

# 日本レイ・オ・バック乾電池KK蒲田工場の設計および施工

——ダブルTスラブを用いたプレストレスト コンクリート構造の建物——

岡 本 剛

“東芝乾電池”を製造する“日本レイ・オ・バック乾電池KK蒲田工場”が昨年竣工したので、ここにその設計および施工の概要を報告する。

建物の所在地および建築面積は表-1のとおりである。

## 1. 建物の概要

建物は次の棟からなる。

1. 工場棟 1 PC造
2. 更生棟 1 PC造
3. 守衛所 1 軽量鉄骨造
4. 高架水槽 1 PC造

これらの建物の配置は図-1に示されるとおりである。

工場棟には乾電池のケースを作る諸機械設備、すなわち、亜鉛のインゴット置場、亜鉛を溶かす釜、ケースを打抜くプレス等が配置される。このほかに工場事務所および倉庫が区画されている。

更生棟の1階には工員の浴室および変電室があり、中2階に更衣室および食堂がある。

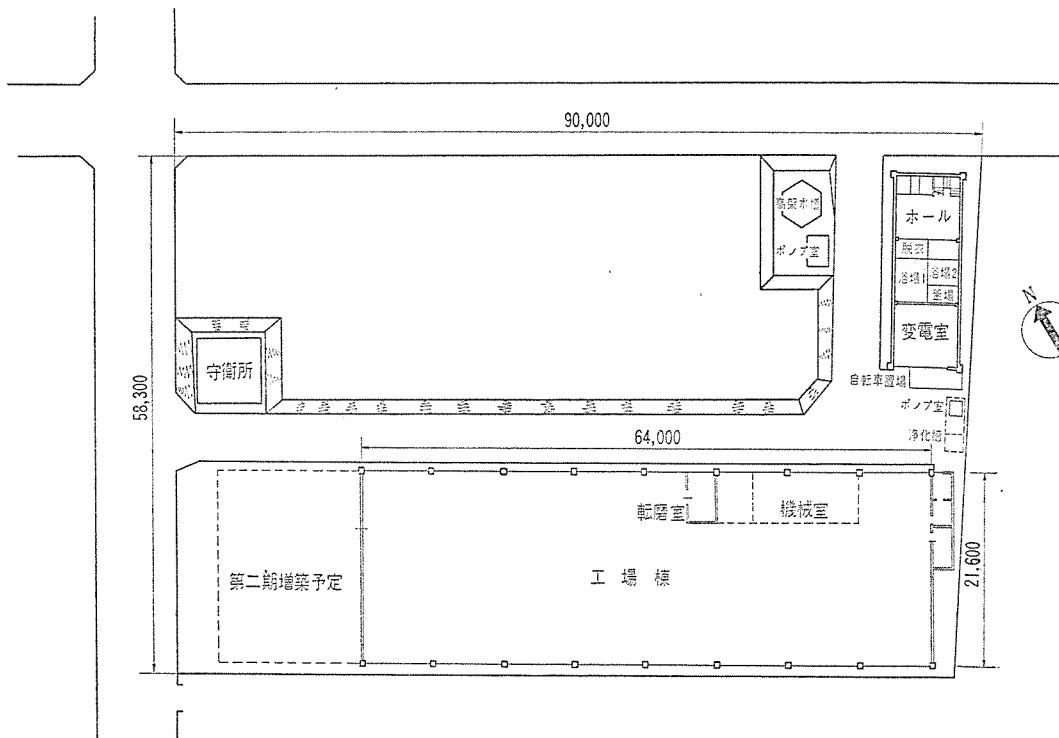
表-1

建物所在地：東京都大田区糀谷4丁目16			
建物の用途：乾電池の製造工場			
建築面積：			
	1階 (m <sup>2</sup> )	中2階 (m <sup>2</sup> )	計 (m <sup>2</sup> )
工場棟	1408.32		1408.32
更生棟	172.80	114.32	287.12
計			1695.44
工事期間：1959年7月 → 1959年10月			
工事請負：別子建設KK			

