

嘉手納貯水槽の設計および施工について

森本直孝* 草間勝**
池田永司*** 犬飼晴雄****

1. ま え が き

紺碧の空，エメラルドの海，情熱の花咲き乱れる丘，“太陽が生み落した島” 沖縄に初めての本格的PC構造物工事として，嘉手納基地内 200 万ガロン貯水槽が完成した。本工事は，沖縄県内のPC構造物第一号と言う歴史的なことだけではなく，特殊なPC貯水槽であり，沖縄の気象，風土，基地内条件，特に地盤条件より，他工法では施工不可能に近い所にPCの技術を導入して，これを経済的にも施工可能ならしめた工事であり，技術的発表の価値あるものと見て，ここに報告するものである。

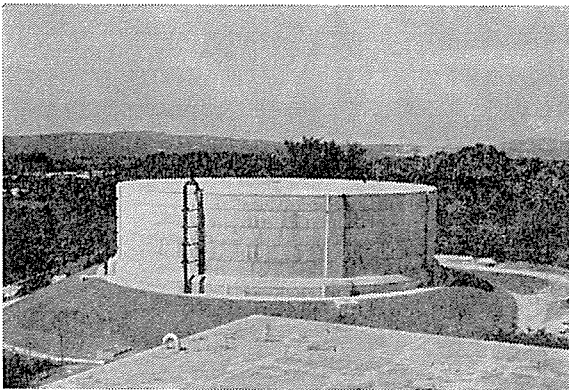


写真-1 完成全景

2. 一 般

本工事計画頭初，工法，構造の選定に苦労した建設土地条件から列記しなければならない。

1) なかでも地盤条件に問題があった。土質調査の結果，当建設地は，表層部を除く大部分がコーラル質風化石灰岩より構成されており，また岩盤が連続しているものでなく，礫まじり土砂の中に転石状に露出しており，リップで動くような所もある。地耐力は，タンク中心部直径 20 m 範囲，および東側部分においては十分な支持

力が期待できるが，一般に大きな荷重がかかる壁体下の地耐力が劣り，特に西側の一部では，盛土を必要とする地形のきわめて不等地耐力地盤で，岩盤で高価につくとはいえ一般には，杭打ち基礎地盤としなければならぬ条件下にあった。しかしながら，本新設水槽より 20 m と離れていない所に，現在使用中の古い鉄筋コンクリートの水槽が 2 基あり，かなりクラックが発生しており，振動を与えるとクラック幅を拡げ，漏水現象を起こす危険性があり，杭打ちが不可能な状況である。したがって，不等地下に対処でき，壁体下の地盤支持効果を無視しても安定した安全な構造でなければならない。

2) 沖縄は南北に約 100 km，東西に狭い所では 5 km ならずの細長い島で，県外では考えられない塩害腐食問題があり，鋼構造物では，塗装維持費が莫大にかかり望ましくない。一方コンクリート構造物にしても，コンクリート用骨材，特に細骨材に規定以上の塩分が含まれており，コンクリートに埋設する鉄筋腐食の問題がある。

3) その他，飛行場基地内のため，現地表面より約 8 m の高さ制限があり，また地盤が岩のため地下構造形式にするには不経済となるため，いきおい平坦な平面の大きな構造物とせざるを得ない。一般に大口径タンクに使用されているドーム形式は屋根の高さが大きくなり，したがって，スパンの大きいスラブ構造としなければならない。

以上のようなきびしく，かつ複雑な立地条件より，鋼構造物と鉄筋コンクリート構造物と並んでPC構造物が比較対象線上に上ってきた。コンクリートは圧縮応力に比べ引張応力には非常に弱い材料である。このコンクリートに永久的圧縮応力を導入し，設計荷重作用時にコンクリートに引張応力がまったく生じないように設計できるコンクリート構造物がPC構造物である。したがって，PC構造物には次のような特徴があげられる。

① 水密性の高いコンクリートであり，ひびわれ安全度の高い構造物である。

② ひびわれの生じないコンクリートの状態で，曲げに強く，他のコンクリート材料と比べ極度にフレキシブルな材料といえる。

* 防衛施設庁建設部土木課建設監督官
** 那覇防衛施設庁建設部土木課課長補佐
*** ビー・エス・コンクリート株式会社福岡支店工務部建築担当次長
**** ビー・エス・コンクリート株式会社道路事業部

③ 従来のコンクリート大型水槽には、止水板等での目地構造が設けられ、漏水の弱点となっているが、プレストレス導入でまったく目地を必要とせず、一体化が可能である。

④ コンクリート構造物に生ずる引張力をPCケーブルで取らすことは、ポストテンション工法のため、鋼材緊張後、シース内にセメントペーストのグラウトでPC鋼材の十分な保護ができ、RC構造に比べ塩害腐食面での安性全は高い。

⑤ 底版部を図示の如く円錐台形の構造形式にし、円周方向に高圧縮力を導入するPC構造物とすることにより、壁体下の地盤支持力をまったく無視しても、安定した、安全な構造物とすることができる。

⑥ スパンの大きな円形屋根スラブについて、半径方向には大きなモーメントが生じるが、円周方向には小さなモーメントしか生じない。したがって、半径方向はPC構造とし、円周方向を鉄筋で設計し、等厚断面スラブで経済的となる。

⑦ 大型円形水槽の壁体には、一般にPCが経済的となり使用されているが、径が大きくなるにつれ、フープテンションも比例して増加し、PCの有利性が高まる。

壁体高さ方向のPCケーブルは、底版との固定に有効なばかりでなく、段階的に打設されるコンクリートの打継目にもプレストレスが導入され、耐漏水性が高まる利点がある。

その他多くの見地より、鋼、RC、PC構造を技術的にも経済的にも検討した上、PC構造物採用が決定された。

3. 設 計

(1) 設計概要

本PCタンクは、内径 32 m、高さ地上約 9 m、地中 3.5 m の半地下形式であり、地下部分の形状は円錐台である。その外観は円形な扁平タンクを呈している。

本タンクの構造上の第 1 の特長は、地中部の円錐台の底版にあり、これによって水の重量およびタンクの上部構造を支持していることにある。第 2 の特徴は、扁平タンクを覆う屋根を、中央に支柱を有する平板構造としたことといえる。これらは、建設地の地盤条件とあらかじめ設けられていた高さ制限とによって、経済性を勘案して決定されたものである。

