空港アスファルト舗装内部に発生するひずみ計測用埋設型センサの比較

(株)東京測器研究所　正会員　○幸　敏明　，木村　真志
東亜道路工業(株)　正会員　　阿部　長門，真鍋　和則
国土交通省国土技術政策総合研究所　正会員　　坪川　将丈，江崎　徹

１．はじめに

一般に，アスファルト混合物の室内要素試験は，曲げひずみで評価する．しかし，空港アスファルト舗装において航空機の走行によって発生する応力やひずみは，舗装体内部で回転をおこなうことが知られている．このため，航空機の走行位置や速度等が，アスファルト混合物層内部のひずみ量に及ぼす影響を確認することは，その発生メカニズムを知る上で必要不可欠である．

そこで，アスファルト舗装施工時の温度やローラ転圧時の圧力で破損しないアスファルト混合物用埋込型ひずみゲージ（以下 PMFLS：**写真-1**）を開発し，航空機のタイヤを用いた走行試験などによって発生するひずみの計測を行った．また，既存の埋込み型ひずみ計（KM-100HB，KM-100HBS2）の計測も同時に実施し，各センサの特性を明らかにした．

２．試験概要

2.1. 埋設型センサ

表-1 に使用した 3 種類の埋設型センサの特長を示す．

2.2. 舗装構造とセンサの設置方法

舗装は，アスファルト混合物（表層 60mm，基層 60mm×2 層），上層路盤（アスファルト安定処理の 2 層施工 80mm，100mm），下層路盤（C-40, 490mm），路床を山砂として，空港アスファルト舗装と同様の構造で実施した．

埋設型センサはタイヤローラ転圧後に表面温度 80℃になった状態で、アスファルト安定処理層表面に，タイヤの走行方向と直角方向に 2 個ずつ設置し，その後アスファルト舗装 180mm を敷設した．埋設型センサの敷設状況を**図-1** に示す．

2.3. 試験方法

実機で使用されている航空機タイヤ（ボーイング 747-400 用：タイヤ直径 1240mm，幅 480mm，空気圧 1.41MPa）を用いて，走行速度を 5km/h とし，脚荷重を 110kN（タイヤ接地幅 170mm）と 910kN（タイヤ接地幅 380mm）の 2 水準に制御して，各埋設型ひずみセンサの出力値を比較した．

また，路床や路盤が地下水によって飽和した状況でのひずみセンサの出力特性を確認するため，地下水の有無がひずみセンサの出力値に及ぼす影響を確認した．

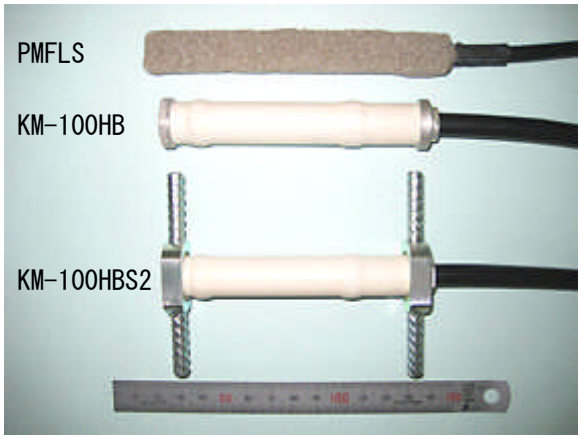

写真-1　埋設型センサ

表-1　埋設型センサの特長

センサ名	特　徴（長所・短所）
PMFLS	・温度補償済み．・設置が容易． ・含水率の影響を受ける．・安価
KM-100HB	・長期計測に適する．・温度補正が可能． ・含水率の影響を受けない．
KM-100HBS2	・KM-100HB と比較し，付着力が大きい． ・長期計測に適する．・温度補正が可能． ・含水率の影響を受けない．

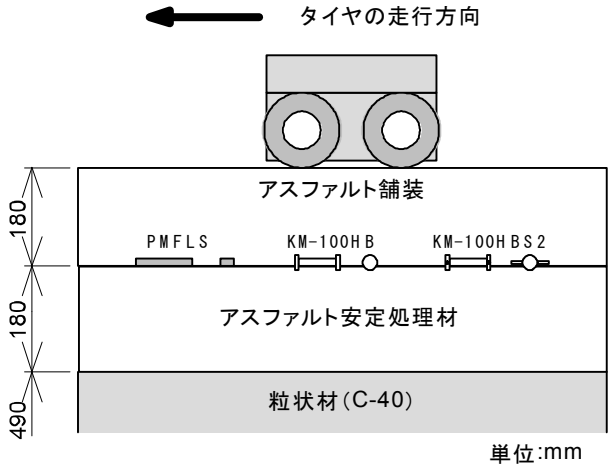

図-1　埋設型センサの設置状況

キーワード　埋込型センサ，空港，アスファルト舗装，走行載荷試験，ひずみ

連絡先　〒140-8560　東京都品川区南大井 6 丁目 8-2　TEL 03-3763-5617　FAX 03-3763-5734
〒106-0032　東京都港区六本木 7 丁目 3-7　TEL 03-3405-1810　FAX 03-3403-7689
〒239-0826　神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1　TEL 046-844-5034　FAX 046-844-4471

