

車道透水性舗装の実用化を目指して

綾部孝之* 久保和幸**

1. はじめに

都市部の地表面は、ビルや道路など不透水な物質に多くが覆われており、集中的な豪雨の際には、雨水が短時間で河川や下水へ流出し氾濫する。いわゆる「都市型水害」が近年多発している。そのような状況を背景として「特定都市河川浸水被害対策法」が平成16年5月に施行された。同法では、特定都市河川に指定された流域において一定規模以上の開発を行う場合には、雨水流出抑制対策が必要とされている。道路建設においても例外ではなく、舗装を新設する場合等には、重交通路線や粘性土地盤のような条件下においても、雨水流出抑制効果のある透水性舗装を車道に設置することが必要となるケースも考えられる。

しかし、透水性舗装を車道に設置した場合の耐久性が十分に確認されておらず、舗装内への雨水の浸入による、路盤・路床の支持力の低下や、路面下の空洞化等が懸念されている。また、これまで透水性舗装を車道に適用した実績が少なく、その設計法や雨水流出抑制性能の算定法が確立されていない。そこで、土木研究所では、車道における透水性舗装（以下「車道透水性舗装」という）の実用化に向けた検討を開始した。

本報文では、車道透水性舗装の耐久性および雨水流出抑制性能に着目し、現時点での検討結果を報告する。

2. 透水性舗装の概要

2.1 一般的な舗装と透水性舗装との違い

図-1に各種舗装における雨水流出の概念図を示す。

我が国では一般的に密粒度舗装と排水性舗装が用いられている。密粒度舗装は表層に不透水な混合物を設置し、雨水を路面で排水させる構造となっており、最も一般的に用いられているものである。排水性舗装は表層に空隙率の大きい混合物、基層に不透水な混合物を用いて構成される舗装であり、表層に雨水を浸透させ、基層上面で速やかに排水させる構造を有している。表層に透水性の高い材料を用いていることから、雨天時における車両の走行安全性の向上や路面騒音低減機能を有している。これらの舗装は、雨水を路面や基層上面で速やかに排水させるもので、基層以下に雨水を浸透させる構造にはなっていない。

一方、透水性舗装は、舗装全体を透水性の高い材料で構成した舗装であり、雨水を表・基層のみでなく路盤以下にも浸透させる構造を有している。そのため、雨天時における車両の走行安全性の向上や路面騒音低減機能など排水性舗装と同様な機能を有しているとともに、雨水流出抑制性能、地下水の涵養、街路樹の育成など様々な機能を有している。近年、透水性舗装が持つ雨水流出抑制性能が注目されており、道路での雨水流出抑制対策の一つとして期待されている。

