

維持管理 特集

排水性舗装の機能回復・維持作業を目的とした装置の開発

— 高速型排水性舗装機能回復・維持機, SPEC-Keeper —

増山幸衛

排水性舗装の空隙詰まり物質を除去する事によって、空隙を確保し、機能を回復・維持させるための検討を行ってきた。当初は、空隙詰まり発生後に機能回復を行ったが、機能を維持させていく方が安価で、かつ効果が期待できるとの考えから、機能維持を目的に排水性舗装機能回復・維持機 (SPEC-Keeper) を開発した。本装置は、エアカーテンの採用によって回収効率を向上させる事により、作業速度 10 km/h で車線規制をせずに作業を行なえる。また、1 回当たりの回復効果は従来型に比べて劣るものの、作業回数を増やす事によって、同等の効果をえられる事が確認された。同時に、日当り施工量を増加させる事により、年間作業の大幅なコストダウンを可能とした。

キーワード：排水性舗装、機能回復・維持作業、機能維持、高速施工、エアカーテン、空隙詰まり

1. はじめに

環境対策を主な目的として施工されている低騒音舗装や排水性舗装 (以下、排水性舗装) は、空隙の閉塞により性能が低下するため、排水性舗装機能回復機 (以下、回復機) による回復作業が行われているものの、作業標準の確立など多くの課題が残されている。最近では低下した性能を回復させるのではなく、性能の低下を抑える「維持」を目的とした検討が進められてきている。

世紀東急工業株式会社 (以下、当社) においては、平成元年より回復機の開発に取り組み、機能回復・維持を目的に高速型排水性舗装機能回復・維持機として SPEC-Keeper (スペックキーパー: Speedy Porous pavement Elaborate Continuous performance Keeper) を開発するに至った。

以下、排水性舗装の機能回復・維持作業の効果と、開発した当社の装置について報告する。

2. 機能回復機の開発と課題の発生

当初回復機に関する開発は、排水性舗装としての機能が失われた、もしくは大きく低下した状態で回復作業を実施し、機能を回復させるとの考えに基づき進められた。

「建設技術評価規定に基づく平成7年度評価課題」において、回復機の開発が取上げられ¹⁾、これ以降、

機能回復に関する検討が本格的に行われるようになった。なお、認定を受けた4機種 (以下、評価型) が有している共通の機能は以下に示す3点である。

- ① 高圧洗浄後、吸引にて汚泥水を回収
- ② 回収汚泥水のリサイクル再利用
- ③ 施工速度約 10 m/min (0.6 km/h)

その後、回復作業の実施と共に回復効果と作業単価に関する課題が、以下に示す通り明らかとなってきた。

- ① 回復しても効果が持続しないとの指摘

空隙詰まりの堆積量に対し、回復作業によって回収された空隙詰まり物量が少なすぎるために生じるもので、機械能力が低いまたは、作業方法が適切でないなどの可能性が考えられた。

- ② 作業単価が高いとの指摘

この原因としては、施工速度が遅いために車線規制が必要であることから、

- ・日施工面積が制限される、
- ・給水や排泥作業のために稼働率が低下する、

等の機械的要因が挙げられた。

3. 試作機の開発

上記の課題2項目に対し当社では、閉塞した車線規制をしないで作業を行うことと、規制内での作業効率向上を目的として、以下の二つを目標に試作機の開発を行った。

- ① 清掃車と同等²⁾の 10 km/h (平均 7 km/h) 程度 (以下、高速施工) で作業を行う。

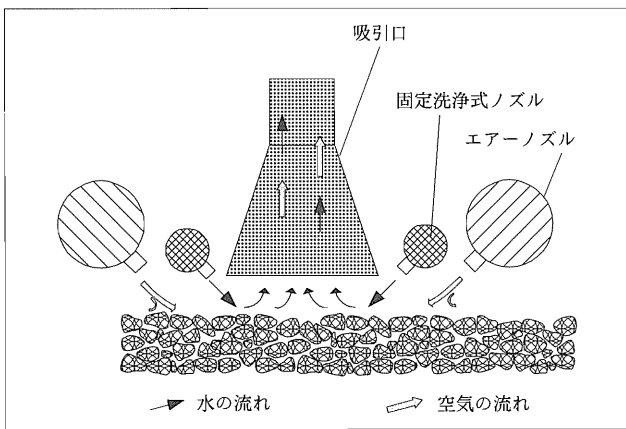
② 車線規制内の作業において、日施工面積を5,000 m²程度に向上させる。

(1) 機械仕様

前項①を達成するため、吸引に加えてエアカーテンを採用した。また、同様に②を達成するために、洗浄ユニットを前後対称にすると同時に、車体中央に設置して一般車両と同じ運転感覚で作業を行えるようにした。機械仕様を表一1、エアカーテンを採用した洗浄ユニットを図一1に示す。

