

小型 FWD 試験による K 値測定時の周辺気温と乾燥密度について

室蘭工業大学大学院 正会員 木幡行宏
 室蘭工業大学大学院 ア-マツ シャフィーク 石田 孟
 西松建設(株) 及川達哉
 道路工業(株) 正会員 山本健一 齋藤昌之

1. はじめに

最近、道路や鉄道の路盤・路床・盛土などの自然及び人工地盤において、施工区間が短い箇所や狭い箇所を対象としてポータブルタイプの小型 FWD(Portable Falling Weight Deflectometer)を使用する試みがなされている¹⁻⁴⁾。本研究では路床・路盤を対象として小型 FWD による原位置試験を実施し、小型 FWD 試験による $K_{p,FWD}$ 値に及ぼす周辺気温の影響および $K_{p,FWD}$ 値と乾燥密度の関係について検討することにより地盤の剛性評価に関する検討を行った。

2. 原位置試験箇所及び $K_{p,FWD}$ 値の算出方法

本研究では、小型 FWD を路盤の締固め管理に用いることの可能性を検討するため、試験箇所を礫地盤として選定した。表-1 に岩内洞爺湖線の上部路床と下層路盤の切込砕石および学内試験現場の細粒分混じり礫の物理的特性、図-1 にそれぞれの現場の粒径加積曲線、図-2 に締固め曲線を示す。原位置試験として岩内洞爺湖線改良工事現場では小型 FWD 試験と平板載荷試験及び砂置換法による現場密度試験を行った。なお、学内試験現場では小型 FWD 試験のみを実施した。それぞれの現場の原位置試験箇所の断面図を図-3 に、平面図を図-4 に示す。小型 FWD 試験は、重錘を自由落下させることにより載荷板に衝撃荷重を発生させ、測定された最大荷重、最大変

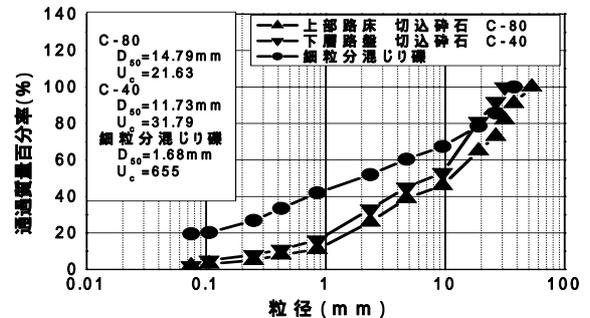


図-1 粒径加積曲線

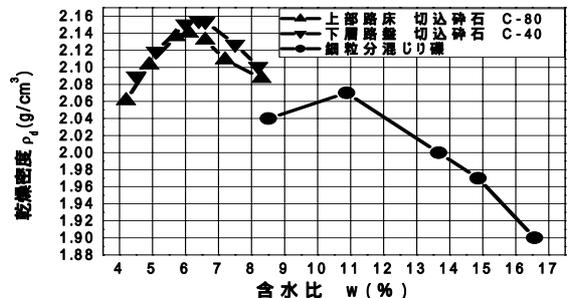


図-2 締固め曲線

表-1 岩内洞爺湖線の物理的特性

路床材・路盤材		上部路床 C-80	下層路盤 C-40	細粒分 混じり礫
粒 度 特 性	礫分 (%)	82.25	77.94	47.61
	砂分 (%)	15.58	20.09	32.99
	細粒分 (%)	2.175	1.970	19.4
	60%粒径 D_{60} (mm)	20.35	15.10	4.52
	30%粒径 D_{30} (mm)	5.877	3.759	0.33
	10%粒径 D_{10} (mm)	0.941	0.475	0.0069
	均等係数 U_c	21.63	31.79	655
曲率係数 U_c'		1.804	1.970	3.5
土粒子密度 ρ_s (g/cm³)		2.650	2.650	2.772
土質分類		GS		GFS
締固め試験(E-b)法による 最大乾燥密度 d_{max} (g/cm³)		2.155	2.140	2.07
締固め試験(E-b)法による 最適含水比 w_{opt} (%)		6.401	6.103	10.88

