

1. 大石寺の2階工場の
2. プレキャストの基礎
3. 3階を2階の基礎

大石寺総坊PC工事の施工について
— 主としてリフトアップ工法について —

江 島 綱 昭*
前 谷 満 歳**

1. ま え が き

今回報告する総坊は、大石寺の全体計画の一環として計画されたもので、大石寺に登山する信徒のための宿泊施設として建設されたものである。

この建物の構造の特徴としては、リフトアップ工法の実施と、プレファブ方式の徹底化の二つにあるといえよう。総坊6棟のうち、第一期工事として今回2棟施工されたが、6棟ともにまったく同型のもので、同一敷地内に、同じ条件で建設されるものである。したがって、プレファブ方式の基本的条件である部材の規格化、ディテールの標準化の適用が容易であり、また平面上、非常にシンプルなところから、ユニットとしての部材のくり返し製作が可能であり、組立工法が簡易であるところから、この方法が採用されたものと考えられる。

2. 建 物 の 概 要

建 築 主：創価学会
設 計：連合設計社
構 造 設 計：青木 繁研究室
施 工：清水建設KK名古屋支店
P C 工 事：ピー・エス・コンクリートKK
リフトアップ：KK 大道
工 期：昭和40年6月～昭和41年6月
建 設 地：静岡県富士宮市上条
規 模：コンクリート杭打，鉄筋コンクリート基礎
宿 泊 棟 3階建，リフトアップ工法を併用したPCコンクリート組立式構造
付 属 棟 一部5階建， ”
建 築 面 積 $1284.7\text{ m}^2 \times 2\text{棟} = 2569.4\text{ m}^2$
延 面 積 $3595.2\text{ m}^2 \times 2\text{棟} = 7190.4\text{ m}^2$

図-1(a) 2階平面図

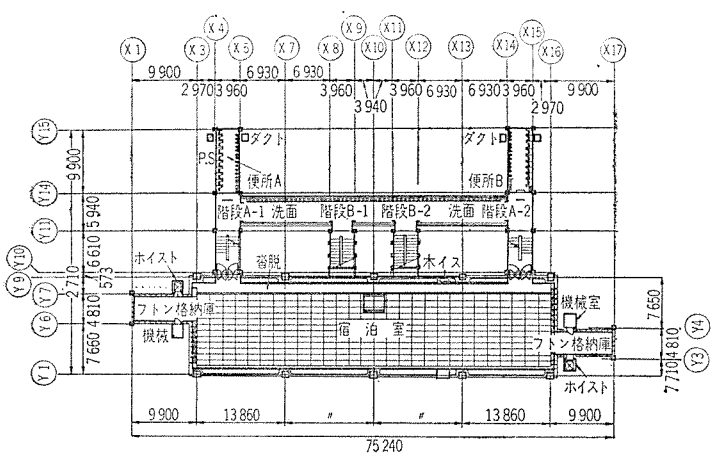


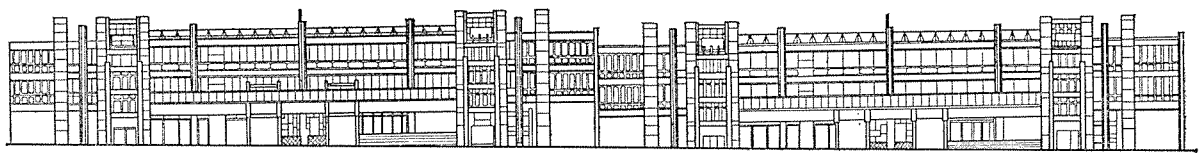
図-1 に平面図および立面図を示す。

3. 構 造 概 要

総坊宿泊棟の構造の概要はつぎのとおりである。

- 1) 現場打ち鉄筋コンクリートの基礎および中ばり
- 2) PCコンクリートのスラブおよびはり——リフトアップ部分
- 3) PCコンクリートの柱——プレキャスト材

図-1(b) 両側立面図



* ピー・エス・コンクリートKK 東京営業所 工事部 工務課長
** " " 本社 技術部 開発課

はり間方向 15.180 m 1 スパン，桁行方向 13.880 m，4 スパンで，3 層の純ラーメン構造を構成している。

柱は応力が導入された P C 部材で，基礎上に建込まれ，あらかじめ埋め込まれた P C 鋼棒によって締めつけ固定される。はりおよびジョイスト付スラブは，建物下部に設けられたベッド上で製作され，ジョイストおよびはり間方向に応力が導入された後，柱上に設けられたジャッキにより順次リフトアップされ，各階所定の位置で，P C 鋼棒により柱を貫通して緊結，固定される。

また，付属棟は，まったく同じ方式による小型リフトアップ工法を採用し，さらに，一部のコの字型のプレファブ化されたコンクリートのピースを積み重ね，4 隅に配した P C 鋼棒によって上下