## 2. 構造の概要

工場棟は1階建てで大バリのスパン21.6m(柱心心)、桁方向は8mの8スパン、軒高(床面から軒上端まで)5.5mである。大バリおよび柱はプレストレストコンクリートであるが、建物の両側の桁は普通の鉄筋コンクリートであり、屋根はダブルTスラブを使用した。

図-1 配置図



基礎および基礎繫バリは普通の鉄筋コンクリート現場打である。この基礎の上にあらかじめ製作されたプレストレスト コンクリート柱を立て、この柱上にプレストレスト コンクリートの大バりをのせ、図-2 (a) 屋根伏図において斜線で示されるダブルTスラブ4枚をハリの中央部にのせ、ハリと柱とをPC鋼棒で緊結したのち残りのダブルTスラブを敷き並べて屋根ができ上る。

更生棟は大バリのスパン 21.6 m, 桁スパン 8 m, 軒高 5.5 m で工場棟と全く同じ構造であるが中2階があるのが異なる。プレストレスト コンクリートの柱および屋根の大バりを組み立てたのち、中2階のハリおよび中2

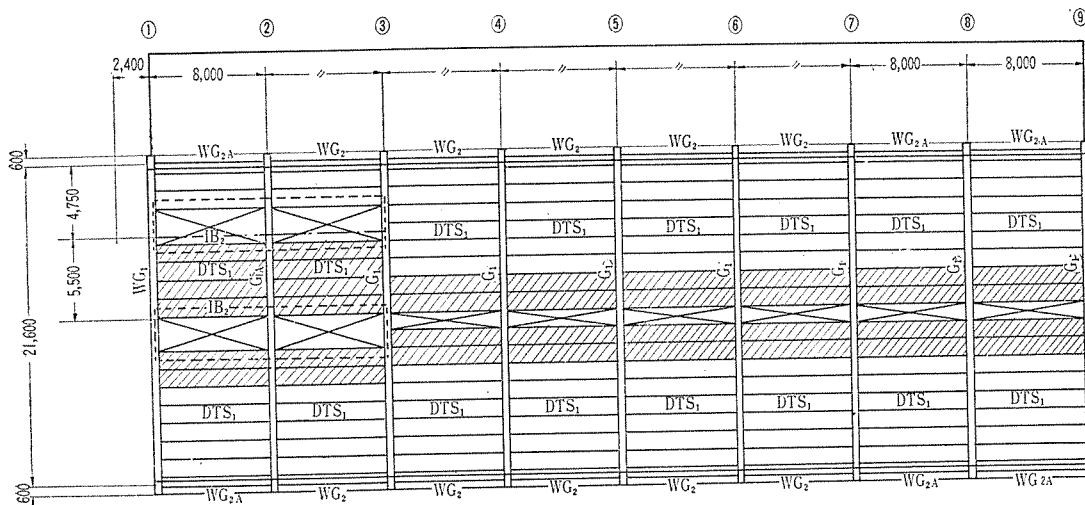
階を支えるハリを普通鉄筋コンクリートで現場打とする。中2階のスラブは屋根スラブと同じくダブルTスラブである。

表-2 建物の構造一覧表

	屋根	柱	大バリ	桁	中 2 階		壁	基礎
					ハリ柱	床		
工場棟	DTS	PC	PC	RC	—	—	コンクリートブロック	RC
更生棟	DTS	PC	PC	RC	RC	DTS	RC	RC

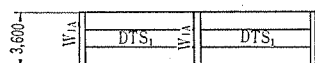
基礎杭：木杭で末口 18 cm, 長さ 7.5 m, 設計耐力 1 本 10 t, ダブル T型スラブおよび PC柱は別子建設KK相模原工場で製作し現場へ搬入されたが, PC大バリは現場の空地で製作され, プレストレス力導入後, 柱上につり上げてのせられた。

