

小型 FWD を用いた道路舗装アセットマネジメント

早稲田大学 学生会員 ○池内 達宣
早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一
早稲田大学 学生会員 小林尚登、三浦真紀

1 序論

現在、高速自動車国道や自動車専用道路を軸に全 459 路線の国道、都道府県道、市町村道が網の目状に張り巡らされていて、総延長 120 万 km の道路が整備されている。ところが 2012 年に笹子トンネル崩落事故が発生したことを契機に既存インフラ設備の総点検が求められていて、それは道路舗装においても同様である。そのような時代の潮流に逆行して、平成 23 年度の道路管理費は平成 13 年度比の 8 割に削減され、劣化した道路の補修が十分に行われてきていないことが問題視されている¹⁾。また、従来の壊れたものを補修する、「対症療法型」の道路管理ではコストがかかることから、事前に問題箇所を推定する、「予防保全型」の道路管理が必要である。劣化の原因となる様々な因子を分析し、舗装の表面に変化が生じる前に 対策工を実施することで、中長期的に見た 1 路線の舗装維持にかかる総費用を、より低廉に抑えることができる。

本計画書の題目にある非破壊測定装置のひとつである小型 FWD³⁾ (Falling Weight Deflectometer)とは、簡易的な荷重載荷試験を行うことのできる試験機であり、専ら土質地盤の締固めの調査に使われている。この小型 FWD をアスファルト道路に適用して舗装の弾性率などを測定し、他の舗装調査試験(車載型 FWD 試験)の結果との比較可能性を調査する。本研究では車載型・小型 FWD や電磁波層厚測定装置などの舗装を破壊せずに単純で比較的安価な試験機によって舗装の劣化状況を推定し、予防保全型の道路管理を実現することを目的とする。

2 研究対象と非破壊装置について

2.1 研究対象道路

総延長が 10.7km である某民間有料道路(以下有料道路)と、早稲田大学西早稲田キャンパス中庭舗装(以下中庭舗装)を本研究の対象道路とする。

2.2.1 車載型 FWD

FWD とは、重錘を落下させて路面に衝撃を加え、その時に発生する路面のたわみ量を複数のセンサによって測定する装置である。複数点のたわみ量を同時に測定することで、落下点を中心としたたわみ形状を知ることができる(図 1 参照)。また、複数点のたわみ量を利用して測定時の舗装の構造を計算することができる³⁾。

2.2.2 小型 FWD

小型 FWD とは前述の車載型 FWD を小型化、簡略化して人力もしくはキャリアで持ち運びを可能としたもので、路床や路盤の剛性の評価として用いられている。小型 FWD は持ち運びが容易で迅速な測定が可能であり、短時間で多数の測点を試験することができる。小型 FWD 本体の重錘を自由落下させ、その時発生する衝撃荷重と変位量を、荷重計と加速度計を用いて測定する。このとき変位量は加速度を 2 回積分することによって求める。また外部センサを用いて 4 箇所までの外部変位を同時に測定することができる²⁾。

2.2.3 電磁波層厚測定装置

電磁波測定装置を用いてアスファルト混合物(以下アス混)層の層厚を測定する。

キーワード 小型 FWD 道路舗装 非破壊装置

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 西早稲田キャンパス 58 号館 205 号室 TEL. 03-5286-3405

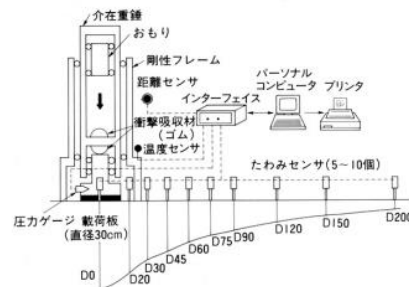


図 1 車載型 FWD

3 有料道路での車載型 FWD と小型 FWD 試験における弾性係数の比較

3.1 アス混層の弾性係数算出方法

車載型 FWD に関しては、既存の評価式²⁾ (式 1) を用いて算出する。なお、層厚は電磁波測定装置を用いたものを代入する。

$$E = \frac{2352 \times \left(\frac{D_0 - D_{20}}{1000} \right)^{-1.25}}{h} \quad (\text{式 1})$$

E : アスファルト層弾性係数(MN/m²)
 D_0 : 載荷盤直下のたわみ(mm)
 D_{20} : 載荷盤直下から 20cm 地点のたわみ (mm)
 h : 層厚(cm)