に締め付けて一体化した大小 2 種類の塔犯の構造体によって構成されている (図-2 (a),(b) 参照)。

図-2 (a) 構造説明図

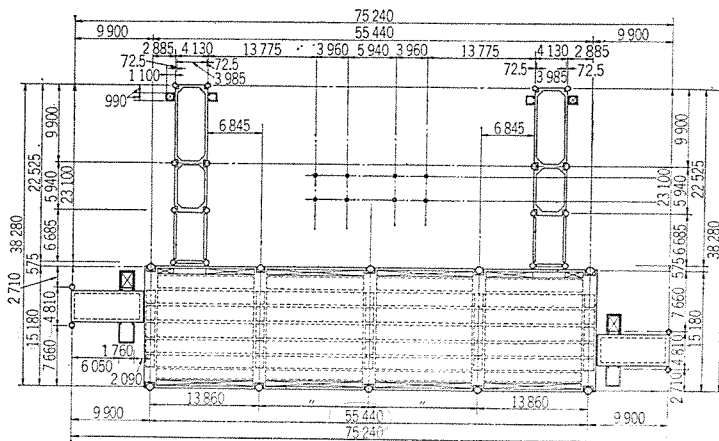


図-2 (b) 断面図

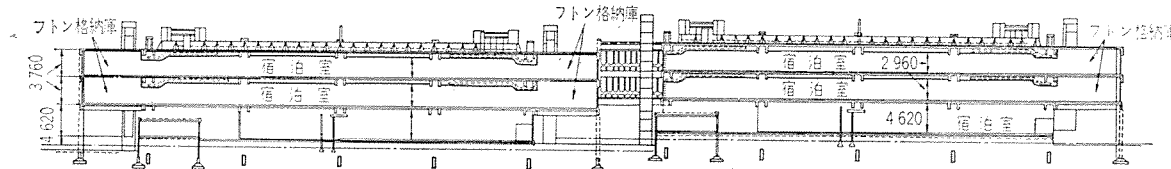


写真-1 門型クレーンにて柱建方

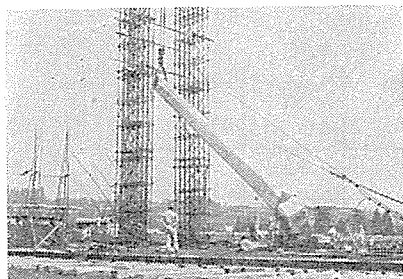


写真-2 柱 建 込

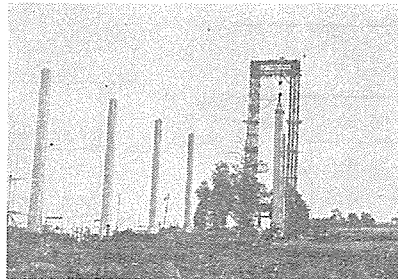


写真-3 塔犯ブロック製作・運搬

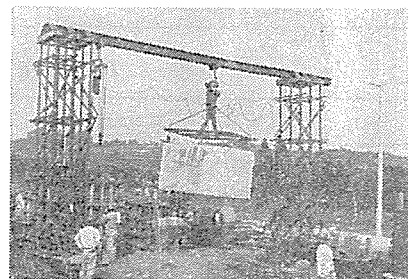


写真-4 柱頭 I ビーム上にすえつけられたリフトジャッキ

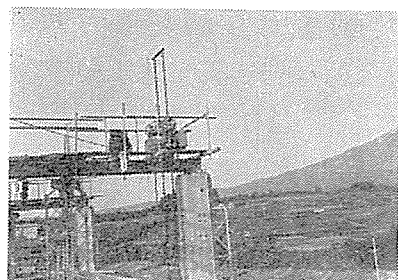


写真-5 リフトアップ直前

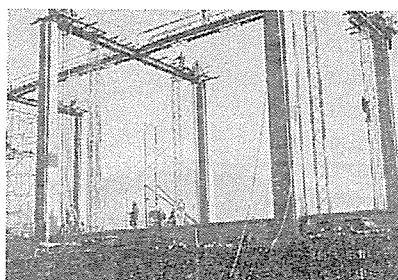


写真-6 リフトアップ途中，リフトスラブ見上げ

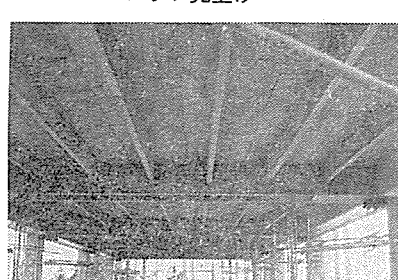


写真-7 リフトアップ途中，中央三角柱は I ビーム受用



写真-8 リフトアップ途中，外観中央仮小屋はコントロールセンター

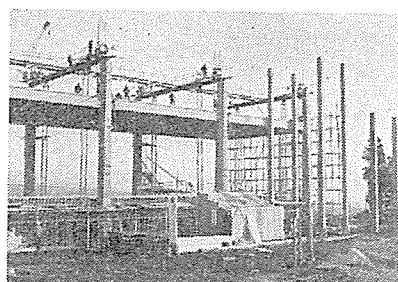


写真-9 リフトアップ完了後プレキャスト部材取付中 右上宿泊棟，右下渡廊下 手前飛出階段棟



4. 設計の概要

- (1) 材料の許容応力度
 - a) コンクリート (表-1)
 - b) PC鋼線 (表-2)
 - c) PC鋼棒 (表-3)
- (2) 荷 重 (表-4)
- (3) 曲げモーメント
 - a) ジョイスト (表-5)
 - b) 鉛直荷重 (表-6)
 - c) 地震力 (表-7)
- (4) 柱軸方向力 (表-8)