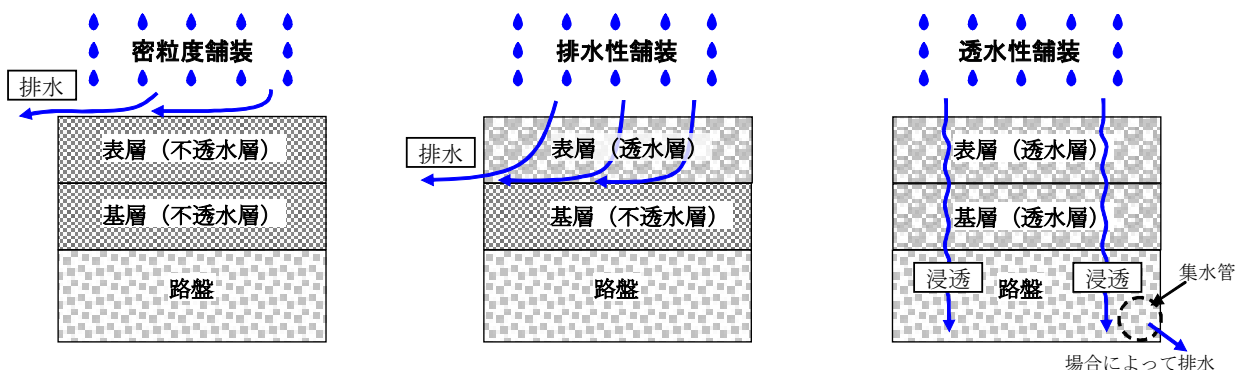


図-1 各種舗装における雨水流出の概念図

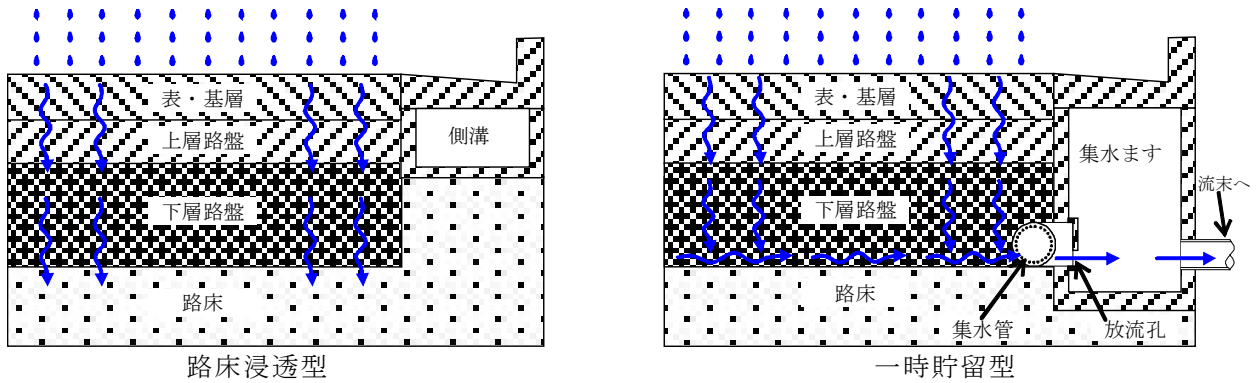


図-2 車道透水性舗装の基本構造

2.2 車道透水性舗装の基本的な構造

車道透水性舗装は、図-2に示すような構造を基本としている。路床浸透型は雨水を舗装内から路床以下に浸透させるものであり、路床の透水機能や支持力を十分に有した地盤（砂質土等）に有効な構造であると考えられる。また、一時貯留型は、舗装内に浸透した雨水を路盤内に設置された集水管により舗装外へ排水するものであり、路床の透水機能や支持力を十分に確保できない地盤（粘性土等）に有効な構造であると考えられる。

2.3 わが国の透水性舗装の現状

我が国の歩道での透水性舗装は東京都を中心として街路樹の育成・地下水の涵養等を目的に普及が始まった¹⁾。現在、全国の都市部において歩道における透水性舗装は一般的に用いられている。

一方、車道透水性舗装は新潟市の事例²⁾に代表されるように軽交通路線での施工実績はあるものの、重交通路線においては、一般国道155号（愛知県）³⁾、一般国道24号（和歌山県）⁴⁾において試験的に施工されているのみである。

2.4 車道透水性舗装の課題

車道透水性舗装の実用化に向けた課題は主に以下の2点である。

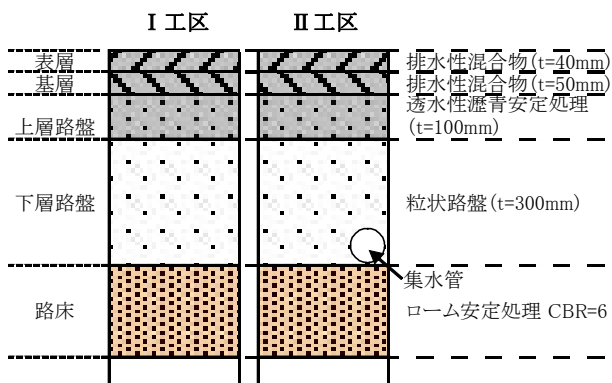


図-3 舗装断面

(1) 重交通路線や粘性土地盤など舗装の耐久性に不利な条件下においても、透水性舗装を適用できるような舗装構造の設計法の確立

(2) 透水性舗装の雨水流出抑制性能の確認および算定手法の提案

これらの課題の解決に向け、土木研究所内の舗装走行実験場での促進載荷試験および実道での試験舗装を実施し、車道透水性舗装の耐久性および雨水流出抑制性能について検討を行った。

