

第5章 附帯施設設計

5.1 概要

附帯施設設計では、飛行区の立入禁止区域に当該区域に人、車両等がみだりに立ち入らないようにするために設置する場周柵（立入禁止柵）・門扉、空港施設の維持管理および保守点検のために設置する保安道路・場周道路、および航空機のプラストから空港敷地内外の人・車両を保護するために設置するプラストフェンスを対象として設計を行った。

5.2 保安道路・場周道路

5.2.1 設計条件

保安道路・場周道路設計は、以下に示す条件に準じて行った。

(1) 適用設計基準

- † 「民用航空運輸空港安全保衛施設建設基準」 (MHT003-95) (中国側 基準)
- † 「空港土木施設設計基準」 (日本側 基準)
- † 「アスファルト舗装要綱」 (日本側 基準)
- † 「空港アスファルト舗装構造設計要領」 (日本側 基準)

(2) 舗装種別

保安道路・場周道路は、滑走路等設置位置とは異なり、地盤改良を行わない位置に設置するため沈下等による舗装の補修は避けられないことから、比較的容易に行える舗装種別であるアスファルトコンクリート舗装を設定した。

(3) 設計CBR

保安道路・場周道路のアスファルト舗装設計は、日本側の設計方法であるCBR法で行うこととした。

保安道路・場周道路の路床となる設置位置の地盤の設計CBRは表III-5.2.1に示す原地盤のCBR試験結果から設計CBRを求めると2.5%となるが、日本の道路設計基準である「アスファルト舗装要綱」では、新設舗装の場合最小CBR値を3%としており、設計CBR3%未満の地盤については路床改良を行うこととしていることから、本設計では設計CBRは、最小CBR値である3%を設定して舗装設計を行うこととした。

表III-5.2.1 原地盤のCBR試験結果

測点番号	1	2	3	4	5	6	6A	7	8
各試験での平均CBR値 (%)	3.6	4	2.4	5	5.4	1.5	5	3.7	4
平均値 (%)	3.8								
標準偏差 (%)	1.3								
設計CBR (%)	2.5								

工程地質詳細調査報告（滑行道）1996,8月、

(4) 設計交通量

場周道路・保安道路は、日常の管理等に利用される程度であり一日当たりの大型車交

通量は100台/日を超えることはないと判断されるため、設計交通量は、表III-5.2.2よりL交通とした。

表III-5.2.2 設計交通量の区分

設計交通量の区分	大型車交通量(台/日・方向の範囲)
L交通	100未満
A交通	100以上、250未満
B交通	250以上、1,000未満
C交通	1,000以上、3,000未満
D交通	3,000以上

(5) 設計反復作用回数

場周道路のうち第一期飛行区東側の旅客ターミナル地区～整備地区間は、両区間を結ぶGSE通路との供用区間となるため、「空港アスファルト舗装構造設計要領」に記されているGSE通路の舗装設計に準じることとした。

「空港アスファルト舗装構造設計要領」に記されているLT-1の基準舗装厚では10,000回が最大であり(別途基準舗装厚設計曲線を作成することにより10,000回以上も求められるが)、日本の空港の事例をみると東京国際空港(羽田空港)ではエプロンの設計反復作用回数が20,000回の場合でも、GSE通路の設計反復作用回数については10,000回を設定している。

本設計範囲であるGSE通路は、旅客ターミナル地区～整備地区を結ぶGSE通路であり、利用頻度は少ないものと考えられ、設計反復作用回数10,000回であれば十分であると考えられることから、当区間のGSE通路の設計反復作用回数は10,000回を設定した。

5.2.2 平面設計

(1) 平面配置

保安道路・場周道路の平面配置は、第一期飛行区の運用に必要な最小範囲として用地造成される範囲内に設置した。

設定した保安道路・場周道路平面配置を図III-5.2.1に示すが、第一期飛行区西側の場周道路は先に設置される工事用道路部に設定し、さらに図III-5.2.2に示す無線施設(グライダーバスおよびローカライザー)周辺についてはクワッド地区・保護区の外側に設定した。

(2) 舗装幅

保安道路・場周道路の舗装幅については、以下のよう設定した。

- † 旅客ターミナル地区～整備地区間のGSE通路； 舗装幅8.0m、路肩0.5m
- † (他区域のGSE通路舗装幅の考えに準じている)
- † 上記以外の場周道路 ; 舗装幅5.5m、路肩0.5m
- † 保安道路 ; 舗装幅4.0m、路肩0.5m

なお、場周道路・保安道路の舗装幅・路肩は、「空港土木施設設計基準」に記されている標準値である。

(3) 曲線半径

最小曲線半径については、中国の空港における設計事例から、保安道路・場周道路の最小曲線半径(R)は20mとした。

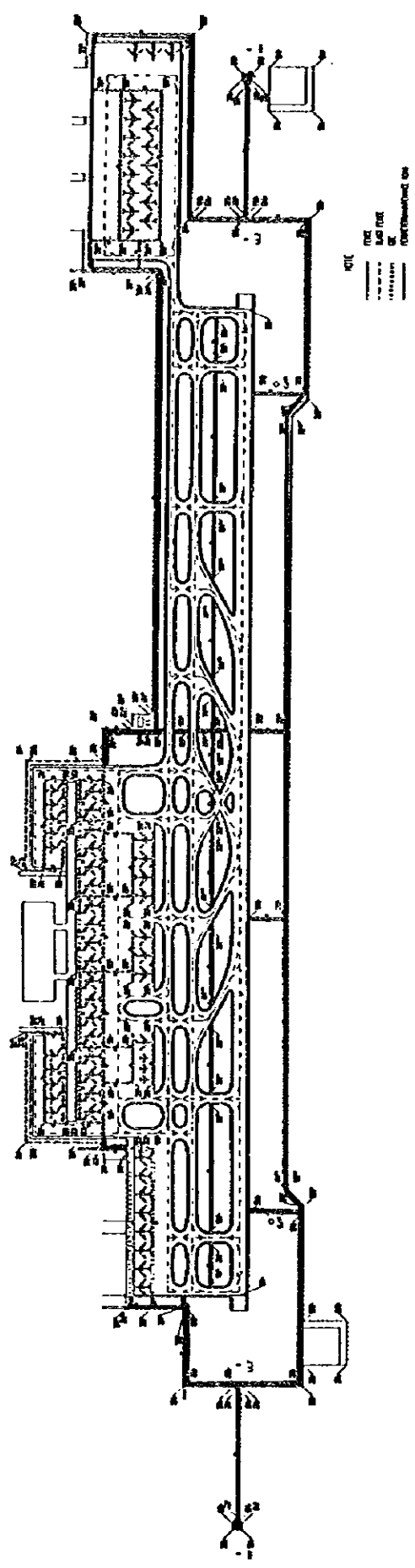


图 II1-5.2.1 保安道路·场周道路配置平面图

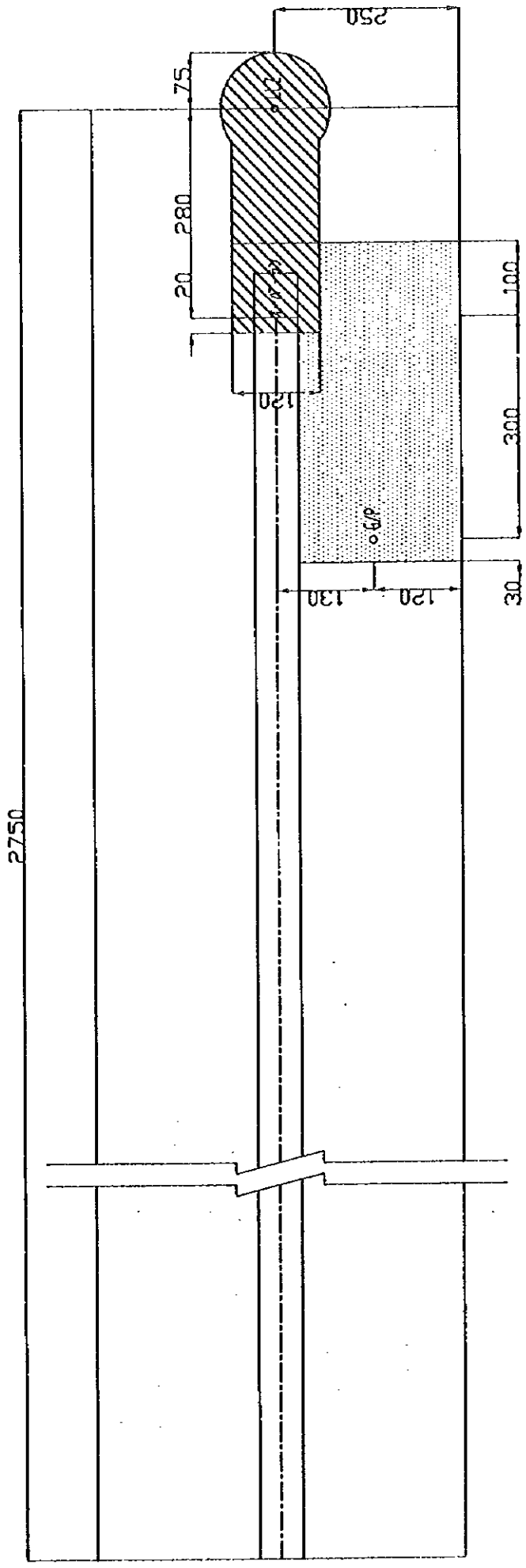


図 Y11-5.2.2 無線施設周辺クリティカル地区、保護地区範囲

5.2.3 舗装設計

保安道路・場周道路の舗装設計は、5.2.1に示した設計条件を基に行った。

(1) 旅客ターミナル地区～整備地区間を除く保安道路・場周道路

1) 設計条件

- † 舗装種別；アスファルトコンクリート舗装
- † 設計基準；「アスファルト舗装要綱」（日本側 基準）
- † 設計CBR；3%
- † 設計交通量；L交通（大型車の日一方向あたりの交通量が100未満）

2) 舗装厚

設計条件、および表-5.2.3より等値換算厚（ T_A ：舗装各層を表層および基層用加熱アスファルト混合物で設計したときの必要厚さ）は、15cmとなる。

表III-5.2.3 目標とする T_A (cm)

設計CBR	L交通	A交通	B交通	C交通	D交通
(2)	(17)	(21)	(29)	(39)	(51)
3	15	19	26	35	45
4	14	18	24	32	41
6	12	16	21	28	37
8	11	14	19	26	34
12	11	13	17	23	30
20	11	13	17	20	26

3) 舗装構造

表基層をアスファルト混合物、上層路盤を粒度調整碎石（等値換算係数0.35）、下層路盤をクラッシャーラン（等値換算係数0.25、修正CBR30以上）とすると、

$$T_A = 5 + 0.35 \times 10\text{cm} + 0.25 \times 30\text{cm} = 16\text{cm} > 15\text{cm} \quad \text{OK}$$

上記計算結果から、以下のように舗装構造を設定する。

表III-5.2.4 場周道路、保安道路の舗装構造

層区分	層厚(cm)	舗装材料
表基層	5	アスファルト混合物
上層路盤	10	粒度調整碎石修正CBR80以上
下層路盤	30	クラッシャーラン、修正CBR30以上

表III-5.2.5 路盤各層の最小厚さ

工法・材料	1層の最小厚さ
混音安定処理	最大粒径の2倍かつ5cm
その他の路盤材	最大粒径の3倍かつ10cm

セメント安定処理を用いる場合は、L交通の場合15cmを確保する。

なお、上層路盤にセメント安定処理を用いた場合の層構成は、以下のようになる。

$$T_A = 5 + 0.5 \times 15\text{cm} + 0.25 \times 10\text{cm} = 15\text{cm} \geq 15\text{cm} \quad \text{OK}$$

†*1：セメント安定処理を路盤に用いる場合、その最小厚は15cmとすることが望ましい。

†*2：セメント安定処理の標準的な品質および等値換算係数は、一軸圧縮強さ30kgf/cm²、等値換算係数0.55であるが、路盤に用いる場合リフレクションクラック防止のために一軸圧縮強さおよび等値換算係数を下げて用いることがある。

一軸圧縮強さ25kgf/cm²で等値換算係数0.5、一軸圧縮強さ20kgf/cm²で等値換算係数0.45である。（一軸圧縮強さ材令7日）

(2) GSE通路（ターミナル地区～整備地区）舗装設計

1) 設計条件

† 舗装種別：アスファルトコンクリート舗装

† 舗装区域区分：E舗装区域

† 設計CBR：3%

† 設計荷重：LT-1（50tトレーイングトラクター）

† 設計反復作用回数：10,000回

2) 基準舗装厚

設計条件より、GSE通路の基準舗装厚は、表II-5.2.6より87cmとなる。

表II-5.2.6 LT-1の基準舗装厚

路床の 設計CBR	設計反復作用回数の区分		
	a	b	c
2	95	100	108
2.5	85	89	95
3	77	80	87
3.5	71	74	80
4	66	69	74
4.5	61	64	69
5	57	60	65
6	51	54	58
7	47	49	53
8	43	45	49
9	40	41	45
10	40	40	41
12以上	40	40	40

3) 舗装構造

GSE通路の表層、基層厚は「空港アスファルト舗装構造設計要領」に記されている基準舗装厚(表III-5.2.7)より、表層4cm、基層6cmとなる。

表III-5.2.7 表層、基層の標準厚

設計荷重の区分	設計反復作用回数の区分	表層標準厚	基層標準厚	
			上層	下層
LT-1	a	4	6	—
	b	4	6	—
	c	4	6	—
LT-12	a	4	5	—
	b	4	5	—
	c	4	5	—
LT-2	a	4	4	—
	b	4	4	—
	c	4	4	—

上層路盤は表III-5.2.8より上層路盤材料を粒度調整碎石とした場合25cmとなる。

表III-5.2.8 上層路盤の標準厚

設計CBR	2	3	3	4	4	5	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20以上
LA-1	40(35)				35(30)				30(25)				25(20)				
LA-12	40(35)				35(30)				30(25)				25(20)				
LA-2	35(30)				30(25)				25(20)				20(15)				
LA-3	30(25)				25(20)				20(15)								
LA-4	20(15)																
LSA-1	15(10)				10(10)												
LSA-2	10(10)																
LT-1	25												20				
LT-12	20												15				
LT-2	15																

下層路盤厚は、下層路盤材料を粒状材(クラッシャーラン)とした場合、次式より52cmとなる。

下層路盤厚=基準舗装厚(87) - 表層(4) - 基層(6) - 上層路盤(25) = 52cm

上記計算の結果、GSE通路(ターミナル地区~整備地区)の舗装構造は表III-5.2.9のとおりとした。

表III-5.2.9 GSE通路(ターミナル地区~整備地区)の舗装構造

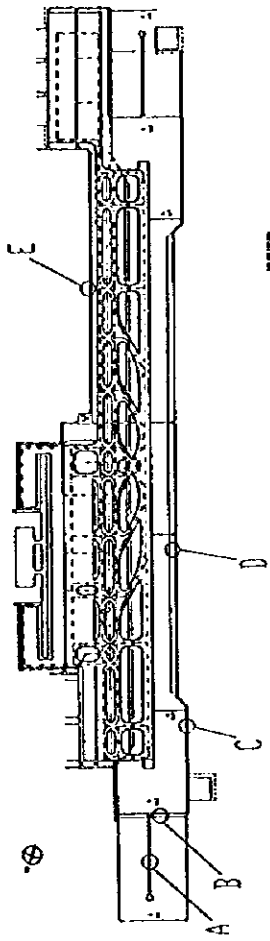
層区分	層厚(cm)	材料
表層	4	密粒度アスファルトコンクリート
基層	6	粗粒度アスファルトコンクリート
上層路盤	25	粒度調整碎石
下層路盤	52	粒状材(クラッシャーラン)
舗装合計厚	87	

路床厚は、表III-5.2.10より、100cmとする。

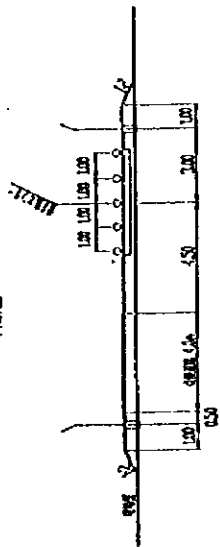
表III-5.2.10 路床厚

設計荷重の区分	路床厚(cm)
LA-1, LA-12	200
LA-2	150
LA-1, LA-12, LA-2以外	100

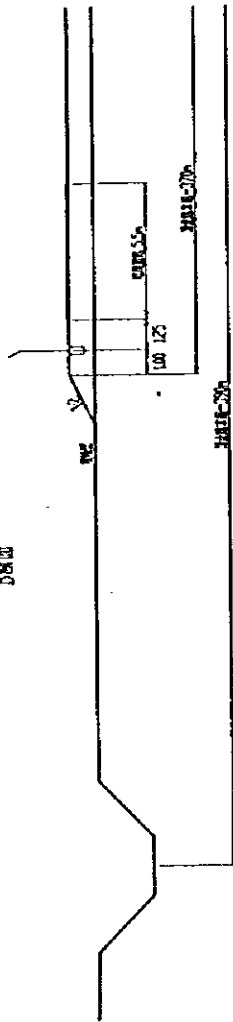
設定した保安道路・場周道路の舗装構造を図III-5.2.3に示す。



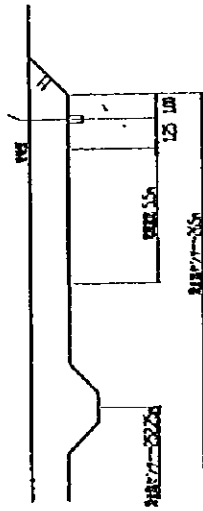
A断面



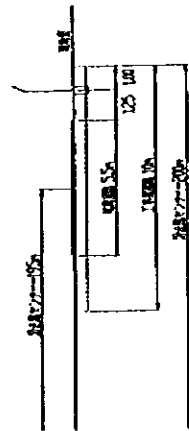
B断面



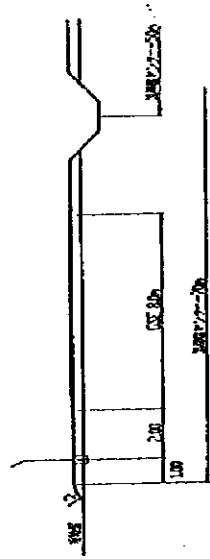
C断面



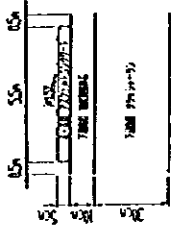
D断面



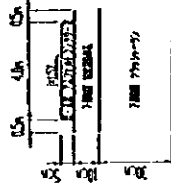
E断面



断面B



断面C



断面D (9-57) (9-58)

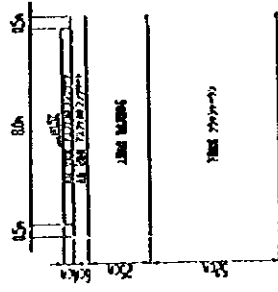


图 III-5.2.3 保安道路・橋周道路舗装構造図

5.3 場周柵・門扉

5.3.1 平面設計

場周柵は、保安道路・場周道路の平面配置と同様に、基本的には第一期飛行区の用地造成範囲に沿って設置することとし、以下に示す項目を考慮して設定した。

† 着陸帯

† 工事用道路

† 場周道路、排水溝用地

† グライドパス、ローカライザーのクリティカル地区・保護区（図III-5.2.2参照）

† 進入灯用地

† 各誘導路の固定障害物との間隔

門扉を設置する位置は、空港施設の維持管理および保守点検のために関係者、および関係車両が場周柵に囲まれた空港場内外への出入口が必要と考えられる箇所に設置した。

5.3.2 形状寸法

(1) 寸法

場周柵の設置高は、日本では地盤から1.8mで上部に0.45mの忍び返しを設けたものを標準としているが、重要な空港等ではさらに高い（東京国際空港では部分的に3.0m高の場周柵を使用）を用いている例もある。

本設計では、中国側の設計事例を参考にして場周柵の地盤からの高さは2.5mとした。なお、場周柵、門扉は制限表面に抵触しないようにした。

(2) 形状

場周柵の形状についても中国側の設計事例を参考にして、鉄筋網を用いる場周柵の上部には進入防止として2.5mの内上部0.5mに忍び返しを設け、煉瓦壁を用いる場周柵の上部には進入防止として2.5mの上にガラス破片を取り付けることとした。

5.3.3 構造

場周柵、門扉の構造についても中国側の設計事例を参考とし、場周柵、および門扉は基本的には鉄筋網を用いたものとするが、無線施設周辺（電波障害）等鉄筋網の場周柵設置による施設運用に支障をきたす箇所については煉瓦壁の場周柵を用いることとした。

設定した場周柵、門扉の設置位置、および構造を図III-5.3.1～5.3.4に示す。

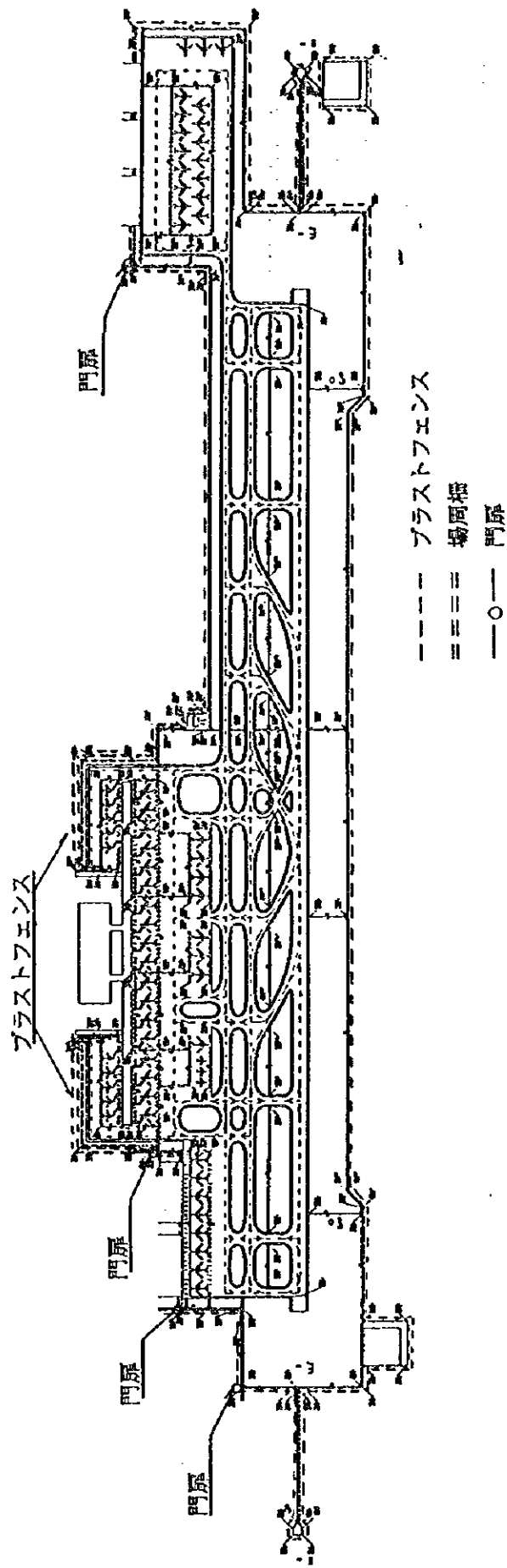


図 III-5.3.1 掃岡柵・門扉設置位置図



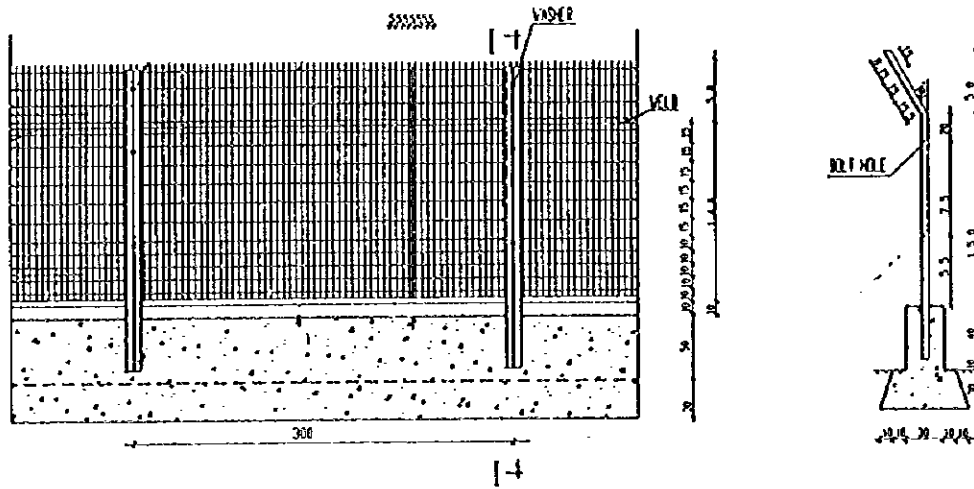


図 III-5.3.2 場周柵 (鉄筋網タイプ)

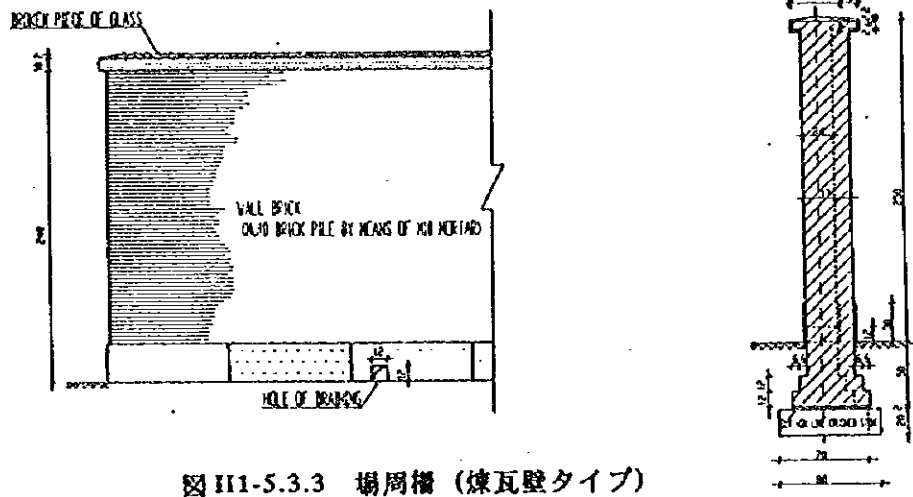


図 III-5.3.3 場周柵 (煉瓦壁タイプ)

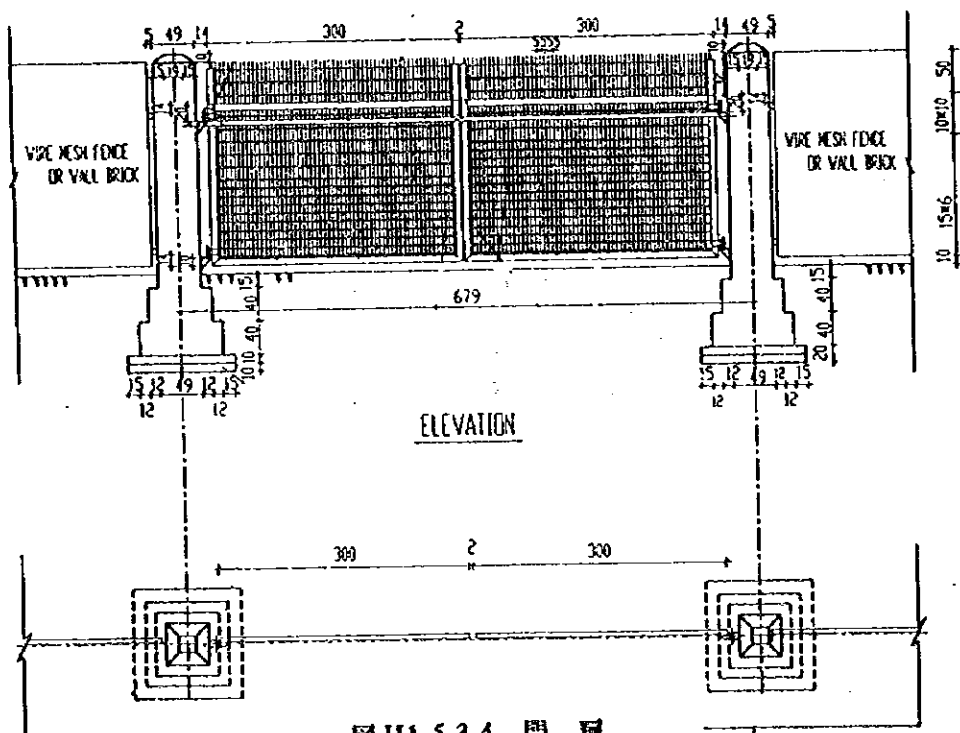


図 III-5.3.4 門扉

5.4 プラストフェンス

5.4.1 設計条件

(1) 対象航空機

対象航空機は、検討対象駐機エプロンに駐機すると考えられるB-767-300およびA300-600とした。

(2) 対象プラスト

対象とするプラストは、break away power 状態とした。

(3) 許容設計風速

許容設計風速は、ICAO Aerodrome Design Manualより15km/hrとした。

(4) 風圧荷重

プラストフェンスの構造計算に用いる風圧荷重は、表III-5.4.1 に示す対象航空機のプラスト速度（各地上高における対象航空機のプラストとの関係は図III-5.4.5、5.4.6参照）よりも風速の方が大きいため、風荷重を用いることとした。

