

部 会 報 告

アスファルトフィニッシャの変遷（その5）

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会

第5章 スクリードの自動制御の変遷（舗装精度の向上）

バーバグリーン（米）が昭和8年（1933年）に開発したフローティングスクリードは、それ自身で平坦な舗装面を作る構造になっているが、その作用には限界がありアスファルト合材の性状や路盤の表面の不陸状態によってはスクリードユニットのシックネスハンドルを回して舗装厚を調整する事が必要である。

ただし、このシックネスハンドル操作は熟練した経験が必要で、舗設速度、舗装厚やアスファルト合材の性状などに適した操作をしないと逆に舗装面に不陸を作る原因となる。そこで、昭和33年（1958年）にバーバグリーン（米）はハネウエル（米）と共同でこれまでの人力によるシックネスハンドル操作に代わる自動スクリードコントローラ（写真5-1）を開発し、舗装精度が向上した。以下に自動制御の歴史を振り返ることにする。

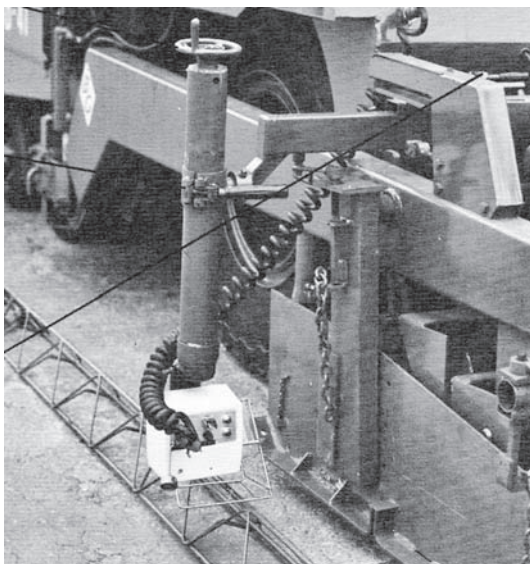


写真5-1 ハネウエル（米）コントローラ

(1) フローティングスクリード機構の説明

アスファルトフィニッシャが牽引するフローティングスクリード（浮動スクリード）は、スクリードの重量（ W ）とスクリードが牽引される時に発生する合材の反力（ F ）とが釣り合った時スクリードは一定の高さに保たれる。

この時、スクリードは合材の流れに対してあるアタック角（作業角）をなし、合材の性状やスクリードを牽引する速度（舗装速度）が一定の状態であればこのアタック角も一定の状態を保とうとする。この特性を平衡特性といい、舗装厚の調整はこの特性を利用して行うものである（図5-1）。

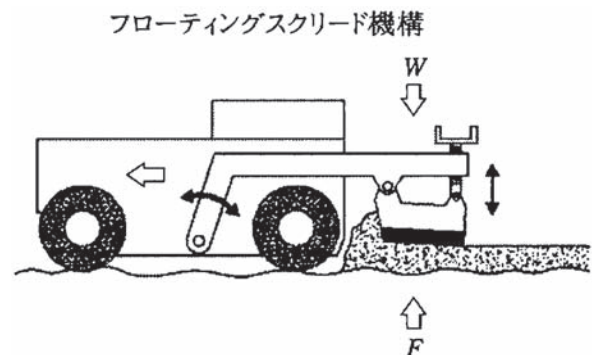


図5-1 フローティングスクリード機構

これに対し、ゲースアスファルトフィニッシャで使用されている固定スクリードで平坦な舗装面を得ようとする場合は事前に高さ基準ガイドを設置し、この上に固定スクリード機構を走行させる事になる（図5-2）。

