

ISSN 0386—5878

土木研究所資料 第3088号

土木研究所資料

地下河川に関する計画・設計論的比較研究

平成4年3月

建設省土木研究所
河川部総合治水研究室

Copyright ©(1992)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。

地下河川に関する計画・設計論的比較研究

総合治水研究室 室長 吉本 俊裕
研究員 海野 仁
研究員 下家 時洋

要 旨

本報告書は、地下空間を放水路、調節池等の地下河川として利用する場合の様々なケースについて、近未来の技術開発及び現行の技術基準等を前提として技術的・経済的な面から分析を加え、計画・設計論的な比較検討を行ったものである。

キーワード：地下放水路，地下調節池，地下河川，開削工法，NATM工法，シールド工法

はじめに

地下空間が、わが国の狭小な国土を有効に活用するための貴重な空間資源として見直されるようになってから、既にかかなりの年月が経とうとしている。この間、特に都市部においては、ますます大規模化、大深度化、幅員化する方向で種々の利用方法が考えられ提案されてきている。それに伴ってこれを建設するための新たな技術開発についても、ハード面、ソフト面といった様々な面から進められてきている。

ところで、治水対策の分野では頻発する洪水被害に対処するため、継続的な治水投資と事業推進の努力がなされているが、高い地価とそれに伴う国土の高度利用等の理由で、地上部において実施される河道の拡幅等の河川改修はなかなか進展しない場合も多い。この傾向は都市部になればなるほど顕著で、放水路や調節池といった施設を地下部に設け、治水対策とする事例が増加している。

本研究は、このようなことから放水路、調節池の地下化に関するケースを設定することによって、地下施設どうしの比較及び地上での河川改修等と地下施設との比較を、技術的、経済的側面から行い、分析を加えるものである。

ケースの設定の仕方として具体的な場所を設定して、ケース・スタディを行う方法と、地質、設置深度、流量等について一般的な条件を設定してその組合せによりケース・スタディを行う方法の2通りが考えられる。前者の方法は直接的で分かりやすいが、ここではより一般的な基礎情報を明確にする意味から後者の方法によった。

また、ケース・スタディを進めるうえで、前提となる個別建設技術の程度や技術基準・指針といった枠組みの設定をどうするかという問題があるが、ここでは個別建設技術の開発や技術基準・指針の作成を目的としていないので、技術については近未来に開発されるであろう技術、また技術基準・指針については現行のものを前提とし検討した。

計画・設計論上、今まで、とかく個別、部分的に検討されていたものが、この研究により1つのストーリーに沿った一般的な条件のもとで比較資料として提示され、これからの河川分野の地下利用にあたって有益な情報となるものと考えている。

目 次

はじめに

1. 研究の概要	1
2. 地下放水路の検討	2
2.1 一般条件	2
2.2 本川河道の検討	6
2.3 地下放水路の流入部の構造検討	15
2.4 地下放水路のトンネル部の構造検討	24
2.5 地下放水路の立坑部の検討	34
2.6 拠点施設の構造検討	43
2.7 地下放水路の排水部の構造検討	46
2.8 構造物の施工費及び施工単価	62
2.9 用地費に係る検討	70
3. 地下調節池の検討	73
3.1 一般条件	73
3.2 地下調節池の洪水調節効果の検討	74
3.3 地下調節池の流入部の構造及び施工費の検討	76
3.4 地下調節池本体の構造検討	76
3.5 地下調節池の排水部の構造検討	79
4. 地下放水路と地下調節池の事業費の検討	84
5. 地上施設の検討	110
5.1 一般条件	110
5.2 地上河川の検討	110
5.3 地上調節池の検討	118
6. 各施設間の経済的な比較	120
6.1 地下放水路と地下調節池の比較	120
6.2 地上施設と地下施設の比較	125
おわりに	129
参考文献	130

参 考 資 料

1. 付加施設の可能性の検討	131
1.1 利水計算の条件	131
1.2 利水計算結果	132
1.3 可能性の検討	134
2. 地下河川に関する計画手法及び事業調整	137
2.1 概要	137
2.2 地下放水路、地下調節池に関する事例調査	137
2.3 施設の計画手法	137
2.4 事業調整	137

1. 研究の概要

本研究は、図-1-1に示すフローチャートに従い行なった。研究の中身を構造物により分類すれば、地上河川（地上調節池も含む）、地下放水路、及び地下調節池に分けられる。これらは、流量、地盤、設定深度、容量、工法などの一般条件のもとで技術基準や実績に基づいて構造諸元が与えられ、各構造物の大きさや形状を決定する。さらに、これらの構造物を建設するのに必要な用地費及び工事費を算定し、いろいろな組合せに対してそれらを集計することにより、地下施設（地下放水路、地下調節池）と地上施設の比較を行なう。

検討は、多岐にわたり、かつ検討ケースは膨大になるが、今回の検討の主目的が、検討ケースを数多く設定することによりさまざまな条件に対応した施設の比較が可能になるようにすることにあるので、そのようなケースについてはなるべく網羅するように配慮した。従って、全体工事費に大きな影響を及ぼさない部分については簡略的な方法により構造諸元を設定している。構造諸元の設定については技術的な裏付けが十分とはいえない部分もあり、具体の設計にあたっては別途詳細な検討を要する点を付記する。

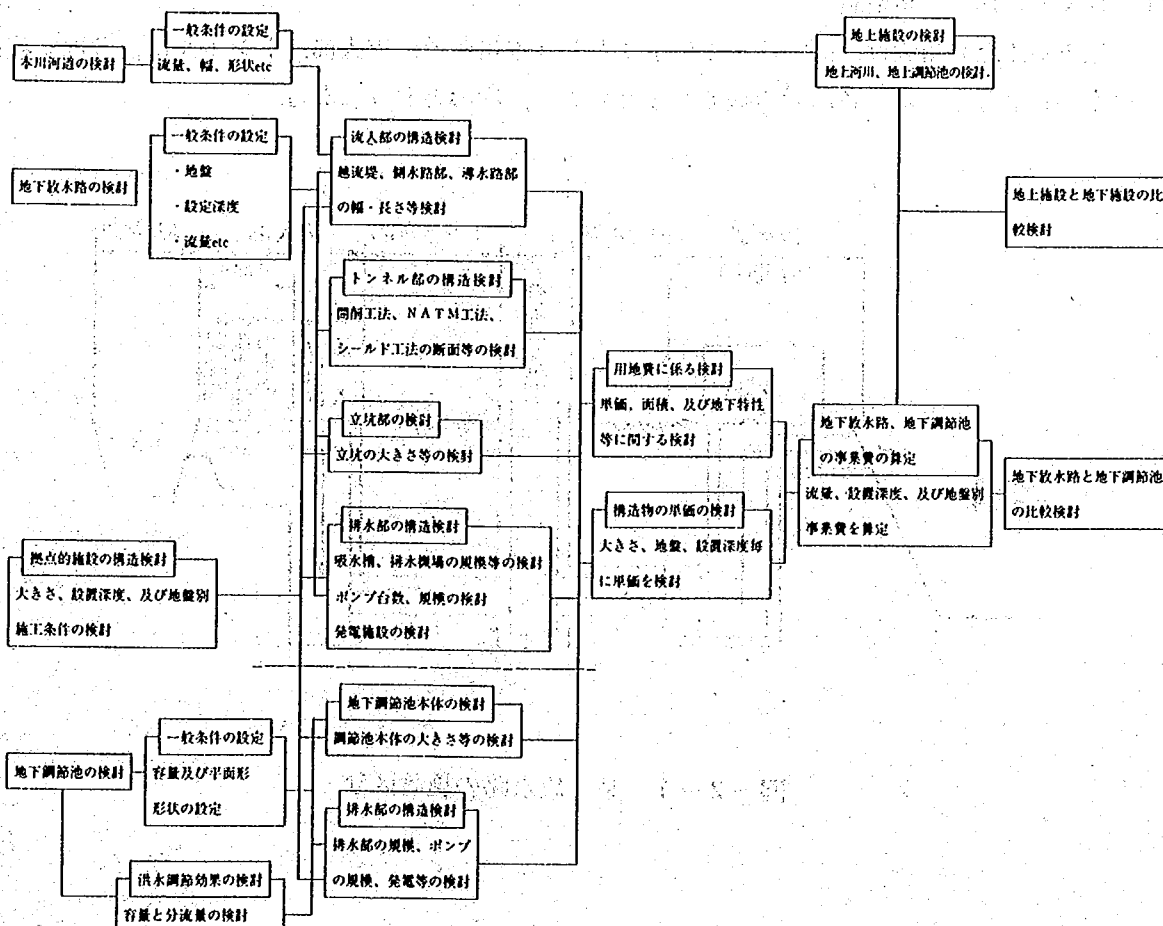


図-1-1 地下河川に関する計画・設計論的比較研究フローチャート

2. 地下放水路の検討

計画で決められた規模の洪水を処理する方法として、通常、地上において河川の河道を大きくしたり、新たに河道を開削したり、あるいは洪水を一時的に貯める貯留施設をつくったりすることが行われる。このうち洪水の一部または全部を海、湖沼あるいは河川に放流するため、本川から分かれて新たに開削する河道を放水路といっている。

放水路は地表を開削し建設するのが原則であるが、計画される放水路の河道も家屋密集地帯を通らなければならない場合、あるいは、地表を開削して建設することが困難な場合、地下空間を利用して放水路が建設される（以下、地下放水路と呼ぶ）。

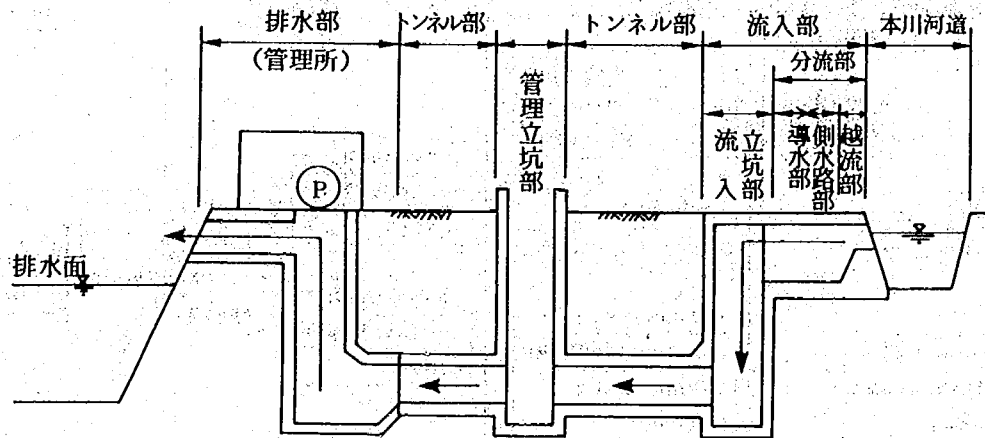
本節では地下放水路を対象に流量、設置深度、地盤等の条件を設定し、これに応じた構造諸元、施工費及び用地に係わる補償費について検討を行なった。

2.1 一般条件

地下放水路・地下調節池（以下、地下河川と呼ぶ）の検討を行うにあたり、施設の条件を次のように設定した。

① 地下放水路の全体構造

地下放水路の施設は、図－２－１に示すとおり本川河道，流入部，トンネル部，管理立坑部，排水部に区分される。各施設の機能をまとめると、次のとおりになる。



図－２－１ 地下放水路の施設区分

イ) 本川河道

放水路を新設する以前から存在する河道。放水路建設前は流下能力に不足を生じるが、放水路建設後は、計画流量を安全に流下させる機能を持つ。

ロ) 流入部

本川河道から洪水を分流し、トンネルに落とし込む施設。設定された流量を分流させ、流下物の流入を防ぎ、位置エネルギーを減勢させる機能を持つ。

ハ) トンネル部

地下放水路の本体部であり、設定された流量を安全に流下させる機能を持つ。

ニ) 中間立坑部

トンネル部のほぼ中間に設置される立坑。トンネル部を換気する機能と維持管理に必要な諸機材を搬入出する機能を持つ。

ホ) 排水部

地下放水路の最下流に位置する施設。トンネル部から流入する洪水を排水する機能を持つ。

② トンネル部の条件

イ) 延長

地下放水路は土地が高度に利用されている市街地に設置されると思われる。そこでこのような市街地の広がりをも10kmと想定し、放水路の延長は10kmとした。なお、拠点施設（地下調節池）と比較するために放水路（シールド工法）の延長については5km及び2kmについても検討した。

ロ) 勾配

地下放水路の構想、計画について昭和63年度に全国を対象に調査（土木研究所資料第2666号地下空間利用の現状に関する調査報告書）したところ、トンネル部分の断面積はシールド工法の最大断面積で約200m²という結果を得た。そこで、200m²の正方形、円形、標準馬てい形断面を対象に、河川砂防技術基準(案)「計画編」で許容される最大流速をとって等流計算により流下能力を求めたところ、610.7m³/sとなった。この時の勾配は断面形状により多少異なるものの約1/800となった。勾配によって流況特性が変わるので、本来なら勾配をすべてのケースについて変化させて特性をみるべきであるが、ケース数が飛躍的に増大するため、ここでは1/800を基本になる勾配とし、特定のケースについてのみ比較のため1/500、1/1,000、1/1,500についても検討した。

ハ) 施工法、断面形

現在都市部の地下構造物の構築に用いられている工法の中から開削工法（正方形断面）、シールド工法（円形断面）、NATM工法（標準馬てい形断面）を採用した。

ニ) 流下方式

トンネル部分の流下方式は、自由水面が常に全区間にわたり存在する開水路方式と、自由水面が存在せず常時圧力がかかっている管路方式とが考えられる。トンネルを管路方式で計画した場合、出水時に限らず平常時にも検査できない事、予想を上回る流下物の流入による閉そくが心配される事、また圧力管と開水路の遷移点でトンネル内に負圧が生じトンネルの安全に悪影響を及ぼす事から現在の技術基準上は、開水路が原則とされている。従って、本検討でも開水路方式を前提として検討を進めた。

③ 深度

地下河川の構想、計画に関する前述の調査によればトンネル部分の構築深度は最大で80m程度であった。また、建設省総合技術開発プロジェクト「地下空間の利用技術の開発（昭和62年～平成3年度）」（以下、「地下総プロ」と呼ぶ。）の土木部会も深度100m程度までの施工技術の開発を目指している。従って、ケース・スタディでは、地下放水路河床の深度を15m、30m、50m、100mに設定した。

また、土被り厚については、地下河川は主に公共用地の下部に設置されると考えられることから、上部を公園、運動場、道路等に利用することを考え、頂版下面から地表までの土被り厚は3m以上確保するよう設定した。

④ 地盤条件

地盤条件の一般的な設定は難しいが、堅い地盤と軟弱な地盤の代表的な事例である東京都の山の手地盤及び下町地盤を参考に、図-2-2のようにモデル化したタイプを地盤条件とした。

深度	地盤A (山の手地盤)	地盤B (下町地盤)
0	洪砂 N = 30	粘性土 N < 2
30		洪砂 N = 15
50	洪砂 N > 50	
80	軟岩	洪砂 N > 50

図-2-2 検討対象地盤

⑤ 流量

流量の最小値は、小規模な放水路も計画されるであろう事を考慮し $50\text{m}^3/\text{s}$ とした。また最大値は1連トンネルの場合「②勾配」と同様の理由により $600\text{m}^3/\text{s}$ とし、これを越えるケースは2連で計画し、この場合最大値を $1,200\text{m}^3/\text{s}$ とした。また、本川と放水路との分流比はいろいろなケースが考えられるがここでは、1:1及び2:1の2ケースとして設定した。その結果、本川上流流量、本川下流流量、放水路流量の組合せは、表-2-1に示すように20ケースとなった。

表-2-1 本川流量、放水路流量の検討ケース

	本川上流流量 (m^3/S)	本川下流流量 (m^3/S)	放水路流量 (m^3/S)
1	100	50	50
2	150	100	50
3	200	100	100
4	300	200	100
5	400	200	200
6	600	300	300
7	600	400	200
8	800	400	400
9	900	600	300
10	1000	500	500
11	1200	600	600
12	1200	800	400
13	1500	1000	500
14	1600	800	800
15	1800	1200	600
16	2000	1000	1000
17	2400	1200	1200
18	2400	1600	800
19	3000	2000	1000
20	3600	2400	1200

⑥ 付帯施設

表-2-2は、計画中、施工中、管理中の地下河川の付帯施設を示したものである。これより洪水を制御するのに直接必要な施設のほかに騒音といった環境対策上必要な施設、また、堆砂・土砂の排出等の管理を容易にするための施設が設置されている。

表-2-2 地下放水路・地下調節池の付帯施設

施設名・ 段階 メニュー	地下放水路						地下調節池					施設数
	A 計画	B 施工	C 施工	D 管理	E 施工	F 施工	G 計画	H 管理	I 管理	J 施工	K 管理	
スクリーン	○		○		○	○	○		○	○	○	8
消音施設								○	○			2
沈砂池	○				○	○	○					4
管理用通路			○			○	○		○	○	○	6
管理所	○							○				2
あかり窓								○				1
照明施設	○	○			○	○	○					5
消火施設									○			1
洗浄施設					○	○	○	○		○	○	6
貯水タンク								○				1
給・排気施設					○	○	○	○	○	○	○	7
空気抜き口	○											1
臭気対策施設						○		○				2
ポンプ施設	○				○	○	○	○	○	○	○	8
ポンプ電機室								○				1
非常用発電									○			1
ばっ気施設						○						1
排泥施設	○				○	○	○	○	○			6
搬入・出施設								○	○			2
遠方監視装置		○	○	○		○		○	○			6
水位計	○	○	○		○	○	○	○		○	○	10
流速計	○	○										2

今回の検討では、この中からスクリーン、沈砂池、管理用道路、ポンプ施設、ポンプ電機室、排泥施設、搬入・出施設を対象として事業費の検討を行なう。

以上述べた一般的な条件を整理すると、表-2-3のようになる。しかし、ケース・スタディを行う場合、ここに述べた一般的な条件だけでは足りず、各構造についてもう少し詳細な条件設定が必要で、次節以降においてそのような検討を行っている。

表-2-3 地下放水路の設定条件

延長	10km (シールド工法については 2 km, 5 kmを加える)
土被り厚	3 m 以上 (地表～頂版下面)
勾配	1/800 を基本 1/500、1/1,000、1/1500 を加える
深度	15、30、50、100 m
施工法	開削、シールド、NATM
断面形	1 連トンネルを基本 並列 2 連を加える
流量	1 連: 50、100、200、300 400、500、600 m ³ /s 2 連: 600、800、1,000、 1,200 m ³ /s
地盤条件	地盤 A (山の手地盤) 地盤 B (下町地盤)

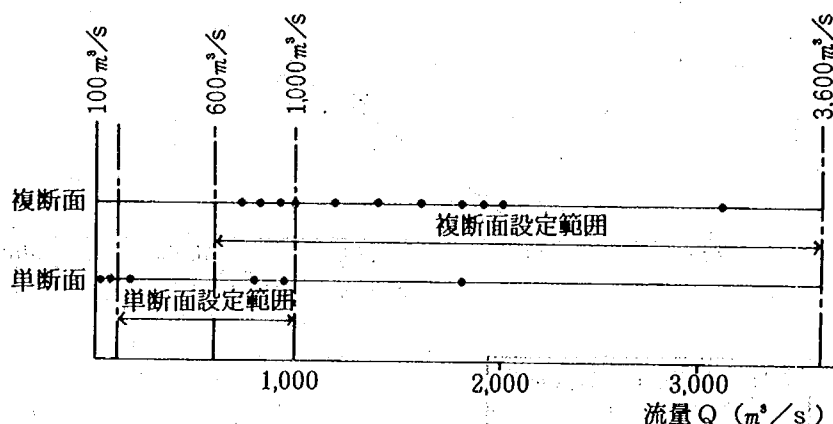
2.2 本川河道の検討

地下河川は、地上にある河川と一体となり機能するものである。従って、本川の断面諸元との関係で地上河川（以下、本川と呼ぶ）と放水路との分流点の構造を設定していく必要がある。そのためには、まず本川の河道断面の諸元が必要となるが、本研究では具体的な河川ではなく一般的な条件を設定して検討を進めているため何等かの形で、本川河道断面を設定しなければならない。ここでは、実際の河川の河道諸元の実態を踏まえて設定する方法をとり、以下の手順でケース・スタディの本川河道諸元を設定した。

- ① 全国の河川について流量と河道断面の情報を収集する。
- ② 収集した断面を単断面と複数断面に分類する。
- ③ 単断面河道、複断面河道それぞれについて、流量と河川幅、流量と水深との関係を整理する。

- ④ 単断面河道，複断面河道それぞれについて，法勾配の度数分布をまとめる。
- ⑤ ③，④，⑤の結果をもとに，本川河道の計画流量に応じた断面諸元を設定する。

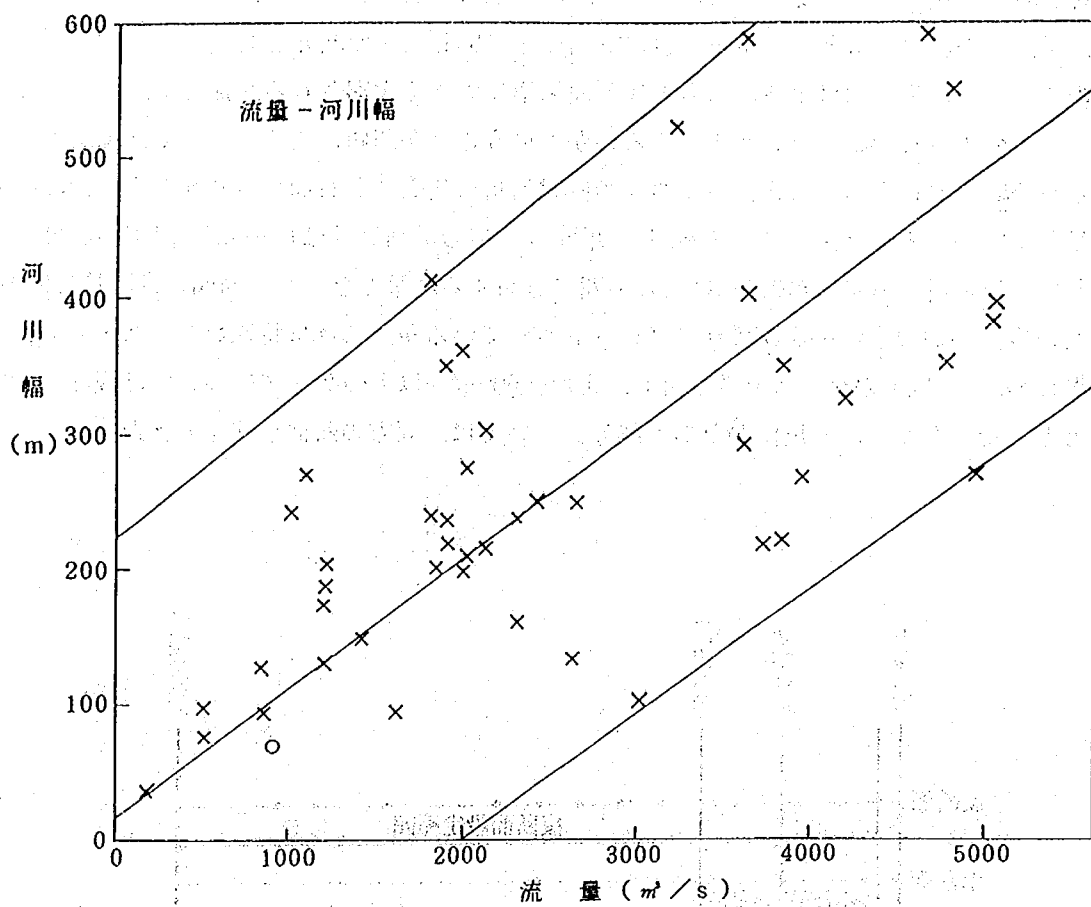
周知のごとく，河道断面は単断面河道と複断面河道に大きく大別される。従って，どのような条件によってそのような形状の違いが出てくるのかということが問題になる。ここでは流量がそれを説明するパラメータになると考え，いくつかの直轄河川の代表的な断面を単断面と複断面に区分し，計画流量との関係を見た（図－２－３参照）。単断面河道の計画流量は $1,800\text{m}^3/\text{s}$ 以下の範囲に分布し，複断面河道の計画流量は $740\text{m}^3/\text{s}$ 以上の範囲に分布する結果となった。同図には流量 $1,800\text{m}^3/\text{s}$ で単断面の事例が他の事例を飛び離れてプロットされているが，これは特殊なケースと考え，本川の流量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以下のケースを単断面で，また， $600\text{m}^3/\text{s}$ 以上のケースについては複断面で設定することとした。なお，流量規模がだぶる部分については，両方の断面形状を考えた。



図－２－３ 計画流量と断面形状（直轄河川）

次に，河道の断面形状が設定されたとして，その大きさをどのように設定するかが問題となる。東京都内の中小河川，全国総合治水対策特定河川，全国の直轄河川の一部を対象に，計画流量と河川幅との関係を複断面河道についてまとめたものが，図－２－４(a)である。

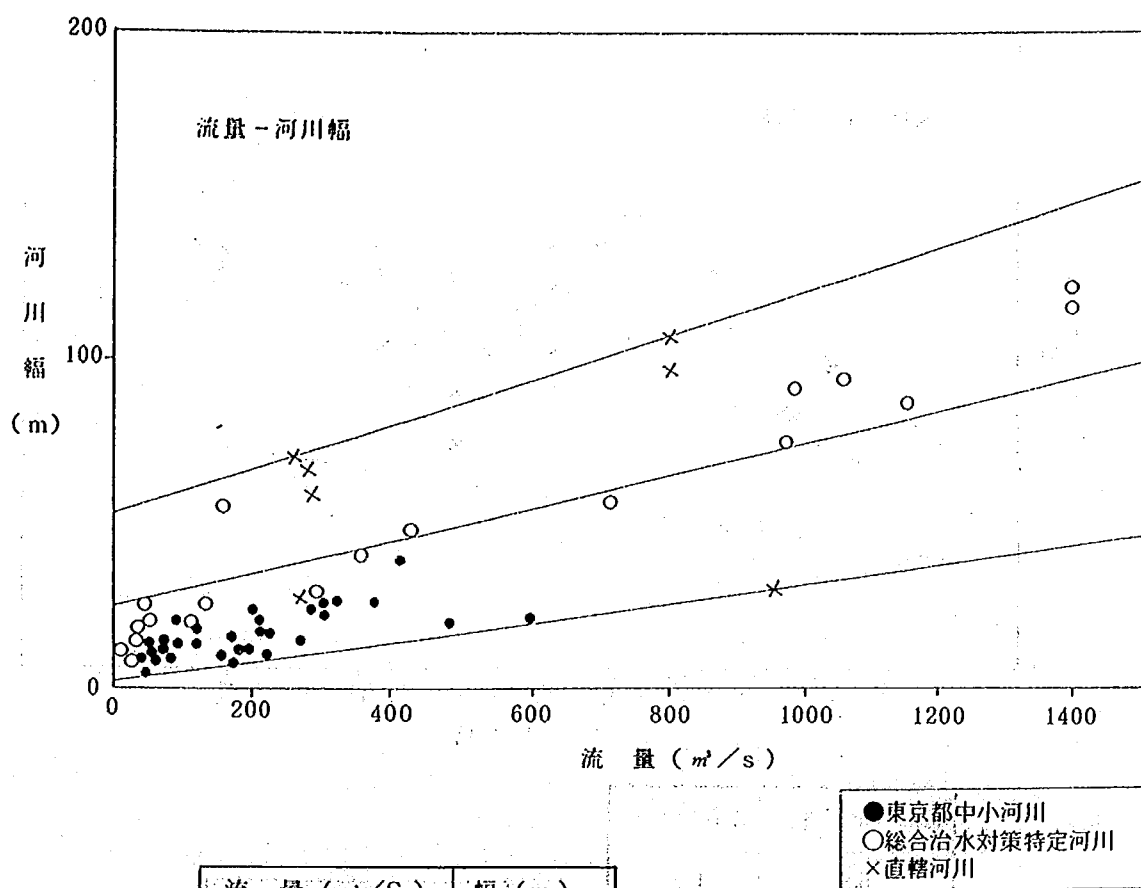
一方，単断面河道についても同様の方法によりまとめると図－２－４(b)のようになる。



流量 (m^3/s)	幅 (m)
600	75
800	95
900	105
1,000	115
1,200	135
1,500	165
1,600	175
1,800	190
2,000	215
2,400	250
3,000	305
3,600	365

● 東京都中小河川
 ○ 総合治水対策特定河川
 × 直轄河川

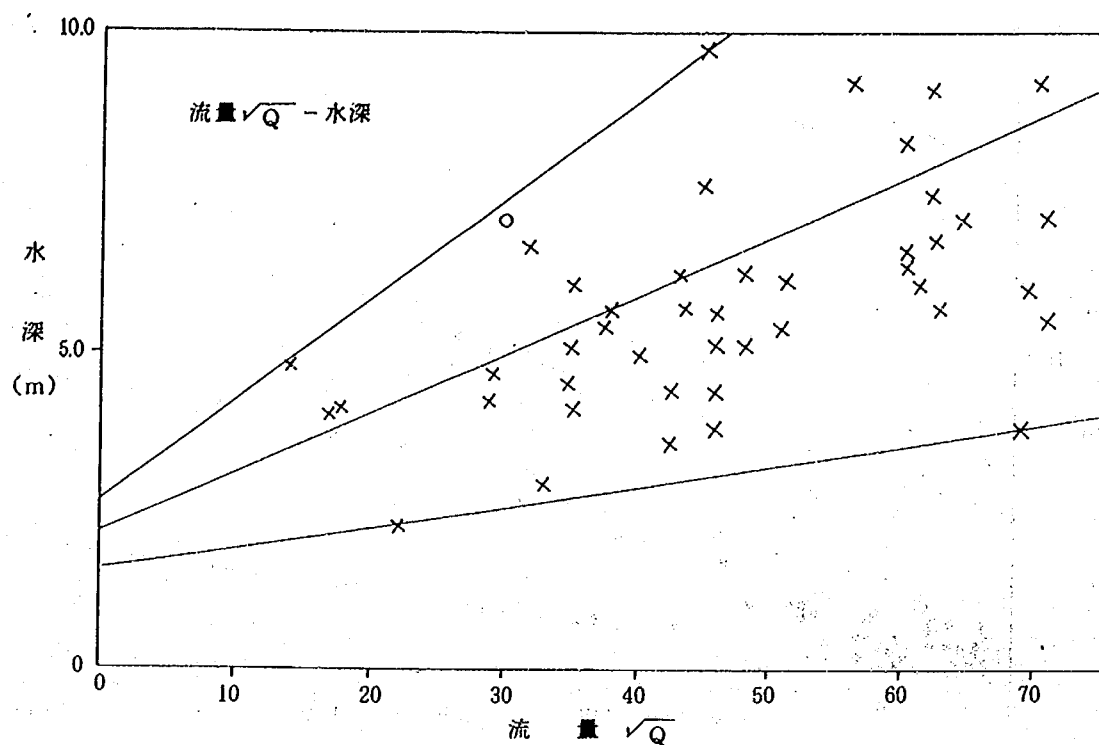
図-2-4(a) 計画流量と河川幅(複断面)



流 量 (m^3/s)	幅 (m)
100	30
150	32
200	35
300	40
400	44
600	55
800	65
900	70
1,000	75

図-2-4(b) 計画流量と河川幅 (単断面)

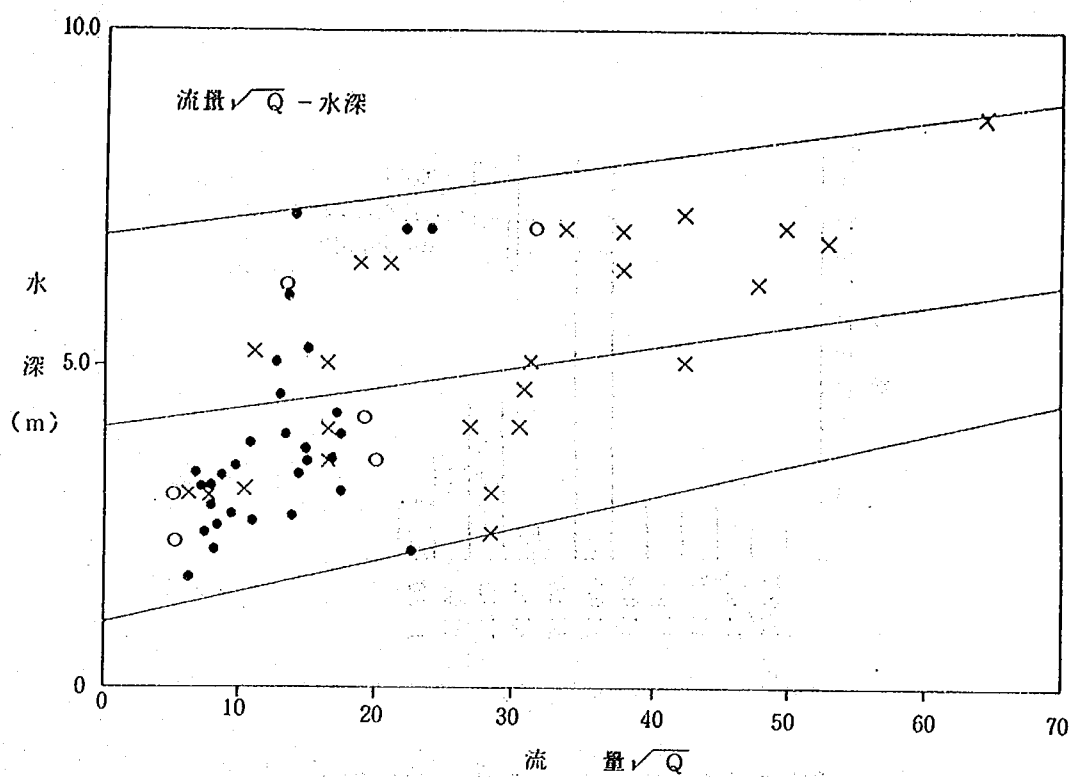
河川幅と同様の主旨により，計画流量と水深との関係を複断面・単断面河道についてまとめたものが，図－２－５(a)，図－２－５(b)である。



流量 (m ³ /s)	水深 (m)
600	4.5
800	4.7
900	4.9
1,000	5.1
1,200	5.4
1,500	5.7
1,600	5.8
1,800	6.0
2,000	6.3
2,400	6.6
3,000	7.2
3,600	7.6

● 東京都中小河川
○ 総合治水対策特定河川
× 直轄河川

図－２－５(a) 計画流量と水深（複断面）



● 東京都中小河川
○ 総合治水対策特定河川
× 直轄河川

流 量 (m ³ /S)	水 深 (m)
100	4.3
150	4.4
200	4.4
300	4.5
400	4.6
600	4.8
800	4.9
900	4.9
1,000	5.0

図一 2 - 5 (b) 計画流量と水深 (単断面)

河川幅の検討と同じ河川を対象に、法勾配の度数分布を示したものが図-2-6及び図-2-7である。図示した度数は、単断面河道では流量 $100\text{m}^3/\text{s}\sim 1,000\text{m}^3/\text{s}$ の断面の法勾配、複断面河道では流量 $600\text{m}^3/\text{s}\sim 3,600\text{m}^3/\text{s}$ の断面の法勾配である。同図より、法勾配は単断面河道で $1:0.5$ に、複断面河道で $1:2.0$ が最も発現度数が大きい。

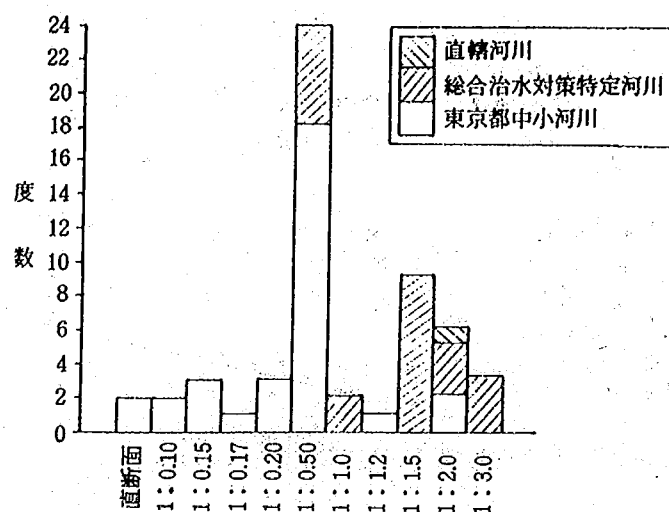


図-2-6 法勾配の度数分布 (単断面)

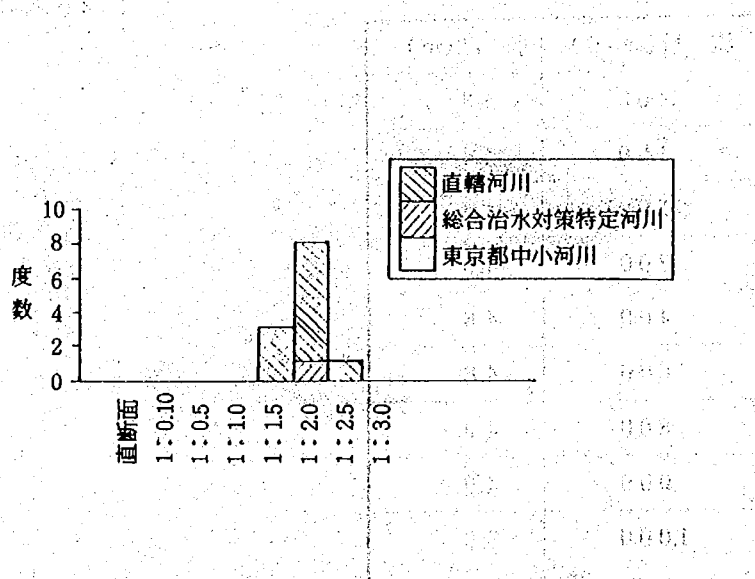
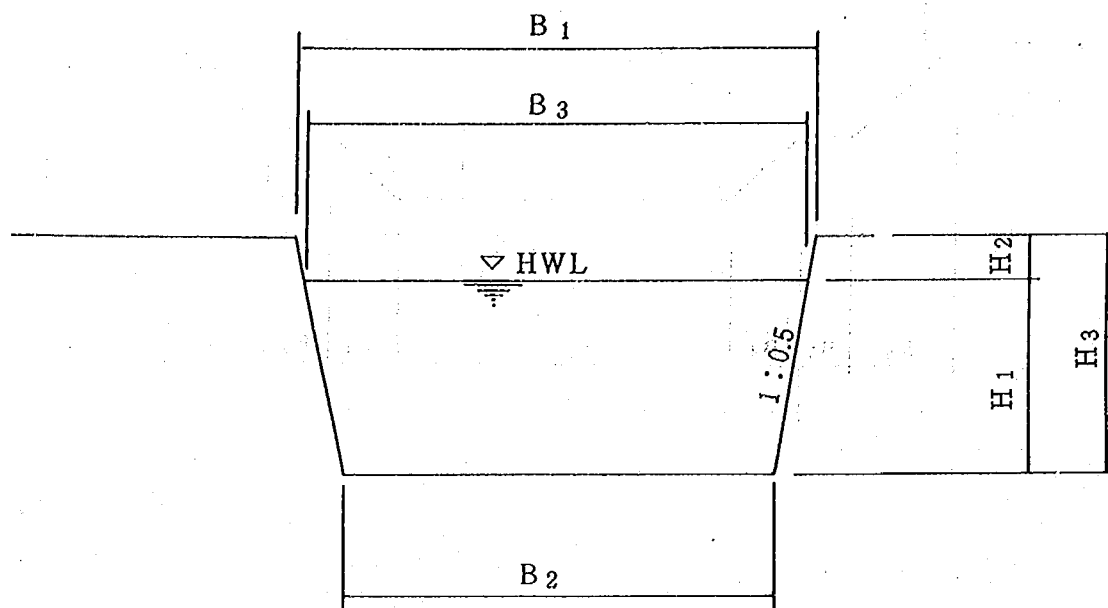


図-2-7 法勾配の度数分布 (複断面)

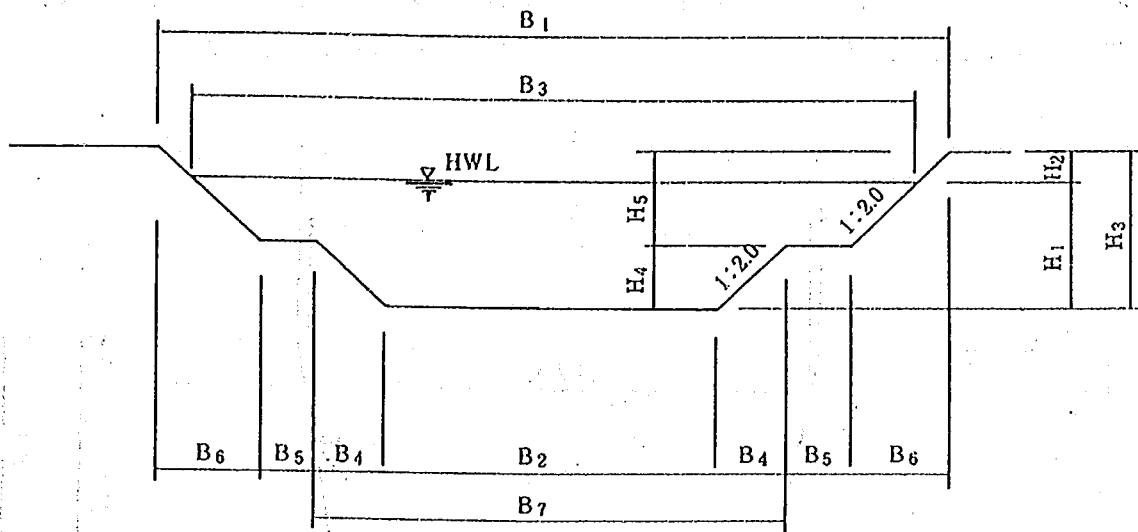
以上の結果をもとに、流量に応じた本川河道の断面形状を図-2-8及び図-2-9のように設定した。このうち、流量を一定とした場合、河川幅と水深は極めて強い従属関係にあるが、ここでは、実績における流量との相関が高かった河川幅を先に設定するようにした。すなわち、図-2-4(前出)において、流量に対応する河川幅の上、下限包絡線を引き、それらの中央値から河川幅(75~365m)を設定した。また、単断面については、同様に30~75mと設定した。



単断面河道形状

流 量 (m^3/s)	川 幅 (m) B 1	水 深 (m) H 1	法勾配 1:M	(m) H 2	(m) H 3	(m) B 2	(m) B 3	(m^2) A	流 速 (m/s) V	潤 辺 P	径 深 R	河床 勾配 i	i=800 としたn	n=0.03 としたI
100	30	4.3	1:0.5	0.6	4.9	25.1	29.4	117.2	0.9	34.71	3.375	800	0.09321	7724
150	32	4.4	1:0.5	0.6	5.0	27.0	31.4	128.5	1.2	36.83	3.487	800	0.06964	4311
200	35	4.4	1:0.5	0.8	5.2	29.8	34.2	140.8	1.4	39.63	3.552	800	0.05794	2985
300	40	4.5	1:0.5	0.8	5.3	34.7	39.2	166.3	1.8	44.76	3.714	800	0.04700	1964
400	44	4.6	1:0.5	0.8	5.4	38.6	43.2	188.1	2.1	48.88	3.848	800	0.04083	1483
600	55	4.8	1:0.5	1.0	5.8	49.2	54.0	247.7	2.4	59.93	4.132	800	0.03758	1256
800	65	4.9	1:0.5	1.0	5.9	59.1	64.0	301.6	2.7	70.05	4.305	800	0.03527	1106
900	70	4.9	1:0.5	1.0	5.9	64.1	69.0	326.1	2.8	75.05	4.344	800	0.03410	1034
1000	75	5.0	1:0.5	1.0	6.0	69.0	74.0	357.5	2.8	80.18	4.458	800	0.03424	1042

図-2-8 本川河道の断面形状(単断面)



複断面河道形状

流量 (m^3/s)	川幅 B_1 (m)	水深 H (m)	法勾配 $1:M$	(m) H_2	(m) H_3	(m) H_4	(m) H_5	(m) B_2	(m) B_3	(m) B_4	(m) B_5	(m) B_6	(m) B_7	Δ (m ²)	V (m/s)	洞 辺 P	径 深 R	河 床 勾配 i	$i=800$ とした n	$n=0.035$ とした l
600	75	4.5	1:2	1.0	5.5	3.1	2.4	27.6	71.0	6.2	12.7	4.8	40	200.3	3.0	73.12	2.738	800	0.02309	348
800	95	4.7	1:2	1.0	5.7	3.2	2.5	37.2	91.0	6.4	17.5	5.0	50	271.5	2.9	93.21	2.912	800	0.02447	391
900	105	4.9	1:2	1.0	5.9	3.3	2.6	41.8	101.0	6.6	19.8	5.2	55	316.2	2.8	103.3	3.060	800	0.02618	448
1000	115	5.1	1:2	1.0	6.1	3.3	2.8	46.8	111.0	6.6	21.9	5.6	60	369.5	2.7	113.4	3.258	800	0.02871	539
1200	135	5.4	1:2	1.0	6.4	3.4	3.0	56.4	131.0	6.8	26.5	6.0	70	468.9	2.6	133.5	3.510	800	0.03191	665
1500	165	5.7	1:2	1.0	6.7	3.6	3.1	70.6	161.0	7.2	33.8	6.2	85	609.4	2.5	163.6	3.722	800	0.03449	777
1600	175	5.8	1:2	1.0	6.8	3.6	3.2	75.6	171.0	7.2	36.1	6.4	90	664.6	2.4	173.7	3.825	800	0.03592	843
1800	190	6.0	1:2	1.0	7.0	3.7	3.3	80.2	186.0	7.4	40.9	6.6	95	741.3	2.4	188.8	3.925	800	0.03623	858
2000	215	6.3	1:2	1.2	7.5	3.8	3.7	89.8	210.2	7.6	47.6	7.4	105	883.1	2.3	213.1	4.142	800	0.04026	1059
2400	250	6.6	1:2	1.2	7.8	3.9	3.9	109.4	245.2	7.8	54.7	7.8	125	1104.5	2.2	248.3	4.448	800	0.04400	1265
3000	305	7.2	1:2	1.2	8.4	4.1	4.3	133.6	300.2	8.2	68.9	8.6	150	1492.8	2.0	303.5	4.916	800	0.05086	1690
3600	365	7.6	1:2	1.2	8.8	4.3	4.5	162.8	360.2	8.6	83.5	9.0	180	1903.9	1.9	363.7	5.233	800	0.05636	2075

図-2-9 本川河道の断面形状(複断面)

なお、ここで設定した河道形状、河川幅、水深、及び法勾配は、ケース・スタディの条件設定の都合からあくまで実態を基に設定したものであり、「こうでなければならない」とか「こうであることが望ましい」といった性格のものではないことは注意しなければならない。

2.3 地下放水路の流入部の構造検討

流入部は本川河道から洪水を分流し、トンネル部に落とし込む施設である。流入部を図-2-1(前出)に示すように、流入部を越流部、側水路部、導水路部、流入立坑部に区分し、構造諸元について概略的な検討を行なった結果を以下に示す。

1) 越流部

越流部は、本川河道の洪水を地下放水路に分流させる機能を持つ。ここでは管理の容易な固定堰方式を採用する。

(1) 越流堤高さの検討

越流堤の長さとは高さについては、所定の流量を分流するのに無限の組合せが存在する。従って、合理的な範囲で長さとは高さの関係を固定してケースを設定する必要がある。越流堤の高さを低くすると越流堤の長さを短縮することが可能となり、それに従い側水路、導水路の面積を縮小することが可能となる。しかし、その一方で越流開始流量も低くなることから、放水路の使用頻度を増す結果となる。本検討では越流堤の高さを先に設定し、それに応じた長さを次に設定する。

越流堤の高さは、今までに建設された施設の実績値をもとに設定した。表-2-4及び図-2-10は、越流堤天端高と計画堤防高、計画高水位との関係をまとめたものである。本表より、越流堤天端高と計画堤防高との率に比較的ばらつきが少ないことから、

$$\frac{(\text{越流堤天端高}) - (\text{計画河床高})}{(\text{計画堤防高}) - (\text{計画河床高})} = 0.6$$

