

ISSN 0386—5878

土木研究所資料第2975号

土木研究所資料

浸透型施設に流入する濁質調査

平成3年3月

建設省土木研究所
河川部総合治水研究室

Copyright © (1991) by P.W.R.I.

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

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

浸透型施設に流入する濁質調査

総合治水研究所	室長	吉本俊裕
	研究員	海野仁
		下家時洋
		馬場隆司*

* 現 沖縄開発庁沖縄総合事務局開発建設部河川課

要 旨

本報告書は、浸透型流出抑制施設の目づまりの原因と考えられている流入水の濁質を現地で採取し、その分析結果をもとに実態をまとめたものである。

キーワード：浸透型流出抑制施設，目づまり物質，降下ばいじん，降雨流出水

は　じ　め　に

大都市の周辺地域では市街地の外延化に伴う土地利用の変化により、人口、資産が集中する一方、洪水時には河川への流出量が増大している。このような地域では洪水に対する安全性を高めるために河川の改修のみならず流域の持つ保水、遊水機能を確保しようとする総合治水対策が実施され、数多くの貯留型流出抑制施設、浸透型流出抑制施設が設置されている。このうち浸透型流出抑制施設（以下、浸透型施設と略す）は地盤の持つ浸透機能を生かすことにより雨水を直接地盤へ浸透させ、河川への流出を抑制しようとする施設であるが、雨水と一緒に運び込まれる砂、ほこり、枯葉等の濁質により目づまりを起し、その結果浸透量は大きく低減する。本報告書は、浸透型施設への流入水に含まれ、目づまりの原因と考えられる濁質について、現地で降雨流出水及び降下ばいじんの採取を行ない、その分析結果により実態をまとめたものである。

目 次

は じ め に

1. 調査の概要	1
2. 降雨流出水の濁質調査	2
2.1 降雨流出水の採水	2
2.1.1 採水地点	2
2.1.2 採水方法	2
2.1.3 採水対象降雨と採水時間, 採水間隔	2
2.2 降雨流出水に含まれる濁質の分析	3
2.2.1 濁質の分析項目と方法	3
2.2.2 濁質の分析結果	3
3. 降下ばいじんの調査	39
3.1 降下ばいじんの採取	39
3.1.1 採取地点	39
3.1.2 採取方法	39
3.2 降下ばいじんの分析	39
3.2.1 降下ばいじんの分析方法	39
3.2.2 降下ばいじんの分析結果	40
4. 総合検討	49
4.1 浸透型施設に流入する濁質量	49
4.2 浸透型施設の現地への適用性	50
4.2.1 屋 根	50
4.2.2 駐車場 (舗装面)	50
4.2.3 芝 地	50
4.2.4 裸 地	50
お わ り に	52
参 考 文 献	53

参 考 資 料

附表-1	降雨流出水濁質濃度分析結果	(降雨-1 : a. プレハブ屋根)
附表-2	"	(降雨-1 : b. コンクリート屋根)
附表-3	"	(降雨-1 : d-1. 主に芝地)
附表-4	"	(降雨-2 : a. プレハブ屋根)
附表-5	"	(降雨-2 : b. コンクリート屋根)
附表-6	"	(降雨-3 : a. プレハブ屋根)
附表-7	"	(降雨-3 : b. コンクリート屋根)
附表-8	"	(降雨-3 : c. 駐車場)
附表-9	"	(降雨-3 : d-1. 主に芝地)
附表-10	"	(降雨-3 : d-2. 主に裸地)
附表-11	"	(降雨-4 : a. プレハブ屋根)
附表-12	"	(降雨-4 : b. コンクリート屋根)
附表-13	"	(降雨-4 : c. 駐車場)
附表-14	"	(降雨-4 : d-1. 主に芝地)
附表-15	"	(降雨-4 : d-2. 主に裸地)

1. 調査の概要

浸透型施設は目づまりにより浸透能力が低減する。浸透型施設を河川改修や調節池の整備といった治水施設と同じレベルで効果を評価する1つの条件として、目づまりの影響を適切に評価することが挙げられる。しかしながら、施設の目づまりの原因と考えられる流入水の懸濁物質の性質と結果としての目づまりによる浸透能力の低減との関係については、未だ不明確なものが多い。そこで本調査では、目づまりによる浸透能力の低減を評価する前段の作業として、現地で浸透型施設に流入する濁質を採取し、その総量、濃度、粒径といった諸特性を明らかにしようとするものである。

浸透型施設は図-1.1に示すように一般の集水ますの代わりに、あるいは、集水ますに隣接して設置されることが多い。浸透型施設の集水の対象となる流域（以下、集水流域という）は、

- ① 建物の屋根
- ② 車道、歩道、駐車場などの舗装面
- ③ グラウンドなどの砂地、裸地
- ④ 芝地、庭園などの植生地

等であるが、本調査では2つの方法で濁質を採取した。1つは降雨時にこれらの集水流域から集水ますに流入する濁水（以下、降雨流出水という）を採水する方法であり、もう1つは年間を通じて流入する濁質量を推定するために、建物の屋上において降下ばいじんを採取する方法である。降雨流出水の採水は直接的な方法であるが、年間のすべての降雨を対象とするのは難しい。そこで、間接的な方法ではあるが降下ばいじんを採取することによりこれを補おうとしたものである。本報告書では降雨流出水の調査結果を第2章に、降下ばいじんの調査結果を第3章に、また、両調査結果の比較と総合検討を第4章にまとめた。

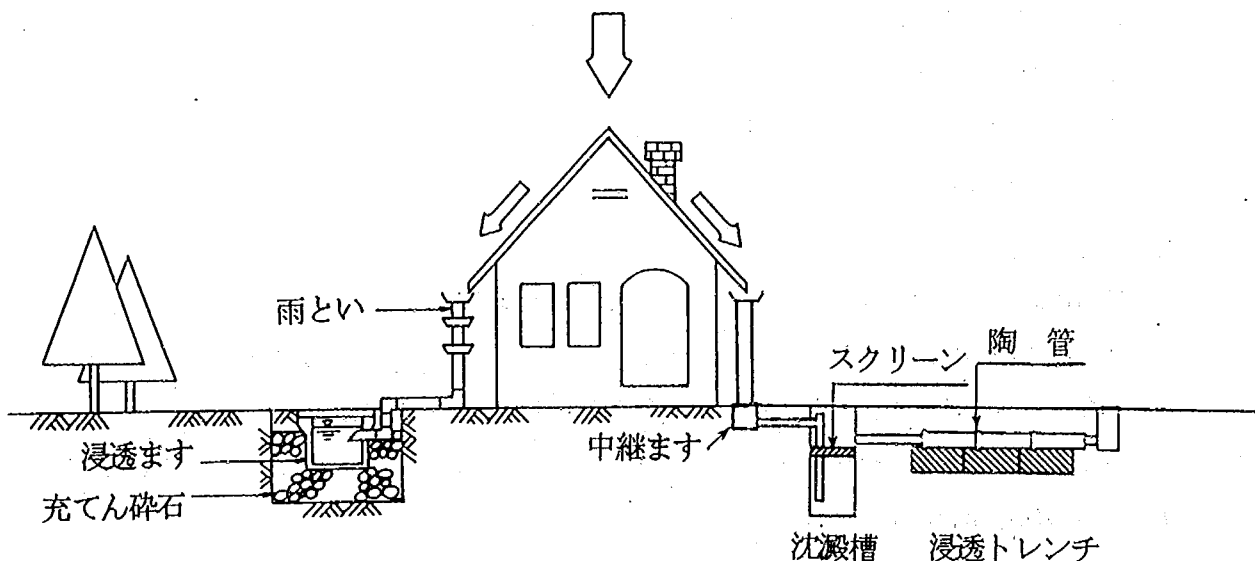


図-1.1 浸透型施設の設置の模式図

2. 降雨流出水の濁質調査

本調査は、浸透型施設に流入する濁質の特性を調べようとするものである。目づまりの原因となる濁質は、その大部分が降雨時に雨水とともに施設に流入すると考えられる。本調査は降雨時に施設に流入する降雨流出水を現地で直接採取するとともに、これを試料に濁質濃度、粒径を分析し、降雨時に施設に流入する濁質の特性について検討したものである。

2.1 降雨流出水の採水

2.1.1 採水地点

降雨流出水の採水は、雨の降り始め直後から開始する必要があることから、採水の容易さを考えすべて土木研究所構内で実施した。採水地点は集水流域の土地利用の違いによる濁質の流出形態の違いを想定し、次の4地点を選定した。

- a. プレハブ屋根の雨樋
- b. コンクリート屋根の雨樋
- c. 駐車場の集水ます
- d. 野球場の集水ます
 - d-1. 主に芝地
 - d-2. 主に裸地

なお、野球場は芝地と裸地から構成されているが、排水系統を芝地と裸地に完全に分離することはできない。そこで、芝地を中心とした集水系統を「d-1. 主に芝地」、裸地を中心とした集水系統を「d-2. 主に裸地」と表現した。各地点の概要をまとめたものが、表-2.1および写真-2.1～2.4である。また、各地点の位置と集水流域を、図-2.1～2.5に示す。各地点はいずれも、現在浸透型施設は設置されていない。しかし、浸透型施設は一般の集水ますの代わりに、あるいは集水ますに隣接して設けられる事、また、屋根から浸透型施設に流入する雨水は雨樋を介する事などから、これらの地点で採取される流出水は浸透型施設に流入する流出水と同様と考え、前記の4地点を選定した。

2.1.2 採水方法

各地点の降雨流出水の採水方法を表-2.2に、採水器具および設置方法を、写真-2.5～2.8に示す。採水の際は、受水部を除く容器の上部にビニールを張り、外部からの雨水および塵等の混入が無いように注意を払った。バケツや角型パットに採水した流出水は、濁質が均一に分散するようかくはんした後、分析に必要な2.5リットルの試料を1リットルの保存用容器2本と0.5リットルの保存用容器1本に収集した。

2.1.3 採水対象降雨と採水時間、採水間隔

降雨流出水の採水は、1989年12月から1990年9月にかけて合計4降雨について実施した。採水対象降雨と採水地点の関係をまとめたものが、表-2.3である。採水は全地点で実施するのが原則であるが、降雨強度が弱いと地点によっては分析に十分な量の採水が出来ず、また、採水体制

の問題もあり、降雨によっては採水出来ない地点があった。当初はこの他に雑草地からの流出水も採水する計画であったが、採水に適した集水ますが土木研究所構内に見当らなかったことから今回は見送った。

採水は、降雨－2を除き降り始め前から現場に待機し、降り始めに伴う初期流出水（ファーストフラッシュ）を採水するよう努めた。採水時刻は流出開始時刻や流出量が地点により異なることから不揃いであるが、原則として流出開始直後は10～30分間隔とし、その後は1～2時間間隔とした。また、流出量は降雨強度や集水流域により異なるため、採水1回の継続時間は特に定めず、分析に十分な流出水が得られるまでとした。

2.2 降雨流出水に含まれる濁質の分析

2.2.1 濁質の分析項目と方法

本調査の主目的は、浸透型施設に流入する濁質の総量、濃度、粒径といった諸特性を明らかにすることであるので、分析項目は濁質濃度及び粒度分布とした。

1) 濁質濃度の分析

降雨流出水の濁質濃度は、分析方法の制約から次の3つの粒径区分別に行なった。すなわち、2 mm以上（以下、第1区分と略す）、1 μ m以上2 mm未満（以下、第2区分と略す）及び1 μ m未満（以下、第3区分と略す）の3区分であり、各区分の濁質濃度分析手順は、図－2.6のとおりとなっている。第1区分における濁質濃度はステンレス製フルイ（メッシュサイズ2 mm）により捕集された試料中の濁質を純水により洗浄した後に秤量した。第2区分における濁質濃度は第1区分の区分操作を通過した試料をワットマン社製グラスファイバーろ紙（GF/P、平均孔径：1 μ m）により捕集、洗浄した後に秤量した。第2区分の分析は、SSを求めることと同じ意味を持っている。第3区分における濁質濃度は、蒸発残留物値を求めた後に、蒸発残留物値から第1区分値とSS値を差し引いて求めた。SS及び蒸発残留物の分析は、「建設省河川・水質試験方法（案）」¹⁾に準拠した。

2) 粒度分布の分析

降雨流出水に含まれる濁質の粒径は砂質土といった大きいものから降下ばいじんのように小さなものまで広範囲に分布している。また、試料によってはその絶対量が極めて少量のため、沈降法による分析が困難である。分析について種々検討した結果、1 mm以上の粒径の大きな部分はフルイ分けで、1 mm未満の小さな部分は顕微鏡法とした。この場合、フルイ分けは重量百分率で、また、顕微鏡法は体積百分率で結果を得ることになる。ところが、土木研究所構内の数か所で土粒子の比重試験を実施したところ、どの地点ともほぼ2.7と一定であった。そこで、各々の方法から得られる結果を相対的に比較するために、採取した流出水中の濁質をすべて土粒子と仮定して体積百分率に換算した。

2.2.2 濁質の分析結果

降雨－1～降雨－4について、降雨強度と濁質濃度の経時変化をまとめたものが、図－2.7～

図- 2.10である（分析結果の詳細を、参考資料に収めた）。なお、降雨強度は土木研究所構内水文観測場で観測しているが、感度が0.5 mm単位であるため比較的小規模の降雨に対しては反応が鈍い。降雨- 2～降雨- 4については水文観測場の雨量記録を採用したが、降雨- 1は小規模な降雨であったため、図- 2.7に図示してある降雨強度はa. プレハブ屋根での流出水採取量を採水時間と屋根面積から降雨強度に換算した値である。降雨- 3、降雨- 4において採取した試料を並べたものが、写真- 2.9～2.18である。各試料は採取時刻順に左から右に並べてある。なお、降雨- 1、降雨- 2では、試料の撮影は行っていない。また、降雨- 3、降雨- 4で採取した試料のうち、流出初期に採取したもの、濁質濃度が最大であるものといった特徴的な試料について、粒度分析が可能である粒径1 μm 以上の範囲を対象に粒度分布を求めたものが、図- 2.11～2.20である。以下、各降雨ごとに濁質の流出の特徴を述べる。

図- 2.7に示す降雨- 1は、1989年12月24日～25日に採水したものである。当日は11時20分ごろから雨が降り始め、a. プレハブ屋根で採水を開始した11時50分にはすでに両樋から雨水が流出していた。採水量から降雨強度を換算すると0.1～0.9 mm/h となるが、水文観測場の雨量計では16時まで雨量は観測されていない。濁質濃度の経時変化は、a. プレハブ屋根で顕著にみられる。濃度は降り始めに非常に高い値を示すが、2時間程度で一定の値に落ちついた。一方、b. コンクリート屋根では降り始めのデータは取れなかったものの、2時間経過した後ではプレハブ屋根よりもかなり高い値を示している。これは、水平なコンクリート屋根は傾斜したトタン製のプレハブ屋根に比べて降下物がたまりやすく、しかも濁質はプレハブ屋根ほど迅速に洗い流されず濁質の流出が遅れるためと考えられる。「d- 1.主に芝地」については流出量が小さく、経時変化を捉えるほど多くのサンプルを収集できなかった。採取した1サンプルについて分析したところ、濁質濃度はa. プレハブ屋根よりも高い値を示している。

図- 2.8に示す降雨- 2は、1990年3月2日に採水したものである。当日は8時ごろから雨が降り始めた。採水は10時10分より開始したが、a. プレハブ屋根では大部分の濁質が流出した後と考えられ、濃度は低い値を示している。これは、降雨- 1におけるa. プレハブ屋根の2時間経過後と同じ傾向を示している。一方、b. コンクリート屋根では時間の経過とともに微増した結果となっている。

濁質濃度の経時変化を一番良く捉えたものが、1990年8月9日～10日に採水した降雨- 3である。当日は「d- 2.主に裸地」を除く4地点に容器をセットし、降雨の開始を待った。雨は15時30分から降り始めたものの30分ほどで雨は小降りとなった。16時から20時までの4時間は、雨は降っていたにもかかわらず雨量計の読みは0 mmであった。次に雨量計が降雨を感知したのは、20時45分からである。この時、c. 駐車場で多くの濁質の流出が見られた。濃度は全粒径の合計値で300～900 mg/l である。同時刻のa. プレハブ屋根の観測値30～40 mg/l と比較すると、1オーダー高い値となっている。すでにプレハブ屋根では、大きな粒径の濁質が流出し終わった感がある。一方、「d- 1.主に芝地」では、まだ十分な流出水が得られず、最初の採水は翌10日5時となった。

本降雨がピークを迎えたのは、10日の8時から9時の間である。この1時間で雨量は10mmを記録している。濁質濃度を地点別に見ると、b.コンクリート屋根とc.駐車場で50mg/l程度であるのに対し、「d-1.主に芝地」では150mg/l程度と高い値を示している。「d-2.主に裸地」で流出を確認したのは、降雨開始から18時間経過した9時30分であり、観測5地点中一番遅い。最初に採水した時刻を地点別に見ると、a.プレハブ屋根、c.駐車場、b.コンクリート屋根、d-1.主に芝地、d-2.主に裸地の順に遅くなる。裸地での流出が芝地での流出より遅れたのは、裸地のくぼみに初期降雨が貯留されるという観測地点の地形的な要因によると思われる。「d-2.主に裸地」で採取した試料は3サンプルと少ないものの、濁質濃度は他の地点よりも突出した大きな値となった。降雨-3が終了したのは降り始めから27時間30分後の8月10日19時であった。降雨-3における濁質濃度の経時変化をまとめると、「d-2.主に裸地」を除く4地点で程度の差はあるが流出初期に濁質濃度が高く、その後は徐々に低減する傾向が見られた。

図-2.10に示す降雨-4は、1990年9月19~20日に採水したものである。降雨-4も降雨-3と同様、降雨開始前に容器をセットし降り始めを待った。降り始めは19日20時55分である。降雨-4には2つの山がある。前半は降り始めから19日23時にかけての山であり、後半は20日1時~4時にかけての山である。前半は降雨量4mmと少なかったため、流出水が得られたのはa.プレハブ屋根、b.コンクリート屋根、c.駐車場の3地点である。「d-1.主に芝地」、「d-2.主に裸地」での流出開始が他の地点より遅れるのは、降雨-3と同様である。一方、後半の山では全地点で流出水が得られた。時間の経過とともに濃度が低減する傾向はa.プレハブ屋根、b.コンクリート屋根で見られるが、c.駐車場ではその傾向は見られない。c.駐車場で後半になっても濁質濃度が高いのは、前半の降雨強度が弱く濁質が十分流出しなかった事と、後半の山で降雨強度が最大で15mm/hにまで達し、多くの濁質が流出したためと考えられる。「d-1.主に芝地」、「d-2.主に裸地」については経時変化を述べるほど多くの試料を得ていないが、濁質濃度は降雨-3で得られた結果の範囲にほぼ収まっている。

降雨-1~4の観測結果をまとめると、プレハブ屋根、コンクリート屋根、駐車場といった不浸透流域では流出初期に多くの濁質が流出するが、その中でも比較的多くの濁質がたまる駐車場ではこの他に降雨強度が大きい時にも多くの濁質が流出する傾向が明らかとなった。また、芝地や裸地のような浸透地域については、芝地からの流出が流出量及び濁質濃度ともそれほどの大きな値を示さないのに対し、裸地からの流出は、いったん流出するとかなりの濃度の濁質が流出することがわかった。

降雨-3、降雨-4で採取した流出水の一部については、粒径1 μ m以上の粒子、つまり浮遊成分の粒度分布を測定している(図-2.11~2.20)。粒度分布は地点により、また、降雨によってもかなり異なる結果となっている。ここで、粒径分布を大きく左右するのが、粒径 $1 \times 10^2 \mu$ m以上の比較的大きな粒子の存在である。分布した試料の中に大きな粒子が小数存在しても、体積の占める割合は非常に大きいため、大きな粒子が偶発的に存在すると粒径分布全体が引張られて、このような結果になったものである。今回得られた結果からは、粒径分布について特徴的な傾向

は見出せなかった。

濁質濃度の全体的傾向を見るために、濁質濃度の平均値を降雨別、地点別にまとめたものが表-2.4である。試料の採取は間欠的に行なっているため、この表にまとめた値が当該降雨による流出水の濁質濃度の平均値とは言い難いものの、各地点の特性ははっきりと現れている。濃度は「d-2.主に裸地」で平均2,684.5 mg/lと一番高く、以下、「c.駐車場」、「d-1.主に芝地」、「b.コンクリート屋根」、「a.プレハブ屋根」と続く。

濁質濃度を粒径別に見ると、「c.駐車場」と「d-2.主に裸地」では粒径1 μm 以上の成分、つまり浮遊成分の占める割合が多いが、他の3地点では1 μm 未満の成分、つまり溶解性成分が多く含まれる結果となった。この傾向は、全降雨に共通して現われている。駐車場には多くの土粒子が車により持ち込まれる事、また、裸地では多くの土粒子が流出することから、両地点で土粒子を中心とした浮遊成分の占める割合が高くなったものと思われる。

