

平成22年度

# 社団法人日本建設機械化協会 会長賞の決定

社団法人日本建設機械化協会は、日本の建設事業における建設の機械化に関して、調査研究、技術開発、実用化により、技術の向上に顕著に寄与したと認められる業績を表彰する制度「会長賞表彰制度」を平成元年より設けて、毎年表彰することとしています。

過日開催されました会長賞選考委員会（委員長 深川良一 立命館大学教授）において、応募 21 件のうちから会長賞 1 件、貢献賞 2 件、奨励賞 2 件、選考委員会賞 1 件が選考されました。

会長賞、貢献賞、奨励賞、選考委員会賞の受賞技術及び受賞者

## ■会長賞

- ・ハイブリッド油圧ショベル PC200-8E0 の開発  
コマツ

## ■貢献賞

- ・水深 60 m 対応の「砕石基礎マウンド造成システム」の開発  
大成建設株式会社  
アジア海洋株式会社

## ■貢献賞

- ・アポロカッター工法の開発  
鹿島建設株式会社  
川崎重工業株式会社

## ■奨励賞

- ・全自動地盤診断システム「スーパー FWD (SFWD)」の開発と実用化  
清水建設株式会社

## ■奨励賞

- ・振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「 $\alpha$ システム」の開発と実用化  
株式会社大林組  
前田建設工業株式会社

## ■選考委員会賞

- ・環境配慮工法（フォームドアスファルト）にて路盤再生（現位置リサイクル）をより効率的に行う専用機の開発  
鹿島道路株式会社  
範多機械株式会社

## 会長賞選考概要

### 〔会長賞〕

- ハイブリッド油圧ショベル PC200-8E0 の開発

地球温暖化への取り組みが世界的に求められている昨今、建設業界において最も普及している建設機械である油圧ショベルにおいて、自動車用ハイブリッドシステムとは全く異なるシステム、すなわち油圧ショベルの巡回エネルギーの回生に着目したシステムで、CO<sub>2</sub>

削減技術を確立し商品化のレベルにまで達するなど、「必要性」・「技術的效果」・「経済的效果」・「発展性」などの点で世界に貢献する技術として高く評価された。

### 〔貢献賞〕

- 水深 60 m 対応の「砕石基礎マウンド造成システム」の開発

特定の工事を対象としているが、厳しい施工環境の中での精度確保を実現できており、大水深・高潮速下での潜水土作業を省き安全性の向上を実現するとともに、工期短縮に貢献するなど、「必要性」・「技術的效果」・「経済的效果」の面が高く評価された。

- アポロカッター工法の開発

シールド掘削機構として新規性のある公転ドラムを採用し、掘削において多くの自由度を与え、多様な断面形状のシールド施工に資することが期待されるユニークな工法であり、都市部の地下空間利用に有用な技術として期待されるなど、「必要性」・「新規性」・「発展性」の点で高く評価された。

### 〔奨励賞〕

- 全自動地盤診断システム「スーパー FWD (SFWD)」の開発と実用化

従来は地盤剛性の測定には長時間を要するのが通常であったが、本技術は基礎研究を踏まえた実用的な開発により、迅速・簡便・高精度に測定できる地盤特性評価システムとなっていることや、解析が容易など「必要性」・「発展性」の点で高く評価された。

- 振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「 $\alpha$ システム」の開発と実用化

本技術は、施工しながら地盤剛性計測を行う情報化施工技術として重要な要素技術であり、施工管理への適用、品質管理の合理化が期待できるなど、「必要性」・「発展性」の面で評価できるとされた。

### 〔選考委員会賞〕

- 環境配慮工法（フォームドアスファルト）にて路盤再生（現位置リサイクル）をより効率的に行う専用機の開発

施工機械を大幅に効率化し、施工性を向上させるとともに、フォームドアスファルトで問題となっていた材料生産を現地で行えるため、効果的な施工が可能など、道路舗装の維持補修の合理化に寄与するとの観点から、選考委員会賞として表彰に値する技術として選出された。

