

道路浸透ますに関する調査研究
Investigation of Road Infiltration Wells

東京都建設局河川部 松 岡 寿 Hisashi MATUOKA
東京都土木技術研究所 土 屋 十 圀 Mitukuni TUTIYA, 山 本 弥 四 郎 Yasirou YAMAMOTO
東京都土木技術研究所 和 泉 清 Kiyoshi IZUMI, 小 川 進 Susumu OGAWA

The river and sewerage reconstruction to reduce the flood damage in Tokyo have been doing. In process of time, it was found that overall flood control in the catchment area was very effective to developed region. In this paper, investigation of road infiltration wells made in many places in Tokyo is written conclusively about it's design, test, effect of flood control and so on. Seepage flow of lateral road infiltration wells is much more than 100 l/min, and by setting this well, decrease of runoff ratio is about 20%, if sewerage reconstruction proceeds in future.

Several subjects concerning road infiltration wells are not satisfactory solved yet. For example, they are filtering of contaminative rainfall on the road, underground soil pollution, and subsidence of the road surface due to infiltration flow.

KEYWORDS: overall flood control, road infiltration well, runoff ratio, deviding drainage.

1. 東京都における総合的な治水対策

東京都では、集中豪雨等異常降雨による水害を防止、軽減するため、都内の総合治水対策特定河川以外の河川についても、都独自の方策を検討しようとしている。そのため、被害の著しい地域、及びその背後地域における総合的な治水対策について検討し、併せて生活環境の保全に資することを目的として、昭和56年11月に関係各局で構成する「総合治水対策連絡会」を発足させた。その後、57年6月、都知事は、総合的な治水対策の推進についての基本方針を決定した。

これに基づき、58年7月に「総合治水対策流域貯留・浸透事業実施要綱」を定めるとともに、先導的、試行的に雨水の貯留・浸透施設を東京都所管の施設へ設置する事業を開始した。昭和63年度現在までにほぼ、全庁的に事業実施している。

2. 道路浸透ますの位置づけ

このような全庁的な動きに先立ち、建設局では、流域対策を進めるための方策について検討していた。

そこで、神田川、目黒川などの都市河川流域に占める全道路面積の割合は、1割強あり、他の公共施設よりも比率が高いこと。路面が不透水性の舗装であれば、降雨量のほぼ全量がそのまま河川に流出して来るので、道路面からの流出を減少できれば、治水対策上の効果が大きくなることを考え、従来から試験的に実施していた透水性舗装による流出抑制に加え、路面の雨水を集め街渠ますを利用する道路浸透ますを新たに考案した。

道路浸透ますに関しては、その構造、流出抑制効果、施設周辺へ与える影響や水質など未知な部分が多くその特性についての調査、研究が昭和57年度から始められた。設置箇所等を図-1に示す。

3. 道路浸透ますの特徴

この構造の特徴は、豪雨時の路面排水を大量に地中へ流入できるよう、また、地中に浸透させる路面排水を可能な限りきれいな水にできるように工夫していることである。

この2点を主にして、逐次、以下のような改良を進めてきた。

②豪雨時のみ、路面排水を地中に大量流入するように、小降雨時には、全て導水管を経て下水道へ流れるように街渠ます内での分流の際、連絡孔の敷高を導水管の敷高より3cm高くした。また、分流率を上げるため、連絡孔の形状を矩形にし、その幅を35cmにその構造を示す。

③浸透管を経て地中に浸透する箇所は、地表に近い所とし、貯留空間、接触面積が「たて型」道路浸透ますより大きい「よこ型」を標準とした。

④降雨初期の路面排水は、汚れの度合いも大きいから、連絡孔を経て流れてきた水中の土砂分を沈澱槽内に沈澱させるようにした。また、沈澱槽の蓋は、路面排水を入れないように落下穴のないものとした。

⑤沈澱槽内の連結管前面に「ごみ除去フィルター」を取りつけ、木の葉、タバコの吸がら等の比較的大きいごみを除去するようにした。連結管を経て浸透管から流入する段階で「特殊フィルター」を設置し、さらにSS、有機物、重金属等の除去に努めている。(図一)

