

国鉄 鉄道技術研究所 正会員 長藤敬晴
国鉄 鉄道技術研究所 正会員 野口達雄

1. まえがき 従来の軌道破壊理論は路盤の安定を前提として道床却に着眼して構成されていたが、土路盤を含めた軌道破壊の機構を解明することを目的として、基礎的な資料を得るため、鉄道技術研究所構内にあるガイドウェイ試験装置の試験ピット内に在来一般線規格の実物大軌道を敷設し、各種の載荷試験を行った結果について報告する。

2. 試験軌道 長さ50cm、長さ21m20cmの土路盤ピットの素地の関東ローム路盤上に、道床厚260～270mm、PCマフラギ3号、締結装置5型、50NL-L（L-ル長20cm）という構成の軌道を敷設した（写真1）。路盤面の転圧は行わず、すき取りと整正により横断方向に3%の排水勾配を設けた。この試験軌道を3m間隔に6箇の試験区画に分割し、各区画において荷重値を変えて載荷した。

3. 載荷条件 ガイドウェイ試験装置は、本来浮上式鉄道用ガイドウェイのための載荷試験装置として設置されたものであるが、静的最大荷重30t、動的最大周波数100Hz以上という性能を持ち、実物軌道の試験が可能で、過大油圧・過大荷重等に対する安全装置を持ち夜間連続運転を実施できるものであったので今回の試験に使用したものである。載荷試験は、静的載荷試験・周波数応答試験および繰返し載荷試験の3つに大別される。静的載荷試験は0→12→0と静的に載荷ならびに除荷を繰返し、L-ル面・マフラギ面の沈下および路盤面の沈下圧力を測定した。周波数応答試験は荷重を8±0.5tに設定し、1Hzから100Hzまでの範囲で周波数を変えて載荷し軌道各部の変位・加速度および路盤面圧力の周波数応答を求めたものである。繰返し載荷試験は一定の周波数（7Hz）・一定の荷重振幅（試験区画より1～6t、1～8t、1～10t、1～12t）により200回を目標に載荷し、途中所定の繰返し回数において試験装置を止め、L-ル面・路盤面の沈下量および路盤面圧力を求めた。繰返し回数200回は通トンに換算する一般線の1～1.5年分に相当する。なお荷重振幅1～8tの場合については比較のため降雨と模擬して散水載荷試験を行った。

4. 測定方法 L-ル面・マフラギ面の沈下は片持梁式変位計により、路盤面の沈下は差動トランス型変位計によりピックアップアンプした信号を動電アンプにより増やし電磁オシログラフに記録した。

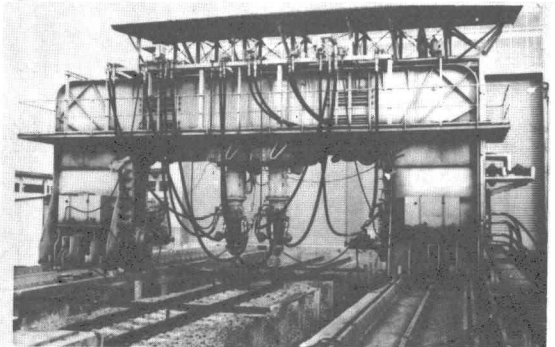


写真1. 試験軌道および試験装置

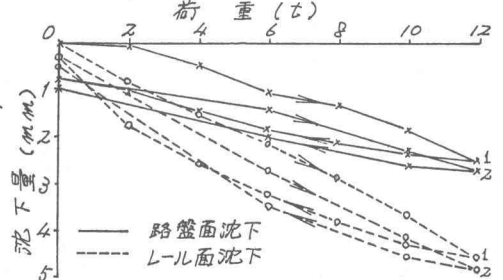


図1. 静的載荷試験における沈下曲線

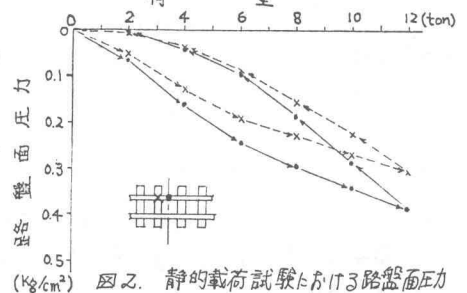


図2. 静的載荷試験における路盤面圧力

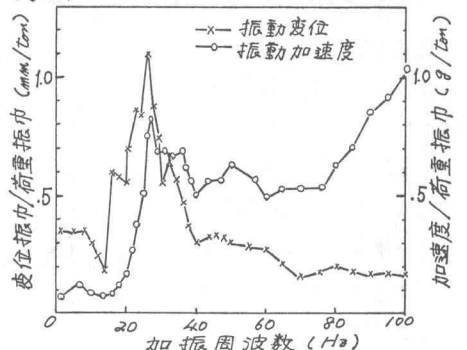


図3. L-ルの変位および加速度周波数応答

繰返載荷試験におけるレール面および路盤面の沈下は、水素と鋼板により直接読み取った。振動加速度は圧電型ピックアップによった。路盤面圧力は、路盤表面および表面から55cm下がった位置に埋設した土圧計によった。

