

北海道工業大学 工学部 正員 ○ 笠原 篤
北海道開発局土木試験所 正員 岳本 秀人

1. まえがき

近年、我が国においてもペイプメンイ・マネジメント・システム (以下PMSという) に対する関心が高まってきている。PMSは舗装の維持管理システムと呼ばれているが、より広い意味で“舗装の管理運用システム”と表現される方が適切であると思われる。それは、PMSが道路管理者の立場のみからのシステムではなく、舗装の利用者に対するサービス (平坦性、すべり抵抗など) のレベルある値以上に保つために必要な道路管理者側の費用とサービスレベルの低下に伴い増加する利用者側の費用との和を最少にするための方法論であることによる。すなわち舗装の維持修繕の工法および工事費のみを取り上げるのではなく道路舗装に係わるすべての行為 (計画、設計、施工、維持、修繕、評価)、経済解析、データベース、研究などを有機的に結合させたシステムを構築することが重要となる。

ここでは、PMSを実施するときに必要とされるデータはどんな種類のものであるかについて述べるとともに、特に我が国においてあまり重要視されていない舗装の構造評価の必要性について指摘し、フォーリング・ウエイト・デフレクトメータ (以下FWDという) を用いたたわみデータの取り扱い方について論じている。

2. PMSにおいて必要とされるデータ

舗装の使命は、その利用者により良い平坦性と高いすべり抵抗を与えることにある。それゆえ舗装のサービスアビリティはこれら2つの関数で示されるべきであるが乗心地のみで表される場合が多く、PSI及びRCIなどがそれにあたる。対象とする舗装の乗心地を実際に評価するには人手・時間・費用が膨大となることから、乗心地と路面の破壊形態の物理量 (わだち掘れ、クラック、縦断プロファイル、車軸の上下方向加速度など) との相関を求めておき、破壊形態の物理量を効率よく測定することが必要となってくる。このことから性能のよい路面状態測定車が多く開発されてきており、定期的に路面を測定することにより乗心地と等価換算軸数との関係 (これをパフォーマンスという) を求め、かつ予測することが重要となってくる。次に、乗心地、路面の破壊状態、舗装の支持力などのデータをいかなる単位区間で表すべきかが問題となる。単に距離標で区間を設定することは意味がなく、路床条件・舗装構造・使用材料などが同一である区間 (これを“PMSセクション”と仮りに呼ぶこととする) を単位区間とすべきである。構造の支持力、わだち掘れ、表層の損傷などの調査において、どの程度のサンプル数が各々のPMSセクションで必要であるかを明きらかにすることが重要である。すなわち乗心地、縦断プロファイルなどは連続的に測定されるが、横断プロファイル (わだち掘れ)、クラック調査においても連続的測定が必要であるかの検討がなされるべきであろう。路面の亀甲状クラックは繰り返し載荷による疲労であり、舗装の支持力不足に起因する最後の現象であることから、クラックの撮影のみを行なっても根本的な解決策を見出すことはできない。それゆえ舗装のパフォーマンス予測および合理的な修繕工法の選択 (オーバーレイ、打換えなど) に不可欠である舗装構造の支持力評価が重要な事項となる。各PMSセクションの構造の支持力評価をたわみで行なう場合に、必要なたわみ測定の個数およびたわみの代表値の推定について以下に論をすすめることとする。

3. たわみの測定頻度および代表たわみ

PMSセクションにおいてたわみ測定を行なうとき、同一の舗装構造であっても測定されるたわみは、路床の不均一性、層厚および締め固め度の変動などの理由により、当然異なると予測されることから、次の点

について検討する必要がある。

(1) PMSセクションでのたわみの母集団は正規分布するか否か。

(2) PMSセクションにおいて最低何回のたわみ測定を行なう必要があるか。

(3) PMSセクションでのたわみの代表値をいかにして決定すべきか。

そこで、北海道開発局の美々試験道路の第VI断面において、ランダムに100地点でのたわみ測定をFWDを用いて行なった。図-1は載荷面中心でのたわみ測定結果の度数分布と正規分布の理論曲線を示したものである。各実測たわみの度数が仮設された正規分布をもつ母集団からの標本と見なしようという仮説を、自由度8, 有意水準0.05として χ^2 検定した結果、棄却できなかったことから、PMSセクションで測定されたたわみは正規分布するといえる。

次に、PMSセクションで何回の測定を行なえばよいかを検討するために、危険率5%、誤差率5%として、サンプリング理論を用いた。詳細な説明を省きその結果のみを示せば、必要サンプル数は16となった。すなわち最低16地点以上でたわみ測定を行なわなければならないといえる。

たわみ測定を行なった場合、その舗装のたわみの代表値が平均値、75パーセントイル、平均値+2倍の標準偏差などで表されているが、どのような形で表すべきであるかは議論の多いところであろう。ここでは、PMSセクションでのたわみは正規分布となることから、たわみの代表値を『平均値+ k 倍の標準偏差』という形で表現することが合理的であると考えた。すなわち、このような形でたわみの代表値を表現すれば、代表値を越えるたわみを示す確率を任意に設定することができる。舗装の設計寿命がきたとき、舗装全体の p %が破壊するように設計するために必要な代表値を求めるための係数(k)は、図-2の図中にしめされている。なお、係数(k)を決定するには詳細な経済解析を行なうことが必要となるであろう。

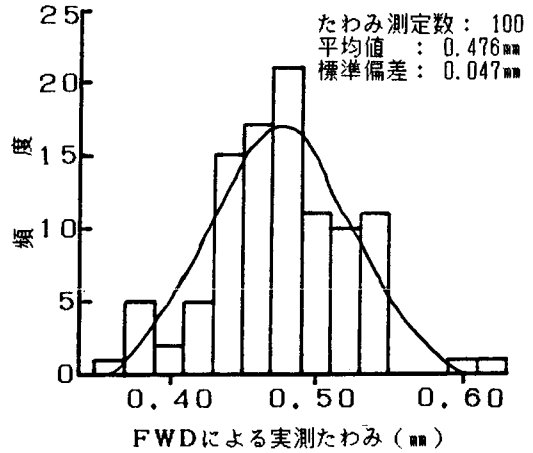


図-1 同一舗装区間でのたわみ測定結果の頻度分布(100地点)

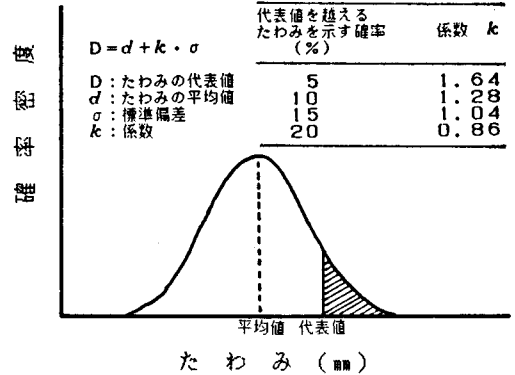


図-2 代表値を越える確率

4. 結論

本研究において明きらかにされた事項を要約すればおよそ次の通りとなるであろう。

- i) PMSにおいて必要なデータは、PMSセクションという単位で集められるべきである。
- ii) 舗装の構造評価のためのたわみ測定は、16ヶ所以上の地点で行なわれなければならない。
- iii) たわみの代表値は、平均値+ k 倍の標準偏差 という形で表されるべきである。 k の値を求めるためには、舗装の破壊確率をいくつにするかを詳細な経済解析をもとにして決定する必要がある。