

(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時間に実施される。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

空港全体を平坦な状態にする主因となっている。エプロンについても、駐機という性格上平坦性が確保されねばならない。とくに主要空港においては、給油作業その他の条件から、良好な排水を期し難い(0.5% という過酷な条件を強いられる)場合もある。

(2) 芝の流出係数

空港内の航空機の運航に直接関係する部分(特に air side という)のうち、航空機が通行、駐機する部分は舗装されており、その他の部分は芝で構成されているのが普通である。したがって、空港の大部分の面積(60~70%)が芝となる。この流出係数の値が、吐出排水容量を左右する場合が多い。

例えば、空港内へ周辺地域から雨水排水の流入がある場合、これを 0.5 で設計し成功した大阪国際空港の例もある。ここでは、その後の周辺地域の市街化に伴う流入量の大幅な増加にも悠々と耐えた実績がある。反面、予算等の制限から参考書類等に示された 0.1 で設計し、その後の吐土排水をカバーできずに下流地域へ被害をもたらした失敗例もある(表-2 参照)。

(3) 芝の流入時間

合理式の計算を行う上で設定した排水区域内の流入時間を算出するために、図-1~3 を常用することが空港排水設計における一つの特色と考えられる。

この場合、一つの排水区域は、舗装と芝の両方がある場合が多く、流入距離は等高線図上で算出することが必要である。

後述するが、空港の吐出口は少ない場合が多く 1 か所という例も意外に多い。吐出排水容量は、この流入時間にも大きく左右されるので正確な算出が望まれるわけである。

2. 開渠型排水施設 (open ditch or open channel)

航空機が舗装から逸脱することもあると想定して設けられた区域、および緊急時各種車両が、芝の部分であっても通行可能としておくことが必要な区域では、開渠型施設は設けられない。グレーチング等の蓋付きの開渠型施設とすることは、その経済性から考えて疑問である。ただ、広い範囲の舗装となるエプロン等において、舗装上の表面水を処理する必要があるときは、グレーチング等の蓋を備えた U 型排水路を設置する場合があるが、土かぶりがない状態で、重い航空機荷重に直

表-2 空港における一般的な流出係数

区 分	流出係数	
舗 装	0.95	
芝	透水性の土状	0.30
	あまり透水性がよくない土状	0.50
建 物 区 域	0.90	

接に耐える構造が必要で、高価な施設となる。

3. 設計荷重

ターミナルビルを中心とした建物地域と道路駐車場などのアクセス関連施設(特に land side という)については、航空機荷重は対象とはならない。air side においては、一般的には航空機荷重を対象とするため、通常のトラック荷重を対象とした標準設計、メーカーのカタログなどに記載されているものなどは直接使用できないので注意を要するところである。

air side における排水施設に対する航空機荷重は、航空機の大型化傾向が著しいことから、次のような特別な考え方を適用するのがわが国では一般的である(表-3)。すなわち、幹線の排水路に対しては表-3 のとおり、

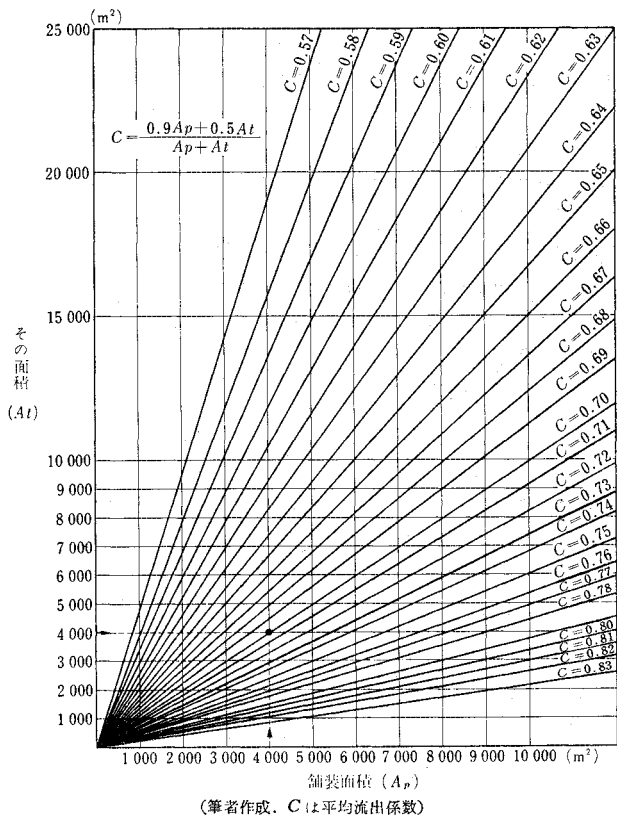


図-1 一つの排水区域内の平均流出係数

表-3 設計荷重

滑走路長 (m)	就航(または予定)最 大航空機種	幹線の排水路に対 する設計荷重	
		荷重(t)	脚形式
1500 未満	YS-11, F-27	100	B-727
1500 以上 2500 未満	B-737, B-727	※ 200 350	L-1011 B-747
2500 以上	DC-8, B-747, L-1011, DC-10	680	B-747

