

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：82115

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760414

研究課題名(和文) ハイドロプレーニング現象を考慮した空港舗装のわだち掘れ及びグルーピング管理基準

研究課題名(英文) Research on Standard of Rut Depth and Groove Deformation of Airport Pavement Considering Hydroplaning

研究代表者

坪川 将丈 (TSUBOKAWA, YUKITOMO)

国土技術政策総合研究所・空港研究部・主任研究官

研究者番号：70356054

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円、(間接経費) 0円

研究成果の概要(和文)：我が国の空港滑走路・誘導路におけるわだち掘れ深さの限界値は経験的に定められた数値であり、雨水の表面排水性能を向上させるために滑走路表面に設けられているグルーピングについては、年月が経過しグルーピングが消失した場合の限界値は設けられていない。供用年数に応じてわだち掘れが深くなること、グルーピングが消失することは、空港滑走路・誘導路を走行する航空機のハイドロプレーニング現象に直結する。本研究では、ハイドロプレーニング現象の発生に着目し、わだち掘れ量やグルーピング形状等が滑走路・誘導路の排水性能に及ぼす影響を解析的に検討した。

研究成果の概要(英文)：The limit value of rut depth of runway and taxiway in Japan was decided empirically. However the groove is constructed on runway surface to enhanced drain performance of the runway, there is no limit value of groove deformation in maintenance stage of runway pavement. If rut depth become large or groove is worn down due to the running of aircraft on runway and taxiway, hydroplaning may occur. This study is conducted analytically to clarify the effect of rut depth and shape of groove on drain performance of runway and taxiway.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木材料・施工・建設マネジメント

キーワード：空港 アスファルト舗装

1. 研究開始当初の背景

我が国の空港滑走路・誘導路におけるわだち掘れ深さの限界値は、1982年に経験的に定められた数値が用いられている。また、雨水の表面排水性能を向上させるために我が国の滑走路表面に設けられているグルーピングについては、新設時のグルーピング形状が規定されているのみで、年月が経過しグルーピングが消失した場合の限界値は設けられていない。供用年数に応じてわだち掘れが深くなること、グルーピングが消失することは、空港滑走路・誘導路を走行する航空機のハイドロプレーニング現象に直結するため、小規模の降雨であっても、航空機の運航に影響を及ぼす可能性がある。

2. 研究の目的

空港滑走路・誘導路(以下、空港舗装)の供用年数が経過することにより、わだち掘れ深さが増大し、グルーピングが消失すると、空港舗装上に滞水が発生しやすくなるため、航空機の走行安全性を阻害する。そこで本研究では、滞水している空港舗装を走行する航空機のハイドロプレーニング現象を防止するために必要な、わだち掘れ形状及びグルーピング形状の限界値を構築するため、わだち掘れ形状及びグルーピング形状が舗装の排水性能に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。具体的な個別研究目的は以下のとおりである。

(1) 空港舗装表面の排水性能には、わだち掘れ形状(わだち掘れ深さ・わだち掘れ幅等)やグルーピング形状のみならず、舗装舗装表面の横断勾配や降雨強度も影響することから、これらをパラメータとした空港舗装表面の排水性能評価モデルを構築する。

(2) (1)の排水性能評価モデルを用い、わだち掘れ形状及びグルーピング形状が空港舗装表面の滞水深さ・滞水面積に及ぼす影響を定量的に明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 解析モデル

本研究においては、路面の横断方向に対して流量変化、縦断勾配変化、断面変化を伴った水位の変化を解析することとなる。流量変化は場所により変化はするが時間的には変化しない定常流流れ場を想定した。このような解析には一般的に、一次元の不等流解析により各地点ごとの水位を評価することとなる。一般的な不等流計算では、流れが上流から下流まで常流の流れを想定し、下流端における水位条件から上流に向かい水位の計算を行って行く。一方、本研究では、わだち掘れや縦断勾配変化によっては流れが常流と射流が混在する流れとなる可能性が考えられるため、常射流混在流れを解析可能な1次元不定流モデルにより検討を行うこととした。