## ハイブリッド油圧ショベル PC200-8E0 の開発

コマツ 開発本部 井上宏昭・森永 淳・遠藤貴義・千葉貞一郎

油圧ショベルの旋回装置を電気駆動化するハイブリッドシステムを開発し大幅な燃費低減効果を達成することにより、地球温暖化問題とりわけ CO<sub>2</sub> 排出に対する社会的貢献を果たす。また、一向に進まぬ温暖化ガス低減に対し建設業界においても今後規制が厳しくなることが予想される経営環境下において、お客様に燃費低減可能な商品を提供することによりご満足いただくと共にマーケットの活性化に結びつける。

び伝達ロスの低減と、旋回体の運動エネルギーを回生することを可能とした。こうして得られたエンジン出力の抑制効果をさらにエンジン燃費マップ上で最適マッチングさせることで、大幅な燃費低減効果を達成することができた。

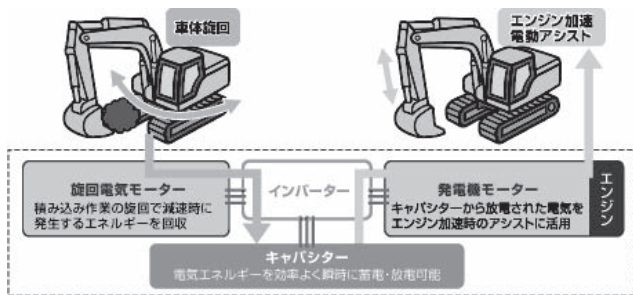


図-1 コマツハイブリッドシステム

上記目標のもとに 2008 年弊社より PC200 ハイブリッドを限定発売し、お客様よりいただいた評価を基に本格量産を 2009 年より開始した。

油圧ショベルの代表的な作業でのエネルギーフローでは、消費燃料 100%内、有効仕事として取り出せるエネルギーは 13.3%であり、その他は概ね熱損失となって廃棄される。この間エンジン出力を総て油圧エネルギーに変換し各アクチュエータに分配する油圧ショベルにおいては、エンジン～ポンプ間においてエネルギー変換ロスが、圧油を分配する際に圧力損失他によるロスが発生する。さらには作業機および上部旋回体の位置・運動エネルギーは油圧システムのメータアウト損失となって熱に変換されロスを計上する。

これに対し、上部旋回体の駆動を電気モーターで行うハイブリッドシステムとすることによりエネルギー変換およ

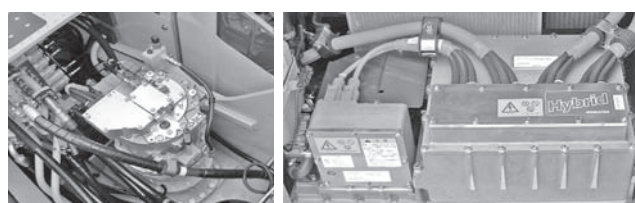


図-2 旋回電気モーター（左）とインバーター/キャパシター（右）

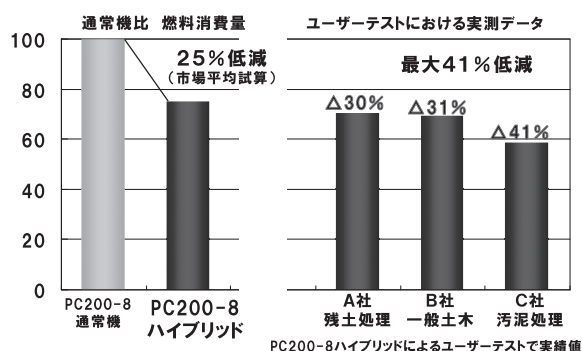


図-3 ハイブリッド油圧ショベルによる燃費低減効果



図-4 ハイブリッド油圧ショベル移動状況 (中国/上海)

## 水深 60 m 対応の「碎石基礎マウンド造成システム」の 開発

大成建設(株) アジア海洋(株)

沈埋トンネルの施工は、函体製作ヤードで製作した沈埋函を海底トンネル施工位置まで海上曳航し、碎石で造成されたマウンド上に一函体ずつ吊り降ろし、海底で水圧接合してトンネルを形成する。このため、碎石基礎マウンドの造成精度は、沈埋函の水中接合作業やトンネル線形等に大きく影響し、高精度な施工が要求される。しかしながら、大深度や急潮流下で、沈埋トンネルの碎石基礎マウンドを造成する場合、従来の潜水士による基礎碎石均し作業では、潜水作業時間が制限され、非効率で、かつ危険作業となる。さらに、従来からの重錘による碎石均し方法も時間の制約と精度の両立の面から施工上のリスクが大きい。

