

アルジェリア PC サイロ工場の設計・施工管理

田 中 義 則*

1. ま え が き

1980年10月、エル・アスナム市が26年ぶりの直下型地震に見舞われたのはまだ記憶に新しい。

エル・アスナムの南西200km離れたサイダに当セメント工場は建設された。アルジェリアでは1970年工業化重点政策に基づき大型セメントプラントが計画建設され、最新設備をもつ工場が完成し、現在9工場が操業中で、年間生産能力は900万tに達している。

サイダセメント工場は年産50万tの生産能力を持ち1975年着工し、1978年10月完成した。当プラントのホモサイロの設計と施工については報告¹⁾済みであるので、今回は構造形式の異なるセメントサイロの設計と施工管理について報告する。なお本サイロはフランス規格^{2),3)}に基づき設計されたものである。

2. 工 事 概 要

プラント名：サイダセメント工場
 発注者：SNMC (Société National des Matériaux de Construction)
 コンサルタント：LCE (Lafarge Conseil Et Etudes (France))
 工事元請者：KHI (Kawasaki Heavy Industries Ltd.)
 施工者 (Civil)：EGC (Entreprise des Genie Civil)

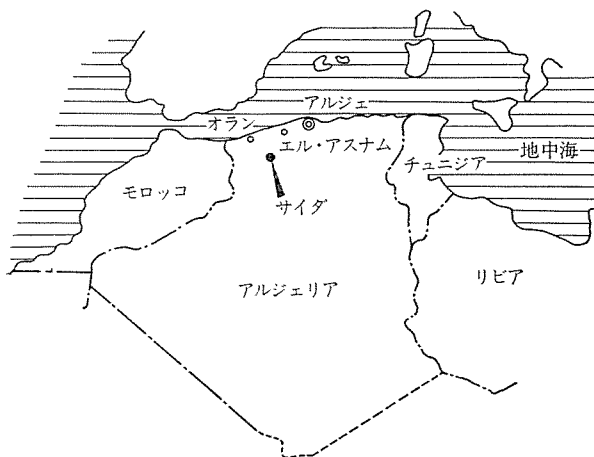


図-1 位置図

* 八千代エンジニアリング (株) 構造第一部

(Argerie))

設計審査 (Civil) : CTC (Controle des Technique de la Constriction (Argerie))

サイト位置：アルジェリア国サイダ市
 工期：1975年3月～1978年10月

3. セメントサイロ

3.1 構造物の概要

本セメントサイロは1基当り5000tの有効貯蔵容量を持ち、5基がそれぞれ独立した構造となっている。

セメントの搬入、排出はニューマチックコンベアによって行われる。サイロ槽内には、排出促進装置として直径5mのコーン型ミキシングチャンバーが設置されている (図-2)。本サイロの構造的特徴は、その重量にもかかわらずセメントに貯蔵部 (シリンダー部) が、約15mの高さの鉄筋コンクリートラーメンと一体構造となっていることである。これはサイロ本体直下のラーメン架台部にセメント出荷設備が集約配置されたことによるものである。ラーメン架台部はセメント充てん時と空虚時の応力変動、不等沈下を避けるため、各々分離独立した構造となっている。

3.1.1 構造物諸元

シリンダー部内径：15.000 m
 “ 外径：15.500 m
 “ 壁厚：25 cm
 高さ (GL±0より)：43.300 m
 RC 架台部 18.800 m
 PC サイロ部 27.000 m

3.1.2 構造形式

基 礎：鉄筋コンクリート場所打ち杭
 ラーメン架台部：鉄筋コンクリート構造 (RC)
 シリンダー側壁：プレストレストコンクリート構造 (PC)
 屋 根
 主 梁：鋼構造 (SS)
 ス ラ ブ：鉄筋コンクリートプレキャスト構造

3.1.2 材料強度

コンクリート (CPA 325 級セメント使用)
 PC 部材： $\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$

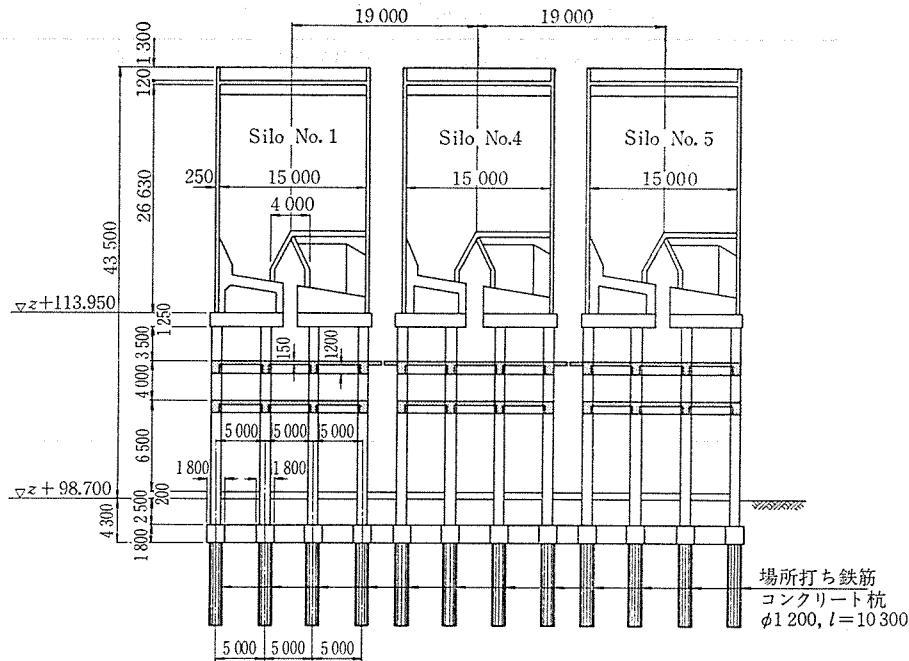


図-2 一般構造図

RC 部材

架台部 : $\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$ (含む屋根スラブ)