⑥地中に浸透する直前では、碎石部分を通過させ、碎石による水質浄化作用を期待している。また、碎石の下には、活性炭を敷き、より以上の水質浄化を狙っている。

以上のように、目詰り防止、洪水防衛、水質改善に努め、さらに土壌の浄化作用も期待して道路浸透ます

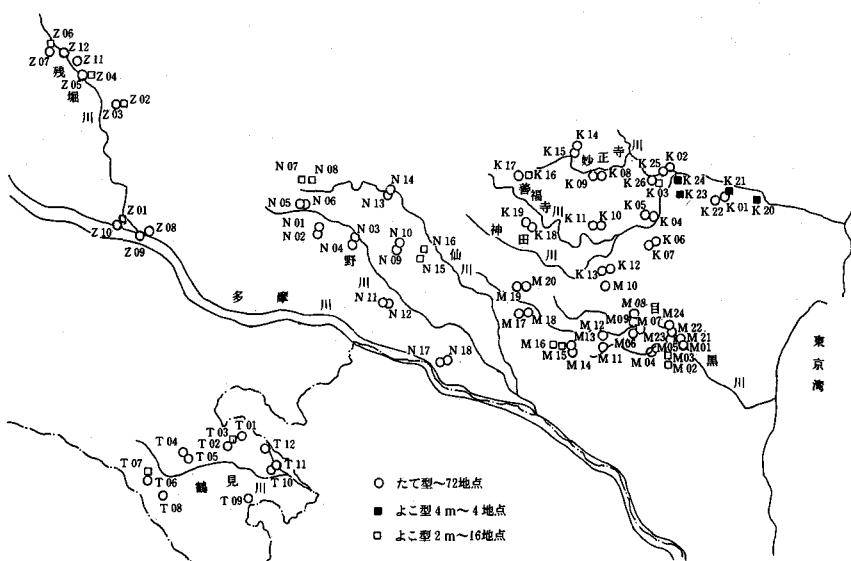


図-1 調査研究用道路浸透ますの設置箇所

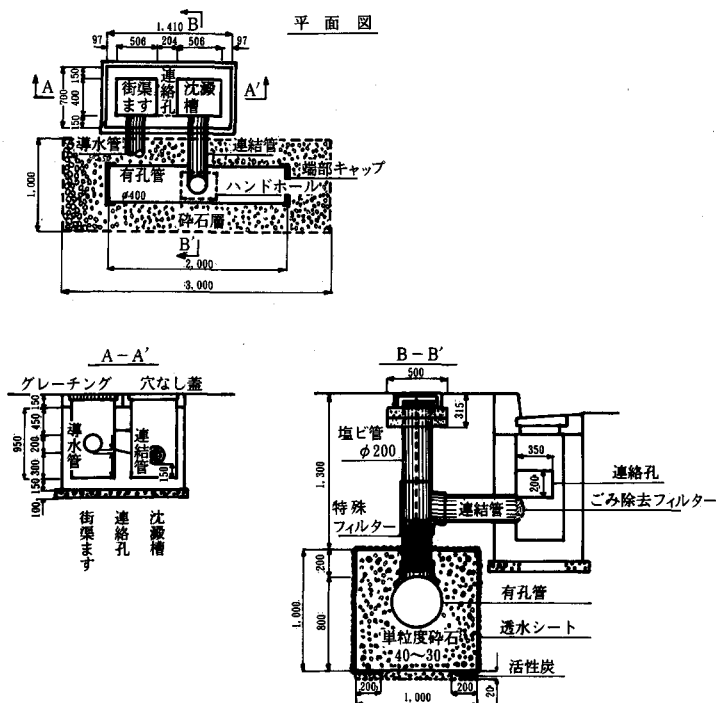


図-2 道路浸透ますの構造

属等の除去に努めている。(図-3 ごみ除去フィルター、図-4 特殊フィルター参照)

⑥地中に浸透する直前では、碎石部分を通過させ、碎石による水質浄化作用を期待している。また、碎石の下には、活性炭を敷き、より以上の水質浄化を狙っている。

以上のように、目詰り防止、洪水防衛、水質改善に努め、さらに土壌の浄化作用も期待して道路浸透ます

の構造を定めている。

4. よこ型道路浸透ますの浸透量

設置されたよこ型道路浸透ますの浸透量を次のようにして測定した。

給水車によって、浸透ます内に水道水を供給し、水位が連結管々底になって、定常となった時の流量を浸透量とした。浸透量を経年的に調査した結果を表-1に示す。なお、同表に推定値が示されているが、給水量が十分でなく、浸透ます内水位が管底に達しなかった場合についてのものであり、給水量-水位曲線から推定した値である。

