

78-研(二)

沉箱配筋設計之研究

台灣省政府交通處港灣技術研究所
中華民國七十九年六月三十日編印

** Y 方向 彎 矩 **

NO		PQx^2	彎矩係數	內側	外側
1	I	13.910	-.0095	.00	.13
	II	13.910	-.0057	.00	.08
	III	13.910	.0000	.00	.00
2	I	13.910	.0235	.33	.00
	II	13.910	.0084	.12	.00
	III	13.910	-.0546	.00	.76
3	I	13.910	.0386	.54	.00
	II	13.910	.0108	.15	.00
	III	13.910	-.0802	.00	1.12
4	I	13.910	.0416	.58	.00
	II	13.910	.0106	.15	.00
	III	13.910	-.0842	.00	1.17
5	I	13.910	.0416	.58	.00
	II	13.910	.0104	.14	.00
	III	13.910	-.0839	.00	1.17
6	I	13.910	.0414	.58	.00
	II	13.910	.0103	.14	.00
	III	13.910	-.0834	.00	1.16
7	I	13.910	.0432	.60	.00
	II	13.910	.0105	.15	.00
	III	13.910	-.0852	.00	1.19

目 錄

一、前 言	1
二、以往之研究	3
三、設計系統概要	4
四、設計方法	10
五、底版之設計	24
六、側牆之設計	39
七、隔牆之設計	49
八、程式應用	54
九、結論與建議	131

一、前言

本研究乃港灣構造物設計自動化中，有關沉箱設計自動化研究之延續工作，在前沉箱設計自動化之研究中，主要之研究重點為如何選擇一最適宜之沉箱構造物。亦即以一整體之觀點來衡量沉箱基礎高程變化或堤頂高程及形狀之變化與沉箱大小之關係，並概估其工程費以作為求取經濟且適宜沉箱堤之參考。所以前次研究之重點為設計中稱為比較設計之部份，亦即比較在某一水深狀況下，求取滿足所需之設計條件所可能有的各種斷面型式及尺寸，而後依據其施工性、經濟性、工期等，決定一最適宜之斷面，作為設計之依據。

本研究即依據在前次研究中所決定之沉箱尺寸及型狀，進行更進一步之解析，亦即通常所稱之細部設計部份。由於細部設計之結果將提供作為未來施工之依據，因此設計之各階段均須予以詳述，同時鋼筋圖亦須依各部材分別予以繪出。最後計算所使用材料之數量，如此才能達到完全電腦化之目標。

由於異形沈箱及連結部沈箱隨條件之不同而有不同之檢討方法，因此本研究只涵蓋一般防波堤及碼頭的標準部份所使用之沈箱，同時本研究最大的目的並非僅係將以往人力所作之計算部份及判斷，單純的委由電腦去執行而已，重要的是在自動化設計之過程中，反過來檢討現行設計法之妥當性，在本次之研究中亦發現很多現存設計之問題點，但限於時間未能得以深入探討，仍以現行方式加以處理，此將留

待爾後再予深入研究。

根據至目前為止，本系統所得之結果與實例相比較，並無明顯之差異，所以在實用上，應具相當之可行性。

二、以往之研究

由於沉箱設計自動化程式之開發，不僅可節省大量之設計人力，同時，對設計水準之提昇，有很大的裨益，因此，凡是從事與港灣工程設計業務有關之單位，無不努力去開發此種應用程式，但由於在沉箱配筋設計過程中，理論計算結果與實際配筋方法並不完全一致，因此，至目前為止，大都採用分離作業，亦即，將理論配筋計算與配筋繪圖作業分開，首先計算理論配筋量，而後配合實際之情況再予以人工補正，然後將此經由人工補正之結果，輸入繪圖程式，所以最後所得之配筋圖，並非直接計算之結果，對設計人力之節省雖有所幫助，但並未完全達到設計自動化之目標。此為目前國內研究沉箱配筋設計之現況；至於在國外，日本港灣技術研究所自 1972 年開始進行港灣構造物設計自動化之研究，同時在 1975 年完成了有關沉箱配筋設計自動化之研究，提供日本運輸省直屬港灣局之應用(但不提供外界使用)，對提昇日本港灣設計之水準有很大之助益。

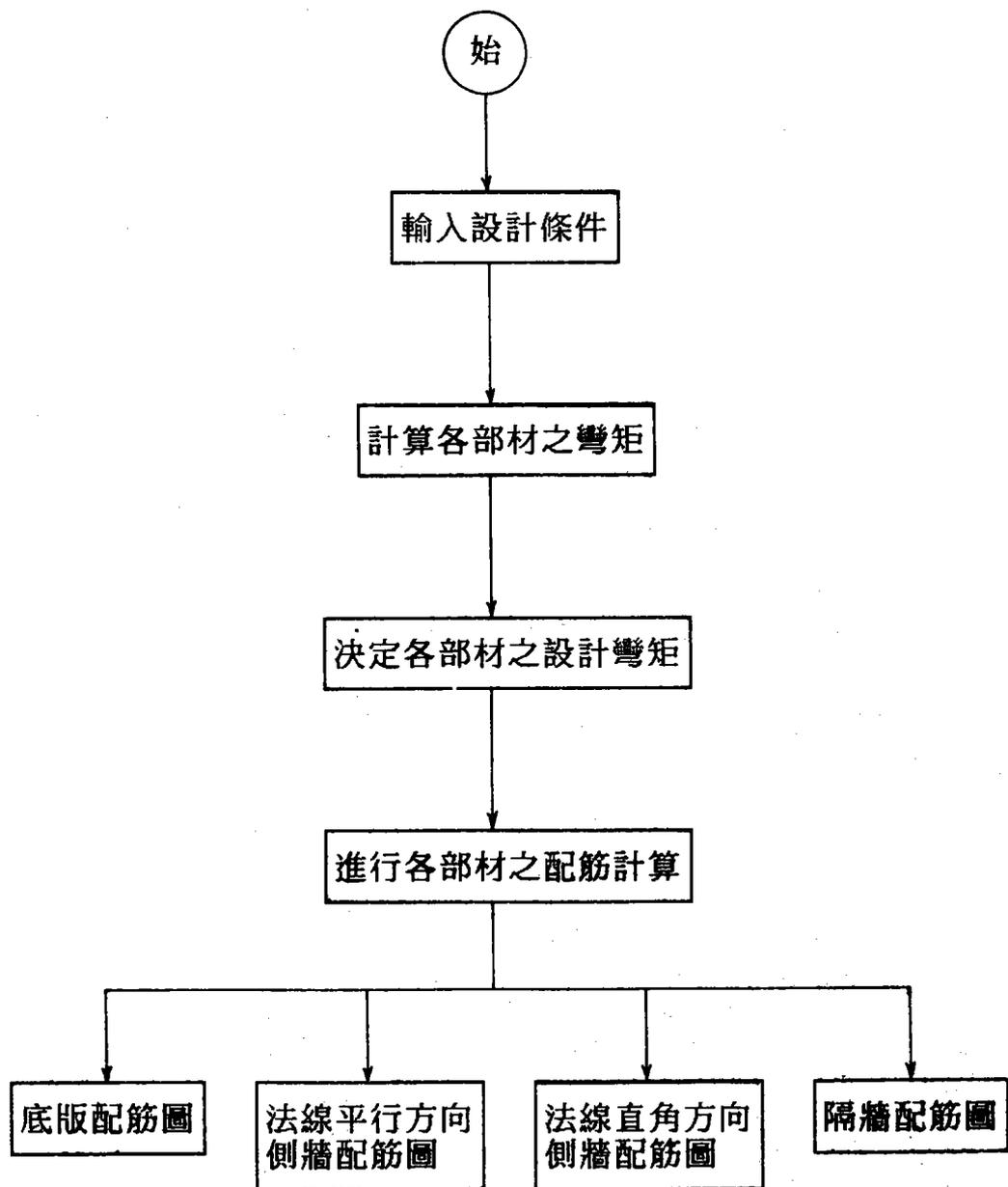
三、設計系統概要

由於本設計系統主要係針對防波堤及碼頭所使用之沈箱為對象，因此，為使本系統之使用範圍能儘可能涵蓋大多數之情況，首先必須決定一能適應大多數構造物之設計方法及使用頻率最多之沈箱形狀，至於其他較特殊之情況，則在將來以選擇性之方式加入程式中以供選擇。在目前設計方法原則上依據台灣省交通處所編“港灣構造物設計標準”為依據，而沈箱形狀亦以標準形為主，對於其他如開孔式沈箱，圓形沈箱等現階段暫不予檢討。

沈箱配筋設計時，最重要而且較困難之部份為配筋型式之選擇，安全、經濟雖為基本原則，但施工上之方便亦不能不予考慮，另外為充份發揮電腦之功能，因此本程式之底版配筋不採用以往之對稱配筋，而係依實際各版作用力之不同，分別加以配筋。

3-1 系統概要

本系統主要分為兩部份，即設計計算及配筋繪圖，設計計算主要是計算各部材所承受之外力，而後依各不同外力對部材所產生之彎矩，選擇對其影響最大者作為設計彎矩，再依設計彎矩配合前後關係，求取各區間所需之鋼筋間距、尺寸。配筋繪圖即依設計計算所得之結果進行配筋繪圖作業，並標示各種不同種類鋼筋及計算其使用數量，最後得一完整之細部設計結果，其概略流程如下：



另外，為方便程式之執行，本程式均以副程式加以執行，每個程式均不大於 60k，所以整個作業在一般 PC 上即可完成。全部計算及繪圖作業可在三小時內完成。

3-2 設計對象及範圍

1. 沉箱形狀

由於沉箱之形狀隨時代、地區之不同均有不同之變化，因此程式之開發必須選擇一使用最廣，而且又具合理之形狀，才能發揮其效果。在以往，有為了抵抗拖航時之水壓，而將沉箱側壁之下方，作為較厚之形狀，也有為減輕吃水，而將上部作的較薄，亦有側壁作成傾斜者，但隨著工程之增大，以及施工、製作上之困難，因此，沈箱主體逐漸演變成如下之形狀者佔大多。(如圖 3-1)。

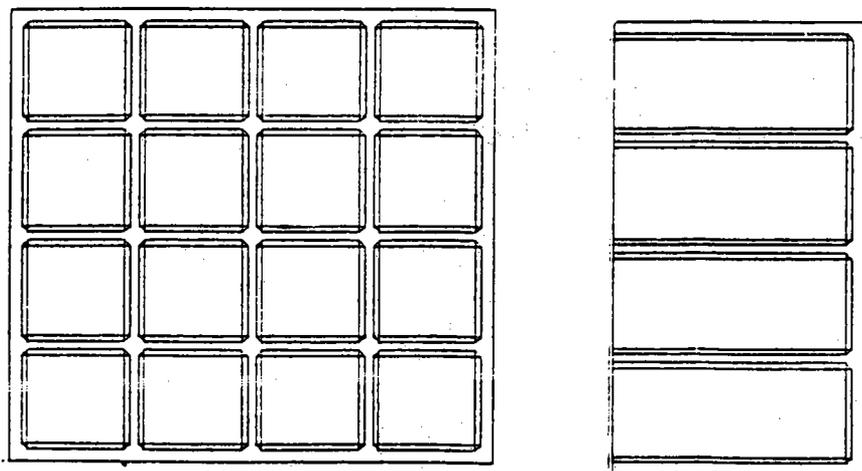


圖 3-1

本系統之設計對象亦採用如圖 3-1 般之形狀，其概要說明如下：

- (1) 底版與側壁、隔壁均成直角相交。
- (2) 同一部材均為等厚。
- (3) 每一接角均置拖扇 (Haunch)。
- (4) 側壁與隔壁成直角相交。
- (5) 基角形狀等厚，並置拖扇。
- (6) 沉箱大小、長度、寬度不限，但房間數限制在10個以內。

拖扇之目的，是使斷面增大，同時緩和交角部之應力集中現象。另外，近年來在波浪作用側之隔間蓋版混凝土，亦有見使用較厚者，但在此，均一律以相同大小之蓋版為對象。

2. 設計範圍：

本研究之設計計算及配筋繪圖範圍，乃通常所稱沉箱細部設計之部份，亦即，將在基本設計時所決定之沉箱形狀尺寸及各種設計條件當作輸入資料，而後進行以下之各項作業。

首先計算作用於沉箱各部材之外力，而後計算由此外力所產生之彎矩，再進行決定滿足構材所有部分所需鋼筋量之鋼筋間隔以及選擇鋼筋直徑，再以電腦繪製鋼筋配筋圖，並計算所須鋼筋數量。

沉箱之設計，依據設計基準係採用工作應力法，亦即使其容許之承載能力等於或超過沉箱所承受在各種可能情況下所發生之容許負荷。設計方法，係將各底版、側壁或隔壁均作獨立之版來設計。

3. 使用材料：

(1) 混凝土

對配筋設計直接影響的為混凝土之容許壓縮應力度、容許付著應力度，而此容許應力度乃是根據設計基準強度再依據構造物之性質、使用目的、構材尺寸、使用材料及品質管理程度而定，在以往，由於所採用之設計基準強度有一安全範圍均在 210-280 kg/cm²，所以本研究直接輸入容許應力度，而不以基準強度為準 ($\sigma_{ca} < \sigma_{ca}/3$)。

(2) 鋼筋

本研究所採用之鋼筋為竹節鋼筋，其與一般之鋼筋相比，由於與混凝土之裹握力較強，因此在鋼筋之錨定或接續時，不須另加彎鈎(Hooks)。目前一般實際使用也均採用竹節鋼筋為主。

鋼筋之容許拉力強度，則以 SD30 之 $\sigma_{sa}=1800\text{kg/cm}^2$ 與 SD35 $\sigma_{sa}=2000\text{kg/cm}^2$ 使用較多。

至於鋼筋之長度，則以不超過 9.5 公尺為準。

(3) 模板

模板之大小主要與現場混凝土之打設能力有關，在以往，由於考慮施工能力，因此，側壁直立鋼筋之連接面，均受混凝土打設能力所控制，因此亦影響現場模板之組立，目前，因採用滑動模板較多，所以，可不予考慮。

(4) 填充料

沉箱之填充料，雖然在很久以前均以混凝土填充者為多，偶而亦有放方塊或石頭的，但由於均不理想，因此，本系統以填充砂亦或近似粒狀材料為對象。

四、設計方法

沉箱配筋設計方法，在台灣省政府交通處所編『港灣構造物設計標準』有關預鑄混凝土構材之設計篇中已有詳細之論述。本系統亦以此為準，求出各種狀況下之作用外力，並計算作用於各構材之荷重，再根據此荷重進行各構材之配筋計算。

4-1 設計外力：

沉箱設計時，所應考慮的外力，應為由沉箱製作至完成安放為止，所可能遭遇的各種外力，因此，檢討內容應包括 1.沉箱製作時 2.沉箱入水及浮遊時 3.沉箱拖航時 4.沉箱安放時 5.沉箱安放後 6.構造物完成時等各種狀況。以下即分別加以詳述。

1.沉箱製作時

通常沉箱之製作，以在乾船塢或浮台上為多，由於在製作時，各構材均未承受任何外力，因此可不須檢討，但由於目前沉箱漸趨大型，往往在浮台上無法一次製作完成，須移至岸邊製作，因此，對側壁及底版而言，即承受浮力及側壓，不可不考慮。而在斜路函台上為使其移動，常以千斤頂舉起後，放置在進水台車上，此時，須以集中荷重來檢討，而在平常之施工時，由於千斤頂的位置，通常均置於側牆或隔牆之下可不予檢討。

2. 入水及浮遊時：

在船塢、浮台及平常的斜路時，以計算所得的吃水再加上 1 公尺的餘裕水深所產生之靜水壓當作作用底版及側牆之外力。此餘裕水深即包括了在斜路上滑行進水時的衝擊壓、模板的膨脹、鋼筋混凝土之單位體積的不均衡等因素。

在此狀況時，隔牆之受力可不予檢討，而側牆則成為承受三角形的靜水壓分佈，底版則承受自重與由下而上的靜水壓差。

3. 拖航時：

由於沉箱在浪高時，通常均不進行拖航，而在拖航時，沉箱所承受之靜水壓、動水壓及波壓影響，均在浮遊時之餘裕水深 1 公尺所包容之範圍內，因此，不須另行檢討。

4. 安放時：

通常沉箱之安放，是在沉箱拖航至安放位置後，立刻注水入隔間內使其沉沒，而在每個隔間均注滿水後投入填充材料，而在注水時，隔室間之水位差即成一最重要之問題，如果隔牆之厚度為 20cm 且採用單鋼筋，則 1m 程度之水位差為其限度，所以不管注水採用何種方

式,只要能保持 1m 以下之水位差均可,因此本設計採用 1m 水位差當作作用於隔牆之外力。而對於其它構材來說,在此狀況下,並非最不利的,所以可予省略不加檢討,另外,由於安放作業通常在短時間內即可完成,所以安放作業狀況時之外力,可當作短期荷重,而將其容許應力增加 1.33 倍。

5. 安放後:

安放後的沉箱,在填充料作業完後,通常均儘快打設蓋板混凝土,在防波堤的場合,由於施工計劃亦或地區性之考慮,有時僅以打設蓋板混凝土之狀態,亦或打設1m厚之胸牆之狀態,暫時將其放置,所以安放後應檢討下列三種情況,即(1)打設完蓋板混凝土之狀態(2)胸牆完成至某種程度之狀況(施工時)(3)胸牆全部完成時之狀態。不過考慮台灣地區由於易受颱風之侵襲,施工時如果僅完成蓋板混凝土即予放置,極易因颱風而使整個構造物受損,因此,本程式對第(1)狀況不予檢討,另外,對碼頭而言,施工時,由於背後之回填,並未完全完成,受力較小,較為安全,所以可以不予檢討,僅在如果陸上的回填作業較遲時,亦應以防波堤的狀態加以檢討,而後再檢討完成時之狀態。

6. 構造物完成後:

當整個結構體完成時,對防波堤來說,須檢討平常時、波壓作用

時、地震動水壓之作用時對構造物之影響。碼頭則應檢討平常時、地震時之狀況，對非長期荷重者，應將其容許應力提高為 1.33 倍。

波壓之檢討為當設計波浪來臨時，所帶給沈箱各構材之作用力，特別是沈箱底版所產生之反力。而側壁之設計，以往均以填充料與沈箱內外水位差所產生之水壓力與內部土壓力之合力為主，而不將波力當作設計荷重，此乃因當外面之波壓作用時，沈箱內部之填充料的反應不很清楚，而內部填充料所產生之反力亦將波力相互抵銷之考慮。但是近年來，在波高很大，潮差亦大之地，有因波壓致側壁被破壞之情形發生。所以波壓之作用對側壁之影響，亦有應加以檢討之須要，但在設計方法中，由於仍有很多不明之處，所以在此予以省略，留待爾後之研究。

波壓作用時之檢討，應分成波峰及波谷來臨時之狀態，分別加以檢討，以便確實掌握作用於底版之反力。

地震之檢討，在以往防波堤之設計中均未考慮，但以耐震設計之觀點而言，是有考慮之必要，所以在此以動水壓外力來考慮。

碼頭之場合，考慮的外力為平常時及地震時由背後而來的土壓及水壓之作用所產生的作用力，而對碼頭本身重量及土壓之計算時，亦應以有無起重機、有無上載荷重等之組合加以檢討，對陸側之側壁而言，由於土壓、水壓與填充料之內部土壓、水壓相抵銷，變得很小，所以可不考慮。而對海側之側壁而言，則有填充料土壓與水壓之作用，而水壓計算時之水位差則以前面水位為 L.W.L 時來考慮。

而隔牆之檢討，則以內側土壓及水壓之作用，致隔牆與側壁分離時所產生之拉力，以及因填充料之重量所產生之荷重，致隔牆與底版

分離所生之拉力，分別計算。

以上即為沉箱各部材，在各種狀況時，所可能承受之各種作用外力，至於詳細之檢討，則在於各部材之設計時再予討論。

4-2 彎矩之計算

由於在沉箱之計算時，均將各部材當作獨立之版來解析，因此欲設計沉箱，首先必須對版之設計有所了解。

版是鋼筋混凝土結構中相當重要之項目，通常可分為單向版及雙向版。四邊均有支承之長方形版，若短邊與長邊之比在 0.5 以下時，可當作平行於短邊之一方向版來處理，若大於 0.5 以上時，則視為雙向版。

版之支承方式，亦可分為二邊、三邊、四邊支持之單一或連續版及與由柱點支持之版。所以版之設計時須考慮版周邊之支承條件、版之形狀以及荷重狀態等情形，再依彈性版理論進行分析，不過由於計算相當複雜，因此，在較不重要之構造物之解析，通常均採用近似法。

本研究係以彈性版理論來進行版之解析，但為避免爾後每次計算時均須重複進行此費時之計算，因此根據底版、側壁及隔牆，將版各分成 4x4 及 6x4 之格子，而以係數代入法簡化計算作業。

以彈性板理論所處理之薄版，係假設版厚與其他尺寸（如版長、版寬）相比，顯得很小，且作用之荷重亦與其面成垂直。其分析方法如下：

如圖 4-1 般，版內取一直角座標系 (X,Y,Z) 並有一垂直作用之力 $q(X,Y)$ 作用於其上，從版中取一微小元素 (dx.dy)，垂直於 X 軸，斷面所產生之單位彎矩 M_x ，扭力 S_x ，y 軸之單位彎矩 M_y ，扭力矩 M_{yx} ，剪力 S_y ，另外與 x 軸及 y 軸垂直斷面所產之垂直應力度，剪力度假設各為

$$\sigma_x, \tau_{xz}, \tau_{xy}, \sigma_y, \tau_{yz}, \tau_{yx}$$

則

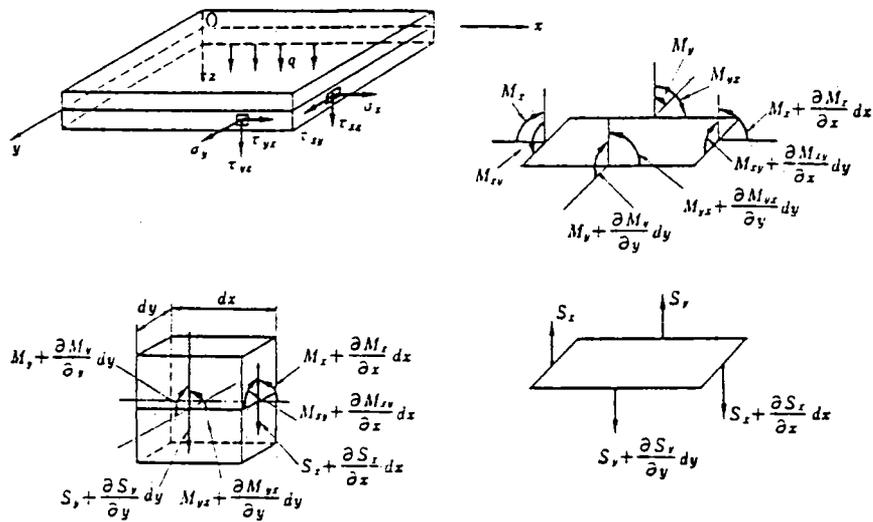


圖 4-1

$$\left. \begin{aligned} S_x &= \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xz} dz, & S_y &= \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xz} dz \\ M_x &= \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_{xz} dz, & M_y &= \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_{xz} dz \\ M_{xy} &= \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy} \cdot z \cdot dz = M_{yx} = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy} \cdot z \cdot dz \end{aligned} \right\} (4.1)$$

由作用於微小要素 $dx \cdot dy$ 之力的 z 方向平衡可得

$$\begin{aligned} (S_x + \frac{\partial S_x}{\partial x} dx - S_x) dy + (S_y + \frac{\partial S_y}{\partial y} dy - S_y) dx + q dx \cdot dy &= 0 \\ \therefore \frac{\partial S_x}{\partial x} + \frac{\partial S_y}{\partial y} + q &= 0 \end{aligned} \quad (4.2)$$

其次，由 x 軸之彎矩平衡關係可得

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} dx dy + \frac{\partial M_y}{\partial y} dx dy - (S_y + \frac{\partial S_y}{\partial y} dy) dx dy - q dx dy \cdot \frac{dx}{2} = 0$$

上式中，由於 $dx, dy \rightarrow 0$ 因此由荷重 q 所產生之彎矩與 dS_y 所產生之彎矩可不予考慮，所以，將上式整理可得

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial M_y}{\partial y} - S_y = 0 \quad (4.3)$$

同樣的，由 y 軸之彎矩平衡關係可得

$$\frac{\partial M_y}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x} - S_x = 0 \quad (4.4)$$

由 (4.3) (4.4)，求出 S_x ， S_y 代入 (4.2) 中，再考慮 $M_{yx} = M_{xy}$ 可得

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = -q \quad (4.5)$$

如果平板承受單純之彎矩作用時， M_x ， M_y ， M_{xy} 即可得如下：

$$\left. \begin{aligned} M_x &= -D \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right) \\ M_y &= -D \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

$$M_{xy} = M_{yx} = -D (1-\nu) \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \quad (4.7)$$

此處： ω 為變位。 ν 為柏松比。 $D = Eh/12(1-\nu)$ 為版之剛度。
 E 為彈性係數。 h 為板厚。

將 (4.6) (4.7) 式代入 (4.5) 式即可得平板之基本方程式

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} = \frac{q}{D}$$

根據荷重分佈以及境界條件將上式加以積分即可解得所要之彎矩。

4-3 鋼筋量及應力計算

根據作用位置所承受彎矩之大小，以下式計算所需鋼筋量。

$$A_s = \frac{M}{\sigma_{sa} \cdot j \cdot d} \quad \sigma_{sa} = 1800 \text{ kg/cm}$$

在此 d : 版之有效厚 (cm)

M : 作用彎矩 (kg.cm)

A_s : 所須鋼筋量 (cm)

當實際使用鋼筋量決定後，再依下式檢定鋼筋之應力度及混凝土應力度

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s' \cdot j \cdot d} < 1800 \text{ kg/cm}$$

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d} < 80 \text{ kg/cm}$$

A_s' : 實際使用鋼筋量 (cm) $\geq A_s$

$$P = A_s/b.d$$

$$K = \sqrt{2n.P+(n.P)^2} - n.P$$

$$j = 1 - K/3$$

至於鋼筋之保護層，通常海洋混凝土構造物之最小保護層，與海水直接接觸部份為 7 公分，其他則為 5 公分，而沉箱之場合，依據基準底版。側壁之外側筋為 7cm，底版、側壁之內側筋以及隔牆為 5cm。

。

本系統亦根據此，但為表示以及計算上之方便起見，其距離以由鋼筋中心起算，但由於鋼筋直徑並非全部相同，若隨其改變，將顯得很複雜，因此一律如圖 4-2 般，外側為 10cm、8cm、內側 6cm、8cm。

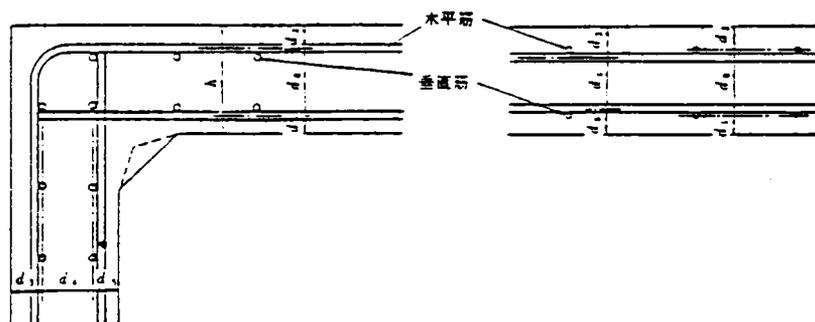


圖 4-2

同時由於在施工上，先行放置短方向之鋼筋較為有利，因此

- 1.底版之下側鋼筋以沉箱較短方向之鋼筋作為下側，較長方向鋼筋放在上側。
- 2.底版之上側鋼筋，正好與下側鋼筋成對稱，短方向鋼筋在上，長方向鋼筋在下。

4-4 配筋方法

鋼筋混凝土構造物之配筋，必須滿足其所承受之彎矩、剪應力、張力、壓力之安全性，並且須在可能之範圍縮短斷面，有關配筋之方法，說明如下：

1.鋼筋直徑、間隔之決定

鋼筋配置必須對構造物之整個範圍加以考慮，除必須滿足所需之鋼筋量外，同時亦應儘量減少鋼筋量。

決定鋼筋量之要素為鋼筋之直徑與間隔，以目前各地沉箱所使用的鋼筋而言，其範圍大致在 D13~D25，而鋼筋之間隔以10cm、20cm、40cm 或 15cm、30cm 之組合為主。

配筋設計時，通常有以鋼筋直徑為一定，而再以間隔來調整之方法，以及取幾種間隔再與鋼筋相組合加以調整之方法，或者二者加以組合之方法，以經濟來說第三者較理想，但考慮施工上之複雜性，因此，本系統採用第二者。

由於所須鋼筋量在部材各部份均不相同，如果每個部份均分別求

取鋼筋直徑與間隔，在施工上將變得很複雜，同時若考慮作用外力以及整個版之解析精度來說亦非完全合理。

因此，本系統即以通過每個部材之全長，選用同一直徑之鋼筋作為主筋，而後在需補強鋼筋之處，再以其他鋼筋補強，但所使用之補強鋼筋必須與主筋之直徑相差不超過三個階程（如主筋為 D13，補強鋼筋最大只能用到 D19，否則須改變主筋）。本程式所採用之鋼筋組合如表 4-1，4-2，4-3。

表 4-1 各種間距之鋼筋量

	鋼筋量 cm^2/m		
	10 _{cm} 間距	20 _{cm} 間距	40 _{cm} 間距
D13	12.68	6.34	3.17
D16	19.84	9.92	4.96
D19	28.64	14.32	7.16
D22	38.72	19.36	9.68
D25	50.68	25.34	12.67

表 4-2 10_{cm} 間距之鋼筋組合表

	D13	D16	D19	D22	D25
D13	12.68	16.26	20.66	-----	-----
D16	16.26	19.84	24.24	29.28	-----
D19	20.66	24.24	28.64	33.68	39.66
D22	-----	29.28	33.68	38.72	44.70
D25	-----	-----	39.66	44.70	50.68

表 4-3 20_{cm} 間距之鋼筋組合表

	D13	D16	D19	D22	D25
D13	6.34	8.13	10.33	-----	-----
D16	8.13	9.92	12.12	14.65	-----
D19	10.33	12.12	14.32	16.84	19.83
D22	-----	14.64	16.84	19.36	22.35
D25	-----	-----	19.83	22.35	25.34

