

# 16. F式クライミングフォーム 工法の適用と改良

(株)フジタ：森本 正一・松尾 宗義  
\*関原 弦

## 1. はじめに

当社では高橋脚等の高層構造物の施工を対象に①安全性向上、②工期短縮、③コストダウンを目的に昇降ロボットジャッキを中枢とするF式クライミングフォーム工法（FCF工法）を開発し、昭和54年からこれまでに多数の現場へ導入してきた。

今回導入した現場の中から特徴ある施工例を4例取り上げて紹介し、併せてこれらの現場経験を踏まえ、この度改良を加えた結果と今後の展開について報告するものである。

## 2. FCF工法の概要

### 2-1. 工法概要

FCF工法は、高橋脚等の塔状あるいは筒状の高層コンクリート構造物の施工のために開発された工法である。当工法は複数台の昇降ロボットジャッキ群を用いてフレーム全体の上昇のみでなく、下降をも出来る事を特徴としている。

図-1にFCF工法の構造概要を示す。橋脚の周囲にはシステムの受台であるメインフレームがその大きさにより通常4～8本の鋼管ロッドを介して躯体に固定されている。ここで、鋼管ロッドは移動時のガイド及び鉛直荷重に対する支え支柱となっている。メインフレーム上には作業用の足場が通常5～7段（約8～12m：鉄筋長さによる）に生まれ、さらに大型型枠（高さ約5m）、上昇・下降を行うための昇降ロボットジャッキ、レベルセンサ、各昇降ロボットジャッキを制御するローカルマイコン及びシステム全体を制御する中央制御盤が組み込まれている。

図-2に制御システムの概念図を示す。各々の昇降ロボットジャッキの設置箇所に据え付けられているレベルセンサのデータ、及びその他機器の動作情報は、各昇降ロボットジャッキに組み込まれたローカルマイコンから中央制御盤に送られる。中央制御盤では、各レベルセンサに現れる相対的な差異を高低差情報とし

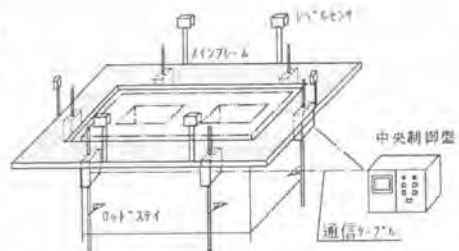
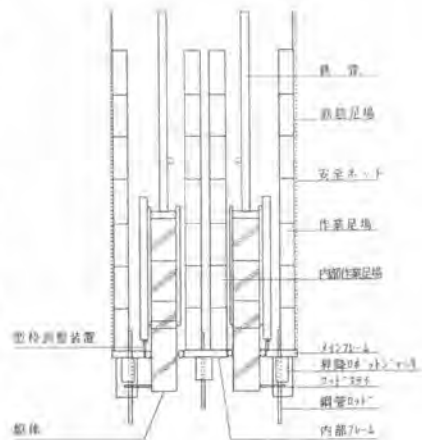


図-1 FCF工法構造図

て処理し、この高低差を許容範囲内に制御するための制御データを、各ローカルマイコンへ送信する。  
 ローカルマイコンはそれに基づき油圧ユニット、鋼管を把持するためのチャック等を作動させて上昇または下降を行う。

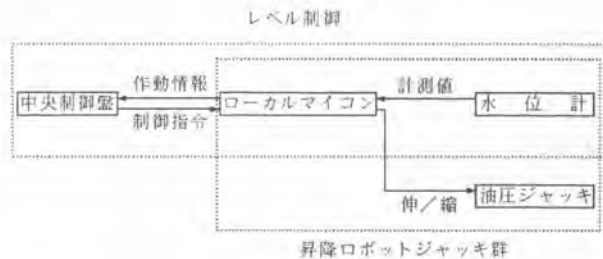


図-2 制御概念図

## 2-2. FCF工法の移動要領

FCF工法移動要領を図-3に示す。まず、鋼管に取り付けた昇降ロボットジャッキのチャックで鋼管にフレームを固定する。次に油圧ジャッキを作動させフレーム全体を上昇・下降させる。この方法を1ストローク10cmで尺取り虫式に繰り返すことによって、5mあたり約2時間で移動させる。移動にあたっては、各昇降ロボットジャッキのレベルセンサとローカルマイコンにより、レベル差が設定値以内（通常は15mm程度）となるように油圧ジャッキのストロークを調整している。

この工法はメインフレーム上に足場を全て設置してあるために移動に際してそれらの足場、安全ネット等を組み立て、解体する必要はなく、組んだまま移動でき、作業の簡素化が可能となる利点がある。また施工完了後の解体作業をメインフレーム下降後、地表面近くで安全に行うことができる。

