

日本国 国際協力事業団
中華人民共和国
上海市人民政府科学技術委員会

上海浦東国際空港実施設計調査

最終報告書

概要版

1997年9月

JICA LIBRARY



J 1141151 (9)

日本工営株式会社
株式会社日建設計

社調一

CR(3)

97-107

日本国 国際協力事業団
中華人民共和国
上海市人民政府科学技術委員会

上海浦東国際空港実施設計調査

最終報告書

概要版

1997年9月

日本工営株式会社
株式会社日建設計



通貨換算率 (1997.9.1)
1元= 14.77円
100円= 6.77元

序 文

日本国政府は中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の上海浦東国際空港建設計画にかかる実施設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年5月から平成9年8月までの間、2回にわたり日本工営株式会社の佐伯登志夫氏を団長とする、日本工営株式会社および株式会社日建設計から構成される調査団を現地に派遣しました。また、財団法人港湾空港建設技術サービスセンター常務理事の神田勝己氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

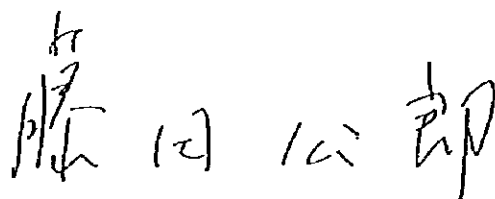
調査団は、中国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成9年9月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎



伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

今般、中華人民共和国における上海浦東国際空港実施設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は「中国十大経済建設」である浦東開発計画のなかで最上位に位置する上海浦東国際空港建設にかかる総体設計、基本設計及び詳細設計を平成8年5月より平成9年9月までの約17カ月にわたり実施いたしてまいりました。

総体設計では将来の航空需要に対処できる空港施設のレイアウトの決定、第1期飛行区を中心とした基本設計及び詳細設計では、飛行区の用地造成、排水、舗装等の土木施設、航空灯火、航空給油、消防救難などの主要な施設について取り纏めたものであります。

本報告書は、概要版、主報告書、図面集、入札書類及び資料集から構成されております。概要版は調査結果の要約、主報告書は調査全体の要旨、入札と工事に必要となる図面集及び入札書類、資料集には本調査に関連する参考資料を掲載してあります。

本報告書を提出するにあたり、全期間にわたり、多大な御支援と御助言を賜った貴事業団、作業監理委員会並びに中国政府諸関係機関の関係者各位に対し、心より感謝申し上げます。本調査の結果が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願う次第であります。

平成9年9月

上海浦東国際空港実施設計調査

調査団 団長 佐伯 登志夫

まえがき

本報告書は、上海浦東国際空港基本計画調査 (JICA F/S 調査)に引き続き、日本国 国際協力事業団の委託により日本工営株式会社と株式会社日建設計の共同企業体を実施した上海浦東国際空港実施設計調査の最終報告書の概要版である。

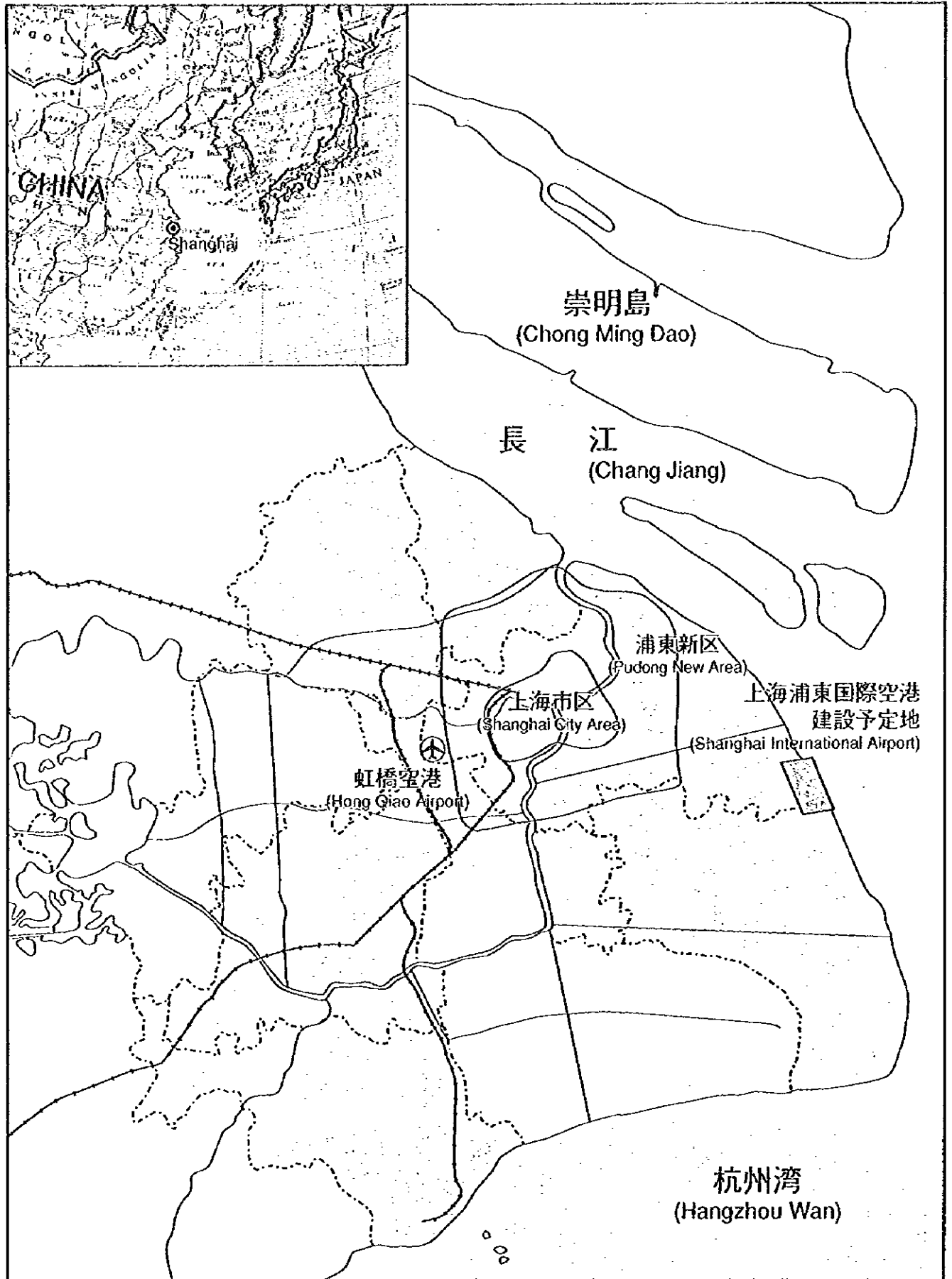
本報告書は、総体設計編、第1期飛行区を中心とした基本設計編及び詳細設計編の3編から構成されている。

総体設計のポイントは、将来の航空需要に対処できる空港施設のレイアウトを決めることにあり、将来の拡張に対して柔軟性を持たせることに最も留意して中国側関係者と十分な協議を行った。施設レイアウト決定には、ターミナル地区計画との整合性が大きな制約条件となり、計画調整にかなりの時間を費やした。次に、決定された施設配置を基に、飛行区の主要な課題について検討を行い、用地造成、排水施設、舗装施設等の土木施設、航空灯火、航空給油、消防救難などの主要な施設について、基本設計及び詳細設計を実施した。基本設計、詳細設計の遂行にあたり、中国側の設計基準または設計思想を可能な限り尊重し、最新の技術を取り入れた設計を行ったが、一部の最新の技術については、設計基準や設計思想が未だ定着していないため、日本または国際的な設計思想を採用して設計したことをご理解いただきたい。

本実施設計調査に於ける作業成果の内容が、上海浦東国際空港の整備に使われると共に、中国の空港近代化に少しでも貢献するならば、調査団としてこのうえない喜びである。

1997年9月

日本工営株式会社
株式会社日建設計



位 置 図

上海浦東國際空港実施設計調査
最終報告書
概要版

第I編 総体設計編

第II編 基本設計編

第II-1編 飛行区土木施設

第II-2編 航空灯火施設

第II-3編 航空給油施設

第II-4編 消防・救難施設

第III編 詳細設計編

第III-1編 飛行区土木施設

第III-2編 航空灯火施設

第III-3編 航空給油施設

第III-4編 消防・救難施設

上海浦東國際空港実施設計調査
最終報告書 概要版

目次

第I編	总体設計編	1
第1章	計画基礎数値の検討	3
第2章	平面配置計画	6
第II編	基本設計編	15
第II-1編	飛行区土木施設	17
第1章	用地造成設計	19
第2章	軟弱地盤改良計画	22
第3章	排水設計	29
第4章	舗装設計	33
第5章	附施設設計	39
第6章	構造物設計	43
第7章	工事計画	49
第II-2編	航空灯火施設	53
第1章	設計条件	55
第2章	航空灯火設計	59
第3章	電源設備基本設計	65
第4章	電源局舎設計	68
第5章	概算工事費	70
第II-3編	航空給油施設	71
第1章	設計範囲及び設計概要	73
第2章	設計条件	74
第3章	燃料受入、貯蔵設備	76
第4章	ハイドラント設備	78
第5章	付帯設備	80
第6章	消火・給排水設備	81
第7章	電気・計装設備	82
第8章	土木・建築設備	84
第9章	工事工程・概算工事費	85
第II-4編	消防・救難施設	89
第1章	消防・救難計画	91
第2章	車両配置計画	93
第3章	施設計画	95
第4章	概算工事費	110

第 III 編	詳細設計編	113
第 III-1 編	飛行区土木施設	115
第 1 章	設計方針（基本設計との変更事項）	117
第 2 章	用地造成設計	118
第 3 章	場内排水施設設計	120
第 4 章	調節池及びポンプ施設	121
第 5 章	舗装設計	124
第 6 章	附帯施設設計	129
第 7 章	工事計画	130
第 III-2 編	航空灯火施設	135
第 1 章	基本設計からの変更点	137
第 2 章	詳細設計条件	139
第 3 章	協議内容	140
第 4 章	設計内容	143
第 5 章	施工計画/事業費積算	147
第 III-3 編	航空給油施設	151
第 1 章	設計範囲及び設計概要	153
第 2 章	航空給油施設	154
第 3 章	工事計画及びフラッシング計画	160
第 4 章	積算工事費	165
第 III-4 編	消防・救難施設	167
第 1 章	消防・救難計画	169
第 2 章	車両配置計画	171
第 3 章	施設計画	173
第 4 章	工事費積算	177

航空関係用語集

- ABN** (Aerodrome Beacon)
飛行場灯台のこと。
- ACC** (Area Control Center)
航空路管制機関のことで、管轄する管制空域内を飛行する航空機に対して、航空路管制業務、進入管制業務等を実施する機関である。
- AGL** (Approach Guidance Light)
進入灯火のこと。
- AGT** (Automated Guideway Transportation System)
旅客輸送システムのこと。
- AIP** (Aeronautical Information Publication)
航空路誌のことで、国が発行する出版物であり航空機の運航のために必要な恒久的情報を集録する。
- ALS** (Approach Lighting System)
進入灯のこと。
- APAPI** (Abbreviated Precision Approach Path Indicator)
進入角指示灯（コード番号が1または2）のこと。
- ASIS** (Aircraft Stand Identification Light)
スポット番号表示灯
- ASR** (Airport Surveillance Radar)
空港監視レーダーのことで、出発・進入機の誘導及び航空機相互の間隔設定等ターミナルレーダー管制業務に使用される。
- ARSR** (Air Route Surveillance Rader)
航空路監視レーダーのことで、レーダーサイトから約370km以内の空域にある航空機位置を探知し、航空機の誘導及び航空機相互の間隔設定等レーダーを使用した航空機管制業務に使用される。
- CGL** (Circling Guidance Light)
旋回案内灯のこと。
- CIQ** (Customs・Immigration Quarantine)
税関業務・出入国管理業務・検疫業務のことで国際線が離発着する空港には必ず置かれている。
- DME** (Distance Measuring Equipment)
距離情報提供装置のことで、電波の伝達速度が一定であることを利用し、時間的経過から地上局までの距離を連続測定できる。
- ERBL** (Emergency Light)
非常用滑走路灯のこと。

FAA	(Federal Aviation Administration) アメリカ連邦航空局のこと。
FANS	(Future Air Navigation System) 衛星及びデジタル通信技術の中核とした新しい航空交通管理システムである。
FLO	(Apron Floodlight) エプロン照明灯のこと。
FIR	(Flight Information Region) 飛行情報区のこと、各国が航空交通業務を担当する区域を示し、ICAOで決定される。
GSE	(Ground Service Equipment) 地上支援車両のこと。
IATA	(International Air Transport Association) 国際航空運送協会のことで、1945年、各国定期国際航空会社を会員として結成された団体である。
IBN	(Identification Beacon) 識別灯台のこと。
ICAO	(International Civil Aviation Organization) 国際民間航空機関のことで、1944年の国際民間航空条約（シカゴ条約）に基づいて設立された国連の専門機関の一つである。
IEC	(International Electrotechnical Commission) 国際電気標準会議のことで、1908年に正式に設立された国際機関である。
ILS	(Instrument Landing System) 計器着陸装置のことで、着陸する航空機に対して空港に設置されたILS地上施設から、進入方向と降下経路を示す二種類の誘導電波を放射し、所定のコースに沿った安全な着陸を可能とする着陸援助施設である。
LBN	(Land Mark Beacon) 地標航空灯台のこと。
LOM	(Locator) アウトマーカ上設置させるロケータのことである。
NDB	(Non Directional Radio Beacon) 無指向性無線標識施設のことで、航空路の要所又は空港に設置される。中長波帯の無指向性電波を放射し、航空機上で方向を探知できるようにする施設である。
NEMA	(National Electrical Manufacturer's Association) アメリカの電気機器メーカー協会の規格のことである。
OBL	(Obstacle Light) 航空障害灯のこと。
PALS	(Precision Approach Lighting System) 標準式進入灯のこと。

PAPI	(Precision Approach Path Indicator) 進入角指示灯（コード番号が3または4）のこと。
RAI	(Runway Alignment Indicator) 進入路指示灯のこと。
RCLL	(Runway Center Line Light) 滑走路中心線灯のこと。
RDML	(Runway Distance Marker Light) 滑走路距離灯のこと。
RBNL	(Runway Edge Light) 滑走路灯のこと。
RBDL	(Runway End Light) 滑走路末端灯のこと。
RTHL	(Runway Threshold Light) 滑走路終端灯のこと。
RTZL	(Runway Touchdown Zone Light) 滑走路接地帯灯のこと。
R/W	(Runway) 滑走路のこと。
RWYTIL	(Runway Threshold Identification Light) 滑走路末端識別灯のこと。
SALS	(Simple Approach Lighting System) 簡易式進入灯のこと。
SFL	(Sequenced Flashing Lighting) 連鎖式閃光灯のこと。
SID	(Standard Instrument Departure) 標準計器出発方式のことで、各滑走路から着陸して航空路に合流するまでの方式である。
SMGCS	(Surface Movement Guidance and Control System) 地上走行誘導管制システムのこと。
SSR	(Secondary Surveillance Radar) 二次監視レーダーのことで、ARSR 又は ASR と組み合わせて使用する。
STAR	(Standard Terminal Arrival Route) 標準到着経路のことで、航空路から計器進入方式のアプローチ・フィックスに至るまでを定めた経路である。
STBL	(Stopway Light) 停止線灯のこと。

