

在来線用ノーズ可動クロッシングの開発について

○庄野 真也 (西日本旅客鉄道株式会社)

花田 寿隆 (株式会社峰製作所)

Development of movable nose crossings conventional lines

○Shinya Shono, (West japan railway company)

Kazutaka Hanada, (Mine seisakusho company)

Turnout at the crossing, when the wheel passes through the missing line, noise or vibration occurs. Until now, conventional lines laid down on a trial basis a movable nose crossings are applicable in Shinkansen, there is a documented case noise reduction, the challenge was not to facilitate the exchange of the fixed crossing. Therefore, the purpose is to facilitate the change from a fixed crossing, report the test results so far as the main structure and a movable nose crossings are developed for conventional lines.

キーワード：ノーズ可動クロッシング, 転換軸

Key Words: movable nose crossings, Shift shaft

1. はじめに

在来線軌道に敷設する分岐器構造における課題として、クロッシング欠線部を車輪が乗移る際に生じる振動や騒音がある。特に住宅地との距離が十分確保できない沿線環境においては、分岐器通過時の騒音は環境問題に発展することが懸念される。

これまで、JR 西日本においては、新幹線軌道に適用しているノーズ可動クロッシングを在来線軌道に試験的に敷設していた事例があり (図 1)、レール近傍での騒音低減が確認できている。しかしながら、ノーズ可動クロッシングの転換機構がノーズレール後端部に弾性部を設け、レール鋼の弾性域でノーズレールを転換させることとなっているため、クロッシング延長が固定クロッシングと比較し長くなり、スケルトンの変更が伴うこととなる。そのため、既設の固定クロッシングから構造を変更する場合、交換が容易にできないといった課題があった。



図 1 ノーズ可動クロッシング

そこで、現行のノーズレールの転換機構を変更することで、固定クロッシングから容易に構造変更できるノーズ可動クロッシングを開発した。本稿では、その概要について紹介することとする。

2. 転換機構の検討

転換方式の検討において、今回の開発のコンセプトとして固定クロッシング長の範囲内でノーズレールを転換させることが前提である。現行使用されている弾性部を擁したノーズ可動クロッシングの改良については、ノーズレールとウィングレールのフランジウェイ幅の確保とノーズレールの密着状態の確保を条件とし、弾性部をクロッシング後端継目部まで前方向に移動させることは、構造上困難であり、また、転換トルクが増大することが懸念された。そこで、転換機構を図 2 のように軸に変更することで、弾性部を設けるうえで必要なクロッシング長の延長を省略し、固定クロッシング長の範囲内で転換できる構造として検討を進めることとした。



図 2 転換機構の検討結果

3. 転換構造の検討

3.1 転換軸部の検討

ノーズレール全体を転換させる転換軸の構造において、検討した主な概要について以下に示す。

(1) 転換軸部の位置

転換軸の設定については、クロッシング角、ノーズレール幅、最小フランジウェー幅及び転換ストローク等の諸条件を満たし、列車走行時の横圧による負荷がノーズレールの開口方向にできる限り作用しない位置とした。

(2) 転換軸の構造

転換軸は、ノーズレール下部に設けることとなるが、ノーズレールに溶接等で接合するのではなく、図3に示すようにS45Cの鋼材を軸付の床板で切削加工し、ノーズレールに座金で固定することで、軸付床板ごとノーズレールを転換させる構造とした。なお、クロッシング床板には、軸が挿入できる穴加工及び軸付床板の転換可動範囲の切削加工を施すこととした(図4)。

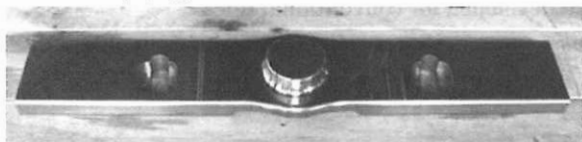


図3 軸付床板(S45C)