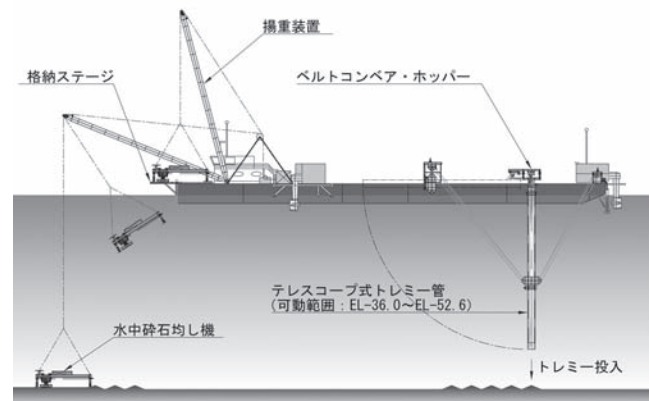
『碎石基礎マウンド造成システム』は、海底地形の測量データと仕上高さから、所定の位置に投入すべき碎石量を自動計算する「捨石投入管理システム」と、作業船上から遠隔で操作する4本の伸縮脚とブレード（均し刃）走行装置を持つ「水中基礎碎石均し機」で構成した一連のシステムで、トルコ共和国・ボスポラス海峡横断鉄道トンネルプロジェクトの沈埋工事の基礎マウンド造成を目的として開発したものである。この工事海域は航行船舶が過密な国際航路であり、最大施工水深は60mと深く、さらに潮流は表層で常時3ノット前後、水深により流向や流速が変化する等の厳しい作業条件であった。しかし、このシステムの採用により、安全でかつ高精度（±10cm）に碎石基礎マウンドの施工を完了し、2008年9月には最終の11函体目の沈設、水中接合を行い、世界最大水深の沈埋トンネルの施工が完了している。



図一 1 碎石投入均し船

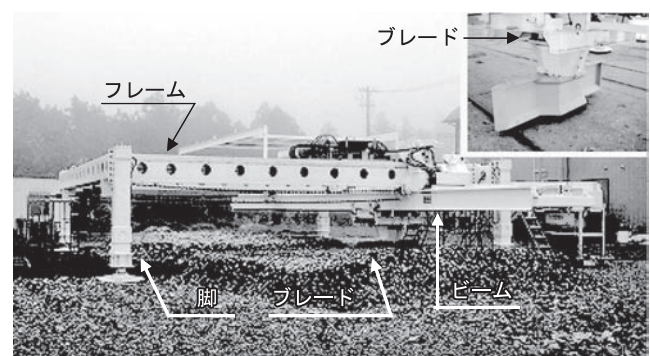
『碎石基礎マウンド造成システム』の特徴は以下に示すとおりである。

- ①碎石投入管理システムは、現状測深値、目標出来形、捨石粒径等を入力データとして投入シミュレーションを行い、最適な基礎石投入方法（投入高さ、ピッチ、投入量）を決定することができる。このシミュレーション結果を基にベルコンおよびトレミー装置で碎石を投入した。



図一 2 碎石投入均し船作業概念図

- ②水中均し機は、1設置当たり約155<sup>2</sup> (8.6m × 18m) の均しを行い、ブレードを水平レベルに移動して均すため高い均し精度が確保できる。



図一 3 水中基礎碎石均し機

- ③水中均し機の位置と高さはRTK-GPS, UBSL（トランスポンダー）、マルチビームソナー、モーションセンサー

を使用し、また、水中均し機の均し範囲をオーバーラップさせることで計測器に起因する誤差を最小化した。

- ④上記②, ③により、水深 60 m で± 10 cm の精度、またトンネル勾配 1.7% に対応した基礎マウンドを造成できた。
- ⑤潜水士作業によらない碎石均し作業を実施したことにより、施工上のリスクを著しく低減できた。
- ⑥このシステムの採用により、潜水士による従来工法と