ところで、a.プレハブ屋根およびb.コンクリート屋根では、4降雨についてデータが得られている。観測日以前に雨の降らなかった日数（ここでは、無降雨日数という）は、表-2.4に示すとおり降雨-3では14日と長かったものの、他の降雨では1~2日と短い。屋根のような不浸透面から流出する濁水の濃度は当初、無降雨日数に大きく依存すると予測したが、濁質濃度の平均値にはあまり大きな差は見られなかった。

表-2.1 降雨流出水の採水地点の概要

地 点 名	採 水 地 点 の 概 要
a. プレハブ屋根	プレハブ平屋建の倉庫。屋根はトタン製で、雨水は4か所の雨樋から排水される。周囲はテニスコート、舗装道路、実験施設の建物などで裸地は少ない。
b. コンクリート屋根	鉄筋コンクリート平屋建の計測室。屋根はコンクリート製で、目地に雑草が数本生えている。雨水は1か所の雨樋から排水される。周囲は河川・砂防屋外実験施設で、比較的裸地が多い。
c. 駐車場	アスファルト舗装された駐車場。7台収容の駐車場に降った雨水は、3か所の集水ますに集められ排水される。周囲は道路、駐車場などで舗装面が多い。
d. 野球場 d-1. 主に芝地 d-2. 主に裸地	内野部分が裸地、外野部分が芝地で構成されている野球場。雨水は周囲に設けられた側溝および集水ますに集められ、2か所の集水ますから場外に排水される。芝地からの排水は主に南および東側の側溝に集水された後排水され、裸地からの排水は主に西側の側溝に集水され、北側の側溝を経由して排水される。周囲は舗装道路、実験施設の建物などで、場内に裸地はあるものの周囲には舗装面が多い。

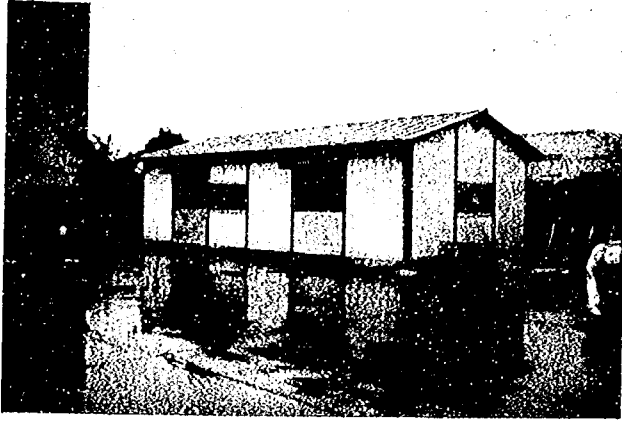


写真-2.1 a. プレハブ屋根

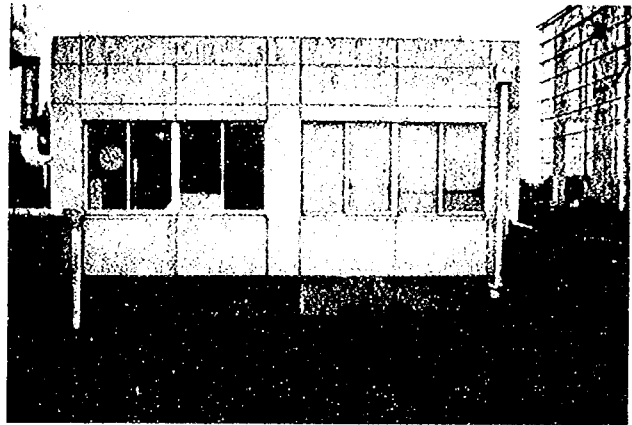
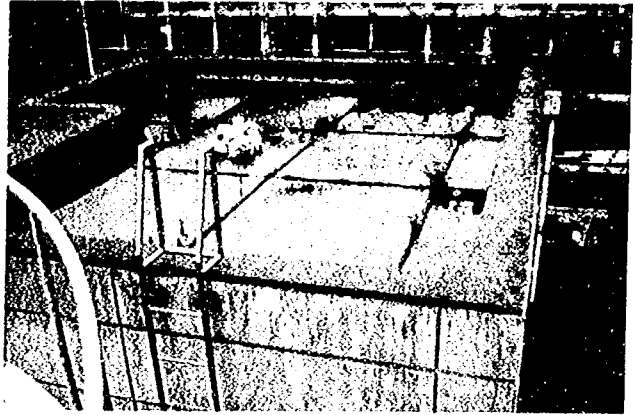


写真-2.2 b. コンクリート屋根

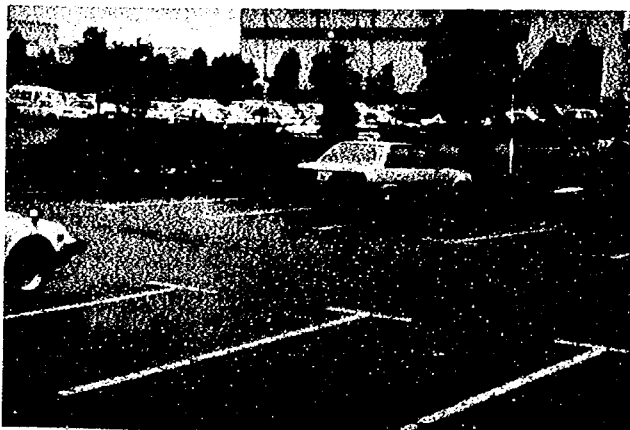


写真-2.3 c. 駐 車 場

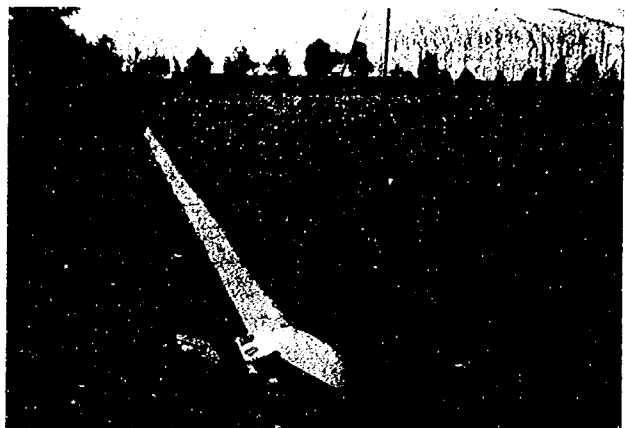
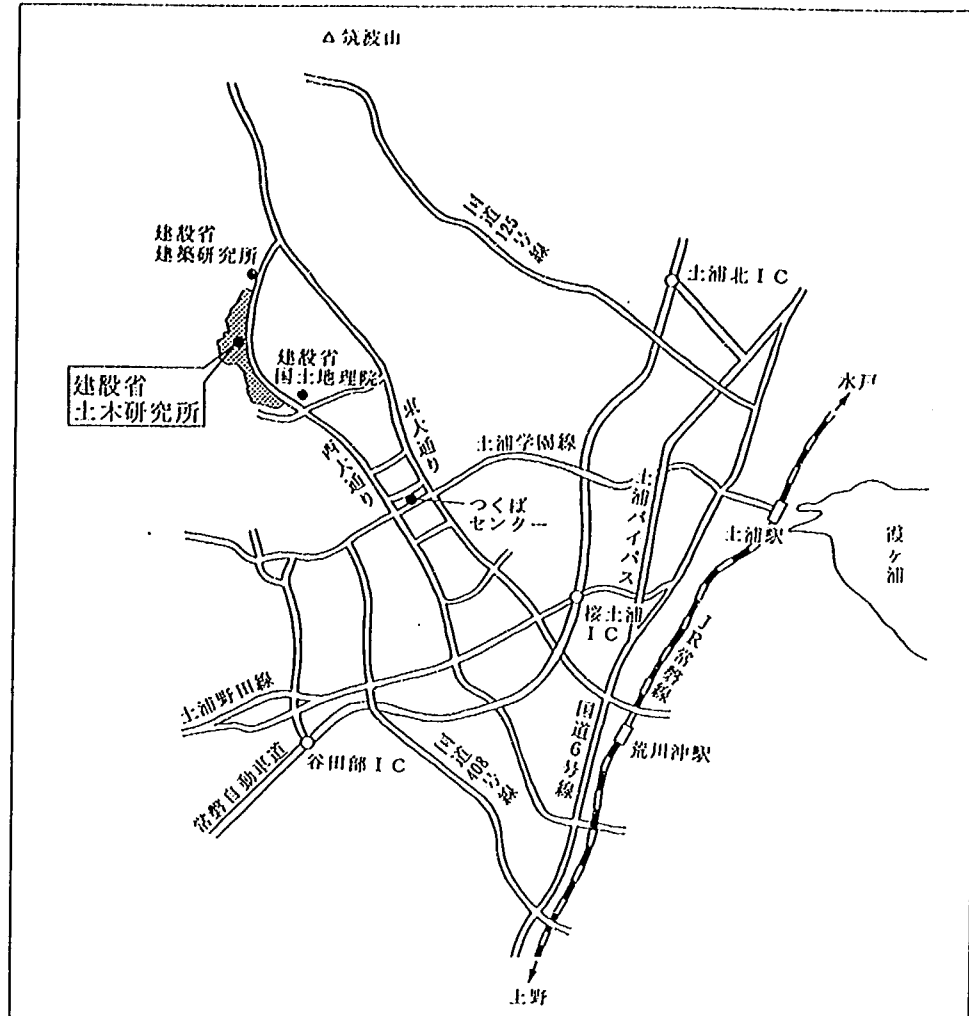


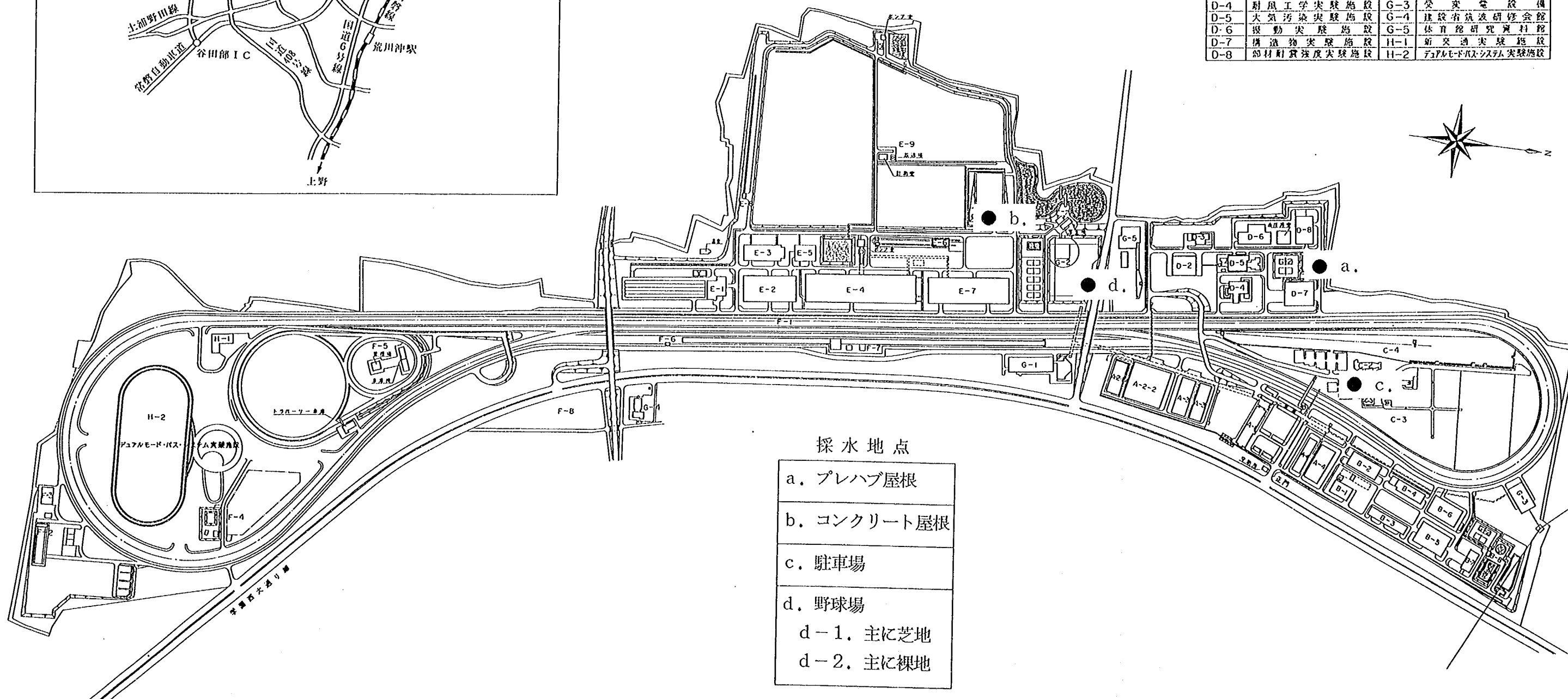
写真-2.4 d. 野 球 場

土木研究所位置図



建設省土木研究所施設配置

NO.	施設名	NO.	施設名
A-1	研究棟	E-1	水質実験施設
A-2-1	水質水文共同実験棟	E-2	ダム水理実験施設
A-2-2	水理共同実験棟	E-3	ダム水理実験施設別棟
A-3	材料構造共同実験棟	E-4	河川水理実験施設
A-4	土質共同実験棟	E-5	伏流水実験施設
B-1	波浪実験施設	E-6	波浪実験水路
B-2	船舶模型実験施設	E-7	海洋沿岸実験施設
B-3	地すべり模型実験施設	E-8	遠達計検定施設
B-4	基礎特殊実験施設	E-9	河川模型実験施設
B-5	土工実験施設	E-10	砂防施設土工実験施設
B-6	盛土実験施設	F-1	試験場
B-7	地質実験施設	F-2	土工管理実験場
B-8	海底作業実験場	F-3	基礎機械格納庫
C-1	懸垂実験施設	F-4	水文観測場
C-2	橋脚屋内実験施設	F-5	橋脚走行実験場
C-3	強震観測場	F-6	高速すべり実験装置実験施設
C-4	衝突実験施設	F-7	実大トンネル実験施設
D-1	強震観測場	F-8	強震観測場
D-2	構造力学実験施設	G-1	実験廃水処理施設
D-3	ダム耐震実験施設	G-2	運動施設
D-4	耐風工学実験施設	G-3	受電設備
D-5	大気汚染実験施設	G-4	建設省筑造研修会館
D-6	振動実験施設	G-5	体育館研究資料館
D-7	構造物実験施設	H-1	新交通実験施設
D-8	部材耐震強度実験施設	H-2	フルタイムバスシステム実験施設



