

V.S.L. 工法による 赤札堂ショッピングセンター新築工事について

藤 波 玄 治*
加 藤 良 雄**
田 尻 貞 夫**

1. 序

本建物は、江東の深川不動尊近くの繁華街の一角にショッピングセンターとして計画された。地下に駐車場スペースを持つ本建物は、1, 2, 3階をショッピングセンターおよびレストランとして用い、さらにその上の3層分がボーリング場として使用される。概略を 図-1~3 に示す。このボーリング場部分は、スパン 28.60 m を機能上より要求された。この大スパンを確保するため、各種構造方式を比較検討した結果、V.S.L. 工法による、現場打一体式プレストレスト コンクリート構造に決定した。

2. V.S.L. 工法について

V.S.L. (Vorspann-System-Losinger) 工法は、スイスのロージンガー社により、研究開発された P S コンクリート工法であり、大成建設(株)が、1968 年に技術

導入したものである。土木橋梁はもとより、建築の多層大スパン構造に対処するための大ケーブル(導入力 330.5 t) P S コンクリート工法である。P C 鋼材としては、鋼棒、シングルワイヤー、ストランドと引張応力度が大きくなるので、最も有利なストランドによる大ケーブル工法は、経済的な面からも今後の方向であると考えられる。大成建設(株)では、技術導入後、ただちに建設省建築研究所にて、定着装置の実物実験を行ない、

図-2 立 面 図

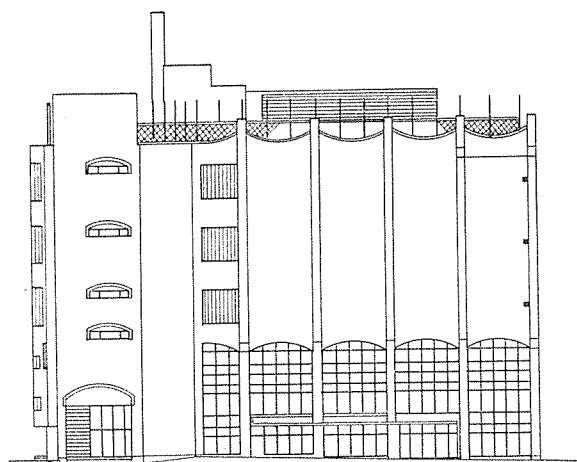


図-3 A-A 断 面 図

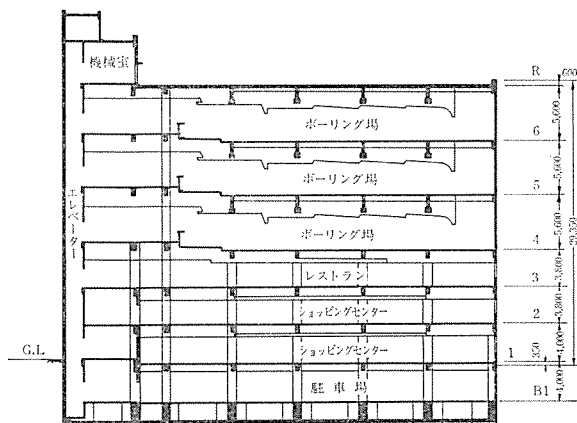
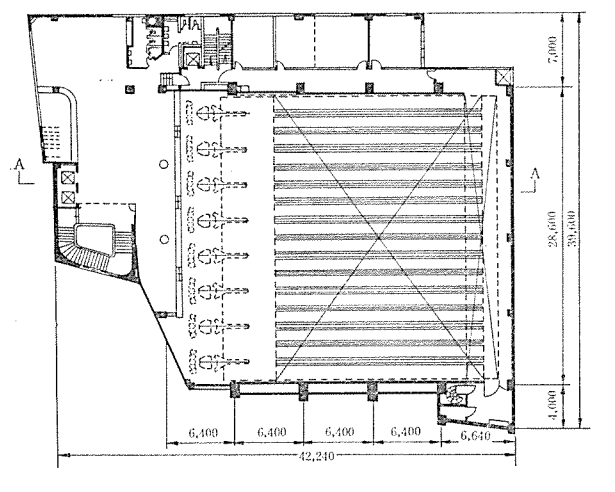


図-1 ボーリング場階平面図



* 大成建設株式会社設計部設計課長

** " 設計主任

表-1 V.S.L. ストランド工法 (性能表)

