TSFM-07-5

旧 NETIS No：CB-030060VE

道路環境に優しい路面切削

ＴＳファイン・ミリング工法

技　術　資　料

TS ファイン・ミリング工法研究会

目 次

1. TS ファイン・ミリング工法とは …… 1

2. 通常の切削ドラムとの違い …… 1

3. TS ファイン・ミリング工法の定義 …… 2

4. 作業騒音・振動の低減効果 …… 2

5. 切削路面の性状…… 3

6. 切削発生材について …… 5

7. TS ファイン・ミリング工法の適用箇所 …… 6

8. TS ファイン・ミリング工法を用いた舗装修繕工法 …… 6

9. TS ファイン・ミリング工法を用いた主な施工事例…… 8

10. 切削機の諸元例……10

11. 施工上の留意点 ……10

1. TS ファイン・ミリング工法とは

道路沿道の環境問題は、供用中ばかりでなく、工事中の作業騒音や振動などに対しても対策を講じて行く必要があります。近年の舗装工事は、現道の切削オーバーレイによる舗装修繕工事が多くなっており、このうち切削時の作業騒音が最も大きいと言われています。

TS ファイン・ミリング工法は、Thin(薄く)，Silent(静かに)，Fine(細かく)，Milling(削る)ことが可能となる工法です。通常の切削機の切削ドラムが 15mm 間隔でビットを配置しているのに対して、より狭い 6mm 間隔で切削ビットを配置した切削ドラムを装備した切削機を使用し、舗装の削り取り時の衝撃が減少し、作業騒音・振動の減少効果が得られます。

また、切削表面は非常にきめの細かい仕上りとなり、数ｍｍからの切削処理を行うことができることから、切削面での交通開放でも安全に車両の通行が可能となり、薄層舗装の前処理としてあるいは修繕舗装の機能の向上が図れます。

写真-1　高架橋での作業

2. 通常の切削ドラムとの違い

TS ファイン・ミリング工法の切削ドラムは、ビット配置が 8mm 以下と通常の切削ドラムに比べて狭い間隔で配置されています。通常の切削ドラムが舗装体を完全に除去するのに適しているのに対し、TS ファイン・ミリングドラムは路面の表面処理をするのに適しています。