STWL	(Stop Bar Light) 過走帯灯のこと。
TCLL	(Taxiway Center Line Light) 誘導路中心線灯のこと。
TBDL	(Taxiway Edge Light) 誘導路灯のこと。
THPL	(Taxiway Holding Position Light) 誘導路停止位置灯のこと。
TISL	(Taxiway Intersection Light) 誘導路交差点灯のこと。
TMA	(Terminal Control Area) ターミナルレーダー管制の空域（進入管制区）のことで航空機の安全確保が図られる。
TPIL	(Turning Point Identification Light) 旋回灯のこと。
T/W	(Taxiway) 誘導路のこと。
TXGS	(Taxing Guidance Sign) 誘導路案内灯のこと。
USAL	(Unservisability Light) 禁止区域灯のこと。
VASIS	(Visual Approach Slope Indicator System) 進入角指示灯のこと（滑走路両側に設置）。
VDGS	(Visual Docking Guidance System) 駐機位置指示灯のこと。
VOR	(VHF Omnidirectional Radio Range) 超短波全方向式無線標識施設のことで、超短波を用いて有効到達距離内の全ての航空機に対し、VOR 施設からの磁北に対する方位を連続的に支持することができる。
WBAR	(Wing Bar Light) 末端補助灯のこと。
WDIL	(Wing Direction Indicator Light) 風向灯のこと。

序章 調査結果の概要

1. 調査の背景

上海市は、長江河口南部に位置する人口1,300万人を擁する中国でも屈指の都市で、19世紀以降中国の経済をリードしてきたが、近年、過度の人口集中、都市インフラの不備等の問題を抱え、他の沿海部の都市の成長に比べ、国内での経済的地位が低下するようになった。

このため、上海市政府は、上海を再生させることを目的とした「浦東開発」の方針を打ち出し、この中で、輸送及びエネルギーの開発に重点を置くとともに、新空港建設には極めて高い優先順位を付している。係る方針のもと、同政府は、上海市郊外の浦東新区（市の中心部より南東約32km）に新空港を建設することを決定し、その建設に係るマスタープランの策定及び選定された優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査（以下「F/S調査」という）の実施を1992年12月に我が国に要請し、これを受け、我が国は調査の実施を決定し、1994年6月から翌年8月まで国際協力事業団（以下「JICA」という）による本格調査が実施された。

本調査の結果、第1期計画（2005年の航空需要を計画目標として2000年までに滑走路1本と関連する施設を建設する）、第2期計画（2020年の需要を計画目標として2010年までにオープンパラレルの2本目の滑走路と関連施設を建設する）及び将来計画（2本の平行滑走路の外側にクローズパラレルの3本目、4本目の滑走路と関連施設を建設する）が提案された。

この提案を受け、1995年8月、中国政府は、第1期計画を事業化すべく、飛行区、国際線ターミナル他の建設に係る実施設計の実施について、我が国に協力を要請した。これに対し、JICAは、1996年1月に予備調査を実施し、調査範囲を計画全体の総体設計及び第1期計画の飛行区設計とすることを中国側との間で確認した。また、同年2月には、上海市が検討している設計・建設工程とF/S提案工程とのすり合わせを行うべく、本F/S調査の補完調査を実施した。

1996年3月には、これら予備調査及び補完調査の結果を受け、JICAは事前調査団を派遣し、実施細則の協議・署名を行い、本調査として実施設計を実施することとなった。

一方、上海市人民政府科学技術委員会は、中華人民共和国政府の本調査に関する担当機関として、中華人民共和国関係機関の調整を行うとともに、国際協力事業団が派遣する調査団と協力して本調査の円滑な実施を図ることとなった。

2. 調査の目的と範囲、調査団構成

2.1 調査の目的

本調査は、中華人民共和国の要請に基づき、上海浦東国際空港に係るF/S調査結果を踏まえ、

- (1) 上海浦東国際空港建設計画全体を対象とした総体設計
- (2) 第1期計画対象施設内の飛行区[滑走路地区（土木施設、航空灯火施設）、消防・救難施設、航空給油施設]についての基本及び詳細設計

を実施することを目的とする。更に、調査に参画する中国側専門家に対し、現地調査業務を通じ、技術移転を行うことも本調査の重要な目的の1つである。

2.2 調査の範囲

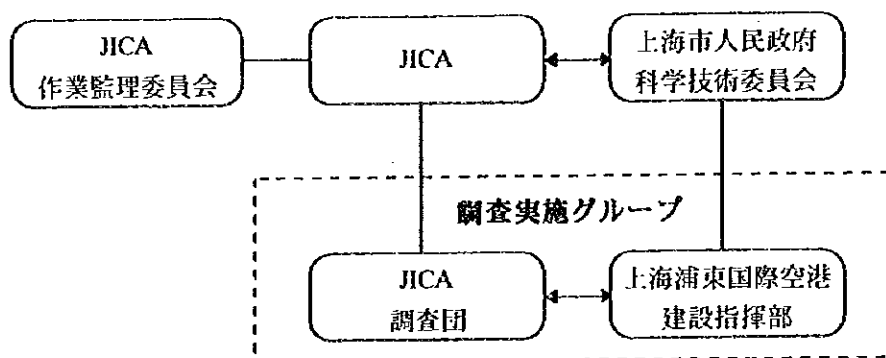
本調査は、1996年3月6日に署名された実施細則に基づき、空港建設全体を対象とした総体設計、第1期計画地区の飛行区についての基本及び詳細設計を実施するものであり、調査実施においては所定の報告書を作成し、中国側に対して説明、協議を十分行うものとする。

2.2 調査団の構成

本調査は、JICAと中国側の担当機関である上海市人民政府科学技術委員会との合意に基づき、JICA調査団と中国側の実施機関である上海浦東国際空港建設指揮部との共同作業により実施された。

JICAは、本調査に係る作業監理委員会を設置した。

本調査の構成は下記のとおりである。



JICA作業監理委員会は、下記の6名から構成された。

総括	かんだ 神田 勝己	(財) 港湾空港建設技術サービスセンター 常務理事
空港施設 (仕様・積算・入札)	にしむら 西村 拓	運輸省航空局飛行場部関西国際空港課 第二企画係長
空港施設 (土木施設)	きむら 木村 雅一	新東京国際空港公団工務部土木第一課 課長代理
空港施設 (航空保安施設)	やまだ 山田 徹	運輸省航空局管制保安部航行視覚援助業務室 専門官
空港施設 (給油、消防・救難施設)	ながわ 名川 吉治	運輸省航空局飛行場部建設課 補佐官

事業評価 もりた
森田 邦裕 海外経済協力基金業務第二部業務第一課
課長代理

上海市人民政府科学技術委員会の本調査担当メンバーは以下のとおりである。

華裕達	上海市科学技術委員会	主任
徐貫華	上海市科学技術委員会	副主任
胡家倫	上海市科学技術委員会	社会発展処処長
楊 清	上海市科学技術委員会	国際合作処処長

また、JICA調査団及び上海浦東国際空港建設指揮部のメンバーは以下のとおりである。

JICA調査団 : 上海浦東国際空港実施設計調査団
日本工営株式会社・株式会社日建設計共同企業体
上海浦東国際空港建設指揮部 :

なお、調査実施グループの下には、中国側コンサルタント「中国民航機場建設総公司」が支援した。(総括責任者:魏綺華、朱静遠)

3. 調査結果

3.1 計画基礎数値及び施設規模

計画基礎数値及び計画基礎数値に基づく施設概要を表-2に示す。

表-2 上海浦東国際空港施設概要表

	項目	単位	第1期計画 (2005年)	将来
計画基礎数値	1.年間旅客数 (2005年)	万人	2,000 [国内: 1,440 国際: 560]	7,000 [国内: 3,950 国際: 3,050]
	2.年間発着回数 (2005年)	回	126,000	320,000
	3.年間貨物取扱量 (2005年)	万 t	50 [国内: 15 国際: 35]	410 [国内: 170 国際: 240]
施設概要	1.基本施設			
	滑走路	m	4,000m×1本	4,000m×4本
	誘導路	式	1	1
	旅客エプロン	スポット	39	155
	貨物エプロン	"	8	27
	整備エプロン	"	18	47
	2.ターミナル施設			
	旅客ターミナル	m ²	200,000	800,000
	貨物ターミナル	"	65,000	520,000
	3.航空保安施設	式	1	1

3.2 設計概要

(1) 飛行区土木施設用地造成設計

1) 用地造成設計

- ・第1期地区飛行区（基本施設部分）について40mメッシュの実測値（1996年8月）を基に土工設計を行った結果、切土発生量約160万m³、盛土必要量約240万m³となり、不足土約80万m³については飛行区外から客土する。
- ・滑走路等基本施設の軟弱地盤改良工法は、重錐落下締固め工法を選定した。第1期地区の地盤改良面積は約200万m²である。

2) 排水設計

- ・空港内の排水は流末に自動調節水門、大型ポンプステーション及び調節池で構成される内水排除システムを採用した。なお、排水ポンプの制御については、他のターミナル地区、関連施設地区に設置されるポンプ等を総合的に管理させるシステムを提案した。
- ・飛行区の排水施設は5年確率降雨強度を対象とし、且つ50年確率に対しても、満水により安全運航が妨げられないよう留意した。

3) 舗装設計

- ・滑走路、誘導路の対象機材はNLA (B-747-400発展型) を考慮し、各交差部におけるフィレット形状は、ホイールベース、主脚車輪外縁間隔共に大きなB-777-300により設計した。
- ・舗装種別は中国における施工実績、経済性、耐久性及びメンテナンス技術等より判断し、セメントコンクリート舗装を採用した。

4) 付帯施設設計

- ・空港施設の維持管理及び保守点検のために場周道路、保安道路を設置した。
- ・飛行区への立入を禁止するために場周柵、門柵を設置した。
- ・ターミナル付近に航空機のプラストからランドサイドを通行する人、車両等を保護するためにコンクリート製のプラストフェンスを設置した。

(2) 航空灯火施設

- 1) 航空灯火施設は、次の4項目で特徴づけられる先進型地上走行誘導管制システム (A-SMGCS) への拡張性に配慮して設計した。

- ・断芯位置検出
- ・停止線灯
- ・駐機位置指示灯
- ・2重化電源

- 2) 運用の категория は、将来の categoria III への移行を前提に、 categoria II の運用が可能な設計とした。

(3) 航空給油施設

- 1) 航空給油施設は、日本及び国際的基準に基づき、国際的レベルの施設とした。
- 2) 中国の他の航空給油施設との整合、施設運用の習慣等を考慮して設計した。
- 3) 給油方式はハイドラント方式を基本とし、年間給油量は75.6万ト、貯蔵タンク設備として1万 m³タンクを6基設置する。

(4) 消防・救難施設

- 1) 消防・救難施設は、ICAOの規定、民航総局の規定に基づく他、中国側の可能性調査における計画方針を基本とした。
- 2) 救難システムは、日本のシステムと同様に大型救急医療作業車を配備し、空港周辺の救急医療体制を整備して対応するシステムへとした。
- 3) 施設としては、消防本所 (含訓練塔)、消防分所、救急車庫及び消防ポンプ室等を対象として設計した。

3.3 概算工事費

第1期計画対象施設の内飛行区土木施設、航空灯火施設、航空給油施設及び消防救難施設の概算工事費は約17.9億元と見積もられた。その内訳は、土木施設約9.0億元 (外貨分なし)、灯火施設約5.3億元 (外貨分約3.6億元)、給油施設約2.9億元 (外貨分約1.7億元)、消防救難施設約0.7億元 (外貨分約0.4億元) である。

表-3 工事費一覧表

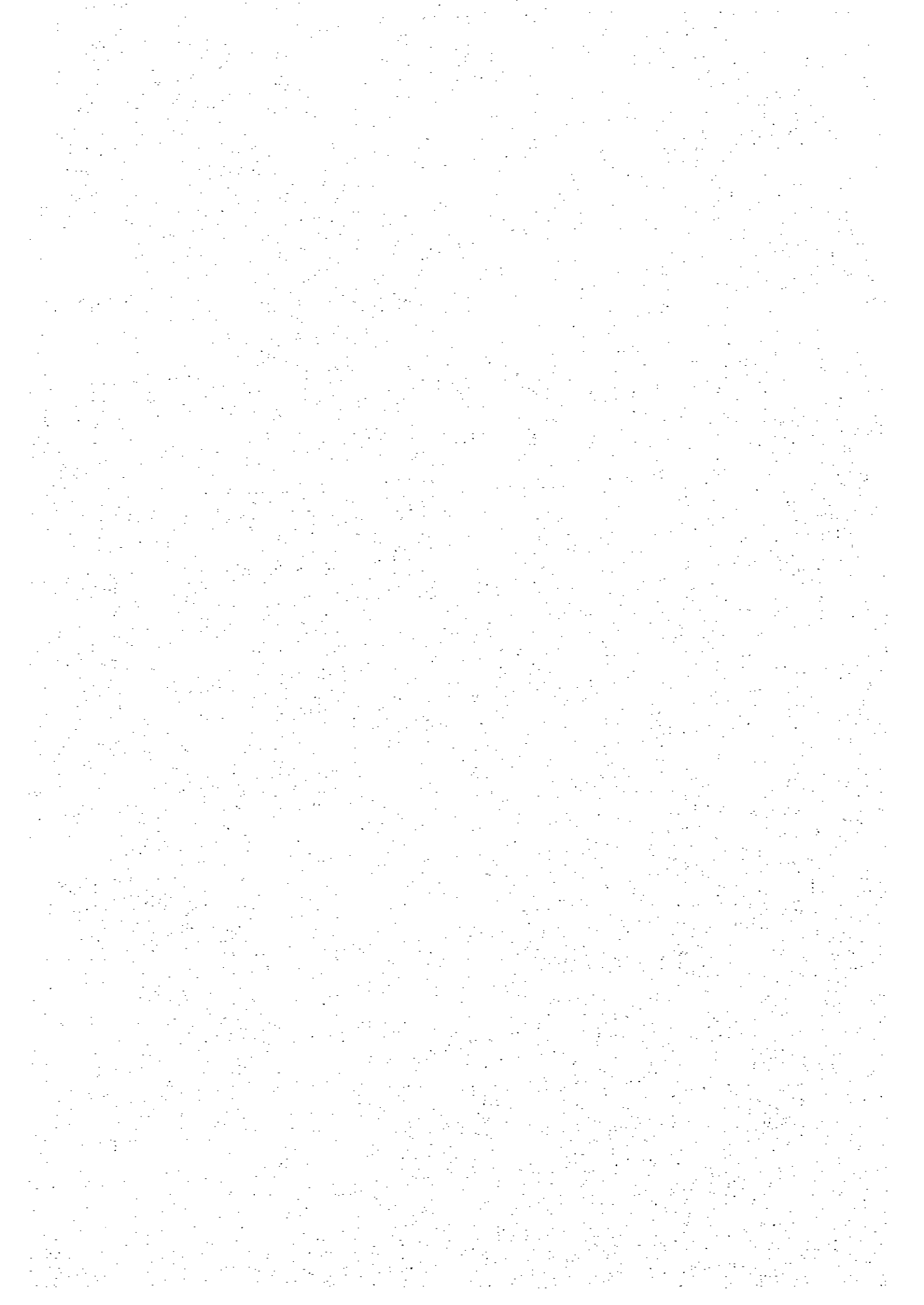
(単位：百万円)

	基本設計		詳細設計	
	工事費	うち外貨分	工事費	うち外貨分
土 木				
1)用地造成	427	0	248	0
2)舗装工事	547	0	490	0
3)排水溝	139	0	89	0
4)調節池・ポンプ場	106	0	25	0
5)付帯施設	26	0	45	0
小 計	1,245	0	897	0
航空灯火				
1) 直接工事費	674	478		
a)灯火	—	—	331	170
b)電源	—	—	89	86
c)輸送梱包他	—	—	42	42
2)間接費	156	156	60	60
3)電源局舎	20	0	7	0
小 計	850	634	529	358
給 油				
1)給油施設	548	272		
a)貯蔵基地	—	—	145	55
b)給油基地	—	—	67	82
c)プラットフォーム	—	—	83	36
小 計	548	272	295	173
消防・救難				
1)建築	18	0	13	0
2)消火システム	16	0	13	0
3)消防車輛等	47~56	35~40	46	42
小 計	81~90	35~40	72	42
合 計	2,724~2,733	941~946	1,793	573

Exchange Rate

1元=13円 (B/D) 、 1元=12.66円 (D/D)