5. 施 工

- (1) 製作場所

表-9 に示すように、運搬上、簡単な部材として階段

表-1 コンクリート

	工場生産	現場生産
4週圧縮強度 (kg/cm ²)	450	400
許容圧縮強度 (kg/cm ²)	157	140
許容引張強度 (kg/cm ²)	0	0
許容せん断強度 (kg/cm ²)	11	9

表-2 PC鋼線

	引張荷重 (kg)	降伏荷重 (kg)	伸 び (%)
φ 2.9	1 300 以上	1 150 以上	3.5 以上
φ 5.0	3 250 "	2 850 "	4.5 "
φ 7.0	6 000 "	5 200 "	5.0 "

表-3 PC鋼棒

	引張荷重 (t)	降伏荷重 (t)	伸 び (%)
φ 20	35.54 以上	31.27 以上	5.0 以上
φ 24	50.59 "	44.52 "	5.0 "
φ 27	64.85 "	57.08 "	5.0 "
φ 30	80.88 "	71.17 "	5.0 "

表-4 仮定荷重 (kg/m²)

	D.L.	L.L.	T.L.
屋 階	コンクリート 70 170	ス ラ ブ 180	530
	軽量コンクリート 40 70		
	アスファルト — 10 350		
	押えモルタル 40 80		
天 井	— 20	地 震 60	410(530)
	2・3階	コンクリート 70 170	ス ラ ブ 180
天 井	たたみ — 40	ラーメン 130	360(480)
	— 20	地 震 60	290(410)
	ジョイスト 120 kg/m ² (150×600)		
大 ば り	630 kg/m ² (300×950)		
柱	1 940 kg/m ² (900×900)		

表-5 ジョイスト (t・m)

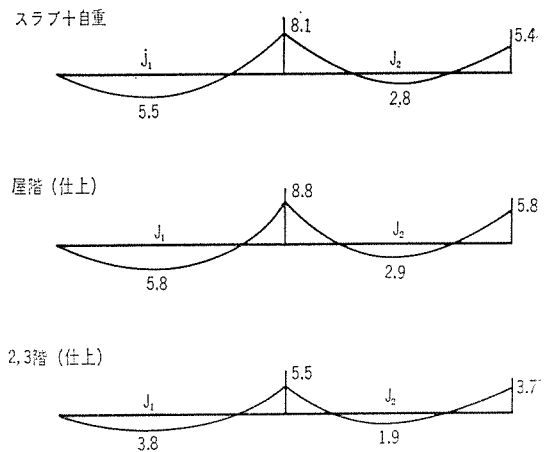


表-6 鉛直荷重時 (t・m)

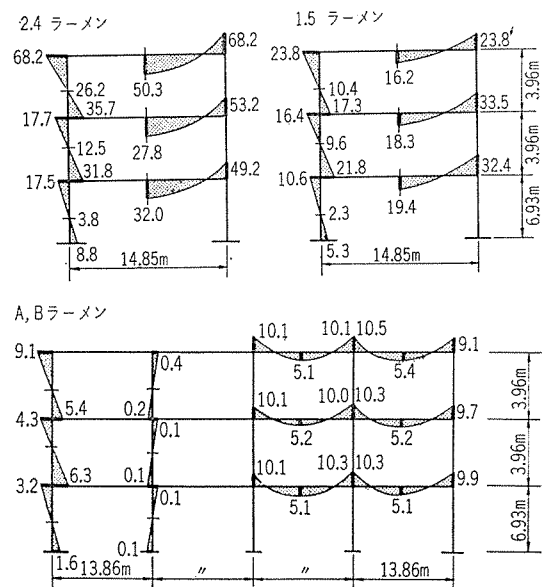


表-7 地震時 (t・m)