2. 鋼筋之搭接

另外，由於係採用竹節鋼筋，此種鋼筋表面凸出部份與混凝土接觸面產生很大的裹握強度，因此，在一般情況下，都可免用特定的錨定(如加鈎等)。至於鋼筋之搭接須特別留意，不應均在同一斷面上必須分離，搭接長度必須在 l 以上或 $20D$ 以上，同時搭接之位置應位於應力最小處，所以選擇反曲點之位置較適宜

$$l = \frac{\sigma_{sa}}{4\tau_{oa}} D$$

σ_{sa} : 鋼筋容許應力度

τ_{oa} : 混凝土之容許付著應力度

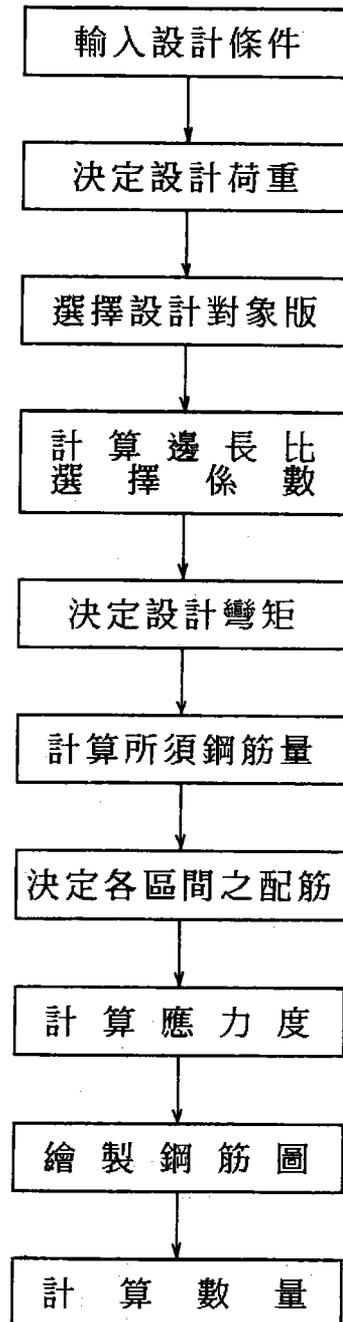
D : 鋼筋直徑

3. 鋼筋之彎曲

在鋼筋彎曲部份，由於彎曲部之混凝土所產生之局部壓縮應力與鋼筋之直徑及應力度成正比而與彎曲半徑成反比，因此依混凝土設計標準指針，鋼筋之彎曲半徑為鋼筋直徑之 10 倍以上，為避免依各鋼筋之不同而有不同之彎曲半徑，因此本程式採用安全側的 D22 鋼筋為主，而將曲率半徑統一。

五、底版之設計

5-1 設計流程



5-2 作用外力

如前所述，沉箱由製作到安放好為止，對底版有影響之作用狀態為浮遊時，安放後及完成時。

1. 浮游時：

浮遊時作用於沉箱底版之外力，為沉箱吃水時之靜水壓與底版自重之差，若沉箱浮遊時不安定須加入壓艙物以保持安定時，亦須考慮此壓艙物。(如圖 5-1)。

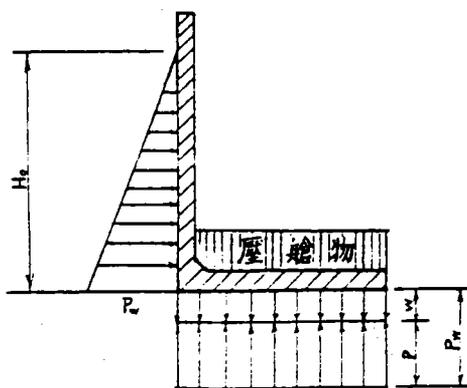


圖 5-1

$$P_w = 1.03 H_0$$

$$P = P_w - W$$

P_w = 作用於底版下面之靜水壓

p = 浮遊時底版之設計荷重

H_0 = 沉箱吃水深度加上 1.0m(D+1.0)

W = 不扣除浮力之底版自重(包括如有壓艙物時之狀況)

$$W = r_1 t_1 + r_2 t_2$$

r_1 = 混凝土單位體積重量 (t/m^3)

r_2 = 壓艙物之單位體積重量 (t/m^3)

t_1 = 底版厚度 (m)

t_2 = 壓艙物之填入高度 (m)

2. 安放後

當沉箱安放後，為便於往後施工，大都未立即完成上部胸牆之打設，均只打設至某一高程，雖然由於堤體仍未完成，底版所承受由下往上之作用力不會大於完成時之狀態，但當沉箱堤體很大時，由於底面反力之減小卻往往造成由上往下之合成荷重大於完成時之由下往上之合成荷重，因此在設計時，不可不加以考慮。安放後所應考慮之狀況，分為高潮位及低潮位時，同時在各種潮位狀況下，亦應再分為波峰作用時及波谷作用時分別討論，如此才可得到一完整之解析結果。

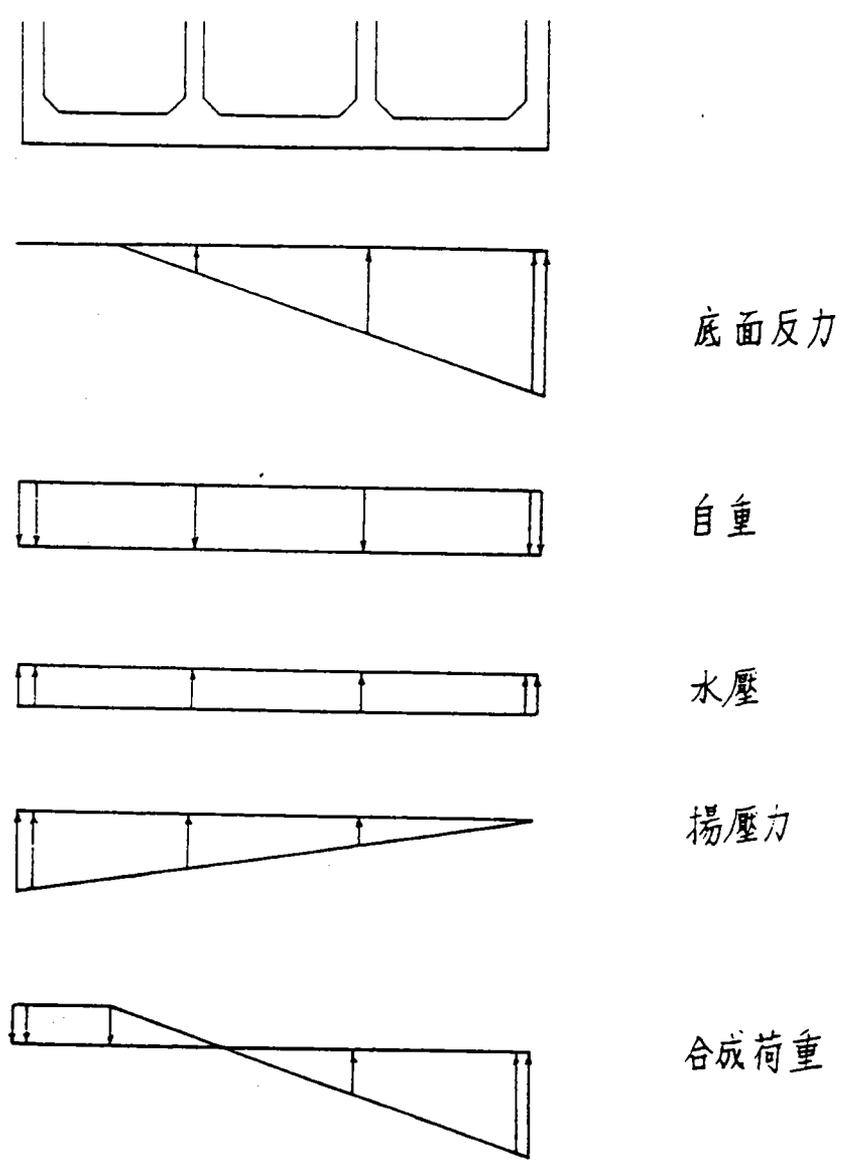


圖 5-2

3. 完成後

當堤體完成後，沉箱開始要長期面對各種狀況波浪之考驗，因此作用於底版之外力，主要均係波壓之作用所產生，所以波壓之作用除與施工時同樣地要分為高潮位、低潮位、波峰時、波谷時外，更應考慮地震時之動水壓影響。

各種狀況作用時之底面反力分佈，大致如圖 5-2 所示般，只是當波谷作用時，底面反力恰與波峰作用時分佈相反，所以特別是在潮差很大之處，低潮位之影響更不能忽略。

5-3 設計荷重之計算

1. 底面反力

作用於防波堤堤體之底面反力，主要係考慮堤體重量浮力以及波力，碼頭之場合則為堤體重量、浮力、上載荷重、土壓力、以及地震力量等如圖 5-3 均依下式加以計算。

(1) $e \leq 1/6 B$ 時

$$P_1 = \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \frac{V}{B}$$

$$P_2 = \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \frac{V}{B}$$

$$(2) e > \frac{1}{6} B \text{ 時}$$

$$P_1 = \frac{2}{3} \frac{V}{X}$$

e : 荷重之偏心量(m)

$$e = \frac{B}{2} - X$$

$$X = \frac{M_v - M}{V}$$

V : 荷重之垂直分力

B : 沈箱底部寬度

M_v : 垂直荷重對 A 點之力矩

M : 水平荷重對 A 點之力矩

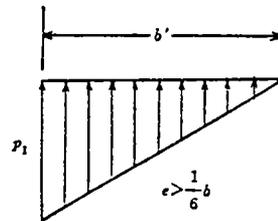
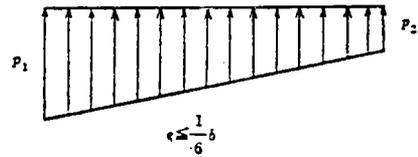
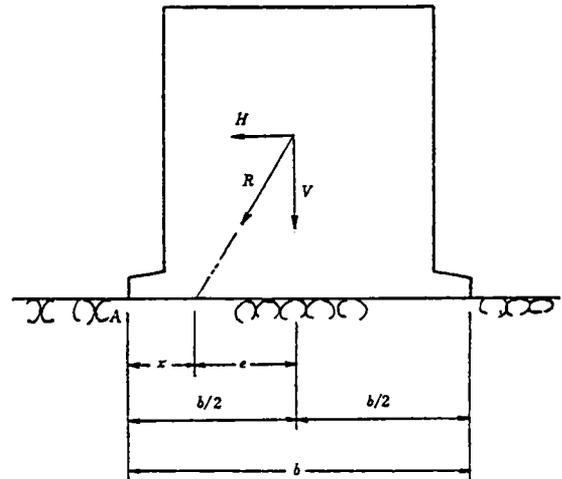


圖 5-3

2. 垂直荷重

防波堤之垂直荷重為蓋版混凝土重量與填充砂重量及底版重量之和，碼頭之垂直荷重則須再上加上蓋版混凝土上之回填土重，鋪裝重量及上載荷重，防波堤之垂直荷重計算式如下：

$$W = r_1 T_1 + r_2 T_2 + r_3 T_3 + r_4 T_4$$

r_1 : 沈箱混凝土之單位體積重量 (t/m^3)

T_1 : 底版厚度 (m)

r_2 : 蓋版混凝土之單位體積重量 (t/m^3)

T_2 : 蓋版混凝土厚度 (m)

r_3 : 壓艙物之單位體積重量 (t/m^3)

T_3 : 壓艙物厚度 (m)

r_4 : 填充砂之單位體積重量 (t/m^3)

T_4 : 填充材之厚度 (m)

3. 水壓及揚壓力之計算

作用於底版之水壓力，為設計潮位時，底版所承受之靜水壓、揚壓力則為設計波浪作用時所產生對沈箱底部之波壓力，其大小在海側與波壓計算時之 P_3 相同，而在陸側為零之三角形分佈荷重。當沈箱有基腳時，由於考慮基腳之上方有往下作用之波壓力相互抵消作用，因此仍以無基腳狀況之沈箱底版部份承受全部揚壓力來考慮。

5-4 換算設計荷重

將前述各種狀況時作用於沉箱底面之合成荷重，分別整理出來，而後選擇出對每一房間作用之最大荷重即為其設計荷重，但因設計荷重並不一定呈等分佈或三角形分佈，因此須再加以整理換算，在此之整理方法如下：

1. 若合成荷重為梯形分佈時

無論係由上往下，亦或由下往上作用之荷重，均換算成三角形荷重與等分佈荷重之和。

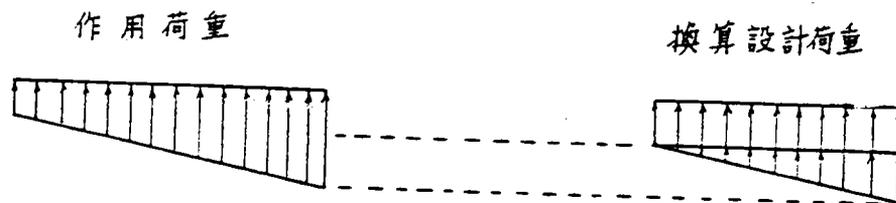


圖 5-4

2. 在同一隔間內荷重變化時



圖 5-5

3. 任意之形狀時



圖 5-6

以上之荷重換算方法，雖有些部份會較實際情形為大，但因係屬安全側，故不致產生危險，但若換算荷重較實際情況大出太多，則將產生不經濟之情況，因此，如何取得一合適之換算荷重，將是今後所應再予研究的。

5-5 彎矩以及所須鋼筋量之計算

底版所承受彎矩之計算，在側牆與隔牆所包圍之部份，係採用四邊固定版加以計算，而基腳則視為懸臂樑來計算。版之計算，係將其劃分成 4×4 之格子，並求出作用於各點之彎矩。

在以往，為節省設計人力以及施工方便起見，均將底版配筋之港內側與港外側作成對稱，但相對的難免就會產生不經濟，由於本設計由電腦執行，因此不擬採對稱設計之方法，而由港外側往港內側對每一房間底版分別加以檢討配筋。

彎矩之計算，依前所述，可用彈性板理論進行解析，但由於各版之邊長比並不相同，為避免影響計算時間，採用四邊固定版的彎矩係

數來計算，邊長比入之計算為由側壁、隔壁之中心距離來計算，所以由設計荷重之形狀及邊長比，利用數值係數表求出彎矩係數 X、Y 再利用下式計算彎矩。

$$\lambda \leq 1 \quad \lambda = \frac{x}{y}$$

$$M_x = x \cdot q \cdot \lambda x^2$$

$$M_y = y \cdot q \cdot \lambda x^2$$

$$\lambda > 1$$

$$M_x = x \cdot q \cdot \lambda y^2$$

$$M_y = y \cdot q \cdot \lambda y^2$$

M_x, M_y : 所求之 x 方向, y 方向彎矩 (t.m/m)。

X, Y : 所求點之 x 方向, y 方向之彎矩係數。

x, y : x 方向, y 方向之長度 (m)。

q : 等分佈荷重時為荷重強度, 三角形分佈荷重時為最大荷重強度 (t/m)。

5-6 計算對象版之選擇

由於對沉箱底版而言，法線直角方向之隔間，每間所承受之荷重均不同，因此必須分別加以計算，至於法線平行方向，則選擇隔間中心距離最長者為代表 (a_k)，其它各版比照相同計算，因此，如圖 5-7，所須計算之版為 $a_k \times b_1$, $a_k \times b_2$, $a_k \times b_3$, $a_k \times b_4$ 。

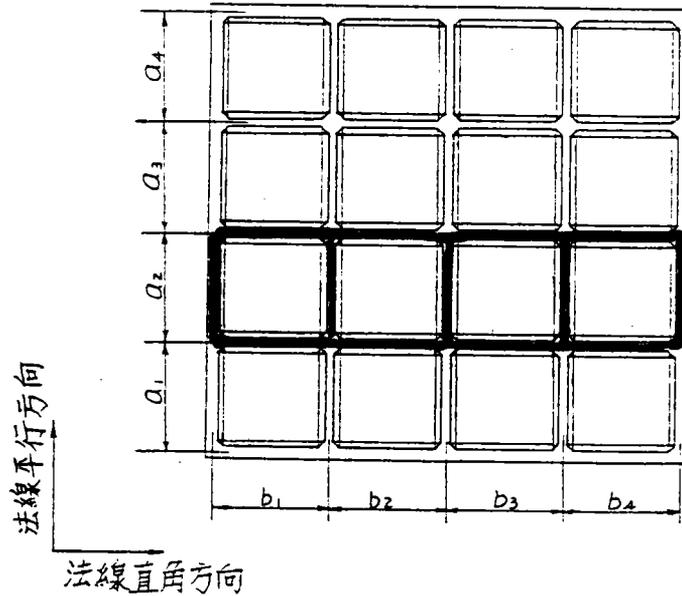


圖 5-7

5-7 配筋區間劃分

如前所述配筋計算時，係將每個版劃分成 4×4 之格子，並求出每格子點上之彎矩，計算其所需鋼筋量，但在實際配筋時，若亦分成如此細微，將使配筋工作不僅繁雜且將不利施工，因此，在本程式中，依照以往之實例，將每個版劃分成9個區間，每個區間內所須之鋼筋量，則取在該區間範圍內，所須之最大鋼筋量，至於區間之劃分，則在反曲點之位置(如圖 5-8)。

另外須注意者為版之作用荷重與計算點之順序(如圖 5-9)荷重作用型態(a)與(b)，所形成之點剛好相反，因此，須予以變更，以免影響整個計算結果。

之中心部為基準，將配筋所產生之尾數置於二端來修正，修正之方法為，當尾數大於或等於 10cm，則不調整尾數，以此值作為間隔，若小於 10cm，則拿掉一根鋼筋而使用間隔成為 20cm 加尾數，因此所形成之調整間隔即為 10-29 公分之間，至於在配筋區間界限上之鋼筋，則採用鄰近二者之較大者為準。

(2) 法線直角方向之配筋

如圖 5-10 所示，首先求出各配筋區間內之最大需要鋼筋量， $A_1, A_2, \dots, B_1, B_2, \dots$ ，而後再依A列、B列分別加以配筋，但須依下列之原則。

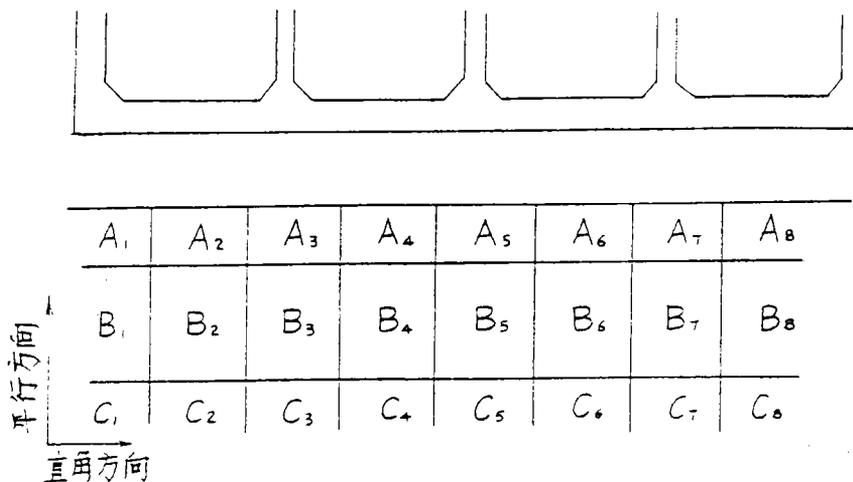


圖 5-10

(a) 若全隔間端部所須鋼筋量大於中間部時

(I) 先求出中間部所須之最大鋼筋量 $\text{Max}\{B_2, B_4, B_6, B_8, \dots\}$ ，後依其所須鋼筋量找出間距 20cm 之所須鋼筋直徑，以此作為本區域內鋼筋之主筋。

(II) 針對以上所選擇出之主筋，對各端部進行補強，但補強筋與主筋原則上不超過三個階程，否則須調整主筋。

。

(b) 若全隔間端部所須鋼筋量小於中間部時

(I) 首先求出中間部份所須之最小鋼筋量 $\text{Min}\{B_2, B_4, B_6, B_8, \dots\}$ 而後依其所須之鋼筋量求出間距 20cm 之所須鋼筋直徑，以此作為本區域內之主筋。

(II) 針對以上所選擇出之主筋，對各中間部進行補強。

(3) 法線平行方向之配筋

如圖 5-10 所示，首先求出各配筋區間內之最大需要鋼筋量， $A_1, A_2, \dots, B_1, B_2, \dots, C_1, C_2, \dots$ 而後依 $A_1-B_1-C_1, A_2-B_2-C_2, A_3-B_3-C_3, \dots$ 並分別比較 A、B 部之鋼筋量以所須量較少者進行間隔 20cm 之配筋，以此為主筋，不足者則予補強。

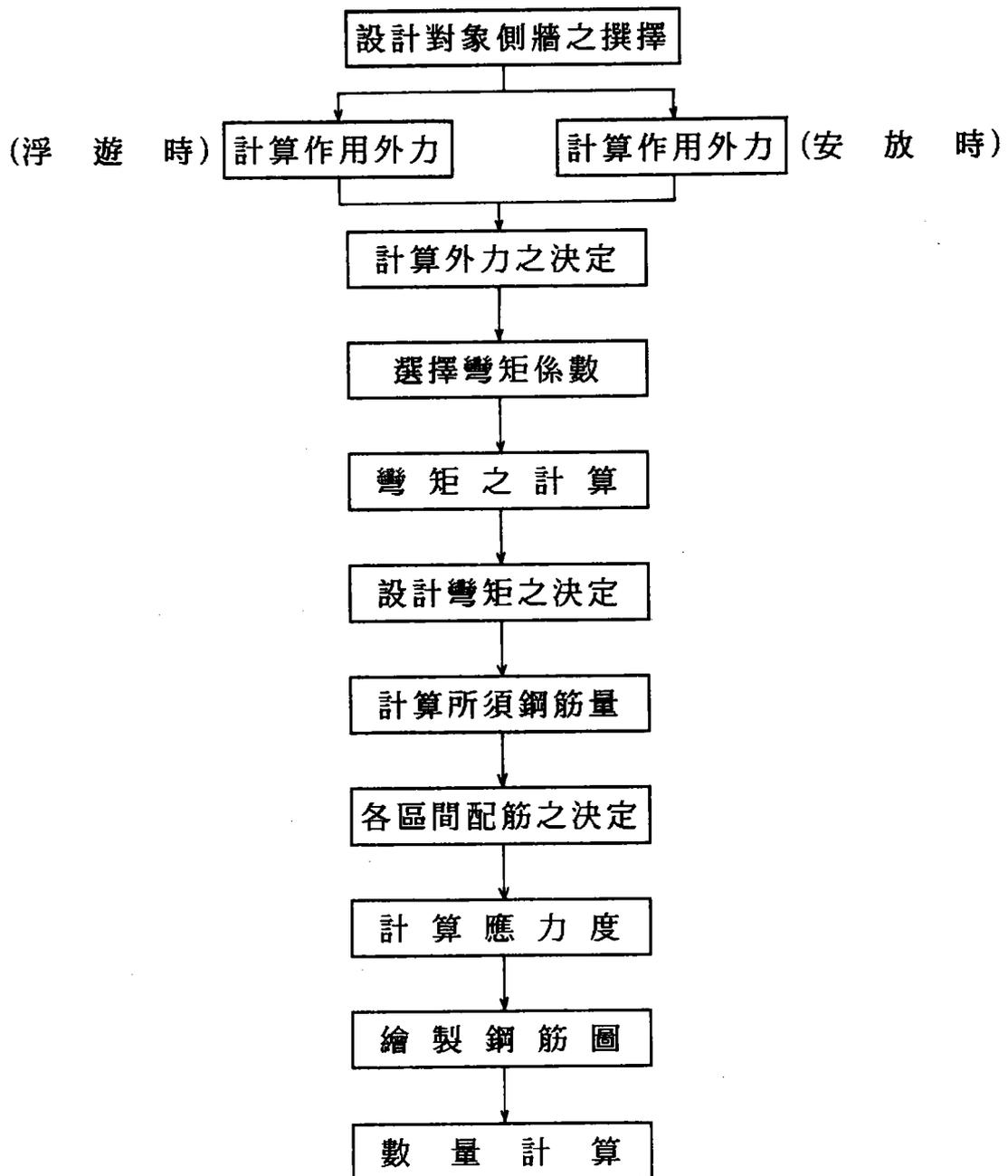
(4) 鋼筋長度計算

由於底版下側鋼筋必須在鋼筋的端點予以錨定，通常係作成 90° 的彎鉤，因此其在側壁方面之長度，至少須延長 12 倍鋼筋直徑長，其餘有關鋼筋長度以不超過 9.5 公尺為原則，同時接續位置應位於反曲點處。

六、側壁之設計

沉箱之側壁，由於承受力之不同，因此須分為法線平行方向側壁與法線直角方向側壁分別加以檢討，同時，法線平行方向側壁海側及陸側側壁，由於底版非採對稱配筋，因此，由底版延伸至側壁之鋼筋亦不同，所以繪圖時須分別繪出。

6-1 設計流程

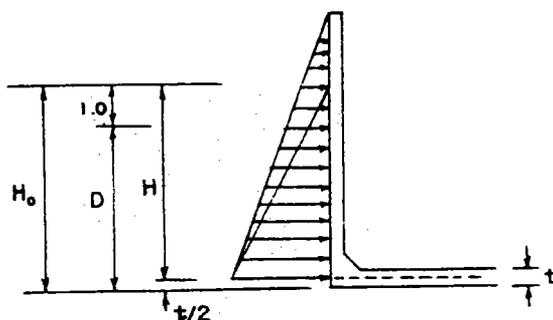


6-2 設計外力

作用於側牆之外力檢討與底版相同，須依各種不同情況分別檢討，而以對其作用最大者作為設計荷重。

1. 浮遊時

浮遊時作用於沉箱側牆之外力，係考慮沉箱之吃水加上 1 公尺之餘裕水深所產生之靜水壓當作外力，係一三角形分佈荷重，但為計算方便起見，通常將此靜水壓之作用範圍，由底版中心緣起一直延伸到沉箱頂部（如圖 6-1）。



$$P = 1.03 H$$
$$= 1.03 \times (D + 1.0 - \frac{t}{2})$$

D : 吃水

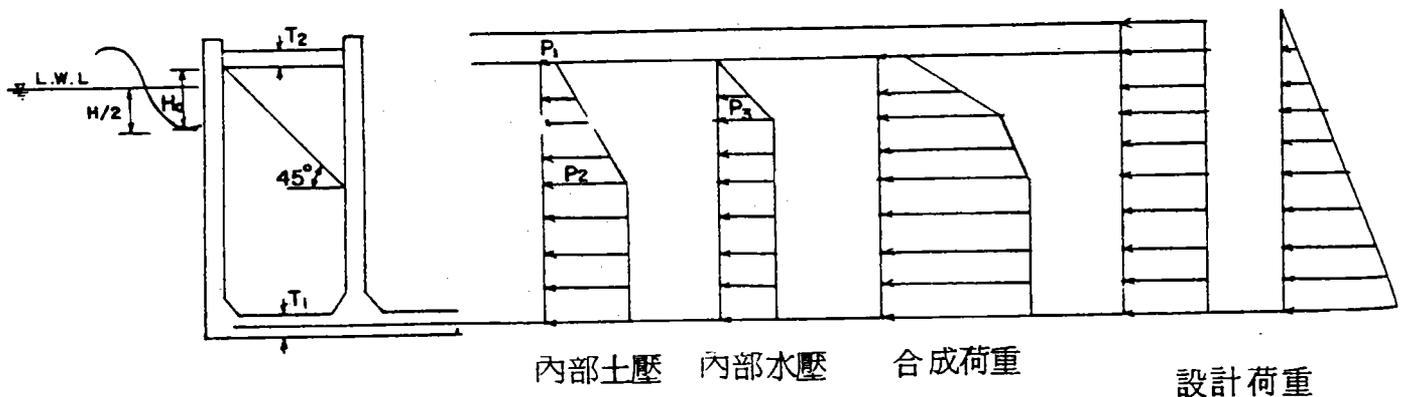
t : 底版厚

圖 6-1

2. 安放後

沉箱安放後作用於側牆之外力，主要係考慮內側所產生之土壓與水壓。但在防波堤之場合，亦可見海側側牆承受很大波力之例子，所以在波力很大時之海側側牆的設計，亦有使用 $P = 1.5 WH_{1/10}$ 來設計的，亦或將其當作四邊固定版來檢討。但在目前實際之設計中，除了較特殊之例子外，仍不特別去單獨考慮波力之作用，而僅在側牆上側以補強鋼筋加強處理為多。

內部土壓之計算，由於通常隔間之寬度與高度相比均較小，因此，靜止土壓之作用範圍，係考慮作用至與隔間淨距相等之深度為止，以後不再增加，同時由於填充料為砂或相近之材料，所以靜止土壓係數採用 0.6。內部水壓之計算所考慮之水位差，在防波堤之場合係以 L.W.L 以下 $H_D / 2$ 處為準 (H_D 為設計波高)，碼頭則以 L.W.L 為準，其計算方法如下：



$$q = r_c T_2$$

$$P_1 = (r_c T_2) K_a$$

$$P_2 = (\sum rh + q) K_s$$

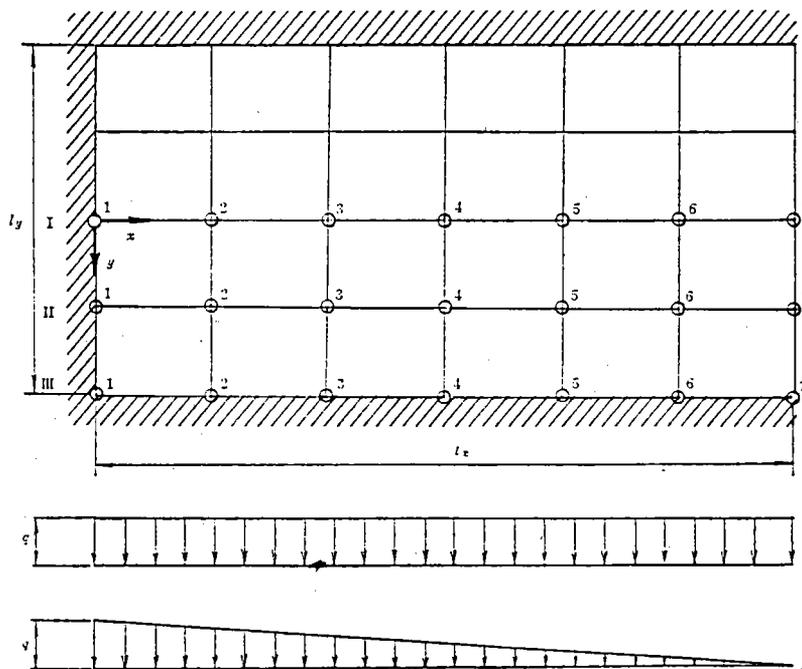
$$P_3 = 1.03 H_0$$

由於內部土壓與內部水壓所形成之合成荷重為一不規則之形狀，計算上頗為不便，因此，通常將其換算成與原面積相等之等分佈荷重及三角形分佈荷重作為作用外力，分別計算其所產生之彎矩，並選擇比較以彎矩較大者作為設計彎矩。