第I編 総体設計編



第1章 計画基礎数値の検討

1.1 基本計画調査における基礎数値

1994年のJICAの実施した上海浦東国際空港基本計画調査（F/S）時においては、日本側、中国側でそれぞれ需要予測を実施し、それをベースとして計画基礎数値が整理された。具体的には上海市全体における航空需要予測値が浦東・虹橋の両空港の機能分担に基づいて配分され、整備計画基礎数値が設定されている。

基本計画調査時点で採用した航空需要及び計画基礎数値は以下の通りである。

表I-1.1.1 基本計画調査において計画に用いた需要

		2005年	2010年	2015年	2020年
旅客数 千人/年	国際線	6,500	12,000	16,800	26,200
	国内線	9,500	13,800	19,100	23,700
貨物量 千t/年	国際線	1,041	1,566	2,008	2,575
	国内線	303			748
旅客便数 回/年	国際線	32,260	57,690	78,320	118,550
	国内線	58,460	79,190	106,850	127,930

注：上海浦東国際空港の需要値である。

表I-1.1.2 各年次での需要予測に対応した計画基礎数値

		2005年	2010年	2015年	2020年
国内線	年間旅客数（万人）	950	1,380	1,910	2,370
	年間発着回数（回）	58,460	79,190	106,850	127,930
	ピーク時便数（片側）（便）	11	14	16	18
	ピーク時旅客（片側）（人）	2,338	3,156	3,740	4,603
	必要スポット数	17	21	24	27
	平均提供座席数（席）	250	265	275	285
	ピーク時集中度率（%）	12.5	11.5	10.5	10
国際線	年間旅客数（万人）	650	1,200	1,680	2,620
	年間発着回数（回）	32,260	57,690	78,320	118,550
	ピーク時便数（片側）（便）	7	12	16	23
	ピーク時旅客（片側）（人）	1,845	3,264	4,488	6,647
	必要スポット数	24	40	53	76
	平均提供座席数（席）	310	320	330	340
	ピーク時集中度率（%）	15	14	13.5	13
年間発着回数（合計）（回）		90,720	136,880	185,170	246,480

1.2 需要予測値の見直し

基本計画調査以後、想定された予測結果の実績との対比が可能となってきた。中国、特に上海においては経済発展に目を見張るものがあり、航空需要についても基本計画調査時点以降急増を続けている。基本計画調査の予測値と最近の航空需要実績と比較すると図I-1.2.1のとおり

であり、最近の動向を織り込んだ予測の見直しが必要と考えられた。

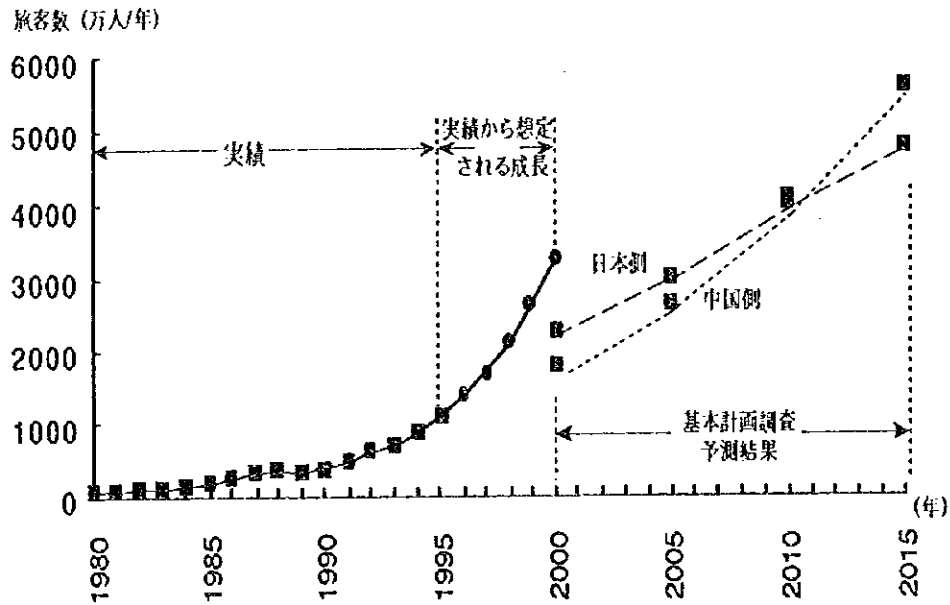


図 I-1.2.1 旅客実績と基本計画調査予測結果の差異

1996年に中国側が実施した可能性調査では JICA による基本計画調査以降の実績を踏え、以下の通り航空需要が更に整理されている。

(1) 航空旅客需要

表 I-1.2.1 可能性調査における航空旅客需要

年次	上海市全体	空港別旅客数		国際/国内	
		虹橋	浦東	国内	国際
2000年	2000万人	虹橋	1300万人	国内	1100万人
				国際	200万人
2005年	3300万人	浦東	700万人	国内	440万人
				国際	260万人
2010年	5300万人	虹橋	1300万人	国内	1100万人
				国際	200万人
2015年	10000万人	浦東	2000万人	国内	1440万人
				国際	560万人
2010年	5300万人	虹橋	1300万人	国内	1100万人
				国際	200万人
2015年	10000万人	浦東	4000万人	国内	2820万人
				国際	1180万人
2015年	10000万人	虹橋	3000万人	国内	2550万人
				国際	450万人
2015年	10000万人	浦東	7000万人	国内	3950万人
				国際	3050万人

(2) 航空貨物需要

表I-1.2.2 可行性調査における航空貨物予測結果

(単位：トン/年)

年次	上海市全体	浦東	虹橋
2000年	70万	25万	45万
2005年	120万	75万	45万
2010年	200万	155万	45万
2015年	600万	450万	150万

注) 手荷物を含む

1.3 計画基礎数値の設定

近年の実績および最新の国家計画、上海市等の上位計画を考慮した可行性調査の予測結果は、第1期計画における計画基礎数値設定として、最も妥当性の高い数値となっている。計画基礎数値の設定にあたっては、中国側との協議において、国際的な技術水準の確認、日本での算定基準等の情報交換が行われた成果が取りまとめられており、計画基礎数値として将来的に支障を来すものとはなっていない。

表I-1.3.1に可行性調査における計画基礎数値をとりまとめる。

表I-1.3.1 可行性調査における計画基礎数値

	2005年	将来
国内年間旅客数(万人)	1440	3950
国際年間旅客数(万人)	560	3050
合計年間旅客数(万人)	2000	7000
年間発着回数(回)	126,000	320,000
ピーク日旅客数(人)	67,000	240,000
ピーク時旅客数(人)	7,120	20,000
ピーク時便数(便)	35	84
必要スポット数	34	140
平均提供座席数(席)	250	365
ピーク時集中率(%)	10.6	
国内年間貨物量(t)	150,000	1,700,000
国際年間貨物量(t)	350,000	2,400,000
合計年間貨物量(t)	500,000	4,100,000
貨物便スポット数	3	25

第2章 平面配置計画

2.1 平面配置計画の方針

上海市浦東国際空港の平面配置計画は、JICAが実施したF/Sのレイアウトを起点として、その後ターミナルビルの方案募集結果を踏まえたレイアウト案が上海市指揮部の可能性調査において検討された。

(1) 可能性調査におけるレイアウト案とJICAのF/Sにおけるレイアウト案の主な相違点は以下に示すとおりである。

1) ターミナルビルの形状

可能性調査においては、方案募集において選定されたターミナルビル案に基づいて平面配置計画が行われている。JICAの実施したF/Sにおけるターミナルビルの形状（集中ターミナルサテライト方式）と方案募集で選定されたパリ空港公団（ADP）によるターミナル案（分散ターミナル方式）は大きく異なっているため、これに伴い、全体配置計画が異なっている。

2) 第一期計画における滑走路の位置

上海市はJICA F/S以降、空港全体の位置を東側へ700m移動した。これは、外堤防建設計画、西側開発用地計画等の調整を踏まえたものである。その結果、可能性調査における第一期滑走路はJICA F/Sの配置より、東側へ約700m移動している。

3) 将来計画における滑走路位置

4本の滑走路間隔及び滑走路端部位置が変更されている。これは、各滑走路運用形態、用地の形状（北側ほど海岸線が迫っているために用地幅が狭い）を踏まえての変更である。

(2) 総体設計における平面配置計画方針

上記の相違点を踏まえ、本総体設計における平面配置計画は以下の方針に基づいてすすめる。

1) 平面配置の原則は、上海市実施の可能性調査における平面配置案（以下中国案と呼ぶ）に基づくものとするが、ADP案では考慮されていないオープンエプロンの確保、整備地区の位置等については必要な検討を加える。

原則的事項

- ・ 滑走路の長さ、方位と概ねの配置
- ・ ターミナルビルの形態と概ねの配置
- ・ 貨物地区、整備地区、ユーティリティー地区等各エリアの概ねの配置
- ・ 空港用地の範囲

2) 空港内各施設の検討の進捗により明確となった所要寸法、面積等を基に中国案に必要な修正を加える。

- 3) 平面配置案の修正に際しては各施設間の調整を十分に行うものとする。特に基本施設（エアースайд）とターミナルビル、アクセス道路・鉄道（ランドサイド）の調整が最も重要である。

2.2 平面計画策定の条件整理

平面計画の条件は可行性調査報告書によるものとする。主な条件は以下のとおりである。

(1) 数値条件

乗降客数、取扱貨物量、必要スポット数については、可行性調査により以下のとおりとする。

表I-2.2.1 乗降客数

乗降客数	第一期(2005年)	将来
合計	20.0百万人/年	70.0百万人/年
国際線	5.6百万人/年	30.5百万人/年
国内線	14.4百万人/年	39.5百万人/年

表I-2.2.2 取扱貨物量

貨物量	第一期(2005年)	将来
合計	500千t/年	4100千t/年
国際線	350千t/年	2400千t/年
国内線	150千t/年	1700千t/年

表I-2.2.3 必要スポット数

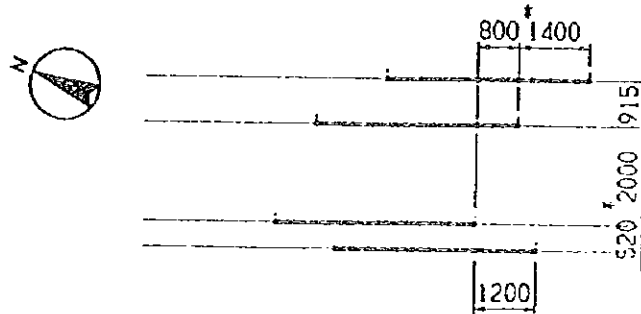
	第一期(2005年)	将来
乗降用	34スポット (3C,10D,21E)	140スポット
貨物用	3スポット	25スポット

(2) 用地条件

用地は、北側を江鎮河、南側を薛家弘港、西側を囲揚河、東側を外側堤防に囲まれた用地とする。将来計画に対しては、一期計画の東側に外側堤防を建設し、用地を造成する。

(3) 滑走路配置条件

4本の滑走路はいずれも4000mとし、各々の滑走路の関係は下図に示すとおりである。
方位は162°（真北）とする。



ただし、中央の2本の滑走路間隔2000m及び東側2本の滑走路のずれ1400mについては、旅客ターミナルビル計画との調整の上で決定するものとする。

(4) 施設ゾーニング

空港を構成する各地区のゾーニングの考え方は以下のとおりとする。

1) 旅客ターミナル地区、アクセス道路等

旅客ターミナル地区計画は、ADPコンセプトを基本とし、旅客ターミナル、アクセス道路等は中央の2本の滑走路の間に配置する。

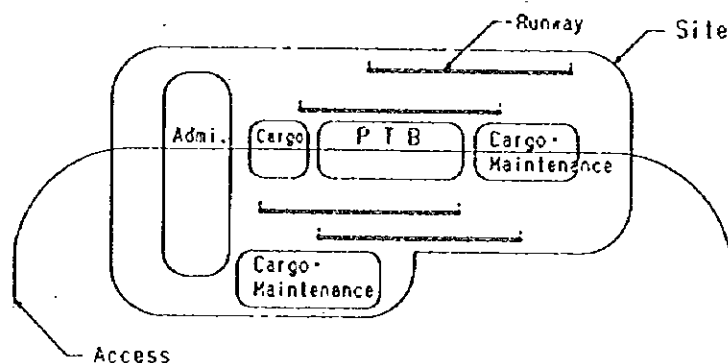
2) 貨物地区、整備地区

貨物地区、整備地区は第一期計画、将来計画を含めて、極力、中央の2本の滑走路の間でターミナルビルの北側及び南側に配置する。これは、機材の移動や貨物の移動を容易にするためである。

ただし、浦東空港の性格上、将来予想を上廻る貨物地区の需要拡大も考えられるので、滑走路西側地区にも貨物地区の将来用地を配置する。

3) 管理地区

管理地区はターミナル地区の北側、空港用地の入口付近の東西に配置する。



2.3 平面配置計画案

2.3.1 平面配置計画の内容

平面配置計画を検討した結果、中国案を以下の点（主要点）について変更する。

- ・滑走路に面した固定ゲート前面にオープンスポットを設ける。これに伴い、中央の2本の滑走路間隔を2000mから2260mに拡げる。また、最も東側の滑走路を南側に200m移動する。
- ・南北方向が極めて長い旅客ターミナル地区を約600m縮め、その分、旅客ターミナル地区南側の用地を広く確保し、貨物地区、整備地区に充てる。
- ・貨物地区を旅客ターミナル地区北側に、アクセス道路をはさんで東西2地区に配置する。また、旅客ターミナル地区南側の東側滑走路に面した側にも配置する。
- ・整備地区をターミナル南側に配置する。滑走路の西側の整備地区は、その分狭くする。
- ・アクセス道路、鉄道については、空港用地内へは高架で接続するものとする。
- ・東西の滑走路を結ぶGSE通路を南側にも設置する。

以下に各施設ごとに、平面配置計画の概要を説明する。

(1) 滑走路、誘導路システム

1) 滑走路

4本の滑走路は東西の2本ずつがそれぞれ独立運用できる配置となっている。

東側の2本の滑走路の間隔は915mであるのでそれぞれ交互に着陸が可能である。

西側の2本の滑走路の間隔は760mと等価であるので、末端が進入方向に近い滑走路を着陸用に、一方の滑走路を離陸用に分離して運用することが可能である。

2) 高速脱出誘導路の配置

高速脱出誘導路の位置は、大型機、中型機の使用を考慮して滑走路端部から約1,700m、約2,100m、約2,500mの3カ所とする。尚、約2,500mの高速脱出誘導路と滑走路端部の距離が1,500mと大きいために中間部に取付誘導路を設置する。

3) 平行誘導路、エプロン誘導路、エプロンの寸法

平行誘導路、エプロン誘導路、エプロンの寸法はICAO基準、中国基準を基に設定した。貨物地区、整備地区エプロンについても同様に設定した。

4) 取付誘導路

取付誘導路は、航空機の安全かつスムーズな移動を考慮し、配置する。

- ・ターミナル地区を挟んだ東西の滑走路は、2カ所の東西連絡誘導路で結ぶ。
- ・外側の滑走路へ連絡する誘導路は、滑走路の効率的運用のため3本ずつ設ける。
- ・旅客ターミナルビルコンコースの裏側のエプロンに出入りする誘導路は延長が長く1本しか無いために航空機の運用に支障をきたす可能性がある。このため、可能な限り2本の誘導路を設ける。

5) 滑走路、誘導路の対象機材としてはNLAを考慮する。

(2) 旅客ターミナルエプロン

1) ターミナルエプロンのスポット

ターミナルエプロン前面については、Eタイプ機材用スポットを18スポット設ける。ターミナル背面には、Dタイプ機材（ただし双発とし、B767-300とする）用スポットを10スポット設ける。

2) オープンスポット

オープンスポットには、エプロン寸法に応じてE,D,Cタイプ機材用スポットを適宜配置する。一期計両用オープンスポットについては、Cタイプ3スポット、Eタイプ8スポットとする。但し、最北のEタイプスポットは、Dタイプ兼用とする。

