

引け巢の内在するマンガンクロッシング端部上首部の疲労試験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○唐須 崇 正会員 片岡 宏夫
正会員 弟子丸 将 正会員 吉田 眞

1. はじめに

近年、営業線に敷設されたマンガンクロッシングの前端部上首部からの頭部欠損が複数発生し、引け巢を有する前端部の強度の確認が必要となった。そこで、現地測定試験を実施して前端部上首部に発生する応力を把握し、その結果を用いて引け巢を有する前端部上首部の疲労試験を実施した。

2. 前端部上首部の発生応力

マンガンクロッシングの前端部上首部に生じる応力を把握するため、引け巢が無いと想定されるマンガンクロッシングを対象として現地測定試験を実施した。図1に測点配置を示す。対象は異形継目板を取付けた状態で列車進行方向に下り段 1mm、普通継目板を締結した状態で上り段 1mm とした。

表1に継目板取付け時の上首部発生応力を示す。普通継目板を取付けた場合には軌間外側の継目板端部側と軌間内側のレール端部側の測点において最も高い応力値を観測した。また、図3に列車通過時の変動応力が最大であった摩耗継目板を取付けた場合の測点 S3B の変動応力を示す。下り段 1mm と摩耗継目板の条件では変動応力がほぼ -50N/mm^2 以内に収まっており、軌道が適切に保守されていることを前提として、疲労試験時の変動応力を -50N/mm^2 とした。

表1 継目板取付け時の発生応力

(単位: N/mm^2)

測点位置		継目条件		
		下り段 1mm	上り段 1mm	摩耗 継目板
軌間 外側	S1B	30	1	5
	S2B	17	6	-47
	S3B	137	211	-14
軌間 内側	S1A	137	230	24
	S2A	-1	—	—
	S3A	3	-4	-8

※引張側を正(+), 圧縮側を負(-)とする。
※一線部は、測定不良によりデータ無し。

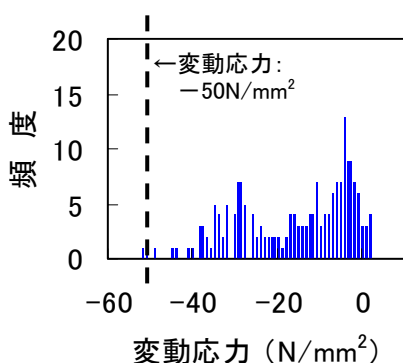


図2 変動応力の頻度分布例

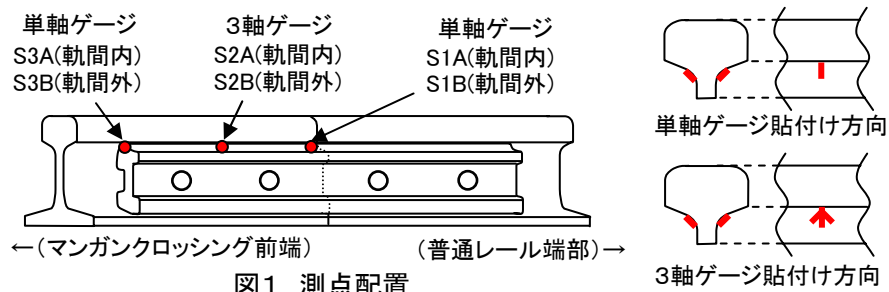


図1 測点配置

3. 引張疲労試験

(1) 供試体

様々な状態の引け巢が内在する供試体の試験を行うために、マンガンクロッシング発生品の端面から 300mm までの範囲内で、図3に示すように放射線透過検査の結果より引け巢の状態を濃・中・淡・良で判別し、50mm の供試体を切り出した。

(2) 試験方法

疲労試験は、1,000kN 疲労試験機を用いて図4に示すように供試体の頭部と底部を油圧チャックでそれぞれ挟み込み、繰返し引張応力変動を発生させる試験方法とした。また、ひずみゲージは図5に示すように供試体底面から 120mm の高さで、長さ方向中央に 3 軸ゲージ、引け巢を確認できる側の端面から 5mm の位置に単軸ゲージ貼付けた。ひずみゲージの貼付け方向は現地試験と同様とした。

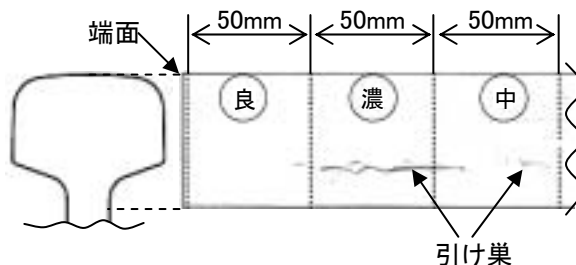


図3 供試体切り出し例

キーワード マンガンクロッシング、引け巢、疲労試験、分岐器

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(軌道構造) TEL 042-573-7275

(3) 試験条件

試験条件を表2に示す。載荷荷重は、2章より前端部上首部に生じる継目板取付け時の発生応力 220 N/mm^2 程度および列車通過時の変動応力 -50 N/mm^2 を想定し、上首部の発生応力が $170 \sim 220 \text{ N/mm}^2$ となるように設定した結果、健全体に対し $100 \text{ kN} \sim 130 \text{ kN}$ となった。

