

# リフトスラブ工法のコントロール方式

久 富 洋

## § 1. はじめに

研究所報第8号に、大石寺総坊におけるリフトスラブ工法の報告をしてある。そのスラブのリフトアップ中のコントロール方式に関して、詳細な報告をする。

リフトスラブ工法は、使用するジャッキの形式や、建物の規模、設計によって多少の差異はあっても、ある大きさを持つスラブを数ヵ所のつり上げ点でリフトアップする作業を前提とする。大石寺の場合は、研究所報8号に示されるように、大きさ57m×15m、重量は仮設物を加えると500tに近いスラブを10点のつり上げ点でリフトアップするものである。一般に地上、あるいは型わく上で打設され、硬化したコンクリートスラブをリフトアップする場合に、各つり上げ点の上昇速度を一致させないと、リフトアップ中のスラブに不測の応力がかかり、はなはだしい場合にはスラブが破損する。これはスライディングフォーム工法の場合の、型わく各点の上昇の

コントロールに類似してはいるが、片方はウェットなコンクリートに対する型わくの問題であり、これはスラブのコンクリートにクラックの発生を見てはならない程度の要求であり、コントロールの精度においてより厳重さを必要とするものである。

大石寺のリフトアップに際し、議論はまずリフトアップ中の各つり上げ点の許容誤差を何ほどにするかということから始まった。この問題はもちろん構造設計者への質問ともなったが確固たる解答のないまま一応安全側の値をとり、柱スパンの $1/1000$ 、すなわち±13mmを目標とすることに決定した。設計者はこのスラブがリフトアップ前にプリストレスをかけることから、±3cm程度なら問題はないはずだがとの内示をしたが、コントロールの目標として±13mmをとることに施工者・設計者の同意があったものである。

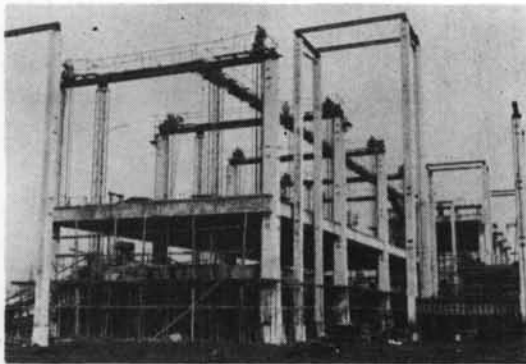


写真-1 リフト中のスラブ

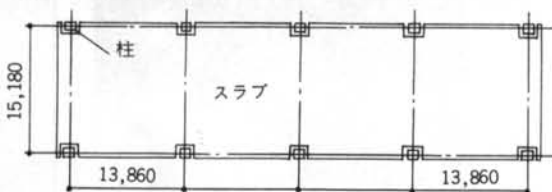


図-1 建物平面図

## § 2. 第1期工事の経過

### 2.1 D社の方式

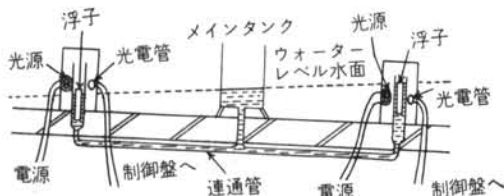
リフトアップ工事を請負ったD社は2つの方式を提出した。

1つはウォーターレベルを用いて各つり上げ点を水平に保つものであり、他はリフト用ロッドの上昇寸法を検出して各つり上げ点の上昇寸法を調整するものである。

この機構について説明する。

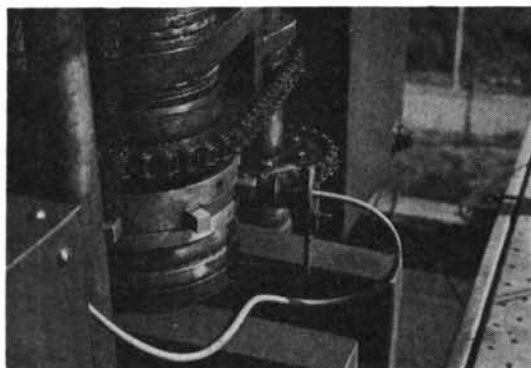
④. ウォーターレベルを用いる機構を図-2に示す。スラブ中央にメインタンクを置き、これから各つり上げ点に向かいビニールホースの配管をする。これを連通管として各つり上げ点のスラブに固定したピックアップ機構に接続する。ピックアップ機構には縦管内に浮子が封入してあり、スラブの傾斜にともなう各つり上げ点の水位の上がり下がりによって浮子が上下する。この浮子の