と設定した。

表-2-4 越流堤天端高と計画堤防高、計画高水位との関係

河川名	施設名	計画河床高		計画堤防高		越流堤天端高		計画高水位		率*)		率**)	
		上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流
A	遊水池	51.500	51.430	54.200	54.200	53.000	53.000	53.608	53.144	0.56	0.57	0.71	0.92
B	遊水池	3.019	2.932	8.70	8.70	6.819	6.732	7.719	7.632	0.57	0.66	0.81	0.81
C	放水路	2.610	2.485	5.510	5.385	4.260	4.198	4.910	4.785	0.57	0.59	0.72	0.75
D	遊水池	4.940	4.200	7.900	7.900	6.240	5.500	7.100	7.100	0.44	0.35	0.60	0.45
E	遊水池	0.481	0.481	4.998	4.998	3.950	3.950	4.398	4.398	0.77	0.77	0.89	0.89

*) 率 = (越流堤天端 - 計画河床高) / (計画堤防高 - 計画河床高)
 **) 率 = (越流堤天端 - 計画河床高) / (計画高水位 - 計画河床高)

→ 平均値 0.602

≒ 6割

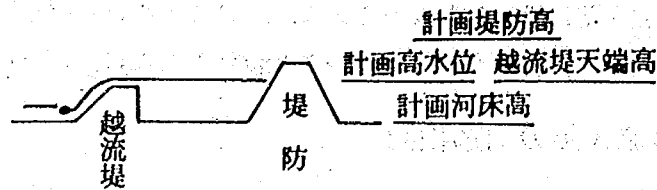


図-2-10 越流堤天端高と計画堤防高、計画高水位、計画河床高との関係

(2) 越流堤長さの検討

計画分流量を所定の越流堤高で分流させるのに妥当な越流堤長さを設定する。

図-2-11は、越流堤長さLを求めるための概略図を示したものである。

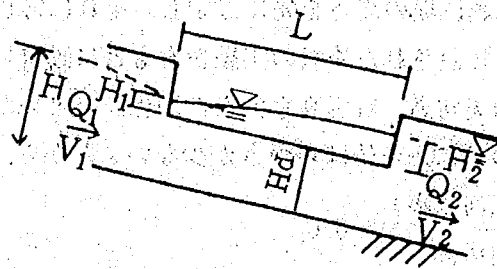


図-2-11 横越流の概要図

これより、

$$V1 = Q1 / (B \times H) \quad \dots\dots (2.3.1)$$

$$V2 = Q2 / B (H2 + Hd) \quad \dots\dots (2.3.2)$$

$$H1 = H2 - \frac{V1^2 - V2^2}{2g} \quad \dots\dots (2.3.3)$$

ここに、Q1：越流前流量

V1：越流前流速

Q2：越流後流量

V2：越流後流速

H1：越流堤上流端の越流水深

H2：越流堤下流端の越流水深

B：河川幅（水面幅と河床幅の平均とした）

Hd：越流堤の高さ

次に、越流堤長さを L (m)、越流水深を H (m)、越流係数を C 、越流点の上流端から越流堤に沿って x 軸をとると、

$$Q = \int C H^{3/2} dx \quad \dots\dots (2.3.4)$$

$x=0$ のとき $H=H_1$ 、 $x=L$ のとき $H=H_2$ とし、式2.3.4を L について解くと、

$$L = \frac{5Q (H_2^{5/2} - H_1^{5/2})}{2C (H_2 - H_1)} \quad \dots\dots (2.3.5)$$

本間の越流公式の完全越流係数を C に用いると、

$$C = 1.28 + 1.42 \frac{H}{H_d} \quad \dots\dots (2.3.6)$$

ここに、 H : 越流水深 (m)

H_d : 越流堤高さ (m)

越流水深 H は越流堤の上・下流端で異なるため、ここでは両点の中間値をとり、

$$H = \frac{H_1 + H_2}{2} \quad \dots\dots (2.3.7)$$

とした。以上の方法により越流堤高さ、越流堤長さを求めたものが、表-2-5である。

表-2-5 越流堤高さ、越流堤長さの検討結果

単断面河道

堰幅の設定

(横越流式による)

堰高=堤防高×0.6

	本川流量 Q1(m³/s)	余裕高 (m)	分流量 Q3(m³/s)	下流流量 Q2(m³/s)	水面幅 (m)	河床幅 (m)	平均川幅 B (m)	上流流速 V1(m/s)	下流流速 V2(m/s)	分流前水深 H (m)	堤防高 (m)	越流堤高 Hd(m)	下流越流 水深H2(m)	上流越流 水深H1(m)	越流係数 C	越流堤幅 L (m)
1	100	0.6	50	50	29.4	25.1	27.3	0.9	0.4	4.3	4.9	2.9	1.4	1.3	1.930	16.6
2	150	0.6	50	100	31.4	27.0	29.2	1.2	0.8	4.4	5.0	3.0	1.4	1.4	1.934	15.9
3	200	0.8	100	100	34.2	29.8	32.0	1.4	0.7	4.4	5.2	3.1	1.3	1.2	1.845	39.2
4	300	0.8	100	200	39.2	34.7	37.0	1.8	1.2	4.5	5.3	3.2	1.3	1.2	1.849	37.6
5	400	0.8	200	200	43.2	38.6	40.9	2.1	1.1	4.6	5.4	3.2	1.4	1.2	1.838	75.7
6	600	1.0	300	300	54.0	49.2	51.6	2.4	1.2	4.8	5.8	3.5	1.3	1.1	1.773	127.4
7	600	1.0	200	400	54.0	49.2	51.6	2.4	1.6	4.8	5.8	3.5	1.3	1.2	1.785	81.4
8	800	1.0	400	400	64.0	59.1	61.6	2.7	1.3	4.9	5.9	3.5	1.4	1.1	1.772	166.2
9	900	1.0	300	600	69.0	64.1	66.6	2.8	1.8	4.9	5.9	3.5	1.4	1.1	1.782	120.0
10	1000	1.0	500	500	74.0	69.0	71.5	2.8	1.4	5.0	6.0	3.6	1.4	1.1	1.773	201.3

複断面河道

堰幅の設定

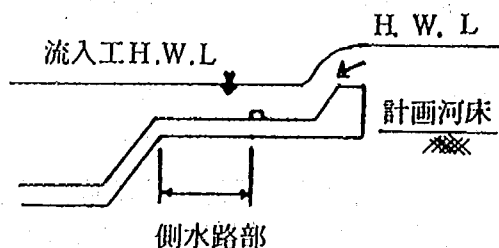
(横越流式による)

堰高=堤防高×0.6

	本川流量 Q1(m³/s)	余裕高 (m)	分流量 Q3(m³/s)	下流流量 Q2(m³/s)	水面幅 (m)	河床幅 (m)	平均川幅 B (m)	上流流速 V1(m/s)	下流流速 V2(m/s)	分流前水深 H (m)	堤防高 (m)	越流堤高 Hd(m)	下流越流 水深H2(m)	上流越流 水深H1(m)	越流係数 C	越流堤幅 L (m)
1	600	1.0	300	300	75.0	27.6	51.3	2.6	1.3	4.5	5.5	3.3	1.2	0.9	1.741	155.3
2	600	1.0	200	400	75.0	27.6	51.3	2.6	1.7	4.5	5.5	3.3	1.2	1.0	1.755	98.1
3	800	1.0	400	400	95.0	37.2	66.1	2.6	1.3	4.7	5.7	3.4	1.3	1.0	1.759	183.4
4	900	1.0	300	600	105.0	41.8	73.4	2.5	1.7	4.9	5.9	3.5	1.4	1.2	1.790	116.9
5	1000	1.0	500	500	115.0	46.8	80.9	2.4	1.2	5.1	6.1	3.7	1.4	1.2	1.795	181.9
6	1200	1.0	600	600	135.0	56.4	95.7	2.3	1.2	5.4	6.4	3.8	1.6	1.4	1.819	187.5
7	1200	1.0	400	800	135.0	56.4	95.7	2.3	1.5	5.4	6.4	3.8	1.6	1.4	1.829	121.0
8	1500	1.0	500	1000	165.0	70.6	117.8	2.2	1.5	5.7	6.7	4.0	1.7	1.5	1.848	132.5
9	1600	1.0	800	800	175.0	75.6	125.3	2.2	1.1	5.8	6.8	4.1	1.7	1.5	1.846	208.6
10	1800	1.0	600	1200	190.0	80.2	135.1	2.2	1.5	6.0	7.0	4.2	1.8	1.7	1.865	141.3
11	2000	1.2	1000	1000	215.0	89.8	152.4	2.1	1.0	6.3	7.5	4.5	1.8	1.6	1.822	243.9
12	2400	1.2	1200	1200	250.0	109.4	179.7	2.0	1.0	6.6	7.8	4.7	1.9	1.8	1.839	261.1
13	2400	1.2	800	1600	250.0	109.4	179.7	2.0	1.3	6.6	7.8	4.7	1.9	1.8	1.845	170.6
14	3000	1.2	1000	2000	305.0	133.6	219.3	1.9	1.3	7.2	8.4	5.0	2.2	2.1	1.874	174.2
15	3600	1.2	1200	2400	365.0	162.8	263.9	1.8	1.2	7.6	8.8	5.3	2.3	2.2	1.892	184.9

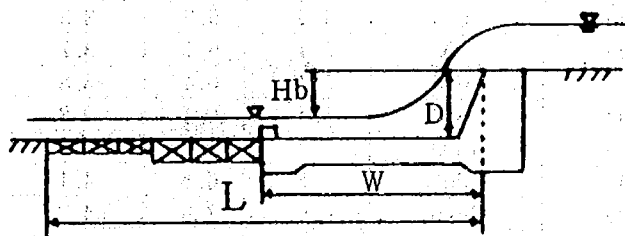
2) 側水路部

側水路部は、図－2－12のとおり越流堰から流入した洪水を導水路に流下させる機能と、越流部での洪水の減勢効果をより安定させる機能の2つを有する構造物である。



図－2－12 側水路部の概要図

側水路延長は、洪水の流れが常流を形成する長さを必要とする。このようなことを考慮し、側水路部の幅は、越流堰幅と同様な幅で設定した。また、側水路部の延長については、上流からの流水の乱れがなくなる区間距離として護床工延長の計算である「河川砂防技術基準，設計編（第4節床止め）」に準拠して求めた。（図－2－13参照）。



$$W = 0.6 C_0 \sqrt{D}$$

$$L = 0.67 C_0 \sqrt{H_b \cdot q}$$

W：水叩きの長さ（m） ∴側水路長＝L－W

L：水叩きの長さ＋下流側の護床工の長さ（m）

浸透路係数 C_0

区 分	C_0
微細砂又はシルト	18
細 砂	15
粗 砂	12
砂，砂利混合物	9
玉石混じり粗砂利	4～6

C_0 ：浸透路係数（前表による）

D：水叩き天端高から本体頂までの高さ（m）

H_b ：湧水時下流側水位から本体頂までの高さ（m）

一般に水叩き天端高から本体頂までの高さを取り、 $H_b = D$ とする。

q：単位幅流量（ m^2/S ）

D：越流堤天端高

図－2－13 側水路部の延長の根拠

浸透路係数 C_o はその基礎地盤の種別毎に 4 ~ 18 の値をとる。

ここでは、基礎地盤が砂、粗砂と仮定し、 $C = 10$ とした。その結果を表-2-6 にまとめる。

表-2-6 ケース毎の側水路長

(a) 本川が単断面河道の場合

	本川流量 Q_1 (m^3/s)	分流量 Q_3 (m^3/s)	下流流量 Q_2 (m^3/s)	水深 H (m)	堤防高 (m)	堰高 H_d (m)	堰幅 (m)	q	L (m)
1	100	50	50	4.3	4.9	2.9	16.6	3.01	19.9
2	150	50	100	4.4	5.0	3.0	15.9	3.14	20.6
3	200	100	100	4.4	5.2	3.1	39.2	2.55	18.9
4	300	100	200	4.5	5.3	3.2	37.6	2.66	19.5
5	400	200	200	4.6	5.4	3.2	75.7	2.64	19.6
6	600	300	300	4.8	5.8	3.5	127.4	2.35	19.2
7	600	200	400	4.8	5.8	3.5	81.4	2.46	19.6
8	800	400	400	4.9	5.9	3.5	166.2	2.41	19.6
9	900	300	600	4.9	5.9	3.5	120.0	2.50	19.9
10	1000	500	500	5.0	6.0	3.6	201.3	2.48	20.0

(b) 本川が複断面河道の場合

	本川流量 Q_1 (m^3/s)	分流量 Q_3 (m^3/s)	下流流量 Q_2 (m^3/s)	水深 H (m)	堤防高 (m)	堰高 H_d (m)	堰幅 (m)	q	L (m)
1	600	300	300	4.5	5.5	3.3	155.3	1.93	16.9
2	600	200	400	4.5	5.5	3.3	98.1	2.04	17.4
3	800	400	400	4.7	5.7	3.4	183.4	2.18	18.3
4	900	300	600	4.9	5.9	3.5	116.9	2.57	20.2
5	1000	500	500	5.1	6.1	3.7	181.9	2.75	21.3
6	1200	600	600	5.4	6.4	3.8	187.5	3.20	23.5
7	1200	400	800	5.4	6.4	3.8	121.0	3.31	23.9
8	1500	500	1000	5.7	6.7	4.0	132.5	3.77	26.1
9	1600	800	800	5.8	6.8	4.1	208.6	3.84	26.5
10	1800	600	1200	6.0	7.0	4.2	141.3	4.25	28.3
11	2000	1000	1000	6.3	7.5	4.5	243.9	4.10	28.8
12	2400	1200	1200	6.6	7.8	4.7	261.1	4.60	31.1
13	2400	800	1600	6.6	7.8	4.7	170.6	4.69	31.4
14	3000	1000	2000	7.2	8.4	5.0	174.2	5.74	36.0
15	3600	1200	2400	7.6	8.8	5.3	184.9	6.49	39.2

3) 導水路

導水路は越流部で分流した洪水を流入立坑部まで導入する機能のほかに、洪水の流下物がトンネル部に流入するのを防ぐ機能を持つ。ここで、導水路幅を越流堤長さと同一にとり、流下物の沈降に必要な導水路長さについて検討する。

導水路長さの検討には、河川砂防技術基準（案）設計編に記載されている排水機場の沈砂地の設計方針を適用する。

技術基準によれば導水路長さ L の標準値は、比重 2.65、粒径 0.3mm の土粒子が 0.3 m/s の流速を持った導水路内で沈降するのに必要な長さとして得られ、最小で吸水槽幅 B の 1.0 倍、最大で B の 1.5 倍とされている。有効水深 h から導水路長さ L を求める式は、次のようになっている。

$$L \geq \frac{V}{V'} \cdot h \quad (2.3.8)$$

ここに、

L : 導水路長さ (m)

V : 導水路内の流速 (=0.3 m/s)

V' : 土砂沈降速度 (=0.032 m/s)

h : 有効水深 (m)

また、有効水深 h は、次式で求められる。

$$h = \frac{Q}{B \cdot V} \quad (2.3.9)$$

ここに、

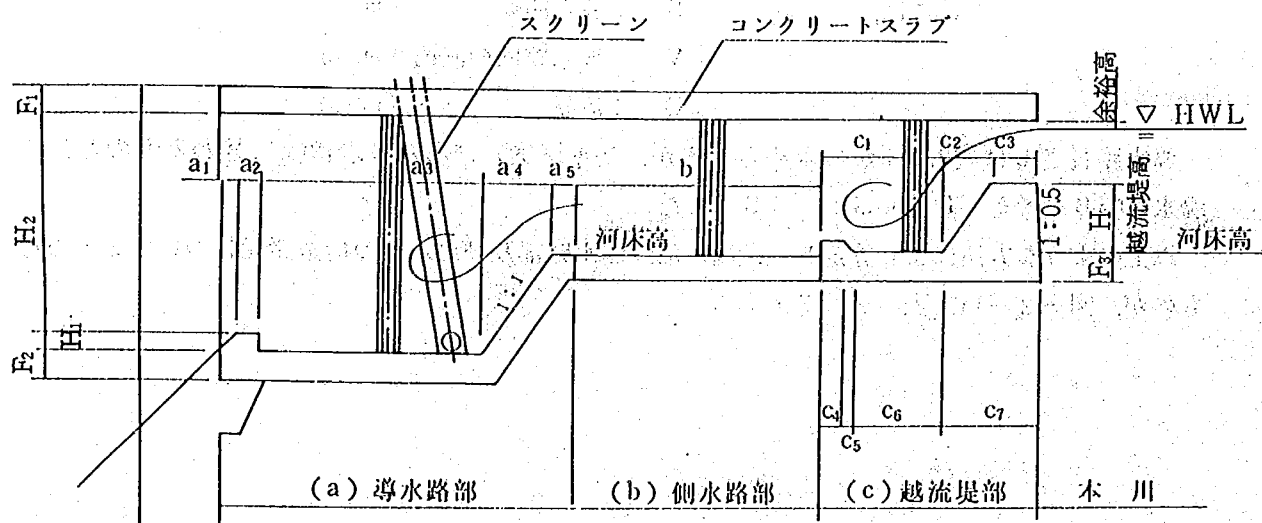
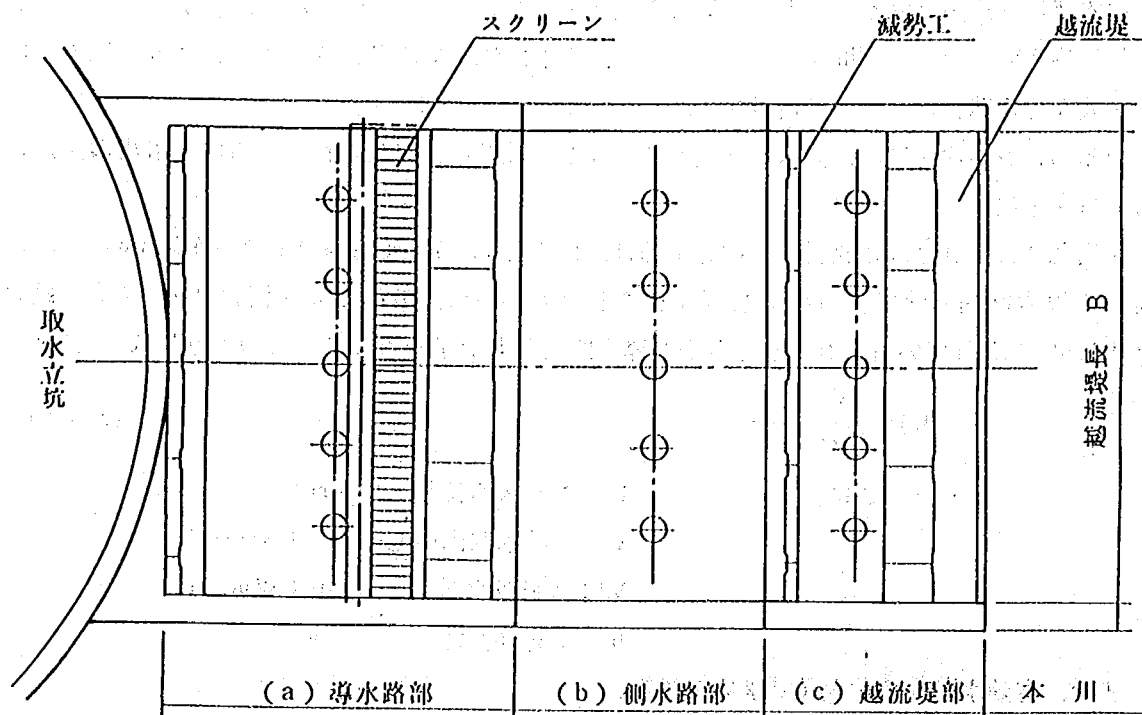
B : 導水路幅 (m)

V : 導水路内の流速 (m/s)

Q : 流量 (m³/s)

導水路長さ L は式 2.3.5 から求められるが、基準（案）にある吸水槽幅に替わるものとして導水路幅 B を考え、 $B \leq L \leq 1.5 B$ とした。

以上のような方法により算定した、越流部、側水路部及び導水路部の構造諸元についてまとめたものが、図-2-14、表-2-7 である。



図一 2 - 14 越流部、導水路構造諸元

表-2-7 流入部の寸法表

単断面河道

流入部 寸法表

	本川流量 Q1(m³/s)	分流量 Q3(m³/s)	下流流量 Q2(m³/s)	堰高 H(m)	B (m)	W (m)	F1 (m)	F2 (m)	F3 (m)	H1 (m)	H2 (m)	a1 (m)	a2 (m)	a3 (m)	a4 (m)	a5 (m)	b (m)	c1 (m)	c2 (m)	c3 (m)	c4 (m)	c5 (m)	c6 (m)	c7 (m)	総延長 (m)
1	100	50	50	2.9	16.6	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	14.9	0.3	0.5	24.9	10.3	0.5	19.9	7.3	2.9	1.5	0.5	0.5	6.3	4.4	68.2
2	150	50	100	3.0	15.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	15.5	0.3	0.5	23.9	10.8	0.5	20.6	7.4	3.0	1.5	0.5	0.5	6.4	4.5	68.5
3	200	100	100	3.1	39.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	13.7	0.3	0.5	58.8	8.8	0.5	18.9	7.5	3.1	1.6	0.5	0.5	6.5	4.7	100.0
4	300	100	200	3.2	37.6	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	14.2	0.3	0.5	56.4	9.2	0.5	19.5	7.5	3.2	1.6	0.5	0.5	6.5	4.8	98.6
5	400	200	200	3.2	75.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	14.2	0.3	0.5	82.6	9.1	0.5	19.6	7.6	3.2	1.6	0.5	0.5	6.6	4.9	125.0
6	600	300	300	3.5	127.4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	13.6	0.3	0.5	127.4	8.1	0.5	19.2	7.7	3.5	1.7	0.5	0.5	6.7	5.2	169.0
7	600	200	400	3.5	81.4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	14.0	0.3	0.5	81.4	8.5	0.5	19.6	7.7	3.5	1.7	0.5	0.5	6.7	5.2	123.7
8	800	400	400	3.5	166.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	13.9	0.3	0.5	166.2	8.3	0.5	19.6	7.7	3.5	1.8	0.5	0.5	6.7	5.3	208.4
9	900	300	600	3.5	120.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	14.2	0.3	0.5	120.0	8.6	0.5	19.9	7.7	3.5	1.8	0.5	0.5	6.7	5.3	162.9
10	1000	500	500	3.6	201.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	14.3	0.3	0.5	201.3	8.6	0.5	20.0	7.8	3.6	1.8	0.5	0.5	6.8	5.4	244.4

複断面河道

流入部 寸法表

	本川流量 Q1(m³/s)	分流量 Q3(m³/s)	下流流量 Q2(m³/s)	堰高 H(m)	B (m)	W (m)	F1 (m)	F2 (m)	F3 (m)	H1 (m)	H2 (m)	a1 (m)	a2 (m)	a3 (m)	a4 (m)	a5 (m)	b (m)	c1 (m)	c2 (m)	c3 (m)	c4 (m)	c5 (m)	c6 (m)	c7 (m)	総延長 (m)
1	600	300	300	3.3	155.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	11.9	0.3	0.5	155.3	6.7	0.5	16.9	7.6	3.3	1.7	0.5	0.5	6.6	5.0	192.8
2	600	200	400	3.3	98.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	12.3	0.3	0.5	98.1	7.1	0.5	17.4	7.6	3.3	1.7	0.5	0.5	6.6	5.0	136.4
3	800	400	400	3.4	183.4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	13.0	0.3	0.5	183.4	7.6	0.5	18.3	7.7	3.4	1.7	0.5	0.5	6.7	5.1	223.4
4	900	300	600	3.5	116.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	14.5	0.3	0.5	116.9	8.9	0.5	20.2	7.7	3.5	1.8	0.5	0.5	6.7	5.3	160.3
5	1000	500	500	3.7	181.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	17.1	0.3	0.5	187.5	11.0	0.5	23.5	7.9	3.8	1.9	0.5	0.5	6.9	5.8	236.9
6	1200	600	600	3.8	187.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	17.1	0.3	0.5	187.5	11.0	0.5	23.5	7.9	3.8	1.9	0.5	0.5	6.9	5.8	236.9
7	1200	400	800	3.8	121.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	17.4	0.3	0.5	121.0	11.3	0.5	23.9	7.9	3.8	1.9	0.5	0.5	6.9	5.8	171.2
8	1500	500	1000	4.0	132.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	19.3	0.3	0.5	132.5	12.9	0.5	26.1	8.0	4.0	2.0	0.5	0.5	7.0	6.0	186.8
9	1600	800	800	4.1	208.6	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	19.6	0.3	0.5	208.6	13.1	0.5	26.5	8.0	4.1	2.0	0.5	0.5	7.0	6.1	263.6
10	1800	600	1200	4.2	141.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	21.2	0.3	0.5	141.3	14.5	0.5	28.3	8.1	4.2	2.1	0.5	0.5	7.1	6.3	199.7
11	2000	1000	1000	4.5	243.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	21.2	0.3	0.5	243.9	14.0	0.5	28.8	8.2	4.5	2.3	0.5	0.5	7.2	6.8	302.9
12	2400	1200	1200	4.7	261.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	23.1	0.3	0.5	261.1	15.6	0.5	31.1	8.3	4.7	2.3	0.5	0.5	7.3	7.0	324.4
13	2400	800	1600	4.7	170.6	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	23.4	0.3	0.5	170.6	15.9	0.5	31.4	8.3	4.7	2.3	0.5	0.5	7.3	7.0	234.5
14	3000	1000	2000	5.0	174.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	27.5	0.3	0.5	179.4	19.4	0.5	36.0	8.4	5.0	2.5	0.5	0.5	7.4	7.6	252.2
15	3600	1200	2400	5.3	184.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	30.4	0.3	0.5	202.8	21.9	0.5	39.2	8.5	5.3	2.6	0.5	0.5	7.5	7.9	281.7

2.4 地下放水路のトンネル部の構造検討

地下放水路の設計基準については、「建設省河川砂防技術基準（案）計画編第9章14節トンネル河川」及び「同設計編，第1章，第8節トンネル河川」の中に示されている。そのうち，地下河川の流量を制約する事項をまとめると，次のようになる。

1. (設計流量) = (計画高水流量) $\times 130\%$
2. (空面積) = (設計流量の流下に必要な断面積) $\times 15\%$
3. (設計流量の最大値) $= 7 \text{ m}^3/\text{s}$
4. (設計流速の算定に用いる粗度係数 n) $= 0.015$
(断面積の算定に用いる粗度係数 n) $= 0.023$

前述したように，地下河川の計画規模は最大で断面積約 200 m^2 程度であった。そこで，断面積 200 m^2 の円形断面，正方形断面を対象に等流計算を行って，勾配と流下能力との関係をまとめたものを図-2-15に示す。また， I (河床勾配) $= 1/800$ に設定し，断面積と流下能力との関係をまとめたものを，図-2-16に示す。断面積 200 m^2 の地下河川の流下能力は $600 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度であることから，これを上回る計画流量に対してはトンネルを2連とした。

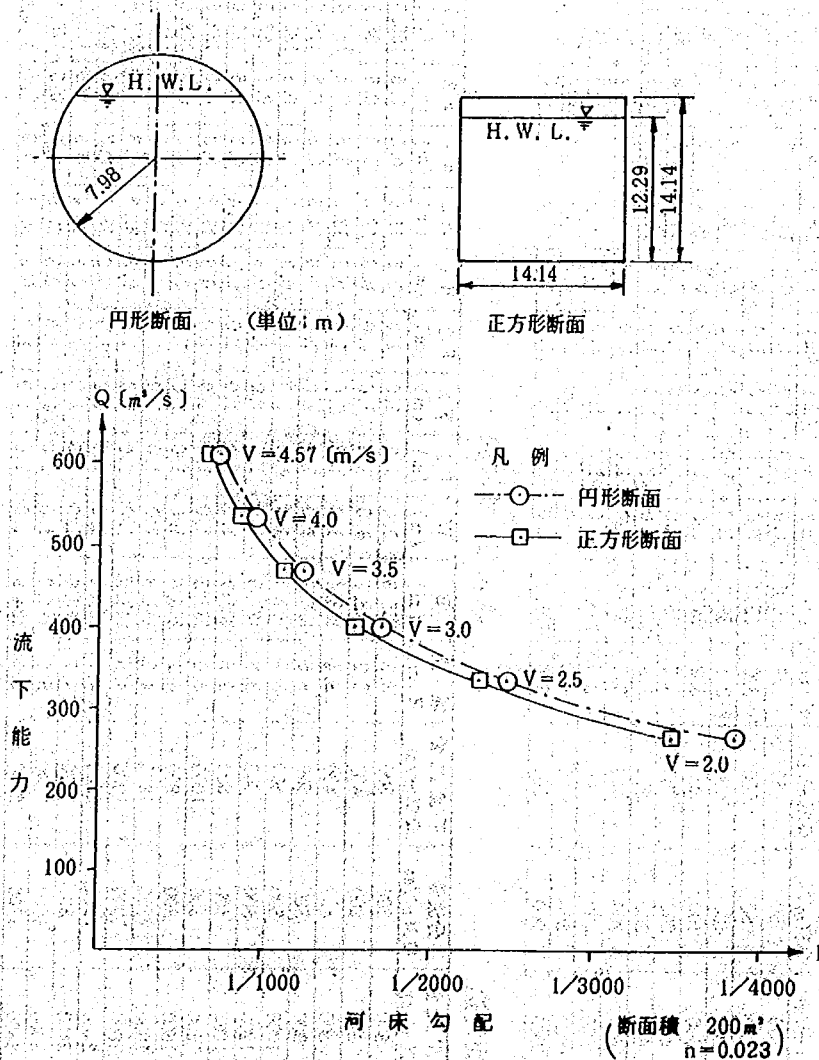


図-2-15 河床勾配と流下能力

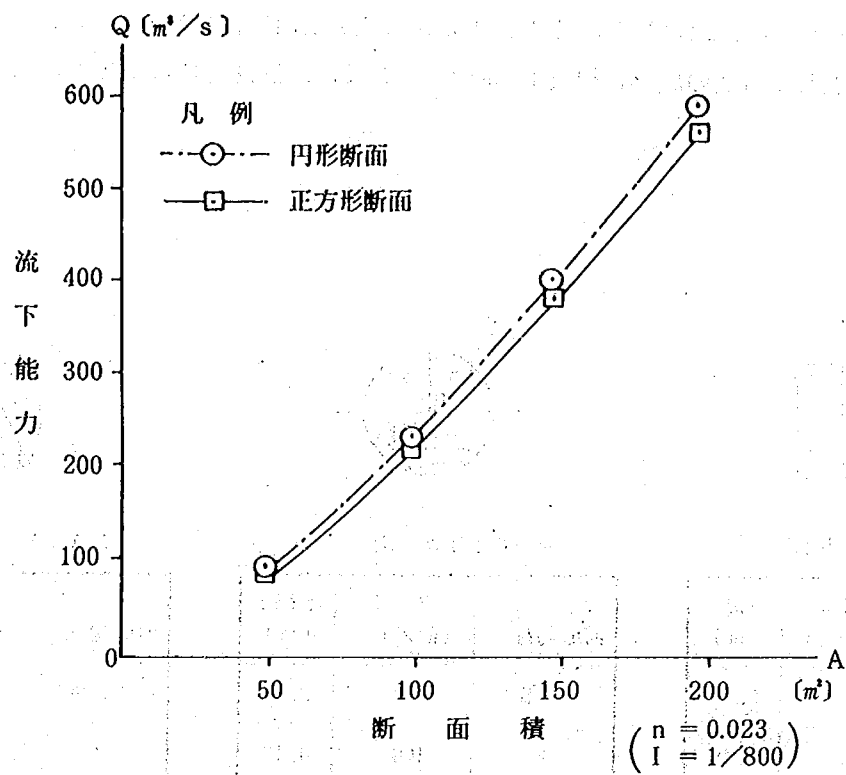
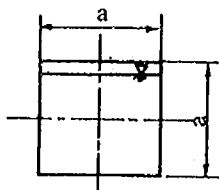


図-2-16 断面積と流下能力

1) トンネル部の内径

正方形、円形、標準馬蹄形を対象に、等流計算により流量に見合うトンネルの断面形を設定したものが図-2-17である。ここで、許容される最大流速を与えるような勾配を200m²の断面について求めると約1/800であることから、河床勾配は1/800を基本に考え、他の勾配については、300m³/sのケースのみを設定した。また、円形断面と馬蹄形断面については、トラックなどの車両の通行を考慮して断面の底部に幅員3.0mの平場を設け、無効河積に相当する断面を拡幅した。



開削工法（正方形）

河床勾配	流 量 (m ³ /s)	一辺 (m)
1/800	50	5.78
〃	100	7.49
〃	200	9.72
〃	300	11.31
〃	400	12.60
〃	500	13.70
〃	600	14.67
1/500	300	10.36
1/1,000	300	11.80
1/1,500	300	12.73



シールド工法（円 形）

河床勾配	流 量 (m ³ /s)	半径 r (m)
1/800	50	3.24
〃	100	4.17
〃	200	5.38
〃	300	6.26
〃	400	6.97
〃	500	7.57
〃	600	8.11
1/500	300	5.73
1/1,000	300	6.52
1/1,500	300	7.04



NATM工法（馬蹄形）

河床勾配	流 量 (m ³ /s)	半径 r (m)
1/800	50	3.15
〃	100	4.06
〃	200	5.25
〃	300	6.11
〃	400	6.81
〃	500	7.40
〃	600	7.93
1/500	300	5.60
1/1,000	300	6.37
1/1,500	300	6.88

図-2-17 トンネル部の断面形

2) トンネル部の外径

トンネル部の施工は、開削工法、シールド工法、及びNATM工法の3工法とし、それぞれの断面は1)で設定した正方形、円形、及び標準馬蹄形とした。前述のとおり土被り厚及び地質条件によりこれらの工法による施工が可能であるかどうか検証するためにトンネル部の外径の検討を行う。

ここでは、1)の結果を踏まえ、各々の工法についてトンネル部の外径を求めた。以下各々の工法について算出根拠を述べる。

① 開削工法の外径

開削工法の外径は、内径に深度15mのとき側壁0.8m、底版厚0.7m及び深度30mのとき側壁1.0m、底版厚0.8mを加えて設定した。深度50mより深いものについては、次の3)の条件より検討ケースから削除した。

② シールド工法の外径

シールド工法の外径は二次覆工厚を0.25mとし既往の実績を基に図-2-18に示すとおり内径とセグメント外径の関係から求めた。その結果を表-2-8に示す。

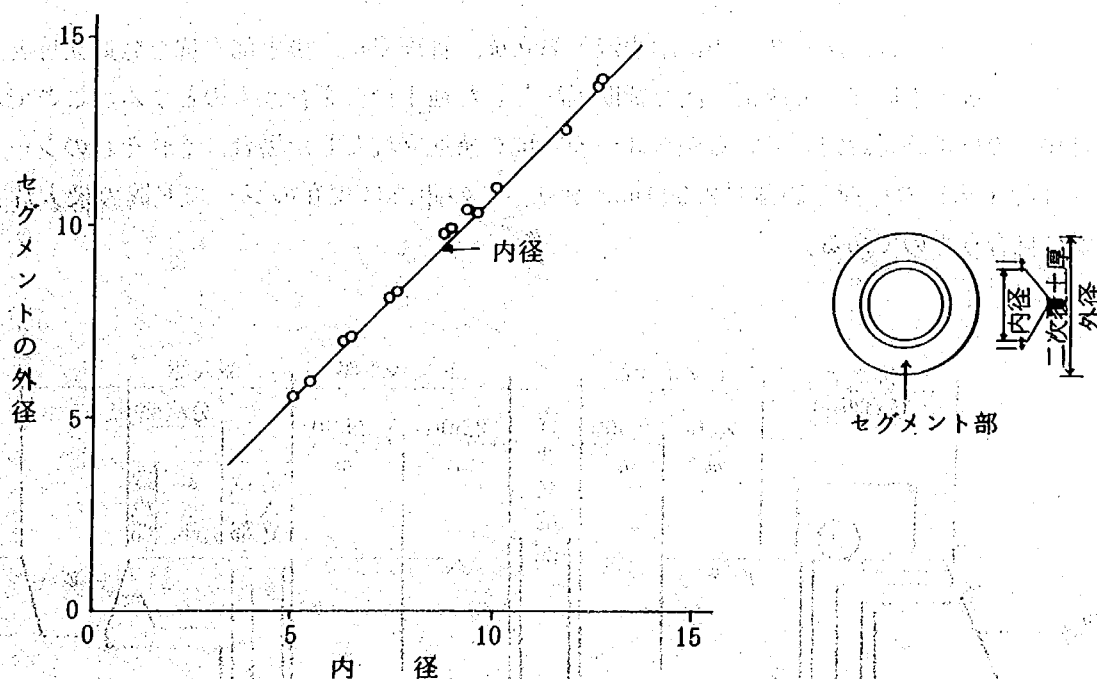


図-2-18 内径とセグメントの外径の関係

表-2-8 流量別のシールド外径

流量 m^3/s	トンネル内径 (m)	シールド外径 (m)
50	6.48	7.600
100	8.34	9.700
200	10.76	12.300
300	12.52	14.200
400	13.94	15.700
500	15.14	17.000
600	16.22	18.100

シールドの施工は、図-2-19に示す流入部立坑、管理立坑、排水部立坑を発進立坑として施工し、立坑の中間部にて凍結工法を補助工法とした地中接合を行うものとする。ここでは、延長10kmの放水路を設定しているから3つの立坑を発進立坑とした場合、それぞれのシールド機（合計4基）の片押し距離は2,500mとなり、この距離は現在のシールド機の最大片押し距離に見合うものである。

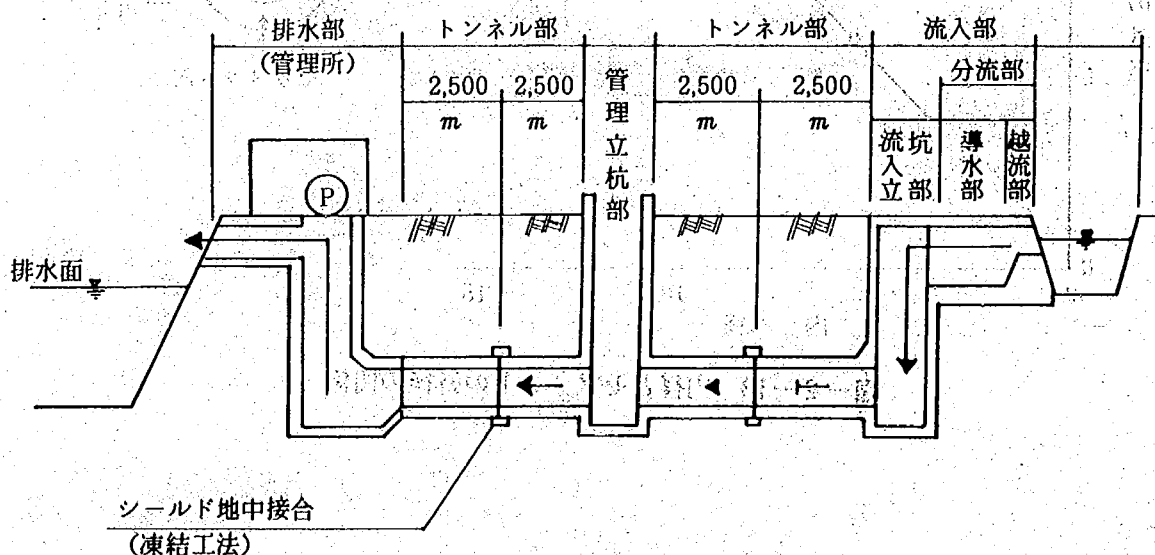


図-2-19 シールド工法の施工方法

また、凍結工法の凍結範囲は図-2-20に示すとおりとした。

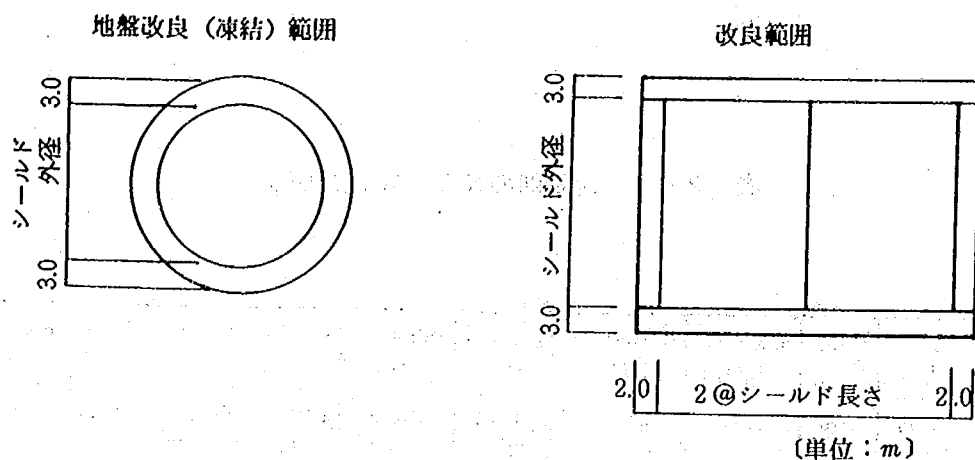


図-2-20 凍結工法の凍結範囲

③ NATM工法の外径

NATM工法の施工断面は、図-2-21に示すとおり内径、履工厚、地盤補強ゾーン、及び止水ゾーンからなる。

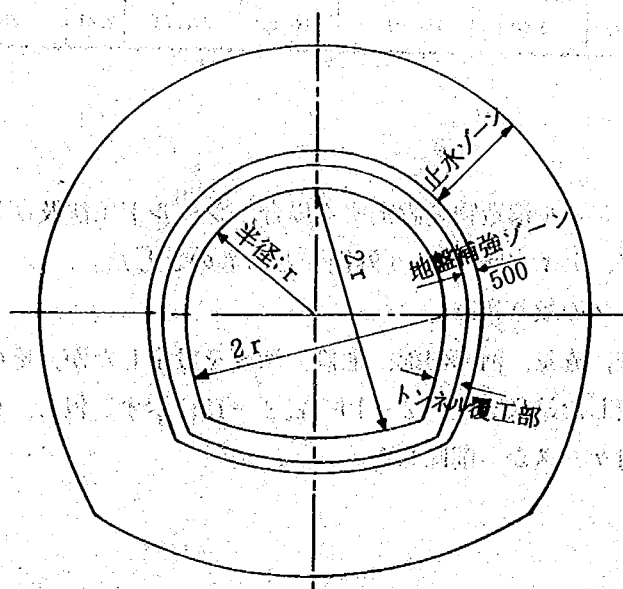


図-2-21 NATM工法の外径

止水ゾーンとは地下水対策として透水係数を下げる領域であり、地盤補強ゾーンとは地盤の強度を増加させる領域のことである。

各々の寸法については、地下総プロの中の「大深度末固結合水地山におけるトンネル掘削技術に関する研究」で検討された結果を参考に表-2-9のとおりとりまとめた。

表-2-9 流量別のNATM工法の外径

河 勾	床 配	流 量 m ³ /s	半 径 (m)	覆工厚 (m)	止水ゾーン (m)	仕上がり断面 (m ²)	掘削断面 (m ²)	全改良断面 (m ²)	比1	地盤補強ゾーン (m ²)	比2	止水ゾーン (m ²)	比3
1/800		50	3.15	0.70	3.50	32.92	48.88	150.58	4.57	13.30	0.40	137.28	4.17
〃		100	4.06	0.80	4.00	54.68	77.93	206.14	3.77	16.59	0.30	189.55	3.47
〃		200	5.25	0.90	4.50	91.43	124.87	279.02	3.05	20.80	0.23	258.23	2.82
〃		300	6.11	1.00	5.00	123.84	166.94	350.02	2.83	23.92	0.19	326.10	2.63
〃		400	6.81	1.00	5.00	153.84	201.51	375.21	2.44	26.21	0.17	349.00	2.27
〃		500	7.40	1.00	5.00	181.65	233.18	396.44	2.18	28.14	0.15	368.30	2.03
〃		600	7.93	1.00	5.00	208.61	263.59	415.51	1.99	29.87	0.14	385.64	1.85
1/500		300	5.60	0.95	4.75	104.03	141.65	310.79	2.99	22.10	0.21	288.70	2.78
1/1000		300	6.37	1.00	5.00	134.61	179.40	359.38	2.67	24.77	0.18	334.61	2.49
1/1500		300	6.88	1.00	5.00	157.02	205.15	377.73	2.41	26.44	0.17	351.29	2.24

また、2連のトンネル構造物を設定する場合、シールド工法及びNATM工法は離隔距離を通常いわれる水平、上下方向に1D（外径）とするものとした。

3) トンネル部のケースの絞り込み

2.1 一般条件で工法、流量、河床勾配、地盤、深度を設定したが、その条件に従ってトンネル部のケースについて設定した結果を表-2-10～表2-12に示す。但し、以下の条件に該当するものについては、予め検討ケースから削除した。

表-2-10 トンネル部のケース・スタディの絞り込み

深度	地盤	1	2	3	4	5	6	7	8	9
工法		開削	開削	開削	開削	開削	開削	開削	シールド	シールド
流量 (m ³ /s)		50	100	200	300	400	500	600	50	100
河床勾配		1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800
15	山の手					土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
	下町					土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
30	山の手									
	下町									
50	山の手	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済		
	下町	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済		
100	山の手	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済		
	下町	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済	不経済		

深度	地盤	10	11	12	13	14	15	16	17	18
工法		シールド	シールド	シールド	シールド	シールド	NATM	NATM	NATM	NATM
流量 (m ³ /s)		200	300	400	500	600	50	100	200	300
河床勾配		1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800
15	山の手	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
	下町	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
30	山の手									
	下町						粘性土のための 薬液不足	粘性土のための 薬液不足	粘性土のための 薬液不足	粘性土のための 薬液不足
50	山の手									
	下町									
100	山の手									
	下町									

表-2-11 トンネル部のケース・スタディの絞り込み

深度	地盤	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	工 法	NATM	NATM	NATM	開 削	開 削	開 削	開 削	シールド	シールド
	流量 (m ³ /s)	400	500	600	600(2連)	800(2連)	1,000(2連)	1,200(2連)	600(2連)	800(2連)
	河床勾配	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800
15	山の手	土被不足	土被不足	土被不足		土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
	下町	土被不足	土被不足	土被不足		土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
30	山の手									
	下町	粘性土のための薬液不足	粘性土のための薬液不足	粘性土のための薬液不足						
50	山の手				不経済	不経済	不経済	不経済		
	下町				不経済	不経済	不経済	不経済		
100	山の手				不経済	不経済	不経済	不経済		
	下町				不経済	不経済	不経済	不経済		

深度	地盤	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	工 法	シールド	シールド	NATM	NATM	NATM	NATM	開 削	開 削	開 削
	流量 (m ³ /s)	1,000(2連)	1,200(2連)	600(2連)	800(2連)	1,000(2連)	1,200(2連)	300	300	300
	河床勾配	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/800	1/500	1/1,000	1/1,500
15	山の手	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足			
	下町	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足			
30	山の手									
	下町			粘性土のための薬液不足	粘性土のための薬液不足	粘性土のための薬液不足	粘性土のための薬液不足			
50	山の手							不経済	不経済	不経済
	下町							不経済	不経済	不経済
100	山の手							不経済	不経済	不経済
	下町							不経済	不経済	不経済

表-2-12 トンネル部のケース・スタディの絞り込み

深度	地盤	37	38	39	40	41	42
工 法		シールド	シールド	シールド	NATM	NATM	NATM
流量 (m³/s)		300	300	300	300	300	300
河床勾配		1/500	1/1,000	1/1,500	1/500	1/1,000	1/1,500
15	山の手	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
	下町	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足	土被不足
30	山の手						
	下町				粘性土のための薬液不足	粘性土のための薬液不足	粘性土のための薬液不足
50	山の手						
	下町						
100	山の手						
	下町						

- ① トンネルの設定深度（トンネルの底部を基準としている）が浅い場合（15mの場合）、トンネル断面が大きいと、トンネルの頂部から地盤面までの土被りが3mを切るため、ケースから削除した。
- ② 開削工法で深度50m以上のものについては、従来の経験からいって明らかに不経済となるため検討ケースから削除した。
- ③ 粘性土でN値<2のところは、NATM工法では不経済となるため削除した。

2.5 地下放水路の立坑部の検討

立坑部としては、図-2-1（前出）に示すとおり流入立坑部、中間立坑部、及び排水立坑部の3つの施設が考えられ、それぞれ2.1節で述べたような基本的な機能を有している。

ここでは、それぞれの機能を踏まえつつ、その構造形式等について概略検討する。なお、排水立坑部については、排水ポンプ等の大規模な施設が別途伴うため、節をあらためて検討する。