た。

水路の場所的な形状変化(縦断勾配や断面変化)を伴った流れを対象とし、わだち部の水深急変部の検討も行うため、常射流混在不等流モデルを適用する。不等流計算では、流れの連続式と運動方程式について空間的に差分を行い、水路内の水位を求める。本モデルは、河道内の流れが常射流混在する河道内の不等流計算が可能である。

(2) 解析パラメータの設定

横断形状

設計では空港舗装の横断勾配を1.2%~1.3%とすることが多いが、不同沈下が大きい空港では勾配が緩くなることもある。そこで、路面排水上危険側となる、標準的な設計値より緩い側の0.8%、1.0%、1.2%の3ケースとした。

わだち掘れ幅

わだち掘れ幅は、東京国際空港のJ誘導路でのプロファイルデータを参照し、滑走路中心より2m~10mの範囲でモデル化した。具体的には、図-1に示すとおり、わだち掘れ範囲の両端で標準横断の舗装高に一致し、滑走路中心から6mの位置で最大深さとなる二次曲線でわだち掘れ範囲の路面形状をモデル化した。しかしながら、航空機の主脚位置、集中度を考慮すると、さらに狭い範囲内にわだち掘れが生じる可能性もある。そこで、上記のわだち掘れ幅8mに加え、わだち掘れ幅4m(滑走路中心より2m~6m)のケースでも計算を行った。

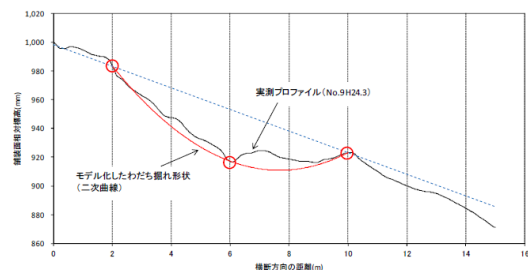


図-1 わだち掘れ形状モデル

わだち掘れ量

わだち掘れ量は、空港舗装補修要領の評価基準の例のCランク(38cmm)を参考にして、10~50mm(10mmピッチ)とした。なお、解析ではわだち掘れ0mmも対象とした。

グルーピング形状

グルーピング形状は、新設時の寸法である幅6mm×深さ6mm×グルーピング間隔32mmを標準とし、ゴム付着やつぶれによる破損を考慮した、4mm×6mm(消失度44%)、2mm×3mm(消失度83%)の計3ケースおよびグルーピングが無い状態の全4ケースとした。ここで、消失度とは、グルーピング溝が健全な状態での体積に対するグルーピング溝の体積変化量の割合である。

4. 研究成果

(1) グルーピング状態が最大水深に及ぼす影響

横断勾配 1.0%、わだち掘れ量 0、30、50mm のケースについてグルーピング状態の最大水深への影響を、図-2（わだち掘れ幅が大の場合）、図-3（わだち掘れ幅が小の場合）に示す。グルーピングが健全の場合とグルーピング無しの最大水深の差は 1mm 未満である。また、わだち掘れ幅が狭くなると最大水深は大きくなるが、グルーピング状態の影響は同様となっている。以上のことから、グルーピング状態が最大水深に及ぼす影響は軽微であり、特に最大水深が大きくなる条件では、わだち掘れ量及びわだち掘れ幅が支配的となることがわかる。

(2) 横断勾配が最大水深に及ぼす影響

横断勾配を 0.8~1.2% と変えた場合の最大水深を図-4、図-5 に示す。横断勾配の影響は、前述したグルーピング状態に比べて相対的に大きく、横断勾配 0.2% の違いにより、最大水深は、わだち掘れ量 30mm で 2~3mm、わだち掘れ量 50mm で 4~5mm の差となっていることがわかる。