5. 試験結果 静的載荷試験における載荷点直下のレール面および路盤面の荷重-沈下曲線の一例を図1に、路盤面圧力を図2に示す。静止輪重に相当する8tを最初に載荷した場合におけるレール面沈下は3.0mm、路盤面沈下は1.6mmであり、載荷中心に最も近いマウラギ直下の土圧は0.15 kg/cm²である。

周波数応答試験の結果の一例として、加振点直下のレール変位および振動加速度の周波数応答を図3に、路盤面圧力および路盤面変位については図4に示す。レール変位は26Hz(このときの振中1.1mm)に、レール振動加速度は27Hz(0.8g)にピークがある。路盤面変位のピークは27Hz(0.21mm)に、路盤面圧力は25Hz(0.1 kg/cm²)および70~75Hz(0.095 kg/cm²)の2箇所にピークがある。

繰返載荷試験によるレール面沈下量を図5に示す。最終沈下量は途中で打上を行った場合もあるので直接比較は出来ないが、荷重振中1~8tの場合、散水=11.0mm(180万回)、非散水=6.8mm(200万回)となっている。

6. 考察 以上の試験の詳細については、さらに検討を進めているが、現在までに得られた結果を取りまとめ、これに若干の考察を加えると次の通りである。

- (1) この軌道で静的荷重をレール面に載荷した場合、路盤面の沈下が軌道全体の沈下に寄与する割合は50%程度であり、路盤面圧力は荷重に対してほぼ1:1比例である。
- (2) この軌道を弾性床上の梁とし、実測値から荷重が8tのときレール面変位が3mmであることからレール支持係数を求めると、

$$k_r = 124.3 \text{ kg/cm}^2$$

が得られ、これを1レール締結装置当たり換算すると

$$K_R = 7.2 \text{ t/cm}$$

となる。この値は一般有造り軌道の場合の20~30 t/cmと比較すると30%程度の値であり、かなりやわらかいと言える。

- (3) 繰返載荷試験におけるレール面沈下の特性を表す沈下式($y = r(1 - e^{-\alpha x}) + \beta N$)における沈下係数 α, β, r の例を表1に示す。表1および図5から、荷重値が大きくなるに従い β も大きくなっているが、路盤面沈下は表2のように繰返回数に対する増加傾向が弱い。これは図6に見るような路盤面圧力の減少が著しくその値も小さい(0.1 kg/cm²以下)ことから、荷重の分散による影響が大であるためと考えられる。

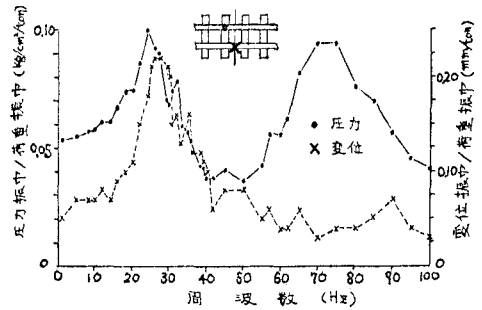


図4. 路盤面の変位および圧力の周波数応答

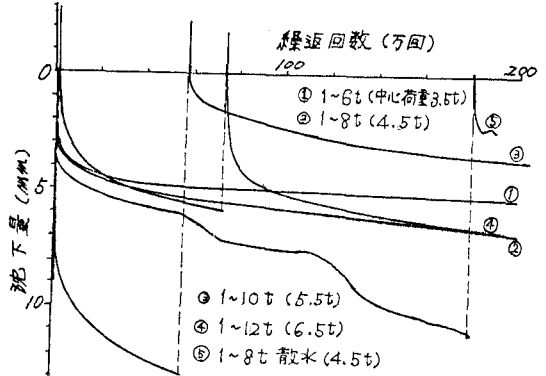


図5 繰返載荷試験によるレール面沈下量

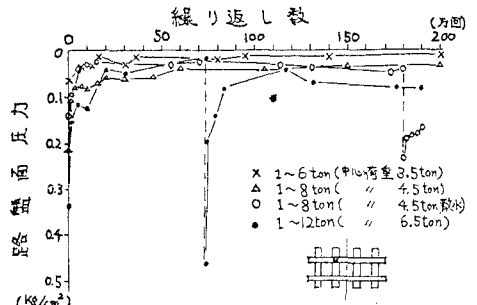


図6. 繰返載荷試験における路盤面圧力

荷重振中	α	β	r
1~6 t	0.179	0.0020	4.8
1~8 t	0.159	0.0095	4.9

表1. 沈下係数

繰返回数(回)	2×10^3	5×10^3	2×10^4	5×10^4	1×10^5	3×10^5	8×10^5	2×10^6
沈下量(mm)	.75	.75	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9

表2. 路盤面沈下量