比較して、工期を約 50% 短縮できた。

以上のことから、『碎石基礎マウンド造成システム』は、投入から均し作業までをトータルで管理できるため、様々な海洋構造物の基礎工事に展開できる技術である。

また、均し作業に潜水士を必要としないため大水深や急潮流下等の悪条件に有効で安全性に優れ昼夜作業が可能となり、工程短縮及び事業費の削減に寄与するものである。

## 建設機械ポケットブック

### < 除雪機械編 >

本書では、除雪機械について事故や故障を未然に防止するための主要な点検項目や点検時の留意点などを整理しました。日常点検や定期点検・整備における基礎資料として活用され、点検、整備および修理を的確かつ効率的に実施し、道路の維持除雪工事を安全で適正に施工するための一助となれば幸いです。

監修／国土交通省北海道開発局事業振興部機械課  
発行／社団法人 日本建設機械化協会

目次

- 1. 整備点検のあらまし
- 2. 除雪トラック

- 3. 除雪グレーダ
- 4. 除雪ドーザ
- 5. ロータリ除雪車
- 6. 小形除雪車
- 7. 凍結防止剤散布車
- 8. 資料編

●パスポートサイズ／87 ページ

●平成 17 年 9 月発刊

●定 価

1,000 円（本体 953 円）送料 250 円

※送料は複数冊申込みの場合、又は他の図書と同時申込みの場合、割引となる場合があります。

社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

# アポロカッター工法の開発

鹿島建設(株) 川崎重工業(株)

近年の地下鉄や地下通路工事では、横方向に一定の広がりをもった空間を効率的に掘削するために、矩形断面のシールドトンネルのニーズがある。また、都市部における大深度法の適用に伴い、硬質な地盤の掘削に対応できるシールド掘進機のニーズも増加する傾向にある。これらのニーズに応えるために、アポロカッター工法\*を開発するに至った。

アポロカッター工法は、多様な断面を掘削でき、硬質地盤において優れた切削性を発揮する新しい発想のシールド掘進機である(図-1)。

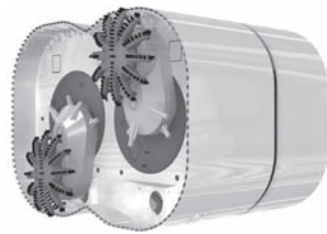


図-1 アポロカッター工法シールド掘進機イメージ図(2連矩形断面式)

掘削機構は、密閉型シールド掘進機先端部のカッターヘッド、揺動フレーム、公転ドラムの3点で構成される(図-2)。カッターヘッドが回転(自転)しながら揺動フレームと公転ドラムにより公転する。揺動フレームを動かすことによって、カッターヘッドの公転半径を変えることによって、任意の断面を掘削できる。通常のシールド掘進機がカッターヘッドの1軸回転機構であるのに対して、本工法は3軸の回転を制御して全断面を掘削する(図-3)。小径のカッターを使用するため高速回転(自転)することが可能であり、硬質地盤に対しても高い適用性を持っている。

本工法の開発により、多様な矩形断面のシールドトンネルの築造が可能となった(写真-1, 2)。また、円形や馬蹄形断面にも適用可能である(図-4)。

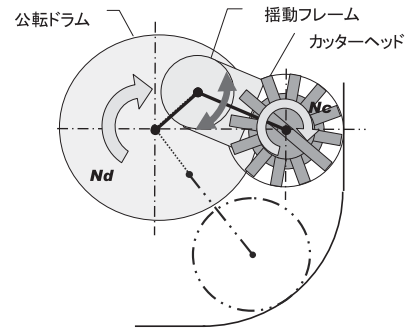


図-3 3軸制御の掘削概念図



写真-1 4.76m(縦)×4.42m(横) 地下通路対応シールド掘進機

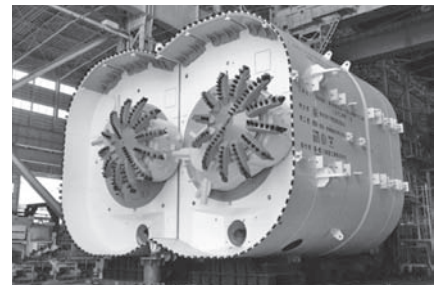


写真-2 7.44m(縦)×10.64m(横) 地下鉄(複線)対応シールド掘進機

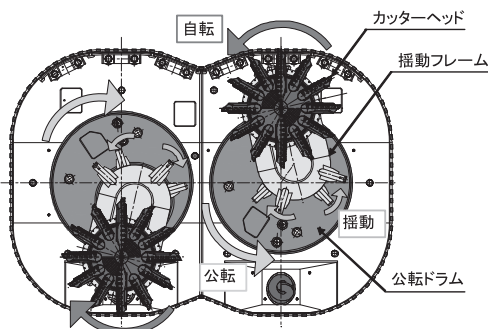


図-2 カッター配置(2連矩形断面)



