JCMA 報告

傷んだアスファルト舗装を簡易に補修する工法機械の開発

越村 聡介・平野 晃・田中 糾

1. はじめに

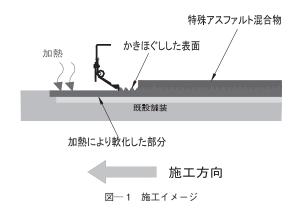
近年,建設業界は,公共事業の復調や2020年の東京五輪を見据えたインフラ整備等に伴い,政府の建設投資額は増加傾向にあり,回復基調を示しているが、その一方で、労務費や資材費の高騰が業界の懸念材料となっている。そのような状況の中で,道路建設工事においては,工事コスト縮減や,地球環境への配慮等,社会的要求事項への対応も求められている。

このような状況下において、今後、将来的には新設道路 の建設は減少し、維持修繕工事が増加することが予測され ることから、効果的かつ効率的な維持修繕技術が求められ ている。

大成ロテック(株)では、その解決策として、従来の路上表層再生技術(サーフェイスリサイクリング工法)を更に簡素化し、既設舗装路面を再生する低コスト路面維持工法である『ヒートリフレッシュ工法』を提案し、専用の施工機械を開発した。本稿では、ヒートリフレッシュ工法の概要および専用機の特徴を示すと共に、その導入事例について報告する。

2. ヒートリフレッシュ工法の概要

ヒートリフレッシュ工法は、パッチングや段差、老朽化で傷んだアスファルト舗装面を簡易的に修繕する工法で、専用施工機を使用し、既設舗装路面を加熱、深さ 10 mm程度掻きほぐし、厚さ 20 mm程度の新規アスファルト混合物を路面表層部にリペーブする薄層オーバーレイ工法である。施工イメージを図—1に示す。



ヒートリフレッシュ工法の特徴を下記に示す。

1) 品質の確保

加熱して掻きほぐした既設路面と新規混合物を一体化させることで、接着剤 (タックコート) を使用せずに切削オーバーレイ工法と同等以上の接着強度を持った舗装路面を再生することが可能である。

図─2に引張り強度、図─3にせん断強度試験の結果例を示す。

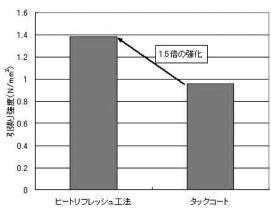
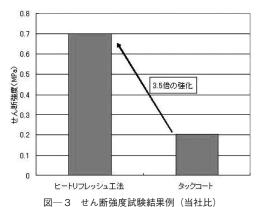


図-2 引張り強度試験結果例(当社比)



2) 工期短縮

接着剤散布工等の作業工程が省略され,工期の短縮及び, 早期交通開放が期待できる。

3) 機械編成の簡素化

切削オーバーレイ工法及び、ヒートリフレッシュ工法の施工機械編成比較を図—4に示す。専用施工機を使用することで、①既設路面の加熱、②掻きほぐし、③アスファ

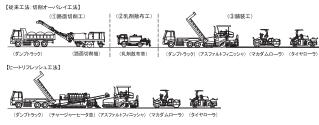
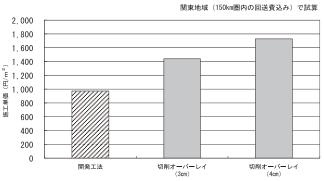


図-4 機械施工編成図比較

ルトフィニッシャへの新規合材の供給を1台で行うことで,切削オーバーレイ工法と比較して,施工機械編成の簡素化できる。

4) 施工コスト縮減

施工コストの試算結果を図—5に示す。施工コストは、施工場所を関東とし、1日のみの施工で、日施工量を2,000 m²として試算した。前述した作業工程の短縮や機械編成の簡素化による燃料費、回送費等がコストダウンされ、施工コストは、従来の30 mmの切削オーバーレイとの比で約30%、40 mmの切削オーバーレイでは、約45%縮減できる(当社比)。