基礎部 : $\sigma_{ck} = 230 \text{ kg/cm}^2$

鉄筋 (高付着力鋼を用いる)

HA 12~20 FeE 42 $\sigma_{en} = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_{sa} = 2/3 \sigma_{en}$$

HA 22~32 FeE 40 $\sigma_{en} = 4000 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_{sa} = 2/3 \sigma_{en}$$

PC 鋼材 (CPC (Cahier des Prescription, Commues)

facille N° 4 による)

呼び径 : $12\phi 7 \text{ mm}$ (フレシネーケーブル)

引張強度 : $T_G = 159 \text{ kg/mm}^2$

降伏点強度 : $R_G = 142 \text{ kg/mm}^2$

レラクセーション : $\varphi_{1000} = 2.0\%$

$$\varphi_{3000} = 2.5\%$$

3.2 側壁の設計

3.2.1 側壁に作用する荷重

(1) 貯蔵物による粉体圧

側壁に作用する粉体圧は、静的圧力のみならず、セメントの投入、排出、アーチ作用およびその崩壊、偏心排出エアレーションによる貯蔵粉体の液状化による圧力増大 (over pressure) を考慮しなければならない。

静置時における粉体圧は、一般に次に示す Janssen 式によって求められる。

深さ $z(\text{m})$ における水平方向圧力 (P_h) は、

$$P_h = \frac{r \cdot A}{\lambda \cdot \mu \cdot U} [1 - e^{-\lambda \mu U z / A}] \dots \dots \dots (1)$$

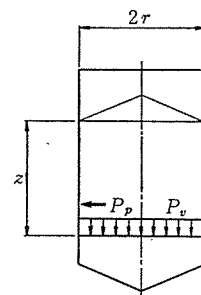


図-3

ここに、

P_h : 貯蔵粉体圧 (t/m)

r : 貯蔵物単位体積重量 (t/m³)

U : サイロ内のり周長 (m)

μ : 貯蔵物とサイロ壁との間の摩擦係数

A : サイロ内のり断面積 (m²)

λ : 側圧係数 (P_h/P_v)

λ は一般にランキン土圧より (2) 式で求められる。

$$\lambda = \frac{P_h}{P_v} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、

ϕ : 貯蔵物の内部摩擦角

近年投入設備の進歩による投入能力の大型化が進み、大きな投入速度で投入された場合には、Janssen 理論値の数倍の粉体圧が生じる。排出時の粉体圧も、多くのサイロの圧力測定結果から、上記理論値の数倍に達することが判明してきた。そこで各国の貯槽設計基準は、側圧

表-1 セメントの $\gamma, \phi, \mu, \lambda$ の比較 (セメント)

力学常数	状 態	DIN 1055, Blatt 1 (ドイツ)	SNBATI 1975 (フランス)	TY 124-56 (ソ 連)	ヤンセン式
1. 単位体積重量 γ (t/m ³)		1.7	1.5*	1.6	—
2. 内部摩擦角 ϕ (度)		20	28	—	—
3. 壁面摩擦係数 μ	充てん時	$\tan 0.75 \phi$	B $0.8 \tan \phi^{**}$	0.58	$\tan \phi$
	排出時	$\tan 0.6 \phi$	$0.8 \tan \phi$		
4. 側圧係数 $\lambda = \frac{P_h}{P_v}$	充てん時	0.5	$\lambda_1 = \frac{1-m \sin \phi}{1+m \sin \phi}$	0.33	$\frac{1-\sin \phi}{1+\sin \phi}$
	排出時	1.0	$\lambda_2 = \cos^2 \phi$ or $\lambda'_1 = 1.4 \lambda_1$		
5. 割増し係数 (over pressure)	水平圧力 P_h	$P_h = 0.6 \gamma \cdot h$	1.35	1.3	—
	鉛直圧力 P_v	底辺に対し $2 P_v$	1.15	1.3	

(備考) * 平均貯蔵高 $h=10\text{m}$ 以上の時, 次式にて γ (t/m³) を補正

$$\gamma' = \gamma \cdot \left(1 + \frac{h-10}{500}\right)$$

- ** 壁の種類により異なる
 A: RC 水平みぞ付き
 B: " 打放し
 C: " 塗装
 D: " 金属

係数 (λ) を内容物の状態 (投入時, 排出時), 排出機構によって変化させている (表-1)。本サイロはドイツ規準 (DIN 1055, Blatt 6) によって粉体圧を算定した。

(2) その他荷重

- 1) セメントの温度 $T_c = 90^\circ\text{C}$
- 2) 外気温 $T_{\max} = 50^\circ\text{C}$
 $T_{\min} = 0^\circ\text{C}$
- 3) コンクリートの乾燥収縮度

3.2.2 側壁断面力

上記荷重による側壁断面力は, 円筒シェルの膜応力解と曲げ応力解の和として求められる。側壁と底版の結合条件は, 貯蔵物物性, 現地における資材調達条件等を考慮し, 客先コンサルタント (L.C.E) と協議のうえ, 固定とした。側壁上端は屋根主梁の片側を可動とし, フリーとした。

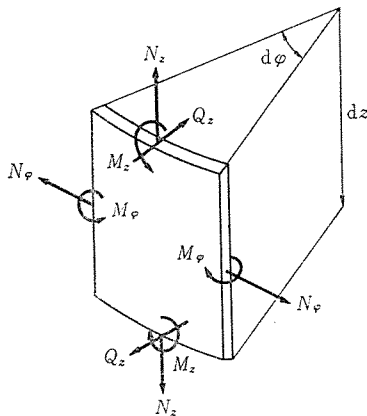


図-4

1) 記号

- N_ϕ : 円周方向軸力 (t/m)
- N_z : 鉛直方向軸力 (t/m)
- M_ϕ : 円周方向曲げモーメント (tm/m)
- M_z : 鉛直方向曲げモーメント (tm/m)
- Q_z : 法線方向せん断力 (t/m)
- w : 法線方向変位 (m/m)