タ イ プ	鋼 材 (ストランド)	断 面 積 (mm ²)	重 量 (kg/m)	引 張 強 度		降 伏 強 度		許容緊張力 (t/ケーブル)	シース最小径 (mm)
				(kg/mm ²)	(t/ケーブル)	(kg/mm ²)	(t/ケーブル)		
10	1-φ12.4	93	0.7	176	16.4	150	14.0	10.7	18/20
35	2- "	186	1.5	"	32.8	"	28.0	21.3	30/35
	3- "	279	2.2	"	49.2	"	42.0	32.0	35/40
	4- "	372	2.9	"	65.6	"	56.0	42.6	40/45
80	5- "	465	3.7	"	82.0	"	70.0	53.3	"
	6- "	558	4.4	"	98.4	"	84.0	64.0	45/50
	7- "	651	5.1	"	114.8	"	98.0	74.6	"
	8- "	744	5.8	"	131.2	"	112.0	85.3	50/55
	9- "	837	6.6	"	147.6	"	126.0	95.9	55/60
140	10- "	930	7.3	"	164.0	"	140.0	106.6	"
	11- "	1023	8.0	"	180.4	"	154.0	117.3	"
	12- "	1116	8.8	"	196.8	"	168.0	127.9	"
	13- "	1209	9.5	"	213.2	"	182.0	138.6	65/72
	14- "	1302	10.2	"	229.6	"	196.0	149.2	"
200	15- "	1395	10.9	"	246.0	"	210.0	159.9	70/77
	16- "	1488	11.7	"	262.4	"	224.0	170.6	"
	17- "	1581	12.4	"	278.8	"	238.0	181.2	75/82
	18- "	1674	13.1	"	295.2	"	252.0	191.9	"
	19- "	1767	13.9	"	311.6	"	266.0	202.5	"
260	18- "	1674	13.1	"	295.2	"	252.0	191.9	"
	19- "	1767	13.9	"	311.6	"	266.0	202.5	"
	20- "	1860	14.6	"	328.0	"	280.0	213.2	80/87
	21- "	1953	15.3	"	344.4	"	294.0	223.9	"
	22- "	2046	16.1	"	360.8	"	308.0	234.5	"
320	23- "	2139	16.8	"	377.2	"	322.0	245.2	"
	24- "	2232	17.5	"	393.6	"	336.0	255.8	85.92
	25- "	2325	18.3	"	410.0	"	350.0	266.5	90.97
	26- "	2418	19.0	"	426.4	"	364.0	277.2	"
	27- "	2511	19.7	"	442.8	"	378.0	287.8	"
320	28- "	2604	20.4	"	459.2	"	392.0	298.5	"
	29- "	2697	21.2	"	475.6	"	406.0	309.1	95/102
	30- "	2790	21.9	"	492.0	"	420.0	319.8	"
	31- "	2883	22.6	"	508.4	"	434.0	330.5	"

備考: ストランド工法では次のような定着, 接続用金具を使用する

緊張端 Eタイプ 定着端 Uタイプ, Sタイプ 接続用 Vタイプ, Kタイプ

表-2 V.S.L. ロックアンカーならびにアルービウムアンカー工法性能表

タ イ プ	鋼 材 (ワイヤー)	断 面 積 (mm ²)	重 量 (kg/m)	引 張 強 度		降 伏 強 度		許容緊張力 (t/ケーブル)	掘さく穴径 (mm)
				(kg/mm ²)	(t/ケーブル)	(kg/mm ²)	(t/ケーブル)		
65R	14-φ7	538.8	4.2	155	83.5	135	72.7	54.3	85
	12-φ8	603.2	4.7	"	93.5	"	81.4	60.8	"
90R	21-φ7	808.2	6.3	"	125.3	"	109.1	81.4	"
	18-φ8	904.8	7.1	"	140.2	"	122.1	91.1	"
125R	28-φ7	1077.6	8.5	"	167.0	"	145.5	108.6	100
	24-φ8	1206.4	9.5	"	187.0	"	162.9	121.6	"
170R	36-φ7	1385.4	10.9	"	214.7	"	187.0	139.6	"
	30-φ8	1508.0	11.8	"	233.7	"	203.6	151.9	"
	42-φ7	1616.3	12.7	"	250.5	"	218.2	162.8	120
タ イ プ	鋼 材 (ストラント)	断 面 積 (mm ²)	重 量 (kg/m)	引 張 強 度		降 伏 強 度		許容緊張力 (t/ケーブル)	
				(kg/mm ²)	t/ケーブル	(kg/mm ²)	(t/ケーブル)		
30A	2-φ12.4	185.5	1.5	176	32.8	150	28.0	21.3	
	3-φ12.4	278.3	2.2	"	49.2	"	42.0	32.0	
65A	4-φ12.4	371.0	2.9	"	65.6	"	56.0	42.6	
	5-φ12.4	463.8	3.6	"	82.0	"	70.0	53.3	
	6-φ12.4	556.5	4.4	"	98.4	"	84.0	64.0	