図-2 (a) 工場棟屋根伏図



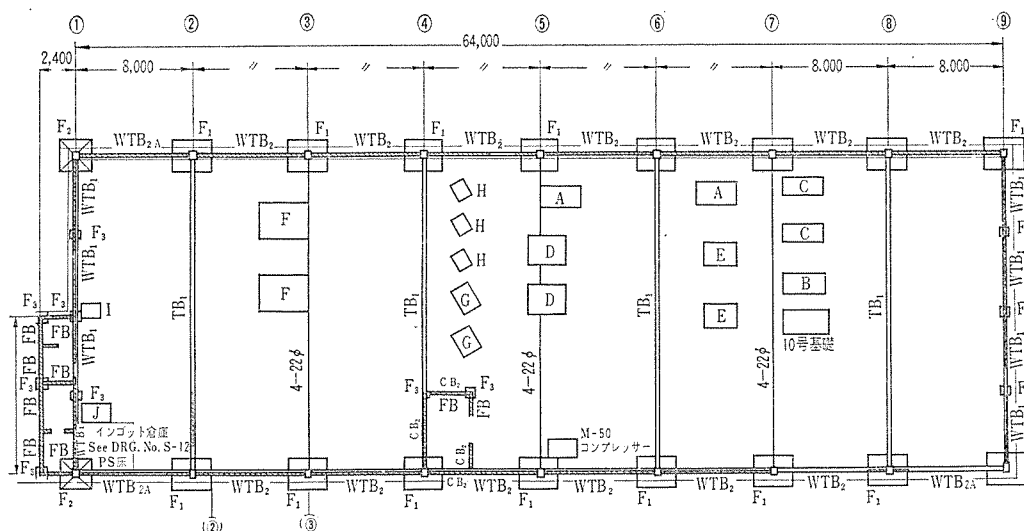
註：ハッチングした DTS は柱とハリを結合する以前にのせ、その他の DTS は柱とハリを結合したのちにのせるものとする。

図-2 (b) モニター屋根伏図



註：本文中に付図 Bとあるのは巻末を参照されたい。

図-2 (c) 工場棟基礎伏図



註：ハッチングはコンクリート ブロックを示し、特記なきものはすべて C.B1 とする。

### 3. ダブル T スラブ

屋根および2階床に用いられたダブルTスラブ（略してDTSと称する）の諸寸法は付図B-1のとおりである。このスラブは別子建設KK相模原PC工場の長さ100mベット2列を使用して製作された。長さ約8mのDTSの型わくが1つのベットに9個ずつ合計18個ならべられ、ストランドの緊張、コンクリート打ち、コンクリートプレストレス力の導入、型わくから製品を脱型するまで3日で終る。用いられた緊張鋼材はφ9.3mm7本よりのワイヤーストランドで、住友電工KK製品である。その機械的性質は表-3のとおりである。ストランドは1本当り6.350tの割合で緊張された。

表-3 φ9.3mm7本よりストランドの機械的性質

公称径	9.3mm
概略断面積	0.519cm <sup>2</sup>
弾性係数	1930000kg/cm <sup>2</sup>
降伏点荷重(0.2%永久伸び)	8.8t
伸び	8%

屋根のDTSの断面の諸常数およびプレストレス力の偏心距離は次のとおりである。

#### 屋根用DSTの諸常数その他

断面積	1050cm <sup>2</sup>
上縁から断面重心までの距離	7.82cm
下縁から断面重心までの距離	17.18cm
慣性モーメント	55,300cm <sup>4</sup>
上縁断面係数	7,060cm <sup>3</sup>
下縁断面係数	3,220cm <sup>3</sup>
ワイヤーストランド	6-φ9.3mm
偏心距離	6.68cm

一つのDTSにかかる荷重および、これによって生ずる曲げモーメントは次のとおりである。

#### 荷重

防水層	15kg/m <sup>2</sup>	} ×1.2m=90kg/m
モルタル	60 "	
自重	252	
積載荷重	60kg/m <sup>2</sup> × 1.2=72	
		414kg/m

#### 曲げモーメント (スパン: 7.65m)

自重	1.83tm	} =3.02tm
モルタルおよび防水層	0.66	
積載荷重	0.53	

これらの各荷重による曲げモーメントに対するコンクリート縁応力度はつぎのとおりである。

	上縁応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	下縁応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )
有効緊張力により	+0.20	+98.10
+自重	+26.10	+41.10
+モルタル, 防水層	35.46	+20.60
+積載荷重	42.96	+4.10

