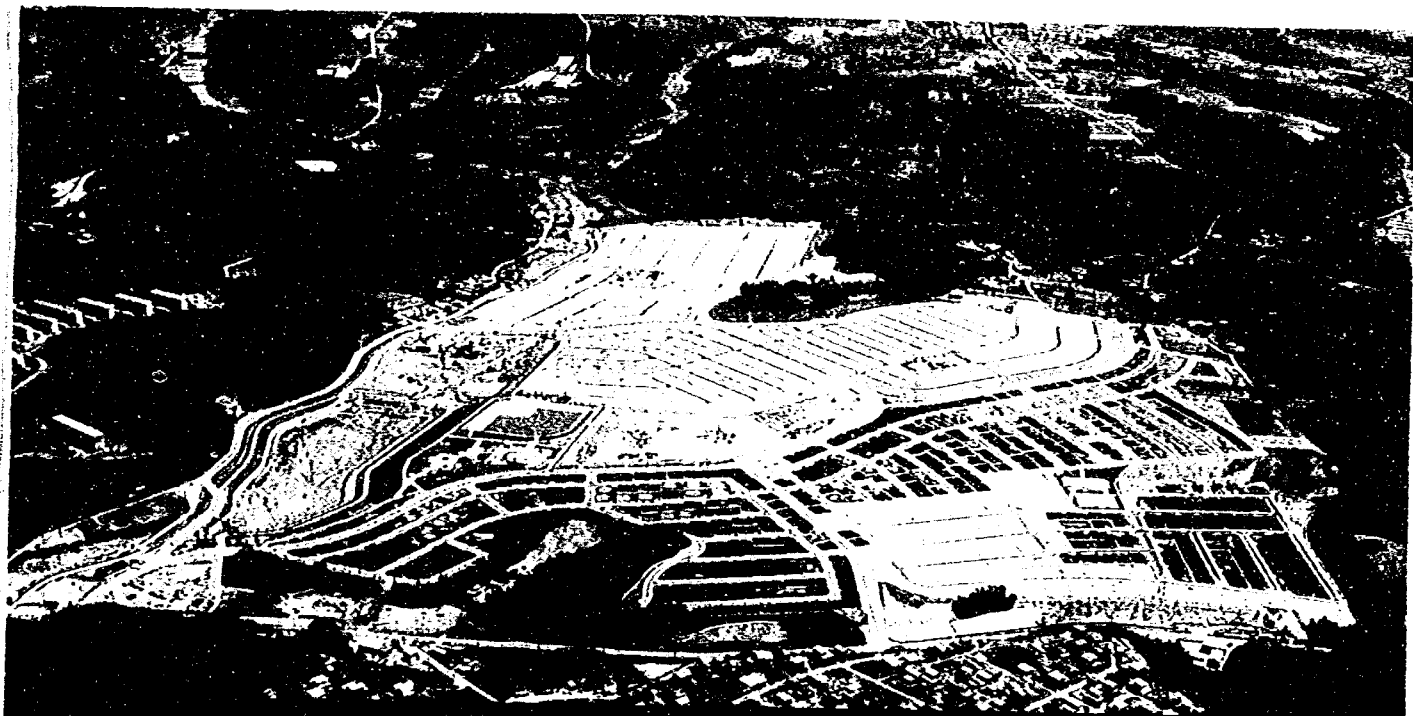
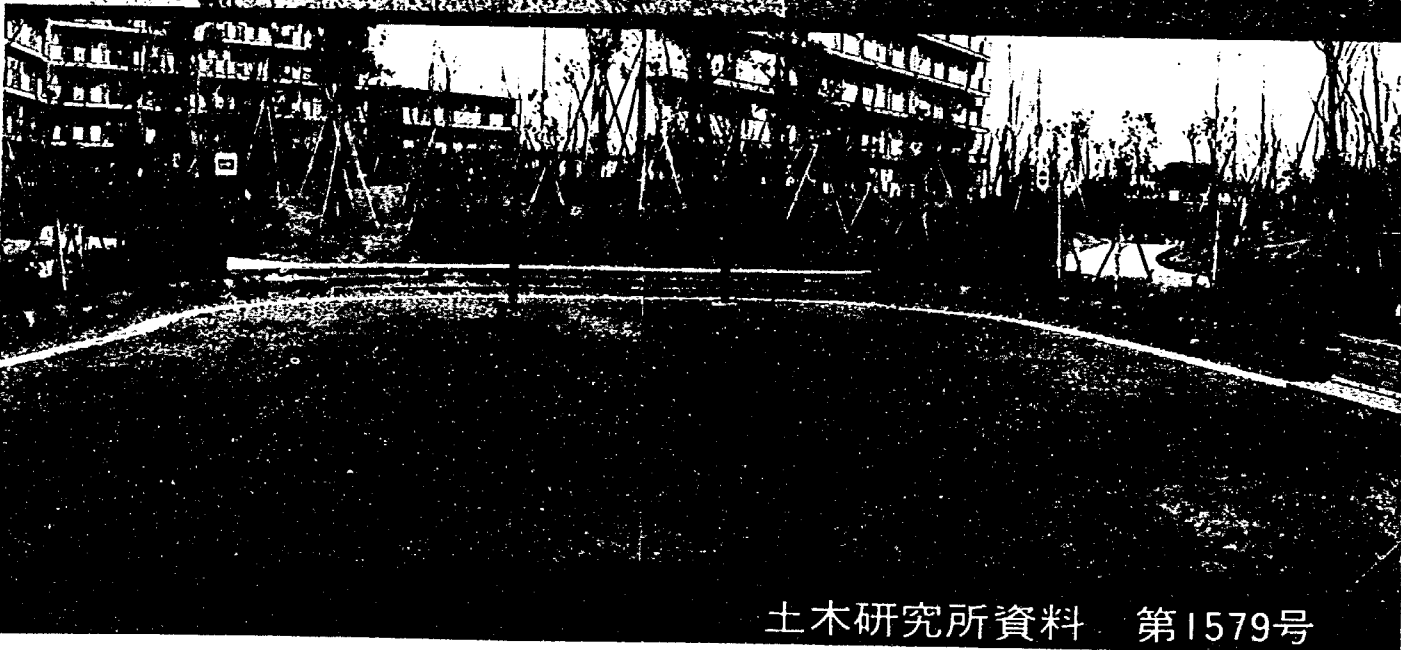




雨水貯留施設の最近の動向

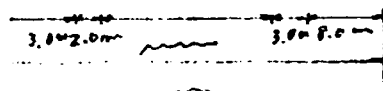
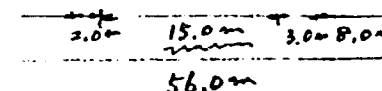


土木研究所資料 第1579号

昭和55年 3 月 建設省土木研究所

正誤表

お手数お掛け致しますが、下記の誤りがありますので訂正をお願い致します。

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正						
目次2枚目	12	分析事例の <u>内容</u>	分析事例の <u>紹介</u>	45表	1.17 2	$290,000 \times (m^3)^{-0.43}$	$290,000 \times (\text{容量})^{-0.43}$						
3, 右	下 4	市街地 <u>区域</u>	市街化 <u>区域</u>	"	" 4	$3,008,000 \times (m^3)^{-0.688}$	$3,008,000 \times (\text{容量})^{-0.688}$						
10, 右	6	出入口には <u>鍵</u> をつけて	出入口には <u>錠</u> をつけて	62図	2.16 A917								
11, 図	1.8 表題	---利用した貯留地	---利用した貯留 <u>池</u>	90	2	防災調節池基準(案)	防災調節池技術基準(案)						
13, 表	1.7 下 5	<table><tr><td>芥が谷中学校</td><td>1.40</td><td>"</td></tr></table>	芥が谷中学校	1.40	"	<table><tr><td>---</td><td>1.40</td><td>横浜市</td></tr></table>	---	1.40	横浜市	90	3	---伴う調整池基準(案)	---伴う調整池技術基準(案)
芥が谷中学校	1.40	"											
---	1.40	横浜市											
20, 図	1.21 上 4 図	雨樋 (24所)	雨樋	93	27頁の表題	「アメリカにおける --- (1977)」 (第1報)の内容	「アメリカにおける --- (1977)」 (第1報の内容)						
21, 図	1.23	$P = 1/100, P = 1/2$	$W = 1/100, W = 1/2$	99	表題	「わが国の --- (1977)」 (第2報)の内容	「わが国の --- (1977)」 (第2報の内容)						
22, 図	1.24 左上	ヒコ-6管 944m	ヒコ-6管 9.44m	101	"	「雨水貯留に --- (1978)」	「雨水貯留に --- (1978)」						
27, 図	1.34 a 上	図 - 1.34	図 - 1.34(a)	85表	3.7(b) 3項 5	5.47 $25,860 m^2$	$25,860 m^3$						
"	" 下	図 - 1.34	図 - 1.34(b)										
28, 左	1	常光, 緑, 雨水 ---	常光, 緑, 雨水 ---										
33, 図	1.41	人工地盤	人工地盤										
"	"		「武道場, 卓球場等」 とる										
34, 図	1.44 上 4 図	下 a <u>B</u>	とる										
37, 右	F4	多少の <u>質</u>	多少水 <u>質</u>										
42, 4項目	下 1	㊥ 第1号調整池	㊥ 第1号調整池										
43, 4項目	1	㊥ 第2号	㊥ 第2号										
43, 1	下 15~9	浸透井 <u>A ~ G</u>	とる										
43, 4	"	西原4丁目団地	西原4丁目団地 <u>A ~ G</u>										

雨水貯留施設の最近の動向

1. 雨水貯留施設の最近の動向
 2. 雨水貯留施設の湛水継続時間の検討
 3. 雨水貯留施設の治水機能の把握と費用効果分析の例
- 付録A 雨水貯留に関するこれまでの報告書の内容紹介
- 付録B アメリカからの手紙（3例）

土木研究所資料 第1579号

昭和55年 3 月 河川部総合治水研究室

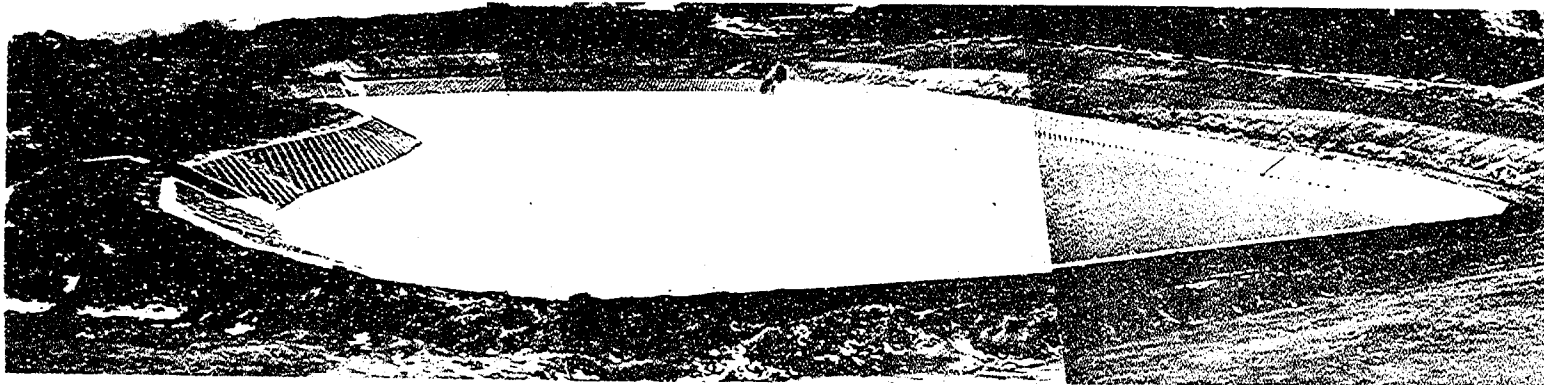


写真-1・1 岩手県湯沢住宅団地北堤調整地 農業用水兼用（北側より南側を望む）



写真-1・2 埼玉県蓮田市

蓮田ニュータウン調整地、釣堀として利用されている。
（写真左端（見えないが）に排水塔がある）



写真-1・3

東久留米市滝山団地

公園貯留全景

奥の放流口にスルースゲートが
設置されている。

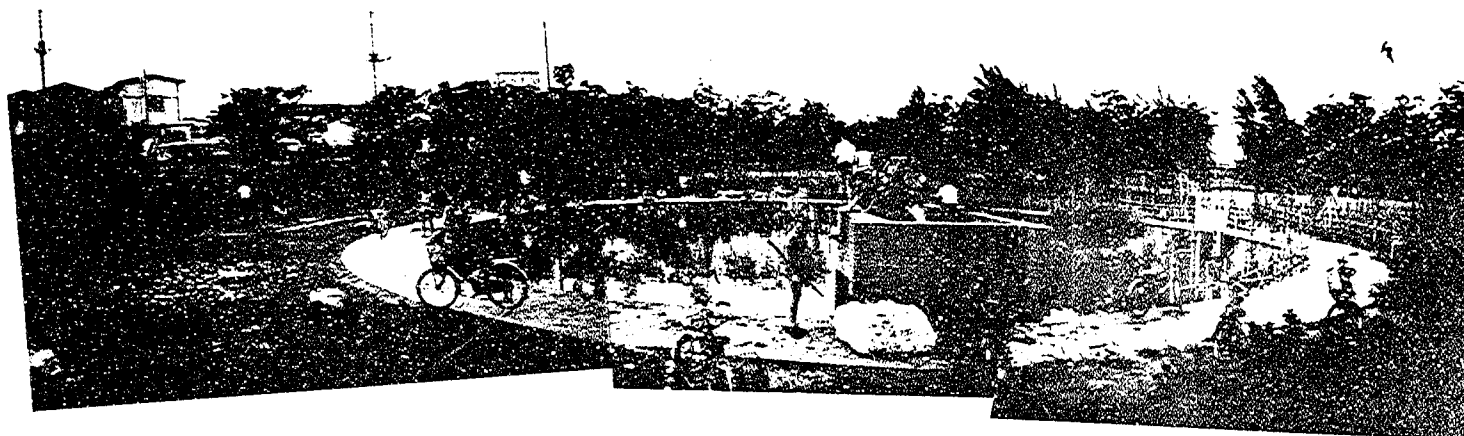
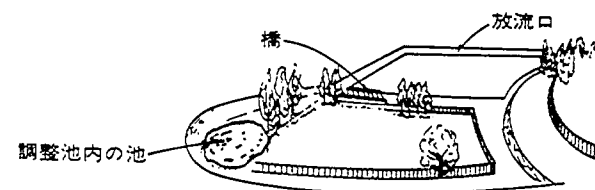


写真-1・4 滝山団地調整池内の池

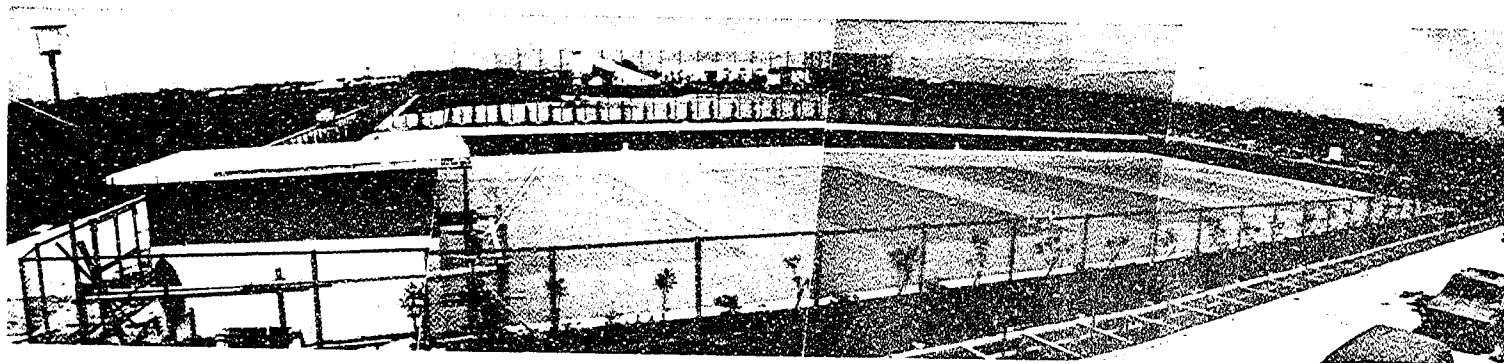


写真-1・5 埼玉県越ヶ谷市 文教大学総合グランドテニスコート

写真奥の運動場面にも貯留する。手前のポンプ場で排水する。

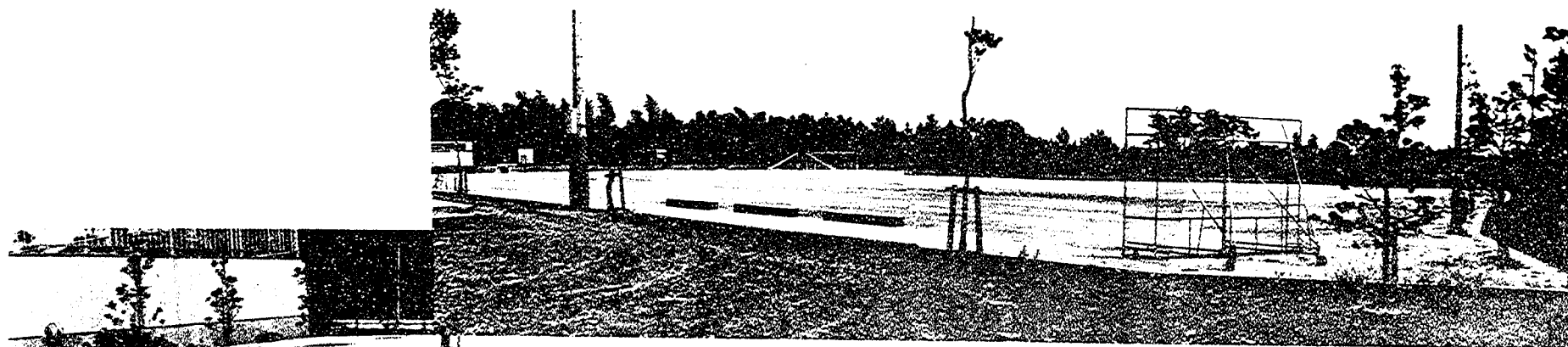


写真-1・6 浜松市立富塚西小学校 運動場貯留(水深26cm)

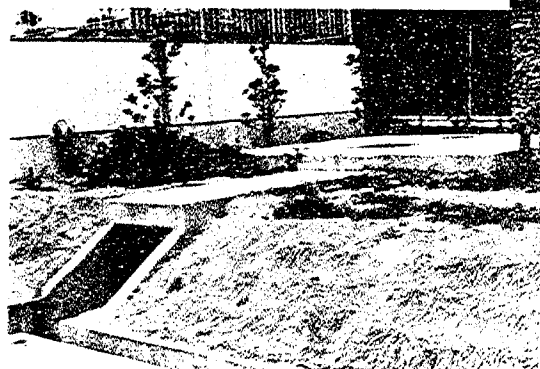


写真-1・7 運動場よりの排出口

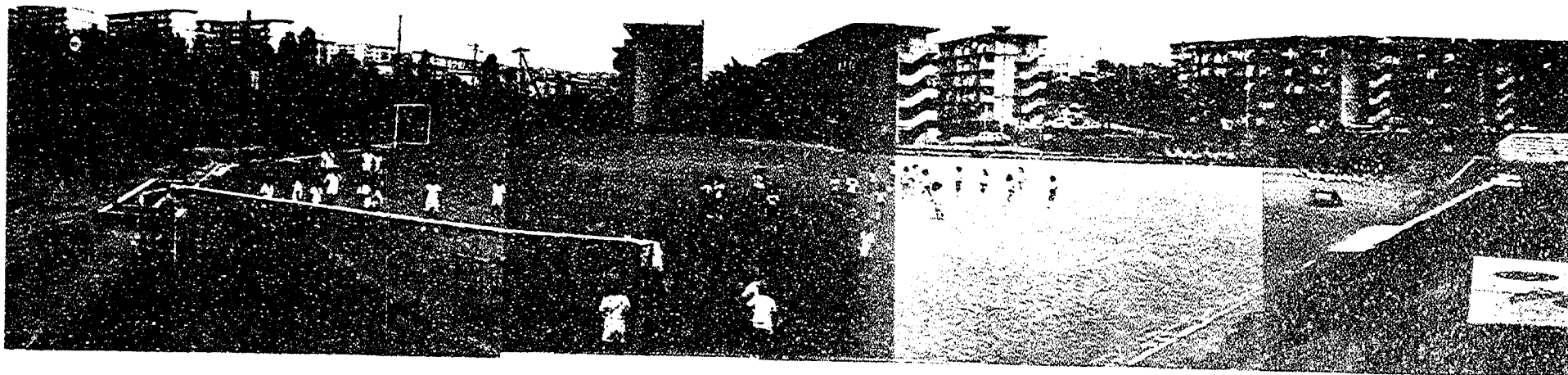


写真-1・8 横浜市立美しが丘東小学校 校庭貯留全景



写真-1・9 余水吐 (水深20cm)



写真-1・10 排水側溝

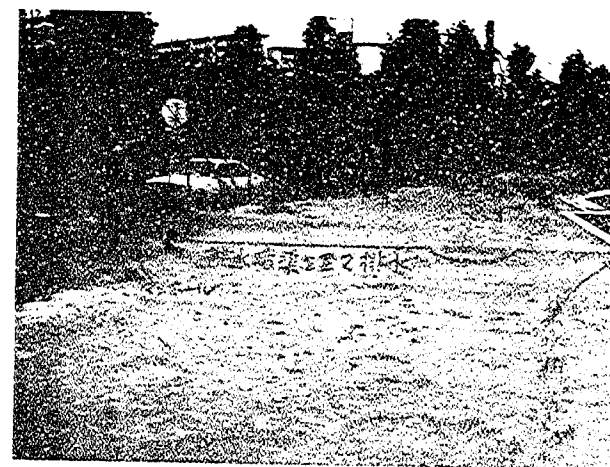


写真-1・11 排水路

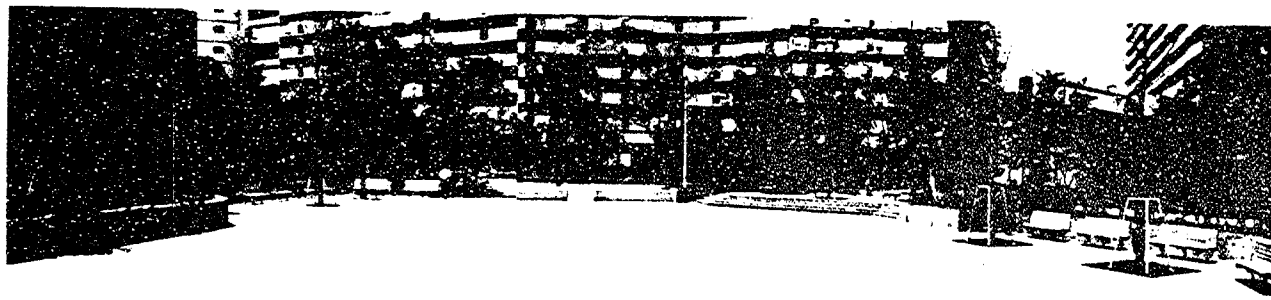


写真-1・12 川口市芝園団地広場貯留

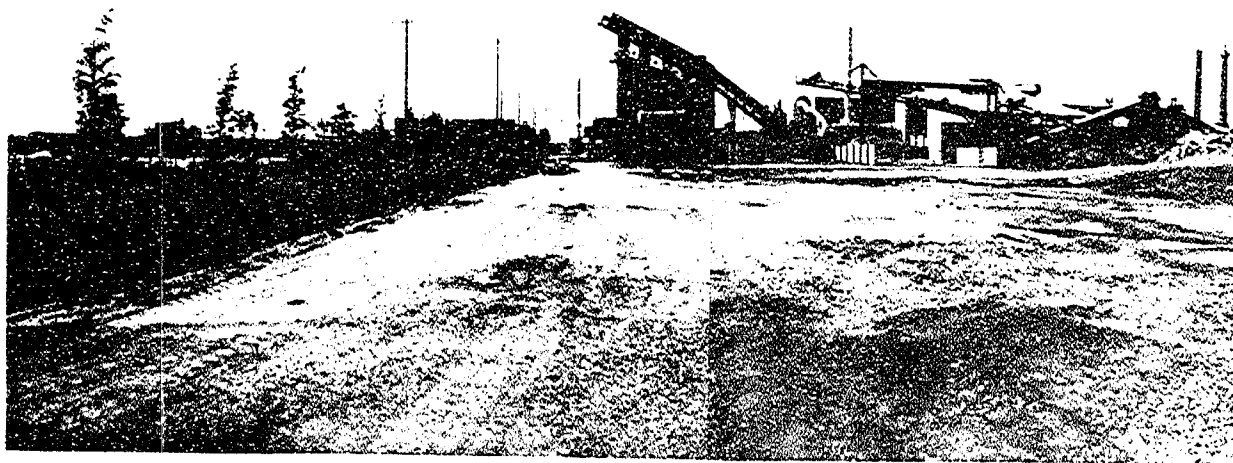


写真-1・13 名古屋アスファルトプラント工場の広場貯留の例

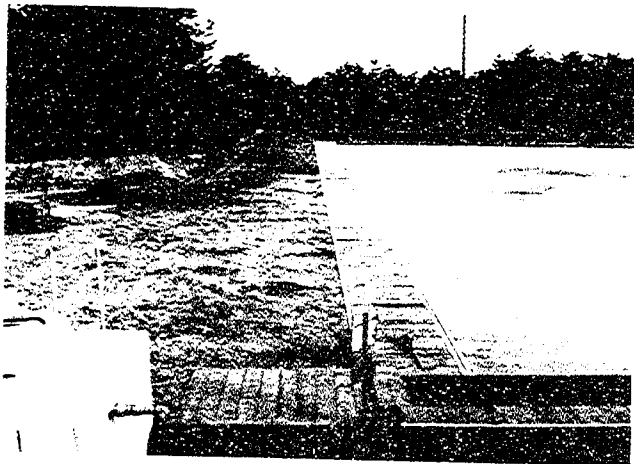


写真-1・14 三重県湯の山高原国際スケートリンク
スケートリンク面の貯留池（最大水深
約1.3m）

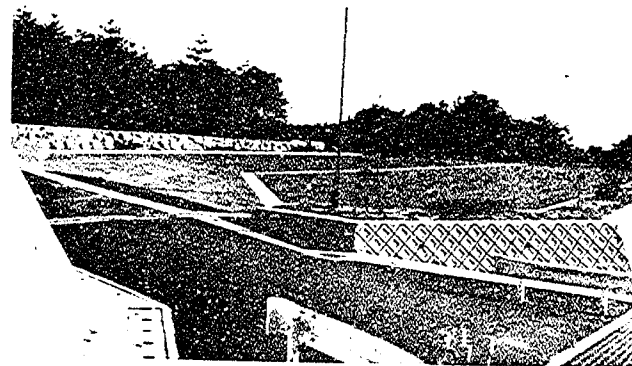


写真-1・15 同左駐車場貯留の例
（最大水深約45cm）

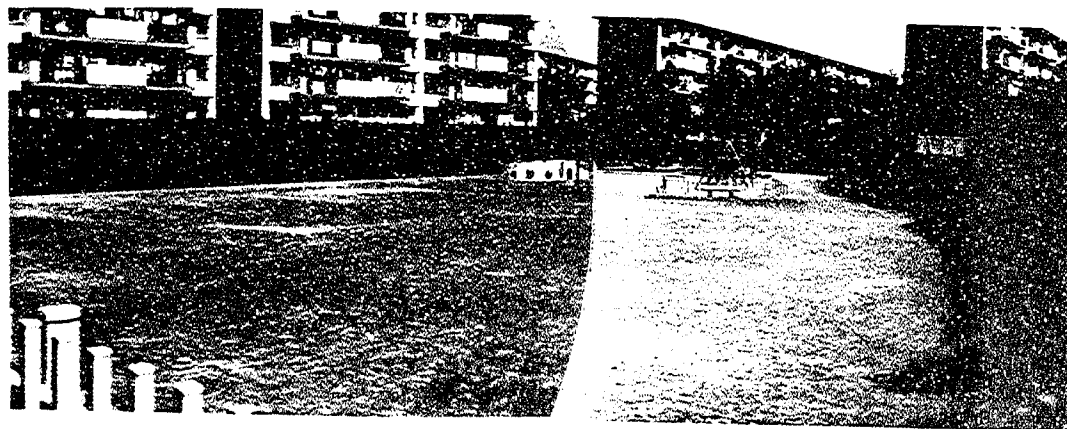


写真-1・16 新座団地棟間貯留

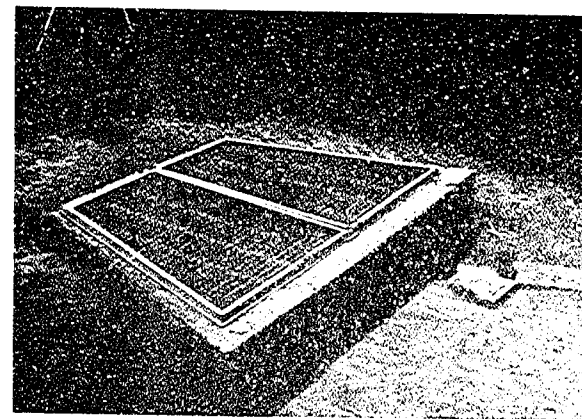


写真-1・17 余水吐

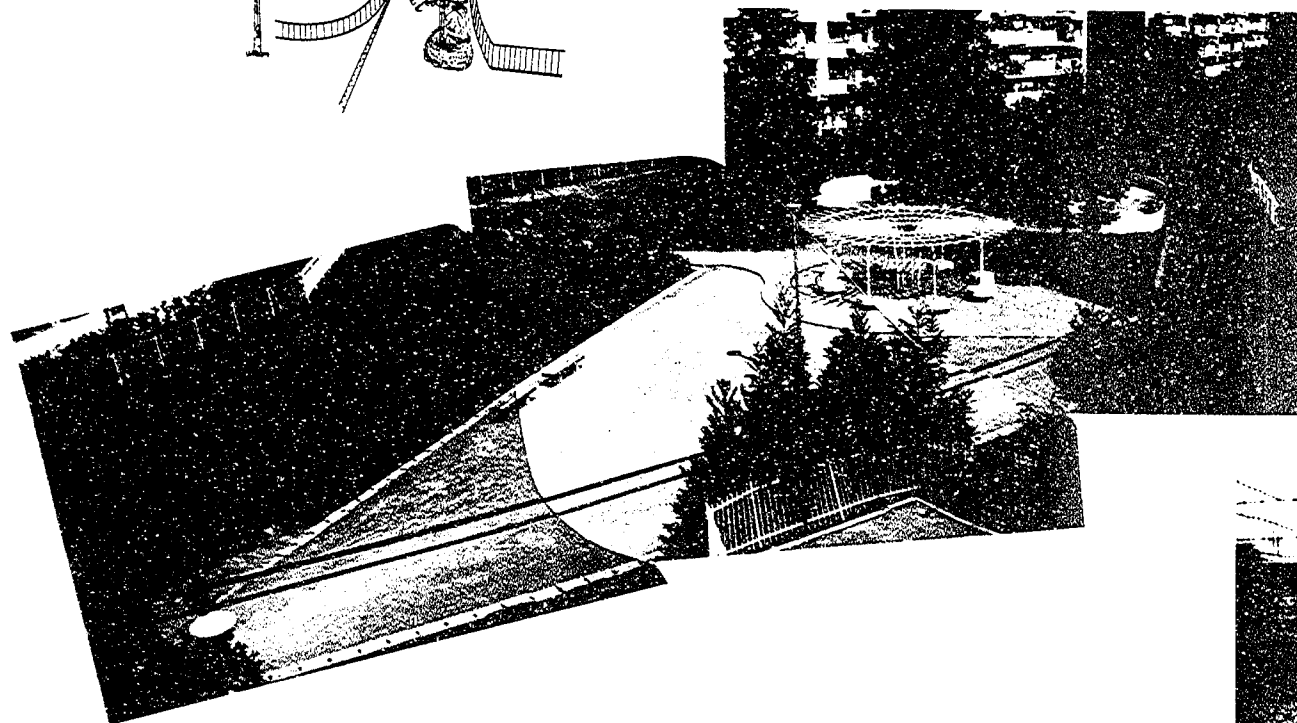
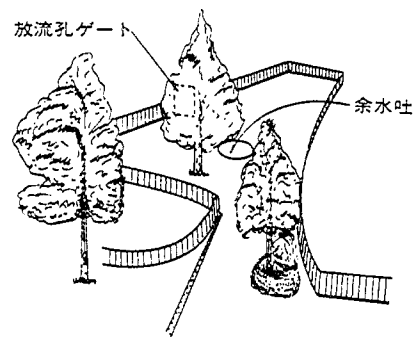


写真-1・18 新座団地 公園貯留

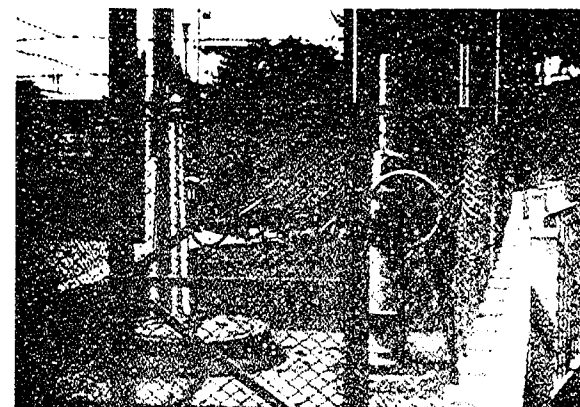


写真-1・19 放流孔ゲート部



写真-1・20 千葉県あやめ台団地棟間低床花壇貯留

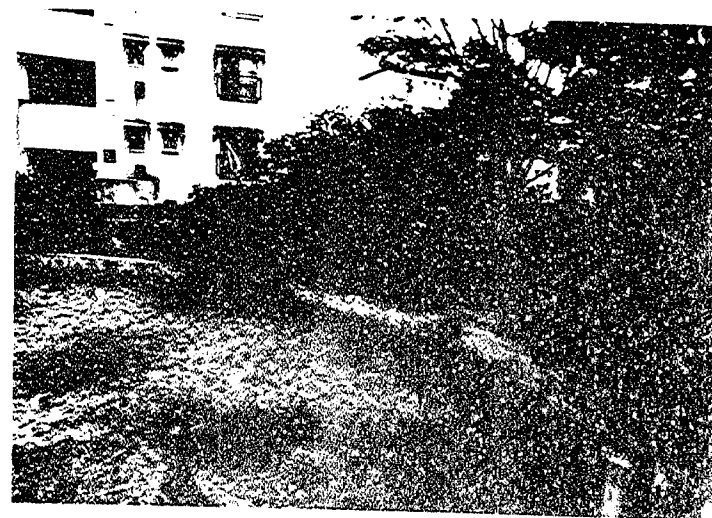


写真-1・21 同左 流出口

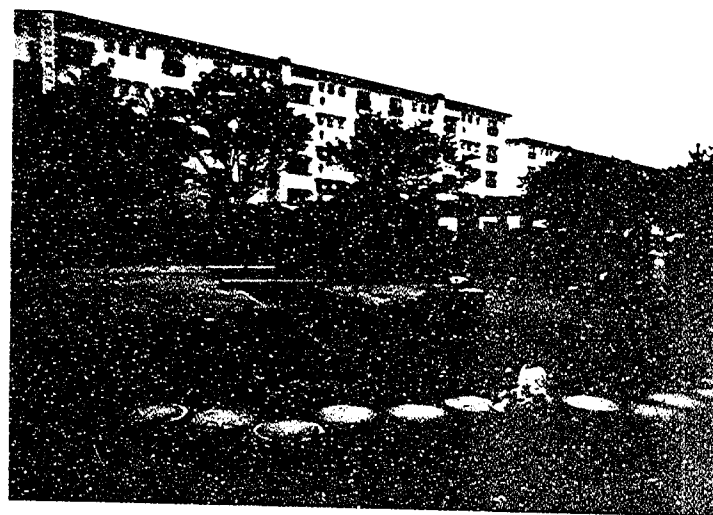


写真-1・22 低床花壇

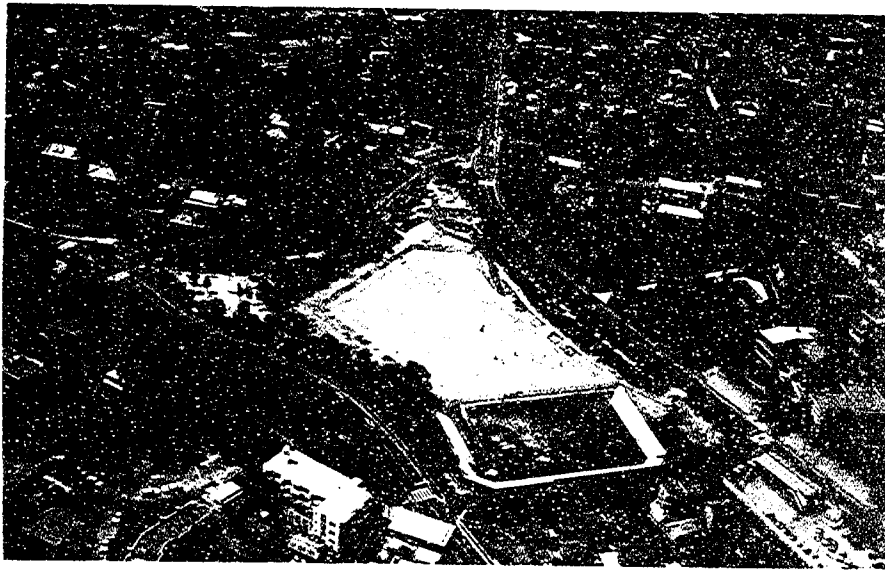


写真-1・23 名古屋大根池二段式貯留
(手前側が低調整池)

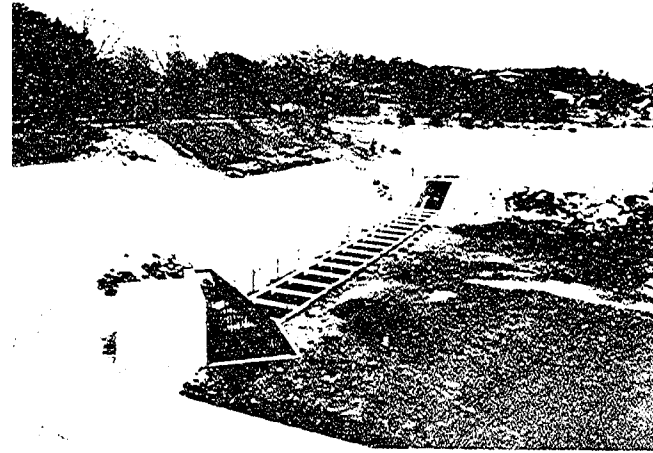


写真-1・24 同左 放流孔とスクリーン
(低調整池内)

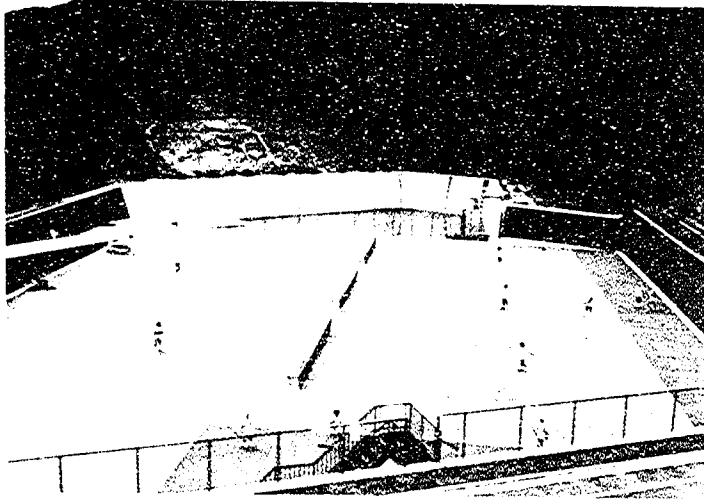


写真-1・25
広島銀行スポーツランド
二段式貯留(奥の低いところとテニスコート面)
維持管理が良く見ばえる。



写真-1・26 佐賀県鍋島団地
 高いグラウンド面は暗渠排水している。
 右側手前の低地部に排水口あり。

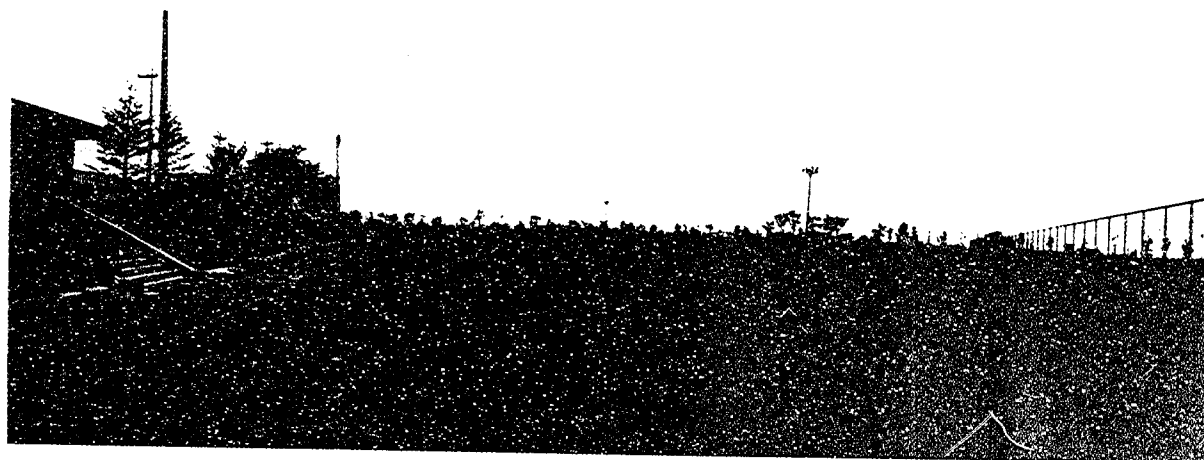


写真-1・27 埼玉県越谷流通団地 上段はサッカー場
 右側の池が低くなっている。(フェンス内)

集水樹



写真-1・28 名古屋市久屋雨水貯留池 道路面下貯留（写真道路下に貯留槽がある）

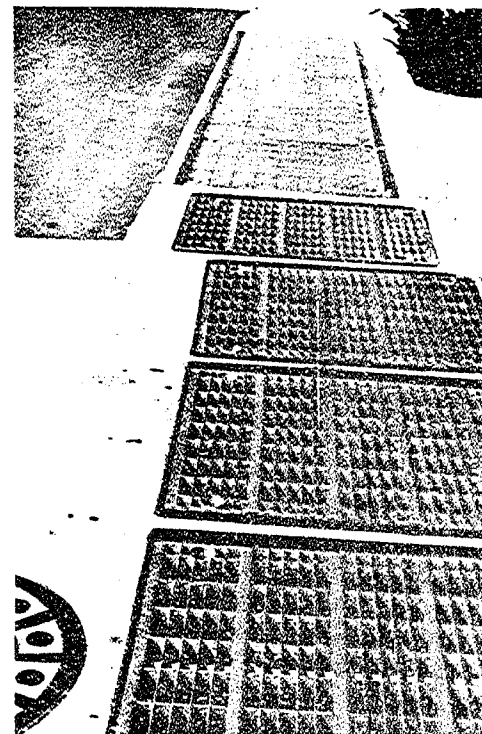
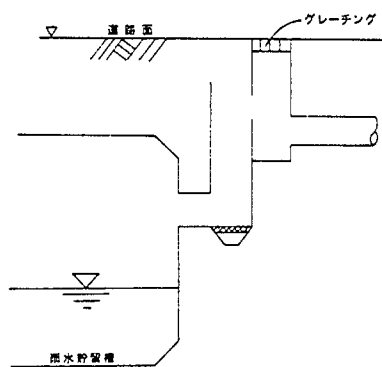


写真-1・29 集水樹

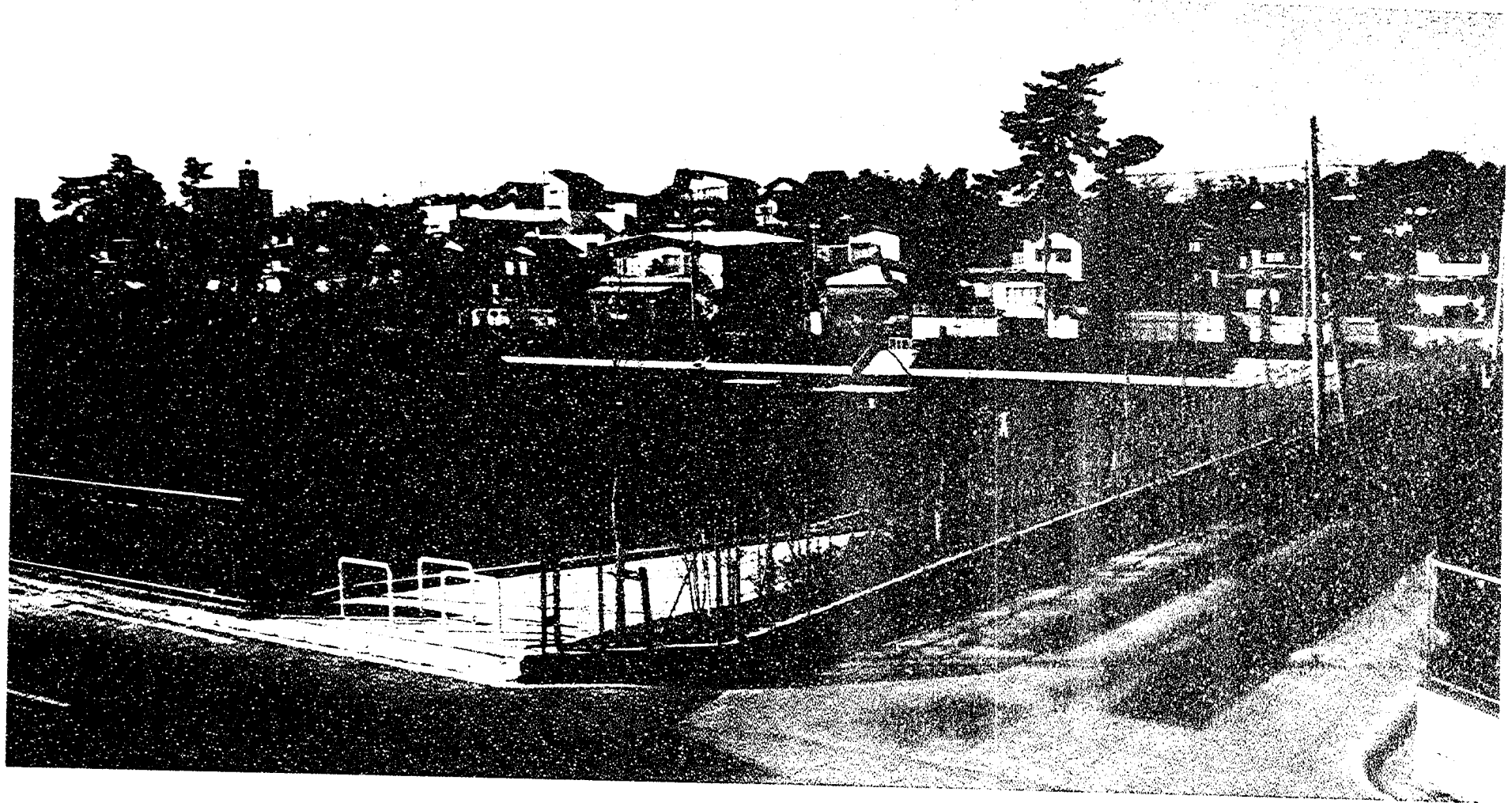


写真-1・30 松戸市ユーカリ公園 (地下+公園貯留)

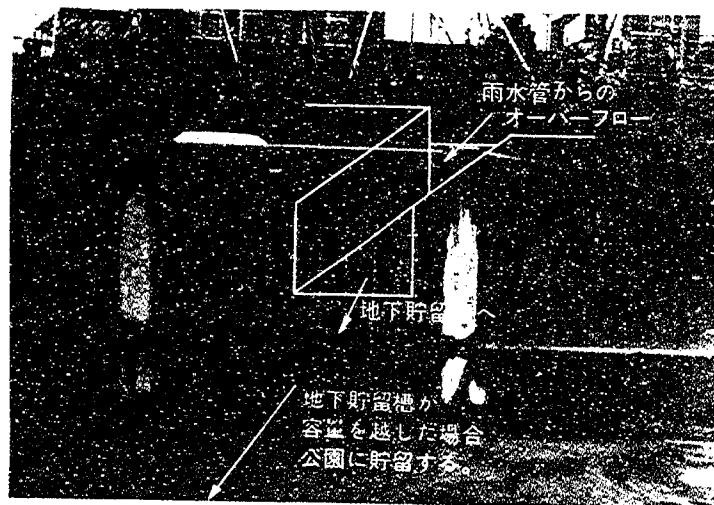


写真-1・31 松戸市ユウカリ公園流入口 降雨直後

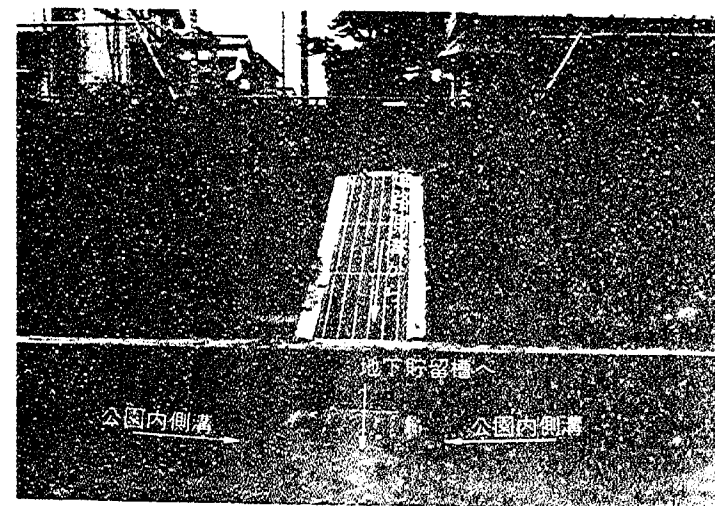


写真-1・32 流入口(道路および公園内の水が集まる)

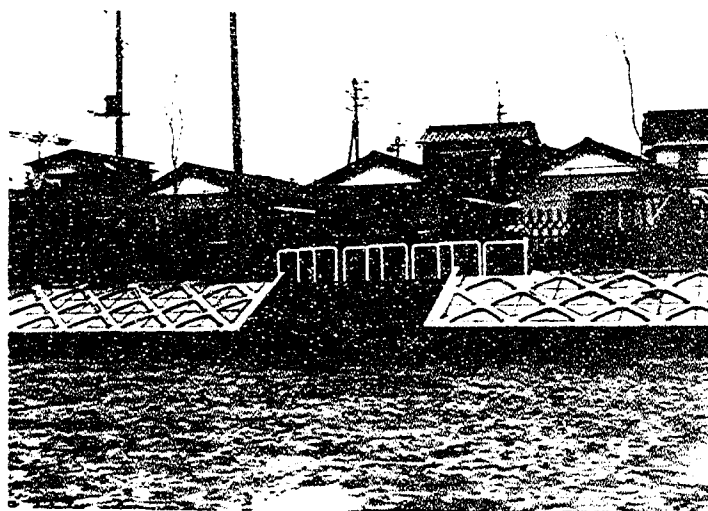


写真-1・33

余水吐(公園から道路へ溢水する
…階段付近が周囲より低くなっている)

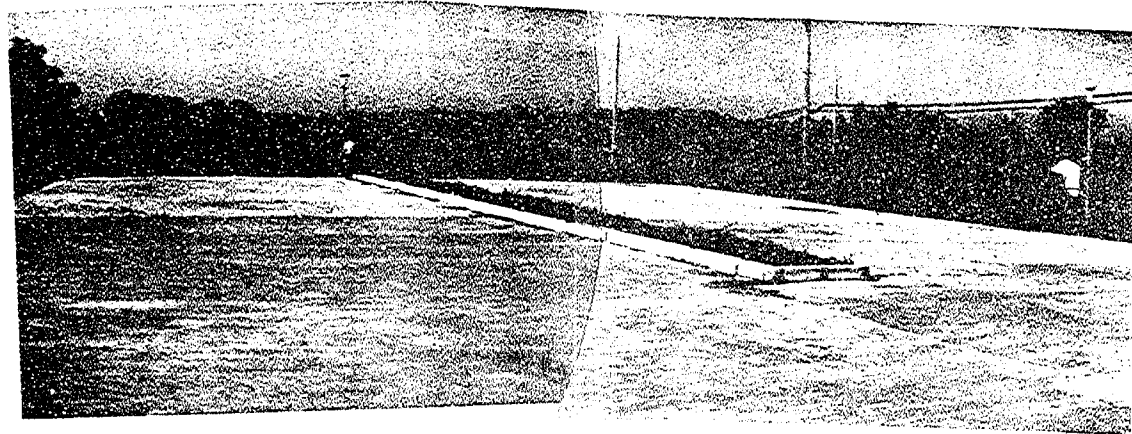
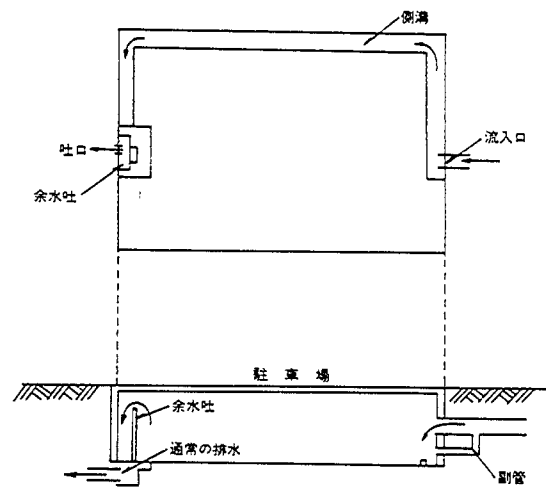