報 告

その性能を確認し、本建物に始めて使用したものである。使用にあたり、さらに大ばりの実大実験を行ない、施工法の検討および摩擦係数の測定等を行なった。

V.S.L. 工法は、大別して次の3種類より成立っている。

- 1) V.S.L. ワイヤー工法 7 mm, 8 mm 鋼線使用
- 2) V.S.L. ストランド工法 (表-1) 12.4 mm ストランド使用
- 3) V.S.L. ロックアンカーならびに、アルビウムアンカー工法 (表-2) 7 mm, 8 mm, 鋼線 および 12.4 mm ストランド使用

上記のうちで、今回は、本建物に使用した V.S.L. ストランド工法について述べ、他の工法については別の機会にゆずることとする。

工法の特徴としては、

- 1) 1 ケーブル 330.5 t の大きな導入力が得られる。
- 2) 導入力が、設計の必要に応じて細分できる。
- 3) ケーブルの接続が可能である。
- 4) 再緊張ができる

等である。

3. 建物概要

工事名称：赤札堂ショッピングセンター

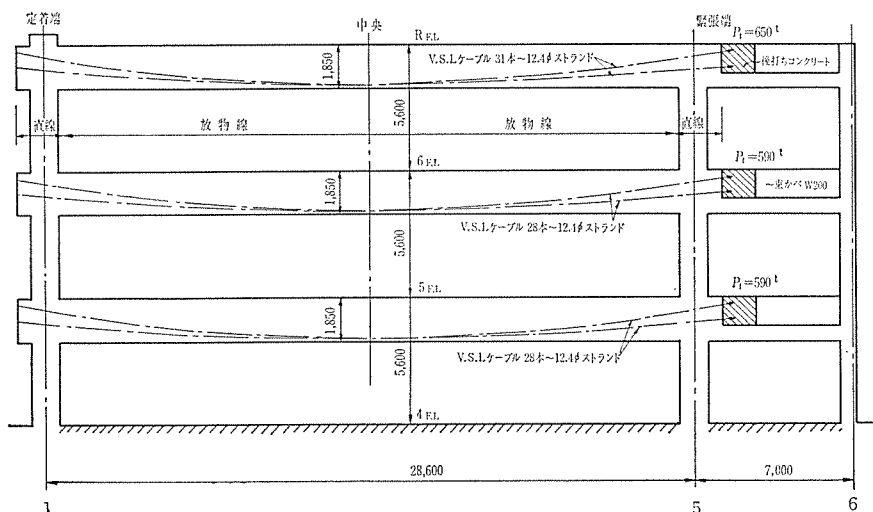
工事場所：東京都江東区深川門前町2丁目 11 番地

建物用途：B 1 FL 駐車場

- 1 FL ショッピングセンター
- 2 FL ショッピングセンター
- 3 FL レストラン
- 4 FL ボーリング場
- 5 FL ボーリング場
- 6 FL ボーリング場

P₁ FL 機械室

図-4 V.S.L. ケーブル配置図



P₂ FL 機械室

建築面積：1 407.10 m²

建築延床面積：10 075.84 m²

構造概要：地下1階～地上3階 鉄筋コンクリート構造

地上4階～地上6階 P S コンクリート構造 (V.S.L. 工法)

塔屋 鉄筋コンクリート構造

建築主：株式会社赤札堂ショッピングセンター

設計：大成建設株式会社設計部

施工：大成建設株式会社

工期：昭和 43 年 9 月～44 年 3 月

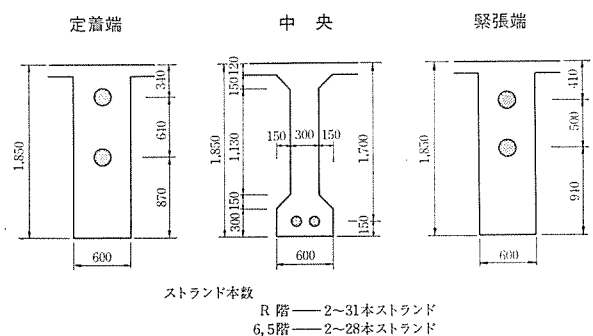
4. 構造設計

本建物は地下1階、地上6階の鉄筋コンクリート構造であり、4, 5, 6 階のボーリング場部分に、V.S.L. 工法による P S コンクリート大ばりを有する架構がある。

P C 造概略を 図-4, 5 に示す。この P S コンクリート

図-5 P C ばりコンクリート断面リスト

ーコンクリート断面寸法および V.S.L. ケーブル位置一



部分に関する構造計画について報告する。

- 1) スパン 28.6 m の P S コンクリートばりと、スパン 7 m の鉄筋コンクリートばりの 2 連ラーメンを平面計画より決定した。構法は、施工条件を考慮して、経済的な面より、柱、はり、床版とも一体打ちコンクリートで計画する。構成材料は次のとおりである。

