

小型 FWD を用いた舗装道路の構造評価

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 福岡大学工学部 学生員○細田 寿臣
 福岡大学工学部 正会員 吉田 信夫 東亜道路工業(株) 正会員 塚本 真也

1. 研究目的

現在、舗装を構築する場合の路床や路盤の支持力は、平板载荷試験と現場 CBR 試験から得られる K_{30} や CBR 値により評価されている。しかし、これらの試験は、計測時に重機等を必要とする大がかりな試験であり、空間的、時間的に大きな制約を受ける。そこで、簡便かつ直接、地盤の支持力を評価できる小型 FWD (写真-1) の測定方法が検討¹⁾されている。しかし、塑性体である地盤上で重錘を動的に落下させて荷重と変位量を計測する方法には、地盤工学的に大きな問題があると考えられる。そこで、本研究では、地盤条件の違いが小型 FWD の測定結果に及ぼす影響に着目し、既存法との比較検討を行った結果について報告する。



写真-1 小型 FWD

2. 実験概要

本研究では、小型 FWD の測定用に模型舗装の小型ピット(幅 3m×奥行 5m×深さ約 1m)の掘削を行った。その後、図-1 に示す断面において舗装体の構築を行った(写真-2)。舗装体の使用材料は、まさ土、クラッシュラン、粒調砕石を用いている。

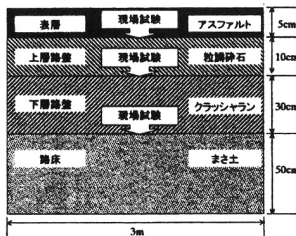


図-1 模型舗装の断面図

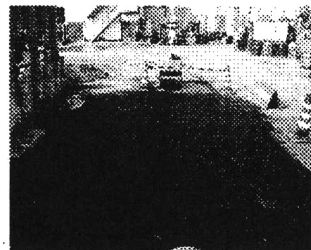


写真-2 現場状況

図-2、表-1 にそれぞれ各材料の粒径加積曲線及び物理力学的特性を示す。また、現場試験の測定項目は、各層を転圧直後に、①小型 FWD、②現場密度試験、③平板载荷試験、④現場 CBR 試験の 4 種類の現場計測を行った。また、小型 FWD については、载荷板の大きさを $\phi 10$ 、20、30cm と 3 種類を用いている。

3. 実験結果及び考察

表-2 に現場計測の結果をまとめている。ここで、小型 FWD から得られた支持力係数を K_{FWD} とする。また、この K_{FWD} 値の求め方については過去の文献¹⁾と同じとする。

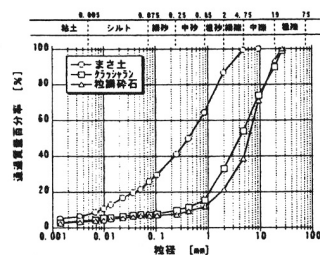


図-2 粒径加積曲線

3-1 K_{FWD} 値と K_{30} 及び CBR 値の関係

図-3 に K_{30} 値と K_{FWD} 値の関係を示す。 K_{FWD} 値は路床、下層路盤、上層路盤の順に大きくなっていることがわかる。また、小型 FWD から求まる K_{FWD} 値は载荷板の直径に大きく影響を受けていることがわかる。特に、 $\phi 10$ cm については、地盤の支持力が上がるにつれて大きく異なっている。しかし、 $\phi 30$ cm の結果は、平板载荷試験の結果 K_{30} と近い値を示しており、材料の影響もあまり受けていないことがわかる。次に、現場 CBR 値と K_{FWD} 値の関係を図-4 に示す。CBR 値も路床から上層路盤に向けて大きくなっている。したがって、 K_{FWD} 値から CBR 値を予測することも可能と思

表-1 各材料の物理特性

材料名	まさ土	クラッシュラン	粒調砕石
土粒子の密度 ρ_s [g/cm ³]	2.612	2.896	2.955
最大粒径 [mm]	4.75	26.5	19
均等係数 U_c	76	19	13
曲率係数 U_c'	1.7	1.5	2.3
最大乾燥密度 ρ_{dmax} [g/cm ³]	1.957	2.435	2.382
最適含水比 w_{opt} [%]	10.7	6.9	7.1
修正 CBR(95) [%]	33.3	125.7	77.5