写真-1・34 川越笠幡団地地下貯留施設（上部駐車場）

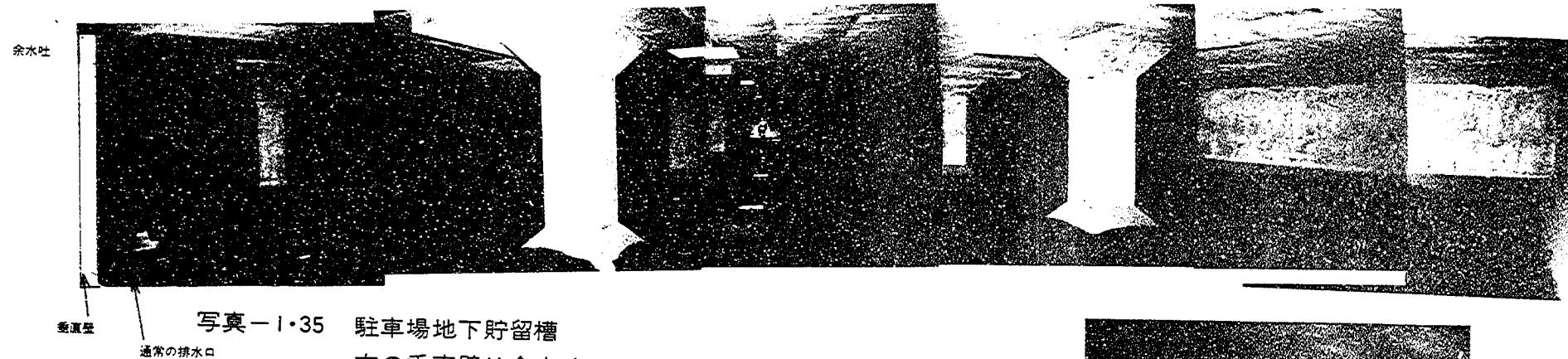
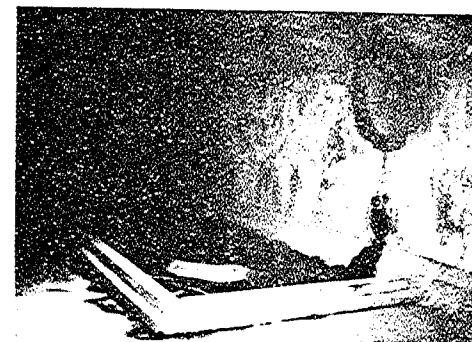


写真-1・35 駐車場地下貯留槽

左の垂直壁は余水吐でその上を越流する。
その前の部分が排水口である。

写真-1・36

放流口（下は副管、小
流量時は副管よ
り流入する）



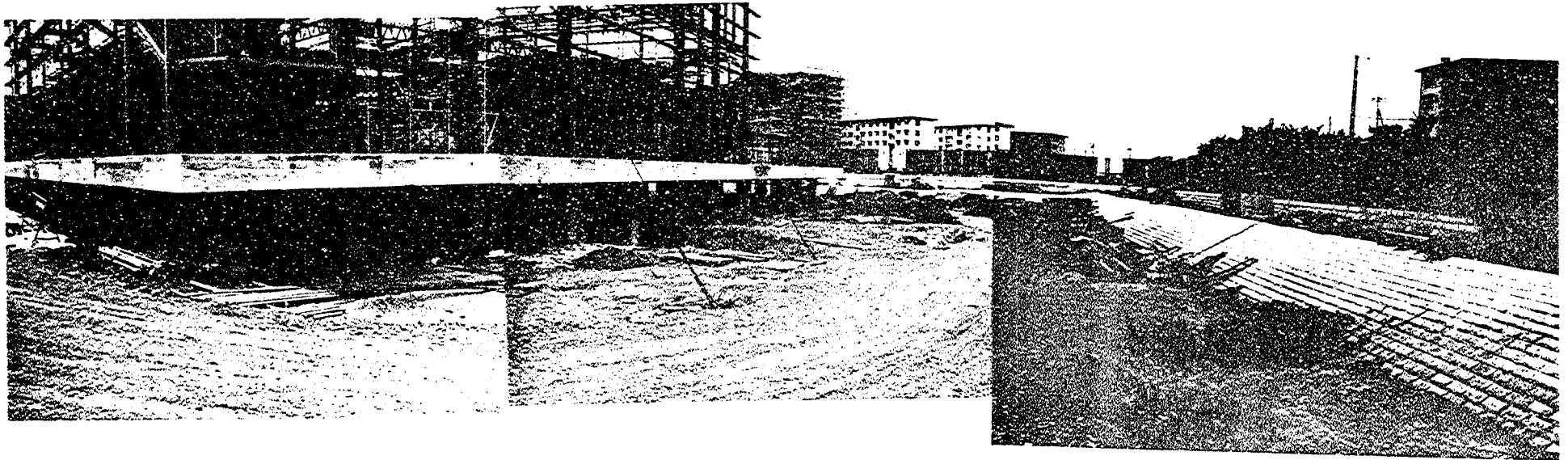


写真-1・37 埼玉県志木ニュータウン
ピロティ式雨水貯留施設全景
(上部の体育館は建設中)

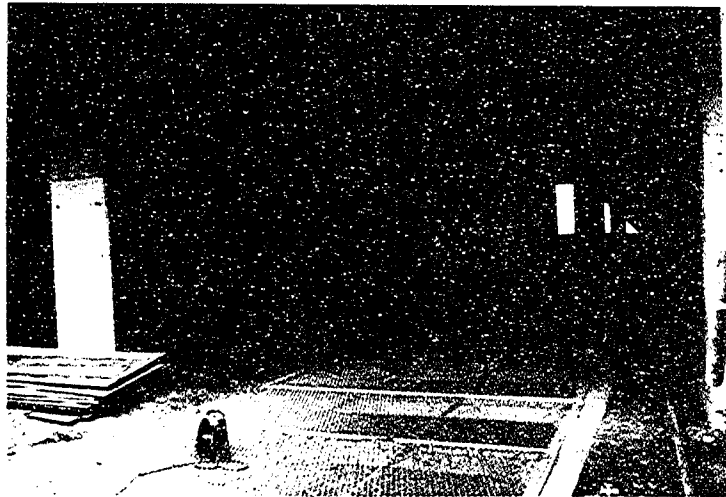


写真-1・38
貯留施設内部 (中央は常時排水路)

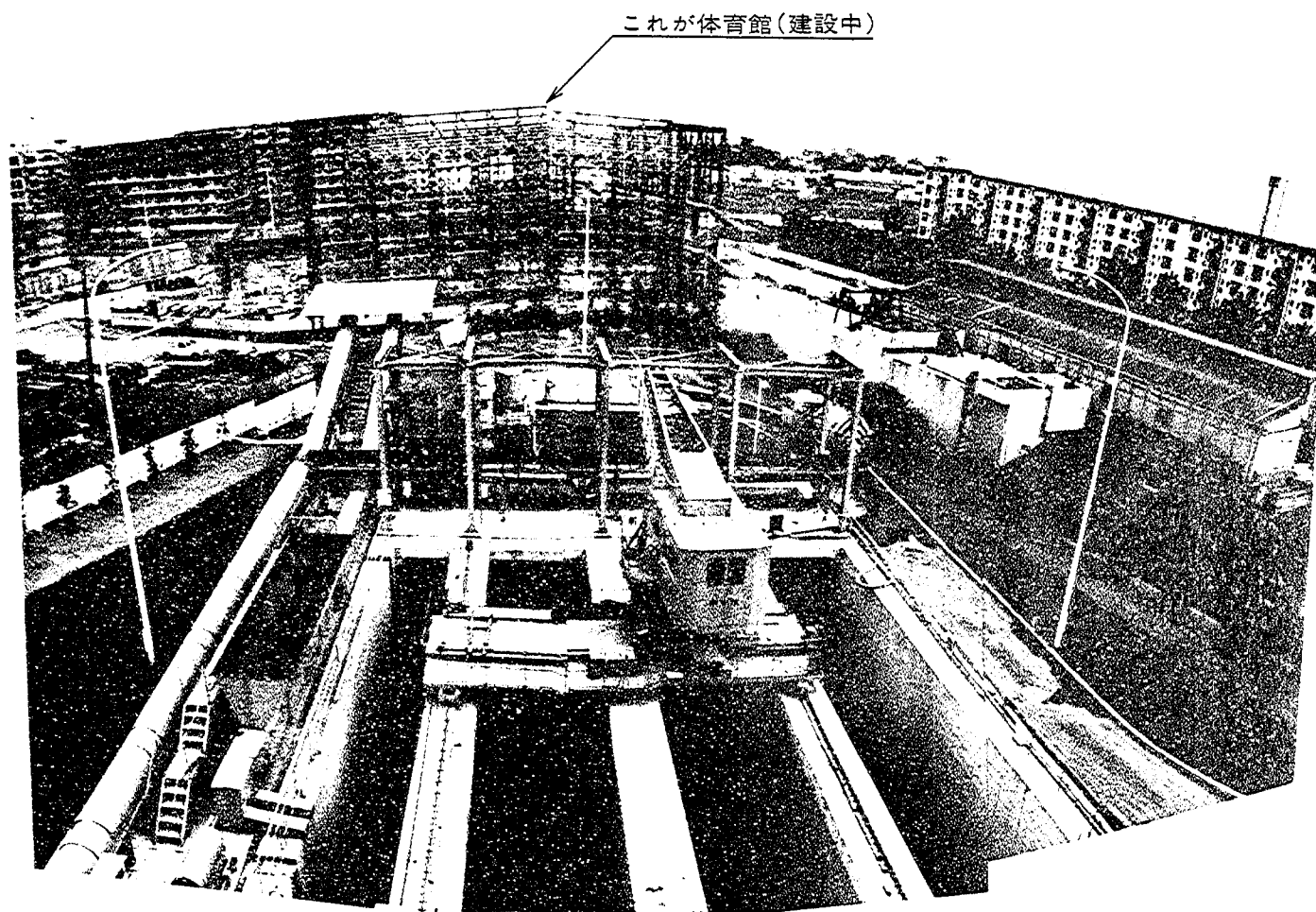


写真-1・39 志木ニュータウン土砂排出用ジブクレーン

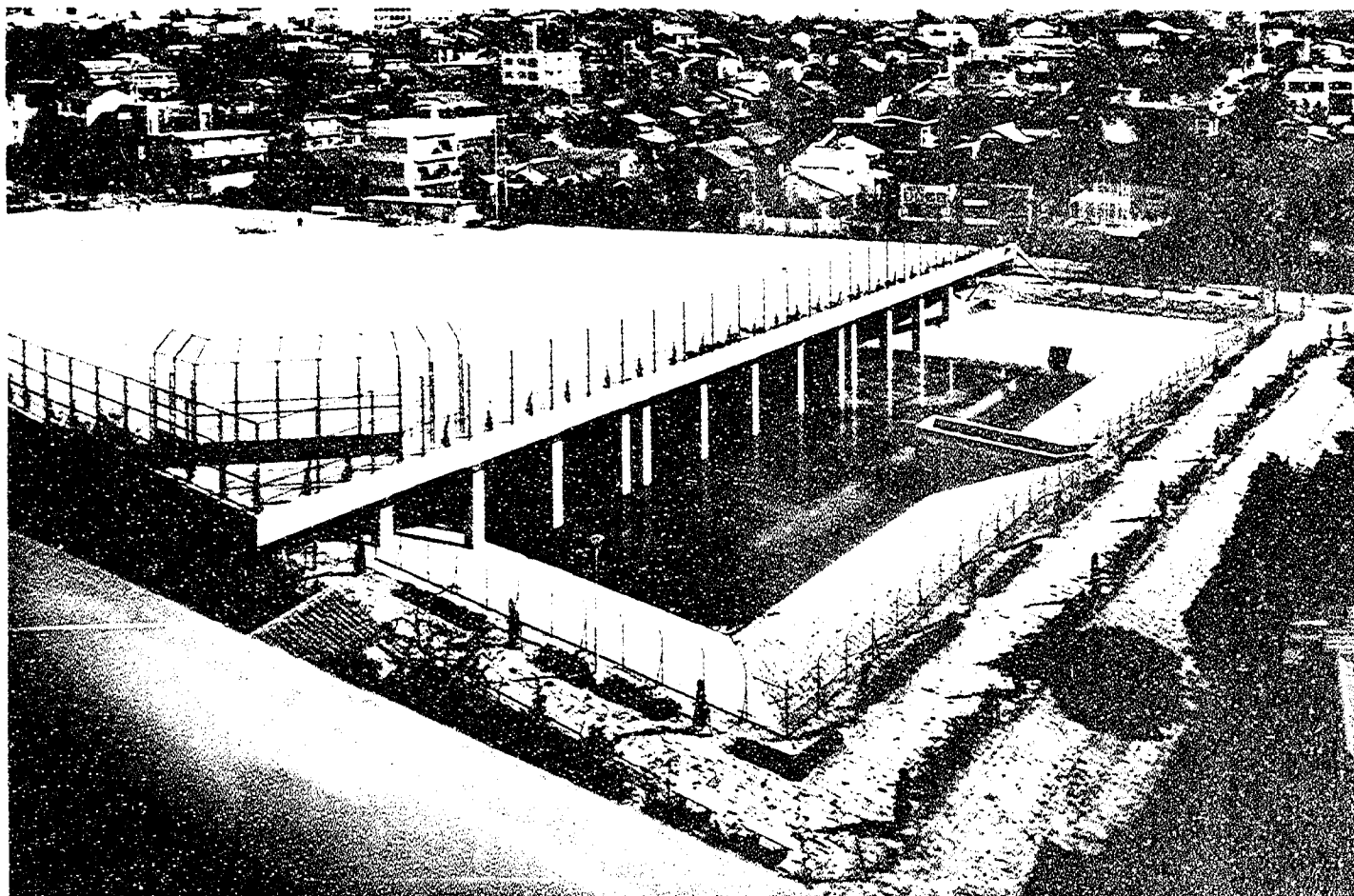


写真-1・40 名古屋市自由ヶ丘小学校 ピロティ式雨水貯留施設（グラウンド下貯留）

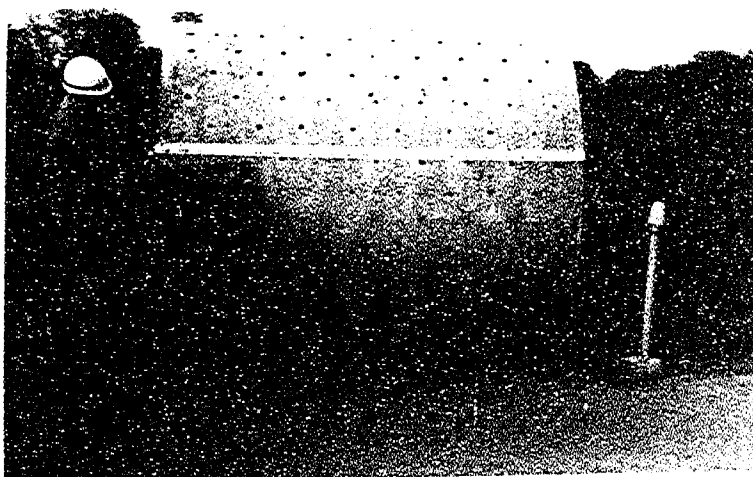


写真-1・41 穴アキ人孔
(この穴より雨水が地中に浸透する)

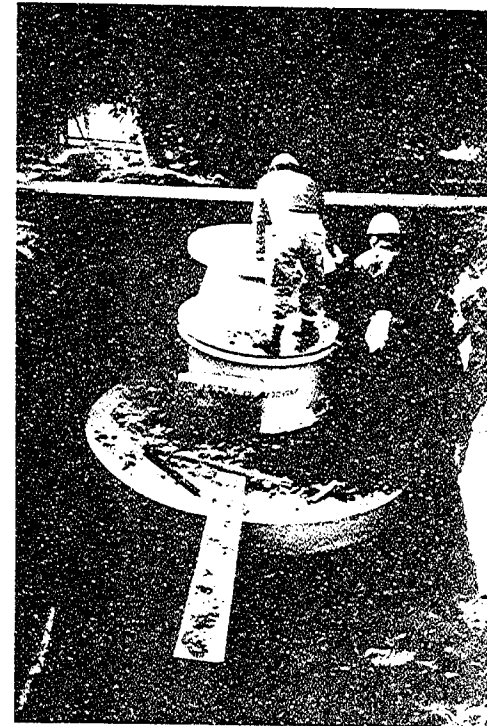


写真-1・42 立川吸込槽埋設現場

はじめに

防災調整池に代表される雨水貯留施設は、昭和40年頃から散見されるようになってすでに15年の月日が経過し、その数も全国数万ヶ所といわれるほどに一般化してきた。その間に、構造様式等にも多様化の配慮が払われ、また国、県の事業としても採用されるようになり、いわば1つの治水手法として一般化されてきたように思われる。事実最近実現された総合治水対策特定河川事業においても、流域の保水機能保全の手法の一つとして採用されている。

土木研究所では、都市河川の治水対策の重要な一環として、雨水貯留施設の発展に努め、その技術的な面での調査研究に着手してきた。そしてすでに雨水貯留技術に関する報告書も3報を重ね、関係方面からの好評を得ると共にこの方面の技術開発に貢献してきた。この間にも多種多彩な「雨水貯留施設」が設置され、その技術的な進歩や担当部局の認識の変化には目をみはるものがみられる。これに対応して行政面でも「多目的遊水池事業」「雨水貯留事業」が発足し、行政施策の多様化を促すことになったし、またこれらの多様な対策を含む、「総合治水対策事業」も発足、促進されることになった。

土木研究所でもこのような情勢に合せて、従来からの治水方式だけではなく、雨水貯留事業や氾濫原のゾーニング、洪水保険、水防体制等をもとり入れた流域対応での治水方式の調査研究、洪水防禦法の研究を行うため、昭和54年度の筑波研究学園都市への移転に伴って、「総合治水研究室」を河川部内に創設し、これらの方面の研究を強力に推進する体制をとった。そして従来から雨水貯留関係の調査研究を行ってきた都市河川研究室から、この分野の研究を「総合治水研究室」に移し現在に至っている。

今回ここに報告する「雨水貯留施設の最近の動向」では、河川局都市河川対策室の協力を得て実施した雨水貯留施設の現状についてのアンケートを中心として、雨水貯留施設（主にオンサイト型）の設計例をも多数とり入れた形で、現状の技術水準を呈示するものとした。「雨水貯留に関する調査（第3報）」では数例の実施例しか説明しえなかったが、その補足の意味もあって今回はより多数の事例を抽出し、雨水貯留施設を計画中の担当者の用に供するものとした。また雨水貯留施設の治水効果をより明確に把握する一助として、その費用効果分析を中心とした検討例を紹介するものとした。雨水貯留施設については歴史が浅いためあっていまだ充分な費用効果分析や治水機能評価が行われてい

いが、今後共この方面での調査を実施し、都市域での洪水災害の減少に寄与する研究を行っていきたいと考えている。

今回の調査で特に気づいた事のひとつにオンサイト雨水貯留施設の多目的利用の計画が多方面にわたって進められていることが挙げられる。このような形で都市域での雨水流出抑制を図ると共に都市施設のひとつとして多面的な機能を果すことが今後の雨水貯留事業の方向として重要であると考ええる。

本報告書作成にあたっては、都道府県、市町村の治水担当部局、住宅公団の関係者から多大の援助をいただいた。ここに記して謝意を表すると共に今後の御協力方を御願い申し上げる次第である。なお本報告書は総合治水研究室初代室長、山口高志氏（現建設省関東地方建設局江戸川工事事務所、所長）の多大の労により刊行の運びとなった。あわせて深い謝意を表しておきたい。

本報告書の各章は以下のものが分担執筆し編集とりまとめは本間が行った。

- 1章 山口、本間、小川
- 2章 山口、吉川、本間
- 3章 山口、吉川

終りにあたって、今後共この方面での調査研究を推進する立場から、関係者各位の「総合治水研究室」への御理解と御協力を御願い申し上げる次第である。

昭和 55 年 3 月

総合治水研究室長

吉 野 文 雄

目 次

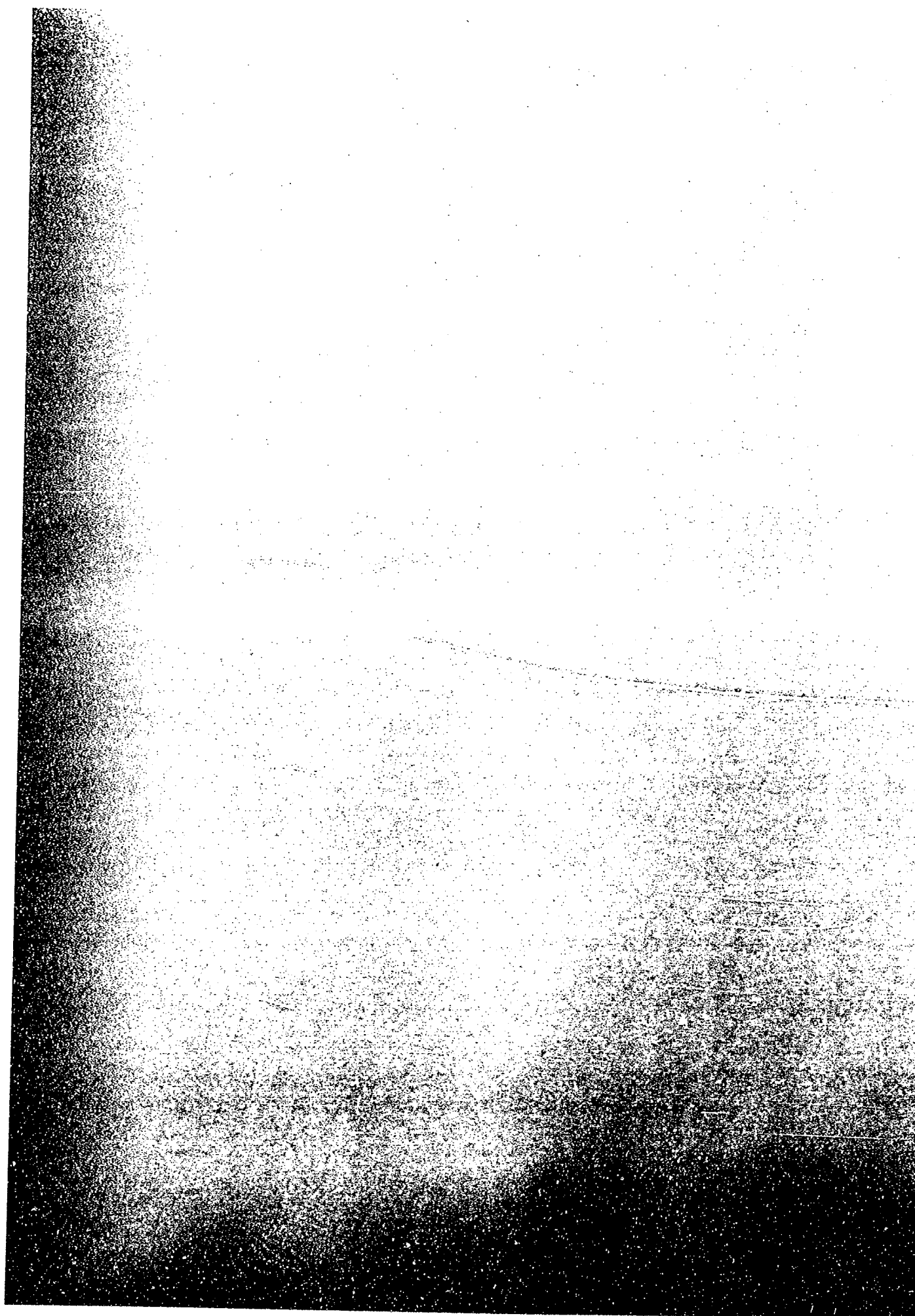
は じ め に

第1章 雨水貯留施設の最近の動向	3
1. 雨水貯留施設の歴史	3
2. 雨水貯留施設の考え方	4
1) 基本的な考え方	4
2) 利水容量算定法の紹介	7
3. オンサイト雨水貯留施設の紹介	8
1) 公園貯留	10
2) 校庭貯留	13
3) 広場貯留	16
4) 駐車場貯留	17
5) 棟間貯留（低床花壇あるいは公園）	17
6) 各戸貯留	20
7) 多段式雨水貯留	21
8) 地下貯留	23
9) ピロティ式	32
4. 浸透型雨水貯留	36
1) 地下浸透対策（保水工法）	36
2) 浸透型雨水貯留施設の事例および開発実験	36
3) 地下浸透対策による流出抑制の可能性について	41
5. 雨水貯留施設の相互比較	41
1) 貯留施設のコストについて	44
2) 貯留施設の面積について	47
3) 貯留施設の貯留量について	48
4) 面積，貯留量についてのコメント	49
6. 雨水貯留施設の問題点	50
第2章 雨水貯留施設の湛水継続時間の検討	53
1. 構造改善に伴う必要貯留量の変化の例	53
1) 概 要	53
2) 構造改善に伴う必要貯留量の変化の分析	53
2. 湛水実績調査	57
1) 全般的な傾向	57

2) 貯留施設完成後の効果発揮例（松戸市ユーカリ公園）	58
3) 雨水貯留施設の洪水状況の水利的検討（シミュレーションによる推定）	58
第3章 雨水貯留施設の治水機能の把握と費用効果分析の例	73
1. はじめに	73
2. 本調査の背景と内容	73
1) 都市河川の治水安全度	73
2) 雨水貯留施設の位置づけ	73
3) 雨水貯留施設の種類とポテンシャル調査	74
4) 雨水貯留施設の一評価	74
3. 水文学的な評価手法、費用便益分析による評価手法及び事例分析結果の紹介	74
1) 評価モデルと分析事例の内容	74
2) 雨水貯留施設の一評価例（上記1)のモデルによる）	79
3) 保全便益に基づいた費用便益分析による河川改修と雨水貯留の比較	87
4. 結 語	88
あ と が き	89
参 考 文 献	90
付録A 雨水貯留に関するこれまでの報告書の内容紹介	93
1. 「アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状（1977）」（第1報の内容）	93
2. 「わが国の都市域での雨水貯留の実状とその改善（1977）」（第2報の内容）	99
3. 「雨水貯留に関する調査第3報（1978）」	101
付録B アメリカからの手紙（3例）	105

1. 雨水貯留施設の最近の動向

1. 雨水貯留施設の歴史.....	3
2. 雨水貯留施設の考え方.....	4
3. オンサイト雨水貯留施設の紹介.....	8
4. 浸透型雨水貯留.....	36
5. 雨水貯留施設の相互比較.....	41
6. 雨水貯留施設の問題点.....	50



第1章 雨水貯留施設の最近の動向

1. 雨水貯留施設の歴史

雨樋からの雨水が流入していた防火用水槽を除けば、最近雨水貯留施設として理解されているもののほしりは、昭和38、39年頃から主として住宅公団で作られはじめた防災調整池といえよう。その起源が開発に伴う流出土砂対策であったかどうかは筆者もさだかではないが、開発に伴う雨水流出増対策が主眼であったことは確かであろう。西部劇を思わせる開発地の下流に、荒涼とした防災調整池がみられたものである。下流河川の整備が困難なことも相俟って宅地開発の雨水対策の一般的な手法として採用されるとともに、その数は急激に増加していった。建設省河川局も河川施設と認知されない調整池が、種々の型式あるいは安全度で急増することを苦慮し、その技術基準の作成が計画され、昭和46年9月にそれが完成し公表された。この基準は、相当内容の豊かなもので、今なおその考え方は、多くの開発指導要綱の技術基準の中にとり入れられている。この「防災調整池技術基準(案)」¹⁾の公表とともに、一応ある安全水準にあるものが、全国で作られるようになり、その数も急増していったのである。方式として一般化してゆくとともに、新しい発想との組み合わせ、あるいは改善がなされるようになっていった。

これは、大別して3つの傾向に整理できよう。一つは、一口に言えば、防災調整池の多目的利用であるが、これもパターンとしては2つに分けられる。その一つは、流域下流端に設けられる防災調整池に代って、あるいはその補助として、いわゆる現地貯留で作られるようになったことである。現地貯留については、あとで詳しく触れるが、典型的なものは中層住宅の棟間を利用した公園、広場、プレイロット貯留等がそれである。

もう一つは、防災調整池の構造を2段式にし、一部を高頻度に湛水する池とし、相対的に湛水頻度の低い高位部を、公園・野球場・テニスコート等に利用するものである。いずれも発想と

しては、宅地単価減あるいは土地の高度利用といった面からも当然考えられるところである。特に後者は初期のものから散見されていたが、現地貯留については、住宅公団の防災調整池、大規模宅地開発に伴う調整池の両基準^{1), 2)}にも、特に触れられていなかったこともあってか、40年のあやめ台団地、43年の新座町団地などを嚆矢とするようである。また、これらの特殊な例として浸透型貯留も地域によっては採用されている。

防災調整池の多目的利用の普及とともに、防災調整池への要請も厳しくなっていた。これも大別して2つの観点に整理できる。1つは規制対象規模(開発面積等)の低下である。46年の基準では、およそ10ha規模とうたっていたわけであるが、それを受けた県の指導要綱の技術基準では、5~20haとさまざまであった。しかし、このような値に該当するような開発だけを対象にしたのでは、当初の目的を達成することができないところが多く出て来るようになった。この結果基準の改訂あるいは市町村等による上のせ基準の作成等が行われ、それも1haから厳しいものでは0.1haというものも現われるようになった。埼玉県あるいは横浜市等では、校庭に貯留するものが数多く見られる。ちなみに鶴見川流域での例によると0.1ha以上の開発とそれ以下の開発、いわゆるミニ開発との面積比はほぼ1:1とのことであるし、また、新河岸川の資料では8割弱がミニ開発となっている。このような実状では、現制度による雨水貯留施設だけで治水の実を上げることとはほとんど不可能であり、何らかの打開策が必要であろう。最近、建設省でもミニ開発規制についての積極的な動きがみられるが、私権の制限との関連で、その実現が危ぶまれている。しかし、都市計画法の市街地区域の線引きに見られるような強烈なものもあるのであり、その実現が望まれる。

もう一つの例は、利水容量確保の義務づけである。これまで防災調整池を作るにあたって、

容量的には洪水調節容量と堆積土砂量の二者を確保すればよかったのであるが、最近では開発に伴う農業用水減に対する必要量確保あるいは維持流量減を補償させるものができている。筆者も数県で同様の内容をうたったものを知っていたが、今回の調査でも3つの考え方の異なる計算例に接することができた。基本的には、開発に伴う浸透域の減少、それに伴う地下水涵養量の減少を補償する意味で指導していると思われるが、それが拡大解釈されて、下流水田すべての必要量確保を強いる例があった。これら開発規模の縮小および利水容量の義務づけは、市町村、あるいは県がとった開発に伴う関連公共施設増対策の一環であったわけであるが、ほかに公園緑地面積の比率増もその例であるし、調整池の場合では盛土による遊水機能減を組入れているところもある。これに対して開発者側も前述したような、ある意味での苦肉の策をとりだしたということができよう。もちろん、いつも両者がつばぜり合いをしているというわけではなく、調整池を工夫して公園と併用したものについて、その全部あるいは1/2を公園として認めている公共団体もある。

第3の傾向としては、国が積極的に雨水を貯留することを事業化し始めたことであり、これはその後の力の入れようから判断して、国がいわば雨水貯留という手法を認知したということであろう。その嚆矢となったのが防災調節池事業であるが、本事業は、昭和49年度に建設省が開発の急激な流域でのそれに伴う流出増対策として在来の河川改修だけでは必ずしも有効でなく、流域に貯留する手法も採用すべきだという発想の転換から、また、一部には開発者の負担増を見るに見かねたというところもあったと思われるが、創設した補助事業である。その後53年度には、いくつかのしぼりはあるが、準用河川にも適用される雨水貯留事業が発足している。

また同じく53年度には、河川改修が開発に対して相対的に遅れをとっている流域に対して治水予算の集中投資と節度ある開発を車の両輪とした総合治水対策（特定河川）事業の発足を見、推進されているが、雨水貯留は、節度ある開発

の大きな一手法としての位置を占めているのである。余談ではあるが、建設省河川局は、その後も雨水貯留の有用性を認め、55年度新規要求として保水池事業および調整池補助事業の創設を目論んでいたのであるが大蔵省の今回の“ノビ率0、新規事業不認可”のあおりで見送られている。事業の詳細については割愛する。このほか、53年度には計画局および住宅局による住宅地関連公共施設整備促進事業という長い名称の事業が発足している。これは防災調整池のみが対象ではないが、開発者の関連公共施設の負担増による住宅供給の停滞を慮って創設されたものである。55年度も54年度の600億から900億円と増額される見通しである。

以上、最近の雨水貯留の動向を3つの顕著なパターンに分類して説明を試みたわけであるが、この3者も、よく考えてみると相互に作用しあって、現在の雨水貯留の発展あるいはその多様化を形成したことが分ろう。アメリカの雨水貯留については第一報³⁾に詳しく述べているので割愛しているが、地方分権が強く、採用しているところと採用していないところが混在し、採用しているところも問題の所在によって、それぞれ目的（土砂浸食防止、氾濫防止、水資源対策、合流式下水道対策）が異なるアメリカと、渾然となって全体的に進行する日本とは、大きく特性を異にしている。一方では防災調整池を利用したミニゴルフ場（例えばショートホール9つ）、あるいは校庭貯留、そして一方では遊水機能保全と他用途利用（例えばピロティ式住宅）を謳った多目的遊水池事業（52年度発足）と開花させていることは、5年ほど先にスタートし、一時は「あの広大なアメリカで屋上貯留を？」と驚かせたアメリカを、今では種々の面で凌駕しつつあるのではなかろうか？

2 雨水貯留施設の考え方

1) 基本的な考え方

施設計画の考え方については、もう十分普及、理解されていると思ったが、御報告いただいた結果をみると、意外に多様な方式が採用されており、また、その安全度にも相当な幅があるこ

とが分ったので、そのいくつかを紹介しよう。まず始めに簡単に必要貯留量 (V) の考え方を説明し、どのような因子がこれに影響を与えるかを理解しよう。

雨水貯留を適用する流域に降雨 (R) があつた場合、開発後の同流域よりの流出量 (I) が図-1.1 のようになったとする。

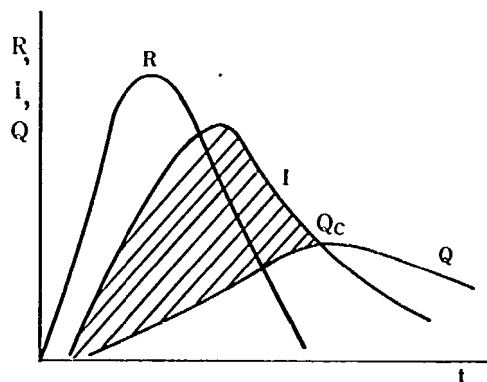


図-1.1

さて、この流出量 (I) がそのまま河川に放流されたのでは、下流に種々の影響を生じさせることから、この I に調整池等の貯留施設を適用してその最大流量をある流量 Q_c に抑えることにより対応しようというのが、雨水貯留施設設計の考え方といえる。これに必要な貯留量 (V) は、図-1.1 におけるハッチの部分ということになる。

この説明過程から判断して、

- i) 降雨波形 (R) をどう考えるか? (確率年, 継続時間)
- ii) R から I に変換する方法は? (合理式, 貯留関数法)
- iii) Q_c (許容放流量) になにをとるか? (開発前の流量, 下流河川疎通能力)
- iv) V の算定方法は? (厳密法, 簡便法はないか)

など多くの影響因子があることが分る。このほかに開発される流域が二つ以上の河川の流域にまたがる場合、その河川数だけ調整池を作るか、作らない場合の考え方はどうかという問題もあげられる。これらの因子を、それぞれの技術基準がどう考えているかを紹介する前に、大体多くの自治体が基準の根底として利用してい

る算定式 (大規模宅地開発に伴う調整池技術基準(案))を説明しておこう。まず式型は次のようである。

$$V = \left(r_i - \frac{r_c}{2} \right) \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360} \quad \dots\dots\dots (1.1)$$

V : 必要調節容量 (m³)

f : 開発後の流出係数

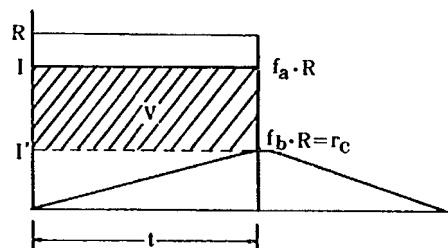
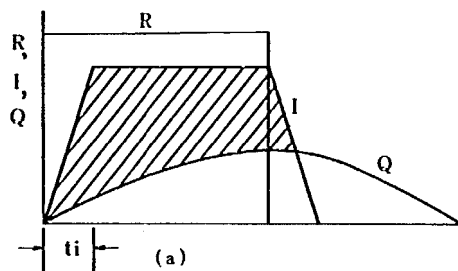
A : 流域面積 (ha)

r_c : 調整池下流の河道能力値に対応する降雨強度 (mm/hr)

r_i : 防御すべき降雨規模の確率強度曲線上の任意の継続時間 t_i に対応する降雨強度 (mm/hr)

t_i : 任意の継続時間 (sec)

この式の意味を簡単に説明する。図-1.2(a)



f_a : 開発後の流出係数
 f_b : 開発前の流出係数

図-1.2

に示すような同確率の降雨強度、継続時間曲線上にのるような t_i と R_i の組み合わせ (降雨量 R_i t_i) を対象にするわけであるが、貯留によって洪水に対処しようというのであるから、いきおい mass (降雨量) が大きい。従って t_i が大きい降雨が対象となる ($t_i \gg t_c$)。その結果流出波形 (調整池への流入波形) は、理論的に図-1.2 (a) の I のようになり、また、調整池からの流出波形は、 r_c におさえなければならないのであるから、当然同図 Q のような波形が予想さ

れ、調整池必要量 (V) はハッチの部分ということになる。

次いで図-1.2 (a) を近似的に図-1.2(b) に書き替えるとハッチの部分の面積 V は容易に求められて 1.1 式が得られることになる。本式は降雨強度式 ($r_i = f(t_i)$), たとえばトルボット式) があれば容易に積分できて V max が与えられる。本式の特徴は、対象降雨として矩形降雨を与えていることと、流出係数=流出率的な考え方をとっていることであろう。いずれもそれほど問題はないが、前者については次に作成された防災調節池技術基準では後方集中型の考え方が導入されたし、また、多くの基準や指導でも中央集中型が多くなってきている。しかし、これによる差はそれほど大きくない。参考までに本式は、基準²⁾にもられているような開発に伴う年確率洪水流量を許容放流量に、開発後30年洪水流量を30年開発前洪水流量に、といった2段階構えの内容を盛りこんだ式ではないことは、いうまでもないこと、すなわち安全側な簡便式であることを触れておこう。

以上の基礎知識をもとに各自治体の技術基準を見てみると、まず確率年としては3年から100年まで多様に分布しているようである。これのみで安全度の大小を議論することは、流出係数の値、許容放流量の設定などもからむので、問題はあるが、設計対象以上の降雨が生じた場合、開発後の流量がそのまま流下することを考えると、やはり1/30以上が望ましい。なお、基準のなかには、5年確率50mm/hr 3時

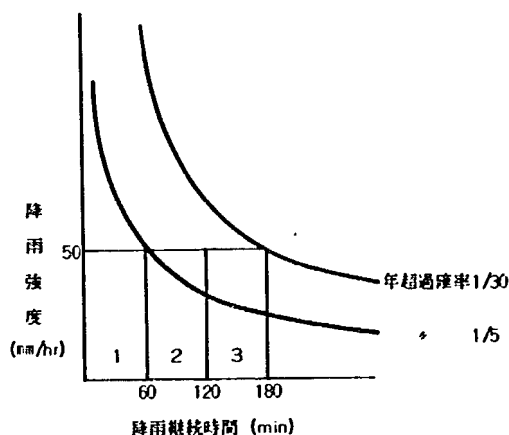


図-1.3

間といったものがあつたが、これは正しくは、東京の場合を例にとると図-1.3のように30年相当の降雨に匹敵するものである。

流出量への変換式は、その簡易さから圧倒的に合理式が採用されていた。しかもそのほとんどが流出係数=流出率の考え方を導入していた。現在、都市域降雨流出を表現しうる、しかも精度の高い方法が開発されているが^{4),5)}いたずらに煩雑にするのも趣旨にあうことではなく、要は、安全度が保証されればよいのではないかと考えるが、現在、建設本省および土木研究所によって流出率に関する資料の見直しが行われており⁶⁾、これらの検討結果の早期導入が望まれる。

下流許容放流量を何に抑えるかについては、大きく二つに分れたように思われる。いうまでもないことながら一つは開発前流量 (例えば $f_b \cdot R$) であり、もう一つは下流河川許容放流量である。考え方としてはいずれも理解できる方法といえよう。ただ相対的には、後者の方が安全で、必要量も当然大きくなり、開発者側にとってはきびしい考え方といえよう。前者の場合は、どうしても計画確率年の降雨までは、在来同様 (開発前) でそれより大きい降雨では開発後の流量となるので幾分問題ありといえよう。その点「大規模宅地開発に伴う調整池技術基準 (案)」の2段階構えは、両者の考え方を折衷したものであり、穏当な考え方といえる。

必要貯留量 (V) の求め方は厳密法 (貯留追跡計算 (数値計算, 図式解法など)) で行っているところがいくつかみられたが、降雨波形および簡便式あるいはその変形との組み合わせも多かった。この場合式型は Q_c の考え方によって、

$$V = \frac{1}{360} \cdot (f_a - \frac{f_b}{2}) \cdot R \cdot t \quad \text{あるいは、} \\ \frac{1}{360} \cdot (f_a \cdot R - \frac{r_c}{2}) \cdot t \quad \dots\dots (1.2)$$

となる。但し自治体によっては式中の $1/2$ を落しているところがあった。単純に流出増分を貯留するという考え方と思われるが水理的には、余分な貯留量が必要なのであり、訂正することが望ましい。

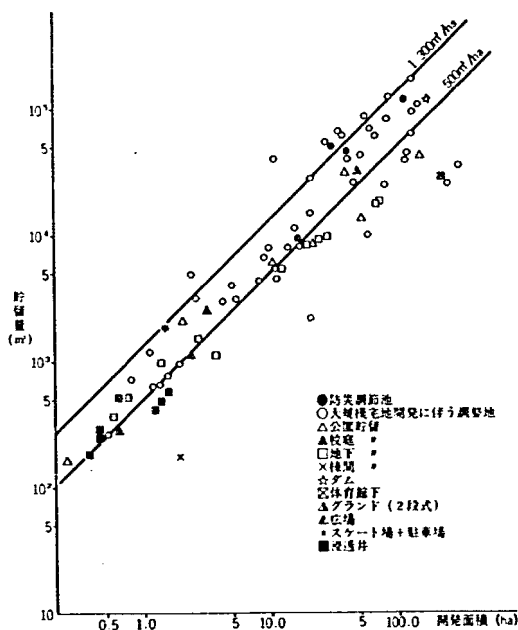


図-1.4 開発面積と貯留量の関係

この外、1 ha当り 500 m^3 、600 m^3 、1,300 m^3 、以上というのがあったが、今回蒐集したデータ（図-1.4）からみると、500 m^3/ha は貯留量が少ない方であり、1,300 m^3/ha は相当ゆとりがある部類に入り、600 m^3/ha (60mm相当) が平均的といえよう。ちなみに某市は、 $V = \frac{1}{360} (f_a - f_b) \cdot R \cdot t$ の式で $f_a = 0.9$ 、 $f_b = 0.6$ 、 $R = 100mm/hr$ 、 $t = 2hr = 2 \times 3,600sec$ を与えて、 $V = 600A$ を求めている。この中では、公園貯留施設の例が比較的多く、小規模のものから大規模のものまで分布している。公園は都市計画法あるいは各市の指導要綱により開発区域内に配置される施設であるので、これを利用した雨水貯留施設が多く見受けられるのは、土地の有効利用という面から見ると当然の事であるといえるのではなかろうか。

また、埼玉県の技術基準では開発による流出増分に加えて、低地を盛土することによる遊水機能減少分を必要貯留量に上のせしている。遊水機能減少分とは、水田等雨水を遊水させていたところが開発に伴う盛土によって失われることを指している。開発区域が2つ以上の河川流

域にまたがり、その内1つの流域に防災調整池を設けない場合は、全流域としての下流許容放流量から、調整池を設けない流域の開発後のピーク流量を控除して新たな下流許容放流量を与えている。以後このような流域を直接流出域と呼ぶことにする。

2) 利水容量算定法の紹介

利水の為の用水確保の目的も加味された調整池の例は、今回3例あったが、いずれも考え方を異にしていた。一つは開発したことによる渇水時の低水流出量減分を補償するものであるのに対して、一つは下流水田地域の必要水量をすべて確保するというものであった。この二つは考え方としては、いわば両極に位置するものといえよう。但し、数字的には、前者は $24,000m^3 / 34.3ha \div 700m^3/ha$ 、後者は $30,000m^3 / 50ha = 600m^3/ha$ となる。最後の一つは、下流水田当り 5,000 m^3/ha というものであった。

以上の結果から判断しても、また下流水田面積によっても影響を受けることから、ここで画一的な考え方を示すことは出来ないが、流域の置かれている条件等を適宜考慮して、あるいは地元かんがい水利権者と協議して決定すべきであろう。

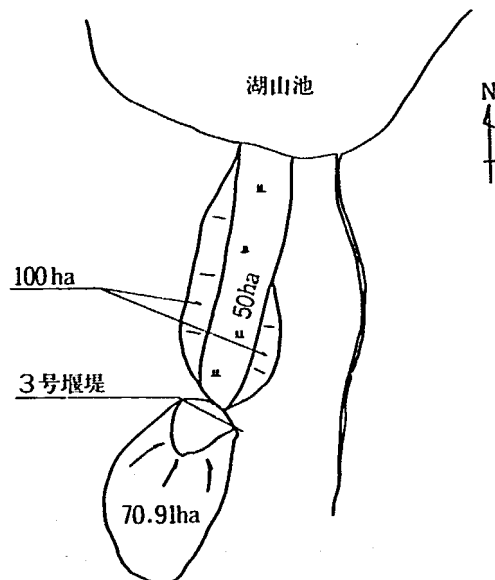


図-1.5 かんがい水田流域平面図

＜参考＞ 利水計算法の例として鳥取県の算定法を示す。

○有効水量，計画基準年

5月～9月末日のかんがい期間の内，5mm/day以下，80mm/day以上を除く雨量の80%雨量，これを有効雨量とし，10年に1回程度起きる干ばつ年を計画基準年とする。降雨資料は鳥取気象台の昭和41年～昭和48年の日雨量を対象とした。

○かんがい面積 50ha

○日減水深の算定

代かき期間中は代かきが終わって田植作業にかかった水田は管理用水の供給が必要であるから，代かき期間中n日目の減水深は1日当り

$$S = \Sigma \left\{ ds + (n-1)d \right\} \frac{1}{n} \quad (\text{mm})$$

…………… (1.3)

となる。ここに，S：代かき期間中のn日における減水深，d：管理用水の減水深，ds：代かき減水深

○代かき用水量の算定

$$ds = 150 \text{ mm}, d = 10 \text{ mm/day}$$

かんがい面積が50haと大きいので，5月1日～5月10日までの10日間とし，そのn日目の減水深は(1.3)式より表-1.1となる。

表-1.1

n 日 目	減 水 深	n 日 目	減 水 深
1	15 mm	6	20 mm
2	16	7	21
3	17	8	22
4	18	9	23
5	19	10	24

故に代かき期間内平均減水深は19.5mm/dayとなる。日減水深は乾田化水田と考えて表1.2のようにする。

○貯水池容量の算定

(堤見谷地区流域面積) 貯水池の流域面積—70.9ha，水田の流域面積—100.0ha

(貯水池の流入水量，損失水量) 貯水池流域の総降雨量の70% (流出率) が貯水池内に流入するものとし，流域面積が大きい堤見谷地区は低水の比流量 = 28.7 m³/day/haを見込

む。比流量は千代川の昭和31～47年の流況資料によった。損失水量は表面蒸発5%，浸透15%，計20%とする。

(水田流域から水田への流入水量) 水田の流域に降った有効水量が水田に流入すると考える。水田面積は100haである。

(貯水容量) 粗用水量 = 純用水量 + 水路損失であらわされ，水路損失を純用水量の15%とする。

表-1.4より堤見地区堰堤の貯水池容量は，損失20%を見込んで，

$$V = 51,014 \times 1.20 = 61,216.9 \text{ (m}^3\text{)}$$

となるが，色々と関係機関と打合わせの結果，利水容量は，50% ÷ 30,000 m³とする。

3. オンサイト雨水貯留施設の紹介

雨水貯留施設の種類は表-1.5の如く多岐にわたる。原則として開発区域内に設置されるものを指し，オフサイト貯留施設と区別する。オフサイト貯留施設の一つである防災調節池は，下流の河川改修に代って洪水を調節する手段として位置づけられ，「防災調節池技術基準(案)」に謳われているように恒久施設であり，開発される地域が丘陵地帯であればダム式(堰高15m未満)となり，平地であれば掘込み式となるのが一般的である。オンサイト雨水貯留施設は，調整池等と同様の機能を持っているが，その土地本来の用途との組み合わせによるもので治水機能はいきおい副次的になることが多い。

以下にオンサイト貯留施設として，現在までに設置されている例を中心としてその現況の紹介をし，並びに設計にあたり，配慮されている細部の構造を概略的に紹介する。これらの諸施設はいまだ明確な構造的，あるいは機能的な評価を充分につくしていないものも見られるが，運用にあたっての参考資料として活用されることを期待したい。

なお住宅公団から，「宅地開発等に伴う雨水貯留施設技術指針(案)」および「宅地開発等に伴う雨水貯留施設技術指針(案)担当者手引き」が出されているので併用されることをおすすめする。

表 - 1.2

活 着 期	活 着 期	活 着 期
5.11~5.20	5.21~5.30	5.31~6.9
10mm/day	10mm/day	10mm/day
分 ケ ヅ 期	分 ケ ヅ 期	分 ケ ヅ 期
6.10 ~ 19	6.20 ~ 29	6.30 ~ 7.9
9mm/day	9mm/day	9mm/day
幼 穂 形 成 期	幼 穂 伸 長 期	幼 穂 伸 長 期
7.10 ~ 19	7.20 ~ 29	7.30 ~ 8.8
9mm/day	9mm/day	20mm/day
出 穂 期	出 穂 期	出 穂 期
8.9~8.18	8.19~8.28	8.29~9.7
8mm/day	8mm/day	8mm/day
出 穂 期		
9.8~9.17		
8mm/day		

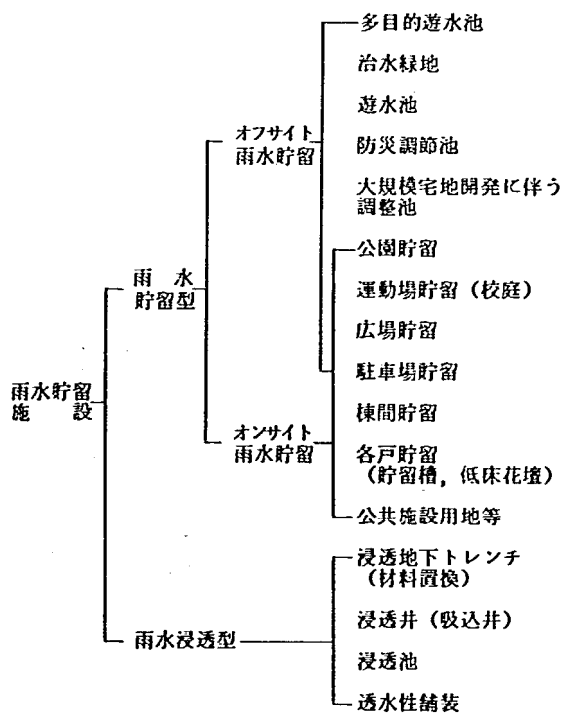
表 - 1.4 堤見谷地区かんがい面積 50ha

期 別	純用水量 A m ³	粗用水量 B m ³	水田流域 からの流入量 C m ³	貯水入 池量 D m ³	D-(B-C) m ³	累加減水量 m ³
5.1~5.10	77,000	88,550	41,000	46,156	-1,394	-1,394
5.11~5.20	45,000	51,750	10,000	27,793	-13,957	-15,351
5.21~5.30	50,000	57,500	0	21,837	-35,663	-51,041
5.31~6.9	30,500	35,075	39,000	46,652	50,577	-464
6.10~6.19	—	—	161,000	121,594	282,594	0
6.20~6.29	32,500	37,375	25,000	36,230	23,855	0
6.30~7.9	22,000	25,300	46,000	49,630	70,330	0
7.10~7.19	7,500	8,625	75,000	72,460	138,835	0
7.20~7.29	45,000	51,750	0	20,348	-31,402	-31,402
7.30~8.8	73,000	83,950	54,000	54,097	24,147	-7,255
8.9~8.18	23,000	26,450	34,000	43,178	50,728	0
8.19~8.28	28,000	32,200	23,000	37,104	27,904	0
8.29~9.7	398,000	45,770	400	22,830	-22,540	-22,540
9.8~9.17	16,000	18,400	48,000	52,608	82,208	0

表 - 1.5

表 - 1.3

期 別	計 画 水 深 mm	有効雨量 mm/day	純用水量m ³ (堤見地区) 50 ha
5.1~5.10	シロカキ 19.5	4.1	77,000
5.11~5.20	10.0	1.0	45,000
5.21~5.30	10.0	0.0	50,000
5.31~6.9	10.0	3.9	30,500
6.10~6.19	9.0	16.1	—
6.20~6.29	9.0	2.5	32,500
6.30~7.9	9.0	4.6	22,000
7.10~7.19	9.0	7.5	7,500
7.20~7.29	9.0	0.0	45,000
7.30~8.8	20.0	5.4	73,000
8.9~8.18	8.0	3.4	23,000
8.19~8.28	8.0	2.3	28,000
8.29~9.7	8.0	0.4	39,800
9.8~9.17	8.0	4.8	16,000