速度圧 $(1/2)\rho V^2=300\text{kg/m}^2$ (風速 $V=70\text{m/sec}$)

表III-5.4.1 フェンスに入力するプラスト速度分布

単位：m/sec

機種	末端からの 水平距離	高さ(m)							
		0	1	2	3	4	5	6	6.5
B-767-300	9m	44	40	32	28	22	15	0	0
	15m	42	37	31	25	22	15	0	0
	50m	28	26	23	20	18	16	0	0
A-300-600	9m	30	36	41	30	25	20	0	0
	15m	28	30	36	28	23	20	15	0
	50m	22	23	24	23	21	20	18	15

(5) 地震荷重

地震時検討に用いる地震荷重は、中国国家の「裂度区画図」に採用されている上海地方の裂度を用いた。

なお、水平震度への変換は、上海「建築抗震設計規程」に記されている裂度と水平震度の関係を用いた。

水平震度 裂度 7 (kh換算で、kh=0.08)

(6) 構造形式

プラストフェンスのタイプは鋼構造とコンクリート構造に大別できるが、ICAOマニュアルでも推奨し、一般的なタイプである鋼構造形式とした。

(7) 部材定数

構造計算に用いるプラストフェンス部材の定数は表III-5.4.2 に示す定数を用いた。

表III-5.4.2 プラストフェンス部材定数表

種類	許容引張応力 度ft(kgf/m ²)	許容せん断応力 度fs	使用箇所
SS400	1600	900(kgf/m ²)	骨組
SR235	1600	900(kgf/m ²)	アンカー材
SD295	2000		基礎
M16		1.81t/1面	骨組連結部

*ss400、M16は、鋼構造設計規準による。

SR235、SD295は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説による。

5.4.2 平面設計

第一期飛行区内でプラストフェンスを設置する必要がある箇所は、ターミナル背面（アクセス道路側）の中型航空機中期エプロン周辺である。

プラストフェンスの平面配置は、対象航空機のうちプラスト影響範囲の大きいB-767-300の走行軌跡（図III-5.4.1 参照）から、図III-5.4.2 に示すとおりとした。

なお、各対象航空機のプラストエリアは図III-5.4.3～5.4.4 に示した。

5.4.3 形状寸法

(1) プラストフェンス用地

プラストフェンスを設置する用地は、ターミナル地区との調整を行いエプロン誘導路に沿って設置するプラストフェンスについては誘導路のクリアランス34m（ICAOに記されている中型航空機のクリアランス）を確保した位置から5m幅、建物脇については建物とのクリアランス0.5mを確保した位置から5m幅をプラストフェンス用地とした。

(2) プラストフェンス高

ICAOマニュアルでは、プラストフェンス高さは少なくともプラスト（エンジン）の中心まで必要とされているが、本設計では安全を考えて15km/hrのプラストエリアを受けるとのことができるフェンス高を設定することとした。

各対象航空機の航空機のプラスト分布は、図III-5.4.5、5.4.6に示すとおりであり、15km/hrのプラストエリアの地上からの高さは、B-767-300の場合6m、A300-600の場合6.5mであることから、プラストフェンスの地上からの高さは6.5mと設定した。

5.4.4 構造設計

(1) 適用設計基準

プラストフェンス構造計算は、以下に示す建築関連基準を適用した。

- † 鋼構造設計基準
- † 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説
- † 建築基礎構造設計指針
- † 建築基準法施工令
- † 空港土木施設設計基準

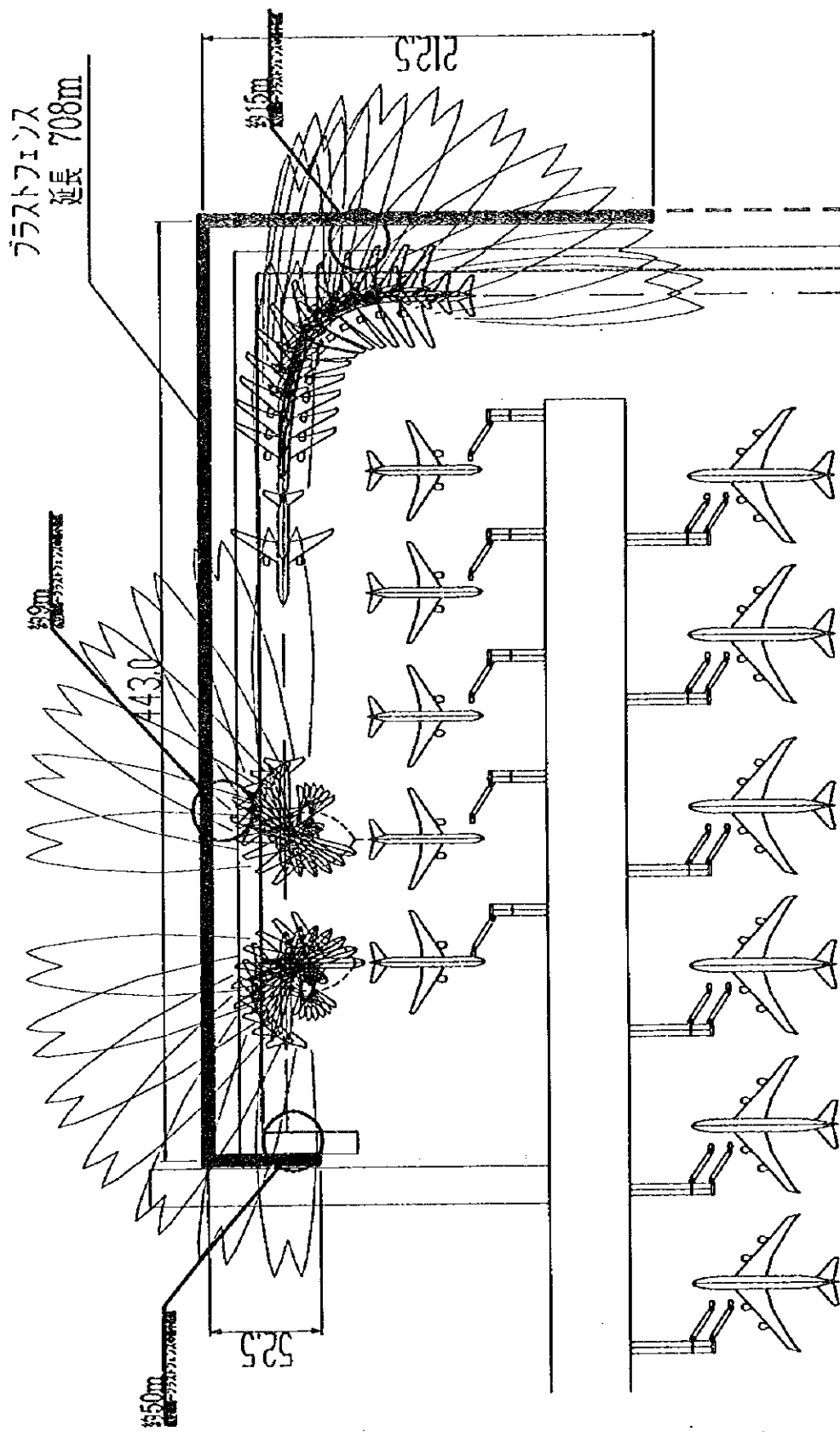


図 II1-5.4.1 プラスチックの軌跡 (B-767-300)

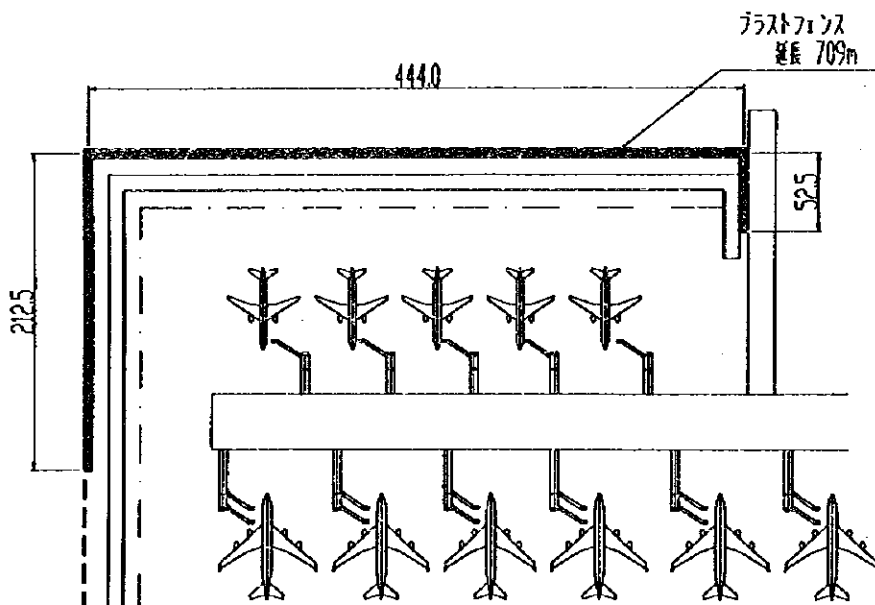
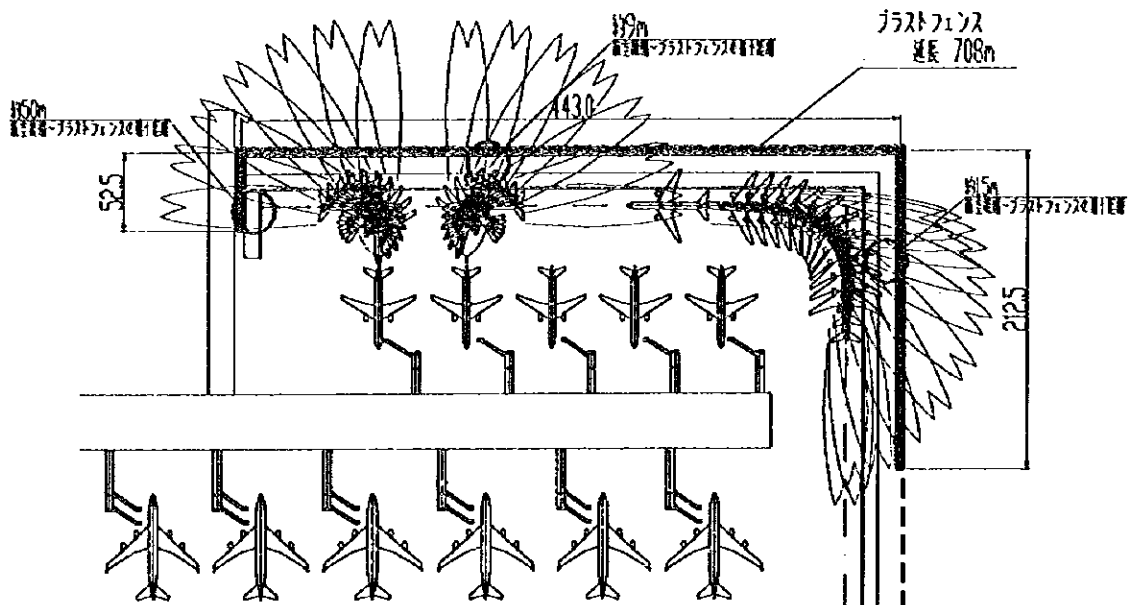
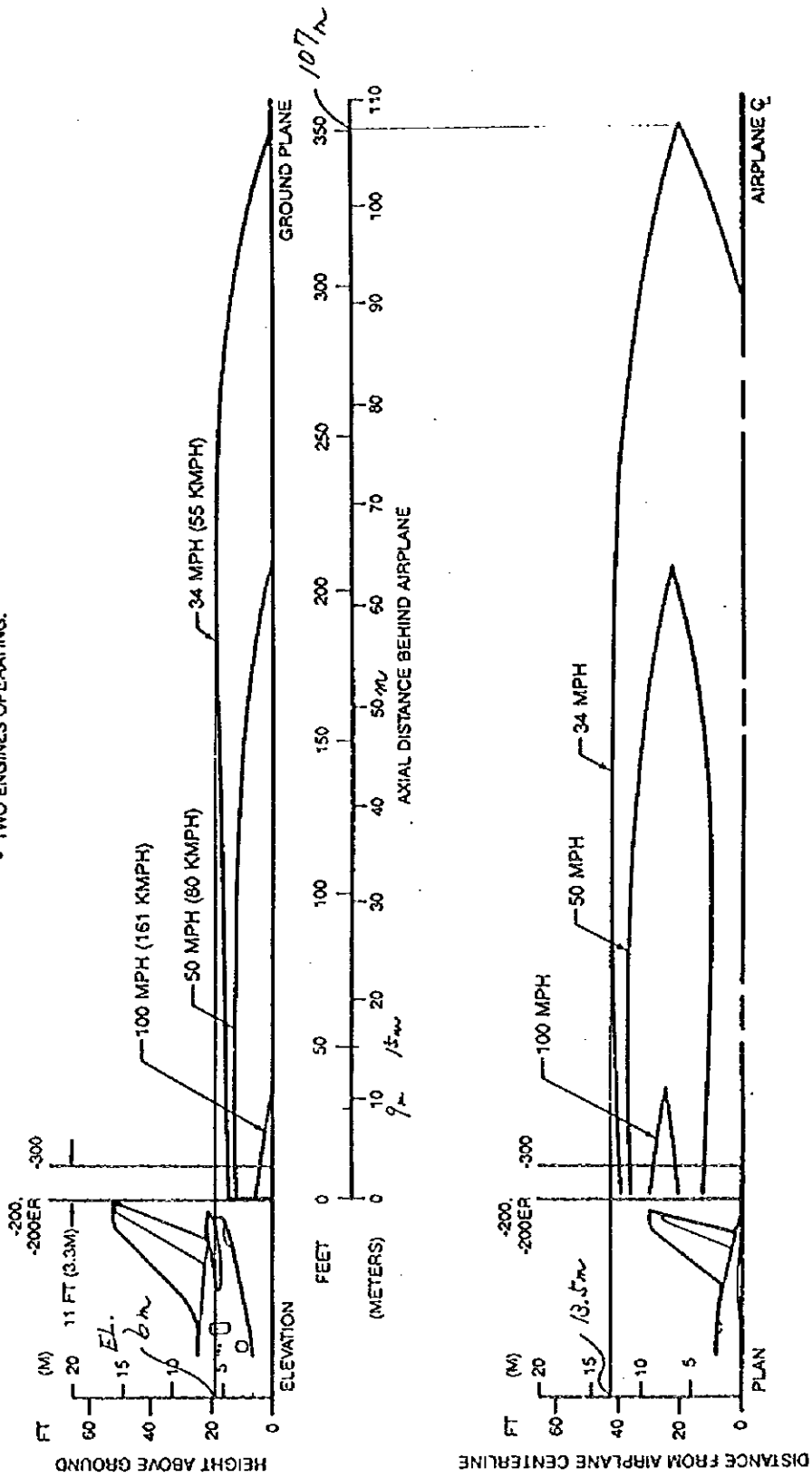


図 III-5.4.2 プラスチックフェンス設置位置図

- NOTES:
- CONDITIONS:
 - STANDARD DAY
 - SEA LEVEL
 - ZERO WIND
 - STATIC AIRPLANE
 - 8500 LB (3860 KG) THRUST PER ENGINE.
 - TWO ENGINES OPERATING.



6.1.4 PREDICTED JET ENGINE EXHAUST VELOCITY CONTOURS—LOW BREAKAWAY THRUST
MODEL 767-200, -200ER, -300 (JT9D-7R4D, -7R4E ENGINES)

A300-600

AIRPLANE CHARACTERISTICS FOR AIRPORT PLANNING

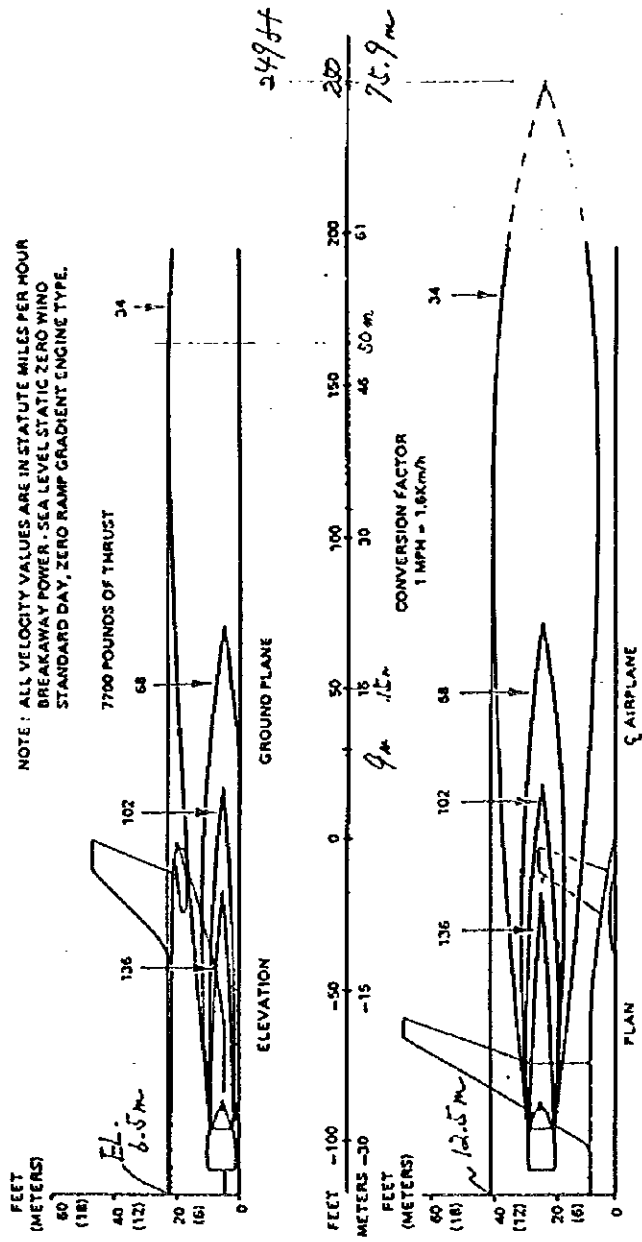


図 III-5.4.4(1) A300-600 のアラストエリア

6.1 JET ENGINE EXHAUST VELOCITIES AND TEMPERATURES 6.1.1 EXHAUST VELOCITY CONTOURS - BREAK AWAY POWER (PW JT9D-7R4H1 ENGINE) MODEL A300-600

Chapter 6.1.1
Page 1
Oct 01/87

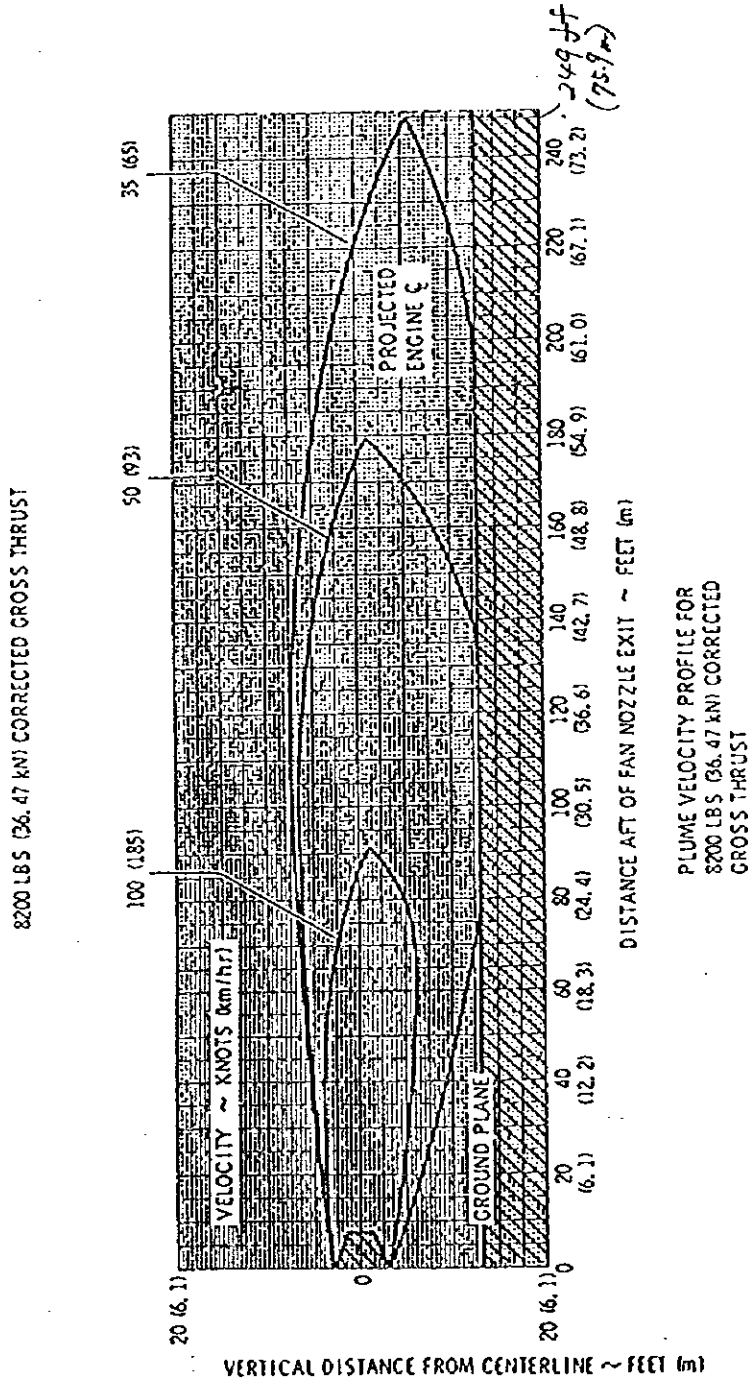
Printed in France

DAS 06 01 01 0 AAM0

R

A300-600

AIRPLANE CHARACTERISTICS FOR AIRPORT PLANNING



CFR 8026.1A7A

III-5.4.4(2) A300-600 のプラスチックエアリア

DAS 06 01 01 0 ACMD

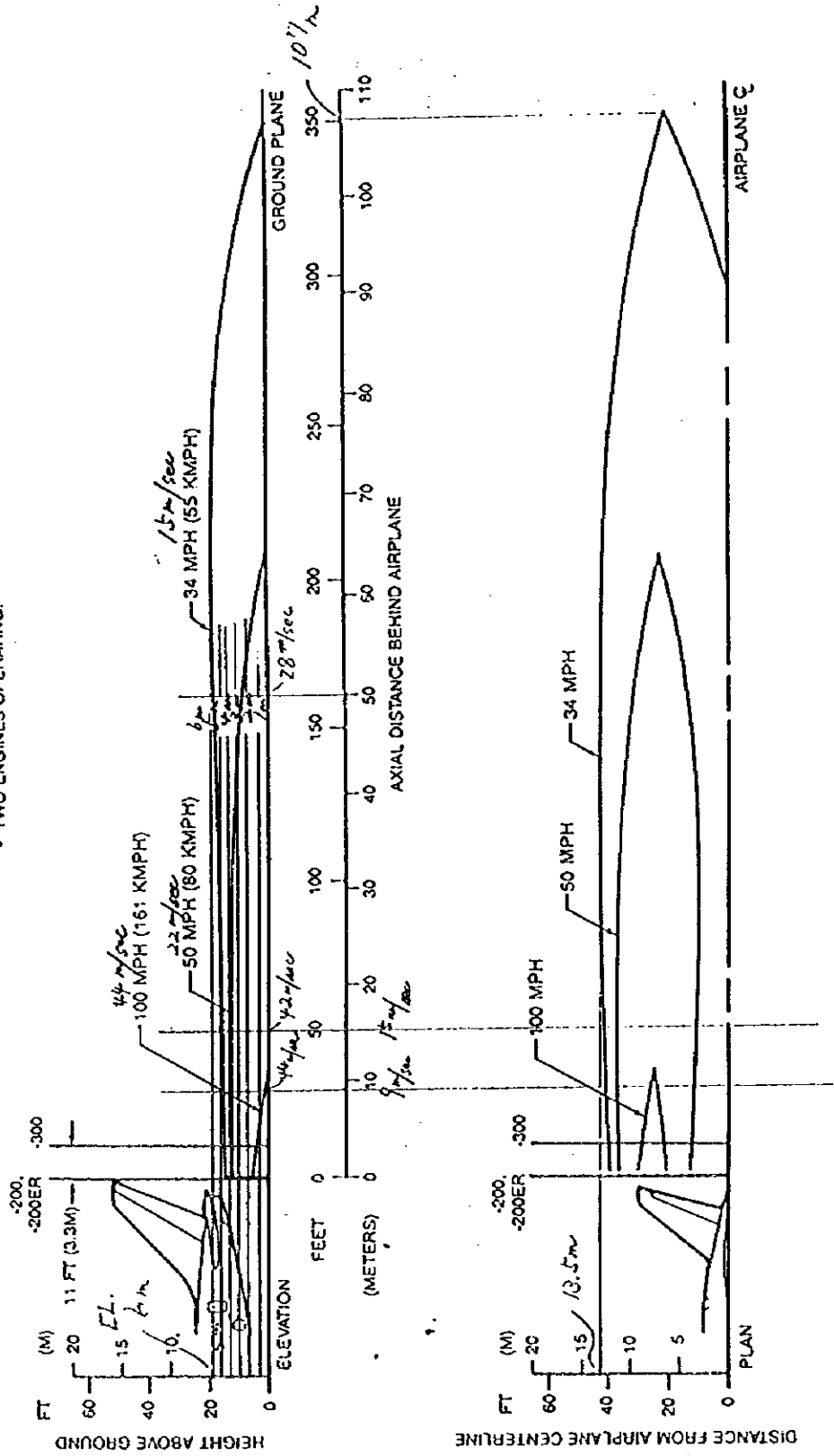
6.1 JET ENGINE EXHAUST VELOCITIES AND TEMPERATURES
6.1.1 EXHAUST VELOCITY CONTOURS - BREAK AWAY POWER
(GE CF6-80C2 ENGINE)
MODEL A300-600
(SHEET 1 OF 3)

Printed in France

Chapter 6.1.1
Page 2
Oct 01/87

N

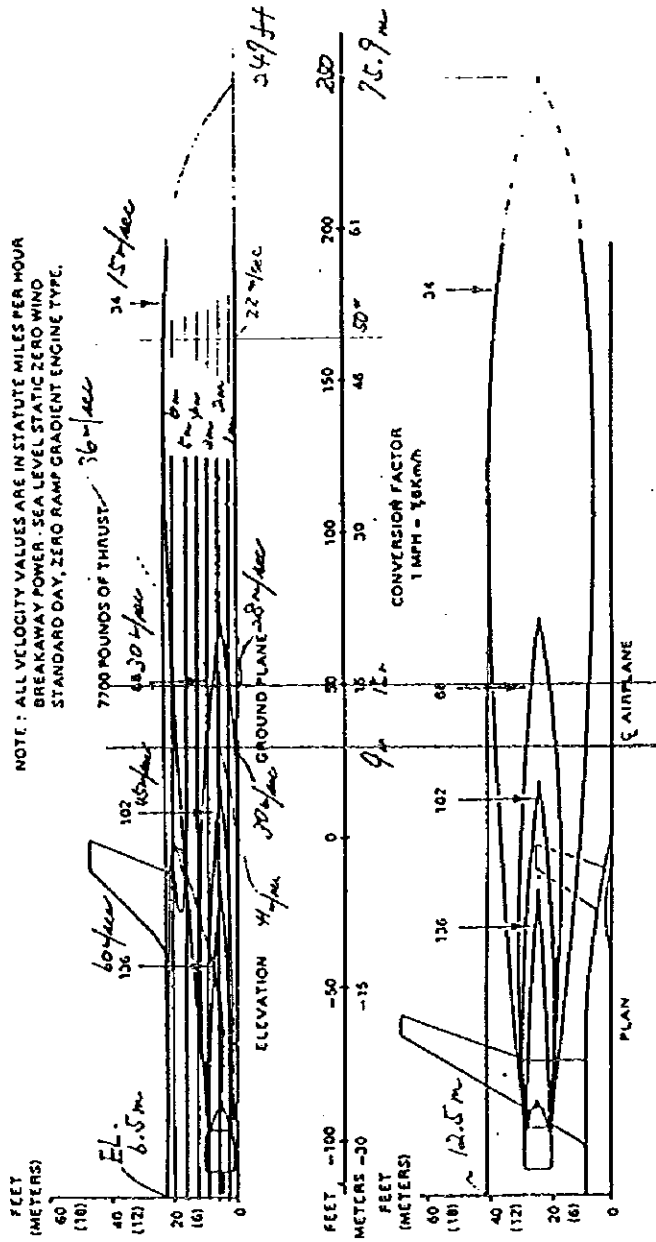
- NOTES:
- CONDITIONS:
 - STANDARD DAY
 - SEA LEVEL
 - ZERO WIND
 - STATIC AIRPLANE
 - 6500 LB (3860 KG) THRUST PER ENGINE.
 - TWO ENGINES OPERATING.