(3) 許容わだち掘れ量の検討

以上の解析結果を基に、わだち掘れ部における許容わだち掘れ量を整理した。許容わだち掘れ量は、エアラインの水深及び積雪深に対する運航制限規定を参考に、許容水深 12mm に対するわだち掘れ量とした。表-1 に許容わだち掘れ量の整理結果を示す。降雨強度を除く各パラメータの許容わだち掘れ量への影響度は、「わだち掘れ幅 > 横断勾配 > グルーピング状態」の順となっていることがわかる。

この表を参考に、一般的な空港舗装の状態から、横断勾配 1.0%（一般的に 1.0%~1.2% で設計される）、グルーピング消失度 44%（多少は健全度が低下した状態を想定）を想定した場合の許容わだち掘れ量は、次のとおりとなる。

- ・わだち掘れ幅大：33mm~39mm（降雨強度 90mm/hr~30mm/hr）

- ・わだち掘れ幅小：24mm~27mm（降雨強度 90mm/hr~30mm/hr）

(4) まとめ

前述のとおり、グルーピングが最大水深に及ぼす影響は軽微であることから、ハイドロプレーニング現象を考慮した路面管理基準を構築するためには、横断勾配、わだち掘れ幅、わだち掘れ量を考慮するのが妥当と考えられる。ただし、わだち掘れ幅が最大水深に及ぼす影響は当初想像していたよりも大きく、また実際の空港舗装路面のわだち掘れ幅は空港により差が大きいと考えられることから、管理基準構築のためには、わだち掘れ深さのみならず、わだち掘れ幅のデータを蓄積することが必要と考えられる。