1) 公園貯留

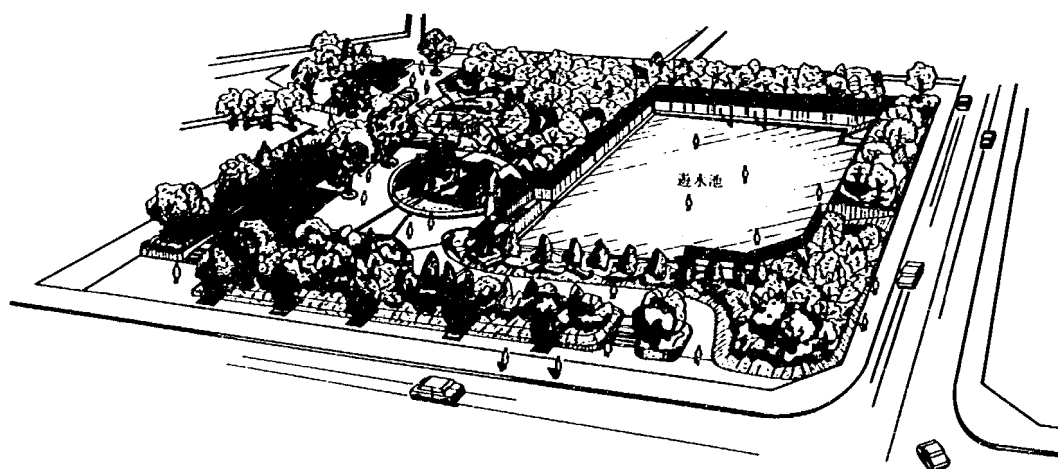
公園の中でも児童公園は、①児童幼児に対する安全性を考慮した深さとすること、②浅い掘込み式が原則であるなど、その形状決定に制約がある。そして、これは貯留施設の規模が小さいので他地域の集水はむづかしい。これに対し近隣公園は、有効な水深を持たせた池とグラウンドを組み合わせた構造にすることが可能で、治水効果は大いに期待でき、貯留量が多いのである程度他地域の集水が可能である。表－1.6に公園貯留の実例の概要を示す。

公園貯留施設での雨水貯留は、その性格上、安全性を重んじなければならないので、湛水深

は、浅いものであろうと思っていたが実際の施設は小さな貯留池面積で多量の雨水を貯めなければならないという実状からか深くならざるを得なかったのであろう。地下貯留槽も併せ持つユーカリ公園では、公園周囲にフェンスを張り廻らせ、出入口には鍵をつけて、降雨があれば直ちに施錠し利用者が入園出来ないように管理をしている。なおこのユーカリ公園が属する松戸市の富士川における雨水貯留の全体概要は「雨水貯留に関する調査（第3報）」57頁以後に述べられている。あわせて参照されたい。この雨水貯留施設による機能発揮例を本報告書31頁以下に若干ふれてある。公園貯留のタイプの

表－1.6

施設名	形状	湛水深 (m)	設置場所
沼津西	掘込式	約 0.95	沼津市
ユーカリ公園	掘込式 (+ 地下貯留槽)	地表 1.4 地下 3.5	松戸市
滝山団地	5 ha の広場内に公園及びグラウンドが約 2 ha	約 0.8	東久留米市
牛川公園	掘込式	約 1.0～1.2	豊橋市
善波池	掘込式	3.5	豊明市
みどり団地	ダム式	約 1.0	石川県



図－1.6 あさみ野団地公園貯留鳥かん図

うち、あざみ野団地、牛川公園、滝山団地における貯留施設の概要を以下に集録しておく。

なおこの特殊な例として調節池内に釣堀を設置し好評を得ている例がある（蓮田ニュータウン、写真－1.2）。このような例も今後検討すると良いが一般に雨水とはいえ、団地からの排水は汚れているものが多いので、水質の面から制約をうけることとなる。

<横浜市あざみ野団地公園貯留>

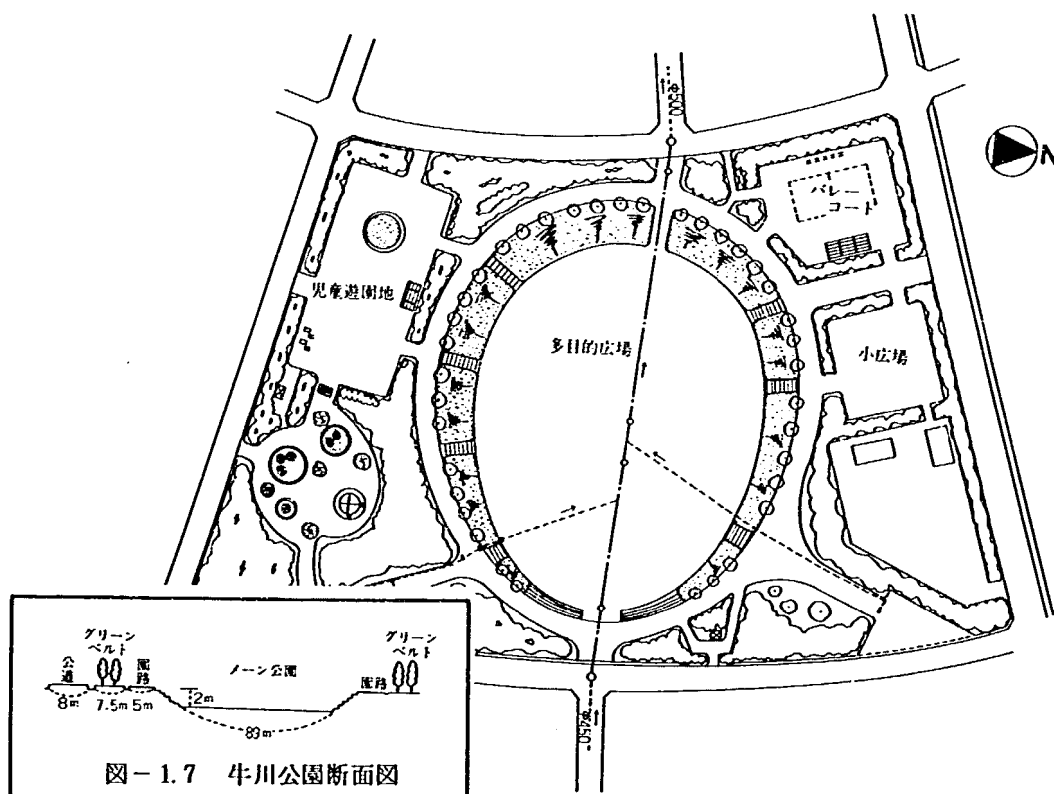
- 施設計画概要 区画整理に伴う防災調整池を公園に設置（図－1.6）
- 設置場所 神奈川県横浜市緑区
- 施設規模 $V = 286 \text{ m}^3$
- 雨水計画値 30 mm/hr 3時間
- 容量決定の考え方 団地内流域で直接放流となる流域が出来るが、その分は遊水池に（学校と）分担して見込み、周辺の流域及び下流の管渠ならびに河川に対し支障のないよう設計する。

<豊橋市牛川公園>

- 施設計画概要 区画整理に伴う防災調節池を公園に設置（図－1.7～8）
- 設置場所 愛知県豊橋市牛川町
- 施設規模 公園面積 2.2 ha のうち $7,100 \text{ m}^2$ 最大 $9,400 \text{ m}^2$ 最大湛水深 1.2 m
- 建設費 57,670千円（公園造成工事、整備工事費）



豊橋市牛川公園の公園貯留

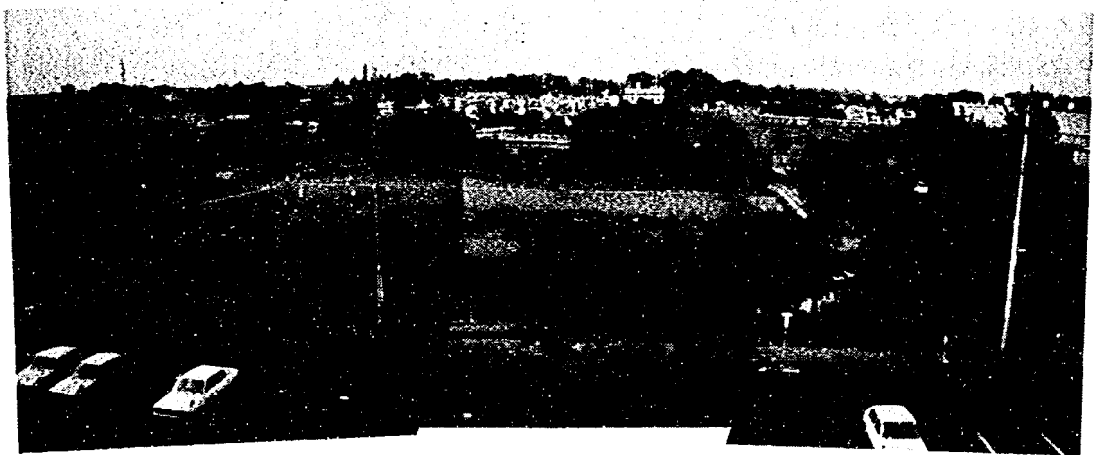


図－1.8 牛川公園 多目的広場を利用した貯留地

<東久留米市滝山団地>

- 施設計画概要 区画整理に伴う調整池内に公園、グラウンドを設置したものである。この調整池では排水口にスルース・ゲート(手動)を設けており降雨時には下流の状況を見ながら操作するように配慮されている。(図-1.9、写真-1.3~4)
- 設置場所 東京都東久留米市滝山

- 施設規模 全体面積 約5ha 内、公園、グラウンド約2ha $V = 42,000 m^3$
- 雨水計画値 計画下流許容放流量 $20.5 m^3/sec$
- その他 デメリットとして、ごみが溜ること、雑草の繁茂、害虫の発生がある。(清掃の実態…草刈、水路浚渫…年一回)



東久留米市滝山団地の公園貯留

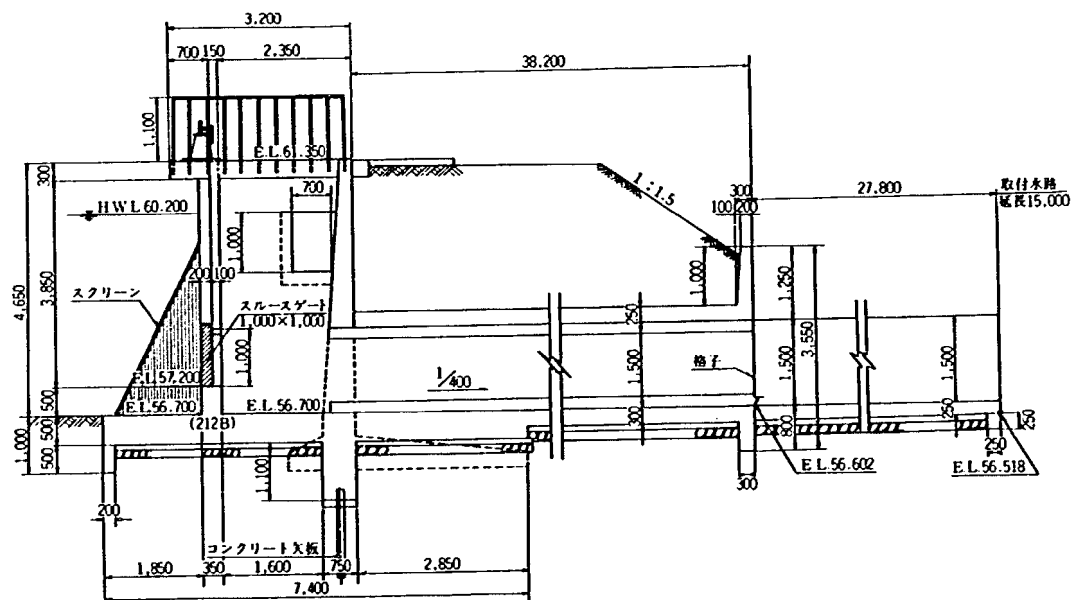


図-1.9 滝山団地貯留施設よりの排水口断面図

2) 校 庭 貯 留

①児童、生徒の安全性を考慮した深さのものである。②掘込み式が原則である。表-1.7に校庭貯留の実例の概要を示す。

上の11校は校庭全体に貯留する方式をとっているので湛水深は浅く、その下の小・中学校7校は、校庭の一隅に約1,000 m^3 の面積の貯水池を設けている為、その湛水深は1 m を越している。

また横浜市には、現在14校の小・中学校で校庭貯留が実施されているが、その内訳は校庭全面7校、校庭の隅に深いもの6校、公園型にしたもの1校である。

表-1.7

学 校 名	形 状	湛水深(m)	設置場所
藤ヶ丘小学校	校 庭	0.2	横 浜 市
美しが丘	"	0.2	"
左近小高	"	0.2	"
善 部	"	0.2	"
富塚西	"	0.26	浜 松 市
南希望ヶ丘中学校	"	0.2	横 浜 市
上 の 宮	"	0.2	"
橘	"	0.2	"
県立厚木 高 校	"	0.26	相模原市
あざみ野 団地内	"	0.34	横 浜 市
第2額 小学校	"	約0.3	金 沢 市
新吉田第2	調整池型	1.0	横 浜 市
飯田北	"	1.0~1.5	"
伊勢山	"	"	"
相武台	"	0.7	相模原市
芹が谷 中学校	"	1.40	"
菅 田	"	1.5	"
鴨 居	"	1.36	"
上飯田	公 園 型	1.0	"
文 教 大 学	調整池型+校庭	2.0+0.08	越ヶ谷市

<埼玉県文教大学総合グラウンド>

○施設計画概要 当地域は洪水時の氾濫原であり、県河川課によって湛水区域として指定されている。このため運動場設置に伴う盛土で減少する湛水量（この運動場地点で湛水深75 cm ）に見合った貯留施設が義務づけられた非常に稀なケースといえる。但し通常の開発による500 m^3/ha の貯留分については運動場面に貯留し（増分1,012 m^3 ）、盛土による遊水機能減少分（8,000 m^3 ）を、当該地点の遊水位より2 m 下げた深さの池（4,000 m^3 ）で貯留することとした。この二段式の構想により、下位の面を全天候型テニスコートとして利用している（写真-1.5）。また周

囲の水田の湛滞時の水位が高いため、テニスコート部の土留め擁壁の構造をシートパイルとし周囲からの漏水を防止している。この部分が全工費の1/3程度となっている。

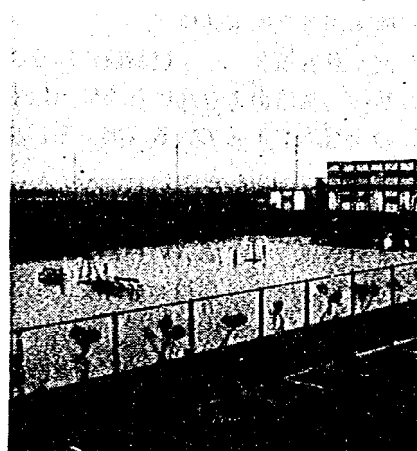
この施設の設計例を図-1.10~1.12に掲載し参考に供したい。

○設置場所 埼玉県越谷市大字南荻島

○施設規模 容量 $V = 4,000 m^3 \times 2m + 12,225 m^3 \times 0.0827m = 9,012 m^3$
ポンプ $0.1 m^3/s \times 2$

○建設費 95,152 千円

○容量の決定の考え方 開発による増分 500 m^3/ha と盛土に伴う遊水減分だけの貯留施設をつくる。



文教大学総合グラウンド（テニスコート）

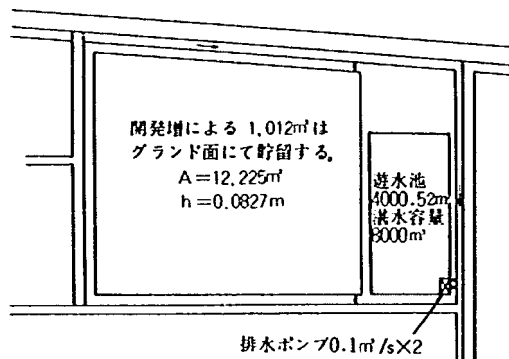


図-1.10

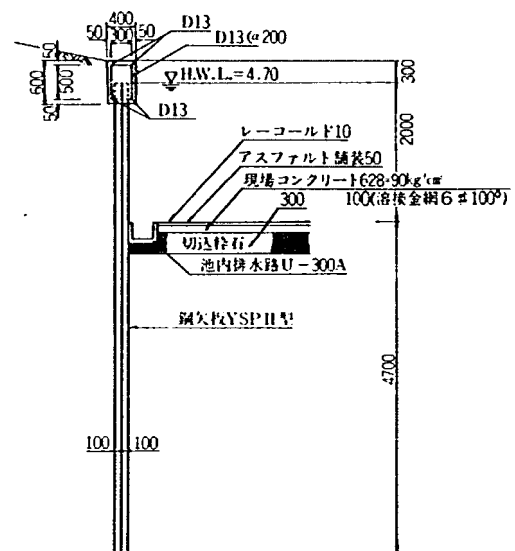


図-1.11 全天候型テニスコート舗装の仕様図

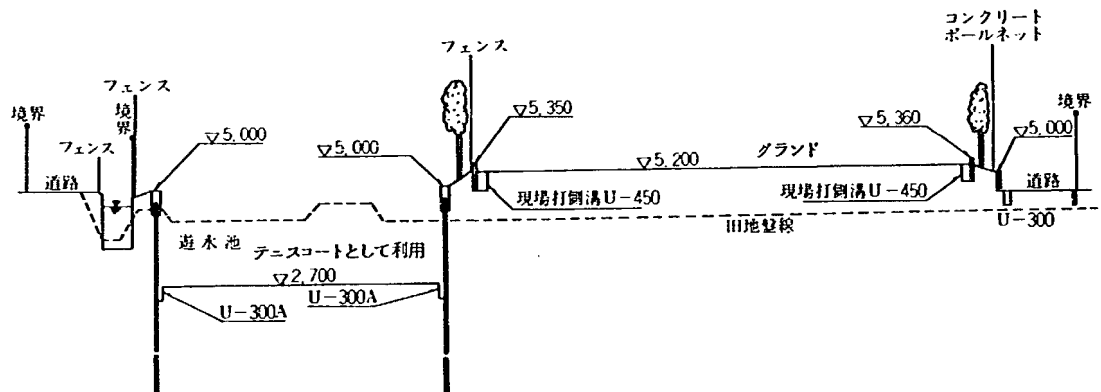


図-1.12 文教大学総合グラウンド及びテニスコート断面図(テニスコートのシートパイルで地下水流入を防ぐ配慮をしている)

< 神奈川県立厚木高校 >

- 施設計画概要 学校新設に伴う調整池。道路面より高いため50cm以上の余裕高をとっている(図-1.13参照)。
- 設置場所 神奈川県厚木市下荻野
- 設計規模 容量 $V = 2518 \text{ m}^3$,
放流管径 $D = 0.11 \text{ m}$, 水深 0.26 m
- 建設費 2,920 千円
- 雨水計画値 51 mm/hr , 2時間
(厚木市の基準より矩形分布) 流入,
流出量: ラショナル式による。



厚木高校 校庭貯留

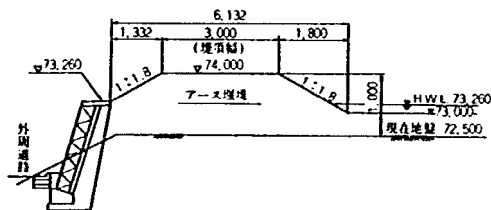


図-1.13 神奈川県立厚木高校調整池断面図

<浜松市立富塚小学校>

- 施設計画概要 現地は台地に当る場所であるので、溪谷部の下流河川に及ぼす影響がある為、調整池を学校に設置（写真-1.6～7参照）。調整池からの排水量を調節し、かつ土砂による閉そくを防ぐため余水吐をかねて、図-1.14、図-1.15のような型の構造とした。
- 設置場所 浜松市富塚町
- 施設規模 総貯水池容量 $V = 4,980 \text{ m}^3$ （水深0.5m）、洪水調節容量 $2,440 \text{ m}^3$ （水深0.25m）、下流放流 凹ヒューム管（250mm, 500mm）
- 建設費 17,459千円
- 雨水計画値 50年確率降雨強度及び到達時間30分以内を考え、1時間の調整

○ 容量決定の考え方 ピーク流出量（ラショナル式）

$$V = (r_i - \frac{r_c}{2}) t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$

r_i : 任意継続時間の t_i の降雨強度 (mm/hr)

r_c : 下流許容放流量に相当する降雨強度 (mm/hr)

t_i : 任意の降雨継続時間 (sec)

○ その他 土砂堆積場所の常時湛水による悪臭の問題がある。

この外の例として、横浜市美しが丘東小学校の写真（写真-1.8～11）を載せておく。

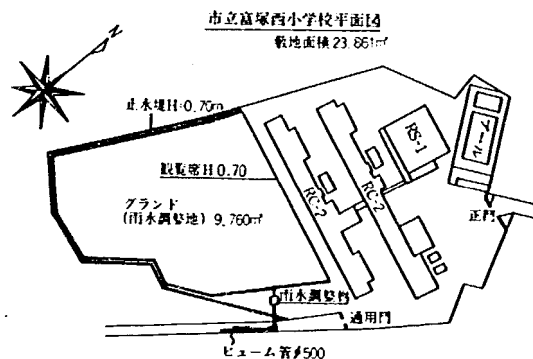


図-1.14 富塚西小学校グランド貯留平面図

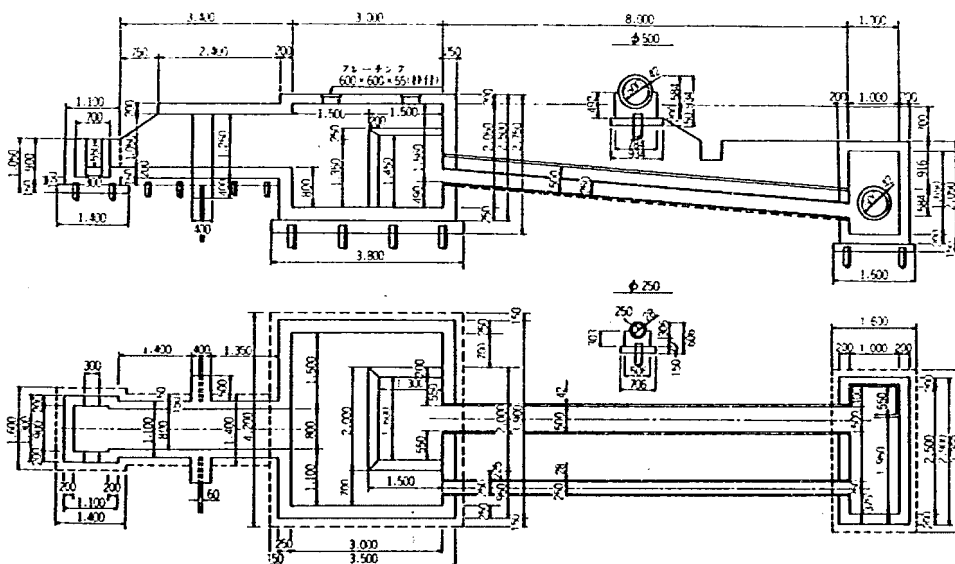
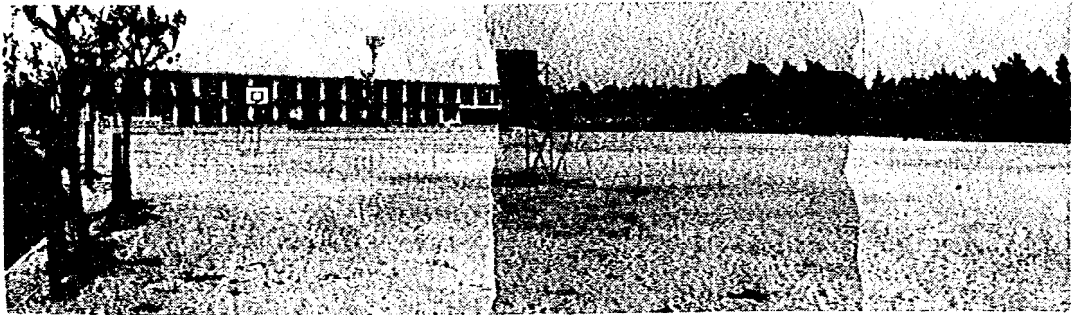


図-1.15 排水口工の詳細図（二段構成で、沈砂、余水吐を考慮している）



浜松市立富塚西小学校の校庭貯留

3) 広場貯留

団地の中、ショッピングセンターの中、工場の材料置場等が考えられるが、広場の施設構造により貯留水深、勾配に制約がある。今回のアンケート結果には1例しかなかったが、写真に見るように湛水深は校庭（全面）貯留とはほぼ同程度（表-1.8参照）となっている。ほかに写真-1.12（3報の口絵写真）のように、景観的に異和感をあたえない、きれいなものもある。

表-1.8

施設名	型式	湛水深(m)	設置場所
アスファルトプラント工場	——	——	名古屋市
芝園団地内	公園型	0.7	川口市
大久保団地内	〃	0.6	浦和市

<名古屋アスファルトプラント工場>

- 施設計画概要 工場建設に伴う調整池を工場広場に設置（写真-1.13参照）
- 設置場所 愛知県名古屋市南区
- 施設規模 $V=1,122.9m^3$, 放流管 $\phi 250mm$ 2本
- 雨水計画値 降雨強度 $50mm/hr$ 1時間
- 施設規模 貯水池A（通路又は空地）容量＝貯留量， 貯水池B（ストックヤード内）容量＝容量 $\times 0.2$ （20%の有効調節量）

必量調節容量は、

$$V = \left(r_i - \frac{r_c}{2} \right) t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$



名古屋市アスファルトプラント工場の広場貯留

4) 駐 車 場 貯 留

i) 駐車場貯留

自動車のブレーキドラムが濡れると危険な為、水深は約0.10mと制約される。ただし豪雨時は駐車しないという条件でかなりの水深まで貯留可能となる。構造は表面舗装した浅い掘込み式とする。駐車場は、かなりの面積を持つので治水効果は期待できる。

ii) 浸透域を有する駐車場

駐車場内に芝生、砂利敷き等を設け、雨水をこの部分に通し、浸透を利用して流出をおさえる。駐車場貯留の一例としてスケート場と駐車場を雨水貯留施設として利用している例を紹介する(図-1.16)。



三重県湯の山高原国際スケートセンターの駐車場貯留

<三重県湯の山高原国際スケートセンター>

- 施設計画概要 スケート場開設に伴う調節池をスケート場及び駐車場に設置する。図-1.16はその概要図である。(写真-1.15)
- 設置場所 三重県三重郡菰野町
- 施設規模 $V = 1,870 \text{ m}^3$
- 建設費 工事費 240,000 千円(土木、建築、冷凍、電気設備工事)
- 雨水計画値 既往最大降雨(S. 49. 7. 25 四日市土木事務所観測資料)

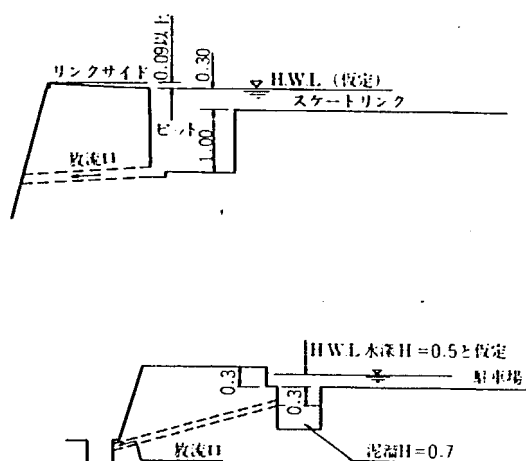


図-1.16 湯の山高原スケートセンターの雨水貯留概要

5) 棟間貯留(低床花壇あるいは公園)

棟間貯留とは、団地等の集合住宅(中高層住宅)の棟の間に雨水をためることを指し、一般的には掘り下げる形をとる。これは実際に住宅公団ではすでに実施され、花等を植えたことから、低床花壇と呼ばれている。

本質的には、各戸貯留槽であるが、まだ一般住宅には例がないので、ここでは「棟間貯留」の呼称を使ってとくに紹介する。

なお治水的には、いわば降ったその場で溜めることから、現地(on-site)貯留に分類され、本質的にはもっともすすめられるべきものである。すなわち原理的には最上流端で溜めれば、下流の排水施設の規模が小さくてすむとか、土

砂等の場合でも防災調整池に流入すれば排除しなければならないがその場で流出が阻止できればその必要も少ないといったことがまず挙げられるが、なによりも大きいことは、必要調整池規模を減少させ、その利用面の自由度を上げること、すなわち調整池の多目的利用がより容易になることであろう。これは危険の分散の意味でも有効である。

次には棟間貯留量が一体どの程度のものかを土木研究所の調査結果や、住宅公団で聞いた話から検討してみよう。

まず実例から紹介すれば埼玉県の新座団地(図-1.17、写真-1.16~19)には、11個の棟間公園があるが、これの貯留量を測定してもら

ったところ表-1.9を得た。これによれば団地面積25.6haで2.5万 m^2 つまりはほぼ100mmの貯留ポテンシャルがあることがわかる。ただしこの場合は、表にもあるように最大水深がほとんど1mを越えており、この値はいわば棟間貯留の1つの上限を示すものとして理解されよう。

また埼玉県草加市の新栄町団地の場合は、公団の方で約400 m^2 /haという話であったが、筆者らの調査ではもう少し大きいように判断された。この棟間公園の深さは約30cmであり、400 m^2 /haの貯留量は水頭にして40mmということになる。棟間貯留は住宅地に隣接して設ける為、緊急車の導入、建物の保護、幼児に対する安全性、維持管理

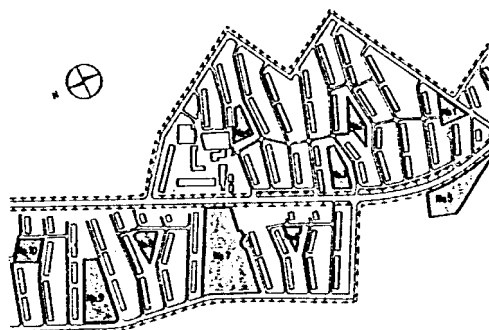


図-1.17 新栄団地

表-1.9 新栄団地調節池容量面積一覧表

調節池 No	容量 V (m^3)	面積 F (m^2)	最大水深 (m)
1	1,428.7	1,525.0	1.30
2	1,818.2	2,377.5	1.20
3	2,843.9	2,955.0	1.30
4	1,576.6	1,567.5	1.40
5	3,474.2	4,422.5	1.30
6	849.8	1,115.0	1.10
7	7,844.3	9,164.5	1.70
8	1,213.0	2,001.5	0.95
9	1,915.9	3,613.3	1.10
10	1,194.6	1,140.5	1.30
11	831.5	1,095.0	1.20
合計	24,990.7	30,927.3	

等を考慮しなければならない。芝が主体の掘込式が原則であり、排水が停滞しないよう適当な勾配をもたせることが望ましい。その水深は安全性よりやはり0.30m程度であろう。治水効果は、かなり期待できるが集合住宅地内に散在する為流域の集水はむずかしい。多目的利用の土地なのでフェンス等の施設は設けない方が望ましい。図-1.18はこのような棟間貯留の一例を示すものである。特に降雨後の排水の問題はこのタイプでは重要であって、その上の土地利用との関係から、従来設置されている例では降雨終了後6時間程度で全量排出の計画で設計されているが、実状についての調査結果（本報告書57頁参照）では、排水に困難と見られる例もある。ただし、低地部での水たまり程度の排水は容易ではなく、場所によっては水抜き暗渠等の配慮をした方が良くと考えられる。次に紹介するえびな団地の低床花壇では図示のように、排水用の深い溝とそのとりつけ斜面部が貯留用に用いられる設計となっている。このような部分にまで雨水に対する注意を払い、下流への負担を軽減する試みの一例として御参考に供したい。

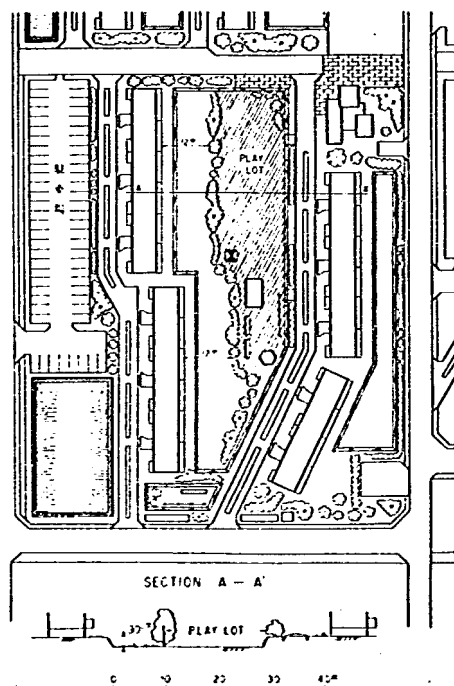


図-1.18

＜神奈川県えびな団地＞

○施設計画概要

宅地開発に伴う調整池を団地棟間、公園内
プレイロットに設置（低床花壇は図－1.19，
プレイロットは図－1.20 参照）

○設置場所 神奈川県海老名市新田

○施設規模 $V = 181.6 \text{ m}^3$ ，水深 0.40 m

○雨水計画値 30 mm/hr 3 時間（海老名市
指導）

○容量決定の考え方 開発前と開発後の流出
係数の差を 0.1 とする。

流出計算式

$$Q = \frac{1}{360} \cdot f \cdot r \cdot A$$

f ：流出係数（平均値）

$$r = \frac{4500}{t+30} \quad (\text{海老名市指導})$$

A ：流域面積 t ：流達時間

調整池容量

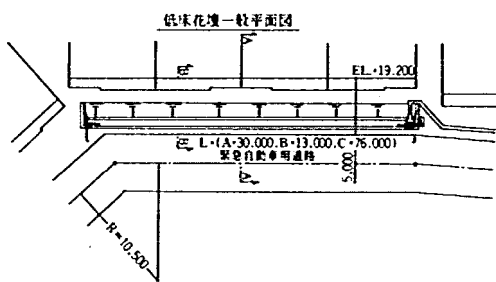
$$V = \frac{1}{360} (f_a - f_b) \cdot r \cdot t \cdot A$$

$(f_a - f_b)$ ：（開発後の流出係数－
開発前の流出係数）（海老名市指導）

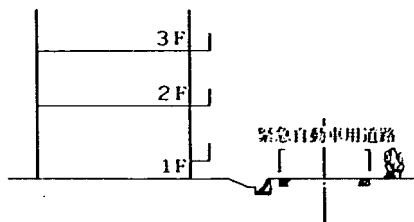
t ：降雨継続時間

（海老名市指導）

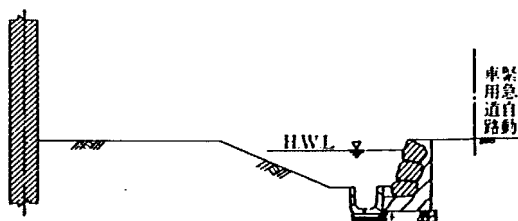
他に千葉県あやめ台団地の写真（写真－1.20
～22）を載せる。



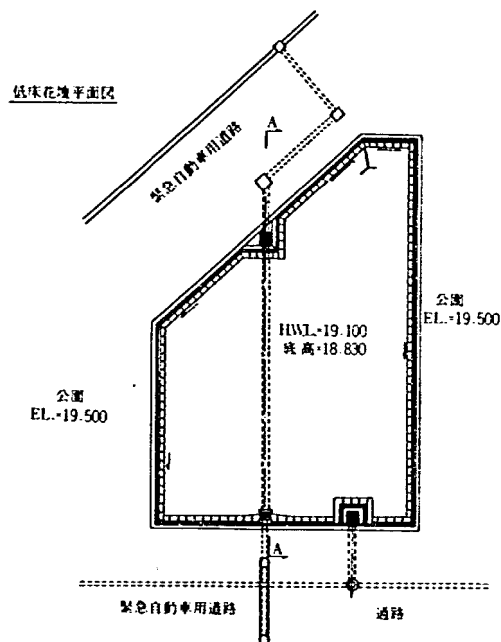
A-A断面図



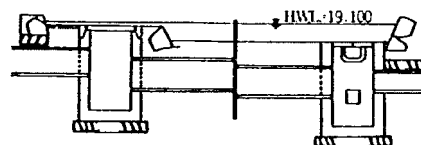
B-B断面図



図－1.19 えびな団地低床花壇の設計例



A-A断面図



図－1.20 えびな団地プレイロット
貯留施設

6) 各戸貯留

棟間貯留も各戸貯留の一例と考えられるが、一応個人住宅における貯留をここでは考える。このような場合には各個人住宅地の屋根面積からの集水を、庭や池等に貯留するかあるいは地下浸透を図るタイプの貯留槽が考えられる。今回の調査では一例も見あたらなかったが、建設省京浜工事事務所で計画作成した資料に基づき、A家の例を示して参考に供する。図-1.21はA家の平面図とその中での池による貯留槽の断面図を示している。この例では敷地 169 m^2 、屋根面積 97 m^2 に対し、全面積に 30 mm 程度の貯留ポテンシャルをもつ時の容量 5.1 m^3 を貯留容量とした。貯留効果は、貯留施設なしの時 125.9 mm/hr （5分間）の流出が 32.4 mm/hr （5分間）

に、 50.0 mm/hr （1時間）の雨が 22.3 mm/hr （1時間）にまで、減少できることとなる。この時の貯留は、池の部分と地下貯留槽、地下貯留槽に付属する浸透性陶管の三者で受け持つ形となっている。



各戸貯留槽

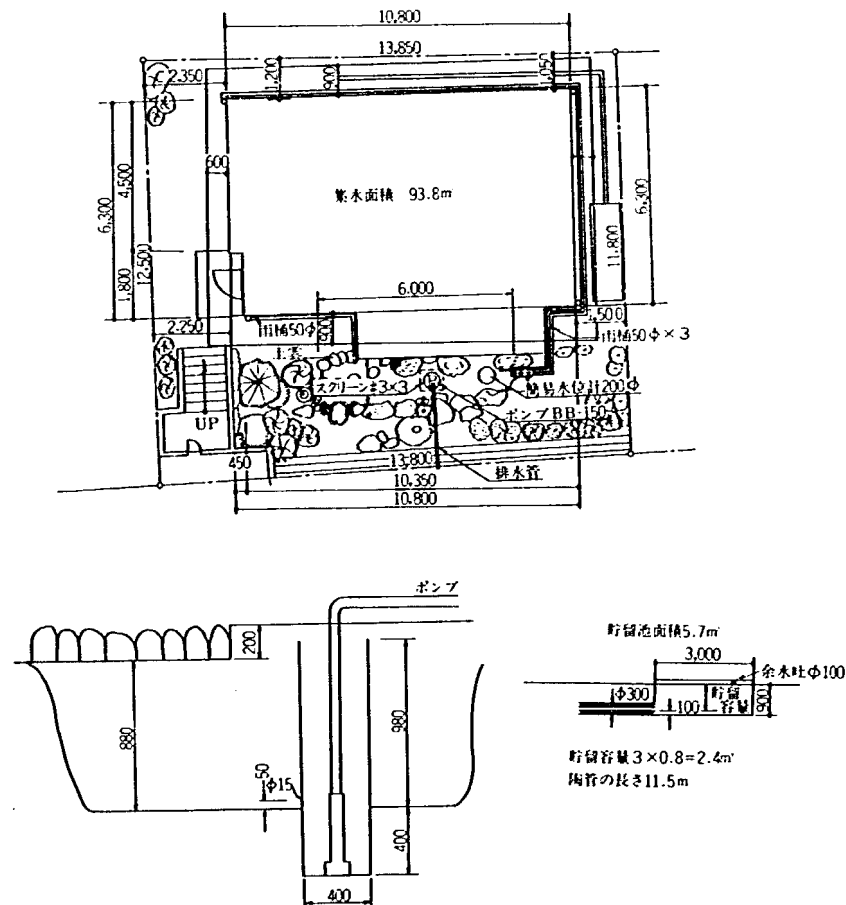


図-1.21 各戸貯留の概要図（A家の例）

7) 多段式雨水貯留

雨水貯留によって治水効果を上げる為には、小流量時はなるべく早く排除し、大流量時に有効な貯留を果す構造が好ましい。極端な場合を想定すれば図-1.22に示すような構造は、小流量時でも高いヘッドが得られて効率が良い。これは右の箱を有効に使おうというものであり、対象とする降雨によって左右の箱の大きさを変えるのが良いが、一般的に左が小さい方がよいであろう。このような例は多数みられており、都市域での土地の有効利用の観点から、ますます増加すると考えられる。このようなケースでは低位部の常時湛水に伴う周辺地区への衛生上の配慮が必要とされ、できれば通常時にはドライな状態に保持できるような構造が望ましい。一方、周辺地区との関係で池としての景観をもたせるような配慮も場合によっては必要とされる。以下に数例を挙げておく(表-1.10)。なお、このタイプにした場合の必要貯留量の減少量の計算例を第2章に示しておくので参考にされたい。

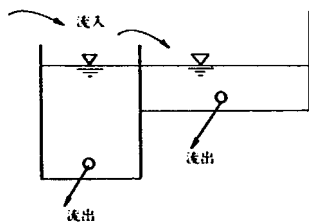


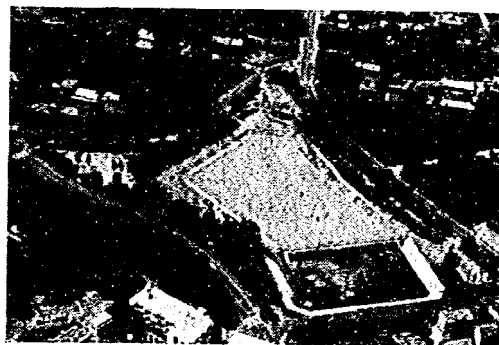
図-1.22

表-1.10

施設名	上段利用状況	湛水深(m)	設置場所
大根池	グラウンド	{ 上段 2.5 下段 2.5	名古屋市
狭山台閉地	上段 公園 中段 自由運動場 (湿地)	高低差 1.0m位 1.5位	狭山市
広島銀行スポーツランド	テニスコート	最大4.95	広島市
まつむら閉地	公園	{ 上 0.75 下 0.95	石川県
越谷流通閉地	サッカー場	{ 上 3.2 下 5.3	越谷市
牧の原閉地	グラウンド	{ 上 2.0 下 4.5	松戸市
すみがけ丘	"	{ 上 下 4.0	横浜市
鍋島閉地	"	{ 上平均2.1 下 2.6	佐賀県

<名古屋市大根池雨水貯留事業>

- 施設計画概要 大根池は、本来ため池であったが現在では周辺地域は完全に市街化し、貯留水の用水としての利用は全くなされていない。そこで現在の池への流入施設、池からの放流施設を改良し、洪水調整池とする。さらに池を干拓して、池底を運動広場的に使用可能なよう整備する。安全性の面から、あるいは維持管理の面から中降雨時と豪雨時との間に貯留面積の差を設けることに利点があると考えられるので池底を2段式とした(写真-1.23~24, 図-1.23~24)。
- 設置場所 愛知県名古屋市瑞穂区
- 施設規模 $V = 35,600 m^3$ 放流管径1,200mm(但し下流水路の流下能力以上になるため、暫定的に放流管呑口構造に措置を講じ、放流量を制限する)。
- 建設費 47,759千円(池整備費 37,481千円)
- 雨水計画値 100年確率降雨強度洪水到達時間内平均降雨強度 135mm/hr。但し、小遊水池は2年確率降雨に対して計画する。



名古屋市大根池の二段式貯留施設

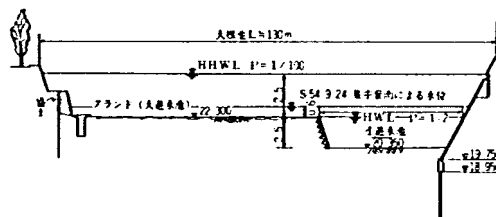


図-1.23 大根池横断面図

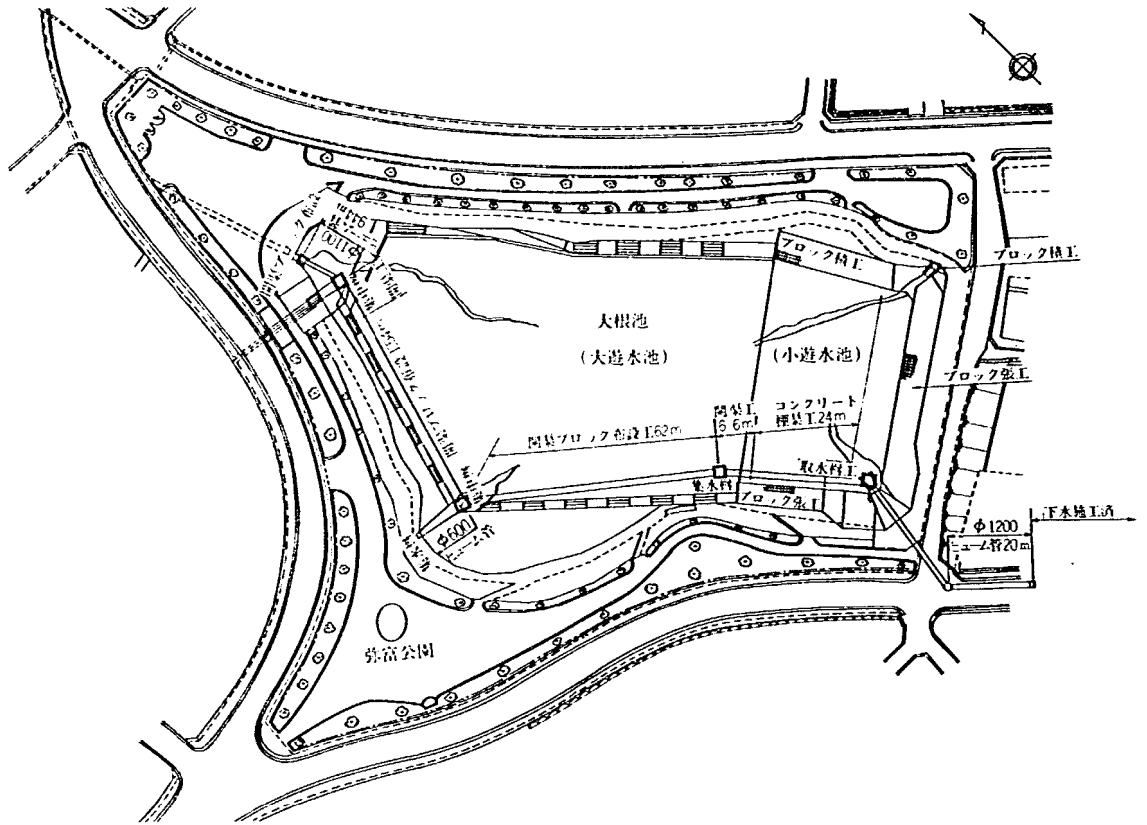
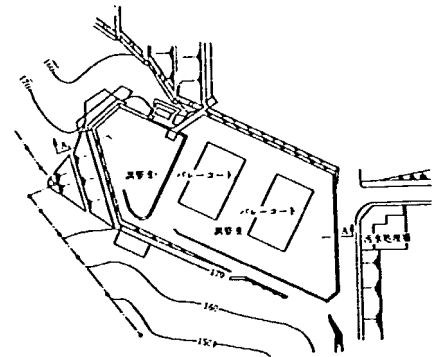


図-1.24 大根池平面図

<広島県広島銀行テニスコート>

- 施設計画概要 都市計画法に基づいたスポーツランド開発に伴う調整池を2段式調整池としたものである(図-1.25, 写真-1.25参照)。
- 設置場所 広島県広島市已斐上町
- 施設規模 $V = 6,653 m^3$ (堆砂容量 $(417 m^3)$ 含まず)
- 雨水計画値: $1/50$ 確率 $24.9 mm/hr \times 1 hr$



広島市広島銀行スポーツランドの
2段式貯留施設

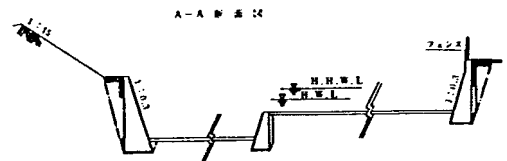
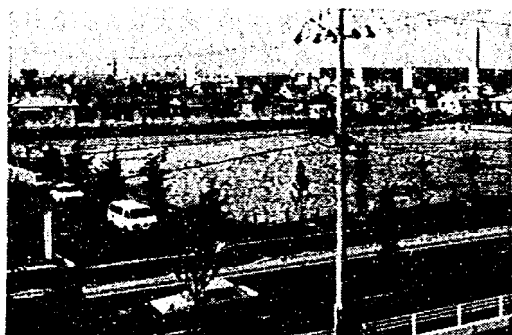


図-1.25 広島銀行テニスコート貯留
施設の概要

<佐賀市鍋島団地調整池>

- 施設計画概要 用地造成に伴う調整池を2段式調整池としたものである。グラウンドを有効利用するため高位のグラウンド部に盲暗渠が施工され、排水を図っている(写真-1.26)。
- 設置場所 佐賀県佐賀市鍋島町



佐賀県鍋島団地

- 施設規模 $V = 31,000 \text{ m}^3$ ポンプ $0.31 \text{ m}^3 / \text{sec}$
- 建設費 66,510 千円
- 雨水計画値 1/10確率の1日雨量(290mm)

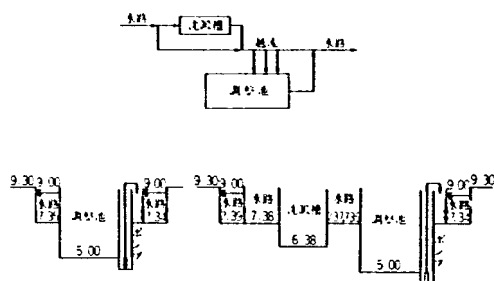


図-1.26 鍋島団地調整池の概要

8) 地下貯留

道路、駐車場下又、住棟下等に貯留槽を設けるものである。このようなケースでは排水用にポンプが必要となるケースが多い。

このタイプのものは当然の事ながら市街地に地上貯留するスペースが期待できないような家屋の過密地域に多く設置される。かなり高価なものとなる。

表-1.11

施設名	地上利用状況	容量 (m^3)	調節方法	設置場所
ユーカリ公園 (公園にも貯留)	公園	8700	自然放流 ポンプ排水	松戸市
大平島雨水貯留槽		18000	電動ゲート ポンプ排水	一の宮市
和光 "		8200	"	"
富士 "		5600	"	"
常光 "		9600	"	"
緑 "		9200	"	"
あざみ野団地	駐車場	964	自然放流 自由越流式	横浜市
タウン千代田橋	"	1073		名古屋市
笠幡団地	"	2150	自然放流 自由越流式	川越市
八事表山団地	住棟	370		名古屋市
プラザフェニックス八事	道路	115	ポンプ排水	"
玉串第2市街地	団地内道路	716	自然放流 自由越流式	東大阪市

<名古屋市タウン千代田橋駐車場地下貯留>

- 施設計画概要 宅地造成に伴う調整池を駐車場地下に設置
- 設置場所 愛知県名古屋市千種区猪高町
- 施設規模 地下貯留方法としてボックス形式を用いた。施工法は現場打とする。尚、調整槽の側壁を擁壁と兼用し施工費の低減を図る。(配置上、北及び西側に駐車場が集中配置されており、隣接地との高低差が2.0 m程度生じるため、スペース確保による擁壁設置が必要となった。) $V = 1,073 m^3$
- 建設費 42,600 千円
- 雨水計画値 降雨強度 $50 mm/hr$
- 容量の決定の考え方 流出量算定式、合理式

$$V = \left(r_i - \frac{r_c}{2} \right) \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$

V : 必要調整容量 (m^3)

r_i : 通常は降雨強度 $1/50$ 確率 ($80 mm/hr$) を使用しているが、今回は平地であり、安全性を考慮して $1/5$ 確率 ($50 mm/hr$) を採用した。

r_c : 調整池下流の流出能力の値に対応する降雨強度 (mm/hr)

t_i : 継続時間 = 3,600 sec

f : 開発後の流出係数

A : 開発区域面積 (ha)

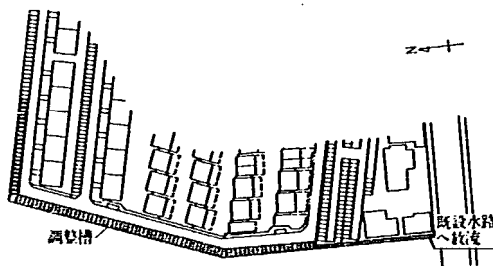


図-1.27 駐車場地下貯留槽平面図

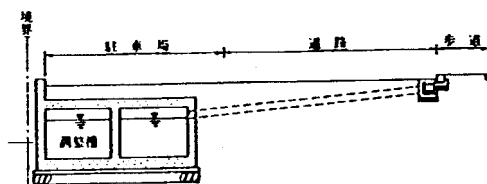


図-1.28 駐車場地下貯留槽

<横浜市あざみ野団地駐車場地下貯留>

- 施設計画概要 宅地造成に伴う調整池を駐車場地下に設置。図-1.30にその鳥瞰図、図-1.29に設計図を示す。
- 設置場所 神奈川県横浜市緑区
- 施設規模 容量 $V = 964 m^3$
オリフィス径 $7.6 cm$, 最大放流量 $0.519 m^3/sec$
- 雨水計画値 降雨波形は矩形分布 $40 mm/hr$ 3時間
- 容量決定の考え方 洪水ピーク流量の算定式 (ラショナル式)

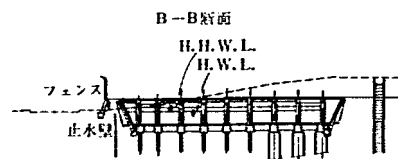
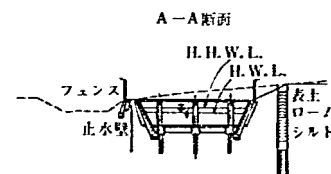
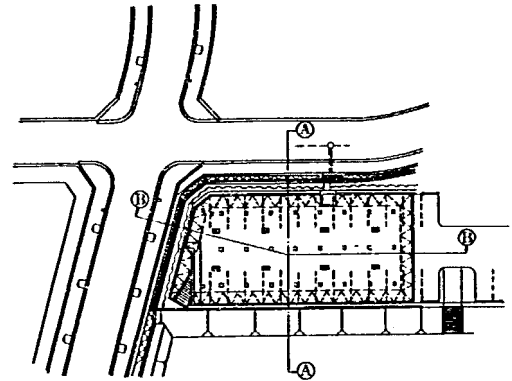