図一5 施工コストの試算結果(当社比)

5) 環境負荷低減効果

当該工法では、切削機による路面切削を伴わないため、切削廃材が発生しない。また、路面切削に伴う廃材運搬車両から排出される CO_2 も削減される。

 CO_2 排出量の試算結果を図-6 に示す。試算条件は、幅 員 3.25 m、2 車線、延長 200 m、面積 1,300 m² で、結果は、100 m² あたりの CO_2 排出量とした。当該工法の CO_2 排出量は、従来の 30 mm の切削オーバーレイとの比で約 20%、40 mm の切削オーバーレイでは、約 35% の低減効果が見込まれる(当社比)。

3. 専用機の開発

3.1 機械概要

ヒートリフレッシュ工法の専用施工機として、従来、路 上表層再生工法で使用していたチャージャーヒータ車を ベースマシンとして開発を行った。

チャージャーヒータ車は、『ダンプトラックから表層用ア

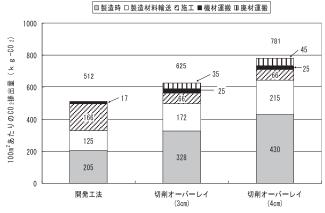


図-6 CO₂ 排出量試算結果(当社比)

スファルト混合物を受け、後方のアスファルトフィニッシャに供給する機能』と『路面を加熱する機能』および『加熱路面を掻きほぐす機能』の3つの機能を有する機械である。機械の主要諸元を表—1に、機械全景を写真—1に示す。

表一1 主要諸元

	全長	10,449 mm
寸法	全幅	2,480 ~ 4,000 mm
	全高	2,648 mm
車両重量	21,790 kg	
施工幅員	2,480 ~ 4,000 mm	
	加熱方式	赤外線輻射方式
加熱装置	加熱能力	5,986 MJ/h
	加熱燃料	LPG

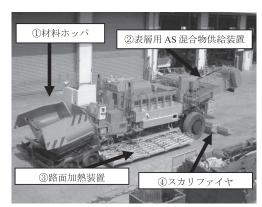


写真-1 チャージャーヒータ車全景

1) 表層用アスファルト混合物供給装置

ダンプトラックで運搬された混合物を,専用施工機の材料ホッパで受け,後方に配置したアスファルトフィニッシャに材料供給する。

2) 路面加熱装置

LPG 式赤外線ヒータをパネル状に配列し、最大約 6,000 MJ/h の加熱能力を有する。ヒータパネルの昇降機能及び、燃焼制御によって、最適な路面加熱を確保する。又、ヒータパネルの増設により、最大幅員4.0 mまで対応可能である。

3) 掻きほぐし装置 (スカリファイヤ)

切削機用超硬ビットを水平方向に 50 mm 等間隔で配列し、各々のビットがスプリングの反発機能によって独立して路面に作用する。スプリングの反発力によって、ビットを路面に食い込ませることで、路面形状に追従して一定の掻きはぐしが確保され、また、路面の既設マンホール等も、ビットが跳ねのけることで、ビットを損傷させること無く、連続的掻きほぐしが実施可能である。スカリファイヤの施工状況を写真—2に、マンホール部の施工状況を写真—3に示す。



写真-2 スカリファイヤ施工状況



写真-3 マンホール部施工状況

3.2 施工事例

平成23年度から,現場にて供用を開始し,当該機による総施工面積は,約8,000 m²である。

下記に, 施工事例を紹介する。

3.2.1 工事概要

工事概要を表─2に示す。

既設舗装の路面状況を表一3に、路面状況の一例を写真-4に示す。

工事対象となる路面の FWD による調査結果は、 D_0 たわみ量= $\max 414$ (μ m)、わだち掘れ量= $\max 23$ (\min)。また、ひび割れ率= 20.3 (%)であった。

