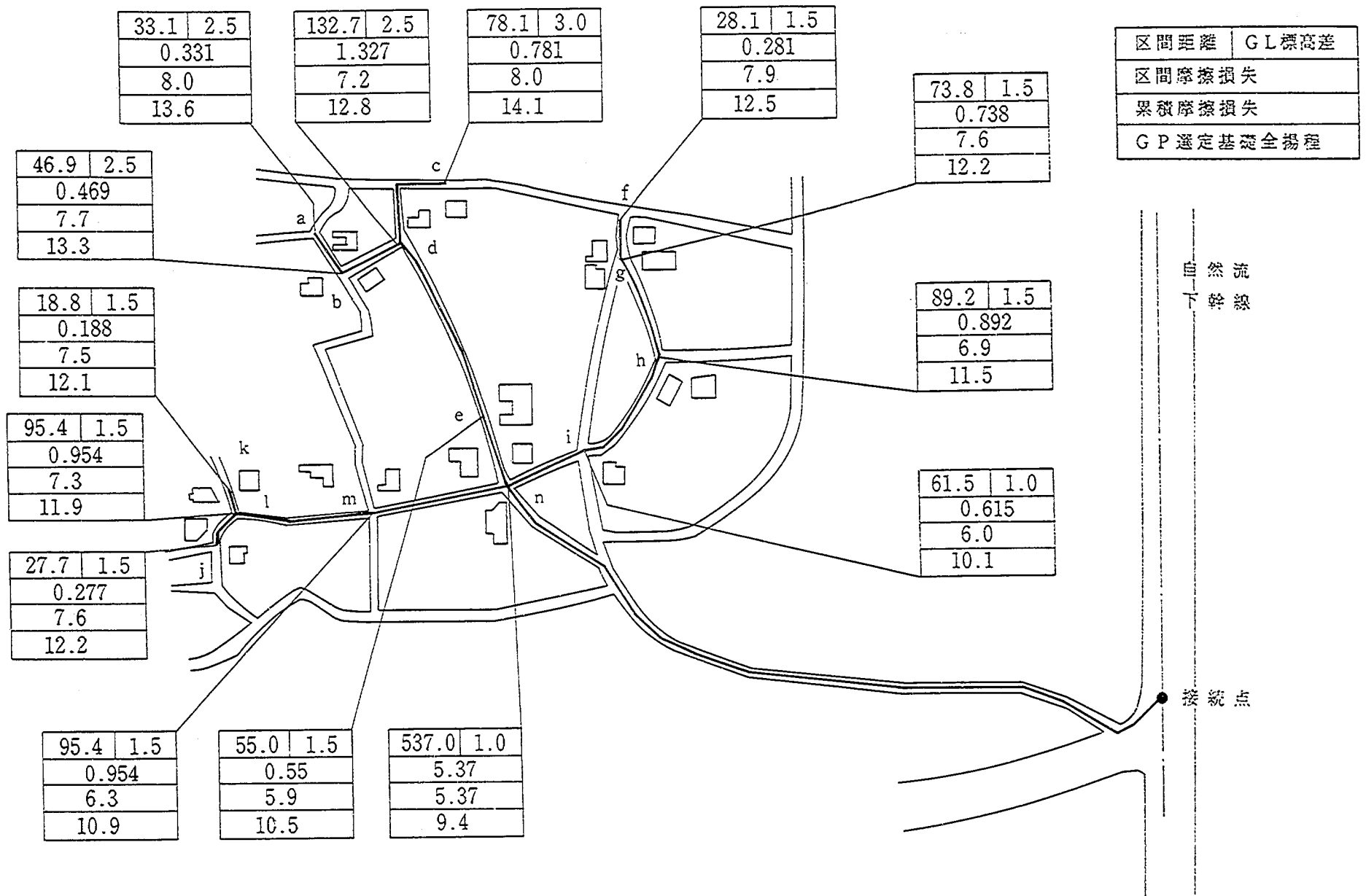




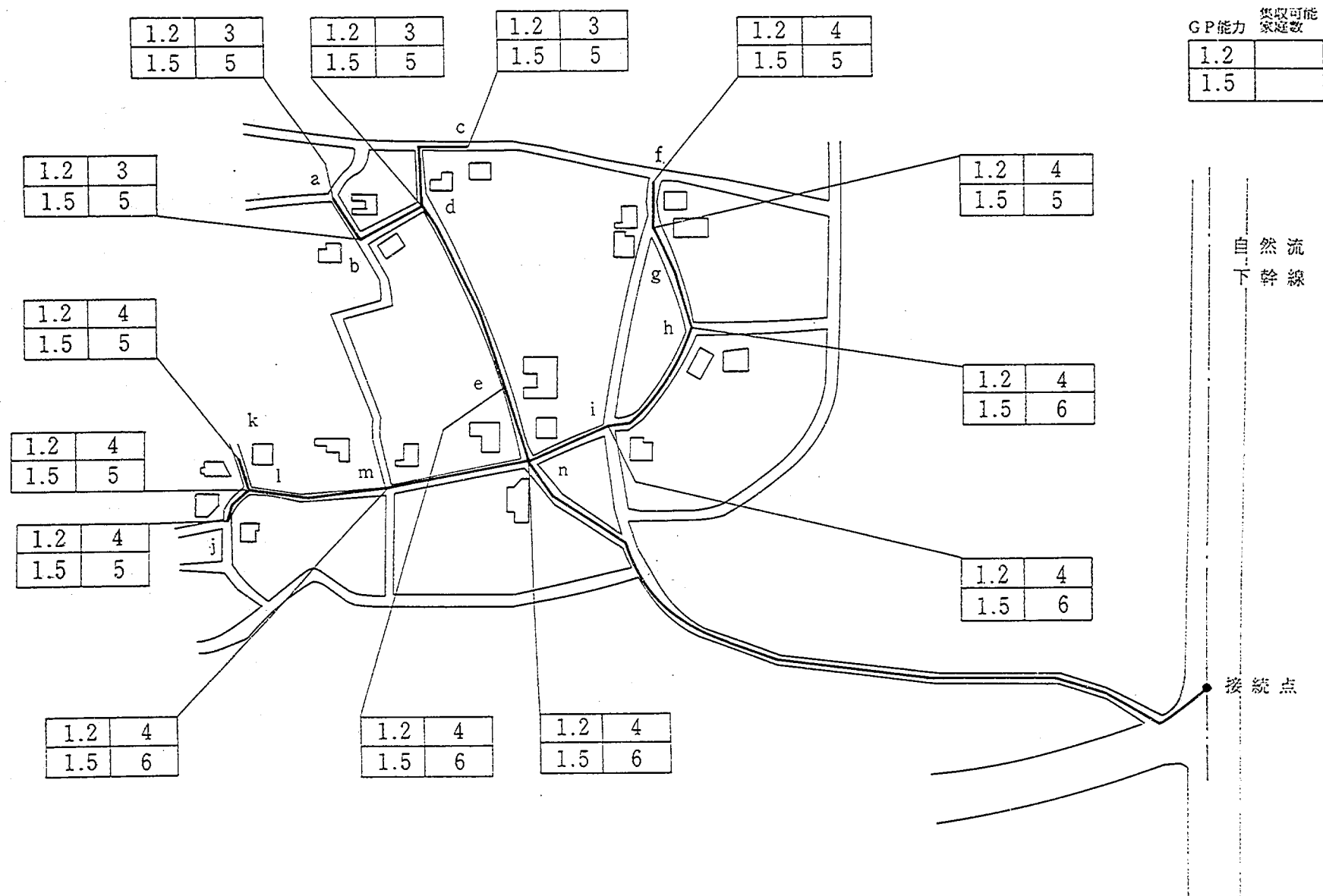
図A-1-1 参考Aで対象とする地区

表 A-1-1 各機器の建設単価等

			単 価 (千円)	単位	耐用年数 (年)	1 年当り 単価(千円)	
G P 弁類, 電気 設備含む	1.5 kW	S	640	一式	20	32.00	
		D	1080	一式	20	54.00	
	1.2 kW	S	630	一式	20	31.50	
		D	1060	一式	20	53.00	
貯水タンク (家庭数)		1	193	一個	50	3.86	0 号人孔
		2	219	一個	50	4.38	1 号人孔
		3	290	一個	50	5.80	2 号人孔
		4	312	一個	50	6.24	2 号人孔
		5	345	一個	50	6.90	2 号人孔
		6	345	一個	50	6.90	2 号人孔
流 入 管	土被 1-1.5	35	m	50	0.70	平均土被 1.25 m	
	土被 1.5-2	38	m	50	0.76	平均土被 1.75 m	
圧 送 管		22	m	50	0.44	径 40-50 の平均	
基本電力 (入力 kW)		12.24	kW	1	12.24	入力=出力×1.25	

