

# スタビライザー工法の海外への技術移転

## 耐久性ある道路舗装インフラの構築

藤田 仁

現在、道路インフラ整備が急務となっている多くの国では著しい物流（交通量）の伸びに比べ、道路インフラの整備が追い付かず、さらに物流の伸びにより道路、特に舗装の破損が顕著となっている。そのため限られた予算を道路メンテナンスに回さざるを得ず、道路新設が十分に行えない状況にある。必要なことはライフサイクルコストに優れた道路舗装技術の導入であり、より耐久性に優れた舗装工法ならびに経済性に優れたリサイクル工法が望まれている。これを満足する舗装のライフサイクルコスト低減技術がスタビライザー工法であり、これまで多くの国に対し技術移転を進めてきたので紹介する。

キーワード：道路、舗装、安定処理、路上再生路盤工法、スタビライザー、技術移転

### 1. はじめに

現在、世界の発展途上にある多くの国では道路インフラの整備が喫緊の課題であり、経済成長を遂げるためには増大する物流に対応できる道路延長ならびに舗装延長を伸ばすことが望まれている。しかし、各国の道路ストックの現状は未だ満足できるものではなく、1960年代の我が国と似通った状態の国が多い。我が国はモータリゼーションの進展に合わせ着実に道路ストックを伸ばしてきたが、これらの国では物流の伸びに伴い交通量や大型車の増大の進捗が著しく、交通量が増えるにしたがって既存の道路の破損が増えるという事象に苦しんでいる。このため既存道路のメンテナンスと道路新設を同時に進める必要が出てきているが、これを解決する一つの方法としてライフサイクルコスト低減につながる工法が求められ、特に舗装の分野では舗装の長寿命化が望まれている。

一般に長寿命舗装とは舗装の下部（路盤以下）はメンテナンスフリーとし、表層（もしくは表層と基層）部分を補修する構造の舗装と考えられ、そのためには路盤以下の部分を強固にし耐久性を向上する安定処理工法は有用な工法であり、特に既設舗装のリサイクルを可能としたスタビライザーを使用した路上再生路盤工法は耐久性、経済性の両面からこれらの国々の道路整備に有用な工法として導入が望まれているものである。

既にいくつかの国においてはスタビライザー工法が導入され、有効に活用されてきている、本文ではこれ

まで実施してきたスタビライザー工法を現地へ技術移転してきた事例について紹介する。

### 2. スタビライザー工法の概要

スタビライザーは我が国においては主に1960年代頃から土質安定処理工法として道路の基礎となる路床改良工法の施工機械として使用された。安定処理材としてはセメントや石灰が対象となる土質に合わせて選定された。処理深さについても30cm程度から1mまで各種機械が使用され、路床の設計法（設計CBRの決定方法）や路床安定処理工法の施工方法が基準化され、特に平成4年に「路床は構築するもの」という考え方がアスファルト舗装要綱に記述され、その有用性が定まったといえる。また、1980年代には破損したアスファルト舗装をスタビライザーを使用して破碎し、セメントとアスファルトを混合する再生路盤工法が始まった。アスファルトとしてアスファルト乳剤を使用するセメント乳剤（CAE）工法と加熱アスファルトを発泡させて混合するセメントフォームド（CFA）工法の2種類が行われ、社団法人（当時）日本道路協会より路上再生路盤工法技術指針（案）<sup>1)</sup>が昭和62年（1987年）1月に出版され、両工法とセメントのみを添加する3工法について基準化された。このリサイクル工法としての路上再生路盤工法は日本発の技術と考えられるが、1990年以降には世界各地で行われるようになった。たとえば米国ではFull-Depth Reclamation（FDR工法）という名称で施工されてい

るが、世界的には In-place cold recycling method と称されることが多い。海外展開を図っているスタビライザーの外観を写真—1に、機械の諸元を表—1に示す。2011年3月に東北地方を大震災が襲ったが、その後土木研究所が震災後の道路を調査した結果、CAE工法を施工した箇所ではひび割れの発生が少ないことが報告<sup>2)</sup>されており、セメントとアスファルトを併用して添加する路上再生工法は、交通荷重などによる振動にも耐久性があり、舗装の長寿命化を図るうえで有効な工法であると考えられる。



写真—1 スタビライザーの外観

表—1 機械の諸元

総重量 (kg)	22,500
長さ×幅×高さ (mm)	9,280 × 2,650 × 2,915
最大処理深さ (mm)	430
混合幅 (mm)	2,000
ローター径 (mm)	1,150
ローター回転数 (rpm)	100 (Lo) / 130 (Hi)
ローターシフト幅 (mm)	500
ビット数 (合計:本)	106

