

長寿命化を目指したトラックヤードにおけるアスファルト舗装の施工例

大成ロテック(株) 生産技術本部 技術研究所 ○紺野 路登
北関東支社 技術室 高橋 光彦
生産技術本部 技術研究所 大友 信之

1. はじめに

物流施設内の貨物自動車に荷物を積み替える箇所（トラックドック）の舗装は、剛性の高いコンクリート舗装とされることが多い。一方、トラックドックへの進入路の舗装は、アスファルト舗装や半たわみ性舗装などとされていることが多いが、貨物自動車と同じ位置を通ることが多く、タイヤによるねじれやブレーキ制動によるせん断力、低速度で重荷重が作用することから、わだち掘れやひび割れによる段差等の不具合が生じる場合がある。これら不具合が発生した場合は、荷崩れや荷傷みの発生の可能性が高まることから、舗装は補修されることが望ましい。しかし、日夜絶え間なく荷物が搬出入される物流施設では舗装の補修は容易ではないことから、その舗装は、わだち掘れやひび割れ等が発生しにくく耐久性が高いこと、補修に時間を要しないことなどの性能・機能を有するものが望まれている。

上記のような背景の下、当社が開発し保有する“重荷重が作用する環境においてもわだち掘れと疲労ひび割れの発生を同時に抑制することができる特殊改質アスファルト¹⁾（以下、開発As）”を、物流施設内のトラックヤードの進入路において適用する機会を得た。本報では、開発As および開発Asを用いたアスファルト混合物（以下、開発混合物）の基本的な性状を示すとともに、開発混合物を物流施設内のトラックヤードへ適用した事例を紹介する。

2. 開発技術の概要

2.1 開発Asの概要

開発Asは、SBS樹脂と特殊石油樹脂を併用し、プロセスオイルにはSBS樹脂のB（ブタジェン）の延伸性能を向上させる効果が高いものを使用した。これらの素材を使用することで、一般的にはトレードオフの関係にあると言われる“ひび割れの発生を抑制する性状”と“塑性変形抵抗性を高める性状”を同時に付与させたものである。表-1に開発Asの性状例を、ポリマー改質アスファルトII型（以下、改質II型）を併記して示す。

開発Asは温度応力緩和性や変形追従性に優れる特殊改質アスファルトであり、以下に示す特徴を有している。（表-1参照）

- ①針入度指数PIが8.85と大きく感温性が鈍い。
- ②4℃伸度が70cmと大きく低温時の延性が大きい。
- ③60℃粘度が9,610(Pa・s)と大きい。
- ④低温(-20℃)時の曲げひずみが大きい。
- ⑤ $G^* \sin \delta$ は小さく、 $G^*/\sin \delta$ は大きいことから、疲労ひび割れ抵抗性と塑性抵抗変形性が高い。

表-1 アスファルトの性状例

項目	開発As	改質II型
針入度 1/10mm	114	55
軟化点 ℃	96.5	61.5
PI(針入度指数)	8.85	1.57
伸度(15℃) cm	92	86
伸度(4℃) cm	70	54
60℃粘度 Pa・s	9,610	1,475
フラス脆化点 ℃	-38	-11
曲げひずみ(-20℃)×10 ⁻³	198.1	測定不可
$G^* \sin \delta$ (25℃)	39	642
$G^* \sin \delta$ (60℃)	6.56	5.57

以上より、開発 As は、幅広い温度領域において、疲労ひび割れやリフレクションクラック、わだち割れなどのひび割れに対する抵抗性に優れ、同時に塑性変形抵抗性を有するものである。

2.2 開発 As を用いた混合物の性状例

開発 As および改質 II 型を用いた密粒度アスファルト混合物 (13) (以下、開発混合物および改質 II 型混合物と称す) の性状例を以下に示す。なお、各混合物の骨材合成粒度とアスファルト量を表-2 に示す。

(1) 曲げ疲労試験

曲げ疲労試験(両端固定 2 点载荷方式で、温度 5℃、ひずみ 400μm、周波数 5Hz) による破壊回数を図-1 に示す。図より、開発混合物の破壊回数は 100 万回以上であり、改質 II 型混合物と比べて 60 倍程度以上大きく、開発混合物は改質 II 型混合物に比べ、疲労ひび割れやリフレクションクラック、わだち割れの発生を抑制する効果が高い。