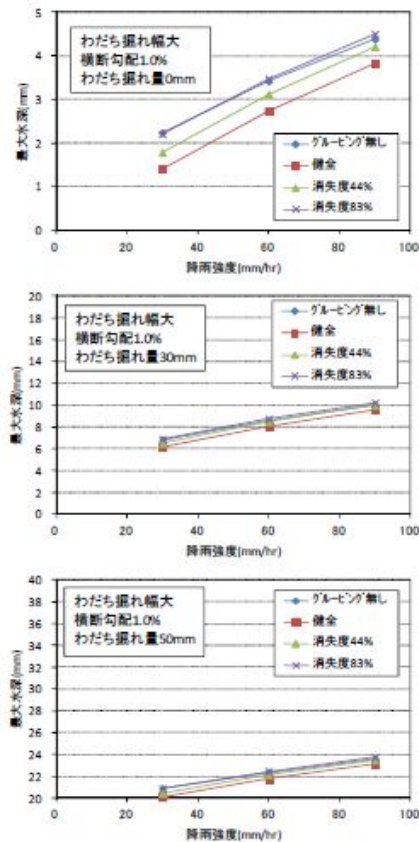


図-2 グルーピング状態が最大水深に及ぼす影響（わだち掘れ幅大）

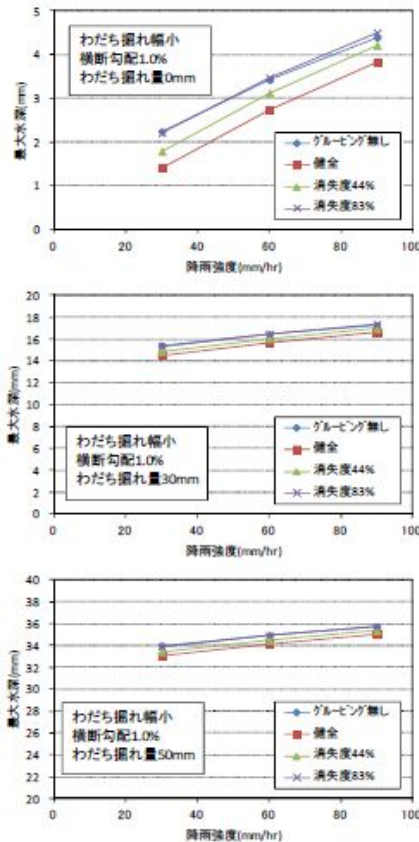


図-3 グルーピング状態が最大水深に及ぼす影響（わだち掘れ幅小）

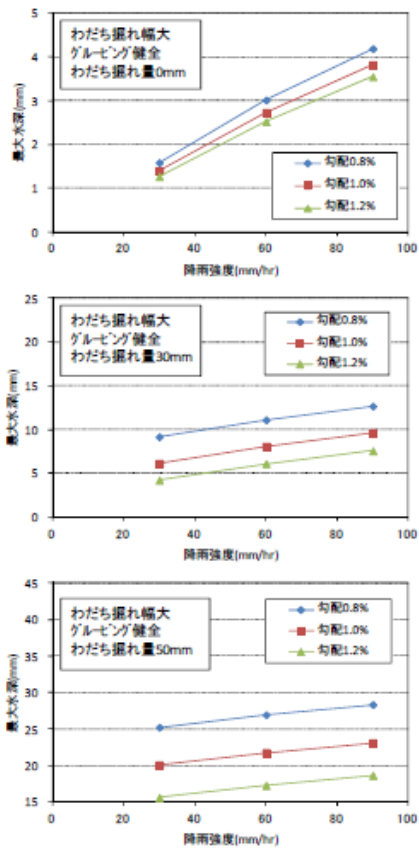


図-4 横断勾配が最大水深に及ぼす影響（わだち掘れ幅大）

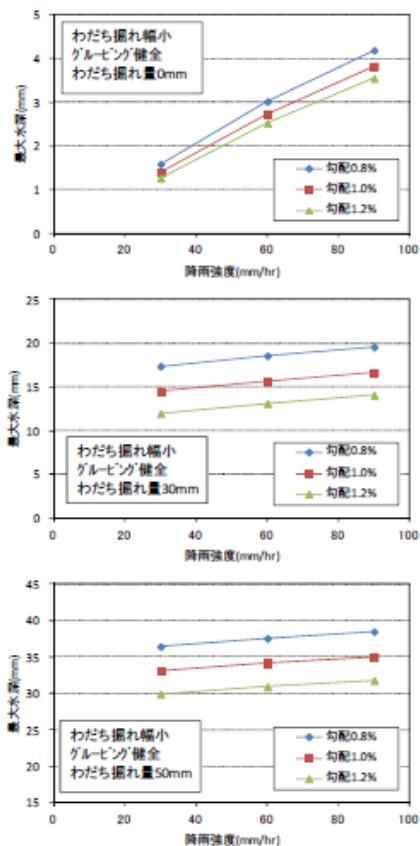


図-5 横断勾配が最大水深に及ぼす影響（わだち掘れ幅小）

表-1 許容わだち掘れ量

わだち掘れ幅	グルーピング状態	横断勾配	許容わだち掘れ量(mm)		
			降雨強度(mm/hr)		
			30	60	90
大(8m)	無し	0.8%	33	31	28
		1.0%	38	36	33
		1.2%	44	41	39
	健全	0.8%	34	32	29
		1.0%	40	37	34
		1.2%	45	42	40
	消失度44%	0.8%	34	31	28
		1.0%	39	36	33
		1.2%	44	41	39
	消失度83%	0.8%	33	30	28
		1.0%	38	35	33
		1.2%	44	41	38
小(4m)	無し	0.8%	23	22	21
		1.0%	26	25	24
		1.2%	29	28	27
	健全	0.8%	24	22	21
		1.0%	27	25	24
		1.2%	30	28	27
	消失度44%	0.8%	24	22	21
		1.0%	27	25	24
		1.2%	30	28	27
	消失度83%	0.8%	23	22	20
		1.0%	26	24	23
		1.2%	29	27	26

5. 主な発表論文等

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.y.sk.nilim.go.jp/kakubu/kukou/sisetu/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坪川 将丈 (TSUBOKAWA Yukitomo)

国土交通省国土技術政策総合研究所・空港研究部・主任研究官

研究者番号：70356054