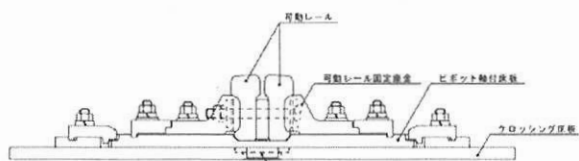


図4 転換軸部の構造

(3) 軸受けの構造

転換軸を挿入するクロッシング床板部には、転換時の軸回転を支障ないように、図5に示す固形潤滑剤を組み合わせたオイレス構造の軸受けを挿入することとした。なお、使用する軸受けの機械的性質の代表値は、引張強さで755MPa、圧縮耐力で345MPaであり、分岐器部材のうち、軸となるS45Cの許容応力度245MPa¹⁾以上の耐力を有している。



図5 転換軸部の部材

3.2 転換軸部の検討

(1) ノーズレール後端部の構造の検討

ノーズレール後端部は、ノーズレールが単体で転換することとなるため、ノーズレールと非接合のレールを設ける必要がある。そこで、ノーズレールの横方向の変位がない軸部を後方レールとの接点とし、ノーズレール後端部の可動域分の間隔を保持した固定レールを設けることで、欠線を設けない構造とした(図6)。

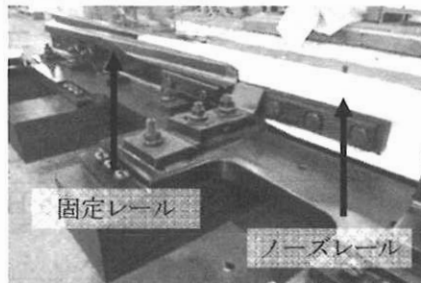


図6 固定レール

(2) 固定レール間隔の保持の検討

固定レール間隔の変動すると転換に支障をきたすこととなるため、図7に示すクロッシング床板と固定レール間のカラーにより間隔を保持することとした。なお、固定レール間のボルトは、ノーズレールを通して接続することで、万一転換軸が折損した場合の脱落防止としても機能するものとした。



図7 クロッシング床板と固定レール間のカラー

(3) 固定レール移動防止措置の検討

固定レールが列車走行等に伴い、線路長手方向に移動した場合、ノーズレールと固定レールの相対位置がずれるため、密着不良等によりノーズレールの転換を支障することとなる。そこで、図8に示すように、固定レールの締結座金の半数において、座金形状を凸状、固定レール底部を凹状に加工することで、固定レールの縦移動を強制的に防止することとした。



図8 固定レール底部と座金の形状

4. 各種性能試験及び結果

4.1 各種性能試験の概要

ノーズ可動クロッシングの開発にあたり、性能確認が必要な以下の項目について試験を実施した。

(1) ノーズレールの溶接強度

ノーズレールの溶接部強度を確認するため、ロッド取付け位置で溶接を施した頭部幅 51mm の箇所を中心とし、長さ 1500mm の試験片で落重試験を実施した。落重試験の概要を以下に示す。

① 試験条件 (図 9)

- ・ レール設置方向 Head Up
- ・ 落錘重量 907kgf
- ・ 試験片長さ 1500mm
- ・ 支点間距離 910mm
- ・ 落錘高さ 0.5m～2.5m
(0.5m 毎のステップアップで実施)

② 測定項目

破断時の落錘高さ

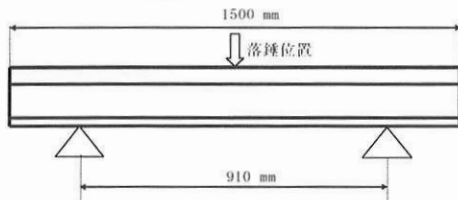


図 9 落重試験概要

(2) 転換軸の載荷試験

ノーズレールの転換軸について、設計荷重 (A 荷重) 載荷試験を実施し、転換軸の発生する応力を確認した。載荷試験の概要を以下に示す。

① 試験条件 (図 10、図 11)

- ・ 載荷荷重²⁾ 輪重 95.5kN 横圧 58.8kN
横圧 58.8kN のみ
- ・ 載荷位置 転換軸部・固定レール
- ・ 測定位置 転換軸にゲージの貼付け