DTSを大バリの上に載せるとDTSの文だけ屋根面

が大バリ上面より高くなるので、付図B-2に示すように大バリの腹部に腰掛をつけ、これにDTSをかけることにした。DTSの両端と大バリとの結合方法は次のようにした。DTS両端幹部の下端に6mm鉄板をとりつけ（アンカーには鉄板に溶接してあるφ9mm鉄筋を用いる）、また、大バリの腹部側面の腰掛上面のDTS幹部がのる位置にも、厚さ6mm鉄板を同様な方法でとりつけDTSが大バリ上につけられたのち、この二つの鉄板を溶接した。DTSフランジ部に入れられた溶接金網はDTSの両端で20cm外部へ突出されている。大バリ上で、大バリの両側につけられたDTS端部から出ている溶接金網は重ね合わせて溶接され、その部分（大バリの上端）にコンクリートが打たれる。

DTSの縁に沿って13φ鉄筋で作られたフックを約1.20m間隔に埋め込み、二つのDTSの縁に露出している上記の相対する二つの鉄筋を溶接することによって、相隣なる二つのDTSを接合した（付図B-1）。このDTS相互の接合方法が地震時における床のせん断に十分耐えることは、すでに実物大のDTSについて実験済みである<sup>2)</sup>。

### 4. ラーメンの組立と応力

更生棟は工場棟と同様であるので以下工場棟について述べる。普通鉄筋コンクリート構造は現場でコンクリートを打ち一体式に作られる。かかる一体式コンクリートのラーメンは不静定であるので、これにプレストレス力を導入すると、この力によりさらに不静定力が起るため、部材に所定のプレストレス力を与えることが困難となる。本建物では部材を組立ててラーメンを作る方法により不静定力の発生を除いた。

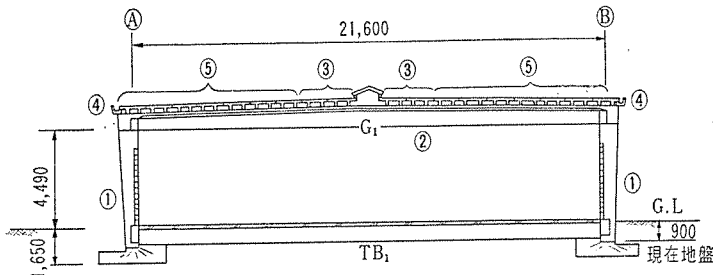
柱およびハリの詳細を付図B-2, 3に示す。

ラーメンの組立順序は次のとおりとした（図-3参照）。

- ① 柱(PC)を基礎繫バリ上に立てる。
- ② 大バリ(PC)を柱上にのせる。この場合、ハリ端を柱に緊結しないまましておく（写真-1参照）。
- ③ 大バリ上に図-1で斜線を施した部分のDTS4枚または6枚を大バリの中央にのせる。
- ④ 大バリを柱にPC鋼棒で緊結する（写真-2および3参照）。
- ⑤ 残りのDTSを大バリ上にのせる（写真-4参照）。

上の順序に従って、ラーメンに生ずる曲げモーメントは図-4のとおりとなる。この場合、柱脚(PC柱の下端)をヒンジとした場合と、基礎下端をヒンジとした場合の両者について曲げモーメントを計算したが、両者は

図-3 ラーメンの組立順序



- ① PC柱を基礎上に立てる。
- ② 大バリ G<sub>1</sub> を柱上にのせる。
- ③ ダブルTスラブ4枚を大バリ中央部にのせる。
- ④ 大バリを柱にPC鋼棒で剛結する。
- ⑤ 残りのダブルTスラブをハリ上にのせる。

写真-1 スパン 21.6 m の PC 大りを PC の柱上につりあげている状況

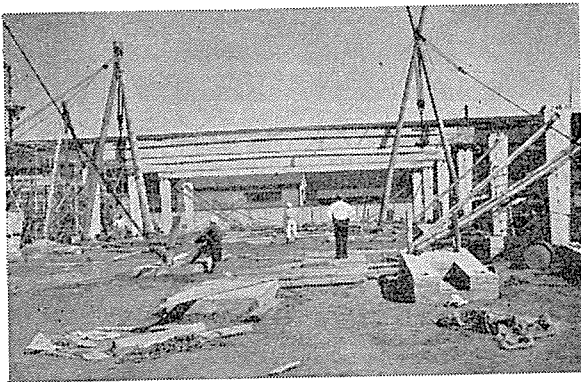


写真-2 柱とハリとの結合(鋼棒をつなぐカップラーが見える)