下を電流のON, OFFに置換えて中央制御盤に導びく。電流に置き換える装置としてマイクロスイッチを用いず、光源と光電管を用いているのは、スイッチの機械的な抵抗によって、微妙な水位の上下がさまたげられるのを防止している。リフトアップ中に、あるつり上げ点が上昇過ぎて浮子が下がると、光電管が感光し電流が流れ、中央制御盤にパイロットランプがつくと同時にその点のリフト用ジャッキが停止するといった自動コントロール装置である。

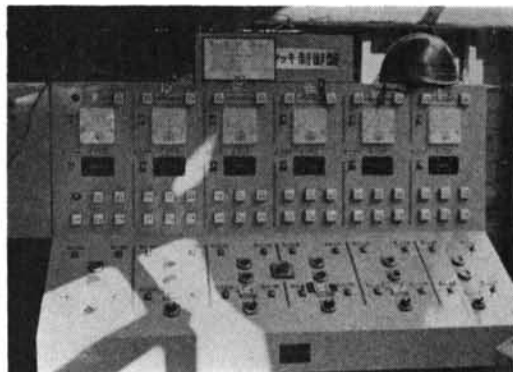


図一2 ウォーターレベル系水平コントロール機構説明図

㊦. リフト用ロッドの上昇寸法を検出する装置としてはロッドのねじの周囲を回転するナットに接点を設け、これを高周波スイッチによって電流のパルスとして制御盤に導びくものである。写真一2に接点と高周波スイッチを示す。ロッドのねじの歩みが8mmであることから、接点を8個設け、したがって1mmの上昇ごとに電流が制御盤に流れ、制御盤上の電磁カウンターを駆動する。すなわち上昇寸法がmm単位に数字で表わされる。この機構は各つり上げ点の上昇寸法の表示にとどまり、直接自動コントロールの機構には組み込まれてはいない。しかし制御盤上に表われる数字を観察することによって、前述のウォーターレベル系のコントロール装置の事故を発見し、また手動コントロールに切り換えて上昇のコントロールにも使用することができる。



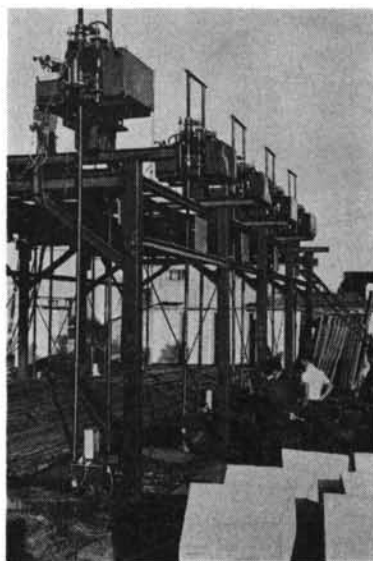
写真一2 高周波接点



写真一3 制御盤

## 2.2 D社の実験

現場実施に先立ち、D社では実物のリフトジャッキを使用して以上2機構の実験を行なった。写真一4に松戸工場における実験の様子を示す。筆者等はこれより約半年前に新潟地震災害によって傾斜した建物の復旧工事にウォーターレベルを使用し、長さ50m程度の連通管内の水は、建物の動きになかなか敏感には追従せずその水面が落ち着くまでに約3分間かかった経験を持つ。それゆえこのD社の機構には大きな疑問を持っていたため、本実験はスラブ(鉄わくをもつて代用していた)が、ごく小さいものであるにもかかわらず、連通管は実施時に近い長さのものを準備せしめた。その結果、予想していた疑問通り、期待していたコントロールは得られなかった。また第2のロッド上昇寸法の検出も製品が間に合わず、はなはだ心もとない結果のままリフトアップの期日を迎



写真一4 実験

えざるを得ない状態となった。

現場責任者はそのために柱にスチールテープを取り付け、スラブの上昇を直読するといった原始的ながら確実な測定装置を準備し、加えて3方式のチェックをする体制をとった。さらに筆者等と相談のうえ、まったく別箇のコントロール方式の開発にかかると方針をたてた。

### 2.3 第1期工事の実施

第1期工事の経過は研究所報第8号に示す通りである。3つのチェック方式のうち、

第1のウォーターレベル系のもは、実施段階においても実験時と同様に水の追従性が悪く、さらに波動現象が発生し、またそのうえに冬期の夕刻とともに凍結が始めるなど、信頼性がないことを知る結果となった。そのうえ日照の影響、風速の影響などによって、平時でもその水面の安定が悪く、施工に立合った関係者の不安が大きかった。