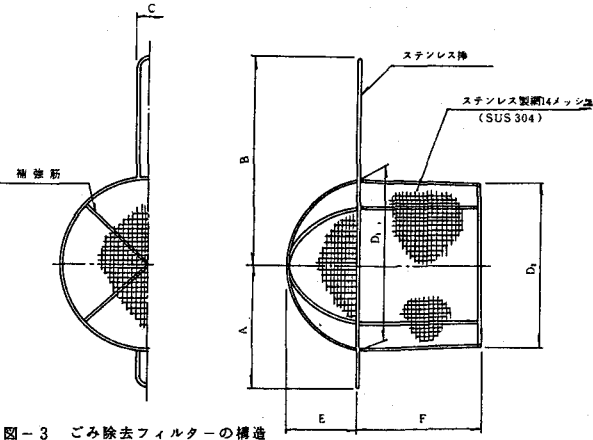


図-3 ごみ除去フィルターの構造

表-1 「よこ型」浸透ますの浸透量の経年変化

道路浸透ますの設置箇所				単位 ℓ/min			
流域	番号	住 所	地 質	58年度 (推定)	59年度 (推定)	60年度 (管底まで水位)	61年度 (管底まで水位)
目黒川	N-03	目黒区五本木二丁目	ローム	173	300以上	180	182
野川	N-07	小金井市貫井北町二丁目	ローム	187	159	187	182
野川	N-08	小金井市貫井北町二丁目	ローム	181	137	180	168
野川	N-15	調布市深大寺町	ローム	47	300以上	110	106
野川	N-16	調布市深大寺町	ローム	300以上	215	120	112
豊田川	T-03	町田市鶴川4丁目	ローム	80	138	171	168
豊田川	T-07	町田市忠生4丁目	ローム	300以上	267	140	129

5. 道路浸透ますへの分流特性実験

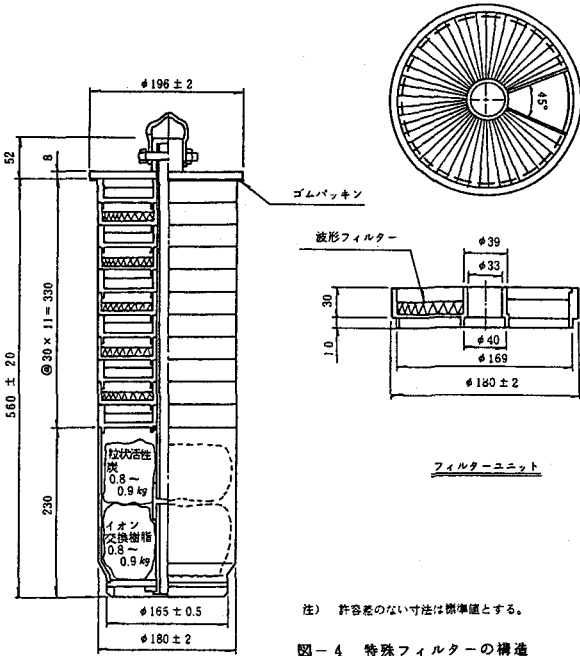
路面排水の街渠ます内における導水管（下水道へ流れる）と浸透管側（連絡孔を通じて沈澱槽へ流れる）への分流特性実験はアクリル製の実物大模型で行った。

ここで、導水管々底高と連絡孔敷高との差3cmについては、路面排水の降雨初期における汚水を浸透管側へ入れないこと、降雨強度20mm/hr程度から浸透管へ流入させること、及び50mm/hr降雨に対し、街渠ますへの流入量の4割程度を浸透管に流入させるため、実験に基づいて定めたものである。

実験の方法は、道路路面への流量を一定とし、その時の街渠ますから導水管への分流量を測定した。実験結果を図-5に示す。50mm/hr降雨に対する街渠ますへの流入量は、167 ℓ/min であり、77 ℓ/min が浸透管に分流することになる。約46%の分流率である。

よこ型道路浸透ますの土中への浸透量は、100 ℓ/min 以上あり、十分浸透できる分流量である。

なお、浸透管へ流入する降雨強度は20mm/hr程度以上からであり、都土木技術研究所（港区港南）の降雨データによると、年3回程度、浸透管に路面排水が流入することになる。



