

# 環境に配慮した浸透側溝の検討 —建設コスト縮減と環境維持の両立を目指して—

寒地土木研究所 寒地地盤チーム ○安達 隆征  
西本 聡  
佐藤 厚子

道路側溝は、通常、法面小段部や法尻にUトラフ側溝を敷設し、流末としての既設排水路まで導水する形式になっている。この場合、下流側の側溝断面が流量によって大きくなってしまふ。そこで、材質を砕石やホタテの貝殻等の排水性に優れたもの(浸透側溝)を設置し、側溝自体で表面水を地盤内へ浸透させることを試みた。この浸透側溝により、流量が少なくなり、側溝断面を大きくする必要がないことから、建設コスト縮減につながる。また、より自然な形に戻すことになるので、環境に配慮した排水構造と言える。本検討は、この浸透側溝の効果を立証するため、現場での試験施工を行い、目視観測や計器観測の結果を考察したものである。

キーワード：浸透、側溝、環境、コスト

## 1. はじめに

道路側溝は、雨水等による表面水を、道路敷地内で処理することになっており、通常、法面小段部や法尻にUトラフ側溝を敷設し、流末として既設の排水路等まで導水する形式になっている。この形式では、流量計算上、下流側の水路断面が大きくなり、道路を横断する場合には、そのカルバートの断面も大きくなってしまふ。また、下流側に大きな流量を集水することになるので、降雨災害の原因になっていることもある。さらに、北海道のような寒冷地では、コンクリート製Uトラフの凍上被害例も数多く報告されている。

道路敷地内に流末排水路がない場合は、浸透柵により対処していることもある。浸透柵の設置についての地盤条件は、表層付近に透水性の比較的良好な層が存在することである。すなわち、その前後のUトラフ側溝設置区間においても浸透性は期待できる。

そこで、道路側溝を透水性が良好な地盤が分布する区間において、材質を砕石やホタテの貝殻等の排水性に優れた構造(浸透側溝)にし、表面水を側溝自体で地盤内へ浸透させることを試みた。Uトラフで導水するのに比べて流量が少なくなり、水路断面は小さくなるので、建設コスト縮減につながる。

また、浸透側溝は、自然で健全な水循環系を維持し、小動物の転落被害も防げられることから、環境に配慮した排水機能であると言える。

以上のことから、建設コスト縮減と環境維持の両立を目指すことを目的とし、本検討では、浸透側溝の効果を立証するため、現場での試験施工を行い、目視観測や計器観測の結果を考察したものである。

## 2. 浸透施設の適用条件

試験施工を行う前に、浸透施設についての適用条件をまとめた。

### (1) 浸透施設設置禁止範囲

浸透施設の設置によって、法面崩壊を引き起こす恐れのある斜面(切土斜面、盛土斜面)近傍部において、浸透施設設置禁止範囲が規定されている<sup>1)</sup>。

平成18年9月の改訂で、斜面近傍部の浸透施設設置禁止範囲が見直され、施設普及の妨げにならないように配慮された。

これまで、法肩または法尻から、斜面高の2倍の長さ(2H)の距離までは、一律に浸透施設を設置してはならなかったが、今回の見直しにより、図-1に示す内容になった。

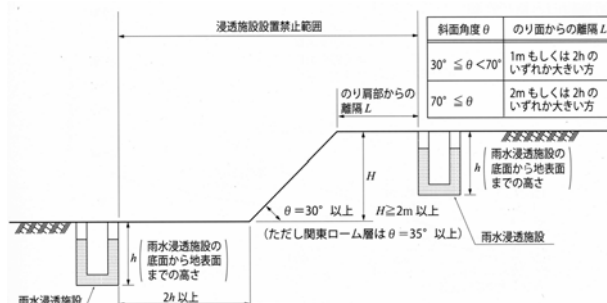


図-1 斜面近傍部の浸透施設設置禁止範囲の目安<sup>1)</sup>

この図から、浸透施設の底面から地表面までの高さの2倍の長さ(2h)の距離までが、斜面近傍部の浸透施設設置禁止範囲となった。この目安は、斜面高Hが2m以上、かつ

斜面角度  $\theta=30^\circ$  以上(関東ロームは  $\theta=35^\circ$  以上)の場合に適用する。尚、斜面高が2m以下の場合は、法肩から1m離すことを目安とする。