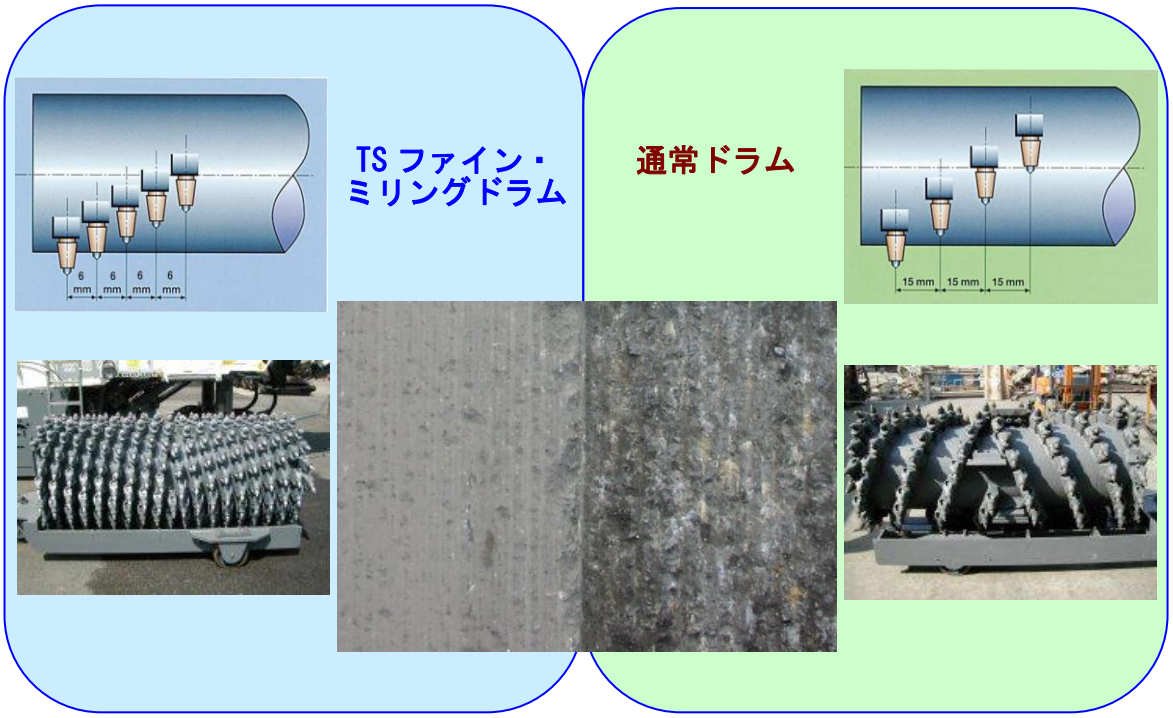

図-1　TS ファイン・ミリングドラムと通常ドラムとの比較

3. TS ファイン･ミリング工法の定義

◎ 定義

◇作業時の騒音・振動の低減

通常の切削機に比して、土工部での使用時 1～3dB 程度、･高架橋部での使用時、高架橋下面において 5～7dB 程度の低減効果を有すること

◇切削路面の平滑さの向上

切削後の路面粗さが 2mm 以下※の路面性状となること

※　砂拡大器による路面粗さ測定(舗装試験法便覧 6-6, KODAN 224

注) 原則として、「騒音･振動の低減」、「路面の平滑さ」の両者を満足する場合を『TSファイン･ミリング工法』とするが、顧客要求が何れか一つの性能の場合も、本工法に属するものとする。

4. 作業騒音･振動の低減効果

(1) 一般部の舗装での切削騒音

TS ファイン･ミリングの作業騒音は、土工部におけるアスファルト舗装の切削時の騒音は、通常の切削機に比べて4.3dB 低減されます。また無負荷時(機械駆動音のみ)で3.4dB の低減があります。通常ドラムよりビット配置が狭いことにより打撃力の連続性が向上し、路面の打撃エネルギーが低減されるためと考えられます。

表-1　切削騒音測定結果(一般道路部 As 舗装での切削)

切削方法の種別		TSﾌｧｲﾝ･ﾐﾘﾝｸﾞ	通常の切削機
騒音値 (dB)	切削時	85.4 (-4.3)	89.7
	無負荷	83.4 (-3.4)	86.8

※(　)は、通常の切削機との差

(2) 高架橋舗装での切削騒音

橋梁上における切削工の場合は、切削時に舗装＋床版を振動させることにより、土工部以上の騒音が発生します。舗装施工におけるその他の工程を含めた作業騒音の測定結果を図-2 に示すとおり、切削作業時の騒音は、その他の工種に比べて 10dB 以上も大きな騒音を発生しています。

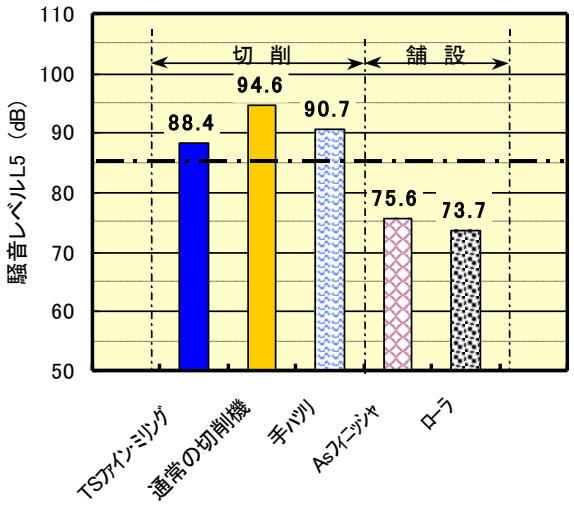

図-2　官民境界での作業騒音(L5)