P C ケーブル (V.S.L. ケーブル)

31 本—12.4 mm ストランド

引張荷重 508.4 t

降伏荷重 434.0 t

設計導入力 330.5 t

P C 部分コンクリート強度

$F_{28} = 350 \text{ kg/cm}^2$

一般 R C 部分コンクリート強度

$$F_{28}=225 \text{ kg/cm}^2$$

2) はり間隔 6.4 m の直交小ばりをもつ大ばり形式とした。はりには I セクション、せいは 1.850 m でスパンの約 1/16, PC ばりとしては比較的大きい方である。V.S.L. の最大ケーブルを適切に 2 本使用しようとしたため、ボーリング場床の振動防止のため、はり剛性を上げようとしたためである。

3) 施工法としては、各階ごとに柱、はり一体コンクリート打ち、PC ケーブルを緊張して上げる。ゆえに自重による曲げモーメントに、ケーブルによるはりの同転角による曲げモーメントおよびはりの軸変形による曲げモーメントの緊張力導入のための二次応力を各階ごとに計算し施工順序に合わせて合成した。合成結果の柱のせん断力は約 30 t、一体ラーメンとしたためのはりの軸方向導入力の逃げは約 4.5% 位であった。

4) 柱の終局耐力が、必ずはりの終局耐力の 1.10 倍以上となるように考慮して設計した。

5) 柱、はりの接合部分にケーブルの定着端緊張端が入るのを避けて凸部を設けて処理した。

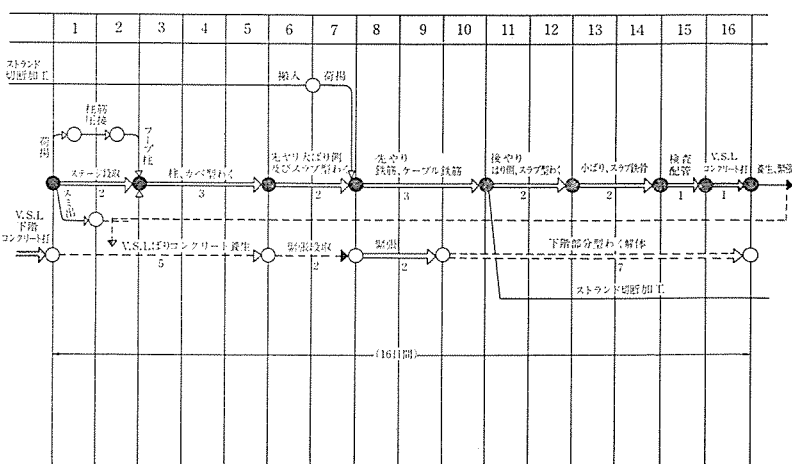
6) はりへの緊張力導入による弾性変形を阻害しないように PC 大ばりと外壁部側ばりとの間のスラブにコンクリート打継ぎスリット部分を設けた。導入後のはりのクリープ変形に対しては、床版のクリープ変形で逃げられるものと判断した。

7) PC 床ばりの固有周期は、使用荷重状態（ボーリング場として）において、 $T \div 0.20 \text{ sec}$ 、約 5 サイクル程度である（計算値）。これは、数値上振動障害を起こしやすい範囲であり問題であるが、レーンフロアは、この上にさらに防振ゴムを置いて計画されていて、實際上、他の多くのボーリング場の実体の調査によっても障害を起こしていないので、大丈夫であると判断した。振動源の力が非常に小さいので、共振関係を注意すれば問題はないうである。

5. 施 工

本建物は現場打ち一体式 PC 構造および RC 構造併用である。本工事のコンクリート打ち期間が地下基礎コンクリート打設から地上 6 階までの躯体を完了させるのに約 3 カ月間の突貫工事となり、したがって、PC 部分工程サイクルが 16 日間ほどとなるなど（図-6）施

図-6 PC 部分 1 サイクル工程表

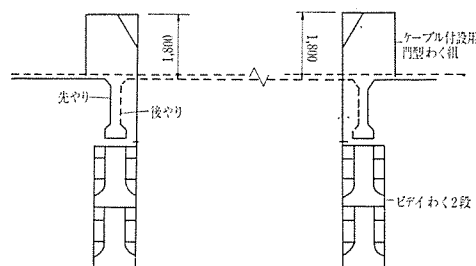


工計画、工期的にも相互間の諸関連工事の困難さもあり施工上面倒な箇所もいくつかあった。以下 PC 部分について施工記録を述べる。

(1) 支保工および型わく工事

建築敷地面積が少ないうえボーリング場階が地上 4 階上部に計画されているのと各階とも階高が高いので、支保工に関してはビティわくで強固なステージングを作り同時にケーブル付設用門型わく組を約 2 m 間隔に設置した（図-7）。また、コンクリート打設に対しては支保工