以上の 2 点を中心に、本タンクの設計上の基本的考え方について少し記してみたい。

前述したように、一様でない地盤上に、直接基礎形式によってタンクを建設する場合には、予想される不等沈下に対処できるようなタンク構造を選定しなければなら

ない。不等沈下に対処する方法を大別すると、一つは、構造物が、地盤の不等沈下に追随していくことができるような柔的構造とする方法であり、他は、構造物の剛性を大きくし、荷重を広く土層中に分散させ、不等沈下そのものを抑制し、かつ生じた場合にも、安全に荷重を支持できる剛的構造とする方法である。前者については、将来発生する不等沈下の量、あるいは沈下形状を事前に予測することのむづかしさから、設計上、構造体が具備すべきたわみ能力をどの程度にするかという問題と、その変形が大きい場合には、水密性を保ちながら安全に追随できる構造体が実際に可能か否かの問題がある。前者の方法が、これらの重大な問題を有するのに対し、後者の剛的構造体とする方法は、予想される部分の不等沈下に抵抗できるような底版構造を作ることによって解決できる。すなわち、壁体等の上部構造は、地盤の変形に無関係である故、一般的なPCタンクと同様な検討で、その安全性が保障される。

このような観点から、本タンクを剛的構造とすることにした。この場合の底版は、不等沈下が予想される外周部の地盤の支持効果は無視しても安全でなければならない。この条件を満足せしめ、かつ構造計算上あるいは施工上極端に複雑とされない形状として底版部を円錐台とした。

屋根構造においても、不等沈下対策を含めて、その構造形式を選定した。本タンクの高さは、現地盤より約 8 m 以下とすることが定められていた。したがって、屋根は、ほぼ 30~40 m 平方必要となる。このような場合、一般にはドーム形式が有利である。しかし本タンクのように高さ制限がある場合には、ライズに相当する深さ (2~3 m) だけ、さらに掘削をしなければならず、全体として有利とされない。これを避けるために、フラットスラブ構造とすることにした。フラットスラブの支持は、壁体と中央に設けた柱により行うこととした。この中央の柱は、屋根荷重の大部分を支持し、地耐力の大きい中央部の地盤に伝達することになり、不等沈下防止の一助となることを期待したものである。

以上が、本タンクの設計にあたって特に考慮した点であって、他は一般のPCタンクの設計法に準じた。

また、本PCタンクは、構造的には、次の 6 部材によって構成されている。

- 1) 屋根版：PC構造 (半径方向)
RC構造 (円周方向)
- 2) 壁 体：PC構造 (鉛直、円周とも)
- 3) リング：PC構造
- 4) 斜 版：PC構造
- 5) 底 版：PC構造

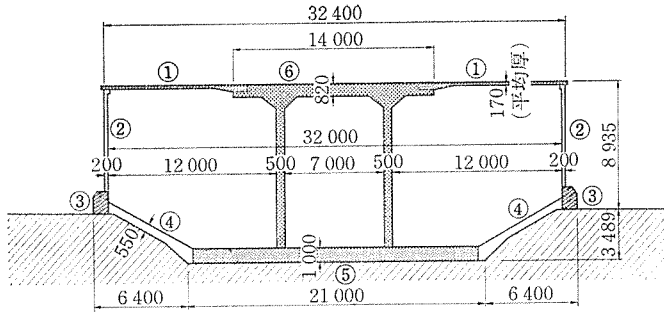


図-1 タンク断面

6) 八角柱：RC構造

各構造部材の応力検討は、他部材からの伝達力を考慮して行った。以下各部材について記す。

(2) 各部の設計

a) 設計条件

○ 躯体：構造形式 半地下形式PCタンク

内 径 32 m

有効貯水量 200 万ガロン (7570 m³)

○ 基礎：地耐力 中央部 110 t/m²

周辺部 18 t/m²

地盤支持力係数 $K_{75} = 9 \text{ kg/cm}^3$

○ 材料：コンクリートの設計基準強度

底版，リング，柱 $\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$

壁体，屋根版 $\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$

鋼 材

底版，リング フレシネーケーブル12T12.4

壁体，屋根版 PC鋼より線 $\phi 17.8$

柱 SD 30

b) 屋根版 屋根には、180 kg/cm² の等分布荷重

が作用するとした。屋根版は、中央部の内縁が八角柱に固定支持され、外縁が壁体に単純支持される円板構造とした。壁体との支持条件は、プレストレスの導入を確実にするために定めたものである (図-2)。

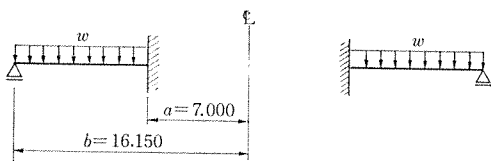


図-2 屋 根 版

図-3 に半径方向曲げモーメント (M_r) および円周方向曲げモーメント (M_t) の分布図を示す。

円周方向曲げモーメントに比し、半径方向曲げモーメントは大きく、この方向をPC構造とし、円周方向をRC構造とした。

半径方向のPC鋼材は、固定縁の定着間隔およびスラブ厚 (平均 17 cm 厚) を考慮して、 $\phi 17.8$ より線 (導入時緊張力 27.5 t/本) を使用し、放射状に合計 172 本

