

# 空港施設の特色

## ① 空港舗装 森口 拓\*

### 1. 荷 重

航空機の総重量は現在大きいもので 350 t 程度あり、これはさらに 500 t 程度までになることが予想される。このような大きな重量はいくつかの脚によって分担される(通常、主脚が総重量の 90~97% を均等に分担する)、舗装に分散伝達される。航空機の脚および車輪の配置形式の代表例を図一1 に示す。

設計荷重は、航空機の最大重量(通常は離陸重量)に対する主脚荷重とする。この場合、複数車輪の主脚については、設計荷重は等価単車輪荷重(ESWL)に換算して考える。ESWL とは、複数車輪の脚荷重が舗装に及ぼす影響と等しい影響を及ぼす単車輪荷重をいう。ここで舗装に及ぼす等しい影響とは、アスファルト舗装の場合は路床面のたわみ、コンクリート舗装の場合はコンクリートスラブ底面の引張応力を考え、それぞれ ESWL は弾性理論によって求められる。

将来、航空機の大型化に伴う総重量の増加により、主脚および車輪の数が增多することが容易に予想されるが、

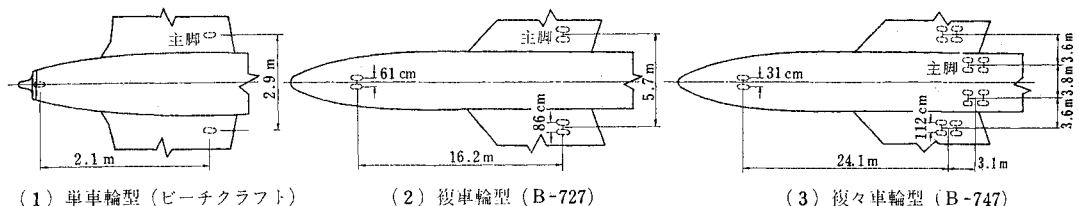
図一1 の B-747 の場合のように主脚間距離が小さいと、従来のように設計荷重を主脚 1 個の荷重とすることは誤りを生ずることもある。すなわち、このような場合、他脚の影響を考慮して設計荷重を割増しする必要がある。アスファルト舗装についての実験結果によると、B-747 の場合、その割増しの程度は約 6% である。

航空機荷重はその大きさが非常に大きいだけでなく、タイヤ接地圧も大型ジェット機で 14 kg/cm<sup>2</sup> 程度とかなり大きい。

### 2. 設 計

空港舗装のうち、滑走路、誘導路、オーバーランおよび一部のショルダーの舗装の勾配は、運輸省令によって規定されている。滑走路については、長さ 1500 m 以上の場合最大縦断勾配は 1% (末端部は 0.8%) であり、さらに、勾配の変化点における 2 直線の勾配の差は 1.5 以下とし、勾配変化箇所には曲率半径 (R) 30 000 m 以上の緩和曲線を設け、連続する 2 つの勾配変化点の間隔 (D) は  $30\,000 \times (|x-y| \times |y-z|)$  m 以上かつ 45 m 以上としなければならない(図一2 参照)。

アスファルト舗装の構造設計法は、CBR 法に基づくものである。路床の深さは、設計 CBR 2%、反復作用回数 5 000 に対する基準舗装(それぞれ規定の最小厚さを満足するアスファルト混合物の表層・基層、粒度調整碎石の上層路盤、任意の粒状材の下層路盤から成る舗装をいう)厚さと等しい厚さとする。ここで、反復作用回数とは、設計荷重が舗装の同一点に繰り返して作用する回数である。そして、舗装の耐用年数は通常、第 1 種空港(国際航空路線用)で 10 年、第 2 種空港(主要な国内航



図一1 航空機の脚および車輪配置形式

\* 正会員 運輸省港湾技術研究所 滑走路研究室長

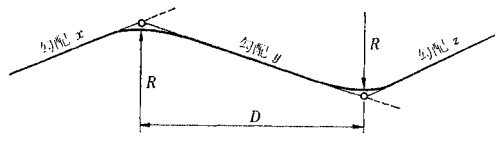


図-2 縦断勾配説明図

表-1 設計反復作用回数

空港種別	耐用年数	
	5 年	10 年
第 1 種	(10 000)	20 000
第 2 種	5 000	(10 000)
第 3 種	3 000	(5 000)