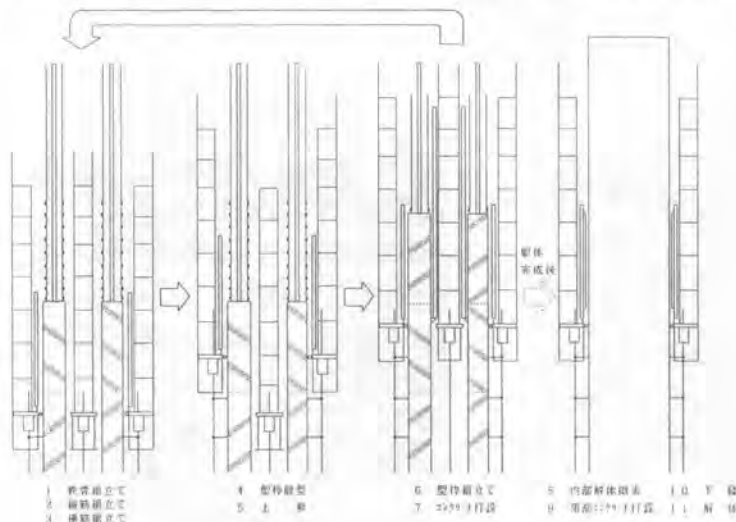


図-3 移動要領

### 3. 現場適用事例

今回紹介する施工例について内容の一覧を表-1に示す。

	施工現場名	発注者	施工時期	構造	形状	寸法	高さ
土木分野	九州自動車道 日光谷第二橋 その他工事	日本道路 公団	S60.4 / S60.12	SRC造	中空断面	P1A: 10m×4m P1B: 10m×4m	63.5m 67.5m
	関越自動車道 川上工事	日本道路 公団	S61.9 / S62.7	SRC造	中空断面	P7: 8m×4.5m P8: 8m×4.5m P6: 6m×3.5m P7: 6m×3.5m	40.6m 34.5m 32.8m 36.3m
	城師大橋 下部工事	建設省 中国地方 建設局	S63.4 / S63.8	RC造	中実菱形 断面	3m×5m(小判) / φ2.5m(真円)	45m
建築分野	住居棟建築 工事	—	H4.12 / H5.5	RPC・ WPC造 5階建	建物中央部 にアトリウ ム空間付き	昇降ステージ 15m×6m	垂直移動 14m

表-1 紹介する施工例の内容一覧

#### 3-1. 土木分野適用事例の特徴

##### (1) 高橋脚(約70m)施工(九州自動車道日光谷工事)

- ① 橋脚施工の中でも特に高層施工であり、本システムの特徴である安全性、コストダウンに大きく寄与した。
- ② 各ロッド下端に軸力計を置き荷重バランスを常時管理した。  
(総重量 39ton)
- ③ 特に高層であるため、風荷重に対する安全管理を厳しく行った。
  - ・ 風速20m以上は作業中止
  - ・ 風速12m以上は移動中止
- ④ マイコンによるレベル制御を行い移動時のレベル差を1cm以内に管理した。



(2) メインフレーム、内部フレームの同時昇降による橋脚施工 (関越自動車道川上工事)

- ① 鉄骨の組立てを先行し、コンクリート工事前に一括組み立てを行った。
- ② 内部フレームをワイヤロープで吊り、このワイヤロープを鉄骨天端及び地上に設けたシープを経過してメインフレーム下部に連結し、外部フレームと内部フレームを同時に昇降させた。
- ③ 鉄骨天端より鋼管ロッドを必要長さ分一括吊り下げたため、鋼管ロッド延長手間を省いた。
- ④ 吊り下げ方式のため鋼管ロッドに対する圧縮荷重(座屈)を考慮する必要が無く、ロッドステイを不要とし、より安全性を高めた。



- ⑤ 躯体施工時も自由な昇降が可能となり、フレーム上に組む作業用足場の段数が減少した。

(3) 異形断面橋脚の施工 (上師大橋下部工事)

- ① 躯体の水平断面形状が最下部は小判形、頂上部は真円形の先細り形状であった。
- ② メインフレームと躯体とのクリアランスを一定に保つため、メインフレーム内側を水平方向に移動可能な構造とした。



### 3-2. 建築分野適用事例の特徴

#### (1) 全天候型の多目的昇降ステージとして建築施工に利用（住居棟建築工事）

- ① 建築工事への適用である。
- ② アトリウム空間内部を昇降する、昇降ステージとして利用した。
- ③ 鋼管ロッド先組み、吊り下げ式とし、ロッドステイを不要とした。
- ④ 本工法により屋根部分の先行施工を行い、全天候作業スペースを確保し、作業環境を向上した。