2) 膜応力解に断面力

a) サイロ粉体圧

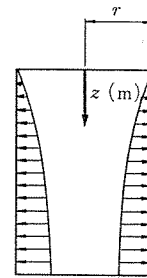


図-5

$$N_{\phi 0} = r \cdot \max P_h \cdot (1 - e^{-z/z_0})$$

$$z_0 = \frac{A}{\mu \cdot \lambda \cdot U} \quad \max P_h = r \cdot \lambda \cdot z_0$$

$$N_{z 0} = M_{\phi 0} = Q_{z 0} = 0$$

$$w_0 = \frac{r}{d} \cdot N_{\phi 0}$$

b) 付加荷重 ΔP_h (t/m): 底版部の粉体圧の減少

$$N_{\phi 0} = -r \cdot \Delta P_h \times \{z - (h - \Delta h)\}$$

$$w_0 = \frac{r^2}{d} \cdot \frac{\Delta P_h}{\Delta h}$$

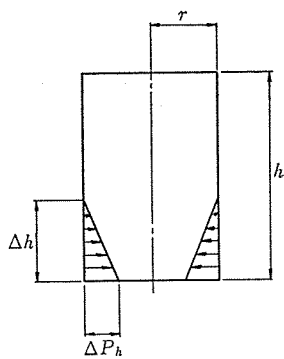


図-6

$$N_{z0} = M_{\varphi 0} = M_{z0} = Q_{z0} = 0$$

c) 温度差 ΔT

$$M_{\varphi 0T} = M_{z0} = -\frac{1}{12} \cdot E_c \cdot d^2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\sigma_c = \sigma_T = -\frac{1}{2} \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

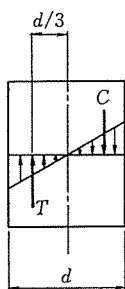


図-7

d) 乾燥収縮 ε_s

$$w_0 = r \cdot \varepsilon_s$$

$$N_{\varphi 0} = N_{z0} = M_{\varphi 0} = M_{z0} = Q_{z0} = 0$$

3) 曲げ応力解

板厚一定の軸対称円筒シェルの基礎方程式は次式となる。

$$\frac{d^4 w}{dz^4} + \frac{4}{L^2} \cdot w = \frac{Z}{K} \dots\dots\dots(3)$$

ここに,

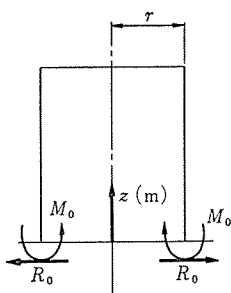


図-8

$$K = \frac{E \cdot d^3}{12} \quad (\text{シェルの曲げ剛度})$$

$$L = \sqrt{\frac{r \cdot d}{\sqrt{3}}} \quad \eta = \frac{z}{L}$$

Z: 荷重 (t/m²)

(3) 式的一般解は,

$$w = e^\eta (C_1 \cos \eta + C_2 \sin \eta) + e^{-\eta} (C_3 \cos \eta + C_4 \sin \eta) + f(z)$$

図-8 に示すような下端固定の円筒シリンダの端部に曲げモーメント (M_0), 反力 (R_0) が作用した時の上式の逐時導関数, 断面力は次式となる。

$$w = \frac{L^3}{2K} \left(\frac{M_0}{L} \cdot \beta_3 - \beta_1 \right)$$

$$\frac{dw}{dz} = \frac{L^2}{2K} \left(\frac{2}{L} \cdot M_0 \cdot \beta_1 - R_0 \cdot \beta_4 \right)$$

$$\frac{d^2 w}{dz^2} = \frac{-L}{2K} \left(\frac{2}{L} \cdot M_0 \cdot \beta_4 - 2 R_0 \cdot \beta_2 \right)$$

$$\frac{d^3 w}{dz^3} = \frac{1}{K} \left(\frac{2}{L} \cdot M_0 \cdot \beta_2 + R_0 \cdot \beta_3 \right)$$

$$M_z = K \left(\frac{d^2 w}{dz^2} \right), \quad Q_z = \frac{d(M_z)}{dz} \text{ より}$$

$$\left. \begin{aligned} N_\varphi &= \frac{E \cdot d \cdot L^3}{2 K r} \left\{ \frac{1}{L} M_0 \cdot \beta_3 - R_0 \cdot \beta_1 \right\} \\ M_z &= M_0 \cdot \beta_4 + L \cdot R_0 \cdot \beta_2 \\ Q_z &= R_0 \cdot \beta_3 - \frac{2}{L} M_0 \cdot \beta_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(4)$$

ここに,

$$\beta_1 = -2 \sqrt{3} \cdot e^{-\eta} \cos \eta$$

$$\beta_2 = e^{-\eta} \sin \eta$$

$$\beta_3 = e^{-\eta} (\sin \eta - \cos \eta)$$

$$\beta_4 = e^{-\eta} (\sin \eta + \cos \eta)$$

シリンダ下端における膜応力によるひずみ (w_0) とたわみ角 $\left(\frac{dw}{dz} \right) = 0$ の境界条件より, M_0, R_0 は各々の荷重に対して次のように表わされる。

a) 粉体圧

$$M_0 = \frac{1}{2} L^2 \cdot \max P_h \left[1 - \left(1 - \frac{L}{z_0} \right) K \right]$$

$$R_0 = L \cdot \max P_h \left[1 - \left(1 - \frac{L}{2 z_0} \right) K \right]$$

b) 付加荷重

$$M_0 = -\frac{1}{2} \cdot L^2 \cdot \frac{\Delta P_h}{\Delta h} [\Delta h - L]$$

$$R_0 = -\frac{1}{2} \cdot L \cdot \frac{\Delta P_h}{\Delta h} [2 \Delta h - L]$$

