

V-3

滑走路のアスファルト舗装体の挙動に関する研究

北海道大学 工学部 正員 森吉 昭博

学生員 稲葉 浩正

学生員 谷 智之

1. まえがき

寒冷地のアスファルトで舗装された滑走路において横断亀裂現象や縦断亀裂現象が数多くみられる。滑走路においては飛行機の運行を重視するため冬期間の積雪は常時滑走路で除雪及び排雪されている。このため滑走路は常に冷気にさらされるため、滑走路は外気温の低下と共に横方向及び縦方向に収縮する。一般道路部では道路幅が7～8 mと狭いために縦断亀裂はセンターライン部のみに集中し横断亀裂現象が数多く見られる。これに対して滑走路は幅が40 m以上もあるため縦断亀裂が一般道路部よりも多いことが予想される。また滑走路は航空機の荷重の集中度が高く通過台数が少ないものの総荷重が大きく荷重のかかる箇所が限定されている。このような理由からアスファルト舗装で造られた滑走路の亀裂部の動きは一般道路部のそれと比較して著しく異なることが予想される。

本研究は寒冷地のアスファルトで造られた滑走路に生じた亀裂部付近の舗装体の動きについて調査した結果について報告する。

2. 滑走路の全容

図-1は調査した(0M)空港の滑走路は全長1320 m, 幅40 mのYS-11専用の小規模の滑走路であり、海岸線に沿って建設されている。このため調査は滑走路を、センターラインで二等分して海側と、陸側に分けて表現した。図中の番号は亀裂番号を表わしている。

横断亀裂は全範囲にわたりほぼ均等に入っていて完全に横断しているものもあれば、センターライン施工目地のところで止まっているものもある。調査した亀裂は、図中のNO.11～NO.43の32本の横断亀裂である。加えてセンターラインにおける施工目地にも一部亀裂があり、変形が見られたのでこれも調査した。

舗装構造は以下の通りである。表層が密粒度アスコン5 cm, 基層が粗粒アスコン4 cmその下が密粒度アスコン5 cm, アスファルト安定処理4 cm, 路盤は0～40 mmの砕石が25 cm, 凍上抑制層の砂が45 cm上部2層は昭和58年にオーバーレイされ表層の表面には幅5 mm、深さ5 mm、溝間隔3.5 cmのグルーピングがほぼ滑走路の全面にわたり施工されている。

滑走路の横方向の構造は、中央部が幅5 mの舗装が中央から両側に3スパンずつ6スパンと5 mの路肩が各1スパンずつ施工されており、路肩部の舗装は密粒アスコン5 cmとアスファルト安定処理4 cmである。

滑走路の中心上の黄色のペイントは幅40 cm、長さ30 m毎に30 m間隔に塗布されている。

A Research on the Behavior of Asphalt Runway

by Akihiro MORIYOSHI, Hiromasa INABA, Tomoyuki TANI

②縦断亀裂の解析方法

この測定は、図-1に示すような亀裂について行った。概要は以下のようである。亀裂N035の亀裂は40mの滑走路を完全に横断している亀裂である。

この測定は50mの国家検定1級の鋼巻尺を用いた。測定値 L (m), 外気温 t (°C), 張力10kgf, そして補正值 L' は
 $L' = L + \delta_l + \delta_t$ で求められる。

$$\delta_l = \text{器差補正} \quad \delta_l = \Delta l \cdot L / l$$

$$\delta_t = \text{温度補正} \quad \delta_t = \alpha (t - t_0) L$$

ただし $l=50\text{m}$ (巻尺全長)

$$\Delta l = \text{器差}, \quad t_0 = 20^\circ\text{C} (\text{標準温度})$$

$$\alpha = 14.0 \times 10^{-6} (\text{線膨張係数 } 1/^\circ\text{C})$$

この測定結果を表にあらわし次のように計算する。

グルーピング				
S (海側)	測定値	補正值①	測定値	補正值②
				(① - ②) = A
L (陸側)	測定値	補正值③	測定値	補正值④
	(① - ③) = C		(② - ④) = D	(③ - ④) = B

図-3は上の表の計算値A,Bをもとに各測定での基準値を決め、その基準値にたいして+ならばのび(< >) -ならば、縮み(> <)としベクトル表示したもので、海側と陸側のそれぞれの舗装体の動きを図で示した結果である。