注) 許容差のない寸法は標準値とする。

図-4 特殊フィルターの構造

6. 地中状態変化による浸透量の算定

飽和—不飽和非定常浸透流の状況をFEMを用い、解析した。

有限要素法の定式化については、「有限要素法による飽和—不飽和浸透流の解析」：土木学会論文集第246号、1977年、赤井浩一、大西有三、西垣 誠によった。対象とする区域は、幅7.1 m、深さ3.0 mである。分割は、節点数499、要素数710、土質は、関東ローム、黒ボク、埋戻山砂であり、黒ボクについては、乱した試料と乱さない試料とした。

体積含水率と透水係数、及び吸引圧（PF値）との関係を表—2、表—3に示す値と仮定した。地下水位は一定とし、砕石面下1.1 mとした。砕石内水位は、最初の30分で0.8 m上昇し、その後30分間一定で、注水停止後10分で0.8 m下降するものとした。初期の体積含水

率は、それぞれの土質空隙率の0.4倍とした。

出力項目は、各節点の全水頭、圧力水頭、流量；不飽和節点とその体積含水率；及び各要素での速度である。

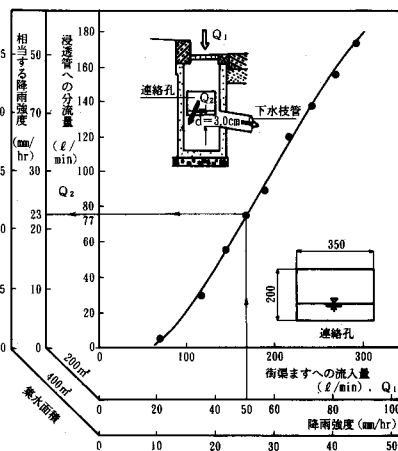
計算結果の一部を図—5に示す。

注水してから、浸潤面が徐々に大きくなり、注水停止後、砕石部下から不飽和状態となっていく様子が判る。

また、流量の変化を図—7に示す。砕石部から土中に流出して行く流量は、注水開始後30分で最大となり、その後、減少し出し、注水停止後10分で0となる。一方、地下水面に流入して来る流量は、注水開始時は小さいが徐々に増大し出し、注水停止時に最大となりその後、減少して行き停止後、1時間経って

表—2 体積含水率と透水係数

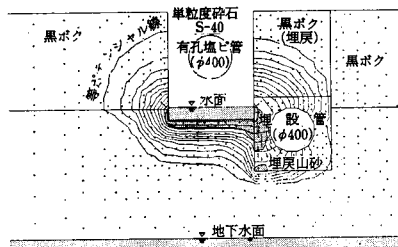
ローム	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7
透水係数	cm/s	0.0	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-3}	2×10^{-3}	8×10^{-3}	1.0×10^{-2}
黒ボク	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8
透水係数	cm/s	0.0	2.0×10^{-4}	1.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}	7.0×10^{-3}	1.0×10^{-2}
埋戻山砂	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	
透水係数	cm/s	0.0	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-2}	2.0×10^{-2}	
埋戻山砂	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	
透水係数	cm/s	0.0	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-2}	2.0×10^{-2}	



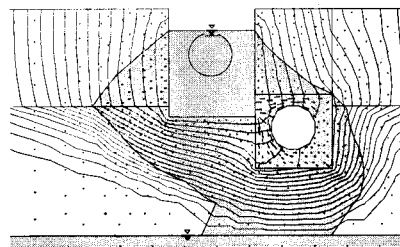
図—5 分流量と降雨強度、集水面積との関係

表—3 体積含水率と吸引圧（PF値）

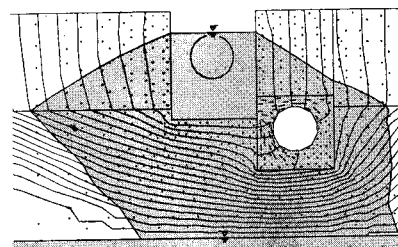
ローム	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7
吸引圧		3.3	2.5	2.0	1.0	0.7	—
黒ボク	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8
吸引圧		3.0	2.7	2.0	1.0	0.5	—
埋戻山砂	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	
吸引圧		3.2	2.9	2.0	0.9	—	
埋戻山砂	体積含水率	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6	
吸引圧		2.7	2.0	1.3	0.7	—	