3.2.2 施工

施工は、当該機で、路面加熱・掻きほぐしを行い、アス

表一2 工事概要

場所	静岡県湖西市 (国道)	
施工月	平成 23 年 6 月	
規模	400 m² (幅員 3.3 m ×延長 60 m × 2 車線)	
上層混合物	5 mmTop 改質Ⅱ型混合物(t = 20 mm)	
交通量区分	N5 交通	

表-3 既設舗装の路面状況

	平坦性 (mm)	わだち掘れ量 最大 (mm)	FWD による D ₀ たわみ量 最大(μm)	ひび割れ率 (%)
上り車線	3.99	23	414	20.3
下り車線	2.14	14	392	1.1



写真一4 路面状況



写真一5 施工状況

ファルトフィニッシャにて新規アスファルト混合物を20 mm 敷き均し後、マカダムローラ及びタイヤローラにより転圧を行った。施工状況を**写真**―5に示す。

3.2.3 施工結果

施工前後の路面状況を写真―6に示す。

表一4に、修繕後の路面性状結果を示す。

既設舗装は、経年劣化による路面の荒れや、ひび割れ及び、 わだち掘れが発生していたが、施工後の平坦性は、 $\sigma=1.5$ (mm)、わだち掘れ量は、1.8 (mm) に修復され、舗装体 として機能復元及び、走行性の回復を図ることができた。

4. 新型専用施工機の開発

4.1 開発経緯

3項までに記述した様に、ヒートリフレッシュ工法は、

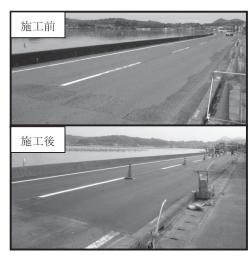


写真-6 施工前後の路面比較

表-4 修繕後の路面性状結果

平坦性	わだち掘れ量	すべり抵抗
(mm)	最大 (mm)	(BPN)
1.48	1.6	62
1.54	1.9	64

加熱掻きほぐした既設路面に、逸早く新規アスファルト混合物をオーバーレイすることが、新旧の材料接合性を強靭とし、品質確保の上で、重要な要素となる。特に冬季施工や寒冷地での施工に際しては、路面の加熱掻きほぐし後にタイムラグ無く、直近で新規アスファルト混合物を敷き均すことがより理想的な施工法となる。この点に着目し、初期型の専用施工機にアスファルト混合物の敷均し機能(以下、スクリード装置と記す)を装備した新型専用施工機(2号機)の開発製作を実施した。

4.2 機械概要

新型機の開発コンセプトは、不稼働機械を流用し、開発に関わる初期投資額を抑え、機械使用料を安価とすることで施工コストに反映することを目的とした。また、路面の加熱・掻きほぐし~アスファルト混合物の敷均しまでの作業工程を一台の機械にオールイン化することで、施工に関わる機械経費を低減させた。

新型機は、路上表層再生工法で使用していたリミキサ車 をベースマシンとして開発を実施した。

当該機は、①材料ホッパ、②材料搬送装置、③路面加熱用ヒータ装置、④路面掻きほぐし装置(スカリファイヤ)、 ⑤材料敷均し装置(スクリード)を備える。当該機の主要諸元を表—5に、新型専用施工機の全景を写真—7に示す。

4.3 機械装置概要(特徴)

1) 路面加熱用ヒータ装置

ハイカロリータイプの LPG 式赤外線ヒータ (従来比の 2 倍相当の熱量) を採用して、装置の収納スペースをコンパクト化すると共に、加熱性能を向上させた。また、火気

表一5 主要諸元

	全長 9,781 mm	
寸法	全幅	2,490 ~ 3,990 mm
	全高	2,807 mm
車両重量	21,800 kg	
施工幅員	2,500 ~ 4,000 mm	
	加熱方式	近赤外線輻射方式
加熱装置	加熱能力	5,567 MJ/h
	加熱燃料	LPG

