

V-42

載荷試験によるアスファルト混合物と路盤の変形特性

東亜道路工業(株)技術研究所 正会員 ○阿部 長門
 (財)鉄道総合技術研究所 土構造 正会員 関根 悦夫
 (財)鉄道総合技術研究所 土構造 正会員 村本 勝巳
 長岡技術科学大学 環境・建設系 正会員 丸山 暉彦

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 K30 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、使用材料の剛性により締固め程度がさほど大きくなくとも K30 値 11kgf/cm^3 (108MPa/m) を満足する場合がある。

そこで、3 種類の目標締固め密度比を設定した地盤上に実物大 RA スラブ軌道模型を敷設し、列車荷重にて繰返し載荷試験を行い、落下重錘式のたわみ測定装置である Falling Weight Deflectometer (FWD と略す) と Handy な FWD (HFWD) を用いて路盤とアスファルト混合物の支持力特性と変形特性を検討した。

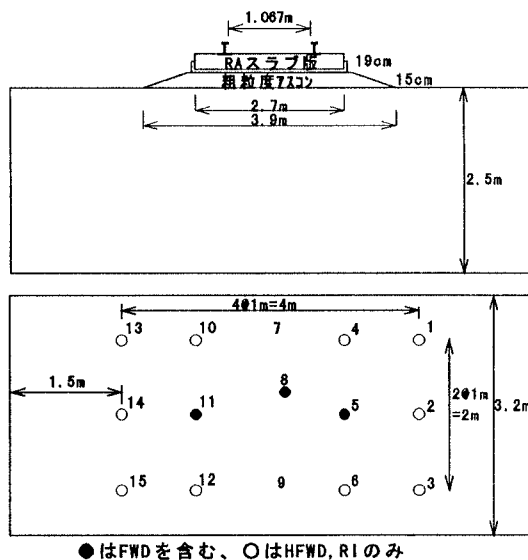
2. 土槽及び軌道構造

3 つの土槽に締固め密度比の異なる地盤を作成し、RA スラブ軌道を構築した。作成したモデル構造の概略を図-1 に示す。土槽に粒度調整碎石 (M-30) を用いて、締固め密度比 D 値がそれぞれ 95, 90, 85 % になるように締固め度を調整し地盤を構築した。粒度調整碎石の物理性状は参考文献 2) で用いたものである。土槽内の地盤の転圧には、振動ローラ (自重 650kg) を用いて表-1 に示した転圧を行った。地盤上面で、FWD, HFWD や平板載荷試験実施後に粗粒度アスファルト混合物 150mm を施工し、厚さ 190mm の RA スラブ軌道を敷設した。

繰返し載荷試験は、1 ~ 9tf のサイン波 (11Hz) を 150 万回載荷した。載荷試験後に RA スラブ軌道を撤去し、粗粒度アスファルト混合物のコアサンプリングや FWD, HFWD による載荷試験後の測定を行った。

3. 試験結果

載荷試験前後に FWD と HFWD で測定を行い、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、



●はFWDを含む、○はHFWD, RIのみ

図-1 土槽と RA スラブ軌道構造の概略図

表-1 各締固めタイプの転圧条件

盛土のタイプ	敷均し厚さ	層厚	締固め条件
A タイプ	200mm	150mm	無振 2 回 + 有振 7 回
B タイプ	250mm	200mm	無振 2 回 + 有振 4 回
C タイプ	300mm	260mm	無振 2 回 + 有振 2 回