図-7 片面はり型わく、片側スラブ型わくおよびケーブル付設用門型わく組



サポートにて負担せるようビティわく内に適宜等間隔に配置した。型わくに関しては PC ばり I 形断面に隅切り、リブ、直交小ばりと取合う複雑なものとなり、PC ばり側面の型わくは舟形状のわくを作り順次組立て転用のできるようにした。型わく支保の順序は、ケーブル付設のために片面はり型わくおよび片側スラブ型わく支保の方法を採り、はり底型わくのむくりは中央で 2.0 cm におさえて建込みを行なった。また、はり側近スラブ型わ

図-8 大ケーブル組立て完了図

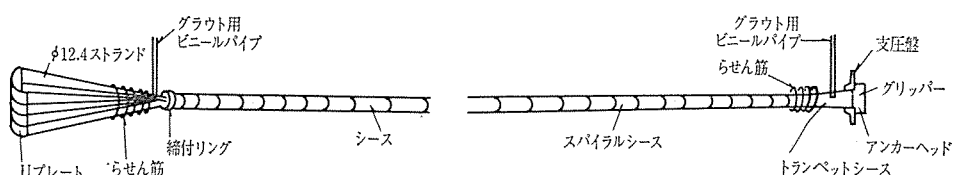
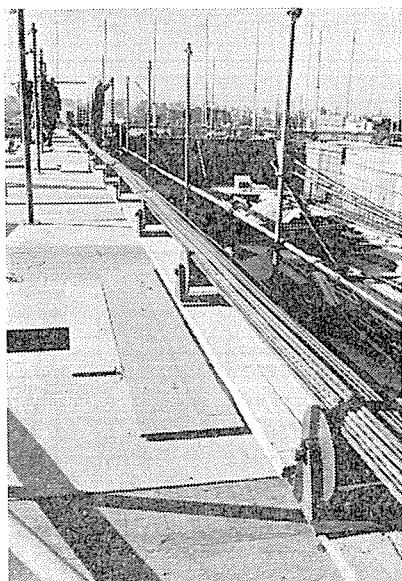


写真-1 加工用ローラーセット



く上にストランド加工を容易にするための加工用ローラーを 1.5 m 間隔に仮設置した (写真-1)。

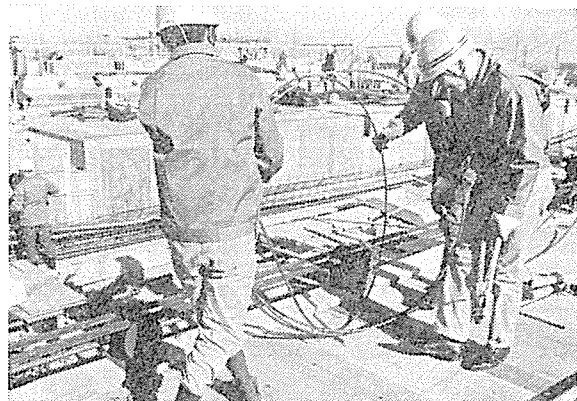
(2) 鉄筋および V.S.L. ケーブル配置

ケーブル組立設置にあたっては、現場作業スペースがないので、他所でストランドの切断およびストランドベンダーで曲げ加工した所定長さのストランド鋼線を 1 組ずつ直径 1.5~1.8 m 位に巻き直して現場に搬入する (写真-2, 3)。

写真-2 ベンダーでのループ曲げ加工状況



写真-3 加工用ローラー上でのケーブル組立て状況



ブ型わく上に仮設置した加工用ローラー上でストランドをスパイラルシース内に納め、シース間のジョイント、テーピングを施し、定着端緊張端器具の取付け、アスファルトにてコーキングを行ない大容量のケーブルを作り上げる (図-8, 写真-4)。ケーブル受台には $\phi 19$ 鉄筋でうまを作り、ケーブル自重のたわみを考慮し、1.5 m 間隔に配置した。あらかじめ設置した門型わく組よりロープ等でいったんはりの上につり上げ、定着端より除々に受台へ付設する。この際ケーブル自重がかなり重いのので慎重を期する (写真-5)。ケーブル付設が完了すれば、はりスターラップの組立てを行ない緊張端定着端のコンクリート割裂防止の補強筋はストランド付設と合番で行なわないと作業上困難な場合があり、また、それと同時