6-3 彎矩以及所需鋼筋量之計算

側牆彎矩之計算，原則上以三邊固定，一邊自由之版來計算，在以往，邊長比大於 1:3 時，超過之部份須改為箱型剛結構來設計，但由於所得之結果與版計算並無很大之差，徒增計算時間，因此新基準將邊長比提高至 1:5 以上時才另行考慮。

版之計算，係將其劃分成 4x6 之格子，並利用三邊固定一邊自由之版的彎矩數值表，求出作用於各格子點之彎矩(如圖 6-2)，其求法與底板相同。



6-4 不平衡彎矩之修正

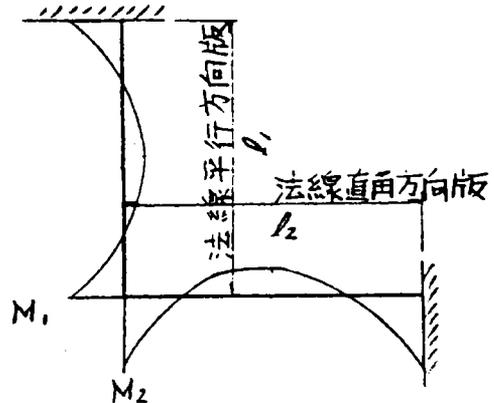
由於法線平行方向與法線直角方向之接合固定處，當二側壁之邊長比不同時，會有不平衡之彎矩產生，此時修正方法如下：

剛度比 $k_1 = 1/l_1$

$k_2 = 1/l_2$

分配率 $\alpha = k_1 / (k_1 + k_2)$

$\beta = k_2 / (k_1 + k_2)$



如果端部彎矩 $M_2 > M_1$ 則不平衡彎矩 $\Delta M = M_2 - M_1$

修正後之版端彎矩

$$M = M_1 + \Delta M \alpha$$

$$M = M_2 - \Delta M \beta$$

版中央之彎矩隨著此修正亦會改變，此時若 $M_2 > M_1$ ， M_2 所產生之 Span 中央點增加之彎矩為 $\Delta M \cdot \beta / 2$ 。

而 M_1 將會減少，但考慮安全側將以修正前之值為準。

6-5 計算對象側壁之選擇

由於作用於同一側壁之每個版所承受之設計力均相同，但每個側壁版之長度不盡相同，因此，須選擇作用彎矩最大者作為設計對象

，亦即，以隔間間隔最長者為代表。(如圖 6-3)。

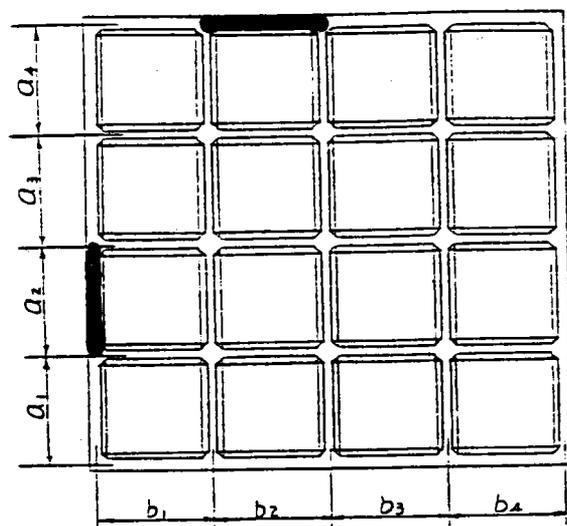


圖 6-3

6-6 配筋區間之劃分

為便於鋼筋之配置，將側牆版分成 9 個區間(如圖 6-4)，每個區間內所須鋼筋量則取在該區範圍內，所須之最大鋼筋量。區間之劃分如下說明：

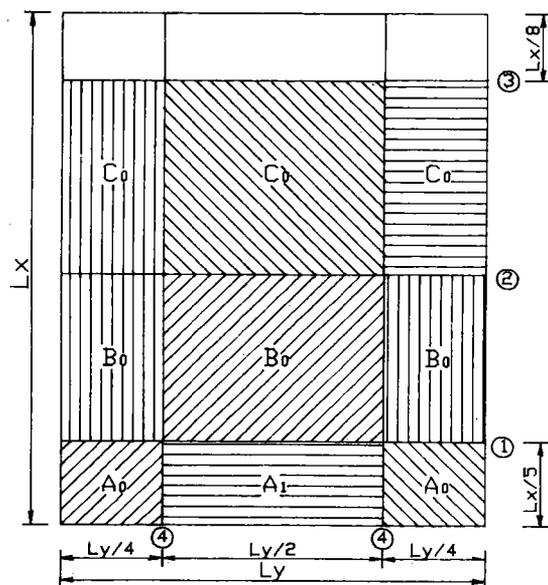


圖 6-4

區分線①：距沉箱底 $1/5$ 處

區分線②：距頂端 $1/8$ 處

區分線③：距頂端 $1/8$ 處，或另行設定為補強筋範圍

區分線④：反曲點之位置，二端固定之情況為距固定端 $1/4$ 處

根據以上之配筋區間，選擇各區間內計算所得之彎矩作為該區間內之設計彎矩。

1. 鋼筋之選擇與間隔之決定

由於側壁之直立鋼筋可有不同型式來表示，如圖 6-5，本工程式為便於處理起見，以採用 6-5(a) 圖為主，因此，其鋼筋之組合亦有三種類，可由表6-1加以選定。

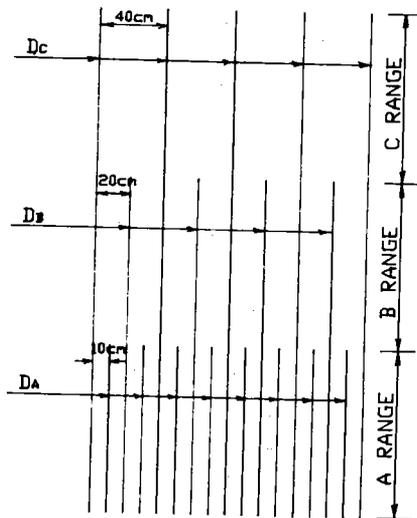


圖 6-5(a)

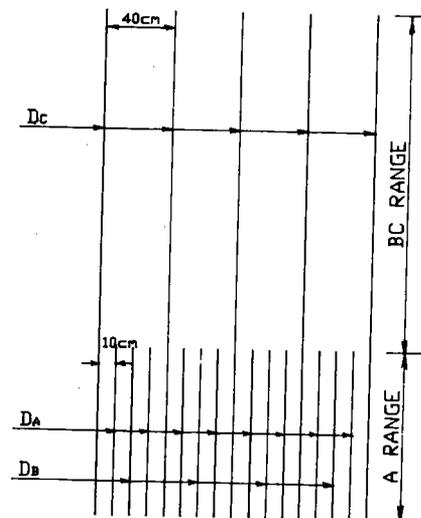


圖 6-5(b)

表 6-1

D _a	D _b	D _c	鋼筋量 cm ² /m	D _a	D _b	D _c	鋼筋量 cm ² /m
D13	D13	--	6.34	D16	D13	--	8.13
		D13	12.68			D13	14.47
		D16	16.27			D16	18.06
		D19	20.66			D19	22.45
	D16	--	8.13		D16	--	9.92
		D13	14.47			D13	16.26
		D16	18.06			D16	19.85
		D19	22.45			D19	22.24
		--	---			D22	29.28
	D19	--	10.33		D19	--	12.12
		D13	16.67			D13	18.46
		D16	20.26			D16	22.05
		D19	24.65			D19	26.44
		--	---			D22	31.48
	D22	D16	22.65		D22	D16	24.57
		D19	27.17			D19	28.96
		--	---			D22	34.00
	D25	D19	30.16		D25	D19	31.95
		--	---			D22	36.99

(1) 內側直立鋼筋

首先決定主鋼筋，先求出 C 區間內所須之鋼筋作為主鋼筋，而後將其一直延伸到 A 區內，其次以 B 區間內所須之鋼筋作為補強鋼筋並延伸至 A 區，最後再根據 A 區間內所須之鋼筋量再予補強，形成三種長度之鋼筋。

C ₁	C ₂	C ₁
B ₁	B ₂	B ₁
A ₁	A ₂	A ₁

(2) 外側直立鋼筋

B、C 區間之配筋與內側之配法相同，但 A 區間之補強鋼筋則係由底版延伸而來。

(3) 內側橫向鋼筋

根據法線平行方向及直角方向側壁分別加以計算，同時由於內側橫向所須鋼筋，經常均為 $A > B$ (圖 6-7)，所以先對 B 區間內以 20cm 間隔選擇所須鋼筋，再對 A 區間進行補強。

A	B	A
A	B	A
A	B	A

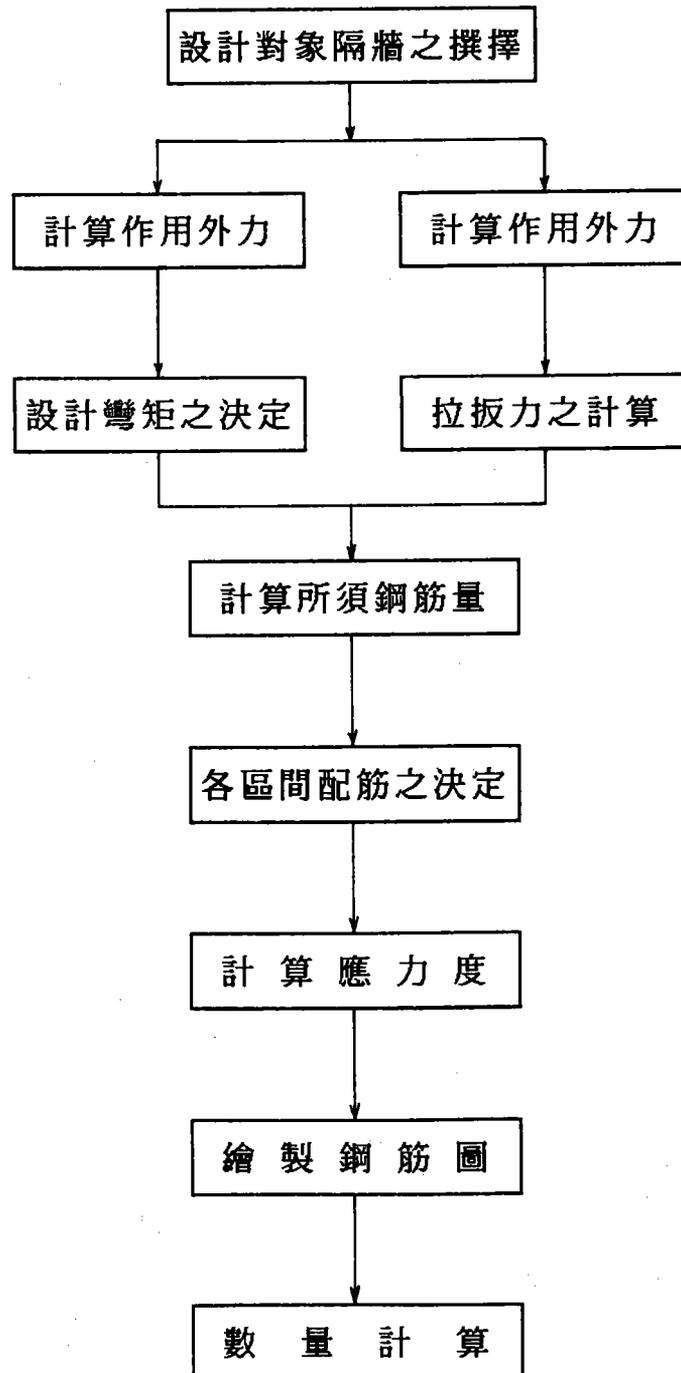
(4) 外側橫向鋼筋

比較並選擇一間距 20cm 之主鋼筋，並以此鋼筋圍繞全沈箱側壁，而在鋼筋量不足處，再加以補強。

比較法線平行方向與直角方向相接處，端部之所須配筋量選擇較大者，若其大於中間部所須鋼筋量，則以中間部所須鋼筋量為準，採用 20cm 之間隔選擇鋼筋，並以此鋼筋環繞整個沈箱側牆，而對端部再進行補強，若中間部所須鋼筋量大於端部，則仍採用 20cm 間隔選擇鋼筋。

七. 隔牆之設計

7-1 設計流程



7-2 設計外力

1. 沈箱安放時

通常沈箱之安放，是將沈箱拖航至定位後，注水入隔間使其下沈，而在注水時，隔室間之水位差即為一重要問題，通常如隔牆之厚度為 20cm，且採用單鋼筋則 1 公尺之水位差為其限度，所以不管注水採用何種方式，只要能保持 1m 以下之水位差即可，因此本設計亦以 1m 之水位差當作作用於隔牆之外力。如圖 7-1

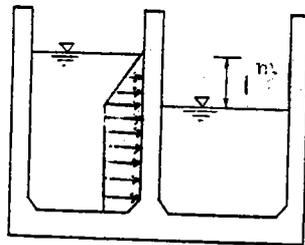
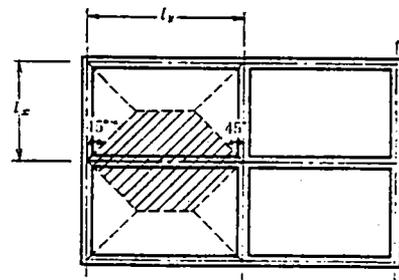
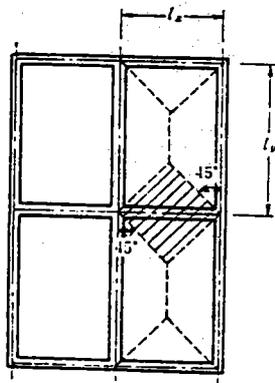
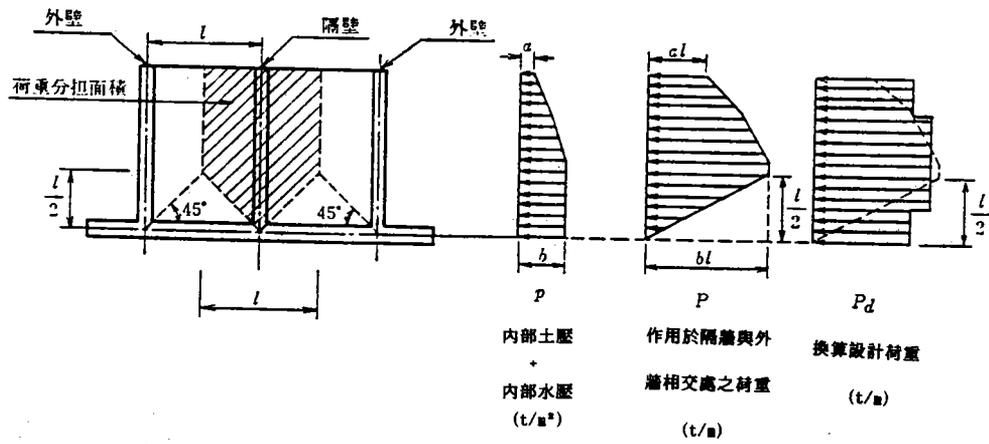


圖 7-1

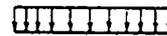
2. 安放後

沈箱安放後，為防止隔牆與外牆間發生脫離現象，須考慮作用於外牆之內部土壓與內部水壓，將其作為作用於隔牆與外牆接合之外力。而為防止底版與隔牆之脫離，須考慮作用於底版之填充砂重量、載荷重、底版重量、蓋版混凝土重、靜水壓等，將其作為作用於底版與隔牆接合部之外力。如圖 7-2。

安放時之水位差所生之荷重，係將隔牆當作三邊固定，一邊自由之版來計算，而安放後對隔牆作用之張力計算則依前之設計荷重計算。



v : 作用於底版之設計荷重 (t/m²)



w



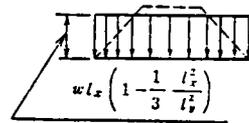
P : 作用於隔牆與底版相交處之荷重 (t/m)



P



P_d : 換算設計荷重 (t/m)



P_d

圖 7-2

7-3 設計對象隔牆選擇

設計對象隔牆之選擇與側牆相同，係以作用彎矩最大者為代表，亦即以隔間長最大者作為設計對象版。如圖 7-3

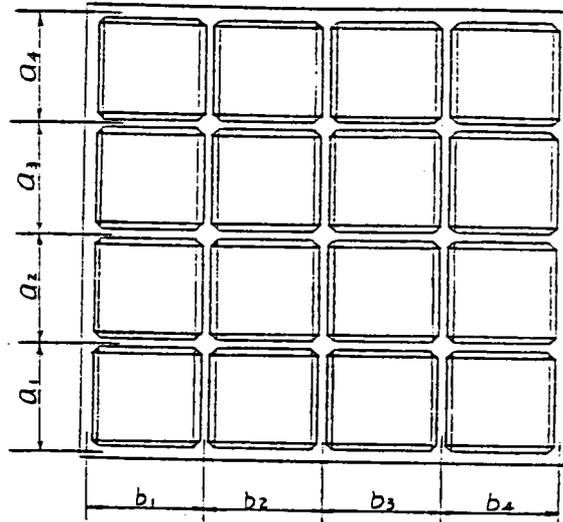
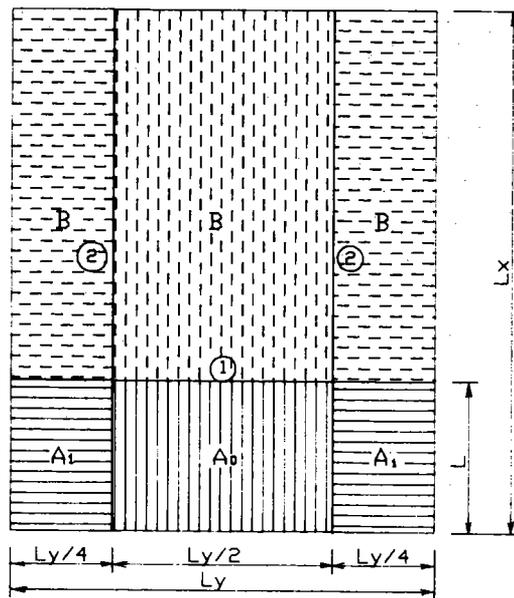
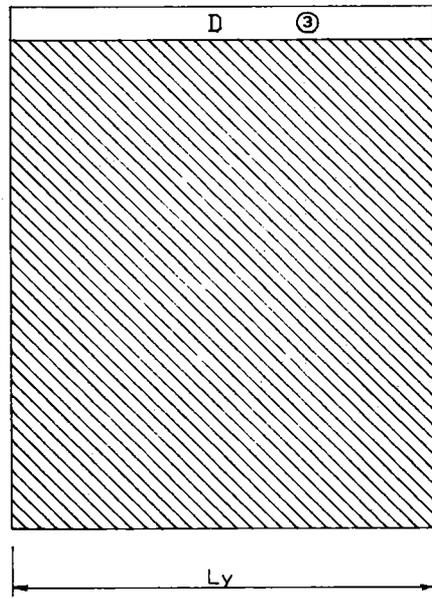


圖 7-3

7-4 配筋區間之劃分及鋼筋之選擇

隔牆之配筋區如圖 7-4 所示，直立筋之區間 A 之劃分與側牆相同，其鋼筋量之決定，先以底版與隔牆脫離之拉力來決定，但如水位差所致之彎矩遠較張力為大時，須由彎矩來決定。橫筋之決定，則以隔牆與側牆之脫離所生之張力對全部橫向配筋，同時頂部須再加入補強筋。鋼筋之組合及選擇則與側牆相同。



八. 程式之應用

為使以上之說明能更清楚起見，以下例來說明本程式由執行到結束所輸出之結果及圖形，程式分為三部份，第一部分為確定在所給予的設計條件下，沈箱之安定性，第二部分為計算沈箱底版設計荷重，此部分單獨分離，主要係為使底版之設計荷重，能經由人為之整理使其更合理化，第三部分則為細部設計之計算過程及繪圖結果，收量計算表等，另外托肩鋼筋之安排，由於與計算較不發生關係，因此予以省略，同時亦未加以處理，程式之輸入資料則僅需輸入沈箱之基本尺寸資料即可。

**** 沈箱式防波堤 ****

CASE : 1

設計條件

1. 防波堤尺寸

1) 水深	:Hw = 10.00(m)
2) 海底坡度	:Tan = 1/100
3) 拋石基礎高程	:Hd = 7.00(m)
4) 覆基塊石高程	:Dw = 5.50(m)

2. 潮位

1) H, W, L	:= 0.50
2) L, W, L	:= 0.00

3. 設計波

1) 有義波高	:H1/3= 6.44(m)
2) 最大波高	:Hmax= 8.52(m)
3) 周期	:T0 = 12.70(sec)
4) 波長	:L0 = 251.61(m)
5) 波向	:β = 14.50(deg)

4. 單位重量

1) 鋼筋混凝土	:RC = 2.45(t/m ³)
2) 無筋混凝土	:Wc = 2.30(t/m ³)
3) 填充物重量	:Ws = 2.00(t/m ³)
4) 海水重量	:Rw = 1.03(t/m ³)

5. 摩擦係數

1) 摩擦係數	:μ = 0.60
---------	-----------

6. 堤體尺寸

1) 法線平行方向房間數	:Xn = 4.00
2) 法線直角方向房間數	:Yn = 4.00
3) 法線平行方向長度	:Lx = 15.00 (m)
4) 法線直角方向長度	:Ly = 16.00 (m)
5) 沈箱 高度	:H0 = 8.50 (m)
6) 側壁 厚度	:St = 0.40 (m)
7) 隔壁 厚度	:Kt = 0.25 (m)
8) 底板 厚度	:Th = 0.60 (m)
9) 托扇形狀	:Hs = 0.20 (m)

7. 胸牆尺寸

1) 港外 高度	:Ch1= 5.00 (m)
2) 港內 高度	:Ch2= 5.00 (m)
3) 港外寬度	:C11= 15.50 (m)
4) 港內寬度	:C12= 15.50 (m)
5) 模板厚度	:Ccl= 0.25 (m)
6) 蓋版厚度	:Tt1= 0.60 (m)
7) 連結厚度	:Tt2= 0.20 (m)

沈箱之重量與重心

名稱	V (m ³)	Y(m)	VY(m ⁴)
底版	15.00 * 16.00 * 0.60 = 144.00	0.30	43.20
側壁	15.00 * 7.90 * 0.40 * 2 = 94.80	4.55	431.34
側壁	15.20 * 7.90 * 0.40 * 2 = 96.06	4.55	437.07
隔壁	14.20 * 7.90 * 0.25 * 3 = 84.14	4.55	382.84
隔壁	14.45 * 7.90 * 0.25 * 3 = 85.62	4.55	389.57
水平托肩	1/2 * 0.20 ² * 11.85 * 8 = 1.90	0.67	1.27
水平托肩	1/2 * 0.20 ² * 12.85 * 8 = 2.06	0.67	1.38
垂直托肩	1/2 * 0.20 ² * 7.90 * 64 = 10.11	4.55	46.00
隅角托肩	1/3 * 0.20 ³ * 64 = 0.17	0.68	0.12
合計	518.86		1,732.79

重量 $W = \Sigma V * \gamma C$
 $= 518.86 * 2.45 = 1,271.21 (t)$

重心 $G = \Sigma Vy / \Sigma V$
 $= 1,732.79 / 518.86 = 3.34 (m)'$

沈箱浮遊時之安定計算

安定之條件必須滿足以下各式

$$I / V - CG = GM > 0$$

$$GM / d \geq 5 \% \quad \therefore GM \geq 0.05.d$$

I : 對吃水面長軸之斷面二次力矩 (m⁴)

V : 排水容量 (m³)

C : 浮心 (m)

G : 重心 (m)

CG : 傾心 (m)

d : 吃水 (m)

$$d = W / ((B.L.Rw))$$

$$= 1,271.21 / (16.00 * 15.00 * 1.03) = 5.14 \text{ (M)}$$

$$C = d/2 = 5.14 / 2 = 2.57 \text{ (m)}$$

$$I = L.B^3/12$$

$$= 16.00 * 15.00^3 / 12 = 4,500.00 \text{ (m}^4\text{)}$$

$$V = B.L.D = 16.00 * 15.00 * 5.14 = 1,233.60 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$CG = G - C = 3.34 - 2.57 = 0.77 \text{ (m)}$$

$$GM = 4,500.00 / 1,233.60 - (0.77) = 2.88 \text{ (m)} > FS = 0.26 \text{ (m)}$$

所以為安定

波 壓

波壓係數

$$* (4\pi h) / L$$

$$= 4 * 3.14159 * 10.50 / 123.16 = 1.073$$

$$* (2\pi h) / L$$

$$= 2 * 3.14159 * 10.50 / 123.16 = 0.536$$

$$\alpha_1 = 0.6 + 1/2 \cdot [(4\pi H/L) / \text{SINH}(4\pi h/L)]^2$$

$$= 0.6 + 1/2 \cdot ((1.073 / \sinh(1.073))^2) = 0.945$$

$$\alpha_2 = \min \{ (hb-d)/3 \cdot hd \cdot (hd/d)^2, 2d/hd \}$$

$$(10.82 - 6.00) / 3 * 10.82 * (8.52 / 6.00)^2, \\ 2 * 6.00 / 8.52$$

$$\min \{ 0.299, 1.408 \} = 0.299$$

$$\alpha_3 = 1 - h'/h \cdot [1 - (1/\cosh(2\pi h/L))]$$

$$= 1 - 7.50/10.50 * (1 - (1/\cosh(0.536))) = 0.908$$

波 壓

$$\eta = 0.75 \cdot (1 + \cos \beta) \cdot h$$

$$= 0.75 * (1 + \cos(14.50)) * 8.52 = 12.58 \text{ (m)}$$

$$P_1 = 1/2 \cdot (1 + \cos \beta) \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 \cdot (\cos \beta)^2) \cdot \rho_w \cdot hd$$

$$= 1/2 * (1 + \cos(14.50)) * (0.945 + 0.299 * \cos(14.50)^2)$$

$$* 1.03 * 8.52 = 10.58 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$P_2 = P_1 / (\cosh(2 \cdot \pi \cdot h/L))$$

$$= 10.58 / (\cosh(0.54)) = 9.22 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$P_3 = \alpha_3 \cdot P_1$$

$$= 0.908 * 10.58 = 9.61 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$P_0 = (P_1 / \eta) \cdot (\eta - hc)$$

$$= (10.58 / 12.58) * (12.58 - 4.50) = 6.80 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

波壓力

p (t/m)	Y(m)	P(tm/m)
$1/2 * 6.80 * 4.50 = 15.30$	10.50	160.65
$1/2 * 10.58 * 4.50 = 23.81$	9.00	214.29
$1/2 * 10.58 * 7.50 = 39.67$	5.00	198.35
$1/2 * 9.61 * 7.50 = 36.04$	2.50	90.10
114.82		663.39

揚 壓 力

$$\begin{aligned}
 P_u &= 1/2 \cdot (1 + \cos \beta) \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \gamma_w \cdot h \\
 &= 1/2 * (1 + \cos(14.50)) * 0.945 * 0.908 * 1.03 * 8.52 \\
 &= 7.41 \text{ (t/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_U &= 1/2 \cdot P_u \cdot B \\
 &= 1/2 * 7.41 * 16.00 = 59.28 \text{ (t/m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{PU} &= 2/3 \cdot B \cdot P_U \\
 &= 2/3 * 16.00 * 59.28 = 632.32 \text{ (t/m)}
 \end{aligned}$$

浮 力

$$U = 7.50 * 16.00 * 1.03 = 123.60 \text{ (t/m)}$$

$$M_U = 123.60 * 8.00 = 988.80 \text{ (tm/m)}$$

堤體重量計算

名稱	W (t)	X(m)	W.X(tm)
沈箱	1,271.21	8.00	10,169.68
填充料	14.20*15.20* 7.10* 2.00 = 3,064.93 - 0.25* 7.10*14.20* 3* 2.00 = -151.23 - 0.25* 7.10*14.45* 3* 2.00 = -153.89 -1/2* 0.20^2*11.85* 8* 2.00 = -3.79 -1/2* 0.20^2*12.85* 8* 2.00 = -4.11 -1/2* 0.20^2* 7.10* 64* 2.00 = -18.18 -1/3* 0.20^3* 64* 2.00 = -0.34	8.00 8.00 8.00 8.00 8.00 8.00	24,519.44 -1,209.84 -1,231.12 -30.32 -32.88 -145.44 -2.72
小計	2,733.39		21,867.12
蓋版	13.45*14.45* 0.60* 2.30 = 268.21 -1/2* 0.20^2* 0.60* 64* 2.30 = -1.77	8.00 8.00	2,145.68 -14.16
小計	266.44		2,131.52
	3.50*15.50*15.00* 2.30 = 1,871.63 13.45*14.45* 0.20* 2.30 = 89.40 -1/2* 0.20^2* 0.20* 64* 2.30 = -0.59	8.00 8.00 8.00	14,973.04 715.20 -4.72
小計	1,960.44		15,683.52
合計	6,231.48		49,851.84

每1 m 相當之重量

$$W = 6,231.48 / 15.00 = 415.43 \text{ (t/m)}$$

$$WX = 49,851.84 / 15.00 = 3,323.46 \text{ (t/m)}$$

安定計算

滑 動

$$\begin{aligned}FS &= \mu \cdot (W-U-PU) / P \\ &= 0.60 * (415.43 - 123.60 - 59.28) / 114.82 \\ &= 0.60 * 232.55 / 114.82 = 1.215\end{aligned}$$

轉 動

$$\begin{aligned}FS &= (M-MU-MPU) / MP \\ &= (3,323.46 - 988.80 - 632.32) / 663.39 \\ &= 1,702.34 / 663.39 = 2.566\end{aligned}$$

底面反力

$$\begin{aligned}X &= (\Sigma M - MP) / \Sigma W \\ &= (1,702.34 - 663.39) / 232.55 = 4.47 \text{ (m)} \\ e &= B / 2 - X \\ &= 16.0 / 2 - 4.47 = 3.53 \text{ (m)} \quad > B/6 = 2.67 \text{ (m)}\end{aligned}$$

所以為三角形分佈荷重

$$\begin{aligned}P &= (2 \cdot \Sigma W) / (3 \cdot X) \\ &= (2 * 232.55) / (3 * 4.47) = 34.70 \text{ (t/m}^2\text{)} \\ B' &= 3 \cdot X \\ &= 3 * 4.47 = 13.40 \text{ (m)}\end{aligned}$$

