

小型 FWD を用いた簡易アスファルト舗装の構造評価手法に関する研究

FWD レジリエントモデュラス試験 構造評価

早稲田大学
早稲田大学
早稲田大学
株式会社 NIPPO

学生会員 ○牛田 将太
国際会員 赤木 寛一
学生会員 小林 尚登
中村 博康

1. 背景

2012年12月に発生した笹子トンネル天井板崩落事故を契機に、橋梁やトンネルをはじめ、インフラの効率的な維持管理がより一層求められるようになった。これは道路舗装においても同様である。一般的な道路舗装の点検の一つに車載型の FWD 試験によって構造評価を行うものが挙げられるが、特殊車両のため台数が少ないことや簡易舗装などの狭い道は測定車の通行が困難なことから車載型 FWD 試験機よりも小型な装置が必要である¹⁾。本研究では、**図 1** に示す小型 FWD 試験機を用いた簡易アスファルト舗装の構造評価手法の確立を目的としている。

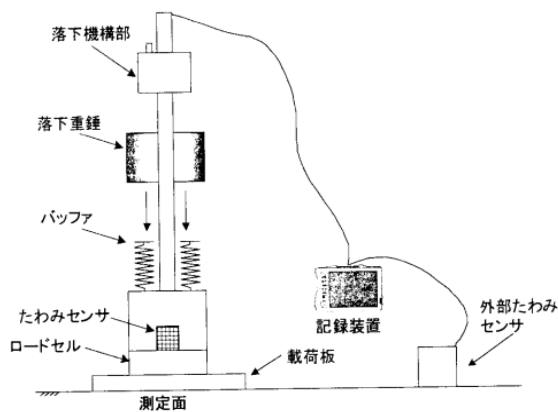


図 1 小型 FWD 試験機の概要図²⁾

2. 実験装置

① 小型 FWD 試験²⁾

FWD 試験とは路面に重錘を落下させたときに、路面に生じるたわみ量を測定する試験である。本研究では車載型 FWD 試験機を人力で携行可能にした、小型 FWD 試験機を使用している。

② レジリエントモデュラス試験(以下 Rm 試験と称す)³⁾

舗装の構造評価に用いられる、アスファルト混合物の弾性係数を求める試験である。締固めたアスファルト混合物の供試体に対して、恒温槽の内部で間接繰り返し引張り試験を実施し、荷重と供試体の垂直および水平変位を測定することで弾性係数を算出する。なお荷重波形はハーバーサイン波であり、荷重時間を 0.1s 以上で設定することができる。以降、当試験で算出された弾性係数を Rm 値(MPa)と称す。また試験機の概要図を以下の**図 2** に示す。

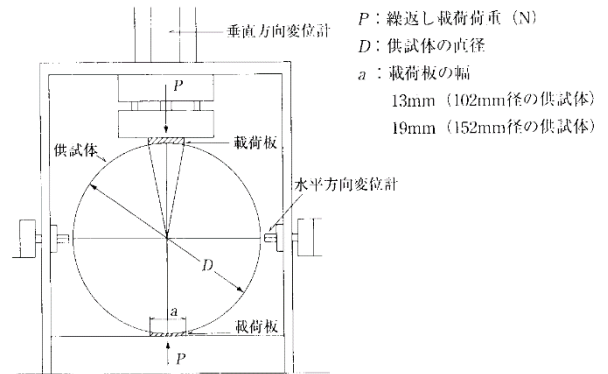


図 2 Rm 試験機の概要³⁾

3. 実験手順

アスファルト混合物は粘弾性的性質を持つため、弾性係数は温度や荷重時間に依存すると考えられる⁴⁾。Rm 試験によって、Rm 値と温度および荷重時間との関係を調べた。

- ① 早稲田大学西早稲田キャンパスの簡易舗装を小型 FWD 試験(載荷板半径 5cm 重錘質量 15kg)により、載荷点および載荷点から 10cm, 20cm 離れた地点のたわみ量(D_0 , D_{10} , D_{20})を測定した。
- ② 小型 FWD 試験を実施した地点のコアを抜き取り、3 地点のアスファルト混合物供試体($\phi 100\text{mm}$)を作成した。
- ③ 供試体 1 個につき、3 種の温度条件($5^\circ\text{C} \cdot 25^\circ\text{C} \cdot 35^\circ\text{C}$) \times 3 種の荷重時間(0.1s \cdot 1.0s \cdot 10.0s)の計 9 パターンで Rm 試験を実施した。

4. 結果

① 小型 FWD 試験

10kN 荷重載荷時の各測点における D_0 、 D_{10} 、 D_{20} およびアスファルト層(以降 As 層と称す)の厚さを**表 1** に示した。

表 1 小型 FWD 試験の結果

	D_0 (mm)	D_{10} (mm)	D_{20} (mm)	As 層厚 (cm)
測点 1	0.270	0.190	0.140	4.8
測点 2	0.301	0.205	0.162	2.9
測点 3	0.369	0.267	0.196	3.6

2014年12月7日(12°C)

表 1 より、各測点におけるたわみ曲線を図示した(**図 3**)。

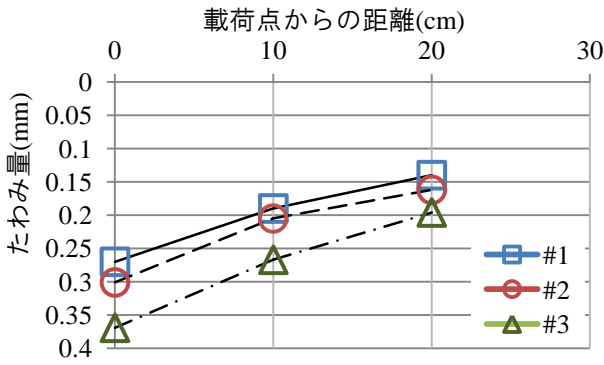


図3 小型 FWD 試験によるたわみ曲線

②Rm 試験

27 試験(3 供試体×温度 3 種×荷重時間 3 種)の結果を 図 4 に示した.Rm 値は温度が低いほど,また荷重時間が短いほど増加する傾向があることが確かめられた.