写真-4 (a) 組立て完了した定着端

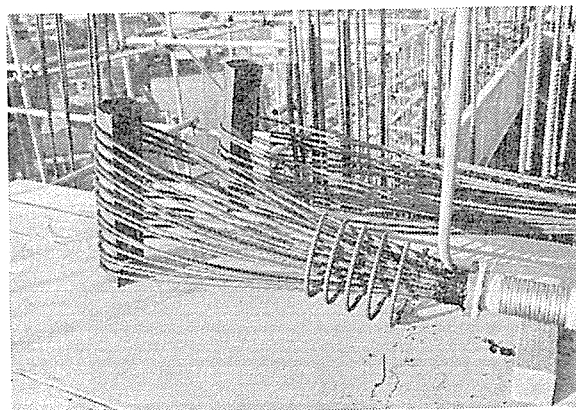


写真-4 (b) 緊張端

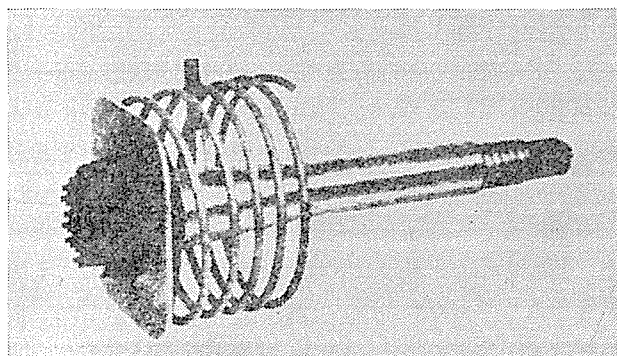
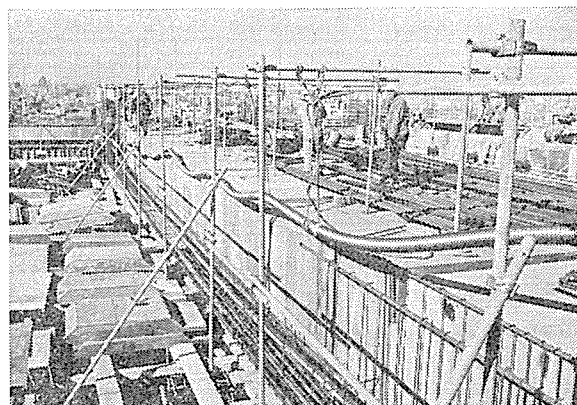


写真-5 ケーブルセット状況



にスパイラル筋の位置を正しくセットするよう注意しなければならなかった。なお、緊張端定着端は柱断面内での定着は無理なので片持ばり部を設け、強固な型わく、金物で取付けた。また、PCばりと柱剛結部付近のスラブを厚くし、スラブ補強筋を配置した。

6. コンクリート工事

(1) 調 合

PCばり床のコンクリート調合は、試験練り結果および実物大に近い実験ばり試験の結果、 $F_{28}=350 \text{ kg/cm}^2$ で表-3のごとき調合で実施した。

表-3

水 (kg)	セメント (kg)	砂 (kg)	砂利 (kg)	W/C (%)	砂率 (%)	スランプ (cm)	分 散 剤 (kg)
163	430	611	1206	37	34	12	4.3(ボゾリス8#)

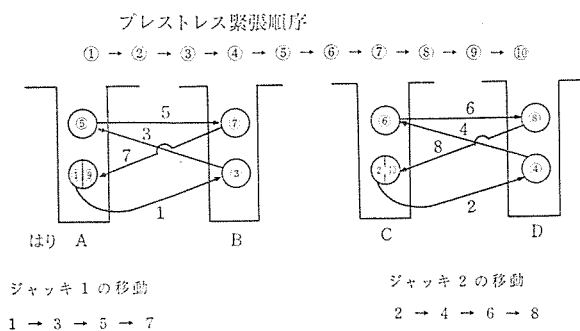
(2) 打 設

コンクリート打設段取りとしては、スラブ打継面をできるだけ少なくするため、床ばりコンクリートは各階とも2本のはりを併行して先やりに定着端より順次床天端まで打ち上げる2工区に分け、 120 m^3 を約10時間で打設した。スランプが12cm前後の固練りのコンクリートであり、高所であるのでポンプ打ちは断念し、容量 0.8 m^3 の荷上げ、荷さばき用弓ドラ式タワーで行なった。また、受グラウンドホッパーやフロアホッパー等にバイブレータを取付け、コンクリートの流れが円滑となるように計画したのは良かったが、はり成が深く固練りのコンクリート打ちは非常に困難であり、定着端緊張端の打設は特に注意を払って打設しなければならない。当工事が冬期のため外周シート囲い養生し、はり側型わくは2日目に取りはずし大気養生した。なお、緊張時のPCコンクリート強度は 300 kg/cm^2 以上得たのをテストピース、シュミットハンマー等で確認した。

