

# 17. コンクリート水平ディストリビュータの開発

㈱竹中工務店 \*土屋 敏明・村井 俊夫

## 1. まえがき

この開発は、建設工事の中でも特に人かに大きく頼っているコンクリート打設工事の生コンクリート場の運搬作業を機械化することを目的とした。現在、場内運搬作業はポンプ圧送方式が大半を占めているが、筒先の振り回し、配管盛替等はいまだに人かによって行なっているのが現状で、打設能力限界の大きな要因となっているとともに、躯体品質にも大きな影響を与えている。そこでこれらの問題を解決するために、コンクリート圧送管を油圧駆動により自由自在に移動させる装置（コンクリート水平ディストリビュータ）を開発し、実際に作業所において施工を試みた。ここでは、この開発における目標、経過を示すとともに、試作機の仕様、性能、また作業所における実施例等を紹介する。

## 2. ポンプ圧送工法の問題点

- (1) ポンプ圧送管の筒先ホース振り回しは重労働作業のため頻度よく移動することができず、コンクリートを適切に分配できない。このため、過量部の生コンをかき均しやパイプレータがけによって不足部へ流し込んでいるのが現状であり、コンクリート打設能力の限界はこれら重労働作業員の肉体的限界によっておさえられている。
- (2) スラブ配筋、設備配管、型枠等の上を多くの作業員が重いホースを持って作業するため、これらが乱され易く、品質を確保するために多数の相伴工が手直しをしてゆかなければならない。
- (3) コンクリート圧送管の切り離し、継ぎ足しによって打設箇所を移動してゆくため、圧送が中断されることが多く、作業能率が低下する。
- (4) 低スランプのコンクリートはワーカビリティが低いので先端ホースは125°以上必要となり、多数の作業員を配置しなければ打設できない。
- (5) 重労働、よごれ作業という環境と、不安定な職場という理由から若い作業員が集まらず、年々高齢化が進むとともに労働者不足が目立ってきている。

## 3. 開発目標の設定

- (1) コンクリート打設時は、型枠、スラブ筋等に圧送管の振動を与えないようにし、筒先ホースもスラブ筋に接触することなしに移動できるものとする。

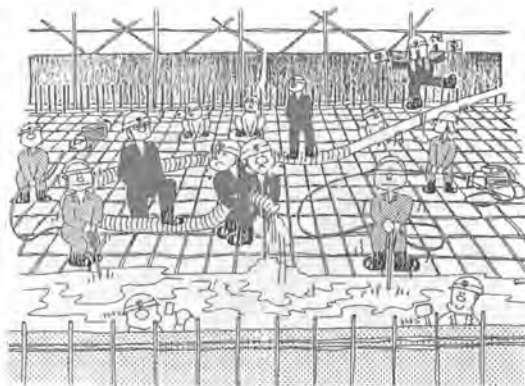


図1 従来のポンプ圧送工法

- (2) 低スランプのコンクリートは乾燥収縮、熱膨張などによるひび割れが少なく高品質であるとい  
うことから、目標スランプ値は低めにおさえ、最低8cm、常用15cmに対応するものとする。
- (3) コンクリートはスランプが低くなると前述のように品質が向上するだけでなく、セメント量が  
減少し単価が安くなる。しかし、その反面、ワーカビリティが低下するため必要作業員数が増大  
し、打設手間のコストアップにつながる。そこで開発装置は、低スランプでワーカビリティが低  
いコンクリートでも、同数以下の人員で打設可能なものとし、確実にコストダウンがはかれるよ  
うにする。
- (4) コンクリート分配作業の機械化によって、ポンプ車圧送能力程度の打設が可能と思われるため  
目標は400~500<sup>m<sup>3</sup></sup>/日、60~70<sup>m<sup>3</sup></sup>/hとし、従来工法の3~5割生産性の向上を目差す。
- (5) 装置を使用する建築物の構造、規模によって要求される仕様、性能は変わってくる。そこで、  
過去の工事を調査して最も一般的であったSRC造、7~10階建の建物を対象作業所と仮定して  
腕長などの仕様を決定する。