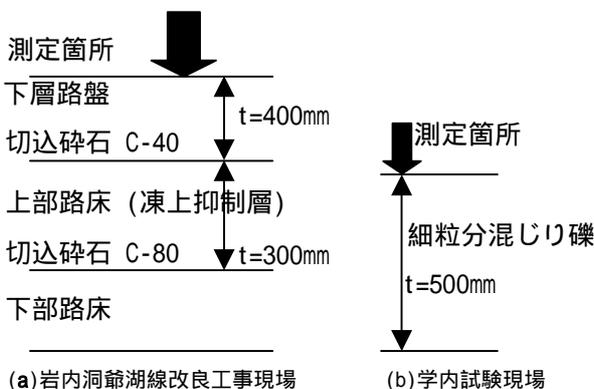


図-3 原位置試験箇所断面図

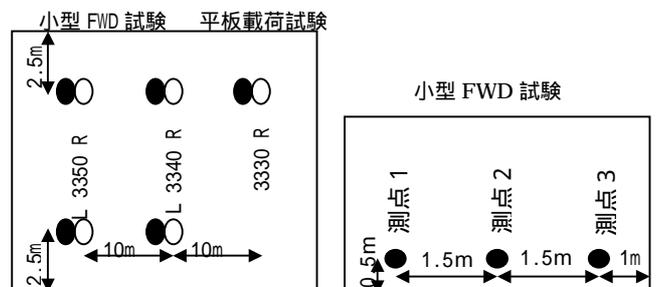


図-4 原位置試験箇所平面図

キーワード 小型 FWD 試験, 剛性評価, 路盤, 周辺気温, 乾燥密度

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 Tel:0143-46-5281 Fax:0143-46-5283

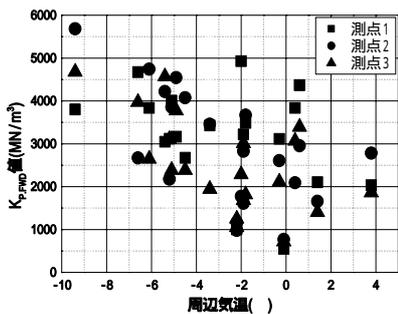


図-5 周辺気温と $K_{p,FWD}$ 値の関係

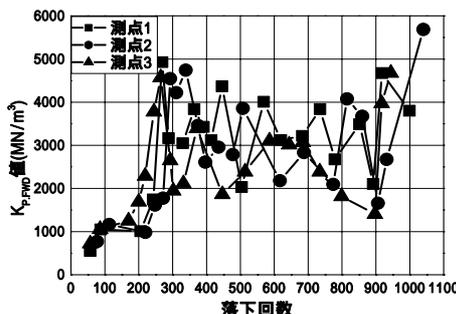


図-6 落下回数と $K_{p,FWD}$ 値の関係

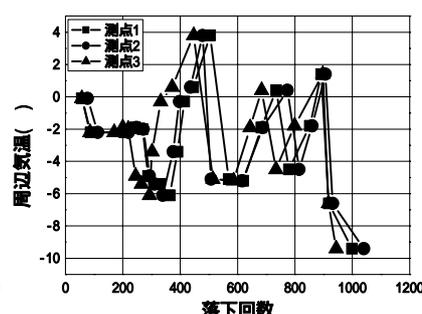


図-7 落下回数と周辺温度の関係

位置から地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ 値を算出する。 $K_{p,FWD}$ 値は測定した載荷応力を変位量で除することにより求める。その際、それぞれの載荷板直径に応じた変位量での載荷応力を測定する必要がある²⁾。

