

長岡技術科学大学大学院 ○屠 偉新
 長岡技術科学大学 丸山 暉彦
 東亜道路工業(株) 阿部 長門

1. はじめに

FWD たわみによる舗装の逆解析弾性係数は、舗装の構造評価に重要な意味をもつため、その逆解析技術は、急速に発展している。しかし、これまでの方法によって逆解析した舗装の弾性係数は解が安定せず、その実用性が問題視されている。この問題を解決するために、拡張ベイズ法を用いた舗装弾性係数の逆解析法が提案されている¹⁾。

2. 拡張ベイズ法による舗装弾性係数の逆解析

拡張ベイズ法による舗装弾性係数の逆解析は、FWD による舗装表面のたわみに舗装弾性係数の事前情報を加えて、舗装の弾性係数を推定するものである。それを概念的に考えれば、図-1 に示すように、測定たわみによって推定された弾性係数の分布と弾性係数の事前情報の分布が含まれている共通情報に基づいて舗装の弾性係数を推定することである。ここで、FWD たわみによって推定された弾性係数の分布は、多層弾性理論で計算したたわみと測定たわみの残差二乗和 RMS によって得られたもの(図-3)である。また、弾性係数の事前情報は、測定時の気温、路面温度、および舗装構造などの情報を用いて推定したもの(図-4)である。

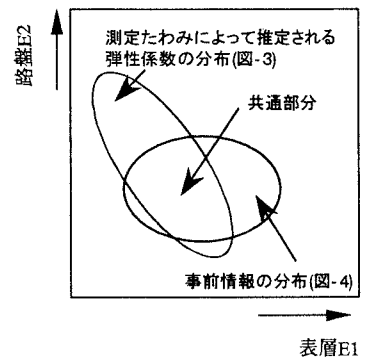


図-1 概念図

3. 事前情報による逆解析結果への影響

拡張ベイズ法による舗装弾性係数の逆解析は、事前情報を用いるために、逆解析結果が安定する²⁾。一方、事前情報が逆解析結果に与える影響も考慮すべきであると考えられる。

本研究では、同一機種による A 工区と B 工区の測定データを用いて、事前情報の逆解析結果への影響を考察する。A 工区は、20cm アスファルト混合物表層と 40cm 粒状路盤で構成されている。また、B 工区は、20cm アスファルト混合物表層と 30cm 粒状路盤で構成されている。ここでは、表層弾性係数の事前情報を $30,000 \sim 100,000 \text{ kgf/cm}^2$ に変動させてこれらの舗装弾性係数を逆解析した。その結果は、図-2 に示すように、A 工区では、その変動が 10%以下であり、事前情報による逆解析結果への影響が少ないことが分かった。一方、B 工区では、事前情報によって逆解析弾性係数が異なり、表層弾性係数が $85,000 \sim 150,000 \text{ kgf/cm}^2$ 、路盤弾性係数が $400 \sim 3,000 \text{ kgf/cm}^2$ となったことから、事前情報による逆解析結果への影響は、A 工区と比べて大きいことが示された。これについて、本研究はコンター図を用いて、その原因を調べた。

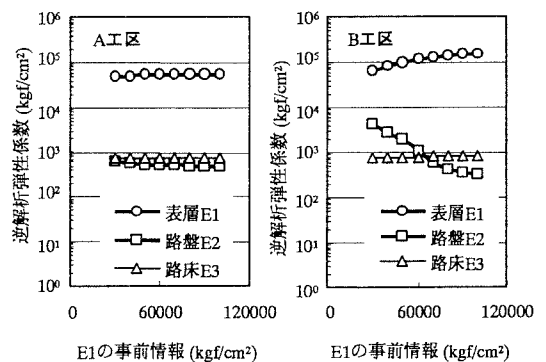


図-2 事前情報による逆解析結果の影響

キーワード：逆解析，拡張ベイズ法，舗装弾性係数，事前情報，RMS コンター

連絡先：〒940-2137 新潟県長岡市上富岡町 1603-1，TEL：0258-46-6000(内 8904)，FAX：0258-47-9600

4. コンター図による考察

ここでは、まず、計算たわみと実測たわみの残差二乗和 RMS コンター図(図-3)を用いて、推定された弾性係数の分布を考察する。FWD たわみによる舗装弾性係数の逆解析では、測定誤差などの原因で、測定たわみと計算たわみが完全に一致することはない。測定たわみと計算たわみの残差自乗和 RMS によるコンター図では、RMS の最小有効値によって定まる最小コンターが存在する。A 工区において、その最小コンター内の表層弾性係数 E_1 は 30,000~60,000 kgf/cm^2 、路盤弾性係数 E_2 は 300~1,000 kgf/cm^2 であった。それに対して、B 工区では、最小コンター内の表層弾性係数は 80,000~200,000 kgf/cm^2 、路盤弾性係数は 300~2,500 kgf/cm^2 となった。よって、A 工区と比べて、B 工区の逆解析結果は、不安定であることが分かる。