スタビライザー工法の特長は以下のとおりである。

- ①材料としては添加材（セメントおよびアスファルト）だけで現位置の材料を使用するため経済的である。
- ②施工能力が大きく、短時間で施工できる。
- ③処理された層は透水性が小さくなり天候の変化に対し耐久性が高い。
- ④処理層は高い強度を示し、交通荷重に対し高い耐久性がある。

世界で使用されているスタビライザーは大型から小型の簡易なものまで多くの種類があるが、今回報告するスタビライザー（写真—1）は以下の点で道路インフラ途上国にとって使いやすい特長を持っている。

- ①スタビライザーはホイール式であり、短い距離であれば自走で現場移動が可能である。

- ②破碎、混合装置が機械中央にあるため曲がった道でもコントロールしやすい。
- ③混合装置部が左右に 50 cm 移動可能なため、端部まで処理が可能である（写真—2）。



写真—2 ローターのシフト

- ④本機械はアスファルトとして乳剤を使用することに限定しているが、加熱アスファルトを用いるフォームタイプに比べ、常温の材料であるためやけどなどの危険性がない、簡単なノズルであるため詰まりなどのトラブルが少ない、工事が中止となってもアスファルト乳剤はドラム缶などでも保存できアスファルトプラントがない地域でも使用しやすい。

### 3. スタビライザー工法の海外に向けての展開

#### (1) 工法の紹介活動

スタビライザー工法の展開においては、道路インフラ整備に対する本工法の有効性を各種セミナーや各国からのインフラ関係の来日者や在日大使館の方々が登場を訪問された際などにセミナーと実演デモ（写真—3）を行い紹介している。特に、前述のように多くの国の抱える問題として物流の伸びが道路整備の実施状況をはるかに上回り、さらに交通量の伸びにより既存の道路が破損するという状況が起きていること、そのため既存道路のメンテナンスに予算を取られ思うように新設道路を作れない状況があり、これを解決するためには道路の長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減する工法が望まれ、スタビライザー工法は道路の長寿命化につながる工法である以下のように紹介している。



写真-3 スタビライザー実演デモ

- ①長寿命の舗装の概念として路床から路盤といった舗装下部については耐久性を向上させ、舗装表層（もしくは表層と基層）についてのみ補修を行うというものがある。
- ②長寿命化舗装とするためには、設計段階、施工段階の両面で配慮が必要である。
- ③スタビライザー工法により舗装の下部層の支持力と耐久性向上を図り、舗装内部に発生する歪を小さくすることにより長寿命化を図ることができる。したがって、舗装の長寿命化を図る上では非常に有効な工法と言える。

また、場合によっては現地の材料コストや労務コストなどをもとに、管理者コスト（新設費用と、補修費用）を計算しコスト低減効果を提示している。

## (2) 技術移転プログラムの展開

スタビライザー工法の海外への展開にあたり前提としていることは、単に機械を供与するだけではなく、その機械を現地の技術者・作業員が使いこなし、自らの手によって十分な施工ができ、道路インフラ整備に寄与できるようにすることである。それにより雇用も生まれ、継続的な使用により、より多くの舗装改良を実施することが可能となる。そのために教育・訓練を行う技術移転プログラムを用意し、実際の技術移転にあたっては日本から技術者を派遣して実施している。主な内容を以下に示す。

- ①スタビライザー工法の施工方法に関する技術者（工事管理者）への工法レクチャー
- ②機械オペレータへのスタビライザーの運転方法、点検方法、メンテナンス方法のレクチャーおよび実施訓練
- ③試験担当技術者への試験方法の講習および配合設計方法のレクチャーおよび実地訓練

④施工処理厚の決定方法と舗装構造設計の考え方のレクチャー

⑤上記を踏まえた最終的な試験施工の共同実施

これら技術移転に際しマニュアルを準備し、これに基づいて現地の技術者自ら工法を実施できるよう配慮しており、概ねこの教育・訓練には2か月程度を要している。実施状況を写真-4～7に示す。



写真-4 オペレータの教育



写真-5 技術者へのレクチャー



写真-6 試験方法のトレーニング (1)



写真一七 試験方法のトレーニング (2)



写真一八 施工前 (砂利道)

#### 4. 実際の展開例

これまで、スタビライザー工法を展開してきた国は多いが、特にODAを通じた機械供与を行い、技術移転を進めた国を図一1に示す。これらの国の中で特に技術移転が大きな成果を上げた事例としてニカラグアの事例を紹介する。



