

スラブ軌道の軌きょう剛性に関する分析

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 瀧川 光伸
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小関 昌信

1. 目的

スラブ軌道区間のロングレール管理では、バラスト軌道と同様に一定間隔でレールの移動量を検査することで軸力の把握をしているが、スラブ軌道としての構造的な違いはほとんど考慮されていない。そこで、新幹線軌道を対象にスラブ軌道の軌きょうに対する荷重と変位の測定試験を実施し、軌きょう剛性を求めて考察を行った。本稿では、軌きょう剛性の測定試験の概要とスラブ軌道の軌きょう剛性について分析した結果について述べる。

2. スラブ軌道の軌きょう剛性測定試験

2.1 試験内容

スラブの軌きょう剛性試験は、表 1 に示す 2 タイプで試験を行った。スラブ 3 枚と 16m のレール 2 本で軌きょうを構成し、レール中心位置での軌きょうの横押し(横剛性)とスラブを鉛直方向に持ち上げる(上下剛性)試験を行った。横剛性試験はスラブ毎に 4 回行い、そのうち 1 回は無反力の状態で軌きょう下ローラの回転抵抗力を測定した。上下剛性試験は軌きょう毎に 2 回実施した。横剛性試験の状況を図 1、上下剛性試験の状況を図 2 に示す。

表 1 試験軌道

スラブ	種別	締結装置
平板スラブ	A-55C	直結 8 型
枠型スラブ	AF-59	バンドロール型

2.2 横剛性試験の結果

横剛性試験はレール中央部を横押しして、荷重と変位の計測を行った。その測定結果の一例を図 3 に示す。このグラフから傾きを求め、軌きょう剛性を求めることになる。全ての試験における結果を表 2 に示す。平板スラブの 1 回目は、スラブ下のローラが固着していたと考えられたため参考値とした。軌きょう剛性を求める値としては、安全側を考え、傾きとして一番小さな結果を選び、さらに無反力状態の傾きを差し引いた値(平板：0.1757、枠型：0.2416)を採用することにした。

上記の値から断面 2 次モーメントを求めると表 3 の通りとなる。ここで支点間の距離は、試験状況から 14.9m として計算した。60kg レール 2 本分の断面 2 次モーメント(横方向)は 1023.8cm⁴ より、レールとの剛性比は、平板が 5.74、枠型が 7.89 となった。



図 1 試験状況(横剛性)



図 2 試験状況(上下剛性)

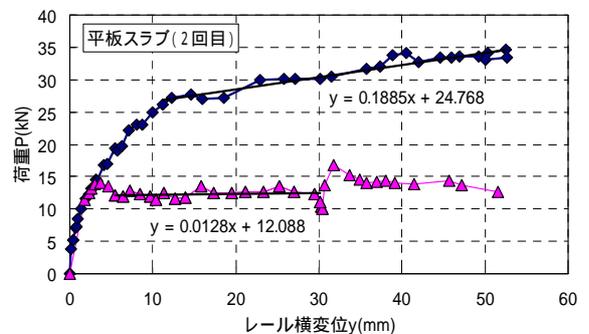


図 3 荷重と変位の関係(平板 2 回目)

キーワード ロングレール, スラブ軌道, 軌きょう剛性, 座屈, 設定替え

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-0 JR 東日本研究開発センター テクニカセンター TEL048-651-2389

2.3 上下剛性試験の結果

上下剛性試験は、平板スラブが中央吊りと共吊りの計2回、枠型スラブが中央吊りで2回実施した。例として平板スラブの測定結果を図4に示す。さらに、試験結果の一覧を表4にまとめる。

中央吊りと共吊りで計算式が異なる点を注意して断面2次モーメントを求め、安全側を考慮して小さいほうの値で整理すると表5のようになった。平板スラブは中央吊りの値、枠型スラブは1回目の試験の値を採用した。レール2本分の断面2次モーメント(鉛直方向)は6180cm⁴となるため、レールとの剛性比は、平板が1.87、枠型が1.11となった。