6.1.4 PREDICTED JET ENGINE EXHAUST VELOCITY CONTOURS—LOW BREAKAWAY THRUST
MODEL 767-200, -200ER, -300 (JT9D-7R4D, -7R4E ENGINES)

A300-600

AIRPLANE CHARACTERISTICS FOR AIRPORT PLANNING



DAS 06 01 01 0 AAM0

6.1 JET ENGINE EXHAUST VELOCITIES AND TEMPERATURES 6.1.1 EXHAUST VELOCITY CONTOURS - BREAK AWAY POWER (PW JT9D-7R4H1 ENGINE) MODEL A300-600

Chapter 6.1.1
Page 1
Oct 01/87

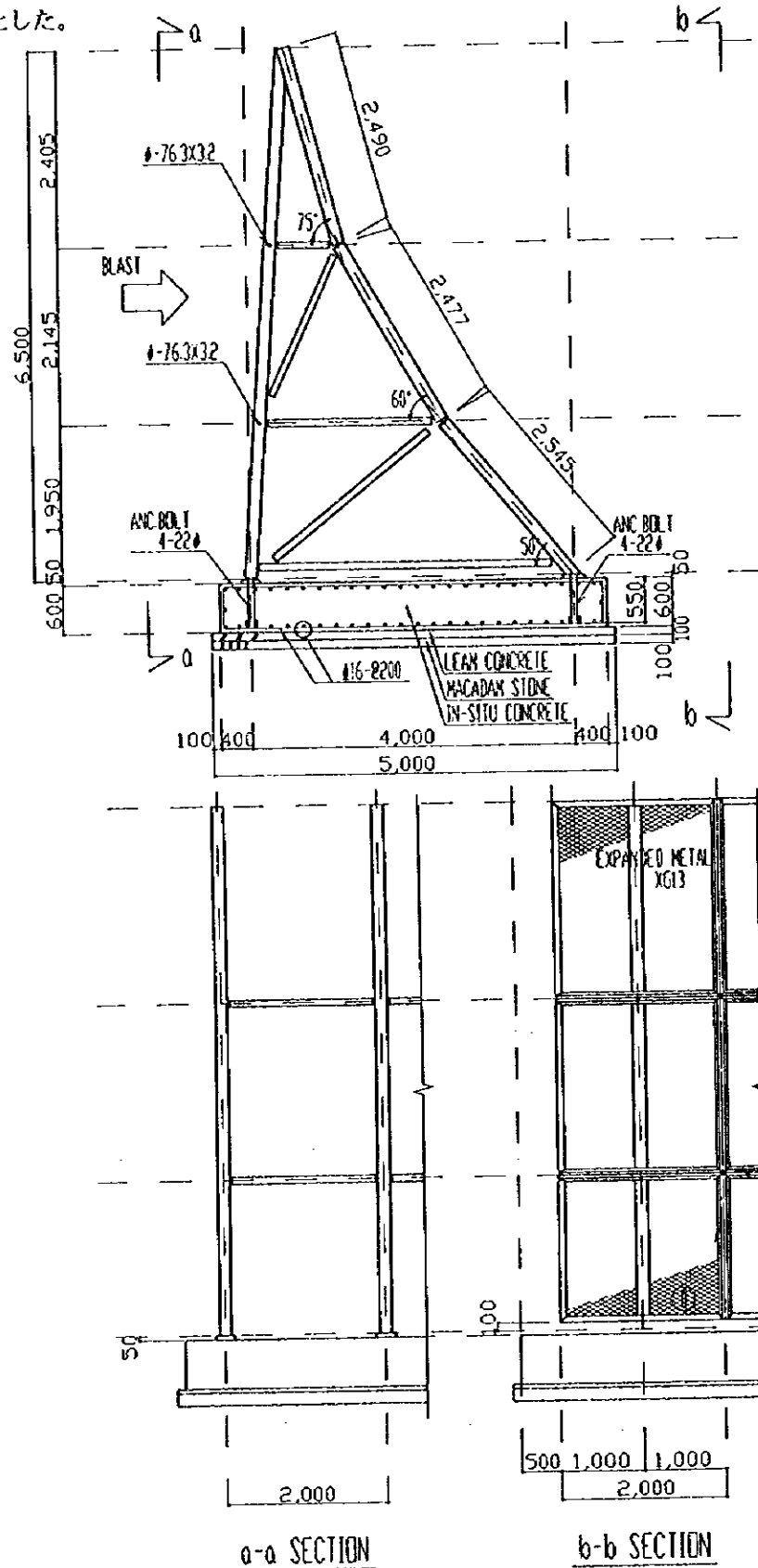
R

Printed in France

図 III-5.4.6 A300-600 のプラスト分布

(2) 構造の設定

構造計算の結果（構造計算書は、添付資料参照）、ターミナルビル背面（アクセス道路側）の中型航空機駐機エプロン周辺に設置するプラストフェンスは、図III-5.4.7に示す構造とした。



図III-5.4.7 プラストフェンス構造

第6章 構造物設計

6.1 設計条件

6.1.1 設計対象構造物

構造物の設計対象施設は次の通りである。

- ・ 排水構造物（ボックスカルバート、U型側溝）
- ・ エプロン照明灯基礎

6.1.2 設計基本方針

中国における設計規準、設計手法、荷重条件、使用材料、及び中国における他空港の設計事例を検討した結果、荷重条件、使用材料規定については出来る限り中国の基準値を採用し、設計手法については日本の設計法に準拠して構造物基本設計を実施することを基本方針とした。

6.1.3 適用設計基準と設計手法

構造物設計における主要な適用設計基準は下記の通りであり、設計手法の概要を記す。

- ・ 「コンクリート構造設計規準」 G B J 10-89 (1989 北京)
- ・ 「地盤基礎設計規準」 D B J 08-11-89 (1989 上海)
- ・ 「高聳構造設計規準」 G B J 135-90 (1991 中国建設部)
- ・ 「鋼構造設計規準」 G B J 17-88 (1989 中国建設部)
- ・ 「空港土木施設設計規準」 (日本国 運輸省航空局監修)
- ・ 「空港排水施設・地下道・共同溝設計要領」 (日本国 運輸省航空局監修)
- ・ 「コンクリート標準示方書」 (日本国 土木学会)
- ・ 「道路橋示方書・同解説 下部構造編」 (日本国 建設省)

(1) コンクリート構造

日本及び中国のコンクリート構造物の設計手法は、大別して日本は「許容応力度法」を採用していることに対し、中国は「限界状態設計法」を採用している点に大きな相違がある。両者の設計法の概要は次の通りである。

1) 許容応力度法（日本の運輸省／建設省の基本的な考え方）

- ・ 対象とする荷重条件により、材料別に許容応力度を設定し、作用荷重による断面照査と許容応力度を比較して、構造物の安全性を確認する。
- ・ 材料係数、荷重係数、部材係数等の安全係数を総合して、許容応力度の割増しという概念で評価する方法であり、検討方法が統一されているため煩雑さが無い。
- ・ その反面、ひびわれ幅の評価も応力度で行わざるを得ないなど、設計の合理性にやや欠ける。
- ・ 空港構造物、港湾構造物、道路構造物等に十分な実績を持っており、安全かつ経済的な構造物設計は可能である。
- ・ 単位系は工学単位系

- 2) 限界状態設計法（日本の土木学会の考え方）
- ・ 1986年に初めて限界状態設計法を取り入れた。
 - ・ 安全係数として、材料係数、荷重係数、構造物解析係数、部材係数及び構造物係数を考慮し合理的設計を目指している。
 - ・ 設計の考え方としては合理的であるが、安全かつ経済的な設計をするためには適切な安全係数の評価が非常に重要である。
 - ・ 設計実績が少なく、設計結果の評価が難しい。
 - ・ 単位系はS I単位系

- 3) 限界状態設計法（中国の基本的な考え方）
- ・ 1989年からは限界状態設計法を採用している。
 - ・ 部材、材料強度、断面寸法等から設計基準値（許容値）を決定する。
 - ・ 終局状態では、重要度係数と内力の積を、上記許容値と比較し安全性を確認する。
 - ・ 使用状態では、応力、ひびわれ幅、変形量を許容値と比較し安全性を確認する。

上記の通り、日本では「土木学会」のコンクリート標準示方書において、「限界状態設計法」が組み込まれているが、実際の空港設計での適用はほとんど実施されていない。従って、排水構造物の代表として、ボックスカルバートについて許容応力度法と日本の土木学会の限界状態設計法を用いた設計の比較検討を行い、許容応力度法による設計断面は終局状態設計法でも安全であるため、コンクリート構造物の基本設計は日本の許容応力度法を用いて設計するものとした。

(2) 杭基礎構造物

杭基礎構造となるエプロン照明灯基礎構造設計においては、日本の「道路橋示方書 下部構造編」に準拠して設計を行った。但し、杭の許容支持力については上海市の「地盤基礎設計規程」に準拠するものとした。

6.1.4 地盤及び土質条件

排水構造物設計を行う上での、地盤及び土質条件は以下の通りとした。現地盤及び埋戻し材の強度定数は地盤改良後の目標値の下限値（N値10）を基に設定した。杭基礎の土質条件は後述の通りである。

・ 地盤条件	第2章参照	
・ 土の単位体積重量	地下水位以上	$\gamma_t = 1.90 \text{ tf/m}^3$
	地下水位以下	$\gamma_t = 1.00 \text{ tf/m}^3$
強度定数	粘着力	$C = 3.2 \text{ tf/m}^2$
	内部摩擦角	$\phi = 26^\circ$
・ N値	N=10	
・ 地下水位	舗装計画高-1.0 m	

6.1.5 荷重条件

(1) 死荷重

- ・ 鉄筋コンクリート 2.6 tf/m²
- ・ 無筋コンクリート 2.4 tf/m²
- ・ 鋼材 7.85 tf/m²
- ・ アスファルト舗装 2.0 tf/m² (舗装厚全体に対して)
- ・ コンクリート舗装 2.1 tf/m² (舗装厚全体に対して)

(2) 活荷重

1) 航空機荷重

航空機荷重は、B-777C (E Type) と B-747 発展機 (F Type) を対象とし、地表構造物には、輪荷重が最大となる B-777C (E Type) 荷重を採用し、地中構造物には B-777C (E Type) と B-747 発展機 (F Type) の両方で構造物に対して不利となる方で設計を行った。

B-777C (E Type) の諸元

- ・ 満載時総重量 327tf
- ・ 主脚の配置形式 2脚6輪
- ・ 満載時脚荷重 156tf
- ・ 一車輪の荷重 25.9tf
- ・ タイヤ接地面積 長さ46.5cm × 幅32.0cm
- ・ タイヤ接地圧 17.4kgf/cm²

B-747 発展機 (F Type) の諸元

- ・ 満載時総重量 607tf
- ・ 主脚の配置形式 6脚4輪
- ・ 満載時脚荷重 96.2tf
- ・ 一車輪の荷重 24.0tf
- ・ タイヤ接地面積 長さ48.4cm × 幅34.0cm
- ・ タイヤ接地圧 14.6kgf/cm²

2) 大型消防自動車荷重

大型消防車荷重は、日本の「空港排水施設・地下道・共同溝設計要領」における諸元を採用した。

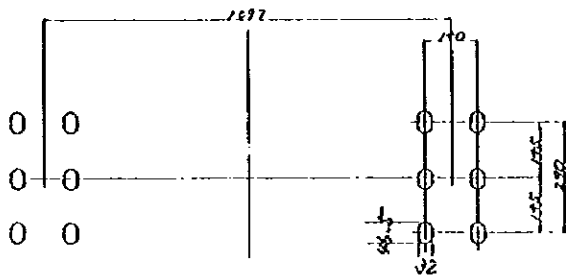
- ・ 全長 11.985m
- ・ 全幅 3.100m
- ・ 車両総重量 44.56tf
- ・ 脚配置 4軸タイプ
- ・ 輪荷重 4.800 tf (前輪) 、 4.802 tf (前輪後部)
6.345 tf (後輪) 、 6.332 tf (後輪後部)

・タイヤ接地面積 長さ 41.8cm × 幅 31.8cm

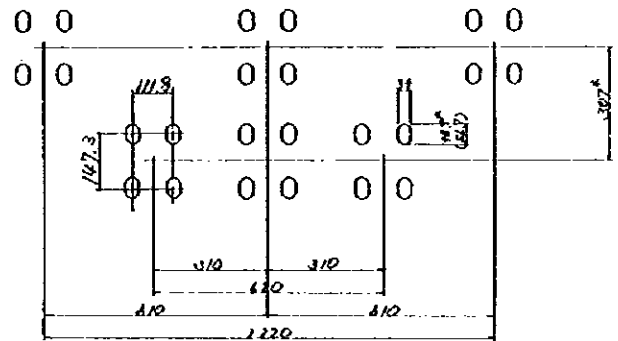
3) 自動車荷重

自動車荷重は、中国における 15 級荷重を採用した。

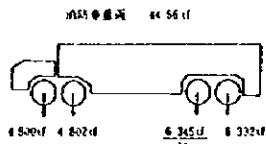
- ・ ホイルベース 4.0m
- ・ 全幅 2.5m (車両占有幅)
- ・ 総重量 20tf
- ・ 軸重 7.0tf (前軸)、13.0tf (後軸)
- ・ タイヤ接地幅 20cm



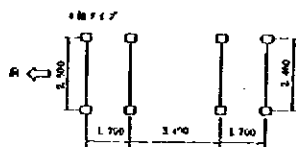
B-777C (E Type) 主脚配置



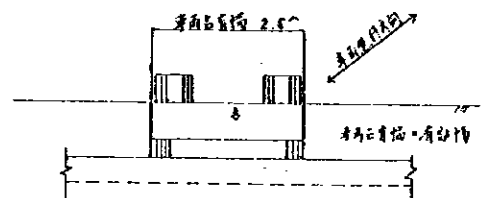
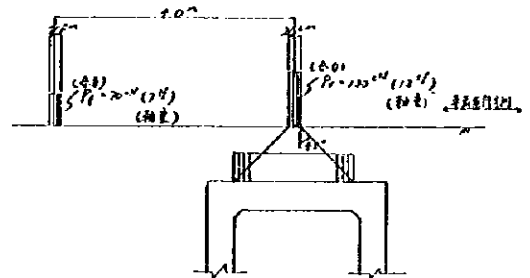
B-747 発展機 (F Type) 主脚配置



タイヤ接地長さ 0.418m
 タイヤ接地幅 0.318m
 車両占有幅 2.5m



大型消防自動車諸元



自動車 (15 級) 諸元

図 III-6.1.1 活荷重の諸元

4) 地中構造物作用する鉛直方向地中応力

地中構造物、すなわちボックスカルバートに作用する活荷重は航空機荷重と大型消防自動車荷重の2種類がある。

活荷重により地中構造物に作用する鉛直応力は、中国及び日本とも走行（軸）方向、直角方向とも45°分散され、（影響荷重／応力の分布面積）で算定する考え方は同様である。しかしながら、活荷重算定式における影響車輪数及び応力の分布面積の考え方が中国基準と日本基準では大きく異なる。すなわち、活荷重が等分布荷重されることを前提とすると、日本の設計要領では等分布荷重の最大値を採用するのに対し、中国では等分布荷重の平均的な値を採用しており、この考え方で構造物の断面形状が大きく異なる。

一例として、土被り1 mにおけるB-77C (E Type) の鉛直方向地中応力は日本、中国の算定式で下記の通りとなる。

（日本の算定式）

$$\begin{aligned} q &= N * W / \{ (1 + 2h)(w + 2h) \} \\ &= 4 * 25.9 / \{ (0.465 + 2 * 1)(0.320 + 2 * 1) \} \\ &= 18.11 \text{ tf/m}^2 \end{aligned}$$

（中国の算定式）

$$\begin{aligned} q &= N * W / \{ (2d + l + 2h)(c + w + 2h) \} \\ &= 6 * 25.9 / \{ (2 * 1.45 + 0.465 + 2 * 1)(0.40 + 0.320 + 2 * 1) \} \\ &= 7.79 \text{ tf/m}^2 \end{aligned}$$

ここに、

- q : 鉛直方向地中応力 (tf/m²)
- N : 影響車輪数 (個)
- W : 輪荷重 (tf)
- l : タイヤ接地長 (cm)
- w : タイヤ接地幅 (cm)
- h : 土被り (m)
- c : 複車輪の横中心間隔 (cm)
- d : 複々車輪の縦中心間隔 (cm)

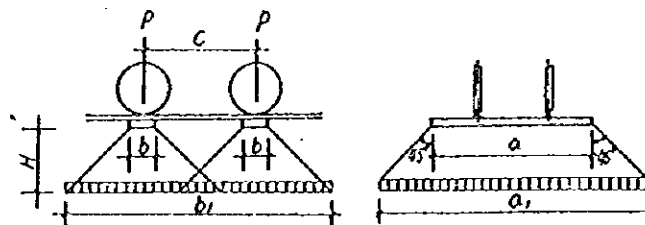


図 III-6.1.2 中国基準による活荷重分布図例

上記の通り、日本基準による算定値 18.11 tf/m²に対し、中国基準による算定値は 7.79 tf/m²と日本の約2.3分の1となる。

しかしながら、日本の基準（空港排水施設・地下道・共同溝設計要領）において、「構造物が舗装の下にくる場合には荷重分散効果を十分見込むことが合理的であると言える」とある。そこで、地中応力を多層弾性理論で求め、日本・中国の基準と比較した結果、弾性解は中国基準値よりも小さく、中国基準の活荷重算定式を用いても実用上問題がないと判断した。具体的な比較は資料編に記載した。

中国の活荷重算定式を用い、航空機荷重及び大型消防自動車荷重について土被り毎の影響車輪数を考慮した鉛直方向地中応力を算定した結果を表II-6.1.2、6.1.3に示す。

5) 地表構造物に作用する活荷重

地表構造物であるU型側溝に直接作用する荷重は走行方向の直角方向にのみ45°分散するものとした。

$$P_i = (2 \times \text{後輪荷重}) / \text{車輪占有幅}$$

$$P_{vl} = P_i / (2 \times h + 0.2)$$

ここに、

P_i 単位長さ当たりの荷重 (tf/m)

P_{vl} 鉛直方向地中応力 (tf/m²)

h 土被り (m)

6) 設計活荷重の選択

各地区の設計活荷重は以下のとおりである。

- ・ 基本施設舗装内及び舗装下 航空機荷重
- ・ 場周道路、保安道路 大型消防自動車荷重
- ・ 着陸帯他芝地部 自動車荷重

(3) 衝撃係数

衝撃係数は、次の中国における基準値を採用した。

表 II-6.1.1 衝撃係数

土被り h	$h \leq 30\text{cm}$	40cm	50cm	60cm	$h \geq 70\text{cm}$
衝撃係数	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

(4) 土圧

1) 地中構造物

地中構造物には、静止土圧（静止土圧係数0.6）を採用した。

2) 地上構造物

地上構造物には、主働土圧（主働土圧係数 $\tan^2(45^\circ - \phi/2)$ ）を採用した。

(5) 水圧・浮力

1) 地中構造物

水圧は、内水と外水との水位差で評価した。また、浮力と、自重及び上載土重量の和

表 III-6.1.2 航空機荷重による鉛直方向地中応力

B-777C

深度 (m)	影響輪数	影響面積 (m ²)	応力 (t/m ²)
0.2000	1	0.6228	41.59
0.3000	1	0.9798	26.43
0.4000	1	1.4168	18.28
0.4925	1	1.8923	13.69
0.4925	3	5.6768	13.69
0.5000	3	5.7618	13.49
0.5400	3	6.2230	12.49
0.5400	6	12.4460	12.49
0.6000	6	13.3298	11.66
0.7000	6	14.8668	10.45
1.0000	6	19.9578	7.79
1.5000	6	30.0428	5.17
2.0000	6	42.1278	3.69
2.5000	6	56.2128	2.76
3.0000	6	72.2978	2.15
3.5000	6	90.3828	1.72
4.0000	6	110.4678	1.41
4.5000	6	132.5528	1.17
4.6250	6	138.3866	1.12
4.6250	12	276.7731	1.12
5.0000	12	303.2519	1.02
6.0000	12	379.3619	0.82

B-747発展型

深度 (m)	影響輪数	影響面積 (m ²)	応力 (t/m ²)
0.2000	1	0.6542	36.69
0.3000	1	1.0190	23.55
0.3890	1	1.4109	17.01
0.3890	2	2.8218	17.01
0.4000	2	2.8993	16.56
0.4945	2	3.6044	13.32
0.4945	4	7.2089	13.32
0.5000	4	7.2683	13.21
0.5565	4	7.8930	12.16
0.5565	8	15.7859	12.16
0.6000	8	16.5514	11.60
0.7000	8	18.3684	10.45
0.8000	8	20.2654	9.47
0.8210	8	20.6739	9.29
0.8210	24	65.1957	8.83
1.0000	24	75.3869	7.64
1.5000	24	105.2119	5.47
2.0000	24	137.0369	4.20
2.3210	24	158.5227	3.63
2.3210	24	158.5227	3.63
2.5000	24	168.6638	3.42
3.0000	24	198.3488	2.90
3.5000	24	230.0338	2.50
4.0000	24	263.7188	2.18
4.5000	24	299.4038	1.92
5.0000	24	337.0888	1.71
6.0000	24	418.4588	1.38

表 III-6.1.3 大型消防自動車荷重による鉛直方向地中応力

深度 (m)	影響輪数	影響面積 (m ²)	応力 (t/m ²)
0.2000	1	0.5873	10.80
0.3000	1	0.9345	6.79
0.4000	1	1.3617	4.66
0.5000	1	1.8689	3.40
0.6000	1	2.4561	2.58
0.6410	1	2.7200	2.33
0.6410	2	5.4400	2.33
0.7000	2	6.0439	2.10
0.8000	2	7.1311	1.78
1.0000	2	9.5455	1.33
1.0710	2	10.4796	1.21
1.0710	4	20.9592	1.21
1.2000	4	23.3942	1.08
1.4910	4	29.3760	0.86
1.4910	8	58.9560	0.76
1.5000	8	59.2443	0.75
2.0000	8	76.2803	0.58
2.5000	8	95.3163	0.47
3.0000	8	116.3523	0.38
3.5000	8	139.3883	0.32
4.0000	8	164.4243	0.27
4.5000	8	191.4603	0.23
5.0000	8	220.4963	0.20
5.5000	8	251.5323	0.18
6.0000	8	284.5683	0.16

とを比較し浮き上がりについて検討した。

2) 地上構造物

水圧は基本的に考慮せず、浮力は考慮する荷重状態により水位を設定した。

(6) 風荷重 (エプロン照明灯柱)

- ・ 設計風速 50m/sec (灯具を設置した状態)
70m/sec (灯具を設置せず灯柱のみの場合)
- ・ 抗力係数 平面・角柱 1.3、丸形 0.7

(7) 地震の影響

- ・ 列度 7
- ・ 水平震度 Kh=0.08

6.1.6 使用材料

(1) コンクリート

排水構造物に使用するコンクリートは次の通りとした。

表 III-6.1.4 コンクリート規格 (許容応力度法)

単位: kgf/cm²

規格	使用箇所	軸圧縮	曲げ圧縮	曲げ引張	せん断	支圧	付着 (丸鋼)	付着 (異形)
C30/C25	蓋等のプレキャスト部材	68	83	-	4.0	7.5	8.1	16.3
C20/C16	現場打ちRC部材	41	53	-	2.7	48	5.3	10.6
C15/C12	排水溝等の基礎	30	30	1.5	2.0	36	-	-

(2) 鉄筋

構造物に使用する鉄筋は次の通りとした。最小配筋間隔は協議の結果 125mm とした。

表 III-6.1.5 鉄筋規格 (許容応力度法)

単位: kgf/cm²

規格	降伏点強度	引張 (一般)	引張 (水位以下)	圧縮	基準値	使用径
I級丸鋼	2,350	1,400	1,400	1,400	1,400	φ 8,10
II級異形棒鋼	3,350	1,800	1,600	1,600	1,800	φ 12,14,16,18, 20,22,25,28,32

(3) 杭

エプロン照明灯基礎に使用する杭は、中国国家規準 87SG361 に規定された既成RC角杭とした。

6.2 排水構造物

6.2.1 ボックスカルバート

(1) 検討断面

「3.排水施設設計」に基づく、ボックスカルバートの構造断面は図III-6.2.1に示す通りである。

断面形状は、活荷重条件、中国における施工実績等を考慮し次の基本方針に準じて設定した。

- ・活荷重応力の影響、路面への影響を考慮し、ボックスカルバートの最少土扱りは60cmとする。
- ・水路幅は20cmピッチで設定する。
- ・水路内空幅が1.8m以下の場合は蓋付き暗渠（構造計算上は単ボックスカルバートと同様とする）、内空幅が2.0m~3.2mの場合は単ボックスカルバート、内空幅が3.2mより大きい場合は2連ボックスカルバートとする。
- ・ボックスカルバートの1ブロック長（継手間隔）は20mとする。
- ・ブロック間には20mm幅の目地を配置し、目地はブロック長に含む。
- ・基礎形状は、均しコンクリート（C15）15cm、基礎砕石15cmとし、ボックスカルバート底板からの張り出し幅は30cmとする。
- ・ボックスカルバート施工上の基礎掘削幅は、基礎砕石端より50cmとし、掘削勾配は掘削深さが3mより小さい場合は1:0.3、掘削深さが3m以上の場合には1:0.5とする。

基本設計では、下記の活荷重、内空寸法及び土扱い条件のボックスカルバートの構造計算を行った。

表 III-6.2.1 ボックスカルバート構造計算断面寸法

荷重条件	内空寸法		土扱い (m)	構造	記号
	幅 (m)	高さ (m)			
航空機	1.40	1.40	1.00	蓋付き暗渠	B-TYPE1(A)
	1.80	1.80	1.00		
	2.40	2.00	1.00	単BOX	B-TYPE2(A)
	1.80*1.80	1.80	1.00	2連BOX	B-TYPE3(A)
	2.40*2.40	2.00	1.00		
大型消防自動車	1.80	1.80	2.00	蓋付き暗渠	B-TYPE1(F)
	2.40	2.00	2.00	単BOX	B-TYPE2(F)
	2.40*2.40	2.00	2.00	2連BOX	B-TYPE3(F)

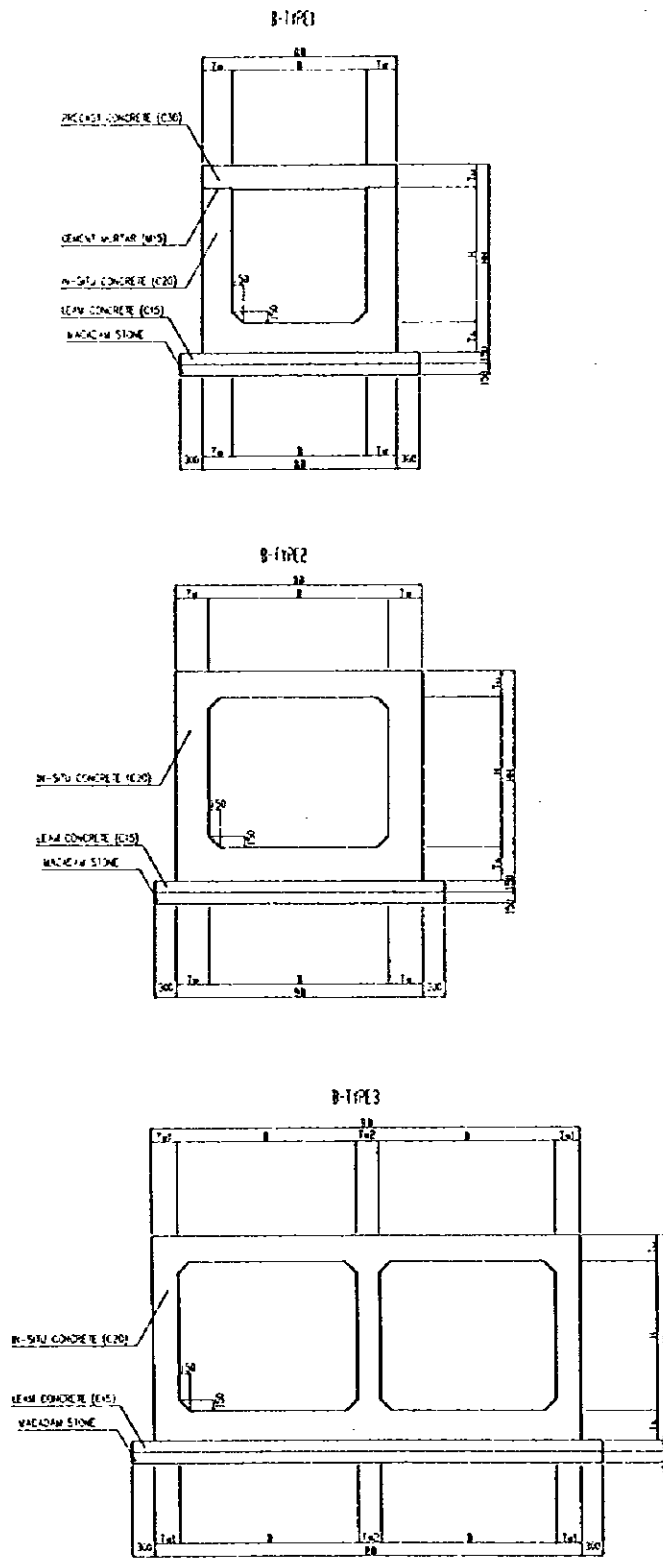


図 III-6.2.1 ボックスカルバート構造図

(2) 設計フロー

ボックスカルバートの設計は、図 III-6.2.2 に示す手順で行った。

まず、横方向（ボックスカルバート短手方向）の計算により、ボックスカルバートの部材断面を設定した。ボックスカルバートに作用する荷重は面内荷重を対象とし、算定される断面力は、軸力、曲げモーメントとせん断力であるため、構造解析は平面フレームモデルを用いた。