② 測定項目

転換軸の発生応力

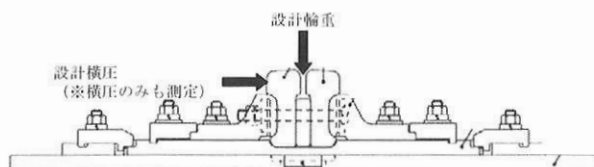


図 10 設計荷重の載荷試験概要 (転換軸部)

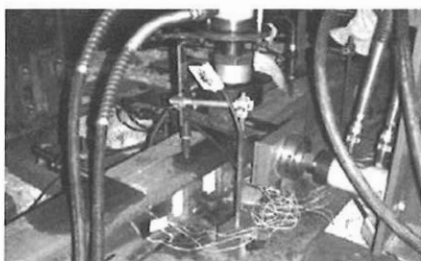


図 11 載荷試験状況

(3) 転換軸の疲労試験

転換軸に繰返し負荷する疲労試験を実施し、軸の耐久性確認を行った。試験片は軸付床板を設計寸法で製作し、載荷治具に取付けて荷重を負荷することとし、転換軸に発生する応力を測定するため、軸部の一部を切削しゲージを貼り付けた。疲労試験の概要を以下に示す。

① 試験条件 (図 12、図 13)

- ・ 試験方法 部分片振り 3 点曲げ疲労試験
- ・ 試験片長さ 660mm
- ・ 支点間距離 330mm
- ・ 荷重条件 最大荷重 100kN 最小荷重 30kN
- ・ 繰返し回数 2×10^6 回

② 測定項目

- ・ 10 万回毎の転換軸に発生した最大応力、最小応力
- ・ 疲労試験終了後の軸部の状態
(外観検査、寸法検査、浸透探傷検査、磁粉探傷検査)

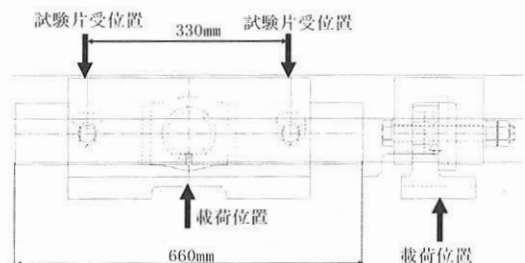


図 12 疲労試験片設置概要



図 13 疲労試験機

(4) 転換力試験

ノーズレールの転換力について、クロッシング床板の滑り部にグリスを給油し、NS-A 形の電気転てつ機により最大転換力を確認した。

(5) ふく進抵抗試験

固定レールの後端を加圧し、固定レールが動きだすまでの荷重をふく進抵抗力として試験を実施した (図 14)。



図 14 ふく進抵抗試験

4.2 各種性能試験の結果

前 4.1 節に示した各種性能試験において、所要の強度及び性能を満たすことを確認した。詳細な内容について以下に示す。

(1) ノーズレールの溶接強度

ノーズレールの落重試験の結果を表 1 に示す。試験片 No. 1 及び No. 2 ともに 2.0m の落重高さに対して強度を有していることを確認した。2.0m の落重高さは、圧接クロッシングの落重高さの評価基準と同じであることから、使用上必要な強度を有し、問題ないと判断した。

表 1 落重試験結果

試験片番号	測定項目	落重高さ (m)				
		0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m
No. 1	撓み量 (mm)	3.0	8.0	15.5	24.5	×
	外観	良	良	良	良	破断
No. 2	撓み量 (mm)	3.5	8.0	16.0	25.0	36.0
	外観	良	良	良	良	良

(2) 転換軸の載荷試験

転換軸に設計荷重を載荷した際の転換軸部に発生した応力結果について表 2 に示す。横圧のみを転換軸部に載荷した際の発生応力が 26.5MPa と最大値を記録しているが、転換軸に使用している S45C 鋼材の許容応力度が 245MPa¹⁾であり、必要な強度を有していることを確認した。