採水地点

- a. プレハブ屋根
- b. コンクリート屋根
- c. 駐車場
- d. 野球場
 - d-1. 主に芝地
 - d-2. 主に裸地

図-2.1 降雨流出水採水地点

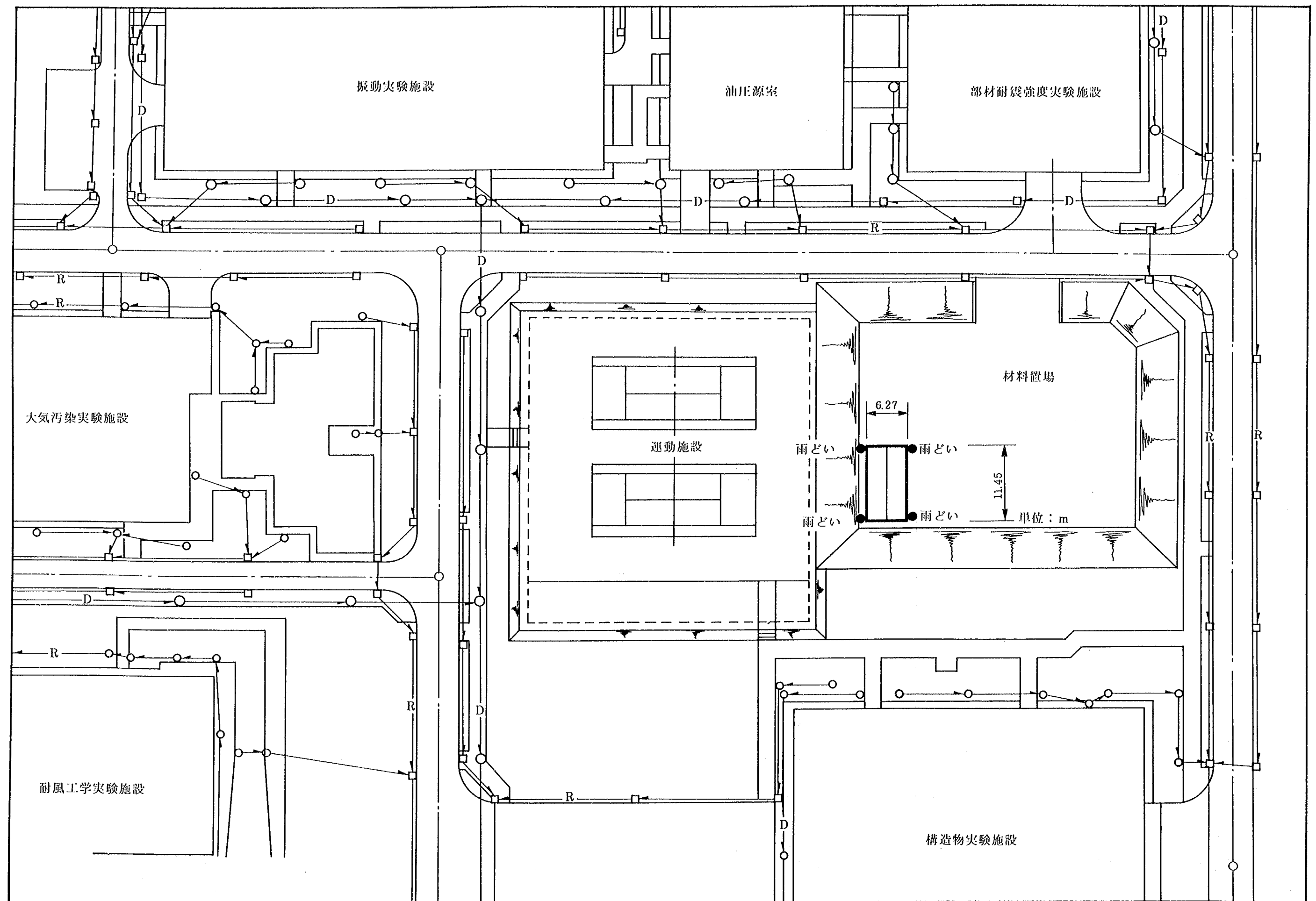


図-2.2 a. プレハブ屋根の採水地点

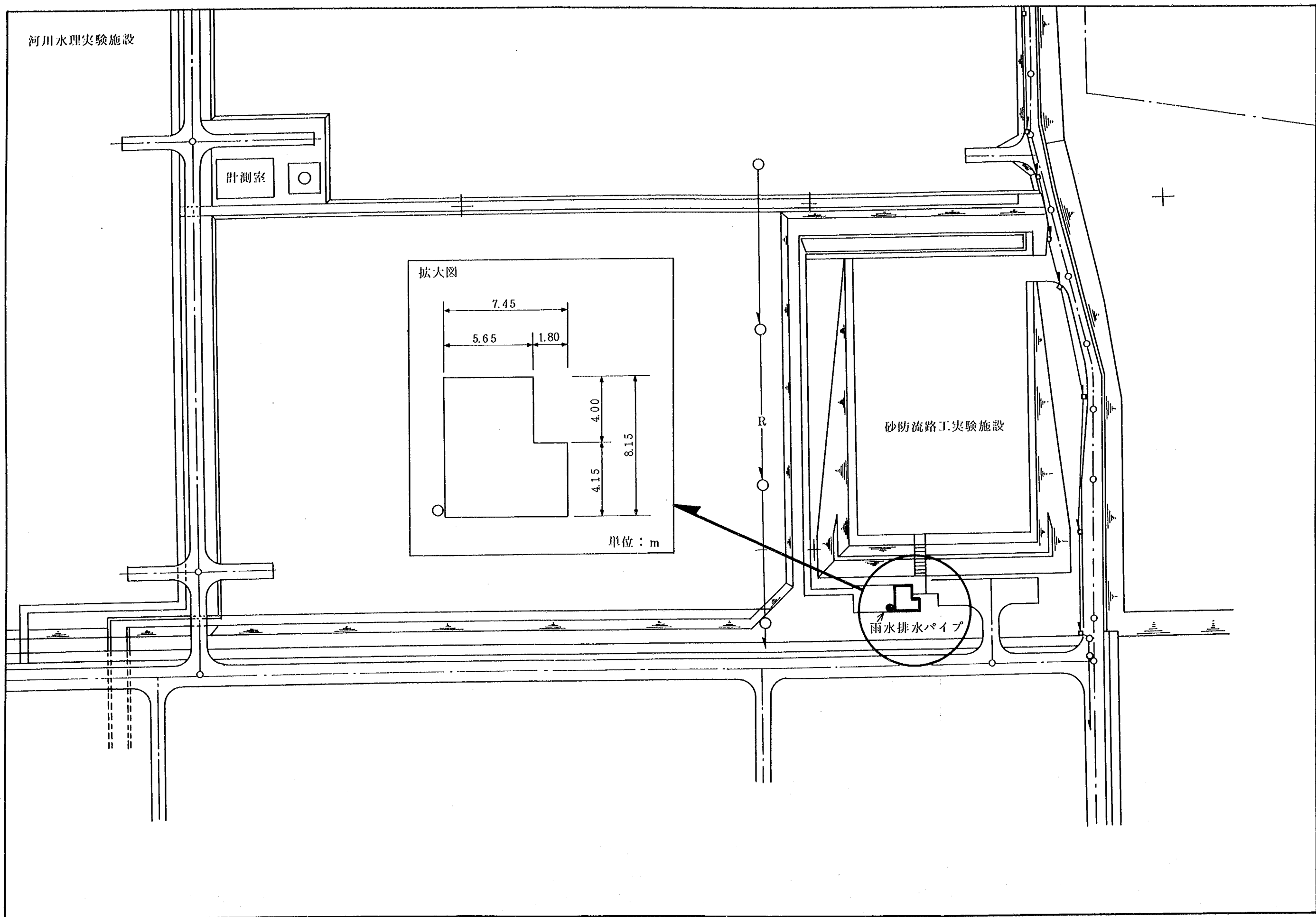


図-2.3 b. コンクリート屋根の採水地点

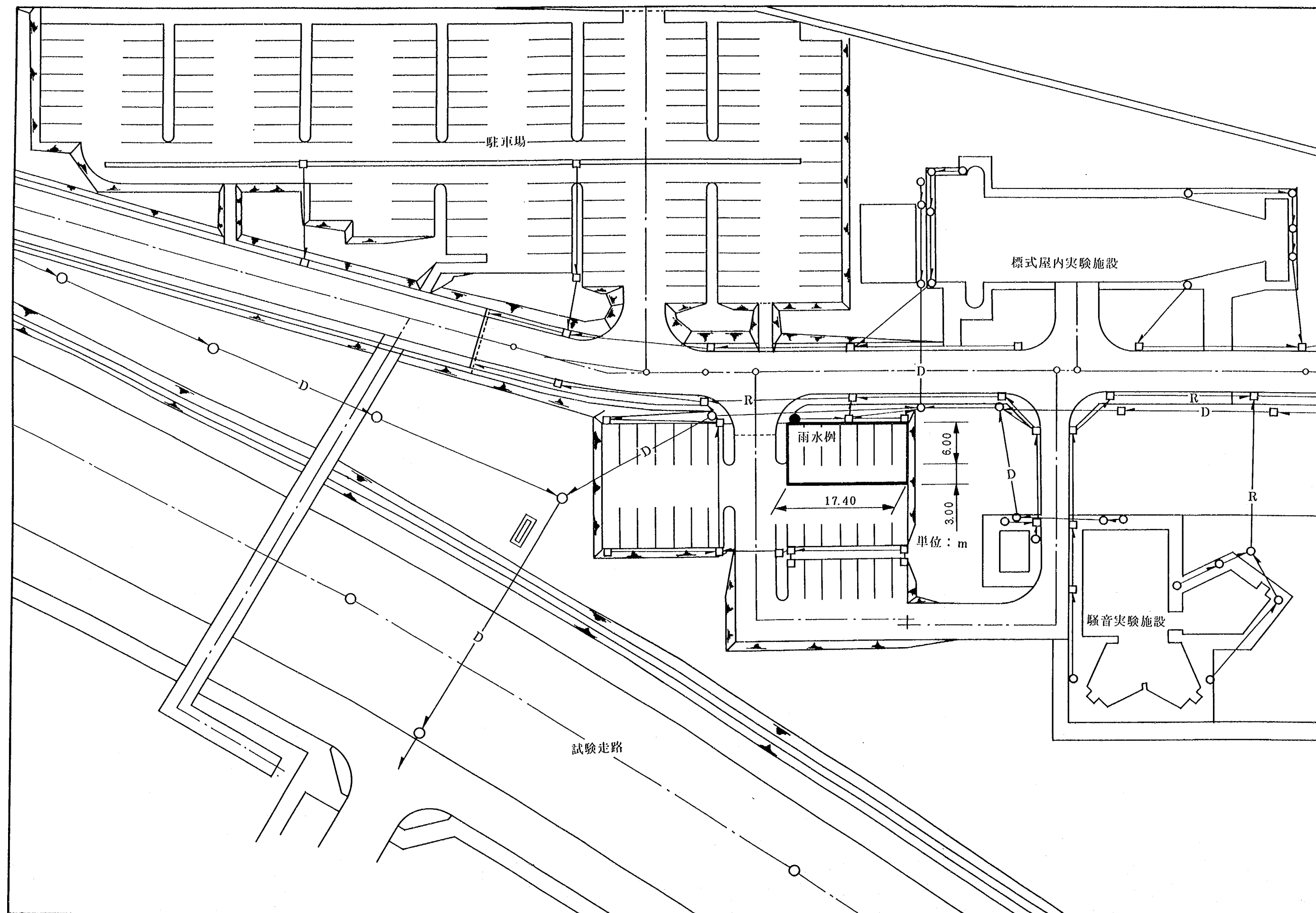


図-2.4 c. 駐車場の採水地点

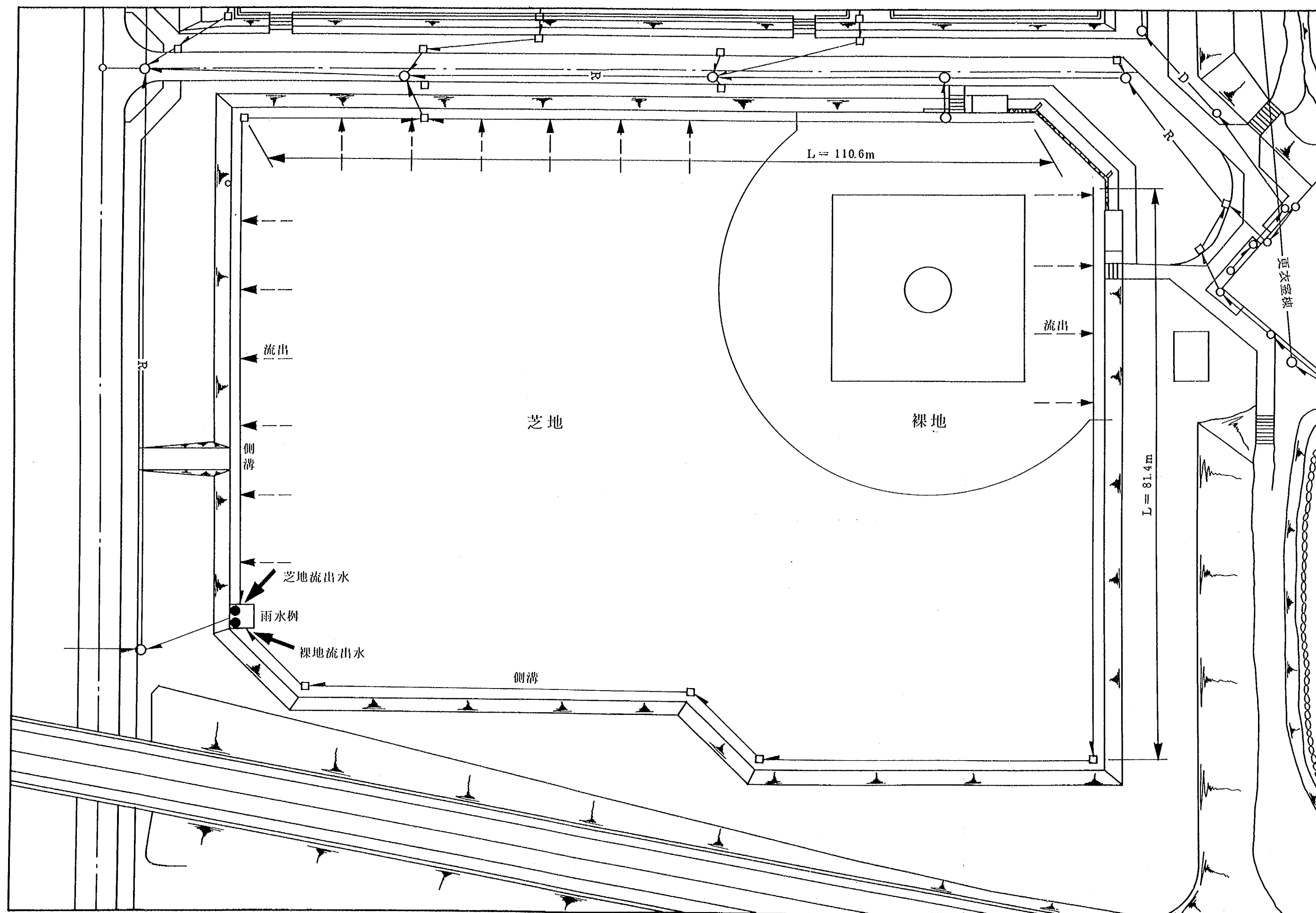


図-2.5 d. 野球場の採水地点

表－ 2.2 降雨流出水の採水方法

地 点 名	採 水 方 法
a. プレハブ屋根	雨樋のパイプの下端に平型パットを置いて受水。
b. コンクリート屋根	雨樋のパイプの下端にバケツを据え付けて受水。
c. 駐車場	集水ますに角型容器を据え付け、集水口にアクリル製導水部を設けて受水。
d. 野球場 d－1. 主に芝地 d－2. 主に裸地	「d－1. 主に芝地」からの流出水は、集水ますに角型容器を据え付け、東側側溝と集水ますの接点にアクリル製導水路を設けて受水。 「d－2. 主に裸地」からの流出水は、北側側溝と集水ますの接点にポリ容器を置いて受水。



写真- 2.5 a. プレハブ屋根での採水方法

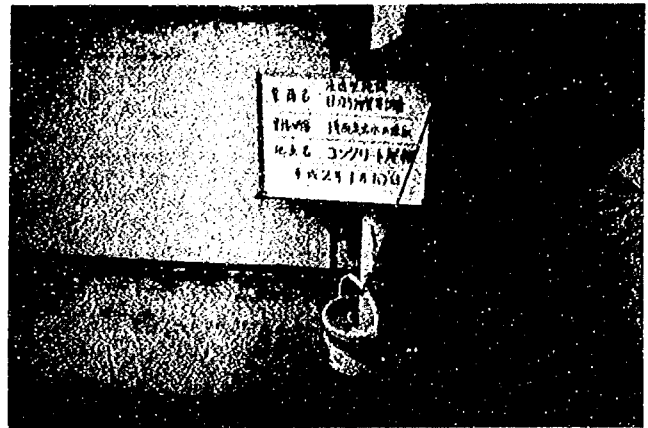


写真- 2.6 b. コンクリート屋根での採水方法

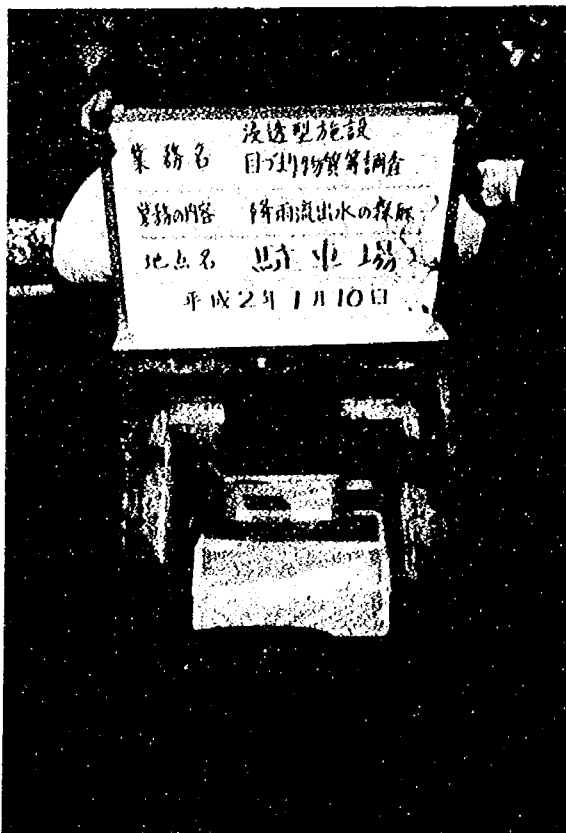


写真- 2.7 c. 駐車場での採水方法

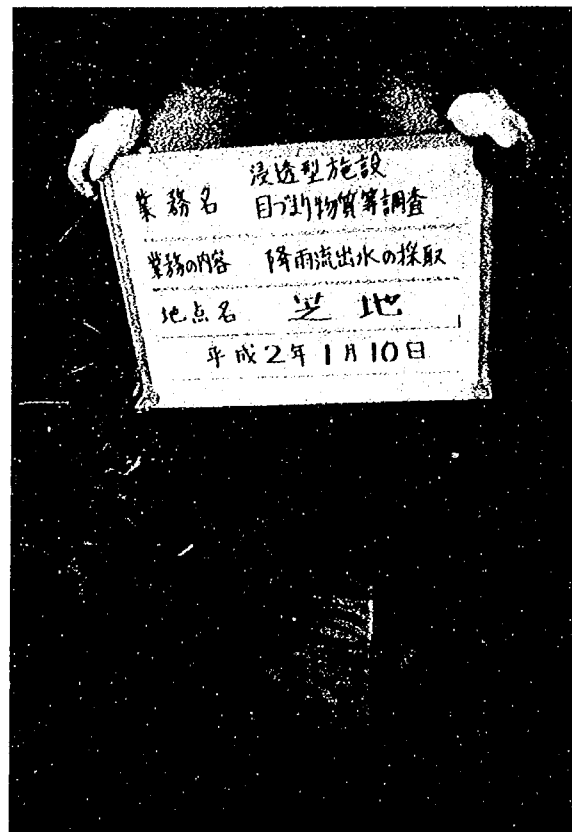
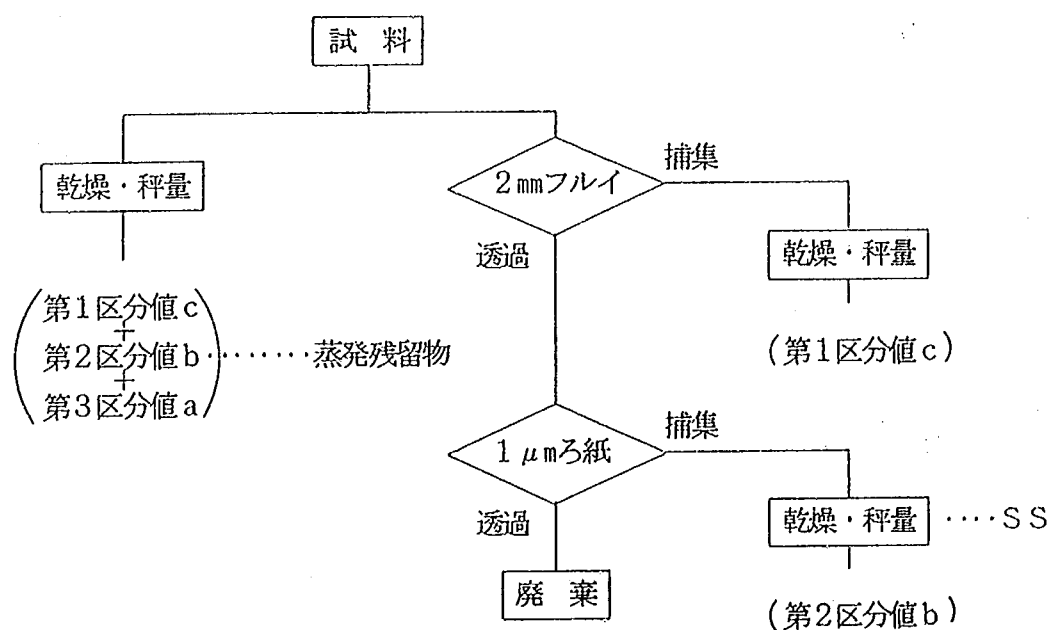


写真- 2.8 d-1.主に芝地での採水方法

表-2.3 採水対象降雨と採水地点

降雨No.	降 雨 日	降 雨 要 因	採 水 地 点				
			a.ﾌﾟﾚﾊﾞﾌﾞ 屋根	b.ｺﾝｸﾘｰﾄ 屋根	c.駐車場	d-1. 主に芝地	d-2. 主に裸地
降雨-1	1989.12.24 ～ 12.25	低 気 圧	○	○	—	○	—
降雨-2	1990. 3. 2	低 気 圧	○	○	—	—	—
降雨-3	1990. 8. 9 ～ 8.10	台 風	○	○	○	○	○
降雨-4	1990. 9.19 ～ 9.20	台 風	○	○	○	○	○



$$\begin{aligned}
 (\text{第3区分値a}) &= \{ (\text{第1区分値c}) + (\text{第2区分値b}) + (\text{第3区分値a}) \} \\
 &\quad - (\text{第1区分値c}) - (\text{第2区分値b}) \\
 &= (\text{蒸発残留物}) - (\text{第1区分値c}) - (\text{SS})
 \end{aligned}$$

図-2.6 濁質濃度の分析手順

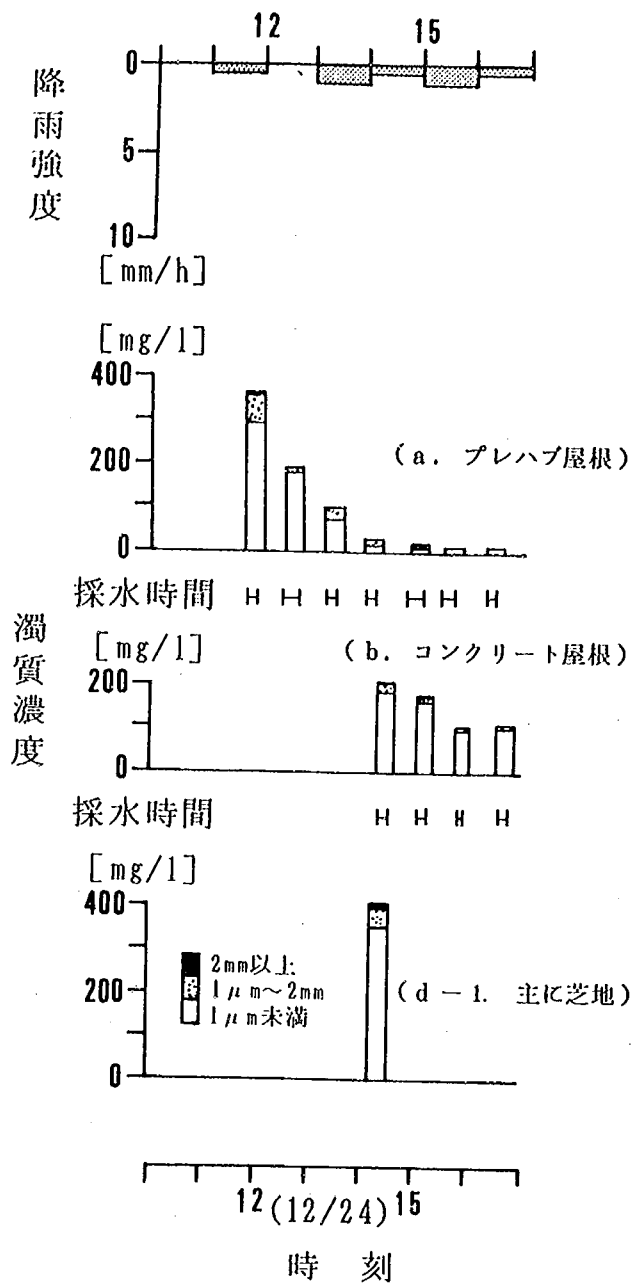


図- 2.7 降雨強度と濁質濃度の経時変化
(降雨- 1)

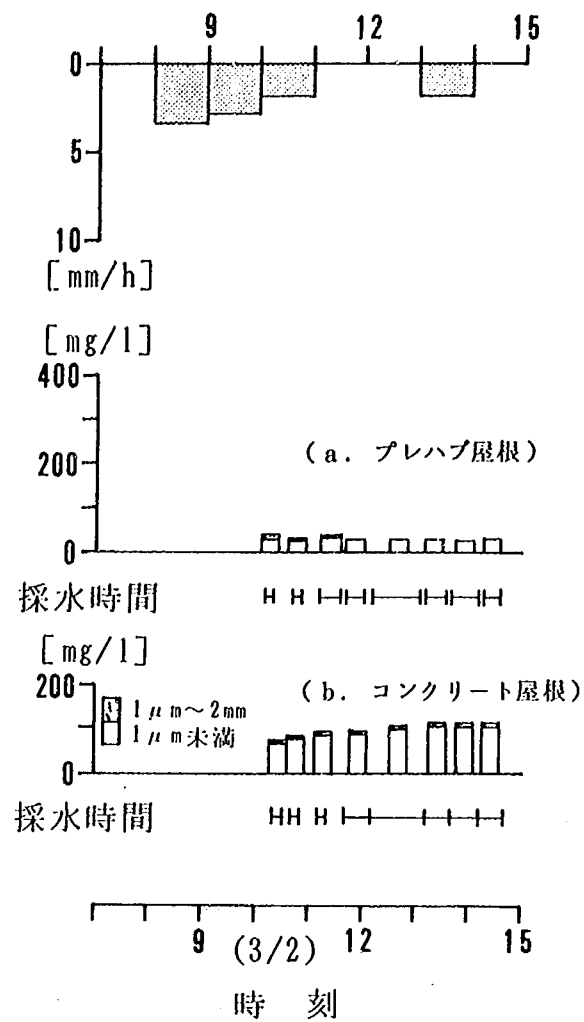


図- 2.8 降雨強度と濁質濃度の経時変化
(降雨- 2)