(3) 貨物地区

貨物地区は、前述のとおり旅客ターミナル地区の北側及び南側に配置する。

貨物地区への車両は、北側については、上海郊外幹線からアプローチする。また、南側については、同じく上海郊外幹線から空港エリアの南側を通りアプローチする。

貨物地区のスポット数は、第1期計画で8スポット、将来計画で27スポットとする。

尚、南側貨物地区は将来の整備地区の需要によっては、整備地区に変更することも考えられる。この場合には、貨物地区は、地下道路を建設し、滑走路西側地区に移すことが考えられる。

(4) 整備地区

整備地区は、旅客ターミナル地区の南側及び滑走路の西側に配置する。整備地区にはナイトステーエプロンを集中的に配置する。エプロンは、合計44機（Eタイプ）が駐機可能（第1期では15機）である。

また、別途、エンジンテストスポットを3スポット設置する。ハンガーについては、200m×150m規模の施設を11基設置可能（第1期では3基）である。

表I-2.3.1 スポット数

地区	種別	第一期 (2005年)	将来
旅客ターミナル エプロン	固定スポット	18E	72E
		10D	40D
	オープンスポット	8E	25E
		3C	15D 3C
合計	39スポット	155スポット	
貨物地区	—	8スポット	27スポット
整備地区	—	15スポット	44スポット
	エンジンテスト	3スポット	3スポット
	合計	18スポット	47スポット
合計		65スポット	229スポット

(5) その他エアサイド施設

1) 管制塔

管制塔は、ADPの案に基づいて配置する。

2) 消防、救難施設

ICAOで定められた規定に基づき、到達時間3分以内、可能であれば2分となるように配置する。

配置に当たっては第1期計画と全体計画の整合性に配慮するとともに第1期計画では用地を最小限に抑え、土地利用の効率化を図る計画とする。

中国基準に基づき空港内建物を含む地区内消防にも対応することから消防本所の位置については、管理地区のエプロン側に近接する位置とする。分所の配置については各々の滑走路の概ね中央部に設置することとし、到達時間の短縮化を図る。

3) GSE通路システム

GSE通路については、表I-2.3.2に示す4種類の幅員の通路を設置する。

表I-2.3.2 GSE通路幅員

幅員	設置場所
15m	①東西連絡通路
12m	②固定スポット（表）航空機後方
10m	③PTB沿い ④オープンスポット航空機後方 ⑤②と③を接続する通路、その他
7.5m	⑥オープンスポット航空機間
6m	⑦固定スポット（裏）航空機後方
3.5m	⑧オープンスポット航空機間

(6) アクセス施設、道路

1) アクセス施設

空港へのアクセス施設としては、高速道路と鉄道がある。高速道路、鉄道とも、空港用地内は高架で設置されるものとする。

2) 道路

道路の分類と幅員を表I-2.3.3に示す。

表I-2.3.3 道路幅員の計画

構内道路	
幹線道路	60m (4車線、将来6車線)
準幹線道路	40m (4車線)
区画道路	30m (4車線)
区画内道路	20m (2車線)

(7) 管理地区

1) 管理施設地区

管理施設は、旅客ターミナル地区の北側にまとめて配置する。

2) ユーティリティー地区

ユーティリティー地区は、用地の北側にまとめて配置する。各ユーティリティーは、アクセス道路もしくは、幹線道路沿いに用地内に入り、ユーティリティー地区を經由して管理地区、ターミナルビル、貨物地区、整備地区、飛行区の各地区に供給される。汚水については、逆のルートでユーティリティー地区で処理され、排水される。

3) 航空会社地区

航空会社地区は、用地の西側にまとめて配置する。

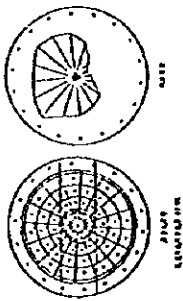
2.3.2 平面配置計画案

検討に基づき作成した平面配置計画図案を 図I-2.3.1 将来計画案及び図I-2.3.2 第一期計画案に示す。

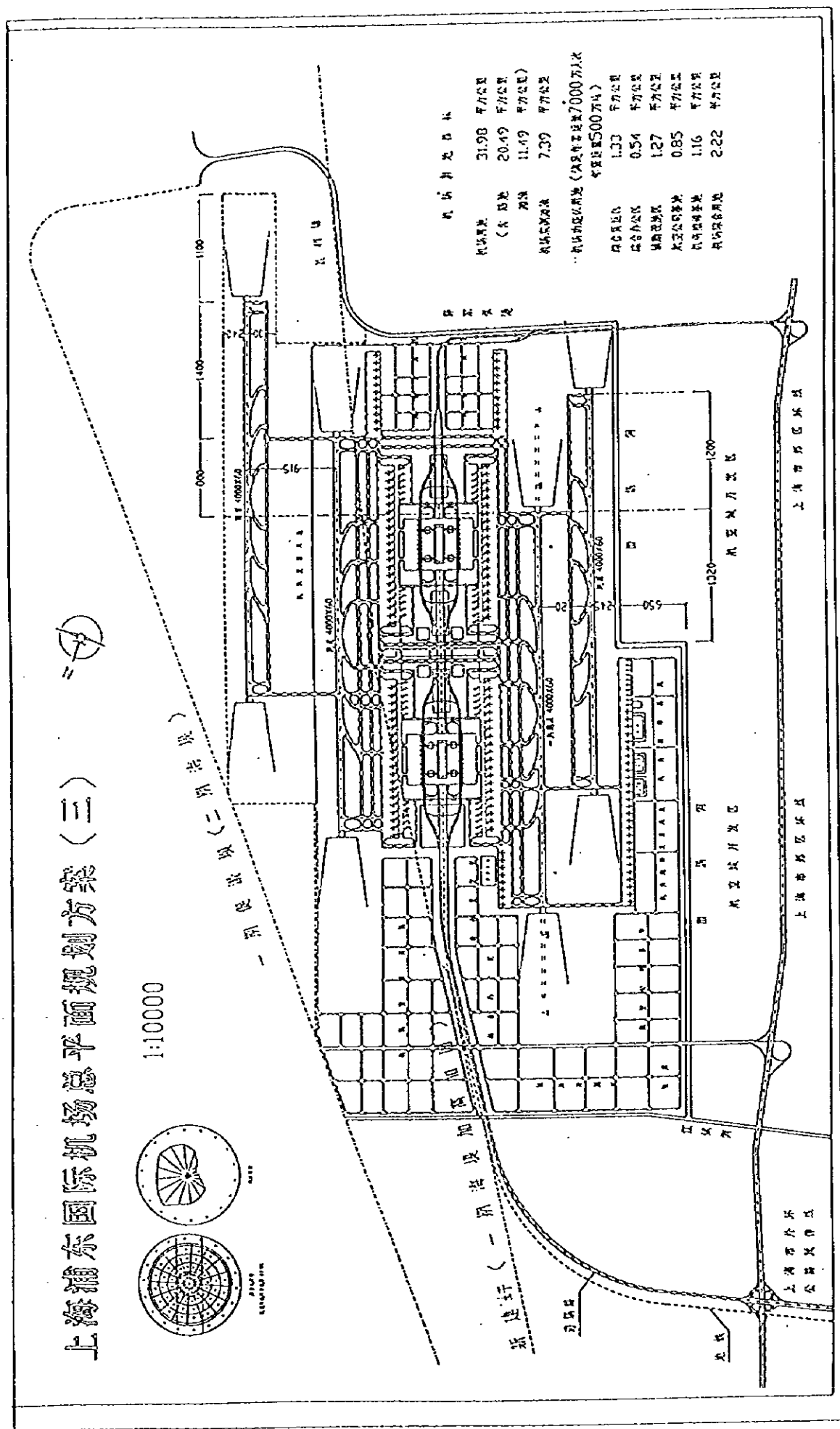
上海浦东国际机场总平面规划方案 (三)



1:10000



第一跑道线 (二期北界限)



机场用地面积

机场用地	31.98	平方公里
(含跑道)	20.19	平方公里
站坪	11.49	平方公里
机场服务设施	7.39	平方公里

机场用地总用地 (按跑道长度7000万米
计算) 500万米

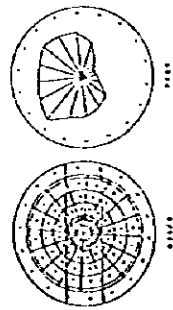
跑道用地	1.33	平方公里
站坪用地	0.54	平方公里
航站楼用地	1.27	平方公里
航空公用设施	0.85	平方公里
机场服务设施	1.16	平方公里
机场综合用地	2.22	平方公里

图 Y-2.3.1 将来计画案

上海浦东国际机场总平面规划方案 (三)

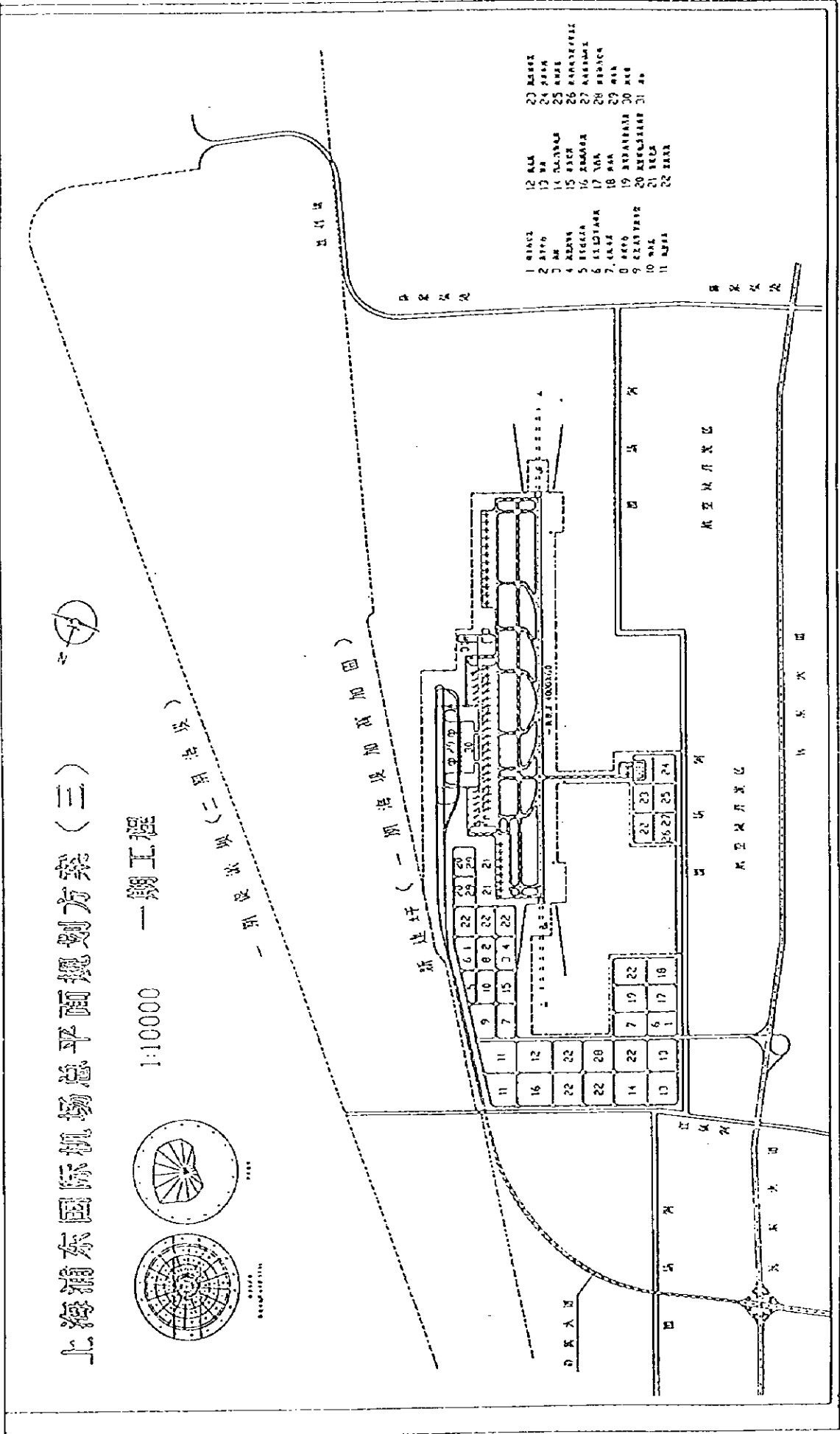


1:10000 一期工程



一期及二期 (二期指续)

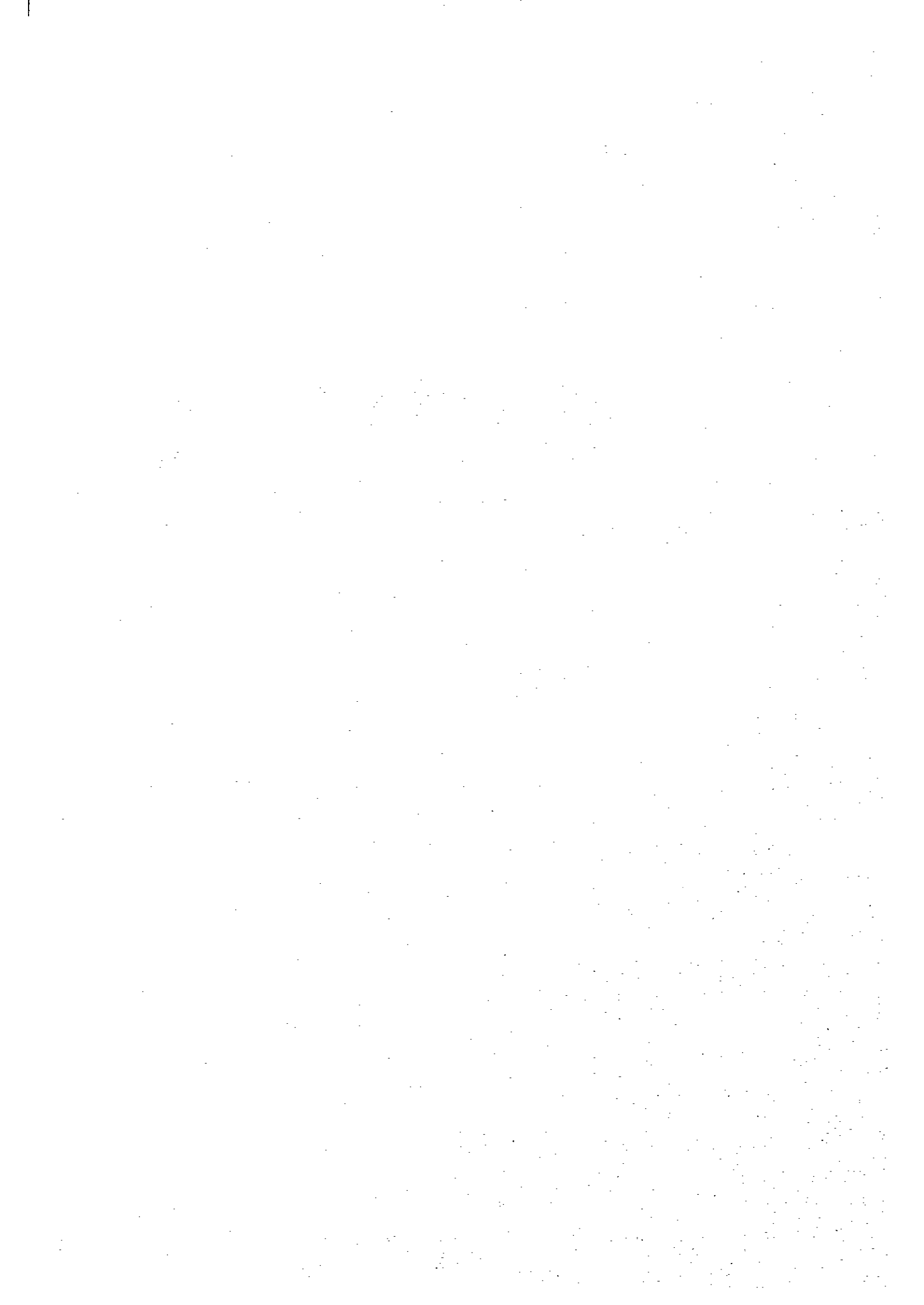
新建坪 (一期指续及二期指续)