このことから、斜面近傍部の浸透施設禁止範囲が以前より狭くなり、浸透施設の実用性が高まった。

## (2) 土質からの判断

下記のように、透水性があまり期待できない土質については、設置可能区域から除外する<sup>3)</sup>。

- a) 透水係数が  $10^{-7}$ m/sより小さい場合
- b) 空気間隙率が10%以下で、土が良く締固まった状態
- c) 粒径分布において、粘土の占める割合が40%以上(ただし、火山灰風化物いわゆる関東ローム層は除く)のもの

## (3) 地下水位からの判断

地下水位が高い地域では、浸透能力が減少することが予想される。特に低地では降雨によって地下水が敏感に上昇する場合があります、浸透能力は影響を受ける。

浸透能力への影響度合いは、地下水位と浸透施設の底面との距離によって決まり、その距離が底面から0.5m以上あれば、浸透能力が期待できるものとして検討の対象とする<sup>2)</sup>。

## 3. 試験施工の概要

H16~19年度に、網走管内の5箇所(丸瀬布、秋田、卯原内、田中、朱円)で、浸透側溝が設置された。設置箇所を図-2に示す。

### (1) 浸透側溝の断面

浸透側溝の断面は、流末排水の機能を確保することを前提に、U300Bトラフ以上の流量断面にした。

丸瀬布、秋田、卯原内、田中では、図-3に示す形状の違う一般型3タイプを、それぞれ約20mづつ直列に設置(写真-1)した。いずれのタイプも、フレキシブル性のあ



図-2 浸透側溝の設置箇所図

る特殊フトンカゴを用い、浸透性のある80mm級の碎石を入れた。

朱円では、雑草の浸食等による浸透機能の低下を抑制することを目的とし、一般型のAタイプの他に、図-4に示す防草型であるA-1タイプとA-2タイプをそれぞれ約20mづつ直列に設置した。A-1タイプは、Aタイプの底面に防草シートを張ったもので、A-2タイプは、Aタイプの中詰材を防草効果のあるホタテの貝殻に替えたものである。

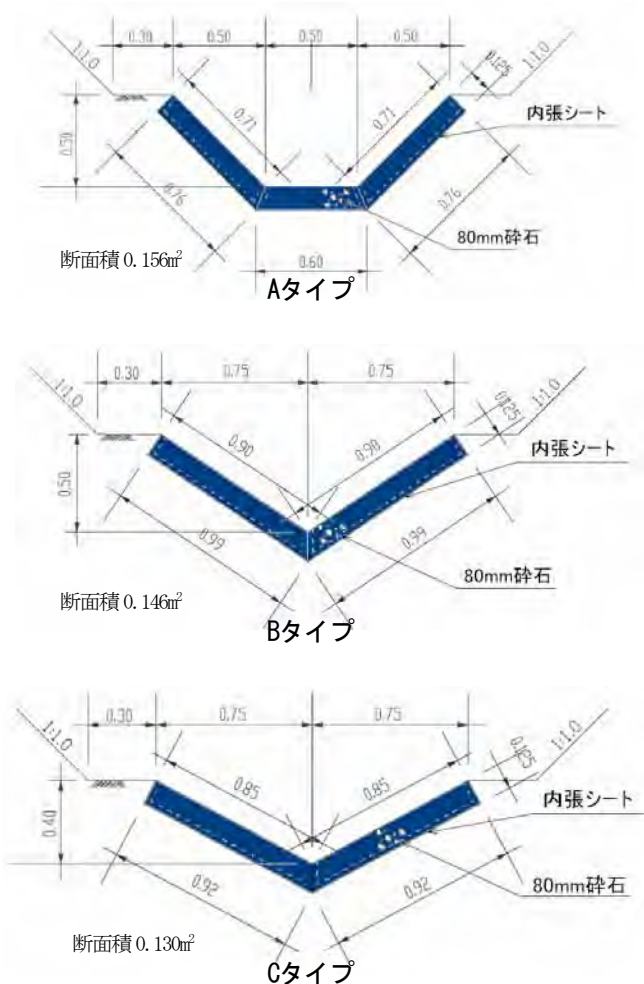


図-3 浸透側溝断面図(一般型)