3. スラブ軌道の軌きょう剛性に対する考察

スラブ軌道の軌きょう剛性試験結果の一覧を表6にまとめる。表より横剛性では、平板スラブより枠型スラブの方が剛性の大きいことがわかる。この理由として、バラスト軌道の軌きょう剛性試験¹⁾でも言われていたように、締結装置の構造が関係していたと考えられる。直結8型よりバンドロール型の方が、レールと締結装置の接触面が長く、レールが回転しにくい構造となっていた(図5を参照)。

また、枠型スラブは軌きょう横剛性より上下剛性の方が小さく、軌きょうが座屈する場合は、横方向より鉛直方向に座屈する可能性があることが示された。したがって、スラブ重量が軽い場合は、締結装置の構造によっては上下剛性が横剛性と比べて小さくなるため、この点を考慮してスラブ軌道の設計をする必要があると思われる。

表6 スラブ軌きょう剛性の一覧

	レール2本の剛性	剛性比	軌きょう剛性	記事
平板横	10,238,000	5.74	58,778,989	弱い
平板上下	61,800,000	1.87	115,566,000	
枠型横	10,238,000	7.89	80,777,820	
枠型上下	61,800,000	1.11	67,980,000	弱い

4. まとめ

スラブ軌道(平板・枠型)の軌きょう剛性を測定し、横剛性についてはレールに対して5倍以上の剛性を見積もれることが確認された。これはマクラギ軌道の軌きょう剛性比が最大でも1.5程度¹⁾であることを考えると非常に大きな値である。今後はこの試験結果をもとに設定替えに対する効果を算定していく予定である。

参考文献

1) 埴、粕谷、伊藤、瀧川：軌きょう剛性の測定結果、J-RAIL '96 講演論文集、pp407-410、2000.12

表2 軌きょう横剛性の試験結果

試験回数	平板スラブ	枠型スラブ
1回目の傾き	(0.4435)	0.255
2回目の傾き	0.1885	0.248
3回目の傾き	0.2482	0.283
最小の傾き	0.1885	0.248
無反力の場合	0.0128	0.0064
- (kN/mm)	0.1757	0.2416

表3 スラブの横剛性

項目	横剛性(mm ⁴)	剛性比
60kg レール2本	10,238,000	1
平板スラブ	58,778,989	5.74
枠型スラブ	80,825,291	7.89

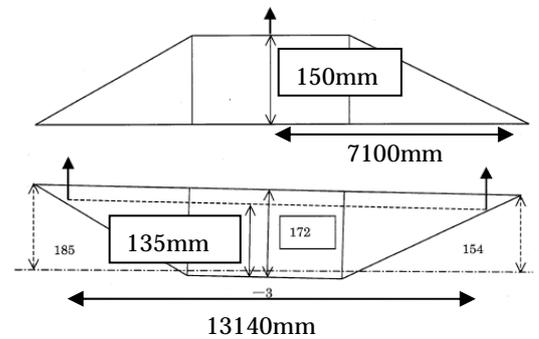


図4 平板スラブの測定結果

表4 軌きょう上下剛性の試験結果

項目	平板	平板	枠型	枠型
	中央吊り	共吊り	中央吊り	中央吊り
距離	7,100mm	13,140mm	7,100mm	7,100mm
変位	150mm	135mm	178mm	161mm
スラブ1枚	50.3kN		33.7kN	

表5 スラブの上下剛性

項目	上下剛性(mm ⁴)	剛性比
60kg レール2本	61,800,000	1
平板スラブ(中央吊り)	115,668,380	1.87
枠型スラブ(中央吊り)	68,712,997	1.11

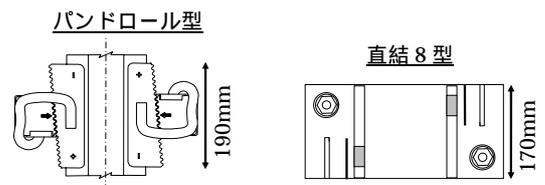


図5 締結装置の違い