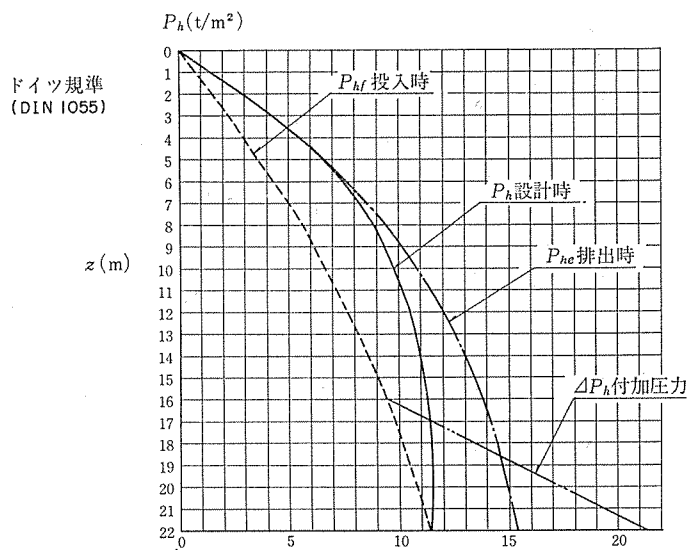
c) 乾燥収縮

$$M_0 = \frac{1}{z \cdot r} \cdot L^2 \cdot E \cdot d \cdot \varepsilon_s$$

d) 温度差 ΔT

$$M_0 = R_0 = 0$$

水平圧力



断面力

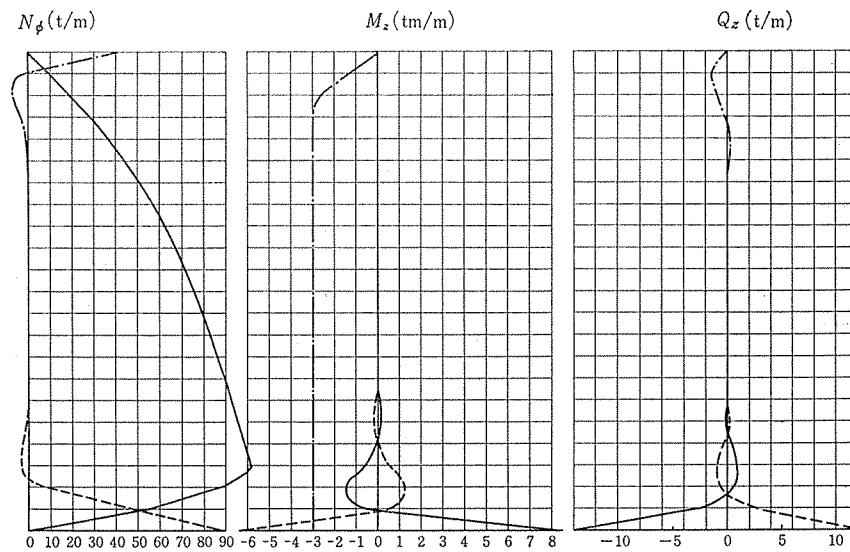
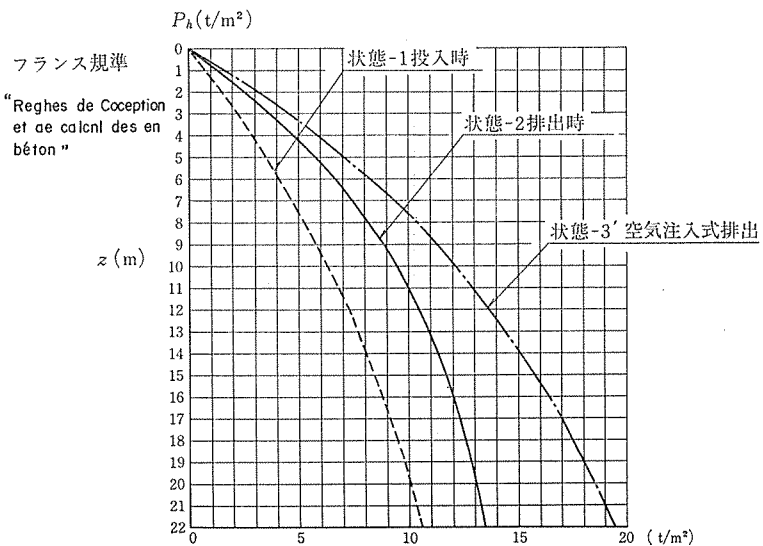
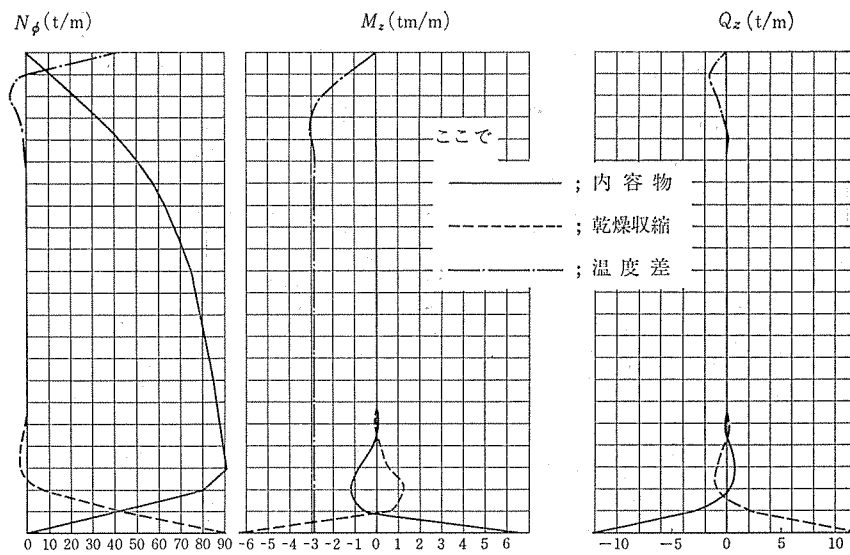