表-2　舗装内部のひずみ

動的脚荷重（kN）			地下水	PMFLS（×10⁻⁶）		KM-100HB（×10⁻⁶）		KM-100HBS2（×10⁻⁶）	
				走行方向	直角方向	走行方向	直角方向	走行方向	直角方向
110	最大値	128.5	有	24	28	16	23	13	17
			無	17	28	16	23	13	18
	最小値	85.0	有	－6	－9	－9	－3	－8	－2
			無	－7	－6	－10	－5	－6	－4
	振幅量	43.5	有	30	37	25	26	21	20
			無	24	34	26	29	20	22
910	最大値	908.4	有	25	70	23	50	14	35
			無	54	84	42	65	26	49
	最小値	880.2	有	－48	－6	－47	－13	－38	－13
			無	－10	－2	－30	－2	－25	－1
	振幅量	28.2	有	73	77	70	63	53	48
			無	64	86	72	67	51	50

3．試験結果

試験結果を**表-2** に示す．また，**図-2** に代表例として走行荷重910kNかつ地下水が無い条件における各センサの舗装内部のひずみを，**図-3** にひずみの振幅における地下水の有無の影響を示す．

本実験により動的な波形形状では KM100 シリーズ（KM-100HB 及び KM-100HBS2）とほぼ同一で，動的波形は類似していることが確認された．また PMFLS の見かけ上の最大出力が大きいのは，砕石などにより直接受感部の一部に集中荷重を受けると，出力されるひずみが大きく出力されてしまうことや路盤の曲げひずみの影響を受ける可能性がある．一方，KM100 シリーズでは，標点距離を捉える構造になっていることに加え，曲げひずみをキャンセルする構造になっていることから出力の差が出たものと考えられる．

走行方向と直交方向の2種類のKM100シリーズに着目してみると、圧縮の方向に力を受け始めた時点では殆ど同じ動きを見せるが，引張り側に移行するに従いKM-100HBの方がKM-100HBS2よりも出力が大きくなっている．これは形状の違いからくる付着力の影響があると考えられる．また同様のことがPMFLSについても起こっていると考えられ，KM-100HB及びKM-100HBS2との差になって現れている．（一般的に拘束されていないひずみゲージは力を本体に受けると出力が大きくなる傾向にある）

次に**図-3**のグラフより，KM100シリーズは地下水位の有無による差異が認められないことから，地下水位の影響をほとんど受けていないと見られるが，PMFLSについては地下水位の影響を多少なりとも受けている可能性がある．

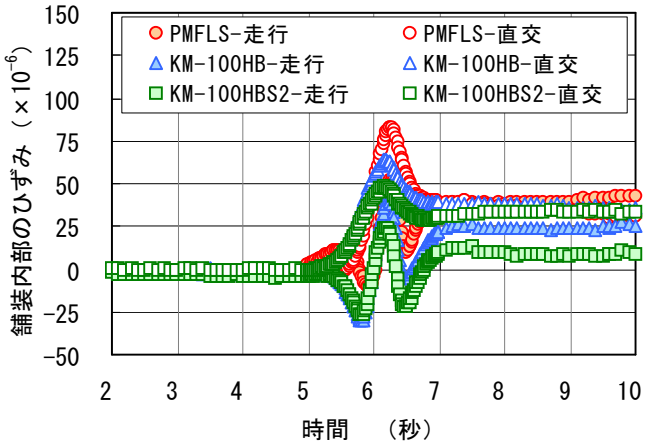

図-2　舗装内部のひずみ
（走行荷重 910kN ，地下水無）

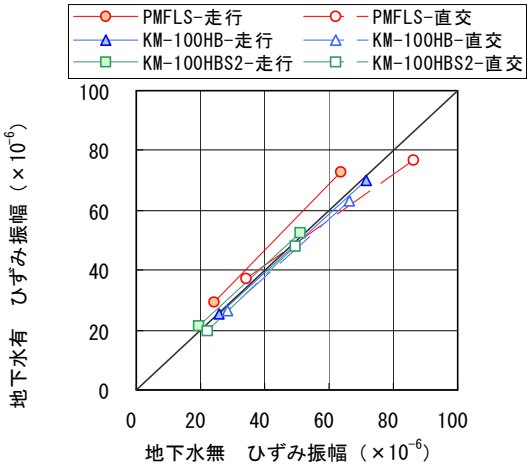

図-3　ひずみの振幅における地下水の有無の影響

4．まとめ

今回の実験からPMFLSは，施工時の温度や圧力などに対して十分に対応できることがわかった．また施工後に大きなひずみを受ける状況でも，動的載荷時に於けるひずみ測定に関して，有効であることがわかった．

今後は，静ひずみ測定時や設置条件，長期間の測定なども考慮して追跡調査を行う予定である．