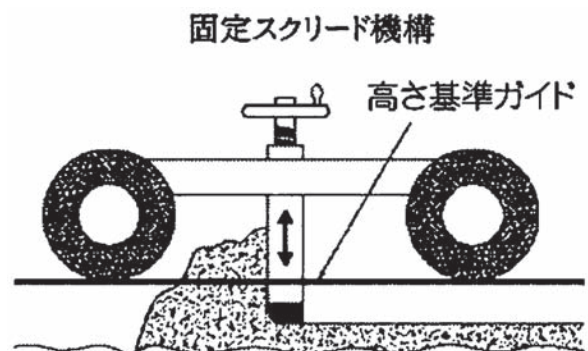


図5-2 固定スクリード機構

(2) 自動コントローラ機構の原理

アスファルトフィニッシャ本体に取付けたピボットシリンドラを自動スクリードコントローラの出力信号で作動させ、レベリングアーム先端のピボットを上下さ

せる事でアタック角を加減し自動的に舗装厚調整を行うもので、今日のスクリード自動制御の基本となっている（図5-3）。

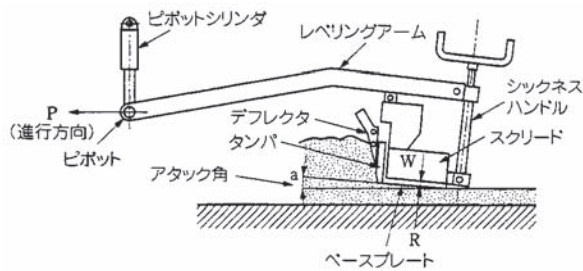


図5-3 舗装厚調整の作動原理

自動スクリードコントローラにはグレードコントローラとスロープコントローラがあり、縦断方向の舗装厚制御はグレードコントローラで行う。路盤、構造物や丁張り線等を基準としてグレードコントローラを取り付けた位置の高さを常に一定に保つ様制御する。

一方、横断方向の勾配制御はトランスバースビームに取り付けたスロープコントローラで、スクリードを設定勾配に保つ様自動的に制御する（図5-4）。

現場の条件によっては、アスファルトフィニッシャ両側にグレードコントローラを装備し、左右それぞれの舗装厚を制御することも出来る。

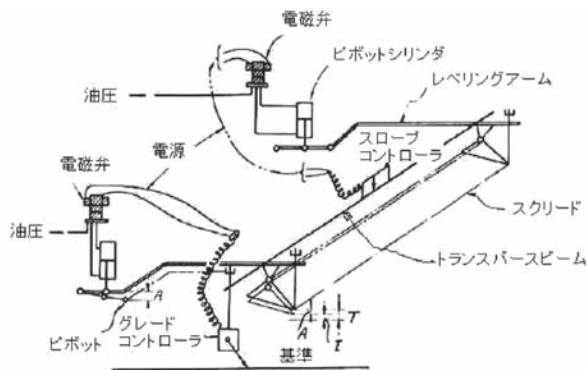


図5-4 トランスバースビームへのスロープコントローラ取り付け図

(3) 自動スクリードコントローラの種類

(a) 接触式コントローラ

ハネウエル（米）の自動スクリードコントローラを装備したバーバーグリーン（米）SA40 アスファルトフィニッシャ1号機は昭和38年（1963年）に輸入された。

しかし、当時のトランジスタ等の電気部品は温度の影響を受け易く、特に真夏の舗装工事では誤作動するトラブルが多発した。

そこで昭和39年（1964年）グラッドライン（米）

は温度影響のない接点とリレーを使用した簡単な電気式スクリードコントローラ（写真5-2）を開発した。

このコントローラは昭和42年（1967年）日本ゼム（株）により国内に紹介された。

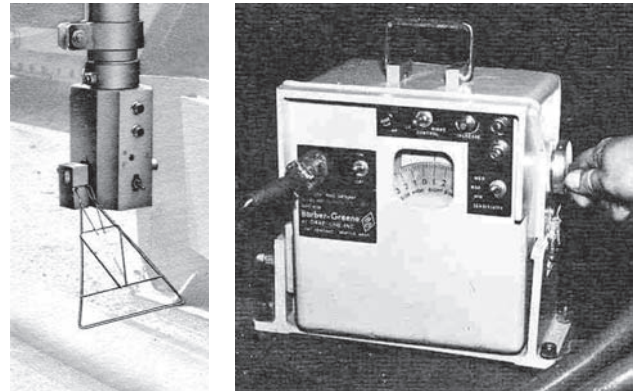


写真5-2 グラッドライン（米）電気式コントローラ

さらに、グラッドライン（米）は昭和46年（1971年）に電子式G106型グレードコントローラ（写真5-3）、S206型スロープコントローラ（写真5-4）を開発し、このコントローラにはシリンダがハンチングしない様、パルス信号で電磁弁を作動するディザ回路（間欠信号）方式が初めて採用された。

当時、国内でもスクリードコントローラが開発された。東京工機（株）のアスファルトフィニッシャには（株）北辰電機製作所（昭和58年（株）横河電機製作所と合併）が開発したスクリードコントローラが使用された。又、住友重機械工業（株）のアスファルトフィニッシャには油圧シリンダの代わりに直流モータ（写真5-5）でレベリングアームを作動させる（株）東京計器（平成2年より（株）トキメック、平成8年より（株）トキメック自動建機、平成20年より東京計器コンストラクションシステム（株）の Command Panel 式の国産コントローラ（写真5-6）が使用された。