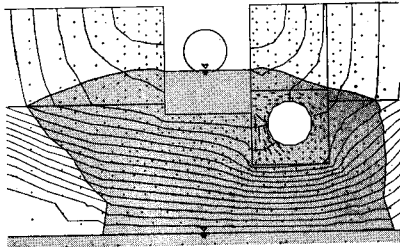
図—6 (1) 浸潤線等の時間的変化
注水5分後



図—6 (2) 浸潤線等の時間的変化
注水30分後



図—6 (3) 浸潤線等の時間的変化
注水60分後



図—6 (4) 浸潤線等の時間的変化
注水停止後5分

も未だかなりの量が地下水水面に流入して行く様子が判る。これは、土中に貯留されている水分が、徐々に抜けて行くことを現しており全部の水がなくなるには、かなりの時間を要する。

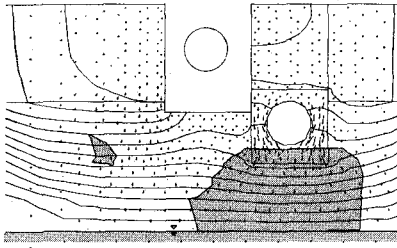


図-6 (5) 浸潤線等の時間的変化
注水停止後30分

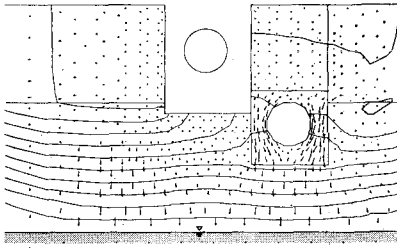


図-6 (6) 浸潤線等の時間的変化
注水停止後60分

7. 流出抑制効果の推定

有効降雨、土地利用状況、下水道整備率、道路浸透ます配置、道路浸透ますの分流特性を計算条件に入れ、特性曲線法による流出計算を行った結果の1例を図-8に示す。

道路浸透ますが整備されるにつれ、流出量が減少することが明らかである。なお、現況の土地利用状況は、道路面積 0.7km²、宅地 5.4km²、緑地 5.8km²であり、将来はそれが、それぞれ 1.2km²、8.3km²、及び 2.4km²になるものと仮定している。

道路浸透ますの設置によって、流出量が減少することは明らかである。将来でみると整備率 0%と100%とでは、約23%の流出量の低減が図られる。

8. 今後の課題

本報告は、都建設局が流域抑制対策の一つとして、公共施設の都道に道路浸透ますを設置するための基礎的研究の内、浸透量、流出抑制効果を述べた。紙面の関係でますへの路面排水の水質、ます内の堆積物、各種フィルターの効果、土壌による水質浄化、道路浸透ますの維持管理、浸透管周辺の土壌微生物の現況等については割愛し、本研究に関して残した課題を以下述べる。