図-9 側壁断面力

高さ z (m) における側壁断面力は、膜応力解と曲げ応力解の和として求められる。

$$\begin{aligned} \Sigma N_{\phi} &= N_{\phi 0} + N_{\phi} \text{ (t/m)} \\ \Sigma M_z &= M_0 + M_z \text{ (tm/m)} \\ \Sigma Q_z &= Q_0 + Q_z \text{ (t/m)} \end{aligned}$$

図-9 に計算結果を示す。SNBATI 1975 の方が DIN 1055 より約 10%程度大きめの断面力となっているが、これは CCBA 68⁷⁾ による荷重係数 (1.2) が、粉体圧に乗じられているからで、粉体圧はほぼ等しい。

3.2.3 プレストレス

図-7 の円周方向軸力 (N_{ϕ}) による引張応力に対し、 5 kg/cm^2 の圧縮応力を残すようにプレストレスを与えた。PC 鋼線はサイロ径、壁厚、配置ピッチを考慮して $12 \phi 7 \text{ mm}$ フレシネーケーブルを用いた。PC 鋼線の最大ピッチは側壁上端において 80 cm とした。温度差応力 ($M_{\phi 0 T}$) に対しては円周方向鉄筋 (HA 16) を外側に配置した (図-11)。

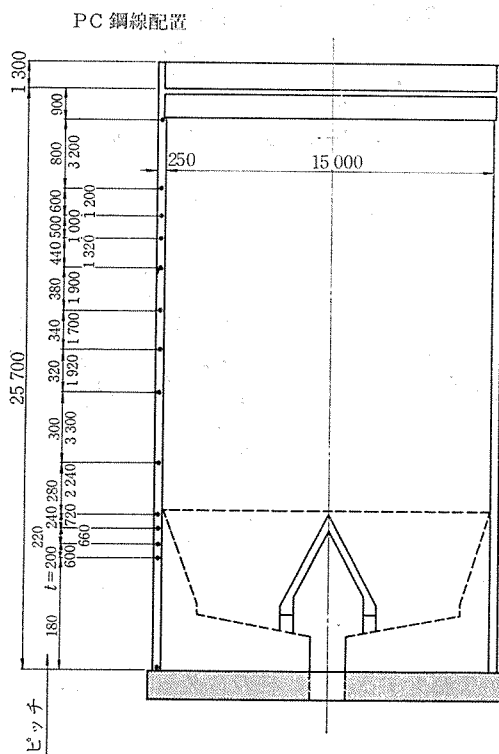


図-10 側壁 PC ケーブル配置図

鉛直方向の最大応力は、プレストレス導入時に側壁下端において生じる。この応力は、セメント充填時には粉体圧による応力と相殺するため短期荷重扱いとし鉄筋量を算定し、HA 25 mm を外側に配置した。一般に PC 構造の場合、鉄筋の配置は軽視される傾向があるが、部材厚の薄いシェル構造のサイロの場合、鉄筋径、配置 (側壁内側と外側で鉄筋量を変える) について十分留意しなければならない。なお PC 定着リブは 4 個所とし、その

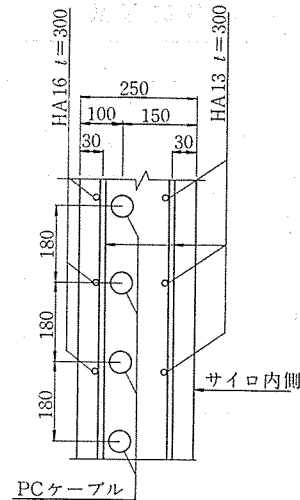


図-11 側壁配筋詳細図

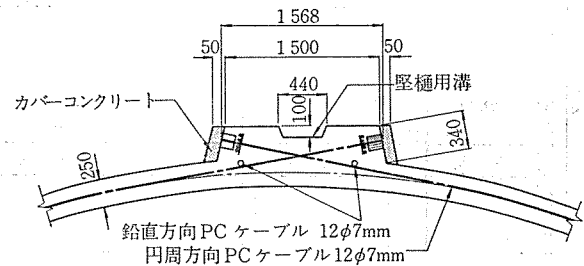


図-12 PC ケーブル定着部

詳細を 図-12 に示す。リブ中央部の溝は屋根排水のために設けたものである。

3.3 基礎および架台部の設計

3.3.1 基礎の安定計算

(1) 地震震度

PS 69 (Porasismique 69) によれば地震震度は次式で表わされる。

$$\sigma_H = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \delta$$

ここに、

- α : 強度係数 (地域別係数でサイダでは $\alpha=0.5$)
- β : 応答係数
- γ : 分配係数
- δ : 基礎係数 (表-2)

固有周期 (T)、分配係数 (γ) は、サイロおよび架台部を 図-13 に示すモデル化し、電算により求めた。設計地震震度を表-3 に示すが、我が国の地震震度の $1/3$ 程度である。参考までにエル・アスナム地方の α は 1.5 である。

(2) 基礎形式の選定

当該地盤は表層より 10 m 程度は過圧密粘土で、その下層に泥灰質粘土 (Marne) と砂岩層 (Gres) の互層を成している。設備機器に対する圧密沈下の影響をさけるため、杭基礎を採用し、根入れ深さは支持層の砂岩層に

表-2 基礎係数(δ)

	地盤種別			
	A 岩盤	B 普通に締まった地盤	C 流動的でかなり含水比の高い地盤	D 飽和状態のシルト、粘土
1) 浅い独立基礎	1.0	1.15	1.25	
2) 地中壁上の基礎	0.9	1.00	1.15	
3) フーチング		1.00	1.10	1.20
4) 地盤, B, C, Dに打ち込まれた杭		1.10	1.15	1.30
5) 摩擦角		1.10	1.30	