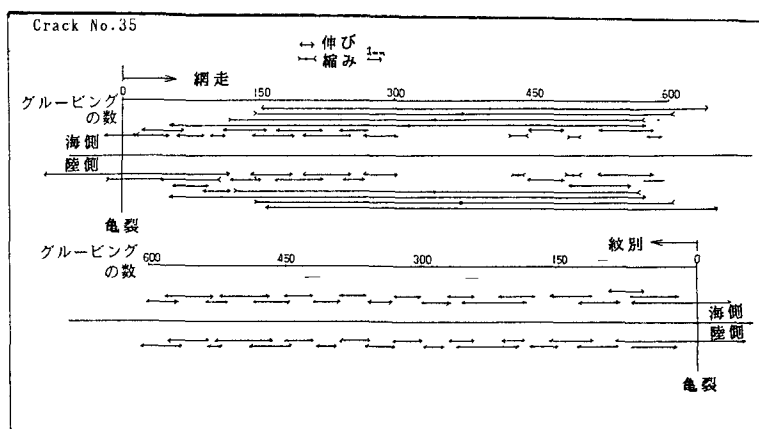


図-3 横断亀裂部付近の舗装の海側と陸側の動き

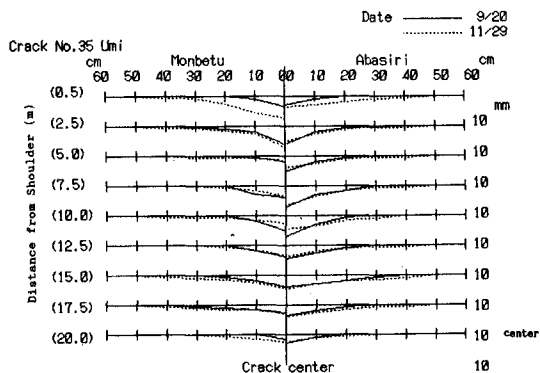


図-2 横断亀裂部の縦断変形量曲線

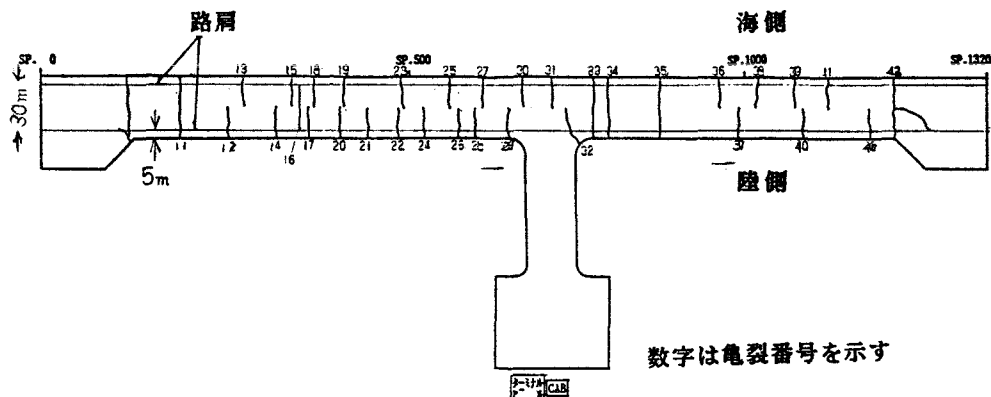


図-1 調査した滑走路の形状と亀裂

3. 測定方法

①横断亀裂の縦断変形量の測定

この測定は、長さ1 mのスチール製の定規とプラスチック製の長さ20 cmの定規を用いた。横断亀裂に垂直にスチール製定規を走行方向におき、この定規と舗装表面との鉛直段差量はプラスチック製の定規を使って亀裂部から両側に10 cmごとに0.5 mm単位で測定した。

②センターライン沿いの亀裂の変形量の測定

この測定は長さ50 mの測量用鋼巻尺を用いた。この鋼巻尺の25 mが亀裂のセンターに合うようにセットされる。このテープは10 kgの張力で張り、縦断亀裂部の左右のグルーピングの位置を±0.1 mm単位で測定した。はじめは亀裂部の中心点から左右グルーピング3個(9.5 cm)おきに60個まで読み、つぎに30個(95 cm)おきに600個まで測定した。

③車両内部での上下加速度の測定

加速度～時間曲線は1800 ccのローレル(1.5トン)の前部助手席の下部に加速度センサー(PV-57)をマグネットで接着し、シグナルアナライザー(SA-77)を用いて横断亀裂毎に求める。この時得られる最大加速度は加速度の単位を0.01 g単位としこれを横断亀裂部のガタとする。