## 4. 改良について

### 4-1. 改良目的

改良目的を以下に示す。

- |              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| ①機械能力の向上     | … ジャッキ推力、動作速度のアップ。            |
| ②異常時対策指示機能強化 | … 専門技術者の減員、修復時間短縮、遠隔地診断を可能にする |
| ③設備段取りの簡略化   | … メインフレームのユニット化を図る。           |
| ④日常管理簡素化     | … 日常メンテナンス作業の負担を軽減する。         |
| ⑤操作性の向上      | … 操作方法の簡略化、事故診断機能の充実を図る。      |

### 4-2. 改良結果

改良後の装置仕様を表-2、装置全体図を図-4に示す。

改良後のジャッキ推力は従来の1台当たり10tonfから15tonfに、伸び速度については約20cm/minから約31cm/minとなった。さらに操作性を増すため、各種設定はタッチパネルによる対話式とし、またチャックの目詰まりや偏りに対してはその構造を改良し、日常管理の行い易い構造とした。

今回特にシステムの異常事態に対処すべくテレメンテナンスシステムの開発を行った。これはシステムの状況のデータ及び映像をISDN等の通信回線を利用してメンテナンス部署へ送信するものである

これによりシステム作動状態のモニタリング及び異常時の故障診断及びその対策指示が、遠隔地から可能となる。

メインフレームについては構成する部材をユニット化する事で、各種現場への転用能力を高めさらに組立・解体作業の軽減を図った。

項目	内容	
装置能力	推力	15.3tonf/1台(120kgf/cm <sup>2</sup> )
	速度	31.2cm/min(単体速度)
	寸法	1,100×620×450
油圧ユニット	ポンプ	(50Hz) 3.5ℓ/min 1500rpm (60Hz) 4.8ℓ/min 1800rpm 圧力 MAX140kgf/cm <sup>2</sup>
	電動機	1.5KW 4P 200V
	タンク	20ℓ
油圧ジャッキ	シリンダ径	内径φ90 ノット径φ50
	ストローク長	200mm(作業ストローク 150mm)
	受圧面積	押側63.6cm <sup>2</sup> 引側44.0cm <sup>2</sup>
	支持方式	上部球面軸受可動型
チャックケース部	チャック寸法	全閉φ73.8 全開φ78.9
	偏り防止措置	ディスクスライド方式
	チャック開放方式	クランプレバー方式 ミニシリンダ φ20×10mm使用
	チャックホルダー	ハーフ構造及び開口部の設置
	材質	SP45A

表-2 装置仕様

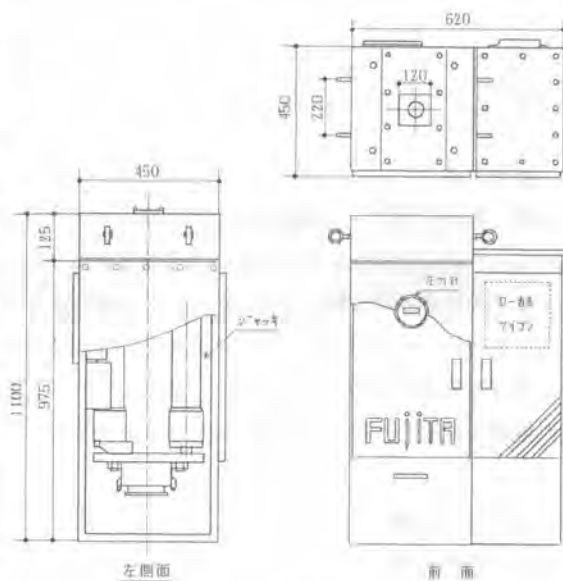


図-4 昇降ロボットジャッキ

## 5. 今後の展開

これまでの施工実績より高層橋脚施工はもとより、建築分野においてもFCF工法の有効性が実証された。

しかし本工法は在来工法に比べて、メインフレームや昇降設備などのより多くの仮設備工事を必要とするため、構造物の高さが高いほど、施工性・安全性・コストの全てにおいてより有効な工法となり得る。このため比較的低い構造物の場合は在来工法と比較して施工高さにおいて限界点が発生する。この点を解消するために仮設備をより簡略化し、発生するコストを抑え、より多くの施工対象物件への普及を目指す所存である。

また高さのある構造物に対する優位性を最大限に生かし、機械能力のアップ及び周辺設備の充実を図れば、今までの施工実績以上のハイピア施工にも充分に対応可能である。

今後も、より一層の研究開発を重ね多種多様な建設現場への普及を図りたい。

## 【参考文献】

- 1) 「橋梁」 1985年 12月号 橋梁編集室
- 2) 「(株)フジタ技報第22号」1986年 11月 (株)フジタ