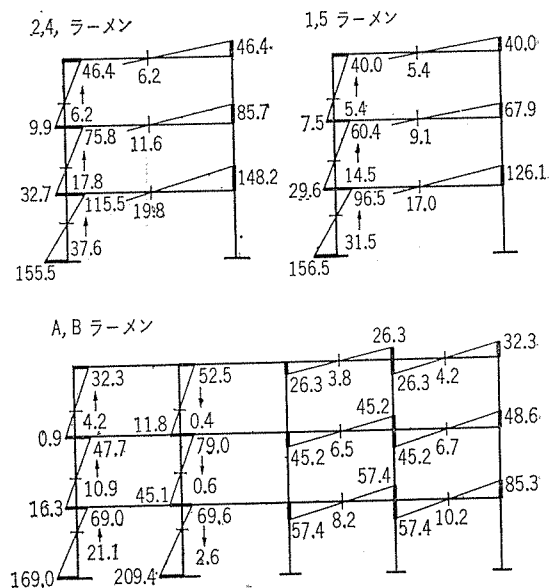


表-8 柱軸方向 (t)

階	種 別	C ₁ 柱	C ₂ 柱
3	スラブ	0.60×6.60×6.93=27.5	0.60×6.6×13.86=55.0
	大はり	0.63×(14.85+6.93)=13.8	0.63×(14.85+13.86)=18.2
	壁	0.37×6.6×(3.96-0.95)=7.3	—
	柱	1.94×3.96=7.7	1.94×3.96=7.7
	計	Z=56.3	Z=80.9
2	スラブ	0.48×6.60×6.93=22.0	0.48×6.60×13.86=44.0
	大はり	0.63×(14.85+6.93)=13.8	0.63×(14.85+13.86)=18.2
	壁	0.37×6.6×(3.96-0.95)=7.3	—
	柱	1.94×3.96=7.7	1.96×3.96=7.7
	計	Z=107.1	Z=150.8
1	スラブ	=22.0	=44.0
	大はり	=13.8	=18.2
	柱	= 7.7	= 7.7
	計	Z=150.6	Z=220.7

用、階段版およびささら桁、渡廊下用、床版および桁は重量約 432.0 t を工場にて製作し、柱、はり、大小塔犯用ブロックなどは、重量約 1 600 t を敷地内所定場所にて製作と、スラブ、はり等は重量約 3 510 t をリフトアップ工法用として所定の位置で製作した。

(2) 柱の製作と建方

図-3 に示すように、柱はあらかじめ敷地内に設置されたコンクリートベッドの上で製作された。柱は、長さ 16.40 m、重量 32 t で、コンクリート硬化後応力を導入し、レール上、トロリーによって所定の場所まで運搬し、門型クレーンによって基礎上に建込まれる。柱の建方については、柱の柱頭上をつり上げ、柱脚はトロリー上に乗せたまま門型クレーンの転倒をなくすよう、常につり荷重の重心位置が門型クレーンの中心軸になるようにトロリーを移動した。柱脚の取付方法は、あらかじめ基礎に埋込まれた P C 鋼棒 8-φ30 によりラップ状におおし、柱脚と基礎上端にコンクリート目地を打ち、硬化後 P C 鋼棒を緊張して緊結された。

(3) 塔犯用ブロックの製作と建方

図-3 に示す場所にて固定したコンクリートベッド上で、簡易門型クレーンを使用して縦打にコンクリートを打設し、トラックにて所定の場所まで運搬し、トラッククレーンにて建方を行ない、4 つの隅部へあらかじめ基礎へ埋込まれた P C 鋼棒をとおし、目地硬化後、緊張して緊結された。

6. リフト アップ工法

リフト アップ工法は、地上で打設されたスラブをつり上げ、または押し上げて所定の位置にセットし、柱と結合して一体化を図る構造方式であって、工期の短縮、施工精度の向上、仮設材の節約等が利点として挙げられている。ここでは、つり上げ方式による K K 大道のジャ

表-9 (a) 製作部材重量表 (現場用)

種 別	建物名称	部 材 名	数 量 (本)	単位当り重量 (t)	重量 (t)
柱 用	宿泊棟 ふとん棟 便所棟 階段棟	C ₁ C ₂	20	32.4	648
		C ₃	8	8.9	71
		C ₄	16	7.0	112
		C ₅	16	10.7	171
		(計)	60	—	1 002
リフト スラブ用	宿泊棟 ふとん棟 便所棟	屋階、3階、2階	6	463.2	2 779
		〃	12	24.2	290
		〃	12	36.2	435
		(計)	30	—	3 504
はり用	階段棟 〃 〃 〃 〃	屋 屋	4	15.6	63
		5, 4, 3, 2階 G ₆	32	2.9	93
		5, 4 階 G ₉	8	2.0	16
		3 階 G ₉	4	3.6	14
		5 階 G ₁₀	4	1.8	6
		(計)	48	—	192
塔 犯 用	大型塔犯	開 口	72	2.14	154
		ス ラ ブ 付	20	2.98	60
		開 口 な し	12	1.66	20
		〃	8	2.73	22
	(計)	112	—	256	
	小型塔犯	開 口 な し	16	0.64	10.3
		〃	16	1.66	26.6
		〃	8	0.95	7.6
		ス ラ ブ 付	16	0.79	12.6
		開 口	8	1.63	13.0
〃		16	1.81	29.0	
〃	16	1.22	19.5		
〃	8	0.53	4.2		
(計)	104	—	123		
水 槽 用	腕 木 受 ば り	〃	12	0.7	8
		〃	8	1.5	12
	(計)	20	—	20	
	(合 計)				5 097

