

滑走路グルーピングの有意性に関する研究

中央大学 学生会員 ○ 荻原 亮太
奥村組 正会員 前川 亮太
中央大学 フェロー会員 姫野 賢治

1. はじめに

我が国には空港が 98 箇所があり、各国の面積あたりの空港数は世界で 10 番以内に入る。小さな島国であるのに対し、多くの空港を持つ我が国は無事故を目指して空港舗装に様々な工夫がされている。その工夫の中の 1 つに舗装表面に滞った雨水を除去してすべり抵抗性を大きくするグルーピングが挙げられる。空港において、グルーピングは図-1 に示す通り幅 6mm、深さ 6mm の溝を 32mm 間隔で横断方向にアスファルト舗装である滑走路に対して施される。この舗装は離着陸を繰り返す中で潰れたり角が欠けたりするために本来のパフォーマンスを期待できなくなるので、この舗装の安定性を追求した論文が多く存在する¹⁾。特にこの潰れる現象は航空機による接地圧が原因であり、近年では接地圧 1.66MPa の A350-900 といった大きな航空機が存在し、滑走路の累計供用頻度も増加している。つまり、今後滑走路でのグルーピングのつぶれは増加すると予想されるので、排水性が損なわれないような舗装を検討し対策をするべきである。

そこで本研究ではグルーピングの必要性を検討するために 2 つの観点で研究を行った。1 つ目はグルーピング上でのすべり抵抗試験を実験し、既往の論文と比較した。2 つ目は排水性を検討した。これには本研究で作製したプログラムで解析した。

2. 研究内容

前に述べたように 2 つの観点からグルーピングの有意性を検討した。

2.1 すべり抵抗性について

グルーピングを施したアスファルト舗装とそれを施していないアスファルト舗装のすべり抵抗性を測り、比較した。その際に 3 つの試験機²⁾(S タイプ DF テスタ, DF テスタ, 振り子式スキッドレジスタンス テスタ)を用いた。

DF テスタとはゴムスライダーを取付けた円板を回転させながら測定面に一定の荷重で押しつける。このときにゴムパッドにはたらくすべり抵抗力を測定する。このすべり抵抗力を荷重で除しすべり抵抗係数(μ_{DFT})

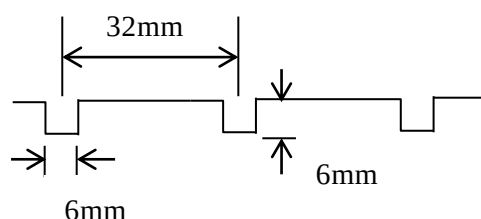


図-1 矩形グルーピングの形状

として記録する。円板は抵抗により回転速度を徐々に低下させる。この速度も測定し、すべり抵抗係数と速度の関係を表示する。通常は 60km/h の速度の時の係数を算出するので、本研究も 60km/h の値を用いた。

振り子式スキッドレジスタンス テスタとは、測定は舗装面に散水した状態で行い、振り子の先のゴムスライダーを所定の位置から振り下ろし、スライダーと試料間の摩擦による減衰を目盛りによって読み取る。読み取られた値は BPN(British Pendulum Number)として摩擦係数を算出する。

今回は S タイプ DF テスタ(歩道用)以外の 2 種類の試験機による結果を図-2, 3 にまとめた。なお、DF テスタの算出値は μ_{DFT} 、振り子式の算出値は BPN である。

DF テスタの結果を見ると散水していない供試体上では分散値が高く、ない場合は低い。これは本来 DF テスタは散水してから用いるものであるからと推測される。わが国のすべり摩擦係数の管理目標値は表-1 のように決められており、グルーピング有り無しで摩擦係数が 0.1 違うことが分かる。これを踏まえ図-3 を見ると散水ありの場合で 0.1 以上の差は見られない。

本来、DF テスタは散水して試験を行うため、スリップ率は 100%であると考えられている。これは滑走

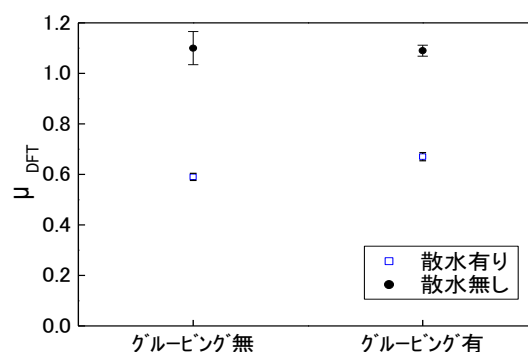


図-2 本実験から得られた各供試体の μ_{DFT}

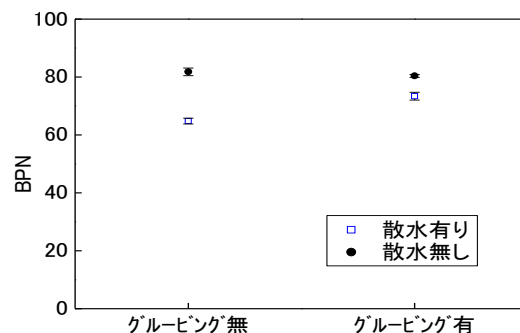


図-3 本実験から得られた各供試体の BPN

表-1 わが国のすべり摩擦係数の管理目標値¹⁾

試験装置	グルーピング		速度 (km/h)	タイヤ
	有	無		
μ メータ	0.6	0.5	60	—
SFT	0.55	0.45	95	低压
	0.45	0.4	95	高压