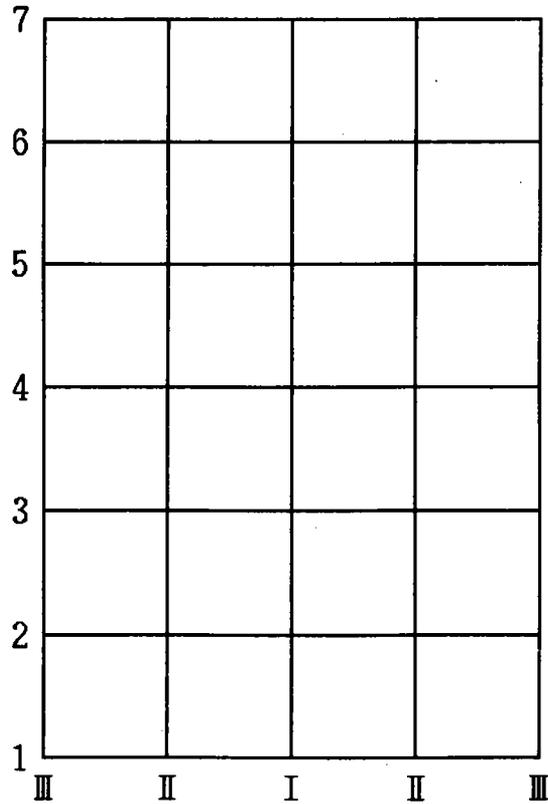
*** 細 部 設 計 ***

沉 箱 各 部 材 之 彎 矩

沉箱各部材之彎矩計算係根據日本港灣協會所發行之『港灣設施技術基準同解說』中，版計算圖表加以計算。

(I) 側 牆

側牆係以三邊固定一邊自由之版加以計算。彎矩為計算下圖之格子點，其符號為沉箱外側為負，內側為正。



1-1 法線平行方向側壁

1) 外側荷重所產生之彎矩

浮游時

$$L_x = 8.200(m) \quad L_y = 3.675(m)$$

$$\text{邊長比} \quad \lambda = 2.231$$

$$P = 6.02(t/m^2) \quad M_x = X \cdot P \cdot L_x^2 = 81.30 \cdot X$$

$$M_y = Y \cdot P \cdot L_x^2 = 81.30 \cdot Y$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P L_x^2$	彎矩係數	內側	外側	
I	1	81.300	-.0469	.00	3.81
	2	81.300	.0117	.95	.00
	3	81.300	.0089	.72	.00
	4	81.300	.0043	.35	.00
	5	81.300	.0021	.17	.00
	6	81.300	.0003	.02	.00
	7	81.300	.0000	.00	.00
II	1	81.300	-.0291	.00	2.37
	2	81.300	.0064	.52	.00
	3	81.300	.0038	.31	.00
	4	81.300	.0013	.11	.00
	5	81.300	.0004	.03	.00
	6	81.300	-.0002	.00	.02
	7	81.300	.0000	.00	.00
III	1	81.300	.0000	.00	.00
	2	81.300	-.0072	.00	.59
	3	81.300	-.0089	.00	.72
	4	81.300	-.0071	.00	.58
	5	81.300	-.0046	.00	.37
	6	81.300	-.0023	.00	.19
	7	81.300	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎矩 **

NO		$P \rho x^2$	彎矩係數	內側	外側
1	I	81.300	-.0078	.00	.63
	II	81.300	-.0049	.00	.40
	III	81.300	.0000	.00	.00
2	I	81.300	.0179	1.46	.00
	II	81.300	.0070	.57	.00
	III	81.300	-.0434	.00	3.53
3	I	81.300	.0250	2.03	.00
	II	81.300	.0074	.60	.00
	III	81.300	-.0534	.00	4.34
4	I	81.300	.0208	1.69	.00
	II	81.300	.0054	.44	.00
	III	81.300	-.0424	.00	3.45
5	I	81.300	.0141	1.15	.00
	II	81.300	.0035	.28	.00
	III	81.300	-.0277	.00	2.25
6	I	81.300	.0078	.63	.00
	II	81.300	.0017	.14	.00
	III	81.300	-.0137	.00	1.11
7	I	81.300	.0042	.34	.00
	II	81.300	.0003	.02	.00
	III	81.300	-.0034	.00	.28

2) 內側荷重所產生之彎矩

$$\begin{aligned} \ell_x &= 8.200(\text{m}) & \ell_y &= 3.675(\text{m}) \\ \text{邊長比 } \lambda &= 2.231 \\ P &= -5.43(\text{t/m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \ell_x^2 = -73.34 \cdot X \\ & & M_y &= Y \cdot P \cdot \ell_x^2 = -73.34 \cdot Y \end{aligned}$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P \ell_x^2$	彎矩係數	內側	外側	
I	1	-73.340	-.0567	4.16	.00
	2	-73.340	.0122	.00	.89
	3	-73.340	.0114	.00	.84
	4	-73.340	.0080	.00	.59
	5	-73.340	.0070	.00	.51
	6	-73.340	.0062	.00	.45
	7	-73.340	.0000	.00	.00
II	1	-73.340	-.0343	2.52	.00
	2	-73.340	.0065	.00	.48
	3	-73.340	.0046	.00	.34
	4	-73.340	.0023	.00	.17
	5	-73.340	.0017	.00	.12
	6	-73.340	.0012	.00	.09
	7	-73.340	.0000	.00	.00
III	1	-73.340	.0000	.00	.00
	2	-73.340	-.0091	.67	.00
	3	-73.340	-.0134	.98	.00
	4	-73.340	-.0140	1.03	.00
	5	-73.340	-.0140	1.03	.00
	6	-73.340	-.0139	1.02	.00
	7	-73.340	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$P \varrho x^2$	彎矩係數	內側	外側
1	I	-73.340	-.0095	.70	.00
	II	-73.340	-.0057	.42	.00
	III	-73.340	.0000	.00	.00
2	I	-73.340	.0235	.00	1.72
	II	-73.340	.0084	.00	.62
	III	-73.340	-.0546	4.00	.00
3	I	-73.340	.0386	.00	2.83
	II	-73.340	.0108	.00	.79
	III	-73.340	-.0802	5.88	.00
4	I	-73.340	.0416	.00	3.05
	II	-73.340	.0106	.00	.78
	III	-73.340	-.0842	6.18	.00
5	I	-73.340	.0416	.00	3.05
	II	-73.340	.0104	.00	.76
	III	-73.340	-.0839	6.15	.00
6	I	-73.340	.0414	.00	3.04
	II	-73.340	.0103	.00	.76
	III	-73.340	-.0834	6.12	.00
7	I	-73.340	.0432	.00	3.17
	II	-73.340	.0105	.00	.77
	III	-73.340	-.0852	6.25	.00

$$\begin{aligned}
 \rho_x &= 8.200(\text{m}) & \rho_y &= 3.675(\text{m}) \\
 \text{邊長比} & \lambda & &= 2.231 \\
 P &= -10.86(\text{t/m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \rho_x^2 = -146.67 \cdot X \\
 & & M_y &= Y \cdot P \cdot \rho_x^2 = -146.67 \cdot Y
 \end{aligned}$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P \rho_x^2$	彎矩係數	內側	外側	
I	1	-146.670	-.0469	6.88	.00
	2	-146.670	.0117	.00	1.72
	3	-146.670	.0089	.00	1.31
	4	-146.670	.0043	.00	.63
	5	-146.670	.0021	.00	.31
	6	-146.670	.0003	.00	.04
	7	-146.670	.0000	.00	.00
II	1	-146.670	-.0291	4.27	.00
	2	-146.670	.0064	.00	.94
	3	-146.670	.0038	.00	.56
	4	-146.670	.0013	.00	.19
	5	-146.670	.0004	.00	.06
	6	-146.670	-.0002	.03	.00
	7	-146.670	.0000	.00	.00
III	1	-146.670	.0000	.00	.00
	2	-146.670	-.0072	1.06	.00
	3	-146.670	-.0089	1.31	.00
	4	-146.670	-.0071	1.04	.00
	5	-146.670	-.0046	.67	.00
	6	-146.670	-.0023	.34	.00
	7	-146.670	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎矩 **

NO		$P \rho x^2$	彎矩係數	內側	外側
1	I	-146.670	-.0078	1.14	.00
	II	-146.670	-.0049	.72	.00
	III	-146.670	.0000	.00	.00
2	I	-146.670	.0179	.00	2.63
	II	-146.670	.0070	.00	1.03
	III	-146.670	-.0434	6.37	.00
3	I	-146.670	.0250	.00	3.67
	II	-146.670	.0074	.00	1.09
	III	-146.670	-.0534	7.83	.00
4	I	-146.670	.0208	.00	3.05
	II	-146.670	.0054	.00	.79
	III	-146.670	-.0424	6.22	.00
5	I	-146.670	.0141	.00	2.07
	II	-146.670	.0035	.00	.51
	III	-146.670	-.0277	4.06	.00
6	I	-146.670	.0078	.00	1.14
	II	-146.670	.0017	.00	.25
	III	-146.670	-.0137	2.01	.00
7	I	-146.670	.0042	.00	.62
	II	-146.670	.0003	.00	.04
	III	-146.670	-.0034	.50	.00

*** 設計彎矩 ***

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO	内側	外側	
I	1	6.88	3.81
	2	.95	1.72
	3	.72	1.31
	4	.35	.63
	5	.17	.51
	6	.02	.45
	7	.00	.00
II	1	4.27	2.37
	2	.52	.94
	3	.31	.56
	4	.11	.19
	5	.03	.12
	6	.03	.09
	7	.00	.00
III	1	.00	.00
	2	1.06	.59
	3	1.31	.72
	4	1.04	.58
	5	1.03	.37
	6	1.02	.19
	7	.00	.00

NO	内側	外側	
1	I	1.14	.63
	II	.72	.40
	III	.00	.00
2	I	1.46	2.63
	II	.57	1.03
	III	6.37	3.53
3	I	2.03	3.67
	II	.60	1.09
	III	7.83	4.34
4	I	1.69	3.05
	II	.44	.79
	III	6.22	3.45
5	I	1.15	3.05
	II	.28	.76
	III	6.15	2.25
6	I	.63	3.04
	II	.14	.76
	III	6.12	1.11
7	I	.34	3.17
	II	.02	.77
	III	6.25	.28

1-2 法線平行方向隔牆

$$\begin{aligned}
 \ell_x &= 8.200 \text{ (m)} & \ell_y &= 3.675 \text{ (m)} \\
 \text{邊長比} & \lambda & &= 2.231 \\
 P &= 1.03 \text{ (t/m}^2\text{)} & M_x &= X \cdot P \cdot \ell_x^2 = 13.91 \cdot X \\
 & & M_y &= Y \cdot P \cdot \ell_x^2 = 13.91 \cdot Y
 \end{aligned}$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P \ell_x^2$	彎矩係數	內側	外側	
I	1	13.910	-.0567	.00	.79
	2	13.910	.0122	.17	.00
	3	13.910	.0114	.16	.00
	4	13.910	.0080	.11	.00
	5	13.910	.0070	.10	.00
	6	13.910	.0062	.09	.00
	7	13.910	.0000	.00	.00
II	1	13.910	-.0343	.00	.48
	2	13.910	.0065	.09	.00
	3	13.910	.0046	.06	.00
	4	13.910	.0023	.03	.00
	5	13.910	.0017	.02	.00
	6	13.910	.0012	.02	.00
	7	13.910	.0000	.00	.00
III	1	13.910	.0000	.00	.00
	2	13.910	-.0091	.00	.13
	3	13.910	-.0134	.00	.19
	4	13.910	-.0140	.00	.19
	5	13.910	-.0140	.00	.19
	6	13.910	-.0139	.00	.19
	7	13.910	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		PQx^2	彎矩係數	內側	外側
1	I	13.910	-.0095	.00	.13
	II	13.910	-.0057	.00	.08
	III	13.910	.0000	.00	.00
2	I	13.910	.0235	.33	.00
	II	13.910	.0084	.12	.00
	III	13.910	-.0546	.00	.76
3	I	13.910	.0386	.54	.00
	II	13.910	.0108	.15	.00
	III	13.910	-.0802	.00	1.12
4	I	13.910	.0416	.58	.00
	II	13.910	.0106	.15	.00
	III	13.910	-.0842	.00	1.17
5	I	13.910	.0416	.58	.00
	II	13.910	.0104	.14	.00
	III	13.910	-.0839	.00	1.17
6	I	13.910	.0414	.58	.00
	II	13.910	.0103	.14	.00
	III	13.910	-.0834	.00	1.16
7	I	13.910	.0432	.60	.00
	II	13.910	.0105	.15	.00
	III	13.910	-.0852	.00	1.19

1-3 法線直角方向側壁

(1) 外側荷重所產生之彎矩

浮游時

$$L_x = 8.200 \text{ (m)} \quad L_y = 3.925 \text{ (m)}$$

$$\text{邊長比 } \lambda = 2.089$$

$$P = 6.02 \text{ (t/m}^2\text{)} \quad M_x = X \cdot P \cdot L_x^2 = 92.74 \cdot X$$

$$M_y = Y \cdot P \cdot L_x^2 = 92.74 \cdot Y$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P L_x^2$	彎矩係數	內側	外側	
I	1	92.740	-.0457	.00	4.24
	2	92.740	.0105	.97	.00
	3	92.740	.0099	.92	.00
	4	92.740	.0050	.46	.00
	5	92.740	.0022	.20	.00
	6	92.740	.0002	.02	.00
	7	92.740	.0000	.00	.00
II	1	92.740	-.0285	.00	2.64
	2	92.740	.0060	.56	.00
	3	92.740	.0045	.42	.00
	4	92.740	.0017	.16	.00
	5	92.740	.0004	.04	.00
	6	92.740	-.0003	.00	.03
	7	92.740	.0000	.00	.00
III	1	92.740	.0000	.00	.00
	2	92.740	-.0064	.00	.59
	3	92.740	-.0085	.00	.79
	4	92.740	-.0070	.00	.65
	5	92.740	-.0047	.00	.44
	6	92.740	-.0024	.00	.22
	7	92.740	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$P Q_x^2$	彎矩係數	內側	外側
1	I	92.740	-.0076	.00	.70
	II	92.740	-.0048	.00	.45
	III	92.740	.0000	.00	.00
2	I	92.740	.0153	1.42	.00
	II	92.740	.0063	.58	.00
	III	92.740	-.0382	.00	3.54
3	I	92.740	.0234	2.17	.00
	II	92.740	.0073	.68	.00
	III	92.740	-.0508	.00	4.71
4	I	92.740	.0204	1.89	.00
	II	92.740	.0055	.51	.00
	III	92.740	-.0420	.00	3.90
5	I	92.740	.0142	1.32	.00
	II	92.740	.0035	.32	.00
	III	92.740	-.0280	.00	2.60
6	I	92.740	.0082	.76	.00
	II	92.740	.0017	.16	.00
	III	92.740	-.0145	.00	1.34
7	I	92.740	.0047	.44	.00
	II	92.740	.0004	.04	.00
	III	92.740	-.0041	.00	.38

(2) 內側荷重所產生之彎矩

$$\begin{aligned} \rho_x &= 8.200(\text{m}) & \rho_y &= 3.925(\text{m}) \\ \text{邊長比} & \lambda & &= 2.089 \\ P &= -5.35(\text{t/m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \rho_x^2 = -82.42 \cdot X \\ & & M_y &= Y \cdot P \cdot \rho_x^2 = -82.42 \cdot Y \end{aligned}$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P\rho_x^2$	彎矩係數	內側	外側	
I	1	-82.420	-.0568	4.68	.00
	2	-82.420	.0107	.00	.88
	3	-82.420	.0125	.00	1.03
	4	-82.420	.0087	.00	.72
	5	-82.420	.0071	.00	.59
	6	-82.420	.0060	.00	.49
	7	-82.420	.0000	.00	.00
II	1	-82.420	-.0344	2.84	.00
	2	-82.420	.0058	.00	.48
	3	-82.420	.0054	.00	.45
	4	-82.420	.0028	.00	.23
	5	-82.420	.0018	.00	.15
	6	-82.420	.0011	.00	.09
	7	-82.420	.0000	.00	.00
III	1	-82.420	.0000	.00	.00
	2	-82.420	-.0081	.67	.00
	3	-82.420	-.0129	1.06	.00
	4	-82.420	-.0139	1.15	.00
	5	-82.420	-.0140	1.15	.00
	6	-82.420	-.0139	1.15	.00
	7	-82.420	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$P Q x^2$	彎矩係數	內側	外側
1	I	-82.420	-.0095	.78	.00
	II	-82.420	-.0057	.47	.00
	III	-82.420	.0000	.00	.00
2	I	-82.420	.0205	.00	1.69
	II	-82.420	.0076	.00	.63
	III	-82.420	-.0487	4.01	.00
3	I	-82.420	.0367	.00	3.02
	II	-82.420	.0107	.00	.88
	III	-82.420	-.0773	6.37	.00
4	I	-82.420	.0411	.00	3.39
	II	-82.420	.0107	.00	.88
	III	-82.420	-.0836	6.89	.00
5	I	-82.420	.0416	.00	3.43
	II	-82.420	.0105	.00	.87
	III	-82.420	-.0838	6.91	.00
6	I	-82.420	.0415	.00	3.42
	II	-82.420	.0103	.00	.85
	III	-82.420	-.0833	6.87	.00
7	I	-82.420	.0432	.00	3.56
	II	-82.420	.0104	.00	.86
	III	-82.420	-.0846	6.97	.00

$$\begin{aligned}
 & \ell_x = 8.200(\text{m}) \quad \ell_y = 3.925(\text{m}) \\
 & \text{邊長比} \quad \lambda = 2.089 \\
 & P = -10.70(\text{t/m}^2) \quad M_x = X \cdot P \cdot \ell_x^2 = -164.84 \cdot X \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad M_y = Y \cdot P \cdot \ell_x^2 = -164.84 \cdot Y
 \end{aligned}$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	p^0	彎矩係數	內側	外側	
I	1	-164.840	-.0457	7.53	.00
	2	-164.840	.0105	.00	1.73
	3	-164.840	.0099	.00	1.63
	4	-164.840	.0050	.00	.82
	5	-164.840	.0022	.00	.36
	6	-164.840	.0002	.00	.03
	7	-164.840	.0000	.00	.00
II	1	-164.840	-.0285	4.70	.00
	2	-164.840	.0060	.00	.99
	3	-164.840	.0045	.00	.74
	4	-164.840	.0017	.00	.28
	5	-164.840	.0004	.00	.07
	6	-164.840	-.0003	.05	.00
	7	-164.840	.0000	.00	.00
III	1	-164.840	.0000	.00	.00
	2	-164.840	-.0064	1.05	.00
	3	-164.840	-.0085	1.40	.00
	4	-164.840	-.0070	1.15	.00
	5	-164.840	-.0047	.77	.00
	6	-164.840	-.0024	.40	.00
	7	-164.840	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$P Q x^2$	彎矩係數	內側	外側
1	I	-164.840	-.0076	1.25	.00
	II	-164.840	-.0048	.79	.00
	III	-164.840	.0000	.00	.00
2	I	-164.840	.0153	.00	2.52
	II	-164.840	.0063	.00	1.04
	III	-164.840	-.0382	6.30	.00
3	I	-164.840	.0234	.00	3.86
	II	-164.840	.0073	.00	1.20
	III	-164.840	-.0508	8.37	.00
4	I	-164.840	.0204	.00	3.36
	II	-164.840	.0055	.00	.91
	III	-164.840	-.0420	6.92	.00
5	I	-164.840	.0142	.00	2.34
	II	-164.840	.0035	.00	.58
	III	-164.840	-.0280	4.62	.00
6	I	-164.840	.0082	.00	1.35
	II	-164.840	.0017	.00	.28
	III	-164.840	-.0145	2.39	.00
7	I	-164.840	.0047	.00	.77
	II	-164.840	.0004	.00	.07
	III	-164.840	-.0041	.68	.00

設計彎矩

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		内側	外側
I	1	7.53	4.24
	2	.97	1.73
	3	.92	1.63
	4	.46	.82
	5	.20	.59
	6	.02	.49
	7	.00	.00
II	1	4.70	2.64
	2	.56	.99
	3	.42	.74
	4	.16	.28
	5	.04	.15
	6	.05	.09
	7	.00	.00
III	1	.00	.00
	2	1.05	.59
	3	1.40	.79
	4	1.15	.65
	5	1.15	.44
	6	1.15	.22
	7	.00	.00

NO		内側	外側
1	I	1.25	.70
	II	.79	.45
	III	.00	.00
2	I	1.42	2.52
	II	.58	1.04
	III	6.30	3.54
3	I	2.17	3.86
	II	.68	1.20
	III	8.37	4.71
4	I	1.89	3.39
	II	.51	.91
	III	6.92	3.90
5	I	1.32	3.43
	II	.32	.87
	III	6.91	2.60
6	I	.76	3.42
	II	.16	.85
	III	6.87	1.34
7	I	.44	3.56
	II	.04	.86
	III	6.97	.38

1-4 法線直角方向隔牆彎

$$\begin{aligned} \rho_x &= 8.200(\text{m}) & \rho_y &= 3.925(\text{m}) \\ \text{邊長比} & \lambda & &= 2.089 \\ P &= 1.03(\text{t/m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \rho_x^2 = 15.87 \cdot X \\ & & M_y &= Y \cdot P \cdot \rho_x^2 = 15.87 \cdot Y \end{aligned}$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P \rho_x^2$	彎矩係數	內側	外側	
I	1	15.870	-.0568	.00	.90
	2	15.870	.0107	.17	.00
	3	15.870	.0125	.20	.00
	4	15.870	.0087	.14	.00
	5	15.870	.0071	.11	.00
	6	15.870	.0060	.10	.00
	7	15.870	.0000	.00	.00
II	1	15.870	-.0344	.00	.55
	2	15.870	.0058	.09	.00
	3	15.870	.0054	.09	.00
	4	15.870	.0028	.04	.00
	5	15.870	.0018	.03	.00
	6	15.870	.0011	.02	.00
	7	15.870	.0000	.00	.00
III	1	15.870	.0000	.00	.00
	2	15.870	-.0081	.00	.13
	3	15.870	-.0129	.00	.20
	4	15.870	-.0139	.00	.22
	5	15.870	-.0140	.00	.22
	6	15.870	-.0139	.00	.22
	7	15.870	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		PQx^2	彎矩係數	內側	外側
1	I	15.870	-.0095	.00	.15
	II	15.870	-.0057	.00	.09
	III	15.870	.0000	.00	.00
2	I	15.870	.0205	.33	.00
	II	15.870	.0076	.12	.00
	III	15.870	-.0487	.00	.77
3	I	15.870	.0367	.58	.00
	II	15.870	.0107	.17	.00
	III	15.870	-.0773	.00	1.23
4	I	15.870	.0411	.65	.00
	II	15.870	.0107	.17	.00
	III	15.870	-.0836	.00	1.33
5	I	15.870	.0416	.66	.00
	II	15.870	.0105	.17	.00
	III	15.870	-.0838	.00	1.33
6	I	15.870	.0415	.66	.00
	II	15.870	.0103	.16	.00
	III	15.870	-.0833	.00	1.32
7	I	15.870	.0432	.69	.00
	II	15.870	.0104	.17	.00
	III	15.870	-.0846	.00	1.34

1-5 法線平行方向側壁轉角部修正彎矩

** X 方向 彎 矩 M_x **

** Y 方向 彎 矩 M_y **

NO		內 側	外 側
I	1	6.88	3.81
	2	.95	1.72
	3	.72	1.31
	4	.35	.63
	5	.17	.51
	6	.02	.45
	7	.00	.00
II	1	4.27	2.37
	2	.52	.94
	3	.31	.56
	4	.11	.19
	5	.03	.12
	6	.03	.09
	7	.00	.00
III	1	.00	.00
	2	1.06	.59
	3	1.31	.72
	4	1.04	.58
	5	1.03	.37
	6	1.02	.19
	7	.00	.00

NO		內 側	外 側
1	I	1.14	.63
	II	.72	.40
	III	.00	.00
2	I	1.46	2.63
	II	.57	1.03
	III	6.33	3.54
3	I	2.03	3.67
	II	.60	1.09
	III	8.11	4.53
4	I	1.69	3.05
	II	.44	.79
	III	6.58	3.68
5	I	1.15	3.05
	II	.28	.76
	III	6.54	2.43
6	I	.63	3.04
	II	.14	.76
	III	6.51	1.23
7	I	.34	3.17
	II	.02	.77
	III	6.62	.33

1-6 法線直角方向側壁轉角部修正彎矩

** X 方向 彎矩 M_x **

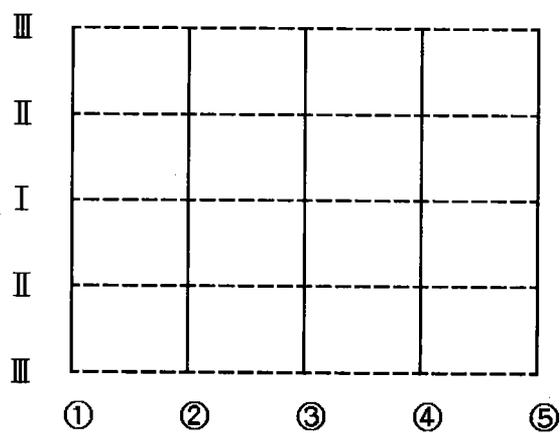
NO		內側	外側
I	1	7.53	4.24
	2	.97	1.73
	3	.92	1.63
	4	.46	.82
	5	.20	.59
	6	.02	.49
	7	.00	.00
II	1	4.70	2.64
	2	.56	.99
	3	.42	.74
	4	.16	.28
	5	.04	.15
	6	.05	.09
	7	.00	.00
III	1	.00	.00
	2	1.05	.59
	3	1.40	.79
	4	1.15	.65
	5	1.15	.44
	6	1.15	.22
	7	.00	.00

** Y 方向 彎矩 M_y **

NO		內側	外側
1	I	1.25	.70
	II	.79	.45
	III	.00	.00
2	I	1.40	2.52
	II	.58	1.04
	III	6.33	3.54
3	I	2.30	3.95
	II	.68	1.20
	III	8.11	4.53
4	I	2.06	3.50
	II	.51	.91
	III	6.58	3.68
5	I	1.50	3.51
	II	.32	.87
	III	6.54	2.43
6	I	.94	3.48
	II	.16	.85
	III	6.51	1.23
7	I	.61	3.58
	II	.04	.86
	III	6.62	.33

(II) 底版

底版係以四邊固定版加以計算，彎矩為計算下圖之格子點其符號為底版下側為負，上側為正。



底版 1

$$\begin{aligned}
 \ell_x &= 3.925(\text{m}) & \ell_y &= 3.675(\text{m}) \\
 \text{邊長比 } \lambda &= 1.068 \\
 P &= .77(\text{t/m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \ell_x^2 = 10.40 \cdot X \\
 & & M_y &= Y \cdot P \cdot \ell_x^2 = 10.40 \cdot Y
 \end{aligned}$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P \ell^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	10.400	-.0179	.00	.19
	2	10.400	.0015	.02	.00
	3	10.400	.0103	.11	.00
	4	10.400	.0080	.08	.00
	5	10.400	-.0334	.00	.35
II	1	10.400	-.0101	.00	.11
	2	10.400	.0006	.01	.00
	3	10.400	.0058	.06	.00
	4	10.400	.0052	.05	.00
	5	10.400	-.0223	.00	.23
III	1	10.400	.0000	.00	.00
	2	10.400	-.0019	.00	.02
	3	10.400	-.0043	.00	.04
	4	10.400	-.0036	.00	.04
	5	10.400	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$P Q x^2$	彎矩係數	上側	下側
1	I	10.400	-.0030	.00	.03
	II	10.400	-.0017	.00	.02
	III	10.400	.0000	.00	.00
2	I	10.400	.0047	.05	.00
	II	10.400	.0018	.02	.00
	III	10.400	-.0116	.00	.12
3	I	10.400	.0103	.11	.00
	II	10.400	.0048	.05	.00
	III	10.400	-.0257	.00	.27
4	I	10.400	.0069	.07	.00
	II	10.400	.0040	.04	.00
	III	10.400	-.0208	.00	.22
5	I	10.400	-.0056	.00	.06
	II	10.400	-.0037	.00	.04
	III	10.400	.0000	.00	.00

$$\begin{aligned} \ell_x &= 3.925(\text{m}) & \ell_y &= 3.675(\text{m}) \\ \text{邊長比} & & \lambda &= 1.068 \\ P &= 9.67(\text{t/m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \ell_x^2 = 130.60 \cdot X \\ & & M_y &= Y \cdot P \cdot \ell_x^2 = 130.60 \cdot Y \end{aligned}$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO		$P \ell_x^2$	彎矩係數	上側	下側
I	1	130.600	-.0513	.00	6.70
	2	130.600	.0096	1.25	.00
	3	130.600	.0206	2.69	.00
	4	130.600	.0096	1.25	.00
	5	130.600	-.0513	.00	6.70
II	1	130.600	-.0324	.00	4.23
	2	130.600	.0059	.77	.00
	3	130.600	.0116	1.51	.00
	4	130.600	.0059	.77	.00
	5	130.600	-.0324	.00	4.23
III	1	130.600	.0000	.00	.00
	2	130.600	-.0054	.00	.71
	3	130.600	-.0086	.00	1.12
	4	130.600	-.0054	.00	.71
	5	130.600	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$PQ \times^2$	彎矩係數	上側	下側
1	I	130.600	-.0086	.00	1.12
	II	130.600	-.0054	.00	.71
	III	130.600	.0000	.00	.00
2	I	130.600	.0116	1.51	.00
	II	130.600	.0059	.77	.00
	III	130.600	-.0324	.00	4.23
3	I	130.600	.0206	2.69	.00
	II	130.600	.0096	1.25	.00
	III	130.600	-.0513	.00	6.70
4	I	130.600	.0116	1.51	.00
	II	130.600	.0059	.77	.00
	III	130.600	-.0324	.00	4.23
5	I	130.600	-.0086	.00	1.12
	II	130.600	-.0054	.00	.71
	III	130.600	.0000	.00	.00

$$l_x = 3.925(\text{m}) \quad l_y = 3.675(\text{m})$$

$$\text{邊長比} \quad \lambda = 1.068$$

$$P = -3.69(\text{t/m}^2) \quad M_x = X \cdot P \cdot l_x^2 = -49.84 \cdot X$$

$$M_y = Y \cdot P \cdot l_x^2 = -49.84 \cdot Y$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P l_x^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	-49.840	-.0513	2.56	.00
	2	-49.840	.0096	.00	.48
	3	-49.840	.0206	.00	1.03
	4	-49.840	.0096	.00	.48
	5	-49.840	-.0513	2.56	.00
II	1	-49.840	-.0324	1.61	.00
	2	-49.840	.0059	.00	.29
	3	-49.840	.0116	.00	.58
	4	-49.840	.0059	.00	.29
	5	-49.840	-.0324	1.61	.00
III	1	-49.840	.0000	.00	.00
	2	-49.840	-.0054	.27	.00
	3	-49.840	-.0086	.43	.00
	4	-49.840	-.0054	.27	.00
	5	-49.840	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$P Q x^2$	彎矩係數	上側	下側
1	I	-49.840	-.0086	.43	.00
	II	-49.840	-.0054	.27	.00
	III	-49.840	.0000	.00	.00
2	I	-49.840	.0116	.00	.58
	II	-49.840	.0059	.00	.29
	III	-49.840	-.0324	1.61	.00
3	I	-49.840	.0206	.00	1.03
	II	-49.840	.0096	.00	.48
	III	-49.840	-.0513	2.56	.00
4	I	-49.840	.0116	.00	.58
	II	-49.840	.0059	.00	.29
	III	-49.840	-.0324	1.61	.00
5	I	-49.840	-.0086	.43	.00
	II	-49.840	-.0054	.27	.00
	III	-49.840	.0000	.00	.00

