C1901-06

話題の工法

途上国へのスタビライザー工法の技術移転

＝耐久性ある道路インフラの構築を目指して＝

酒井重工業㈱　藤田　仁

1．はじめに

酒井重工業㈱は2018年５月に創業100周年を迎えることができた。当社の主な事業活動は道路建設機械としてのロードローラおよび道路維持補修機械としてのスタビライザーや路面切削機の製造販売である。当社の海外活動としてのロードローラの輸出は1935年のタイへの輸出にまで遡り、その後1950年以降、タイ、フィリピン、パキスタンなどアジアを中心に輸出を行ってきた。1970年にはインドネシアに合弁会社を設立、1976年にサカイアメリカを設立し、建設機械の輸出入、販売を開始した。その後インドネシア（1995年）、アメリカ（2000年）、中国（2003年）に製造販売拠点を新設し、このほかタイ、バーレーンに営業拠点を設立、さらに全世界に100を超える代理店網を通じて世界約140ヶ国に製品を販売している。日本国内でもローラを中心とした道路建設機械のリーディングカンパニーとしてシェアを確保してきたが、近年、より確固たる経営基盤の拡充のため、海外市場について積極的、戦略的に取り組み、より広範な販売網、サービス網の確立、サプライチェーンの合理化やコストダウンを押し進め、さらに長年の道路建設機械の製造経験に基づくタイムリーな製品開発を行いながら先進性、信頼性に優れるとともに、修理しやすい構造を維持しながら世界のインフラ整備、特に質の高い道路インフラ構築に貢献していきたいと考えている。

特にアジア、アフリカ、中南米地区においては既にある程度の道路インフラ整備が進んでいる国もあるが、一般に途上国といわれる多くの国においては、未だ道路整備が進まず、舗装率も低く、そのため円滑な物流が確保できず、このことが経済発展を進める上での課題となっているところが多い。これらの国では物流（交通量）の伸びに道路インフラの伸びが追い付かず、その上交通量の伸びに伴い道路（舗装）の破損も増え、本来、道路の新設に回すべき予算が道路のメンテナンスに使わざるを得ないという悪循環に陥っている国が多い。これを打開するためには、道路（舗装）を長寿命化し、メンテナンスも含めたライフサイクルコストの低減が求められるが、タイムリーな解決策がないという実態である。当社ではこの耐久性のある道路インフラを構築する工法としてスタビライザーを使用した道路基盤の強化を提案しており、そのための技術移転プログラムを作って展開を図っている。以下にその概要を述べる。

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。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で破砕し、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種類が行われ基準化されている[1]。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、機械の諸元を第１表に示す。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[2]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。

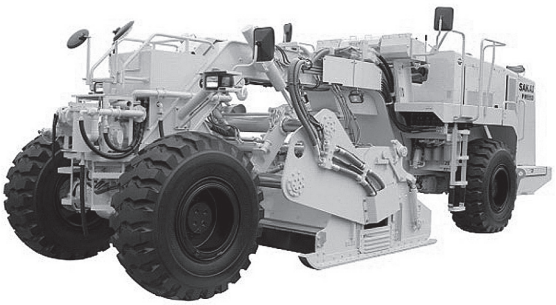

写真１　スタビライザーの外観

第１表　機械の諸元

総重量（ｋｇ）	22,500
長さ×幅×高さ（mm）	9,280×2650×2915
最大処理深さ（mm）	430
混合幅(mm)	2,000
ローター径（mm）	1150
ローター回転数（ｒｐｍ）	100（Lo）/130(Hi)
ローターシフト幅（ｃｍ）	50
ビット数(合計：本)	106

２－１　スタビライザー工法の用途

スタビライザー工法は以下の三つのタイプの使用が行われている。

①　路床改良および土道の改良

道路の基盤となる路床の強化を目的として使用することが多いが特に途上国においては降雨によりぬかるむ土道をスタビライザーにより改良して、雨でもぬかるまない道とすることが行われている。この場合、添加材としてはセメントあるいは石灰が使用される。

②　粒状路盤材の改良および砂利道の改良

粒状路盤材をセメントで安定処理することによって強度増加を図り、路盤としての支持力を上げるほか、途上国に多くみられる砂利道が、交通により下部の路床と混じったりしてぬかるむことを防ぐとともに場合によっては改良した砂利道の上にチップシールなどの表面処理を行うことによって、より耐久性のある簡易舗装とすることが行われている。

③　路上再生路盤工法

破損したアスファルト舗装をスタビライザーで破砕し、既設の路盤材とともに添加材（セメントあるいはセメント＋アスファルト材料）と混合することによって新たなリサイクル路盤を構築する。

２－２　スタビライザー工法の特長

スタビライザー工法の特長をまとめると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、短期間で施工できる。

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。

２－３　当社のスタビライザーの特長

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 機械の形状はモーターグレーダと同様であり、破砕、混合装置といった作業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50cm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ドタイプに比べ、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途上国に向けての展開

３－１　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国土交通省やJICAなどと協力して海外および国内での日本の技術紹介セミナーや各国からのインフラ関係の来日者や駐日大使館の方々が工場を訪問された際などにセミナー（写真３）と実演デモ（写真４）を行い紹介している。東南アジアではインフラ整備を担当する大臣や関係者向けの説明会やセミナーを実施しているほか、近年では特に、アフリカ地区を対象とした活動にも注力しており、TICADⅥ（ケニヤ）に参加したほか「官民・インフラ会議」(2015年より参加)、「質の高いインフラ対話」QIDに参加し、スタビライザー工法のプレゼンテーションを行っている。また在京アフリカ各国大使館からは、このところ毎年工場に訪問を受けるほか、

写真３　セミナー実施状況

写真４　スタビライザー実演デモ

JICAなどを通してウガンダ、エチオピアなどアフリカ地区からの来日者も工場を訪問されている。このような機会を通じ、「是非、我が国を訪問し、インフラ整備関係者に技術を紹介してほしい」という依頼を受けて、当該国を訪問し、大臣他関係者に説明してきている（コートジボワアール、ブルキナファソ、マダガスカル、ザンビア、マラウイなど）。彼ら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と以下のように紹介している。

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。

３－２　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・労務者が使いこなし、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ヶ月程度を要している。直近のスタビライザーおよびローラの供与を実施したケニアでの例を写真５～写真７に示す。

写真５　技術者へのレクチャー

写真６　配合試験の指導

写真７　オペレータへの指導

４．おわりに

当社の途上国へのスタビライザー工法の展開について紹介した。もちろんこれらODAでの機械供与を主軸としたスタビライザー工法の技術移転のほかに一般的な商業ベースでのローラの販売も行っており、たとえば昨年、ウガンダにおいて国の予算で大量の道路建設機械を購入いただいた例もある。このケースでは、それまで購入した中国製機械が十分な性能でなく、トラブルも多いということから日本製機械が選ばれたという経緯があった。

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ぎ込まざるを得ず、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。既に機械供与を行った国の中には例えばベトナムのように、経済発展を遂げ、現地の建設会社が発展することによって、商業ベースでスタビライザーを購入いただく例も出てきている。

実際の支援にあたっては供与した機械をどこの機関で保有し、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。

＜参考文献＞

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

【筆者紹介】

藤田　仁
酒井重工業㈱　技術営業室
室長
＜主なる業務歴および資格＞
1979年４月～2016年月、日本道路㈱勤務。2016年12月～現在、酒井重工業㈱勤務。
技術士（建設部門）
＜会社の主な事業内容＞
道路建設機械、製造・販売。
2018年５月創業100周年を迎えた。