表一1 高速型仕様一覧

項目(単位)	仕様
作業幅員 (m)	2.0
作業速度 水使用/空気のみ (km/h)	3~10/10~20
フロア風量/吸引圧力 (m ³ /min)(kPa)	100/-5
水吐出圧力×同水量 (MPa)(L/min)	5×380
作業用エンジン出力 (kW(PS)/rpm)	166 (226)
水タンク容量 (L)	2,500
サブタンク容量 (L)	700
車両総重量 (t)	18
全長×全幅×全高 (m)	9,900×2,490×3,500



図一1 洗浄ユニット

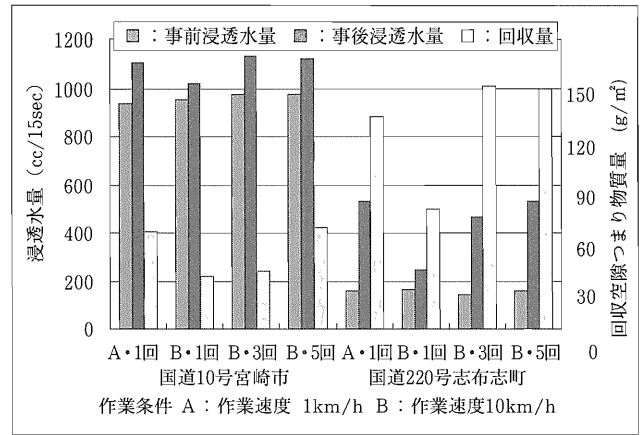
(2) 回復効果の検証

高速施工で回復作業を行った場合、1回の作業における回復効果は、作業速度0.6 km/hで行う評価型の作業に比べ低下する。したがって、効果的な作業を行うためには作業速度と作業回数についての検討が必要となる。

国土交通省九州地方整備局九州技術事務所（以下、九州技術事務所）によって、作業速度と回数を変えて行われた検討例について、以下に示す。

(a) 透水能力に対する回復効果及び回収量

浸透水量と回収空隙詰まり物量の関係を図一2³⁾に

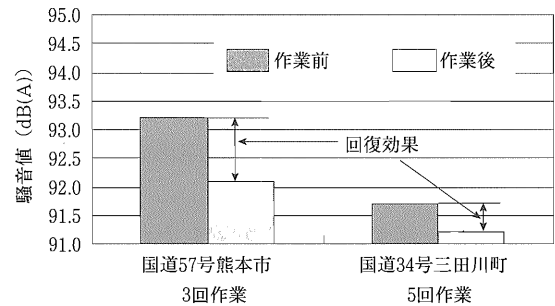


図一2 浸透水量と回収空隙詰まり物質量³⁾

示す。ここで骨材最大粒径は13 mm、国道10号宮崎市は舗装厚5 cm、空隙率20%、国道220号志布志町は舗装厚2.5 cmの、空隙率25%であるが、10 km/hで3回から5回の作業を行えば1 km/hで1回と同等の効果を得られることが確認できた。

(b) 騒音低減機能に対する回復効果

タイヤ/路面騒音値と作業回数の関係を図一3に示す。ここで舗装構造は両者ともに骨材最大粒径13 mm、舗装厚5 cm、空隙率20%であった。これより回復効果は確認されたものの、作業回数による差を明確に見いだすことはできなかった。



図一3 騒音低減機能の回復効果

4. 回復作業方法についての検討

機能回復作業の概念は、「機能が低下してから回復作業を行い、機能を回復させる」であるのに対し、維持作業は、「機能が低下しないうちから短い周期で空隙詰まり物を除去することによって、機能を維持していく」である。維持を目的に、試作機（以下、高速型）で、水を使用しない作業方法についての検討を行った。

(1) 空隙詰まり物の堆積量

機能回復・維持作業の効果は、空隙詰まり物の堆積

量と、除去できる量に大きく関係していると考えられる。それに対し、国土交通省関東地方整備局東京国道事務所（以下、東京国道事務所）では、切り取りコアから回収した空隙詰まり物の量を、単位面積（m²）当たりに換算し、供用期間ごとの増加量として図-4⁴⁾のように示している。これより、空隙詰まり物の年間堆積量が300 g/m²²⁵⁾であるとすれば、どのような方法であれ、それだけの量を除去できれば良い事となる。