図-1.29 あざみ野団地地下貯留計画平面図

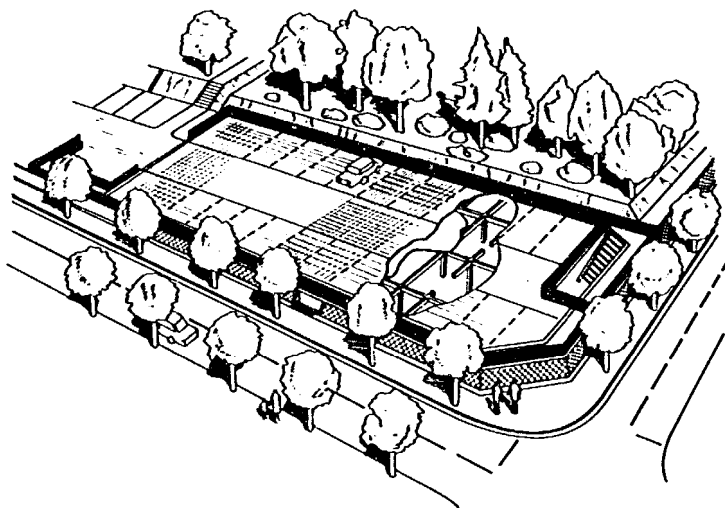


図-1.30 あざみ野団地駐車場下貯留鳥かん図

<名古屋市八事表山住棟地下貯留>

○施設計画概要 団地造成に伴う調整池を住棟下の地下に設置

○設置場所 愛知県名古屋市

○施設規模 $V = 370.5 \text{ m}^3$ (6箇所合計)

○雨水計画値 80 mm/hr 1時間

○容量の決定の考え方

$$V = (r_i - \frac{r_c}{2}) \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$

○その他 河床勾配が10‰と急ではあるが形状的には安定している。必要貯留は計画の排水ブロック毎に調整槽を設けることにより対応させる。

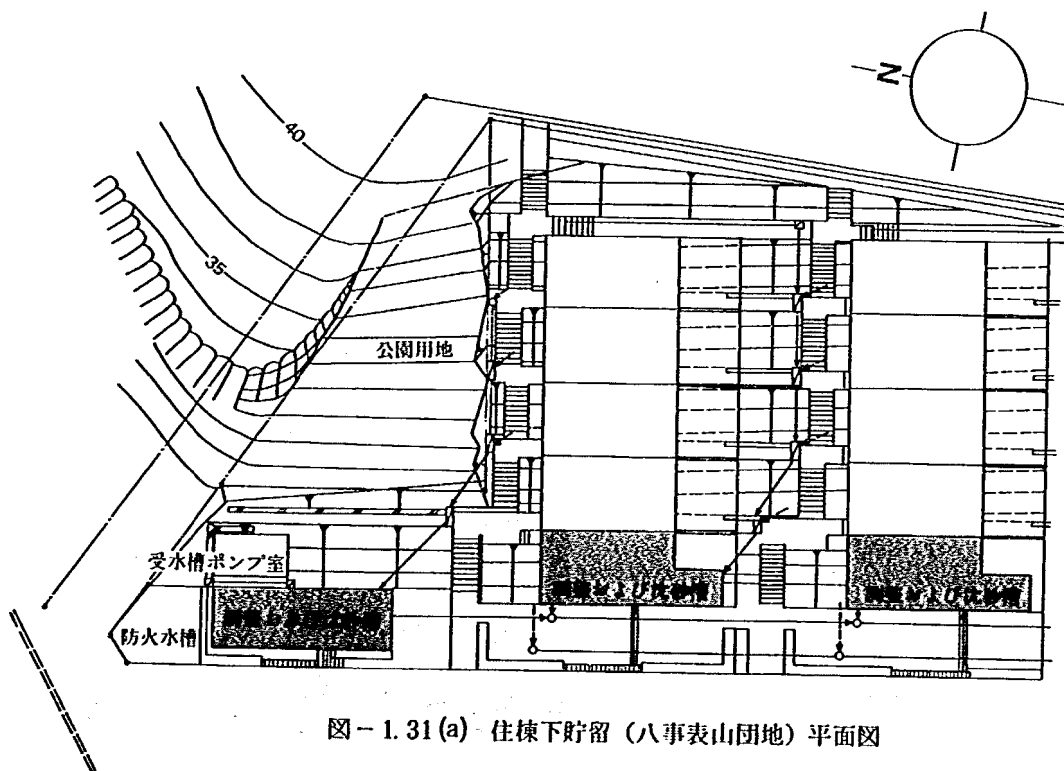


図-1.31(a) 住棟下貯留(八事表山団地)平面図

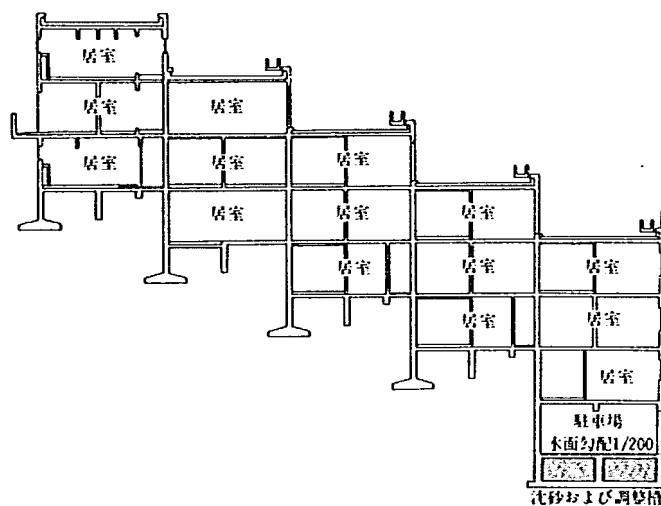
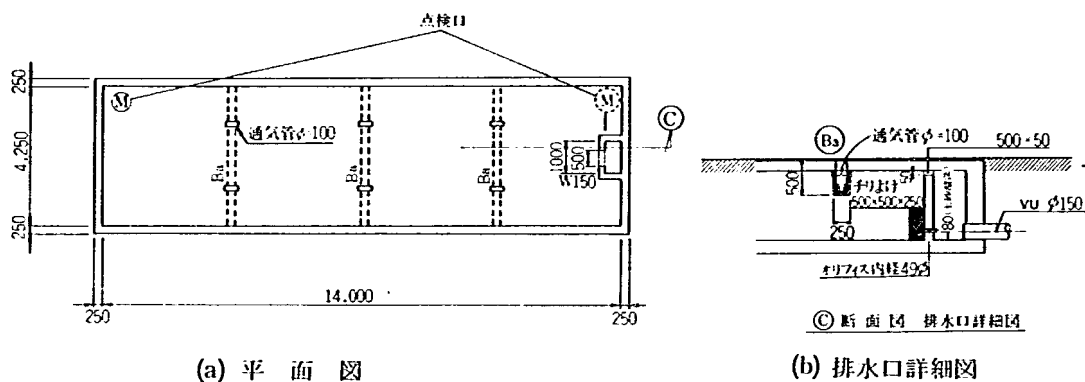


図-1.31 (b) 住棟下貯留 (八事表山閉地) 断面図



(a) 平面図

(b) 排水口詳細図

図-1.32 住棟下貯留槽概要図

<名古屋市プラザフェニクス八事道路地下貯留>

- 施設計画概要 宅地造成に伴う調整池を地下 (道路下) に設置 (図-1.33)。
- 設置場所 愛知県名古屋市天白区
- 施設規模 $V = 115 \text{ m}^3$
- 建設費 6,500千円
- 雨水計画値 降雨強度 50 mm/hr
- 容量の決定の考え方 流量計算式 (ラショナル式)

$$V = \left\{ \left(r_i - \frac{r_c}{2} \right) \cdot t_i \cdot \frac{1}{360} \right\} \cdot (f_1 \cdot$$

$$A_1 + f_2 \cdot A_2)$$

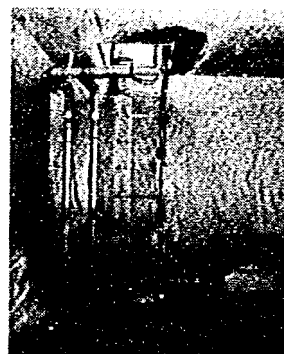
f_1 : 開発地区内の開発地域の流出係数

f_2 : 開発地区内の緑地流出係数

A_1 : 開発地区内の開発地域面積 (hr)

A_2 : 開発地区内の緑地面積 (hr)

図-1.34に道路下貯留槽のもう一つの例として、写真-1.28~29に示した名古屋久屋雨水貯留池の概要図を載せる。



名古屋市プラザ
フェニクス
八事地下貯留槽内部

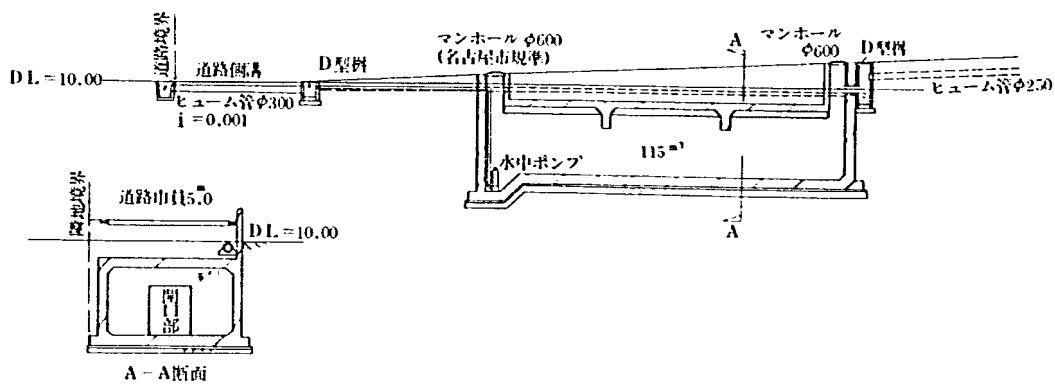


図 - 1.33 道路面下貯留槽概要図

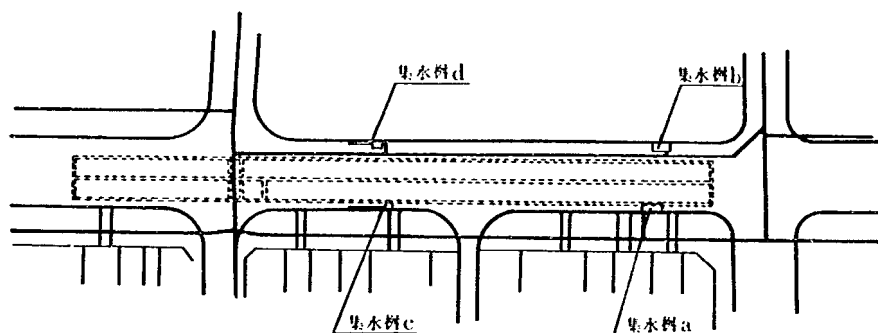


図 - 1.34 道路面下貯留槽 (名古屋市久屋雨水貯留槽)

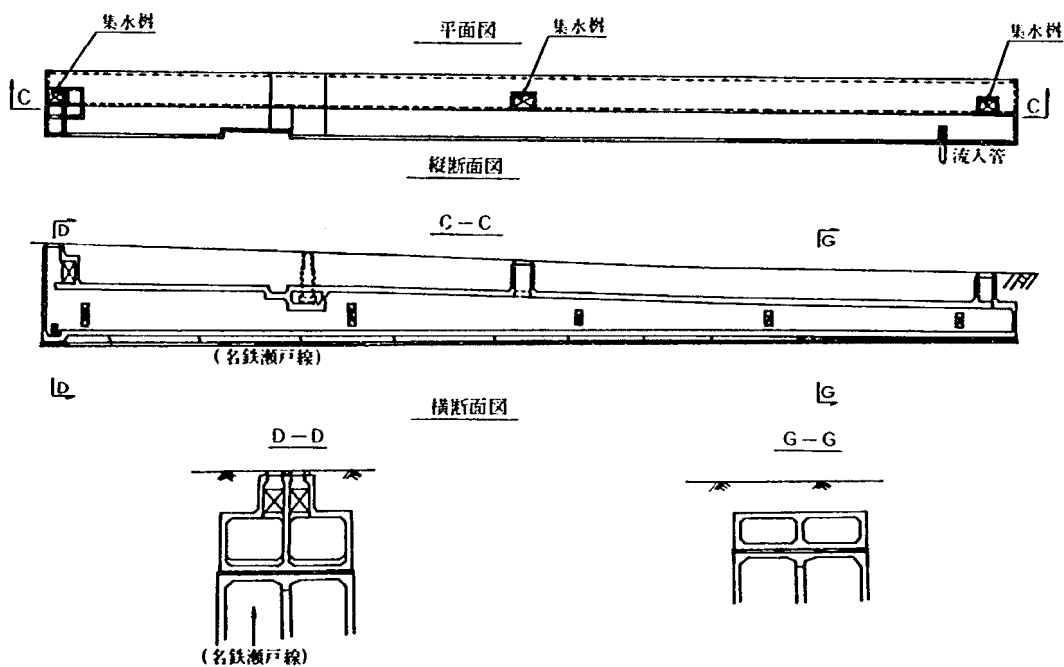


図 - 1.34 道路面下貯留槽 (名古屋市久屋雨水貯留槽)

<一の宮市大平島，和光，富士，常光，緑，雨水貯留槽貯留>

- 施設計画概要 河川流域の開発に伴う調整池として，雨水貯留槽を設置(図-1.35~36)。
- 設置場所 愛知県一の宮市
- 施設規模及び洪水調節量 貯留槽の深さは施工性，経済性の面から5.0 m程度とし洪水調節量を算出する。
- 建設費 1,647千円(大平島490，和光276，富士290，常光300，緑291千円)
- 当該地区の浸水 過去の浸水被害状況(浸水被害区域) 当該地区の過去における浸水被害区域は富士地区及び緑地区である。これら2地区について近年生じた集中豪雨による浸水被害の状況は次の表-1.13の通りである。
- 雨水計画値 50mm/hr 1hr 名古屋地区確率降雨強度によると1/30年確率降雨強度は100mm/hrである。本計画に於いては，暫定計画(将来計画1/30年の半分の値)を対象とするため，降雨強度は50mm/hrを採用する。

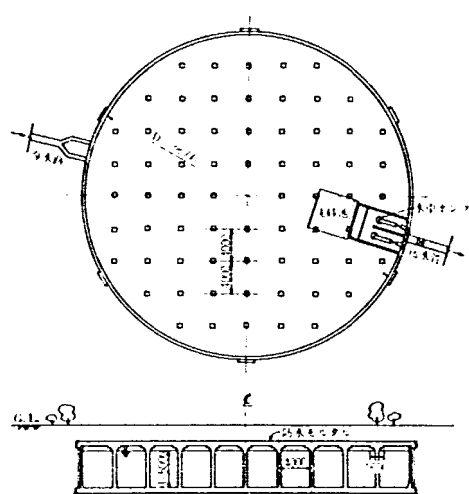


図-1.35 富士地下貯留槽概要図

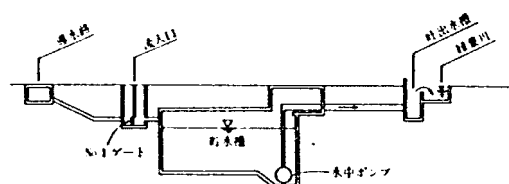
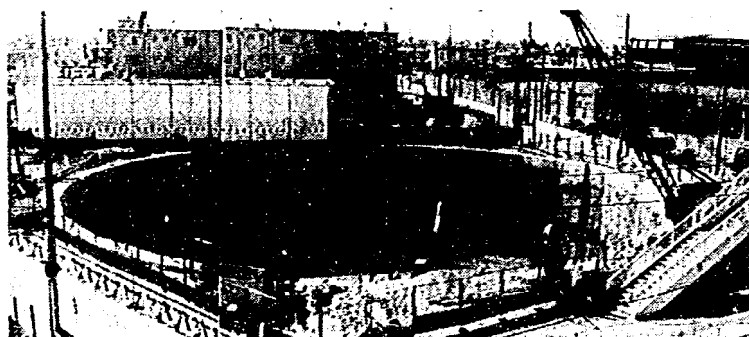


図-1.36 一般降雨時にはNo.1ゲートを閉じて，導水路を流下する雨水を各排水路へ導く。



一の宮市富士雨水貯留槽
(S.55. 2. 14 撮影)

表-1.12

地区名	水槽面積	深さ	容量	支柱等控除分	貯留槽容量	洪水調節量	自然流出量
大平島	3632 m^2	5.0 m	18160 m^3	160 m^2	18000 m^3	6.40 m^3/s	2.16 m^3/s
和光	1662	"	8310	110	8200	2.02	0.17
富士	1134	"	5670	70	5600	1.24	0.08
常光	1950	"	9750	150	9600	2.54	0.31
緑	1886	"	9430	230	9200	2.35	0.28
計	10264		51320	720	50600	14.55	3.00

表 - 1. 13

時 間 項 目		昭和49年 7月25日(集中豪雨)	昭和51年 9月9日(17号台風)	昭和52年 8月17日(集中豪雨)
連 続 雨 量		7/24 23:50~7/25 21:00 234 mm	9/8 ~ 9/14 664.5 mm	8/16 19:00~8/17 20:00 134.5 mm
時 間 最 大 雨 量	発 生 時 間	7/25 4:45~5:45	9/12 0:30~1:30	8/17 13:20~14:20
	雨 量	42 mm	62 mm	42.0 mm
日 最 大 雨 量	発 生 日	——	9/12	——
	雨 量	——	247.5 mm	——
流 域 内 被 害	富士地区	床 上 2戸 床 下 223戸	床 上 6戸 床 下 314戸	不 明
	緑地区	床 上 3戸 床 下 370戸	床 上 10戸 床 下 562戸	不 明
湛 水 深	富士地区	0~35 cm	0~40 cm	0~20 cm
	緑地区	0~25	0~30	0~15

<東大阪市玉串(2)市街地住宅、地下貯留+公園貯留>

○施設計画概要 市街地住宅造成に伴う調整池を地下及び公園等に設置

○設置場所 大阪府東大阪市玉串元町

○施設規模 容量 地下水槽 8,841 m³,
広場 630 m²

○建設費 40,262 千円

○雨水計画値 100年確率雨量に基づく降雨パターン(合計雨量175 mm(17, 28, 90, 28, 12 mm/hr))及びこれの90 mm/hrのみを40 mm/hrとした降雨パターン(合計雨量125 mm)の両者とする。

○容量の決定の考え方 基本的には地下貯留槽及び広場で遊水させる。しかし、広場の用途から、深い構造には出来なかったため遊水量が制約される。そこで常時の雨(40 mm/hr)では、地下水槽及びプレイロットで遊水させ、100年確率の洪水時では団地内の道路、駐車場にも遊水するものとする(流域A)。流域B(図-1.37参照)では、全量(ピーク時90

mm/hr)を地下水槽で遊水させる。

$$V = 10 \cdot R \{ (A_1 - A_2) \cdot f_2 - A_1 \cdot f_1 \}$$

R: 洪水時総雨量 (mm)

A₁: 行為前の流域面積 (ha)

A₂: 行為後の増加した流域面積 (ha)

f₁: 行為前の流出係数

f₂: 行為後の流出係数

放流口 40 mm/hr 降雨時と 90 mm/hr 降雨時の2段階に調節して行う。(図-1.38)

40 mm/hr φ 150 mm

90 mm/hr φ 250 mm

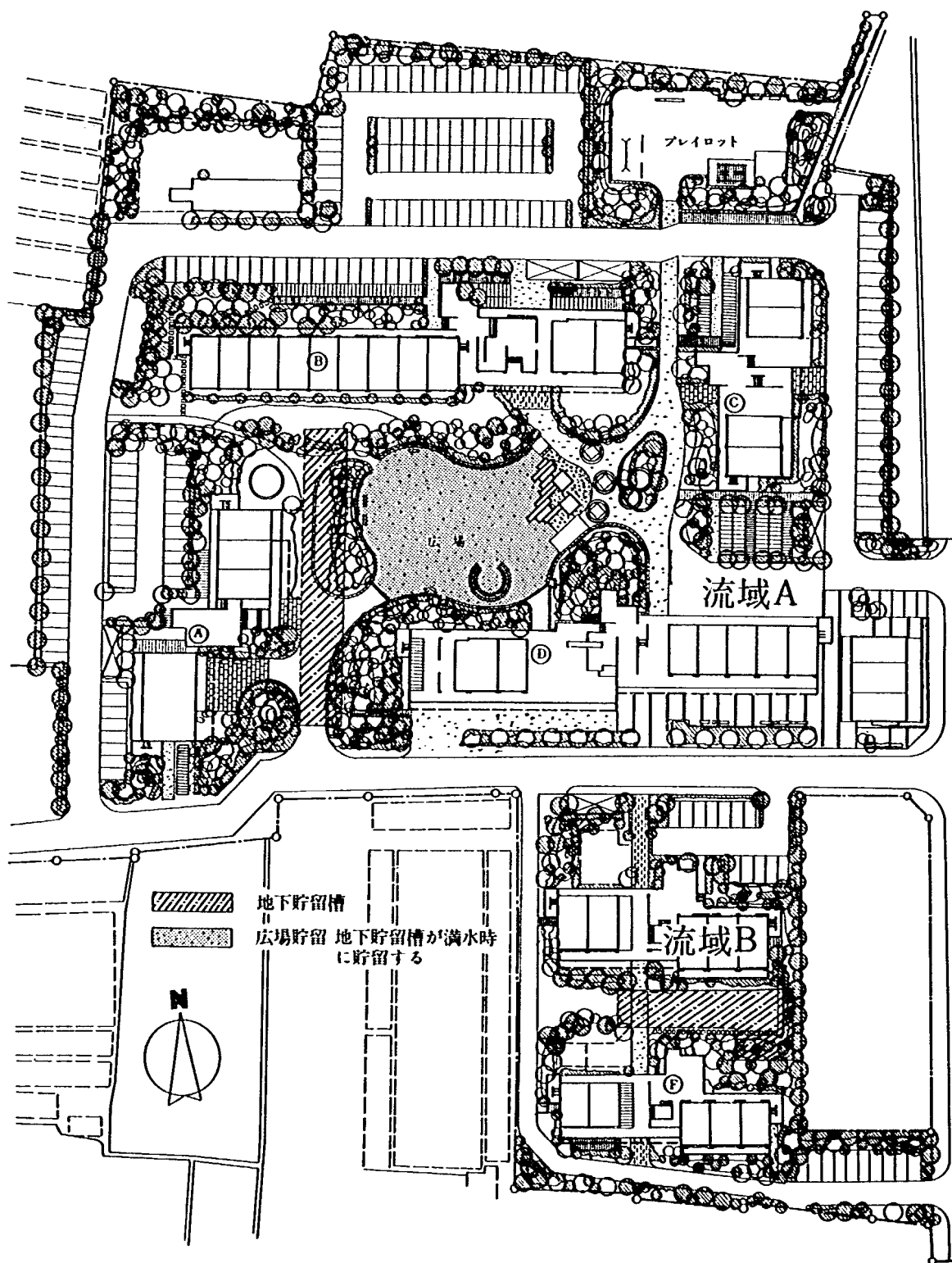


図-1.37 玉串(2)住宅雨水貯留施設平面図

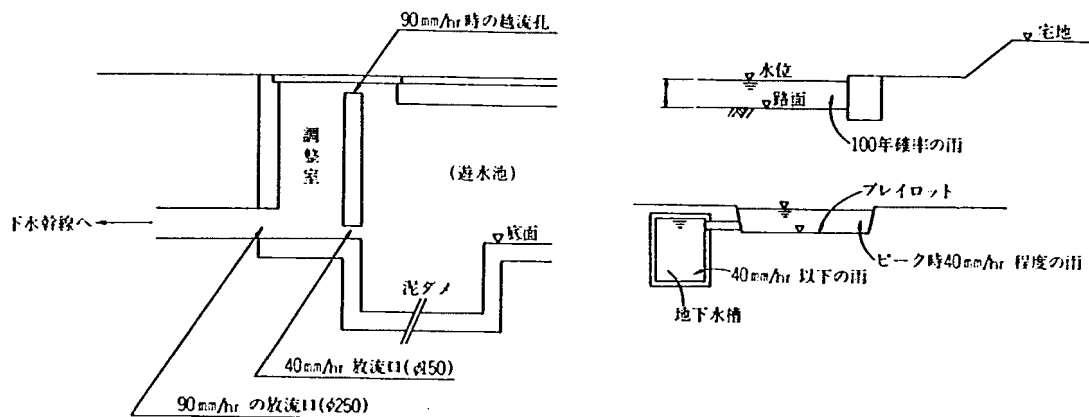


図-1.38 地下貯留・公園貯留の貯留方式と排水経路図

<松戸市ユーカリ公園，地下貯留+公園貯留>

○施設計画概要 都市化に伴う流出増に対処する雨水貯留施設であるが，密集市街地であることから公園に設置した(写真-1.30~33)。

○設置場所 千葉県松戸市東平賀町

○施設規模 地下 $65.11\text{ m} \times 39.51\text{ m} \times 3.5\text{ m} = 8,700\text{ m}^3$ ，地上 $77.60\text{ m} \times 66.00\text{ m} \times 1.4\text{ m} = 8,900\text{ m}^3$ ，計 $V = 17,600\text{ m}^3$
ポンプ $12\text{ m}^3/\text{min} \times 2\text{ 台}$

導水口 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$

排水口 $1.5\text{ m} \times 0.7\text{ m}$

○建設費 2,030千円

○当該地区浸水状況 流域内の宅地開発に伴い，従来被害を生じなかった $20 \sim 30\text{ mm/hr}$ 程度の降雨においても，浸水を生じるようになった(図-1.39)。

○雨水計画値 計画降雨波形 50 mm/hr 中央集中型 $R_{24} = 187.6\text{ mm}$

○容量決定の考え方 降雨から流量への換算は貯留関数法によることとし，有効雨量の算定は，修正RRL法を用いる。また，流出特性の定数は，昭和50年7月21日洪水の貯留追跡計算によって検討する。

雨水貯留施設の深さ，形状，湛水時間に本来の用途機能を損わないように配慮して決定する。

出水時において貯留施設へは，雨水管設計

流量の $1/2$ 以上の流量を集水することとし，小降雨における雨水の施設への流入は生じないものとする。

外に川越市の笠幡団地の地下貯留槽の写真を写真-1.34～36に載せる。

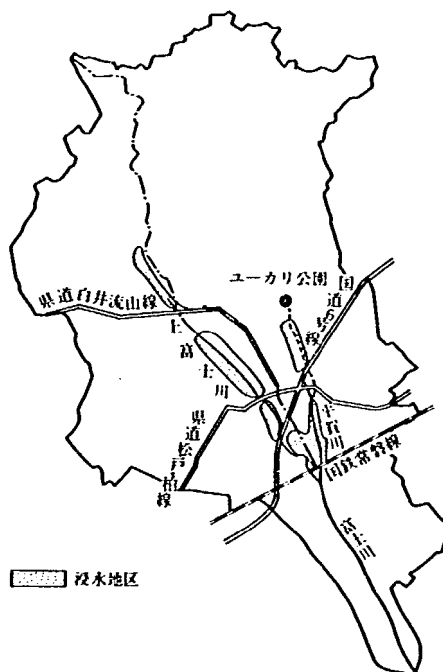


図-1.39 ユーカリ公園位置図



ユーカリ公園の地下貯留+公園貯留

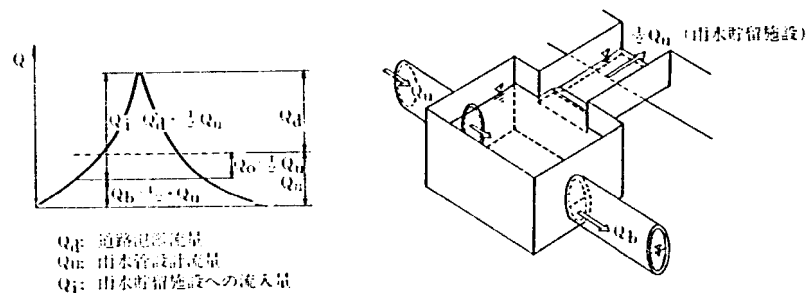


図-1.40 雨水貯留計画概要図

9) ピロティ式

都市域の土地利用が高度化してくると雨水貯留のための用地の確保が困難になる。この難点を解消するため地下貯留やピロティ方式が採用されている。

ピロティ方式では、上部の建造物に対する耐震性の配慮から柱の面積が大きくなるケースがあるので、注意すべきである。

常時は地下の貯留部を多目的利用できるような運用を考慮することも検討して良いだろう。

この例として埼玉県志木ニュータウン、名古屋市自由ヶ丘の2例を以下に紹介する。

<志木市志木ニュータウン>

○施設計画概要 開発に伴う調整池を体育館下に設置する。(S. 54~55年)(写真-1.37~39)

○設置場所 埼玉県志木市大字志木

○施設規模 容量 $(4,000\text{m}^3 \times 1\text{m} + 7,400\text{m}^3$

$$\times 1.5\text{m} + 3,000\text{m}^3 = 18,100\text{m}^3)$$

余裕容量 $(8,500\text{m}^3 \times 1.5\text{m}) = 12,750\text{m}^3$

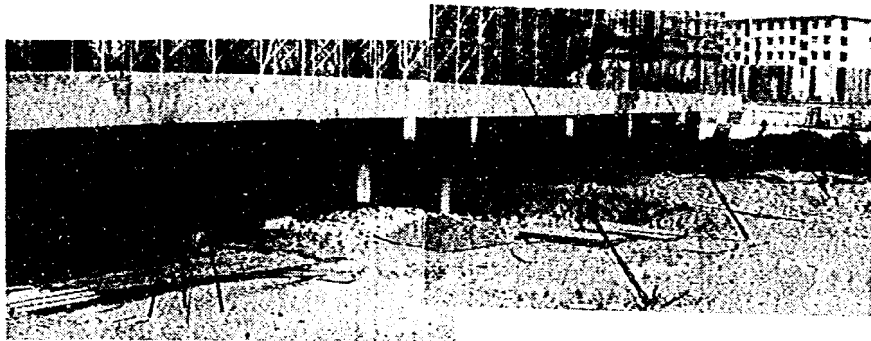
ポンプ 常用ポンプ $\phi 700\text{mm} \times 2$ 台

非常用ポンプ $\phi 1,500\text{mm} \times 2$ 台

沈砂池及び除塵機と土砂の搬出機が設置されている。その概要を図-1.41~44に示す。

この施設では、体育館単独の建設費は7億2,500万円程度ですむが、ピロティ化したため9億2,500万円程度の増加となっている。しかし、体育館そのものの地価(約3,500 m^2)3億2,000万円を不要とすることから経済的には妥当性があるものと判断された。

この工事の施工中に雨期をむかえ出水による若干の被害及び工事の手戻りがあったと聞いている。このような施設の建設にはその工程の管理が重要なことを付記しておきたい。



志木ニュータウンのピロティ式調整池

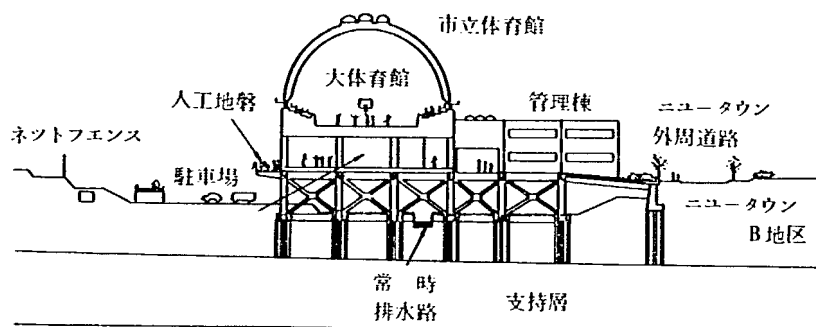


図-1.41 志木ニュータウンピロティ式調整池断面図

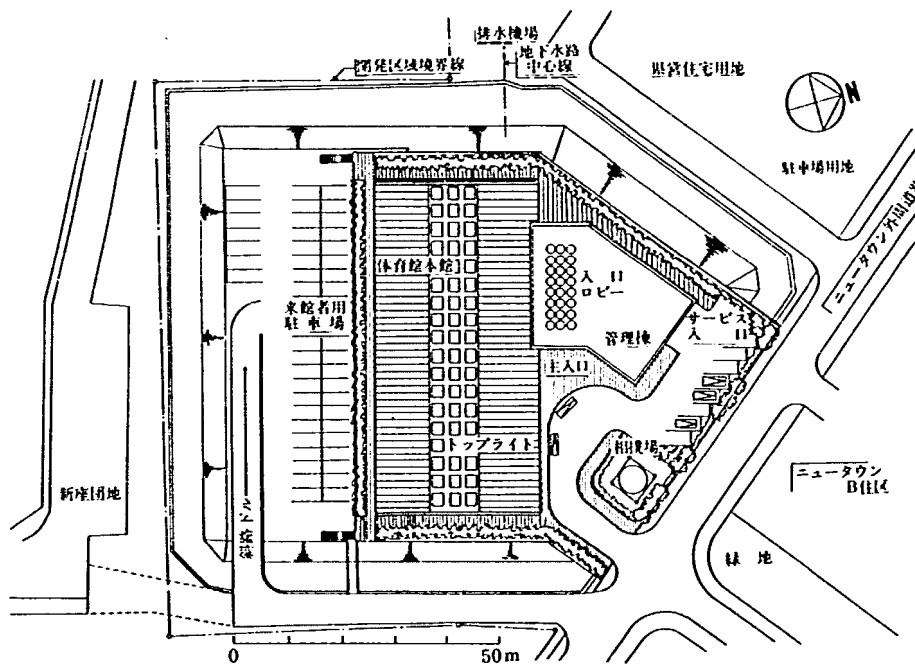


図-1.42 志木ニュータウン調整池の多目的利用概要

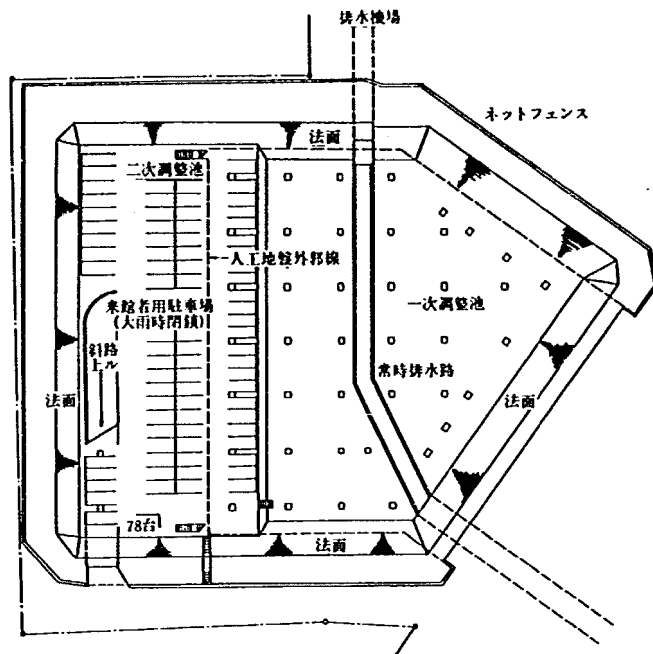


図-1.43 地下部分平面図

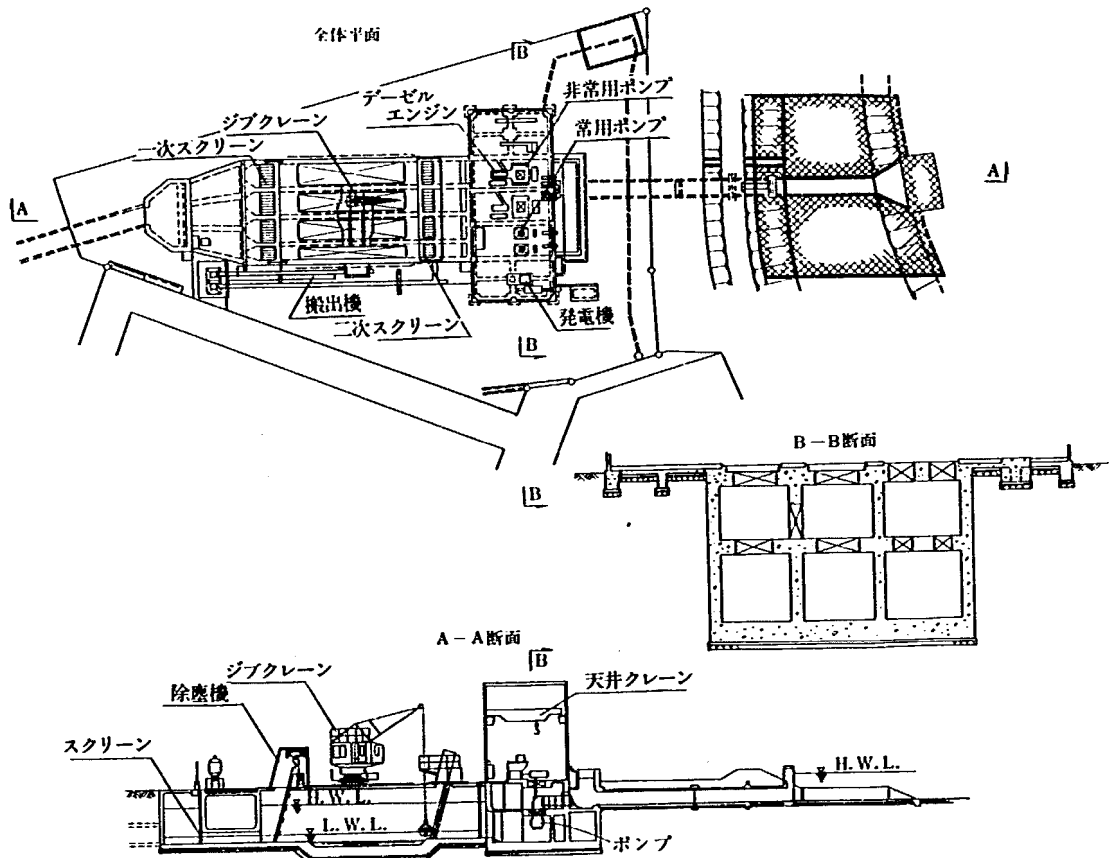


図-1.44 志木ニュータウンピロティ式貯留施設図

<名古屋市自由ヶ丘小学校グラウンド下貯留>

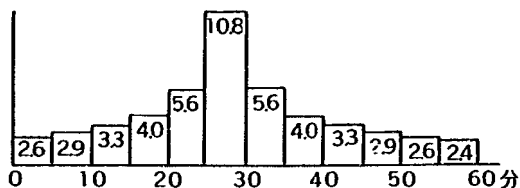
○施設計画概要 名古屋市の東への幹線道路、広小路線、本山～末盛通間は地形的に凹地で三方より雨水が集中するため、毎年降雨強度35mm程度の雨で道路冠水や床下浸水が起っている。表-1.14は最近の浸水記録である。このような状況を改善するため、従来からあった池を利用し、その上に小学校グラウンドを設置する方式をとることとした。市等で行う場合は、このように容易に合併施工ができるのがよい(写真-1.40)。

表-1.14

洪水年月日	降雨状況		浸水状況
	時間最大	24時間降雨量	
45. 7. 31	63.0	123.5	床下 70戸
46. 8. 30～31	32.5	321.0	道路冠水
46. 9. 29	83.0	159.5	床下を含む160戸
47. 7. 15	25.0	142.0	不明
48. 8. 4～5	40.0	46.0	道路冠水
49. 7. 25	10.0	84.5	道路冠水
50. 7. 4	35.0	113.0	床下 67戸
50. 8. 7	—	—	不明
51. 7. 28	13.5	48.5	道路冠水
51. 9. 8～9	40.0	134.0	床下 60戸

○設置場所 愛知県名古屋市
○施設規模 $V = 10,000 m^3$
排水口 $400 \times 400 mm$
流入口 流入量 $0.618 m^3/sec$
の一例 管径 $\phi 800$
勾配 3.6 ‰
流速 $1.368 m/sec$
流下能力 $0.688 m^3/sec$

○雨水計画値 時間総雨量50mm



○容量決定の考え方 流域内既存の池を改修して調整池とする。計算による最大流量は、

池への総流入量 $10,515 m^3$ と、下流排水路の流下能力 $0.6 m^3/sec$ との条件から、計算時間間隔5分で求めた結果、 $8,620 m^3$ となり調整池の効果は十分発揮される。

(流出量の算定：修正RRL法)

自由ヶ丘調整池の全工事費は約4億8,000万円で内訳はグラウンド造成3億5,000万円(ピロティ化のために高価となっている)、調整池1億3,000万円(配管費等を含む)である。これをそれぞれ単独で当該地域に設置するとすれば概略計算で調整池が7億4,000万円(用地費含む)、グラウンドが1億2,000万円程度となり、計8億6,000万円という高価なものとなるため、上記の様な多目的利用のピロティ化が行われた(写真-1.40)。

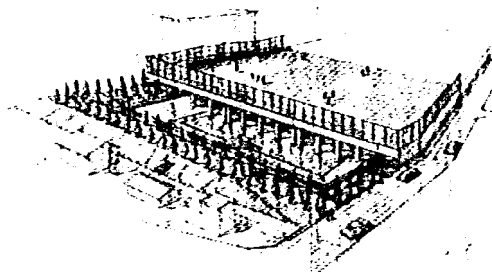


図-1.45 ピロティ式グラウンド鳥瞰図

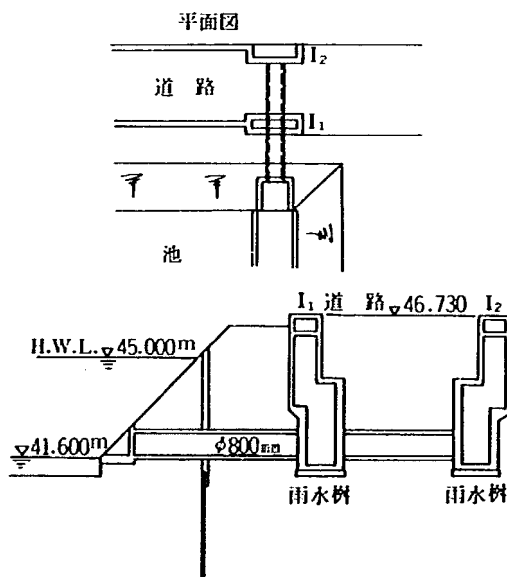


図-1.46 流入部の一例

4. 浸透型雨水貯留

1) 地下浸透対策（保水工法）

地下浸透対策とは降雨水の現位置貯留を目的として、住宅団地等からの流出水を地下へ浸透あるいは貯留させ河川への流出抑制をはかる各種の対策をいう。具体的には注入井戸による方法（井戸式）と拡水法として棟間貯留などの面的な広がりをもつ雨水貯留施設の底面を浸透性材料で置換して浸透を促進させる方法、各戸貯留槽を浸透ますタイプにしたもの、あるいは地下埋管によって雨水を地中に導き、砂置換えまたは土の掘返し攪拌等で貯水容量を確保すると同時に、地中に浸透させるもの等があげられる（図－1.53、表－1.15参照）。地下浸透対策の利点はその設置に伴い、設置される部分の地上の土地利用に大きな制約を与えないこと、地下水の保全に寄与すること、があげられるが、

流出抑制効果に若干の不明確さ（地中での貯留効果は把握しにくい）があり、地盤条件による工法の適用性の制約が強いこと、地下水への汚染に配慮をする必要があること等の研究課題がある。一般に井戸法は地盤条件に支配されることが多く、良好な透水性の滞水層があれば効果は大であるが、地下水に直接表流水を入れることから（多少のろ過槽を設けるにしても）地下水汚染の問題に配慮する必要があるが、拡水法では井戸法よりも場所的な選択性は大きく地下水汚染に対しても比較的問題は少ないものと思われる。

以上のような地下浸透対策により流出抑制を図ることができれば河川への流出量の軽減に寄与すると共に、地下水の保全にもつながるものとして今後の総合治水対策の一環に位置づけられるものと考えられる。

表－1.15

保 水 工 法		特 徴 と 問 題 点
井 戸 法		地表から透水層まで井戸を使って雨水を注入するもので透水層があれば確実に注入が可能であるが、注入井の目づまり等の問題について検討が必要、また設置する前にその効果を把握しにくい欠点がある。
拡水法	浸透 掘 法	各戸貯留槽を浸透型にしたもので、地表面附近の土の透水性に左右される。ローム土では10～50mm/hrの透水性が期待できるが、浸透リング等による簡易試験で確認することが必要である。
	地下埋管法	各戸貯留槽や雨水貯留施設等の地下を用いて、埋管を施し、その空間での貯留と、地中への浸透の促進をはかるタイプのものである。
	砂 置 換 法	雨水貯留施設等の底面の部分を透水性の高い砂層で置換すると同時に、その砂層中の空隙の保水能をも期待するもので、確実性が高い。地層の透水性を把握すれば効果は事前に把握できる。

2) 浸透型雨水貯留施設の事例および開発実験

ここでは浸透型雨水貯留施設の実例および浸透機能の開発実験例を紹介して、今後の参考資料としたい。

1) 浸透型雨水貯留施設の事例

—注入井法（立川幸町団地）—

立川幸町団地では、その地下に透水性の良好な砂礫層があり、ここに表土のローム層を貫通した注入井を設け、下水道未敷設区域の局所氾濫対策として吸込槽より井戸に注入してい

る。図-1.47, 48に施設の概要を例示する。

立川市では、昭和46年から現在までその機能調査を継続して来た。浸透井戸は全20井あるがNo2号井の実績で示すと、集水面積 4,439 m^2 (芝地 3,012 m^2 , 道路 679 m^2 , 屋根 748 m^2) の区画からの雨水が集められて井戸に入るが、過去46年2月～昭和54年6月までの総雨量 12,465 mm (平均 1,500 mm /年) が全て砂礫層中へ注入されており、その目づまり等による機能低下は生じていない。この期間中の時間最大降雨量は 32 mm/hr であり、この降雨強度に対しても注入井で全て地下浸透が行われており、これを流量でみると約 2.4 m^3/min の流出量を減少させたことになる。

以下にこの実験の概要を示す。

○実験期間 S. 46.2～S. 54.6

○最大注入量

集水面積 $A_{w1} = 4,500 m^2$

$A_{w2} = 2,850 m^2$

時間最大降雨 $r_1 = 32 mm/hr$ (S. 52.7.7)

流入量 $q_i = r_i \cdot C \cdot A_{wi}$
C: 流出率

(W₁) $q_{w1} = 32 \times 10^{-3} \times C \times 4,500$
 $= 144 C m^3/hr$

C = 0.9 $q_{w1} = 129.6 m^3/hr$
 $= 2.16 m^3/min$

C = 0.5 $q_{w1} = 72.0 m^3/hr$
 $= 1.20 m^3/min$

(W₂) $q_{w2} = 32 \times 10^{-3} \times C \times 2,850$
 $= 91.2 C m^3/hr$

C = 0.9 $q_{w2} = 82.1 m^3/hr$
 $= 1.36 m^3/min$

$$C = 0.5 \quad q_{w2} = 45.6 m^3/hr \\ = 0.76 m^3/min$$

○通算注入量

年間降雨量

S. 46年	1,317 mm	2月から
S. 47	1,668	
S. 48	1,204	
S. 49	1,842	
S. 50	1,715	
S. 51	1,627	
S. 52	1,500	
S. 53	967	
S. 54	625	6月まで

合計 $R = \Sigma r_i = 12,465 mm$

(W₁) $q_{w1} = 12,465 \times 4,500 \times C \div$
 $= 56,092 C m^3/8年$

C = 0.9 $q_{w1} = 50,483 m^3$

C = 0.5 $q_{w1} = 28,046 m^3$

流入量 $q = \Sigma r_i \cdot C \cdot A_i$

(W₂) $q_{w2} = 12,465 \times 2,850 \times C$
 $\div 35,525 C m^3/8年$

C = 0.9 $q_{w2} = 31,972 m^3$

C = 0.5 $q_{w2} = 17,762 m^3$

この幸町団地の実験では水質の調査も行われている。注入水の水質はNo6号井での観測の結果 BOD 7ppm 前後とかなり大きな値を示していることが注目され、井戸によるろ過で多少の質が改善されていることを示している。しかし、水質分析の際の試料採取上の問題があることもあり今後の調査に待つこととしたい。

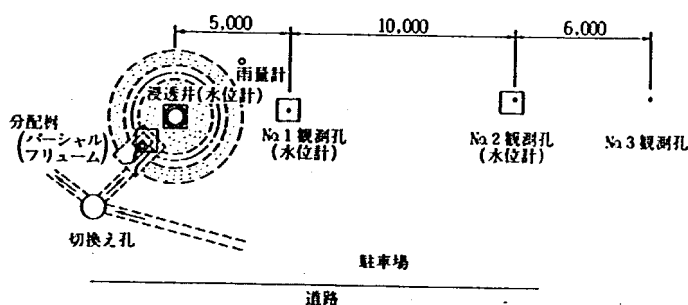


図-1.47 立川市幸町継続観測機器配置図

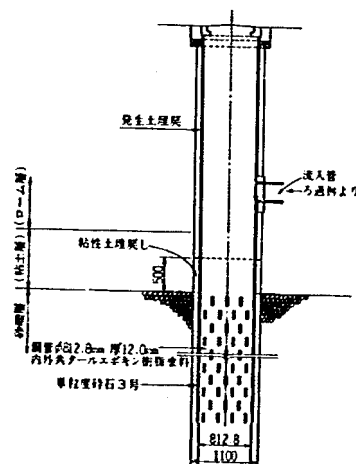
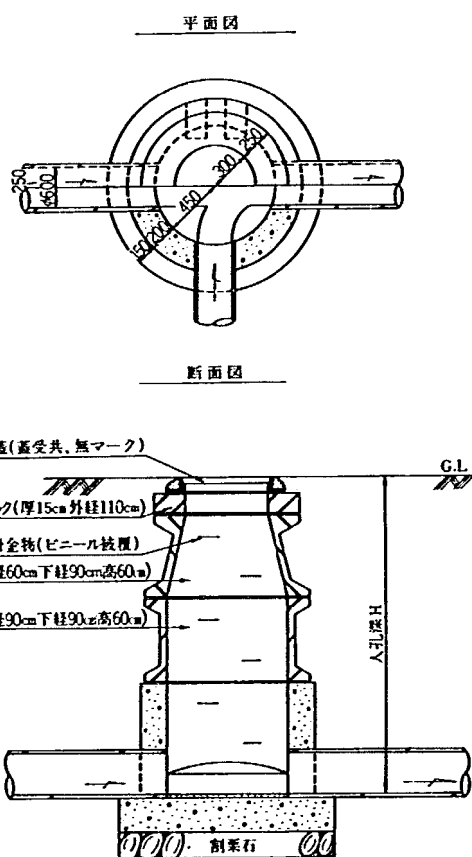


図-1.48 立川市浸透井その1

—浸透井法（立川市の例）—

立川市では、下水道施設が完備されていない地区の雨天時における道路冠水を防ぐために、図－1.49に示す円形吸込槽および図－1.51～52に示す浸透井を敷設しており、同時に調査もされている。その調査により指摘されている特徴は以下のようなものである。

- ＜長所＞
1. 吸水性が大きい。
 2. 下水道本管のない地域においても施工可能である。
 3. 現在3年以上経過しているが機能底下による問題は無い。
 4. 導水管により延長することができる。
 5. ズリ落しの為、山留めの必要がない。



図－1.49 立川市浸透井その1（断面図）

- ＜短所＞
1. 土地提供者が必要。
 2. 地主の都合で撤去しなければならない（但し、現在まではなし）。
 3. 掘削時、送風機が必要である。
 4. 礫層までが深い所では施工が困難となる。
 5. 施工場所が確保しにくい。
 6. 目づまりが多少ある。
 7. 材料（特に管）の生産場所が少なく、遠方のため運搬が困難となる。
 8. 埋戻時点に於いて留意点あり。

○吸込槽設置取扱要綱（一部）

立川市道路排水施設設置取扱要綱の一部を引用し、参考に供したい。

（目的）

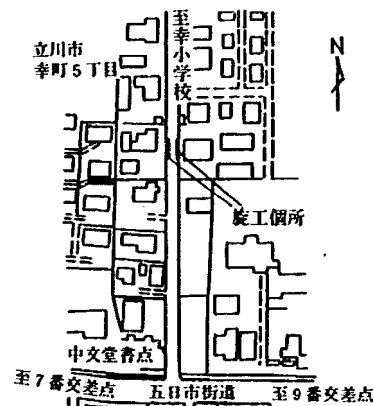
第1条 この要綱は、下水道処理区域外における道路排水を、地下浸透式施設（以下「吸い込みそう」という。）により処理する場合、公共下水道が敷設されるまでの間、一定の基準により、市が吸い込みそうを設置して、生活環境の保全を図ることを目的とする。

（設置の条件）

第2条 市が吸い込みそうを設置する場合は、次の各号に掲げる条件を備えたものでなければならない。

(1) 交通量が多い道路で、冠水等により歩行者の通行が著しく不便であると認められること。

(2) 吸い込みそう用地及びこれに接続する



図－1.50 立川市浸透井その2（施工箇所平面図）

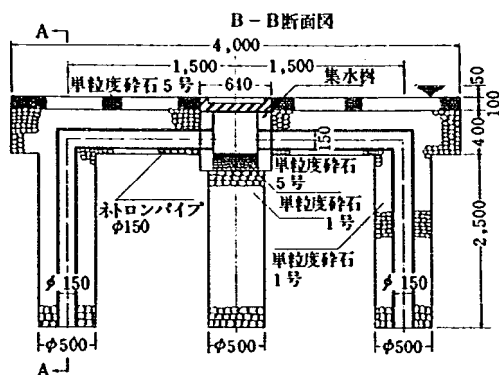


図-1.51 立川市浸透井その2 (断面図1 吸込施設詳細図)