#### 4. 開発装置

開発装置の全体図、格納時姿図を図2、図3に、装置全景を写真1に示す。また、装置の仕様を表1にまとめた。

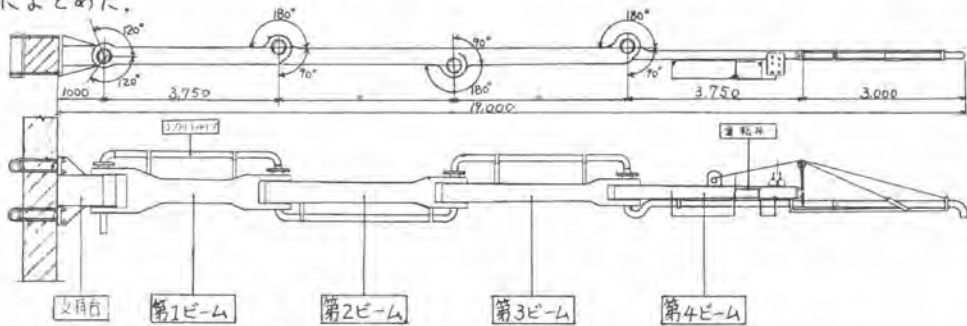


図2 装置全体図

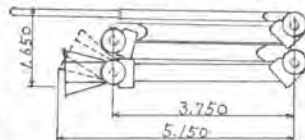


図3 格納時姿図



写真1 装置全景

表1 装置仕様

構造	高張力鋼による箱形構造
関節数	4関節(ℓ=3.75m/関節)
ベアリング	フェニール系樹脂ベアリング
駆動方式	油圧モータによるウォーム駆動
ビーム回転範囲	第1ビーム 左右120° 合計240° 第2~4ビーム 左右交互180°+90°=270°
輸送配管径	125φ(5インチ)
操作方式	電磁比例レバーコントロール方式
動力	電動機 7.5kW, 200V, 3相
取付適応柱	550φ~750φ(その他は治具使用)
寸法	作業時 高1,500×幅1,000×長1,900(油圧ユニット除く)
	格納時 1,500×1,650×5,150( " )
重量	4.5/3kg <sup>※</sup> (油圧ユニット含む)

### (1) 装置本体

本体は軽量化をはかるため、高張力鋼による箱形構造とし、関節部を4ヶ所備えている。関節部は油圧モーターによってウォーム駆動し、左右交互の回転範囲は非対称となっている。これは格納時に平行に折りたたむためである。先端ホースは小形電動ウインチによって起伏し、壁筋などの障害物をかわすことができる。また、圧送管は先端まで径12.5cmのものを使用し、本体と独立した構造となっているため、いつでも容易に交換ができる。本体の全長は19mで、支持台を固定させた場合、作業可能範囲は約1000m<sup>2</sup>となる。(図4)

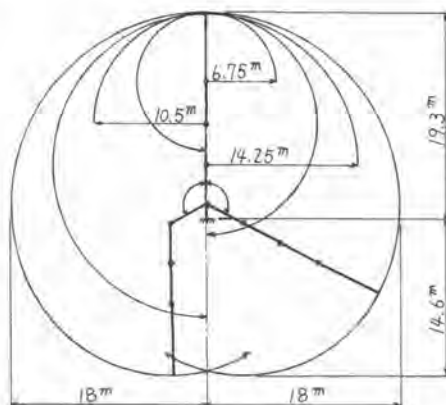


図4 作業範囲図

### (2) 運転方法

運転は先端に設けたオペレータ運転席、あるいは遠隔操作用コントロールボックスにて、電磁比例制御弁を動作させる4本のレバーと起伏用の2個のスイッチで行なう。

### (3) 動作速度

万一、操作を誤った場合でも作業員に危険のないように各関節部の回転速度を規制し、腕の先端の動作速度を0.6m/s以下におさえている。

### (4) 設置方法

装置は本設柱、仮設柱、タワークレーンマスト等に取り付けられるように設計されており、支持台ごと盛り替えて使用する。コーナー部など届かない場所は先端にフレキシブルホースを継ぎ足して打設する。