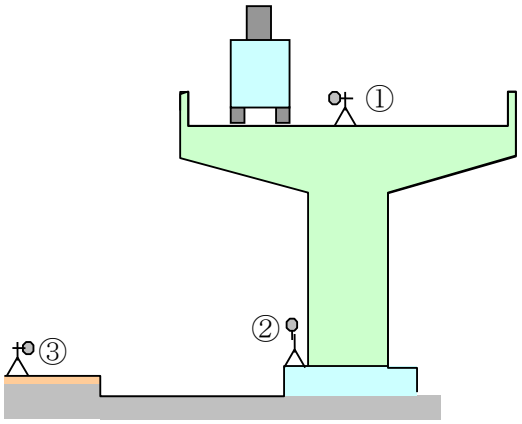

図-3　測定位置

TSファイン・ミリングは切削時の打撃力が軽減し、床版で発生する振動が軽減されることから、高架橋舗装の切削騒音が通常の切削機に比べて 6～7dB の低減が確認されました。

図-5 に周波数分析の結果を示します。この結果によれば 1,000Hz 以下での低減が顕著に見られ、TS ファイン・ミリングによる切削騒音は 10(dB)以上の低減が見られた。特に 100Hz 以下では 15dB 以上の差が確認されており、騒音と同時に振動も抑制されることが期待できます。

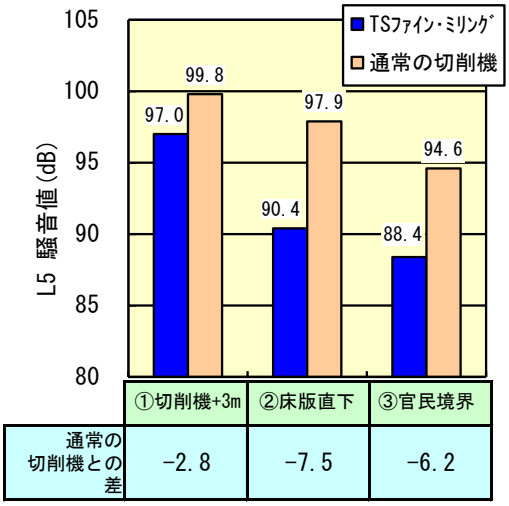

図-4 測定位置と切削騒音の関係

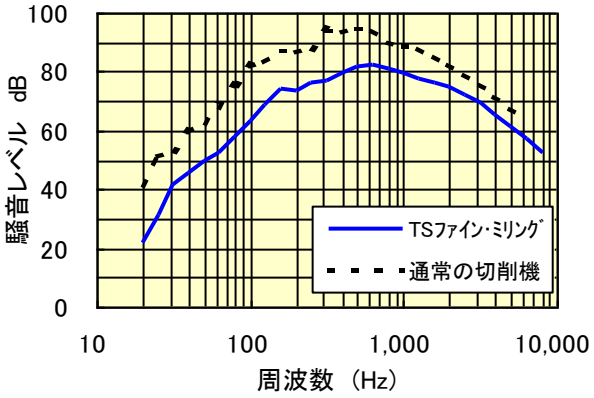

図-5 各種切削機の周波数特性

5. 切削路面の性状

(1) 路面形状

TS ファイン・ミリング工法は、通常より狭いビット配置のため、写真-2、図-6 に示すように切削表面は非常にきめの細かい仕上りとなります。路面性状測定結果を表-2 に示すとおり、切削面の路面粗さは、TS ファイン・ミリングの平坦性は 2.18mm と、通常の切削方法に比べ、1.2mm 程度も良く、新設時の基準値 2.4mm を満たしています。

TS ファイン・ミリング　　通常の切削機

写真-2 路面形状比較

切削表面の形状は、レーザー式表面形状測定、ＭＴＭ測定の結果より通常の切削機の 1/2 程度と、排水性(13)舗装並みの凹凸量です。(注:MTM 測定値で排水性(13)=0.8 程度，密粒舗装は 0.3 程度)　切削面での交通開放においても走行車両（特に 2 輪車）のハンドリングへの影響が少なく、またすべり抵抗性の向上にもつながり安全性が高くなります。また薄層舗装や橋面舗装など切削深さの精度を要求される場合に有効な方法になります。