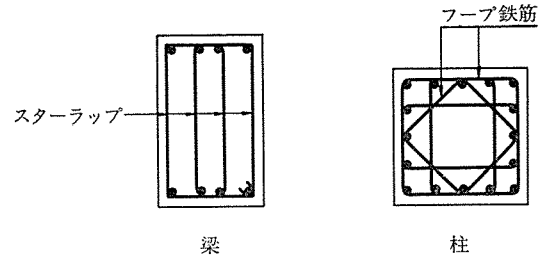


図-14

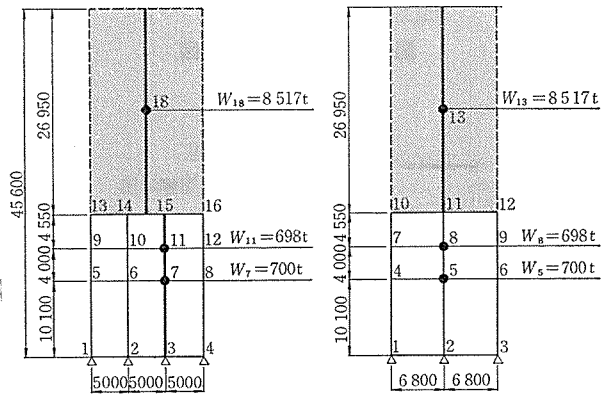


図-13 固有周期解析モデル

杭径 ($D=1.2\text{ m}$) だけ貫入させた。杭1本当りの許容支持力は、常時 500 t とし、現場載荷試験を行い確認した。基礎形式の選定およびその許容支持力は、地盤性状の正確な把握は勿論であるが、技術者の経験的知識によって決定されることが多い。海外工事の構造物基礎の形式、および地耐力等がなかなか決まらないケースが多いが、土質調査法(標準貫入試験と動的貫入試験)の違いや、当該地盤に対して馴じみがないことが一因となっているように感じた。

(3) 架台部の設計

セメントサイロを支持する架台部は、通常の鉄筋コンクリート構造で、設計上特筆すべきことはないが、CC-BA 68 の配筋規定とひび割れを考慮した鉄筋の許容値

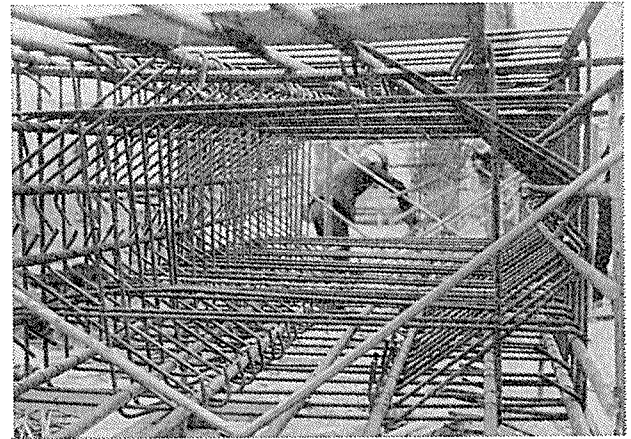


写真-1 組立て中の柱鉄筋



写真-2 地中梁のスターラップ

について紹介する。梁、柱のスターラップにせん断耐力を高めるため、主筋と連結されていなければならない。本サイロ架台部のように主鉄筋(HA 32)が 10 cm ピ

表-3 地震震度の計算

節 点	Y-Y 方向					X-X 方向				
	α	β	r	δ	σ_H	α	β	r	δ	σ_H
13,17	0.5	0.104	0.993	1.1	0.057	0.5	0.117	1.003	1.1	0.065
8,11	0.5	0.104	0.683	"	0.045	0.5	0.117	0.753	1.1	0.051
5,18	0.5	0.104	0.527	"	0.036	0.5	0.117	0.627	1.1	0.043
備 考	$T_1=1.022$ (充填時) $\beta = \frac{0.105}{\sqrt[4]{T_1^3}} = 0.104$					$T_1=1.158$ (充填時) $\beta = \frac{0.105}{\sqrt[4]{T_1^3}} = 0.117$				

ッチに配置されている場合、その配筋状態は写真-1 のようになり、鉄筋組立て作業や、日本に比べて低スランプ (8 cm~12 cm) のコンクリートの打設が難しくなる傾向があり、部材のディメンションと配筋のバランスについて考えさせられた。

ひび割れを考慮した鉄筋の引張応力度は (5) 式により求められるが、これは使用鉄筋の降伏点強度が非常に高いため、許容値を鉄筋径、鉄筋のかぶり、コンクリートの引張強度および構造物の種類により規定したものである。

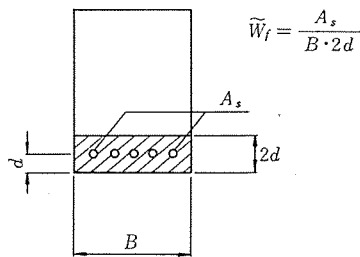


図-15

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= K \cdot \frac{\eta}{\phi} \cdot \frac{\tilde{W}_f}{1 + 10 \tilde{W}_f} \\ \sigma_2 &= 2.4 \sqrt{\frac{\eta}{\phi} \cdot K \cdot \bar{\sigma}_b} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

表-4

構 造 物	例	K
1. 特に水密性を必要とする	水槽, サイロ	0.5
2. 普通の水密性を必要とする	普通建物	1.0
3. 水密性を必要としない	基礎	1.5

ここに、

K: 構造物の水密性による係数 (K=1.5)

$\bar{\sigma}_b$: コンクリートの参考引張強度

η : 鉄筋の付着係数 異形鉄筋 (1.6)