路の維持管理に用いられるすべり測定車のロックホイール形式と同様である。したがって、実際に行われている管理測定車 DF テスタは近い値となると予想したが、 μ_{DFT} に関してはすべり抵抗性において有意な差が出なかった。これはグルーピングにタイヤゴムピースがうまく設置されないためと考えられる。

一方、図-3 を見ると BPN ではグルーピング供試体に散水されているときとされていない時で差が縮まりグルーピングのすべり抵抗性に有意な結果が出た。特に BPN は英国の BPN の基準値が決められて特に 65 以上の値で良好とされている。以上より、得られた知見として、溝変形のないグルーピングのすべり抵抗性効果を示せた。

2. 2 排水性について

以上の実験的研究を経て、滞水状態でのグルーピングの有意性が示すことが出来た。それに次いで、滞水状態によって路面のすべり抵抗性が極端に下がる傾向も分かっている。そこでグルーピングの効果の一つである排水性効果を解析した。

排水性を検討するにあたって、本研究で作成したプログラムを使って水量を把握して排水性を検討する。

解析内容としては、滑走路に想定される雨(降雨強度として表す)を降らせてアウトプットデータとして滑走路端部までにかかる時間、流量等が算出される、という内容となる。解析範囲は滑走路の片側部分であり、インプットデータは粗度係数 n 、降雨強度 q (mm/h)、勾配 S_0 、グルーピング深さ、幅、間隔、溝形状と様々である。

流れる雨水の支配方程式としては様々であるがその中でも、慣性項、圧力項を無視し、マニング則を用いることができ射流の状態に対してよく用いられる Kinematic wave 法を用いることにした。この支配方程式を用いる利点は路面の粗さを粗度係数で表し、それを解析に用いることが出来るからである。

本研究では溝形状の変化を解析上で出来るようにしてあるので、三角・矩形・台形の 3 つの異なる形状のグルーピングの違いもみた。

矩形グルーピングとグルーピング無しの場合での舗装上の水深変化(降雨強度 20mm/h)を図-4 に示す。ここではグルーピングの有無でどれだけ水深変化が生じるか確認することを目的としている。これを見ると、0mm 地点からだんだんと大きくなっていくことが分かり、端部では差が大きく出て、8mm 程度の差が分かる。また、表面形状に関わらず、二次関数的に増加

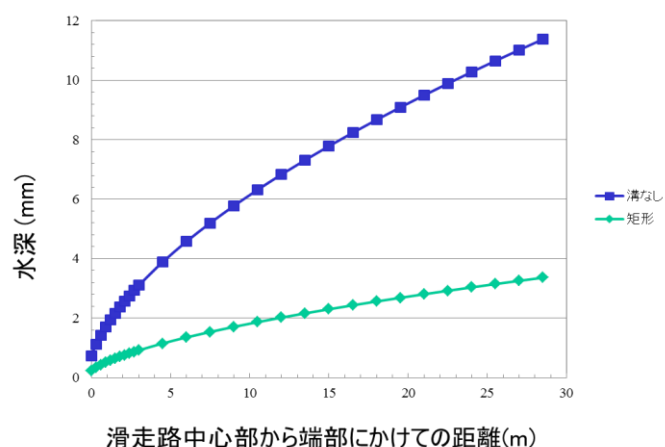


図-4 矩形グルーピングとグルーピング無しの場合での舗装上の水深変化(降雨強度 20mm/h)

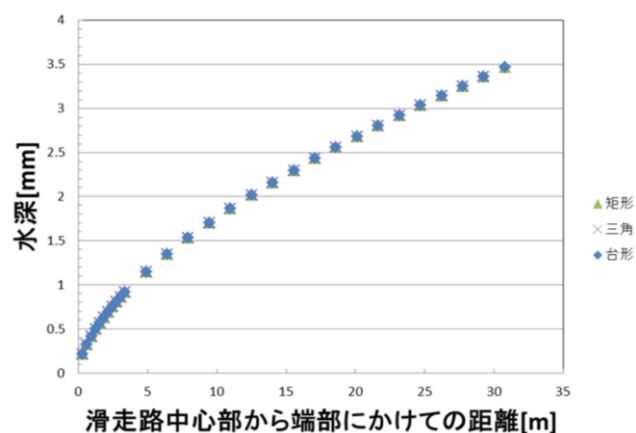


図-5 それぞれのグルーピング形状での舗装上の水深変化(降雨強度 20mm/h)

することが分かった。

最後に、それぞれのグルーピング形状での舗装上の水深変化(降雨強度 20mm/h)を図-5 に示す。解析結果からは形状関係なく排水性がほぼ同一の結果となった。

同時につぶれによりどのように水深変化するか解析をしたがほぼ値に変わりが見られなかった。

3. 結論

本研究では現時点で 2 つの観点からグルーピングの有意性を検討した。すべり抵抗性について、ポータブルに現場でよく用いられる試験機で有意な結果が得れた。排水性に関して、溝があることで大幅に水深の減少が見込めることが分かった。

参考文献

- 1) 川名太, 河村直哉, 前川亮太: 大型航空機荷重に対するグルーピングの安定性, 2011
- 2) 日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧, pp. 104-108
- 3) James W. Patterson, Jr.: Evaluation of Trapezoidal-Shaped Runway Grooves, 2012