## 5. コンクリート圧送実験結果

作業所での実打設の前に装置の性能を確認するため、コンクリート圧送実験を行なった。表2に実験に使用したコンクリートを、表3に実験結果を示した。コンクリート圧送は30%と60%で行なったが、スランプ8cmの低スランプコンクリートも問題なく圧送できた。また、本体の振幅も10cm程度であり、実際にコンクリートを打設する上ではほとんど影響のないことがわかった。取付部最大反力はアームを真直に伸ばした時に、最大たわみは第2関節部だけを90°屈曲させた時に生じた。これらの測定値は、ディストリビュータの取付高さ、取付箇所強度チェックなどの検討を行なう上での重要な基礎データとなった。

表2 使用コンクリート

種目	スランプ°
普通	8 cm
	12 "
	15 "
	18 "
軽量	18 "

表3 圧送実験結果

項目	測定結果	
コンクリート圧送量	30 m <sup>3</sup> /h, 60 m <sup>3</sup> /h	
取付部最大反力	35 kN	
最大たわみ量	450 mm	
配管抵抗	水平換算 25 m	
実圧力損失	スランプ 18 cm	4~5 kg/cm <sup>2</sup>
	" 12 cm	4~7 "
	" 8 cm	5~8 "
本体振動数	80 サイクル/min	
本体最大振幅	10 cm	

## 6. 施工例

開発機を用いて実際に作業所で施工した結果を以下に示す。

表4 工事概要

工事名称	Aビル新築工事
構造・規模	鉄骨・鉄筋コンクリート造, B1.F8
建面積・延面積	建: 1,416 m <sup>2</sup> 延: 10,722 m <sup>2</sup>
建物用途	事務所
コンクリート量	地下階: 2,910 m <sup>3</sup> , 地上階: 4,220 m <sup>3</sup>
型枠量	地下階: 11,000 m <sup>2</sup> , 地上階: 21,700 m <sup>2</sup>
鉄筋量	地下階: 285 t, 地上階: 510 t
鉄骨量	地下階: 180 t, 地上階: 440 t

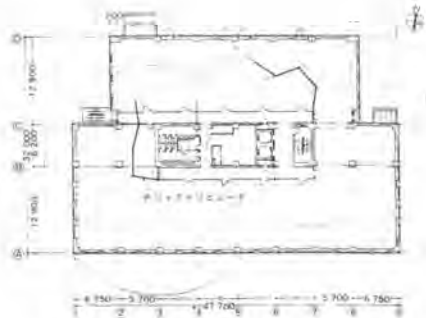


図5 作業範囲図

表5 施工結果

コンクリート打設量	スランブ <sup>o</sup> 18cm	1,482 m <sup>3</sup>
	” 15cm	2,096 m <sup>3</sup>
	合計	3,578 m <sup>3</sup>
コンクリート種類	普通コンクリート $f_c = 270 \text{ kg/cm}^2$	
コンクリートポンプ車	ピストンタイプ 能力 85 m <sup>3</sup> /h	
打設能率	総平均時間当り	49.7 m <sup>3</sup> /h
	総打設1人当り	19.2 m <sup>3</sup> /人
吐出能率	70~75% (吐出時間当りの打設量)	

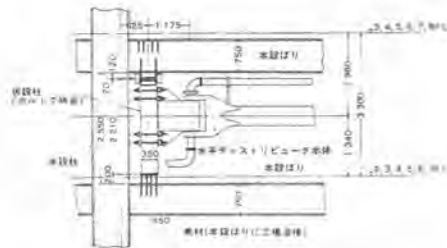


図6 取付要領図

### (1) 施工要領

ディストリビュータは図6に示すように、本設梁間にボルトで結合した仮設柱に取り付けて使用した。また、コンクリート打設は1フロアを2日に分けて行なうため、第1日目の打設終了後タワークレーンにて次の打設箇所へ本体を盛り替えることとした。

### (2) 施工結果

打設能率は約50%となり、従来のコンクリート打設が30~40%であることを考えると大きな効果のあったことがわかる。また、スランブ15cmの硬練りコンクリートも約2000m<sup>3</sup>打設したが、打設能率を落とすことなく、同数の作業員で打設することができ、当初の目標通りの結果が得られた。

## 7. おわりに

この開発は、極東開発工業(株)との共同開発として進めてきており、現在、試作機の応力測定結果、コンクリート打設結果等をもとに、より軽量化を進めた高機能、高性能の実用機を完成させた。今後も、作業所の要求条件を満足させるように改良、改善を加えてゆき、建築工事の生産性向上と施工環境の改善に努力してゆく考えである。