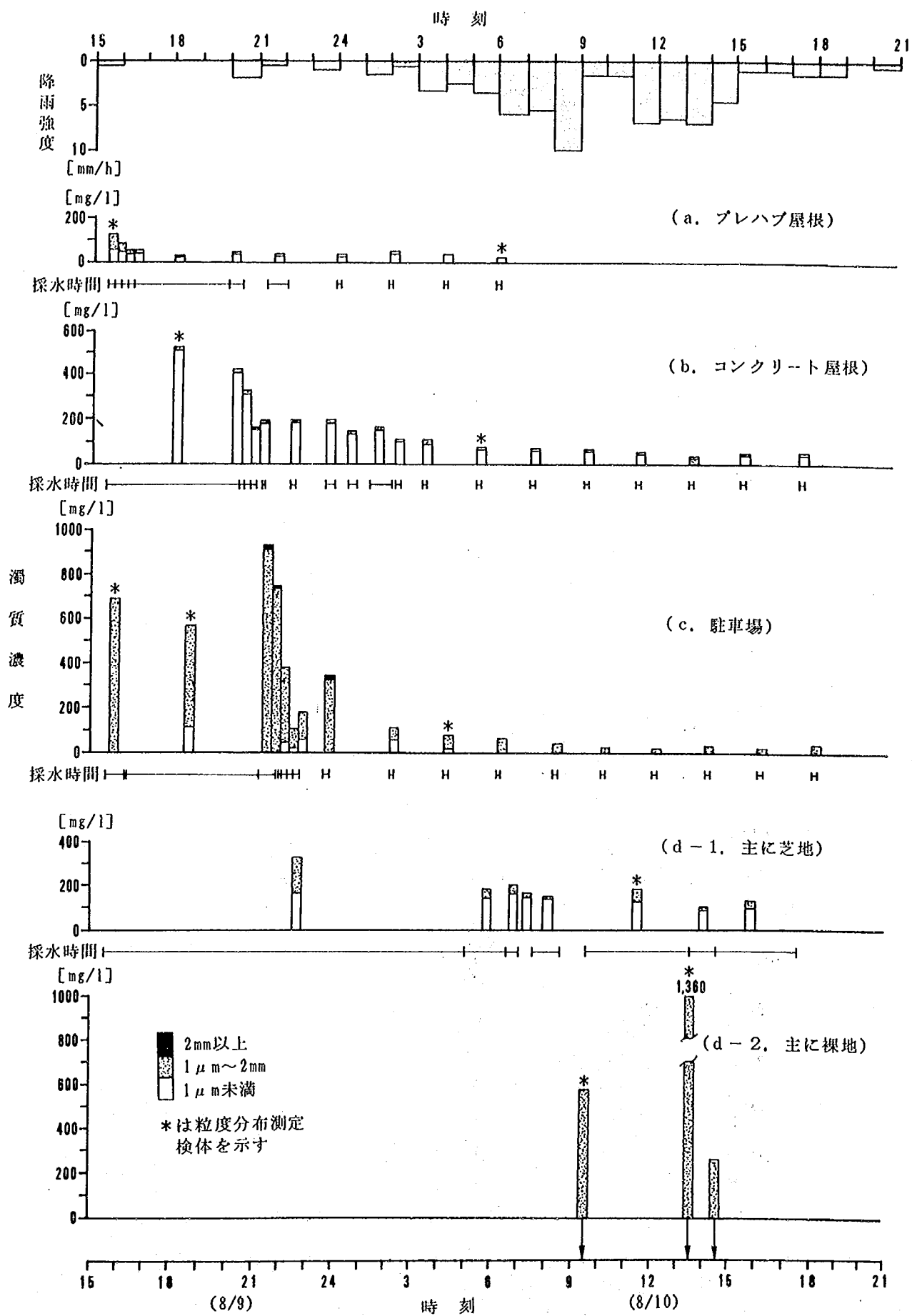


図-2.9 降雨強度と濁質濃度の経時変化(降雨-3)

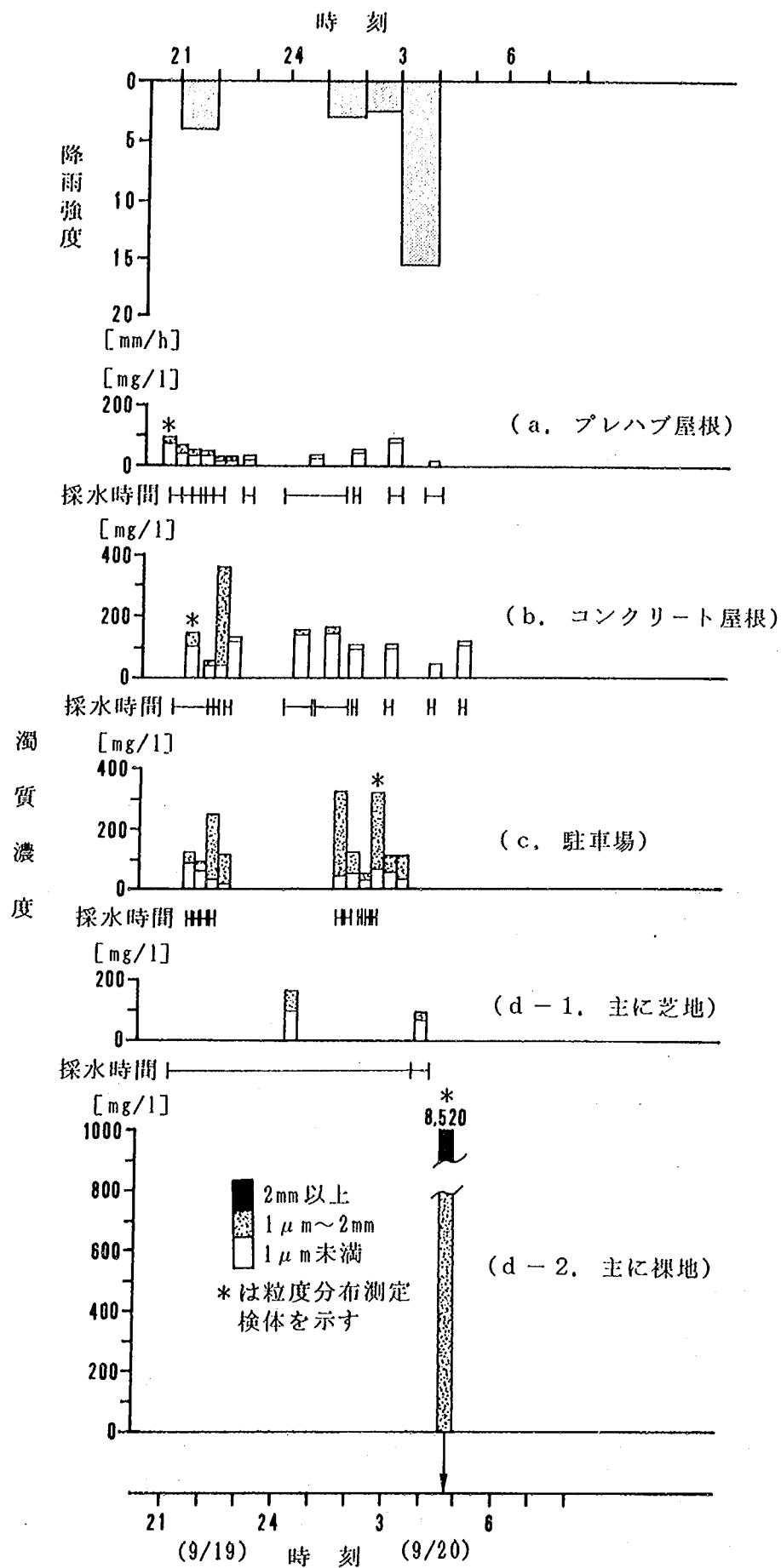


図- 2.10 降雨強度と濁質濃度の経時変化 (降雨- 4)

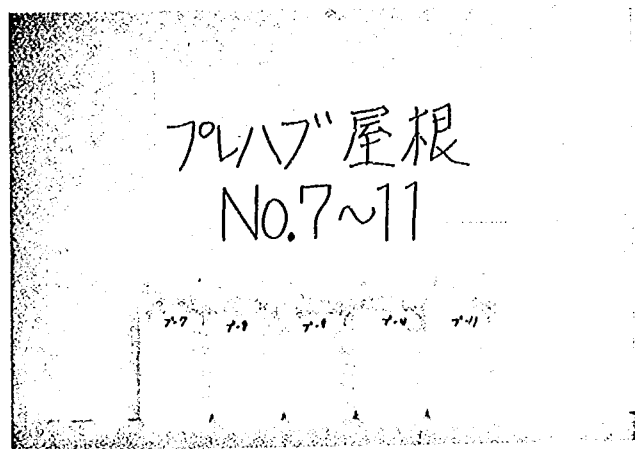
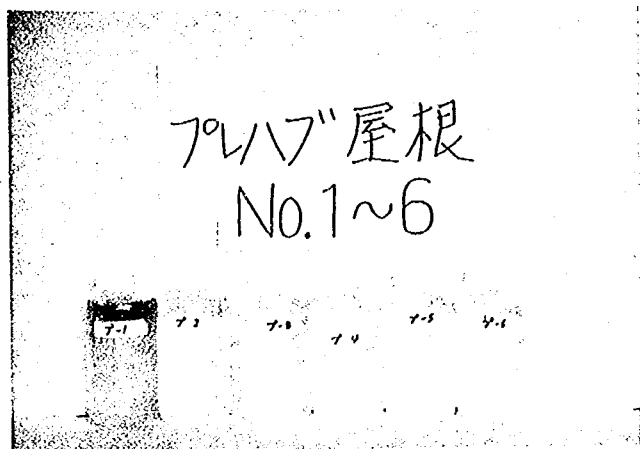


写真- 2.9 採取試料（降雨- 3：a. プレハブ屋根）

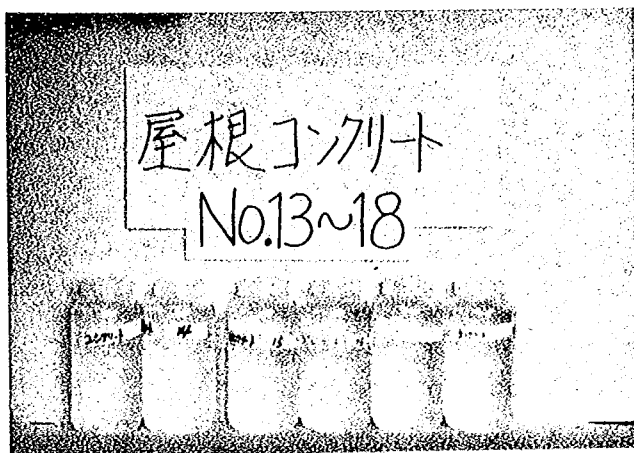
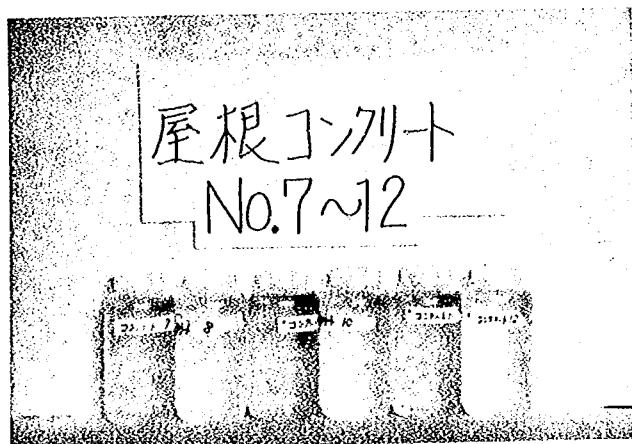
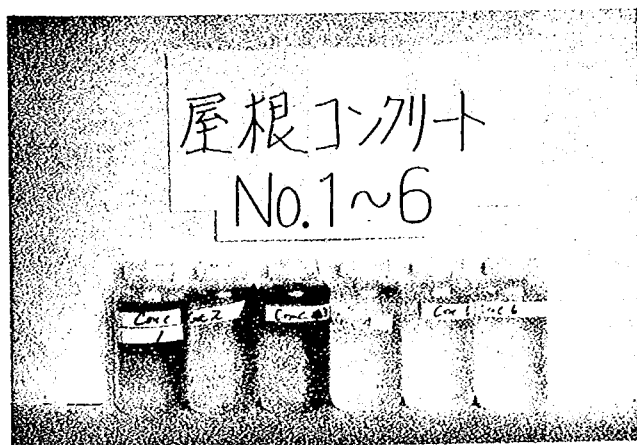
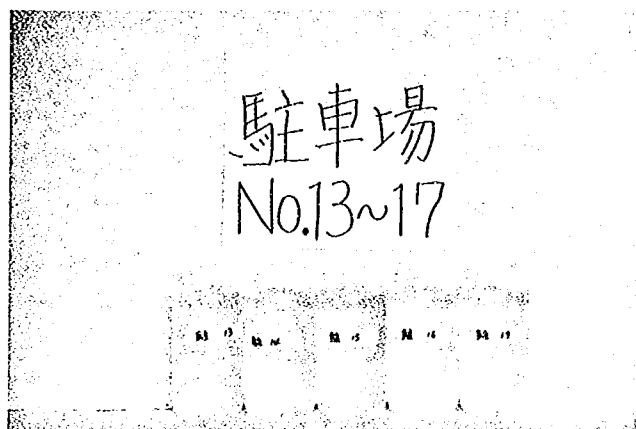


写真- 2.10 採取試料（降雨- 3：b. コンクリート屋根）



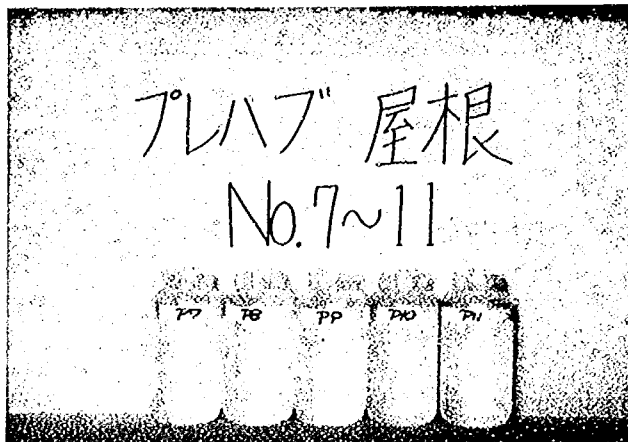
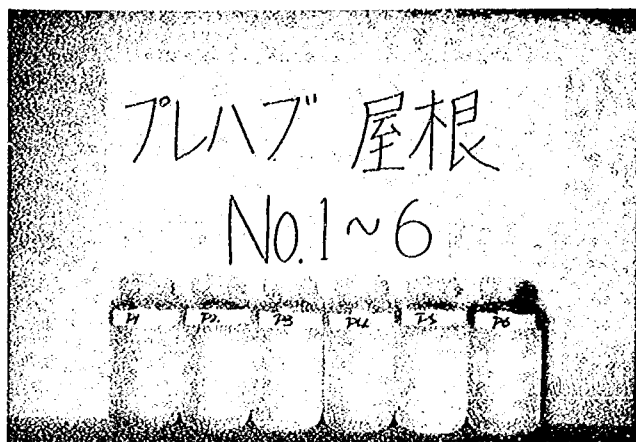
写真－ 2.11 採取試料（降雨－ 3 : c. 駐車場）



写真－ 2.12 採取試料
（降雨－ 3 : d-1. 主に芝地）



写真－ 2.13 採取試料
（降雨－ 3 : d-2. 主に裸地）



写真－ 2.14 採取試料（降雨－ 4： a. プレハブ屋根）



写真－ 2.15 採取試料（降雨－ 4： b. コンクリート屋根）



写真－ 2.16 採取試料 (降雨－ 4 : c. 駐車場)



写真－ 2.17 採取試料
(降雨－ 4 : d－ 1.主に芝地)



写真－ 2.18 採取試料
(降雨－ 4 : d－ 2.主に裸地)

累積体積百分率 (%)

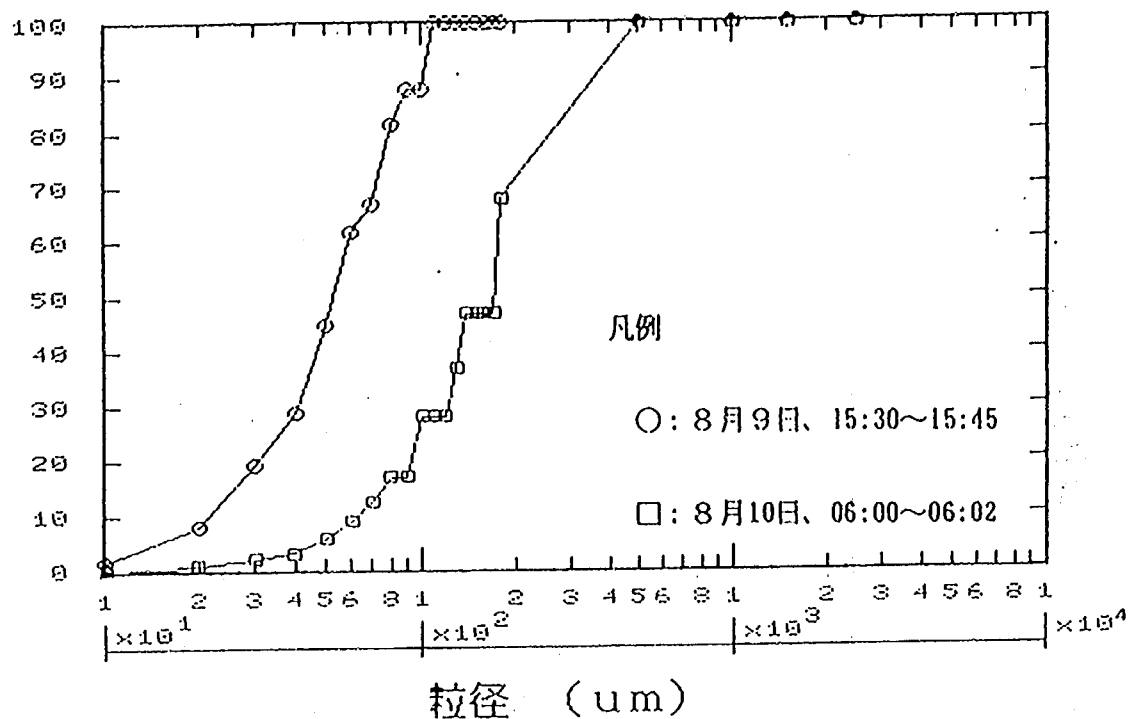


図-2.11 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨-3: a. プレハブ屋根)

累積体積百分率 (%)

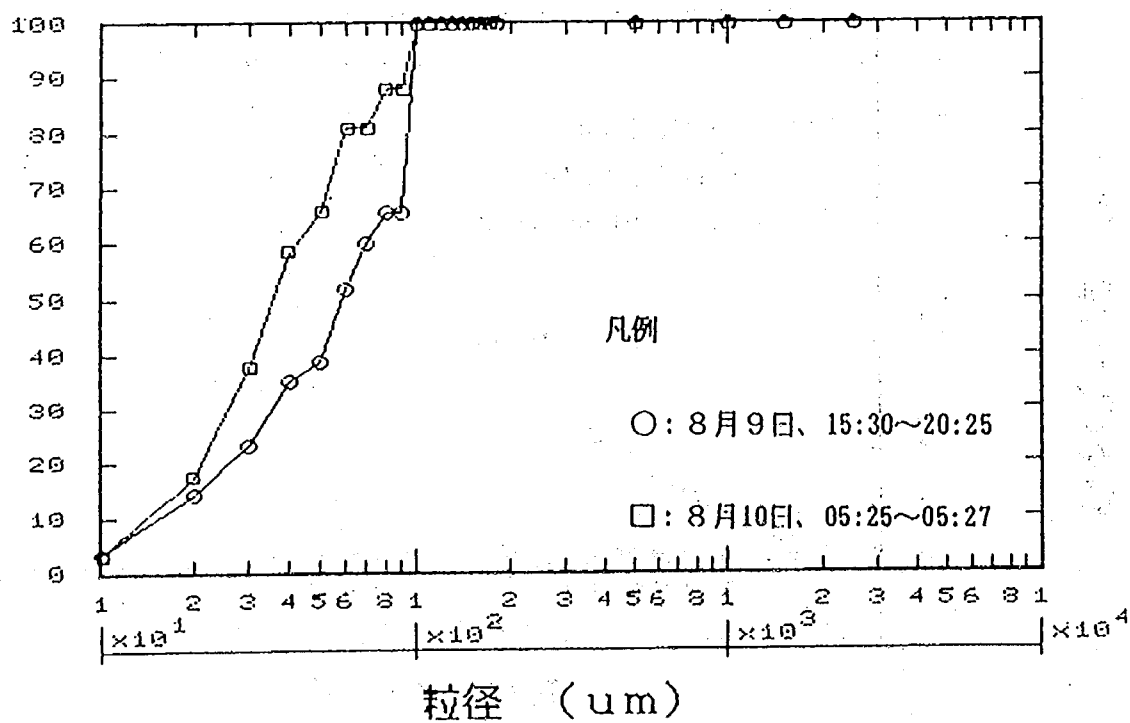


図-2.12 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨-3: b. コンクリート屋根)

