

IV-309 軌道内舗装の強度評価方法 に関する一考察について

日本貨物鉄道株式会社	正会員	上浦	正樹
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	雑賀	義夫

1 はじめに

鉄道貨物ターミナルでは鉄道とトラック等の輸送接続に接点として、集配したコンテナなど荷物の積み込み、取り卸しなどを行っている。そのためここでは荷物の取り卸しなどを行う大型フォークリフトやトラックなど輪荷重の大きい大型自動車（最大接地圧 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度）が往来するためターミナル内の軌道を横断する通路では通常の踏切同等以上の強度と耐久性が要求される。

現在JR貨物のターミナルの一部では構内の有効活用を図るため低床ホームに接する一番目以上の軌道内を最大600mにわたって舗装し更に隣接する二番目からの線路で貨車から荷物の取り卸しなどができるに設備している。この舗装された軌道では列車に加えフォークリフト等の輪荷重の大きな自動車による軌道破壊が生じるが軌道面の不陸以外は舗装されているため軌道内の劣化状態は把握できないのが現状である。

そこで軌道内の劣化状態を舗装強度で評価し適切な保守を確立するため、近年道路舗装において確立されつつあるフォーリングウェイトデフレクター（以下FWDとする）に着目しその導入の可能性について検討することとした。

2 FWDの概要

FWDはスウェーデンKUAB社のものを長岡技術科学大学において導入され、多層構造計算プログラムの開発が進んでいるものである（文献1）。この装置はトラックに載せられて移動し（図1）測定時に牽引される。（図2）

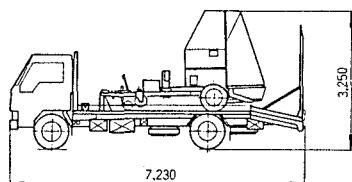


図1 移動時のFWD（単位mm）

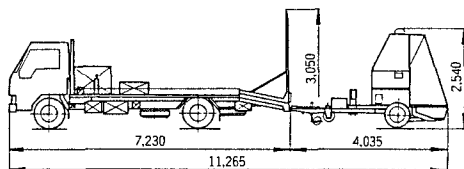


図2 測定時のFWD（単位mm）

測定方式を図3に示す。載荷方法は載荷板（直径30cm）におもりを落下させ載荷板上部に設置された圧力センサにより荷重（5t）を測定するものである。路面のたわみは載荷板中心から順に0, 20, 45, 90, 150cm離れた位置に設置された5箇所の変位センサにより測定される。次に表層、路盤、路床の強度は各弾性係数を計算することで求められる。その方法は以下の通りである。

① 舗装構造を知り各層の厚さを定める。② 各層のポアソン比を仮定する。③ 各層の弾性係数を仮定する。④ 多層構造弾性理論によりたわみの大きさと形をもとめる。⑤ 上の④のたわみ曲線とFWDで測定されたものと比較する。⑥ 両者が許容範囲に収まるまで各層の弾性係数を修正する。これから弾性係数を推定する。

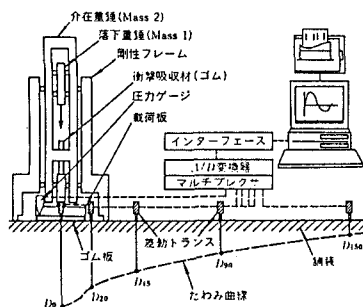


図3 FWDたわみ測定システム

3 FWDによる軌道強度評価案

（1）方法

軌道内舗装においてアスコン舗装されている軌間内中央部にFWDを設置し載荷板位置がまくらぎ上およびまくらぎ間と区別してセットする。測定結果を用いて上部からアスコン層、（まくらぎ）、バラスト、路床上部、路床下部に分けて各層の弾性係数を推定する。これに基づき当該舗装上を走行する輪荷重から歪みと舗装許容沈下が13mmに対応する許容載荷回数（文献2）を求める。

この結果により軌道内舗装を通過するフォークリフトなどの軸重の大きな自動車と軌道を通過するコンテナ車などの車両の両方からの沈下の算定を行いこれから軌道強度評価をし、耐用年数を想定する。

表1 各層の弾性係数の推定値

舗装構成	ポツン比	層厚 (cm)	まくらぎ上 E (kgf/cm ²)	層厚 (cm)	まくらぎ間 E (kgf/cm ²)
アスコン層	0.35	15	100000	15	100000
まくらぎ	0.40	14	3000	--	--
バラスト	0.40	20	700	34	1500
路床上部	0.45	50	1400	50	1600
路床下部	0.45	∞	1300	∞	1250

（2）試験結果

試験は東海道本線東京貨物ターミナルで実施した。

たわみ量は載荷板直下のまくらぎ上で0.352mm、まくらぎ間で0.335mmであり（路面温度13.0℃）まくらぎ間の方が若干小さなたわみ値となっている。この結果推定された弾性係数は表1の通りである。

表2 歪みと許容載荷回数

	$\epsilon_t (10^{-6})$	$\epsilon_c (10^{-6})$	Nt(万回)	Nc(万回)
まくらぎ上	289	457	29	122
まくらぎ間	277	438	33	148

ここでアスコン層および路床は通常の道路舗装と比べ同じ様な値を示しているが、バラストはまくらぎ間で切込砕石程度の弾性係数を示しているもののまくらぎ上では小さい値を示している。この弾性係数（アスコン層は20℃換算）と当該ホーム最大輪荷重であるフォークリフト（荷重5.4t接地半径14.3cm）により歪みと許容載荷回数を求めた。（表2）

* ϵ_t, Nt ～アスコン層下面の引張り歪みと許容載荷回数

** ϵ_c, Nc ～路床上面の圧縮歪みと許容載荷回数

ここで使用されるフォークリフト等

の使用回数は 2.1×10^5 回/年と想定される。従ってアスコン層下面の引張りキレツは約1.5年から発生する。また路床上面の年間圧縮歪み量はまくらぎ上とまくらぎ間の差で0.4mmである。同様に軌道沈下は通tが約60万tであり軌道狂い進みの関係式（文献3）から年間2.7mmが求められる。この結果許容沈下量を整備目標値と整備基準値の中間値（16.5mm）と仮定すると所定の数値に達するまで約5.3年を要することになる。これらが当該軌道の耐用年数に相当する指標として今後継続して測定することとする。

4 おわりに

軌道内舗装の強度評価と耐用年数の指標を示したが今後FWDにより継続して試験を行うことで精度を向上に努めたいと考えている。最後に当システムの導入にあたり長岡技術大学丸山暉彦氏に謝意を表する。

〔文献〕1 FWDによる舗装診断システム（1988）丸山暉彦他 舗装23-11 2 Research and Development of the Asphalt ～（1982）The Asphalt Inst R Report No82-2 3 線路工学（1987）佐藤吉彦他日本鉄道施設協会