

滑走路グルーピングの排水性に関する研究

中央大学大学院 学生会員 ○ 荻原 亮太
中央大学 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

我が国には空港が約 97 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。このように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 1.66N/mm^2 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。

筆者はこれまでにグルーピングのすべり抵抗性をポータブルな試験機を用いて研究した。その結果、グルーピングはすべり抵抗性に関してばらつきの観点から見ても有意な結果を示し、滑走路にはグルーピングが必要であるという結論に至った。これらを踏まえて、グルーピングを用いる上で重要となる排水性に着目してその検討をすることを目的とした。

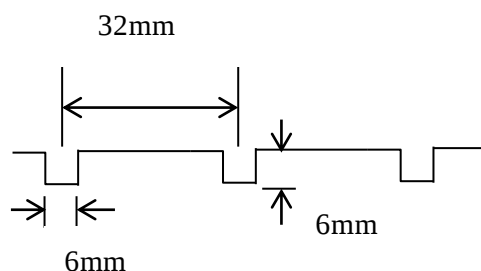


図-1 矩形グルーピングの形状

2. 既往の研究内容

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。今回は S タイプ以外の 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} 、振り子式スキッドレジスタンス テスタの算出値は BPN である。

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、BPN ではグルーピング供試体が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。以上より、得られた知見としては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。

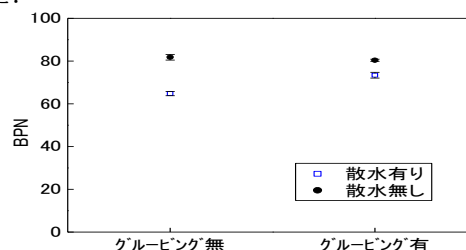


図-2 本実験から得られた各供試体の BPN

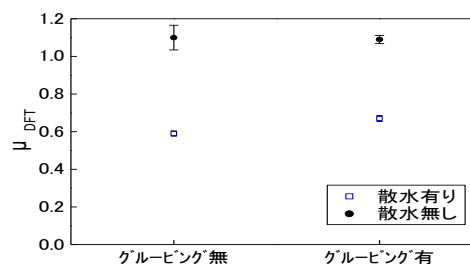


図-3 本実験から得られた各供試体の μ_{DFT}

3. 解析内容

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(図-4)であり、インプットは粗度係数 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．プログラム言語はC#としている．

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て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．

4. 結果

今回の解析結果は一つ目はグルーピング形状ごとの滑走路上的水深変化(降雨強度 20mm/h)、二つ目は矩形・三角・台形³⁾グルーピング形状で施された滑走路上的水深変化を示す．特に今回は二つ目を図 3～5 に示した．

一つ目に関しては、グルーピング断面が矩形・三角・台形と変化したとしても降雨強度 20mm/h においてほぼ変化が見られない結果となった．二つ目に関しては、図を見て三角形が排水性が高い結果となった．航空機が滑走路を通過する場所は滑走路中心からB747-8であれば5.5mとなっている．これをもとに図3～5を見てみると降雨強度 80mm/h で水深 3mm 程度であるのが分かる．この値はハイドロプレーニング現象を引き起こす可能性が十分にあることを示している．

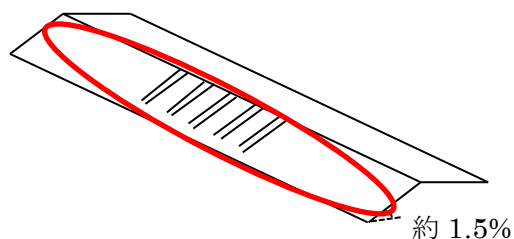


図-4 本研究における滑走路の解析範囲

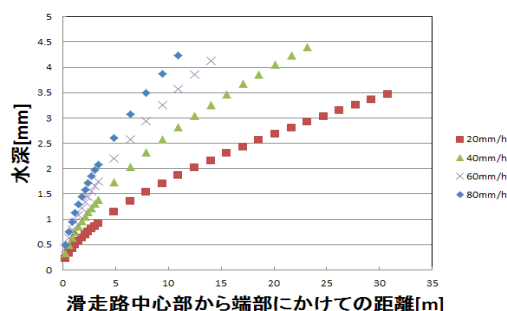


図-5 矩形グルーピング滑走路上的水深変化

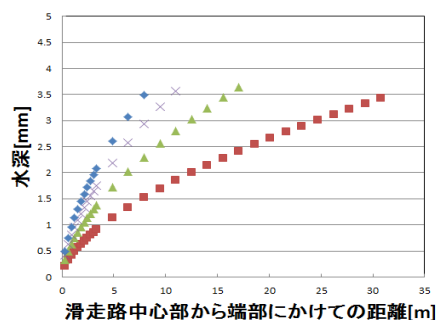


図-6 三角グルーピング滑走路上的水深変化

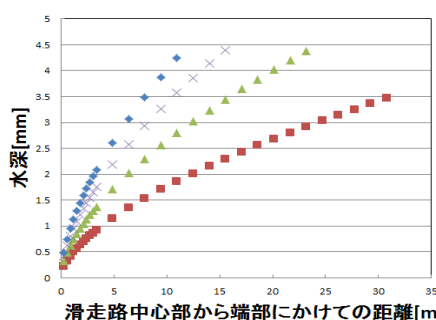


図-7 台形グルーピング滑走路上的水深変化

5. 結論

溝形状が三角、台形、矩形、無の順で排水性が高いことが分かったが、小さい降雨強度に対しては排水性に大きな差は見られなかった．今後は、グルーピングのつぶれを考慮し、またこの解析の妥当性を示すために、新たに室内実験を検討している．

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