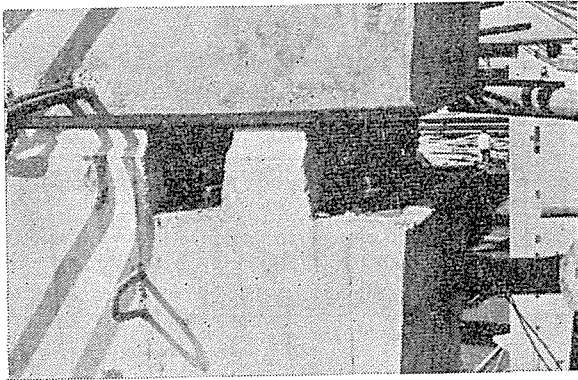
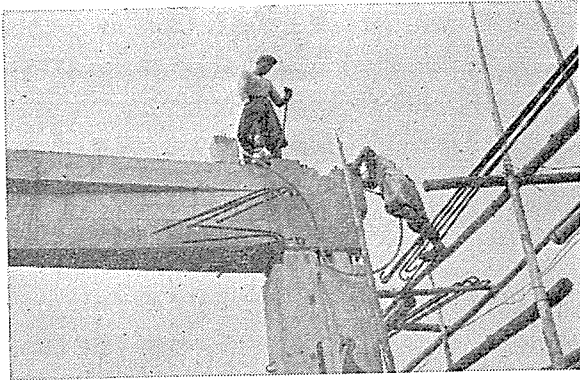


写真-3 ハリの鋼線ケーブル シースにグラウトする状況



ほとんど変らなかった。図-4 は基礎下端をヒンジとし

た場合の値である。

大バリと柱とを剛結してラーメン体を形成する場合には、大バリ上に全 DTS 荷重が載せられたとき、ハリ端モーメントがハリ中央部モーメントより大となり鋼材配置上、都合よくいかない。それでこのラーメンの場合には、大バリを柱上に単純支持し、ハリ中央部に DTS 4 枚の荷重をのせたのち、ハリと柱とを剛結してラーメン体を形成したのである。このようにすることによってハリ中央部および端部の鋼材が最小となった。

ハリの鋼材は 付図 B-3 に示されるとおりで中央部で 12-φ7 ケーブル5本、12-φ5 ケーブル2本であるが、この7本のケーブルを全部同時に緊張する

写真-4 ダブル T 型スラブをトラック クレーンにより大バリ上に架設

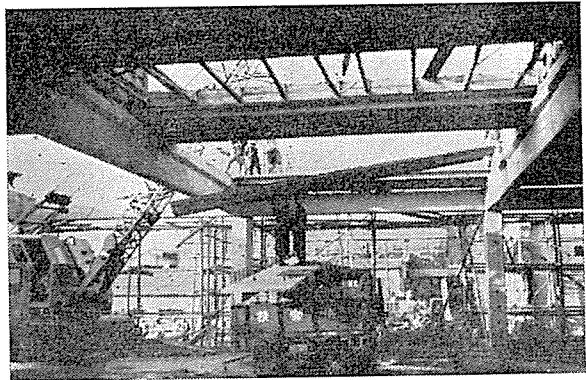
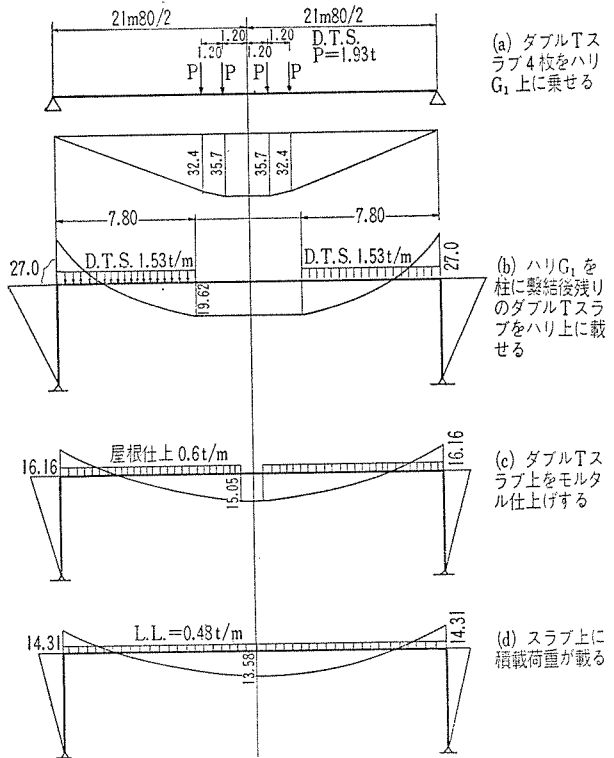