1) 立坑内径の計画

立坑の内径は、

- ① 立坑部に必要な施設を組み込んだ時の内径
- ② 施工上必要な内径

の2項目を比較検討し、どちらか大きい方の内径とする必要がある。

2) 立坑部に組み入れる施設

1)の①立坑部に組み込む必要のある施設としては、

- ・立坑
- ・エアーベント
- ・搬入・搬出用エレベーター
- ・非常用階段
- ・維持管理用施設

が考えられる。次にこれらの施設の規模について検討する。

(イ) 立坑部の流入水の落下方式

流入立坑部の構造形式は、図-2-22に示すとおり大きく3つに分類される。

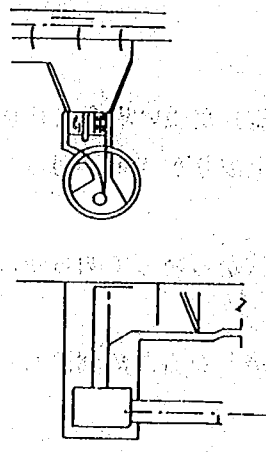
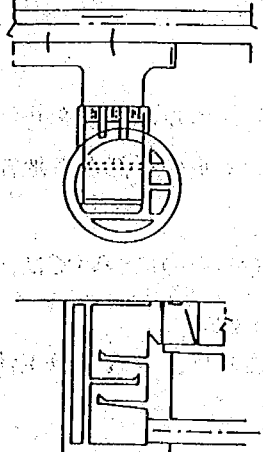
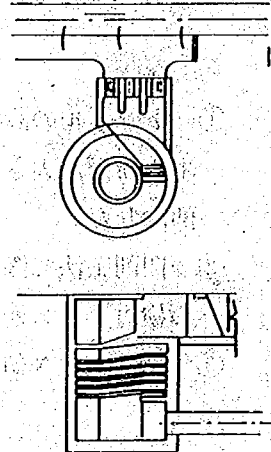
形 式	渦 流 式 立 坑	階 段 式 立 坑	らせんシュート式立坑
項 目			
減勢方式模式図			

図-2-22 流入立坑の構造形式

各形式の特徴をまとめると、

- ・渦流式・・・流水を円形立坑の内側に沿って流入させ、底部の減勢工に導く方式である。
- ・階段式・・・立坑内に相互にステージを設け、各段に跳水を起こさせ流下エネルギーを減勢させる方式である。
- ・らせんシュート式・立坑を二重の円筒構造とし、内筒と外筒の間にらせん状のシュートを設け立坑底部に導く方式である。

本検討においては、3形式の中で施設規模の小さくできる渦流式を採用する。

(ロ) 流入立坑とエアーベント

渦流式立坑の構造諸元は、米国のミルウォーキー（参考文献4）で実施された水理模型実験の結果を基に設定した（表-2-13）。同表によれば、まず実験と現地との寸法比 L_r を現地流量 Q_p （本件の場合は $50 \sim 1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ ）を用いて計算し、次に L_r の関数として表されている流入立坑、空気分離室、エアーベントの諸元を求めるものである。これより同表の各式に縮尺比を代入して、流入立坑とエアーベントの寸法を求め表-2-14のように設定した。最も大きいものは、立坑で直径 11.037m 、エアーベントで直径 5.288m であった。

(ハ) 搬入・搬出用エレベーター

搬入・搬出用エレベーターの大きさは、地下放水路内の点検、清掃等維持管理を行うための必要と考えられる2トントラックの大きさを基に設定する。2トントラックの形状は $7.5\text{m} \times 2.75\text{m}$ であることから、エレベーターの大きさは $9.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ とした。

(ニ) 非常用階段

非常用階段は限られた空間を有効に利用するということから、らせん階段方式とする。階段幅は 1.0m とし、中心柱の径を 0.8m 、手摺部を 0.1m にとり、外形を 3.0m とした。

(ホ) 維持管理用必要な立坑の内径

維持管理用必要な内径は、エレベーターから出入した2トントラックが、トンネル内でスムーズに走行できるようにする必要がある。すなわち、エレベーターの出入口から最小回転半径 5.5m のトラックの出入が可能な大きさが立坑の内径となる。（図-2-23参照）その結果を表-2-15にまとめる。

表-2-13 水理模型実験結果

施設諸元	計 算 方 法
計画分流量	Q_r ($1^{\circ} = 3.281^{\circ}$, $1 \text{ m}^3/\text{s} = 35.317^{\circ}$)
縮尺比の決定	$L_r = (Q_r / 4.85)^{2/5}$
模型流量	$Q_m = Q_r / L_r^{5/2}$
模型接近水路の水深	$H_m = 0.53 \times Q_m - 0.34$
接近水路 水路幅	$B = 0.72 \times L_r / 3.281$
〃 水深	$H = H_m \times L_r / 3.281$
〃 遷移区間	$L_t = 1.58 \times L_r / 3.281$
〃 開口部幅	$e = 0.24 \times L_r / 3.281$
立 坑 工	$D_1 = 0.96 \times L_r / 3.281$
エアーベント 径	$D_2 = 0.46 \times L_r / 3.281$
〃 位置	$L_v = 4.67 \times L_r / 3.281$

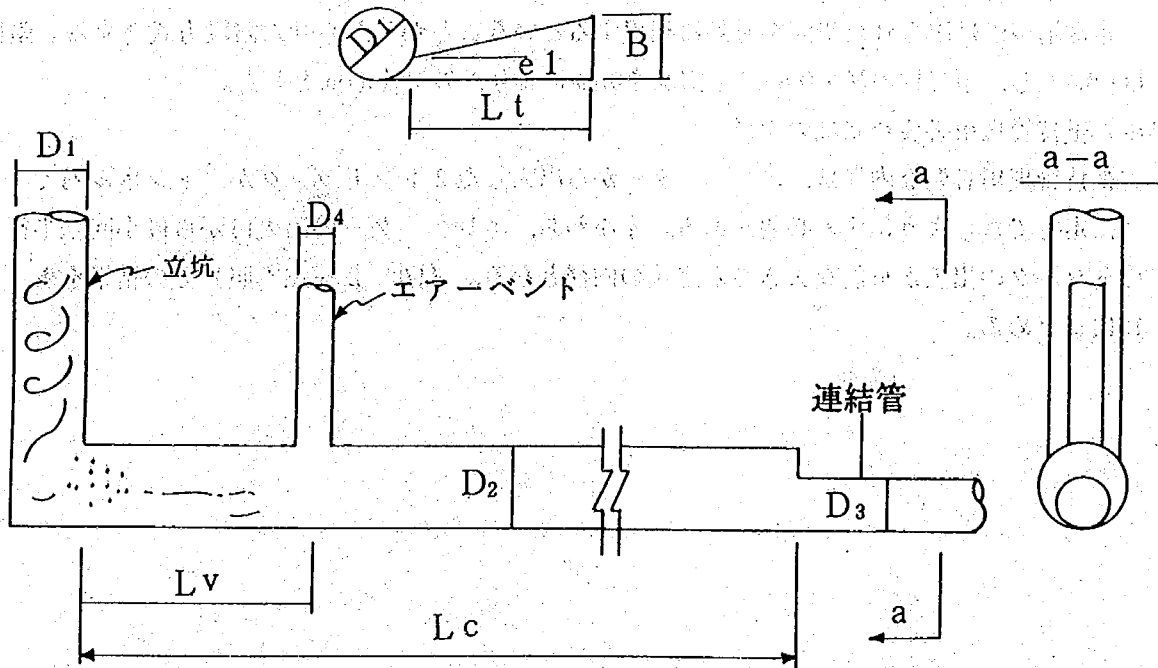
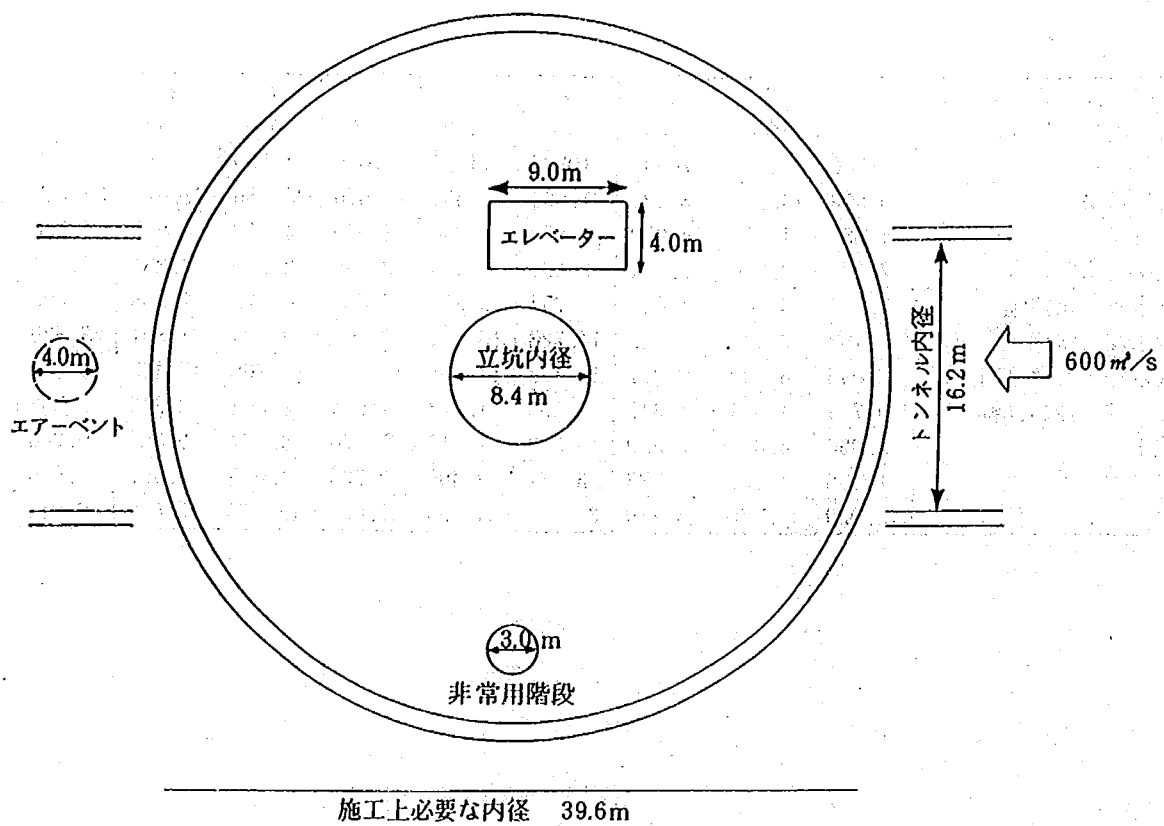


表-2-14 流入立坑の検討結果

施設諸元	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
計画分流量 (M ³ /S)	50	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200
計画分流量	1766	3532	7063	10595	14127	17659	21190	28254	35317	42380
縮尺比の決定	10.580	13.960	18.421	21.664	24.306	26.576	28.586	32.073	35.067	37.720
模型流量	4.850	4.850	4.850	4.850	4.850	4.850	4.850	4.850	4.850	4.850
模型接近水路の水深	2.231	2.230	2.231	2.231	2.230	2.230	2.230	2.231	2.231	2.230
接近水路 水路幅	2.322	3.064	4.042	4.754	5.334	5.832	6.273	7.038	7.695	8.277
接近水路 水深	7.193	9.491	12.523	14.728	16.524	18.067	19.434	21.804	23.839	25.643
接近水路 遷移区間	5.095	6.723	8.871	10.433	11.705	12.798	13.766	15.445	16.887	18.164
接近水路 開口部幅	0.774	1.021	1.347	1.585	1.778	1.944	2.091	2.346	2.565	2.759
立坑工	3.096	4.085	5.390	6.339	7.112	7.776	8.364	9.384	10.260	11.037
エアーベント 径	1.483	1.957	2.583	3.037	3.408	3.726	4.008	4.497	4.916	5.288
エアーベント 位置	15.059	19.870	26.219	30.836	34.596	37.826	40.688	45.650	49.912	63.688

表-2-15 維持管理用必要な内径

立坑内径 (m/s)	50	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200
流入立坑(m)	3.1	4.1	5.4	6.4	7.1	7.8	8.4	7.1×2	7.8×2	8.4×2
立坑内径(m)	24.0	24.0	26.0	28.0	28.0	28.0	30.0	28.0×2	28.0×2	30.0×2



立坑下面部の平面図

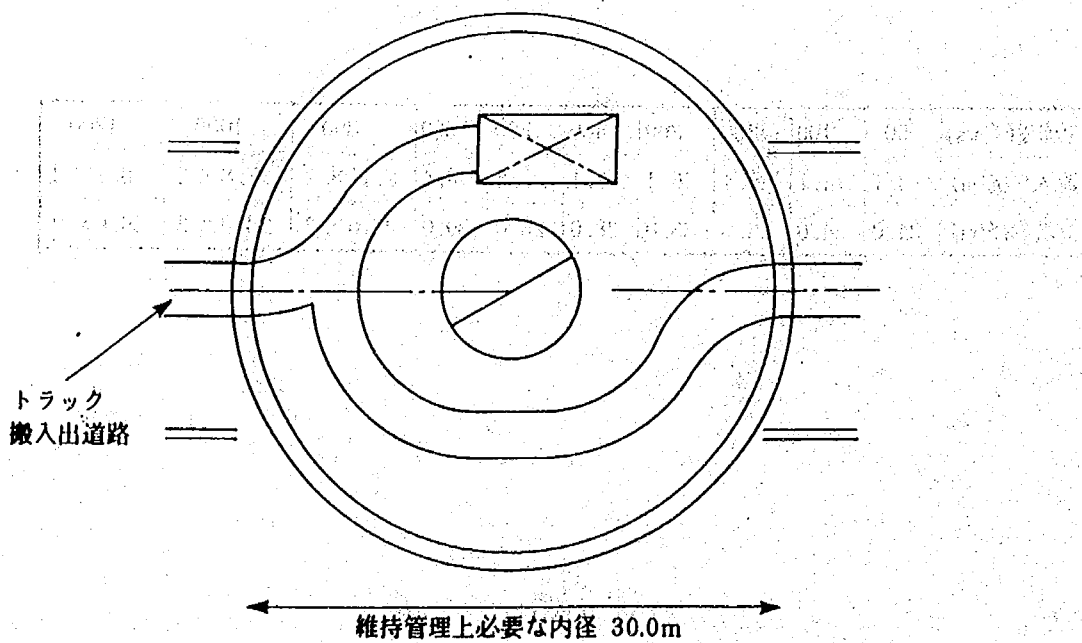


図-2-23 立坑部の構造図 (流量600m³/sの場合)

3) 施工上必要な内径

地下放水路の施工は、開削工法、シールド工法、及びNATM工法の3種類の工法により行うが、シールド工法及びNATM工法については、シールドマシン等機械器具の搬入出の制約条件によりおのずからその立坑の大きさは定まってくる。そのため、ここでは発進立坑の最小内径について検討する。

また、シールド工法とNATM工法では発進立坑の内径は多少異なると考えられるがここでは両工法においての立坑の大きさは同じと考え、シールド工法における最小発進立坑について検討する。

図-2-24は、既設施設の実績等を参考に発進立坑内のシールド機、機械器具の搬入出用スペースを表したものである。これから発進立坑はこれらのものを包括する内径となり、算定結果は表-2-16のとおりである。

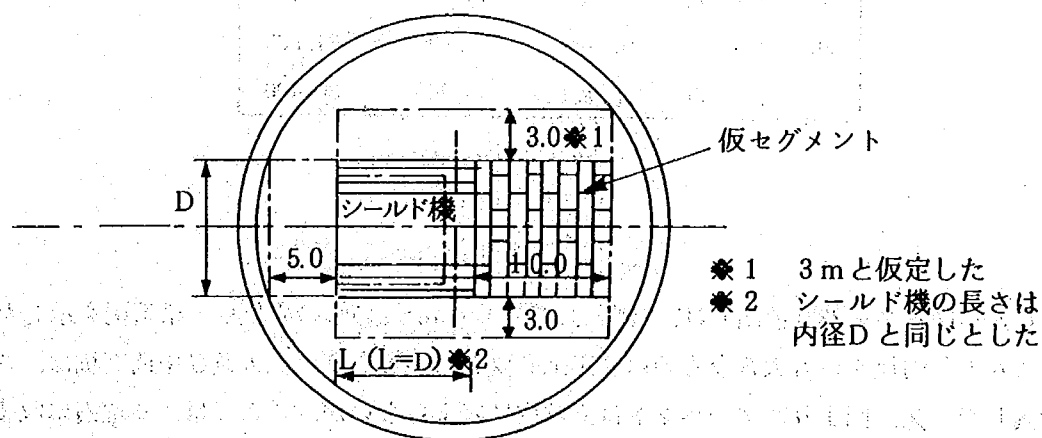


図-2-24 施工上必要な立坑の内径

表-2-16 流量と立坑内径の関係

流量 m ³	河 勾	床 配	河道半径 m	シールド外径 m	立坑内径 m
50	1/800		3.240	7.600	25.200
100	〃		4.170	9.700	28.000
200	〃		5.380	12.300	31.500
300	〃		6.260	14.200	34.100
400	〃		6.970	15.700	36.100
500	〃		7.570	17.000	37.900
600	〃		8.110	18.100	39.600
600	〃		6.260	14.200	34.100
800	〃		6.970	15.700	36.100
1000	〃		7.570	17.000	37.900
1200	〃		8.110	18.100	39.600
300	1/500		5.730	13.000	32.400
300	1/1000		6.520	14.700	34.900
300	1/1500		7.040	15.900	36.400

これらから図-2-23(前出)は、1例として流量600m³/sの時の立坑部の構造図を示したものである。これより内径が最も大きなものは施工上必要な内径となり、流入及び中間立坑は、これを用いて計画した。又、図よりエアークラウドは立坑内に収まらないが、ここでは、立坑内に収まるものとして、これに要する施工費は無視する。

一方、開削工法の立坑については、他のシールド工法並びにNATM工法とは違い、立坑部はトンネル本体と大部分が共有する事が可能である。また、トンネル本体の断面が正方形であるため維持管理用内径も小さくなる。

このことから、開削工法の立坑の事業費は施工面については無視し、立坑部に組み入れる施設搬入・搬出用エレベーター等のコストのみを組み入れるものとする。

4) 立坑の内部構造の検討

立坑の内部構造は、図-2-25に示すとおり流入部を通過した流水を縮流して立坑鉛直部まで導く立坑流入部と立坑鉛直部に分かれる。この図において立坑内径及び分流部の幅は設定済であるため、ここではL1、L2、B2、e2、D1について検討する。

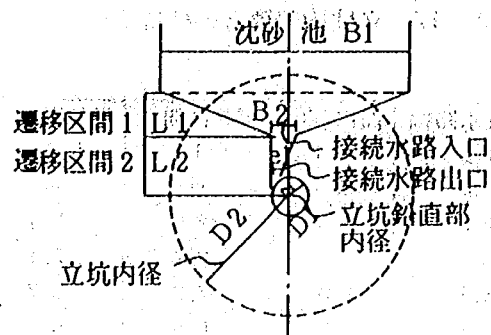


図-2-25 立坑内部構造図

① 遷移区間 L1 の検討

流水を円滑に立坑鉛直部に流下させるために遷移区間を設ける。ここでは、既往の実績を基に遷移区間の勾配を 1 : 5 としてすりつけた。すなわち $L1 = (B1 - B2) / 5$ に設定した。

② 遷移区間 L2, 接続水路入口 B2, 接続水路出口 e1, 立坑鉛直部内径 D1 の検討

これらについては、2) で述べたミルウォーキの実験式 (表-2-14 (前出)) より求めた。

これらの算定結果をまとめると、表-2-17 のとおりとなる。

表-2-17 立坑内部構造の構造寸法

単断面河道

本川流量	分流量	沈砂池幅員 B 1	接近水路幅 B 2	開口部幅 e 1	遷移区間 1 L 1	遷移区間 2 L 2	流入立坑径 D 1	取水立坑径 D 2
m ³ /s	m ³ /s	m	m	m	m	m	m	m
100.0	50.0	16.6	2.3	0.8	2.9	5.1	3.1	25.2
150.0	50.0	15.9	2.3	0.8	2.7	5.1	3.1	25.2
200.0	100.0	39.2	3.1	1.0	7.2	6.7	4.1	28.0
300.0	100.0	37.6	3.1	1.0	6.9	6.7	4.1	28.0
400.0	200.0	75.7	4.0	1.3	14.3	8.9	5.4	31.5
600.0	300.0	127.4	4.8	1.6	24.5	10.4	6.3	34.1
600.0	200.0	81.4	4.0	1.3	15.5	8.9	5.4	31.5
800.0	400.0	166.2	5.3	1.8	32.2	11.7	7.1	36.1
900.0	300.0	120.0	4.8	1.6	23.0	10.4	6.3	34.1
1000.0	500.0	201.3	5.8	1.9	39.1	12.8	7.8	37.9

複断面河道

本川流量	分流量	沈砂池幅員 B 1	接近水路幅 B 2	開口部幅 e 1	遷移区間 1 L 1	遷移区間 2 L 2	流入立坑径 D 1	取水立坑径 D 2
m ³ /s	m ³ /s	m	m	m	m	m	m	m
600.0	300.0	155.3	4.8	1.6	32.0	10.4	6.3	34.1
600.0	200.0	98.1	4.0	1.3	20.4	8.9	5.4	31.5
800.0	400.0	183.4	5.3	1.8	37.7	11.7	7.1	36.1
900.0	300.0	116.9	4.8	1.6	24.3	10.4	6.3	34.1
1000.0	500.0	181.9	5.8	1.9	37.5	12.8	7.8	37.9
1200.0	600.0	187.5	6.3	2.1	38.8	13.8	8.4	39.4
1200.0	400.0	121.0	5.3	1.8	25.3	11.7	7.1	36.1
1500.0	500.0	132.5	5.8	1.9	27.7	12.8	7.8	37.9
1600.0	800.0	208.6	5.3	1.8	16.8	11.7	7.1	36.1
1800.0	600.0	141.3	6.3	2.1	29.5	13.8	8.4	39.4
2000.0	1000.0	243.9	5.8	1.9	20.2	12.8	7.8	37.9
2400.0	1200.0	261.1	6.3	2.1	21.9	13.8	8.4	39.4
2400.0	800.0	170.6	5.3	1.8	13.0	11.7	7.1	36.1
3000.0	1000.0	174.2	5.8	1.9	13.3	12.8	7.8	31.9
3600.0	1200.0	184.9	6.3	2.1	14.2	13.8	8.4	39.4

2.6 拠点施設の構造検討

流入立坑あるいは後で述べる地下放水路の排水部、地下調節池のように拠点的な施設については、ケースによってかなり大規模なものを考える必要がでてくる。

本研究で対象とするそのような拠点的な施設規模をどの程度にするかということが、ケースを設定するうえで重要なポイントとなる。それは技術水準にかかわる話であり、地盤の状態や施設の設置深度にも大きく影響される。技術水準としては、近未来に可能になると考えられるものを対象としているが、逆に言えば建設の実績のない構造物についても考えなければならないということである。そのような構造物の最大限度については、最新の実績並びに経験をもとに、以下に述べるとおりに設定した。

1) 拠点的な構造物の大きさについての条件

本検討においては、構造物の平面形状を円形、長方形の2とおり設定した。以下その特徴を述べる。

① 長方形形状の地下構造物については、考えられる施工法を駆使し、かつ構造物としても大深度に耐えられるようなものを考えれば深度100mでも建設は可能であるが、当然のことながら、施工自体や構造物にかかる費用が大きくなりすぎて不経済となる。また、現在大規模な地下構造物は深度50mより深いものはないことから、ここでは50mまでが施工可能範囲とした。

② 円形形状の地下構造物は、側面からの水圧、土圧に対してアーチ形状となるため長方形形状のものより強くなる。すなわち梁・柱容積が小さくなり経済的である。しかし、口径があまり大きくなるとその利点がなくなるため、その利点が存在すると考えられる内径を求める必要がある。

図-2-26に示すとおり過去の最大内径寸法を参考として、ここでは、最大内径を $\phi 120\text{m}$ と設定した。これらをまとめて表-2-18のとおり深度別地盤別の最大寸法を設定した。

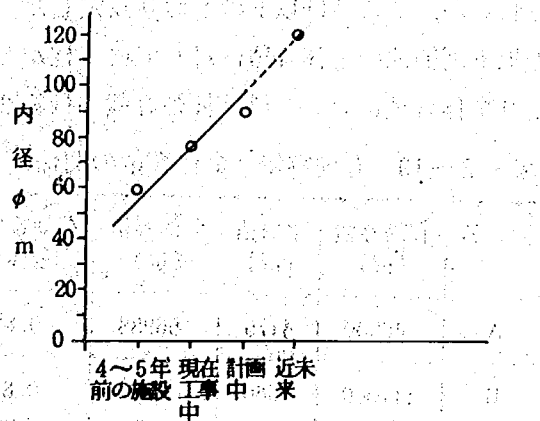


図-2-26 円形施設の最大内径について

表一 2-18 深度別地盤別の最大寸法

①円形状の場合			②長方形形状の場合		
深 度 (m)	最大径 (m)		深 度 (m)	最大径 (m)	
	下 町	山の手		下 町	山の手
15	Φ120	Φ120	15	無制限	無制限
30	Φ120	Φ120	30	無制限	無制限
50	Φ120	Φ120	50	無制限	無制限
80	Φ90	Φ90	80	×	×
100	Φ70	Φ70	100	×	×
150	×	Φ70	150	×	×

2) 拠点的な構造物内の梁・柱の容積率

構造物内の梁・柱は、構造物の内空容積を減らし、それを設けるための工事費としては上積みされることになるので、ケース・スタディを行うにあたっては、その条件を設定することが必要である。

地下構造物の地盤、大きさ、及び深度により構造物の梁・柱の容積率（梁・柱容積／全体容積）は、異なるものと考えられるが、ここでは以下のとおり設定した。

表一 2-19は、既設の地下調節池の全体容積に対して梁・柱がどれだけのシェアを占めるかを示したものである。これより全体容積に対して梁・柱の容積率は約2割であった。

表一 2-19 有効容積と全体容積の関係

池 名	有効容積 (m³)	平面積 (m²)	全体容積 (m³)	有効容積／ 全体容積
A	46500	4175	56988	0.82
B	111000	6560	131200	0.85
C	176600	12930	223482	0.79
D	212000	12129	277754	0.76
E	55000	2953	73530	0.75

平均 0.79

有効容積：全体容積－柱・梁の容積

但し、これらの施設は、

- ① 長方形形状であること
- ② 深度が深いもので30mであること

から、ここで対象としている施設の中で大深度（100m）、円形状のものに当てはめるためには何等かの補正が必要である。しかし、既設施設ではこの様な大規模施設はないため、以下のとおり仮定した。

すなわち、1)でも述べたように円形状のものは長方形形状のものに比べ側面からの圧力に強い
ため梁・柱の容積率は少なくてもすむ。ここでは円形状の梁・柱の容積率は長方形形状の1/2と仮定した。また、深度が深くなれば構造物に対する圧力が増すものと考えられるため深度50mより深いものは割増した。これらをまとめたものを表－2－20に示す。

表－2－20 平面形状（円形・長方形別）深度別の数量・寸法・単価一覧表

項 目	平面形状 想定地盤 掘削深度 (m)	円形平面								長方形平面							
		A				B				A				B			
		15	30	50	100	15	30	50	100	15	30	50	100	15	30	50	100
2	仮設柱列土留杭壁 (線状構造物) (S, M, W,)																
1	土留杭壁厚さ	m	—	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	1.0	—	—	—
2	土留杭長さ		—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	40	—	—	—
3	ディープウェル																
1	本数 円形φ 30m	本	—	2	—	—	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—
	φ 50m		—	2	—	—	—	2	2	4	—	—	—	—	—	—	—
	φ 60m		—	3	—	—	—	3	3	6	—	—	—	—	—	—	—
	φ 80m		—	4	—	—	—	4	4	9	—	—	—	—	—	—	—
	φ 100m		—	5	—	—	—	5	5	11	—	—	—	—	—	—	—
	φ 120m		—	6	—	—	—	6	6	13	—	—	—	—	—	—	—
	φ 70m		—	4	—	—	—	4	4	8	—	—	—	—	—	—	—
	長方形		—	—	—	—	—	—	—	ディープウェル 本当りの連続地中壁の平面延長							
			—	60	60	—	60	60	—	60	60	—	60	60	—	60	60
2	施工長さ	m	—	47.0	—	—	—	60.0	105.0	145.0	—	47.0	—	—	—	60.0	105.0
4	底板コンクリート厚さ	m	2.0	4.0	6.0	10.0	2.0	4.0	6.0	10.0	2.0	4.0	6.0	—	2.0	4.0	6.0
5	地盤改良厚さ	m	—	3.0	—	—	3.0	5.0	5.0	5.0	—	3.0	—	—	3.0	5.0	5.0
6	柱・梁の容積率	%	10	10	15	15	10	10	15	15	20	20	30	—	20	20	30

2.7地下放水路の排水部の構造検討

排水部はトンネル部を流下してきた洪水を地上に排水する施設である。排水部は、図-2-27に示すように吸水槽、排水機場部、吐き出し部、管理所等から構成され、排水機場部にはポンプ、モーター、配電盤室等が設けられる。これらの施設の一部について、概略的な構造検討を行なった結果を以下に示す。

1) ポンプ施設の規模

本検討におけるポンプ設備は排水量 $50 \sim 1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ 、全揚程 $15 \sim 100 \text{ m}$ と大規模、高揚程の施設となっている。ポンプ形式は以上の条件を考慮し、立軸渦巻ポンプとする。ポンプの単機容量の最大値は現在の技術レベルを考慮し $100 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、また、小規模な排水にも対処する必要があることから最小値を $10 \text{ m}^3/\text{s}$ とした。排水量に対応したポンプの組合せをまとめたものが、表-2-21である。ここで、ポンプの故障に関する危険性を分散させる必要があることから、排水量が比較的小さなケースにおいても複数台のポンプで排水するよう容量を分割した。

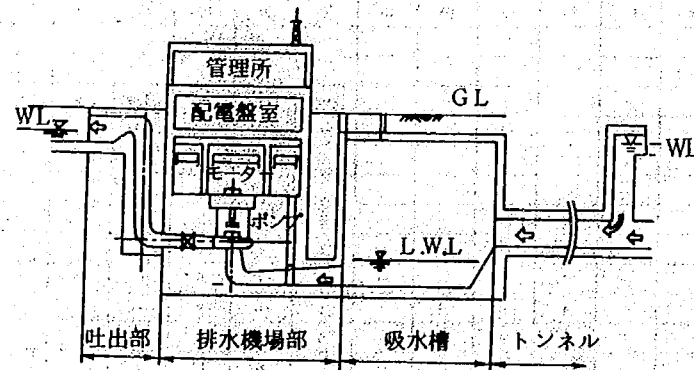


図-2-27 排水路の施設区分

表-2-21 排水量とポンプの組合せ

排水量	台数計	10m ³ /s	20m ³ /s	50m ³ /s	100m ³ /s
50m ³ /s	3	1台	2台	—	—
100m ³ /s	4	1台	2台	1台	—
200m ³ /s	5	1台	2台	1台	1台
300m ³ /s	6	1台	2台	1台	2台
400m ³ /s	7	1台	2台	1台	3台
500m ³ /s	8	1台	2台	1台	4台
600m ³ /s	9	1台	2台	1台	5台
800m ³ /s	11	1台	2台	1台	7台
1000m ³ /s	13	1台	2台	1台	9台
1200m ³ /s	15	1台	2台	1台	11台

次に、ポンプ設備の運転に必要な動力について考える。ポンプ設備の動力 P は運転に伴うロスを無視すると、

$$P = \frac{Q \cdot H}{9.8} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2.9.1)$$

ここに、 Q ：排水量 (m^3/s)

H ：揚程 (m)

P ：動力 (kw)

と表現される。排水量、全揚程と総出力の関係をまとめたものが、図-2-28である。本検討の中で動力を最も必要とする全揚程100m、排水量1,200 m^3/s のケースについて動力を試算すると、約144万kwとなり、自家用発電で賄うにしても商用電源で対応するにしても新たな発電設備が必要となる。

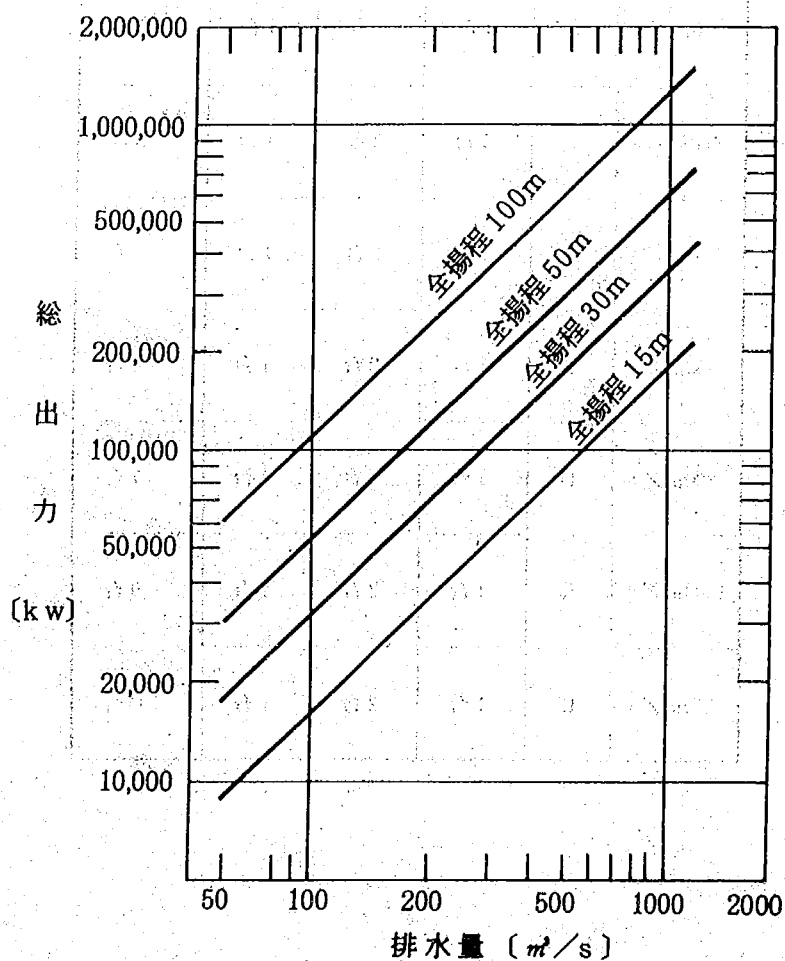


図-2-28 排水量、全揚程と総出力

2) 排水部の構造検討

排水部の縦断面図・平面形状図を図-2-29及び図-2-30に示す。吸水槽はトンネル部から流下する洪水の流速をおとし、排水機場部へ流下させる機能を持つ。排水機場部は、洪水を地下から地上へ揚水する機能を持つ。吐き出し部は、トンネル部から吐き出された洪水を河川、湖沼、または海洋に排水する機能を持つ。

ここでは、施設の基本的な大きさを決定するパラメータであり、かつ排水量によって数量のことなる $H1$ 、 $H2$ 、 Ls 、 Lb 、 Ws について設定の考え方について述べる。

(1) 構造諸元の設定

(イ) $H1$

$H1$ は吸水槽底部とポンプ中心部との高さの差である。

このため $H1$ はポンプ羽根車入口径 D を基準に、 $H1=4.5\sim 4.7D$ を目安に定めた(表-2-22参照)。

(ロ) $H2$

$H2$ は、ポンプ等を作動させるための配電室及びモータを設置するためのスペースである。

ここでは、既往の施設を参考にすべての排水量に対して $H2=40,000\text{mm}$ と設定した。

(ハ) Ls

Ls は排水機場部(吸水槽側)の内のりとポンプ中心部との縦断距離であり、図-2-29(前出)のとおりに $Ls=A+L1+L2$ とした。ここで、 A は羽根車の半径であるがポンプの単機容量によって異なるため、羽根車入口径 D を基準に $A=4D$ とした(表-2-23)。また、 $L1$ 、 $L2$ は土木的強度を考慮して、 $L1=4,000$ 、 $L2=10,000\text{mm}$ と設定した。

(ニ) Lb

Lb は排水機場部(吐出部側)の内のりとポンプ中心部との縦断距離であり、図-2-29(前出)のとおりに $Lb=B+C$ とした。

このうち、 B は土木的強度を考慮して、 $3,000\sim 4,000\text{mm}$ と設定した。

C は弁室寸法、弁の取り付け作業、及び分解点検作業を考慮する必要がある、また、これらは、排水量によっても異なる。排水量に対しての弁の口径分の寸法を確保するということで設定すると表-2-24のようになり、これは弁の取付作業等も容易に行える寸法である。

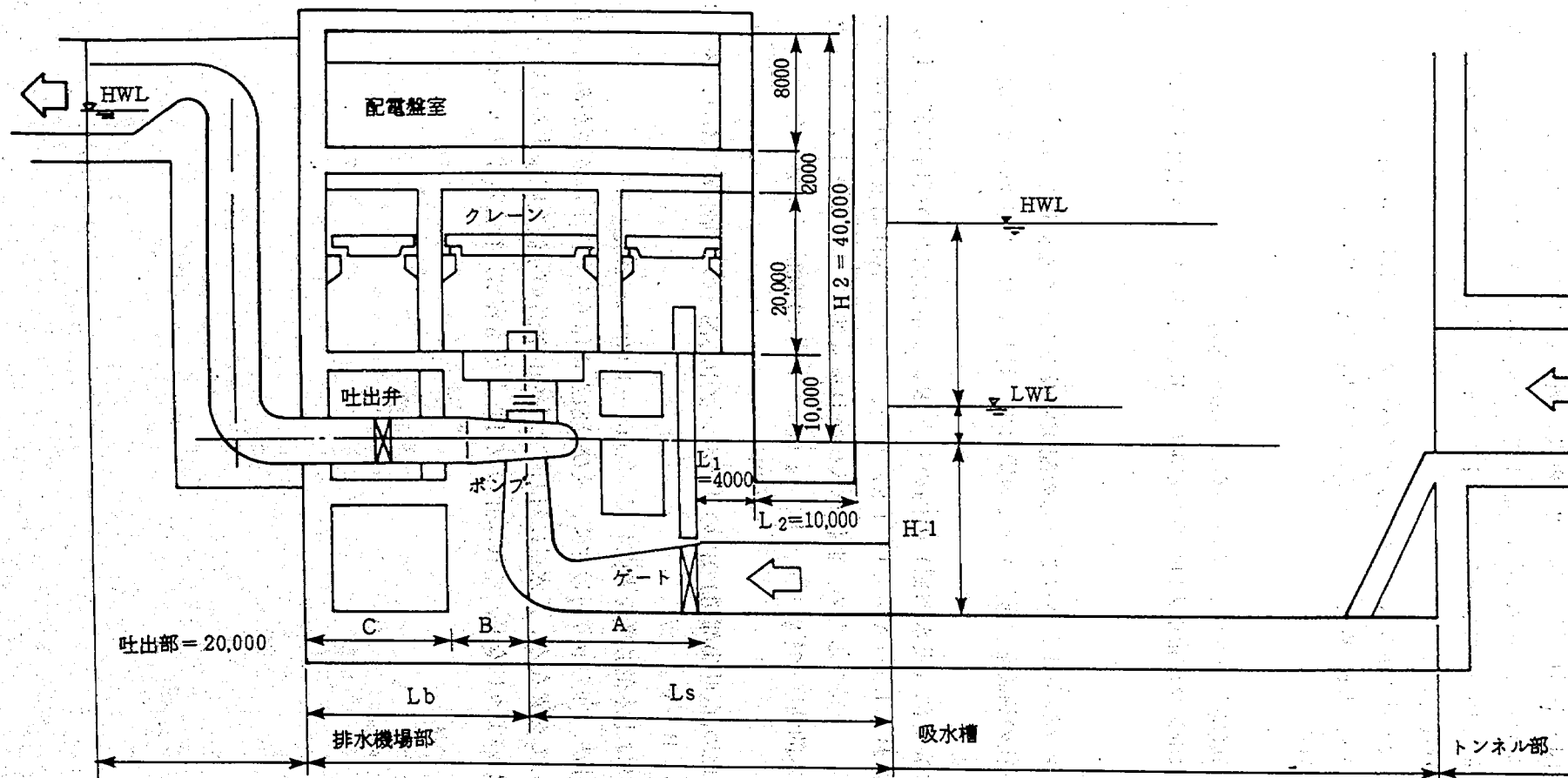
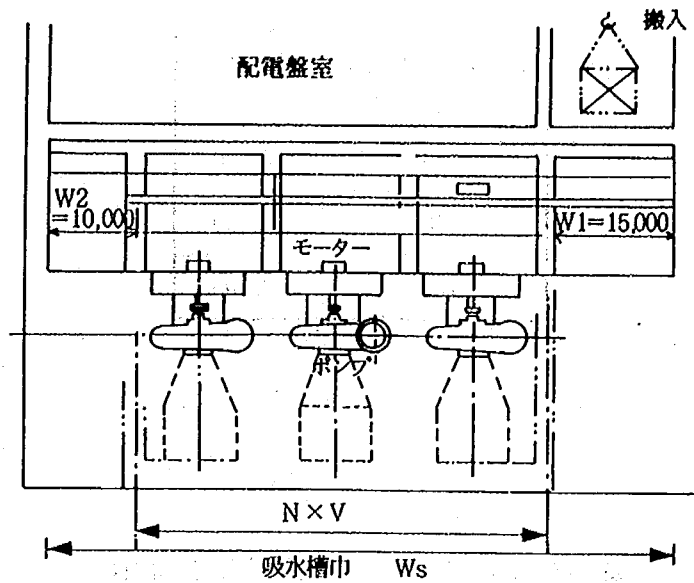


図-2-29 排水部の縦断形状



図一 2 - 30 排水部の平面形状

表一 2 - 22 排水量～羽根車口径～H 1 の関係

ポンプの単機容量 (m^3/s)	羽根車口径 (m)	H 1
20	3.600	20.0
50	5.700	26.0
100	6.600	31.0

表－２－２３ ポンプの単機容量と羽根車の半径

ポンプの単機容量 (m^3/s)	羽根車の 半径 (m)
20	7.500
50	9.500
100	12.500

表－２－２４ ポンプの単機容量と弁の口径

ポンプの単機容量 (m^3/s)	弁の口径 (m)
20	2.600
50	4.000
100	5.700

(ホ) 排水機場の幅

W_s は排水機場の幅である (図－２－３０前出)。排水機場の幅は、①ポンプの台数②維持修繕のためのスペース③エレベーター等の搬入出のスペースから構成されている。

ここでは、維持修繕のためのスペースを $W_2=10.000\text{m}$ と設定した。また、エレベーター等の搬入出のスペースは、 $W_1=15.000\text{m}$ とした。

表－２－２５にポンプ単機容量及びその大きさを示す。これより、排水機場の幅 W_s は、

$$W_s = W_1 + W_2 + N \times V \quad \text{より設定した。}$$

W_s : 排水機場の幅

W_1 : エレベーター等の搬入出のスペース (=15.000m とした)

W_2 : 維持管理に要するスペース (=10.000m とした)

N : ポンプの本数

V : ポンプ単機容量当りの大きさ

表-2-25 ポンプの単機容量とポンプの直径

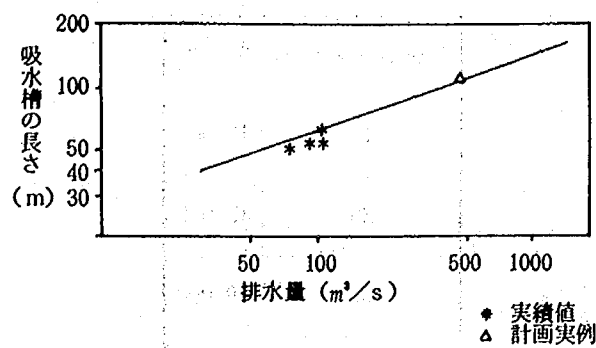
単機容量 m^3/s	V m
10	12.000
20	15.000
50	19.000
100	25.000

(へ) 吸水槽の長さ

ΣL_s は吸水槽の長さである。吸水槽は、洪水の流速を落とすとともに流入量と排水量の差を緩衝するのに十分な長さをとる必要がある。ここでは、表-2-26、図-3-31に示すように排水量と吸水槽の長さの関係に関する既往の実施例並びに計画事例から表-2-27に示すような関係を設定した。

表-2-26 吸水槽の長さ と排水量の関係

名 称	排水量 m^3/s	長さ m
A 排水機場	100	60
B 排水機場	100	57
C 排水機場	80	55
D 抽水場	57.5	46
E 排水場	480	110



図一 2 - 31 排水量と吸水槽の長さ

表一 2 - 27 排水量と吸水槽の長さの関係

排水量 m³/s	長さ L s (m)	排水量 m³/s	長さ L s (m)
50	50	500	110
100	65	600	120
200	80	800	130
300	95	1,000	140
400	100	1,200	150

(2) 排水部の大きさについて

2.6節において拠点的構造物の最大の大きさ等を表一 2 - 18(前出) のとおり設定したため、ここではこれを前提として排水部の大きさ等を検討した。

イ) 表一 2 - 28は、トンネル部と排水部の深度の関係を示したものである。すなわち、トンネル部の底部より吸水槽部の底部がより低くなっている。これより、長方形形状の拠点的施設の最大可能深度は50mであったから、トンネル設置深度30m以上の排水機場の建設は不可能となる。

表-2-28 トンネル部と排水部の深度の関係

	トンネル部	排水部
深 度 m	15	35~46
	30	50~61 * 1)
	50	70~81
	100	120~131

* 拠点的な構造物（長方形）の最大可能
深度は2.6節より50mである。

* 1) は、排水量が $50\text{m}^3/\text{s}$ の時である。

ロ) 円形形状については、深度が深くなると施工可能な最大直径が小さくなるため流量が $500\text{m}^3/\text{s}$ のものは深度100mについて、流量が $600\text{m}^3/\text{s}$ のものは深度50m以上について、また、流量が $800\text{m}^3/\text{s}$ 以上についてはすべての深度について建設が不可能であった。

これらのことをまとめたものを表-2-29、図-2-32及び図-2-33に示す。

(3) 排水立坑の大きさの整合性の検討

シールドマシン等機械器具の搬入出等に必要排水立坑の大きさは、表-2-16（前出）であった。

一方、排水部の大きさを示したものは表-2-29であるが、両者を比較するとどのケースでも排水部の吸水槽の方が施工上必要な立坑より大きいことから、排水部の吸水槽は排水立坑を兼用する事ができる。

表-2-29 排水部の構造寸法表

地下河川円形排水機場構造寸法 (山の土地盤)