表-2 各種路盤の等価換算係数,  $E_q$

材 料	基 本 的 性 質	$E_q$
アスファルト安定処理材	75 回マーシャル安定度 300 kg 以上	1.5~2.0
セメント安定処理材	7 日圧縮強さ 30 kg/cm <sup>2</sup> 以上	1.3~1.6
リーコンクリート	7 日圧縮強さ 50 kg/cm <sup>2</sup> 以上	1.5~3.0
粒度調整砕石		1.0

空路線用) および第 3 種空港 (国内地方の航空路線用) で 5 年とするが, 反復作用回数は, 耐用年数にわたっての交通量の適正な予測が困難なため, 便宜上 表-1 の値を使用する。

舗装材料の相対強さを設計に取り入れるために等価換算係数を考えるが, これの標準的な値を表-2 に示す。

コンクリート舗装の構造設計法は, ウェスターガードの中央載荷公式に基づくもので目地にはタイバーやスリッパを設けるが, スラブは鉄網や鉄筋のない無筋コンクリートである。

舗装の耐用年数は通常 10 年とし, 路盤の設計支持力は  $K_{75}$  値 (沈下量 0.125 cm) で 5 kg/cm<sup>2</sup> 以上, コンクリートの設計基準曲げ強度は材令 28 日で 49 kg/cm<sup>2</sup> 以上とする。

空港舗装には, 軽い荷重しか載らない区域, 荷重の作用ひん度が非常に小さい区域などがあり, この作用荷重の状態を舗装厚さを適当に減らすことで設計に取り入れる。すなわち, アスファルト舗装では, メンテナンスエプロンなどの場合の設計荷重は, 着陸時の航空機重量 (最大重量の約 70~85%) に対す

表-3 コンクリートの安全率

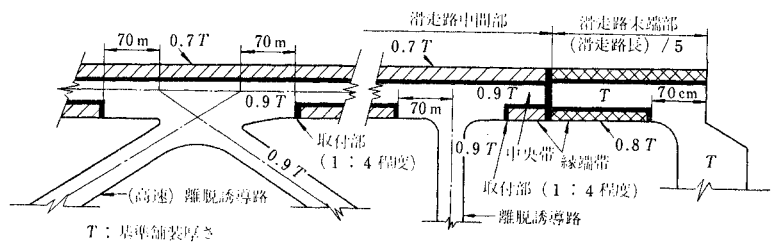
舗装区域	A 舗装 (ローディングエ プロン 誘導路 ホールディング ベイ 滑走路末端部)	B 舗装 (滑走路中間部 離脱誘導路 メンテナンスエ プロン)	C 舗装 (オーバーラン ショルダー)
	空港種別		
第 1 種	2.0	1.5	1.1
第 2,3 種	1.7~2.0	1.3~1.5	1.1

る主脚荷重とし, オーバーランおよびショルダーの厚さは設計計算値の 50% とする。一方, コンクリート舗装では, コンクリートの安全率を舗装の各区域について表-3 に示すように考える。

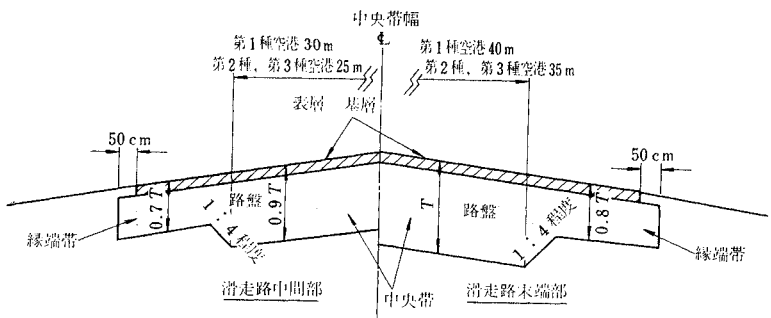
また, アスファルト舗装の滑走路および離脱誘導路については, 図-3 に示すように舗装厚さを減少し, コンクリート舗装の滑走路については 図-4 に示すようにスラブ厚さを減少させる。コンクリート舗装の場合, 中央帯の幅および減少区域の平面的関係は 図-3 に示すものと同じである。

### 3. 施 工

空港舗装は前述のような耐用年数を考えているが, 航空機の急速な発展に伴い, かなり早い時期に設計荷重の変更をきたし, あるいは地盤の (不等) 沈下による舗装表面の平坦性の欠如 (前述の勾配規定に不合格) が見られるため, かさ上げ舗装がかなりのひん度で必要となる。ところが, わが国の空港には主要滑走路は 1 本しか