累積体積百分率 (%)

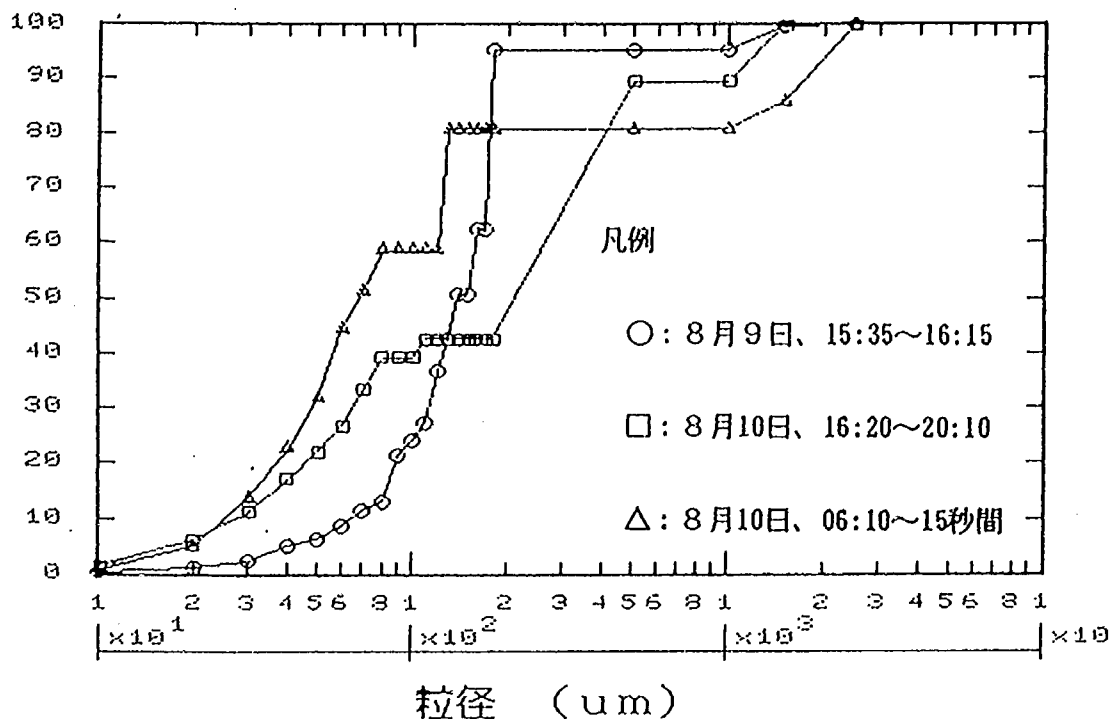


図- 2.13 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨- 3 : c. 駐車場)

累積体積百分率 (%)

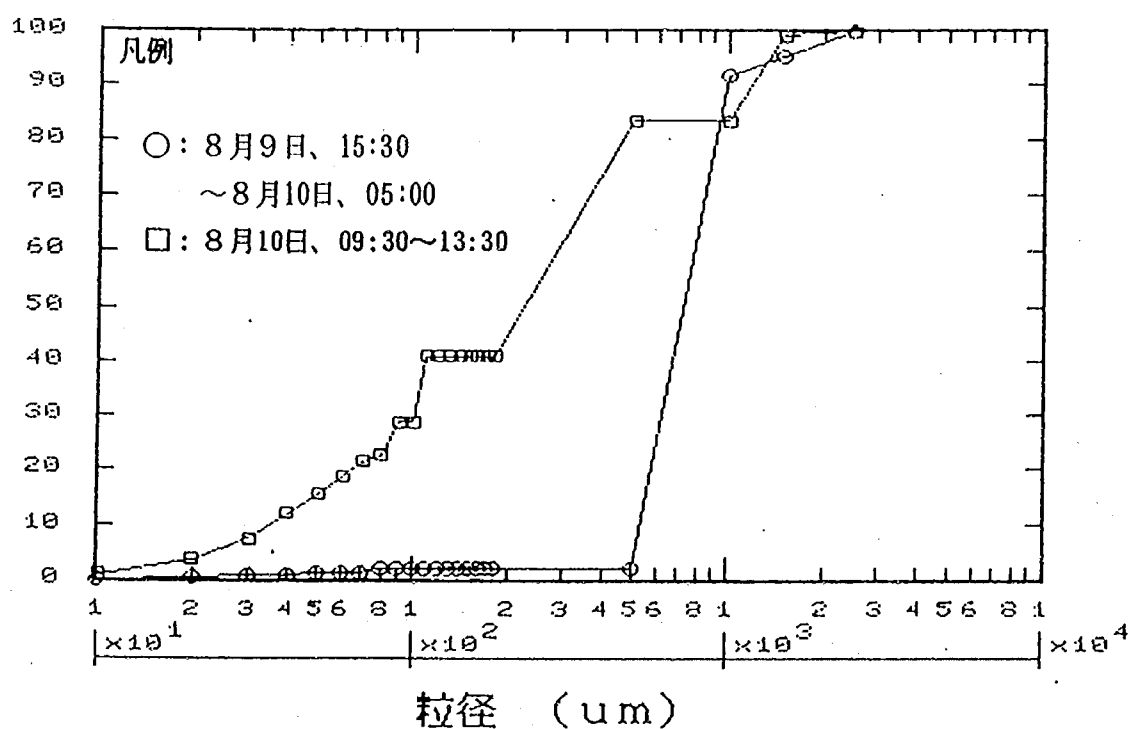


図- 2.14 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨- 3 : d- 1. 主に芝地)

累積体積百分率 (%)

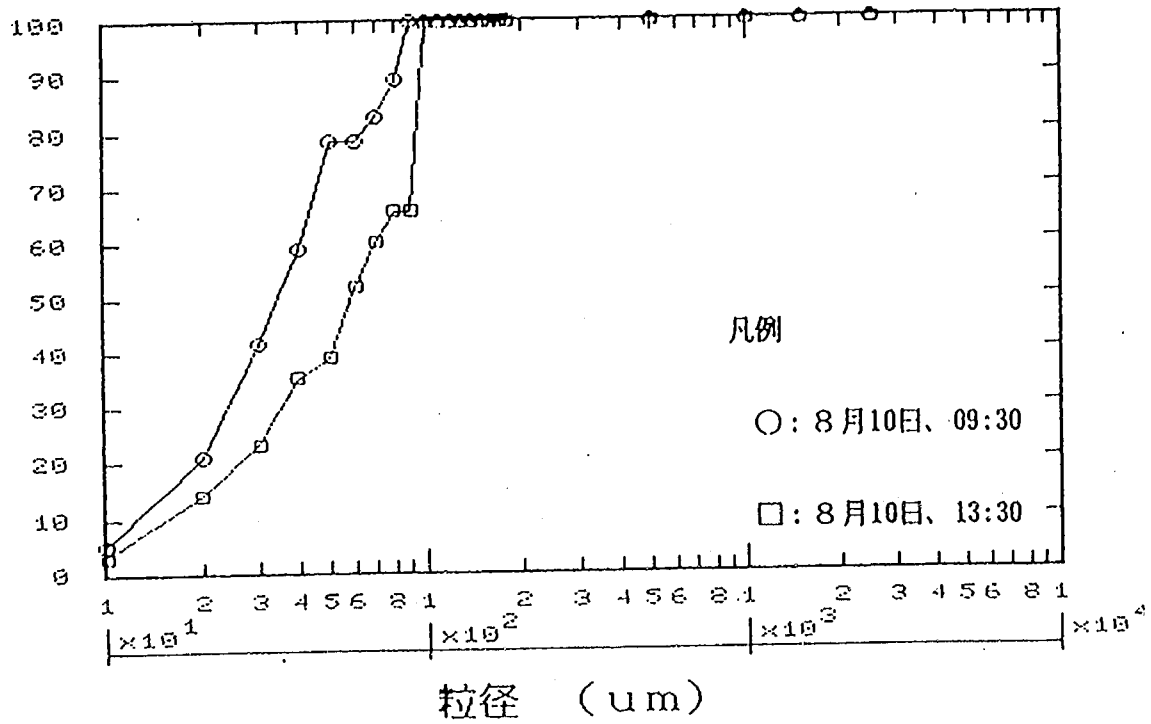


図-2.15 流出水に含まれる濁質の粒度分析 (降雨-3: d-2. 主に裸地)

累積体積百分率 (%)

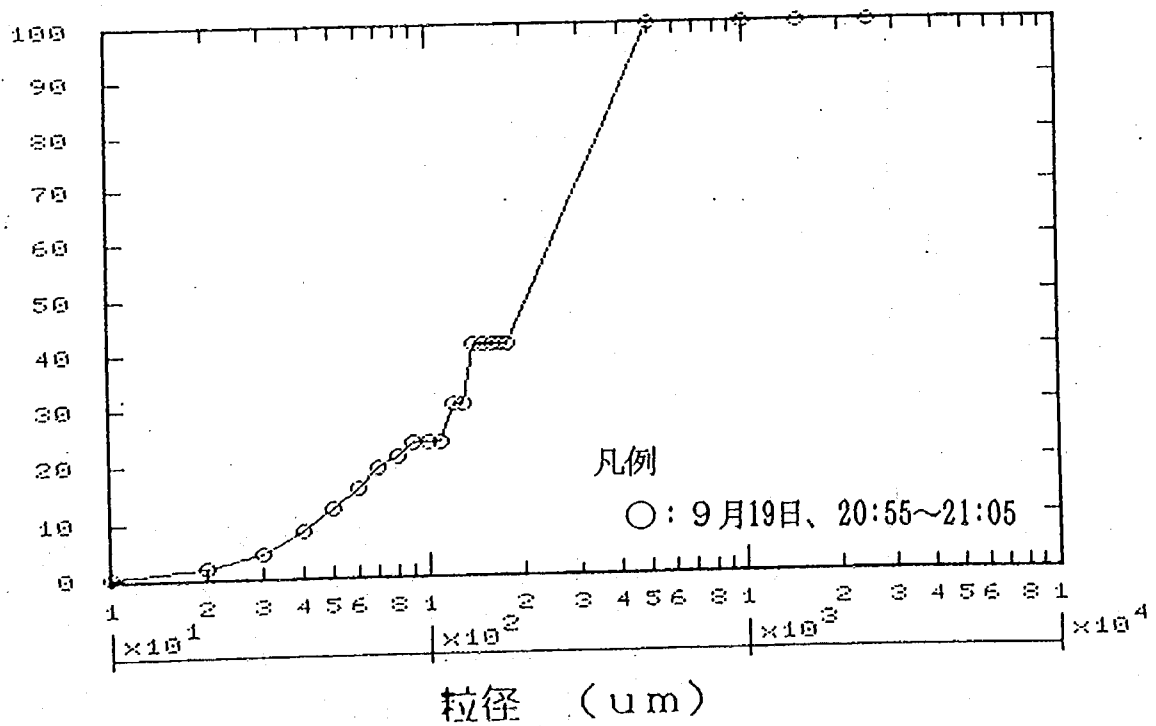


図-2.16 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨-4: a. プレハブ屋根)

累積体積百分率 (%)

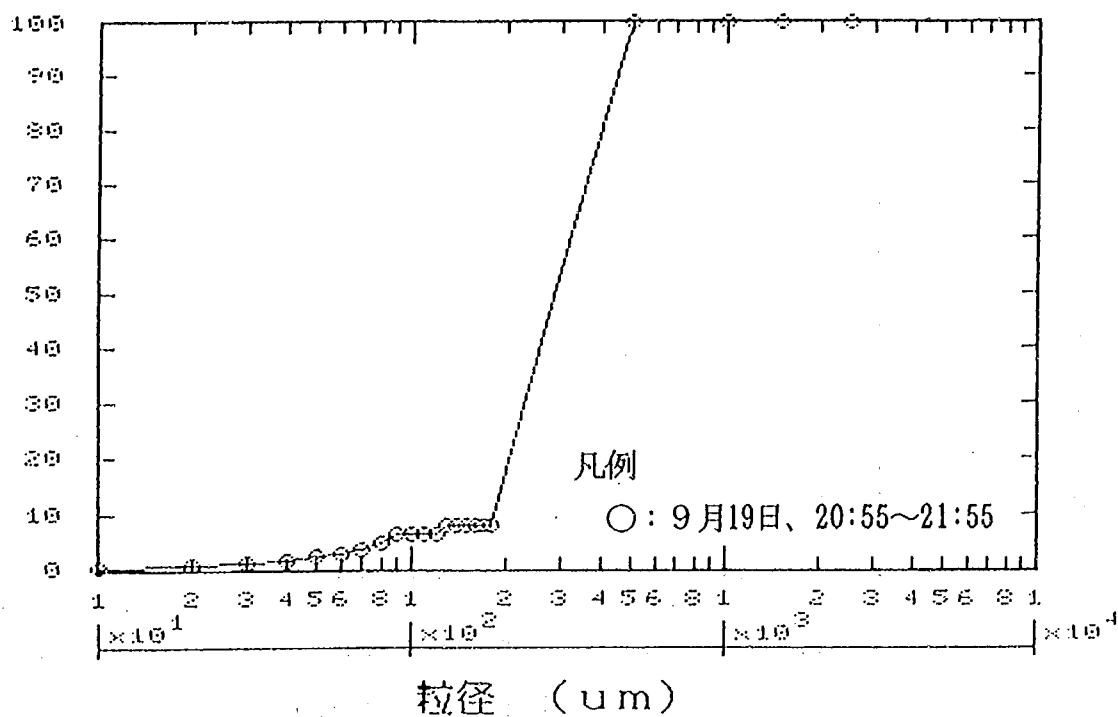


図-2.17 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨-4: b. コンクリート屋根)

累積体積百分率 (%)

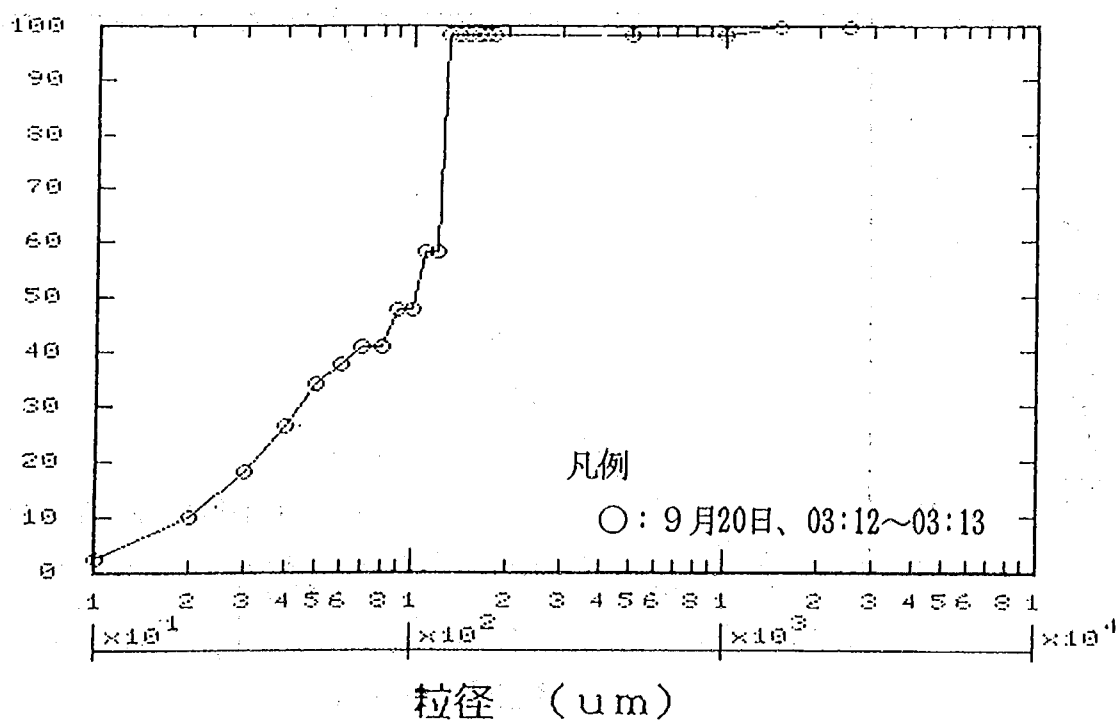


図-2.18 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨-4: c. 駐車場)

累積体積百分率 (%)

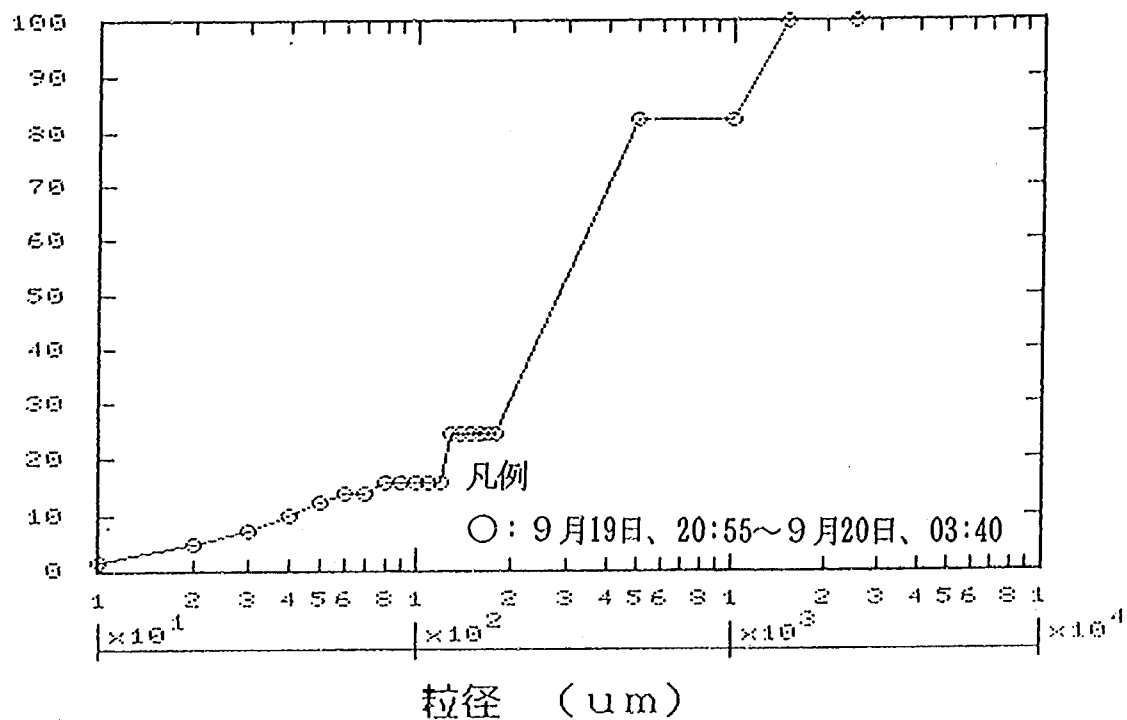


図-2.19 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨-4 : d-1. 主に芝地)

累積体積百分率 (%)

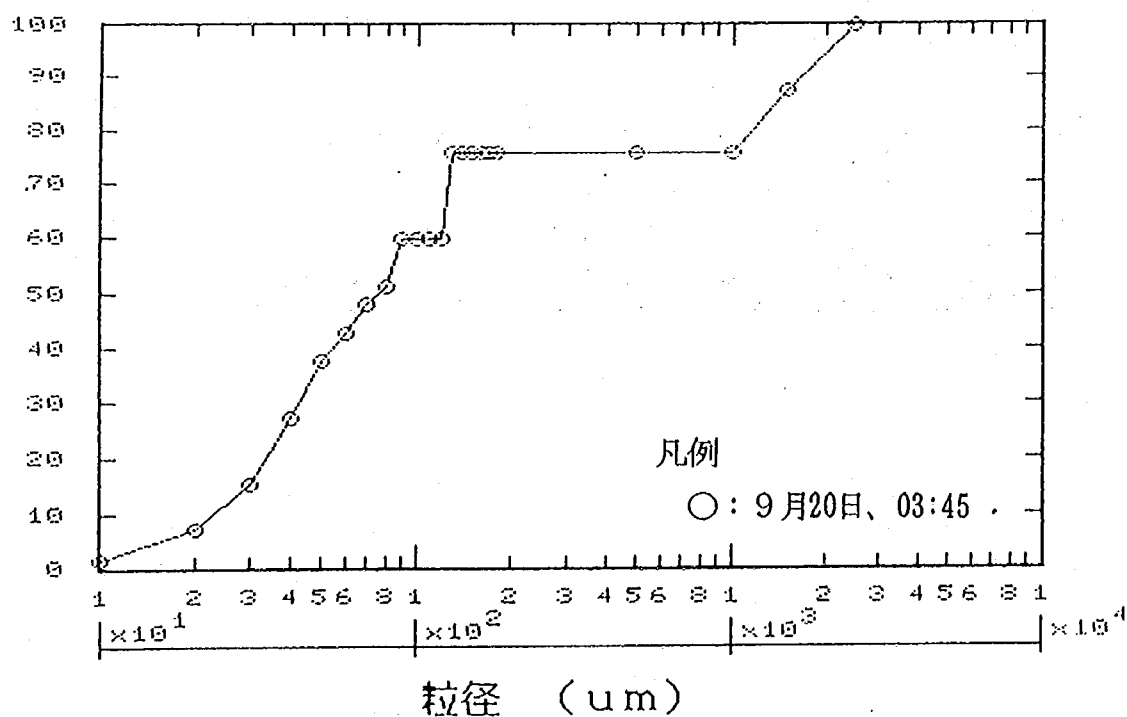


図-2.20 流出水に含まれる濁質の粒度分布 (降雨-4 : d-2. 主に裸地)