計画水量 (m³/s)	深 度 H (m)	H 1 (m)	H 2 (m)	H 3 (m)	H 4 (m)	ΣH (m)	D 2 (m)	L 2 (m)	D 1 (m)	L 4 (m)	L 5 (m)	L 6 (m)	I 1 (m)	I 2 (m)	D 2 (m)	ΣW 4 (m)	D 1 (m)	ΣW 2 (m)	W 1 (m)	W 5 (m)	W 6 (m)	W 7 (m)	W 8 (m)	h 1 (m)	h 2 (m)	h 3 (m)	h 4 (m)	h 5 (m)	F 1 (m)	F 2 (m)	F 3 (m)	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)
50	15	40.5	4.5	20.0	2.0	42.5	54.0	54.0	54.0	64.0	138.0	20.0	20.0	10.0	54.0	54.0	54.0	54.0	0.0	15.0	15.0	2.0	2.0	1.0	2.6	2.0	23.7	2.6	7.5	0.0	0.0	3.0	5.0	2.0	3.0
50	30	55.5	19.5	20.0	2.0	57.5	54.0	54.0	54.0	64.0	138.0	20.0	20.0	10.0	54.0	54.0	54.0	54.0	0.0	15.0	15.0	2.0	2.0	1.0	2.6	2.0	38.7	2.6	7.5	0.0	0.0	3.0	7.0	2.0	4.0
50	50	75.5	38.5	20.0	2.0	77.5	54.0	55.0	54.0	67.0	142.0	20.0	20.0	10.0	54.0	56.0	54.0	56.0	1.0	15.0	15.0	3.0	3.0	1.0	2.6	2.0	58.7	2.6	7.5	1.0	1.0	3.0	9.0	2.0	5.0
50	100	125.5	87.5	20.0	2.0	127.5	54.0	56.0	54.0	70.0	146.0	20.0	20.0	10.0	54.0	58.0	54.0	58.0	2.0	15.0	15.0	3.5	3.5	1.0	2.6	2.0	108.7	2.6	7.5	2.0	2.0	3.0	10.0	2.0	5.5
100	15	46.5	2.5	26.0	2.0	48.5	65.0	65.0	65.0	75.0	160.0	20.0	26.0	10.0	65.0	65.0	65.0	65.0	0.0	15.0	15.0	3.0	3.0	1.0	4.0	2.0	23.0	4.0	7.5	0.0	0.0	3.0	5.0	2.0	3.0
100	30	62.0	16.5	26.0	2.0	64.0	65.0	66.0	65.0	78.0	164.0	20.0	26.0	10.0	65.0	67.0	65.0	67.0	1.0	15.0	15.0	3.0	3.0	1.0	4.0	2.0	39.0	4.0	8.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
100	50	84.0	35.5	26.0	2.0	86.0	65.0	67.0	65.0	81.0	168.0	20.0	26.0	10.0	65.0	69.0	65.0	69.0	2.0	15.0	15.0	3.0	3.0	1.0	4.0	2.0	63.0	4.0	10.0	2.0	2.0	3.0	9.0	2.0	5.0
100	100	136.0	84.5	26.0	2.0	138.0	65.0	68.0	65.0	84.0	172.0	20.0	26.0	10.0	65.0	71.0	65.0	71.0	3.0	15.0	15.0	3.5	3.5	1.0	4.0	2.0	117.0	4.0	12.0	3.0	3.0	3.0	10.0	2.0	5.5
200	15	51.5	0.0	31.0	2.0	53.5	80.0	80.0	80.0	90.0	190.0	20.0	31.0	10.0	80.0	80.0	80.0	80.0	0.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	22.2	5.7	7.5	0.0	0.0	3.0	5.0	2.0	3.0
200	30	67.0	14.0	31.0	2.0	69.0	80.0	81.0	80.0	93.0	194.0	20.0	31.0	10.0	80.0	82.0	80.0	82.0	1.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	38.2	5.7	8.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
200	50	90.0	33.0	31.0	2.0	92.0	80.0	82.0	80.0	96.0	198.0	20.0	31.0	10.0	80.0	84.0	80.0	84.0	2.0	20.0	20.0	3.0	3.0	1.0	5.7	2.0	64.2	5.7	11.0	2.0	2.0	3.0	9.0	2.0	5.0
200	100	141.0	82.0	31.0	2.0	143.0	80.0	83.0	80.0	99.0	202.0	20.0	31.0	10.0	80.0	86.0	80.0	86.0	3.0	20.0	20.0	3.5	3.5	1.0	5.7	2.0	116.2	5.7	12.0	3.0	3.0	3.0	10.0	2.0	5.5
300	15	51.5	-1.5	31.0	2.0	53.5	95.0	95.0	95.0	105.0	220.0	20.0	31.0	10.0	95.0	95.0	95.0	95.0	0.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	22.2	5.7	7.5	0.0	0.0	3.0	5.0	2.0	3.0
300	30	67.0	12.5	31.0	2.0	69.0	95.0	96.0	95.0	108.0	224.0	20.0	31.0	10.0	95.0	97.0	95.0	97.0	1.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	38.2	5.7	8.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
300	50	90.0	31.5	31.0	2.0	92.0	95.0	97.0	95.0	111.0	228.0	20.0	31.0	10.0	95.0	99.0	95.0	99.0	2.0	20.0	20.0	2.0	2.0	1.0	5.7	2.0	64.2	5.7	11.0	2.0	2.0	3.0	7.0	2.0	4.0
300	100	141.0	80.5	31.0	2.0	143.0	95.0	98.0	95.0	114.0	232.0	20.0	31.0	10.0	95.0	101.0	95.0	101.0	3.0	20.0	20.0	3.5	3.5	1.0	5.7	2.0	116.2	5.7	12.0	3.0	3.0	3.0	10.0	2.0	5.5
400	15	51.5	-4.0	31.0	2.0	53.5	100.0	101.0	100.0	113.0	234.0	20.0	31.0	10.0	100.0	102.0	100.0	102.0	1.0	25.0	25.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	22.2	5.7	7.5	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
400	30	68.0	10.0	31.0	2.0	70.0	100.0	102.0	100.0	116.0	238.0	20.0	31.0	10.0	100.0	104.0	100.0	104.0	2.0	25.0	25.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	40.2	5.7	9.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
400	50	91.0	29.0	31.0	2.0	93.0	100.0	103.0	100.0	119.0	242.0	20.0	31.0	10.0	100.0	106.0	100.0	106.0	3.0	25.0	25.0	2.0	2.0	1.0	5.7	2.0	66.2	5.7	12.0	3.0	3.0	3.0	7.0	2.0	4.0
400	100	141.0	78.0	31.0	2.0	143.0	100.0	104.0	100.0	122.0	246.0	20.0	31.0	10.0	100.0	108.0	100.0	108.0	4.0	25.0	25.0	3.5	3.5	1.0	5.7	2.0	116.2	5.7	12.0	4.0	4.0	3.0	10.0	2.0	5.5
500	15	51.5	-5.0	31.0	2.0	53.5	110.0	111.0	110.0	123.0	254.0	20.0	31.0	10.0	110.0	112.0	110.0	112.0	1.0	32.0	32.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	22.2	5.7	7.5	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
500	30	69.0	9.0	31.0	2.0	71.0	110.0	112.0	110.0	126.0	258.0	20.0	31.0	10.0	110.0	114.0	110.0	114.0	2.0	32.0	32.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	42.2	5.7	10.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
500	50	91.0	27.0	31.0	2.0	93.0	110.0	114.0	110.0	132.0	266.0	20.0	31.0	10.0	110.0	118.0	110.0	118.0	4.0	32.0	32.0	2.0	2.0	1.0	5.7	2.0	66.2	5.7	12.0	4.0	4.0	3.0	7.0	2.0	4.0
600	15	51.5	-7.5	31.0	2.0	53.5	120.0	122.0	120.0	136.0	278.0	20.0	31.0	10.0	120.0	124.0	120.0	124.0	2.0	42.0	42.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	22.2	5.7	7.5	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
600	30	69.0	7.5	31.0	2.0	71.0	120.0	122.0	120.0	136.0	278.0	20.0	31.0	10.0	120.0	124.0	120.0	124.0	2.0	42.0	42.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	42.2	5.7	10.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0

地下河川円形排水機場構造寸法 (下町地盤)

計画水量 (m³/s)	深 度 H (m)	H 1 (m)	H 2 (m)	H 3 (m)	H 4 (m)	Σ H (m)	D 2 (m)	L 2 (m)	D 1 (m)	L 4 (m)	L 5 (m)	L 6 (m)	I 1 (m)	I 2 (m)	D 2 (m)	Σ W 4 (m)	D 1 (m)	Σ W 2 (m)	W 1 (m)	W 5 (m)	W 6 (m)	W 7 (m)	W 8 (m)	h 1 (m)	h 2 (m)	h 3 (m)	h 4 (m)	h 5 (m)	F 1 (m)	F 2 (m)	F 3 (m)	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)
50	15	41.0	10.0	20.0	2.0	43.0	54.0	55.0	54.0	67.0	142.0	20.0	20.0	10.0	54.0	56.0	54.0	56.0	1.0	15.0	15.0	1.0	1.0	1.0	2.6	2.0	24.7	2.6	8.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
50	30	58.0	24.0	20.0	2.0	60.0	54.0	56.0	54.0	70.0	146.0	20.0	20.0	10.0	54.0	58.0	54.0	58.0	2.0	15.0	15.0	2.0	2.0	1.0	2.6	2.0	43.7	2.6	10.0	2.0	2.0	3.0	7.0	2.0	4.0
50	50	80.0	43.0	20.0	2.0	82.0	54.0	57.0	54.0	73.0	150.0	20.0	20.0	10.0	54.0	60.0	54.0	60.0	3.0	15.0	15.0	3.0	3.0	1.0	2.6	2.0	67.7	2.6	12.0	3.0	3.0	3.0	9.0	2.0	5.0
50	100	130.0	92.5	20.0	2.0	132.0	54.0	57.5	54.0	74.5	152.0	20.0	20.0	10.0	54.0	61.0	54.0	61.0	3.5	15.0	15.0	3.5	3.5	1.0	2.6	2.0	117.7	2.6	12.0	3.5	3.5	3.0	10.0	2.0	5.5
100	15	49.0	10.0	26.0	2.0	51.0	65.0	66.0	65.0	78.0	164.0	20.0	26.0	10.0	65.0	67.0	65.0	67.0	1.0	15.0	15.0	1.0	1.0	1.0	4.0	2.0	28.0	4.0	10.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
100	30	66.0	24.0	26.0	2.0	68.0	65.0	67.0	65.0	81.0	168.0	20.0	26.0	10.0	65.0	69.0	65.0	69.0	2.0	15.0	15.0	1.0	1.0	1.0	4.0	2.0	47.0	4.0	12.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
100	50	86.0	43.0	26.0	2.0	88.0	65.0	68.0	65.0	84.0	172.0	20.0	26.0	10.0	65.0	71.0	65.0	71.0	3.0	15.0	15.0	3.0	3.0	1.0	4.0	2.0	67.0	4.0	12.0	3.0	3.0	3.0	9.0	2.0	5.0
100	100	136.0	92.5	26.0	2.0	138.0	65.0	68.5	65.0	85.5	174.0	20.0	26.0	10.0	65.0	72.0	65.0	72.0	3.5	15.0	15.0	3.5	3.5	1.0	4.0	2.0	117.0	4.0	12.0	3.5	3.5	3.0	10.0	2.0	5.5
200	15	56.0	10.0	31.0	2.0	58.0	80.0	81.0	80.0	93.0	194.0	20.0	31.0	10.0	80.0	82.0	80.0	82.0	1.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	31.2	5.7	12.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
200	30	71.0	24.0	31.0	2.0	73.0	80.0	82.0	80.0	96.0	198.0	20.0	31.0	10.0	80.0	84.0	80.0	84.0	2.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	46.2	5.7	12.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
200	50	91.0	43.0	31.0	2.0	93.0	80.0	83.0	80.0	99.0	202.0	20.0	31.0	10.0	80.0	86.0	80.0	86.0	3.0	20.0	20.0	3.0	3.0	1.0	5.7	2.0	66.2	5.7	12.0	3.0	3.0	3.0	9.0	2.0	5.0
200	100	141.0	92.5	31.0	2.0	143.0	80.0	83.5	80.0	100.5	204.0	20.0	31.0	10.0	80.0	87.0	80.0	87.0	3.5	20.0	20.0	3.5	3.5	1.0	5.7	2.0	116.2	5.7	12.0	3.5	3.5	3.0	10.0	2.0	5.5
300	15	56.0	10.0	31.0	2.0	58.0	95.0	96.0	95.0	108.0	224.0	20.0	31.0	10.0	95.0	97.0	95.0	97.0	1.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	31.2	5.7	12.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
300	30	71.0	24.0	31.0	2.0	73.0	95.0	97.0	95.0	111.0	228.0	20.0	31.0	10.0	95.0	99.0	95.0	99.0	2.0	20.0	20.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	46.2	5.7	12.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
300	50	91.0	43.0	31.0	2.0	93.0	95.0	98.0	95.0	114.0	232.0	20.0	31.0	10.0	95.0	101.0	95.0	101.0	3.0	20.0	20.0	2.0	2.0	1.0	5.7	2.0	66.2	5.7	12.0	3.0	3.0	3.0	7.0	2.0	4.0
300	100	141.0	92.5	31.0	2.0	143.0	95.0	98.5	95.0	115.5	234.0	20.0	31.0	10.0	95.0	102.0	95.0	102.0	3.5	20.0	20.0	3.5	3.5	1.0	5.7	2.0	116.2	5.7	12.0	3.5	3.5	3.0	10.0	2.0	5.5
400	15	56.0	10.0	31.0	2.0	58.0	100.0	101.0	100.0	113.0	234.0	20.0	31.0	10.0	100.0	102.0	100.0	102.0	1.0	25.0	25.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	31.2	5.7	12.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
400	30	71.0	24.0	31.0	2.0	73.0	100.0	102.0	100.0	116.0	238.0	20.0	31.0	10.0	100.0	104.0	100.0	104.0	2.0	25.0	25.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	46.2	5.7	12.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
400	50	91.0	43.0	31.0	2.0	93.0	100.0	103.0	100.0	119.0	242.0	20.0	31.0	10.0	100.0	106.0	100.0	106.0	3.0	25.0	25.0	2.0	2.0	1.0	5.7	2.0	66.2	5.7	12.0	3.0	3.0	3.0	7.0	2.0	4.0
400	100	141.0	92.5	31.0	2.0	143.0	100.0	103.5	100.0	120.5	244.0	20.0	31.0	10.0	100.0	107.0	100.0	107.0	3.5	25.0	25.0	3.5	3.5	1.0	5.7	2.0	116.2	5.7	12.0	3.5	3.5	3.0	10.0	2.0	5.5
500	15	56.0	10.0	31.0	2.0	58.0	110.0	111.0	110.0	123.0	254.0	20.0	31.0	10.0	110.0	112.0	110.0	112.0	1.0	32.0	32.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	31.2	5.7	12.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
500	30	71.0	24.0	31.0	2.0	73.0	110.0	112.0	110.0	126.0	258.0	20.0	31.0	10.0	110.0	114.0	110.0	114.0	2.0	32.0	32.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	46.2	5.7	12.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0
500	50	91.0	43.0	31.0	2.0	93.0	110.0	113.0	110.0	129.0	262.0	20.0	31.0	10.0	110.0	116.0	110.0	116.0	3.0	32.0	32.0	2.0	2.0	1.0	5.7	2.0	66.2	5.7	12.0	3.0	3.0	3.0	7.0	2.0	4.0
600	15	56.0	10.0	31.0	2.0	58.0	120.0	121.0	120.0	133.0	274.0	20.0	31.0	10.0	120.0	122.0	120.0	122.0	1.0	42.0	42.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	31.2	5.7	12.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0
600	30	71.0	24.0	31.0	2.0	73.0	120.0	122.0	120.0	136.0	278.0	20.0	31.0	10.0	120.0	124.0	120.0	124.0	2.0	42.0	42.0	1.0	1.0	1.0	5.7	2.0	46.2	5.7	12.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0

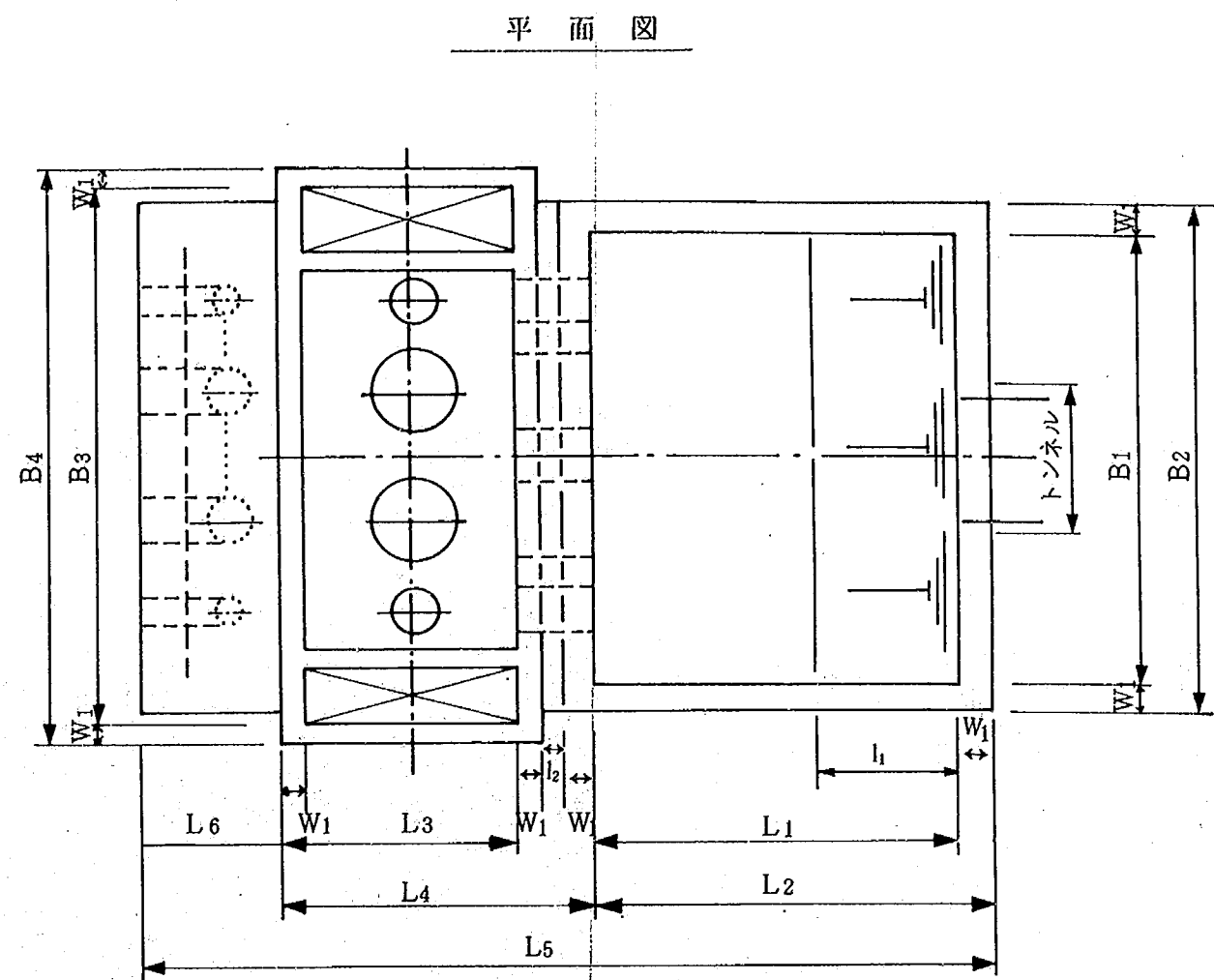
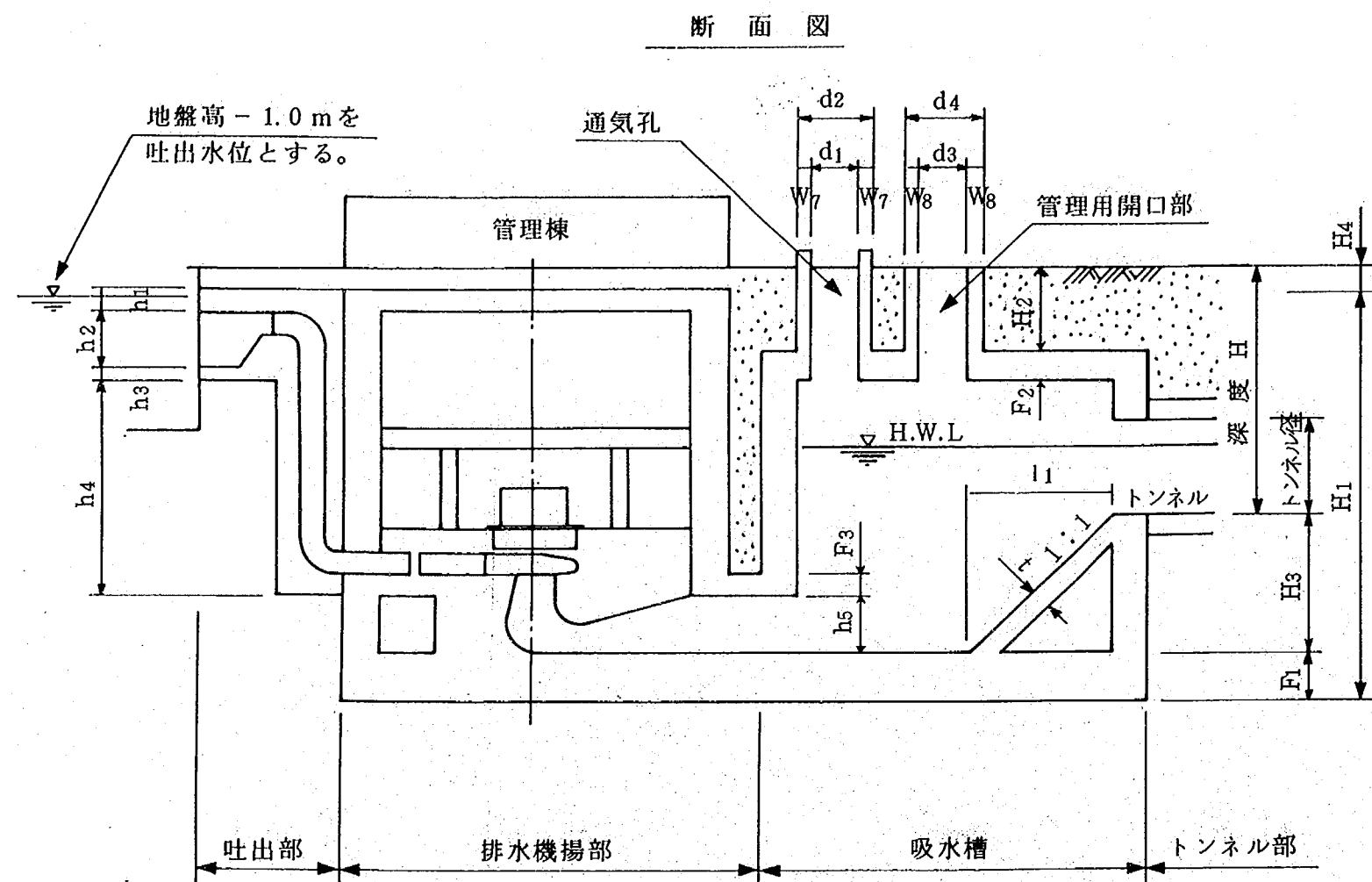
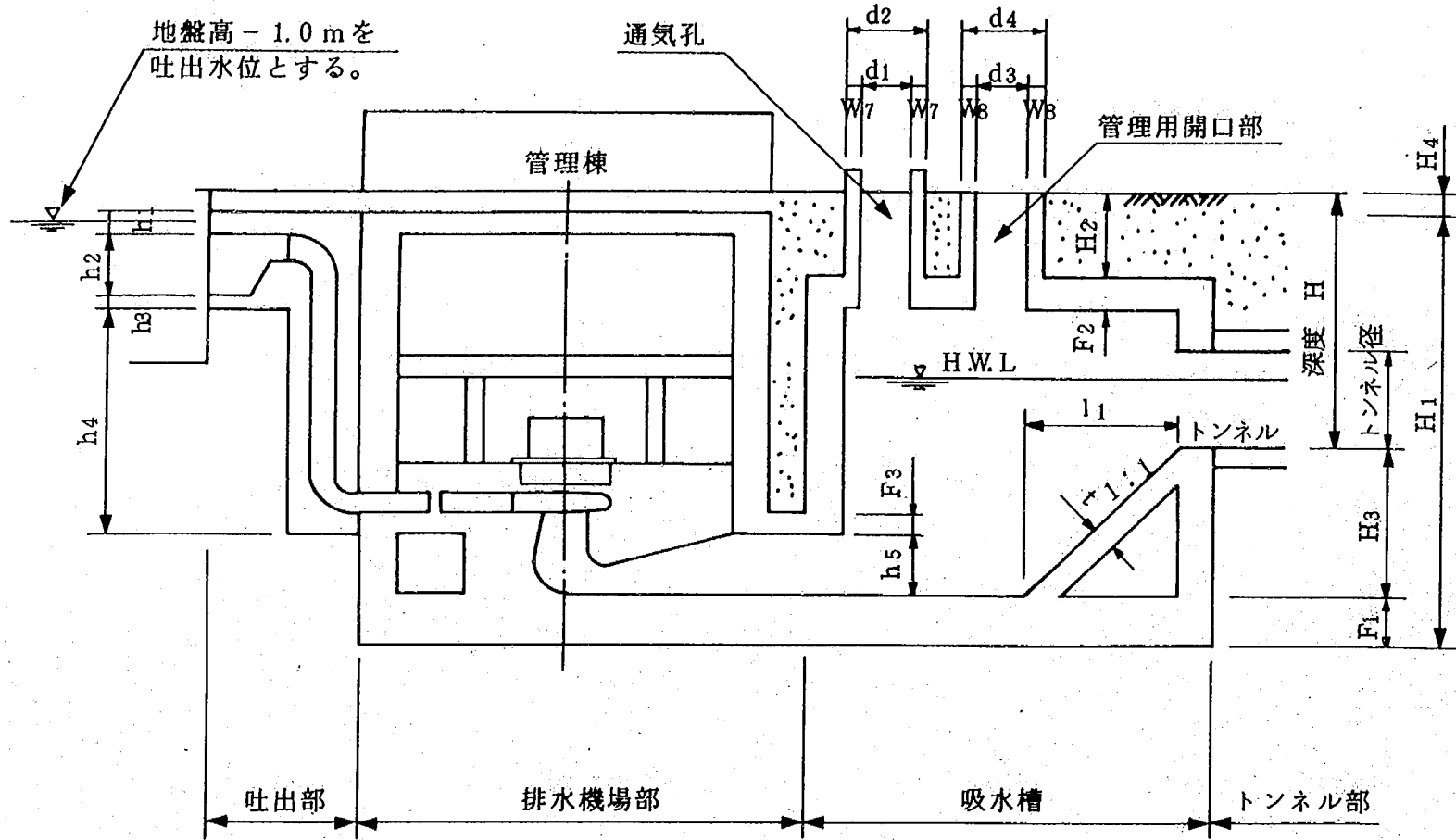


図-2-32 排水部の構造図 (長方形形状)

断面図



平面图

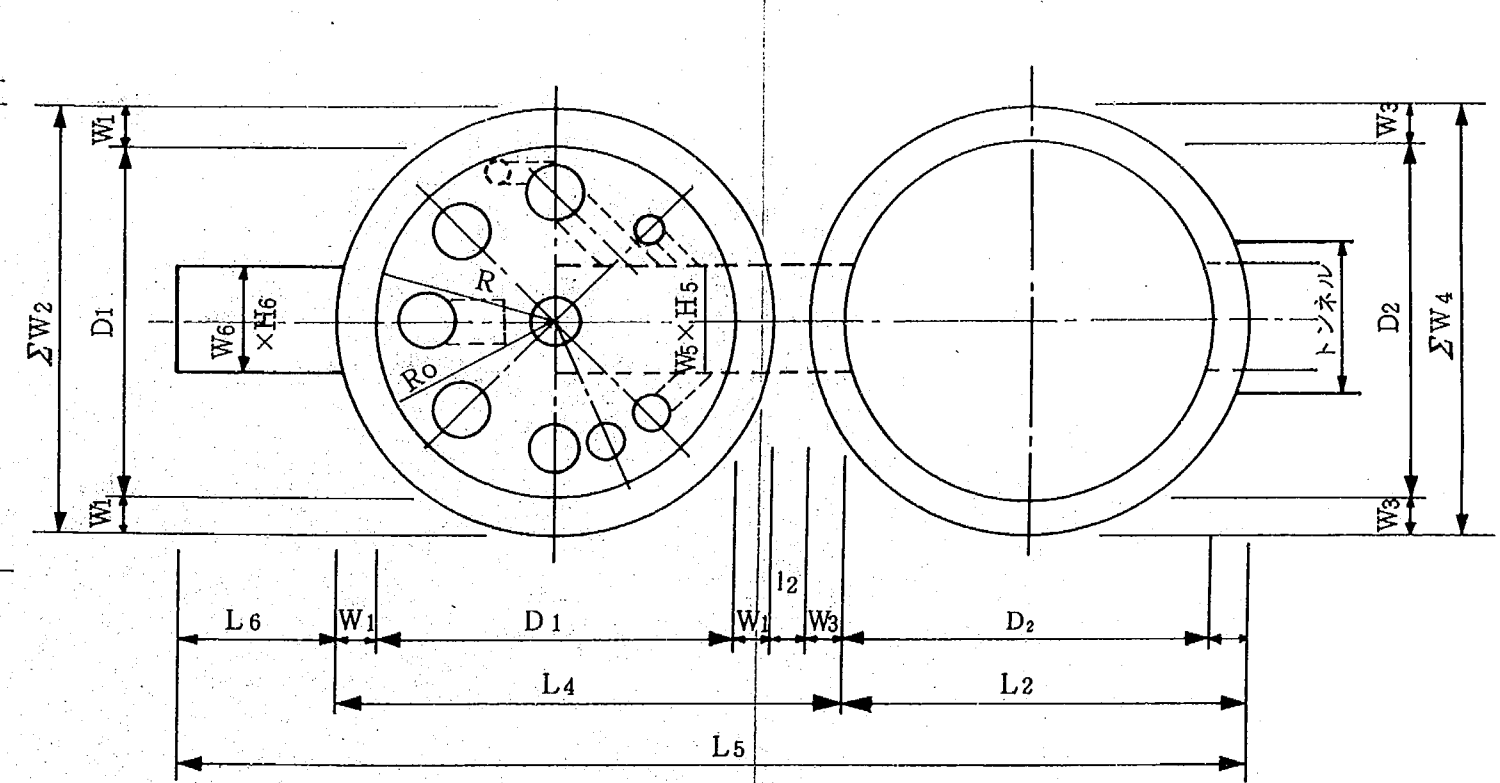


図-2-33 排水部の構造図(円形形状)

2.8 構造物の施工費及び施工単価

1) 換点的な構造物の施工法の検討

施工法及び施工単価として、以下に示すように大きく6項目に分類し、それぞれの施工費を積み上げるにより全体の施工費を算出した。

- ・掘削に係る費用
- ・コンクリート部分に係る費用
- ・連壁に係る費用
- ・地盤改良（薬液注入）に係る費用
- ・仮設土留支保工に係る費用
- ・地下水対策（ディープウェル工法）に係る費用

施工費を積み上げるためには上記6項目の分類とは別に、次に示すような各部分構造物の最大値等を設定する必要がある。

① 平面形状が円形及び長方形の地下構造物の最大壁厚

現在のポンプ場、抽水場、及びLNG地下タンク等の地下構造物の最大壁厚は $t=3.2\text{m}$ であり、現在計画中のものは $t=3.6\text{m}$ であるためここでは最大壁厚は $t=3.6\text{m}$ とする。

② 平面形状が円形及び長方形の地下構造物の底版厚

図-2-34は同様の地下構造物の施工深さと底版厚の関係を示したものである。これより底版厚は施工深度の10%と仮定した。

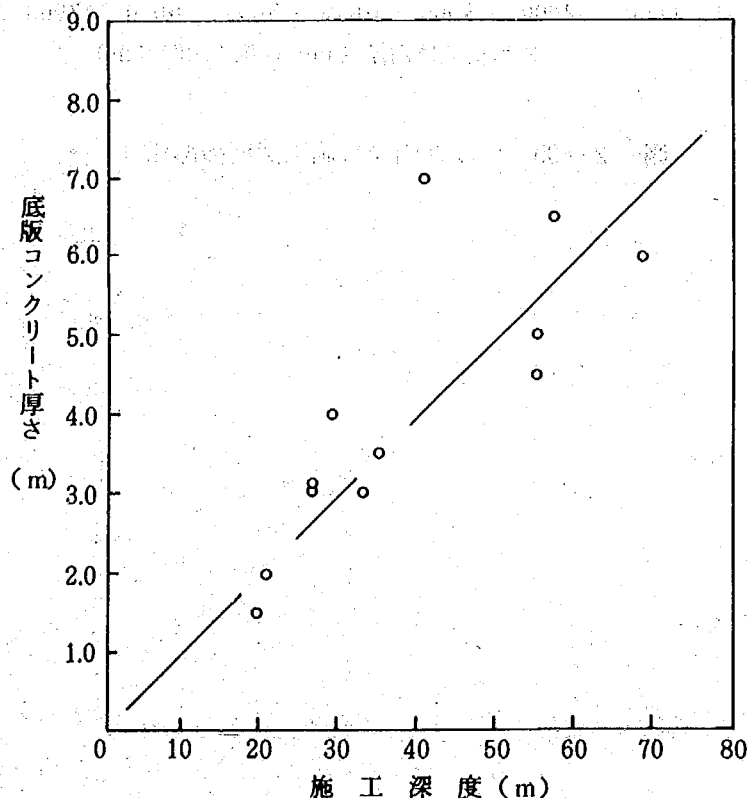


図-2-34 コンクリート厚さと施工深度

③ 円形形状の内径と壁厚

図-2-35は橋下部工、地下河川立坑、及びLNG地下タンク等の平面形状が円形の既設構造物と今回設定した円形形状構造物の、「壁厚」と「内径×施工深度」の関係を示したものである。これよりおおむね今回設定したものは妥当であることが分かる。

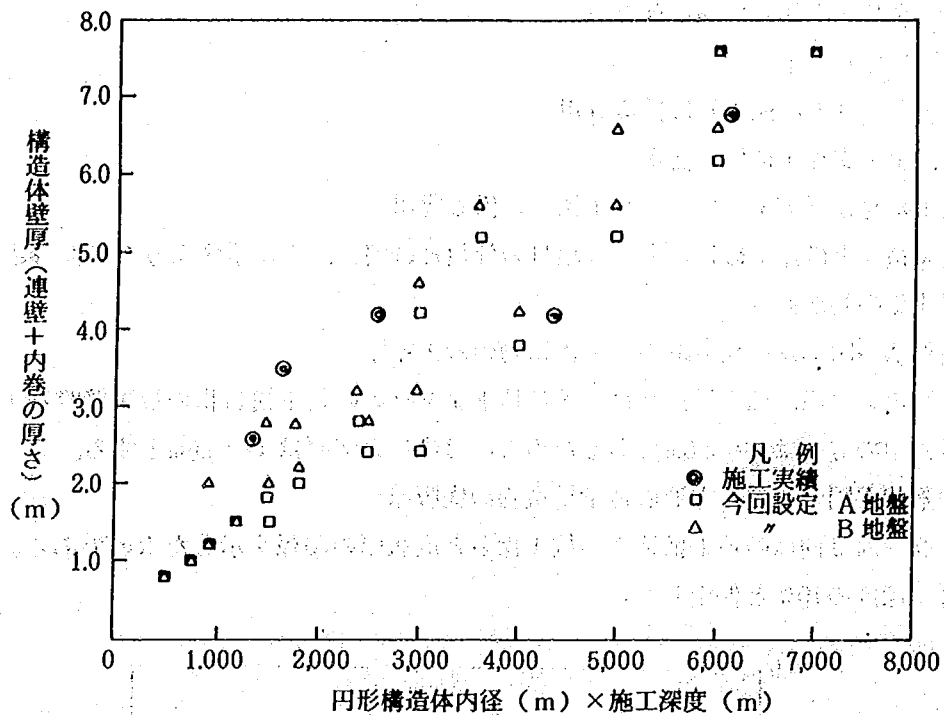


図-2-35 壁厚と内径×施工深度の関係

④ 平面形状が円形及び長方形の地下構造物のディープウェル工法

本検討では、地下水位が地表面付近にあるため

イ) 底版にかかる浮力を防止する

ロ) 施工性を向上させる

ために、ディープウェル工法を用いて地下水位を低下させる。

数量については、上記の地下構造物を参考に

イ) 施工深度が50mより浅い場合は、連続地中平面延長60m毎に1本

ロ) 施工深度が100mの場合は、連続地中壁平面延長30m毎に1本

とした。

⑥ 地盤改良

ディープウェルをかけた時の周辺地盤の地下水位の低下を防止するために、薬液を注水し難透水層をつくる。その厚さについては実績を参考にし、

イ) 施工深度が15mの場合は、薬液注水厚さを3.0m

ロ) 施工深度が30mより深い場合は、薬液注水厚さを5.0m

とした。

以上のような工法及び最大値を前提として、拠点的な構造物のそれぞれの条件下における部分構造物の寸法や補助工法の単価を設定した(表-2-20(前出), 表-2-30~表-2-33)

2) NATM工法の単価

NATM工法の単価については、総プロの中の「大深度末固結含水地山におけるトンネル掘削技術に関する研究」で検討された結果を基に、図-2-36に示す仕上がり断面積と延長1m当りの施工単価より算定した。

3) シールド工法の単価

シールド工法の単価については、実績から図-2-37及び図-2-38に示すようにシールド外径及び工事延長に対する1m³掘削単価の関係がある。ここでは、トンネル外径と延長とを独立変数とし、1m³当りの掘削単価を従属変数とした重回帰式により算定することにして、

シールドの施工単価 = $28 + 240 / \text{シールド工法外径 (m)} + 36,000 / \text{工事延長 (m)}$

とした。

表-2-31 平面形状(円形・長方形)別・深度別の数量・寸法・単価一覧表

[illegible]

表一 2-32 平面形状（円形・長方形）別・深度別の数量・寸法・単価一覧表

想定地盤			A 地 盤				B 地 盤			
掘削深度 (m)			15	30	50	100	15	30	50	100
連壁長さ (m)			30.0	50.0	85.0	120.0	40.0	65.0	110.0	145.0
項 目										
I	本設構造物に使用									
1	円形・本設構造物									
1	φ 30m 連壁厚さ	m	0.8	1.2	1.5	2.4	0.8	2.0	2.0	3.2
	〳 単価	千円/m ²								
2	φ 50m 連壁厚さ	m	1.0	1.8	2.4	3.2	1.0	2.8	2.8	3.6
	〳 単価	千円/m ²			324	420		353	387	477
3	φ 60m 連壁厚さ	m	1.2	2.0	2.4	3.2	1.2	2.8	3.2	3.6
	〳 単価	千円/m ²			324	420		353	412	477
4	φ 80m 連壁厚さ	m	1.5	2.8	2.8	—	1.5	3.2	3.2	—
	〳 単価	千円/m ²								
5	φ 100m 連壁厚さ	m	1.8	3.2	3.2	—	2.0	3.6	3.6	—
	〳 単価	千円/m ²								
6	φ 120m 連壁厚さ	m	2.2	3.2	3.6	—	2.4	3.6	3.6	—
	〳 単価	千円/m ²								
7	φ 70m 連壁厚さ	m	—	—	—	3.6	—	—	—	3.6
	〳 単価	千円/m ²								
2.	長方形 連壁厚さ	m	1.0	1.5	2.0	—	1.0	1.5	2.0	—
	〳 単価	千円/m ²								
II	仮設土留壁									
	線状構造 連壁厚さ	m	—	1.2	—	—	—	1.2	—	—
	〳 単価	千円/m ²		202				207		

表-2-33 平面形状(円形・長方形)別・深度別の数量・寸法・単価一覧表

項 目		条件・規格	単価	単 位	備 考
1	連壁内巻コンクリート	t=1.0 m	100	千円/m ²	連壁面積当り単価
	(逆巻き)	t=2.0 m	160	〃	〃
		t=3.0 m	220	〃	〃
		t=4.0 m	280	〃	〃
2	底版コンクリート	t=2.0 m	69	千円/m ²	
		t=3.0 m	66	〃	
		t=4.0 m	64	〃	
		t=5.0 m	63	〃	
		t=6.0 m	63	〃	
		t=7.5 m	62	〃	
		t=8.0 m	62	〃	
		t=10 m	61	〃	
3	躯体コンクリート		82	千円/m ²	
4	薬液注入	深度 15 m	50	千円/m ²	改良土量当り単価
		〃 30 m	65	〃	〃
		〃 50 m	80	〃	〃
		〃 100 m	110	〃	〃
		〃 150 m	150	〃	〃
5	ディープウェル	φ 500mm	380	千円/m	

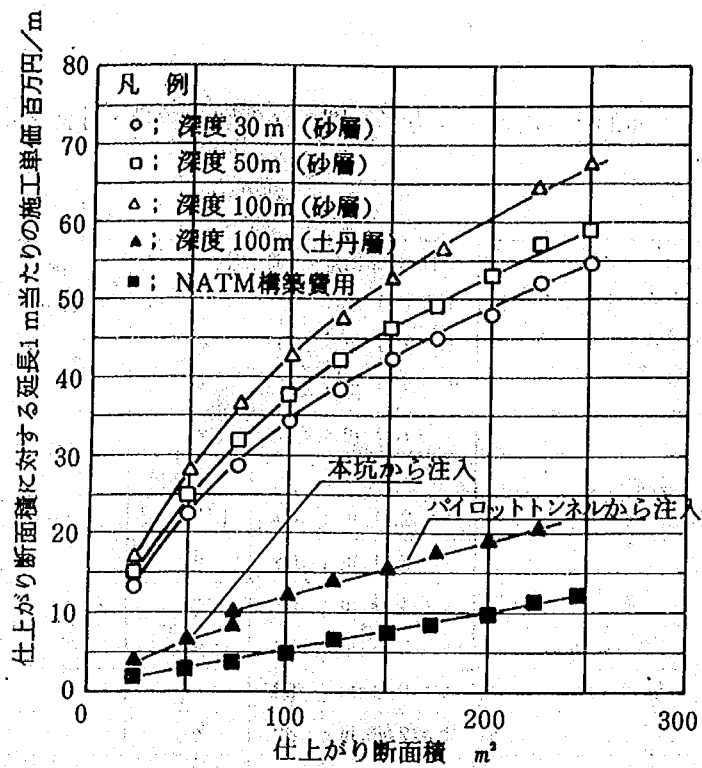


図-2-36 トンネル延長当りのNATM掘削・構築単価

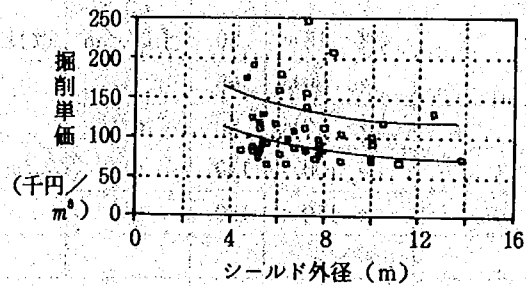


図-2-37 シールド外径別掘削単価

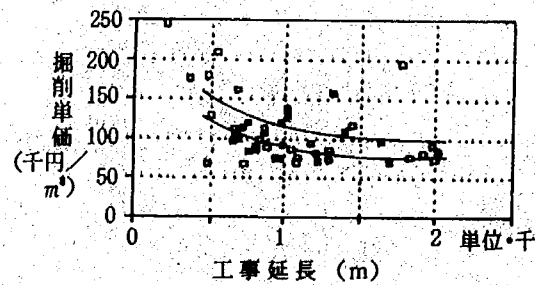


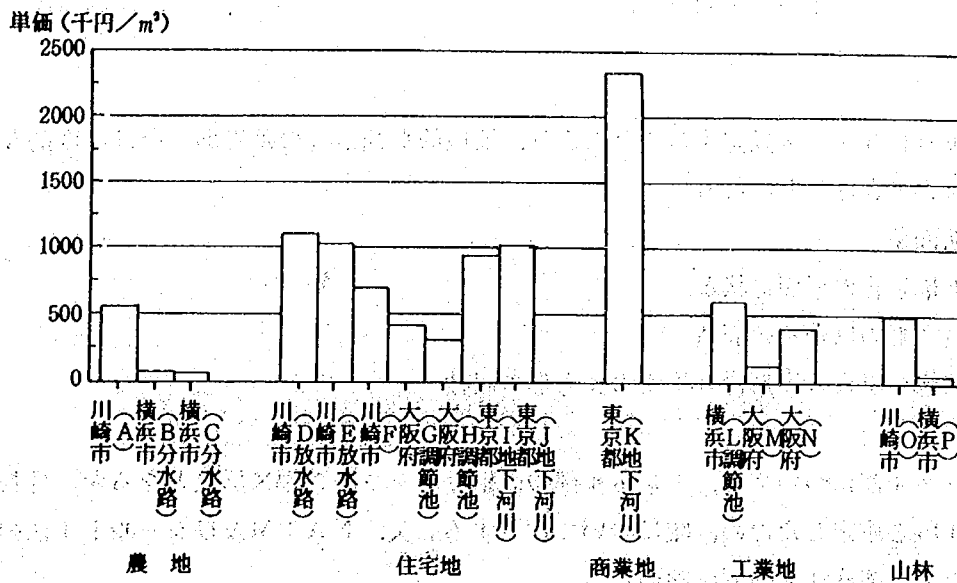
図-2-38 トンネル延長別掘削単価

2.9 用地費に係る検討

1) 用地単価

近年、都市の土地価格は高騰し、事業を進めるうえでも用地買収が最大の障害となっている。従って、全体事業費を算定するうえで、用地費の設定は1つの重要なポイントとなる。ここでは、用地費を以下のとおり設定した。

図－2－39は、既設の地下放水路及び地下調節池の用地の補償単価を示したものである。これより補償単価は、少ないところで、1㎡当り横浜市の640千円（農地）、高いところで同じく東京都の2,330千円（商業地）とかなりばらつきがある。



図－2－39 既設の地下放水路及び地下調節池の補償単価

一方、地下河川が主に大都市で建設されることより、今回代表として東京都、大阪市、及び名古屋市の土地価格（公示価格）について調査した。表－2－34は、平成元年度における東京都、大阪市、及び名古屋市の土地区分別の平均単価を示したものであり、東京都、大阪市、及び名古屋市で各々1,720、1,140、及び1,190千円であった。

公示価格には建設に伴う立ち退き等の補償が含まれていないことを鑑み、ここでは、実績及び公示価格の両者を比較し、東京都の最高価格に近い数字である1㎡当り2,000千円を用いた。

また、地下構造物を建設する場合、地下の土地価格をどの様に設定するかが問題である。既設の地下河川においては深度毎に土地の価格を決めている事例もある。ここでは地下構造物を設置するにあたって必要となる1㎡当りの用地費を、次の3ケース設定した。

- ① 東京都の最高価格である2,000千円。
- ② おおむね大阪市、名古屋市の土地価格に等しく、かつ東京都の最高価格の50%にあたる1,000千円。
- ③ 無償。

表-2-34 土地区分別の土地価格

対象：東京都

地 域	住 宅 地	商 業 地	準工業地	工業地	調整区域	平 均
比率 (%)	63.0	14.0	14.2	3.7	5.1	100.0
土地価格	858,600	6,945,700	1,182,000	792,500	91,700	1,720,000

(単位：円/㎡)

対象：名古屋市

地 域	住 宅 地	住宅見込地	商 業 地	準工業地	工業地	総平均
土地価格	340,000	49,500	2,840,000	251,000	251,000	1,190,000

(単位：円/㎡)

*なお、大阪市については、土地利用形態が不明のため平均値で示す。
平均= 1,140千円

このように3ケース設定することにより、地域的な補償費の差異あるいは深度的な差異にもケース上、対応できることになる。

2) 用地面積

① 地下構造物の平面形状が、

イ) 長方形の場合その面積

ロ) 円形の場合は円形に外接する長方形の面積

とした。

② トンネル部については、トンネル部の面積はトンネルの幅×延長となるが、延長については前節で10kmと設定したため、幅について検討する。又、NATM及びシールド工法の幅は、地盤改良のための薬液注入範囲は除いた。

イ) 開削工法

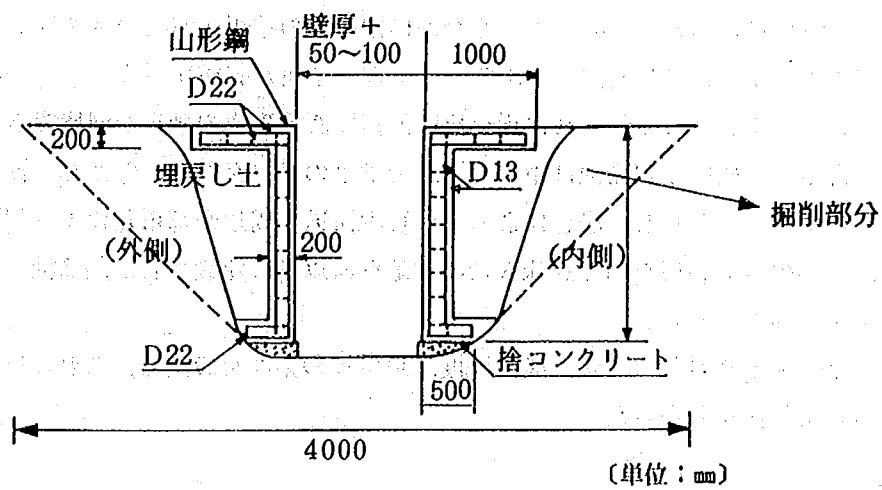
開削工法については、幅+連壁厚+施工上必要なガイドウォール分の幅4.0mを考慮した(図-2-40参照)。

ロ) NATM工法

NATM工法についての幅は、内径+覆工厚+地盤補強ゾーンとして0.5mを考慮した(図-2-21前出参照)。

ハ) シールド工法

シールド工法についての幅は、トンネル外径とした。



図一 2-40 ガイドウォールの概要図

3. 地下調節池の検討

都市河川が、流出量の増大に対応していくためには河道の拡幅、河道の浚渫等が行われる。しかし、全川が完成するまでには長期間工期を要し、また、全川が完成するまで、その改修の効果が発揮できない場合がある。そこで、それに比べ比較的短期間で事業の効果が期待できるのが遊水池並びに調節池である。一般的な調節池は中・上流域で洪水のピーク部分を貯留し下流の洪水を軽減しようとするものである。しかし、場合によっては現況河道の周辺が都市化により用地買収等が困難な場合には、空間の有効利用を図る意味も含めて地盤面以下に建設される調節池がある。この調節池のことを地下調節池と呼ぶ。