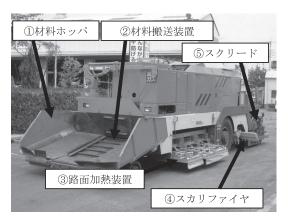


写真-7 新型専用施工機の全景

取扱の安全確保及び、操作性向上を目的として、小型無線 リモコンでの遠隔操作による自動ヒータ制御方式(自動着 火・燃焼量制御)を採用した。

2) スカリファイヤ

初期型機と同様の,加圧スプリング式掻きほぐし装置を 採用した。

3) スクリード装置

汎用のアスファルトフィニッシャで実績のある伸縮式の タンパ・バイブレータ型スクリード(伸縮式 TV スクリー ド)を採用し、舗装幅員 W=2.5~4.0 m の舗装が可能であ る。

4.4 新型専用施工機械の導入効果

新型専用施工機の現場導入効果を下記に示す。

1) 安全性の向上

新型機の導入により、『新規混合物の受入れ搬送・路面の加熱掻きほぐし・新規混合物の敷均し』の一連作業が、1台で完了するので、更に機械編成が簡素化され、重機同士及び、作業員との接触事故(挟まれ)等の危険リスクが大幅に低減し、安全性の向上が期待できる。

2) 品質の確保

当該機を使用した掻きほぐし及び、敷均し状況を写真―8に示す。路面の加熱掻きほぐし及び、材料敷均しまでの作業工程を一元化することで、路面の加熱掻きほぐし後、車両が停止しない限り、1分間程度で材料敷均し(転圧作業を除く)が完了する。このため、温度低下を最小限に止

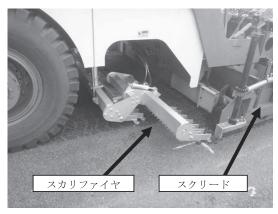
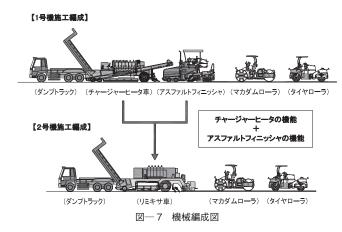


写真-8 掻きほぐし・敷均し状況



めた状態での材料接合が可能となり、熱放出が速い薄層舗 装体であっても、既設舗装体との一体化が確保される。

3) 機械編成の簡素化

図-7に施工機械編成図を示す。

4) 更なる施工コスト縮減

施工コストは、アスファルトフィニッシャに関わる輸送 費、燃料費、機械使用料が削減され、低施工コストでの工 事を提供できる。

4.5 施工事例

埼玉県鴻巣市の市道において、新型機による道路修繕工 事を実施した。以下に施工事例を示す。

4.5.1 工事概要

工事概要を表─6に示す。

既設舗装の路面状況を表―7に、路面状況の一例を写真―9に示す。平坦性は乗り心地を評価する IRI で測定を行った。既設舗装は亀甲状ひび割れの他、度重なる部分補修(パッチング)、複数のポットホールもあり、舗装表層部の損傷が著しく進行している路線であった。

4.5.2 施工

当該施工では、冬季施工であったことや、バス路線のため交通規制に大幅な制約があったことから、施工時間の短縮及び機械編成のコンパクト化を図るため、新型施工機を選定し、施工を実施した。施工状況を**写真**—10に示す。

表一6 工事概要

場所	埼玉県鴻巣市 (市道)
施工月	平成 25 年 11 月
規模	1,250 m²(幅員 2.6 m ×延長 240 m × 2 車線)
上層混合物	5 mmTop 改質 II 型混合物(t = 20 mm)

表一7 既設舗装の路面状況

	平坦性	わだち掘れ量	ひび割れ率
	(mm/m)	平均 (mm)	(%)
上り車線	2.73	6.7	45.5
下り車線	3.90	11.9	24.6



写真-9 路面状況 (修繕前)



写真-10 施工状況写真

4.5.3 施工結果

修繕後の舗装路面性状を表―8に、施工後の状況を写真―11に示す。

修繕後の平坦性測定結果 (IRI) $\sigma = 1.6$ (mm/m), わだち掘れ量 = 2.6 (mm) に修繕され、舗装体として機能復元及び、走行性の回復を図ることができた。