写真-1 浸透側溝 AタイプとBタイプの繋ぎ目部



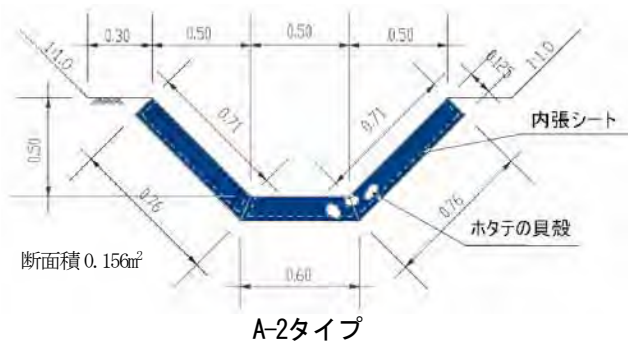
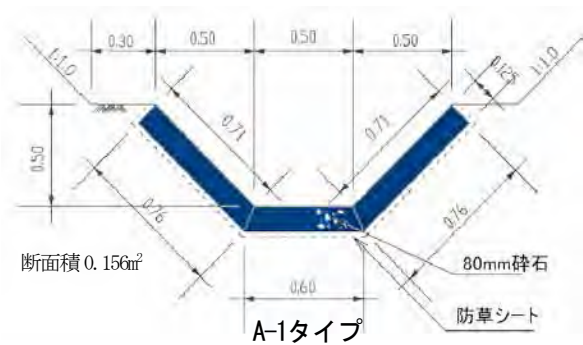


図-4 浸透側溝断面図(防草型)

## (2) 事前調査

試験対象箇所では、下記のa)、b)、c)を行った。

- a) ボーリング試験
- b) 粒度試験
- c) 浸透試験

## (3) 経過観測

- a) 目視観測

浸透側溝の表面的な浸透状況や、雑草の繁茂状況を把握するために、定期的に観測する。

- b) 土壌水分計の計測

地下の浸透状況を確認するため、土壌水分計を深さ方向に3点(GL-0.50m, GL-0.75m, GL-1.00m)設置し、常時計測する。丸瀬布に設置した。

- c) 水位計の計測

地下水位を把握するため、水位計を設置し、常時計測する。すべての試験施工箇所に設置し、朱円については、2箇所(一般型と防草型)設置した。

## 4. 試験結果と考察

### (1) 浸透側溝箇所の土質状況

事前調査結果を表-1に示す。

丸瀬布は砂礫層が厚く分布しており、細粒分が低いことから、透水係数が他と比べて高かった。また、地下水位も側溝底面から0.5m以上あり、浸透能力が良好であると推測できる。

秋田、卯原内、田中は火山灰層が厚く分布しており、

透水係数、細粒分及び間隙率は規準値を満たしていた。また、地下水位は特に田中で低く、浸透能力は良好であると推測できる。卯原内は規準値を僅かながら満たしており、浸透能力に問題がないと推測できる。秋田はほぼ規準値と同じ値で、浸透能力に若干の懸念が残る。

朱円はシルト、泥炭層が厚く分布しており、他と比べ透水係数が小さく、地下水位も他と比べ高いため、浸透能力が懸念される。また、泥炭が混在しているため、正確な粒度を求めることができなかった。

表-1 浸透側溝設置箇所毎の事前調査結果

設置箇所	土質分布(m)	透水係数(m/sec)	細粒分(%)	間隙率(%)	側溝底面-地下水位間(m)
丸瀬布	礫混じり砂0.6 砂礫層3.0	1.00E-04	15.7	-	-0.9
秋田	腐植土0.2 火山灰3.5	1.00E-06	19.9	43.5	-0.5
卯原内	腐植土0.5 火山灰3.5	1.00E-06	24.2	53.1	-0.9
田中	腐植土0.3 火山灰4.0	4.00E-05	32.2	-	-4.0以上
朱円(一般)	腐植土1.0 シルト、泥炭4.0	4.50E-06	-	-	-0.3
朱円(防草)	腐植土0.9 シルト、泥炭4.0	4.50E-06	-	-	-0.2
規準値		1E-07m/sec以上	Fc<40	n>10	D<-0.5