表-9 (b) 製作部材重量表 (工場用)

種 別	建物名称	部 材 名	数 量 (本)	単位当り重量 (t)	重量 (t)
階 段 用	階段版 ささら桁	A B C 版	556	0.124	69.08
		—	48	1.577	75.76
		(計)	—	—	144.84
渡廊下用	は り 床 版	—	16	6.341	101.48
		A B 版	166	0.246	40.87
		—	—	—	142.35
					286.19

ッキが用いられた。この大道式 D-LH 型リフトジャッキは、数年前、岡本 剛先生の指導により製作された電動式のもので、1 台当りのつり上げ能力は 65 t であり、10 台の連動が可能であり、ジャッキはすべて中央で集中管理されている。ジャッキは、はり間方向に柱頭を結んだ I ビームの上に設置された (図-4)。ジャッキのロッド間隔から、柱頭でつり上げることは不向能であったためである。

図-3(a) 仮設計画面

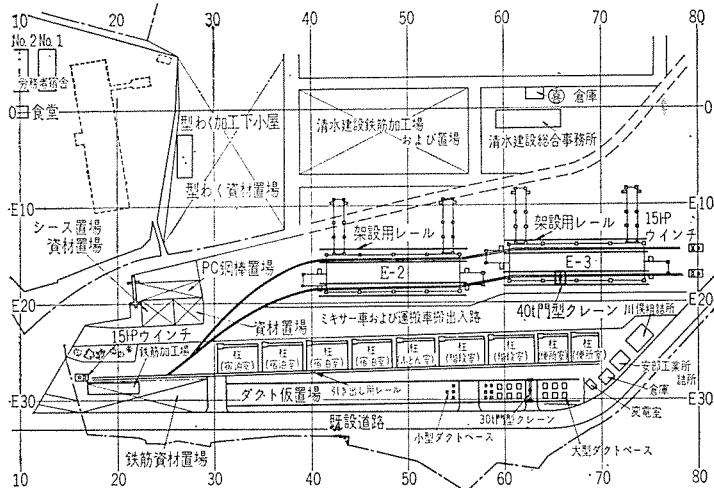


図-3(b) 柱建方説明図

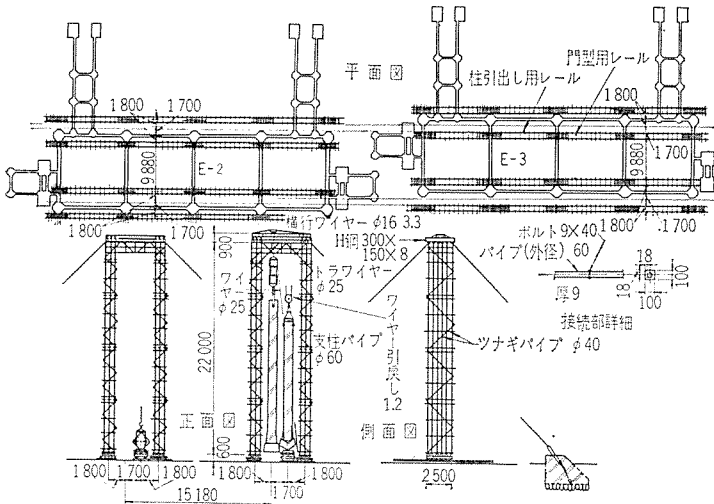
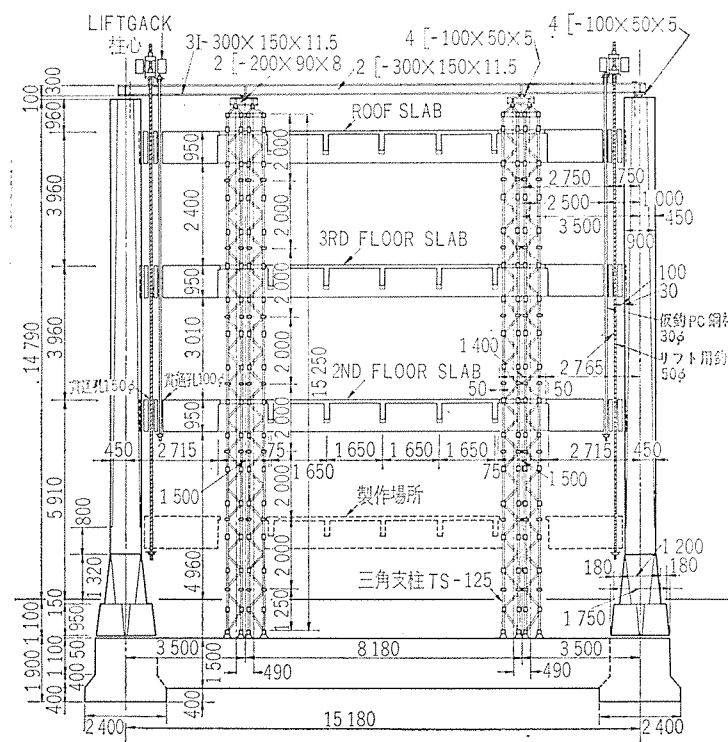


