

N-408

土路盤における落下重錘式地盤支持力調査について

日本貨物鉄道株式会社 正会員 ○藤田 博久
日本貨物鉄道株式会社 正会員 神立 哲男
日本貨物鉄道株式会社 正会員 三枝 長生
東亜道路工業株式会社 正会員 阿部 長門

1. はじめに

鉄道におけるバラスト軌道下の土路盤の支持力は、列車荷重による繰り返しに対して抵抗できるように、深さやその位置などによって K_{30} 値で規定されている¹⁾。このため、軌道構築時には少なくとも 100m に 1 カ所の割合で平板載荷試験を実施している。しかし、平板載荷試験は 1 日に測定できる試験個数や反力装置を必要とするなどの問題がある。そこで、Handy な落下重錘式のたわみ測定装置である Handy Falling Weight Deflectometer (HFWD と略す) を用いて土路盤の締固め程度の管理ができるか検討を行った²⁾。本稿では、HFWD と平板載荷試験や土の密度の関係についてまとめたものである。

2. HFWD 装置

HFWD 試験装置の概略を図-1 に示す。HFWD 装置は載荷板とたわみセンサーを地盤に設置した後に、重錘を落下させ地盤に生じる動的なたわみを測定する装置である。荷重やたわみのサンプリングはデータ処理装置にホールドした後にパーソナルコンピュータにデータ転送を行う。1 箇所約 3 分で測定を行うことができる。HFWD 装置のスペックを表-1 に示す。

3. 試験結果

各載荷条件のときのたわみと荷重を用いて地盤の支持力係数 K 値を算定した。HFWD の載荷板は小さいため平板載荷試験の載荷板直径 30cm に対しての直径比率で補正を行った。

$$K_{HFWD}' = K_9 (D_9 / D_{30}) = K_9 (9/30) \\ = K_9 \times 0.3 \quad (1)$$

ここに、

K_{HFWD}' : 直径に基づく補正後の K 値 (kgf/cm^3)
 K_9 : HFWD から推定した K 値 (kgf/cm^3)
 D_9 : HFWD の載荷板の直径 (9cm)
 D_{30} : FWD の載荷板の直径 (30cm)

本箇所の地盤は関東ロームに礫が混じった土である。軌道路盤上の締固めに関する規格は K_{30} 値で 11kgf/cm^3 以上である¹⁾。本軌道路盤の締固めには、4t タンデム振動ローラで無振 2 回、有振 6 回の締固めを行った。各種試験の測定は No.2, No.4+10, No.7 の 3 カ所で行った。

締固め終了後に行った平板載荷試験の荷重と変形量の関係を図-2 に示す。平板載荷試験では沈下量 1.25mm の値を K_{30} 値とした。

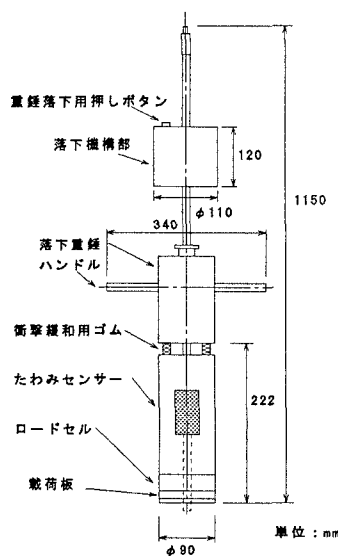


図-1 HFWD 装置の概略図

表-1 HFWD の装置の試験条件

	HFWD
載荷板の直径 (mm)	90
落下質量 (kg)	8~15
落下高さ (mm)	50, 150, 300
落下回数	3~5
たわみセンサー数	2
最大たわみ量 (mm)	2

HFWD, 締固め, 平板載荷試験, 乾燥密度

〒100 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号

TEL 03-3285-0078 FAX 03-3285-0065

〒100 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号

TEL 03-3285-1416 FAX 03-3285-1416

〒232 神奈川県横浜市南区中村町 5-318

TEL 045-251-4615 FAX 045-251-4213

本箇所の平板載荷試験結果は、 K_{30} 値で 11kgf/cm^3 をこえているもののある程度のバラツキは認められる。

HFWD から求めた K 値と K_{30} 値の関係を図-3 に示す。HFWD の結果は式(1)で補正したものであるが、両者の関係は一意的な関係にある。両者の近似曲線の傾きは 2.5 であり、動的な試験と静的な試験の差が表れていると考えられる。参考文献 2) では、平板載荷試験と動的な HFWD 試験の換算係数は 2 ～ 2.5 程度であるとされており、本測定結果においても同様な傾向が得られた。