図-4 アポロカッター工法適用例

\*アポロカッター工法/APORO-CUTTER工法 (All [あらゆる]Potential [可能性を秘めた]Rotary [回転式]Cutter [カッター])

# 全自動地盤診断システム「スーパー FWD (SFWD)」 の開発と実用化

清水建設(株)

建設分野においては、巨大地震に対する耐震性や集中豪雨などの自然災害に強いという安全・安心な道路や堤防などの土木インフラ造りが求められている。これには、自然災害に強く、高耐久性という、盛土の剛性や強度などの性能品質を直接的に施工管理することが重要である。

地盤剛性や支持力を調査する既往技術としては、平板載荷試験が最も一般的ではあるが、大きな反力が必要であり、しかも、1点当たりの計測に手間と時間が掛かる。

また、FWD や小型 FWD は簡便ではあるものの、求まる地盤剛性は、平板載荷試験の単調載荷時の荷重変位挙動から得られる地盤剛性とは本質に異なっている。また、ローラ加速度法などの加速度指標値の換算から間接的に地盤剛性を評価する方法は、簡便ではあるものの適用地盤と RI 密度などの既往技術との相関性に難点がある。

全自動地盤診断システム「スーパー FWD (SFWD)」は、このような課題を解決すべく、開発された(図-1, 2)。本技術は、地盤面に設置した載荷板に重錘を多段階で落下させ、その荷重~変位関係から地盤剛性を評価する多段階載荷累積変位法からなっている(図-3)。計測からデータ解析までの一連の作業が全自動で行うことができ、1点当たりの計測時間は10分程度で著しく短く、計測点数を同じとして比較すると、計測費用は平板載荷試験や現場 CBR 試験と比較して格段に削減される。

SFWD によって得られた地盤剛性は、平板載荷試験や現場

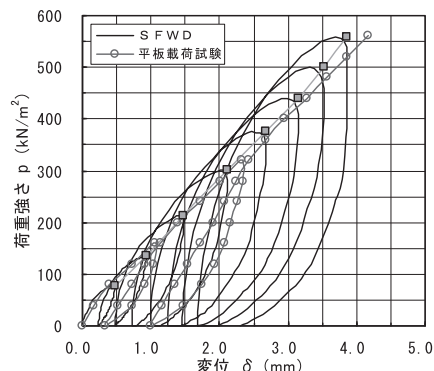


図-3 SFWD と平板載荷試験の載荷挙動

CBR との相関性が極めて高く、盛土などの造成地盤の施工管理に十分な精度をもって適用でき、面的な地盤剛性分布図により地盤の性能品質を容易に把握することができる(図-4, 5)。