排水管用地が、道路以外の場所に確保され、公共下水道による処理がされるまでの間、市に無償で提供されるものであること。

(3) 第1号の道路が私道である場合は、私道舗装工事取扱要綱(昭和49年4月1日市長決定)に該当する道路であること。

— 浸透井法(田無市西原4丁目団地) —

○ 施設計画概要

団地造成に伴った降雨水の地区外流出抑制を浸透井をもって行う。

○ 設置場所

東京都田無市西原

○ 地形条件

平坦地であり近隣に長大法面等の滑りの危険がない。

○ 地盤条件

本地区は、武蔵野団地の一隅に位置する。本地区の地盤構造は、次の地質断面の通りである。

G. L ~ -5 m	関東ローム
-5 m ~ -6 m	板橋粘土層
-6 m ~ -27 m	武蔵野レキ層
-27 m ~ -30 m	砂・レキ・粘土混り土

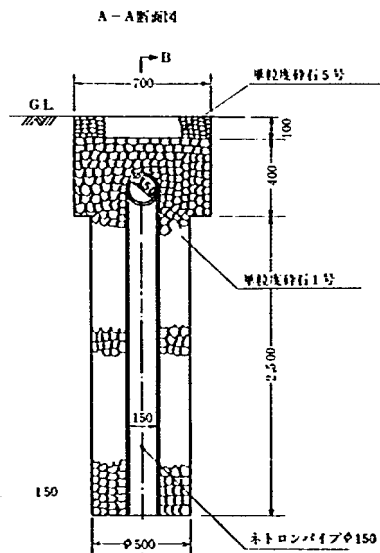


図-1.52 立川市浸透井その2 (断面図2)

-30m ~ 東京レキ層

これによると地下水が低く、透水層が存在し、かつ厚いことが確認できる。

○ 施設規模

直径 φ 800 mm

長さ ストレーナ長20m 全長26~29m

○ 雨水計画値

浸透井のみ 5年確率降雨

遊水池 30年確率降雨

○ 容量決定の考え方

① 浸透井による排水を許可放流の代替と考える。

② 浸透井の安全弁として遊水池と併用する。

③ 遊水池には、5年確率降雨以下では流入しない。

④ 遊水池には、5年確率降雨以上では流入するが、30年確率降雨程度でもあふれ出さない容量とする。

(計算式)

① 流出量計算式(合理式)

$$Q = \frac{1}{360} f \cdot A \cdot r$$

② 降雨強度式 東京都河川部計画資料による。

5年確率降雨式

$$r_i = \frac{1,051}{t^{\frac{2}{3}} + 6.75} \quad t = 1 \text{ hr} \sim 24 \text{ hr}$$

30年確率降雨式

$$r_i = \frac{1,800}{t^{\frac{2}{3}} + 4.5} \quad t = 10 \sim 180 \text{ min}$$

$$r_i = \frac{1,528}{t^{\frac{2}{3}} + 6.08} \quad t = 1 \sim 24 \text{ hr}$$

③ 遊水池容量を求める式（概算）

$$V_i = (r_c - r) \cdot t \cdot 60 \cdot f \cdot \frac{1}{A \cdot 360}$$

④ 浸透井能力に用いる式

$$Q_w = \frac{2.72 \cdot K \cdot \Delta h \cdot d}{\log \frac{R}{r_0}}$$

ここに、

- f ; 流出係数
- A ; 流域面積 (ha)
- r ; 降雨強度 (mm/hr)
- V_i ; 遊水池容量 (m³)
- r_i ; 確率年降雨強度 (mm/hr)
- r_c ; 浸透井能力に対応する降雨強度 (mm/hr)
- Q_w ; 浸透能力 (m³/sec)
- K ; 透水係数 (cm/sec)
- Δh ; 有効水頭 (地下水位 - 流入管底) m
- R ; 影響半径 (m)
- r ; 井戸半径 (m)
- d ; ストレーナ長 (m)

○ その他

井戸では影響半径と呼ばれる注入に於て水位の上昇がみられる影響圏があり、この影響半径が隣接する井戸でオーバーラップすれば有効水頭の減少を招き、結果として浸透井能力の低下をきたす。したがって、計画的な設置計画が必要である。

ii) 雨水貯留施設開発実験

— 土木研究所総合治水研究室：清瀬各戸貯留槽（浸透槽）実験について —

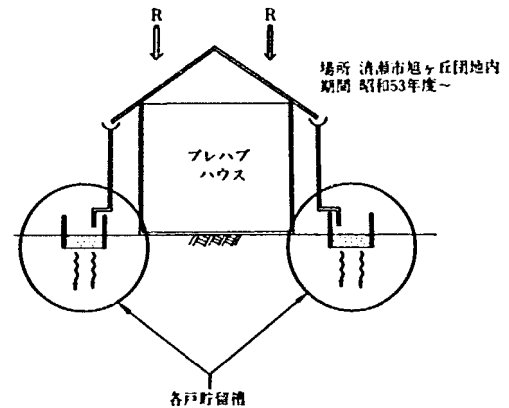


図-1.53 各戸貯留槽の配置概念図

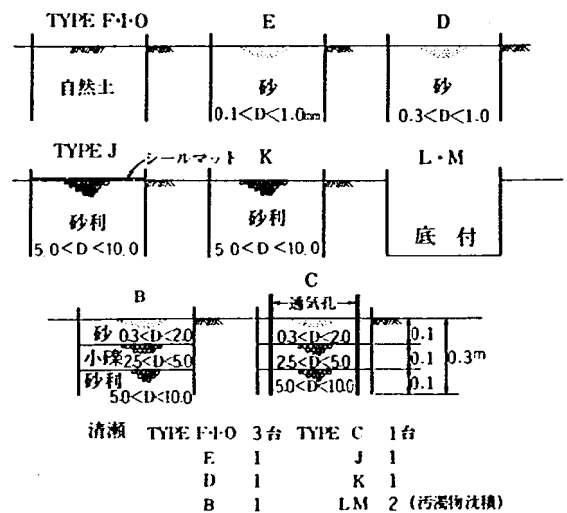
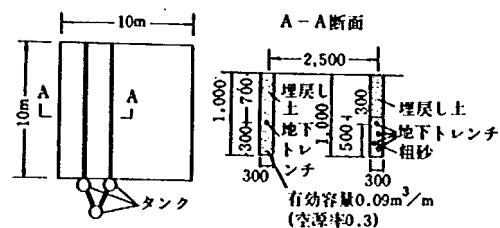


図-1.54 貯留槽充てん材の条件

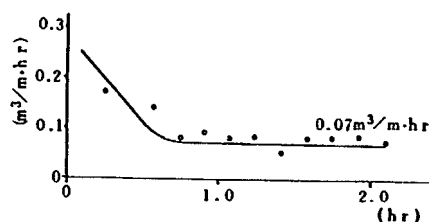
各戸貯留槽の機能評価実験として、集水面積 6.5 m²からの流出水を径 1 m 円筒型貯留槽に導き、浸透特性を計測する実験を行っている。地盤は浸透性の悪いローム層であるが現在のところ自然降雨のみならず、人工的な水道水の注入実験で最大 100 mm/hr、最小 10 mm/hr 程度の浸透能が期待されることが概略把握されており、浸透性の良いローム層ではこれよりも大きな能力をもつものと期待される。今後、地層の目づまり等について持続的な研究をする必要がある。図-1.53~54 に実験装置の概要を示す。

— 土木研究所水文研究室：トレンチ法実験 —

図-55のような施設で雨水貯留の実験を実施している。結果として埋戻し又は粗砂置換部の有効空隙への貯留 0.09 m³/m の他に 0.07 m³/



(a) 雨水貯留施設構造



(b) 浸透強度曲線

図-1.55 雨水貯留施設の浸透強度検討

$m \cdot hr$ 程度の浸透が可能との結論を得ている。したがってこの例での地下トレンチを $2.5m$ 間隔で設置すれば、降雨量換算で $28mm/hr$ の水量を浸透させると共に $36mm$ の貯留をも行うことができる。

3) 地下浸透対策による流出抑制の可能性について

以上、数例の開発実験の結果を例示したが、その実現性はかなり高いことが理解できる。米国でも同様な手段が大幅に導入されているようである。一例として棟間貯留を地下浸透対策と組み合わせるとどうなるかの概略検討を行ってみる。一般的な団地では棟間貯留可能な面積は全面積に対して $1/3 \sim 1/5$ 程度あり、最小限として $1/5$ の面積に棟間貯留するとする。棟間貯留深を $30cm$ 、下層を砂質土で置換し ($50cm$ 程度) その空隙率を 50% と考えれば計 $550mm$ の貯留能力となる。この下層地盤の浸透能が $50mm/hr$ 程度の能力をもつ場合には全面積に対して浸透能 $10mm/hr$ 、貯留高 $110mm$ の能力の保水力が期待できる。総合治水対策として時間雨量

$50mm/hr$ の降雨規模のものを対象にするとすれば、東京地区を例にとりて、この規模の降雨の総雨量は $160mm$ 程度であるので、このような棟間貯留のものでは河川への流出量はほとんど考えなくてもよくなる。幸町団地注入井戸での実績は、時間最大降雨量 $32mm/hr$ が集水域 $4,439m^2$ にあった時の最大流入量 $2.4m^3/min$ に対し、注入井の水位上昇は約 $1.5m$ で全量を滞水層に注入しており、かつ注入に伴う目づまりは認められていない。この目づまりの発生しない原因は今後の調査により明らかにしなければならないが、降雨による流出の発生が間欠的であることにも一因があると思像される。

各戸貯留槽の場合では、貯留槽の面積はその集水面積の $1/100$ 程度であるので、少なくとも全面積 $10mm/hr$ の浸透能に相当した浸透ますの能力は、 $1,000mm/hr$ 程度必要となる。よく締固まったローム層では、一般に数 $10mm/hr$ 程度しか浸透しないが、構造的な改善を加えてその能力を増加する研究が必要であり、現在土木研究所、京浜工事事務所等で開発実験を継続している段階にある。

このように、地下浸透対策による保水能の増大は、ある程度まで実現性のある段階にあるといえるが、この工法そのものの経済的な評価や治水上の効果の確実性を増すための研究は、今後とも追究される必要のある課題であるといえよう。特に地中に良好な透水地層がある場合には、幸町団地の例でも見られるように、実現性のあるプロジェクトとして位置づけられるであろう。また棟間貯留等と組み合わせた型で、抽水法あるいは砂層置換を行えば、良好な結果を得ることができると思われる。

5 雨水貯留施設の相互比較

雨水貯留施設を現地に設置する場合に考慮されるべき基本的事項の主なものとして、

- ① 治水上、構造上の安全性が確保できること。
- ② 土地利用上効果的で支障の少ないこと。
- ③ 施工が容易で経済的であること。
- ④ 維持管理が容易であること。

等が上げられる。① の安全性についてはダ

表-1.16 雨水貯留施設の諸元一覧表

タイプ	兼用	所在地	名称	集水面積(流域)	貯留池面積	貯留量	備考
調整池		秋田県秋田市	サンパーク 飯島遊水池	15.3 (ha)	(㎡)	(㎡)	
"	農 業	岩手県紫波郡	㊤ 湯沢団地東堤	46		26,500	
"	"	"	㊤ " 北堤	136		94,200	
"	"	岩手県胆沢郡	㊤ 第1調整池金ヶ崎・中部工業団地	52.7	12,500	43,000	
"	"	"	㊤ 第2調整池 "	113.0	22,800	63,460	
"	ため池	福島県福島市	蓬萊団地第1調整池		7,000	14,000	
"	"	茨城県東茨城	仲の洞池埋立に伴う調整池	21.05		2,200	
"	テニスコート重合せ	埼玉県富士見	みずは団地A	1.322	786.8	661	
"	"	"	" B	0.522	200.8	266	
"	"	"	" C	1.550	622.4	755	
"	農 業 用 水	埼玉県秩父	秩父デモンストレーション調整池	25.56		22,267	
"	テニスコート	"	文教大学総合グラウンド遊水池	1.2225	4,000		
"	"	埼玉県川越	㊤	0.7978	189.4	720.9	
"	"	埼玉県鴻巣	すみれ苑調整池		1,055		
"	"	埼玉県越谷	㊤ 越谷ファミリー遊水池	1.9318	812	966	
"	体育館下	埼玉県志木	志木ニュータウン調整池	234.68	8,500	30,850	
"	釣 堀	埼玉県蓮田	蓮田ニュータウン遊水池				
"	"	千葉県市原市	㊤ 姉崎・桜台団地調整池	59.0	23,000	86,860	
"	"	千葉県	㊤ 古市場団地調整池		4,390		
"	"	千葉県佐倉市	ユーカリヶ丘ニュータウン調整池	134.80	42,970	178,300	
"	"	千葉県習志野市	㊤ 屋敷調整池	17.75		8,400	
"	"	神奈川県横浜賀市	正行寺団地	1.1817	307.9	636.3	
"	"	愛知県豊田市	砂山川雨水貯留池	28.5	11,725	53,720	
"	"	"	桐山川雨水 "	36.0	13,030	66,025	
"	農 業 用 水	"	㊤ セレクトタウン明合第四調整池	5.5425	1,706	3,038	
"	"	三重県四日市市	あがた団地調整池	24.90	8,100	26,180	
"	農 業 用 水	松 坂	㊤ 宝塚調整池	8.2	2,210	4,430	
"	"	奈良県	生駒イトーピア遊水池	63.394	15,200	71,770	
"	"	"	"	86.807	11,920	82,321	
"	"	京都府	五条台住宅地調整池	5.7	1,555		
"	"	大阪府	太九川雨水貯留池 Na 1	124		44,000	
"	"	"	" Na 2	14		8,000	
"	"	"	光明池	308.4		35,000	
"	"	"	" Na 2	1.103	350	1,190	
"	"	"	" Na 3	11.572	2,412	5,580	
"	"	大阪府羽曳野市	中之池	11.0	17,000	40,000	
"	農 業 用 水	兵庫県川西市	㊤ 川西グリーンパークハイツ遊水池	121.25	7,158	39,666	
"	"	鳥 取 県	㊤ 鳥取C・C 3号調整池	70.91		61,217	
二段調整池	"	広島県	広島県スポーツランド	9.1342	5,040	6,655	
"	"	徳島県	徳島工業短期大学調整池	4.9	2,800	4,000	
"	"	徳島県阿波郡	阿波C・C ゴルフ場調整池	151.0			
"	"	"	阿南C・C 1号調整池		8,000	23,800	
"	"	"	古毛ため池		9,570	8,100	
"	"	"	阿南C・C 2号調整池		4,840	12,000	
"	"	"	" 3号 "		3,000	7,300	
"	"	"	宮瀬調整池		14,400	7,900	
"	"	高知県吾川郡	㊤ 第1号調整池	21.616	6,037	28,000	

防 災 調 節 池	農 業 用 水	利 水 37.7%	福 岡 県 北 九 州 市	④ 第 2 号 "	9.77	3,990	8,000	
"	"	"	鹿 児 島 県 日 置 郡	折 尾 本 オ ボ リ ス 防 災 調 節 池	16.00	2,900	11,400	
"	"	44.1%	福 島 県 い わ き 市	⑤ 妙 円 寺 団 地 C 調 節 池	38.25	8,170	62,000	
"	農 業 用 水	"	"	⑥ 神 下 防 災 調 節 池	117.5	36,500	118,300	
"	"	"	"	⑦ 吉 野 谷 防 災 調 節 池	83.7	29,300		
"	"	"	静 岡 県 藤 枝 市	⑧ 蓬 作 雨 水 貯 留 池	31.5	12,000	51,280	
"	"	"	福 岡 県	塩 出 谷 川 貯 留 池	45.24	21,233	132,044	
地 下 貯 留 + 公 園 貯 留	"	"	福 岡 県	糠 塚 川 防 災 調 節 池	41.15	11,800	45,900	
地 下 貯 留	"	"	長 庫 県 宝 塚 市	西 側 グ ム	176.3	21,500	116,000	
"	"	"	千 葉 県 松 戸 市	ユ ー カ リ 公 園	73.4	6,399	17,600	
"	駐 車 場 下	"	神 奈 川 県 横 浜 市	あ ざ み の 団 地 F 遊 水 池	1.40		964	
"	(住 棟 地 下)	"	愛 知 県 名 古 屋 市	⑨ タ ウ ン 千 代 田 橋	3.68		1,073	
"	"	"	"	八 事 表 山 A	0.58		65.0	
"	"	"	"	" B	"		62.1	
"	"	"	"	" C	"		"	
"	"	"	"	" D	"		"	
"	"	"	"	" E	"		"	
"	"	"	"	" F	"		57.2	
地 下 貯 留	道 路 下	"	愛 知 県 一 の 宮	⑩ プ ラ ザ フ ェ ニ ク ス 八 事	8.66			
地 下 貯 留 + 公 園 貯 留 + 道 路 貯 留	駐 車 場	"	大 阪 府 東 大 阪	⑪ 富 士 雨 水 貯 留 槽	12.0	1,134	5,600	
地 下 貯 留	"	"	"	⑫ 玉 串 第 2 市 街 地 A ブ ロ ッ ク	2,793	885	1,508	
公 園	"	"	千 葉 県 松 戸 市	" B ブ ロ ッ ク	0.723	270.2		
"	"	"	"	⑬ ペ ン ギ ン 公 園	53.6	5,566	13,500	
"	"	"	"	⑭ 小 金 原 公 園	11.1	8,051	5,000	
"	"	"	"	⑮ う ぐ い す 公 園	21.9	3,256	7,600	
"	"	"	"	⑯ 小 金 公 園	21.1	4,828	8,600	
公 園 + グ ラ ン ド 貯 留	"	"	東 京 都 東 久 留 米 市	滝 山 調 節 池	156.0		42,000	
公 広 場 貯 留	"	"	静 岡 県 沼 津 市	沼 津 西	2,079	11,835	21,294	
公 園 貯 留	"	"	"	ア ス フ ェ ル ト プ ラ ン ト 工 場	2,359	186.8	1,122.9	
公 式 運 動 公 園 貯 留	"	"	愛 知 県 豊 橋 市	⑰ 牛 川 公 園			9,400	
2 段 式 上 グ ラ ン ド 貯 留	"	"	愛 知 県 豊 明 市	善 波 池	36.5	6,400		
2 段 式 上 グ ラ ン ド 貯 留	"	"	佐 賀 県	⑱ 鍋 島 団 地 調 節 池	41.0			
没	"	"	神 奈 川 県	⑲ 県 立 厚 木 高 校	3.22	967.65	2,518	
"	"	"	愛 知 県 名 古 屋 市	⑳ 大 根 池	49.85	9,100	31,050	
"	"	"	大 阪 府 境 市	No 1		2,000		
"	"	"	東 京 都 田 無	西 原 四 丁 目 団 地	0.46		293	浸透井等の貯留量は、浸透量を考慮していない
"	"	"	"	"	1.28		416	
"	"	"	"	"	1.35		486	
"	"	"	"	"	0.37		188	
"	"	"	"	"	0.46		258	
"	"	"	"	"	0.65		524	
"	"	"	"	"	1.55		573	
円 形 吸 込 人 槽 孔 槽 堤	"	"	東 京 都 立 川 市	㉑				
"	"	"	東 京 都 昭 島 市	㉒				
"	"	"	東 京 都 武 蔵 村 山	㉓ 大 南 地 区 雨 水 槽				
"	"	"	神 奈 川 県 横 浜 市	あ ざ み の 団 地 公 園	0.25		162	
"	"	"	" 海 老 名 市	海 老 名 団 地 A	1.93	51.6	15.0	
"	"	"	"	" B	1.93	74.0	20.8	
"	"	"	"	" C	1.93	129.0	33.3	
"	"	"	"	" D	1.93	426.5	112.6	

ムタイプの調整池・地下貯留等の施設を除いては比較的簡単な構造であり、施設の崩壊、損傷による危険性は少ない。②については、多目的利用として雨水貯留施設以外の利用面を持たせる事、およびその施設が容易に利用できる事が考えられる。③については、施設の構造が簡単であり、施工が容易である事が望ましい。また、施工費、維持管理費も廉価である事が望ましい。今回の調査によって集められた実例は表-1.16に示す通りで、各地より多くの資料が集められ、また、そのタイプも各種にわたっている。本項については、上にあげられた①～④の事項を念頭において、雨水貯留施設の相互比較を、主としてコスト面（施工費）から行ってみる。なお、本調査では現在設置されている雨水貯留施設のすべてを網羅している訳ではなく、以下の考察は限られたサンプルに基づいている。このような前提のもとでの整理であっても、すでに作られている雨水貯留施設についての事後分析であることを念頭に置いておけば、有用な情報となりうると考える。

1) 貯留施設のコストについて

コストと貯留量の関係を図-1.56に、コストと貯留面積の関係を図-1.57に示す。この二つの図は各タイプのデータを同一図面上にプロットしたものである。又、その特性をみるために印を変えてプロットしてあり、各タイプごとの比較検討ができる。これらの図より以下の事項が分る。

○ 単位貯留量（1 m^3 ）当り（あるいは単位貯水面積当り）の単価は、規模が大きくなるにつれて低減する傾向になっており、規模の経済（スケール・メリット）が明らかに認められる。ただし、地下貯留についてはその傾向が明確に表われていない。また、ダムタイプの調整池についてもスケール・メリットがはっきりしないしかし、高価な部類と安価な部類の2つに分類してみると、スケール・メリットが他のタイプと同様に見られる。これは、構造や地形条件等の相違が影響しているためと思われるが、詳しい点は不明である。

○ 各タイプ別の費用についてみると、工事が

比較的容易であると思われる校庭貯留・公園貯留や、既存の施設を利用したため池貯留が比較的安価となっている。一方、比較的高価なものは、地下貯留である。これは、複雑な工事が必要であることによると考えられる。調整池タイプは費用的にはそれらの中間的なものとなっている。

○ 各タイプの単位当り（ m^3 ）の費用は、表-1.17に示す通りである。調整池の単位当りの費用については、バラつきがかなりあり、同一規模での最高値と最低値との差違は約5倍程ある。なお、表-1.17に示す費用はその代表的なもの

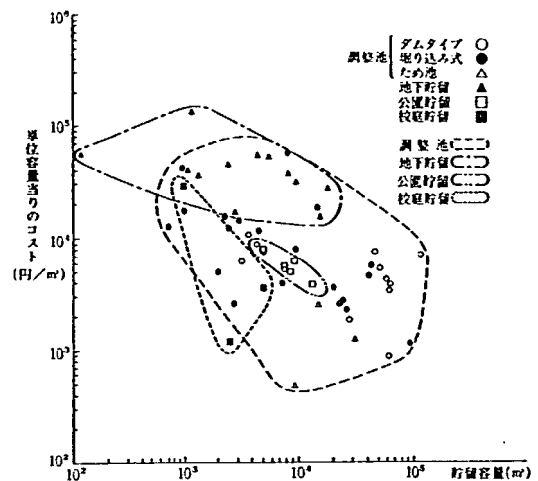


図-1.56 貯留容量

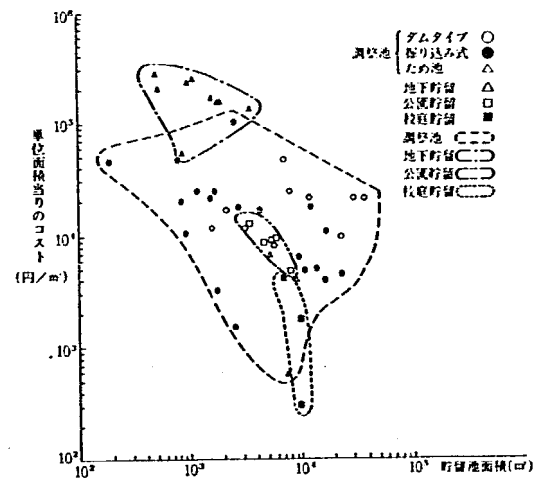


図-1.57 貯留池面積

表-1.17 単位当り (m^3) の費用

タイプ	費用
調整池	$\frac{\text{円}}{m^3} = 290,000 \times (m^3)^{-0.43}$
地下貯留	$\frac{\text{円}}{m^3} = 30,000 \sim 50,000$
公園	$\frac{\text{円}}{m^3} = 3,008,000 \times (m^3)^{-0.688}$

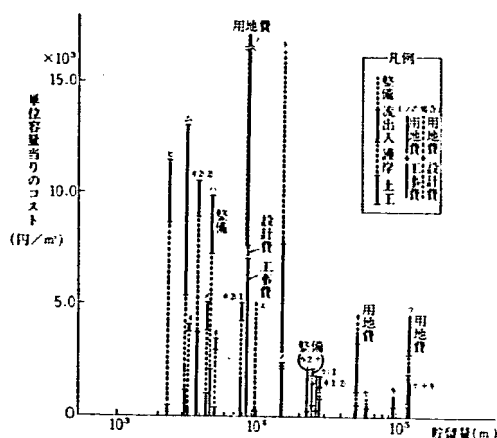


図-1.58 費用内訳 (調整池タイプ)

であり、この適応に当っては注意が必要である。地下貯留については、他の施設との併用や特異な場合を除けば、ほぼ一定の範囲内にある。

以上は、図-1.56~57より雨水貯留施設の特徴をマクロ的に見た場合の検討結果である。一方、各タイプとも単価にかなりのバラつきがあり、さらに細かな検討が必要となる。そこで次に各タイプごとに、費用の総額および内訳がどのような比率となっているかを検討してみる。図-1.58に調整池の費用内訳を示す。この中で用地費が含まれているケースが三つある。1ケースを除いて、他の2ケースは用地費が費用の大部分をしめており、このような off-site タイプの雨水貯留施設では、工事費と同様に用地費が重要であることがわかる。各施設の費用内訳で大きな部分をしめているのは、ブロック

積、取付水路の工事であり、ダムタイプでは、ミズシート工事があげられる。一方、土工事はそれほど大きな割合をしめていない事例が多い。しかし、残土処理を行わなければならない場合には、その費用が全体工費のかかなりの部分をしめる事例がある。調整池の中で、現状の池を改良したものは、護岸等の堤体改良工事が主であり、全体に安価な傾向にある。

規模が増大するにつれて費用が小さくなる傾向については、護岸工事が主要である場合を対象に検討すると、容量が $V = \pi r^2 h$ となり、単価 $C = (\text{total cost} \propto C_1 \cdot A) / (\text{total volume} = V) \propto 1/r$ の関係により、スケール・メリットが表われていると想定される。ここに C_1 は単位面積当りの護岸の単価である。

一方、細部について見るとコストのバラつきがかなり見られる。そこでコストがばらついている施設の中で、その理由が判断可能なものを以下に示す。

ウ……用地費がかなりの部分をしめている。工事費の中では、取付水路、基礎処理費（内容は不明）が高い。

オ……流出部の放流口、余水吐工が高い。

ソ……用地費が一番多くの部分をしめている。

ト……P C杭打ち、側壁を擁壁としている底をコンクリートで作っている等の工費（多くの調整池ではあまり見られない）のために高くなっている。

ヌ……全体の造成工事の一部として調整池の工事がある。

ム……余水吐水路工事が高い。

ヤ……ゴルフ場整備を兼ねて行ったために安価と考えられる（但し詳細は不明）。

次に地下貯留タイプの工事内訳を図-1.59に示す。この図より、地下貯留のみの場合と、地下貯留+公園貯留を比較する。他施設と組み合わせた場合には、単位当りコストが安価になる傾向である。ただし、これらのデータには、公園としての機能を持たせるための整備費は含まれていない。地下貯留の工費については、貯留槽とポンプ槽の工費が大部分をしめる。ミの3が他の施設に比べてやや高価なのは、道路下に雨水渠を作っているためと思われる。

校庭貯留（図-1.60）については、その整備状態によって単位当たりコストが大幅に異なる傾向にある。テとニを比べてみるとその差がわかる。テは周囲が土堤のみで、しかも、その保護は芝を用いている。一方、ニは周囲にブロックを積んでいる。この両者の工法の相違が単位当たりコストの差になっているものと思われる。

校庭貯留は、その水深が比較的浅いこと（ホ

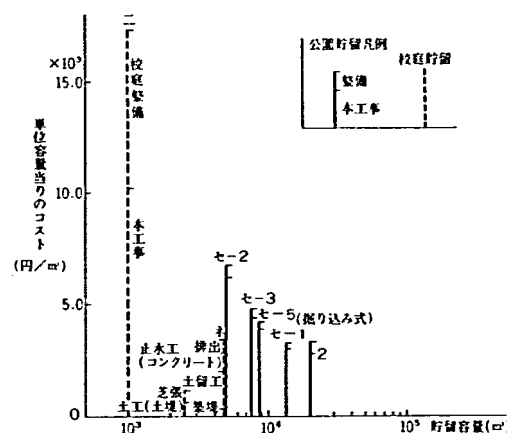


図-1.60 費用内訳（公園貯留タイプ・校庭貯留タイプ）

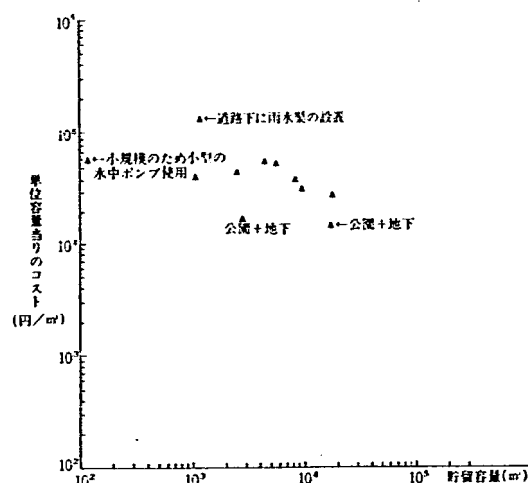


図-1.62 特徴的な費用を示している施設
(地下貯留タイプ)

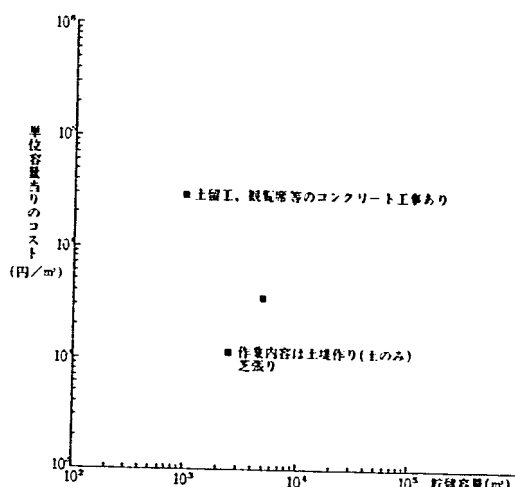


図-1.63 特徴的な費用を示している施設
(校庭貯留タイプ)

の例で最高 0.5 m)や、ある程度校庭が整備されていること等のために、法面保護にブロック積等を行わなければ(水深が小さい事より芝張り等が考えられる)、他の貯留施設に比べてかなり安価になる。

以上のコストに関する検討項目を取りまとめ、各タイプごとに特異な位置にある施設の中でその内容が解かるものを図-1.61~63に示しているので参考にされたい。

2) 貯留施設の面積について

ここでは、貯留施設の面積と開発地域の面積について検討を行う。開発面積に占める貯留施設の面積比は 0.5 ~ 30% の間の広範囲にわたっている。特に多いのは 1 ~ 5% 間である。開発面積の大小と、面積比の関係はあまり顕著な傾向は見られない。これは、後に検討を行う貯留量についても言える事であるが、貯留施設の規模の決定が、計画規模の設定の差異や下流への流出量等の種々の制約のもとで行われるために、単純にはその特性を把握しきれないものと思われる。

調整池、調節池の池タイプの貯留施設は、開発面積、貯留池面積ともに、小規模から大規模までの広範囲におよんでいる(図-1.64)。貯留

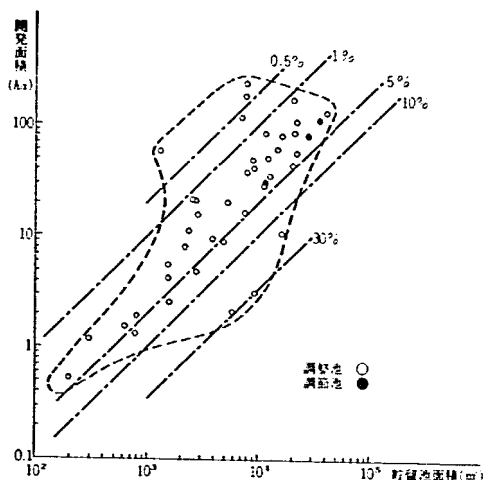


図-1.64 開発面積と貯留池面積の関係
(調整池タイプ)

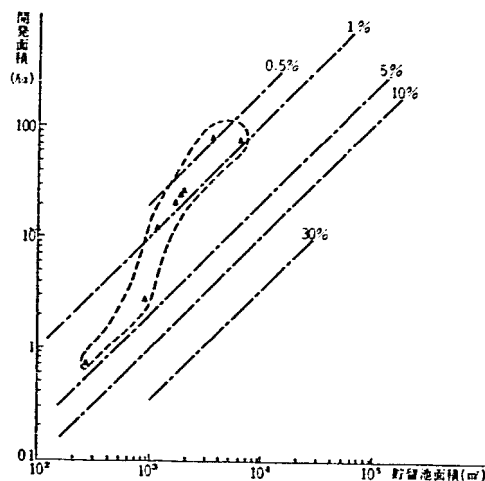


図-1.65 開発面積と貯留池面積の関係
(地下貯留タイプ)

池面積比も0.5～30%と広範囲である。地下貯留は、開発面積・貯留池面積とも小規模から中規模までの範囲にある(図-1.65)。貯留池面積比は、開発面積の増大とともにやや減少する傾向がみられる。公園貯留は主に中規模の開発に見られ、貯留池面積は、公園という性格上もあると思われるが、3,000～10,000 m^2 の間にあり他の貯留施設に比べて範囲がやや狭くなっている(図-1.66)。

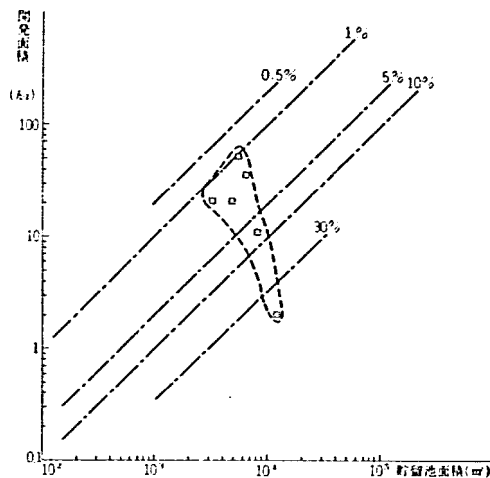


図-1.66 開発面積と貯留池面積の関係
(公園タイプ)

3) 貯留施設の貯留量について

貯留施設の貯留量については、その施設を取りまく多くの条件を検討しなければならず、その判断も複雑になるために、ここでは、主に開発面積との関係で見て行く。開発面積1ha当りの貯留量を見ると100 m^3 ～12,000 m^3 までの広範囲にわたり、貯留量と開発面積との関係も見られないようである。しかし、タイプ別に分類すると、調整池・調節池の池タイプの値はバラつきがあるが(図-1.67)、その他の施設の地下貯留(図-1.68)、公園貯留(図-1.69)校庭貯留(図-1.70)、浸透型貯留(図-1.71)等はまとまった傾向を示しており、500 m^3/ha の周囲に分布している。ただし、浸透型貯留施設の貯留量については、浸透効果を考慮しない値であるために、実際の容量はこの値より大きくなると考えられる。

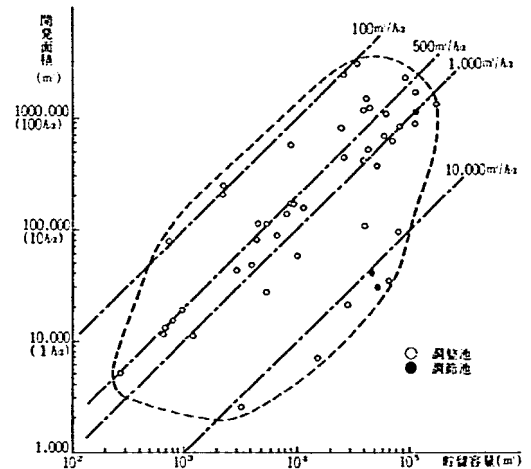


図-1.67 開発面積と貯留容量の関係
(調整池タイプ)

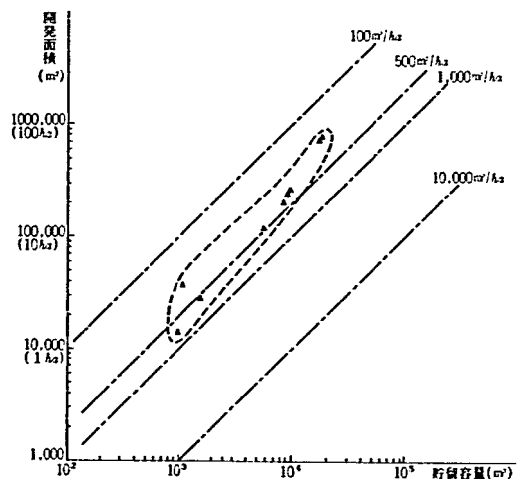


図-1.68 開発面積と貯留容量の関係
(地下貯留タイプ)

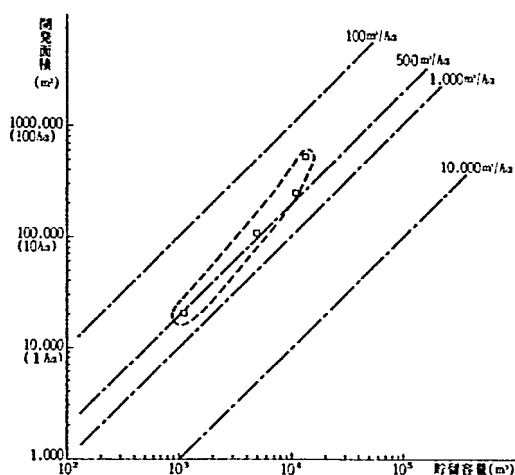


図-1.69 開発面積と貯留容量の関係
(公園貯留タイプ)

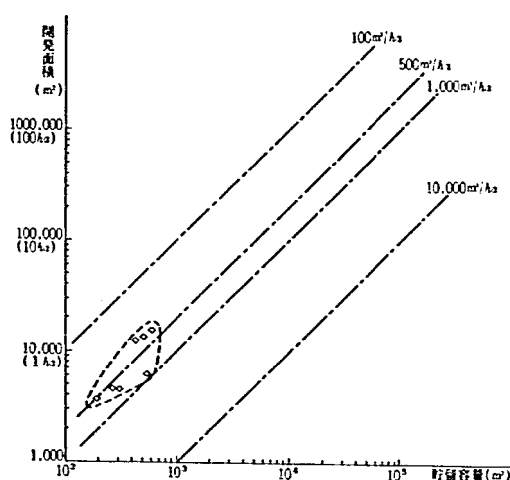


図-1.71 開発面積と貯留容量の関係
(浸透型貯留タイプ)

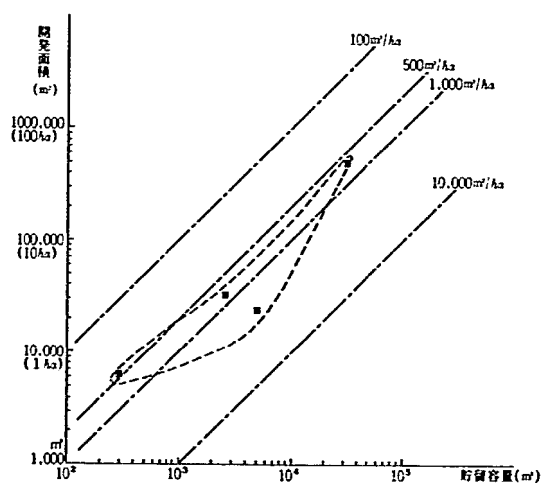


図-1.70 開発面積と貯留容量の関係
(校庭貯留タイプ)

4) 面積・貯留量についてのコメント

2), 3) の項で得られた図より次の事が分る。

- 調整池・調節池は、種々の条件に合った大きさ(面積・貯留量)を取ることが可能であり、開発計画に合わせて設置できる。このため、貯留施設として見た場合には有効な方法と思われるが、目的が単一(現在多目的利用されているのは、農業用水利用ぐらいである)となってしまう欠点があげられる。
- 公園、地下、校庭、浸透型の貯留施設は、雨水貯留以外の機能を兼ねる事や構造上の点等からして、規模・設置箇所等がおのずと決められてしまう可能性が大きい。しかし、多目的に利用できるという面からは、良い施設と思われる。
- 浸透型については、地盤の条件によって設置可能範囲が限られてしまう。

6. 雨水貯留施設の問題点

これまで見て来たように雨水貯留施設は多様な型で各地に設置されつつある。しかしその歴史は浅く、施設の計画、工事およびその維持管理等の面からいろいろな問題点が散見される。

以下に今回のアンケートに述べられている主な問題点を列挙する。

- ① 余水吐の容量が100年確率雨の1.5倍を採用している為、実際に出来上った放流口の断面が非常に大きく、下流地域住民に危惧を抱かせる。
- ② 洪水調節量において、下流河川流下能力に対応する許容放流量が小さいと（ex. $q = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ）オリフィスの絞り込みが大きく調節容量が非常に大きくなる。オリフィス径が小さいとゴミ等による詰りが起き易く、非常に危険である。特に造成工事段階で十分な配慮が必要と思われる。
- ③ 宅地開発等は都市周辺の丘陵地に多く、この為沢部には軟弱地盤層が多い（ex. 水田、湿地）。そこで貯留池築造位置は谷部を利用した軟弱地盤層に設ける場合が多くなる。この軟弱地盤をサンドパイル入替等、改良するとこれを基礎地盤として堤体を築造することになるが、ダム基準にある基礎地盤（岩層）の扱いと少し意味合いが違うようで疑問を残す。
- ④ 上記に関連して急峻な地形における貯留池は、経済性を見地から自然地形を利用したものになり、その容量確保から高い堤体にならざるを得ない（例えば愛知県豊田市の桐山川は、 $H = 13.5 \text{ m}$ 、砂山川は $H = 14.5 \text{ m}$ ）。このことは危険性を増すことになり難しい問題が残る。
- ⑤ ダム側面の地山との取付部分を本設計では地山部分を1.0 m段切りし堤体とのなじみを付けることにしているが、構造上最も危険性のある部分であり特に入念に施工すると共により良い方法を検討する必要がある（同上）。
- ⑥ 堆砂を考慮して池底からL. W. L. まで常

時湛水がある調整池は、水草の繁茂、蚊の発生が心配される。

⑦ ⑥のような調整池で農業用水兼用のものには除草剤散布は控えなければならない。しかし、周囲には住宅地がある為、水草、蚊への対策を立てる必要がある。

⑧ 流域内に家畜飼育場がある場合、そこからの汚水流入により悪臭を発生し、蚊、蠅の発生をみる。用排水分離施設を設ける必要がある。

⑨ 調整池内の通路等等は周期的に伐採を行わなければならない。

⑩ 既成市街地施設の吸込槽については、提供者が必要であり、提供者の都合で撤去しなければならないという問題がある。又、工期が長く掛り、掘削時に送風機が必要である。

⑪ 閉地内の吸込井の追跡調査によれば、ビニール袋、木片、布片、汚泥等が浸透面を被覆し、あるいは降雨初期の高濁水中の泥分が浸透面下の浅い砂礫層に付着し、目詰り現象を呈している。

⑫ 地下貯留槽においては、暗渠型式の調整池である等、土砂等の堆積物の除去について多少の困難があるのではないと思われる。

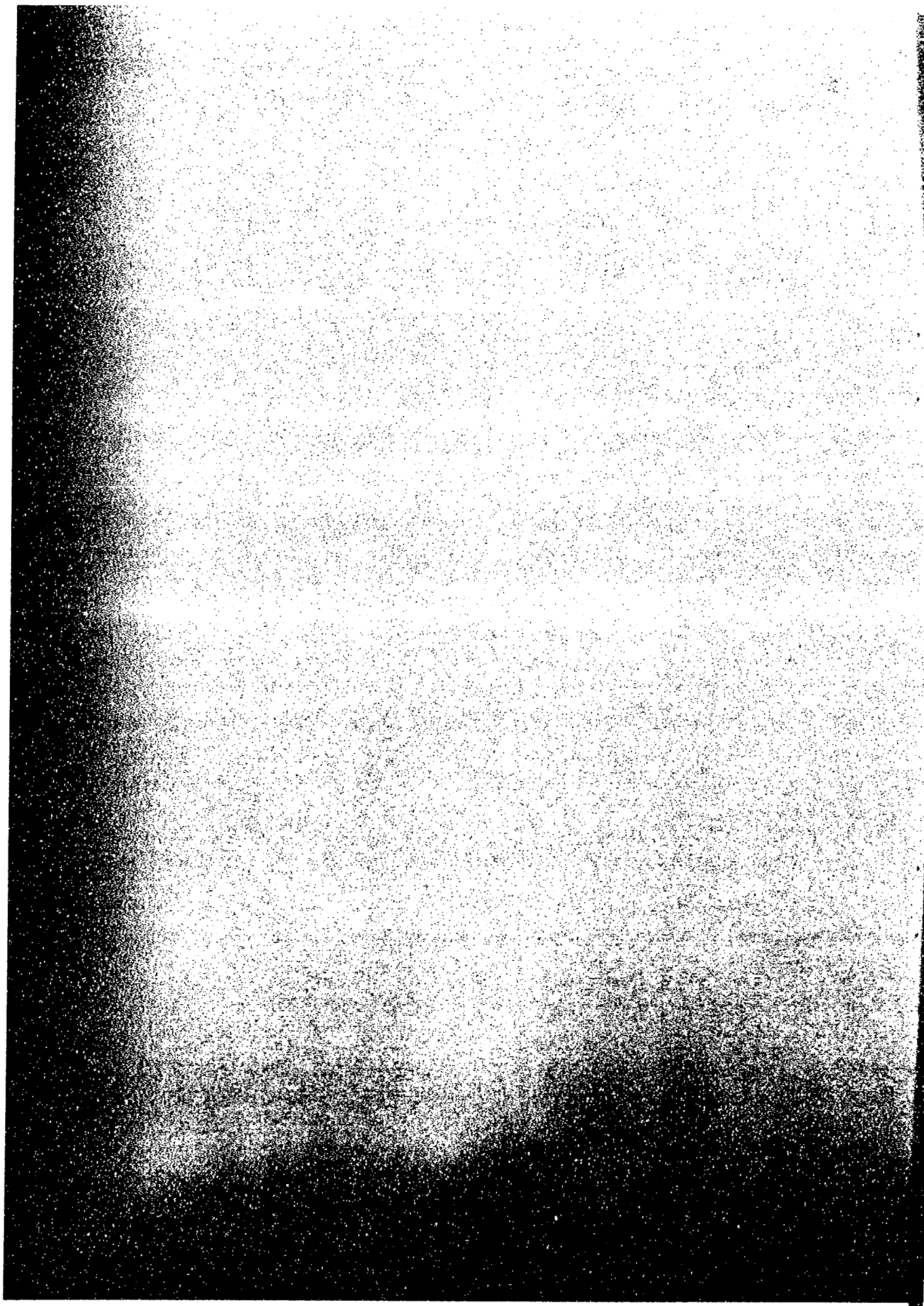
⑬ 調整池からの排水路の入口では、土砂、ゴミがたまりやすく目詰りを起している。断面積が広く、かつ立体的な“鳥かご型”のスクリーンが必要である。

以上、アンケート調査結果から載せたが、多くは施設設置から間がないので、今後年月が経るに従い新たな問題点が現われて来るとと思われる。

勿論これ等の問題点は、個々の施設毎にそれぞれ異なるので、それぞれに応じた対策を必要とするが、大局的にはそれ程大きな問題にはならないと思われる。日常的な施設の維持管理に注意することが最も肝要と思われる。その為に担当者の努力と共に、管理体制を確立することが必要であることを指摘しておきたい。

2. 雨水貯留施設の湛水継続時間の検討

- 1. 構造改善に伴う必要貯留量の変化の例..... 53
- 2. 湛水実績調査..... 57



第2章 雨水貯留施設の湛水継続時間の検討

1. 構造改善に伴う必要貯留量の変化の例

1) 概要

防災調整池の2段式化や中層住宅の棟間貯留に側溝をつけるなど、雨水貯留施設の多目的利用のための試みがなされているが、この対策の水理的な、あるいは計画上の意味を、ここでは単純化された構造を想定して解析解により求めてみた。対象として棟間貯留をえらび、これに側溝がある場合とない場合の必要貯留量を求めたところ、一例として図-2.1に示すように側溝がある場合必要貯留量を、数%から20%程度減らすことができることがわかった。本例の場合、単純のため矩形降雨波形を適用しているが、変化のある実降雨の場合は、もっと効果があるものと思われる。

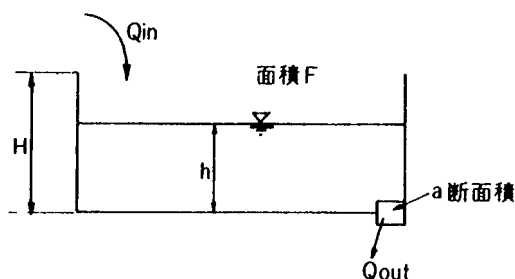


図-2.1 棟間雨水貯留施設の概念図

2) 構造改善に伴う必要貯留量の変化の分析 これまでの計算のまとめを以下に示す。

解析的な解により、雨水貯留特性（必要貯留量と許容放流量の関係）、側溝（式中d）の効果を調べてみた。

〔条件の想定〕

① 降雨波形

横浜を始めとして多くの都市で、指導要綱の対象降雨として、矩形降雨が用いられている（図-2.2参照）。流入を一次曲線にした場合、な

かなか容易に解けなかった。とりあえず、有効雨量 $50\text{mm/hr} \times 1\text{hr}$ とし、 $50\text{mm/hr} \times 3\text{hr}$ 、 $25\text{mm/hr} \times 2\text{hr}$ などを適宜まじえる。

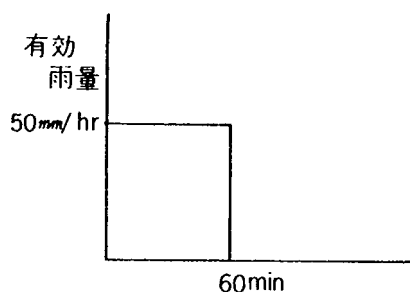


図-2.2 矩形降雨

② 流域および貯留槽の条件

流域面積 1ha 、有効雨量 50mm を考慮するので、ここでは、土地利用特性を考慮する必要はない。つまり総流出量は $50\text{mm} \times 1\text{ha} = 500\text{m}^3$ である。

貯留型式としては、 1ha の集水域であり、現地貯留を考慮、矩形の有効降雨が直接流出するものとした。これによって議論の一般性は失われないものと思われる。

貯留槽の形は、矩形あるいは等水深のものを考え、水深としては棟間その他ということで、 0.3m および 0.6m とした。それ故必要面積（F：後述）と必要貯留量（V）とは1対1となる。

このほか側溝がある場合について、その関係をも求めてみた。条件としては、 $d = 0.15$ および 0.30m などとし、その体積は無視した。

放流孔も簡単のため、孔の中心を貯留槽底あるいは側溝底に一致させ（図-2.3参照）、開

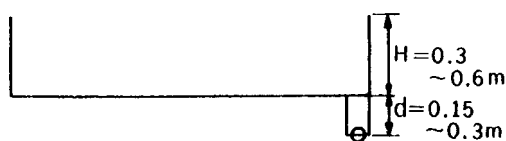


図-2.3 放流孔の模式化

水路状態であるときを無視し、オリフィス公式一本による計算を行うことにした。

③ 許容放流量

許容放流量は、0～流入量まで変化させてみた(図-2.4)。

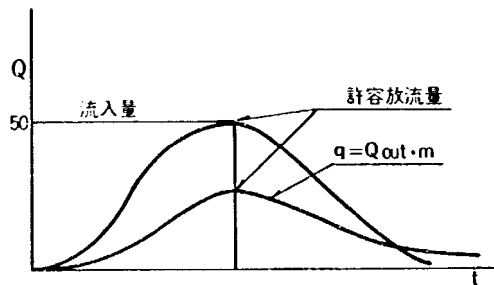


図-2.4 許容放流量の設定
(パラメトリックに変化)

- 必要容量算定式その1 (側溝なしの場合)
(連続式)

$$F \frac{dh}{dt} = Q_{in} - Q_{out} \quad \dots (2-1)$$

(流出量公式)

$$Q_{in} = C' r_e A \quad \dots (2-2)$$

r_e : 有効雨量強度
(50mm/hr or 25mm/hr)

A : 流域面積 (1ha)

C' : 換算係数 ($\frac{1}{360}$)

(運動方程式)

$$Q_{out} = 0.6 a \sqrt{2gh} \quad \dots (2-3)$$

(2-1) 式に (2-2), (2-3) 式を代入して次式を得る。

$$F \frac{dh}{dt} = C' r_e A - 0.6 a \sqrt{2gh} \quad \dots (2-4)$$

(2-4) 式の係数を整理して次式を得る。

$$\frac{dh}{dt} = K - K' \sqrt{h} \quad \dots (2-5)$$

$$\text{ただし, } K = \frac{C' r_e A}{F} \quad K' = \frac{0.6 a \sqrt{2g}}{F}$$

変数分離形であるから積分でき、

初期条件, $t = 0, h = 0$ を代入して次式を得る。

$$C = \frac{2K}{K'^2} [1 - \log_e K] \quad \dots (2-6)$$

K, K' を代入して、

$$t = \frac{FC' r_e A}{0.36 a^2 g} \cdot \log_e \frac{C' r_e A}{C' r_e A - 0.6 a \sqrt{2gh}} - \frac{2F}{0.6 a \sqrt{2g}} \sqrt{h} \quad \dots (2-7)$$

