

23. 道路構造物の機械施工

大成道路(株)：五十嵐謙一

1. まえがき

道路建設業では、労働力及び熟練者不足の解消策として各種工事の機械化が求められているが、このたび道路構造物のロールダッター、U字溝、バリアー（安全防護壁）、カーブアンドガッターの施工にスリップフォーム機械を導入し試験施工を行なった。この機械は米国ゴメコ社製コマンダⅢであり、従来は二次製品を設置する工法が主であったこの種の工法に適用することにより省力化施工が可能となる。本報告はこの機械の構造、制御方法の説明、使用方法および試験施工の結果を紹介いたします。道路構造物の施工の合理化にむけて今後この種の機械の普及発展がみられるものとする。

2. コマンダーⅢについて

2-1. 機械の概要

この機械は全油圧駆動で図1に示すような構造で、アジテータートラック等からベルトコンベアーにより材料をモールドホッパーへ供給する。走行装置は3脚式で図の左方向へ構造物を設置しながら走行する。モールドは構造物の種類によって取替える。カーブアンドガッター、ロールダッター、127cmま

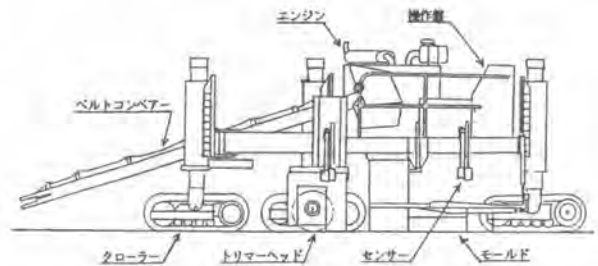


図-1 コマンダーⅢ全体図

でのバリアー等では本体の下にモールドを設置するセンターマウント方式により、また1.7mの高さまでのバリアーでは機械の横にモールドをつけるサイドマウント方式でセットする。トリマーヘッドはカーブアンドガッター等のモールドの前で回転ビットにより路盤整正する装置である。出来形として仕上がり高さ、通りを正確にするためにストリングラインを基準とするグレード及びステアリングのコントロールを、センサーとマイクロプロセッサーで行なっている。センサーからの偏差信号はサーボ弁に送られそれぞれのシリンダーの動きをセンサー信号に対して比例制御している。断面形状はモールドの形状によるほか、コンクリートのコンシステンジーによって影響をうける。カーブアンドガッター等のモールドは後部をホールドダウンシリンダーで一定圧力で押さえておき、かつ前部をピンジョイントとしうしろは右可動として機械後部の小さな横動きの影響をうけないようになっている。仕様を表1に示す。

2-2. 制御方法

自動コントロールの制御装置としては高さの感知にグレード及びスロープのセンサーがあり、方向の感知にステアリングセンサー及び各脚の角度の検知にフィードバックポテンショがある。あと走行速度

名 称	仕 様	名 称	仕 様
エンジン	カミンズ 6TB5.9 140PS/2100rpm	サブグレードトリマ	標準幅 61cm 最大幅 304cm ホイール径 68cm 回転数 130rpm
トラックシステム	油圧駆動 3脚 速度 施工時 0~8.8m/分 回送時 0~17m/分	パイプレーター	0~10,500rpm 油圧 15L/分, 148bar
ベルトコンベヤー	長さ 4.6m, 6.1m 巾 61cm 速度 113m/分	グレードセンサー	マグネチック式 出力2~6V (4V中立)
寸 法	全長 6.3m 全高 2.5~3.6m 全幅 2.4~4.3m	スロープセンサー	出力25~75%入力電圧 -10~10%スロープ
重 量	約11トン	コントローラー	マイクロプロセッサ式
		サーボ弁	19L/分 0~42mA

表-1 コマンダーⅢの仕様

及び距離のセンサーとしてホイールつきのリミットスイッチがある。これらのセンサーの信号はEPROMによるプログラムで作動するデジタルコンピュータシステムであるマイクロプロセッサ（写真2）で処理し、サーボ弁へ出力する。図-2に接続系統図を示す。