本節では地下調節池を対象に流量、設置深度、地盤等の条件を設定し、これに応じた構造諸元や施工費等について検討を行なった。

3.1 一般条件

地下調節池の検討を行なうにあたり、施設の条件を以下のとおり設定した。なお、設定にあたって土被り厚、深度、流量、及び地盤条件については地下放水路と同様とした。

① 地下調節池の全体構想

地下調節池の施設は、図-3-1に示すように本川河道、流入部、調節池本体、及び排水部に区分した。各施設の機能についてまとめると以下のとおりとなる。

なお、本川河道並びに流入部については地下放水路と同様であるためここでは省略することとする。

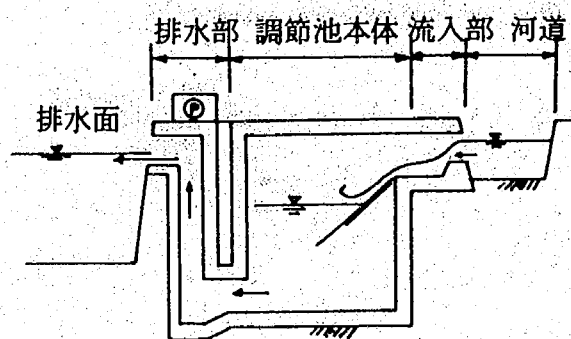


図-3-1 地下調節池一般構造図

イ) 地下調節池本体

洪水を一時貯留することにより下流の洪水を軽減する機能を持つ。

ロ) 排水部

洪水により地下調節池本体に貯留した流水を排水する機能を持つ。

② 地下調節池本体の条件

イ) 施工法は、経済性を考慮し開削工法とした。

ロ) 地下調節池容量は、池の形よりも洪水調節容量で決まるため、初めに容量を設定し、それから地下調節池本体の縦・横寸法を設定した。また、対象が都市内河川であること、地下調節池の設置される用地等を考慮し、容量は、1,000千 m^3 が最大であると考え、50, 100, 300, 500, 1,000千 m^3 の5ケースとした。

ハ) 地下調節池の平面形状を長方形とした場合に、その縦・横比をどのように設定するかが問題となる。しかし、前述したように調節池の場合、具体的なパラメータはその形状ではなく、容量であることからここではとりあえず縦・横比を $1:\sqrt{2}$ と設定した。また、平面形状が円形の場合は事例としてはないが、長方形に比べ調節池の内部の梁の数が少なくなり経済的と考えられるため検討の対象とした。

③ 付帯設備

付帯設備については、表-2-2（前出）に示すとおり洪水を抑制するのに直接必要な施設のほかに、騒音、臭気、及び水質改善といった環境対策上必要な施設、また洗浄、排泥、及び搬入・入といった管理を容易にするための施設が設置されている。

今回の検討では、この中からスクリーン、沈砂池、ポンプ施設、ポンプ電気室、排泥施設、及び搬入・出施設を対象として事業費の検討を行なう。

3.2 地下調節池の洪水調節効果の検討

地下調節池の今回検討対象となる洪水調節容量は、前章で設定した50, 100, 300, 500, 及び1,000千 m^3 の5ケースである。

一方、分流量は表-2-1（前出）に示すとおり50 m^3/s ～1,200 m^3/s の20ケースである。

本来なら洪水調節計算により所定の流量に見合う地下調節池の洪水調節容量の検討を行わなければならないが、今回は、特定の流域並びに河川を設定するのではなく、一般的な条件設定のもとで検討を行っているので、既往の施設の設定事例から地下調節池の分流量と洪水調節容量の関係について検討する。

既往の施設としては、地下調節池が都市部の中小河川が主な対象となることを考慮し資料収集した。

表-3-1は、既往の調節池並びに遊水池を対象として洪水調節容量と分流量の関係を表したものである。収集事例の洪水調節容量は最大189千 m^3 で、ここで対象としている1,000千 m^3 の範囲をカバーしていないが、図-3-2に示すように相関係数が $r=0.95$ と高いため、これを用いて洪水調節容量と分流量の関係を求めた。その結果を表-3-2に示すが、1,000千 m^3 の容量を使っても分流量は355 m^3/s であり、地下放水路1,200 m^3/s とは流量幅の相違がある。

表-3-1 既往施設の分流量と洪水調節容量の関係

	計画流量 (m^3/s)	分流量 (m^3/s)	分流比	洪水調節 容量 (m^3)
A 調節池	50	21	0.42	24,000
B 調節池	25.3	5.84	0.23	17,000
C 調節池	169	59	0.35	189,000
D 遊水池	24	16	0.67	38,300
E 調節池	210	30	0.14	60,000
F 調節池	188.9	32.4	0.17	110,000
G 調節池	156.5	63.1	0.40	180,000
H 調節池	93.4	8.4	0.09	50,000

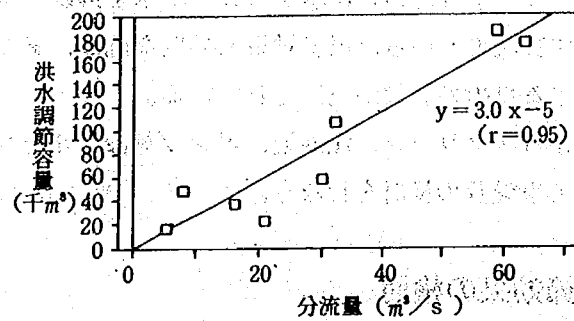


図-3-2 洪水調節容量と分流量

表-3-2 分流量と洪水調節容量

分流量 (m^3/s)	洪水調節容量 (千 m^3)
18.3	50
35.0	100
101.7	300
168.3	500
335.0	1,000

3.3 地下調節池の流入部の構造及び施工費の検討

地下調節池の流入部の構造は、2.3で述べた地下放水路の構造と同じと考えた。

ただし、地下放水路の対象となる流量は、 $50 \sim 1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ 、地下調節池は3.2で述べたとおり $18 \sim 335 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、流量規模の幅に差がある。本来なら地下調節池の流入部の構造寸法を求め施工費を算出する必要があるが、ここでは流量と施工費が比例関係にあると仮定し、地下放水路で求めた施工費を流量で按分することにより地下調節池の流入部の施工費とする。

3.4 地下調節池本体の構造検討

地下調節池の容量及び深度は、それぞれ50, 100, 300, 500, 1,000千 m^3 及び15, 30, 50, 100 mとしているため平面の寸法は必然的に定まる。

また、地下調節池は拠点的な施設であるため2.6で述べた構造物の大きさの条件（表-2-18（前出））と同じ条件で検討した。

これより、平面形状が円形のもので大容量のものをつくるには、調節池を複数個設置することが必要となり、地下調節池間を結ぶ連通管が必要となる。

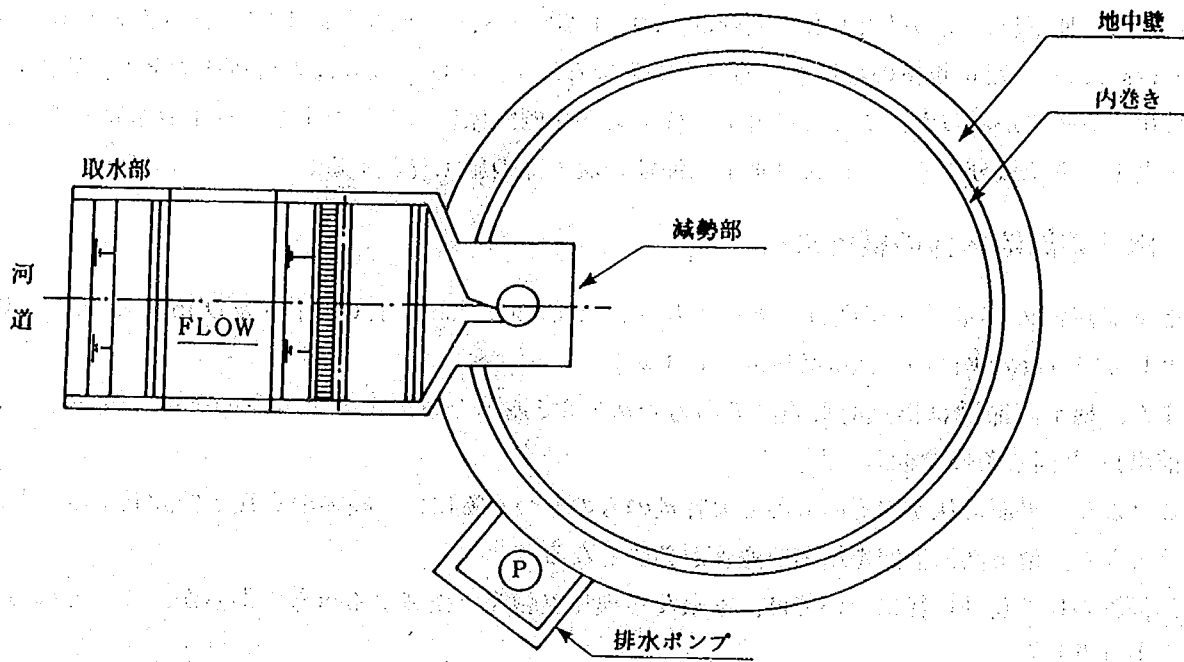
連通管の長さ及び口径については、本来なら模型実験等で検証するべきであるが、ここでは以下のとおりとした。

- ① 長さは、短いほうが用地費が安くなり有利となるが、あまり短いと地下調節池本体が接近構造物となって安全面において問題があるため、ここでは10mと仮定した。
- ② 口径についての根拠はないため、ここでは地下放水路の最小断面である半径3.24mと仮定した。連通管の施工は、地下水の高水圧下でより確実に施工のできる凍結工法を補助工法とする泥水押管工法で施工する。施工は地下調節池を施工後地下調節池内より所定の範囲を改良し、その後泥水押管で地下調節池間を結ぶ方法とする。泥水押管の工事単価は、一般にシールドの $\frac{1}{2}$ 程度といわれていることから、先のシールド工事単価の $\frac{1}{2}$ の泥水押管の単価とした。

図-3-3、図-3-4及び表-3-3に地下調節池の構造図及び構造寸法を示す。

地下調節池内の梁・柱の容積率は2.6で述べた表-2-20（前出）より設定した。

平面図



断面図

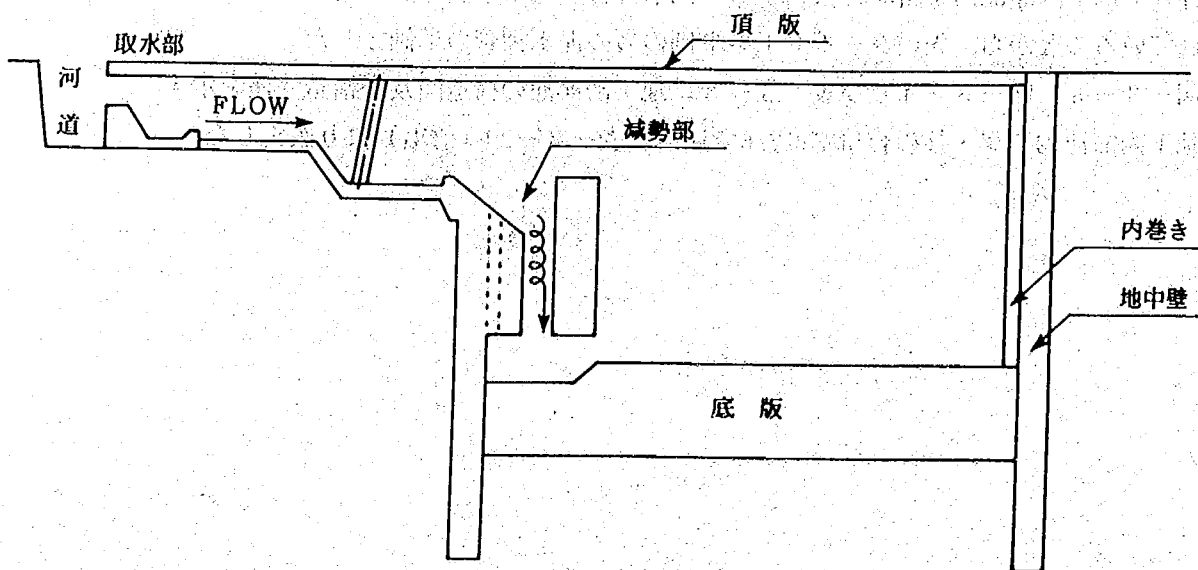
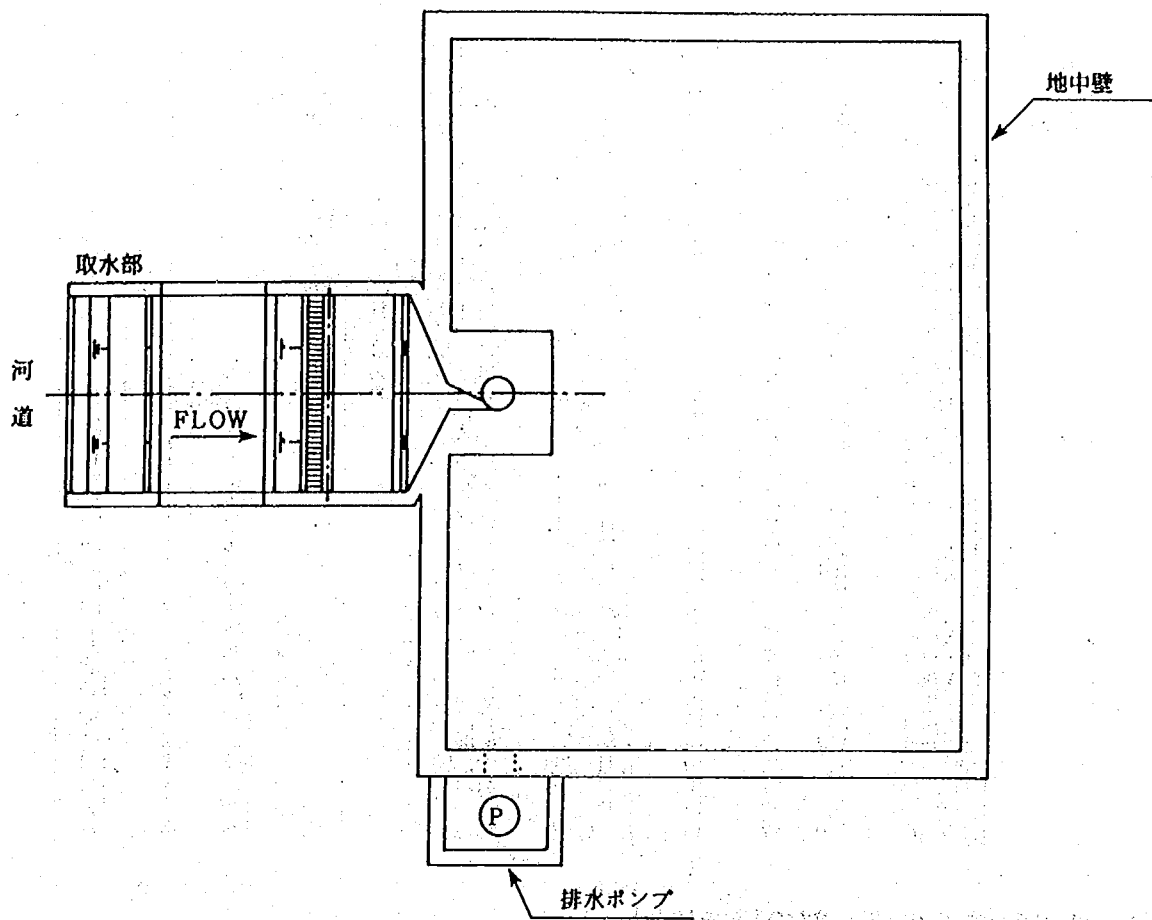


図-3-3 地下調節池構造図(円形形状)

平面図



断面図

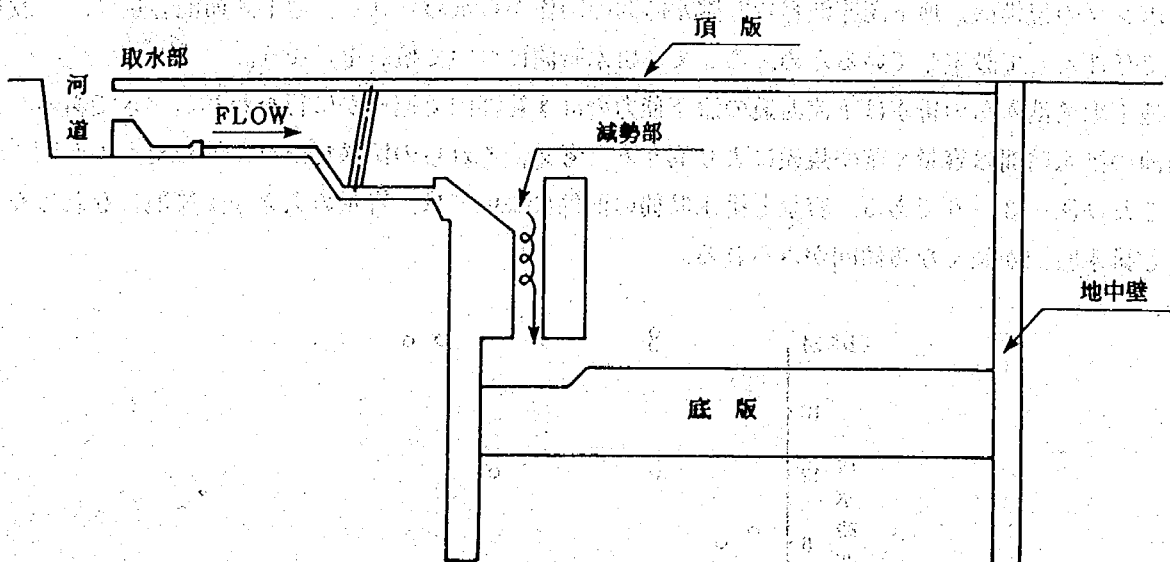


図-3-4 地下調節池構造図（長方形形状）

表-3-3 地下調節池構造寸法

項目	容 量 m ³	深 度 m	内空 高 m	梁・柱 容 量 %	必要内空 容 量 m ³	必要面積 m ²	長 辺 m	短 辺 m	必要径 m	池数 ヶ	径
長方形	50,000	15	12	20	62,500	5,208	86	61	—	1	—
	50,000	30	27	20	62,500	2,315	57	40	—	1	—
	50,000	50	47	30	71,429	1,520	46	33	—	1	—
	100,000	15	12	20	125,000	10,417	121	86	—	1	—
	100,000	30	27	20	125,000	4,630	81	57	—	1	—
	100,000	50	47	30	142,857	3,040	66	46	—	1	—
	300,000	15	12	20	375,000	31,250	210	149	—	1	—
	300,000	30	27	20	375,000	13,889	140	99	—	1	—
	300,000	50	47	30	428,571	9,119	114	80	—	1	—
	500,000	15	12	20	625,000	52,083	271	192	—	1	—
	500,000	30	27	20	625,000	23,148	181	128	—	1	—
	500,000	50	47	30	714,286	15,198	147	104	—	1	—
	1,000,000	15	12	20	1,250,000	104,167	384	271	—	1	—
	1,000,000	30	27	20	1,250,000	46,296	256	181	—	1	—
	1,000,000	50	47	30	1,428,571	30,395	207	147	—	1	—
円 形	50,000	15	12	10	55,556	4,630	—	—	77	1	77
	50,000	30	27	10	55,556	2,058	—	—	51	1	51
	50,000	50	47	15	58,824	1,252	—	—	40	1	40
	50,000	100	97	15	58,824	606	—	—	28	1	28
	100,000	15	12	10	111,111	9,259	—	—	109	1	109
	100,000	30	27	10	111,111	4,115	—	—	72	1	72
	100,000	50	47	15	117,647	2,503	—	—	56	1	56
	100,000	100	97	15	117,647	1,213	—	—	39	1	39
	300,000	15	12	10	333,333	27,778	—	—	188	3	109
	300,000	30	27	10	333,333	12,346	—	—	125	2	89
	300,000	50	47	15	352,941	7,509	—	—	98	1	98
	300,000	100	97	15	352,941	3,639	—	—	68	1	68
	500,000	15	12	10	555,556	46,296	—	—	243	5	109
	500,000	30	27	10	555,556	20,576	—	—	162	2	114
	500,000	50	47	15	588,235	12,516	—	—	126	2	89
	500,000	100	97	15	588,235	6,064	—	—	88	2	62
	1,000,000	15	12	10	1,111,111	92,593	—	—	343	9	114
	1,000,000	30	27	10	1,111,111	41,162	—	—	229	4	114
	1,000,000	50	47	15	1,176,471	25,031	—	—	179	3	103
	1,000,000	100	97	15	1,176,471	12,129	—	—	124	3	72

3.5 地下調節池の排水部の構造検討

排水部の構造については、排水に用いるポンプの規模を算定する必要がある。

ポンプの規模は、地下調節池容量と排水時間の関係から定められる。地下調節池容量は、一般条件で与件として設定しているため、ここでは排水時間について検討を行なう。

地下調節池からの排水は下流河道の流下能力の許す範囲内で速やかに行なわれるべきである。調節池の排水時間は容量や確率規模により異なると考え、これらの関係をプロットしたものが図-3-5及び図-3-6である。容量と排水時間の関係については、容量の大きな調節池になればなるほど排水時間が長くなる傾向がみられる。

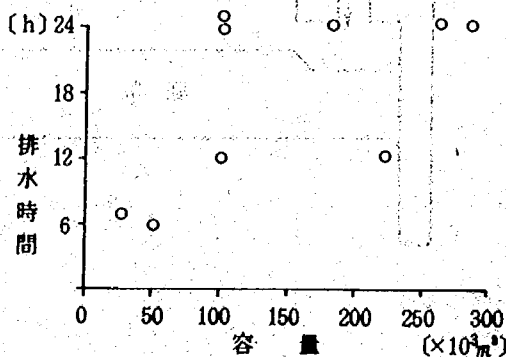


図-3-5 容量と排水時間

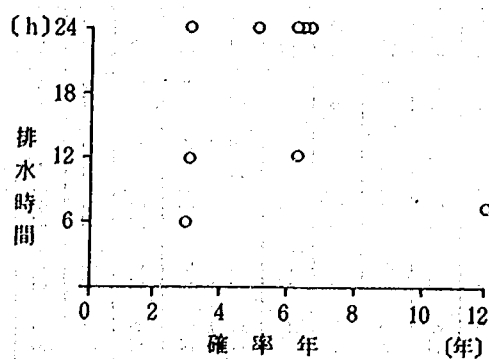


図-3-6 確率規模と排水時間

しかし、確率規模と排水時間の関係については、あまり傾向的なものはみられない。このことから、容量との関係において排水時間を表-3-4のように設定した。なお、次の洪水のことを考えるといくら大きな調節池でも24時間が限度だと考えられるので排水時間の最大を24時間としている。これより最大で容量1,000千 m^3 の場合においては、排水量は11.6 m^3/s のポンプが必要である。

排水部の構造については、表-2-18(前出)より50mより深いものは平面形状は長方形のものは施工が不可能であるため、ここでは平面形状を円形とした。

排水部の構造図、構造寸法を図-3-7及び表-3-5に示す。

表-3-4 容量と排水量

容 量 (m^3)	排水量 m^3/s
50,000	0.6
100,000	1.2
300,000	3.5
500,000	5.8
1,000,000	11.6

表-3-5 地下調節池排水部構造寸法表

調節池容量 (m^3)	計画水量 (m^3/s)	口 径 (mm)	全揚程 m	(寸法単位 m)																						
				L 1	L 2	L 3	$\Sigma L4$	L 5	L 6	$\Sigma L7$	W 1	$\Sigma W2$	W 3	$\Sigma W4$	W 5	$\Sigma W6$	H 1	H 2	H 3	$\Sigma H4$	H 5	H 6	H 7	$\Sigma H8$	$\Sigma H9$	ΣH
50,000	0.6	φ 400	15	5.3	3.7	0.8	9.0	2.5	1.5	4.0	4.5	9.0	1.0	2.0	1.0	4.0	1.5	0.5	2.0	4.0	4.5	1.5	1.0	7.0	5.0	16.0
			30	5.3	3.7	0.8	9.0	2.5	1.5	4.0	4.5	9.0	1.0	2.0	1.0	4.0	1.5	0.5	2.0	4.0	4.5	1.5	1.0	7.0	5.0	16.0
			50	5.3	3.7	0.8	9.0	2.5	1.5	4.0	4.5	9.0	1.0	2.0	1.0	4.0	1.5	0.5	2.0	4.0	4.5	1.5	1.0	7.0	5.0	16.0
			100	5.3	3.7	0.8	9.0	2.5	1.5	4.0	4.5	9.0	1.0	2.0	1.0	4.0	1.5	0.5	2.0	4.0	4.5	1.5	1.0	7.0	5.0	16.0
100,000	1.2	φ 500	15	5.8	4.2	0.8	10.0	2.5	1.5	4.0	5.0	10.0	1.25	2.5	1.0	4.5	1.5	0.5	2.0	4.0	6.0	2.0	1.0	9.0	5.0	18.0
			30	5.8	4.2	0.8	10.0	2.5	1.5	4.0	5.0	10.0	1.25	2.5	1.0	4.5	1.5	0.5	2.0	4.0	6.0	2.0	1.0	9.0	5.0	18.0
			50	5.8	4.2	0.8	10.0	2.5	1.5	4.0	5.0	10.0	1.25	2.5	1.0	4.5	1.5	0.5	2.0	4.0	6.0	2.0	1.0	9.0	5.0	18.0
			100	5.8	4.2	0.8	10.0	2.5	1.5	4.0	5.0	10.0	1.25	2.5	1.0	4.5	1.5	0.5	2.0	4.0	6.0	2.0	1.0	9.0	5.0	18.0
300,000	3.5	φ 900	15	7.8	5.8	1.0	13.6	4.0	2.5	6.5	6.8	13.6	2.0	4.0	2.0	8.0	2.5	1.5	3.0	7.0	7.0	2.0	1.0	10.0	5.0	22.0
			30	7.8	5.8	1.0	13.6	4.0	2.5	6.5	6.8	13.6	2.0	4.0	2.0	8.0	2.5	1.5	3.0	7.0	7.0	2.0	1.0	10.0	5.0	22.0
			50	7.8	5.8	1.0	13.6	4.0	2.5	6.5	6.8	13.6	2.0	4.0	2.0	8.0	2.5	1.5	3.0	7.0	7.0	2.0	1.0	10.0	5.0	22.0
			100	7.8	5.8	1.0	13.6	4.0	2.5	6.5	6.8	13.6	2.0	4.0	2.0	8.0	2.5	1.5	3.0	7.0	8.0	2.0	1.0	11.0	5.0	23.0
500,000	5.8	φ 1200	15	8.5	6.5	1.0	15.0	5.0	3.2	8.2	7.5	15.0	2.25	4.5	2.0	8.5	3.2	1.8	3.0	8.0	7.0	2.0	1.0	10.0	5.0	23.0
			30	8.5	6.5	1.0	15.0	5.0	3.2	8.2	7.5	15.0	2.25	4.5	2.0	8.5	3.2	1.8	3.0	8.0	8.0	2.0	1.0	11.0	5.0	24.0
			50	8.5	6.5	1.0	15.0	5.0	3.2	8.2	7.5	15.0	2.25	4.5	2.0	8.5	3.2	1.8	3.0	8.0	8.0	2.0	1.0	11.0	5.0	24.0
			100	8.5	6.5	1.0	15.0	5.0	3.2	8.2	7.5	15.0	2.25	4.5	2.0	8.5	3.2	1.8	3.0	8.0	8.0	2.0	1.0	11.0	5.0	24.0
1,000,000	11.6	φ 1650	15	10.0	8.0	1.0	18.0	7.0	4.5	11.5	9.0	18.0	3.25	6.5	3.0	12.5	4.5	2.5	3.5	10.5	9.0	2.5	1.0	12.5	5.0	28.0
			30	10.0	8.0	1.0	18.0	7.0	4.5	11.5	9.0	18.0	3.25	6.5	3.0	12.5	4.5	2.5	3.5	10.5	10.0	2.5	1.0	13.5	5.0	29.0
			50	10.0	8.0	1.0	18.0	7.0	4.5	11.5	9.0	18.0	3.25	6.5	3.0	12.5	4.5	2.5	3.5	10.5	10.0	2.5	1.0	13.5	5.0	29.0
			100	10.0	8.0	1.0	18.0	7.0	4.5	11.5	9.0	18.0	3.25	6.5	3.0	12.5	4.5	2.5	3.5	10.5	10.0	2.5	1.0	13.5	5.0	29.0

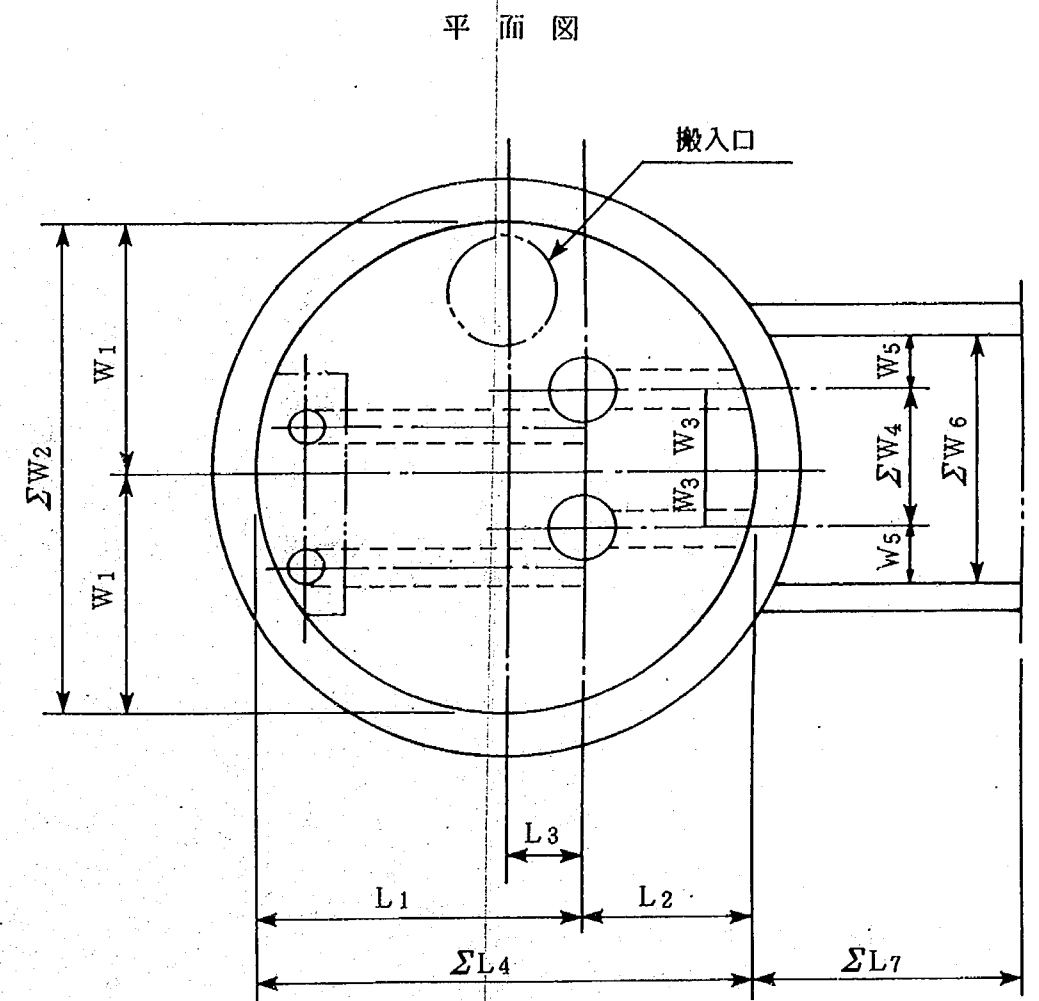
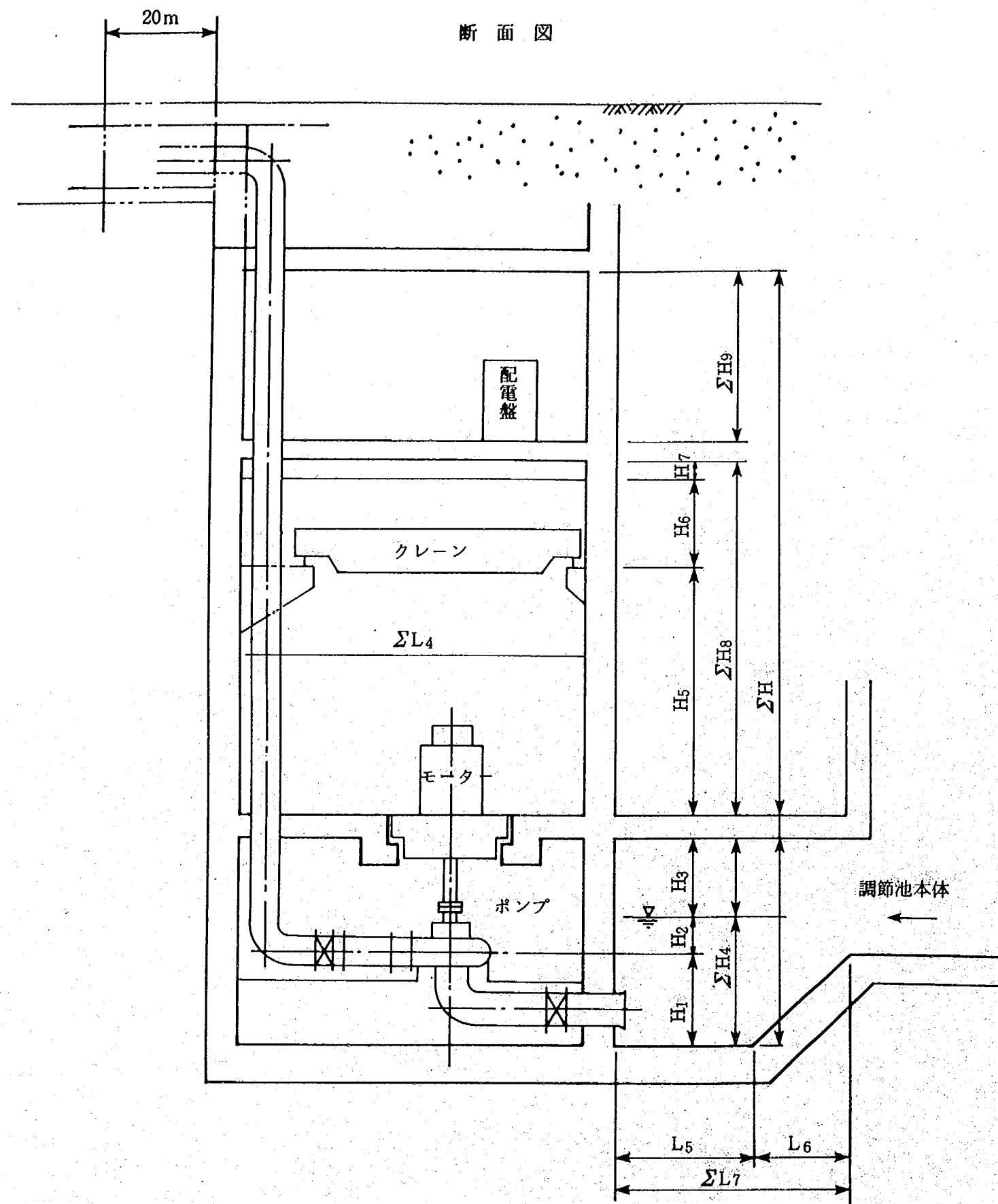


図-3-7 排水部の構造図

4. 地下放水路と地下調節池の事業費の検討

地下放水路及び地下調節池の事業費は、各々の構造物の施工費＋用地費＋発電施設費＋付帯施設費からなる。このうち構造物の施工費及び用地費は前章までに検討した各々の構造諸元に基づき算定するものとし、残りの付帯施設及び発電施設については本章において検討し、全体の事業費を算出するものである。

(1) 流入部の付加施設の検討

流入部では、出水時に流入する草・木・塵及びゴミ等が、地下放水路並びに地下調節池本体に流入しないようにする施設及びそれを除去する施設が必要である。

図－４－１は、これらの施設（以下除塵施設という。）の概要を示したものである。これより除塵施設は、スクリーン、ベルトコンベアー、及びホッパーからなり、これらを用いてゴミ等の流出防止並びに除去を行うものである。

これらの単価については、既設の実績をもとに以下のとおりとした。

- ・スクリーン 900千円/㎡
- ・ベルトコンベアー 1,000千円/m
- ・ホッパー 2,700千円/㎡

また、数量については、

- ・スクリーン＝ $(H1+H2) \times B$ (㎡) (図－２－１２参照 前出)
- ・ベルトコンベアー＝ $B+5.0$ (堰幅に5.0mの余裕をみた。)
- ・ホッパー＝10.0㎡ (実績より10.0㎡が基本である。)

(2) 立坑部の付加施設の検討

立坑内部の必要な施設は、エアーベント、搬入・搬出用エレベーター、及び非常用階段があげられるが、エアーベント及び非常用階段はコストが安価であること等より今回の検討から削除した。

搬入・搬出用エレベーターは、維持管理のために2トントラックが出入りできる構造でなければならないが、この様な大規模な施設の実績がないためメーカーにヒアリングを行い以下のとおり設定した。

- ・深度 15mのとき 5億円
- ・深度 30mのとき 10億円
- ・深度 50mのとき 20億円
- ・深度 100mのとき 30億円

(3) 地下放水路の排水部のポンプ施設の検討

ポンプ施設は、地下放水路内に流入した洪水を再び地上河川や海に戻すための施設である。

ポンプの施工費は、①ポンプ設備費用②電気設備費用③付帯施設費用④据え付け工事費用からなり、ポンプメーカーにヒアリングを行い次のように設定した。

① ポンプ施設費用

ポンプの揚程及び流量により施工費用は大幅に異なるため、ここでは表－４－１のとおり揚程と単位容量当りの単価をとりまとめた。

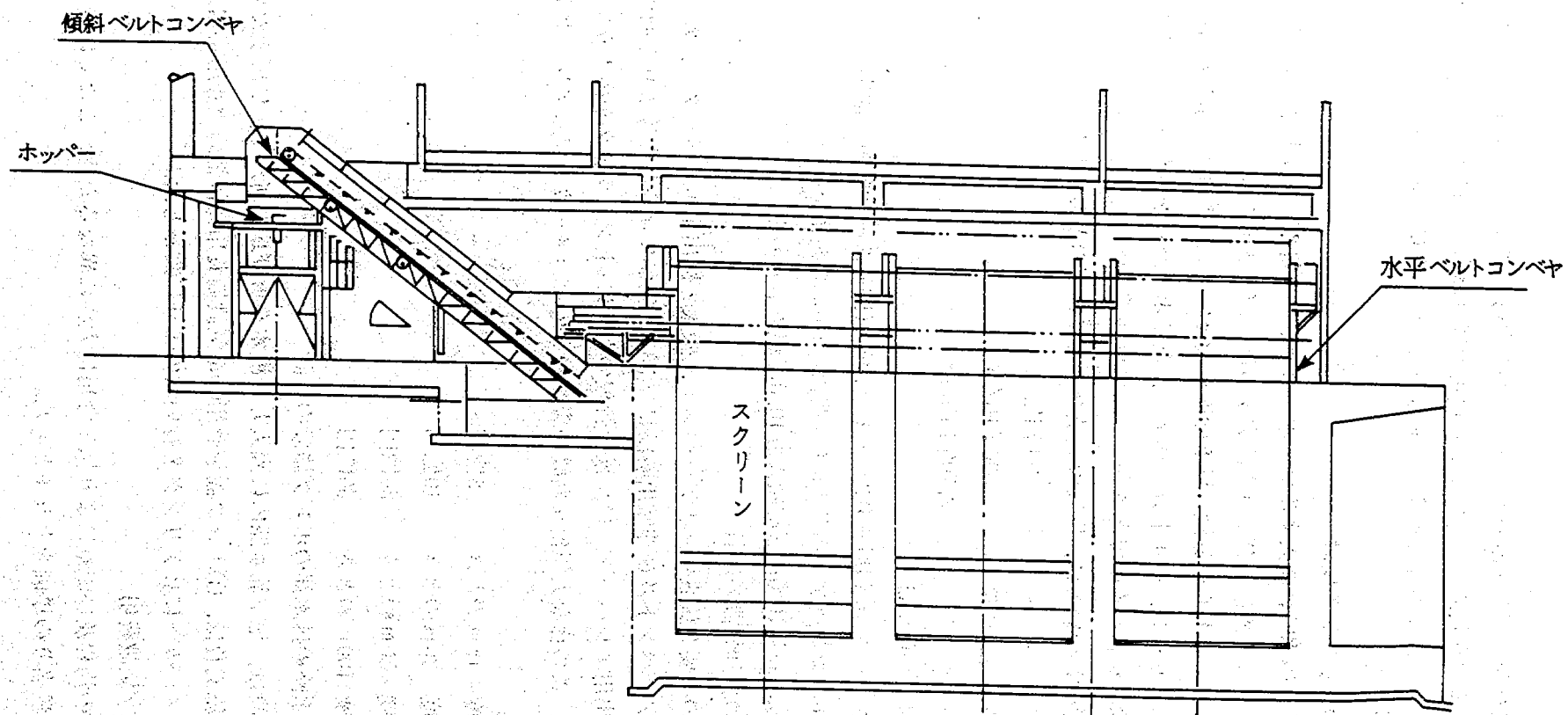


図-4-1 除塵施設の概要

表-4-1 揚程と単位容量当りの単価

深度 (m) (揚程)	単位容量当りの単価 (千円/㎡/s)
15	70,000
30	80,000
50	95,000
100	125,000

② 電気設備費用

電気施設費用=5億円+(ポンプ台数×1億円)とした。

③ 付帯設備費用

付帯設備費用=(ポンプ設備費+電気設備費)×10%とした。

④ 据え付け工事費用

据え付け工事費用とは、ポンプ施設の据え付け費用のことである。

据え付け工事費用=(ポンプ施設費+付帯設備費用)×20%とした。

(4) 地下放水路の排水部の発電施設の検討

本検討においては、排水量50~1,200㎡/s、全揚程100mと大規模、高揚程の施設を対象としている。

このため、ポンプ施設を作動させるためには、膨大な電力量を要するケースもある。

表-4-2は、排水量~深度~電気容量の関係を示したものであるが、本検討ケースの中で最も動力を必要とする全揚程100m、排水量1,200㎡/sのケースでは、約144万kwとなり、自家用発電で賄うにしても商用電源で対応するにしても新たな発電施設が必要となると考えられる。

そのため、電力会社に電力供給の可能性、受電方法、及び費用等についてヒアリングを行った。

① 特定な施設に対し100万kw等の大電力量の供給実績はない(最大で約20万kw)。

② 100万kwを送電するためには、それに見合う電圧で送電しなければならない。表-4-3は電圧と電力量の関係を示したものであるが、都市内において高電圧のものを送電するためには、安全面等を考慮し膨大な費用を要する。

③ 高圧電力を供給する場合、どこからでも供給ができるのではなく、いくつかの拠点がありそこから電力を送電することになる。そのため施設の位置及びその電力量によって費用等が大幅に異なってくる。

④ 電力会社から高圧電力の供給する場合の必要となる施設のケースとしては、

イ. 発電所建設+主電送設備+送電工+中継地点+最終変電設備

ロ. 電送設備+送電工+中継地点+最終変電設備

ハ. 電力供給規程に基づく設備

の3つが考えられるが、今回の場合においては、電力量が極めて大きいためイが該当する。

表-4-2 地下放水路の排水量と深度と電力量の関係

排水量 m ³ /s	深度 m	ポンプ台数				単位電気容量				電気容量 KW
		10m ³ /s	20m ³ /s	50m ³ /s	100m ³ /s	10m ³ /s KW	20m ³ /s KW	50m ³ /s KW	100m ³ /s KW	
50	15	1	2			1800	3600	9000	18000	9000
	30	1	2			3600	7200	18000	36000	18000
	50	1	2			6000	12000	30000	60000	30000
	100	1	2			12000	24000	60000	120000	60000
100	15	1	2	1		1800	3600	9000	18000	18000
	30	1	2	1		3600	7200	18000	36000	36000
	50	1	2	1		6000	12000	30000	60000	60000
	100	1	2	1		12000	24000	60000	120000	120000
200	15	1	2	1	1	1800	3600	9000	18000	36000
	30	1	2	1	1	3600	7200	18000	36000	72000
	50	1	2	1	1	6000	12000	30000	60000	120000
	100	1	2	1	1	12000	24000	60000	120000	240000
300	15	1	2	1	2	1800	3600	9000	18000	54000
	30	1	2	1	2	3600	7200	18000	36000	108000
	50	1	2	1	2	6000	12000	30000	60000	180000
	100	1	2	1	2	12000	24000	60000	120000	360000
400	15	1	2	1	3	1800	3600	9000	18000	72000
	30	1	2	1	3	3600	7200	18000	36000	144000
	50	1	2	1	3	6000	12000	30000	60000	240000
	100	1	2	1	3	12000	24000	60000	120000	480000
500	15	1	2	1	4	1800	3600	9000	18000	90000
	30	1	2	1	4	3600	7200	18000	36000	180000
	50	1	2	1	4	6000	12000	30000	60000	300000
	100	1	2	1	4	12000	24000	60000	120000	600000
600	15	1	2	1	5	1800	3600	9000	18000	108000
	30	1	2	1	5	3600	7200	18000	36000	216000
	50	1	2	1	5	6000	12000	30000	60000	360000
	100	1	2	1	5	12000	24000	60000	120000	720000
800	15	1	2	1	7	1800	3600	9000	18000	144000
	30	1	2	1	7	3600	7200	18000	36000	288000
	50	1	2	1	7	6000	12000	30000	60000	480000
	100	1	2	1	7	12000	24000	60000	120000	960000
1000	15	1	2	1	9	1800	3600	9000	18000	180000
	30	1	2	1	9	3600	7200	18000	36000	360000
	50	1	2	1	9	6000	12000	30000	60000	600000
	100	1	2	1	9	12000	24000	60000	120000	1200000
1200	15	1	2	1	11	1800	3600	9000	18000	216000
	30	1	2	1	11	3600	7200	18000	36000	432000
	50	1	2	1	11	6000	12000	30000	60000	720000
	100	1	2	1	11	12000	24000	60000	120000	1440000

表-4-3 電圧と電力量

電圧 (V)	電力量 (KW)
20,000	10,000
60,000	10,000~50,000
140,000	50,000以上

- ⑤ 発電所を建設する場合は、大気汚染防止法及び公害防止法の規制を受け、ばい煙規制、 NO_x 規制及び騒音・振動規制等をクリアする必要がある、場合によっては環境アセスメントも必要となる。

以上のことより、電力を電力会社から買電するよりも、施設の近くにユーザー自身が発電所を建設した方がイニシャルコストとして安価に対応できる。また、発電所の建設は、建設場所による地価及び環境対策のために必要な付帯施設費等によりその費用は大幅に異なるものと考えられる。

以上のようなヒアリング結果から、発電所建設の費用は、既設の火力発電所の実績を参考に事業費と電力量の関係より求めることとした。また、発電した電力を使うには別途変電所及び受電施設が必要となるので、ここではヒアリング結果から変電所100万kw当り125億円、受電設備1Kw当り30万円の単価を用いて事業費を算出した。その結果を図-4-2、表-4-4に示す。