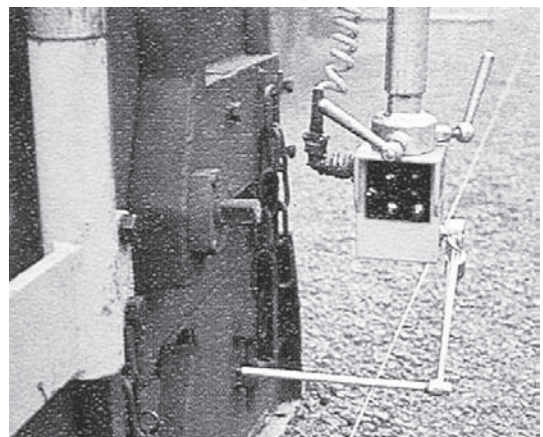


写真5-3 グラッドライン（米）G106型グレードコントローラ

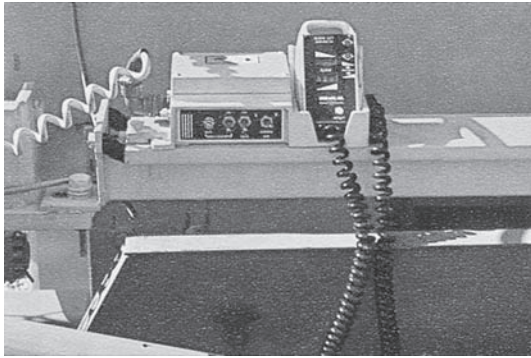


写真5-4 グラッドライン (米) S206型スロープコントローラ

直流モータによるレベリングアームの作動は油圧シリンダによる方式と比べレベリングアームの動きが滑らかとの評価だったが、装置が複雑で高価になった事や、レスポンスの良い安価な油圧機器が開発された事で、アスファルトフィニッシャには油圧シリンダによる制御方法が現在まで採用されている。

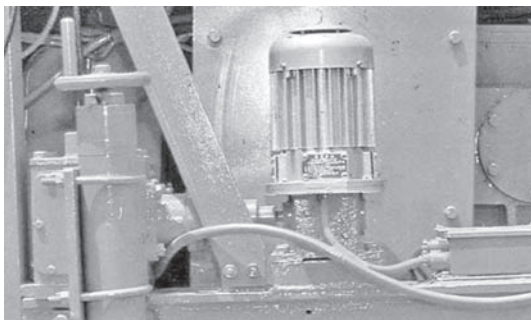


写真5-5 レベリング用直流モータ

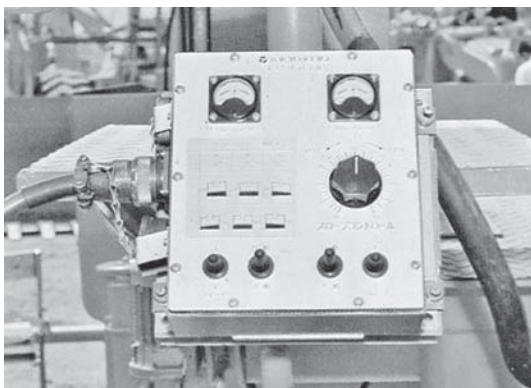


写真5-6 (株)東京計器製コマンドパネル

昭和51年(1976年)、グラッドライン(米)は、変位の大きい時はON出力のパルス幅が自動的に長くなりシリンダを早く作動し、変位の小さいニュートラル付近ではパルス幅が短くなりシリンダをゆっくり制御するPWM回路(パルスワイドモジュレーション)を使用したG176型グレードコントローラ、S276型スロープコントローラ(写真5-7)を開発した。



写真5-7 グラッドライン (米) G176型(左)、S276型(右)コントローラ

このコントローラはその後何度か改良され現在もこの型式は使用されている。

昭和52年(1977年)に発売された最大施工幅員9.0mの三菱重工業(株)の大型アスファルトフィニッシャMF90には、バーバーグリーンSB170、SA190と同様に電磁比例切換弁が採用され仕上がり精度が向上した。電磁比例切換弁は、現在は一般に使用されているON-OFF電圧で制御する電磁弁と異なり、自動スクリードコントローラの出力電流の電流値に比例して無段階に制御する電磁弁である。

(b) 非接触式コントローラ

昭和57年頃にはレーザー発光器を使用した自動制御が普及した。レーザー発光器から基準となる面のレーザーを回転ヘッドから発光し、アスファルトフィニッシャに取り付けた受光器でこのレーザー基準面を検知しながらコントロールする装置である。しかし、レーザーは直線で発光する為カーブが多い道路や勾配変化が多い道路では発光器の設置変更や勾配調整などが必要なことから、勾配変化が無い滑走路や駐車場などで使用された。特にセンサロープなどの基準線が張りにくい円型の石油備蓄基地の基礎舗装に有効だった。