(2) ホイールトラッキング試験

開発混合物の動的安定度は 6,000 (回/mm) 以上であり、改質 II 型混合物と同等であり、開発混合物はわだち掘れの発生を抑制する効果が高い。

3. 適用事例

開発混合物を適用した物流配送センターの施工事例を2例示す。なお、物流配送センターは稼働中であったことから、施工は休日の日中1日という時間的制約があり、早期に供用が可能なアスファルト舗装が望まれた。

(1) 事例 1 (A 物流配送センター)

工事概要を表-3 に示す。A 物流配送センターは建設資材の荷捌き場(写真-1)で、主に 4t と 8t トラックが往来し、1t 級のフォークリフトが荷物の積み替えを行っている。

既設舗装はアスファルト舗装となっており、亀甲状ひび割れや沈下による段差、路盤が露出しているポットホールなどの損傷が発生しており(写真-2)、荷物の積替え業務では損傷箇所を避けたり、速度を落とすなどで荷崩れや荷傷みを防止する等の支障をきたしていた。

当該補修箇所は、写真-1 の①エリア (15×15m²程度) の他、小規模な 2 箇所 (②エリア : 2×50m²程度, ③エリア : 2×2m²程度) を含めた合計 330m²程度であった。②エリアは倉庫裏の荷捌き場であり、切削後のひび割れ状況を写真-3 に示す。

当該箇所の補修方法は、開発混合物による 1 層切削オーバーレイ (t=50mm) を基本とし、ポットホールで路盤が露出していた

表-2 混合物粒度とアスファルト量

混合物名	アス量 (%)	ふるい目の開き (mm) と通過質量百分率 (%)						
		19.0	13.2	4.75	2.36	0.600	0.300	0.075
密粒度混合物(13)	5.0	100	96.5	64.4	42.3	26.5	15.5	6.2

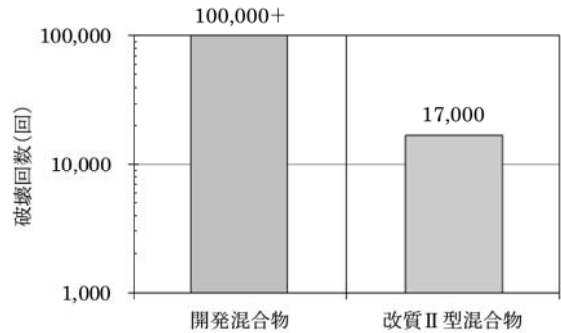


図-1 曲げ疲労試験結果

表-3 工事概要(事例 1)

取扱い品	主に建設資材
貨物自動車	主に、4t・8tトラック
既設舗装	アスファルト舗装 (t=100)
施工規模	330m ² 程度 (合計3箇所) ①15×15m程度、②2×50m程度、③2×2m程度
施工日	平成29年9月
補修工法	・開発混合物による1層切削オーバーレイ (t=50) ・【一部】2層切削オーバーレイ (基層:再生粗粒)
既設舗装の損傷状況	・ひび割れ (線状、亀甲状) ・沈下による段差 ・ポットホール (路盤が露出)
施工機械	・フィニッシャ (1.4m級、4.5m級) ・4コンバインドローラ ・10tタイヤローラ



写真-1 施工前状況 (①エリア)



写真-2 ①エリアの損傷状況

写真-3 ②エリアの切削後状況

写真-4 供用6ヶ月状況 (①エリア)

箇所は、2層切削 (t=100mm) し、路盤を整正・転圧した後に基層に再生粗粒度アスファルト混合物を舗装した。

施工後6ヶ月後 (平成30年2月) に供用性を確認 (写真-4) したが、ひび割れ等の損傷は皆無で良好な状況であった。また、発注者によると、フォークリフトの走行時にも振動もなく、荷崩れや荷傷みが解消できたと好評価である。

(2) 事例2 (B 物流配送センター)

工事概要を表-4に示す。B 物流配送センターは飲料品の荷捌き場で、主に20tトレーラなどの大型車が往来し、荷物の積替えを行っている。既設舗装は半たわみ性舗装で縦方向と横方向の線状ひび割れが多数発生しており、大ききの異なるひび割れた版の状態となっていた (写真-5)。また、一部には亀甲状のひび割れにまで損傷が進行している箇所も見られた。

