

VI-45

製鉄所重軸重軌道に於ける路盤・路床面圧力の測定報告

新日本製鉄(株) 正会員 吉住俊彦
同 河本敬之

同 正会員 伊佐隆善
同 正会員 鈴木昭信

1. はじめに

製鉄所構内線路は埋立軟弱地盤上に建設され、軸重30~50tonの超重軸重車両が運行する。そのため車両走行により路床に作用する圧力が路床強度に対し過大なことに起因する、車両の繰返し走行に伴う漸次沈下が進行し、その補修にかなりの整備費投入を余儀無くされている。そこで水硬作用を有するスラグ強化路盤の荷重分散効果による路床作用圧力の低減を狙い、その適用性を車両走行時の路盤・路床面圧力の測定により確認した。又、路盤剛性の路床面圧力低減効果を推定評価するための車両荷重の路床への伝達率の構築を試みた。

2. 軌道構造と測定の概要

スラグ強化路盤の適用性の確認は水硬性粒度調整スラグ(H.M.S.)路盤と、その比較対象としての従来から採用されてきた粗砕高炉スラグ(冷鉾滓)路盤とを軌道路盤とする試験軌道(軌道長:25m)を築造して行なった(図-1参照)。この軌道は鉄枕木を用いた軌道で、道床材料は高炉スラグ砕石(C20-40)である。車両走行時の路盤・路床面圧力の測定は先の2種類の軌道の中央部に位置する枕木の直下に図-2に示すように土圧計(直径:200mm, 容量:路盤面 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ ・路床面 $2\text{kg}/\text{cm}^2$)を埋設して行なった。又、この枕木上を通過する時の車両輪重・レール圧力も車両走行時に於けるレール腹部での剪断歪の変化を利用しレール腹部に2軸ゲージを貼付して測定した。尚、測定は試験車両に軸重15ton・30ton・40tonの車両を使用し速度5~10km/hrで走行させて実施した。

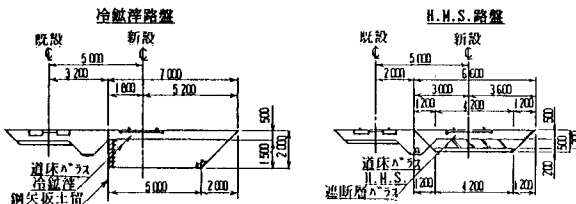


図-1. 試験軌道の断面

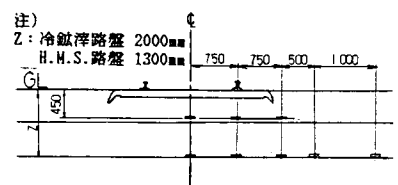


図-2. 土圧計の埋設位置

3. 路盤・路床面圧力の測定結果

図-3にレール圧力とレール直下部の路盤面圧力の関係を示す。又、軸重40ton車両が走行する際の路床面圧力の分布を図-4に示す。レール圧力1ton当たり生ずる路盤面圧力は約 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ を示し、国鉄で路盤面に作用する圧力を評価するのに用いられる枕木下面圧力・枕木下面からの深度をパラメータとした評価式により算定される値よりも約20%小さな値をとっている。軸重40tonの車両の走行時、路床面に作用する圧力は軌道中央から2000mmの範囲で、冷鉾滓路盤 $0.50\sim 0.79\text{kg}/\text{cm}^2$, H.M.S.路盤 $0.51\sim 0.66\text{kg}/\text{cm}^2$ であり路盤厚が比較的薄いにも拘らずH.M.S.路盤の路床面圧力の低減・均等化の様子が観察される。これは高い剛性を有するH.M.S.路盤の荷重分散効果によるものと考えられる。