昭和62年(1987年)、アグテック(米)はラスベガスで開催された建設機械展で初めて超音波センサを使用したモータグレーダ用ブレード・コントロールシステムを発表した。

これ以降、各社がアスファルトフィニッシャ用に超音波センサを使用したグレードコントローラを開発した。

平成4年(1992年)には(株)トキメックがAGTEKシステム4(写真5-8)を発売、スペクトラフィジックス(米)はスクリードプロ(写真5-9)を発売した。

また、モバ(独)はG176型コントローラと超音波

センサを組み合わせたコンビグレードを発表した。
これらの超音波センサは操作性の良さが評価された。



写真5-8 株式会社キメック AGTEKシステム4

平成6年(1994年)、モバ(独)は5個の超音波センサで路盤高さを平均制御するソニックスキーグレード(写真5-10)センサを開発した。

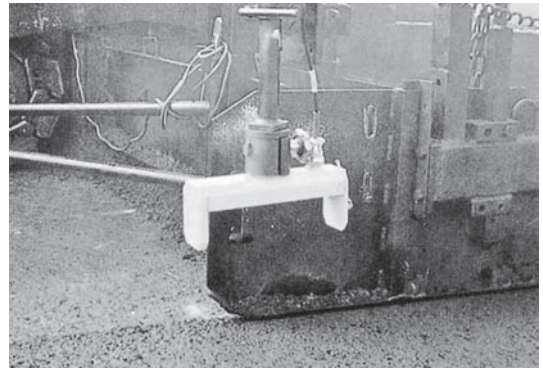


写真5-10 モバ(独) ソニックスキーグレード



写真5-9 スペクトラフィジックス(米) スクリードプロ

平成12年頃より、複数の超音波センサで平均制御する従来のロングスキーと同じ機能のシステムが各社で開発された。

平成13年(2001年)に、株式会社トプコンはソニックアベレージングシステム(SAS)を発売した(写真5-11)。

アスファルトフィニッシャー側面に4台の超音波センサを取り付けたロングビームを抱え、それぞれのセンサが計測した基準面までの距離を平均制御する非接触式のスクリードコントローラである。

この年、これまでのスクリードコントローラとは異なる、エンジニアリングシステム(豪)のペープセット(図5-5)が住友商事(株)によって紹介された。

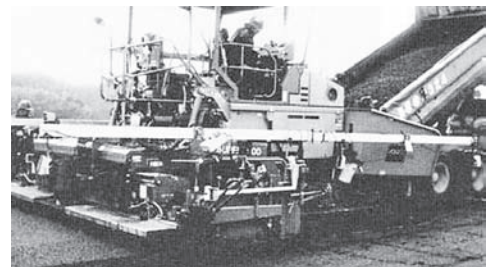


写真5-11 株式会社トプコン ソニックアベレージングシステム

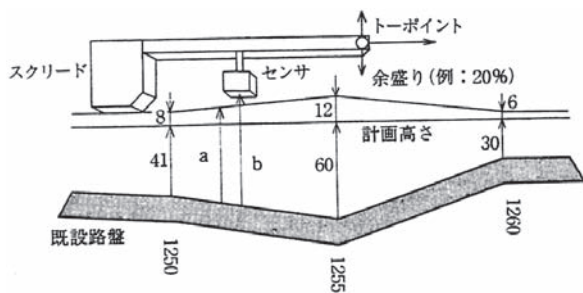


図5-5 ペープセットの原理

スクリードコントローラを使用して平坦な舗装をしても、下層路盤に大きな不陸があればローラ転圧後、仕上がり面の平坦性が損なわれる。舗装前に計測した任意の測点及び地盤高さとその計画高さの差をコンピュータに入力すると、転圧減(余盛分)を考慮しながらトーポイントを調整することにより転圧後に計画高さの仕上がりになる丁張り不要のスクリードコントローラである。

平成16年(2004年)に、モバ(独)は3台のソニックスキーを使用するビッグスキー(写真5-12)、株式会社キメック自動建機は4台のセンサを使用するHi-Gradeマルチソニック(写真5-13)を発売した。

平成15年(2003年)には、ロードウエアー(蘭)RSS(ロードスキャンニングシステム)が国内で紹介された。

レベリングアームに取り付けられたマスト上(地上2~3m)からレーザパルスを前後に扇状にスキャンさせ、計測対象路盤からの反射データをコンピュータで処理し制御するコントローラである。



