

IV-252 軟弱地盤における列車速度向上の研究

財団法人 鉄道総合技術研究所 正会員 須長 誠
同 上 正会員 関根悦夫

1. まえがき

我が国の国土には軟弱な沖積層が広く分布しており、鉄道線路も軟弱地盤上に位置する場合が多い。軟弱地盤上の線路には以下に示すような問題がある。

- ① 軟弱地盤上の路盤は支持力が小さいため沈下などが生じやすく不安定である。
- ② 軟弱地盤上の路盤は列車荷重により異常な振動を生じやすい。

このため列車の走行安定性の悪化や軌道保守量が増加を招き、徐行や速度制限措置がとられている箇所がある。また今後、列車の速度向上が実施されていけば、さらに規制箇所が増加することが予想される。列車運転規制箇所の除去は、今後の速度向上において重要な課題である。ここでは、現車を用いた列車速度向上試験における軟弱地盤の評価手法とこれまで実施された試験の成果概要について述べる。

2. 評価手法

軟弱地盤上の線路において列車速度向上を行うには、上記の問題について十分に検討した手法が必要である。検討内容については、速度向上時に路盤が破壊するかどうかの安定問題すなわち短期的問題と、路盤の安定は確保できても振動が大きいため保守量が増大するかどうかの長期的観点からの問題がある。以下にその手法を紹介する。

2. 1 短期的問題に対する検討手法

短期的問題に対しては、速度向上とともに増大する路盤圧力による路盤の全般破壊の検討および路盤の異常振動による路盤の局部破壊の検討が考えられる。前者の検討は、増大する路盤圧力を外力として円弧すべり法¹⁾によって行う。路盤圧力は列車の輪重により算出され¹⁾、路盤の安定性は輪重とすべり安全率の関係で示すことができる。列車速度向上試験時には、予め定められている基準安全率（1.2）以上の安全率が確保されるかどうか、輪重（レールに取りつけたひずみゲージにより測定）によりチェックする。また後者の検討は、路盤の振動値が適正な値であるかどうか速度向上時の路盤の振動測定により行う。振動測定は、軌道直下の路盤表面で行うのが好ましいが、測定器の設置性の問題から一般には路盤の肩付近（軌道中心から2.6～2.8m程度の離れ）で測定管理する。路盤の肩付近の限界振動値は、軌道直下からの距離減衰を考慮して現状では3.6mm（全振幅）としている。

2. 2 長期的問題に対する検討手法

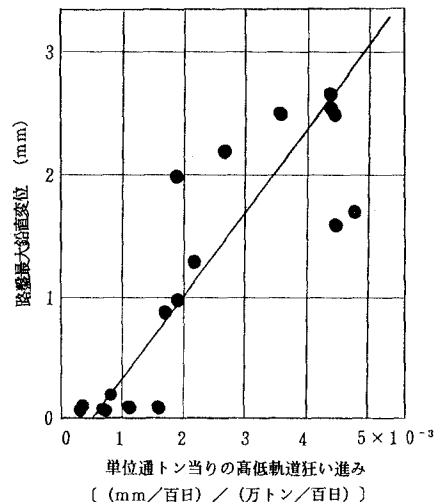


図1 路盤変位と軌道狂い進みの関係

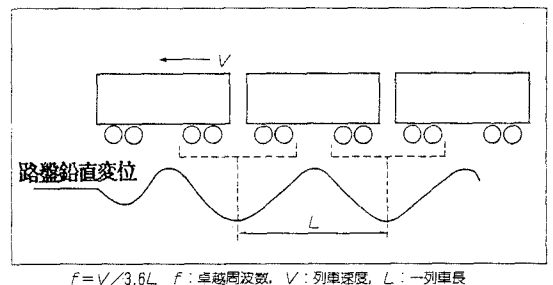


図2 路盤鉛直変位と列車との関係図

長期的問題に対する検討手法は、速度向上時の路盤の振動測定によって行うが、その限界値は破壊に対する限界値と異なり一律には決めにくい。このため基準値の設定においては、軌道保守周期、保守投入量を考慮して線区に適合した値を求めなければならない。一般には、基準とする線区の路盤の振動値を測定し、その値を速度向上時の路盤の基準振動値とする。また速度向上後の線区の許容軌道狂いすみが設定されていれば、図1により基準振動値を設定できる¹⁾。同図は、軌道構造、列車速度、路盤構造等の違いにかかわらず、一括して振動変位と軌道狂い進みの関係についてまとめたものである。なお、将来的には列車速度、軌道構造等の各種要因別に相関を求めたいと考えている。

