

IV-176

曲線軌道の座屈に関する模型実験

鉄道総合技術研究所 正会員 柳川秀明

鉄道総合技術研究所 正会員 三浦 重

1. まえがき

急曲線区間へのロングレールの適用については、近年その導入に際しての技術的基本条件が明らかにされ¹⁾、曲線半径毎の必要道床抵抗力として示されている。これらの検討は主としてエネルギー法を用いた軌道の座屈安定性解析²⁾に基礎を置いているが、ここでは、急曲線ロングレールの敷設条件の検討への適用に關して、その適合性の確認を行なうために実施した模型軌道による座屈試験の結果について報告する。

2. 模型軌道座屈試験

2.1 試験概要

模型軌道座屈試験装置は、模型軌道に各種の初期狂いを設定して、レールの両端を固定した状態で、レールに直接電流を流して、レール温度の上昇によるレール軸圧力を生じさせ座屈に至らせる装置である。そこで、この装置を用い、模型レールにより長さ11mの試験軌道を構成し、座屈試験を行なった。試験装置および試験軌道の概略を図1に示す。

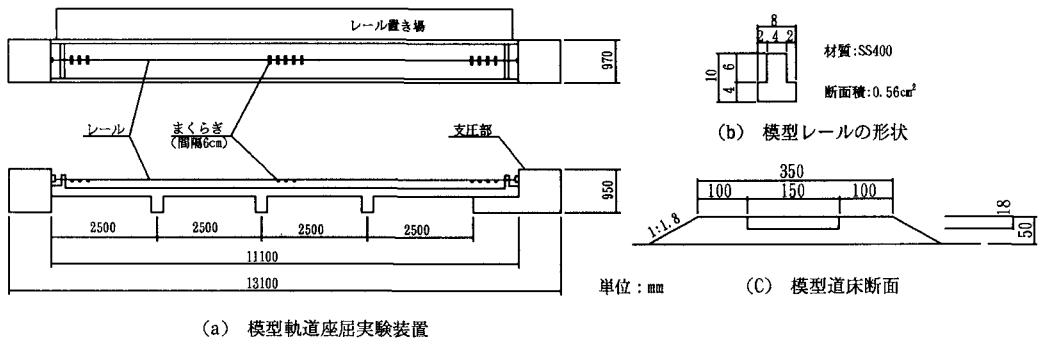


図1 模型軌道座屈試験装置および試験軌道の概略図

試験軌道のまくらぎ間隔は6cmとし、まくらぎ本数は全部で178本である。まくらぎは、レール軸力の増大に伴う上方への変位を抑止するため重量の重い鉄製のまくらぎを使用した。横変位測定箇所以外における座屈を防止するため、中央部の約3mの区間を除き道床横抵抗力の大きい座屈防止板付きのまくらぎを使用した。道床には粒径が0.5～1.0cmの細砕石を使用し、道床高さはまくらぎ上面までとし、余盛りは行わなかった。また、道床肩幅は10cmとした。

模型軌道の曲線半径は50mと100mの2種類とした。あらかじめ試験軌道中央部に、いわゆる第I波形の初期狂いを設定し、その場合の設定目標値は波長100cmに対し波高2mmとした。

2.2 試験結果および考察

模型軌道による座屈試験の結果をもとに、急曲線ロングレールの敷設条件の検討の際に用いたエネルギー法による軌道座屈の数値解析法について、その適合性の確認を行なうため、この手法により得られる理論値と上記の試験結果における実測値との対比を行なった。

模型軌道による座屈試験におけるレール横変位とレール軸圧力の関係について、文献2)の手法を用い得られた計算結果を図2に実線で示す。また、図中の△印は座屈直前の横変位量を、▲印は座屈後の横変位量

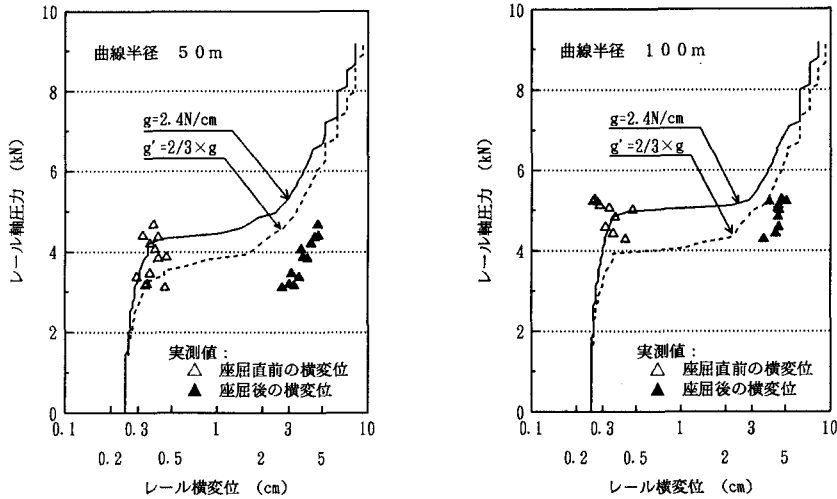


図2 座屈に伴うレール変位

を示しており、どちらも試験結果から得られた実測値を示している。

座屈時のレール軸圧力の実測値は計算値に比べ全体にやや小さくなっているものの、座屈直前と座屈後の横変位との関係については、計算値と比較的良好な対応を示しており、特に曲線半径が100mの場合は実測値のばらつきも小さく、レール軸圧力および横変位ともかなり計算値に近い値となっている。実測値が理論値に比べ全体的に小さめとなったことについては、曲線における試験軌道の道床横抵抗力のばらつきや通り狂いの設定誤差等が影響しているものと考えられる。さらに、いずれの場合も軌道の座屈直前に上下方向に変位が生じており、これによって道床横抵抗力が低下し、実際の座屈荷重が計算値に比べ小さくなったものと考えられる。そこで、模型まくりぎ1本あたりの道床横抵抗力を正常な状態での測定値の $2/3$ とした場合について計算した座屈曲線の結果を図2に破線で示す。この結果から、座屈発生軸圧力については実測値にばらつきはあるものの、理論解析による計算値と実測値は良好な対応を示していることが明らかとなった。

以上のように、模型軌道による座屈試験の結果、当初の目的であるエネルギー法による軌道座屈の理論解析の適合性を裏付ける貴重なデータが得られた。座屈に影響を及ぼす要因としては多くのものが考えられ、特に上記に述べたような曲線における試験軌道の道床横抵抗力のばらつき、通り狂いの設定誤差等は、実験時の座屈発生軸圧力の低下やばらつきの主要因と考えられる。このような試験軌道設定時の構造条件のばらつきに起因すると思われる座屈発生軸圧力の変動を考慮すると、解析結果と試験結果は良好な対応を示しており、エネルギー法による軌道座屈の理論解析の手法は現象の予測を十分に可能とするものであり、軌道の座屈安定性の評価法¹⁾への適用においても実用上問題ないと考えられる。

3. あとがき

今回、エネルギー法を用いた軌道の座屈安定性の評価法についてその妥当性が確認されたことにより、今後各種の軌道構造に対する座屈安定性に関する比較評価が可能となった。さらに、この評価法について検討を進め、具体的な事例への適用を試みるとともに軌道構造に関する特異条件に対しても対応可能なものと思いたい。

[参考文献]

- 1) 三浦 重、柳川秀明：『急曲線へのロングレールの適用』、鉄道総研報告、第6巻、第1号、1992.1
- 2) 宮井 徹：『エネルギー法による軌道座屈の数値解析』、鉄道技術研究報告、No1271、1984.7