図-4 リフトスラブ説明図



I 梁にたわみを少なくするため、2カ所で三角支柱により支持されている。スラブは、ジャッキからつり下げられた2本のスクリーロードにより引き上げられる。

リフトスラブの単位は 55.44 m × 15.18 m、重量約 450 t、最高の揚程は 11.90 m である。

(1) リフトアップ工法の工程

一般に、リフトアップ工法は、建物下部において積み重ねて部材が製作されるものである。したがって、充腹断面、中空断面のスラブが多く用いられ、型わく工事、足場、仮設工事が節約され、しかもリフトアップが一挙に続いて行なえるところに工期の短縮もでき、利用の価値が大きいものである。しかし、この建物のように大スパンである上に荷重も大きい点を条件に考えると、一層分のスラブは、約 800 t 位になり、したがって、施工上不向能であり、しかも不経済である。そこで、この大型スラブに適用する最良の方法として種々検討の結果、床スラブの構成方法としてジョイスト形式が考えられたものと思われる。

リフトアップ工法の順序は表-10 に示したようなものであるが、ジョイストスラブ形式という点より、つぎのことを重点的に考えられた。

- ① 建物下部にすえつけられた型わくが、サポート支持のため、コンクリート打設の平面的順序の考慮
- ② 応力を導入した直後に一部分に集中する支点反力の考慮
- ③ 大ばり、小ばりが交差しているため、配線、配筋に対する考慮
- ④ 応力導入時、応力のロスを少なくするための型わく組みの考慮
- ⑤ リフトアップ時の脱形を考えた型わく組み方法
- ⑥ 脱形した型わくを短時間にしかも簡単に組めるような考慮

結果としては、型わくの脱形方法については最良の方法であるとは思えないが、これのぞいては、大体順調に行なったものと思われる。

(2) リフトジャッキ

先にも述べたように、大道式 D-LH 型ジ

表-10 リフト アップ工程表

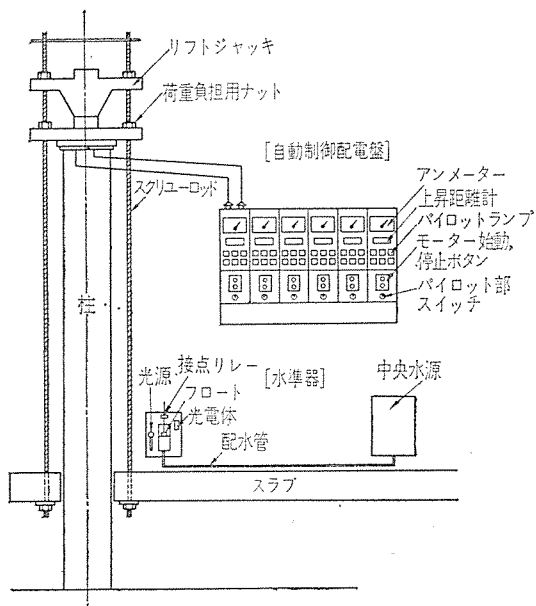
工程内容	日程	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
型わく 建込		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
鉄筋, PC鋼材の配筋		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
埋込配管取付		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
調 整		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
コンクリート打設		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
養生および一部脱形		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
緊 張		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
グラウテイング		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
脱 形		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
リフトアップ		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PC鋼材そう入		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
目地部のロックジャッキ作動		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
目地コンクリート打設		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
養生およびロックジャッキの撤去		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PC鋼材の緊張		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
グラウテイング		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

ジャッキは、岡本 剛先生の指導により、リフト アップ工法に適するように、種々検討が加えられ、実験を行ない数年前に開発されたものであり、特徴としては、すべての動作が、油圧駆動にて構成され電磁開閉弁によって中央制御盤に連結し電気的に行なわれるもので、多数の機器をいっせいに地上でワンマンコントロールを行なうことができるようになっている。また一点のみの上昇、下降も可能であり、すえつけ、解体がきわめて簡単に行なうことができることである。