4. 物理性状との関係

締固めの程度を表す乾燥密度 ρ_d に対する K_{30} 値と K_{HFWD} に換算係数 2.5 を考慮した K 値の関係を図-4 に示す。これより、乾燥密度に対してそれぞれの K 値の間には強い相関関係がある。本結果や参考文献 2) の結果より、締固めの程度を表す乾燥密度や K_{30} 値の代わりに HFWD が十分適用できることが明らかとなった。

5. 変形係数の算定

本試験では、荷重とたわみが測定できるため、Timoshenko の弾性論で導かれた式(2)により、路床弾性係数 E_{sg} を推定した。

$$E = 2aP(1 - \nu^2)/w \quad (2)$$

ここに、 E : 路床の弾性係数 (kgf/cm^2)

w : 剛性円形載荷板の表面沈下量 (cm)

P : 接地圧 (kgf/cm^2)

ν : ポアソン比

a : 円形載荷板の半径 (cm)

ここで、推定された路床弾性係数と他の締固め指標との比較を表-2 に示す。路床弾性係数は、 $650 \sim 1800\text{kgf/cm}^2$ に広く分布していることになる。路盤面から 1m の CBR 値を求めると約 10 % になり、区間のバラツキを考慮した設計 CBR は 8 であった。これより、参考文献 3) では、概ね $E_{\text{sg}} = 100 \times \text{CBR}$ といわれており、本測定結果からもこの関係が成り立っている。

6. まとめ

以上の結果から、HFWD から推定した K 値や路床弾性係数は、は各種締固め管理手法や CBR 試験との相関があることから、地盤の締固め程度の管理や軌道構造の設計時の調査などに十分適用が可能であると考えられる。

【参考文献】

- 1) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物，1992.10.
- 2) 関根悦夫他：礫材を用いた鉄道盛土の転圧試験 (5)，第 31 回地盤工学研究発表会概要集，pp.2347 ～ 2348，1996.6.
- 3) 丸山暉彦他：FWD たわみ測定による舗装の健全度調査，舗装，Vol.24，No.9，pp.3-8，1989.9.

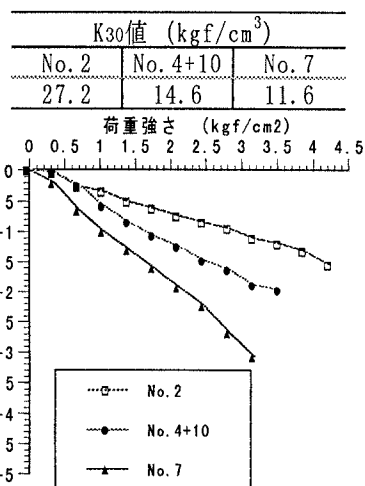


図-2 荷重強さと沈下量の関係

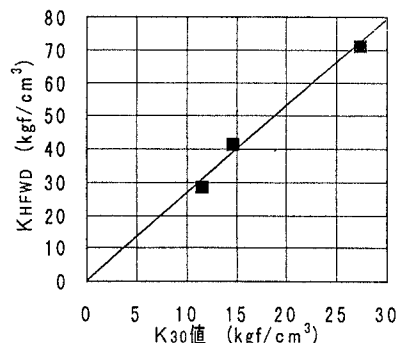


図-3 K_{30} 値と K_{HFWD} の関係

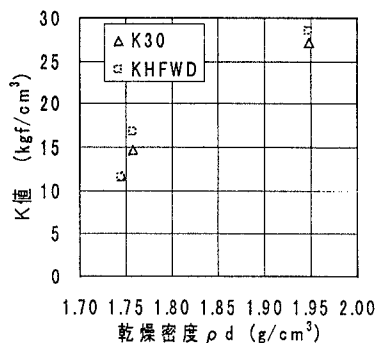


図-4 乾燥密度とそれぞれの K 値

表-2 各地点の締固め程度と路床弾性係数

地点	No. 2	No. 4+10	No. 7
K_{30} 値 (kgf/cm^3)	27.2	14.6	11.6
乾燥密度 (g/cm^3)	1.948	1.758	1.745
E_{sg} (kgf/cm^2)	1794	1047	655