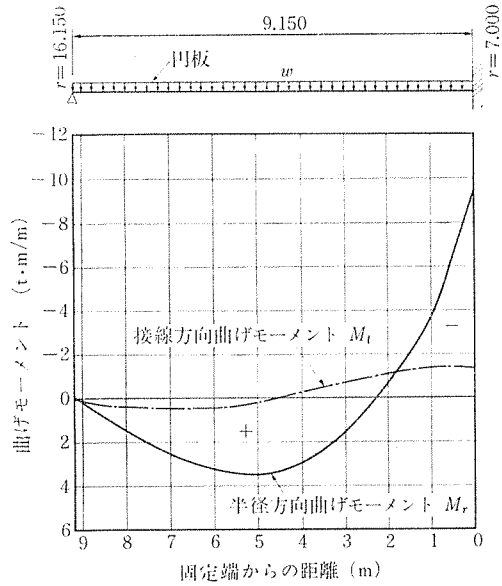


図-3 屋根版の曲げモーメント分布

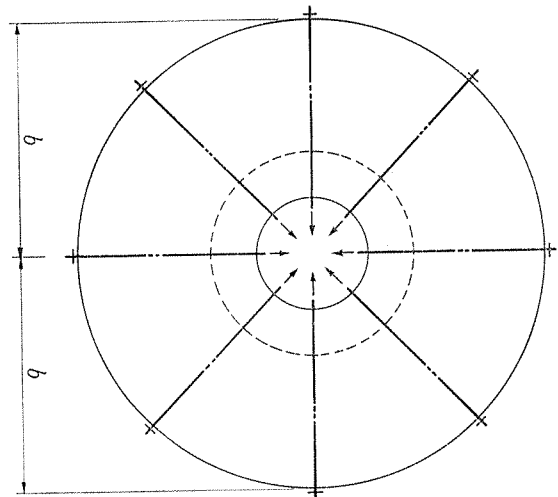


図-4 PC ケーブル配置説明図

配置した。円周方向には径 13 の異形鉄筋 (D13) を固定縁で 15 cm、他の部分で 20 cm の間隔で配置した。

(3) 壁 体

水圧によって壁体にはフープテンションと垂直方向曲げモーメントが生ずる。これらは、壁体の下部の連結方法により著しく変る。特に、垂直方向曲げモーメントは下端を固定すると非常に大きな値となる。逆に滑動端あるいはヒンジ端とすると小さくなり、したがって、鋼材量等も減少する。しかし、この条件を満足せしめ、かつ完全なる水密性構造を作ることは、実際にはきわめて困難と思われた。この点と、不等沈下に対する剛的構造物という目的から下端を固定とすることにした。また壁体厚は施工上より 20 cm とした。

計算は、Timoshenko 理論に基づく、猪股俊司著「プレレスト コンクリートの施計および施工」に従って、下端固定、上端自由として行った。

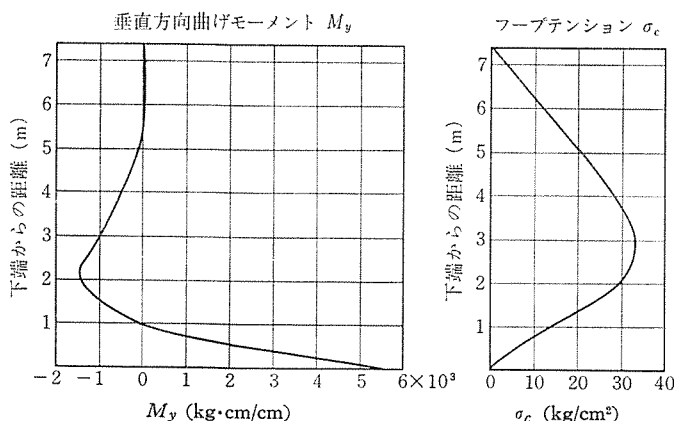


図-5 壁体のフープテンションおよび曲げモーメント

フープテンション (σ_c) および垂直方向曲げモーメント (M_y) を 図-5 に示す。

円周方向プレストレスは、壁体周辺に 45° 間隔に設けた 8 か所のリブに定着するポストテンション工法とし、 $\phi 17.8$ より線を使用した。

P C 鋼材は水圧によるフープテンションの他に、壁体内外の温度差により生ずる拘束応力として算定した 9.6 kg/cm² と壁体の水密性保持のための圧縮力 5 kg/cm² を考慮して、下端で m あたり 6.99 本、上端で 1.39 本配置した。

鉛直方向は、壁高が比較的低いことと、施工性を考慮して、上下端での P C 鋼材量を同一とし、1 本ものの $\phi 17.8$ より線を 30 cm 間隔で配置した。このプレストレスによって、タンクは満水時、空水時のいずれにおいても、完全な圧縮状態におかれる。

(4) リン グ

壁体下端と斜版の上端に位置するリングは、壁体および斜版を固定支持するとともに、屋根荷重、壁体重量およびリング自重等の鉛直荷重を、30° の傾斜を有する斜版の軸力として下方に伝達するものである。

鉛直荷重 (V) を斜版の軸力に変換するための水平力 (H) は

$$H = V / \tan \theta$$

である。

リング断面に、フレシネーケーブル 12 T 12.4 (有効緊張力 $P_e \doteq 100$ t/本) を 4 本配置し、この水平力を確保した。

リング断面は、壁体および斜版の固定支持の条件を満足せしめるように決定した。

なお、リング断面には、設計荷重作用時においても、5 kg/cm² の圧縮応力が残っている。

(5) 斜 版

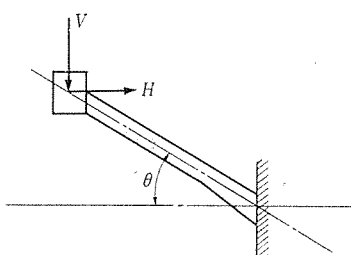


図-6 リン グ

斜版部分の地耐力は、中央部分に比し小さく、不等沈下対策の観点から、その検討においては、地盤の支持作用を無視し、底板とリングにより固定された円板と考えることとした。

斜版に作用する荷重は、それに直角に作用する水圧 (P_1) と鉛直方向の自重 (P_2) およびリングを介して伝達された上部荷重による軸力がある。前 2 種の荷重は、斜版の円周方向に P C ケーブルを配置することにより、上部荷重と同様な軸力とすることができる。

しかし、タンクの空水時には、この円周ケーブルにより斜版は曲げ作用を受ける。この曲げ作用に対し半径方向を補強しなければならない。

斜版の傾斜 (θ) を大きくすると、2 方向の P C 鋼材量を減少させることができるが、反面、高さの制限のために、タンクの直径をより大きくしなければならない。これは屋根費用を増大させる。逆に θ を小さくすると、斜版部の鋼材量は増加するが、屋根部分の工費は減少する。また傾斜が緩やかな場合には、斜版のコンクリートを打設するとき、内側の型枠を使わずに行えるので、コンクリートのジャンカ等を防止することができ、品質管理上有利である。

以上の事項の検討を行い、本タンクでは斜版の傾斜を 30° とすることにした。版厚は中央部で 55 cm とし、両支点部ではハンチを設けた。

a) 円周方向 図-7 に示す x 点での所要水平力 (σ_x) は、次式で示される。

$$\sigma_x = \frac{P_1}{\sin \theta} + \frac{P_2}{\tan \theta}$$

斜版に必要な全緊張力 (P_e) は

$$P_e = \int_0^a \frac{r_x \sigma_x}{\sin \theta} dx$$

水密性を保持するために、満水時においても、5 kg/cm² の圧縮応力を残すものとした。これを含めると必要な全緊張力は 2000 t と算定され、フレシネーケーブル 12 T 12.4 ($P_e \doteq 100$ t/本) を 30 cm 間隔で配置した。ケーブルは斜版の内側に 45 度間隔に設けた定着用リブに