3. 周辺気温の変化による $K_{p,FWD}$ 値の比較

学内試験現場では、隣接する3点で測定を行い、そのときの現場の周辺気温を記録した。これを繰り返し行い、各測点の $K_{p,FWD}$ 値と周辺気温の変化との比較を行った。図-5に各測点における $K_{p,FWD}$ 値と周辺気温の関係を示す。周辺気温の低下に伴って $K_{p,FWD}$ 値が大きくなっていることが分かる。このときの重錘の累計落下回数と $K_{p,FWD}$ 値の関係を図-6、落下回数と周辺気温の関係を図-7

に示す。図-6を見ると、落下回数200回以上でデータのばらつきが大きく見えるが、図-7との関係から周辺気温が低い時に $K_{p,FWD}$ 値の値が大きいことが分かる。ただし、200回以上では、全体的には、 $K_{p,FWD}$ 値が200回以下の値に比べ大きい値を示していると考えられることから、 $K_{p,FWD}$ 値は、落下回数の影響も受けると考えられる。以上より、 $K_{p,FWD}$ 値は落下回数及び周辺気温の変化に影響を受けると考えられる。

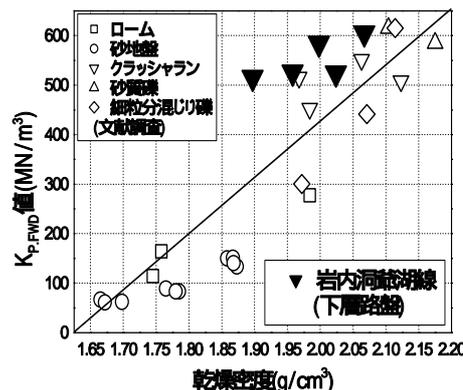


図-8 乾燥密度と $K_{p,FWD}$ 値の関係

4. $K_{p,FWD}$ 値と乾燥密度の比較・検討

道路の平板載荷試験及び現場密度試験を実施した岩内洞爺湖線と文献調査によるデータ²⁻⁴⁾に基づいて、乾燥密度と $K_{p,FWD}$ 値の関係を図-8に示す。図-8から、土質ごとの $K_{p,FWD}$ 値-乾燥密度関係は異なるが、乾燥密度が増加すると $K_{p,FWD}$ 値は増加する傾向があることがわかる。すなわち、土質に関わらず $K_{p,FWD}$ 値は K_{30} 値と同様に、乾燥密度に強い相関関係があると言える。したがって、小型 FWD 試験による $K_{p,FWD}$ 値で締固め程度の管理を行うことが可能であると考えられる。今後、小型 FWD 試験による $K_{p,FWD}$ 値による締固め管理を実務で適用できるようにさらなるデータの蓄積を行っていく予定である。

5. まとめ

本研究で得られた知見をまとめると以下のようなものである。

- 1) 本研究の試験実施箇所においては、 $K_{p,FWD}$ 値は落下回数及び周辺気温に影響されることがわかった。
- 2) 本研究の範囲内では乾燥密度に代わって小型 FWD 試験による $K_{p,FWD}$ 値で締固め程度の管理を行うことが可能であると思われる。実際の適用に向けて、今後、さらなるデータの蓄積を行う予定である。

参考文献 1)木幡行宏, 更谷聡彦, 堀直隆: 小型 FWD による礫質土の K 値に関する検討, 第 48 回地盤工学会北海道支部年次技術報告会技術報告集, 2007. 2)関根悦夫, 鴨智彦, 阿部長門, 丸山暉彦: 重錘落下による鉄道盛土の締固め管理方法, 土と基礎, Vol.48, No. 4, pp.13-16, 2000. 3) 関根悦夫, 村本勝, 須長誠, 阿部長門, 中西太: FWD を用いた鉄道路床・路盤の剛性評価, 第 32 回地盤工学研究発表会講演集, pp.2213-2214, 1997. 4) 阿部長門, 前原弘宣, 関根悦夫, 鴨智彦, 丸山暉彦 FWD を用いた砂材料の締固め特性の評価, 第 33 回地盤工学研究発表会講演集, pp.2101-2102, 1998.