

路床の凍結・融解を考慮した理論的設計法による空港アスファルト舗装の試設計

国土交通省国土技術政策総合研究所

○正会員

坪川 将丈

正会員

河村 直哉

1. はじめに

空港アスファルト舗装の設計手法としては、設計航空機荷重区分（代表的な設計航空機脚荷重の階級）、設計反復作用回数（設計交通量）、路床の設計 CBR 等から舗装厚を算出する経験的設計法と、機材別の設計航空機脚荷重、機材別の設計離着陸回数、アスファルト混合物・路床の疲労破壊曲線等から舗装厚を算出する理論的設計法がある。

積雪寒冷地の空港では、融解期の路床の支持力低下を考慮し、路床の設計 CBR を低減した上で、経験的設計法により舗装厚が算出されている。しかしながら、経験的設計法では低減した路床の設計 CBR を通年で使用せざるを得ないため、融解期以外の季節も路床の設計 CBR が低減された状態で設計を行うこととなる。一方、理論的設計法では、各層の弾性係数を季節に応じて変化させることが可能であり、路床の設計 CBR から路床の弾性係数を設定する際、融解期だけ路床の設計 CBR を低減することに加え、凍結期だけ路床の設計 CBR を増加することが可能である。

そこで、凍結・融解期間の長さ、凍結・融解期間中に増減する路床の設計 CBR 等の設計パラメータが、理論的設計法により算出されるアスファルト舗装厚に及ぼす影響を検討するため、路床の凍結・融解に関する設計パラメータを変化させて理論的設計法によりアスファルト舗装厚を試算したので報告する。

2. 設計条件

北海道を想定し、大型航空機が使用する誘導路を対象としたアスファルト舗装の試設計を実施した。設計航空機荷重区分は LA-1、設計離着陸回数は時刻表を基に大型・中型・小型航空機の混入割合を設定し、設計反復作用回数が 6000、10000、20000、40000、80000 回となるよう調整した。また、通常期の路床の合成 CBR は 6、10、14%とした。

凍結・融解条件を表-1 に、通常期・融解期・凍結期の路床の設定例を表-2 に示す。凍結期・融解期の路床の設計 CBR の増減は、積雪寒冷地空港の設計事例等を参考に設定した。なお、路床構成は表-2 に示すとおり「凍結・融解する凍上抑制層」「凍結・融解する路床」「凍結・融解しない路床」の 3 層構造となるため、設計要領に従い、それぞれの層厚（3 層合計で 200cm）を基に路床の合成 CBR を算出し、この合成 CBR(%)を 10 倍することで路床弾性係数(MPa)を設定した。アスファルト混合物層の弾性係数は、航空局：空港土木施設設計要領（舗装設計編）（以下、設計要領）に従い各月の平均気温等から算出し、粒状路盤の弾性係数は設計要領を参考に 200MPa とした。

3. 試設計結果

算出されたアスファルト混合物層厚と粒状路盤厚を図-1 に示すが、凍結・融解を考慮した場合の舗装厚は、考慮しない場合の舗装厚と大差がない。これは、凍結・融解による路床の設計 CBR の増減がアスファルト混合物層下面の累積疲労度に及ぼす影響が季節を問わず小さいこと、路床上面の累積疲労度はアスファルト混合物層の弾性係数を低く設定する夏季に高くなるが、春季の融解期、冬季の凍結期の累積疲労度は極めて低いことが理由と考えられる。紙面の都合から図示することは省略するが、設計航空機荷重区分を一つ下の階級である LA-12 とした場合（舗装厚が薄くなるため凍結・融解する層厚が厚くなる）や、最大凍結深の 100%（140cm）まで凍上抑制層で置き換えた場合（凍上抑制層が厚くなり、凍結・融解する路床がない）も同様の傾向が確認された。

表-1 の「融解のみを考慮」のケースについて、通常期の路床の合成 CBR を 10%、設計反復作用回数が 20000 回相当の設計離着陸回数とし、最大凍結深、融解期間、融解期の路床の設計 CBR の保存率をそれぞれ変化させた場合の舗装厚を比較した結果が表-3 である。前述の理由から、どの設計パラメータも、舗装厚には大きく影響しなかった。

4. おわりに

路床の凍結・融解を考慮した設計を実施する場合、パラメータの感度が非常に小さいこと、現状において融解期の低減を考慮していることから、安全側に配慮し、おおよその融解期間を設定し融解期のみ考慮することによってよいと考えられる。

キーワード：空港アスファルト舗装、理論的設計法、路床、凍結、融解

連絡先： 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 tsubokawa-y92y2@mlit.go.jp