次に、航空機荷重対応のボックスカルバートについては縦方向の設計を行い、横方向の計算により設定された配力鉄筋の再検討を行った。この検討は基礎地盤を弾性体（地盤の変位は荷重に比例する）とし、ボックスカルバートを梁と考え弾性床上の梁を解析するものである。

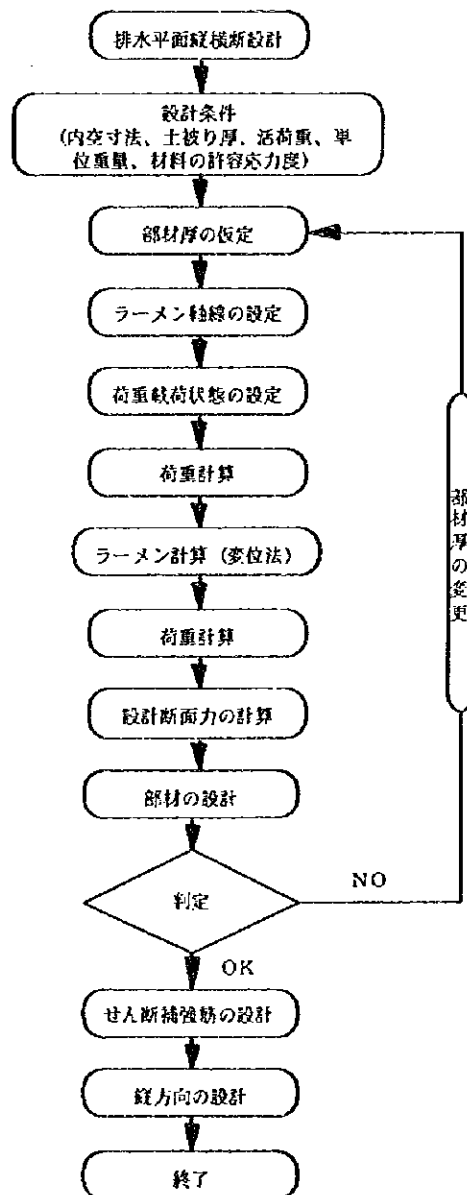


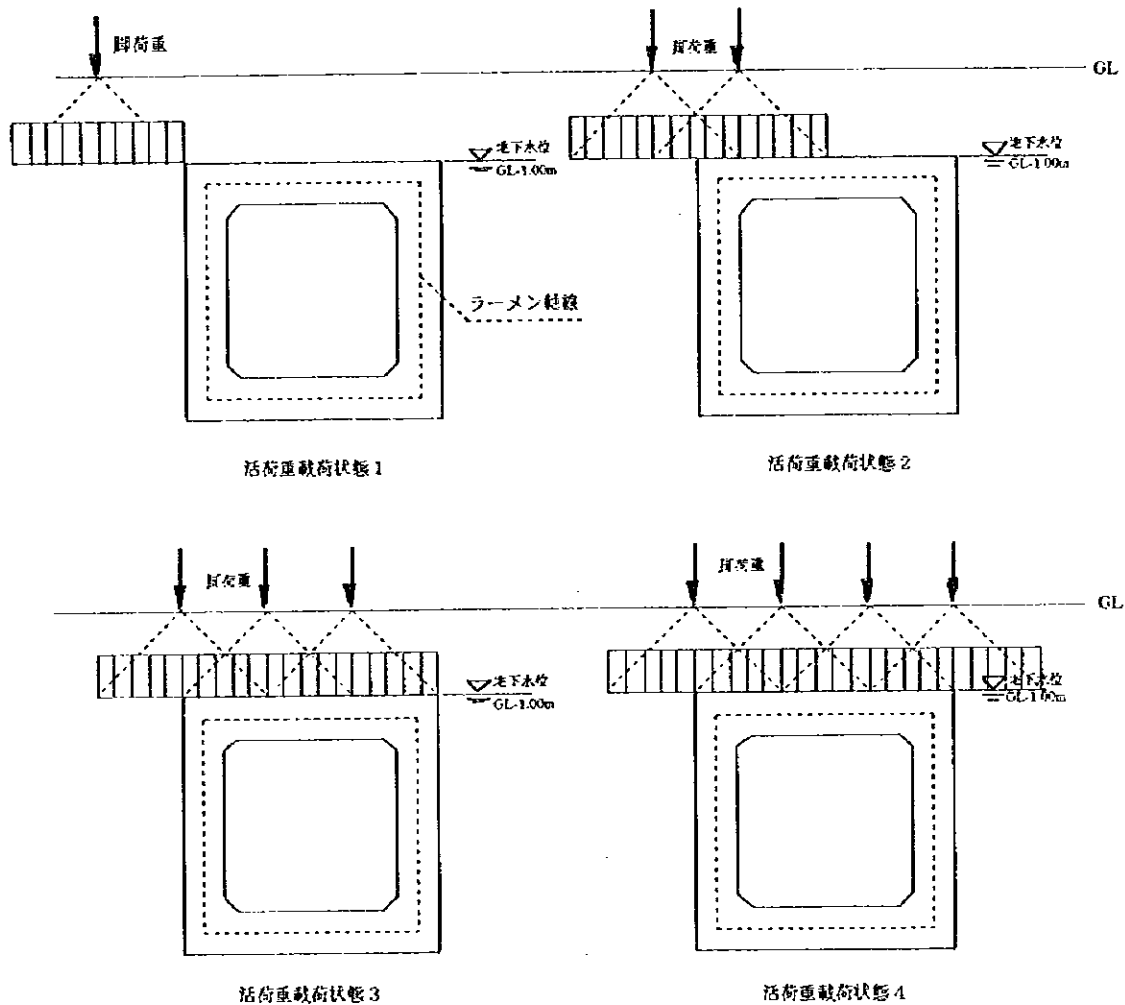
図 III-6.2.2 ボックスカルバート設計フロー

設計フローに基づく構造計算は、資料集の設計計算書に記載した。

本章では、以下に構造解析における荷重載荷状態の設定と計算結果のみを記す。

(3) 荷重載荷状況設定

ボックスカルバートに作用する活荷重は次の4つの状態を考えた。更に、各々の活荷重状態、外水を考慮する場合と、内水を考慮し外水を考慮しない場合を考え、合計8つの状態の荷重載荷を検討し、構造物に対して最も不利な状態で部材設計を行った。



上記の活荷重状態で1. 外水を考慮する場合
2. 内水を考慮し、外水を考慮しない場合
を検討する。

図 III-6.2.3 ボックスカルバート構造検討における荷重載荷状況

(4) 検討結果

1) 航空機荷重対応ボックスカルバート

航空機荷重対応のボックスカルバートの構造計算結果を表 III-6.2.2 に示す。

表 III-6.2.2 (1) 航空機荷重対応ボックスカルバート構造計算結果 (1)

内空寸法 1.40m*1.40m

項目	断面力			鉄筋	応力度						安定計算		
	M	N	S		実応力度			許容応力度			計算値	許容値	
	tfm	tf	tf		A _g	σ _c	σ _s	τ	σ _{cs}	σ _{ss}			τ _s
頂				841	φ18-150			487	83	1606	8.0		
頂				895	"			289	"	"	4.0		
版	397			"	"	82	1335	"	"	"	"		
底	485	778		841	φ14-150	41	1203	328	53	"	5.4		
底	321	778		485	"	38	542	184	"	"	2.7		
版	297	659		"	"	32	1055	"	"	"	"		
側	147	300		"	φ12-300	29	1326	"	"	"	"		
側	355	962		502	φ14-150	48	1170	218	"	"	2.7		
壁	485	973	778	"	"	47	1272	338	"	"	5.4		
縦	側壁筋脚	100.95			φ32-100	51	1305	"	"	"	"		
底	底版	-88.48			φ22-150	14	502	"	"	"	"		
断	浮き上がり											400 tf/m ²	832 tf/m ²
断	地盤支持力											1477 tf/m ²	2237 tf/m ²

内空寸法 1.80m*1.80m

項目	断面力			鉄筋	応力度						安定計算		
	M	N	S		実応力度			許容応力度			計算値	許容値	
	tfm	tf	tf		A _g	σ _c	σ _s	τ	σ _{cs}	σ _{ss}			τ _s
頂				1087	φ20-150			473	83	1600	8.0		
頂				832	"			275	"	"	4.0		
版	598			"	"	64	1459	"	"	"	"		
底	782	1037		841	φ18-150	49	1418	477	53	"	5.4		
底	508	1037		485	"	40	1190	358	"	"	2.7		
版	359	841		"	φ14-300	25	1393	"	"	"	"		
側	840	478		502	φ12-300	27	1420	"	"	"	"		
側	834	1295		813	φ18-150	48	1417	188	"	"	2.7		
壁	782	1310	1037	"	"	49	1549	214	"	"	5.4		
縦	側壁筋脚	315.04			φ22-100	51	1929	"	"	"	"		
底	底版	-143.29			φ25-150	14	628	"	"	"	"		
断	浮き上がり											850 tf/m ²	1198 tf/m ²
断	地盤支持力											1732 tf/m ²	2558 tf/m ²

内空寸法 2.40m*2.00m

項目	断面力			鉄筋	応力度						安定計算			
	M	N	S		実応力度			許容応力度			計算値	許容値		
	tfm	tf	tf		A _g	σ _c	σ _s	τ	σ _{cs}	σ _{ss}			τ _s	
頂				876	5.19	15.19	φ18-150	48	1477	541	53	1600	5.4	
頂				439	5.19	8.43	"	40	1178	344	"	"	2.7	
版	503	397		"	"	45	1349	"	"	"	"			
底	806	903	1266	841	φ18-150	41	1257	505	"	"	5.4			
底	517	903	1037	485	"	35	991	303	"	"	2.7			
版	880	752		"	φ14-150	40	1478	"	"	"	"			
側	876	389	998	502	φ18-150	38	1314	302	"	"	"			
側	806	1532	554	"	"	41	945	188	"	"	2.7			
壁	側壁筋脚	284	1641		φ12-300	21	315	"	"	"	5.4			
底	底版	472.91			φ18-150	24	1498	"	"	"	"			
断	浮き上がり	-213.72			φ22-150	14	1244	"	"	"	"			
断	地盤支持力											856 tf/m ²	1758 tf/m ²	
断	地盤支持力											1441 tf/m ²	2177 tf/m ²	

表 II-6.2.2 (2) 航空機荷重対応ボックスカルバート構造計算結果 (2)

内空寸法 1.80m (2) *1.80m

項目	断面力			鉄筋	応力度						安定計算			
	M	N	S		垂直応力度			許容応力度			計算値	許容値		
	kgm	kg	kg		σ_c	σ_s	τ	σ_{cR}	σ_{sR}	τ_R				
	cm ²	cm	cm	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
機	頂	縦筋	3.82	4.19	11.88	Φ12-150	42	1436	3.17	53	1800	5.4		
		ハンチ	2.12	4.68	2.34	"	32	1041	3.18	"	"	2.7		
		鉄筋	2.58	5.01		Φ16-300	41	1292	"	"	"			
		ハンチ	3.17	4.72		Φ12-300	43	1222	"	"	"			
	車	頂	縦筋	4.84	4.78		"	49	1534	"	"	"		
			ハンチ	3.72	2.47	15.67	Φ14-300	33	1241	5.22	"	"	5.4	
			ハンチ	2.45	2.25	9.27	"	25	830	3.09	"	"	2.7	
			鉄筋	3.75	2.08		Φ16-300	34	1290	"	"	"		
			ハンチ	4.14	2.08		Φ14-150	35	1021	"	"	"		
			縦筋	6.37	2.08		"	44	1540	"	"	"		
	歩	頂	縦筋	3.62	10.88	2.46	Φ12-150	30	1028	2.68	"	"	5.4	
			ハンチ	3.91	10.0	8.16	"	32	818	2.2	"	"	2.7	
		鉄筋	1.55	4.45		Φ12-300	22	816	"	"	"			
		ハンチ	2.47	11.1		Φ14-300	31	872	"	"	"			
両		頂	縦筋	3.72	11.24		"	35	1197	"	"	"		
			縦筋	2.8	13.83	2.47	Φ12-300	34	889	1.07	"	"	5.4	
			ハンチ	2.43	13.84	2.47	"	40	1000	1.07	"	"	2.7	
			ハンチ	2.12	15.39		"	31	577	"	"	"		
			縦筋	2.5	15.5		"	27	459	"	"	"		
			M-MAX	592.8			Φ25-150	8	826	"	"	"		
		M-MIN	-255.52			Φ14-150			"	"	"			
断		浮き上がり											11.53 t/m ²	22.81 t/m ²
	地面支持力											13.62 t/m ²	16.77 t/m ²	

内空寸法 2.40m (2) *2.00m

項目	断面力			鉄筋	応力度						安定計算			
	M	N	S		垂直応力度			許容応力度			計算値	許容値		
	kgm	kg	kg		σ_c	σ_s	τ	σ_{cR}	σ_{sR}	τ_R				
	cm ²	cm	cm	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
機	頂	縦筋	4.98	4.28	15.4	Φ12-300	42	1513	5.5	53	1800	5.4		
		ハンチ	3.12	4.88	8.88	"	32	1092	3.52	"	"	2.7		
		鉄筋	4.51	5.78		Φ14-150	45	1438	"	"	"			
		ハンチ	5.82	5.42		Φ12-300	46	1174	"	"	"			
	車	頂	縦筋	8.00	5.42		"	51	1377	"	"	"		
			ハンチ	4.86	6.47	18.45	Φ16-300	31	1239	5.58	"	"	5.4	
			ハンチ	3.23	8.1	11.55	"	24	822	3.3	"	"	2.7	
			鉄筋	5.98	2.68		Φ14-150	37	1289	"	"	"		
			ハンチ	2.35	2.88		Φ16-300	40	1132	"	"	"		
			縦筋	10.45	2.68		"	48	1492	"	"	"		
	歩	頂	縦筋	4.98	13.08	8.47	Φ12-300	40	1104	3.03	"	"	5.4	
			ハンチ	4.26	12.21	8.84	"	43	1113	2.48	"	"	2.7	
		鉄筋	1.76	5.5		"	24	881	"	"	"			
		ハンチ	3.87	12.81		Φ16-300	45	1058	"	"	"			
両		頂	縦筋	4.86	13.95		"	42	1237	"	"	"		
			縦筋	3.73	18.48	2.82	Φ14-300	42	840	1.04	"	"	5.4	
			ハンチ	3.28	18.8	2.82	"	50	1066	1.04	"	"	2.7	
			ハンチ	2.85	20.24		"	40	419	"	"	"		
			縦筋	2.26	20.35		"	34	545	"	"	"		
			M-MAX	292.52			Φ25-150	8	826	"	"	"		
		M-MIN	-370.37			Φ14-150			"	"	"			
断		浮き上がり											18.24 t/m ²	29.54 t/m ²
	地面支持力											13.96 t/m ²	46.17 t/m ²	

2) 大型消防車荷重対応ボックスカルバート

大型消防車荷重対応のボックスカルバートの構造計算結果を表III-6.2.3に示す。

表 III-6.2.3 大型消防自動車荷重対応ボックスカルバート構造計算結果

内空寸法 1.80m*1.80m

項目	断面力				鉄筋	応力度						安定計算	
						実応力度			許容応力度				
	M	N	S	A _s		σ _c	σ _s	τ	σ _{cc}	σ _{ss}	ε _s	計算値	許容値
tfm	tf	tf	cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²				
頂	横筋	0.00	0.00	5.13	φ14-150			285	83	1800	8.6		
	ハンチ	0.00	0.00	3.33	"			185	"	"	4.0		
	縦筋	2.63	0.00	0.00	"	59	1592		"	"			
	横筋	2.71	0.88	0.82	φ14-300	40	1355	331	53	"	5.4		
底	ハンチ	1.8	0.88	4.22	"	35	1037	211	"	"	2.7		
	縦筋	1.47	4.37		φ12-300	28	1053		"	"			
	横筋	1.44	5.38		φ12-300	41	1258		"	"			
	ハンチ	1.75	0.38	4.67	φ14-300	44	1288	258	"	"	2.7		
壁	縦筋	2.71	4.47	0.88	"	47	1571	382	"	"	5.4		
	側壁上部	37.39			φ12-190	48	858		"	"			
底	側壁	-41.05			φ12-300	41	1370		"	"			
	浮き上がり										5.41 tf/m ²	12.83 tf/m ²	
地盤支持力											8.16 tf/m ²	19.20 tf/m ²	

内空寸法 2.40m*2.00m

項目	断面力				鉄筋	応力度						安定計算	
						実応力度			許容応力度				
	M	N	S	A _s		σ _c	σ _s	τ	σ _{cc}	σ _{ss}	ε _s	計算値	許容値
tfm	tf	tf	cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²				
頂	横筋	2.61	4.75	0.72	φ14-300	48	1541	373	53	1600	5.4		
	ハンチ	4.85	4.75	4.92	"	43	1333	273	"	"	2.7		
	縦筋	2.28	3.15		φ18-300	50	1415		"	"			
	横筋	3.01	6.83	0.2	φ18-300	41	1278	4.1	"	"	5.4		
底	ハンチ	1.87	0.83	5.77	"	34	898	289	"	"	2.7		
	縦筋	3.13	3.85		φ18-300	48	1485		"	"			
	横筋	3.03	0.01	0.84	φ18-300	48	1380	389	"	"	5.4		
	ハンチ	2.06	2.81	4.32	"	48	1197	2.4	"	"	2.7		
壁	縦筋	0.71	0.66		φ12-300	35	107		"	"			
	M-MAX	83.29			φ12-300	8	326		"	"			
底	M-MIN	-81.74			"	8	1071		"	"			
	浮き上がり										7.49 tf/m ²	17.88 tf/m ²	
地盤支持力											10.58 tf/m ²	20.77 tf/m ²	

内空寸法 2.40m (2) *2.00m

項目	断面力				鉄筋	応力度						安定計算	
						実応力度			許容応力度				
	M	N	S	A _s		σ _c	σ _s	τ	σ _{cc}	σ _{ss}	ε _s	計算値	許容値
tfm	tf	tf	cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²				
頂	横筋	2.44	4.78	7.23	φ14-300	43	1461	4.02	53	1800	5.4		
	ハンチ	1.54	4.78	5.43	"	40	1219	3.02	"	"	2.7		
	縦筋	1.77	3.37		φ18-300	42	1282		"	"			
	ハンチ	2.42	3.32		φ14-150	50	1282		"	"			
底	横筋	3.48	3.32		"	49	1358		"	"			
	縦筋	2.82	6.47	6.83	φ14-300	39	1302	4.42	"	"	5.4		
	ハンチ	1.61	6.47	6.45	"	31	873	2.25	"	"	2.7		
	縦筋	2.2	3.82		"	40	1488		"	"			
側	ハンチ	3.09	3.82		φ14-150	43	1324		"	"			
	横筋	4.35	3.82		"	53	1587		"	"			
	縦筋	2.44	6.38	6.47	φ14-300	42	1402	2.59	"	"	5.4		
	ハンチ	1.87	2.73	4.47	"	48	1281	2.48	"	"	2.7		
壁	縦筋	0.86	6.46		φ12-300	20	382		"	"			
	ハンチ	1.72	7.85		φ14-300	42	1130		"	"			
	横筋	2.81	7.76		"	45	1414		"	"			
	縦筋	0.33	13.01	0.27	φ12-300	7	-35	0.45	"	"	5.4		
底	ハンチ	0.29	13.11	0.22	"	8	-51	0.45	"	"	2.7		
	ハンチ	0.25	14.49		"	8	-57		"	"			
	ハンチ	0.29	14.48		"	7	-44		"	"			
壁	M-MAX	130.02			φ12-300	8	828		"	"			
	M-MIN	-148.23			"				"	"			
底	浮き上がり										14.15 tf/m ²	33.04 tf/m ²	
	地盤支持力										7.6 tf/m ²	20.77 tf/m ²	

6.2.2 U型側溝

(1) 航空機荷重対応U型側溝

1) 標準構造設定

エプロン地表に設置される表面排水溝は、航空機荷重が直接作用する構造物である。中国の既存空港においては通常のU型側溝の上に直接コンクリート舗装版を載せた構造を採用した例があるが、コンクリート舗装伸縮等の挙動が生じた場合の排水溝の安全性の問題が指摘できる。

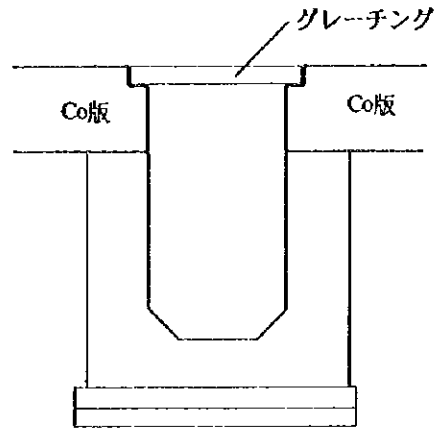


図 III-6.2.4 中国におけるU型側溝例

そこで、当該空港のエプロン表面排水溝については、下記の2案の形状を比較検討した。Type-1はコンクリート舗装と表面排水溝との一体性を考えた形状である。すなわち、表面排水溝にアゴ（踏み掛け版）を配置し、その上にコンクリート舗装を配置することにより、両者間の段差発生を回避する形状案である。Type-2はボックスカルバートの頂版に開口部を配置した形状である。

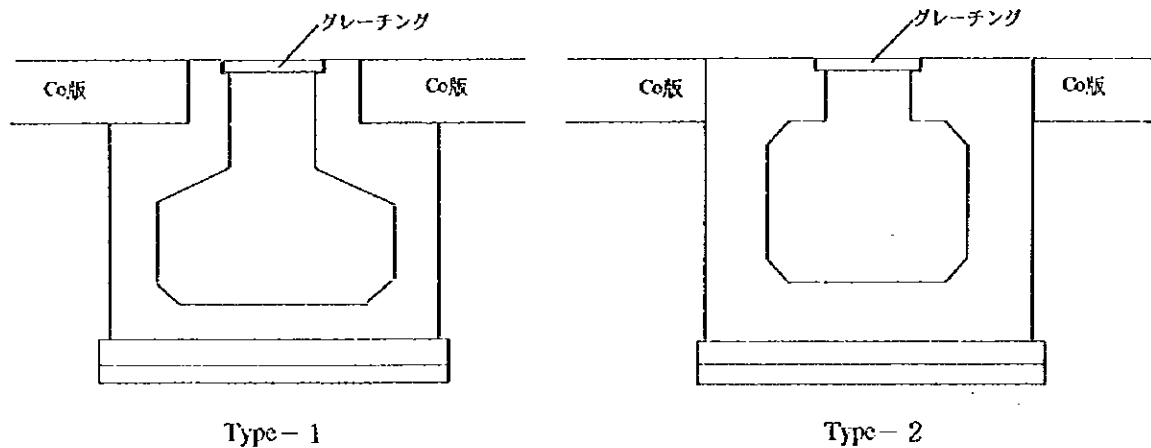


図 III-6.2.5 航空機荷重対応のU型側溝基本形状案

通水断面をほぼ同様に設定した2案について構造計算を行った結果、コンクリート体積は下記の通りとなった。

Type-1

コンクリート体積 $V=1.98\text{ m}^3$

Type-2

コンクリート体積 $V=2.84\text{ m}^3$

以下の理由から、航空機荷重対応の排水溝基本形状はType-1とした。

- ・ コンクリート体積は、Type-2はType-1の1.4倍である。
- ・ 沈下による舗装及び排水溝接続部での段差防止にはType-1が有利である。
- ・ Type-1に近い形状は、日本国の新東京国際空港、東京国際空港等での採用実績がある。

2) 検討断面

U型側溝の断面形状は下記の通り設定した。

- ・ 水路幅は偶数を用いる。
- ・ 側溝の1ブロック長さは20mとする。
- ・ ブロック間には20mmの目地を配置し、目地はブロック長さを含む。
- ・ 基礎形状は、均しコンクリート(C15)15cm、基礎砕石15cmとし、底板からの張り出し幅は30cmとする。
- ・ ボックスカルバート施工上の基礎掘削幅は、基礎砕石端より50cmとし、掘削勾配は掘削深さが3mより小さい場合は1:0.3、掘削深さが3m以上の場合には1:0.5とする。

基本設計では、下記の内空寸法のU型側溝の構造検討を行った。

表 III-6.2.4 航空機荷重対応U型側溝計算断面寸法

荷重	内空寸法		構造	記号
	幅 (m)	高 (m)		
航空機荷重	1.40	0.55	グレーチング	U-TYPE(A)
	1.40	1.20		

3) 設計の考え方

設計の考え方は、ボックスカルバート構造計算と基本的に同様である。すなわち、構造解析モデルには平面フレームモデルを用い、まず部材厚を仮定し、構造物に対して最も厳しい荷重条件に対する部材の設計を行った。

構造計算書は、資料集の設計計算書に記載した。

4) 荷重載荷状況設定

U型側溝に作用する活荷重状態は以下の3つの状態を考えた。

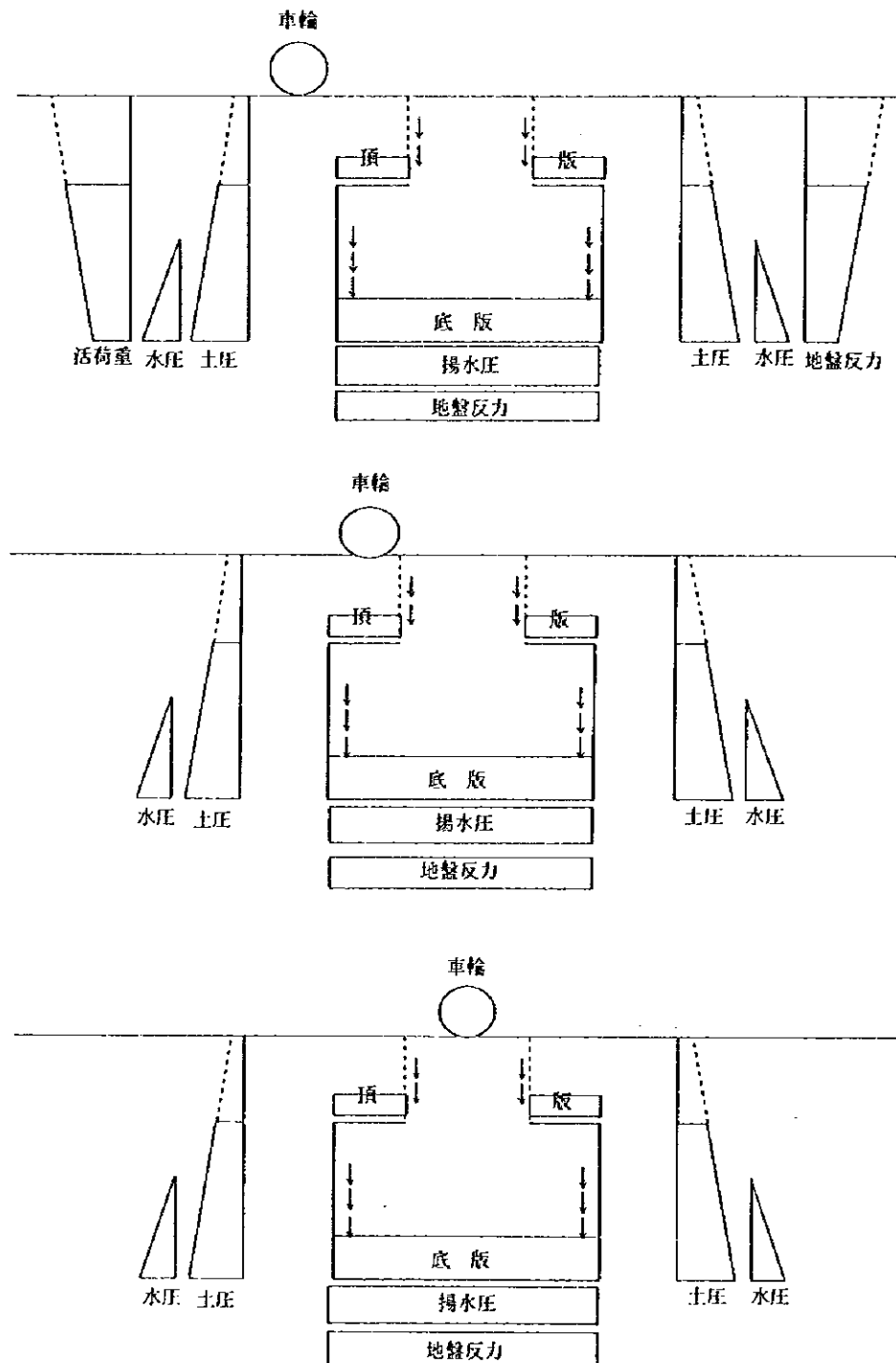


図 III-6.2.4 U型側溝構造検討における荷重載荷状態

5) 検討結果

航空機荷重対応のU型側溝の構造計算結果を表-6.2.5に示す。

6) グレーチング設計

航空機対応のグレーチング蓋の構造検討を行った。中国の既往グレーチングを考慮し、構造的に簡易で施工が容易な構造とした。構造計算は、資料集の設計計算書に記載した。

表 III-6.2.5 航空機荷重対応U型側溝構造計算結果

内空寸法 1.40m*0.55m

項目	断面力			鉄筋	応力度						安定計算			
	M	N	S		実応力度			許容応力度			計算値	許容値		
	t/m	t	t		σ_c	σ_s	τ	σ_{ca}	σ_{sa}	τ_a				
横断	頂版	端部	3.65	0.00	10.75	$\Phi 16-300$	22	1357	2.50	53	1800	5.4		
	底版	端部	4.18	1.21	11.85	$\Phi 20-300$	38	1376	4.83	"	1800	"		
		ハンチ	3.97	0.78	6.19	"	46	1297	2.48	"	"			
	側壁	ハンチ	4.01	11.57	2.97	"	42	984	1.29	"	"			
		下縁	4.18	11.69	4.83	"	53	1274	2.1	"	"	7.0		
縦断	頂版		275.21			$\Phi 32-150$	53	1451		"	"			
	底版		-166.36			$\Phi 32-150$	21	697		"	"			
	浮き上がり					0						3.43 t/m ²	6.05 t/m ²	
	地盤支持力											15.09 t/m ²	34.45 t/m ²	