リフト ジャッキの操作順序はつぎの工程によって行なわれる(図-5)。

① 配電盤中央に設けられた連動スイッチを入れることによって、シリンダーに圧油が送り込まれ、ピストン

図-5



上昇とともにスラブの上昇が行なわれる。そのスラブの上昇距離は、上昇距離計によって数字で記録される。その間上昇中のパイロット ランプが点灯されており、ストローク長さピストンが上昇完了すると、上昇中のパイロットランプが消灯され、ピストン リミットのパイロットランプが点灯される。

② おのおの ジャッキのピストン リミット用パイロット ランプが点灯された場合、連動スイッチを切る。つぎに各ジャッキにある ピストン下降スナップ スイッチを入れることによって、リミット スイッチ パイロット ランプが消灯すると同時にピストン下降のパイロットランプが点灯する。

ピストン下降パイロット ランプが消灯することによって、ピストンが下降完了するものである。ピストン下降スナップ スイッチを切る。

③ 上昇距離計の数字を確認しながらスラブを所定位置に上昇するまで ①, ② なる操作を順次くり返す。

(3) リフト アップ時のスラブ不陸の調整

リフト アップ工法においてもっとも重要な点は、各支持点の上昇を極力少なくして、スラブ全体を水平に保ちながらつり上げることである。このため絶えずスラブの上昇量を測定し、上昇速度の大きいジャッキについては、何らかの方法によって制御されなければならない。この工事に使用した上昇差の制御方法はつぎのとおりである。

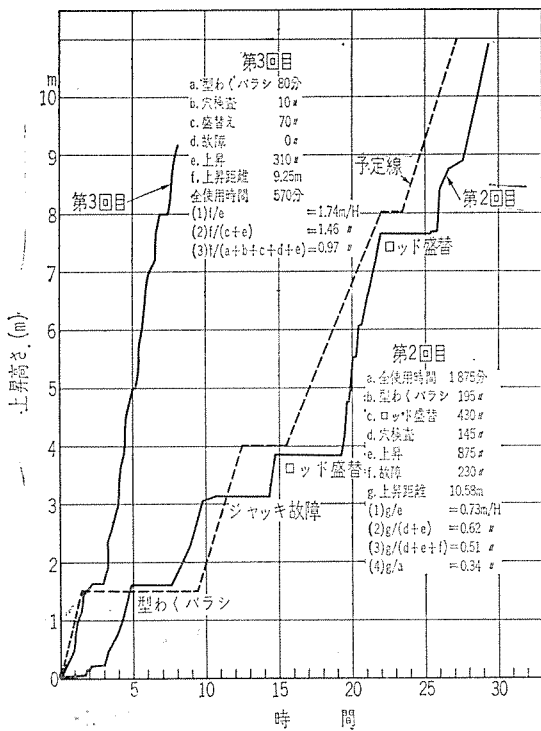
- 1) 柱にテープを貼り付けそれを直読する方法
- 2) 光学レベルによる測定
- 3) 水準器と光電管による自動制御装置
- 4) カム歯車を応用したマイクロ スイッチによる電磁回路

2) は、上昇するスラブの上に測定器具を置いて各点の上昇差を測定するもので、この方法によると、測定結果から各点の上昇差を見いだすのに時間がかかるので、リフト アップの速度に合わないで、途中より中止した。

4) は清水建設の研究室で開発されたもので、回転するカム機構により、上昇差 3mm のとき自動的に制御されるようになっている。リフト アップするスラブは、完全弾性に近く、変形しやすい。したがって、大型スラブの上昇差の制御装置としては、余りにもデリケートに作動しすぎ、実際現場としてのスケールには合わなかった。

1) と 3) は、上記の2つに比べて、ある程度の誤差がともなうが、実験的には、隣りの点との上昇差が 25 mm までは、クラックの発生がないことがわかり、結局 1) と 3) を併用して実行された。表-11 に示すように、最

表-11 リフト アップ記録表



初は初めての経験のため慎重に行なったが、慣れるにしたがい経験上より、リフトアップどきの傾向より、種々検討の結果、改良する部分は急速に改良し、スピードアップが行なわれた。上昇の速度については最高 3.0 m/h 程度であったが、ジャッキの調整、ロッドの盛替、型わくばらしなどの時間を見込んで、平均速度としては 1.5 ~ 2.0 m/h であることがわかった。

リフトアップの1サイクルとしては、型わく組み立てから、配筋、コンクリート打ち、プレストレスの導入、リフトアップ、柱との接合完了までの所要日数は

約 15 日である。しかし、上記の仕事の内、ラップして施工できる点、改良の点などを考慮すれば、1サイクルの工程としては7~10日程度には短縮できるものと思われる。

7. あとがき

わが国で始めてリフトアップ工法が実施されたのは、たしか岡本先生の自宅で、6,7年前頃のことであったと思う。以来、10数件のリフトアップ工法が実施されてきたが、このように1枚 500 t におよぶ大型スラブのリフトアップ工法は始めてであった。リフトジャッキの精度、型わく内にある部材の応力導入の効果、接合部に対する施工精度の信頼度、リフトアップ時におけるスラブの許容不陸値等、その他数多くの不明確な点が実施に当り残された問題点であった。近代科学の進歩にともない種々の案は考えられたが、現場工事に適用するにはデリケート過ぎることが多く、効果的な案に至るまでには相当の時間と労力がかかったのである。