由下往上荷重累計

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	.00	6.89
	2	1.27	.00
	3	2.80	.00
	4	1.33	.00
	5	.00	7.05
II	1	.00	4.34
	2	.78	.00
	3	1.57	.00
	4	.82	.00
	5	.00	4.46
III	1	.00	.00
	2	.00	.73
	3	.00	1.16
	4	.00	.75
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.00	1.15
	II	.00	.73
	III	.00	.00
2	I	1.56	.00
	II	.79	.00
	III	.00	4.35
3	I	2.80	.00
	II	1.30	.00
	III	.00	6.97
4	I	1.58	.00
	II	.81	.00
	III	.00	4.45
5	I	.00	1.18
	II	.00	.75
	III	.00	.00

由上往下荷重累計

** X 方向 彎矩 M_x **

** Y 方向 彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	2.56	.00
	2	.00	.48
	3	.00	1.03
	4	.00	.48
	5	2.56	.00
II	1	1.61	.00
	2	.00	.29
	3	.00	.58
	4	.00	.29
	5	1.61	.00
III	1	.00	.00
	2	.27	.00
	3	.43	.00
	4	.27	.00
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.43	.00
	II	.27	.00
	III	.00	.00
2	I	.00	.58
	II	.00	.29
	III	1.61	.00
3	I	.00	1.03
	II	.00	.48
	III	2.56	.00
4	I	.00	.58
	II	.00	.29
	III	1.61	.00
5	I	.43	.00
	II	.27	.00
	III	.00	.00

設計彎矩

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	2.56	6.89
	2	1.27	.48
	3	2.80	1.03
	4	1.33	.48
	5	2.56	7.05
II	1	1.61	4.34
	2	.78	.29
	3	1.57	.58
	4	.82	.29
	5	1.61	4.46
III	1	.00	.00
	2	.27	.73
	3	.43	1.16
	4	.27	.75
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.43	1.15
	II	.27	.73
	III	.00	.00
2	I	1.56	.58
	II	.79	.29
	III	1.61	4.35
3	I	2.80	1.03
	II	1.30	.48
	III	2.56	6.97
4	I	1.58	.58
	II	.81	.29
	III	1.61	4.45
5	I	.43	1.18
	II	.27	.75
	III	.00	.00

底版 2

$$L_x = 3.875(\text{m}) \quad L_y = 3.675(\text{m})$$

$$\text{邊長比} \quad \lambda = 1.054$$

$$P = .75(\text{t/m}^2) \quad M_x = X \cdot P \cdot L_x^2 = 10.13 \cdot X$$

$$M_y = Y \cdot P \cdot L_x^2 = 10.13 \cdot Y$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P L_x^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	10.130	-.0179	.00	.18
	2	10.130	.0015	.02	.00
	3	10.130	.0103	.10	.00
	4	10.130	.0080	.08	.00
	5	10.130	-.0334	.00	.34
II	1	10.130	-.0101	.00	.10
	2	10.130	.0006	.01	.00
	3	10.130	.0058	.06	.00
	4	10.130	.0052	.05	.00
	5	10.130	-.0223	.00	.23
III	1	10.130	.0000	.00	.00
	2	10.130	-.0019	.00	.02
	3	10.130	-.0043	.00	.04
	4	10.130	-.0036	.00	.04
	5	10.130	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		PQx^2	彎矩係數	上側	下側
1	I	10.130	-.0030	.00	.03
	II	10.130	-.0017	.00	.02
	III	10.130	.0000	.00	.00
2	I	10.130	.0047	.05	.00
	II	10.130	.0018	.02	.00
	III	10.130	-.0116	.00	.12
3	I	10.130	.0103	.10	.00
	II	10.130	.0048	.05	.00
	III	10.130	-.0257	.00	.26
4	I	10.130	.0069	.07	.00
	II	10.130	.0040	.04	.00
	III	10.130	-.0208	.00	.21
5	I	10.130	-.0056	.00	.06
	II	10.130	-.0037	.00	.04
	III	10.130	.0000	.00	.00

$$l_x = 3.875(\text{m}) \quad l_y = 3.675(\text{m})$$

$$\text{邊長比} \quad \lambda = 1.054$$

$$P = 8.92(\text{t/m}^2) \quad M_x = X \cdot P \cdot l_x^2 = 120.47 \cdot X$$

$$M_y = Y \cdot P \cdot l_x^2 = 120.47 \cdot Y$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO		$P l_x^2$	彎矩係數	上側	下側
I	1	120.470	-.0513	.00	6.18
	2	120.470	.0096	1.16	.00
	3	120.470	.0206	2.48	.00
	4	120.470	.0096	1.16	.00
	5	120.470	-.0513	.00	6.18
II	1	120.470	-.0324	.00	3.90
	2	120.470	.0059	.71	.00
	3	120.470	.0116	1.40	.00
	4	120.470	.0059	.71	.00
	5	120.470	-.0324	.00	3.90
III	1	120.470	.0000	.00	.00
	2	120.470	-.0054	.00	.65
	3	120.470	-.0086	.00	1.04
	4	120.470	-.0054	.00	.65
	5	120.470	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		PQ_x^2	彎矩係數	上側	下側
1	I	120.470	-.0086	.00	1.04
	II	120.470	-.0054	.00	.65
	III	120.470	.0000	.00	.00
2	I	120.470	.0116	1.40	.00
	II	120.470	.0059	.71	.00
	III	120.470	-.0324	.00	3.90
3	I	120.470	.0206	2.48	.00
	II	120.470	.0096	1.16	.00
	III	120.470	-.0513	.00	6.18
4	I	120.470	.0116	1.40	.00
	II	120.470	.0059	.71	.00
	III	120.470	-.0324	.00	3.90
5	I	120.470	-.0086	.00	1.04
	II	120.470	-.0054	.00	.65
	III	120.470	.0000	.00	.00

$$l_x = 3.875(\text{m}) \quad l_y = 3.675(\text{m})$$

$$\text{邊長比} \quad \lambda = 1.054$$

$$P = -2.51(\text{t/m}^2) \quad M_x = X \cdot P \cdot l_x^2 = -33.90 \cdot X$$

$$M_y = Y \cdot P \cdot l_x^2 = -33.90 \cdot Y$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P l_x^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	-33.900	-.0179	.61	.00
	2	-33.900	.0015	.00	.05
	3	-33.900	.0103	.00	.35
	4	-33.900	.0080	.00	.27
	5	-33.900	-.0334	1.13	.00
II	1	-33.900	-.0101	.34	.00
	2	-33.900	.0006	.00	.02
	3	-33.900	.0058	.00	.20
	4	-33.900	.0052	.00	.18
	5	-33.900	-.0223	.76	.00
III	1	-33.900	.0000	.00	.00
	2	-33.900	-.0019	.06	.00
	3	-33.900	-.0043	.15	.00
	4	-33.900	-.0036	.12	.00
	5	-33.900	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		$P Q_x^2$	彎矩係數	上側	下側
1	I	-33.900	-.0030	.10	.00
	II	-33.900	-.0017	.06	.00
	III	-33.900	.0000	.00	.00
2	I	-33.900	.0047	.00	.16
	II	-33.900	.0018	.00	.06
	III	-33.900	-.0116	.39	.00
3	I	-33.900	.0103	.00	.35
	II	-33.900	.0048	.00	.16
	III	-33.900	-.0257	.87	.00
4	I	-33.900	.0069	.00	.23
	II	-33.900	.0040	.00	.14
	III	-33.900	-.0208	.71	.00
5	I	-33.900	-.0056	.19	.00
	II	-33.900	-.0037	.13	.00
	III	-33.900	.0000	.00	.00

由下往上荷重累計

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	.00	6.36
	2	1.18	.00
	3	2.58	.00
	4	1.24	.00
	5	.00	6.52
II	1	.00	4.00
	2	.72	.00
	3	1.46	.00
	4	.76	.00
	5	.00	4.13
III	1	.00	.00
	2	.00	.67
	3	.00	1.08
	4	.00	.69
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.00	1.07
	II	.00	.67
	III	.00	.00
2	I	1.45	.00
	II	.73	.00
	III	.00	4.02
3	I	2.58	.00
	II	1.21	.00
	III	.00	6.44
4	I	1.47	.00
	II	.75	.00
	III	.00	4.11
5	I	.00	1.10
	II	.00	.69
	III	.00	.00

由上往下荷重累計

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	.61	.00
	2	.00	.05
	3	.00	.35
	4	.00	.27
	5	1.13	.00
II	1	.34	.00
	2	.00	.02
	3	.00	.20
	4	.00	.18
	5	.76	.00
III	1	.00	.00
	2	.06	.00
	3	.15	.00
	4	.12	.00
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.10	.00
	II	.06	.00
	III	.00	.00
2	I	.00	.16
	II	.00	.06
	III	.39	.00
3	I	.00	.35
	II	.00	.16
	III	.87	.00
4	I	.00	.23
	II	.00	.14
	III	.71	.00
5	I	.19	.00
	II	.13	.00
	III	.00	.00

*** 設計彎矩 ***

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	.61	6.36
	2	1.18	.05
	3	2.58	.35
	4	1.24	.27
	5	1.13	6.52
II	1	.34	4.00
	2	.72	.02
	3	1.46	.20
	4	.76	.18
	5	.76	4.13
III	1	.00	.00
	2	.06	.67
	3	.15	1.08
	4	.12	.69
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.10	1.07
	II	.06	.67
	III	.00	.00
2	I	1.45	.16
	II	.73	.06
	III	.39	4.02
3	I	2.58	.35
	II	1.21	.16
	III	.87	6.44
4	I	1.47	.23
	II	.75	.14
	III	.71	4.11
5	I	.19	1.10
	II	.13	.69
	III	.00	.00

底板 3

$$\begin{aligned}
 \ell_x &= 3.875(\text{m}) & \ell_y &= 3.675(\text{m}) \\
 \text{邊長比} & & \lambda &= 1.054 \\
 P &= 7.69(\text{t/m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \ell_x^2 = 103.86 \cdot X \\
 & & M_y &= Y \cdot P \cdot \ell_x^2 = 103.86 \cdot Y
 \end{aligned}$$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P\ell_x^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	103.860	-.0179	.00	1.86
	2	103.860	.0015	.16	.00
	3	103.860	.0103	1.07	.00
	4	103.860	.0080	.83	.00
	5	103.860	-.0334	.00	3.47
II	1	103.860	-.0101	.00	1.05
	2	103.860	.0006	.06	.00
	3	103.860	.0058	.60	.00
	4	103.860	.0052	.54	.00
	5	103.860	-.0223	.00	2.32
III	1	103.860	.0000	.00	.00
	2	103.860	-.0019	.00	.20
	3	103.860	-.0043	.00	.45
	4	103.860	-.0036	.00	.37
	5	103.860	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		PQx^2	彎矩係數	上側	下側
1	I	103.860	-.0030	.00	.31
	II	103.860	-.0017	.00	.18
	III	103.860	.0000	.00	.00
2	I	103.860	.0047	.49	.00
	II	103.860	.0018	.19	.00
	III	103.860	-.0116	.00	1.20
3	I	103.860	.0103	1.07	.00
	II	103.860	.0048	.50	.00
	III	103.860	-.0257	.00	2.67
4	I	103.860	.0069	.72	.00
	II	103.860	.0040	.42	.00
	III	103.860	-.0208	.00	2.16
5	I	103.860	-.0056	.00	.58
	II	103.860	-.0037	.00	.38
	III	103.860	.0000	.00	.00

$$l_x = 3.875(\text{m}) \quad l_y = 3.675(\text{m})$$

$$\text{邊長比} \quad \lambda = 1.054$$

$$P = 8.92(\text{t/m}^2) \quad M_x = X \cdot P \cdot l_x^2 = 120.47 \cdot X$$

$$M_y = Y \cdot P \cdot l_x^2 = 120.47 \cdot Y$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P l_x^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	120.470	-.0513	.00	6.18
	2	120.470	.0096	1.16	.00
	3	120.470	.0206	2.48	.00
	4	120.470	.0096	1.16	.00
	5	120.470	-.0513	.00	6.18
II	1	120.470	-.0324	.00	3.90
	2	120.470	.0059	.71	.00
	3	120.470	.0116	1.40	.00
	4	120.470	.0059	.71	.00
	5	120.470	-.0324	.00	3.90
III	1	120.470	.0000	.00	.00
	2	120.470	-.0054	.00	.65
	3	120.470	-.0086	.00	1.04
	4	120.470	-.0054	.00	.65
	5	120.470	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		PQx^2	彎矩係數	上側	下側
1	I	120.470	-.0086	.00	1.04
	II	120.470	-.0054	.00	.65
	III	120.470	.0000	.00	.00
2	I	120.470	.0116	1.40	.00
	II	120.470	.0059	.71	.00
	III	120.470	-.0324	.00	3.90
3	I	120.470	.0206	2.48	.00
	II	120.470	.0096	1.16	.00
	III	120.470	-.0513	.00	6.18
4	I	120.470	.0116	1.40	.00
	II	120.470	.0059	.71	.00
	III	120.470	-.0324	.00	3.90
5	I	120.470	-.0086	.00	1.04
	II	120.470	-.0054	.00	.65
	III	120.470	.0000	.00	.00

由下往上荷重累計

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	.00	8.04
	2	1.32	.00
	3	3.55	.00
	4	1.99	.00
	5	.00	9.65
II	1	.00	4.95
	2	.77	.00
	3	2.00	.00
	4	1.25	.00
	5	.00	6.22
III	1	.00	.00
	2	.00	.85
	3	.00	1.49
	4	.00	1.02
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.00	1.35
	II	.00	.83
	III	.00	.00
2	I	1.89	.00
	II	.90	.00
	III	.00	5.10
3	I	3.55	.00
	II	1.66	.00
	III	.00	8.85
4	I	2.12	.00
	II	1.13	.00
	III	.00	6.06
5	I	.00	1.62
	II	.00	1.03
	III	.00	.00

*** 設計彎矩 ***

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	.00	8.04
	2	1.32	.00
	3	3.55	.00
	4	1.99	.00
	5	.00	9.65
II	1	.00	4.95
	2	.77	.00
	3	2.00	.00
	4	1.25	.00
	5	.00	6.22
III	1	.00	.00
	2	.00	.85
	3	.00	1.49
	4	.00	1.02
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.00	1.35
	II	.00	.83
	III	.00	.00
2	I	1.89	.00
	II	.90	.00
	III	.00	5.10
3	I	3.55	.00
	II	1.66	.00
	III	.00	8.85
4	I	2.12	.00
	II	1.13	.00
	III	.00	6.06
5	I	.00	1.62
	II	.00	1.03
	III	.00	.00

底板 4

$l_x = 3.925(m)$ $l_y = 3.675(m)$

邊長比 $\lambda = 1.068$

$P = 8.27(t/m^2)$ $M_x = X \cdot P \cdot l_x^2 = 111.69 \cdot X$

$M_y = Y \cdot P \cdot l_x^2 = 111.69 \cdot Y$

*** 三角形荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P l_x^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	111.690	-.0179	.00	2.00
	2	111.690	.0015	.17	.00
	3	111.690	.0103	1.15	.00
	4	111.690	.0080	.89	.00
	5	111.690	-.0334	.00	3.73
II	1	111.690	-.0101	.00	1.13
	2	111.690	.0006	.07	.00
	3	111.690	.0058	.65	.00
	4	111.690	.0052	.58	.00
	5	111.690	-.0223	.00	2.49
III	1	111.690	.0000	.00	.00
	2	111.690	-.0019	.00	.21
	3	111.690	-.0043	.00	.48
	4	111.690	-.0036	.00	.40
	5	111.690	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎 矩 **

NO		P.Q.x ²	彎矩係數	上側	下側
1	I	111.690	-.0030	.00	.34
	II	111.690	-.0017	.00	.19
	III	111.690	.0000	.00	.00
2	I	111.690	.0047	.52	.00
	II	111.690	.0018	.20	.00
	III	111.690	-.0116	.00	1.30
3	I	111.690	.0103	1.15	.00
	II	111.690	.0048	.54	.00
	III	111.690	-.0257	.00	2.87
4	I	111.690	.0069	.77	.00
	II	111.690	.0040	.45	.00
	III	111.690	-.0208	.00	2.32
5	I	111.690	-.0056	.00	.63
	II	111.690	-.0037	.00	.41
	III	111.690	.0000	.00	.00

$$\begin{aligned}
 \ell_x &= 3.925(\text{m}) & \ell_y &= 3.675(\text{m}) \\
 \text{邊長比} & & \lambda &= 1.068 \\
 P &= 16.61(\text{t}/\text{m}^2) & M_x &= X \cdot P \cdot \ell_x^2 = 224.33 \cdot X \\
 & & M_y &= Y \cdot P \cdot \ell_x^2 = 224.33 \cdot Y
 \end{aligned}$$

*** 等分佈荷重 ***

** X 方向彎矩 **

NO	$P \ell_x^2$	彎矩係數	上側	下側	
I	1	224.330	-.0513	.00	11.51
	2	224.330	.0096	2.15	.00
	3	224.330	.0206	4.62	.00
	4	224.330	.0096	2.15	.00
	5	224.330	-.0513	.00	11.51
II	1	224.330	-.0324	.00	7.27
	2	224.330	.0059	1.32	.00
	3	224.330	.0116	2.60	.00
	4	224.330	.0059	1.32	.00
	5	224.330	-.0324	.00	7.27
III	1	224.330	.0000	.00	.00
	2	224.330	-.0054	.00	1.21
	3	224.330	-.0086	.00	1.93
	4	224.330	-.0054	.00	1.21
	5	224.330	.0000	.00	.00

** Y 方向 彎矩 **

NO		$P Q x^2$	彎矩係數	上側	下側
1	I	224.330	-.0086	.00	1.93
	II	224.330	-.0054	.00	1.21
	III	224.330	.0000	.00	.00
2	I	224.330	.0116	2.60	.00
	II	224.330	.0059	1.32	.00
	III	224.330	-.0324	.00	7.27
3	I	224.330	.0206	4.62	.00
	II	224.330	.0096	2.15	.00
	III	224.330	-.0513	.00	11.51
4	I	224.330	.0116	2.60	.00
	II	224.330	.0059	1.32	.00
	III	224.330	-.0324	.00	7.27
5	I	224.330	-.0086	.00	1.93
	II	224.330	-.0054	.00	1.21
	III	224.330	.0000	.00	.00

由下往上荷重累計

** X 方向彎矩 M_x **

** Y 方向彎矩 M_y **

NO		上側	下側
I	1	.00	13.51
	2	2.32	.00
	3	5.77	.00
	4	3.04	.00
	5	.00	15.24
II	1	.00	8.40
	2	1.39	.00
	3	3.25	.00
	4	1.90	.00
	5	.00	9.76
III	1	.00	.00
	2	.00	1.42
	3	.00	2.41
	4	.00	1.61
	5	.00	.00

NO		上側	下側
1	I	.00	2.27
	II	.00	1.40
	III	.00	.00
2	I	3.12	.00
	II	1.52	.00
	III	.00	8.57
3	I	5.77	.00
	II	2.69	.00
	III	.00	14.38
4	I	3.37	.00
	II	1.77	.00
	III	.00	9.59
5	I	.00	2.56
	II	.00	1.62
	III	.00	.00

*** 設 計 彎 矩 ***

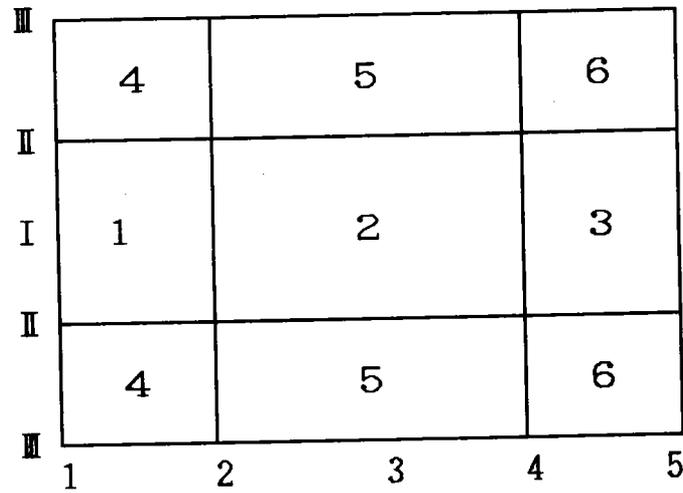
** X 方 向 彎 矩 M_x **

** Y 方 向 彎 矩 M_y **

NO	上 側	下 側	
I	1	.00	13.51
	2	2.32	.00
	3	5.77	.00
	4	3.04	.00
	5	.00	15.24
II	1	.00	8.40
	2	1.39	.00
	3	3.25	.00
	4	1.90	.00
	5	.00	9.76
III	1	.00	.00
	2	.00	1.42
	3	.00	2.41
	4	.00	1.61
	5	.00	.00

NO	上 側	下 側	
1	I	.00	2.27
	II	.00	1.40
	III	.00	.00
2	I	3.12	.00
	II	1.52	.00
	III	.00	8.57
3	I	5.77	.00
	II	2.69	.00
	III	.00	14.38
4	I	3.37	.00
	II	1.77	.00
	III	.00	9.59
5	I	.00	2.56
	II	.00	1.62
	III	.00	.00

法線直角方向底版配筋示意圖



1) 上側配筋

底版 1

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	2.56	60.00	54.00	3.01	D13-D13	20.00	6.34	792.92	10.90
2	2.80	60.00	54.00	3.29	D13-D13	20.00	6.34	867.25	11.92
3	2.56	60.00	54.00	3.01	D13-D13	20.00	6.34	792.92	10.90
4	1.61	60.00	54.00	1.89	D13-D13	20.00	6.34	498.67	6.85
5	1.57	60.00	54.00	1.85	D13-D13	20.00	6.34	486.28	6.68
6	1.61	60.00	54.00	1.89	D13-D13	20.00	6.34	498.67	6.85

符號說明

- | | | | | | |
|--------|--------|-----|---------|-------|----------|
| NO | : 配筋區間 | AS | : 所須配筋量 | AS1 | : 實際鋼筋量 |
| MOMENT | : 設計彎矩 | D | : 配筋直徑 | SIG-S | : 混凝土應力度 |
| T | : 版厚 | PCH | : 鋼筋間隔 | SIG-C | : 鋼筋應力度 |
| DH | : 有效版厚 | | | | |

底版 2

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	IG-C
1	1.24	60.00	54.00	3.01	D13-D13	20.00	6.34	384.07	5.28
2	2.58	60.00	54.00	3.03	D13-D13	20.00	6.34	799.11	10.98
3	1.18	60.00	54.00	1.55	D13-D13	20.00	6.34	365.49	5.02
4	.76	60.00	54.00	1.89	D13-D13	20.00	6.34	235.40	3.23
5	1.46	60.00	54.00	1.72	D13-D13	20.00	6.34	452.21	6.21
6	.72	60.00	54.00	.91	D13-D13	20.00	6.34	223.01	3.06

底版 3

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	1.32	60.00	54.00	1.55	D13-D13	20.00	6.34	408.85	5.62
2	3.55	60.00	54.00	4.17	D13-D13	20.00	6.34	1099.55	15.11
3	1.99	60.00	54.00	2.73	D13-D13	20.00	6.34	616.37	8.47
4	.77	60.00	54.00	.91	D13-D13	20.00	6.34	238.49	3.28
5	2.00	60.00	54.00	2.35	D13-D13	20.00	6.34	619.47	8.51
6	1.25	60.00	54.00	1.63	D13-D13	20.00	6.34	387.17	5.32

底版 4

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	2.32	60.00	54.00	2.73	D13-D13	20.00	6.34	718.58	9.87
2	5.77	60.00	54.00	6.78	D13-D13	10.00	12.68	913.48	18.45
3	3.04	60.00	54.00	3.57	D13-D13	20.00	6.34	941.59	12.94
4	1.39	60.00	54.00	1.63	D13-D13	20.00	6.34	430.53	5.92
5	3.25	60.00	54.00	3.82	D13-D13	20.00	6.34	1006.63	13.83
6	1.90	60.00	54.00	2.23	D13-D13	20.00	6.34	588.49	8.09

2) 下側配筋

底版 1

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	7.05	60.00	52.00	8.61	D13-D13	10.00	12.68	1160.66	23.95
2	1.03	60.00	52.00	1.26	D13-D13	20.00	6.34	331.64	4.65
3	6.89	60.00	52.00	8.41	D13-D13	10.00	12.68	1134.32	23.41
4	4.46	60.00	52.00	5.45	D13-D13	20.00	6.34	1436.04	20.14
5	1.16	60.00	52.00	1.42	D13-D13	20.00	6.34	373.50	5.24
6	4.34	60.00	52.00	5.30	D13-D13	20.00	6.34	1397.40	19.60

底版 2

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	6.52	60.00	52.00	8.41	D13-D13	10.00	12.68	1073.41	22.15
2	.35	60.00	52.00	.43	D13-D13	20.00	6.34	112.69	1.58
3	6.36	60.00	52.00	9.82	D13-D13	10.00	12.68	1047.06	21.61
4	4.13	60.00	52.00	5.30	D13-D13	20.00	6.34	1329.78	18.65
5	1.08	60.00	52.00	1.32	D13-D13	20.00	6.34	347.74	4.88
6	4.00	60.00	52.00	6.04	D13-D13	20.00	6.34	1287.93	18.07

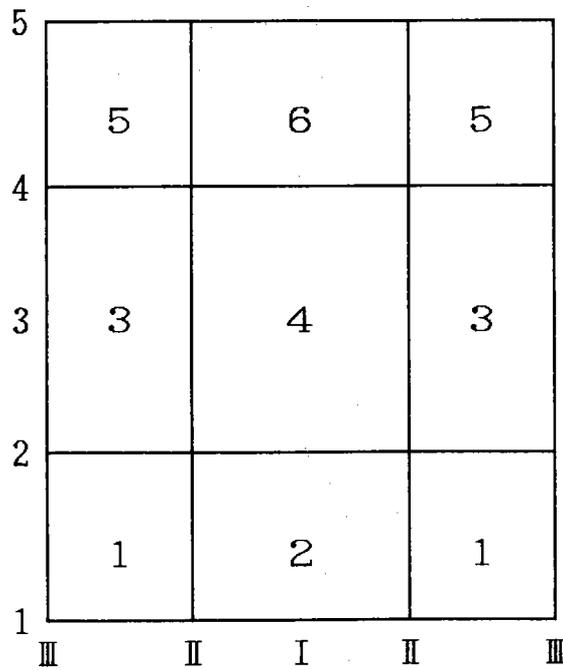
底版 3

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	8.04	60.00	52.00	9.82	D13-D13	10.00	12.68	1323.65	27.31
2	.00	60.00	52.00	.00	D13-D13	20.00	6.34	.00	.00
3	9.65	60.00	52.00	16.50	D13-D19	10.00	20.66	994.64	27.18
4	4.95	60.00	52.00	6.04	D13-D13	20.00	6.34	1593.81	22.36
5	1.49	60.00	52.00	1.82	D13-D13	20.00	6.34	479.75	6.73
6	6.22	60.00	52.00	10.26	D13-D13	10.00	12.68	1024.02	21.13

底版 4

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	13.51	60.00	52.00	16.50	D13-D19	10.00	20.66	1392.50	38.06
2	.00	60.00	52.00	.00	D13-D13	20.00	6.34	.00	.00
3	15.24	60.00	52.00	18.61	D13-D19	10.00	20.66	1570.81	42.93
4	8.40	60.00	52.00	10.26	D13-D13	10.00	12.68	1382.92	28.53
5	2.41	60.00	52.00	2.94	D13-D13	20.00	6.34	775.98	10.88
6	9.76	60.00	52.00	11.92	D13-D13	10.00	12.68	1606.82	33.15

法線平行方向底版配筋示意圖



1)上側配筋

底版 1

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	1.61	60.00	52.00	1.97	D13-D13	20.00	6.34	518.39	7.27
2	1.58	60.00	52.00	1.93	D13-D13	20.00	6.34	508.73	7.14
3	2.56	60.00	52.00	3.13	D13-D13	20.00	6.34	824.27	11.56
4	2.80	60.00	52.00	3.42	D13-D13	20.00	6.34	901.55	12.65
5	1.61	60.00	52.00	1.97	D13-D13	20.00	6.34	518.39	7.27
6	1.56	60.00	52.00	1.90	D13-D13	20.00	6.34	502.29	7.05

底版 2

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	.75	60.00	52.00	.92	D13-D13	20.00	6.34	241.49	3.39
2	1.47	60.00	52.00	1.79	D13-D13	20.00	6.34	473.31	6.64
3	1.21	60.00	52.00	1.48	D13-D13	20.00	6.34	389.60	5.47
4	2.58	60.00	52.00	3.15	D13-D13	20.00	6.34	830.71	11.65
5	.73	60.00	52.00	.89	D13-D13	20.00	6.34	235.05	3.30
6	1.45	60.00	52.00	1.77	D13-D13	20.00	6.34	466.87	6.55

底版 3

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	.90	60.00	52.00	1.10	D13-D13	20.00	6.34	289.78	4.06
2	1.89	60.00	52.00	2.31	D13-D13	20.00	6.34	608.55	8.54
3	1.66	60.00	52.00	2.03	D13-D13	20.00	6.34	534.49	7.50
4	3.55	60.00	52.00	4.33	D13-D13	20.00	6.34	1143.03	16.03
5	1.13	60.00	52.00	1.38	D13-D13	20.00	6.34	363.84	5.10
6	2.12	60.00	52.00	2.59	D13-D13	20.00	6.34	682.60	9.58