その後の追跡調査の結果として、現在に至るまで、ひび 割れ等の発生もなく健全な道路として供用している。

5. まとめ

本稿では,簡易な舗装修繕工法として, ヒートリフレッシュ工法を提言し, 専用施工機の開発及び,現場導入並びに施工結果に至るまでを報告した。実績として得られた結

表-8 修繕後の路面性状結果

	平坦性	わだち掘れ量
	(mm)	最大 (mm)
上り車線	1.68	2.6
下り車線	1.62	2.7



写真-11 路面状況(修繕後)

果を以下にまとめる。

- ①ヒートリフレッシュ工法の適用により、加熱して掻きほぐした既設路面と新規混合物を一体化させることで、接着剤(タックコート)を使用せずに切削オーバーレイ工法と同等以上の接着強度を持った舗装路面を再生することが可能である。また、新型機を使用した場合、路面加熱と新規混合物の敷き均しまでの間隔が短くなることで、加熱部の温度低下が減少し、更に確実な付着強度を確保することが可能となった。
- ②施工コストの試算結果として、関東地域での施工1日を想定した工事において、従来の切削オーバーレイ工(厚さ30 mm)との比較で約30%、切削オーバーレイ工(厚さ40 mm)では、約45%の施工コスト縮減が期待できる。また、新型機を導入した場合では、更に10%の施工コスト縮減が可能となる(当社比)。
- ③ CO_2 排出量の試算結果として、従来の切削オーバーレイエ(厚さ 30~mm)との比較で約 20%、切削オーバーレイエ(厚さ 40~mm)では、約 35%の低減効果が期待できる。また、新型機を導入した場合では、更に約 20%削減が可能となる(当社比)。
- ④ヒートリフレッシュ工法を適用することで,低コストで,傷 んだ道路の舗装機能の復元及び,走行性の回復を図るこ とが可能となる。また,道路の損傷程度が軽い時期に当該

工法を適用することで,高コストな大規模維持修繕工事を 適用せずとも予防保全に寄与し,道路延命が期待される。

⑤新型施工機の開発導入により、当該工法に適用する施工 機械が省力化され、それに伴う、機械経費(使用料・回 送費・燃料費等)・運転員の人件費が削減となり、更な る施工コストの低減が期待できる。

6. 今後の課題

今後の課題を以下に示す。

1) 施工データの蓄積

特に新型機に関しては、導入事例が少なく、今後も積極 的な現場への導入を図り,施工データの蓄積が必要である。

2) 冬期施工時の施工方法の確立

冬期の施工時は、路面加熱後の著しい温度低下が予想される。施工規模やコストを勘案し、予備加熱の実施等の施工方法を検討する必要がある。

3) 機械の大型化による安全対策

複数の機構を装備したため、機械が大型化した。そのため、死角となる部分が多く、作業の安全性を確保するための対策が必要である。

7. おわりに

傷んだアスファルト舗装を簡易に補修するヒートリフレッシュ工法は、廉価で CO₂ 排出量も少なく、切削による廃材等の発生もない、環境に優しい工法である。

当該工法が、今後の維持修繕等、道路管理業務の一助となるよう、普及活動に努めていくと共に、今後も、地球環境へ配慮した技術・機械の開発に注力していく所存である。

J C M A

《参考文献》

 紺野 路登・水野 孝浩・中塚 将志・関口 峰: 簡易な路上再生機を用いた補修工法の開発と効果の検証,第17回舗装に関する懸賞論文, pp.50~56,2011

越村 聡介

大成ロテック(株) 事業本部 機械部 平野 晃

大成ロテック(株) 東北支社 工事部 機械担当 田中 純

大成ロテック(株) 事業本部 機械部

お断り

この JCMA 報告は、建設施工と建設機械シンポジウムにて 論文賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。