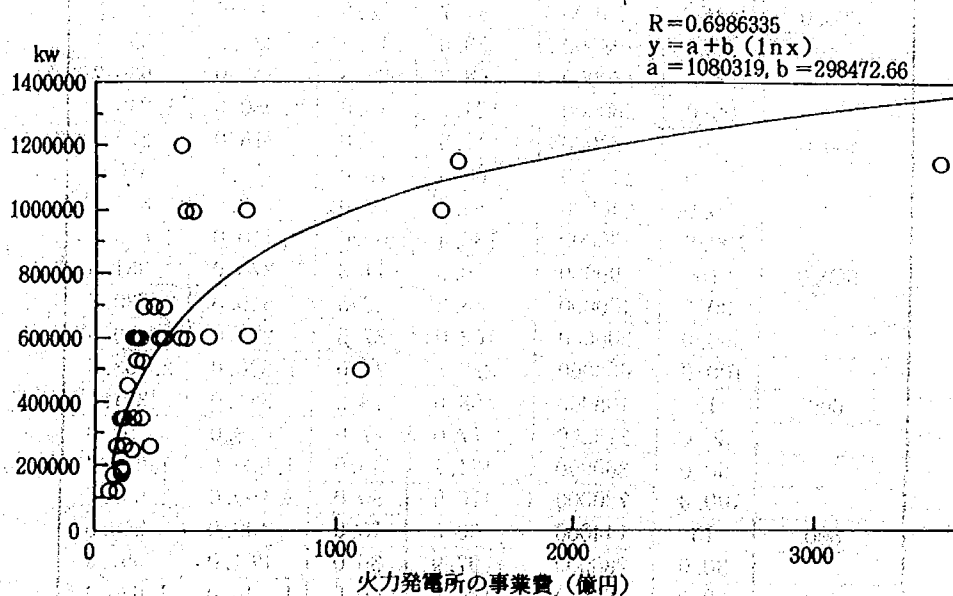


図-4-2 電力量と火力発電所の事業費の関係

表-4-4 地下放水路の排水量と深度と発電施設費の関係

排水量 (m ³ /s)	深 度 (m)	電気容量 (KW)	事業費(億円)			
			発 電 所	変電所	受 電	合 計
50	15	9000	38.5	1.1	27.0	66.6
	30.0	18000	39.6	2.3	54.0	95.9
	50.0	30000	41.3	3.8	90.0	135.1
	100.0	60000	45.6	7.5	180.0	233.1
100.0	15	18000	39.6	2.3	54.0	95.9
	30.0	36000	42.1	4.5	108.0	154.6
	50.0	60000	45.6	7.5	180.0	233.1
	100.0	120000	55.8	15.0	360.0	430.8
200.0	15	36000	42.1	4.5	108.0	154.6
	30.0	72000	47.5	9.0	216.0	272.5
	50.0	120000	55.8	15.0	360.0	430.8
	100.0	240000	83.4	30.0	720.0	833.4
300.0	15	54000	44.7	6.8	162.0	213.5
	30.0	108000	53.6	13.5	324.0	391.1
	50.0	180000	68.2	22.5	540.0	630.7
	100.0	360000	124.7	45.0	1,080.0	1,249.7
400.0	15	72000	47.5	9.0	216.0	272.5
	30.0	144000	60.5	18.0	432.0	510.5
	50.0	240000	83.4	30.0	720.0	833.4
	100.0	480000	186.4	60.0	1,440.0	1,686.4
500.0	15	90000	50.5	11.3	270.0	331.8
	30.0	180000	68.2	22.5	540.0	630.7
	50.0	300000	102.0	37.5	900.0	1,039.5
	100.0	600000	278.6	75.0	1,800.0	2,153.6
600	15	108000	53.6	13.5	324.0	391.1
	30.0	216000	77.0	27.0	648.0	752.0
	50.0	360000	124.7	45.0	1,080.0	1,249.7
	100.0	720000	416.5	90.0	2,160.0	2,666.5
800	15	144000	60.5	18.0	432.0	510.5
	30.0	288000	97.9	36.0	864.0	997.9
	50.0	480000	186.4	60.0	1,440.0	1,686.4
	100.0	960000	930.6	120.0	2,880.0	3,930.6
1000	15	180000	68.2	22.5	540.0	630.7
	30.0	360000	124.7	45.0	1,080.0	1,249.7
	50.0	600000	278.6	75.0	1,800.0	2,153.6
	100.0	1200000	2,079.7	150.0	3,600.0	5,829.7
1200	15	216000	77.0	27.0	648.0	752.0
	30.0	432000	158.7	54.0	1,296.0	1,508.7
	50.0	720000	416.5	90.0	2,160.0	2,666.5
	100.0	1440000	4,647.4	180.0	4,320.0	9,147.4

(5) 地下調節池の排水部のポンプ施設の検討

ポンプの事業費は、流量、ポンプの口径、台数、及び揚程によって異なるため、ここではポンプメーカーにヒアリングを行い表-4-5のとおり設定した。

表-4-5 揚程別、流量別のポンプの事業費

(単位：百万円)

流量 m^3/s	ポンプ口径×台数	15m	30m	50m	100m
0.6	$\Phi 400 \times 2$ 台	330	350	380	535
1.2	$\Phi 500 \times 2$ 台	370	405	510	635
3.5	$\Phi 900 \times 2$ 台	545	730	1400	1900
5.8	$\Phi 1200 \times 2$ 台	790	1220	1700	2600
11.6	$\Phi 1650 \times 2$ 台	1600	2100	2710	4190

(6) 地下調節池の排水部の発電施設の検討

発電施設は、地下放水路と同様に発電所、変電所、及び受電設備からなる。地下調節池のポンプ施設は、地下放水路に比べポンプの電気容量が小さくすむため、発電所についてはガスタービン駆動電力機の自家発電設備を用いるものとした。また、単価については、メーカーにヒアリングを行い1Kw当り30万円とし、他の施設については地下放水路に準じて事業費を表-4-6のとおり算出した。

表-4-6 地下調節池の排水量と発電費用の関係

容量 (m^3)	排水量 (m^3/s)	深 度 (m)	電気容量 (KW)	建設費(億円)			
				自家発電	変電所	受電	合計
50000	0.6	15	150	0.5	0.0	0.5	1.0
		30.0	250	0.8	0.0	0.8	1.6
		50.0	400	1.2	0.1	1.2	2.5
		100.0	800	2.4	0.1	2.4	4.9
100000	1.2	15	240	0.7	0.0	0.7	1.4
		30.0	500	1.5	0.1	1.5	3.1
		50.0	800	2.4	0.1	2.4	4.9
		100.0	1600	4.8	0.2	4.8	9.8
300000	3.5	15	700	2.1	0.1	2.1	4.3
		30.0	1340	4.0	0.2	4.0	8.2
		50.0	2300	6.9	0.3	6.9	14.1
		100.0	4500	13.5	0.6	13.5	27.6
500000	5.8	15	1100	3.3	0.1	3.3	6.7
		30.0	2400	7.2	0.3	7.2	14.7
		50.0	3800	11.4	0.5	11.4	23.3
		100.0	7400	38.3	0.9	22.2	61.4
1000000	11.6	15	2200	6.6	0.3	6.6	13.5
		30.0	4400	13.2	0.6	13.2	27.0
		50.0	7300	38.2	0.9	21.9	61.0
		100.0	14600	39.2	1.8	43.8	84.8

(7) 地下放水路及び地下調節池の事業費

第2章、第3章において検討した本体施工費及び用地費並びに本章で検討したその他の費用を積み上げて、地下放水路及び地下調節池の事業費を算出した。

地下放水路の事業費を表-4-7～4-14に、また、地下調節池の事業費を表-4-15にまとめた。

表-4-7	地下放水路の事業費(単位:円)
1	1000000
2	2000000
3	3000000
4	4000000
5	5000000
6	6000000
7	7000000
8	8000000
9	9000000
10	10000000
11	11000000
12	12000000
13	13000000
14	14000000
15	15000000
16	16000000
17	17000000
18	18000000
19	19000000
20	20000000
21	21000000
22	22000000
23	23000000
24	24000000
25	25000000
26	26000000
27	27000000
28	28000000
29	29000000
30	30000000
31	31000000
32	32000000
33	33000000
34	34000000
35	35000000
36	36000000
37	37000000
38	38000000
39	39000000
40	40000000
41	41000000
42	42000000
43	43000000
44	44000000
45	45000000
46	46000000
47	47000000
48	48000000
49	49000000
50	50000000

表-4-8	地下放水路の事業費(単位:円)
1	1000000
2	2000000
3	3000000
4	4000000
5	5000000
6	6000000
7	7000000
8	8000000
9	9000000
10	10000000
11	11000000
12	12000000
13	13000000
14	14000000
15	15000000
16	16000000
17	17000000
18	18000000
19	19000000
20	20000000
21	21000000
22	22000000
23	23000000
24	24000000
25	25000000
26	26000000
27	27000000
28	28000000
29	29000000
30	30000000
31	31000000
32	32000000
33	33000000
34	34000000
35	35000000
36	36000000
37	37000000
38	38000000
39	39000000
40	40000000
41	41000000
42	42000000
43	43000000
44	44000000
45	45000000
46	46000000
47	47000000
48	48000000
49	49000000
50	50000000

表-4-7 ケース毎の地下放水路の事業費 (A地盤)

										(単位:百万円)													
No.	本川流路	断面	分流量	深度	工法	勾配	管径	地盤	備考	工 事 費										合 計			
										流入部・導水路	流入立坑	中間立坑	トンネル	排水機場	維持管理費	小 計	流入部・導水路	トンネル	排水機場	小 計			
1	100	単	50	15	S	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	100	単	50	15	N	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	100	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
4	100	単	50	30	N	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
5	100	単	50	30	O	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
6	100	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
7	100	単	50	30	N	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
8	100	単	50	30	O	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
9	100	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
10	100	単	50	30	N	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
11	100	単	50	30	O	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
12	100	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,953	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,537	267,600	14,904	285,041	481,617	—	
13	150	単	50	15	S	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14	150	単	50	15	N	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	150	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
16	150	単	50	30	N	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
17	150	単	50	30	O	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
18	150	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
19	150	単	50	30	N	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
20	150	単	50	30	O	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
21	150	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
22	150	単	50	30	N	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
23	150	単	50	30	O	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
24	150	単	50	30	S	1/800	S	A	—	3,849	2,123	1,070	2,123	1,079	39,067	101,182	2,456	267,600	14,904	284,960	481,432	—	
25	200	単	100	15	S	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26	200	単	100	15	N	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	200	単	100	30	S	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
28	200	単	100	30	N	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
29	200	単	100	30	O	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
30	200	単	100	30	S	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
31	200	単	100	30	N	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
32	200	単	100	30	O	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
33	200	単	100	30	S	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
34	200	単	100	30	N	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
35	200	単	100	30	O	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
36	200	単	100	30	S	1/800	S	A	—	12,463	2,402	1,107	2,402	1,079	58,391	181,205	8,233	301,800	18,000	328,033	606,317	—	
37	300	単	100	15	S	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
38	300	単	100	15	N	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
39	300	単	100	30	S	1/800	S	A	—	11,896	2,402	1,106	2,402	1,079	58,391	181,205	7,815	301,800	18,000	327,615	605,331	—	
40	300	単	100	30	N	1/800	S	A	—	11,896	2,402	1,106	2,402	1,079	58,391	181,205	7,815	301,800	18,000	327,615	605,331	—	
41	300	単	100	30	O	1/800	S	A	—	11,896	2,402	1,106	2,402	1,079	58,391	181,205	7,815	301,800	18,000	327,615	605,331	—	
42	300	単	100	30	S	1/800	S	A	—	11,896	2,402	1,106	2,402	1,079	587								

表-4-8 ケース毎の地下放水路の事業費 (A地盤)

NO.	本川流量 m ³ /s	断面 形状	分流量 m ³ /s	水深 H	工法 T	勾配 I	単/複 N	地盤 G	備考	本 体 工										用 地 費				合 計	
										流入部 導水路	流入立坑 本体	中間立坑 内構	中間立坑 本体	トンネル 本体	排水機場 機舎(円形)	発電施設 発電機	維持管理 施設	小 計	流入部 導水路	トンネル 本体	排水機場 機舎	小 計			
121	600	単	300	15	S	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
122	600	単	300	15	N	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
123	600	単	300	15	O	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
124	600	単	300	30	S	1/800	S	A	—	65.184	—	—	—	539	155.820	347.190	21.350	1.322	592.168	43.715	386.200	19.656	449.571	1,041.739	
125	600	単	300	30	N	1/800	S	A	—	65.184	3.256	1.301	3.256	1.079	112.268	406.736	39.110	1.286	633.476	43.715	284.000	20.800	348.515	981.991	
126	600	単	300	30	O	1/800	S	A	—	65.184	3.256	1.301	3.256	1.079	382.000	406.736	39.110	1.293	903.215	43.715	304.400	20.800	368.915	1,272.130	
127	600	単	300	50	S	1/800	S	A	—	65.184	—	—	—	1.079	445.306	406.736	39.110	1.322	960.038	43.715	414.200	20.800	478.715	1,438.753	
128	600	単	300	50	N	1/800	S	A	—	65.184	3.861	2.354	3.861	2.131	112.268	511.875	63.070	1.286	765.890	43.715	284.000	21.976	349.691	1,115.581	
129	600	単	300	50	O	1/800	S	A	不経済	65.184	3.861	2.354	3.861	2.131	421.000	511.875	63.070	1.293	1,074.629	43.715	304.400	21.976	370.091	1,444.720	
130	600	単	300	100	S	1/800	S	A	—	65.184	7.431	3.484	7.431	3.262	112.268	685.493	124.970	1.286	1,010.810	43.715	284.000	23.184	350.899	1,361.709	
131	600	単	300	100	N	1/800	S	A	—	65.184	7.431	3.484	7.431	3.262	136.000	685.493	124.970	1.293	1,034.549	43.715	304.400	23.184	371.299	1,405.848	
132	600	単	300	100	O	1/800	S	A	不経済	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
133	600	単	300	15	S	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
134	600	単	300	15	S	1/500	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
135	600	単	300	15	S	1/1000	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
136	600	単	300	15	S	1/1500	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
137	600	単	300	15	N	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
138	600	単	300	15	N	1/500	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139	600	単	300	15	N	1/1000	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	600	単	300	15	N	1/1500	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
141	600	単	300	15	O	1/800	S	A	土被不足	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
142	600	単	300	15	O	1/500	S	A	—	65.184	—	—	—	539	155.820	347.190	21.350	1.322	592.168	43.715	386.200	19.656	449.571	1,041.739	
143	600	単	300	15	O	1/1000	S	A	—	65.184	—	—	—	539	147.419	347.190	21.350	1.178	583.623	43.715	367.200	19.656	430.571	1,014.191	
144	600	単	300	15	O	1/1500	S	A	土被不足	—	—	—	—	539	160.153	347.190	21.350	1.401	596.580	43.715	396.000	19.656	459.371	1,055.951	
145	600	単	300	30	S	1/800	S	A	—	65.184	3.256	1.301	3.256	1.079	112.268	406.736	39.110	1.286	633.476	43.715	284.000	20.800	348.515	981.991	
146	600	単	300	30	S	1/500	S	A	—	65.184	2.861	1.301	2.861	1.079	96.237	406.736	39.110	1.146	616.515	43.715	260.000	20.800	324.515	911.030	
147	600	単	300	30	S	1/1000	S	A	—	65.184	3.348	1.301	3.348	1.079	120.739	406.736	39.110	1.359	642.204	43.715	296.000	20.800	360.515	1,002.719	
148	600	単	300	30	S	1/1500	S	A	—	65.184	3.527	1.301	3.527	1.079	137.048	406.736	39.110	1.513	659.025	43.715	318.000	20.800	382.515	1,041.540	
149	600	単	300	30	N	1/800	S	A	—	65.184	3.256	1.301	3.256	1.079	382.000	406.736	39.110	1.293	903.215	43.715	304.400	20.800	368.915	1,272.130	
150	600	単	300	30	N	1/500	S	A	—	65.184	2.861	1.301	2.861	1.079	350.000	406.736	39.110	1.153	870.285	43.715	282.000	20.800	346.515	1,216.800	
151	600	単	300	30	N	1/1000	S	A	—	65.184	3.348	1.301	3.348	1.079	399.000	406.736	39.110	1.368	920.474	43.715	314.800	20.800	379.315	1,299.789	
152	600	単	300	30	N	1/1500	S	A	—	65.184	3.527	1.301	3.527	1.079	433.000	406.736	39.110	1.525	954.989	43.715	335.200	20.800	399.715	1,354.704	
153	600	単	300	30	O	1/800	S	A	—	65.184	—	—	—	1.079	445.306	406.736	39.110	1.322	960.038	43.715	414.200	20.800	478.715	1,438.753	
154	600	単	300	30	O	1/500	S	A	—	65.184	—	—	—	1.079	428.862	406.736	39.110	1.178	943.450	43.715	395.200	20.800	459.715	1,403.165	
155	600	単	300	30	O	1/1000	S	A	—	65.184	—	—	—	1.079	453.788	406.736	39.110	1.401	968.599	43.715	424.000	20.800	488.515	1,457.114	
156	600	単	300	30	O	1/1500	S	A	—	65.184	—	—	—	1.079	469.886	406.736	39.110	1.560	984.856	43.715	442.600	20.800	507.115	1,491.971	
157	600	単	300	50	S	1/800	S	A	—	65.184	3.861	2.354	3.861	2.131	112.268	511.875	63.070	1.286	765.890	43.715	284.000	21.976	349.691	1,115.581	
158	600	単	300	50	S	1/500	S	A	—	65.184	3.418	2.354	3.418	2.131	96.237	511.875	63.070	1.146	748.833	43.715	260.000	21.976	325.691	1,074.524	

表一 4-9 ケース毎の地下放水路の事業費 (A地盤)

[illegible]

表-4-10 ケース毎の地下放水路の事業費 (A地盤)

(単位: 百万円)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
NO.	河川	断面	分流量	水深	工法	勾配	管径	管種	地盤	備考	本 体 工										用 地 費				合 計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
											流入部・導水路	本 体	立 坑	中 間	立 坑	ト ン ネル	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場		排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場	排水機場

表-4-11 ケース毎の地下放水路の事業費 (B地盤)

[illegible]

表-4-12 ケース毎の地下放水路の事業費 (B地盤)

											(単位: 百万円)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
No.	本川流量 m ³ /s	断面 形状	分流量 m ³ /s	H	T	I	管径 φ	管種 N	地盤 G	備考	流入部・導水路				トンネル				排水機場				維持管理				小計				川地				合計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
											流入部・導水路	トンネル	排水機場	維持管理	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル		トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル	トンネル

表-4-13 ケース毎の地下放水路の事業費 (B地盤)

NO.	本川流量 m ³ /s	断面	分流量 m ³ /s	深度 H	工法 T	勾配 I	取捨 N	地盤 G	備考	(単位: 百万円)														合計
										流入部・ 導水路	流入立坑 本体	立坑 内構	中間立坑 本体	立坑 内構	トンネル 本体	排水機場 機室(円形)	発電施設	維持管理 施設	小計	流入部・ 導水路	トンネル 本体	排水機場 機室	小計	
241	600	複	300	100	S	1/800	S	B		87,248	11,453	3,414	11,453	3,262	112,268	840,550	124,970	1,286	1,195,904	60,641	284,000	23,184	367,825	1,563,729
242	600	複	300	100	S	1/500	S	B		87,248	10,681	3,414	10,681	3,262	96,237	840,550	124,970	1,146	1,178,189	60,641	260,000	23,184	343,825	1,522,014
243	600	複	300	100	S	1/1000	S	B		87,248	11,792	3,414	11,792	3,262	120,739	840,550	124,970	1,359	1,205,126	60,641	296,000	23,184	379,825	1,584,951
244	600	複	300	100	S	1/1500	S	B		87,248	12,518	3,414	12,518	3,262	137,048	840,550	124,970	1,513	1,223,041	60,641	318,000	23,184	401,825	1,524,866
245	600	複	300	100	N	1/800	S	B		87,248	11,453	3,414	11,453	3,262	479,000	840,550	124,970	1,293	1,562,643	60,641	304,400	23,184	388,225	1,950,868
246	600	複	300	100	N	1/500	S	B		87,248	10,681	3,414	10,681	3,262	438,000	840,550	124,970	1,153	1,519,959	60,641	282,000	23,184	365,825	1,885,784
247	600	複	300	100	N	1/1000	S	B		87,248	11,792	3,414	11,792	3,262	501,002	840,550	124,970	1,368	1,585,398	60,641	314,800	23,184	398,625	1,984,023
248	600	複	300	100	N	1/1500	S	B		87,248	12,518	3,414	12,518	3,262	541,000	840,550	124,970	1,525	1,627,005	60,641	335,200	23,184	419,025	2,046,030
249	600	複	300	100	O	1/800	S	B	不経済	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	600	複	300	100	O	1/500	S	B	不経済	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
251	600	複	300	100	O	1/1000	S	B	不経済	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
252	600	複	300	100	O	1/1500	S	B	不経済	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
253	800	複	400	15	S	1/800	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
254	800	複	400	15	N	1/800	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
255	800	複	400	15	O	1/800	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
256	800	複	400	30	S	1/800	S	B	兼注困難	129,463	3,748	1,517	3,748	1,079	134,006	697,866	51,050	1,492	1,023,969	82,822	314,000	29,704	426,526	1,450,495
257	800	複	400	30	N	1/800	S	B	兼注困難	129,463	0	1,517	0	1,079	572,567	697,866	51,050	1,538	1,455,080	82,822	440,000	29,704	552,526	2,007,606
258	800	複	400	30	O	1/800	S	B	兼注困難	129,463	6,845	2,588	6,845	2,131	134,006	793,702	83,340	1,492	1,160,413	82,822	314,000	31,104	427,926	1,588,339
259	800	複	400	50	S	1/800	S	B	不経済	129,463	6,845	2,588	6,845	2,131	470,000	793,702	83,340	1,502	1,496,417	82,822	332,400	31,104	445,326	1,942,743
260	800	複	400	50	N	1/800	S	B	不経済	129,463	12,389	3,765	12,389	3,262	134,006	1,342,820	168,640	1,492	1,808,227	82,822	314,000	46,368	443,190	2,251,417
261	800	複	400	100	S	1/800	S	B	不経済	129,463	12,389	3,765	12,389	3,262	535,000	1,342,820	168,640	1,502	2,209,231	82,822	332,400	46,368	461,590	2,670,821
262	800	複	400	100	O	1/800	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
263	800	複	400	100	N	1/800	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
264	800	複	400	100	O	1/1500	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
265	900	複	300	15	S	1/800	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
266	900	複	300	15	S	1/500	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
267	900	複	300	15	S	1/1000	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
268	900	複	300	15	S	1/1500	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
269	900	複	300	15	N	1/800	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	900	複	300	15	N	1/500	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
271	900	複	300	15	N	1/1000	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
272	900	複	300	15	N	1/1500	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	900	複	300	15	O	1/800	S	B	土被不足	60,801	0	760	0	539	202,442	512,123	21,350	1,322	799,338	38,109	386,200	19,656	443,965	1,243,303
274	900	複	300	15	O	1/500	S	B	土被不足	60,801	0	760	0	539	192,212	512,123	21,350	1,178	788,964	38,109	367,200	19,656	424,965	1,213,929
275	900	複	300	15	O	1/1000	S	B	土被不足	60,801	0	760	0	539	207,718	512,123	21,350	1,401	804,693	38,109	396,000	19,656	453,765	1,258,458
276	900	複	300	15	O	1/1500	S	B	土被不足	60,801	3,455	1,307	3,455	1,079	112,268	561,847	39,110	1,286	784,608	38,109	284,000	20,800	342,909	1,127,517
277	900	複	300	30	S	1/800	S	B	土被不足	60,801	3,049	1,307	3,049	1,079	96,237	561,847	39,110	1,146	767,625	38,109	260,000	20,800	318,909	1,086,534
278	900	複	300	30	S	1/500	S	B	土被不足	60,801	3,560	1,307	3,560	1,079	120,739	561,847	39,110	1,359	793,362	38,109	296,000	20,800	354,909	1,148,271
279	900	複	300	30	S	1/1000	S	B	土被不足	60,801	3,788	1,307	3,788	1,079	137,048	561,847	39,110	1,513	810,281	38,109	318,000	20,800	376,909	1,187,190
280	900	複	300	30	S	1/1500	S	B	土被不足	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281	900	複	300	30	N	1/800	S	B	兼注困難	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
282	900	複	300	30																				

表-4-14 ケース毎の地下放水路の事業費 (B地盤)

[illegible]

表-4-15 地下調節池概算工事費のまとめ

項目	容量 (m ³)	深さ (m)	(単位：千円)						(単位：千円)					
			流入部・取水部	取水部	調節池本体	排水部	維持管理施設	小計	流入部・取水部	調節池本体	排水部	小計	合計	
長方形	50,000	15	1,176,802	681,245	6,592,569	105,008	1,230,000	9,785,623	8,603,248	12,111,778	234,000	20,949,026	30,734,649	
	50,000	30	1,176,802	1,216,588	7,347,846	147,562	1,230,000	11,118,798	8,603,248	5,757,037	234,000	14,594,285	25,713,083	
	50,000	50	1,176,802	2,263,572	8,768,042	210,530	2,410,000	15,828,946	8,603,248	4,075,112	234,000	12,912,360	28,741,306	
	100,000	15	2,250,715	685,403	12,031,135	117,711	1,240,000	16,324,964	10,537,370	23,837,132	280,000	34,654,502	50,979,466	
	100,000	30	2,250,715	1,221,264	13,034,351	170,248	1,240,000	17,916,577	10,537,370	11,116,650	280,000	21,934,020	39,850,597	
	100,000	50	2,250,715	2,268,933	16,839,300	247,986	2,420,000	24,026,934	10,537,370	7,707,055	280,000	18,524,425	42,551,359	
	300,000	15	6,539,935	702,011	32,588,772	178,569	2,500,000	42,509,287	18,262,274	70,337,850	546,720	89,146,844	131,656,131	
	300,000	30	6,539,935	1,239,940	34,159,370	275,986	2,500,000	44,715,232	18,262,274	32,154,406	546,720	50,963,400	95,678,632	
	300,000	50	6,539,935	2,290,344	42,490,060	667,946	4,950,000	56,938,286	18,262,274	21,801,929	627,120	40,691,323	97,629,609	
	500,000	15	10,822,724	718,595	52,525,574	209,667	3,230,000	67,506,560	25,975,596	116,630,678	696,000	143,302,274	210,808,834	
	500,000	30	10,822,724	1,258,588	54,407,659	559,578	3,230,000	70,278,549	25,975,596	52,984,271	788,800	79,748,667	150,027,216	
	500,000	50	10,822,724	2,311,722	66,774,104	775,792	6,330,000	87,014,342	25,975,596	35,672,208	788,800	62,436,604	149,450,946	
	1,000,000	15	21,542,558	760,103	101,458,697	288,771	6,030,000	130,080,129	45,282,065	232,058,404	1,062,000	278,402,469	408,482,598	
	1,000,000	30	21,542,558	1,305,264	103,779,312	742,656	6,030,000	133,399,789	45,282,065	104,754,589	1,180,000	151,216,654	284,616,443	
	1,000,000	50	21,542,558	2,365,233	125,483,386	1,473,384	10,430,000	161,294,561	45,282,065	70,019,105	1,298,000	116,599,170	277,893,731	
円形	50,000	15	1,176,802	681,245	4,791,358	105,008	1,230,000	7,984,413	8,603,248	14,008,265	234,000	22,845,513	30,829,926	
	50,000	30	1,176,802	1,216,588	5,456,508	147,562	1,230,000	9,227,459	8,603,248	6,702,832	234,000	15,540,080	24,767,539	
	50,000	50	1,176,802	2,263,572	6,556,387	210,530	2,410,000	12,617,201	8,603,248	4,401,564	234,000	13,238,812	25,856,103	
	100,000	15	2,250,715	685,403	9,132,333	117,711	1,240,000	13,426,162	8,603,248	2,337,246	234,000	11,174,494	25,179,486	
	100,000	30	2,250,715	1,221,264	10,241,216	170,248	1,240,000	15,123,443	10,537,370	28,094,718	280,000	38,912,088	52,338,250	
	100,000	50	2,250,715	2,268,933	10,678,960	247,986	2,420,000	17,866,594	10,537,370	8,258,443	280,000	19,075,813	36,942,407	
	300,000	15	6,539,935	702,011	28,209,719	178,569	2,500,000	38,130,233	18,262,274	253,069,382	546,720	271,878,376	310,008,609	
	300,000	30	6,539,935	1,239,940	32,035,120	275,986	2,500,000	42,590,981	18,262,274	79,341,631	546,720	98,150,625	140,741,606	
	300,000	50	6,539,935	2,290,344	30,834,880	667,946	4,950,000	45,283,106	18,262,274	23,889,756	627,120	42,779,150	88,062,256	
	500,000	15	10,822,724	718,595	47,287,105	209,667	3,230,000	62,268,090	25,975,596	694,216,769	696,000	720,888,365	783,156,455	
	500,000	30	10,822,724	1,258,588	54,021,940	559,578	3,230,000	69,892,830	25,975,596	128,332,221	788,800	155,096,517	224,989,447	
	500,000	50	10,822,724	2,311,722	54,434,808	775,792	6,330,000	74,675,047	25,975,596	80,361,683	788,800	107,126,079	181,801,126	
	1,000,000	15	21,542,558	760,103	92,749,460	288,771	6,030,000	121,370,893	45,282,065	2,456,901,299	1,062,000	2,503,245,364	2,624,616,257	
	1,000,000	30	21,542,558	1,305,264	125,649,478	742,656	6,030,000	155,269,956	45,282,065	503,009,226	1,180,000	549,471,291	704,741,247	
	1,000,000	50	21,542,558	2,365,233	115,257,828	1,473,384	10,430,000	151,069,003	45,282,065	235,941,369	1,298,000	282,521,434	433,590,437	
	1,000,000	100	21,542,558	3,514,990	127,455,554	2,580,507	10,430,000	165,523,609	45,282,065	119,914,194	1,298,000	166,494,259	332,017,868	

地下調節池概算工事費総括表 (B：下町地盤)

項目	容量	深さ	(単位：千円)						(単位：千円)					
			工事費用					小計	工事費用			小計	合計	
			流入部・取水部	取水部	調節池本体	排水部	維持管理施設		流入部・取水部	調節池本体	排水部			
長方形	50,000	15	1,250,835	681,245	8,293,170	344,104	1,230,000	11,799,354	8,603,248	12,111,778	234,000	20,949,026	32,748,380	
	50,000	30	1,250,835	1,216,588	8,770,742	548,099	1,230,000	13,016,264	8,603,248	5,757,037	234,000	14,594,285	27,610,549	
	50,000	50	1,250,835	2,263,572	12,143,391	897,492	2,410,000	18,965,290	8,603,248	4,075,112	234,000	12,912,360	31,877,650	
	100,000	15	2,392,307	685,403	15,019,567	385,320	1,240,000	19,722,597	10,537,370	23,837,132	280,000	34,654,502	54,377,099	
	100,000	30	2,392,307	1,221,264	15,370,569	617,715	1,240,000	20,841,855	10,537,370	11,116,650	280,000	21,934,020	42,775,875	
	100,000	50	2,392,307	2,268,933	20,661,629	1,014,054	2,420,000	28,756,923	10,537,370	7,707,055	280,000	18,524,425	47,281,348	
	300,000	15	6,951,362	702,011	40,300,510	549,622	2,500,000	51,003,505	18,262,274	70,337,850	546,720	89,146,844	140,150,349	
	300,000	30	6,951,362	1,239,940	39,604,258	894,117	2,500,000	51,189,677	18,262,274	32,154,406	546,720	50,963,400	102,153,077	
	300,000	50	6,951,362	2,290,344	51,231,514	1,795,655	4,950,000	67,218,875	18,262,274	21,801,929	627,120	40,691,323	107,910,198	
	500,000	15	11,503,581	718,595	64,738,552	621,381	3,230,000	80,812,110	25,975,596	116,630,678	696,000	143,302,274	224,114,384	
円形	50,000	30	11,503,581	1,258,588	62,680,607	1,254,332	3,230,000	79,927,109	25,975,596	52,984,271	788,800	79,748,667	159,675,776	
	500,000	50	11,503,581	2,311,722	79,964,731	2,016,450	6,330,000	102,126,484	25,975,596	35,672,208	788,800	62,436,604	164,563,088	
	1,000,000	15	22,897,800	760,103	124,599,682	788,292	6,030,000	155,075,877	45,282,065	232,058,404	1,062,000	278,402,469	433,478,346	
	1,000,000	30	22,897,800	1,305,264	118,755,331	1,582,774	6,030,000	150,571,168	45,282,065	104,754,589	1,180,000	151,216,654	301,787,822	
	1,000,000	50	22,897,800	2,365,233	149,087,571	2,959,733	10,430,000	187,740,337	45,282,065	70,019,105	1,298,000	116,599,170	304,339,507	
	50,000	15	1,250,835	681,245	6,216,713	344,104	1,230,000	9,722,897	8,603,248	14,008,265	234,000	22,845,513	32,568,410	
	50,000	30	1,250,835	1,216,588	7,412,187	548,099	1,230,000	11,657,709	8,603,248	7,097,053	234,000	15,934,301	27,592,010	
	50,000	50	1,250,835	2,263,572	8,835,138	897,492	2,410,000	15,657,037	8,603,248	4,560,419	234,000	13,397,667	29,054,704	
	100,000	15	2,392,307	685,403	12,092,990	385,320	1,240,000	16,796,019	10,537,370	28,293,960	280,000	39,111,330	55,907,349	
	100,000	30	2,392,307	1,221,264	12,832,702	617,715	1,240,000	18,303,989	10,537,370	13,662,125	280,000	24,479,495	42,783,484	
	100,000	50	2,392,307	2,268,933	15,030,288	1,014,054	2,420,000	23,125,582	10,537,370	8,695,405	280,000	19,512,775	42,638,357	
	100,000	100	2,392,307	3,388,090	18,684,899	1,922,697	2,420,000	28,807,992	10,537,370	4,758,381	336,000	15,531,751	44,439,743	
	300,000	15	6,951,362	702,011	44,694,529	549,622	2,500,000	55,397,524	18,262,274	254,104,496	546,720	272,913,490	328,311,014	
	300,000	30	6,951,362	1,239,940	40,280,636	894,117	2,500,000	51,866,055	18,262,274	80,289,970	546,720	99,098,964	150,965,019	
	300,000	50	6,951,362	2,290,344	39,209,574	1,795,655	4,950,000	55,286,935	18,262,274	24,257,971	627,120	43,147,365	98,434,300	
	300,000	100	6,951,362	3,416,304	43,884,286	3,307,831	4,950,000	62,509,783	18,262,274	12,468,140	707,520	31,437,934	93,947,717	
	500,000	15	11,503,581	718,595	88,412,815	621,381	3,230,000	104,486,372	25,975,596	696,429,530	696,000	723,101,126	827,587,498	
	500,000	30	11,503,581	1,258,588	66,681,964	1,254,332	3,230,000	83,928,465	25,975,596	129,537,470	788,800	156,301,866	240,230,331	
	500,000	50	11,503,581	2,311,722	74,549,728	2,016,450	6,330,000	96,711,481	25,975,596	81,316,078	788,800	108,080,474	204,791,955	
	500,000	100	11,503,581	3,444,476	82,356,598	3,705,704	6,330,000	107,340,359	25,975,596	41,879,929	881,600	68,737,125	176,077,484	
	1,000,000	15	22,897,800	760,103	129,842,362	788,292	6,030,000	260,318,558	45,282,065	2,462,484,683	1,062,000	2,508,828,748	2,769,147,306	
	1,000,000	30	22,897,800	1,305,264	162,068,326	1,582,774	6,030,000	193,884,163	45,282,065	506,381,545	1,180,000	552,843,610	746,727,773	
	1,000,000	50	22,897,800	2,365,233	162,803,376	2,959,733	10,430,000	201,456,142	45,282,065	235,941,369	1,298,000	282,521,434	483,977,576	
	1,000,000	100	22,897,800	3,514,990	157,807,306	4,649,128	10,430,000	199,299,224	45,282,065	119,914,194	1,298,000	166,494,259	365,793,483	

5. 地上施設の検討

地上施設は、前章まで検討を行った地下放水路及び地下調節池と同様な機能を有するものとして、地下放水路に対しては地上既存河川の拡幅と地上の新規放水路の開削を対象とし、地下調節池に対しては地上の調節池を対象とした。

5.1 一般条件

地下放水路の一般条件に準じて条件を設定した。

地上河川の拡幅及び地上新規放水路の開削

- ・延長：10km
- ・勾配：1/800
- ・流量及び分流量比：表－2－1（前出）に示す。
- ・河道形状：図－2－8，図－2－9（前出）に示す。
- ・単複断面：図－2－3（前出）に示す。

地上調節池

- ・容量：50, 100, 300, 500, 及び1,000千 m^3

5.2 地上河川の検討

地上河川の構造は、一般の施工に加え法面の崩壊及び環境面を考慮し総芝張，千鳥芝張を用いるものとした。その断面を図－5－1 及び図－5－2 に示す。

事業費は、この図を参考に大きく土工，根固工，基礎工，法履工，及び用地のコストを積み上げて算出した。また，積み上げにあたって首都圏の建設省工事事務所にヒアリングを行い，東京都内23区単価及び諸経費率（実績より直接経費の45％）を聴取した。

表－5－1～表－5－4 に地上河川の実業費についてとりまとめた。図－5－3 は，分流量50, 100, 300, 600, 及び1,200 m^3/s 別に地上河川の拡幅，新規放水路の実業費を示したものである。この図より，次のことがいえる。

- ① 事業費はほとんどが用地費からなっていることがわかる。
- ② このことから事業費は地上既存河川の拡幅に比べ地上新規放水路の方が割高となった。
（ただし，地上河川の拡幅を行なう地域の土地価格も新規放水路を建設する土地価格も同じだとした場合の結果である。）
- ③ また，同じ理由から断面が単断面に比べ複断面の方が高くなった。

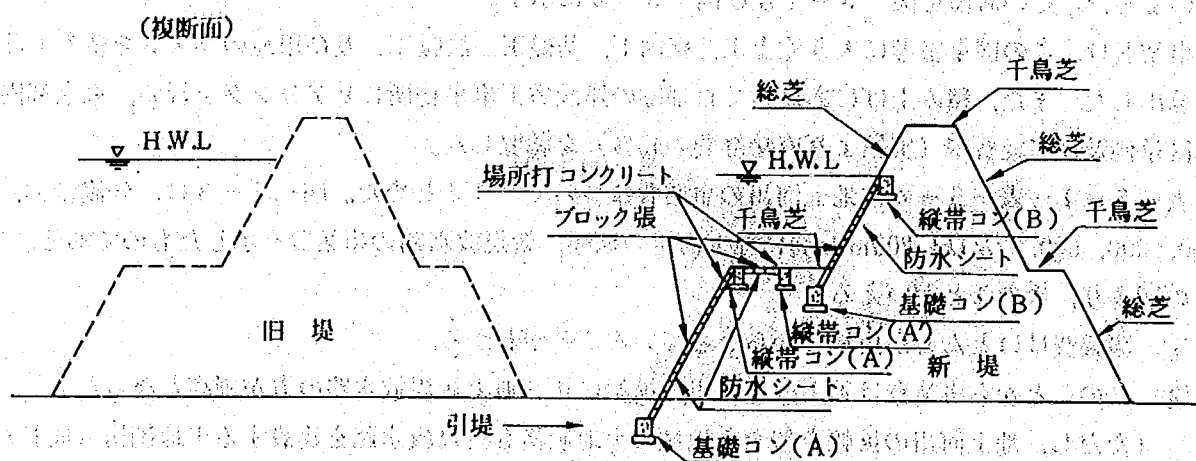
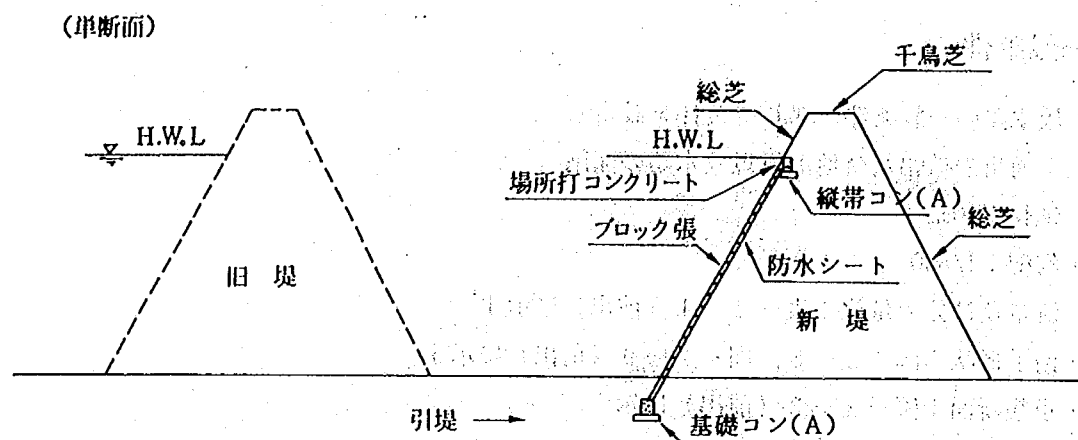
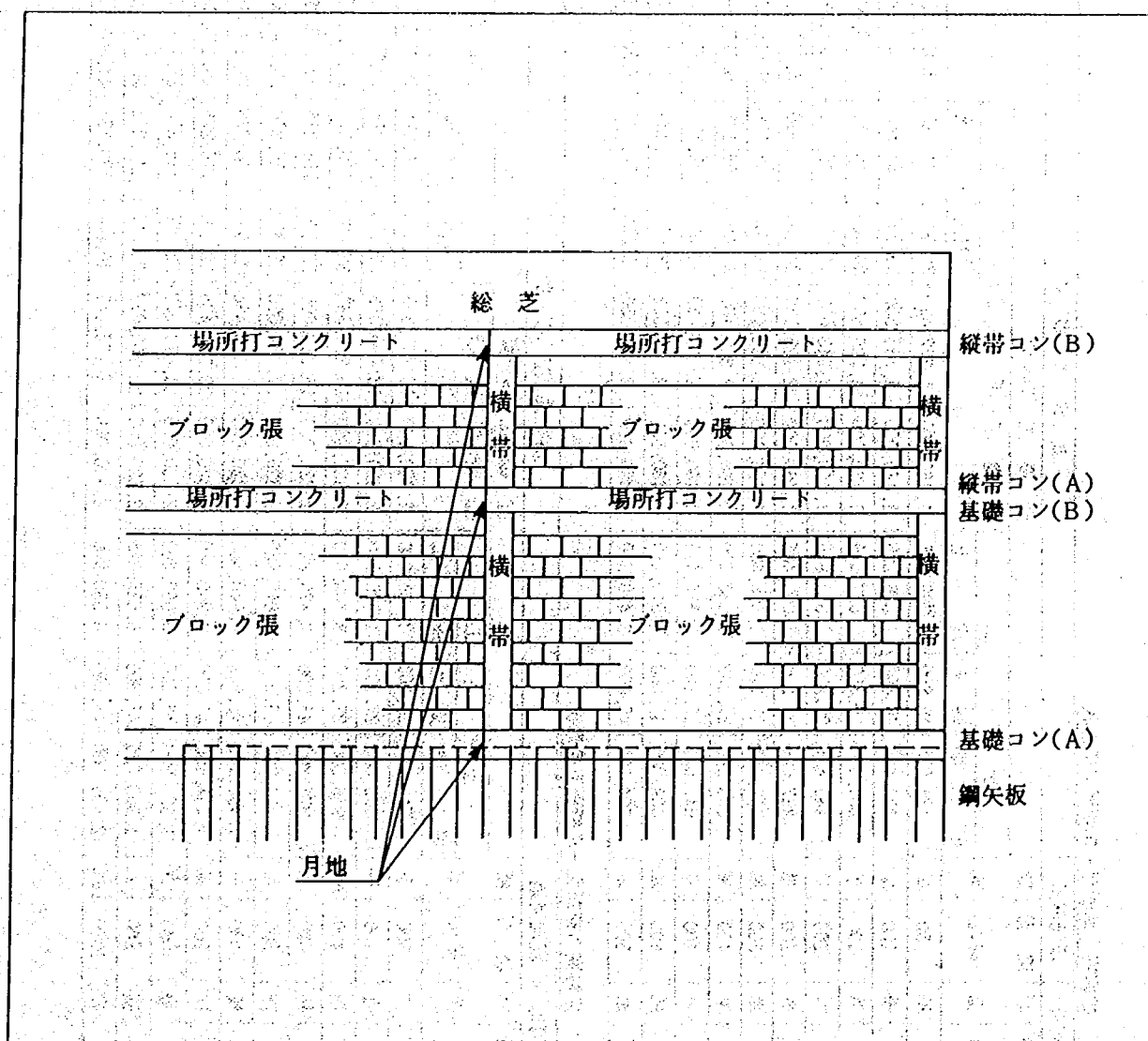
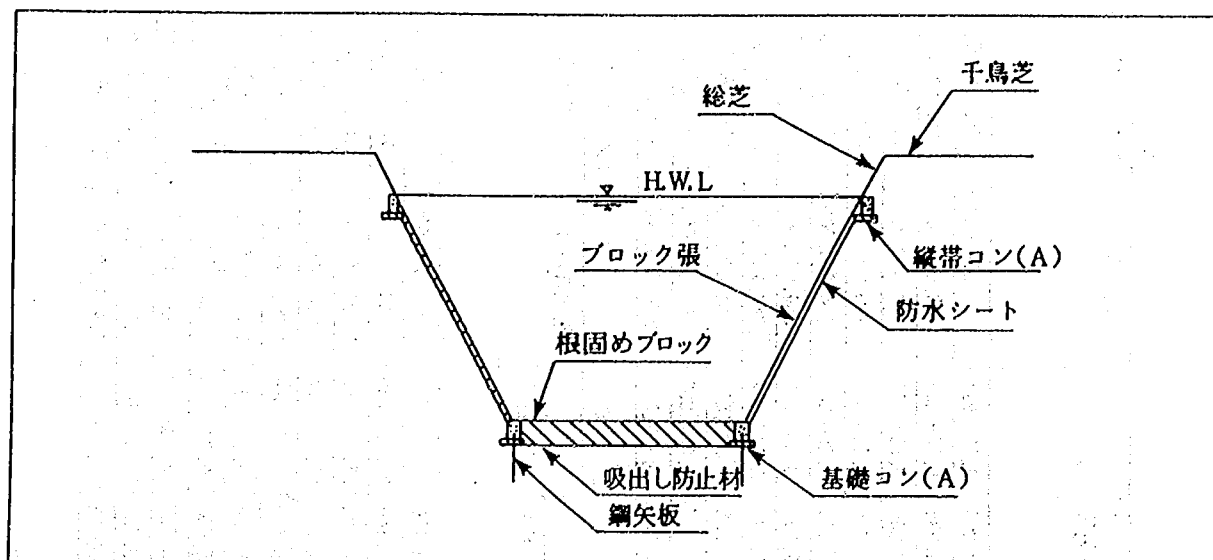


図-5-1 単断面及び複断面の引堤の概要



図一五二 新規放水路の概要

表-5-1 河道拡幅による事業費算定表

拡幅案 単断面-単断面河道形状

(単位:千円)

計画河道		現況河道		概 算 工 事 費								合 計	用地買収費	概算事業費	
流 量 (m³/s)	断 面	流 量 (m³/s)	断 面	直 接 工 事 費						間接工事費					
				土 工			基 礎 工	護 岸 工	芝 工		合 計				
				掘	削	盛 土			残 土						千鳥芝
100	単	50	単	134,075	19,800	388,535	1,460,000	1,372,499	24,000	34,883		3,433,792	1,545,206	4,978,998	50,000,000
150	単	100	単	113,425	19,800	318,325	1,460,000	1,593,869	24,000	34,883	3,564,302	1,603,936	5,168,238	40,000,000	45,168,238
200	単	100	単	204,400	19,800	627,640	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	4,109,042	1,849,069	5,958,111	104,000,000	109,958,111
300	単	200	単	189,825	27,200	552,925	1,460,000	1,948,062	24,000	46,510	4,248,522	1,911,835	6,160,357	100,000,000	106,160,357
400	単	200	単	337,025	27,200	1,053,405	1,460,000	2,125,159	24,000	46,510	5,073,299	2,282,985	7,356,284	180,000,000	187,356,284
600	単	300	単	497,400	27,200	1,598,680	1,460,000	2,302,156	32,000	58,138	5,975,674	2,689,053	8,664,727	344,000,000	352,664,727
600	単	400	単	350,200	27,200	1,038,200	1,460,000	2,302,156	32,000	58,138	5,327,994	2,397,597	7,715,591	264,000,000	271,725,591
800	単	400	単	649,675	27,200	2,116,415	1,460,000	2,435,078	32,000	58,138	6,778,506	3,050,328	9,828,834	464,000,000	473,828,834
900	単	600	単	489,200	45,000	1,510,280	1,460,000	2,479,352	32,000	58,138	6,073,970	2,733,287	8,807,257	300,000,000	308,807,257
1000	単	500	単	754,100	45,000	2,410,940	1,460,000	2,479,352	32,000	58,138	7,239,530	3,257,789	10,497,319	500,000,000	510,497,319

拡幅案 複断面-単断面河道形状

(単位:千円)