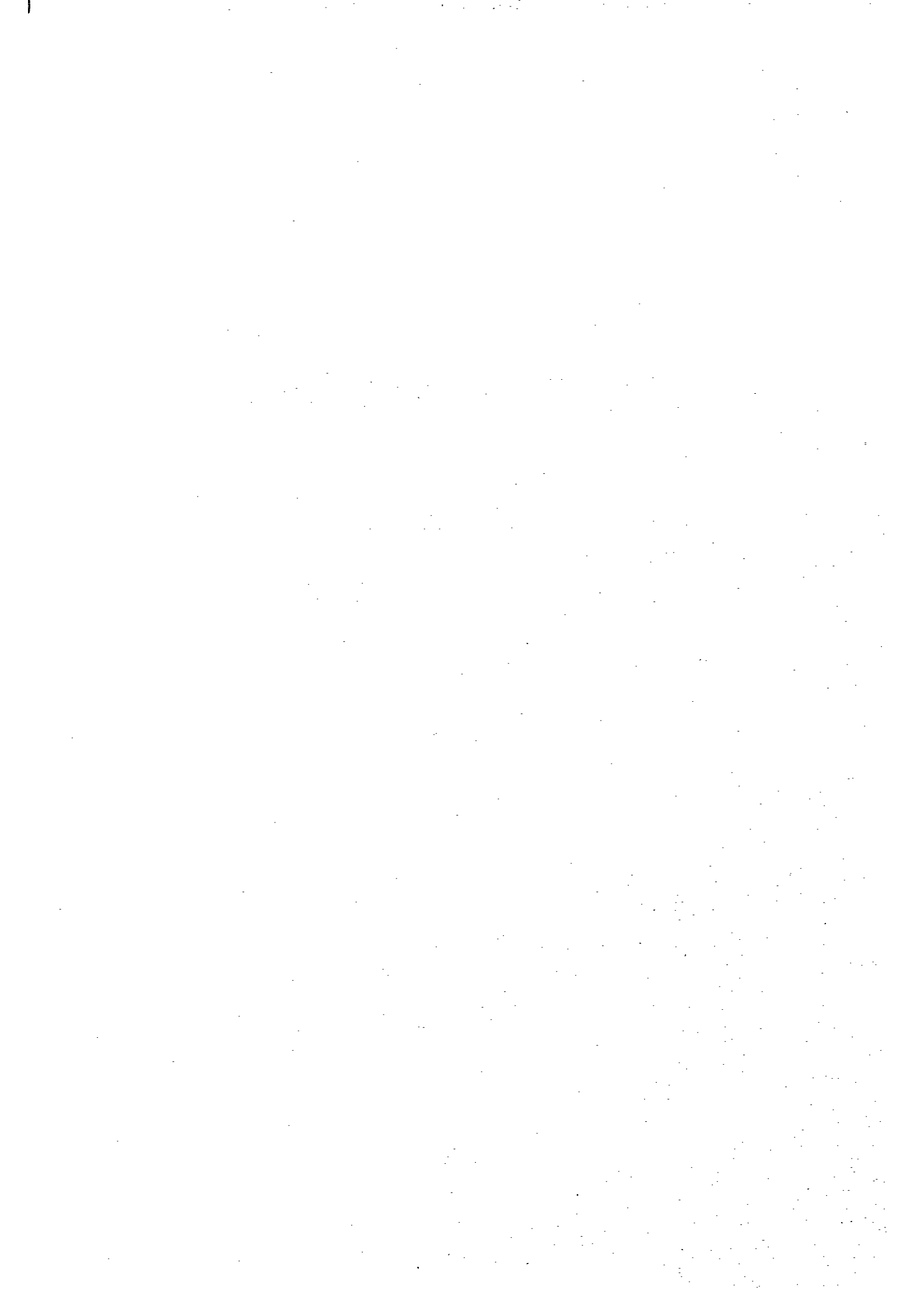
- | | |
|----|--------|
| 1 | QINGJI |
| 2 | SHIJI |
| 3 | SHIJI |
| 4 | SHIJI |
| 5 | SHIJI |
| 6 | SHIJI |
| 7 | SHIJI |
| 8 | SHIJI |
| 9 | SHIJI |
| 10 | SHIJI |
| 11 | SHIJI |
| 12 | SHIJI |
| 13 | SHIJI |
| 14 | SHIJI |
| 15 | SHIJI |
| 16 | SHIJI |
| 17 | SHIJI |
| 18 | SHIJI |
| 19 | SHIJI |
| 20 | SHIJI |
| 21 | SHIJI |
| 22 | SHIJI |
| 23 | SHIJI |
| 24 | SHIJI |
| 25 | SHIJI |
| 26 | SHIJI |
| 27 | SHIJI |
| 28 | SHIJI |
| 29 | SHIJI |
| 30 | SHIJI |
| 31 | SHIJI |

图 I-2.3.2 第一期计画案

第 II 編 基本設計編



第 II-1 編 飛行区土木施設



第1章 用地造成設計

1.1 概要

空港予定地は、揚子江の河口の右岸に位置する沿岸地区にあり、その地形は平坦で、川が密集し、地盤面の標高は+3.8m~4.4mである。

第一期の空港計画地は、現在陸地として外堤防に囲まれた地域に配置されており、第二期以降の東側ターミナル及び東側滑走路地区については、現在揚子江河口内に位置しているが、数年後には揚子江の流送土砂により陸地として形成されることが期待されている。

本用地造成の設計範囲は第一期地区内の飛行区（基本施設部分）を対象とし、平面設計、縦横断設計及び土工設計を行うものとする。

1.2 平面設計

1.2.1 基本方針

空港等級は、「民用航空輸送空港飛行区技術基準」（中国民用航空局）による等級4E/4F（B-747及び将来機）とする。

1.2.2 基本施設

(1) 滑走路

滑走路は、長さ4,000m、幅60mとし、滑走路の両端には長さ60mの過走帯（オーバーラン）を設ける。尚、滑走路、過走帯には、幅7.5mのショルダーを設置する。

(2) 着陸帯

当空港は、精密進入を行う滑走路であることから長さ4,120m、幅300mとする。
又、滑走路端安全区域を設置し、その長さは着陸帯端から90mとし、幅は120mとする。

(3) 誘導路

各分類における誘導路の幅はB-777-300で設定し、ショルダーの幅は一律7.5mとする。

- ・ 平行誘導路 : 29m
- ・ 末端取付誘導路 : 31.5m (14.5m+17m)
- ・ 中間取付誘導路 : 34m
- ・ 高速脱出誘導路 : 29m

又、誘導路帯（誘導路中心線から固定障害物との距離57mの区間）を設ける。

(4) エプロン

各エプロンの駐機方式は全てノーズイン方式とし、駐機する機材のタイプ及びスポット数は以下のとおりである。尚、エプロンには幅7.5mのショルダーを設置する。

- ・ 旅客地区エプロン（Eタイプ18スポット、Dタイプ10スポット）
- ・ オープンスポット（Cタイプ3スポット、Dタイプ1スポット、Eタイプ7スポット）
- ・ 貨物エプロン（Eタイプ8スポット）
- ・ 整備エプロン（Eタイプ15スポット、エンジンテスト用Eタイプ3スポット）

1.2.3 グライドスロープ、ローライザー用地

グライドスロープ用地及びローライザー用地に関する規程は「航空無線施設電磁環境に関する要求」（中国国家基準局）に準じて設定する。

1.2.4 進入灯用地

進入灯用地には、整備する進入灯の他に保安道路、場周柵等の諸施設を設置する。

尚、保安道路はターミナル側に配置し、進入灯の先端には車輛回転部を設けるものとする。

1.3 縦横断設計

1.3.1 制約条件

(1) 基本方針

飛行区内の土量バランス、地下水位の変動による舗装施設への影響及び空港内の排水性等の制約条件を配慮し、技術的且つ経済的な検討を行い、基本施設計画高を以下のように設定した。

- ・ 滑走路及び平行誘導路の縦断形状は、中央部を標高+5.3 m、南北両端部を+5.1 mとし、0.01%の縦断勾配を設ける。この値は縦断勾配規定の最大値0.8%を充分満足する。
- ・ 旅客、貨物、整備地区の各エプロンの計画高は、排水勾配を考慮して舗装面の高さを標高+4.3~5.3 mとする。
- ・ ターミナルビル、フィンガー、貨物ビル、格納庫前のエプロン高さ（GSEとの接合部）を標高+5.0~5.3 mとする。

(2) 滑走路地区

滑走路及び平行誘導路の縦断形状は、中央部を標高+5.3 m、両端部を+5.1 mとする。横断形状は、将来の圧密沈下を考慮して規定最大値に若干の余裕を考慮して設定する。

- ・ 滑走路、誘導路本体横断勾配 1.3 %
- ・ 滑走路、誘導路ショルダー横断勾配 1.6 %
- ・ 着陸帯横断勾配 1.3~2.0 %
- ・ グライドスロープ用地横断勾配 1.0 %

(3) エプロン地区

エプロン地区は滑走路平行方向を滑走路縦断勾配に合わせて0.01%、滑走路直角方向を0.5%勾配の凸凹形状とする。尚、エプロン上の排水がターミナルビル等建物側に流れ込まないように配慮する。

(4) ローライザー、進入灯地区

滑走路延長部のローライザー用地の縦断勾配は、ローライザーアンテナが進入表面に抵触しないように、また盛土量を抑えるために滑走路の縦断勾配0.01%をそのまま延長させる。次に、進入灯用地については進入灯が暴雨時に冠水しないように現地盤高より0.5m程度盛土を行い標高+4.5mのLEVELで設定する。

1.4 土工設計

1.4.1 表土除去

舗装区域においては、圧縮性の高い地表付近の有機質土（表土）によって生じる不等沈下を避けるために表土除去を行うものとする。表土除去の厚さは一律 30cm とし、除去土は着陸帯等の植生工の被覆土として使用する。

1.4.2 既設水路処理

舗装区域内の水路については、不等沈下、路床支持力の低下防止及び地山と盛土のなじみを良くするためにヘドロ除去及び段切（1：2の形状）を行う。尚、舗装区域以外については、ヘドロ除去、段切は行わずそのまま埋め戻すものとする。

1.4.3 植生工

滑走路や誘導路の周辺の植生は、航空機のジェットブラストの影響を考慮してショルダー端より 2m は全面張芝、その外側 3m は 50%張芝とする。その他、雨水が集中する道路や排水溝の周辺についても全面張芝を行うものとする。

尚、張芝以外の区域については、播種工を行い造成面を浸食、風化から防止するものとする。

1.4.4 飛行区土工量の算定

各施設の縦横断設計に基づき 40 m メッシュにおける計画高を設定し、この計画高と実測の現地盤高の差により飛行区の土工量を算定した結果は 表 III-1.4.1 のとおりである。

表 III-1.4.1 飛行区土工量の算定 (単位：万 m³)

切土量		盛土量	
水路ヘドロ除去量（舗装下）	13	既設水路埋戻し量（舗装下）	51
表土除去量（舗装下）	50	＃（舗装以外）	31
段切り量（舗装下）	20	飛行区造成盛土量（舗装下）	165
飛行区造成切土量	40	＃（舗装以外）	91
排水溝・調節池残土量	30		
		サンドマット（購入土）	(8)
	A		B
切土量合計	153	盛土量合計	338

土量変化率を 0.9 と想定する。

飛行区内の土工量算定結果としては、発生する切土量に対して必要盛土量が多く、その不足土量は以下のとおりである。

$$A - B / 0.9 = 153 - 338 / 0.9 = -223 \quad \text{約 } 223 \text{ 万 m}^3 \text{ の不足土となる。}$$

この不足土量の対応については、飛行区の外から客土するものとし、その候補地としては新設河川等掘削土量約 198 万 m³ と既設堤防掘削土量約 27 万 m³、その他揚子江の浚渫土砂等が考えられる。

第2章 軟弱地盤改良計画

2.1 地形・地質及び土質概要

2.1.1 地形・地質概要

(1) 地質概要

浦東国際空港建設予定地は、揚子江からの土砂が堆積して形成されたものであり、堤防工事、水路掘削工事等により現在の耕作地となっている。地形は平坦で標高3.5~4.4mである。地下水位は河川(運河)の水位の影響を受け、概ね地表から1m下部標高2.5~3.5mで分布する。

第I期空港建設計画予定地域の地質層序、層相は表III-2.1.1の通りであり、地層は比較的均一でそれほどの変化はみられない。

表 III-2.1.1 空港建設予定地の地質層序及び層相

地層区分	層面標高 (m)	層厚 (m)	N値	色及び土質	特記事項
①層	3.5 ~4.4	0.4~0.7 平均 0.5		表土	・耕作土及び道路用盛土。 ・植物の根や茎を混入する。
②-1層	2.9 ~3.9	0.4~1.2 平均 0.8	2~5	褐黄色 silt 質粘土	・硬質核を含む。 ・中度圧縮性土壌に属する。
②-2層	1.9 ~3.2	0.5~1.7 平均 1.0	2~5	灰黄色 silt 質粘土	・局部的に砂質 silt を介在する。天然孔隙がある。 ・中度圧縮性土壌に属する。
②-3,4層	0.8 ~2.1	5.0~8.3 平均 6.5	3~18 平均 9.3	灰色 粘土質 silt ~砂質 silt	・土質は均質で薄層の細砂を交える。 ・雲母のかけらを含む。 ・中度圧縮性土壌に属する。
③層	-6.7 ~-3.7	0.0~2.4 平均 1.1	1~ 4	灰色 silt 質粘土	・silt 質砂の薄層を交える。 ・高度圧縮性土壌に属する。
④層	-8.3 ~ -4.3	8.8~ 12.8 平均 10.7	1 程度	灰色 silt 質粘土	・高含水比、高塑性の粘土 ・土質は均質で局部的に silt 質砂の薄層を交え、層底には貝殻が見られる。 ・高度圧縮性土壌に属する。
⑤-1~4層	-17.8 ~ -15.8	5.3~11.3 平均 8.1	1 程度	灰色 粘土 ~ silt 質砂	・高含水比、軟塑性、灰白色 silt 質結塊や半腐食状植物根茎を含む。 ・土質は均質で高度圧縮性土壌に属する。
⑦-1層	-26.7 ~ -22.8	4.6~ 11.6 平均 7.5	20 ~30	草黄色 砂質 silt	・やや密~中密、雲母片と鉄質浸透すじ状紋を含む。 ・圧縮性は中度。
⑦-2層	-34.4 ~-30.4		30 以上	草黄色 silt 混じり砂	・中密度、鉄質斑点と雲母片を含む。 ・圧縮性は中度。 ・この層は上海地区の第一帯水層である。

(2) 水路(河川)状況

空港用地内には水路網が発達しており、名のある水路(河川)としては、空港北側の境界となる江鎮河、南側境界の薛家弘港河、また空港境界より東側に浦東運河がある。用地内では滑走路縦断方向と同方向に流れる水路として揚子江側から隋唐河、白龍河、横断方向水路として北側から施湾河、英雄川、朝陽河、東風河、界河、王家路河、六廟港河がある。これら主要水路(河川)は川幅15~30mを有し舟運に使用されており、浦東運河で水位調整が行われ水位標高2.0m前後に保たれている。水路底の標高は0.0m前後である。この他、川幅5~10mの小規模な水路が縦横に走っており、川底にはヘドロが厚さ1.0m前後で堆積している。また、一度水路であったところを埋め戻し耕作地に使用しているところも数多くある。

2.1.2 土質概要

(1) 物理特性

①層は植物の根や茎を多く含む腐植土(耕土)層である。②-1,2,3、③、④、⑤-1,2層は粘土に分類され、自然含水比は $W_n=30\sim 50\%$ である。一方、②-4、⑦-1,2層は s_{ih} ~細砂に分類され、砂分含有率は、それぞれ20、30、60%前後となっている。これらの内、①層は、表土として除去する必要がある。