普通丸鋼 (1.0)

ϕ : 鉄筋径 (mm)

3.4 屋根の設計

屋根構造はスライディングホームの構造や、大型クレーン等、施工法を考慮して設計されなければならない。屋根主梁をスライディングフォームと同時に揚上し、作業足場として利用する場合には、ヨークとジャッキの能力にもよるが、通常、主梁は鉄骨材となる。設計開始当時は施工業者の EGC と施工法について協議する機会もなく、オリジナル設計は大型タワークレーン架設による PC 梁と RC プレキャスト床版構造とした。しかしその後大型タワークレーンの調達ができず、LCE の要請により PC 梁を鉄骨梁に変更した (図-16)。

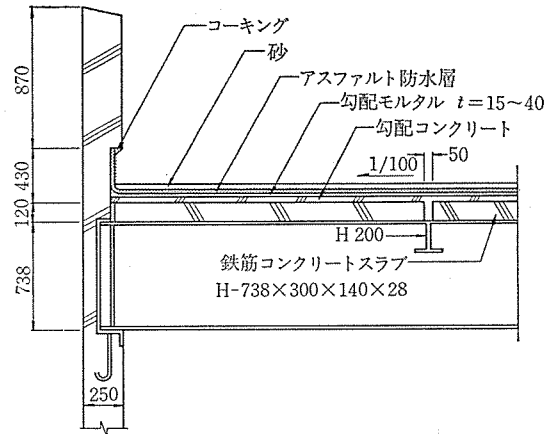


図-16 屋根プレキャスト RC スラブ

4. 現場施工管理

4.1 現場概要

本プラントは KHI の完全なフルターンキーではなく、土建工事の施工は EGC が請け負い、設計・施工管理は KHI の業務範囲となっていた。EGC の施工能力は、工事内容に比べ技術的にも資機材の面でも不足気味で、工程、および品質確保のため、日本人技術者が直接工事に従事し、変則的現場管理となったのが実状である。スライディングフォーム工事については報告¹⁾済みであるのでここでは省略する。現場組織表を図-17 に示す。

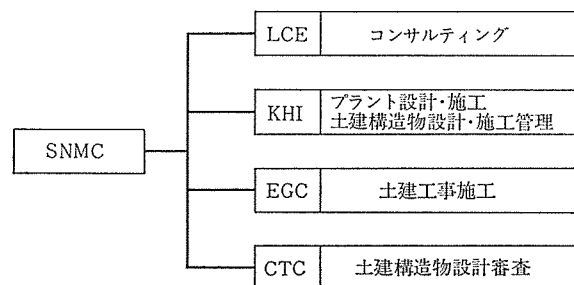


図-17 現場組織図

4.2 プレストレッシング

4.2.1 緊張計画

国内 PC 工事の場合、緊張計画 (緊張計画や導入力、摩擦測定等) は、詳細設計者と施工者が同じである場合が多いので、施工者によって立案されるのが通常と考えられる。当現場では、計画立案はすべて、設計・施工管理者である我々が行ったが、当然のこととはいえ、施工における設計の位置付けが明確にされている点を感じた。

4.2.2 緊張順序および管理

緊張順序は 図-18 に示すように、サイロ下端より開始し、リブ A, D に移し上端より下端方向に緊張する

表-5 緊張管理シート (サイダセメントサイロ緊張管理報告書より)

S.T.U.P. - Procédés Freyssinet, 66, Route de la Reine, 92100 Boulogne - 603-32-20

ENTREPRISE : De MEYER Ouvrage : Silo Ciment Page No 2
 Date : _____ Conducteur Responsable : Hotton

Elément N° _____ Bétonné le <u>31-Jan 26</u> Cable N° <u>756</u> Type <u>12</u> φ <u>7</u> Acier = Provenance _____ Lot No _____ Livré le _____ Gaine φ _____ Nature _____ Manomètres N° <u>8523 (B)</u> et <u>8865 (D)</u>					Elément N° _____ Bétonné le <u>21-Jan 26</u> Cable N° <u>160</u> Type <u>12</u> φ <u>7</u> Acier = Provenance _____ Lot No _____ Livré le _____ Gaine φ _____ Nature _____ Manomètres N° <u>8523 (B)</u> et <u>8865 (D)</u>						
Pression Bars	Allongements obtenus (mm)				Corrigé	Pression Bars	Allongements obtenus (mm)				Corrigé
	Côté <u>B-D</u>	Côté <u>D-G</u>	Total				Côté <u>B-d</u>	Côté <u>D-d</u>	Total		
200/50	8	12	20		20	200/50	9	12	21		
400						400					
Po	62	78	140		160	Po	72	78	150		
V. V.	52	65	117		137	V. V.	62	66	128	149	
Différence	10	13				Différence	10	12			
Pressions prévues Tension		Allongements prévus		140 mm		Pressions prévues Tension		Allongements prévus		140 mm	
400		300		Blocage		400		300		Blocage	
		OBS						OBS			

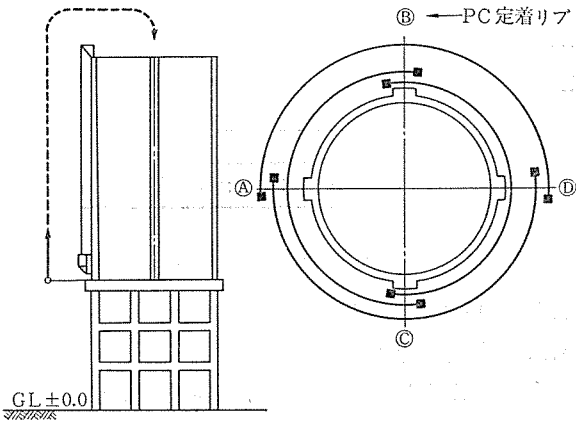


図-18 緊張順序

ものとした。これは緊張器具 (ジャッキ, 緊張用ゴンドラ) の台数が2台しかなく, やむを得ずとった方法で, 本来なら4台もしくは8台のジャッキでプレストレスが偏圧になることなく導入されるべきである。