計画河道		現況河道		概 算 工 事 費									合 計	用地買収費	概算事業費
流 量 (m³/s)	断 面	流 量 (m³/s)	断 面	直 接 工 事 費							間接工事費				
				土 工			基 礎 工	護 岸 工	芝 工			合 計			
				掘	削	盛 土			残 土	千鳥芝					
600	複	300	単	740,800	27,200	2,426,240	2,320,000	12,790,363	32,000	116,276	18,452,879	8,303,796	26,756,675	804,000,000	830,756,675
600	複	400	単	593,600	27,200	1,925,760	2,320,000	12,790,363	32,000	116,276	17,805,199	8,012,340	25,817,539	724,000,000	749,817,539
800	複	400	単	966,500	27,200	3,193,620	2,320,000	15,265,563	32,000	116,276	21,921,159	9,864,522	31,785,681	1,124,000,000	1,155,785,681
900	複	600	単	877,300	45,000	2,829,820	2,320,000	16,562,000	32,000	116,276	22,782,396	10,252,078	33,034,474	1,060,000,000	1,093,034,474
1000	複	500	単	1,224,700	45,000	4,010,980	2,320,000	17,752,000	32,000	116,276	25,500,956	11,475,430	36,976,386	1,360,000,000	1,396,976,386
1200	複	600	単	1,498,100	45,000	4,940,540	2,320,000	20,238,436	32,000	116,276	29,190,352	13,135,658	42,326,010	1,660,000,000	1,702,326,010
1200	複	800	単	1,498,100	45,000	4,940,540	2,320,000	20,238,436	32,000	116,276	29,190,352	13,135,658	42,326,010	1,660,000,000	1,702,326,010
1500	複	1000	単	1,533,900	45,000	5,062,260	2,320,000	24,010,073	32,000	116,276	33,119,509	14,903,779	48,023,288	1,860,000,000	1,908,023,288
1600	複	800	単	1,993,625	45,000	6,625,325	2,320,000	25,200,073	32,000	116,276	36,332,299	16,349,535	52,681,834	2,260,000,000	2,312,681,834
2000	複	1000	単	2,554,100	45,000	8,530,940	2,320,000	31,172,547	40,000	139,531	44,802,118	20,160,953	64,963,071	2,916,000,000	2,980,963,071

表-5-2 河道拡幅による事業費算定表

拡幅案 複断面一複断面河道形状													(単位：千円)		
計画河道		現況河道		概 算 工 事 費									合 計	用地買収費	概算事業費
流 量 (m³/s)	断 面	流 量 (m³/s)	断 面	直 接 工 事 費						間接工事費					
				土 工				基 礎 工	護 岸 工		芝 工				
				堀	削	盛 土	残 土				千鳥芝	総 芝			
900	複	600	複	648,900	60,000	2,002,260	2,320,000	16,562,000	32,000	116,276	21,741,436	9,783,646	31,525,082	600,000,000	631,525,082
1200	複	600	複	1,269,700	60,000	4,112,980	2,320,000	20,238,436	32,000	116,276	28,149,392	12,667,226	40,816,618	1,200,000,000	1,240,816,618
1200	複	800	複	896,800	60,000	2,845,120	2,320,000	20,238,436	32,000	116,276	26,508,632	11,928,884	38,437,516	800,000,000	838,437,516
1500	複	1000	複	1,078,300	60,000	3,462,220	2,320,000	24,010,073	32,000	116,276	31,078,869	13,985,491	45,064,360	1,000,000,000	1,045,064,360
1600	複	800	複	1,691,800	60,000	5,548,120	2,320,000	25,200,073	32,000	116,276	34,968,269	15,735,721	50,703,990	1,600,000,000	1,650,703,390
1800	複	1200	複	1,238,700	60,000	4,007,580	2,320,000	27,697,747	32,000	116,276	35,472,303	15,962,536	51,434,839	1,100,000,000	1,151,434,839
2000	複	1000	複	2,098,500	60,000	6,930,900	2,320,000	31,172,547	40,000	139,531	42,761,478	19,242,665	62,004,143	2,056,000,000	2,118,004,143
2400	複	1200	複	2,376,700	60,000	7,876,780	2,320,000	34,837,747	40,000	139,531	47,650,758	21,442,841	69,093,599	2,356,000,000	2,425,093,599
2400	複	1600	複	1,581,700	60,000	5,173,780	2,320,000	34,837,747	40,000	139,531	44,152,758	19,868,741	64,021,499	1,556,000,000	1,620,021,499
3000	複	2000	複	1,989,300	88,800	6,461,700	2,320,000	42,190,621	40,000	139,531	53,229,952	23,953,478	77,183,430	1,800,000,000	1,877,183,430
3600	複	2400	複	2,520,000	88,800	8,266,080	2,320,000	49,532,257	40,000	139,531	62,906,668	28,308,001	91,214,669	2,300,000,000	2,391,214,669

分流量 放水路断面河道形状

表-5-3 新規放水路による事業費算定表

(単位:千円)

本川上流		放水路		概 算 工 事 費										(単位：千円)		
流 量 (m³/s)	断 面	流 量 (m³/s)	断 面	土 工				直 接 工 事 費			間 接 工 事 費			合 計	用地買収費	概算事業費
				掘	削	盛 土	残 土	基 礎 工	護 岸 工	芝 工		根固め工				
										千島芝	総 芝					
100	単	50	単	183,400	19,800	556,240	1,460,000	1,062,580	24,000	34,883	930,000	4,270,903	1,921,906	6,192,809	682,000,000	688,192,809
150	単	50	単	183,400	19,800	556,240	1,460,000	1,062,580	24,000	34,883	930,000	4,270,903	1,921,906	6,192,809	682,000,000	688,192,809
200	単	100	単	297,675	19,800	944,775	1,460,000	1,372,499	24,000	34,883	930,000	5,083,632	2,287,634	7,371,266	732,000,000	739,371,266
300	単	100	単	297,675	19,800	944,775	1,460,000	1,372,499	24,000	34,883	930,000	5,083,632	2,287,634	7,371,266	732,000,000	739,371,266
400	単	200	単	474,875	27,200	1,522,095	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,211,372	2,795,117	9,006,489	836,000,000	845,006,489
600	単	300	単	637,500	27,200	2,075,020	1,460,000	1,948,062	24,000	46,510	930,000	7,148,292	3,216,731	10,365,023	936,000,000	946,365,023
600	単	300	単	673,200	27,200	2,196,400	1,460,000	2,036,611	24,000	46,510	930,000	7,393,921	3,327,264	10,721,185	936,000,000	946,721,185
600	単	300	単	779,100	27,200	2,556,460	1,460,000	2,302,256	24,000	46,510	930,000	8,125,526	3,656,487	11,782,013	936,000,000	947,782,013
600	複	300	単	547,375	27,200	1,768,595	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,530,372	2,938,667	9,469,039	936,000,000	945,469,039
600	複	300	単	637,500	27,200	2,075,020	1,460,000	1,948,062	24,000	46,510	930,000	7,148,292	3,216,731	10,365,023	936,000,000	946,365,023
600	複	300	単	673,200	27,200	2,196,400	1,460,000	2,036,611	24,000	46,510	930,000	7,393,921	3,327,264	10,721,185	936,000,000	946,721,185
600	複	300	単	779,100	27,200	2,556,460	1,460,000	2,302,256	24,000	46,510	930,000	8,125,526	3,656,487	11,782,013	936,000,000	947,782,013
600	複	200	単	474,875	27,200	1,522,095	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,530,372	2,938,667	9,469,039	936,000,000	945,469,039
600	複	200	単	474,875	27,200	1,522,095	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,211,372	2,795,117	9,006,489	836,000,000	845,006,489
800	単	400	単	784,700	27,200	2,575,500	1,460,000	2,125,159	24,000	46,510	930,000	7,973,069	3,587,881	11,560,950	1,016,000,000	1,027,560,950
800	複	400	単	784,700	27,200	2,575,500	1,460,000	2,125,159	24,000	46,510	930,000	7,973,069	3,587,881	11,560,950	1,016,000,000	1,027,560,950
900	単	300	単	637,500	27,200	2,075,020	1,460,000	1,948,062	24,000	46,510	930,000	7,148,292	3,216,731	10,365,023	936,000,000	946,365,023
900	単	300	単	673,200	27,200	2,196,400	1,460,000	2,036,611	24,000	46,510	930,000	7,393,921	3,327,264	10,721,185	936,000,000	946,721,185
900	単	300	単	779,100	27,200	2,556,460	1,460,000	2,302,256	24,000	46,510	930,000	8,125,526	3,656,487	11,782,013	936,000,000	947,782,013
900	単	300	単	547,375	27,200	1,768,595	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,530,372	2,938,667	9,469,039	936,000,000	945,469,039
900	単	300	単	637,500	27,200	2,075,020	1,460,000	1,948,062	24,000	46,510	930,000	7,148,292	3,216,731	10,365,023	936,000,000	946,365,023
900	単	300	単	673,200	27,200	2,196,400	1,460,000	2,036,611	24,000	46,510	930,000	7,393,921	3,327,264	10,721,185	936,000,000	946,721,185
900	単	300	単	779,100	27,200	2,556,460	1,460,000	2,302,256	24,000	46,510	930,000	8,125,526	3,656,487	11,782,013	936,000,000	947,782,013
900	複	300	単	547,375	27,200	1,768,595	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,530,372	2,938,667	9,469,039	936,000,000	945,469,039
900	複	300	単	637,500	27,200	2,075,020	1,460,000	1,948,062	24,000	46,510	930,000	7,148,292	3,216,731	10,365,023	936,000,000	946,365,023
900	複	300	単	673,200	27,200	2,196,400	1,460,000	2,036,611	24,000	46,510	930,000	7,393,921	3,327,264	10,721,185	936,000,000	946,721,185
900	複	300	単	779,100	27,200	2,556,460	1,460,000	2,302,256	24,000	46,510	930,000	8,125,526	3,656,487	11,782,013	936,000,000	947,782,013
900	複	300	単	547,375	27,200	1,768,595	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,530,372	2,938,667	9,469,039	936,000,000	945,469,039
900	複	300	単	637,500	27,200	2,075,020	1,460,000	1,948,062	24,000	46,510	930,000	7,148,292	3,216,731	10,365,023	936,000,000	946,365,023
900	複	300	単	673,200	27,200	2,196,400	1,460,000	2,036,611	24,000	46,510	930,000	7,393,921	3,327,264	10,721,185	936,000,000	946,721,185
900	複	300	単	779,100	27,200	2,556,460	1,460,000	2,302,256	24,000	46,510	930,000	8,125,526	3,656,487	11,782,013	936,000,000	947,782,013
900	複	300	単	547,375	27,200	1,768,595	1,460,000	1,726,692	24,000	46,510	930,000	6,530,372	2,938,667	9,469,039	936,000,000	945,469,039
1000	単	500	単	940,000	45,000	3,043,000	1,460,000	2,213,707	32,000	58,138	930,000	8,721,845	3,924,830	12,646,675	1,180,000,000	1,192,646,675
1000	複	500	単	940,000	45,000	3,043,000	1,460,000	2,213,707	32,000	58,138	930,000	8,721,845	3,924,830	12,646,675	1,180,000,000	1,192,646,675
1200	複	600	単	1,089,900	45,000	3,552,660	1,460,000	2,302,256	32,000	58,138	930,000	9,469,954	4,261,479	13,731,433	1,280,000,000	1,293,731,433
1200	複	600	単	1,089,900	45,000	3,552,660	1,460,000	2,302,256	32,000	58,138	930,000	9,469,954	4,261,479	13,731,433	1,280,000,000	1,293,731,433
1200	複	400	単	784,700	27,200	2,575,500	1,460,000	2,125,159	24,000	46,510	930,000	7,973,069	3,587,881	11,560,950	1,016,000,000	1,027,560,950
1200	複	400	単	784,700	27,200	2,575,500	1,460,000	2,125,159	24,000	46,510	930,000	7,973,069	3,587,881	11,560,950	1,016,000,000	1,027,560,950
1500	複	500	単	940,000	45,000	3,043,000	1,460,000	2,213,707	32,000	58,138	930,000	8,721,845	3,924,830	12,646,675	1,180,000,000	1,192,646,675
1500	複	500	単	940,000	45,000	3,043,000	1,460,000	2,213,707	32,000	58,138	930,000	8,721,845	3,924,830	12,646,675	1,180,000,000	1,192,646,675
1600	複	800	単	1,389,375	45,000	4,570,875	1,460,000	2,435,078	32,000	58,138	930,000	10,920,466	4,914,210	15,834,676	1,480,000,000	1,495,834,676
1600	複	800	単	1,389,375	45,000	4,570,875	1,460,000	2,435,078	32,000	58,138	930,000	10,920,466	4,914,210	15,834,676	1,480,000,000	1,495,834,676
1800	複	600	単	1,089,900	45,000	3,552,660	1,460,000	2,302,256	32,000	58,138	930,000	9,469,954	4,261,479	13,731,433	1,280,000,000	1,293,731,433
2000	複	1000	単	1,649,100	45,000	5,453,940	1,460,000	2,479,352	32,000	58,138	930,000	12,107,530	5,448,389	17,555,919	1,680,000,000	1,697,555,919
2000	複	1000	単	1,649,100	45,000	5,453,940	1,460,000	2,479,352	32,000	58,138	930,000	12,107,530	5,448,389	17,555,919	1,680,000,000	1,697,555,919
2400	複	800	単	1,389,375	45,000	4,570,875	1,460,000	2,435,078	32,000	58,138	930,000	10,920,466	4,914,210	15,834,676	1,480,000,000	1,495,834,676
3000	複	1000	単	1,649,100	45,000	5,453,940	1,460,000	2,479,352	32,000	58,138	930,000	12,107,530	5,448,389	17,555,919	1,690,000,000	1,697,555,919

表-5-4 新規放水路による事業費算定表

分流案 放水路複断面河道形状

(単位:千円)

本川上流		放水路		概 算 工 事 費										(単位：千円)			
流 量 (m³/s)	断 面	流 量 (m³/s)	断 面	直 接 工 事 費						間接工事費	合 計	用地買収費	概算事業費				
				土 工				基礎工	護岸工					芝 工		根固め工	合 計
				堀	削	盛土	残土							千鳥芝	総 芝		
1200	複	600	複	1,318,300	60,000	4,278,220	2,320,000	12,790,363	32,000	116,276	930,000	21,845,159	9,830,322	31,675,481	1,740,000,000	1,771,675,481	
1200	複	600	複	1,318,300	60,000	4,278,220	2,320,000	12,790,363	32,000	116,276	930,000	21,845,159	9,830,322	31,675,481	1,740,000,000	1,771,675,481	
1600	複	800	複	1,691,200	60,000	5,546,080	2,320,000	15,265,563	32,000	116,276	930,000	25,961,119	11,682,504	37,643,623	2,140,000,000	2,177,643,623	
1600	複	800	複	1,691,200	60,000	5,546,080	2,320,000	15,265,563	32,000	116,276	930,000	25,961,119	11,682,504	37,643,623	2,140,000,000	2,177,643,623	
1800	複	600	複	1,318,300	60,000	4,278,220	2,320,000	12,790,363	32,000	116,276	930,000	21,845,159	9,830,322	31,675,481	1,740,000,000	1,771,675,481	
2000	複	1000	複	2,104,700	60,000	6,951,980	2,320,000	17,752,000	32,000	116,276	930,000	30,266,956	13,620,130	43,887,086	2,540,000,000	2,583,887,086	
2000	複	1000	複	2,104,700	60,000	6,951,980	2,320,000	17,752,000	32,000	116,276	930,000	30,266,956	13,620,130	43,887,086	2,540,000,000	2,583,887,086	
2400	複	1200	複	2,528,000	60,000	8,391,200	2,320,000	20,238,436	32,000	116,276	930,000	34,615,912	15,577,160	50,193,072	2,940,000,000	2,990,193,072	
2400	複	800	複	1,691,200	60,000	5,546,080	2,320,000	15,265,563	32,000	116,276	930,000	25,961,119	11,682,504	37,643,623	2,140,000,000	2,177,643,623	
3000	複	1000	複	2,104,700	60,000	6,951,980	2,320,000	17,752,000	32,000	116,276	930,000	30,266,956	13,620,130	43,887,086	2,540,000,000	2,583,887,086	
3600	複	1200	複	2,528,000	60,000	8,391,200	2,320,000	20,238,436	32,000	116,276	930,000	34,615,912	15,577,160	50,193,072	2,940,000,000	2,990,193,072	

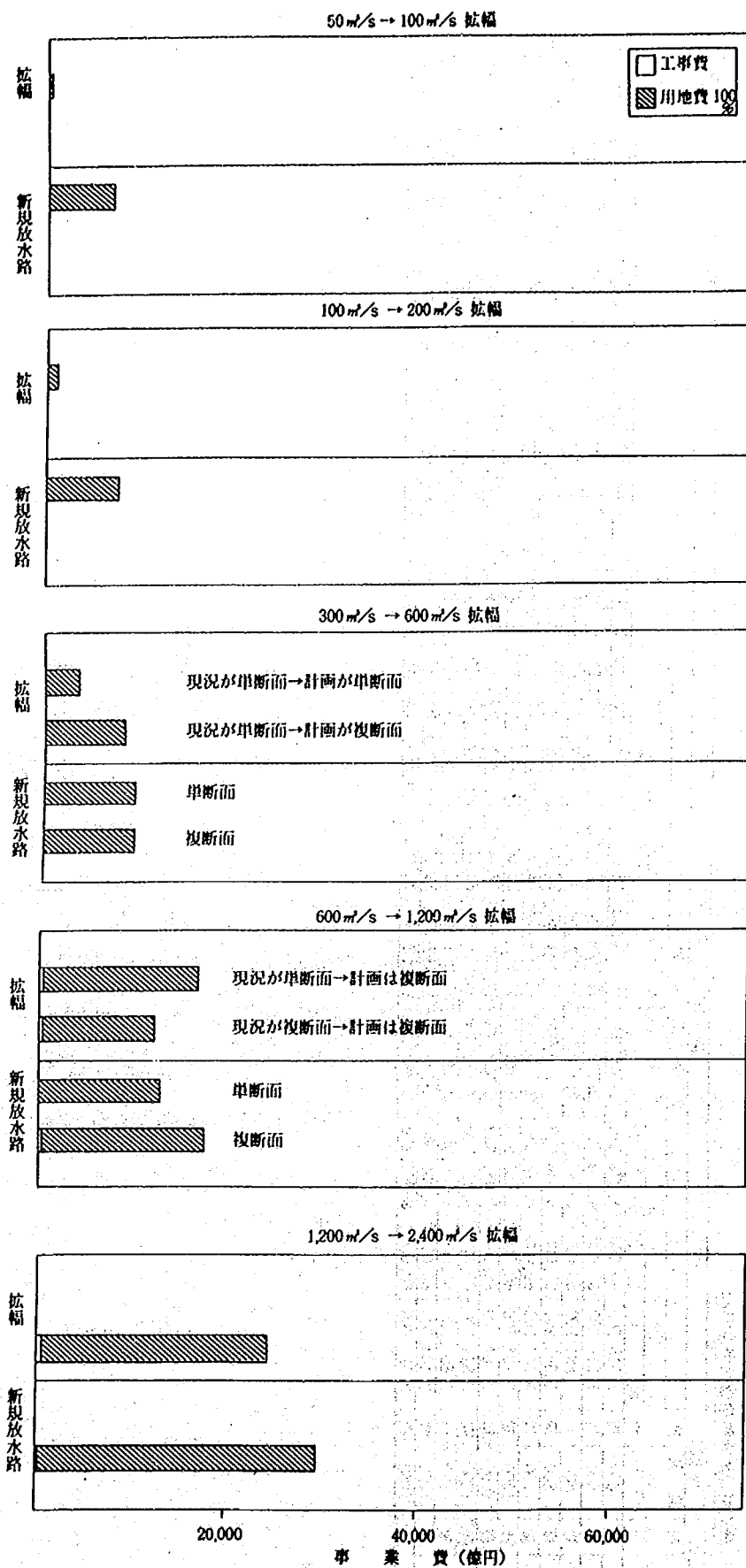


図-5-3 地上河川の流量別事業費の比較

5.3 地上調節池の検討

地上調節池の検討は、地下調節池が主に都市内で計画されることから都市域で造られた防災調節池を対象に事業費の検討を行う。

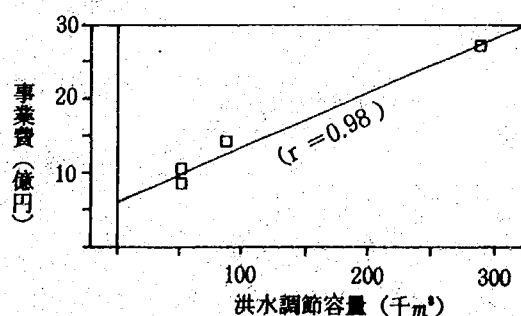
表－５－５は、防災調節池の洪水調節容量と事業費、施工費、及び用地費を示したものである。これより、全体事業費に対して用地費の占める割合は6割強であった。

表－５－５ 防災調節池の洪水調節容量と事業費の関係

施設名	洪水調節容量 m^3	事業費百万円	施工費百万円	用地費百万円
A	288,000	2,770	701	2,069
B	51,267	1,032	503	529
C	88,114	1,414	645	769
D	52,714	865	406	459
平均	120,023	1,520	564	956
単位容量当りのコスト (円/ m^3)		12,664	4,699	7,965

なお、事業費等は平成元年度価格である。

また、洪水調節容量と事業費の関係を求めたところ図－５－４（相関係数 $r=0.98$ ）のようになったので、単位容量当りの事業費を求め設定された容量をかけて事業費を算出した。その結果を表－５－６に示す。



図－５－４ 防災調節池の洪水調節容量と事業費の関係

表-5-6 地上調節池の容量～事業費～分流量の関係

容量千 m^3	事業費百万円	施工費百万円	用地費百万円	分流量 m^3/s
50	633	235	398	18.3
100	1,266	470	796	35.0
300	3,799	1,410	2,389	101.7
500	6,332	2,350	3,982	168.3
1,000	12,664	4,699	7,965	335.0

6. 各施設間の経済的な比較

6.1 地下放水路と地下調節池の比較

ここでの検討は、比較のための項目が流量、深度、地盤等多岐にわたるため、まず地下放水路及び地下調節池の各々について分析を行い、その後両者の事業費等の比較を行う。

1) 地下放水路

図-6-1及び図-6-2は、分流量及び地盤を固定したときの工法、深度別の事業費及びその内訳について示したものである。これより、次のようなことがいえる。

- ① 深度については、一般に深度が深くなれば事業費は大きくなる傾向にある。ただし、NATM工法については、深度より地質による補助工法（地盤改良等）によるウエイトが高いため逆転するところも生じた。
- ② 工法については、B地盤においてはNATM工法はシールド工法に比べわずかに事業費が割高となった。これは、B地盤は軟弱地盤であるため①で述べた理由によるものと考えられる。
- ③ 事業費は、分流量、地盤、及び用地費により大きく異なるため、用地費を100%（全額補償）と仮定し、地盤別に分流量と事業費との関係を図-6-3に示す。
これより、A地盤に比べB地盤はあらゆる分流量に対し約2倍の事業費となっていることがわかる。
- ④ 事業費の内訳としては、全ケースを通じて工事費及び用地費のウエイトが高い。また、大深度になると、発電施設の絶対額も大きくなる。

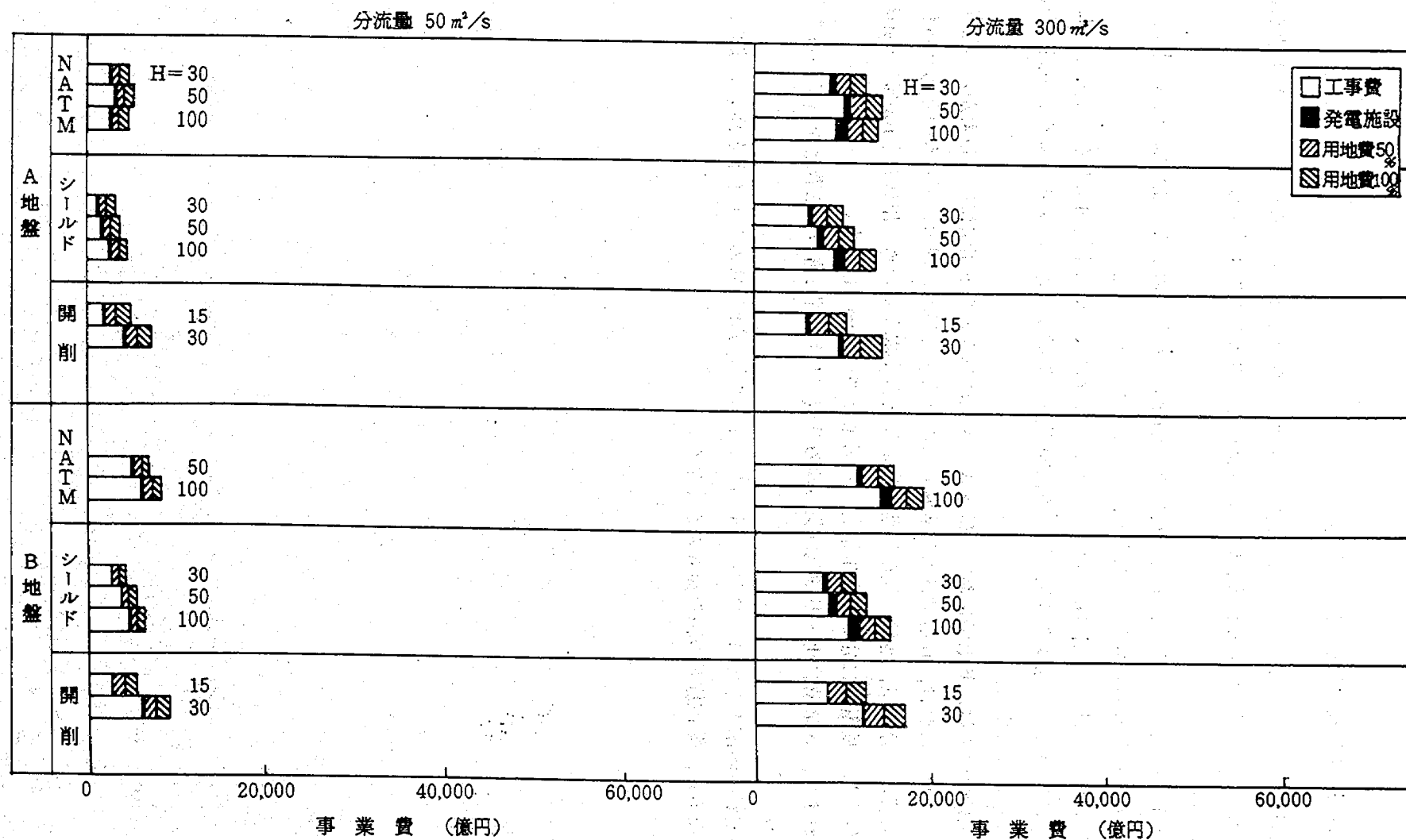


図-6-1 地下放水路の流量別事業費の比較

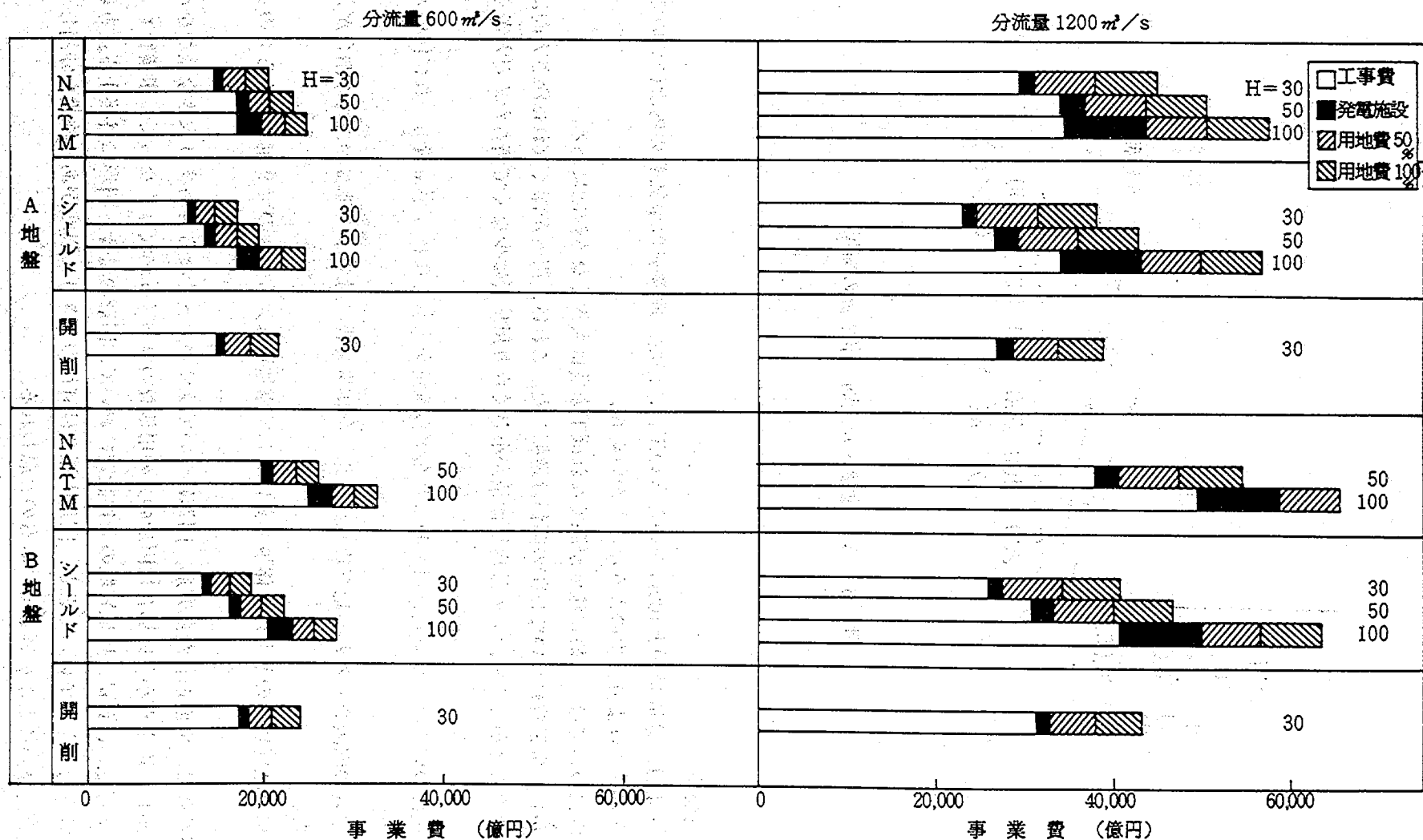


図-6-2 地下放水路の流量別事業費の比較

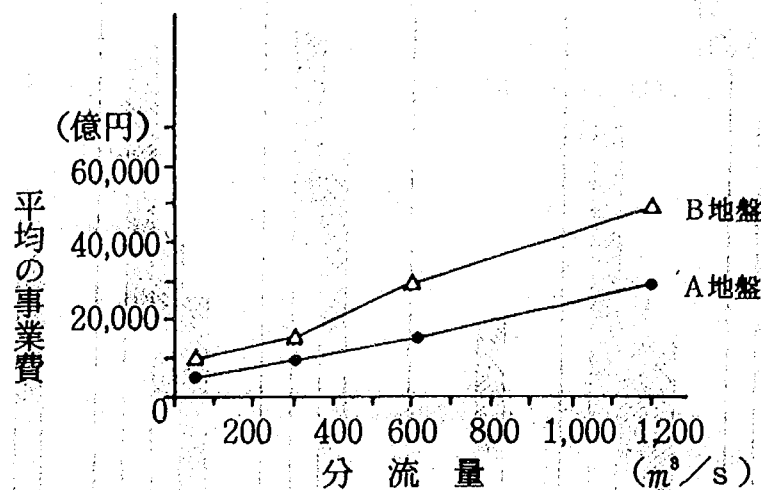


図-6-3 地盤～分流量別～事業費の関係

2) 地下調節池

図-6-4は、分流量50と100 m^3/s のときの工法、深度、地盤別の事業費の内訳について示したものである。これより、次のようなことがいえる。

- ① 深度については、一般に深度が深くなれば工事費は大きくなる傾向にある。
- ② しかし、事業費については①の関係は逆転した。これは、深度が深くなれば深さ方向に容量がかせぐことができ、その分用地面積が小さくなり用地費は少なくて済むためだと考えられる。
- ③ 流量については、事業費は当然のことながら流量が大きくなれば事業費もそれに伴い大きくなった。
- ④ 事業費の内訳をみると、地下放水路に比べ全体事業費に対する用地費の占める割合が大きくなった。

特に、深度15mのときは全体事業費に対して用地費は大きいもので9割を占めるものもあった。

- ⑤ 事業費は、平面形状が長方形、円形について深度が大きくなるとあまり大きな差がなかった。

しかし、深度が小さい場合は円形の方の用地費のウエイトが大きくなって、事業費も大きな差が生じた。これは、用地買収の条件設定において、円形の場合、円形に外接する正方形で用地買収を行うとしていることと、円形の場合は直径の大きさに限度があり施設を分割して造らざるをえないことが影響しているものと思われる。

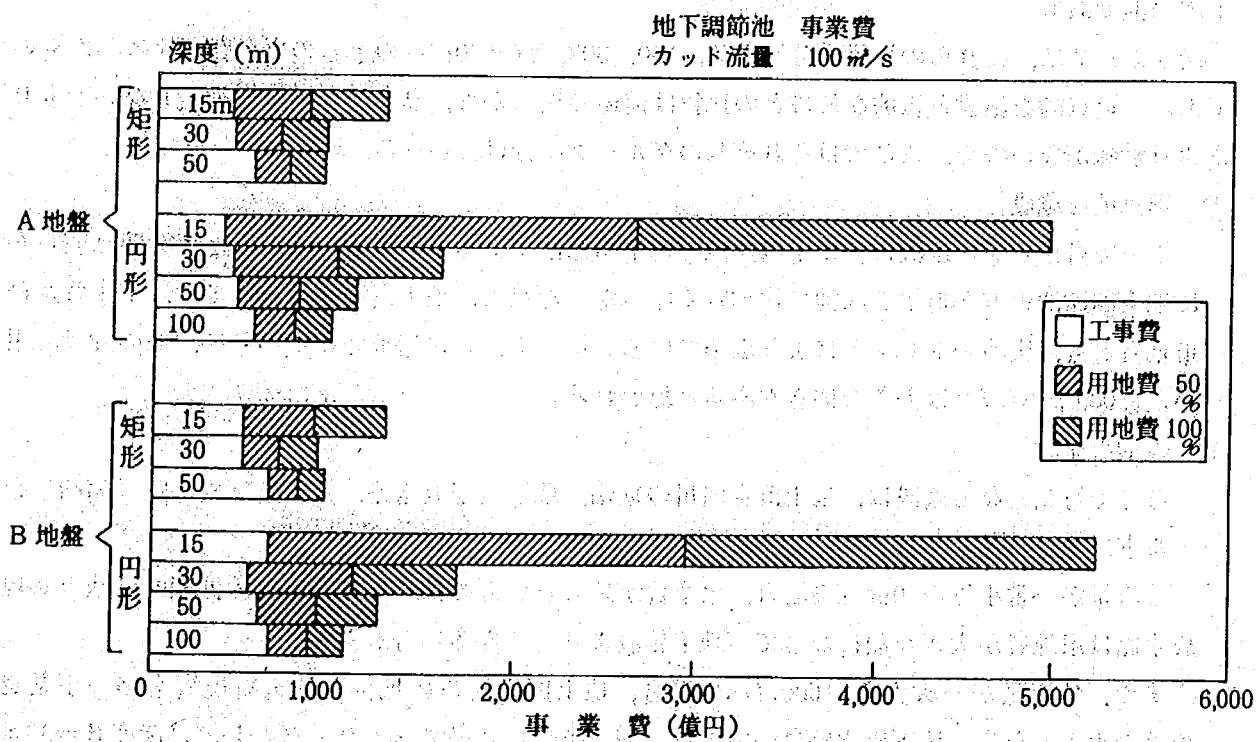
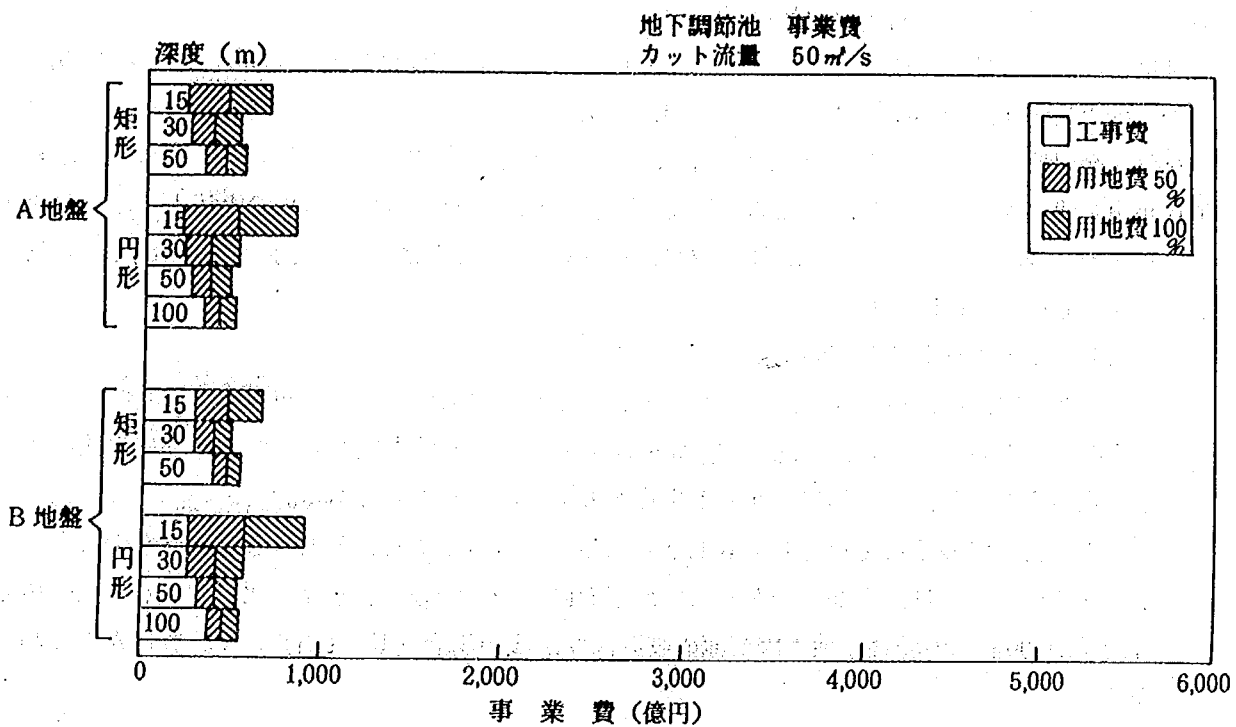


図-6-4 地下調節池の流量別事業費の比較

3) 地下放水路と地下調節池の比較検討

対象となる分流量が、地下放水路は $50 \sim 1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ 、地下調節池は最大で $335 \text{ m}^3/\text{s}$ であるため、ここでは分流量が $50, 100 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合について比較する。

なお、今回地下放水路のような線的な施設については延長を 10 km に仮定して検討を進めたため、延長が事業費に大きく影響し、拠点的な施設である地下調節池と同じレベルで比較することができない可能性がある。そこで、分流量 50 及び $100 \text{ m}^3/\text{s}$ の時の地下放水路の延長を変えて両者を比較した（図-6-5及び図-6-6）。

これより、次のようなことがいえる。

- ① 工事費の内訳は、地下放水路の全ケースを通じて排水部のウエイトが高く、最も低いケースでも 63% を占めた。これは、地下放水路の流下方式を開水路方式としたため地下放水路の排水部が大規模となり、排水部にかかる工事費が大きくなったためである。
- ② ①から放水路の延長を短くしても地下放水路の工事費はそれほど大きな変化はなかった。
- ③ 事業費については、大部分のケースで地下調節池の方が地下放水路に比べ安くなった。但し、分流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、地下調節池の設置深度が浅い場合（ $H=15 \text{ m}$ ）の事業費はかなり高くなる。

6.2 地上施設と地下施設の比較

ここでの比較対象施設は、地下放水路、地下調節池、地上河川の拡幅、地上新規放水路、及び地上調節池である。

図-6-7は、これらの施設を分流量 $50, 100, 300$ 、及び $600 \text{ m}^3/\text{s}$ のときの事業費で比較したものである。拠点的な施設と線的な施設との比較は前述の検討から、具体的な場所を設定しないかぎりあまり意味がないので、ここではそれぞれのグループに分けて述べる。

① 拠点的な施設

ここで対象となる施設は、地上調節池と地下調節池であるが両者を比較すると事業費は明らかに地上調節池の方が地下調節池に比べ安くなった。ただし、地上調節池については、工事費及び用地費とも、実績のトレンドにより求めている。従って、特に用地費については、他の施設で用いた $2,000 \text{ 千円}/\text{m}^2$ とは大きな開きがあると思われる。

② 線的な施設

ここで対象となる施設は、地上既存河川の拡幅、地上新規放水路、及び地下放水路（開削、シールド、並びにNATM工法）である。

分流量が一番小さい $50 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、事業費が最も安いものは地上既存河川の拡幅で、地上新規放水路は用地費が大きな額になって、地下施設より高くなる場合もある。

また、分流量が一番大きい $600 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、地上既存河川の拡幅と地上新規放水路の事業費の差が少なくなる。地下放水路については、同一条件で比較できるケースとしては深度 $H=30 \text{ m}$ のものしかないが、シールド工法によるものが安いようである。

また、地上河川と地下放水路との比較については、地下放水路の設置深度や工法によって、事業費の相対的な関係はいろいろ変化していちがいにいえない。

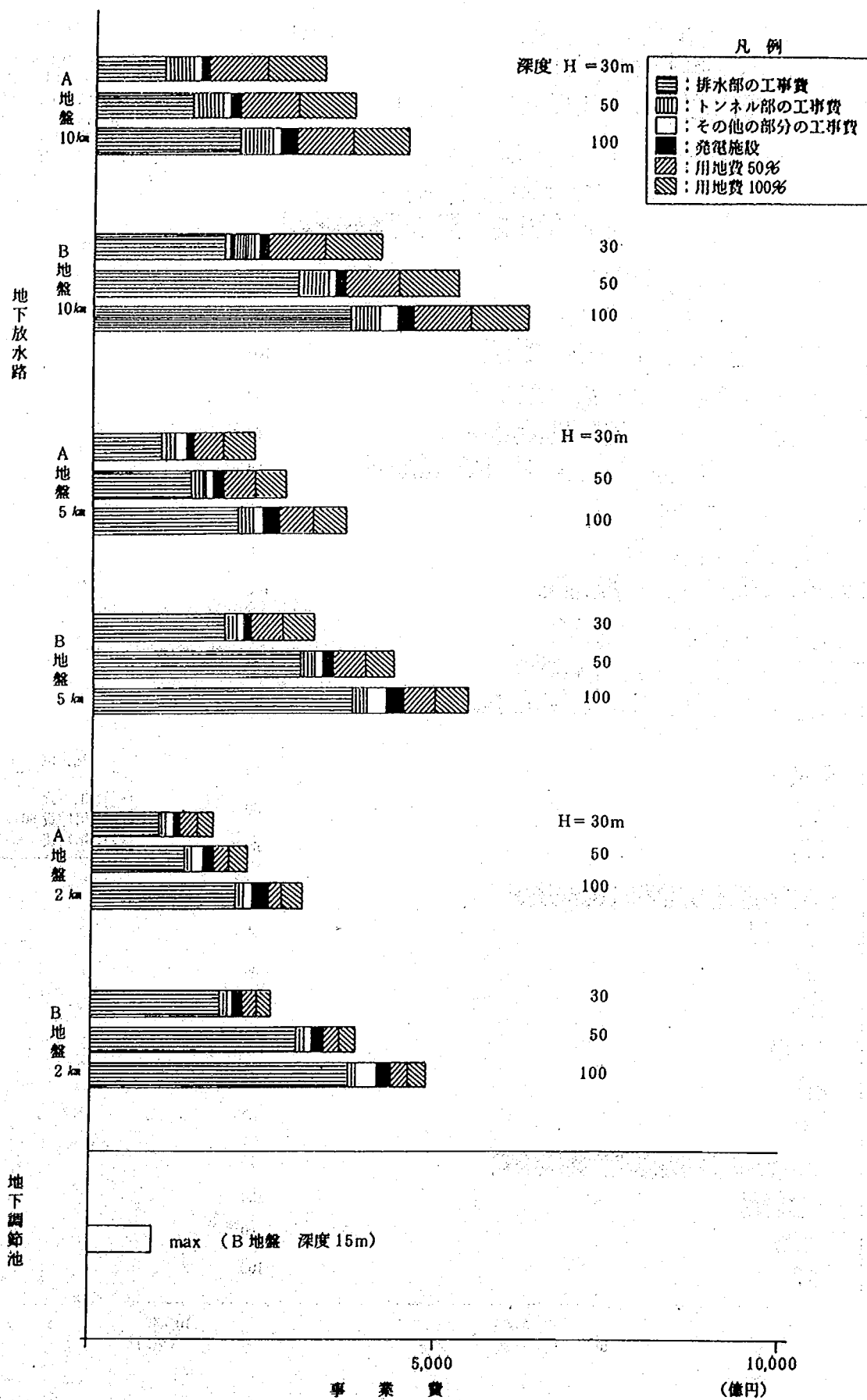


図-6-5 地下放水路（シールド工法）と地下調節池の比較（分流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ ）

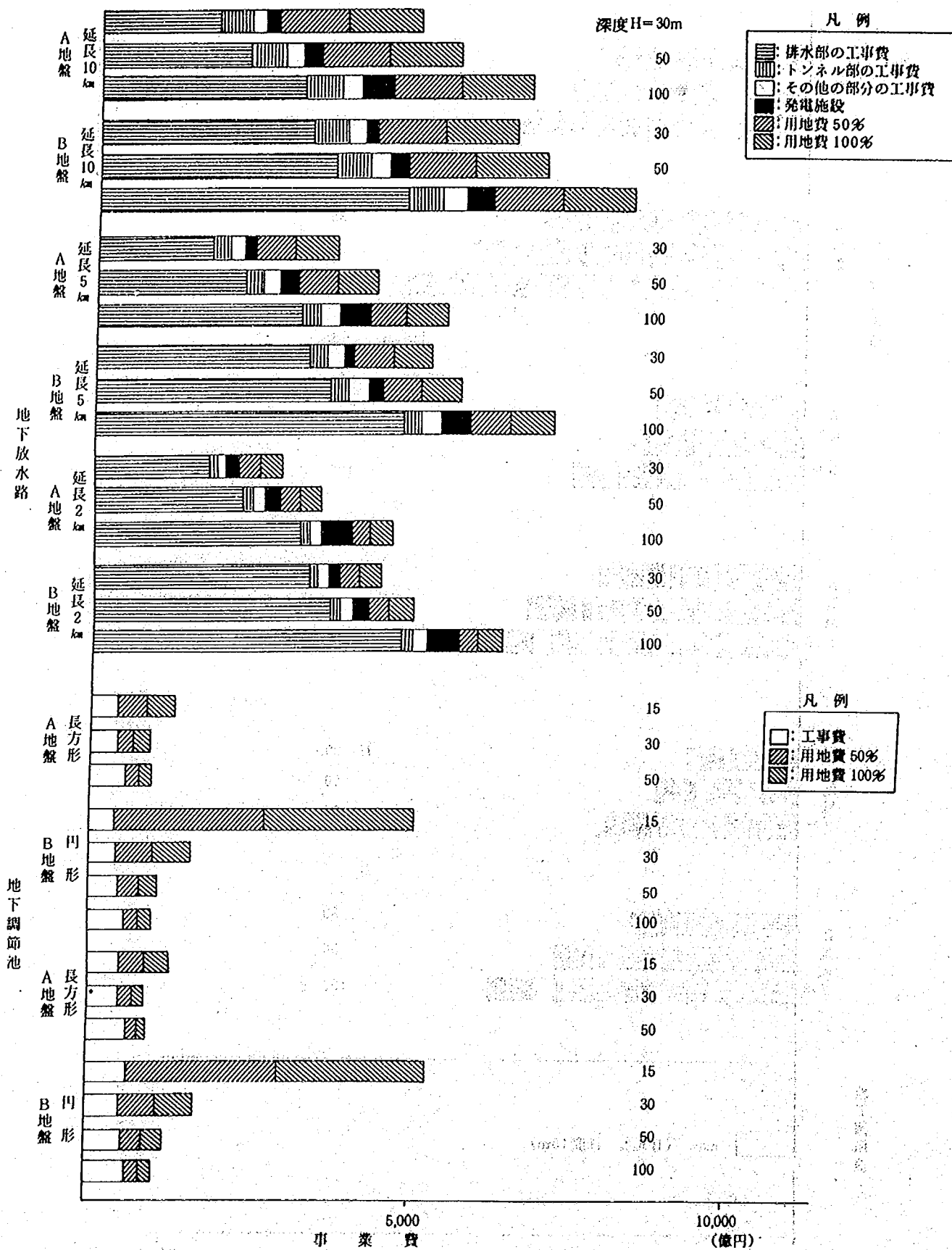


図-6-6 地下放水路(シールド工法)と地下調節池の比較(分流量100m³/s)