写真5-12 モバ(独) ビッグスキー

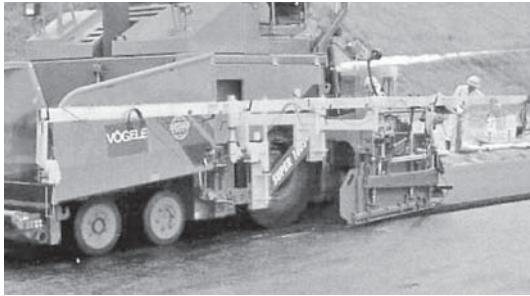


写真5-13 (株)トキメック自動建機 Hi-Grade マルチソニック

又、平成19年(2007年)に(株)トキメック自動建機は同様にレーザスキャンセンサを使用したHi-Gradeレーザスキャナ(図5-6)を販売した。

レーザスキャンセンサは日本語表示のコントロールボックスに接続。又、スクリードや作業員等大きな障害物は計算から予め除外し、レーザスキャンセンサで計測した路面形状を平均処理し制御するコントローラシステムである。

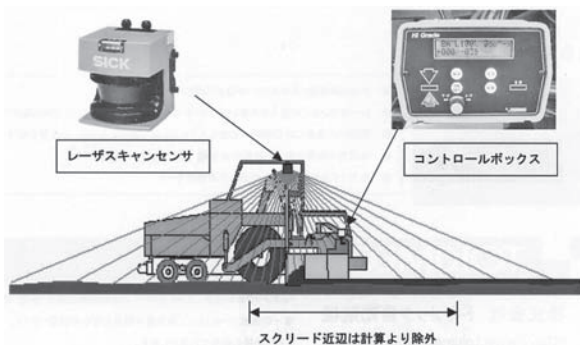


図5-6 (株)トキメック自動建機 Hi-Grade レーザスキャナ

(4) 制御の3D化

平成12年頃から情報化(ICT)施工に向けた開発が行われ新商品が紹介された。

(株)トプコン、(株)ライカジオシステムズは相次いで3D-MC(3次元・マシンコントロール・システム)を発表。

本システムは、自動追尾トータルステーション(基地局)がアスファルトフィニッシャのスクリード部に

取り付けしたプリズムを追尾し、プリズムからの反射光の位置、角度によりアスファルトフィニッシャの位置(座標)を算出し、あらかじめコンピュータに入力されている計画値と照らし合わせて制御する三次元重機制御システムである。

平成16年(2004年)、(株)トプコンはドイツで開催された建設機械展にGPS機能にレーザ技術機能を付加した新しいシステムmmGPS(ミリメータジーピーエス)(図5-7)を展示した。

本システムは、三次元設計データを元にGPSを利用した測位情報とゾーンレーザ技術(10m幅の検知領域を有するレーザ技術を使用)を組み合わせ、ミリ単位で自動制御するシステムである。

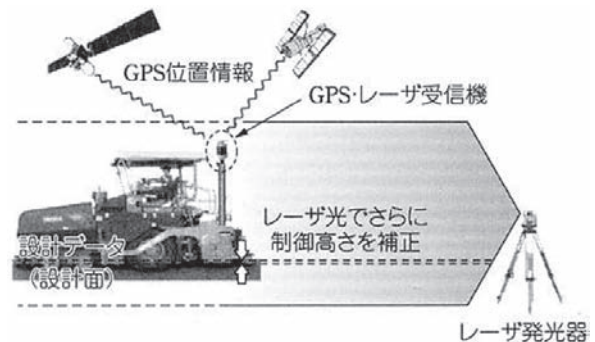


図5-7 (株)トプコン mmGPS

JICMA

参考文献

- 福川光男：舗装技術者のための建設機械の知識、舗装42-4 pp39(2007)
- 山口達也編：高い平坦性の確保に貢献する舗装の最新機器、舗装38-2 pp3~6(2003)
- 勝敏行、片岡直之、梶原覚編：GPSとレーザーを用いた情報化施工の実施例、舗装42-10 pp19(2007)
- 建設の機械化(建設の施工企画)
- 建設機械
- 舗装
- 日本建設機械要覧

写真提供

- 鹿島道路(株)
- 世紀東急工業(株)
- 大成ロテック(株)
- 東亜道路工業(株)
- 日本道路(株)
- (株)NIPPO
- 福田道路(株)
- 前田道路(株)
- ヴィルトゲンジャパン(株)
- キャタピラージャパン(株)
- 住友建機(株)
- 酒井重工業(株)
- 日本ゼム(株)
- 範多機械(株)
- 東京計器コンストラクションシステム(株)
- (株)トプコン