引け巣が内在する場合には同じ載荷荷重でも健全体に対して上首部の発生応力が大きくなるが、その度合いは 50 mm の供試体では前後の拘束がないために切断前の部材に比べて過大になることが予測された。そこで、図6に示すように、上首部に内在する引け巣を想定し、複数のパターンの空隙を設けた有限要素解析モデルを作成した。空隙の前後が拘束された長さ 300 mm のモデルと長さ 50 mm のモデルについて、継目板取付け時の締付力および鉛直荷重に対する発生応力の比較を行った。

図7に解析結果より得た健全体に対する発生応力の比率を示す。これは空隙の形状を共通パラメータとして比率をプロットしたものである。図7から、空隙の形状により上首部の発生応力は異なっており、同じ載荷荷重でも 50 mm の供試体の方が大きい発生応力となることがわかる。そこで、供試体ごとに予備載荷試験として鉛直方向に引張荷重を加え、載荷荷重と発生応力の関係を把握し、図8のフローチャートに基づき現地の荷重条件に近くなるように疲労試験の載荷荷重を補正した。

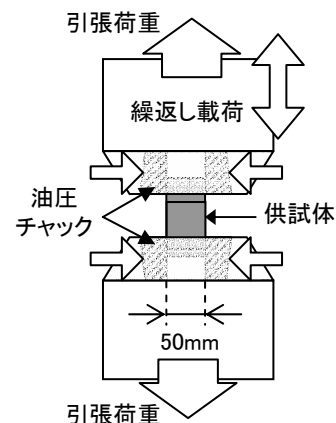


図4 疲労試験の概要

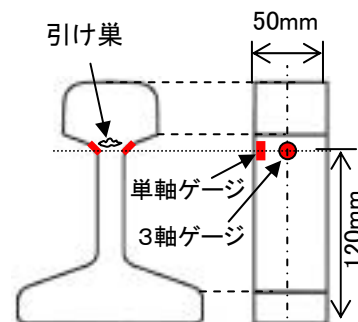


図5 測定箇所

表2 試験条件

項目	試験条件
載荷荷重	$100 \text{ kN} \sim 130 \text{ kN}$ を補正
試験環境	常温／大気中
載荷周波数	10.0 Hz

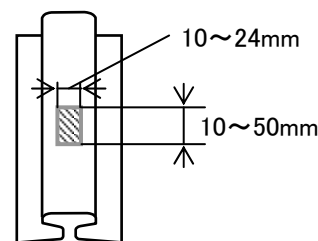
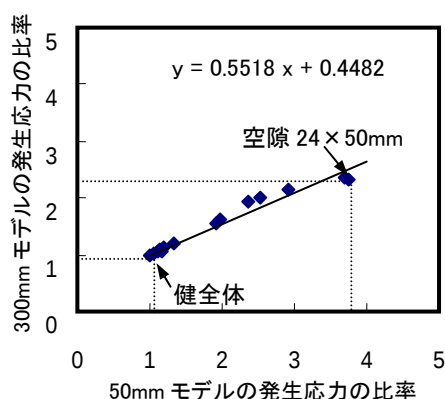
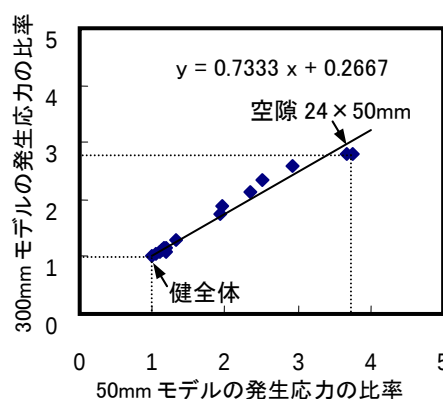


図6 上首部に空隙を設けた解析モデル



(a) 締付力載荷時



(b) 鉛直載荷時

図7 有限要素解析による比較結果
(比率:健全体の解析結果に対する比)

(4) 試験結果

表3に、供試体ごとに引け巣の大きさにより異なる荷重条件で実施した疲労試験結果の一部を示す。表3より補正した荷重と破断ま

での繰返し数が必ずしも対応しているわけではないが、 50 mm という比較的簡易な供試体による引け巣の大きさの疲労強度に与える影響を評価する一つの試験方法を提案できたと考えている。

4. おわりに

本研究で提案した引け巣の内在するマンガンクロッシング端部上首部の疲労試験をさらに進め、本手法の検討を進める計画である。

表3 疲労試験結果

No	載荷荷重(kN)※	繰返し数 $\times 10^6$ / 破断の有無
1	93～122	5.0 / 未破断
2	79～105	3.12 / 破断
3	78～105	2.12 / 破断

※補正後の載荷荷重

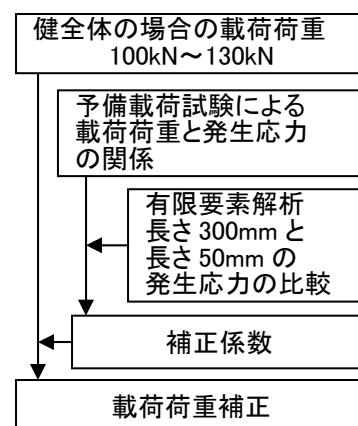


図8 載荷荷重補正のフローチャート