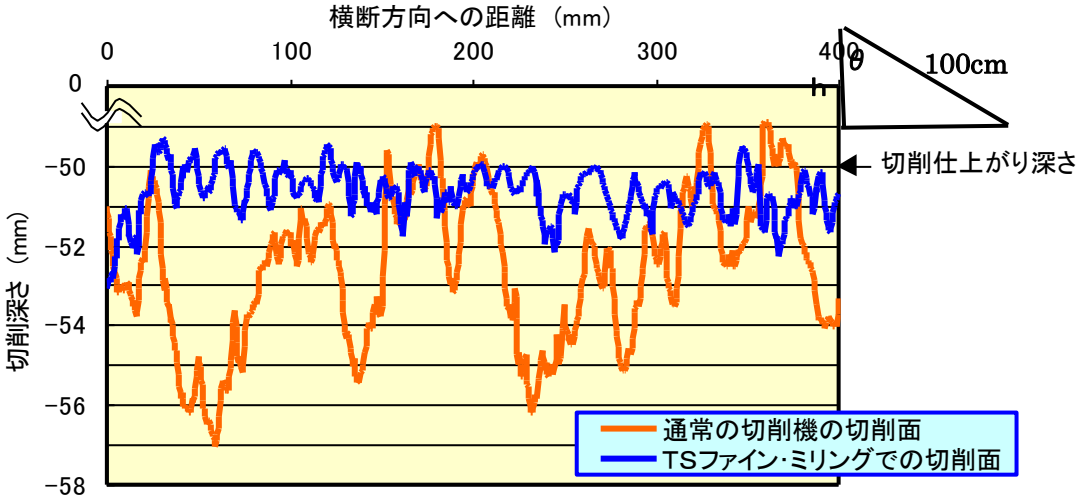

図-6　切削面の横断形状

表-2　路面性状一例

項　目		TSﾌｧｲﾝ･ﾐﾘﾝｸﾞ	通常の切削機	参　考
平坦性(σ，mm)		2.18	3.37	新設:2.4以下
路面きめ深さ	砂拡大器(mm)	1.65 1.52	2.91 2.70	横断方向 縦断方向
	MTM (mm)	0.54	1.12	密粒:0.35程度，排水性(13):0.85程度
ﾚｰｻﾞｰ表面形状(mm)	横断凹凸偏差	0.87	1.69	密　粒:0.35程度 排水性(13):1.6程度
	縦断凹凸偏差	1.06	1.95	

(2)　切削面での水の流れ易さ

切削面での水の流れ易さを、現場透水試験器を調査する切削路面より 3cm 嵩上げした状態で設置し、試験器より水を 600ml 流出させ、路面上を流れる水が 1m の流れるまでの時間と水の広がり具合を測定しました(写真-3 参照)。その結果を表-3 に示します。

写真-3　表面流出測定状況

一般的な切削機を用いた切削路面では、水が１ｍ流れるのに 1 分以上を要し、切削の溝に沿って流水するために横断方向に流れ難い状況でした。一方 TS ファイン・ミリングの場合、横断方向の流出もあり、水が１ｍ流れるまでの時間も 15 秒程度と１／５程度でした。TS ファイン・ミリングを用いた 1 層切削による排水性舗装の施工が可能となります。その場合には、基層部の耐水性を有することが条件となります。

表-3　表面流出測定結果

切削機種別	水の横断距離 h(cm)	広がり θ°	1m到達時間 (s)	排水速さ (cm/s)
TSﾌｧｲﾝ･ﾐﾘﾝｸﾞ	85	31.7	14.8	6.8
通常の切削機	95	18.2	70.0	1.4

(3) 切削面でのタイヤ/路面騒音

切削面でのタイヤ/路面騒音を周波数分析した結果を図-7 に示します。40Hz～800Hz の周波数帯における騒音レベルの低減があり、路面の凹凸からくるタイヤ加振音が低減され、車両の「こもり音」が減り、走行時の快適性が改善されます。