が得られる。もう少し変形すると、

$$t = \frac{2FC' r_e A}{0.36 a^2 \cdot 2g} \left[\log_e \frac{C' r_e A}{C' r_e A - 0.6 a \sqrt{2gh}} - \frac{0.6 a \sqrt{2gh}}{C' r_e A} \right] \quad \dots (2-8)$$

$$t = \frac{2F Q_{in}}{0.36 a^2 \cdot 2g} \left[-\log_e \left(1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \right) - \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \right] \quad \dots (2-9)$$

なども得られる。また、例えば $t = 3,600, h = H$ を代入すると、

$$3,600 = \frac{2FHQ_{in}}{Q_{out}^2} \left[-\log_e \left(1 - \frac{Q_{out} \cdot m}{Q_{in}} \right) - \frac{Q_{out} \cdot m}{Q_{in}} \right] \quad \dots (2-10)$$

$$3,600 = \frac{2VQ_{in}}{Q_{out}^2} \left[-\log_e \left(1 - \frac{Q_{out} \cdot m}{Q_{in}} \right) - \frac{Q_{out} \cdot m}{Q_{in}} \right] \quad \dots (2-11)$$

となり、 V が H 、つまり形状(細長比)によらず求まることになる。ただし、この式中の Q_{out}, Q_{in} は、正しくは $Q_{out \cdot max}, Q_{in \cdot max}$ である。なお (2-10), (2-11) 式での $Q_{out} = 0.6 a \sqrt{2gH}$ である。

- 必要容量算定式その2 (側溝高 d を想定した場合)

(2-1), (2-2), (2-3) 式中異なるのは (2-3) 式だけで、それは次のようになる。

$$Q_{out} = 0.6 a \sqrt{2g(h+d)} \quad \dots (2-12)$$

解くべき、微分方程式は次のようになる。

$$\frac{dh}{dt} = K - K' \sqrt{h+d} \quad \dots\dots\dots (2-13)$$

$$\therefore \int \frac{dh}{K - K' \sqrt{h+d}} = \int dt$$

これは、 $K - K' \sqrt{h+d} = H$ の置換より解けて、

$$\begin{aligned} t &= \frac{2}{K'^2} \left[-K' (\sqrt{h+d} - \sqrt{d}) \right. \\ &\quad \left. - K \log_e \frac{K - K' \sqrt{h+d}}{K - K' \sqrt{d}} \right] \\ &= \frac{2}{K'^2} \left[-\frac{1}{F} (Q_{out} - Q_d) \right. \\ &\quad \left. - \frac{Q_{in}}{F} \log_e \frac{Q_{out} - Q_{in}}{Q_d - Q_{in}} \right] \\ &= \frac{2 Q_{in} F}{0.36 a^2 \cdot 2g} \left[-\log_e \left(\frac{1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}}{1 - \frac{Q_d}{Q_{in}}} \right) \right. \\ &\quad \left. - \left(\frac{Q_{out}}{Q_{in}} - \frac{Q_d}{Q_{in}} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (2-14) \end{aligned}$$

が得られる。式中 $Q_d = 0.6 a \sqrt{2gd}$ である。これは、 $Q_{out} \cdot m = 0.6 a \sqrt{2gH}$ とおくと、(2-11) と似たような式、

$$\begin{aligned} t &= \frac{2 Q_{in} V}{Q_{out}^2 \cdot m} \left[-\log_e \left(\frac{1 - \frac{Q_{out} \cdot m}{Q_{in}}}{1 - \frac{Q_d}{Q_{in}}} \right) \right. \\ &\quad \left. - \left(\frac{Q_{out}}{Q_{in}} - \frac{Q_d}{Q_{in}} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (2-15) \end{aligned}$$

が得られる。式の形としては、側溝高による補正項が入った形となる。

(数値計算例)

(2-8) 式などの式形からいって、 a を逆算するのは大変であり、ここではそれを変化させて、 F あるいは V を求める方式をとったが、実際は (2-10) 式から見れば、 Q_{out}/Q_{in} を変化させて、1 つ残る Q_{out} から a を逆算する方法もあった。

有効雨量全部をためる $500 m^3/ha$ に收れんすることはいうまでもないが、側溝 (初期に相対的にヘッドを与える効果がある) の効果が許容放流量比 ($Q_{out} \cdot m / Q_{in} = q/50$) によって、相当変わることがわかる。

許容放流量比 ($\frac{Q_{out} \cdot m}{Q_{in}} = \frac{q}{50}$) を 0.2, 0.5, 0.7 に変化させた場合の必要貯留量 (V)、必要面積 (F) およびその時のハイドログラフおよび水位変化図を求め、図-2.5~2.12 に示しておく。

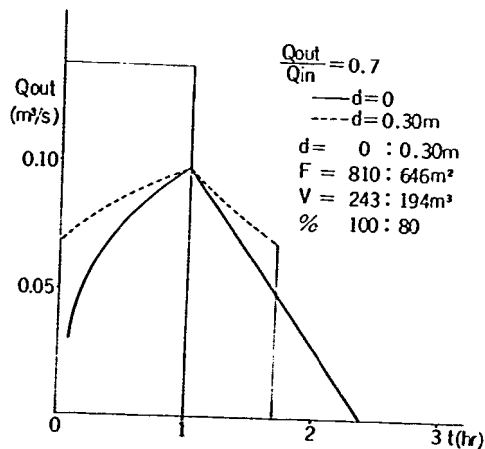


図-2.5 Q_{out} の計算結果 ($Q_{out}/Q_{in} = 0.7$)

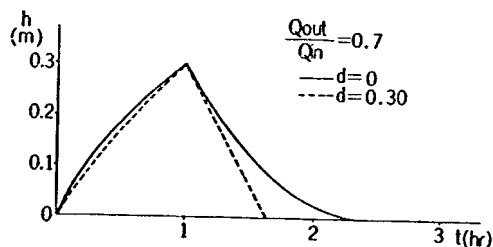


図-2.6 h の計算結果 ($Q_{out}/Q_{in} = 0.7$)

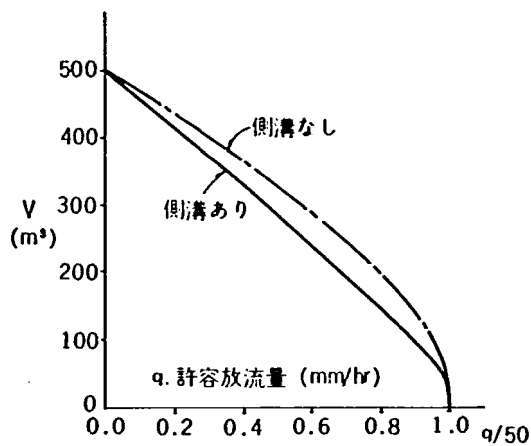


図-2.7 許容放流量比($q/50$)と必要貯留量(V)の関係

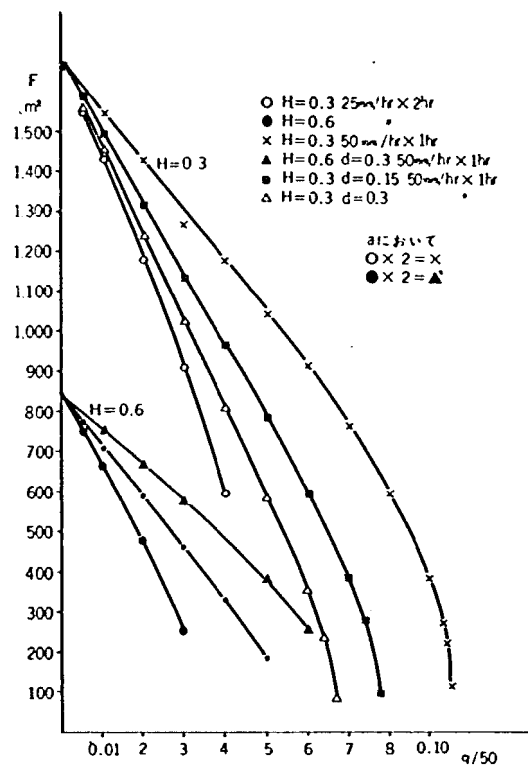


図-2.8 許容放流量比($q/50$)と必要面積(F)の関係

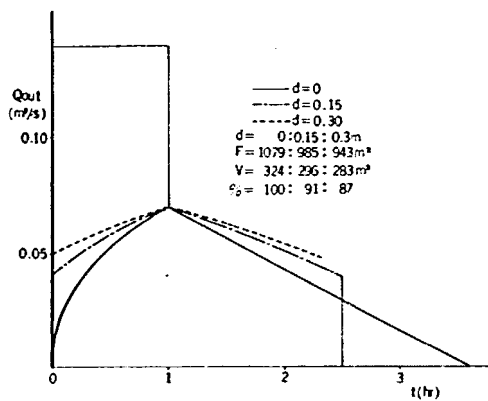


図-2.9 Q_{out} の計算結果
($Q_{out}/Q_{in}=0.5$)

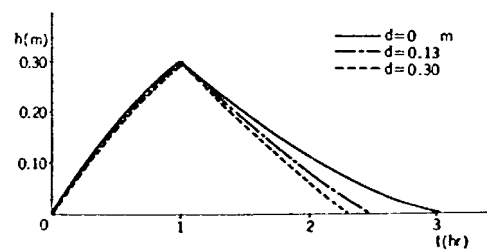


図-2.10 h の計算結果
($Q_{out}/Q_{in}=0.5$)

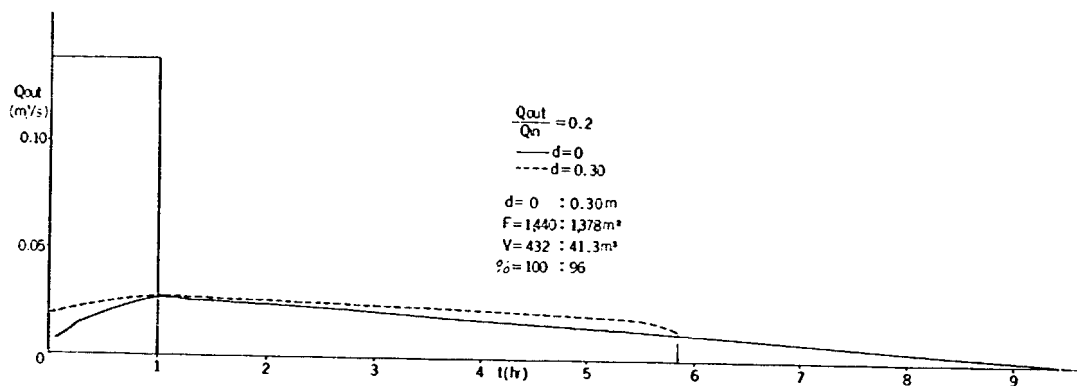


図-2.11 Q_{out} の計算結果 ($Q_{out}/Q_{in} = 0.2$)

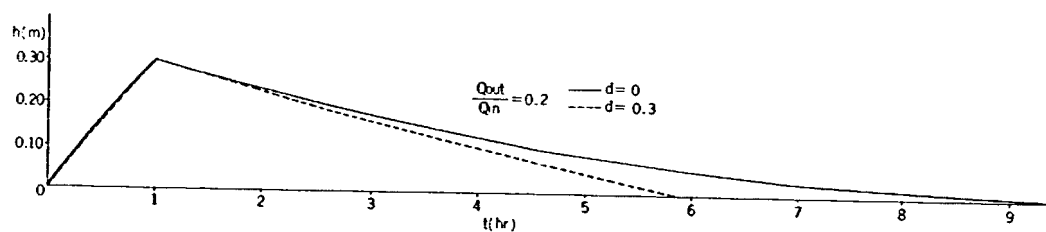


図-2.12 h の計算結果 ($Q_{out}/Q_{in} = 0.2$)

2. 湛水実績調査

ここでは、すでに完成している雨水貯留施設において、その湛水状況がどの程度であるかを調べてみた。実態調査においては、対象とする期間内の降雨の特殊性がそのまま反映されるので、調査の結果が必ずしも平均的な状況を示しているとは限らない。しかし、すでに作られている施設の湛水状況を知っておくことは、その施設の機能実態の直接的な理解と、多目的利用の場合における他の用途の機能疎外の程度を推定するために有益であると考えられる。降雨条件を明確にした場合の湛水状況については、シミュレーションによる検討としてふれることにして、ここでは実態調査結果を中心に述べる。

1) 全般的な傾向²²⁾

湛水状況調査で対象とした貯留施設は低床花

壇貯留、棟間貯留(3)、公園貯留(1)、運動場貯留(1)、多段式貯留(1)、吸込井戸貯留(1)、浸透井・浸透池貯留(3)、ため池調整池(1)の合計11施設である。ここで取りあげたものは団地における小規模なものである。

表-2.1に、対象とした雨水貯留施設の設置場所、貯留方式、多目的利用の場合の他の用途、湛水状況(頻度、湛水水深、湛水時間)および計画規模に関して、降雨規模、貯留量・面積・最高水深、集水区域を示す。また同表の備考には、余裕高その他の参考となる事柄を示す。

表-2.1には、概略的な湛水の頻度・水深・時間を示しているが、多目的利用において、どの程度の機能疎外が起るかを知らることができる。しかし、前述のように実績降雨の特殊性・個別性および施設の規模、排水施設の作り方等のために必ずしも長年月にわたる平均的な湛水状況を示している訳ではなく、それを知るためにはシミュレーションが必要となる。

2) 貯留施設完成後の効果発揮例（松戸市 ユーカリ公園）

松戸市東平賀城町地区は、従来富士川の水源地である小金原地区から流出する洪水の氾濫原として機能していた。しかし、水源地が小金原団地として開発され、さらに東平賀城町地区周辺の宅地化により氾濫原は水害常襲地帯と化し20～30mm/hr程度の降雨に於ても浸水被害を生ずる実情にあった。この度、松戸市では浸水対策として小金原団地の排水系統を変更し、新坂川に放流する二ツ木幹線計画を策定し、目標を昭和56年として工事を進めている。一応公園等の公共用地を利用した雨水貯留施設による二ツ木幹線が完成するまでの期間における雨水処理対策として、また二ツ木幹線完成後に於る治水安全度向上を図る目的をもって、ペンギン公園、小金原公園、うぐいす公園、ユーカリ公園、小金公園の雨水貯留工事が進められている。

このうち54年12月に竣工したユーカリ公園は、集水域73.7ha、8,700tの貯水量を持つ地下貯留槽を合せ総貯留量17,600tの公園貯留施設である。昭和54年10月19日20号台風時このユーカリ公園は施工中であったが、地下貯留槽

は工事完了していたので、貯留状況を記録している。図-2.13はその時の雨量、水位記録図である。設計上の水位で満水になった後も約3時間雨水を貯留し地上部流出は生じていなかった。

ユーカリ公園の位置する小金原地区は、昭和50年7月21日の集中豪雨の際には、総雨量75mmに対して、公園の周辺で1m程の浸水があったが、昨年の台風20号（110mm）では道路の冠水もなく貯留池の効果が大いに発揮されたところである。

3) 雨水貯留施設の湛水状況の水理的検討 （シミュレーションによる推定）

雨水貯留施設の容量・放流施設と洪水流出の調整の程度の関係については、第3章に示すような数多くの検討がなされている。また技術的にもその推定は比較的容易に行える。すなわち、洪水流出システムにおいて、雨水貯留施設が洪水調節を行うが、これは応用水文学的に計算が可能である。

このような水文流出解析モデルにより、雨水貯留施設の湛水の状況も推定できる。ここでは、湛水状況の再現（あるいは模擬発生）を行うことにより、上記1)、2)と同様な検討を行う。こ

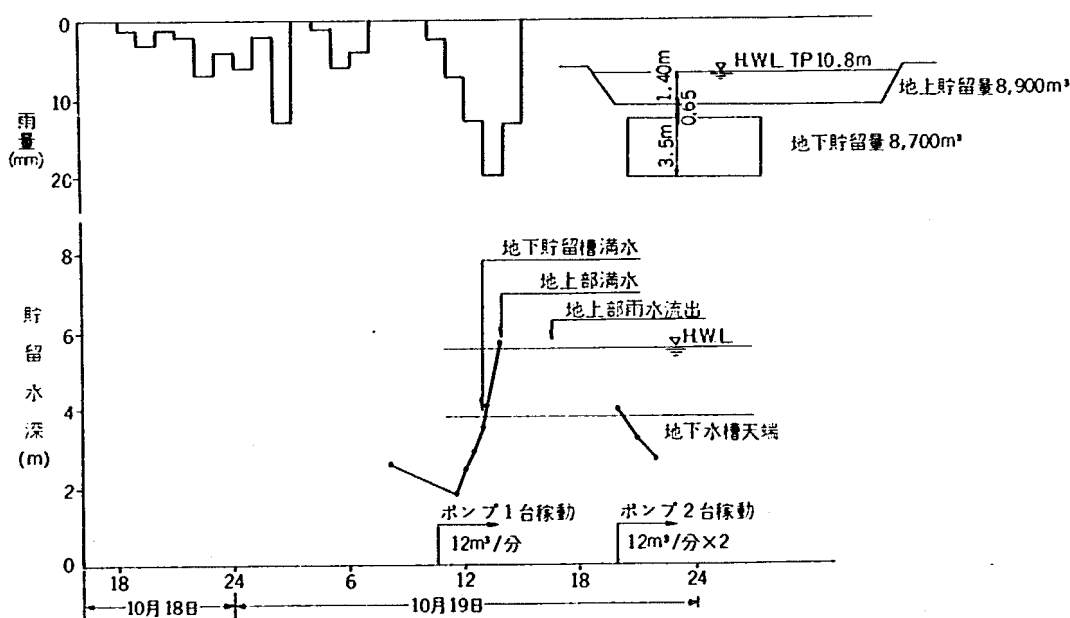


図-2.13 ユーカリ公園、台風20号時雨量・水位図（昭和54年）

の再現においては、降雨条件が明確に与えられているので、ある条件下での湛水状況の正確な推定が可能となる。

① 対象とする雨水貯留施設の種類

ここでとりあげる雨水貯留施設は、次の3つのタイプである。

- 一般的な雨水貯留施設（防災調整池）
- 個人住宅における雨水貯留施設
- 集合住宅における雨水貯留施設

これら3つの雨水貯留施設の平面図、横断面図、放流施設図を図-2.14～2.16に示す。

② 対象とする降雨規模

ここでは、現実の雨水貯留施設の計画規模を前提として、降雨強度曲線における継続時間が1時間としたときの降雨強度が 50mm/hr および 92mm/hr とする。そして、降雨強度曲線より、中央集中型の降雨波形を与えるものとする。これは東京都における降雨確率としては、約 $1/3$ および $1/30$ にそれぞれ相当する。

③ 雨水貯留施設の湛水状況の見方

②に示す降雨を与条件として与えた時に、雨水貯留施設の湛水状況は、集水面積（および雨水排水システム）、貯量容量、および雨水貯留施設の排水施設規模による。ここでは、この排水施設容量を流域面積で割った比流量 q_0' ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$)として表現し、これをパラメータとする。そして q_0' を設定した時に、設定した降雨に対して必要貯留基準および最大湛水深および湛水時間が、ある水面積率（＝貯水池の面積／集水面積）のもとでどのようなになるかを調べてみよう。

④ シミュレーション

以上の①～③の条件下における計算結果を図-2.15～17より、雨水貯留施設の容量および排水施設規模が与えられた時に、 50mm/hr および 92mm/hr 降雨強度（中央集中型波形）の雨が降ればどのような湛水状況となるかを知ることができる。

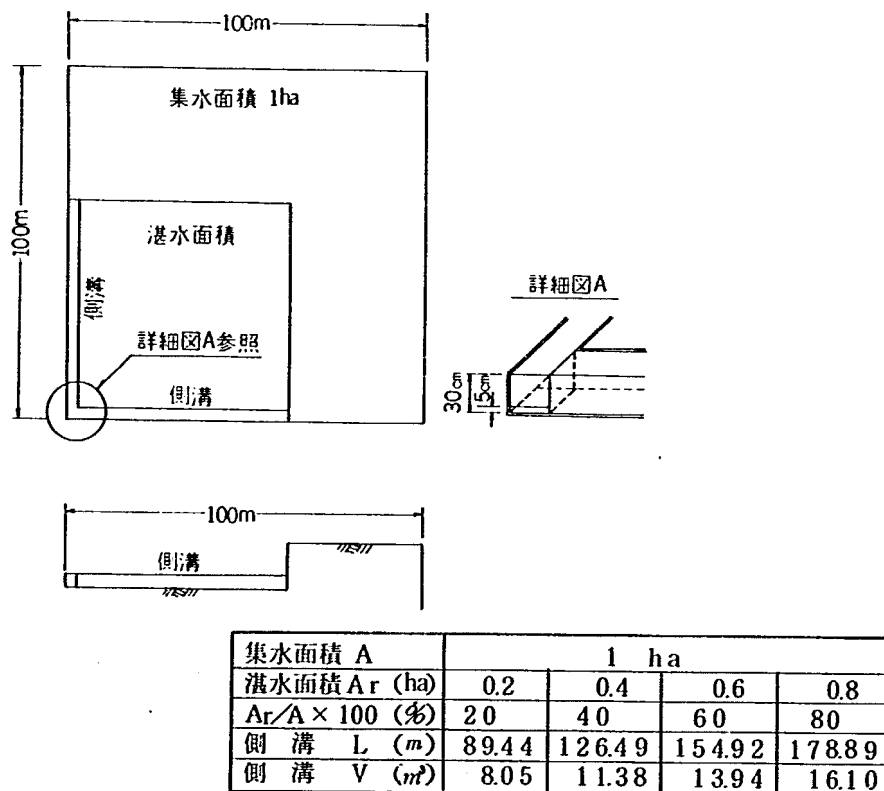


図-2.14 一般的な貯留施設模式図

表-2.1 雨水貯留施設整理表(湛水状況)

団地名	貯留方法	利用法	湛水状況			計画規模				集水区域	備考
			頻度	水深	時間	降雨規模継続時間	貯留量	面積	最高水深		
あやめ台団地	低床花壇	花壇 砂場	年に数回	水たまり 満水	短時間 1日以上	55 mm/hr 2~2.5 hr	(m^3)	(ha)	0.3位 (m) (前庭低床花壇) 0.5位 (公園低床花壇)	団地	
新栄町団地	"	芝生	"	"	"	55 mm/hr 3 hr	500 mm/ha		0.3 0.4	"	
新座団地	桃間貯留 (公園貯留)	公園	"	水たまり 40 cm	"	$\Sigma R=150$ mm 55 mm/hr 3 hr	30,900	2.5	1.0 1.7	"	
滝山団地	公園貯留	"	年に2回位 年に2,3回	1.5 m 以上 1.5 m 以下	1日 半日	55.5 mm/hr 1 hr (5年 or 9年)	53,900	4.3	3	"	湛水後3日位で 公園使用可
三郷団地	運動場貯留	運動場								"	
狭山団地	多段式貯留	下段 湿地 中段 運動場 上段 公園	(注) S.50年10月 湛水	中段上 20~30 cm	1~2日	50 mm/hr 3 hr		下, 中2 (団地の2%) 上1	各段の差 は1~1.5 m	"	
富士見台団地	吸込井 (地下浸透)			強雨時に道 路上に湛水	短時間	50 mm/hr (2年に1回)	流入量 252 m^3 /ha 浸透量 115 m^3 /ha 貯水枚 88 m^3 /ha 放流量 49 m^3 /ha	但し1本当り (全体の19%)		団地 1本当り1 ha	毎時10mmの降雨 量分の浸透効果 がその後ゴミ等 により毎時1mm に低下
柏町団地	浸透井 浸透池 (安全井)			浸透池上の 湛水ナシ		60 mm/hr (5年に1回) f (団地内 0.9, 外 0.3)	浸透井 22ヶ所 浸透池 約 50 m^3	浸透井 $\phi=800$ mm 深さ 10 m 流水量 90 L/s		団地内 および周囲 1本当り0.5 ha (11.37 ha)	余裕率 1.6
幸町団地	"		台風や豪雨時	浸透池 20~30 cm		"	"	"		" (10.76 ha)	余裕率 1.61
若葉町団地	"			浸透池上の 湛水ナシ		"	浸透井 41ヶ所 浸透池 約 700 m^3	"		" (20.81 ha)	余裕率 1.48
高麗川団地	溜池..... 調整池	農業用水	溜バイには なっていない			50 mm/hr 3 hr		溜池 0.1		溜池は団地内小 学校の一部と道 路の一部の排水 が流入	

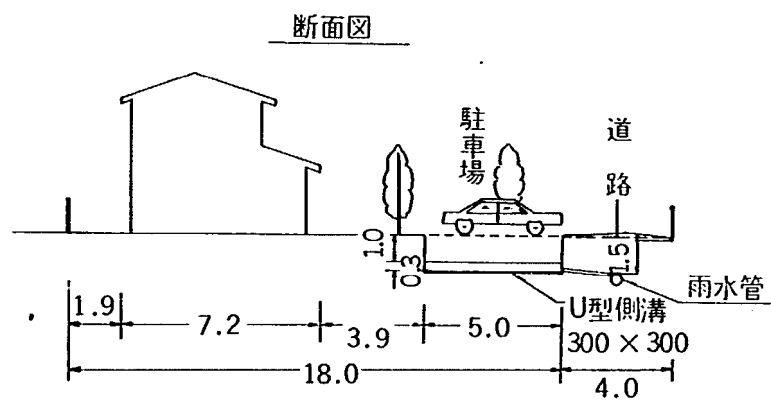
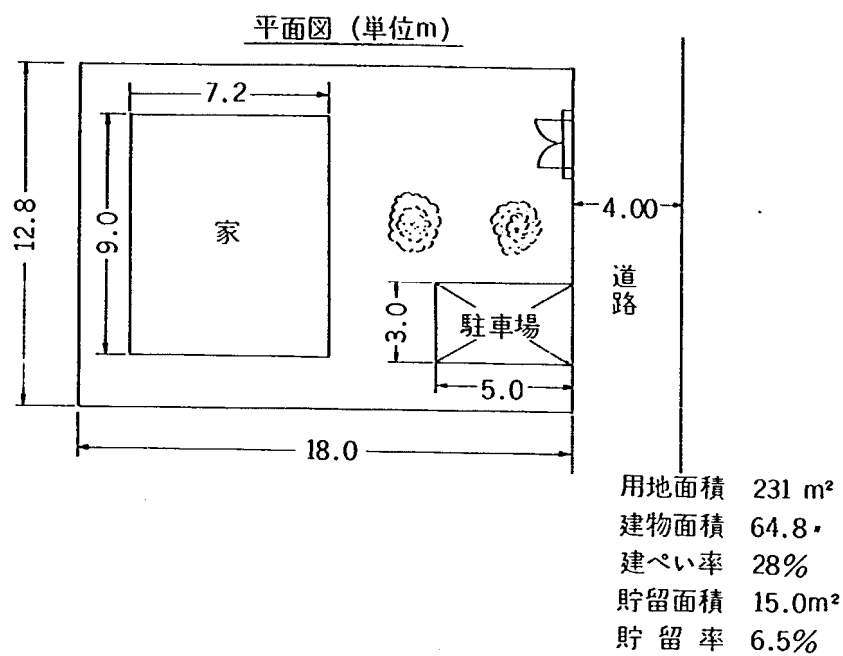


図-2.15 個人住宅貯留施設模式図

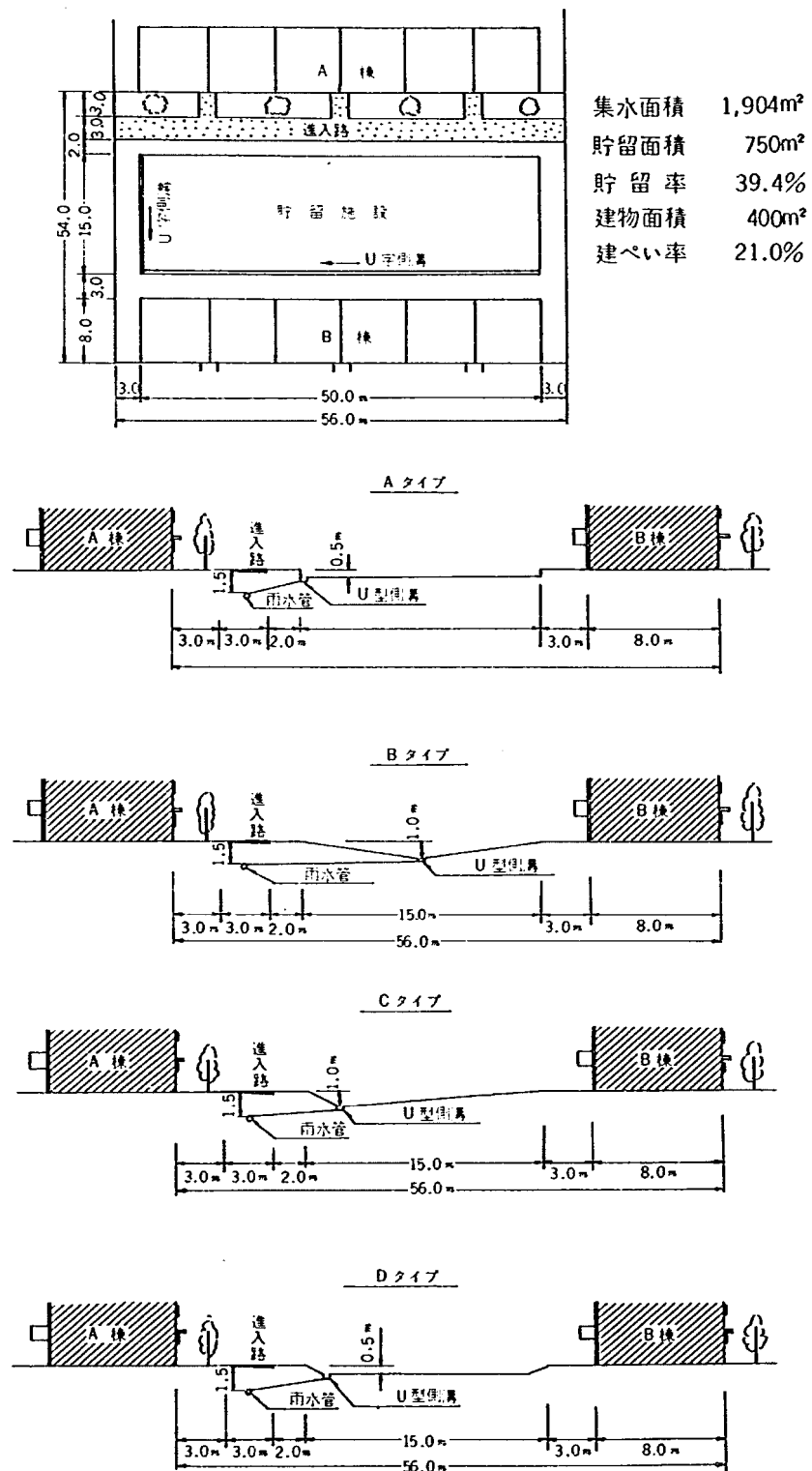


図-2.16 集合住宅貯留施設模式図

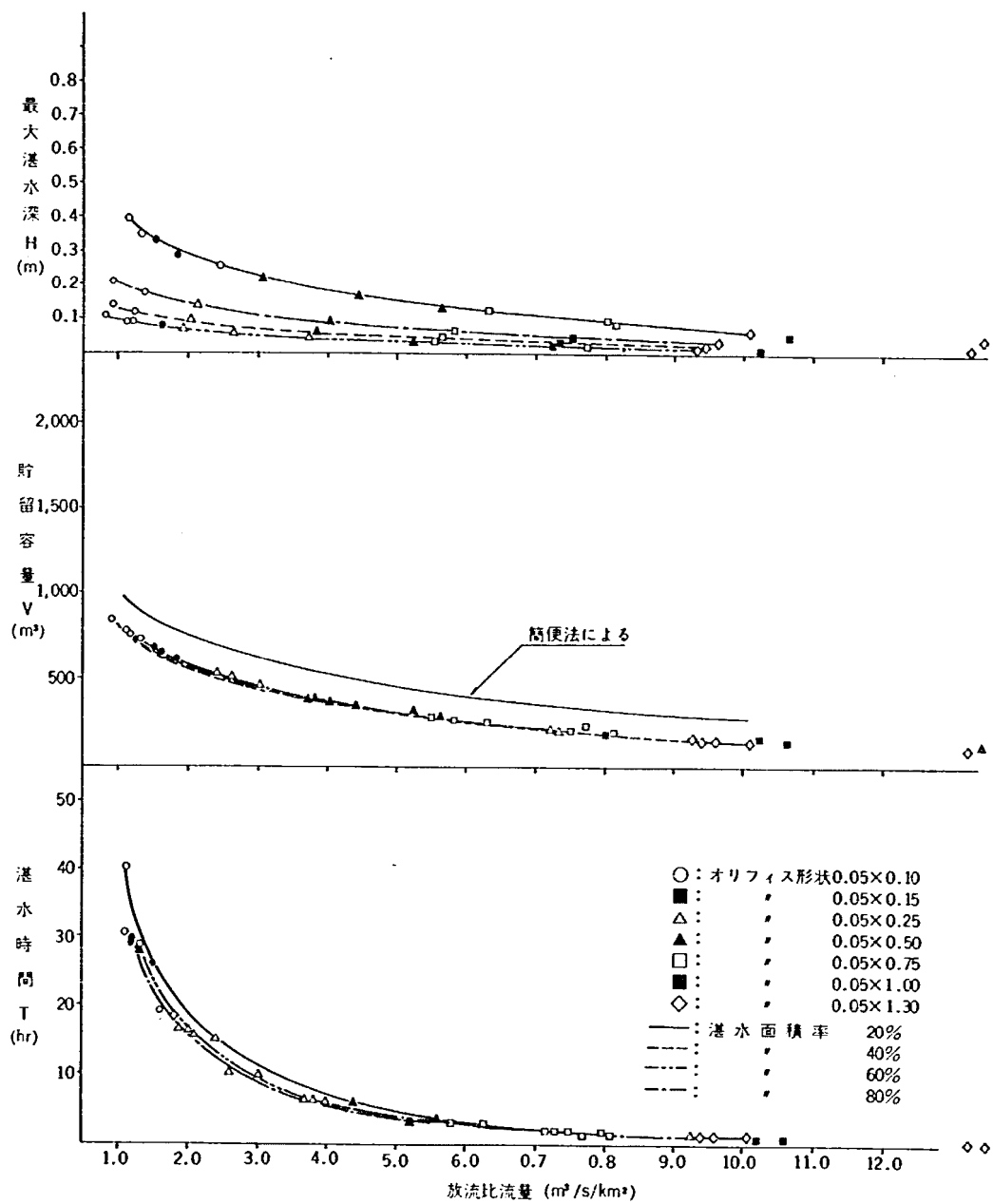


図 - 2.17 (a) 一般貯留施設の計算結果 その1 (50 mm/hr , 確率約 $1/3$)

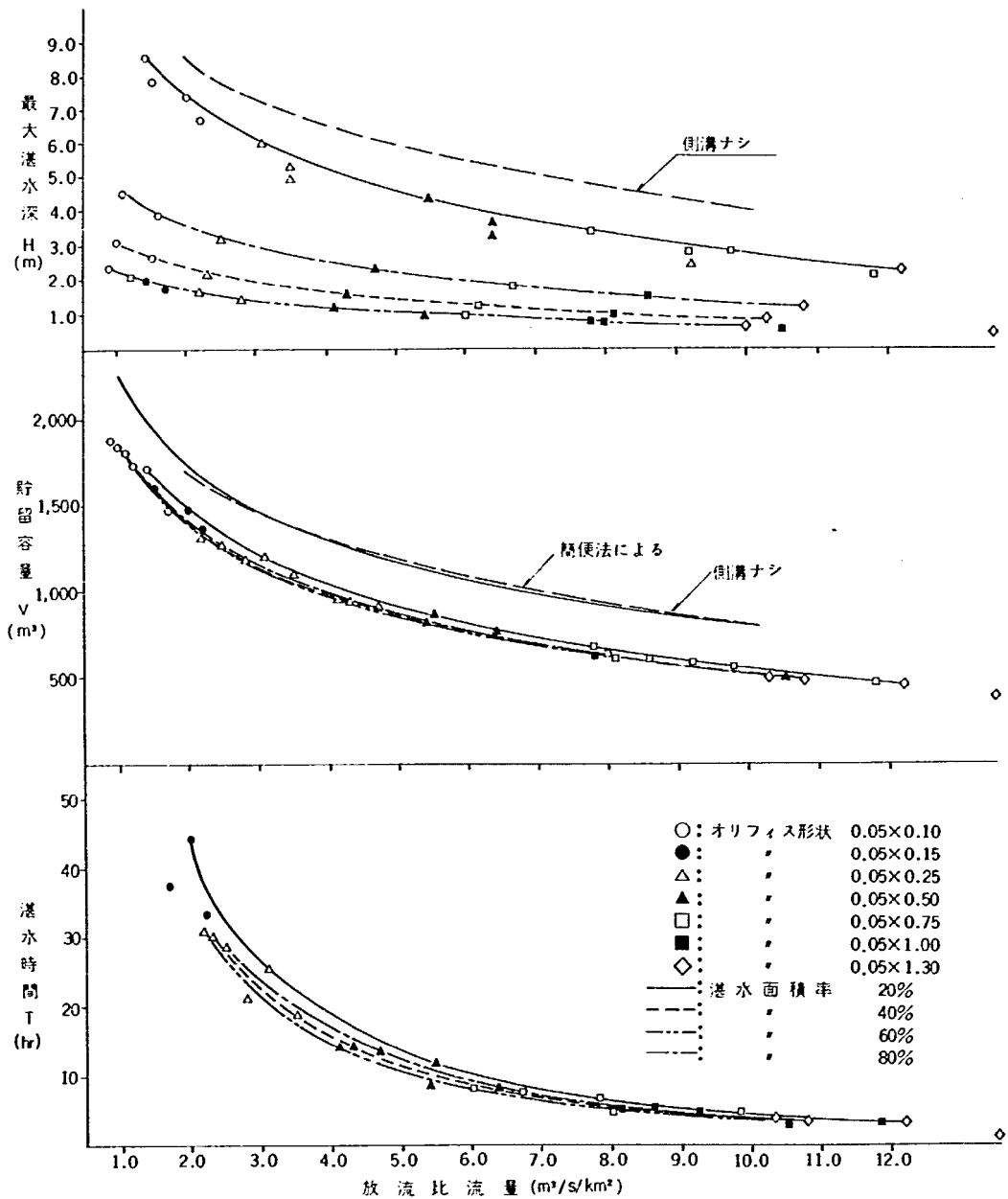


図-2.17(b) 一般貯留施設の計算結果 その2 (92mm/hr, 確率約 $1/30$)

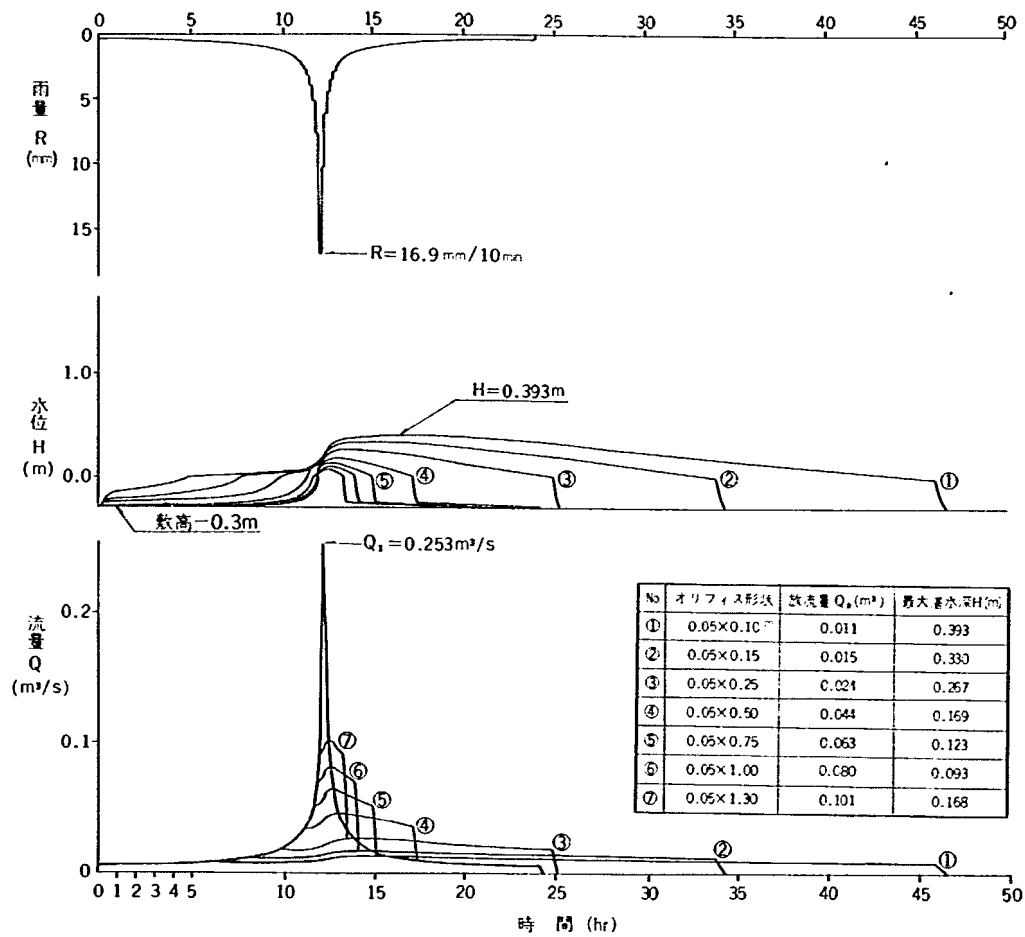


図-2.17(c) 一般貯留施設の計算結果 その3 (ハイドログラフ)

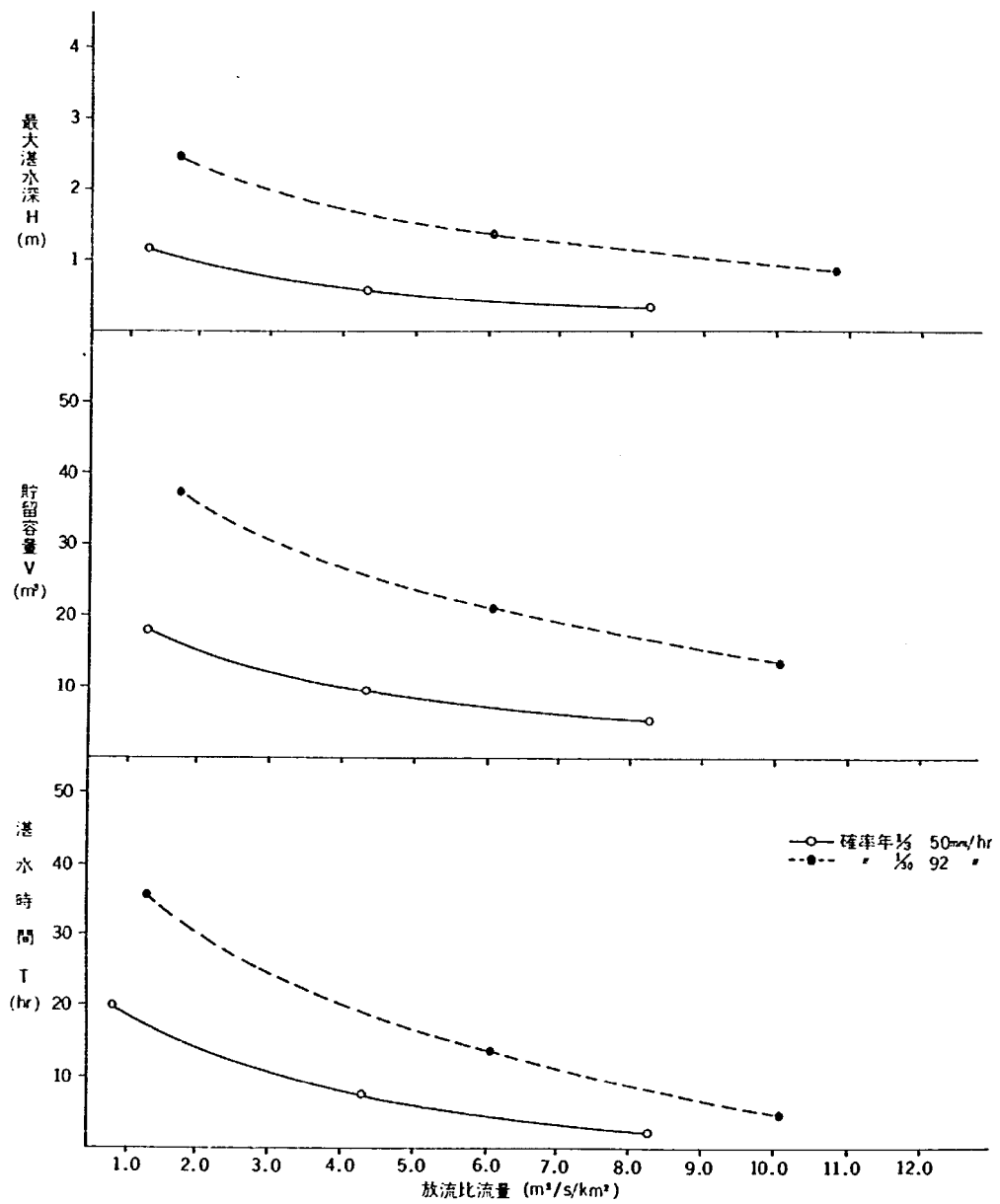


図-2.18(a) 個人住宅貯留施設の計算結果 その1

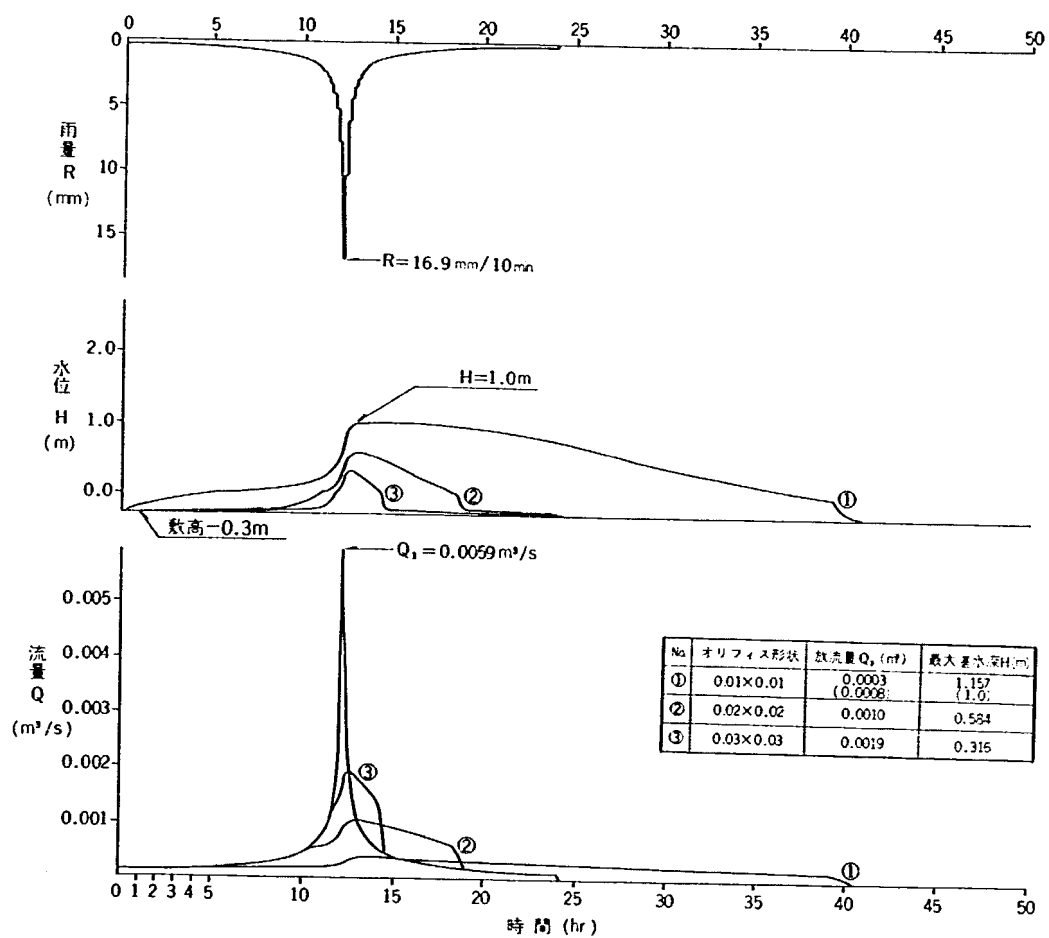


図-2.18(b) 個人住宅貯留施設の計算結果 その2 (ハイドログラフ)

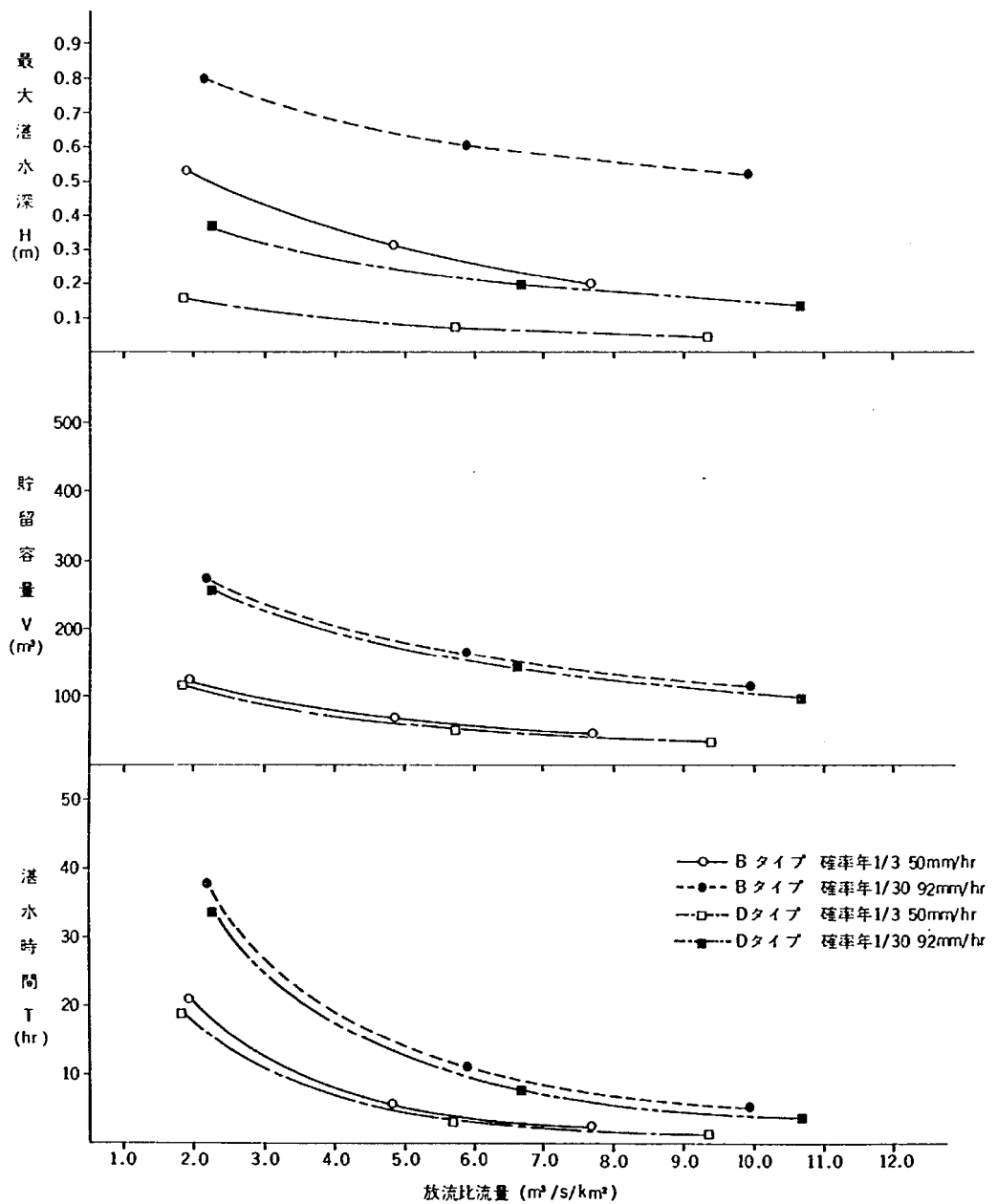


図-2.19(a) 集合住宅貯留施設の計算結果 その1

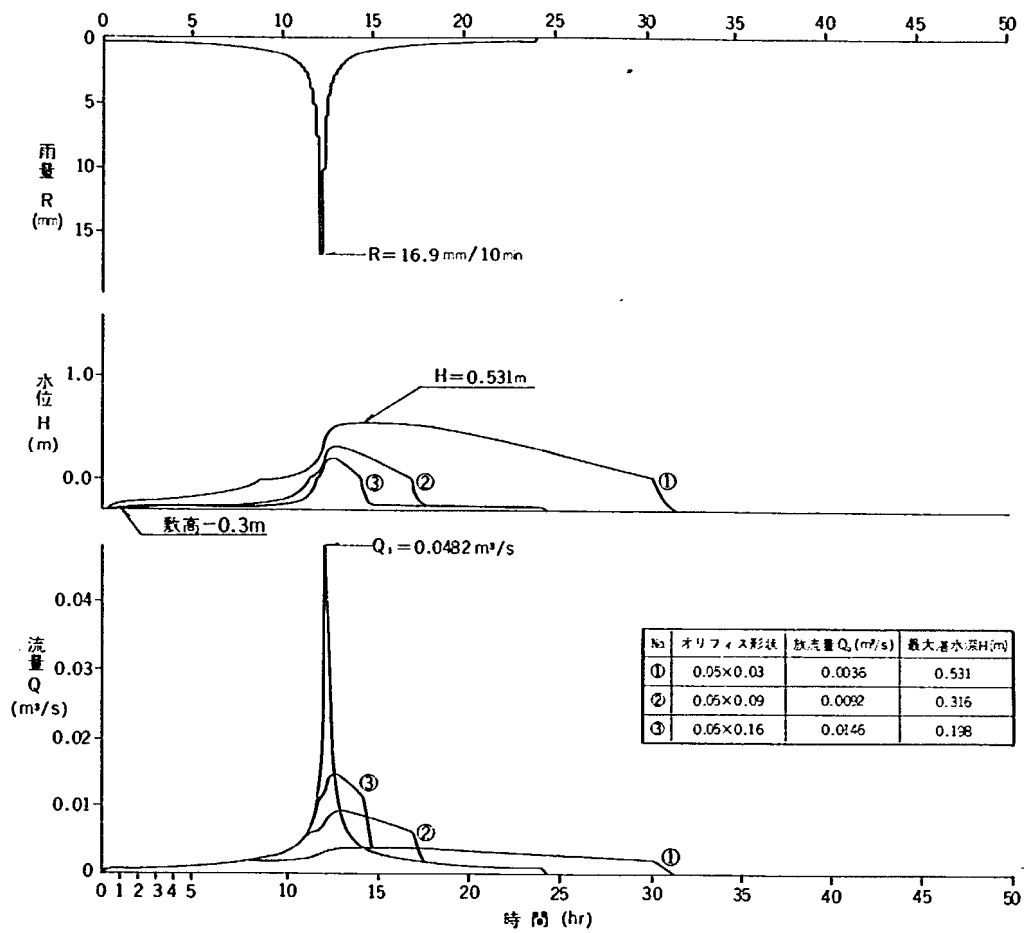
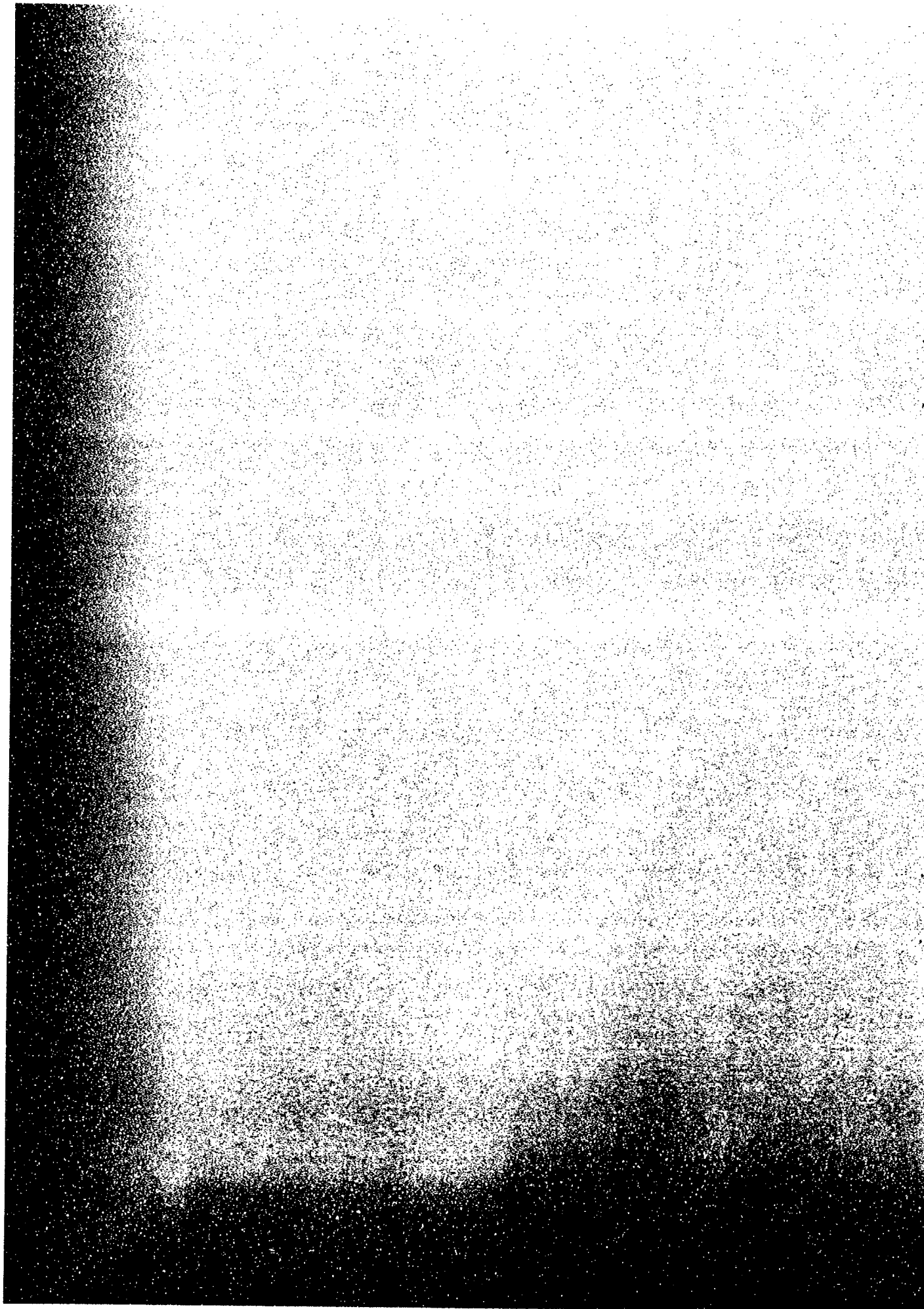