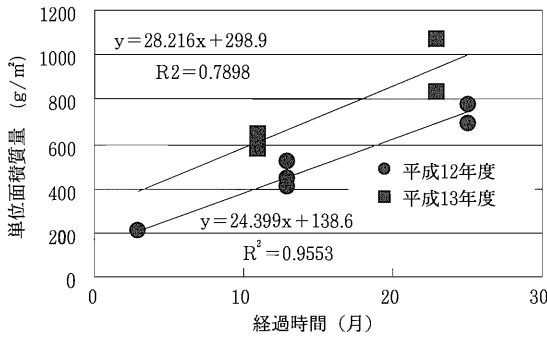


図-4 空隙詰まり物の堆積質量⁴⁾

(2) 水を使用しない維持方法の開発

基礎検討の時点で送風による詰まり物除去の効果は確認されていたものの、大きな回復効果は期待できなかった。しかし水を使用した場合に比べ、以下の特徴が考えられるため、維持作業を目的として検討⁵⁾を進めた。

- ・給水車、排泥車が必要なく1台（または標識車を含む2台）で作業を行なえる。
- ・給水、排泥がないため作業効率の向上が期待できる。
- ・回収物は、汚泥ではなく乾燥した状態で処理できる。

なお、試作機は図-1に示したように、水を噴射した前後から送風によるエアカーテンによって回収効果を高めている。したがって、水を供給するバルブを閉じることによって、送風+吸引（以下、送風型）での作業を行うことが可能となる。

(3) 作業の効果に関する検討

異なる方式の装置の効果について、東京国道事務所が、高速型と送風型および、回復効果の向上を目的として開発された高真空型を用いて検討を行った⁴⁾。それらの結果を中心に、各機種を比較を以下に示す。

(a) 回収量の比較

各装置の最適な作業速度で、1回の作業によって回収された空隙詰まり物質量は高速型 10 g/m²、送風型

6 g/m²、高真空型 115 g/m²であった。これより1年間に 300 g/m² 堆積する空隙詰まり物を取除くことを目標とすると、高真空型で2.6回/年、高速型で30回/年、送風型で50回/年の作業が必要となる。

各装置の作業速度を考慮し、1時間当たりに換算した回収量を図-5⁴⁾に示す。これより、連続稼働をしたと想定した場合の時間当たり回収量は、高速型が最も多く、高真空型と送風型は同程度であることが確認された。

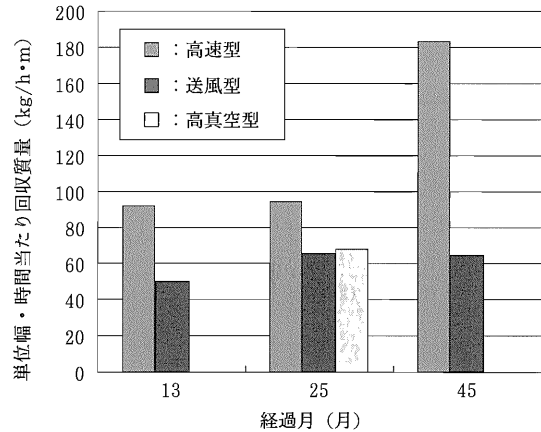


図-5 機械方式による回収物質量⁴⁾ 単位幅・時間回収質量

(b) 騒音の低減効果

作業の前後で、特殊タイヤ近接音を測定した結果を図-6⁴⁾に示す。これより13ヵ月では全て回復効果が見られるのに対し、45ヵ月では、全て効果は見られない。したがって、騒音低減効果に対する回復効果は、作業時期に大きく影響され、早期から行う事が望ましいと考えられる。

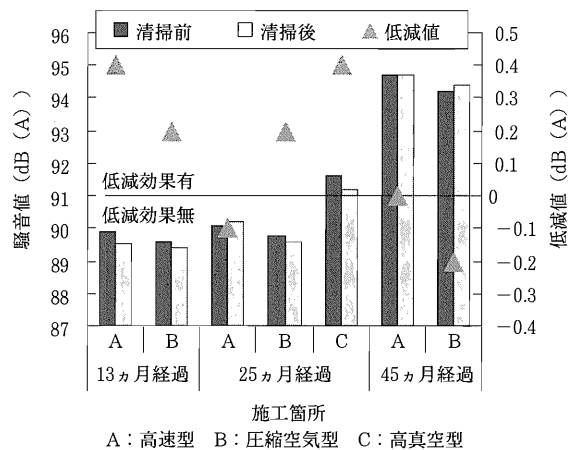


図-6 騒音値の回復効果⁴⁾

(c) 透水能力についての検討

透水能力については浸透水量による評価が行われており^{4),6)}、多くのデータが得られている。それらの結

果から以下が考えられる。

- 高速型の効果は、作業回数1回よりも回数を増やした方がより大きくなる。
- 送風型の効果は、作業回数1回では明確ではない。また、複数回作業をしたとしても、透水性能の向上はあまり期待できないと考えられる。
- 高真空型は、回復効果が見られる。