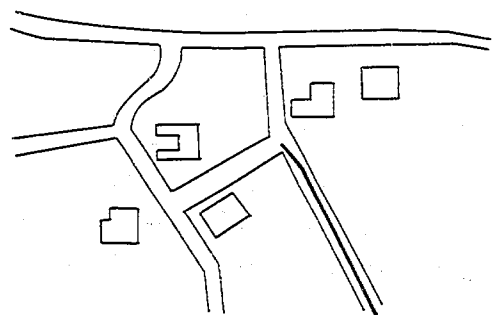


図A-2-1 圧送管の区間分割及びGP選定基礎全揚程の設定

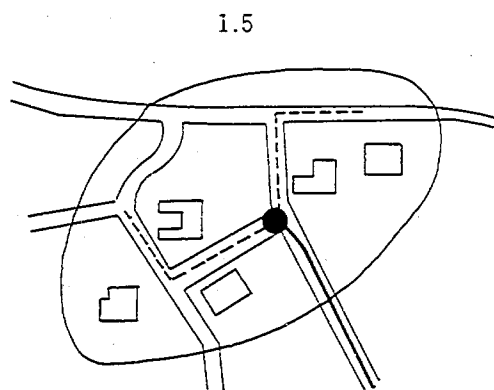


図A-2-2 GP組合せ

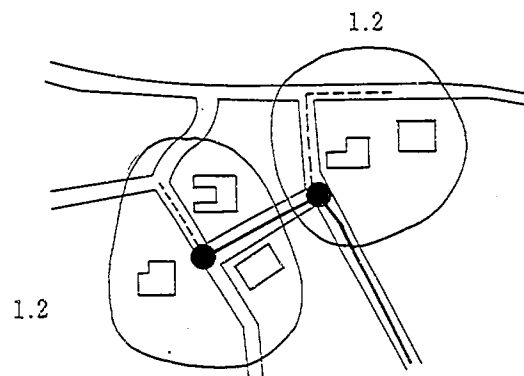
基本図



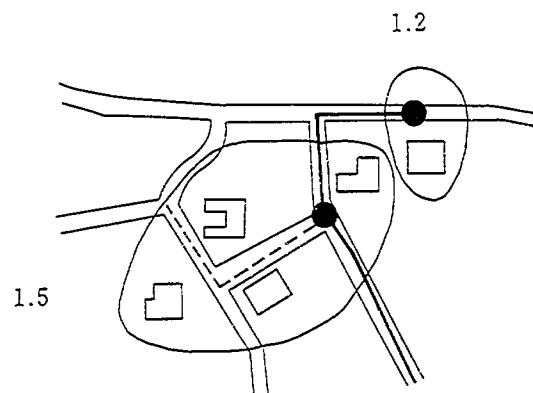
案 1



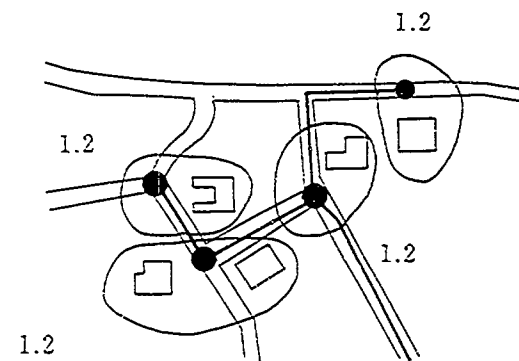
案 2



案 3



案 4



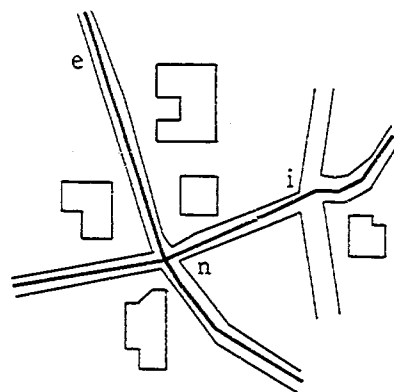
—— 圧送管
 - - - 流入管 (自然流下)