内空寸法 1.40m*1.20m

項目	断面力			鉄筋	応力度						安定計算			
	M	N	S		実応力度			許容応力度			計算値	許容値		
	t/m	t	t		σ_c	σ_s	τ	σ_{ca}	σ_{sa}	τ_a				
横断	頂版	端部	3.92	0.00	10.80	$\Phi 18-300$	23	1458	2.51	53	1800	5.4		
	底版	端部	7.59	2.78	12.49	$\Phi 18-150$	44	1181	4.10	"	1800	"		
		ハンチ	7.18	2.78	3.92	"	52	1337	1.31	"	"			
	側壁	ハンチ	6.47	2.87	7.78	"	53	1457	2.00	"	"			
		下縁	7.59	3.01	5.8	"	49	1425	2.78	"	"	7.0		
縦断	頂版		403.84			$\Phi 32-150$	49	1589		"	"			
	底版		-237.66			$\Phi 32-150$	22	1522		"	"			
	浮き上がり					0						5.04 t/m ²	7.87 t/m ²	
	地盤支持力											15.15 t/m ²	37.15 t/m ²	

(2) 自動車荷重対応U型側溝

1) 検討断面

自動車荷重 (T-15) 対応のU型側溝については、滑走路と平行誘導路間に設置される蓋付きU型側溝とその他の部分に設置される蓋なしU型側溝がある。

排水断面形状は下記の通り設定した。

- ・ 側溝の1ブロック長さは20mとする。
- ・ ブロック間には20mmの目地を配置し、目地はブロック長さに含む。
- ・ 基礎形状は、均しコンクリート (C15) 15cm、基礎砕石 15cm とし、底版からの張り出し幅は10cmとする。
- ・ 施工上の基礎掘削幅は、基礎砕石端より50cmとし、掘削勾配は掘削深さが3mより小さい場合は1:0.3、掘削深さが3m以上の場合には1:0.5とする。
- ・ 蓋はコンクリート構造とし、コンクリート規格はC30とする。

基本設計では、下記の内空寸法のU型側溝の構造検討を行った。

表 III-6.2.6 自動車荷重対応U型側溝構造検討断面寸法

荷重	内空寸法 (m)		構造	記号
自動車荷重	1.80	3.00	蓋なし	U-TYPE1(T15)
	4.25	4.20		
	1.80	3.00	蓋付き	U-TYPE2(T15)

2) 設計の考え方

設計の考え方は、航空機荷重対応のU型側溝と基本的に同様である。

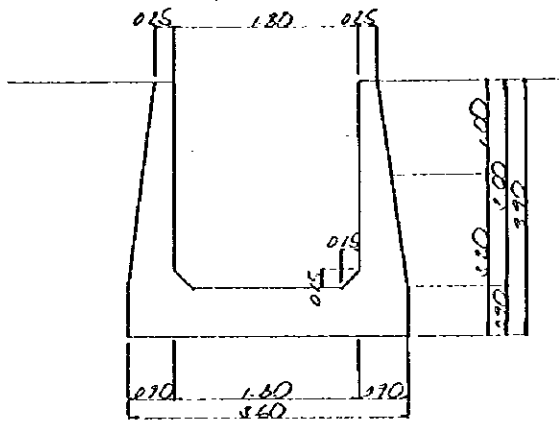
構造計算は、資料集の設計計算書に記載した。

3) 検討結果

コンクリート蓋の構造を含む自動車荷重対応のU型側溝の構造計算結果を表 III-6.2.7 に示す。

表 III-6.2.7 (1) 自動車荷重対応 U 型側溝構造計算結果 (1)

内空寸法 1.80m*3.00m (蓋なし)



曲げ応力度計算 [side wall]

	下 端	ハンチ始点	中 間
M (tm)	60.78	58.26	17.18
N (t)	2.35	2.19	0.85
S (t)	0.00	0.00	0.00
b (cm)	100.00	100.00	100.00
h (cm)	95.00	90.00	62.00
f (cm)	12.00	7.00	7.00
f' (cm)	7.00	7.00	7.00
d (cm)	88.00	83.00	55.00
As (cm ²)	D25- 10.0 49.09	D25- 10.0 49.09	D25- 5.0 24.55
As' (cm ²)	D25- 5.0 24.55	D25- 5.0 24.55	D25- 5.0 24.55
k	0.3195	0.3210	0.2789
x (cm)	28.11	26.64	15.40
[C]	6.1188	5.7716	6.2953
[S]	13.0335	12.2095	16.2028
[Z]	1.1228	1.1136	1.1106
σ c	49	48	36
σ s	1,558	1,518	1,397
r m	0.00	0.00	0.00
σ ck	160	160	160
σ ca	53	53	53
σ sa	1,600	1,600	1,600
r al	0.00	0.00	0.00
Mc	40.27	38.14	17.08
4/3 · M	81.04	75.01	22.91
As min	17.60	16.60	11.00

曲げ応力度計算 [lower slab]

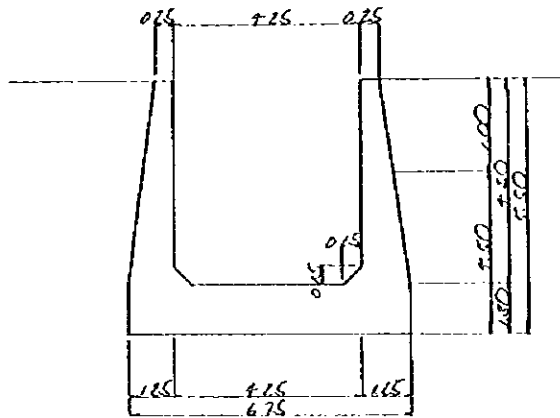
	端 部	ハンチ始点
M (tm)	60.78	60.05
N (t)	30.13	30.13
S (t)	0.00	0.00
b (cm)	100.00	100.00
h (cm)	95.00	90.00
f (cm)	12.00	7.00
f' (cm)	10.00	10.00
d (cm)	85.00	80.00
As (cm ²)	D25- 10.0 49.09	D25- 10.0 49.09
As' (cm ²)	D32- 5.0 40.21	D32- 5.0 40.21
k	0.3603	0.3586
x (cm)	30.63	29.69
[C]	5.1132	4.7847
[S]	9.0785	8.5225
[Z]	1.1198	1.1045
σ c	51	53
σ s	1,359	1,410
r m	0.00	0.00
σ ck	160	160
σ ca	53	53
σ sa	1,600	1,600
r al	0.00	0.00
Mc	44.87	40.33
4/3 · M	81.04	80.07
As min	17.00	16.00

曲げ応力度計算 [sendan]

	側壁端部	底板端部
M (tm)	0.00	0.00
N (t)	0.00	0.00
S (t)	30.43	5.17
b (cm)	100.00	100.00
h (cm)	90.00	90.00
f (cm)	7.00	7.00
f' (cm)	7.00	10.00
d (cm)	83.00	80.00
As (cm ²)	D25- 10.0 49.09	D25- 10.0 49.09
As' (cm ²)	D25- 5.0 24.55	D32- 5.0 40.21
k	0.3171	0.3072
x (cm)	28.32	24.58
[C]	5.8278	5.3450
[S]	12.5528	12.0519
[Z]	1.1137	1.1023
σ c	0	0
σ s	0	0
r m	3.67	0.65
σ ck	160	160
σ ca	0	0
σ sa	0	0
r al	5.40	5.40
Mc	35.81	35.81
4/3 · M	0.00	0.00
As min	16.60	16.00

表 III-6.2.7 (2) 自動車荷重対応U型側溝構造計算結果 (2)

内空寸法 4.25m*4.20m (蓋なし)



曲げ応力度計算 [side wall]

	下 端	ハンチ始点	中 間
M (tm)	128.02	120.97	35.05
N (t)	4.66	4.47	1.84
S (t)	0.00	0.00	0.00
b (cm)	100.00	100.00	100.00
h (cm)	130.00	125.00	83.00
f (cm)	12.00	7.00	7.00
f' (cm)	7.00	7.00	7.00
d (cm)	123.00	118.00	76.00
As (cm ²)	D32- 10.0 80.42	D32- 10.0 80.42	D32- 5.0 40.21
As' (cm ²)	D25- 5.0 24.55	D25- 5.0 24.55	D25- 5.0 24.55
k	0.3448	0.3475	0.3061
x (cm)	42.41	41.00	23.26
[C]	5.8151	5.8197	5.9457
[S]	11.0486	10.5345	13.4839
[Z]	1.1253	1.1195	1.1097
σ c	50	50	37
σ s	1,432	1,404	1,251
τ m	0.00	0.00	0.00
σ ck	160	160	160
σ ca	53	53	53
σ sa	1,600	1,600	1,600
τ al	0.00	0.00	0.00
Mc	75.72	70.01	30.72
4/3 · M	170.69	181.29	46.73
As min	24.60	23.60	15.20

曲げ応力度計算 [lower slab]

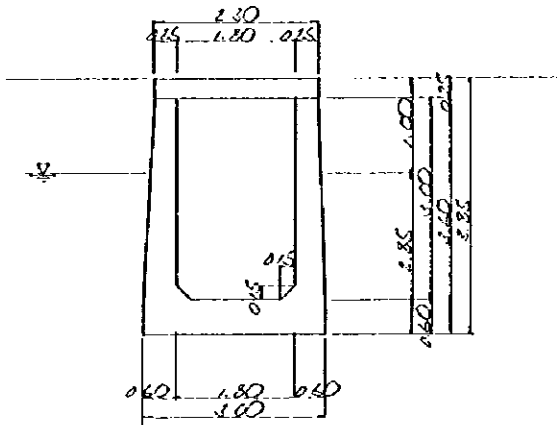
	端 部	ハンチ始点
M (tm)	128.02	126.64
N (t)	46.78	46.78
S (t)	0.00	0.00
b (cm)	100.00	100.00
h (cm)	130.00	130.00
f (cm)	12.00	7.00
f' (cm)	10.00	10.00
d (cm)	125.00	120.00
As (cm ²)	D32- 10.0 80.42	D32- 10.0 80.42
As' (cm ²)	D22- 10.0 38.01	D22- 10.0 38.01
k	0.3874	0.3884
x (cm)	48.42	46.61
[C]	5.0077	4.8230
[S]	7.9187	7.6038
[Z]	1.1138	1.1048
σ c	50	51
σ s	1,178	1,297
τ m	0.00	0.00
σ ck	160	160
σ ca	53	53
σ sa	1,600	1,600
τ al	0.00	0.00
Mc	91.10	84.85
4/3 · M	170.69	168.85
As min	25.00	24.00

曲げ応力度計算 [sendan]

	側壁端部	底版端部
M (tm)	0.00	0.00
N (t)	0.00	0.00
S (t)	47.51	9.46
b (cm)	100.00	100.00
h (cm)	125.00	130.00
f (cm)	7.00	7.00
f' (cm)	7.00	10.00
d (cm)	118.00	120.00
As (cm ²)	D32- 10.0 80.42	D32- 10.0 80.42
As' (cm ²)	D25- 5.0 24.55	D20- 10.0 31.42
k	0.3419	0.3347
x (cm)	40.35	40.17
[C]	5.6994	5.5795
[S]	10.9517	11.0893
[Z]	1.1196	1.1147
σ c	0	0
σ s	0	0
τ m	4.03	0.79
σ ck	160	160
σ ca	0	0
σ sa	0	0
τ al	5.40	5.40
Mc	69.08	74.71
4/3 · M	0.00	0.00
As min	23.60	24.00

表 III-6.2.7 (3)-1 自動車荷重対応U型側溝構造計算結果 (3)-1

内空寸法 1.80m*3.00m (蓋付き) : 蓋がある場合の計算結果



上部応力計算 [upper slab]

	付間下割	せん断壁部	
M (tm)	3.50	0.00	
N (t)	0.00	0.00	
S (t)	0.00	6.85	
b (cm)	100.00	100.00	
h (cm)	25.00	25.00	
f (cm)	7.00	7.00	
f' (cm)	7.00	7.00	
d (cm)	18.00	18.00	
As (cm ²)	D14- 10.0	D14- 10.0	
	15.39	15.39	
As' (cm ²)	D14- 5.0	D14- 5.0	
	7.70	7.70	
k	0.3936	0.3936	
x (cm)	7.09	7.09	
[C]	5.8324	5.8324	
[S]	8.9852	8.9852	
[Z]	1.1524	1.1524	
σ c	63	0	
σ s	1,456	0	
r m	0.00	3.81	
σ c k	160	160	
σ c a	83	83	
σ s a	1,800	1,800	
r a l	0.00	8.00	
Mc	2.76	2.76	
4/3 · M	4.67	0.00	
As min	3.60	3.60	

下部応力計算 [lower slab]

	端部	ハンチ始点	
M (tm)	5.76	5.15	
N (t)	10.14	10.14	
S (t)	0.00	0.00	
b (cm)	100.00	100.00	
h (cm)	65.00	60.00	
f (cm)	12.00	7.00	
f' (cm)	7.00	7.00	
d (cm)	58.00	53.00	
As (cm ²)	D25- 10.0	D25- 10.0	
	49.09	49.09	
As' (cm ²)	D25- 10.0	D25- 10.0	
	49.09	49.09	
k	0.4891	0.5001	
x (cm)	28.37	28.50	
[C]	3.8056	3.3659	
[S]	3.9753	3.3648	
[Z]	1.1282	1.0984	
σ c	9	9	
σ s	148	134	
r m	0.00	0.00	
σ c k	160	160	
σ c a	53	53	
σ s a	1,600	1,600	
r a l	0.00	0.00	
Mc	19.78	16.93	
4/3 · M	7.68	6.87	
As min	11.60	10.60	

側壁応力計算 [side wall]

	下端	ハンチ始点	中間内側
M (tm)	5.76	4.26	4.47
N (t)	3.79	3.66	2.40
S (t)	0.00	0.00	0.00
b (cm)	100.00	100.00	100.00
h (cm)	65.00	60.00	60.00
f (cm)	12.00	7.00	7.00
f' (cm)	7.00	7.00	7.00
d (cm)	58.00	53.00	53.00
As (cm ²)	D25- 10.0	D25- 10.0	D22- 5.0
	49.09	49.09	19.01
As' (cm ²)	D22- 5.0	D22- 5.0	D25- 5.0
	19.01	19.01	24.55
k	0.4252	0.4427	0.2816
x (cm)	24.66	23.48	14.92
[C]	4.9391	4.5158	6.2665
[S]	6.6718	5.6347	15.8895
[Z]	1.1595	1.1339	1.1021
σ c	10	8	11
σ s	209	155	429
r m	0.00	0.00	0.00
σ c k	160	160	160
σ c a	53	53	53
σ s a	1,600	1,600	1,600
r a l	0.00	0.00	0.00
Mc	19.09	16.28	16.16
4/3 · M	7.68	5.68	5.96
As min	11.60	10.60	10.60

表 III-6.2.7 (3)-2 自動車荷重対応U型側溝構造計算結果 (3)-2

内空寸法 1.80m*3.00m (蓋付き) : 蓋を取り除いた場合の計算結果

側壁応力度計算 [side wall]

	下 端	ハンチ始点	中 間
M (tm)	30.41	27.19	7.82
N (t)	3.40	3.27	2.01
S (t)	0.00	0.00	0.00
b (cm)	100.00	100.00	100.00
h (cm)	65.00	60.00	44.00
f (cm)	12.00	7.00	7.00
f' (cm)	7.00	7.00	7.00
d (cm)	58.00	53.00	37.00
As (cm ²)	D25- 10.0	D25- 10.0	D25- 5.0
	49.09	49.09	24.55
As' (cm ²)	D22- 5.0	D22- 5.0	D22- 5.0
	19.01	19.01	19.01
k (cm)	0.3845	0.3892	0.3437
x (cm)	22.30	20.63	12.72
[C]	5.3877	4.9947	5.5477
[S]	8.6250	7.8371	10.5925
[Z]	1.1547	1.1464	1.1413
σc	50	51	33
σs	1,203	1,194	943
τm	0.00	0.00	0.00
σck	160	160	160
σcs	53	53	53
σsa	1,600	1,600	1,600
τal	0.00	0.00	0.00
Mc	18.05	16.24	8.71
4/3 · M	40.55	37.05	10.43
As min	31.60	10.60	7.40

底部応力度計算 [lower slab]

	端 部	ハンチ始点		
M (tm)	30.41	29.80		
N (t)	17.61	17.61		
S (t)	0.00	0.00		
b (cm)	100.00	100.00		
h (cm)	65.00	60.00		
f (cm)	12.00	7.00		
f' (cm)	10.00	10.00		
d (cm)	55.00	50.00		
As (cm ²)	D25- 10.0	D25- 10.0		
	49.09	49.09		
As' (cm ²)	D25- 10.0	D25- 10.0		
	49.09	49.09		
k (cm)	0.4016	0.3949		
x (cm)	22.09	18.76		
[C]	4.5999	3.9490		
[S]	6.7198	6.0500		
[Z]	1.1647	1.1416		
σc	51	53		
σs	1,145	1,210		
τm	0.00	0.00		
σck	160	160		
σcs	53	53		
σsa	1,600	1,600		
τal	0.00	0.00		
Mc	20.59	17.68		
4/3 · M	40.55	39.73		
As min	11.00	10.00		

側壁応力度計算 [sendan]

	側壁下端	側壁 2 d	底板端部	底板 2 d
M (tm)	0.00	0.00	0.00	0.00
N (t)	0.00	0.00	0.00	0.00
S (t)	17.62	12.47	7.58	1.98
b (cm)	100.00	100.00	100.00	100.00
h (cm)	60.00	60.00	60.00	60.00
f (cm)	7.00	7.00	7.00	7.00
f' (cm)	7.00	7.00	10.00	10.00
d (cm)	53.00	53.00	50.00	50.00
As (cm ²)	D25- 10.0	D25- 10.0	D25- 10.0	D25- 10.0
	49.09	49.09	49.09	49.09
As' (cm ²)	D22- 5.0	D22- 5.0	D25- 10.0	D25- 10.0
	19.01	19.01	49.09	49.09
k (cm)	0.3811	0.3811	0.3555	0.3555
x (cm)	20.20	20.20	17.77	17.77
[C]	5.0805	5.0805	4.2835	4.2835
[S]	8.2523	8.2523	7.7664	7.7664
[Z]	1.1465	1.1455	1.1438	1.1438
σc	0	0	0	0
σs	0	0	0	0
τm	3.38	2.35	1.52	0.40
σck	160	160	160	160
σcs	0	0	0	0
σsa	0	0	0	0
τal	5.49	2.70	5.40	2.70
Mc	15.92	15.92	15.92	15.92
4/3 · M	0.00	0.00	0.00	0.00
As min	10.60	10.60	10.00	10.00

6.2.3 排水施設概算数量

排水施設の概算数量計算結果を表II1-6.2.8に示す。

尚、概算数量算出根拠は資料集の数量計算書に示した。

6.3 エプロン照明灯基礎

6.3.1 設計対象塔柱

図III-6.3.1に示すエプロン照明灯を対象とし、その基礎部の設計を行った。

・ 塔柱高さ	25.0m
・ 灯具	15灯
・ 塔柱	上部22mはφ480、下部3mはφ600
重量	灯具 900kg
	塔柱 3,400kg
	落下防止装置 100kg
	昇降装置 200kg
	合計 4,600kg
風圧面積	灯具等 4.2㎡
	塔柱 12.08㎡

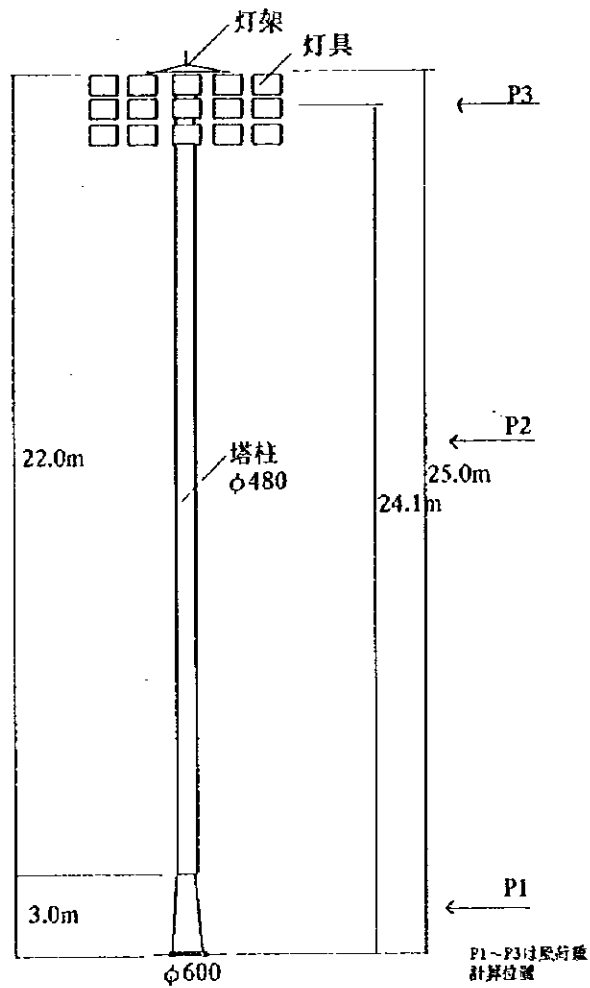


図 III-6.3.1 エプロン照明灯上部構造

6.3.2 設計フロー

当該空港の基礎地盤は軟弱であるため、エプロン照明灯基礎は杭基礎とし、設計は図 III-6.3.2 に示す手順で行った。

杭は中国国家規準杭の既成 RC 角杭を用い、当該空港の支持層は⑦層でその深さは約 40m に達する箇所もあるため、摩擦杭を用いるものとした。

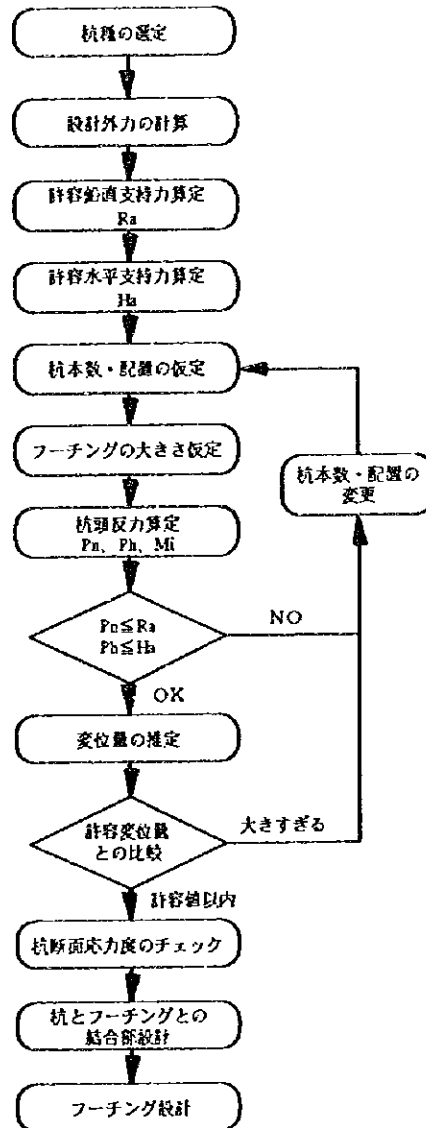


図 III-6.3.2 杭基礎設計フロー

6.3.3 設計外力

設計外力は、風荷重と地震の影響を考えた。地震の影響は前述の通り水平震度 $K_h=0.08$ を考慮し、風荷重は下記のとおり算出した。

風荷重算定式は、下記の「高層構造設計規準」に準じた。

$$\omega = \beta_z \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot \mu_r \cdot \omega_0$$

ここに、

- ω 風荷重 (kgf/m²)
- β_z 風振係数
- μ_s 風荷重体系係数
- μ_z 高度変化係数
- μ_r 確率年数調整係数
- ω_0 基本風圧 (kgf/m²) = $1/2 \cdot \rho \cdot v^2$
- ρ 空気密度 (0.123 kgfsec²/m⁴)
- v 設計風速 (m/sec)

設計風速は灯具がある場合の50m/secと、灯柱のみの場合の70m/secの2ケースの風荷重を算定した。

表 III-6.3.2 風荷重算定表

ケース1: 灯具がある場合: 設計風速50m/sec

作用位置	設計風速	基本風圧	μ_s	μ_z	μ_r	ω_{01}	ζ	ϵ_1	ϵ_2	β_z	単位面積風荷重	風圧面積	風圧力	ΣP	作用距離	モーメント	
m	m/sec	kgf/m ²									kgf/m ²	m ²	kgf	kgf	hi m	M kgf·m	
3	24.1	50	153.75	1.3	1.32	1.1	0.9	2.5	0.6	0.8	2.14	621	4.20	2,607	2,607	0.50	
2	11.55	50	153.75	0.7	1.04	1.1	0.9	2.5	0.7	0.4	1.69	208	10.56	2,197	3,706	20.20	2,347
1	1.5	50	153.75	0.7	0.8	1.1	0.9	2.5	0.7	0.1	1.09	103	1.62	167	4,558	3.00	77,204
														4,971		91,867	

軸方向力 4,600 kg

ケース2: 灯柱のみ (灯具がない場合): 設計風速70m/sec

作用位置	設計風速	基本風圧	μ_s	μ_z	μ_r	ω_{01}	ζ	ϵ_1	ϵ_2	β_z	単位面積風荷重	風圧面積	風圧力	ΣP	作用距離	モーメント	
m	m/sec	kgf/m ²									kgf/m ²	m ²	kgf	kgf	hi m	M kgf·m	
2	14.0	70	301.35	0.7	1.11	1.1	0.9	2.5	0.7	0.5	1.78	458	10.56	4,838	4,838	11.00	
1	1.5	70	301.35	0.7	0.8	1.1	0.9	2.5	0.7	0.1	1.09	202	1.62	328	5,002	3.00	53,221
														5,166		68,228	

軸方向力 3,400 kg (灯柱のみ)

以上より、風荷重設計外力は灯具がある場合のケース1の値を採用した。

- ・ 軸方向力 N 4.6t
- ・ 水平力 Q 5.0t
- ・ モーメント M 92t·m

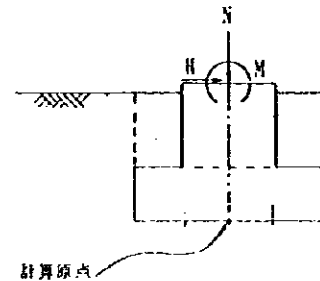


図 III-6.3.3 外力作用位置

6.3.4 杭基礎設計

(1) 杭の許容支持力及び杭頭の許容変位量

杭の鉛直支持力は、日本国の考え方、すなわち「道路橋示方書 下部構造編」におけるN値及び粘着力Cからの推定式を採用せず、上海市の「杭基礎設計規準」に準じて算出した。

鉛直支持力の算定式は以下のものを用いた。

$$R_d = 1/K (U_p \sum f_i l_i + f_p A_p)$$

$$P_d = 1/N U_p \sum f_i l_i$$

ここに、

- N_d 杭の軸方向許容押し込み支持力 (t)
- P_d 杭の軸方向許容引き抜き力 (t)
- K 安全率 (3)
- N 安全率 (6)
- U_p 杭の周長 (m)
- f_i 杭周面の第i層の限界摩擦力 (t/m²)
- l_i 第i層の厚さ (m)
- f_p 杭先端の限界支持力 (t/m²)
- A_p 杭先端の断面積 (m²)

摩擦杭が対象のため杭先端の支持力は期待しないものとし、杭の摩擦力 f_i は上海市基準値の下限値を採用した。

表 III-6.3.3 既成杭の周辺摩擦力
(上海市杭基礎設計規準)