①新形式の道路浸透ます

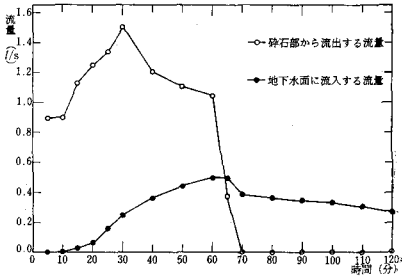


図-7 流量の変化

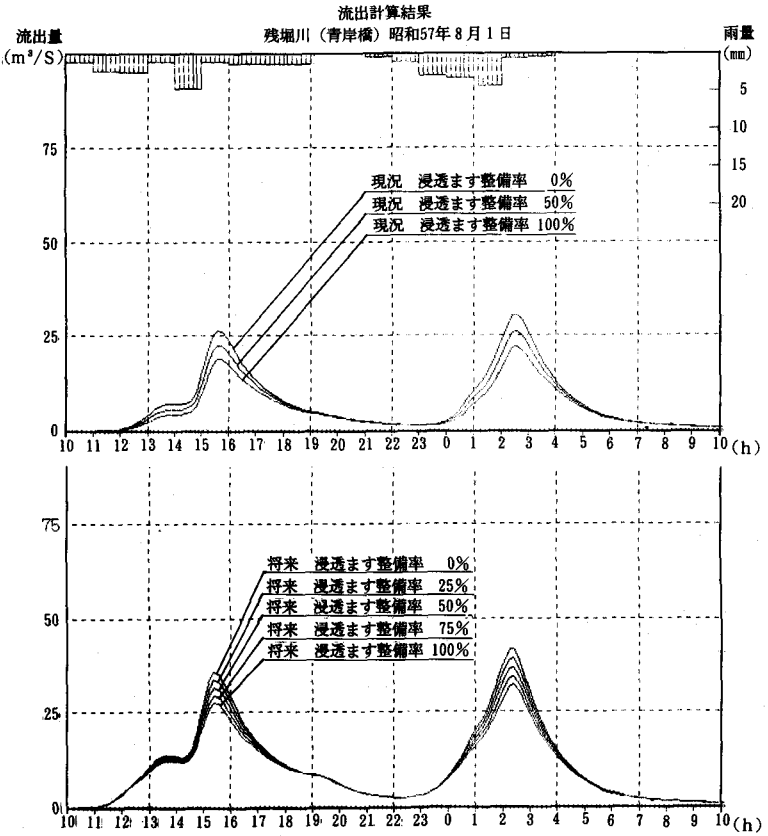


図-8 流出抑制計算結果

今まで実施してきた道路浸透ますに対し、場所的制約を受ける地点や、極めて汚染物の多い場所での浸透ますの形式を開発しなければならない。例えば、車道上のL型側溝下に設置することや、沈澱槽の大きな形式を採用することなどである。

②特殊フィルター

特殊フィルターは、現在使用されているものは、高度の水質浄化を期待できない。一方、フィルターの透水能については、浄化能力を向上させるにつれて低下する傾向にある。従って、これら相反する目的を同時に満足させる特殊フィルターの開発が要求されている。

③土壌の水質浄化

路面や街渠ます内には汚濁物が堆積しており、降雨時に地中に流入する恐れがある。特に、トリクロロエチレン等の有機塩素化合物の降雨時の挙動の詳細は、不明な点が多い。そのため、SS等の水質項目と同時にこれら有機塩素化合物の地下水質、土壌に及ぼす影響を調査し、浸透土壌による浄化がどの程度なのか、実験的に調査する必要がある。

④目詰まり防止

フィルターの目詰まりは、フィルター効果が表れたとみなせるが、反対に透水量が減少し、流出抑制効果を低くすることになる。従って、フィルターの改良を行うことは勿論、周辺土壌中の目詰まり物質を除去させるか、消滅させることが必要となる。この場合、浸透管周辺碎石、土壌中の微生物の動きを活発にさせ、それによって小昆虫の育成を促すことも一考であり、これら生物的作用に関する研究を進めることが必要となっている。

⑤流出抑制効果

道路浸透ます設置による河道への流出抑制効果の推定式を検証するために、基準点での流量観測が続けられなければならない。また、下水道が満管になった場合の浸透管への分流量の実験、調査が必要であり、この結果を用いて、推定式のパラメータを変更することも検討しなければならない。これらの調査、観測結果から、流出抑制式の検証を行い適正な推定式になるよう、今後とも研究を続ける必要がある。

⑥施設の恒久化への対応と普及

道路浸透ますを造ってからの年数も浅く、今後どのように構造体に変化して行くか不明な点が多い。従って、施設の更新方法などを検討課題としつつ、総合的な治水対策としての効果を保つための構造、材料、維持管理等の検討が必要である。

道路浸透ますに関する調査、研究結果を基に、個人住宅への応用、普及を図らねばならない。その場合、浸透ますの規模、構造を変更しなければならず、また、集水方法も検討しなければならない。これらの問題を解決するために、調査、実験が必要である。

⑦路面陥没

現在のところ、浸透ます設置が原因で、沈下が生じた例はない。また、計算上からも土粒子を流動させる浸透流速は生じない。しかしながら、施工上において埋戻土の締固め、転圧が不十分である場合、沈下が生じたケースもあり、十分な施工管理が要求される。

同時に、小動物や植物の根による細孔が生じることが観察されており、この細孔を水径としてかなり早い流速が生じることが予想される。従って、将来、沈下が起こることも想定しなければならないため、今後とも、浸透ます周辺状況の観察を続けて行く必要がある。

以上のように、今後の検討課題も多く、道路浸透ますに関する調査研究は、やっと緒に着いたばかりの感がある。しかし、6年間の調査研究から、道路浸透ますの基本的な問題に対し、ある程度の解を得たものと考えている。