第2のロッド上昇を検出するものは、非常に故障の多いことが問題であった。これは1本65tという荷重を受けるロッド自体をコントロールに用いることの無理がピックアップ装置に影響を与えるものと考えられる。しかしこの機構は、米国、オーストラリア等のリフトスラブ工法において実用されているものであるから、技術的な改良によって使用できるものになることが予想される。ただしこのコントロールの方式は、ロッドの長さ制限がある(大石寺の場合4m)から、ロッドを盛替える際にそれまでの上昇寸法はすべてご破算になってしまう。したがって誤差が累積される恐れがあるといった欠点を持つものである。

以上のように準備した機構が適宜な作動をせず、結果として第3のスチールテープ直読といった方法が実作業に用いられた。これはスラブが停止した場合にその各つり上げ点が、なにほどの誤差位置にあるかを知ることができるだけのもので、コントロールと呼べるほどのものではなかった。しかし、他の機構が信頼性を失った現在、これに頼るよりほかはなく、各柱に測定員を固定し、ごく短い上昇寸法をスチールテープにマークさせ、いっせいに上昇を開始した後に、マークに到達した地点から順に制御盤に合図を送って、そのリフト用ジャッキを手動で止めるといった作業となった。すなわち、まことに人手を要し、しかもはなはだエラーを生じやすい神経のいる作業となったわけである。

## § 3. 新機構の開発

### 3.1 方針

第1期工事前の実験後ただちに、新機構についての検討に入った。その結果次の方針をたてた。

① 広いスラブの微小な傾斜を検出することは特殊な器具(たとえばジャイロコンパスなど)を使用しないと非常に難しい。したがって各つり上げ点の上昇寸法を同一にするコントロールを採用する。

② 各リフト用ジャッキの上昇速度を調整することはできない。(もちろん、油圧ジャッキの流量調整をすることはできるが、これを上昇中に変動させることはできない。)したがって全つり上げ点を、ある寸法(1ステップと呼ぶ)上昇したごとに一度停止し、全部がそろった所で次の1ステップに向けて上昇を開始するようにする。この1ステップの寸法を許容誤差以内におけば、最悪の事態(たとえば1つのリフト用ジャッキが故障して全く上昇が行なわれない状態が生じた場合)でも、最高と最低のつり上げ点のレベル差は許容誤差内にある。これらの停止、始動が繰返し連続的に自動的に行なえるようにする。

③ 建築工事といった制約内で行なうこと。すなわち特殊な高価な器具は使用できない。コストとして1カ所1万円程度を目安とする。

これらを基にしてアイデアの発掘から模型による実験、さらに第1期工事における現場実験を経過して失敗をくり返し、この完成をみたのは大石寺第2期工事開始直前であった。

(大石寺総坊工事は、所報第8号に報告したものと全く同規模のものが第2期工事として反復された。両工事の間に数カ月があった。)

以下にその機構について説明する。

### 3.2 概要

機構は各つり上げ点の上昇寸法を検出し、1ステップごとに電流をON、OFFするピックアップ機構と、これらの各点からくる電気信号を受けてこれを処理し、リフト用ジャッキのソレノイドバルブに至る電流を制御する配電盤とからなる。配電盤は中央司令室に置き制御と監視に使用する。

### 3.3 ピックアップ機構

図-3に示すもので、スラブつり上げ点近くに設置する。柱の上下に張りわたしたチェーンに沿って上昇する際にスプロケットを回転させこれと同軸のカムを回転

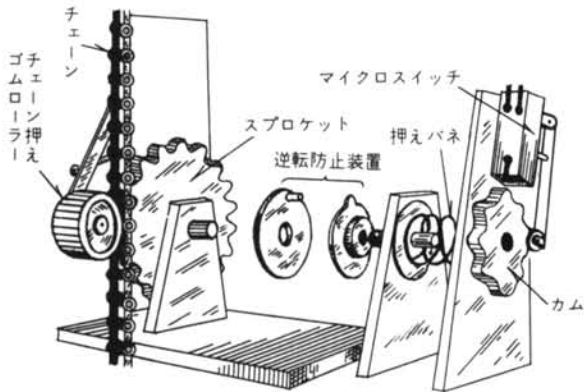


図-3 ピックアップ機構

し、マイクロスイッチを断続する。スプロケットとカムとの間には逆転を防止する装置がついている。これはリフトアップ中のスラブの沈下（スラブが停止する際にオイルジャッキのリーク等によって多少沈下することがあり、これが第1期工事での現場実験中の失敗の元であった。）を吸収するものである。スラブの1ステップの上昇ごとに制御盤に至る電流がONになったりOFFになったりする。