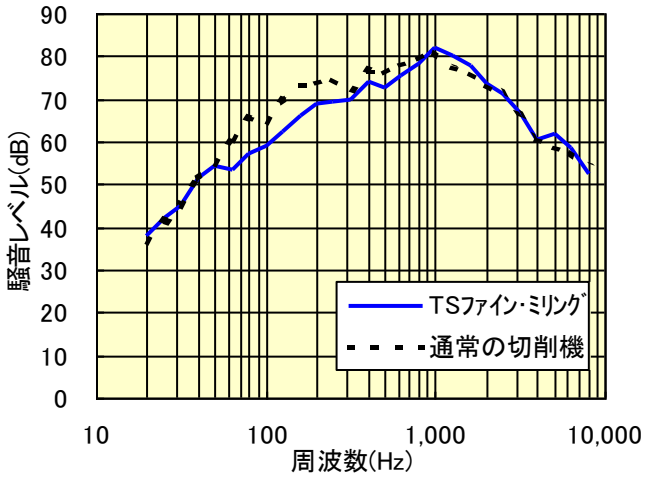

図-7 タイヤ路面騒音 周波数分析結果

6. 切削発生材について

TS ファイン・ミリングによる切削発生材の抽出後の骨材粒度を図-8 に示します。

一般的な切削機による切削発生材の抽出粒度と比べて 2.36mm フルイ通過重量百分率で7%弱細かくなっています。一般的に再生プラントで処理する場合には、その他のアスファルト発生材と混合することによって、ほぼ通常どおりの再生混合物を製造が可能です。しかし、発生箇所を限定させた再生混合物を製造する際には、留意する必要があります。

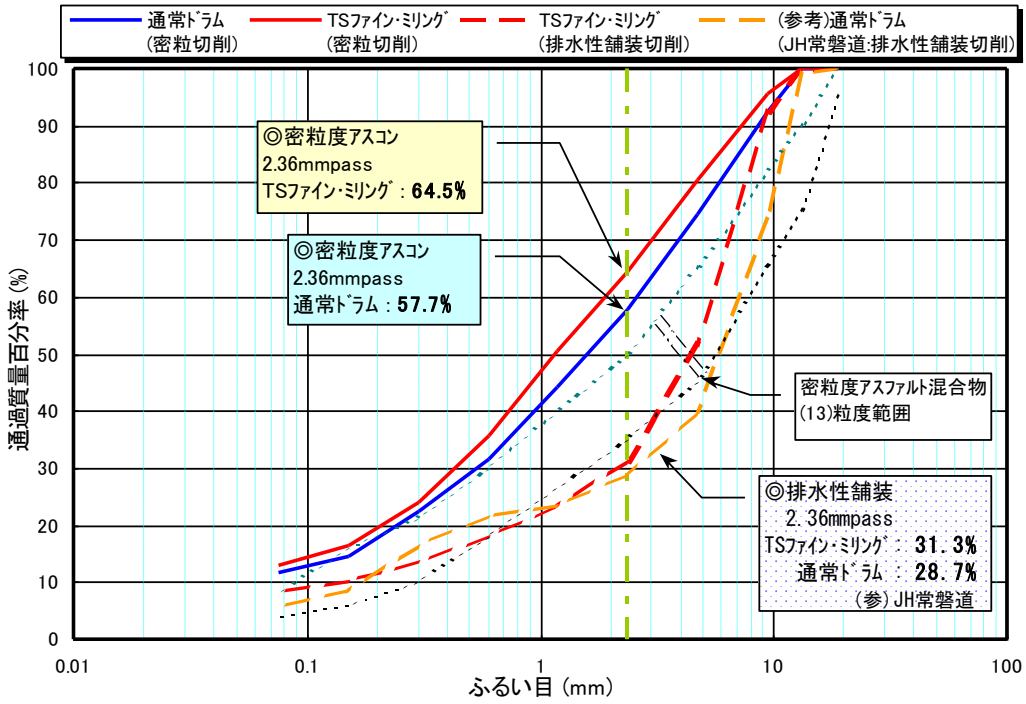

図-8 切削発生材の抽出後ふるい分け試験

7. TS ファイン・ミリング工法の適用箇所

TS ファイン・ミリング工法は、作業騒音・振動の低減を目的とした舗装修繕工事への適用の他、その平滑な切削面を活かした舗装修繕が可能になります。

表-4　TS ファイン・ミリング工法の適用箇所

適用箇所	事　由
・作業騒音・振動の軽減が望まれる切削を伴う舗装修繕工事 （特に高架橋上での切削工）	地上でも切削騒音が低減されますが、特に高架橋での切削騒音が低減できる。
・わだち掘れの発生した路面の復旧	いわゆる、「こぶ取り」と称する切削が精度が良く、平坦に仕上がることができます。
・フラッシュによるすべり抵抗性の低下を回復させる工事	適度なスベリ抵抗性が改善できます。
・薄層舗装の前準備としての切削 ・鋼床版舗装の切削	切削深さ 5mm 程度から横断形状、平坦性共に精度良く切削が可能で、薄層舗装の精度向上が可能、また鋼床版上のリベット等傷めることがない。
・乗り心地(平坦性)を重視する切削オーバーレイ工事	同上の理由で平坦性の向上が期待できる。
・1 層切削による排水性舗装	切削面が平滑になり、排水性能が向上する。
・切削面での即時開放で走行安全性を重視する工事	縦断形状（平坦性）と横断形状が良くなり、2 輪車等の転倒事故の抑制になる。