図一1 ODAによる技術供与を行った国

ニカラグアではスタビライザーおよびローラをセットとして計3セットを供与し、技術移転プログラム実施後、自らスタビライザーを使った道路改良を進めている。施工の状況として砂利道をセメントで安定処理し、強固な路盤とした上にニカラグアでは良く使用されるインターロッキング舗装を行った例を写真一8～10に示す。このように自国産のブロック舗装を施工することにより雇用の創出や、経済に良い効果をもたらしている。

ニカラグアでは機械を供与した2009年から2014年までの5年間に3セットの機械を使って約2,000 kmにわたる道路改良を実施している。これは全道路延長の約1割に相当する。ニカラグアからは感謝状とも



写真一九 セメントによる処理



写真一〇 完成したインターロッキングブロック舗装

にコメントが寄せられており、主な内容を示すと以下のとおりである。

- ①機械化により日あたりの舗装工事の施工量が3～5倍に増加した。
- ②これまで雨が降ると交通が遮断されていた地域に交通が確保できるようになった。
- ③燃費が25%改善された。また車両の故障やメン

テナンスコストが減った。

- ④交通事故が減った。
- ⑤地方へのアクセスが良くなり、観光客が増えた。
- ⑥商店などが沿道にでき、便利になった。

その他の国でも同じように展開しているが、国情によって適用箇所や添加材が異なることがある。

アスファルト舗装がある程度普及している場合はリサイクル工法が行われるが、そうでない場合は土道や砂利道の安定処理が対象となる。また、おおむねセメントは自国産で賄える例が多いが、アスファルト乳剤は高価な場合が多く、セメント安定処理が中心となる国が多い。基本的にはまず、セメント安定処理により道路の基盤を強固かつ耐水性のあるものにし、その後道路インフラが拡充されれば乳剤を使用したりリサイクル工法を行っていくことを提案している。また、特にアジアにおいてはチップシールを2層で行う DBST (Double Bituminous Surface Treatment) と呼ばれる表面処理工法が広く普及しているが、耐久性が劣る舗装となっている。加熱アスファルト舗装が十分に普及していない地区においては道路延長を伸ばす上で有用な工法であるが、破損した DBST をスタビライザー工法によってセメント処理し、再度 DBST を施工することにより DBST のライフサイクルを伸ばすという使い方もある。

一方 ODA 案件ではないが、タイではこれまでセメントのみを使ったりリサイクル工法が実施されてきたが、ひび割れが発生する事例が多く、近年セメントアスファルト乳剤 (CAE) 工法が試行されるようになって

てきた。このひび割れは日本で良くみられる強度が高すぎることによるセメント安定処理路盤の横断方向の収縮ひび割れではなく、むしろ設計強度が低い (日本の 60%~70%) ことに加え過積載車両が通行することによる縦断方向のひび割れとして表れている (写真—11)。このような事例を見ると、我が国の路上再生路盤工法技術指針 (案) の設計基準が適切な値を採用していることを痛感する。

## 5. おわりに

スタビライザー工法の海外への技術移転について紹介した。現在開発途上国と呼ばれる国において経済発展を遂げるためには物流の確保が重要かつ急務であるが、先に述べたように折角整備した道路が長持ちせず、限られた予算をメンテナンスにつき込まざるを得ず、十分なインフラの増強ができないという大きな課題を抱えている。経済的に十分な機械化もできない彼らにとって ODA による支援は大きな感謝を持って迎えられている。さらにこのスキームは、技術移転により自らの手でインフラメンテナンスを行うことから雇用の創出につながる一面もある。実際の支援にあたっては供与した機械をどこで保有し、どのように運営するのかといった面で相手国の仕組みの変更が必要であったりとはすぐには解決できない課題が見られたりするが、我が国の中で培ってきた道路舗装技術により途上国の未来に貢献することは機械製造メーカーとしてかけがえのない喜びであり、今後も継続的に活動を行っていきたいと考えている。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 路上再生路盤工法技術指針 (案) 昭和 62 年 1 月 (社)日本道路協会 (当時)
- 2) 震災被害軽減に資する舗装 CAE 工法 (独)土木研究所舗装チーム 寺田 剛 土研新技術ショーケース 2014 in 東京

### 【筆者紹介】

藤田 仁 (ふじた ひとし)  
酒井重工業株  
技術営業室  
室長



写真—11 タイの地方道における縦断方向のひび割れ施工後2年・クラックシール済