図-4 ラーメンの組立順序による曲げモーメント



長さの単位: m 曲げモーメントの単位: tm

と、ハリ中央部上端の引張応力がかなり大きくなり、ハリの運搬、吊上時の衝撃により、ひびわれを生ずるおそれがあるので、まづ 12-φ7 ケーブル 5 本だけを緊張して柱上にのせ、ダブルTスラブ 4 枚をハリ中央部にのせたのち、残りの 2 本の 12-φ5 ケーブルを緊張した。

上記の組立順序によりハリの縁応力度は表-4 のとおりとなる。

柱に使用された鋼材は φ24 鋼材第 4 種 (高周波熱練 K K 製) で柱頭部で 7 本、柱脚部で 4 本である。柱脚部に埋込まれた普通鉄筋 8-φ25 と、基礎に埋込まれた普通鉄筋 8-φ25 とをそれぞれ溶接、すき間にドライ モルタルをつめ込んで柱脚と基礎とを緊結した (付図 B-2)。柱とハリとの結合部の詳細は付図 B-4 に示される。柱上にハリをのせ、ハリに貫通して設けられたシースに φ24 鋼棒をさし込み柱頭部に露出している柱の鋼棒とカップラーで接続し、柱とハリのすき間にコンクリートおよび目地モルタルをつめ、これらの硬化後上記の鋼棒を緊張し上端で定着する。なお付図 B-4 でみるとおり柱の案内側に計算上は不必要ではあるが、用心のために 3-φ25 普通鉄筋が挿入されてをり、ハリに埋込まれた同じ太さ

の鉄筋と溶接される。

### 5. 施 工

建築場所は羽田に近く地盤が低く排水が悪く、大雨時には往々にして付近の川水があふれることもあるので、地表面より約 3 尺上まで盛土をすることにした。また、地盤が弱いめ長さ 24 尺の松杭を打たなければならない。高さ 3 尺の土盛工事は工期が短いにもかかわらず工事を遅延させる大きな原因となった。PC の柱が基礎の上に立てられた大バリをその上にかける時期になってもまだ土盛工事が完了しなかった。このためハリの柱上への吊上げ作業にクレーントラックが使用できず、二マタを用いて行なった。しかしダブルTスラブは室内のコンクリート床を先に打ってから、クレーントラックをこの床上に走行させて吊上げおよび架設を行なった。このためダブルTスラブの工場からの搬入が間に合わないくらい能率が上り 1 日で 3~5 スパンくらい架設できた。

工場棟前面の道路も 3 尺盛土されたが、道路は凸凹で不完全のため材料および部材の搬入が円滑にゆかず、PC の組立構造では、トラック クレーンの利用を考慮して通路を完全に造ってから建築工事に着手すべきであることを痛感した。

柱脚と基礎との鉄筋溶接 (付図 B-2) は基礎側の鉄筋位置がコンクリート打ち込み作業中に正確に保持されることが非常にむづかしく、鉄筋の心が柱のそれと一致せぬものがかかなりあった。よほど細心の注意を払う必要がある。

ハリを柱に剛結するためのプレストレス用鋼棒を通すため、ハリに穴をあけてある (付図 B-4)。この穴の位置が柱の鋼棒のそれとうまく一致しない場合が起ることを考慮して穴の形をダ円形 (その長径 5 cm) とした。この結果いずれのハリも PC 鋼棒の接合にはなんら支障がなかった。