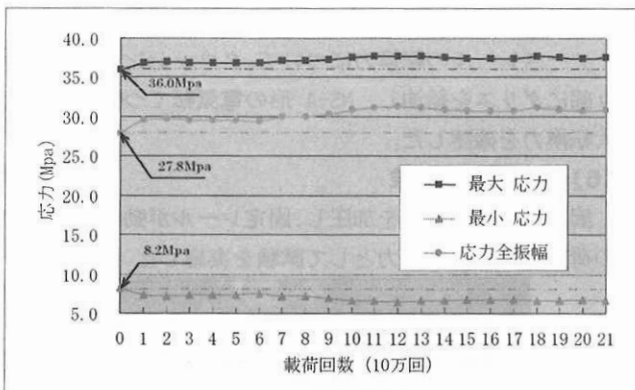
表 2 載荷試験結果

荷重条件	載荷位置	転換軸発生応力 (MPa)
輪重 95.5kN 横圧 58.8kN	転換軸部	16.7
	固定レール	11.8
横圧 58.8kN	転換軸部	26.5
	固定レール	22.6

(3) 転換軸の疲労試験

最大荷重 100kN 及び最小荷重 30kN の静的載荷で発生した転換軸部の発生応力を測定した結果、最大応力が 36.0MPa、最小応力が 8.2MPa であり、応力全振幅は 27.8MPa となった。転換軸の疲労試験を実施し、10 万回載荷毎に確認した転換軸部の応力を表 3 に示す。表 3 の最大応力、最小応力及び応力全振幅の結果から、適切な荷重条件において試験を実施されていたことを確認した。

表 3 載荷回数と転換軸部応力



疲労試験後の軸部の状態確認では、外観検査、浸透探傷検査及び磁粉探傷検査から変形や損傷等は認められなかった。また、寸法検査では、転換軸の直径 (2 方向) を試験前後で測定し、表 4 のとおり 1/100mm の摩耗が生じていたが、製作寸法公差の範囲内であることから使用上、問題が

無いことを確認した。

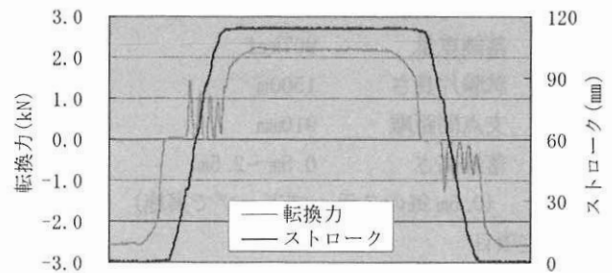
表 4 落重試験結果

測定位置	試験前	試験後	製作寸法公差
a	70-0.110	70-0.115	70 (+0, -0.2)
b	70-0.110	70-0.120	

(4) 転換力試験

転換力の試験結果を表 5 に示す。最大転換力が 1.2kN～1.4kN であり、NS-A 形式の電気転てつ機の転換力 2.94kN³⁾を下回っており、問題が無いことを確認した。

表 5 転換力測定波形



転換力/ストローク波形

(5) ふく進抵抗試験

固定レールが動きだした際の荷重は、156.8kN を示した。固定レール長が 1.3m であることから、ふく抵抗力を 120.7kN/m として考えた場合においても使用上の問題が無いことを確認した。しかしながら、凸状の座金側に変形が確認できたことから、座金の材質を SS400 から S45C に変更し熱処理により硬度を向上させている。

5. おわりに

固定クロッシングからの交換を容易としたノーズ可動クロッシングを開発し、各種性能試験により使用上の問題がないことを確認した。今後、実軌道への試験敷設について計画を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 佐藤泰生:分岐器の構造と保守, pp. 375, 日本鉄道施設協会, 1987.
- 2) 佐藤泰生:分岐器の構造と保守, pp. 374, 日本鉄道施設協会, 1987.
- 3) 佐藤泰生:分岐器の構造と保守, pp. 398, 日本鉄道施設協会, 1987.