表-1 凍結・融解条件

凍結・融解条件	路床の設計 CBR	備考
凍結・融解を考慮しない	季節によらず一定とし「凍上抑制層」「路床」の合成 CBR を用いる。	- 最大凍結深は 140cm とした。 - 最大凍結深の 70% (98cm) より浅い路床を凍上抑制層で置き換えた。 - 合成 CBR 算出時の凍上抑制層と路床の合計は 200cm とした。 (舗装断面例) アスコン層厚+粒状路盤厚：63cm 凍上抑制層：35cm (98-63cm) 凍結・融解する路床：42cm (140-98cm) 凍結・融解しない路床：123cm (263-140cm)
融解のみ考慮	3～4 月は最大凍結深より浅い凍上抑制層・路床の CBR を低減し「融解する凍上抑制層」「融解する路床」「凍結・融解しない路床」の合成 CBR を用いる。	
凍結・融解を考慮	3～4 月の融解に加え、11～2 月は最大凍結深より浅い凍上抑制層・路床の CBR を増加し「凍結する凍上抑制層」「凍結する路床」「凍結・融解しない路床」の合成 CBR を用いる。	

表-2 通常期の合成 CBR=10%とした場合の設定例

		通常期	融解期 (3～4 月)	凍結期 (11～2 月)
最大凍結深の 70%	凍上抑制層の CBR (%)	16	9 (通常期 CBR×0.6)	20 (設計要領上限値)
	凍結・融解する路床の CBR (%)	9	3.2 (通常期 CBR×0.35)	20 (設計要領上限値)
最大凍結深	凍結・融解しない路床の CBR (%)	(合成 CBR が 10% となるよう設定)	9 (通常期 CBR)	9 (通常期 CBR)
	合成 CBR (%)		7	12

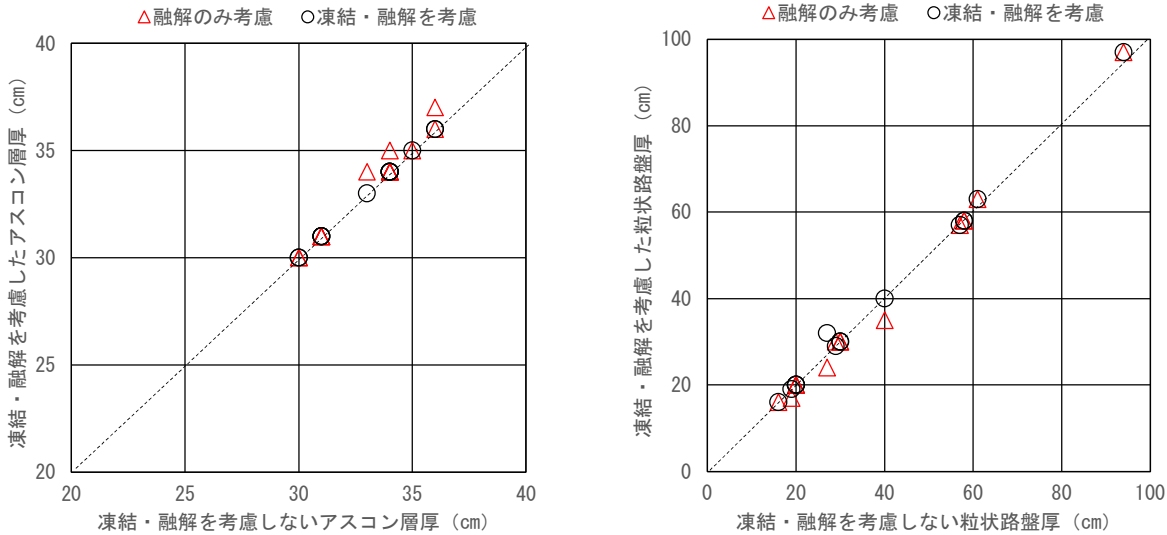


図-1 アスファルト混合物層厚 (左) と粒状路盤厚 (右)

表-3 融解のみを考慮した場合の最大凍結深、融解期設計 CBR 保存率、融解期間の影響 (標準ケースからの舗装厚の差)

	最大凍結深			融解期設計 CBR 保存率			融解期間		
	100cm	140cm	180cm	0.25	0.35	0.55	3 月	3～4 月	3～5 月
アスコン層厚	0	標準	1cm 厚い	0	標準	0	0	標準	1cm 厚い
粒状路盤厚	1cm 薄い	ケース	3cm 薄い	0	ケース	1cm 薄い	1cm 薄い	ケース	2cm 薄い