

レール鋼製ノーズ可動クロッシングの可動レールの転換試験

鉄道総合技術研究所	正会員	○及川 祐也
鉄道総合技術研究所	正会員	細田 充
鉄道総合技術研究所		原田 茂幸
峰製作所	正会員	西田 博貴

1. はじめに

レール鋼製のノーズ可動クロッシングは、在来線における敷設実績はあるものの、新幹線においては試験敷設に留まり本格的に採用はされていないのが現状である。レール鋼を用いることで超音波探傷が可能になること、およびレール端部の溶接が容易になるなどといった利点があり、現在、鉄道総合技術研究所では新幹線用ノーズ可動クロッシングをレール鋼で製作するための各種検討を行っている。ここでは、その検討の一環として実施した、可動レールの試作、静的解析および転換試験について報告する。

2. 可動レールの試作

可動レールの試作にあたっては、レール鋼製の固定クロッシングとして敷設実績のある圧接クロッシングや、在来線用のレール鋼製ノーズ可動クロッシングの構造を参考に、80Sレールをアーク溶接した二又レールと100kgクレーンレールを用いた特殊断面レールをガス圧接して製作することとした。図1にガス圧接後の可動レールを示す。



今回試作した可動レールは、将来の保守の省力化等を考慮してクロッシング構を省略し、直線側と分岐線側の両方のレールに弾性部を設けている。以下の静的解析および転換試験では、分岐線側後端部を座金等で固定して可動レールを弾性変形させる条件と、伸縮構造を想定して分岐線側をふく進させる条件の2通りで検討した。

図1 ガス圧接後の可動レール

3. 可動レールの静的解析

可動レールの転換時における挙動、転換力および発生応力を把握するため、有限要素法による静的解析を実施した。解析モデルは図2に示すとおりであ

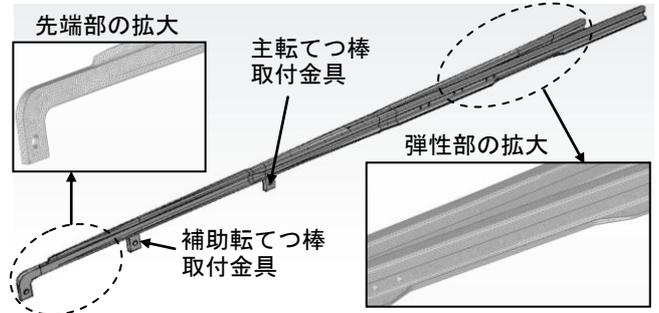
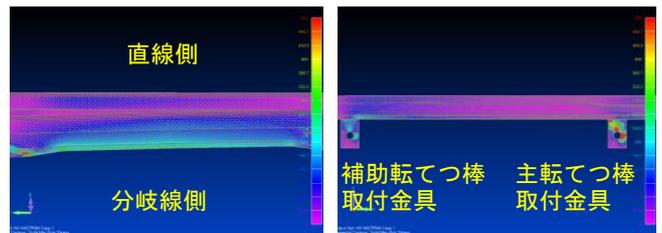


図2 有限要素解析モデル

り、ヤング率を210Gpa、ポアソン比を0.3とした。

解析モデルは、3次元CADを用いて可動レールの3次元ソリッド形状を作成し、それをメッシュ作成用ソフトで中間節点の有る4面体要素で構築した。転換方法は、補助転てつ棒および主転てつ棒の取付金具に、設計の行程量である85mm、61mmをそれぞれ強制変位で与えることとした。境界条件は、可動レールの締結位置に対し、直線側・分岐線側とも完全固定(解析条件①)と、直線側を完全固定、分岐線側のレール長手方向はフリー(解析条件②)とする2通りとした。

解析条件①の最大主応力のコンター図を図3に示す。弾性部のレール底側部は、断面が小さく、かつ、断面変化部であるため大きな応力が発生している。転てつ棒取付金具近傍部では、ボルト穴に強制変位を与えているため、その付近で大きな応力が発生しており、また、その上部のレール底部との接合部に



(1) 弾性部 (2) 転てつ棒取付金具近傍部

図3 最大主応力のコンター図(解析条件①)

キーワード ノーズ可動クロッシング, 可動レール, レール鋼, 有限要素法, 転換試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2丁目8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道構造 TEL042-573-7275