底版 4

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	1.52	60.00	52.00	1.86	D13-D13	20.00	6.34	489.41	6.87
2	3.12	60.00	52.00	3.81	D13-D13	20.00	6.34	1004.58	14.09
3	2.69	60.00	52.00	3.28	D13-D13	20.00	6.34	866.13	12.15
4	5.77	60.00	52.00	7.05	D13-D13	10.00	12.68	949.93	19.60
5	1.77	60.00	52.00	2.16	D13-D13	20.00	6.34	569.91	7.99
6	3.37	60.00	52.00	4.11	D13-D13	20.00	6.34	1085.08	15.22

2)下側配筋

底版 1

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	4.45	60.00	50.00	5.65	D13-D13	20.00	6.34	1491.77	21.38
2	1.18	60.00	50.00	1.50	D13-D13	20.00	6.34	395.57	5.67
3	6.97	60.00	50.00	8.85	D13-D13	10.00	12.68	1195.14	25.22
4	1.03	60.00	50.00	1.31	D13-D13	20.00	6.34	345.29	4.95
5	4.35	60.00	50.00	5.52	D13-D13	20.00	6.34	1458.25	20.90
6	1.15	60.00	50.00	1.46	D13-D13	20.00	6.34	385.51	5.53

底版 2

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	4.11	60.00	50.00	5.22	D13-D13	20.00	6.34	1377.79	19.75
2	1.10	60.00	50.00	1.40	D13-D13	20.00	6.34	368.75	5.29
3	6.44	60.00	50.00	8.18	D13-D13	10.00	12.68	1104.26	23.30
4	.35	60.00	50.00	.44	D13-D13	20.00	6.34	117.33	1.68
5	4.02	60.00	50.00	5.10	D13-D13	20.00	6.34	1347.62	19.31
6	1.07	60.00	50.00	1.36	D13-D13	20.00	6.34	358.70	5.14

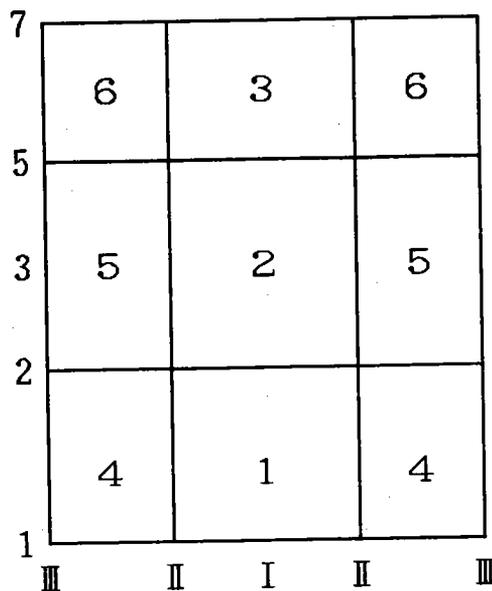
底版 3

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	5.10	60.00	50.00	6.48	D13-D13	10.00	12.68	874.49	18.45
2	1.35	60.00	50.00	1.71	D13-D13	20.00	6.34	452.56	6.49
3	8.85	60.00	50.00	11.24	D13-D13	10.00	12.68	1517.50	32.02
4	.00	60.00	50.00	.00	D13-D13	20.00	6.34	.00	.00
5	6.06	60.00	50.00	7.70	D13-D13	10.00	12.68	1039.10	21.92
6	1.62	60.00	50.00	2.06	D13-D13	20.00	6.34	543.07	7.78

底版 4

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	8.57	60.00	50.00	10.88	D13-D13	10.00	12.68	1469.49	31.00
2	2.27	60.00	50.00	2.88	D13-D13	20.00	6.34	760.97	10.91
3	14.38	60.00	50.00	18.26	D13-D19	10.00	20.66	1544.17	43.18
4	.00	60.00	50.00	.00	D13-D13	20.00	6.34	.00	.00
5	9.59	60.00	50.00	12.18	D13-D13	10.00	12.68	1644.39	34.69
6	2.56	60.00	50.00	3.25	D13-D13	20.00	6.34	858.19	12.30

側壁縱方向配筋示意圖



法線平行方向側壁縱方向配筋

1) 内側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	6.88	40.00	32.00	13.65	D13-D16	10.00	16.27	1480.15	46.79
2	.72	40.00	32.00	1.43	D13-D13	20.00	6.34	382.41	7.02
3	.17	40.00	32.00	.34	D13-D13	40.00	3.17	176.91	2.22
4	4.27	40.00	32.00	8.47	D13-D13	10.00	12.68	1165.14	31.79
5	1.31	40.00	32.00	2.60	D13-D13	20.00	6.34	695.77	12.77
6	1.03	40.00	32.00	2.04	D13-D13	40.00	3.17	1071.89	13.43

2) 外側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	3.81	40.00	30.00	8.06	D13-D13	10.00	12.68	1112.16	31.52
2	1.31	40.00	30.00	2.77	D13-D13	20.00	6.34	743.81	14.16
3	.51	40.00	30.00	1.08	D13-D13	40.00	3.17	567.07	7.36
4	2.37	40.00	30.00	5.02	D13-D13	20.00	6.34	1345.67	25.61
5	.72	40.00	30.00	1.52	D13-D13	20.00	6.34	408.81	7.78
6	.37	40.00	30.00	.78	D13-D13	40.00	3.17	411.40	5.34

法線直角方向側壁縱方向配筋

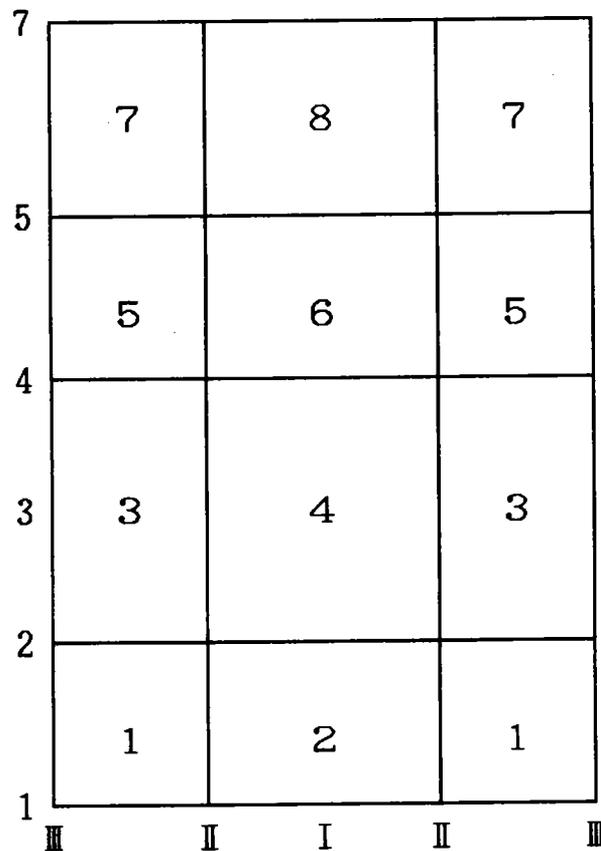
1) 内側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	7.53	40.00	32.00	14.94	D13-D16	10.00	16.27	1619.99	51.21
2	.92	40.00	32.00	1.83	D13-D13	20.00	6.34	488.63	8.97
3	.20	40.00	32.00	.40	D13-D13	40.00	3.17	208.13	2.61
4	4.70	40.00	32.00	9.33	D13-D13	10.00	12.68	1282.48	35.00
5	1.40	40.00	32.00	2.78	D13-D13	20.00	6.34	743.57	13.65
6	1.15	40.00	32.00	2.28	D13-D13	40.00	3.17	1196.77	14.99

2)外側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	4.24	40.00	30.00	8.97	D13-D13	10.00	12.68	1237.68	35.07
2	1.63	40.00	30.00	3.45	D13-D13	20.00	6.34	925.51	17.61
3	.59	40.00	30.00	1.25	D13-D13	40.00	3.17	656.02	8.51
4	2.64	40.00	30.00	5.59	D13-D13	20.00	6.34	1498.98	28.53
5	.79	40.00	30.00	1.67	D13-D13	20.00	6.34	448.56	8.54
6	.44	40.00	30.00	.93	D13-D13	40.00	3.17	489.24	6.35

側壁橫方向配筋示意圖



法線平行方向側壁橫方向配筋

1) 内側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	6.37	40.00	34.00	11.90	D13-D13	10.00	12.68	1631.56	42.97
2	1.46	40.00	34.00	2.73	D13-D13	20.00	6.34	728.34	12.92
3	7.83	40.00	34.00	14.62	D13-D16	10.00	16.26	1581.76	48.22
4	2.03	40.00	34.00	3.79	D13-D13	20.00	6.34	1012.69	17.97
5	6.22	40.00	34.00	11.62	D13-D13	10.00	12.68	1593.14	41.96
6	1.69	40.00	34.00	3.16	D13-D13	20.00	6.34	843.07	14.96
7	6.25	40.00	34.00	11.67	D13-D13	10.00	12.68	1600.83	42.16
8	.34	40.00	34.00	.63	D13-D13	20.00	6.34	169.61	3.01

2) 外側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	3.53	40.00	32.00	7.00	D16-D16	20.00	9.92	1218.42	28.83
2	2.63	40.00	32.00	5.22	D16-D16	20.00	9.92	907.78	21.48
3	4.34	40.00	32.00	8.61	D16-D16	20.00	9.92	1498.01	35.45
4	3.67	40.00	32.00	7.28	D16-D16	20.00	9.92	1266.75	29.98
5	3.45	40.00	32.00	6.85	D16-D16	20.00	9.92	1190.81	28.18
6	3.05	40.00	32.00	6.05	D16-D16	20.00	9.92	1052.75	24.91
7	.77	40.00	32.00	1.53	D16-D16	20.00	9.92	265.78	6.29
8	3.17	40.00	32.00	6.29	D16-D16	20.00	9.92	1094.17	25.89

法線直角方向側壁橫方向配筋

1) 内 側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	6.30	40.00	34.00	11.76	D13-D13	10.00	12.68	1613.63	42.50
2	1.42	40.00	34.00	2.65	D13-D13	20.00	6.34	708.38	12.57
3	8.37	40.00	34.00	15.63	D13-D16	10.00	16.26	1690.85	51.54
4	2.17	40.00	34.00	4.05	D13-D13	20.00	6.34	1082.53	19.21
5	6.92	40.00	34.00	12.92	D13-D16	10.00	16.26	1397.93	42.61
6	1.89	40.00	34.00	3.53	D13-D13	20.00	6.34	942.85	16.73
7	6.97	40.00	34.00	13.02	D13-D16	10.00	16.26	1408.03	42.92
8	.44	40.00	34.00	.82	D13-D13	20.00	6.34	219.50	3.89

2) 外 側

NO	MOMENT	T	DH	AS	D	PCH	AS1	SIG-S	SIG-C
1	3.54	40.00	32.00	7.02	D16-D16	20.00	9.92	1221.88	28.92
2	2.52	40.00	32.00	5.00	D16-D16	20.00	9.92	869.81	20.58
3	4.71	40.00	32.00	9.35	D16-D16	20.00	9.92	1625.72	38.47
4	3.86	40.00	32.00	7.66	D16-D16	20.00	9.92	1332.33	31.53
5	3.90	40.00	32.00	7.74	D16-D16	20.00	9.92	1346.13	31.86
6	3.43	40.00	32.00	6.81	D16-D16	20.00	9.92	1183.91	28.02
7	.86	40.00	32.00	1.71	D16-D16	20.00	9.92	296.84	7.02
8	3.56	40.00	32.00	7.06	D16-D16	20.00	9.92	1228.78	29.08

隔牆橫方向配筋

1) 法線平行方向

$$\text{有效寬度 } B = 3.9250 + 3.8750 / 2 = 3.900 (\text{m})$$

$$\text{拉拔力 } T = 3.900 * 6.876 = 26.815 (\text{t/m})$$

$$\text{所需鋼筋量 } AS = 26.815 * 10^{**3} / 1800 = 14.897 (\text{cm}^2)$$

$$\text{配筋量 } AS1 = D13-D16 @ 10.00 = 16.260 (\text{cm}^2)$$

$$\text{應力度 } \sigma = T / AS = 1649.129 (\text{kg/cm}^2)$$

2) 法線直角方向

$$\text{有效寬度 } B = 3.6750 + 3.6250 / 2 = 3.650 (\text{m})$$

$$\text{拉拔力 } T = 3.650 * 7.026 = 25.643 (\text{t/m})$$

$$\text{所需鋼筋量 } AS = 25.643 * 10^{**3} / 1800 = 14.246 (\text{cm}^2)$$

$$\text{配筋量 } AS1 = D13-D16 @ 10.00 = 16.260 (\text{cm}^2)$$

$$\text{應力度 } \sigma = T / AS = 1577.087 (\text{kg/cm}^2)$$

隔牆縱方向配筋

1) 法線直角方向

$$\text{所需鋼筋量 AS} = 9.598 \times 10^3 / 1800 = 5.332 (\text{cm}^2)$$

$$\text{配筋量 AS1} = \text{D13-D13 @ 20.00} = 6.340 (\text{cm}^2)$$

$$\text{應力度 } \sigma = T / AS = 1513.878 (\text{kg/cm}^2)$$

2) 法線平行方向

$$\text{所需鋼筋量 AS} = 9.040 \times 10^3 / 1800 = 5.023 (\text{cm}^2)$$

$$\text{配筋量 AS1} = \text{D13-D13 @ 20.00} = 6.340 (\text{cm}^2)$$

$$\text{應力度 } \sigma = T / AS = 1425.946 (\text{kg/cm}^2)$$

編號	直徑 (mm)	長度 (m)	單位重量 (kg)	數量	重量 (kg)
T 1-1	D13	6.8900	.9950	39	267.3664
T 1-2	D13	7.6600	.9950	39	297.2463
T 1-3	D13	4.9900	.9950	39	193.6369
T 2-1	D13	4.6700	.9950	38	176.5727
T 2-2	D13	7.6600	.9950	38	289.6246
T 2-3	D13	6.4100	.9950	38	242.3621
T 3	D13	2.7800	.9950	44	121.7084
T 4	D13	2.2800	.9950	132	299.4552
T 5	D19	2.7800	2.2500	11	68.8050
T 6	D19	2.2800	2.2500	33	169.2900
T 7	D13	2.7800	.9950	44	121.7084
T 8	D19	2.7800	2.2500	11	68.8050
T 9-1	D13	7.1200	.9950	37	262.1228
T 9-2	D13	8.1600	.9950	37	300.4104
T 9-3	D13	5.1800	.9950	37	190.7017
T10-1	D13	4.7700	.9950	36	170.8614
T10-2	D13	8.1600	.9950	36	292.2912
T10-3	D13	6.7300	.9950	36	241.0686
T11	D13	2.8600	.9950	40	113.8280
T12	D13	2.4400	.9950	104	252.4912
T13	D19	2.4400	2.2500	40	219.6000
T14	D13	2.8600	.9950	24	68.2968
T15	D19	2.8600	2.2500	40	257.4000
T16-1	D13	4.9800	.9950	39	193.2489
T16-2	D13	7.6600	.9950	39	297.2463
T16-3	D13	3.2800	.9950	39	127.2804
T17-1	D13	3.1600	.9950	38	119.4796
T17-2	D13	7.6600	.9950	38	289.6246
T17-3	D13	5.1000	.9950	38	192.8310
T18	D13	2.0700	.9950	44	90.6246
T19-1	D13	5.2100	.9950	37	191.8061
T19-2	D13	8.1600	.9950	37	300.4104
T19-3	D13	3.4700	.9950	37	127.7480
T20-1	D13	3.2600	.9950	36	116.7732
T20-2	D13	8.1600	.9950	36	292.2912
T20-3	D13	5.4200	.9950	36	194.1444
T21	D13	2.2100	.9950	40	87.9580
總計					7307.1200

編號	直徑 (mm)	長度 (m)	單位重量 (kg)	數量	重量 (kg)
S 1-1	D13	2.2000	.9950	21	45.9690
S 1-2	D13	3.4000	.9950	21	71.0430
S 1-3	D13	3.8000	.9950	21	79.4010
S 2-1	D13	1.8000	.9950	20	35.8200
S 2-2	D13	3.4000	.9950	20	67.6600
S 2-3	D13	4.2000	.9950	20	83.5800
S 3-1	D13	2.2000	.9950	32	70.0480
S 3-2	D13	1.9700	.9950	32	62.7248
S 4	D13	1.7500	.9950	24	41.7900
S 5	D16	1.7500	1.5600	40	109.2000
S 6-1	D13	4.8800	.9950	18	87.4008
S 7-1	D19	4.8800	2.2500	5	54.9000
S 6-2	D13	7.6600	.9950	18	137.1906
S 7-2	D19	7.6600	2.2500	5	86.1750
S 6-3	D13	3.2800	.9950	18	58.7448
S 7-3	D19	3.2800	2.2500	5	36.9000
S 8-1	D13	3.0600	.9950	17	51.7599
S 9-1	D19	3.0600	2.2500	5	34.4250
S 8-2	D13	7.6600	.9950	17	129.5689
S 9-2	D19	7.6600	2.2500	5	86.1750
S 8-3	D13	5.1000	.9950	17	86.2665
S 9-3	D19	5.1000	2.2500	5	57.3750
S10	D13	1.4700	.9950	20	29.2530
S11	D13	2.2800	.9950	60	136.1160
S12	D16	1.4700	1.5600	13	29.8116
S13	D16	2.2800	1.5600	39	138.7152
S14	D13	1.4700	.9950	20	29.2530
S15	D16	1.4700	1.5600	13	29.8116
S16-1	D13	3.4000	.9950	21	71.0430
S16-2	D13	4.0000	.9950	21	83.5800
S17-1	D13	3.4000	.9950	20	67.6600
S17-2	D13	4.4000	.9950	20	87.5600
S18	D13	2.1700	.9950	32	69.0928
S19-1	D16	7.2600	1.5600	18	203.8608
S20-1	D19	7.2600	2.2500	5	81.6750
S21-1	D16	7.2600	1.5600	17	192.5352
S22-1	D19	7.2600	2.2500	5	81.6750
S23-1	D13	3.4000	.9950	21	71.0430
S23-2	D13	4.0000	.9950	21	83.5800
S24-1	D13	3.4000	.9950	20	67.6600
S24-2	D13	4.4000	.9950	20	87.5600
S25	D13	2.1700	.9950	32	69.0928
S26-1	D16	7.2600	1.5600	18	203.8608
S27-1	D19	7.2600	2.2500	5	81.6750
S28-1	D16	7.2600	1.5600	17	192.5352
S29-1	D19	7.2600	2.2500	5	81.6750
總計					3844.4420

編號	直徑 (mm)	長度 (m)	單位重量 (kg)	數量	重量 (kg)
P 1-1	D13	2.2000	.9950	63	137.9070
P 1-2	D13	3.4000	.9950	63	213.1290
P 1-3	D13	3.8000	.9950	63	238.2030
P 2-1	D13	1.8000	.9950	60	107.4600
P 2-2	D13	3.4000	.9950	60	202.9800
P 2-3	D13	4.2000	.9950	60	250.7400
P 3-1	D13	2.2000	.9950	63	137.9070
P 3-2	D13	1.9700	.9950	63	123.4895
P 4-1	D13	5.3900	.9950	102	547.0311
P 5-1	D19	5.3900	2.2500	15	181.9125
P 4-2	D13	8.1600	.9950	102	828.1584
P 5-2	D19	8.1600	2.2500	15	275.4000
P 4-3	D13	3.4700	.9950	102	352.1703
P 5-3	D19	3.4700	2.2500	15	117.1125
P 6-1	D13	3.4400	.9950	102	349.1256
P 7-1	D19	3.4400	2.2500	12	92.8800
P 6-2	D13	8.1600	.9950	102	828.1584
P 7-2	D19	8.1600	2.2500	12	220.3200
P 6-3	D13	5.4200	.9950	102	550.0757
P 7-3	D19	5.4200	2.2500	12	146.3400
P 8-1	D13	2.2000	.9950	63	137.9070
P 8-2	D13	3.4000	.9950	63	213.1290
P 8-3	D13	3.8000	.9950	63	238.2030
P 9-1	D13	1.8000	.9950	60	107.4600
P 9-2	D13	3.4000	.9950	60	202.9800
P 9-3	D13	4.2000	.9950	60	250.7400
P10-1	D13	2.2000	.9950	63	137.9070
P10-2	D13	1.9700	.9950	63	123.4895
P11-1	D13	5.0800	.9950	102	515.5692
P12-1	D19	5.0800	2.2500	15	171.4500
P11-2	D13	7.6600	.9950	102	777.4135
P12-2	D19	7.6600	2.2500	15	258.5250
P11-3	D13	3.2800	.9950	102	332.8871
P12-3	D19	3.2800	2.2500	15	110.7000
P13-1	D13	3.2600	.9950	102	330.8574
P14-1	D19	3.2600	2.2500	12	88.0200
P13-2	D13	7.6600	.9950	102	777.4135
P14-2	D19	7.6600	2.2500	12	206.8200
P13-3	D13	5.1000	.9950	102	517.5989
P14-3	D19	5.1000	2.2500	12	137.7000
總計					11537.2700

九. 結論與建議

本研究雖已將現行之沈箱設計由人力處理改為電腦處理，但整個過程仍以現行設計基準之規定為依據，在研究之過程中，雖發現不少現行設計法之不很適宜之處，但限於時間、人力無法深入研究，此點值得今後再加強。

由於今後台灣港灣工程之發展，已趨向於大水深，因此現行之沈箱構造物也逐漸朝開孔式發展，在目前，由於開孔式沈箱之設計基準仍未能確立，因此本研究亦未予討論，不過，不論將來沈箱如何改變，以此基本型沈箱之設計程式為基礎，視情況之不同加以修正，應是可行之事。

從事本研究所面臨之最大困難為，國內可供測試之實例不多，台灣各港沈箱構造物雖相當多，報告書亦很多，但很遺憾的是報告書所載的大都為最後之結果，整個計算過程及設計外力之交代很難明白，電腦化雖可節省很多人力，但若因輸入資料的錯誤亦將導致不可彌補的損失，所以若計算過程能交代清楚，不僅設計者可了解有無錯誤，同時審核者亦能減少困擾，建議今後從事設計電腦化研究者能將過程亦一併輸出，以使報告更加完整。

本研究結果之測試，經與日本港灣顧問公司(J.P.C)所作幾個實例比較並無很大的差異，所以程式之實用性應可確立，唯對於台灣慣用的防波堤沈箱加 Key 之形狀，將待爾後有空時再以選擇性加入。

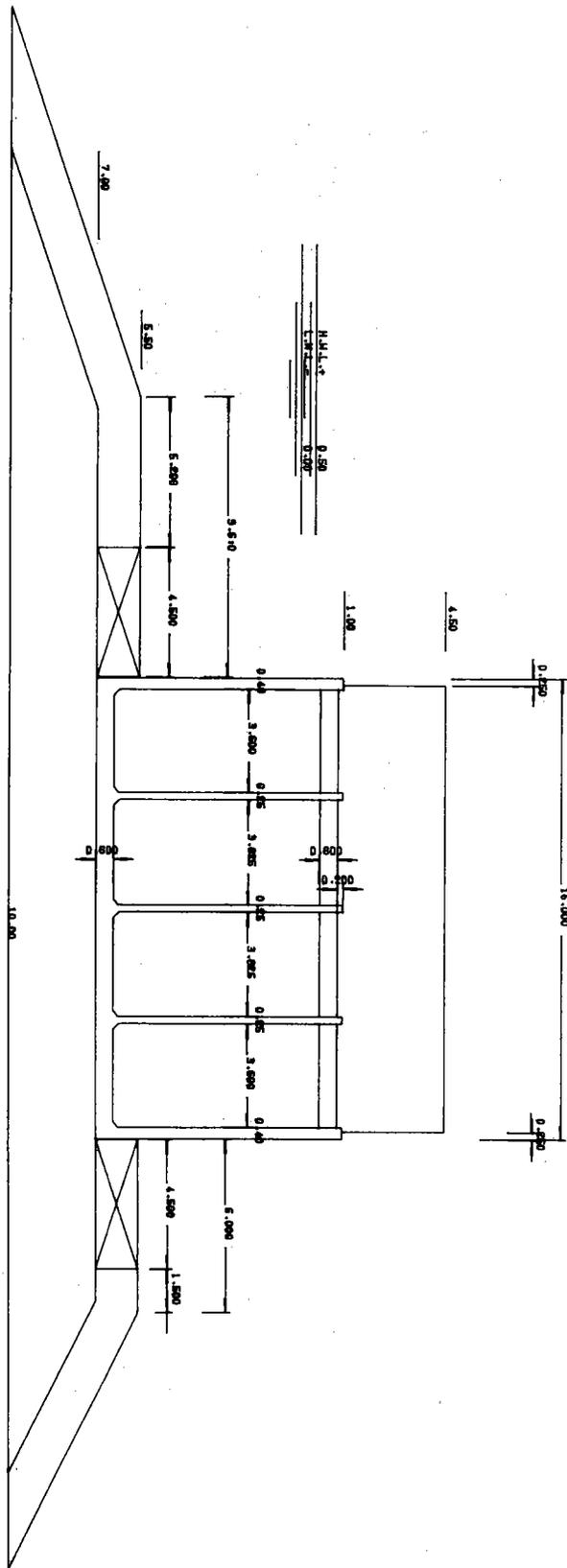
由於以往沈箱之設計由人力為之，設計計算之繪圖到算出所用鋼筋量，每一沈箱幾乎要一個月的時間，如使用本程式則可在一日內全

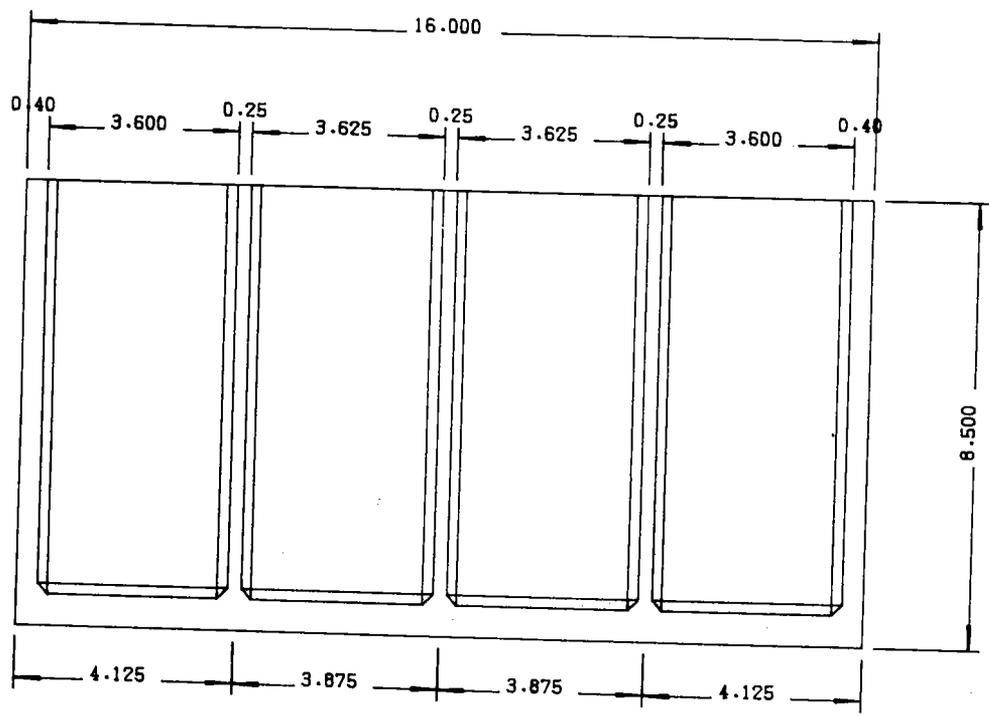
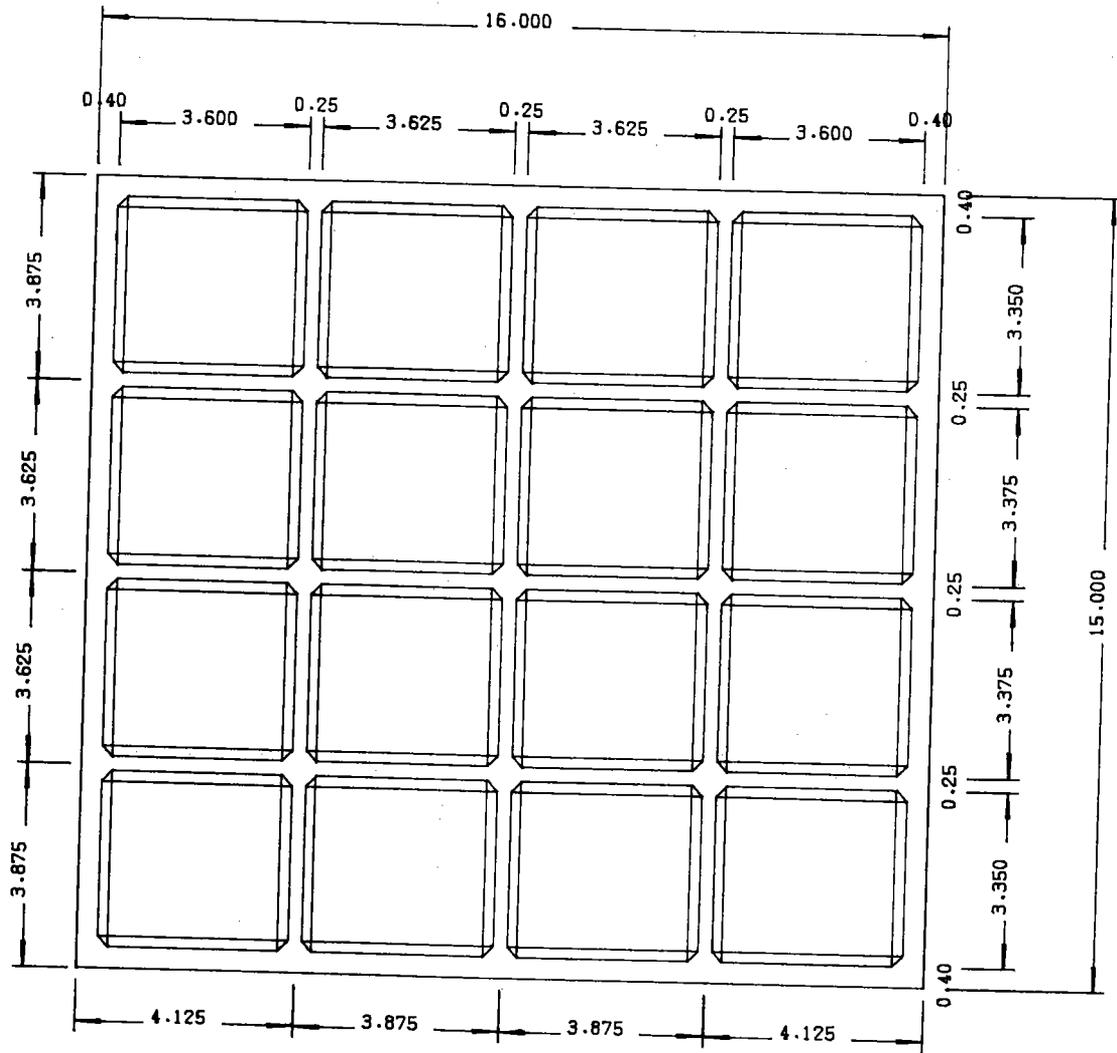
部完成。所以設計電腦化之結果不僅可節省人力、時間，最重要的是設計者不用再發很多的時間去從事計算工作及繪圖修正，因此能展現較具活潑之設計思考，亦能充實設計知能，研究改進現行設計不合理之處，並使設計結果邁向最適化，此應是設計電腦化之目的。