注: ※ 構造物に大なる応力を与える方を採用する。
土かぶりの大きさによる。

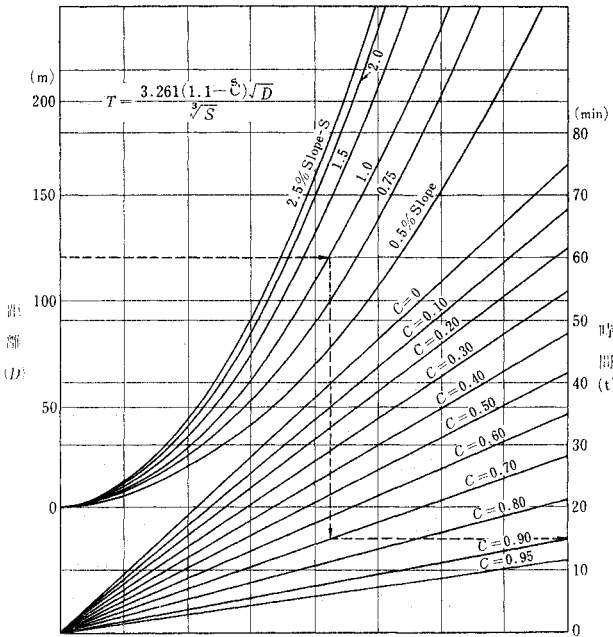
1 ランク上の航空機を設計航空機荷重としている。この場合、着陸帯のうち滑走路、誘導路などの舗装部分以外の部分は、航空機が常に通行しないため、許容応力度をコンクリート 100%増、鉄筋 65% 増とすることを現在検討している(従来は設計航空機荷重を 1/2 または 1/3 として考えていた)。

なお、幹線の排水路とは、具体的には ① 文字どおり空港内の排水系統から幹線となっているもの、② 空港外から流入または空港外へ吐出する排水路、をいう。マンホール、皿型排水路については航空機荷重は考えていない。航空機が滑走路から着陸帯へ逸走した場合、これら地表の施設は航空機の載荷に耐え、航空機に損傷を与えるよりもむしろこれら施設が破壊する方が航空機に搭乗している乗客の生命の安全が、より保てると考えられるためである。

ここで、開渠型水路の蓋についても航空機荷重を考える必要はないではないか、との疑問が生ずる。しかし、マンホールの場合、マンホールの頂板のみが急激な破壊を起こすのではなく、マンホール自体が破壊するととどまる。ところが、開渠型水路の蓋の場合には、この蓋が破壊すると同時に航空機の車輪はこの溝に落込み、航空機の進行が妨げられる結果となる。そのため、航空機荷重を考え、航空機の車輪を開渠部に落ち込ませないように考えなければならない。

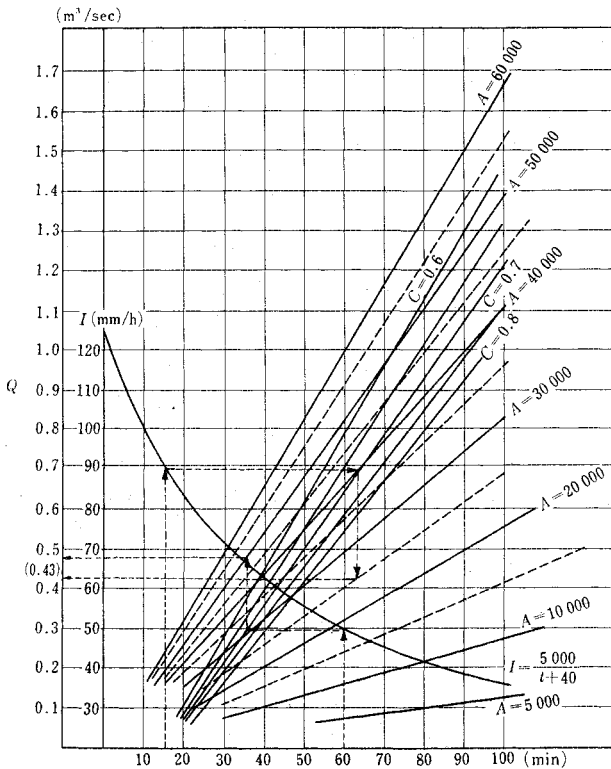
4. 空港周辺との関係

空港の排水は、空港外へ流出させる吐出口が必要である。透水性の地盤の場合、空港内に地下浸透ますをつくり、雨水を処理するという特殊な例もあるが、一般的には、空港に接しているまたは空港の傍を通過する海、河川または既設排水路へ吐出口を求めるのが普通である。空港は広いにもかかわらず、吐出口を 1 か所または 2 か所に