表-2.4 降雨別、地点別濁質濃度の平均値

	a. プレハブ屋根				b. コンクリート屋根				c. 駐車場			
	<1 μ m	1 μ m -2mm	>2mm	合計	<1 μ m	1 μ m -2mm	>2mm	合計	<1 μ m	1 μ m -2mm	>2mm	合計
降雨-1	82.7 (7検体)	18.4	0.3	101.4	139.2 (4検体)	5.5	1.4	146.1	—	—	—	—
降雨-2	29.9 (8検体)	3.1	0.0	33.0	89.9 (8検体)	4.7	0.0	94.6	—	—	—	—
降雨-3	31.4 (11検体)	14.8	0.0	46.2	153.4 (18検体)	7.5	0.0	160.9	17.4 (17検体)	231.4	3.3	252.1
降雨-4	33.5 (11検体)	6.8	0.0	40.3	123.7 (10検体)	7.7	0.0	131.4	50.3 (10検体)	109.8	0.0	160.1
加重平均*	41.4	10.5	0.1	52.0	131.9	6.8	0.1	138.8	29.6	186.3	2.1	218.0
	d-1. 主に芝地				d-2. 主に裸地				無降雨日数			
	<1 μ m	1 μ m -2mm	>2mm	合計	<1 μ m	1 μ m -2mm	>2mm	合計				
降雨-1	335.0 (1検体)	55.4	9.2	399.6	—	—	—	—	2日			
降雨-2	—	—	—	—	—	—	—	—	1日			
降雨-3	131.5 (8検体)	42.7	3.2	177.4	13.3 (3検体)	726.0	0.0	739.3	14日 ..			
降雨-4	83.8 (2検体)	40.2	0.0	124.0	550.0 (1検体)	6870.0	1100.0	8520.0	1日			
加重平均*	141.3	43.4	3.2	187.9	147.5	2262.0	275.0	2684.5				

* 各降雨における平均値を、当該降雨で採取した検体数をもとに加重平均したもの。

.. 桜川雨量観測所での無降雨日数。土木研究所水文観測場での無降雨日数は不明。

3. 降下ばいじんの調査

降下ばいじんは、雨水と共にあるいは単独に空気中から降下する空気中の混在物である。屋根に溜った降下ばいじんは降雨時に流出すると考えられることから、降雨時に浸透型施設に流入する濁質量を推定するために、降下ばいじん量の調査を実施した。調査は、まず複数の地点の建物屋上に降下ばいじん捕集器を設置して降下ばいじんを採取し、採取した降下ばいじんについて降雨流出水と同様な分析を行なった。

3.1 降下ばいじんの採取

3.1.1 採取地点

降下ばいじん量は周囲の地形的条件や土地利用状況により異なることが予想されるので、採取地点の選定に当たっては、地域的な分布、周囲の土地利用を考慮し決定した。表－3.1に降下ばいじんの採取を行なった9か所の、所在地及び周囲の状況をまとめている。また、採取地点の状況を写真－3.1～3.9に示す。

3.1.2 採取方法

採取は、1989年12月から開始し、9地点の内5地点については1990年4月までの4か月間、残り4地点については1990年12月までの12か月間実施した。降下ばいじんの採取は、図－3.1に示す降下ばいじん捕集器を屋根の上に設置し、溜った物質を月1回回収する方法で実施した。一般に降下ばいじんの中には有機性物質が含まれ、溜ったばいじんが回収までの間に容器の中で増殖することが予想される。有機性物質の増殖を防ぐために、予め硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を5g含む薬液を容器の中に入れ、分析値から硫酸銅の重量を差し引いた。採取した降下ばいじんは容器の中で硫酸銅水溶液や雨水と混じった状態になっている。降下ばいじん採取状況を、写真－3.10に示す。

3.2 降下ばいじんの分析

3.2.1 降下ばいじんの分析方法

降下ばいじんの重量は、分析方法の制約から次の3つの区分、すなわち2mm以上（以下、第1区分と略す）、1μm以上2mm未満（以下、第2区分と略す）、1μm未満（以下、第3区分と略す）に分けて求めた。各区分の重量の測定方法は、降雨流出水の濁質濃度の分析手法と同様とした。1か月間の単位面積あたりの降下ばいじん量は、次式のようになる。

$$W = W_0 \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{A_2}{A_1}$$

W : 単位面積あたりの降下ばいじん量 (g/m²)
W₀ : 分析した試料中の降下ばいじん量 (g)
V₁ : 分析した降下ばいじん水溶液の体積 (ml)
V₂ : 採取した降下ばいじん水溶液の体積 (ml)
A₁ : ばいじん計の開口部面積 (m²)
A₂ : 単位面積 (= 1 m²)

3.2.2 降下ばいじんの分析結果

単位面積当りのばいじん量を月別、地点別にまとめたものが、表－3.2および図－3.2である。採取期間中の降下ばいじん量を365日間に換算すると、採取期間が4か月間の地点の中ではA地点（商業地）が、また、12か月間の地点の中ではF地点（工業地）が一番高い値を示している。

しかしながら、採取期間中の降下ばいじん量を、周辺の土地利用別に比較しても、また、建物の階層別に比較しても、特徴的な傾向は見られない。地域別に見ると、横浜、川崎市内のC、D、E地点は降下物総量で76～88 g/m²・365日と比較的低いのに対し、船橋市内のF、G、H地点は133～170 g/m²・365日と比較的高い値を示して若干の差がみられるが、9地点の365日換算値を平均すると、降下物総量119 g/m²のうち1 μm以上の物質は77 g/m²（65%）、1 μm未満の物質は42 g/m²（35%）となって、最大でも2倍程度の開きであるから、今回の調査結果は東京近郊における年間降下ばいじん量の一般的な値と考えられる。

一方降下ばいじん量の季節変化をみると、夏期に低く冬季に高くなっている。これは、関東地方では夏期に比べ冬季に乾燥した晴天が続く、降下ばいじんの原因となる砂・ほこりなどが浮遊しやすいためではないかと思われる。

表－3.1 採取地点の地域特性

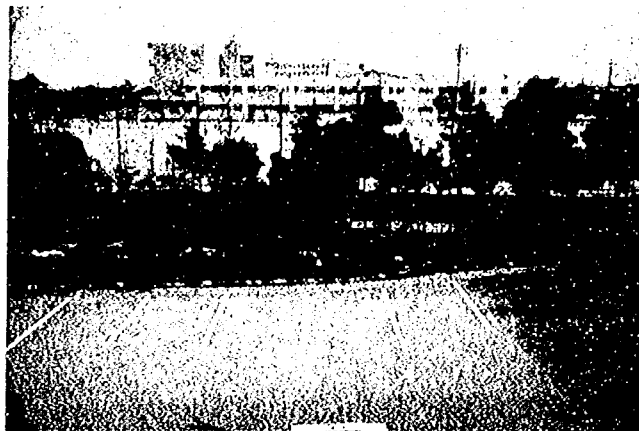
地点名	所在地	地域特性	建物の階層
A	埼玉県越谷市	商店、低層住宅が一様に分布。	2
B	埼玉県春日部市	主に住宅が分布。一部に田畑が残り、運動場に隣接。	2
C	神奈川県川崎市	低層住宅に囲まれ、公園に隣接。	2
D	神奈川県横浜市	高層住宅、低層住宅、商店等が密に分布。	2
E	神奈川県横浜市	工業地帯。	5
F	千葉県船橋市	工業地帯。海に隣接。	2
G	千葉県船橋市	商業ビル、高層住宅等に囲まれた市街地。	5
H	千葉県船橋市	中層住宅、低層住宅が混在。	4
I	茨城県つくば市	裸地、雑木林、中層建物が混在。周囲は農地が広がる。	1

A : 埼玉県越谷土木事務所
 B : 埼玉県中川・綾瀬川総合治水事務所
 C : 神奈川県川崎治水事務所
 D : 神奈川県横浜治水事務所
 E : 横浜市下水道局神奈川下水処理場

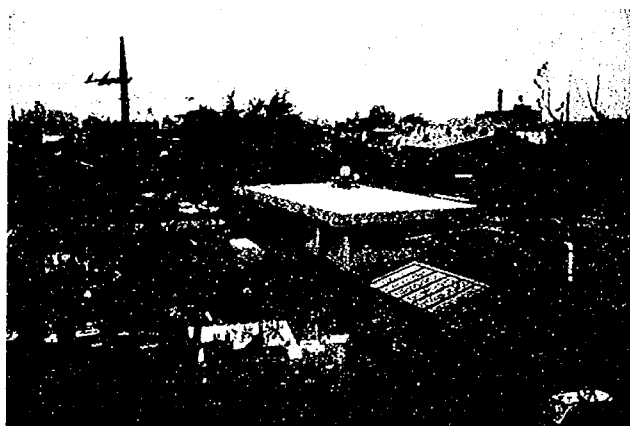
F : 千葉県葛南土木事務所
 G : 船橋市船橋中央消防署
 H : 船橋市立宮本小学校
 I : 建設省土木研究所



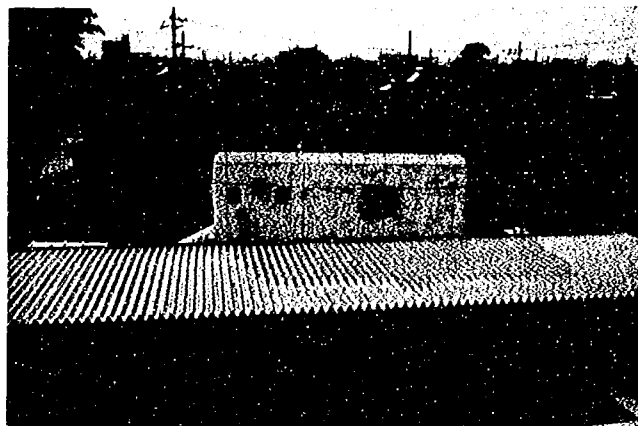
南 方 向



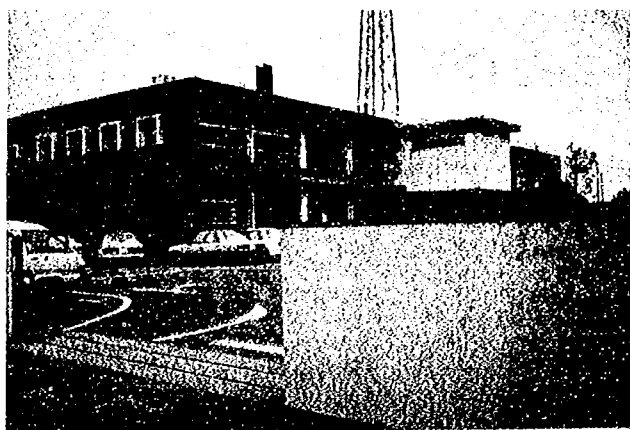
南 方 向



西 方 向

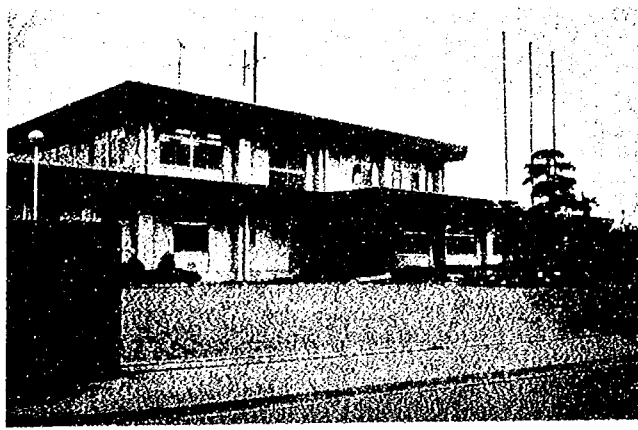


西 方 向



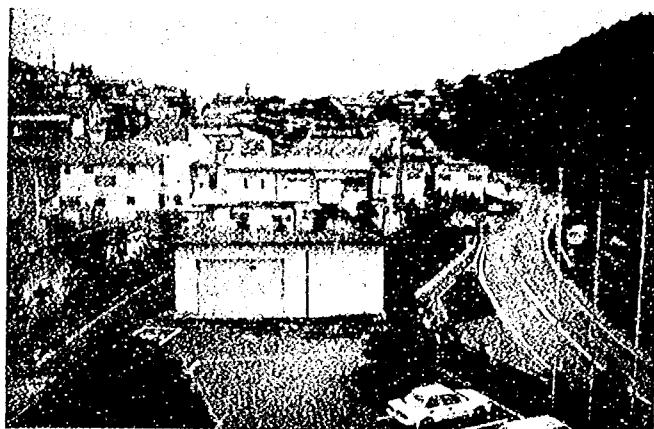
全 景

写真－ 3.1 降下ばいじん採取地点
(埼玉県越谷土木事務所)

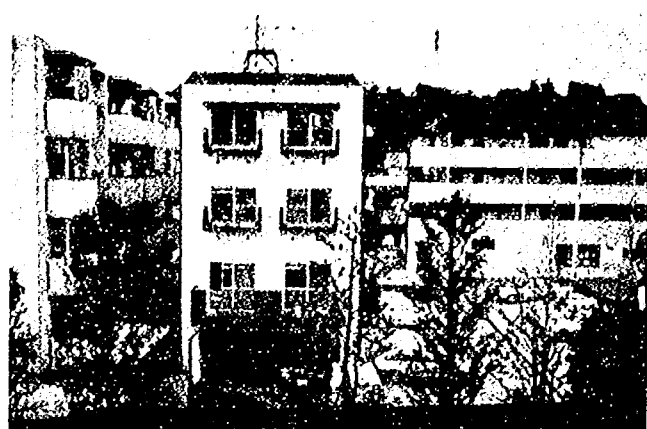


全 景

写真－ 3.2 降下ばいじん採取地点
(埼玉県中川・綾瀬川総合治水事務所)



南 方 向



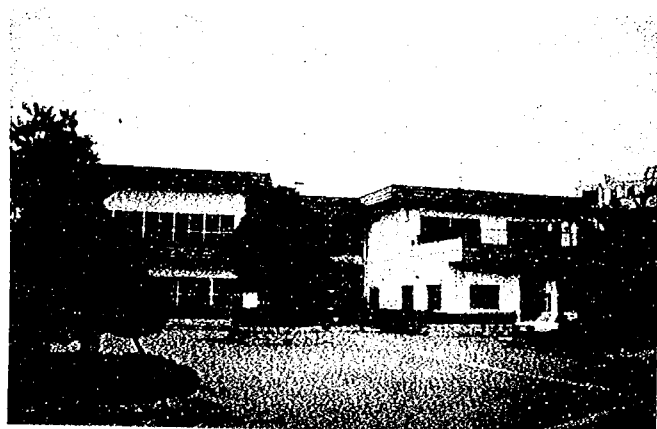
南 方 向



西 方 向



西 方 向



全 景

写真－ 3.3 降下ばいじん採取地点
(神奈川県川崎治水事務所)

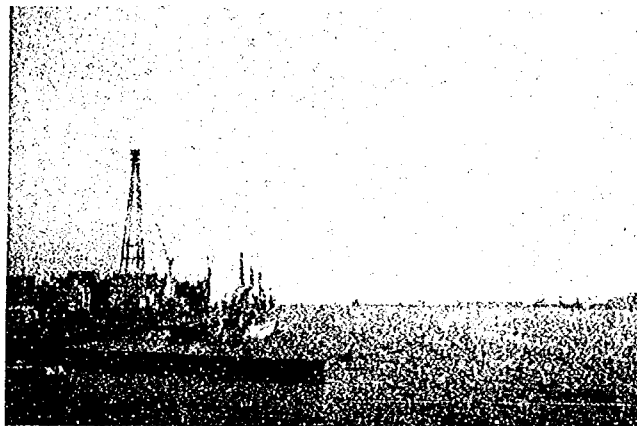


全 景

写真－ 3.4 降下ばいじん採取地点
(神奈川県横浜治水事務所)



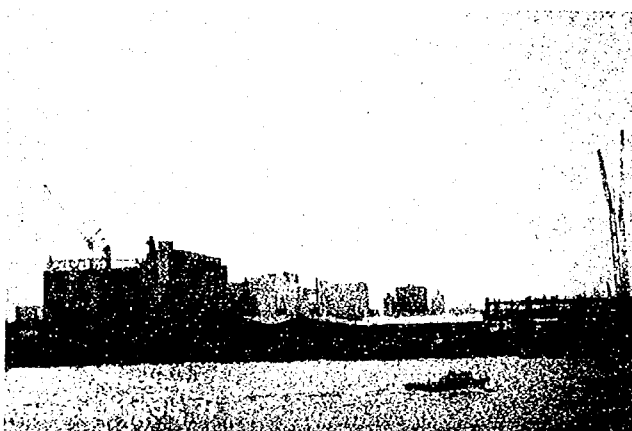
南 方 向



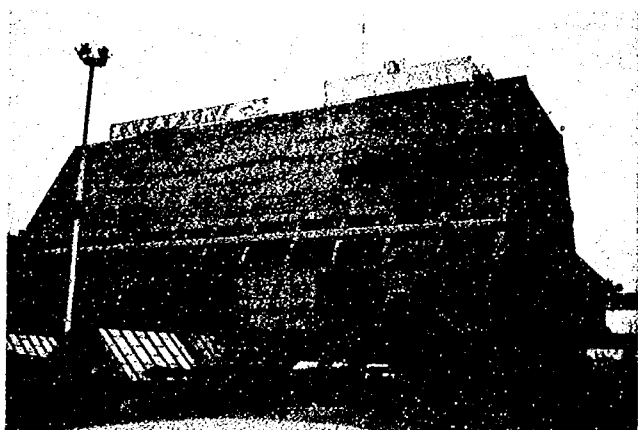
南 方 向



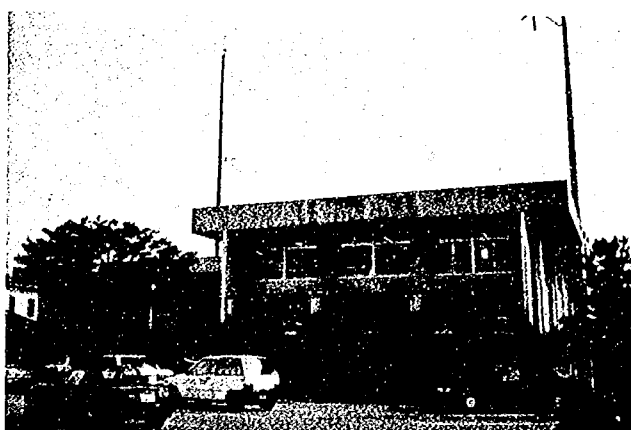
西 方 向



西 方 向



全 景



全 景

写真－3.5 降下ばいじん採取地点
(横浜市下水道局神奈川下水処理場)

写真－3.6 降下ばいじん採取地点
(千葉県葛南土木事務所)



南 方 向



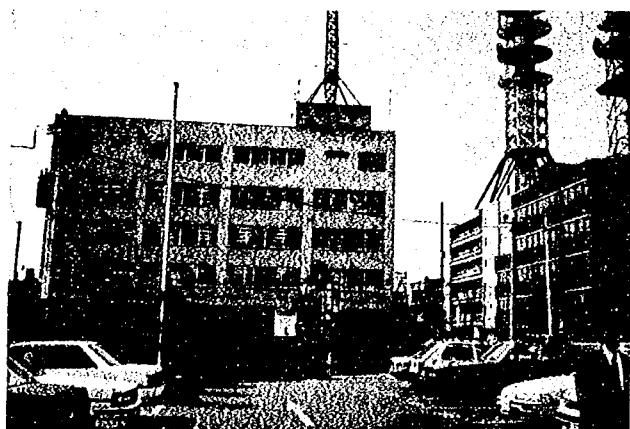
南 方 向



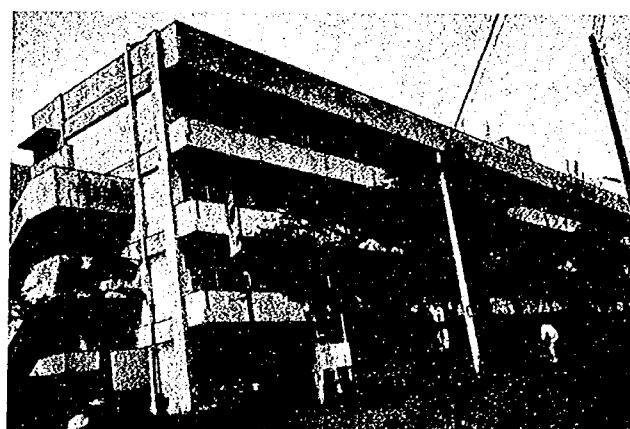
西 方 向



西 方 向



全 景



全 景

写真－ 3.7 降下ばいじん採取地点
(船橋市船橋中央消防署)