3. 速度向上試験によって得られた成果の概要

現車を用いた速度向上試験は、これまでにJR線の東北本線（野内～東青森）、中央本線（普門寺～上諏訪）など4箇所において実施された。これらの試験により以下のことがわかった。

- ① 輪重（路盤圧力）、路盤の振動値（変位、加速度）には速度依存性があり、特に地盤が軟弱な場合は路盤の振動値は列車速度の依存性が大きい²⁾。
- ② 路盤の振動変位の卓越周波数は、一車両長と列車速度によって決まる（図2参照）。
- ③ 路盤の支持力の違いは、路盤の振動加速度よりも変位で整理した方が明瞭となる（図3、4参照）。

4. 速度向上に伴って対策を行った事例

速度向上によって増大する軌道保守量を低減するために行った事例を示す。対策には、車両によるものは別として、軌道構造の変更によるものと地盤改良によるものがある。前者の例としては、図3に示すように50kgレールから60kgレール（ロング）に変更した場合、20%強の振動値の低減が見られた。また同区間で実施した杭形式の地盤改良³⁾では図5に示すように30%強の振動値の低減が見られた。

5. 参考文献

- 1) 須長誠：軟弱地盤における列車速度向上の考え方，鉄道線路 34-10，1986.10
- 2) 関根悦夫，須長誠：軟弱地盤上低盛土における鉄道路盤の振動特性，第43回年次学術講演会，1988.10
- 3) 須長誠，関根悦夫，近間靖志：軟弱地盤上における速度向上試験（中央本線），鉄道技術研究速報，NO.A-87-25

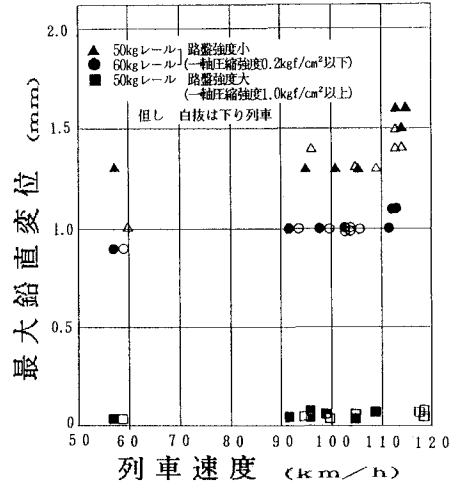


図3 鉛直変位と列車速度の関係

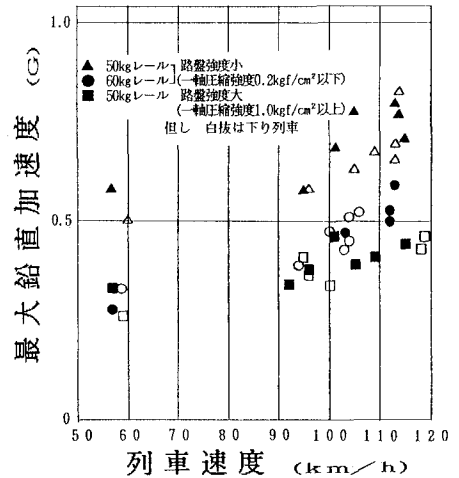


図4 鉛直加速度と列車速度の関係

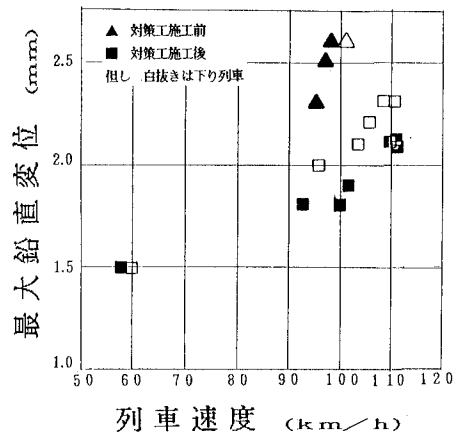


図5 対策工施工前後の鉛直変位の変化