※朱円(一般)、朱円(防草)の透水係数は、(社)雨水貯留浸透技術協会：雨水浸透施設技術指針[案], p.25の表 2-4を参考にしたものである。

### (2) 目視観測結果

目視観測結果を表-2に示す。

Aタイプ、Bタイプ、Cタイプのそれぞれの浸透状況や変状及び雑草状況において、明確な差異は見られなかった。よって、最も材料コストの低いCタイプが経済的であると言える。

すべての浸透側溝に変状や損傷はなく、丸瀬布で設置から5年近く経過していることから、耐久性に問題はないと言える。

丸瀬布、卯原内、田中では、雨天日の翌日も乾いており、浸透状況は良好であると言える(写真-2)。

表-2 浸透側溝設置箇所毎の目視観測結果

設置箇所	設置タイプ	設置年度	浸透状況		側溝の変状	雑草状況
			平常時	雨天日の翌日		
丸瀬布	A,B,C	H16	乾いている	乾いている	なし	夏場に掛けて繁茂する
秋田	A,B,C	H17	流末側だけ湿っている	流末側だけ水が溜まる	なし	夏場に掛けて繁茂する
卯原内	A,B,C	H17	乾いている	乾いている	なし	夏場に掛けて繁茂する
田中	A,B,C	H18	乾いている	乾いている	なし	夏場に掛けて繁茂する
朱円(一般)	A	H19	常時流量がある(深さ約20cm)		なし	夏場に掛けて繁茂する
朱円(防草)	A-1A-2	H19	常時流量がある(深さ約20cm)		なし	一般型よりは繁茂していない



写真-2 丸瀬布



写真-3 秋田

秋田は、流末側に湿り気や水溜まりが確認されたが、次第に浸透して行くので、排水機能としては、問題はないと言える(写真-3)。

朱円は、常時深さ2cm程度の流量があり、浸透状況は良いとは言えないが、流末につなぐ排水機能は果たしている。事前の地下水位調査結果(表-1)からもわかるように、側溝底面から地下水位までの深さが0.5m未満で、他と比べて浅い。よって、地下水位が浸透能力に与える影響は大きいと言える。

全般的に浸透側溝から雑草が繁茂していた。春から夏にかけて成長し、晩秋になると浸透側溝底面に枯葉が堆積していた。また、一部の湿り気があるところでは、コケ類が生えていることも確認できた。しかしながら、朱円以外では、雨天日の翌日でも、浸透側溝の底面が乾き、透水が確認できることから、雑草が浸透能力に及ぼす影響は少ないと言える。