も比較的大きな応力が発生している。

解析条件①と②の解析結果を表1に示す。解析条件②では、弾性部の直線・分岐線側で均等に応力が発生しており、分岐線側レールの端部における転換時のふく進量は2.7mmであった。転換力は解析条件②の方が小さく、また主転てつ棒の転換力は補助転てつ棒の転換力より2倍程度大きくなった。

表1 解析結果

条件	弾性部 応力(N/mm ²)*		分岐線側 ふく進量 (mm)	転てつ棒 転換力(kN)	
	直線	分岐線		補助	主
解析条件①	0.2	235.2	0	5.0	28.3
解析条件②	71.5	71.8	2.7	3.1	7.7

*分岐線は軌間内側、直線は軌間外側の弾性部のレール長手方向中間位置におけるレール底側部の値。

4. 可動レールの転換試験

静的解析で把握した転換時の可動レールの挙動、転換力および応力集中箇所を参考に測定項目を設定し、転換試験を実施した。試験状況を図4に示す。

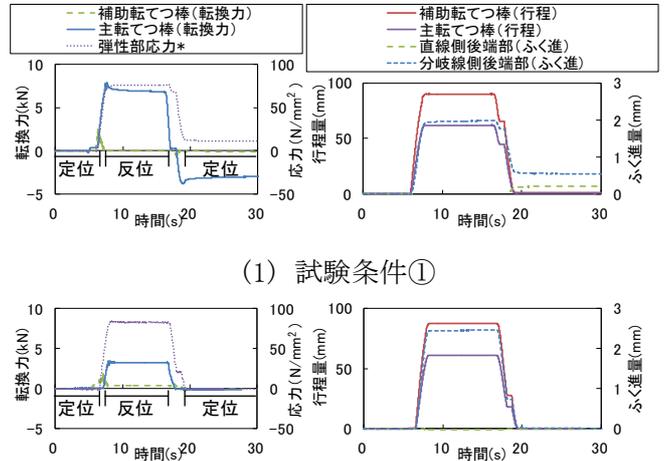


図4 転換試験の状況

試験時の軌道構造は、固定したまくらぎ上に床板を模擬した鉄板を配置し、その上に可動レールを設置して、転てつ棒と接続するものとした。試験は、定位(直線側開通状態)を初期状態とし、設計上の行程量を目安として、反位(分岐線側開通状態)の状態まで転換し、再度、定位へ戻した。測定項目は、各レール後端のふく進量、行程量、転換力および転てつ棒取付金具の近傍部と弾性部の応力とした。試験条件は、解析条件と合わせて可動レールの直線側と分岐線側の固定部を締結した条件(試験条件①、解析条件①に対応)と、分岐線側の固定部を締結しない条件(試験条件②、解析条件②に対応)とした。

試験結果を図5に示す。試験条件①では、分岐線側の固定部を締結していたが、2mm程度動く結果となり、今回試作した座金等の締結ではふく進を止める

ことは困難であることが分かった。また、定位に戻したところ、転換力、ふく進量および応力が初期値に戻らなかった。試験条件②は、反位の位置で試験条件①よりもふく進量が大きくなる一方で転換力は小さい結果となった。また、定位に戻したところ、全ての測定項目において、ほぼ初期値に戻った。



(1) 試験条件①

(2) 試験条件②

*分岐線は軌間内側、直線は軌間外側の弾性部のレール長手方向中間位置におけるレール底側部の値。

図5 転換試験の結果

解析と試験の結果を表2に示す。解析条件①と試験条件①は、試験において分岐線側のレールを固定できなかったため、境界条件が異なる。解析条件②と試験条件②は、ふく進量、応力はほぼ合致した。一方で、転換力は解析の方が大きくなる結果となった。そのため解析モデルの拘束条件等を検討する必要があるが、現象は十分に捉えられていると考える。

表2 解析結果と試験結果の比較

条件	弾性部応力 (N/mm ²)		分岐線側 ふく進量 (mm)	転てつ棒 転換力(kN)	
	直線	分岐線		補助	主
解析条件①	0.2	235.2	0	5.0	28.3
試験条件①	76.5	84.6	2.0	2.7	8.5
解析条件②	71.5	71.8	2.7	3.1	7.7
試験条件②	81.8	73.3	2.5	1.8	3.5

5. まとめ

以上の検討で、可動レールの後端部を固定することは困難であることがわかった。そのため、分岐線側は伸縮構造を設けることが望ましいと考える。また、解析の一定の妥当性が示されたため、今後は列車通過時の発生応力等の検討を実施する予定である。