既設舗装の構造評価を行う目的で FWD 測定を実施した。FWD 測定は、既設舗装に発生している2m×2m程度のひび割れた版について、①健全と考える“ひび割れた版の中央部” (写真-6の①)、②雨水の浸入によって路盤下の損傷が疑われる“ひび割れた版のひび割れ部”の箇所 (写真-6の②)、③路盤下の損傷が考えられる“亀甲状のひび割れ箇所” (写真-7の③) で測定を行った。FWD 測定結果を表-5に示す。

表に示すように、“②ひび割れた版のひび割れ部”におけるD0およびD20たわみ量は“①ひび割れた版の中央部”に比べて大きいものの、D60およびD150は同等の値を示しており、損傷はアスファルト舗装のみと判断し、補修は開発混合物による1層切削オーバーレイ (t=50mm) とした。また、“③亀甲状のひび割れ箇所”は全体的にたわみ量が大きく、路盤以下の支持力の低下が見られたが、施工可能な時間が限られていたことから2層切削オーバーレイ (t=100mm) として、表層は開発混合物 (t=50mm)、基層は再生粗粒度アスファルト混合物 (t=50mm) を施工した。

表-4 工事概要 (事例2)

取扱物品	主に飲料品
貨物自動車	主に、20tトレーラ
既設舗装	半たわみ性舗装 (t=50)
施工規模	930m ² 程度
施工日	平成29年11月
補修工法	・開発混合物による1層切削オーバーレイ (t=50) ・【一部】2層切削オーバーレイ (基層: 再生粗粒)
既設舗装の損傷状況	・ひび割れ (線状、亀甲状)
施工機械	・フィニッシャ (5.0m級) ・10tマカダムローラ ・4コンバインドローラ ・10tタイヤローラ



写真-5 施工前状況

表-5 FWD 測定結果

測定箇所	たわみ量 (μm) 【49KN・温度補正】			
	D0	D20	D60	D150
①ひび割れた版の中央部	298	264	188	93
②ひび割れた版のひび割れ部	590	351	211	91
③亀甲状のひび割れ箇所	1,596	1,174	448	114



写真-6 FWD 測定箇所 (①②)



写真-7 FWD 測定箇所 (③)



写真-8 供用3ヶ月状況

施工3ヶ月後(平成30年2月)に供用性を確認(写真-8)したが、ひび割れやわだち掘れ、また施工ジョイントの開きも無く、良好な状況であった。

4. まとめ

- (1)開発Asは温度応力緩和性や変形追従性に優れる特殊改質アスファルトである。 $G^* \sin \delta$ が小さく、 $G^* / \sin \delta$ が大きいことから、疲労ひび割れ抵抗性と塑性抵抗変形性が高い。
- (2)開発混合物は、改質Ⅱ型混合物と比べて曲げ疲労試験の破壊回数は60倍以上大きく、動的安定度は6,000回/mm以上と同等であり、ひび割れとわだち掘れの発生を抑制する効果が高い。
- (3)開発混合物を8tトラックが往来する物流施設内のトラックヤードに適用した結果、供用後6ヶ月の段階では、ひび割れやわだち掘れ等の損傷は皆無であり、良好な状況を維持している。発注者からは、フォークリフトの走行時にも振動もなく、荷崩れや荷傷みが解消できたと好評価を得ている。
- (4)開発混合物を20tトレーラが往来する既設舗装が半たわみ性舗装であった物流施設内のトラックヤードに適用した結果、供用後3ヶ月の段階では、ひび割れやわだち掘れ、既設舗装との施工ジョイントの開きの発生もなく、良好な状況を維持している。

5. おわりに

供用後3～6ヶ月ではあるが、適用事例の供用状況は良好であり、開発混合物はトラックヤードを含めた重交通箇所へのアスファルト舗装として高い耐久性が期待できると考える。今後も引き続き供用性を確認するとともに、様々な箇所・条件下で試験施工を実施して、開発混合物の耐久性を確認し、アスファルト舗装の長寿命化に寄与する技術として普及させる所存である。

【参考文献】

- 1) 紺野路登, 大友信之, 諫山宏樹, 國府田友翔: アスファルト舗装の長寿命化対策に関する研究～「塑性変形抵抗性」と「ひび割れ抵抗性」を両立したアスファルトの開発～, 道路建設, No. 765, pp63～69(2017. 11)
- 2) (公社) 日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧, 平成19年6月