緊張計算に用いた諸数値は以下のとおり。

- 1) PC 鋼材ヤング係数 $E_p = 2.07 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- 2) 摩擦係数 $\lambda = 0.003$

3) 角変化1ラジアン当りの摩擦 $\mu = 0.23$
 参考までに STUP 社の (Societe Technique de la precontrainte) 管理シートを 表-5 に示す。

4.3 屋根鉄骨梁の架設

屋根鉄骨梁は主梁 (800 H) と小梁 (200 H) を各わせ総重量 10t 余りあるが, 高所作業を避けるため, サイロ脇で地組みの後, トラッククレーン (100t) で架設した (写真-3)。RC プレキャスト床版は現場内に設けた

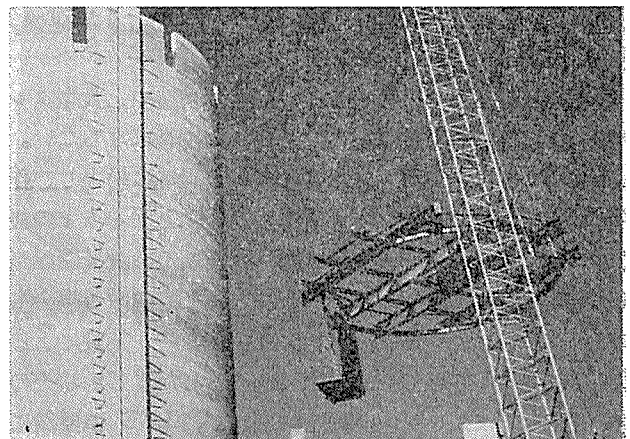


写真-3 架設中の屋根の鉄骨梁

ヤード上で、サイロ1基分を一度に製作し(写真-4)、当該サイロにタワークレーンにて鉄骨梁上に架設、間詰めコンクリートを打設した(写真-5)。



写真-4 製作ヤード上の屋根 RC プレキャスト床版

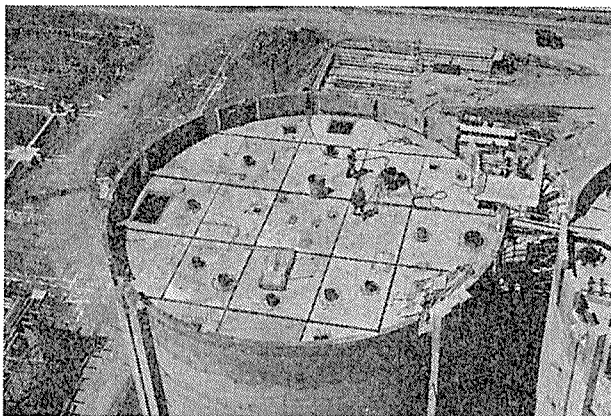


写真-5 セット完了した RC プレキャスト床版

5. あとがき

当プラントの土建構造物設計の審査機関である CTC は、本部をアルジェに置き、オラン、コンスタンチンに支局がある。アルジェリアの近代化政策に伴う建設工事

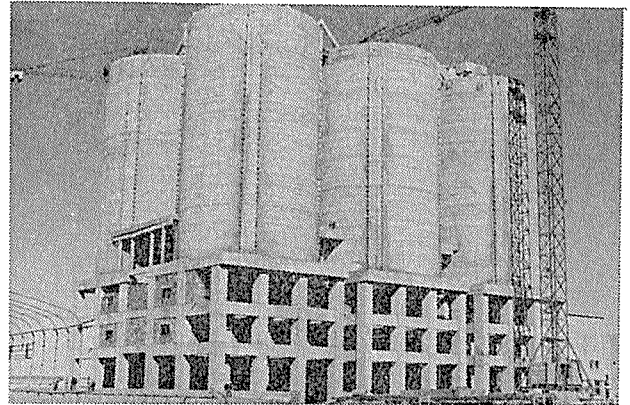


写真-6 完成したセメントサイロ

の増加で、CTC のエンジニアの机の上には、設計図書が山のように積み上げられていた。実際に設計図書の審査にあたるエンジニアはフランス人や東欧圏の人達が多いようである。言葉の違いや設計思想の相違で意志の疎通を欠くこともあったが、設計図書を通じて、約1年間接触している間に、技術者同志の共通意識が持てるようになった時のことを今も記憶している。最後に設計・施工管理に従事する間、常に御指導いただいた川崎重工(株)サイダ作業者の皆様に深謝する次第です。

参考文献

- 1) 田中義則：サイダセメント工場PCサイロの設計と施工、プレストレストコンクリート、Vol. 20, No. 5
- 2) DIN 1055, Blatt 6, Blatt 1
- 3) SNBATI : Règles de Conception et de Calcul des Silos en béton, December 1975
- 4) Recommended Practice for Design and Construction of Concrete Bins, Silos and Bunkers for Strong Granular Materials, ACI Journal, 10/1975
- 5) Hans-Joachim : Beitrag zur praktrichen berechung kreizylindischer sthalbeton silos mit symmetrischer belastung, DIE BAUTECHNIK 7/1965
- 6) Règles CCBA 68, Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et conceptions en béton armé
- 7) Règles PS 69, Règles parasismiques 1969 et annexes

◀刊行物案内▶

プレストレスト コンクリート橋の設計・施工上の最近の諸問題

体 裁：A4判 116 ページ

定 価：1500 円 送 料：450 円

内 容：(1) PC橋の施工開始前の諸問題、(2) PC橋の工事ならびに施工管理について、(3) 新しいPC設計方法について、(4) 最近の話題の橋梁

お申込みは代金を添えて、(社)プレストレストコンクリート技術協会へ