朱円の防草型は、一般型に比べ、浸透側溝側面で雑草が繁茂していなかったため、防草シートやホタテの貝殻には、防草効果があると言える(写真-4)。

また、景観的に緑が多くなるので、自然に近い排水側溝が実現できる。側溝の側面は勾配があるため、小動物の転落防止も防げられると思われる。



※上からA, A-1, A-2タイプ

写真-4 朱円

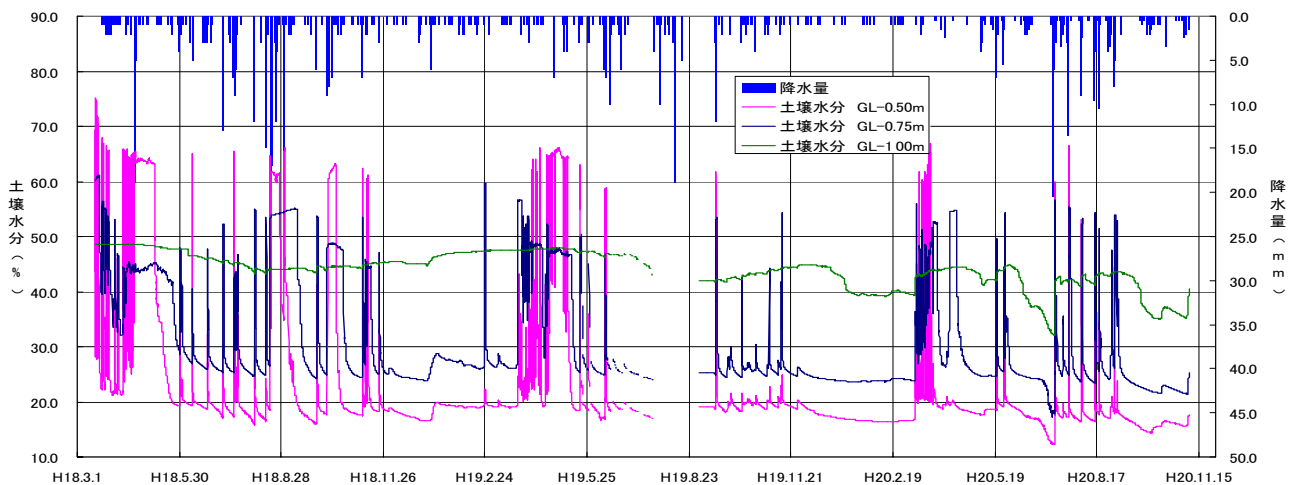


図-5 土壌水分と降雨量①(丸瀬布)



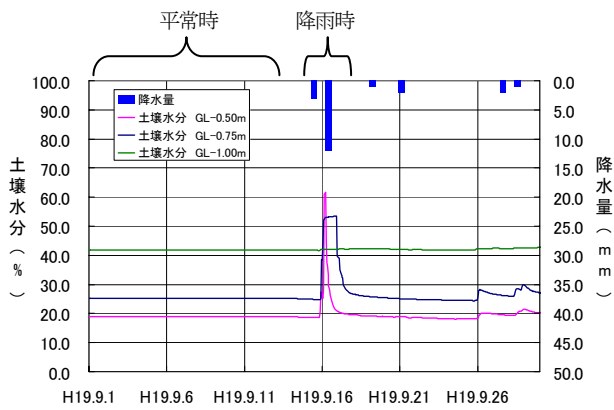


図-6 土壌水分と降雨量①(丸瀬布)

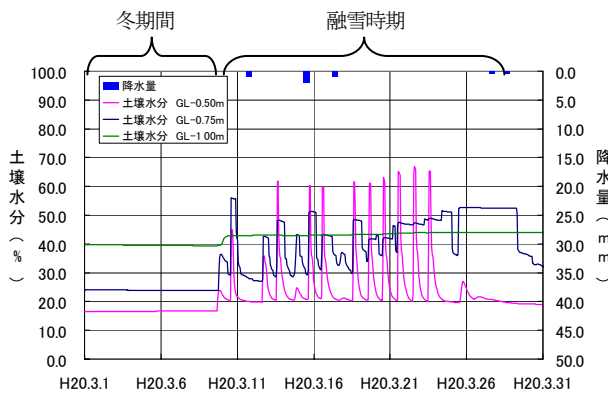


図-7 土壌水分と降雨量②(丸瀬布)

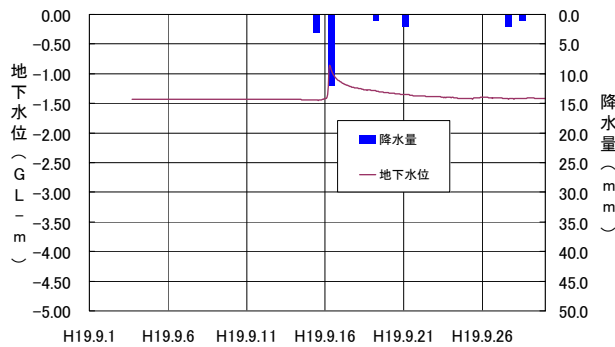


図-8 地下水位と降雨量(丸瀬布)