9. 緊張工事

今回のV.S.L.工法は強化された大ケーブルとなり、緊張用ジャッキが 300 kg ほどで移動のために特設のロ

図-9 プレストレス緊張順序



ーリングタワーを組んで行なった。

緊張方法はジャッキ2台を使用して2本のはりを1グループとして図-9に示す順序で緊張導入力(P_t)の1/4ずつの割合で緊張して行き、はりグループ間を2往復で所定の緊張導入力を完了した。緊張作業中を写真-6~9に示す。緊張中は $P_t/2$ 以後あたりよりPCばり下のサポートがゆるみ始めるのを確認しながら中央部サポートを取り去った。なお、柱のつけ根部より5m位までのサポートは始めから取除いた。その間ジャッキの盛替え時1, 2本のストランド鋼線のゆるんだのもあった

図-10 プレストレス導入作業の順序

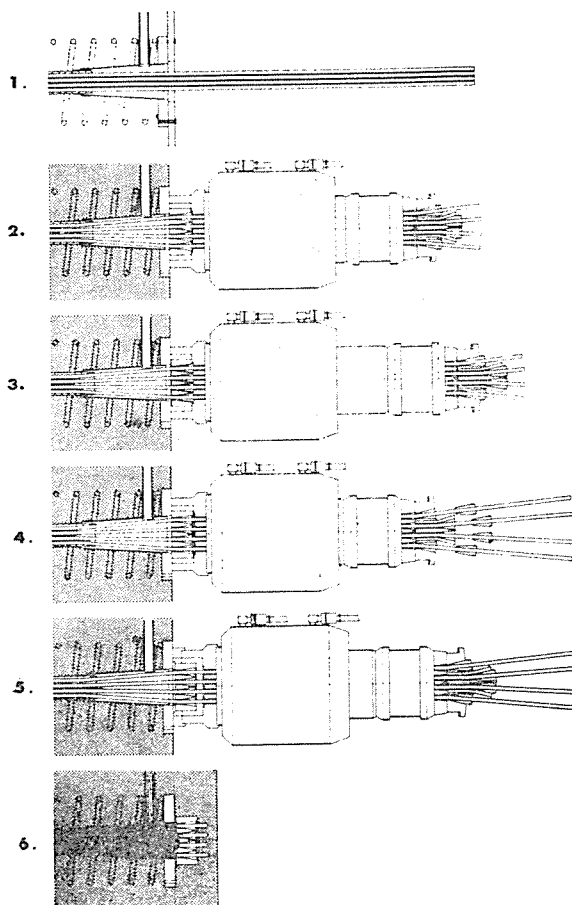
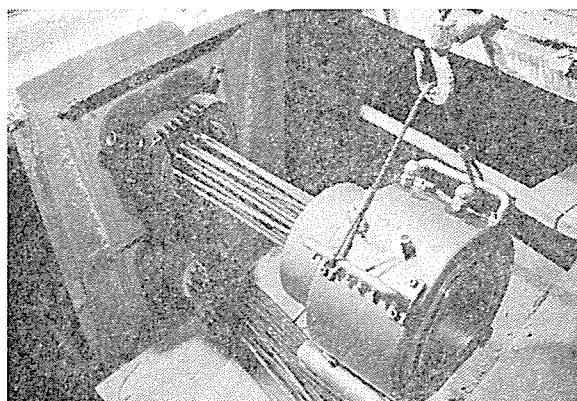
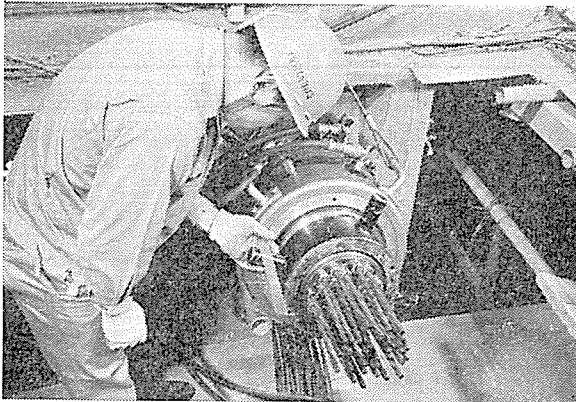


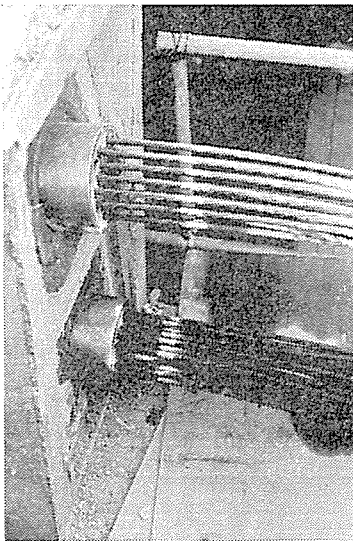
写真-6 ジャッキのセット中



写真—7 緊 張 中



写真—8 緊張完了のアンカーヘッド部



写真—9 プレストレス導入後の PC ばり



写真—10 完 成 姿 図



が、これは緊張用チャックの引き忘れか、アンカーヘッドのグripperがすべったのかいずれかであるが、部分緊張してやることで全緊張導入力を完了させた。緊張力管理は油圧計の目盛りとストランド鋼線の伸びとを確認しながら行なった。