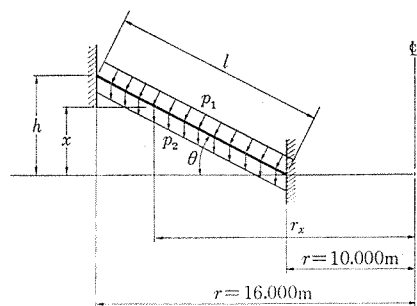


図-7 斜 版

報 告

定着した。

b) 半径方向 満水時には、斜版に曲げは生じない。しかし空水時には、円周方向プレストレスによる曲げが生ずる。自重による曲げは、上記プレストレスと逆方向であるので、安全のためこれを無視した。

円周方向プレストレスによる水平力 (σ_H) は

$$\sigma_H = \frac{P_e}{r_m \cdot l}$$

であり、その垂直成分 (σ_v) は

$$\sigma_v = \sigma_H \cdot \sin \theta$$

となる。

両端固定円板として求めた σ_v による曲げモーメントを図-8に示す。このときコンクリートに発生する応力度は、中央部で 44 kg/cm²、支点部で 10~20 kg/cm² である。フレシネーケーブル 12 T 12.4 を合計 164 本配置し、フルプレストレスとした。

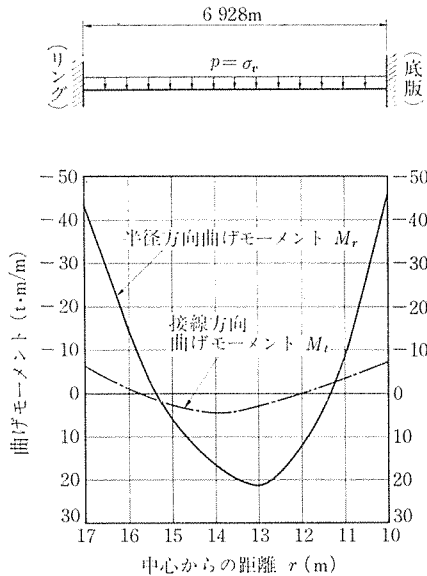


図-8 斜版曲げモーメント分布

(6) 底 版

底版は、水圧と斜版および八角柱による伝達荷重を支持しなければならない。

この検討は、底版の単位幅について、弾性支承上のはりと考えて行った。

満水時に底版に作用する荷重は、斜版より底版端部に伝達される荷重 (P_1) と八角柱により中央部に作用する荷重 (P_2) である。水圧は、等分布荷重であり、一様地盤の場合には曲げモーメントは生じない。

P_1, P_2 による曲げモーメントは、

$$M_1 = -\frac{P_1}{\beta} e^{-\beta x} \sin \beta x$$

$$M_2 = \frac{P_2}{4\beta} e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

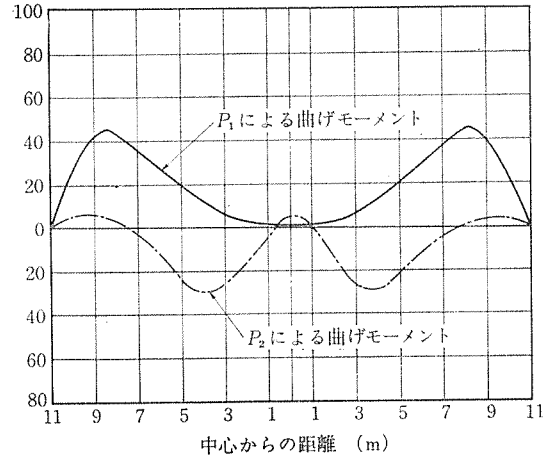
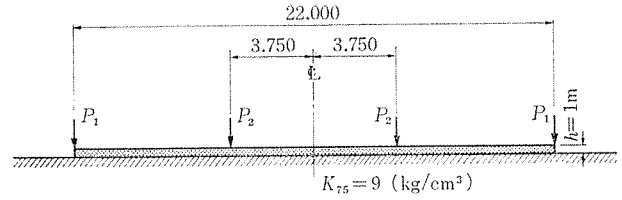


図-9 底版の曲げモーメント分布

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_{75}}{4EI}}$$

で計算され、版厚 (h) を 1 m、地盤係数 (K_{75}) を 9 kg/cm³ として計算した結果を図-9に示す。

PC 鋼材は、フレシネーケーブル 12 T 12.4 を使用し、直径位置において 70 cm 間隔で、直交するような配置とし、かつ底版の破壊耐力を大きくするために上下 2 段に配置した。このときの有効プレストレスは 29 kg/cm² であり、荷重作用に対し 5 kg/cm² の圧縮応力を残している。

本タンクにおいては、斜版と底版のより確実な一体化および定着作業等の施工性を考慮して、この 2 つの部分連続する 1 本のケーブルで緊張することとした。

斜版では放射状にし、底版では直交する 2 方向配置としなければならない。この配置条件を満たし、かつ、いずれの部分においても、ケーブルの多段配置を避けること、およびケーブル配置の管理と施工のしやすさを考慮しなるべく単純であることなどから図-10に示すような配置とした。

(7) 八 角 柱

八角柱は、柱と柱頭部の床版部分より構成され

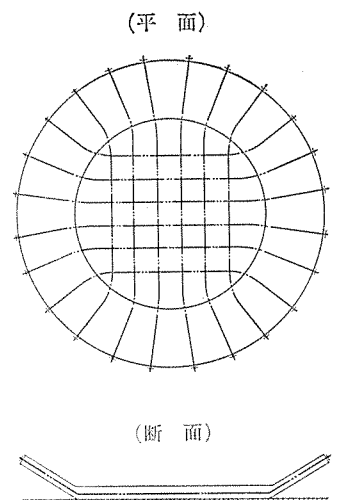


図-10 PC ケーブル配置説明図

ている。柱頭部床版の外縁には、屋根版を固定支持することにより、反力 (P) と曲げモーメント (M) が作用する。柱には地震時のみ曲げ作用がある。

a) 柱頭部床版 この部分は、半径 $r=3.75\text{ m}$ の円周で単純支持された半径 $r=7.0\text{ m}$ の円板として解析した。曲げモーメント分布を図-11 に示す。半径方向、円周方向ともに RC 構造とし、D 29 を 15~30 cm 間隔に配置した。