図A-3-1 ポイント a, b, c, d の検討

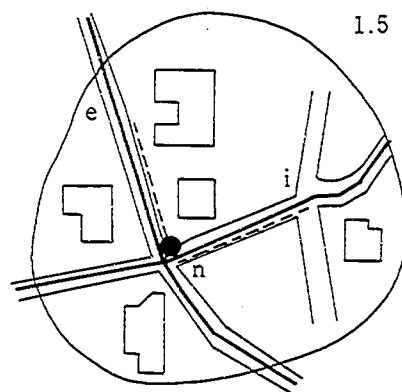
表A-3-1 ポイント a, b, c, d の経済比較

			1年当り 単価	単位	案 1		案 2		案 3		案 4	
					数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額
G P 附属品共	1.5 kW	S	32.00	一式	1	32		0	1	32		0
	1.2 kW	S	31.50	一式		0	2	63	1	31.5	4	126
貯水タンク (家庭数)			1	一個		0		0	1	3.86	3	11.58
			2	一個		0	1	4.38		0	1	4.38
			3	一個		0	1	5.8		0		0
			4	一個		0		0	1	6.24		0
			5	一個	1	6.9		0		0		0
			6	一個		0		0		0		0
流 入 管	土被 1-1.5		0.70	m	80	56	33.1	23.17	80	56		0
	土被 1.5-2		0.76	m	78.1	59.356	78.1	59.356		0		0
圧 送 管			0.44	m		0	46.9	20.636	78.1	34.364	158.1	69.564
建設費計						154.256		176.342		163.964		211.524
基本電力			12.24	kW	2	24.48	2	24.48	3	36.72	4	48.96
合計 (建設費計+基本電力)						178.736		200.822		200.684		260.484