緊張工程において、大容量のストランドとなったために緊張準備にはかなり時間が必要となり、1 Floor 8 時間位かかった。

8. グラウト

グラウト用モルタル調合は表—4 に示すとおりで行なった。

水セメント比	42~45%
セメント	普通セメント
アルミ粉末	# 200 (セメント重量 100 kg に対して 3~4 g)

表—4

セメント (kg)	水 (kg)	アルミ粉末 (g)	分散剤 (cc)
50	21	2	50

分散剤 フラッシュセメント (セメント重量 100 kg に対して 100 cc)

1 階分のモルタル量は $0.156 \times 8 = 1.248 \text{ m}^3$ であった。

9. あとがき

近年の用地難の折から、このような中層のショッピングおよびレジャーセンタービルがふえるものと思われる。最初の V.S.L. 工法を適用する機会を頂いた、赤札堂の方々、また V.S.L. 工法の基本耐力実験を御指導頂いた建設省建築研究所の亀田、中野、岡本の各位に心から御礼申し上げます。

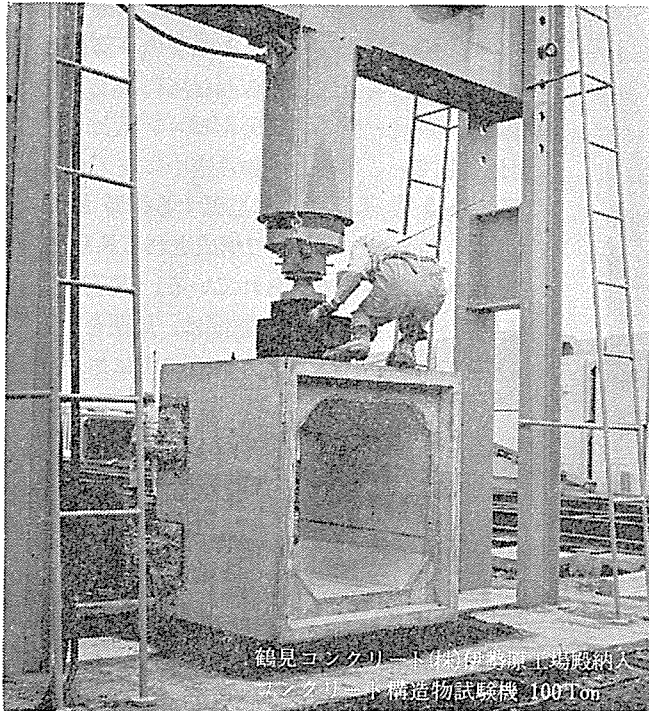
1969.8.15・受付

丸東リーレ式

コンクリート構造物試験機

梁・カルバート・プレハブ材・プレキャスト製品など大型のコンクリート構造物の圧縮・曲げ試験がクローズ・アップされています。これらの試験機は、被試験供試体の形体に最も適した負荷部と、正確で操作の簡単な計測部との組み合わせが性能のきめ手となります。

当社のコンクリート構造物試験機は、ワンタッチ方式としてご好評を博している丸東リーレ式計測部を備え、多数の製作実績と共に必らずご満足頂ける試験機であります。



鶴見コンクリート(株)伊勢原工場納入
コンクリート構造物試験機 100Ton

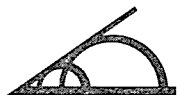
計測部の特長

- 1). 振子無交換式容量変換装置付
容量変換 5段式
- 2). 容量と面盤の連動同時変換式
- 3). 過負荷防止装置付
- 4). 大型目盛盤(最小目盛1/500～1/600)付
- 5). オイル・バス式多連アクシアル・ポンプ付

負荷部の特長

- 1). 簡単かつ操作便利なフレーム構造
- 2). 加圧頭の高精度な平衡装置付

詳細資料をお送りいたします。
誌名ご記入の上お申込下さい。



株式会社 丸東製作所

〒135-91
コンクリート実験室
京都出張所
北海道出張所

東京都江東区深川白河町2-7 電話(03)642-5121(代)
東京都江東区深川白河町2-9 電話(03)642-5121(代)
京都市中京区壬生西土居の内町3-1 電話(311)7992
札幌市南十条西十三丁目 電話(56)1409