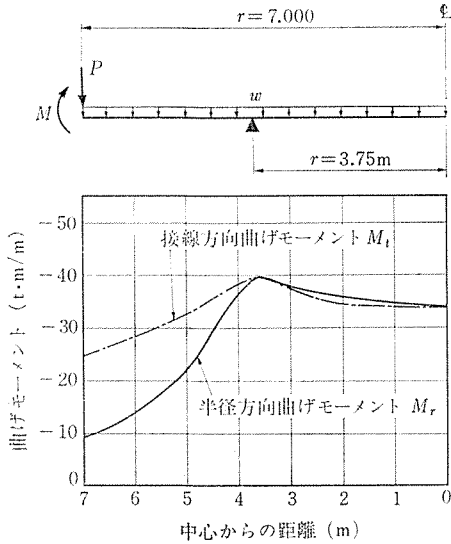


図-11 柱頭部床版の曲げモーメント分布

b) 八角柱 八角柱には、地震時にも、引張応力は発生せず、鉄筋を諸示方書の規定に従って配置した。

4. 施 工

本工事は、昭和 49 年 8 月着工したが、時期が“P3 施設”の移転後期にあたり、さらには沖縄海洋博覧会建設の時期と重なったため、資材、機器材、労務が沖縄県全般の建設界の中で逼迫して、その調達に苦労した。またこの年の 9~10 月は例年にない雨天日が続く(10 月には 10 日間雨天で作業中止になった)土工事が大幅に遅延して工期を圧迫し、取もどしに苦労した。全工程を図-12 に示す。

(1) 構造設計上の施工順序

構造計算上から決められたコンクリート打設作業と緊張作業等の順序は 図-13(a), (b) のとおりである。

(2) 地盤調査と地盤改良

地盤調査は設計を始めるにあたって、すでにボーリング調査が 11 か所行われていたが、地層の掘削が開始され、その状況を観察するに当初の予想と異なった様相になってきた。この

ため底版高さ位置での平板載荷試験 2 か所とそれを補うボーリング調査 1 か所が行われた(図-14)。礫混じりのシルト質砂の中に転石岩があって、それがときには岩盤と解せられるものであった。