上昇寸法の検出にチェーンを使用するに至った経過はそれ以前にスチールワイヤ、ナイロンワイヤ等を検討した結果、その伸びの問題、ピックアップの完全さ、また建築現場という粗い使用環境の条件に最適であると結論したからである。第1期工事の実験の際に、つり上げロッドに取付けたが前述したものと同様に故障が多く、コントロール機構を独立させて始めて成功した。なお、チェーンの長さのばらつきはその長さ10mに対して7mm程度であることを確認した。

### 3.4 配電盤

その配線の原理を図-4に示す。ここではリフトアップのつり上げ機構が3カ所の場合であり、これはいくらでも増加することが可能である。

図中上部のカムおよびマイクロスイッチはピックアップ機構であり、点線内が配電盤の部分である。カムは実際は10山のものを用いたが、ここでは1回転1山のカムによって説明している。

①および②の機構は目下上昇中である。（太い実線は電流の流れを示す。）リフト用ジャッキは駆動中であり、したがってピックアップ機構のカムも回転中である。③は1ステップに到達し、カムがマイクロスイッチをONにし、したがって各個リレーが働いてソレノイドバルブに至る電流が切れリフト用ジャッキが停止している。この際に電磁カウンターが1駒進み③の機構が1ステップの上昇を完了して停止し、他の上昇を待っていることを示している。①、②の機構が順に③追付き、③と同様な状態になれば全つり上げ点が同一寸法だけ上昇し、そろって停止した状況となる。（カウンターの数字の数がそろろう）ここで切換えスイッチをAからBに切替えれば全リフトジャッキがいっせいに作動を始め、つぎのステップに入ることになる。これをくり返せば1ステップごとに上昇量を調整しつつリフトアップが行なえるわけである。

実際の配線は図-5に示す通りである。切換えスイッチとしてキーブリレーを使用し、各個リレーとして3連リレーを使用している。各個リレーがつぎつぎに作動し、全つり上げ点がそろった瞬間に各個リレーを結ぶ直列回路ができ、これによってキーブリレーを動かし、切

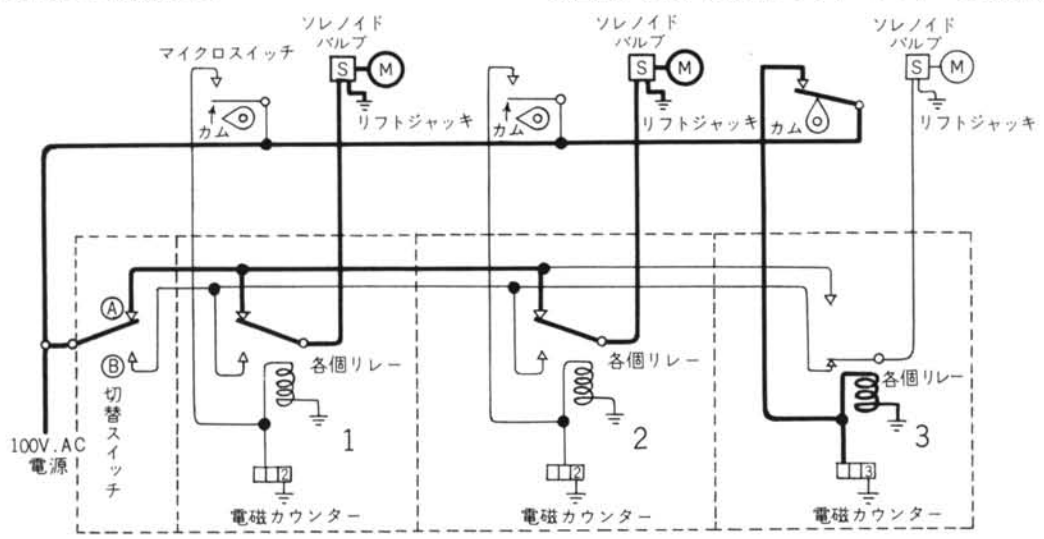


図-4 配線原理

換えを自動的に行なえるわけである。

停止スイッチ①および②は任意のステップの完了時にスラブをそろえたまま停止するのに使用する。ジャッキの1ストローク（150mm）ごとに行なわれるピストンダウンに欠かせないものである。その他パイロットランプ類は各機構の状態を表示し、自動コントロールスイッチはメインスイッチとして使用する。