写真－ 3.8 降下ばいじん採取地点
(船橋市立宮本小学校)



南 方 向

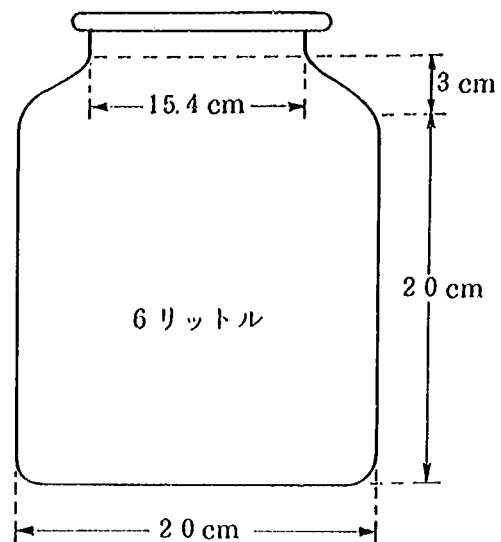
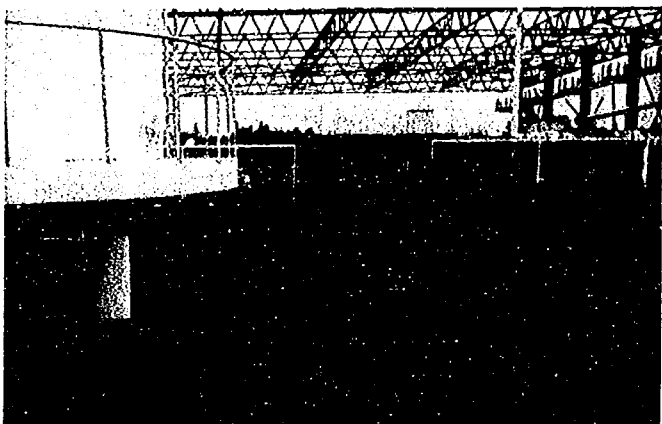
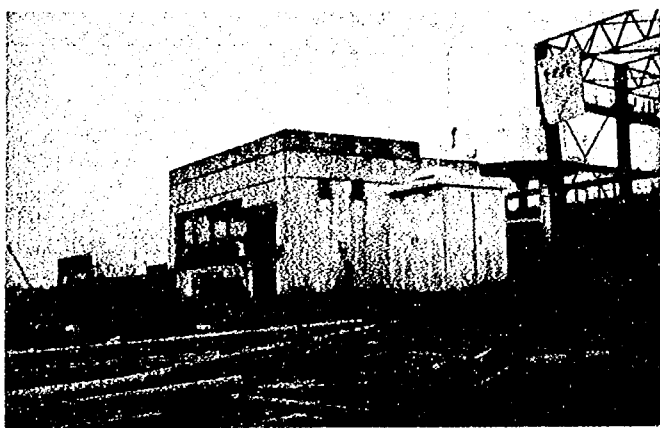


図- 3. 1 降下ばいじん捕集器



西 方 向



全 景



写真- 3.10 降下ばいじん採取状況

写真- 3. 9 降下ばいじん採取地点
(建設省土木研究所)

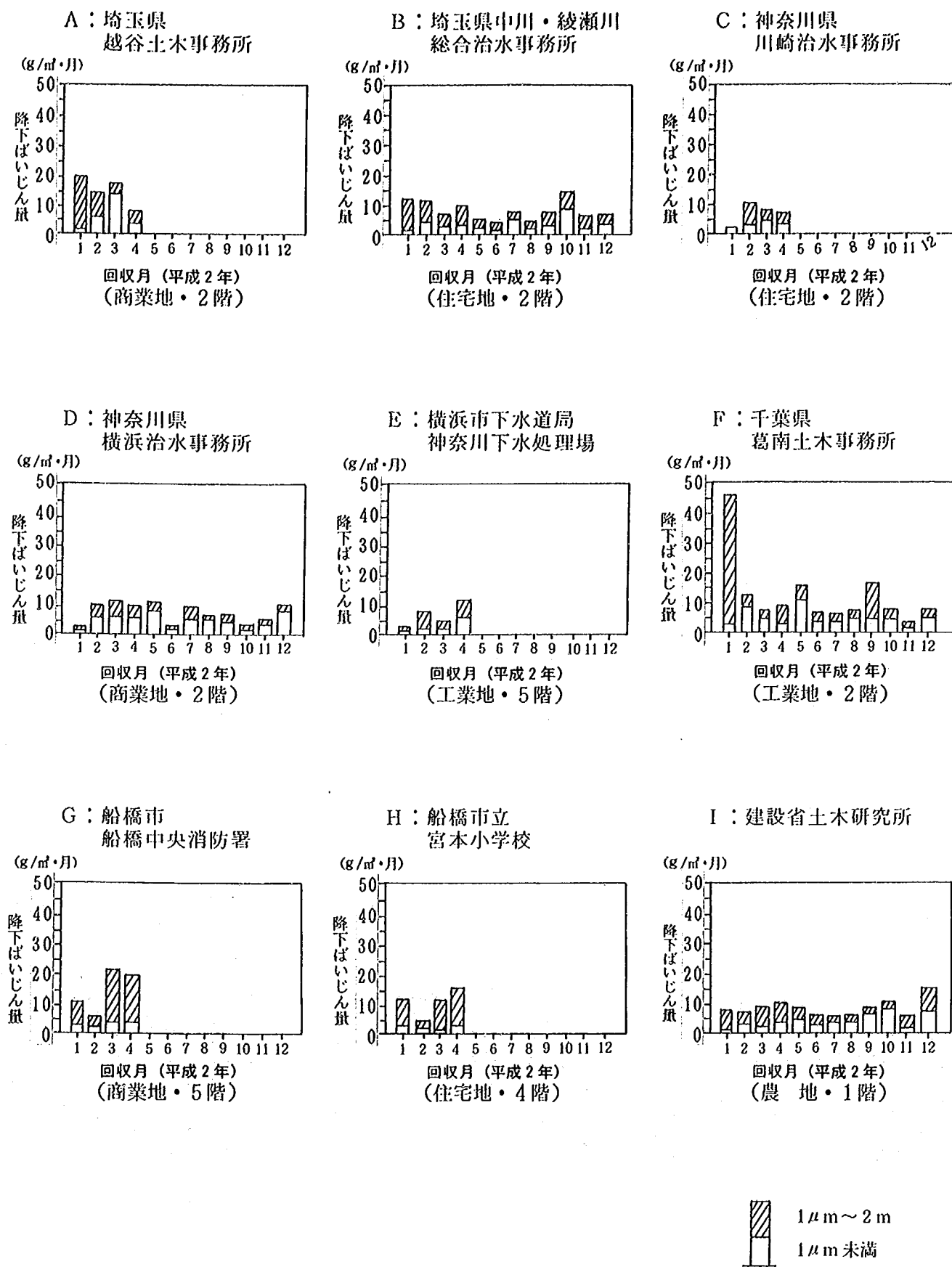


図-3.2 月別、地点別降下ばいじん量

表-3.2 降下ばいじん調査結果

A. 埼玉県 越谷土木事務所 (商業地・2階)	採取期間 降下物総量	H1.12.11 H2. 1.11	H2. 1.11 H2. 2.14	H2. 2.14 H2. 3.12	H2. 3.19 H2. 4.19									合計	採取 日数	365日換算値
		1 μ m-2mm	$\leq 1\mu$ m													
B. 埼玉県 中川・綾瀬川 総合治水事務所 (住宅地・2階)	採取期間	H1.12.11 H2. 1.11	H2. 1.11 H2. 2.14	H2. 2.14 H2. 3.12	H2. 3.19 H2. 4.19	H2. 4.19 H2. 5.18	H2. 5.18 H2. 6.18	H2. 6.18 H2. 7.16	H2. 7.16 H2. 8.16	H2. 8.16 H2. 9.14	H2. 9.14 H2.10.12	H2.10.12 H2.11.27	H2.11.27 H2.12.18		365	
	降下物総量	12.2	11.6	7.04	9.84	5.41	4.43	7.85	4.65	7.84	14.26	6.33	6.82	98.27		98.27
	1 μ m-2mm	11.1 (91.0%)	7.70(66.4%)	4.17(59.2%)	6.48(65.9%)	3.29(60.8%)	3.31(74.7%)	2.44(31.1%)	2.69(57.8%)	4.94(63.0%)	5.74(40.3%)	4.49(70.9%)	3.41(50.0%)	59.76(60.8%)		59.76(60.8%)
	$\leq 1\mu$ m	1.1 (9.0%)	3.90(33.6%)	2.87(40.8%)	3.36(34.1%)	2.12(39.2%)	1.12(25.3%)	5.41(68.9%)	1.96(42.2%)	2.90(37.0%)	8.52(59.7%)	1.84(29.1%)	3.41(50.0%)	38.51(39.2%)		38.51(39.2%)
C. 神奈川県 川崎治水事務所 (住宅地・2階)	採取期間	H1.12.12 H2. 1.12	H2. 1.12 H2. 2.15	H2. 2.15 H2. 3.13	H2. 3.13 H2. 4.18										127	
	降下物総量	2.06	10.3	8.26	7.33									27.95		80.33
	1 μ m-2mm	1.66(80.6%)	7.65(74.3%)	3.49(42.3%)	4.04(55.1%)									16.84(60.3%)		48.40(60.3%)
	$\leq 1\mu$ m	0.40(19.4%)	2.65(25.7%)	4.77(57.7%)	3.29(44.9%)									11.11(39.7%)		31.93(39.7%)
D. 神奈川県 横浜治水事務所 (商業地・2階)	採取期間	H1.12.12 H2. 1.12	H2. 1.12 H2. 2.15	H2. 2.15 H2. 3.13	H2. 3.13 H2. 4.18	H2. 4.18 H2. 5.18	H2. 5.18 H2. 6.18	H2. 6.18 H2. 7.18	H2. 7.18 H2. 8.17	H2. 8.17 H2. 9.18	H2. 9.18 H2.10.19	H2.10.19 H2.11.16	H2.11.16 H2.12.14		367	
	降下物総量	2.10	10.0	11.3	9.93	11.07	3.06	9.41	6.43	6.65	3.55	4.99	9.72	88.21		87.73
	1 μ m-2mm	1.47(70.0%)	4.63(46.3%)	5.61(49.6%)	4.53(45.6%)	3.03(27.4%)	1.86(60.8%)	4.50(47.8%)	1.55(24.1%)	2.58(38.8%)	2.47(69.6%)	1.79(35.9%)	2.10(21.6%)	36.12(40.9%)		35.92(40.9%)
	$\leq 1\mu$ m	0.63(30.0%)	5.37(53.7%)	5.69(50.4%)	5.40(54.4%)	8.04(72.6%)	1.20(39.2%)	4.91(52.2%)	4.88(75.9%)	4.07(61.2%)	1.08(30.4%)	3.20(64.1%)	7.62(78.4%)	52.09(59.1%)		51.81(59.1%)
E. 横浜下水道局 神奈川下水処理場 (工業地・5階)	採取期間	H1.12.12 H2. 1.12	H2. 1.12 H2. 2.15	H2. 2.15 H2. 3.13	H2. 3.13 H2. 4.18										127	
	降下物総量	2.66	7.86	4.61	11.16									26.59		76.42
	1 μ m-2mm	1.85(69.5%)	5.89(74.9%)	2.63(57.0%)	6.18(53.9%)									16.55(62.2%)		47.56(62.2%)
	$\leq 1\mu$ m	0.81(30.5%)	1.97(25.1%)	1.98(43.0%)	5.28(46.1%)									10.04(37.8%)		28.86(37.8%)
F. 千葉県 葛南土木事務所 (工業地・2階)	採取期間	H1.12.12 H2. 1.12	H2. 1.12 H2. 2.15	H2. 2.15 H2. 3.13	H2. 3.13 H2. 4.12	H2. 4.12 H2. 5.11	H2. 5.11 H2. 6.11	H2. 6.11 H2. 7.12	H2. 7.12 H2. 8.13	H2. 8.13 H2. 9.13	H2. 9.13 H2.10.11	H2.10.11 H2.11. 8	H2.11. 8 H2.12.17		370	
	降下物総量	46.1	12.6	7.35	9.08	15.48	6.42	5.67	7.38	16.59	7.50	3.06	7.65	144.89		142.93
	1 μ m-2mm	43.6 (94.5%)	4.29(34.0%)	3.04(41.4%)	6.57(72.4%)	4.91(31.7%)	3.25(50.6%)	2.43(42.9%)	2.77(37.5%)	12.39(74.7%)	3.53(47.1%)	2.01(65.7%)	3.11(40.7%)	91.91(63.4%)		90.67(63.4%)
	$\leq 1\mu$ m	2.5 (5.5%)	8.31(66.0%)	4.31(58.6%)	2.51(27.6%)	10.57(68.3%)	3.17(49.4%)	3.24(57.1%)	4.61(62.5%)	4.20(25.3%)	3.97(52.9%)	1.05(34.3%)	4.54(59.3%)	52.68(36.6%)		52.26(36.6%)
G. 船橋市 船橋中央消防署 (商業地・5階)	採取期間	H1.12.12 H2. 1.12	H2. 1.12 H2. 2.15	H2. 2.15 H2. 3.13	H2. 3.13 H2. 4.12										121	
	降下物総量	10.4	5.40	21.3	19.25									56.35		169.98
	1 μ m-2mm	8.05(77.4%)	3.50(64.8%)	18.1(85.0%)	16.04(83.3%)									45.69(81.1%)		137.82(81.1%)
	$\leq 1\mu$ m	2.35(22.6%)	1.90(35.2%)	3.2(15.0%)	3.21(16.7%)									10.66(18.9%)		32.16(18.9%)
H. 船橋市立 宮本小学校 (住宅地・4階)	採取期間	H1.12.12 H2. 1.12	H2. 1.12 H2. 2.15	H2. 2.15 H2. 3.13	H2. 3.13 H2. 4.12										121	
	降下物総量	11.9	4.64	11.5	15.89									43.93		132.52
	1 μ m-2mm	9.72(81.7%)	3.23(69.6%)	10.7 (93.0%)	13.40(84.3%)									37.05(84.3%)		111.76(84.3%)
	$\leq 1\mu$ m	2.18(18.3%)	1.41(30.4%)	0.8 (7.0%)	2.49(15.7%)									6.88(15.7%)		20.76(15.7%)
I. 建設省 土木研究所 (農地・1階)	採取期間	H1.12.11 H2. 1.11	H2. 1.11 H2. 2.14	H2. 2.14 H2. 3.12	H2. 3.19 H2. 4.17	H2. 4.17 H2. 5.16	H2. 5.16 H2. 6.15	H2. 6.15 H2. 7.16	H2. 7.16 H2. 8.16	H2. 8.16 H2. 9.14	H2. 9.14 H2.10.12	H2.10.12 H2.11.27	H2.11.27 H2.12.17		364	
	降下物総量	7.64	7.15	8.82	9.99	8.57	5.89	5.61	5.95	8.49	10.31	5.70	14.87	98.99		99.26
	1 μ m-2mm	7.04(92.1%)	4.68(65.5%)	7.01(79.5%)	6.22(62.3%)	4.18(48.8%)	3.45(58.6%)	2.44(43.4%)	2.79(46.9%)	2.29(27.0%)	2.37(23.0%)	4.65(81.6%)	7.76(52.2%)	54.88(55.4%)		55.03(55.4%)
	$\leq 1\mu$ m	0.60(7.9%)	2.47(39.5%)	1.81(20.5%)	3.77(37.7%)	4.39(51.2%)	2.44(41.1%)	3.17(56.5%)	3.16(53.1%)	6.20(73.0%)	7.49(77.0%)	1.05(18.4%)	7.11(47.8%)	44.11(44.6%)		44.23(44.6%)
降下物総量平均値		12.76	9.39	10.92	11.29	10.13	4.95	7.14	6.10	9.89	8.91	5.02	9.77	—	—	119.13

4. 総 合 検 討

浸透型施設に流入する濁質の特性を調べるために、本調査では降雨流出水の採水と降下ばいじんの採取を実施した。ここでは両調査結果をもとに浸透型施設に流入する濁質量を推定するとともに、流入する濁質の面から浸透型施設の現地への適用性を検討する。

4.1 浸透型施設に流入する濁質量

降雨流出水の地点別濁質濃度の平均値および降下ばいじん量の365日換算値をもとに、浸透型施設に流入する濁質量を試算する。

いま、表-2.4に示した濁質濃度の平均値をもとに、100 m²のプレハブ屋根から1年間に流出する濁質量を試算してみる。ここで、表-2.4に示した濁質濃度の平均値が図-2.7～2.10に示す濁質濃度の経時変化の時間的平均値であると仮定し、かつ、濁質濃度の平均値が直前の無降雨日数に依存しないと仮定すると、

$$\begin{aligned} W &= V \cdot r \\ &= f \cdot h \cdot A \cdot r \end{aligned}$$

W : 濁質量 [g]
V : 年間流出量 [m³]
r : 平均濁質濃度 [g/m³] (= [mg/l])
f : 流出係数
h : 年間降水量 [m]
A : 集水面積 [m²]

水戸地方気象台 1951 年から 1980 年までの30年間の降水量の平均値を基に、 $h = 1.341$, $A = 100$, $f = 1.0$ とすると、

$$\begin{aligned} W &= 1.0 \times 1.341 \times 100 \times r \\ &= 134.1 r \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r = 41.4 & : W = 5,552 \text{ [g]} \\ r = 10.5 & : W = 1,408 \text{ [g]} \text{ (粒径 } 1 \mu\text{m} \sim 2 \text{ mm)} \\ r = 0.1 & : W = 13 \text{ [g]} \text{ (粒径 } 2 \text{ mm 以上)} \\ r = 52.0 & : W = 6,973 \text{ [g]} \text{ (合計)} \end{aligned}$$

土木研究所では年間約 7,000 g の濁質が 100 m² の屋根から流出する試算となる。他地点についても同様の方法で試算したものが、表-4.1である。

一方、表-3.2に示した9地点の降下ばいじん量365日換算値を基に、100 m²の屋根から1年間に流出する濁質量を試算すると、

$$\begin{aligned} W &= f \cdot w \cdot A \\ &= 100 w \end{aligned}$$

f : 濁質流入率 (= 1.0)
W : 面積 A [m²] の屋根に降下するばいじん量 [g]
w : 単位面積 (= 1 m²) に降下するばいじん量 [g]

$$\begin{aligned} w = 42 & : W = 4,200 \text{ [g]} \text{ (粒径 } 1 \mu\text{m 未満)} \\ w = 77 & : W = 7,700 \text{ [g]} \text{ (粒径 } 1 \mu\text{m} \sim 2 \text{ mm)} \\ w = 119 & : W = 11,900 \text{ [g]} \text{ (合計)} \end{aligned}$$

ここで、降下ばいじんのうち降雨時に濁質として流出する割合（ここでは濁質流入率と表現）について考える。降下ばいじんは一度捕集したものはなかなか飛散しないような採取方法を取っているが、実際屋根に堆積する降下ばいじんの一部は、飛散すると考えられる。また、溜ったばいじんが降雨時に全量流出するとは限らない。しかし、この割合は不明であるため、ここではばいじんが全量流出すると仮定し、濁質流入率 $f = 1.0$ とした。降下ばいじんの調査結果より、東京近郊では年間約 12,000 g の濁質が 100 m² の屋根から流出すると試算される。降下ばいじんによる試算値を東京近郊平均と土木研究所についてまとめたものが、表-4.2 である。

降雨流出水の「a. プレハブ屋根」、「b. コンクリート屋根」調査結果に基づく試算値と降下ばいじんの「I. 土木研究所」調査結果に基づく試算値とを比較すると、全粒径合計値で降下ばいじんによる試算値が降雨流出水の「a. プレハブ屋根」試算値を上回り、また、「b. コンクリート屋根」試算値を下回る結果となっている。降雨流出水では粒径 1 μm 未満の溶解性成分が多いのに対し、降下ばいじんでは粒径 1 μm 以上の浮遊成分が多いことから、回収されるまでの 1 か月間に溶解性成分が粒径の大きい浮遊成分に凝集している可能性もある。

4.2 浸透型施設の現地への適用性

浸透型施設に流入する濁質は、降雨の程度、対象とする集水流域の土地利用特性により異なる。本調査結果より、目づまりの原因となる物質からみた浸透型施設の現地への適用性について検討する。