(2) せん断強度特性

粘土に分類される②-1,2,3,4、③、④、⑤-1,2層は、N値3以下の軟弱粘土であり、せん断強度は低い。②-4層は沖積粘性土でありながら、N値は10前後と比較的高く、高いせん断強度を示している。⑦-2層はN値40前後と高く、くい基礎等の支持層になると判断される。

(3) 圧密特性

粘土に分類される②-1,2,3,4、③、④、⑤-1,2層は、N値3以下の軟弱粘土であり、体積圧縮係数は $mv=5\times 10^2\text{cm}^2/\text{kgf}$ 前後と比較的高い圧縮性を示すと同時に、圧密係数も $200\text{cm}^2/\text{day}$ 以下と小さく典型的な圧密特性を示す。特に、④、⑤-1,2層は、層厚も厚く比較的大きな沈下量を示す層である。⑦-1,2層は体積圧縮係数は概ね $mv=1\times 10^2\text{cm}^2/\text{kgf}$ 以下と圧縮性は小さく、また圧密降伏応力も高く、これ以下の層については沈下は殆ど示さないものと判断される。また、⑦-2層は、帯水層にもなっているが、圧密沈下に対して排水層になると判断される。

2.1.3 盛土材としての性質及び路床支持力

②-1,2層は、盛土材料として使用されると同時に、現地盤で路床となる層である。室内土質試験における結果は $\rho_{dmax}1.74\sim 1.79\text{t}/\text{m}^3$ 及び CBR 値 $5.4\sim 8.3\%$ であり、現位置試験における $\rho_{dmax}1.40\sim 1.55\text{t}/\text{m}^3$ 及び CBR 値 $1.5\sim 5.4\%$ であった。室内土質試験結果は現位置試験結果と比較し、密度、CBR 値共に高い値を示している。即ち、これらの層は、自然状態では含水比が高く、緩い状態で堆積しており、締固めにより改良できる余地を残している。

2.2 現地盤状態での沈下量と改良の必要性

2.2.1 沈下解析手法

前節で述べたように当地域の地盤上部約30mは沖積粘性土層であり、盛土及び舗装をした場合は、圧密沈下を生じる。特に④、⑤層は、層厚も厚く比較的大きな沈下を示すと同時にその速度は遅いと判断される。沈下解析は一次元圧密解析とし Terzaghi の平均圧密度の式を用い、最終沈下量の算定は体積圧縮係数から求める方法とした。

2.2.2 現地盤における沈下量 (圧密沈下解析結果)

現地盤(無処理地盤)における滑走路、誘導路、Apronの沈下量は、表II-2.2.1に示すとおりである。計画高を滑走路、誘導路で5.1~5.3m、Apronで4.5~5.3mとして盛土、舗装した場合の最終沈下量は15~34cmである。これらの沈下の8割は④、⑤層で発生しており、対象地盤の層厚が35m強と厚いこと、圧密係数が小さいことから、90%圧密に達するまで40年近くの年数を要し、開港10年後では50%強の沈下量しか生ぜず、この間の沈下量(残留沈下量)は4~14cm、各 Drilling 位置間(100~200m)の不等沈下量は0~4cmと小さい。

表 II1-2.2.1 滑走路、誘導路、Apron各地区の沈下量

地区	各層の最終沈下量 (cm)			全層の沈下量 (cm)			供用10年間の 沈下量 (cm)	
	②層	③,④層	⑤層	1年	11年	最終	絶対	不等
滑走路	2.1~4.7 (3.3)	8.7~22.6 (16.8)	3.7~8.5 (5.8)	1.8~4.1 (3.1)	8.0~10.2 (13.9)	14.8~34.1 (25.9)	6.2~14.1 (10.8)	0.1~4.3 (1.5)
R/W 側 誘導路	1.6~7.5 (4.2)	13.5~24.5 (19.0)	4.8~9.7 (6.8)	2.6~3.9 (3.3)	11.8~17.9 (15.0)	22.4~36.1 (29.9)	9.2~14.0 (11.8)	0.1~3.5 (1.0)
A/P 側 誘導路	2.8~6.4 (4.5)	12.1~22.2 (17.6)	3.6~8.3 (5.3)	2.4~3.7 (3.0)	10.9~16.8 (13.7)	21.8~33.0 (27.4)	8.5~13.1 (10.7)	0.1~2.6 (1.1)
Apron	1.7~3.7 (2.6)	5.1~14.5 (10.2)	2.1~6.6 (3.9)	1.2~2.6 (1.9)	5.6~12.0 (8.8)	8.9~22.7 (16.7)	4.4~9.4 (6.9)	0.0~4.3 (1.7)

尚、Apron 地区には既存の堤防（標高 7.5m 前後）があり現在道路として使用されているが、ここは沈下しないため周辺の沈下量 4~9cm はそのまま不等沈下として現れることになる。

2.2.3 許容沈下量と地盤改良の必要性

(1) ICAO の基準と許容沈下量

ICAO の縦横断勾配規定のなかで最も厳しい基準値となる勾配変化点における滑走路縦断曲線の設置から許容不等沈下量 S_a を求めてみる。

不等沈下幅を 100m 程度とし、これ以下の不等沈下幅、不等沈下量は単なる不陸として捉えれば許容不等沈下量は $S_a = 10\text{cm}$ 程度となる。

(2) 中国側基準値

中国側では、供用期間中 10 年間の許容沈下量の基準値として以下のものを定めている。

許容沈下量 : 10cm 以下

許容不等沈下量 : 半径 50m の沈下盆内で 5cm 以下 (勾配変化 0.1%以下)

(3) 地盤改良の必要性

滑走路下部の沈下量は、中国側の基準"10年間で 10cm 以内とする"を超えるため、沈下に対する地盤改良が必要となる。しかし、当地区の地盤は比較的均一で不等沈下量は 2~3cm と少なく、航空機の運航上また舗装の構造上特に影響を及ぼすことは少ないと判断される。

2.2.4 地盤の液状化の検討

これまでの調査結果によれば、②-④層は砂質 Silt 層で深度 7m 以浅に分布し、標準貫入試験結果の N 値 = 3~18、各地区の平均値で N 値 = 10 前後である。また、各地区の静的 Cone 貫入試験値で $q_c = 16 \sim 29\text{kgf/cm}^2$ である。これらの試験値を上海市の「地基基礎設計規範」に適用すると、"②-④層は烈度 7 (日本の震度 5 に相当) の地震に対しては液状化する可能性がある"と述べられている。しかし、②-④層は砂分含有率が概ね 20%以下の砂質 Silt 層で、その割には N 値が高く液状化の可能性は低いと考えられる。

液状化の可能性については、日本側 F S 調査時に行った FL 値法による液状化判定基準の解析結果では、 $K_h = 0.15$ の場合でも $FL = 1.15$ と大きな値を示しており、液状化の可能性は極めて少ないと判断されている。

2.3 軟弱地盤改良計画

2.3.1 計画・設計条件

(1) 当地域の地盤の特徴

当地域の地盤の特徴は、以下のとおりである。

- 1) 路床部分（深度2m程度）には、②-1~3層のSilt質粘土~粘土質Siltが分布し、これらは極めて軟弱であると同時に不均質である。
- 2) 上記層の下部には②-4層の砂質Siltが厚さ約5~8mで分布し、上海市の基準では液状化の可能性があると述べられているが、日本側検討結果では液状化の可能性はないと判定される。
- 3) 更に、その下部に分布する③、④、⑤-1,2層は砂分の含有量が殆どないSilt質粘土~粘土であり、層厚も厚く典型的な圧密沈下を示す層である。最終沈下量は上記層も含め15~35cm、90%圧密に要する期間は40年程度と推定される。

(2) 計画・設計条件

一方、中国側の地盤の変形及び強度の技術的要求は以下のとおりである。

- 1) 地盤沈下に対して
 - ・ 開港後供用期間10年間での残留沈下量<10cm
 - ・ 不等沈下量<5cm（半径≤50m、勾配変化0.1%）
 実際には以下の3つの制限値を設定する。
 - ・ 基礎地盤の平均圧密度>85%
 - ・ 地盤沈下速度<0.1mm/日
 - ・ 沈下観測Dataから予測した残留沈下量<10cm
- 2) 路床（地盤）支持力に対して
 - ・ 地盤支持力係数 k_{75} >60MN/m³（6kgf/cm³）、CBR>10%

また、試験後の地盤に関する審査基準として以下のとおりとしている。

1) 地盤の圧密度（水路以外の部分）

土工の Type	深さ(m)	圧密度
盛 土	0~1	98%
	1~4	95%
	4以上	93%
切土、埋戻し	0~0.4	98%

2) 強度

- ・ 地盤の標準貫入試験の平均N値>8
- ・ 静的Cone貫入試験の抵抗値 q_c >4MPa（地表5m以下）
- ・ 事前圧密試験を完了した後、基礎土層の平均圧密度>85%
（表面沈下、層別沈下及び各層の間隙水圧の連続観測を行う）
- ・ 地盤の不均一性の減少、処理地盤の物理・力学試験 Parameter の変異指数 δ <3

2.3.2 地盤改良工法の比較選定

これらの地層状況、設計・計画条件（技術的要求）から地盤改良の対策工法としては、以下の3案を選定した。

- (1) 表層部改良案：路床改良（表層混合処理あるいは置換工法）案
②-3,4層以下の沈下は許容することとし、路床部のみの改良を対象とした。
- (2) 浅層部改良案：重錐落下工法案
深層部（④,⑤層）の沈下は許容することとし、浅層部（②-4層まで）の沈下及び路床改良を目的とした。
- (3) 深層部改良案：Preload+ Vertical drain工法（+路床改良）案
深層部（④,⑤層）までの沈下対策を対象とした。

各々の工法の比較検討一覧表は表III-2.3.1に示すとおりであり、96年3~6月に行った現場試験の結果を踏まえて以下の理由により本空港の対策工法としては（2）案の重錐落下工法を選定した。

- ・ 当地区の地盤沈下量は比較的小さく沈下速度もゆっくりであり、上部構造物がある程度の沈下が許容される舗装構造物であることを考慮すれば、積極的に施工費が高くまた工期のかかる（3）案を採用する必要はない。
- ・ （2）案は、中国で比較的多く行われており実績も多く、安価であると同時に施工期間も短くて済み、当空港の建設要望（中国ではInfraStructureの建設を非常に急いでいる）と合致する。
- ・ ただし、（2）案では中国設定基準値である"供用期間10年間で残留沈下量<10cm"は超えるものの、舗装構造、航空機の運航に影響を与える不等沈下量は小さく、不等沈下の許容値は満足される。
- ・ 表層処理工法の内、混合処理工法は大規模に専用混合処理機を使用した例は中国ではない（専用混合処理機の調達の可能性も定かではない）。
- ・ 置換え工法については、揚子江の浚渫砂を使用することが考えられるが、浚渫設備を整えるのに工期を要すると共に施工費も高くなると考えられる。
- ・ また、（1）案の置換え工法にSlug、Debris等を使用した場合は、当工法と（2）案の重錐落下工法では、締固めを転圧機械で行うか、重錐落下で行うかのみの違いであり、地下水位の高い当地区では、置き換えに排水工事を伴うため、重錐落下工法の方が安価となる。
- ・ また、重錐落下工法では②-1~4層の締固めも期待でき、当層の不均一性を改善できる要素をもつ。

表 III-2.3.1 地盤改良法比較検討一入表

工法概念図	1) 路床改良 (浅層混合処理または層状工法)	2) 重層落下流固め工法	3) Preload+Vertical drain 工法 (+路床改良)
工法概要	<p>①-1.2層を改良対象層とし、置換あるいは石灰またはセメント混合処理工法により路床改良のみを実施する。</p> <p>最終残留沈下量 : 9~34cm 閉塞後10年間の絶対沈下量 : 4~14cm 閉塞後10年間の不等沈下量 : 0~4cm</p>	<p>②-3.4層までを改良対象層 (深さ8.0m程度) とし、遊土除去した後 Mat 材 (保床材) を敷設し、重層落下工法により締め固め、上記対象層の沈下を低減させると共に、強度増加を図る。</p> <p>③-3.4層 (砂質土) : N値増加 9程度 11程度 ④-1.2層 (シルト質粘土) : CBR増加 3.5%程度 4.0%程度</p> <p>最終残留沈下量 : 12~35cm 閉塞後10年間の絶対沈下量 : 5~14cm 閉塞後10年間の不等沈下量 : 0~4cm</p>	<p>⑤層までを改良対象層 (深さ20m程度) とし、この層まで Drain を打設する。また同時に、Preload を掛け、排水速度を高め沈下を促進させる。併せて、路床改良を行う。</p> <p>最終残留沈下量 : 数 cm (二次圧密による沈下のみ) 閉塞後10年間の絶対沈下量 : ほとんど無し 閉塞後10年間の不等沈下量 : ほとんど無し</p>
工事費	<p>②-1.2層置換 (t=100cm) 90 元/m² 排水工 10 路床追加盛立 (t=20cm) 30 合計 130 元/m²</p>	<p>Mat 材 (保床材) 敷設 (t=80cm) 60 元/m² 重層落下工事 (1500~2000KN/m、3.0m 正方形配置) 30 路床追加盛立 (t=50cm 程度) 45 合計 135 元/m²</p>	<p>Sand mat (t=50cm) 敷設 45 元/m² Vertical Drain 打設 (長さ=21m、1.2m 正方形配置) 45 Preloading (t=2.2m) 65 路床改良、路床盛立 (t=60cm 程度) 130 合計 285 元/m²</p>
高工性	<p>中国国内では浅層混合処理工法の経験がないため、施工機械調達が難しく、置換工法となる可能性が高い。 ・置換工法とした場合は、効果と同様であるが、排水工法を併用。 ・施工期間は一地区で1年程度比較短くて済む。</p>	<p>中国国内ではよく行われる工事であり、実績も多い。施工期間は一地区で1年程度と比較短くて済む。</p>	<p>Vertical Drain 打設、Preloading に工期2年近くを要する。</p>
長所・短所	<p>・路床改良という面では、最も確実な工法であり、均一で良質な地盤の形成が可能である。 ・また、均一で良質な地盤の形成は下部地盤に対する荷重分散も図られ、等沈下の低減にも寄与する。 ・閉塞後10年間の残留沈下量は中国側設置基準に合致しないが、不等沈下量は合致する。</p>	<p>・②-1~4層地盤の均一化を図ることができる。 ・③-3層の強度増加は下部地盤に対して荷重分散の効果が有り、不等沈下の低減に役立つ。 ・ただし、必要以上の締め固めは、施工時の沈下が大きくなり、土工量の増大につながる。 ・④-1.2層の Silt 質粘土層に対しての改良効果はあまりなく、その分 Mat 層を厚くする必要がある。 ・閉塞後10年間の残留沈下量は中国側設置基準に合致しないが、不等沈下量は合致する。</p>	<p>・沈下を低減させるという意味では、実績も多く確実な工法である。 ・しかし、当地区ではもとより沈下量が少なく投資効果という見地からは疑問が残る (跡部の維持補修で十分対応可能な沈下量である)。 ・また、閉塞後10年間の沈下量を十分対応するためには、Drain 間隔を小さくする、Preload を大きくする等の処置が必要であり、この場合地盤を乱し大きな沈下量を惹起させる危険性がある。 ・Preload 材料の確保が難しい (揚子江の浚渫土砂の確保は浚渫船及び排砂管の設置等改修工事に時間がかかる)。 ・残留沈下量は中国基準に合致する。</p>
評価	○	○	△

2.3.3 改良後の沈下量及び路床支持力

(1) 改良後の沈下量

重錐落下工法による地盤改良後の滑走路、誘導路、Apronにおける沈下量は、表III-2.3.2に示すとおりである。

無処理地盤と比較し②-1~4層の沈下量は重錐落下締固めによりなくなるが、締固めによる沈下分30cmを余盛りする必要がある。この荷重増加による③、④、⑤層の沈下量が大きくなるため、全体の沈下量は無処理地盤の場合より若干ではあるが大きくなり、滑走路、誘導路、Apronでの最終沈下量は17~35cmとなる。時間-沈下量関係は無処理地盤の場合と同様であり開港10年後では50%強の沈下量が生じ、この間の沈下量(残留沈下量)は7~14cm、各Drilling位置間(100~200m)の不等沈下量は0~4cmと小さい。