図-2.19 (b) 集合住宅貯留施設の計算結果 その2 (ハイドログラフ)

3. 雨水貯留施設の治水機能の把握と 費用効果分析の例

1. はじめに	73
2. 本調査の背景と内容	73
3. 水文学的な評価手法, 費用便益分析 による評価手法及び事例分析結果の紹介	74
4. 結 語	88



第3章 雨水貯留施設の治水機能の把握と費用効果分析の例

1. はじめに

雨水貯留に関する報告書^{3), 7), 8)} (第1報～第3報)においてくり返し述べたように、都市化流域における治水対策の必要性が広く認識され、開発における雨水貯留の義務づけや、総合治水対策における重要な代替的治水対策として雨水貯留を導入することが行われている。

雨水貯留施設の実施の背景には、大きく分けると次の二つの理由があるように思われる。一つは、開発（あるいは都市化）に伴って増大する流出増に付随して、下流の被害増大といった外部不経済の開発行為における内部化である。これは、開発における雨水貯留の義務づけに端的に表われている。あと一つは、都市化流域の治水安全度はきわめて低い実状にあるが、安全度を高めようとしても、土地利用が高度化しているために、河川改修のみでそれを行うことがむずかしくなっており、他の代替手段が必要となっていることがある。その手段のうちで重要なものとして雨水貯留が考えられている。

一方、雨水貯留の日本およびアメリカにおける実状とその歴史的変遷については、本報告書第1章および参考文献^{3), 7), 8)}に述べた。すでに多くの実例が存在しているし、実状に合致するように多くの検討が加えられ、技術的には相当の改善が行われている。そこで、雨水貯留施設の治水効果の水文学的な評価、経済的な妥当性の評価、総合治水対策における他の代替手段との相対評価、およびそれらの適切な組み合わせ方についての検討が重要となってきている。また、雨水貯留の可能性（いわゆる雨水貯留ポテンシャル）についての定量的な評価が必要とされている。本調査は上述のような問題意識のもとで、具体的かつ定量的にそれらを検討したものである。しかし、方法論および手段の提示の域を出ておらず、今後の調査に期待するものも多く含まれているが、調査結果の概要を紹介し

たものである。

2. 本調査の背景と内容

ここでは、まず都市化流域における治水対策として、雨水貯留施設が重要な代替案の一つとなってきた背景について整理する。次に、総合的な治水対策における構造的手段の位置づけを行うために、雨水貯留施設の評価が必要となる背景について述べる。

1) 都市河川の治水安全度

都市化流域の中小河川の治水安全度は相対的に低く、総合治水対策を実施している河川では、その安全度を時間 50 mm/hr （約 $\frac{1}{6}$ 確率）に対処しうるまで向上させようとしている。この時、河川周辺の土地利用が高度化している流域では、河川改修が困難となっていたり、また河川改修のみで対処しようとする、無理の多い河川断面としなければならないことが多い。したがって、そのような流域では、構造的な治水対策に限ってみても、例えば遊水池や雨水貯留といった代替的な手段を総合した治水対策が必要となっている。

2) 雨水貯留施設の位置づけ

都市域で雨水貯留施設が作られる背景としては、基本的には次の二つが考えられる。第一の理由は、流域における都市化（例えば宅地化）は洪水流出を早め、流出量自体も増加させるために、同じ降雨に対するピーク流出を増大させる^{10), 11)}。したがって、土地開発における洪水流出の増大に伴う外部不経済を内部化するために、雨水貯留施設の設置を開発に義務づける必要性が生じている。これはいくつかの県の開発指導要綱^{7), 8)}としてすでに実施されている。第二の理由は、上述のような開発に伴う外部不経済の内部化とは別に、流域の治水安全度を向

上させる手段として、河川改修に加えて実施する代替的な治水対策の一つとしての雨水貯留である。このときには、多様な構造的な手段の中で、雨水貯留施設を他の代替手段と同様に評価して、比較あるいはそれらの適切な組み合わせ方について検討することが必要となる。

3) 雨水貯留施設の種類とポテンシャル調査

雨水貯留施設には種々のものがあり、表-1.5 (第1章) ではそれをon-site (現地) 貯留とoff-site貯留に分類した。また、都市域においてon-site 貯留施設を作ろうとした時に、それを設置することのできる可能性のある地域 (ここでは雨水貯留ポテンシャルと呼ぶことにする) がどの程度あるかをA川について調査した際に、貯留ポテンシャルを有する地域としたところを表-3.1に示す (詳しくは本章第3節で述べる)。表-3.1に示す可能性のある地域は、あくまでも通常のon-site 雨水貯留技術のもとでのポテンシャルの程度を示すものであり、現実には種々の条件のためにこのうちのいくらかに対して実施できるにすぎない。しかし、このようなポテンシャルの程度を調べておくことが、雨水貯留の実施においては重要であろう。

表-3.1 on-site雨水貯留施設 (集水区域) の分類

流域面積 $CA (km^2)$	・一般居住地 ・樹木に囲まれた居住地 ・独立建物地域	雨水貯留施設 集水地域 $A_1 (km^2)$
	・総括建物地域 ・その他の地域	直接流出域 $A_2 (km^2)$

4) 雨水貯留施設の一評価

雨水貯留施設の評価については、種々の評価が考えられる^{10), 11)}。ここでは、それを治水面からみた評価と、多目的利用という面からみた評価に分けて考える。治水対策としての評価に限定してみても、参考文献10), 11)に示すよう

な様々な見方がある。しかしここでは、河川改修において実務的に用いられている、いわゆる水文学的評価と保全便益による費用便益分析に限定することにする。これは、後述するように雨水貯留施設の一評価を定量的に行ってみたいということと、河川改修との相対比較を念頭に置いているからである。

したがって、多目的利用としての評価、日常から治水について意識してもらうためのピーアール効果の評価、国民経済といった視点からの評価、あるいは環境面からの評価をすべて網羅している訳ではない。前述のように、治水効果を河川改修において用いられている評価方法と同じレベルで行うことに過ぎないことを明確にしておきたい。

i) 水文学的な評価

これはいわゆる流出解析において、洪水調節の機能を、雨水貯留施設の容量、排水施設 (カット方式)、操作ルールと関係づけて評価しようというものである。応用水文解析の実状のもとで、これはほぼ可能となっていると考えてよい。

ii) 保全便益を考えた費用便益分析による評価

これは治水経済調査要綱に示されているものと同様であり、より系統的かつ合理的に行う方法が、山口・吉川・角田 (1980)¹⁰⁾ によって示されている。この評価を用いることにすれば、現在河川改修の一つの評価方法と同じであり、河川改修との比較も可能となる。

iii) 多角的評価

次に、以上のような治水面からのみの評価の外に、多目的利用における他の便益をも考慮した評価も考えられる。これはいわゆる多目的評価であり、評価指標間の相対的な重みづけ等の問題があり、これに対していくつかの方式が考えられているが^{12), 13)} これは今後の課題として、本調査では特に言及しない。

3. 水文学的な評価手法、費用便益分析による評価手法および事例分析結果の紹介

1) 評価モデルと分析事例の紹介¹⁰⁾

水文学的な評価および費用便益分析による評価を系統的に行う手法は、山口・吉川・角田¹⁰⁾

により提示されており、水文・水理モデルおよび被害モデルを用いたシステム・モデルとしてほぼ実用可能なものとなっている。以下にその概要を示す。

分析モデルは図-3.1に示すような構成である。これらそれぞれに対する具体的なサブモデルを設定した場合の一例を図-3.2に示す。水文モデル・水理モデルについては、水文解析において用いられる通常のもので変りはない。水位-被害額モデルでは、氾濫水位と被害額の関係を治水経済調査要綱等に基づいて求める。その一例を図-3.3に示しておく。年平均被害額モデルでは、水文・水理モデルにより計算した氾濫状況とその生起確率、およびその氾濫状況のもとでの被害額を用いて、年平均（洪水）被害額を計算する。この計算の一例を図-3.4に示す。これら一連の分析事例の詳細については、参考文献10), 11), 15)を参照されたい。

このような分析モデルにより、都市化流域の洪水災害について分析を行った結果として明らかとなる事柄の2, 3の例を以下に紹介しておくことにする。

① 都市化による流出の変化および治水対策の水文学的効果 (図-3.5, 3.6, 3.7, 3.8)

図-3.5：同じ降雨（50mm/hr 強度、東京での確率約 $\frac{1}{3}$ ）に対して、都市化の進行に伴う不透透面積の増大、排水路の設備により、流出が増大することを示している。（一つの降雨について見たもの）

図-3.6：あらゆる規模の降雨に対応した洪水流出が、都市化の進行と共にどのように変化するかを示している。（あらゆる確率の降雨について見たもの）

図-3.7：同じ降雨（確率 $\frac{1}{30}$ ）に対する氾濫の状況が、都市化の進行と共にどのように変るかを示している。（一つの降雨について見たもの）

② 都市化による洪水災害増大とその要因分析 (図-3.8, 3.9(A), 3.9(B))

図-3.8：年平均洪水被害がどのように増大していくかを示している。（都市化指標の変化がどのようにになっているかを、不透透面積率と棟数について併記している）

図-3.9：図-3.9(A)は、図-3.8に示した被害の増大がどのような理由によるかを分析している。すなわち、①古くからあった資産が、都市化の進行によって増大した流出によって被害を受けるようになって増える分($\frac{\partial D}{\partial H} \cdot \Delta H$)、②もともと危険な所で資産が増加したことによって増える分($\frac{\partial D}{\partial S} \cdot \Delta S$)、③都市化による流出増によって危なくなった所に資産が進出して増える分($\epsilon(\Delta H, \Delta S)$)の割合が示されている。この図では治水対策は実施されない場合のものを示している。

図-3.9(B)は、都市化の進行と同時に、30mm/hr 降雨対応河道(1972) 50mm/hr 降雨対応河道(1985)へ河川が改修された場合に、洪水被害の増大がどのように軽減され、またそのもとでも被害がどのように増えていくか（その増え方の要因分析含む）を示している。

③ 治水対策による洪水被害の軽減 (図-3.10, 3.11)

図-3.10：河川改修や雨水貯留といった治水対策を実施したときに、洪水被害がどのように軽減されるかを示す。

図-3.11：治水対策によって氾濫状況がどのように軽減されたかを示す。このような図は浸水（予想）図と呼ばれている。

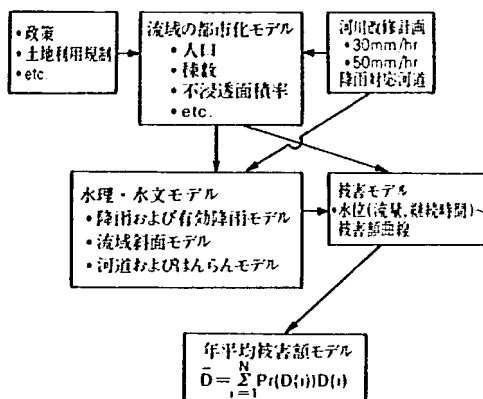


図-3.1 シミュレーション・モデルの構成

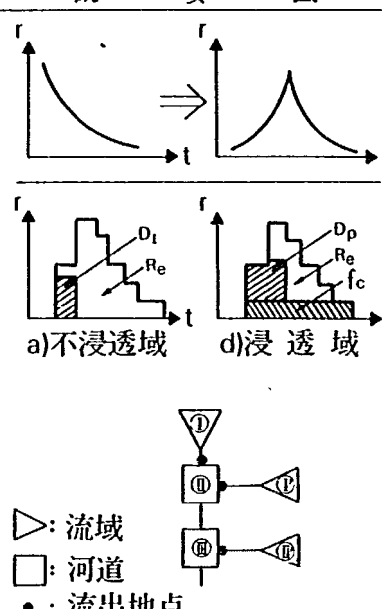
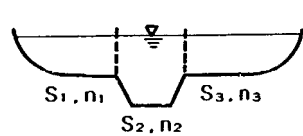
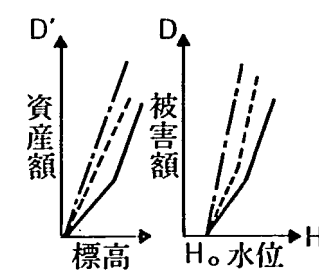
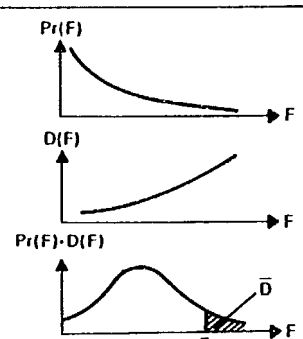
モデル	摘要	概要図
水文モデル	① 確率降雨モデル はんらん計算は中央集中型降雨波形を用いる ② 有効降雨モデル 損失モデルは浸透域・不浸透域別に設定する ③ 流域モデル 流出計算は貯留関数法を用いる $\frac{ds}{dt} = R_e - Q$ $S = KQ^P$	 a) 不浸透域 d) 浸透域 ▷: 流域 □: 河道 •: 流出地点
水理モデル	① 河道およびはんらんモデル はんらん計算は不定流計算で行う等価粗度係数はロッターの式を用いる $n = \frac{SR^{5/3}}{S_1 R_1^{5/3}/n_1 + \dots + S_n R_n^{5/3}/n_n}$	
水位-被害額モデル	① 標高別資産被害額モデル ② たん水位-被害額モデル $D = D'(H - H_0)$ D': 水位Hまでの資産額 H_0: 無被害最大水深	
年平均被害額モデル	$\bar{D} = \int_{F_0}^{\infty} Pr(F) \cdot D(F) dF$ $D(F) = D(H, S)$	

図-3.2 モデルの構成

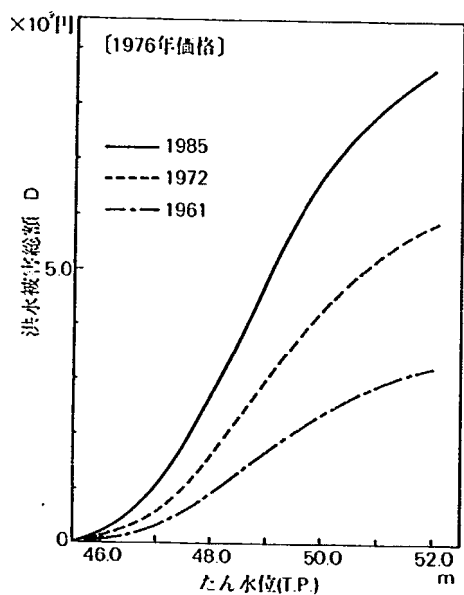


図-3.3 洪水水位-被害額曲線の例示 (N地点近傍の約 0.57 km^2 について)

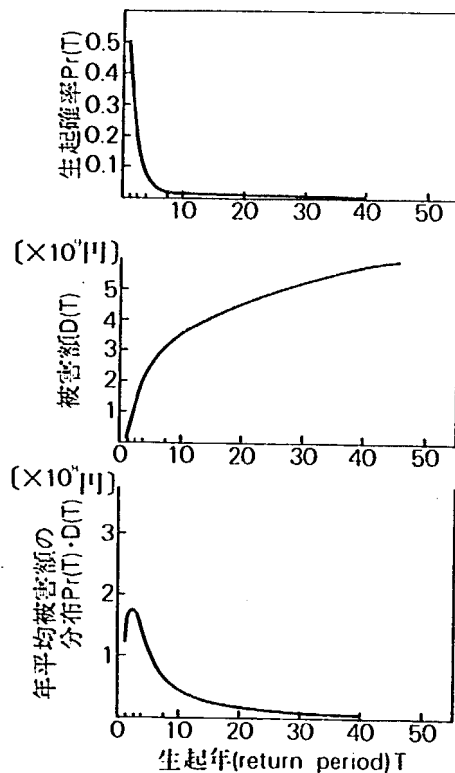


図-3.4 洪水生起確率 (P_r), 被害額 (D), 年平均被害額の分布 ($P_r \cdot D$) の例示 (1961年)

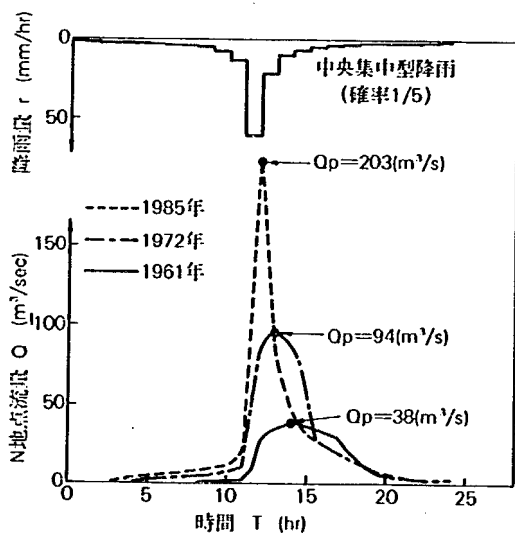


図-3.5 都市化による流出の変化
その1 (N地点)

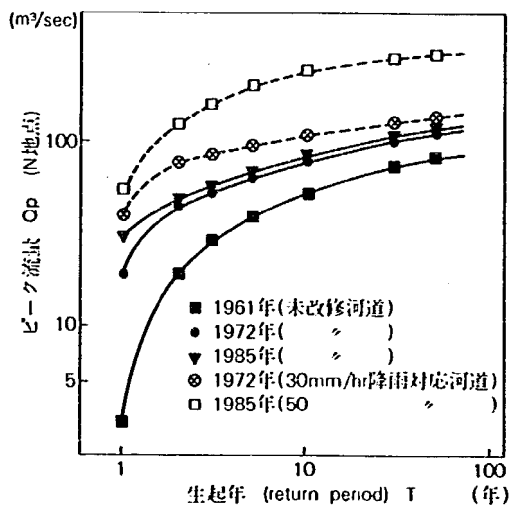


図-3.6 都市化による流出の変化
その2 (N地点)

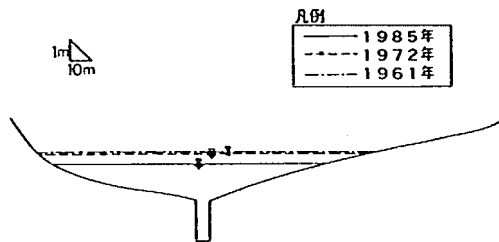


図-3.7 都市化の進行による氾濫状況の変化
(治水対策なし, 1/30 確率降雨の例)

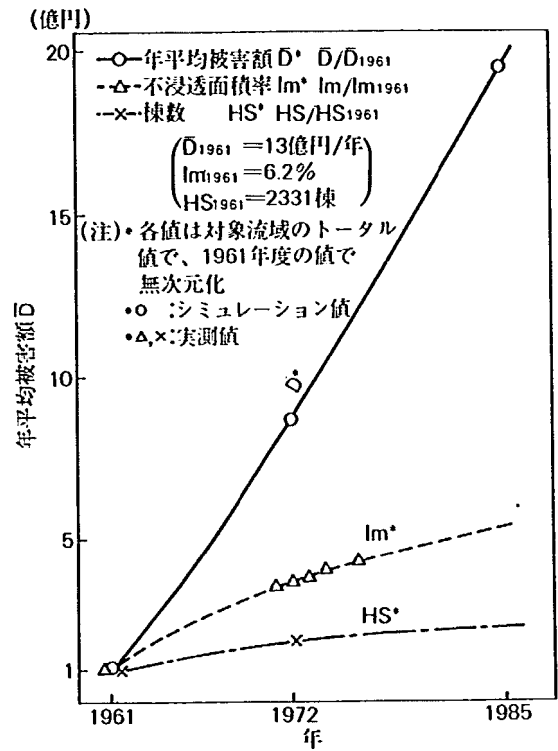


図-3.8 治水対策なしに都市化が進行した場合の洪水被害の増大 (不浸透面積率, 棟数を併記)

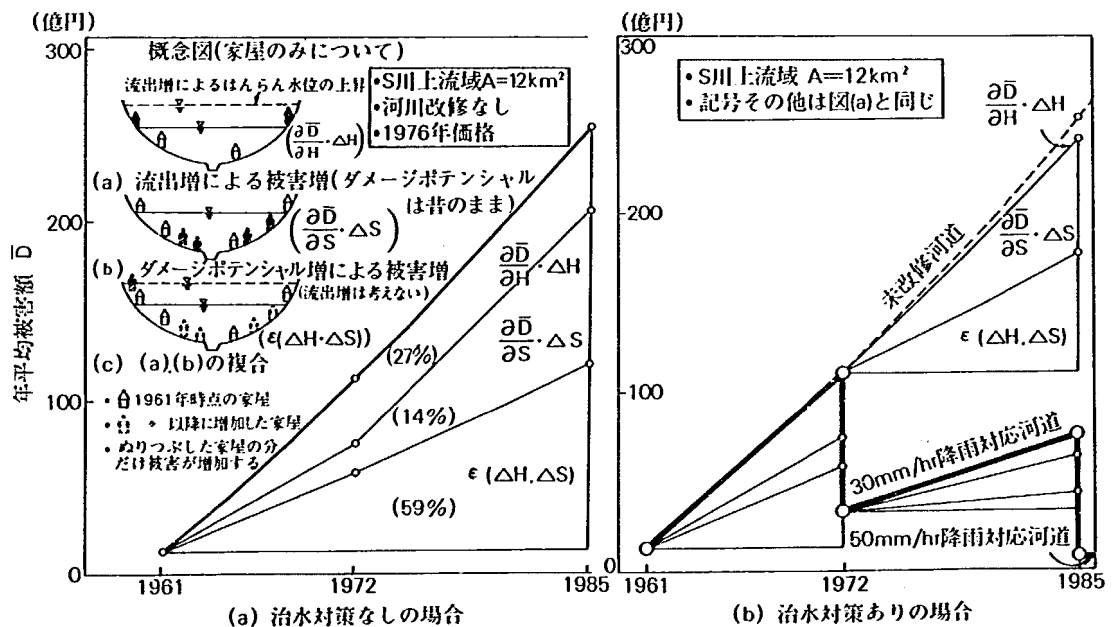


図-3.9 年平均被害額増大のメカニズム (要因分析)

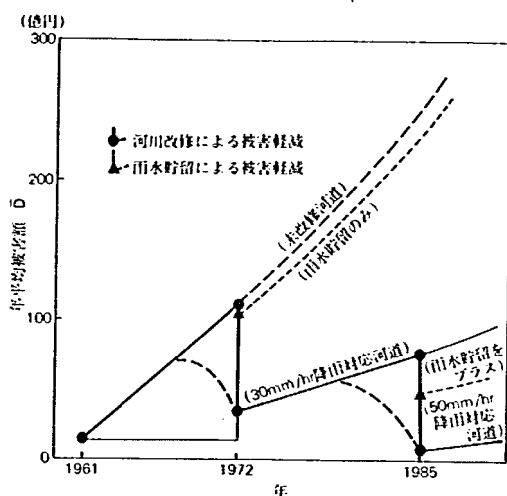


図-3.10 治水対策による被害軽減

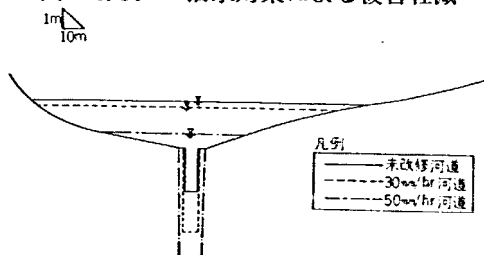


図-3.11 治水対策によるはんらん水位の軽減
(凡例に示す河川改修, $\frac{1}{30}$ 確率降雨に対する例)
(N地点より上流700m地点, 1985年)

2) 雨水貯留施設の一評価例 (上記1) のモデルによる)

1) 対象流域の概要と雨水貯留 (on-site) ポテンシャル

・ 対象流域の概要

対象流域は、S川のN橋地点 (以後N地点と呼ぶことにする) より上流の1区3市にまたがる地域で、河川延長8km、流域面積約16.48km²であり、急激に都市化が進行している地域である (図-3.12(a))。注1) 本調査によると、都市化の指標の一つである不透透面積率が、1961年から15年間に於いて6%から27%に増大している。したがって、典型的な都市化進行地域であるために、本調査の主旨に適した対象地域

である。対象流域は、流域特性により流域 (斜面) を図-3.12のように6流域ブロックに分割した。有効降雨モデルは各流域ブロックを浸透域、不浸透域に分けて計算を行った (図-12(b))。

・ on-site 雨水貯留ポテンシャル調査

流域において on-site タイプの雨水貯留施設を作りうる可能性のある地域およびそこで確保しうる貯留容量を、ここでは雨水貯留ポテンシャルと呼ぶことにする。したがって、雨水貯留ポテンシャル調査では、対象流域における土地利用状況から、on-site 雨水貯留施設を設置しうる面積の推定、および貯留水深を設定して、貯留容量を求める作業を行う。ケース・スタディで行った雨水貯留ポテンシャル調査の概要を示すと次のとおりである。

① 対象地域

雨水貯留施設を考える対象区域を、前述の表-3.1に示すような土地利用形態分類における一般居住地、樹木に囲まれた居住地、独立建物地域とし、これを雨水貯留施設集水区域とした。他の地域は、雨水貯留施設の設置がむずかしい区域であり、これを直接流出域とした。この地域では道路率が約2~3割、建物の建ぺい率が4~6割、他の用途が1~4割程度である。

② 貯留容量

雨水貯留対象区域の面積は、集水区域の1~2割程度であり、ここでは1割として算定した。また、従来の事例からみると雨水貯留施設の有効水深は、雨水貯留施設集水区域当り0.3m程度となっているので (これは、on-siteタイプでは水深をあまり深くすると子供に対して危険度が高いことなどによっていると思われる) ここでもこの値を用いることにした。したがって雨水貯留ポテンシャルは次のようになる。

$$\begin{aligned} & (1 \text{ ha}) \times 0.3 \text{ m} \times 0.1 \\ & (\text{集水域}) (\text{水深}) (\text{対象区域の面積率}) \\ & = 300 \text{ m}^3 / \text{ha} \end{aligned}$$

今回の雨水貯留は、現地地表面に貯留する方法 (on-site 貯留) であるので、初期降雨、小規模降雨は側溝のみで処理し、土地利用の効

注1) 流域面積16.48km²のうち上流の約4.5km²はS川の排水区域外 (バイパス区域) となっている。

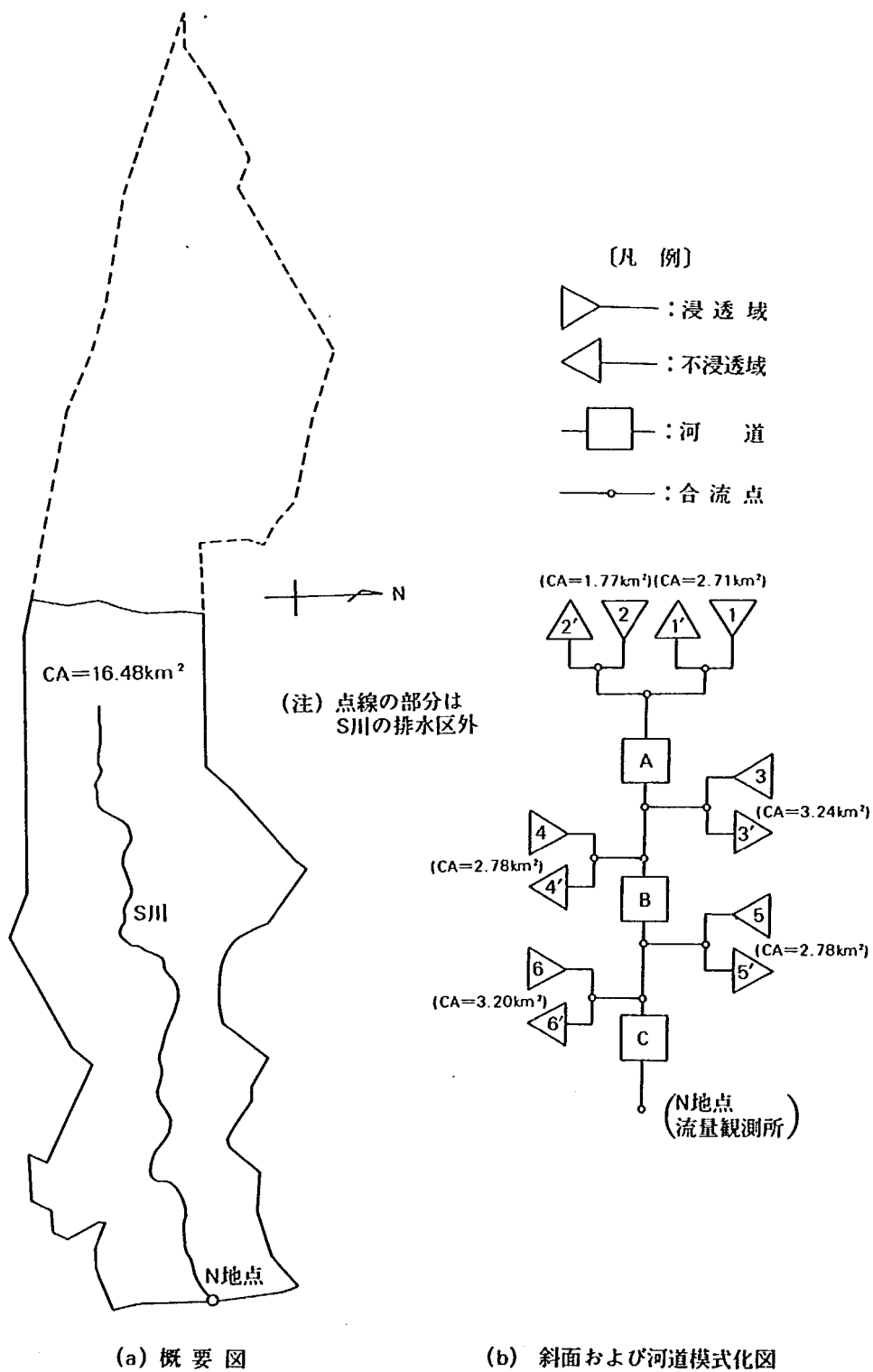


図-3.12 対象流域 (S河川)

果を高めるために0.3m(高さ)×0.3m(幅)の側溝を設けた。その時のオリフィス高は0.10mとして計算(ごみ等がつかまらない程度の高さで、低くすることにより側溝の効果に相乗して水頭が高められることによる)した。それを図-3.13に示す。

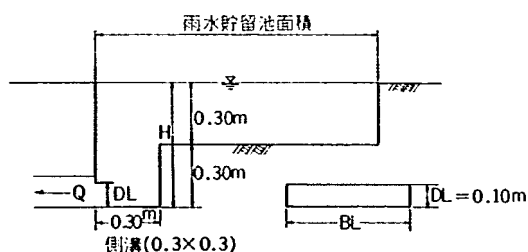


図-3.13 on-site 雨水貯留施設の模式図

ii) モデルの構成と同定

① 一般的なモデルについて

本ケース・スタディでは、前述した流出・氾濫・洪水被害のシミュレーション・モデルとして、図-3.2に示すものを採用した。同図にその概要を示すように、水文モデルとしては、中央集中型確率降雨モデル^{注2)}、斜面モデル、および浸透・不浸透域別の有効降雨モデルを用いた。有効降雨モデルにおいては、不浸透域では凹地貯留能 D_I のみを、浸透域では凹地貯留能 D_p および浸透能 f_c を未知のパラメータとして同定した。飽和浸透能 R_{sa} については、それが流出および被害に与える影響を感度分析した後、対象地域のような地質・地形に対して通常用いられる150mmと設定した。流域(斜面)モデルには貯留関数法を用い、定数 P は物理的に定め、 K を未知数として同定した。 K は将来排水路の整備などにより変化するので、その値は他の類似流域の値から推定して変化させるようにした。河道および氾濫モデル(水理モデル)は、同流域が掘込み河道であることから、河道および氾濫部分について、ロッター式により一次元モデルとして粗度を推定し、河道および氾濫部分

での抵抗項について等流近似した不定流モデルとした。水位-被害額モデルは、同流域の資産を河道ブロックごとに1~2mごとのコンター別に求め、治水経済調査要綱に示される各年度の単価を用いて、水位-被害額曲線を作成した。ただし、その際の被害額はすべて1976年の価格に変換した。年平均被害額は、各確率降雨ごとに発生する被害額とその生起確率を用いて、確率平均値(期待値)として算定した。

以上の各サブモデルはいくつかの感度分析を行った後に同定したが実測値との対応は一般的に良好であった。^{10), 15)}

② 雨水貯留に関するモデルについて

・ 調節計算方式と放流孔

雨水貯留施設は、水文・水理解析において、流域斜面モデル内に位置づけられる。流域斜面モデル内で雨水貯留施設を考えたときの計算フローは、図-3.14、3.15のようになる。また、

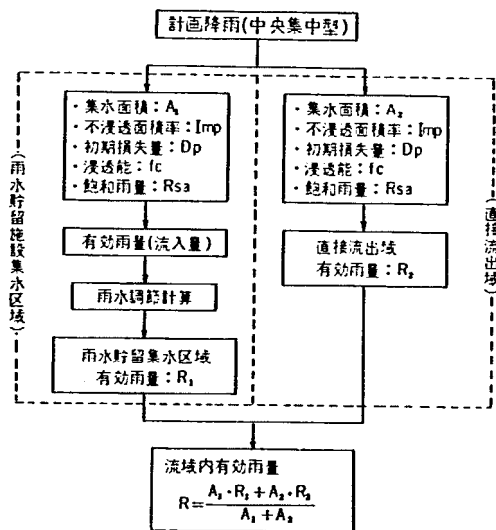


図-3.14 雨水貯留施設のモデル内での取り扱い方 その1(主として斜面モデル内での取り扱い)

注2) 確率降雨としては、実績降雨データが豊富な場合には、建設省河川局河川砂防技術基準(案)(1977)に示される実績引き伸し方式によるものも考えられるが、ここでは観測降雨データが少なかったために東京都降雨強度曲線を用いた中央集中型とした。

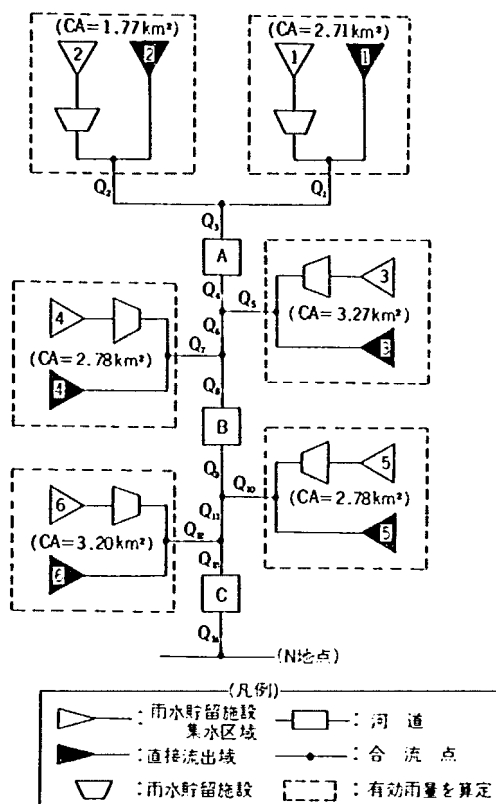


図-3.15 雨水貯留施設のモデル内での取り扱い方その2 (水文・水理モデル全体の中での位置づけ)

放流方式は以下に示す方式を採用した (図-3.13 参照)。雨水貯留施設からの放流量 Q は、放流孔の形状により流量公式 (3-1) 式によって水深 H の関数として与えた。

$$\begin{aligned}
 &1) \ H \leq 1.2 \text{ DL}, \\
 &\quad Q = 1.8 \text{ BL} \cdot H^{\frac{3}{2}} \\
 &2) \ H \geq 1.8 \text{ DL}, \\
 &\quad Q = C \cdot \text{BL} \cdot \text{DL} \cdot \sqrt{2g(H - \text{DL}/2)} \\
 &3) \ 1.2 \text{ DL} < H < 1.8 \text{ DL} \\
 &\quad \text{この区間については,} \\
 &\quad H = 1.2 \text{ DL の } Q \text{ と } H = 1.8 \text{ DL の } Q \text{ を用いた値を} \\
 &\quad \text{直線近似とする。} \\
 &\text{ただし } C: \text{流量係数 (0.6 を用いた)}
 \end{aligned}
 \quad \dots\dots (3-1)$$

表-3.2 最適放流孔の幅

年代 放流孔規模 流域面積	昭和47年		昭和60年	
	50mm/hr	73mm/hr	50mm/hr	73mm/hr
1	31.0	79.0	48.5	114.0
2	8.3	21.6	15.0	33.4
3	38.5	98.0	54.2	137.0
4	37.4	95.5	53.5	135.5
5	36.0	90.0	51.0	127.5
6	49.0	124.0	61.0	154.0

BL: 放流孔の幅 (m)

DL: 放流孔の高さ (0.10 m とした)

今回の調査においては、昭和47年 (1972年) 昭和60年 (1985年) 流域を対象とし、確率約 $\frac{1}{3}$ 降雨 (50mm/hr 降雨) と、確率約 $\frac{1}{10}$ 降雨 (73mm/hr 降雨) に対して、30mm貯留 (貯留容量: 300 m^3 /ha) が最も効果的にピーク流量をカットするような最適放流孔を、高さDLを0.10mとし、幅BLを仮定することにより求めた。また、計算時間ピッチ Δt は3分とした。昭和47年、昭和60年流域で貯留容量300 m^3 /haとしたときの最適放流孔を表-3.2に示す。

・計算手順

分析のシナリオに従った計算は以下の手順で行った。

手順1): 流域条件、河道および雨水貯留施設条件の設定

手順2): 水文・水理モデルによる計算

- ・入力: 確率降雨 (確率降雨は降雨強度曲線をもとにして中央集中型として与える)
- ・出力: 地点別流量、地点別氾濫水位 (その他有効降雨・斜面モデルへの流入量、雨水貯留施設の貯留量, etc.)

手順3): 確率降雨ごとの氾濫状況に

(手順1)~4)はモデル計算

対応する被害額の計算

手順4)：降雨確率と手順3)で求めた被害による年平均被害額の計算（期待値計算）

手順5)：保全便益の計算

- ・時系列的に未改修河道，30mm/hr 強度降雨対応河道，50mm/hr 強度降雨対応河道のみのときの年平均被害額 $\bar{D}_1(t)$ の図式化
- ・雨水貯留施設を加えたときの年平均被害額 $\bar{D}_2(t)$ の図式化
- ・保全便益 $\Delta \bar{D}(t) = \bar{D}_1(t) - \bar{D}_2(t)$ の算定

手順6)：雨水貯留施設の費用C算定

手順7)：費用便益比 (B/C)，超過便益 (B-C) の計算

$$(注) B = \int_{t_1}^{t_1+T} \Delta D(t) dt$$

・結果

＜雨水貯留施設の水文学的效果＞

雨水貯留施設による流出調節効果を，対象流域下流端（N地点）について，図-3.16，表-3.3に例示する。また，雨水貯留施設が，各確率降雨のもとでの氾濫水位をどの程度軽減するかについても同様に計算しているが（後に示す

年平均被害額の軽減は，本質的にこの水位差によって決定されている），ここでは省略する。

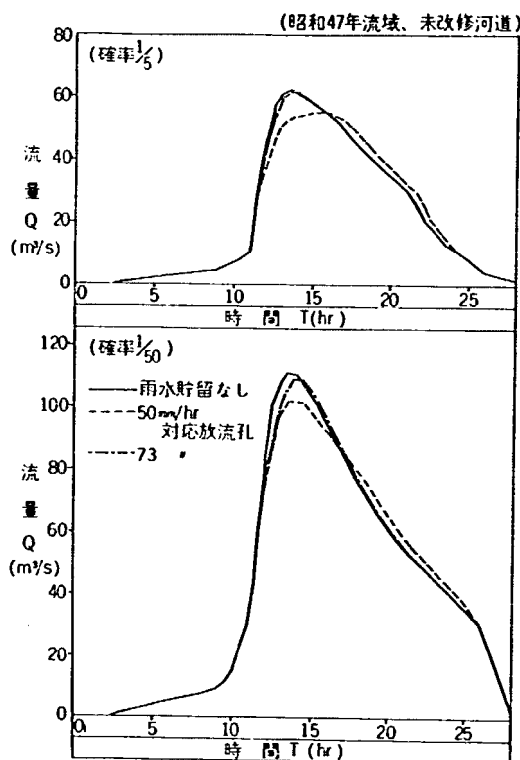


図-3.16 雨水貯留施設の流出調節効果
その1（河道下流端ハイドログラフの例）

表-3.3 雨水貯留施設の流出調節効果 その2（河道下流端でのピーク流量）

（単位：百万円）

年 代	河 道 状 况	放流孔 規 模	確 率						
			1/1	1/2	1/3	1/5	1/10	1/30	1/50
S.36	未改修	— ⁽¹⁾	3	19	29	38	51	72	82
S.47	未改修	— ⁽¹⁾	29	44	52	62	79	101	111
		50 厘米/hr	29	39	45	55	71	93	102
		73 厘米/hr	29	44	52	62	79	101	109
	30 厘米/hr	— ⁽¹⁾	39	76	83	94	108	129	138
S.60	未改修	— ⁽¹⁾	32	48	56	67	83	105	115
		50 厘米/hr	32	43	49	58	72	92	102
		73 厘米/hr	32	48	56	66	83	105	113
	30 厘米/hr	— ⁽¹⁾	52	81	89	99	116	137	146
		50 厘米/hr	44	65	73	83	99	124	133
	50 厘米/hr	— ⁽¹⁾	54	121	157	203	250	283	295

注) (i) 放流孔規模の欄の — 記号は雨水貯留施設のない場合

＜保全便益＞

分析のシナリオ（表－3.4）に示すケースについて、年平均被害額を算定した結果を図－3.17に示す。同図には一例としての保全便益のとり方を示している。

＜費用・便益分析の計算＞

－ 雨水貯留施設の概算工事費の算定 －

雨水貯留施設の工事費は、次の2つのケースについて計算した。

＜ケース1＞

まとまった容量を確保できる集合住宅棟間、学校、工場等では、既応の実施例において平均的に2,500円/㎡となっているので、ケース1では全流域の雨水貯留容量にこの値を乗じて工費とする。

＜ケース2＞

今回の土地利用の中で貯留するためには、個々の小規模な貯留となる可能性があるために、

土地利用形態別に以下のような工事費単価を用いた。

- ・ 一般居住地は、各戸貯留槽により雨水貯留を行うものとし、48,000円/㎡とする。
- ・ 樹木に囲まれた居住地は、地下浸透、低床花壇等による雨水貯留を行うものとし、20,000円/㎡とする。
- ・ 独立建物地域（学校、工場等）は2,000円/㎡の単価を用いる。

以上をまとめて表－3.5に示す。

今回のケース・スタディの対象地域における貯留施設の総貯留容量は、前述のようにして表－3.6で与えられる。表－3.5、表－3.6より、各ケースについての雨水貯留施設の工事費が計算できる。表－3.7(a), (b)に計算結果を示す。（ただし、ケース2については地域別に容量を与える）

表－3.4 分析のシナリオとそれぞれのシナリオのもとでの年平均洪水被害額

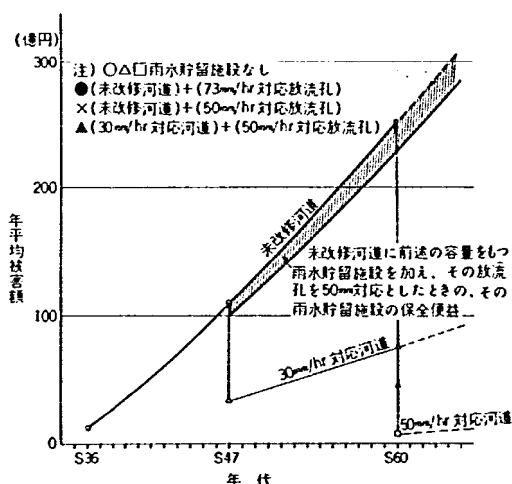
河道状況	雨水貯留施設 放流孔規模	年代	昭和36年	昭和47年	昭和60年
未改修河道	雨水貯留なし		1,271	10,877	25,272
	50mm/hr 対応規模		—	10,234	23,111
	73mm/hr 対応規模		—	10,858	24,807
30mm/hr 対応河道	雨水貯留なし		—	3,287	7,589
	50mm/hr 対応規模		—	—	4,517
50mm/hr 対応河道	雨水貯留なし		—	—	636

表－3.5 雨水貯留施設の工事費単価

検討 ケース	土地利用形態	工事費単価
ケース1	全流域	2,500 (円/㎡)
ケース2	一般居住地	48,000 (円/㎡)
	樹木に囲まれた居住地	20,000 (円/㎡)
	独立建物地域	2,000 (円/㎡)

表－3.6 総貯留容量

項目	年代	昭和47年	昭和60年
雨水貯留施設 集水域面積		7.918 km ² (791.8 ha)	11.020 km ² (1,102.0 ha)
総貯留容量		237,540 m ³	330,600 m ³



図－3.17 年平均被害額の経年変化

表-3.7(a) 雨水貯留施設概算工事費算定表(その1)

年代	項 目	数 量
昭和47年	雨水貯留施設集水区域面積: A_1	791.8 (ha)
	総貯留容量: V	237,540 (m^3)
	工 事 費	593,850 (千円)
昭和60年	雨水貯留施設集水区域面積: A_1	1,102.0 (ha)
	総貯留容量: V	330,600 (m^3)
	工 事 費	826,500 (千円)

注) (1) 雨水貯留施設集水区域は以下の土地利用とする。

一般居住地
樹木に囲まれた居住地
独立建物地域

(2) 雨水貯留施設計画規模は $300 m^3/ha$ とする。

(3) 工事費の単価は $2,500 円/m^3$ とする。

表-3.7(b) 雨水貯留施設概算工事費算定表(ケース2)

年代	項 目	土 地 利 用 形 態			全流域合計
		一般居住地	樹木に囲まれた居住地	独立建物地域	
昭和47年	雨水貯留施設集水区域面積: A_1	585.9 ha	86.2 ha	119.7 ha	791.8 ha
	総貯留容量: V	175,770 m^3	25,860 m^3	35,910 m^3	237,540 m^3
	工事費単価(円/ m^3)	48,000	20,000	2,000	—
	工 事 費	8,436,960 千円	517,200 千円	71,820 千円	9,025,980 (千円)
昭和60年	雨水貯留施設集水区域面積: A_1	897.8 ha	76.5 ha	127.7 ha	1,102.0 ha
	総貯留容量: V	269,340 m^3	22,950 m^3	33,310 m^3	330,600 m^3
	工事費単価(円/ m^3)	48,000	20,000	2,000	—
	工 事 費	12,928,320 千円	459,000 千円	76,620 千円	13,463,940 (千円)

注) (1) 雨水貯留施設集水区域は以下の土地利用形態とする。

一般居住地
樹木に囲まれた居住地
独立建物地域

(2) 雨水貯留施設計画規模は $300 m^3/ha$ とする。

一. 保全便益の計算 —

雨水貯留施設を設けた時の年平均被害軽減額は、図-3.17に示したものより求められ、表-3.8のとおりである。

— 費用便益比および超過便益 —

表-3.7と表-3.9に示した年平均被害軽減額と工事費(on-site雨水貯留は、治水のために土地を買収するというよりは、土地利用において治水に配慮するということであり、用地費は計上しなかった)を用いて、雨水貯留施設の費用、便益計算を行った^{注3)}。その結果を表-3.9に示す。表-3.9より、今回の調査で想定したようなon-site雨水貯留施設を治水

面から費用便益分析(表-3.9)でみた効率性の程度を知ることができる。すなわち、保全便益に基づく費用便益分析において、各シナリオについて B/C が1以上、 $B-C>0$ となっており、このような評価方法においての妥当性が確認される(ただし、昭和60年、 $73mm/hr$ についてはこの限りではない)。さらに、ケース1(まとまった容量を貯められる雨水貯留施設を設けた場合)のような費用が現実的な場合には、便益比は大きな値を示しており、投資効率が相当大きいことになる。また、ケース2(個々の小規模な貯留となる雨水貯留施設が分散する場合)のような費用が現実的な場合でも、昭和47年および

注3) 防災調整池のように、治水だけのために用地を確保する場合には、この用地費を計上する必要があることはいうまでもない。(第1章参照)

60年において50_{mm}/hr 降雨対応孔としたときには、超過便益が十分大きいことが分かる。また、昭和60年において、30_{mm}/hr 対応河道と雨水貯留施設を併用した場合には、費用の安い雨水貯留施設を作るとすると、全体としてのB/CあるいはB-Cでみて効果的な治水対策となることが分かる。なお、以上の計算においては、すべて年単位の費用あるいは便益を用いており、総工事費用に変換する場合には、次のような計算を行った。

$$C = \text{年利子} + \text{年償却費} = I \times 0.0506$$

(耐用年数50年, 利子率4.5%)

$$\dots\dots\dots (3-2)$$

また、表-3.9に示したb/Cは、超過便益bは次式のようにして年保全便益から年維持費を差し引いたものとした。

$$b = B - M$$

ここに、C：年費用

I：工事費

B：被害軽減額（保全便益）

M：年維持管理費（ $I \times 0.005$ ）

b：年便益

表-3.8 on-site 雨水貯留施設による年平均被害軽減額

(単位：百万円)