平板載荷試験(平板 30×30 cm)は地盤状態が悪いと思われる 2 点で行われた。

調査点 No. 1 上層に粘土分を含んだ石灰岩の風化層

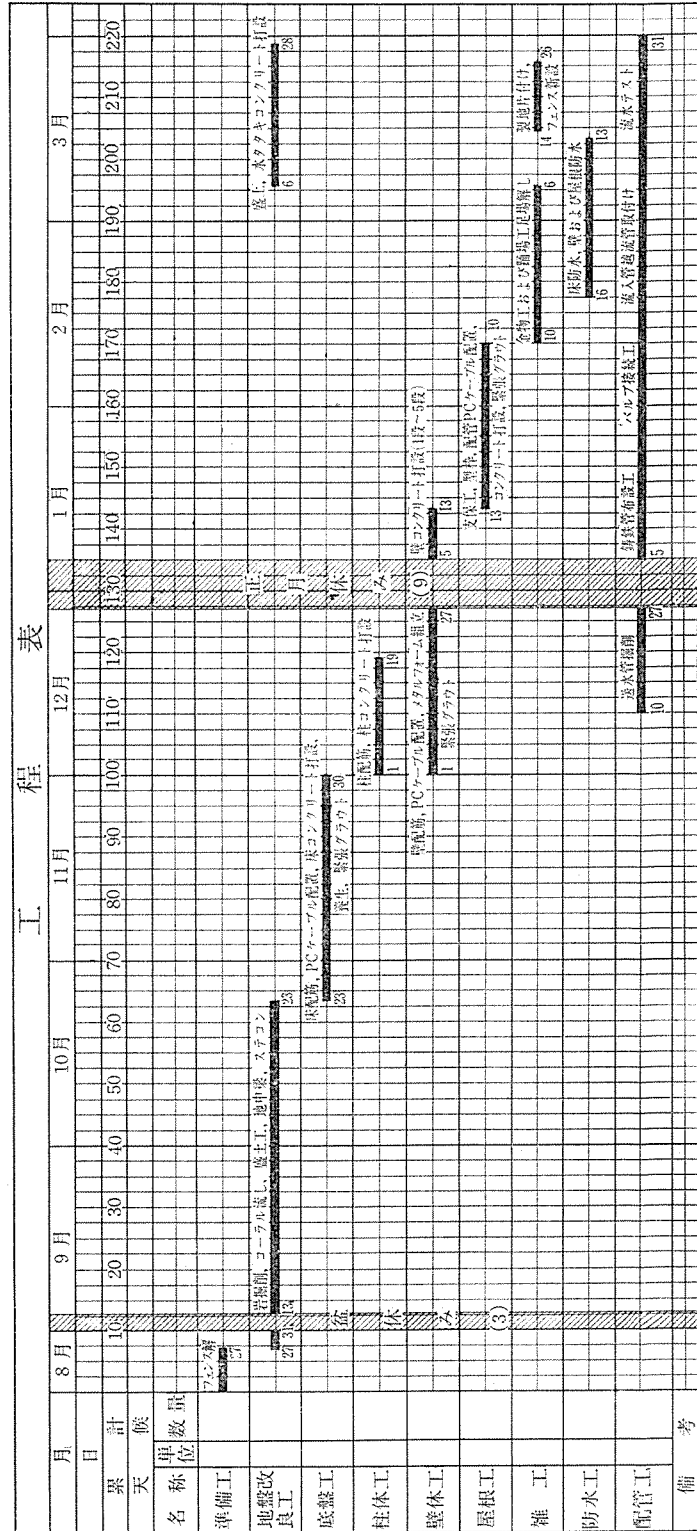


表 程 工 施 工 実 程 表 図-12

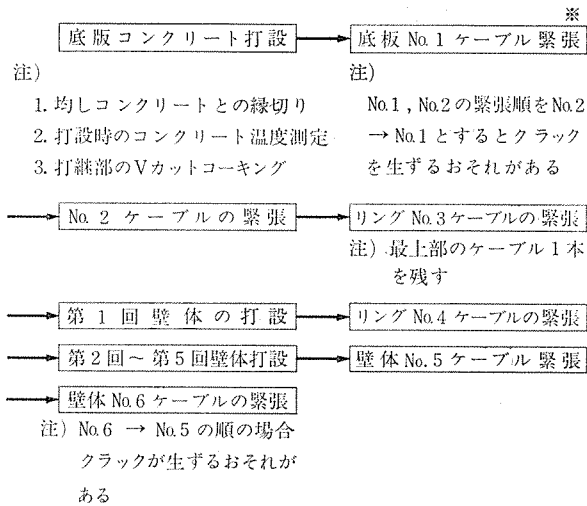


図-13 (a) 施 工 順 序

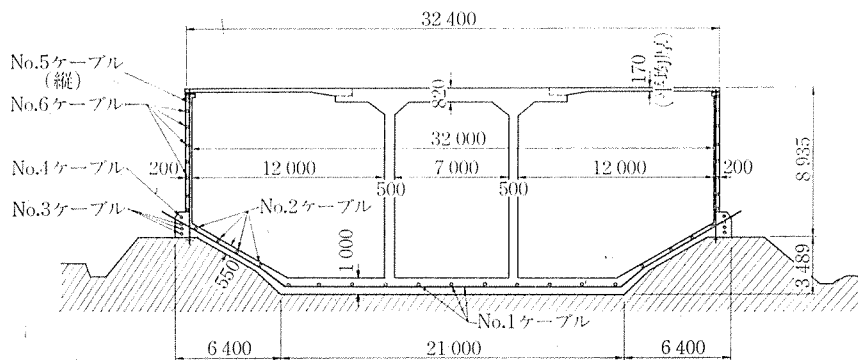


図-13 (b) P C タンク断面概要図

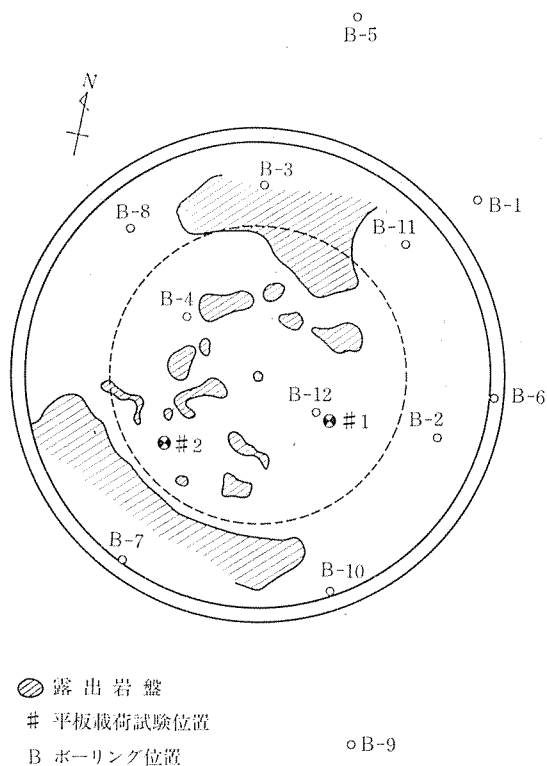


図-14 露出岩盤位置と地質調査位置図 (計画高掘削時)

No. 2 礫および転石の層
最終荷重は地盤反力 ($q=12.4 \text{ t/m}^2$) の3倍程度まで作用させ、そのときの沈下量を最終沈下量とした。
試験結果は

	最終荷重	最終沈下量
No. 1	55.6 t/m ²	2.47 mm
No. 2	88.9 t/m ²	1.07 mm

「建築基礎構造設計基準」によれば、平板載荷試験から求める長期許容地耐力は、最大荷重強度の1/3である。したがって、ここでの許容地耐力は18.5 t/m²となり、地盤面を転圧するだけで十分な地耐力が得られると推定できる。なお荷重は地盤の破壊時まで載荷していないので実際の地耐力は18.5 t/m²よりさらに大きい。

ボーリング調査からは、土質は石灰岩の風化が進んだシルト質礫層を呈し、未風化の石灰岩(転石)が浮んだ状態で複雑な地層を形成していることがわかった。巨視的には、転石を除けば、ほぼ様な土質(シルト混り砂礫質土)とみなし、したがって地盤の支持力を求めると115 t/m²となり、地盤反力が底板中央部のみで上部荷重を支持すると想定した場合33 t/m²であるから十分であるとみなされた。

しかし、地層の複雑性(シルト混り砂礫層と大転石とが交互に入り乱れている)から底板と接触する支持層を均一な地盤にするため、読谷産の路盤用コーラルを厚さ50 cm 分置換し、地盤改良した。施工は30 cm 以内に2回インパクトローラーで水締めとともに転圧を行った。その締め固めの密度の結果とそこでの平板載荷試験の結果を表-1に示す。

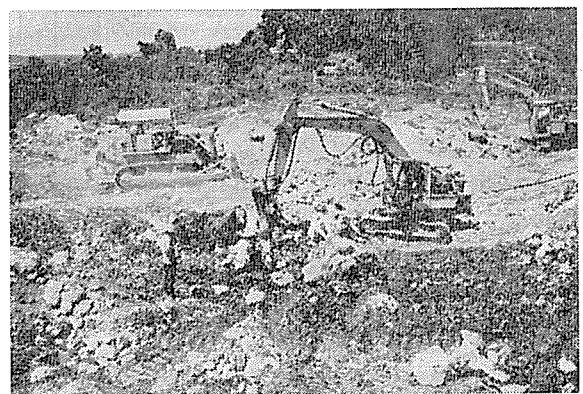


写真-2 掘 削 工

表-1 路盤の締固度と K 値

試料 No.	乾燥密度 (g/cm ³)	締固度 (%)	含水率 (%)	K 値 K ₇₅ (kg/cm ³)
1	2.04	97.2	10.2	32.0
2	2.43	101.7	7.7	26.9
3	2.06	98.0	8.4	22.5
4	2.16	100.3	7.5	25.6

注)：締固度は 95 % 以上必要
 K₇₅ は 9 kg/cm³ 以上必要
 室内試験による路盤用コーラル
 最大乾燥密度 2.10 g/cm³
 最適含水比 9.2 %
 比 重 2.729