(4) 作業方法及び作業費用についての検討

高速型、送風型、高真空型の作業方法を表—2⁴⁾に、また東京都内を想定した、各装置の作業単価を表—3⁵⁾に示す。ここで作業面積は、高速型、送風型は理想的な日作業量、高真空型は規制によって作業面積が制限されることから、日最大施工量と考えられる3,500 m²/日を用いた。日施工金額は、全施工費用で直接経費の他に、現場管理費等の共通経費及び消費税を含む。

これより、堆積する空隙詰まり物を全て除去する場合、年間の管理に要する単位面積当たりの作業費用は、送風型が最も安価で約610 円/m²、高速型が約1,100 円/m²、高真空型は最も高価で送風型の倍程度の約1,340 円/m²となる。また、図—5 に示した空隙詰まり物の時間当たり回収量に対し、作業効率を考慮した日当たりの回収量は、表—3 に示すように送風型と高真空型が同じ程度であり、高速型は最も少ない。

表—2 各装置による作業形態⁴⁾

	高速型	送風型	高真空型
作業速度	10 km/h (平均7 km/h)		0.6 km/h (10 m/min)
規制状況	回復機1台 (標識車)		閉塞した車線規制
機械編成	回復機, 給水車, 汚泥排水車, (標識車)	回復機 (標識車)	回復機, 給水車, 汚泥排水車, (標識車)
回収物処理	乾燥後, 産廃処理	産廃処理	乾燥後, 産廃処理

表—3 作業条件, 作業量用比較⁵⁾

項目	機械	高速型	送風型	高真空型
	作業条件	施工速度 (km/h)	7.0	7.0
	作業幅 (m)	2	2	2
	作業時間 (h)	6	6	—
	稼働率	0.3	0.8	—
	日作業面積 (m ² /日)	25,200	67,200	3,500
回収物質量	単位面積 (g/m ²)	10	6	115
	日回収量 (kg/日)	252	403	403
日施工金額 (円/日)		920,000	820,000	1,800,000
単位面積当たり単価 (円/m ²)		37	12	514
空隙詰まり物体積質量 (g/m ² ・年)		300	300	300
年間作業回数 (回/年)		30	50	2.6
年間作業費用 (円/m ² ・年)		1,095	610	1,342

表—4 SPEC-Keeper の仕様

項目 (単位)	仕様
作業幅員 (m)	2.0
作業速度 水使用/空気のみ (km/h)	3~10/10~20
ブロー風量/吸引圧力 (m ³ /min)(kPa)	100/-5
水吐出圧力×同水量 (MPa)(L/min)	5×190
ユニット左右スライド量 (mm)	120
作業用エンジン出力 (kW(PS)/rpm)	99(135)/1,600×2基
水タンク容量 (L)	3,780
サブタンク容量 (L)	3,800
貯留槽 (L)	1,000
車両総重量 (t)	21.83
全長×全幅×全高 (m)	9.885×2.48×3.55

ただし、固着の著しい場所を対象とした場合には、高真空型以外は効果を期待することは難しい。

5. 実用機の開発

前述のように、機能の回復・維持作業は、閉塞した車線規制の中で行う方法と、車線規制をしないで行う方法、更に車線規制をしない場合には水を使用する方法としない方法に分けられる。そのため当社では、今までの検討結果を基に、実用機として主目的を維持作業におきながらも、これら全てに対処可能な装置として、SPEC-Keeper (Speedy Porous pavement Elaborate Continuous performance Keeper) を開発した。

(1) 開発目標

SPEC-Keeper の開発目標を以下に示す。

- ① 従来の高速型に比べ、より作業効率を高める。
- ② 回収物の排出が簡単に行える。
- ③ メンテナンスのしやすい装置とする。

(2) 仕様及び特徴

SPEC-Keeper の基本システムは、エアカーテンによる送風+吸引回収が高速化の重要な要素となっており、試作機をベースにした機構を採用している。装置の仕様を表—4、機構図を図—7、外観をグラビヤに示す。SPEC-Keeper の特徴を以下に示す。