3. 車道透水性舗装の実用化に向けた検討

3.1 舗装走行実験場における舗装の促進載荷試験

3.1.1 試験概要

土木研究所内の舗装走行実験場に1断面あたり延長15m、幅員5mの車道透水性舗装を設置し、舗装の促進載荷試験を行った。舗装の促進載荷試験とは、舗装走行実験場の試験走路上に実大舗装を設置し、載荷版を積載した荷重車を走行させることにより舗装の耐久性を調査するものである。

図-3に舗装断面を示す。I工区は集水管等の雨水処理対策を特にとらない構造、II工区は集水管により舗装外へ雨水を排水させる構造とした。これらの舗装の変状を定期的に観察することにより、集水管設置の有無による、車道透水性舗装の耐久性の違いについて検討した。なお、この実験では粒状路盤の増し厚による効果⁵⁾も検証しているが、ここでは集水管の効果に着目して記述する。

3.1.2 試験結果

図-4にわだち掘れ量の推移を示す。I工区は20万輪走行付近から、わだち掘れ量が増加し続け早期に破損した。一方、II工区は43万輪走行付近から30mm前後で推移したが、73万輪走行付近からわだち掘れ量の増加が進行した。

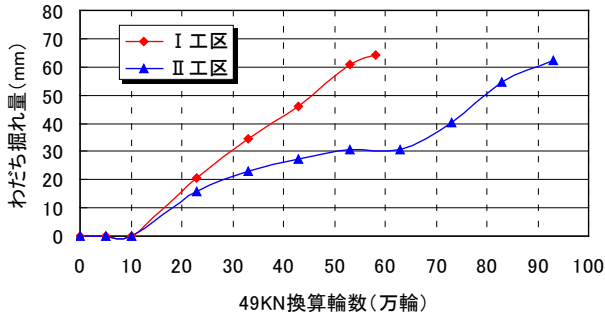


図-4 わだち掘れ量の推移

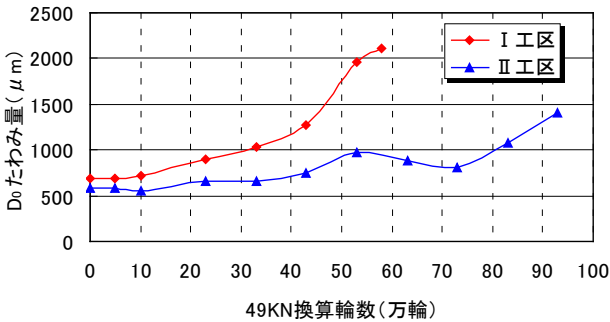


図-5 D₀たわみ量の推移

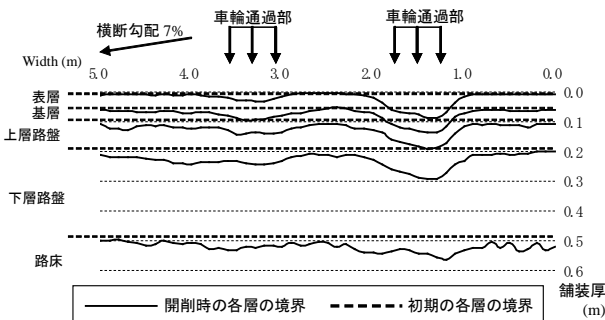


図-6 各種舗装の雨水流出の概念図

図-5にFWD⁶⁾で測定した荷重点直下のたわみ量（以下「D₀たわみ量」という）を示す。荷重車走行の回数が増えるにつれて、I工区とII工区のD₀たわみ量の差が大きくなっており、I工区の方が早期に舗装の支持力が低下している。

