

改良形合成まくらぎの曲げ疲労耐久性評価

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○田淵 剛

1. はじめに

現在、西日本旅客鉄道株式会社では、脱木まくらぎ化の一環で在来線の橋まくらぎの合成化を進めている中、橋まくらぎ区間は一般区間と比較してまくらぎ配置が密となっている等により、全体工事費が非常に高価となっている。今後、合成まくらぎ化を行っていくにあたり、全体工事費を縮減するための検討をしてきた。

合成まくらぎ化の低廉化に向けては、主に、合成まくらぎ本体の材質変更やまくらぎ配置間隔の拡大を検討した。材質変更に関しては、現行材料とリサイクル材料を組み合わせることについて、材料検証を行った。また、まくらぎ配置間隔に関しては、まくらぎ発生応力やレール沈下量等について、力学的検証を行った。これらの検討結果よりまくらぎ配置本数を縮減し、全体工事費を縮減することとした。

そこで、計算によるシミュレーション、改良形タイプの合成まくらぎの試作、まくらぎの物性評価および曲げ疲労試験、試験敷設ならびに標準化を実施してきた。ここでは、曲げ疲労試験の結果を踏まえて、まくらぎ配置間隔の拡大について、以下に報告する。

2. 繰り返し曲げ試験

試験は、標準タイプと改良形タイプの2種類を実施した。なお、改良形タイプとは、当社と積水化学殿が提案し試作した現行タイプとR-F F Uの2層を貼り合せて一体化したものである。

(1) 試験片

繰り返し曲げ試験に使用した試験片の形状は、次のとおりである。

標準タイプ : 幅 200mm × 高さ 200mm × 長さ 2,400mm

改良形タイプ : 幅 200mm × 高さ 200mm × 長さ 2,400mm

(2) 試験荷重

試験荷重を求めるため、在来線の橋桁の中心間隔の最大である 1,800mm、まくらぎ配置本数を 25m 当たり 41 本の場合について、レール圧力を計算した。

試験荷重は、左右レール圧力相当とし、最小荷重を 10kN で最大荷重をレール圧力の 2 倍程度の 102kN とした。なお、試験荷重振幅に対応する発生応力振幅は 9.3 N/mm^2 でまくらぎ変位振幅は 3.9mm である。

(3) 試験方法

繰り返し曲げ試験は、図 1 に示すように、島津製サーボハルサー疲労試験機 (EHF-EG200kN-70L 型式) に合成まくらぎを設置した。合成まくらぎの支承部は、まくらぎ長さ方向の幅が 200mm の鋼板で点支持とした。また、載荷部は、まくらぎ長さ方向の幅が 300mm の鋼板を 4 箇所についてねじ釘でまくらぎに固定し、50R の円柱半円鋼材が前述の鋼板に接する載荷形態とした。