われるが、載荷板の大きさの影響を十分に考慮する必要があることが示唆される。

3-2 地盤条件の違いによる影響

今回の模型実験では、3種類の最大粒径の異なる土質材料を異なった密度で締固めて、舗装の構築を行っている。地盤条件の影響因子として、乾燥密度と各材料における最大粒径に着目し、それぞれ各K値との関係を比較検討した。図-5に乾燥密度と各K値の関係を示す。これより、乾燥密度が大きくなるに伴い、 K_{FWD} 値も大きくなっていることがわかる。図-6に材料の最大粒径と各K値の関係を示す。これらの結果より、 K_{FWD} 値は、地盤支持力が大きくなるに伴い、載荷板の大きさによる影響が顕著に現れている。特に、載荷板の小さいもののほど、乾燥密度と最大粒径の影響を受ける傾向にある。一般に、載荷荷重が地盤に及ぼす影響深さは、載荷板直径の約1.5~2倍だとされている。したがって、載荷板の大きさによっては、評価する対象が単一層であるか、または多重層であるかによって、 K_{FWD} 値の測定結果が異なってくる可能性も考えられる。したがって、いずれの地盤条件においても、載荷板の大きさは小型FWDに大きな影響を及ぼしていることが考えられる。ここで、載荷板直径を最大粒径で除した値と K_{FWD} 値の関係を図-7に示す。これより、載荷板が小さくなるに伴い、 K_{FWD} 値は大きくなっていることがわかる。なお、図に示していない粒調碎石についても同様の傾向がみられた。また、 K_{FWD} 値は、最大粒径が大きいほどその影響を強く受け、依存性が高いといえる。よって、載荷板を選定する際には、材料の最大粒径を十分に考慮する必要があることがうかがえる。

4. まとめ

- ① K_{FWD} 値から K_{30} やCBR値の予測が可能であると思われるが、その際には、載荷板の大きさの影響を十分に考慮する必要がある。
- ② K_{FWD} 値の傾向として、地盤の支持力が上がるに伴い、載荷板の大きさによる影響が強くなる。特に、載荷板の小さいもののほど乾燥密度と最大粒径の影響を受け易い。
- ③ K_{FWD} 値は、最大粒径が大きいほどその影響を受け易く、依存性が高いといえる。よって、小型FWDを地盤材料に用いる場合には、材料の最大粒径と舗装構成層の厚さを十分に考慮して、載荷板の大きさを選定する必要がある。

表-2 現場計測の結果

構成層名	路床	下層路盤	上層路盤
使用材料	まさ土	クラッシャー	粒調碎石
K_{FWD} 値	ϕ 30cm	26.6	39.5
[MPa/m]	ϕ 20cm	24.9	56.3
	ϕ 10cm	47.1	111.4
		220.4	
K_{30} [MPa/m]		36.3	46.0
現場 CBR 値 [%]		4.5	14.7
現場の含水比 w [%]		19.5	4.3
乾燥密度 ρ_d [g/cm ³]		1.614	1.979
締固め度 D_c [%]		82.4	81.3
			88.0

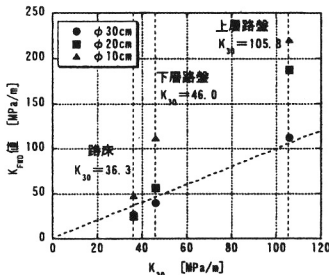


図-3 K_{30} と K_{FWD} 値の関係

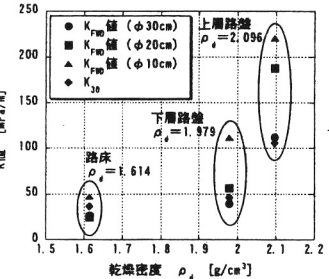


図-5 乾燥密度と各K値の関係

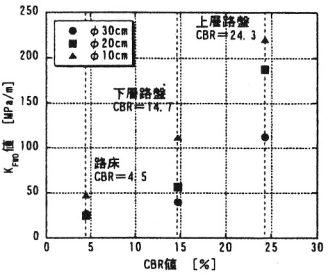


図-4 CBR値と K_{FWD} 値の関係

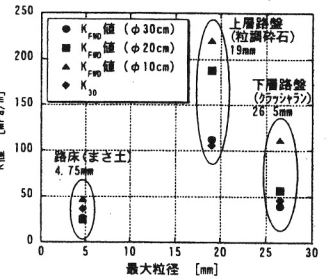


図-6 最大粒径と各K値の関係

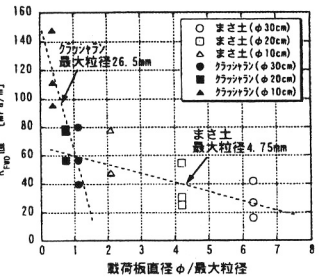


図-7 材料の粒径の影響

〔参考文献〕1)佐藤研一,吉田信夫,田中秀明,出利葉敦,永谷謙治;「FWDを用いた道路舗装の支持力評価」,土木学会舗装工学論文集,第3回,pp.67-72,1998.