河道状況	雨水貯留施設 放流孔規模	年代	S. 36	S. 47		S. 60	
				年 平 均 被害軽減額	雨水貯留によ る被害軽減額	年 平 均 被害軽減額	雨水貯留によ る被害軽減額
未改修河道	雨水貯留なし		1,271	10,877	—	25,272	—
	50 _{mm} /hr 対応規模		—	10,234	643	23,111	2,161
	73 _{mm} /hr 対応規模		—	10,858	19	24,807	465
30 _{mm} /hr 対応河道	雨水貯留なし		—	3,287	—	7,589	—
	50 _{mm} /hr 対応規模		—	—	—	4,517	3,412
50 _{mm} /hr 対応河道	雨水貯留なし		—	—	—	636	—

表-3.9 雨水貯留施設の便益比一覧表

工計 事ケ ー ス 費 ス	年代	河道状況	雨水貯留施設 放流孔規模	工事費 I (百万円)	年費用 C (百万円)	維持費 M (百万円)	被害軽減額 B (百万円)	年便益 b=B-M (百万円)	便益比 b/C
ケ ー ス 1	S.47	未改修河道	50 _{mm} /hr 対応規模	594	30	3	643	640	21.3
			73 _{mm} /hr "				19	16	1.2
	S.60		50 _{mm} /hr "	827	42	4	2,161	2,157	51.4
			73 _{mm} /hr "				465	461	11.0
			30 _{mm} /hr 対応河道				3,412	3,408	81.1
ケ ー ス 2	S.47	未改修河道	50 _{mm} /hr "	9,026	457	45	643	598	1.3
			73 _{mm} /hr "				19	—	—
	S.60		50 _{mm} /hr "	13,464	681	67	2,161	2,094	3.1
			73 _{mm} /hr "				465	398	0.6
			30 _{mm} /hr 対応河道				3,412	3,345	4.9

3) 保全便益に基づいた費用便益分析による 河川改修と雨水貯留の比較

ここでは、山口・吉川・角田^{10), 15)}が同じ対象流域において河川改修に関して費用便益分析を行っているの、それを上記の結果と比較することにより、費用便益分析という観点からみた河川改修と雨水貯留の比較分析を行う。さらに雨水貯留施設と河川改修の総合治水対策における適切な組み合わせについても言及する。表-3.10, 3.11に山口・吉川・角田が行った費用便益分析結果を示す。表-3.10および表-3.11の計算は、図-3.10に示すように、30mm/hr強度降雨対応河道が1972年に、50mm/hr強度降雨対応河道が1992年に完成するものとし、それら2つの施設の実用に供する年数(T_2)を変えて B/C あるいは $B-C$ を計算している。ただし、この計算においては $M \div 0$ として維持費は見込んでいない。表-3.10と表-3.11はその計算に若干の差異はあるものの同じ考え方のもとでの費用便益分析による評価を与えている。したがって、次のような考察が可能であろう。

比較分析の前提として、次のことを仮定しておく。まず雨水貯留については、耐用年数を50年としているが、河川改修については、その供用年数を1995年までとする。これは、河川改修についてはその治水安全度がきわめて低いために、次の改修が比較的近い将来に行われると考

えられるからである。

ケース1のような費用の雨水貯留とした場合には、河川改修に雨水貯留を加えるという場合には、両対策はほぼ同じ程度の効率性を有していることが分かる。しかし、ケース2のような費用がかかる場合には、河川改修に比較して雨水貯留の効率性は劣ることになる。以上は単純な費用便益分析結果であり、この結果の解釈においては表-3.12に留意する必要がある。

したがって、後者の場合に限定すると、ケース1のような費用で雨水貯留施設を作ることができる場合には、両治水対策はほぼ同じ程度の経済的効果性をもつので、総合治水において両対策を適切に組み合わせることにより、より効率的でかつ現実的な可能性を有する治水対策とすることができよう。また、ケース2のような費用が必要な場合においても、河川改修の費用便益分析的な効率性が良くても、その実施に困難がある場合には、この限りではないことはいうまでもない。さらに、ケース2の場合でも、河川改修に比較して効率性は劣るとしても、雨水貯留施設の保全便益に基づいた効率性(B/C)は1.0以上の値をとることが多いので、その妥当性は十分にある。

両者においては、開発による外部不経済の内部化のために実施する雨水貯留施設の妥当性(B/C あるいは $B-C$ でみた場合の妥当性)は十分に認められることが分かる。

表-3.10 河川改修費用

(単位: 万円/m)

各事業費 C_R	用地費	構築費	その他	総計
C_{s0}	14.76 (16%)	74.85 (82%)	1.46 (2%)	91.07
C'_{s0}	42.03 (31%)	93.57 (68%)	2.21 (2%)	137.81
C_{s0}	56.79 (37%)	93.57 (61%)	3.67 (2%)	154.03

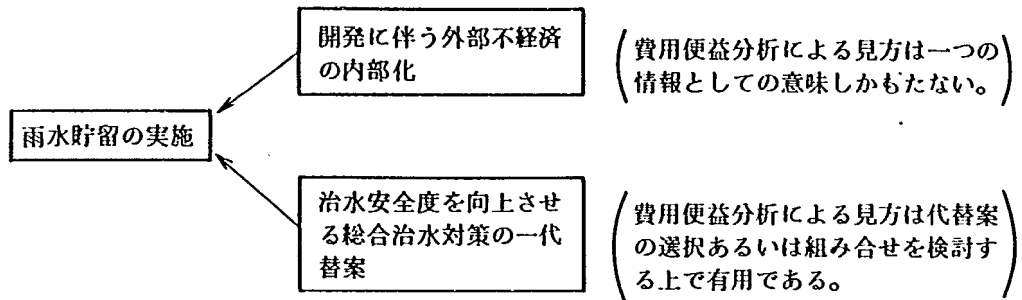
表-3.11 河川改修の経済的判定結果

経済効果 T_2 (年)	B/C	$B-C$ (百万円)
1995	10.7	27.1
2000	15.5	40.8
2005	21.1	56.3

(1972年価格)

注) この表は30mm/hr降雨対応河道が1972年に、50mm/hr降雨対応河道が1992年に、それぞれ一挙に完成されるものとして算定した。

表-3.12 雨水貯留施設を実施する時の考え方



4. 結 語

本調査の内容と結果の概要をとりまとめ、結語とする。

- (1) 都市域において雨水貯留が必要な背景を、総合治水対策と関係づけて整理した。
- (2) on-site ポテンシャル調査を行い、雨水貯留施設を設置する可能性のある区域と貯留容量を整理した。
- (3) 雨水貯留施設の水文学的な効果を推定した。
- (4) 保全便益に基づいた費用便益分析の方法を提示し、ケース・スタディを行って雨水貯留施設の経済的な効率性の程度を示した。これは試算的なものであるが、このような方法による評価を行うことにより、河川改修の効率性との比較が可能となる。
- (5) (4)の結果をもとにして、河川改修と雨水貯留の効率性の比較、および総合治水対策における両者の組み合わせ方について検討した。

以上は、まだ方法論の提示の域を出ないが、すでに多くの雨水貯留施設が現実には作られ、総合治水対策の実施において雨水貯留の必要性が議論されているので、本調査で検討したような定量的な分析が今後ますます重要になるものと考ええる。また、今回は面的な広がりをもった on-site タイプの雨水貯留施設に限定して考察したが、防災調節池のような限られた面積（土地）において大きな貯留容量をもつことのできる雨水貯留施設についての評価も方法論的に可能であり、今後の課題としたい。この場合には、第1章第5節に示したようにスケールメリットが期待できる反面、多額の用地費が加わる可能性があり、ケース・スタディによる具体的かつ定量的な評価が急がれる。実務に携わる方々に、本調査が何らかの示唆を与えることができれば幸いであり、そのような方々のご批判をいただいてより実用性の高いものとしていきたい。

あ　と　が　き

我国のように土地を高度利用しなければならないところでは、不時の洪水災害だけのために、いたずらに広大な川幅を確保することは必ずしも得策ではない。これまでの経過から見ても都市化された流域では雨水貯留施設のはたすべき役割は大きいと思われる。

今回は主にオンサイト雨水貯留施設を中心として、その設置現況の調査を行い、かつオンサイト雨水貯留施設の治水効果を保全便益を中心とした費用便益関係についての概略検討を行ってみた。いうまでもなくオンサイト雨水貯留施設は、河川改修だけでは対応しきれないような都市河川の治水問題に大きな役割を果たしており、その効果の発揮例もみられるようになってきている。そして徐々に設置者（開発者）の認識も深まり、各施設とも多目的利用の方向を明確化し、周囲の景観との異和感をなくするような配慮がなされる傾向にある。まだこのような施設が設置されだしてから10年程度しか経過しておらず、適確な評価を下せない面もあるが、都市域での土地の高度利用の要求ともあいまって、今後共、多目的利用を考えた配置戦略についての研究が必要とされる。また、このようなオンサイト雨水貯留施設が有効に機能を発揮するには適切な維持管理が必要不可欠であり、この面にも設置地区住民の努力を期待できれば、河川事業に対しての認識も深まり、かつ行政への住民参加の面からも望ましいものと思われる。

今回の調査でとりあげた雨水貯留施設は57県市町村から送付いただいた代表的な例であり、まだ多数の施設があると考えられる。しかし現状での雨水貯留事業の動向はほぼ把握できたものと思う。本報告書に記載した事例や研究内容が現地での雨水貯留担当者の参考となれば幸いに考える。

最後に今回の調査に御協力いただいた都道府県、市町村の河川担当部局の方々、住宅公団の関係者に厚くお礼申し上げたい。なお本報告書の作成にあたり総合治水研究室、桐生、斉藤両君の協力を得た。併せて感謝の意を表したい。

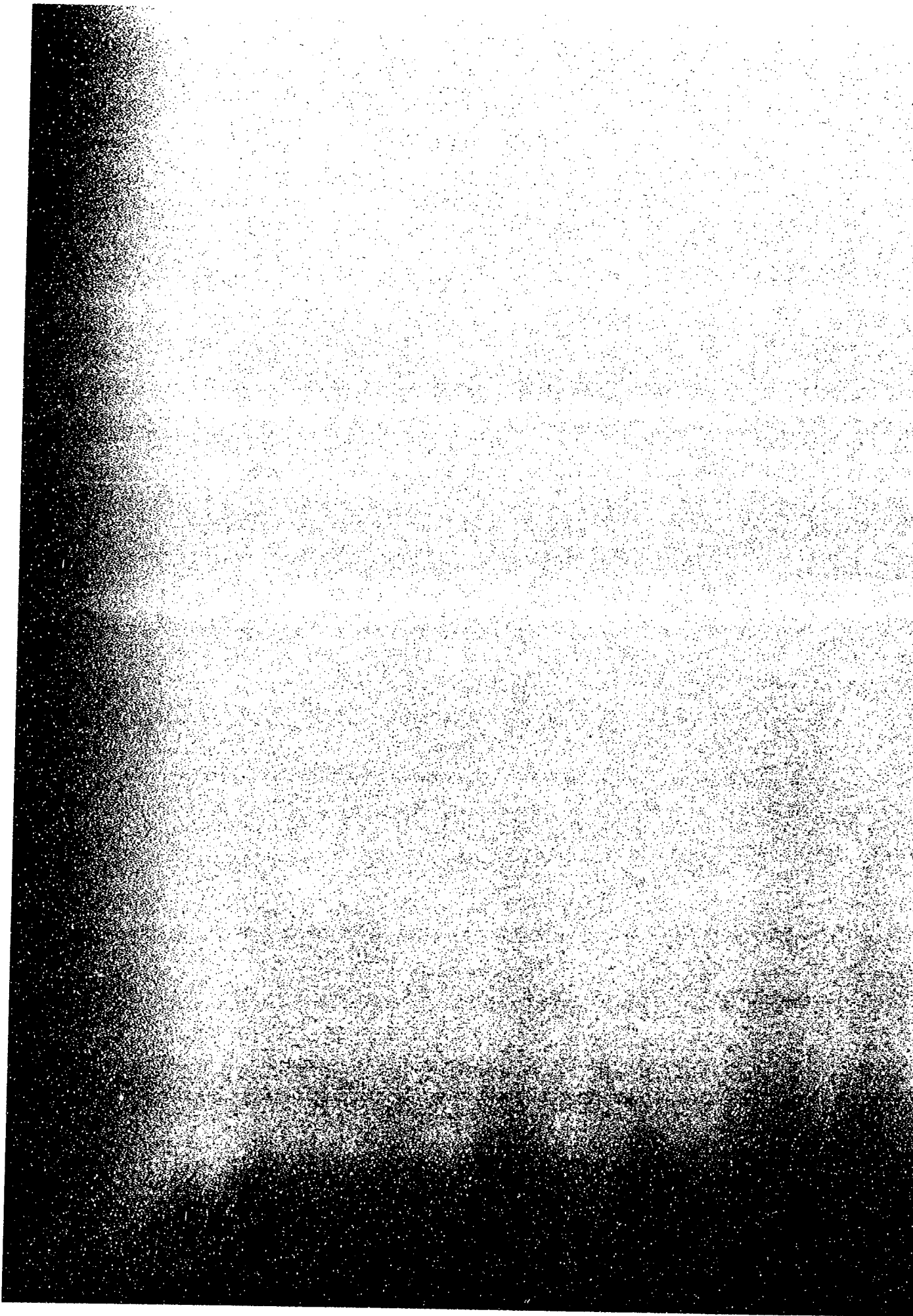
総合治水研究室長	吉	野	文	雄
研究員	本	間	久	枝
〃	吉	川	勝	秀
技　官	小	川	良	市

参 考 文 献

- 1) 日本住宅公団, 日本河川協会: 防災調節池基準(案) S. 49. 3
- 2) 日本住宅公団, 日本河川協会: 大規模宅地開発に伴う調整池基準(案) S. 46. 7
- 3) 建設省土木研究所: アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状, 土木研究所資料第 1068 号, S. 50.
- 4) 建設省土木研究所: 都市域からの降雨流出調査報告, 土木研究所資料第 1018 号, S. 50. 3
- 5) 建設省土木研究所: 土地利用変化を評価する流出モデル, 土木研究所資料第 1499 号, S. 54. 6
- 6) 地域振興整備公団: 防災調節池技術基準検討委員会報告書 S. 54. 12
- 7) 建設省土木研究所: わが国の都市域での雨水貯留の実状とその改善, 土木研究所資料第 1174 号, S. 52.
- 8) 建設省土木研究所: 雨水貯留に関する調査第 3 報, 土木研究所資料第 1382 号, S. 53. 12
- 9) 山口高志: 最近の都市域洪水防御法調査の動向 — 流域処理とはんらん原管理 — 土木技術資料第 18 巻 7 月号, S. 51. 7
- 10) 山口高志・吉川勝秀・角田 一 学: 都市化流域における洪水災害の把握と治水対策に関する研究, 土木学会論文報告集(投稿中)
- 11) 吉野文雄・吉川勝秀: 土地利用の変化に起因する洪水災害変化の分析と治水対策の評価, 土木技術資料, vol. 22, No 2, 1980
- 12) 中村英夫, 他: システム・マトリックス法による環境アセスメント, 土木学会論文報告集
- 13) 土木学会: 意識反応と土木計画学, 第 11 回土木計画学シンポジウム(テキスト), 1977
- 14) 岩松幸雄・吉川勝秀・金井道夫: 公共事業の影響を把握するための地球モデルに関する研究, 土木学会論文報告集, No 284, 1979
- 15) 山口高志・吉野文雄・吉川勝秀・角田 一 学: 治水計画の策定および評価に関する研究(I), 土木研究所報告(投稿中)
- 16) 日本河川協会編: 防災調整池技術基準(案)解説と設計実例, S. 52. 11
- 17) 日本住宅公団, 国土開発技術センター: 宅地開発等に伴う雨水貯留施設技術指針(案) S. 53. 10
- 18) 日本住宅公団, 国土開発技術センター: 同上現場担当者手引き, S. 53. 10
- 19) 日本住宅公団, 国土開発技術センター: 宅地開発に関連する雨水貯留施設等の調査報告書, S. 51. 10
- 20) 日本住宅公団, 国土開発技術センター: 同上(その2), S. 52. 11
- 21) 建設省土木研究所水文研究室: 水文研究室成果文献集(観測, 流出, 流量計画, 地下水, 水収支)(昭和 52 ~ 54 年) S. 54. 12
- 22) 安藤義久: 宅地開発に伴う雨水制御施設に関する計画学的研究, 昭和 53 年度第 13 回日本都市計画学会学術研究発表会

付録A 雨水貯留に関するこれまでの
報告書の内容紹介

付録B アメリカからの手紙（3例）



付録A 雨水貯留に関するこれまでの報告書の内容紹介

ここでは、土木研究所においてこれまでに発表した主な雨水貯留に関する報告書（第1報～第3報）について概要を紹介しておくことにする。それらの報告書は次のとおりである。

1. アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状

— 屋根上貯留，駐車場貯留，防災調整池，浸透池など —

土木研究所資料 第1068号 1975年11月

2. わが国の都市域での雨水貯留の実状とその改善

土木研究所資料 第1174号 1977年9月

3. 雨水貯留に関する調査〔第3報〕

土木研究所資料 第1382号 1978年12月

（注）以上3編の報告書は土木研究所河川部都市河川研究室から出されたものであるが，昭和54年度に総合治水研究室が発足して，雨水貯留に関しては総合治水研究室で継続して調査，研究を進めている。

以下ではこれらの報告書の主旨と内容の概要を紹介するために，各報告書の序（はじめに）と目次を示す。本報告書は，これら3つの報告書をさらに発展させるという観点に立っているが，相補なう部分も多く，また既例の報告書はそれぞれの時点での問題意識のもとで書かれているので，雨水貯留の歴史的な変遷や全体像を知る上で参考になると考える。

「アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状（1977）」

（第1報）の内容

はじめに

本書は，アメリカでの都市域での雨水対策の1つの手法，“雨水現地貯留（On-site Detention）”について種々の観点から調査したものをまとめたものである。現地貯留とは，雨が落ちたその場にためるということで，端的には，屋根上から始まり，その他駐車場，校庭等を含めた都市域での舗装面に一時的にためようというものであり，その着想が非常に面白いのと同時に，あの広大なアメリカでその必要があるのかと幾分奇異な感じを受ける。しかし，降ったところでなんとかして，下流に害を及ぼすまいという発想は，十分評価すべきものであり，その意味で原点に立返っているといえよう。筆者もかねがね屋根に降った水は，直接下水管に排水せずに庭を通過させて滲透をはかるべきだとは思っていたが，このように組織だって調査が進んでいることには，少なからず驚ろかされた。本来利用すべき土地の少ない日本において

発展すべき手法であり，今後地域排水計画の一手法として組入れられ検討を加えることが望ましい。

もちろん上記のほかに，中流部での池や低地を利用した遊水池計画の紹介も多く含まれており，また我が国の新規宅地開発等に伴う防災調整池と同様の趣旨のものも見受けられ，すべて新しいものではなく，またすぐさま我が国に適用できないものもあるが，技術，経済，法制度，財源，管理上等多角的に整理が試みられているので，技術的な面のみならず行政的な面でも十分役に立つ参考資料であり多方面での活用を希望したい。

昭和50年10月

河川部長 土屋昭彦

訳出にあたって

アメリカの「都市域での現地貯留（On-site

Detention)手法」に関するまとめの全訳が、土木研究所河川部有志により完成したので、ここに印刷し、関係機関に送付致します。

本手法は、通常いわれている地域洪水防御手法の分類：

- 洪水への対応 1. 流域処理
(Watershed Treatment)
- 2. 河川構造物
(River Protection Works)
- 被害への対応 3. 予警報システム
(Prediction and Warning)
- 4. 土地利用調整
(Land Use Regulation)*
- 5. 避難システム
(Evacuation)
- 6. 被害救済
(Disaster relief)

のうちの1.流域処理に位置づけられるもので、降った雨水をその場(On-site)にためて下流へ出さない、下流に負担をかけない、ひいては下流の排水施設を小規模なものですませようというものである。

このほかの目的に、汚濁流出の減少(とくに合流式下水道)、土壌浸食の防止、雨水の利用および景観の向上などの側面も相当強調されている

その種類の概要は、主なものを挙げると

- 1) 屋根上貯留
- 2) 舗装地域での貯留(駐車場、広場、校庭)
- 3) 地表上貯留
- 4) 池や湖面上貯留
- 5) 地下貯留
- 6) 地下浸透手法

のようになり、厳密な意味での on-site から、遊水池的なものまで広範にわたっているが、その意味では広義の流域処理といえよう。

調査の内容は、1) 3回のシンポジウム、2) 文献調査、3) 行政機関およびコンサルタントに対するアンケート調査、4) 貯留施設の実施例調査等であり、この結果をもとにして

- 1. 技術面、設計法
- 2. 法的、行政的
- 3. 経済性、効用
- 4. 財源措置
- 5. 維持管理

等多くの観点から、網羅的に実状、問題点、対策等の検討および実施例の紹介がなされている。

以上が簡単な概要であり、内容は読んでいただければよいので、多くは触れないが、本書の特徴は、決して技術的に高いなどというものではない。流出解析法の主体は合理式であり、ここらに買うべきものはほとんどない(例えば3章)。やはり本書のよさは、前述のように非常に網羅的に、多くの側面での問題を検討していること、そしてそれを多くの事例によって説得性のあるものにしていることであろう。ものによっては、多少くどいと思われるところもあるが、多くの場合われわれの想像の翅をひろげてくれたり、またはわれわれの知識をふやしてくれるものなのである。本書の評価はこれにつきよう。

例えば、アメリカの駐車場は、一般に大きい。これを利用して雨水貯留を行い、下流で必要な排水設備(下水道)の費用が大幅に縮小できたとある。これだけで面白いが、加えて、駐車場に高低をつけて湛水頻度を変えたり、浸透溝をつけたりして、工夫している。また第一下水管の径が小さくなるのが面白い。下水管が小さくなるということは、結果的に流出をしぼることになり、河川への負担も減少することになる(もちろん地形にもよるが)。これは学んでよいことではないだろうか。

このほか、貯留池によって景観が向上し、付近の地価が上がった話、土砂流出防止のために等高線沿いに小堤を作って農耕するコンターフォーミングの話、そしてデソバーでの屋根上貯留の義務化に伴い、雨樋落下樋への流入口の流入制御装置が商品化されているのにも驚かされる。

おわりに、このような種々雑多な手法がアメ

*これには、はんらん原管理などが含まれ、建築物の耐水化(Flood-proofing)や洪水保険(Flood insurance)などが併用される。

リカに発展した理由であるが、1つの大きな要因は地方分権にあると思われるが、もう1つは、下水道の普及に伴う問題が顕在化したためと思われる。すなわちテーマが局地はらんや汚濁流出であることがこれを物語っている。

「地方分権」に関して少し付け加えると、御存知のようにアメリカでは、地方の権限が強い。ため各州や地方公共団体、そして公社等がそれぞれ条例を作っている。だからこの中に書いてあることが、そのままアメリカではという話にはならず、アメリカのどこそこではとなることを承知の上でお読みいただきたい。

なお原文の入手が業者の手落ちで200頁(原文)までで、付録Fの途中で終わっているのが残念なことを断っておきたい。

訳出については、毎度のことながら苦労は多かったが、これまでの経験と努力によってどうにか相応の日本語になったと思っている。ただ1つだけ、本書の根幹である“Detention”については、単に“貯留”ではあまりに一般的、包括的にすぎること、“抑止貯留”の方が適切なこと(または滞留)などが考えられたが、“滞留”は下水道の用語にすでにありこれでは、少し狭義にすぎること、“抑止貯留”を全文通じて使うのは、読みにくいなどもあって、結局平板に“貯留”とした。意のあるところをくみっていただきたい。

6年間都市河川を研究して来て、都市化に伴う流出増に頭を悩ませながら、常々雨水は個人のうちから出すべきでない、少なくとも最小限にとどめるべきだ、それは個人の責任なのだと思っていた。そして昔の防火用水の大マスを思い浮べ、小坂前都市河川対策室長のいう「各戸貯留槽」にも秘かに応援を送り、また「河川」にもその効果について書いたりもした。

しかし現実には、道路を歩けば屋根からの樋はそのほとんどが道路に直接出され、庭(浸透域)を経由するものは、非常に少いのが実状である。そしていち早く整備された下水道に流入し、あっという間に河川に到達してしまう。これでは河川はたまったものではない。河川というにはあまりにも悲しいコンクリート大U字溝

が都市の中に現出し、その中では魚さえなかなか住みつけない状態にある。加えて、これでも決して十分なものでなく、ちょっとした雨ではらんをおこしてしまう。因みに現在東京内の小河川で、10年確率の降雨に耐える河川はないのである。

前置きが長くなったが、私は長い間このことに関するよい警告の方法はないかと考えて来た。そして6ヶ月前にこの本を入手したときの喜びは筆紙では伝えられない。

“あの広大なアメリカで、よもやこんなことが現実に……………”これほど適切な警句はないのである。よいものはすぐとりいれていくこのアメリカ人のものごとへの対応の仕方、これが私の本書紹介の大きな目的の1つであり、早い機会に日本でも応用されることを祈ってやまない。

49年当初から開始した洪水防御法研究の一環として、本書を訳出した。今後、実際に日本の都市排水計画にケース・スタディとして適用して、結果を発表していきたいと思っている。

最後に、本書の日本語訳出を快よく許可してくれた米国内務省水研究技術局長 William S. Butcher 氏 (Office of Water Research and Technology of the U.S. Department of the Interior) に感謝の意を表したい。

なお本書の訳出は下記のものが行った。

河川部	都市河川研究室長	山口	高志
	“ 研究員	中村	栄一
	“ “	山口	修
	河川研究室 “	深見	親雄
	水文研究室 “	橋本	健
	“ 技官	佐々木	健一

また訳の修正、手なおしは筆者が行った。

昭和50年9月 都市河川研究室長

山口 高志

目 次

都市域での雨水貯留の実状

"Practices in Detention of Urban Stormwater Runoff"

Herbert G. Poertner, Engineering and Research Consultant

第1章 概 要 (Overview, Findings And Recommendations)	1
1-1 雨水管理上の問題 (Storm Water management Problems)	1
1-2 その他の代替案 (Alternative Solutions)	3
1-3 調 査 (The Study)	3
1-4 調査結果 (Findings)	4
1-5 結 論 (Conclusions)	6
1-6 提 案 (Recommendations)	7
第2章 意見, 評価 (Attitudes and Opinions)	8
2-1 APWAの調査 (APWA Survey)	8
2-2 地域としての評価 (A Regional Evaluation)	8
2-3 シンポジウム (Symposia)	8
2-4 技術的な調査 (Engineering Study)	9
2-5 議会および行政的必要性 (Legis-Lation and Administrative Needs) ...	9
2-6 法的解釈 (Legal Aspect)	14
2-7 維持管理 (Operation and Maintenance)	17
2-8 建設費と財源措置 (Costs and Financing of Facilities)	19
2-9 経済性と技術的効用 (Economics and Engineering Effectiveness)	23
2-10 実施にあたっての問題点 (Problems of Implementation)	26
第3章 設計基準とその実施および手法 (Design Criteria, Procedures and Techniques)	29
3-1 設計の実例調査結果 (Results of Survey of Engineering Design Practices)	30
3-2 貯留方法 (Detention Method)	32
3-3 技術設計 (Engineering, Design)	44
3-4 種々の設計例 (Examples of Various Design Methods)	49
3-5 公共機関によって許可指導または要請されている設計法 (Design Method Permitted, Suggested or Required by Public Agencies)	61
第4章 計画, 景観, 費用および応用 (Planning, Aesthetics, Costs and Applications)	65
4-1 計 画 (Planning)	65
4-1-1 ポイック川の事業 (The Pohick Creek Watershed Project)	65
4-2 景 観 (Aesthetics)	68
4-3 費 用 (Costs)	70

4-3-1	アース市とセントルイス郡（ミズーリ州）の場合 （Earth City-St. Louis County, Missouri）	71
4-3-2	コンソリディッド貨物運送会社のトラックターミナル（ミズーリ州 セントルイス）（Trucking Terminal, Consolidated Freightways, Inc., -St. Louis, Missouri）	75
4-3-3	フォートキャンベル（ケンタッキー州）（Fort Campbell, Kentucky）	76
4-3-4	連鎖湖（イリノイ州ホフマン不動産会社の分譲地） （Chain of Lakes, Village of Hoffman Estates, Illinois）	79
4-3-5	インディアン湖不動産（イリノイ州ブルーミングデイル） （Indian Lakes Estates, Bloomingdale, Illinois）	84
4-4	本法の利用（Applications）	86
第5章	はんらの防除と減少（Preventing and Reducing Flooding）	88
5-1	スカイライン都市再開発事業（コロラド州デンバー） （Skyline Urban Renewal Project, Denver, Colorado）	88
5-2	カレッジビュー近隣都市開発事業（デンバー）（College View Neigh- borhood Development Project-Denver）	91
5-3	デンバーのイーストハーバード・ガルチ事業 （Denver's East Harvard Gulch Project）	92
5-4	ボルダー（コロラド州）（Boulder, Colorado）	95
5-5	シカゴ大都市圏衛生公社（Metropolitan Sanitary District of Greater Chicago）	97
5-6	アーリントンハイツ（イリノイ州）（Arlington Heights, Illinois）	104
5-7	マウント・プロスペクト（イリノイ州）（Mount Bvospect Illinois）	106
第6章	浸蝕・堆積の防御（Erosion and Siltation Control）	108
6-1	沈澱の理論（Theory of Sedimentation）	110
6-2	沈砂池容量（Sizes of Sediment Basins）	111
6-3	沈砂池の維持管理（Maintenance of Sedimentation Ponds）	112
6-4	貯留池の堆砂容量（Sediment Volumes in Detention Ponds）	113
6-5	地域土砂制御事業（Areawide Programs of Sediment Control）	114
6-5-1	メリーランド州での事業（Maryland's Program）	114
6-5-2	フェアファックス郡（ヴァージニア州）（Fairfax County, Virginia）	116
第7章	汚濁防止（Pollution Control）	118
7-1	ケーススタディー合流式下水道の越流問題対策としての一時貯留 （Case Studies-Detention Storage as a Solution to Combined Sewer Overflow Problems）	118
7-1-1	ミネソタ州セントポール（St. Paul, Minnesota）	118
7-1-2	オンタリオ州スカボロー（Scaborough, Ontario）	123
7-2	屋根の雨樋の付替作業（Roof Drain Removal Programs）	125
7-2-1	イリノイ州スプリングフィールドの屋根の雨樋の撤去計画	

(Springfield, Illinois, Roof Drain Disconnection Program)	125
7-2-2 屋根排水の浸透 (Infiltration of Downspout Discharge)	134
第8章 水供給増加のための都市流出の利用 (Use of Urban Runoff to Augment Water Supplies)	136
8-1 雨水流出の浸透 (Infiltration of Stormwater Runoff)	136
8-1-1 ロサンゼルス市の排水事業 (The Los Angeles Water Spreading Program)	136
8-1-2 ニューヨーク (New York)	139
8-1-3 他の浸透計画 (Other Infiltration Programs)	139
8-1-4 ニューメキシコ州アルバカーキ (Albuquerque, New Mexico)	140
8-2 雨水の取入 (Stormwater Harvesting)	142
8-2-1 アリゾナ大学の試験 (University of Arizona Experiments)	142
8-2-2 テキサスAアンドM大学 (Texas A & M University)	143
第9章 雨水貯留の新技术 (New Methods of Stormwater Detention)	145
9-1 浸透性舗装 (Porous Pavement)	145
9-2 他の新しい水をためる方法 (Other Nonconventional Methods of Ponding)	148
第10章 流出の現地貯留に関する法例、条例、建築規則ならびに規制 (Statutes, Ordinances, Building Codes and Regulations for On-Site Detention of Runoff)	155
10-1 建築規則 (Building Codes)	155
10-2 建築許可および土地細分化認可 (Building Permits and Subdivision Approval)	156
10-3 条例その他の立法 (Ordinances and Other Legislation)	157
10-4 排水料 (Drainage Fees)	158
10-5 州法 (State Laws)	159
6 維持と操作 (Maintenance and Operation)	160
第11章 実施指導および必要な研究 (Implementation Guide and Research Needs)	162
11-1 必要な研究 (Research Needs)	163
第12章 参考文献 (References)	165
附録A. 3つ以上の現地貯留施設を報告した公共機関 (Public Agencies Reporting Three or More On-Site Detention Facilities)	165
B. NIPC会議 (NIPC Conference)	166
C. 地下貯留 (Underground Storage)	170
シカゴトンネル計画 (The Chicago Tunnel Plan)	170
ボストントンネル提案 (Boston Tunnel Proposal)	174
カリフォルニア州サンフランシスコ (San Francisco, California)	176

D. 案内パンフレット—シカゴ大都市圏衛生公社 (Information Pamphlet—Metropolitan Sanitary District of Greater Chicago)	178
E. 必要貯留量および許容雨水放流量に関するグラフと算定要領 (Graphs and Instruction for Determining Required Storage Volume and Allowable Stormwater Release Rate)	184
F. サンフランシスコのマスタープランの詳細—雨天時下水の処理 (Detailed Description of San Francisco's Master Plan—Stormwater Management)	188
最適処理能力と相対費用 (Optimum Treatment Capacity and Relative Costs)	189
マスタープランと貯留量の考え方 (The Master Plan and Storage Volume Concept)	198
貯留池の操作 (Operation of Storage)	199
自動中央制御システム (Automatic Central Control Systems)	205
雨天時対策費用 (Wet Weather Capital Costs)	205
財政計画 (Financing Program)	207
貯留池の効用 (Summary of Advantages of Detention Storage)	209
G. 本調査中、構成員、コンサルタント、シンポジウム、参加者等によって作られた未発表報文のリスト (Lists of Unpublished Reports Prepared in the Study by Team Members, Consultants and Symposium Participants)	
H. 参考文献 (Bibliography)	

「わが国の都市域での雨水貯留の実状とその改善 (1977)」

(第2報) の内容

はじめに

昨年「アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状—屋根上貯留・防災調整池・浸透池など—」を訳出、頒布しましたところ、関係者のみならず、都市計画、下水道、あるいは区画整理等の方からも、予想外の反響および賛同をいただきましたので、今回は日本版を計画し、河川局治水課、各都府県および住宅公園等の協力を得まして作業を進めておりましたが、一応のものがまとまりましたので、ここに印刷し、関係諸機関に送付します。まだまだ内容的には不完全なものです。早急な問題点の指摘、ひいては早急な現場での調査検討をおねがいするべく、拙速をモットーと致しました。その点御了承下さい。

本報告の主たる内容は、以下の3つである。

1. 写 真

まずもっとも実状を伝えるものとして、写真を各県から送付してもらったものと、われわれが撮影したものから、適当なものを選んで巻頭に掲示した。

2. 防災調整池の実状に関するアンケート調査

わが国には流域貯留といってもそのほとんどが(暫定)防災調整池しかないが、この制度の実状について、各都道府県および政令都市に対して行ったアンケート調査をまとめた。

3. 防災調整池の改善について

都市域の洪水防御法のホープたるべき防災調

整池に、谷間に深く設けられたスリパチあるいはコンクリートの箱のようなものが多い実状、あるいは必ずしも開発者に喜ばれていない実状にかんがみ、現在の単目的利用から多目的利用、とくにその公園化の可能性、あるいはその on-site 化（現地貯留）の可能性を検討した。またその恒久化についても触れた。

現在各種貯留システムの治水的な効果について、計算を試みている。追って、御紹介したい。

本報が、雨水貯留手法の実現にいくらかでも役立てば、これに優るよろこびはない。

昭和51年12月

都市河川研究室長 山口 高 志

増補に当って

前稿には、とくに治水効果に関する検討がなかったこともあって、再版を予定し、部数も少く印刷したが、今回一部検討が済んだので、これを付録7として、追加した。ほかに都市河川対策室で行った防災調整池調べおよびその後アメリカから入った情報についてもまとめた（付録8,9）。アメリカのそれからは、日本で今いわれている総合治水対策ともいうべきも

のが、15年ほどまえからスタートしていたことがわかる。

本調査も本年度河川局で雨水貯留事業として要求するところまで来て酬われたという感が強いが、今後とも落ちのないう調査を進めたいと思っている。本報が都市域での雨水貯留実現に役立てば、これに優る喜びはない。

昭和52年9月

増刷にあたって

自讃するのも面映ゆいが、われわれが調査を行って来た雨水貯留も河川局による総合治水対策特定河川事業の一つの目玉商品となって、脚光をあびることになった。われわれの調査も第3報を発刊するまでになったが（53.12）、第2報に相当する本報が在庫切れになり、希望も多いことから、増刷することにした。

なお土木研究所河川部では、新組織として、総合治水研究室が発足し、この種の研究に携さわるることになった。今後共よろしくおねがいする次第である。

昭和54年6月

総合治水研究室長 山口 高 志

目 次

はじめに

1. 流域貯留あるいは処理について …	1	5. そ の 他 ……………	83
1.1 都市域洪水防御の実状 ……………	1	5.1 法的小および制度的問題 ……………	83
1.2 都市域の洪水防御法または 都市域に水を“ためる” ……………	3	5.2 安 全 性 ……………	84
1.3 流域処理の種類 ……………	4	5.3 施工および維持管理 ……………	85
1.4 流域貯留の構造 ……………	6	5.4 調整池内の水質 ……………	86
1.5 流域貯留の効用、位置付け …	7	あ と が き ……………	89
2. 防災調整池に関する各県アンケート集計結果 ……………	9	参 考 文 献 ……………	90
3. 写真についてのコメント ……………	68		
4. 防災調整池の改善について ……………	70	付 録	
4.1 防災調整池の公園化につい て ……………	70	1. 各県技術基準のまとめ ……………	92
4.2 棟間貯留（低床花壇あるい は公園） ……………	74	2. アンケート依頼文 ……………	110
4.3 防災調整池の多目的利用 ……	81	3. 都市公園等の種類 ……………	111
		4. 尾張一の宮の貯留槽 ……………	113
		5. 「アメリカにおける都市域での 雨水貯留の実状」抄録 ……………	114
		6. 「アメリカにおける都市域での	

雨水貯留の実状」印刷もれ ……	120	版) ……	121
(増 補)		8. 防災調整池(永久)調べ — 治	
7. 都市域河川での雨水貯留の治水		水課都市河川対策室による ……	138
(流量減殺)効果の算定(修正		9. その後のアメリカからの情報 ……	149

「雨水貯留に関する調査 第3報(1978)」

はじめに

都市域での「雨水貯留手法」の調査を始めてから、ほぼ3年が経過し、報告書も第3報を数えることになった。その間アメリカでの貯留施設も大きな発展を示し、またわが国でも、種々の創意工夫が生かされ、この2年ほどの間に、わが国の国情にあった、多彩多様な貯留施設が卑近に見られるようになった。もちろん行政面でも、まず52年度「多目的遊水地事業」、53年度「雨水貯留事業」がそれぞれ発足し、行政施策の多様化を促すことになったし、またこれに合せて「総合治水」の考え方が認められ「総合治水対策事業」も促進されることになった。

都市河川研究室では、「雨水貯留手法」を都市河川の最後の抱りどころと考え鋭意調査を進め、50年10月「アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状(訳)」52年3月「わが国における都市域での雨水貯留の実状」の両報告書を刊行してきたが、本法の普及に伴ない、種々の実例がわが国でも散見されるようになったので、ここにその実施計画例を作成し、参考に供することにした。

編集方法としては、われわれが知見している貯留施設について、その責任者に御苦労ながら執筆を御依頼し、われわれがこれを編集することにし、あわせてわれわれの雨水貯留に関する検討結果も併載することにした。しかし、調査期間も短かったため、十分な例数、および設計の詳細については触れられなかったことが多く、その点については深くおわびする次第である。今後共、ひろく調査を実施してより多くの実例の紹介につとめていきたいと思っている。

そのため補足というわけではないが、その後アメリカ地方官庁との接触を続けて来た結果、

「総合治水」に関連する条例、技術マニュアル等が入手できたので、それから2、3を択らび訳出紹介することにした。とくにマニュアルの訳出については上述「総合治水対策事業」の発足とともに、第一に必要なものは「調査マニュアル」であり、次いで基準的なものが必要になると判断したからである。あわせて参考にしていただければ幸いである。

以上のほかに、先に刊行している「わが国における都市域での雨水貯留の実状」(土研資料1174号増補版S. 52. 9)中の付録-7「都市域河川での雨水貯留の治水効果の算定」で少々重大なミスがあったので、その訂正版および1. 2の追加計算(例えば現地貯留と防災調整池を併用した場合)の結果を載せることにした。

(1章参照)

本報作成に当って、大阪市、尾張一の宮市、松戸市、住宅公団および三井建設コンサルタントの関係者から多大の援助をいただいた。ここに記して謝意を表したい。

また各章の分担は下記の通りである。

- 1章 山口、杉山
- 2章 山口、杉山
- 4章 山口、益倉、吉川(校閲、山口)
- 5章 益倉

昭和53年3月

都市河川研究室長 山口 高 志

増補にあたって

「3報」は印刷部数が少なく、増刷を予定していたのであるが、その後の調査結果が二、三あったので、これを増補して印刷した。追加し

た内容は、主に防災調整池の改善に関すること
であったので、3章として、新におこした。
なおこの整理は、そのほとんどを益倉研究員が
担当した。

このほかに治水事業の評価に関する2論文の

和訳が進行していたが、今回はまにあわなかつ
た。現在総合治水対策調査マニュアルの検討が
進んでいるので、その完成をまって刊行したい
と思っている。

昭和53年12月 山口高志

目次

第1章 都市河川での雨水貯留の 治水（流量減殺）効果の 算定（修正版）……………	1	第318号より）……………	73
はじめに……………	3	2.3.3 埼玉県の雨水貯留槽実験 計画（新聞スクラップ）…	77
1.1 検討概要……………	3	第3章 防災調整池の改善……………	79
1.2 検討方法……………	3	はじめに……………	81
1.3 検討結果……………	6	3.1 防災調整池の管理及び多目 的利用に関するアンケート 結果……………	81
おわりに……………	8	3.1.1 雨水貯留施設の設置基 準について……………	81
第2章 現地貯留の計画、実施例 および文献集……………	21	3.1.2 調整池の設置及び管理 の実態……………	83
2.1 新規開発における計画および 実施例……………	23	3.1.3 多目的利用に関して……………	85
2.1.1 仙台北部中核都市関連治 水計画における計算例…	23	3.1.4 その他……………	86
2.1.2 棟間貯留（新栄町、新座、 あやめ団地）……………	40	3.2 防災調整池の水質調査……………	90
2.1.3 砂川団地（仮称）におけ る地下浸透井の設計例…	44	3.2.1 調査の目的……………	90
2.1.4 福岡市博多区における現 地貯留計画2例……………	46	3.2.2 調査方法……………	90
2.2 既成市街地における計画およ び実施例……………	50	3.2.3 調査結果……………	91
2.2.1 尾張一の宮市大宮 貯留槽……………	50	3.3 二段式防災調整池に関する 水理的検討……………	93
2.2.2 大阪市弁天幹線下水計画 の概要……………	54	3.3.1 検討の目的……………	93
2.2.3 千葉県松戸市富士川にお ける雨水貯留の計画例…	57	3.3.2 計算の前提条件及び計 算方法……………	93
2.2.4 アメリカの都市河川洪水 処理2例（土技資13-8 より）……………	66	3.3.3 計算結果……………	96
2.3 その他……………	70	第4章 アメリカ、メリーランド 州2郡地域での総合治水 対策マニュアル（訳）……	101
2.3.1 2槽式防災調整池の 検討……………	70	はじめに……………	105
2.3.2 流域処理（建設月報		1. 目的（Purpose）……………	105
		2. 展望（Scope）……………	106
		3. 背景（Background）……………	106
		第1章 雨水管理技術……………	109
		1.0 序……………	109

2.0	開発された地域からの増加した流量の制御のための手法	109	2.26	空地及びレクリエーション地域 (Open Space and Recreation Areas)	130
2.1	降雨流出輸送システムの効率の改善	109	2.27	道路盛土による貯留 (Road Embankment Ponding)	131
2.1.1	排水路の追加	109	2.28	個人所有地境界線上の低地 (Individual Lot and Property Line Swale)	132
2.1.11	排水管 (Enclosed Storm Drain)の建設	109	2.3	エネルギーの減勢 (Energy Dissipation)	132
2.1.12	溝と開水路 (Ditch and Open Channel)	111	2.3.1	エネルギー減勢工 (Energy Dissipators)	134
2.1.2	現存施設の改善	113	2.4	水の再利用 (Water Reuse)	134
2.1.21	水路の開削 (川の堤防を含む)	113	2.4.1	雨水の利用 (Storm Water Usage)	135
2.1.22	堆積物の除去 (Debris Removal)	114	3.0	洪水のダメージ・ポテンシャルを小さくする方法 (Methods to Minimize Damage Potential of Floods)	136
2.1.3	自然の地下水システムの利用	115	3.1	危険地区における開発の最小化 (Minimization of Development in Critical Zones)	136
2.1.31	自然の浸透の最大化	115	3.1.1	はんらん原の法制一般 (Flood Plain Legislation)	136
2.1.32	浸透池 (Infiltration Beds) 乾井戸 (dry well) を含む	118	3.1.2	はんらん原の地区制 (Zoning)	137
2.1.33	浸透性舗装	120	3.1.3	保全のための地役権の買収 (Conservation Easement)	138
2	過剰流出量の貯留 (Storage of Excess Runoff)	121	3.1.4	土地収用と移転 (Condemnation and Relocation)	138
2.2.1	地下貯留 (Underground Storage)	121	3.1.5	はんらん原の土地取得 (Flood Plain Acquisition)	139
2.2.11	トンネルおよび地下貯留池 (Tunnels and Mined Storage)	121	3.2	不可避な開発の影響の最小化 (Minimization of Effect of Unavoidable	
2.2.12	流路内構造物 (In-Line Structure)	123			
2.2.2	地表面貯留 (Surface Storage)	123			
2.2.21	河道内貯水池 (On-Stream Reservoirs)	123			
2.2.22	貯水池 (Ponding)	126			
2.2.23	現地貯留池 (On-Site Detention/Retention Ponds)	126			
2.2.24	屋根上貯留 (Rooftop Ponding)	128			
2.2.25	広場及び駐車場 (Plaza and Parking Lot)	130			

Development)	139	貯留に関する条例	148
3.2.1 細分化規制 (Subdivison Regulations)	139	” B 雨水管理手法に関する財 源	150
3.2.2 建築規則 (Building Codes)	140	” C 雨水貯留必要量の算定法 …	152
3.2.3 整地 (Grading) と 土砂の制御	141	” D 文 献	157
3.3 氾濫原にすでに存在して いる開発の防御	143	第5章 アメリカでの総合治水 対策関連条例 (訳)	159
3.3.1 洪水保険	143	5.1 アメリカ各都市の条例のま とめ	161
3.3.2 洪水に対する耐水化 (Flood Proofing)	144	5.2 ジョリエット市の雨水貯留 条例 (訳)	165
3.3.3 警報と緊急避難計画 …	146	5.3 ボールダー市の条例 (No 3505, 3927, 4056) (訳)	165
3.3.4 税の調整 (評価の実施) …	146		
付録A モンゴメリー郡およびプ リンスジョージ郡の雨水			

付録B アメリカからの手紙（3例）

情報としては、少し古いが、アメリカの実状を英語で知りたい方、使われている英語を知りたい方のために、3通ほど手紙をそのまま掲載させていただく。なお先方の名誉のために名前は割愛することにする。

一通目のMSDGC からの手紙からは、シカゴ付近で雨水貯留が有効と判定された背景がカッコいい英語で読みとれる。

二通目コロラド州ボルダー市からの手紙も、現地貯留、屋根上貯留などの言葉と共に、住民の支持を得ているという最後の文が印象的であ

る。

三通目同じコロラド州のUDFCDからの手紙であるが、一通位は雨水貯留にそれほど積極的にないところの手紙も、と思い参考とした。維持管理面の危惧、流出のタイミングによる効果などを懸念している。

英文での含蓄など味わっていただきたい。

尚、第3報巻末の条例等の原文は、研究室に保管してあるので利用されたい方は、連絡ありたい。

March 17, 1976

Mr. Takayuki Yamaguchi
Chief of Urban River Section
Akabane Branch
Public Works Research Institute
Ministry of Construction
Government of Japan
5-41-7 Shimo, Kita-ku,
Tokyo, Japan

Dear Mr. Yamaguchi:

The Metropolitan Sanitary District of Greater Chicago is a governmental agency having jurisdiction over a service area which includes the City of Chicago, 126 other cities and villages, and numerous local sanitary districts and utility companies within Cook County, Illinois.

Due to its flat topography, the metropolitan Chicago area has poor natural drainage. To prevent worsening of flooding problems caused by urbanization within the service area, on January 1, 1972, the Metropolitan Sanitary District of Greater Chicago put into effect mandatory storm water detention requirements for all new land developments in unsewered and separate sewer areas. These requirements apply on the basis of certain project size limits specified in the MSDGC Manual of Procedures, which is an adjunct to the MSDGC Sewer Permit Ordinance (copy of each enclosed). Also, enclosed is an information pamphlet with a sample example detailing an acceptable calculation procedure.

The MSDGC detention requirements do not specify in what manner storage must be provided. Impoundment lakes, wet or dry detention basins, saucered parking lots, roof and underground (pipe,

tank, etc.) storage are all acceptable methods. The Rational Method is the design method most often used by design engineers because of its simplicity and the fact that the vast majority of projects requiring detention fall within its usable range. common errors made by design engineers are not to base their discharge on the head and use a minimum length of 2 feet of pipe.

Further questions regarding mandatory storm water detention requirements of the MSDGC Sewer Permit Ordinance may be referred to Mr. Ayoub Y. Talhami, Engineer of the Local Sewer System Section.

Very truly yours,

January 19, 1977

Mr. Takayuki Yamaguchi
Chief of Urban River Section
Akabane Branch
Public Works Research Institute
Ministry of Construction
Government of Japan
5-41-7 Shimo, Kita-ku
Tokyo, Japan

Dear Mr. Yamaguchi:

On January 6, 1977, I received your letter requesting information about the Urban Drainage and Flood Control District. The Urban Drainage and Flood Control District was created by the Colorado State Legislature in 1969. At that time,

the legislature gave the District broad powers needed for the mitigation of flood damages and protection of human life within the District boundaries. Initially, the legislature authorized a 0.1 mill levy to finance planning activities. After several years of planning and problem identification the District requested the State Legislature and was granted additional 0.4 mill tax levy. The additional tax monies are to be used in funding construction necessary to mitigate flood damages.

The District is governed by a Board of Directors who are appointed from the elected officials of various public bodies within the District boundaries. By State Statute, the District Board has the powers of adopting and enforcing flood plain ordinances, acquiring needed properties, condemnation, and even condemnation of lands outside of the District boundaries if found to be needed for the reduction or elimination of flood damages. To date the Board has been reluctant in exercising most of its powers. Much of the District's efforts have been directed in persuading the local governmental entities in adopting and enforcing model flood plain ordinances developed by the District. At this time, almost all of the 30 odd public bodies within the District boundaries have adopted some form of flood plain ordinance.

To your question whether or not District has adopted mandatory storm water detention requirements, the answer is "no". Some of the local governmental entities have mandatory storm water detention ordinances, others do not. The District at this time feels that on-site detention is not necessarily a practical long-term solution. For the detention cells to be effective in the long run, they have to be properly operated and maintained. In a growing metropolitan area such as Denver, a mandatory detention cell policy would result in a proliferation of countless number of small detention cells. It would be almost impossible to inspect and guarantee their operation and maintenance. Thus, we are of the opinion that many of these cells will become ineffective over the years and, ultimately, will not do the job they were originally designed for.

The District, in its masterplanning effort, tries to identify whether or not regional detention is a feasible alternative in any drainage basin. The final decision of whether or not to use a regional detention facility is very often based on cost/benefit analysis, multiple use potentials, physical constraints, and political climates.

I hope the foregoing has answered all of your questions. If you need additional information from us, please feel free to write me.

Sincerely,

19 March 1976

Public Works Research Institute, Akabane Branch
Ministry of Construction
Government of Japan
5-41-7 Shimo, Kita-ku
Tokyo, Japan

Attention: Mr. Takayuki Yamaguchi, Chief
Urban River Section

Dear Mr. Yamaguchi,

This letter is in response to your recent request for information concerning flood plain zoning and flood control facilities designed to reduce flood hazard and recurring damages in the City of Boulder.

The City's flood control program set forth in Ordinance 3505 (1969), Ordinance 3927 (1973), and Ordinance 4056 (1975), is based upon three concepts:

1. Flood plain zoning, which establishes controls over construction in the flood plain. Construction is strictly limited in the "floodway district" — the main stream channel and contiguous "high-hazard" strips of land where floodwaters are deep and swift, that is, potentially destructive. In the "flood storage area", the outer fringes of the flood plain where flood depths are shallow and slow-flowing, construction is permitted, with flood levels at least two feet above flood level.
2. Enlargement of the channels of the natural drainageways to enable these channels to contain and discharge the peak flow of the 100-year flood. This is the "Master Plan" for flood control. Twenty to thirty years' construction work will be required to complete this.
3. Every new construction must include a flood control facility. This is the "on-site detention storage", on flat roof-tops and in surface temporary ponds, that catch and hold rain-storm runoff water and release it slowly over a period of a few hours. In the six years that this program has been operative, some 500 small on-site detention ponds have been constructed by the property owners.

The flood control program apparently has widespread public support.

Very truly yours,

雨水貯留施設の最近の動向

土研資料 第1579号
昭55年3月(1980)

キーワード 雨水貯留, 現地貯留, 浸透型貯留,
総合治水対策, 費用効果分析

要 旨

雨水の流域貯留手法についてアンケート調査により各種施設の実例調査を行い, 現状の技術水準を呈示したものである。又雨水貯留施設の治水機能の効果を明確にするため費用効果分析の検討もとりまとめたものである。



郵便はがき

305-□□

下は切手
さいてを

茨城県筑波郡豊里町旭一番地

建設省土木研究所

総合治水研究室 御中

No. _____

配布先氏名

配布先住所

No. _____





土木研究所資料第1579号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印