地層番号	地層名称	既成杭の摩擦力 f_i (t/m ²)
②-1	褐黄色粘性土	1.50
②-2、3	灰色粘性シルト	2.00
②-4	灰色粘質シルト	3.00
③	灰色ヘドロ質シルト質粘土	1.50
④	灰色シルト質粘土	1.50
⑤-1	灰色粘性土	4.50
⑤-2	灰色砂質シルト	5.00

杭基礎の変位量は「道路橋示方書 下部構造編」に準じ1.5cmとした。

(2) 杭配置及びフーチング形状の設定

フーチング形状は、エプロン照明灯に近接されて設置されるマンホール、配電盤等の施設との取り合いを考え極力小さくした。

杭配置及びフーチング形状は図III-6.3.4の通り設定した。

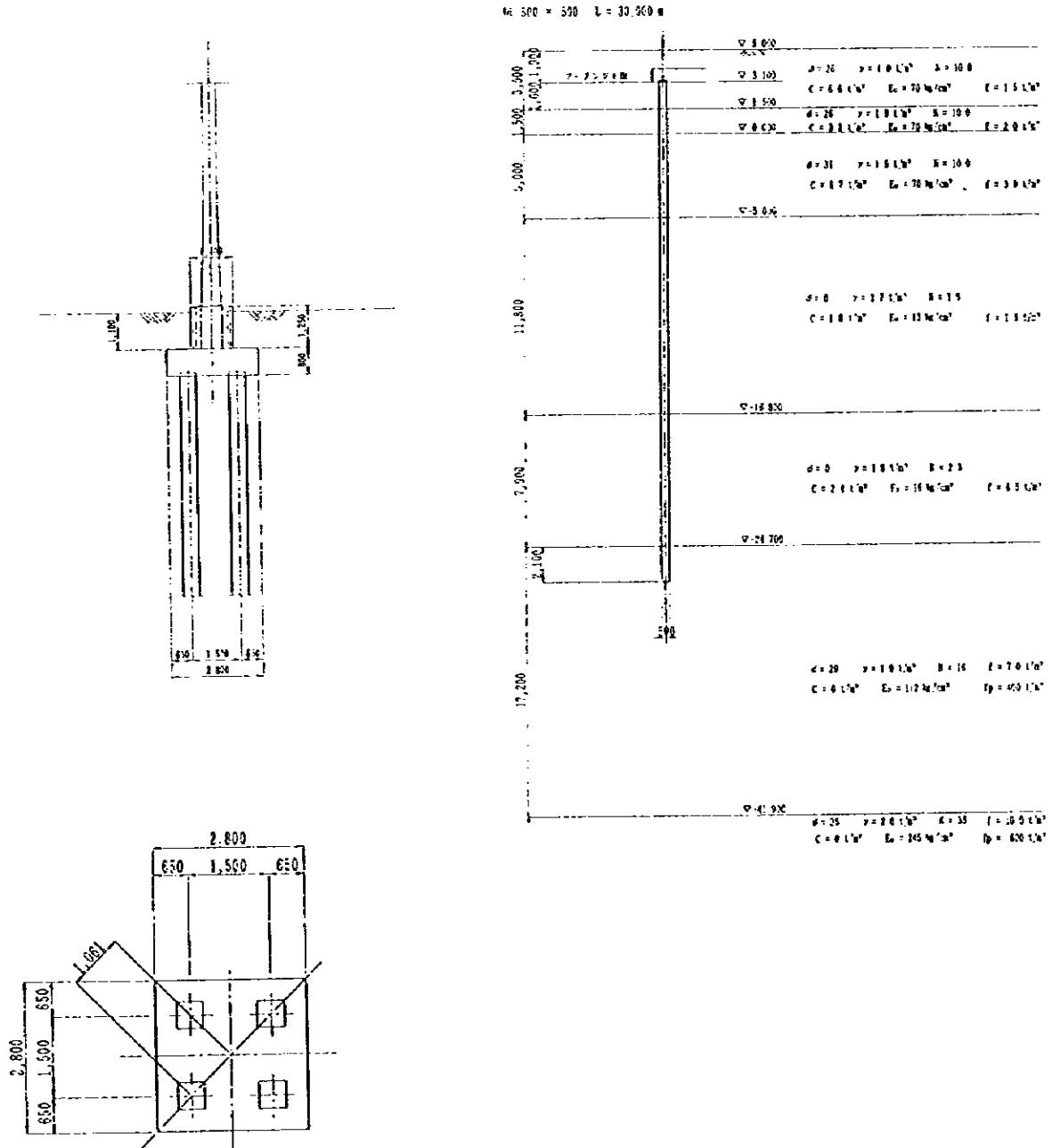


図 III-6.3.4 基礎形状図

(3) 構造計算結果

図 III-6.3.3 の基礎形状について、「道路橋仕方書 下部構造編」に準じた安定計算、コンクリート柱・フーチング構造計算、杭本体の計算及び杭とフーチング結合部の計算を行った。

計算結果は、表 III-6.3.4 に示す通りであり、構造計算は資料集の設計計算書に記載した。

表 III-6.3.4 エプロン照明灯基礎構造計算結果

(1) 安定計算結果

90° 方向の荷重作用時における安定度の集計

	常 時	風 時	地震時
M (tm)	-----	102.25	10.77
N (t)	39.08	39.08	39.08
H (t)	-----	5.00	2.07
δz (cm)	-----	0.17141	0.02082
δy (cm)	0.03304	0.03304	0.03304
δx (rad)	-----	0.00121	0.00014
RNmax (t)	9.77	36.63	12.61
RNmin (t)	9.77	-17.09	6.73
PH (t)	-----	1.25	0.52
MT (tm)	-----	5.42	0.42
Mm (tm)	-----	5.70	0.64
Lm (m)	-----	0.500	1.000
Ra (t)	92.00	92.00	92.00
Pa (t)	-----	-29.00	-29.00
δa (cm)	1.50	1.50	1.50

45° 方向の荷重作用時における安定度の集計

	常 時	風 時	地震時
M (tm)	-----	102.25	10.77
N (t)	39.08	39.08	39.08
H (t)	-----	5.00	2.07
δx (cm)	-----	0.17134	0.02081
δy (cm)	0.03304	0.03304	0.03304
δz (rad)	-----	0.00121	0.00014
RNmax (t)	9.77	47.75	14.06
RNmin (t)	9.77	-28.21	5.48
PH (t)	-----	1.25	0.52
MT (tm)	-----	5.41	0.42
Mm (tm)	-----	5.70	0.64
Lm (m)	-----	0.500	1.000
Ra (t)	92.00	92.00	92.00
Pa (t)	-----	-29.00	-29.00
δa (cm)	1.50	1.50	1.50

(2) コンクリート柱（フーチングからの立上り部）計算結果

	柱下端位置	柱下端位置	柱下端位置
M (tm)	0.00	98.25	9.63
N (t)	9.60	9.60	9.60
S (t)	-0.03	4.24	1.65
配筋	D - π	D25- 26.0	D25- 26.0
	A_s	131.74	131.74
[e.t.c]	[150]	[150]	[150]
σ_c (kg/cm ²)	1	59	6
σ_s (N)	-1	1,946	118
τ_a (N)	0.00	0.42	0.06
α_{cs} (N)	{ 53 }	{ 66 }	{ 79 }
σ_{sa} (N)	{1,600}	{2,000}	{2,700}
τ_{al} (N)	{ 2.70 }	{ 3.38 }	{ 4.05 }
計算条件	常 時	風 時	地震時

(3) フーチング計算結果

		横軸方向下側	横軸方向上側	縦軸方向下側	縦軸方向上側
M	(tm)	9.80	10.61	省 略	省 略
N	(t)	0.00	0.00	—	—
S	(t)	65.67	0.00	—	—
配筋	D - s	D16- 8.0	D16- 4.0	D16- 8.0	D16- 4.0
	As	15.89	7.94	15.89	7.94
	{ c.t.c }	{300}	{300}	{300}	{300}
σ_c	(kg/cm ²)	13	25	—	—
σ_s	(μ)	990	1,991	—	—
r_m	(μ)	4.17	2.66	—	—
σ_{ca}	(μ)	{ 66 }	{ 66 }	—	—
σ_{sa}	(μ)	{2,000}	{2,000}	—	—
r_{al}	(μ)	{ 6.76 }	{ 6.76 }	—	—
荷重名称		風 時	風 時	—	—

(4) 既成杭の応力度

		Nmax	Nmin
M	(tm)	5.70	5.70
N	(t)	36.63	-17.09
S	(t)	1.25	1.25
杭種	杭 径	D= 500 mm	D= 500 mm
	PRC杭		
σ_c	(kg/cm ²)	37	24
σ_s	(μ)	142	1,974
r_m	(μ)	0.56	0.56
σ_{ca}	(μ)	{ 83 }	{ 83 }
σ_{sa}	(μ)	{2,000}	{2,000}
r_{al}	(μ)	{ 4.00 }	{ 4.00 }
荷重名称		風 時	風 時

第7章 工事計画

7.1 仮設備計画

7.1.1 工事用道路計画

空港施設は面的広がりの中で工事をするため、材料搬入、搬出などの工事車輛が工事区内を通過すると共に、工事業者の重機および車輛が通行しなければならない。この際のトラブルを防止し、効率的に工事を進行するには、敷地内に幹線工事用道路と支線道路を能率的に配置して設けることが重要である。これらの道路は建設工事完了後、場周道路や保安道路としてできるだけ転用できるように、配置することとする。

仮に、上海市当局が計画している、上海外環道路が主要工事開始迄に使用できるものとして、場外よりの資材搬入路を計画すると、以下の通り2車線×3本の進入道路が必要となる。

飛行区建設工事に於いて、クリティカルになる工事は、敷地造成工事と舗装工事である。今、上海市当局が予定している、開港時期1999年10月迄に工事を完成させるとすれば、これらの工事は、1998年末もしくは1999年初め迄に終了する事になり、実質工期は1.5年程度となる。これらの工事に必要な場外よりの搬入資材は以下の通りである。

・ 客土	230万 m ³ →	370万 TON
・ 舗装工		
路盤材	100万 m ³ →	200万 TON
セメント		30万 TON
砂、碎石		150万 TON
・ その他		150万 TON
・ 計		900万 TON

これらの資材を1~1.5年間にて11t級トラックにて搬入するとすれば、日当たり平均1,900台/日~2,500台/日、ピーク日当たりでは、2,400台/日~3,200台/日になろう。これは、大型車輛換算であり、他の給油、電気通信工事資材、工事請負業者等の車輛を考慮した場合、場外よりの進入路は3本程度確保する必要がある。

場内仮設工事用道路は、幹線道路として、11t級ダンプトラックが時速40km程度で大型土工機械とすれ違うものとして、舗装幅8.0mの道路8.6km、準幹線道路として、舗装幅6.0mの道路21.6kmを図III-7.1.1のように計画した。

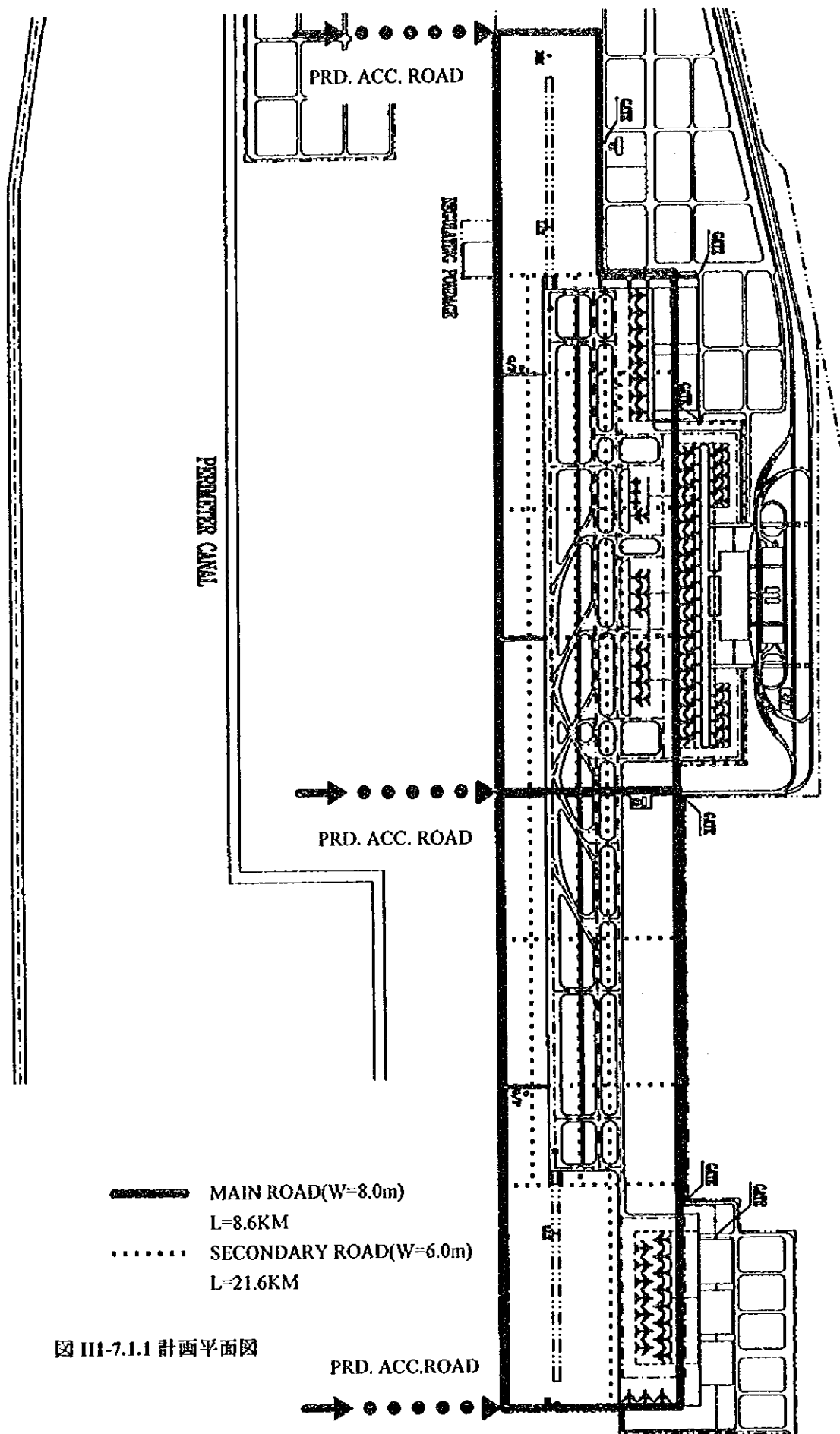


圖 III-7.1.1 計畫平面圖

7.1.2 仮設電力

本工事に於いて、大電力を必要とする工種は、舗装工のコンクリートプラント及び路盤工のセメント安定処理の混合に必要なソイルプラントであろう。

舗装コンクリート約 700,000m³を 1 年間で打設するとすれば

$$700,000 \div (365 \times 0.8) = 2,397 \text{m}^3/\text{日} \rightarrow 2,400 \text{m}^3/\text{日}$$

ピーク率 30%として、ピーク日当たり 3,000m³/日

コンクリート舗装の打設を 2 交替 18 時間就業、実稼働 13 時間とすれば、

$$3,000 \text{m}^3/\text{日} \div 13 \text{時}/\text{日} = 230 \text{m}^3/\text{h}$$

の設備容量を必要とする。ここに 1m³級（公称能力 72m³/時）の全自動コンクリートミキシングプラントの必要台数を算出すると、1 台当たり

$$Q = q \times K \times E$$

$$q = \text{公称能力} : 72 \text{m}^3/\text{h}$$

$$K = \text{スランプ 5cm 以下の練り混ぜ係数} : 0.75$$

$$E = \text{作業効率} : 0.85$$

$$Q = 72 \text{m}^3/\text{h} \times 0.75 \times 0.85 = 45.9 \text{m}^3/\text{h}$$

必要プラント数は

$$230 \text{m}^3/\text{h} \div 45.9 \text{m}^3/\text{h} \text{ セット} = 5 \text{ セットとなる。}$$

ここに、1 セット当たりの総動力は約 50KW であるので、

$$5 \text{ セット} \times 50 \text{KW} = 250 \text{KW}$$

となる。

また、路盤材として使用されるセメント安定処理材の必要量は約 200 万 TON と見込まれる。

これも 1 年間で打設するとすれば

$$2,000,000 \div (365 \times 0.8) = 6,849 \text{t}/\text{日} \rightarrow 6,900 \text{t}/\text{日}$$

ピーク率を 30%として、ピーク日当たり→8,900t/日

打設を 2 交替 18 時間就業、実稼働 13 時間とすれば

$$8,900 \text{t}/\text{日} \div 13 \text{h}/\text{日} = 680 \text{t}/\text{h}$$

の設備容量を必要とする。ここに 120~150t/h 級の中央プラントを設置するものとして、必要台数を算出すると、

1 台当たり

$$Q = C \times E$$

$$Q : \text{1 時間当たり混合量 (t/h)}$$

$$C : \text{混合最大能力 (150t/h)}$$

$$E : \text{作業効率 (0.8)}$$

$$Q = 150 \times 0.8 = 120 \text{t/h}$$

必要プラント数は

$$680 \text{t/h} \div 120 \text{t/h} \approx 6 \text{ セットとなる。}$$

ここに、1 セット当たりの総動力は 40KW であるので、

$$6 \text{ セット} \times 40 \text{KW} = 240 \text{KW} \text{ となる。}$$

従って、プラント類のみの設備容量でも 750KVA が必要とされ、他の重機整備施設、事務所、

宿舍、現場照明等を考えた場合、全体の設備容量として、900KVA~1,000KVAの大容量の電力設備が必要となる。

7.1.3 給水設備

使用水量の主なものは、コンクリートプラント及びソイルプラントのプラント類および事務所宿舎に於ける生活用水となる。

コンクリートプラントの吐出量は3,000m³/日であり、この混合水として500l/日必要とし、ソイルプラントの吐出量は、8,900l/日であり、この混合水として、1,000l/日必要となる。その他雑用水を加えれば、プラント類のみで、1,800l/日となる。

また、2,000人規模の労務宿舎を考えると350l/日、その他事務所に50l/日となり、給水設備としては、2,200l/日~2,500l/日を必要とする。

7.2 資機材計画

7.2.1 搬入資材計画

空港建設工事に於いては、大量の土工事が必要とされ、この土工の切盛バランスを取って、場外より客土材の搬入はできるだけ少なくすることが原則である。しかし、当空港の建設予定地は、長江三角洲の極めて平坦な地域にあり、地下水位も高いことから、主として盛土によって造成され、約230万m³の客土材の搬入を必要としている。その他必要とされる舗装材料等の主要な搬入材料は以下の通りである。

表 III-7.2.1 主要搬入材料

工種	資材名	単位	数量	備考
造成工	敷砂	m ³	90,000	サンドマット用
	鉦滓	m ³	1,550,000	重錘落下マット用
	客土材	m ³	660,000	長江川砂(?)
舗装工	セメント	T	315,000	
	コンクリート用砂	m ³	380,000	
	コンクリート用砂利	m ³	780,000	
	アスファルト合材	T	13,000	
	路盤用骨材	m ³	1,000,000	
	スリップ/タイバー	T	9,000	
	鋼製型枠	m	9,600	T=35cm
排水工	セメント	T	38,000	
	コンクリート用砂	m ³	48,000	
	コンクリート用砂利	m ³	89,000	
	鉄筋	T	14,000	
	玉石	m ³	49,000	
	基礎砕石	m ³	9,000	
	型枠材	m ³	3,500	3回使用

7.2.2 機材計画

(1) 土工重機の作業能力

第1.4章土工設計によれば、本空港の切土量 153 万 m³ 内造成切土量 40 万 m³、また盛土量 338 万 m³ の内造成盛土量 256 万となり、その大部分が客土工 (223 万 m³) となり、土工造成の主工事はブルドーザーによる敷均し工事となる。ブルドーザーの敷均し能力は下記により算定される。

21t 級ブルドーザーの敷均し能力 : Qm³/h

$$Q = \frac{B \times V \times D \times E \times f}{P}$$

B : 作業有効幅	=3.2m
V : 作業速度	=2,000m/h
D : 敷均し仕上り厚さ	=0.3m
E : 作業効率	=0.6
f : 土量変化率	=0.8
P : 敷均し回数	=6回

$$Q = \frac{3.2 \times 2,000 \times 0.3 \times 0.6 \times 0.8}{6} = 153.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

客土を砂質土もしくはレキ混じり土砂とすれば、転圧機械として、20t 級タイヤローラー (4回) と 8t 級自走振動ローラー (3回) による組み合わせが効率的である。

20t 級タイヤローラー転圧能力 : Qm³/h

$$Q = \frac{W \times V \times D \times E}{P}$$

W : 1回の転圧有効幅	=1.8m
V : 転圧速度	=4,000m/h
D : 仕上り厚さ	=0.3m
E : 作業効率	=0.6
P : 敷均し回数	=4回

$$Q = \frac{1.8 \times 4,000 \times 0.3 \times 0.6}{4} = 324 \text{ m}^3/\text{h}$$

8t 級振動ローラーの転圧能力 : Qm³/h

$$Q = \frac{3.0 \times 1,800 \times 0.3 \times 0.6}{3} = 324 \text{ m}^3/\text{h}$$

従って、客土造成工事は、21t 級ブルドーザー 2 台、20t 級タイヤローラー 1 台および 8t 級振動ローラー 1 台の組み合わせにより、

1時間当たり 300m³/h 1日当たり 4,000m³/日が可能となる。

土工の内、次に問題となる工事は排水溝等の掘削工事である。第6.2章排水構造物によれば、55 万 m³ の掘削を必要としている。これは溝型掘削であり、使用される掘削機械

はバックホー（ドラグショベル）が一般的である。

1.2m³バックホーの作業能力：Qm³/h

$$Q = \frac{3,600 \times q \times K_1 \times K_2 \times f \times E}{C_m}$$

q：バケット公称容量 = 1.2m³

K₁：バケット係数 = 0.95

K₂：土質等による係数 = 0.90

f：作業効率 = 0.6

C_m：サイクルタイム(135°) = 4回

$$Q = \frac{3,600 \times 1.2 \times 0.95 \times 0.90 \times 0.76 \times 0.6}{22} = 76.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

従って、1日当たり1,000m³/日の掘削が可能となる。

(2) 舗装関連機械の作業能力

舗装工事に於ける主要機械は100万m³の路盤材および舗装コンクリートの打設である。混合機械の作業能力は、本章7.1.2に示す通りであり、ここでは運搬および打設機械の能力を算定する。

路盤材料の運搬、11tダンプの作業能力：Qm³/h

$$Q = C \times N$$

C：積載量 = 5.1m³/h

N：1時間当たり運搬回数

$$N = \frac{60}{t_1 + t_2 + 2d/V \times 60}$$

t₁：積込時間 = 19分

t₂：その他の時間 = 9分

d：運搬距離 = 1.5km

V：走行速度 = 30km/h

$$N = \frac{60}{19 + 9 + (2 \times 1.5 + 30) \times 60} = 1.76 \text{ 回}$$

$$Q = 5.1 \times 1.76 \approx 9.0 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.7m級モータグレーダによる敷均し作業：Qm³/h

$$Q = \frac{W \times V \times D \times E}{P}$$

W：作業有効幅 = 2.9m

V：作業速度 = 3,000m/h

D：仕上り厚さ = 0.18m

E：作業効率 = 0.6

$$Q = \frac{2.9 \times 3,000 \times 0.18 \times 0.6}{8} = 156.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

転圧機械の作業能力：Qm³/h

20t級タイヤローラー

$$Q = \frac{18 \times 4,000 \times 0.18 \times 0.6}{14} = 55.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

12t級マカダムローラー

$$Q = \frac{0.8 \times 2,500 \times 0.18 \times 0.6}{4} = 54.0 \text{ m}^3/\text{h}$$

従って、3.7m級モーターグレーダー1台、20t級タイヤローラー3台、12t級マカダムローラー3台および11tダンプトラック17台の組み合わせで日当たり2,000m³/日の路盤工が可能となる。

日本に於けるコンクリート舗装は、コンクリートフィニッシャーを使用するのが通常であるが、中国に於いては簡易フィニッシャーによる、人力打設を採用している。簡易フィニッシャーの作業能力は1日13時間稼働としても400m³/日(180m³/日)程度となろう。また、11t級ダンプの運搬能力は、

$$Q = 4.5 \text{ m}^3/\text{台} \times 1.76 \text{ 回} = 7.90 \text{ m}^3/\text{h}$$

であり、打設1組当たり2台となる。

(3)主要重機の必要台数

算出された作業能力により、主要工種別の主要重機台数を算出すると下表の通りとなる。

表 III-7.2.2 主要重機必要台数

工種	重機名	台数	備考
造成工	60t級クローラークレーン	16	重錘落下用
	21t級ブルドーザー	10	
	20t級タイヤローラー	5	
	8t級振動ローラー	5	
	1.2m級バックホー	5	
舗装工	1m ³ 級コンクリートプラント	5	
	150t級ソイルプラント	6	
	1.4m ³ 級タイヤローダー	11	
	3.7m級モーターグレーダ	4	
	20t級タイヤローラー	12	
	12t級マカダムローラー	12	
	簡易フィニッシャー	14	
	平面バイブレーター	28	
	棒状バイブレーター	56	
11t級ダンプトラック	96		

7.3 工程計画

7.3.1 前提条件

- (1)現在、土工事の一部として、滑走路舗装下の地盤改良工事が公開入札され、1997年2月末終了予定で施工されており、引き続きエプロン地区も発注される見込みである。従って、本格的な敷地造成工事も、1997年上半期内に着工されるものとして、計画する。
- (2)中国政府側は開港時期として、1999年10月1日（建国記念日）には、開港したいとしており、それを前提条件として、計画を検討した。
- (3)上記の条件を配慮し、通常大型工事に於いては1日8時間就業、実稼働6.5時間として計画することになるが、本計画においては、2シフト制をとるものとして、1日16時間就業、実稼働13時間として計画した。
- (4)搬入客土、コンクリート用の骨材、セメント、路盤材等、空港外より搬入することになるが、一部市街地を走行することから、11t級のトラックを前提として計画する。
- (5)工事完了後の試運転、慣熟運転、飛行検査等は、最小限におさえ、6ヶ月程度とする。

7.3.2 土木関連工事の工程計画

現在工事中の滑走路路面下の地盤改良工事および現有水路、道路の切り回しおよび計画される3本の資材搬入用道路の完成を前提として、全章7.2資機材計画にて算出した機械類を投入して、工程を検討すると以下のようなになる。土工事に6ヶ月～8ヶ月、土工基面の完成した地区より順次路盤工を開始し、舗装工事に入るものとすれば、舗装工事に12ヶ月～15ヶ月となる。

図 II-7.3.1 土木関連工事工程表

年	1年度	2年度	3年度
工種			
1. 敷地造成工事			
1)地盤改良	—————		
2)客土盛土工	—————		
3)切盛土工		
2. 舗装工事			
1)路床整形		—————	
2)路盤工		—————	
3)コンクリート舗装工		—————	—————
3. 排水路工事			—————
4. 工事検査・フライト チェック等			—————

7.4 概算工事費

飛行区土木施設の工事費の積算は中国の民間空港工事積算予算基準（以下「民航基準」と称す）及び上海市の当該積算基準に則って算出した。まず、直接工事費が見積もられた。設計から上がってきた数量項目と民航基準等の積算項目を比較検討し必要最小限の数量明細項目（B/Q Item）を設定した。直接工事費は、各々のB/Q項目に投入される労働力、材料、機械力などの資源の予定消費量（歩掛かり）と各々の資源の単価の積、即ち、工種単価に工事数量を乗じて算定した。こうして得られた直接工事費に一定の割増率を乗じて間接工事費を算出し、それらの和を事業費とした。

本工事の積算では土木施設を用地造成、舗装工事、排水施設、ポンプ場機械、付帯施設の5つに分けた。まず、各々の施設の直接工事費を算定し間接工事費（ここでは直工費の75%と仮定）を加えて事業費とした。その結果は次の通りである。直接工事の詳細内訳は資料編に添付した。

項 目	事業費 (億元)
用地造成	4. 27
舗装工事	5. 47
排水施設	1. 39
ポンプ場機械	1. 06
付帯施設	0. 26
合計	12. 45

なお、この工事費の積算は下記的前提条件と仮定の下に算定された。

- (1) 中国には民航基準という体系化された積算基準がある。この基準は1993年の北京周辺の物価水準の単価を用いている。今回の積算ではこの民航基準を準用した。当初は、民航基準の歩掛かりに単価を更新したものを乗じて独自に工種単価を算定する予定であった。しかし、結局、中国側より労務費、主要材料、機械使用量などの最新単価を入手できなかったため、独自工種単価の算定を断念し、民航設計院が算定した最新の工種単価を引用した。
- (2) 用地造成のうち地盤改良工事については、詳細な積算資料がタイムリーに入手できなかったため、「地盤改良試験検討報告書（1996年9月）」の工種項目と単価を用いた。
- (3) ポンプ場機械費については中国内での価格見積もりがタイムリーに入手できなかったため、日本のメーカーから見積もりを取った。この見積もりをベースに日中の物価水準の差異を勘案し中国国内調達価格を算定した。
- (4) 間接工事費を得るための割掛け率として75%を採用した。上海市のインフラ建設での実績値、本工事の規模と仮設工事の多さ、上海市の建設物価上昇率などを考慮して若干高めの値を採用した。なお、この割掛け率は中国側が別途積算することになっており、今回は概算を出すための参考値として仮定したものである。