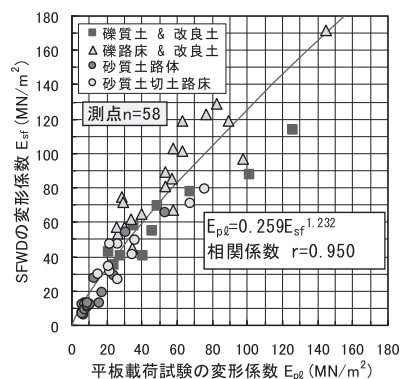


図-4 平板載荷試験との関係

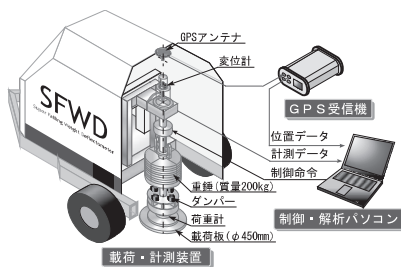


図-1 SFWD の計測装置概念



図-2 SFWD 計測状況

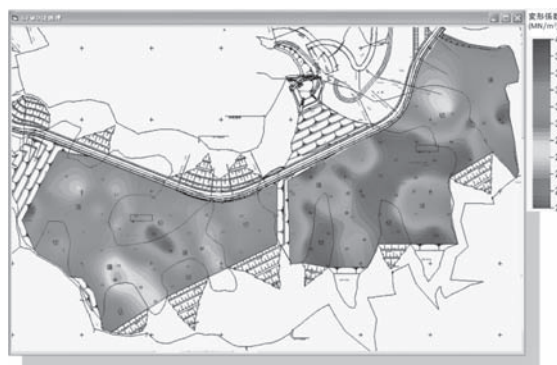
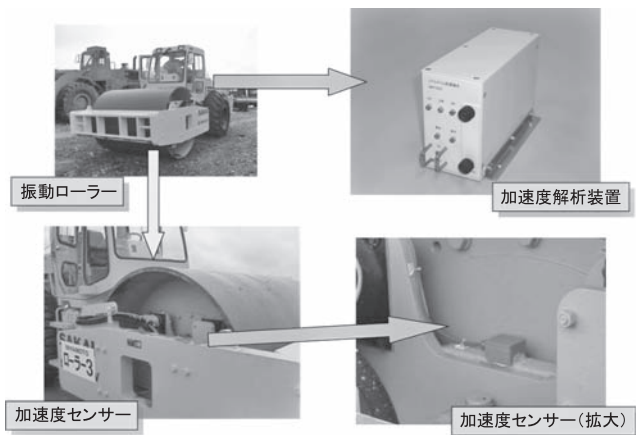


図-5 面的地盤剛性の評価例

## 振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置 「 $\alpha$ システム」の開発と実用化

(株)大林組 前田建設工業(株)

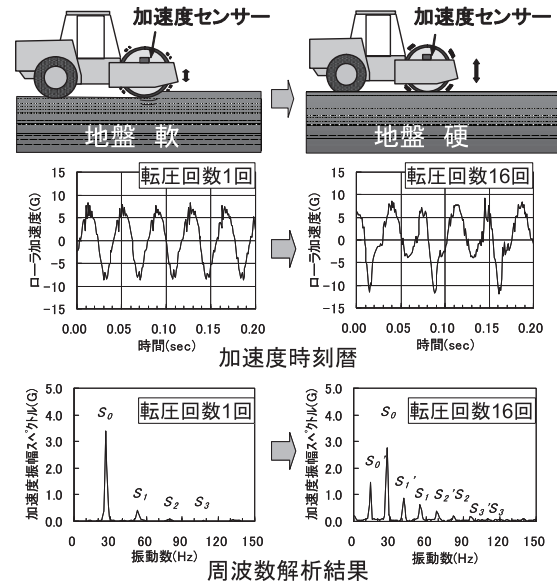
「 $\alpha$ システム」は、盛土工において、振動ローラ振動輪の加速度応答が地盤の締め固めの程度によって変化する現象を利用し、データを解析することで、密度や変形係数をリアルタイムに判定し、定量的な盛土の品質管理を行うシステムである（図—1 参照）。



図—1  $\alpha$ システムの構成

従来の施工後に行う現場計測での点情報、線情報による品質管理とは異なり、施工時に面情報での品質管理が可能となり、以下のような特徴と効果を有する。

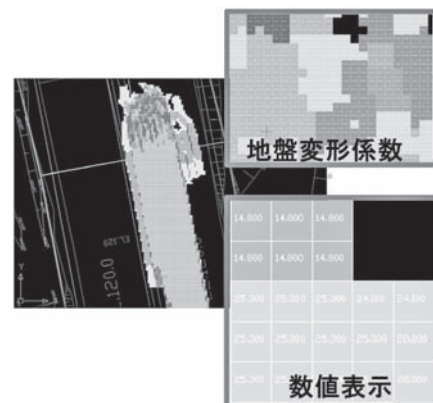
- ①軽量 & コンパクトな本体設計と幅広い対応電圧により、国内で稼働しているほとんどの機種（ローラ）に設置可能である。
- ②定量的な評価：図—2 に示すように、振動ローラの加速度波形を解析することで「乱れ率」を定義し、盛土地盤の締め固め状況を容易に把握することが可能である。また、任意の振動ローラで、機械諸元（振動輪の重量、基本振動数、偏心モーメント等）をパラメータとして入力することにより、「乱れ率」をもとに地盤変形係数を適切に評価することができる。
- ③計測の省力化：施工中に品質管理が行えることと、現場密度検査や支持力検査、プルーフローリングの代替としても利用可能であることから、現場計測作業の省力化と作業効率が向上する。また、施工中に品質検査が行えることにより、機械付近での品質検査作業を少なくすることも可能となり、現場での人間と機械の分離による安全