(FAA airport drainage による。C は平均流出係数)

図-2 流入時間



(著者作成。A は排水区域面積)

図-3 簡易計算図表

しか設定できない場合が多く、とくに既設排水路へ吐き出せるときには、空港が整備されたことにより、流出係数が高く、かつ流達時間が短くなる。その結果、流出量は数倍にもなってくるので、既設排水路の管理者との協議が不可欠である。既設排水路がない場合は、既設排水路以外に海または河川に達する排水路の新設が必要となる場合も多い。八尾空港、徳島飛行場の場合、空港からの雨水排水が農業用水に利用されており、用水期には空港内の排水路の水位も上がるという特殊な例もある。どのような場合でも、空港内の雨水排水処理のためにポンプを利用するという方式は維持費が大変であるという理由から、避けた方が得策である。

しかし、広く平坦な空港で制約された数少ない吐出口まで自然流下の排水システムを設定することは、どの空港の設計においても、最も難しい仕事のひとつとなっていることは事実である。また、空港の周辺から流入する水についても注意すべきである。雨水については、他所に降った雨であっても、その下流にいる者が処理するのが当然のこととなっているため、これを拒絶することはできない。流入する雨水排水区域は、設計にあたっては当然考えに入れておくべきであるが、空港の管理者といえども常に把握しておかねばならないことの一つでもある。空港周辺が市街地化するにつれ流入する水量は増加し、空港内の冠水または空港から下流域への被害をもたらす例は多い。

5. おわりに

以上のほかに、空港の排水施設の維持管理、ポンディングシステム、その他についても記載したいが、紙数の都合で割愛した。

トンネル工学シリーズ 8

トンネル施工の省力化と環境対策

第7回トンネル工学シンポジウム

B 5・140 ページ 1600 円

会員特価 1450 円(〒140 円)

●省力化に関する総括報告(大塚本夫) ●都市トンネルの掘削における機械化施工の問題点(丹羽俊彦) ●山岳トンネルにおける機械力導入の効果と問題点(横山章) ●山陽新幹線竹原トンネル(秋野秀夫) ●工事のシステム化(福井正憲)

●環境問題総括報告(斎藤 徹) ●道路トンネルの環境対策(立石俊一) ●道路トンネルの公害対策(山本・河村)

●新幹線の建設公害対策(堀内義朗) ●地下鉄工事の建設公害対策(和田一郎)

③ ターミナル施設計画——春山一郎*

1. 旅客ターミナルと貨物ターミナル

空港の諸施設の中で、ターミナルの占める役割はとくに重要である。一般にターミナルは、旅客取扱い業務を主とする旅客ターミナルと、貨物取扱い業務を主とする貨物ターミナルに大別できるが、相互間の関連はあるものの、その動線は全然別個と考えてさしつかえない。今日の航空輸送の爆発的増加の主な原因は、航空機の新型化と同時に輸送量の増大が考えられるが、ターミナル施設計画の基礎となる考え方は、大量の旅客、貨物をいかに安全に(Safety)、迅速に(Speedy)、正しく(Straight)目的地に輸送できるかに立脚し、上記の3Sを助長する環境空間を構成することにある。それには、長期展望と、綿密な計画性を基盤とすることが肝要である。

2. ターミナル地域の規模

空港ターミナルは空と陸の接点であり、機能を満足する範囲で、なるべく単純であるのが望ましい。その意味では、陸の輸送手段である自動車(もしくは鉄道)と航空機が1対1で対応するのがその原形である。しかるに今日の航空旅客の爆発的増加は便数の増加となり、ついでターミナル駐機バースの増加となり、ターミナル地域の拡大につながってくる。諸外国の実例から、ターミナル地域面積は大体1バースあたり1.5~2.5haである。この地域拡大が航空機と旅客の素朴な対応を妨げる原因となる、ターミナル計画のうえで解決しなければならない問題を提起する。

3. ターミナルの配置計画

配置上の要点をあげれば、次のとおりである。

- ① 航空機離着陸に際して支障をきたさぬこと。
- ② 航空機は建築物の機能と密接なつながりをもつから、とくに離着陸する航空機の地上走行を短縮簡便にす

* 新東京国際空港公団工務部 次長