表-2 流しコーラルの締固度

試料 No.	乾燥密度 (g/cm ³)	締固度 (%)	含水率 (%)
1	2.05	100.5	14.3
2	2.03	104.5	12.8
3	2.15	110.8	11.7
4	2.00	103.0	12.7

注)：最大乾燥密度 1.94 g/cm³
 最適含水比 11.4 %
 比 重 2.719

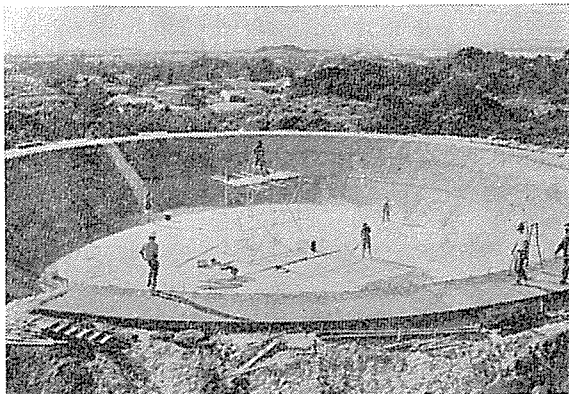


写真-3 路 盤 工

(3) コーラル盛土工

PC タンクの 斜版部を支える盛土工は流しコーラル(読谷産)を 1 層約 30 cm の層までマカダムローラー(9t)で転圧して盛り重ねた。その締固め度の結果を表-2 に示す。

(4) 底版(斜版、リング)工

この PC タンクのもっとも特徴的な部分であるが、その使用材料を他の部分と比べてみる(表-3)。

このように底版部に大半の PC ケーブルとコンクリートが集中していて、土工事の工程のおくれがひびいて作業は多忙をきわめた。

コンクリートはレデーミックスト コンクリートを用い、試験練りの結果表-4 に示す配合を決定し 4 週圧縮強度を得た。

コンクリート打設は底版部 380 m³, 斜版部 357 m³, リ

ング部 144 m³ の 3 回に分けた。ブーム付ポンプ車 (IHI 製ピストン圧送型最大圧送能力 45 m³/h) 2 台で圧送し、エンジン付バイブレーター 5 台を用意して振動打締め固めを行った。斜版部は傾斜角が 30° あったので、スランブを小さめにするのがよいがポンプ圧送にはむずかしくなり、そのバランスに苦しんだ。斜面を 3 段に分け、施工順序を中段→下段→上段として、定規を設け、コンクリート打ち、バイブレーター、タッピング、コテ仕上げの順で定着リブ間を順次進めていったが、同時施工予定のリング部は 3 日後の施工となった(生コンクリートの出荷の都合による)打継部は目地棒を入れ、後日コーキング防止工を施した。

コンクリート養生は散水養生を行いコンクリートの発熱温度を測定した。圧縮強度が 210 kg/cm² 以上得られてから、PC ケーブルを両端からジャッキ 2 台で約 150 t で緊張した(図-15 参照)。

表-3 各工と使用材料

各工	構 造	PC 鋼材 (t)	コンクリート (m ³)	鉄 筋 (t)	型 枠 (m ²)
底版工	PC	43.5	881	42.5	906
壁体工	PC	11.3	166	10.9	1949
屋根工	PC, RC	3.8	149	29.5	675
柱 工	RC	0	270	11.6	696