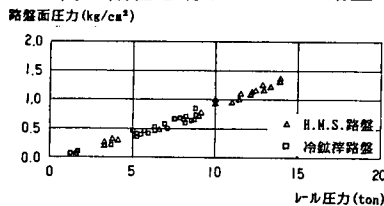


図-3. レール圧力とレール直下路盤面圧力との関係

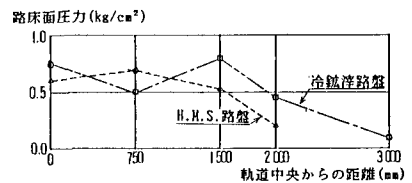


図-4. 路床面圧力の断面方向分布

4. 車両荷重の路床への伝達のシミュレーション解析

4-1. 路床への荷重伝達モデル

車両荷重がレールに載荷されてから路床に分布圧力が作用するまでの過程について図-5に示すモデル化を行った。即ち、(1)車両輪重がレール剛性により分散され、枕木に作用する荷重（レール圧力）はレールを弾性床上の梁とするモデルで求めた。(2)レール圧力の道床を介した路盤表面への伝達は図に示すように、枕木下面から150mmの深さまでは側方には分散せず、それ以深については45°で分散すると仮定した。(3)路盤表面での分布圧力の路盤剛性による分散は、路盤・路床を2層弾性体と考え、更に路盤を路床と同一の変形係数で等価な剛性を有する弾性体に置換するモデル化を行ない評価した。

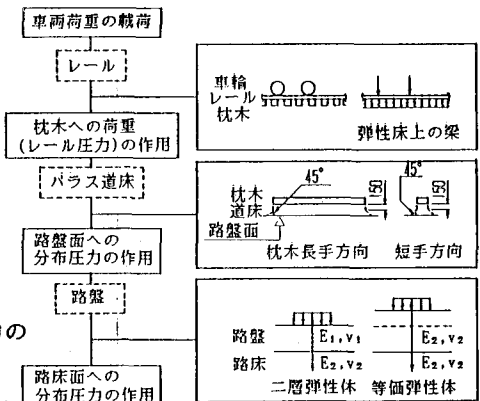


図-5. 路床への荷重伝達モデル

4-2. 路床面圧力の測定結果と解析結果との比較

軸重40tonの車両の走行に伴い路床面に作用する圧力に関し、路盤と路床の変形係数の比 (E_1/E_2) をパラメータとして4-1に述べた車両荷重の路床への伝達モデルを用い求めた解析結果を測定結果と共に図-6に示す。尚、路床の変形係数は路盤築造時に路床面で実施した平板載荷試験の結果から算定すると約200kg/cm²であった。測定結果と解析結果とを比較すると測定結果を最もよく近似する E_1/E_2 は、H.M.S.路盤で50~100、冷鉱滓路盤で3~5であることがわかる。この E_1/E_2 値から路盤の変形係数を算定すると、H.M.S.路盤で10000~20000kg/cm²・冷鉱滓路盤で600~1000kg/cm²と評価される。この値はH.M.S.路盤・バラスト路盤で一般に用いられる変形係数とほぼ等しく、先のモデルでもって車両走行時に伴い路床面に作用する圧力をほぼ評価できるものと判断される。又、シミュレーション結果は E_1/E_2 の値が増加すれば路床面での圧力が均等化・低減されることを示しているが、H.M.S.路盤は供用に伴う荷重載荷の繰返しにより剛性が増加する性質のものであり長期的にも路床への作用圧力を低減し軌道の安定を計るものと期待される。

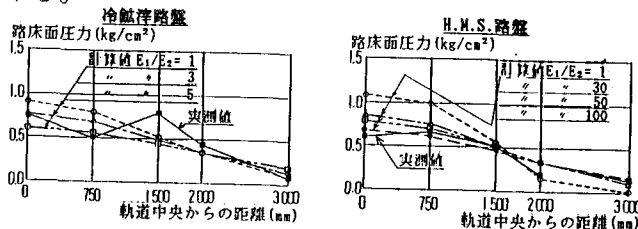


図-6. 荷重伝達モデルによる路床面圧力のシミュレーション結果

5. まとめと今後の課題

今回行った製鉄所重軸重軌道での車両走行時路盤・路床面圧力の測定及びそのシミュレーション検討により以下のことが判明した。

1) 水硬作用により高い路盤剛性を有するH.M.S.路盤は、比較的薄い路盤厚さで従来の冷鉱滓路盤よりも路床面に作用する圧力を低減し、軌道の劣化進行を抑制するものと期待できる。

2) 今回構築した車両荷重の路床への伝達モデルでもって車両走行に伴い路床面に作用する圧力をほぼ評価できる。

現在この試験軌道には軸重15~35tonの車両が運行中であり、今後長期供用に伴う軌道沈下・劣化を追跡調査して、H.M.S.路盤の長期的な性能確認を行なう予定である。