① 作業速度 3~20 km/h

車線規制内で、速度3 km/h程度で水を使用して回復作業を行うと同時に、閉塞した車線規制をせずに速度10 km/hで水を使用しての回復作業と、速度10~20 km/hで送風と吸引による空気のみでの維持作業を行う。

② サブタンクのリフトアップ機構を採用

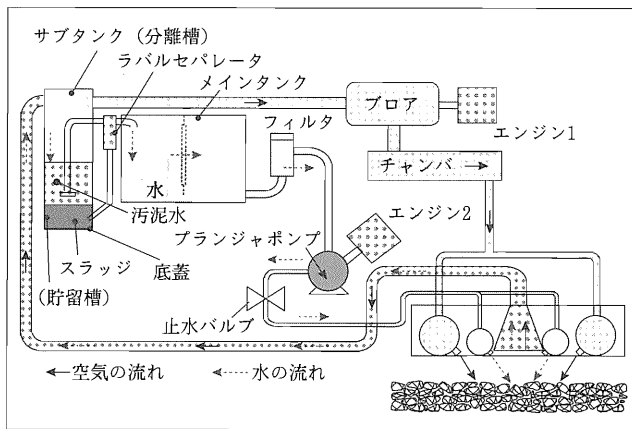


図-7 SPEC-Keeper 機構図

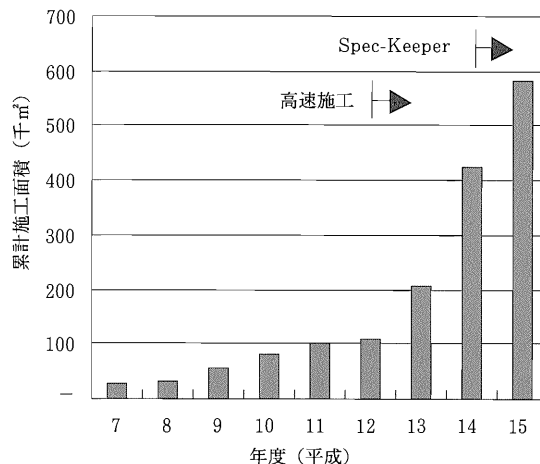


図-8 排水性舗装の機能回復作業実績

回収物が貯留されるサブタンクのみをリフトアップしてサブタンク底部から搬出ダンプの荷台に排出し、汚泥は貯留槽下部の排出パイプより汚泥吸排車に移送出来る構造となっている。

③ 大型タンクの掲載

水タンクを3,780Lと、従来の倍程度にし、更にサブタンクを分離槽と貯留槽に分ける事により、回収物の分離効果を高めた。

④ 洗浄ユニットの後部配置

メンテナンス性を向上させるため、清掃ユニットを車輛後部に配置した。

(3) 作業実績

当社が行ってきた機能回復・維持作業の施工実績を図-8に示す。作業速度を向上させ、規制を行わない作業が可能となった平成13年度から施工量が急激に増加しているが、今後排水性舗装のストック量は増大していく事から、施工量の増加の傾向は続くものと思われる。

6. おわりに

当社では、排水性舗装の機能回復・維持作業を、環境に寄与する舗装技術として位置付け、開発に当たってきた。機械はほぼ完成したものの、まだ作業標準が確立されるまでには至っていない。そのため当社では、専門のオペレータが現場状況を把握し、最適と考えら

れる作業方法を、各現場毎に行っており、今後作業標準化の検討を進めていきたいと考えている。

本報文をまとめるについては、国土交通省九州技術事務所、関東地方整備局東京国道工事事務所、酒井重工業株式会社をはじめとした関係各位から多大なるご尽力をいただいたことを記し、心から感謝する次第である。

JCM A

<参考文献>

- 1) 久保：排水性舗装の機能回復機器の開発，舗装，pp.4-8，1996.9
- 2) 増山，他：高速タイプ性舗装機能回復機の開発，道路建設，pp.58-63，1999.12
- 3) 服部，他：排水性舗装機能回復の調査検討，第24回日本道路会議一般論文集，pp.258-259，2001.10
- 4) 酒井，他：低騒音舗装の維持清掃方法に関する検討，舗装，pp.3-7，2002.10
- 5) 増山，他：排水性舗装の機能回復作業の方向性，舗装，pp.26-32，2001.11
- 6) 田中，他：排水性舗装に関する追跡調査（九州地建の事例）（下），舗装，pp.15-20，2000.3
- 7) 岸：新しい排水性舗装（高機能舗装）機能回復車，建設機械，pp.8-11，1999.12

【筆者紹介】

増山 幸衛（ますやま ゆきえい）
 世紀東急工業株式会社
 技術研究所
 グループリーダー