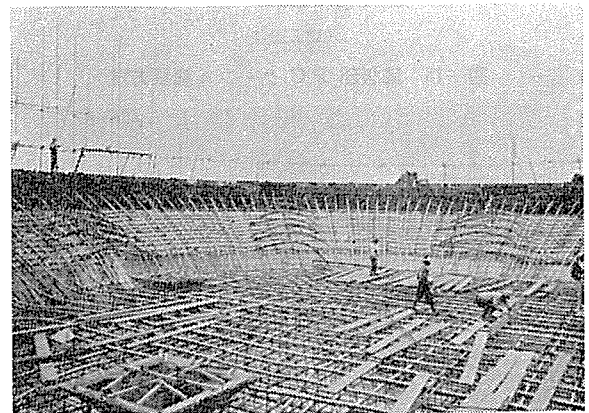


写真-4 底版ケーブル

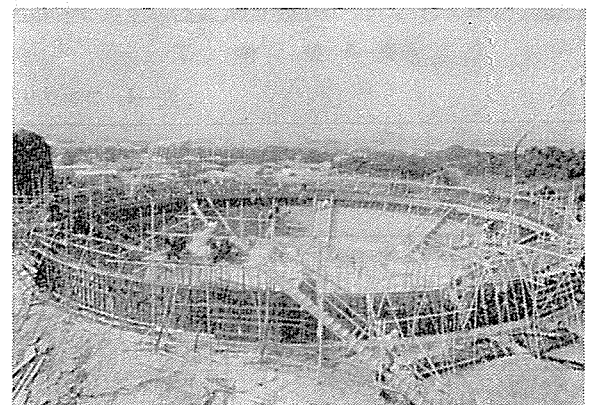


写真-5 底版コンクリート

円周方向の緊張は、ケーブル 4 本で 1 周するようにジャッキ 8 台を用いて同時に行った。

(5) 壁 体 工

壁体工は、一般の P C タンクの壁体と同じであるので、同様の施工となった(写真-6)。

コンクリートの 1 回の打上げ高さは 1.5 m とし、5 段重ねて完了する。足場、型枠もそれに合わせる。1 サ

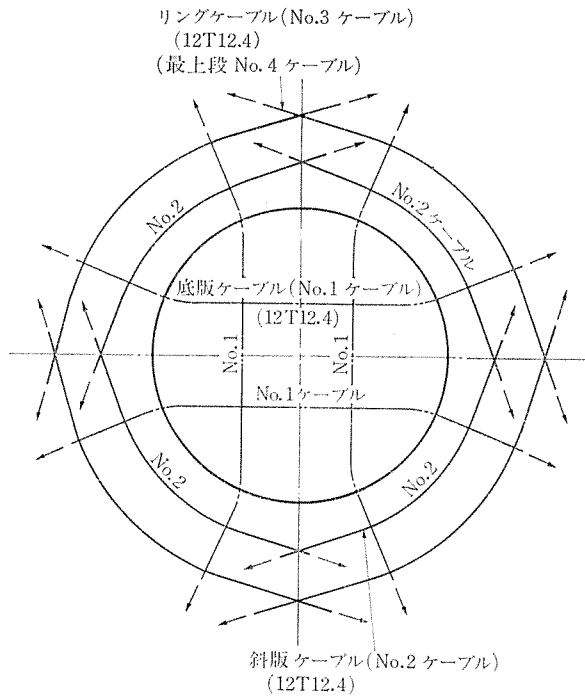


図-15 底版部 P C ケーブル緊張方法

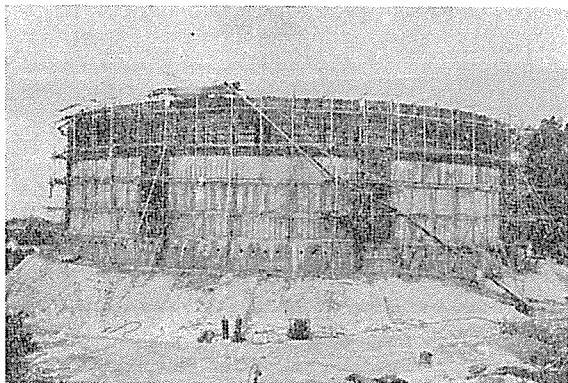


写真-6 壁 体 工

イクルの作業は足場の盛上げ、組立鉄筋、P C ケーブルの組立、メタルフォーム組立、コンクリート打、打継部処理、足場の盛上げと繰り返される。防水施工で大事なのは特にコンクリート打設と打継部の処理(レイタンス取り)である。コンクリート配合と 4 週圧縮強度の結果を表-5 に示す。

P C ケーブルは本土からの輸送の都合もあって鉛直、円周方向とも P C 鋼より線 $\phi 17.8$ を用いた(一般には、鉛直方向は P C 鋼棒を用いると、位置の保持が容易に行われる)。P C ケーブルの緊張はコンクリートの圧縮強度が 300 kg/cm^2 を越してから行った。先に鉛直ケーブルの緊張を行い、後に円周を一周するよう 4 ケーブルを同時に緊張した。

(6) 柱 工

柱は一般 R C と同様であるので特に記すことはない。コンクリートの 1 段の打上げ高さを 3 m とし、コンクリート木製パネル型枠を用いた。

コンクリートの配合は底版工と同じで、4 週圧縮強度は $336 \sim 342 \text{ kg/cm}^2$ 、平均 340 kg/cm^2 であった。

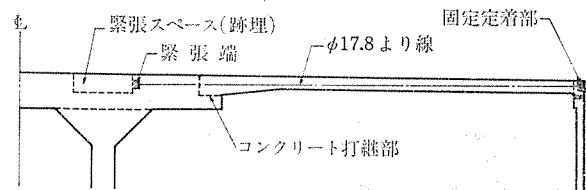


図-16 屋 根 工

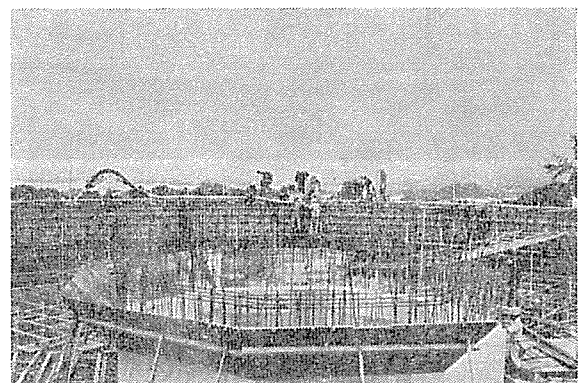


写真-7 八 角 柱

表-4 コンクリート配合と 4 週圧縮強度

設計基準強度 (kg/cm^2)	W/C (%)	S/A (%)	セメント (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和剤 (g)	スランプ (cm)	空気量 (%)	4 週圧縮強度 (kg/cm^2)	周 平 均 (kg/cm^2)
300	52.0	41.5	350	182	713	1085	875	10 \pm 2	2~4	313~342	332

注): 粗骨材本部産 20mm 以下、細骨材金武産 1.2 以下、ポゾリス No. 8、三菱ポルトランドセメント

表-5 コンクリートの配合と 4 週圧縮強度

設計基準強度 (kg/cm^2)	W/C (%)	S/A (%)	セメント (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和剤 (kg)	スランプ (cm)	空気量 (%)	4 週圧縮強度 (kg/cm^2)	同 平 均 (kg/cm^2)
350	44.0	39.4	432	190	639	1080	1080	10 \pm 2	2~4	377~397	386

注): 使用材料は底版工と同じ



写真-8 屋根スラブの配筋

(7) 屋根工

このフラットスラブの施工は、半径放射方向にPCケーブル(φ17.8 PC鋼より線緊張力27.5t)を配置してプレストレスを導入したものである。中央の八角柱の柱頭部を先に施工し、後にスラブ部を施工した(図-

16)。

コンクリートの配合は壁体工と同じで、4週圧縮強度は396~402 kg/cm²、平均399 kg/cm²であった。

5. おわりに

このPCタンク的设计、施工にあたり多方面にわたる関係者のお世話になりました。特に底版部コンクリートのプレストレス測定試験においては琉球大学土木工学科大城武教授のご指導を賜りました。ここに厚くお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 猪股俊司: プレストレスト コンクリートの設計および施工
- 2) 川股重也, 原 尚, 杉浦勝治: 構造設計データブック
- 3) W.S. Gray: Reinforced Concrete Water Towers, Bunkers, Sicos, and Gantries
- 4) Timoshenko: Theory of Plates and Shells

1975.11.12・受付

PC くい基礎の最近の進歩

—PC くい正しい使い方—

体 裁: A4判 246 ページ
 定 価: 2000 円(会員特別頒価 1800 円) 送料 300 円
 内 容: 1) PC くい, 2) PC くい基礎の設計, 3) PC くいの施工, 4) 超高強度コンクリートくい, 5) 超大径くい

PC 用 油 圧 機 器 の 総 合 メ ー カ ー



製造元

K.K 平林製作所

京都市宇治市槇島町目川8
TEL 宇治(0774) 22-3770番

センターホールジャッキ・モリプラー
PAT.No. 467154

住友 DWジャッキ
PAT.No. 226429

発売元

草野産業株式会社

本 社
大阪市東区備後町1丁目11番地
TEL 大阪(261)~8710・8720

東京事務所
東京都千代田区神田錦町3丁目21番地
柴田錦橋ビル TEL (201)~3546