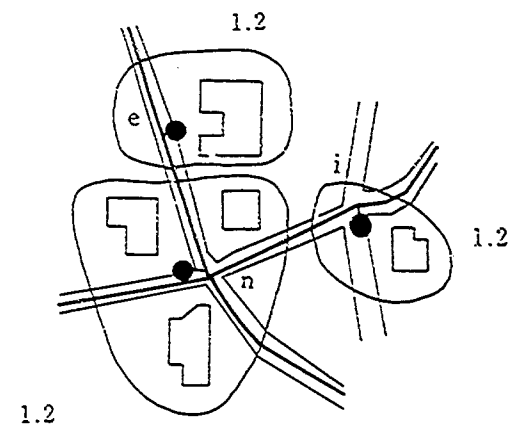
基本図



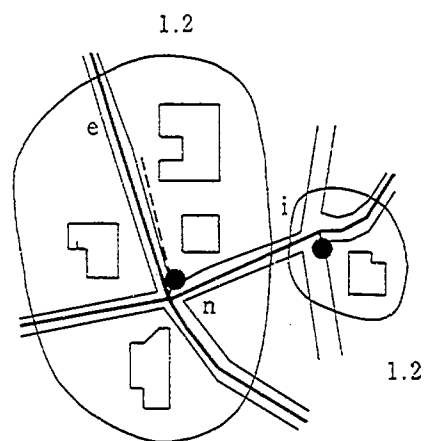
案 1



案 3



案 2

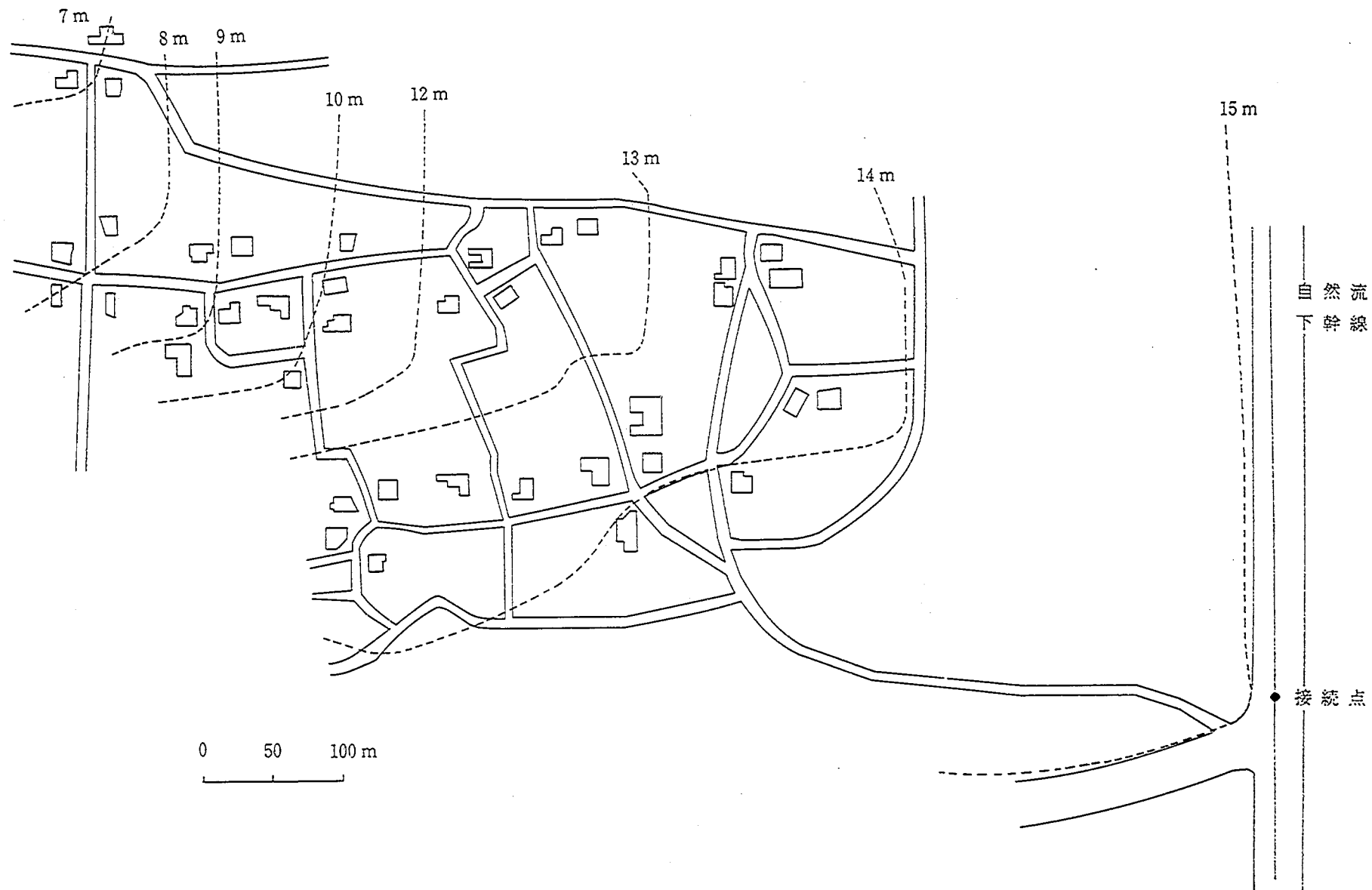


—— 圧送管
 ----- 流入管 (自然流下)