次に、拡張ベイズ法による逆解析を考察する。拡張ベイズ法による逆解析のコンターを図-5に示す。これらの結果より、表層弾性係数の事前情報を(1)60,000 kgf/cm^2 と(2)100,000 kgf/cm^2 とした場合、A 工区の逆解析コンターは、その収束点がほぼ変わらず、事前情報の影響が小さい。一方、B 工区では、事前情報による影響が表れている。しかし、これらの収束点はいずれも、図-3に示す RMS の最小コンターにあることが示されている。すまわち、逆解析結果は、たわみによる収束範囲において事前情報に誘導されることが分かった。

5 結論

拡張ベイズ法によって求められた舗装の逆解析弾性係数は信頼性が向上するが、事前情報の影響も受ける。その程度は、入力データの質に依存する。たわみの測定精度が高い場合、その影響は小さい。しかし、たわみの精度が悪い場合、その影響は大きくなる。従って、逆解析結果の信頼性を向上するためには、FWD たわみの精度の向上や適切な事前情報の使用することが必要と考えられる。

参考文献

- 1). 屠, 丸山, 高橋: 拡張ベイズ法による舗装弾性係数の逆解析に関する基礎的研究, 舗装工学論文集, 1996.12
- 2). 屠, 丸山, 高橋: 舗装の逆解析弾性係数の信頼性向上に関する研究, 第 22 回道路会議論文集, 1997.12

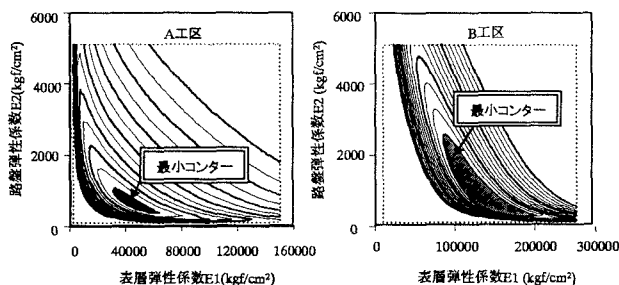


図-3 RMSによるコンター図

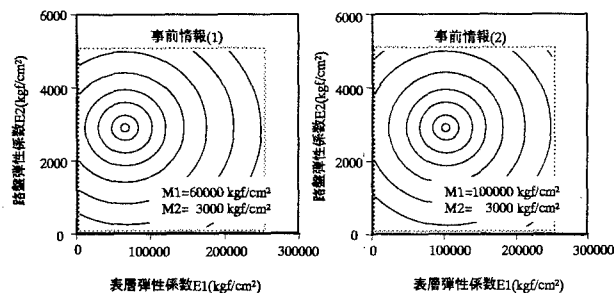


図-4 弾性係数の事前情報

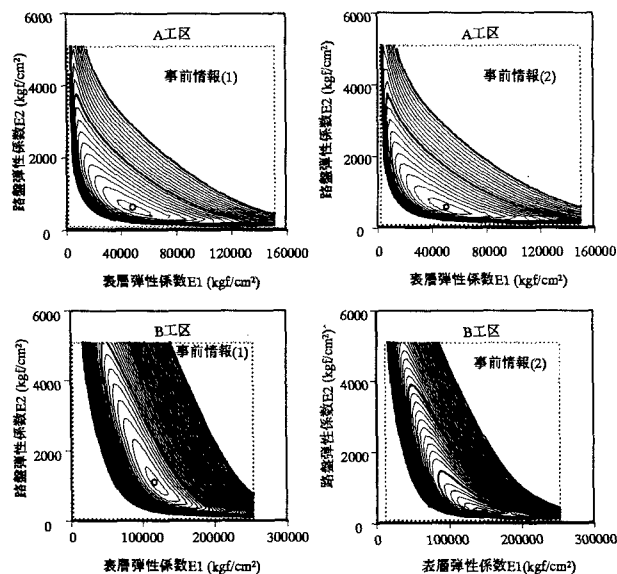


図-5 拡張ベイズ法による舗装弾性係数の逆解析