また、参考の開港30年後では約85%程度の沈下量が生じ、この間の沈下量(残留沈下量)は12~25cm、各Drilling位置間(100~200m)の不等沈下量は0~7cmと予測される。

表III-2.3.2 重錐落下締固め工法による地盤改良後の沈下量

地 区	全層(③~⑤層)の沈下量 (cm)				供用10年間の 沈下量 (cm)		供用30年間の 沈下量(cm)	
	1年	11年	31年	最終	絶対	不等	絶対	不等
滑走路	2.0~4.1 (3.2)	9.0~18.4 (14.1)	13.9~28.7 (22.3)	16.6~34.9 (26.4)	7.0~14.2 (10.9)	0.0~3.4 (1.4)	11.9~24.6 (11.9)	0.0~5.8 (2.5)
R/W側 誘導路	2.6~3.8 (3.4)	12.1~17.5 (15.4)	20.1~29.3 (26.0)	23.7~34.5 (30.6)	9.5~13.7 (12.0)	0.2~2.1 (0.9)	17.4~25.5 (22.7)	0.1~5.0 (1.4)
A/P側 誘導路	2.4~3.5 (3.0)	11.0~15.9 (13.8)	18.6~28.5 (23.4)	21.9~33.5 (27.6)	8.5~12.4 (10.5)	0.1~3.1 (1.2)	16.2~25.0 (20.4)	0.5~6.2 (2.1)
Apron	1.5~2.8 (2.1)	6.7~12.7 (9.6)	10.4~20.5 (15.5)	12.2~24.1 (18.1)	5.2~10.0 (7.5)	0.3~4.2 (1.7)	8.7~17.7 (13.4)	0.2~7.0 (3.0)

(2) 改良後の路床支持力

改良後の路床支持力については現場試験結果より、Mat材料にSlug(鉾澤)、Debris(山皮石)を使用すれば、以下の目標値は十分確保されるものと考えられる。

A区： $k_{75}=80\text{MN/m}^3$ (8.2kgf/cm³)、許容範囲60~120MN/m³ (6.1~12.2kgf/cm³)

CBR=10%、許容範囲8~13%

B区： $k_{75}=60\text{MN/m}^3$ (6.1kgf/cm³)、許容範囲40~80MN/m³ (4.1~8.2kgf/cm³)

2.3.4 その他水路埋立て等の計画

水路(河川)部の埋め立てについては、埋土による③~⑤層の沈下はそれほど生じないと判断されるが、河床部に堆積するヘドロについては大きな沈下を示し、他の地盤との間での不等沈下が懸念される。従って、基本離着陸施設舗装下部はヘドロを除去することとする。

第3章 排水設計

3.1 基本方針

浦東地域は揚子江下流のデルタ地帯に位置していることから、揚子江の洪水、台風など季節的大豪雨、高波浪を受け易く、これまでに最高水位が+5.69 mに達したことがある。

空港周辺の流況は、縦横に交錯している水路により主要河川の川楊河、大治河に流れ込み、揚子江との接続点に設けられている水門によって排水制御されている。

河川の水位は通常+2.5~2.8 mで制御されており、空港地域の堤防外の潮位の特性については表H1-3.1.1に示すとおりである。

表 H1-3.1.1 潮位の特性 (単位: m)

	高潮位	低潮位	潮 差
最高 (最大)	+5.69	+2.44	4.65
最低 (最小)	+1.08	-0.52	0.02
平 均	+3.24	+0.57	2.67

空港は広大かつ平滑に整地され、滑走路舗装やターミナルビル等、降雨に対し流出量を増大させる要因が多いため、排水システムの設定は重要なポイントになる。

空港を含めた周辺の排水システムとしては、可行性調査による二段階ポンプステーション案、日本側F/Sの一段階ポンプステーション案、及びその中間案が考えられ、比較検討の結果、二段階ポンプステーション案が優れていると判断し、これを採用する。

この案は、第一段階ポンプステーションを飛行区の中に設置して、空港当局が管理し、第二段階ポンプステーションを空港外に設置して地方行政当局が管理するものである。

空港内の排水システムの基本方針としては、飛行区の流末に自動調節水門、大型ポンプステーション、及び調節池で構成される第一段階ポンプステーションを設置し、調節池の制御水位を+1.0 m付近まで下げることにより、飛行区の雨水を自然流下可能とし、速やかに周辺水路に排水させるものとする。

尚、飛行区の排水施設の設計条件は、5年確率降雨強度の要求を満たすものとし、且つ、50年確率の要求に対しても、滞水により安全運航が妨げられてはならないことを主眼とする。

3.2 排水系統の設定

飛行区の排水系統は、空港全体が広大な流域になることから、滑走路の中央部で、南北2系統に大分割し、場内には排水路を設置し、流末の調節地に導くものとする。

第1期地区の対象流域は、滑走路1本とそれに付帯する施設で構成された区域(造成区域)を基本とする。但し、南側の系統については、誘導路間の幹線に将来のエプロン区域の雨水が合流することになるため、誘導路横断の暗渠部分については、将来エプロンが増設される時点で拡張工事を行うことは誘導路の閉鎖に至るため、本設計で横断部分についてのみ先行して敷設しておくことにした。

3.3 場内排水施設

3.3.1 設計条件

流出量及び通水量計算に用いる諸条件は中国の基準に準じて設定した。流出量計算は合理式、通水量計算はマンニング公式を採用し、降雨強度式については下式を用いた。

- ・ 5年確率降雨強度

$$I = \frac{(9.45 + 6.7932 \log Te) \times 60}{(t + 5.54)^{0.6514}}$$

Te : 確率降雨年 (year)

t : 降雨継続時間 (min)

I : 降雨強度 (mm/hr)

- ・ 50年確率降雨強度

$$I = \frac{107.4}{T^{0.724}}$$

T : 降雨継続時間 (hr)

I : 降雨強度 (mm/hr)

3.3.2 排水路断面の算定

飛行区の排水路の構造形式は、U型溝、コンクリート蓋付U型溝（着陸帯内及び舗装に近接したルート）、台形溝（着陸帯外）、銅製グレーチングU型溝（エプロン内）の開渠とボックスカルバート等の暗渠で構成する。なお、滑走路西側の排水路の位置は滑走路中心線より155mとし、グライドパスのクリティカル地区を避けて配置した。

本設計においては、ローディング、カーゴ、メンテナンス地区の屋根からの排水及び建物前のGSE通路の道路排水については、原則として飛行区の排水系統に集水させず、別途の系統に導くものとし、対象流域には含んでいない。

各区域からの流出量及び排水路断面を算定した結果は、主報告書の表III-3.3.1～3.3.4に示す通りであり、その時の各流出量はA地区で21.2 m³/sec、B地区で28.5 m³/secである。

3.4 調節池及びポンプ施設

3.4.1 基本方針

排水ポンプ能力及び調節池の規模設定は、以下の基本方針によるものとする。

- ・ 調節池は5年確率降雨時の流出量を、空港内にボンディングすることなしに安全にその一部を一時貯留できる容量を持つこと。継続降雨時間は24時間とし、後方集中型降雨とする。
- ・ 調節池容量は流入量が設計値を上回る恐れがあるため（排水施設の余裕分により）、50年確率降雨時の流出量でも安全な容量を持つこと。（ボンディングでは許容する）
- ・ 50年確率降雨時にボンディングされた雨水は、24時間以内に排水されるポンプ設備を持つこと。
- ・ ボンディング容量は、排水路内貯留容量+着陸帯低地部可能滞水容量とする。
- ・ 5年確率降雨及び50年確率降雨時で算出したポンプ能力及び調節池容量は、規模を大きく与える安全側を採用する。

3.4.2 排水ポンプ能力と調節池容量

排水ポンプ、調節池の工事費は、調節池の工事費に比べ排水ポンプ設備の工事費が割高になるため、調節池容量を大きくした方が経済性においては優位となる。しかし、本空港は地下水が高く、調節池へ常に地下水の流入が考えられることから調節池水位を2.0m程度と設定した。

尚、中国では排水ポンプ能力に余裕(20~30%)を持たせることが通例であるため、本設計では水路内貯留量を考慮せず余裕分とすることにした。

これより、A及びB地区共、調節池水深を2.0m程度とするとポンプ能力は10 m³/sが妥当と考えられる。よって各地区の施設規模は、以下のとおりとする。

- ・ A地区 ポンプ能力：10 m³/s 調節池容量：36,500 m³
- ・ B地区 ポンプ能力：10 m³/s 調節池容量：37,500 m³

3.4.3 ポンプ台数と口径

ポンプの台数は排水量が変動する雨水ポンプであることからポンプ能力を大小2種類で各2台以上となるように計画するものとし、さらに設定した能力が大きい方のポンプを1台予備として追加する。

ポンプ台数の設定は工事費・維持管理費等から最適なものを選定する必要があるが、通常ポンプ台数を増やすと全体的にコストが増大するため、ここでは予備を含め大型3台・小型3台の計6台として以下の仕様で設計を行うこととする。

- ・ A地区
 - φ 1200×172 m³/min×3.4m×160kw×3台 (1台予備)
 - φ 900×86 m³/min×3.4m×75kw×3台
- ・ B地区
 - φ 1200×172 m³/min×4.0m×200kw×3台 (1台予備)
 - φ 900×86 m³/min×4.0m×90kw×3台

3.4.4 ポンプ形式

ポンプの形式は、一般的に立軸形、横軸形、水中形に分類されるが、本設計においては、以下の理由により水中形を採用することとする。

- ・ 必要機器は全て地下に設置されるため、上屋が不要である。
- ・ 起動時間が最も速く、降雨に対する対応が速い。
- ・ 電動機が水中形となるが、吐出量が少なく使用頻度も年数回と少ない。
- ・ 小型水中ポンプの多くの実績から耐食性に優れたものが可能である。

3.4.5 ポンプの制御方式

一般にポンプの運転を合理化するために連動化又は自動化するのが一般的である。

本施設は自動制御方式とし、バックアップ用として1人制御方式で運転ができるようにしておくこととする。

また、前段に調節池を設けており、調節池は非常に大きいため、水位上昇も比較的遅いことから降雨に対するポンプの緊急運転が必要とされない。さらに、経済性、運転管理の容易性等から、水位制御とポンプの台数制御による流量制御方式が適していると考えられる。

3.4.6 総合管理方式

(1) 概要

空港内施設は数ヶ所の雨水ポンプ場と汚水処理場があり、これらを総合的に集中管理することにより、各施設の状況が1ヶ所で把握できるとともに、多数の情報を正確かつ迅速に処理して、適切な運用を実現するための総合管理システムを確立することが、近年重要となってきたことから、この概要を次に示す。

(2) 管理システム

空港内各施設の総合的運営化を目指した広域管理下への展開を進める場合、各施設の複雑化、高度化する運転制御技術への対応とともに、システム範囲の拡大による広域ネットワークによる総合管理システムの構築が中心的課題となってきている。

(3) プロセス制御概要

プロセス制御は、量的制御と質的制御に大別できる。量的制御は、ポンプの制御に代表され、雨水による浸水が起こらぬよう確実に排除すること、変動する流入雨水量に対し処理効果が最大になるように、かつ管渠等の水位が適正になるようにポンプアップ量を制御することにある。質的制御は、放流水質等が主体項目となる。

3.4.7 油分離槽設備

油分離槽は環境保全の立場から、空港が地域社会に与える影響を配慮することを目的として、場内水路排水の流末に設置することが必要と考えられる。

油分離槽の処理方式には種々の方式があるが、空港における油流出はエプロンが主体となり、濃度的には他空港の実績から薄いと考えられる。よって経済性、施工性等から最も簡易的なAPI (American Petroleum Institute) 方式が適していると考えられる。

第4章 舗装設計

4.1 平面線形の設定

4.1.1 設計条件

(1) 平面レイアウト

滑走路、誘導路、エプロン等の基本的平面レイアウトは、総体設計に準じる。

(2) 設計対象機材

総体設計より、当該空港の就航想定機材は次に示すように区分され、平面線形設定の対象機材はB-777-300とする。

表 III-4.1.1 就航想定機材

ICAO分類	区分	種別	航空機
A	I	中型短距離	MD-82、B-737
B,C,D	II	中型長距離	B-757、B-767-300、A310、A300-600
E	III	大型	B-747、B-777-200、MD-11
F	IV	巨型	B-747-400、A340、B-777-300
	V	未来型	NLA (B-747発展型)

4.1.2 舗装幅員

(1) 滑走路の舗装幅員

- ・滑走路本体：60 m
- ・滑走路ショルダー：7.5 m

(2) 誘導路の舗装幅員

表 III-4.1.2 誘導路幅員

誘導路名称	本体幅員 (m)	ショルダー幅員 (m)
平行誘導路	29.0 (14.5+14.5)	7.5
中間取付誘導路	34.0 (17.0+17.0)	7.5
末端取付誘導路	31.5 (17.0+14.5)	7.5
高速脱出誘導路	29.0 (14.5+14.5)	7.5

4.1.3 交差部のフィレット形状

滑走路と誘導路及び各種誘導路の交差部におけるフィレット形状は、B777-300の走行軌跡(マヌーバリング)を再現し、図解法により設定する。尚、接地点(Touch Down Point)から最も近い高速脱出誘導路は、中型機以下の航空機を対象として、ホイールベースの長いB-767-300を対象機材とする表 III-4.1.3 に示す諸元とする。

表 III-4.1.3 交差部のフィレット形状

位 置 (交差角度)	片側幅員 (m)	拡幅量～フィレット半径～拡幅量			検討機種
		L:W(m)	R(m)	L:W(m)	
① R/W～取付 T/W (90)	30.0～17.0	0 .0	～ 40.0～0 .0		B-777-300
② 取付 T/W～平行 T/W (90)	17.0～14.5	0 .0	～ 50.0～45.0:3.0		B-777-300
③ 取付 T/W～平行 T/W (90)	14.5～14.5	45.0:3.0	～ 50.0～45.0:3.0		B-777-300
④ 平行 T/W～平行 T/W (180)	14.5～14.5	45.0:5.736	～ 29.5～45.0:5.736		B-777-300
⑤ R/W～高速脱出 T/W (30)	30.0～14.5	0 .0	～535.5～0 .0		B-777-300
高速脱出 T/W～平行 T/W (150)	14.5～14.5	0 .0	～ 32.0～45.0:5.759		B-777-300
高速脱出 T/W～平行 T/W (30)	14.5～14.5	0 .0	～250.0～0 .0		B-777-300
⑥ R/W～高速脱出 T/W (30)	30.0～14.5	0 .0	～535.5～0 .0		B-767-300
高速脱出 T/W～平行 T/W (150)	14.5～14.5	0 .0	～ 34.0～0 .0		B-767-300
高速脱出 T/W～平行 T/W (30)	14.5～14.5	0 .0	～250.0～0 .0		B-767-300

4.2 舗装種別

アスファルトコンクリート舗装と無筋セメントコンクリート舗装の比較検討を行った結果、滑走路及び誘導路の一部には平坦性や将来の大規模な改修の面などでアスファルト舗装に優位性があるものの、現状では維持補修の技術・体制面で問題があり、経済性や耐久性の面で剛性舗装が優位である。これと上海浦東国際空港建設指揮部の舗装種別に関する方針を考慮のうえ、滑走路、誘導路、エプロン、GSE 通路及びショルダーの全域について、剛性舗装の無筋セメントコンクリート舗装を採用するものとする。尚、ストップウェイ（オーバーラン）の舗装は中国の事例をもとにアスファルトコンクリート舗装とする。