マイクロプロセッサは1つのマスターユニットと3つのスレーブユニットから成り、他にステアリング用の切替装置がついている。マスターユニットはスタートアップ時の自己診断システムにより配線の外れ、センサー信号の不良、ストリングラインからの外れ等をチェックする。またスロープの値の設定と各信号の感度設定、各センサーのセットのキャリブレーション値と走行速度及び距離の表示ができる。なおスロープシグナルは切替えなくても反グレード側に設定されるようになっている。スレーブユニットは自動・手動の切替スイッチ、手動による上・下、左・右のコントロールスイッチがついているほか、表示部にはセンサーの基準からの偏差及び感度の設定値の表示を行なう。なおステアリングの切替スイッチは前後進時で信号に対する切替方向が逆になるために前後進の切替と、ステアリングの方法の切替、(1)自動、(2)手動・の前後脚反対、(3)手動・かに走行、(4)手動・前輪のみの4つの方法があり、他に手動ステアリングの大きさのコントロールダイヤルがある。マスターユニットはEPROMの交換により、またスレーブユニットは他の機種と互換性がある。左右前輪ポテンシオメータ信

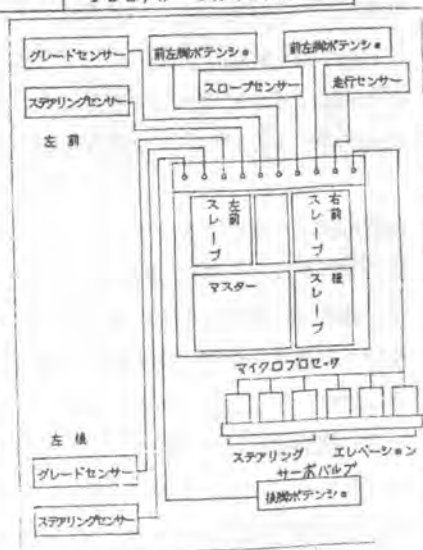


図-2. 接続系統図

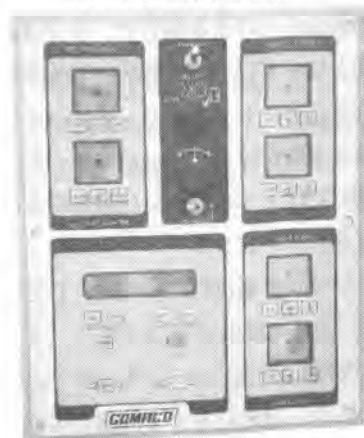


写真-1. マイクロプロセッサ

号が電気的なタイロッドとなって同一方向に動くようになっている。自己診断によるエラー発生時EPROMプログラム不良時にはシステムがストップするため不良ヶ所を修理のうえ再スタートする。

3. 使用方法

(1) 施工方法の概要

アジテータトラックから排出されたコンクリートはベルトコンを經由し、モールドホッパー内で油圧式棒状パイブレーターにより流動化及び締固め、そして所要の形状に構造物を連続的に仕上げていく。直線部はストリングラインにより、曲線部はパイプ等でなめらかな曲線をつくりセンサーの基準とする。センサーは一般的に走行左側に設置するが、それが不可能なときには本体下側に設置してもよい。スタート及び終点では形がくずれるが、バリアーにあってはテンプレートフォームを設置形状よりも小さく鉄板でつけて止めて型くずれを防ぐ、施工速度は1~3m/分程度で表面性状をみながらパイブレーター強度及び走行速度を調整する。施工流れ図を図-3に示す。

