車両走行解析によるレール継目用 PC マクラギの耐荷性能

- (財)鉄道総合技術研究所 正会員 奥田 広之
 - 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 楠田 将之

1. 検討概要

下級線用に使用するために JR 西日本が開発した継目用 PC マクラ ギに対して,普通レール継目を考慮した車両走行シミュレーション を行い,その耐荷性能を検討した。その結果,継目用 PC マクラギ は十分な耐荷性能を有することが明らかとなった。

2. 継目用 PC マクラギ

図1に継目用 PC マクラギ(レール座面直下)の断面図を示す。 マクラギ長2.0m,高さ16.5cm,上幅27cm,下幅30cmである。 レール締結装置はパンドロール締結装置である。マクラギの補強方 法は,PC鋼より線(2.9-3本)を18本配置したプレテンショ ン方式である。



3.解析モデルおよび材料定数

図2に示すように,レール,横マクラギを梁要素,軌道パッドおよび道床をバネ要素とするモデルで計算を 行った。マクラギの1本当たりの節点数は41,レール1本の当たりの節点数は61とし,マクラギの各節点で 道床バネにより支持されるモデルとした。解析ツールは,鉄道車両と線路構造物との動的相互作用シミュレー ター(DIASTARS)である。継目用 PC マクラギ軌道の延長は25.916m(継目部マクラギ間隔 0.638m-0.503m-0.638m,一般部マクラギ間隔 0.909m)とした。なお,解析での着目点は,軌道中央の継目用 PC マ クラギである。支持状態は一様支持である。なお,車両モデルは205系M車一両の350%乗車とした。また, レールの継目部剛性は50Nレールの30%として解析を行った。計算に用いた材料定数を表1に示す。



表1 計算に用いた材料定数

	弾性係数(MPa)	断面積(×10 ⁻⁴ m²)	重量密度(kN/m ³)	ポアソン比	断面 2 次モーメント(10³m⁴)
50N	2.1E+5	64.29	77	0.3	1960
PC マクラギ	3.3E+4	470	24.5	0.2	10659
軌道パッドの剛性	1 レール締結装置当たり:300MN/m				
路盤・道床の剛性	1 レール締結装置当たり:43MN/m				

キーワード レール継目, PC マクラギ,計算力学,車両/軌道構造系,バラスト軌道

·連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 構造力学 TEL 042-573-7290

250

150 [₩] 100

4. 仮定した普通レール継目

図3は,昭和34年に測定された東海道本線 藤枝~島田間202k760m 付近(上り線)の継目落状態図(5箇所)を示す。図4は,測定例および 参考文献[1]より構築した普通レール継目部の継目落解析モデルを示す。継 目落 d は 3mm とした。解析モデルのカーブ部は三角関数の曲線とした。

5.解析結果

図5に発生輪重と列車速度の関係およびレール座面下発生曲げモーメント と列車速度の関係を示す。これらより,列車速度 110km/h まではほぼ線形 に増加するが、それを超えると増加率に非線形傾向が見られ急激に大きくな る。継目落 3mm と仮定した場合の最大発生輪重は 225kN であり, マクラ ギ最大発生曲げモーメント(レール下断面)は11.6kNm である。また,図 6に速度 130km/h における輪重および発生曲げモーメントの時系列波形を 示す。



(1) プレストレス力の計算

PC鋼材は, PC鋼より線(2.9-3本) を18本配置されていることからP。= 20.6kN, $P_e = P_e \times n = 370.8kN$ である。

(2)曲げに対する耐荷性能の検討

(a)ひび割れ耐力の検討

継目用 PC マクラギのひび割れ発生曲げモ ーメントM_{er}は,コンクリートの設計引張強度 H=0.31kN/cm²(圧縮強度 50N/mm²)を考慮 して計算すると, M_{cr} = 14.8kNm となる。解 析から最大発生曲げモーメントは M= 11.6kNm (レール下断面) であることより, ひび割れ発生曲げモーメント以下となる。なお, レール継目部の衝撃輪重特性については不明な点

輪重・曲げモーメントと列車速度の関係 図 5



が多く,一概にはいえないが,速度130km/h,継目落3mm程度であれば,ひび割れは発生しないものと考 えられる。

(b)曲げ耐力の検討

断面破壊に対するマクラギの安全性については、鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)に 基づき, 継目用 PC マクラギの断面耐力M₁は 38.7kNm (レール下断面), 39.9kNm (中央断面)と算定され, 列車速度 130km/h, 継目落 3mm を仮定した場合の発生曲げモーメント M = 11.6kNm (レール下断面)に対 して, M₁は3.3 倍程度の安全率を有することが得られた。

参考文献

[1]H H Jenkins, J E Stephenson, G A Clayton, G W Morland and D Lyon: The Effect of Track and Vehicle Parameters on Wheel/Rail Vertical Dynamic Forces, REJ, January, 1974