プレストレス コンクリートのラーメンが組立てられたのち、桁 WG<sub>2</sub> は普通鉄筋コンクリートで現場打ちされるのであるが、このため桁の鉄筋を PC バリ製作時にその側面にあらかじめ埋込んでおき、この鉄筋にさらに桁の鉄筋を溶接することにした (付図 B-2 および写真-2 参照)。しかし、この埋込み鉄筋の長さがあまり長すぎたため運搬および施工中に鉄筋が曲げられてしまい、これを真直ぐに元どおり延ばすことが完全にできなかった。この鉄筋はあまり長くしない方がよい、あるいは鉄筋を埋込む代わりに普通筋を後から通す穴をあけておくのも一方法である。

なお、完成建物の外観を写真-5 に、内部を口

表-4 ハリ G<sub>1</sub> の 縁 応 力 度

$I = 4\,685\,242\text{ cm}^4$ $A = 4\,100\text{ cm}^2$		$I = 3\,454\,000\text{ cm}^4$ $A = 4\,600\text{ cm}^2$			
5-12φ7 の有効プレストレス力 $P_1 = 204\text{ t}$ 偏心距離 $e_1 = 48.45\text{ cm}$		4-12φ7 の有効プレストレス力 $P_1 = 163.2\text{ t}$ 偏心距離 $e_1 = -15\text{ cm}$			
2-12φ5 の有効プレストレス力 $P_2 = 42.8\text{ t}$ 偏心距離 $e_2 = 45.25\text{ cm}$		2-12φ7 の有効プレストレス力 $P_2 = 42.8\text{ t}$ 偏心距離 $e_2 = -37.5\text{ cm}$			
曲げモーメント tm	自重	中央部	端部		
	最初の 4 枚の DTS	57.50	0		
	残りの DTS	35.70	0		
	屋根仕上	19.62	-27.00		
	積載荷重	15.05	-16.16		
総	13.58	-14.31			
縁 応 力 kg/cm <sup>2</sup>	プレストレス力 $P_1$	下 縁	上 縁		
	自重 $P_1 + D_1$	183.2	-70.0	2.5	73.4
	初の DTS $P_1 + D_1 + D_2$	105.7	-0.4	2.5	73.4
	プレストレス力 $P_1 + P_2 + D_1 + D_2$	57.6	42.7	2.5	73.4
	残りの DTS $P_1 + P_2 + D_1 + D_2 + D_3$	94.1	29.5	-9.8	107.6
	屋根仕上 $P_1 + P_2 + D_1 + D_2 + D_3 + D_4$	67.7	53.3	26.5	65.8
	積載荷重 $P_1 + P_2 + D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + L$	47.5	71.5	48.2	40.8
	29.4	87.7	67.5	18.6	

絵写真 で示しておく。

写真-5 (a) 外 観

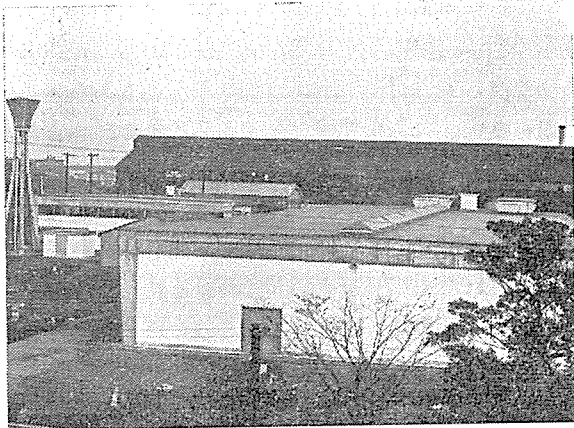
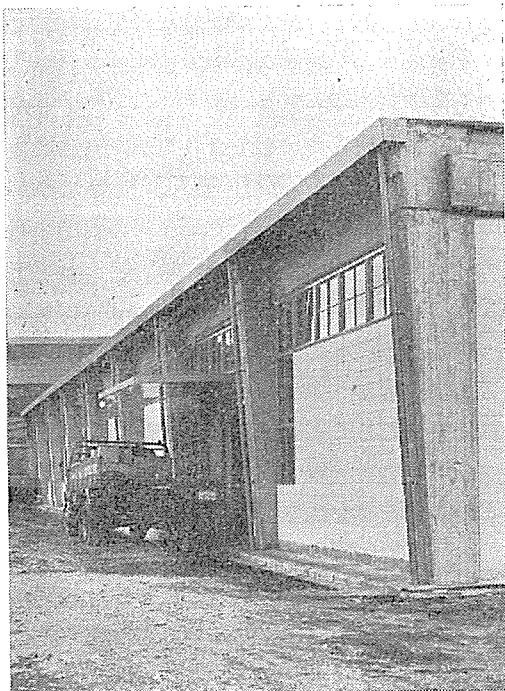