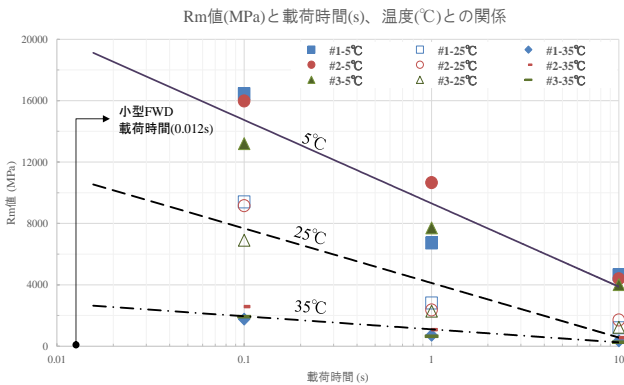


図 4 全 Rm 試験結果

5. 考察

①測点ごとに荷重時間と Rm 値の関係を整理し,近似式を求め.一例として 図 5 に測点 1 の試験結果を示す.

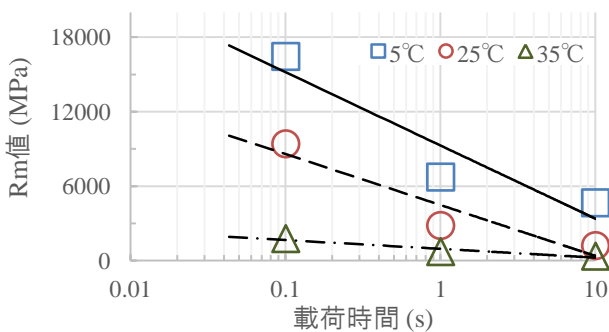


図 5 荷重時間と Rm 値の関係(測点 1)

②既往の研究によると,小型 FWD 試験によって発生する荷重の荷重時間は 0.012 s 程度である⁵⁾.そこで①で求めた近似式によって Rm 値を算出する(表 2).

表 2 荷重時間 0.012s とした時の Rm 値(MPa)

	5°C	25°C	35°C
測点 1	20600	12400	2300
測点 2	21500	11600	3400
測点 3	17100	8900	2600

③表 2 より供試体温度と Rm 値の関係を図示す(図 6).

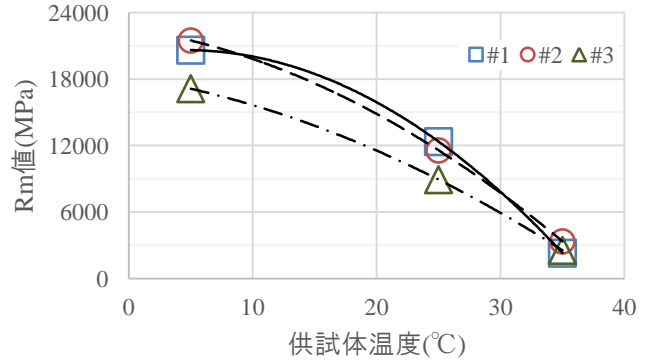


図 6 荷重時間 0.012s 時の供試体温度と Rm 値の関係

小型 FWD 試験で大きなたわみ量を計測した測点 3 は,供試体温度 5°C および 25°C において小さな Rm 値が算出され,特に低温条件で他の測点との差異が大きいことが分かる.このことから,小型 FWD 試験実施時にアスファルト混合物層温度を推定することで,室内試験で求める Rm 値を原位置での小型 FWD 試験によって推定できると考えている.

7. まとめ

- 1)アスファルト混合物の弾性係数が荷重時間と温度に依存していることを確認できた.
- 2)小型 FWD 試験によるたわみ曲線と Rm 試験結果に相関が見られた.

6. 今後の研究方針

小型 FWD 試験実施時のアスファルト混合物の温度を推定し,各測点における試験時のアスファルト混合物の Rm 値を算出する.そして小型 FWD 試験の結果から As 層の Rm 値を推定し,簡易舗装の構造評価に役立てる.

8. 謝辞

本研究において多くの助言を頂き,また実験にご協力頂いた道路会社および舗装コンサルタント会社の皆様に感謝の意を示します.

9. 参考文献

- 1)財団法人 道路保全技術センターFWD：活用しよう！FWD, 2005 年
- 2)土木学会：FWD 及び小型 FWD 運用の手引き、2002 年
- 3)社団法人 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧（第 3 分冊），2007 年
- 4)土木学会：アスファルト遮水壁工，2012 年
- 5)阿部長門、関根悦夫、桃谷尚嗣：室内試験と FWD 試験によるアスファルト混合物の弾性係数の比較，土木学会第 58 回年次学術講演会，2003 年