8. TS ファイン・ミリング工法を用いた舗装修繕工法

(1) 排水性舗装の修繕への利用

既に排水性舗装を施してあり、表層部（排水性混合物）の機能のみが低下した際の舗装修繕として、TS ファイン・ミリング工法が活用できます。平滑な切削面により排水性機能の低下や基層混合物の耐久性が持続し易くなります。

◎適応条件

・中間層以下の舗装体が比較的健全であること
(既設の排水性舗装の基層あるいは中間層にはく離対策等の混合物を使用した舗装施工を行なっているなど)

・タックコートは改質乳剤の使用を推奨

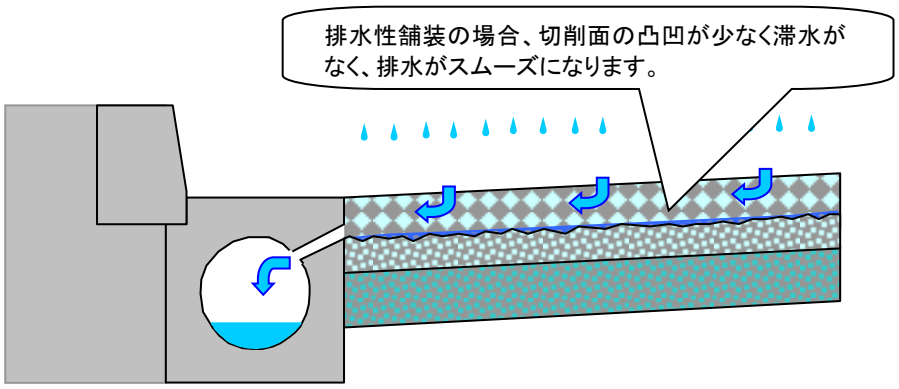

図-9　排水性舗装の修繕

(2) **薄層排水性舗装への利用**

既設舗装を生かした薄層による排水性舗装を施す場合に、TS ファイン・ミリング工法によって縦横段形状を最小限に修正を行なって品質の高い舗装が構築できます。

骨材最大粒径 5～10mm の排水性混合物を用いることにより、舗装厚 2～3cm の薄層排水性舗装が可能です。幹線道路のほか、生活道路（舗装計画交通量：1,000 台/日未満）への適用も容易になります。

◎適応条件

・既設の舗装体が比較的健全であること
・ひび割れなどの破損が部分的に発生している場合には、基層部の部分的な打換えを行なう
・タックコートは改質乳剤の使用を推奨
・大型切削機の乗入れが可能な箇所

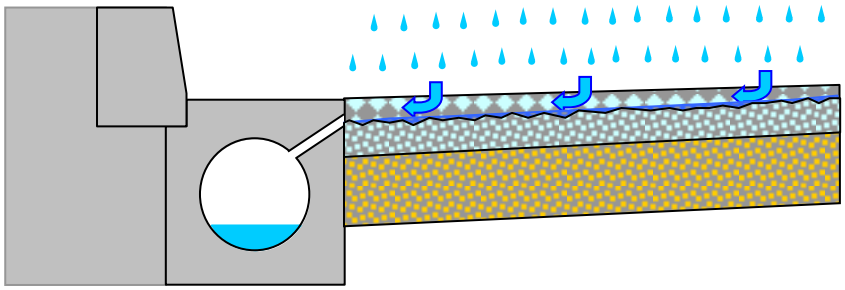

図-10　薄層排水性舗装

(3) **超薄層舗装への利用**

舗装面のすべり抵抗性や簡易な排水機能や騒音低減機能を持たせた超薄層舗装工法が可能になります。既設舗装を生かしつつ、TS ファイン・ミリングによる切削によって縦横断形状を修正し、超薄層(t=5～10mm)のマイクロサーフェシング工法や、常温型シールコート工法、あるいはシリカサンド舗装などによって経済的な舗装の維持管理が可能です。