荷重載荷方法は、正弦波試験荷重を 2Hz で 2×10^6 回載荷した。さらに、繰り返し曲げ試験後に曲げ破壊試験を行った。

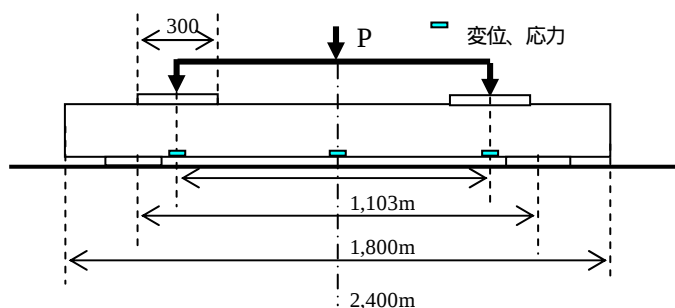


図1 繰り返し曲げ試験方法

(4) 試験結果

2種類の試験片について、繰り返し曲げ試験および曲げ破壊試験を行った。その結果を以下に示す。

繰り返し曲げ試験

改良形タイプのまくらぎの応力振幅の測定結果および繰り返し曲げ試験の状況を図2および図3に示す。

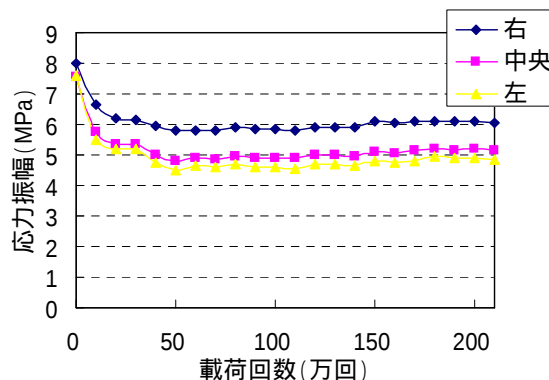


図2 改良形タイプの合成まくらぎの応力振幅

キーワード 合成まくらぎ、橋桁の中心間隔、まくらぎ配置本数

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号 西日本旅客鉄道株式会社施設部保線課 TEL 06-6375-8960



図3 改良形タイプの繰り返し曲げ試験の状況

曲げ破壊試験

繰り返し曲げ試験後の各試験片について、曲げ破壊試験を行った。試験結果を表1に示す。

表1 曲げ破壊試験結果

タイプ	曲げ破壊荷重	曲げ破壊応力	備 考
	kN	N/mm ²	
改良形タイプ	308	93	試験後
標準タイプ	297	93	新 品

(5) 考 察

繰り返し曲げ試験

2タイプの試験片について、繰り返し曲げ試験を 2×10^6 回行った結果、応力および変位振幅とも一定の振幅で推移しており、試験片には異常は認められなかった。したがって、改良形タイプは、本荷重条件による繰り返し曲げ試験に関して問題はなかった。

曲げ破壊試験

繰り返し曲げ試験後に行った曲げ破壊試験において、改良形タイプの曲げ破壊荷重は 308kN で曲げ破壊応力は 93MPa であり、標準タイプの新品の値と同程度であった。これより、改良形タイプは、従来使われている標準タイプと同等以上の強度を有するものと考えられる。

曲げ破壊試験において、図4に示すように、改良形タイプの合成まくらぎは中立軸近傍でまくらぎ長さ方向にき裂が生じる破壊形態を示した。これは合成まくらぎの母材破壊の形態であり、接着層での離れは認められなかった。



図4 曲げ破壊試験における破壊形態

3. 試験敷設

室内試験結果を基に、当社管内の表2に示す2箇所において、まくらぎ配置本数を48本/25mとして試験敷設を行った。試験敷設の敷設前後の状況を図5に示す。敷設後にまくらぎ応力（中央部）を測定した結果を図6に示すように、問題はなかった。

表2 試験敷設箇所

線名	線別	駅間	位置	橋りょう名	橋桁の中心間隔
山陽	下り	有年～上郡	83k832m	原	1.7m
山陽	下り	有年～上郡	83k172m	矢野川	1.8m



(a)敷設前



(b)敷設後

図5 試験敷設

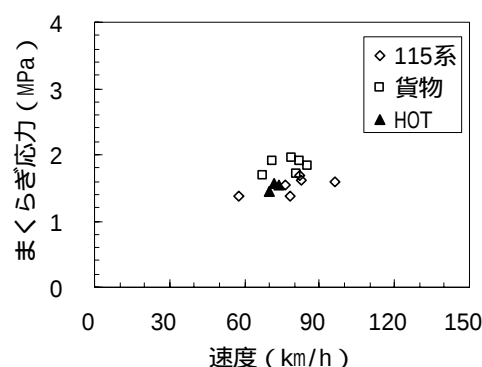


図6 まくらぎ中央部の応力測定結果

4. 標準化

以上の検討結果を踏まえ、平成17年4月に、表3(1,2級線)に示すように、当社で定める「軌道構造整備準則」を一部改正し標準化に至った。

表3 軌道構造整備準則の一部改正（単位:本）

橋桁の中心間隔	改正前	改正後
1.7m 未満	46	46
1.7m	52	48
1.8m	60	
1.8m を超える	68	68

5. まとめ

本稿では、合成まくらぎの改良形タイプの曲げ疲労特性について紹介した。最後に、(財)鉄道総合技術研究所をはじめ、共同研究を実施した積水化学工業(株)の各関係者の皆様に謝意を表する次第である。