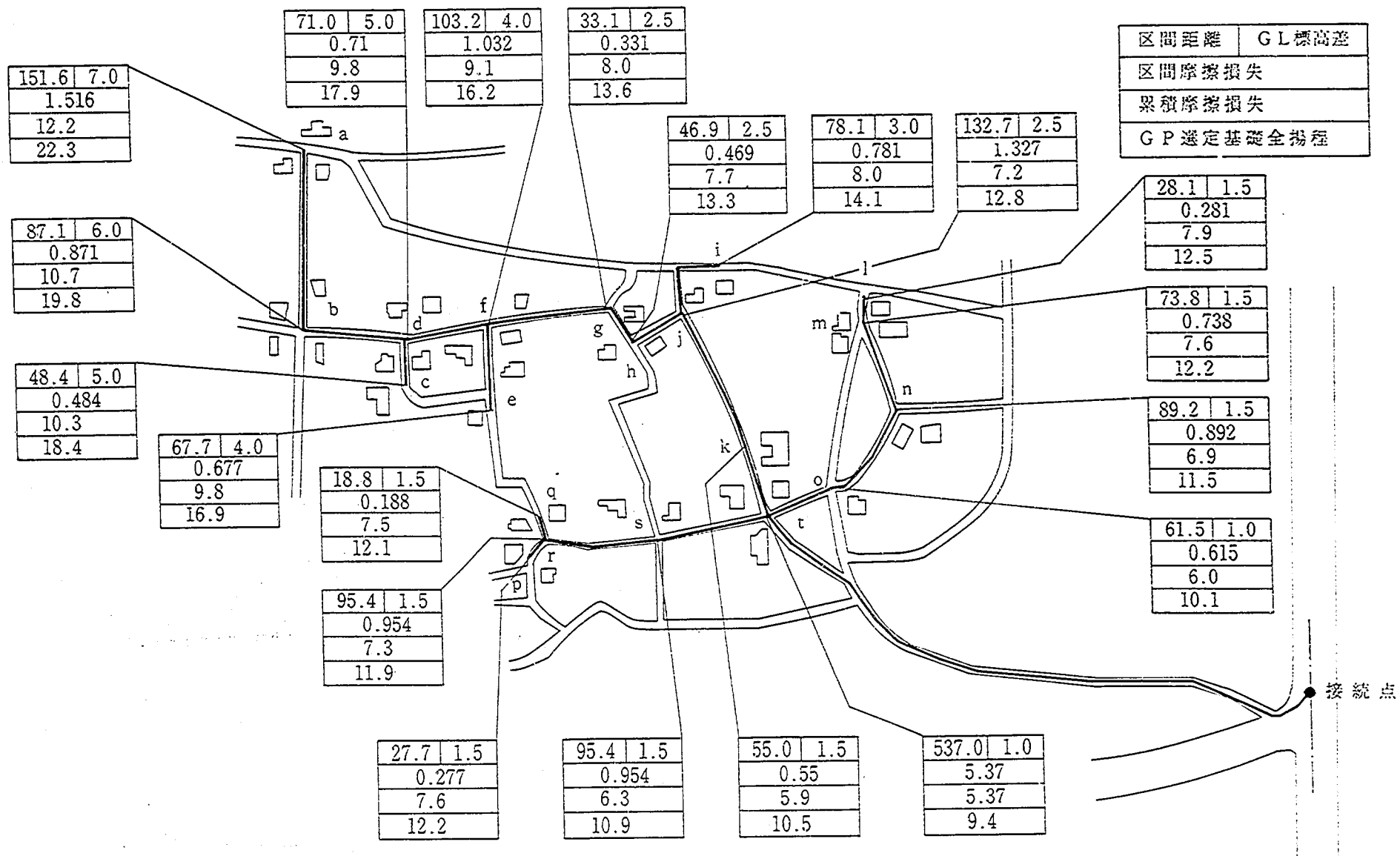
図A-3-2 ポイント e, i, n の検討

表 A-3-2 ポイント e, i, n の経済比較

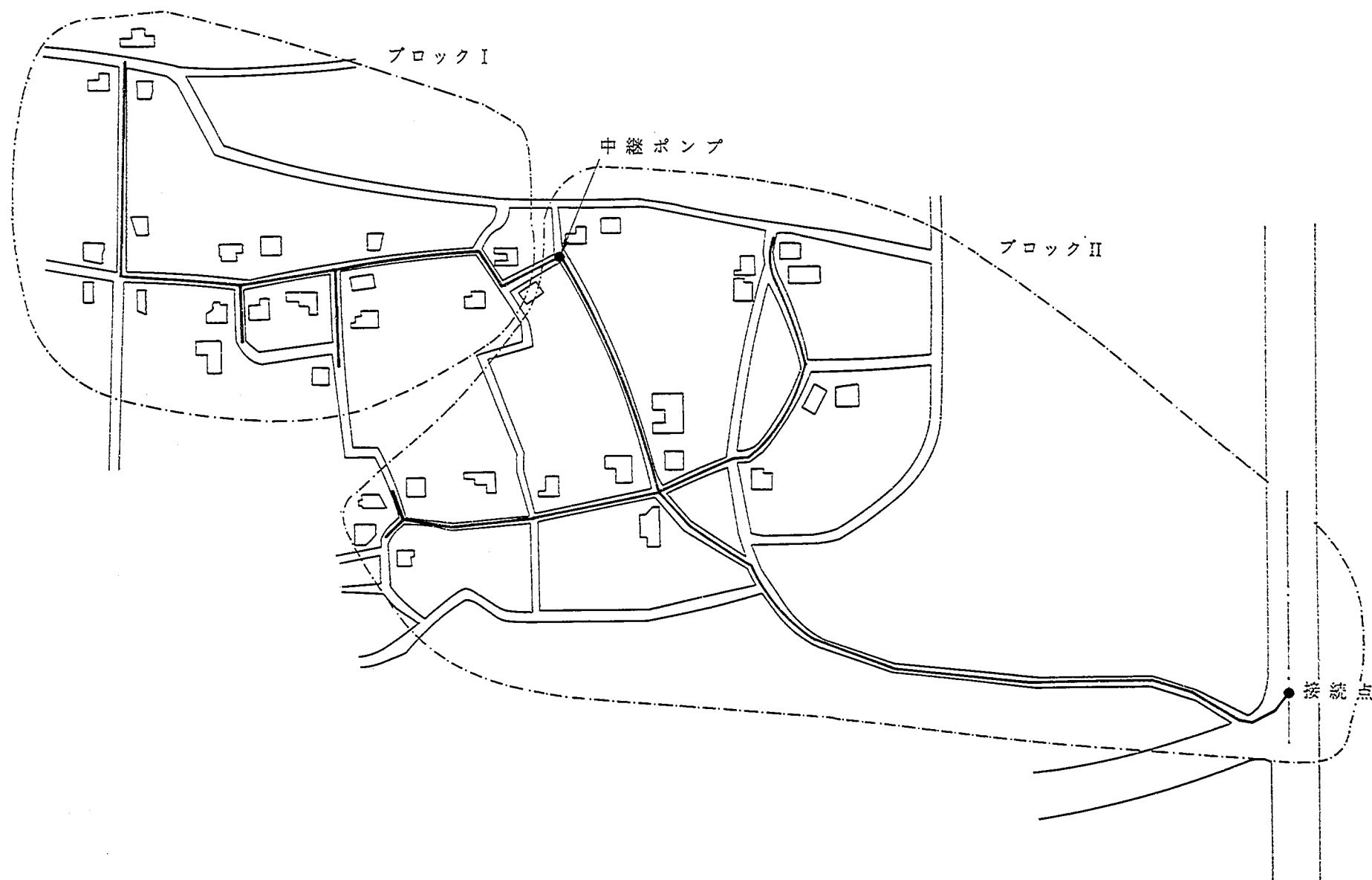
			1年当り 単価	単位	案 1		案 2		案 3	
					数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額
G P 附属品共	1.5 kW	S	32.00	一式	1	32		0		0
	1.2 kW	S	31.50	一式		0	2	63	3	94.5
貯水タンク (家庭数)		1	3.86	一個		0	1	3.86	2	7.72
		2	4.38	一個		0		0		0
		3	5.80	一個		0		0	1	5.8
		4	6.24	一個		0	1	6.24		0
		5	6.90	一個	1	6.9		0		0
		6	6.90	一個		0		0		0
流 入 管	土被 1-1.5		0.70	m	61.5	43.05		0		0
	土被 1.5-2		0.76	m	55	41.8	55	41.8		0
圧 送 管			0.44	m		0		0		0
建設費計						123.75		114.9		108.02
基本電力			12.24	kW	2	24.48	2	24.48	3	36.72
合計 (建設費計+基本電力)						148.23		139.38		144.74



図B-1-1 参考Bで対象とする地区



図B-2-1 圧送管の区間分割及びGP選定基礎全揚程の設定



図B-3-1 中継ポンプユニットを区切りとした区域分け

圧力式下水道システム技術
指針(案)

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2846号
平成2年3月(1990)
下水道部下水道研究室

要 旨

本技術指針(案)は従来の研究の成果をふまえ、新しい下水収集システムとして期待される圧力式下水道システムの技術的な考え方を取りまとめたものであり、今後日本における同方式の適用に際し、技術的な参考とするものである。

キーワード：圧力式下水道システム，技術指針，下水の圧送，グラインダーポンプ



郵便はがき

切手をは
つて下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

下水道部下水道研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



○

土木研究所資料第 2846 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

⑩

土木研究所資料第 2846 号

○

圧力式下水道システム技術指針 (案)