第 II-2 編 航空灯火施設

第1章 設計条件

1.1 設計概要

本設計は、1996年5月から1997年1月にわたって実施した調査における現場踏査、中国側との協議、および国内での検討結果に基づくものである。

第1期の設計は西側滑走路4,000m 1本の範囲内とし、第2期への拡張性および将来の高カテゴリ化を考慮した。

航空灯火施設は、滑走路17、滑走路35の両進入方向ともカテゴリII精密進入滑走路（ILS及び/又はMLSを備え、決心高が30m以上60m未満で、滑走路視距離が350m以上である運航を目的とする視覚援助施設を備えた計器用滑走路）としての条件を満足することを条件に設計した。

設計にあたっては、ICAO（国際民間航空機関）第14付属書、第1巻の基準及び勧告、飛行場設計マニュアル第4部（視覚援助施設）、第5部（電気システム）に示された指針を採用した。尚、ICAO標準は、最低線を示すものであり、《勧告》で示される事項も《標準》と同様に設計には適用した。

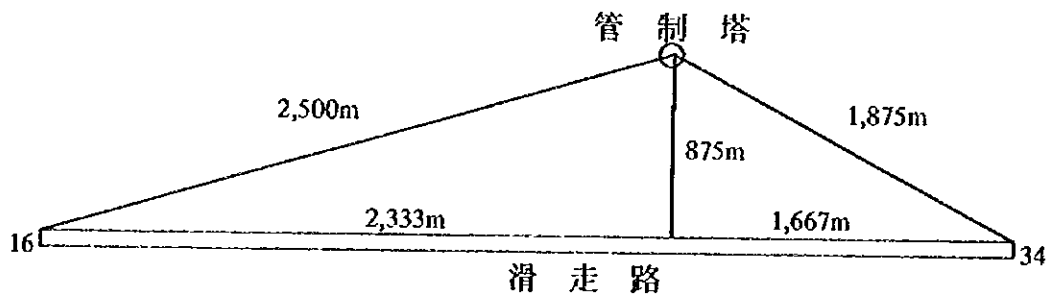
1.2 航空保安施設

航空灯火施設は灯火により航空機の航行を援助する航空保安施設であり、空港の運用方式と密接な関係があるので、航空灯火設計に関連する施設について、特に中国側が配電・配線・負荷等を要求した施設について概略を述べる。

1.2.1 航空灯火関連の施設

(1) 管制塔

以下のような距離関係となる。



(2) 無線施設		負荷
LLZ	両滑走路末端からの距離を295m (LLZのCRITICAL AREAの中に滑走路が入るのを避けるため。)	
GP	滑走路中心線から130m、滑走路末端から300mの位置	各1ヶ
IM	滑走路末端から310m	各1ヶ
MM	滑走路末端から1,050m	各1ヶ
	北側 DVOR/DME 南側 NDB	
OM	北側 なし 南側 滑走路から9K 横沙 Drot/DME	
(3) 通信施設		負荷
受信設備は管制塔の上、送信設備は用地周辺部		未定
(4) RADAR		負荷
管制用及び気象用：管制用のASRは滑走路の北方1,500m、ASDEは管制塔の屋上。気象用は未定。		未定
(5) 気象施設		負荷
RVR	3ヶ所	未定
風向・風速計	2ヶ所	
その他	空港内に5ヶ所の低空風観測器	

1.2.2 電源/灯火 運用システム (図 H2-1.1.1 参照)

- (1) 空港内の35kv変電所は日本側案の航空灯火専用の変電所ではなく、中国案により他の施設と混合給電になった。
- (2) 主及び副の10kv灯火変電所は、滑走路及び誘導路の灯火と共に、最寄りの無線施設及び気象施設にも供电する。

- (3) ターミナル地区関連の灯火（エプロン照明灯・駐機位置指示灯・スポット番号表示灯）はその電源及び運用を旅客ターミナル内の総合コントロールセンターで行う。

1.2.3 エプロンの管理・運用について

ICAOはANNEX14の9.6.1において、相当の交通量のある空港ではエプロンを管理・運用するため適切なユニットの設置を勧告している。

本プロジェクトでは航空灯火のうち、エプロン関連灯火の運用がエプロンの管理・運用に含まれるので、その管理・運用のユニットとして「エプロン運用室」の機能を明らかにする必要があるが、現時点では明確になっていない。尚、エプロン運用室の業務は、以下に示したように、概ね10項目がある。

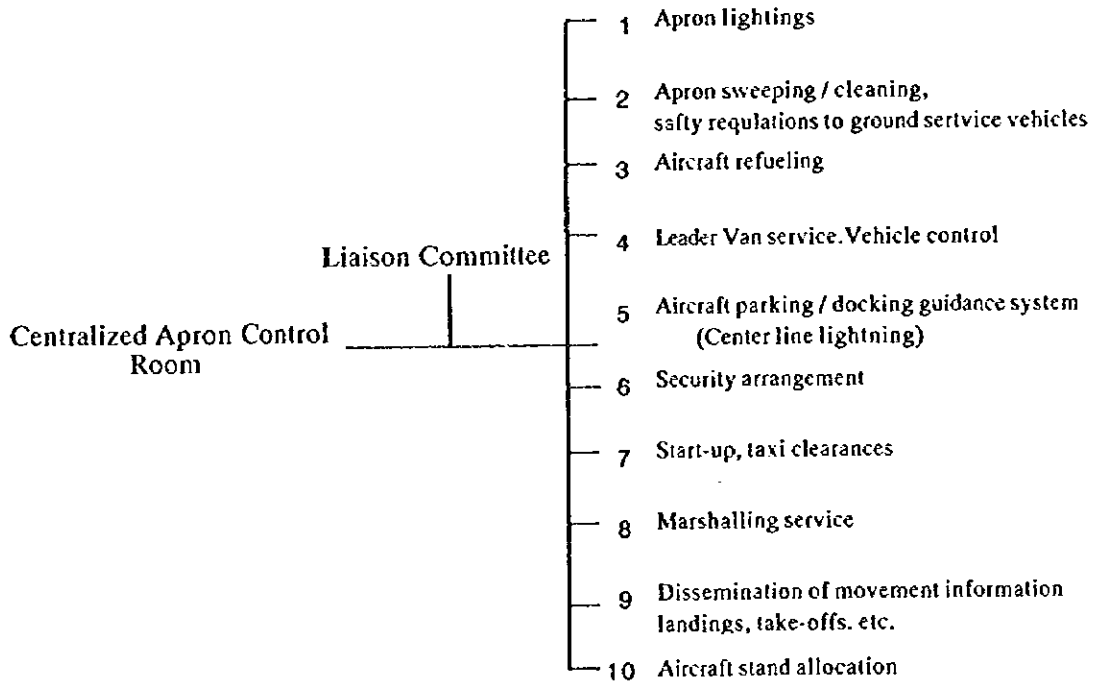
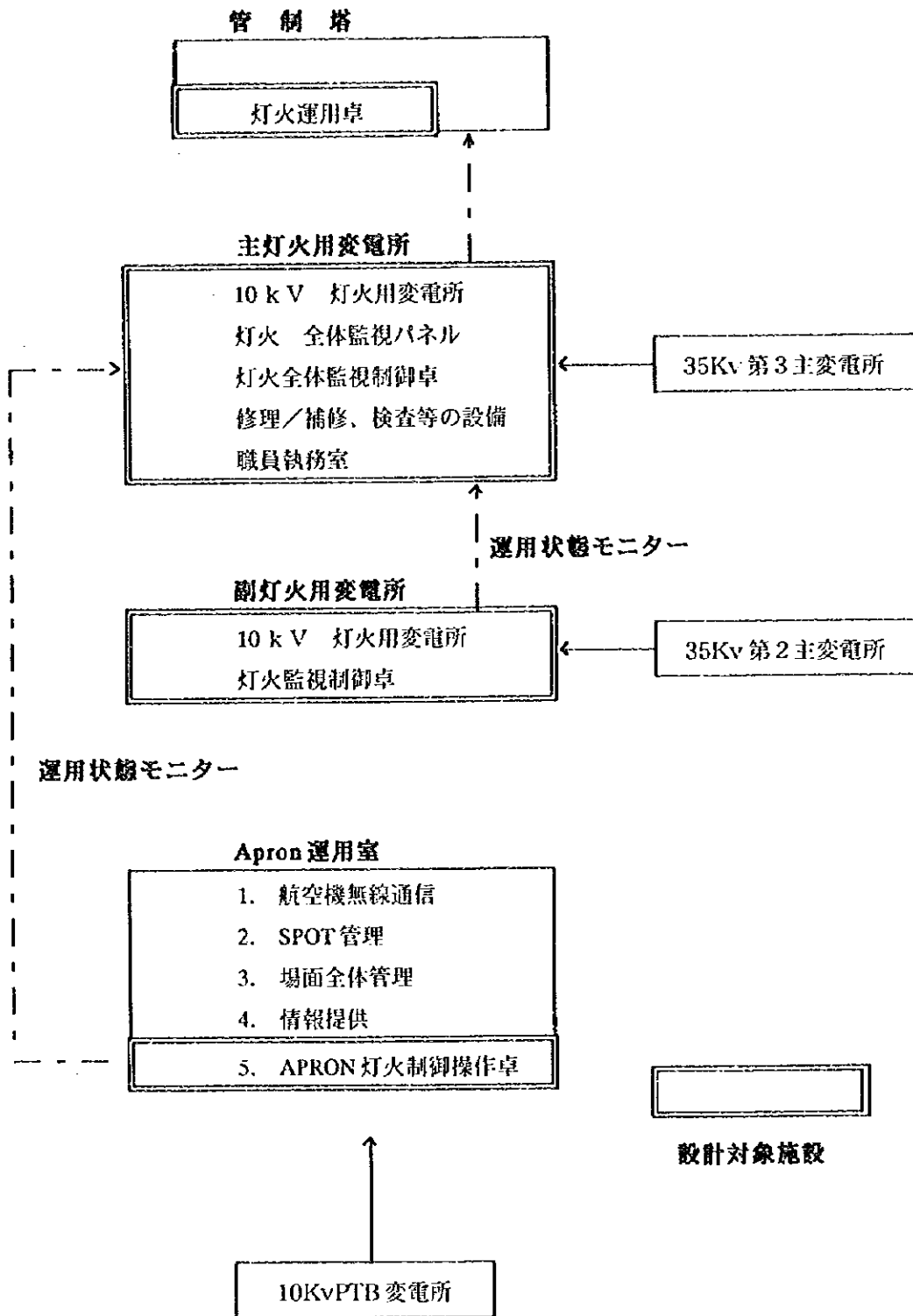


図 II2-1.1.1 電源/灯火 運用 SYSTEM



(注) 貨物エプロン及び整備エプロンは別に供电と操作を計画する。

これら10項目のエプロン運用業務の中国側の現状（北京・広州・虹橋）は次のとおりである。なお、“浦東”の部分には我々の推薦案を述べた。

エプロン任務の現状

業 務	北 京	広 州	虹 橋	浦 東
1 エプロン灯火	B	B	B	B
2 エプロン整理	B	B	C	C
3 航空機給油	D	D	D	D
4 車輛交通整理	D	D	B	B
5 駐機案内	C	C	B	B
6 エプロン警備	B	B	B	B
7 START/TAXI 指示	A	A	A	A
8 Marshalling	C	C	C	C
9 情報提供	A	A	A	A
10 スポット割り当て	B	B	B	B

- A：航空管制官中国民用航空局職員
 B：空港職員.....上海市政府職員
 C：航空公司職員.....空港乗り入れ航空会社職員
 D：特定公司職員.....業務契約会社職員

1.2.4 今後の課題

上海浦東国際空港に整備される航空灯火施設について基本設計条件の設定を行った。今後の詳細設計の段階では以下の項目を明確にする必要がある。

- (1) 停止線灯、誘導路交差点灯および滑走路警戒灯の設置に関し、航空機の地上走行動線、停止位置標識に係わる基準、ILSとの整合性を保つために運用方式を明確にする。
- (2) 命令指示表示としての停止位置表示、進入禁止表示、情報表示としての方向表示、位置表示、行先表示を示すための誘導案内灯の設置位置を計画したが、灯器設置位置、表示内容に関しては誘導路名称の設定が必要となるため、さらに中国側と協議のうえ確定する。

- (3) ターミナルビルの総合コントロール室（仮称）に設置する監視制御装置のシステム構成は、エプロンスポットの運用管理を考慮して設計しなければならない。従って、中国側と、運用方法、維持管理方法、障害時対策などについて協議のうえそれらを確定する。
- (4) 航空灯火施設に使用予定の機器類はその重要性および電気を停めて修復作業をすることが困難であることから、できる限り信頼性・保守性の高い機器の選定が求められる。このことから、各機器は点検整備や交換作業が容易なユニット化を計り、変圧器、遮断器、開閉器などは乾式としたうえで、機器を標準化するための機器構成を考慮する。
- (5) 飛行場灯台の設置位置はパイロットおよび管制官に対するグレアの影響が少ないと考えられる位置を選定したが、管制塔の高さを中国側が決めた時点で再検討し確定する。
- (6) 監視制御システムの構築にあたっては、常時、被監視制御施設全体の運転状態、故障状態、計測データの把握が容易にでき、かつ、施設全体の状況を見ながら、迅速・確実に操作できることが要求される。また、万一の異常によってシステム全体がダウンすることのないように、これを支援する処理系はフェイルセーフ機能を備えたシステム内装置の2重化等を採用するための具体的仕様を確定する。
- (7) 管制塔のVFR室に設置する灯火運用卓は監視制御システムの考え方に準ずるものとするが、停止線灯用運用卓は灯火の操作卓に組み込む場合と地上管制卓に組み込む場合、また、独立卓を設ける場合とが考えられるので、運用サイドの意見を考慮に入れたうえ確定する。
- (8) 電源設備の高信頼性を確保するために、本基本設計では2系統受電を採用することとした。今後、維持管理の容易性を前提に、将来の増設・改修時に停電等で運用に影響を及ぼさないよう詳細設計では留意する。
- (9) 予備発電機の低圧母線挿入及び低圧母線連絡用遮断器は中国側との協議によったが、将来計画の電源系統を含め再度協議により決定する必要がある。

1.3 設計基準

航空灯火の設計においては、以下の設計基準を用いた。

国際民間航空機関 第14付属書 1巻（1995年11月）

国際民間航空機関 飛行場設計マニュアル 第4部、第5部

1.4 設計範圍

設計対象は以下の通りである。

1) 航空灯火

進入灯（滑走路17、滑走路35）
連鎖式閃光灯（滑走路17、滑走路35）
進入角指示灯（滑走路17、滑走路35）
滑走路灯
滑走路末端灯（滑走路17、滑走路35）
滑走路末端補助灯（滑走路17、滑走路35）
滑走路終端灯（滑走路17、滑走路35）
滑走路中心線灯
接地帯灯（滑走路17、滑走路35）
誘導路灯
誘導路中心線灯
停止線灯
滑走路警戒灯
誘導路交差点灯
誘導案内灯
駐機位置指示灯
エプロン照明灯
スポット番号表示灯
飛行場灯台
風向灯
航空障害灯

以上、灯火の全体配置をDWG2-L1(1/4)～DWG2-L1(4/4)に示した。

2) 電源設備

10 kV受配電設備
非常用予備電源設備
無停電電源設備

定電流調整器
電力施設の監視制御設備
飛行場灯火の監視制御設備
ケーブル管路・マンホール

3) 電源局舎（灯火用変電所）

空調設備
電気設備
消火設備
航空灯火整備作業所

1.5 日中協議結果

日中協議の結果、航空灯火施設の設計境界は以下の通りである。

（設計境界に関する事項）

- 1) 灯火用変電所は、滑走路の両末端付近にそれぞれ1カ所づつ設置し、灯火用変電所にはそれぞれ2回線づつ電源の供給を受けるものとする。境界点は、灯火用変電所の受電点とし、受電点までの電源引き込みケーブルは本設計に含まないこととする。
- 2) 灯火用変電所から航空保安無線施設／気象施設へ電源の供給を行う。航空保安無線施設への電力供給は低圧で行うものとし、境界点は灯火用変電所内の低圧配電盤の配線用遮断器の2次側とする。また、電源ケーブル等の引き込み及び航空保安無線施設に関する電力設計は本設計に含まないこととする。
- 3) 灯火用変電所の給水、雨水排水、汚水排水設備の設計境界は、建物外壁から2mの地点とする。
- 4) 滑走路17側にある灯火用変電所を主灯火用変電所、滑走路35側にある灯火用変電所を副灯火用変電所とし、これら建築物および所内の建築設備を含め日本側の設計範囲とする。
- 5) 灯火用変電所に対する電話線は10Pとし、主及び副両灯火用変電所内に設ける電話用保安端子盤の端子を境界とする。
- 6) スポット番号表示灯、駐機位置指示灯をターミナルビルの建造物の構造を利用して

設置する場合、取付けに必要なアンカーボルト、電力供給、および監視制御に必要な建物内の配管は、建築構造物側で用意するものとし、監視制御ケーブル、電力ケーブルは、本設計の範囲に含むこととする。

- 7) エプロン照明灯への電力供給用の配線および監視制御のための設備は本設計に含むが、その際に必要となるターミナルビル内配管設備は本設計に含まず建築構造物の設計範囲とし、その境界は建物外壁から 2 m の地点とする。
- 8) ターミナル地区のオープンエプロン部分に設けるエプロン照明用変電所（1ヶ所）は、本設計の範囲とする。また、エプロン照明用変電所は、2回線電源の供給を受けるものとする。境界点は、エプロン照明用変電所の受電点とし、受電点までの電源引き込みケーブルおよび管路は本設計に含まないこととする。
- 9) 管制塔 VFR 室内に設置する航空灯火運用卓、停止線灯用運用卓のための監視制御ケーブル配線の屋内配管は、本設計に含まず、建築構造物設計の範囲とし、構造物外壁側方 2 m の地点を境界とする。

（施工方法に関する事項）

滑走路灯および誘導路灯への配線管路に関しては、施工性および保守性を考慮して、浅型基台を用いる方法を採用する。

（機器の追加に関する事項）

ターミナル地区のオープンエプロンには、中国側の要望に基づいて可折型のスポット番号表示灯を設置するものとする。

第 2 章 航空灯火設計

2.1 進入灯

ICAO 標準によれば、カテゴリーII/III 精密進入滑走路にはカテゴリーII/III 精密進入用灯火システムを設置しなければならない (5.3.4.1.D)、となっているので、本灯火を設置するものとする。また、カテゴリーII の ILS 精密進入が滑走路 17 および 35 の両方向から行われることから、両方向共に長さ 900m のカテゴリーII/III 精密進入用進入灯を設置する。進入灯の方式については ALPA 方式とカルバート方式があるが、現在の上海

虹橋国際空港をはじめ、中国国内の主要空港、並びに東南アジアの国際空港の殆どが ALPA 方式を採用しており、操縦士がこれに馴染んでいることを考慮して ALPA 方式を採用することとする。

本カテゴリII進入灯は、滑走路末端から 900m の距離にわたり 30m の縦間隔で設置される横間隔 1 m、5 灯からなる中心線バレット、滑走路末端から 150m 及び 300m の位置で滑走路中心線の延長線に対象に設置される 2 本のクロスバー、及び滑走路中心線の延長線に対象に滑走路末端から 270m の距離にわたり 30m の縦間隔で設置される側列灯から構成される。灯火の配置を DWG2-I2(1/2)と DWG2-I2(2/2)に示す。また、進入灯用地の縦断勾配は、着陸帯端から先 310m 地点間が下り 0.01%、310m 地点と 363.9m 地点間が下り 1.0%、363.9m 地点と 954m 地点間が下り 0.01%以下となっている。カテゴリII 進入滑走路に対する進入灯の縦断勾配は、滑走路末端から 450m までは、下り勾配が認められない。最も理想的な設置である縦断勾配 0 とした場合、滑走路末端の計画高と護岸計画高がほぼ同一の 5.1m なので岸壁が進入灯の光芒の妨げとならない。また 900m 地点の進入灯の設置地盤からの高さは、約 70cm となり保守作業上支障ない。このことから、灯火は同一レベル配置（勾配 0）とする。

DWG2-L3(1/2)および DWG2-L3(2/2)に縦断配置を示す。

回路は、進入方向ごとに、中心線バレット及び 300m クロスバーを 1 灯おきとした 2 回路、側列灯及び 150m クロスバーを 1 灯おきとした 2 回路とし、6.6A 直列配電回路で 5 段階の光度調整が可能なものとする。DWG2-E1(1/2)および DWG2-E1(2/2)に回路区分を示す。また、灯器の支持物は軽量構造とし、航空機のアンダーシュート、オーバーシュートに備えて、基礎との取付けには、可折継手を使用する。基礎は鉄筋コンクリート製とし、1 灯ごとの基礎とせず、1 灯列共用の基礎とする。設置場所の地耐力を勘察し、不同沈下に留意する。

絶縁変圧器の収納に関しては、地上型の進入灯用の絶縁変圧器は、灯器支持構造物の基礎に変圧器収納箱を併置し、その中に収納する。埋込型の進入灯用の絶縁変圧器は、過走帯舗装外に設置した変圧器収納箱に収納する。また、変圧器収納箱は、断芯検出用端末器が絶縁変圧器と共用可能な大きさとする。灯器に関しては、30m 地点の灯器は、過走帯内のため舗装面埋込型を採用し、その他の地点の灯器は、地上型を採用する。配光特性は、中心線灯バレット及びクロスバーは、第 14 付属書第 1 巻 付録 2 の図 2.1、側列灯は図 2.2 に適合するものとする。また、灯色は、中心線バレット灯とクロスバー灯は、可変白、側列灯は赤色とする。

尚、維持管理のため、場周道路に連結する維持補修用車両の通行可能な点検道路を設けるものとする。

2.2 連鎖式閃光灯

ALPA方式を採用した場合、気象条件、環境条件等で不要と判断されない限り、連鎖式閃光灯を併置することが望ましいことがICAO第14付属書に記述されている(5.3.4.30)。連鎖式閃光灯は、誘目性に優れ、特に低視程時に有力なガイダンスを与えることを目的に設置することとする。

閃光灯の灯器は、30m位置から900m位置までの各中心線バレットに併置する。連鎖閃光のための管制器は、主及び副両灯火用変電所内に設置する。30m地点の灯器は、過走帯内のため舗装面埋込型を採用し、その他の地点の灯器は、地上型を採用する。また、電源部と発光部が分離した型式のものを採用し、電源部は滑走路中心線から40m以上側方に設置し、昼・薄暮・夜あるいは視程条件により3段階に光度調整が可能なものを採用する。

連鎖式閃光灯への給電は、主又は副両航空灯火用変電所より低圧で各電源部に給電するものとし、供給電源は非常用予備発電機によりバックアップされた電源とする。また、光度調整及び連鎖閃光のための信号ケーブルを、灯火用変電所より電源部に設ける端子盤内に配線するものとし、電源及び発光タイミング信号を送るためのケーブルは電源部から光源部(発光部)まで配線するものとする。配光についてはICAOで基準を定めていないので、日本における基準である水平30度、鉛直10度の範囲の実効光度が、10,000～17,000cdに準ずることとする。

支持構造物については、航空機のアンダーシュート、オーバーシュートに備えて、灯器及び電源部の支持物は軽量構造とし、基礎との取付けには可折継手を使用する。

DWG2-E2(1/2)およびDWG2-E2(2/2)に配線図を示す。

2.3 進入角指示灯

ICAO第14付属書には下記のように、設置しなければならない条件が規定されている(5.3.5.1)。

進入角指示灯は、滑走路に他の視覚援助施設または非視覚援助施設が設置されているか否かにかかわらず、以下の条件が一つ以上ある場合には、その滑走路への進入援助のために設置されなければならない。

- a) ターボジェット機、またはそれと同じような進入ガイダンス要件のその他の航空機により滑走路が使用される場合；

- b) 航空機の操縦者が、次の理由により進入の判断に困難性を持つ場合；
- 1) 昼間に水上または特色のない地形上を進入する間、または夜間に進入区域内に十分な外部灯火がないとき体験する不十分なガイダンス、または
 - 2) まちがい易い周辺の地形、または滑走路勾配から生ずる誤りを招く情報；
- c) 航空機が正常の進入経路より低く降下した場合、特に物件に対し警告を与える非視覚または視覚援助施設が無い場合に、進入区域内の物件の存在が重大な危険を伴うかも知れない場合；
- d) 滑走路両端における物理的条件が、航空機が滑走路をアンダーシュートまたはオーバーランしたとき、重大な危険を生ずる場合；
- e) 地形条件または優勢な気象条件によって、進入中の航空機が異常な乱気流に遭遇するかも知れない場合。

進入角指示灯は視認性も良く、ILS が何らかの理由で運用されない場合や、ILS 機上設備を未搭載の航空機に有効である。従って、本空港においても、両進入方向に進入角指示灯を計画することとする。

ICAO が標準方式としている進入角指示灯システムには、T-VASIS と PAPI の 2 方式がある。T-VASIS は、20 灯で構成されるのに対し、PAPI は僅か 4 灯で構成されているため経済的に有利である。また、進入角指示灯の設置位置は滑走路への出入口誘導路と競合しないようにしなければならないが、T-VASIS の場合、大空港ではその点が極めて困難である。また、T-VASIS は、オーストラリア及びその影響下にある限られた一部の国でしか採用されていないこともあり、操縦士のなじみが少ない等の問題もあるので、浦東空港においては PAPI を採用することとする。

配置は、ILS による進入角 3 度に合わせた場合、大型機を前提として、PAPI の位置決定に使用する滑走路末端の車輪のクリアランスは、望ましい数値として 9 m が、また、最低値として 6 m が採用される（第 1 4 付属書、表 5-2、図 5-12,13）。

PAPI の設置位置は、滑走路の縦断勾配が 0.01% の登り勾配なので、滑走路末端より

$$(14\text{m}+9\text{m}) \div (\tan \theta + \tan \alpha) = 463.79\text{m} \text{ の位置となる。ただし、}$$

$$\theta = \text{オンコース下限の角度} = 2^{\circ}50'$$

$$\alpha = \text{滑走路の縦断勾配角度} = \tan \alpha = 0.0001$$

横断勾配はショルダー 1.6%、着陸帯 1～2% であり、最も内側の PAPI は、滑走路縁

から 15m の位置なので、設置位置の地盤高さは、

$$7.5\text{m} \times 0.016 + 7.5\text{m} \times 0.01 + 3\text{cm} = 22.5\text{cm} \text{ 低い。}$$

PAPI の設置は可能な限り低く、また、PAPI の投光窓の高さは滑走路舗装面のレベルに近いことが望ましい。最も低く設置した場合の投光窓の高さはメーカーによって異なるものの、50cm 以内には収まる。この場合の窓の高さは滑走路縁の地盤より 30cm 以内に収まり、灯器設置基準線との高さの差が 30cm 以下となる。よって、灯器設置基準線から灯器基準点の高さが $\pm 30\text{cm}$ 以内となり、横断勾配による補正はないものとする。DWG2-I4 にその配置を示す。

回路は 6.6A、直列配電回路、一進入方向につき 1 回路とし、3 段階の光度調整が可能なものとし、それぞれ主または副航空灯火用変電所より供給する。

設置に関しては、不同沈下が予測されることから仰角設定調整のための仰角点検装置、並びに航空灯火監視室で仰角の異常状態、電球の断芯の遠隔監視が可能な設備を設けるものとする。

また、航空機が滑走路より逸脱、衝突した場合に備えて、灯器及び仰角点検装置の架台と基礎との取付けには可折継手を使用する。

絶縁変圧器は、PAPI の架台基礎に変圧器収納箱を併置し、その中に収納する。灯器の配光特性は、第 14 付属書、第 1 巻、付録 2. の図 2.20 に適合するものとする。

2.4 滑走路灯

ICAO 基準に従えば、精密進入用滑走路には滑走路灯を設置しなければならない (5.3.9.1)。

滑走路灯は滑走路の両側、滑走路縁より 1.5m の位置に滑走路中心線に平行な 2 直線上に対称に設置する。設置間隔は、中央部 31 区間を 60m 間隔に、それより外側各 18 区間を 59.5m 間隔とする。DWG2-L5 に配置を示す。

回路は、1 灯おきの 2 回路とし、6.6A 直列配電回路で 5 段階の光度調整が可能なものとし (この回路には滑走路終端灯も入れる)、主航空灯火用変電所より配電する。回路構成を DWG2-E3 に示す。

滑走路ショルダー舗装部分に設置する地上型灯器は、コンクリート製基礎を設けてそれに可折接手により取り付ける。DWG2-L6 に標準設置を示す。尚、滑走路に接続する誘導路舗装部分に設置する埋込型灯器は浅型基台を設けてそれに設置する。

絶縁変圧器の収納に関しては、絶縁変圧器をショルダー外に設置した変圧器収納箱内に収納して一次側ケーブルの配管配線もショルダー外とする方法と、絶縁変圧器を滑走路舗装下に設置した埋込型基台内に収納して滑走路舗装下に配管を行いその中に一次側ケーブルを敷設する方法がある。前者は後者に比べ2次側配管とケーブルが必要となり経済的に不利であるが、施工性、保守の容易生から前者を採用する。変圧器収納箱は、断芯検出用端末器と絶縁変圧器が収納できる大きさとする。