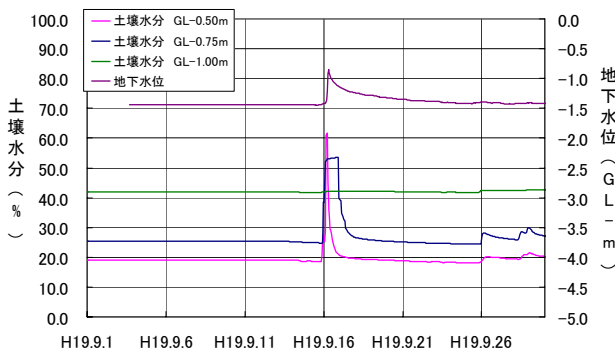


図-9 地下水位と土壌水分(丸瀬布)

### (3) 計器観測結果

#### a) 土壌水分計測結果

丸瀬布で測定した土壌水分と降雨量の関係を図-5に示す。また、降雨時の一部結果を図-6に、融雪時期の一部結果を図-7にそれぞれ示す。

これらの図から、平常時や冬期間は、どの深さでも変動が少なく、深さ方向に土壌水分が高くなる。一方、降雨時や融雪時期の土壌水分は、GL-50cmとGL-75cmで増加変動が激しく、GL-100cmの土壌水分を上回る。その変動振幅は、GL-75cmよりGL-50cmの方が大きいので、土壌水分の値は平常時の逆になる。

また、GL-100cmの土壌水分は降雨に影響することなく、ほぼ一定を保っているため、地下水位より低い状態と言える。一方、GL-50cmとGL-75cmの土壌水分は、降雨時には高く、平常時には低くなるので、GL-50cmとGL-75cmでは、確実に透水していることが言える。

#### b) 地下水位計測結果

地下水位と降雨量、土壌水分の関係をそれぞれ図-8、9に示す。

図-8から地下水位は、降雨量があるときに上昇し、再びほぼ一定の水位に戻ることがわかる。融雪時期にも同じ挙動を示した。また、図-9から地下水位は、GL-50cmとGL-75cmの土壌水分と連動した挙動を示す。図-8、9は丸瀬布で測定した水位計測結果の一部であるが、秋田、卯原内でも同じ挙動を示した。この3箇所では、浸透側溝底面より下方で、地下水位が落ち着くことから、浸透状況は良好であると言える。

一方、朱円の地下水位は、降雨量や融雪に対する影響はなかった。これは地下水位が高く、常時流量があるためだと思われる。よって、浸透状況を確認することはできなかった。

田中では、地下水位が低く、4mボーリングしても水位を確認できなかった。降雨時や融雪時期でも、地下水位を計測することができなかったため、浸透能力は良好であると言える。

### 5. まとめ

今回の試験施工で行った目視及び計器観測結果から、以下のことがわかった。

- (1) 浸透側溝形状の違いによる浸透状況、変状及び雑草状況の明確な差異はなかった。
- (2) 地下水位が浸透能力に与える影響は大きく、地下水位が低いほど、浸透能力が高いと言える。
- (3) 雑草が浸透能力に及ぼす影響は少ないと言える。
- (4) 防草シートやホタテの貝殻には、防草効果があると言える。
- (5) 透水状況が良好な場合、降雨時や融雪時期に、土壌水分と地下水位は同じ挙動を示す。

## 6. あとがき

今回の検討で、地下水位が低ければ、浸透側溝の設置は可能であると言える。法尻部の浸透施設設置禁止範囲が狭められたことから、用地幅に影響することなく設置が可能となった。今後はコスト縮減と環境維持の両立を目指し、現場での普及を切に願います。

本検討は、多くの現場の方々の協力の下に試験施工を行うことができた。特に、網走開発建設部や施工業者の現場関係者に、この場を借りて深く感謝の意を表します。

また、実際に現場で浸透側溝を検討する際は、是非、寒地土木研究所寒地地盤チームに相談して下さい。

## 参考文献

- 1) (社)雨水貯留浸透技術協会：雨水浸透施設技術指針[案], p.61,2006.9.
- 2) (社)雨水貯留浸透技術協会：雨水浸透施設技術指針[案], p.22,2006.9.