### 3.5 実施

この機構を用いて、大石寺第2期工事宿泊棟の全スラブのリフトアップコントロールを行なった。1ステップとしてチェーンの1駒12.7mmを使用している。これは目標とした柱スパンの $\frac{1}{1000}$ 以下となり初期の目的を達成したものと考える。またコスト的にも材料費はおおよそ初めの計画通りに納まっている。これはリレー、マイクロスイッチといったありきたりの部品を組合わせただけのものであるからである。ただしこの組立は筆者のハンド

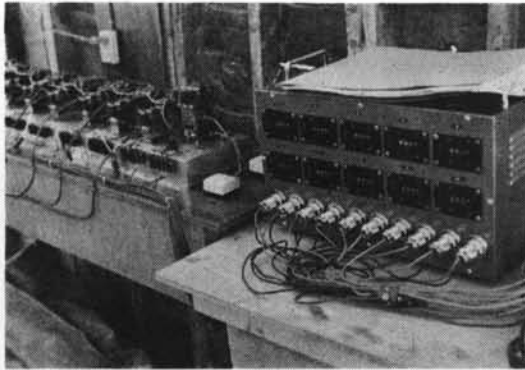


写真-5 配電盤

メイドによったものであるから、組立てを外注すると多少コストアップになるものと考えられる。

なおリフトアップ中に、経験的に両妻のスラブを多少高目に保つ方が良い結果を得られることを知り、この部分を1ステップだけ高くしたままコントロールを行なった。こういった応用動作もマイクロスイッチに至る配線への切換えスイッチの挿入によって容易かつ確実に行なうことができたものである。

### 3.6 応用等

今回はリフトスラブ工法に使用したため、柱の上下にチェーンを張ったが、これはドラムに巻いたチェーンの先端をスラブに固定し、これを巻きほぐしながらリフトアップしても同様の結果を得る。これはドラムを試作シダミーとして使用して確認してある。これを写真-6に示す。このようにすればスライディングフォームや、鉄骨屋根の揚重、ジャッキアップ工法等にも応用できる。スプロケットの数、カムの数、減速歯車等を適当に用いれば1ステップの寸法は自由に変えることができ、より精密なコントロールもより粗いコントロールも可能であり広く応用されるものと思われる。



写真-6 ドラム

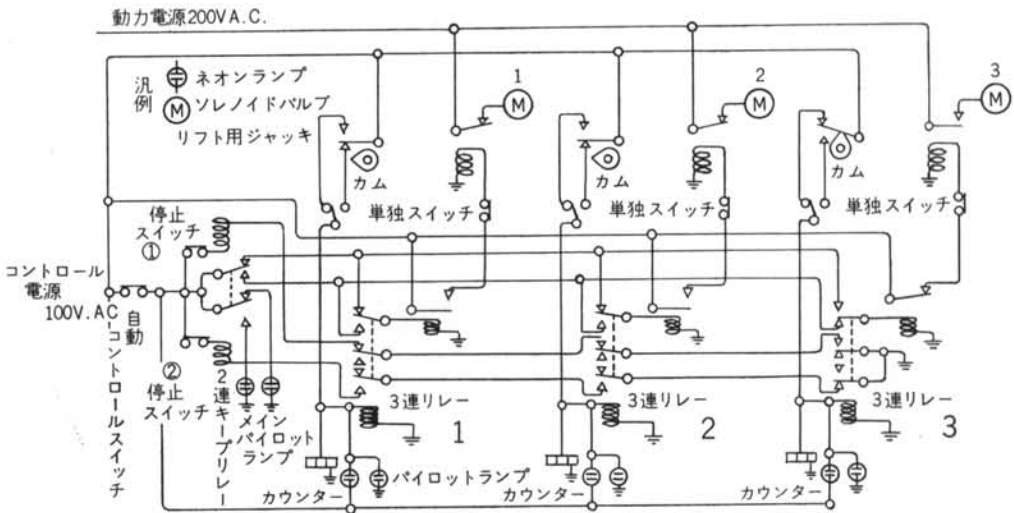


図-5 配線図

<参考文献>

- 新見芳男, 久富洋, 藤盛紀明: “大石寺におけるリフトスラブ工法” 清水建設研究所報第8号  
久富洋, 藤盛紀明: “大石寺総坊におけるリフトスラブ工法工事” 学会論文報告集 昭和41年度大会  
“リフトスラブ工法による大石寺総坊の施工” 建築技術 1966年5月  
“大石寺のリフトスラブ” コンクリートジャーナル 1967年10月  
“リフトスラブ工法のコントロール方式” 学会関東支部第38回 昭和42年