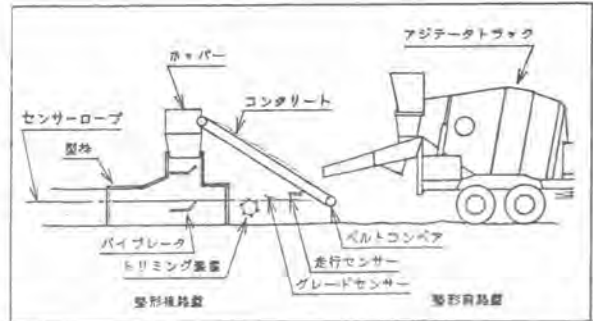


図-3 施工概要図

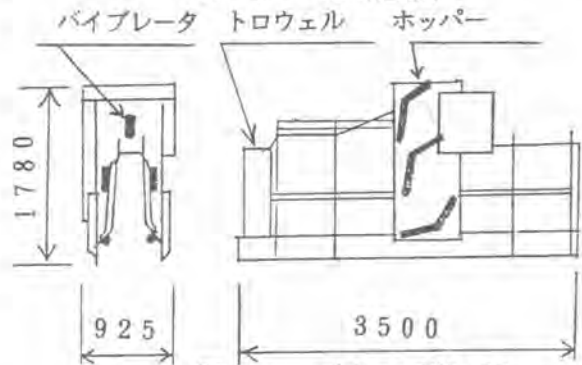


図-4 バリアー型枠の例

(2) 構造物形状と型枠及びパイブレーター。バリアーウォールの型枠の1例を図-4に示す。出口部分の30cmはステンレス製トロウエル(コテ)となっていて、バリアーウォールの表面仕上げする部分で、ネジにより調節可能となっていて、一般的に本体部分より3mmほど広めにセットする。棒状パイブレーターは5本取付ける。ケージスチール(カゴ形鉄筋)に注入する場合には鉄筋をよけて配置する。図5に構造物の例を示す。

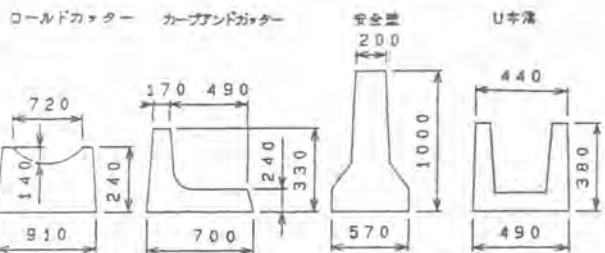


図-5 構造物の例

(3) ペーピング

コマンドⅢは特殊使用方法としてペーピングができる。この場合は本体フレームの追加及びペーピングモールドの取付けによって4.9mまで舗装できる。この場合は4脚クローラーとしてコントローラーの変更、後部スロープセンサーと後右脚用のポテンショメータとサーボ弁2ヶの追加が必要で、パイブレーターは油圧を12回路とする。コントロールは左又は右側に基準線をおき、グレードとスロープセンサーによるものと、両側グレードセンサーによるコントロールができる。

4. 試験施工

試験施工の中から、ここでは例として安全防護壁、U字溝、L型ガッターについて紹介する。施工に用いたコンクリートの配合を表-2に示し、施工の状況を写真2、3に示す。本試験施工結果について、以下に示す。

(1) 制御および締固め

センサーおよびマイクロプロセッサによる方向性および高さの制御、バイブレーターによるコンクリートの締固め状況等については満足する結果が得られた。

(2) 出来形精度

本試験施工においては、出来形精度についてもほぼ満足する結果が得られた。しかしながら、構造物の形状によっては、多少の沈下ならびにハラミがみられる。今後、出来形精度の向上には、これらの不可避な現状を考慮したスリップフォームモールドの形状および適正作業速度等についての検討が機械的には必要であると考えられる。

(3) コンクリートの配合、運搬

コンクリートの配合ならびにコンシステンシーの変動は構造物の出来形精度に大きな影響を及ぼすので、配合の選定手法の確立および品質変動の低減が必要と考えられる。

また、現状のアジテータ車の能力によっては、コンクリートの排出が困難となる可能性が考えられるので、コンクリートの運搬方法についても検討が必要であると考えられる。

5. あとがき

スリップフォームによる道路構造物の施工は試験施工の結果から、一応の施工体系は可能になったと考え、省力化、高能率化の可能性を見出したのである。今後、施工の実績を上げることで、機械も更に進歩、発展していくものとする。まず現状の問題点を解決することを当面の課題としたい。

構造物の種類	目盛 cm	目盛 mm	最大 寸法 mm	単 位 量 (kg/m ³)				
				水	セメント	珪砂材	粗骨材	減水剤
安全防護壁	3.0	6.0	20	140	350	781	1080	0.88
U字溝	3.0	6.0	20	145	320	815	1040	0.80
L型ガッター	6.5	5.0	20	162	250	916	968	0.63

表-2 コンクリート配合



写真2. 安全防護壁



写真3. L型ガッター