雨水処理対策を講じていないI工区が早期に破損したのは、舗装内の浸水の影響により路床の支持力が低下したためであると推測される。そこで、開削調査を実施し、I工区の破損原因を調べた。

図-6に開削調査によって得られた断面形状を示す。車輪通過部直下の路床が下方に大きく変形していることが確認された。これは、路床の支持力低下により路床が変形したものと考えられる。路盤およびアスファルト混合物層の変形についても路床の変形に追随して発生したものと考えられる。

以上より、集水管を設置したII工区は、舗装内に浸透した雨水を排水させることで路床の支持力

低下を防ぎ、破壊までの時間を遅延させたものと考えられる。よって、集水管の設置が車道透水性舗装の耐久性の低下を防ぐ効果があることが分かった。

3.2 直轄国道における試験舗装について

3.2.1 試験舗装の概要

全国の直轄国道において車道透水性舗装の試験舗装を実施し、舗装の耐久性および雨水流出抑制性能の調査を行った。試験舗装の概要を表-1に示す。

試験舗装箇所は、主に重交通路線（N6、N7）を対象としている。また、舗装構造は「一時貯留型」、「路床浸透型」を基本としているが、雨水を路床へ浸透しつつ、路床上面に設置した集水管から舗装外へ排水する構造も、試験的に設置している。

3.2.2 調査内容

舗装の耐久性に関する調査として1年に1回、わだち掘れ量、FWDたわみ量等の計測を実施している。また、雨水流出抑制性能に関する調査として、年間を通じて自然降雨計測（自然降雨、流出量）を実施している。

以下、供用開始から2年～3年経過時点での調査結果を報告する。

3.2.3 調査結果

(1) 舗装の耐久性に関する調査

図-7にわだち掘れ量の推移を示す。供用初期においてわだち掘れ量が増加しているが、全ての箇所において10mm程度以下となっており、大きな変状は確認されていない。

図-8にD₀たわみ量の推移を示す。供用によるD₀たわみ量の大きな増加や、舗装内の空洞発生等の兆候等は確認されていない。

以上より、供用開始から2年～3年経過時点では車道透水性舗装の耐久性に、供用上の大きな問題は発生していない。

(2) 雨水流出抑制性能に関する調査

図-9に一時貯留型を採用している東北での自然降雨計測の例を示す。降雨のピークが39mm/hに対して、流出のピークが15mm/hとなっている。この場合、流出のピークが降雨のピークから約60%カットされており、20分の遅れが生じている。ピークカットおよびピークの遅延は、集中豪雨時の河川や下水への負担軽減に寄与するものである。

その他の試験舗装箇所においても、同様の効果が得られており、透水性舗装の設置が雨水の流出

抑制に寄与する効果は高いものと考えられる。今後、さらにデータを蓄積し雨水流出抑制性能の定量的な検証を実施することが必要であると考えている。

4. まとめ

本報文では舗装の促進載荷試験および実道での試験舗装により、舗装の耐久性および雨水流出抑制性能に関する検討結果を報告した。以下に現段階で得られた知見を示す。

(1) 舗装の促進載荷試験の結果から、透水管を設置して舗装内に浸透した雨水を排水する構造とす

ることで、車道透水性舗装の耐久性の低下を防ぐ効果があることが分かった。

(2) 実道における試験舗装の調査から、供用2年～3年時点では、舗装の耐久性に大きな問題は発生していない。また、雨水流出抑制性能に関しては、流出量のピークカットおよびピークの遅延が確認されており、透水性舗装を設置することによる雨水流出抑制効果が確認されている。

5. おわりに

これまでの検討結果から、適切な構造を選定し、適切な施工を実施することで、雨水流出抑制対策として車道透水性舗装が十分な能力を発揮できるものと考えられる。しかし、依然として舗装の長期耐久性や雨水流出抑制性能の持続性などの課題が存在する。また、供用後の維持・修繕を、耐久性および雨水流出抑制性能の保全の両面から、どのように実施するののかも重要な課題となる。今後、残された課題の解決に向け、車道透水性舗装の施工事例や調査結果を広く共有し、検討を継続していくことが重要であると考えている。