◎適応条件

・既設の舗装体が比較的健全であること
・ひび割れなどの破損が部分的に発生している場合には、基層部の部分的な打換えを行なう
・大型切削機の乗入れが可能な箇所

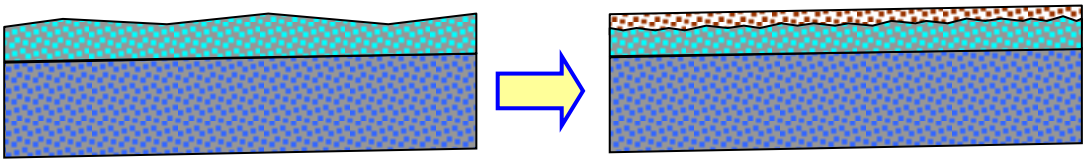

図-11　超薄層舗装

9. TS ファイン・ミリング工法を用いた主な施工事例

(1) 高架橋舗装の切削オーバーレイ工事

写真-4
騒音対策:
名古屋高速都心環状線
(鋼床版舗装)

写真-5
切削精度の向上対策:
名古屋市内 金城西橋
(Co 床版舗装)

(2) 薄層舗装時の切削オーバーレイ工事

写真-6
薄層舗装の前処理対策:
NEXCO 東京湾アクアライン
海ほたるパーキングエリア駐
車場

(3) 道路周辺環境対策としての切削オーバーレイ工事

写真-7
工事周辺騒音対策:
名古屋市道 総合病院前

写真-8
切削面での交通開放安全対策:
国道 51 号 千葉市内

写真-9
工事周辺騒音・振動対策:
名古屋市道

10. 切削機の諸元例

TSファイン・ミリング工法で使用する切削機の仕様例を表-5 に示します。この切削機の切削ドラムは交換が可能で、用途によって通常の切削ドラムとの使い分けもできます。

表-5 切削機の主な仕様 (ヴィルトゲン W2000 の場合)

作業幅(mm)	2,000	全長(mm)	施工時14,800/回送時11,550
最大切削深さ(mm)	60※1	走行速度(km/h)	0 ～ 5
ビットドラム	交換可能	作業速度(m/min)	2 ～ 4
カブクリアランス(段差)(mm)	左右共310	足回り	クローラ
サイドクリアランス(mm)	左450右150	ビット形状	コニカルビットφ8
ドラムスイング量	固定	作業質量(kg) CE※2	29,000
ベルコン長さ(mm)	作業時6,885/回送時4,100	エンジン メーカー(KW/PS)	キャタピラ 421/573

※1 通常ドラムの使用で通常の切削機としての適用可(最大切削深さ320mm)

※2 機械本体質量に水タンクを1/2, 燃料タンクを1/2満たし、ｵﾍﾟﾚｰﾀｰ(75kg)と工具の質量を加えたもの

写真-10 切削ドラム交換状況

11. 施工上の留意点

◇騒音や振動対策としてTSファイン・ミリング工法による切削を行なう場合は、特に作業速度や日施工量などに留意してください。

◇TSファイン・ミリング工法による切削廃材の粒度は、通常ドラムの場合に比べて全体的に6～10%程度細かくなります。

◇切削時の粉塵の発生は、通常の切削同様に散水によりありません。

TS ファイン・ミリング工法研究会 会員 (2026 年 7 月 1 日現在, 五十音順)

株式会社 エコワーク
大林道路 株式会社
カゴシマロック 株式会社
鹿島道路 株式会社
株式会社 コスモロード
大有建設 株式会社
東亜道路工業 株式会社
ニチレキ 株式会社
ユナイト 株式会社
ヴィルトゲンジャパン 株式会社
ワールド開発工業 株式会社

事務局 : 〒490-1436 愛知県海部郡飛島村竹之郷 8-29 大有建設株式会社 内
TEL 05675-5-2661 FAX 05675-5-2110 E-mail :info@tsfine.jp