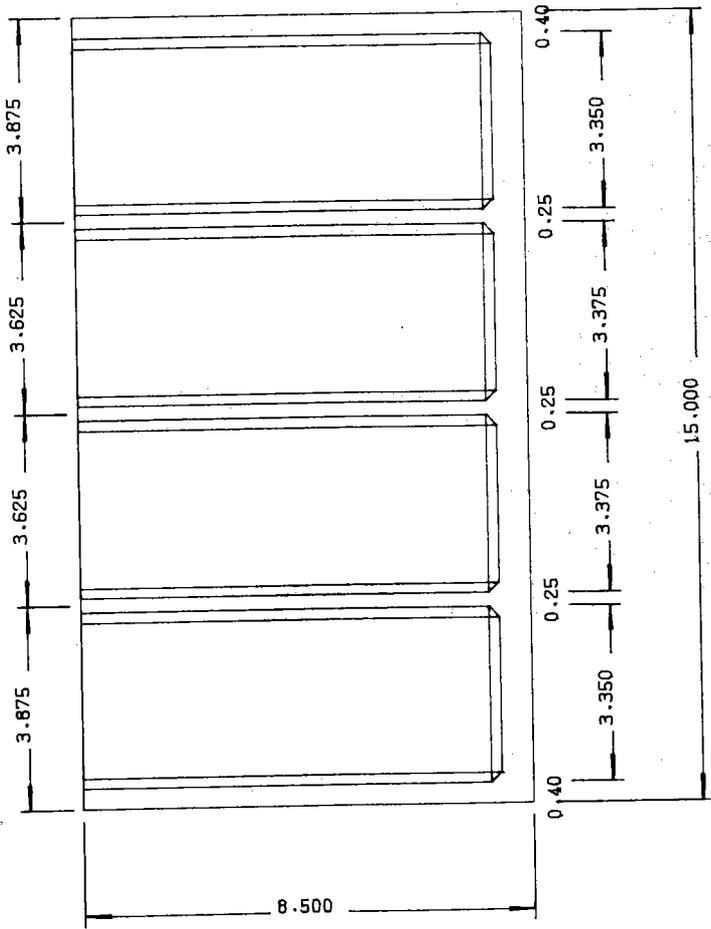
最後，為配合電腦化的實施，雖參考了很多實例，簡化現有配筋組合，並使其成一格式化，但由於測試的例子不多，此種配筋組合是否須再作修正，將在今後之實際應用上再予檢討。

参考文献

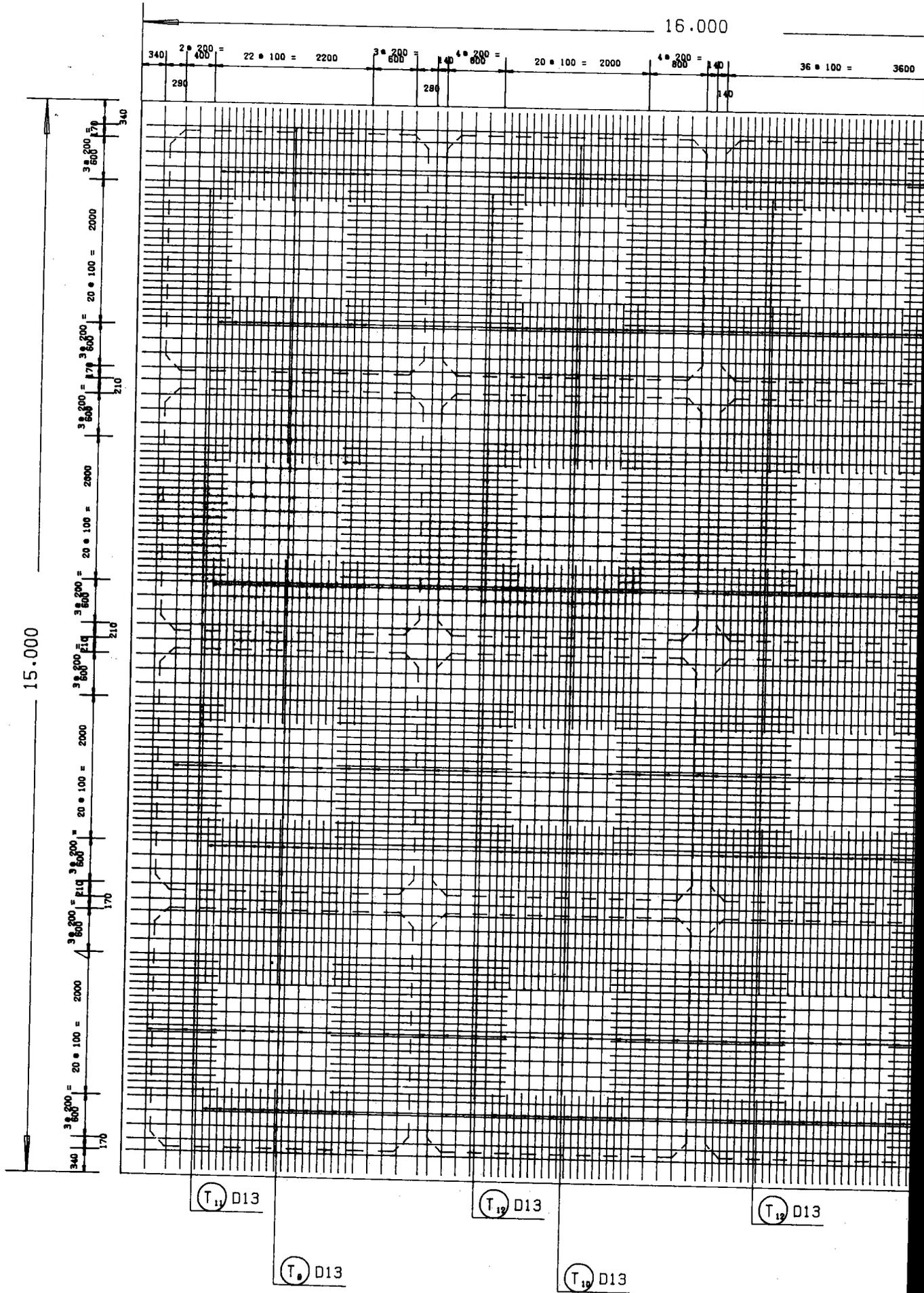
1. 台湾省政府交通處：港灣構造物設計標準。
2. 日本港灣協會：港灣の施設の技術上の基準，同解説。
3. 中山ほか：港灣構造物の設計の自動化。
4. 堀井、本：解析法による版の曲げモーメント数値表。
5. 日本港灣顧問公司：岩船港防波堤設計報告書。
6. 日本港灣顧問公司：寺泊港防波堤設計報告書。
7. 世田彰、近藤功一：ケーソン配筋設計の自動化。

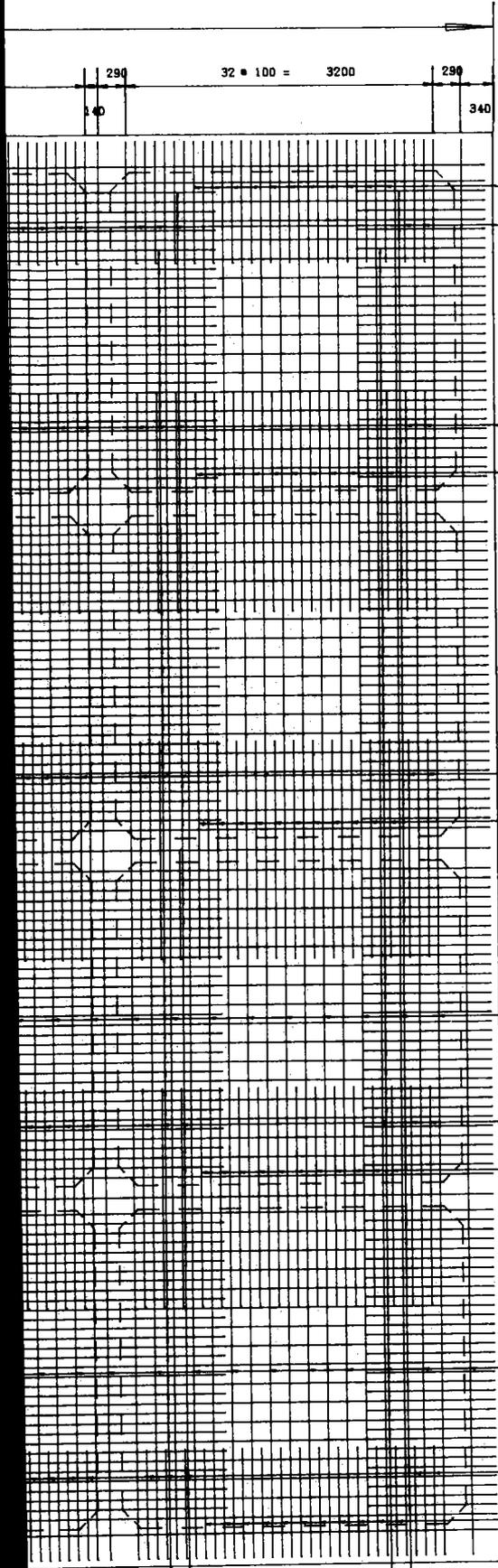






沉箱底板下層鋼筋圖





(T₈) D19

(T₇) D13

(T₆) D13

(T₅) D19

(T₄) D13

(T₃) D19

(T₂) D13

(T₁) D13

(T₀) D19

(T₁) D13

(T₂) D13

(T₃) D19

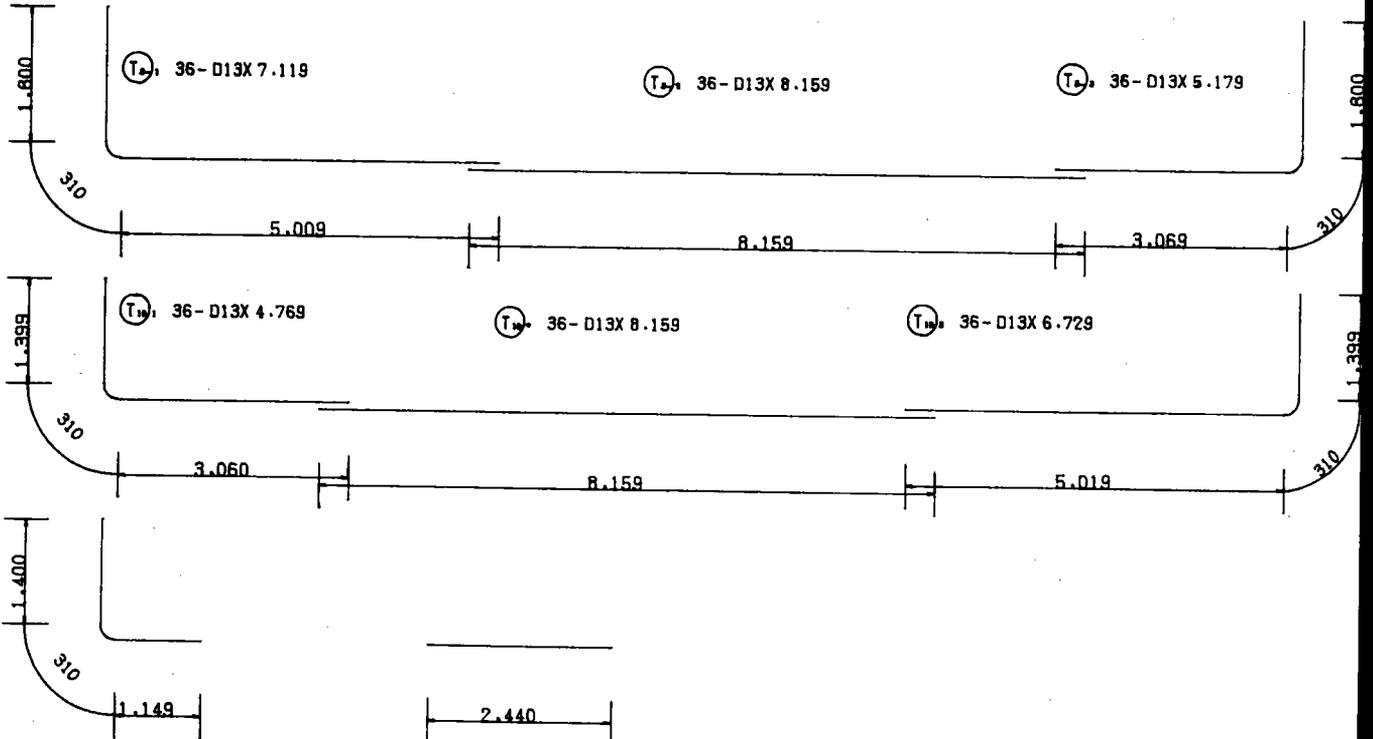
(T₁₂) D13

(T₁₁) D13

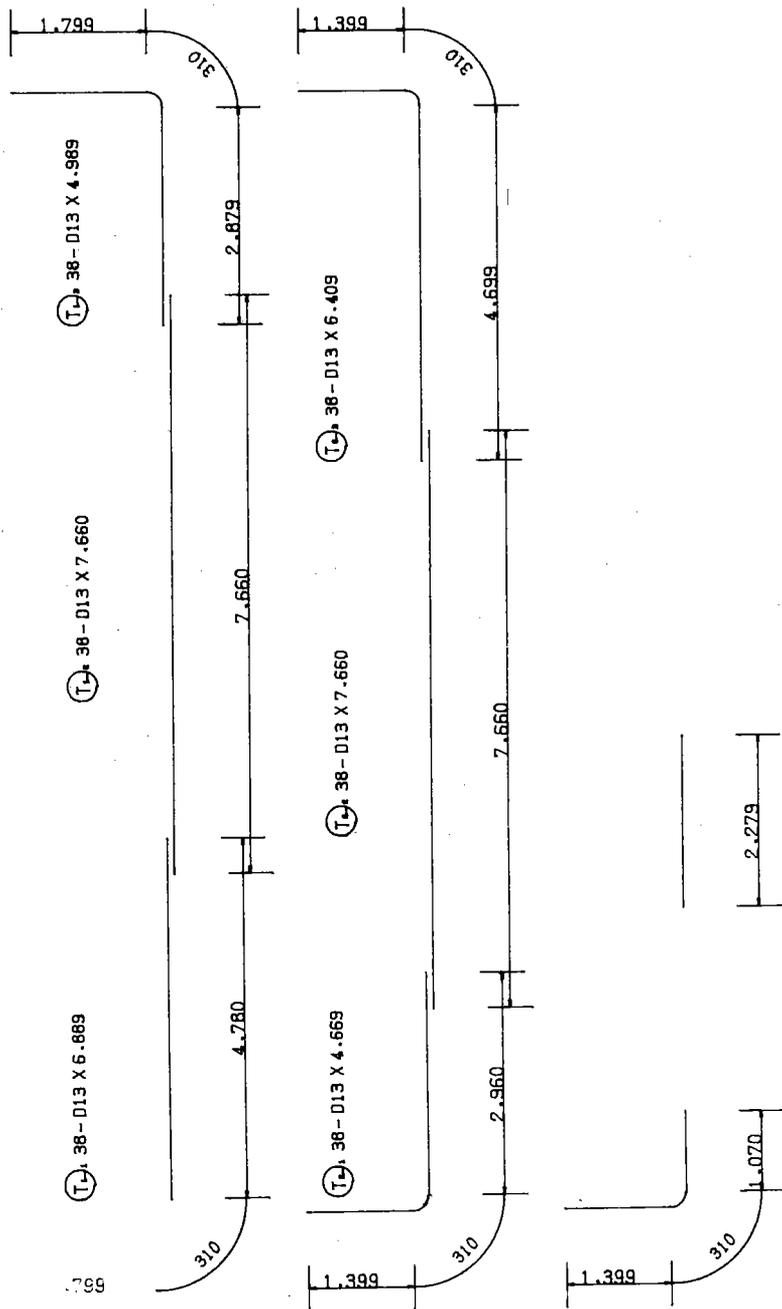
(T₁₂) D19

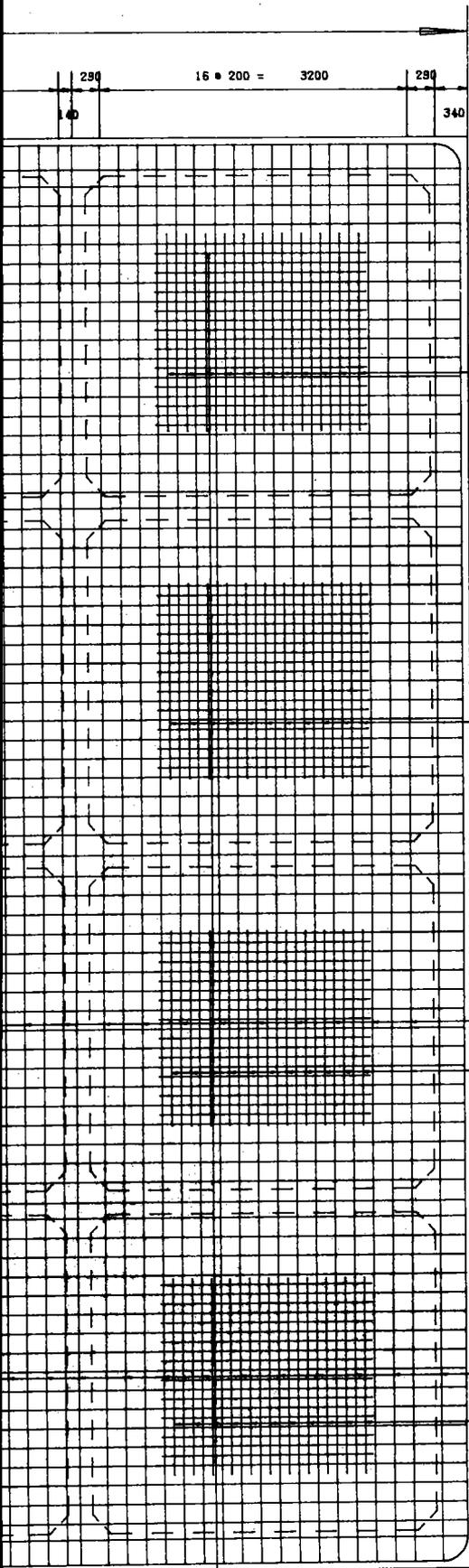
(T₁₁) D19





- (T₁₀) 41 - D13X 2.860
- (T₁₀) 107 - D13X 2.440
- (T₁₀) 41 - D13X 2.440
- (T₁₀) 25 - D13X 2.860
- (T₁₀) 41 - D13X 2.860





(T₁₈) D13

(T₁₈) D13

(T₁₇) D13

(T₁₈) D13

(T₁₈) D13

(T₁₈) D13

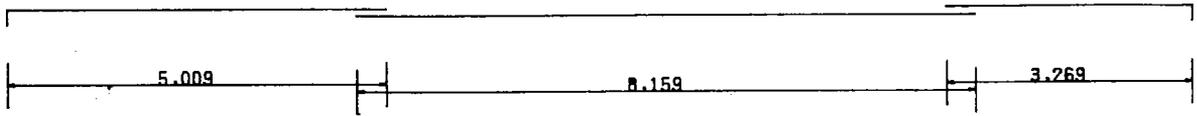
(T₂₁) D13



Ⓣ₃₆ 36-D13X 5.209

Ⓣ₃₆ 36-D13X 8.159

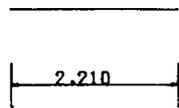
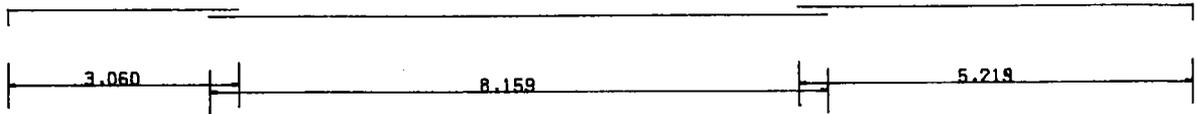
Ⓣ₃₆ 36-D13X 3.469



Ⓣ₃₆ 36-D13X 3.260

Ⓣ₃₆ 36-D13X 8.159

Ⓣ₃₆ 36-D13X 5.419

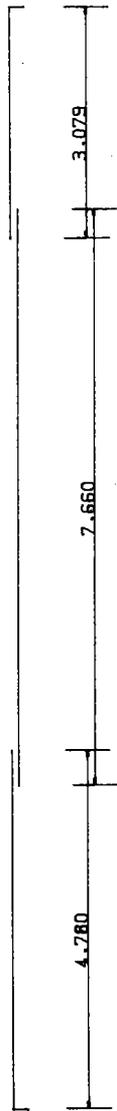


Ⓣ₄₁ 41-D13X 2.210

(T₃₈) 38 - D13 X 4.380

(T₃₈) 38 - D13 X 7.660

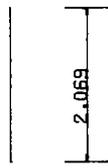
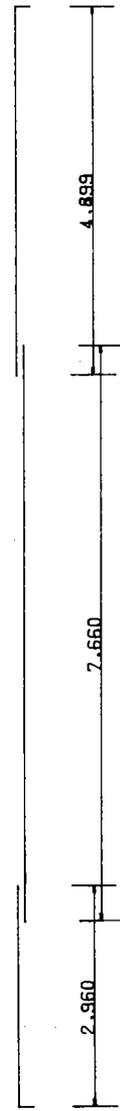
(T₃₈) 38 - D13 X 3.279



(T₃₈) 38 - D13 X 3.160

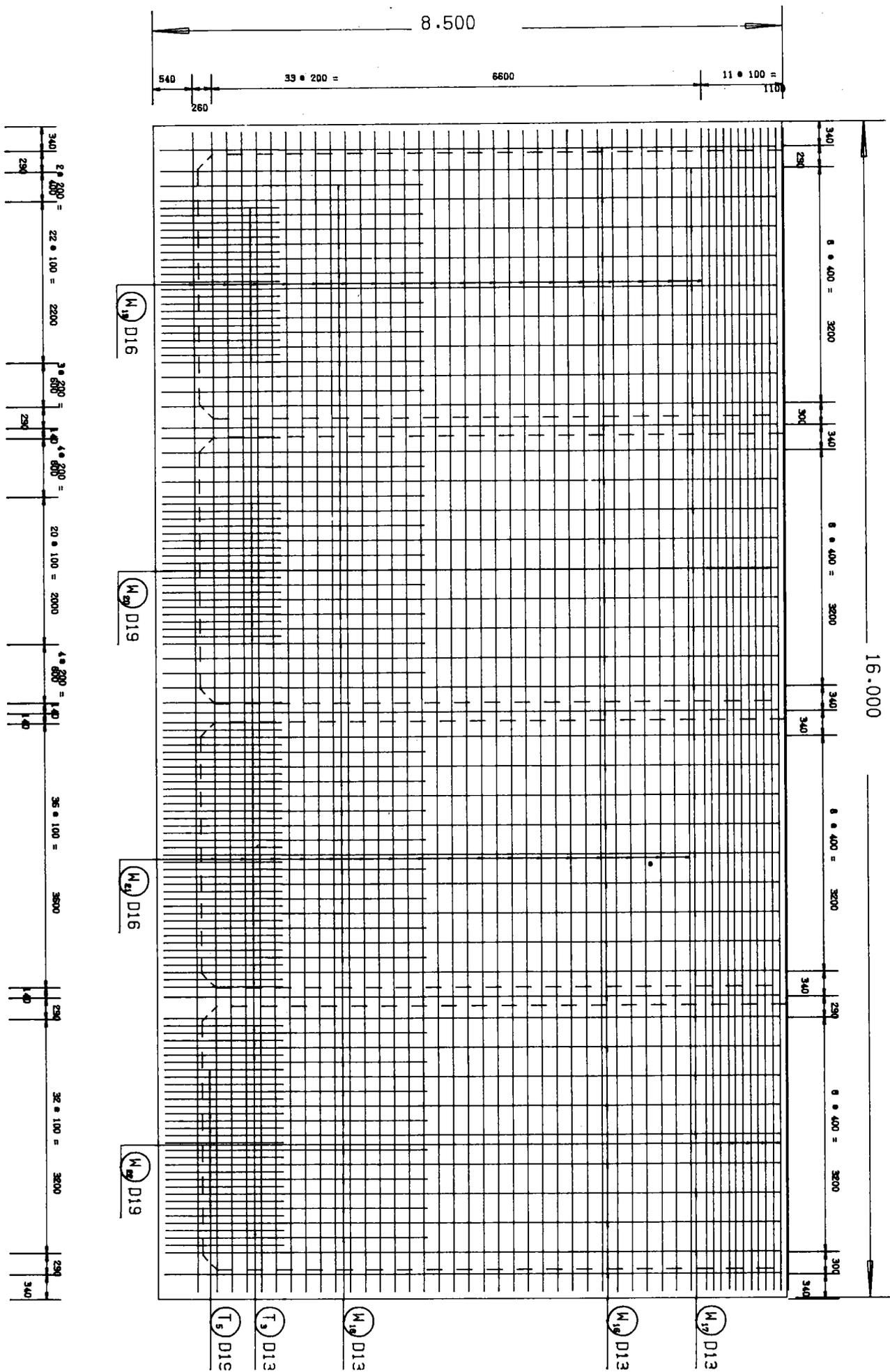
(T₃₈) 38 - D13 X 7.660

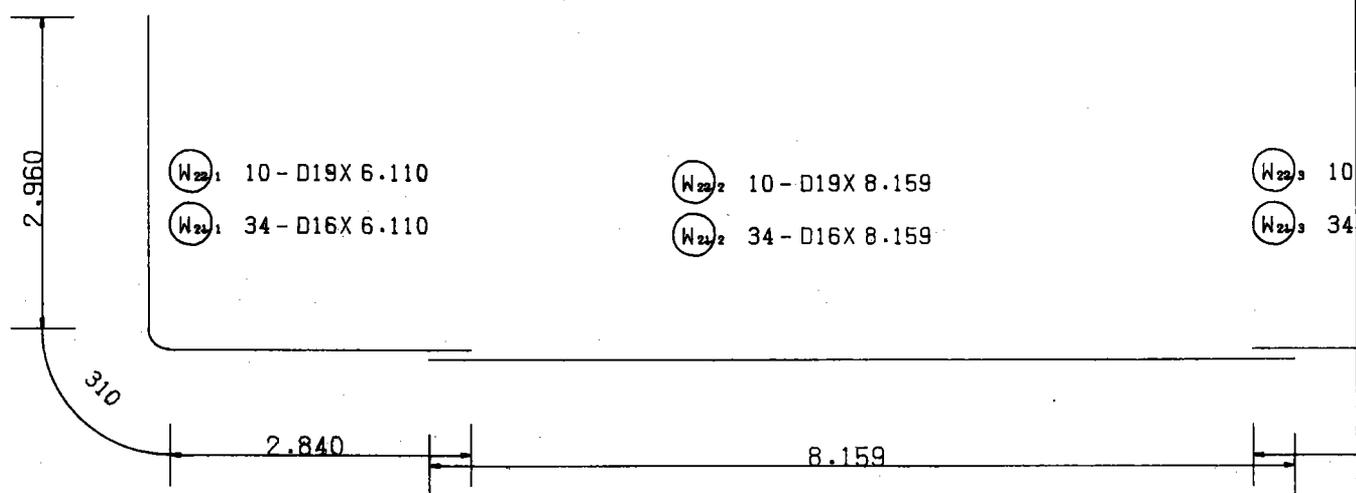
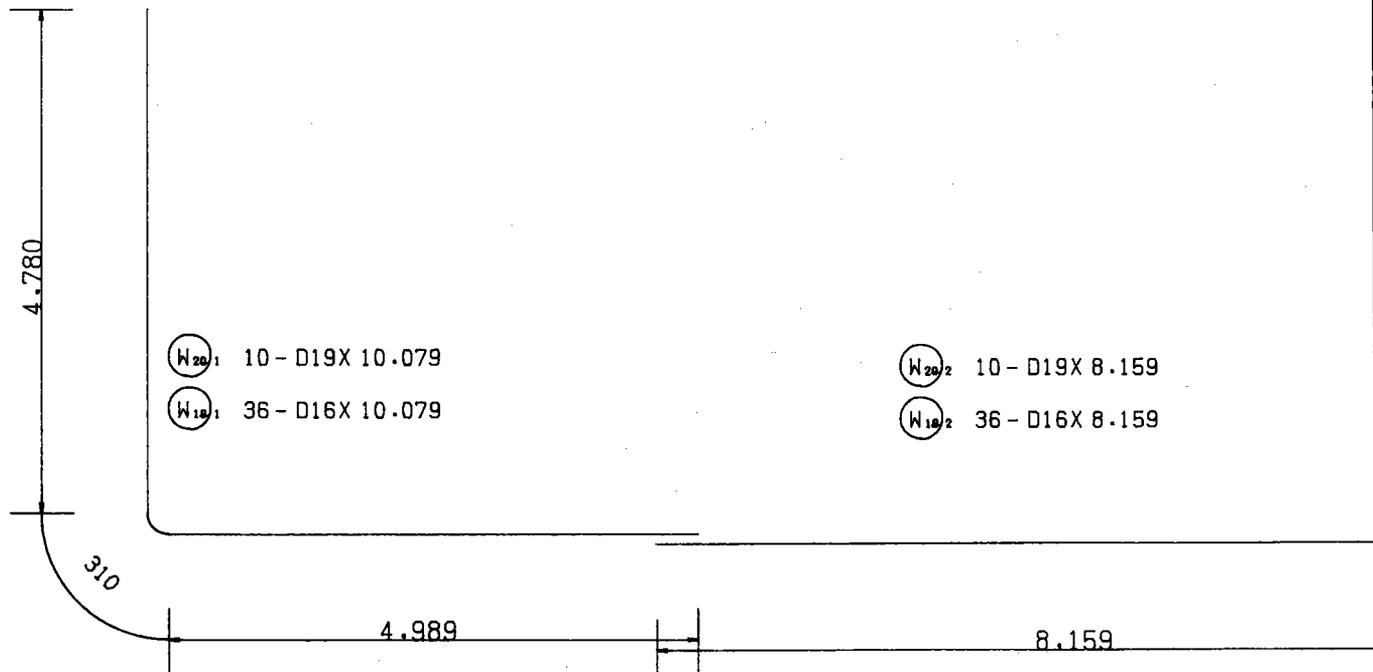
(T₃₈) 38 - D13 X 5.099