④センターライン付近の横断変形量の測定

センターラインの中心部の縦断変形量の測定は①と同様に長さ1 mのスチール製定規とプラスチック製の長さ20 cmの定規を用いた。センターラインの施工目地にスチール製の定規の片側をセンターラインの中心に合わせて置きこの定規と舗装表面との鉛直段差量はプラスチック製定規を使ってセンターラインの中心部から両方向共10 cmごとに0.5 mm単位で測定した。

4. 解析方法

①横断亀裂の縦断変形量の解析

測定箇所は5 mある路肩の端から20 m離れた地点のセンターラインに向かって50 cm, 2.5 m, 5 m, 7.5 m, 10 m, 12.5 m, 15 m, 17.5 m, 20 mの施工目地の外側とした。

変形量を表わした図-2は横軸が走行方向で、縦軸が横断亀裂の縦断変形量を示す。

③センターライン付近の横断変形量の解析

滑走路の中心では幅40cm、長さ30mの黄色のペンキが30mおきに塗布されている。このペンキの両端において滑走路中心部の横断方向の落ち込みを測定した。

4. 結果および考察

図-2はNo35の横断亀裂部の縦断変形量を舗装幅(40m)にわたり調査した結果の一部である。一般道路部と比較して亀裂部の舗装の落込みの変化が一様でなく、亀裂部をはさみ左右非対称である。亀裂部の落込みが最大の場所は、路肩の外側より7.5m~10mの範囲に集中していた。また横断亀裂の亀裂幅が最大となっ

ている場所は路肩付近に多くみられた。これは路肩部の舗装厚が薄いため舗装が冷えやすかつ動きやすいためと思われる。また走行車両の少ない滑走路における横断亀裂の縦断図は走行車両の多い一般道路における路肩やセンター等のほとんど荷重が直接かからない部分の横断亀裂の縦断図と形状が類似している。これらからこの落込みの原因は雨水の浸透によるためと考えられる。横断亀裂のNo. 28以降の落込みの平均影響範囲は、No. 1~No. 27の各平均影響範囲より大きい傾向にあり。これは路床の土質が、No. 1~No. 24までが泥炭、No. 24以降が砂質土であることと関係があると思われる。

図-3はグルーピングが舗装された直後に施工されているので、このグルーピングの幅がいかに変化したかを調べるため、スチールテープで滑走路のセンターの縦断亀裂部で海側と陸側の舗装体の動きを調べた結果である。図-3は舗設直後(グルーピング3個9.5cmとグルーピング30個95cm)との比較であり、この図より舗装は亀裂部付近はあまり移動せず、むしろ何mか離れた箇所の動きが大きい。大きく動く箇所は必ずみで 10^{-2} 以上に達するが未だ亀裂は発生していない。現在この箇所が元のアスファルト舗装の亀裂箇所に対応しているかどうか調査中である。

図-4はセンターライン部の横断方向の舗装の落込みをペイントの両端において測定した結果を示す。舗装施工時においてはこのような舗装の落込みは考えられない。しかし、この落込み部の舗装表面のグルーピングが相当摩耗している。このことからこの箇所は縦断亀裂が生じ雨水の浸透により冬期路盤が凍結し、その結果凍上していることを示している。このセンターライン部の縦断亀裂部の幅と、横断亀裂の幅との相関は認められなかった。またセンターライン部の縦断亀裂部の舗装の落込みは海側より陸側が多く落ち込んでいる傾向にある。

5. まとめ

以上より滑走路における亀裂部の変形状はセンターライン以外では一般道路部のそれと似ており、センターライン部では沈下が著しい。また両者共その亀裂部の舗装沈下の原因は雨水の浸透によるためと考えられる。

本研究を遂行するに当たり、北海道庁および土木現業所の皆様に変えお世話になりました。ここにお礼を申し上げます。

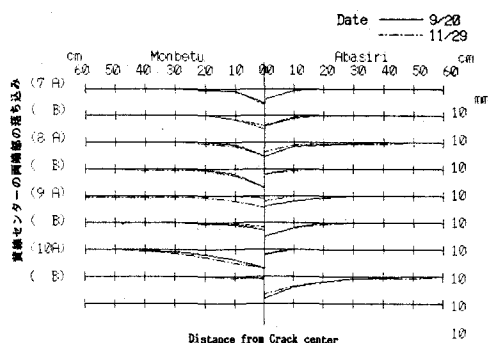


図-4 滑走路センター部の横断方向の縦断変形量曲線