最近、さげばれている建設産業の近代化の流れに沿って、つぎつぎに新工法が出現することと思われるが、ささやかながらも、この工事の経験によって得たことを土台にして、その成果を活かさなければならぬと思う。

終りに、数多くの未知の問題に当りながら、この工法の完遂に終始御指導下さった横山先生、青木先生始め連合設計社青木研究室諸先生方、また、貴重な助言を下された岡本剛先生、中野清司先生、また、現場において常に中心となって、御指導協力をいただいた清水建設現場場主任山下氏、研究室久富氏、藤盛氏、KK大道等の皆様方に厚く感謝の意を表するものである。

1966.6.15・受付

転勤（または転居）御通知の御願い

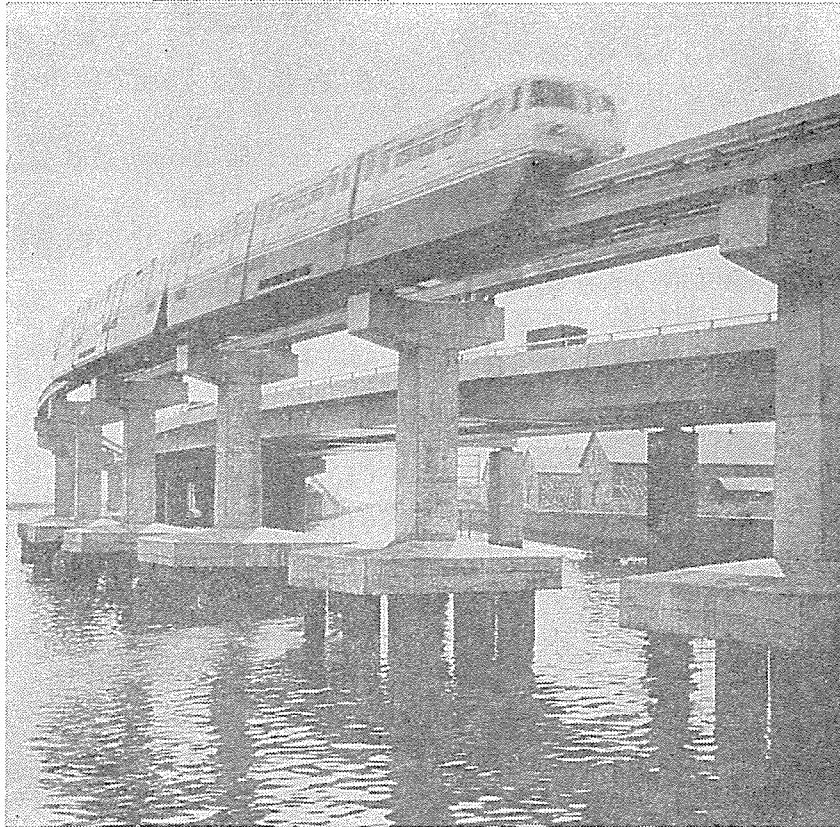
御勤務箇所（会誌発送、その他の通信宛先）の変更の御通知を御願いたします。

会誌発送その他の場合、勤務箇所の連絡先が変更になっていて、御知らせがないため郵便物の差戻しをうけることがたびたびあります。不着の場合お互に迷惑になるばかりでなく、当協会としても二重の手数と郵送料とを要することになりますので、御変更の場合はハガキで結構ですからただちに御一報下さるよう御願いたします。

御転勤前後勤務先に送ったものがそのまま転送されないで御入手に出来ない場合等、当方として責任を負いかねますから御諒承願います。

NCS-PCパイプ

プレテンション方式 NCS溶接継手



NCS-PCパイプの特長

- ① 継手—全強であるから支持力の低減がいない。
- ② 耐撃性—頭部が耐撃的であるため確実に打止りが得られる。よつて支持力に全材強を活用できる。
- ③ 曲げ剛性—プレストレスの効果によつて曲げ剛性が大きい。よつてパイプ施工中の安全はもちろん、くい基礎の経済設計ができる。



日本コンクリート工業株式会社

本社	東京都中央区銀座東8の19	東京(542)大代表3151番
営業所	大阪市阿倍野区天王寺町南2の66 名古屋市中村区下広井町1丁目66番地(三建設備工業ビル)	大阪(718)1881～5番 名古屋(58)代表9706番
工場	川島(茨城県下館市)	下館代表2181番
	鈴鹿(三重県鈴鹿市)	鈴鹿(8)代表1155番
研究所	茨城県下館市川島工場内	下館3942番