写真-5 (b) 同 上



## 6. 高架水槽

水槽もこれを支える3本の柱も、ともにプレストレスト コンクリートで工場で作製された。水槽の水平断面は正十二面形で垂直断面は双曲線である。水槽の中央に鉄製円筒をとりつけて人がこの中を登って水槽屋根に上れるようになっている。水容量は6.2tである。図-5に示されるように水槽の周囲をPC鋼棒6φで締めつけてある。この高架水槽の基礎は深さ約3mの貯水沈澱槽(RC)で、地中にうめ込まれている。この基礎の上に3本のプレキャスト プレストレスト コンクリート柱をトラック クレーンで吊下げ組立てる。工場で作られたPCの水槽をトラック クレーンで柱の上に吊上げてのせ、ボルトで柱に締付ける。この水槽はプレストレスト コンクリートであるからろう水の心配は絶対はない。口絵

写真はPC水槽吊上げ作業および完成した高架水槽を示したものである。

## 7. 工事費

本工場の総工事費(工場棟、更生棟、守衛室、高架水槽、ポンプ室、自転車置場、盛土および道路)は2960万円である。このうちPC構造である工場棟および更生棟についての内訳は表-5のとおりである。構造体に対する工費は杭打および高さ3尺の盛土をふくめて坪当たり約30000円である。鉄骨造の場合ではスレート屋根の破損、鉄骨の防錆塗料のぬりかえ、火災に対する危険などを考えると、このPC構造は非常に安いといえる。

表-5 工事費内訳

	工場棟	更生棟
1. 仮設工事	327 000	72 000
2. 土工事	75 720	28 208
3. 基礎工事	1 492 112	418 229
4. 杭打工事	630 350	146 250
5. 機械基礎工事	605 910	0
6. 鉄筋コンクリート工事	1 311 182	815 339
7. PSコンクリート工事	8 245 482	1 500 360
8. 鉄骨工事	199 780	0
9. コンクリートブロック工事	609 594	75 184
10. 木工事	25 200	134 171
11. 金属工事	552 338	40 840
12. 左官工事	407 859	140 802
13. タイル工事	0	104 900
14. 建具およびガラス工事	1 791 855	570 049
15. 塗装工事	162 160	48 247
16. 防水工事	656 334	97 818
17. 雑工事	538 017	126 551
計	17 630 893	4 318 948

## 8. 結 語

日本レイ・オ・バック乾電池KK蒲田工場で実施したPCラーメン構造の設計および施工の紹介を行ない、プレキャストPC部材を組立てて剛節構造とする一方法をのべた。設計上の経済性、施工上の諸問題など、著者の直面したいろいろな問題点と今後のこの種PC構造の設計および施工を行なう場合にいかに改めていくべきかを簡単にのべた。もちろん、本報にのべた以外にもいろいろと改良すべき点があると思うが、読者諸賢の参考になれば幸いと考える。

### 参 考 文 献

- 1) 坂 静雄・六車 照：アメリカのPCの現況 建築と社会、昭和33年2月
- 2) 中島儀八・岡本 剛・本岡順二郎：3/8 Wire Ttand を使用するプレストレスト コンクリート ダブル T 型床版の実物実験、材料試験、昭 34. 6. 日本材料試験協会

(筆者：工博 岡本建築設計事務所々長)

图-5 水槽略图