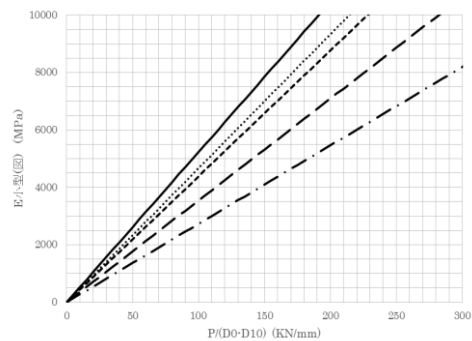


図 2 アス混弾性係数算出図

小型 FWD に関しては、市町村道に適用できるような評価法を提案する。小型は車載型のように載荷荷重が大きい。そこで、より精度の高い評価をしていくため、 D_0-D_{20} ではなく D_0-D_{10} の値を使って評価していく。アス混層弾性係数はアス混層の微小区間のたわみを 1 次元のフックの法則から考え積分し、ブーゼンスクの解などを用いて得た、小型 FWD 試験を用いたアス混弾性係数算出図を図 2 に示し、これをもとに算出する。

3.2 試験結果

3.1 より求めたアス混弾性係数を縦軸に車載型 FWD、横軸に小型 FWD をとり図 3 に示す。決定係数が 0.9319、相関関数 0.9654 という強い相関がみられた。

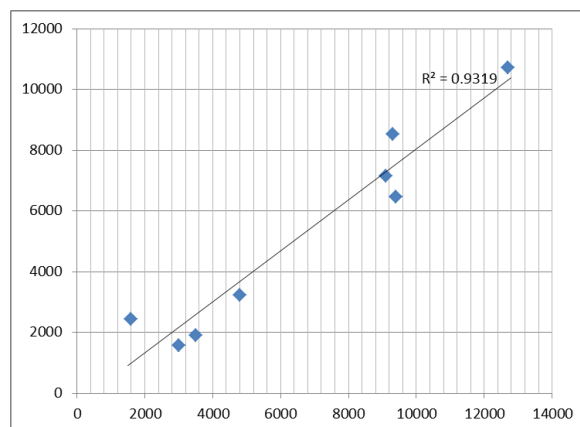


図 3 小型 FWD から求めた弾性係数と車載型 FWD から求めた弾性係数

4 中庭舗装での小型 FWD 試験

中庭舗装でも同様に小型 FWD 試験を行う。

4.1 小型 FWD 試験結果

図 2 を使って求めた中庭舗装のアス混層弾性係数を表 1 に示す。

表 1 小型 FWD 試験から求めた中庭舗装のアス混弾性係数

測点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
弾性係数(MPa)	13900	5900	5400	5200	6300	5200	6800	6000	6900	4000

5 まとめ

有料道路と中庭舗装において、 D_0-D_{10} と弾性係数 E (有料道路は車載型 FWD、中庭舗装は図 2 より求めたもの) $\times$ 層厚 h の関係を図 4 に示す。このように異なる対象道路でも小型 FWD 試験でもとめた値を図 1 に適用しアス混弾性係数を算出するとある程度の関係がみられた。以上より、アス混層の層厚が小さい市町村道に限り、小型 FWD 試験を実施し図 2 に代入することで、弾性係数を安価で単純に推定できることを示した。

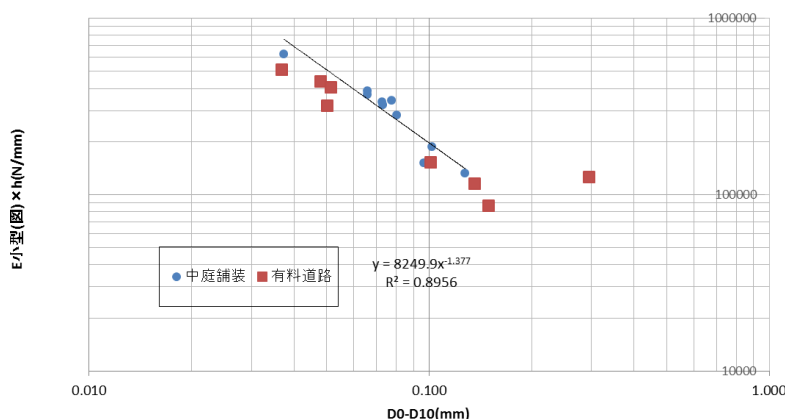


図 4 有料道路・中庭舗装におけるアス混弾性係数

6 参考文献

- 1)土木学会、舗装工学ライブラリー7 舗装工学の基礎、2012 年
- 2)道路保全技術センター、活用しよう!FWD、2005 年
- 3)株式会社東京測器研究所、FWD-Light による小型 FWD 試験方法(地盤編)