4.2.1 屋根

屋根からの流出水は、流出初期に高い濁質濃度を示すが、2 時間程度で低い値に落ちつく。従って、初期の流出水を施設に流入させない工夫をすることにより、目づまりの軽減を図れるものと思われる。

4.2.2 駐車場（舗装面）

駐車場は車により持ち込まれる濁質が多いことから、一般家屋の屋根に比べて濁質のポテンシャルが大きい。流出水の濁質濃度も屋根の値に比べて数倍となっているので、設計に当たっては流入する濁質量を十分見込む必要がある。また、濁質の粒径は屋根からの流出水に比べて大きいことから、沈砂池（泥だめ）と組み合わせて設置するのが有効と思われる。

4.2.3 芝地

芝地からの流出水の濁質濃度は、屋根からの流出水よりもやや高い程度である。また、流出率も低いことから、浸透型施設の設置は有効と考えられる。

4.2.4 裸地

裸地からの流出水は、非常に高い濁質濃度を示す。これは、くぼ地に貯留あるいは地中に浸透しきれない雨水が、裸地の表面に沿って多くの濁質を含みながら施設に流入するためである。裸地の表面から集められる流出水を対象にした浸透型施設はその浸透能力が相当程度減殺されることが予想される。

表－ 4.1 降雨流出水調査結果に基づく濁質流入量の試算

		a. プレハブ 屋 根	b. コンクリ ート屋根	c. 駐車場	d－1. 主に 芝地
平均濁質濃度 [mg/l]	>2mm	0.1	0.1	2.1	3.2
	1 μ m-2mm	10.5	6.8	186.3	43.4
	<1 μ m	41.4	131.9	29.6	141.3
	合 計	52.0	138.8	218.0	187.9
年間降雨量 [m/年]		1.3 ²⁾	1.3 ²⁾	1.3 ²⁾	1.3 ²⁾
集水面積 [m ²]		100	100	100	100
流出係数		1.0	1.0	1.0	0.2 ³⁾
濁質流入量 [g/年]	>2mm	13	13	282	86
	1 μ m-2mm	1,408	912	24,983	1,164
	<1 μ m	5,552	17,688	3,969	3,789
	合 計	6,973	18,613	29,234	5,039

注) 「d－2. 主に裸地」はデータ数が少ないことから省略した。

表－ 4.2 降下ばいじん調査結果に基づく濁質流入量の試算

		東京近郊平均	I. 土木研究所
年 平 均 降下ばいじん量 [g/m ² ・年]	>2mm	0	0
	1 μ m-2mm	77	55
	<1 μ m	42	44
	合 計	119	99
集水面積 [m ²]		100	100
濁質流入率		1.0	1.0
濁質流入量 [g/年]	>2mm	0	0
	1 μ m-2mm	7,700	5,500
	<1 μ m	4,200	4,400
	合 計	11,900	9,900

2) 水戸地方気象台1951年から1980年までの30年間の平均

3) 建設省監修, 「下水道施設設計指針と解説」, pp.46

お　わ　り　に

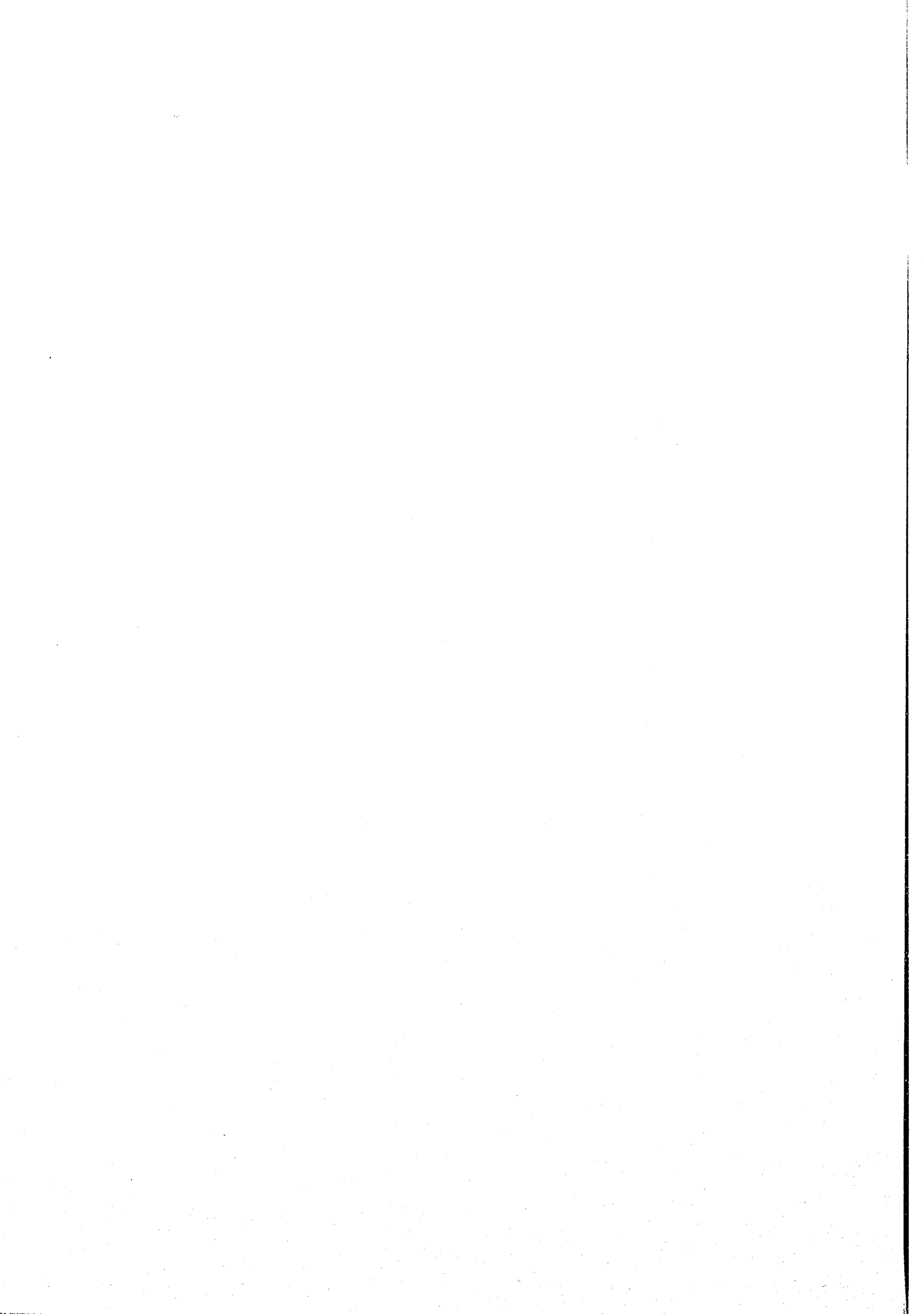
本調査は、浸透型施設の目づまりの原因と考えられる濁質について現地採取を行い、その分析結果をもとに実態をまとめたものである。今回の調査により、浸透型施設の集水流域と流出水に含まれる濁質量、粒径との関連については傾向がつかめたと考えている。しかし、浸透型施設の目づまりの程度は、流入した濁質量のみから決まるものではなく、浸透型施設そのものの浸透機能や施設を設置する場所の土質等の相対的關係によって決まるものである。また、目づまりの進行は流入した物質の生物、化学的变化によっても異なると思われる。

最後になりましたが、本調査を実施するにあたり絶大な協力と応援をいただいた関東地方建設局及び埼玉県・千葉県・神奈川県に心からお礼申し上げます。また、降下ばいじん捕集器設置の取り計らい、協力をいただいた諸機関にも心からお礼申し上げます。

参 考 文 献

1. 建設省技術管理業務連絡会水質部会, 「河川水質試験方法(案)」, pp. 199 ~ pp. 211, 1984.4, 財団法人土木研究センター
2. 国立天文台編, 「理科年表 1991」, pp. 208, 1990.11, 丸善
3. 建設省都市局下水道部監修, 「下水道施設設計指針と解説」, pp.46, 1984.7, 社団法人日本下水道協会

参 考 資 料



附表-1 降雨流出水濁質濃度分析結果 (降雨-1: a. プレハブ屋根)

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径
		(mL)	(mL/min)	Total	<1μm	1μm-2mm	>2mm	
1	11:50 - 12:00	2200	220	353.6	285.0	66.6	0.0	—
2	12:30 - 12:50	750	38	184.9	179.0	5.9	0.0	—
3	13:22 - 13:27	1720	344	100.0	75.4	24.6	0.0	—
4	14:05 - 14:15	2500	250	25.5	18.6	6.9	0.0	—
5	14:50 - 15:10	5200	260	21.0	14.1	6.9	0.0	—
6	15:30 - 15:45	4150	277	15.2	3.7	11.5	0.0	—
7	16:20 - 16:30	3000	300	9.6	3.0	6.6	0.0	—

附表-2 降雨流出水濁質濃度分析結果 (降雨-1: b. コンクリート屋根)

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径
		(mL)	(mL/min)	Total	<1μm	1μm-2mm	>2mm	
1	14:20 - 14:30	8000	800	194.7	186.0	6.1	2.6	—
2	15:05 - 15:15	5100	510	173.9	166.0	4.8	3.1	—
3	15:50 - 15:55	6150	1230	102.0	95.8	6.2	0.0	—
4	16:35 - 16:45	5900	590	114.0	109.0	5.0	0.0	—

附表-3 降雨流出水濁質濃度分析結果 (降雨-1: d-1. 主に芝地)

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径
		(mL)	(mL/min)	Total	<1μm	1μm-2mm	>2mm	
1	14:15 - 10:00	1500	1.3	399.6	335.0	55.4	9.2	—

附表-4 降雨流出水濁質濃度分析結果 (降雨-2: a. プレハブ屋根)

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μ m	1 μ m-2mm	>2mm	
1	10:10 - 10:20	7110	711	42.6	35.7	6.9	0.0	—
2	10:40 - 10:50	5320	532	34.1	31.8	2.3	0.0	—
3	11:10 - 11:35	2640	106	35.8	33.6	2.2	0.0	—
4	11:40 - 12:00	2370	119	28.9	26.2	2.7	0.0	—
5	12:10 - 13:05	2980	54	31.0	27.4	3.6	0.0	—
6	13:10 - 13:35	4210	168	27.3	24.8	2.5	0.0	—
7	13:40 - 14:05	4390	176	33.5	31.5	2.0	0.0	—
8	14:10 - 14:35	4380	175	30.5	28.1	2.4	0.0	—

附表-5 降雨流出水濁質濃度分析結果 (降雨-2: b. コンクリート屋根)

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μ m	1 μ m-2mm	>2mm	
1	10:10 - 10:20	7380	738	69.1	66.2	2.9	0.0	—
2	10:40 - 10:50	4350	435	74.2	71.0	3.2	0.0	—
3	11:10 - 11:20	2100	210	90.8	87.0	3.8	0.0	—
4	11:40 - 12:10	3250	108	93.9	89.9	4.0	0.0	—
5	12:10 - 13:10	4400	73	103.0	99.4	3.6	0.0	—
6	13:10 - 13:40	1730	58	106.1	99.3	6.8	0.0	—
7	13:40 - 14:10	1850	62	111.5	103.0	8.5	0.0	—
8	14:10 - 14:40	1890	63	107.8	103.0	4.8	0.0	—

附表－6 降雨流出水分析結果（降雨－3：a. プレハブ屋根）

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
* 1	15:30 - 15:45	9000	600	122.0	54.0	68.0	0.0	55.2
2	15:45 - 15:55	21300	2130	71.0	46.3	24.7	0.0	
3	15:55 - 16:05	13200	1320	47.9	31.5	16.4	0.0	
4	16:05 - 16:35	9200	307	53.6	42.0	11.6	0.0	
5	16:35 - 20:00	39500	193	24.2	19.0	5.2	0.0	
6	20:00 - 20:35	21000	600	43.5	37.8	5.7	0.0	
7	21:35 - 22:10	10900	311	31.6	20.2	11.4	0.0	
8	00:00 - 00:03	6900	2300	29.8	26.9	2.9	0.0	143
9	02:00 - 02:04	17200	4300	44.4	38.3	6.1	0.0	
10	04:00 - 04:03	12400	4133	25.0	19.6	5.4	0.0	
*11	06:00 - 06:02	8900	4450	15.5	9.8	5.7	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-7 降雨流出水分析結果 (降雨-3: b. コンクリート屋根)

No.	採水時刻	採水量		Total	濁質濃度 (mg/L)			50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)		<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
* 1	15:30 - 20:25	1570	5	518.0	500.0	18.0	0.0	28.6
2	20:25 - 20:35	2050	205	423.4	410.0	13.4	0.0	
3	20:35 - 20:45	6800	680	322.4	307.0	15.4	0.0	
4	20:55 - 21:00	8750	1750	167.3	162.0	5.3	0.0	
5	21:25 - 21:35	6200	620	188.1	185.0	3.1	0.0	
6	22:25 - 22:35	5100	510	192.1	187.0	5.1	0.0	
7	23:45 - 00:00	7220	481	189.0	180.0	9.0	0.0	
8	00:25 - 00:42	6900	406	145.9	142.0	3.9	0.0	
9	01:25 - 02:10	9400	209	164.5	153.0	11.5	0.0	
10	02:25 - 02:29	6530	1633	116.2	110.0	6.2	0.0	
11	03:25 - 03:27	6900	3450	99.0	82.7	16.3	0.0	41.8
* 12	05:25 - 05:27	6100	3050	62.0	56.7	5.3	0.0	
13	07:25 - 07:28	5700	1900	58.5	54.6	3.9	0.0	
14	09:25 - 90秒間	4550	3033	50.5	47.1	3.4	0.0	
15	11:25 - 90秒間	6800	4533	61.4	57.0	4.4	0.0	
16	13:25 - 13:26	5900	5900	26.4	22.4	4.0	0.0	
17	15:25 - 15:28	4770	1590	56.3	51.8	4.5	0.0	
18	17:25 - 17:30	3120	624	55.1	52.2	2.9	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-8 降雨流出水分析結果 (降雨-3 : c. 駐車場)

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
* 1	15:35 - 16:15	10800	270	677.7	0.0	675.0	2.7	130
* 2	16:20 - 20:10	6200	27	558.5	108.0	450.0	0.5	153
3	20:10 - 20:50	12600	315	927.7	0.0	908.0	19.7	
4	20:50 - 20:53	12600	4200	739.4	0.0	732.0	7.4	
5	21:00 - 21:03	12600	4200	378.0	40.0	338.0	0.0	
6	21:10 - 21:20	3400	340	95.7	10.7	85.0	0.0	
7	22:15 - 22:20	3000	600	174.0	46.0	128.0	0.0	
8	23:40 - 23:43	12600	4200	325.9	0.0	309.0	16.9	
9	02:10 - 02:12	4000	2000	112.0	48.6	63.4	0.0	
*10	04:10 - 04:12	3000	1500	75.0	6.5	68.5	0.0	
11	06:10 - 15秒間	5500	22000	62.4	1.5	52.0	8.9	66.2
12	08:00 - 30秒間	5400	10800	43.0	0.0	43.0	0.0	
13	10:00 - 10:02	4600	2300	28.0	7.3	20.7	0.0	
14	12:00 - 30秒間	5000	10000	18.0	2.0	16.0	0.0	
15	14:00 - 30秒間	4900	9800	31.0	1.2	29.8	0.0	
16	16:00 - 16:05	4600	920	9.0	3.9	5.1	0.0	
17	18:00 - 18:03	3950	1317	30.0	19.2	10.8	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-9 降雨流出水分析結果（降雨-3：d-1. 主に芝地）

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
*1	15:30 - 05:00	3260	4	327.5	157.0	154.0	16.5	611
2	05:00 - 06:30	3450	38	173.5	149.0	23.3	1.2	
3	06:30 - 07:00	2650	88	194.9	163.0	31.3	0.6	
4	07:00 - 07:30	1700	57	168.5	147.0	19.5	2.0	
5	07:30 - 08:30	4600	77	153.1	139.0	13.8	0.3	
*6	09:30 - 13:30	1500	6	171.0	119.0	50.4	1.6	148
7	13:30 - 14:30	5300	88	100.0	79.0	17.8	3.2	
8	14:30 - 17:30	620	3	131.0	99.1	31.9	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-10 降雨流出水分析結果（降雨-3：d-2. 主に裸地）

No.	採水時刻	採水量		濁質濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
*1	9:30			581.0	18.0	563.0	0.0	39.1
*2	13:30	2200.0	—	1360.0	0.0	1360.0	0.0	58.7
3	14:30	1200.0	—	277.0	22.0	255.0	0.0	—

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-11 降雨流出水分析結果 (降雨-4: a. プレハブ屋根)

No.	採水時刻	採水量		流出濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
*1	20:55 - 21:05	15630	1563	85.9	72.1	13.8	0.0	171
2	21:25 - 21:35	20260	2026	57.0	38.8	18.2	0.0	
3	21:35 - 21:40	11400	2280	37.0	32.0	5.0	0.0	
4	21:45 - 21:50	16330	3266	36.0	27.6	8.4	0.0	
5	21:55 - 21:57	17720	8860	13.0	8.6	4.4	0.0	
6	22:05 - 22:07	25000	12500	15.0	10.8	4.2	0.0	
7	22:25 - 23:55	10350	115	35.0	30.0	5.0	0.0	
8	23:55 - 01:42	27980	261	49.0	43.8	5.2	0.0	
9	01:55 - 02:00	20700	4140	81.0	79.0	2.0	0.0	
10	02:55 - 03:09	19700	1407	19.0	14.8	4.2	0.0	
11	03:55 - 04:25	5730	191	15.0	10.8	4.2	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-12 降雨流出水分析結果 (降雨-4: b. コンクリート屋根)

No.	採水時刻	採水量		流出濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
*1	20:55 - 21:55	8250	137.5	139.0	99.2	39.8	0.0	449
2	21:57 - 30秒	7000	14000.0	46.0	39.0	7.0	0.0	
3	22:06 - 22:07	5800	5800.0	377.0	372.0	4.6	0.0	
4	22:17 - 22:20	4000	1333.3	76.8	75.2	1.6	0.0	
5	23:55 - 00:50	1720	31.3	151.0	149.0	2.4	0.0	
6	00:55 - 01:47	6850	131.7	160.0	152.0	7.6	0.0	
7	01:55 - 01:56	5150	5150.0	97.9	92.1	5.8	0.0	
8	02:55 - 02:57	6700	3350.0	95.9	93.1	2.8	0.0	
9	03:55 - 03:57	3500	1750.0	56.4	54.2	2.2	0.0	
10	04:55 - 05:50	2200	40.0	114.0	110.0	3.6	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-13 降雨流出水分析結果 (降雨-4 : c. 駐車場)

No.	採水時刻	採水量		流出濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1μm	1μm-2mm	>2mm	
1	21:32 - 21:35	13100	4367	118.0	89.4	28.6	0.0	81.4
2	21:42 - 21:48	6080	1013	90.6	63.8	26.8	0.0	
3	21:52 - 21:53	13300	13300	240.0	30.0	210.0	0.0	
4	22:03 - 22:08	13300	2660	111.0	12.4	98.6	0.0	
5	01:37 - 01:42	13000	2600	315.0	46.0	269.0	0.0	
6	01:55 - 01:57	13000	6500	121.0	63.2	57.8	0.0	
7	02:55 - 02:56	6320	6320	54.2	27.6	26.6	0.0	
* 8	03:12 - 03:13	10600	10600	323.0	67.0	256.0	0.0	
9	03:24 - 03:26	7350	3675	114.0	59.7	54.3	0.0	
10	03:36 - 10秒間	13300	79800	114.0	44.0	70.0	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-14 降雨流出水分析結果 (降雨-4 : d-1. 主に芝地)

No.	採水時刻	採水量		流出濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1μm	1μm-2mm	>2mm	
*1	20:55 - 03:40	13300	32.8	158.0	100.0	57.8	0.0	179
2	03:40 - 04:10	2000	66.7	90.0	67.5	22.5	0.0	

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

附表-15 降雨流出水分析結果（降雨-4：d-2. 主に裸地）

No.	採水時刻	採水量		流出濃度 (mg/L)				50% 粒径 (μm)
		(mL)	(mL/min)	Total	<1 μm	1 μm -2mm	>2mm	
*1	3:45	—	—	8520	550	6870	1100	61.9

注) *は粒度分布測定対象検体を示す。

浸透型施設に流入する
濁質調査

I S S N 0 3 8 6 - 5 8 7 8

土木研究所資料第2975号

平成3年3月(1991年)

総合治水研究室 室長 吉本 俊裕
研究員 海野 仁
下家 時洋
馬場 隆司

要 旨

本報告書は、浸透型流出抑制施設の目づまりの原因と考えられている
流入水の濁質を現地で採取し、その分析結果をもとに実態をまとめたも
のである。

キーワード：浸透型流出抑制施設、目づまり物質、降下ばいじん、
降雨流出水

郵便はがき

3 0 5 - □ □

四十一円切
手をはって
下さい

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所
総合治水研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2975号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印

土木研究所資料第 2975 号