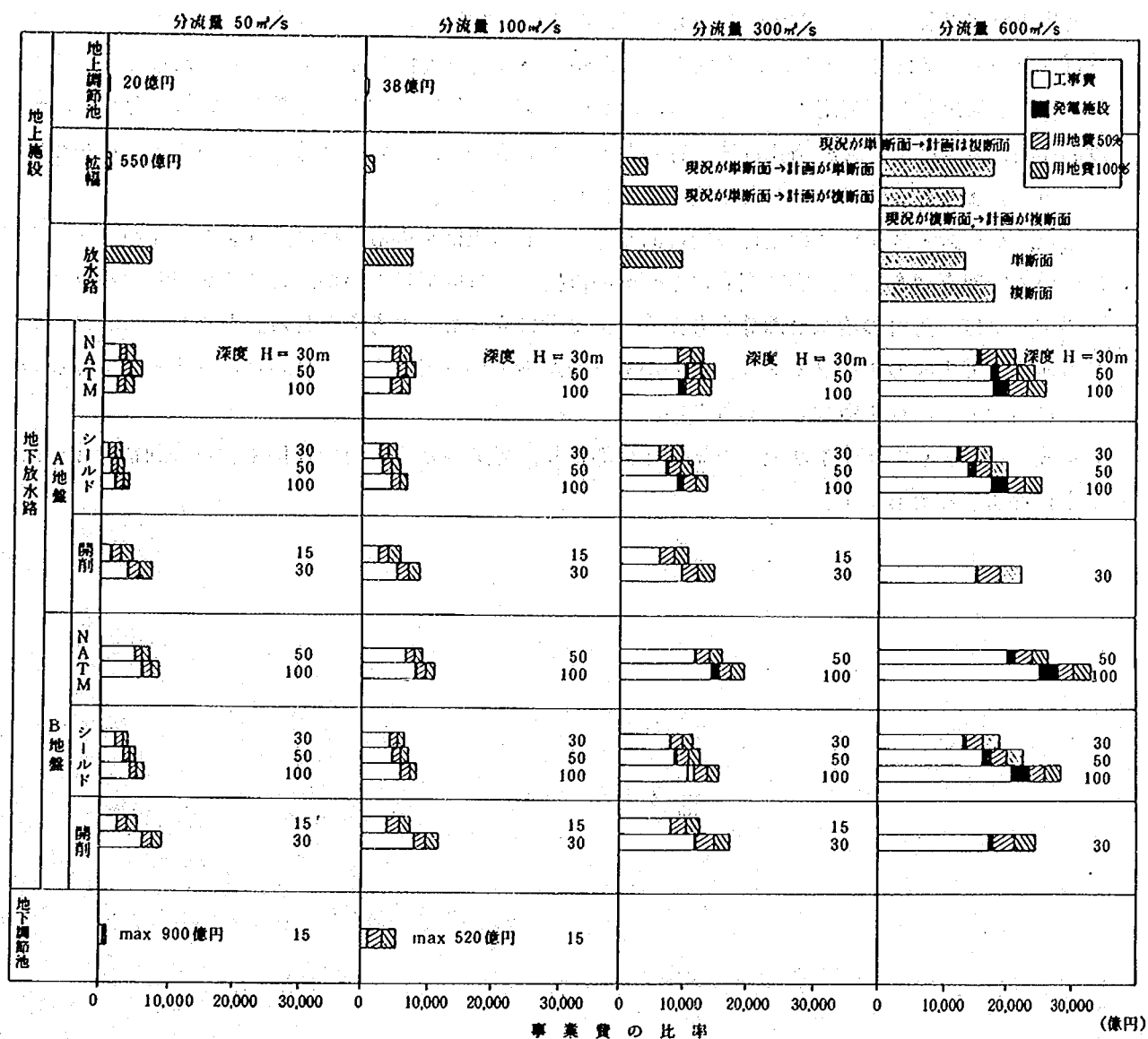


図-6-7 全施設の事業費の比較

おわりに

本研究は、放水路、調節池の地下化に関して流量、深度、地盤等の条件を設定してケース・スタディを行い、地下化のメリット・デメリットを主に経済的側面から検討したものである。

具体的な河川ないし場所を想定したものではなく、一般的な条件設定のものでケース・スタディを行ったので、条件設定等に無理な面もあったが、一般的な条件を種々組合せて比較したことにより、地下を河川として利用する場合の全体的な傾向がある程度つかめたと考えている。ただし、一般的な条件設定によって経済比較等を行ったものであるから、具体的な場合において、これがそのまま当てはまるものではないことは注意を喚起しておきたい。

また、ケース・スタディの条件設定にあたって、その根拠を得るために、さまざまなパラメータについて実態を調査した。実態調査は本研究の直接的な目的ではないが、ここで調査したパラメータのデータは、河川の治水計画等を考えるうえで役に立つものと考えられる。ただし、これについてもあくまで実態のデータであり、実態がそうだからといって、それで良いというデータではないことについても注意を喚起しておきたい。

最後になりましたが、本研究を実施するにあたり、各方面から資料の提供や貴重な助言を頂いたことに感謝する次第です。

参考文献

1. 地下空間利用の現状に関する調査報告書 土木研究所資料第2666号
2. 地下空間の建設技術の開発（地下空間の利用方法）に関する共同研究報告書（1）
共同研究報告書，整理番号第32号
3. 建設省河川砂防技術基準（案）「調査編，設計編」
4. VORTEX-FLOW DROP STRUCTURES FOR THE MILWAUKEE METROPOLITAN SEWERAGE
DISTRICT INLINE STORAGE SYSTEM by S. C. Jain and J. F. Kennedy

参 考 資 料

1. 付加施設の可能性の検討

地下河川は、治水施設の他に平常時の空容量をさまざまなかたちで利用することが考えられる。ここではその中の1つである地下調節池を水資源開発施設に利用した場合の可能性及び課題について検討を行なった。

水資源開発施設として考える場合、どれくらい水量がどの程度の利水安全度で開発でき、それがどの程度のコストになるのかが問題になる。そこでいくつかの河川を対象にして利水計算を行い開発水量を算定し、簡単なコスト計算を行なった。

1.1 利水計算の条件

ここでの検討は、地下調節池の建設場所（河川及び地点）をいくつか仮定してその容量（最大 $1,000\text{m}^3$ ）を用いて新規水開発がいくらまでできるかを検討する。

以下にその計算条件について述べる。

1) 対象水系

今回対象とした水系は、地下調節池が都市内に建設されることを考慮し、都市部を流れ、かつ流況が整備されているA河川、B河川、及びC河川の3河川とした。

2) 計算期間

計算期間は、近年10か年とした。

3) 利水安全度

通常の利水安全度 $1/10$ に加え、利用目的を防火用水及び雑用水の可能性も含め $1/5$ 、 $1/3$ も検討対象とする。

4) 利水計算の考え方

図-1-1に示すとおり各々の河川の最下流の基準地点の少し上流に地下調節池を建設（仮定）し、基準地点における確保流量（正常流量）を確保した後、いくら水が開発できるかトライアル計算した。

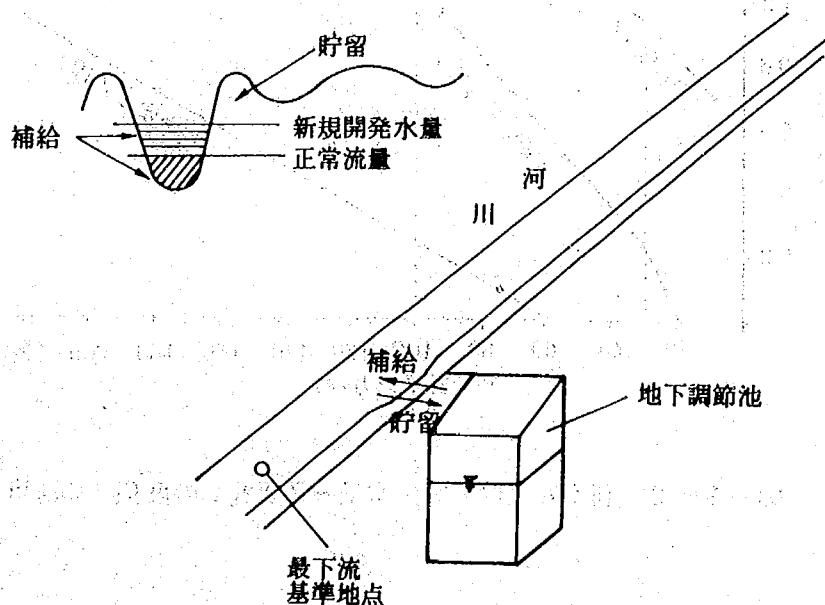


図-1-1 利水計算の概要図

5) 確保流量（正常流量）の考え方

各々の河川の確保流量は以下のとおり設定した。

① A 河川

当該河川の基準地点においては、正常流量は決っていないため近年10か年の平均濁水流量 $5.40\text{m}^3/\text{s}$ とした。

② B 河川

当該河川の基準地点において既に設定されている正常流量最大時 $3.1\text{m}^3/\text{s}$ とした。

③ C 河川

当該河川の基準地点においては、正常流量は決っていないため近年19か年の平均濁水流量 $2.43\text{m}^3/\text{s}$ とした。

1.2 利水計算結果

A 河川及びB 河川においては、いずれの利水安全度においても新規水開発は不可能であった。このためここではC 河川について述べる。

図-1-2 は、利水安全度をパラメータにしたときの必要容量と開発水量の関係を示したものである。これより、通常言われる利水安全度 $1/10$ を所与とした場合、地下調節池の最大容量 $1,000\text{千m}^3$ を用いて新規水開発は最大で $0.24\text{m}^3/\text{s}$ であった。

また、地下調節池容量が 100千m^3 以下の場合には利水安全度を $1/3$ まで下げても新規に水を開発することは不可能であった。

なお、図-1-3 に利水安全度 $1/10$ としたときの基準年の基準地点流況図並びに貯水池使用計画を示す。

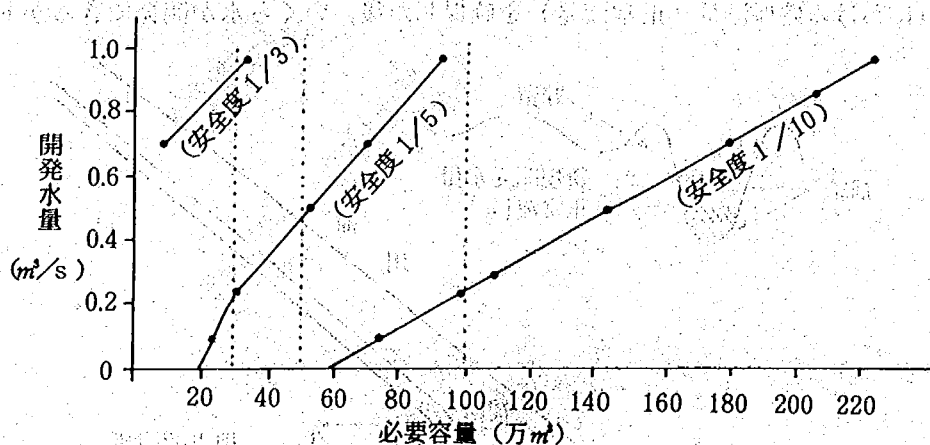


図-1-2 利水安全度～開発水量～必要容量の関係（C 河川）

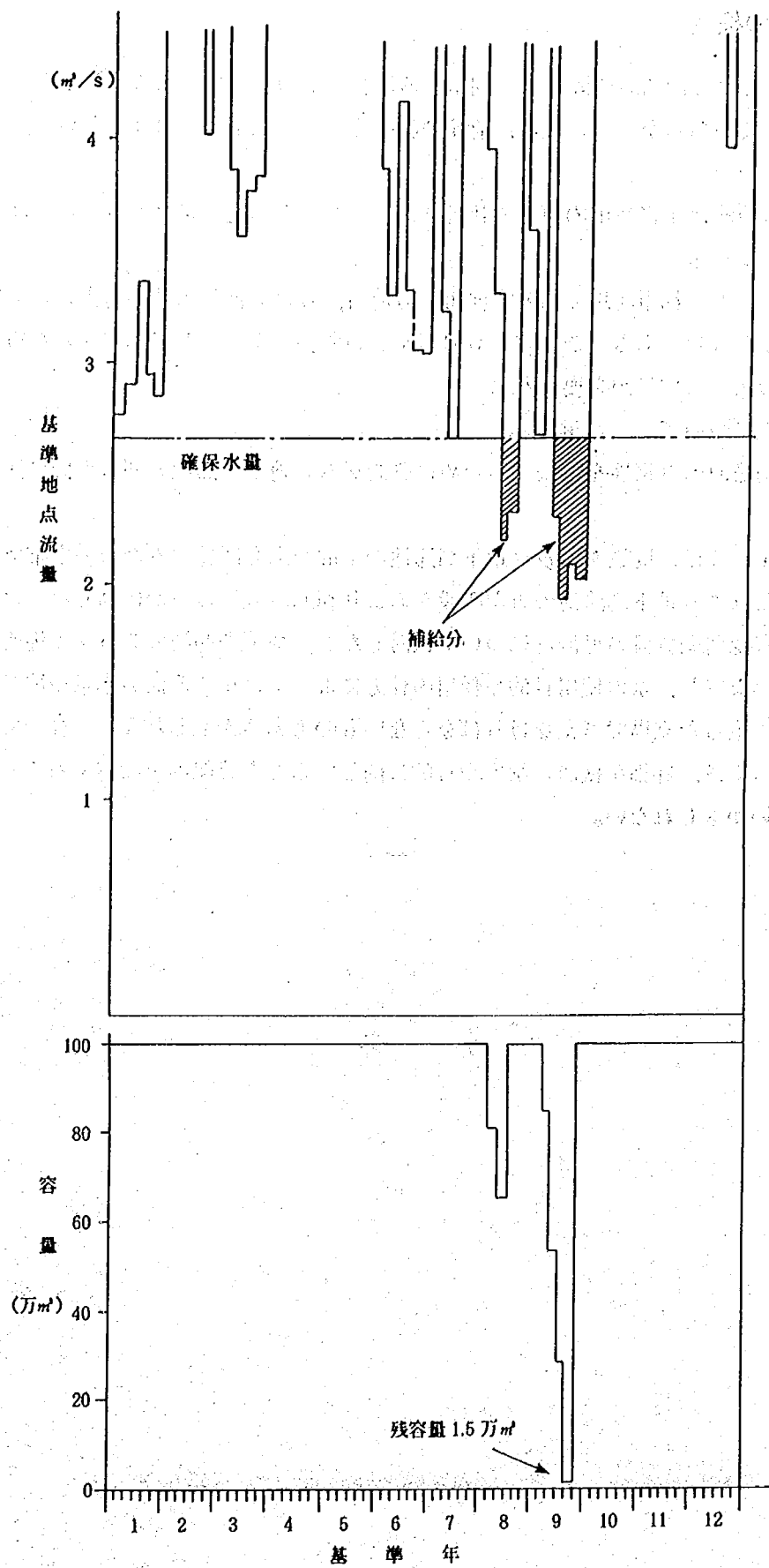


図-1-3 基準年における基準地点流況と貯水池使用計画図

1.3 可能性の検討

地下調節池を水資源開発施設として利用する場合、その経済性、水質、及び構造等を何等かの形で評価する必要があるが、ここでは、前述の結果等を基に以下のとおりまとめた。

① 水質について

地下調節池は主に都市内河川で建設されることから開発水量は水量だけではなく水質にも考慮する必要がある。

表-1-1に都市河川であるA河川、B河川、及びC河川の基準地点の近年10か年の水質結果を示したものである。これよりB河川を除いて都市用水として利用するためには、水質浄化のための相当な施設が必要になる。

② 経済性について

地下調節池の経済性を評価するために既設ダムと地下調節池の利水単価に注目して比較を行う。

表-1-2は、既設ダム及び地下調節池の $1\text{ m}^3/\text{s}$ 水を開発するための事業費を示したものである。これより地下調節池の方が既設ダムより利水単価ははるかに高くなった。

以上、水資源開発施設の可能性について検討したが、地下調節池の設置する場所により利水単価等は大幅に異なるし、水の使用目的や使用の仕方によっては単なる開発水量や開発コスト的な発想とはまったく違った立場で考えなければならないものもあるかもしれない。従って、実際の計画・設計にあたっては、詳細な検討と制度や目的に関して新たな枠組みを設定することまでも考えなければならないかもしれない。

表-1-1 水質の経年変化

A 河川の水質 (年平均値)

項 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	備 考
pH	7.5 (24.7)	7.4 (24.4)	7.4 (19.8)	7.3 (22.0)	7.3 (21.9)	7.4 (22.2)	7.4 (24.8)	7.5 (16.3)	7.4 (18.5)	7.6 (13.9)	() 内はBOD75%値
B O D	22.4	14.2	15.4	19.9	19.5	19.0	18.6	13.2	14.9	11.2	
C O D	18.5	11.7	15.2	18.9	16.8	17.2	15.9	14.3	14.4	12.2	
S S	38.9	46.5	44.7	58.7	53.6	37.9	63.5	42	46	31	
D O	4.7	6.5	5.6	4.9	4.4	4.7	5.1	7.2	6.1	7.6	
大腸菌群数 流 量	1.3×10^6 —	1.4×10^5 —	8.9×10^5 —	1.5×10^6 18.06	1.9×10^6 19.66	9.2×10^5 17.05	1.5×10^6 29.81	7.0×10^5 11.19	5.8×10^5 17.21	8.1×10^4 14.24	

B 河川の水質 (年平均値)

項 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	備 考
pH	7.6 (3.1)	7.6 (2.4)	7.7 (3.1)	7.8 (2.8)	7.8 (2.2)	7.7 (2.3)	7.6 (2.3)	7.8 (2.4)	7.8 (2.5)	7.8 (2.1)	() 内はBOD75%値
B O D	2.5	2.1	2.6	2.2	1.8	1.9	1.9	1.9	2.3	1.9	
C O D	4.1	3.7	4.1	3.9	3.4	3.5	3.7	3.6	3.8	3.6	
S S	10.7	29.4	17.8	11.0	4.5	3.4	5.5	4.5	5.8	5	
D O	9.5	9.7	10.3	9.8	10.8	10.9	10.5	11.2	11.3	11.2	
大腸菌群数 流 量	1.6×10^4 3.10	3.7×10^4 8.42	3.8×10^4 4.69	3.8×10^4 2.98	7.5×10^3 3.18	2.9×10^3 2.74	1.4×10^4 3.36	5.2×10^3 3.66	5.0×10^3 2.88	4.1×10^3 3.12	

C 河川の水質 (年平均値)

項 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	備 考
pH	7.5 (16.9)	7.4 (16.4)	7.4 (19.0)	7.6 (10.8)	7.6 (11.5)	7.5 (12.2)	7.4 (9.6)	7.6 (12.9)	7.7 (11.5)	7.5 (10.2)	() 内はBOD75%値
B O D	13.8	14.7	15.3	10.8	10.2	11.2	8.9	10.5	10.3	9.3	
C O D	11.6	10.5	11.0	11.0	11.0	12.5	11.0	12.1	11.6	10.1	
S S	41	22	26	18	22	29.2	24	33	22	23	
D O	6.7	6.7	7.3	6.4	6.4	7.0	6.8	7.3	7.2	7.4	
大腸菌群数 流 量	— 3.60	— 6.09	— 4.31	1.7×10^5 3.54	7.6×10^4 4.81	2.8×10^4 3.59	— 3.71	— 4.73	— 5.01	— 3.69	

(注) 単位はpH, 流量 (m³/sec), 大腸菌群数 [M P N/100ml] を除きmg/l.

表-1-2 地下調節池と既設ダムとの利水単価の比較

ダ ム 名	都市用水分の事業費 (億 円 60P)	開発水量 (m^3/s)	$1\text{m}^3/\text{s}$ の水開発に 伴う事業費(億円)
A	134	1.6	84
B	145	2.223	65
C	4.1	0.72	6
D	57	3.28	17
地下調節池	516.1	0.24	2,150

* 1 : 地下調節池の全体事業費1,200億円(容量1,000千 m^3)を
不特定容量と都市用水容量で按分したものである。

2. 地下河川に関する計画手法及び事業調整

2.1 概要

地下放水路、地下調節池を対象に事例調査を行ない、これらの施設を計画する際の検討項目について整理した。また、諸基準等を参考に、施設を計画する際の制約条件について整理した。調査結果を、以下に示す。

2.2 地下放水路、地下調節池に関する事例調査

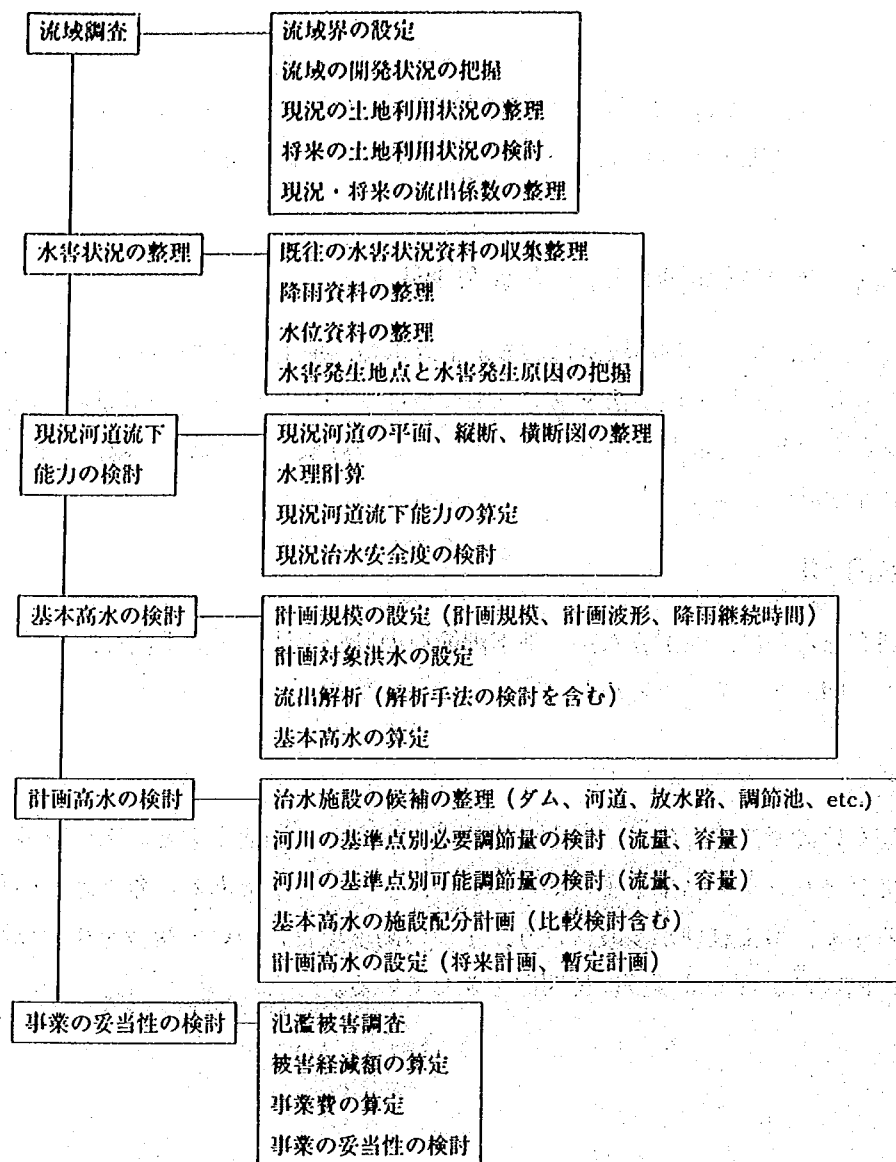
本研究では現在計画、施工、供用段階にある地下放水路、地下調節池を対象にヒアリングを行ない、その結果をもとに施設の計画手法をフロー図に整理するとともに、これに馴染まない項目については個別の留意事項として取りまとめた。ヒアリングの対象は、東京、大阪、名古屋周辺の地下放水路、地下調節池計12施設である。

2.3 施設の計画手法

ヒアリング調査をもとに、地下放水路、地下調節池の計画手法、設計手法を、フローチャートとして図-2-1～図-2-7にまとめた。

2.4 事業調整

地下に公共物を建設する場合にも、地上に建設する場合と同様他事業との調整を多く要する。事業調整についてヒアリングの結果をまとめたものが、表-2-1である。年々地下の利用が高密度化・輻湊化する中で、事業整理が多岐に亘り、1つの調整項目について複数を相手に調整を要する傾向が見られ、内容によっては調整に長期間を要している。



図一 2 - 1 沿水計画の全体フローチャート

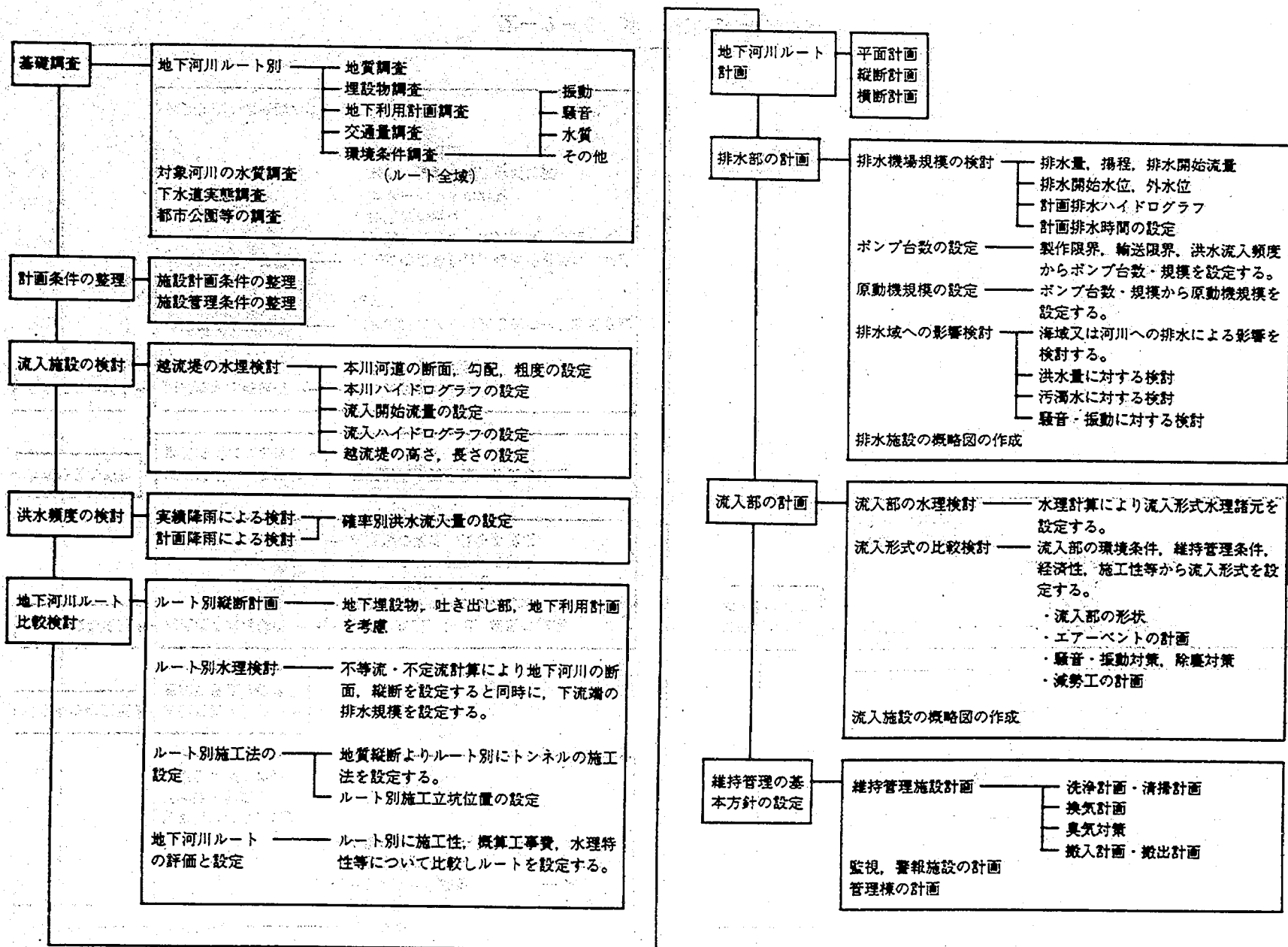


図-2-2 地下放水路の計画フローチャート

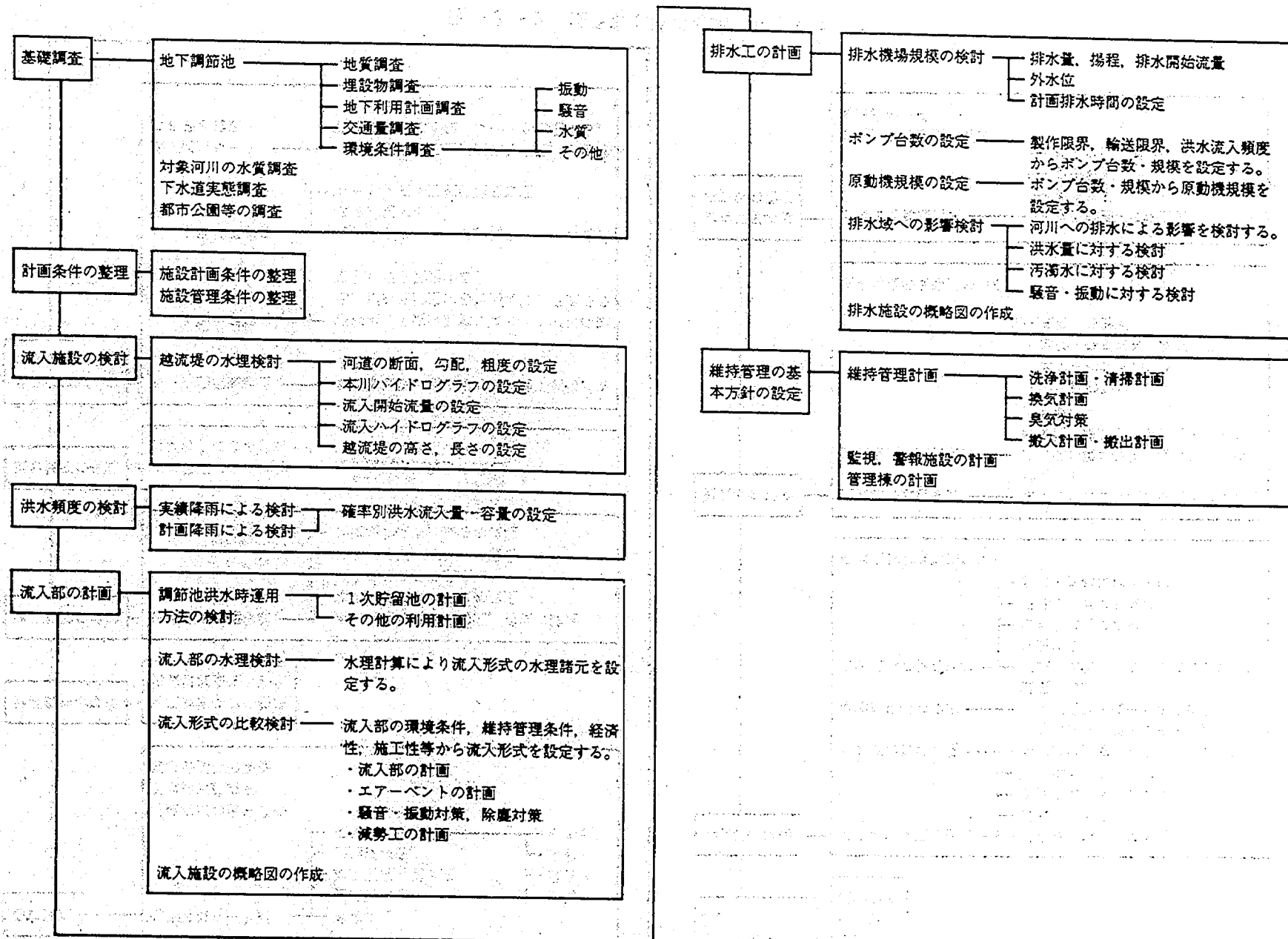


図-2-3 地下調節池の計画フローチャート

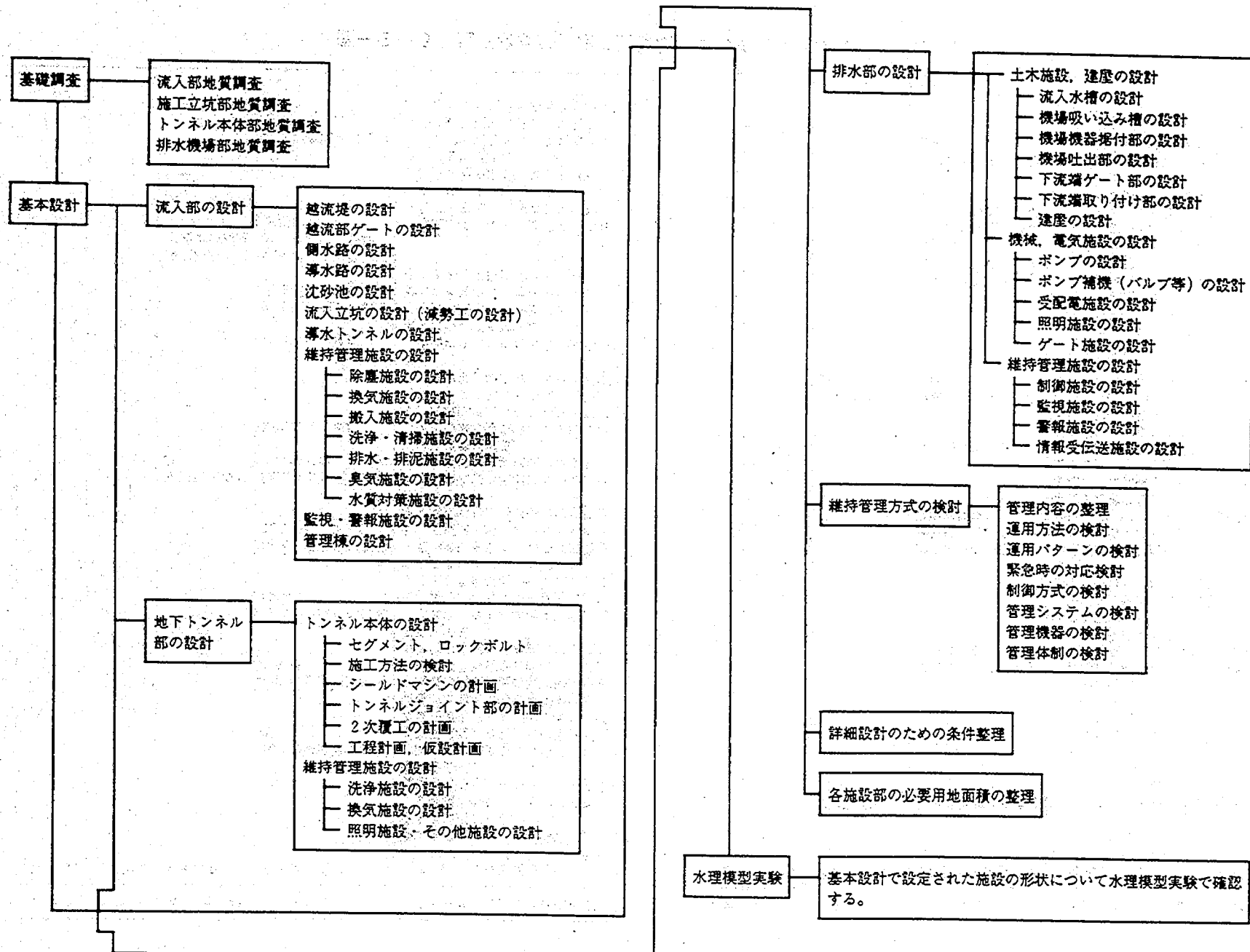


図-2-4 地下放水路、地下調節池の設計フローチャート

(その1)

大分類	中分類	小分類	メニュー	チェック項目、又は適用範囲
基本計画	対象河川	流域調査	流域界の設定	地下河川、地下調節池が計画される河川について、その流域界を既調査結果、下水道計画等の資料をもとに調査する。 文献調査の結果をもとに実際に現地を調査し、そのチェック及び確認を行う。
			流域の開発状況の把握	流域の開発状況についてその土地利用状況、資産、人口等を既往の調査報告書、1万分の1程度の図面並びに関係資料から調査する。
			現況の土地利用状況の整理	流域の開発状況の調査結果を基に現況の土地利用状況について、市街化の程度、遊水区域の割合等を整理する。
			将来の土地利用状況の検討	過去の土地利用状況を図面、既往の調査報告書等から推定し、現況の土地利用状況からトレンドで将来の土地利用状況を推定する。
			現況・将来の流出係数の整理	流出解析を行うための基礎調査として現況・将来のそれぞれの土地利用に応じた流出係数の整理を行う。
		水害状況の整理	既往の水害状況資料の収集整理	過去の水害の状況について、その浸水実績、被害状況を調査し、図面等に整理する。
			降雨資料の整理	過去の水害発生時の降雨について、流域内または近傍の降雨観測所のデータを基にその最大時間雨量、降雨量、降雨波形等を整理する。
			水位資料の整理	過去の水害発生時の当該河川の水位について整理する。
			水害発生地点と水害発生原因の把握	過去の浸水実績を重ね合わせ、浸水の頻度が多い地区を抽出し、その水害発生原因を把握する。
		現況河道の流下能力の検討	現況河道の平面、縦断、横断面の整理	等流計算による下流端断面のH-Q等を基に、数種の流量に対応する出水水位を設定し不等流計算を行う。その計算結果からH-Q曲線図を作成する。
			現況河道流下能力の算定	上記で作成したH-Q曲線図より基準高（堤内地盤高、堤防高）に対応した流量を読み取り整理する。

(その2)

大分類	中分類	小分類	メニュー	チェック項目、又は適用範囲
基本計画	対象河川	現況河道の流下能力の検討	現況治水安全度の検討	現況河道流下能力の算定結果から流下能力の問題箇所（狭窄部等）を抽出し現況での治水安全度を検討する。
			基本高水の検討	計画対象洪水の設定 下記事項を充分考慮し、代表洪水、計画対象洪水を設定する。 ・地域分布特性 ・時間分布特性 ・短時間雨量確率 ・支配降雨 ・引き伸し率 ・その他 合理式、貯留関数法、準線形貯水池モデル等対象流域の特性、近傍の解析手法を参考にして解析手法を選定する。 選定した解析手法の入力条件等を十分検討し、解析定数を決定する。
			流出解析（解析手法の検討含む）	計画規模の決定（計画規模、計画波形、降雨継続時間） 計画降雨の降雨量の年超過確率で評価するものとし、計画対象洪水を基に、河川の重要度、既往洪水による被害の実態、経済効果等を総合的に判断して計画規模を決定する。
			基本高水の算定	計画降雨から流出計算を行い、基準点におけるハイドログラフ、ピーク流量一覧表を作成する。
		計画高水の検討	治水施設候補地点の整理	治水施設（ダム、放水路、調節池）の候補地は沿川の土地利用状況を考慮し。 ・洪水調節 効果 ・用地取得の容易性 ・地下利用の可能性 等を十分勘案して検討整理する。
			河川の基準点別必要調節量の検討（流量、容量）	対象河川の基準点別改修後河道流下能力を勘案し、必要調節量（流量、容量）を算定する。
			河川の基準点別可能調節量の検討（流量、容量）	上記必要調節量の算定結果に対し、治水施設候補地点における基準点別可能調節量（流量、容量）を算定する。
			基本高水の施設配分計画	基準点別必要調節量並びに基準点別可能調節量から調節効率、経済性等を総合的に勘案して施設配分計画を行う。

図-2-5 地下放水路、地下調節池計画のチェックリスト(その1、2)

(その3)

大分類	中分類	小分類	メニュー	チェック項目、又は適用範囲
基本計画	対象河川	計画高水の検討	計画高水の設定（将来計画、暫定計画）	基本高水の施設配分計画を基に、各基準点の河道、調節池の計画の基本となる高水を設定する。 基準点毎のハイドログラフ、ピーク流量一覧表を作成する。 必要調節量及び可能調節量から割増し等を考慮して調節池の計画洪水調節量（流量、容量）を設定する。
		事業の妥当性の検討	氾濫被害調査	氾濫区域図を作成し、コンタ別にまた一般資産、公共土木資産、農作物別に資産を調査整理し、それぞれの被害額を治水規模別に被害額を算定する。
			被害軽減額の算定	「治水経済調査要綱」の手法に基づいて、流量規模別想定被害額と流量規模別の生起確率を算定し、年平均被害軽減期待額を算定する。
			事業の妥当性の検討	・治水事業費の算定 また治水事業計画案の整理を行い、施設事業費を算定する。 ・経済効果の把握 想定年平均被害軽減期待額と治水事業費との関係から治水投資の意義を経済効果の面から把握する。 以上により経済的投資効果の評価を行い、事業の妥当性の検討を行う。
	地下河川	基礎調査	地下河川ルート別調査	・地質調査 ・埋設物調査 ・地下利用計画調査 ・交通量調査 ・環境条件調査（振動、騒音、水質、その他）
			対象河川の水質調査	河川、海等に流入水を放流する時、放流水の水質が問題となる。したがって放流先の水質基準に合わせ、対象河川の水質調査を行う。
			下水道実態調査	対象河川に流出している下水道についてその実態及び計画について調査する。
			都市公園等の調査	

(その4)

大分類	中分類	小分類	メニュー	チェック項目、又は適用範囲
基本計画	地下河川	計画条件の整理	施設計画条件の整理	地下河川施設を計画する上で、その制約条件などについて整理する。
			施設管理条件の整理	地下河川施設の管理を計画する上で、その制約条件などについて整理する。
		流入施設の検討	越流堤の水理検討	・越流堤の高さ、長さの設定 ・流入ハイドログラフの設定 ・河道の断面、勾配、粗度の設定 ・流入開始流量の設定 確率別洪水流入量・容量の設定
		洪水頻度の検討 地下河川ルート比較検討	実績降雨による検討 計画降雨による検討 ルート別縦断計画 ルート別水理検討	地下埋設物、吐出し部、地下利用計画を考慮 不等流、不定流計算により地下河川の断面、縦断を設定すると同時に、下流端の排水規模を設定する。
		地下河川ルート計画 排水部の計画	ルート別施工法の設定	地質縦断よりルート別にトンネルの施工法を設定する。またルート別施工立坑位置の設定を行う。
			地下河川ルートの設定	ルート別に施工法、概算工事費、水理特性等について比較し、ルートを設定する。
			平面計画 縦断計画 横断計画 排水機場規模の整理	・排水量、揚程、排水開始流量 ・排水開始水位、外水位 ・計画排水ハイドログラフ ・計画排水時間の設定 制作限界、輸送限界、洪水流入頻度からポンプ台数・規模を設定する。
			ポンプ台数の設定	ポンプ台数・規模から原動機規模を設定する。
			原動機規模の設定	・海城または河川への排水による影響 ・洪水量に対する検討 ・汚濁水に対する検討 ・騒音・振動に対する検討
			排水域への影響検討	排水部施設の平面計画

図-2-6 地下放水路、地下調節池計画のチェックリスト（その3、4）

(その5)

大分類	中分類	小分類	メニュー	チェック項目、又は適用範囲
基本計画	地下河川	流入部の計画	流入立坑形式別水理検討 流入立坑形式比較検討 流入立坑の計画	水理計算により流入立坑形式の水理構造諸元を設定する。 流入部の環境条件、維持管理条件、経済性、施工性等から流入立坑形式を設定する。 ・流入立坑の計画 ・エアーベントの計画 ・騒音・振動対策 ・除塵計画 ・地質調査 ・埋設物調査 ・地下利用計画調査 ・交通監視調査 ・環境条件調査（振動、騒音、水質、その他）
			地下調節池	河川、海等に流入水を放流する時、放流水の水質が問題となる。したがって放流先の水質基準に合わせ、対象河川の水質調査を行う。
		基礎調査	対象河川の水質調査	対象河川に流出している下水道についてその実態及び計画について調査する。
			下水道実態調査	
			都市公園等の調査 施設計画条件の整理	地下河川施設を計画する上で、その制約条件などについて整理する。
			施設管理条件の整理	地下河川施設の管理を計画する上で、その制約条件などについて整理する。
	地下調節池	流入施設の検討	越流堤の水理検討	・越流堤の高さ、長さの設定 ・流入ハイドログラフの設定 ・河道の断面、勾配、粗度の設定 ・流入開始流量の設定
		洪水頻度の検討	実績降雨による検討 計画降雨による検討	確率別洪水流入量・容量の設定

(その6)

大分類	中分類	小分類	メニュー	チェック項目、又は適用範囲
基本計画	地下調節池	流入部の計画	洪水時運用方法の検討 流入立坑（減勢工）形式別水理検討 流入立坑（減勢工）形式比較検討 流入立坑（減勢工）の計画	・一次貯留池の検討 ・その他の利用計画 ・水理計算により流入立坑形式の水理構造諸元を設定する。 ・流入部の環境条件、維持管理条件、経済性、施工性等から流入立坑形式を設定する。 ・流入立坑（減勢工）の計画 ・エアーベントの計画 ・騒音、振動対策、除塵計画
			維持管理の基本方針の設定	・洗浄計画、清掃計画 ・換気計画、臭気計画 ・搬入計画
		排水工の計画	流入部の計画	・平面計画 ・断面計画
			排水機場規模の整理	・排水量、揚程、排水開始流量 ・排水開始水位、外水位 ・計画排水ハイドログラフ ・計画排水時間の設定
			ポンプ台数の設定	制作限界、輸送限界、洪水流入頻度からポンプ台数・規模を設定する。
			原動機規模の設定	ポンプ台数・規模から原動機規模を設定する。
	地下調節池	排水工の計画	排水域への影響検討	・海城または河川への排水による影響 ・洪水量に対する検討 ・汚濁水に対する検討
			排水部施設の概略計画	・騒音・振動に対する検討 排水部施設の平面計画

図-2-7 地下放水路、地下調節池計画のチェックリスト（その5、6）

表-2-1 事業調整

調整相手	調整を要した点	調整方法	調整を要した期間
対地権者	区分地上権の設定条件をできるだけ少なくする。	(シールドの軌道) 曲率半径を小さく、極力道路下へ。	2年
対周辺住民	①工事に伴う騒音, ②日照阻害, ③期間 ④時間, ⑤休祭日, ⑥ダンプ台数制限	①, ②採光が可能な騒音防止壁設置。③~⑥協定締結及び工事対策委員会(1回/月)開催。	10か月
対道路管理者	①既設占用物件, ②地下道路のスペース確保。	平面図, 縦断図等により①, ②を調整。	
対都市計画事業	水道・下水道・電力・他企業等の施設計画との調整	口頭及び文書による照会。	1年
	土かぶり(上:公園施設)。	樹木を育成するための空間が必要であるため、土かぶりを3mにした。	6か月
対下水道事業	分水路計画断面内に公共下水道が横断しており、支障となることが判明。	下水道の切り廻し工事を下水道事業者に依頼した。	2年
対鉄道事業	調節池設置深度(下:地下鉄)。	地下鉄計画と整合するよう構造物の設置深度を決定した	6か月
	鉄道と分水路の交差部(上:鉄道)。	協議の上、変位観測施設の設置。	3年
その他	道路及び公園の占用時の取扱い。	下水道管に類するものとして申請した。	1年

地下河川に関する計画・設計論的比較研究

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第3088号

平成4年3月 (1992)

総合治水研究室 吉本俊裕
海野仁
下家時

要 旨

本報告書は、地下空間を放水路、調節池等の地下河川として利用する場合の様々なケースについて、近未来の技術開発及び現行の技術基準等を前提として技術的・経済的な面から分析を加え、計画・設計論的な比較検討を行ったものである。

キーワード：地下放水路，地下調節池，地下河川，開削工法，
NATM工法，シールド工法



郵便はがき

41円切手
をはって
下さい。

305□□

建設省土木研究所

河川部総合治水研究室 御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料 第3088号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

土木研究所資料第3088号