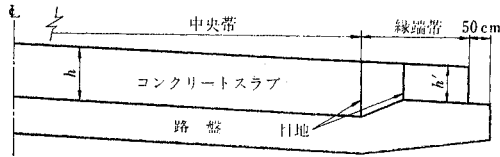


(1) 平面図



(2) 断面図

図-3 アスファルト舗装の基準舗装厚さの減少



( $h$ : 設計計算値  
 $h'$ :  $0.7h$  または安全率 1.3 としたときの厚さのうち  
 大きいほうの値)

図-4 コンクリート舗装のスラブ厚さの減少

なく、これを閉塞すること、すなわち空港を閉塞することは事実上不可能なので、その補修工事はすべて夜間の5~8時間を実施される。他の舗装区域の補修工事についても同じ状態であることが多い。

アスファルト舗装の場合、かさ上げ工事直後に交通に開放するが、5cm程度の厚さのアスファルト混合物層は、航空機荷重のもとでリフレクションクラックが発生する。これを防ぐには、アスファルト混合物層の厚さを10~15cm程度にする必要がある。そこで、このような場合、最近実用化の途上にあるシクリフト工法の適用が考えられるが、これは良好な保温性のため塑性流動に対する抵抗が小さく、いわゆる「わだちぼれ」の発生が容易に予想されること、また、仕上がり面の平坦性が劣ることなどの欠点がある。

「わだちぼれ」に関連して、航空機の大型化およびその航空機のローディングブリッジの利用に伴う一定箇所の通過、停止などの航空機荷重の作用状態の変化によって、アスファルト舗装のエプロン(第2種空港の大部分)に「わだちぼれ」の発生が見られる。この「わだちぼれ」は、表層および基層のアスファルト混合物の安定性の欠如に、その原因の大部分があると考えられる。そこで、このような非常に大きな接地圧および作用回数の荷重に対して、さらに、空港舗装のある区域には、そのほか大きなねじり力、摩擦力、制動力などが作用するわけだが、これらすべてを考慮したアスファルト混合物の合理的配合設計法の開発が望まれるところである。

## 下水汚泥の処理・処分および利用に関する研究

- 43年度報告書 1 200 円 (〒 140 円)
  - 45年度報告書 1 500 円 (〒 140 円)
  - 46年度報告書 2 000 円 (〒 170 円)
  - 以上1セット 4 700 円 (〒 200 円)
  - 47年度報告書 編集中 49年5月刊行
- 丸善または主要書店へご注文下さい。

## ② 排水施設 ————— 谷 辺 純 臣\*

空港関係の土木施設の建設技術は、他の分野の土木技術者にとってはごくありふれた仕事である<排水施設の計画および設計>の領域にその特徴が見い出される。ただし、航空機荷重を対象とする空港舗装の分野は他の土木技術者にあまりなじみがないものであり、一般的にはこちらの方がむしろ空港建設技術の特色と考えられがちである。しかし、実際に空港建設に携わっている関係者(airport engineer)のほとんどが、その技術的特徴を空港舗装ではなく、空港排水施設の方に見出していることは大変興味深いことといえよう。以下に、空港技術者がこの分野の特長ある技術と考えている空港排水施設の特色について概説する。

### 1. 平坦・広大な面積において良好に排水を行なうこと

空港の排水施設はすべて上記によって特徴づけられるといっても過言ではない。鉄道または道路技術などにおいて広場設計という特殊な範疇を設ける場合があるが、ちょうどこれにあたる。

#### (1) 平坦性

空港全体が完全に水平面であることが航空機の運航上最も理想的であるが、良好に排水を行うこともまた運航上必須の要件である。これは、滑走路の横断勾配に関する制約に顕著に表われている。つまり、YS-11よりもさらに小さい航空機だけが運航する飛行場における場合の方がYS-11以上の航空機が運航できるそれより、同勾配の最大値は大きくなっている(表-1参照)。着陸帯の縦横断勾配および滑走路、誘導路の縦断勾配に関する制約は排水よりむしろ土工の経済性に起因するが、

表-1 滑走路の最大横断勾配

区 分	YS-11以上の航空機 が就航する空港	YS-11より小さい航 空機が就航する空港
滑走路の最大 横断勾配 (%)	1.5	2~3

\* 正会員 運輸省航空局飛行場部建設課