図—2 振動ローラ加速度波形の解析

性向上が期待できる。

- ④面的なデータ取得が可能：連続した品質管理データが取得でき、面的な品質管理が可能となる。この結果、従来行われていた抜き取り検査と異なり、面的な管理により局所的な弱部の存在も検出することができるため、迅速な対処により施工の不具合を発見できる（均質な品質の確保）。さらに、GPSおよびCAD等による施工管理システムと組み合わせる事により、図—3 に示すような転圧状況の可視化も可能で、品質管理に大きく寄与する。



図—3 転圧状況の可視化（面的管理）



## 環境配慮工法（フォームドアスファルト）にて路盤再生（現位置リサイクル）をより効率的に行う専用機の開発

鹿島道路(株) 範多機械(株)

道路インフラの補修時代を迎え、供用中の道路補修工事に際しては作業のために発生する交通障害、環境負荷、工事費用などを可能な限り減ずることが要求されている。この傾向は今後時代的要求として強まることが予想される。このような要求に応えるため、非加熱、非養生工法であるフォームドアスファルト現位置再生強化路盤工法が注目され普及しつつある。この工法を実施するうえにおいて、必要要素機能をコンパクトに組み込んだ専用スタビライザ（フォームドスタビライザ KS-200）を開発した。

フォームドスタビライザ KS-200 は以下の特徴を備える。

- ①大型アスファルトタンクを内蔵することにより施工時の編成が縮小し、これまで困難であった狭いエリアでの作業が可能になった。また視野が広がり、安全性も向上した。
- ②タンクローリを牽引していないので、レーン移動時等の機動性が大幅に向上した。
- ③ロータを車体後方に配置しているので、施工開始箇所の処理残しが無くなり、均一な処理品質が得られる。
- ④ロータフードはシフト機構を備えており、構造物際まで寄せることができる。
- ⑤作業幅員、混合深さ、アスファルト添加量を入力するだけで作業速度に応じたフォームドアスファルトの吐出量

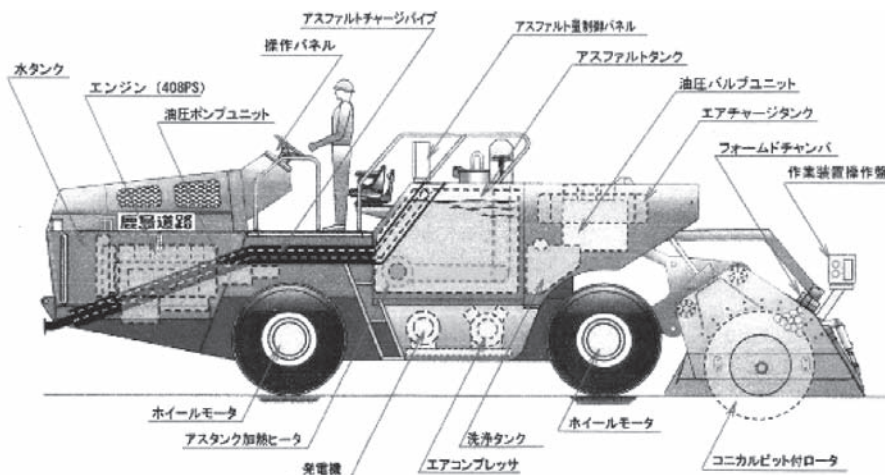
が自動制御される。

- ⑥フォームドアスファルト噴射ノズルは、作動ノズルの個数を調整することにより作業幅員に対応可能。

フォームドスタビライザ KS-200 を使用しての施工実績は各縣市町村の発注工事を主として、民間工事を含め概ね 10 万 m<sup>2</sup> に達している。新潟県中越地震で発生した災害復旧工事においてもその機動性が生かされ破碎された舗装の再生処理にも威力を発揮した。また、機動性が改善されたことにより、一般道路修繕工事の他に農道、林道での安定工法への活用も可能となった。



写真—1 新潟県中越地震災害復旧工事での作業状況



図—1 フォームドスタビライザ KS-200 の構造