繰返し載荷試験, FWD, HFWD, 締固め, 弾性係数

〒232 神奈川県横浜市南区中村町 5-318

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

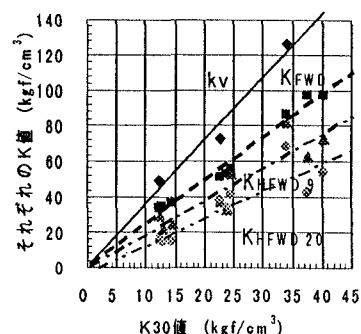
〒185 東京都国分寺市光町 2 丁目 8 番 38 号

TEL 0425-73-7261 FAX 0425-73-7248

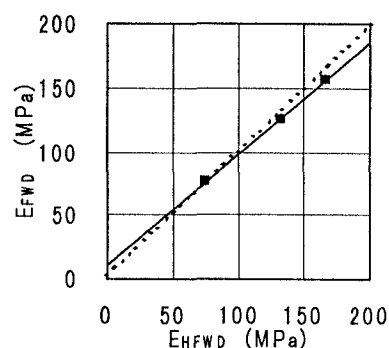
〒940-21 新潟県長岡市上富岡町 1603-1

TEL 0258-46-9613 FAX 0258-47-9613

平板載荷試験の載荷板直径 30cm に対しての直径比で補正を行った。道路の平板載荷試験の K_{30} 値に対する k_v や FWD 等から推定したものの比較を図-2 に示す。この結果より、HFWD が K_{30} 値に対して約 2 倍であり、FWD が K_{30} 値に対して約 2.5 倍であり、 k_v は K_{30} 値に対して約 3 倍である。HFWD は直径 9cm の結果を直径比率で補正したものであるが、両者の関係は $y=x$ の関係にほぼ近いが HFWD から推定した結果の方が多少小さい。これは、測定時の荷重レベルやひずみレベルが影響していると考えられる。そこで、HFWD からの弾性係数の推定は Boussinesq の式¹⁾から求め、FWD に関しては多層弾性計算により求めた。

図-2 K_{30} 値とそれぞれの K 値の比較

RA スラブ軌道敷設前の粒調砕石路盤上の測定結果から推定した弾性係数の比較を図-3 に示す。両者の計算結果はほぼ一致しており、路盤材が弾性変形の範囲内では 1 層系と多層系の弾性解析のどちらを用いても差し支えない。図-2 と 3 の結果より、FWD と HFWD から求めた K 値の違いは、両装置の載荷エネルギーの違いによる荷重の影響範囲の違いが影響していると考えられる。

図-3 HFWD と FWD から推定した E

各施工段階における FWD から求めた粒調砕石の弾性係数の比較を図-4 に示す。繰返し載荷試験後に RA スラブを撤去し、粗粒度アスファルト混合物のコアを抜き、繰返し間接引張り試験で粗粒度アスファルト混合物の復元弾性係数 (M_r) を求めた³⁾。この M_r を FWD の載荷時間 0.025 秒に補正した M_r' を算定した。アスファルト混合物の載荷の有無による弾性係数と密度の関係を図-5 に示す。

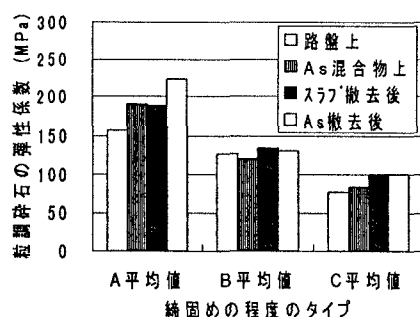


図-4 粒調砕石の弾性係数

載荷試験前後の粒調砕石の弾性係数や K 値は、2 割増加している。また、載荷試験後の沈下量は載荷試験前の締め固め程度が小さいほど沈下量が大きく、締め固め程度に応じた沈下量となっている。

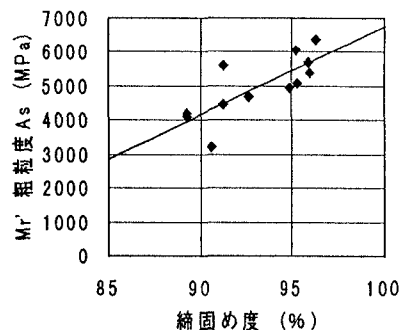
アスファルト混合物は、繰返し載荷試験前後で締め固め度が約 4 % 増加し、 M_r' も約 2 割増加している。以上の結果より、繰返し載荷によって路盤の圧密沈下だけでなくアスファルト混合物も密度増加し残留変形が生じることが明らかとなった。

6. まとめ

FWD や HFWD から推定した弾性係数は、弾性挙動の範囲では 1 層系でも多層系でも同一な値が得られる。また、繰返し載荷により弾性係数や K 値が増加するとともに、路盤の圧密沈下の他にアスファルト混合物も残留変形を生じることが明らかとなった。

【参考文献】

- (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.
- 伊藤寿晃他：礫材を用いた鉄道路床の締め固め特性，第 32 回地盤工学研究発表会概要集，1997. 7.
- 阿部長門他：アスファルト混合物のレジリエントモジュラス，土木学会第 47 回年次学術講演会，第 5 部門，pp.118-119，1992.9.

図-5 As 混合物の締め固め度と M_r' の関係