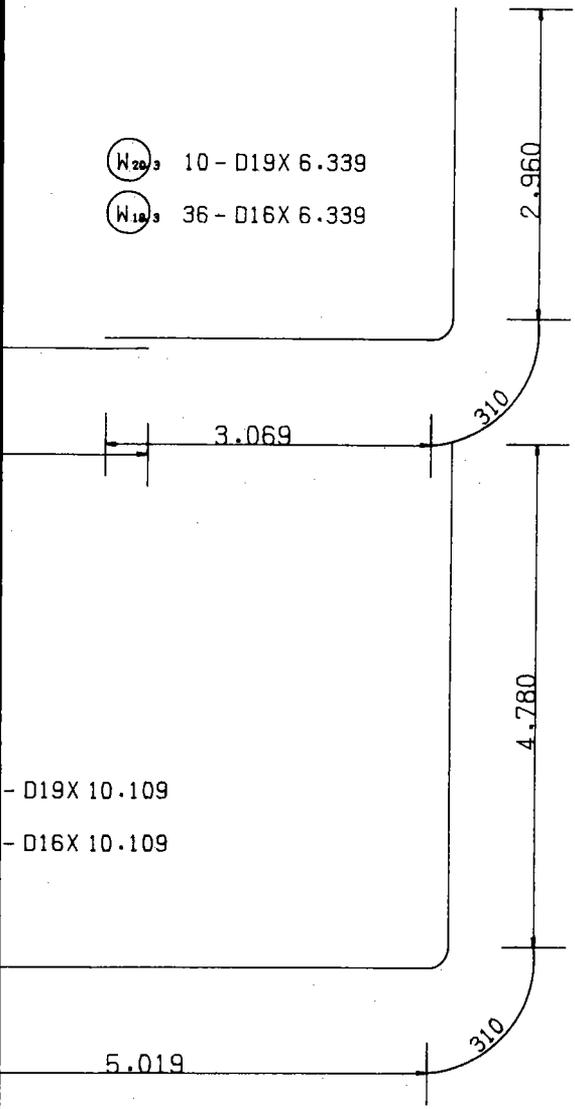
(T₄₈) 48 - D13 X 2.069

沉箱縱向外牆外層配筋圖



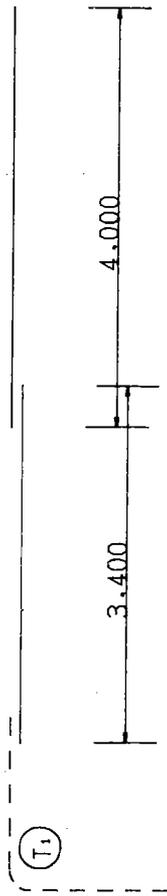


- W20 10 - D19X 6.339
- W10 36 - D16X 6.339



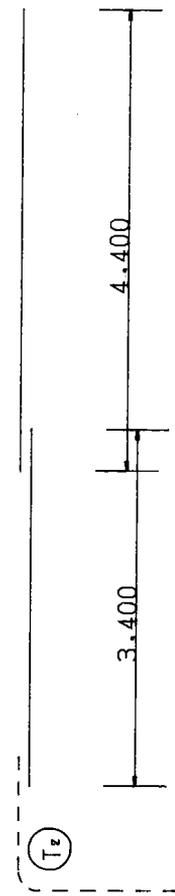
W42 42 - D13X 4.000

W42 42 - D13X 3.400



W40 40 - D13X 4.400

W40 40 - D13X 3.400

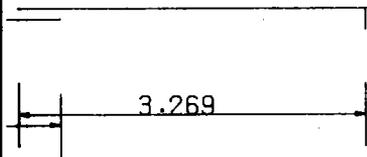


W64 64 - D13X 2.170



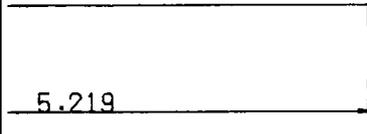
(W₂)₃: 10 - D19X 3.469

(W₆)₃: 36 - D13X 3.469



5.419

5.419



(W₁)₁: 42 - D13X 2.200 (W₁)₂: 42 - D13X 3.400 (W₁)₃: 42 - D13X 5.799



3.400

3.799

(W₂)₁: 40 - D13X 1.800 (W₂)₂: 40 - D13X 3.400 (W₂)₃: 40 - D13X 4.199



3.400

4.199

(W₃)₁: 64 - D13X 2.200 (W₃)₂: 64 - D13X 1.970



1.970

(W₄)₁: 48 - D13X 1.750 (W₄)₂: 80 - D16X 1.750

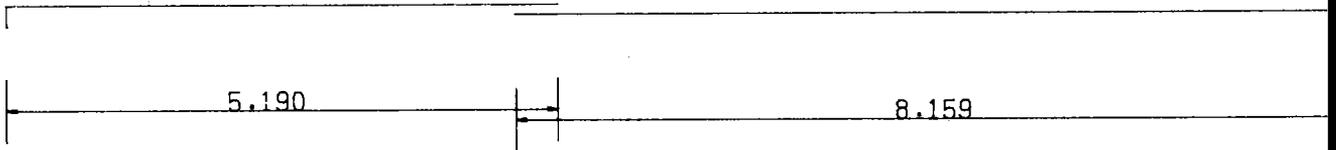


W₇₋₁ 10 - D19X 5.389

W₇₋₂ 10 - D19X 8.159

W₈₋₁ 36 - D13X 5.389

W₈₋₂ 36 - D13X 8.159



W₉₋₁ 10 - D19X 3.440

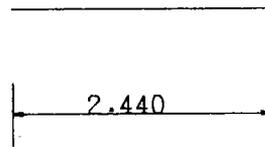
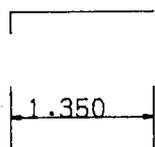
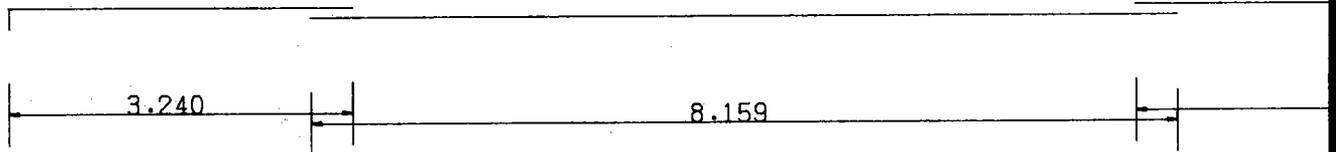
W₉₋₂ 10 - D19X 8.159

W₉₋₃ 10 - D19X

W₉₋₁ 34 - D13X 3.440

W₉₋₂ 34 - D13X 8.159

W₉₋₃ 34 - D13X



W₁₀ 10 - D13X 1.550

W₁₁ 30 - D13X 2.440

W₁₂ 56 - D16X 1.550

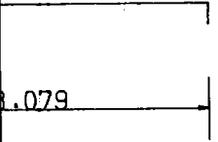
W₁₃ 168 - D16X 2.440

W₁₄ 10 - D13X 1.550

W₁₅ 56 - D16X 1.550

D19X 3.279

D13X 3.279



(S₁)_z 21 - D13X 2.200 (S₁)_z 21 - D13X 3.400 (S₁)_z 21 - D13X 3.799



(S₂)_z 20 - D13X 1.800 (S₂)_z 20 - D13X 3.400 (S₂)_z 20 - D13X 4.199



(S₂)_z 32 - D13X 2.200 (S₂)_z 32 - D13X 1.970



(S₄)_z 24 - D13X 1.750
(S₅)_z 40 - D16X 1.750



(S₇)₁ 5 - D19X 4.880

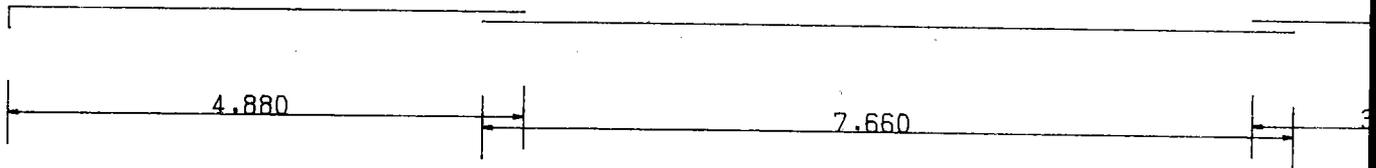
(S₈)₁ 18 - D13X 4.880

(S₇)₂ 5 - D19X 7.660

(S₈)₂ 18 - D13X 7.660

(S₇)₃ 5 -

(S₈)₃ 18 -



(S₉)₁ 5 - D19X 3.060

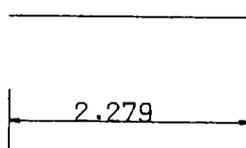
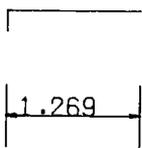
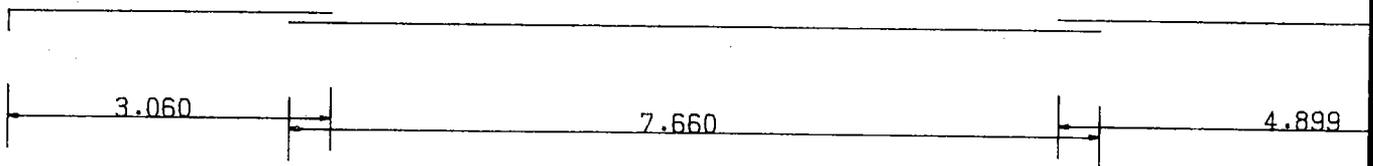
(S₈)₁ 17 - D13X 3.060

(S₉)₂ 5 - D19X 7.660

(S₈)₂ 17 - D13X 7.660

(S₉)₃ 5 - D19X 5.099

(S₈)₃ 17 - D13X 5.099



(S₁₀) 20 - D13X 1.470

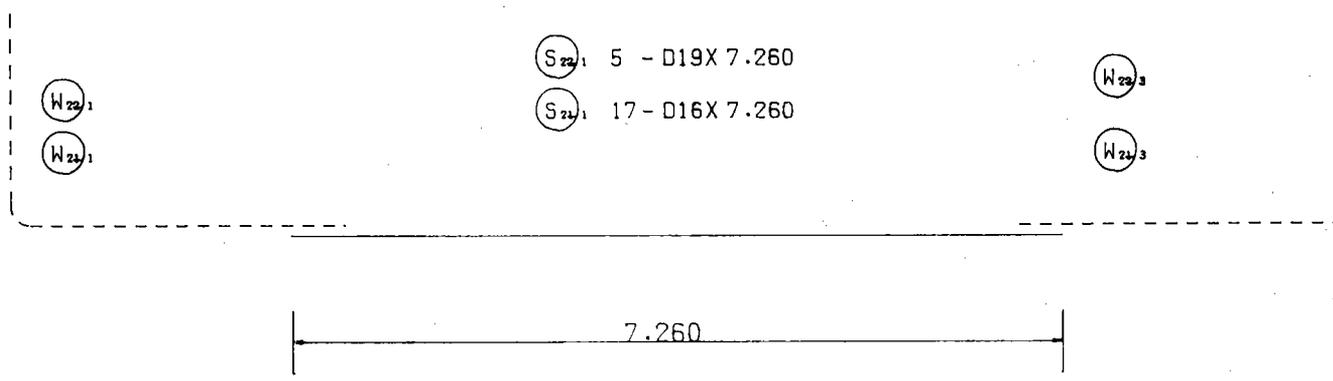
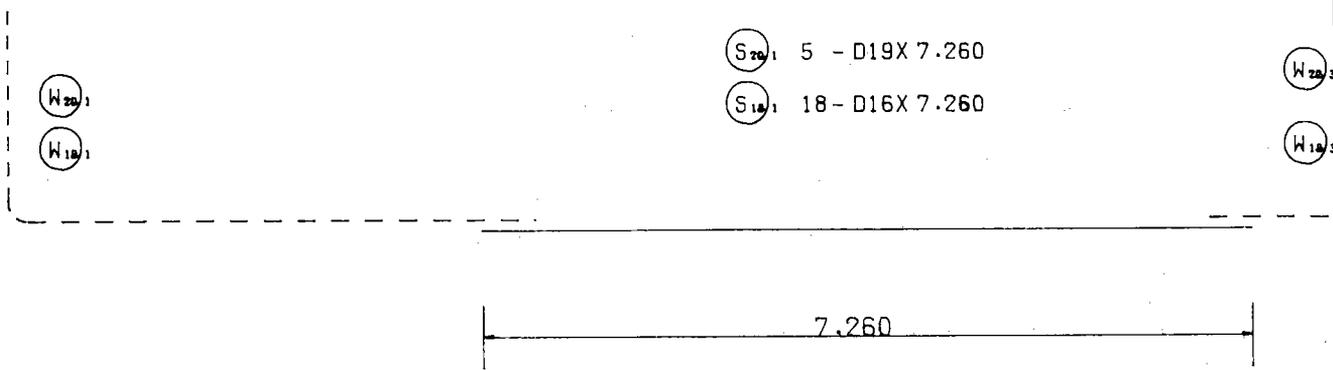
(S₁₁) 60 - D13X 2.279

(S₁₂) 13 - D16X 1.470

(S₁₃) 39 - D16X 2.279

(S₁₄) 20 - D13X 1.470

(S₁₅) 13 - D16X 1.470



(S₁₀)₁ 21 - D13X 3.400

(S₁₀)₂ 21 - D13X 4.000

(T₂)



(S₁₀)₁ 20 - D13X 3.400

(S₁₀)₂ 20 - D13X 4.400

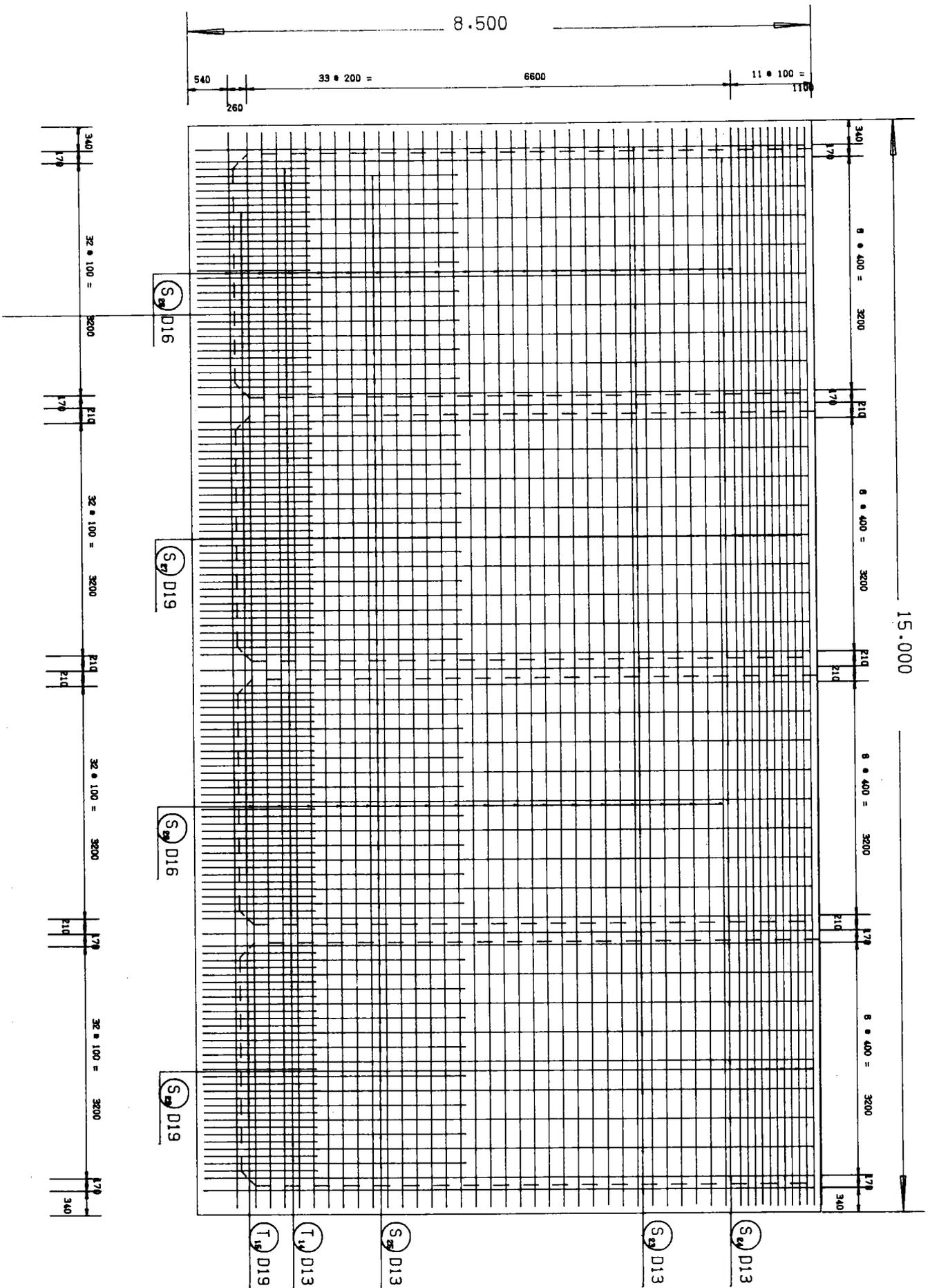
(T₁₀)

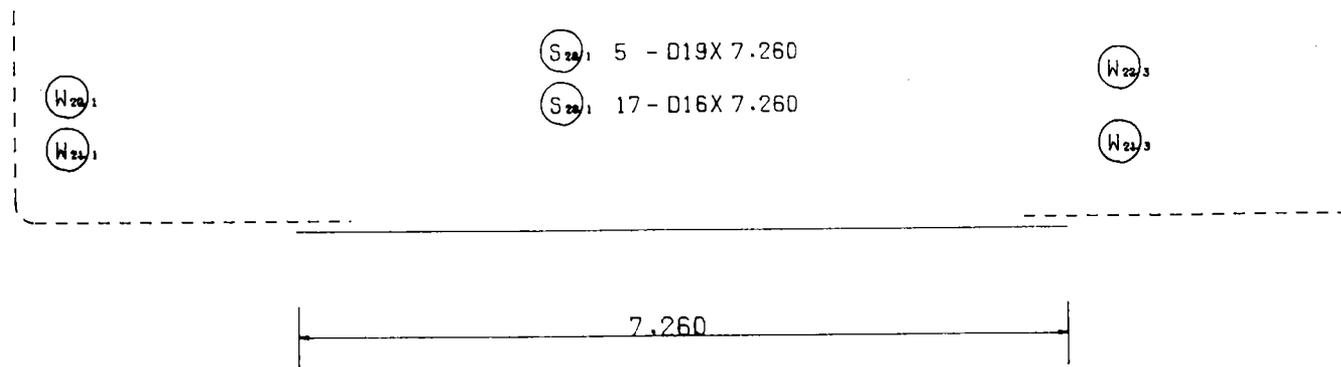
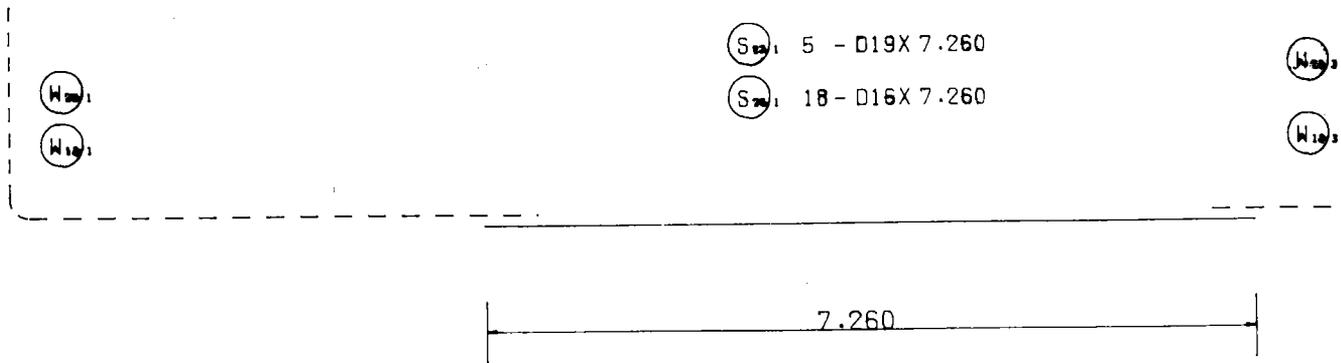


(S₁₀)₃₂ - D13X 2.170

(T₉)

沉箱橫向陸側外牆外層鋼筋圖





(S₂₁) 21 - D13X 3.400

(S₂₂) 21 - D13X 4.000

(T₉)

3.400

4.000

(S₂₃) 20 - D13X 3.400

(S₂₄) 20 - D13X 4.400

(T₁₀)

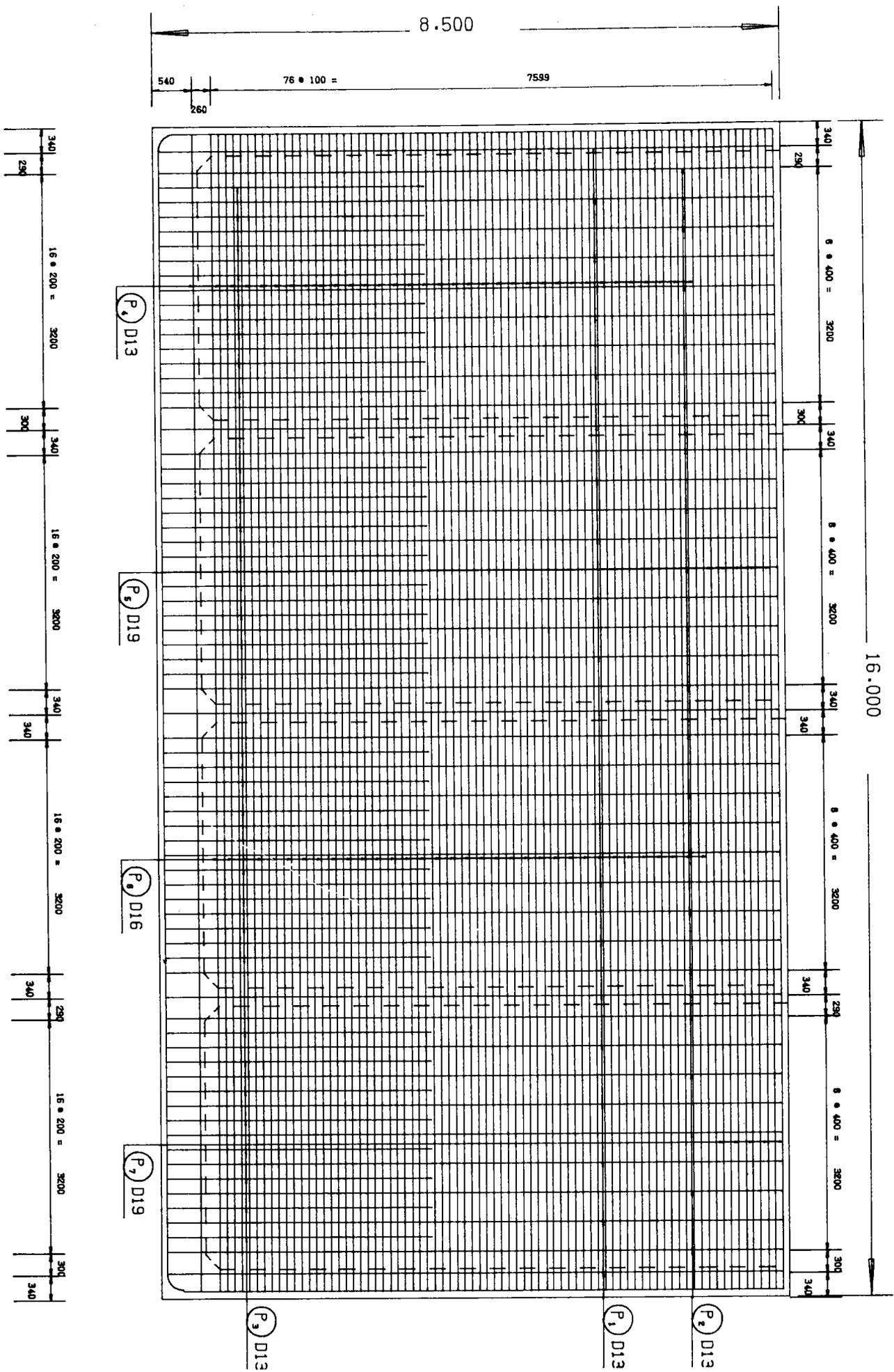
3.400

4.400

(S₂₅) 32 - D13X 2.170

(T₁₁)

沉箱縱向隔牆配筋圖

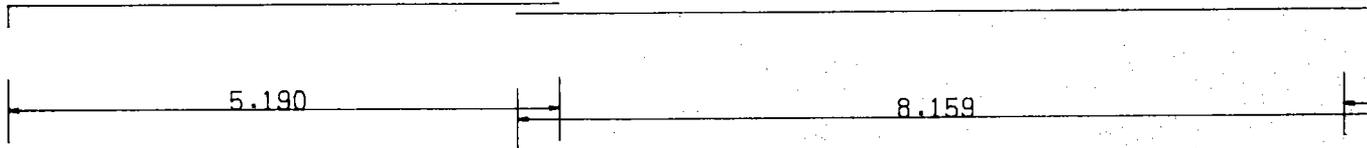


(P₁)₁ 15 - D19X 5.389

(P₁)₁ 102 - D13X 5.389

(P₂)₂ 15 - D19X 8.159

(P₂)₂ 102 - D13X 8.159



(P₇)₁ 12 - D19X 3.440

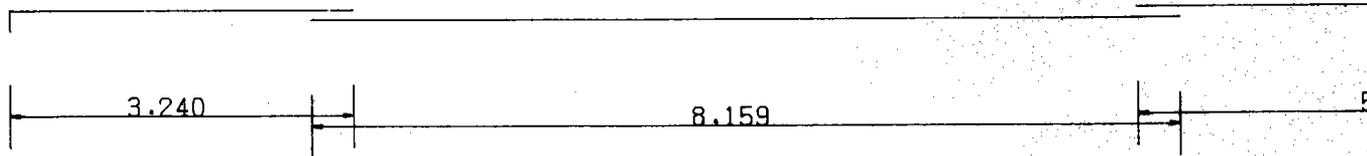
(P₁)₁ 102 - D13X 3.440

(P₇)₂ 12 - D19X 8.159

(P₂)₂ 102 - D13X 8.159

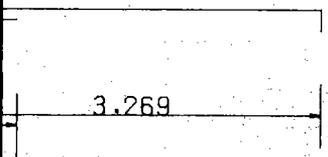
(P₇)₃ 12 - D19X 5.389

(P₁)₃ 102 - D13X 5.389



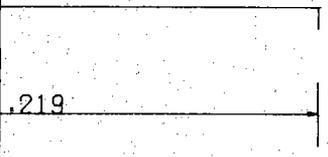
15 - D19X 3.469

102 - D13X 3.469



419

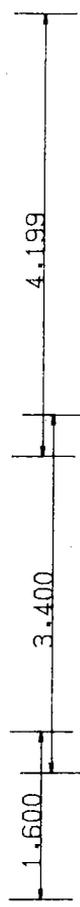
419



$(P_{1,1})_{63}$ - D13X 2.200 $(P_{1,2})_{63}$ - D13X 3.400 $(P_{1,3})_{63}$ - D13X 3.799



$(P_{2,1})_{60}$ - D13X 1.800 $(P_{2,2})_{60}$ - D13X 3.400 $(P_{2,3})_{60}$ - D13X 4.199



$(P_{3,1})_{63}$ - D13X 2.200 $(P_{3,2})_{63}$ - D13X 1.970



(P13)1 15 - D19X 5.079

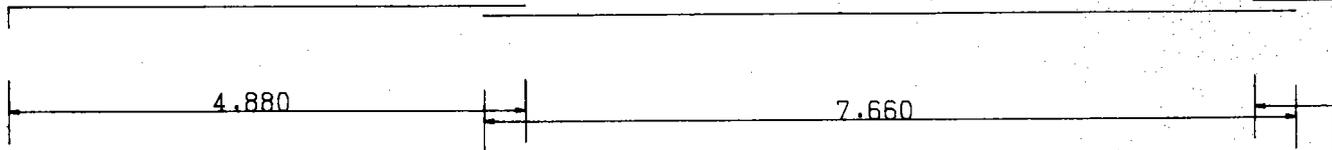
(P14)1 102 - D13X 5.079

(P13)2 15 - D19X 7.660

(P14)2 102 - D13X 7.660

(P13)3

(P14)3



(P13)1 12 - D19X 3.260

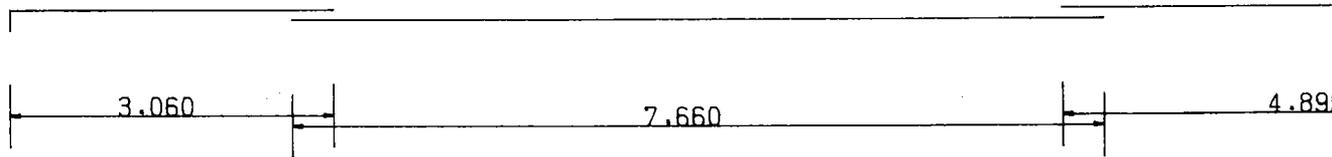
(P14)1 102 - D13X 3.260

(P13)2 12 - D19X 7.660

(P14)2 102 - D13X 7.660

(P13)3 12 - D19X 5.099

(P14)3 102 - D13X 5.099



5 - D19X 3.279

02 - D13X 3.279



$\textcircled{P_{2,1} 63}$ - D13X 2.200 $\textcircled{P_{2,2} 63}$ - D13X 3.400 $\textcircled{P_{2,3} 63}$ - D13X 3.799



$\textcircled{P_{2,1} 60}$ - D13X 1.800 $\textcircled{P_{2,2} 60}$ - D13X 3.400 $\textcircled{P_{2,3} 60}$ - D13X 4.199



$\textcircled{P_{2,1} 63}$ - D13X 2.200 $\textcircled{P_{2,2} 63}$ - D13X 1.970