表-1 試験舗装概要

場所	交通量	設計期間	路床土	浸透タイプ	供用開始時期
東北	N7	20年	粘性土	一時貯留型	平成15年12月
北陸	N6	10年	礫質土	一時貯留型	平成16年10月
中部①	N7	20年	砂質土	一時貯留型	平成16年3月
近畿	N7	10年	砂質土	路床浸透型	平成17年1月
中国①	N6	10年	軟岩	一時貯留型	平成16年3月
中国②	N6	10年	マサ土	一時貯留型	平成16年8月
四国	N6	10年	粘性土	路床浸透型＋一時貯留型	平成16年3月
九州	N6	10年	粘性土	一時貯留型	平成17年3月
沖縄	N6	10年	砂質土	一時貯留型	平成16年3月
中部②	N3	10年	シルト	路床浸透型＋一時貯留型	平成16年3月

※詳細は5)を参照

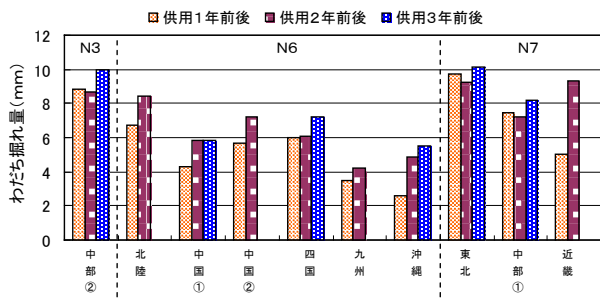


図-7 わだち掘れ量の推移

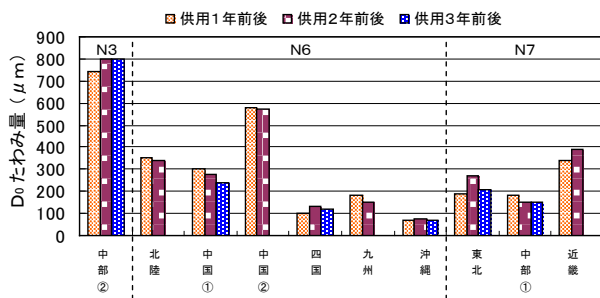


図-8 D₀たわみ量の推移

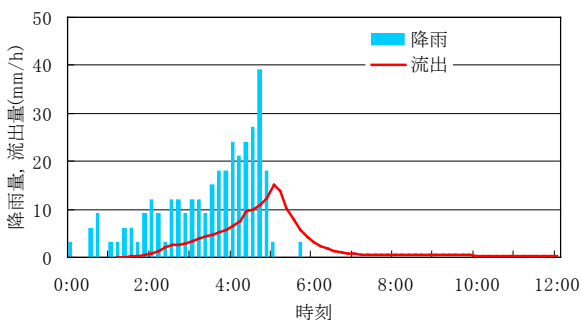


図-9 東北における自然降雨計測の例（一時貯留型）

参考文献

- 1) 峰岸順一：内外技術の焦点「車道透水性舗装について」、道路建設, 14/11, p.42, 2002
- 2) 堀越重男, 大竹和彦, 大下銀二郎：新潟市における車道用透水性舗装について（第二報）、第8回北陸道路舗装会議, pp151-154, 2000
- 3) 森成道, 松下敏郎, 古川正勝, 菊池俊浩：透水性舗装の車道への適用, 舗装, 38-11, pp32-37, 2003
- 4) 兼田実, 村上勝利：車道透水性舗装, アスファルト, vol.43, No.207, pp31-35, 2001
- 5) 久保和幸, 伊藤正秀, 鎌田修：車道透水性舗装の設計法確立に向けた検討, 土木研究所資料4008号, 2006
- 6) (社)土木学会：FWDおよび小型FWD運用の手引き, 2002

綾部孝之*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所道路技術研
究グループ舗装チーム研究
員
Takayuki AYABE

久保和幸**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所道路技
術研究グループ舗装チ
ーム上席研究員
Kazuyuki KUBO