灯器の光学特性は、第14付属書、第1巻、付録2の図2.11に適合するものとする。灯光は、離陸及び着陸する操縦士に対して滑走路終端から600mの間の灯器は黄色を、その他の灯器は可変白とする。

2.5 滑走路末端灯

ICAO基準によれば、滑走路末端灯は滑走路灯が設置される滑走路には設置しなければならない(5.3.10.1)。また、滑走路末端補助灯は滑走路末端をより顕著に表示したい場合に設置することが望ましい(5.3.10.6)。また、低視程運航においては滑走路末端に顕著性を持たせることが重要であり、滑走路末端補助灯を含め設置することとする。

滑走路末端灯は、滑走路末端より進入側1mの位置で滑走路中心線の延長線と直角に交わる直線上に2.85m間隔で滑走路灯列線間に滑走路中心線の延長線に対称に設置する。滑走路末端補助灯は、滑走路末端灯と同一直線上に、滑走路末端灯の両外側に3m間隔で各5灯ずつ設置する。最も内側の灯器は滑走路灯列線の延長線上とする。DWG2-L7に配置を示す。尚、配置に関しては、許容最大値の3m間隔とすると灯数が奇数となり、6m間隔とする終端灯が滑走路中心線の延長線に対称とすることが出来ない。このため2.85m間隔とし、灯数を偶数となるよう調整した。

回路は、各滑走路末端ごとに1灯おきの2回路とし、6.6A直列配電回路で5段階の光度調整が可能なものとする。電源は、それぞれ主又は副航空灯火用変電所より供給する。その回路構成DWG2-E4に示す。また、滑走路末端灯は、過走帯舗装内に浅型埋込型基台を設け、これに設置する。滑走路末端補助灯は、設置位置にコンクリート製の基礎を設けこれに浅型埋込型基台を設置し可折接手で取付ける。DWG2-L8に標準設置を示す。

滑走路末端灯及び滑走路末端補助灯用の絶縁変圧器は、過走帯舗装外に設置した変圧器収納箱内に設置する。変圧器収納箱は、断芯検出用端末器と絶縁変圧器が収納できる大きさとする。灯器は、滑走路末端灯は埋込型を採用し、滑走路末端補助灯は地上型を採用する。光学特性は、それぞれ第14付属書、第1巻、付録2の図2.3及び2.4に適合するものとする。尚、滑走路末端灯及び滑走路末端補助灯の灯光は緑とする。

2.6 滑走路末端補助灯

上記「滑走路末端灯」の項を参照。

2.7 滑走路終端灯

ICAO 基準によれば、滑走路終端灯は滑走路灯を設置する滑走路に設置しなければならない(5.3.11.1)。

滑走路終端灯の灯器は、滑走路末端より進入側1mの位置で滑走路中心線の延長線と直角に交わる直線上に5.7m間隔で滑走路灯列線間に滑走路中心線に対称に設置する。DWG2-L9に配置を示す。尚、ICAO第14付属書第1巻によると、滑走路終端灯の配置は、中央に空隙を設け2群に設置する方法と滑走路灯列間に均等に配置する方法が規定されておりいずれも6灯以上設置すれば良いことになっている。本設計では視認性に優れた後者の配列を選定した。また、カテゴリIIIでは、灯器間隔を6m以下とすることが求められている。離陸のミニマムがカテゴリIIIの範囲となることが想定されるので、5.7m間隔とした。

滑走路終端灯は1灯おきの2回路とし、滑走路灯回路と同一回路とする。光度は滑走路灯と共に5段階に光度調整されるものとする。回路構成DWG2-E5に示す。また、滑走路終端灯の設置は、滑走路末端灯の設置方法に準ずる。DWG2-L10に配置を示す。

滑走路終端灯用の絶縁変圧器の設置は、滑走路末端灯の設置方法に準ずる。

灯器は、滑走路延長線上に設置する2灯を地上型、残りは埋込型を採用し、光学特性は、第14付属書、第1巻、付録2の図2.9に適合するものとする。また、設置位置が滑走路末端灯の位置と同じ位置になるところは、2光源、2方向性の灯器を使用し、滑走路末端灯と兼ねる。滑走路終端灯の灯光は赤色とする。

2.8 滑走路中心線灯

ICAO 基準によると、カテゴリII/III 精密進入滑走路には、滑走路中心線灯を設置しなければならない(5.3.12.1)。さらに、カテゴリIIIの滑走路の場合、約7.5m又は15m間隔で、カテゴリIIの場合は、7.5m、15mまたは30mの間隔で設置しなければならないが、ICAOの基準は最低線を示すものでもあり、将来カテゴリIIIaへレベルアップしても手戻りの無い15m間隔を採用することとする。DWG2-L11に配置を示す。また、滑走路にはセメントコンクリート舗装が採用されることから、滑走路中心線は目地の位置となり、マーキングの補修作業時の養生手間も考慮し、誘導路と反対側に60cm

オフセットして滑走路中心線に平行な線上に設置する。

回路は千鳥配線を採用し4回路とする。また、光度は5段階の光度調整可能なものとし、主灯火用変電所より配電する。回路構成を DWG2-E6 に示す。また、灯器は滑走路舗装内に浅型埋込型基台を設け、これに設置する。DWG2-L12に標準設置を示す。

絶縁変圧器の収納に関しては、滑走路灯に準ずる。

灯器の光学特性は、第14付属書、第1巻、付録2の図2.8に適合するものとする。離陸又は着陸する航空機の操縦士に対して、滑走路終端から300mまでの区間の灯光は赤色を、300mから900mまでの区間の灯光は赤色と可変白を交互に、その他の区間の灯光は可変白を示すようにする。

2.9 接地帯灯

ICAO 基準によれば、接地帯灯は、カテゴリII/IIIの精密進入滑走路の接地帯に設置されなければならない(5.3.13.1)。さらに、滑走路末端から900mの地点まで、滑走路の中心線を対象に、1.5m以下の間隔で最低3灯からなる3m以上4.5mの長さの1対のバレットを30m又は60mの縦間隔で配置しなければならない。接地帯灯の縦方向の間隔は、30mまたは60mとしなければならないとあり、《注》で視程のミニマムが低い場合30mとすることが望ましいと規定されている。従って、滑走路の中心線を対象に、3灯ずつ計6灯を、滑走路末端から30m間隔で滑走路末端から900mまで30列設置する。バレットの灯器間隔は、1.5mとし、カテゴリII精密進入灯システムの赤色側列灯の内側の灯器間隔に合わせて18mとする(DWG2-L13参照)。

回路は、1灯おきの2回路とし、6.6Aの直列配電回路で5段階の光度調整可能なものとする。尚、電源はそれぞれ主又は副灯火用変電所より供給する(DWG2-E7参照)。

設置方法ならびに絶縁変圧器の収納に関しては、滑走路中心線灯の設置方法に準ずるものとする。また、灯器の光学特性は、第14付属書、第1巻、付録2の図2.5に適合するものとし、灯色は可変白とする。

2.10 誘導路灯

ICAO 基準によれば、路面照明等他の手段で適切な目標方向が得られる場合を除き、夜間の使用が意図される待機用区域、エプロン等及び誘導路中心線等が設置されていない誘導路には誘導路灯を設置することが規定されている(5.3.16.1)。夜間低視程時運航における地上走行の効率化ならびに運用上のフレキシビリティを確保するためにも

設置するものとする。

灯器は誘導路舗装縁より 1.5m 離れた位置とし、誘導路の線形を明確に表示する間隔で設置する。また、回路は直列配電回路とし、6.6A 以下の任意の電流値に設定できるものとする。回路構成を DWG2-E9 に示す。また、DWG2-L17 に誘導路灯の回路区分を示す。

灯器の固定は、誘導路ショルダー舗装内にコンクリート基礎を設置し、可折接手で取付ける。また、絶縁変圧器は誘導路ショルダー外に設置した変圧器収納箱内に収納する。

灯器の光学特性は第 1 4 付属書において、水平面上 30 度までいずれの方向からも見えなければならないことが規定されているが、配光特性についての仕様の定めは特にない。また、日本においては機器仕様書で全方位角に対し 0 度から 5 度まで 2cd 以上、90 度まで 0.2cd 以上が要求されており、米国では、FAA のアドバイザーサーキュラー AC-5345-46A で規定されているのでそれらに準じ、灯色は青色とする。

2.11 誘導路中心線灯

誘導路中心線灯は、RVR が 350m 以下の運用を意図する空港においては、滑走路中心線灯のガイダンスに引続き、滑走路上の地点から航空機が駐機のための操作を始めるエプロン上の地点まで設置しなければならないことが ICAO において規定されている (5.3.15.1)。本空港の着陸の最低気象条件は、カテゴリー II (RVR 350m 以上) であるが、離陸の最低気象条件は、RVR 200m となることが予測される (高光度滑走路灯及び滑走路中心線灯が設置され、透過率が 3 設置の場合)。そして、誘導路中心線灯は、RVR 350m 未満の運用を意図する空港の場合、直線部分においては、15m 以下の間隔、曲線部分では、曲線の半径が 400m 以下の場合 7.5m 以下の間隔とすべきことが規定されている。

従って、誘導路中心線灯の滑走路上の始点は、高速離脱誘導路では、誘導路中心線の曲り始めの点から 60m 手前の地点とし、滑走路中心線から誘導路側に 60cm オフセットし設置する。その他の誘導路では、誘導路中心線の曲がり始めの地点とし、滑走路中心線から 60cm 側方に設置する。誘導路の滑走路への取付け部分は、セメントコンクリートを採用しており、クラウン部の目地を避け、また、マーキングの補修作業時の養生手間を考慮し、誘導路中心線から 30cm オフセットして設置する (DWG2-L14 参照)。

回路は、1 回路不点になっても航空機の運航に影響の少ない、地上走行動線を考慮した回路構成 (DWG2-L15 参照) とし、DWG2-L15 に示すように回路を分割する。高速離脱誘導路及び低視程誘導路の回路は 3 段階の光度調整が可能なものとする。電源は、主

及び副灯火用変電所より供給する。また、高速離脱誘導路の中心線灯は、使用滑走路方向に従い必要な進入方向の誘導路のみ点灯するよう回路をインターロックする。結線図を DWG2-E8 に示す。

設置に関し、誘導路及びエプロン舗装内に浅型埋込型基台を設け、これに設置する。ただし、エプロン舗装部で、灯器とショルダ―外側の変圧器収納箱までの距離が長い所は、誘導路及びエプロン舗装内に変圧器収納箱を兼ねる埋込型基台を設け、これに設置する。DWG2-L16 に標準設置を示す。また、絶縁変圧器は、誘導路ショルダ―外に設置した変圧器収納箱内に収納し、一次側ケーブルの配管配線も誘導路ショルダ―外とする方法と、絶縁変圧器を誘導路舗装下に設置した埋込型基台内に収納し、誘導路舗装下に配管を行いその中に一次側ケーブルを敷設する方法がある。前者は後者に比べ2次側配管とケーブルが必要となり経済的に不利であるが、施工性、保守の容易生から前者を採用する。尚、変圧器収納箱は、断芯検出用端末器が絶縁変圧器と共用可能な大きさとする。

灯器は、高速離脱誘導路用は一方向性、その他の誘導路は二方向性とし、光学特性は、第14 付属書、第1 巻、付録2. の図 2.15 に適合するものとし、灯色は緑色とするが、出口誘導路では、滑走路から脱出する航空機から見た場合、ILS/MLS のクリティカル・センシティブエリアの境界か内側転移表面の底辺かいずれか遠い位置までは黄色と緑色の交互の配置としその始点と終点は黄色とする。

高速離脱誘導路を除く誘導路の停止線灯から滑走路よりの誘導路中心線灯は、2 光源 2 方向性の灯器を使用する。1 光源は滑走路に進入しようとする航空機に対して緑色を示すものとし、その回路は停止線灯回路と同一回路（1 灯おきの2 回路）とする。もう 1 光源は滑走路から離脱する航空機に対して、黄色と緑色の交互の灯色とし、その回路は停止線灯の手前側の誘導路中心線灯と同一回路とする。

2.12 停止線灯

ICAO 基準によれば、停止線灯は RVR.350m 未満での使用を意図する滑走路に接続されている誘導路の待機位置に設置しなければならない (5.3.17.1)。前項で述べたように、離陸の最低気象条件は、RVR.200m となることが想定されるため、停止線灯は設置しなければならない。また、停止線灯は、RVR が 350m と 550m の間での使用を意図する滑走路に接続されている誘導路の待機位置に設置すべきである (5.3.17.2) と現行の ICAO では規定されているが、2001 年 1 月 1 日以降は設置しなければならない標準に格上げされるため、この点からも設置は必要である。

停止線灯は、走行を停止させたい地点の誘導路を横断して、3m 間隔で設置する。また、停止線に接近して停止した場合や、雪や雨のため視認性が悪い場合を考慮し、誘導路縁より 3m 及び 6m の位置に地上型灯火を追加設置する。停止線灯の配置 DWG2-L18 に、設置すべき誘導路の位置を DWG2-L19 に示す。

回路は、1 灯おきの 2 回路とし、6.6A 直列配電回路で 3 段階の光度調整が可能なものとする。停止線灯の選択制御は、航空機の地上走行動線を考慮し、滑走路の両側各 3 カ所に設置することとし、その他の箇所については選択制御はしないものとする。灯器は、誘導路舗装内に浅型埋込型基台を設け、これに設置する。追加の地上型灯器は、設置位置にコンクリート製の基礎を設けこれに浅型埋込型基台を設置し可折接手で取付ける。また、絶縁変圧器は誘導路ショルダー舗装外に設置した変圧器収納箱内に収納する。変圧器収納箱は、断芯検出及び開閉制御端末器が絶縁変圧器と共用可能な大きさとする。

灯器の配光特性は、第 14 付属書、第 1 巻、付録 2. の図 2.15 に適合するものとし、1 方向性で、滑走路に向かって進行する航空機から見て灯色は赤とする。

2.13 滑走路警戒灯

ICAO 基準によれば、滑走路警戒灯は、滑走路視距離条件が 550m 未満で停止線灯が設置されている滑走路/誘導路交差点に設置することが勧告されている (5.3.19.2)。本空港では CAT-II の低視程時運航が計画されていること、および交通密度が高いことから設置するものとする。

灯器は、停止線灯の両側に誘導路中心線に対称となるよう設置する。滑走路警戒灯の配置を DWG2-L20 に、設置位置を DWG2-L21 に示す。また、滑走路警戒灯の回路は、停止線灯の 6.6A 直列配電回路 2 回路のうち、いずれかの回路に組み入れる（電流制御）。

設置に関しては、誘導路ショルダー外側にコンクリート製の基台を設け、可折接手を用いて取付ける。絶縁変圧器は、基礎に隣接して変圧器収納箱を設けその中に収納する。

灯器は、1 対の黄色の灯色の灯火で構成され、その配光特性は、第 14 付属書、第 1 巻、付録 2.2.21 図に適合するものとし、1 分間に 30 回から 60 回明滅し、明と滅の時間は等しく、また各灯火は、明滅が逆となるようにする。さらに、灯火は 2000 年に改正される光度制御可能なものとする。

2.14 誘導路交差点灯

ICAO 基準によれば、誘導路交差点灯は、航空機の待機限界点を定めるのが望ましく、

かつ、停止線灯のような進行／停止の信号が必要のない誘導路交差点に設置することが勧告されている(5.3.18.1)ので、本空港においても航空機の地上走行動線を考慮し、必要な箇所に設置するものとする。

設置箇所は、交差する誘導路の至近縁から30m以上、60mまでの地点で航空機相互間の距離が15m以上確保出来る位置を選定し、誘導路中心線に対して直角な線上に、誘導路中心線に対称に1.5m間隔に3灯設置する。DWG2-L22に配置を、DWG2-L23に設置場所を示す。

回路は、誘導路中心線灯の6.6A直列配電回路と同一回路とする。

灯器の設置方法および絶縁変圧器の収納方法は、誘導路中心線灯に準ずる。

灯器の配光特性は、第14付属書、第1巻、付録2の図2.15に適合するものとし、灯色は黄色とする。

2.15 誘導案内灯

ICAO基準によれば、誘導案内灯は運行区域上の特定地点あるいは行先、または、空港に提供される地上走行誘導及び管制システムの要件に適合するためのその他の情報を提供するため、指示・指令、情報の伝達をしなければならない(5.4.1)。

誘導案内灯は、表示事項により以下のように分類される。

- 1) 命令・指示表示板 (飛行場管制塔から許可がない限り、地上走行中の航空機、若しくは車両が、そこから先に進行してはいけない地点を識別するために設置する)

滑走路指示番号表示板

カテゴリーI、II、IIIの待機位置表示板

地上走行待機位置表示板

立入禁止表示板

- 2) 情報表示板 (特定の場所、又は経路(方向・行先)情報を表示板によって識別する運用上の必要がある所に設置する)

方向表示板

位置表示板

行先表示版
滑走路離脱口表示板
滑走路解放表示板

それぞれの配置については次の通りである。

1) 滑走路指示番号表示板

誘導路／滑走路交差点、及び滑走路／滑走路交差点に、第14付属書1巻、図5.20に示されているA形式の地上走行待機位置標識を補足して進入方向に向かって左側に設置する。誘導路／滑走路交差点では、実行可能な限り誘導路の両側に設置する。

2) カテゴリーI、II、IIIの待機位置表示板

B形式の地上走行待機位置標識を補足して進入方向に向かって左側に設置する。実行可能な限り誘導路の両側に設置する。

3) 地上走行待機位置表示板

障害物制限表面又は該当するILS/MLSクリティカル・センシティブ地区への接近方向に面して、地上滑走待機位置標識地点における誘導路の両側に設置する。

4) 立入禁止表示板

立入りが禁止される区域の起点に操縦士から見て誘導路の左側に設置する。実行可能な限り両側に設置する。

5) 方向表示板

誘導路の交差部に誘導路交差点標識の左側に設置する。標識の無い場合交差する誘導路中心線から60m手前の地点における誘導路の左側に設置する。

6) 位置表示板

エプロン出口、誘導路／誘導路、誘導路／滑走路、滑走路／滑走路の交差部等に単独又は方向表示板、滑走路指示番号表示板と共に設置する。

7) 行先表示版

《CARGO》、《GENERAL AVIATION》、《MAINTENANCE》等、特定場所への

方角を示す必要がある場所の誘導路の左側に設置する。

8) 滑走路離脱口表示板

離脱誘導路と滑走路の接点より 60m 以上手前の地点において、滑走路の離脱する誘導路側に設置する。

9) 滑走路解放表示板

離脱に使用される誘導路に誘導路中心線灯の設置がされていない場合に、滑走路を出る航空機の操縦士に対して、ILS/MLS クリティカル・センシティブ地区、又は内側転移表面の下縁のいずれか滑走路中心線から遠い方の境界を示すために設置するものであり、本空港ではすべての誘導路にカラーコーティングされた誘導路中心線灯が設置されているため設置しない。

DWG2-L24 に誘導案内灯の配置を示す。設置位置は可能な限り、誘導路舗装縁から誘導案内灯の最近端まで 20m の距離、滑走路舗装縁から 15m の距離とする。

回路は 6.6A 直列配電回路とし、最寄りの誘導路灯回路と同一回路とする。

設置に関しては、コンクリート製の基台に可折接手を使用して、プロペラ又はジェット機のエンジンポットとのクリアランスがとれるよう十分に低く設置する。設置高さは、1.1m を超えないようにする。また、絶縁変圧器は灯器設置の基台と一体で変圧器収納箱を設け、その中に収納する。

灯器は脆弱性で、文字/記号の高さは 40cm、表面の高さは 80cm 以上とする。命令・指示表示板は赤字に白、情報表示板は位置表示板を除いて黄色地に黒、位置表示板は黒字に黄色とし、単独設置の場合は黄色で緑取りをする。又、複数の方向表示を行う場合は隣接の境を黒線で区切る。

配光特性その他設計上の要件は、第 14 付属書、第 1 巻、付録 4. に適合したものとする。

2.16 車両通路待機位置灯

ICAO ANNEX14 の 5.3.23.2 において滑走路が滑走路視程距離条件が 350m 以下での使用が考えられる場合、滑走路に機能する各車両道路待機位置には、車両通路待機位置灯が設置されなければならないと規定されている。このため設置することとする。

設置は、コンクリート製の基礎に地上型灯器を設置する。標準配置図を DWG2-L24 に示す。

電源は、主又副両灯火用変電所からそれぞれ低圧で配電する。制御に関しては管制塔および主・副灯火用変電所において、オン・オフ制御できるものとする。

2.17 駐機位置指示灯

ICAO 基準によれば、地上誘導員（マーシャラー）による誘導が行われる場合には、設置しなくても良いが、天候条件、航空機数及び機種、エプロン上の航空機の前面の利用可能スペースが少なく操縦席から死角になる場合等、マーシャラーによる誘導が困難な場合が生ずる。地上業務設備や搭乗橋等に関連して正確性を求められる場合には、設置することが望ましい（5.3.21.1）。

方式は、操縦士、副操縦士の双方が利用できるものとし、更にエプロンへ埋設物等施設を要せず、スポット使用のすべての機種が利用できるものとする。さらに、前記の条件を満足するものとして、CCD カメラを用いてパターン認識を行う方式や、レーザーレーダを用いてパターン認識又は航空機のノーズ検出をおこなうものがあるが、具体的な仕様については今後検討を要す。

設置する箇所は、搭乗橋が設置され、あるいは将来設置が予定されるすべてのスポットである。DWG2-L1 に設置箇所を示した。

電源回路については旅客ターミナルビル変電所より高圧で供給されるターミナルビル内電気室（キュービクル）で降圧し、予備発電機にてバックアップされている電源から、低圧単相2線式で供給を受けるものとする。また、信号回路については総合コントロールセンターより監視制御が可能であることとする。

取り付けは、旅客ターミナルビルのアンカービーム外壁に取付け金具を設置し、そこに固定するものとする。

特性に関しては、第14付属書、第1巻、5.3.21.3～5.3.21.8, 5.3.21.11～5.3.21.13 及び 5.3.21.16～5.3.21.20 の仕様に適合するものとする。

2.18 エプロン照明灯

ICAO 基準によれば、夜間の使用が意図されるエプロン及び隔離航空機の指定駐機場所には、エプロン照明灯を設置することが勧告されている（5.3.20.1）。

設置場所は、航空機スタンド上の影の部分を最小に留めるよう、航空機スタンド間にエプロン照明灯を配置し、2方向から照射するようにする。配置をDWG2-L25(1/3)～(3/3)に示し、基礎構造はDWG2-L28に示す。

電源は、旅客ターミナルビル用変電所より配電するB電源（非常用予備発電機によるバックアップのある電源）及びC電源（商用電源のみの電源）10KVを旅客ターミナルビル内電気室、及び変電キュービクルで降圧し、それぞれの灯柱の灯火に給電する。管路図をDWG2-E10(1/3)～(3/3)に示す。また、監視・制御については、ターミナル地区、貨物地区、整備用地区の変電所内に制御装置を設け、総合コントロールセンター室内より全てのエプロン照明を遠方制御・監視が可能であることとする。それとともに、主灯火用変電所内にエプロン監視装置を設置し、更に各灯柱付近にも開閉器盤を設け手元開閉器により開閉出来ることとする。尚、エプロン自動管理システムが導入された場合、同システムによる制御・監視が可能なこととする。

灯柱はスポットとスポットの間、搭乗橋の固定脚横に高さ25mの一括昇降式の鋼管柱を設置し、これに灯器及び安定器を取付ける。搭乗橋の無いスポットについても同様の位置に建柱する。ただし、ターミナル地区オープンスポット部分は20mの一括昇降式の鋼管柱とする。この場合の設置位置については、2m幅の緑地帯の部分を検討したが、誘導路とのクリアランスの確保が難しいため、6m幅の車両通行帯で車両通行の妨げとならない場所を候補地とする。

尚、灯柱をサービスカーの衝突により被害を受けないように灯柱及び開閉器盤の周囲に防護柵を設ける。

灯器は、広角のカットオフ型とし、光源は効率と演色性を考慮して、高圧ナトリウムランプとメタルハライドランプをほぼ光束比2：1となるように使用する。航空機駐機位置（スポット）における水平面照度は、30ルクス以上、（夜間駐機地区、整備地区、貨物地区の照度は25ルクス以上）均整度は、平均：最小が4：1以内、鉛直面照度は、エプロン上2mの高さで関連方向に30ルクス以上、（夜間駐機地区、整備地区、貨物地区の照度は25ルクス以上）、その他の区域は10ルクス以上となるように灯器数を選定する。

2.19 スポット番号表示灯

スポット番号表示灯は、航空機の操縦者に対して、航空機を、駐機すべきスポットを識別するために、スポットの符号・番号等を標示する灯火である。スポット番号標示灯に関してはICAO基準に定めが無いが、スポット数の多い大空港においては航空機の地

上走行および駐機の効率的な運用を確保するため、本空港においても設置することとする。

灯器は、旅客ターミナルビルのアンカービーム外壁面に駐機位置指示灯と併設する。また、ターミナル地区オープンスポットにも中国側の要求により設置するものとする。設置箇所をDWG2-L1に示す。

灯器は黒地の背景に白色の記号・文字を配したものとし、夜間及び低視程時には、記号・文字に沿って埋込まれた反射型電球、LED、若しくは光りファイバー等によって照明されるものとする。標示事項はスポット名、及びそのスポットの緯度経度とする。

電源は、当該スポットの駐機位置指示灯が受電する電気室/電源キュービクルから低圧で受電する。監視制御は、総合コントロールセンタで可能なものとする。

2.20 飛行場灯台

ICAO 基準によれば、飛行場灯台は夜間使用を意図する飛行場で運用上必要な場合設置することが規定されている (5.3.3.1)。具体的には、以下の条件が一つ以上存在することとされている (5.3.3.3)。

- a) 航空機が主として目視手段で航行する場合、
- b) 低視程が頻繁に生ずる場合、
- c) 周辺の灯火地形のために飛行場位置の判別が困難な場合。

本空港では低視程時の運行が予想されることから設置することとする。

飛行場灯台は周辺の背景輝度が低いところで、管制塔の管制官、進入航空機の操縦者に対しグレア障害を与えないような場所で、主方向に対するビームの障害が無いところに設置することが要求される。これらの条件を満足し、かつ、他施設と調和する位置として、DWG2-L26に示す場所を選定した。

設置にあたり、管制塔の管制官に対しグレアを与えないようにするためには、少なくとも灯火の主ビームより下1度の線が管制塔のVFR室にかからないようにする必要がある。このため、構造物により灯器を高所に設置する。

必要な高さは下記により求める。

$$h = H - L \cdot \tan 1^\circ$$

管制塔VFR室窓面の上縁の高さ（海拔高）-----H
管制塔と飛行場灯台の水平距離-----L
飛行場灯台の最低必要高さ（海拔高）-----h

構造物の高さが25m以上の場合、保守性を考慮して構造物を一括昇降式とするか、構造物に簡易な昇降装置を設ける。

電源は主灯火用変電所から高圧で配電し、飛行場灯台設置場所付近に変圧器キュービクルを設置し、低圧に変成して灯台に給電する。

監視制御は、主灯火用変電所と上記キュービクル及び灯台との間に信号ケーブルを敷設し、管制塔及び主灯火用変電所から遠方操作によりオン・オフ制御が出来るようにする。また、飛行場灯台の状態表示を管制塔及び主灯火用変電所に対し行うものとする。

灯器の配光特性等要求性能は、ICAO第14付属書5.3.3.6～5.3.3.7に適合するものとする。また、予備灯を備え、主灯断芯時に自動的に予備灯に切替えると共に、主灯断芯の信号を監視室に送るための接点を有するものとする。回転装置部には冬季不点灯時の凍結防止用のヒーターを備えるものとする。

2.21 風向灯

ICAO基準によれば、飛行場には少なくとも1基の風向指示器を設置しなければならず、飛行場が夜間に使用される場合には、そのうちの一つには照明の設備を施すことが勧告されている(5.1.1.1, 5.1.1.5)ので、本空港には設置することとする。

飛行場の風向・風速等の気象情報は、ATISで得られるので、風向灯はDWG2-L26に示す滑走路の両進入方向の接地帯側方に設置し、地域的偏流の有無の検証に役立たせることとする。

灯器は、灯柱と灯柱を中心に風向により自由に回転出来る吹き流しと、吹き流しを照明する灯火から構成される。吹き流しは円錐形で、長さ3.6m以上、大きい方の直径は、0.9m以上とする。吹き流しの色彩は橙色と白色の交互の帯状とし、最初と最後の色彩を橙色とする。吹き流しを照明する灯火の配光特性については第14付属書に規定されておらず、『少なくとも300m上空から明瞭に視認し理解できること』としている。従って、100W程度の白熱電球を光源とする灯火4灯で照明するものとする。

設置は、コンクリート製の基礎に灯柱を埋込み固定する。標準設置図をDWG2-L27に示す。また、灯器の支柱を中心として内径15m、幅1.2mの白色の円形帯を設け、円