4.3 舗装構造設計

4.3.1 設計条件

舗装構造設計に必要な設計条件は以下のとおりとする。

(1) 対象機材

舗装構造の設計に用いる代表機材は表 III-4.3.1 に示すとおりである。

(2) 舗装の耐用年数

コンクリート舗装：30年

(3) 年間運行回数

空港の開港を2000年と仮定し、30年耐用の場合は2015年を年間運行回数算定の基準年とする。

(4) 路床の支持力

路床の支持力は、第2章の軟弱地盤改良設計に基づいて、

$$K75 = 6 \text{ kgf/cm}^3$$

$$\text{CBR} = 12\% \quad \text{とする。}$$

(5) 材料

1) コンクリート

$$\text{設計曲げ強度 (28日)} \quad \sigma_{28} (\text{fem}) = 51 \text{ kg/cm}^2$$

2) 鉄筋

$$\text{丸鋼 (}\phi\text{)} \quad \text{I級} \quad \sigma_{sa} = 1370 \text{ kg/cm}^2 \quad (135\text{Mpa})$$

$$\text{異型 (}\Phi\text{)} \quad \text{II級} \quad \sigma_{sa} = 1880 \text{ kg/cm}^2 \quad (185\text{Mpa})$$

4.3.2 年間運行回数の計算

(1) 基準年の運行回数

年間運行回数は総体設計より、2005年（離着陸回数 126,000回）、2020年（離着陸回数 320,000回）の運行回数を基準として算定する。

尚、2015年時には、滑走路を2本として1本あたりに換算する。

- ・ 2005年：126,000回
- ・ 2015年：150,000回

(2) 機材構成比と機材別年間運行回数

当空港における機材構成比と年間運行回数は次のとおりである。

表 III-4.3.1 機材構成比と機材別年間運行回数

区分	機材	2005年			2015年		
		構成比	離陸	着陸	構成比	離陸	着陸
I	MD-82	40%	25,200	25,200	20%	15,000	15,000
II	A300-600	30%	18,900	18,900	30%	22,500	22,500
III	MD-11	20%	12,600	12,600	27%	20,250	20,250
IV	B-747-400	10%	6,300	6,300	17%	12,750	12,750
V	B747 発展型	—	—	—	6%	4,500	4,500
合計		100%	126,000		100%	150,000	

(3) 年間運行回数

舗装区域別に設計対象機材に換算した年間運行回数は次のとおりである。

表 III-4.3.2 舗装区域別の年間運行回数

舗装区分	設計対象機材	年間運行回数	荷重状態
①	B-747-400	59,199	最大重量
②、⑥、⑨	B-747-400	41,867	最大重量
③	B-747-400	51,558	最大着陸重量
④	A300-600	19,087	最大着陸重量
⑤	A300-600	22,163	最大重量
⑦	A300-600	18,285	最大重量
⑧	B-747-400	41,867	機体重量+燃料
⑫	50t-インゲトラッカー	7,500	

4.3.3 路盤の設計

(1) 路盤材料及び構造

路盤の構造を図 III-4.3.1 に示す構成とし、上層路盤上の支持力係数 (K75) は路床の支持力 ($k75=6\text{kg/cm}^3$) と路盤構成を基に $k75=11\text{kg/cm}^3$ とする。

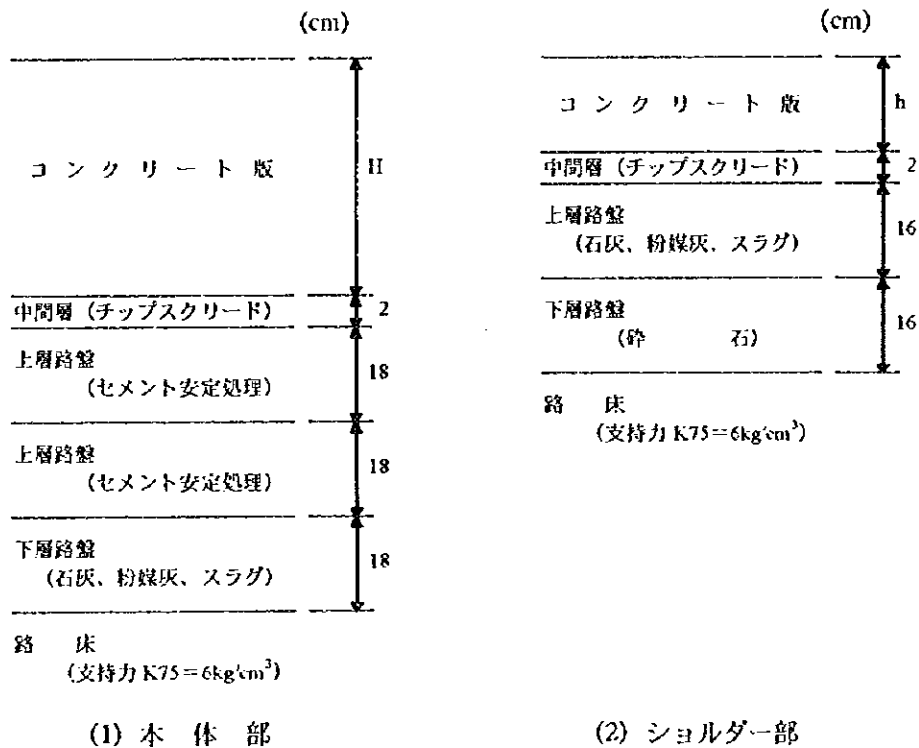


図 III-4.3.1 路盤の構造

4.3.4 コンクリート舗装厚の照査

(1) コンクリート舗装版の照査

舗装区域別の想定版厚に対して設計条件に示される機材による応力、温度応力、不等沈下による応力を計算し、式A、Bにて照査した結果、想定版厚が妥当なものと判断されることから、想定版厚をコンクリート版厚とする。

表 III-4.3.3 コンクリート舗装版の照査

舗装区域	版厚 H(cm)	A 式					B 式					
		$0.75 \sigma_j$	σ_t	σ_Δ	$\Sigma \sigma$	σ_a	f_{rm}	$0.75 \sigma_j$	σ_Δ	σ_p	$\sigma_p - f_{rm}$	$0.025 f_{rm}$
① ※	45	26.0	9.8	3.6	39.4	40.1	31.3	26.0	3.6	29.6	-	0.8
②、⑥、⑨	45	25.4	9.8	3.6	38.8	40.1	29.4	25.4	3.6	29.0	0.4	0.8
③	36	26.3	9.8	2.9	39.0	40.1	29.3	26.3	2.9	29.2	0.1	0.8
④	34	26.8	9.8	2.7	39.3	40.1	30.8	26.8	2.7	29.5	-	0.8
⑤	39	27.2	9.8	3.1	40.1	40.1	30.4	27.2	3.1	30.3	0.1	0.8
⑦	39	27.2	9.8	3.1	40.1	40.1	30.7	27.2	3.1	30.3	0.4	0.8
⑧	36	26.3	9.8	2.9	39.0	40.1	29.4	26.3	2.9	29.2	0.2	0.8
⑩	26	26.4	9.8	2.1	38.3	40.1	29.7	26.4	2.1	28.5	-	0.8

注) 1. ※印はグルーピング1cmを含む。

2. ①、④、⑩はA式にて決められた。

(2) 滑走路の版厚

中国規準により滑走路中間部は端部 (1.0h) の0.9hに低減する。

また、滑走路ショルダー側の縁端帯は、端部で0.8h、中間部で0.7hに低減する。

(3) ショルダーの版厚

中国規準により次のとおりとする。

- ・ 滑走路、エプロンのショルダー : H=16cm
- ・ 誘導路ショルダー : H=12cm

4.3.5 目地構造設計

(1) コンクリート舗装の目地間隔

- 1) 滑走路 : 5 m (縦方向) × 5 m (横方向)
- 2) 誘導路 : (4.0m, 4.5m, 5.0m) × 5 m
- 3) エプロン : 5 m × 5 m
- 4) GSE 通路 : 4 m × 5 m
- 5) ショルダー : 2.5m × 2.5m

(2) 目地構造

1) 縦方向施工目地

縦方向施工目地は、「中国規準」による「かぎ型目地」とする。

2) 横方向目地

横方向目地はダミー目地を標準とし、必要に応じてバーで補強する。

3) 付合せ目地

滑走路、誘導路等の交差部には、付合せ目地を採用し、端部を鉄筋で補強すると共に目地部の段差発生を抑止する目的で枕版を設置する。

4) 膨張目地

滑走路、誘導路、エプロン、GSE 通路舗装には、膨張目地を設けない。

但し、ショルダーには 10m 間隔で、その他構造物との接合部には膨張目地を使用する。

4.3.6 コンクリート版の補強

コンクリート舗装版の補強は「中国規準」の他に、中国における実績を参考に行う。

4.4 その他施設設計

4.4.1 グルーピング

滑走路及び高速脱出誘導路には、ハイドロプレーニング現象の解消を目的としてグルーピングを行う。グルーピングの範囲は、滑走路の全延長にわたり、中央部の 2/3：(40m) と高速脱出誘導路本体舗装全域とする。

4.4.2 標識設計

滑走路、誘導路、エプロンの標識は、次に示すものを設置する。

- ・ 指示標識 (17、35)
- ・ 滑走路中心線標識
- ・ 滑走路末端標識
- ・ 滑走路中央標識 (円形)
- ・ 接地点標識
- ・ 接地帯標識
- ・ 滑走路縁標識 (安全性を考慮して、日本基準に示されるものを採用)
- ・ 過走帯標識
- ・ 誘導路中心線標識
- ・ 停止位置標識
- ・ 誘導路縁標識
- ・ エプロン標識 (ガイドライン、バー、スポット番号等)

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する。

5.2 保安道路・場周道路

5.2.1 設計条件

(1) 舗装種別

保安道路・場周道路の舗装は、アスファルトコンクリートとする。

(2) 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法で行うこととする。尚、設計CBRは、3%とした。

(3) 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L交通とした。

(4) 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、日本の「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。尚、設計反復作用回数については日本の実績等を参考に10,000回とした。

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区域内に設置する。尚、無線施設（グライドバス及びローカライザー）周辺についてはクリティカル地区・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、以下のように設定した。

- ・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
- ・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

(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。

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。その結果は以下のとおりである。

表III-5.2.1 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-5.2.2 GSE通路の舗装構造

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	

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た。

門扉の位置は、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、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。尚、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。

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。尚、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

構造計算に用いるブラストフェンス部材の定数は以下のとおりである。

表III-5.4.2 ブラストフェンス部材定数表

種類	許容引張応力 度 f_t (kgf/m ²)	許容せん断応力 度 f_s	使用箇所
SS400	1600	900(kgf/m ²)	骨組
SR235	1600	900(kgf/m ²)	アノボルト
SD295	2000		基礎
M16		1.81t/1面	骨組連結部

5.4.2 平面設計

第一期飛行区内でブ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）の中型航空機駐機エプロン周辺である。

ブラストフェンスの平面配置は、対象航空機のうちブラスト影響範囲の大きいB-767-300の走行軌跡から設定した。

5.4.3 形状寸法

(1) ブラストフェンス用地

ブラストフェンスを設置する用地は、ターミナル地区と調整を行い設定した。

エプロン誘導路に沿って設置するブラストフェンスは、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幅とし、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幅をブラストフェンス用地とした。

(2) ブラストフェンス高

ICAOマニュアルでは、ブラストフェンス高さは少なくともブラスト（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のブラストエリアを受けるとのできるフェンス高を設定することとした。

15km/hrのブ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、ブラストフェンスの地上からの高さは6.5mと設定した。

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 設計手法

(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。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状況にある。

よって、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った結果、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ことが判ったため、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行うものとした。

(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「地盤基礎設計規準」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值（N値10）を基に設定した。

・ 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/m ²
・無筋コンクリート	2.4 tf/m ²
・鋼材	7.85 tf/m ²
・アスファルト舗装	2.0 tf/m ² (舗装厚全体に対して)
・コンクリート舗装	2.1 tf/m ² (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 (満載時総重量 327t) と B-747 発展機 (満載時総重量 607t) を対象とし、地表構造物には、輪荷重が最大となる B-777C を採用し、地中構造物には B-777C と B-747 発展機の両方で構造物に対して不利となる方で設計を行った。

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」における車両総重量 44.56t の 4 軸タイプを採用した。

3) 自動車荷重

自動車荷重は、中国における 15 級荷重 (総重量 20t) を採用した。

4) 地中構造物作用する鉛直方向地中応力

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、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り、日本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値を採用している。このため、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なったことから、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。

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。

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、中国における基準値を採用した。

表 III-6.1.1 衝撃係数

土被り h	h ≤ 30cm	40cm	50cm	60cm	h ≥ 70cm
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、主動土圧（主動土圧係数 $\tan^2(45^\circ - \phi/2)$ ）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 $K_h=0.08$

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-6.1.2 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-6.1.3 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

「第3章 排水設計」に基づく、ボックスカルバートの構造断面は表 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、以下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被りは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。

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		土被り (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)

(2) 設計の考え方

ボックスカルバートの設計は、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として解析するものである。

6.2.2 U型側溝

(1) 航空機荷重対応U型側溝

1) 検討断面

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に問題がある。よって、沈下による舗装及び排水溝接続部における段差防止を考慮した構造とする。

表 III-6.2.2 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		

2) 設計の考え方

構造解析モデル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。

(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。

表 III-6.2.3 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)

6.3 エプロン照明灯基礎

6.3.1 対象形状

以下に示すエプロン照明灯の形状を対象とし、その基礎部の設計を行った。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する。

- ・ 塔柱高さ 25.0m
- ・ 灯具 15灯
- ・ 塔柱 上部22mはφ480、下部3mはφ600

6.3.2 設計外力

設計外力は風荷重と地震の影響を考えるものとし、地震の影響は水平震度 $K_h=0.08$ を考慮し、風荷重については「高聳構造設計規準」に準じて設定した。

6.3.3 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、日本の考え方である「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。

尚、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

杭は中国国家基準杭の既成RC角杭を用い、当該空港の支持層は⑦-2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する。尚、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。

第7章 工事計画

7.1 仮設備計画

7.1.1 工事用道路計画

空港施設の工事は面的広がりの中で行うため、輻輳する各工種の工事車両をスムーズに通行させるには、敷地内に幹線道路と支線道路を完成時の施設計画を考慮して、効率的に配置することが重要である。

飛行区建設工事の工程は、開港予定を1999年10月とすれば造成、舗装等土木工事の実質工期は1.5年程度と考えられる。この工事に必要な場外よりの搬入資材は客土、路盤等を主として約900万TONになる。これらの資材を1~1.5年間に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/日になる。さらに、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2車線×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を計画した。

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る。

短期間に工事を完成させなければならないため、コンクリートプラント1m³級を5セット、ソイルプラント150t級6セットが必要となる。

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、宿舎、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500t/日必要とし、ソイルプラントの吐出量は、8,900t/日であり、この混合水として、1,000t/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、1,800t/日となる。

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

7.2 資機材計画

7.2.1 搬入資材計画

当空港の建設予定地は、長江三角州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表H1-7.2.1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
	鉋滓	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	
	基礎碎石	m ³	9,000	
	型枠材	m ³	3,500	3回使用

7.2.2 機材計画

作業能力及び工期を考慮に入れ、主要工種別の主要重機台数を算出すると表 III-7.2.2 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	
	平面パイブレーター	28	
	棒状パイブレーター	56	
11t 級ダンプトラック	96		

7.3 工程計画

7.3.1 前提条件

- ・ 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。
- ・ 中国政府側は開港時期として1999年10月1日（建国記念日）を予定している。
- ・ 通常大規模工事に於いては1日8時間就業、実稼働6.5時間として計画するが、本空港においては、2シフト制をとるものとして、1日16時間就業、実稼働13時間とした。
- ・ 搬入客土、コンクリート用の骨材、セメント、路盤材等は、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。
- ・ 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、前章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ようになる。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るれば、舗装工事に12ヶ月～15ヶ月となる。

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			—————

図 H11-7.3.1 土木関連工事工程表

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。「民航基準」は1993年の北京周辺の物価水準の単価を用いている。

直接工事費は、各々の数量明細項目（B/QItem）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（75%と仮定）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つに分けて算出した結果は以下のとおりである。

項 目	事業費（億元）
用地造成	4. 2 7
舗装工事	5. 4 7
排水施設	1. 3 9
ポンプ場機械	1. 0 6
付帯施設	0. 2 6
合計	1 2. 4 5